

量子コンピュータ向け 低雑音信号処理ソリューション

多量子ビット化の研究をサポート

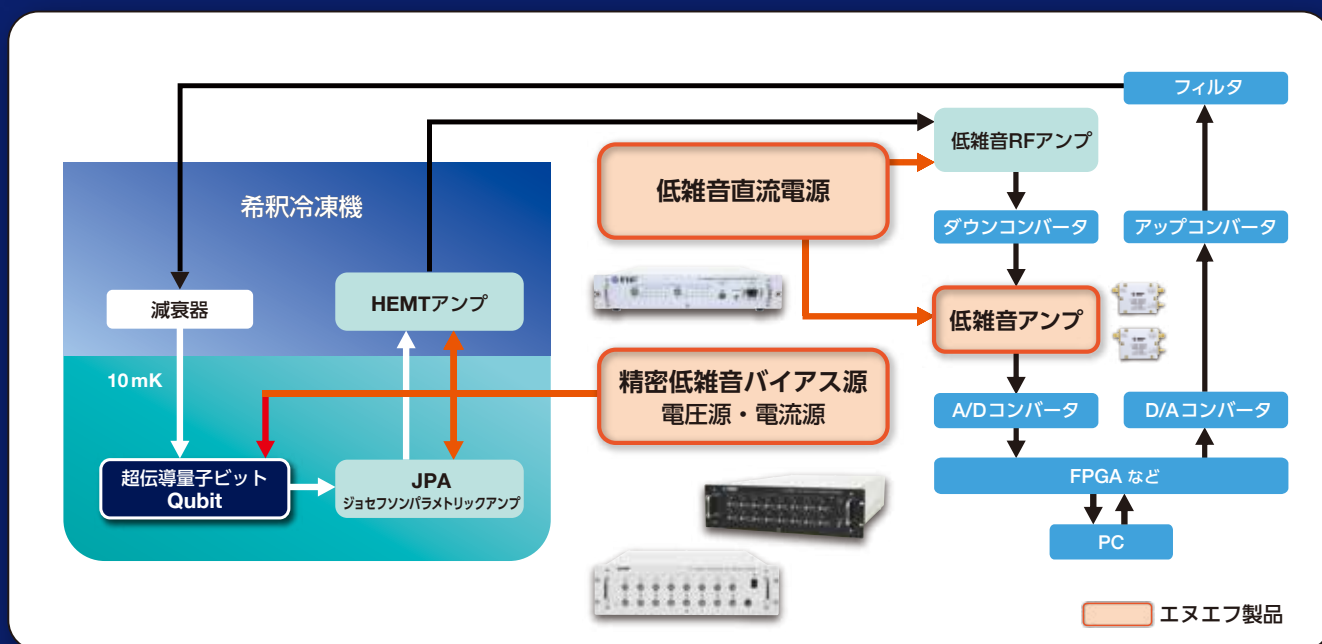
マルチチャネル精密低雑音バイアス源

マルチチャネル低雑音増幅システム

マルチチャネル低雑音直流電源

カスタム対応

■ 超伝導量子コンピュータ構成例



量子コンピュータ向け低雑音信号処理ソリューション

低雑音・高安定性

多量子ビット化

超伝導素子を用いた量子コンピュータシステムにおいて、素子の制御や信号検出を高精度に行うために必要な「低雑音システム」をご提案します。マルチチャンネルで、多量子ビットの評価にも対応可能です。

超伝導素子の駆動・制御

超伝導素子の信号検出

量子ビット制御

精密低雑音バイアス源
電圧源 (16ch)

精密低雑音バイアス源
電流源 (16ch)

P.3-4

マルチチャンネル
低雑音任意波形発生システム
(32ch)

P.5

DUTホルダ

超伝導素子

信号増幅

マルチチャンネル
低雑音増幅システム
(2ユニット, 32ch)

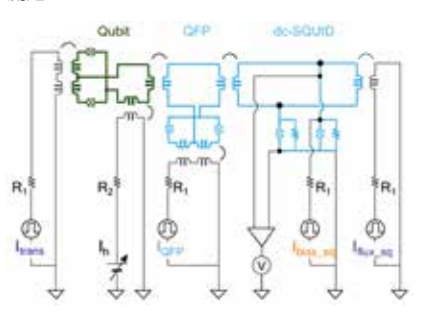
P.6

低雑音直流電源
(2ユニット, 32ch)

