



ご参考用：

本製品は販売終了につき、参考技術資料としてご提供いたしますので、予めご了承ください。

多機能デジタル ロックインアンプ
DIGITAL LOCK-IN AMPLIFIER

LI5640

取扱説明書

DB508525-008

多機能デジタルロックインアンプ
DIGITAL LOCK-IN AMPLIFIER

LI5640

取扱説明書

——— 保 証 ———

本製品は、株式会社エヌエフ回路設計ブロックが十分な試験、検査を行って出荷しております。
万一製造上の不備による故障または輸送中の事故などによる故障がありましたら、当社または当社代理店までご連絡ください。

当社または当社代理店からご購入された製品で、正常な使用状態において発生した部品および製造上の不備による故障など、当社の責任に基づく不具合については納入後1年間の保証をいたします。

この保証は、保証期間内に当社または当社代理店にご連絡いただいた場合に、無償修理をお約束するものです。

なお、この保証は日本国内においてのみ有効です。日本国外で使用する場合には、当社または当社代理店にご相談ください。

下記の事項に該当する場合は、保証期間内でも有償となります。

- 取扱説明書に記載されている使用方法、および注意事項に反する取扱いや保管により生じた故障の場合
- お客様による輸送や移動時の落下、衝撃などにより生じた故障、損傷の場合
- お客様により、製品に改造が加えられている場合
- 外部からの異常電圧および本製品に接続されている外部機器の影響による故障の場合
- 火災、地震、水害、落雷、暴動、戦争行為及びその他天災地変などの不可抗力的事故による故障、損傷の場合
- 磁気テープなど消耗品の補充

——— 修理にあたって ———

万一不具合があり、故障と判断された場合、あるいはご不明な点がありましたら、お求めになりました当社または当社代理店にご連絡ください。

ご連絡の際は、型式名（または製品名）、製造番号（SERIAL NUMBER）とできるだけ詳しい症状やご使用の状態をお知らせください。

修理期間はできるだけ短くするよう努力しておりますが、ご購入後5年以上経過している製品の場合は、補修パーツの品切れなどにより、日時を要する場合があります。

また、補修パーツが製造中止の場合、著しい破損がある場合、改造された場合などは修理をお断りすることがありますのであらかじめご了承ください。

=はじめに=

このたびは、**NF**の『LI 5640 多機能デジタルロックインアンプ』をお買い求めいただき、ありがとうございます。

電気製品を安全に正しくお使いいただくために、まず次ページの「安全にお使いいただくために」をお読みください。

- この説明書の注意記号について

この説明書では、下記の注意記号を使用しています。機器の使用者の安全のため、また、機器の損傷を防ぐためにも、この注意記号の内容は必ず守ってください。

△ 警告

機器の取り扱いにおいて、感電など、使用者の生命や身体に危険が及ぶおそれがあるときに、その危険を避けるための情報を記載しています。

△ ご注意

機器の取り扱いにおいて、機器の損傷を避けるための情報を記載しています。

- この説明書の章構成は下記のようになっています

初めて使用する方は、「1. 概説」からお読みください。

1. 概 説

この製品の概要・特長・応用・機能および簡単な動作原理を説明しています。

2. 使用前の準備

設置や操作の前にしなければならない大事な準備作業について説明しています。

3. パネル面と基本操作の説明

パネル面の各キーの機能・動作および基本的な操作について説明しています。
機器を操作しながらお読みください。

4. 詳細な説明と応用操作

さらに幅広い操作説明をしています。

5. GPIBインタフェース

GPIBによるリモート制御について説明しています。

6. RS-232インタフェース

RS-232によるリモート制御について説明しています。

7. トラブルシューティング

エラーメッセージや故障と思われるときの対処方法を記載しています。

8. 保 守

保管・再梱包・輸送および性能試験の方法などについて説明しています。

9. 仕 様

仕様（機能・性能）について記載しています。

安全にお使いいただくために

安全にお使いいただくため、下記の警告や注意事項を必ず守ってください。

これらの警告や注意事項を守らずに発生した損害については、当社はその責任と保証を負いかねますのでご了承ください。

なお、この製品は、JISやIEC規格の絶縁基準 クラス I 機器（保護導体端子付き）です。

- 取扱説明書の内容は必ず守ってください

取扱説明書には、この製品を安全に操作・使用するための内容が記載されています。ご使用に当たっては、この説明書を必ず最初にお読みください。

この取扱説明書に記載されているすべての警告事項は、重大事故に結びつく危険を未然に防止するためのものです。必ず守ってください。

- 必ず接地してください

この製品は、接地しないと感電します。

感電事故を防止するため、必ず電気設備技術基準 第3種以上の接地に確実に接続してください。

3極電源プラグを、保護接地コンタクトを持った3極電源コンセントに接続すれば、この製品は自動的に接地されます。

3極-2極変換アダプタを使用するときは、必ず変換アダプタの接地線（緑色）をコンセントのそばの接地端子に接続してください。

- 電源電圧を確認してください

この製品は、「2.3 電源および接地」に記載された電源電圧で動作します。電源接続の前に、コンセントの電圧がこの製品の定格電源電圧に適合しているかどうかを確認してください。

- ヒューズの定格を守ってください

発火等のおそれがあります。「2.3 電源および接地」に規定された定格のヒューズを使用してください。

また、ヒューズを交換するときは、必ず電源コードをコンセントから抜いてください。

- おかしいと思ったら

機器から煙が出てきたり、変な臭いや音がしたら直ちに電源コードを抜いて使用を中止してください。

このような異常が発生したら、修理が完了するまで使用できないようにして、直ちに当社または当社代理店にご連絡ください。

- 可燃性ガス中では使用しないでください

爆発等の危険性があります。

= II =

- カバーは取り外さないでください

この製品の内部には、高電圧の箇所があります。カバーは絶対に取り外さないでください。内部の点検は、危険防止に精通している訓練されたサービス技術者以外の方は行わないでください。

- 改造はしないでください

当社が指定していない部品交換や改造は、絶対に行わないでください。新たな危険が発生したり、故障時に修理をお断りすることがあります。

- 記号および安全関係の表示

この製品や取扱説明書で使用している記号の一般的な定義は下記のとおりです。

△ 取扱説明書参照記号

使用者に危険の潜在を知らせるとともに、取扱説明書を参照する必要がある箇所に表示しています。

△ 警告 警告記号

WARNING 機器の取り扱いにおいて、感電など、使用者の生命や身体に危険が及ぶおそれがあるときに、その危険を避けるための情報を記載しています。


△ 注意 注意記号

CAUTION 機器の取り扱いにおいて、機器の損傷を避けるための情報を記載しています。

| 電源スイッチがオンであることを示します。

○ 電源スイッチがオフであることを示します。

 コネクタの外部導体が筐体に接続されていることを示します。

 コネクタの外部導体が信号グラウンドに接続されていることを示します。

目 次

	ページ
1. 概 説.....	1 - 1
1.1 概 要.....	1 - 2
1.2 特 長.....	1 - 2
1.3 応 用.....	1 - 3
1.4 機能一覧.....	1 - 4
1.5 動作原理.....	1 - 6
1.5.1 基本原理.....	1 - 6
1.5.2 実際の動作.....	1 - 7
2. 使用前の準備.....	2 - 1
2.1 外観および附属品のチェック.....	2 - 2
2.2 組立ておよび設置.....	2 - 3
2.2.1 設置位置.....	2 - 3
2.2.2 設置場所の条件.....	2 - 3
2.2.3 ラックマウント.....	2 - 4
2.3 電源および接地.....	2 - 7
2.4 簡単な動作チェック.....	2 - 10
2.4.1 用意する測定器.....	2 - 10
2.4.2 電源投入時の動作と表示のチェック.....	2 - 10
2.4.3 切り換え操作のキーと応答のチェック.....	2 - 10
2.4.4 1回動作のキーと応答のチェック.....	2 - 11
2.4.5 MODIFYダイヤルのチェック.....	2 - 12
2.4.6 感度とダイナミックリザーブのチェック.....	2 - 12
2.4.7 その他の機能チェック.....	2 - 13
2.5 校 正.....	2 - 14
3. パネル面と基本操作の説明.....	3 - 1
3.1 パネル各部の名称と動作.....	3 - 2
3.1.1 正面パネル.....	3 - 2
3.1.2 背面パネル.....	3 - 21
3.2 電源投入時の動作および初期設定.....	3 - 24
3.2.1 始 動.....	3 - 24
3.2.2 初期設定.....	3 - 25
3.2.3 電源周波数の設定.....	3 - 28
3.2.4 ウォームアップ.....	3 - 28

	ページ
3.3 入出力端子	3 - 29
3.4 基本操作	3 - 34
3.4.1 シフトとモディファイの操作	3 - 34
3.4.2 はじめて使用するときの操作	3 - 35
3.4.3 測定パラメタの選択	3 - 36
3.4.4 参照信号の接続と設定	3 - 37
3.4.5 測定信号の接続と関連設定	3 - 38
3.4.6 測定条件の設定（とりあえず測定する）	3 - 39
3.4.7 感度を最適に調整する	3 - 40
3.4.8 ばらつきを抑える または 応答を速くする	3 - 41
3.4.9 小さな変化を見る（信号の大きさ）	3 - 42
3.4.10 小さな変化を見る（位相）	3 - 43
4. 詳細な説明と応用操作	4 - 1
4.1 参照信号系の操作	4 - 2
4.1.1 参照信号の設定（概要）	4 - 2
4.1.2 参照信号源の選択（SOURCE）	4 - 3
4.1.3 外部参照信号（REF IN）	4 - 3
4.1.4 内部発振器（INT OSC）	4 - 5
4.1.5 測定信号への同期（SIGNAL）	4 - 6
4.1.6 高調波の測定（nF）	4 - 8
4.1.7 位相オフセット（PHASE）	4 - 9
4.2 測定信号系の操作	4 - 10
4.2.1 測定信号の接続と設定	4 - 10
4.2.2 電流入力	4 - 11
4.2.3 電圧入力	4 - 12
4.2.4 差動入力	4 - 12
4.2.5 入力結合の選択	4 - 13
4.2.6 グラウンドの選択	4 - 14
4.2.7 OVERランプ点灯時の対応	4 - 15
4.2.8 プリアンプの接続	4 - 16
4.2.9 入力トランスの使用	4 - 17
4.3 電源周波数雑音除去フィルタの操作	4 - 18
4.4 アンチエイリアシングフィルタの操作	4 - 19
4.5 ダイナミックリザーブの操作	4 - 20
4.6 感度の操作（SENSITIVITY）	4 - 23

	ページ
4.7 時定数の操作および関連事項 (TIME CONSTANT)	4 - 25
4.7.1 時定数と減衰傾度の設定	4 - 25
4.7.2 自動時定数設定	4 - 26
4.7.3 等価雑音帯域幅	4 - 26
4.7.4 応答時間	4 - 27
4.7.5 同期フィルタ (SYNC)	4 - 28
4.8 測定パラメタの選択と関連操作	4 - 29
4.8.1 測定パラメタの選択 (概要)	4 - 29
4.8.2 測定パラメタの選択	4 - 30
4.8.3 X、Yオフセット	4 - 31
4.8.4 表示の拡大 (EXPAND)	4 - 31
4.8.5 ノーマライズ (dB、%)	4 - 32
4.9 レシオ表示	4 - 33
4.10 雑音密度の測定 (NOISE)	4 - 34
4.10.1 雑音密度測定の実行	4 - 34
4.10.2 雑音密度測定の原理	4 - 36
4.11 直流電圧の測定 (補助入力AUX IN1/AUX IN2)	4 - 37
4.12 直流電圧の出力 (補助出力AUX OUT1/AUX OUT2)	4 - 38
4.13 モニタ出力	4 - 39
4.14 設定メモリの操作 (RECALL/STORE)	4 - 40
4.15 パネル操作の禁止 (KEY LOCK)	4 - 41
4.16 ランプおよび冷却ファンのオン/オフ	4 - 42
4.16.1 ランプのオン/オフ	4 - 42
4.16.2 冷却ファンのオン/オフ	4 - 42
5. GPIBインタフェース	5 - 1
5.1 使用前の準備	5 - 2
5.1.1 GPIBの概要	5 - 2
5.1.2 GPIBへの切り換え	5 - 3
5.1.3 アドレスとメッセージターミネータの設定	5 - 4
5.1.4 GPIBケーブルの接続	5 - 5
5.1.5 GPIB使用上の注意事項	5 - 5
5.2 リモートステータスとリモート状態の解除	5 - 6
5.3 サービスリクエストとステータス構造	5 - 7
5.3.1 ステータスレポートの概要	5 - 7
5.3.2 ステータスバイトとサービスリクエストの発信	5 - 9
5.3.3 ステータスデータの詳細構造	5 - 11

	ページ
5.4 プログラムメッセージの概要	5-18
5.5 クエリ（問い合わせ）メッセージに対する応答	5-21
5.6 プログラムメッセージ一覧	5-22
5.6.1 プログラムメッセージ一覧	5-22
5.6.2 プログラムメッセージ一覧（互換メッセージ）	5-43
5.7 標準実行時間	5-65
5.8 外部インタフェースのエラーメッセージ	5-67
5.9 測定データの読み出し	5-70
5.10 データメモリの操作	5-71
5.10.1 データメモリの概要	5-71
5.10.2 データメモリへの記録の準備	5-72
5.10.3 データメモリへの記録開始および終了の検出	5-73
5.10.4 データメモリの読み出し	5-75
5.11 インタフェースメッセージに対する応答	5-77
5.12 GPIBの初期化	5-78
5.13 GPIBサンプルプログラム	5-79
5.13.1 サンプルプログラムの概要	5-79
5.13.2 Visual BasicとNational Instruments社製GPIBインタフェースボードを使用した例	5-80
6. RS-232インタフェース	6-1
6.1 使用前の準備	6-2
6.1.1 RS-232の概要	6-2
6.1.2 RS-232への切り換え	6-3
6.1.3 ボーレート、データビット長、パリティの設定	6-4
6.1.4 RS-232ケーブルの接続	6-5
6.2 ハンドシェイク	6-6
6.3 RS-232のエラーメッセージ	6-7
6.4 RS-232サンプルプログラム	6-8
6.4.1 サンプルプログラムの概要	6-8
6.4.2 Visual Basicの例（設定と問い合わせ）	6-9
7. トラブルシューティング	7-1
7.1 エラー表示	7-2
7.1.1 エラー表示とランプの点滅	7-2
7.1.2 電源投入時のエラー	7-3
7.1.3 操作時のエラー	7-4
7.1.4 その他のエラー	7-5
7.2 ランプの点滅	7-6
7.3 異常動作と誤って判断しやすい現象（制約事項）	7-7
7.4 故障と思われるとき	7-8

	ページ
8. 保 守	8 - 1
8.1 はじめに	8 - 2
8.2 日常の手入れ	8 - 2
8.3 保管・再梱包・輸送	8 - 3
8.4 バージョン番号の確認方法	8 - 3
8.5 性能試験	8 - 4
8.5.1 使用機器	8 - 4
8.5.2 試験前の準備	8 - 5
8.5.3 電圧確度	8 - 6
8.5.4 電圧測定時の周波数特性	8 - 8
8.5.5 電流確度	8 - 10
8.5.6 コモンモード除去比	8 - 12
8.5.7 入力換算雑音	8 - 13
8.5.8 電圧入力高調波ひずみ	8 - 14
8.5.9 位相確度	8 - 16
8.5.10 内部発振器の周波数確度および正弦波振幅確度	8 - 18
8.5.11 内部発振器の高調波ひずみ	8 - 20
8.5.12 測定値アナログ出力および補助出力	8 - 21
8.5.13 補助入力	8 - 23
9. 仕 様	9 - 1
9.1 測定信号系	9 - 2
9.2 位相検波部	9 - 4
9.3 参照信号系	9 - 5
9.4 内部発振器	9 - 6
9.5 測定値出力部	9 - 7
9.6 モニタ出力（位相検波器の入力信号）	9 - 8
9.7 補助入力（直流電圧測定）	9 - 9
9.8 補助出力（直流電圧出力）	9 - 9
9.9 データメモリ	9 - 9
9.10 自動設定機能	9 - 10
9.11 外部インタフェース（GPIB、RS-232）	9 - 10
9.12 一般仕様	9 - 11

索 引

付 図

	ページ
図1-1 帯域通過フィルタによる雑音の除去	1-6
図1-2 ロックインアンプの基本構成	1-6
図1-3 ブロック図	1-9
図2-1 LI5640 ラックマウント寸法図	2-4
図2-2 ラックマウントアダプタの取り付け	2-5
図2-3 フットの外し方	2-6
図2-4 変換アダプタによる接地	2-8
図3-1 正面・背面パネル図	3-23
図3-2 SIGNAL INPUT (I、A、B) 入力回路とグラウンド	3-30
図3-3 $\pm 24V$ 電源出力	3-30
図3-4 AUX IN1/AUX IN2入力回路	3-31
図3-5 REF IN入力回路	3-31
図3-6 参照信号出力回路 (内部発振器)	3-32
図3-7 DATA1/2 OUT、X/Y OUT、AUX OUT 1/2、MONITOR OUT	3-33
図3-8 TRIG IN入力回路	3-33
図3-9 オフセットと拡大 (EXPAND)	3-42
図3-10 位相オフセットと位相分解能の向上	3-43
図4-1 位相オフセット	4-9
図4-2 差動接続とCMRR	4-12
図4-3 ノイズフィギュア (参考値)	4-17
図4-4 電源周波数雑音除去フィルタの特性 (参考値)	4-18
図4-5 アンチエイリアシングフィルタ	4-19
図4-6 ステップ応答波形	4-27
図4-7 雑音の測定と帯域幅	4-36
図4-8 入力からモニタ出力までの経路	4-39
図5-1 GPIBケーブルの接続	5-5
図5-2 サービスリクエストの発信許可	5-9
図5-3 ステータス構造図 (概要)	5-11
図5-4 標準イベントステータスレジスタ	5-12
図5-5 オペレーションステータス	5-15
図5-6 ワーニングステータス	5-16
図5-7 オーバレベルステータス	5-17
図5-8 プログラムメッセージの構文 (概要)	5-18
図5-9 応答メッセージの構文 (概要)	5-21
図6-1 RS-232コネクタのピン配列	6-5
図8-1 冷却ファンフィルタの清掃	8-2
図9-1 外形寸法図	9-12

付 表

	ページ
表2-1 附属品	2-2
表3-1 電源投入時の動作	3-24
表3-2 初期値一覧	3-26
表4-1 測定信号の引き込み範囲	4-7
表4-2 実際のダイナミックリザーブの値 (参考値)	4-22
表4-3 ステップ応答時間	4-27
表5-1 インタフェース機能	5-2
表5-2 ステータスバイトレジスタ	5-10
表5-3 標準イベントステータスレジスタのビット割り当て	5-13
表5-4 オペレーションコンディションレジスタのビット割り当て	5-14
表5-5 ワーニングコンディションレジスタのビット割り当て	5-16
表5-6 オーバレベルコンディションレジスタのビット割り当て	5-17
表5-7 外部インタフェースのエラーメッセージ一覧	5-67
表5-8 インタフェースメッセージに対する応答	5-77
資料 マルチラインインタフェースメッセージ	5-89
表6-1 RS-232コネクタの信号割り当て	6-5
表6-2 RS-232のエラーメッセージ	6-7

1. 概 説

1.1 概 要	1 - 2
1.2 特 長	1 - 2
1.3 応 用	1 - 3
1.4 機能一覧	1 - 4
1.5 動作原理	1 - 6

1.1 概 要

「LI 5640 多機能ディジタルロックインアンプ」は、ディジタル信号処理によって高い安定度を実現した2位相ロックインアンプです。周波数範囲 1mHz～100kHz、電圧感度 2nV～1Vフルスケールという基本性能を持っています。また、電流の測定、高次高調波の測定、雑音密度の測定、参照信号なしで信号にロックする機能など、多彩な機能を持っています。

1.2 特 長

- 多彩な機能

電流の測定、高次高調波の測定、雑音の測定、参照信号なしで信号にロックする機能など、多彩な機能を持っています。

- ディジタル処理による高い安定度

位相検波などの主要部をディジタル的に処理します。このため、アナログ方式で問題になるゼロドリフト、直交性誤差、および入力に含まれる高調波の影響がほとんどありません。めんどろな同調操作が必要なうえ、測定誤差の原因ともなるアナログフィルタを使用せずに、大きなダイナミックリザーブ（最高100dB）が得られます。

- ディジタル処理でもアナログと同等のなめらかな出力

出力の振幅分解能は16ビット。X、Y、R、 θ 出力の最高データ更新レートは256kサンプル/sです。アナログ出力の階段状の変化が目立ちません。内蔵データメモリへは、16kサンプル/sで記録できます。

- 高速応答

最小時定数は10 μ s。100 μ s程度の応答を観測できます。

- 低い周波数：1mHzから測定可能

熱応答などのゆっくりした信号を解析できます。

低い周波数では約2周期で参照信号にロックできます。

整数周期の区間平均フィルタにより、リップルのない高速応答が得られます。

- 高速な操作応答

従来のアナログ方式に比べて、全周波数範囲で高速に参照信号にロックします。

また、時定数や感度などの設定を変えたとき、新しい設定における測定値を予測して応答するため、測定値が素早く最終値に落ち着きます。

- 分かりやすい操作パネル

機能ごとに分類された分かりやすいキー配置と、測定信号に応じて最適に調整する自動設定機能により、操作に慣れていない方でも容易に使用できます。

- アナログメータを装備

二つのアナログメータを持っているため、測定値を感覚的に捉えることが容易です。

- 外部制御が可能

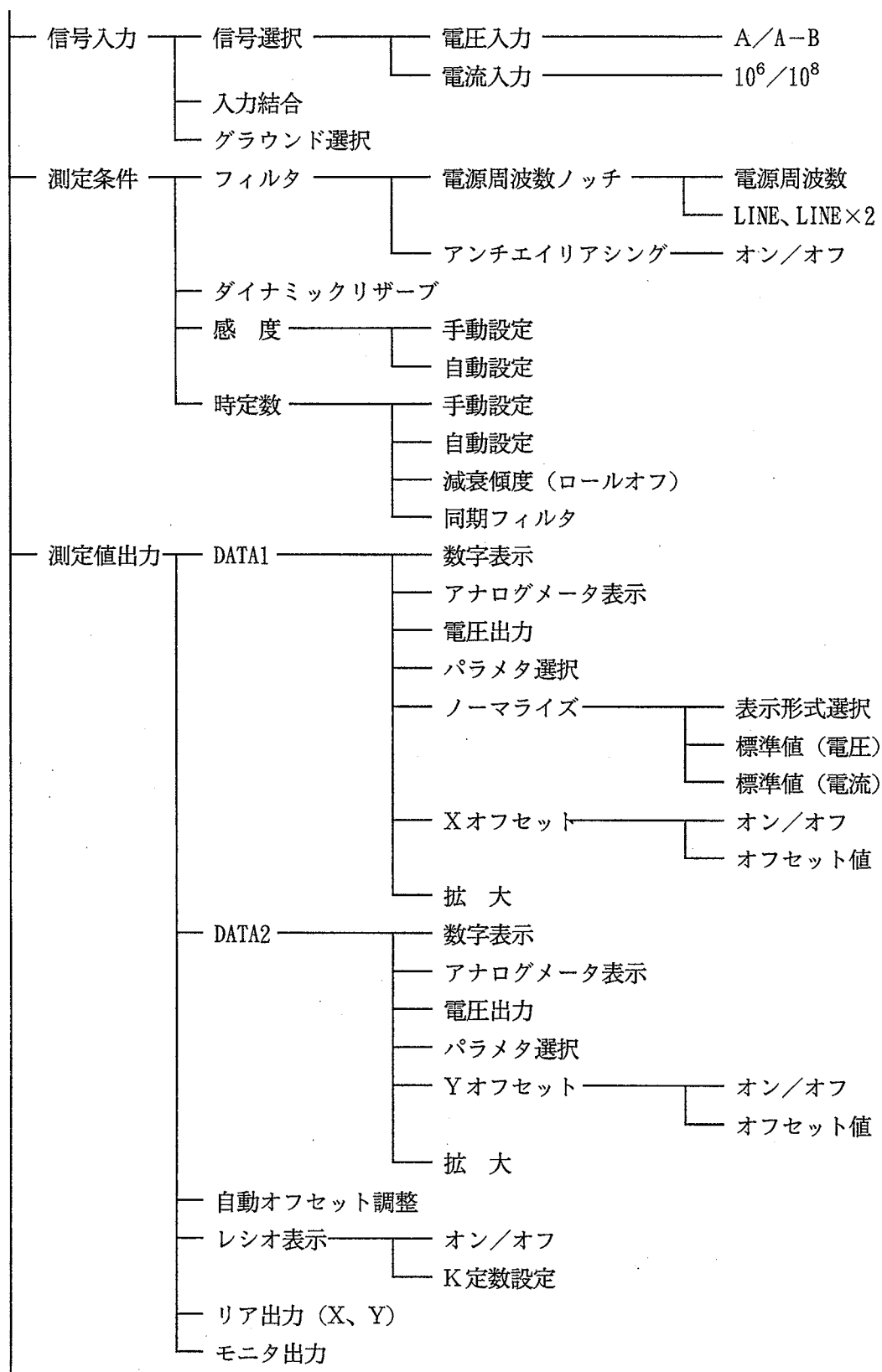
GPIBおよびRS-232インタフェースを備えています。コンピュータと組み合わせて、自動測定システムを組むことができます。

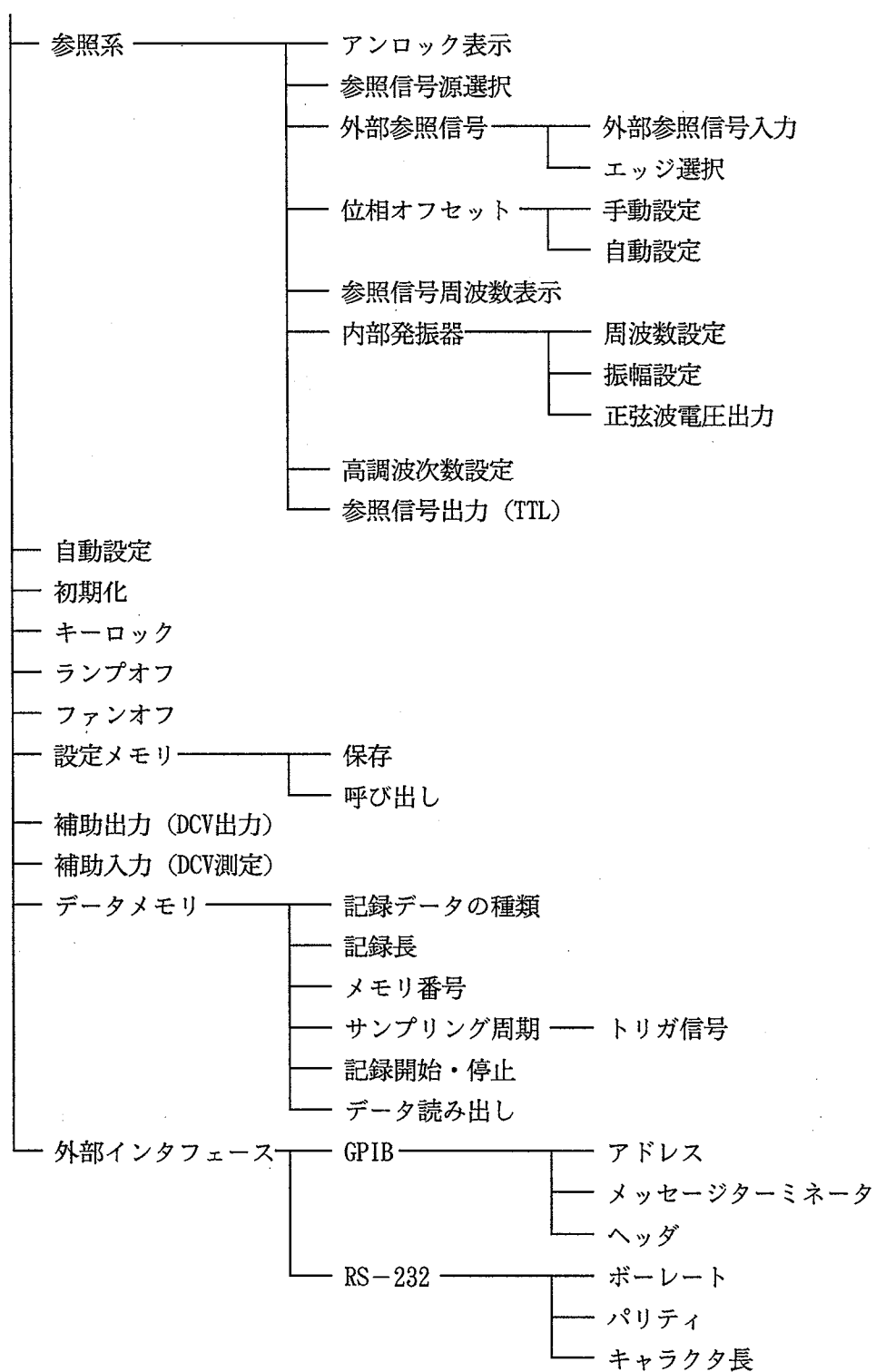
1.3 応 用

2位相ロックインアンプを使うと、雑音に埋もれた微小信号を測定したり、位相の小さな変化を捉えることができます。この性質を活かして、下記のような分野でご使用いただけます。

- 光学測定（強度、吸収、散乱など）
- 分光分析（オージェ電子分光、光音響分光、ラマン分光などによる物質の分析）
- 光ジャイロ、距離、速度などの光応用測定
- 磁気測定（磁性材料の評価、振動型磁力計、SQUIDによる磁気検出）
- センサの評価（電圧、電流、位相の微小変化測定）
- ブリッジの検出器（微小電圧測定）
- インピーダンス測定（微小電流での測定、接触抵抗、ケミカルインピーダンス）
- 機械振動の測定
- 生物・生理信号の測定

1.4 機能一覧





1.5 動作原理

1.5.1 基本原理

ロックインアンプの目的の一つは、雑音に埋もれた微少な信号を検出することです。

一般に雑音成分は広い周波数に分散しているため、雑音に埋もれていても、特定の周波数を持った信号であれば、狭帯域の帯域通過フィルタを通すことで取り出すことができます。

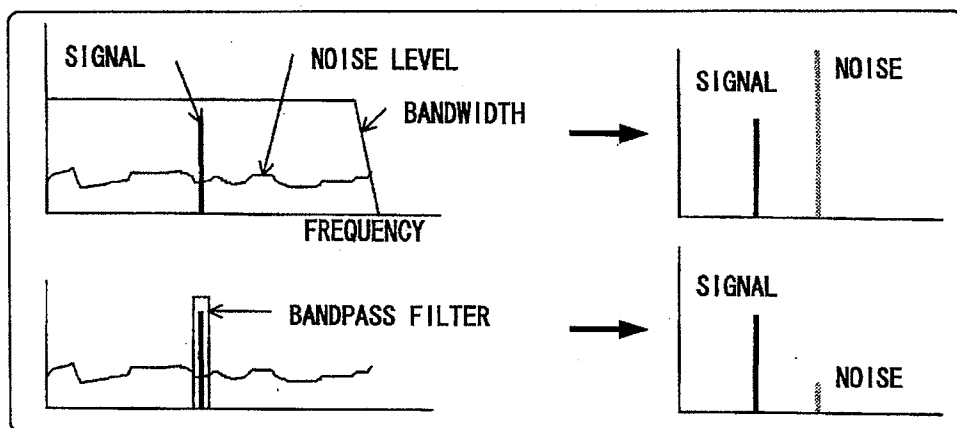


図1-1 帯域通過フィルタによる雑音の除去

このとき、帯域通過フィルタの帯域幅を狭くするほど雑音除去性能が向上します。しかし、中心周波数が可変で、極めて帯域幅が狭くて、安定な帯域通過フィルタを実現するのは困難です。

ロックインアンプでは、位相検波器 (PSD) を用いて信号成分を直流に周波数変換します。このとき、周波数と位相の基準として参照信号 (REF IN) を必要とします。その後、低域通過フィルタ (LPF) で直流分を取り出します。これを元の周波数で見ると、等価帯域幅が低域通過フィルタの遮断周波数の2倍である帯域通過フィルタと等価になります。遮断周波数の低い低域通過フィルタは容易に実現できるので、等価的に非常に狭いフィルタが実現できます。

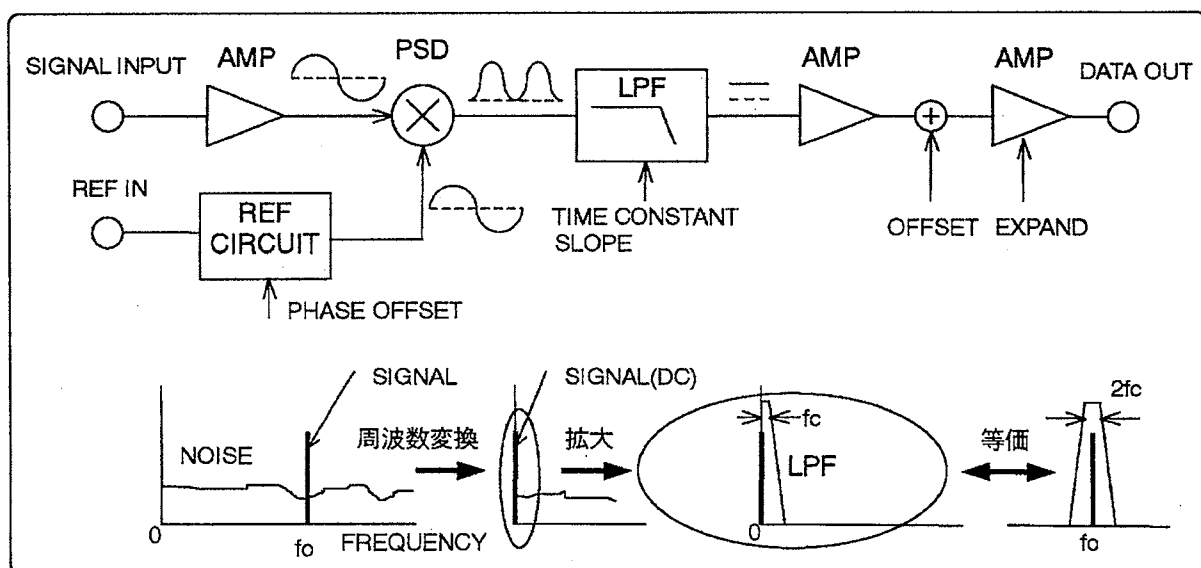


図1-2 ロックインアンプの基本構成

1.5.2 実際の動作

「図1-3 ブロック図」に沿って、LI5640の動作を説明します。

a) 信号入力部

電圧入力は、まず低雑音差動増幅器 (A1) に入力されます。

電流入力は、まず電流-電圧変換器 (I-V) により電圧に変換します。

電圧か電流を選択した後、電源周波数雑音を取り除くノッチフィルタを通して、増幅器A2で増幅します。各部の利得は、感度とダイナミックリザーブの設定から決定されます。十分な大きさに増幅した信号は、アンチエイリアシングフィルタで不要な高域雑音を取り除いた後、256kサンプル/sでデジタルデータに変換します。アンチエイリアシングフィルタは無効にもできます。

b) 位相検波

2位相ロックインアンプであるLI5640は、二つの位相検波器 (PSD) を備えています。位相検波により、測定したい信号は直流に周波数変換されますが、直交する二つの位相で検波することにより、位相情報が保存されます。

ここで位相検波というのは、入力信号と内部参照信号との乗算です。LI5640の内部参照信号は正弦波なので、信号に含まれる高調波の影響を受けません。従来のアナログ方式では、方形波または荒い階段波状の参照信号を用いていました。これらの波形には高調波が含まれているため、信号に含まれる高調波の一部が直流に変換されて、誤差を生じることがありました。

c) 帯域制限フィルタ

位相検波器の出力には、信号の各位相成分を表す直流の他に、雑音や、信号周波数と等しい成分、信号周波数の2倍の成分などのリプルが含まれています。このため、低域通過フィルタ (TC & SYNC FILTER) によって不要成分を取り除き、直流だけを取り出します。

なお、信号と同じ周波数のリプルは、位相検波器に入力される直流オフセット成分と参照信号の積で生じます。信号周波数の2倍のリプルは、測定する信号と参照信号の乗算で、直流とともに生じます。

帯域制限フィルタは、1次の低域通過フィルタ1段～4段で構成されます。段数はSLOPEの設定で決まります。また、フィルタ各段の利得はダイナミックリザーブにより調整されます。

同期フィルタ (SYNC) を指定すると、整数周期の移動平均により、信号周波数に由来するリプルを大きく低減できます。

d) オフセット調整・拡大などの演算部

帯域制限フィルタで雑音を取り除いた信号に対して、必要に応じて、オフセット調整 (OFFSET)、拡大 (EXPAND)、レシオ演算 (RATIO)、ノーマライズ演算 (dB、%)、雑音密度演算の各演算を行います。測定信号はDA変換器でアナログ信号に変換して出力します。

位相検波器からDA変換器の直前まで、すべてDSP (Digital Signal Processor) によるデジタル演算ですので、アナログ方式に比べて精度と安定度が優れています。

e) 参照信号系

外部参照信号 (REF IN) と内部発振器の出力を比較して、内部発振器の周波数と位相が参照信号に常に等しくなるように内部発振器を制御します。測定信号自身を参照信号にするときは、位相の測定値がゼロになるように内部発振器を制御します。また、デジタル制御によって、アナログ方式より高速に同期します。

内部発振器にはデジタル直接合成方式を採用しています。このため精度や安定度がアナログ方式より優れています。また、設定後直ちに出力が安定します。

f) メインCPU

パネル操作や測定値の表示、外部インタフェース (GPIB、RS-232) 信号を処理して、全体を制御します。

g) 電 源

電源は各部の相互干渉を低減するために、測定信号系、参照信号系、制御系の3系統に分かれています。また、各系統間は必要に応じて絶縁されています。

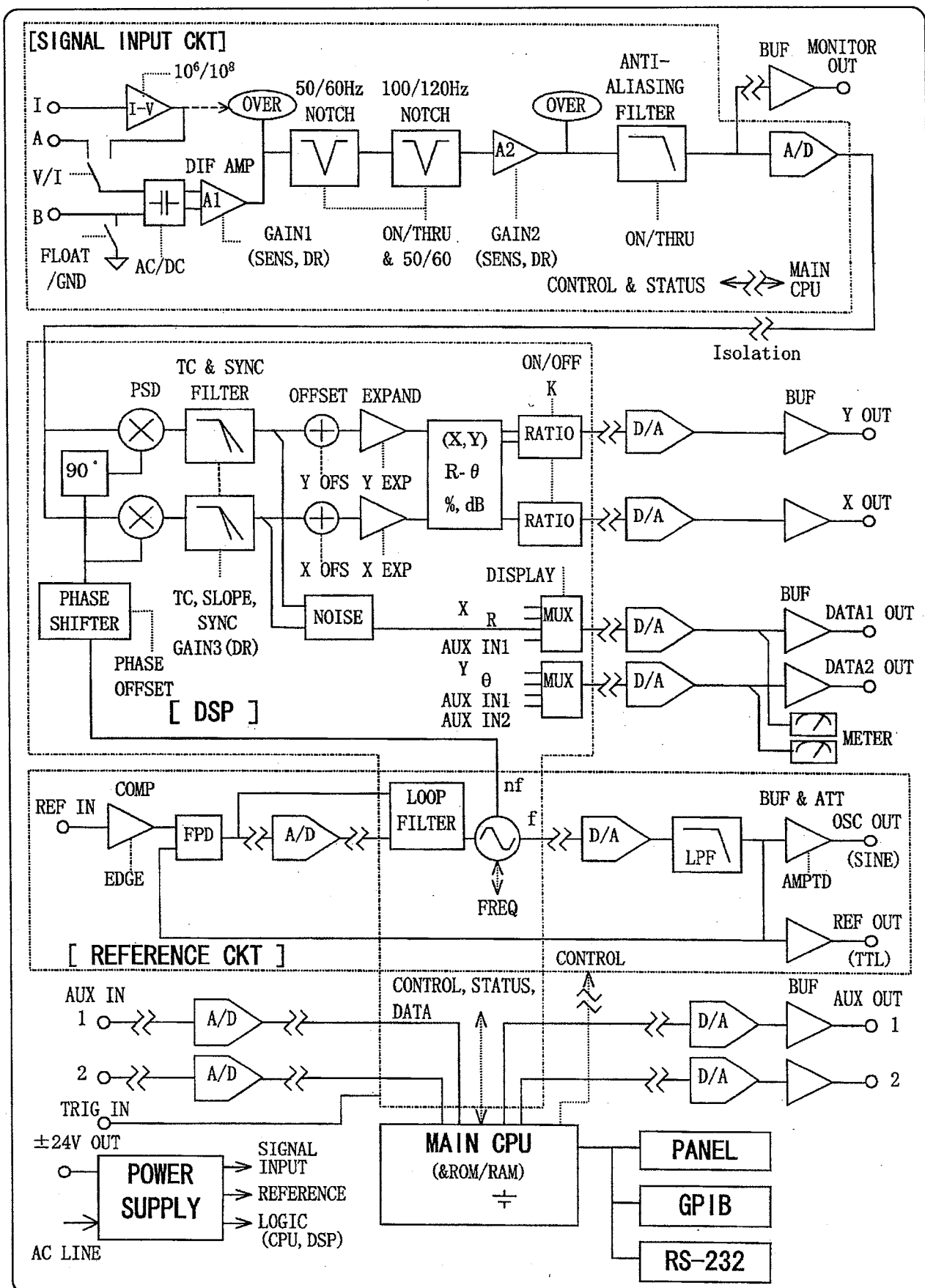


図 1-3 ブロック図

2. 使用前の準備

2.1 外観および附属品のチェック	2 - 2
2.2 組立および設置	2 - 3
2.3 電源および接地	2 - 7
2.4 簡単な動作チェック	2 - 10
2.5 校 正	2 - 14

2.1 外観および附属品のチェック

ご使用になる前に、この取扱説明書の初めに記載されている「安全にお使いいただくために」をお読みください。

段ボール箱から中身を取り出したら、内容物を確認してください。

製品の外観に異常な傷があったり、附属品が不足しているときは、当社または当社代理店にご連絡ください。

段ボール箱の外観に異常な様子（傷やへこみなど）が見られるときも、直ちにご連絡ください。

- 外観チェック

パネル面やつまみ、コネクタなどに傷やへこみがないことを確認してください。

- 附属品のチェック

LI5640の附属品は、「表2-1 附属品」のとおりです。数量不足や傷がないことを確認してください。

取扱説明書 (LI5640 取扱説明書)	1
電源コード (2m, 3極プラグ付き)	1
ヒューズ (タイムラグ, 1A / 250V, $\phi 5.2 \times 20\text{mm}$)	1
保護キャップ (電流入力コネクタ用)	1

付属している電源コードおよびヒューズは、日本国内において電源電圧AC100Vまたは120Vで使用できます。AC230Vで使用するとき、または日本国外で使用するときは、当社または取扱代理店にご相談ください。

輸送などのために再梱包するときは、適切な強度と余裕のある箱に、重さに耐えられる詰め物をして、機器を十分に保護してください。

2.2 組み立ておよび設置

2.2.1 設置位置

背面を下にして置かないでください。転倒する危険があります。

底面のフットやスタンドが、4個とも机などの平らな面に乗るように置いてください。

2.2.2 設置場所の条件

a) 温度および湿度は、下記の範囲で使用してください。

- 周囲温度 : 0～+40℃
冷却用のファンをオフにするときは、+30℃以下にしてください。
- 周囲湿度 : 10～95%RH
結露していない状態で使用してください。

b) 下記のような場所には設置しないでください。

- 可燃性ガスのある場所
爆発の危険性があります。絶対に設置したり使用したりしないでください。
- 屋外や直射日光の当たる場所、火気や熱の発生源の近く
性能を満足しなかったり、故障の原因になったりします。
- 腐食性ガスや水気、ほこり、ちりのある場所、湿度の高い場所
腐食したり、故障の原因になったりします。
- 電磁界発生源や高電圧機器、動力線の近く
誤動作や測定誤差の原因になります。
- 振動の多い場所
誤動作や故障の原因になります。

また、LI5640や他の機器の電源コードなど、雑音を誘導するおそれのある部分と、信号ケーブルは離して設置してください。これらが近づいていると、誤動作や測定誤差の原因になります。

2.2.3 ラックマウント

LI5640 は、ラックマウントアダプタ（オプション）を取り付けることにより、19インチIEC、EIA規格ラック、またはJIS標準ラックに収納できます。

まず、「図2-2 ラックマウントアダプタの取り付け」のようにラックマウントアダプタを取り付けてから、ラックに収納してください。

レールに底面のフットが接触するときは、底面を上にして、「図2-3 フットの外し方」のようにフットを取り外してください。

ラックに収納するときは、下記の点にご注意ください。

- 必ずラックにレールなどを設置して、LI5640 を支えてください。
- LI5640 を密閉されたラックに収納すると、温度が上がって故障の原因になります。
ラックに十分な通風口を設けるか、ファンでラック内部を強制空冷してください。
また、上下に他の機器を重ねるときは、放熱のために、LI5640 の下を40mm以上開けてください。

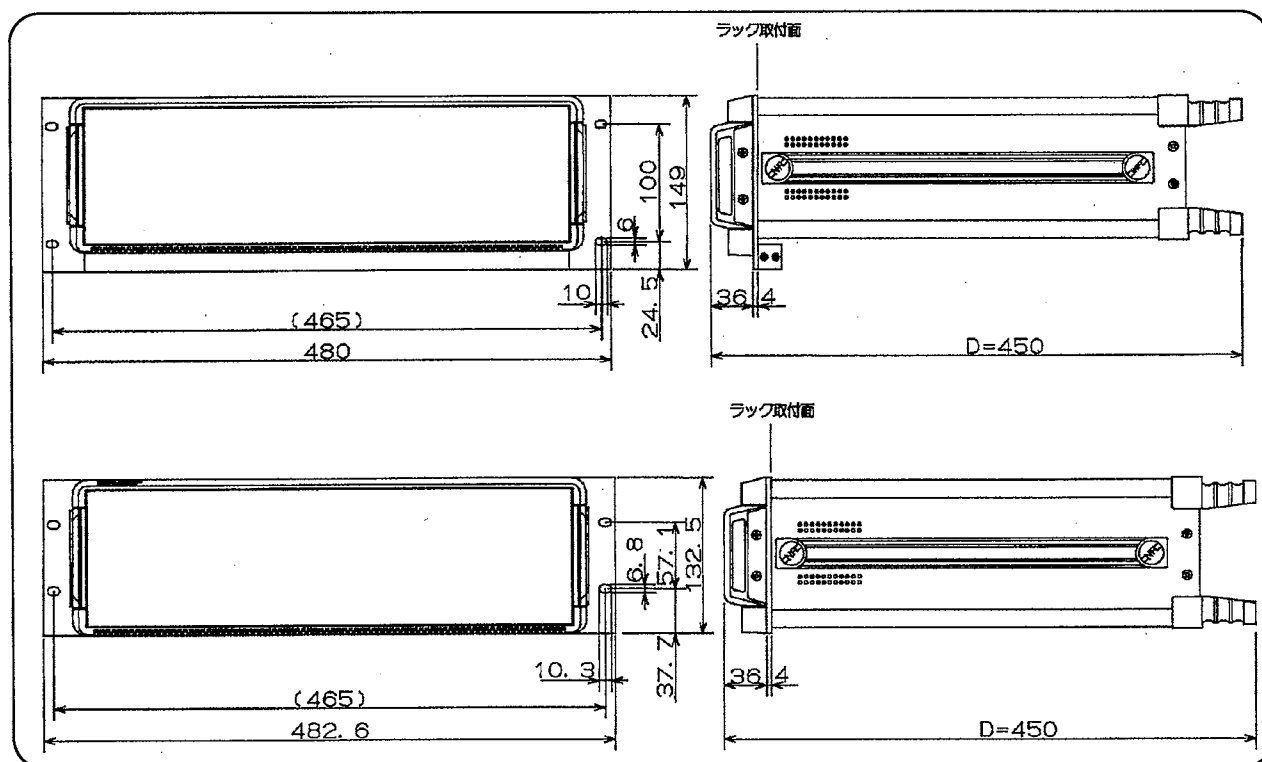


図2-1 LI5640 ラックマウント寸法図

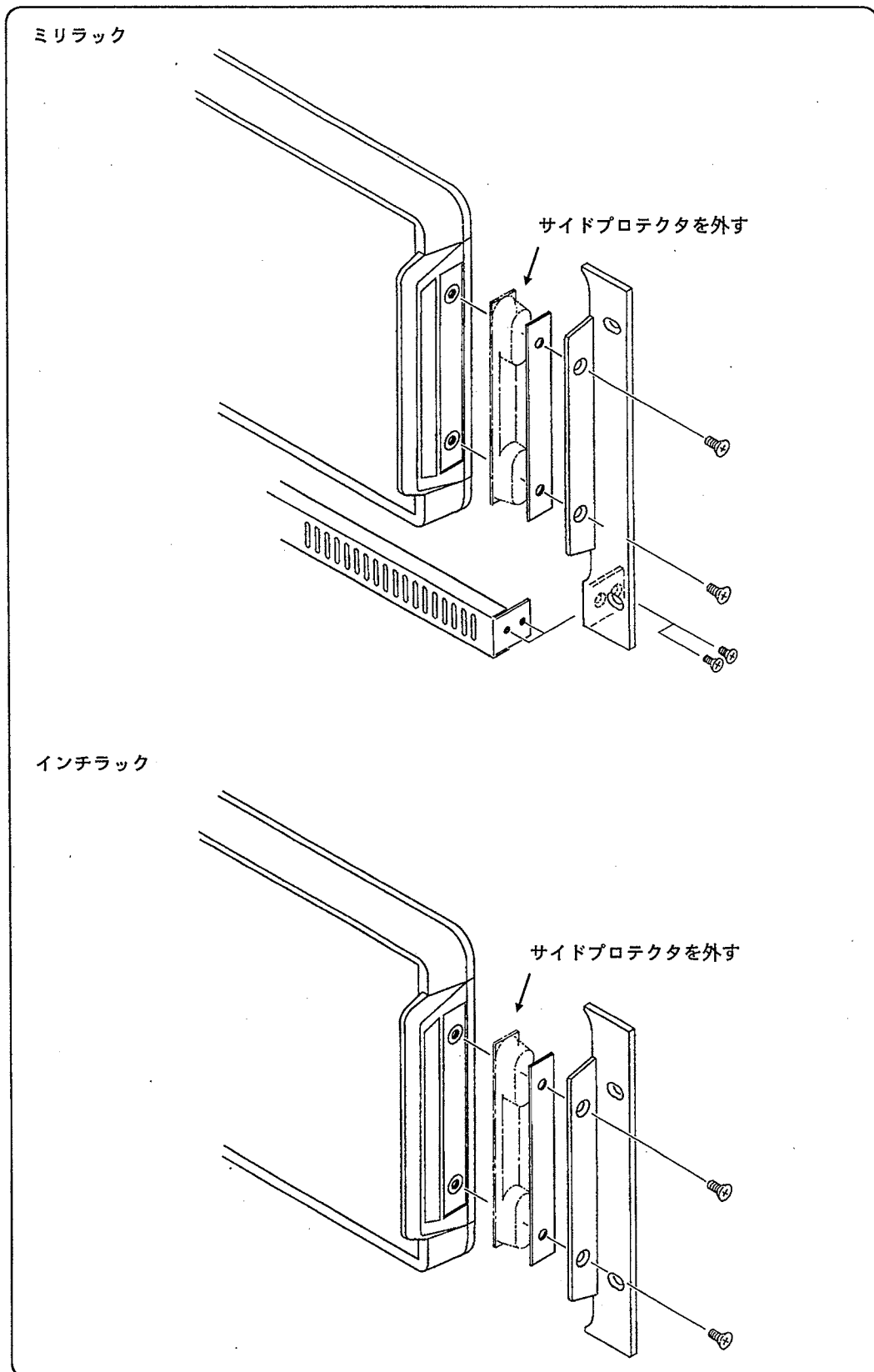


図2-2 ラックマウントアダプタの取り付け

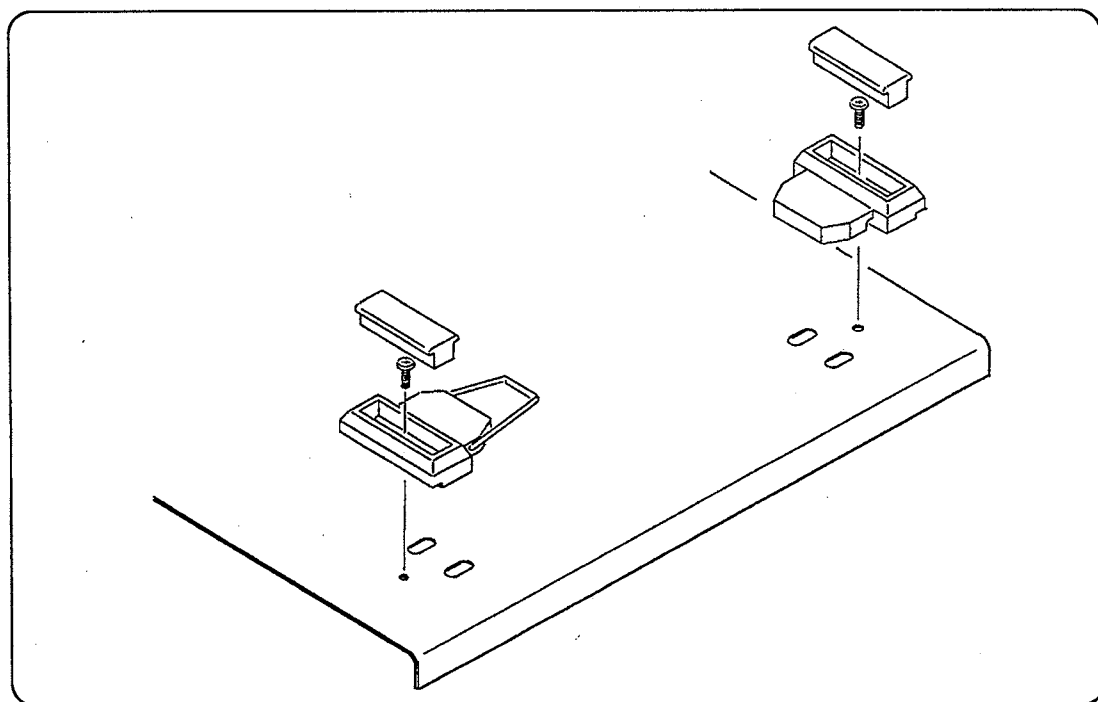


図2-3 フットの外し方

2.3 電源および接地

- LI5640 には、下記の範囲の電源を供給してください。

電源電圧 : AC100/120/230V $\pm 10\%$

周波数範囲 : 50/60Hz $\pm 2\text{Hz}$

なお、LI5640 の消費電力は50VA以下です。

- 電源は下記の手順で接続します。

- 1) LI5640 の電源スイッチをオフにします。
- 2) 背面、電源電圧切り換え器を、使用する電源電圧に合わせます。
- 3) 背面、電源インレットに電源コードを差し込みます。
- 4) 電源コードのプラグを3極電源コンセントに差し込みます。

△ご注意

- LI5640に付属している電源コードは、電気用品取締法認定品で、日本国内専用です。
- AC125Vを超える電圧を超えたり、国外で使用する際は、電源コード及びヒューズの変更が必要です。当社または当社代理店に相談してください。
- 電源電圧切り替えスイッチは、標準出荷時にAC100Vに設定されています。ご確認ください。
- 電源電圧切り替えスイッチは、スイッチが中途半端な位置にならないよう、カチッと音がする点に設定してください。
- 電源電圧切り替えスイッチの設定値を確認してから、電源を投入してください。
- 電源コンセントの電圧が仕様の電源電圧範囲内であることを確認してから電源を接続してください。LI5640を破損することがあります。

2.3 電源および接地

- 電源ヒューズは定格を守ってください。

△警告

発火などのおそれがあります。ヒューズを交換するときは、同一定格のものを使用してください。

LI5640のヒューズは、電源電圧が100/120Vのとき定格1A/250V、電源電圧が230Vのとき定格0.8A/250Vで、いずれもタイムラグ形、 $\phi 5.2 \times 20\text{mm}$ です。

ヒューズを交換するときは、必ず電源コードをコンセントから抜いてください。

- 必ず接地してください。

△ご注意

LI5640はラインフィルタを使用しており、接地しないと感電します。

感電事故を防止するため、必ず電気設備技術基準 第3種以上の接地に確実に接続してください。

3極電源プラグを、保護接地コンタクトを持った3極電源コンセントに接続すれば、LI5640は自動的に接地されます。

3極-2極変換アダプタを使用するときは、必ず変換アダプタの接地線（緑色）をコンセントのそばの接地端子に接続してください。

LI5640の漏れ電流は、AC250V、60Hzで、最大0.5mA_{rms}です。

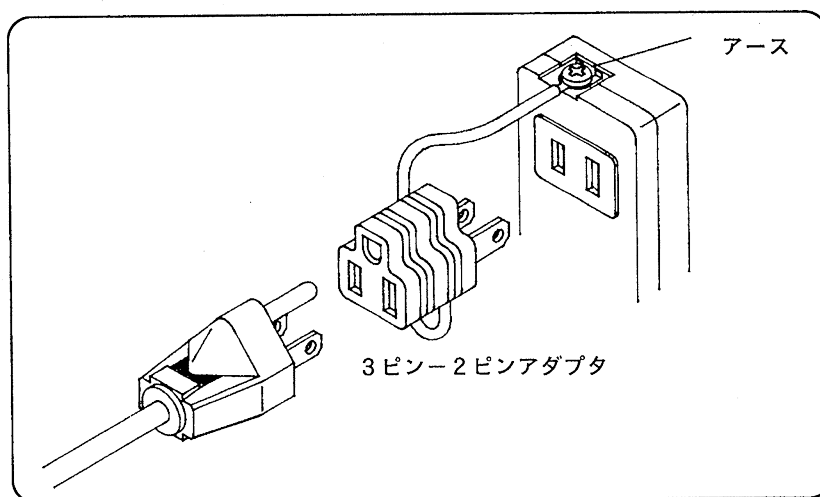


図2-4 変換アダプタによる接地

- 電源周波数を設定してください。

LI5640 を初めて使うとき、電源周波数が異なる地域に移動したときは、電源の周波数を設定してください。

LI5640 には、入力信号に混入した電源周波数雑音を取り除くノッチフィルタが設けられています。このフィルタを正しく動作させるために、電源を入れたら、下記の手順で電源の周波数を設定してください。

- 1) SHIFTキーを押してから、下に青い文字でLINEと書かれたキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルを回して、50 (Hz) か60 (Hz) を選ぶ。
- 3) FREQキーを押して、設定を完了する。

☞ 詳細について → 「3.2.3 電源周波数の設定」、参照。

2.4 簡単な動作チェック

ここでは、購入されたとき、長期間保管した後などに、簡単に動作のチェックを行う方法を述べます。

☞ より詳しいチェックの方法 → 「8. 保守」、参照。

2.4.1 用意する測定器

LI5640 の動作チェックを行うために、下記の測定器を用意してください。

- 発振器（ファンクションジェネレータなど）
正弦波、TTLレベル方形波、直流を発生できるものがが必要です。
- マルチメータ
直流電圧、交流電圧、直流抵抗が測定できるものがが必要です。
- オシロスコープ
異常と思われるときに、信号源の波形やLI5640のMONITOR OUTなどを確認するために使います。

2.4.2 電源投入時の動作と表示のチェック

電源を入れると、最初に、パネルにあるすべての数字表示器とランプが点灯します。未点灯の部分がないことを確認してください。

☞ 電源を入れたときの動作、および **E 3** などのエラー表示について → 「3.2.1 始動」、参照。

☞ エラー表示の詳細について → 「7. トラブルシューティング」、参照。



△警告

機器から煙が出てきたり、臭いや音がしたら

直ちに電源コードをコンセントから引き抜いて、修理が完了するまで使用できないようにしてください。

2.4.3 切り換え操作のキーと応答のチェック

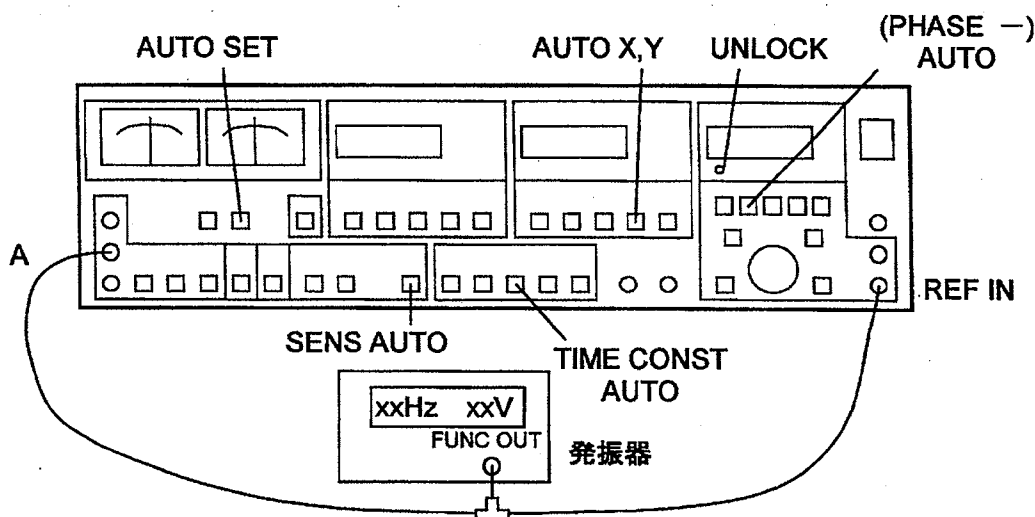
主なキーが正常に働くことを確認します。

DATA1のDISPLAYキーや、SENSITIVITY   キーのように、切り換えやオン／オフなどの操作をするキーをチェックします。それらのキーを押すことで、ランプの点灯状態が切り換わることを確認してください。

OFFSETのMODIFYキーや、FREQキーのようにREFERENCE表示を切り換えるキーは、それぞれを押したときに、対応する表示になることを確認します。

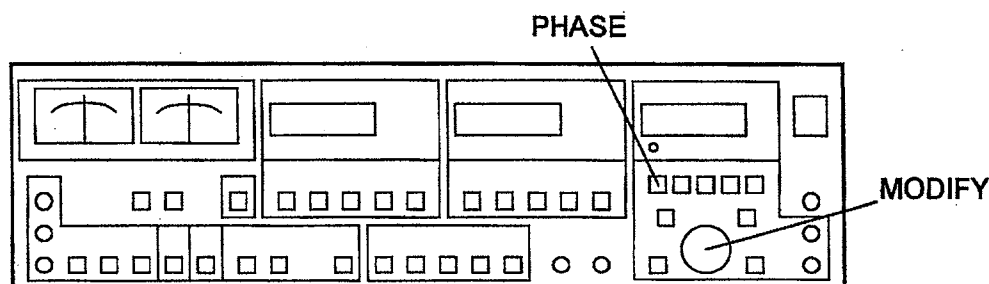
2.4.4 1回動作のキーと応答のチェック

AUTO SETなどの自動設定動作を指示するキーをチェックします。
測定動作のチェックも兼ねます。



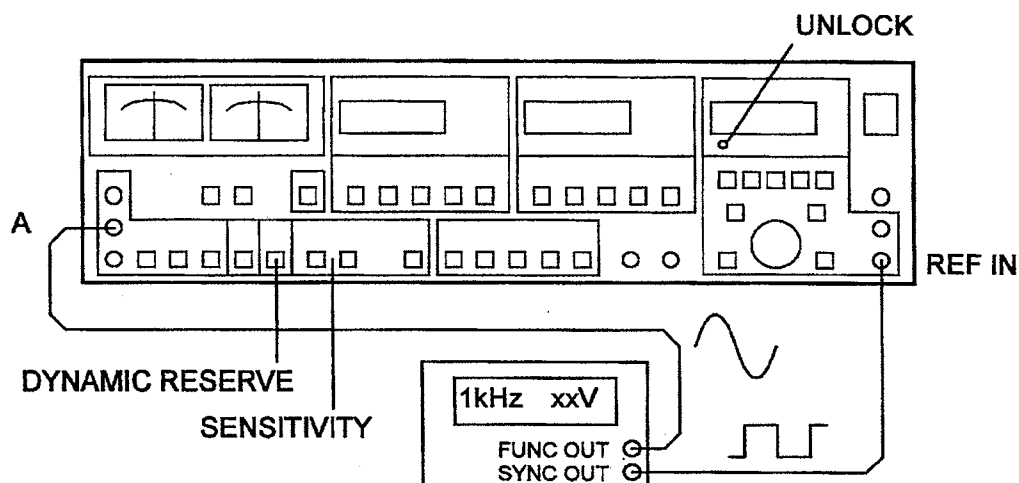
- 下記のように設定する。
SOURCE : REF IN
EDGE : SINE POS
SIGNAL : A
- 発振器から1kHz、0.8Vrmsの正弦波信号をREF INコネクタとAコネクタに入力して、UNLOCKランプが消えることを確認する。
- SHIFTキーを押してから、AUTO SET (／INITIALIZE) キーを押して、初期設定に戻す。
- AUTO SETキーを押して、Rの値 (DATA1) がおよそ0.8Vrmsになることを確認する。
- 発振器の振幅を0.25Vrmsに下げて、SENSITIVITYのAUTOキーを押す。
このとき、感度が500mVに切り換わることを確認する。
- 発振器の周波数を50Hzに変更して、TIME CONSTANTのAUTOキーを押す。
このとき、SYNCランプが点灯することを確認する。
- OFFSETのAUTO X、Yキーを押して、Rの値がほぼゼロになることを確認する。
確認が終わったら、DATA1 (X)、DATA2 (Y) のOFFSET ONを共にオフに戻す。
- もし位相差のある2チャンネルの正弦波を発生できる発振器があれば、
REF INとAに位相差のある正弦波を入力して、PHASEのAUTOキーを押す。
このとき、 θ の値 (DATA2) がほぼゼロになることを確認する。

2.4.5 MODIFYダイヤルのチェック



REFERENCEのPHASEキーを押して位相オフセットを表示させ、MODIFYダイヤルを左右に回します。位相オフセットが増減することを確認してください。

2.4.6 感度とダイナミックリザーブのチェック



- 下記のように設定する。

SOURCE	: REF IN
EDGE	: TTL POS
SIGNAL	: A
TIME CONSTANT	: 100ms
- 発振器を1kHzに設定し、TTLレベル同期信号出力 (SYNC OUT) をREF INに接続する。
このとき、UNLOCKランプが消えることを確認する。
- 発振器から1kHz、2mVrmsの正弦波をA入力コネクタに入力する。振幅を2mVに設定できないとき、小さくすると雑音が目立つときは、適切なアッテネータを用いる。
- DYNAMIC RESERVEをLOWに設定して、SENSITIVITYを2mVから1Vまで順に大きくしていく。
どの感度でも、Rの値 (DATA1) がほぼ2mVであることを確認する。
- 発振器の正弦波振幅を1Vrmsに変更する。
DYNAMIC RESERVEをLOWからMEDIUM、HIGHに切り換えたとき、Rの値 (DATA1) がほぼ1Vであることを確認する。

2.4.7 その他の機能チェック

a) グラウンドインピーダンスのチェック

- 信号ケーブルをすべて取り外す。
- AコネクタとREF INコネクタの両外部導体間の抵抗値をマルチメータで測定する。
- GROUNDキーでGROUNDとFLOATを切り換えて、GROUND時は約10Ω、FLOAT時は約10kΩであることを確認する。（測定時にかかる電圧により、10kΩは低めに見えることがある）
抵抗値を測定するとき1Vを超える電圧がかかるマルチメータでは、正しく測定できません。

b) 補助入力チェック

- DATA2をDISPLAYキーでAUX IN1に切り換える。
- 背面パネルのAUX IN1コネクタに、発振器から直流+10Vまたは-10Vを入力して、その電圧がDATA2に表示されることを確認する。
- DATA2をAUX IN2に切り換える。
- 背面パネルのAUX IN2に+10Vまたは-10Vを入力して、その電圧が表示されることを確認する。

c) 補助出力のチェック

- SHIFTキーを押してから、FREQ（/AUX OUT1）キーを押して、REFERENCE表示器に補助出力電圧（1）を表示させる。
- MODIFYダイヤルおよび◀ ▶キーで0V、+10V、-10Vを順に設定する。
このとき、背面パネルのAUX OUT1コネクタの出力をマルチメータまたはオシロスコープで測定して、設定した直流電圧が出力されていることを確認する。
- SHIFTキーを押してから、AMPTD（/AUX OUT2）キーを押す。
- 0V、+10V、-10Vを順に設定し、AUX OUT2の出力電圧が正しいことを確認する。

d) 内部発振器のチェック

- SOURCEキーでINT OSCを選択する。
- FREQキーを押して周波数を表示させ、MODIFYダイヤルなどで1kHzに設定する。
- AMPTDキーを押して振幅を表示させ、MODIFYダイヤルなどで、そのときのレンジにおける最大値（5.00V、0.500Vまたは0.0500Vのいずれか）に設定する。
- ◀ ▶キーで点滅する桁を単位表示ランプ（V）に移動する。
- MODIFYダイヤルを回して、振幅を5V、0.5V、0.05Vに切り換え、OSC OUTコネクタの出力電圧（正弦波実効値）が正しいことを、マルチメータまたはオシロスコープで確認する。
- 背面パネルのSYNC OUT（TTL方形波出力）をオシロスコープで観測して、周波数がおおよそ1kHzで、振幅がおおよそ0Vから+5Vまで振れることを確認する。

