



ロックインアンプモジュール  
**LOCK-IN AMPLIFIER MODULE**

**LI5501 / LI5502**

---

**取扱説明書**



DA00096776-004

ロックインアンプモジュール  
**LOCK-IN AMPLIFIER MODULE**

**LI5501 / LI5502**

**取扱説明書**

### 登録商標について

National Instruments, LabVIEW は、米国 National Instruments Corporation の登録商標です。

この取扱説明書で使われているその他の会社名、商品名などは、一般に各社の商標または登録商標です。

## —— はじめに ——

このたびは、「**LI5501 / LI5502 ロックインアンプモジュール**」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、次項の「**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、次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 ——

機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、または物的損害が生じるおそれを  
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次のようになっています。

初めて使用する方は、1章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. 各部の名称

パネル面各部の名称や機能について説明しています。

## 4. 基本設定

LI5501 / LI5502 の基本設定について説明しています。

## 5. コマンド

通信制御コマンドについて説明しています。

## 6. 応用設定

測定データバッファの設定について記載しています。

## 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、輸送の他、性能試験の方法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 ——

安全にご使用いただくため、下記の警告や注意事項は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。

- **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を記載しています。

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。

- **電源電圧を確認してください。**

この製品は、取扱説明書の「**2.3 接地および電源接続**」の項に記載の電源電圧で動作します。

- **おかしいと思ったら**

この製品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。

- **ガス霧囲気中では使用しないでください。**

爆発などの危険性があります。

- **カバーは取り外さないでください。**

この製品の内部には、精密電子部品が実装されています。カバーは絶対に取り外さないでください。

内部を点検する必要があるときでも、当社の認定したサービス技術者以外は内部に触れないでください。

- **改造はしないでください。**

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。

- 製品に水が入らないように、また濡らさないようご注意ください。

濡らしたまま使用すると、故障の原因になります。水などが入った場合は、直ちに給電する電源ユニットの電源コードを抜いて、当社または当社代理店にご連絡ください。

- 近くに雷が発生したとき、電源スイッチを切り、電源コードを抜いてください。

給電する電源ユニットの電源スイッチを切り、電源コードを抜いてください。

雷によっては、感電、火災および故障の原因になります。

- 安全関係の記号

製品本体や取扱説明書で使用している安全上の記号の一般的な定義は、次のとおりです。



**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されます。



**警告記号**

機器の取扱いにおいて、使用者が死亡または重傷を負うおそれがある場合、その危険を避けるための情報を記載しております。



**注意記号**

機器の取扱いにおいて、使用者が傷害を負う、または物的損害が生じるおそれを避けるための情報を記載しております。

- その他の記号



ケース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、シールドケース（筐体）から絶縁されていることを示します。

ただし安全のため、接地電位からの電位差 42Vpk 以下に制限されていることを示します。

この製品は接地して使用します。給電する電源ユニットを接地してご使用下さい。

● 電磁両立性について

適用 EMC 規格 : EN61326-1, EN61326-2-1

使用を意図する電磁環境 : 工業的電磁環境

この製品を測定対象に接続した場合、適用 EMC 規格が要求しているレベルを超えるエミッションが発生する可能性があります。

この製品は、CISPR11 のグループ 1 クラス A 機器です。

この製品を住宅環境で使用すると妨害を起こすことがあります。

使用者が電磁放射を減らしラジオ放送受信妨害を予防する特別の手段を取らない限り、  
そのような使い方は避けなければなりません。

---

— ▲ 注意 —

---

この製品は住宅環境での使用を意図したものではありません。

住宅環境で使用すると、無線の受信に影響を与える場合があります。

---

● 廃棄処分時のお願い

環境保全のため、この製品を廃棄処分するときは、次の内容に留意してください。

a) この製品は、電池を内蔵していません。

b) この製品は、産業廃棄物を取り扱う業者を通して廃棄処分してください。

---

## 目 次

---

	ページ
1. 概 説.....	1-1
1.1 特長.....	1-2
1.2 応用.....	1-3
1.3 動作原理.....	1-4
2. 使用前の準備 .....	2-1
2.1 使用前の確認 .....	2-2
2.2 設置 .....	2-3
2.3 接地および電源接続 .....	2-5
2.4 フームウェアのアップデート .....	2-6
2.5 校正 .....	2-6
3. 各部の名称 .....	3-1
3.1 各部の名称と動作 .....	3-2
3.2 入出力端子 .....	3-4
3.3 電源投入 .....	3-9
4. 基本設定 .....	4-1
4.1 設定項目 .....	4-2
4.2 初期設定 .....	4-13
5. コマンド .....	5-1
5.1 使用前の準備 .....	5-2
5.2 コマンド一覧 および コマンド・ツリー .....	5-5
5.3 コマンド解説 .....	5-10
5.4 ステータス・システム .....	5-38
5.5 エラーメッセージ .....	5-48
6. 応用設定 .....	6-1
6.1 測定データバッファ .....	6-2
6.2 設定メモリ .....	6-8
6.3 FAN制御 .....	6-9
7. トラブルシューティング .....	7-1
7.1 エラーメッセージ .....	7-2
7.2 測定中の異常 .....	7-3
8. 保 守 .....	8-1

## 目 次

---

8.1 はじめに.....	8-2
8.2 日常の手入れ .....	8-3
8.3 保管・再梱包・輸送 .....	8-3
8.4 バージョンの確認.....	8-3
8.5 性能試験.....	8-4
8.6 校正 .....	8-12
 9. 仕 様.....	9-1
9.1 入力部 .....	9-2
9.2 出力部 .....	9-3
9.3 分析機能.....	9-5
9.4 ディジタルデータ出力 .....	9-9
9.5 リモート制御インターフェース .....	9-9
9.6 一般仕様.....	9-10
9.7 外形寸法図 .....	9-12

	ページ
図 1-1 ロックインアンプの基本原理.....	1-4
図 1-2 LI5501 / LI5502ブロック図.....	1-5
図 3-1 上面 .....	3-2
図 3-2 背面 .....	3-3
図 5-1 共通コマンドのシンタックス.....	5-11
図 5-2 サブシステム・コマンドのシンタックス.....	5-12
図 5-3 数値パラメタ (<NRf>) のシンタックス .....	5-13
図 5-4 数値パラメタ (<NR1>) のシンタックス .....	5-14
図 5-5 数値パラメタ (<NR2>) のシンタックス .....	5-14
図 5-6 数値パラメタ (<NR3>) のシンタックス .....	5-14
図 5-7 仮数のシンタックス .....	5-14
図 5-8 指数のシンタックス .....	5-14
図 5-9 ディスクリート・パラメタ (<DISC>) のシンタックス .....	5-15
図 5-10 真偽値パラメタ (<BOL>) のシンタックス .....	5-15
図 5-11 文字列パラメタ (<STR>) のシンタックス .....	5-15
図 5-12 サフィックスのシンタックス .....	5-16
図 5-13 プログラム・メッセージのシンタックス.....	5-17
図 5-14 応答メッセージのシンタックス .....	5-17
図 5-15 整数応答データ (<NR1>) のシンタックス .....	5-18
図 5-16 NR2 数値応答データ (<NR2>) のシンタックス .....	5-18
図 5-17 NR3 数値応答データ (<NR3>) のシンタックス .....	5-18
図 5-18 ディスクリート応答データ (<DISC>) のシンタックス .....	5-18
図 5-19 数値真偽値応答データ (<NBOL>) のシンタックス .....	5-19
図 5-20 文字列応答データ (<STR>) のシンタックス .....	5-19
図 5-21 確定長任意ブロック応答データ (<DBLK>) のシンタックス .....	5-19
図 5-22 ステータス・システム.....	5-38
図 5-23 スタンダード・イベント・ステータスの構造 .....	5-40
図 5-24 オペレーション・ステータスの構造.....	5-42

---

図 5-25 クエスチョナブル・ステータスの構造 .....	5-45
図 9-1 LI5501 外形寸法図 .....	9-12
図 9-2 LI5502 外形寸法図 .....	9-13
表 2-1 構成表 .....	2-2
表 4-1 設定項目と初期値 .....	4-13
表 5-2 共通 コマンド一覧 .....	5-5
表 5-3 サブシステム コマンド一覧 .....	5-5
表 5-4 機器が受け入れるキーワード、受け入れないキーワード .....	5-12
表 5-5 ステータス・バイト・レジスタの定義 .....	5-39
表 5-6 スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの内容 .....	5-41
表 5-7 オペレーション・ステータス・コンディション・レジスタの内容 .....	5-43
表 5-8 トランジション・フィルタ設定とイベント・レジスタの遷移 .....	5-44
表 5-9 クエスチョナブル・コンディション・レジスタの内容 .....	5-46
表 5-10 トランジション・フィルタ設定とイベント・レジスタの遷移 .....	5-47
表 5-11 エラーメッセージ .....	5-48
表 6-1 測定データパラメタ .....	6-2

---

(空白)

# 1. 概 説

1.1 特長 .....	1-2
1.2 応用 .....	1-3
1.3 動作原理 .....	1-6
1.3.1 ロックインアンプの基本原理 .....	1-6
1.3.2 ブロック図 .....	1-7

## 1.1 特長

「LI5501 (1ch 機), LI5502 (2ch 機) ロックインアンプモジュール」は、周波数範囲 10 mHz ~ 1 MHz の 2 位相ディジタルロックインアンプを実装したモジュールです。

以下の特長を活かして、雑音に埋もれがちな微小な交流信号の「大きさ」や「位相」の測定, 2ch 機では、チャネル間の「振幅比」や「位相差」の測定を含め、広くお使いいただけます。

- 広帯域

10 mHz から 1 MHz までの広帯域な信号測定ができます。

- 2 位相ディジタルロックインアンプ

位相検波器以降をディジタル的に処理することで、アナログ方式で問題になるドリフト、直交性誤差などの影響がほとんどありません。

この位相検波器を 2 つ実装することにより、信号の大きさ（実効値 :  $R=\sqrt{(X^2+Y^2)}$ ）や、信号の位相 ( $\theta = \tan^{-1}(Y/X)$ ) の演算処理も行えます。

2ch 機では、チャネル毎に 2 位相検波器（同一の参照周波数）を備え、チャネル間の振幅比や位相差を測定できます。

- 分数調波測定

高調波だけでなく、基本波の分数倍の周波数 ( $\times 1/1 \sim 63/64$ ) で測定できます。

- 多彩なフィルタ

時定数フィルタと移動平均フィルタを備えています。

- a) 時定数フィルタ

時定数フィルタは最大 4 段（減衰傾度 24 dB/oct）カスケード接続できます。

最小時定数は 1  $\mu$ s と高速応答が得られます。

- b) 移動平均フィルタ

時定数フィルタの後段に、平均化時間 (1  $\mu$ s ~ 100 s) を設定できる移動平均フィルタを備えていきます。

時定数フィルタとの組み合わせにより低周波においても高速応答が得られます。

- 滑らかな出力応答

更新レート 最高 約 300 k サンプル/s, 振幅分解能 16 ビットです。

- 外部同期

外部 10 MHz (10MHz IN 端子) を使うと、他の機器の周波数基準と同期できます。

- リモート制御

USB / LAN 通信により、設定制御および測定値受信を行います。

測定値の転送レートは、最高 300 k ワード/s です。

- 小型

200 mm × 150 mm (約 A5 サイズ), 高さ 25 mm。

マウント金具（付属）により組込みが容易です。

## 1.2 応用

LI5501 / LI5502 は、その特長を活かして、次のような分野でお使いいただけます。

- 走査型プローブ顕微鏡の信号検出
- 薄膜材料の熱拡散率の測定
- 分光分析（オージェ電子分光、ラマン分光などによる物性研究）
- 機械振動の解析
- 電子部品の雑音測定

### ■ LI5502 の特長を生かした応用例

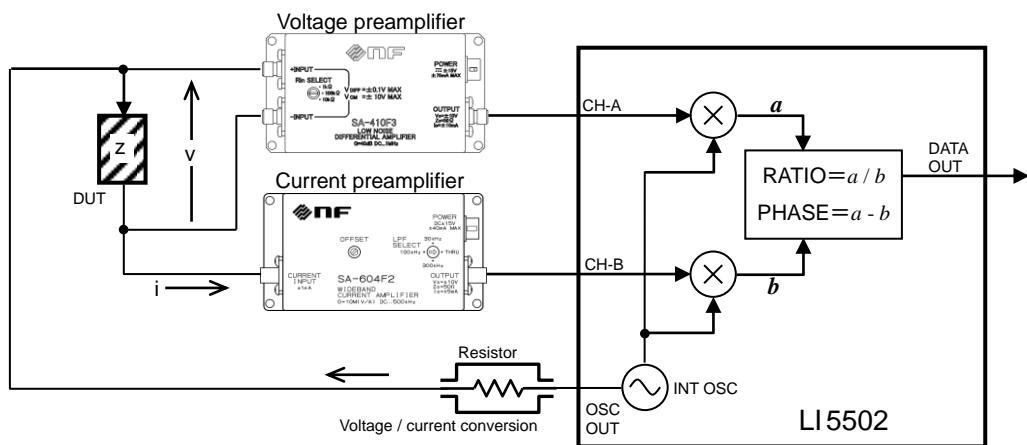
LI5502 の機能を利用すると、以下のような測定が可能です。

#### • 低インピーダンス測定

数 mA の電流で特性が変化したり、破損したりするような試料のインピーダンス測定では、印加電圧を大きくする手法は、電圧とともに電流値が増えるため使用できません。

この場合、試料に微小電流を加えて、試料両端電圧を低雑音電圧増幅器で増幅し、また、試料に流れた電流を低雑音電流増幅器で電流電圧変換します。

各々の電圧をロックインアンプモジュールで測定し、演算することにより、インピーダンス相当値が求まります。



## 1.3 動作原理

### 1.3.1 ロックインアンプの基本原理

同期検波モード（ロックインアンプ）は、周波数の違いを利用して信号と雑音を分離し、信号を増幅する装置です。等価的に、中心周波数が信号に追従する狭帯域フィルタや同調増幅器として働きます。

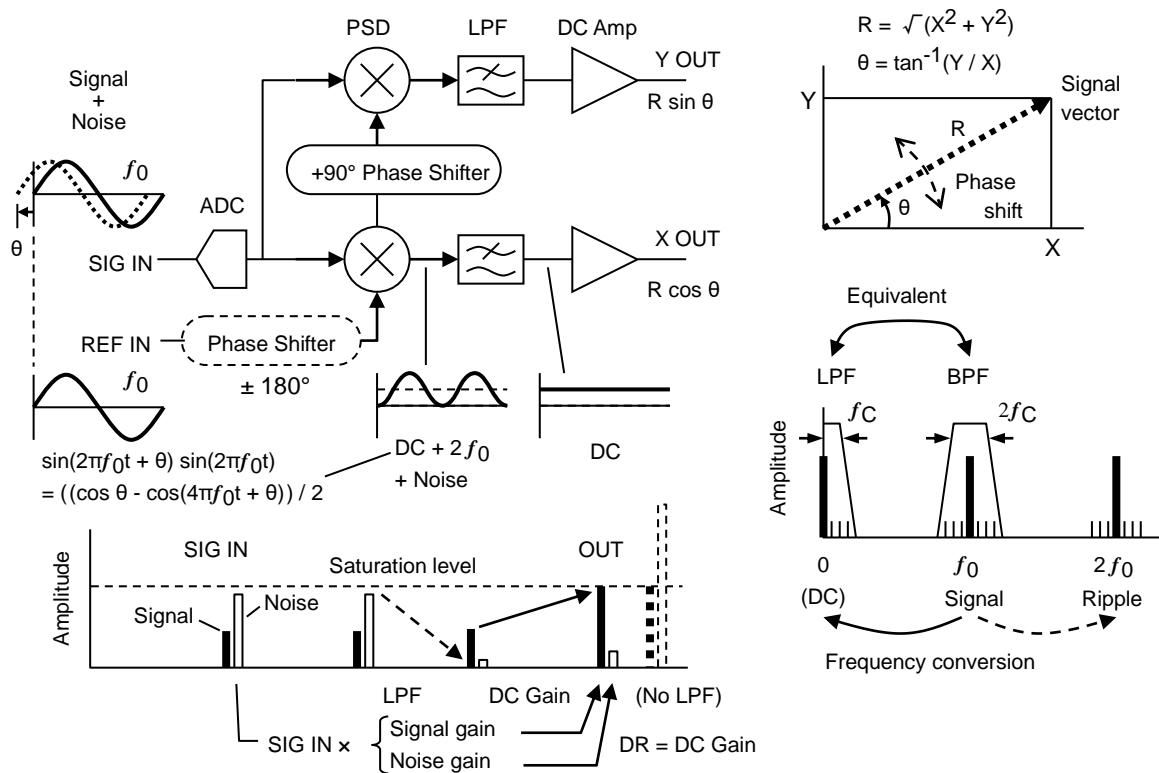


図 1-1 ロックインアンプの基本原理

雑音を含む信号は、まず位相検波器 (PSD : Phase Sensitive Detector) を用いて直流に周波数変換されます。信号近傍の雑音も直流近傍に変換されます。その後、低域通過フィルタ (LPF) で雑音や検波で生じたリップルを除去して直流成分を得ます。これを元の周波数に戻してみると、等価帯域幅が LPF の遮断周波数  $f_c$  の 2 倍である帯域通過フィルタ (BPF) と等価になります。フィルタの時定数 (応答時間) や減衰傾度 (段数) を大きくするほど、 $f_c$  が低くなり、雑音を除去できます。LPF で雑音を除去した後は、雑音で飽和することなく信号を増幅できます。つまり、信号より大きな雑音下で測定できます。位相検波後の DC 利得は、感度 (信号フルスケール) とダイナミックリザーブ (DR) により決まります (DR の値 = 許容できる最大雑音レベル / 感度)。

ロックインアンプは、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。

PSD は、被測定信号と参照信号 (両方とも正弦波、同周波数) の乗算器であり、その出力 (直流) は、被測定信号の大きさ  $R$  と、参照信号との位相差  $\theta$  に依存します ("Phase Sensitive" です)。PSD に与える参照信号の振幅は一定であり、位相はシフトできます。

2 位相ロックインアンプは、PSD を 2 つ備えていて、直交する 2 つの成分 X と Y (言い替えると  $R$  と  $\theta$ ) を同時に得られるベクトル電圧計として機能します。

さらに LI5502 は、2 位相の PSD を 2 チャンネル備えているので、同一参照信号で 2 つの入力の周波数成分を同時に測定できます。

内部発振器 (INT OSC) は、通常、PLL (Phase Locked Loop) により外部参照信号 (REF IN) に同期していて、PSD に参照信号を供給します。周波数を数値で設定したり、その調波を参照信号として PSD に供給するなどの機能も持っています。

### 1.3.2 ブロック図

ここでは、LI5501 / LI5502 の概略ブロック図を示し、主要な機能を説明します。

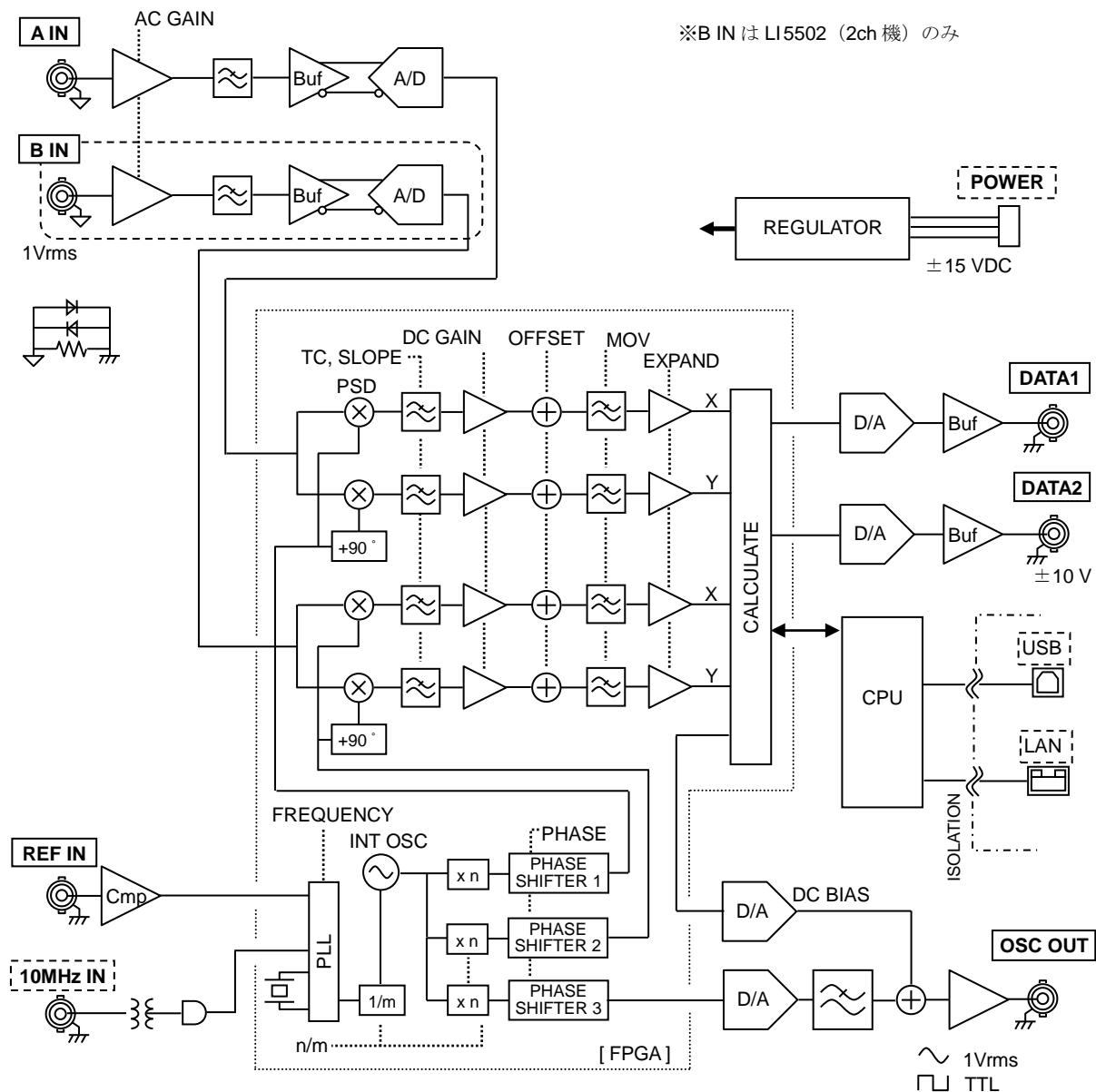


図 1-2 LI5501 / LI5502 ブロック図

### a) 信号入力部

#### 入力端子の選択 (A IN, B IN\*)

入力信号は 2 チャネル\*装備しています。2 つの信号を同じ参照信号にロックイン検波することができます。

#### 信号の増幅 (AC GAIN)

帯域内の雑音を含んだ信号を増幅します。ダイナミックリザーブは AC GAIN と DC GAIN に影響されます。

必要に応じて外付けに、当社、低雑音増幅器などと組み合わせてご使用頂ければと思います。

#### サンプリング (A/D)

入力信号は、2.5 M サンプル/s で 16 ビットのデジタル信号に変換されます。

### b) 検波器 (DETECTOR CKT)

#### 位相検波 (PSD)

信号は位相検波器 (PSD) により DC に周波数変換されます。

直交する 2 つの位相で検波することで、信号の大きさと位相の情報が保存されます。位相検波は、入力信号と内部参照信号の乗算です。PSD に与えられる参照信号は正弦波なので、単純な方形波参照信号を用いたとき問題になる入力信号の高調波の影響がありません。被測定信号と参照信号の積で信号周波数の 2 倍のリップルが生じるほか、入力の DC オフセットと参照信号の積で信号周波数と同じリップルが生じますが、次段の時定数フィルタで除去されます。ロックインアンプは、交流信号だけ測定するので、熱起電力 (直流) の影響を受けない利点があります。

#### 時定数フィルタ (TC, SLOPE)

時定数フィルタは、雑音および検波で生じたリップルを除去します。通常、時定数フィルタは 1 次の低域通過フィルタ (LPF) × 1~4 段 (減衰傾度 6 / 12 / 18 / 24dB/oct 相当) の継続接続です。時定数 (TC) と減衰傾度 (SLOPE) を大きくするほど、帯域幅が狭くなり雑音を除去できますが、出力応答は遅くなります。

#### 増幅 (DC GAIN)

ロックインアンプモジュール単体での感度に相当します。

時定数フィルタで雑音を取り除くと、雑音で飽和することなく信号増幅が可能になります。位相検波器、時定数フィルタ、DC 信号増幅はデジタル演算なので、アナログ方式で問題になる DC ドリフトによるダイナミックリザーブの制限がありません。

#### 移動平均フィルタ (MOV)

平均化時間の移動平均により雑音を除去します。平均化時間を参照信号周期の周期の整数倍にすることで、同期フィルタとしての機能も得られます。検波出力のリップルを大きく低減できるため、小さな時定数を適用して高速な応答を得ることが容易になります。

#### 増幅 (EXPAND)

時定数フィルタおよび移動平均フィルタにより DC となった信号を拡大することができます。従来のロックインアンプにありました、EXPAND (拡大) 機能に相当します。

### c) 演算部 (CALCULATE)

ロックインアンプによる測定値 X, Y は、直交位相成分の実効値です。

X と Y から演算により、R=信号（正弦波）実効値、θ=信号の位相、および、必要に応じて、測定チャネル間振幅比※、チャネル間位相差※が得られます。

### d) 参照信号系 (REFERENCE CKT)

PSD で用いる内部参照信号（一定振幅の正弦波）は、内部発振器が供給します。

#### 外部参照信号

ロックインアンプは、原則として、外部参照信号（REF IN）を周波数と位相の基準にして測定を行います。参照信号源が外部参照信号のとき、内部発振器は、PLL (Phase Locked Loop) により外部参照信号に同期した（周波数と位相が一致した）正弦波を発生します。

#### 内部発振器

参照信号源が内部 (INT OSC) のとき、内部発振器は、数値で設定された周波数で発振します。内部発振器は、デジタル直接合成方式なので、周波数は設定後すぐに安定します。内部発振器の信号は、正弦波およびTTL レベルの方形波を OSC OUT として出力されます。

また、外部参照信号（REF IN）に同期した信号を出力することも可能です。

OSC OUT は OFF 設定すると、特に高い周波数で問題になりがちな、参照信号から被測定信号への干渉（クロストーク）を低減できます。

内部発振器は、調波（高調波、低調波、分数調波）を発生させる機能を持っています。

この機能により 2 つの参照信号を発生し、基本波と調波などの測定が可能できます。

#### 外部 10MHz 同期

周波数合成功用の基準周波数を外部から (10MHz IN) 与えると、その基準周波数に同期した参照信号を内部発振器から発生できます。したがって、外部参照信号（REF IN）を与えることなく測定できます。内部発振周波数だけでなく、信号のサンプリングレート、出力更新レート、内部タイマによるデータメモリへの記録レートも、外部 10 MHz に同期します。

※ B-IN, 2 チャネル、測定チャネル間振幅比およびチャネル間位相差は、LI5502 のみ装備。



(空白)

## 2. 使用前の準備

2.1 使用前の確認 .....	2-2
2.2 設置 .....	2-3
2.2.1 設置時の一般的な注意事項 .....	2-3
2.2.2 設置条件 .....	2-3
2.2.3 組込 .....	2-4
2.3 接地および電源接続 .....	2-5
2.4 ファームウェアのアップデート .....	2-6
2.5 校正 .....	2-6

## 2.1 使用前の確認

### ■ 安全の確認

LI5501 / LI5502をご使用になる前に、この取扱説明書の巻頭に記載されている「安全にお使いいただくために」をご覧になり、安全性の確認を行ってください。

また電源に接続する前に「2.3 接地および電源接続」をお読みになり、安全のための確認を十分に行ってください。

### ■ 開梱時の確認

まず最初に、輸送中の事故などによる損傷がないことをお確かめください。

開梱したら、「表 2-1 構成表」と照らし合わせて員数をご確認ください。

表 2-1 構成表

本 体 (ラックマウント金具含む) .....	1
-------------------------	---

### — △ 注意 —

機器の内部には、精密電子部品が実装されています。カバーは取り外さないでください。

機器内部の点検は、電子計測器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。

### ■ ホームページ公開資料

以下の資料は当社ホームページ (<https://www.nfcorp.co.jp/index.html>) に公開しています。

- LI5501 / LI5502 取扱説明書  
LI5501 / LI5502 の設置、接続、機能およびコマンドの説明書です。
- サンプルプログラム  
LI5501 / LI5502 の基本制御が可能な LabVIEW によるサンプルプログラムです。

## 2.2 設置

### 2.2.1 設置時の一般的な注意事項

#### ―― △ 注意 ――

LI5501 / LI5502 を破損することがあるので、下記の事項にご注意ください。

- ・ LI5501 / LI5502 は小型・軽量のため、他の機器とケーブル接続したまま、他の機器を移動された場合、落下する可能性があります。
- 接続に注意しながら、平らで広い机などに乗るようにおいてください。

### 2.2.2 設置条件

- ・ この製品は、下記の温度、湿度条件を満たす場所に設置してください。

動作：0～+50°C, 5～85%RH (ただし、絶対湿度は 1～25g/m<sup>3</sup>, 結露がないこと)

保管：-10～+60°C, 5～95%RH (ただし、絶対湿度 1～29g/m<sup>3</sup>, 結露がないこと)

- ・ 高度 2000 m 以下の場所に設置してください。

- ・ 強い放射無線周波電磁界の環境でのご使用は、一時的に測定値が変動する場合がありますので避けてください。

#### ―― △ 注意 ――

下記のような場所に設置することは避けてください。

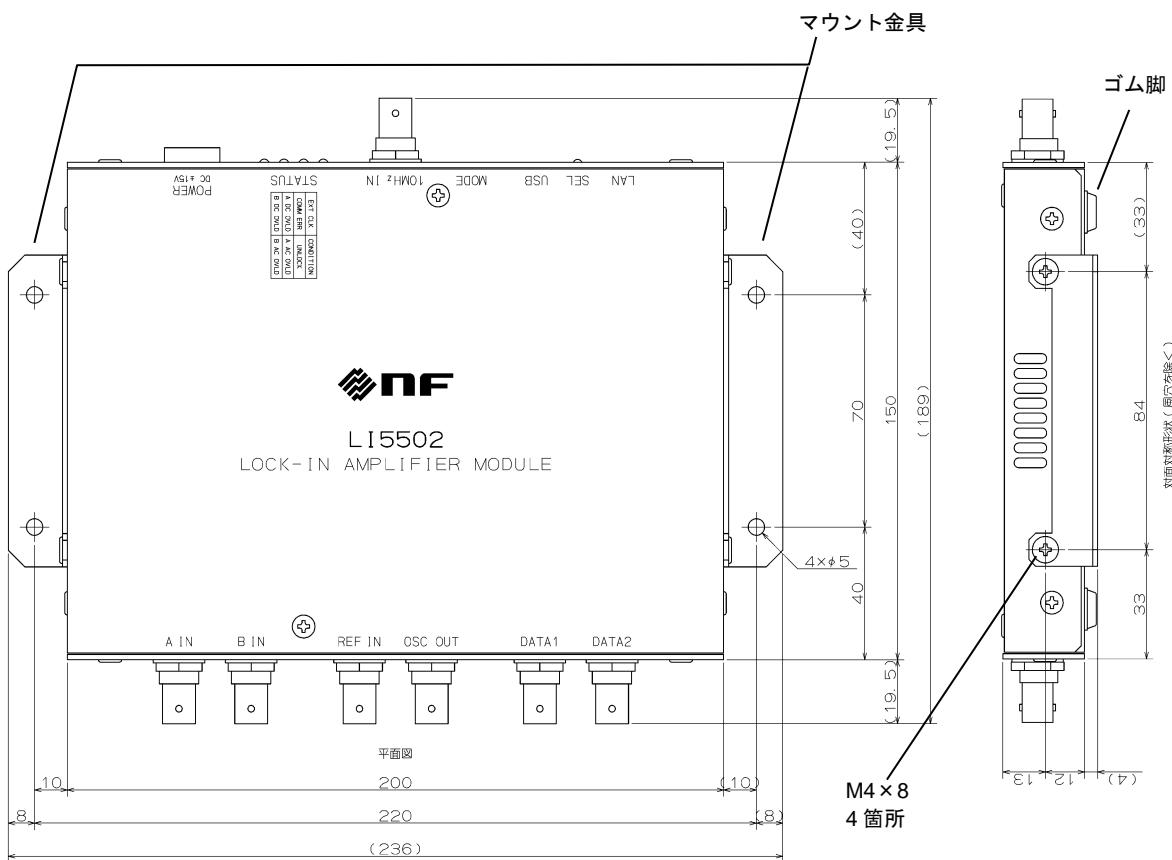
- ・ 可燃性ガスのある場所  
爆発の危険性があります。絶対に設置したり使用したりしないでください。
- ・ 屋外や直射日光が当たる場所、火気や熱の発生源の近く  
性能を満足しなかったり、故障の原因になったりします。
- ・ 腐食性ガスや水気、塵や埃、塩気や油煙、金属粉などが多い場所  
腐食したり、故障の原因になったりします。
- ・ 振動が多い場所  
誤動作や故障の原因になります。
- ・ 電磁界発生源や高電圧機器、動力線、パルス性雑音源の近く  
誤動作の原因になります。

