

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

マルチチャネル低雑音任意波形発生システム

マルチチャネル精密低雑音直流電圧源

マルチチャネル低雑音増幅システム

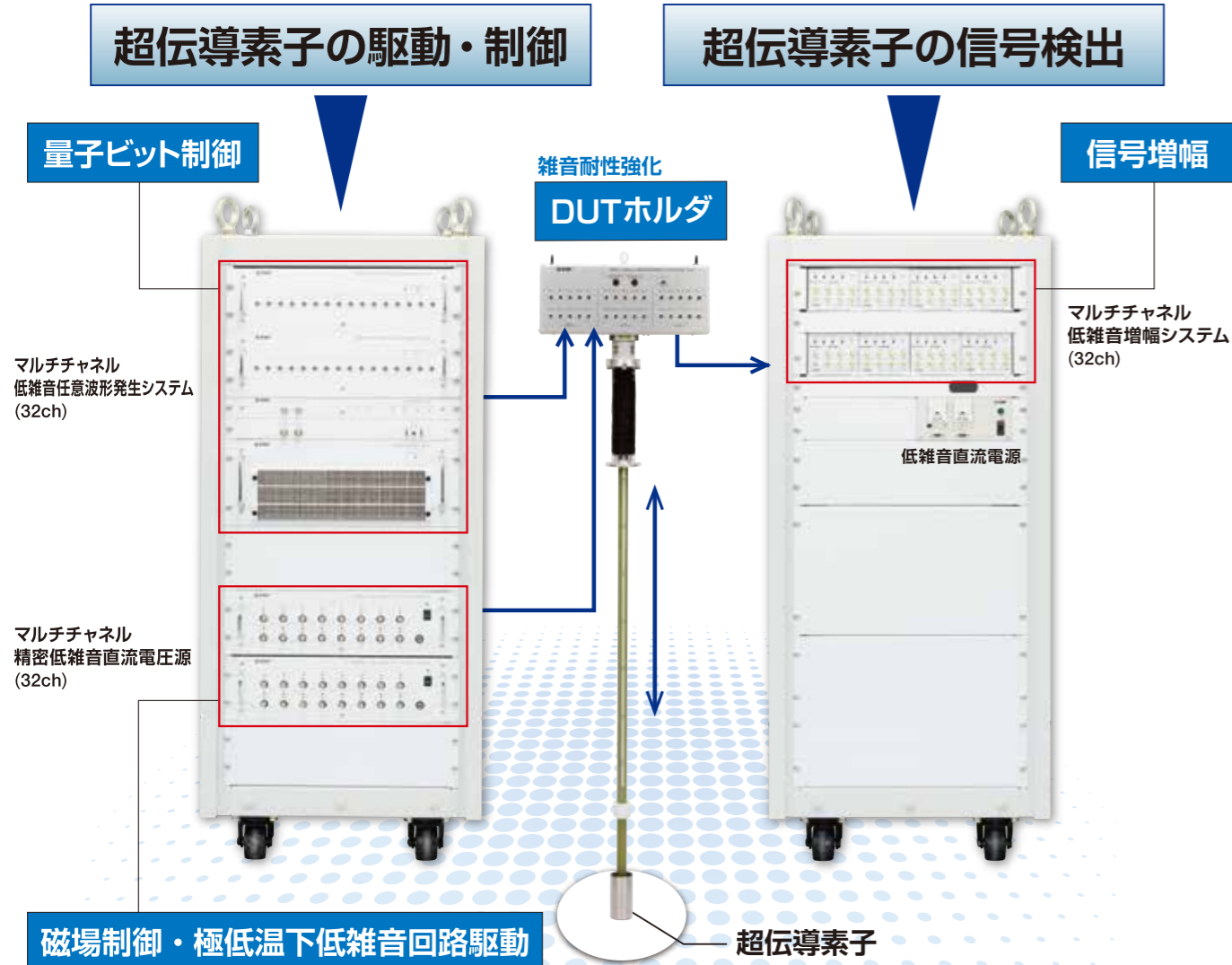
カスタム対応

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