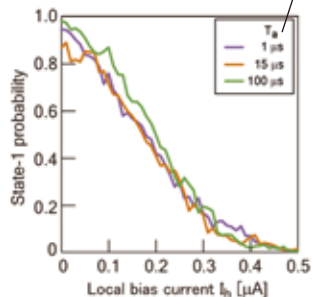
P.2

超伝導磁束量子ビットの測定例

測定システム

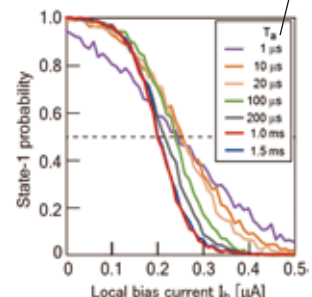


● 雑音レベル $\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$ オーダ
(従来システム相当)



アニーリング時間

● 雑音レベル $\text{fA}/\sqrt{\text{Hz}}$ オーダ
(当社システム相当)



▶ 大幅な低ノイズ化により、従来システムと比べてアニーリング時間依存性を、顕著に見ることができます。
scientific reports "Supplementary Materials for Factorization by Quantum Annealing Using Superconducting Flux Qubits Implementing a Multiplier Hamiltonian" より抜粋 (著者: 才田 大輔)

ゲート方式量子コンピュータ

信号増幅

小型低雑音増幅器

小型・マルチチャンネル



8チャンネル

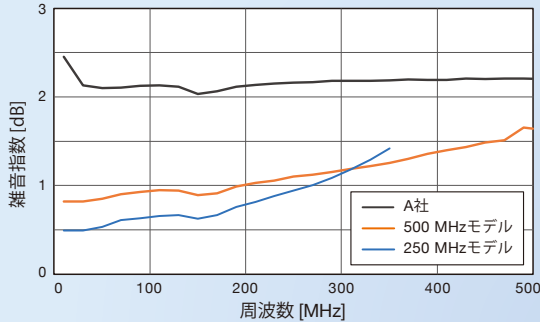


ダウンコンバート後の信号処理用途に

低雑音、高速リカバリータイム、保護機能装備、コンパクト設計の装置組み向けアンプです。量子コンピュータや NMR/MRI 装置などに組み込みアンプとして最適です。

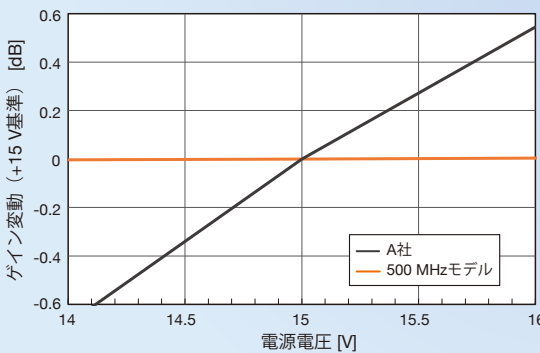
■ノイズ

雑音指数 (ノイズフィギュア)

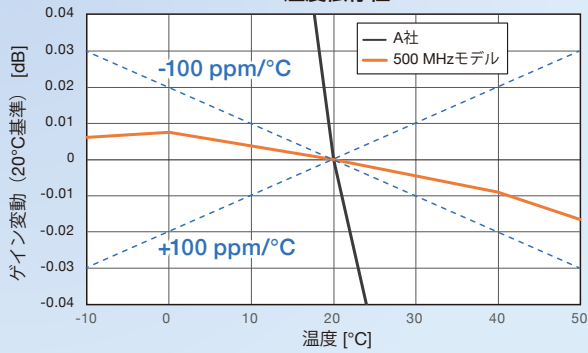


■利得安定性

電源電圧依存性



温度依存性



■仕様例 (500MHzモデル)