2.5 校 正

LI5640 は、使用環境や使用頻度にもよりますが、少なくとも1年に1回は「8.5 性能試験」を実施してください。

また、重要な測定や試験に使用するときは、使用直前に性能試験を行うことをお奨めします。性能試験は、測定器の使用に慣れ、測定器の一般的な知識を持った方が実施してください。

3. パネル面と基本操作の説明

3.1	パネル各部の名称と動作	3 - 2
3.2	電源投入時の動作および初期設定	3 - 24
3.3	入出力端子	3 - 29
3.4	基本操作	3 - 34

3.1 パネル各部の名称と動作

ここでは、「図3-1 正面・背面パネル図」に示した番号の順に、各部の名称、操作方法、それに伴う動作について説明します。

3.1.1 正面パネル

ひとつのキーで二つの機能を持つキーがあります。第2の機能は、SHIFTキーを押してからそのキーを押すことで働きます。

☞ 詳細について → ② SHIFT キーの説明、参照。

見出し中の□で囲われた文字は、キーの表示を表しています。

① DATA1、DATA2 アナログメータ

DATA1、DATA2の数字表示器に表示されているパラメタと同じパラメタが、指針で示されます。たとえば、数字表示がフルスケールの1Vになったとき、アナログメータはフルスケールの10を示します。このとき、DATA1、DATA2のアナログ出力電圧はフルスケールの+10Vになります。位相θの目盛はありませんので、メータのフルスケールを±180°に読み替えてください。

設定によらず、数字表示がフルスケールのとき、アナログメータもフルスケールになります。

② SHIFT シフトキー

SHIFTキーを押すと、そのランプが点灯して、各キーの第2の機能が有効になります。SHIFTランプ点灯中にSHIFTキーを押すと、シフト機能が解除され、ランプが消灯します。

第2の機能は、キーの下に青い文字で表示されています。SHIFTランプが点灯したら、続いて青い文字、たとえば“LAMP”の上にあるキーを押してください。この説明書では、このような操作を「SHIFT + LAMPキーを押す」のように表現します。

以上の操作で第2の機能が働き、SHIFTランプは消灯します。

SHIFTランプ点灯中に第2の機能がないキーを押しても、SHIFTランプが消灯するだけで、キーの上に表示された第1の機能は働きません。

第2の機能については、各キーの説明をご覧ください。



ヒント： SHIFT + FANキーを押すなどの操作で、REFERENCE表示部に、位相オフセット、周波数、OSC OUTの振幅、または高調波の次数（nF）以外のパラメタを表示したとき、元の表示に戻すには、⑩ SHIFT + EXITキーを押します。

REFERENCE表示のパラメタを元に戻さなくて良いのなら、FREQキーなどで直接表示を切り換えてください。SHIFT操作が不要なので便利です。

③ **AUTO SET** 自動設定キー

AUTO SETキーを押すと、下記のパラメタが自動的に設定されて、とりあえず測定できる状態になります。

- 入力結合 (AC/DC)
- ダイナミックリザーブ (DYNAMIC RESERVE)
- 感度 (SENSITIVITY)
- 時定数 (TIME CONSTANT)
- 同期フィルタ (SYNC)
- 減衰傾度 (SLOPE)
- 参照信号の位相オフセット (PHASE)
- 測定パラメタ (DATA1、DATA2)

自動設定中は、REFERENCE数字表示器に“Auto”が表示されます。適切な設定が見つかる
と、自動設定は終了します。途中で終了させるときは、もう一度AUTO SETキーを押します。
DYNAMIC RESERVEキーやSENSITIVITY  キーを押しても中断できます。周波数が1Hz以下の
ときは、自動設定に時間がかかりますので、手動で設定することをお勧めします。

☞ 詳細について → 「3.4 基本操作」および「3.2.2 初期設定」、参照。

なお、入力信号 (SIGNAL) と参照信号 (SOURCE、EDGE) の選択は手動で行ってください。

③ **SHIFT** + **INITIALIZE** 初期設定キー

SHIFT+INITIALIZEキーを押すと、測定関連の設定パラメタが初期値に設定されます。

☞ 詳細について → 「3.2.2 初期設定」、参照。

④ **RATIO ON** レシオ表示キーおよび表示ランプ

このキーを押してONランプを点灯させると、X、Y、Rの測定値が、背面パネルのAUX IN1
に入力された電圧との比で表示されます。

$$\text{レシオ} = K \times \frac{\text{X、Y、Rの感度に対する百分率}}{|\text{AUX IN1}| [\text{V}] \times 10} \quad \text{表示範囲：} \pm 2.4$$



☞ K定数について → ④SHIFT+Kキーの説明、参照。

AUX IN1に入力する電圧は、できるだけフルスケールに近い方が精度が高くなります。

☞ 詳細について → 「4.9 レシオ表示」、参照。

④ **SHIFT** + **K** K定数設定キー

レシオの計算に用いる比例定数Kを設定します。

このキーを押すと、REFERENCE表示部のKランプが点灯して、K定数が表示されます。K
は0.1000から9.999の範囲の任意の値を設定できます。 キーで桁を指定し、MODIFYダ
イヤルで設定してください。⑩SHIFT+EXITキーを押せば元の表示に戻せます。

⑤ DATA1 **DISPLAY** DATA1表示パラメタ切り換えキーおよび表示ランプ

このキーを押すと、DATA1に表示するパラメタを下記の順に選択できます。

→ X → R → NOISE → AUX IN1 →

X : 参照信号と同じ位相の信号成分 ($= R \cos \theta$)

R : 信号の大きさ ($= \sqrt{X^2 + Y^2}$)

NOISE : 入力信号の雑音密度

AUX IN1 : 背面パネルのAUX IN1コネクタに入力した信号の直流電圧

Rを用いると、XやYと異なり、位相オフセットを調整することなく信号の大きさを知ることができます。

☞ 詳細について → 「4.8.2 測定パラメタの選択」、参照。

NOISEを選ぶと、DATA2には強制的にAUX IN1が表示されます。NOISEのときの感度は、雑音密度で設定します。

☞ 詳細について → 「4.10 雑音密度の測定 (NOISE)」、参照。

⑤ **SHIFT** + **LPF THRU** ローパスフィルタオン/オフ切り換えキー

このキーを押すと、信号系で不要成分を取り除くアンチエイリアシングフィルタを使用するか、無効にするかが切り換わります。⑩LPF THRUランプが点灯しているときは無効です。高速な応答が必要なければ、ランプを消灯させておいてください。

☞ 詳細について → 「4.4 アンチエイリアシングフィルタの操作」、参照。

⑥ **NORMALIZE** ノーマライズ機能切り換えキー

このキーを押すと、下記の順に表示が切り換わります。

→ 元の値 → dB → % →

基準となる標準値 (STD) と測定値 (X または R) の比をdBまたは%で表示できます。

☞ 標準値について → ⑥SHIFT+STDの説明、参照。

DATA1でNOISEまたはAUX IN1を選んでいるときは、dBまたは%のランプを点灯させても、元の測定値が表示されます。

dB : 表示値 $= 20 \log_{10} | X \text{ または } R \text{ の測定値} / \text{標準値} |$ 表示範囲 : $\pm 120.00 \text{ dB}$

% : 表示値 $= (X \text{ または } R \text{ の測定値} / \text{標準値}) \times 100$ 表示範囲 : $\pm 199.99 \%$

それぞれ100dB、200%がDATA1 OUT出力電圧の10Vに対応します。

☞ 詳細について → 「4.8.5 ノーマライズ (dB、%)」、参照。

⑥ **SHIFT** + **STD** 標準値設定キー

ノーマライズ機能でdBや%を求めるとき使用する標準値を設定します。このキーを押すと、DATA1数字表示器に標準値が表示されます。

電圧は1.0000nV~1.0000V、電流は1.0000fA~1.0000μAの範囲で設定できます。◀ ▶キーで桁を指定し、MODIFYダイヤルで設定してください。◀ ▶キーで単位ランプを点滅させると、MODIFYダイヤルを使って10倍単位で値を変化させることができます。⑩SHIFT+EXITキーを押すと、元の表示に戻ります。

DATA1	DATA2	REFERENCE
1.2345 μ	Std	

⑦ DATA1 数字表示器

OVER オーバレベル表示ランプ

DISPLAYキーで選択したパラメタの測定値が数字で表示されます。

OVERランプは下記のとおり点灯します。

- 表示オーバレベル : 測定、表示できる範囲を超えている。
- 中間段オーバレベル : 帯域制限フィルタなど処理途中でオーバレベルになった。
- 入力オーバレベル : SIGNAL INPUTの初段増幅器でオーバレベルになった。

OVERランプが点灯しているときは、正しい測定値が得られません。

中間段と入力のオーバレベルは、AUX IN1とAUX IN2の測定には影響しません。XやRでOVERランプが点灯したときは、感度設定やダイナミックリザーブを大きくしてください。

⑧ DATA1 OFFSET **ON** X出力オフセットオン／オフキー

このキーを押してONランプを点灯させると、Xのオフセットをキャンセルすることができます。もう一度このキーを押すと、Xのオフセットはオフになります。

☞ オフセット値について → ⑨DATA1 OFFSETキーの説明、参照。

⑧ **SHIFT** + **LINE** 電源周波数指定キー

電源周波数ノイズを除去するために、電源周波数を指定します。このキーを押すと、REFERENCE数字表示器に現在の設定値が表示されます。MODIFYダイヤルにより50 (Hz) か60 (Hz) を選択してください。実際の電源周波数とここでの指定が異なると、十分なノイズ減衰量が得られません。⑩SHIFT+EXITキーを押すと、元の表示に戻ります。

DATA1	DATA2	REFERENCE
<input type="text"/>	Lin	<input type="text" value="50"/>

⑨ DATA1 OFFSET **MODIFY** X出力オフセットモディファイキー

Xから差し引くオフセットの値を表示・設定するときに押します。

このキーを押すとREFERENCE表示部のX OFFSETランプが点灯して、REFERENCE数字表示器にXのオフセット値が表示されます。オフセットの値は感度フルスケールを100%とする%表示です。

オフセットはMODIFYダイヤルで±100.00%の範囲で設定できます。このときXのオフセットがオンであれば、オフセット値の変化に応じて直ちにXの表示値が変化します。このため、手動で容易にXの値をゼロに調整できます。

☞ 詳細について → 「4.8.3 X、Yオフセット」、参照。

⑨ **SHIFT** + **LAMP** ランプオン／オフキー

SHIFT+LAMPキーを押すと、すべてのランプおよび数字表示器が消灯します。これにより、光学測定においてランプの光が雑音になることを避けることができます。全消灯時にSHIFT+LAMPキーを押すと、元の点灯状態に戻ります。

なお、ランプが消灯していても、キーを操作できます。

⑩ DATA1 **EXPAND** X、R表示拡大キー

このキーを押して×10または×100のランプを点灯させると、XとRの実効感度および分解能が上がります。例えば、感度を100 μ Vに設定して、EXPANDを×10にすると、実効感度（フルスケール）が10 μ Vになります。ただし、NOISEとAUX IN1は拡大できません。

小さな変化を見るときは、まず表示値が小さくなるようにOFFSETを調整して、次にEXPANDで拡大します。

⑩ **SHIFT** + **FAN** ファンオン／オフキー

背面パネルにある冷却用のファンを止めるときに使用します。これにより、音響測定においてファンの音が雑音になることを避けることができます。

SHIFT+FANキーを押すと、REFERENCE数字表示器に現在の設定が表示されます。MODIFYダイヤルによりonかoffを選択してください。⑩SHIFT+EXITキーを押すと、元の表示に戻ります。

DATA1	DATA2	REFERENCE
 	FAn	oFF

ファンを止めると内部温度が上昇しますので、周囲温度が30℃を超える環境では長時間オフにしないでください。

⑪ DATA2 **DISPLAY** DATA2表示パラメタ切り換えキー

このキーを押すと、DATA2表示器に表示するパラメタを下記の順に選択できます。

→ Y → θ → AUX IN1 → AUX IN2 →

Y : 参照信号と直交する位相の信号成分 (= $R\sin\theta$)

θ : 信号の参照信号に対する位相差

AUX IN1 : 背面パネルのAUX IN1コネクタに入力した直流電圧

AUX IN2 : 背面パネルのAUX IN2コネクタに入力した直流電圧

☞ 詳細について → 「4.8.2 測定パラメタの選択」、参照。

⑪ **SHIFT** + **SPECIAL** 特殊操作キー

頻繁に使用しない機能や、オプション機能进行操作するときに用います。

下記の手順で操作してください。

- 1) **SHIFT** + **SPECIAL**キーを押す。
- 2) **MODIFY**ダイヤルで操作するパラメタの種類を選択する。
外部インタフェース、雑音測定用スムージング時定数、予備制御信号があります。
- 3) **▶**キーで**REFERENCE**数字表示器の数値または選択項目に移動する。
(**◀**キーで種類の選択に戻れます)
- 4) **MODIFY**ダイヤルで数値を設定または選択する。
- 5) **⑯SHIFT** + **EXIT**キーを押して元の表示に戻す。

a) 外部インタフェースの選択

外部インタフェースに**GPiB** (**GPib**) を使用するか、または**RS-232** (**232**) を使用するかを選びます。**GPiB**と**RS-232**は同時に使用できません。

DATA1	DATA2	REFERENCE
<input type="text"/>	intFc	GPib
	種類	選択項目 (または数値)

b) 雑音測定用スムージングフィルタ

雑音密度を測定するときのスムージングフィルタの応答時定数を指定します。1、4、16、64の中から選択してください。出荷時の設定は1です。この設定では、広帯域な白色雑音を測定したときの標準偏差が5%程度になります。これはレコーダに記録することを前提にした設定です。ここの指定値を4倍にすると、測定値のバラツキがおおよそ $\frac{1}{2}$ になります。ただし、応答時間は指定値に比例して長くなります。

DATA1	DATA2	REFERENCE
<input type="text"/>	noiSE	4

☞ 詳細について → 「4.10.1 雑音密度の測定 (NOISE)」、参照。

c) 予備制御信号

当社におけるオプションまたは改造作業に使用する、予備制御信号を設定します。

測定時にこの信号を操作すると、雑音が混入することがあります。このため、オプションや改造時に添付される取扱説明書に、操作方法が記載されていないときは、この信号を操作しないでください。

DATA1	DATA2	REFERENCE
<input type="text"/>	cnt00	2

⑫ DATA2 数字表示器

OVER オーバレベル表示ランプ

DISPLAYキーで選択したパラメタの測定値が数字で表示されます。

OVERランプは下記のとおり点灯します。

- 表示オーバレベル : 測定・表示できる範囲を超えている。
- 中間段オーバレベル: 帯域制限フィルタなど処理途中でオーバレベルになっている。
- 入力オーバレベル : SIGNAL INPUTの初段増幅器でオーバレベルになっている。

OVERランプが点灯しているときは、正しい測定値が得られません。

中間段と入力のオーバレベルは、AUX IN1とAUX IN2の測定には影響しません。Yや θ でOVERランプが点灯したら、感度設定やダイナミックリザーブを大きくしてください。

⑬ DATA2 OFFSET ON Y出力オフセットオン／オフキー

このキーを押してONランプを点灯させると、Yのオフセットをキャンセルできます。もう一度このキーを押すと、Yのオフセットはオフになります。

☞ オフセット値について ➡ ⑭DATA2 OFFSETキーの説明、参照。

⑬ SHIFT + BAUD ボーレート設定キー

RS-232でシリアル通信を行うときの通信速度（ボーレート）を設定します。SHIFT+BAUDキーを押すと、REFERENCE数字表示器に現在のボーレートの設定値が表示されます。RS-232を使うときは、MODIFYダイヤルにより1200から19200の範囲で設定してください。

DATA1	DATA2	REFERENCE
	bAud	4800

⑭ DATA2 OFFSET MODIFY Y出力オフセットモディファイキー

Yから差し引くオフセットの値を表示・設定するときに押します。

このキーを押すとREFERENCE表示部のY OFFSETランプが点灯して、REFERENCE数字表示器にYのオフセット値が表示されます。オフセットの値は感度（フルスケール）を100%とする%表示です。


オフセットはMODIFYダイヤルで±100.00%の範囲で設定できます。このときYのオフセットがオンであれば、オフセット値の変化に応じて直ちにYの表示値が変化します。

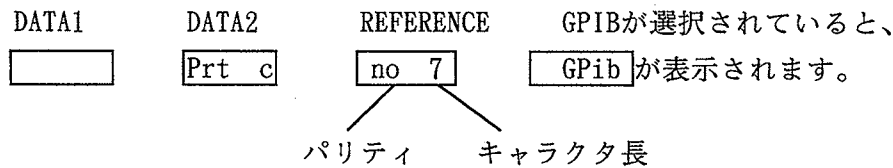
☞ 詳細について ➡ 「4.8.3 X、Yオフセット」、参照。

⑭ **SHIFT** + **PARITY** パリティおよびキャラクタ長設定キー

RS-232でシリアル通信を行うときのパリティビットと、キャラクタ長を設定します。

下記の手順で操作してください。

- 1) ⑪SHIFT+SPECIALキーの説明に従って、RS-232に切り換える。
- 2) SHIFT+PARITYキーを押す。
- 3) MODIFYダイヤルでパリティビットをなし(no)/奇数(odd)/偶数(Evn)から選択する。
- 4) キーでキャラクタ長の選択へ移動する。
- 5) MODIFYダイヤルでキャラクタ長を7ビット/8ビットから選択する。
- 6) ⑯SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。



⑮ **DATA2 OFFSET** **AUTO X,Y** X, Y自動オフセット設定キー


AUTO X,Yキーを押すと、XとYの表示値が共にほぼゼロになるように、自動的にXとYのオフセット値が設定され、XとYのオフセットがオンになります。

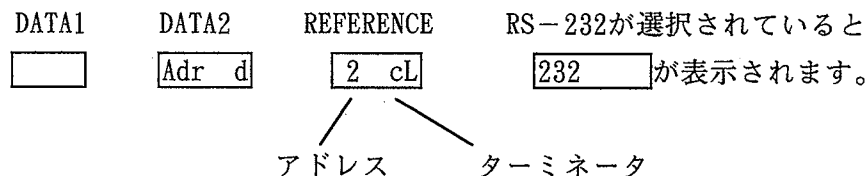
☞ 詳細について → 「4.8.3 X、Yオフセット」、参照。

⑮ **SHIFT** + **ADDRESS** アドレスおよびターミネータ設定キー

GPIBにおける、この機器のアドレスと送信時のメッセージターミネータを指定します。

下記の順序で操作してください。

- 1) ⑪SHIFT+SPECIALキーの説明に従って、GPIBに切り換える。
- 2) SHIFT+ADDRESSキーを押す。
- 3) MODIFYダイヤルでアドレスを0~30の範囲から設定する。
- 4) キーでターミネータの選択へ移動する。
- 5) MODIFYダイヤルで送信時のターミネータをCR+LF (cL) / CR (cr) / LF (LF) の中から選択する。LI5640が受信するときは、上記のいずれのターミネータでも動作します。
- 6) ⑯SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。



⑯ **DATA2 OFFSET** **EXPAND** Y表示拡大キー

このキーを押して×10または×100のランプを点灯させると、Yの実効感度および分解能が上がります。小さな変化を見るときは、まず表示値が小さくなるようにOFFSETを調整して、次にEXPANDで拡大します。

なお、θ、AUX IN1、AUX IN2は拡大できません。

⑩ **SHIFT** + **EXIT** 復帰キー

K定数やGPIBアドレスの設定などで数字表示器を使ったとき、元の周波数や測定値の表示に戻すために、SHIFT+EXITキーを押します。

⑪ **PHASE** 位相オフセット表示・設定キー

AUTO 自動位相オフセット設定キー

PHASEキーを押すと、REFERENCE数字表示器に位相オフセットの値が表示されます。ゼロ位相点を参照信号からずらすことにより、 θ の測定値を指定値だけマイナス側に移動させ、希望の値にできます。これによりXとYの値も変化します。

位相オフセットはMODIFYダイヤルによって $-180.00^\circ \sim +179.99^\circ$ の範囲で設定できます。

AUTOキーを押すと、押したときの θ とYの測定値がゼロになるように、位相オフセットが自動的に設定されます。UNLOCKランプが点灯しているときは、位相 θ の測定値が得られないので、位相オフセットの自動設定はできません。

⑫ **SHIFT** + **RECALL** 設定メモリ呼び出しキー

設定メモリから、予め保存しておいた設定を読み出します。

下記の手順で操作してください。

- 1) SHIFT+RECALLキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルで1～9の範囲から希望の設定メモリ番号を選ぶ。
番号0を指定すると、前回電源を切ったときの設定に戻すことができます。
- 3) 再びSHIFT+RECALLキーを押すと、設定が呼び出されます。
呼び出しを中止するには、⑩SHIFT+EXITキーを押します。

DATA1	DATA2	REFERENCE	
<input type="text"/>	<input type="text" value="rcL"/>	<input type="text" value="1"/>	← メモリ番号

⑬ **SHIFT** + **STORE** 設定メモリ保存キー

設定メモリに現在の設定値を保存します。

下記の手順で操作してください。

- 1) SHIFT+STOREキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルで1～9の範囲から希望の設定メモリ番号を選ぶ。
- 3) 再びSHIFT+STOREキーを押すと、設定値が保存されます。
保存を中止するには、⑩SHIFT+EXITキーを押します。

DATA1	DATA2	REFERENCE	
<input type="text"/>	<input type="text" value="Str"/>	<input type="text" value="1"/>	← メモリ番号

⑮ REFERENCE 参照系表示部（数字表示器および関連表示ランプ）

ここには、主にPHASEキーなどで選ばれた参照系パラメタの設定値が表示されます。
 この他にXオフセット値、Yオフセット値、GPIBのアドレスなども表示されます。

UNLOCK 同期外れ表示ランプ

参照信号に同期していないか、または測定する信号の周波数が測定できる範囲を超えているときに、UNLOCKランプが点灯します。

参照信号に同期できない原因としては、下記のことが考えられます。

- 参照信号が正しく接続されていない。
- 参照信号の振幅が小さすぎる。
- 参照信号の波形指定が合っていない（SINE/TTL）。
- 測定できる周波数範囲を外れている。
 （nFの設定が2以上のときは、高調波の周波数で判断します）
- 参照信号の周期や波形が不安定である。

X OFFSET Xオフセット表示ランプ

Xのオフセットが表示されていることを示します。
 オフセットは感度フルスケールに対する%値です。

Y OFFSET Yオフセット表示ランプ

Yのオフセットが表示されていることを示します。
 オフセットは感度フルスケールに対する%値です。

K K定数表示ランプ

レシオ表示におけるK定数が表示されていることを示します。

⑯ FREQ 周波数表示・設定キー

FREQキーを押すと、REFERENCE数字表示器に参照信号の周波数が表示されます。

表示分解能は $4\frac{1}{2}$ 桁（19999max）です。

高調波測定では、基本波の周波数が表示されます。

同期が取れていなくても、内部で動作している周波数が表示されます。

内部発振器INT OSCを用いているときは、設定周波数が表示されます。◀▶キーとMODIFYダイヤルを用いて、0.0005Hz～105.00kHzの範囲で設定できます。

測定信号入力SIGNALに同期させるときは、一度MODIFYダイヤルで信号周波数の近くに設定してください。信号の周波数にある程度まで近づけると、あとは自動的に信号周波数に近づいて行き、同期します。

☞ 詳細について → 「4.1.5 測定信号への同期（SIGNAL）」、参照。

3.1 パネル各部の名称と動作

⑮ **SHIFT** + **AUX OUT1** 補助出力1設定キー

背面パネルのAUX OUT1コネクタに出力する直流電圧（±10.000V）を設定します。
下記のように操作してください。

- 1) **SHIFT**+**AUX OUT1**キーを押す。
- 2) **◀ ▶**キーと**MODIFY**ダイヤルで電圧を設定する。
- 3) 必要なら、**SHIFT**+**EXIT**キーを押して元の表示に戻す。

⑯ **AMPTD** 振幅表示・設定キー

AMPTDキーを押すと、**REFERENCE**数字表示器に正弦波参照信号出力**OSC OUT**の振幅が表示されます。振幅は**◀ ▶**キーと**MODIFY**ダイヤルによって0.0000V～5.00Vrms（無負荷時、～100kHz）の範囲で設定できます。

フルスケールが5.00V、0.500V、0.0500Vの三つのレンジがあります。レンジは手動で切り換えます。**◀ ▶**キーで点滅している桁を単位表示ランプVまで移動すると、**MODIFY**ダイヤルでレンジを切り換えることができます。

⑰ **SHIFT** + **AUX OUT2** 補助出力2設定キー

背面パネルのAUX OUT2コネクタに出力する直流電圧（±10.000V）を設定します。
操作手順は**SHIFT**+**AUX OUT1**と同様です。

⑱ **nF** 高調波次数表示・設定キー

nFキーを押すと、**REFERENCE**数字表示器に測定する高調波の次数が表示されます。変更したいときは、**◀ ▶**キーと**MODIFY**ダイヤルによって1～19999の範囲で設定できます。

次数を1に設定すると、基本波すなわち参照信号周波数の成分が測定されます。

次数を2以上に設定すると、下記の状態のとき**nF**ランプが点滅します。

- 振幅など高調波次数以外のパラメタを表示しているとき（注意の喚起）
- **SOURCE**を**SIGNAL**に設定しているとき（次数の設定に関わらず、基本波を測定）

⑳ **SHIFT** + **KEY LOCK** キーロック操作キー

パネルのキー操作を禁止（ロック）します。

SHIFT+**KEY LOCK**キーを押すと、**KEY LOCK**ランプの点灯／消灯が切り替わります。**KEY LOCK**ランプが点灯しているときは、**SHIFT**+**KEY LOCK**キーの操作を除き、パネルからの操作ができません。

㉒ KEY LOCK キーロック状態表示ランプ

KEY LOCKランプが点灯しているときは、SHIFT+KEY LOCKキーの操作を除き、パネルからの操作ができません。すべての操作を行いたいときは、SHIFT+KEY LOCKキーを押してこのランプを消灯させてください。

㉓ REMOTE リモート状態表示ランプ

REMOTEランプが点灯しているときは、SHIFT+LOCALキーの操作を除いてパネルからの操作ができません。通常、GPIBでリモート制御を行うとREMOTEランプが点灯して、パネルからの操作が禁止されます。

SHIFT+LOCALキーを押せば、REMOTEランプが消灯して、ローカル制御の状態に戻ります。ただし、コントローラがローカルロックアウトにしていると、SHIFT+LOCALキーの操作は無効になります。

㉔ POWER 電源スイッチ

このスイッチの上（|側）を押すと、電源が入ります。下（○側）を押すと電源が切れます。

㉕ MONITOR OUT モニタ信号出力コネクタ

SIGNAL INPUTコネクタに加えた被測定信号が、増幅されてMONITOR OUTコネクタに出力されます。信号の様子を確認するときは、モニタ信号をオシロスコープなどで観察します。

モニタ出力は信号入力系と絶縁されており、信号グラウンドは筐体に接続されています。

☞ 詳細について → 「4.13 モニタ出力」、参照。

⑤ I、A、B 信号入力コネクタ△

これらは、測定する信号を入力するコネクタです。

信号グラウンドは±1Vの範囲で筐体から絶縁されています。

必要に応じてGROUNDキーで筐体との間のインピーダンスを切り換えることができます。

△ご注意

信号グラウンドと筐体の間に±1Vを超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

● I : 電流入力コネクタ

電流出力や電荷出力などの、信号源インピーダンスが非常に高い信号を電圧入力コネクタに接続すると、信号が減衰したり、接続ケーブルなどの静電容量によって周波数特性が悪化することがあります。このようなときは、電流入力コネクタに接続する方が有利です。

電流入力を使用しないときは、附属の保護キャップを電流入力コネクタに取り付けておいてください。

△ご注意

出力インピーダンスが低くて大きな電流を出力できる機器を電流入力コネクタに接続すると、過大な電流が流れて電流入力部を破損します。一般的な発振器など、電圧出力の機器を直接接続しないでください。

● A : 電圧入力コネクタ

信号源とLI5640を1本の同軸ケーブルで接続するときは、SIGNALキーでAを選び、信号をこのコネクタに接続します。

● B : 電圧入力コネクタ（反転入力）

信号源とLI5640の間でグラウンド電位が変動して測定に影響を与えるときは、SIGNALキーでA-B（差動）を選び、基準電位をBコネクタに、測定する信号をAコネクタに接続します。AとBを逆に接続すると位相が反転します。

②⑥ **SIGNAL** 信号選択キーおよび表示ランプ

電流入力／電圧入力の切り換え、および電流入力の電流－電圧変換利得を指定します。
SIGNALキーを押すと、下記の順に切り換わります。

→ $I(10^6)$ → $I(10^8)$ → A → A-B →

信号入力コネクタへの接続と合わせて設定してください。

- $I(10^6)$: 電流入力、変換利得 10^6V/A 、感度 $50\text{fA}\sim 1\mu\text{Arms}$ 、周波数帯域 $\sim 50\text{kHz}$
- $I(10^8)$: 電流入力、変換利得 10^8V/A 、感度 $5\text{fA}\sim 10\text{nArms}$ 、周波数帯域 $\sim 500\text{Hz}$
- A : 電圧入力、シングルエンド、感度 $2\text{nV}\sim 1\text{Vrms}$ 、周波数帯域 $\sim 100\text{kHz}$
- A-B : 電圧入力、差動。

②⑦ **COUPLING** 入力結合選択キーおよび表示ランプ

COUPLINGキーを押すと、入力結合のACとDCを切り換えることができます。

• AC (交流結合)

直流成分を除去することで、微少な交流信号を十分に増幅して精度良く測定できます。

ACはおおよそ 1Hz 以上の周波数で使います。周波数が低くなると測定誤差が大きくなるので、 0.1Hz 以下ではDCに設定してください。

電流入力用の電流－電圧変換部は直流結合です。電圧に変換されたのち交流結合になるため、ACに設定しても直流成分で飽和することがあります。

• DC (直流結合)

低い周波数でも信号が減衰したり位相誤差が大きくなることはありません。

DCはおおよそ 1Hz 以下の周波数で使います。

直流成分も雑音とみなされます。直流成分が大きいときは、ダイナミックリザーブや感度設定を大きくする必要があります。

②⑧ **GROUND** 信号グラウンド選択キーおよび表示ランプ

GROUNDキーを押すと、信号グラウンドと筐体との間のインピーダンスが切り換わります。

• FLOAT

信号グラウンドと筐体との間を高インピーダンス（約 $10\text{k}\Omega$ ）で絶縁します。

信号源側で接地されているときは、LI5640側をFLOATにすることで、グラウンドループによる雑音の混入を避けられることがあります。

• GROUND

信号グラウンドと筐体との間を低インピーダンス（約 10Ω ）で接続します。

信号源が接地されていないときは、LI5640側をGROUNDにして、信号グラウンドの電位を安定化した方が雑音の混入が少なくなります。同時に信号源を信号グラウンドでシールドすると効果的です。

㉔ (SIGNAL INPUT) OVER 入力オーバレベル表示ランプ

このランプは、初段の電圧増幅器または電流－電圧変換器が、信号のピークで飽和したときに点灯します。このランプが点灯したときは、下記の操作で回避できるか試してください。

- ダイナミックリザーブを大きくする (→ MEDIUM → HIGH)。
- 感度設定を大きくする。
- $I(10^8)$ を使用しているときは、 $I(10^6)$ に切り換える。

これらの対策を限界まで行ってもOVERランプが点灯するときは、LI5640の最大許容入力電圧（または電流）を超えています。入力信号を小さくしてください。

㉕ FILTER

LPF THRU ローパスフィルタ表示ランプ

信号系で、不要な高い周波数成分を取り除くアンチエイリアシングフィルタを無効にして使わないときに、LPF THRUランプが点灯します。

使用するか、使用しないかを切り換えるには、SHIFT+LPF THRUキーを押します。

雑音が少なく特に高速な応答が必要なときは、アンチエイリアシングフィルタを使わないことで、応答を速くできます。

雑音が多いと測定誤差が大きくなるので、通常はこのランプを消灯させておいてください。

LINE/LINE×2 電源周波数雑音除去フィルタのオン／オフキーおよび表示ランプ

LINE/LINE×2キーを押すと、電源周波数 (LINE) およびその2倍の周波数 (LINE×2) の雑音を除去するノッチフィルタが下記の順に切り換わり、有効なフィルタのランプが点灯します。

→ 無効 (ランプ消灯) → LINE → LINE×2 → LINEとLINE×2 →

各ノッチフィルタの中心周波数では、雑音を20dB以上減衰させることができます。ただし、中心周波数の近くでは、測定しようとする信号も減衰します。

電源周波数 (50Hz/60Hz) は予め設定しておいてください。

☞ 詳細について → ⑧SHIFT+LINEキーの説明、参照。

㉖ **DYNAMIC RESERVE** HIGH MEDIUM LOW

ダイナミックリザーブ選択キーおよび表示ランプ

ダイナミックリザーブは雑音に対する余裕度です。感度フルスケールに対して、どのくらい大きな雑音があっても測定できるかを示します。

DYNAMIC RESERVEキーを押すと、下記の順に切り換わり、ランプで表示されます。

→ HIGH → MEDIUM → LOW →

☞ 実際のダイナミックリザーブの数値(dB値) → 「表4-2 実際のダイナミックリザーブの値」参照。

必要以上にダイナミックリザーブを大きくすると、測定の安定度や確度が悪化します。最小限のダイナミックリザーブで使用してください。

③② SENSITIVITY 感度選択キーおよび表示ランプ

これらのキーで電圧および電流の感度（フルスケール）を選びます。電圧と電流の感度は独立しています。設定できる範囲は下記のとおりです。

電圧：2nV～1Vrms（1-2-5シーケンス）

電流：5fA～1μArms（1-2-5シーケンス）

雑音密度の測定（NOISE）ではV/√Hz、A/√Hz単位で指定します。/√Hzはパネルに表記されていませんので、V、AをV/√Hz、A/√Hzに読み替えてください。

なお、これらのキーを押すと、自動感度設定は途中で終了します。

③③ (SENSITIVITY) OVER 中間段オーバレベル表示ランプ

このOVERランプは、信号が大きすぎて、LI5640の初段を除く増幅器、位相検波やその後の帯域制限フィルタ、雑音測定系のいずれかがオーバレベル状態になると点灯します。このランプが点灯しているときは、正しい測定値が得られません。大きな雑音で飽和しないように感度設定やダイナミックリザーブを大きくしたり、時定数を大きくして雑音を低減する必要があります。

☞ 詳細について → 「4.6 感度の操作（SENSITIVITY）」、参照。

③④ SENSITIVITY 自動感度設定キーおよび表示ランプ

このAUTOキーを押すと、信号の大きさに応じて、感度とダイナミックリザーブが自動的に調整されます。自動設定中はこのランプが点灯しています。

適切な設定が見つかり、自動設定は終了します。

自動感度設定中に、このAUTOキーなど、どれかキーを押すと、自動設定を中断できます。このAUTO以外のキーで中断したときは、そのキーの機能も働きます。

ダイナミックリザーブは、必要最小限の値に調整されます。

信号の変動が激しいとき、雑音を十分に除去できないとき、または信号が小さいときは、感度の上下を何回か繰り返したのち、自動設定が強制的に終了されます。このようなときは手動で設定してください。

☞ 詳細について → 「4.6 感度の操作（SENSITIVITY）」、参照。

③⑤ TIME CONSTANT 時定数選択キーおよび表示ランプ

これらのキーで、位相検波後に雑音を除去する低域通過フィルタの時定数を選択します。設定できる範囲は10 μ s～30ksです。

時定数を大きくするほど等価雑音帯域幅が狭くなって雑音が除去されます。ただし応答は遅くなります。

☞ 詳細について → 「4.7.3 等価雑音帯域幅」および「4.7.4 応答時間」、参照。

③⑥ TIME CONSTANT 自動時定数設定オン／オフキーおよび表示ランプ

このAUTOキーを押すと、押したときの周波数に応じて、時定数と同期フィルタ (SYNC) の設定が調整されます。

- 減衰傾度は24dB/octに設定されます。
- 時定数は信号周波数によるリップルが十分減衰する値に設定されます。
- 同期フィルタは、周波数がおよそ200Hz以下でオン、それ以上でオフになります。

雑音が大きいつきは、自動設定では時定数が小さすぎることがあります。このようなときは、手動で時定数を大きくしてください。

通常、AUTOランプは点灯しないように見えますが、異常ではありません。

③⑦ 同期フィルタオン／オフキーおよび表示ランプ

SYNCキーを押すと、同期フィルタのオンとオフが切り換わります。オンにしてランプを点灯させると、信号の整数周期に渡る移動平均が取られます。これにより、低い周波数で小さな時定数を設定しても、出力に現れるリップルが小さくなります。雑音小さくて時定数を大きくする必要がなければ、応答時間を大幅に短縮できます。

☞ 詳細について → 「4.7.5 同期フィルタ (SYNC)」、参照。

雑音密度の測定では、同期フィルタをオンに指定しても、実際には同期フィルタがオフの状態で作動します。注意を喚起するため、SYNCランプが点滅します。

③⑧ 減衰傾度選択キーおよび表示ランプ

SLOPEキーで位相検波後に雑音を除去する低域通過フィルタの減衰傾度を選択できます。このキーを押すたびに下記の順に切り換わり、ランプで表示されます。

→ 6dB → 12dB → 18dB → 24dB →

値はオクターブ当たりの減衰量です。

同じ等価雑音帯域幅で比較すると、減衰傾度が大きいほど応答が速くなります。このため測定値が重要なときは減衰傾度を24dB/octにして、時定数を小さ目にしてください。

LI5640を自動制御ループの中に組み込むときは、制御系の安定度を保つために減衰傾度を6dB/octにしなければならないこともあります。

③⑨ DATA1 OUT、DATA2 OUT 測定値アナログ出力コネクタ

DATA1表示・設定部およびDATA2表示・設定部に表示されているパラメタが、フルスケールを±10Vとする直流電圧で出力されます。

アナログ出力に対してもOFFSET、EXPAND、RATIO、NORMALIZEは有効です。

最高データ更新レートは、X、Y、R、 θ が256kサンプル/s、その他のパラメタが16kサンプル/sです。振幅分解能はおよそ16ビット相当です。

④⑩ EDGE 参照信号同期エッジ選択キーおよび表示ランプ

EDGEキーを押すと、外部参照信号REF INの同期エッジが下記の順に切り換わります。

→ SINE POS → TTL POS → TTL NEG →

SINE POS : 平均値を下から上に横切る時点を0° とします。

TTL POS : TTLレベルロジック信号の上昇エッジを0° とします。

TTL NEG : TTLレベルロジック信号の降下エッジを0° とします。

SINE POSでは、REF INが交流結合になるため、周波数の低い信号は減衰します。このため、およそ1Hz以下ではTTLレベルをご使用ください。正しく動作する正弦波の振幅は0.3~30Vp-pですが、安定度の点からは、2Vrms程度の正弦波または方形波が適しています。

④⑪ ◀ モディファイ桁 左移動キー

このキーを押すと、表示部の点滅している桁を左へ移動できます。MODIFYダイヤルを回すと、数値の場合、点滅している桁から上を増減できます。

④⑫ SHIFT + CLEAR 右クリアキー

数値を設定するときこのキーを押すと、点滅している桁より右の桁（点滅している桁を含まず、下位の桁）をゼロにクリアできます。

④⑬ MODIFY モディファイダイヤル

このダイヤルを回すことで、数値を設定したり、パラメタを選択したりします。変更できる部分は点滅しています。数値は点滅している桁に+1または-1されて、その桁から上が増減されます。点滅する桁は◀ ▶ キーで移動できます。

④⑭ ▶ モディファイ桁 右移動キー

このキーを押すと、表示部の点滅している桁を右へ移動できます。MODIFYダイヤルを回すと、数値の場合、点滅している桁から上を増減できます。

④③ **SHIFT** + **LOCAL** ローカルキー

GPIBで操作するリモート制御の状態のとき、このキーを押すと、パネルで操作するローカル制御の状態に戻せます。ただし、ローカルロックアウトのときはローカルに戻せません。リモート制御の状態ではREMOTEランプが点灯します。

④④ **SOURCE** 参照信号選択キーおよび表示ランプ

周波数と位相の基準となる参照信号を選択します。SOURCEキーを押すと、参照信号源が下記の順に切り換わり、ランプで表示されます。

→ REF IN → INT OSC → SIGNAL →

- REF IN (外部参照信号) : REF INコネクタに入力する信号を参照信号とする。
- INT OSC (内部発振器) : 内部発振器の出力を参照信号とする。
- SIGNAL (測定信号入力) : SIGNAL INPUTコネクタに入力する測定信号を参照信号とする。

☞ 測定信号入力に同期させるときの操作 → 「4.1.5 測定信号への同期 (SIGNAL)」、参照。

④⑤ REF IN 外部参照信号入力コネクタ Δ

外部参照信号を用いるときは、このコネクタに接続します。

参照信号としては、0.3～30Vp-pの正弦波または方形波、TTLレベルの方形波が使用できます。信号の種類に合わせてEDGEキーで参照信号の同期エッジを選択してください。

雑音が多いと正常に同期できないことがあります。

④⑥ OSC OUT 内部発振器出力コネクタ Δ

このコネクタから正弦波参照信号が得られます。

参照信号源SOURCEに内部発振器INT OSCを選ぶと、内部発振器の出力がこのコネクタから得られます。

参照信号源を外部参照信号入力REF INまたは測定信号入力SIGNALにしたときは、参照信号に同期した正弦波信号が得られます。同期していないときは、そのときの内部周波数になります。

高調波を測定しているときは、基本波信号が出力されます。

☞ 振幅の設定について → ②⑩AMPTDキーの説明、参照。

3.1.2 背面パネル

④⑦ ～ LINE 電源インレット

附属の電源コードで電源を供給してください。

☞ 詳細について → 「2.3 電源および接地」、参照。

④⑧ FUSE 電源ヒューズ△

附属の電源ヒューズをご使用ください。規定以外のヒューズは感電や火災の原因になりますので絶対に使用しないでください。

AC100/120V時：1Aタイムラグ AC230V時：0.8Aタイムラグ

☞ 詳細について → 「2.3 電源および接地」、参照。

④⑨ VOLTAGE SELECTOR 電源電圧切り換え器△

ご使用の電源電圧に合わせて設定してください。

スイッチの線が、ちょうど100/120/230Vの表示の位置にくるように、確実に設定して下さい。

☞ 詳細について → 「2.3 電源および接地」、参照。

⑤⑩ 冷却用ファン

冷却用ファンの吸気口です。フィルタが汚れましたら、ファンガードを外してほこりを清掃してください。

☞ 詳細について → 「8.2 日常の手入れ」、参照。

☞ ファンのオン/オフについて → ⑩SHIFT+FANキーの説明、参照。

⑤⑪ REF OUT 参照信号出力コネクタ

このコネクタから、参照信号に同期したTTLレベルの方形波信号が得られます。この信号の上昇エッジが、ほぼ参照信号の0°（同期エッジ）に相当します。この信号は、内部発振器の方形波出力やオシロスコープのトリガ信号などとして使用できます。

⑤⑫ X OUT/Y OUT X出力、Y出力コネクタ

DATA1やDATA2のパラメタ選択に関わらず、これらのコネクタにはそれぞれX信号とY信号が出力されます。これらの出力に対しても、OFFSET、EXPAND、RATIO、NORMALIZEは有効です。

出力電圧は測定値が感度フルスケールのとき±10V、データ更新レートは16kサンプル/sです。振幅分解能は、およそ16ビット相当です。

⑤⑬ AUX OUT1/AUX OUT2 補助出力コネクタ1、2△

これらのコネクタには、各々±10.000Vの範囲で任意の直流電圧を出力できます。SHIFT+AUX OUT1キーまたはSHIFT+AUX OUT2キーを押してREFERENCE数字表示器に補助出力の電圧値を表示させると、MODIFYダイヤルで電圧を変更できます。

⑤4 AUX IN1/AUX IN2 補助入力コネクタ1、2

これらのコネクタには、各々 $\pm 12\text{V}$ の範囲で任意の直流電圧を入力して測定できます。

AUX IN1の電圧はDATA1またはDATA2で、AUX IN2の電圧はDATA2で表示できます。周波数帯域幅は約130Hz、データ更新レートは16kサンプル/sです。

AUX IN1はレシオ表示の基準入力としても使用します。

☞ 詳細について → 「4.9 レシオ表示」、参照。

⑤5 ガード用接地端子（筐体グラウンド）

ロックインアンプの筐体電位を基準電位として用いて、信号源などをシールドするときは、この端子を利用します。

⑤6 $\pm 24\text{V OUT}$ $\pm 24\text{V}$ 電源出力コネクタ \triangle

外部のプリアンプなどに電源を供給するための電源出力コネクタです。

この電源のグラウンド（0Vライン）は、SIGNAL INPUT I、A、Bコネクタのグラウンドと接続されています。

\triangle ご注意

電源グラウンドと筐体の間に $\pm 1\text{V}$ を超える電圧を加えないでください。グラウンド間電圧を制限するダイオードが導通して大きな電流が流れ、LI5640や接続された機器を破損することがあります。

⑤7 TRIG IN トリガ信号入力コネクタ

TRIG INコネクタには、データメモリにデータを記録するタイミングを規定するTTLレベルの信号を与えます。タイミングはこの信号の降下エッジで規定されます。

データメモリは外部インタフェースでしか操作できません。

☞ 詳細について → 「5.10 データメモリの操作」、参照。

⑤8 GPIB GPIBコネクタ

このコネクタはIEEE-488.1規格で規定されているGPIBインタフェース用の24ピンのコネクタです。このコネクタは重ねて多段に結合できます。ただし、大きな力が加わったとき破損することがありますので、3段までにしてください。

☞ GPIBの詳細について → 「5. GPIBインタフェース」、参照。

⑤9 RS-232 シリアル通信コネクタ

このコネクタはRS-232シリアル通信用、9ピン、メスのコネクタです。

☞ RS-232の詳細について → 「6. RS-232インタフェース」、参照。

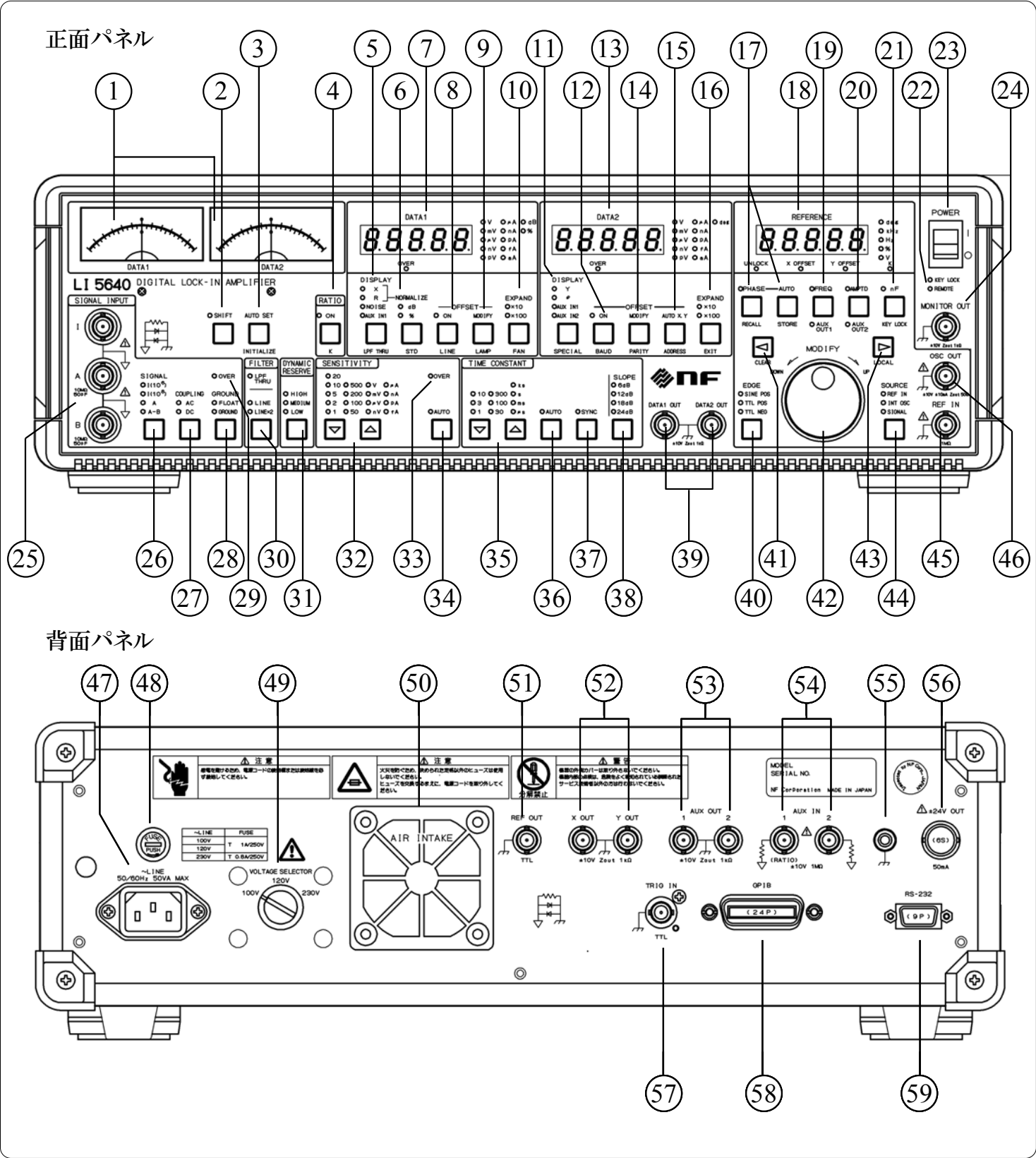


図3-1 正面・背面パネル図

3.2 電源投入時の動作および初期設定

3.2.1 始 動

まず、「2. 使用前の準備」に従って、使用する準備を行います。

電源スイッチをオンにすると、まず自己チェックが行われます。問題がなければ、前回電源を切ったときの設定に戻るか、または特定の設定になります。

☞ 詳細について → 「表3-2 初期値一覧」の「自動復帰」、参照。

自己チェック中は、REFERENCE数字表示器に内部に組み込まれたソフトウェアのバージョン番号が表示されます。

バックアップされていた設定や設定メモリの内容が失われていると、REFERENCE数字表示器にバックアップエラー「E 3」が表示されます。下に青い文字でEXITと表示されたキーを押すと、このエラー表示を解除して動作させることができます。ただし、諸設定は工場出荷時の値になります。

☞ 詳細について → 「表3-2 初期値一覧」の「出荷時設定」、参照。

「E 3」以外のエラー表示は解除できず、これ以降は動作できなくなります。

☞ 詳細について → 「7. トラブルシューティング」、参照。

初めて使うときは、電源周波数の設定または確認が必要です。

☞ 「3.2.3 電源周波数の設定」、参照。

表3-1 電源投入時の動作

動作の概要	表 示				エラー時の表示 REFERENCE
	DATA1	DATA2	REFERENCE	その他の ランプ	
全点灯チェック	全点灯	全点灯	全点灯	全点灯	
ROMチェック	1	消灯	バージョン番号	消灯	E 1
RAMチェック	2	消灯	バージョン番号	消灯	E 2
バックアップのチェック	3	消灯	バージョン番号	消灯	E 3
内部の初期化	4	消灯	バージョン番号	消灯	E 4
内部の初期化（つづき）	5	消灯	バージョン番号	消灯	E 5

3.2.2 初期設定

ここでは、下記の初期設定状態を「表3-2 初期値一覧」に示します。

- 工場出荷時の設定
- 電源を入れた直後に自動復帰した設定
- SHIFT+ INITIALIZEキーによる初期化後の設定

併せて、下記の情報も示します。

- AUTO SETキーによる自動設定後の設定
- 設定メモリ（番号1～9）への記憶・読み出しへの対応

a) 電源を入れた直後の設定

電源を入れると、何らかの原因で記憶内容が壊れていた場合を除いて、前回電源を切ったときの設定に戻ります。

b) 既知の設定に戻りたいときの操作

- 工場出荷時の設定に戻す

AUTO SETキーを押したまま電源を入れます。AUTO SETキーは、測定値が表示されるまで押し続けてください。

- 測定関連の設定だけ工場出荷時の設定に戻す

SHIFT+ INITIALIZEキーを押します。

測定信号と参照信号の選択に関わる設定は、別途手動で設定してください。

- 予め保存しておいた設定にする

予め設定メモリに設定を保存しておき、番号を指定して呼び出します。

呼び出すときは、SHIFT+RECALLキーを押してから、MODIFYダイヤルで設定メモリ番号1～9を選び、再びSHIFT+RECALLキーを押します。

保存するときは、RECALLの代わりにSTOREを使います。

- 前回電源を切ったときの設定に戻す

設定を変えてしまってから、前回電源を切ったとき（今回電源を入れたとき）の設定に戻すには、番号ゼロを指定して設定メモリを呼び出します。

3.2 電源投入時の動作および初期設定

表 3 - 2 初期値一覧

項 目		値の範囲	出荷時の 設定	初期化 INITIALIZE	AUTO SET	設定 メモ	自動 復帰
SIGNAL INPUT	SIGNAL	I(10 ⁶), I(10 ⁸), A, A-B	A	no change	no change	○	○
	COUPLING	AC, DC	AC	no change	AUTO	○	○
	GROUND	GROUND, FLOAT	GROUND	no change	no change	○	○
FILTER	LINE	OFF, ON	OFF	OFF	no change	○	○
	LINE x2	OFF, ON	OFF	OFF	no change	○	○
	LINE FREQ	50Hz, 60Hz	50Hz	no change	no change	-	◇
	LPF THRU	OFF, ON(THRU)	OFF	OFF	OFF	○	○
DYN RESERVE	DR	HIGH, MEDIUM, LOW	LOW	LOW	AUTO	○	○
SENSITIVITY	V	2nV~1V (1-2-5)	1V	1V	AUTO	○	○
	I	5fA~1μA (1-2-5)	1μA	1μA	AUTO	○	○
TIME CONSTANT	TIME CONSTANT	10μs~30ks (1-3)	100ms	100ms	AUTO	○	○
	SYNC	OFF, ON	OFF	OFF	AUTO	○	○
	SLOPE	6, 12, 18, 24dB/oct	24dB/oct	24dB/oct	24dB/oct	○	○
RATIO	RATIO ON/OFF	OFF, ON	OFF	OFF	OFF	○	○
	K FACTOR	0.1000~9.999	1.0000	1.0000	1.0000	○	○
DATA1	DISPLAY	R, X, NOISE, AUX IN1	R	R	R	○	○
	NORMALIZE PARAM.	OFF, dB, %	OFF	OFF	OFF	○	○
	NORMALIZE STD V	1.0000nV~1.0000V	1V	1V	no change	○	○
	NORMALIZE STD I	1.0000fA~1.0000μA	1μA	1μA	no change	○	○
	X OFFSET ON/OFF	OFF, ON	OFF	OFF	OFF	○	○
	X OFFSET VALUE	0.00~±100.00%	0%	0%	0%	○	○
DATA2	EXPAND	1(OFF), 10, 100	1	1	1	○	○
	DISPLAY	θ, Y, AUX IN1, AUX IN2	θ	θ	θ	○	○
	Y OFFSET ON/OFF	OFF, ON	OFF	OFF	OFF	○	○
	Y OFFSET VALUE	0.00~±100.00%	0%	0%	0%	○	○
REFERENCE *1	EXPAND	1(OFF), 10, 100	1	1	1	○	○
	DISPLAY	PHASE, FREQ, AMPTD, nF, 他	FREQ	FREQ	FREQ	○	○
	PHASE	-180.00~+179.99°	0°	0°	0°	○	○
	FREQ (INT OSC)	0.0005~105.00kHz	1kHz	no change	no change	○	○
	AMPTD	0.0mV~5.00V (3 RANGE)	0.00V	no change	no change	○	○
	nF	1~19999	1	1	1	○	○
	SOURCE	REF IN, INT OSC, SIGNAL	REF IN	no change	no change	○	○
KEY LOCK	EDGE	SINE POS, TTL POS, TTL NEG	SINE POS	no change	no change	○	○
	KEY LOCK	FREE, LOCK	FREE	no change	no change	-	FREE
LAMP		ON, OFF	ON	no change	no change	-	ON
FAN		ON, OFF	ON	no change	no change	-	◇
AUX OUT	OUT1	±10.000V	0V	no change	no change	○	○
	OUT2	±10.000V	0V	no change	no change	○	○
GPIB	ADDRESS	0~30	2	no change	no change	-	◇
	TERMINATOR (TX)	CR, LF, CR+LF	LF	no change	no change	-	◇
RS-232	BAUD RATE	1200~19200	1200	no change	no change	-	◇
	PARITY	NO, ODD, EVEN	NO	no change	no change	-	◇
	CHAR LENGTH	7, 8	7	no change	no change	-	◇
SPECIAL	INTERFACE	GPIB/RS-232	GPIB	no change	no change	-	◇
	NOISE SMOOTHING	1, 4, 16, 64	1	1	no change	○	○
	OPTION CONTROL	0~3または0~1	0	0	no change	○	○

「表3-2 初期値一覧」の補足

- ◇ : これらのパラメタは、電源を入れたとき元の設定に戻りますが、設定メモリ0とは別に記憶されています。これらのパラメタを変更すると、SHIFT+RECALLキーの操作で番号0の設定メモリを読み出しても、元の設定にはなりません。
- *1: REFERENCE数字表示がPHASE、FREQ、AMPTD、nF以外のパラメタを表示していたとき、一度電源を切ってから電源を入れると、以前PHASE、FREQ、AMPTD、nFのいずれかであった状態に戻ります。
- ☐ 外部制御 (GPIB、RS-232) 固有の初期値について → 「5. GPIBインタフェース」、参照。

3.2.3 電源周波数の設定

下記のときは、必ず電源周波数を設定するか、または確認してください。

- ご購入直後
- 電源周波数が異なる地域に移動したとき
- 工場出荷時の設定に戻したとき

電源周波数は下記の手順で設定します。

- SHIFT+LINEキーを押して、電源周波数の設定値を表示させる。
- MODIFYダイヤルを回して、50 (Hz) か60 (Hz) を選ぶ。
- SHIFT+EXITキーを押して、電源周波数の設定を完了する。

以上の操作は、測定信号入力に混入している電源周波数およびその2倍の周波数を持つ雑音を除去するために必要です。

3.2.4 ウォームアップ

電源を入れてから内部の温度がほぼ安定するには、およそ下記の時間が必要です。

冷却用のファンがオンのとき 約30分

冷却用のファンがオフのとき 約45分

精密な測定を行うときは、十分に温度を安定させるため、この2倍程度の時間待ってください。

3.3 入出力端子

a) 測定信号入力、 $\pm 24\text{V}$ 電源出力 Δ

これらの入力および電源のグラウンドは共通です。

この信号グラウンドは筐体に対して $\pm 1\text{V}$ の範囲で絶縁されています。信号グラウンドと筐体の間は、FLOATを選んだとき約 $10\text{k}\Omega$ 、GROUNDを選んだとき約 10Ω の抵抗器を通して筐体に接続されます。 $\pm 1\text{V}$ を超える電圧を加えると、この絶縁は保てません。

/// Δ ご注意 ///

これらの信号または電源グラウンドと筐体の間に $\pm 1\text{V}$ を超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

☞ 測定信号の接続方法 → 「3.4.5 測定信号の接続と関連設定」または「4.2 測定信号系の操作」、参照。

1) 電圧信号入力 (A, B) Δ

入力インピーダンス	$10\text{M}\Omega \pm 1.5\%$ 、並列に約 50pF
最大許容入力電圧	$\pm 7\text{V}$ (DC結合) 5V_{rms} (AC結合、正弦波)
非破壊最大入力電圧	AC結合時 : $\text{AC}10\text{V}_{\text{rms}}$ 、 $\text{DC} \pm 50\text{V}$ DC結合時 : $\pm 14\text{V}$

最大許容入力電圧を超える電圧を加えると、増幅器が飽和してひずみを発生します。実際の最大許容入力電圧は、感度よりダイナミックリザーブの値だけ大きな値です。この値は上記の値より小さくなります。

/// Δ ご注意 ///

AC結合時は正弦波で 10V_{rms} 、直流で $\pm 50\text{V}$ を超える電圧を加えると内部回路を破損します。DC結合時は $\pm 14\text{V}$ を超えると破損します。

2) 電流信号入力 (I) Δ

入力インピーダンス	$< 1\text{k}\Omega$ (500Hz、変換利得 10^6V/A 時) $< 20\text{k}\Omega$ (500Hz、変換利得 10^8V/A 時)
非破壊最大入力電流	10mA

3.3 入出力端子

△ご注意

±10mA以上の電流を流すと内部回路を破損します。電圧源を接続しないでください。使用しないときは、附属の保護キャップを取り付けておいてください。

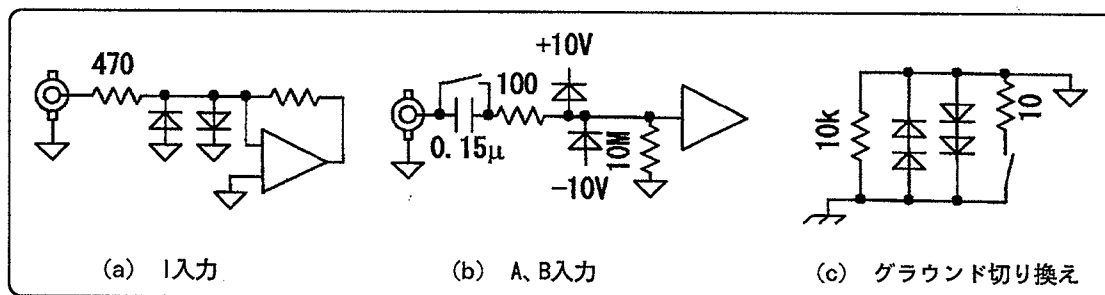


図3-2 SIGNAL INPUT (I、A、B) 入力回路とグラウンド

3) ±24V電源出力 (±24V OUT) △

電流容量 50mA

±24V電源出力 (背面パネル±24V OUT) は外部プリアンプへの電源供給を目的に設けられています。測定に悪影響を与えることがありますので、他の目的には使用しないでください。

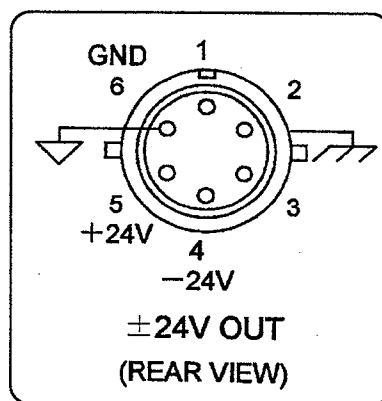


図3-3 ±24V電源出力

b) 補助入力 (背面パネルAUX IN1、AUX IN2) △

最大許容入力電圧	±12V
非破壊最大入力電圧	±40V
入力インピーダンス	約1MΩ、並列に100pF以下

補助入力のグラウンドは、筐体および測定信号入力 (I、A、B) のグラウンドと絶縁されています。最大許容入力電圧の範囲で、筐体および測定信号入力のグラウンドと異なる電位に接続できます。ただし、電位差が大きいと補助入力の測定誤差が大きくなるので、±1V以内にしてください。

周波数が1kHz以上で振幅の大きな信号や、急激に大きく変化する信号を入力すると、I、A、B入力の測定に影響を与えることがあります。

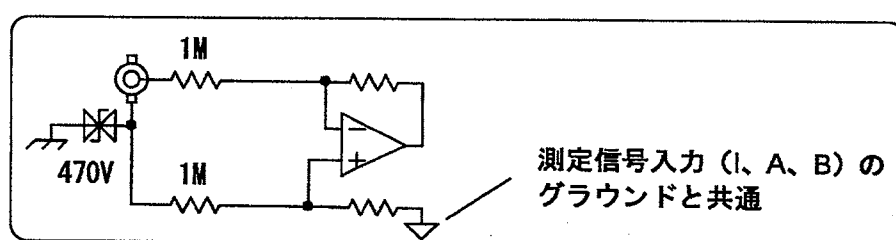


図3-4 AUX IN1/AUX IN2入力回路

c) 参照信号入力 (REF IN) △

入力インピーダンス	約1MΩ (1kHz)、並列に100pF以下
入力電圧範囲	0.3~30Vp-p (SINE POS、正弦波) 0~5V(TTL POS/TTL NEG)
非破壊最大入力電圧	±40V

REF INのグラウンドは筐体に接続されています。

参照信号がその平均値をよぎる点を位相の基準とするときは、EDGEをSINE POSに設定します。直流成分を含む場合、ピーク値が±40Vを超えないようにしてください。高レベル期間と低レベル期間の割合が著しく異なる方形波を使うときの入力電圧範囲は、15Vp-pになります。

TTLレベルのロジック信号を使うときは、TTL POSまたはTTL NEGに設定します。スレシヨルド電圧は約1.5Vです。

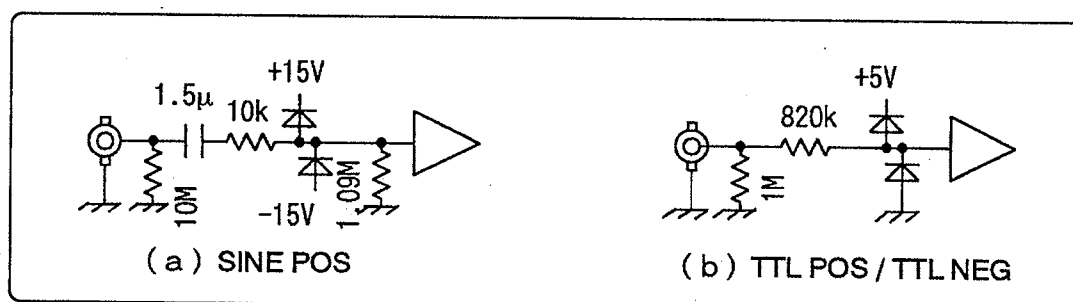


図3-5 REF IN入力回路

3.3 入出力端子

d) 参照信号出力（内部発振器）△

OSC OUTコネクタと背面パネルのREF OUTコネクタから、内部発振器の出力、または外部参照信号に同期した信号が得られます。OSC OUTは振幅を0～5Vrmsの範囲で設定できる正弦波、REF OUTはTTLレベルの方形波です。信号グラウンドは筐体に接続されています。

OSC OUT出力電圧 0.0000～5.00Vrms（無負荷時）

OSC OUT最大出力電流 ±10mA

OSC OUT出力インピーダンス $50\Omega \pm 3\%$ （1kHz）

△ご注意

外部から出力コネクタに電圧を加えないでください。内部回路が破損します。

OSC OUTには出力電流の制限があります。50Ωの負荷は接続できません。

REF OUTのグラウンドまたは+5Vへの負荷は500Ω以上にしてください。

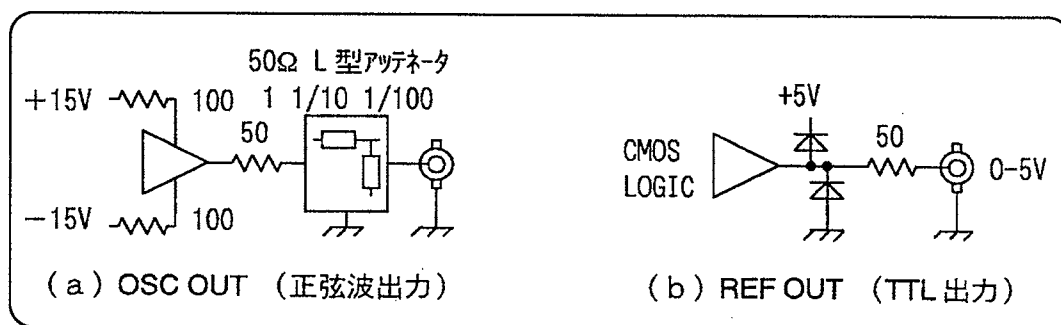


図3-6 参照信号出力回路（内部発振器）

e) 測定結果の出力、補助出力およびモニタ出力

DATA1 OUT、DATA2 OUTおよび背面パネルのX OUT、Y OUT、AUX OUT1、AUX OUT2、MONITOR OUTの各コネクタについて示します。

最大出力電圧 ±12V

最大出力電流 ±6mA

出力インピーダンス 約1kΩ（DC）

これらの出力のグラウンドは筐体に接続されています。

出力インピーダンスは約1kΩですので、入力インピーダンスの低い機器を接続すると、誤差が大きくなります。負荷としては、レコーダ、マルチメータ、オシロスコープなどの、入力インピーダンスの高い機器を接続してください。