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。

多量子ビット化



量子ビット制御用信号源

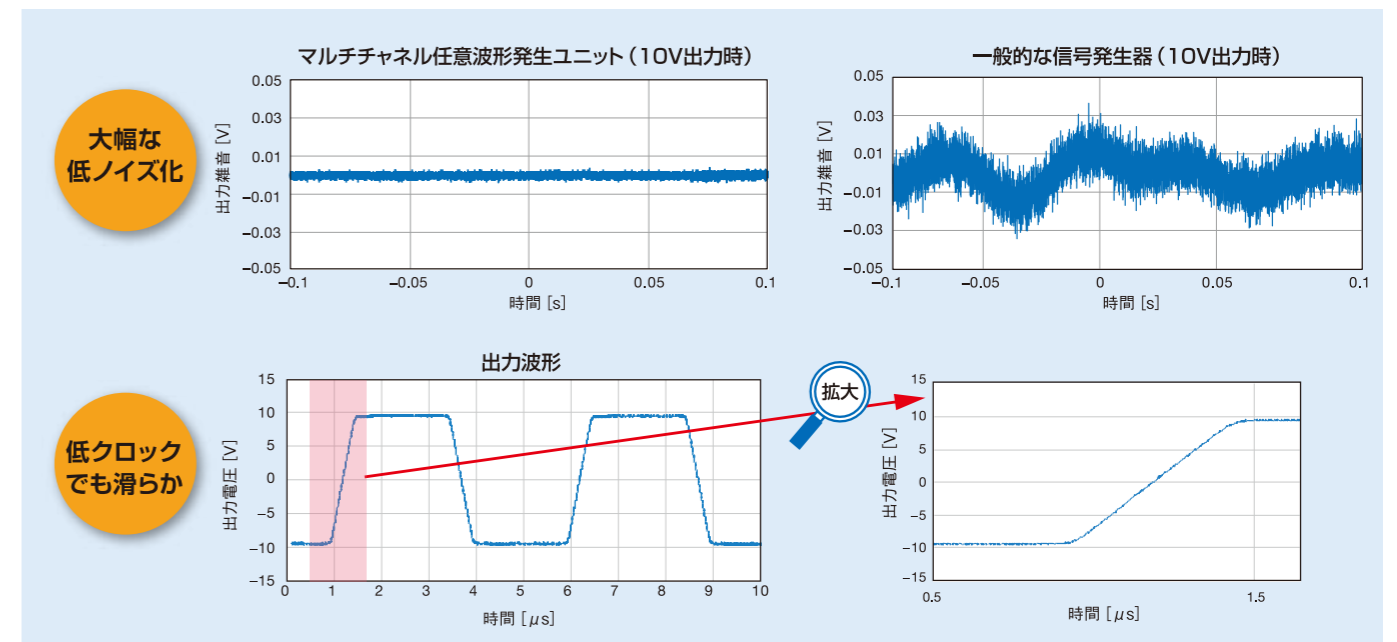
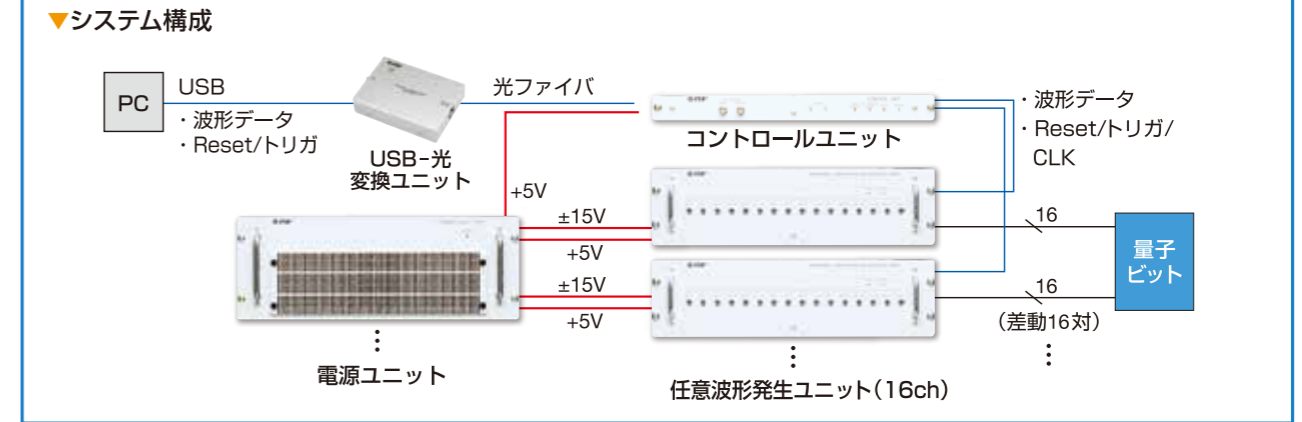
マルチチャンネル低雑音任意波形発生システム