また、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。

正確な測定を行うために、お使いになる前に 20 分以上のウォームアップを行ってください。

### 2.2.3 組込

LI5501 / LI5502 には、取り外し可能なマウント金具が用意されています。マウント金具を外しても、底面にはゴム脚が用意されます。お客様のシステムに組込収納する際は、マウント金具にねじで固定することをお奨めします。寸法図は「**9.7 外形寸法図**」を参照ください。



#### ⚠ 注意

- ・ LI5501 / LI5502 とマウント金具との取り付けねじ長は 8 mm です。  
8 mm より長いねじを使った場合、内部構造を破損させる恐れがあります。
- ・ 組み込まれる筐体には十分な通風孔を設けるか、冷却ファンを設けて空冷してください。  
規定以上の周囲温度になったり、内蔵 FAN 使用時に吸排気が妨げられると、性能を維持できなかったり、LI5501 / LI5502 を破損させる恐れがあります。

## 2.3 接地および電源接続

### ■ 接地について

#### — △ 注意 —

LI 5501 / LI 5502 の筐体は、USB コネクタシェルおよび LAN コネクタシェルに接続されています。

端子に 42Vpk (DC+ACpeak) 以上の電圧を印加すると、破損する場合があります。

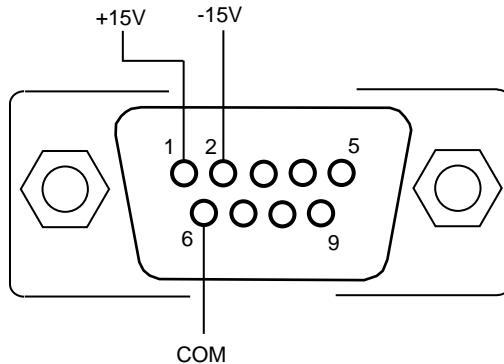
給電する電源ユニットを接地してご使用下さい。

感電に関しては、お客様の方で対策をお願いします。

### ■ この製品の電源要求条件は次のとおりです。

電源電圧範囲	: 電圧 ±14 ~ 16 VDC 以内
	: 電流 約+400 mA / -110 mA (LI5501)
	: 約+480 mA / -120 mA (LI5502)
	初期値、無信号、無負荷
	※電源起動時および過負荷時を考慮し、 電流容量が 2 倍程度の電源を推奨します。

電源コネクタ	: DELC-J9PAF-20L9 (JAE) 相当品を使用。
ピンアサイン	: 下図参照 (パネル面)



#### — △ 注意 —

- ・電源電圧範囲および極性に注意して、電源を接続してください。
- ・正負電源は、ほぼ同時に立ち上がるようにしてください。  
デュアルトラッキング電源の使用を推奨。
- ・単電源 (+30 V / GND) では動作しません。必ず両電源 (+15 V / GND / -15V) をご使用下さい。
- ・電源ピン以外に電源供給しないでください。

## ■ 推奨電源

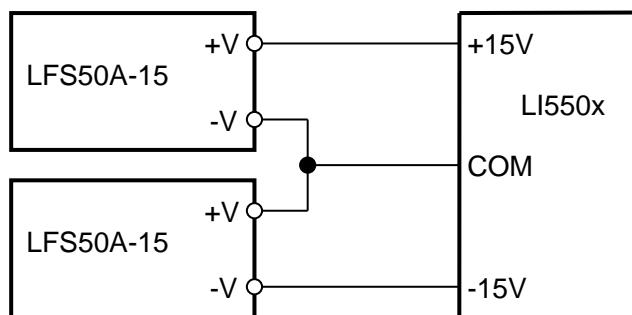
電源電圧の変動は測定結果に影響します。

微小信号を正確に測定するには、安定性および雑音性能に優れた直流電源をお奨めします。

推奨電源の一例を示します。

- ・型名 : TC-15 (メーカー : 日本スタビライザー工業)
- ・型名 : E3620A (メーカー : キーサイト)
- ・型名 : LFS50A-15, 2台 (メーカー : ダイトロン)

LFS50A-15 を 2 台使用した接続例を下図に示す。



## 2.4 ファームウェアのアップデート

製品のファームウェアのバージョン確認方法は、「8.4 バージョンの確認」をご覧下さい。

ファームウェアの最新版およびアップデータの具体的な手順は、当社または当社代理店にご連絡頂くか、当社の Web ページ (<https://www.nfcorp.co.jp/index.html>) でご確認ください。

アップデート内容をご確認の上、必要に応じてアップデートを行なってください。

## 2.5 校正

LI5501 / LI5502 は、組込を前提とした商品です。お客様のシステム上で校正されることをお勧めします。

ただし、使用環境や使用頻度にもよりますが、LI5501 / LI5502 単体において、1 年に 1 回は「8.6 性能試験」を行ってください。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勧めします。

性能試験で仕様を満足しないときは、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。校正や調整が必要なときは、当社または当社代理店にご連絡ください。校正や調整は有償にて承っております。

### 3. 各部の名称

3.1 各部の名称と動作 .....	3-2
3.1.1 上面 .....	3-2
3.1.2 背面 .....	3-3
3.2 入出力端子 .....	3-4
3.2.1 信号入力端子 .....	3-5
3.2.2 参照信号入出力端子 .....	3-6
3.2.3 アナログ出力 .....	3-7
3.2.4 その他入出力端子 .....	3-7
3.2.5 電源コネクタ .....	3-8
3.3 電源投入 .....	3-9
3.3.1 電源投入前の確認 .....	3-9
3.3.2 電源投入 .....	3-9

## 3.1 各部の名称と動作

ここでは、2ch 機の LI5502 の各部名称、機能、および動作の概要を説明します。

### 3.1.1 上面

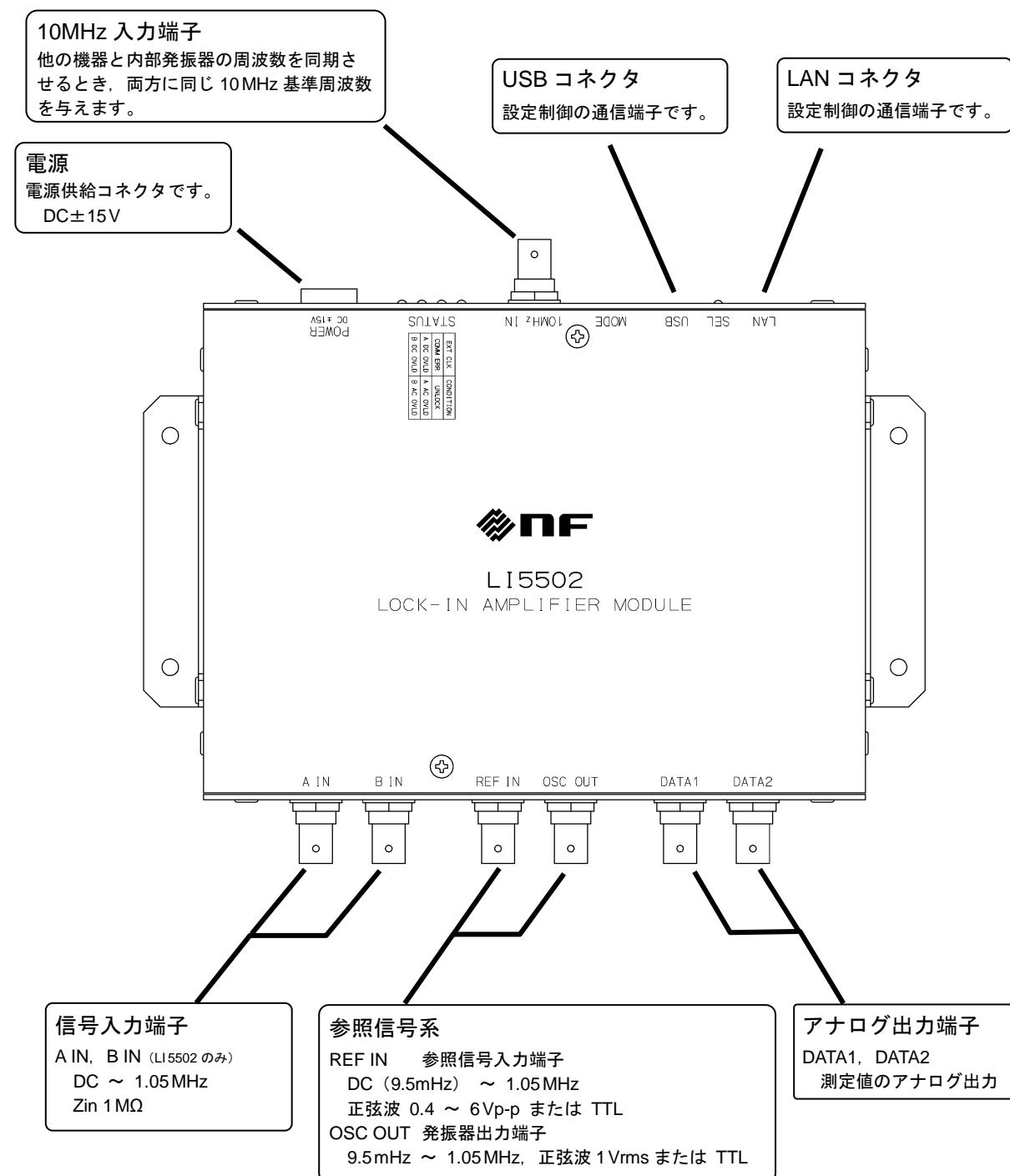


図 3-1 上面

## 3.1.2 背面

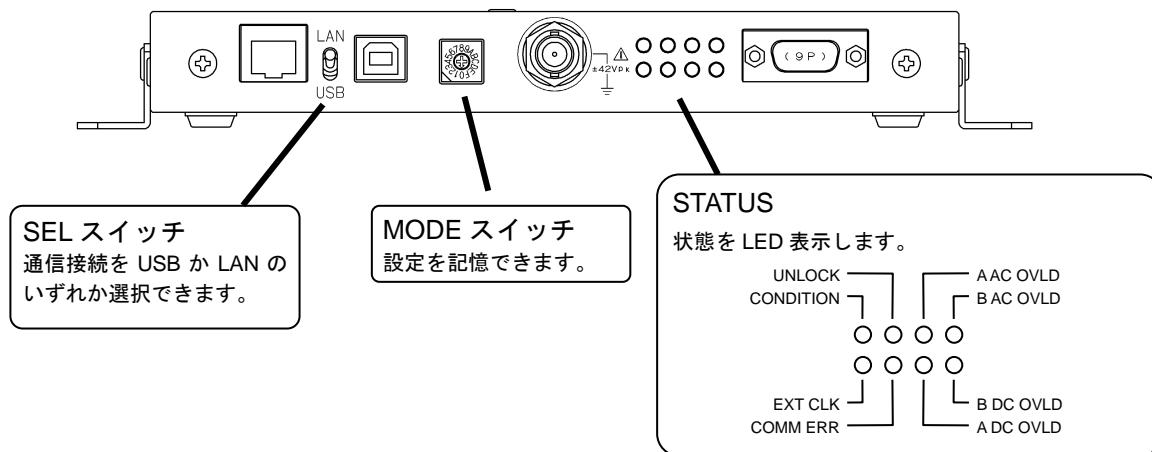


図 3-2 背面

## ■ステータス表示 (STATUS)

ステータス LED の内容について説明します。

ステータス	LED 色	内 容
CONDITION	緑色	正常時は、点灯します。 何らかの不具合により、校正情報が失われ、所定の性能を維持できないとき時は、点滅します。故障ですので、当社または当社代理店までご連絡ください。
EXT-CLK	緑色	外部 10 MHz の同期状態は、点灯します。 外部 10 MHz の設定有効にし、非同期状態の時は、点滅します。
UNLOCK	橙色	同期外れ表示。参照信号に同期していない。 参照信号が正しく接続・設定されていない、参照信号レベルが小さい、測定できる周波数範囲を外れているなどの可能性があります。
COMM ERR	橙色	通信障害が発生した時に表示されます。 データ送信において、FIFO が溢れた時に表示されます。
AAC OVLD	橙色	A IN 側の位相検波器以前に信号飽和すると表示されます。 入力信号レベルを確認してください。
ADC OVLD	橙色	A IN 側の位相検波器以降の信号が飽和すると表示されます。 時定数フィルタや感度設定を調整する必要があります。
B AC OVLD	橙色	B IN 側の位相検波器以前に信号飽和すると表示されます。 入力信号レベルを確認してください。
B DC OVLD	橙色	B IN 側の位相検波器以降の信号が飽和すると表示されます。 時定数フィルタや感度設定を調整する必要があります。

B AC/DC OVLD は LI 5502 のみ

## 3.2 入出力端子

### — △ 注意 —

感電を避けるため、BNC コネクタ（中心導体およびグラウンド）と筐体間に、±42Vpk (DC+AC peak) を超える電圧を加えないでください。

また、同様に感電を避けるため、外部 10 MHz 同期端子 (10MHz IN) と他の BNC コネクタ間に、±42Vpk (DC+AC peak) を超える電圧を加えないでください。

この電圧を超えると、内部の電圧制限素子が働き電圧を抑えようとしていますが、加えられた電圧が大きいと、感電する恐れがあります。

### — △ 注意 —

入力端子に最大入力電圧範囲を超える電圧を加えないでください。この製品を破損する恐れがあります。

### — △ 注意 —

出力端子に外部から電圧を加えないでください。この製品を破損する恐れがあります。

### 3.2.1 信号入力端子

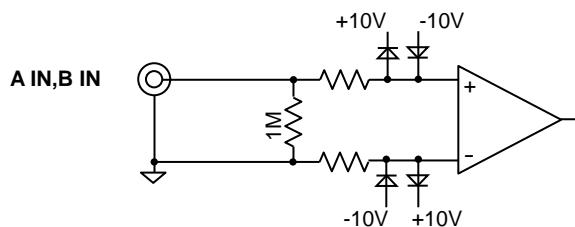
#### 1) 信号入力端子 (A IN, B IN)

信号入力端子 A IN および B IN (LI5502 のみ) について示します。

入力インピーダンス :  $1 \text{ M}\Omega$  (公称値), 並列に  $20 \text{ pF}$  (参考値)

最大入力電圧 (線形動作範囲) :  $\pm 5 \text{ V}$

非破壊最大入力電圧 :  $\pm 10 \text{ V}$



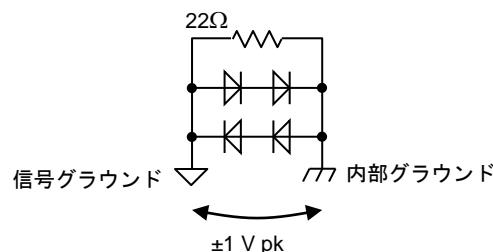
#### 2) 信号グラウンド

信号入力端子の信号グラウンドと内部グラウンド間 (参照信号入力等のグラウンド) には、抵抗が挿入されています。

また、この抵抗の両端間は、 $\pm 1 \text{ V}$  に制限されています。

フローティング電圧 (対接地許容電圧) :  $\pm 1 \text{ V}_{\text{peak}}$  (DC+AC)

グラウンド間インピーダンス :  $22 \Omega$  (公称値)



#### △ 注意

信号グラウンドと内部グラウンド間に、 $1.0\text{V}$  を超える電圧を加えると大電流が流れ内部回路が破損します。

### 3.2.2 参照信号入出力端子

#### 1) 参照信号入力 (REF IN)

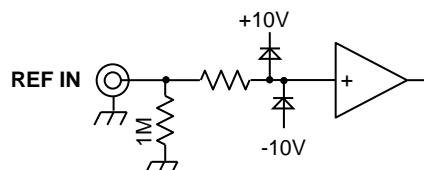
参照信号入力端子について示します。

入力インピーダンス :  $1 \text{ M}\Omega$  (公称値), 並列に  $20 \text{ pF}$  (参考値)

入力電圧範囲 SIN 設定 :  $0.4 \text{ V} \sim 6 \text{ V}_{\text{p-p}}$

TTL 設定 :  $0 \sim 5 \text{ V}$  (Low  $0.8 \text{ V}$  以下, High  $2.6 \text{ V}$  以上)

非破壊最大入力電圧 :  $\pm 10 \text{ V}$



#### 2) 発振器出力 (OSC OUT)

内部発振器と同期した正弦波, または, TTL が OSC OUT 端子から出力されます。

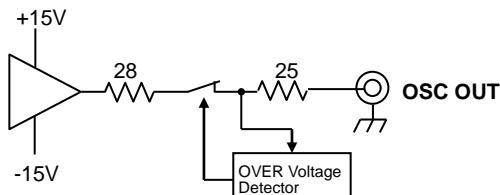
外部参照信号 (REF IN) を同期源として動作しているときは, 外部参照信号源に同期した出力が得られます。

出力電圧範囲 SIN 設定 :  $1 \text{ V}_{\text{rms}} \pm 5 \text{ VDC}$

TTL 設定 :  $0 \sim 3 \text{ V}$  (公称値)

最大出力電流 :  $\pm 15 \text{ mA}$

出力インピーダンス :  $53 \Omega$  (公称値)



#### ―― △ 注意 ――

REF IN には最大入力電圧範囲を超える電圧を加えないでください。

OSC OUT には出力電流の制限があります。

OSC OUT に外部より過電圧を印加した場合, 過電圧を検出し内部回路と切断されます。過電圧が解消されると自動的に復帰します。この時, 印加可能な過電圧は  $\pm 15 \text{ V}$  (公称値) までです。

### 3.2.3 アナログ出力

#### 1) 測定値出力 (DATA1/2)

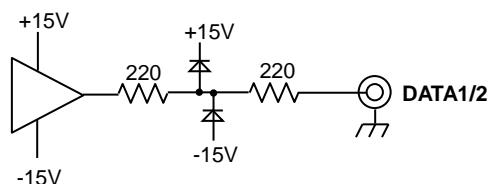
DATA1, DATA2 について示します。

測定表示値 (R, X, Y など) に比例した電圧が出力されます。

出力電圧範囲 :  $\pm 12 \text{ V}$  (無負荷時)

最大出力電流 :  $\pm 10 \text{ mA}$

出力インピーダンス :  $440 \Omega$  (公称値)



### 3.2.4 その他入出力端子

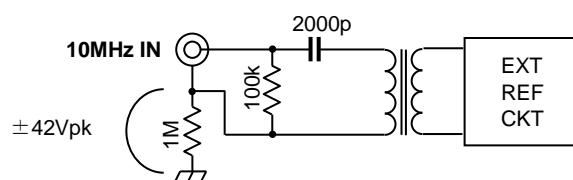
#### 1) 外部 10MHz 同期 (10MHz IN)

入力インピーダンス : 約  $500 \Omega$ , AC 結合

信号レベル :  $0.5 \text{ Vp-p} \sim 5 \text{ Vp-p}$

非破壊最大入力電圧 :  $10 \text{ Vp-p}$

フローティング電圧 (対接地許容電圧) :  $\pm 42 \text{ Vpeak}$  (DC+AC)



### 3.2.5 電源コネクタ

#### 1) 電源入力 (POWER)

電源コネクタは、DELC-J9PAF-20L9 (JAE) 相当品を使用しています。

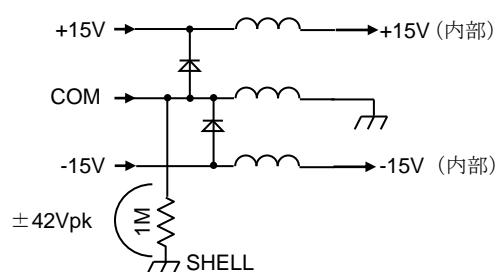
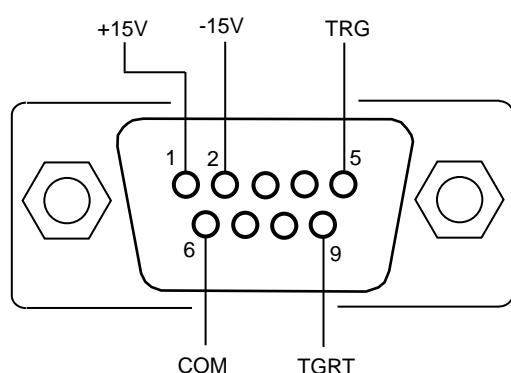
電源起動時および過負荷時を考慮し、電流容量が 2 倍程度の電源を推奨します。

電源電圧範囲 : 電圧  $\pm 14 \sim 16$  VDC 以内

電源電流 : 電流 約+400 mA / -110 mA (LI5501)

約+480 mA / -120 mA (LI5502)

初期値、無信号、無負荷



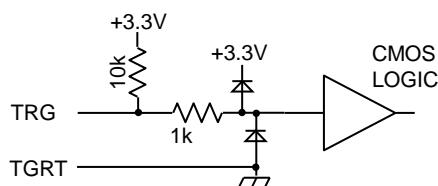
#### 2) 外部トリガ入力

内蔵の測定データバッファへの記録開始トリガ入力です。

入力インピーダンス :  $10 \text{ k}\Omega$  (公称値)

信号レベル : TTL (Low 0.8 V 以下, High 2.6 V 以上)

非破壊最大入力 :  $\pm 15$  V




---

## ▲ 注意

---

印加する電圧、極性および接続端子を間違えると故障の原因になります。

## 3.3 電源投入

### 3.3.1 電源投入前の確認

電源を投入する前に、「2.3 接地および電源接続」をご覧になり、電源電圧やピンアサインを確認してください。

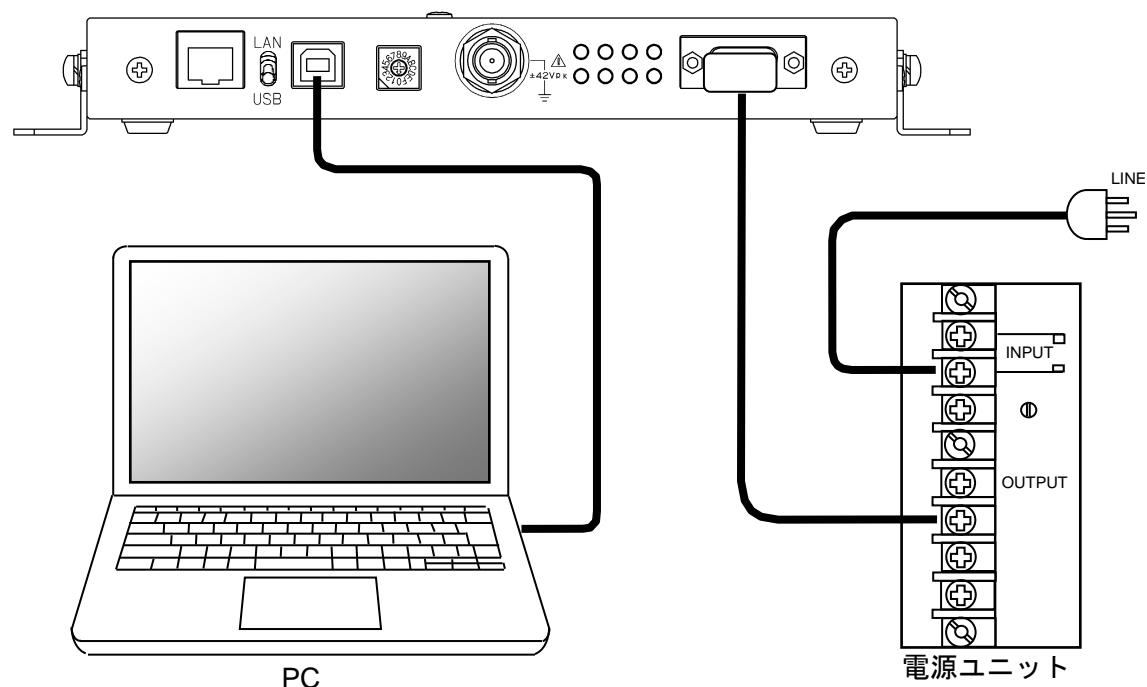
### 3.3.2 電源投入

LI 5501 / LI 5502 には、電源スイッチはありません。

外部電源ユニットを接続し、電源ユニット側から電源供給を行います。

一般的な接続を下図に示します。

起動時は MODE スイッチ番号に一致する設定メモリ番号の内容で設定が呼び出されます。詳しくは、「6.2 設定メモリ」をご覧下さい。



一般的な接続例



(空白)

## 4. 基本設定

4.1 設定項目 .....	4-2
4.1.1 参照信号の設定 .....	4-2
4.1.2 移相と分数調波の設定 .....	4-4
4.1.3 発振器出力 .....	4-5
4.1.4 アナログ出力 .....	4-6
4.1.5 感度とダイナミックリザーブ .....	4-7
4.1.6 フィルタ .....	4-9
4.1.7 PSD入力オフセット調整機能 .....	4-12
4.2 初期設定 .....	4-13

## 4.1 設定項目

LI5501 / LI5502 の設定項目を説明します。

### 4.1.1 参照信号の設定

周波数と位相の基準となる参照信号の指定方法を示します。

#### 1) 参照信号源の選択

同期させたい信号源を選択します。

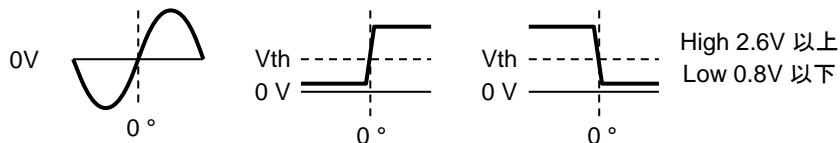
- 参照信号源 : RINP (外部参照信号, REF IN 端子から参照信号を入力します。)  
: IOSC (内部発振器, 機器内部で指定した周波数を発生します。)

#### 2) 外部参照信号の選択

参照信号源が外部参照信号 (RINP) のとき, 波形やエッジを選択します。

- エッジ : SIN (正弦波, 0.4 ~ 6 Vp-p で 0 V を下から上によぎる点)  
: TPOS (方形波, TTL レベルの上昇エッジ)  
: TNNEG (方形波, TTL レベルの下降エッジ)

REF IN 波形 : SINE      TTL POS      TTL NEG



#### ■ UNLOCK

参照信号源が外部参照信号 (REF IN) に設定されていて、同期していないときは、本体 LED の点灯およびステータスレジスタにフラグが立ちます。

UNLOCK 状態では、表示される周波数や測定値は、実際の信号に正しく対応しておらず、値も変動します。

同期しないときは、参照信号の周波数や大きさ、波形が設定と異なっていると考えられます。また、参照信号に含まれる雑音や周波数・振幅変動が大きいと、同期できないことがあります。

### 3) 内部発振器

内部発振器の周波数を設定できます。

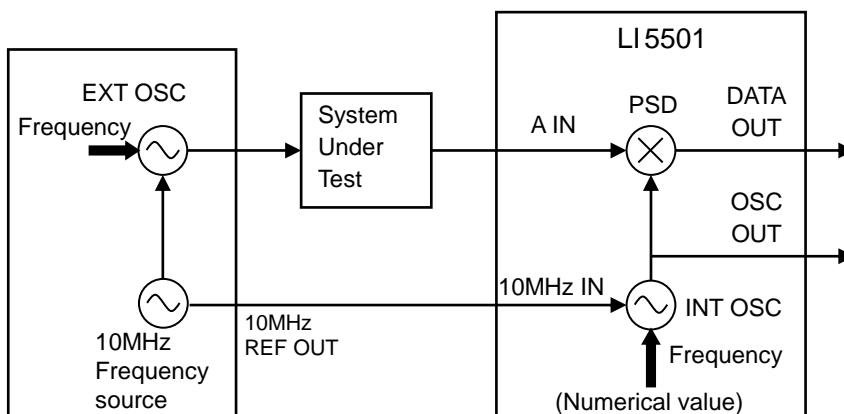
参照信号源が IOSC (内部発振器) のとき、有効となります。

- 周波数 : 設定範囲 9.5 mHz ~ 1.05 MHz, 分解能 0.1mHz

### 4) 10MHz IN

LI5501 / LI5502 の周波数基準源を、10MHz 周波数基準源で動作する他の機器（信号発生器など）と同期することができます。

ただし、位相は一致しないため、周波数変更する度に位相調整が必要です。一般に、信号（発振）が一度停止したときも位相がずれるので、再度の位相調整が必要です。



この結果、REF IN 端子から参照信号を入力せずに、他の機器の周波数設定と LI5501 / LI5502 の内部発振器の周波数設定を一致させることで、同期状態になります。

- 10MHz IN : ON (有効), OFF (無効)

#### ■ EXT CLK

10MHz IN の設定有無、および、10MHz IN 端子への信号状態に対する LED の状態を下表にまとめます。

10MHz IN 設定	10MHz IN 端子への信号状態	LED の状態
有効	10MHz	点灯
有効	10MHz 以外の信号 (無信号含む)	点滅
無効	——	消灯

#### ■ $\phi$ SYNC 機能

当社ファンクションジェネレータ (WF1973 / 74, WF1947 / 48, WF1967 / 68) の REF OUT (10MHz 周波数基準源出力) と接続した場合、ファンクションジェネレータ側の  $\phi$  SYNC 機能により、内部発振器の基準位相を初期化することができます。詳しくはファンクションジェネレータの取扱説明書を参照ください。

### 4.1.2 移相と分数調波の設定

参照信号源に対して位相を進ませたり遅らせたりすることができます。

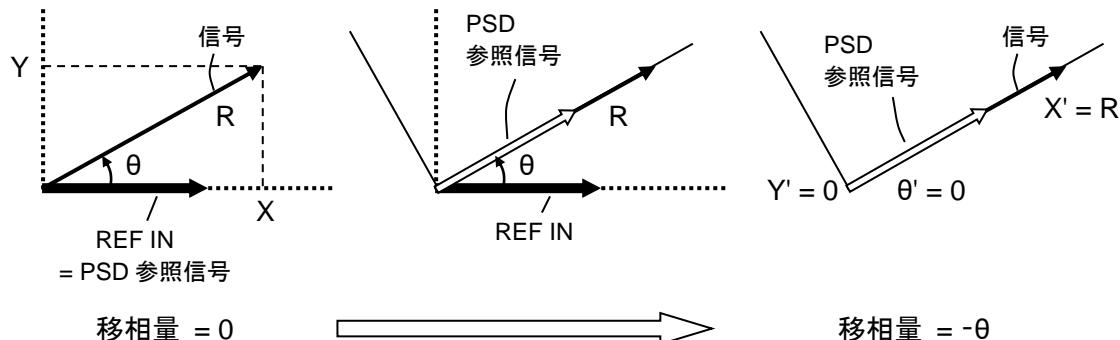
また、基準となる参照信号周波数を  $F$  として、基本波 ( $F$ )、高調波 ( $n \times F$ )、低調波 ( $F / m$ )、分数調波 ( $n \times F / m$ ) での測定できます。

#### 1) 移相

A IN (B IN) の参照信号に対する移相を設定します。

- 移相 : 設定範囲  $-180.000^\circ \sim +179.999^\circ$  , 分解能  $1m^\circ$

一般にロックインアンプでは、 $Y=0$  ( $\theta=0$ ) になるように PSD に与える参照信号の位相を調整して、X 出力で信号の大きさを、Y 出力で位相の変化を測定するのが基本的な使い方です。