△ご注意

外部から出力コネクタに電圧を加えないでください。内部回路が破損します。

出力電流には制限があります。負荷インピーダンスは1kΩ以上にしてください。

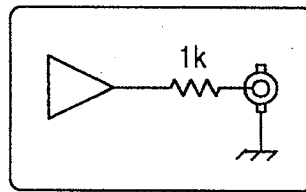


図 3-7 DATA1/2 OUT、X/Y OUT、AUX OUT1/2、MONITOR OUT出力回路

f) トリガ入力

信号レベル	TTLレベル（降下エッジ）
入力インピーダンス	約10k Ω （+3.3Vにプルアップ）
非破壊最大入力電圧	$\pm 40V$

TRIG INのグラウンドは筐体に接続されています。

およそ+4Vを超える電圧では、入力インピーダンスが $\frac{1}{2}$ 程度まで低下します。

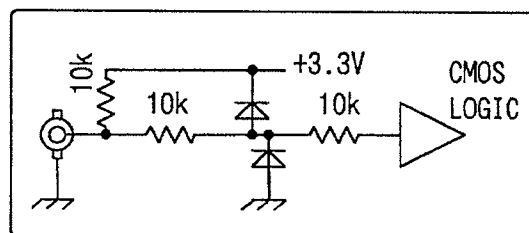


図 3-8 TRIG IN入力回路

g) その他

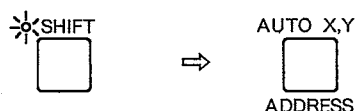
- RS-232コネクタの信号の割り当てについて → 「6.1.4 RS-232ケーブルの接続」、参照。

3.4 基本操作

3.4.1 シフトとモディファイの操作

[シフト操作]

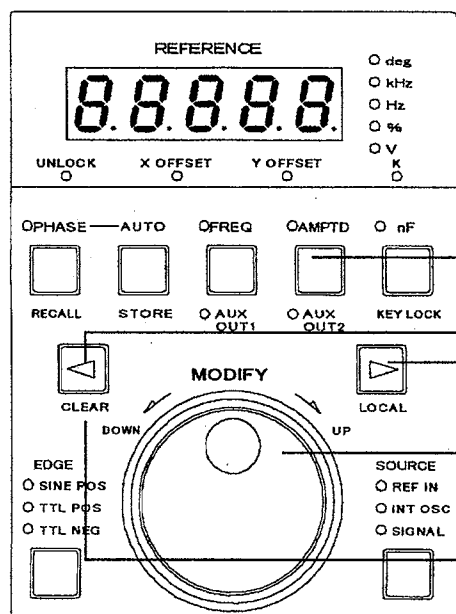
下記の説明に出てくる「SHIFT+ADDRESS」のような記述は、SHIFTキーを押してSHIFTランプを点灯させてから、下部に青色の文字でADDRESSと表示されているキーを押すことを表しています。



[モディファイ（数値の設定、選択）]

変更したいパラメタに対応するキーを押すと、REFERENCE数字表示器にそのパラメタの数値が表示されます。MODIFYダイヤルを回すと、点滅している桁から上が変化します。点滅する桁は、モディファイ桁移動キー◀ ▶で選択できます。FREQやAMPTDでは、点滅している桁を単位ランプに移動させると、10倍単位で変化させる（レンジを換える）ことができます。

なお、設定するパラメタによっては、DATA1、DATA2表示器に表示されたり、MODIFYダイヤルで選択する形式のパラメタもあります。



例：内部発振器の振幅を変更する。

- 1) 振幅を表示させる。
- 2) 変化させる桁（点滅している桁）を選ぶ。
10倍単位で変化させる（レンジを換える）ときは、単位ランプを点滅させる。
- 3) 数値またはレンジを変更する。
- 4) 点滅している桁より下をすべてゼロにしたいときは、SHIFT + CLEARキーを押す。

3.4.2 はじめて使用するときの操作

使用にあたっては、まず、「2. 使用前の準備」をご覧ください。

以前使っていたときの設定が不明なときは、はじめに初期状態に戻しておくとう分かりやすくなります。

☐ 詳細について → 「3.2.2 初期設定」、参照。

- SHIFT+ INITIALIZEキーを押す。→ 測定条件を特定の設定に戻せます。
- AUTO SETキーを押しながら電源を入れる。→ 工場出荷時の設定に戻せます。

操作手順は、下記のようになります。

1. 測定するパラメタを選ぶ。
X、Y、R、 θ などの表示させたいパラメタを選びます。
2. 参照信号を接続する。
測定する信号の周波数と基準位相を与えるために、外部から参照信号を供給します。
内部発振器で参照信号を発生することもできます。
参照信号の切り換えについては自動設定ができません。
3. 測定信号を接続する。
測定したい信号を、電圧または電流の信号入力コネクタに接続します。
信号入力の切り換えについては自動設定ができません。
測定環境に応じたグラウンドの処理も設定してください。
4. 測定条件を設定する。
測定する信号の大きさに合わせて感度（メータのフルスケール）を選びます。
雑音の大きさに合わせて、ダイナミックリザーブや時定数などを選びます。
これらは、AUTO SETキーなどで自動的に設定させることができます。
一度自動的に設定させてから、適切な状態になるように微調整すると良いでしょう。

3.4.3 測定パラメタの選択

DATA1		DATA2	
<div> <div>8.8.8.8.8.</div> <div>OVER</div> </div> <div> <div> <div>○ V ○ μA ○ dB</div> <div>○ mV ○ nA ○ %</div> <div>○ μV ○ pA</div> <div>○ nV ○ fA</div> <div>○ pV ○ mA</div> </div> </div>	<div> <div>8.8.8.8.8.</div> <div>OVER</div> </div> <div> <div> <div>○ V ○ μA ○ deg</div> <div>○ mV ○ nA</div> <div>○ μV ○ pA</div> <div>○ nV ○ fA</div> <div>○ pV ○ mA</div> </div> </div>		
<div> <div>DISPLAY</div> <div>○ X</div> <div>○ R</div> <div>○ NOISE</div> <div>○ AUX IN1</div> </div> <div> <div>NORMALIZE</div> <div>○ dB</div> <div>○ %</div> </div> <div> <div>OFFSET</div> <div>○ ON</div> </div> <div> <div>EXPAND</div> <div>○ ×10</div> <div>○ ×100</div> </div> <div> <div>LPF THRU</div> <div>STD</div> <div>LINE</div> <div>LAMP</div> <div>FAN</div> </div>	<div> <div>DISPLAY</div> <div>○ Y</div> <div>○ θ</div> <div>○ AUX IN1</div> <div>○ AUX IN2</div> </div> <div> <div>OFFSET</div> <div>○ ON</div> </div> <div> <div>EXPAND</div> <div>○ ×10</div> <div>○ ×100</div> </div> <div> <div>SPECIAL</div> <div>BAUD</div> <div>PARITY</div> <div>ADDRESS</div> <div>EXIT</div> </div>		

LI5640 では、二つの測定パラメタを同時に表示できます。

DATA1およびDATA2の各DISPLAYキーで選択してください。

- DATA1
 - X 参照信号と同相な信号成分 (0° 位相)
 - R 信号の大きさ ($=\sqrt{X^2+Y^2}$)
 - NOISE 雑音密度 (DATA2は設定に関わりなくAUX IN1の表示になります。)
 - AUX IN1 背面パネルAUX IN1の直流電圧 (±12Vまで)
- DATA2
 - Y 参照信号と直交する信号成分 (90° 位相)
 - θ 参照信号を基準としたときの信号の位相
 - AUX IN1 背面パネルAUX IN1の直流電圧 (±12Vまで)
 - AUX IN2 背面パネルAUX IN2の直流電圧 (±12Vまで)

二つの測定値は、それぞれ下記の三つの形で得られます。

- 数字表示
- アナログメータ表示
- アナログ電圧 (DATA1 OUT、DATA2 OUT。16ビット、最高256kサンプル/s)

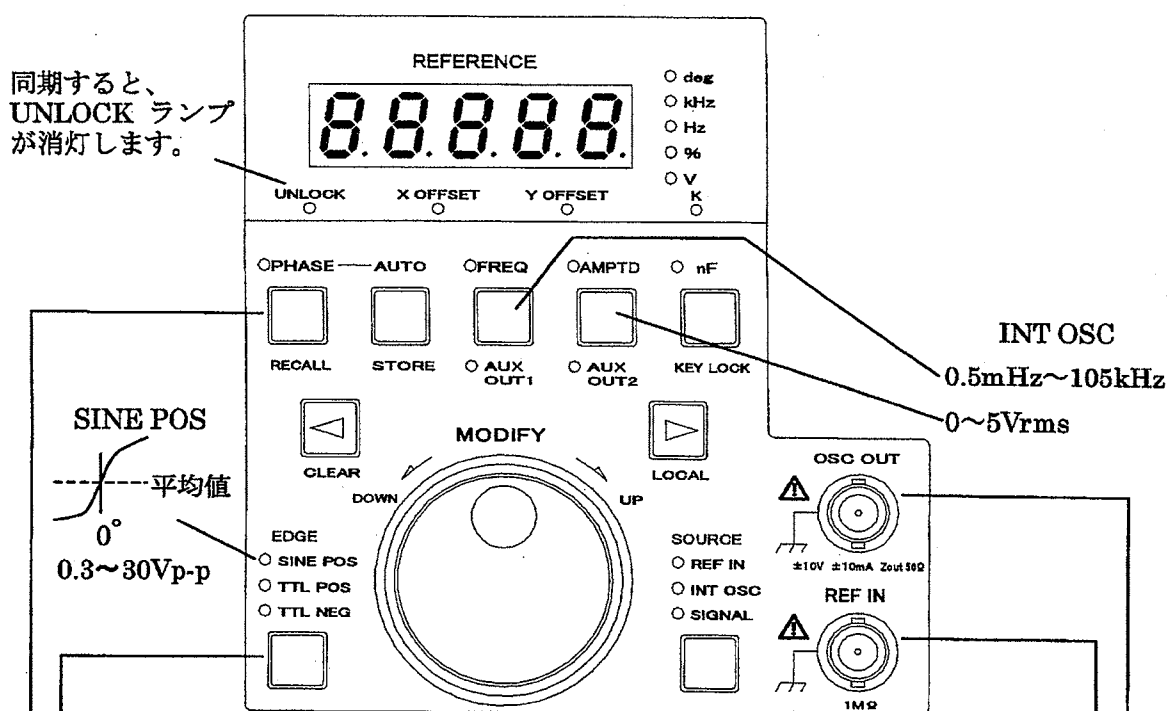
感度を1Vに設定して1Vrmsを測定したとき、Rのアナログ出力は+10Vになります。位相は+180°のとき出力が+10Vになります。

背面パネルのX OUTおよびY OUTコネクタからは、常にXとYのアナログ出力が得られます。ただし、データの更新レートは16kサンプル/sです。

ここでは信号の大きさや位相の測定についてだけ述べます。

☞ 雑音密度の測定について → 「4.10 雑音密度の測定 (NOISE)」、参照。

3.4.4 参照信号の接続と設定



測定する信号の周波数および基準位相を与えるために、測定する信号と同じ周波数の外部参照信号を REF IN コネクタに接続します。SOURCE キーで REF IN を選択してください。

外部参照信号に合わせて位相基準点を指定します。正弦波や方形波が平均値を下から上に横切る点を位相の基準にするときは、EDGE キーで SINE POS を選びます。TTL レベルの方形波を用いるときは、その上昇エッジ (TTL POS) か降下エッジ (TTL NEG) を選択できます。

内部発振器 (INT OSC) により任意の周波数 (0.5mHz~105kHz) と振幅 (0~5Vrms) を持った正弦波参照信号を発生させることもできます。内部発振器を使うときは、SOURCE キーで INT OSC を選択します。リアパネルの REF OUT から TTL レベルの方形波も得られます。

周波数と正弦波出力の振幅は、それぞれ FREQ キー、AMPTD キーを押してから設定します。

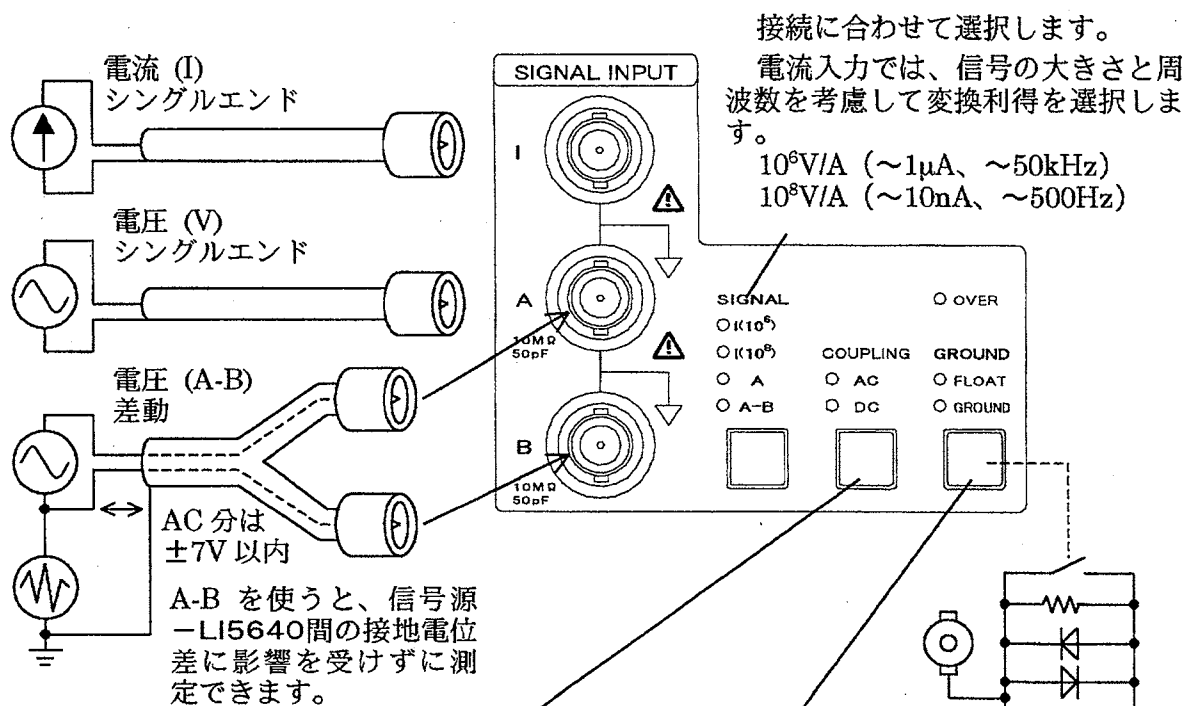
参照信号に対して基準位相 (0°の位置) をずらすこともできます。

X の測定値から信号の大きさを読みとるには、PHASE キーを押してから、Y の測定値がゼロになるように位相オフセットを調整します。AUTO キーで自動設定もできます。

3.4.5 測定信号の接続と関連設定

測定する信号はSIGNAL INPUTのI、A、Bコネクタに接続します。

電流は電圧に変換して測定しますので、変換利得も指定してください。



周波数がおおよそ 1Hz 以上なら AC (交流結合)、1Hz より低いときは DC (直流結合) を選びます。AUTO SET で自動的に選択できます。

AC では直流が除去されるので、大きな直流を含む信号でも測定できます。ただし、周波数が 1Hz 以下では測定誤差が目立ってきます。

電流入力で AC を選ぶと、電圧に変換してから直流が除去されます。直流を含めたピーク値が次の範囲内でお使いください。

10^6V/A 時: $\pm 7\mu\text{A}$

10^8V/A 時: $\pm 70\text{nA}$

信号源が接地されているときは FLOAT を、信号源が接地されていないときは、GROUND を選びます。

信号源とLI5640入力の両方を接地すると、グラウンドループが形成されて雑音電流が流れ、測定に影響することがあります。

信号源が接地されていないときは、GROUND を選択して、入力の信号グラウンドを筐体と接続することで電位を安定に保ちます。

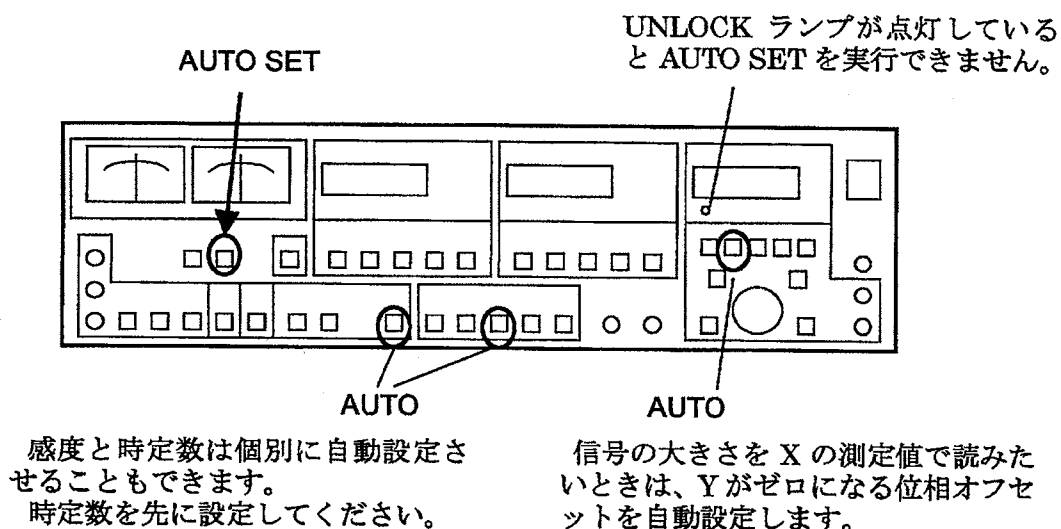
△ご注意

I、A、B入力の信号グラウンド (コネクタの外部導体) とLI5640の筐体の間に±1Vを超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

3.4.6 測定条件の設定（とりあえず測定する）

設定方法が良く分からないときは、下記のように操作します。

- 測定する信号の接続、グラウンドの設定、および参照信号の接続と設定を行う。
測定する信号の選択と参照信号の選択は手動で設定する必要があります。
- AUTO SETキーを押す。
感度や時定数が自動的に設定され、信号の大きさRと位相 θ が表示されます。



AUTO SETで思ったように測定できなかったときは、必要な設定だけを変更すれば測定できるようになります。

1Hz以下では自動設定に時間がかかりますので、手動で設定することをお奨めします。

AUTO SETでは測定値の表示がRと θ になります。XやYを見たいときは、DATA1、DATA2の各DISPLAYキーで表示を切り換えてください。

AUTO SETを使わないときは、下記の手順で、およその値を測定してみると様子が分かります。

- 減衰傾度（SLOPE）を24dB/octに設定する。
- 周波数が数10Hz以下のときは、SYNCキーを押してランプを点灯させる。
- 時定数（TIME CONSTANT）を信号周期の3倍前後に設定する。
ただし、30ms以上とする。周波数が数10Hz以下では小さめにして応答を速くする。
- ダイナミックリザーブをHIGHに設定する。
- OVERランプが点灯せず、測定値がフルスケールに近くなるように、感度（SENSITIVITY）を調整する。ただし、余裕を持たせる。
- OVERランプが点灯しない範囲で、ダイナミックリザーブを小さくする。
- 測定値のばらつきが大きければ、時定数を大きくする。
ばらつきが小さければ、時定数を小さくして応答を早くする。
- 感度、ダイナミックリザーブ、時定数を微調整する。

3.4.7 感度を最適に調整する

a) 表示値が小さすぎる または 大きすぎてオーバになる

X、Y、Rの測定値がメータのフルスケールに対して小さくて読みとりにくいときや、表示できる範囲を超えてしまい、DATA1、DATA2のOVERランプが点灯するときは、SENSITIVITYの▽キーと△キーで感度設定を調整します。

DYNAMIC RESERVE	SENSITIVITY		
<input type="radio"/> HIGH	<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> 500 <input type="radio"/> V <input type="radio"/> μA	<input type="radio"/> OVER
<input type="radio"/> MEDIUM	<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 200 <input type="radio"/> mV <input type="radio"/> nA	
<input type="radio"/> LOW	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 100 <input type="radio"/> μV <input type="radio"/> pA	
	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 50 <input type="radio"/> nV <input type="radio"/> fA	<input type="radio"/> AUTO

b) SINGAL INPUTのOVERランプが点灯する

入力回路がオーバレベルになっています。下記のように操作してください。

- ダイナミックリザーブを大きくする (LOW→MEDIUM→HIGH)。
- SENSITIVITY △キーで感度設定を大きくする。

ダイナミックリザーブがHIGHでもOVERランプが点灯するときは、入力がLI5640の最大レベルを超えています。入力信号を小さくしてください。入力信号に直流成分が多いときは、交流結合 (AC) に設定します。

c) 表示がフルスケールに達しないのにSENSITIVITYのOVERランプが点灯する

雑音のために、信号処理の途中でオーバレベルが発生しています。

X、Y、Rの測定値が感度フルスケールにならないのにSENSITIVITYのOVERランプが点灯するときは、下記の操作を試してください。

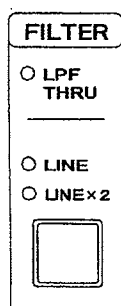
- 時定数 (TIME CONSTANT) と減衰傾度 (SLOPE) を大きくする。
- ダイナミックリザーブを大きくする (LOW→MEDIUM→HIGH)。
- SENSITIVITY △キーで感度設定を大きくする。

(測定値が感度フルスケールの $\frac{1}{10}$ 以下になっても、EXPANDキーで拡大できます)

3.4.8 ばらつきを抑える または 応答を速くする

a) ばらつきを抑える

X、Y、R、 θ の測定値が雑音でばらついて読みとりにくいときは、下記のように設定します。



- 電源周波数の雑音（ハム）が混入しているとき
FILTERのLINE/LINE×2キーを押して、LINEまたはLINE×2のランプを点灯させ、電源周波数成分やその2倍の周波数成分を減衰させます。
☞ 電源周波数の設定 → 「3.2.3 電源周波数の設定」、参照。
ただし、測定したい信号がこれらの周波数に近いと、信号も減衰してしまいます。また、位相がずれます。

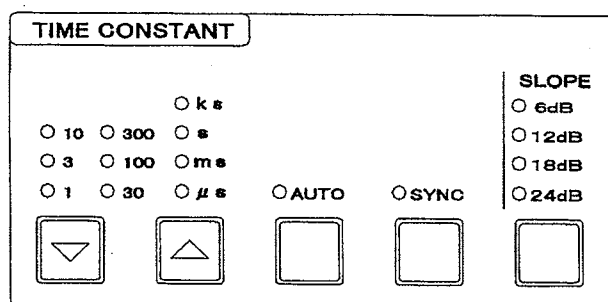
● 電源周波数以外の雑音が大きいとき

時定数（TIME CONSTANT）と減衰傾度（SLOPE）を大きくして、等価雑音帯域幅を小さくします。

もしSLOPEが小さかったら、SLOPEキーで大きくしてください。

すでに24dB/octであれば、TIME CONSTANT キーで時定数を大きくします。


以上の操作によって、ばらつきは小さくなりますが、応答は遅くなります。



なお、参照信号が不安定なとき、測定値のばらつきが大きくなります。安定で、雑音が少ない参照信号をご使用ください。

b) 応答を速くする

雑音が少なければ、X、Y、R、 θ の応答を速くできます。

TIME CONSTANTのキーで時定数を小さくしてください。

以上の操作により応答は速くなりますが、測定値のばらつきは大きくなります。

なお、同じ雑音除去性能（等価雑音帯域幅）で比較すると、減衰傾度を大きくして時定数を小さくした方が応答が速くなります。

c) リプルを減らす

雑音が少ないからといって、時定数をあまり小さくすると（特にSLOPEが小さいとき）、測定値に測定信号周波数およびその2倍の周波数のリプルが残ります。このようなとき、SYNCキーを押してランプを点灯させると、リプルを抑えられます。ただし、周波数が高いと効果が少なくなります。

3.4.9 小さな変化を見る (信号の大きさ)

X、Y、Rの小さな変化を見たいときや、信号の漏れ込みをキャンセルしたいときは、XとYの測定値から一定量を差し引いて表示できます。さらに、X、Y、Rについては、差し引いた結果を拡大して、見かけの感度や分解能を上げることができます。

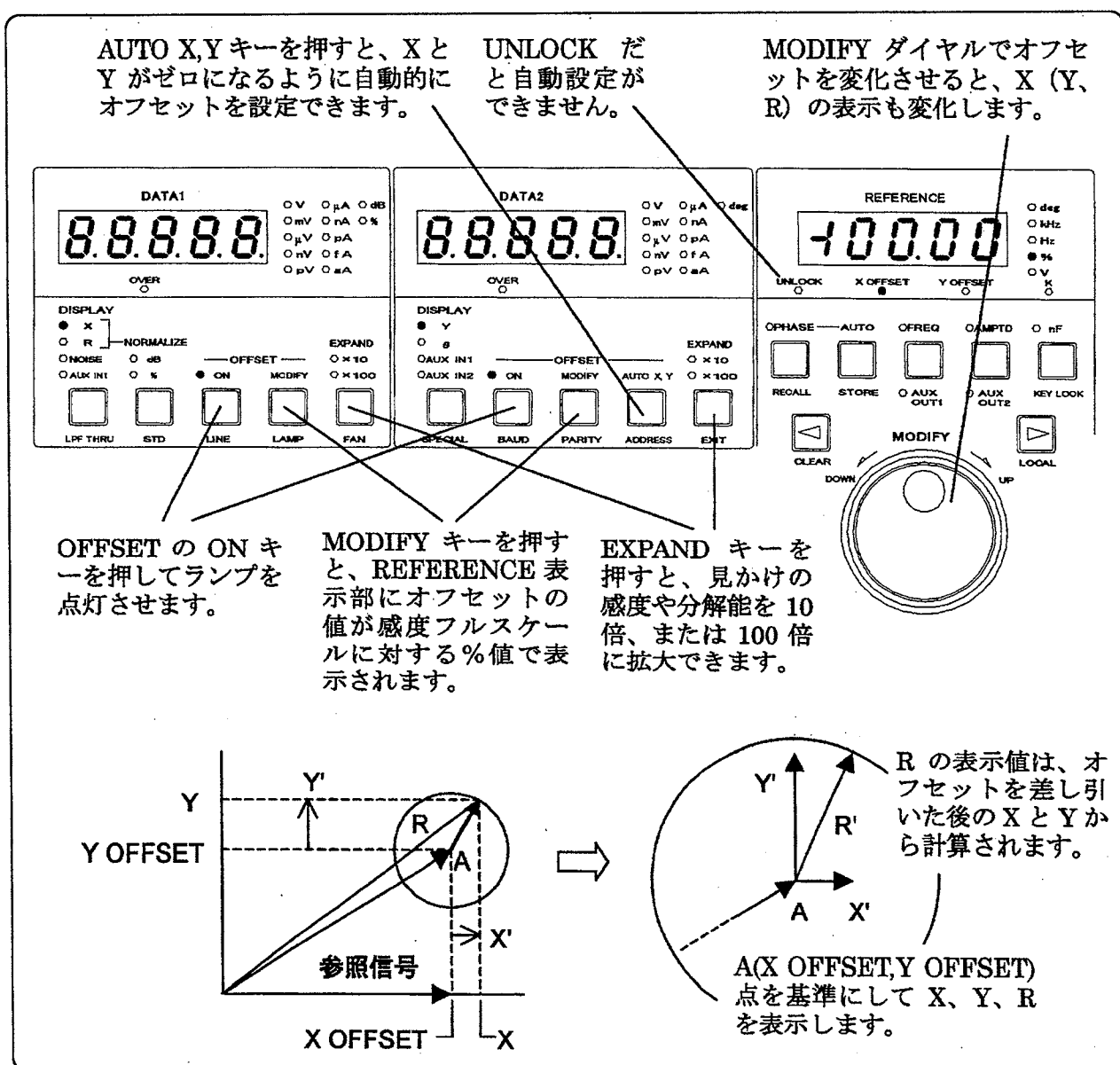


図3-9 オフセットと拡大 (EXPAND)

3.4.10 小さな変化を見る（位相）

位相の小さな変化を見たいときは、参照信号に対して位相オフセットを与えます。

位相の表示分解能は 0.01° です。これ以上の分解能が欲しいときは、Yがほぼゼロになるように位相オフセットを与えて、Yの値をEXPANDキーで拡大して読みます。

信号の大きさRとYから、新しい基準位相(0°)で見た位相測定値は $\sin^{-1}(Y/R)$ で求めることができます。

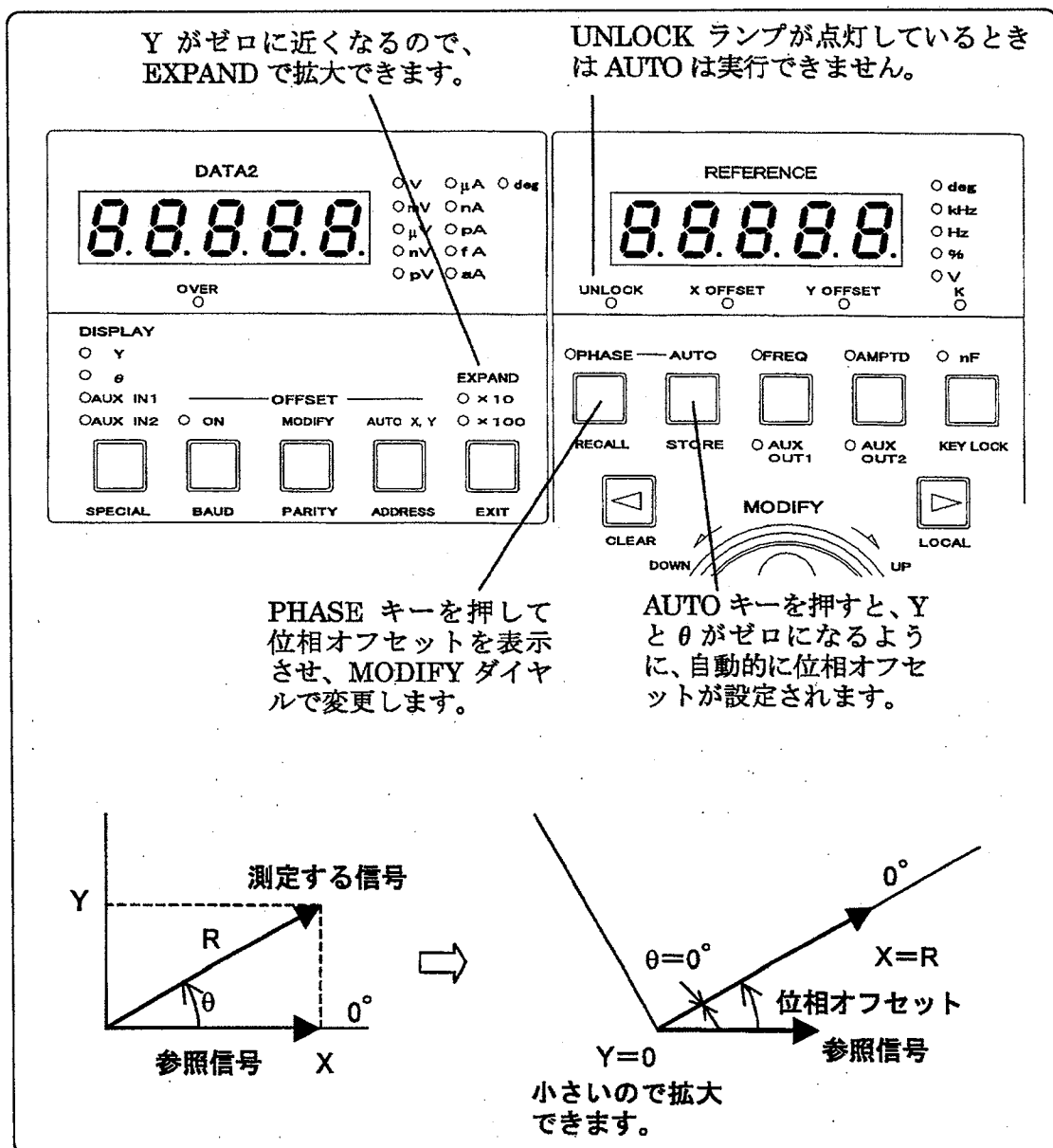


図 3-10 位相オフセットと位相分解能の向上

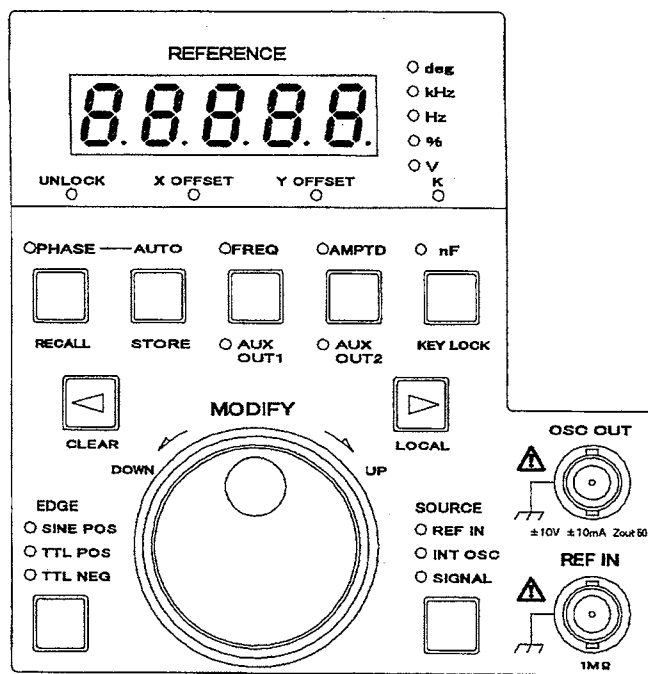
4. 詳細な説明と応用操作

4.1	参照信号系の操作	4 - 2
4.2	測定信号系の操作	4 - 10
4.3	電源周波数雑音除去フィルタの操作	4 - 18
4.4	アンチエイリアシングフィルタの操作	4 - 19
4.5	ダイナミックリザーブの操作	4 - 20
4.6	感度の操作 (SENSITIVITY)	4 - 23
4.7	時定数の操作および関連事項 (TIME CONSTANT)	4 - 25
4.8	測定パラメタの選択と関連操作	4 - 29
4.9	レシオ表示	4 - 33
4.10	雑音密度の測定 (NOISE)	4 - 34
4.11	直流電圧の測定 (補助入力AUX IN1/AUX IN2)	4 - 37
4.12	直流電圧の出力 (補助出力AUX OUT1/AUX OUT2)	4 - 38
4.13	モニタ出力	4 - 39
4.14	設定メモリの操作 (RECALL/STORE)	4 - 40
4.15	パネル操作の禁止 (KEY LOCK)	4 - 41
4.16	ランプおよび冷却ファンのオン/オフ	4 - 42

4.1 参照信号系の操作

LI5640 は、周波数と位相の基準として、参照信号を必要とします。

4.1.1 参照信号の設定（概要）



PHASE (— AUTO)

位相オフセットを表示させます。Yがゼロになるように参照信号の位相を回転すると、信号の大きさをXで読みとれます。AUTOキーで自動的行うこともできます。

FREQ

周波数を表示させます。内部発振器INT OSCを選べると、周波数を0.5mHz～105kHzの範囲で設定できます。

AMPTD

OSC OUTの振幅を表示させます。振幅を0～5Vrmsの範囲で設定できます。

nF

高調波の次数を表示させます。次数を1（基本波）～19999の範囲で設定できます。ただし、高調波も105kHzまでです。

OSC OUT

内部発振器からの正弦波が得られます。SOURCEをINT OSCに設定してください。背面パネルのREF OUTからはTTLレベルの方形波が得られます。

REF IN

外部参照信号を入力します。SOURCEをREF INに設定してください。0.3～30Vp-pの正弦波（または方形波）、およびTTLレベルの方形波に適合します。

SOURCE

外部参照信号を使うときはREF INを選択。内部発振器を使うときはINT OSCを選択。参照信号なしでSIGNAL INPUTに同期させるときはSIGNALを選びます。

EDGE

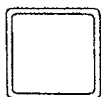
REF INを使うときに選びます。平均値を横切る点を位相の基準にする正弦波または方形波ならSINE POSにします。TTLレベルの方形波ならTTL POS（上昇エッジ）かTTL NEG（降下エッジ）を選びます。

4.1.2 参照信号源の選択 (SOURCE)

LI5640 では3種類の参照信号を使えます。SOURCEキーで選択してください。

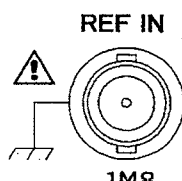
SOURCE

- ☐ REF IN
- ☐ INT OSC
- ☐ SIGNAL



- 外部参照信号 (REF IN)
外部から参照信号を入力します。
☞ 「4.1.3 外部参照信号 (REF IN)」、参照。
- 内部発振器 (INT OSC)
指定した周波数および振幅を持つ参照信号をLI5640が発生します。
- 測定信号 (SIGNAL)
測定信号に同期した参照信号を内部で作ります。

4.1.3 外部参照信号 (REF IN)



別に用意した信号発生器から、REF INコネクタに参照信号を入力します。

入力インピーダンス 約1MΩ
非破壊最大入力電圧 ±40V
信号グラウンド 筐体に接続

EDGE

- ☐ SINE POS
- ☐ TTL POS
- ☐ TTL NEG

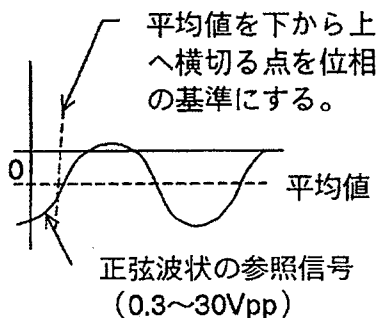


外部参照信号を使うときは、EDGEキーにより波形と位相の基準点を指定してください。

内部発振器または測定信号を参照信号として使う場合は、REF INとEDGEキーによる選択は無効です。

なお、参照信号に雑音や時間的な揺らぎが含まれていると、位相雑音が増加します。

4.1 参照信号系の操作



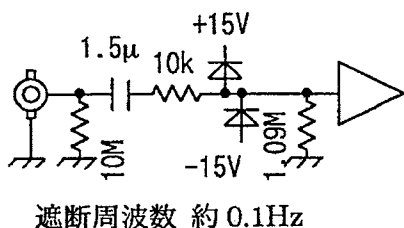
• SINE POS

SINE POSは、参照信号が正弦波や方形波のように1周期に2回だけ平均値をよぎる波形のとき用います。

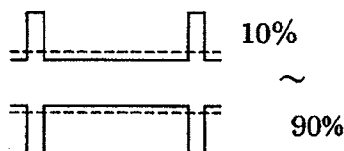
入力電圧範囲 0.3~30Vp-p

(一般の波形では、平均値 $\pm 15V$)

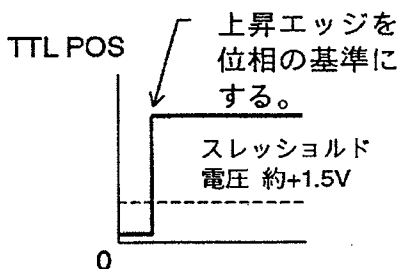
この範囲を超えると、保護回路が働いて入力インピーダンスが低下します。雑音が大きいと、1周期に2回を超えて平均値を通過するため、正しく同期できないことがあります。



SINE POSでは、AC結合回路により直流成分に関わらず動作します。ただし、周波数がおよそ1Hz以下になると信号の減衰や位相誤差が目立ちます。このため、SINE POSはおよそ1Hz以上のとき使用してください。これより低い周波数では、正弦波ではなく、振幅が大きい方形波が適しています。



方形波のときは、デューティファクタ (1周期に占める高レベルの比率) が10~90%の範囲で使用してください。振幅が小さいときや周波数が低いときは、誤動作を避けるために、デューティファクタをほぼ50%で使用してください。



• TTL POS/TTL NEG

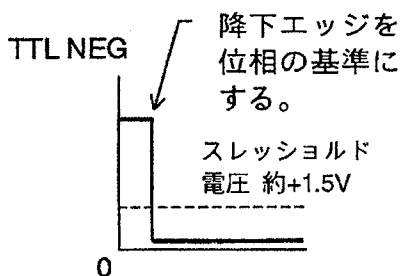
参照信号がTTLレベルの方形波のとき使用します。

周波数がおよそ0.1Hz以下の参照信号としては、TTLレベルの方形波が適しています。

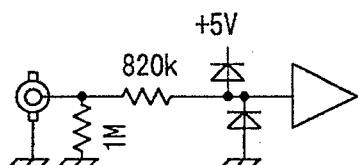
信号レベル 0~5V

パルス幅 20ns以上

(高レベル、低レベル共)



雑音による誤動作を避けるために、高低レベル間の遷移時間は1μs以下にしてください。ただし、非常に高速に遷移する方形波では波形が乱れて誤動作することがあります。このようなときは、参照信号源側に直列に50Ω程度の抵抗器を接続してください。



0~5Vの範囲を超えると、保護回路が働いて入力インピーダンスがやや低下します。

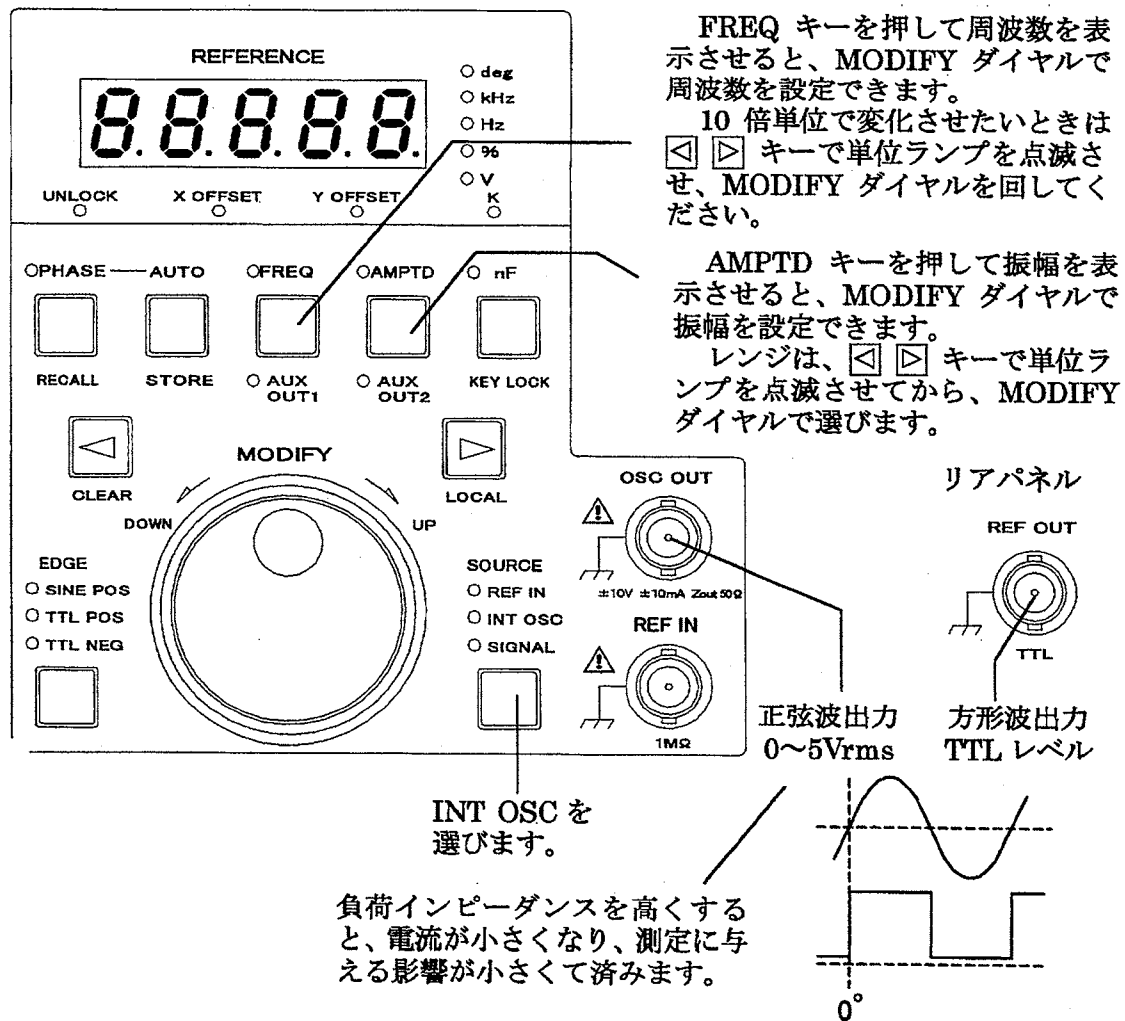
外部参照信号を用いたときは、それに同期した (参照信号と同じ周波数を持った) 正弦波がOSC OUTコネクタから得られます。振幅は内部発振器を用いたときと同様に設定できます。また、TTLレベルの方形波が背面パネルのREF OUTコネクタから得られます。

4.1.4 内部発振器 (INT OSC)

LI5640 で参照信号 (正弦波およびTTLレベル方形波) を発生させることができます。

[主な仕様]

発振周波数	0.0005Hz~105.00kHz (最大 19999)
出力電圧	0.0500Vrms、0.500Vrms、5.00Vrmsの3レンジ (最大 500) およそ102kHzを超えると急激に振幅が低下します。
最大出力電流	±10mA
出力インピーダンス	50Ω ±3%



△ご注意

外部から出力コネクタに電圧を加えないでください。内部回路が破損します。

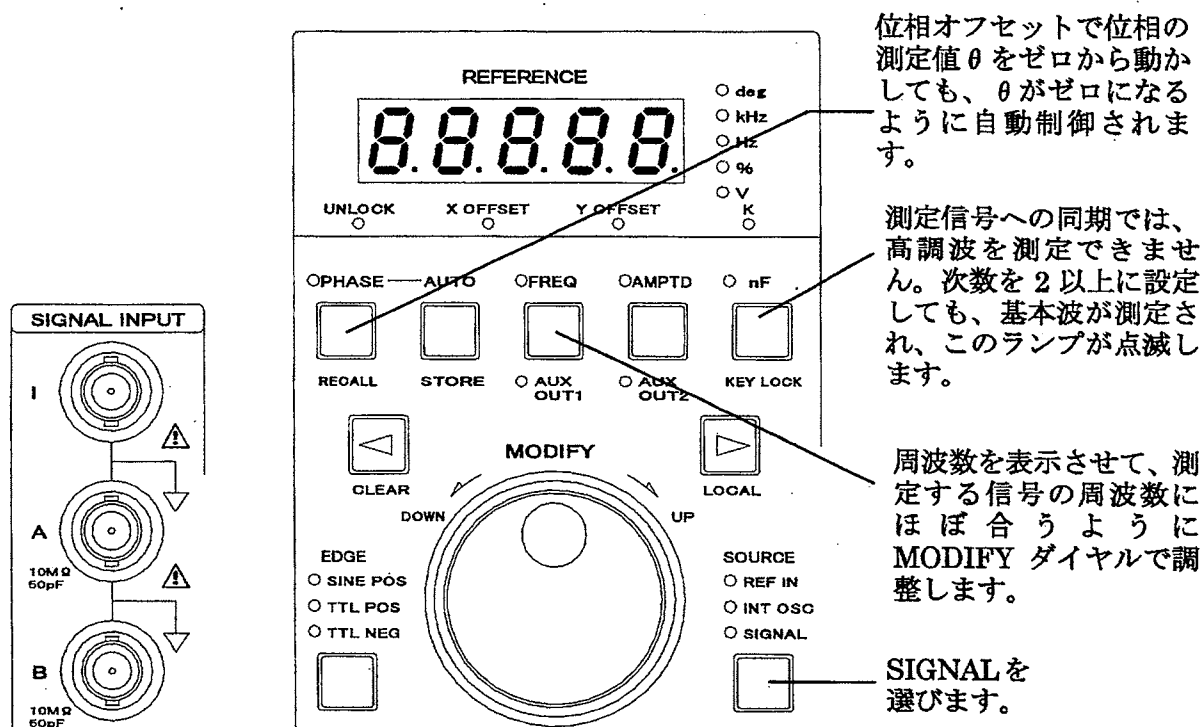
OSC OUTの最大出力電流は±10mAです。50Ωの負荷は接続できません。

REF OUTからグラウンドまたは+5Vへの負荷は500Ω以上にしてください。

4.1.5 測定信号への同期 (SIGNAL)

LI5640 では、独立した参照信号がなくても、SIGNAL INPUTのI、A、Bコネクタに入力した測定信号そのものに同期して測定できます。

ただし、信号の周波数や大きさ、雑音の程度は、ある程度分かっている必要があります。測定信号に同調するときは、位相の測定値 (θ) がゼロになるように、LI5640 が内部発振器を制御します。このため、独立した参照信号を与えれば信号を測定できる設定に、予め設定しておく必要があります。



a) 操作手順

- 1) 信号の周波数と雑音量から、時定数を設定する。
よく分からないときは、信号周期の3～10倍程度に設定する。
(最初は小さめにして同調点を探し、同調点が見つかったら大きめにすると早い。)
同期フィルタ (SYNC) は使わないでください。
- 2) 信号と雑音の大きさを考慮して、ダイナミックリザーブと感度を設定する。
よく分からないときは、下記のように設定する。
感 度 : 予測される最大の信号が測定できる感度
ダイナミックリザーブ : MEDIUM
OVERランプが点灯するようなら、HIGH
- 3) 測定信号とほぼ等しくなるように周波数を調整する。
周波数を測定信号に近づけると、自動的に周波数が引き込まれ、位相 θ がゼロに近づいていき、同期します。

b) 時定数の設定

安定に動作させるためには、時定数が下記の条件を満たす必要があります。

時定数 $\geq 1 / (c \times \text{周波数})$ c はSLOPE 6/12/18/24(dB/oct)に対して各々1/2/3/4とする。

時定数 $\geq 100 \mu s$

雑音が大きいときや、信号が小さいときは、雑音や残留リプルが十分に除去できる時定数を設定してください。

同期フィルタ (SYNC) は使わないでください。

c) 引き込み範囲

現在の周波数 (FREQ) に対して、目的とする信号の周波数がおおよそ下記の範囲に入ると周波数が引き込まれます。この範囲まで手動で調整してください。

表 4 - 1 測定信号の引き込み範囲

FREQ < 16kHz	FREQ/2
16kHz \leq FREQ < 32kHz	FREQ/4
32kHz \leq FREQ < 64kHz	FREQ/8
64kHz \leq FREQ	FREQ/16

d) 周波数変化率の制限

測定する信号の周波数が、おおよそ下記の変化率を超えて変動すると追従できません。

$1 / \{1280 \times (c \times \text{時定数})^2\} \text{ Hz/s}$

c はSLOPE 6/12/18/24 dB/octに対して各々1/2/3/4。

時定数が非常に大きいときは、水晶発振器の周波数の温度ドリフトさえ無視できません。

e) 時定数と同期に要する時間の関係

雑音が少ないとき、周波数がほぼ一致してから、位相が合って信号の大きさ R が最終値の 99% に達するのに要する整定時間は、おおよその目安として下式で求められます。

$5cT$ ただし、 T は時定数、 c はSLOPE 6/12/18/24dB/octに対して各々1/2/3/4。

f) 目的外の周波数に引き込まれてしまうときの操作

下記の二つの条件を満たすと、別の信号に引き込まれ、周波数を調整できないことがあります。

- 時定数が小さい。
- 同調できる周波数を持つ別の信号が存在する。

このようなときは、下記のいずれかを試してください。

- 周波数表示の点滅している桁を上位に移動して、素早く周波数を合わせる。
- 時定数を大きくする。
- まず、SOURCEをINT OSCにして周波数を目的とする信号にできるだけ合わせたのち、SOURCEをSIGNALに切り換える。

4.1.6 高調波の測定 (nF)

LI5640 を使うと、高調波、すなわち参照信号周波数の整数倍の周波数成分を測定できます。この倍数を高調波の次数と呼びます。

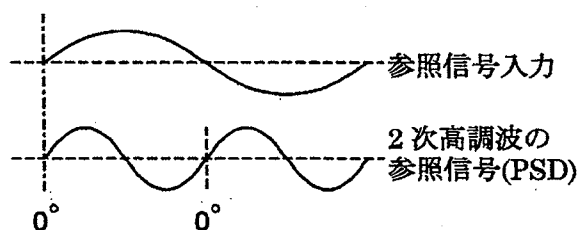
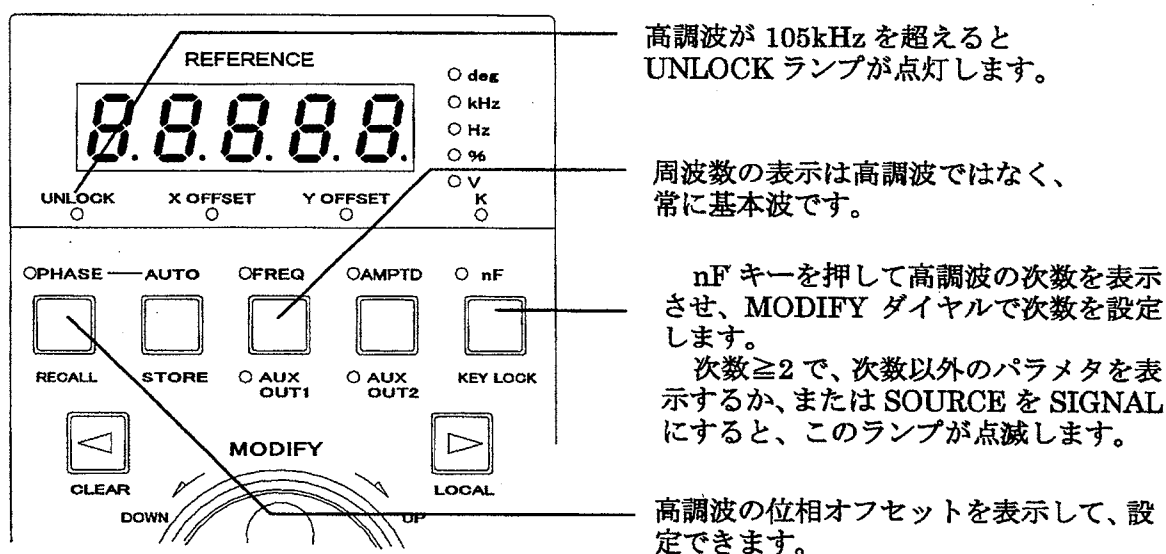
次数の範囲：1～19999。ただし、高調波の周波数 $\leq 105\text{kHz}$ 。

(次数=1は高調波ではなく基本波です)

A、B 入力の高調波ひずみ：-80dB以下 (10Hz～5kHz)、-70dB以下 (5kHz～10kHz)

ダイナミックリザーブ LOW、感度 1V、1Vrms入力時。

ダイナミックリザーブが大きいときや小さな信号では悪化します。



高調波の位相の基準 (0°) は、基本波と同じです。ただし、次数が高かったり、周波数が高くなると位相誤差が大きくなります。

[高調波を測定するときの注意事項]

SOURCEをSIGNALに設定して測定信号に同期させているときは、高調波を測定できません。 $n \geq 2$ に設定しても、基本波が測定されます。

参照信号の位相変動は、高調波に対しては次数倍されて見えます。高次高調波に対しては、参照信号や測定する信号が十分安定していないと測定できません。

多くの場合、高調波の信号レベルは基本波より小さくなります。また、次数が1だけ違う高調波が両隣にあるかもしれません。時定数はそれらを減衰させるだけの大きな値に設定する必要があります。

4.1.7 位相オフセット (PHASE)

ロックインアンプは参照信号を位相の基準にしますが、LI5640 ではこの基準にオフセットを与えることができます。

位相調整範囲 $-180.00^\circ \sim +179.99^\circ$ 、分解能 0.01°

位相オフセットの主な目的は下記のとおりです。

- 測定システムの都合に合わせて、基準位相を任意の点に調整する。
 - $\theta = 0$ ($Y = 0$) となるように調整して、Xで信号の大きさを測定する。
Rで測定する方法と比べると、雑音による測定値のばらつきを $\frac{1}{\sqrt{2}}$ にできます。
 - $\theta = 0$ ($Y = 0$) となるように調整して、Yで位相の微小変化を測定する。
YはEXPANDキーで10倍または100倍に拡大できます。
- 位相は $\sin^{-1}(Y/R)$ で計算できます。

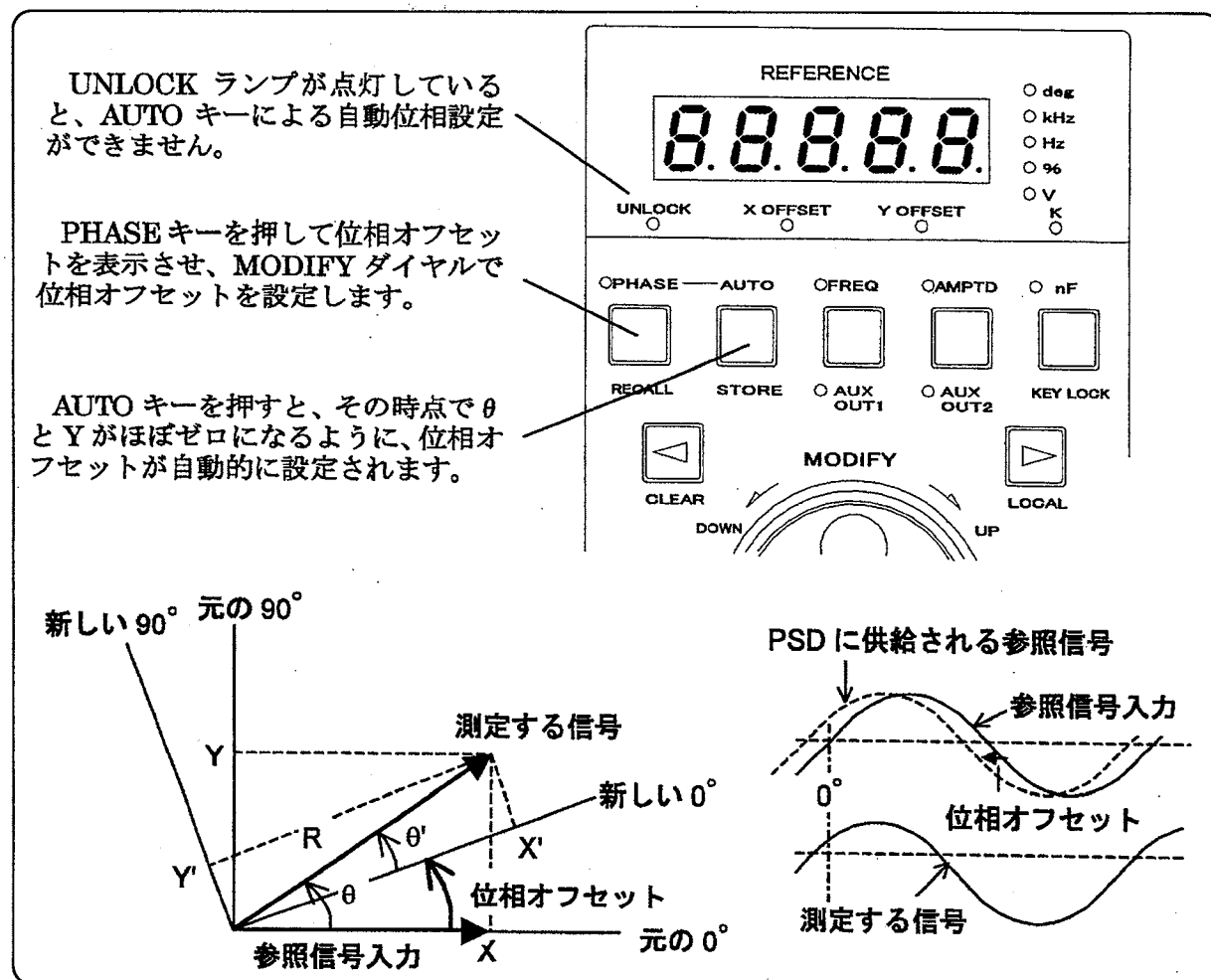
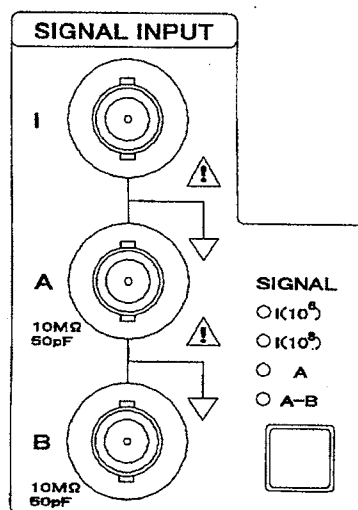


図4-1 位相オフセット

4.2 測定信号系の操作

4.2.1 測定信号の接続と設定



測定する信号はSIGNAL INPUTのI、A、Bコネクタに接続します。

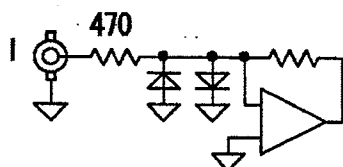
接続に合わせて、SIGNALキーでI(10^6)、I(10^8)、A、A-Bのいずれかを選択してください。

- 電 流
コネクタIに接続します。
I(10^6)、I(10^8) を選択してください。
- 電 圧
コネクタAに接続します。
Aを選択してください。
- 電圧（差動）
コネクタAとBに接続します。
A-Bを選択してください。

△ご注意

I、A、B入力の信号グラウンドとLI5640の筐体の間に±1Vを超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

4.2.2 電流入力



電流は電圧に変換して測定します。

電流入力を使うときは、信号の大きさと周波数を考慮して電流－電圧変換利得を指定してください。

- $I(10^6) : 10^6 \text{ V/A}$ ($50 \text{ fA} \sim 1 \mu\text{A}$ 、 $\sim 50 \text{ kHz}$)
- $I(10^8) : 10^8 \text{ V/A}$ ($5 \text{ fA} \sim 10 \text{ nA}$ 、 $\sim 500 \text{ Hz}$)

電流入力でCOUPLINGをACにすると、電圧に変換してから直流が除去されます。直流を含めたピーク値は下記の範囲内にしてください。

- 10^6 V/A 時： $\pm 7 \mu\text{A}$
- 10^8 V/A 時： $\pm 70 \text{ nA}$

△ご注意

$\pm 10 \text{ mA}$ 以上の電流を流すと内部回路を破損します。電流供給能力の大きな信号源を接続しないでください。電流入力を使用しないときは、コネクタIに付属の保護キャップを取り付けておいてください。

入力インピーダンスは下記の値です（いずれも 500 Hz にて）。

$< 1 \text{ k}\Omega$ (10^6 V/A 時)

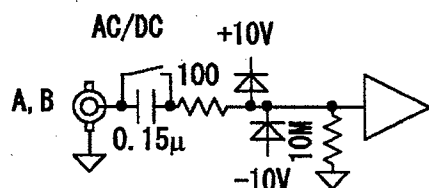
$< 20 \text{ k}\Omega$ (10^8 V/A 時)

周波数が数 100 Hz より高い領域では、周波数にほぼ比例して入力インピーダンスが高くなります。

電流入力では下記の点を考慮してください。

- 十分なシールドを施してください。
静電シールドが不完全だと、電位が変動する部分から雑音電流が流れ込みます。
- 接続ケーブルには雑音電荷の発生が少ないローノイズケーブルを使用してください。
振動があると、ケーブルやLI5640内部で雑音が発生します。
- 接続ケーブルはできるだけ短くしてください。
ケーブルが長いと、ケーブルの持つ静電容量によって、周波数特性が悪くなったり、動作が不安定になることがあります。
- 雑音の影響を受けやすいときは、別途、電流入力アンプ（当社のLI-76など）を信号源の近くに設けてください。

4.2.3 電圧入力



電圧感度

2nV~1V (信号の実効値rms)

入力インピーダンス

10MΩ ± 1.5%、並列に約50pF

最大許容入力電圧 (この範囲を超えると正常に動作しません)

DC結合時: ±7V

AC結合時: 5Vrms (正弦波) (一般の波形では平均値±7V)

これらは最良のときの値です。設定によってはこれより小さくなります。

☞ 詳細について → 「表4-2 実際のダイナミックリザーブの値」、参照。

△ご注意

AC結合時は正弦波で10Vrms、直流で±50Vを超える電圧を加えると、内部回路を破損します。DC結合時は±14Vを超えると破損します。

4.2.4 差動入力

電圧の場合、差動接続 (A-B) を使うと、信号源の接地電位とLI5640の接地電位に差があっても、影響を受けずに測定できます。A-Bでは、Bを基準にしてAを測定します。

両入力に共通に加わる雑音成分 (コモンモード雑音) の除去性能は下記のとおりです。

コモンモード除去比 (CMRR) 120dB (typ、1kHz)、100dB (min、50Hz~1kHz)。

これはAC結合、ダイナミックリザーブLOWで感度設定20mV以下、またはMEDIUMで2mV以下のときの値です。CMRRは周波数、感度 (SENS)、ダイナミックリザーブ (DR)、入力結合 (AC/DC) によって異なります。およそ「図4-2 差動接続とCMRR」のようになります。

信号グラウンド~A間、および信号グラウンド~B間の電位差は、感度やダイナミックリザーブによらず、±7V (DC結合)、または平均値±7V (AC結合) まで許容されます。

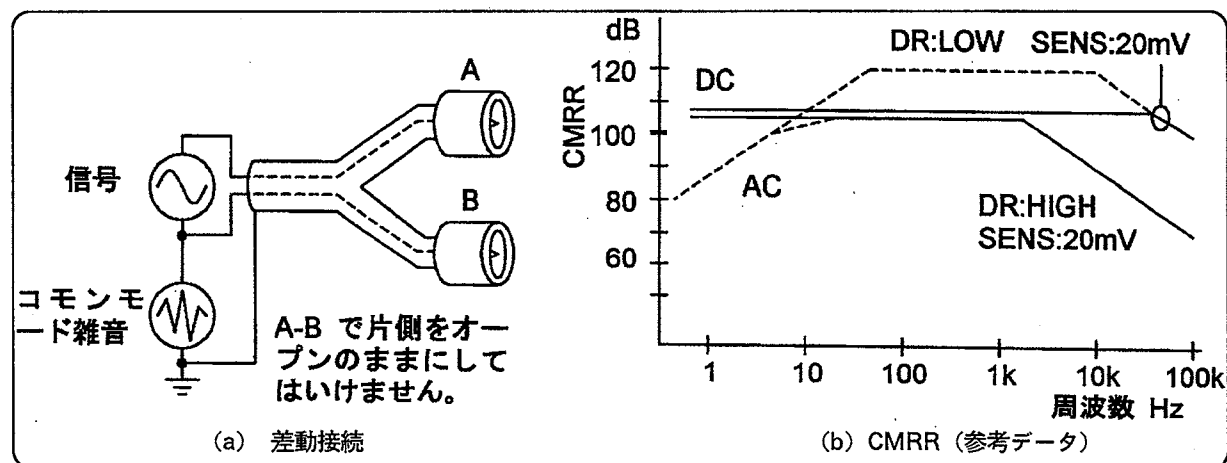
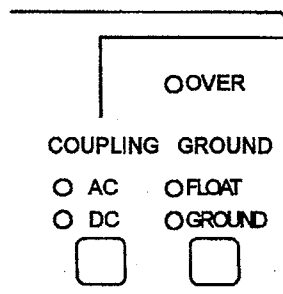


図4-2 差動接続とCMRR

4.2.5 入力結合の選択



入力結合は、周波数と入力に含まれる直流成分を考慮して選択します。

通常は、周波数がおおよそ1Hz以上ならAC（交流結合）、1Hzより低ければDC（直流結合）を使います。入力結合はAUTO SETで自動選択させることもできます。

AC（交流結合）の遮断周波数は約0.1Hzで、±50Vまでの直流を除去できます。交流結合による周波数特性は約0.1Hzまで補償されていますが、周波数が低くなるほど誤差が大きくなります。0.1Hz以下では急激に誤差が大きくなります。

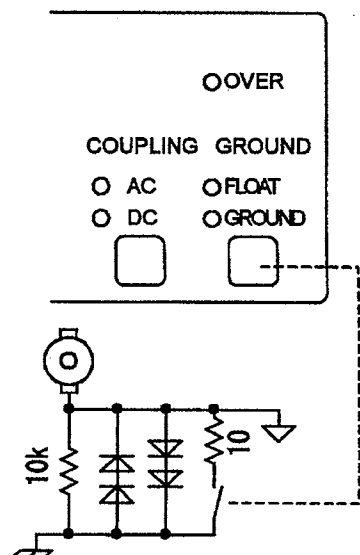
入力に含まれる直流成分が大きいときは、周波数が低くてもACを使用した方が有利なこともあります。1Hz以下でACを使うときは、測定精度を確認してからお使いください。

	利 点	欠 点
AC	入力の直流成分が大きくても、測定したい信号を大きく増幅できるので、測定精度が良い。	周波数が低くなると、 <ul style="list-style-type: none"> 測定誤差が大きくなる。 CMRRが低下する。 値が落ち着くのに時間がかかる。
DC	周波数が低くても振幅や位相の測定誤差が小さい。 信号が変化したとき、交流結合による過渡応答がないので、応答が速い。	入力の直流成分が大きいと、 <ul style="list-style-type: none"> 増幅できないので、測定誤差が大きくなる。 出力に信号周波数のリプルが残りやすい（同期フィルタで低減可能）。