入力/出力インピーダンス	50 Ω
利得	40 dB
利得安定度	0.001 dB/°C
利得周波数特性	10 MHz ~ 500 MHz *周波数帯域幅は変更可能
最大出力電圧	2 Vp-p
雑音指数	30 MHzにて1 dB
入出力VSWR	30 MHzにて1.2以下
電源	+15 V, 85 mA
外形寸法 (mm)	50 (W) \times 40 (H) \times 11.5 (D)

RF アンプ用 低雑音直流電源

超低雑音、高精度、高安定性を備えた 16 チャンネル低雑音直流電源。各チャンネル 100mA 出力、室温環境にて RF アンプへ電源供給可能です。ユニットを追加することで、マルチチャンネル電源システムを構築できます。

- +10 V / +8 V / +6.67 V / +3.33 V
- 安定性: 10 ppm/°C
- 2 U, ラックサイズ
- ノイズ: 50 μVrms
- ユニポーラ出力
- 多極コネクタ採用

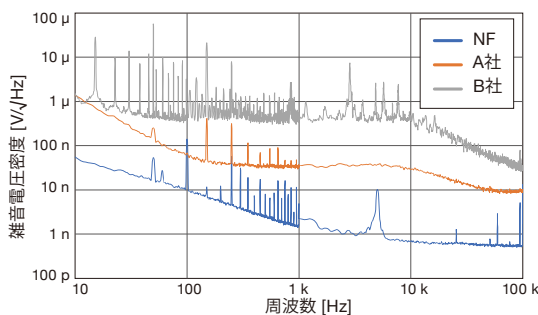
16 ch



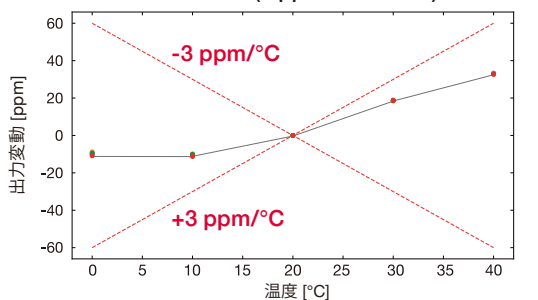
方式	シリーズレギュレータ方式
出力数	16チャンネル
コネクタ	8チャンネル \times 2
設定電圧	+10 V / +8 V / +6.67 V / +3.33 V
設定方法	外部制御にて
温度係数	$\pm 10 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ または $\pm 3 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$
最大出力電流	各チャンネル100 mA
リップルノイズ	50 μVrms 以下 (typ.) (帯域10 Hz~1 MHz)
出力オン/オフ	外部制御にて
外部制御	USB2.0、10BASE-T/100BASE-TX、TCP/IP
電源	AC 90 V~250 V、50/60 Hz ± 2 Hz
外形寸法 (mm)	430 (W) \times 82 (H) \times 600 (D)

低雑音・マルチチャンネル

出力雑音電圧密度



出力安定性 (3ppm/°C 対応版)



JPA / HEMT アンプ / 量子ビット向けバイアス源 マルチチャンネル精密低雑音バイアス源

超低雑音・高精度・高安定なマルチチャンネル低雑音直流電圧源および電流源です。

熱雑音が非常に小さい極低温下の回路の駆動において、電源経路の雑音混入を低減できるので、ジョセフソン パラメトリック アンプ (JPA) や HEMT アンプの駆動にも対応します。高精度・高安定出力は、量子ビットの磁場制御や素子特性のばらつき調整にも最適です。

1ユニットあたり16チャンネルで、必要に応じて増設することにより多チャンネル電源システムの構築が可能です。

ユニットあたり16チャンネル、各チャンネルの出力電圧/電流は外部制御で設定可能。

■ 電圧源



16 ch

- 出力雑音電圧 2 μVrms (帯域幅 10 Hz ~ 1 MHz)
- 出力電圧 0 ~ +16.1 V (ユニポーラ出力)
±10 V (バイポーラ出力)
- 設定分解能 500 μV (100 μV 対応可)
- 設定確度 ± (0.03 % + 250 μV)
- 出力安定度 ±2 ppm/°C 以下
- 出力電流 各チャンネルあたり最大 15 mA

