

面向量子计算机的 低噪声信号处理解决方案

支持多量子比特化研究

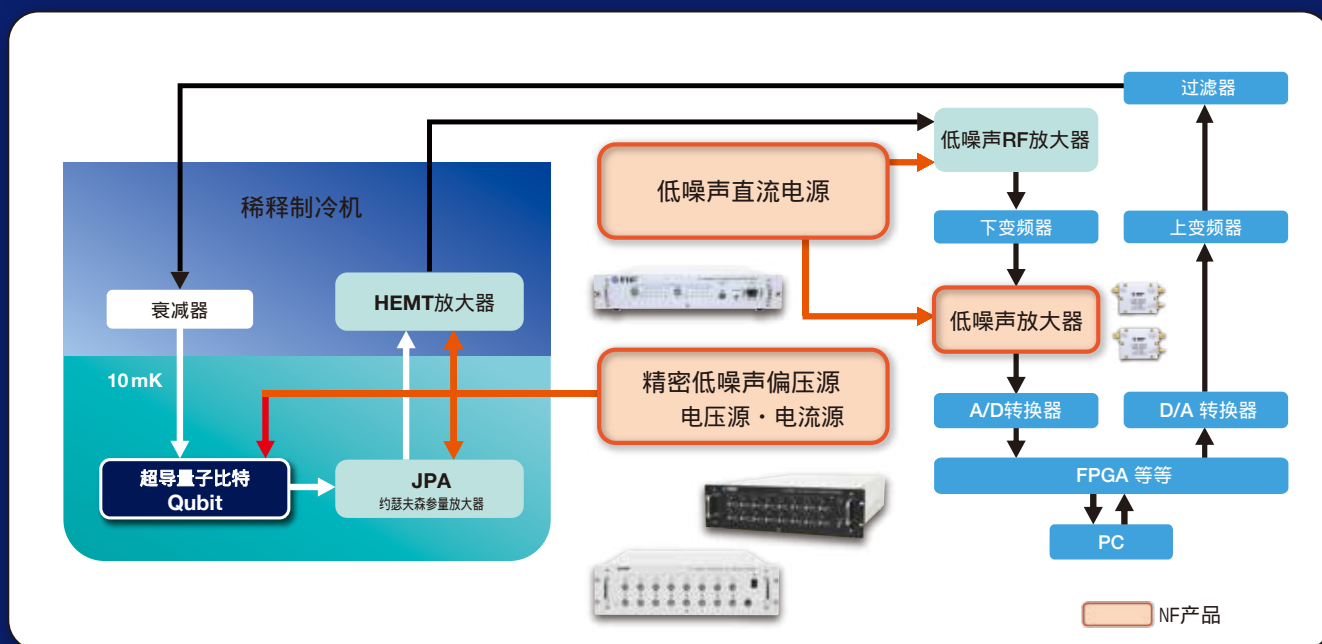
多通道精密低噪声偏置源

多通道低噪声放大系统

多通道低噪声直流电源

定制

■ 超导量子计机构成案例

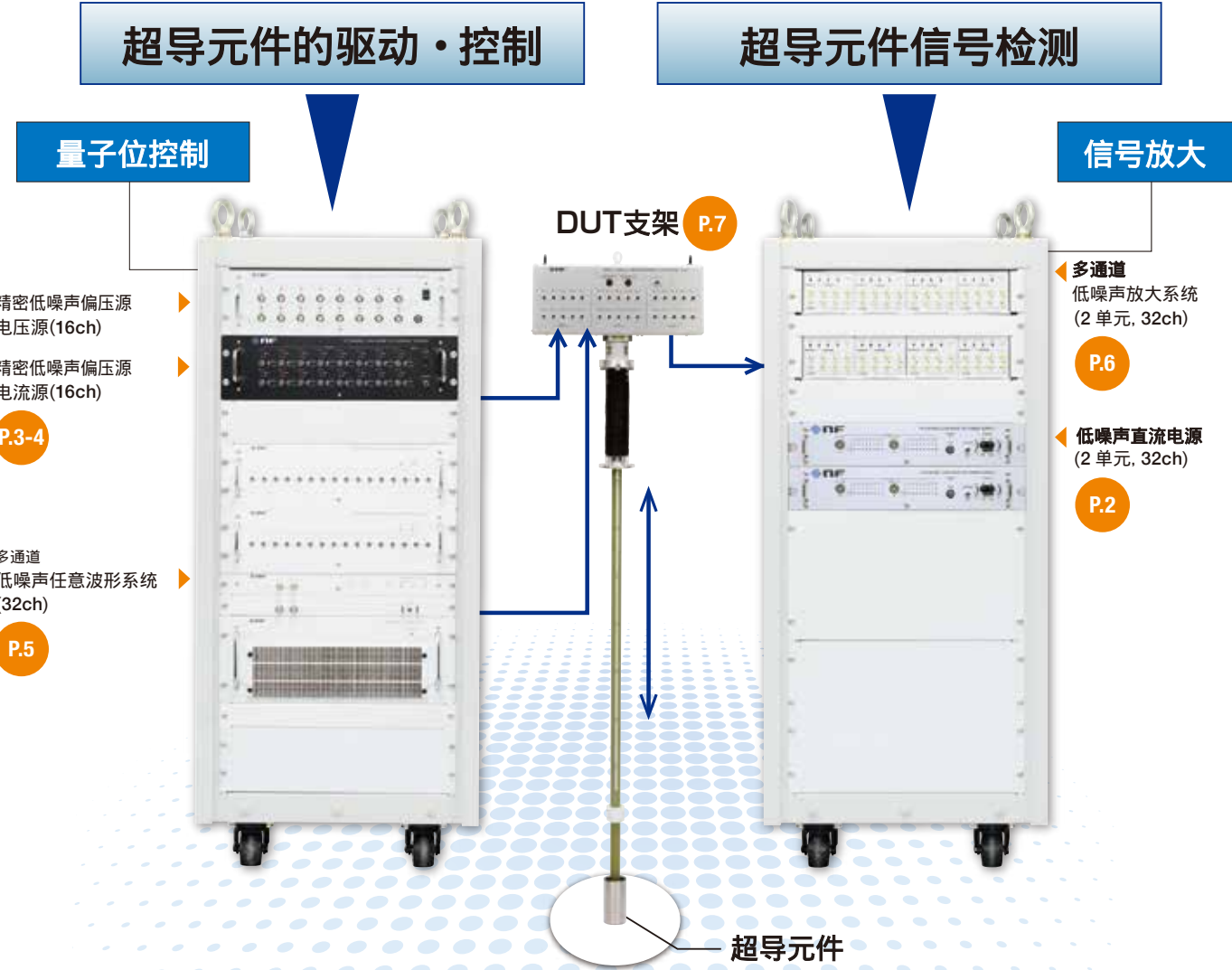


面向量子计算机的低噪声信号处理解决方案

低噪声·高稳定性

多量子位化

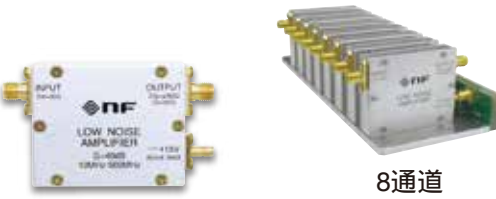
在使用超导元件的量子计算机系统中，为了高精度地进行元件的控制和信号检测，提出了必要的“低噪声系统”。
多通道，可支持多量子位评估。