最大
1024ch

量子アニーリング方式コンピュータシステムにおいて、量子ビットを制御するための信号源です。1 ユニットあたり 16 チャンネルで、最大 1024 チャンネルのシステムの構築が可能です。低雑音なので多量子ビットの制御に最適です。

- 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
- チャンネル間スキュー 50 ns 以下
- 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
 - 低雑音リア電源の採用により、電源経路の雑音混入を低減
- 最大 1024ch を制御するコントロールユニット、16ch の任意波形発生ユニットおよび低雑音リア方式の電源ユニットを組み合わせでシステムアップ

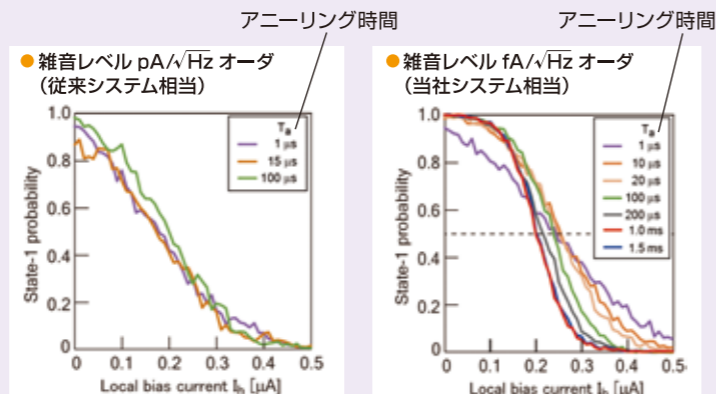
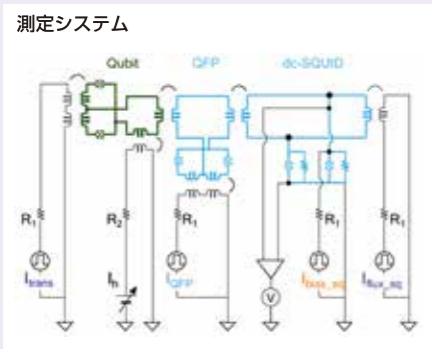
※仕様例は P.6 をご覧ください。



大幅な
低ノイズ化

低クロック
でも滑らか

超伝導磁束量子ビットの測定例



▶ 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)

磁場制御・極低温下低雑音回路駆動

マルチチャンネル精密低雑音直流電圧源/電流源

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。

電圧源

- 出力雑音電圧 2 μVrms (帯域幅 10Hz ~ 1MHz)
- 出力電圧 ユニポーラ出力: 0 ~ +16.1 V (CH 毎に設定可) バイポーラ出力: $\pm 10\text{ V}$
- 設定分解能 500 μV (100 μV 対応可)
- 設定精度 $\pm (0.03\% + 250\ \mu\text{V})$
- 出力安定度 $\pm 2\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 以下
- 出力電流 各 CH あたり最大 $\pm 15\ \text{mA}$