■ 電流源



16 ch

- 出力雑音電流 0.01 $\mu\text{Ap-p}$ (帯域幅 10 kHz)
- 出力電流 0 ~ ±3 mA (設定範囲変更可能)
- 設定分解能 100 nA
- 出力確度 (0.05 % + 80 nA)
- 出力安定度 ±3 ppm/°C typ.
- コンプライアンス電圧 ±4 V

16ch 単位で
拡張可能

16チャンネル
16チャンネル

絶縁モデル

各チャンネルは絶縁されており、ループ電流が測定システムに流れるのを防ぎます。

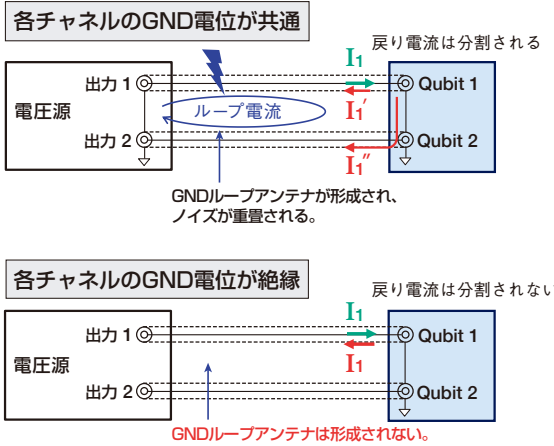
超伝導量子ビットやジョセフソンパラメトリックアンプ (JPA) 駆動に。

電流源

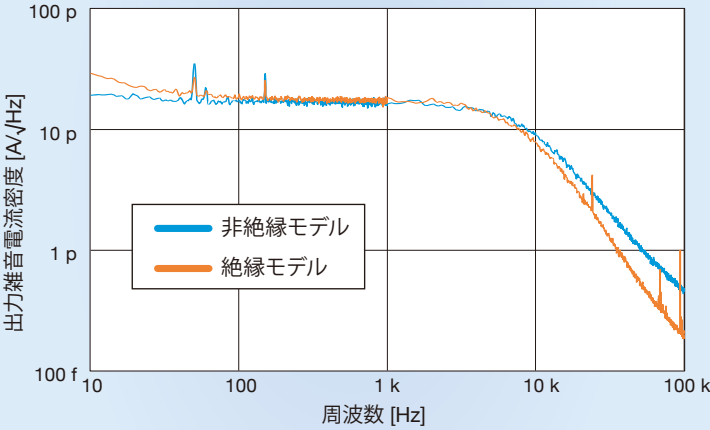
16 ch

絶縁によるメリット

- ループアンテナの生成を抑制
- 順方向および戻り方向の電流経路を制御



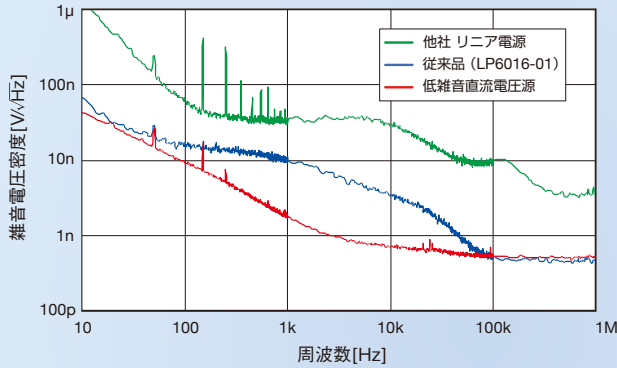
■ ノイズレベル比較



■ ノイズレベルの比較と出力安定度

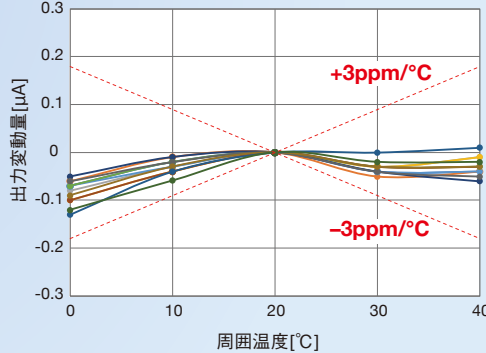
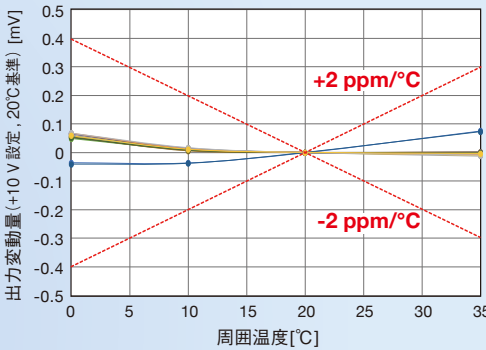
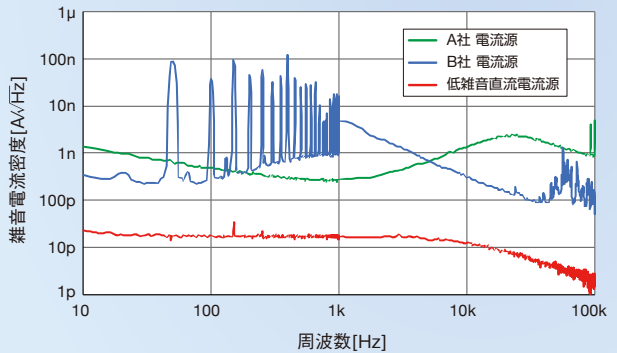
出力雑音電圧

電圧源



出力安定度

電流源



■ 仕様例

		電圧源	電流源