门式量子计算机

信号放大 小型低噪声放大器

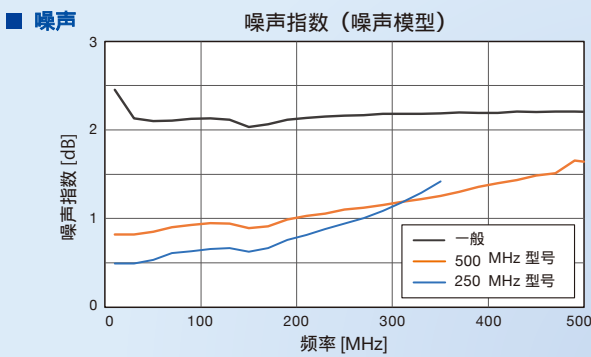
小型·多通道



用于下变频后信号处理

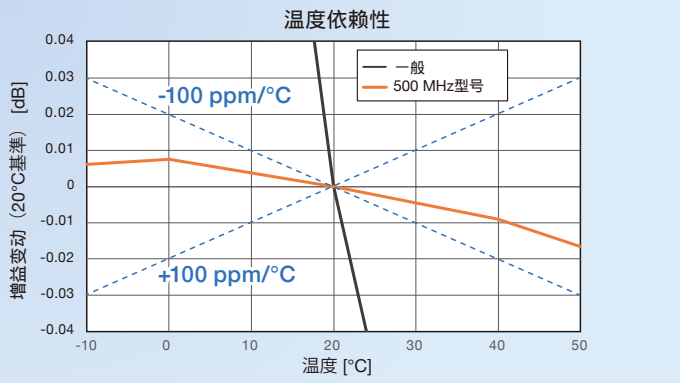
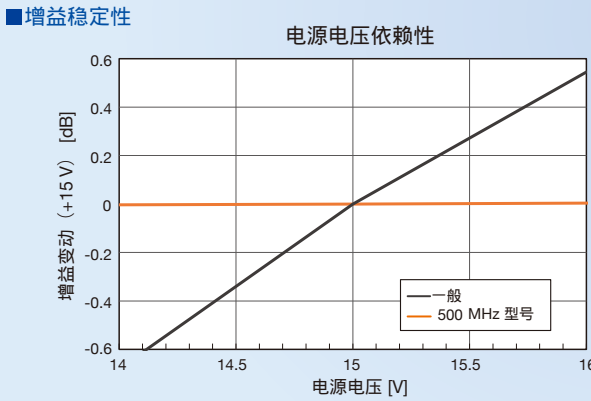
低噪声、高速恢复时间、保护功能装备、紧凑设计的装置组
适合嵌入式的放大器。

非常适合作为量子计算机、NMR/MRI设备等的内置放大器使用。



规格示例 (500MHz)

输出/输出阻抗	50 Ω
增益	40 dB
增益稳定度	0.001 dB/°C
增益频率特性	10 MHz ~ 500 MHz *可改变频带宽度
最大输出电压	2 Vp-p
噪声指数	30 MHz 在 1 dB
输入/输出VSWR	30 MHz 在 1.2以下
电源	+15 V, 85 mA
外形尺寸 (mm)	50 (W) $\times$ 40 (H) $\times$ 11.5 (D)



RF 放大器用 低噪声直流电源

低噪声·多通道

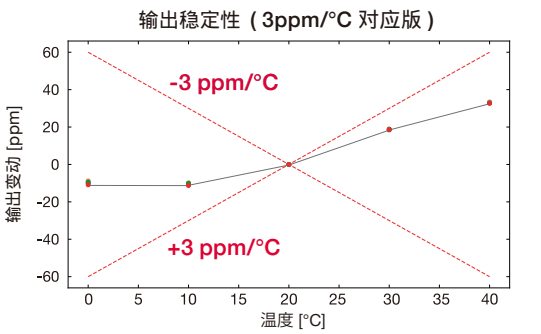
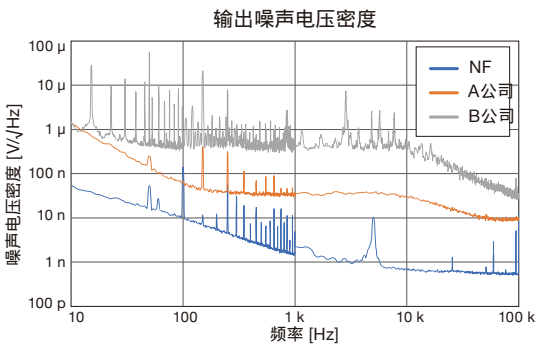
16 通道低噪声直流电源，具有超低噪声、高精度、高稳定性。
各个通道100mA 输出、室温环境下RF 可向放大器供电。
通过添加设备，可以构建多通道电源系统。

- +10 V / +8 V / +6.67 V / +3.33 V
- 稳定性：10 ppm/°C
- 2 U, 机架尺寸
- 噪声：50 μ Vrms
- 单极输出
- 采用多极连接器