#### ■ 自動位相調整機能

自動位相調整コマンドを実行することで、Y 出力、 $\theta$  出力がゼロになるように、一度だけ、参照信号の移相量を設定します。ただし、UNLOCK 中は実行できません。

#### 2) 高調波

A IN (B IN) の参照信号周波数を  $n$  倍にすることができます。

- 高調波 : 設定範囲 1 ~ 63, 0 (整数)

基本波を測定するときは 1 に設定します。また、分数調波測定時の分子  $n$  になります。

0 に設定すると位相検波器での乗算は行わず、入力信号がそのまま位相検波器以降に伝達されます。

#### 3) 低調波 (共通)

参照信号源が外部参照信号 (RINP) のとき、外部参照信号を分周できます。

この値は、分数調波測定時の分母  $m$  になります。また、各検波器および発振器出力に対して共通になります。

- 低調波 : 設定範囲 1 ~ 64 (整数)

周波数問い合わせ (:FREQ?) では、REF IN 端子に入力されている周波数を  $m$  値で割られた値になります。

## 4) 発振器出力の倍率および位相

**OSC OUT** 端子の周波数を参照信号源の倍率にすることができます。また、参照信号源に対して位相を進ませたり遅らせたりすることができます。

- 倍率 : 設定範囲 1 ~ 63 (整数)
- 位相 : 設定範囲  $-180.000^\circ$  ~  $+179.999^\circ$  , 分解能  $1m^\circ$

## ■ 注意

高調波、低調波、分数調波および倍率発振の周波数範囲は、同期周波数範囲内であること。

## 4.1.3 発振器出力

参照信号同期した周波数を **OSC OUT** 端子に出力することができます。

## 1) 出力有効

発振器出力を ON (有効) にすると、**OSC OUT** 端子から出力振幅 (交流出力) が得られます。

OFF (無効) にすると振幅出力用 DAC を停止させ、出力振幅をゼロにします。

ただし、DC バイアス (直流出力) は、そのまま出力されます。

- 出力有効 : ON (有効), OFF (無効)

## ■ クロストークの軽減

**OSC OUT** を OFF にすることで、参照信号から被測定信号へのクロストーク妨害を軽減できます。

## 2) 出力波形の選択

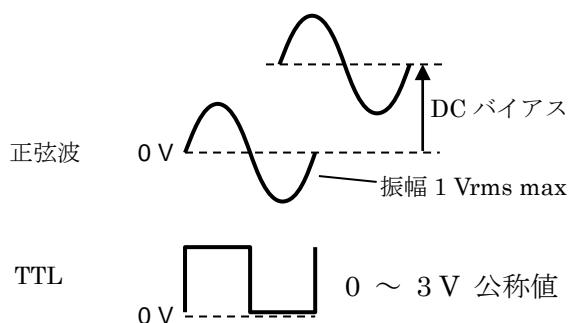
**OSC OUT** から正弦波、または、TTL レベルの方形波を選択できます。

- 出力波形 : SIN (正弦波), TTL

## 3) 出力振幅および DC バイアス

出力波形が正弦波のとき、出力振幅電圧および DC バイアス (オフセット) を設定することができます。

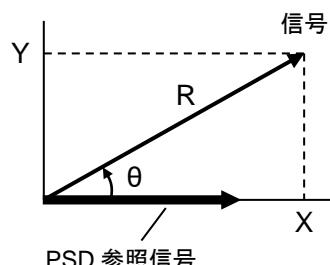
- 出力振幅電圧 : 設定範囲 0 mVrms ~ 1 Vrms, 分解能 1 mVrms
- DC バイアス : 設定範囲 0 mV ~  $\pm 5$  V, 分解能 5 mV



#### 4.1.4 アナログ出力

ロックインアンプで得られる測定パラメタは以下の通りです。

パラメタ	説明
X	同相成分 ( $=R \cos \theta$ )
Y	直交成分 ( $=R \sin \theta$ )
R	信号の大きさ ( $=\sqrt{X^2 + Y^2}$ )
$\theta$	信号の位相 ( $=\tan^{-1} Y/X$ )



DATA 1 および DATA 2 端子に、指定したパラメタに対応する電圧が出力できます。

- DATA 1 : 下表パラメタリストによる。
- DATA 2 : 下表パラメタリストによる。

パラメタ	説明
$X_A$	A IN 側の X 値 ( $R \cos \theta$ )
$Y_A$	A IN 側の Y 値 ( $R \sin \theta$ )
$R_A$	A IN 側の R 値 (振幅実効値)
$\theta_A$	A IN 側の $\theta$ 値 (位相値)
$X_B$	B IN 側の X 値 ( $R \cos \theta$ )
$Y_B$	B IN 側の Y 値 ( $R \sin \theta$ )
$R_B$	B IN 側の R 値 (振幅実効値)
$\theta_B$	B IN 側の $\theta$ 値 (位相値)
RATIO	$R_B$ 値を基準 (分母) とした、 $R_A$ 値の振幅比
PHASE	$\theta_B$ 値を基準とした、 $\theta_A$ 値の位相差

B IN に関するパラメタは、LI5502 のみ

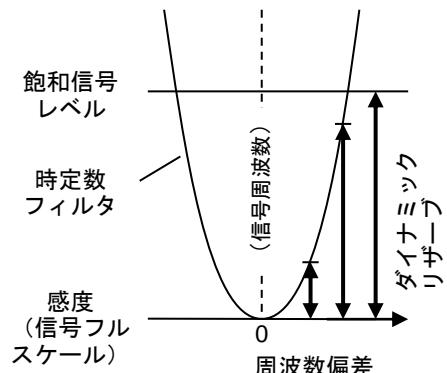
#### ■ DATA 出力端子の停止

DATA 1/2 の出力を停止することができます。内部の D/A コンバータのクロックが停止するので、雑音（外乱）が減り、微小信号測定をする際、妨害を受けにくくなります。

### 4.1.5 感度とダイナミックリザーブ

ダイナミックリザーブの値は、特定の感度（信号フルスケール）における本体内部の飽和信号レベルと、時定数フィルタによる雑音の除去特性に依存します。つまり周波数に依存します。

ダイナミックリザーブは、必要最小限に設定してください。HIGH 側ほど、入力換算雑音が大きくなったり、測定値のドリフトが大きくなります。



#### ■ ランダム雑音に対するダイナミックリザーブ

ランダム雑音（広帯域雑音）に対しては、そのピーク値が本体内部の飽和信号レベルに達するまで許容できます。正弦波と雑音では、実効値が等しくても雑音の方が、数倍以上ピーク値が大きくなります。ピーク値を考慮して、ダイナミックリザーブを設定してください。

#### 1) ダイナミックリザーブ設定

ここではダイナミックリザーブ (DR) 設定として、位相検波器前のアナログ信号増幅器の AC 利得を設定します。この設定により電圧感度の設定範囲も影響されます。

- DR 設定 : LOW1, LOW2, MED, HIGH

#### 2) 電圧感度

時定数フィルタ後の信号に DC 利得を与え、電圧感度として設定ができます。

- 電圧感度 : 設定範囲を下表による。1-2-5 シーケンス

DR	AC GAIN	電圧感度範囲
LOW1	×100	10 nVrms ~ 10 mVrms
LOW2	×10	100 nVrms ~ 100 mVrms
MED	×1	1 μVrms ~ 1 Vrms
HIGH	×0.2	5 μVrms ~ 1 Vrms

#### ■ 注意

DR 設定を変更により、電圧感度範囲外となった場合、設定されていた電圧感度の上限ないし下限が変更されることがあります。

### ■ ダイナミックリザーブ

実際の値は、ダイナミックリザーブおよび感度の設定、信号と雑音の周波数差、時定数フィルタの設定に依存して変化します。

下表の値は、時定数フィルタにより雑音が十分に除去できた場合の公称値です。

100dB を超える設定では、大きな時定数設定が必要であり、また、測定値の誤差が大きくなることがあります。

DR 設定	LOW1		LOW2		MED		HIGH	
感度 (各入力)	AC 利得 dB	DR dB	AC 利得 dB	DR dB	AC 利得 dB	DR dB	AC 利得 dB	DR dB
1 V	—	—	—	—	0	6	-14	20
500 mV	—	—	—	—	0	12	-14	26
200 mV	—	—	—	—	0	20	-14	32
100 mV	—	—	20	6	0	26	-14	40
50 mV	—	—	20	12	0	32	-14	46
20 mV	—	—	20	20	0	40	-14	52
10 mV	40	6	20	26	0	46	-14	60
5 mV	40	12	20	32	0	52	-14	66
2 mV	40	20	20	40	0	60	-14	72
1 mV	40	26	20	46	0	66	-14	80
500 µV	40	32	20	52	0	72	-14	86
200 µV	40	40	20	60	0	80	-14	92
100 µV	40	46	20	66	0	86	-14	100
50 µV	40	52	20	72	0	92	-14	106
20 µV	40	60	20	80	0	100	-14	112
10 µV	40	66	20	86	0	106	-14	120
5 µV	40	72	20	92	0	112	-14	126
2 µV	40	80	20	100	0	120	—	—
1 µV	40	86	20	106	0	126	—	—
500 nV	40	92	20	112	—	—	—	—
200 nV	40	100	20	120	—	—	—	—
100 nV	40	106	20	126	—	—	—	—
50 nV	40	112	—	—	—	—	—	—
20 nV	40	120	—	—	—	—	—	—
10 nV	40	126	—	—	—	—	—	—

### 4.1.6 フィルタ

位相検波器後の時定数フィルタ、減衰傾度、オフセット機能、移動平均フィルタおよびEXPAND機能の設定を行います。

#### 1) 時定数フィルタ

時定数フィルタの時定数の設定ができます。

- 時定数 : 設定範囲  $1\text{ }\mu\text{s} \sim 1\text{ ks}$ , 1-2-5 シーケンス

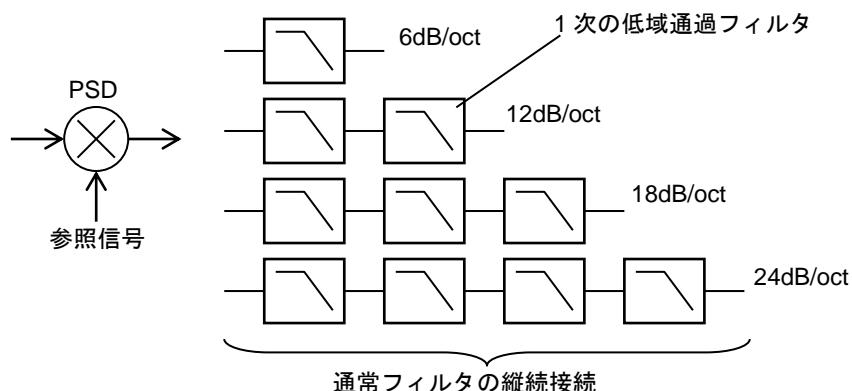
#### 2) 減衰傾度

時定数フィルタの段数を設定ができます。

- 減衰傾度 : 設定範囲 6, 12, 18, 24 [dB/oct]

#### ■ 時定数フィルタ

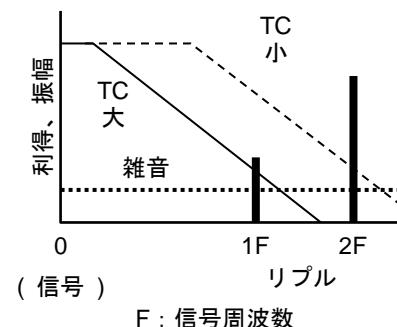
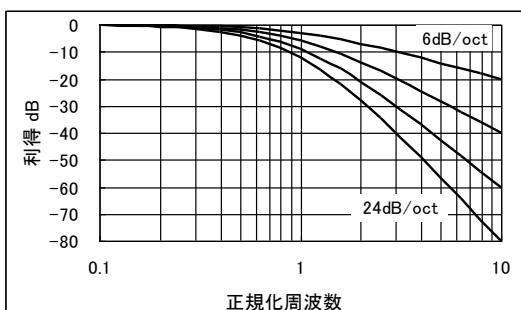
時定数 (TC) フィルタは、1次の低域通過フィルタ（遮断周波数  $f_c$ ）を縦続接続した特性になります。1段当たりの減衰傾度は  $6\text{ dB/oct}$  ( $20\text{ dB/dec}$ ) です。これは、減衰域において、周波数が2倍になると  $1/2$  に減衰する（周波数が10倍になると  $1/10$  に減衰する）特性です。このフィルタを1～4段縦続接続して  $6 \sim 24\text{ dB/oct}$  ( $20 \sim 80\text{ dB/dec}$ ) の減衰傾度を得ます。

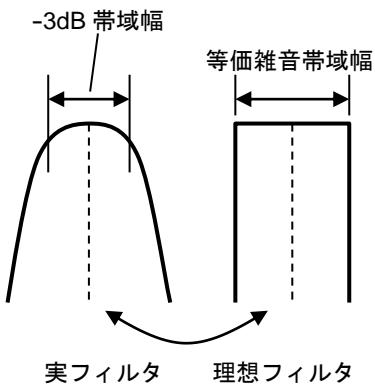


#### a) 周波数特性

正規化周波数 = |信号との周波数差| / 遮断周波数 ( $f_c$ )

$f_c = 1 / (2\pi T)$ 。ここで  $T$  は時定数。



b) 等価雑音帯域幅  $B_N$ 

白色雑音に対する感度は、等価雑音帯域幅で表されます。雑音に対する感度（言い換えると出力雑音の実効値）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。

等価雑音帯域幅  $B_N$  は、時定数  $T$  と減衰傾度で決まる低域通過フィルタの等価雑音帯域幅の 2 倍であり、次式で求められます

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

出力（測定値）に含まれる雑音の実効値  $V_m$  は、入力の雑音密度  $V_n$  と等価雑音帯域幅  $B_N$  から次式で求められます。

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

c) -3dB 帯域幅  $B_{3\text{dB}}$ 

$$B_{3\text{dB}} = \sqrt[m]{2-1} / (\pi T)$$

ここで  $T$  は時定数、 $m=1, 2, 3, 4$  ( $6, 12, 18, 24 \text{ dB/oct}$  に対応)。

## d) ステップ応答時間

位相検波後の低域通過フィルタにステップ状の信号を与えたときの応答  $y(t)$  は、次式で表されます。

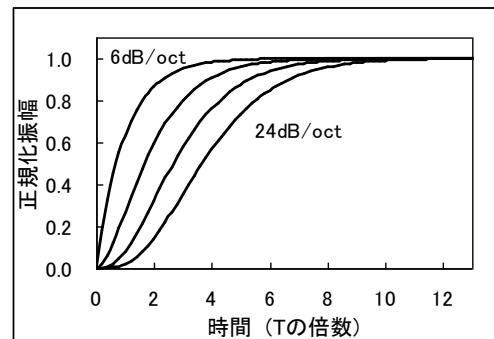
$$y(0) = 0, \quad y(t) = 1 - \left\{ \sum_{n=1}^m \frac{t^{n-1}}{T^{n-1}(n-1)!} \right\} e^{-\frac{t}{T}} \quad \text{ただし } t > 0.$$

ここで  $T$  は時定数、 $m=1, 2, 3, 4$  ( $6, 12, 18, 24 \text{ dB/oct}$  に対応)。

ステップ応答時間

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

ステップ応答波形



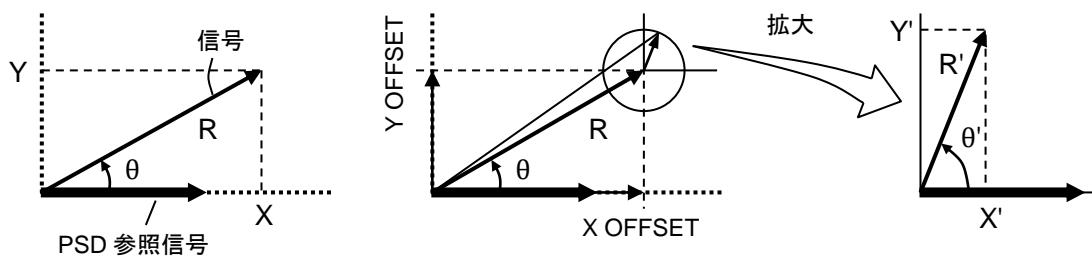
これはアナログフィルタの場合です。デジタル処理でフィルタを実現している本機では、時定数が小さいときの特性は、上記と多少異なります。

### 3) オフセット機能

感度（DC 利得）で増幅した信号に対して、X 軸方向および Y 軸方向各々にオフセットを設定ができます。

オフセット機能を用いると、測定値をゼロ付近に移動させ、小さな変化を拡大（EXPAND）して、観測することができます。

- X 軸オフセット : 設定範囲±120 % (フルスケールに対して)
- Y 軸オフセット : 設定範囲±120 % (フルスケールに対して)



### 4) 移動平均フィルタ

移動平均フィルタは、設定した平均時間（周期）を周波数とし、その周波数の整数倍に等しいフィルタが追加されます。

- 平均時間 : 設定範囲 1 μs ~ 100 s, 1-2-5 シーケンス,  
: AUTO (参照信号周波数の周期相当に自動設定),  
: OFF (0.4 μs)

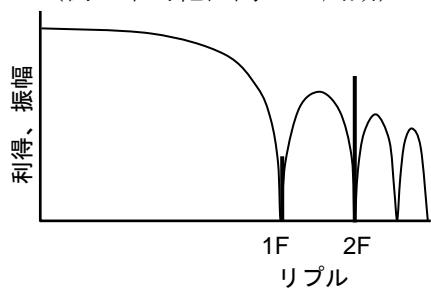
時定数フィルタで時定数を小さくすると、参照信号周波数の整数倍リップルが減衰し難くなります。この場合、雑音が小さくても時定数を大きくする必要があるため、低い周波数では出力応答が遅くなります。

この様なとき、移動平均フィルタを有効にすると、参照信号周波数の整数倍で生じるリップルを減衰させることができます。

移動平均フィルタは時定数フィルタの後段に接続されています。

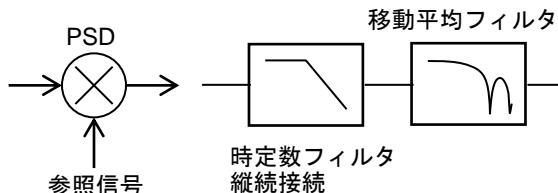
移動平均フィルタの周波数特性

(例：平均化区間 = 1 周期)



F : 信号周波数

フィルタの構成



## 5) EXPAND 機能

移動平均フィルタ後の信号を拡大する EXPAND 機能を設定できます。

X 値, Y 値, R 値共通して拡大されます。また, θ 値には影響しません。

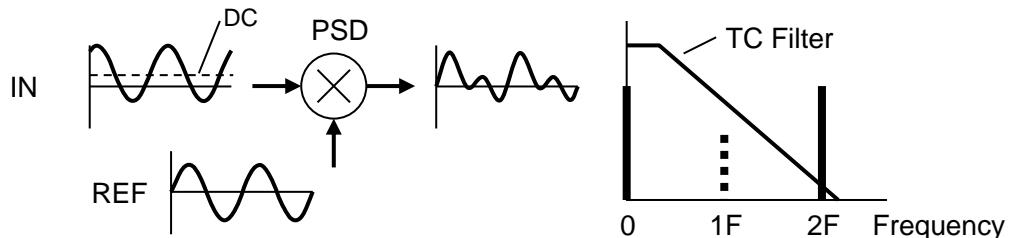
- EXPAND      : 設定範囲 1 ~ 1000 [倍]
- : 1-2-5 シーケンスでの設定を推奨

### 4.1.7 PSD 入力オフセット調整機能

LI5501 / LI5502 には, PSD 入力の DC オフセットをキャンセルする機能があります。

PSD の入力に DC 成分が含まれていると, 検波出力に参照信号周波数 F と等しい 1F リップルが発生します。1F リップルを取り除くには大きな時定数が必要となり, 出力応答が遅くなります。

高い周波数で高速応答が必要なときは, PSD 入力オフセット調整を行うことをお勧めします。  
低い周波数では移動平均フィルタとの併用が有効です。



調整方法は, 入力端子 (AIN など) を短絡 (short) 状態にしてください。

PSD 入力オフセット機能コマンドを実行すると, 自動的に調整を開始します。

約 10 秒で調整が完了しますので, 入力端子の短絡を解除してください。

自動調整を解除するコマンドを実行することで, 工場出荷時の状態に戻ります。

#### ■ 事前準備

PSD 入力オフセット機能を実行するときは, 以下の事前準備が必要です。

- 実際に使用する条件に固定する。  
ダイナミックリザーブなどの測定条件を変更したときは, 再度調整が必要です。
- 入力信号をゼロにする。
- 十分なヒートランを実施する。

調整後のドリフトを抑制できます。

また, 電源電圧や環境温度をできるだけ一定に保ってください。

## 4.2 初期設定

LI5501 / LI5502 は、次のときに初期設定状態になります。

- 工場出荷時  
当社より出荷されたときの状態。  
MODE スイッチを F (設定メモリ 15 番) に設定する。
- 初期化状態  
LAN インタフェース設定以外の全て初期化されます。  
方法として、リモート制御コマンドで「:SYSTem:RST」を送信する。
- リセット  
動作中のレジュームメモリを初期化します。  
方法として、リモート制御コマンドで「\*RST」を送信する。
- レジュームメモリの異常  
電源を入れたとき、最後の設定を記憶しているレジュームメモリに異常がある場合は、異常があった箇所が初期化されます。

設定項目と初期値との内容詳細を「表 4-1 設定項目と初期値」に示します。

表 4-1 設定項目と初期値 1/3

設定項目	パラメタの範囲	工場出荷時 初期値	:SYST:RST	*RST	メモリ 設定	メモリ レジューム
<b>&lt;参照信号&gt;</b>						
参照信号源	REF IN   INT OSC	REF IN	←	←	Y	Y
波形 (EDGE)	SIN+   TTL+   TTL-	SIN+	←	←	Y	Y
<b>&lt;内部発振器&gt;</b>						
周波数	9.5 mHz ~ 1.05000 MHz	1.00000 kHz	←	←	Y	Y
10MHz IN	OFF   ON	OFF	←	←	Y	Y
<b>&lt;分數調波&gt;</b>						
共通低調波	1~64	1	←	←	Y	Y
A IN高調波	1~63	1	←	←	Y	Y
B IN高調波	1~63	1	←	←	Y	Y
発振器倍倍	1~63	1	←	←	Y	Y
<b>&lt;位相調整&gt;</b>						
A IN移相量	-180.000° ~ +179.999°	0°	←	←	Y	Y
B IN移相量	-180.000° ~ +179.999°	0°	←	←	Y	Y
発振器位相	-180° ~ +179.999°	0°	←	←	Y	Y
<b>&lt;発振器出力&gt;</b>						
出力有効	OFF   ON	OFF	←	←	Y	Y
出力波形	SINE   TTL	SINE	←	←	Y	Y
出力振幅電圧	0.0 mVrms ~ 1.000 Vrms	0.000 Vrms	←	←	Y	Y
DCバイアス	0 mV ~ ±5.000 V	0 mV	←	←	Y	Y

表 4-1 設定項目と初期値 2/3

設定項目	パラメタの範囲	初期値	:SYST:RST *RST	リセット 設定	マージ レジ
<b>&lt;アナログ出力&gt;</b>					
DATA1	X <sub>A</sub>   Y <sub>A</sub>   R <sub>A</sub>   θ <sub>A</sub>   X <sub>B</sub>   Y <sub>B</sub>   R <sub>B</sub>   θ <sub>B</sub>   G   P	R <sub>A</sub>	←	←	Y Y
DATA2	X <sub>A</sub>   Y <sub>A</sub>   R <sub>A</sub>   θ <sub>A</sub>   X <sub>B</sub>   Y <sub>B</sub>   R <sub>B</sub>   θ <sub>B</sub>   G   P	θ <sub>A</sub>	←	←	Y Y
<b>&lt;ダイナミックリザーブ&gt;</b>					
A IN DR	LOW1   LOW2   MED   HIGH	MED	← ←	Y Y	
B IN DR	LOW1   LOW2   MED   HIGH	MED	← ←	Y Y	
<b>&lt;感度&gt;</b>					
A IN感度	10 nV ~ 1 V	1 V	← ←	Y Y	
B IN感度	10 nV ~ 1 V	1 V	← ←	Y Y	
<b>&lt;時定数フィルタ&gt;</b>					
A IN時定数	1 μs ~ 10 ks (1-2-5)	100 ms	← ←	Y Y	
B IN時定数	1 μs ~ 10 ks (1-2-5)	100 ms	← ←	Y Y	
A IN減衰傾度	6   12   18   24 dB/oct	24 dB/oct	← ←	Y Y	
B IN減衰傾度	6   12   18   24 dB/oct	24 dB/oct	← ←	Y Y	
<b>&lt;オフセット&gt;</b>					
A IN Xオフセット範囲	±120.000 %	0 %	← ←	Y Y	
A IN Yオフセット範囲	±120.000 %	0 %	← ←	Y Y	
B IN Xオフセット範囲	±120.000 %	0 %	← ←	Y Y	
B IN Yオフセット範囲	±120.000 %	0 %	← ←	Y Y	
<b>&lt;移動平均フィルタ&gt;</b>					
A IN 平均時間	1 μs ~ 100 s (1-2-5)   AUTO   OFF	OFF	← ←	Y Y	
B IN 平均時間	1 μs ~ 100 s (1-2-5)   AUTO   OFF	OFF	← ←	Y Y	
<b>&lt;EXPAND倍率&gt;</b>					
A IN EXPAND倍率	1 ~ 1000	1	← ←	Y Y	
B IN EXPAND倍率	1 ~ 1000	1	← ←	Y Y	
<b>&lt;PSD入力オフセット&gt;</b>					
調整量	工場出荷時   自動調整結果	工場出荷時	← ←	Y Y	
<b>&lt;通信&gt;</b>					
測定データパラメタ	STATUS   FREQ-H   FREQ-L   X <sub>A</sub>   Y <sub>A</sub>   R <sub>A</sub>   θ <sub>A</sub>   X <sub>B</sub>   Y <sub>B</sub>   R <sub>B</sub>   θ <sub>B</sub>   RATIO   PHASE から7wordまで	R <sub>A</sub> , θ <sub>A</sub>	← ←	Y Y	

表 4-1 設定項目と初期値 3/3

設定項目	パラメタの範囲	初期値	:SYST:RST	*RST	セーブ メモリ	アーカイブ
<測定データバッファ>						
サンプリング間隔	0.4 μs ~ 26.2 ms	0.8 μs	←	←	Y	Y
バッファサイズ	1 ~ 65536	65536	←	←	Y	Y
トリガソース	BUS   EXT	BUS	←	←	Y	Y
トリガ遅延	0 ~ 1.67 s	104 ms	←	←	Y	Y
<インターフェース>						
LAN IPアドレス	0.0.0.0 to 255.255.255.255	192.168.0.2	N	N	Y	Y
LAN サブネット・マスク	0.0.0.0 to 255.255.255.255	255.255.255.0	N	N	Y	Y
LAN デフォルト・ゲートウェイ	0.0.0.0 to 255.255.255.255	0.0.0.0	N	N	Y	Y
<FAN制御>						
FAN制御	ON   OFF   AUTO	AUTO	←	←	Y	Y
<設定メモリ>						
内 容	—	初期値	←	N	—	—

### ■ 備考

初期値 工場出荷時。

:SYST:RST リモート制御 :SYSTem:RST コマンド実行した初期化状態。

\*RST リモート制御 \*RST コマンド実行した時。

← 左と同じ（初期値）。

N 機能なし（影響なし）。

Y 機能あり（設定保存）。

— 意味のない項目。

以下はレジュームの対象外です。

- 測定データバッファに保存された測定データ。
- 最新測定データ。

B INの設定および測定パラメタ {X<sub>B</sub>, Y<sub>B</sub>, R<sub>B</sub>, θ<sub>B</sub>, RATIO, PHASE} に関しては、LI5502のみ適用。



(空白)

## 5. コマンド

5.1 使用前の準備 .....	5-2
5.1.1 外部制御インターフェースの選択 .....	5-2
5.1.2 USBの概要 .....	5-2
5.1.3 LANの概要 .....	5-3
5.1.4 通信についての注意事項 .....	5-4
5.2 コマンド一覧 および コマンド・ツリー .....	5-5
5.2.1 コマンド一覧 .....	5-5
5.2.2 コマンド・ツリー .....	5-8
5.3 コマンド解説 .....	5-10
5.3.1 コマンドの概要 .....	5-10
5.3.2 シーケンシャル・コマンド .....	5-19
5.3.3 コマンド詳細説明 .....	5-20
5.4 ステータス・システム .....	5-38
5.4.1 ステータス・システムの概要 .....	5-38
5.4.2 ステータス・バイト .....	5-39
5.4.3 スタンダード・イベント・ステータス .....	5-40
5.4.4 オペレーション・ステータス .....	5-42
5.4.5 クエスチョンナブル・ステータス .....	5-45
5.5 エラーメッセージ .....	5-48

## 5.1 使用前の準備

LI5501 / LI5502 は USB、または LAN でリモート制御ができます。

コントローラ（制御用コンピュータ）からプログラム・メッセージを送ることで、設定の変更、設定状態の確認および測定データを取得することができます。

### 5.1.1 外部制御インターフェースの選択

インターフェースは USB、または LAN のどちらかひとつを選んで使います。

各インターフェースのコネクタは、LI5501 / LI5502 の背面パネルにあります。

複数のインターフェースを同時に使うことはできません。

背面パネルにある SEL スイッチで USB ないし LAN を選択してください。

### 5.1.2 USB の概要

#### 5.1.2.1 コントローラの準備

USB インタフェースを使うときは、USB インタフェースが装備されているコントローラを用意してください。

コントローラに USBCDC (Universal Serial Bus Communication Device Class) ドライバをインストールしてください。

##### ■USBCDC ドライバ

Windows10 より前のバージョンでは、USBCDC ドライバを必要とします。

USBCDC ドライバは、当社ホームページ (<https://www.nfcorp.co.jp>) からダウンロードできます。

#### 5.1.2.2 接続 および 注意

- LI5501 / LI5502 は、市販の USB ケーブルを用いて、コンピュータ本体の USB コネクタと接続します。USB ハブを経由した接続では、正しく動作しないことがあります。

#### 5.1.2.3 LI5501 / LI5502 の接続確認

制御用コンピュータと LI5501 / LI5502 の接続し、機器固有の情報を取得できれば、通信制御は確立されています。

ベンダーIDは当社を示す番号です。

Vendor ID=0D4A (16進表記) です。

プロダクトIDは製品を示す番号です。

Product ID=0078 (16進表記) は、LI5501 です。

Product ID=0079 (16進表記) は、LI5502 です。

シリアル番号は機器に固有な 7 桁の製造番号です。

Serial Number=1234567 (例)

**■メッセージ・ターミネータ**

一組のコマンドや応答の最後には、その終端を示すターミネータが必要です。

LI5501 / LI5502 が送信する応答メッセージ・ターミネータは、LF に固定されています。

LI5501 / LI5502 が受信するプログラム・メッセージ・ターミネータも、LF に固定されています。

### 5.1.3 LAN の概要

#### 5.1.3.1 コントローラの準備

LAN インタフェースを使うときは、LAN インタフェースが装備されているコントローラ（制御用コンピュータ）を用意してください。LI5501 / LI5502 は TCP/IP プロトコルで通信できます。

#### 5.1.3.2 接続

LI5501 / LI5502 はストレートケーブルとクロスケーブルを判別いたしますので、どちらのケーブルも使用することが出来ます。

接続先が使用可能なケーブルを利用し、接続してください。

#### 5.1.3.3 LI5501 / LI5502 の設定

以下の各種設定は USB 接続時に行います。

**■IP アドレス**

IP (Internet Protocol) において、機器を特定するためのアドレス（論理アドレス）を設定します。192.168.0.0 から 192.168.255.255 の範囲は、小規模なローカルネットワーク（クラス C）内で自由に使えるプライベート IP アドレスです。

**■サブネット・マスク**

IP アドレスの内、上位のネットワークアドレスと下位のホストアドレスを分離するマスクを設定します。

**■デフォルト・ゲートウェイ**

外部のネットワークにアクセスするとき、暗黙のうちに使用するゲートウェイ（中継器）の IP アドレスを設定します。

**■ポート番号**

LI5501 / LI5502 が TCP プロトコルで通信するときのポート番号です。

ポート番号は 5025 (10 進) で、変更できません。

**■MAC アドレス**

機器固有のアドレス（物理アドレス）を表示します。変更はできません。

“00:14:CE:xx:yy:zz”