方 式		シリーズレギュレータ方式	—
出力特性	出力数	16 ch	
	出力端子	BNC、Fischer製 DBP 102A051-130 など	
	設定範囲	ユニポーラ出力: 0 V ~ +16.1 V / バイポーラ出力: ±10 V CH毎に設定可能、分解能 500 μV (100 μV 対応可能)	±3 mA CH毎に設定可能、分解能 100 nA
	設定方法	外部制御にて	
	設定確度	± (設定値の0.03 % + 250 μV)、23 ± 5°C、無負荷にて	± (設定値の0.05 % + 80 nA)、23 ± 5°C、無負荷にて
	温度係数	±2 ppm/°C	±3 ppm/°C
	最大電流 / 電圧	各CH 15 mA	コンプライアンス電圧: ±4 V
	リップルノイズ	2 μVrms 以下 typ. 帯域幅 10 Hz ~ 1 MHz	10 nAp-p 以下 typ. 帯域幅 0.1 Hz ~ 10 kHz
出力ON / OFF		外部制御にて	
絶縁抵抗		20 M Ω	
外部制御		USB2.0、10BASE-T / 100BASE-TX、TCP/IP	
電 源		電圧: AC 100 V ± 10 %、周波数: 50/60 Hz ± 2 Hz	
外形寸法		430(W) x 125.5(H) x 630(D)	430(W) x 125.5(H) x 650(D)
		絶縁モデル: 430(W) x 125.5(H) x 700(D)	絶縁モデル: 430(W) x 125.5(H) x 700(D)