電流入力でACを選ぶと、電圧に変換してから直流が除去されます。直流を含めたピーク値は下記の範囲内にしてください。

- $10^6 \text{ V/A時} : \pm 7 \mu \text{ A}$
- $10^8 \text{ V/A時} : \pm 70 \text{ nA}$

4.2.6 グラウンドの選択



通常、信号源が接地されているときはFLOATを、信号源が接地されていないときは、GROUNDを選びます。

信号源とLI5640入力の両方を接地すると、グラウンドループが形成されて雑音電流が流れ、測定に影響することがあります。グラウンドラインに雑音電流が流れると、グラウンドラインに雑音電圧が発生します。

信号源が接地されていないときは、GROUNDを選択して入力の信号グラウンドをLI5640の筐体と接続することで電位を安定に保ちます。両方をフローティングにすると、対地インピーダンスが高くなるので、近くにある雑音源との静電結合などで信号グラウンドの対地（対筐体）電位が変動します。

グラウンド電位の変動は、コモンモード除去比と似た特性のアイソレーションモード除去比で、信号の測定に影響を与えます。

信号源とLI5640入力のどちらかを接地するにしても、両接地間の電位差が変動すれば、微小信号の測定にある程度の影響を与えます。できるだけ接地電位に差がないように配慮してください。

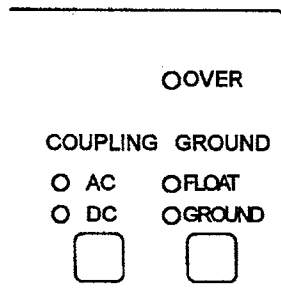
環境の雑音が大きいときは、下記の対策も考慮してください。

- 電圧信号の場合、差動接続（A-B）を用いる。
- 参照信号系のグラウンドが、測定する信号源のグラウンドと共通の場合、参照信号入力に信号絶縁用のトランスを設ける。

/// △ご注意 ///

I、A、B入力の信号グラウンドとLI5640の筐体の間に±1Vを超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

4.2.7 OVERランプ点灯時の対応



SIGNAL INPUTのOVERランプは、電圧入力 of 初段増幅器、または電流入力時の電流－電圧変換器が過大入力で飽和したときに点灯します。

このOVERランプが点灯したときは、下記の操作でOVERランプを消灯させてください。

- ダイナミックリザーブを大きくする (LOW → MEDIUM → HIGH)
初段増幅器の利得を下げます。
- 感度設定を大きくする (1mV → 2mV →)
感度設定が2mV以上のときは、最大許容入力電圧を大きくすることができます。
電流入力で測定しているときは、感度設定を大きくするほかに、電流－電圧変換利得を小さくします ($10^8 \rightarrow 10^6$)。
測定値がフルスケールの $\frac{1}{10}$ 以下になっても、EXPANDキーで拡大できます。
- 信号入力をAC結合にする (COUPLING DC → AC)
入力の直流分が増幅されてオーバレベルになるのを防ぎます。
直流で完全に飽和すると、信号はほぼゼロに見えます。

感度設定もダイナミックリザーブも最大にしているのに (1Vまたは1μA、HIGH)、SIGNAL INPUTのOVERランプが点灯するときは、入力信号 (または雑音) が大き過ぎます。LI5640では測定できませんので、入力信号を小さくしてください。

4.2.8 プリアンプの接続

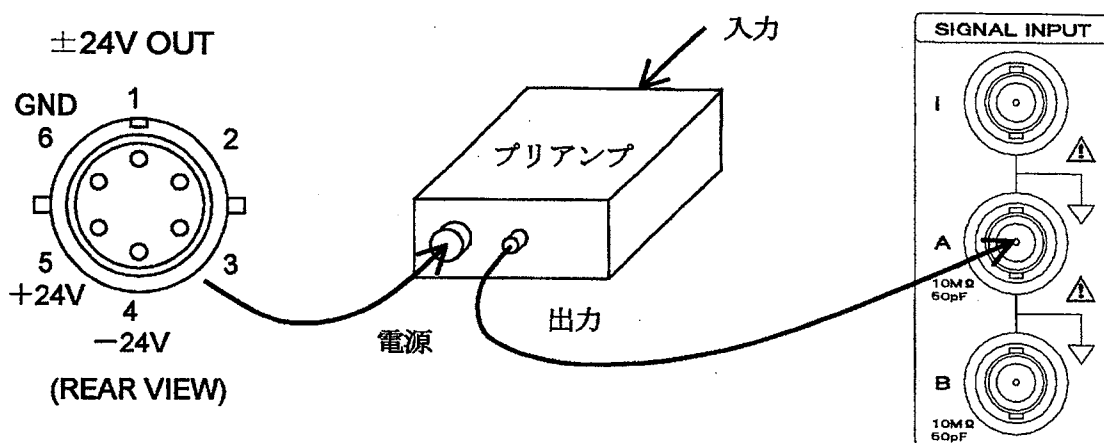
LI5640 自身の雑音が問題になるときは、より雑音の少ないプリアンプを使用します。

信号源とLI5640が距離的に離れているときは、信号源の近くで信号を増幅してから、LI5640に信号を送った方が、周辺から雑音の影響を受けにくくなります。

当社製プリアンプとしては、「LI-75A 低雑音プリアンプ」や「LI-76 電流入力プリアンプ」があります。専用の「PS-70A 直流電源」も用意されていますが、LI5640は、当社製のプリアンプに電源を供給できます。各プリアンプの附属ケーブルで接続してください。

出力電圧 $\pm 24\text{V}(\text{DC})$

出力電流 $\pm 50\text{mA}(\text{max})$



△ご注意

$\pm 24\text{V OUT}$ の電源グラウンドはI、A、B入力の信号グラウンドと接続されています。これらとLI5640の筐体の間に $\pm 1\text{V}$ を超える電圧を加えると、大きな電流が流れて内部回路を破損します。

$\pm 24\text{V}$ の各電源端子に外部から電圧を加えないでください。

4.2.9 入力トランスの使用

雑音が問題になるときは、入力トランスの使用も考慮してください。

入力トランスは下記のように使うと効果があります。

- 信号源抵抗が小さいとき、ノイズフィギュアを改善する。
- 信号源の接地とロックインアンプの信号グラウンドを絶縁する。

入力トランスとしては、ロックインアンプ用に設計された当社製のLI-771/772が適しています。

一般に、信号源抵抗が小さいとノイズフィギュアが大きくなります。このようなとき、適切な入力トランスで昇圧すると、ロックインアンプからみた信号源抵抗が大きくなり、ノイズフィギュアが小さくなります。つまり信号対雑音比 (S/N) を改善できます。

【ノイズフィギュア】

増幅器や測定器は内部で雑音を発生するので、それらを使うと必ずS/Nが悪くなります。ノイズフィギュア (NF) はS/Nが劣化する度合いを表します。NFが小さくてゼロに近いほど雑音特性が良いことを表します。NFは周波数と信号源抵抗によって異なり、LI5640ではおよそ下記のようになります。

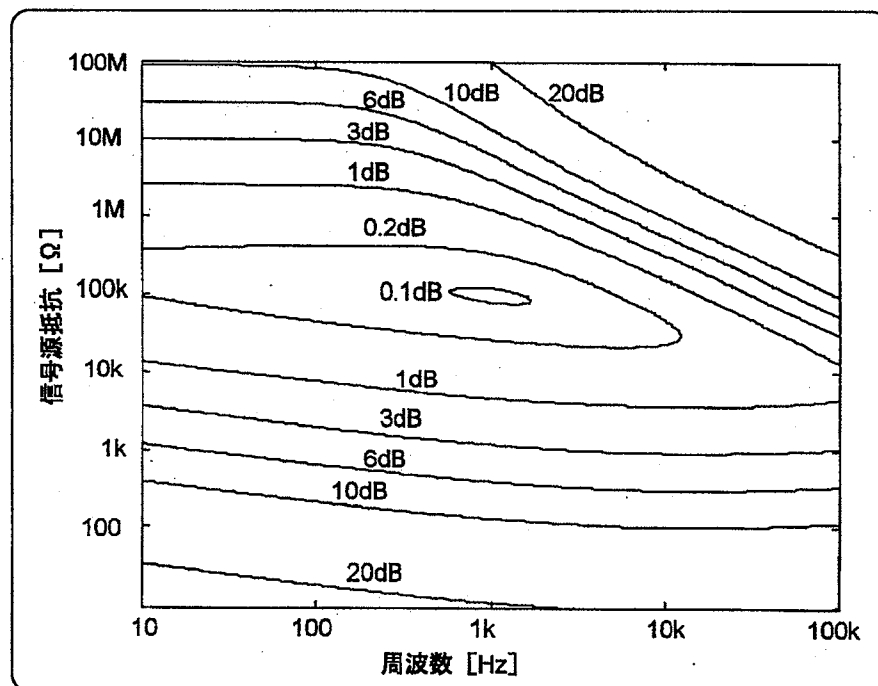
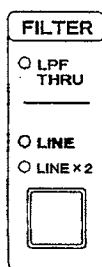


図4-3 ノイズフィギュア (参考値)

4.3 電源周波数雑音除去フィルタの操作



実際に測定を行うときは、信号に商用電源周波数やその整数倍の周波数を持つ雑音、いわゆるハムが混入することがあります。電源周波数と等しいか、またはその2倍の周波数を持つ雑音は、電源周波数雑音除去フィルタで $\frac{1}{10}$ 以下に減衰させることができます。

FILTERキーを押して、LINEまたはLINE×2ランプを点灯させると、それぞれ電源周波数またはその2倍の周波数を中心周波数とするノッチフィルタが有効になります。LINEとLINE×2を同時に使うこともできます。

測定する周波数が電源周波数やその整数倍の周波数と十分に離れていれば、位相検波後の帯域制限フィルタでハムを取り除くことができます。しかし、ハム以外の雑音が少ないときは、その分ダイナミックリザーブを必要とします。電源周波数雑音除去フィルタでハムを減衰させると、その分だけ帯域制限フィルタの時定数 (TIME CONSTANT) や減衰傾度 (SLOPE) が小さくて済むので、測定時間を短くできます。また、十分に増幅できるので、入力換算雑音の影響が小さくなり、精度を保ちやすくなります。

なお、測定する信号の周波数がノッチフィルタの中心周波数に近いと、かえって振幅や位相の測定誤差が大きくなります。このようなときは、電源周波数雑音除去フィルタを使わずに、時定数を大きくしてください。フィルタの特性はおよそ中心周波数±10%より外側ではある程度補正されますが、それ以上中心周波数に近づくと、急激に誤差が大きくなります。

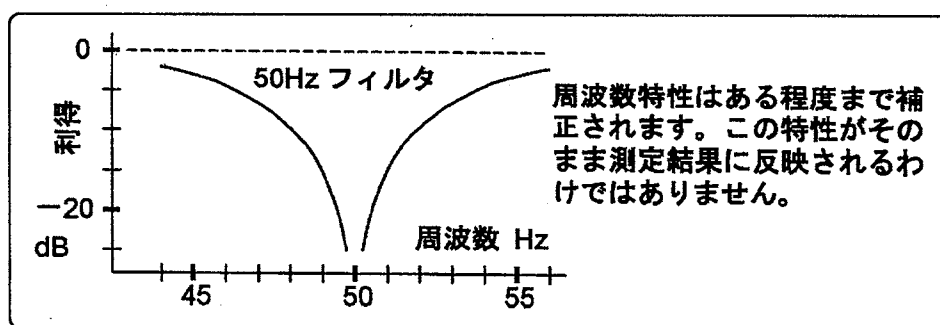


図4-4 電源周波数雑音除去フィルタの特性 (参考値)

電源周波数としては50Hzと60Hzに対応できますが、指定する必要があります。下記の場合は、必ず実際の電源周波数に設定してください。

- ご購入直後
- 電源周波数の異なる場所に移動したとき
- 工場出荷時の設定に戻したとき

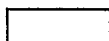
DATA1 OFFSET SHIFT+LINEキーを押して電源周波数を表示させると、MODIFYダイヤルにより50 (Hz) か60 (Hz) を選択できます。SHIFT+EXITキーを押すと元の表示に戻れます。

○ ON



LINE

DATA1



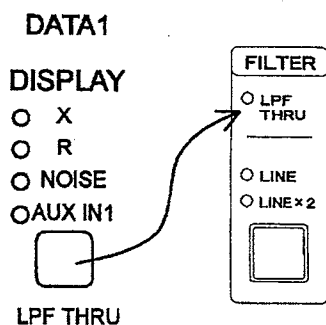
DATA2



REFERENCE



4.4 アンチエイリアシングフィルタの操作



LI5640 では、A/D変換器の前に設けられたアンチエイリアシングフィルタを無効にして使わないことができます。これには下記の二つの効果があります。

- 高速に変化する信号を捉えやすくなる
- 高い周波数で位相の温度ドリフトが半減する

SHIFT+LPF THRUキーを押して、LPF THRUランプを点灯させると、アンチエイリアシングフィルタが無効になります。

LI5640では、測定する信号がデジタルデータに変換されます。このとき、サンプリング周波数の $\frac{1}{2}$ より高い周波数成分は、すべて帯域内に折り返します。この折り返した成分は後で取り除くことができません。この問題を避けるために、A/D変換器の前に急峻な遮断特性をもつアンチエイリアシングフィルタが設けられています。しかし、このフィルタの遅延時間や整定時間は大きいため、高速に変化する信号を捉えることが難しくなります。

雑音十分に小さければ、時定数を小さく設定することで、100 μ s程度までの応答が観測できます。このとき、アンチエイリアシングフィルタを使わないことで、多少の高速化が図れます。

ただし、アンチエイリアシングフィルタを使わないと、高い周波数を持つ雑音が信号帯域内に折り返してくるため、雑音が大きくなります。雑音が十分に小さいときだけ、アンチエイリアシングフィルタを使わないで測定できます。

特に必要でなければ、必ずLPF THRUランプを消灯させておいてください。

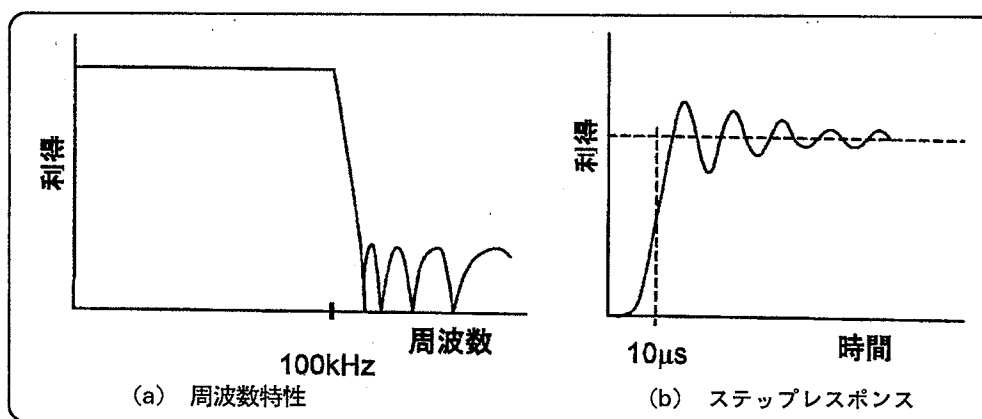
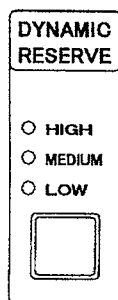


図4-5 アンチエイリアシングフィルタ

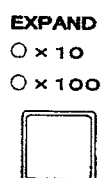
4.5 ダイナミックリザーブの操作

ダイナミックリザーブは雑音に対する余裕度を表す数値です。感度フルスケールに対して、どれだけ大きな雑音があっても、雑音で飽和しないかを示します。

LI5640では、100dB以上のダイナミックリザーブが得られます。位相検波から後の処理をすべてデジタル演算で行っているので、アナログ方式のように直流オフセットやそのドリフトでダイナミックリザーブが制限されることがありません。



LI5640では、ダイナミックリザーブをLOW/MEDIUM/HIGHの3とおりに切り換えることができます。感度を決めたときは、その感度で、OVERランプが点灯しない最小のダイナミックリザーブに設定してください。ダイナミックリザーブを大きくし過ぎると、測定誤差が大きくなります。なお、SENSITIVITYのAUTOキーで、ダイナミックリザーブも同時に自動設定できます。



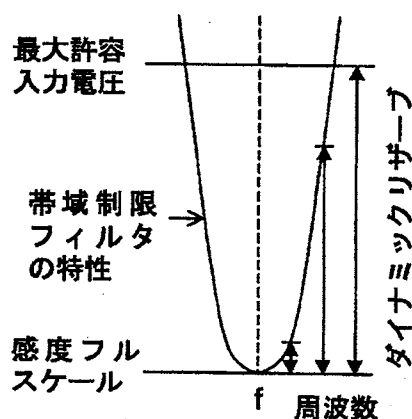
EXPANDキーによる表示の拡大は、感度を上げて、ダイナミックリザーブを大きくするのと同じ働きがあります。実質的に×10では20dB、×100では40dBだけ見かけのダイナミックリザーブが大きくなります。

時定数を十分大きくしたとき実際に得られるダイナミックリザーブは、DYNAMIC RESERVEとSENSITIVITYの設定によって決まります。

☞ 「表4-2 実際のダイナミックリザーブの値」、参照。

特定の雑音に対しては、その周波数分布、時定数と減衰傾度の設定によって異なる値になります。詳しくは、下記の説明をお読みください。

a) 特定の周波数をもつ雑音に対するダイナミックリザーブ

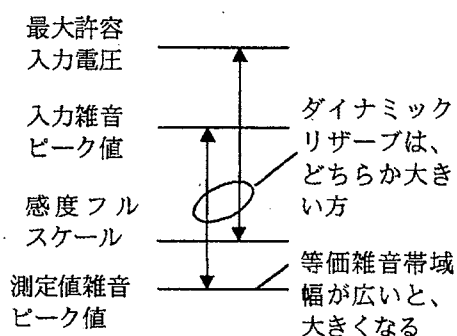


LI5640は等価的に幅の狭い帯域通過フィルタとして働きます。したがって、実際に得られるダイナミックリザーブは、測定する信号と雑音との周波数差によって異なります。

信号と同じ周波数の雑音に対しては、ダイナミックリザーブが0dBになります。

帯域制限フィルタの帯域幅と比較して、信号と雑音の周波数が十分に離れていれば、ダイナミックリザーブは感度と最大許容入力電圧（正弦波の実効値）の比になります。この値は「表4-2 実際のダイナミックリザーブの値」に示しています。

b) 広帯域雑音に対するダイナミックリザーブ



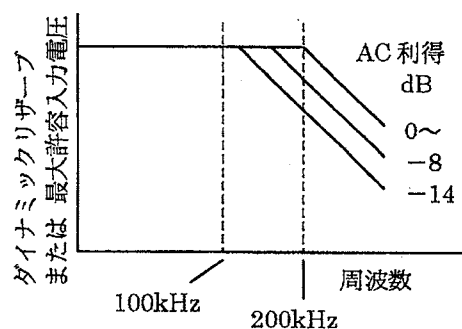
測定値に含まれる雑音の実効値は、

$$\text{雑音密度} \times \sqrt{\text{等価雑音帯域幅}}$$

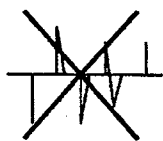
になります。ピーク値はこの数倍から10倍程度です。測定値に含まれる雑音のピーク値が、感度フルスケールになるときの、入力雑音のピーク値と感度との比がダイナミックリザーブになります。一般には、入力に含まれる雑音の周波数分布は様々なので、ダイナミックリザーブを簡単に求めることはできません。

等価雑音帯域幅を十分に狭くできれば、ダイナミックリザーブは感度と最大許容入力電圧（ピーク値）の比になります。等価雑音帯域幅を十分に狭くできないときは、ダイナミックリザーブが小さくなります。

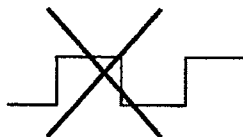
c) 周波数の高い雑音に対するダイナミックリザーブ



周波数がおおよそ100kHz～200kHzを超えると、最大許容入力電圧（正弦波の実効値）が周波数に反比例して低下します。このような周波数領域ではダイナミックリザーブも小さくなります。



パルス状の雑音は高い周波数成分を多く含みます。このため、パルス性雑音に対するダイナミックリザーブは低下します。ひずみや測定誤差を発生する原因になりますので、急峻で大きなパルス性雑音を与えないでください。



なお、方形波信号も高い周波数成分を含みます。エッジの変化が急峻なときは、適切な低域通過フィルタを通してから、LI5640の測定信号入力に接続することが必要です。

4.5 ダイナミックリザーブの操作

表4-2 実際のダイナミックリザーブの値（参考値）

DR：ダイナミックリザーブ

ダイナミックリザーブ			LOW		MEDIUM		HIGH	
感 度			AC利得	実DR	AC利得	実DR	AC利得	実DR
I (10 ⁶)	I (10 ⁸)	A、A-B	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1 μ A	10nA	1V	0	0	-8	8	-14	14
500nA	5nA	500mV	6	0	-8	14	-8	14
200nA	2nA	200mV	12	2	0	14	0	14
100nA	1nA	100mV	18	2	6	14	0	20
50nA	500pA	50mV	24	2	6	20	0	26
20nA	200pA	20mV	30	4	12	22	0	34
10nA	100pA	10mV	36	4	12	28	0	40
5nA	50pA	5mV	42	4	18	28	0	46
2nA	20pA	2mV	48	6	22	32	0	54
1nA	10pA	1mV	48	12	22	38	0	60
500pA	5pA	500 μ V	48	18	22	44	0	66
200pA	2pA	200 μ V	48	26	22	52	0	74
100pA	1pA	100 μ V	48	32	22	58	0	80
50pA	500fA	50 μ V	48	38	22	64	0	86
20pA	200fA	20 μ V	48	46	22	72	0	94
10pA	100fA	10 μ V	48	52	22	78	0	100
5pA	50fA	5 μ V	48	58	22	84	0	106
2pA	20fA	2 μ V	48	66	22	92	0	114
1pA	10fA	1 μ V	48	72	22	98	0	120
500fA	5fA	500nV	48	78	22	104	0	126
200fA	—	200nV	48	86	22	112	0	134
100fA	—	100nV	48	92	22	118	0	140
50fA	—	50nV	48	98	22	124	0	146
—	—	20nV	48	106	22	132	0	154
—	—	10nV	48	112	22	138	0	160
—	—	5nV	48	118	22	144	0	166
—	—	2nV	48	126	22	152	0	174

AC利得：位相検波器PSDより前の利得。

実DR：ダイナミックリザーブの値。PSD後のDC利得に等しい。

dBとリニア倍率の関係：0dB→1倍、6dB→2倍、10dB→3倍、12dB→4倍、14dB→5倍、18dB→8倍、20dB→10倍
この表に記載されているダイナミックリザーブは、感度と最大許容入力電圧（または電流）の比です。言い換えると、最良の条件で得られる値です。

正弦波を仮定したときの、実際の最大許容入力電圧（電流）は、感度フルスケールを上表にある実DR（=DC利得）倍した値です。

120dB以上のダイナミックリザーブを確保して測定しようとする、極めて大きな時定数を必要とします。測定する信号の周波数に近い周波数成分の雑音があるときは、あまり大きなダイナミックリザーブは得られません。

4.6 感度の操作 (SENSITIVITY)

a) 感度の範囲

SENSITIVITY			
<input type="radio"/> 20			<input type="radio"/> OVER
<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 500	<input type="radio"/> V	<input type="radio"/> μ A
<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 200	<input type="radio"/> mV	<input type="radio"/> nA
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 100	<input type="radio"/> μ V	<input type="radio"/> pA
<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 50	<input type="radio"/> nV	<input type="radio"/> fA
<input type="radio"/> ∇	<input type="radio"/> \triangle		<input type="radio"/> AUTO

LI5640に表示される信号の大きさは実効値 (rms) です。LI5640の感度は、 ∇ \triangle キーにより下記の範囲で設定できます。

電圧感度 2nV \sim 1V (たとえば、1mV、2mV、5mV、10mV…)

電流感度 50fA \sim 1 μ A (変換利得 10^6 V/A時)

5fA \sim 10nA (変換利得 10^8 V/A時)

電圧雑音密度感度 20nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$ \sim 1V/ $\sqrt{\text{Hz}}$

電流雑音密度感度 1pA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ \sim 1 μ A/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (変換利得 10^6 V/A時)

100fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ \sim 10nA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ (変換利得 10^8 V/A時)

雑音密度 (NOISE) のときは、パネルに表示された単位に/ $\sqrt{\text{Hz}}$ を補って読んでください。

b) AUTOキーによる感度の自動設定

AUTOキーを押すと、信号の大きさに合わせて、自動的に最適な感度に設定されます。この自動設定は、AUTO SETキーを押したとき行われる自動感度設定と同じ動作です。自動設定中はAUTOランプが点灯しています。適切な感度が定まると自動設定は終了します。

このとき、ダイナミックリザーブも同時に最適値 (必要最小限の値) に調整されます。感度とダイナミックリザーブ以外は変更されません。

下記の場合、感度が何回か上下した後自動設定が強制終了されるため、適切な感度にならないことがあります。

- 信号の変動が激しいとき
- 雑音が大きいとき
- 信号が小さいとき

信号の変動が激しいときは、自動感度設定でおよその感度を設定した後、やや大きめのレンジに固定してください。雑音による変動が大きいときは、時定数および減衰傾度を大きくして、雑音による変動を抑えれば自動設定ができます。信号が小さいときは、手動で感度とダイナミックリザーブを設定してください。

[自動感度設定動作の中止]

自動感度設定中にAUTOキーなど、どれかキーを押すと、自動感度設定の動作を中断できます。SENSITIVITYのAUTO以外のキーで中断したときは、押したキーの機能も働きます。

c) OVERランプ

SENSITIVITYのOVERランプが点灯しているときは、信号や雑音で、初段を除く増幅器や、位相検波器、その後の帯域制限フィルタなどがオーバレベル状態になっています。

下記の操作によりOVERランプを消灯させてください。

- ダイナミックリザーブを大きくする (LOW → MEDIUM → HIGH)
位相検波器より前の利得を下げて、雑音で飽和しないようにします。
- 感度設定を大きくする (1mV → 2mV →)
感度設定が2mV以上のときは、最大許容入力電圧を大きくできることがあります。
測定値がフルスケールの $\frac{1}{10}$ 以下になっても、EXPANDキーで拡大できます。
- 時定数や減衰傾度を大きくする (10ms、12dB/oct → 100ms、24dB/oct)
雑音を減衰させます。
- 電源周波数雑音除去フィルタを使う (LINE、LINE×2のランプを点灯させる)
電源に起因するハム雑音を減衰させます。
- 信号入力をAC結合にする (COUPLING DC → AC)
入力の直流分が増幅されてオーバレベルになるのを防ぎます。
直流で完全に飽和すると、信号はほぼゼロに見えます。

信号の大きさRが感度フルスケールに達していなくて、雑音でオーバレベルになっていると思われるときは、上記のうち感度以外の項目を試すのが良いでしょう。

雑音を十分に減衰させれば、OVERランプが点灯しない範囲で、感度設定を小さくしたり、ダイナミックリザーブを小さくしたりできます。

なお、感度設定もダイナミックリザーブも最大にしているのにSIGNAL INPUTのOVERランプが点灯するときは、入力信号（または雑音）が大き過ぎます。LI5640では測定できません。

4.7 時定数の操作および関連事項 (TIME CONSTANT)

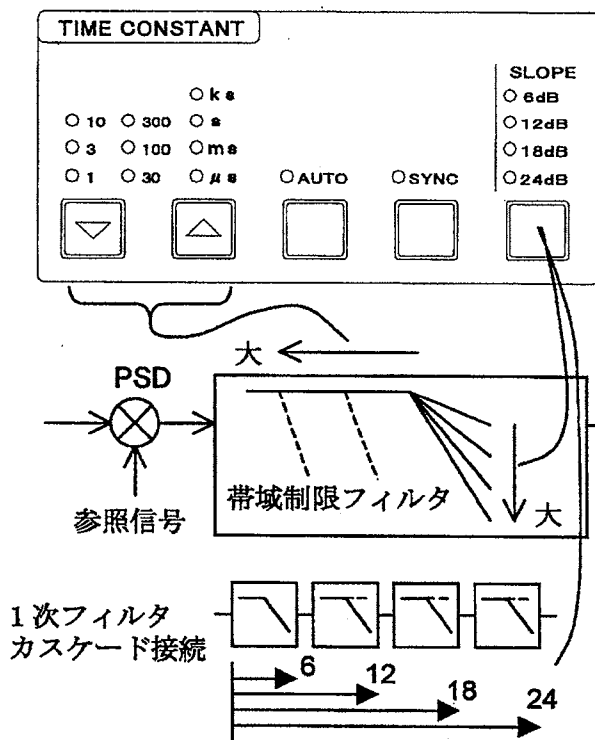
4.7.1 時定数と減衰傾度の設定

位相検波器の後に置かれる低域通過フィルタには下記の働きがあります。

- 雑音を取り除く (帯域制限フィルタ)。
- 信号を位相検波することで生じた、参照信号周波数の2倍のリプルを取り除く。
- 直流オフセットを位相検波することで生じた、参照信号周波数のリプルを取り除く。

フィルタの時定数は、 ∇ \triangle キーで、 $10\mu\text{s}\sim 30\text{ks}$ の範囲で設定できます。

時定数が大きいほど雑音を除去できますが、応答が遅くなります。状況によりますが、信号周期の3倍前後、ただし30ms以上で一度様子を見るとよいでしょう。



フィルタの時定数を小さくし過ぎると、測定値のリプルが目立ちます。小さな信号を測定するとき、または周波数が低いときは、時定数を大きくして、雑音とリプルを減衰させてください。信号が小さいとき、またはダイナミックリザーブが大きいときは、直流オフセットによるリプルを無視できません。このため、より大きな時定数を必要とします。

測定値に現れるリプルを減らすには、減衰傾度を大きくするか、同期フィルタを使うのが有効です。

☞ 同期フィルタについて → 「4.7.5 同期フィルタ (SYNC)」、参照。

減衰傾度は、SLOPEキーで、6/12/18/24 (dB/oct) の中から選択します。

減衰領域では、周波数が2倍になるごとに、利得が各々 $1/2$ 、 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/16$ になります。

同じ等価雑音帯域幅で比べると、減衰傾度を大きくして、時定数を小さくした方が、最終値に落ち着くのに要する時間が短くなります。6dB/octは、LI5640を制御ループに入れたとき、不安定になるのを防ぐために用意されています。値を読むのなら、24dB/octの方が適しています。

4.7.2 自動時定数設定

AUTOキーを押すと、押した時点における測定信号の周波数から、自動的に時定数と減衰傾度が設定されます。自動時定数設定のおよその動作は下記のようになります。

- SLOPEを24dB/octにする。
- SYNCを周波数 $\geq 200\text{Hz}$ ならオフ、 $< 200\text{Hz}$ ならオンにする。
- 時定数を信号周期 ($=1/\text{測定する信号の周波数}$) の3倍程度にする。
ただし、30ms \sim 30sに制限する。

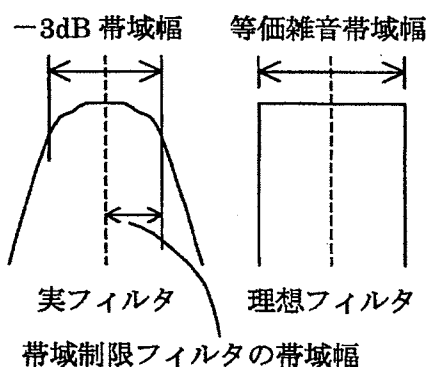
この動作は、AUTO SETキーによる自動設定における時定数関連の動作と同じです。

UNLOCKランプが点灯しているときは、この自動設定は働きません。

高調波の測定では (nFキーを押して2以上を設定したとき)、高調波の周波数に従って自動設定されます。

自動設定では、雑音が大きいきや、信号が小さいとき、時定数が小さめなのでばらつきが目立ちます。雑音がほとんどないときは、もっと小さな時定数にして、より速い応答を得ることができます。このようなときは、測定値のばらつき度合いを見て、手動で適切な時定数に調整してください。

4.7.3 等価雑音帯域幅



広帯域雑音に対する感度、逆に言えば雑音抑圧性能は、等価雑音帯域幅で表されます。雑音に対する感度が、実際のフィルタと等しい理想フィルタの帯域幅を、そのフィルタの等価雑音帯域幅と言います。

LI5640の等価雑音帯域幅 B_N は、時定数 T と減衰傾度で決まる帯域制限フィルタ (低域通過フィルタ) の2倍であり、下式で求められます。

$$B_{N6} = \frac{1}{2T}, B_{N12} = \frac{1}{4T}, B_{N18} = \frac{3}{16T}, B_{N24} = \frac{5}{32T} \quad (\text{各々 } 6, 12, 18, 24\text{dB/oct})$$

ただし、これはアナログフィルタの特性です。LI5640ではデジタルフィルタが用いられているため、時定数が1ms以下になると、上の式から多少ずれます。

信号の測定値に含まれる雑音の実効値 V_m は、入力雑音密度 V_n (周波数によらず一定と仮定) と等価雑音帯域幅 B_N から下式で求められます。

$$V_m = V_n \times \sqrt{B_N}$$

測定値に含まれる雑音を $\frac{1}{10}$ にするには、時定数を100倍にする必要があります。

なお、-3dB帯域幅は、下式で求められます。

$$B_{3dB} = \sqrt{m\sqrt{2}-1} / \pi T$$

Tは時定数、m=1、2、3、4 (各々減衰傾度6、12、18、24dB/octに対応)。

4.7.4 応答時間

位相検波後の帯域制限フィルタにステップ状の信号を与えたときの応答は、下式で表されます。

$$y(t) = 1 - \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{t^{n-1}}{T^{n-1}(n-1)!} \right\} e^{-\frac{t}{T}}$$

ここで Tは時定数、m=1、2、3、4 (各々減衰傾度6、12、18、24dB/octに対応)。

ただし、これはアナログフィルタの応答です。LI5640ではデジタルフィルタで実現しているため、時定数が小さくなると多少応答が異なります。また、入力側の電源周波数雑音除去フィルタやアンチエイリアシングフィルタ、データ転送などの固定遅延時間が加わります。したがって、正確な応答時間が必要なときは、実験により確認してください。

表4-3 ステップ応答時間

(時定数 T の倍数)

応 答	SLOPE (dB/oct)			
	6	12	18	24
90%	2.3	3.9	5.3	6.7
99%	4.6	6.6	8.4	10.0
99.9%	6.9	9.2	11.2	13.1

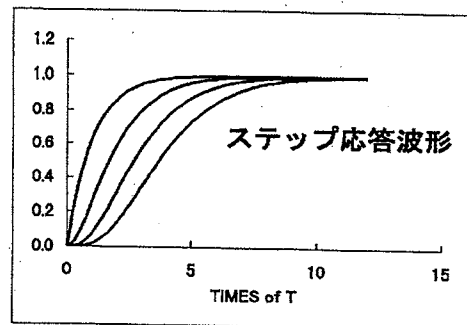
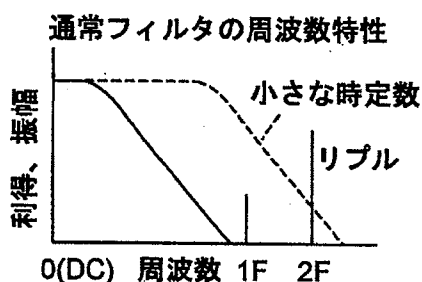


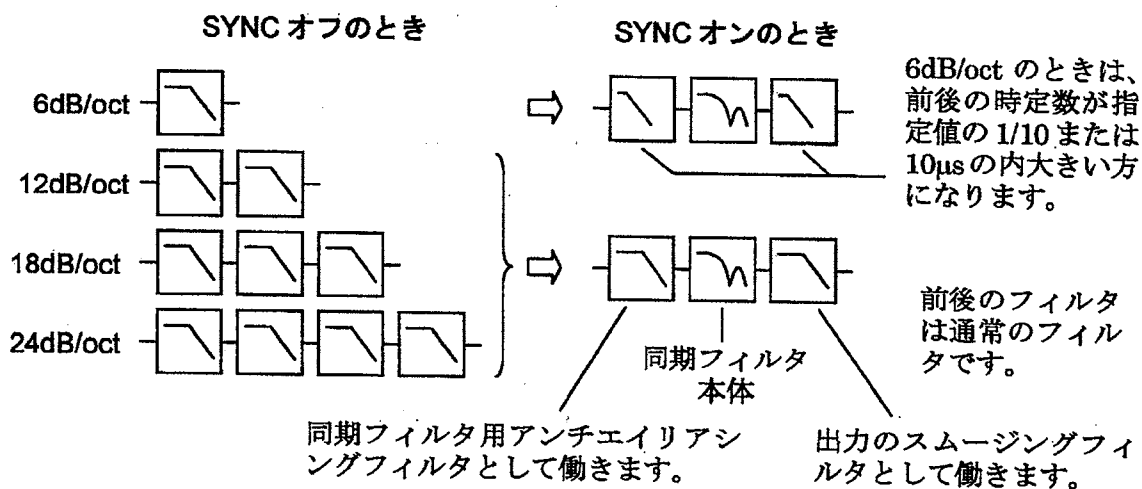
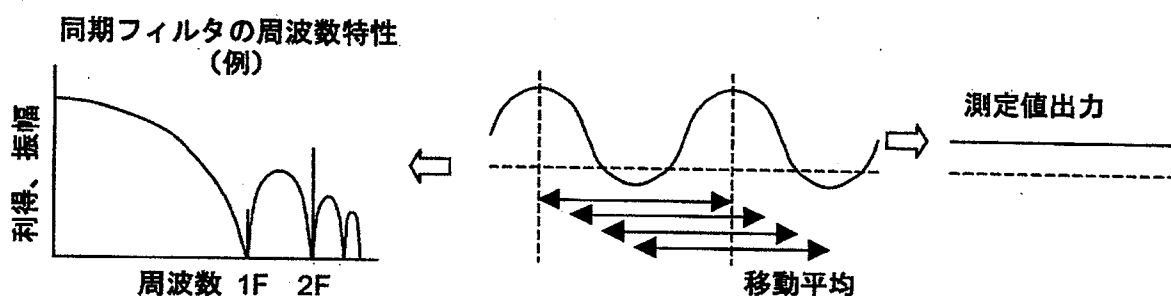
図4-6 ステップ応答波形

4.7.5 同期フィルタ (SYNC)

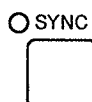


雑音が少ないときは、時定数を大きくしなくても雑音を十分に低いレベルに抑えることができます。しかし、通常のフィルタで時定数を小さくすると、位相検波で発生したリップルが測定出力に現れてしまいます。

このようなときに同期フィルタを使うと、リップルを小さくできます。同期フィルタは、平均化区間が信号周期の整数倍に等しい移動平均フィルタです。



同期フィルタを使うには SYNC キーを押して、ランプを点灯させます。



同期フィルタは周波数によらず動作しますが、周波数が 200Hz 以上のときは、周波数が高くなるにつれて、リップル除去性能が落ちます。

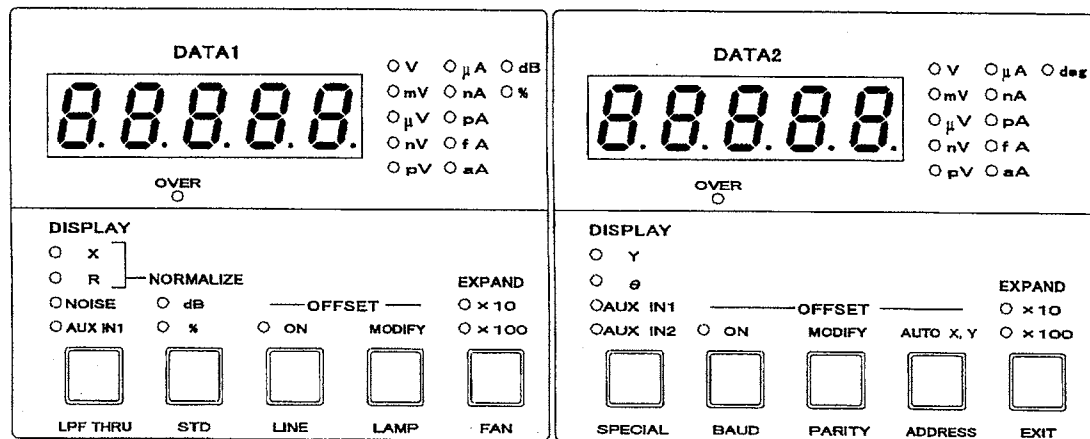
SYNC がオンのときの帯域制限フィルタは、同期フィルタの前と後に各々通常の 1 次フィルタを 1 段設けた構成になります。

SLOPE を 6dB/oct にすると、前後のフィルタの時定数が小さくなります。この構成では、最短はほぼ 1 周期で出力が整定します。これは周波数が低いときに便利です。ただし、平均化区間をおよそ 100~200 に分割した時間間隔で平均値が出力されるので、変化が階段状に見えます。

なお、外部参照信号 (REF IN) に同期しているときは、周波数の変動によって測定値が若干変動することがあります。

4.8 測定パラメタの選択と関連操作

4.8.1 測定パラメタの選択 (概要)



OVER (DATA1, DATA2)

表示範囲を超えているか、処理の途中でオーバレベルになると点灯。

DATA1 DISPLAY

X

参照信号と同相の信号成分 $R \cos \theta$

R

信号の大きさ

NOISE

雑音密度

AUX IN1

AUX IN1 (背面) の直流電圧 $\pm 12V$

DATA2 DISPLAY

Y

参照信号と直交する信号成分 $R \sin \theta$

θ

参照信号を基準とする信号の位相

AUX IN1

AUX IN1 (背面) の直流電圧 $\pm 12V$

AUX IN2

AUX IN2 (背面) の直流電圧 $\pm 12V$

NORMALIZE

標準値に対する信号 (X、R) の比

dB : $20\text{LOG}_{10} | X \text{ または } R \text{ の測定値} / \text{標準値} |$

% : $(X \text{ または } R \text{ の測定値} / \text{標準値}) \times 100$

DATA1 OFFSET

ON

X からオフセットを差し引く。

MODIFY

X のオフセット (感度フルスケールの % 値) を MODIFY ダイアルで設定する。

DATA2 OFFSET

ON

Y からオフセットを差し引く。

MODIFY

Y のオフセット (感度フルスケールの % 値) を MODIFY ダイアルで設定する。

AUTO X, Y

オフセットをオンにして、X と Y が共にゼロになるようにオフセットを自動的に設定する。

DATA1 EXPAND

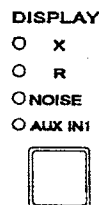
X の測定値を拡大する。

DATA2 EXPAND

Y の測定値を拡大する。

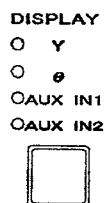
4.8.2 測定パラメタの選択

LI5640 では、二つの測定パラメタを同時に表示できます。



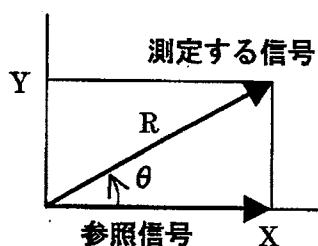
• DATA1

- X : 参照信号と同相な信号成分 ($R \cos \theta$)
- R : 信号の大きさ ($= \sqrt{X^2 + Y^2}$)
- NOISE : 雑音密度 (DATA2はAUX IN1になります)
- AUX IN1 : 背面パネルAUX IN1の直流電圧 ($\pm 12V$ まで)



• DATA2

- Y : 参照信号と直交する信号成分 ($R \sin \theta$)
- θ : 参照信号を基準としたときの信号の位相
- AUX IN1 : 背面パネルAUX IN1の直流電圧 ($\pm 12V$ まで)
- AUX IN2 : 背面パネルAUX IN2の直流電圧 ($\pm 12V$ まで)



Rを選択すると、位相 θ に関わりなく信号の大きさを測定できます。ただし、位相が安定しているのなら、Yをゼロに調整して、Xで信号の大きさを求める方が、雑音の影響が少なくなります。

基準とする位相 (0°) は、参照信号からずらすことができます。REFERENCEのPHASEキーを押して、位相オフセットを設定してください。PHASEのAUTOキーを押すと、自動的にYと θ をゼロに設定できます。

DATA1とDATA2の測定値は、下記の三つの形で同時に表示または出力されます。

- 数字表示
- アナログメータ表示
- アナログ電圧 (DATA1 OUT、DATA2 OUT。16ビット、最高256kサンプル/s)

メータフルスケール (アナログ出力 $\pm 10V$) に対応する測定値は下記のとおりです。

- X、Y、R : 感度設定値/EXPAND倍率
- NOISE : 感度設定値
- AUX IN1、AUX IN2 : $\pm 10V$
- θ : $\pm 180^\circ$
- レシオ : ± 2
- %表示 : $\pm 200\%$
- dB表示 : $\pm 100dB$

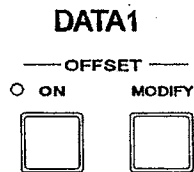
☞ NOISEについての詳細 → 「4.10 雑音密度の測定 (NOISE)」、参照。

☞ AUX IN1、AUX IN2についての詳細 → 「4.11 直流電圧の測定(補助入力 AUX IN1/AUX IN2)」、参照。

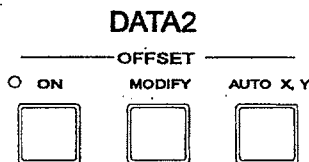
4.8.3 X、Yオフセット

XとYからオフセットを差し引いて表示できます。これは、下記の目的で使用します。

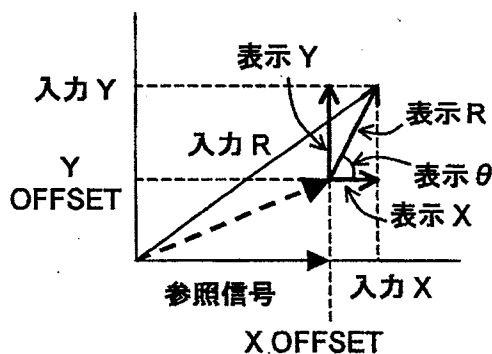
- 固定雑音を除去する
- 変化分を見るために、基準となる値を差し引く



DATA1のOFFSET ONキーを押してランプを点灯させると、Xからオフセットが差し引かれます。MODIFYキーを押すと、REFERENCE数字表示器にXのオフセットが表示されます。オフセットは感度に対する%値です。MODIFYダイヤルでオフセットを変更すると、オフセットに対応してXの表示値も変化します。



DATA2では、Xと同様にしてYのオフセットを操作できます。REFERENCEのオフセット表示を止めるには、SHIFT+EXITキーを押すか、FREQキーなどで他のパラメタを指定します。

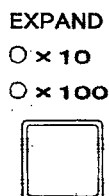


現在のX、Yを基準にして変化量を見るときは、AUTO X, Yキーを押します。これによりX、Y、Rの表示値がゼロになるように、自動的にXとYのオフセット値が設定されて、オフセットがオンになります。

UNLOCKランプ点灯時は、正しい測定値が得られないため、AUTO X, Yキーによる自動オフセット設定は行えません。

Rとθはオフセットを差し引いた後のXとYから求められます。直接的なRのオフセットは設定できません。NOISE、AUX IN1、AUX IN2のオフセットは設定できません。

4.8.4 表示の拡大 (EXPAND)



X、Y、Rの表示値が小さくて十分な測定分解能が得られないときは、EXPANDキーで実質的な感度（分解能）を10倍または100倍にできます。

DATA1のEXPANDキーを押すと、XまたはRの見かけの感度を10倍または100倍にできます。

DATA2のEXPANDキーを押すと、Yの見かけの感度を10倍または100倍にできます。

EXPANDの×10または×100ランプを点灯させても、θ、AUX IN1、AUX IN2は拡大されません。

4.8.5 ノーマライズ (dB、%)

NORMALIZE

○ dB

○ %



STD

標準値に対する X または R の比を、dB または % で表示することができます。

NORMALIZE キーを押して、dB または % のランプを点灯させてください。

$$\text{dB表示値} = 20\text{LOG}_{10} \left| \frac{\text{XまたはRの測定値}}{\text{標準値}} \right|, \text{表示範囲: } \pm 120.00\text{dB}$$

$$\% \text{表示値} = \left(\frac{\text{XまたはRの測定値}}{\text{標準値}} \right) \times 100, \text{表示範囲: } \pm 199.99\%$$

[標準値の設定]

SHIFT+STD キーを押すと、DATA1 数字表示器に標準値が表示されます。MODIFY ダイアルにより値を設定してください。◀ ▶ キーで単位ランプを点滅させると、MODIFY ダイアルにより10倍単位で値を変化させることができます。

DATA1

1.2345 μ

DATA2

Std

REFERENCE

SIGNAL の選択により、電圧測定時は電圧用の、電流測定時は電流用の標準値を独立に設定できます。標準値として設定できる範囲は下記のとおりです。

- 電圧 : 1.0000nV ~ 1.0000V
- 電流 : 1.0000fA ~ 1.0000 μA

SHIFT+EXIT キーを押すと元の表示に戻ります。

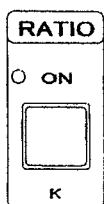
[制限事項]

- dB や % を表示しているときは、EXPAND の ×10、×100 を指定しても拡大されません。
- この dB または % のランプを点灯させても、NOISE と AUX IN 1/2 に対しては、dB、% は表示されません。
- レシオ表示 (RATIO) を指定したときも、dB、% の表示は行われません。
- オフセットで X、Y、または R が表示可能範囲をある程度超えると、DATA1 の OVER ランプが点灯します。

4.9 レシオ表示

レシオ表示は、センサの感度変動を打ち消すときに用います。

センサの感度は温度などで変動します。このセンサの捉えた信号を LI5640 で測定すると、正しく測定できません。もし何らかの方法で感度の変動を補償する信号が得られれば、レシオ表示により感度を補正できます。



レシオ表示を使うと、X、Y、Rの値を背面パネルのAUX IN1コネクタに与えた電圧の絶対値との比で表示できます。RATIOキーを押してONランプを点灯させてください。

$$\text{レシオ} = K \times \frac{\text{X、Y、R感度に対する百分率}}{|\text{AUX IN1}| [\text{V}] \times 10}$$

レシオ表示範囲：±2.4 (0.0000～±1.9999、～±2.400)

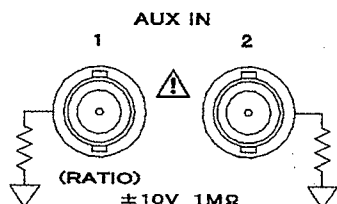
アナログ出力は、レシオが2のとき+10Vになります。

Kは0.1000～1.9999、および2.000～9.999の任意定数です。

SHIFT+Kキーを押すと、REFERENCE数字表示器にK定数の値が表示されるので、MODIFYダイヤルで設定してください。SHIFT+EXITキーを押せば、元の表示に戻せます。

例：K=1、AUX IN1=5V、感度10mVで、Rが3.5mVのとき、レシオは下記の値になります。

$$\text{レシオ} = 1 \times \{(3.5 / 10) \times 100\} / (5 \times 10) = 0.7$$



補償信号は背面パネルのAUX IN1コネクタに入力します。最大許容入力電圧は±12Vです。誤差を小さくするために、1V以上の電圧にしてください。

補助入力AUX IN1の周波数帯域幅は約130Hzです。あまり速く変化する信号には追従できません。I、A、B入力の測定に悪影響を及ぼすことがありますので、急峻に変化する信号をAUX IN1およびAUX IN2に入力しないでください。

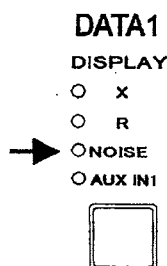
誤差を小さくするために、補助入力のグラウンドと、測定信号入力 (I、A、B) のグラウンドとの間の電位差は±1V程度までにしてください。

[制限事項]

- レシオ表示では、EXPANDの×10、×100を指定しても拡大されません。
- レシオ表示を指定しても、NOISEとAUX INに対してはレシオの演算は行われません。
- レシオ表示では、NORMALIZEのdB、%ランプを点灯させても、dBや%の表示は行われません。

4.10 雑音密度の測定 (NOISE)

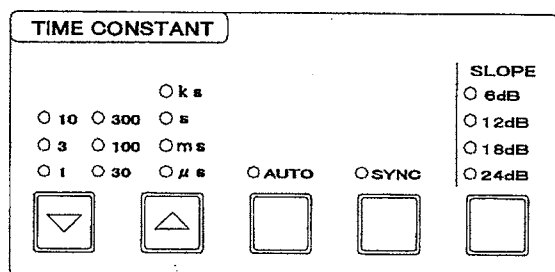
4.10.1 雑音密度測定の実作



a) 雑音密度を表示させる

雑音密度は単位周波数幅当たりの雑音の大きさです。LI5640は帯域通過フィルタとして働き、参照信号周波数における雑音密度を測定します。

雑音密度を測定するには、DATA1のDISPLAYキーでNOISEを選びます。DATA2には、DISPLAYの選択に関わりなく、AUX IN1が表示されます。Yなどを指定しておくと、雑音密度の測定中、Yなどのランプは点滅します。



b) 時定数と減衰傾度を設定する

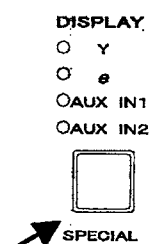
減衰傾度 (SLOPE) は特に支障がない限り 24dB/oct にします。

時定数 (TIME CONSTANT) は信号周期 (=1/周波数) の3倍以上、かつ 300μs 以上を目安にします。数 10kHz 以上のときは、周波数特性のうねりなどを考慮して 1ms 以上にします。

条件が良ければ、測定に要する時間を短縮する目的で、時定数を小さくすることもできます。

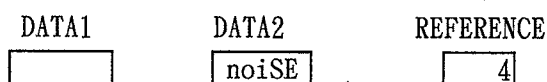
時定数や減衰傾度が不足していると、離れた周波数にある信号や雑音や、位相検波で生じるリップルも一緒に測定してしまいます。このため、雑音密度が大きく見えることがあります。時定数や減衰傾度を大きくしたとき、雑音密度が低下するようなら、時定数や減衰傾度が不足しています。AUTOキーで自動設定したときも、手動で確認してください。

雑音密度の測定中は、同期フィルタ (SYNC) を指定しても、SYNCランプが点滅して通常のフィルタになります。



c) 雑音測定用スミージングフィルタの応答時定数を指定する

- SHIFT+SPECIALキーを押す。
- DATA2にnoiSEと表示されるのを確認する。
- キーでREFERENCE数字表示器の数値に点滅する桁を移動する。
- MODIFYダイヤルで1、4、16、64の中から選択する。
- SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。

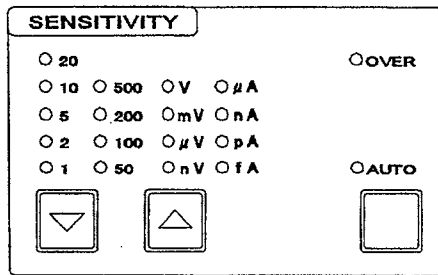


指定値を4倍にするごとに、測定値のばらつきがおおよそ $\frac{1}{2}$ になります。ただし、応答時間は指定値に比例して長くなります。概略の値を早く知りたいときや、レコーダに記録しておいて後で中心値を読みとればよいときは1、安定した数値を直接読みたいときは4以上にします。

最終値に落ちつくのに要する時間は、減衰傾度が 24dB/oct のとき、おおよそ下記の値です。

170 × 時定数 × スミージングフィルタ設定値 (1~64)

d) 感度を設定する



雑音密度の測定では、感度 (SENSITIVITY) を雑音密度のフルスケールで設定します。

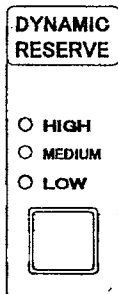
$$\text{電流 } I(10^6) : 1\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}} \sim 1\mu\text{A}/\sqrt{\text{Hz}}$$

$$\text{電流 } I(10^8) : 100\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}} \sim 10\text{nA}/\sqrt{\text{Hz}}$$

$$\text{電圧 } A, A-B : 20\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}} \sim 1\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$$

AUTOキーによる自動設定もできます。

LI5640 の内部では、雑音密度の感度と等価雑音帯域幅から、適切な実効値の感度が設定されます。雑音密度は、周波数帯域を制限した雑音の実効値を測定して、雑音密度に換算する方法で表示されます。



e) ダイナミックリザーブを設定する

雑音とは言っても測定する信号ですから、ダイナミックリザーブが問題になります。測定しようとする周波数以外の雑音が大きいき、ダイナミックリザーブを大きくせざるを得ないときもあります。

測定値がフルスケールよりはるかに小さいのにOVERランプが点灯するときは、ダイナミックリザーブを大きくしてください。

ただし、ダイナミックリザーブを大きくすると、LI5640 の入力換算雑音が大きくなります。白色雑音においては、下記の関係があるので、LI5640 の雑音より小さな雑音は測定が困難です。

$$\text{雑音密度の測定値} = \sqrt{\text{LI5640の入力換算雑音密度}^2 + \text{入力信号の雑音密度}^2}$$

仕様の $6\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (max, 1kHz) は、ダイナミックリザーブがLOWで、感度設定が小さいときの値です。電流入力では、電流-電圧変換による雑音が支配的なため、この現象は電圧ほど目立ちません。

入力換算雑音が最良の状態で使いたいときは、ダイナミックリザーブをLOWにして、入力レベルを小さくします。電圧雑音なら、DATA1のDISPLAYをRに設定して、感度2mVで入力信号 (雑音) を測定したとき、OVERランプが点灯しない範囲の入力レベルにしてください。

[補足説明]

雑音密度の測定には、いくつか注意すべき点があります。

- 感度、ダイナミックリザーブ、時定数、減衰傾度によって入力換算雑音が異なります。
- 時定数や減衰傾度が不足していると、別な信号と一緒に測ってしまうことがあります。

感度や時定数などの設定を決めたら、一度入力換算雑音を確認してください。電圧であれば入力を短絡して、電流なら入力を開放して、入力換算雑音を測定します。電流入力は周囲の雑音を拾いやすいので、シールドキャップを取り付けた方が無難です。電流入力を短絡しないでください。

また、実際に雑音密度を測定しているときに、時定数を大きくしてみて、雑音密度がほとんど変わらないことを確認してください。

4.10.2 雑音密度測定の原理

等価雑音帯域幅が B_N のフィルタを通して、ある雑音の実効値 V_m が測定されたとすると、雑音密度 V_n は下式で求めることができます。

$$V_n = \frac{V_m}{\sqrt{B_N}}$$

ロックインアンプは、参照信号の周波数 f_r を中心周波数とする帯域通過フィルタとして働きます。通常の測定は中心周波数だけの測定を目的としていますが、雑音の測定では、帯域内の全成分の実効値を測定します。

実際には、帯域制限フィルタの後に高域通過フィルタを設けて、参照信号周波数成分（位相検波後の直流成分）を取り除いて実効値を求めます。これにより、参照信号の漏れ込みの影響や、雑音測定値のふらつきを抑えられます。

雑音測定時の等価雑音帯域幅 B_{bp} は、信号の大きさを測定するときよりやや狭くなっています。このため、雑音密度用の等価雑音帯域幅を用いて雑音密度の計算を行います。

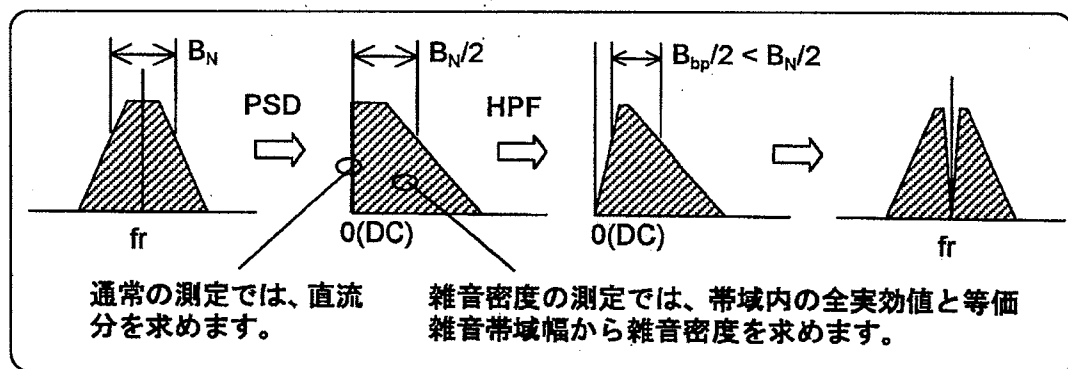


図4-7 雑音の測定と帯域幅

なお、LI5640では、平均値検波した値から実効値を求めています。ランダム雑音においては、狭い帯域内では雑音密度が一定であるため、平均値から容易に実効値を求めることができます。

4.11 直流電圧の測定（補助入力AUX IN1/AUX IN2）

DATA1

DISPLAY

- ☐ X
- ☐ R
- ☐ NOISE
- ☐ AUX IN1



DATA2

DISPLAY

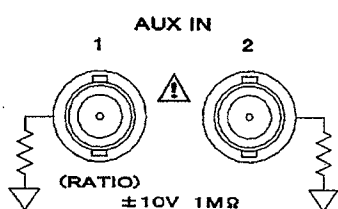
- ☐ Y
- ☐ θ
- ☐ AUX IN1
- ☐ AUX IN2



LI5640 では、二つの直流電圧を測定できます。直流電圧を測定するときは、DATA1、DATA2の各DISPLAYキーで補助入力AUX IN1またはAUX IN2を選択してください。

測定できる範囲は±12V、表示分解能は0.001Vです。

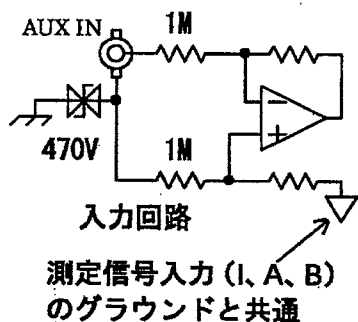
サンプリングレートは16kサンプル/sですが、周波数帯域幅は約130Hz（-3dB）です。



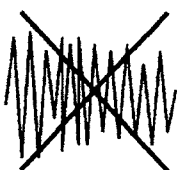
直流電圧は背面パネルのAUX IN1およびAUX IN2コネクタに接続します。

入力インピーダンス 約1MΩ、並列に100pF以下

非破壊最大入力電圧 ±40V

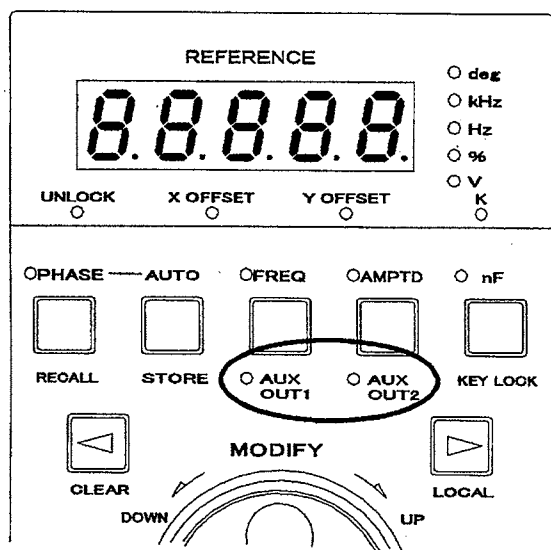


補助入力の信号グラウンドは、筐体や信号入力（I、A、Bコネクタ）と絶縁されています。ただし、信号入力（I、A、B）グラウンドとの電位差が大きくなると、補助入力の測定誤差が大きくなります。両グラウンド間の電位差は1V以内にしてください。



補助入力に急峻に変化する大振幅の信号を入力すると、信号入力（I、A、B）の測定に影響を与えることがあります。1kHz以上の信号や、方形波のように急峻に変化する信号が、補助入力コネクタに入力されるおそれがあるときは、影響がないことを確認してからお使いください。

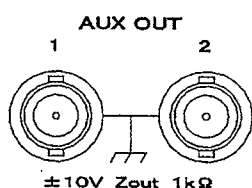
4.12 直流電圧の出力（補助出力AUX OUT1/AUX OUT2）



LI5640からは、補助出力として、二つの直流電圧が得られます。補助出力は測定条件を制御する信号として使用できます。

直流電圧を設定するには、まずSHIFT+AUX OUT1またはSHIFT+AUX OUT2キーを押して、REFERENCE数字表示器に直流電圧を表示させます。次にMODIFYダイヤルで値を設定します。変化する桁（点滅している桁）は◀▶キーで選択します。

設定できる電圧の範囲は±10V、分解能は0.001Vです。



直流電圧は背面パネルのAUX OUT1およびAUX OUT2コネクタから出力されます。

出力インピーダンス 約1kΩ

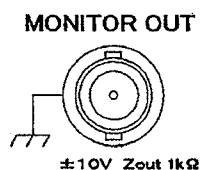
直流電圧出力の信号グラウンドは筐体に接続されています。

△ご注意

外部から出力コネクタに電圧を加えないでください。内部回路が破損します。

出力電流には制限があります。負荷インピーダンスは1kΩ以上にしてください。

4.13 モニタ出力



位相検波器 (PSD) の入力信号をMONITOR OUTコネクタで確認できます。思ったように測定できないときは、一度モニタ出力をオシロスコープなどで確認してください。信号や雑音の様子が分かります。

小さくて観測しにくいときは、ダイナミックリザーブをLOWにして、感度設定を小さくしてみます。

出力インピーダンスは約 $1k\Omega$ で、信号グラウンドは筐体に接続されています。測定に影響を与えないように、信号入力部とは差動増幅器で絶縁されています。

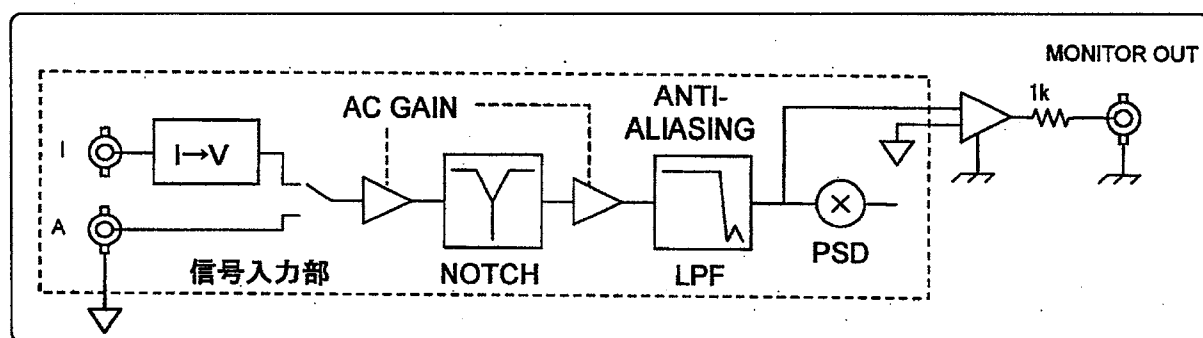


図4-8 入力からモニタ出力までの経路

△ご注意

外部から出力コネクタに電圧を加えないでください。内部回路が破損します。
出力電流には制限があります。負荷インピーダンスは $1k\Omega$ 以上にしてください。

〔モニタ出力の利得〕

信号入力 (I、A、B) からモニタ出力までの利得はAC利得で決まります。AC利得が0dBのとき、信号入力 (A) からモニタ出力までの利得は約7倍 (約17dB) です。利得が0dB以外のときは、さらにAC利得倍されます。AC利得は感度とダイナミックリザーブから「表4-2 実際のダイナミックリザーブの値」を使って求められます。

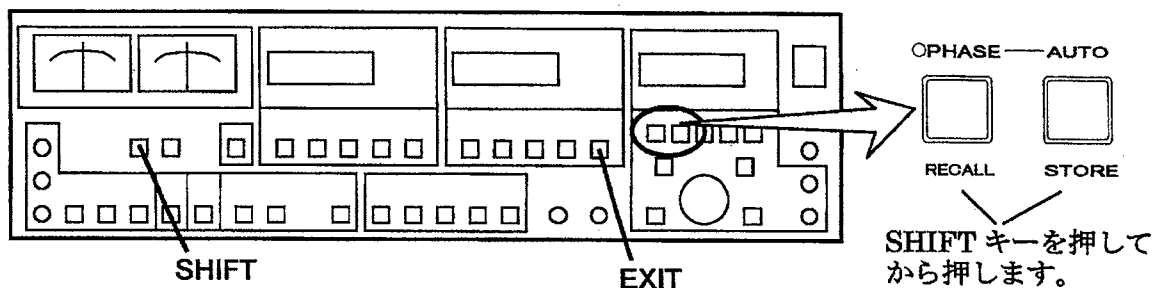
電流入力の場合は、信号入力部SIGNALの選択に合わせて、電流-電圧変換利得 (10^6 、 10^8 V/A) を乗じてください。

なお、急峻なアンチエイリアシングフィルタで位相が大きく回転するため、モニタ出力を位相の確認に使わないでください。

〔電流入力時の位相反転〕

LI5640の電流入力コネクタ (I) では、電流が流れ出す方向がプラスになっています。Iコネクタに流れ込む電流をプラス方向と考えると、測定値やモニタ出力は位相が反転しています。

4.14 設定メモリの操作 (RECALL/STORE)