「00:14:CE:」は固定、「xx:yy:zz」はシリアル番号を 16 進数で表します。

例) シリアル番号が 1234567 のとき、

1234567 (10 進数) → 12D687 (16 進数)

“00:14:CE:12:D6:87”になります。

**■メッセージ・ターミネータ**

一組のコマンドや応答の最後には、その終端を示すターミネータが必要です。

LI5501 / LI5502 が送信する応答メッセージ・ターミネータ および LI5501 / LI5502 が受信するプログラム・メッセージ・ターミネータは、LF に固定されています。

#### 5.1.4 通信についての注意事項

**■入力バッファ**

- 送られたコマンドは、一度入力バッファに蓄えられ、順に解釈、実行されます。  
入力バッファは 1024 バイトです。このサイズを超えるプログラム・メッセージでも、順次すべて解釈、実行されます。
- 解釈、実行時に規定外のコマンドが発見されるとエラーになり、それ以降、プログラム・メッセージ・ターミネータに達するまでのコマンドは実行されません。

**■出力バッファ**

- 出力バッファの容量は 1024 バイトです。
- 最大容量を越えると、出力バッファがクリアされ、スタンダード・イベント・ステータス・レジスタのクエリ・エラー・ビットが 1 にセットされます。これ以降もコマンドの解釈、実行は通常どおり行われますが、プログラム・メッセージ・ターミネータに達するまでに生成される応答メッセージはすべて廃棄されます。

**■エラー待ち行列**

- 保持できるエラー・メッセージは最大 16 個です。
- これを超えると、16 番目のエラー・メッセージが"Queue overflow"に変わり、エラー・キューがオーバフローしたことを示します。これ以降のエラー・メッセージは廃棄されます。なお、15 番目までのエラー・メッセージは保持されます。

**■プログラム・メッセージ・ターミネータ**

コントローラからコマンドを送出するとき、プログラム・メッセージ・ターミネータとして LF (Line Feed, 0x0A hex), または CRLF (Carriage Return, 0x0D hex + Line Feed, 0x0A hex) を送出文字列の最後に付加してください。

## 5.2 コマンド一覧 および コマンド・ツリー

### 5.2.1 コマンド一覧

LI5501 / LI5502 の共通コマンド一覧を表 5-1 に、サブシステムコマンド一覧を表 5-2 に示します。

なおここでは、省略可能なキーワードは全て省略したショートフォーム形式で記載しています。各コマンドのロングフォームやパラメタの形式は、詳細欄に記載のページで確認してください。

補足:データの読み出しを行うコマンドはクエリと呼ばれ疑問符で終わります。この表では、設定と読み出しの両方が可能な機能については、クエリを省略しています。

また、表中の「R/W 項目」はクエリ(R)、設定(W)の有無を、「\*RST 項目」は\*RST コマンドにより初期化されることを表しています。

表 5-1 共通 コマンド一覧

コマンド	機能	R/W	*RST	詳細
*CLS	ステータス・レジスタとエラー・キュークリア	W	—	P5-20
*ESE	スタンダード・イベント・ステータス イネーブル・レジスタ	R/W	—	P5-20
*ESR?	スタンダード・イベント・ステータス レジスタの問合せ	R	—	P5-20
*IDN?	機器固有情報の問合せ	R	—	P5-20
*OPC	前の全コマンド終了を通知	R/W	—	P5-20
*RCL	設定メモリから読み出し実行	W	—	P5-21
*RST	設定初期化	W	—	P5-21
*SAV	設定メモリへ保存実行	W	—	P5-21
*SRE	サービス・リクエストイネーブル・レジスタ	R/W	—	P5-21
*STB?	ステータス・バイト・レジスタの問合せ	R	—	P5-21
*TST?	自己診断結果 問合せ	R	—	P5-21
*WAI	コマンド、クエリの実行待ち	W	—	P5-21

表 5-2 サブシステム コマンド一覧

コマンド	機能	R/W	*RST	詳細
<b>ABORT サブシステム</b>				
:ABORT	測定データの記録中断	W	—	P5-22
<b>CALCulate サブシステム</b>				
:CALC:FORM	DATA 1 端子出力パラメタ設定	R/W	○	P5-22
:CALC:MULT	EXPAND 設定 (A IN)	R/W	○	P5-22
:CALC:OFFS	X 出力に対するオフセット値 (A IN)	R/W	○	P5-22
<b>CALCulate2 サブシステム</b>				
:CALC2:FORM	DATA 2 端子出力パラメタ設定	R/W	○	P5-23
:CALC2:OFFS	Y 出力に対するオフセット値 (A IN)	R/W	○	P5-23
<b>CALCulate3 サブシステム</b>				
:CALC3:MULT	EXPAND 設定 (B IN)	R/W	○	P5-23
:CALC3:OFFS	X 出力に対するオフセット値 (B IN)	R/W	○	P5-23
<b>CALCulate4 サブシステム</b>				
:CALC4:OFFS	Y 出力に対するオフセット値 (B IN)	R/W	○	P5-24

## 5.2 コマンド一覧 および コマンド・ツリー

コマンド	機能	R/W	*RST	詳細
<b>DATA サブシステム</b>				
:DATA:COUN?	測定バッファに記録した点数の問い合わせ	R	○	P5-24
:DATA:DATA?	測定バッファの内容(計測値)の問い合わせ	R	○	P5-24
:DATA:DEL	測定バッファのクリア	W	○	P5-24
:DATA:FEED	測定バッファに記録するデータセットの設定	R/W	○	P5-25
:DATA:FEED:CONT	測定バッファに測定データを記録許可	R/W	○	P5-25
:DATA:POIN	測定バッファサイズの設定	R/W	○	P5-25
:DATA:PER	測定バッファの記録間隔の設定	R/W	○	P5-26
<b>FETCh サブシステム</b>				
:FETC?	最新測定データの問い合わせ	R	○	P5-26
<b>INITiate サブシステム</b>				
:INIT	トリガシステムの起動	W	○	P5-26
<b>INPut1 サブシステム</b>				
:INP:OFFS:AUTO:ONCE	PSD 入力オフセット自動調整 (A IN)	W	○	P5-26
:INP:OFFS:RST	PSD 入力オフセット調整無効 (A IN)	W	○	P5-26
<b>INPut2 サブシステム</b>				
:INP2:OFFS:AUTO:ONCE	PSD 入力オフセット自動調整 (B IN)	W	○	P5-26
:INP2:OFFS:RST	PSD 入力オフセット調整無効 (B IN)	W	○	P5-26
<b>INPut3 サブシステム</b>				
:INP3:TYPE	参照信号波形の設定	R/W	○	P5-27
<b>MEMory サブシステム</b>				
:MEM:STAT:DEL	指定したメモリの内容をクリアします。	W	—	P5-27
<b>OUTPut サブシステム</b>				
:OUTP	DATA 1 端子の出力状態の設定	R/W	○	P5-27
<b>OUTPut2 サブシステム</b>				
:OUTP2	DATA 2 端子の出力状態の設定	R/W	○	P5-27
<b>ROUTe サブシステム</b>				
:ROUT	参照信号源の選択	R/W	○	P5-28
<b>SENSe サブシステム</b>				
:DRES	ダイナミックリザーブの設定 (A IN)	R/W	○	P5-28
:DRES2	ダイナミックリザーブの設定 (B IN)	R/W	○	P5-28
:FREQ?	周波数の問い合わせ	R	—	P5-30
:FREQ:MULT	高調波の次数 n の設定 (A IN)	R/W	○	P5-30
:FREQ:SMUL	低調波の次数 m の設定 (A IN / B IN)	R/W	○	P5-30
:FREQ2:MULT	高調波の次数 n の設定 (B IN)	R/W	○	P5-30
:FILT:SLOP	時定数フィルタ減衰傾度の設定 (A IN)	R/W	○	P5-29
:FILT:TCON	時定数フィルタの時定数設定 (A IN)	R/W	○	P5-29
:FILT:MOV	移動平均フィルタの平均化時間設定 (A IN)	R/W	○	P5-28
:FILT2:SLOP	時定数フィルタ減衰傾度の設定 (B IN)	R/W	○	P5-29
:FILT2:TCON	時定数フィルタの時定数設定 (B IN)	R/W	○	P5-29
:FILT2:MOV	移動平均フィルタの平均化時間設定 (B IN)	R/W	○	P5-29
:PHAS	移相量の設定 (A IN)	R/W	○	P5-30
:PHAS:AUTO:ONCE	自動移相設定 (A IN)	W	○	P5-30
:PHAS2	移相量の設定 (B IN)	R/W	○	P5-31
:PHAS2:AUTO:ONCE	自動移相設定 (B IN)	W	○	P5-31
:ROSC:SOUR	基準周波数源の選択	R/W	○	P5-31
:VOLT:AC:RANG	電圧感度の設定 (A IN)	R/W	○	P5-31
:VOLT2:AC:RANG	電圧感度の設定 (B IN)	R/W	○	P5-32

## 5.2 コマンド一覧 および コマンド・ツリー

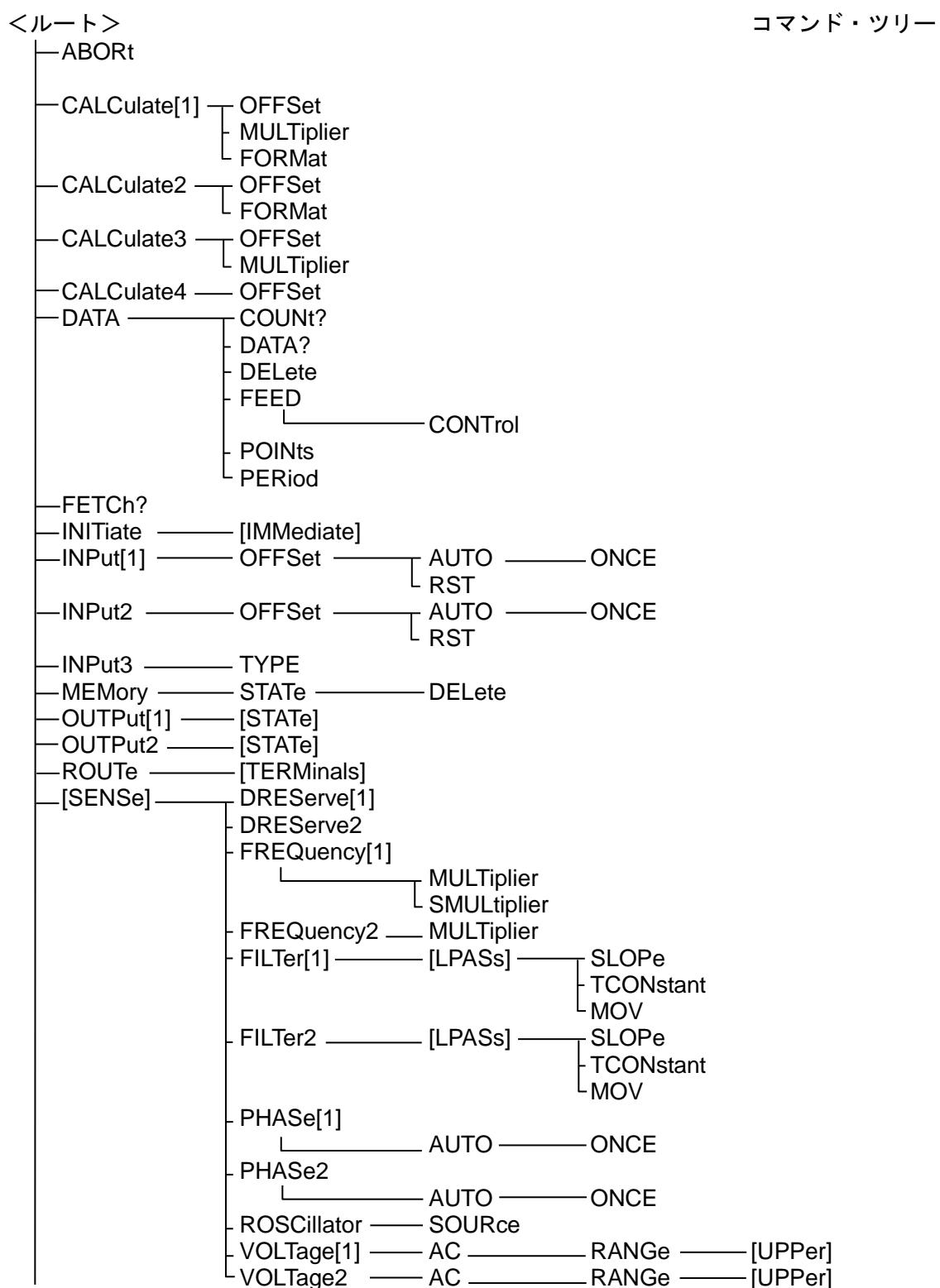
コマンド	機能	R/W	*RST	詳細
<b>SOURce サブシステム</b>				
:SOUR:FREQ	内部発振器の周波数設定	R/W	○	P5-32
:SOUR:FREQ:MULT	内部発振器の倍数 n の設定	R/W	○	P5-32
:SOUR:VOLT	内部発振器の出力電圧振幅設定	R/W	○	P5-33
:SOUR:VOLT:OFFS	内部発振器の DC バイアス設定	R/W	○	P5-33
:SOUR:OUTP	内部発振器の出力状態の設定	R/W	○	P5-32
:SOUR:PHAS:	内部発振器の位相量の設定	R/W	○	P5-33
:SOUR:PHAS:INIT	内部発振器の位相基準のリセット	W	—	P5-33
:SOUR:TYPE	内部発振器の波形選択	R/W	○	P5-33
<b>STATus サブシステム</b>				
:STAT:OPER?	イベントの問合せ	R	—	P5-34
:STAT:OPER:COND?	コンディションの問い合わせ	R	—	P5-34
:STAT:OPER:ENAB	イベントの許可	R/W	—	P5-34
:STAT:OPER:NTR	イベント・負トランジション・フィルタ	R/W	—	P5-34
:STAT:OPER:PTR	イベント・正トランジション・フィルタ	R/W	—	P5-34
:STAT:QUES?	異常イベントの問合せ	R	—	P5-35
:STAT:QUES:COND?	異常コンディションの問合せ	R	—	P5-35
:STAT:QUES:ENAB	異常イベントの許可	R/W	—	P5-35
:STAT:QUES:NTR	異常イベント・負トランジション・フィルタ	R/W	—	P5-35
:STAT:QUES:PTR	異常イベント・正トランジション・フィルタ	R/W	—	P5-35
<b>SYSTem サブシステム</b>				
:SYST:ERR?	エラー・メッセージの問合せ	R	—	P5-36
:SYST:FAN:CONT	FAN の制御	R/W	—	P5-36
:SYST:REM:LAN:IPAD	LAN 制御の IP アドレス設定	R/W	—	P5-36
:SYST:REM:LAN:MASK	LAN 制御のサブネットマスク設定	R/W	—	P5-36
:SYST:REM:LAN:GATE	LAN 制御のデフォルトゲートウェイ設定	R/W	—	P5-37
:SYST:RST	設定の初期化	W	—	P5-37
<b>TRIGger サブシステム</b>				
:TRIG:DEL	トリガ遅延時間の設定	R/W	—	P5-37
:TRIG	トリガの実行	W	—	P5-37
:TRIG:SOUR	トリガ源の設定	R/W	—	P5-37

・備考：B IN に関するコマンドは LI5502 のみ適用。

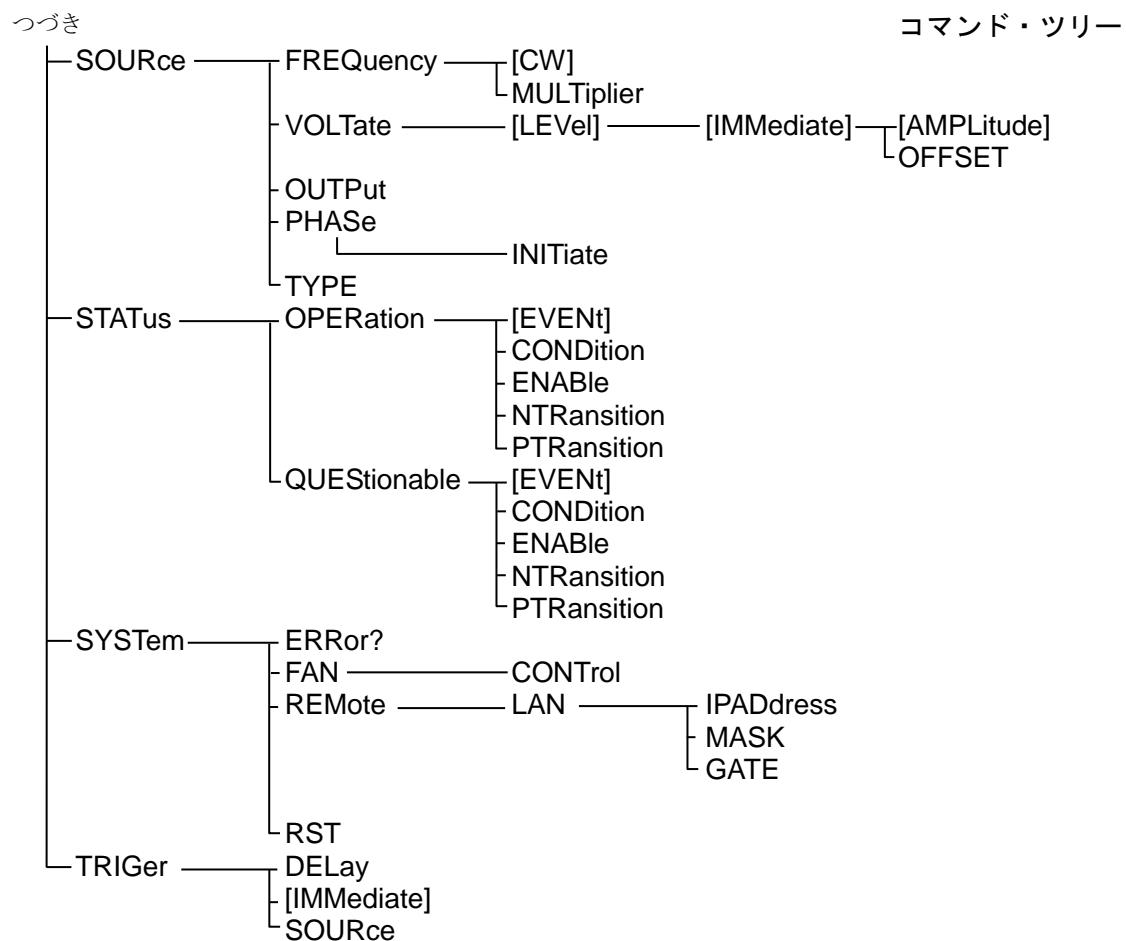
### 5.2.2 コマンド・ツリー

LI 5501 / LI 5502 のサブシステム・コマンド・ツリーを以下に示します。(LI5502 のコマンド含む)

ツリー中の角括弧 ( [ ] ) は、省略可能なキーワードを表しています。



つづく



## 5.3 コマンド解説

### 5.3.1 コマンドの概要

LI 5501 / LI 5502 のコマンドは、 IEEE488.2 で定義された共通コマンドと、 機器固有の機能に対応するサブシステム・コマンドに大別されます。

#### 5.3.1.1 表記方法

本書では説明の便宜上、 下記の表記を用います。

<> <> 内はパラメタまたは、 パラメタの形式を表します。

[ ] [ ] 内はオプションを示し、 省略することができます。

{abc | xyz}

“abc” または “xyz” のどちらかを使用することを意味します。

[abc | xyz]

“abc” または “xyz” のどちらかを使用することを意味しますが  
オプション であり、 省略が可能です。

大文字、 小文字

大文字および小文字で表されたキーワードはロングフォーム、 大文字はショートフォームを表しています。

### 5.3.1.2 SCPI コマンド

LI 5501 / LI 5502 のプログラム・メッセージは、共通コマンドとサブシステム・コマンドで構成されています。ここでは、それぞれのコマンドのフォーマット、サブシステムのコマンド・ツリーなどについて説明します。

#### ■共通コマンド

共通コマンドは、機器の総合的な機能の制御を行うためのコマンドです。

共通コマンドのシンタックスを図 5-1 に示します。

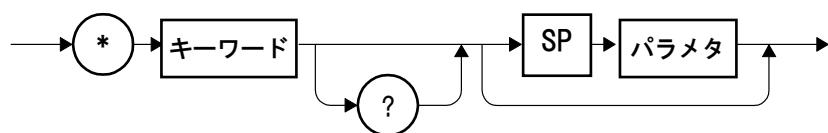


図 5-1 共通コマンドのシンタックス

図 5-1 中のキーワードは、アルファベット 3 文字で構成されています。ここで SP は空白 (ASCII コードで 32) となります。

#### ■サブシステム・コマンド

サブシステム・コマンドは、機器の特定の機能を実行するためのコマンドで、ルート・キーワード、1 つまたは複数の下位レベル・キーワード、パラメタおよびサフィックスで構成されています。

以下にコマンドとクエリ（問合せ）の例を示します。

```
:OUTPut:STATe ON
:OUTPut:STATe?
```

OUTPut は、第 2 レベルのキーワードを結合するルート・レベル・キーワードで、ON はパラメタとなります。

## ■サブシステム・コマンドのシンタックス

サブシステム・コマンドのシンタックスを図 5-2 に示します。

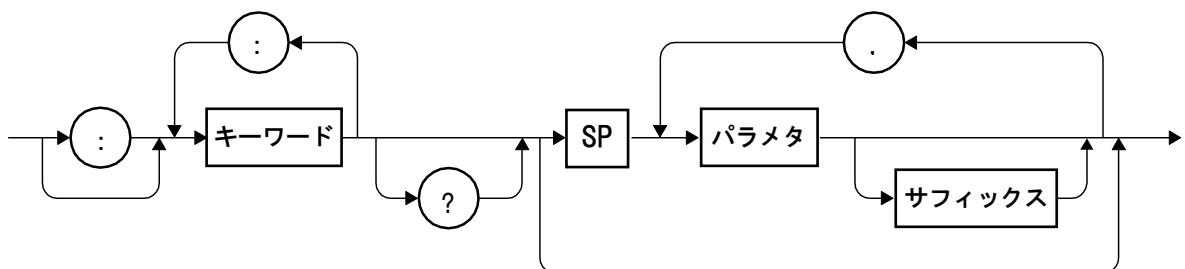


図 5-2 サブシステム・コマンドのシンタックス

## 【キーワード】

図 5-2 のキーワードは、アルファベットから始まり、大文字・小文字アルファベット、アンダースコア (\_) 及び数字からなる最大 12 個の文字列です。

「5.3.3 コマンド詳細説明」に示した大部分のキーワードは大文字・小文字が混在したもので、ここで、大文字はショートフォーム、大文字および小文字はロングフォームのキーワードをあらわしています。キーワードは説明の便宜上、大文字と小文字を使用していますが、実際のコマンドでは、大文字と小文字を区別しません。表 5-3 にキーワード「OUTPut」の場合の例を示します。

表 5-3 機器が受け入れるキーワード、受け入れないキーワード（「OUTPut」の場合）

キーワード	説明
OUTPUT	ロングフォームとして使用できます。
OUTP	ショートフォームとして使用できます。
OutpUt	大文字・小文字を区別されません。ロングフォームとして使用できます。
oUTP	大文字・小文字を区別されません。ショートフォームとして使用できます。
OUTPU	ロングフォーム、ショートフォームのいずれにも該当しないため、使用できません。
OU	ロングフォーム、ショートフォームのいずれにも該当しないため、使用できません。

**【キーワード・セパレータ】**

図 5-2 中のコロン (:) はキーワード・セパレータとして解釈されます。このキーワード・セパレータはコマンド・ツリーの上位レベルのキーワードと下位レベルのキーワードを区切る役割があります。

なお、サブシステム・コマンドの先頭にあるコロン (:) は、ルート・スペシファイアとして解釈されます。このルート・スペシファイアは、カレント・パスをルートに設定するものです。

**【キーワードの省略】**

「5.3.3 コマンド詳細説明」で示されたコマンドで、鉤括弧 ([ ]) で囲まれたキーワードは省略することができます。省略した場合、本器は、そのオプションのキーワードを受け取ったものとしてコマンドの解析を行います。

例えば、

:OUTPut[:STATe]

の場合、以下のどちらのコマンドも使用することができます。

:OUTPut:STATe  
:OUTPut

**【パラメタ】**

パラメタの型は以下の通りです。

**(1) 数値パラメタ (<NRf>, <NR1>, <NR2>, <NR3>)**

数値パラメタには整数形式を表す<NR1>、実数(浮動小数)形式を表す<NR2>、実数(指数)形式を表す<NR3>があります。<NRf>は<NR1>, <NR2>, <NR3>を含めた総称です。数値パラメタのシンタックスを以下に示します。

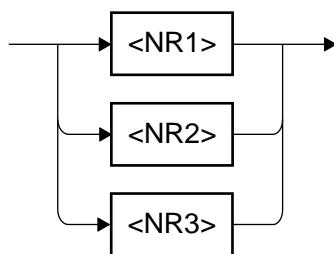


図 5-3 数値パラメタ (<NRf>) のシンタックス

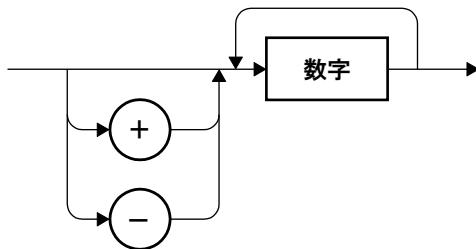


図 5-4 数値パラメタ (&lt;NR1&gt;) のシンタックス

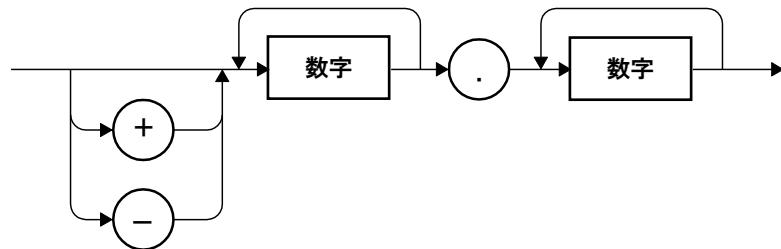


図 5-5 数値パラメタ (&lt;NR2&gt;) のシンタックス

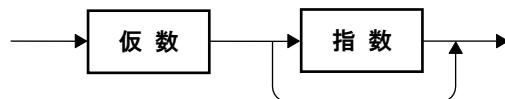


図 5-6 数値パラメタ (&lt;NR3&gt;) のシンタックス

ここで、図 5-6 の仮数と指数のシンタックスを以下に示します。

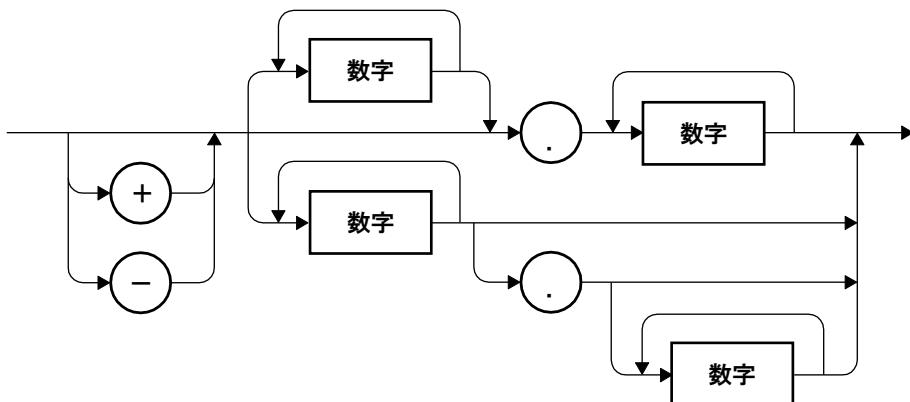


図 5-7 仮数のシンタックス

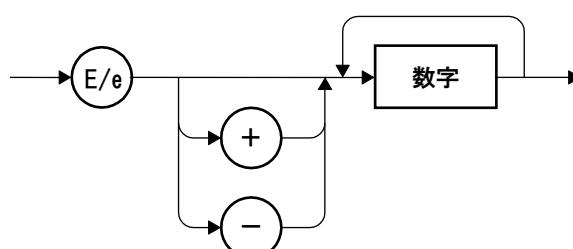


図 5-8 指数のシンタックス

## (2) ディスクリート・パラメタ (&lt;DISC&gt;)

ディスクリート・パラメタのシンタックスを以下に示します。

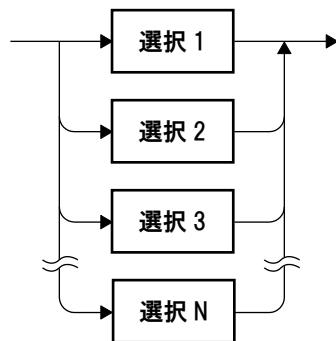


図 5-9 ディスクリート・パラメタ (<DISC>) のシンタックス

## (3) 真偽値パラメタ (&lt;BOL&gt;)

真偽値パラメタのシンタックスを以下に示します。

真偽値パラメタは、0 以外を真(ON), 0 を偽(OFF)として解釈します。

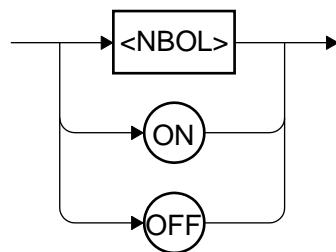


図 5-10 真偽値パラメタ (<BOL>) のシンタックス

## (4) 文字列パラメタ (&lt;STR&gt;)

文字列パラメタのシンタックスを以下に示します。

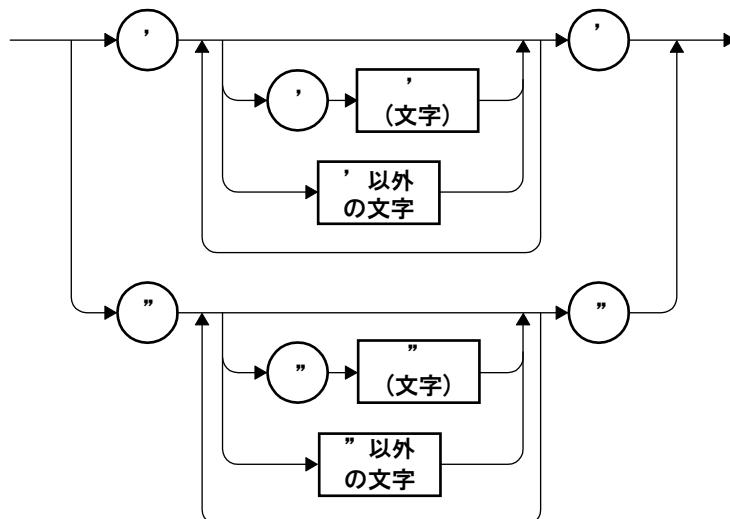


図 5-11 文字列パラメタ (<STR>) のシンタックス

**【パラメタ・セパレータ】**

パラメタ・セパレータは、2以上 のパラメタを持つコマンドに使用するもので、パラメタとパラメタの間の区切りとして使用します。

**【クエリ・パラメタ】**

クエリ・パラメタは、クエリの「?」の後ろに指定するものです。

**【サフィックス】**

一部のコマンドでは、SI接頭辞と単位を指定して値を設定することができます。

サフィックスのシンタックスを以下に示します。

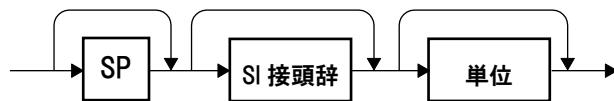


図 5-12 サフィックスのシンタックス

### ■プログラム・メッセージのシンタックス

2つ以上の共通コマンドとサブシステム・コマンドを組合せ、1つのプログラム・メッセージとしてコントローラから機器に送信することができます。プログラム・メッセージのシンタックスを以下に示します。