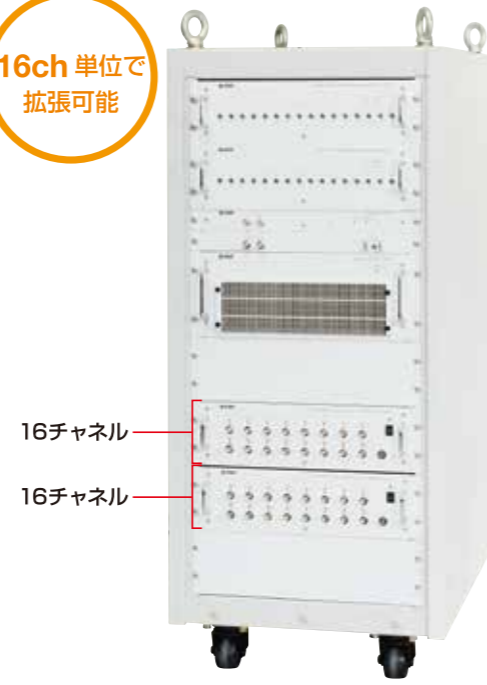
電流源

- 出力雑音電流 0.01 $\mu\text{A p-p}$ (帯域幅 10 kHz)
- 出力電流 0 ~ $\pm 3\ \text{mA}$ (範囲変更可能)
- 設定分解能 100 nA
- 設定精度 $\pm (0.05\% + 80\ \text{nA})$
- 出力安定度 $\pm 3\ \text{ppm}/^\circ\text{C typ.}$
- 出力電流 各 CH あたり最大 $\pm 15\ \text{mA}$

※仕様例は P.6 をご覧ください。

JPA, HEMTアンプの駆動に

16ch 単位で
拡張可能



16チャンネル
16チャンネル

1筐体で16チャンネル
外部制御にて、チャンネルごとに
電圧/電流を設定可能



16チャンネル 電圧源

信号増幅

マルチチャンネル低雑音増幅システム

4ch 単位で
拡張可能

低雑音・多チャンネル・多機能のご要求に合わせて、最適なシステムを構築可能な信号増幅システムです。世界最高レベルの低雑音性能を実現、高精度な計測をサポートします。センサの種類に合わせて、差動入力 (バイポーラ入力、FET 入力)、シングルエンド入力 (バイポーラ入力、FET 入力) から選択いただけます。1ユニットあたり4チャンネルで、ユニットの増設により、多チャンネル化に柔軟に対応します。

● 低雑音 1.3 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (バイポーラ入力)、2.5 $\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (FET 入力)

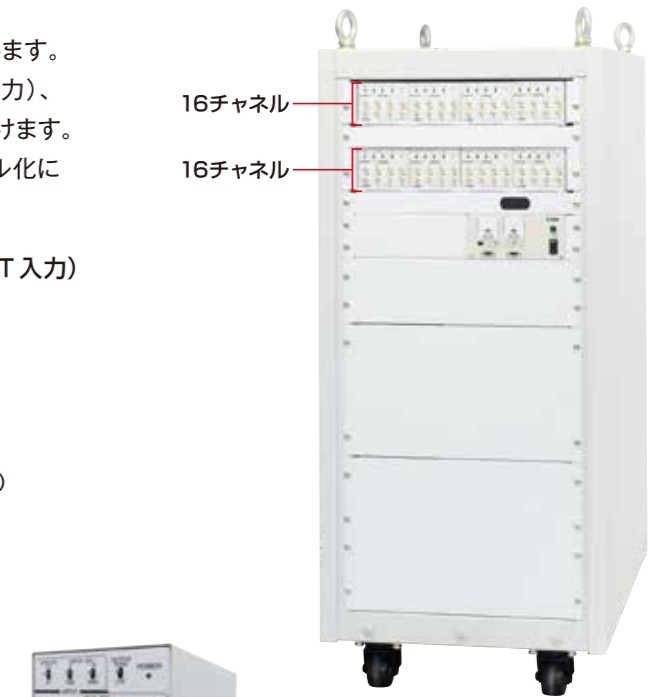
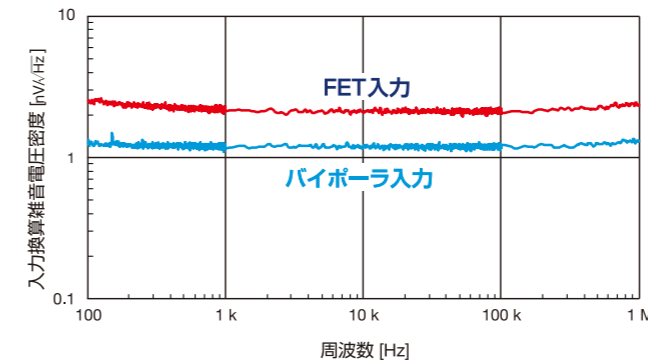
● 小型筐体で、多チャンネルニーズに最適