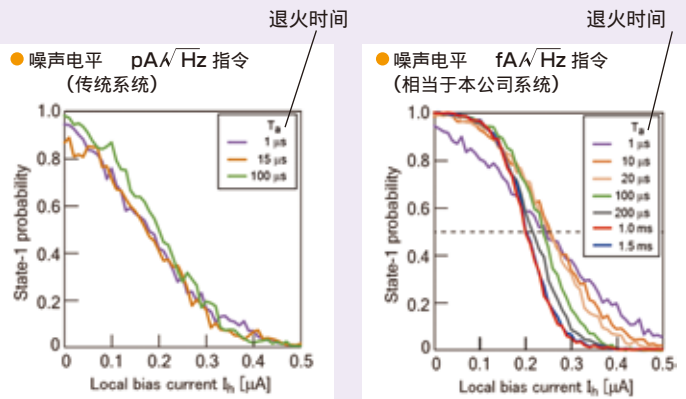
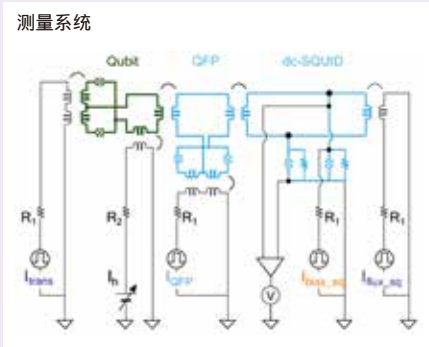
16 ch



方式	串联电压器方式
输出数	16通道
连接器	8通道 $\times$ 2
设定电压	+10 V / +8 V / +6.67 V / +3.33 V
设置方法	外部控制
温度系数	± 10 ppm/°C 或 ± 3 ppm/°C
最大输出电流	各通道100 mA
波纹噪声	50 μ Vrms以下 (typ.) (频带10 Hz~1 MHz)
打开/关闭输出	外部控制
外部控制	USB2.0、10BASE-T/100BASE-TX、TCP/IP
电源	AC 90 V~250 V、50/60 Hz ± 2 Hz
外形尺寸 (mm)	430 (W) $\times$ 82 (H) $\times$ 600 (D)



超导磁通量子位测定案例



由于显著的低噪声化，与传统系统相比，可以明显观察到退火时间依赖性。

scientific reports "Supplementary Materials for Factorization by Quantum Annealing Using Superconducting Flux Qubits Implementing a Multiplier Hamiltonian" 摘录

JPA / HEMT 放大器/ 量子比特偏置源

多通道精密低噪声偏置源

16 ch

超低噪声、高精度、高稳定的多通道低噪声直流电压源及电流源。
在热噪声非常小极低温下的电路的驱动中，能够降低经由电源的噪声混入HEMT也支持放大器的驱动。

高精度・高稳定输出，也适合量子比特的磁场控制和元件特性的偏差调整。每单元16个通道，可根据需要增设多通道电源系统。

每单元16个通道，各通道的输出电压/电流可通过外部控制设定。

电压源



- 输出噪声电压 2 μVrms (带宽10 Hz ~ 1 MHz)
- 输出电压 0 ~ +16.1 V (单极输出)
 $\pm 10\text{ V}$ (双极输出)
- 设定分辨率 500 μV (100 μV 对应)
- 设置精度 $\pm (0.03\% + 250\text{ }\mu\text{V})$
- 输出稳定性 $\pm 2\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ 以下
- 输出电流 每个通道最大15 mA

电流源



- 输出噪声电流 0.01 $\mu\text{Ap-p}$ (带宽10 kHz)
- 输出电流 0 ~ $\pm 3\text{ mA}$ (可变更设定范围)
- 设定分辨率 100 nA
- 输出精度 (0.05 % + 80 nA)
- 输出稳定性 $\pm 3\text{ ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 电压 $\pm 4\text{ V}$



绝缘模型

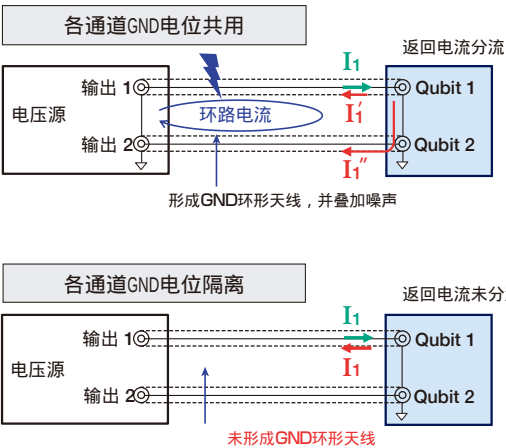
每个通道都是绝缘的，防止环路电流流入测量系统。
超导量子比特和约瑟夫森参量放大器（JPA）驱动。