LI5640 は9組の設定を保存できます。

この他に、電源を切ったとき最後の設定を保存しておくメモリがあります。

☞ 設定メモリに保存できる設定、電源投入時に自動復帰する設定について

→ 「表3-2 初期値一覧」、参照。

測定条件は復帰しますが、外部インタフェース関連の設定などは変化しません。

a) 設定の保存

設定メモリに現在の設定を保存するには、下記の手順で操作します。

- SHIFT+STOREキーを押す。→ 設定メモリの番号が表示されます。
- MODIFYダイヤルで1～9の範囲で希望の設定メモリ番号を選ぶ。
- 再びSHIFT+STOREキーを押す。→ 設定が保存されます。

DATA1	DATA2	REFERENCE	
<input type="text"/>	<input type="text" value="Str"/>	<input type="text" value="1"/>	← メモリ番号

b) 設定の呼び出し

設定メモリから、予め記憶させておいた設定を読み出すには、下記の手順で操作します。

- SHIFT+RECALLキーを押す。→ 設定メモリの番号が表示されます。
- MODIFYダイヤルで1～9の範囲で希望の設定メモリ番号を選ぶ。
- 再びSHIFT+RECALLキーを押す。→ 設定が呼び出されます。

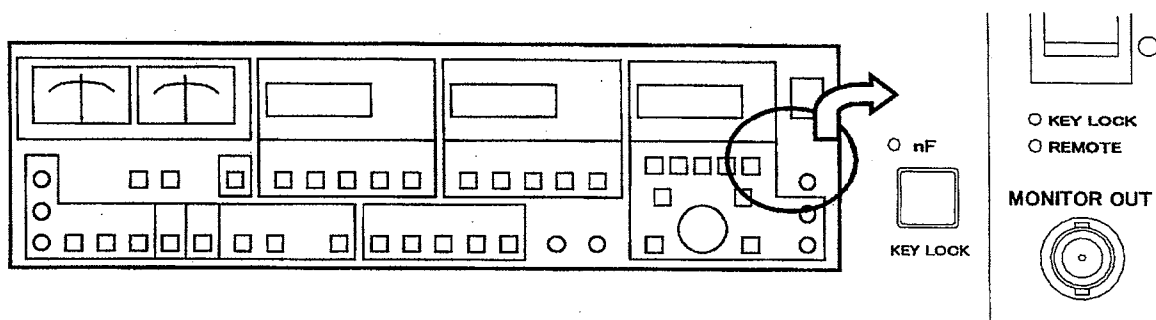
DATA1	DATA2	REFERENCE	
<input type="text"/>	<input type="text" value="rCL"/>	<input type="text" value="1"/>	← メモリ番号

設定メモリの番号としてゼロを指定すると、前回電源を切ったときの設定に戻すことができます。言い換えると、今回電源を入れたときの状態に戻すことができます。

c) 保存または呼び出しの中止

途中で設定メモリへの保存または呼び出しを止めたいときは、SHIFT+EXITキーを押すか、またはFREQキーなどを押して別のパラメタを表示させます。

4.15 パネル操作の禁止 (KEY LOCK)



LI5640 では、パネルのキー操作を禁止できます。キー操作を禁止しておくと、測定中に誤って設定を変えてしまうことがありません。

SHIFT+KEY LOCKキーを押すと、KEY LOCKランプの点灯／消灯が切り換わります。

KEY LOCKランプが点灯しているときは、SHIFT+KEY LOCKキーとSHIFT+LOCALキーの操作を除き、パネルからの操作ができません。

すべての操作を行いたいときは、SHIFT+KEY LOCKキーを押して、KEY LOCKランプを消灯させてください。

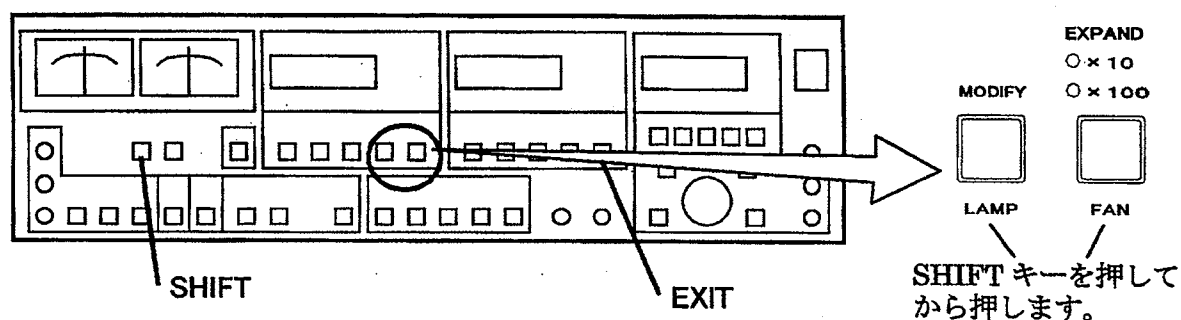
なお、電源を切ると、キー操作の禁止は解除されます。

[外部インタフェースとの関係]

KEY LOCKランプが点灯していても、外部インタフェース (GPIB、RS-232) による制御は有効です。

ただし、KEY LOCKランプが点灯しているとき、GPIBで制御するリモート状態にすると (REMOTEランプ点灯)、パネルからKEY LOCKを解除できません。また、SHIFT+LOCALキーの操作もできません。

4.16 ランプおよび冷却ファンのオン／オフ



4.16.1 ランプのオン／オフ

光学測定において、LI5640 が出す光が、測定系に影響を与えることがあります。このようなときは、LI5640 のランプを消灯します。なお、ランプが消灯していても、キーを操作できます。

SHIFT+LAMPキーを押すと、すべてのランプおよび数字表示器が消灯します。

全消灯時にSHIFT+LAMPキーを押すと、元の点灯状態に戻ります。

なお、電源投入時は必ずランプオンになります。

4.16.2 冷却ファンのオン／オフ

音響測定において、LI5640 の冷却ファンが出す音が、測定系に影響を与えることがあります。このようなときは、LI5640 の冷却ファンを止めます。

また、周囲温度が急激に変化する環境で測定するとき、ファンを止めることでLI5640 内部の温度変化を抑え、測定の安定度を向上できます。

ファンのオン／オフを切り換えるときは、下記のように操作します。

- SHIFT+FANキーを押す。→ 現在のオン／オフ状態が表示されます。
- MODIFYダイヤルによりonかoFFを選択する。
- SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。

DATA1	DATA2	REFERENCE
<input type="text"/>	FAn	oFF

なお、ファンを止めると内部温度が上昇して機器の寿命が短くなります。このため、周囲温度が30℃を超える環境では長時間オフにしないでください。

ランプのオン／オフ設定とは異なり、電源を切ってもファンのオン／オフ設定は保持されています。むやみに冷却ファンをオフにしたまま放置しないでください。

5. GPIBインタフェース

5.1	使用前の準備	5-2
5.2	リモートステータスとリモート状態の解除	5-6
5.3	サービスリクエストとステータス構造	5-7
5.4	プログラムメッセージの概要	5-18
5.5	クエリ（問い合わせ）メッセージに対する応答	5-21
5.6	プログラムメッセージ一覧	5-22
5.7	標準実行時間	5-65
5.8	外部インタフェースのエラーメッセージ	5-67
5.9	測定データの読み出し	5-70
5.10	データメモリの操作	5-71
5.11	インタフェースメッセージに対する応答	5-77
5.12	GPIB初期化	5-78
5.13	GPIBサンプルプログラム	5-79

資料 マルチライン インタフェース メッセージ

5.1 使用前の準備

5.1.1 GPIBの概要

パネルから操作できる機能は、一部の例外を除いて、GPIBで操作できます。

また、GPIBで測定データを他の機器へ転送できます。測定データは、一度データメモリに蓄えた後、他の機器へ転送できます。

GPIBで操作できる機能は、一部を除いてRS-232でも操作できます。

実際の動作やプログラミングは、コントローラ側のプログラミング言語やGPIBドライバに依存します。

詳細については、使用するプログラミング言語、およびGPIBドライバのマニュアルをご覧ください。

a) GPIBで操作できない機能

- 電源のオン／オフ
- 工場出荷時の設定への初期化
- GPIBとRS-232の切り換え
- GPIBのアドレスと送信時のメッセージターミネータ
- RS-232のボーレート、パリティ、およびキャラクタ長

b) GPIBでは操作できるが、パネルから操作できない機能

- データメモリの操作
- GPIB固有の機能（ステータスバイト、リモート／ローカルなど）

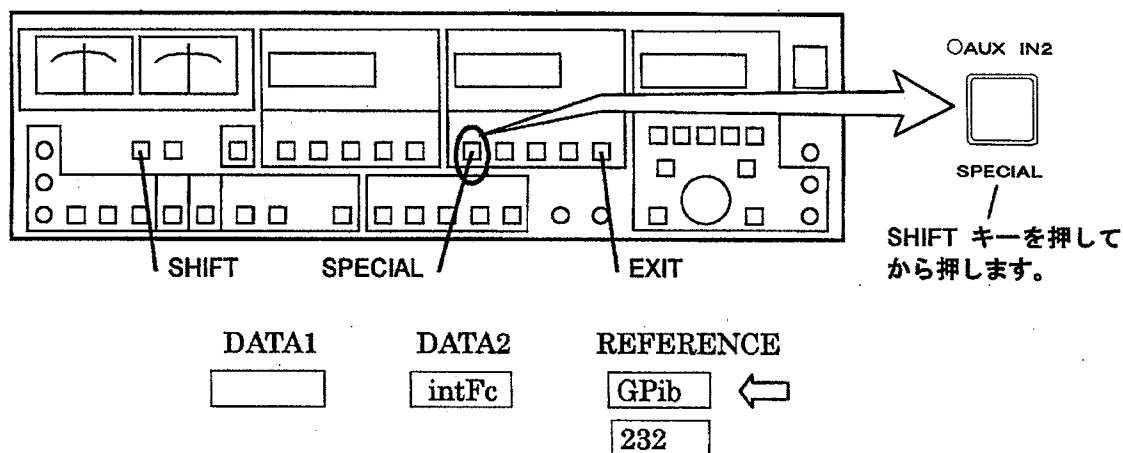
c) 準拠規格

- IEEE std 488.1-1987準拠、IEEE std 488.2-1992一部適合
- インタフェース機能

表5-1 インタフェース機能

SH1	ソースハンドシェイク全機能あり
AH1	アクセプタハンドシェイク全機能あり
T6	基本トーカ、シリアルポール、およびリスナ指定によるトーカ解除の機能あり。トークオンリ機能なし。
L4	基本リスナ機能、およびトーカ指定によるリスナ解除機能あり。リスンオンリ機能なし。
SR1	サービスリクエスト全機能あり
RL1	リモートローカル全機能あり
PP0	パラレルポール機能なし
DC1	デバイスクリア全機能あり
DT1	デバイストリガ全機能あり
C0	コントローラ機能なし
E1	オープンコレクタドライブ

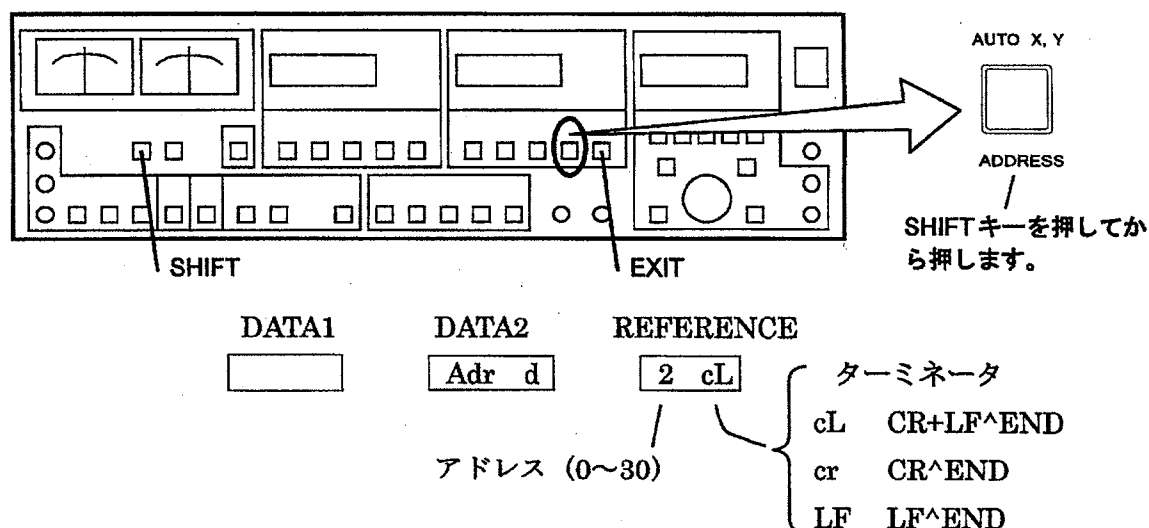
5.1.2 GPIBへの切り換え



GPIBとRS-232を同時に使うことはできません。GPIBを使うときは、下記の手順で外部インタフェースをGPIBに切り換えてください。

- 1) SHIFT+SPECIALキーを押す。
- 2) DATA2の表示器にintFcが表示されていることを確認する。
(MODIFYダイヤルで他のパラメタを選択することもできます。)
- 3) キーで点滅している桁をREFERENCE表示部へ移動する。
(キーでDATA2の表示器に戻れます。)
- 4) MODIFYダイヤルでGPibを選択する。
- 5) SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。

5.1.3 アドレスとメッセージターミネータの設定



GPIBで機器を制御するときは、各機器を区別するために、機器ごとに固有のアドレスを割り当てる必要があります。

メッセージやデータの送受信時にそれらの終了を示すメッセージターミネータは、システムによって異なることがあります。このため、システムに合わせてメッセージターミネータを指定します。

LI5640 のアドレスと送信時のメッセージターミネータを、下記の手順で設定してください。

- 1) SHIFT+ADDRESSキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルでアドレスを設定する。
GPIBのアドレスは0~30の範囲で設定できます。
- 3) キーでターミネータの選択へ移動する。
(キーでアドレスの設定に戻れます。)
- 4) MODIFYダイヤルでLI5640 が送信するときのターミネータを選択する。
ターミネータはCR+LF^END、CR^END、LF^ENDの中から選択できます。
^ENDは最後のコードと一緒にENDメッセージが出力されることを示します。
多くのシステムは、CR+LF^ENDで動作します。
- 5) SHIFT+EXIT キーを押して元の表示に戻す。

なお、LI5640 が受信する（コントローラから設定する）ときは、上記のどのターミネータでも動作します。また、ENDメッセージはなくても構いません。

CR：キャリッジリターン

LF：ラインフィード（NL：ニューラインと同じです）

5.1.4 GPIBケーブルの接続

GPIB接続用のコネクタは背面パネルにあります。

規格で定められたGPIB用ケーブルを用いて、LI5640をGPIBのバスラインに接続してください。バスに接続する前に、接続されるすべての機器の電源をオフにしてください。コネクタの取り付けねじは、ゆるまないようにしっかり締めてください。

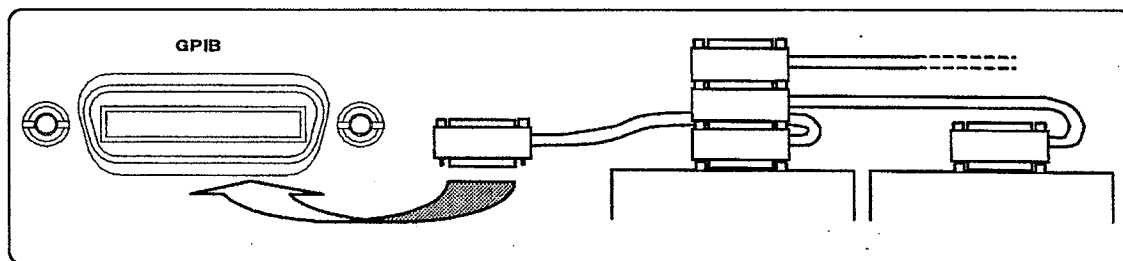


図5-1 GPIBケーブルの接続

5.1.5 GPIB使用上の注意事項

- GPIBコネクタを着脱するときは、バスに接続されるすべての機器の電源をオフにしてください。

電源をオンにしたままコネクタを着脱すると、機器を損傷することがあります。

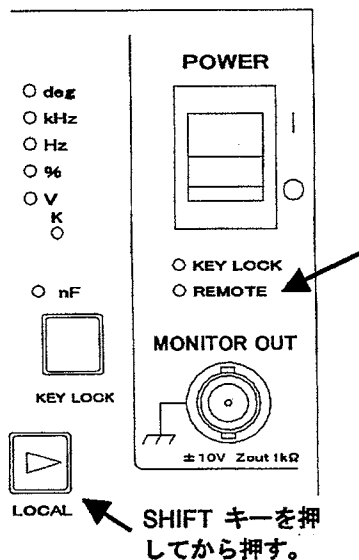
- GPIB使用時は、バスに接続されたすべての機器の電源をオンにしてください。
- ひとつのバスに接続できる機器は、コントローラを含めて15台までです。
- ケーブルの長さには、下記の制限があります。

機器間のケーブル長は4m以下

ケーブルの総延長は、2m×機器数、または20mの内短い方以下

- ひとつのバスに接続される各機器には、それぞれ異なったアドレスを割り当ててください。同じアドレスの機器があると、機器を損傷することがあります。
- メッセージターミネータは、システム内で統一してください。
トーカーとリスナの間で、メッセージターミネータが一致していないと、正しく動作しないことがあります。
- GPIBは、比較的環境のよいところで使用することを想定したインタフェースです。
電源変動や雑音の多いところでの使用は避けてください。

5.2 リモートステータスとリモート状態の解除



a) リモートにする

REN (Remote ENable) を1 (True、ラインはLowレベル) にして、LI5640 にプログラムメッセージを送ると、リモート制御の状態になって、パネルからのローカル操作ができなくなります。リモート状態ではREMOTEランプが点灯します。

コントローラ側のGPIBドライバソフトウェアによりますが、通常は、設定完了後もリモート状態のままになります。

b) ローカルにする

LI5640 のSHIFT+LOCALキーを押すと、リモートからローカルに戻せます (ローカルロックアウト時を除く)。

コントローラ側からLI5640 をローカルに戻すには、下記のどちらかを行います。

- アドレスを指定してGTL (Go To Local) インタフェースメッセージを送る。
- REN (Remote ENableライン) を0 (False、Highレベル) にする。

GTLは、指定した機器をローカル状態にします。

機器のGPIBコネクタからケーブルを取り外してもローカルに戻ります。しかし、動作中にケーブルの着脱を行うと、機器を損傷することがあります。

c) ローカルロックアウトにする

コントローラ側でシステムをローカルロックアウトにすると、SHIFT+LOCALキーを押してもローカルに戻せません。これにより自動測定中の誤操作を避けられます。ローカルロックアウトにするには、下記の操作を行います。

- LLO (Local LockOut) インタフェースメッセージを送る。

LLOは、バスに接続されている、ローカルロックアウトの機能を持つすべての機器をローカルロックアウトの状態にします。

ローカルロックアウトを解除するには、RENを0にします。

プログラムの作成方法は、コントローラ側のGPIBドライバソフトウェアに依存します。詳細については、ご使用になるドライバの取扱説明書をご覧ください。

5.3 サービスリクエストとステータス構造

5.3.1 ステータスレポートの概要

GPIBには、機器の状態（ステータス）をコントローラに知らせる機能があります。

例えば、LI5640で自動感度設定が終了するなどのイベントが起きたとき、コントローラに対してサービスリクエスト（SRQ）を発信して、割り込みをかけることができます。また、LI5640の関連レジスタを読むと、そのときの状態を知ることができます。

〔ステータスバイト〕

機器は幾組かのステータスデータを持っていますが、これらはその機器のステータスバイトに要約されています。

〔サービスリクエストの発信〕

サービスリクエスト イネーブル レジスタの対応するビットを1に設定すると、ステータスバイトの各ステータスビットが1になったときに、サービスリクエスト（SRQ）を発信させることができます。

〔イベントの捕捉〕

機器の状況はコンディションレジスタに示されており、その変化はイベントレジスタに記録されます。イベント イネーブル レジスタの対応するビットを1にすると、イベントレジスタの各ビットがステータスバイトの特定の1ビットに要約されます。

LI5640には、標準イベント ステータス レジスタを含めて、合計三つのイベントレジスタがあります。イベントレジスタとコンディションレジスタは読むことができます。

なお、*PSCコマンドを使うと、電源を入れたときに、イネーブルレジスタをクリアするか、以前の状態のままにするかを選べます。

〔待ち行列の状況把握〕

機器は、出力されるのを待つ情報を保持するキュー（待ち行列）を持っています。ステータスバイトには、キューに情報があるか、空きかを示すステータスビットがあります。

LI5640には、応答メッセージの出力キューの状況を示すMAVビットと、エラーコード（番号とメッセージ）のキューの状況を示すEAVビットが用意されています。

[注意：頻繁なステータス読み出しは、パフォーマンスを低下させます]

サービスリクエストを利用せずに、頻繁にシリアルボールを行うことで機器の状態を調べると、シリアルボールの実行にコントローラの資源が費やされてしまいます。

頻繁にクエリメッセージでステータスを問い合わせると、コントローラだけでなく、問い合わせを受ける機器のパフォーマンス（動作速度など）が落ちます。適当な間隔をおいて問い合わせてください。

5.3.2 ステータスバイトとサービスリクエストの発信

ステータスバイトレジスタには、機器の状態が要約されています。

サービスリクエスト イネーブル レジスタの対応するビットを1にセットすると、ステータスビットが1になったときに、サービスリクエスト (SRQ) を発信させることができます。

ステータスバイトは、下記のいずれかの方法で読むことができます。

- シリアルポール
- 共通コマンドの*STB? による問い合わせ (応答メッセージは10進整数)

シリアルポールを行ったとき、RQSビットがリセットされるのを除いて、ステータスバイトレジスタを読んでも、各ビットはクリアされません。

シリアルポールは、コントローラがアドレスを指定して各機器のステータスバイトを読む GPIB の機能です。プログラムの記述方法は、コントローラ側の言語と GPIB ドライバソフトウェアに依存します。

サービスリクエスト イネーブル レジスタは、下記のコマンドで設定や問い合わせができます。

- 設 定 : 共通コマンドの*SRE
- 問い合わせ: 共通コマンドの*SRE?

設定するデータ、および応答データは、各レジスタの1にセットされたビットの重みを加算した10進整数です。

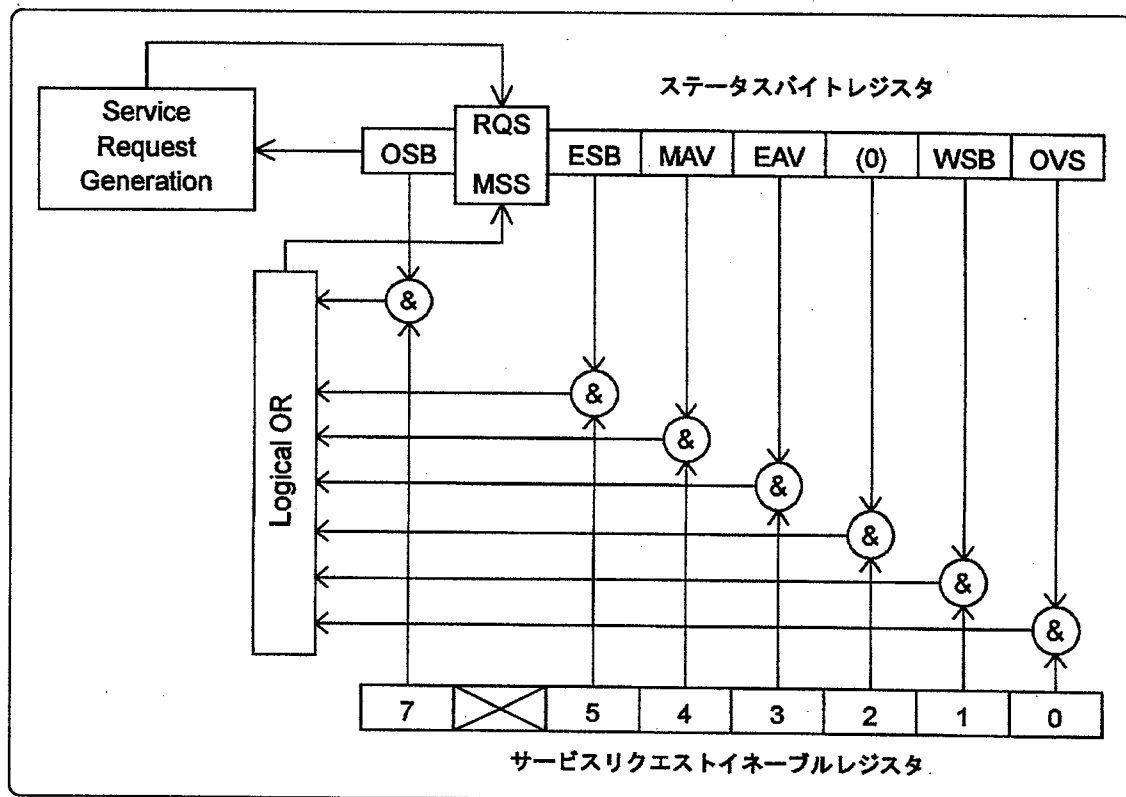


図5-2 サービスリクエストの発信許可

表5-2 ステータスバイトレジスタ

ビット (重み)	ニーモ ニック	内 容
7(128)	OSB	オペレーション イベント レジスタの要約 このビットは、オペレーション イベント レジスタのいずれかのビットが1になると1にセットされ、すべてが0になると0にクリアされます。
6(64)	RQS	リクエストサービス (シリアルポール時 * 注1) RQSは、ステータスバイトの許可されたビットのいずれかが1になって、サービス要求が発生すると1にセットされ、シリアルポールで読み出すと、0にクリアされます。
	MSS	マスタサマリステータス (*STB?時 * 注1) MSSは、ステータスバイトの許可されたビットのいずれかが1になって、サービス要求が発生すると1にセットされ、許可されたビットがすべて0になると、0にクリアされます。 シリアルポールではクリアされません。
5(32)	ESB	標準イベント ステータス レジスタの要約 ESBは、標準イベント ステータス レジスタの許可されたビットのいずれかが1になると、1にセットされ、許可されたビットがすべて0になると、0にクリアされます。
4(16)	MAV	応答メッセージ出力可能 MAVは、クエリメッセージに対して、応答メッセージが出力キューに書き込まれ、出力可能になると、1にセットされます。 トーカーに指定して応答メッセージを読み出すことで、出力キューが空になると、0にクリアされます。
3(8)	EAV	エラー発生 (エラーメッセージ出力可能) EAVは、エラーが発生して、エラー番号とメッセージがエラーコードキューに書き込まれ、出力可能になると、1にセットされます。 クエリメッセージERROR?で、エラー番号およびメッセージを読み出して、エラーコードキューが空になると、0にクリアされます。
2(4)		常に0 (使用していません)。
1(2)	WSB	ワーニング イベント レジスタの要約 WSBは、ワーニング イベント レジスタの許可されたビットのいずれかが1になると、1にセットされ、許可されたビットがすべて0になると、0にクリアされます。(* 注2)
0(1)	OVS	オーバレベル イベント レジスタの要約 OVSは、オーバレベル イベント レジスタの許可されたビットのいずれかが1になると、1にセットされ、許可されたビットがすべて0になると、0にクリアされます。(* 注2)

*[注1](#) : ビット6はシリアルポールで読み出すステータスバイトではRQS、クエリメッセージ*STB?に対する応答メッセージではMSSになります。

*[注2](#) : 「許可された」は「イネーブルレジスタの対応するビットを1にした」ことを表します。

5.3.3 ステータスデータの詳細構造

a) 概要

ステータスバイトレジスタに要約される前のステータスは、幾つかのイベントレジスタにあります。各イベントレジスタには、対応するイネーブルレジスタがあり、ビットごとにステータスバイトへの要約を許可または禁止できます。

イベントレジスタは、シリアルポールまたはクエリメッセージでステータスバイトレジスタを読み出しても0にクリアされないことに注意してください。

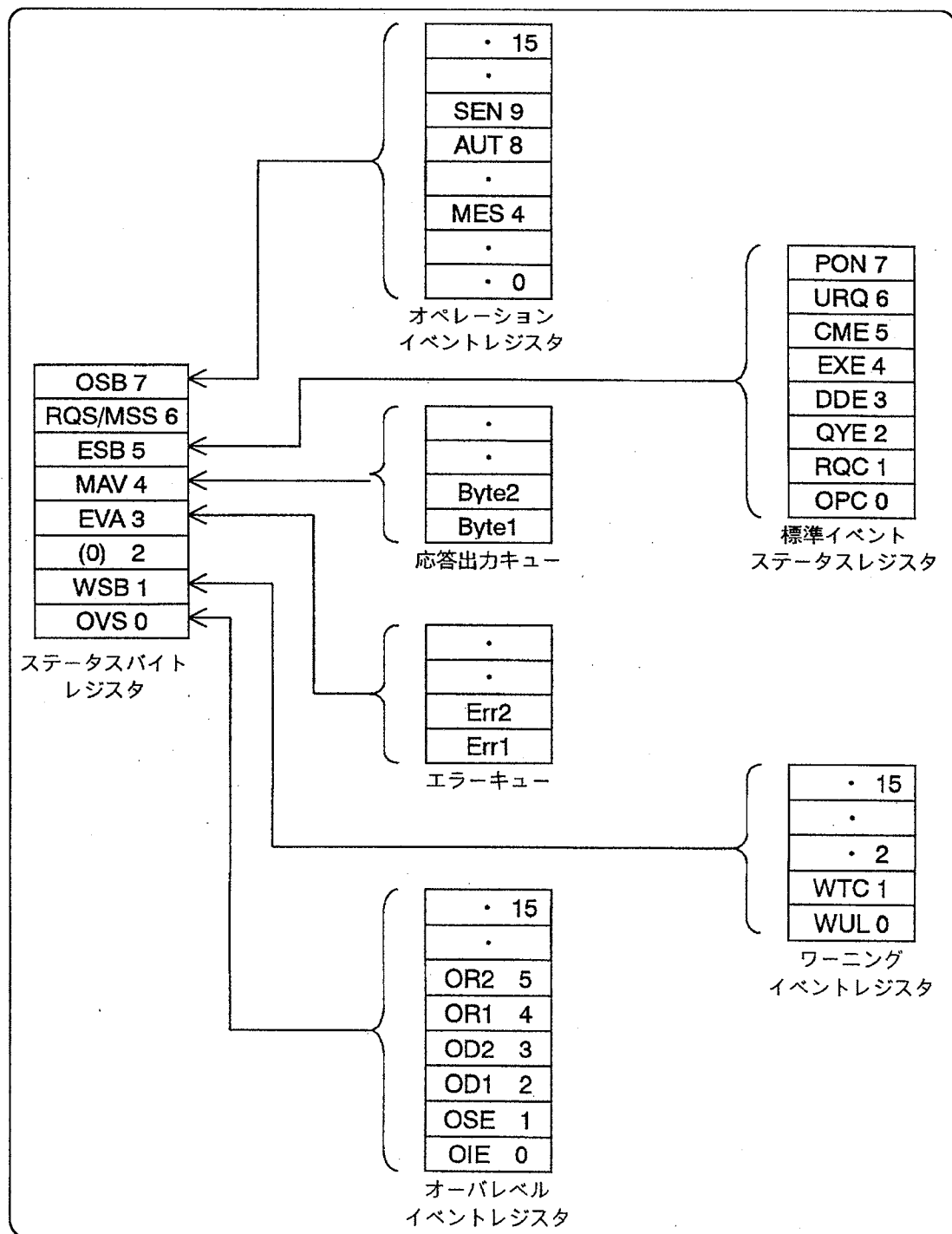


図5-3 ステータス構造図（概要）

b) 標準イベント ステータス レジスタと関連レジスタ

標準イベント ステータス レジスタは、IEEE-488.2規格に従うすべての機器が共通して持つレジスタです。このレジスタは「表5-3 標準イベント ステータス レジスタのビット割り当て」のように機器の状態を表します。

標準イベント ステータス レジスタは、下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- 共通コマンドの*ESR? (応答のデータは10進整数)

標準イベント ステータス レジスタの各ビットは、下記のとき0にクリアされます。

- 標準イベント ステータス レジスタを読み出したとき
- 共通コマンド*CLS (クリアステータス) を送ったとき

標準イベント ステータス レジスタの各ビットは、標準イベント ステータス イネーブル レジスタの対応するビットを1に設定することで、ステータスバイトレジスタのESBビットに要約できます。

標準イベント ステータス イネーブル レジスタは、下記のプログラムメッセージで設定や問い合わせができます。なお、データは1にセットされている各要因の重みの合計です。

- 設定 : 共通コマンドの*ESE (設定するデータは10進整数)
- 問い合わせ: 共通コマンドの*ESE? (応答のデータは10進整数)

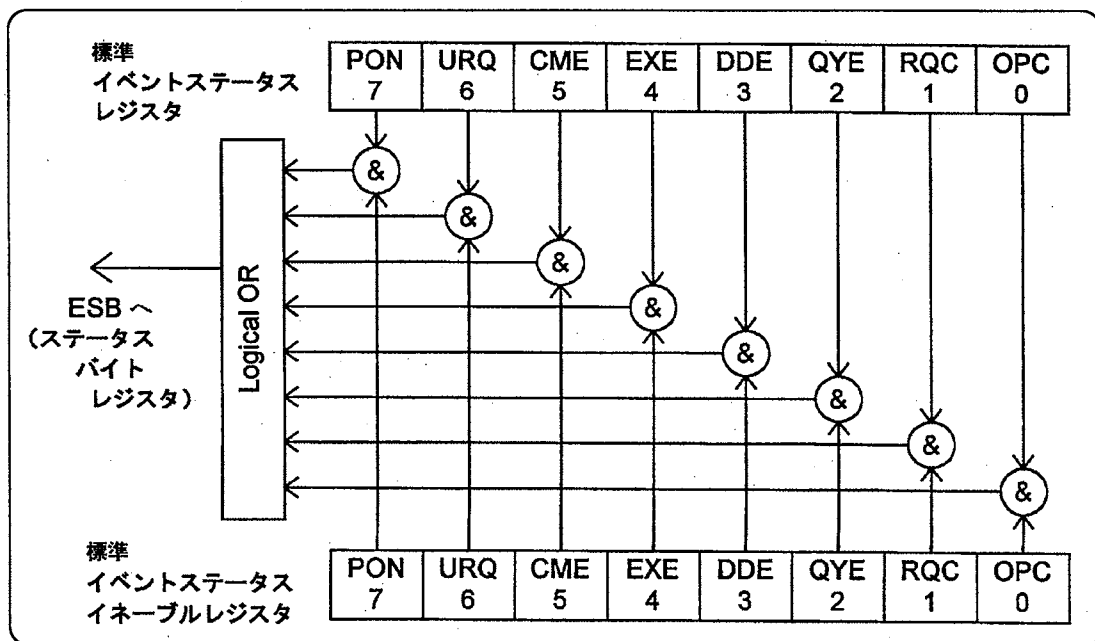


図5-4 標準イベント ステータス レジスタ

表5-3 標準イベント ステータス レジスタのビット割り当て

ビット (重み)	ニーモ ニック	内 容
7(128)	PON	電源投入 電源を投入したとき、1にセットされます。 読み出されて0にクリアされると、再度電源が投入されるまで0です。
6(64)	URQ	ユーザ要求 常に0（使用していません）。
5(32)	CME	コマンドエラー プログラムメッセージに構文エラーなどがあると、1にセットされます。
4(16)	EXE	実行エラー プログラムデータが設定可能範囲外であるか、そのときの状態では指定の設定にできないとき、1にセットされます。
3(8)	DDE	装置固有のエラー 装置に固有なエラーが発生したとき1にセットされます。この装置では、エラーコードキューがオーバフローしたときなどにセットされます。
2(4)	QYE	クエリ（問い合わせ）エラー 下記のどれかに該当するとき、1にセットされます。 <ul style="list-style-type: none"> 出力キューに応答メッセージがないのに、読み出そうとした。 （RS-232ではこのエラーは起きません） 出力キューの容量制限（1024文字）を超えた。 機器が、クエリに対する応答メッセージを送り終わらないのに、次のプログラムメッセーを受け取った。
1(2)	RQC	制御権の要求 常に0（使用していません）。
0(1)	OPC	動作完了 下記のコマンドを実行中に、共通コマンド*OPCを送ると、それらのすべての動作が完了したとき、1にセットされます。 データメモリへの記録、自動設定（AUTO SET）、自動感度設定 実行中でなければ、直ちにセットされます。

c) オペレーション イベント レジスタと関連レジスタ

LI5640 には、常に装置の動作状態を反映して変化するオペレーション コンディション レジスタがあります。このレジスタは下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- OPCR? (応答のデータは10進整数)

オペレーション コンディション レジスタの各ビットが1から0に変化すると（動作が完了すると）、オペレーション イベント レジスタの対応するビットが1にセットされます。

オペレーション イベント レジスタは、下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- OPER? (応答のデータは10進整数)

オペレーション イベント レジスタの各ビットは、下記のとき0にクリアされます。

- オペレーション イベント レジスタを読み出したとき
- 共通コマンド*CLS (クリアステータス) を送ったとき

オペレーション イベント レジスタの各ビットは、オペレーション イベント イネーブル レジスタの対応するビットを1に設定することで、ステータスバイトレジスタの0SBビットに要約できます。

オペレーション イベント イネーブル レジスタは、下記のプログラムメッセージで設定や問い合わせができます。なお、データは1にセットされている各要因の重みの合計です。

- 設定 : OPEE (設定するデータは10進整数)
- 問い合わせ: OPEE? (応答のデータは10進整数)

表5-4 オペレーション コンディション レジスタのビット割り当て

ビット (重み)	ニーモニック	内 容
15		常に0 (使用していません)
14		
13		
12		
11		
10		
9(512)	SEN	自動感度設定中 (SENSITIVITY AUTO)
8(256)	AUT	自動設定中 (AUTO SET)
7		常に0 (使用していません)
6		
5		
4(16)	MES	データメモリへの記録中
3		常に0 (使用していません)
2		
1		
0		

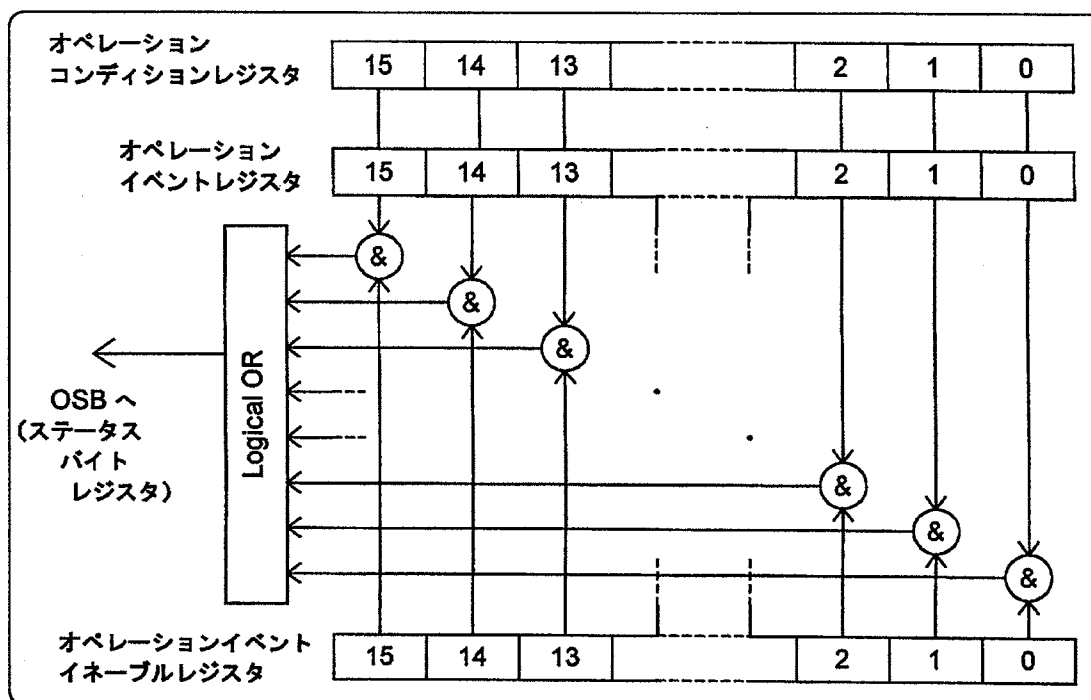


図5-5 オペレーションステータス

オペレーション、ワーニング、およびオーバレベルのどの系統でも、コンディションレジスタ、イベントレジスタ、イネーブルレジスタの3者間の関係は同じです。

コンディションレジスタを直接設定またはクリアするプログラムメッセージはありません。

d) ワーニング イベント レジスタと関連レジスタ

LI5640 には、常に動作上の問題を反映して変化するワーニング コンディション レジスタがあります。このレジスタは下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- WRCR? (応答のデータは10進整数)

ワーニング コンディション レジスタの各ビットが0から1に変化すると、ワーニング イベント レジスタの対応するビットが1にセットされます。

ワーニング イベント レジスタは、下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- WRER? (応答のデータは10進整数)

ワーニング イベント レジスタの各ビットは、下記のとおり0にクリアされます。

- ワーニング イベント レジスタを読み出したとき
- 共通コマンド*CLS (クリアステータス) を送ったとき

ワーニング イベント レジスタの各ビットは、ワーニング イベント イネーブル レジスタの対応するビットを1に設定することで、ステータスバイトレジスタのWSBビットに要約できます。

ワーニング イベント イネーブル レジスタは、下記のプログラムメッセージで設定や問い合わせができます。なお、データは1にセットされている各要因の重みの合計です。

- 設定 : WREE (設定するデータは10進整数)
- 問い合わせ: WREE? (応答のデータは10進整数)

表5-5 ワーニング コンディション レジスタのビット割り当て

ビット (重み)	ニーモニック	内 容
15		常に0 (使用していません)
14		
⋮		
2		
1(2)	WTC	参照信号源SOURCEがSIGNALのとき、周波数と減衰傾度比べて、時定数が小さすぎるためロックできない
0(1)	WUL	参照信号に同期していない (UNLOCKランプが点灯)

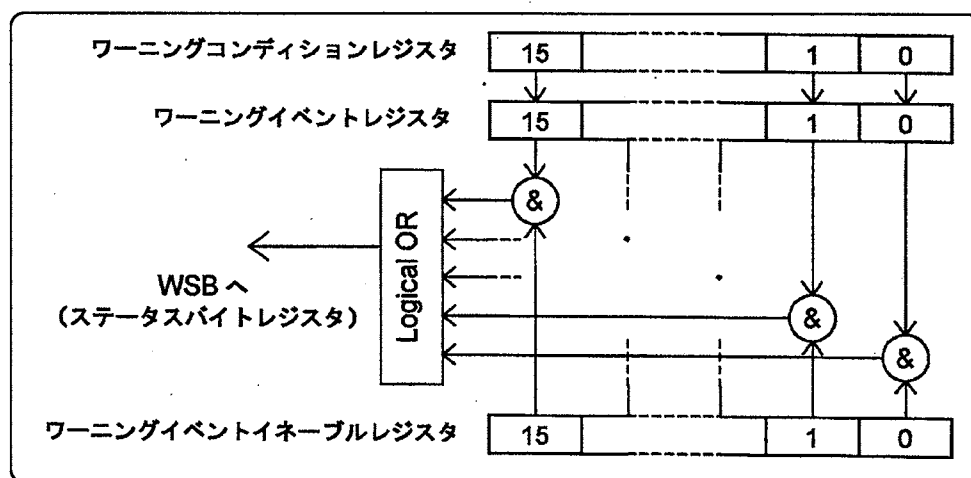


図5-6 ワーニングステータス

e) オーバレベル イベント レジスタと関連レジスタ

LI5640 には、常に信号系のオーバレベル状態を反映して変化するオーバレベルコンディション レジスタがあります。このレジスタは下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- OVCR? (応答のデータは10進整数)

オーバレベル コンディション レジスタの各ビットが0から1に変化すると、オーバレベル イベント レジスタの対応するビットが1にセットされます。

オーバレベル イベント レジスタは、下記のクエリメッセージで問い合わせができます。

- OVER? (応答のデータは10進整数)

オーバレベル イベント レジスタの各ビットは、下記のとおり0にクリアされます。

- オーバレベル イベント レジスタを読み出したとき
- 共通コマンド*CLS (クリアステータス) を送ったとき

オーバレベル イベント レジスタの各ビットは、オーバレベル イベント イネーブル レジスタの対応するビットを1に設定することで、ステータスバイトレジスタのOVSビットに要約できます。

オーバレベル イベント イネーブル レジスタは、下記のプログラムメッセージで設定や問い合わせができます。なお、データは1にセットされている各要因の重みの合計です。

- 設定 : OVEE (設定するデータは10進整数)
- 問い合わせ: OVEE? (応答のデータは10進整数)

表5-6 オーバレベル コンディション レジスタのビット割り当て

ビット (重み)	ニーモニック	内 容
15		常に0 (使用していません)
⋮		
6		
5(32)	OR2	DATA2のレシオ表示で、AUX IN1がオーバレベルの状態
4(16)	OR1	DATA1のレシオ表示で、AUX IN1がオーバレベルの状態
3(8)	OD2	DATA2が表示オーバレベルの状態
2(4)	OD1	DATA1が表示オーバレベルの状態
1(2)	OSE	中間段でオーバレベルの状態
0(2)	OIE	入力段でオーバレベルの状態

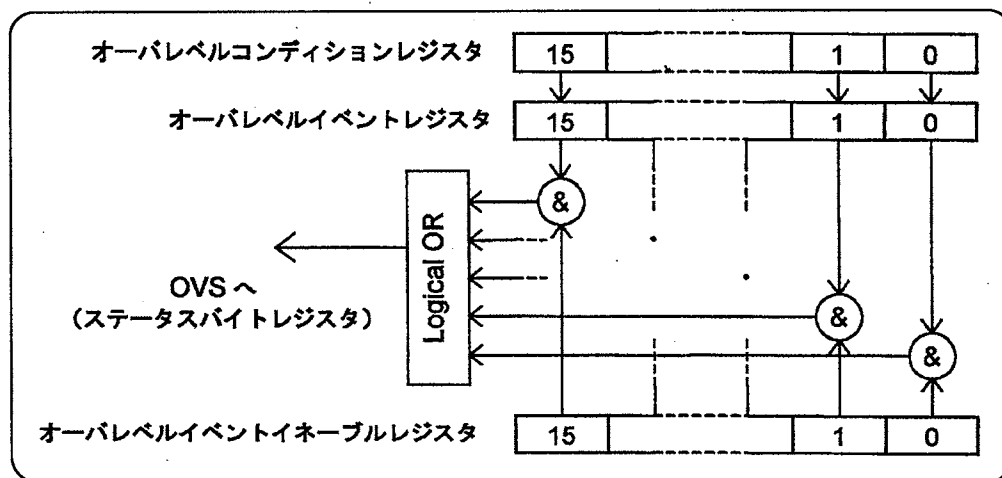


図5-7 オーバレベルステータス

5.4 プログラムメッセージの概要

外部インタフェース（GPIBまたはRS-232）でLI5640を制御するときも、パネルから操作するときと操作の手順は同じです。

外部インタフェースで操作するときも、パネルからの操作についての説明をご覧ください。

a) プログラムメッセージの構文

LI5640をリモート制御するには、コントローラからプログラムメッセージを送ります。プログラムメッセージには、設定や動作の指示を行うコマンドメッセージと、設定や状態などの問い合わせを行うクエリ（問い合わせ）メッセージがあります。

プログラムメッセージ { コマンドメッセージ： 設定や動作の指示
クエリメッセージ : 設定や状態などの問い合わせ

プログラムメッセージのおよその構文を下記に示します。

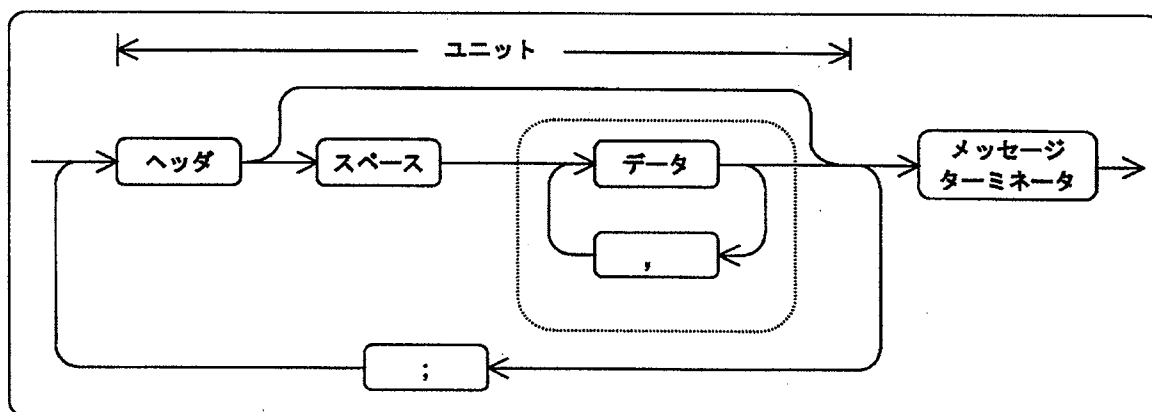


図5-8 プログラムメッセージの構文（概要）

使用される文字コードは、ASCII 7ビットコードです。

この機器が受信するときは、大文字と小文字は区別されません。また、パリティビットは無視されます。なお、応答メッセージは、大文字、パリティなしで送信されます。

プログラムメッセージの主な構成要素はヘッダ、データ、およびターミネータです。

- ヘッダ（コマンドプログラムヘッダかクエリプログラムヘッダ）

機能を示すアルファベットの文字列です。

対応するコマンドがあるときは、クエリのヘッダは、コマンドのヘッダの直後に "?" が付いた文字列です。

- データ（プログラムデータ）

機能の詳細を指示します。

データを持たないヘッダもあります（単純な動作指示など）。

データは、整数、実数、または指数形式で設定できます。

例: 3 +123 -5.6 .789E+3

- メッセージターミネータ

プログラムメッセージの終了を示します。下記のどれでも使用できます。

CR LF、CR、LF、CR LF[^]END、CR[^]END、LF[^]END、[^]END

[^]ENDは直前の文字（バイト）と一緒にENDメッセージ（バスのEOIラインがLOW）を送ることを示します。

- スペース

データがあるときは、ヘッダとデータの間を1文字以上の空白文字（ASCIIコードでは20H）で区切らなければなりません。

- カンマ

データが複数あるときは、各データをカンマ（,）で区切らなければなりません。カンマの前後には空白を置くことができます。

- セミコロン

プログラムメッセージを複数まとめて送るときは、各ユニットをセミコロン（;）で区切らなければなりません。セミコロンの前後には空白を置くことができます。

b) 入力バッファ

プログラムメッセージは、入力バッファの容量（1024文字）内で続けて送ることができます。

プログラムメッセージは、入力バッファに一度蓄えられ、ターミネータを受信した時点で入力順に解釈、実行されます。ヌル（00H）およびCR、LFは入力バッファに入りません。

プログラムメッセージが入力バッファの容量を超えると、容量以内のメッセージは実行されますが、容量を超えた部分は破棄されます。

また、プログラムメッセージを解釈したとき、規定外のヘッダやデータがあると、エラーになります。このときは、入力バッファがクリアされ、それ以降のプログラムメッセージは実行されません。

解釈、実行が終わると、入力バッファはクリアされ、次の入力が可能になります。

5.4 プログラムメッセージの概要

c) 互換メッセージ

当社の従来機種（5610Bまたは5600A）と互換性のあるプログラムメッセージが用意されています。従来の機種をLI5640に置き換えるとき、互換メッセージを使うと、コントローラ側のプログラム修正が容易になります。

ただし、両者に機能的な相違があるので、完全な互換性はありません。また、互換メッセージでは、従来機種と異なり、セミコロンの（;）が必要なことに注意してください。

	従来機種 (5610B/5600A) のメッセージ	互換メッセージ	LI5640 本来のメッセージ
複数のプログラムメッセージを続けて送るときの、各ユニット間に置くセミコロンの“;”	省略可	<u>必要</u>	必要
ヘッダとデータの間スペース	省略可	省略可	必要
クエリヘッダの“?”の位置	コマンドヘッダの前 例：?0FQ	コマンドヘッダの前 例：?0FQ	コマンドヘッダの後ろ 例：FREQ?
応答メッセージへのヘッダ付加	できる	できる	できない

5.5 クエリ（問い合わせ）メッセージに対する応答

クエリ（問い合わせ）メッセージをLI5640に送ると、その応答メッセージがLI5640の出力キュー（待ち行列）に置かれます。LI5640からデータを受け取ると、その応答メッセージが得られます。

一度に複数のクエリメッセージを送ると、各クエリメッセージに対する応答メッセージがセミコロン“;”で区切られて出力キューに置かれます。ただし、応答文字列の合計が1024文字を超えるとエラーになります。このときターミネータは数えません。

例：

"..Resmmm,Re|snnn,.."

の|が限界ならば、Resmmmまで出力キューに置かれ、Resnnn以降は失われます。

コントローラが、出力キューに置かれた応答メッセージを受け取らずに、次のプログラムメッセージを送ると、出力キューはクリアされます。クエリメッセージを含むプログラムメッセージを送ったら、応答メッセージをすべて受け取ってから、次のプログラムメッセージを送ってください。

クエリメッセージ		応答メッセージ
xxx?;yyy?;zzz? ターミネータ	→	Resxxx;Resyyy;Reszzz ターミネータ
		└──────────┘ 最大1024文字

応答メッセージのおよその構文を下記に示します。

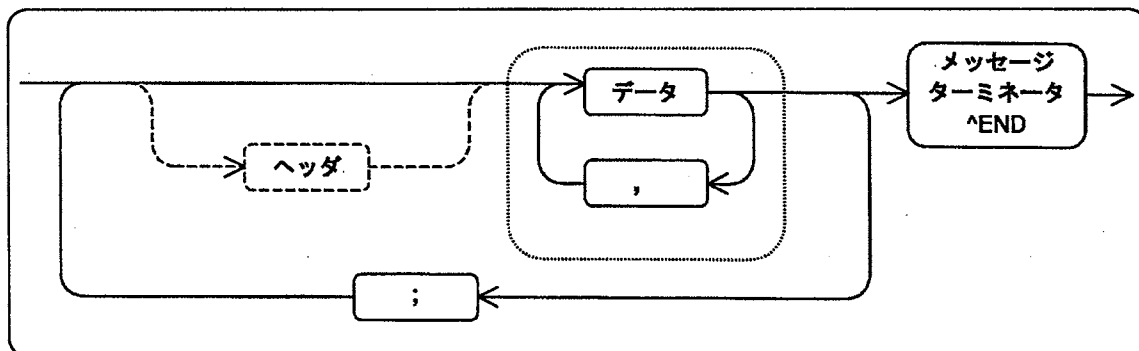


図5-9 応答メッセージの構文（概要）

メッセージターミネータはパネルで選択したCR LF、CR、またはLFです。最後の文字と一緒にENDメッセージが出力されます（バスのEOIラインがLOWになります）。

〔互換メッセージに対する応答メッセージ〕

5610B/5600A互換メッセージで問い合わせたときだけ、ヘッダを出力させることができます。禁止も可能で、電源投入時はヘッダを出力しない設定になっています。

5.6 プログラムメッセージ一覧

5.6.1 プログラムメッセージ一覧

[一覧表についての補足]

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
パネルに表示のある項目は、パネルの表示に準じた項目名を示します。	コマンドがあるときはコマンドの、クエリしかないときはクエリのヘッダを示します。	<p><操作の内容を示します></p> <p>コマンド : コマンドメッセージの例を示します。</p> <p>クエリ : クエリメッセージの例を示します。</p> <p>応答 : 応答メッセージの例を示します。</p> <p>構文 : コマンドまたはクエリが複数のデータを持つ場合、データの並び方を示します。</p> <p>範囲 : コマンド、クエリまたは応答における、データの範囲を示します。</p> <p>INIT時 : INITコマンドによる設定を示します。</p>

- 対応するクエリ（問い合わせ）メッセージがあるときは、コマンドメッセージヘッダの後ろに"?"を付けるとクエリメッセージヘッダになります。
- ヘッダとそれに続くデータの間には、空白が必要です。
- 複数のデータはカンマ", "で区切ります。

[GPIB電源投入時の初期値（パネルから設定できないパラメタ）]

OTYP	読み出す測定データの種類	1, 2 (DATA1, DATA2)
OSMP	連続データ出力サンプリング周期	1.0
OSTR	連続データ出力の開始・停止	0 (停止)
DTYP	記録するデータの種類	2 (DATA1, DATA2)
DSIZ	記録長	0 (2Kデータ)
DNUM	記録するデータメモリ番号	0
DSMP	記録するサンプリング周期	5 (1ms)
TENB	外部トリガ入力TRIG INの許可／禁止	0 (禁止)
SPTS?	記録したサンプリング回数	0
*PSC	パワーオン ステータス クリア フラグ	変化しない

☐ パネルから設定できるパラメタについて → 「表3-2 初期値一覧」、参照。

イネーブルレジスタの初期値は、パワーオン ステータス クリア フラグの設定によります。パワーオン ステータス クリア フラグの出荷時設定は、ゼロです。

a) 参照系 (REFERENCE) のメッセージ

1/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
PHASE	PHAS	<p><位相オフセットの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : PHAS 90.0 (+180.00は-180.00に変換される)</p> <p>クエリ : PHAS? 応答 : 90.00</p> <p>範囲 : -180.00~+179.99[°] (および+180.00°)</p> <p>INIT時 : 0.00</p>
PHASE-AUTO	APHS	<p><自動位相オフセット設定の実行></p> <p>コマンド : APHS</p> <p>クエリ : なし</p>
FREQ	FREQ	<p><内部発振器の周波数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : FREQ 1.0E3</p> <p>クエリ : FREQ? 応答 : 1.0000E+03</p> <p>範囲 : 0.0005Hz~105.00kHz</p> <p>INIT時 : 変化しない</p> <p>注意 : 測定している周波数を意味しない。 測定中の参照信号周波数は、DOUT?などの測定値を読み出すクエリを用いて読み出す。</p>
AMPTD	AMPL	<p><振幅の設定と問い合わせ (OSC OUT) ></p> <p>コマンド : AMPL 0.1,1 構文 : AMPL x,i</p> <p>クエリ : AMPL? 応答 : 0.100,1</p> <p>範囲 : x=振幅[Vrms]</p> <p>0.0m~50.0m(分解能0.1m)</p> <p>0m ~500m(分解能 1m)</p> <p>0.00~5.00(分解能0.01)</p> <p>i=振幅レンジ</p> <p>0 50mV</p> <p>1 500mV</p> <p>2 5V</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
nF	HARM	<p><高調波次数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : HARM 2</p> <p>クエリ : HARM? 応答 : 2</p> <p>範囲 : 1~19999 (整数)</p> <p>INIT時 : 1</p>

a) 参照系 (REFERENCE) のメッセージ

2/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
SOURCE	RSRC	<参照信号源の設定と問い合わせ> コマンド :RSRC 0 クエリ :RSRC? 応答 :0 範囲 :0 REF IN 1 INT OSC 2 SIGNAL INIT時 :変化しない
EDGE	REDG	<参照信号同期エッジの設定と問い合わせ> コマンド :REDG 0 クエリ :REDG? 応答 :0 範囲 :0 SINE POS 1 TTL POS 2 TTL NEG INIT時 :変化しない

b) 測定信号系 (SIGNAL INPUT) のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
SIGNAL	ISRC	<測定信号入力の設定と問い合わせ> コマンド :ISRC 0 クエリ :ISRC? 応答 :0 範囲 :0 A 1 A-B 2 $I(10^6)$ 3 $I(10^8)$ INIT時 :変化しない
COUPLING	ICPL	<測定信号入力結合の設定と問い合わせ> コマンド :ICPL 0 クエリ :ICPL? 応答 :0 範囲 :0 AC 1 DC INIT時 :変化しない
GROUND	IGND	<測定信号グラウンドの設定と問い合わせ> コマンド :IGND 0 クエリ :IGND? 応答 :0 範囲 :0 FLOAT 1 GROUND INIT時 :変化しない

c) 自動設定 (AUTO SET) コマンド

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
AUTO SET	ASET	<p><自動設定の実行></p> <p>コマンド :ASET (実行中は無視される)</p> <p>クエリ :なし</p>

d) フィルタ (FILTER) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
LINE LINE×2	ILIN	<p><電源周波数雑音除去フィルタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :ILIN 0</p> <p>クエリ :ILIN? 応答:0</p> <p>範囲 :0 THRU (使用しない)</p> <p>1 LINE</p> <p>2 LINE×2</p> <p>3 LINE & LINE×2</p> <p>INIT時 :THRU</p>
LINE (SHIFT+)	IFRQ	<p><電源周波数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :IFRQ 0</p> <p>クエリ :IFRQ? 応答:0</p> <p>範囲 :0 50Hz</p> <p>1 60Hz</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
LPF THRU	ITHR	<p><ローパスフィルタ無効/使用の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :ITHR 0</p> <p>クエリ :ITHR? 応答:0</p> <p>範囲 :0 使用する</p> <p>1 無効 (使用しない) (ランプ点灯)</p> <p>INIT時 :使用する (ランプ消灯)</p>

e) ダイナミックリザーブ (DYNAMIC RESERVE) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
DYNAMIC RESERVE	DRSV	<p><ダイナミックリザーブの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DRSV 1</p> <p>クエリ :DRSV? 応答:1</p> <p>範囲 :0 HIGH</p> <p>1 MEDIUM</p> <p>2 LOW</p> <p>INIT時 :LOW</p>

f) 感度 (SENSITIVITY) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
SENSITIVITY	VSEN	<p><電圧感度の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : VSEN 23</p> <p>クエリ : VSEN? 応答 : 23</p> <p>範囲 : 0 2nV 10 5μV 20 10mV 1 5nV 11 10μV 21 20mV 2 10nV 12 20μV 22 50mV 3 20nV 13 50μV 23 100mV 4 50nV 14 100μV 24 200mV 5 100nV 15 200μV 25 500mV 6 200nV 16 500μV 26 1V 7 500nV 17 1mV 8 1μV 18 2mV 9 2μV 19 5mV</p> <p>雑音密度を測定しているときは、設定範囲が異なる。 INIT時 : 1V</p>
SENSITIVITY	ISEN	<p><電流感度の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : ISEN 23</p> <p>クエリ : ISEN? 応答 : 23</p> <p>範囲 : 10 5pA 20 10nA 1 5fA 11 10pA 21 20nA 2 10fA 12 20pA 22 50nA 3 20fA 13 50pA 23 100nA 4 50fA 14 100pA 24 200nA 5 100fA 15 200pA 25 500nA 6 200fA 16 500pA 26 1μA 7 500fA 17 1nA 8 1pA 18 2nA 9 2pA 19 5nA</p> <p>0を指定するとエラーになる。 電流-電圧変換利得により設定範囲が異なる。 雑音密度を測定しているときは、設定範囲が異なる。 INIT時 : 1μA</p>
AUTO (SENSITIVITY)	ASEN	<p><自動感度設定の実行></p> <p>コマンド : ASEN (実行中は何もしない)</p> <p>クエリ : なし</p>

g) 時定数 (TIME CONSTANT) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
TIME CONSTANT	TCON	<p><時定数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : TCON 9</p> <p>クエリ : TCON? 応答 : 9</p> <p>範囲 : 0 10 μs 10 1s 1 30 μs 11 3s 2 100 μs 12 10s 3 300 μs 13 30s 4 1ms 14 100s 5 3ms 15 300s 6 10ms 16 1ks 7 30ms 17 3ks 8 100ms 18 10ks 9 300ms 19 30ks</p> <p>INIT時 : 100ms</p>
AUTO (TIME CONSTANT)	ATIM	<p><自動時定数設定の実行></p> <p>コマンド : ATIM</p> <p>クエリ : なし</p>
SYNC	SYNC	<p><同期フィルタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : SYNC 0</p> <p>クエリ : SYNC? 応答 : 0</p> <p>範囲 : 0 オフ (通常フィルタ) 1 オン (同期フィルタ)</p> <p>INIT時 : オフ</p>
SLOPE	SLOP	<p><減衰傾度の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : SLOP 1</p> <p>クエリ : SLOP? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 0 6dB/oct 1 12dB/oct 2 18dB/oct 3 24dB/oct</p> <p>INIT時 : 24dB/oct</p>

h) 測定データ表示 (DATA1、DATA2) 関連のメッセージ

1/2

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
DATA1 DATA2	DDEF	<p><表示パラメタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DDEF 1,2 構文:DDEF i, j</p> <p>クエリ :DDEF? 1 応答:2</p> <p>範囲 :i=1 DATA1 =2 DATA2 i=1 i=2 j=0 X Y 1 R θ 2 NOISE AUX IN1 3 AUX IN1 AUX IN2</p> <p>INIT時 :DATA1 R、DATA2 θ</p>
NORMALIZE	NORM	<p><ノーマライズ表示の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :NORM 1</p> <p>クエリ :NORM? 応答:1</p> <p>範囲 :0 オフ (通常の表示) 1 dB 2 %</p> <p>INIT時 :オフ</p>
STD	VSTD	<p><電圧ノーマライズ標準値の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :VSTD 51.2E-6</p> <p>クエリ :VSTD? 応答:51.20E-6</p> <p>範囲 :1.0000nV~1.0000V</p> <p>INIT時 :1.0000V</p>
	ISTD	<p><電流ノーマライズ標準値の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :ISTD 51.2E-12</p> <p>クエリ :ISTD? 応答:51.20E-12</p> <p>範囲 :1.0000fA~1.0000μA</p> <p>INIT時 :1.0000μA</p>
NOISE	NOIS	<p><雑音測定スミージング係数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :NOIS 1</p> <p>クエリ :NOIS? 応答:1</p> <p>範囲 :0 $\times 1$ 1 $\times 4$ 2 $\times 16$ 3 $\times 64$</p> <p>INIT時 :変化しない</p>

h) 測定データ表示 (DATA1、DATA2) 関連のメッセージ

2/2

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
X OFFSET ON Y OFFSET ON	OFS0	<p><オフセットオン/オフの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :OFS0 1, 1 構文 :OFS0 i, j</p> <p>クエリ :OFS0? 1 構文 :OFS0? i 応答:1</p> <p>範囲 :i=1 X j=0 オフ 2 Y 1 オン</p> <p>INIT時 : X、Y 共にオフ</p>
X OFFSET Y OFFSET	OFFS	<p><オフセット値の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :OFFS 1, 10.0 構文 :OFFS i, u</p> <p>クエリ :OFFS? 1 構文 :OFFS? i 応答:10.00</p> <p>範囲 :i=1 X 2 Y u=オフセット値 感度の-100.00~+100.00 [%]</p> <p>INIT時 : X、Y 共にゼロ</p>
AUTO X, Y(OFFSET)	AOFS	<p><自動オフセット設定の実行></p> <p>コマンド :AOFS</p> <p>クエリ :なし</p>
EXPAND	OEXP	<p><表示の拡大の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :OEXP 1, 0 構文 :OEXP i, j</p> <p>クエリ :OEXP? 1 構文 :OEXP? i 応答:0</p> <p>範囲 :i=1 DATA1(X, R) j=0 ×1 2 DATA2(Y) 1 ×10 2 ×100</p> <p>INIT時 : X、Y 共に×1</p>

5.6 プログラムメッセージ一覧

i) レシオ表示 (RATIO) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
RATIO ON	RAT	<p><レシオ表示オン/オフの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :RAT 1</p> <p>クエリ :RAT? 応答 :1</p> <p>範囲 :0 オフ 1 オン (レシオ表示)</p> <p>INIT時 :オフ</p>
RATIO K (SHIFT+)	KFAC	<p><K定数の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :KFAC 0.25</p> <p>クエリ :KFAC? 応答 :0.25</p> <p>範囲 :0.1000~1.9999 および 2.000~9.999</p> <p>INIT時 :1.0000</p>

j) 補助出力 (AUX OUT1、AUX OUT2) のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
AUX OUT1 AUX OUT2	AUXV	<p><補助出力 (直流電圧) の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :AUXV 1, 1.0 構文 :AUXV i, x</p> <p>クエリ :AUXV? 1 構文 :AUXV? i 応答 :1.000</p> <p>範囲 :i=1 AUX OUT1 2 AUX OUT2 x=電圧 -10.000~+10.000 [V]</p> <p>INIT時 :変化しない</p>

k) 設定メモリ (STORE、RECALL) 関連のメッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
STORE	*SAV	<p><設定を保存する></p> <p>コマンド :*SAV 1</p> <p>クエリ :なし</p> <p>範囲 :1~9</p> <p>INIT時 :設定メモリの内容は変化しない</p>
RECALL	*RCL	<p><設定を呼び出す></p> <p>コマンド :*RCL 1</p> <p>クエリ :なし</p> <p>範囲 :1~9および0 (0は電源投入時の設定)</p> <p>INIT時 :呼び出しを行わない</p>