● 多機能

- 入力結合方式切替 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) ($f_c=1\ \text{MHz}$)
- 入力換算オフセット電圧 調整範囲 $\pm 100\ \mu\text{V}$
- アンプGND切替 FLOAT/EXTERNAL

※仕様例は P.6 をご覧ください。

世界最高レベルの低雑音性能



16チャンネル
16チャンネル



4チャンネル



16チャンネル



8チャンネル

小型化・多チャンネル化に対応

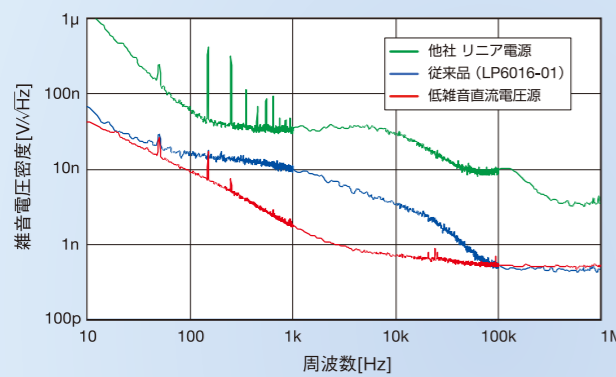
- 利得 40dB
- 帯域 10MHz~450MHz
- 雑音指数 1dB
- 入力インピーダンス 50 Ω

ダウンコンバート後の信号処理に

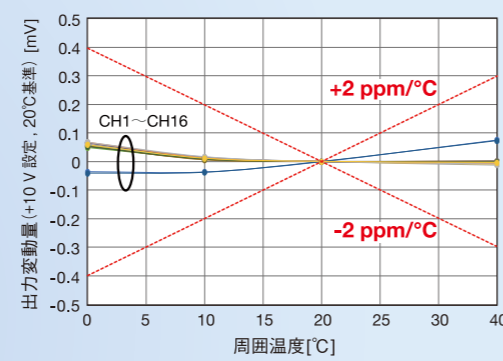
ノイズレベルの比較と出力安定度

出力雑音電圧

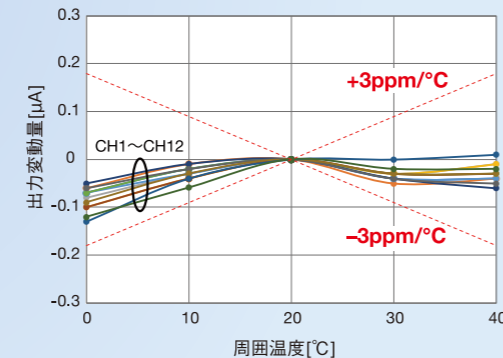
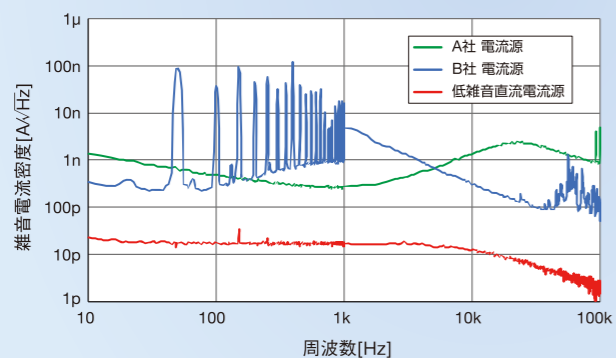
電圧源