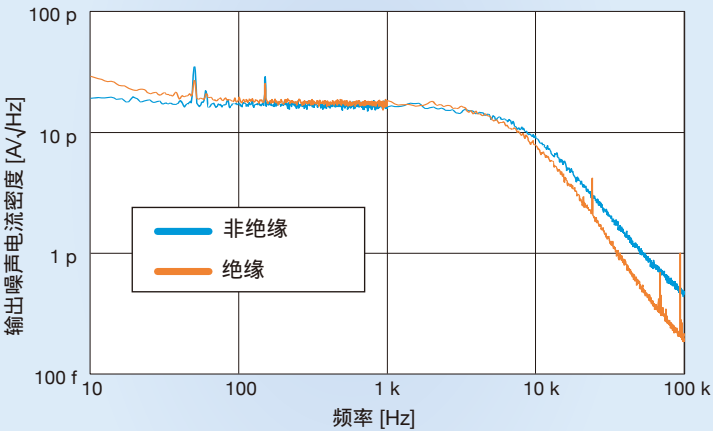
电流源

绝缘优势

- 抑制环形天线生成
- 控制正向及返回方向电流路径

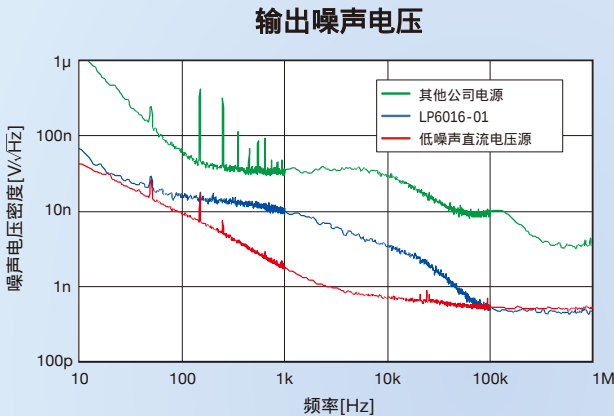


噪声电平比较

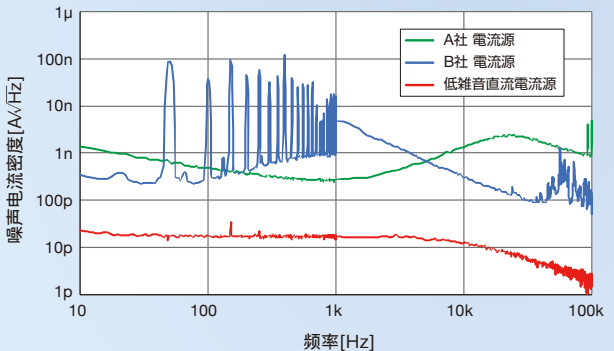


噪声水平比较与输出稳定性

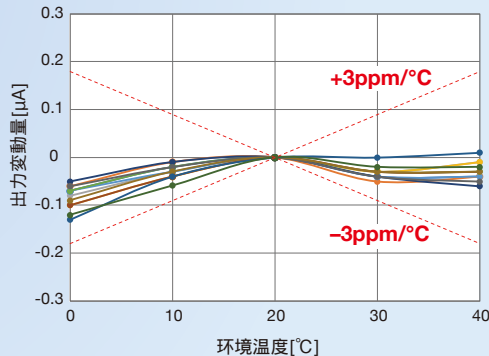
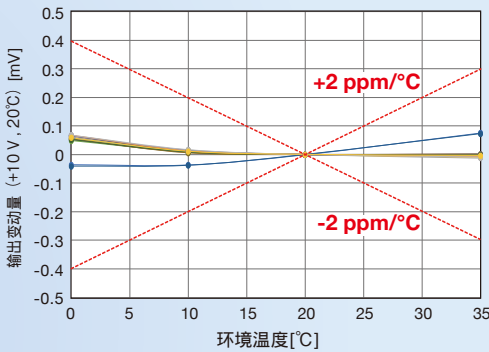
电压源