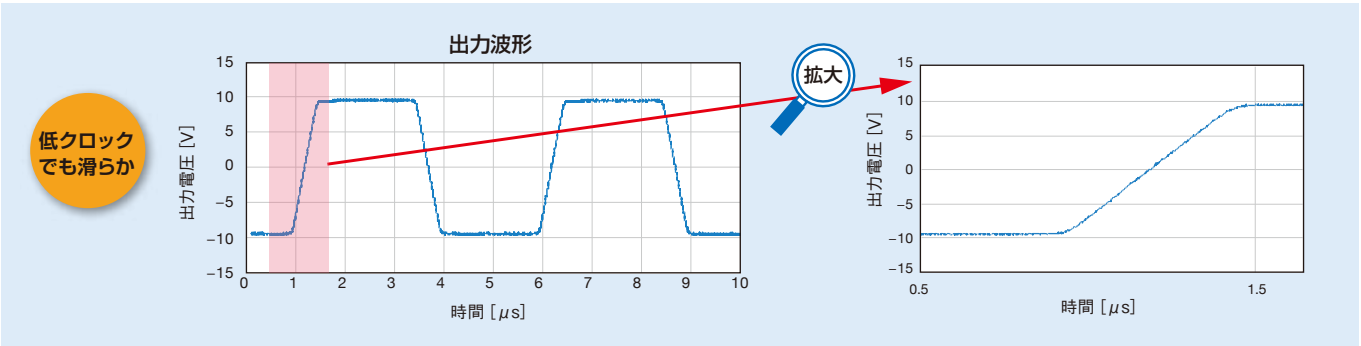
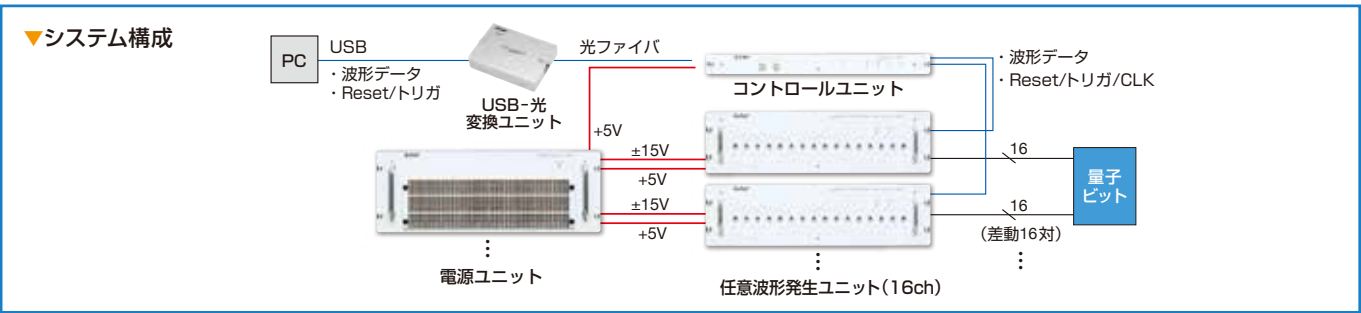
■ カスタム対応 ご要望に応じたカスタマイズを承ります。お問い合わせください。

- 多極コネクタへの変更
- 電圧源の設定分解能
- 電流源の設定範囲
- 電源入力範囲の変更 など

量子ビット制御用信号源

マルチチャネル低雑音任意波形発生システム

- 最大 1024 チャンネルの差動同期出力、任意波形出力可能（拡張可能）
- チャンネルごとに任意の波形を設定可能
- アナログ線形補間回路と低クロック採用により、高いリニアリティを実現
- 低雑音設計（ノイズ耐性強化）を追求
 - 差動信号出力による共通モード雑音の低減
 - 光通信（光ファイバ 使用）を採用し、PC 経由の雑音を遮断
 - 低雑音リニア電源の採用 により、電源経由の雑音混入を低減
- チャンネル間スキュー 50 ns 以下