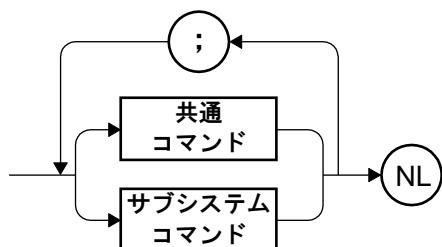


図 5-13 プログラム・メッセージのシンタックス

コマンドとコマンドはセミコロン (;) によって区切ります。

### ■応答メッセージのシンタックス

応答メッセージとは、クエリに対する機器側からの送信データです。

#### 【応答メッセージのシンタックス】

応答メッセージのシンタックスを図 5-14 に示します。

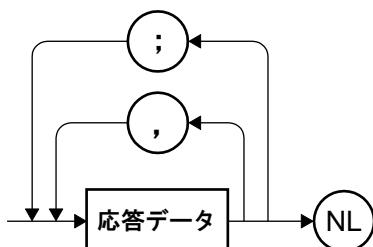


図 5-14 応答メッセージのシンタックス

応答メッセージでは、セパレータとしてコンマ (,) とセミコロン (;) を使用します。

1つのコマンドで複数の値を返す場合は、それぞれのデータをコンマ (,) で区切れます。一方、1つのプログラム・メッセージに複数のクエリがあった場合、それぞれのクエリに対応するデータはセミコロン (;) により区切られます。

#### 【応答メッセージのデータ】

応答メッセージのデータの型は以下の通りです。

##### (1) 数値応答データ (<NR1>, <NR2>, <NR3>)

数値応答データのシンタックスを以下に示します。

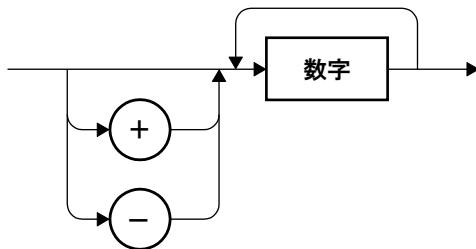


図 5-15 整数応答データ (&lt;NR1&gt;) のシンタックス

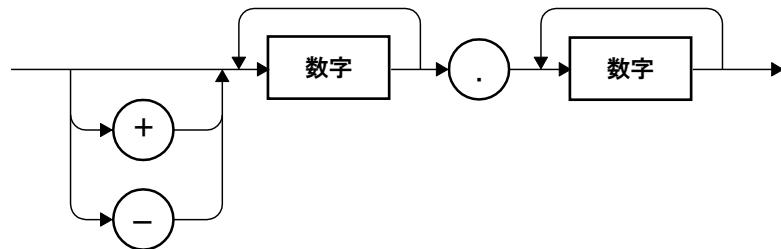


図 5-16 NR2 数値応答データ (&lt;NR2&gt;) のシンタックス

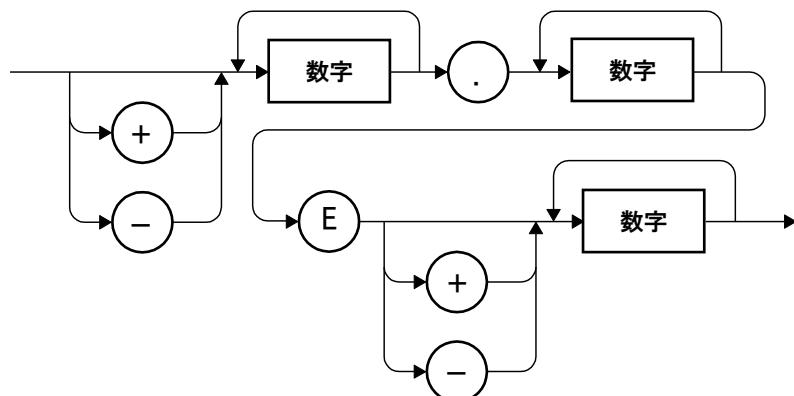


図 5-17 NR3 数値応答データ (&lt;NR3&gt;) のシンタックス

## (2) ディスクリート応答データ (&lt;DISC&gt;)

ディスクリート応答データのシンタックスを以下に示します。

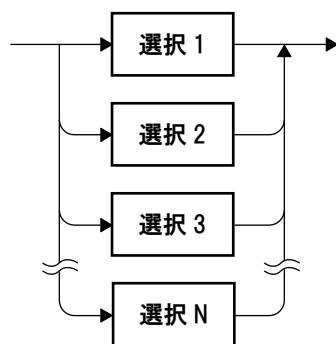


図 5-18 ディスクリート応答データ (&lt;DISC&gt;) のシンタックス

## (3) 数値真偽値応答データ (&lt;NBOL&gt;)

数値真偽値応答データのシンタックスを以下に示します。

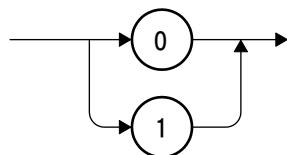


図 5-19 数値真偽値応答データ (<NBOL>) のシンタックス

## (4) 文字列応答データ (&lt;STR&gt;)

文字列応答データのシンタックスを以下に示します。

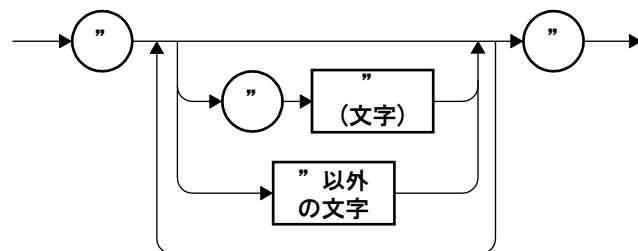


図 5-20 文字列応答データ (<STR>) のシンタックス

## (5) 確定長任意ブロック応答データ (&lt;DBLK&gt;)

確定長任意ブロック応答データのシンタックスを以下に示します。

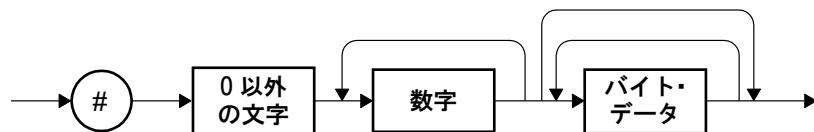


図 5-21 確定長任意ブロック応答データ (<DBLK>) のシンタックス

## 5.3.2 シーケンシャル・コマンド

LI5501 / LI5502 のコマンドはすべてシーケンシャル・コマンドです。そのコマンドの実行が終わってから、後続のコマンド実行します。オーバラップ・コマンドはありません。

### 5.3.3 コマンド詳細説明

各コマンドの詳細を説明します。

補足：表中の分解能にて「有効桁 4 桁 (<10 n (10<sup>-9</sup>) は 1 p (10<sup>-12</sup>))」といった表現がありますが、これは通常は有効桁 4 桁で、設定値が 10 n (10<sup>-9</sup>) 未満では 1 p (10<sup>-12</sup>) であることを表しています。

#### 5.3.3.1 \*CLS

説明	イベント・レジスタ及びエラー・キューのクリア
備考	クリア対象は以下 ステータス・バイト・レジスタ スタンダード・イベント・ステータス・レジスタ オペレーション・ステータス・イベント・レジスタ エラー・キュー

#### 5.3.3.2 \*ESE <value>

\*ESE?

説明	スタンダード・イベント・ステータス・イネーブル・レジスタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	スタンダード・イベント・ステータス・イネーブル・レジスタ
			範囲 : 0 ~ 255
			分解能 : 1
			初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

#### 5.3.3.3 \*ESR?

説明	スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの問合せ		
応答形式	<NR1>		
備考	スタンダード・イベント・ステータス・レジスタは、*ESR? クエリもしくは*CLS コマンドを受信した場合にクリアされる		

#### 5.3.3.4 \*IDN?

説明	機器固有情報 問合せ		
応答形式	<corporation>,<model>,<serial>,<ver>		
	<corporation>	<STR>	社名 (NF Corporation)
	<model>	<STR>	型名 (LI5501 / LI5502)
	<serial>	<STR>	シリアル番号
	<ver>	<STR>	バージョン
備考	応答は""を含まない状態で返す NF Corporation,LI5501 / LI5502,1234567,Ver1.00		

#### 5.3.3.5 \*OPC

\*OPC?

説明	*OPC : 前の全コマンド終了時の OPC ビットへの 1 の設定 *OPC? : 前の全コマンド終了時の出力バッファへの 1 の設定
応答形式	<NR1>
備考	—

## 5.3.3.6 \*RCL &lt;value&gt;

説明	設定メモリ(内部メモリ)から読み出し実行		
パラメタ	<value>	<NRf>	設定メモリ No 範囲 : 0 ~ 15 分解能 : 1
備考	No.0 はレジュームのため、変更されない。No.15 は工場出荷時の設定		

## 5.3.3.7 \*RST

説明	設定初期化		
備考	初期化される内容は☞ 「表 4-1 設定項目と初期値」参照		

## 5.3.3.8 \*SAV &lt;value&gt;

説明	設定メモリ(内部メモリ)へ保存実行		
パラメタ	<value>	<NRf>	設定メモリ No 範囲 : 1 ~ 14 分解能 : 1
備考	保存される内容は☞ 「表 4-1 設定項目と初期値」参照		

## 5.3.3.9 \*SRE &lt;value&gt;

\*SRE?

説明	サービス・リクエスト・イネーブル・レジスタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	サービス・リクエスト・イネーブル・レジスタ 範囲 : 0 ~ 255 分解能 : 1 初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.10 \*STB?

説明	ステータス・バイト・レジスタ問合せ		
応答形式	<NR1>		
備考	ステータスバイトについては☞ 「5.4.2 ステータス・バイト」を参照		

## 5.3.3.11 \*TST?

説明	自己診断の実行、結果問合せ		
応答形式	<NR1>		
備考	・ SCPI 共通コマンド、常に 0 を返す		

## 5.3.3.12 \*WAI

説明	オーバラップ・コマンドの実行終了待機		
備考	LI5501 / LI5502 に対象となるオーバラップ・コマンドはない		

## 5.3.3.13 :ABORt

説明	測定データバッファへの記録を中断して、トリガ・システムをアイドル状態に移行します。	
備考		

## 5.3.3.14 :CALCulate1:FORMat &lt;value&gt;

:CALCulate1:FORMat?

説明	DATA1に出力する測定パラメタの設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	測定パラメタ REAL : X <sub>A</sub> (= R <sub>A</sub> cos θ <sub>A</sub> ) MLINear : R <sub>A</sub> (= $\sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ ) IMAGinary : Y <sub>A</sub> (= R <sub>A</sub> sin θ <sub>A</sub> ) PHASe : θ <sub>A</sub> REAL2 : X <sub>B</sub> (= R <sub>B</sub> cos θ <sub>B</sub> ) MLINear2 : R <sub>B</sub> (= $\sqrt{X_B^2 + Y_B^2}$ ) IMAGinary2 : Y <sub>B</sub> (= R <sub>B</sub> sin θ <sub>B</sub> ) PHASe2 : θ <sub>B</sub> MLINear3 : R <sub>A</sub> / R <sub>B</sub> (A IN と B IN の振幅比) PHASe3 : θ <sub>A</sub> - θ <sub>B</sub> (A IN と B IN の位相差)
応答形式	<DISC>		
備考	設定例) X <sub>A</sub> を設定するには、:CALCulate1:FORMat REAL とする。		

## 5.3.3.15 :CALCulate1:MULTiplier &lt;value&gt;

:CALCulate1:MULTiplier?

説明	A IN 側の EXPAND 倍率の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	倍率 [倍] 範囲 : 1 ~ 1000 分解能 : 1
応答形式	<NR1>		
備考	EXPAND 倍率は、X, Y, R パラメタのみ有効です。その他パラメタには無効です。 1-2-5 シーケンスでの設定を推奨します。		

## 5.3.3.16 :CALCulate1:OFFSet &lt;value&gt;

:CALCulate1:OFFSet?

説明	A IN 側の X 出力に対するオフセット値の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	オフセット [%] 範囲 : -120.00 ~ +120.00 分解能 : 0.01
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.17 :CALCulate2:FORMAT &lt;value&gt;

:CALCulate2:FORMAT?

説明	DATA2 に出力する測定パラメタの設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	測定パラメタ REAL : X <sub>A</sub> (= R <sub>A</sub> cos θ <sub>A</sub> ) MLINear : R <sub>A</sub> (= $\sqrt{X_A^2 + Y_A^2}$ ) IMAGinary : Y <sub>A</sub> (= R <sub>A</sub> sin θ <sub>A</sub> ) PHASe : θ <sub>A</sub> REAL2 : X <sub>B</sub> (= R <sub>B</sub> cos θ <sub>B</sub> ) MLINear2 : R <sub>B</sub> (= $\sqrt{X_B^2 + Y_B^2}$ ) IMAGinary2 : Y <sub>B</sub> (= R <sub>B</sub> sin θ <sub>B</sub> ) PHASe2 : θ <sub>B</sub> MLINear3 : R <sub>A</sub> / R <sub>B</sub> (A IN と B IN の振幅比) PHASe3 : θ <sub>A</sub> - θ <sub>B</sub> (A IN と B IN の位相差)
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.3.3.18 :CALCulate2:OFFSet &lt;value&gt;

:CALCulate2:OFFSet?

説明	A IN 側の Y 出力に対するオフセット値の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	オフセット [%] 範囲 : -120.00 ~ +120.00 分解能 : 0.01
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.19 :CALCulate3:MULTiplier &lt;value&gt;

:CALCulate3:MULTiplier?

説明	B IN 側の EXPAND 倍率の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	倍率 [倍] 範囲 : 1 ~ 1000 分解能 : 1
応答形式	<NR1>		
備考	EXPAND 倍率は、X, Y, R パラメタのみ有効です。その他パラメタには無効です。 1-2-5 シーケンスでの設定を推奨します。		

## 5.3.3.20 :CALCulate3:OFFSet &lt;value&gt;

:CALCulate3:OFFSet?

説明	B IN 側の X 出力に対するオフセット値の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	オフセット [%] 範囲 : -120.00 ~ +120.00 分解能 : 0.01
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.21 :CALCulate4:OFFSet &lt;value&gt;

:CALCulate4:OFFSet?

説明	B IN 側の Y 出力に対するオフセット値の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	オフセット [%] 範囲 : -120.00 ~ +120.00 分解能 : 0.01
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.22 :DATA:COUNT?

説明	測定データバッファに記録したデータサンプリング点数を問い合わせます。		
応答形式	<NR1>		
備考			

## 5.3.3.23 :DATA:DATA? &lt;value&gt;

説明	測定データバッファの内容（測定値）を問い合わせます。		
パラメタ	<value>	<NR1>	サイズ [点] 範囲 : 1 ~ 65536
応答形式	<NR1>		
備考			

## 5.3.3.24 :DATA:DELetE

説明	測定データバッファをクリア（消去）します。		
備考			

## 5.3.3.25 :DATA:FEED &lt;value&gt;

:DATA:FEED?

説明	測定データバッファに記録する測定データパラメタ (word) の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	測定データパラメタ 重み: 1 : STATUS (ステータス) を表示します。 2 : FREQ·H (参照信号周波数値上位) を表示します。 4 : FREQ·L (参照信号周波数値下位) を表示します。 8 : X <sub>A</sub> (A IN 側の X 値) を表示します。 16 : Y <sub>A</sub> (A IN 側の Y 値) を表示します。 32 : R <sub>A</sub> (A IN 側の R 値) を表示します。 64 : θ <sub>A</sub> (A IN 側の θ 値) を表示します。 128 : X <sub>B</sub> (B IN 側の X 値) を表示します。 256 : Y <sub>B</sub> (B IN 側の Y 値) を表示します。 512 : R <sub>B</sub> (B IN 側の R 値) を表示します。 1024 : θ <sub>B</sub> (B IN 側の θ 値) を表示します。 2048 : RATIO (R <sub>A</sub> / R <sub>B</sub> の振幅比) を表示します。 4096 : PHASE (R <sub>A</sub> - R <sub>B</sub> の位相差) を表示します。
応答形式	<NR1>		
備考	設定例) R <sub>A</sub> と θ <sub>A</sub> を設定するには、32+64=96 から、:DATA:FEED 96 とする。 ステータスについては、6.1.1 「測定データパラメタ設定」による。		

## 5.3.3.26 :DATA:FEED:CONTrol &lt;value&gt;

:DATA:FEED:CONTrol?

説明	測定データバッファに記録するかしないかの設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	記録の有無 ALWays : 測定データを記録することを示します。 NEVer : 測定データを記録しないことを示します。
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.3.3.27 :DATA:POINts &lt;value&gt;

:DATA:POINts?

説明	測定データバッファのサイズを設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	サイズ [点] 範囲 : 1 ~ 65536   INFinity
応答形式	<NR1>   <DISC>		
備考	INFinity は、測定バッファが満杯になるまで連続動作します。		

## 5.3.3.28 :DATA:PERiod &lt;value&gt;

:DATA:PERiod?

説明	測定データバッファへの記録間隔を設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	時間 [秒] 範囲 : 0.4 μs ~ 26.2 ms 分解能 : 0.4 μs サフィックス U (10 <sup>-6</sup> ) と M (10 <sup>-3</sup> ) と単位 S 使えます。
応答形式	<NR2>		
備考	1つの測定データパラメタ当たり 0.4 μs を要します。		

## 5.3.3.29 :FETCh?

説明	最新の測定データを問い合わせます。
応答形式	<NR1>
備考	「:DATA:FEED コマンド」で設定した測定データを問い合わせます。

## 5.3.3.30 :INITiate[:IMMediate]

説明	測定データバッファへの記録が有効で、トリガ・システムがアイドル状態のとき、トリガ待ち状態に移行します。
備考	測定データバッファへの記録中、バッファが満杯になるとアイドル状態に移行します。 測定データが満杯の間は、トリガ待ち状態には移行できません。 必要に応じてバッファをクリアする必要があります。

## 5.3.3.31 :INPut[1]:OFFSet:AUTO:ONCE

説明	A IN 側の PSD 入力オフセットを 1 度だけ自動調整します。
備考	—

## 5.3.3.32 :INPut[1]:OFFSet:RST

説明	A IN 側の PSD 入力オフセット調整を無効にして、工場出荷時の値に戻します。
備考	—

## 5.3.3.33 :INPut2:OFFSet:AUTO:ONCE

説明	B IN 側の PSD 入力オフセットを 1 度だけ自動調整します。
備考	—

## 5.3.3.34 :INPut2:OFFSet:RST

説明	B IN 側の PSD 入力オフセット調整を無効にして、工場出荷時の値に戻します。
備考	—

## 5.3.3.35 :INPut3:TYPE &lt;value&gt;

:INPut3:TYPE?

説明	参照信号波形の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	エッジタイプ SINusoid : 正弦波（位相基準：上昇スロープがゼロ値と交わる点） TPOS : TTL レベル上昇エッジ TNEG : TTL レベル下降エッジ
応答形式	<DISC>		
備考	—		

## 5.3.3.36 :MEMory:STATe:DELete &lt;value&gt;

説明	指定した設定メモリの内容をクリアします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	メモリ番号 範囲：1 ~ 14
応答形式	<NR1>		
備考	—		

## 5.3.3.37 :OUTPut[1]:STATe] &lt;value&gt;

:OUTPut[1]:STATe?

説明	DATA1 端子出力状態の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<BOL>	出力状態 ON   1 : DATA1 端子の出力を有効にします。 OFF   0 : DATA1 端子の出力を無効にします。
応答形式	<NBOL>		
備考	—		

## 5.3.3.38 :OUTPut2[:STATe] &lt;value&gt;

:OUTPut2[:STATe]?

説明	DATA2 端子出力状態の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<BOL>	出力状態 ON   1 : DATA2 端子の出力を有効にします。 OFF   0 : DATA2 端子の出力を無効にします。
応答形式	<NBOL>		
備考	—		

## 5.3.3.39 :ROUTE[:TERMinals] &lt;value&gt;

:ROUTE[:TERMinals]?

説明	参照信号源の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	参照信号源 RINPut : REF IN 端子からの信号同期 IOSC : 内部発振器との同期
応答形式	<DISC>		
備考	—		

## 5.3.3.40 [:SENSe]:DREServe[1] &lt;value&gt;

[:SENSe]:DREServe[1]?

説明	A IN 側のダイナミックリザーブの設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	ダイナミックリザーブ HIGH : 大きなダイナミックリザーブ (雑音が大きいとき) Medium : 中程度のダイナミックリザーブ Low2 : 小さなダイナミックリザーブ Low1 : さらに小さいダイナミックリザーブ (雑音が小さいとき)
応答形式	<DISC>		
備考	—		

## 5.3.3.41 [:SENSe]:DREServe2 &lt;value&gt;

[:SENSe]:DREServe2?

説明	B IN 側のダイナミックリザーブの設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	ダイナミックリザーブ HIGH : 大きなダイナミックリザーブ (雑音が大きいとき) Medium : 中程度のダイナミックリザーブ Low2 : 小さなダイナミックリザーブ Low1 : さらに小さいダイナミックリザーブ (雑音が小さいとき)
応答形式	<DISC>		
備考	—		

## 5.3.3.42 [:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:MOV &lt;value&gt;

[:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:MOV?

説明	A IN 側の移動平均フィルタ平均時間を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRF>	平均時間[s]
		<DISC>	範囲 : OFF   AUTO   1E-6 ~ 100, 1-2-5 シーケンス サフィックス U(10 <sup>-6</sup> )と M(10 <sup>-3</sup> ), 単位 S が使えます。
応答形式	<DISC>		
備考	任意の数値を与えると、近い値に丸められます。		

## 5.3.3.43 [:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:SLOPe &lt;value&gt;

[:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:SLOPe?

説明	A IN 側のフィルタ減衰傾度を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	減衰傾度[dB/oct] 範囲 : 6   12   18   24
応答形式	<NR1>		
備考			

## 5.3.3.44 [:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:TCONstant &lt;value&gt;

[:SENSe]:FILTer[1][:LPASs]:TCONstant?

説明	A IN 側のフィルタ時定数の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	時定数[s] 範囲 : 1E-6 ~ 10E+3, 1-2-5 シーケンス
応答形式	<NR3>		
備考			

## 5.3.3.45 [:SENSe]:FILTer2[:LPASs]:MOV &lt;value&gt;

[:SENSe]:Filter2[:LPASs]:MOV?

説明	B IN 側の移動平均フィルタ平均時間を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	平均時間[s] 範囲 : OFF   AUTO   1E-6 ~ 100, 1-2-5 シーケンス サフィックス U(10 <sup>-6</sup> )と M(10 <sup>-3</sup> ), 単位 S が使えます。
応答形式	<DISC>		
備考	任意の数値を与えると、近い値に丸められます。		

## 5.3.3.46 [:SENSe]:FILTer2[:LPASs]:SLOPe &lt;value&gt;

[:SENSe]:FILTer2[:LPASs]:SLOPe?

説明	B IN 側のフィルタ減衰傾度を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	減衰傾度[dB/oct] 範囲 : 6   12   18   24
応答形式	<NR1>		
備考			

## 5.3.3.47 [:SENSe]:FILTer2[:LPASs]:TCONstant &lt;value&gt;

[:SENSe]:FILTer2[:LPASs]:TCONstant?

説明	B IN 側のフィルタ時定数の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	時定数[s] 範囲 : 1E-6 ~ 10E+3, 1-2-5 シーケンス
応答形式	<NR3>		
備考			

## 5.3.3.48 [:SENSe]:FREQuency[1]?

説明	周波数を問い合わせます		
応答形式	<NR2> 数値, 範囲 9.5E-3 ~ 1.05E+6, 分解能 7桁, 単位 Hz		
備考	—		

## 5.3.3.49 [:SENSe]:FREQuency[1]:MULTiplier &lt;value&gt;

[:SENSe]:FREQuency[1]:MULTiplier?

説明	A IN 側の高調波を測定するときの次数 n を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	高調波 n 範囲 : 1 ~ 63
応答形式	<NR1>		
備考	—		

## 5.3.3.50 [:SENSe]:FREQuency[1]:SMULtiplier &lt;value&gt;

[:SENSe]:FREQuency[1]:SMULtiplier?

説明	A IN および B IN 共通の低調波を測定するときの次数 m を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	低調波 m 範囲 : 1 ~ 64
応答形式	<NR1>		
備考	—		

## 5.3.3.51 [:SENSe]:FREQuency2:MULTiplier &lt;value&gt;

[:SENSe]:FREQuency2:MULTiplier?

説明	B IN 側の高調波を測定するときの次数 n を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	高調波 n 範囲 : 1 ~ 63
応答形式	<NR1>		
備考	—		

## 5.3.3.52 [:SENSe]:PHASe[1] &lt;value&gt;

[:SENSe]:PHASe[1]?

説明	A IN 側の移相量の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	移相量[ ° ] 範囲 : -180.000 ~ +179.999, 分解能 0.001
応答形式	<NR2>		
備考	—		

## 5.3.3.53 [:SENSe]:PHASe[1]:AUTO:ONCE

説明	A IN 側の位相 $\theta$ がゼロになるように移相量を自動的に調整します。		
備考	$\theta = 0$ に調整すると, X で信号の大きさがわかります。Y はゼロになるので, Y で位相の変化がわかります。		

## 5.3.3.54 [:SENSe]:PHASe2 &lt;value&gt;

[:SENSe]:PHASe2?

説明	B IN 側の移相量の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	移相量[°] 範囲 : -180.000 ~ +179.999, 分解能 0.001
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.55 [:SENSe]:PHASe2:AUTO:ONCE

説明	B IN 側の位相 $\theta$ がゼロになるように移相量を自動的に調整します。		
備考	$\theta = 0$ に調整すると, X で信号の大きさがわかります。Y はゼロになるので, Y で位相の変化がわかります。		

## 5.3.3.56 [:SENSe]:ROSCillator:SOURce &lt;value&gt;

[:SENSe]:ROSCillator:SOURce?

説明	周波数合成用の基準周波数源の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	基準周波数源 INTERNAL : 内部 EXTERNAL : 外部 (10MHz IN 端子)
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.3.3.57 [:SENSe]:VOLTage[1]:AC:RANGe[:UPPer] &lt;value&gt;

[:SENSe]:VOLTage[1]:AC:RANGe[:UPPer]?

説明	A IN 側の電圧感度の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	電圧感度[V] DR 設定が HIGH の時 範囲 : 5E-6 ~ 1, 1-2-5 シーケンス DR 設定が MED の時 範囲 : 1E-6 ~ 1, 1-2-5 シーケンス DR 設定が LOW2 の時 範囲 : 100E-9 ~ 100E-3, 1-2-5 シーケンス DR 設定が LOW1 の時 範囲 : 10E-9 ~ 10E-3, 1-2-5 シーケンス サフィックス N(10 <sup>-9</sup> )と U(10 <sup>-6</sup> )と M(10 <sup>-3</sup> ), 単位 V, MAX, MIN が使えます。
応答形式	<NR2>		
備考	DR 設定の変更により感度設定が範囲外になる場合は, 範囲内の近い値に自動設定されます。		

## 5.3.3.58 [:SENSe]:VOLTage2:AC:RANGe[:UPPer] &lt;value&gt;

[:SENSe]:VOLTage2:AC:RANGe[:UPPer]?

説明	B IN 側の電圧感度の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	電圧感度[V] DR 設定が HIGH の時 範囲 : 5E-6 ~ 1, 1-2-5 シーケンス DR 設定が MED の時 範囲 : 1E-6 ~ 1, 1-2-5 シーケンス DR 設定が LOW2 の時 範囲 : 100E-9 ~ 100E-3, 1-2-5 シーケンス DR 設定が LOW1 の時 範囲 : 10E-9 ~ 10E-3, 1-2-5 シーケンス サフィックス N( $10^{-9}$ )と U( $10^6$ )と M( $10^3$ ), 単位 V, MAX, MIN が使えます。
応答形式	<NR2>		
備考	DR 設定の変更により感度設定が範囲外になる場合は、範囲内の近い値に自動設定されます。		

## 5.3.3.59 :SOURce:FREQuency[:CW] &lt;value&gt;

:SOURce:FREQuency[:CW]?

説明	内部発振器の周波数の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	周波数[Hz] 範囲 : 9.5E-3 ~ 1.05E+6, 分解能 6 桁 サフィックス M( $10^3$ )と K( $10^3$ )と MA( $10^6$ ), 単位 HZ, MAX, MIN が使えます。
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.60 :SOURce:FREQuency:MULTiplier &lt;value&gt;

:SOURce:FREQuency:MULTiplier?

説明	発振器出力を内部発振器の次数 n に設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NR1>	高調波 n 範囲 : 1 ~ 63
応答形式	<NR1>		
備考			

## 5.3.3.61 :SOURce:OUTPut &lt;value&gt;

:SOURce:OUTPut?

説明	OSCOUT 端子の出力状態の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<BOL>	出力 ON   OFF
応答形式	<NBOL>		
備考	交流波形が対象です。DC バイアスには影響しません。		

## 5.3.3.62 :SOURce:PHASe &lt;value&gt;

:SOURce:PHASe?

説明	内部発振器の位相量の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	位相量[°] 範囲 : -180.000 ~ +179.999, 分解能 0.001
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.63 :SOURce:PHASe:INITiate &lt;value&gt;

説明	内部発振器の位相同期を実行します。		
備考			

## 5.3.3.64 :SOURce:TYPE &lt;value&gt;

:SOURce:TYPE?

説明	内部発振器の波形を設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	内部発振器波形 SINusoid : 正弦波 TTL : TTL レベルの方形波
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.3.3.65 :SOURce:VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude] &lt;value&gt;

:SOURce:VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]?

説明	内部発振器の出力電圧振幅 (AC) の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	振幅[Vrms] 範囲 : 0.000 ~ 1.000, 分解能 1 mVrms
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.66 :SOURce:VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE]:OFFSet &lt;value&gt;

:SOURce:VOLTage[:LEVel][:IMMEDIATE]:OFFSet?

説明	内部発振器の出力オフセット電圧 (DC) の設定/問い合わせします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	電圧[VDC] 範囲 : -5.000 ~ +5.000, 分解能 5 mV
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.67 :STATus:OPERation:CONDition?

説明	オペレーション・ステータス・コンディション・レジスタの問合せ	
応答形式	<NR1>	
備考	—	

## 5.3.3.68 :STATus:OPERation:ENABLE &lt;value&gt;

:STATus:OPERation:ENABLE?

説明	オペレーション・ステータス・イベント・イネーブル・レジスタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	オペレーション・ステータス・イベント・イネーブル・レジスタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.69 :STATus:OPERation[:EVENT]?

説明	オペレーション・ステータス・イベント・レジスタの問合せ		
応答形式	<NR1>		
備考	オペレーション・ステータス・イベント・レジスタは、イベント・レジスタの問合せもしくは*CLS コマンドを受信した場合にクリアされる		

## 5.3.3.70 :STATus:OPERation:NTRansition &lt;value&gt;

:STATus:OPERation:NTRansition?

説明	負のオペレーション・ステータス・トランジション・フィルタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	負のオペレーション・ステータス・トランジション・フィルタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.71 :STATus:OPERation:PTRansition &lt;value&gt;

:STATus:OPERation:PTRansition?

説明	正のオペレーション・ステータス・トランジション・フィルタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	正のオペレーション・ステータス・トランジション・フィルタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 5296 (LI5501) : 5552 (LI5502)
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.72 :STATus:QUEStionable:CONDition?

説明	クエスチオナブル・コンディション・レジスタの問合せ	
応答形式	<NR1>	
備考	—	

## 5.3.3.73 :STATus:QUEStionable:ENABLE &lt;value&gt;

:STATus:QUEStionable:ENABLE?

説明	クエスチオナブル・イベント・イネーブル・レジスタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	クエスチオナブル・イベント・イネーブル・レジスタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.74 :STATus:QUEStionable[:EVENT]?

説明	クエスチオナブル・イベント・レジスタの問合せ	
応答形式	<NR1>	
備考	クエスチオナブル・イベント・レジスタは、イベント・レジスタの問合せもしくは*CLS コマンドを受信した場合にクリアされる	

## 5.3.3.75 :STATus:QUEStionable:NTRansition &lt;value&gt;

:STATus:QUEStionable:NTRansition?

説明	クエスチオナブル・ステータス・負のトランジション・フィルタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	負のトランジション・フィルタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 0
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.76 :STATus:QUEStionable:PTRansition &lt;value&gt;

:STATus:QUEStionable:PTRansition?