出力安定度

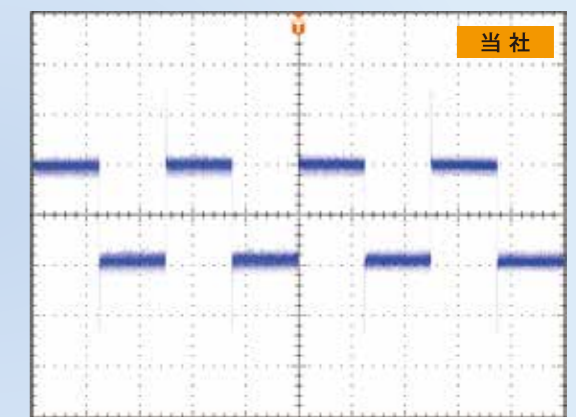
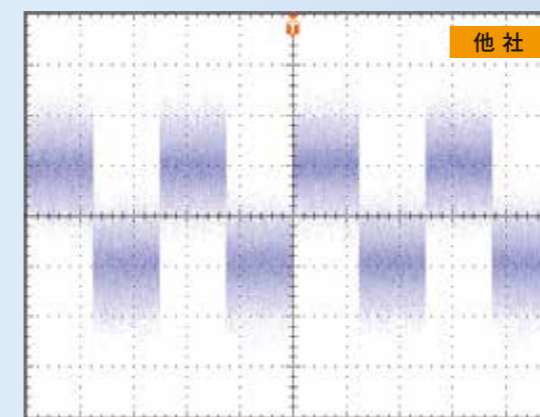


電流源



ノイズレベルの比較

▶ 出力波形 (差動、利得 40 dB、DC~1 MHz) の比較



X 軸: 400 $\mu\text{s}/\text{div}$. Y 軸: 2.5 mV/div .

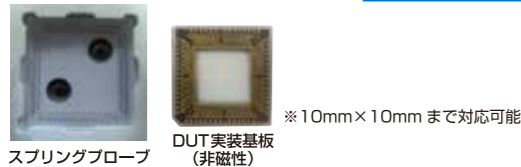
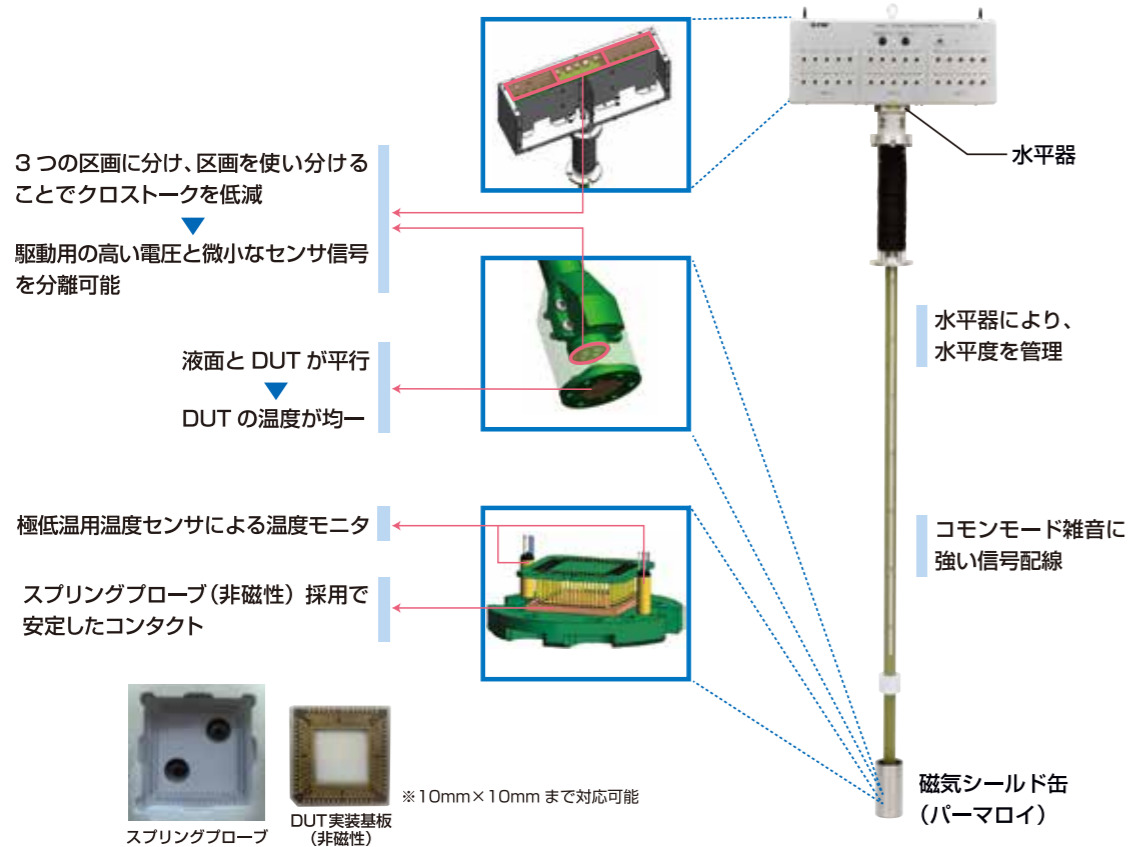
極低温下の低ノイズ計測に