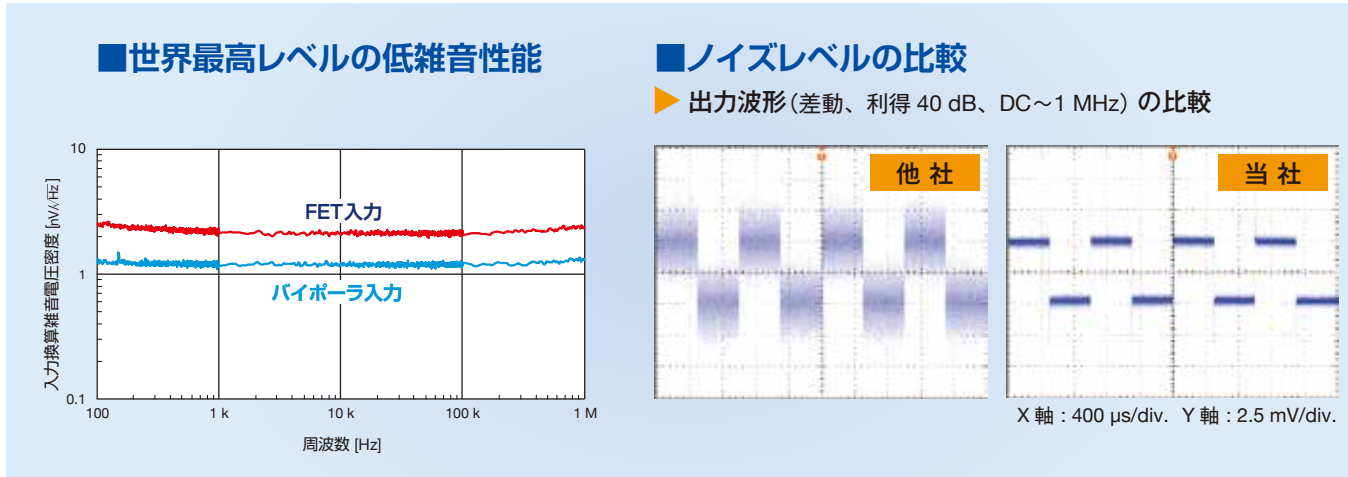
仕様例 特記なき場合は 23±5℃、負荷 1MΩ

出力波形		任意波形
最大出力電圧		±10 V（対COM, 差動では±20 V）
サンプリングレート		2 MS/s
波形長		10 ワード ～ 256 Kワード
保存波形数		16 波形 揮発性メモリに保存
出力特性	出力コネクタ	HR10-7R-4S
	出力形式	差動出力
	最大電流	10 mA
	出力インピーダンス	50 Ω 対COM
	チャンネル間スキュー	50 ns以内
	出力雑音	1.2 mVrms: 線形補間回路 ON、帯域20 MHz、対COM / 0.1 mVrms: 線形補間回路 OFF、帯域20 MHz、対COM
	出力帯域幅	3 MHz: 線形補間回路 ON、-3 dB typ. 1.6 kHz: 線形補間回路 OFF、-3 dB typ.
線形補間回路		ON / OFF PCから切替
その他の機能		シーケンス、外部同期
PCからの制御		USB2.0
USB光変換	入力部	入力コネクタ: USB2.0 Type Bメス PCへ接続、通信規格: USB2.0 ハイスピード
アダプタ	出力部	出力コネクタ: 光コネクタ、通信方式: 専用光シリアル信号
電源ユニット	入力部	電圧: AC 100 V±10 %、周波数: 50/60 Hz ±2 Hz、消費電力: 270 W以下 16 CH用

信号増幅

マルチチャネル低雑音増幅システム

- 低雑音 1.3 nV/√Hz（バイポーラ入力）、2.5 nV/√Hz（FET入力）
- 小型筐体で、多チャンネルニーズに最適
- 多機能
 - 入力結合方式切換 DC/AC
 - 入力モード選択 差動/シングルエンド/GND
 - ローパスフィルタ設定 THRU (OFF) / LPF (ON) (fc=1 MHz)
 - 入力換算オフセット電圧 調整範囲 ±100μV
 - アンプGND切換 FLOAT/EXTERNAL



仕様例

	バイポーラ入力	FET入力
入力結合	DC/AC	
入力モード	A-B/A/-B/GND	
入力インピーダンス	100 kΩ	1 MΩ
	結合容量 1 μF	結合容量 0.1 μF
入力換算雑音電圧密度	1.3 nV/√Hz	2.5 nV/√Hz
入力換算オフセット電圧	ゼロに調整可能 (入力短絡、DC結合時ポテンショメータによる)	
入力バイアス電流	30 nA	30 pA
入力電圧範囲	±0.1 V以内	
最大出力電圧・電流	±10 V、±10 mA	
スルーレート	22 V/μs	600 V/μs
出力インピーダンス	50 Ω	
電圧利得	40 dB (1 kHzにて)	
電圧利得周波数特性	DC ～ 1 MHz (+0.5 dB / -3.0 dB以内)	DC～20 MHz(+0.5 dB / -3.0 dB以内)
ローパスフィルタ	fc = 1 MHz (リニアフェーズ 3次)	
外形寸法 (mm)	105 (W) ×88 (H) ×210 (D)	
電 源	±15 V、消費電流: ±240 mA (最大値)	

低雑音増幅器

世界最高レベルの低雑音性能で、高精度な信号処理

SA-200/ SA-400シリーズ

幅広い信号源に対応する 極微小信号用増幅器

電圧
入力

SA-251F6



SA-440F5

- 低雑音
入力換算雑音電圧 $0.25\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (SA-251F6)
- 広帯域 DC～最高 500MHz
- 周波数帯域、入力形式、
入力インピーダンスによって、
11モデルをラインナップ