説明	クエスチオナブル・ステータス・正のトランジション・フィルタの設定、問合せ		
パラメタ	<value>	<NRf>	正のトランジション・フィルタ
			範囲 : 0 ~ 65535
			分解能 : 1
			初期値 : 339 (LI5501) : 351 (LI5502)
応答形式	<NR1>		
備考	電源投入時に初期化される。*RST では初期化されない。		

## 5.3.3.77 :SYSTem:FAN:CONTrol &lt;value&gt;

:SYSTem:FAN:CONTrol?

説明	内部 FAN の制御設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	FAN 制御 ON : 常時オン OFF : 常時オフ AUTO : CPU 温度が約 60°C を超えたらオン, 55°C 以下に下がったらオフ
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.3.3.78 :SYSTem:ERRor?

説明	リモートエラーの問合せ		
応答形式	<code>,<message>		
	<code>	<NR1>	エラーコード
	<message>	<STR>	エラーメッセージ
備考	<ul style="list-style-type: none"> <li>・&lt;message&gt;は””を含む</li> <li>・エラー・キューには 16 個のエラーメッセージを保持でき、古いものから順にひとつずつ読み出すことができる</li> <li>・エラーが 16 個を超えた場合、エラー・キュー最後のエラーが”Queue overflow”に置き換わり、エラー・キューに空きができるまで新たなエラーは追加されなくなる</li> <li>・*CLS コマンドを受信した場合、エラー・キューはクリアされる</li> </ul>		

## 5.3.3.79 :SYSTem:REMote:LAN:IPADdress &lt;value&gt;

:SYSTem:REMote:LAN:IPADdress?

説明	LAN で外部制御を行う際の IP アドレスを設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<STR>	IP アドレス 範囲 : 0 ~ 255 XXX . XXX . XXX . XXX 例) 192 . 168 . 0 . 2
応答形式	<STR>		
備考			

## 5.3.3.80 :SYSTem:REMote:LAN:MASK &lt;value&gt;

:SYSTem:REMote:LAN:MASK?

説明	LAN で外部制御を行う際のサブネットマスクを設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<STR>	サブネットマスク 範囲 : 0 ~ 255 XXX . XXX . XXX . XXX 例) 255 . 255 . 255 . 0
応答形式	<STR>		
備考			

## 5.3.3.81 :SYSTem:REMote:LAN:GATE &lt;value&gt;

:SYSTem:REMote:LAN:GATE?

説明	LAN で外部制御を行う際のデフォルトゲートウェイを設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<STR>	デフォルトゲートウェイ 範囲 : 0 ~ 255 XXX . XXX . XXX . XXX 例) 192 . 168 . 0 . 1
応答形式	<STR>		
備考			

## 5.3.3.82 :SYSTem:RST

説明	設定を初期化します。*RST コマンドとは異なり、設定メモリ 1~14 の内容もクリアします。		
備考	—		

## 5.3.3.83 :TRIGger:DELay &lt;value&gt;

:TRIGger:DELay?

説明	トリガ遅延時間の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<NRf>	遅延時間[s] 範囲 : 0 ~ 1.67 s (1.6777212 s)
応答形式	<NR2>		
備考			

## 5.3.3.84 :TRIGger[:IMMEDIATE]

説明	測定データバッファが有効のとき、トリガをかけて測定データをバッファへ記録します。		
備考	—		

## 5.3.3.85 :TRIGger:SOURce &lt;value&gt;

:TRIGger:SOURce?

説明	トリガ源の設定/問い合わせをします。		
パラメタ	<value>	<DISC>	トリガ EXternal : 外部端子によるトリガ制御 BUS : 通信によるトリガ制御 :TRIGger[:IMMEDIATE] コマンド
応答形式	<DISC>		
備考			

## 5.4 ステータス・システム

### 5.4.1 ステータス・システムの概要

LI5501 / LI5502 が持つステータス・システムを図 5-22 に示します。

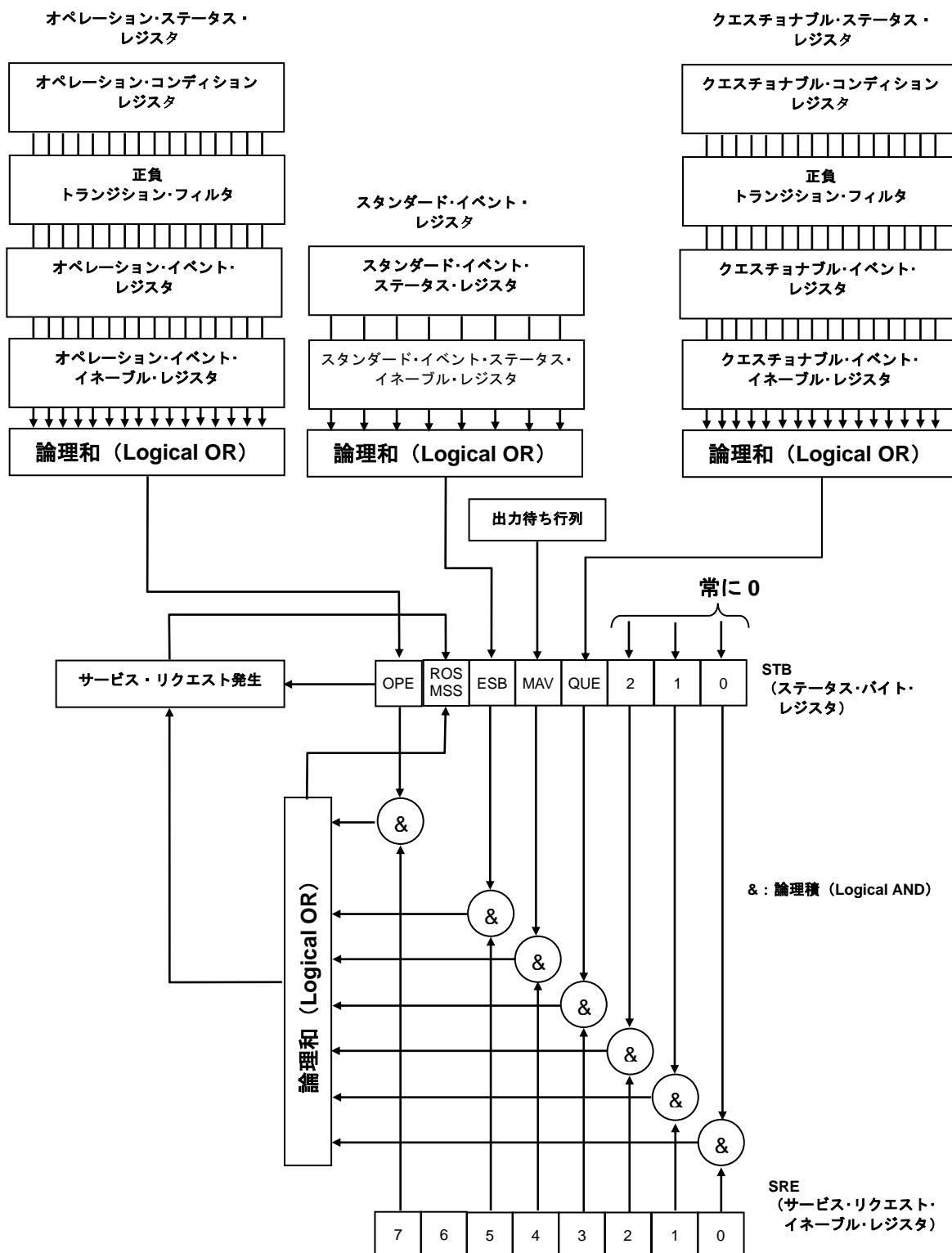


図 5-22 ステータス・システム

### 5.4.2 ステータス・バイト

ステータス・バイト・レジスタの定義を表 5-4 に示します。ステータス・バイトは、シリアル・ポールで読み出すことができます。このときビット 6 は RQS (Request service) です。

表 5-4 ステータス・バイト・レジスタの定義

ビット		重み	1 にセットされる条件	0 にセットされる条件
OPE	7	128	オペレーション・ステータス・イベント・レジスタの有効ビットのどれかが 1 になったとき	オペレーション・ステータス・イベント・レジスタの有効ビット全てが 0 になったとき
RQS / MSS	6	64	SRQ 発信時	・デバイス・クリア受信時 ・RQS はシリアル・ポールで ステータス・バイトを読出したとき
ESB	5	32	スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの有効ビットのどれかが 1 になったとき	スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの有効ビット全てが 0 になったとき
MAV	4	16	クエリに対する応答が準備できて、出力可能になったとき	全ての応答を出力して、出力すべき応答がなくなったとき
QUE	3	8	—	常に 0 (使用していません)
—	2	4	—	常に 0 (使用していません)
—	1	2	—	常に 0 (使用していません)
—	0	1	—	常に 0 (使用していません)

#### ■関連コマンド / クエリ

\*STB?

ステータス・バイト・レジスタの内容を問合せます。

ビット 6 は MSS (Master Summary Status) です。

\*SRE, \*SRE?

サービス・リクエスト・イネーブル・レジスタの設定/問合せをします。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。0 にクリアするには 0 を設定します。ステータス・バイト・レジスタはサービス・リクエスト・イネーブル・レジスタに 1 をセットしたビットが有効になり、有効ビットのどれかひとつでも 1 にセットされるとサービス・リクエストが発生します。

各レジスタへの設定メッセージや応答メッセージのパラメタは、値が 1 のビットの重みをすべて加算した値になります。

#### ■問合せ時のステータス確認について

通常は、問合せのためにクエリを送信した後、ただ応答メッセージを受け取れば、正しく応答を受け取ることができます。ステータス・バイトの MAV ビットを確認する必要はありません。もし MAV ビットを確認しながら処理を進めるときは、クエリ送信後、シリアル・ポールによりステータス・バイトの MAV ビットが 1 になったのを確認してから応答メッセージを読み出し、MAV ビットが 0 になったのを確認してから次の操作に移ってください。

### 5.4.3 スタンダード・イベント・ステータス

スタンダード・イベント・ステータスの構造を図 5-23 に示します。また、ステータスの詳細を表 5-5 に示します。スタンダード・イベント・ステータス・イネーブル・レジスタのビットを 1 に設定すると、スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの対応するビットが有効になります。有効なビットのどれかひとつでも 1 になると、ステータス・バイト・レジスタの ESB ビットが 1 にセットされます。

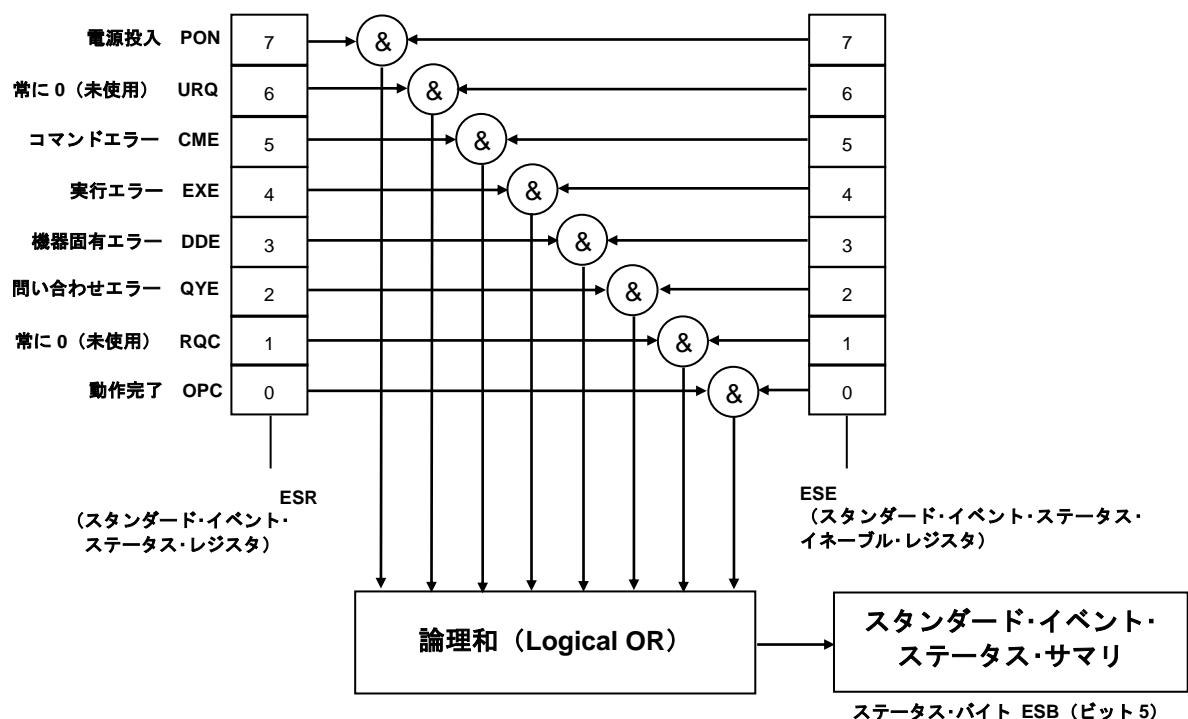


図 5-23 スタンダード・イベント・ステータスの構造

表 5-5 スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの内容

ビット		重み	内容
PON	7	128	パワーオン 電源を投入したときに 1 がセット。このレジスタを読み出すことで 0 にクリアされると、電源再投入まで 0 のまま。
URQ	6	64	ユーザリクエスト 常に 0 (未使用)
CME	5	32	コマンドエラー リモートコマンドに構文エラーがあるとき、1 にセット。
EXE	4	16	実行エラー パラメタが設定可変範囲外、または設定に矛盾があるとき、1 にセット。
DDE	3	8	機器固有のエラー エラー・キューがオーバフローしたとき、1 にセットされます。
QYE	2	4	クエリ・エラー 応答メッセージを蓄える出力バッファにデータがないときに読み出そうとしたか、応答メッセージを蓄えるバッファ内のデータが失われたときに 1 にセット。
RQC	1	2	リクエスト・コントロール 常に 0 (未使用)
OPC	0	1	動作完了 *OPC コマンドまでの全てのコマンドの処理が終わったとき、1 にセット。

### ■関連コマンド / クエリ

\*ESR?

スタンダード・イベント・ステータス・レジスタの内容を問合せます。

問合せると 0 にクリアされます。また、\*CLS コマンドでもクリアされます。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。ただし、PON ビットは 1 にセットされます。

\*ESE, \*ESE?

スタンダード・イベント・ステータス・イネーブル・レジスタの設定/問合せをします。

イネーブル・レジスタを 0 にクリアするには 0 を設定してください。

他にクリアするコマンドはありません。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。

各レジスタへの設定メッセージや応答メッセージのパラメタは、値が 1 のビットの重みをすべて加算した値になります。

#### 5.4.4 オペレーション・ステータス

オペレーション・ステータスの構造を図 5-24 に示します。

オペレーション・ステータス・コンディション・レジスタ (OPCR) は、表 5-6 のように LI5501 / LI5502 の状態を示しています。トランジション・フィルタは、コンディションの変化を検出して、イベントを発生します。イベントの発生には、トランジション・フィルタの設定が必要です。オペレーション・ステータス・イベント・レジスタは、発生したイベントを保持します。オペレーション・ステータス・イベント・イネーブル・レジスタのビットを 1 に設定すると、対応するオペレーション・ステータス・イベント・レジスタの各ビットが有効になります。有効なビットのどれかひとつでも 1 になると、ステータス・バイトの OPE ビットが 1 にセットされます。

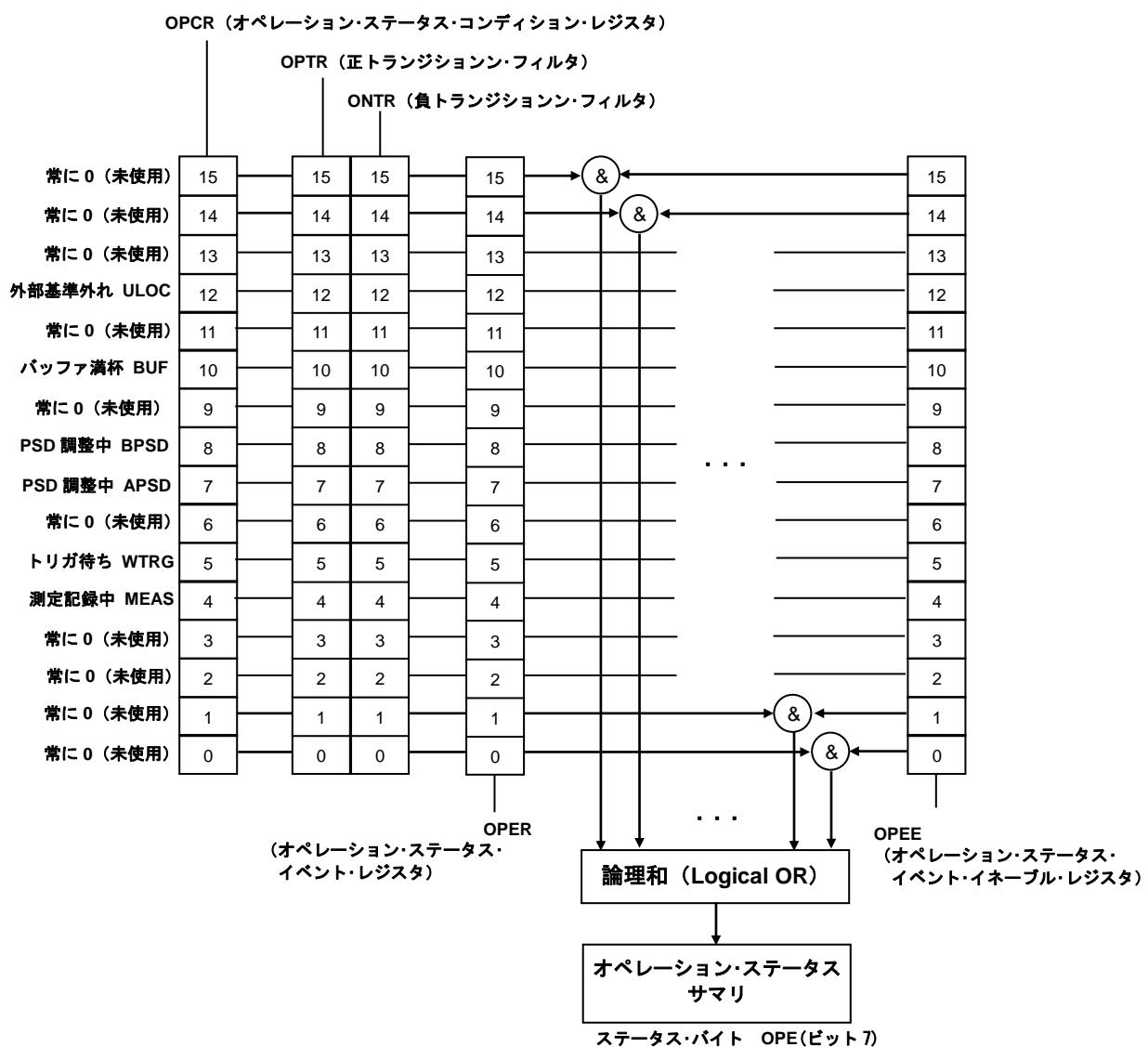


図 5-24 オペレーション・ステータスの構造

表 5-6 オペレーション・ステータス・コンディション・レジスタの内容

ビット	重み	内容
—	15	32768 常に 0 (未使用)
—	14	16384 常に 0 (未使用)
—	13	8192 常に 0 (未使用)
ULOC	12	4096 外部基準信号 (10MHz) と同期が外れている
—	11	2048 常に 0 (未使用)
BUF	10	バッファが満杯
—	9	512 常に 0 (未使用)
BPSD	8	256 B IN PSD 入力オフセット調整中
APSD	7	128 A IN PSD 入力オフセット調整中
—	6	64 常に 0 (未使用)
WTRG	5	32 トリガ待ち
MEAS	4	16 測定記録中
—	3	8 常に 0 (未使用)
—	2	4 常に 0 (未使用)
—	1	2 常に 0 (未使用)
—	0	1 常に 0 (未使用)

注) 外部トリガ使用時、MEAS (測定記録中) ビットは常に 0 となります。

### ■関連コマンド / クエリ

:STATus:OPERation:CONDition?

オペレーション・ステータス・コンディション・レジスタの内容を問合せます。

問合せても、コンディション・レジスタの内容は 0 にクリアされません。

常に機器の状態を示しています。

:STATus:OPERation[:EVENT]?

オペレーション・ステータス・イベント・レジスタの問合せ。

問合せると、イベント・レジスタは 0 にクリアされます。

イベント・レジスタは\*CLS コマンドでもクリアされます。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。

:STATus:OPERation:ENABLE , STATus:OPERation:ENABLE?

オペレーション・ステータス・イベント・イネーブル・レジスタの設定/問合せ。

イネーブル・レジスタを 0 にクリアするには 0 を設定してください。

他にクリアするコマンドはありません。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。

:STATUs:OPERation:NTRansition , STATUs:OPERation:NTRansition?  
 :STATUs:OPERation:PTRansition , STATUs:OPERation:PTRansition?

オペレーション・ステータス・トランジション・フィルタの設定/問合せ。  
 トランジション・フィルタの設定とイベント・レジスタの遷移の関係を表 5-7 に示します。

表 5-7 トランジション・フィルタ設定とイベント・レジスタの遷移

正トランジション・フィルタの各ビット設定	負トランジション・フィルタの各ビット設定	イベント・レジスタを 1にするための コンディション・レジスタ の遷移
1	0	0 → 1
0	1	1 → 0
1	1	0 → 1 or 1 → 0
0	0	イベント・レジスタは 1になりません。

各レジスタへの設定メッセージや応答メッセージのパラメタは、値が 1 のビットの重みをすべて加算した値になります。

#### 5.4.5 クエスチョンナブル・ステータス

クエスチョンナブル・ステータスの構造を図 5-25 に示します。

クエスチョン・ナブル・コンディション・レジスタは、表 5-6 のように LI5501 / LI5502 の異常状態を示しています。トランジション・フィルタは、コンディションの変化を検出して、イベントを発生します。イベントの発生には、トランジション・フィルタの設定が必要です。クエスチョン・ナブル・イベント・レジスタは、発生したイベントを保持します。イベント・イネーブル・レジスタのビットを 1 に設定すると、対応するイベント・レジスタの各ビットが有効になり、有効なビットのどれかひとつでも 1 になると、ステータス・バイトの QUE ビットが 1 にセットされます。

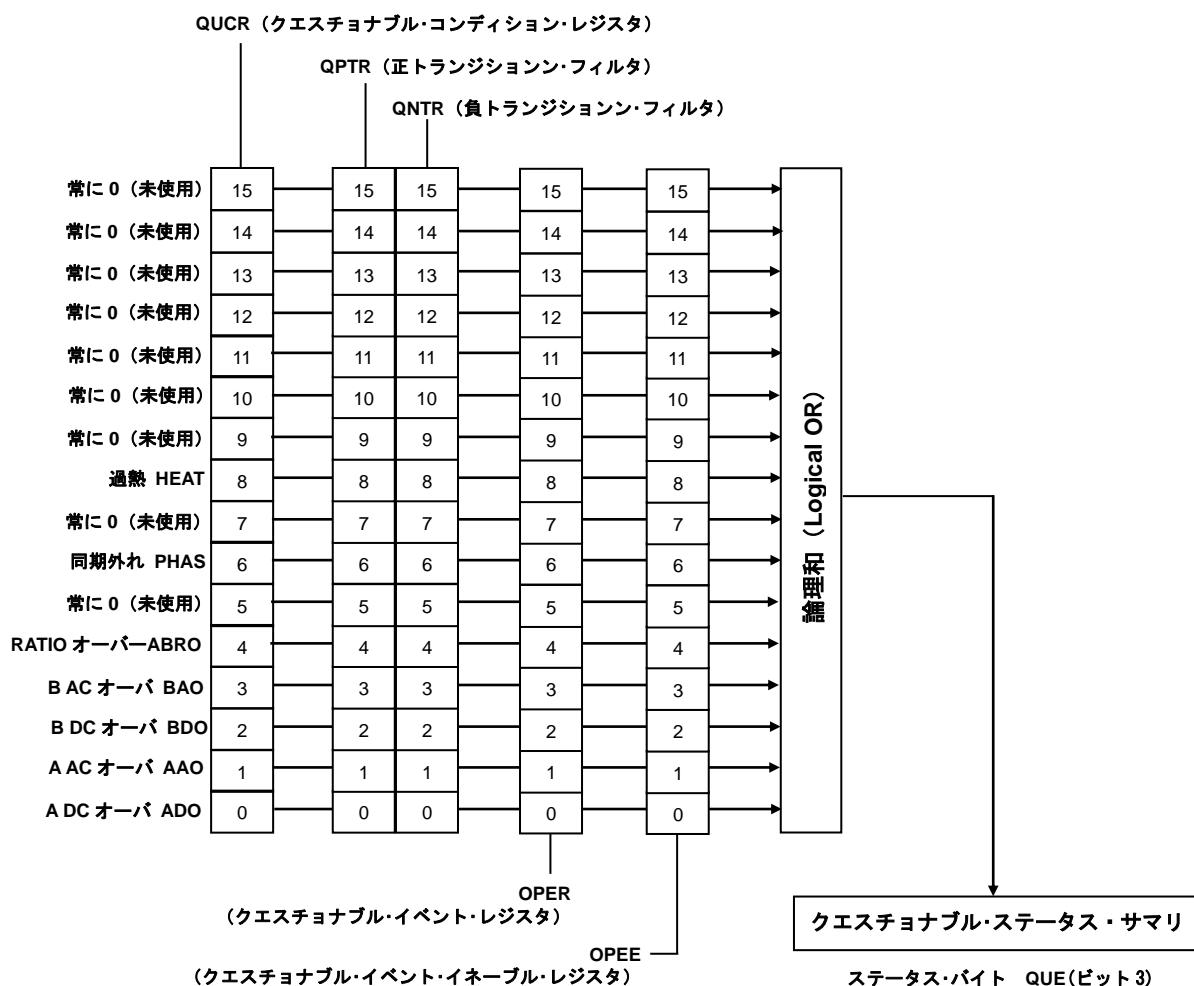


図 5-25 クエスチョンナブル・ステータスの構造

表 5-8 クエスチヨナブル・コンディション・レジスタの内容

ビット	重み	内容
—	15	32768 常に 0 (未使用)
—	14	16384 常に 0 (未使用)
—	13	8192 常に 0 (未使用)
—	12	4096 常に 0 (未使用)
—	11	2048 常に 0 (未使用)
—	10	1024 常に 0 (未使用)
—	9	512 常に 0 (未使用)
HEAT	8	256 過熱 (オーバヒート) 状態
—	7	128 常に 0 (未使用)
PHAS	6	64 外部参照信号に同期していない
—	5	32 常に 0 (未使用)
ABRO	4	16 RATIO 演算での飽和
BAO	3	8 B IN 側 PSD 以前, ADC 入力までの飽和
BDO	2	4 B IN 側 PSD 以後の演算飽和*
AAO	1	2 A IN 側 PSD 以前, ADC 入力までの飽和
ADO	0	1 A IN 側 PSD 以後の演算飽和*

\*時定数フィルタ, DC 利得, 移動平均フィルタ, EXPAND および演算部での飽和。

### ■関連コマンド / クエリ

:STATus:QUEStionable:CONDition?

クエスチヨナブル・コンディション・レジスタの内容を問合せます。

問合せても、コンディション・レジスタの内容は 0 にクリアされません。

常に機器の状態を示しています。

:STATus: QUEStionable[:EVENT?]

クエスチヨナブル・イベント・レジスタの問合せ。

問合せると、イベント・レジスタは 0 にクリアされます。

イベント・レジスタは\*CLS コマンドでもクリアされます。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。

:STATus: QUEStionable:ENABLE , STATus: QUEStionable:ENABLE?