1) その他のパネル操作関連コマンド

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
INITIALIZE	INIT	<初期設定状態にする> コマンド :INIT クエリ :なし
LAMP	LAMP	<ランプの設定と問い合わせ> コマンド :LAMP 0 クエリ :LAMP? 応答:0 範囲 :0 オフ (全消灯) 1 オン INIT時 :変化しない
FAN	FAN	<ファンの設定と問い合わせ> コマンド :FAN 0 クエリ :FAN? 応答:0 範囲 :0 オフ (ファン停止) 1 オン INIT時 :変化しない
KEY LOCK	KLOC	<キーロックの設定と問い合わせ> コマンド :KLOC 0 クエリ :KLOC? 応答:0 範囲 :0 オフ 1 オン (ロック) INIT時 :変化しない
CONTROL	CONT	<予備制御信号の設定と問い合わせ> コマンド :CONT 0,1 構文:CONT i,j クエリ :CONT? 0 構文:CONT? i 応答:1 範囲 :i=制御ポートの指定 0~13 j=制御コード0~3 (i=0または1のとき) 0~1 (i≥2のとき) INIT時 :変化しない

m) 測定データ読み出し関連のメッセージ（パネルからは操作できません）

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
OUTPUT TYPE	OTYP	<p><読み出す測定データの種類の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :OTYP 1, 2, 3 構文:OTYP i {, j, k, l, m, n}</p> <p>クエリ :OTYP? 応答:1, 2, 3</p> <p>範囲 :i, j, k, l, m, n各々、 0 ラインナンバ 1 DATA1表示値 2 DATA2表示値 3 FREQ (参照信号の周波数) 4 SENSITIVITY 5 OVERLEVEL</p> <p>データは1~6個。複数のときはカンマで区切る。 同じパラメタを複数選択可能。順序は任意。</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
DATA OUTPUT	DOUT?	<p><最新測定データの問い合わせ></p> <p>コマンド :なし</p> <p>クエリ :DOUT?</p> <p>応答 : 1. 2345E-06, -0. 7890E-06, 1. 0000E+03 (OTYPで選択した順に出力される)</p> <p>範囲 : ラインナンバ 常に00000 DATA1 DATA1の表示データ DATA2 DATA2の表示データ FREQ 参照信号の周波数 [Hz] (高調波測定では基本波の周波数) SENSITIVITY VSEN?またはISEN?の応答データ (測定信号入力の設定による) OVERLEVEL OVCR?の応答データ</p>
OUTPUT SAMPLING PERIOD	OSMP	<p><連続データ出力サンプリング周期の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :OSMP 1.0</p> <p>クエリ :OSMP? 応答:1.0</p> <p>範囲 :0.1~10000.0[s]、分解能0.1s</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
OUTPUT START	OSTR	<p><連続データ出力の開始・停止の指示と、状態の問い合わせ></p> <p>コマンド :OSTR 1</p> <p>クエリ :OSTR? 応答:1</p> <p>範囲 :0 停止 (停止中) 1 開始 (出力中)</p> <p>開始を指示してから、トリガを実行すると、設定した周期で測定データを出力キューに置く。 ラインナンバの値は、00000 (開始時) ~99999の範囲で1ずつ増加。最大値を超えると00000に戻る。</p> <p>INIT時 :停止</p>

n) データメモリ関連のメッセージ（パネルからは操作できません）

1/3

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
DATA MEMORY TYPE	DTYP	<p><記録するデータの種類の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DTYP 1</p> <p>クエリ :DTYP? 応答:1</p> <p>範囲 :0 DATA1 1 DATA2 2 DATA1, DATA2 3 DATA2, AUX IN2 4 DATA1, DATA2, FREQ 5 DATA1, DATA2, AUX IN1, AUX IN2 (FREQは32ビット、その他は16ビットで記録)</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
DATA MEMORY SIZE	DSIZ	<p><記録長の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DSIZ 1</p> <p>クエリ :DSIZ? 応答:1</p> <p>範囲 :0 2K 記録長はデータの数で示す。 1 4K 16ビット/データ換算。 2 8K 1Kは1024。 3 16K 全容量が指定長に等分割される。 4 32K 5 64K</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
DATA MEMORY NUMBER	DNUM	<p><記録するデータメモリ番号の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DNUM 0</p> <p>クエリ :DNUM? 応答:0</p> <p>範囲 :0~31。使用できるのは0~(分割数-1)</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
DATA MEMORY SAMPLING PERIOD	DSMP	<p><記録サンプリング周期の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :DSMP 5</p> <p>クエリ :DSMP? 応答:5</p> <p>範囲 :0 トリガ 10 50ms 1 0.0625ms 11 100ms 2 0.125ms 12 200ms 3 0.25ms 13 500ms 4 0.5ms 14 1s 5 1ms 15 2s 6 2ms 16 5s 7 5ms 17 10s 8 10ms 18 20s 9 20ms</p> <p>トリガを選ぶと、トリガ信号ごとに記録される。 背面パネルのTRIG INを使うときは、TENBコマンドによる許可が必要。</p> <p>INIT時 :1ms</p>

n) データメモリ関連のメッセージ（パネルからは操作できません）

2/3

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
TRIGGER ENABLE	TENB	<p><外部トリガ入力TRIG INの許可／禁止の設定と問い合わせ></p> <p>コマンド :TENB 1</p> <p>クエリ :TENB? 応答:1</p> <p>範囲 :0 禁止 1 許可</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
TRIGGER	*TRG	<p><トリガの実行></p> <p>コマンド :*TRG 記録の開始、または1サンプル記録</p> <p>クエリ :なし</p>
STORE START	STRT	<p><記録開始の準備をする></p> <p>コマンド :STRT</p> <p>クエリ :なし</p> <p>この後、トリガを実行すると記録が始まる。 記録中のときは無視される。</p>
STORE STOP	STOP	<p><記録を停止する></p> <p>コマンド :STOP</p> <p>クエリ :なし</p> <p>記録中でないときは無視される。</p>

n) データメモリ関連のメッセージ (パネルからは操作できません)

3/3

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
STORED POINTS	SPTS?	<p><記録したサンプリング回数の問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : SPTS? 応答 : 1024</p> <p>範囲 : 0~65536</p> <p>INIT時 : 0</p>
READ DATA MEMORY ASCII	DASC?	<p><記録したデータの問い合わせ(ASCII)></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : DASC? 0, 256 構文 : DASC? i, j</p> <p>範囲 : i=読み出し開始位置 0~(記録サンプリング回数-1) 0が記録開始位置 j=読み出すサンプル数 1~記録サンプリング回数</p> <p>応答 : 16ビットまたは32ビットの整数 (2の補数) を、 10進文字列に変換して出力。 12345, 678, 16777000 ターミネータ 10813, -1000, 16776789 ターミネータ : <ul style="list-style-type: none"> 記録した順に、1サンプルごとにターミネータで区切る。 1サンプル内に複数のデータがあるときはカンマで区切る。 1サンプル内では、DTYPの説明にある順。 </p>
READ DATA MEMORY BINARY	DBIN?	<p><記録したデータの問い合わせ(バイナリ)></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : DBIN? 0, 256 構文 : DBIN? i, j</p> <p>範囲 : i=読み出し開始位置 j=読み出すサンプル数 (範囲はASCIIと同じ)</p> <p>応答 : 16ビットのデータは2バイトで、32ビットの データは4バイトで、バイナリのまま出力。 カンマやCR/LFを含まない。 出力の順序はASCIIと同じ。 <ul style="list-style-type: none"> 1ワード内では、上位バイトから順に出力。 最後のバイトと共にENDメッセージを出力 (EOI)。 </p>

☞ データメモリの操作について → 「5.10 データメモリの操作」、参照。

o) ステータス系のメッセージ（パネルからは操作できません）

1/6

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
CLEAR STATUS	*CLS	<p><ステータスをクリアする></p> <p>コマンド : *CLS</p> <p>クエリ : なし</p> <ul style="list-style-type: none"> 下記のレジスタをクリアする。 <ul style="list-style-type: none"> 標準イベント ステータス レジスタ オペレーション イベント レジスタ オーバレベル イベント レジスタ ワーニング イベント レジスタ *OPCまたは*OPC?コマンドの実行を取り消す。 エラーコードキューをクリアする。 <p>イネーブルレジスタはクリアされない。</p>
POWER-ON STATUS CLEAR	*PSC	<p><パワーオン ステータス クリアフラグの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : *PSC 1</p> <p>クエリ : *PSC? 応答: 1</p> <p>範囲 : 設定時 -32767~+32767</p> <p>0でないときは、電源投入時に下記のレジスタをクリアする。0のときはクリアしない。</p> <ul style="list-style-type: none"> サービスリクエスト イネーブル レジスタ 標準イベント ステータス イネーブル レジスタ オペレーション イベント イネーブル レジスタ オーバレベル イベント イネーブル レジスタ ワーニング イベント イネーブル レジスタ <p>応答時 0または1</p> <p>0に設定されていれば0を返す。</p> <p>0以外に設定されていれば1を返す。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>

[ステータスバイトレジスタのクリア]

*CLSコマンドは、ステータスバイトレジスタを直接クリアしません。しかし、MAVビットとRQSビットを除いて、間接的にステータスバイトレジスタのビットがクリアされます。

ステータスバイトレジスタのMAVビットは、デバイスクリアで入力バッファをクリアすることで、間接的にクリアできます。

RQSビットは、シリアルポールでクリアできます。

o) ステータス系のメッセージ（パネルからは操作できません）

2/6

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
OPERATION COMPLETE	*OPC	<p><動作の終了を報告させる></p> <p>コマンド :*OPC</p> <p>実行中のオーバラップコマンドの処理がすべて終了したとき、標準イベントステータスレジスタのOPCビットをセットする。</p> <p>クエリ :*OPC? 応答 :1</p> <p>実行中のオーバラップコマンドの処理がすべて終了したとき、"1"を返す（出力キューに"1"を置く）。これにより、ステータスバイトレジスタのMAVビットがセットされる。</p> <p>このクエリに対する応答を受け取ろうとすると、オーバラップコマンドの処理が終了するまで待たされる。</p> <p>実行中のオーバラップコマンドがないときは、直ちに、OPCビットをセットするか、または"1"を返す。</p> <p>補足 : OPCまたはMAVビットでSRQを発信できる。</p> <p>☞ 「5.3 サービスリクエストとステータス構造」、参照。</p>
WAIT TO CONTINUE	*WAI	<p><コマンドが実行し終わるまで、後続コマンドを待たせる></p> <p>コマンド :*WAI</p> <p>クエリ : なし</p> <p>実行中の下記オーバラップコマンドの処理がすべて終了するまで、後続コマンドの実行を待たせる。</p>

【オーバラップコマンド】

コマンドには、その処理が終了してから次のコマンドが実行されるものと、その処理が終了する前に、次のコマンドの実行を開始できるものがあります。

その処理中に、次のコマンドの実行を開始できるコマンドをオーバラップコマンドといいます。

LI5640 には、下記のオーバラップコマンドがあります。

- データメモリへの記録
- 自動設定 (AUTO SET)
- 自動感度設定

これら以外のコマンドでは、その実行が終わってから、次のコマンドが実行されます。このようなコマンドをシーケンシャルコマンドといいます。

オーバラップコマンドの実行を終了してから、次のコマンドまたはクエリを実行させたいときは、*OPC、*OPC?、または*WAIコマンドを使います。正しく動作させるために、*OPC、*OPC?、および*WAIコマンドは、プログラムメッセージの最後に続けて送ってください。

良い例 : オーバラップコマンド1 ; オーバラップコマンド2 ; *OPC

悪い例1 : オーバラップコマンド1 ; *OPC ; オーバラップコマンド2 ターミネータ

悪い例2 : オーバラップコマンド ターミネータ *OPC ターミネータ

o) ステータス系のメッセージ（パネルからは操作できません）

3/6

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲																
STATUS BYTE	*STB?	<p><ステータスバイトレジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : *STB? 応答 : 32</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <table><thead><tr><th>重み</th><th>要因</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>オーバレベルイベント</td></tr><tr><td>2</td><td>ワーニングイベント</td></tr><tr><td>8</td><td>エラー発生</td></tr><tr><td>16</td><td>応答メッセージ出力可能</td></tr><tr><td>32</td><td>標準イベントステータス</td></tr><tr><td>64</td><td>マスタサマリステータス</td></tr><tr><td>128</td><td>オペレーションイベント</td></tr></tbody></table> <p>INIT時 : 変化しない</p>	重み	要因	1	オーバレベルイベント	2	ワーニングイベント	8	エラー発生	16	応答メッセージ出力可能	32	標準イベントステータス	64	マスタサマリステータス	128	オペレーションイベント
重み	要因																	
1	オーバレベルイベント																	
2	ワーニングイベント																	
8	エラー発生																	
16	応答メッセージ出力可能																	
32	標準イベントステータス																	
64	マスタサマリステータス																	
128	オペレーションイベント																	
SERVICE REQUEST ENABLE REGISTER	*SRE	<p><サービスリクエスト イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : *SRE 17</p> <p>クエリ : *SRE? 応答 : 17</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因はステータスバイトレジスタと同じ。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>																
STANDARD EVENT STATUS REGISTER	*ESR?	<p><標準イベント ステータス レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : *ESR? 応答 : 32</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <table><thead><tr><th>重み</th><th>要因</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>動作完了</td></tr><tr><td>4</td><td>クエリエラー</td></tr><tr><td>8</td><td>装置固有のエラー</td></tr><tr><td>16</td><td>実行エラー</td></tr><tr><td>32</td><td>コマンドエラー</td></tr><tr><td>128</td><td>電源投入</td></tr></tbody></table>	重み	要因	1	動作完了	4	クエリエラー	8	装置固有のエラー	16	実行エラー	32	コマンドエラー	128	電源投入		
重み	要因																	
1	動作完了																	
4	クエリエラー																	
8	装置固有のエラー																	
16	実行エラー																	
32	コマンドエラー																	
128	電源投入																	
STANDARD EVENT STATUS ENABLE REGISTER	*ESE	<p><標準イベント ステータス イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : *ESE 1</p> <p>クエリ : *ESE? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因は標準イベント ステータス レジスタと同じ。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>																

o) ステータス系のメッセージ（パネルからは操作できません）

4/6

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
OPERATION CONDITION REGISTER	OPCR?	<p><オペレーション コンディション レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : OPCR? 応答 : 16</p> <p>範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>16 データメモリ記録中</p> <p>256 自動設定中</p> <p>512 自動感度設定中</p> <p>INIT時 : 直接作用しないが、要因となる動作が強制終了されるので0になる。</p>
OPERATION EVENT REGISTER	OPER?	<p><オペレーション イベント レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : OPER? 応答 : 16</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>16 データメモリへの記録を終了した</p> <p>256 自動設定を終了した</p> <p>512 自動感度設定を終了した</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
OPERATION EVENT ENABLE REGISTER	OPEE	<p><オペレーション イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : OPEE 16</p> <p>クエリ : OPEE? 応答 : 16</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>要因はオペレーション イベント レジスタと同じ。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>

o) ステータス系のメッセージ (パネルからは操作できません)

5/6

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
WARNING CONDITION REGISTER	WRCR?	<p><ワーニング コンディション レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : WRCR? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>1 参照信号に同期していない。 (UNLOCKランプ点灯)</p> <p>2 SOURCEがSIGNALで、かつ周波数と減衰 傾度に比べて時定数が小さすぎるため ロックできない。</p> <p>INIT時 : 直接作用しないが、設定の変化によりコンディション が変化することがある。</p>
WARNING EVENT REGISTER	WRER?	<p><ワーニング イベント レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : WRER? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>1 参照信号との同期が外れた。</p> <p>2 SOURCEがSIGNALで、かつ周波数に 比べて時定数が小さすぎるためロ ックできなかった。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
WARNING EVENT ENABLE REGISTER	WREE	<p><ワーニング イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : WREE 1</p> <p>クエリ : WREE? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因はワーニング イベント レジスタと同じ。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>

o) ステータス系のメッセージ（パネルからは操作できません）

6/6

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
OVERLEVEL CONDITION REGISTER	OVCR?	<p><オーバーレベル コンディション レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : OVCR? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>1 入力オーバーレベル</p> <p>2 中間段オーバーレベル</p> <p>4 DATA1表示オーバーレベル</p> <p>8 DATA2表示オーバーレベル</p> <p>16 DATA1レシオ表示オーバーレベル</p> <p>32 DATA2レシオ表示オーバーレベル</p> <p>INIT時 : 直接作用しないが、設定の変化によりコンディションが変化することがある。</p>
OVERLEVEL EVENT REGISTER	OVER?	<p><オーバーレベル イベント レジスタの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : OVER? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>1 入力オーバーレベルが発生した</p> <p>2 中間段オーバーレベルが発生した</p> <p>4 DATA1表示オーバーレベルが発生した</p> <p>8 DATA2表示オーバーレベルが発生した</p> <p>16 DATA1レシオ表示オーバーレベルが発生した</p> <p>32 DATA2レシオ表示オーバーレベルが発生した</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
OVERLEVEL EVENT ENABLE REGISTER	OVEE	<p><オーバーレベル イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : OVEE? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>要因はオーバーレベル イベント レジスタと同じ。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
ERROR	EROR?	<p><エラーコードの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : EROR?</p> <p>応答 : -113, "Undefined header"</p> <p>エラー番号とエラーメッセージを返す。</p> <p>☞ 「5.8 外部インタフェースのエラーメッセージ」参照。</p>

p) その他の GPIB 固有のメッセージ（パネルからは操作できません）

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
RESET	*RST	<p><リセットの実行></p> <p>コマンド : *RST</p> <p>クエリ : なし</p> <ul style="list-style-type: none"> 各設定を INIT コマンド実行時の状態に設定する。 受信した *OPC または *OPC? コマンドの実行を取り消す。 データメモリへの記録を終了する。 すべてのデータメモリをクリアする。
IDENTIFI-CATION	*IDN?	<p><メーカー、型名などの問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : *IDN?</p> <p>応答 : 下記の文字列を応答。 "NF-ELECTRONIC-INSTRUMENTS, 型名, シリアル番号, バージョン" 型名以下は、機器ごとに異なる。 例 : "LI5640, 1234567, 1.00"</p>
TEST	*TST?	<p><自己チェック結果の問い合わせ></p> <p>コマンド : なし</p> <p>クエリ : *TST? 応答 : 0（常に0を返す）</p> <p>範囲 : 0 異常なし 1 異常あり</p>

5.6.2 プログラムメッセージ一覧（互換メッセージ）

互換メッセージは、従来機種（5610B、5600A）用に作成されたプログラムを、LI5640用に修正しやすくするために用意されています。従来のプログラムコードとほぼ同じ記述が使えるので、最小限の修正で済みます。ただし、従来機種とLI5640では、機能的に異なる部分があります。このため、完全な互換性はありません。変更作業を行うときは、予めこの一覧表のすべてに目を通してください。

互換メッセージはIEEE-488.2に準拠していません。

【一覧表についての補足】

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
コマンドがあるときはコマンドの、クエリしかないときはクエリのヘッダを示します。		<p><操作の内容を示します></p> <p>設定 : 設定メッセージの例を示します。</p> <p>問い合わせ : 問い合わせメッセージの例を示します。</p> <p>応答 : 応答メッセージの例を示します。</p> <p>構文 : 設定または問い合わせで複数のデータを持つ場合、データの並び方を示します。</p> <p>範囲 : 設定、問い合わせまたは応答における、データの範囲を示します。</p> <p>INIT時 : INITコマンドによる設定を示します。</p>
		<p>点線から下は、対応する新しいメッセージです。</p> <p>概要だけが示されています。</p> <p>☐ 詳細について → 「5.6.1 プログラムメッセージ一覧」、参照。</p>

- 対応する問い合わせメッセージがあるときは、設定メッセージのヘッダの前に"?"を付けると問い合わせメッセージのヘッダになります。
- 複数のデータはカンマ","で区切ります。

a) 参照系 (REFERENCE) の互換メッセージ

1/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
ADJUST PHASE	ADP	<p><位相オフセットの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :ADP 9000 (18000は-18000に変換)</p> <p>問い合わせ :?ADP 応答 :9000</p> <p>範囲 : -18000~+18000 (-180.00° ~+180.00° 相当)</p> <p>INIT時 :0</p>
PHASE	PHAS	<p>設定 :PHAS 90.0 問い合わせ :PHAS? 応答 :90.00</p> <p>範囲 : -180.00~+179.99[°](+180は-180に変換)</p>
AUTO FUNCTION PHASE SET	AUP	<p><自動位相オフセット設定の実行></p> <p>設定 :AUP</p> <p>問い合わせ :なし</p>
PHASE-AUTO	APHS	<p>設定 :APHS 問い合わせ :なし</p>
INT OSC FREQ	OFQ	<p><内部発振器の周波数の設定と問い合わせ></p> <p>設定 :OFQ 100,3 構文 :OFQ i,j</p> <p>問い合わせ :?OFQ 応答 :100,3</p> <p>範囲 :i=発振周波数数値 下記 () 内の範囲 j=発振周波数レンジ</p> <p>-2 : 0.0005~ 0.1200Hz (5~1200)</p> <p>-1 : .0010 ~ 1.2000Hz (1~1200)</p> <p>0 : .01 ~ 12.000Hz (1~1200)</p> <p>1 : .10 ~ 120.00Hz (1~1200)</p> <p>2 : .0010k~1.2000kHz (1~1200)</p> <p>3 : .010k~12.000kHz (1~1200)</p> <p>4 : .10k~105.00kHz (1~1050)</p> <p>LI5640 には発振周波数レンジがないため、設定と問い合わせは、必ずしも一致しない。</p> <p>INIT時 :変化しない</p>
FREQ	FREQ	<p>設定 :FREQ 1E3 問い合わせ :FREQ? 応答 :1.0000E+03</p> <p>範囲 :0.0005Hz~105.00kHz</p> <p>INT OSCを選択しているとき使用する。</p>
BASIC FUNCTION F RANGE	BFR	<p><分析周波数レンジの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :BFR 1 (この機能はないので範囲チェックだけ行う)</p> <p>問い合わせ :?BFR 応答 :2 (常に2を返す)</p> <p>範囲 :0 0.5 ~ 12 Hz</p> <p>1 10 ~120 Hz</p> <p>2 100 ~1.2kHz</p> <p>3 1k~ 12kHz</p> <p>4 10k~200kHz</p>
	なし	

a) 参照系 (REFERENCE) の互換メッセージ

2/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
INT OSC LEVEL	OLV	<p>< 振幅の設定と問い合わせ ></p> <p>設定 : OLV 100, 1 構文 : OLV i, j</p> <p>問い合わせ : ?OLV 応答 : 100, 1</p> <p>範囲 : i = 発振器出力レベル数値 0~500 j = 発振器出力レベルレンジ 0 : 0.0m~50.0mV 1 : 0m ~500mV 2 : 0.00~5.00 V</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
AMPTD	AMPL	<p>設定 : AMPL 0.1, 1 構文 : AMPL x, i</p> <p>問い合わせ : AMPL? 応答 : 0.100, 1</p> <p>範囲 : x = 振幅 0.0m~5.00Vrms (レンジ内) i = 振幅レンジ 0 50mV、1 500mV、2 5V</p>
BASIC FUNCTION REF MODE	BRM	<p>< 参照信号の設定 ></p> <p>設定 : BRM 2</p> <p>問い合わせ : ?BRM 応答 : 2</p> <p>範囲 : 0 : INT OSC F 4 : SIGNAL F (旧機種にはない) 1 : INT OSC 2F 5 : SIGNAL 2F (旧機種にはない) 2 : REF IN F 6 : INT OSC (次数>2、応答だけ) 3 : REF IN 2F 7 : REF IN (次数>2、応答だけ) 8 : SIGNAL (次数>2、応答だけ)</p> <p>SIGNAL 2Fでの動作は保証されない。 REF INで互換性を保つために、REDGコマンドでSINE POSに設定する。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>
SOURCE	RSRC	<p>< 参照信号源の設定と問い合わせ ></p> <p>設定 : RSRC 0 問い合わせ : RSRC? 応答 : 0</p> <p>範囲 : 0 REF IN、1 INT OSC、2 SIGNAL</p>
EDGE	REDG	<p>< 参照信号同期エッジの設定と問い合わせ ></p> <p>設定 : REDG 0 問い合わせ : REDG? 応答 : 0</p> <p>範囲 : 0 SINE POS、1 TTL POS、2 TTL NEG</p>
nF	HARM	<p>< 高調波次数の設定と問い合わせ ></p> <p>設定 : HARM 2 問い合わせ : HARM? 応答 : 2</p> <p>範囲 : 1~19999 (整数)</p>

5.6 プログラムメッセージ一覧

b) 測定信号系 (SIGNAL INPUT) の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
	なし	<測定信号入力の設定と問い合わせ> ISRCコマンドでAまたはA-Bに設定する。
SIGNAL	ISRC	設定 : ISRC 0 問い合わせ : ISRC? 応答 : 0 範囲 : 0 A、1 A-B、2 I(10 ⁶)、3 I(10 ⁸)
	なし	<入力結合の設定と問い合わせ> ICPLコマンドでACに設定する。
COUPLING	ICPL	設定 : ICPL 0 問い合わせ : ICPL? 応答 : 0 範囲 : 0 AC、1 DC
	なし	<測定信号グラウンドの設定と問い合わせ> IGNDコマンドでFLOATに設定する。
GROUND	IGND	設定 : IGND 0 問い合わせ : IGND? 応答 : 0 範囲 : 0 FLOAT、1 GROUND

互換性を保つためには、新しいコマンドで表中に示した設定にする必要があります。

c) 自動設定 (AUTO SET) の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
AUTO FUNCTION AUTO SET	AUS	<自動設定の実行> 設定 : AUS 10 問い合わせ : なし 範囲 : 強制終了時間 0~9999 [s] (0のときは強制終了しない)
AUTO SET	ASET	設定 : ASET 問い合わせ : なし 感度が定まらないときは、自動的に終了する。

d) フィルタ (FILTER) 関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
FILTER FREQ	FFQ	<p><遮断周波数の設定></p> <p>設定 :FFQ 123,2 構文:FFQ i,j (この機能はないので範囲チェックだけ行う) この機能はないので、雑音を除去し、ダイナミックリザーブを確保するには、減衰傾度または時定数を大きくする。</p> <p>問い合わせ:?FFQ 応答:400,2 (常に400,2を返す)</p> <p>範囲 :i=遮断周波数数値 100~1200 (j=1のときだけ5~1200) j=遮断周波数レンジ 1 0.5 ~120.0 Hz 2 100 ~ 1200 Hz 3 1k~12.00kHz 4 10k~120.0kHz</p>
	なし	
FILTER MODE	FMO	<p><フィルタの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :FMO 33 (この機能はないので範囲チェックだけ行う)</p> <p>問い合わせ:?FMO 応答:0 (常にTHRUを返す)</p> <p>範囲 :0 THRU 1 HPF 2 LPF</p> <p>30 Normal Q1 33 LPF Type Q1 36 HPF Type Q1 31 Normal Q5 34 LPF Type Q5 37 HPF Type Q5 32 Normal Q30 35 LPF Type Q30 38 HPF Type Q30</p>
	なし	
AUTO FUNCTION AUTO TUNE	AUT	<p><オートチューンの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :AUT 0 (この機能はないので範囲チェックだけ行う)</p> <p>問い合わせ :?AUT 応答:0 (常に0を返す)</p> <p>範囲 :0 AUTO TUNE OFF 1 AUTO TUNE ON</p>
	なし	
	なし	<p><電源周波数雑音除去フィルタの設定と問い合わせ></p> <p>従来機種にこの機能はないので、ILIN 0を設定する (使用しない)。 測定周波数が、電源周波数およびその2倍から十分離れているときは、このフィルタを使用してもよい。</p>
LINE LINE×2	ILIN	<p>設定:ILIN 0 問い合わせ:ILIN? 応答:0</p> <p>範囲:0 使用しない、1 LINE、2 LINE×2、 3 LINEとLINE×2</p>
	なし	<p><ローパスフィルタの設定と問い合わせ></p> <p>従来機種にこの機能はないので、ITHR 0を設定する (使用する)。</p>
LPF THRU	ITHR	<p>設定:ITHR 0 問い合わせ:ITHR? 応答:0</p> <p>範囲:0 使用する、1 使用しない (LHP THRUランプ点灯)</p>

e) ダイナミックリザーブ (DYNAMIC RESERVE) 関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
BASIC FUNCTION DYN RES	BDR	<p><ダイナミックリザーブの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :BDR 1</p> <p>問い合わせ :?BDR 応答 :1</p> <p>範囲 :0 HIGH 1 MEDIUM 2 LOW</p> <p>INIT時 :LOW</p> <p>従来機種と LI5640 では、同じ設定でも実際のダイナミックリザーブの値 (dB値) が異なる。また、フィルタや時定数の設定によっても異なる。</p> <p>☐ 「4.5 ダイナミックリザーブの操作」、参照。</p>
DYNAMIC RESERVE	DRSV	<p>設定 :DRSV 1 問い合わせ :DRSV? 応答 :1</p> <p>範囲 :0 HIGH、1 MEDIUM、2 LOW</p>

f) 感度 (SENSITIVITY) 関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
BASIC FUNCTION SENSITIVITY	BSS	<p><感度の設定と問い合わせ> 設定 : BSS 10 問い合わせ : ?BSS 応答 : 10 範囲 : -5 5nV/fA 5 500 μV/pA 以下応答だけ -4 10nV/fA 6 1mV/nA 13 2nV/— -3 50nV/fA 7 5mV/nA 14 20nV/fA -2 100nV/fA 8 10mV/nA 15 200nV/fA -1 500nV/fA 9 50mV/nA 16 2 μV/pA 0 1 μV/pA 10 100mV/nA 17 20 μV/pA 1 5 μV/pA 11 500mV/nA 18 200 μV/pA 2 10 μV/pA 12 1V/μA 19 2mV/nA 3 50 μV/pA 20 20mV/nA 4 100 μV/pA 21 200mV/nA</p> <p>従来機種は1-3シーケンスなので、例えば、従来3mVであったときは、5mVを使用する。 単位は、電圧/電流の順。信号入力AまたはA-Bのときは電圧感度の、I (10⁶) またはI (10⁸) のときは電流感度の設定と問い合わせになる。 信号入力の選択や雑音測定かどうかで設定範囲が異なる。</p>
SENSITIVITY	VSEN	INIT時 : 1V/ μ A <電圧感度の設定と問い合わせ> 設定 : VSEN 23 問い合わせ : VSEN? 応答 : 23 範囲 : 0 2nV~26 1V (1-2-5シーケンス)
	ISEN	<電流感度の設定と問い合わせ> 設定 : ISEN 23 問い合わせ : ISEN? 応答 : 23 範囲 : 1 5fA ~26 1 μ A (1-2-5シーケンス) 電流-電圧変換利得により設定範囲が異なる。
AUTO FUNCTION AUTO RANGE	AUR	<自動感度調整の実行> 設定 : AUR 1 (実行中は何もしない) 問い合わせ : ?AUR 応答 : 0 (常に0を返す) 範囲 : 0 オフ (何もしない) 1 オン (自動感度調整を実行する) INIT時 : オフ
AUTO (SENSITIVITY)	ASEN	設定 : ASEN 問い合わせ : なし
SPECIAL FUNCTION LIMIT	SLM	<オートレンジ動作時の最高感度制限の設定と問い合わせ> 設定 : SLM 5 (この機能はないので範囲チェックだけ行う) 問い合わせ : ?SLM 応答 : 0 (常に0を返す) 範囲 : 0 1 μ V/pA 7 5mV/nA 1 5 μ V/pA 8 10mV/nA 2 10 μ V/pA 9 50mV/nA 3 50 μ V/pA 10 100mV/nA 4 100 μ V/pA 11 500mV/nA 5 500 μ V/pA 12 1V/ μ A 6 1mV/nA 13 OFF
	なし	

g) 時定数 (TIME CONSTANT) および平均化関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
BASIC FUNCTION T CONST	BTC	<p><時定数の設定と問い合わせ></p> <p>設定 :BTC 5</p> <p>問い合わせ :?BTC 応答 :5</p> <p>範囲 : -4 10 μs 0 1ms 10 100s -3 30 μs 1 3ms 11 300s -2 100 μs 2 10ms 12 1ks -1 300 μs 3 30ms 13 3ks 4 100ms 14 10ks 5 300ms 15 30ks 6 1s 7 3s 8 10s 9 30s</p> <p>INIT時 :100ms(従来機種は1ms~30s)</p>
TIME CONSTANT	TCON	<p>設定 :TCON 9 問い合わせ :TCON? 応答 :9</p> <p>範囲 :0 10 μs ~19 30ks</p>
BASIC FUNCTION dB/OCT	BDO	<p><減衰傾度の設定と問い合わせ></p> <p>設定 :BDO 1</p> <p>問い合わせ :?BDO 応答 :1</p> <p>範囲 :0 6dB/oct 1 12dB/oct 2 18dB/oct 3 24dB/oct</p> <p>INIT時 :24dB/oct(従来機種は0と1だけ)</p>
SLOPE	SLOP	<p>設定 :SLOP 1 問い合わせ :SLOP? 応答 :1</p> <p>範囲 :0 6dB/oct、1 12dB/oct、2 18dB/oct、3 24dB/oct</p>
	なし	<同期フィルタオン/オフの設定と問い合わせ>
SYNC	SYNC	<p>この機能はないので、SYNC 0を設定する (通常フィルタ)。</p> <p>設定 :SYNC 0 問い合わせ :SYNC? 応答 :0</p> <p>範囲 :0 オフ (通常フィルタ)、1 オン (同期フィルタ)</p>
AVERAGE TIMES	AVT	<p><平均化回数 (2^n のn) の設定と問い合わせ></p> <p>設定 :AVT 5 (この機能はないので範囲チェックだけ行う)</p> <p>問い合わせ :?AVT 応答 :6 (常に6を返す)</p> <p>範囲 :0~9</p>
	なし	
AVERAGE MODE	AVM	<p><平均化モードの設定と問い合わせ></p> <p>設定 :AVM 1 (平均化機能はないので範囲チェックだけ行う)</p> <p>問い合わせ :?AVM 応答 :0 (常に0を返す)</p> <p>範囲 :0 平均化せず、1 LIN、2 EXP</p>
	なし	

h) 測定データ表示 (DATA1、DATA2) 関連の互換メッセージ

1/3

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
DISPLAY DATA1, 2, 3	DDT	<p><表示パラメタの設定と問い合わせ></p> <p>設定 : DDT 224 (3桁)</p> <p>問い合わせ : ?DDT 応答 : 0224 (4桁、最上位は常にゼロ)</p> <p>範囲 : 百の位 十の位 一の位</p> <p>DATA1 DATA2 REFERENCE</p> <p>2 R (A) 2 θ (ϕ)</p> <p>3 何もしない 3 Y</p> <p>4 X 4 AUX IN1 4 何もしない</p> <p>5 NOISE 5 AUX IN2 5 何もしない</p> <p>6 AUX IN1 6 FREQ</p> <p>7 PHASE</p> <p>8 AMPTD</p> <p>9 nF</p> <p>DATA1をNOISEにすると、DATA2には強制的にAUX IN1が表示される。</p> <p>%またはdBを表示するには、NORMコマンドを用いる。</p> <p>RATIOを表示するには、RATコマンドを用いる。</p> <p>従来のEXT DCはAUX IN1またはAUX IN2で代用。</p> <p>INIT時 : R、θ、FREQ</p>
DATA1 DATA2	DDEF	<p>設定 : DDEF 1, 2 問い合わせ : DDEF? 1 応答 : 2</p> <p>範囲 : DATA1 1, 0 X DATA2 2, 0 Y</p> <p>1, 1 R 2, 1 θ</p> <p>1, 2 NOISE 2, 2 AUX IN1</p> <p>1, 3 AUX IN1 2, 3 AUX IN2</p>

h) 測定データ表示 (DATA1、DATA2) 関連の互換メッセージ

2/3

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲																																																									
NORMALIZE MODE	NMO	<p><ノーマライズ測定の設定と問い合わせ></p> <p>設定 : NMO 1</p> <p>問い合わせ : ?NMO 応答 : 1</p> <p>範囲 : -1 オフ (通常の表示)</p> <p>0 dB</p> <p>1 %</p> <p>INIT時 : オフ</p>																																																									
NORMALIZE	NORM	<p>設定 : NORM 1 問い合わせ : NORM? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 0 オフ、1 dB、2 %</p>																																																									
NORMALIZE VALUE	NVL	<p><ノーマライズ標準値の設定と問い合わせ></p> <p>設定 : NVL 512, 4 構文 : NVL i, j</p> <p>問い合わせ : ?NVL 応答 : 512, 4</p> <p>範囲 : i=基準数値 下記、() 内の範囲 j=基準値のレンジ</p> <table> <tr> <th>j</th><th>レンジ</th><th>基準数値</th></tr> <tr> <td>-5</td><td>5nV/fA</td><td>1.000 ~9.999 (1000~9999)</td></tr> <tr> <td>-4</td><td>10nV/fA</td><td>1.000 ~99.990 (100~9999)</td></tr> <tr> <td>-3</td><td>50nV/fA</td><td>1.00 ~99.99 (100~9999)</td></tr> <tr> <td>-2</td><td>100nV/fA</td><td>1.00 ~999.90 (10~9999)</td></tr> <tr> <td>-1</td><td>500nV/fA</td><td>1.0 ~999.9 (10~9999)</td></tr> <tr> <td>0</td><td>1 μV/pA</td><td>0.0010~9.9990 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>1</td><td>5 μV/pA</td><td>0.001 ~9.999 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>2</td><td>10 μV/pA</td><td>0.010 ~99.990 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>3</td><td>50 μV/pA</td><td>0.01 ~99.99 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>4</td><td>100 μV/pA</td><td>0.10 ~999.90 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>5</td><td>500 μV/pA</td><td>0.1 ~999.9 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>6</td><td>1mV/nA</td><td>0.001 ~9.999 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>7</td><td>5mV/nA</td><td>0.001 ~9.999 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>8</td><td>10mV/nA</td><td>0.010 ~99.990 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>9</td><td>50mV/nA</td><td>0.01 ~99.99 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>10</td><td>100mV/nA</td><td>0.10 ~999.90 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>11</td><td>500mV/nA</td><td>0.1 ~999.9 (1~9999)</td></tr> <tr> <td>12</td><td>1 V/μA</td><td>0.0010~1.0000 (1~1000)</td></tr> </table> <p>INIT時 : 1000, 1V/μA</p>	j	レンジ	基準数値	-5	5nV/fA	1.000 ~9.999 (1000~9999)	-4	10nV/fA	1.000 ~99.990 (100~9999)	-3	50nV/fA	1.00 ~99.99 (100~9999)	-2	100nV/fA	1.00 ~999.90 (10~9999)	-1	500nV/fA	1.0 ~999.9 (10~9999)	0	1 μ V/pA	0.0010~9.9990 (1~9999)	1	5 μ V/pA	0.001 ~9.999 (1~9999)	2	10 μ V/pA	0.010 ~99.990 (1~9999)	3	50 μ V/pA	0.01 ~99.99 (1~9999)	4	100 μ V/pA	0.10 ~999.90 (1~9999)	5	500 μ V/pA	0.1 ~999.9 (1~9999)	6	1mV/nA	0.001 ~9.999 (1~9999)	7	5mV/nA	0.001 ~9.999 (1~9999)	8	10mV/nA	0.010 ~99.990 (1~9999)	9	50mV/nA	0.01 ~99.99 (1~9999)	10	100mV/nA	0.10 ~999.90 (1~9999)	11	500mV/nA	0.1 ~999.9 (1~9999)	12	1 V/ μ A	0.0010~1.0000 (1~1000)
j	レンジ	基準数値																																																									
-5	5nV/fA	1.000 ~9.999 (1000~9999)																																																									
-4	10nV/fA	1.000 ~99.990 (100~9999)																																																									
-3	50nV/fA	1.00 ~99.99 (100~9999)																																																									
-2	100nV/fA	1.00 ~999.90 (10~9999)																																																									
-1	500nV/fA	1.0 ~999.9 (10~9999)																																																									
0	1 μ V/pA	0.0010~9.9990 (1~9999)																																																									
1	5 μ V/pA	0.001 ~9.999 (1~9999)																																																									
2	10 μ V/pA	0.010 ~99.990 (1~9999)																																																									
3	50 μ V/pA	0.01 ~99.99 (1~9999)																																																									
4	100 μ V/pA	0.10 ~999.90 (1~9999)																																																									
5	500 μ V/pA	0.1 ~999.9 (1~9999)																																																									
6	1mV/nA	0.001 ~9.999 (1~9999)																																																									
7	5mV/nA	0.001 ~9.999 (1~9999)																																																									
8	10mV/nA	0.010 ~99.990 (1~9999)																																																									
9	50mV/nA	0.01 ~99.99 (1~9999)																																																									
10	100mV/nA	0.10 ~999.90 (1~9999)																																																									
11	500mV/nA	0.1 ~999.9 (1~9999)																																																									
12	1 V/ μ A	0.0010~1.0000 (1~1000)																																																									
STD	VSTD (電圧)	<p>設定 : VSTD 51.2E-6 問い合わせ : VSTD? 応答 : 51.20E-6</p> <p>範囲 : 1.0000nV~1.0000V (雑音密度の測定では異なる)</p>																																																									
	ISTD (電流)	<p>設定 : ISTD 51.2E-12 問い合わせ : ISTD? 応答 : 51.20E-12</p> <p>範囲 : 1.0000fA~1.0000A (電流-電圧変換利得などで異なる)</p>																																																									

h) 測定データ表示 (DATA1、DATA2) 関連の互換メッセージ

3/3

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
ADJUST OFFSET	ADO	<p>< X オフセット値の設定と問い合わせ ></p> <p>設定 : ADO -316</p> <p>問い合わせ : ?ADO 応答 : -316</p> <p>範囲 : -5000 ~ +5000</p> <p>感度が 1×10^n のときは1000、2×10^n のときは2000、5×10^n のときは5000が感度フルスケールの100%に対応。</p> <p>X オフセットをオンに設定する。</p> <p>このあとゼロに設定しても、オフにならない。</p> <p>OFSO、OFFS両コマンドで同様な設定ができる。</p> <p>Y オフセットをオフにすれば、X については従来機種とほぼ互換。</p> <p>R 単独のオフセットは設定できない。</p> <p>INIT時 : 0</p>
X OFFSET Y OFFSET	OFFS	<p>< オフセット値 ></p> <p>設定 : OFFS 1, 10.0 問い合わせ : OFFS ? 1 応答 : 10.00</p> <p>範囲 : 最初の数字 = 1 X、2 Y</p> <p>2番目の値 = オフセット値 -100.00 ~ +100.00 [%]</p> <p>感度フルスケールを100%とする。</p>
X OFFSET ON Y OFFSET ON	OFSO	<p>< オフセットオン/オフ ></p> <p>設定 : OFSO 1, 1 問い合わせ : OFSO ? 1 応答 : 1</p> <p>範囲 : 最初の数字 1 X、2 Y</p> <p>2番目の数字 0 オフ、1 オン</p>
	なし	< 自動オフセット設定の実行 >
AUTO X, Y (OFFSET)	AOFS	<p>設定 : AOFS 問い合わせ : なし</p> <p>X と Y の値がゼロになるようにオフセットを設定する。</p>
METER MAG X	MMX	<p>< X メータ感度の設定と問い合わせ (DATA1のXとR) ></p> <p>設定 : MMX 1</p> <p>問い合わせ : ?MMX 応答 : 1</p> <p>範囲 : 0 $\times 1$、1 $\times 10$、2 $\times 100$</p> <p>INIT時 : $\times 1$</p>
METER MAG Y	MMY	<p>< Y メータ感度の設定と問い合わせ (DATA2のY) ></p> <p>設定 : MMY 1</p> <p>問い合わせ : ?MMY 応答 : 1</p> <p>範囲 : 0 $\times 1$、1 $\times 10$、2 $\times 100$</p> <p>INIT時 : $\times 1$</p>
EXPAND	OEXP	<p>< 表示の拡大 ></p> <p>設定 : OEXP 1, 0 問い合わせ : OEXP ? 1 応答 : 0</p> <p>範囲 : 最初の数字 1 DATA1(X, R)、2 DATA2(Y)</p> <p>2番目の数字 0 $\times 1$、1 $\times 10$、2 $\times 100$</p>

i) レシオ表示 (RATIO) 関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
	なし	<レシオ表示オン/オフの設定と問い合わせ>
RATIO ON	RAT	設定: RAT 1 問い合わせ: RAT? 応答: 1 範囲: 0 オフ、1 オン (レシオ表示)
RATIO K	RAK	<K定数の設定と問い合わせ> 設定 : RAK 0.25 問い合わせ : ?RAK 応答: 0.25 範囲 : 0.1000~1.9999(分解能0.0001) 2.000~ 9.999(分解能 0.001) INIT時: 1.0000
RATIO K (SHIFT+)	KFAC	設定: KFAC 0.25 問い合わせ: KFAC? 応答: 0.25 範囲: 0.1000~1.9999および2.000~ 9.999

j) 補助出力 (AUX OUT1、AUX OUT2) の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
	なし	<補助出力 (直流電圧) の設定と問い合わせ>
AUX OUT1 AUX OUT2	AUXV	設定 : AUXV 1, 1.0 構文: AUXV i, x 問い合わせ: AUXV? 1 構文: AUXV? i 応答: 1.000 範囲 : i=1 AUX OUT1、2 AUX OUT2 x=電圧 -10.000~+10.000 [V]

k) 設定メモリ (STORE、RECALL) 関連の互換メッセージ

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
	なし	<設定を保存する>
STORE	*SAV	設定: *SAV 1 問い合わせ: なし 範囲: 1~9
	なし	<設定を呼び出す>
RECALL	*RCL	設定: *RCL 1 問い合わせ: なし 範囲: 1~9および0 (0は電源投入時の設定)

I) その他のパネル操作関連の互換メッセージ

1/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
<u>S</u> PECIAL FUNCTION <u>I</u> NITIALIZE	SIN	<初期設定状態にする> 設定 : SIN 問い合わせ : なし
INITIALIZE	INIT	設定 : INIT 問い合わせ : なし
<u>S</u> PECIAL FUNCTION <u>L</u> AMP	SLP	<ランプの設定と問い合わせ> 設定 : SLP 0 問い合わせ : ?SLP 応答 : 0 範囲 : 0 オフ (全消灯)、1 オン INIT時 : 変化しない
LAMP	LAMP	設定 : LAMP 0 問い合わせ : LAMP? 応答 : 0 範囲 : 0 オフ (全消灯)、1 オン

1) その他のパネル操作関連の互換メッセージ

2/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
<u>KEY LOCK</u>	KLK	<p><キーロックの設定と問い合わせ></p> 設定 :KLK 0 問い合わせ :?KLK 応答 :0 範囲 :0 オフ 1 オン (ロック) INIT時 :変化しない
KEY LOCK	KLOC	設定 :KLOC 0 問い合わせ :KLOC? 応答 :0 範囲 :0 オフ、1 オン (ロック)
<u>SPECIAL FUNCTION</u> <u>BEEP</u>	SBP	<p><ビープ機能の設定と問い合わせ></p> 設定 :SBP 1 (この機能はないので範囲チェックだけ行う) 問い合わせ :?SBP 応答 :0 (常に0を返す) 範囲 :0:OFF 1:ON
	なし	
<u>SPECIAL FUNCTION</u> <u>CAL</u>	SCA	<p><PSDゲイン校正の実行></p> 設定 :SCA (この機能はないので何もしない) 問い合わせ :なし
	なし	
<u>SPECIAL FUNCTION</u> <u>PSD ZERO</u>	SPZ	<p><PSDゼロドリフト補正の実行></p> 設定 :SPZ (この機能はないので何もしない) 問い合わせ :なし
	なし	
<u>SPECIAL FUNCTION</u> <u>DAC</u>	SDA	<p><D/Aコンバータのアナログ出力データの設定と問い合わせ></p> 設定 :SDA 22 (この機能はないので範囲チェックだけ行う) 問い合わせ :?SDA 応答 :0022 (常に22を返す) 範囲 : 十の位 一の位 DATA1 DATA2 2 A (R) 2 $\phi(\theta)$ 3 AdB/A% 3 Y(A SIN ϕ) 4 X(A COS ϕ) 4 EXT DC 5 XdB/X% 5 RATIO 6 Y(A SIN ϕ) 6 REF FREQ 7 YdB/Y%
	なし	

m) 測定データ読み出し関連の互換メッセージ (パネルからは操作できません)

1/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲																																				
OUTPUT DATA SEL	ODS	<p><外部出力デジタルデータの設定と問い合わせ></p> <p>設定 : ODS 12, 245 構文 : ODS i, j</p> <p>問い合わせ : ?ODS 応答 : 12, 245</p> <p>範囲 : i=0 データなし j=0 データなし</p> <table><tr><td>1</td><td>ラインナンバ</td><td>1</td><td>データなし</td></tr><tr><td>2</td><td>DATA1</td><td>2</td><td>データなし</td></tr><tr><td>3</td><td>DATA2</td><td>3</td><td>データなし</td></tr><tr><td>4</td><td>データなし</td><td>4</td><td>データなし</td></tr><tr><td>5</td><td>データなし</td><td>5</td><td>データなし</td></tr><tr><td>6</td><td>データなし</td><td>6</td><td>FREQ</td></tr><tr><td>7</td><td>データなし</td><td>7</td><td>SENSITIVITY</td></tr><tr><td>8</td><td>データなし</td><td>8</td><td>OVERLEVEL</td></tr><tr><td>9</td><td>データなし</td><td>9</td><td>データなし</td></tr></table> <p>i, j共にデータなしを含めて最大4個まで、データなしを除いて合計6個まで指定できる。</p> <p>複数を選択するとき、例えば、 DATA1, DATA2, FREQ, SENSITIVITY なら、ODS 23, 67 とする。</p> <p>INIT時 : 変化しない</p>	1	ラインナンバ	1	データなし	2	DATA1	2	データなし	3	DATA2	3	データなし	4	データなし	4	データなし	5	データなし	5	データなし	6	データなし	6	FREQ	7	データなし	7	SENSITIVITY	8	データなし	8	OVERLEVEL	9	データなし	9	データなし
1	ラインナンバ	1	データなし																																			
2	DATA1	2	データなし																																			
3	DATA2	3	データなし																																			
4	データなし	4	データなし																																			
5	データなし	5	データなし																																			
6	データなし	6	FREQ																																			
7	データなし	7	SENSITIVITY																																			
8	データなし	8	OVERLEVEL																																			
9	データなし	9	データなし																																			
OUTPUT TYPE	OTYP	<p>設定 : OTYP 1, 2, 3 構文 : OTYP i { , j, k, l, m, n } 1~6個</p> <p>問い合わせ : OTYP? 応答 : 1, 2, 3</p> <p>範囲 : 各データ</p> <table><tr><td>0</td><td>ラインナンバ</td><td>3</td><td>FREQ</td></tr><tr><td>1</td><td>DATA1</td><td>4</td><td>SENSITIVITY</td></tr><tr><td>2</td><td>DATA2</td><td>5</td><td>OVERLEVEL</td></tr></table>	0	ラインナンバ	3	FREQ	1	DATA1	4	SENSITIVITY	2	DATA2	5	OVERLEVEL																								
0	ラインナンバ	3	FREQ																																			
1	DATA1	4	SENSITIVITY																																			
2	DATA2	5	OVERLEVEL																																			
OUTPUT DATA	?ODT	<p><測定データの問い合わせ></p> <p>設定 : なし</p> <p>問い合わせ : ?ODT</p> <p>応答 : 1. 2345E-06, -0. 7890E-06, 1. 0000E+03,</p> <p>範囲 : ラインナンバ 常に00000</p> <table><tr><td>DATA1</td><td>DATA1の表示データ</td></tr><tr><td>DATA2</td><td>DATA2の表示データ</td></tr><tr><td>FREQ</td><td>参照信号の周波数 [Hz] (高調波測定では基本波の周波数)</td></tr><tr><td>SENSITIVITY</td><td>VSEN?またはISEN?の応答データ (測定信号入力の設定による) ?BSSの応答データではない。</td></tr><tr><td>OVERLEVEL</td><td>OVCR?の応答データ</td></tr></table>	DATA1	DATA1の表示データ	DATA2	DATA2の表示データ	FREQ	参照信号の周波数 [Hz] (高調波測定では基本波の周波数)	SENSITIVITY	VSEN?またはISEN?の応答データ (測定信号入力の設定による) ?BSSの応答データではない。	OVERLEVEL	OVCR?の応答データ																										
DATA1	DATA1の表示データ																																					
DATA2	DATA2の表示データ																																					
FREQ	参照信号の周波数 [Hz] (高調波測定では基本波の周波数)																																					
SENSITIVITY	VSEN?またはISEN?の応答データ (測定信号入力の設定による) ?BSSの応答データではない。																																					
OVERLEVEL	OVCR?の応答データ																																					
DATA OUTPUT	DOUT?	<p>設定 : なし</p> <p>問い合わせ : DOUT?</p> <p>応答 : 1. 2345E-06, -0. 7890E-06, 1. 0000E+03</p> <p>範囲 : ?ODTと同じ。</p>																																				

m) 測定データ読み出し関連の互換メッセージ (パネルからは操作できません)

2/2

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
<u>S</u> PECIAL <u>F</u> UNCTION <u>S</u> AMPLING	SSA	<p><データ転送間隔と計測処理間隔の設定と問い合わせ></p> <p>設定 : SSA 4, 1 構文 : SSA i, j 問い合わせ : ?SSA 応答 : 4, 1 範囲 : i=データ転送間隔 (2^i の i) 0~16 j=計測処理間隔 0 停止 3 1s 1 100ms 4 3s 2 300ms 5 10s</p> <p>計測処理間隔の 2^i 倍の時間間隔で出力する。 INIT時 : 変化しない</p>
<u>O</u> UTPUT <u>S</u> AMPLING <u>P</u> ERIOD	OSMP	<p><連続データ出力サンプリング周期の設定と問い合わせ></p> <p>設定 : OSMP 1.0 問い合わせ : OSMP? 応答 : 1.0 範囲 : 0.1~10000.0[s]、分解能0.1s</p>
<u>O</u> UTPUT <u>S</u> TART/ <u>S</u> TOP	OSS	<p><測定データ出力のスタート/ストップの設定と問い合わせ></p> <p>設定 : OSS 1 問い合わせ : ?OSS 応答 : 1 範囲 : 0 ストップ 1 スタート (出力中)</p> <p>スタート後、トリガを実行すると、SSAコマンドで設定した間隔で、測定データを出力キューに置く。 ラインナンバは00000から1ずつ増加。99999を超えると00000に戻る。 出力データのヘッダをオンにしても (HDR 1)、この出力にはヘッダは付きません。</p> <p>INIT時 : ストップ</p>
<u>O</u> UTPUT <u>S</u> TART	OSTR	<p><連続データ出力の開始・停止の指示></p> <p>設定 : OSTR 1 問い合わせ : OSTR? 応答 : 1 範囲 : 0 停止 (停止中)、1 開始 (出力中)</p> <p>開始後、トリガを実行すると、OSMPコマンドで設定した周期で、測定データを出力キューに置く。</p>

n) データメモリ関連の互換メッセージ（パネルからは操作できません）

従来機種にはデータメモリがないので、互換メッセージはありません。「5.6.1 プログラムメッセージ一覧、n) データメモリ関連のメッセージ」を使用してください。以下は抜粋です。

項 目	ヘッダ	動作および設定範囲
DATA MEMORY TYPE	DTYP	<p><記録するデータの種類の設定と問い合わせ></p> <p>設定:DTYP 1 問い合わせ:DTYP? 応答:1</p> <p>範囲:0 DATA1、1 DATA2、2 DATA1, DATA2、 3 DATA2, AUX IN2、4 DATA1, DATA2, FREQ、 5 DATA1, DATA2, AUX IN1, AUX IN2</p> <p>FREQは32ビット、その他は16ビットで記録。</p>
DATA MEMORY SIZE	DSIZ	<p><記録長の設定と問い合わせ></p> <p>設定:DSIZ 1 問い合わせ:DSIZ? 応答:1</p> <p>範囲:0~5 (2K~64Kデータに対応、16ビット/データ換算)</p>
DATA MEMORY NUMBER	DNUM	<p><記録するデータメモリ番号の設定と問い合わせ></p> <p>設定:DNUM 0 問い合わせ:DNUM? 応答:0</p> <p>範囲:0~31。使用できるのは0~ (分割数-1)</p>
DATA MEMORY SAMPLING PERIOD	DSMP	<p><記録サンプリング周期の設定と問い合わせ></p> <p>設定:DSMP 5 問い合わせ:DSMP? 応答:5</p> <p>範囲:0~18 (トリガ、0.0625ms~20s 相当)</p>
TRIGGER ENABLE	TENB	<p><外部トリガ入力TRIG INの許可/禁止の設定と問い合わせ></p> <p>設定:TENB 1 問い合わせ:TENB? 応答:1</p> <p>範囲:0 禁止、1 許可</p>
TRIGGER	*TRG	<p><トリガの実行(記録の開始、または1サンプル記録)></p> <p>設定:*TRG 問い合わせ:なし</p>
STORE START	STRT	<p><記録開始の準備をする></p> <p>設定:STRT 問い合わせ:なし</p> <p>実際に記録を開始するには、トリガを実行する。</p>
STORE STOP	STOP	<p><記録を停止する></p> <p>設定:STOP 問い合わせ:なし</p>
STORED POINTS	SPTS?	<p><記録したサンプリング回数の問い合わせ></p> <p>設定:なし 問い合わせ:SPTS? 応答:1024</p> <p>範囲:0~65536</p>
READ DATA MEMORY ASCII	DASC?	<p><記録したデータの問い合わせ(ASCII)></p> <p>設定:なし 問い合わせ:DASC? 0, 256 構文:DASC? i, j</p> <p>範囲:i=読み出し開始位置、0~(記録サンプリング回数-1) j=読み出すサンプル数、1~記録サンプリング回数</p> <p>応答:16ビット、32ビットのデータを10進文字列で出力。</p>
READ DATA MEMORY BINARY	DBIN?	<p><記録したデータの問い合わせ(バイナリ)></p> <p>設定:なし 問い合わせ:DBIN? 0, 256 構文:DBIN? i, j</p> <p>範囲:ASCIIと同じ</p> <p>応答:16ビット、32ビットのデータをバイナリで出力。 1ワード内では、上位バイトから順に出力。</p>

o) ステータス系の互換メッセージ（パネルからは操作できません）

1/4

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
	なし	<p><ステータスをクリアする></p> <p>互換性を保つために、プログラムの最初でクリアする。</p>
CLEAR STATUS	*CLS	<p>設定 : *CLS 問い合わせ : なし</p> <ul style="list-style-type: none"> 下記のレジスタをクリアする。 <p>標準イベント ステータス レジスタ オペレーション イベント レジスタ オーバレベル イベント レジスタ ワーニング イベント レジスタ</p> <ul style="list-style-type: none"> *OPCまたは*OPC? コマンドの実行を取り消す。 エラーコードキューをクリアする。
	なし	<p><パワーオンステータスクリアフラグの設定と問い合わせ></p> <p>互換性を保つために、*PSC 1を設定する。</p>
POWER-ON STATUS CLEAR	*PSC	<p>設定 : *PSC 1 問い合わせ : *PSC? 応答 : 1</p> <p>範囲 : -32767 ~ +32767</p> <p>0でないときは、電源投入時に下記のレジスタをクリアする。</p> <ul style="list-style-type: none"> サービスリクエスト イネーブル レジスタ 標準イベント ステータス イネーブル レジスタ オペレーション イベント イネーブル レジスタ オーバレベル イベント イネーブル レジスタ ワーニング イベント イネーブル レジスタ
	なし	<p><動作の終了を報告させる></p>
OPERATION COMPLETE	*OPC	<p>設定 : *OPC 問い合わせ : *OPC? 応答 : 1</p> <p>下記の動作が終了したとき、標準イベント ステータス レジスタのOPCビットをセットするか、または1を返す。</p> <ul style="list-style-type: none"> データメモリへの記録 自動設定 (AUTO SET) 自動感度設定
	なし	<p><コマンドが実行し終わるまで、後続コマンドを待たせる></p>
WAIT TO CONTINUE	*WAI	<p>設定 : *WAI 問い合わせ : なし</p> <p>下記の動作が終了するまで、後続コマンドの実行を待たせる。</p> <ul style="list-style-type: none"> データメモリへの記録 自動設定 (AUTO SET) 自動感度設定

o) ステータス系の互換メッセージ（パネルからは操作できません）

2/4

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
<u>STATUS</u>	?STS	<ステータスバイトレジスタの問い合わせ> 設定 : なし 問い合わせ : ?STS 応答 : 17 範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数) 重み 要因 1 オーバレベルイベント 2 ワーニングイベント 8 エラー発生 16 応答メッセージ出力可能 32 標準イベントステータス 64 マスタサマリステータス 128 オペレーションイベント INIT時 : 変化しない
STATUS BYTE	*STB?	設定 : なし 問い合わせ : *STB? 応答 : 17
<u>SRQ MASK</u>	SRQ	<サービスリクエスト イネーブル レジスタの設定と問い合わせ> 設定 : SRQ 17 問い合わせ : ?SRQ 応答 : 17 範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因はステータスバイトレジスタと同じ。 INIT時 : 変化しない
SERVICE REQUEST ENABLE REGISTER	*SRE	設定 : *SRE 17 問い合わせ : *SRE? 応答 : 17
	なし	<標準イベント ステータス レジスタの問い合わせ>
STANDARD EVENT STATUS REGISTER	*ESR?	設定 : なし 問い合わせ : *ESR? 応答 : 32 範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数) 重み 要因 重み 要因 1 動作完了 16 実行エラー 4 クエリエラー 32 コマンドエラー 8 装置固有のエラー 128 電源投入
	なし	<標準イベント ステータス イネーブル レジスタの設定と問い合わせ>
STANDARD EVENT STATUS ENABLE REGISTER	*ESE	設定 : *ESE 1 問い合わせ : *ESE? 応答 : 1 範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因は標準イベント ステータス レジスタと同じ。

o) ステータス系の互換メッセージ (パネルからは操作できません)

3/4

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
OPERATION CONDITION REGISTER	なし OPCR?	<p><オペレーション コンディション レジスタの問い合わせ></p> <p>設定 : なし 問い合わせ : OPCR? 応答 : 16</p> <p>範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>16 データメモリ記録中</p> <p>256 自動設定中</p> <p>512 自動感度設定中</p> <p>INIT時 : 直接作用しないが、要因となる動作が強制終了されるので0になる。</p>
OPERATION EVENT REGISTER	なし OPER?	<p><オペレーション イベント レジスタの問い合わせ></p> <p>設定 : なし 問い合わせ : OPER? 応答 : 16</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>コンディションレジスタのビットがリセットされたとき、イベントレジスタの対応するビットがセットされる。</p>
OPERATION EVENT ENABLE REGISTER	なし OPEE	<p><オペレーション イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>設定 : OPEE 16 問い合わせ : OPEE? 応答 : 16</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>要因はオペレーション イベント レジスタと同じ。</p>
WARNING CONDITION REGISTER	なし WRCR?	<p><ワーニング コンディション レジスタの問い合わせ></p> <p>設定 : なし 問い合わせ : WRCR? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>重み 要因</p> <p>1 参照信号に同期していない。</p> <p>2 SOURCEがSIGNALで、かつ周波数と減衰傾度に比べて時定数が小さすぎるためロックできない。</p> <p>INIT時 : 直接作用しないが、設定の変化によりコンディションが変化することがある。</p>
WARNING EVENT REGISTER	なし WRER?	<p><ワーニング イベント レジスタの問い合わせ></p> <p>設定 : なし 問い合わせ : WRER? 応答 : 1</p> <p>範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>コンディションレジスタのビットがセットされたとき、イベントレジスタの対応するビットがセットされる。</p>
WARNING EVENT ENABLE REGISTER	なし WREE	<p><ワーニング イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ></p> <p>設定 : WREE 1 問い合わせ : WREE? 応答 : 1</p> <p>範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数)</p> <p>要因はワーニング イベント レジスタと同じ。</p>

o) ステータス系の互換メッセージ（パネルからは操作できません）

4/4

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
OVER LEVEL	OVR	<オーバーレベル コンディション レジスタの問い合わせ> 設定 : なし 問い合わせ : ?OVR 応答 : 1 範囲 : セットされている要因の重みの合計 (10進数) 重み 要因 1 入力オーバーレベル 2 中間段オーバーレベル 4 DATA1表示オーバーレベル 8 DATA2表示オーバーレベル 16 DATA1レシオ表示オーバーレベル 32 DATA2レシオ表示オーバーレベル 内容は従来機種と異なる。 INIT時 : 直接作用しないが、設定の変化によりコンディション が変化することがある。
OVERLEVEL CONDITION REGISTER	OVC?	設定 : なし 問い合わせ : OVC? 応答 : 1
	なし	<オーバーレベル イベント レジスタの問い合わせ>
OVERLEVEL EVENT REGISTER	OVER?	設定 : なし 問い合わせ : OVER? 応答 : 1 範囲 : セットされた要因の重みの合計 (10進数) コンディションレジスタのビットがセットされたとき、イ ベントレジスタの対応するビットがセットされる。
	なし	<オーバーレベル イベント イネーブル レジスタの設定と問い合わせ>
OVERLEVEL EVENT ENABLE REGISTER	OVEE	設定 : なし 問い合わせ : OVEE? 応答 : 1 範囲 : 許可する要因の重みの合計 (10進数) 要因はオーバーレベル イベント レジスタと同じ。
ERROR	?ERR	<エラーコードの問い合わせ> 設定 : なし 問い合わせ : ?ERR 応答 : -113 (エラー番号を返す) ☐ 「5.8 外部インタフェースのエラーメッセージ」 参照。 INIT時 : 変化しない
ERROR	EROR?	設定 : なし 問い合わせ : EROR? 応答 : エラー番号とエラーメッセージ

p) その他の GPIB 固有の互換メッセージ（パネルからは操作できません）

項 目	ヘッダ	動作およびデータの範囲
RESET	なし *RST	<リセットの実行> 設定 : *RST 問い合わせ : なし • 各設定を INIT コマンド実行時の状態に設定する。 • 受信した *OPC または *OPC? コマンドの実行を取り消す。 • データメモリへの記録を終了する。 • すべてのデータメモリをクリアする。
機種名	?IDX	<型名の問い合わせ> 設定 : なし 問い合わせ : ?IDX 応答 : LI5640
IDENTIFICATION	*IDN?	<メーカー、型名などの問い合わせ> 設定 : なし 問い合わせ : *IDN? 応答 : 下記のとおり "NF-ELECTRONIC-INSTRUMENTS, 型名, シリアル番号, バージョン"
ADR	HDR	<出力データのヘッダ有無の設定と問い合わせ> 設定 : HDR 1 問い合わせ : ?HDR 応答 : 1 範囲 : 0 なし 1 あり（互換メッセージで問い合わせたときに限る） INIT 時 : なし
	なし	新しいクエリメッセージで問い合わせたときは、ヘッダが出力されない。
Beginning of Sample	BOS	<RS-232でコントロールした後の測定開始の設定> 設定 : BOS（この機能はないので何もしない） 問い合わせ : なし
	なし	

5.7 標準実行時間

ここでは、プログラムメッセージの処理に掛かる時間を示します。これには、プログラムメッセージの転送に掛かる時間を含みます。

使用するコンピュータ、GPIBインタフェースボード、プログラミング言語、およびドライバソフトウェアによって、実際に掛かる時間は異なりますので、ここに示す値は参考値です。

a) 使用機器

コンピュータ : PC 386 SR セイコーエプソン (株) 製
言語 : N88BASIC 日本電気 (株) 製
インタフェースボード: PC-9801-29N 同上

b) 特定の設定と問い合わせ

INIT(SIN) : 約90ms () 内は互換メッセージ
*RST : 約90ms
*RCL : 約90ms
ASET (AUS) : 約200ms () 内は互換メッセージ
DBIN? : 約15ms

c) その他の設定と問い合わせ (上記以外)

コマンド : 約60ms
クエリ : 約30ms

応答の内容や機器の動作状態によって異なりますが、クエリの場合、リスナが応答メッセージを受け取る時間を含めると、およそ10ms長くなります。

d) データメモリからのデータ読み出し

データメモリに記録したデータを問い合わせ読み出すときのデータ転送時間は、およそ下記の値になります。

約30s/2Kデータ (ASCII)

約0.5s/2Kデータ (バイナリ)

ただし、使用したプログラムおよび機器は下記のとおりです。

プログラム : 「5.13 GPIBサンプルプログラム」にある下記の例

「d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)」

「f) データメモリへの記録と読み出し (バイナリ)」

コンピュータ : Venturis fx2(Pentium II 200MHz) (DEC社)

OS : Windows 95 (Microsoft社)

言語 : Visual Basic 5 (Microsoft社)

インタフェースボード: PCI-488(PCI) (National Instruments社)

ASCIIと比べると、バイナリはたいへん高速です。このため、多量なデータを扱うときに便利です。

5.8 外部インタフェースのエラーメッセージ

GPIBまたはRS-232で外部制御しているときに、エラーが発生すると、REFERENCE数字表示器にエラー番号が数秒間表示されます。

例: E - 1 0 3

クエリ（問い合わせ）メッセージERROR?を使うと、このエラー番号と、より詳しいエラーメッセージを確認できます。応答メッセージのフォーマットは、下記のとおりです。

エラー番号, エラーメッセージ 例: -103, "Invalid separator"