电流源



输出稳定性



规格案例

		电压源	电流源
方 式		串联稳压器方式	—
输出特性	输出数	16 ch	
	输出端子	BNC、Fischer DBP 102A051-130 等	
	设定范围	单极输出：0 V ~ +16.1 V / 双极输出： $\pm 10\text{ V}$ 每个通道可设置，分辨率 500 μV (支持100 μV)	$\pm 3\text{ mA}$ 每个通道可设置，分辨率 100 nA
	设定方法	外部控制	
	设定精度	$\pm$ (设定值0.03 % + 250 μV)、 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 、无负载时	$\pm$ (设定值0.05 % + 80 nA)、 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 、无负载时
	温度系数	$\pm 2\text{ ppm}/^\circ\text{C}$	$\pm 3\text{ ppm}/^\circ\text{C}$
	最大电流 / 电压	各CH 15 mA	合规电压： $\pm 4\text{ V}$
	纹波噪声	2 μVrms 以下 typ. 带宽10 Hz ~ 1 MHz	10 nAp以下 typ. 带宽 0.1 Hz ~ 10 kHz
输出ON / OFF		外部控制	
绝缘电阻		20 M Ω	
外部控制		USB2.0、10BASE-T / 100BASE-TX、TCP/IP	
电 源		电压：AC 100 V $\pm 10\%$ 、频率：50/60 Hz $\pm 2\text{ Hz}$	
外形尺寸		430(W) x 125.5(H) x 630(D)	430(W) x 125.5(H) x 650(D)
		绝缘型号: 430(W) x 125.5(H) x 700(D)	绝缘型号: 430(W) x 125.5(H) x 700(D)

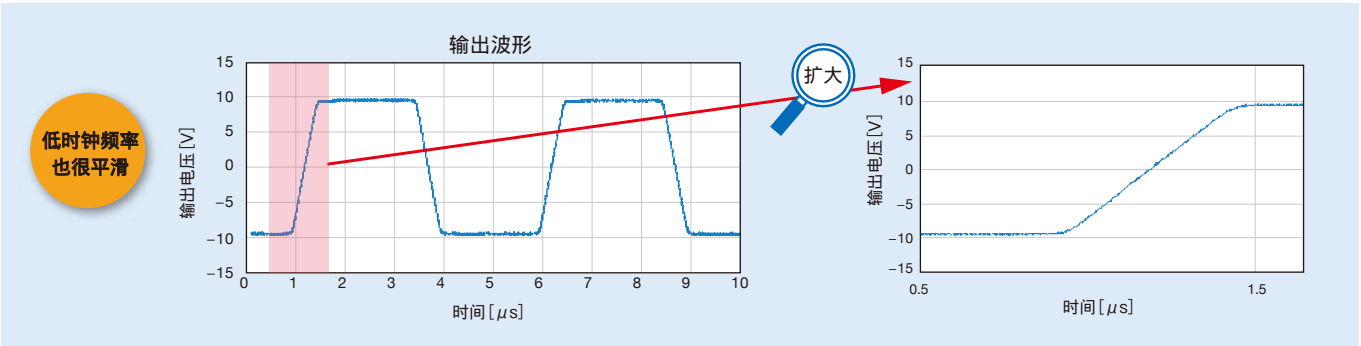
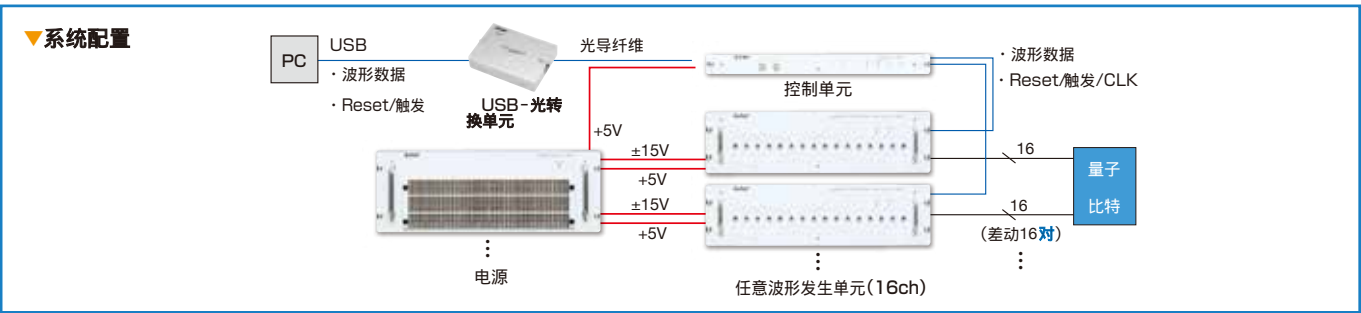
接受定制 对应要求的定制，请咨询。