クエスチヨナブル・イベント・イネーブル・レジスタの設定/問合せ。

イネーブル・レジスタを 0 にクリアするには 0 を設定してください。

他にクリアするコマンドはありません。

電源を入れた直後は 0 にクリアされています。

:STATus:QUEStionable:NTRansition , STATus:QUEStionable:NTRansition?  
 :STATus:QUEStionable:PTRansition , STATus:QUEStionable:PTRansition?  
 クエスチョン・トランジション・フィルタの設定/問合せ。  
 トランジション・フィルタの設定とイベント・レジスタの遷移の関係を表 5-9 に示します。

表 5-9 トランジション・フィルタ設定とイベント・レジスタの遷移

正トランジション・フィルタの各ビット設定	負トランジション・フィルタの各ビット設定	イベント・レジスタを 1にするための コンディション・レジスタ の遷移
1	0	0 → 1
0	1	1 → 0
1	1	0 → 1 or 1 → 0
0	0	イベント・レジスタは 1になりません。

各レジスタへの設定メッセージや応答メッセージのパラメタは、値が 1 のビットの重みをすべて加算した値になります。

## 5.5 エラーメッセージ

ここでは、外部制御で発生する主なエラーについて、その内容を示します。

表 5-10 エラーメッセージ 1/2

エラー番号	エラーメッセージ	エラーの内容
0	No error	異常なし
-100	Command error	コマンド異常があります（詳細分類なし）。
-101	Invalid character	文字列データに異常があります。
-102	Syntax error	認識できないコマンドやデータを受け取りました。
-103	Invalid separator	コマンドセパレータに異常があります。
-104	Data type error	パラメタの形式が不適切です。
-108	Parameter not allowed	パラメタの数が多すぎるか、 使用できないところにパラメタがあります。
-109	Missing parameter	パラメタの数が足りません。
-110	Command header error	コマンドヘッダに異常があります（詳細分類なし）。
-113	Undefined header	定義されていないコマンドヘッダです。
-115	Unexpected number of parameters	パラメタの数に異常があります。
-120	Numeric data error	数値データに異常があります（詳細分類なし）。
-123	Exponent too large	指数の指定が大きすぎます。（指数値が 32000 を超える）
-124	Too many digits	桁数が大きすぎます。（255 桁を超える）
-130	Suffix error	サフィックス（SI 接頭語、単位）に異常があります (詳細分類なし)。
-134	Suffix too long	SI 接頭語、単位文字数が多すぎます。（7 文字を超える）
-140	Character data error	文字データに異常があります（詳細分類なし）。
-144	Character data too long	文字データが長すぎます。
-150	String data error	文字列データに異常があります（詳細分類なし）。
-200	Execution error	コマンドを実行できませんでした（詳細分類なし）。
-221	Settings conflict	複数設定間の制約により、コマンドを実行できません。
-222	Data out of range	データが有効範囲外です。
-224	Illegal parameter value	パラメタが不正です（Data type error 以外で不適切）。

表 5-10 エラーメッセージ 2/2

エラー番号	エラーメッセージ	エラーの内容
-310	System error	機器固有の内部異常が発生しました。 (メモリ内容の喪失など)
-350	Queue overflow	エラー待ち行列がオーバフローしたため、新たなエラーを保持できません。 (エラー・キューが 16 個を超える)
-363	Input buffer overrun	入力バッファがオーバフローしました。
-430	Query DEADLOCKED	バッファが満杯になり、処理を続行できません。 出力バッファをクリアします。
-440	Query UNTERMINATED after indefinite response	文字列中"**IDN?"の後にクエリがありました ("**IDN?"は、受信文字列中の最後のクエリでなければなりません)。

外部制御のエラーは、エラー待ち行列に記録され、クエリ :SYSTem:ERRor? で古いものから順にひとつずつ読み出すことができます。すべてを読み出した後でさらに読み出すと 0,"No error" が返ります。エラー待ち行列は\*CLS コマンドでクリアできます。

問題が発生して入力バッファや出力バッファに残留したデータは、インターフェース・メッセージのひとつであるデバイス・クリア (DCL, SDC) でクリアできます。

状況に応じて、上記以外のエラーが発生することがあります。このようなときは、エラーメッセージで概要をご確認ください。



(空白)

## 6. 応用設定

6.1	測定データバッファ .....	6-2
6.1.1	測定データパラメタ設定 .....	6-2
6.1.2	フォーマット .....	6-3
6.1.3	トリガシステム .....	6-5
6.1.4	データ取得サンプル .....	6-6
6.2	設定メモリ .....	6-8
6.2.1	設定の呼び出し .....	6-8
6.2.2	設定の保存 .....	6-8
6.3	FAN制御 .....	6-9

## 6.1 測定データバッファ

LI5501 / LI5502 のデータ取得には、本体メモリを利用し大量のデータを取得できるストリームと、最新データをコマンドで問い合わせの 2 つの方法があります。  
これら通信制御の設定について説明します。

### 6.1.1 測定データパラメタ設定

出力したい測定データパラメタを最大 7 つ (7word) 選択することができます。

- 測定パラメタ : 表 6-1 による。最大 7 つ

表 6-1 測定データパラメタ

重み	パラメタ	内容	ビット長	
			ストリーム	コマンド
1	STATUS	ステータス	16bit	16bit
2	FREQ-H	参照信号周波数値上位	16bit	16bit
4	FREQ-L	参照信号周波数値下位	16bit	20bit
8	X <sub>A</sub>	A IN 側の X 値	16bit	18bit
16	Y <sub>B</sub>	A IN 側の Y 値	16bit	18bit
32	R <sub>A</sub>	A IN 側の R 値	16bit	20bit
64	θ <sub>A</sub>	A IN 側の θ 値	16bit	20bit
128	X <sub>B</sub>	B IN 側の X 値	16bit	18bit
256	Y <sub>B</sub>	B IN 側の Y 値	16bit	18bit
512	R <sub>B</sub>	B IN 側の R 値	16bit	20bit
1024	θ <sub>B</sub>	B IN 側の θ 値	16bit	20bit
2048	RATIO	R <sub>A</sub> / R <sub>B</sub> の振幅比	16bit	20bit
4096	PHASE	θ <sub>A</sub> - θ <sub>B</sub> の θ 値差	16bit	20bit

ステータスを問い合わせた時、内容を下表に示します。

重み	名称	内容
1	_____	不定
2	_____	不定
4	_____	不定
8	RATIO over	RATIO による演算飽和
16	MOV over (B)	B IN 側、移動平均フィルタおよび EXPAND での飽和
32	MOV over (A)	A IN 側、移動平均フィルタおよび EXPAND での飽和
64	LPF over (B)	B IN 側、時定数フィルタおよび感度設定での飽和
128	LPF over (A)	A IN 側、時定数フィルタおよび感度設定での飽和
256	ADC over (B)	B IN 側、位相検波器以前での飽和
512	ADC over (A)	A IN 側、位相検波器以前での飽和
1024	_____	不定
2048	_____	不定
4096	_____	不定
8192	_____	不定
16384	OSC over	発振器出力での過電圧検出
32768	UNLOCK	同期外れ

### 6.1.2 フォーマット

#### 1) ストリーム

測定データパラメタの重みが小さいから順に読み出されます。

読み出しデータは、各値を区切るカンマ (,) やメッセージ・ターミネータを付加せず、一つの測定データブロックごとに区切って送信されます。

符号付き 16 進 4 桁 (16bit) を符号付き 16bit の整数形式 (-32,768 ~ +32,767) に変換し、以下の式で求めることができます。

$$\text{測定値} = \text{出力データ} \times 2^{-15} \times 1.2 \times \text{メータフルスケール} \text{ (下記)}$$

整数形式で受け取ったパラメタの実際の値は、測定データバッファに記録したビット長により、以下の式で求めることができます。

パラメタ	計算式
R	測定値 = 出力データ $\times 2^{-15} \times 1.2 \times \text{感度} / \text{EXPAND}$
X Y	測定値 = メータ値 $\times \text{感度} / \text{EXPAND}$ メータ値 = 出力データ $\times 2^{-15} \times 1.2$
RATIO	測定値 = 出力データ $\times 2^{-15} \times (5/3) \times 2.4 \times \text{感度比}$ 感度比 = $(A \text{ IN } \text{感度} / B \text{ IN } \text{感度}) \times (A \text{ IN } \text{EXPAND} / B \text{ IN } \text{EXPAND})$
$\theta$ PHASE	測定値 = 出力データ $\times 2^{-15} \times 180^\circ$
周波数	周波数 = $(A \times 2^{16} + B) \times 2^{-33} \times 2.5 \text{ MHz}$ (周波数データは、符号なし 16 進 8 桁 (32bit) を、上位 A:FREQ-H と下位 B:FREQ-L に分割し転送されます。 これを符号なし 16bit の整数形式 (0 ~ 65,535) に変換し計算します)

測定データバッファに記録したデータを問合せる際の感度設定が、記録中の設定と異なると、正しい測定結果が得られません。

## 2) コマンド

FETCh?コマンドにより、測定データパラメタの重みが小さい順に読み出されます。

各値をカンマ (,) で区切られています。

整数形式で受け取ったパラメタの実際の値は、測定データバッファに記録したビット長により、以下の式で求めることができます。

パラメタ	計算式
R	測定値 = 出力データ $\times 2^{-19} \times 1.2 \times$ 感度 / EXPAND
X Y	測定値 = メータ値 $\times$ 感度 / EXPAND メータ値 = 出力データ $\times 2^{-17} \times 1.2$ (計算したメータ値が 1.2 以上の場合、2.4 を引くことで、 -1.2 ~ +1.2 の範囲になります)
RATIO	測定値 = 出力データ $\times 2^{-19} \times 2.4 \times$ 感度比 感度比 = (A IN 感度 / B IN 感度) $\times$ (A IN EXPAND / B IN EXPAND)
$\theta$ PHASE	測定値 = 出力データ $\times 2^{-19} \times 180^\circ$ (計算した測定値が $180^\circ$ 以上の場合、 $360^\circ$ を引くことで、 -180.000 ~ +179.999 の範囲になります)
周波数	周波数 = $(A \times 2^{20} + B) \times 2^{-37} \times 2.5\text{MHz}$ (周波数データは、上位 A:FREQ-H と下位 B:FREQ-L に分割し転送されます。)

測定データバッファに記録したデータを問合せる際の感度設定が、記録中の設定と異なると、正しい測定結果が得られません。

### 6.1.3 トリガシステム

測定データバッファによる連続データ取得の設定を行います。

#### 1) サンプリング間隔

データ取得のサンプリング間隔を設定します。

- サンプリング間隔 : 設定範囲  $0.4 \mu\text{s} \sim 26.2 \text{ ms}$

#### 2) バッファサイズ

トリガ1回でのサンプル数を設定します。

- バッファサイズ : 設定範囲  $1 \sim 65536, \text{INF}$  (連続)

#### 3) トリガソース

トリガソースを PCからの制御 (BUS), または、外部信号 (EXT: 電源端子内のトリガピン) から選択します。

外部信号では立ち下がりエッジでトリガが掛かります。

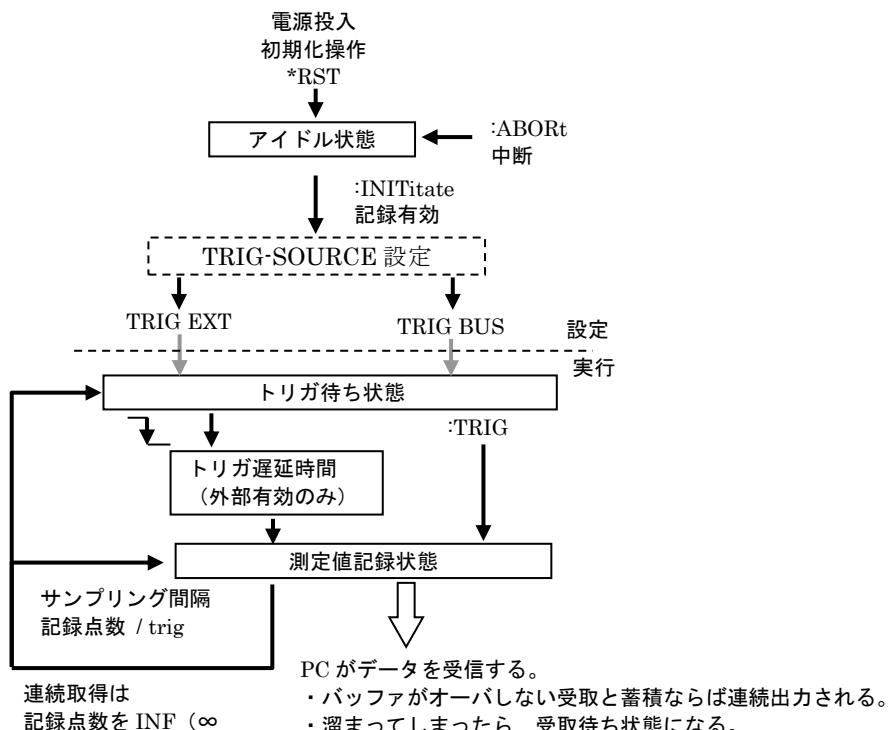
- トリガソース : BUS, EXT

#### 4) トリガ遅延時間

トリガソースが EXT のとき、遅延時間を設定します。

トリガソースが BUS のときは、PC側でタイミングを調整します。

- トリガ遅延時間 : 設定範囲  $0 \text{ s} \sim 1.67 \text{ s}$



#### 6.1.4 データ取得サンプル

ここでは測定データバッファを用いたサンプルプログラムを以下に示します。

例 1) 任意のタイミングで測定データを記録したのち、まとめて読み出す。

送信 ("::ABOR")

' 記録中の場合、記録を中断します。

送信 ("::DATA:FEED 96")

' 記録する測定データセットを設定します。

送信 ("::DATA:POIN 1")

' 測定データバッファへの記録点数を設定します。

送信 ("::DATA:FEED:CONT ALW")

' 測定データバッファの記録を有効にします。

送信 ("::TRIG:SOUR BUS")

' トリガ源を外部制御コマンドに設定します。

送信 ("::INIT")

' トリガ待ち状態へ遷移させます。

送信 ("::TRIG")

' トリガをかけ、測定データを記録します。

' 測定データバッファが満杯になるとアイドル状態へ遷移し、トリガを受け付けません。

送信 ("::DATA:DATA? X")

' X : 要求するデータ点数

' 測定データバッファからのデータ転送を要求します。

受信 (MLIN\_1, PHAS\_1, MLIN\_2, PHAS\_2, MLIN\_3, PHAS\_3, ...)

' 測定データバッファのデータを読み出します。

例 2) 測定データを記録しながら読み出す。

送信 ("::ABOR")

' 記録中の場合、記録を中断します。

送信 ("::DATA:FEED 96")

' 記録する測定データセットを設定します。

送信 ("::DATA:POIN INF")

' 測定データバッファへの記録点数を設定します。

送信 ("::DATA:FEED:CONT ALW")

' 測定データバッファの記録を有効にします。

送信 ("::DATA:PER 1E-3")

' 測定データの記録周期を設定します。

送信 ("::TRIG:SOUR BUS")

' トリガ源を外部制御コマンドに設定します。

送信 ("::INIT")

' トリガ待ち状態へ遷移させます。

送信 ("::TRIG")

' トリガをかけ、測定データの記録を開始します。

' 測定データバッファが満杯になるとアイドル状態へ遷移し、トリガを受け付けません。

送信 ("::DATA:COUNt?")

' 記録したデータサンプリング点数を問い合わせます。

' PC 側の要求点数と記録した点数を比較し、要求点数≤記録点数とします。

送信 ("::DATA:DATA? X")

' X : 要求するデータ点数

' 測定データバッファからのデータ転送を要求します。

受信 (MLIN\_1, PHAS\_1, MLIN\_2, PHAS\_2, MLIN\_3, PHAS\_3, ...)

' PC 側で要求点数分のデータを受信します。

' 記録より読み出しが速ければ、バッファが満杯にならず、いつまでも記録できます。

' 読み出しが間に合わず、バッファが満杯になると、それ以上記録されません。

送信 ("::DATA:FEED:CONT NEV")

' 必要なデータが得られたら、バッファへの記録を停止します。

## 6.2 設定メモリ

LI5501 / LI5502 は、メモリ番号は 0 番から 15 番の 16 組の設定メモリを備えています。

メモリ番号 1 番から 14 番はユーザメモリです。使用頻度の高い設定を保存しておき、必要なときに復帰できます。

メモリ番号 15 番は工場出荷時メモリです。設定の初期化することができます。

メモリ番号 0 番の RESUME メモリです。起動中は常に RESUME メモリが設定を保持され、電源切断後も保存されます。

背面パネルの MODE スイッチは、メモリ番号の呼出しに使用します。

MODE スイッチの 0 から 9, A から F が、メモリ番号の 0 から 9, 10 から 15 に相当します。



MODE スイッチ

設定メモリを下表にまとめます。

メモリ番号	名 称	ユーザ設定操作			
		保存	呼出	*RST	:SYS:RST
0	RESUME	随時	——	初期化	初期化
1~14	ユーザメモリ	通信	通信 / SW	保持	初期化
15	工場出荷時	——	通信 / SW	——	——

\*RST コマンドで RESUME を初期化します。

:SYS:RST (初期化) コマンドでユーザメモリも初期化します。

SW は MODE スイッチ。

### 6.2.1 設定の呼び出し

#### 1) MODE スイッチ

起動時に MODE スイッチの設定された番号が呼び出されます。

また、起動中でも MODE スイッチが切り替わりを検出した場合、設定された番号が呼び出されます。

起動時に、メモリ番号 0 番にすると、前回電源切断時の状態で復帰されます。

#### 2) 通信での呼び出し

通信設定が可能な状態であれば、設定メモリの番号を呼び出すことができます。

### 6.2.2 設定の保存

#### 1) 現在の設定保存

起動中に現在の設定 (RESUME) から、指定のユーザメモリへ保存することができます。

## 6.3 FAN 制御

LI5501 / LI5502 は、発熱の大きい高性能な部品を小型筐体に収めています。周囲温度が 40°C を超える環境では、内部温度が上昇し機器の寿命が短くなります。このため本機では冷却 FAN が内蔵されています。

音響測定や振動測定においては、冷却 FAN が音や振動を出し、測定系に影響を与えることがありますので、常時オフにしてください。

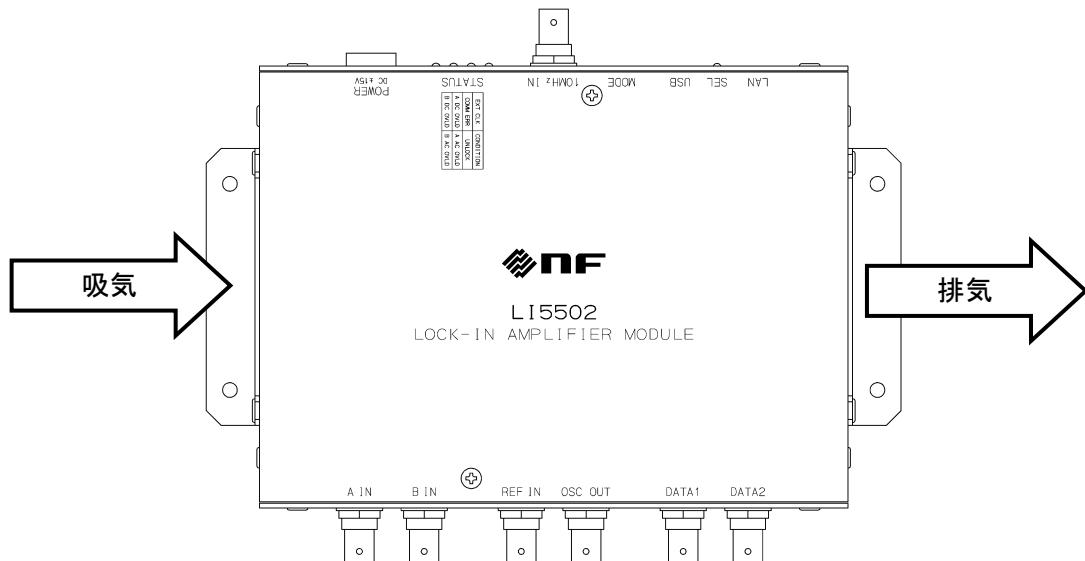
FAN 制御は、常時オン、常時オフおよび AUTO に設定できます。設定の詳細は、項目「:SYSTem:FAN:CONTrol <value>」による。

AUTO では、筐体内部の CPU が温度を計測し、約 60°Cを超えたたら FAN をオンに、約 55°C 以下に下がったらオフに自動で制御されます。

筐体の側面には通風孔が開いています。風向きは下図のようになります。

冷却 FAN 連続運転による寿命は、約 30,000 時間です。

また、冷却 FAN を使用すると周囲の埃（異物）を筐体内部に吸い込んで、腐食・故障の原因になります。定期的に保守（清掃）をお勧めします。



### △ 注意

内部温度上昇に伴い、筐体およびコネクタの金属部分は熱くなります



(空白)

## 7. トラブルシューティング



7.1 エラーメッセージ .....	7-2
7.2 測定中の異常 .....	7-3

## 7.1 エラーメッセージ

LI5501 / LI5502 の動作状態を確認するには、本体ステータス LED 表示、ないし、通信になります。通信によるステータスおよびエラーメッセージは、「5.4 ステータス・システム」および「5.5 エラーメッセージ」を参照してください。

ここでは、通常の測定において発生しそうなトラブルの原因、必要な処置を示します。

修理が必要なときは、当社または当社代理店までご連絡ください。

LI5501 / LI5502 の修理をご依頼になるとき、エラーメッセージや症状をお知らせください。

ファームウェアのアップデートなど、通常とは異なる操作を行うと、この説明書に記載されていないエラーメッセージが表示されることがあります。他に提供された説明書があるときは、その説明書も併せてご覧ください。

## 7.2 測定中の異常

測定中に通信制御によるエラー検出以外に、ステータス LED により異常を読み取ることができます。

ステータス LED 色	内容と原因	対処方法
CONDITION 緑色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯しない。</li> <li>起動中に LED が点滅している。 校正情報が失われ、所定の性能が維持できない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>供給電源電圧の見直し。</li> <li>故障ですので、当社または当社代理店までご連絡ください。</li> </ul>
EXT-CLK 緑色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点滅している。 外部 10 MHz の設定を有効にしているが、外部から 10MHz の信号が印加されてない。非同期状態。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>10MHz IN 端子に 10MHz の信号を印加することで点灯に変わる。</li> <li>信号源側の駆動条件を確認する。</li> <li>点滅状態でも内部 10MHz で動作可能。</li> </ul>
UNLOCK 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 参照信号に同期していない。 同期外れ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外部参照信号が正しく接続・設定されていない、参照信号レベルが小さい、測定できる周波数範囲を外れているなど。</li> </ul>
COMM ERR 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 通信障害の発生。 データバッファが溢れ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>データバッファの設定を変更する。</li> </ul>
A AC OVLD 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 A IN 側の位相検波器以前に信号飽和している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力信号レベルを確認する。</li> <li>ダイナミックリザーブ設定を確認する。</li> </ul>
A DC OVLD 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 A IN 側の位相検波器以降の信号が飽和している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時定数フィルタ、感度設定、 OFFSET, EXPAND などを確認する。</li> </ul>
B AC OVLD 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 B IN 側の位相検波器以前に信号飽和している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力信号レベルを確認する。</li> <li>ダイナミックリザーブ設定を確認する。</li> </ul>
B DC OVLD 橙色	<ul style="list-style-type: none"> <li>LED が点灯している。 B IN 側の位相検波器以降の信号が飽和している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>時定数フィルタ、感度設定、 OFFSET, EXPAND などを確認する。</li> </ul>

B AC/DC OVLD は LI5502 のみ



(空白)

## 8. 保 守

8.1 はじめに.....	8-2
8.2 日常の手入れ .....	8-3
8.3 保管・再梱包・輸送 .....	8-3
8.4 バージョンの確認 .....	8-3
8.5 性能試験.....	8-4
8.5.1 はじめに.....	8-4
8.5.2 電圧測定確度.....	8-6
8.5.3 測定値のアナログ出力電圧確度 .....	8-8
8.5.4 位相確度.....	8-9
8.5.5 内部発振器正弦波出力振幅確度 .....	8-11
8.6 校正 .....	8-12

## 8.1 はじめに

機器を最良の状態でご使用いただくためには、下記のような保守が必要です。

- 動作点検 機器が正しく動作しているかどうかをチェックします。
- 性能試験 機器が定格を満足しているかどうかをチェックします。
- 調整、校正 定格を満足していない場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。
- 故障修理 それでも改善されないときは、当社で故障の原因や故障個所を調べ、修理します。

この取扱説明書には、容易に行うことができる動作確認と性能試験の方法を記載しています。

より高度な点検、調整、校正や故障修理については、当社または当社代理店までお問い合わせください。

---

### ―― △ 注意 ――

機器の内部には、精密電子部品が実装されています。カバーは取り外さないでください。

機器内部の点検は、電子計測器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。

---

## 8.2 日常の手入れ

LI5501 / LI5502 は、設置条件を満たす場所に設置してお使いください。

設置条件の詳細は、☞ 「[2.2.2 設置条件](#)」

パネルやケースの表面が汚れたときは、柔らかい布で拭いてください。汚れがひどい時は、中性洗剤に浸し堅くしぼった布で拭いてください。シンナーやベンジンなどの有機溶剤や化学雑巾等で拭くと、変質や曇りを生じたり、塗装がはがれたりすることがありますので避けてください。

## 8.3 保管・再梱包・輸送

LI5501 / LI5502 は、設置条件を満たす場所に保管してください。

設置条件の詳細は、☞ 「[2.2.2 設置条件](#)」

輸送などのために再梱包するときは、各端子に負荷が掛からないように十分余裕のある大きさの箱に、緩衝材を詰めて、機器が十分保護されるようにしてください。

輸送時は、強い衝撃が加わることがないように注意してお取扱いください。

## 8.4 バージョンの確認

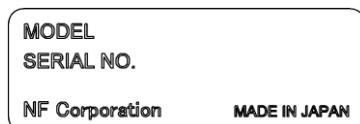
製品の機能改良や不具合修復のために、同じ型名の製品でも個々にバージョンが異なることがあります。バージョン違いにより動作が異なることがありますので、異常を発見されたときは、症状と共に当社または当社代理店にバージョンをお知らせください。

また、当社ホームページにて、新しいファームウェアへのアップデートをご案内することができます。

バージョンの確認方法は、通信接続を行い、リモートコマンドで「\*IDN?」の問い合わせを行ってください。

### ■ 製造番号

通信接続が出来ない環境、または不具合により、リモートコマンド「\*IDN?」での製造番号（シリアル番号）が取得が出来ない場合、本体底面に型式銘板シールが貼られていますのでそちらでご確認ください。



型式銘板シール



検査合格シール

## 8.5 性能試験

### 8.5.1 はじめに

性能試験は、LI5501 / LI5502 の性能劣化を未然に防止するため、予防保守の一環として行います。

性能試験は、受入検査、定期検査、修理後の性能確認などが必要なときに実施します。

ここでは、市販の標準器や測定器を用いて実施できる簡単な性能試験について記載しています。より高度な試験につきましては、当社または当社代理店にご依頼ください。有償にて承っております。

性能試験の結果、仕様を満足しないときは、校正または修理が必要です。当社または当社代理店にご連絡ください。

#### 1) 試験環境の確認

性能試験は、次の環境で行ってください。

- ・周囲温度             $23 \pm 5$  °C
- ・周囲湿度            20 ~ 70 %RH, 結露がないこと
- ・電源電圧             $\pm 15$  VDC / 1 A 以上
- ・ウォームアップ      20 分以上

#### 2) 試験前の準備

性能試験の前に、設定を初期化してください。

設定の初期化は、MODE スイッチを F (15 番) に設定し、電源を起動させます。

## 3) 使用機器

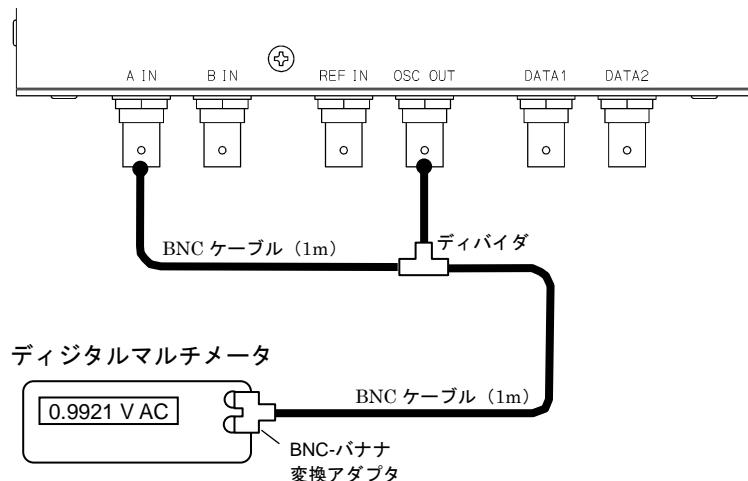
動作点検および性能試験には、下記の測定器が必要です。

品名	必要性能	機種例
発振器	波形：正弦波 周波数：1 mHz ~ 1.05 MHz 振幅：10 mVrms ~ 7 Vrms 正弦波に同期した TTL 出力	WF1947 (NF Corp.)
デジタル マルチメータ	AC 電圧計（真の実効値） (100 mV ~ 1V レンジ) 確度±0.1% (10 Hz~20 kHz) DC 電圧計 (100 mV ~ 100V レンジ) 確度±0.04%	34401A (Keysight)
オシロスコープ	帯域幅 10 MHz 以上, 10 s/div 以上 モニタ用	TBS2072B (Tektronix)
その他		
同軸ケーブル	50 Ω, BNC, RG58 /U 相当	
ショートプラグ	BNC (50 Ω 終端器可)	
ディバイダー	BNC, T 型	

### 8.5.2 電圧測定確度

以下の設定説明において、接続図は代表として LI5502 としてあります。

- |           |  |
|-----------|--|
| LI5502 設定 | : 参照信号源を INT OSC (内部発振器) にする。<br>発振周波数を 1 kHz にする。<br>時定数を 100 ms にする。<br>減衰傾度を 24 dB/oct にする。<br>測定パラメタを R にする。<br>発振器出力を ON にする。<br>発振器の振幅、ダイナミックリザーブおよび感度は、下表による。<br>各入力に対して実施する。 |
| 測定器設定     | : ディジタルマルチメータを AC 電圧モードにして使用する。  |
| 接続        | : LI5502 の OSC OUT 端子からディバイダを用いて、一方を A IN 端子に同軸ケーブルを接続する。また、もう一方ディジタルマルチメータに同軸ケーブルを接続する。   |
| 測定方法      | : 下表指定の振幅、ダイナミックリザーブおよび感度に設定したとき、通信で R 値（電圧換算した値）を読み取り、ディジタルマルチメータの測定値を読み取る。   |
| 判定（合格範囲）  | : 下表による。   |



## 判 定

入力	DR	感度 [rms]	INT OSC 振幅設定 [rms]	R : 測定値 [rms] S : 電圧計の読み [rms] R / S	合格範囲 (R / S)
A IN	HIGH	1 V	1 V	- · - - - V - · - - - V	0.995 ~ 1.005 *1
	MED	1 V	1 V	- · - - - V - · - - - V	0.995 ~ 1.005
	LOW2	100 mV	100 mV	- - - - - mV - - - - - mV	0.995 ~ 1.005 *1
	LOW1	10 mV	10 mV	- - - - - mV - - - - - mV	0.995 ~ 1.005 *1
B IN	HIGH	1 V	1 V	- · - - - V - · - - - V	0.995 ~ 1.005 *1
	MED	1 V	1 V	- · - - - V - · - - - V	0.995 ~ 1.005
	LOW2	100 mV	100 mV	- - - - - mV - - - - - mV	0.995 ~ 1.005 *1
	LOW1	10 mV	10 mV	- - - - - mV - - - - - mV	0.995 ~ 1.005 *1

\*1 : 参考値。保証値ではありません。

概ね、この範囲に入ることを確認します。

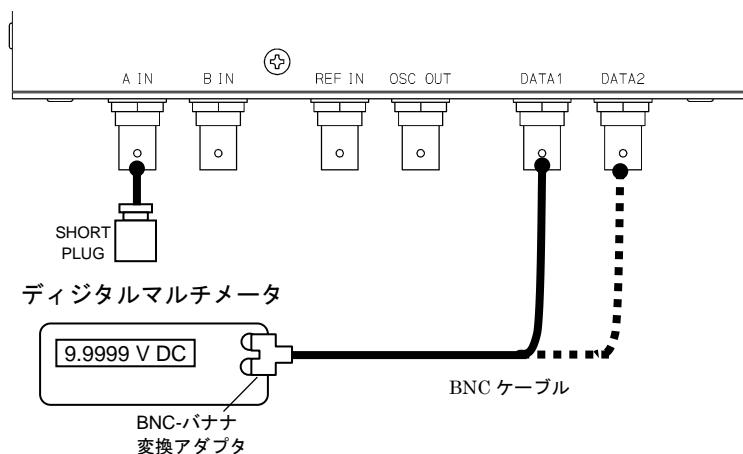
大幅に外れているときは、故障している恐れがあります。

## 8.5.3 測定値のアナログ出力電圧確度

- LI5502 設定 : 参照信号源を INT OSC (内部発振器) にする。  
                     周波数は 1 kHz, 振幅は 0 V (rms) にする。  
                     感度を 1 V (rms), DR の設定を MED にする。  
                     時定数を 100 ms にする。  
                     減衰傾度を 24 dB/oct にする。  
                     DATA 1 端子の測定パラメタを X にする。  
                     DATA 2 端子の測定パラメタを Y とする。  
                     オフセット機能を用いて下表の設定にする。  
                     ディジタルマルチメータを DC 電圧モードにする。
- 測定器設定 : LI5502 の A IN 端子にショートプラグ (ないし 50 Ω 終端器) を接続する。
- 接続 : LI5502 の DATA 1, 2 端子をディジタルマルチメータに同軸ケーブルを接続する。
- 測定方法 : オフセット設定値を +100%, 0%, -100% に設定したとき, 各 DATA 1, 2 端子をディジタルマルチメータの測定値を読み取る。
- 判定 (合格範囲) : 下表による。

## 測定方法

判 定 : 下表による。



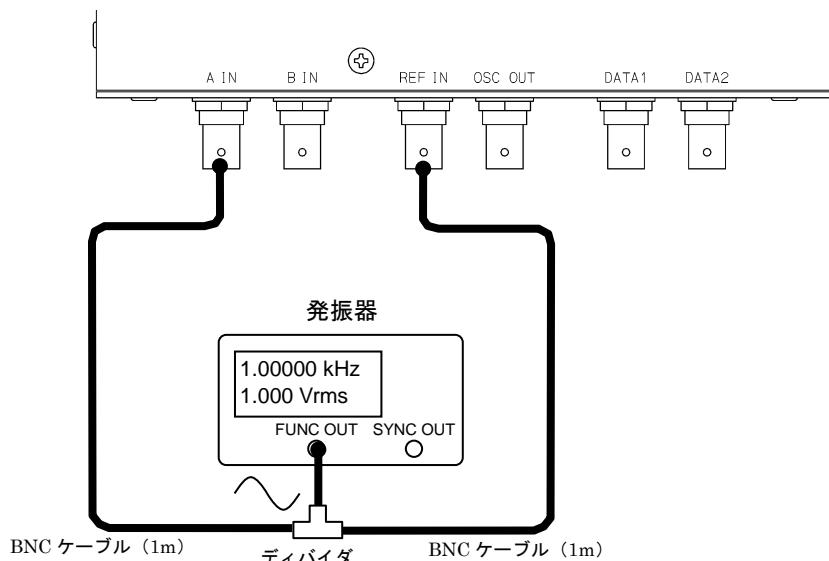
## 判 定

オフセット量	電圧計の読み	
	DATA 1 (X)	DATA 2 (Y)
+100%	+ _____.____ V	+ _____.____ V
0%	_____ . ____ mV	_____ . ____ mV
-100%	- _____.____ V	- _____.____ V

### 8.5.4 位相確度

#### 1) 対 外部参照信号

- LI5502 設定 : 参照信号源を REF IN (外部参照信号) にする。  
 参照信号波形を SIN にする。  
 感度を 1V (rms), DR の設定を MED にする。  
 測定パラメタを  $\theta$  にする。  
 時定数は 100 ms にする。  
 減衰傾度は 24 dB/oct にする。
- 測定器設定 : 発振器を正弦波にする。  
 周波数を 1 kHz, 振幅を 1 Vrms にする。
- 接続 : 発振器の出力端子にディバイダを用いて、一方を A IN 端子に同軸ケーブルを接続する。また、もう一方 REF IN に同軸ケーブルを接続する。
- 測定方法 : 通信での  $\theta$  値を読み取る。
- 判定 (合格範囲) : 下表による。