表5-7 外部インタフェースのエラーメッセージ一覧（その1）

エラー番号	エラーメッセージ	説明
0	No error	エラーはありません。
-101	Invalid character	受信文字列中に無効な文字があります。 例: #
-103	Invalid separator	受信文字列中に無効なセパレータがあります。 例: AMPL 1.0 2（カンマでなければいけない区切り記号がスペースになっている）
-108	Parameter not allowed	ヘッダ後のデータの数が多すぎます。
-109	Missing parameter	ヘッダ後のデータの数が不足しています。
-112	Program mnemonic too long	受信文字列中に12文字を超えるヘッダがあります。
-113	Undefined header	受信文字列中に無効なヘッダがあります。
-120	Numeric data error	数値データエラー。 例: 1.0E-555（指数部が大きすぎる）
-121	Invalid character in number	数値データの表記中に無効な文字があります。
-211	Trigger ignored	連続データ出力を開始する準備ができていないので、トリガが無視されました。開始の準備をしてからトリガのコマンドを送ってください。
-221	Settings conflict	そのときの設定や状態によって、指定された設定を実行できませんでした。
	Settings conflict; auto time constant has not been accepted	UNLOCK、測定周波数が範囲外、参照信号がSIGNAL、またはDATA1の表示がNOISEのいずれかのため、自動時定数設定ができません。
	Settings conflict; auto set has not been accepted	UNLOCK、測定周波数が範囲外、または参照信号がSIGNALのいずれかのため、自動設定ができませんでした。
	Settings conflict; auto phase has not been accepted	UNLOCK、または位相を測定できないために、自動位相設定ができませんでした。
	Settings conflict; offset auto X,Y has not been accepted	UNLOCK、またはXかYが測定できないために、自動オフセット設定ができませんでした。

表5-7 外部インタフェースのエラーメッセージ一覧 (その2)

エラー番号	エラーメッセージ	説明
-222	Data out of range	ヘッダに続くコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; memory	設定メモリ関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; aux output	補助出力のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; auto set	自動設定関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; ratio	レシオ関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; data1	DATA1関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; data2	DATA2関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; reference	参照系関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; signal input	信号入力関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; filter	フィルタ関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; dynamic reserve	ダイナミックリザーブ関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; sensitivity	感度関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; time constant	時定数関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; data memory	データメモリ関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; data output	測定データ出力関連のコマンドデータが設定可能範囲外です。
	Data out of range; others	上記以外のコマンドデータが設定可能範囲外です。
-350	Queue overflow	エラーが発生しましたが、エラーコードキューに入りきれないため、古いエラーコードは破棄されました (最大20エラーコード)。溢れる前に、読み出すか、または*CLSコマンドでクリアしてください。
-410	Query INTERRUPTED	クエリメッセージに対する応答メッセージの出力を終わる前に、次のプログラムコードを受け取ったため、出力キューがクリアされました。 問い合わせたときは、応答を受け取ってから、次のプログラムメッセージを送ってください。
-420	Query UNTERMINATED	トークンに指定されましたが、出力すべき応答メッセージがありません。問い合わせしてからトークンに指定してください。
-430	Query DEADLOCKED	クエリメッセージに対する応答が1024文字を超えたため、それ以降の応答が破棄されました。
-440	Query UNTERMINATED after indefinite response	*IDN?、DASC?、DBIN? はプログラムメッセージ中の最後のクエリでなければなりません。 *TRGコマンドで連続データ出力を実際に開始した後は、それを停止するまで、他のクエリを送れません。

表5-7 外部インタフェースのエラーメッセージ一覧 (その3)

エラー番号	エラーメッセージ	説明
511	RS-232 framing error	フレーミングエラーが発生しました。 ボーレート、データビット長およびパリティの設定が正しいことを確認してください。
512	RS-232 overrun error	オーバーランエラーが発生しました。 何らかの理由で、前のデータを処理できないうちに、新たなデータを受け取ったため、データの一部が失われました。なお、通常このエラーは起きません。
513	RS-232 parity error	パリティエラーが発生しました。 ボーレート、データビット長およびパリティの設定が正しいことを確認してください。
521	Input buffer overflow	プログラムメッセージが、入力バッファ容量 (1024文字) を超えたため、超過した部分が失われました。
522	Output buffer overflow	ひと組の応答メッセージが、出力バッファ容量 (1024文字) を超えたため、応答メッセージが破棄されました。 クエリを分割して、問い合わせごとに応答を受け取ってください。

[標準イベントステータスとの関係]

標準イベント ステータス レジスタにある四つのエラービットと、エラー番号との関係は、下記のようになっています。

- CME (コマンドエラー) : -100~-199
- EXE (実行エラー) : -200~-299
- DDE (装置固有のエラー) : -300~-399および500~599
- QYE (クエリエラー) : -400~-499

5.9 測定データの読み出し

測定データには次の3とおりの読み出し方法があります。

- 最新の測定データを読み出す。
- 一定時間間隔で測定データを送信させる。
- 測定データを一度データメモリに記録してから読み出す。

データメモリについては、ここでは述べません。

☞ 「5.10 データメモリの操作」、参照。

a) 最新の測定データを読み出すときの操作

下記の手順で操作します。

- 出力する測定データの種類を設定する。(OTYP 第1データ,第2データ,...)
(ラインナンバ、) DATA1、DATA2、FREQ、SENSITIVITY、OVERLEVELの中から選べます。
順序は任意です。また、同じデータを複数指定しても構いません。6個まで指定できます。
- 測定データを問い合わせる。(DOUT?)
- 応答メッセージを受け取る。
ラインナンバは常にゼロです。

b) 一定時間間隔で送信させるときの操作

下記の手順で操作します。

- 出力する測定データの種類を設定する。(OTYP 第1データ,第2データ,...)
- 出力のサンプリング間隔を設定する。(OSMP サンプリング間隔 0.1s~10000.0s)
- 測定データ出力の準備をする。(DSTR 1)
- トリガを実行する(*TRGまたはGETを送る)。背面パネルのTRIG INは使えません。
- 応答メッセージを受け取る。
ラインナンバは、ゼロから始まり、サンプルごとに増加していきます。
- 測定データの出力を停止させる。(DSTR 0)

c) 応答メッセージの構文

出力する測定データの種類を設定するとき指定した順に、カンマで区切って測定データなどが出力されます。

DATA1、DATA2、FREQはパネルの表示に準じた形式で出力されます。例えば、OTYP 1, 2, 3に対して、0.0001E-03, -1.2345E-03, 10.000E+03のようになります。

SENSITIVITYに対する応答は、そのときの電圧・電流の選択に合わせて、感度の問い合わせVSEN?またはISEN?に対する応答と同じ0~26の整数になります。

OVERLEVELに対する応答は、オーバレベル コンディション レジスタの問い合わせOVCR?に対する応答と同じ整数です。

5.10 データメモリの操作

5.10.1 データメモリの概要

LI5640では、最小の時定数に比べて GPIB のデータ転送速度が十分ではありません。また、GPIB の最低データ転送速度は保証されておらず、一定の転送速度を保つことも困難です。このため、変化の速い信号を測定できるように、測定値を一度データメモリに記録してから、外部に転送する機能が用意されています。データメモリへの記録速度は、最高16kサンプル/sです。

データメモリはバッテリーバックアップされていません。電源を切ると、データメモリの内容はクリアされます。

変化のごく遅い信号を測定するときは、データメモリを使用する必要はありません。一定時間ごとに、または必要なときだけ、LI5640 から測定データを読み出して、直接コンピュータにデータを取り込む方が融通が利きます。

データメモリだけに関係する設定は、すべて外部インタフェース (GPIB または RS-232) で操作します。パネルからは操作できません。また、記録したデータをパネルで確認できません。記録したデータは、外部インタフェースを用いて、コンピュータなどに転送して使用します。データメモリの操作に関連する主なプログラムメッセージヘッダは下記のとおりです。

DTYP	データメモリに記録するデータの種類の設定
DSIZ	データメモリの記録長の設定 (分割数の設定)
DNUM	記録するデータメモリの番号の指定
DSMP	データメモリに記録するサンプリング周期の設定
TENB	背面パネル外部トリガ入力の許可/禁止
*TRG	トリガ信号の発生
STRT	データメモリへの記録の開始準備
STOP	データメモリへの記録の停止 (中止)
SPTS?	データメモリに記録したサンプリング回数の問い合わせ
DASC?	データメモリ内容の問い合わせ (ASCII 文字列での読み出し)
DBIN?	データメモリ内容の問い合わせ (バイナリでの読み出し)

5.10.2 データメモリへの記録の準備

データメモリに測定データを記録するには、下記のパラメタを指定する必要があります。

a) データメモリに記録するデータの種類 DTYP 0~5

下記の6種類の中から、どれかを指定します。

- DATA1 (1データ/サンプル)
- DATA2 (1データ/サンプル)
- DATA1、DATA2 (2データ/サンプル)
- DATA2、AUX IN2 (2データ/サンプル)
- DATA1、DATA2、FREQ (4データ/サンプル、FREQは参照信号周波数)
- DATA1、DATA2、AUX IN1、AUX IN2 (4データ/サンプル)

参照信号周波数だけ32ビット、他は16ビットの分解能で記録されます。1データを16ビット換算で示しているの、周波数は2データ相当になります。

b) データメモリの記録長 DSIZ 0~5

データメモリは全体をひとつのブロックとして使うことも、複数のブロックに等分して使うこともできます。記録長(ブロック長)を指定すると、それに合わせてデータメモリが等分割されます。指定した記録長だけデータが記録されると、データメモリへの記録が終了します。

全容量: 64Kデータ (16ビット/データ換算、1Kは1024)

記録長: 2Kデータ (32ブロック)、4Kデータ (16ブロック)、8Kデータ (8ブロック)、16Kデータ (4ブロック)、32Kデータ (2ブロック)、64Kデータ (1ブロック)

例えば、記録長2KデータでDATA1とDATA2を記録すると、1Kデータ (1024サンプリング点) 記録されます。

c) データメモリの番号 DNUM 0~31

使用するブロックを指定します。データメモリの番号はゼロから始まります。記録長が2Kデータだと0~31の範囲です。分割していないときは、0を指定します。

d) データメモリのサンプリング周期 DSMP 0~18

サンプリング周期は $62.5 \mu s (= \frac{1}{16} ms)$ ~ 20sの範囲で選択できます。

外部から与えるトリガごとに1サンプル記録することもできます (DSMP 0)。ただし、外部トリガと実際のサンプル点にはおよそ $62.5 \mu s$ の不確定性があります。

下記のいずれでもトリガ(記録の開始または1サンプルの記録)になります。

- 背面パネルのTRIG INコネクタに入力するTTLレベル方形波の降下エッジ
背面パネル外部トリガ入力を許可しておく必要があります (TENB 1)。
- *TRGコマンドメッセージ
- GET (Group Execute Trigger) インタフェースメッセージ

5.10.3 データメモリへの記録開始および終了の検出

データメモリへの記録を開始するには、まずSTRTコマンドを送った後、トリガのコマンド（*TRGまたはGET）を送ります。なお、GETはプログラムメッセージではありません。

☞ GETについて → 「5.11 インタフェースメッセージに対する応答」、参照。

外部トリガ入力を許可（TENB 1）すると、背面パネルのTRIG INコネクタにトリガ信号を入力、または外部インタフェースでトリガのコマンド（*TRGまたはGET）で記録を開始できます。

外部トリガ入力を禁止（TENB 0）すると、外部インタフェースのトリガのコマンド（*TRGまたはGET）で記録を開始します。

設定した記録長だけ記録すると、記録を終了します。

途中で記録を終了したいときは、STOPコマンドを送ります。指定したメモリ番号をもつブロックに、実際に記録されているサンプル数は、SPTS? クエリで問い合わせることができます。

データメモリへの記録中に送った記録開始コマンドは無効です。記録中の可能性があるときは、STOPコマンドで記録を強制終了させるか、またはオペレーション コンディション レジスタのMESビットで記録中でないことを確認してから、STRTコマンドを送ってください。

トリガごとに1サンプル記録するように指定したときは（DSMP 0）、STRTコマンドで記録を開始してから、背面パネルのTRIG INコネクタにトリガ信号を入力するか、または外部インタフェースでトリガのコマンド（*TRGまたはGET）を送ります。

記録終了時にデータメモリの内容を読み出すには、*WAIコマンドを使うのが簡単です。下記の順にコマンドやクエリを送ると、記録が終了するまで問い合わせ以降の実行が待たされます。

- STRTで記録開始の準備を行う。
- *TRGコマンド（またはGET）で実際に記録を開始する。
- *WAI コマンドで、記録が終わるまで次の問い合わせの実行を遅らせるように指示する。
- DASC?またはDBIN?（データメモリ内容の問い合わせ）でデータを問い合わせる。

☞ 詳細について → 「5.13 GPIBサンプルプログラム」、参照。

データメモリへの記録が終了したことを知る、または記録を終了するまで待つには、上で述べた*WAIコマンドを含めて、下記の方法があります。

- *WAIコマンドで次のコマンドの実行を待たせる。
- *OPC?クエリで、記録終了時に応答メッセージ1を返させる。
トーカに指定すると、記録が終わるまで待たされ、記録が終わった時点で1が出力される。
- *OPC?クエリでステータスバイトレジスタのMAVビットがセットされるので、シリアルポートでMAVビットをポーリングする（順次読み出す）。
- MAVビットをセットさせると共に、サービスリクエスト イネーブル レジスタの対応するビットを1にセットして、記録終了時にサービスリクエスト（SRQ）を発信させる。
- *OPCコマンドで、記録終了時に標準イベント ステータス レジスタのOPCビットを1にセットするように指定し、シリアルポートでOPCビットをポーリングする。
- OPCビットをセットさせると共に、サービスリクエスト イネーブル レジスタのESBビットを1にセットして、記録終了時にサービスリクエストを発信させる。
- オペレーション コンディション レジスタのMESビット（データメモリに記録中）をOPCR?クエリでポーリングする。
- オペレーション イベント レジスタのMESビット（データメモリへの記録を終了）をOPER?クエリでポーリングする。
- オペレーション イネーブル レジスタのMESビット、およびサービスリクエスト イネーブル レジスタのOSBビットを1にセットして、記録終了時にサービスリクエストを発信させる。

☞ 各種ステータスおよびサービスリクエスト関係のレジスタについて

➡ 「5.3 サービスリクエストとステータス構造」、参照。

補足：下記の操作を行うと、データメモリへの記録は停止します。

- 表示パラメタ、記録するデータの種類、記録長、またはデータメモリ番号の設定
- 連続データ出力の開始
- 最新測定データの問い合わせ

下記の操作を行うと、データメモリはクリアされます。

- 記録するデータの種類または記録長の設定
- *RSTコマンド

5.10.4 データメモリの読み出し

データメモリを読み出すときは、下記の手順で操作してください。

- 読み出すデータメモリの番号 (0～) を指定する。
(DNUM データメモリの番号)
- 途中で終了させたときは、実際に記録されたサンプル数を問い合わせる。
(SPTS? → 1024 例)
- 読み出すサンプルを指定してデータメモリの内容を問い合わせる。
(DASC? 読み出しを開始するサンプル位置 0～, 読み出しサンプル数)
- 応答メッセージを受け取る。

記録中のブロックでも、すでに記録された部分については読み出せます。

DASC? クエリはASCII文字列で読み出すときに使います。バイナリで読み出すときは、DASC?の代わりにDBIN? を使います。

応答メッセージのフォーマットは下記のようになります。

- DASC? に対する応答 (ASCII)

データメモリに記録するデータの種類の従って、一覧表に記載された順に、各測定値を表す整数が (複数ならカンマで区切って) 出力されます。

第1データ, 第2データ, ... ターミネータ (← 第1サンプル)

第1データ, 第2データ, ... ターミネータ (← 第2サンプル)

... (指定サンプル数だけ出力) ...

各データは16ビット (約 $\pm 2^{15}$) または32ビット (約 $\pm 2^{31}$) 相当の整数をASCII文字列 (数字) に変換したものです。

- DBIN? に対する応答 (バイナリ)

出力される順番はASCII文字列出力と同じですが、16ビットまたは32ビットのバイナリ (2の補数表現) のまま出力されます。カンマやターミネータは出力されません。

ひとつのデータの中では、上位バイトから順に出力されます。

最後のデータ (バイト) と共にENDメッセージが出力されます。

各データとパラメタ値の関係を下記に示します。

- X、Y、R、NOISE、AUX IN1、AUX IN2

データは16ビット整数（2の補数）として出力されます。

実際の値は、下記の式で求められます。

$$\text{パラメタの値} = \text{出力データ} \times 2^{-15} \times 1.2 \times \text{メータフルスケール}$$

メータフルスケールは下記の値です。

X、Y、R : 感度×EXPAND倍率

RATIO : 2

dB : 100dB

% : 200%

AUX IN1 : 10V

AUX IN2 : 10V

例えば、Rを感度10mVで測定して、出力データが12345であれば、実際の値は下記のとおりです。

$$12345 \times 2^{-15} \times 1.2 \times 10\text{mV} = +4.521\text{mV}$$

- 位相（θ）

データは16ビット整数（2の補数）として出力されます。

実際の値は、下式で求められます。

$$\text{位相} = \text{出力データ} \times 2^{-16} \times 360^\circ$$

- 参照信号周波数（FREQ）

データは32ビット整数（2の補数）として出力されます。

実際の周波数は、下式で求められます。

$$\text{周波数} = \text{出力データ} \times 2^{-32} \times 256\text{kHz}$$

5.11 インタフェースメッセージに対する応答

インタフェースメッセージに対する LI5640 の応答を、下記の表に示します。

表5-8 インタフェースメッセージに対する応答

IFC	<Interface Clear> GPIBインタフェースを初期化します。 指定されているリスナ、トークを解除します。
DCL SDC	<Device Clear> <Selected Device Clear> 入力バッファをクリアし、コマンドの解釈・実行を中断します。 出力キューをクリアし、ステータスバイトレジスタのビット4 (MAV) をクリアします。 *WAI、*OPCコマンドによるオーバーラップコマンドのホールドオフを解除します。
LLO	<Local Lockout> 正面パネルのSHIFT+LOCALキーの操作を無効にします。
GTL	<Go To Local> ローカル状態にします。
GET	<Group Execute Trigger> トリガを実行します。*TRGコマンドメッセージと同じ働きをします。

インタフェースメッセージの使用方法は、コントローラ側のGPIBドライバによって異なります。
 詳細については、GPIBドライバのマニュアルをご覧ください。

5.12 GPIBの初期化

外部制御では一般に、機器のどのような状態からプログラムが実行されるか不明です。このため、実際に機器を動作させるコマンドやクエリを送る前に、初期設定が必要です。初期設定には、主に下記のインタフェースメッセージやコマンドを用います。

- インタフェースクリア (IFC)
- デバイスクリア (DCL、SDC)
- リセット (*RST)
- クリアステータス (*CLS)

a) インタフェースクリア (IFC)

リスナとトーカを解除するなど、バスの基本的なインタフェース機能を初期化します。

コントローラ側のGPIBドライバによっては、GPIBの使用を宣言すると、自動的にインタフェースメッセージのIFCが送られます。そうでなければ、GPIBドライバのIFCを送るコマンドを用いて、明示的にIFCを送ります。

b) デバイスクリア (DCL、SDC)

エラーなどにより内容が残っている可能性のある、入力バッファや出力キューをクリアします。また、オーバーラップコマンドのホールドオフを解除し、次のコマンドが実行できるようにします。

機器によっては、デバイスクリアで特定の設定になるものもありますが、LI5640では、設定は変化しません。

☐ IFC、DCL、SDC → 「5.11 インタフェースメッセージに対する応答」、参照。

c) リセット (*RST)

機器をINITコマンド実行時の設定に戻し、データメモリをクリアします。また、*OPCコマンド、*OPC?クエリの実行を取り消して、コマンドの終了でOPCビットをセットしたり、“1”を返したりしないようにします。

d) クリアステータス (*CLS)

プログラムメッセージ*CLSは、ステータス系のイベントレジスタと、エラーコードキューをクリアします。また、*OPCコマンド、*OPC?クエリの実行を取り消して、コマンドの終了でOPCビットをセットしたり、“1”を返したりしないようにします。

*CLSコマンドは、イネーブルレジスタをクリアしません。新たなイベントの発生を抑えるには、イネーブルレジスタの全ビットをゼロクリアしてから、*CLSコマンドを使用する方が安全です。その後、必要に応じてイネーブルレジスタを設定します。

*CLSコマンドは、MAVビットとRQSビットを除いて、ステータスバイトを間接的にクリアします。MAVビットは、デバイスクリアでクリアできます。RQSビットは一度シリアルポールを行うことでクリアできます。

RQSビットをクリアし忘れることが多いので、サービスリクエスト (SRQ) が発生したとき、RQSビットだけで要因の発生を確認するのは危険です。要因となったイベントの発生をチェックしてから、対応する処理を実行するように心がけてください。

5.13 GPIBサンプルプログラム

5.13.1 サンプルプログラムの概要

GPIBインタフェースを用いたリモートコントロールの例を示します。ここでは、下記の例を示します。

- Microsoft社製Visual BasicとNational Instruments社製GPIBインタフェースボードを使用した例

下記の6種類の内容で説明します。

a) 設定と問い合わせ

最も簡単な例です。初期化の後に電圧感度を設定し、同じ項目を問い合わせて確認します。

b) 測定データの問い合わせ

簡単な設定の後、測定データの問い合わせを繰り返し行います。

c) 自動設定 (AUTO SET)

自動設定を開始し、終了するのを待ってから測定します。

d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)

データメモリへの記録を開始し、記録の終了を確認してからデータを読み出します。

データメモリからの読み出しにASCII形式を使用します。

e) SRQの利用

SRQを用いてオーバレベルを検知します。

f) データメモリへの記録と読み出し (バイナリ)

「d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)」と同様にデータメモリへ測定データを記録し、読み出します。読み出し時にバイナリ形式を使用します。

どの例もエラーチェックなどは省略しています。実際にプログラムを作成するときは、エラーの処理や、初期化の手順を考慮してください。

5.13.2 Visual BasicとNational Instruments社製GPIBインタフェースボードを使用した例

National Instruments社製GPIBインタフェースボードおよびドライバソフトウェアを使用するときは、送出文字列にEOSキャラクタが自動的に付加されないで、明示的に付加する必要があります。

また、応答メッセージを受信するとき (ibrd)、受信文字数が受信バッファ長までに制限されます。ここで示すサンプルプログラムでは、固定長文字列を用いています。可変長文字列を使うときは、ibrdの前に、space()などで受信バッファの長さを確保する必要があります。受信文字数は、グローバル変数ibcntで得られます。

a) 設定と問い合わせ

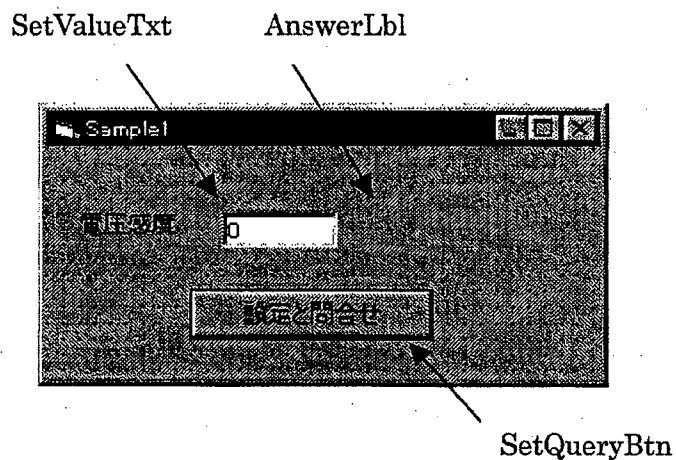
ボタンを押すと電圧感度を設定し、問い合わせの結果を表示します。

必要な初期化はフォームのロードで行っています。

ここではタイムアウト300ms、GPIBアドレス2、EOI有効、ターミネータをLFとしてデバイスデスク립タ (Dev) をオープンしています。

SetQueryBtnでは、SetValueTxtに入力された文字列をパラメタにして、電圧感度設定のコマンドをデバイスに送出します。送出時のターミネータは、プログラムコードで付加する必要があります。

フォームアンロードでは、機器をローカル状態に戻しています。



```

Const Adr As Integer = 2           'GPIBアドレス
Const EOSCHAR As Integer = &HA    'ターミネータにLFを指定
Const EOS As Integer = XEOS + REOS + EOSCHAR
Dim Dev As Integer

Private Sub Form_Load()
    ibdev 0, Adr, 0, T300ms, 1, EOS, Dev 'デバイスオープン
    ibclr Dev                             'デバيسクリア
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    ibloc Dev                             'Go to Local
    ibonl Dev, 0                          'デバイスオフライン設定
End Sub

Private Sub SetQueryBtn_Click()
    Dim rdbuf As String *256
    ibwrt Dev, "VSEN " & SetValueTxt & Chr(EOSCHAR) '電圧感度の設定
    ibwrt Dev, "VSEN?" & Chr(EOSCHAR)               '電圧感度の問い合わせ
    ibrd Dev, rdbuf                                  '応答メッセージの受け取り
    AnswerLbl = Left(rdbuf, ibcnt)
End Sub

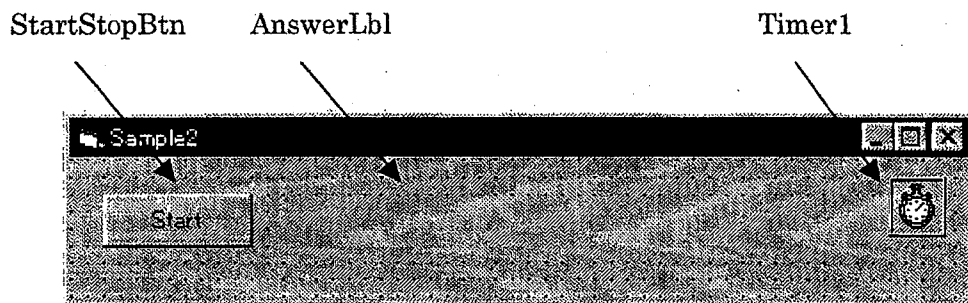
```

b) 測定データの問い合わせ

ボタンを押すと、繰り返し測定データを表示します。

この例では、ターミネータを指定せず、EOIだけとなっています。

初期設定で測定データを指定した後、StartStopBtnを押すと、Timer1によって500msごとに測定データを問い合わせ表示します。



```

Const Adr As Integer = 2
Dim Dev As Integer

Private Sub Form_Load()
    ibdev 0, Adr, 0, T300ms, 1, 0, Dev    'デバイスオープン
    ibclr Dev                            'デバイスクリア
    ibwrt Dev, "OTYP 1,3,5"              '測定データ指定
    Timer1.Enabled = False
    Timer1.Interval = 500
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    ibloc Dev                            'Go to Local
    ibonl Dev, 0                         'デバイスオフライン設定
End Sub

Private Sub StartStopBtn_Click()
    If StartStopBtn.Caption = "Start" Then
        Timer1.Enabled = True            '繰り返し開始
        StartStopBtn.Caption = "Stop"
    Else
        Timer1.Enabled = False           '繰り返し停止
        StartStopBtn.Caption = "Start"
    End If
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    Dim buf As String *256
    ibwrt Dev, "DOUT?"                  '測定データの問い合わせ
    ibrd Dev, buf                       '応答メッセージの受け取り
    AnswerLbl = Left(buf, ibcnt)
End Sub

```

c) 自動設定

ボタンを押すと自動設定 (AUTO SET) を行い、測定データを表示します。

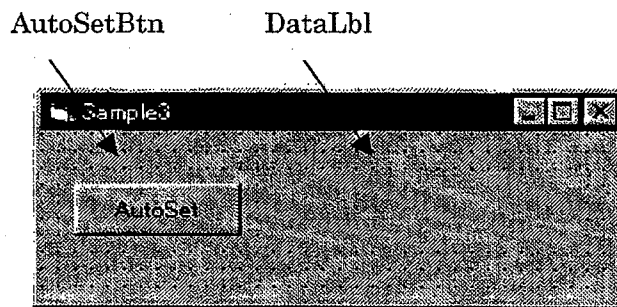
*WAIコマンドを送ると、それ以前のオーバーラップコマンドの実行をすべて終了するまで、それ以降のコマンドは実行されません。この例では、自動設定が終了するまで、測定データの問い合わせ (DOUT?) は実行されません。

自動設定が終了するまでにタイムアウトが起きないように、初期化で指定しています (TNONE)。

*WAIを用いて処理終了を待つと、その間はソフトウェアは何もすることができません。ポーリングまたはSRQを用いると、終了待ちの間に他の処理を行うことができます。

☞ ポーリングの例 → 「d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)」、参照。

☞ SRQの例 → 「e) SRQの利用」、参照。



```
Private Sub Form_Load()
```

```
    ibdev 0, Adr, 0, TNONE, 1, 0, Dev    'デバイスオープン
```

```
    ibclr Dev                            'デバيسクリア
```

```
End Sub
```

```
Private Sub AutoSetBtn_Click()
```

```
    Dim rdbuf As String *256
```

```
    AutoSetBtn.Enabled = False
```

```
    DataLbl = "Start Auto Set"
```

```
    DataLbl.Refresh
```

```
    ibwrt Dev, "ASET; *WAI"              '自動設定の開始
```

```
    ibwrt Dev, "DOUT?"                  '測定データの問い合わせ
```

```
    ibrd Dev, rdbuf
```

```
    DataLbl = Left(rdbuf, ibcnt)
```

```
    AutoSetBtn.Enabled = True
```

```
End Sub
```

d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)

ボタンを押すとデータメモリへの記録を始め、記録の終了を待って読み出します。読み出されたデータは、スクロールバーを操作して表示できます。

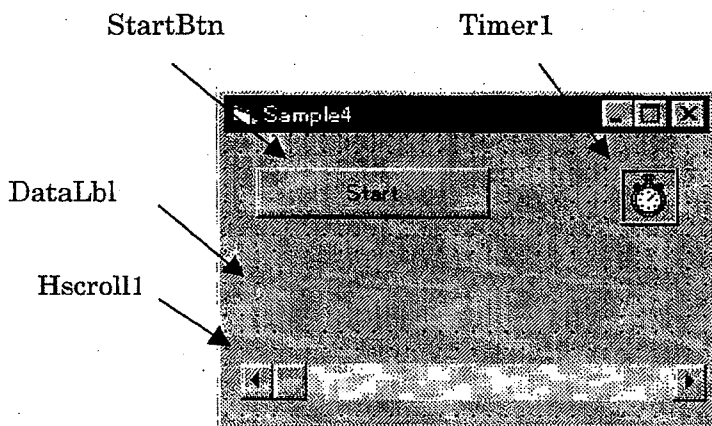
データメモリへの記録の終了を調べるために、タイマを利用してオペレーション イベントレジスタの内容を繰り返し問い合わせます。

StartBtnを押すと各種設定をして記録を開始します。記録の終了は、オペレーション イベントレジスタで調べるので、開始の前にクリアしておきます。記録開始後、タイマで500msごとにオペレーション イベントレジスタの内容を問い合わせ (ポーリング)、終了を待ちます。この間、ソフトウェアは他の処理ができます。ここではタイマの動作確認のため、DataLblに“*”と“+”を交互に表示しています。

記録終了を確認すると、BlockReadルーチンでデータメモリをASCII形式で読み出します。読み出したデータは配列DataValue()に格納されます。

記録の終了を知るのにSRQを利用することもできます。

☞ SRQを使用する例 → 「e) SRQの利用」、参照。



```

Dim Dev As Integer
Const ADR As Integer = 2          ' GPIBアドレス

Dim DataCount As Long
Dim DataValue(2048) As Integer

Private Sub Form_Load()
    ibdev 0, ADR, 0, T300ms, 1, 0, Dev    ' デバイスオープン
    ibclr Dev                             ' デバイスクリア
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    ibloc Dev                             ' Go to Local
    ibonl Dev, 0                          ' デバイスオフライン設定
End Sub

```



```

Private Sub StartBtn_Click()
    StartBtn.Enabled = False
    HScroll.Enabled = False
    DataLbl = "Start Measure"
    DataCount = 0
    ibwrt Dev, "*CLS" 'イベントレジスタのクリア
    ibwrt Dev, "DSIZ 0; DNUM 0; DTYP 0;" '記録長、メモリ番号、データの指定
    ibwrt Dev, "DSMP 6; STRT; *TRG" '周期の指定、測定開始
    Timer1.Interval = 500
    Timer1.Enabled = True
End Sub

Private Sub Timer1_Timer()
    Dim rdbuf As String *256
    ibwrt Dev, "OPER?" 'オペレーション イベント レジスタの問い合わせ
    ibrd Dev, rdbuf
    rdbuf = Left(rdbuf, ibcnt)
    If Left(DataLbl, 1) = "*" Then DataLbl = "+ " & rdbuf Else DataLbl = "*" & rdbuf
    If CInt(rdbuf) And 16 Then
        Timer1.Enabled = False
        BlockRead
        HScroll.Max = DataCount - 1
        HScroll.Enabled = True
        HScroll = 1: HScroll = 0
        StartBtn.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub BlockRead()
    Dim i As Integer
    Dim rdbuf As String *256
    ibwrt Dev, "SPTS?" '記録したサンプリング回数問い合わせ
    ibrd Dev, rdbuf
    DataCount = Val(Left(rdbuf, ibcnt))
    ibwrt Dev, "DASC? 0," & CStr(DataCount) 'データメモリの読み出し (ASCII)
    For i = 0 To DataCount - 1
        ibrd Dev, rdbuf
        DataValue(i) = CInt(Left(rdbuf, ibcnt))
        DataLbl = CStr(i + 1) & "/" & CStr(DataCount)
        DataLbl.Refresh
    Next
End Sub

Private Sub HScroll_Change()
    DataLbl = CStr(HScroll) & ": " & DataValue(HScroll)
End Sub

```

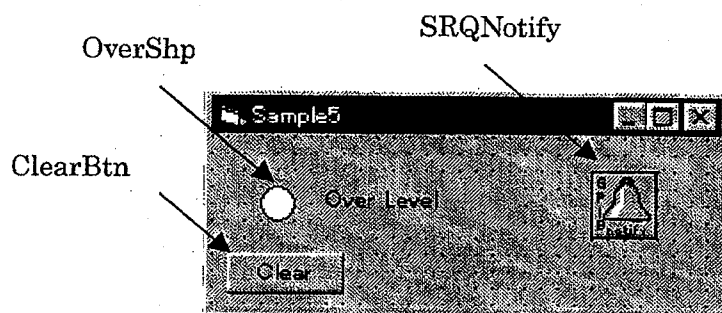
e) SRQの利用

SRQを用いてオーバレベルを検知する例です。

オーバレベルが起きるとOverShp（円形のシェイプコントロール）が赤く点灯します。元に戻すにはClearBtnを押してください。

SRQを監視し、イベントを発生させるためにGPIBNotifyコントロールを使います。GPIBNotifyコントロールはVisual Basicの「プロジェクト」メニューの「コンポーネント」から「gpibNotify OLE Control Module」を選択すると利用できます。

SRQで起動するイベントプロシージャ（SRQNotify_Notify）では、シリアルポールとオーバレベル イベント レジスタを問い合わせでオーバレベルを検出しています。



```

Const Adr As Integer = 2
Dim Dev As Integer

Private Sub Form_Load()
    Dim stat As Integer
    ibdev 0, Adr, 0, T300ms, 1, 0, Dev      'デバイスオープン
    ibclr Dev                               'デバイスクリア
    ibwrt Dev, "*SRE 1; OVEE 1"             'SRQ用のイネーブルレジスタ設定
    stat = SRQNotify.SetupNotify(Dev, RQS)  'SRQ監視の設定
End Sub

Private Sub SRQNotify_Notify(ByVal LocalUd As Long, ByVal LocalIbsta As Long, ByVal
LocalIberr As Long, ByVal LocalIbcnt1 As Long, RearmMask As Long)
    Dim stb As Integer
    Dim rdbuf As String *256
    If (LocalIbsta And RQS) Then             'RQS発生確認
        ibrsp Dev, stb                      'シリアルポール
        If (stb And 1) Then                 'RQS発生要因のチェック
            ibwrt Dev, "OVER?"              'オーバレベル イベント レジスタの問い合わせ
            ibrd Dev, rdbuf
            If (CInt(Left(rdbuf, ibcnt))) And 1) Then
                OverShp.FillColor = &HFF&  'オーバレベル検出
            End If
        End If
        RearmMask = RQS                    'SRQ監視の再設定
    End If
End Sub

Private Sub ClearBtn_Click()
    OverShp.FillColor = &HFFFFFF
End Sub

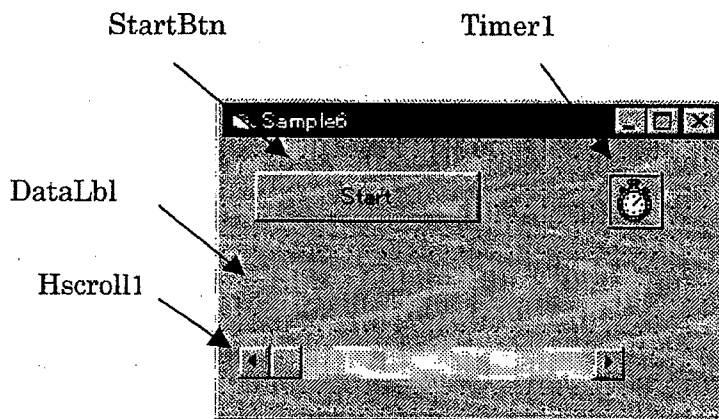
```

f) データメモリへの記録と読み出し (バイナリ)

「d) データメモリへの記録と読み出し (ASCII)」と同様に、データメモリへ測定データを記録し、読み出します。ただし、読み出し時にバイナリ形式を使用します。

BlockReadBinとByteSwap以外は「d) データメモリへの記録と読み出し」と同じです。

BlockReadBinでは、データメモリを整数配列DataValue()に直接読み込みます。バイナリ転送では、上位バイト、下位バイトの順で転送されるので、整数配列内でバイト順が逆に格納されます。ByteSwapで各データの上位バイトと下位バイトを交換して正しいデータを得ます。ByteSwapは算術的に行った方が速度が上がりますが、ここでは分かり易さのために16進文字列操作を行っています。



```

Dim Dev As Integer
Const ADR As Integer = 2           'GPIBアドレス
Dim DataCount As Long
Dim DataValue(2048) As Integer

Private Sub Form_Load()
    ibdev 0, ADR, 0, 0, 1, Dev      'デバイスオープン
    ibclr Dev                       'デバイスクリア
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    ibloc Dev                       'Go to Local
    ibonl Dev, 0                   'デバイスオフライン設定
End Sub

Private Sub StartBtn_Click()
    StartBtn.Enabled = False
    HScroll1.Enabled = False
    DataLbl = "Start Measure"
    DataCount = 0
    ibwrt Dev, "*CLS"               'イベントレジスタクリア
    ibwrt Dev, "DSIZ 0; DNUM 0; DTYP 0;" '記録長、メモリ番号、データの指定
    ibwrt Dev, "DSMP 6; STRT; *TRG"   '周期の指定、測定開始
    Timer1.Interval = 500
    Timer1.Enabled = True
End Sub

```

```

Private Sub Timer1_Timer()
    Dim rdbuf As String *256
    ibwrt Dev, "OPER?" 'オペレーション イベント レジスタの問い合わせ
    ibrd Dev, rdbuf
    rdbuf = Left(rdbuf, ibcnt)
    If Left(DataLbl, 1) = "*" Then DataLbl = "+ " & rdbuf Else DataLbl = "*" & rdbuf
    If CInt(rdbuf) And 16 Then
        Timer1.Enabled = False
        BlockReadBin
        HScroll.Max = DataCount - 1
        HScroll.Enabled = True
        HScroll = 1: HScroll = 0
        StartBtn.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub BlockReadBin()
    Dim rdbuf As String *256
    ibwrt Dev, "SPTS?" '記録したサンプリング回数の問い合わせ
    ibrd Dev, rdbuf
    DataCount = Val(Left(rdbuf, ibcnt))
    ibwrt Dev, "DBIN? 0," & CStr(DataCount) 'データメモリの読み出し (バイナリ)
    ibrdi Dev, DataValue(), DataCount *2
    ByteSwap DataValue(), DataCount
End Sub

Private Sub ByteSwap(dt() As Integer, n As Long)
    Dim t As String
    Dim i As Long
    For i = 0 To n - 1
        t = Right("000" & Hex(dt(i)), 4)
        dt(i) = CInt("&h" & Right(t, 2) & Left(t, 2))
    Next
End Sub

Private Sub HScroll_Change()
    DataLbl = CStr(HScroll) & ": " & DataValue(HScroll)
End Sub

```

資料 マルチライン インタフェース メッセージ

b7 → b6 → b5 →					0	①	0	0	MSG	1	MSG	1	MSG	1	MSG	1	MSG	1	MSG
②					0		1	2		3		4		5		6		7	
b4 ↓	b3 ↓	b2 ↓	b1 ↓	コラム ↓	0	NUL		DLE	SP	↑	0	↑	@	↑	P	↑	p	↑	
0	0	0	0	0	1	SOH	GTL	DC1	!	1	↑	A	↑	Q	↑	a	↑	q	↑
0	0	1	0	2	STX			DC2	"	2	↑	B	↑	R	↑	b	↑	r	↑
0	0	1	1	3	ETX			DC3	#	3	↑	C	↑	S	↑	c	↑	s	↑
0	1	0	0	4	EOT	SDC		DC4	\$	4	↑	D	↑	T	↑	d	↑	t	↑
0	1	0	1	5	ENQ	PPC ③		NAK	%	5	↑	E	↑	U	↑	e	↑	u	↑
0	1	1	0	6	ACK			SYN	&	6	↑	F	↑	V	↑	f	↑	v	↑
0	1	1	1	7	BEL			ETB	'	7	↑	G	↑	W	↑	g	↑	w	↑
1	0	0	0	8	BS	GET	CAN	SPE	(	8	↑	H	↑	X	↑	h	↑	x	↑
1	0	0	1	9	HT	TCT	EM	SPD	)	9	↑	I	↑	Y	↑	i	↑	y	↑
1	0	1	0	10	LF			SUB	*	:	↑	J	↑	Z	↑	j	↑	z	↑
1	0	1	1	11	VT			ESC	+	:	↑	K	↑	[	↑	k	↑	{	↑
1	1	0	0	12	FF			FS	,	<	↑	L	↑	④	↑	l	↑	|	↑
1	1	0	1	13	CR			GS	-	=	↑	M	↑	]	↑	m	↑	}	↑
1	1	1	0	14	SO			RS	.	>	↑	N	↑	^	↑	n	↑	~	↑
1	1	1	1	15	SI			US	/	? UNL	0	↓	UNT	o	↓	DEL	↓		↓

アドレス コマンド グループ (ACG)	ユニバーサル コマンド グループ (UCG)	リスナ アドレス グループ (LAG)	トーク アドレス グループ (TAG)
-------------------------------	---------------------------------	------------------------------	------------------------------

一次コマンドグループ (PCG)	二次コマンドグループ (SCG)
------------------	------------------

① MSGはインタフェースメッセージ
 ② b1=D101 ……b7=D107、D108は無使用
 ③ 二次コマンドをとまなう
 ④ IEC規格は"\"、JIS規格は"¥"
 GTL …Go to Local
 SDC …Selected Device Clear
 PPC …Parallel Poll Configure
 GET …Group Execute Trigger
 TCT …Take Control
 LLO …Local Lockout
 DCL …Device Clear
 PPU …Parallel Poll Unconfigure
 SPE …Serial Poll Enable
 SPD …Serial Poll Disable
 UNL …Unlisten
 UNT …Untalk

6. RS-232インタフェース

6.1 使用前の準備	6-2
6.2 ハンドシェイク	6-6
6.3 RS-232のエラーメッセージ	6-7
6.4 RS-232サンプルプログラム	6-8

6.1 使用前の準備

6.1.1 RS-232の概要

RS-232インタフェースでも、 GPIB固有の機能を除けば、 GPIBと同じように外部制御が行えます。 GPIBと同じプログラムメッセージを用いて、 設定や問い合わせができます。 問い合わせに対する応答メッセージも GPIBと同じ形式です。

重複する部分が多いので、 GPIBと同じ部分についてはここでは説明しません。 RS-232で外部制御を行うときは、 GPIBについての説明を一度お読みください。

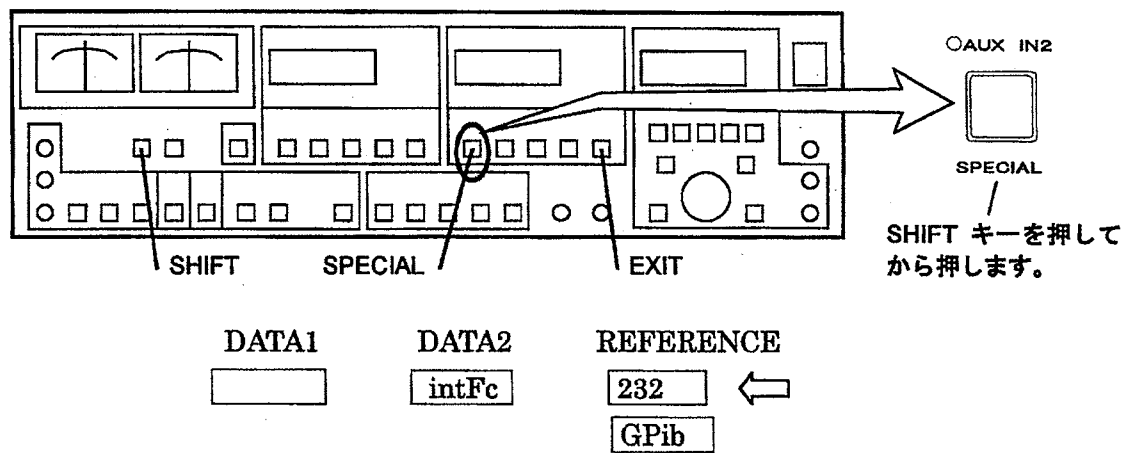
a) GPIBにはあるが、 RS-232にはない機能 (GPIB固有の機能)

- リモート/ローカルの切り換え
KEY LOCK相当のプログラムメッセージKLOCでパネル操作を禁止できます。
- サービスリクエストによるコントローラへの割り込みとシリアルポールクエリメッセージSTB?などでステータスを読めます。
- デバイスクリアやGETなどのGPIB固有のコマンド
トリガはプログラムメッセージ*TRGで代替できます。
- 多数の機器の接続
RS-232では1対1の接続しかできません。
- データメモリのバイナリ転送 (DBIN? クエリ)
バイナリデータは、ソフトウェアハンドシェイク (X-ON、 X-OFF) と競合することがあるため、 エラーが発生します (801, "Invalid arb-data format")。

b) 仕様

- ボーレート : 1200、 2400、 4800、 9600、 19200
- データビット長 : 7、 8
- ストップビット長: 受信時は1、 送信時は2に固定
- パリティ : なし、 偶数、 奇数

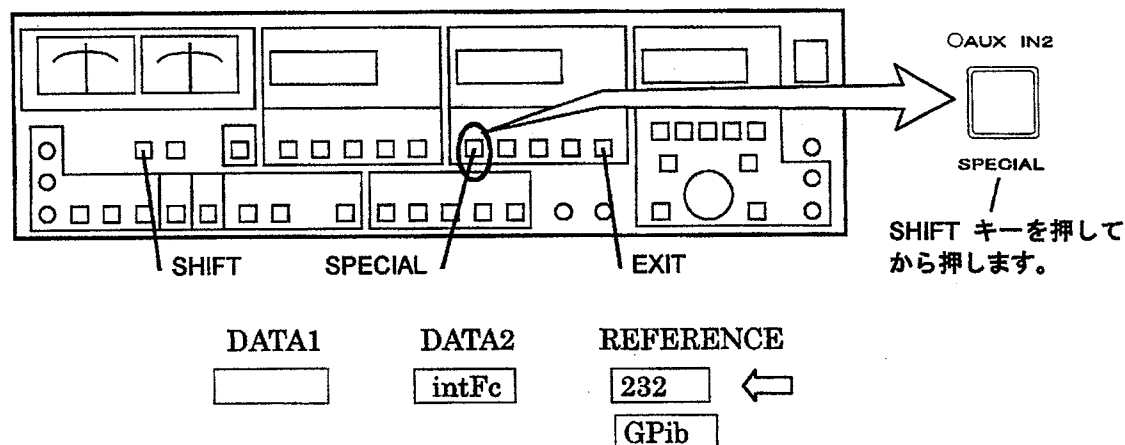
6.1.2 RS-232への切り換え



RS-232とGPIBを同時に使うことはできません。RS-232を使うときは、下記の手順で外部制御をRS-232に切り換えてください。

- 1) SHIFT+SPECIALキーを押す。
- 2) DATA2の表示器にintFcが表示されていることを確認する。
MODIFYダイヤルで他のパラメタを選択できます。
- 3) キーで点滅している桁をREFERENCE表示部へ移動する。
キーでDATA2の表示器に戻れます。
- 4) MODIFYダイヤルで232を選択する。
- 5) SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。

6.1.3 ボーレート、データビット長、パリティの設定



a) ボーレートの設定

RS-232でシリアル通信を行うときは、送信側と受信側で、通信速度（ボーレート）を合わせる必要があります。LI5640側では、下記の手順で設定してください。

- 1) SHIFT+BAUDキーを押す。
REFERENCE数字表示器に現在のボーレートの設定値が表示されます。
- 2) MODIFYダイヤルでボーレートを選択する。
1200、2400、4800、9600、19200の中から選択してください。
- 3) SHIFT+EXIT キーを押して元の表示に戻す。

DATA1 DATA2 REFERENCE

bAud 9600

b) パリティとキャラクタ長の設定

RS-232でシリアル通信を行うときは、送信側と受信側で、パリティビットとキャラクタ長を合わせる必要があります。LI5640側では、下記の手順で設定します。

- 1) SHIFT+PARITYキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルでパリティビットを選択する。
パリティビットは なし／奇数／偶数 から選択できます。
- 3) キーでキャラクタ長の選択へ移動する。
点滅する桁が右に移動します (キーでパリティビットの選択に戻れます)。
- 4) MODIFYダイヤルでキャラクタ長を選択する。
キャラクタ長は7ビットか8ビットを選択できます。
- 5) SHIFT+EXIT キーを押して元の表示に戻す。

DATA1 DATA2 REFERENCE

Prt c no 7

パリティ { no なし
odd 奇数
even 偶数

パリティ キャラクタ長

c) ストップビット

ストップビット長は、送信時2ビット、受信時1ビットに固定されています。このため、制御する側のストップビット長は、送信、受信共に1、1.5、2ビットいずれでも動作します。

6.1.4 RS-232ケーブルの接続

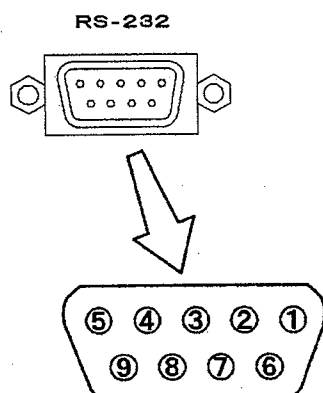


図6-1 RS-232コネクタのピン配列

RS-232を使用するときは、背面パネルのRS-232コネクタに接続します。このコネクタは、Dサブ、9ピン、メス、インチねじ仕様です。PC-AT互換機との接続には、市販の両端9ピン、オスメス、ストレート接続のRS-232（シリアル）ケーブル（「RS-232C延長ケーブル」など）が使用できます。ただし、ねじやハンドシェイクの仕様が合っている必要があります。

不要な電磁界の放射を避けるために、接続ケーブルには2重シールドケーブルを使用して、シールドをコネクタの金属シェルに接続したものを使用してください。粗悪なケーブルを使用すると、周囲に妨害を与えることがあります。

表6-1 RS-232コネクタの信号割り当て

LI5640			PC-AT互換機	
ピン番号	信号名		ピン番号	信号名
1	N. C. 無接続	→	1	CD : Carrier Detect キャリア検出
2	TD 送信データ	→	2	RD : Received Data 受信データ
3	RD 受信データ	←	3	TD : Transmitted Data 送信データ
4	DSR 相手が動作可能なことを示す。 アクティブでないと、LI5640からの送信が待たされます。	←	4	DTR : Data Terminal Ready データ端末レディ
5	SG 信号グラウンド	—	5	SG : Signal Ground 信号グラウンド
6	DTR LI5640 が動作可能なことを示す。	→	6	DSR : Data Set Ready データセットレディ
7	CTS 相手が受信可能なことを示す。 アクティブでないと、LI5640からの送信が待たされます。	←	7	RTS : Request To Send 送信要求
8	RTS LI5640 が受信可能なことを示す。	→	8	CTS : Clear To Send 送信許可
9	N. C. 無接続	→	9	RI : Ring Indicator 被呼表示

RS-232の信号グラウンドは、LI5640の筐体に接続されています。

ハードウェアハンドシェイクを使わないときは、LI5640のピンを下記のように直結します。
6(DTR) - 4(DSR)、7(CTS) - 8(RTS)。

信号名は規格などにより異なります。ここでは、PC-AT互換機に合わせて示しています。

6.2 ハンドシェイク

GPIBでは、3線ハンドシェイクにより、もっとも遅い機器に合わせて常に正しく通信が行われます。これに対して、RS-232では、ハンドシェイクの方法が一つに決まっていません。このため、送信側と受信側でハンドシェイクの方法を合わせておかないと、送信されたデータを受信側が正しく受け取れません。

LI5640では、下記のハンドシェイクを利用できます。

- ソフトウェアハンドシェイク (X-ON、X-OFF)
- ハードウェアハンドシェイク (DTR-DSR および CTS-RTS)

コントローラ側にハードウェアハンドシェイクの信号がないか、あっても使用しないときは、LI5640の対応する信号線を直結しておく必要があります。そうしないと通信ができないことがあります。コントローラは上記のどちらかをサポートしている必要があります。

ハンドシェイクに関して、LI5640は下記のように動作します。

a) コントローラ → LI5640

- 入力バッファ (1024文字) が約 $\frac{2}{3}$ 以上埋まると、LI5640は下記の処理を行います。
X-OFFコード(11₁₆)を出力する。
RTSを無効にする。
DTRを無効にする。
- 入力バッファの約 $\frac{2}{3}$ 以上が空になると、LI5640は次の処理を行います。
X-ONコード(13₁₆)を出力する。
RTSを有効にする。
DTRを有効にする。

b) コントローラ ← LI5640

- 下記のいずれかの状態になると、LI5640は送信を一時停止します。
X-OFFコード(11₁₆)を受信した。
CTSが無効である。
DSRが無効である。
- 下記の条件が満たされると、LI5640は送信を再開します。
X-OFFを使用したとき : CTSとDSRが有効、かつX-ONコード(13₁₆)を受信した。
X-OFFを使用していないとき : CTSとDSRが有効である。

6.3 RS-232のエラーメッセージ

ここでは、RS-232固有のエラーを示します。

エラーが発生すると、REFERENCE数字表示器にエラー番号が数秒間表示されます。

例： E 5 1 3

クエリ（問い合わせ）メッセージEROR? を使うと、このエラー番号と、より詳しいエラーメッセージを確認できます。しかし、常時これらのエラーが発生する環境では、クエリも正しく動作しません。

表 6-2 RS-232のエラーメッセージ

エラー番号	エラーメッセージ	説 明
511	RS-232 framing error	フレーミングエラーが発生しました。 ボーレート、データビット長およびパリティの設定が正しいことを確認してください。
512	RS-232 overrun error	オーバランエラーが発生しました。 何らかの原因で、前のデータを処理できないうちに、あらたなデータを受け取ったため、データの一部が失われました。このエラーは通常起きません。
513	RS-232 parity error	パリティエラーが発生しました。 ボーレート、データビット長およびパリティの設定が正しいことを確認してください。

フレーミングエラーやパリティエラーは、ボーレート、データビット長およびパリティの設定が正しくないときに起きます。または、雑音や接触不良などで誤動作したときに起きます。

☞ 外部インタフェース（GPIBとRS-232）におけるエラーメッセージ全般について

➡ 「5.8 外部インタフェースのエラーメッセージ」、参照。

6.4 RS-232サンプルプログラム

6.4.1 サンプルプログラムの概要

RS-232インタフェースを用いた外部制御の例を示します。ここでは、簡単な設定と問い合わせについて、Visual Basicを用いた例を示します。

内容は、GPIBのサンプルプログラム「5.13.2 Visual BasicとNational Instruments社製GPIBインタフェースボードを使用した例」の「a) 設定と問い合わせ」とほぼ同じです。

プログラムメッセージの使用方法などはGPIBと同様ですので、「5.13 GPIBサンプルプログラム」も合わせてご覧ください。

[受信バッファと出力キューのクリア]

GPIBと異なり、RS-232ではデバースクリアが使えません。

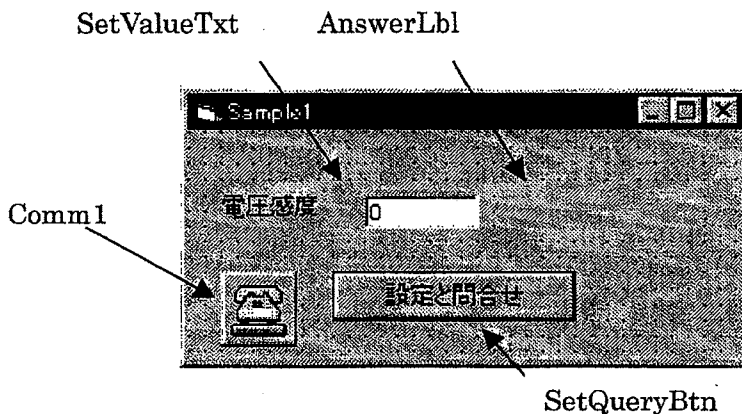
RS-232では、Control-C コード (03H) をこの装置に送ると、受信バッファと出力キューがクリアされます。また、BREAK信号を送ってもクリアされます。

6.4.2 Visual Basicの例（設定と問い合わせ）

最も簡単な例です。初期化の後に電圧感度を設定し、同じ項目を問い合わせて確認します。

Visual BasicでRS-232を使用するには、コミュニケーションコントロール (MSComm)を用いるのが簡単です。コミュニケーションコントロールはVisual Basicの「プロジェクト」メニューの「コンポーネント」から「Microsoft Comm Control」を選択すると使用できます。

LineInputFromCommはRS-232で1行入力するための関数です。



```
Dim EOS As String

Private Sub Form_Load()
    EOS = Chr(&H10)
    Comm1.Settings = "9600,N,8,1"
    Comm1.Handshaking = comRTSXOnXOff
    Comm1.CommPort = 1
    Comm1.InputLen = 1
    Comm1.PortOpen = True
End Sub

Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
    Comm1.PortOpen = False
End Sub

Private Sub SetQueryBtn_Click()
    Comm1.Output = "VSEN " & SetValueTxt & EOS ' 電圧感度の設定
    Comm1.Output = "VSEN?" & EOS               ' 電圧感度の問い合わせ
    AnswerLbl = LineInputFromComm(Comm1, EOS)
End Sub

Function LineInputFromComm(com As MSComm, e As String)
    Dim buf As String
    Dim i As Integer
    i = Len(e)
    buf = ""
    Do
        Do
            Loop Until com.InBufferCount > 0 ' 入力待ち
        buf = buf & com.Input
        Loop Until Right(buf, i) = e ' 終端文字列待ち
    LineInputFromComm = Left(buf, Len(buf) - i) ' 返回值には終端文字含まず
End Function
```

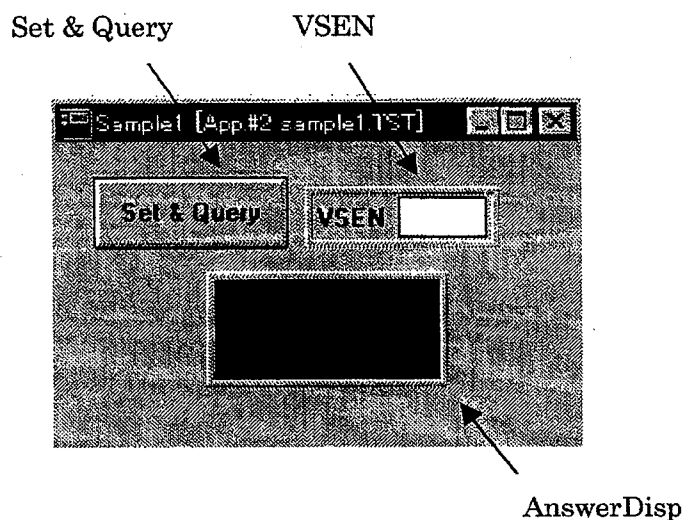
6.4.3 TESTPOINTの例（設定と問い合わせ）

TESTPOINTでは、GPIBとRS-232の違いをほとんど意識することなくプログラムを作成できます。

ボタンを押すと電圧感度を設定し、問い合わせの結果を表示します。

Set & Queryでは、VSENに入力された文字列をパラメタにして、電圧感度設定のコマンドをデバイスに送出します。

Beginで通信パラメタの設定を行っています。



Objects in panel "Sample1":



Set & Query (%SampleRS%Set & Query)

Action list for Pushbutton object "Set & Query":

- 1) Output to Device with "VSEN ", VSEN, term.=LF, wait for completion?=1
- 2) Output to Device with "VSEN?", term.=LF, wait for completion?=1
- 3) Enter from Device up to 256 bytes, stop on EOS=LF
- 4) Set AnswerDisp to Device

Begin (%SampleRS%Begin)

Action list for Task object "Begin":

- 1) Set mode of Device baud rate=9600, parity="N", bits=8, stop bits=1
- 2) Set handshaking of Device hardware handshake?=1, XON/XOFF?=1

End (%SampleRS%End)

Action list for Task object "End":

- 1) Close Device

7. トラブルシューティング

7.1 エラー表示	7 - 2
7.2 ランプの点滅	7 - 6
7.3 異常動作と誤って判断しやすい現象（制約事項）	7 - 7
7.4 故障と思われるとき	7 - 8

7.1 エラー表示

7.1.1 エラー表示とランプの点滅

エラーは下記のととき表示されます。

- 電源投入時の自己チェックで異常が発見されたとき
 - 設定どおりに動作できないとき
 - 動作中に異常が生じたとき
- ☐ 外部インタフェース（GPIB、RS-232）で操作するときだけ表示されるエラーについて
→ 「表5-7 外部インタフェースのエラーメッセージ一覧」、
「表6-2 RS-232のエラーメッセージ」、参照。

設定の組み合わせによって設定どおりに動作できないとき、ランプが点滅することがあります。また、注意が必要な設定にしたとき、ランプが点滅することがあります。

- ☐ 詳細について → 「7.2 ランプの点滅」、参照。

7.1.2 電源投入時のエラー

電源を入れるとすぐに自己チェックが行われます。

最初にランプや数字表示器がすべて点灯しますので、すべて点灯していることを確認してください。自己チェックで異常があると、REFERENCE数字表示器に下記のようなエラーが表示されます。

エラー表示 REFERENCE	エラーの内容	説 明
E 1	ROMチェックエラー	LI5640 を動かすプログラムを格納したメモリが不良です。 LI5640 は動作しません。
E 2	RAMチェックエラー	データ処理用のメモリが不良です。 LI5640 は動作しません。
E 3	バックアップエラー	バッテリーでバックアップされていた設定が消えています。 下にEXITと書かれたキー (DATA2 EXPANDキー) を押すと、初期値に設定され、動作を続けることができます。 頻繁にこのエラーが起きるときは、内蔵のバッテリーが消耗している可能性があります。当社または代理店に交換を依頼してください。
E 4	内部初期化時のエラー (1)	内部回路の自動調整ができません。 LI5640 は動作しません。
E 5	内部初期化時のエラー (2)	DSPが正常に動作しません。 LI5640 は動作しません。

E1、E2、E4、E5は回復できないエラーです。これらのエラーは、LI5640 以外が原因で起きることもありますので、一度電源を入れ直してみてください。それでも同じエラーが起きるときは、LI5640 は故障と考えられます。

7.1.3 操作時のエラー

自動設定を行うのに必要な条件が整わないとき、下記のようなエラーが表示されます。

エラー表示 REFERENCE	エラーの内容	説 明
E 20	自動時定数設定ができません (TIME CONSTANT AUTO)	<p>下記の条件では、周波数を正しく決定できないので、自動時定数設定ができません。</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNLOCKランプが点灯 • 測定周波数が測定可能範囲外 <p>下記の設定では、周波数を自動制御する都合上、自動時定数設定ができません。</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOURCEをSIGNALに設定している <p>このときは、手動で時定数を設定してください。</p>
E 21	自動設定ができません (AUTO SET)	<p>下記の条件では、自動設定に必要な測定値が得られないため、自動設定ができません。</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNLOCKランプが点灯 • 測定周波数が測定可能範囲外 <p>下記の設定では、周波数を自動制御する都合上、自動設定ができません。</p> <ul style="list-style-type: none"> • SOURCEをSIGNALに設定している
E 22	自動位相設定ができません (PHASE - AUTO)	<p>UNLOCKランプが点灯していて、位相の測定値が正しくないため、自動位相設定ができません。参照信号と同期が取れてから自動位相設定を行ってください。</p>
E 23	自動オフセット設定ができません (AUTO X, Y)	<p>下記の条件では、自動オフセット設定ができません。</p> <ul style="list-style-type: none"> • UNLOCKランプが点灯していて、XとYの測定値が正しくない • XまたはYのオフセット値が設定可能範囲（感度の$\pm 100\%$）を超える

7.1.4 その他のエラー

エラー表示 REFERENCE	エラーの内容	説 明
E 10～E 14	内部プロセッサの動作異常	これらのエラーは通常起きません。雑音や電源電圧異常などで誤動作した可能性があります。

これらのエラーは回復できません。これらのエラーが表示されたときは、一度電源を入れ直してみてください。それでも同じエラーが起きるようなら、LI5640 は故障です。

7.2 ランプの点滅

設定の組み合わせによって、設定どおりに動作できないときに、ランプが点滅することがあります。

点滅するランプ	説 明
AUX IN1 (DATA2)	強制的にAUX IN1が選ばれています。 DATA1でNOISEを選ぶと、設定に関わらずDATA2の表示は強制的にAUX IN1になります。DATA1をNOISE以外に変更すれば、DATA2は設定どおりの表示に戻ります。
SYNC (TIME CONSTANT)	強制的にSYNCがオフになっています。 1) DATA1でNOISEを選ぶと、設定に関わらずSYNCはオフになり、通常のフィルタが使用されます。DATA1をNOISE以外に変更すれば、SYNCはオンに戻ります。 2) SOURCEでSIGNALを選ぶと、設定に関わらずSYNCはオフになり、通常のフィルタが使用されます。SIGNAL以外の参照信号源に切り換えれば、SYNCはオンに戻ります。
TIME CONSTANT	時定数が小さ過ぎます。 SOURCEでSIGNALが選択されていますが、測定する周波数および減衰傾度(SLOPE)の設定に対して、時定数が小さ過ぎるため、正しく動作しない可能性があります。ロックできないときは、帯域制限フィルタの時定数と減衰傾度を大きくしてください。
nF (REFERENCE)	高調波を測定しています。 nFを2以上に設定して、REFERENCEをnF以外の表示に切り換えると、注意を喚起するためにnFランプが点滅します。
SIGNAL (REFERENCE SOURCE)	強制的に基本波が測定されています。 nFの設定で高調波が指定されていますが(次数 ≥ 2)、測定信号に同期する都合上、強制的に基本波が測定されています。

7.3 異常動作と誤って判断しやすい現象（制約事項）

エラーメッセージが表示されないし、ランプが点滅することもないのに、設定どおりに動作していないように思えることがあります。下記に示す現象は、機能上の制約などのために生じた現象です。いずれも、LI5640としては正しく動作しています。

現 象	説 明
EXPANDキーを押して×10や×100のランプを点灯させても、表示を拡大できない。	EXPANDキーで拡大できるのはX、Y、Rだけです。 X、Y、Rでも、RATIOやdB、%を表示しているときは拡大できません。
Rの表示でオフセットを調整すると、動作がおかしい。	Rのオフセットは設定できません。 DATA1のOFFSETではXのオフセットを設定します。 DATA2のOFFSETではYのオフセットを設定します。 ☞ 詳細について → 「4.8.3 X、Y オフセット」、参照
OVERランプが点灯しているのに、非常に小さな値が表示される。	信号入力に含まれている雑音や直流成分のために、信号処理の途中で飽和すると、信号成分が失われるため、測定値が小さく見えます。
背面パネルのX OUT、Y OUTの波形が、正面パネルのDATA1、DATA2出力と違う。	同じXとYでも、背面出力のサンプリングレートは、正面出力の $\frac{1}{16}$ です。時定数が小さいと、出力が高速に変動するので、エイリアシングのため異なった波形に見えることがあります。
LINE、LINE×2のフィルタの減衰量が仕様を満たさない。	フィルタの周波数特性は、6dB程度まで補正されます。フィルタの中心周波数付近で信号を測定すると、信号の減衰を補正した値が表示されるため、減衰量が小さく見えることがあります。なお、このようなときは、ダイナミックリザーブがそれだけ小さくなっています。
DATA2で θ を表示しているとき、DATA2のOVERランプが点灯する。	Rがオーバしています。Rがオーバすると位相を正しく測定できないため、OVERランプが点灯します。