クライオスタット用 低雑音 DUTホルダ

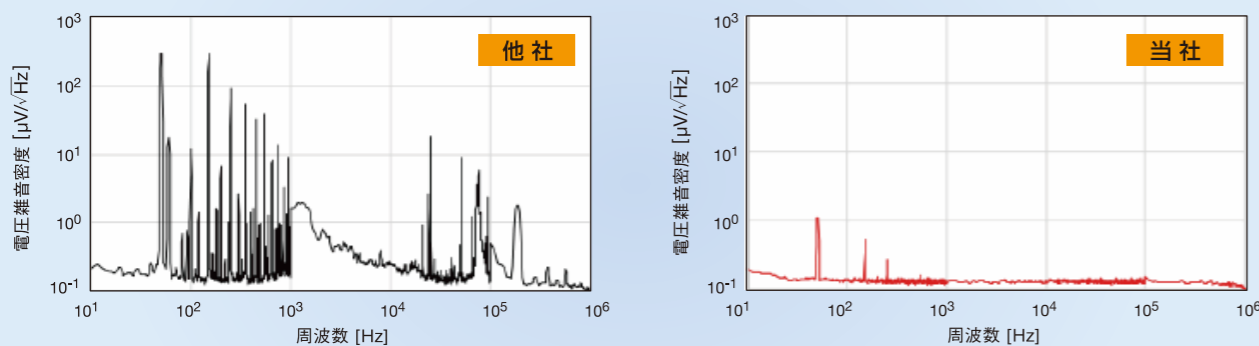
雑音耐性強化

ジョゼフソン素子などの超伝導デバイスを液体ヘリウム (4.2K) など冷却して測定するためのロッドです。徹底したノイズ対策により、安定した測定・評価に対応します。

- 信号ピン 60 ピン、差動で 30 信号 (カスタム対応可能)
- 特殊配線の採用により、共通モード雑音を低減
- 内部を 3 区画に分割してあるので、配線間のクロストークを抑制した活用が可能
- 液面と DUT が水平で、DUT の温度が均一
- スプリングプローブの採用により、安定したコンタクトを実現、メンテナンスも容易
- 水平器により、水平度を管理してロッド挿入が可能
- 磁気シールド缶 (強磁性材: パーマロイ) 装着可能
- 温度センサ内蔵 (非磁性対応可能)