SA-600シリーズ

高利得かつ広帯域、安定した動作の 電流増幅器

電流
入力



- 高利得と広帯域を両立
($1\text{T V/A} \cdot \text{DC} \sim 300\text{Hz}$ 、
 $10\text{M V/A} \cdot \text{DC} \sim 500\text{kHz}$) など
- 接続ケーブル等の容量に対して安定動作
- 利得・周波数帯域によって 6 モデルを
ラインナップ

プログラマブル電流増幅器

量子デバイスの研究に

ロックインアンプ

雑音に埋もれた微小な繰り返し信号(交流)検出

各種微小電流計測に

CA5351



- 高利得 $10^3 \text{ V/A} \sim 10^{10} \text{ V/A}$
(8レンジ、 $\times 10$ ステップ)
- 広帯域 DC $\sim 500\text{kHz}$ (10^6 V/A)、
DC $\sim 70\text{kHz}$ (10^9 V/A)
- 高速応答 $0.7\mu\text{s}$ (10^6 V/A)
- GPIB、USB、LAN

高速応答・広帯域

LI5600シリーズ



- 周波数範囲 $0.5\text{Hz} \sim$ 最高 11MHz
- 電圧測定 $10\text{nV} \sim$ 最大 10V F.S.
- 電流測定 $10\text{fA} \sim 1\mu\text{A F.S.}$
- 2 周波数同時測定、分数調波測定
- USB、GPIB、RS-232、LAN
- 周波数範囲によって4モデルをラインナップ

低雑音直流電源

低雑音増幅器の駆動に

低雑音・高安定・高精度

LP5394



- 出力雑音電圧: $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 出力電圧安定度: $\pm 10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 出力電圧: $0 \sim \pm 15\text{V}$
- 出力電流: 最大 0.1A
- 1/4 ラックサイズ
- 10 回転ポテンショメータで出力電圧を
精密に調整可能

LP5392



- 出力雑音電圧: $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 出力電圧安定度: $\pm 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 出力電圧: $\pm 12\text{V} \sim \pm 15\text{V}$
- 出力電流: 最大 0.1A
- 1/4 ラックサイズ

低雑音直流電源

精密低雑音直流電圧源

センサ・デバイスを高精度制御

LP5391



- 2 系統 / 2 出力同時出力
- 出力電圧: $\pm 15\text{V} \pm 10\%$ 可変
- 出力電流: 最大 0.3A (4 出力合計)
- 出力雑音電圧 $350\mu\text{Vrms}$ 以下
(帯域幅 $10\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$)
- 1/2 ラックサイズ

低雑音・高安定・高精度

LP6016-01/LP6016-01P



- 出力雑音電圧 $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 出力安定度 $\pm 10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 出力電圧
LP6016-01: $0 \sim \pm 16.1\text{V}$ (正・負出力)
LP6016-01P: $0 \sim +16.1\text{V}$ (2 出力)
設定分解能* $500\mu\text{V}$
設定精度 $\pm (0.03\% + 250\mu\text{V})$

*カスタム対応にて $100\mu\text{V}$ も可能

※このカタログの記載内容は、2025年9月11日現在のものです。
●お断りなく外観・仕様の一部を変更することがあります。
●表示価格には消費税は含まれておりません。
●ご購入に際しては、最新の仕様・価格・納期をご確認ください。

株式会社 エヌエフ回路設計ブロック

本 社・営業本部 〒223-8508 横浜市港北区綱島東6-3-20 045-545-8111

■ 東 北 022-722-8163 ■ 北関東 028-305-8198 ■ 関 東 03-6907-1401

■ 東 京 045-545-8132 ■ 横 浜 045-545-8136 ■ 名古屋 052-777-3571

■ 大 阪 072-623-5341 ■ 広 島 082-503-5311 ■ 九 州 092-411-1801

● <https://www.nfcorp.co.jp/>

■ 取扱代理店

なんでも
計測HOTLINE
☎ 0120-545838
いいヒント、アドバイスあります。
受付時間 9:30～17:30 (土・日・祝日を除く)