7.4 故障と思われるとき

動作がおかしいと思われるときは、「2.4 簡単な動作チェック」に従って動作を確認してください。主な性能については、「8.5 性能試験」で確認してください。

下記の場合は修理が必要です。当社または当社の代理店にご連絡ください。

- 回復できないエラーが頻繁に表示されるとき
- 「2.4 簡単な動作チェック」で動作異常があったとき
- 「8.5 性能試験」で仕様を満たさないとき

8. 保 守

8.1 はじめに	8 - 2
8.2 日常の手入れ	8 - 2
8.3 保管・再梱包・輸送	8 - 3
8.4 バージョン番号の確認方法	8 - 3
8.5 性能試験	8 - 4

8.1 はじめに

機器をいつも良い状態で使用するためには、保守が必要です。

この章では、下記のことについて記載しています。

- 長期間使わないときの保管方法
- 輸送するときの再梱包と輸送上の注意事項
- 予防保全や受け入れ検査などのときに行う性能試験

正しく動作しないときや、性能試験で仕様を満たさないときは、当社に校正または修理を依頼してください。このときは、作業を迅速に行えるように、試験結果をお知らせください。

8.2 日常の手入れ

a) パネルやケースが汚れたとき

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかな布で拭いてください。汚れがひどいときは、中性洗剤に浸して固く絞った布を使用してください。シンナー、ベンジンなどの溶剤や、化学雑巾などで拭くと、変質したり、塗装が剥がれたりすることがありますので、避けてください。

b) 冷却ファンのフィルタが汚れたとき

背面パネルにある冷却ファンのフィルタが汚れたら、ファンガードを外して、ほこりを清掃してください。

汚れたままにすると、内部の温度が上昇して、故障の原因になります。

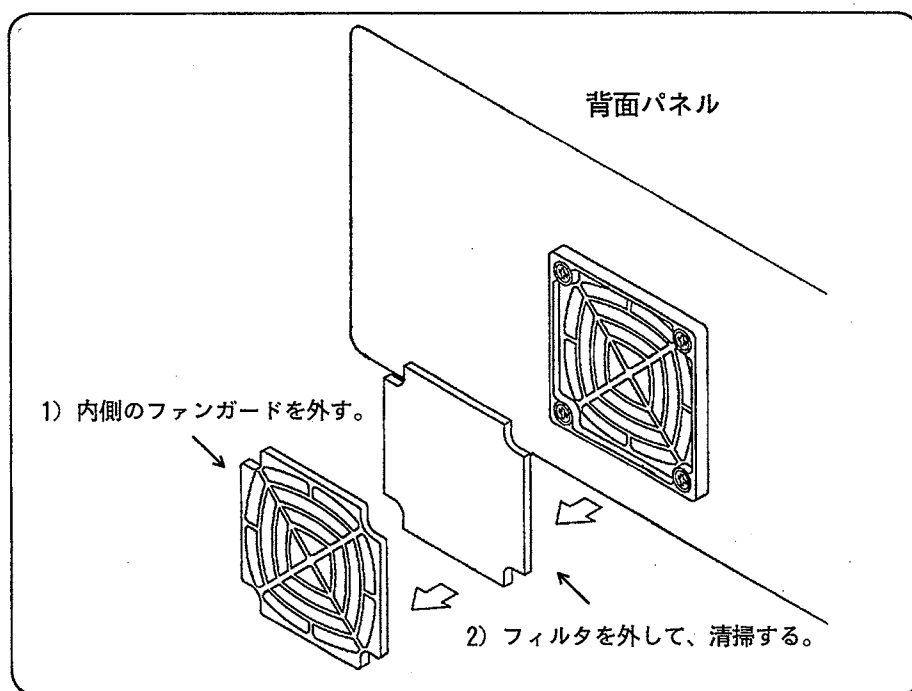


図8-1 冷却ファンフィルタの清掃

8.3 保管・再梱包・輸送

a) 長期間使用しないときの保管

- 電源コードをコンセントおよび本体から外してください。
- 棚やラックなど、落下物やほこりのないところに保管してください。
ほこりをかぶる恐れがあるときは、カバーを掛けてください。
- 保管場所の温度と湿度は下記の範囲に保ってください。

温度：-10～+50℃

湿度：10～85%RH（結露しないようにしてください）

直射日光の当たる場所や、火気や熱の発生源の近く、温度変化の激しい場所は避けてください。この製品が高温のため変形したり、故障の原因になったりします。

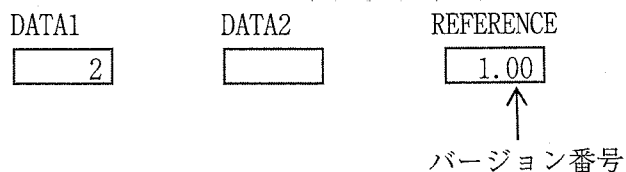
- 腐食性ガスや水気、ほこり、ちりのある場所、湿度の高い場所
製品が腐食したり、故障の原因になったりします。

b) 輸送時の再梱包

輸送などのために再梱包するときは、下記の点に注意してください。

- 本体をシートで包んで、表面を保護し、細かなほこりが本体内に入らないようにしてください。
- 適切な強度があり、寸法的に余裕のある箱を用意してください。
- 本体の6面をすべて保護するように、緩衝剤を詰めて梱包してください。
- 輸送を依頼するときは、この製品が精密機器であることを輸送業者に指示してください。

8.4 バージョン番号の確認方法



電源スイッチをオンにすると、ランプや数字表示器が全て点灯したのち、内部に組み込まれたソフトウェアのバージョン番号がREFERENCE数字表示器に表示されます。

製品の改良などで、同じ型名の製品でも個々のバージョンが異なることがあります。バージョンの違いにより動作が異なることがありますので、異常を発見されたときは、症状と共にバージョン番号をお知らせください。

8.5 性能試験

ここには、主要な項目のうち、特別な治具や測定器を使わずに試験できる項目が示されています。試験の結果、仕様を満たさない項目があるときは、調整または修理が必要です。

より詳しい試験、校正または修理は、当社にお任せください。

8.5.1 使用機器

性能試験には、下記の機器が必要です。

- 発振器（下記の信号を出力できるもの）
 - 正弦波（0.5Hz～100kHz、50mVrms～1Vrms）
 - 正弦波に同期した方形波（TTLレベル）
 - 直流（±10V）
 - 周波数精度±100ppm
 - 周波数合成型のファンクションジェネレータ（当社製WF1946）などが適しています。
- マルチメータ（下記の測定が可能なもの）
 - 交流電圧（精度 ±0.15% : 50mV、500mV、1V、5V、10Hz～20kHzにて）
 - （精度 ±0.3% : 500mV、20kHz～50kHzにて）
 - （精度 ±1% : 500mV、50kHz～100kHzにて）
 - （精度 ±0.2% : 100mV、20kHz～50kHzにて）
 - （精度 ±0.7% : 100mV、50kHz～100kHzにて）
 - 直流電圧（精度 ±0.02% : ±10V、±5Vにて）
 - 直流抵抗（精度 ±0.1% : 1MΩ、10MΩにて）
- 周波数カウンタ
 - 精度 ±3ppm
- 低ひずみ率正弦波発振器
 - 高調波ひずみ -100dB（0.001%）以下（10Hz～5kHz）
 - 90dB（0.003%）以下（5kHz～10kHz）
- ひずみ率計
 - 高調波分析機能付き
 - 測定分解能 -100dB以下（～25kHz）
 - 90dB以下（～500kHz）
- 抵抗器
 - 1MΩ、10MΩ（シールドケース入り）
- その他
 - BNCショートプラグ、T型デバイダ、BNC-BNC同軸ケーブルなど。

8.5.2 試験前の準備

a) 試験環境の確認

試験は下記範囲で実施してください。

- 周囲温度 +18～+28℃
- 周囲湿度 25～75%RH
- 電源電圧 AC100/120/230V±10%

b) 動作の確認

試験の前に、「2.4 簡単な動作チェック」でおよその動作を確認してください。

c) ウォームアップ

電源を入れたら、1時間以上放置して、内部温度を安定させてください。

冷却用のファンはオンにしておいてください。ファンが動作していないときは、SHIFT+FANキーを押し、MODIFYダイヤルでONを選びます。この後FREQキーなどを押して、測定値の表示に戻しておいてください。

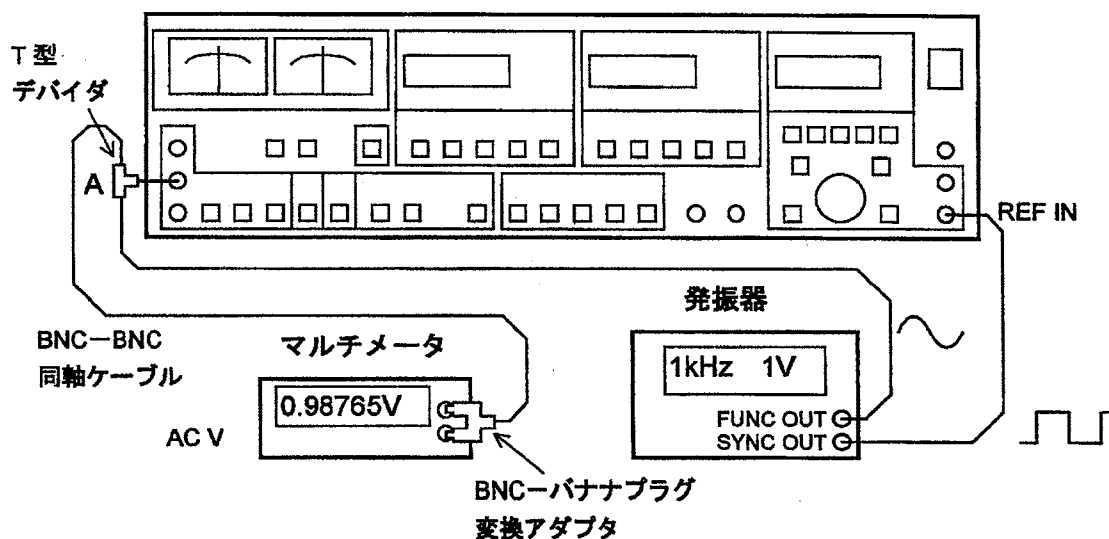
8.5.3 電圧確度

ここでは、1kHzにおける各感度の電圧測定確度を試験します。

a) 設定

LI5640		発振器	
SOURCE	REF IN	波形	正弦波
EDGE	TTL POS	周波数	1kHz
SIGNAL	A	DCオフセット	オフ
COUPLING	AC		
GROUND	FLOAT		
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ		

b) 接続



c) 手順

- AUTO SETキーを押す。
- 下記の設定において、LI5640のR (DATA1) とマルチメータの表示値を読む。

SENSITIVITY	発振器の振幅	マルチメータのレンジ
1V	500mVrms	1Vまたは2V
200mV	100mVrms	200mV
100mV	50mVrms	100mVまたは200mV

発振器の振幅は、終端しないとき設定の2倍になることを仮定しています。終端しないときの電圧を設定する発振器では、上記の2倍の電圧に設定します。

マルチメータに200mVレンジがないときは、感度200mVでの試験を行いません。

d) 判定

SENSITIVITY	R	マルチメータ	R/マルチメータ	許容範囲
1V	_____ V	_____ Vrms	_____	0.995~1.005
200mV	_____ mV	_____ mVrms	_____	0.995~1.005
100mV	_____ mV	_____ mVrms	_____	0.995~1.005

これより低い電圧については、通常、発振器の雑音と、マルチメータの確度による制限を受けるため、上記の方法では試験できません。また、雑音が多い発振器では正しく試験できません。

低い電圧で試験するときは、正確に校正されたアッテネータを入力コネクタAの直前に挿入し、発振器の出力電圧をマルチメータのフルスケールに近い値に設定することで、発振器の雑音とマルチメータの確度による制限を回避します。ただし、アッテネータのインピーダンスが低いと、発振器の出力電流が大きくなるので、微少信号の測定に影響を与えることがあります。

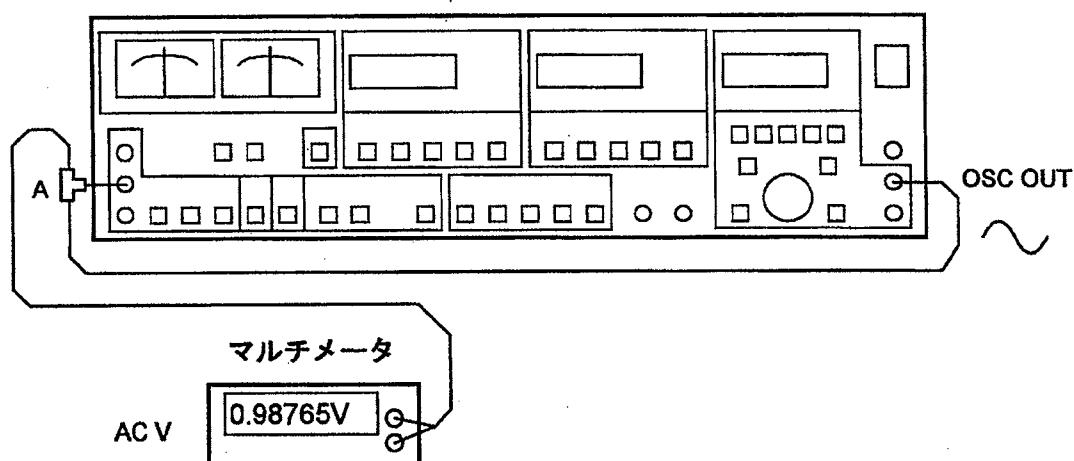
感度が500mVや50mVなどのときは、表示分解能による制限を避けるために、特別なモードで動作させる必要があります。このため、試験は当社にご依頼ください。

[内部発振器を使う]

発振器として、LI5640の内部発振器を使うことができます。

SOURCEをINT OSCに設定して、OSC OUTコネクタの正弦波出力を入力コネクタに接続します。

出力電流がOSC OUTの最大値(±10mA)までであれば、以下の試験でも同様にして使うことができます。ただし、周波数が高いときは、振幅誤差が大きくなるので、振幅を調整する必要があります。



8.5.4 電圧測定時の周波数特性

ここでは、周波数による電圧測定誤差を試験します。

a) 設 定

LI5640		発振器	
SOURCE	REF IN	波形	正弦波
EDGE	TLL POS	振幅	500mV
SIGNAL	A	DCオフセット	オフ
COUPLING	AC		
GROUND	FLOAT		
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ		
SENSITIVITY	1V		

マルチメータのレンジは固定してください。

上の設定は、発振器の振幅が、終端しないとき設定の2倍になることを仮定しています。終端しないとき設定した電圧を出力する発振器では、上記の2倍の電圧に設定します。

b) 接 続

「8.5.3 電圧確度」と同じにします。

c) 手 順

- 発振器の周波数を1kHzに設定する。
- AUTO SETキーを押す。
- 下記の設定において、LI5640のR (DATA1) とマルチメータの表示値を読む。

<u>発振器の周波数</u>	1kHz	50kHz
	10kHz	75kHz
	20kHz	100kHz

75kHz～100kHzの範囲では、ゆっくりと周波数を変化させて、R (DATA1) の表示値の最大値と最小値を記録しておく。

- SYNCキーを押して、そのランプを点灯させる。
- 発振器の周波数を次の値に設定して、R (DATA1) の表示値を読む。

<u>発振器の周波数</u>	0.5Hz	10Hz
----------------	-------	------

d) 判 定

周波数	R	マルチメータ	R／マルチメータ	許容範囲
0.5Hz	_____mV	(1kHzの値)	_____	0.995～1.005
10Hz	_____mV	_____mVrms	_____	0.995～1.005
1kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.995～1.005
10kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.995～1.005
20kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.995～1.005
50kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.990～1.010
75kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.975～1.025
100kHz	_____mV	_____mVrms	_____	0.975～1.025

0.5Hzの振幅は、通常マルチメータでは測定できないため、1kHzまたは10Hzにおけるマルチメータの読みを用いる。発振器としては、低い周波数において、原理的に振幅の周波数特性が平坦なファンクションジェネレータなどを用いる。

75kHz～100kHzの範囲で、測定値が大きく変動するときは、最大値または最小値となる周波数における「R／マルチメータ」の値が0.975～1.025の範囲にあることを確認する。

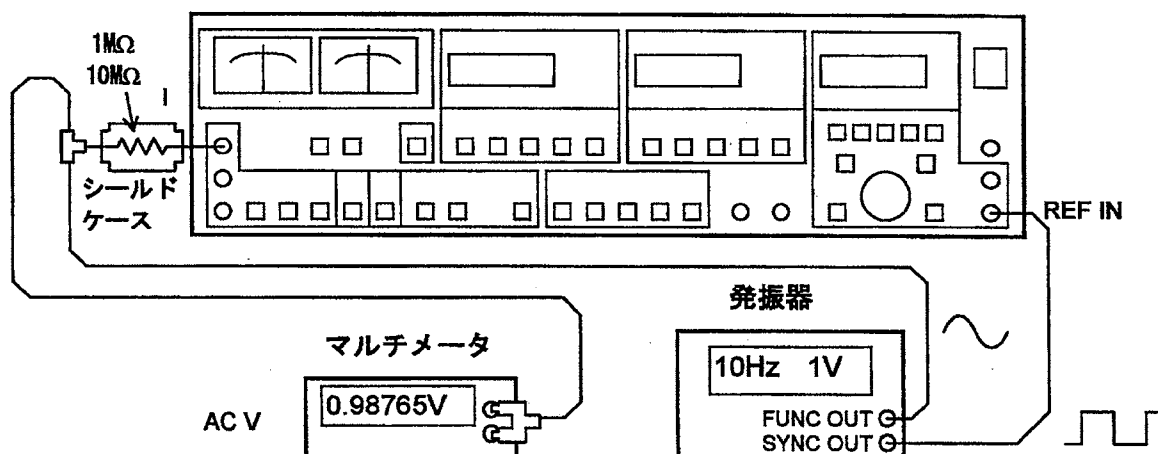
8.5.5 電流確度

ここでは、10Hzにおける電流測定確度を試験します。正確な値が分かった抵抗器を用いて、電圧を電流に変換します。

a) 設定

LI5640		発振器	
SOURCE	REF IN	波形	正弦波
EDGE	TTL POS	周波数	10Hz
SIGNAL	A	DCオフセット	オフ
COUPLING	DC		
GROUND	FLOAT		
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ		

b) 接続



c) 手順

- AUTO SETキーを押す。
- 下記の設定において、LI5640のR (DATA1) とマルチメータの表示値を読む。

SIGNAL	SENSITIVITY	直列抵抗	発振器の振幅	マルチメータのレンジ
I(10 ⁶)	1μA	1MΩ	500mVrms	1Vまたは2V
I(10 ⁶)	200nA	1MΩ	100mVrms	200mV
I(10 ⁶)	100nA	1MΩ	50mVrms	100mVまたは200mV
I(10 ⁸)	10nA	10MΩ	50mVrms	100mVまたは200mV

マルチメータに200mVレンジがないときは、感度200nAでの試験を行いません。

発振器の振幅は、終端しないとき設定の2倍の電圧になることを仮定しています。終端しないときの電圧を設定する発振器では、上記の2倍の電圧に設定します。

d) 判 定

<u>SENSITIVITY</u>	<u>R</u>	<u>マルチメータ</u>	<u>評価値</u>	<u>許容範囲</u>
1 μ A	_____ μ A	_____ Vrms	_____ μ	0.990~1.010
200nA	_____ nA	_____ mVrms	_____ μ	0.990~1.010
100nA	_____ nA	_____ mVrms	_____ μ	0.990~1.010
10nA	_____ nA	_____ mVrms	_____ μ	0.0990~0.1010

ただし、評価値＝直列抵抗の測定値×R(DATA1)の表示値／マルチメータの表示値。
直列抵抗の値は、予めマルチメータで測定しておきます。

8.5.6 コモンモード除去比

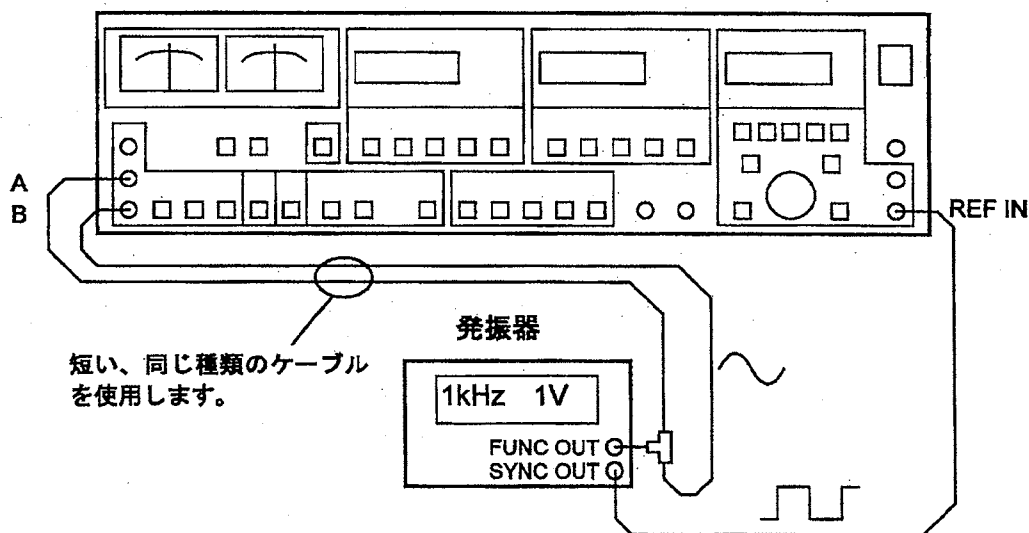
ここでは、差動入力（A-B）時のコモンモード除去比を測定します。

a) 設定

LI5640	
SOURCE	REF IN
EDGE	TTL POS
COUPLING	AC
GROUND	FLOAT
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ

発振器	
波形	正弦波
振幅	1Vrms
DCオフセット	オフ

b) 接続



c) 手順

- 発振器の周波数：1kHz、50Hzの設定において下記の手順で測定する。
- SIGNALをAに、発振器の周波数を指定の値に設定する。
- AUTO SETキーを押す。
- R（DATA1）がほぼ1Vになるように、発振器の振幅を調整する。
- SIGNALをA-Bに、SENSITIVITYを200 μ Vに設定する。
また、TIME CONSTANTを1桁大きくする。
- 表示が安定したら、LI5640のR（DATA1）の表示値を読む。

d) 判定

周波数	A-Bでの R	許容範囲
50Hz	_____ μ V	< 10 μ V
1kHz	_____ μ V	< 10 μ V

コモンモード除去比は、 $-20 \text{ LOG}_{10} (\text{A-Bでの R [V]})$ で計算します。

8.5.7 入力換算雑音

ここでは、入力を短絡して、入力換算雑音密度（電圧）を測定します。

a) 設定

LI5640		つづき	
SOURCE	INT OSC	DATA1 DISPLAY	NOISE
FREQ	1kHz	DYNAMIC RESERVE	LOW
SIGNAL	A	SENSITIVITY	200nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
COUPLING	AC	TIME CONSTANT	100ms
GROUND	FLOAT	SYNC	オフ
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ	SLOPE	24dB/oct

b) 接続

SIGNAL INPUTのAコネクタにショートプラグを接続して、入力を短絡します。


c) 手順

DATA1の表示が安定したら、その平均値を読みとります。

変動が大きくて読みとりにくいときは、下記のどちらかの方法を探ります。

- ペンレコードに書かせて振れ幅の中心値を読みとる。
- 雑音測定用スミージングフィルタの応答時定数を大きめにする。

応答時定数は下記の手順で設定します。ただし、応答時定数を大きくすると、安定するのに時間が掛かります。

- 1) SHIFT+SPECIALキーを押す。
- 2) MODIFYダイヤルでDATA2にnoiseを表示させる。
- 3) キーでREFERENCE数字表示器の数値を点滅させる。
- 4) MODIFYダイヤルで大きめな値（16など）を選ぶ。
- 5) SHIFT+EXITキーを押して元の表示に戻す。

雑音測定後は、応答時定数の設定を1に戻しておいてください。

d) 判定

周波数	入力換算雑音	許容範囲
1kHz	_____nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$	$\leq 6\text{nV}\sqrt{\text{Hz}}$

なお、電流測定における入力換算雑音は、電流－電圧変換部の抵抗器の熱雑音で物理的に決まっています。

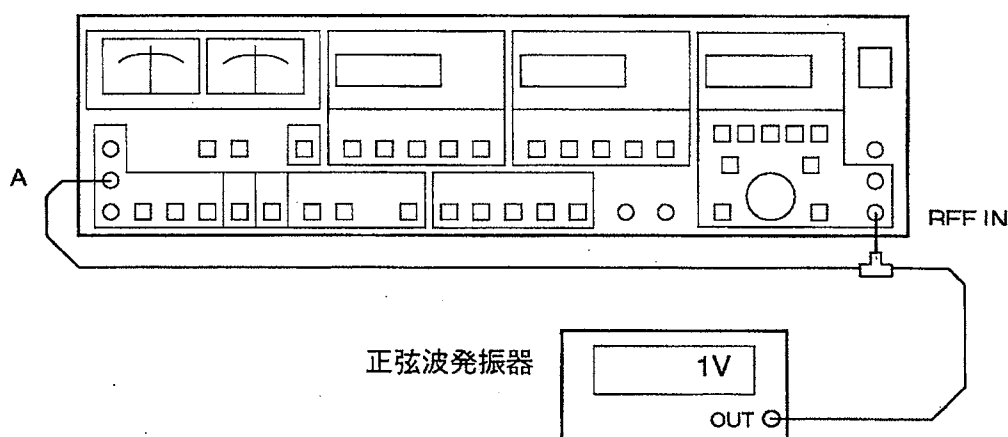
8.5.8 電圧入力高調波ひずみ

ここでは、電圧入力の高調波ひずみを試験します。

a) 設定

LI5640		正弦波発振器	
SOURCE	REF IN	振幅	1Vrms
EDGE	SINE POS		
SIGNAL	A		
COUPLING	AC		
GROUND	FLOAT		
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ		
DYNAMIC RESERVE	HIGH		
TIME CONSTANT	1s		
SLOPE	24dB/oct		

b) 接続



c) 手順

- 発振器の周波数を1kHzに設定する。
- LI5640 の R (DATA1) を読み、約1Vであることを確認する。
- nFを2、SENSITIVITYを100 μ Vに設定し、R (DATA1) の表示値を読む。
- 下記の設定で、それぞれ R (DATA1) の表示値を読む。

発振器の周波数	1kHz	5kHz	10kHz	
nFの設定	2	3	4	5

nFは、nFキーを押してから、MODIFYダイヤルで設定します。

d) 判定

周波数	nF	R (DATA1)	許容範囲
1kHz	2	_____	$< 100 \mu V$
1kHz	3	_____	$< 100 \mu V$
1kHz	4	_____	$< 100 \mu V$
1kHz	5	_____	$< 100 \mu V$
5kHz	2	_____	$< 100 \mu V$
5kHz	3	_____	$< 100 \mu V$
5kHz	4	_____	$< 100 \mu V$
5kHz	5	_____	$< 100 \mu V$
10kHz	2	_____	$< 316 \mu V$
10kHz	3	_____	$< 316 \mu V$
10kHz	4	_____	$< 316 \mu V$
10kHz	5	_____	$< 316 \mu V$

なお、雑音やひずみの多い発振器では、正確に測定できません。

測定終了後は、nFの設定を1に戻しておきます。

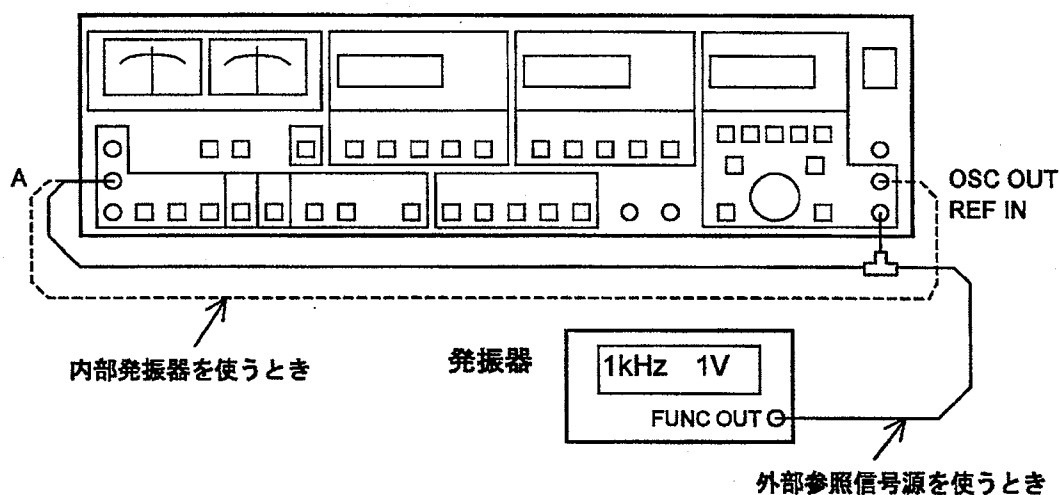
8.5.9 位相確度

ここでは、参照信号を基準にした位相の測定確度を試験します。

a) 設定

LI5640		発振器	
EDGE	SINE POS	波形	正弦波
AMPTD	1V	振幅	1Vrms
SIGNAL	A	DCオフセット	オフ
COUPLING	DC		
GROUND	FLOAT		
FILTER	LINE、LINE×2共にオフ		

b) 接続



c) 手順

- SOURCEをINT OSCに設定する。
- OSC OUT出力をSIGNAL INPUTのAコネクタに入力する。
- 下記の各周波数で、AUTO SETキーを押して、位相 θ (DATA2)を測定する。
- SOURCEをREF INに設定する。
- 振幅が1Vrmsの正弦波を、発振器からREF INとAコネクタに入力する。
- 下記の各周波数で、AUTO SETキーを押して、位相 θ を測定する。

周波数 : 10Hz、1kHz、10kHz、100kHz

周波数は、FREQキーを押してから、◀ ▶キーとMODIFYダイヤルで設定します。

d) 判 定

周波数	θ (INT OSC)	θ (REF IN)	許容範囲
10Hz	_____°	_____°	$\pm 1^\circ$
1kHz	_____°	_____°	$\pm 1^\circ$
10kHz	_____°	_____°	$\pm 1^\circ$
100kHz	_____°	_____°	$\pm 5^\circ$

なお、雑音やひずみの多い発振器では、位相確度を正確に測定できません。誤差が大きいときは、一度オーディオ用の低雑音、低ひずみ発振器を使用して試験することをお勧めします。

8.5.10 内部発振器の周波数確度および正弦波振幅確度

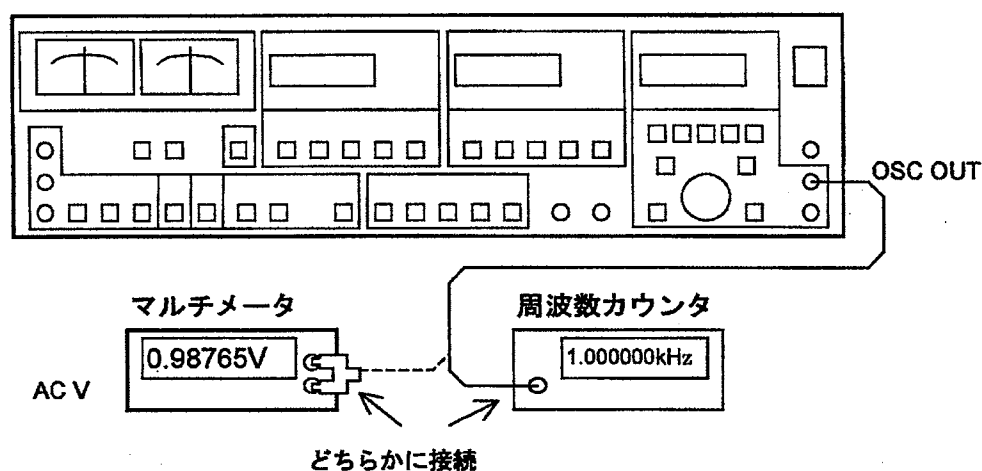
ここでは、内部発振器の周波数および振幅の確度を試験します。

a) 設定

LI5640

SOURCE INT OSC

b) 接続



c) 手順

- OSC OUTを周波数カウンタに接続する。
- AMPTDを1Vに、FREQを1kHzに設定して、周波数を測定する。
- OSC OUTをマルチメータに接続する。
- FREQは1kHzのまま、AMPTDを下記の値に設定する。
 レンジ: 5V 5V 5V 0.5V 0.05V
 振幅 : 5.00V 1.00V 0.50V 0.500V 0.0500V
- 各振幅でマルチメータの値を読む。
- AMPTDを0.500V (0.5Vレンジ) に設定して、FREQを以下の各値に設定する。
 周波数: 1kHz、10kHz
- 各周波数でマルチメータの値を読む。
- 75kHz～100kHzの範囲で、ゆっくりと周波数を変化させて、その区間におけるマルチメータの読みの最大値と最小値を求める。
 なお、振幅のレンジを換えたり、周波数を10倍単位で変化させるには、◀ ▶キーで単位ランプを点滅させます。

d) 判 定

• 周波数確度

<u>FREQ設定</u>	<u>周波数カウンタ</u>	<u>許容範囲</u>
1kHz	_____kHz	0.999970～1.000030kHz

• 振幅確度 (1kHzにおけるリニアリティ)

<u>AMPTD設定</u>	<u>マルチメータ</u>	<u>許容範囲</u>
5.00V	_____Vrms	4.875～5.125Vrms
1.00V	_____Vrms	0.9550～1.0450Vrms
0.50V	_____Vrms	0.4650～0.5350Vrms
0.500V	_____Vrms	0.4875～0.5125Vrms
0.0500V	_____mVrms	48.75～51.25mVrms

• 振幅確度 (振幅0.500Vにおける周波数特性)

<u>FREQ設定</u>	<u>マルチメータ</u>	<u>許容範囲</u>
1kHz	_____Vrms	0.4875～0.5125Vrms
10kHz	_____Vrms	0.4725～0.5275Vrms
75k～100kHz	_____Vrms(max)	0.3975～0.6025Vrms
75k～100kHz	_____Vrms(min)	0.3975～0.6025Vrms

8.5.11 内部発振器の高調波ひずみ率

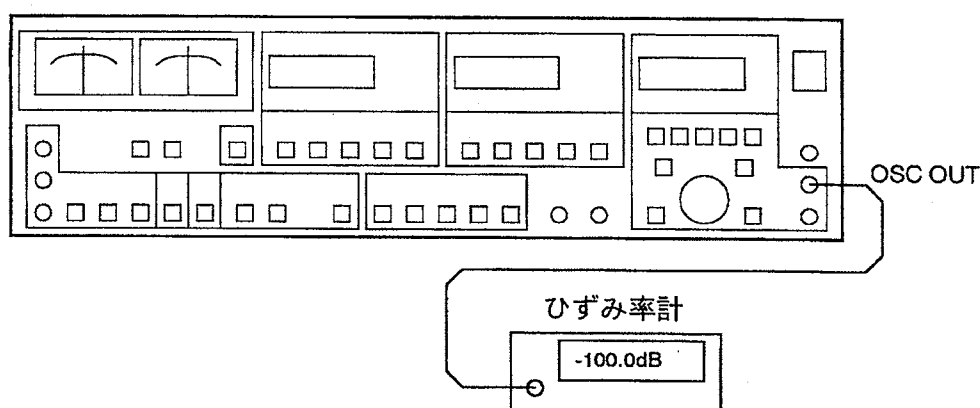
ここでは、内部発振器の高調波ひずみを試験します。

a) 設 定

LI5640

SOURCE	INT OSC
AMPTD	5V

b) 接 続



c) 手 順

- OSC OUTをひずみ率に接続する。
- FREQを下記の値に設定して、ひずみ率（2～5次高調波）を測定する。

FREQ : 1kHz 5kHz 100kHz

d) 半 定

周波数	次数	ひずみ率計	許容範囲
1kHz	2	_____dB	< -80dB
1kHz	3	_____dB	< -80dB
1kHz	4	_____dB	< -80dB
1kHz	5	_____dB	< -80dB
5kHz	2	_____dB	< -80dB
5kHz	3	_____dB	< -80dB
5kHz	4	_____dB	< -80dB
5kHz	5	_____dB	< -80dB
100kHz	2	_____dB	< -70dB
100kHz	3	_____dB	< -70dB
100kHz	4	_____dB	< -70dB
100kHz	5	_____dB	< -70dB

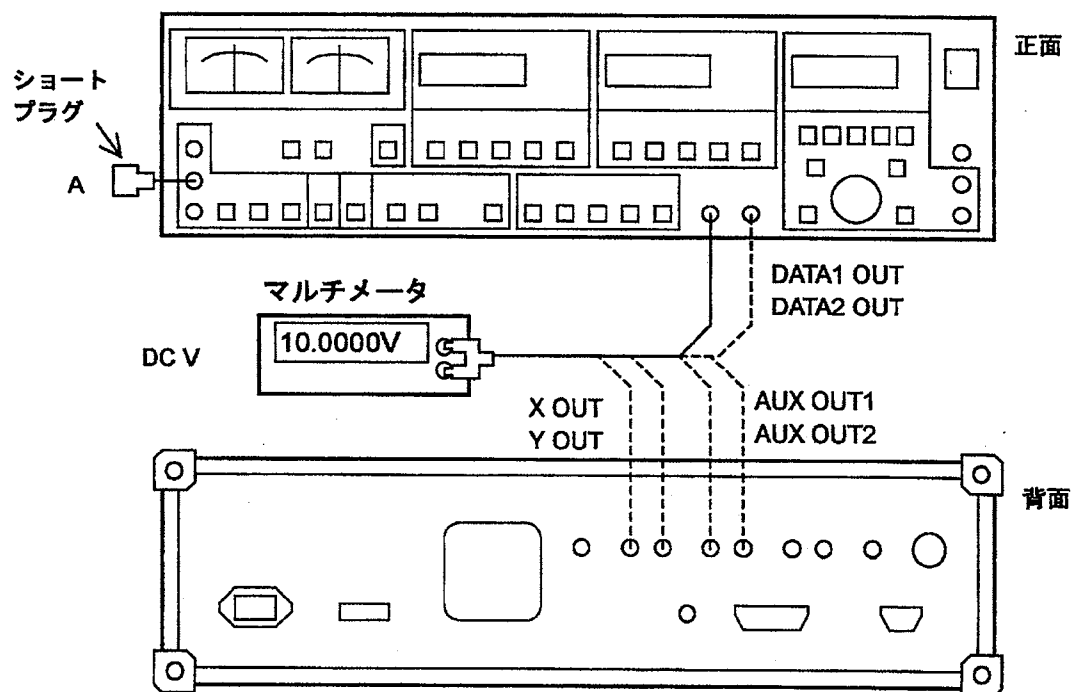
8.5.12 測定値アナログ出力および補助出力

ここでは、DATA1 OUT、DATA2 OUT、X OUT、Y OUT、AUX OUT1、AUX OUT2の各直流出力の確度を試験します。

a) 設 定

SOURCE	INT OSC	DATA1 DISPLAY	X
FREQ	1kHz	DATA2 DISPLAY	Y
SIGNAL	A	NORMALIZE	オフ
COUPLING	AC	OFFSET	X、Y共にオン
GROUND	FLOAT	EXPAND	X、Y共にオフ
SENSITIVITY	1V	RATIO	オフ
TIME CONSTANT	300ms		
SLOPE	24dB/oct		

b) 接 続



c) 手 順

- X OFFSETを以下の値に設定して、DATA1 OUTとX OUTの出力電圧を測定する。
- Y OFFSETを以下の値に設定して、DATA2 OUTとY OUTの出力電圧を測定する。

オフセット設定値 : +100、+50、0、-50、-100 [%]

- AUX OUT1を以下の値に設定して、AUX OUT1の出力電圧を測定する。
- AUX OUT2を以下の値に設定して、AUX OUT2の出力電圧を測定する。

補助出力設定値 : +10、+5、0、-5、-10 [V]

d) 判 定

オフセット設定	DATA1 OUT	DATA2 OUT	許容範囲
+100%	_____V	_____V	-9.950~-10.050V
+50%	_____V	_____V	-4.9675~-5.0325V
0%	_____V	_____V	+0.015~-0.015V
-50%	_____V	_____V	+5.0325~+4.9675V
-100%	_____V	_____V	+10.050~+9.950V

オフセット設定	X OUT	Y OUT	許容範囲
+100%	_____V	_____V	-9.950~-10.050V
+50%	_____V	_____V	-4.9675~-5.0325V
0%	_____V	_____V	+0.015~-0.015V
-50%	_____V	_____V	+5.0325~+4.9675V
-100%	_____V	_____V	+10.050~+9.950V

補助出力設定	AUX OUT1	AUX OUT2	許容範囲
+10V	_____V	_____V	+9.950~+10.050V
+5V	_____V	_____V	+4.9675~+5.0325V
0V	_____V	_____V	-0.015~+0.015V
-5V	_____V	_____V	-5.0325~-4.9675V
-10V	_____V	_____V	-10.050~-9.950V

8.5.13 補助入力

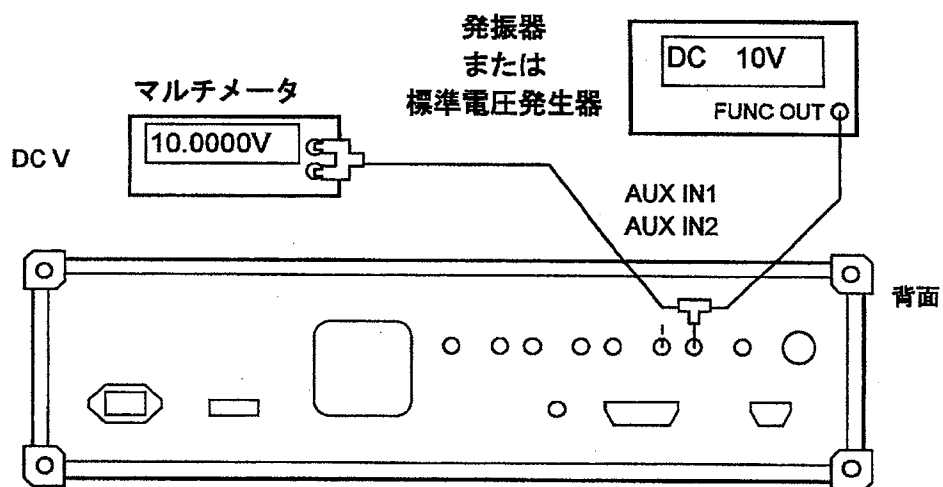
ここでは、補助入力（直流電圧測定）の測定確度を試験します。

a) 設 定

DATA1 DISPLAY AUX IN1

DATA2 DISPLAY AUX IN2

b) 接 続



c) 手 順

- 発振器を直流出力モードにして、その出力をAUX IN1とマルチメータに入力する。
 - 発振器の出力を以下の値に設定して、DATA1の表示値とマルチメータの読みを記録する。
 - 発振器の出力を、AUX IN2とマルチメータに入力する。
 - 発振器の出力を以下の値に設定して、DATA2の表示値とマルチメータの読みを記録する。
- 発振器への設定値：+10V、+5V、0V、-5V、-10 [V]

d) 判定

電圧設定	マルチメータ	AUX IN1	補正後の値	許容範囲
+10V	_____V	_____V	_____V	+9.950～+10.050V
+5V	_____V	_____V	_____V	+4.9675～+5.0325V
0V	_____V	_____V	_____V	-0.015～+0.015V
-5V	_____V	_____V	_____V	-5.0325～-4.9675V
-10V	_____V	_____V	_____V	-10.050～-9.950V

電圧設定	マルチメータ	AUX IN2	補正後の値	許容範囲
+10V	_____V	_____V	_____V	+9.950～+10.050V
+5V	_____V	_____V	_____V	+4.9675～+5.0325V
0V	_____V	_____V	_____V	-0.015～+0.015V
-5V	_____V	_____V	_____V	-5.0325～-4.9675V
-10V	_____V	_____V	_____V	-10.050～-9.950V

補正後の値（±10V、±5V）＝（電圧設定／マルチメータ）×（AUX IN1またはAUX IN2）

補正後の値（0V）＝（AUX IN1またはAUX IN2）－ マルチメータ

標準電圧発生器（確度±0.02%以内）を使用するときは、マルチメータでの測定や補正は不要です。AUX IN1またはAUX IN2の測定値を許容範囲と直接比較してください。

9. 仕 様

9.1 測定信号系	9 - 2
9.2 位相検波部	9 - 4
9.3 参照信号系	9 - 5
9.4 内部発振器	9 - 6
9.5 測定値出力部	9 - 7
9.6 モニタ出力	9 - 8
9.7 補助入力（直流電圧測定）.....	9 - 9
9.8 補助出力（直流電圧出力）.....	9 - 9
9.9 データメモリ	9 - 9
9.10 自動設定機能	9 - 10
9.11 外部インタフェース（GPIB、RS-232）.....	9 - 10
9.12 一般仕様	9 - 11

9.1 測定信号系

a) 電圧入力

入力コネクタ	BNCリセプタクル×2 (A、B)
入力形式	A (シングルエンド)、A-B (差動)
電圧感度	2nV~1Vフルスケール (1-2-5シーケンス)
電圧精度	±0.5% (1kHz、信号レベル1mV以上、23±5℃) ±2% (1kHz、信号レベル1μV以上) (ダイナミックリザーブLOW、フルスケールの30%以上) ±0.5% (DC結合、20kHz以下) ±1% (DC結合、50kHz以下) ±2.5% (DC結合、100kHz以下) (ダイナミックリザーブLOW、感度1V、信号レベル1V)
利得ドリフト	±100ppm/℃ (typ、1kHz) ダイナミックリザーブが大きいと悪化することがあります。
入力インピーダンス	10MΩ±1.5%、並列に約50pF
入力換算雑音	6nV/√Hz (max)、4.5nV/√Hz (typ)。ダイナミックリザーブLOW、感度設定2mV以下、周波数1kHz、入力短絡時。
最大許容入力電圧	±7V (DC結合) 5Vrms (AC結合、正弦波) ただし、感度が1VでダイナミックリザーブがHIGHのときの許容雑音レベル。
非破壊最大入力電圧	AC結合時：正弦波10Vrms、DC±50V DC結合時：±14V
周波数範囲	1mHz~100kHz (DC結合)、0.5Hz~100kHz (AC結合)
コモンモード除去比	120dB (typ、1kHz)、100dB (min、50Hz~1kHz)。 AC結合、ダイナミックリザーブLOWで感度設定20mV以下、MEDIUMで2mV以下のとき。
高調波ひずみ	-90dBtyp (1kHz)、-80dB以下 (10Hz~5kHz)、-70dB以下 (5k~10kHz) いずれもダイナミックリザーブLOW、感度1V、信号レベル1V時

b) 電流入力

入力コネクタ	BNCリセプタクル (I)
入力形式	シングルエンド
電流感度	50fA \sim 1 μ A 1-2-5シーケンス (変換利得 10^6 V/A時) 5fA \sim 10nA 1-2-5シーケンス (変換利得 10^8 V/A時)
電流確度	$\pm 1\%$ (変換利得 10^6 V/Aでは1kHz、信号の大きさ1nA \sim 1 μ A。 変換利得 10^8 V/Aでは10Hz、信号の大きさ10pA \sim 10nA。いずれも ダイナミックリザーブLOW、信号の大きさが感度フルスケールの 30%以上、 $23\pm 5^\circ\text{C}$)
利得ドリフト	$\pm 150\text{ppm}/^\circ\text{C typ}$ (10^6 V/A時1kHz、 10^8 V/A時10Hzにて) ダイナミックリザーブが大きいと悪化することがあります。
入力換算雑	130fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ typ (1kHz、変換利得 10^6 V/A時) 13fA/ $\sqrt{\text{Hz}}$ typ (125Hz、変換利得 10^8 V/A時)
入力インピーダンス	$< 1\text{k}\Omega$ (500Hz、変換利得 10^6 V/A時) $< 20\text{k}\Omega$ (50kHz、変換利得 10^6 V/Aにおける参考データ) $< 20\text{k}\Omega$ (500Hz、変換利得 10^8 V/A時)
最大許容入力電流	$\pm 7\mu\text{A}$ ただし、変換利得 10^6 V/A、感度1 μ A、ダイナミックリザーブHIGH のとき許容雑音レベル。
非破壊最大入力電流	10mA
周波数範囲	1mHz \sim 50kHz (DC結合、変換利得 10^6 V/A時) 1mHz \sim 500Hz (DC結合、変換利得 10^8 V/A時) AC結合時はいずれも0.5Hz \sim

c) 電圧、電流共通部

入力結合	AC/DC (電流入力では、電圧に変換後AC結合となる)
入力グラウンド	フロート/筐体グラウンド フロート時の筐体-信号グラウンド間電圧 $\pm 1\text{Vmax}$ フロート時のグラウンドインピーダンス約 $10\text{k}\Omega$ (DC) 筐体グラウンド時のグラウンドインピーダンス約 10Ω (DC)
ラインフィルタ	電源周波数 (50または60Hz) およびその2倍 中心周波数における減衰量20dB以上
アンチエイリアシング フィルタ	オン/オフ (オフ：使用しないとき、応答速度および位相ドリフトを改善)

9.2 位相検波部

ダイナミックリザーブ	100dB以上。 感度フルスケール (rms) と許容できる最大の雑音レベル (rms) の比。
時定数	10 μ s ~ 30ks (1-3シーケンス)
減衰傾度 (スロープ)	6、12、18、24dB/oct
同期フィルタ	オン/オフ オンにすると、整数周期の移動平均により出力のリプルを小さくできます。ただし、200Hzを超えるとリプルが十分に減衰しないことがあります。
位相ノイズ	0.001° rms typ (1kHz) 正弦波参照信号、時定数100ms、減衰傾度18dB/oct 0.003° rms typ (100kHz) 正弦波参照信号、時定数100ms、減衰傾度12dB/oct 参照信号の雑音やジッタが大きいとき、または振幅が1Vrmsに満たないときは、この仕様を満たさないことがあります。
位相ドリフト	$\pm 0.01^\circ$ /°C以内 (≥ 100 Hz、 ≤ 10 kHz) $\pm 0.1^\circ$ /°C以内 (> 10 kHz、 ≤ 60 kHz) $\pm 0.2^\circ$ /°C以内 (> 60 kHz) 参照信号源が1Vrmsに満たない外部正弦波信号のときは、この仕様を満たさないことがあります。

9.3 参照信号系

参照モード	REF IN (外部)、INT OSC (内部発振器)、SIGNAL (測定信号)
周波数範囲	TTL入力またはINT OSC時0.5mHz～102kHz SINE入力またはSIGNAL時0.5Hz～102kHz
高調波測定	参照信号の1～19999倍 (ただし高調波の周波数は上記周波数範囲内)
入力形式	シングルエンド
入力インピーダンス	約1M Ω (1kHz)、並列に100pF以下
入力電圧範囲	0.3～30Vp-p (SINE入力、正弦波) 0～5V (TTL入力、スレッシュOLD電圧は約1.5V)
非破壊最大入力電圧	±40V
外部参照信号波形	SINE/TTL POS/TTL NEG
SINE	:1サイクルにつき2回だけ平均値をよぎる一定な波形。 方形波の場合、デューティファクタ10～90%。 平均値をマイナスからプラスによぎる点を0度とする。
TTL POS	:1サイクルにつき2回だけスレッシュOLD電圧をよぎり、周期が安定な波形。低レベルから高レベルに変化する点を0度とする。
TTL NEG	:1サイクルにつき2回だけスレッシュOLD電圧をよぎり、周期が安定な波形。 高レベルから低レベルに変化する点を0度とする。
外部参照信号同期時間	2周期+50ms typ (内部発振器使用時の同期時間はゼロ)
位相調整範囲	–180.00° ～+179.99°、分解能0.01°
直交性	±0.001° 以内
位相確度	±1° (DC結合、≤10kHz、感度1V、信号レベル1V) ±5° (DC結合、≤100kHz、感度1V、信号レベル1V)
周波数表示分解能	$4\frac{1}{2}$ 桁 (最大19999) または0.1mHzのうち大きい方
周波数測定確度	±30ppm
UNLOCK表示	外部参照信号に同期していないことを表示する
参照信号出力	コネクタ BNCリセプタクル (背面パネル) 信号レベルTTL (0～5V)

9.4 内部発振器

発振周波数	範囲	0.5mHz～105kHz
	分解能	$4\frac{1}{2}$ 桁（最大19999）または0.1mHzのいずれか大きい方
	確度	±30ppm
出力電圧	範囲	フルスケール0.0500Vrms、0.500Vrms、5.00Vrms（無負荷時） 3レンジ手動切り換え
	分解能	0.1mV、1mV、10mV（各レンジ）
	確度	設定値の2%＋フルスケールの0.5%（周波数≤1kHz）
		設定値の5%＋フルスケールの0.5%（周波数≤10kHz）
		設定値の20%＋フルスケールの0.5%（周波数≤100kHz） およそ102kHzを超えると急激に振幅が低下します。
	安定度	±50ppm/℃ typ（1kHz 1Vrms時）
最大出力電流		±10mA（5Vrmsのとき、負荷インピーダンス≥660Ω）
出力インピーダンス		50Ω±3%（1kHz）
高調波ひずみ率		－80dB以下（周波数20Hz～5kHz、最大振幅設定時）
		－70dB typ（周波数≤100kHz、最大振幅設定時）

9.5 測定値出力部

a) 数値表示

DATA1パラメタ	X (= $R \cos \theta$)、R、NOISE、AUX IN 1
DATA2パラメタ	Y (= $R \sin \theta$)、 θ 、AUX IN 1、AUX IN 2
X、Y、R	表示範囲 感度設定の0~120%、分解能 $4\frac{1}{2}$ 桁 (最大19999)
	θ 表示範囲 -180.00~+179.99°、分解能0.01°
NOISE	表示範囲 下記雑音密度感度の0~120%
	電圧 : $20\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}} \sim 1\text{V}/\sqrt{\text{Hz}}$
	電流($10^6\text{V}/\text{A}$) : $1\text{pA}\sqrt{\text{Hz}} \sim 1\mu\text{A}\sqrt{\text{Hz}}$
	電流($10^8\text{V}/\text{A}$) : $100\text{fA}\sqrt{\text{Hz}} \sim 10\text{nA}\sqrt{\text{Hz}}$
	(いずれも1-2-5シーケンス)
	分解能 $4\frac{1}{2}$ 桁 (最大19999)
AUX IN1、2	表示範囲 $\pm 12.000\text{V}$ 、分解能0.001V
レシオ表示	X、Y、Rに対して、AUX IN1との比に任意係数Kを乗じた値を表示
	レシオ $K \times \frac{\text{X、Y、Rの感度に対する百分率}}{|\text{AUX IN1}| [\text{V}] \times 10}$
	表示範囲 : ± 1.9999 、分解能0.0001
	K定数範囲: 0.1000~1.9999、および2.000~9.999
ノーマライズ	X、Rに対して、標準値との比をdBまたは%で表示
	$\text{dB値} = 20\text{LOG}_{10} \left| \frac{\text{XまたはRの測定値}}{\text{標準値}} \right|$
	$\% \text{値} = \left(\frac{\text{XまたはRの測定値}}{\text{標準値}} \right) \times 100$
	表示範囲 : $\pm 120.00\text{dB}$ 、分解能0.01dB
	$\pm 199.99\%$ 、分解能0.01%
	標準値範囲: 電圧1.0000nV~1.0000V ($4\frac{1}{2}$ 桁、最大19999)
	電流1.0000fA~1.0000 μA ($4\frac{1}{2}$ 桁、最大19999)
オフセット	XおよびYに対して、感度の $\pm 100.00\%$ 。分解能0.01%。
拡大 (EXPAND)	X、Y、Rに対して1、10、100倍

9.5 測定値出力部

b) アナログ出力

正面パネル出力

DATA1 OUT	DATA1表示パラメタと同じ
DATA2 OUT	DATA2表示パラメタと同じ
上記データ更新レート	X、Y、R、 θ : 256kサンプル/s、 その他 : 16kサンプル/s 測定条件によって遅くなることがある。

背面パネル出力

X OUT	DATA1表示パラメタのXと同じ
Y OUT	DATA2表示パラメタのYと同じ
上記データ更新レート	16kサンプル/s。測定条件によって遅くなることがある。

共通仕様

コネクタ	BNCリセプタクル
最大出力電圧	$\pm 12V$ (θ 、%は $\pm 10V$)
最大出力電流	$\pm 6mA$
出力インピーダンス	約 $1k\Omega$ (DC)
出力電圧確度	\pm (表示値の0.35%相当のアナログ出力電圧+15mV) (DCにて)

メータフルスケール (アナログ出力 $\pm 10V$) に対応する測定値

X、Y、R	感度設定値/EXPAND倍率
NOISE	感度設定値
AUX IN1、AUX IN2	$\pm 10V$
θ	$\pm 180^\circ$
レシオ	± 2
%表示	$\pm 200\%$
dB表示	$\pm 100dB$

c) アナログメータ

DATA1	DATA1表示パラメタと同じパラメタを指示する。
DATA2	DATA2表示パラメタと同じパラメタを指示する。

9.6 モニタ出力 (位相検波器の入力信号)

コネクタ	BNCリセプタクル
最大出力電圧	$\pm 12V$
最大出力電流	$\pm 6mA$
出力インピーダ	約 $1k\Omega$ (1kHz)

9.7 補助入力（直流電圧測定）

チャンネル数	2
コネクタ	BNCリセプタクル×2（背面パネルAUX IN1、AUX IN2）
最大許容入力電圧	±12V
非破壊最大入力電圧	±40V
入力インピーダンス	約1MΩ、並列に100pF以下
確 度	±（読み値の0.35% + 15mV）
周波数帯域	DC～約130Hz（-3dB）
サンプリングレート	16kサンプル/s

9.8 補助出力（直流電圧出力）

チャンネル数	2
コネクタ	BNCリセプタクル×2（背面パネルAUX OUT1、AUX OUT2）
設定電圧範囲	±10.000V（分解能0.001V）
最大出力電流	±5mA
出力インピーダンス	約1kΩ
出力電圧確度	±（設定値の0.35% + 15mV）

9.9 データメモリ

データの種類	下記の中から選択。 DATA1、DATA2、DATA1／DATA2、DATA2／AUX IN2、DATA1／DATA2／参照 信号周波数、DATA1／DATA2／AUX IN1／AUX IN2	
データ分解能	16ビット（参照信号周波数は32ビット）	
記録容量	64Kデータ（記録する全パラメタの合計、16ビット／データ換算）	
メモリ分割数	1、2、4、8、16、32	
サンプリング間隔	1／16ms、1／8ms、1／4ms、1／2ms、1ms、2ms、5ms、 10ms、20ms、50ms、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、 20sまたはトリガ信号による。	
トリガ信号	背面パネルTRIG INまたは外部インタフェース	
TRIG IN	コネクタ	BNCリセプタクル
	信号レベル	TTLレベル（降下エッジ）
	入力インピーダンス	約10kΩ
	非破壊最大入力電圧	±40V
	最小トリガ間隔	1／16ms
操 作	外部インタフェースによる	

9.10 自動設定機能

AUTO SET	入力信号に合わせて、最適な感度、ダイナミックリザーブ、時定数、位相などを設定する。
感 度	入力信号に合わせて、電圧または電流の感度、およびダイナミックリザーブを調整する。
時定数	参照信号の周波数に応じて、時定数を調整する。
位 相	位相の測定値 θ がゼロになるように、参照信号の位相を設定する。
オフセット	XとYの出力がゼロになるように、各オフセットを設定する。

9.11 外部インタフェース (GPIB、RS-232)

GPIB、RS-232のいずれでも、パラメタの設定・読み出し、ステータスの読み出し、測定データの読み出しが行えます。

また、最小限の変更で従来のプログラムを使用できるように、当社の5610B/5600Aとできる限り互換性のあるコマンドを用意しています。

a) GPIB

規 格	IEEE std 488.1-1987、IEEE std 488.2-1992準拠
インタフェース機能	SH1、AH1、T6、L4、SR1、RL1、PP0、DC1、DT1、C0、E1

b) RS-232

ボーレート	1200、2400、4800、9600、19200
データビット長	7、8
ストップビット長	受信時は1、送信時は2に固定
パリティ	なし、偶数、奇数

RS-232ではGPIBのサービスリクエストに相当する機能が使えませんので、ご注意ください。

9.12 一般仕様

プリアンプ用電源出力	±24V、±50mA
設定メモリ	9
初期化機能	規定の初期設定に戻す
キーロック	オン／オフ
ランプ制御	オン／オフ
ファン制御	オン／オフ
電源電圧範囲	100／120／230V±10%
電源周波数範囲	50／60Hz±2Hz
消費電力	50VA以下
性能保証温度・湿度範囲	0～+40℃、10～95%RH（ただし結露がないこと） 一部の仕様については温度範囲が制限されます。
保存温度・湿度範囲	－10～+50℃、10～85%RH（ただし結露がないこと）
外形寸法	434(W)×132.5(H)×450(D)mm（突起部を除く）
質 量	約10kg

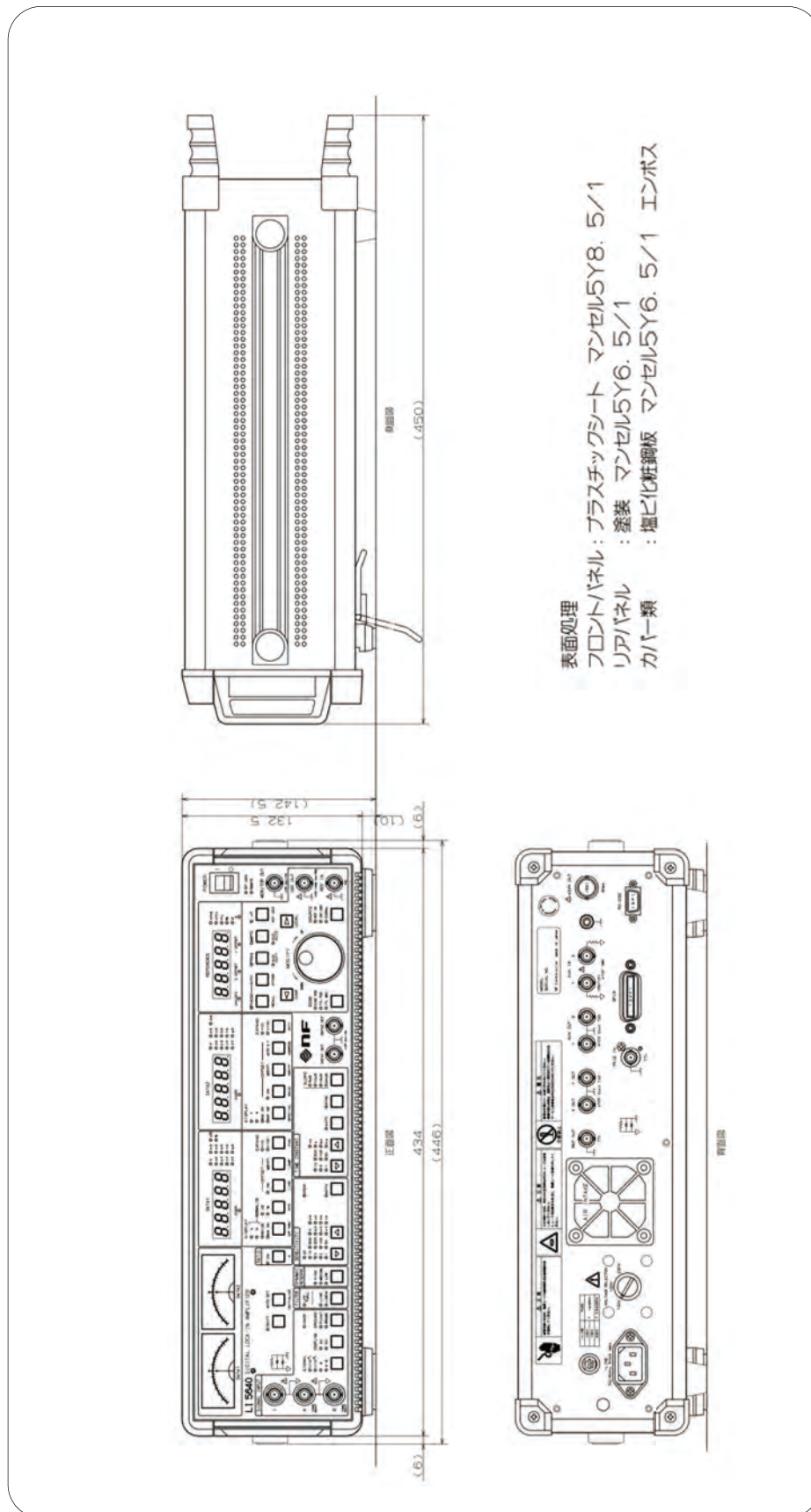


図9-1 外形寸法図

索引

正面パネル、背面パネル表示の索引です（アルファベット順）。

A	3-14、3-29、3-38、4-10、4-12、4-16
ADDRESS	3-9、5-4
AMPTD	3-12、3-37-4-2、4-5
AUTO SET	3-3、3-25、3-35、3-39
AUTO X、Y (OFFSET)	3-9、3-42、4-31
AUTO (PHASE)	3-10、3-37、3-39、3-43、4-9
AUTO (SENSITIVITY)	3-17、4-23
AUTO (TIME CONSTANT)	3-18、4-25、4-26
AUX IN (1、2)	3-22、3-31、4-33、4-37
AUX OUT	3-21、3-32、4-38
AUX OUT1 (REFERENCE)	3-12、3-32、4-38
AUX OUT2 (REFERENCE)	3-12、3-32、4-38
B	3-14、3-29、3-38、4-10、4-12
BAUD	3-8、6-4
CLEAR	3-19、3-34
COUPLING (SIGNAL INPUT)	3-15、3-38、4-13
DATA1	3-5、3-36、4-29
DATA1 OUT	3-19、3-32、3-36、4-30
DATA2	3-8、3-36、4-29
DATA2 OUT	3-19、3-32、3-36、4-30
DISPLAY	3-4、3-6、3-36、4-29
DYNAMIC RESERVE	3-16、3-40、4-20
EDGE	3-19、3-37、4-3
EXIT	3-2、3-10、3-24
EXPAND	3-6、3-9、3-42、3-43、4-31
FAN (DATA1)	3-6、4-42
FILTER	3-16、3-41、4-18、4-19
FREQ	3-11、3-37、4-2、4-5、4-6
GPIB	3-22、5-2、5-5
GROUND (SIGNAL INPUT)	3-15、3-29、3-38、4-14
I	3-14、3-29、3-38、4-10
INITIALIZE	3-3、3-25、3-35
K	3-3、4-33
KEY LOCK	3-12、3-13、4-41
LAMP (DATA1)	3-5、4-42
LINE (DATA1)	3-5、3-28、4-18
LOCAL	3-20、5-6
LPF THRU (DATA1)	3-4、4-19

MODIFY	3-19、3-34
MODIFY (OFFSET)	3-5、3-8、3-42、4-31
MONITOR OUT	3-13、3-32、4-39
nF	3-12、4-6、4-8
NOIZE	4-34
NORMALIZE (DATA1)	3-4、4-32
ON (OFFSET)	3-5、3-8、3-42、4-31
OSC OUT	3-20、3-32、4-5
OVER (DATA1、2)	3-5、3-8、4-29
OVER (SENSITIVITY)	3-17、3-40、4-24
OVER (SIGNAL INPUT)	3-16、3-40、4-15
PARITY	3-9、6-4
PHASE	3-10、3-37、3-43、4-9
R (DISPLAY)	3-4、3-36、4-29
RATIO	3-3、4-33
RECALL	3-10、3-25、4-40
REF IN	3-20、3-31、3-37、4-2、4-3
REF OUT	3-21、3-32、4-5
REFERENCE	3-11、3-37、4-2
REMORT	3-13、5-6
RS-232	3-22、6-2、6-5
SENSITIVITY	3-17、3-40、4-23
SHIFT	3-2、3-34
SIGNAL	3-15、3-38、4-10、4-12
SIGNAL INPUT	3-38、4-10
SLOPE	3-18、3-41、4-25、4-28
SOURCE	3-20、3-37、4-3、4-5、4-6
SPECIAL	3-7、4-34、5-3、6-3
STD (DATA1)	3-4、4-32
STORE	3-10、4-40
SYNC	3-18、3-41、4-28
TIME CONSTANT	3-18、3-41、4-25
TRIG IN	3-22、3-33
UNLOCK (REFERENCE)	3-11、3-37、4-8、4-9
X (DISPLAY)	3-4、3-36、4-29
X OFFSET (REFERENCE)	3-11、3-37、4-31
X OUT	3-21、3-32、4-30
Y (DISPLAY)	3-6、3-36、4-29
Y OFFSET (REFERENCE)	3-11、3-37、4-31
Y OUT	3-21、3-32、4-30
θ (DISPLAY)	3-6、3-36、4-29
$\pm 24V$ OUT	3-22、3-30、4-16

LI5640 取扱説明書

落丁、乱丁はおとりかえます。

株式会社エヌエフ回路設計ブロック

〒223 - 8508 横浜市港北区綱島東6 - 3 - 20

電話 (045) 545 - 8111

© Copyright NF 2001 - 2016