※同じ長さで極力短く、同じ特性の BNC ケーブル 2 本であること。

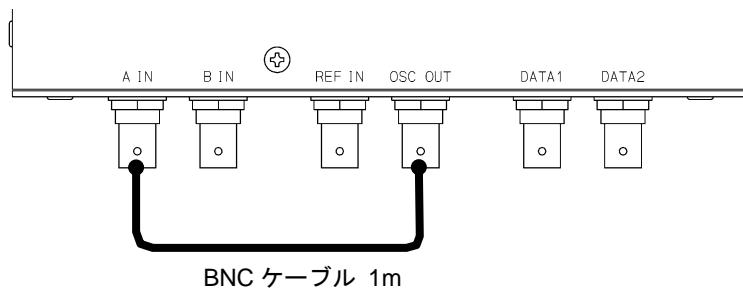
#### 判 定

入力	周波数	$\theta$	判定基準 *2
A IN	1 kHz	--- · --- °	-1 ~ +1 °
B IN	1 kHz	--- · --- °	-1 ~ +1 °

\*2 : 参考値。保証値ではありません。

## 2) 対 内部発振器

- LI5502 設定 : 参照信号の設定に対して、以下の設定変更を行う。  
 参照信号源を INT OSC (内部発振器) にする。  
 正弦波、周波数 1 kHz、振幅を 1 Vrms にする。  
 発振器出力を ON にする。  
 測定パラメタを  $\theta$  にする。  
 時定数は 100 ms にする。  
 減衰傾度は 24 dB/oct にする。
- 測定器設定 : BNC ケーブルのみ。
- 接続 : LI5502 の OSC OUT 端子からを用いて、A 端子に同軸ケーブルを接続する。
- 測定方法 : 通信での  $\theta$  値を読み取る。
- 判定 (合格範囲) : 下表による。



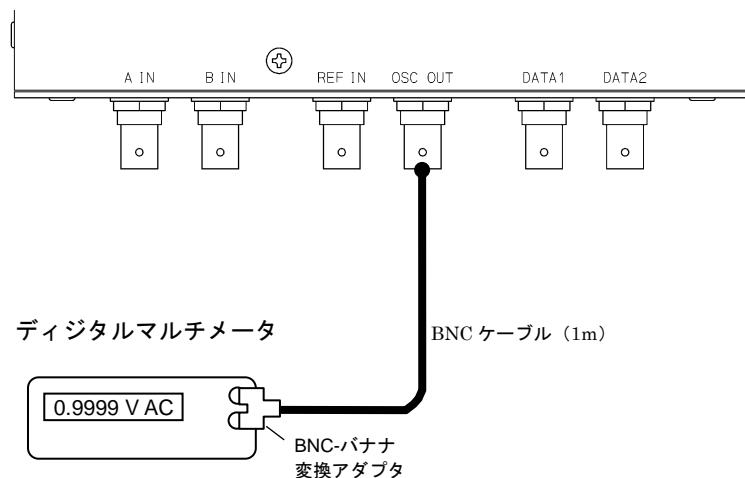
判 定 (「1) 外部参照信号」と同じ)

入力	周波数	$\theta$	判定基準 *3
A IN	1 kHz	---・---	-1 ~ +1 °
B IN	1 kHz	---・---	-1 ~ +1 °

\*3：参考値。保証値ではありません。

## 8.5.5 内部発振器正弦波出力振幅確度

- LI5502 設定 : 参照信号源を INT OSC (内部発振器) にする。  
                     波形を正弦波にする。  
                     周波数は 1kHz, 振幅 1Vrms にする。  
                     発振器出力を ON にする。  
                     その他設定は任意設定。
- 測定器設定 : ディジタルマルチメータを AC 電圧モードにする。
- 接続 : LI5502 の OSC OUT を同軸ケーブルにて、ディジタルマルチメータに接続する。
- 測定方法 : ディジタルマルチメータの測定値を読み取る。
- 判定 (合格範囲) : 下表による。



## 判 定

周波数	振幅設定	電圧計の読み [rms]	判定値
1kHz	1 Vrms	—.--- V	0.955 ~ 1.045 V

## 8.6 校正

性能試験で仕様を満足しなかった場合は、当社で調整または校正を行い、性能を回復させます。  
校正が必要なときは、当社または当社代理店にご連絡ください。  
保証期間外の調整・校正は有償にて承ります。

## 9. 仕様

9.1 入力部 .....	9-2
9.1.1 信号入力 .....	9-2
9.1.2 参照信号入力 .....	9-2
9.1.3 外部基準周波数入力 .....	9-3
9.2 出力部 .....	9-3
9.2.1 発振器出力 .....	9-3
9.2.2 アナログデータ出力 .....	9-4
9.3 分析機能 .....	9-5
9.4 ディジタルデータ出力 .....	9-9
9.5 リモート制御インターフェース .....	9-9
9.6 一般仕様 .....	9-10
9.7 外形寸法図 .....	9-12

公称値、代表値、参考値、約

これらの表記がある値は、製品を使用するにあたり参考となる補足データを示し、性能を保証するものではありません。

## 9.1 入力部

信号入力や参照信号入力などの入力端子の仕様を示す。

### 9.1.1 信号入力

入力端子	BNC
チャネル数	LI5501 : 1 (信号名 : A IN) LI5502 : 2 (信号名 : A IN, B IN)
入力形式	シングルエンド
入力インピーダンス	1 MΩ (公称値), 並列に 20 pF (参考値)
周波数範囲	DC ~ 1.05 MHz
電圧利得	0.2, 1, 10, 100 倍の 4 レンジ (AC GAIN)
電圧利得温度ドリフト	±250 ppm / °C (参考値) 周波数 1 kHz のとき
入力換算雑音	25 nV/√Hz (参考値) 周波数 1 kHz, 100 倍設定, 入力短絡のとき
高調波ひずみ	-70 dBc 以下 (参考値) 入力信号 1 Vrms, 1 倍設定, 20 Hz ~ 100 kHz 2~3 次高調波 (各次)
最大入力電圧 (線形動作範囲)	±5 V
非破壊最大入力電圧	±10 V
信号グラウンド対筐体インピーダンス	22 Ω (公称値), ±1 V

### 9.1.2 参照信号入力

入力端子	BNC
チャネル数	1 (信号名 : REF IN)
入力インピーダンス	1 MΩ (公称値), 並列に 20 pF (参考値)
周波数範囲	DC ~ 1.05 MHz
入力電圧範囲	正弦波 (SIN) : 0.4 ~ 6 Vp-p 方形波 (TTL) : 0 ~ 5 V, High 2.6 V 以上, Low 0.8 V 以下
パルス幅 (方形波)	100 ns 以上 (高レベル, 低レベル 共)
非破壊最大入力電圧	±10 V

### 9.1.3 外部基準周波数入力

入力端子	BNC
チャネル数	1 (信号名 : 10MHz IN)
周波数範囲	10 MHz ±0.2 %
波形	正弦波 または 方形波 (Duty 45 ~ 55 %)
信号レベル	0.5 Vp-p ~ 5 Vp-p
非破壊最大入力電圧	10 Vp-p
入力インピーダンス	約 500 Ω
入力結合	AC
フローティング電圧 (対 接地 許容電圧)	±42 Vpeak max (DC+AC)
基準周波数源	内部, 外部 周波数合成用の基準周波数を外部 (発振器等の外部機器) から与えると, その基準周波数と同期することができます。外部参照信号 (REF IN) がなくても, 内部発振器の数値設定周波数での同期・測定が可能です。

## 9.2 出力部

発振器および測定データの出力端子の仕様を示す。

### 9.2.1 発振器出力

出力端子	BNC
チャネル数	1 (OSC OUT)
周波数	同期周波数 ないし 内部発振周波数
波形	正弦波, 方形波
振幅	正弦波 : 1 Vrms, 設定分解能 1 mVrms 方形波 : TTL レベル
振幅確度	± (4 % + 5 mV), (正弦波, 1kHz 時)
DC バイアス	±5 V (正弦波のみ設定可能, 設定分解能 5 mV, 公称値)
最大出力電流	±15 mA 以上
推奨負荷	500 Ω 以上 (信号グラウンドに接続した抵抗器)
出力インピーダンス	53 Ω (公称値)
高調波ひずみ	-70 dBc 以下 (参考値) 20 Hz ≤ 周波数 ≤ 100 kHz, 無負荷, 正弦波, 振幅 1 Vrms 2~3 次高調波 (各次), DC バイアス 0 V

### 9.2.2 アナログデータ出力

出力端子	BNC
チャネル数	2 (DATA 1, DATA 2)
最高更新レート	312.5 k サンプル/s
周波数帯域	10 kHz 以上
出力電圧範囲	±12 V (無負荷時), 分解能 16bit
最大出力電流	±10 mA 以上
出力インピーダンス	440 Ω (公称値)
出力電圧確度	± (0.5 % + 10 mV) 対 測定値対応電圧値

## 9.3 分析機能

LI5501 / LI5502 は、2位相ロックインアンプとして機能します。

また、LI5502（2ch 機）では、チャネル間の振幅比および位相差も測定可能です。

### a) 測定信号系

周波数範囲	9.5 mHz ~ 1.05 MHz
チャネル数	LI5501 : 1 (A IN)
	LI5502 : 2 (A IN, B IN)

### b) 位相検波部

位相検波器	2位相 ( $R\cos\theta$ , $R\sin\theta$ )
直交性	±0.001°以内 (参考値)
ダイナミックリザーブ	100 dB 以上 (参考値)

- ダイナミックリザーブ

ダイナミックリザーブ (DR) 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、大きな雑音があっても、雑音で飽和しないかを示します。  
DR = 許容できる最大雑音レベル / 感度 (信号フルスケール)  
実際の値は、感度、信号と雑音の周波数差、時定数フィルタの設定に依存して変化します。  
100 dB を超えるには、時定数 100 ms 以上、減衰傾度 24 dB/oct、または、同等のフィルタ設定が必要になります。

### 時定数フィルタ

時定数 (TC)	1 μs ~ 10 ks (1-2-5 シーケンス)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1-2-5 シーケンスとは、“1,2,5,10,20,50,100,200,500 …” のように繰り返す数列。</li> </ul>	

### 減衰傾度 (SLOPE)

6, 12, 18, 24 dB / oct

- 時定数フィルタ

1次の低域通過フィルタを縦続接続し、雑音の除去、位相検波に伴うリップルの除去を行います。  
この低域通過フィルタには、アナログフィルタと同じ指數応答を示すデジタルフィルタを用いています。  
時定数設定は1次の低域通過フィルタの応答時間に、減衰傾度はフィルタの縦続段数(1段あたり 6dB/oct)に対応します。  
各設定を大きくするほど雑音およびリップル除去率が大きくなります。

電圧感度

下表による (1-2-5 シーケンス)

DR 設定

LOW1, LOW2, MED, HIGH の 4 点切替 (AC GAIN に連動)

DR	AC GAIN	電圧感度
LOW1	×100	10 nVrms ~ 10 mVrms
LOW2	×10	100 nVrms ~ 100 mVrms
MED	×1	1 μVrms ~ 1 Vrms
HIGH	×0.2	5 μVrms ~ 1 Vrms

**● 電圧感度**

DR 設定により、アナログ信号を増幅する AC GAIN から電圧感度範囲が決まる。  
その範囲内で PSD 後のデジタル信号を増幅する DC GAIN により、電圧感度を設定する。

電圧確度

±0.5 % (入力信号 1 kHz, 1 Vrms, DR MED, 電圧感度 1 Vrms)

移動平均フィルタ

平均化時間

オフ (0.4 μs), 1 μs ~ 100 s (1-2-5 シーケンス), AUTO

AUTO は参照信号周波数に同期追従する。

**● 移動平均フィルタ (MOV)**

平均化時間 (平均化区間) の移動平均により、雑音を除去します。  
平均化時間を周期とした整数倍のノッチフィルタを設定できます。  
参照信号に平均化時間の設定を同期した場合、検波に伴うリップルが大幅に軽減され、  
また平均化区間 (整数周期) で出力がほぼ整定するので、時定数を小さくできます (高速応答が得られます)。  
ただし、信号周波数が高くなると、リップルの抑制効果が十分に得られないことがあります。  
移動平均フィルタ off の時は、最小平均化時間 0.4 μs に設定されます。

EXPAND

×1 ~ ×1000

**● EXPAND**

EXPAND (拡大) は移動平均フィルタ後の DC GAIN を指します。  
移動平均フィルタを使用せずに EXPAND のみ使用すると下位 bit が欠落するため、  
EXPAND を使用する際は、適量の平均化時間を設定することをお奨めします。  
1-2-5 シーケンスでの設定を推奨

位相ノイズ

0.001 ° rms (1 kHz, 減衰傾度 18 dB/oct 以上)

参照信号が外部正弦波 1 Vrms, 時定数 100 ms, 移動平均フィルタ オフにおける参考値

参照信号の雑音やジッタが大きい時、または振幅が 1 Vrms に満たない時は、この仕様を満たさないことがあります。

位相温度ドリフト

±0.02 ° / °C

A IN (B-IN), REF-IN 共に正弦波、1 kHz, 1 Vrms における参考値

位相確度	$\pm 1^\circ$
	A IN (B-IN), REF-IN 共に正弦波, 1 kHz, 1 Vrms における参考値
参照信号移相量	範囲 $-180.000^\circ \sim +179.999^\circ$ 分解能 $0.001^\circ$
PSD アジャスト	フルスケールの $\pm 25\%$ の直流成分を除去可能。

● PSD アジャストについて  
 PSD アジャストでは、約 420ms 直流成分の平均値を求め、直流成分除去の補正值を設定します。  
 PSD アジャスト実行コマンド毎に直流成分を除去する。  
 PSD アジャストリセットコマンドで、工場出荷時に戻せます。

## c) 参照信号系

参照信号源	REF IN (外部参照信号), INT OSC (内部発振器)
外部参照信号波形	SINE, TTL POS, TTL NEG

● REF IN  
 外部参照信号に同期できないとき UNLOCK になります。  
 外部参照信号に同期できるとき、同期時間内に LOCK します。  
 ● INT OSC  
 内部発振器に直ちに同期します。

外部参照信号波形	SINE, TTL POS, TTL NEG
● SINE (SIN)	1 周期につき 2 回だけ 0V をよぎり、周期が安定な波形。 方形波の場合は、デューティファクタ約 10~90%。 0V をマイナスからプラスによぎる点を $0^\circ$ とする。
● TTL POS (TPOS)	1 周期につき 2 回だけスレッシュルド電圧をよぎり、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 $0^\circ$ とする。
● TTL NEG (TNEG)	1 周期につき 2 回だけスレッシュルド電圧をよぎり、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 $0^\circ$ とする。

参照信号周波数範囲	9.5 mHz ~ 1.05 MHz
同期時間	2 周期 + 50 ms (参考値)
周波数分解能	0.3 mHz
周波数測定確度	$\pm 40$ ppm (1 Hz 以上, TTL の時)
調波測定	検波器に与える参照信号周波数を $n / m$ 倍にして測定可能 $n$ 範囲 (高調波) 1 ~ 63 $m$ 範囲 (低調波) 1 ~ 64 ただし、参照信号周波数の $n / m$ 倍は、同期周波数範囲内となる。

## d) 内部発振器

周波数設定範囲	9.5 mHz ~ 1.05 MHz
周波数分解能	0.1 mHz
周波数確度	±30 ppm, 参考値

## e) 測定値出力部

パラメタ LI5501 : X<sub>A</sub>, Y<sub>A</sub>, R<sub>A</sub>, θ<sub>A</sub>  
LI5502 : X<sub>A</sub>, Y<sub>A</sub>, R<sub>A</sub>, θ<sub>A</sub>, X<sub>B</sub>, Y<sub>B</sub>, R<sub>B</sub>, θ<sub>B</sub>,  
RATIO, PHASE

## ● パラメタ

X : 同相成分 (=R cosθ)

Y : 直交成分 (=R sinθ)

R : 信号の大きさ, 実効値 (=√(X<sup>2</sup>+Y<sup>2</sup>))θ : 信号の位相 (=tan<sup>-1</sup>(Y / X))

※添字は測定チャネル (A:CH-A と B:CH-B) を示す。

RATIO : 測定チャネル間振幅比 (R<sub>A</sub> / R<sub>B</sub>, 測定チャネル実効値の指示値の比)PHASE : 測定チャネル間位相差 (θ<sub>A</sub>-θ<sub>B</sub>, 測定チャネルの位相差)

## ● 測定チャネル間振幅比の例

R<sub>A</sub>は電圧感度 0.1 Vrmsにおいて、測定した実効値が 60 mVrms (フルスケールの 60 %)。R<sub>B</sub>は電圧感度 0.2 Vrmsにおいて、測定した実効値が 100 mVrms (フルスケールの 50 %)とした場合、測定される G は、

G = R<sub>A</sub>はフルスケールの 60 % ÷ R<sub>B</sub>はフルスケールの 50 % = 1.2 倍

設定した電圧感度の比は (0.1 Vrms / 0.2 Vrms) 0.5 とすると、  
実際の信号は、G 値の 1.2 倍と感度比 0.5 倍より 0.6 倍となる。

(実効値が 60 mVrms と 100 mVrms より 0.6 倍)

測定範囲 X, Y 感度の±0 ~ 120 %

分解能 : 18 bit

R 感度の 0 ~ 120 %

分解能 : 19 bit

RATIO 0 ~ 200 %

分解能 : 19 bit

θ, PHSAE -180.000 ° ~ +179.999 °

分解能 : 0.001 °

アナログ出力電圧範囲 X, Y ±10 VDC (感度±100 %の時)

R 10 VDC (感度 100 %の時)

RATIO 10 VDC (振幅比が 200 %の時)

θ, PHASE ±10 VDC (-180.000 ° ないし+179.999 ° の時)

オフセット X および Y に対して、感度の±120.00%, 分解能 0.01%

## 9.4 ディジタルデータ出力

出力モード

コマンド | ストリーム 切り替え

- コマンド  
コマンド問い合わせに対して、ASCII 形式で応答する。
- ストリーム  
バイナリデータを絶え間なくストリームで出力する。  
16bit レジスタを最大 7 つ持ち、指定サンプル周期で出力可能。  
最大 300k word/s で転送可能。

サンプル周期

0.4 μs × (1 ~ 65536)

出力パラメタ

LI5501 : X<sub>A</sub>, Y<sub>A</sub>, R<sub>A</sub>, θ<sub>A</sub>LI5502 : X<sub>A</sub>, Y<sub>A</sub>, R<sub>A</sub>, θ<sub>A</sub>, X<sub>B</sub>, Y<sub>B</sub>, R<sub>B</sub>, θ<sub>B</sub>,  
RATIO, PHASE

参照信号周波数, ステータス

- 参照信号周波数  
出力モードがストリームのとき  
周波数上位 (16bit), 周波数下位 (16bit) に分割される。
- ステータス  
参照信号源の同期外れ (UNLOCK)  
アナログ部 (ADC 以前) の過大信号 (ADC over)  
時定数フィルタでの過大信号 (LPF over)  
移動平均フィルタでの過大信号 (MOV over)  
Ratio 演算での飽和 (RATIO over)  
発振器出力での過大信号 (OSC over)

## 9.5 リモート制御インターフェース

USB

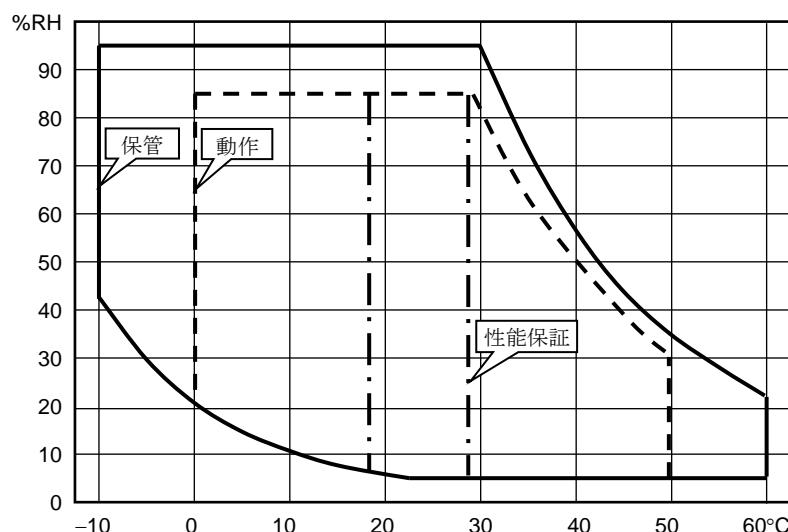
USB 2.0 フルスピード, デバイスクラス CDC

LAN

10BASE-T / 100BASE-TX, TCP/IP (ソケット通信)

## 9.6 一般仕様

電源	
推奨動作電圧	±15 VDC ±2 % リニア電源（デュアルトラッキング）推奨
動作電圧範囲	±14 ~ 16 VDC 以内
電流	約+400 mA / -110 mA (LI5501) 約+480 mA / -120 mA (LI5502)
コネクタ	初期値, 無信号, 無負荷
設定保存メモリ	D-SUB 9pin (DELC-J9PAF-20L9 JAE 相当品) 16組（ホストコンピュータなし, ロータリスイッチで切替可能） 1組はレジューム用, もう1組は工場出荷時設定
レジューム	電源オフ直前の設定を記憶し, 再起動時に設定を復元します。
環境条件	
動作	温度 0 ~ +50 °C 湿度 5 ~ 85 %RH。 ただし絶対湿度は 1 ~ 25 g/m³, 結露がないこと 高度 2000 m 以下
性能保証	温度 23±5 °C 湿度 5 ~ 85 %RH。 ただし絶対湿度は 1 ~ 25 g/m³, 結露がないこと 高度 2000 m 以下
保管	温度 -10 ~ +60 °C 湿度 5 ~ 95 %RH。 ただし絶対湿度は 1 ~ 29 g/m³, 結露がないこと



汚染度	2 (屋内使用)
ウォームアップタイム	20 分
RoHS	Directive 2011/65/EU
EMC	EN 61326-1, EN 61326-2-1 備考 : 底面に CE マーキング表示のある製品に適用
外形寸法	200(W) × 25(H) × 150(D) mm ただし、マウント金具および突起部を除く
質量	約 700 g ただしマウント金具および付属品を除く

## 9.7 外形寸法図

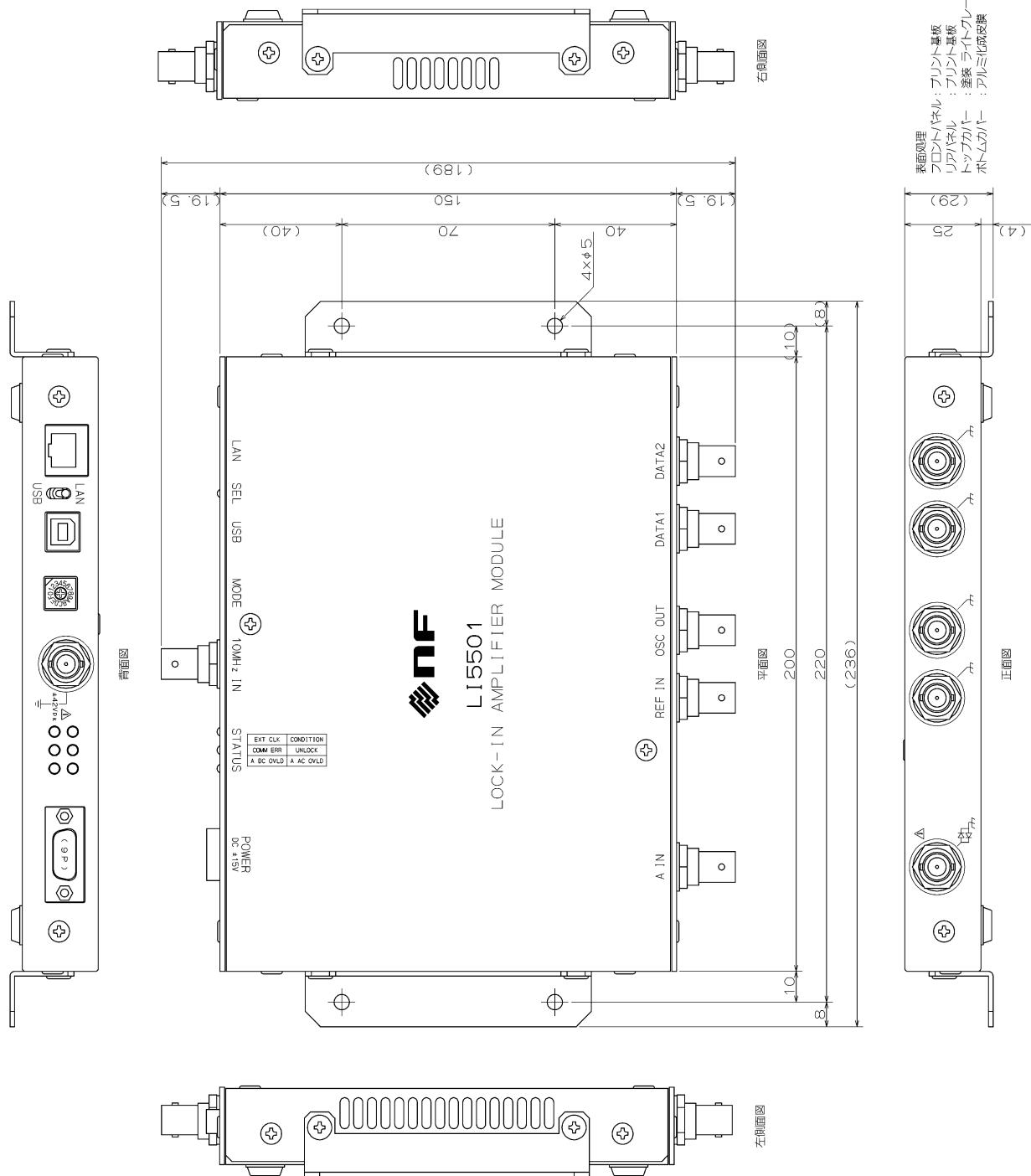


図 9-1 LI5501 外形寸法図

## 9.7 外形寸法図

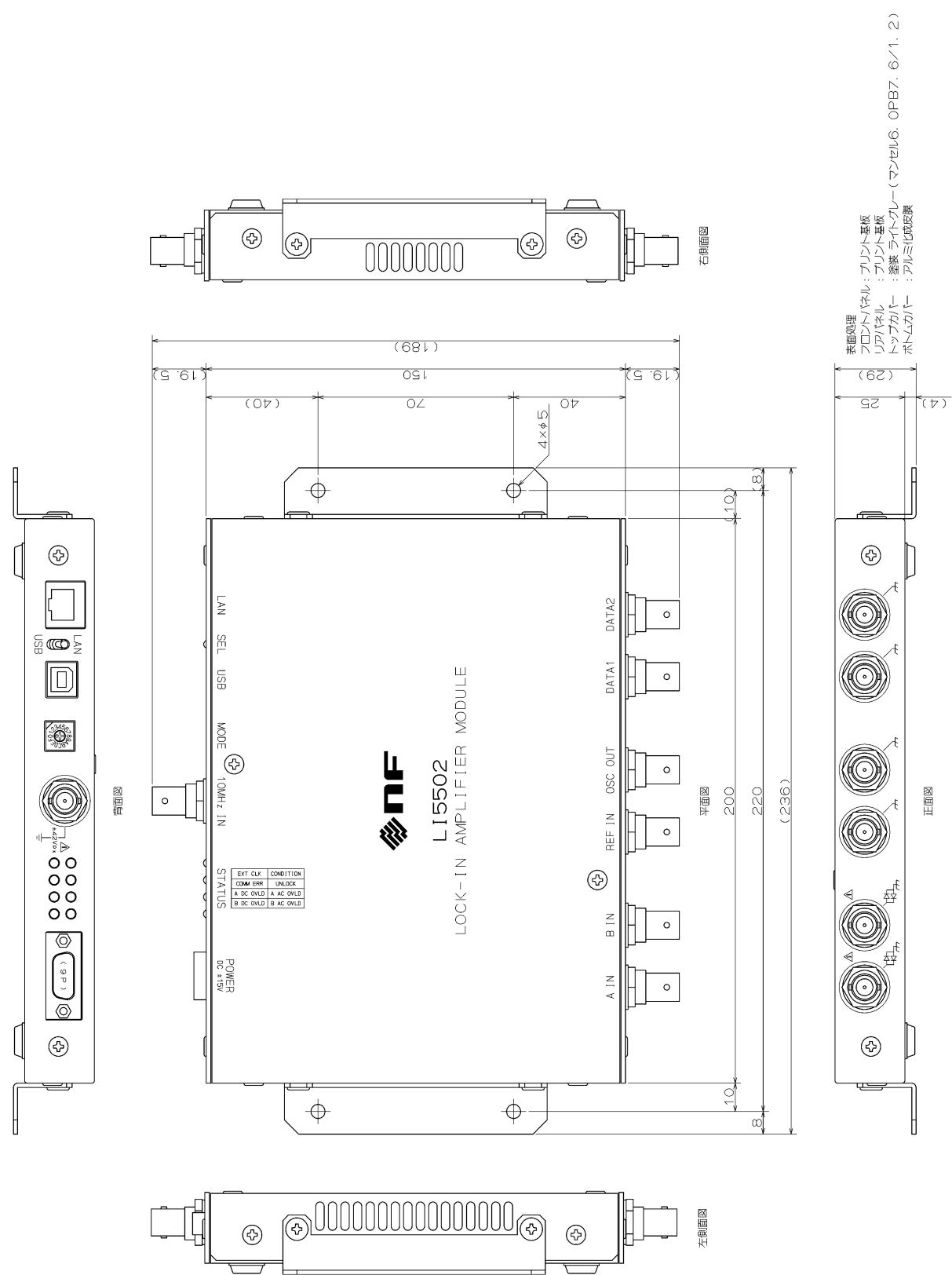


図 9-2 LI5502 外形寸法図



## ———— 保証 ——

この製品は、株式会社 エヌエフ回路設計ブロックが十分な試験及び検査を行って出荷しております。

万一ご使用中の故障又は輸送中の事故などによる故障がありましたら、当社又は当社代理店までご連絡ください。

この保証は、当社又は当社代理店からご購入された製品で、取扱説明書、本体貼付ラベルなどの記載内容に従った正常な使用状態において発生した、部品又は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、納入後 1 年間の保証期間内に当社又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だけ有効です。日本国外で使用する場合は、当社又は当社代理店にご相談ください。

次の事項に該当する場合は、保証期間内でも有償修理となります。

- 取扱説明書に記載されている使用方法及び注意事項（定期点検や消耗部品の保守・交換を含む）に反する取扱いや保管によって生じた故障の場合
- お客様による輸送や移動時の落下、衝撃などによって生じた故障、損傷の場合
- お客様によって製品に改造（ソフトウェアを含む）が加えられている場合や、当社及び当社指定サービス業者以外による修理がなされている場合
- 外部からの異常電圧又はこの製品に接続されている外部機器（ソフトウェアを含む）の影響による故障の場合
- お客様からの支給部品又は指定部品の影響による故障の場合
- 腐食性ガス・有機溶剤・化学薬品等の雰囲気環境下での使用に起因する腐食等による故障や、外部から侵入した動物が原因で生じた故障の場合
- 火災、地震、水害、落雷、暴動、戦争行為、又は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
- 当社出荷時の科学技術水準では予見できなかった事由による故障の場合
- 電池などの消耗品の補充

## ———— 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やご不明な点がありましたら、当社又は当社代理店にご連絡ください。

ご連絡の際は、型式名（又は製品名）、製造番号（銘板に記載の SERIAL NO.）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ときは、補修パーツの品切れなどによって、日数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。



## — お願い —

---

- 取扱説明書の一部または全部を、無断で転載または複写することは固くお断りします。
  - 取扱説明書の内容は、将来予告なしに変更することがあります。
  - 取扱説明書の作成に当たっては万全を期しておりますが、内容に関連して発生した損害などについては、その責任を負いかねますのでご了承ください。  
もしご不審の点や誤り、記載漏れなどにお気付きのことがございましたら、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。
- 

## LI 5501 / LI 5502 取扱説明書

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

TEL 045-545-8111

<https://www.nfcorp.co.jp/>

© Copyright 2022-2025, **NF Corporation**