ノイズレベルの比較



▶ 電圧雑音を 50 Hz 成分で約 1/300、150 Hz 成分で約 1/500 に低減

Application ● 超伝導デバイス ● 低温物性物理

仕様例

マルチチャンネル低雑音任意波形発生システム

特記なき場合は 23±5°C, 負荷 1MΩ, LPF THRU, ATT THRU, 線形補間回路 ON

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

マルチチャンネル精密低雑音直流電圧源/電流源

	電圧源	電流源
方式	シリースレギュレータ方式	—
出力特性	出力数	16 CH
	出力端子	BNCLセプタクルコネクタ
	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)
	設定方法	外部制御にて
	設定確度	± (設定値の0.03% + 125 μV)、23±5°C、無負荷にて
	温度係数	±2 ppm/°C
	最大電流 / 電圧	各CH 15 mA
	リップルノイズ	2 μVrms以下 typ. 帯域幅 10 Hz ~ 1 MHz
	出力ON / OFF	外部制御にて
外部制御	USB2.0、10BASE-T / 100BASE-TX、TCP/IP	USB2.0、10BASE-T / 100BASE-TX、TCP/IP
電源	電圧: AC 100 V ±10%、周波数: 50/60 Hz ±2 Hz	電圧: AC 100 V ±10%、周波数: 50/60 Hz ±2 Hz

マルチチャンネル低雑音増幅システム (4チャンネル)

	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	
スループレート	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)	

* 当社製低雑音直流電源を推奨

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



- 低雑音
入力換算雑音電圧 0.25nV/√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
(1T V/A、DC ~ 300Hz)
- センサ・接続ケーブルの容量に対して
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

放射光施設をはじめ、量子エレクトロニクス・半導体・バイオ等の研究に

各種微小電流計測に

- 高利得 10^3 V/A ~ 10^{10} V/A
(8レンジ、×10ステップ)
- 広帯域 DC ~ 500kHz (10^6 V/A)、
DC ~ 70kHz (10^9 V/A)
- 高速応答 0.7μs (10^6 V/A)
- GPIB、USB、LAN



CA5350

- 高利得 10^4 V/A ~ 10^{10} V/A
(7レンジ、×10ステップ)、
最大 10^{11} V/A
- 広帯域 DC ~ 500kHz (10^6 V/A)、
DC ~ 70kHz (10^9 V/A)
- GPIB、USB



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

- 出力雑音電圧：10μVrms 以下 typ.
- 出力電圧安定度：±10ppm/°C typ.
- 出力電圧：0~±15V
- 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：10μVrms 以下 typ.
- 出力電圧安定度：±20ppm/°C typ.
- 出力電圧：±12V ~ ±15V
- 出力電流：最大 0.1A
- 1/4 ラックサイズ



精密低雑音直流電圧源

センサ・デバイスを高精度制御

低雑音・高安定・高精度

- 出力雑音電圧 10μVrms 以下 typ.
- 出力安定度 ±10ppm/°C typ.
- 出力電圧
LP6016-01: 0 ~ ±16.1V (正・負出力)
LP6016-01P: 0 ~ +16.1V (2 出力)
設定分解能* 500μV
設定精度 ± (0.03% + 250μV)



*カスタム対応にて 100μV も可能

ロックインアンプ

雑音に埋もれた微少な繰り返し信号 (交流) 検出

高速応答・広帯域

- 周波数範囲 0.5Hz ~ 最高 11MHz
- 電圧測定 10nV ~ 最大 10V F.S.
- 電流測定 10fA ~ 1μA 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

LI5600シリーズ



※このカタログの記載内容は、2023年5月1日現在のものです。
●お断りなく外觀・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。

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)



株式会社 エヌエフ回路設計ブロック

本社/横浜市港北区綱島東6-3-20 〒223-8508
営業 TEL 045-545-8111 FAX 045-545-8191
仙台 022-722-8163 / 宇都宮 028-305-8198
関東 03-5957-2108 / 東京 045-545-8132
名古屋 052-777-3571 / 大阪 072-623-5341
福岡 092-411-1801

■取扱代理店■

www.nfcorp.co.jp