- 变更为多极连接器
- 电压源的设定分辨率
- 电流源的设定范围
- 电源输入范围的变更等

量子比特控制信号源

多通道低噪声任意波形发生系统

- 最大1024通道的差动同步输出，可输出任意波形（可扩展）
- 可为每个通道设置任意波形
- 通道间偏斜 50 ns 以下
- 通过模拟线性插值电路和低时钟采用，实现了高线性度
- 追求低噪声设计（增强抗噪声能力）
 - 通过差分信号输出降低共模噪声
 - 采用光通信（使用光导纤维），可屏蔽经由PC的噪声
 - 通过采用低噪声线性电源，可降低经由电源的噪声混入



规格案例 未特别说明时 23±5℃，负载1MΩ

输出波形		任意波形
最大输出电压		±10 V （对COM, 差动为±20 V）
采样率		2 MS/s
波形长		10 字 ~ 256 K字
保存波形数		16 波形 暂时存储
输出特性	输出连接器	HR10-7R-4S
	输出格式	差动输出
	最大电流	10 mA
	输出阻抗	50 Ω 对COM
	通道间倾斜	50 ns以内
	输出噪声	1.2 mVrms：线性内插电路 ON、带宽20 MHz、对COM / 0.1 mVrms：线性内插电路 OFF、带宽20 MHz、对COM
	输出带宽	3 MHz：线性内插电路 ON、-3 dB typ. 1.6 kHz：线性内插电路 OFF、-3 dB typ.
	线性内插电路	ON / OFF 从PC切换
其他功能		序列，外部同步
PC控制		USB2.0
USB光转换 适配器	输入部份	输入接口：USB2.0 Type B 母 PC连接、通信标准：USB2.0高速
	输出部份	输出接口：光连接器、通信方式：专用光串行信号
电源单元	输入部份	电压：AC 100 V±10 %、频率：50/60 Hz ±2 Hz、功耗：270 W以下 16 CH用

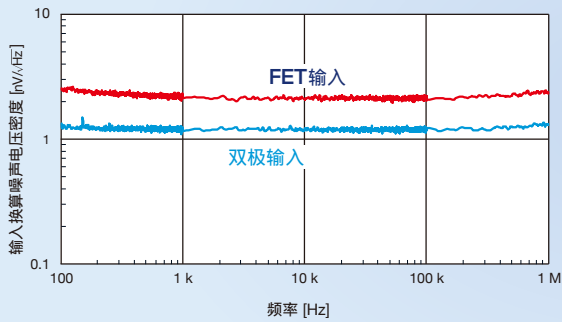
信号放大

多通道低噪声放大系统

- 低噪声 1.3 nV/√Hz（双极性输入）、2.5 nV/√Hz（FET 输入）
- 小型机箱，适合多通道需求
- 多功能
 - 输入结合方式切换 DC/AC
 - 输入模式选择 差动/单端/GND
 - 低通滤波器设置 THRU (OFF) / LPF (ON) (fc=1 MHz)
 - 输入换算偏移电压 调整范围 ±100 μV
 - 放大器GND转换 FLOAT/EXTERNAL

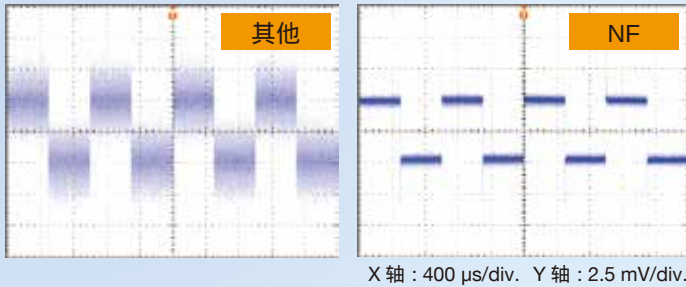


世界顶级低噪声性能



噪声水平对比

输出波形（差分、增益40 dB、DC~1 MHz）比较



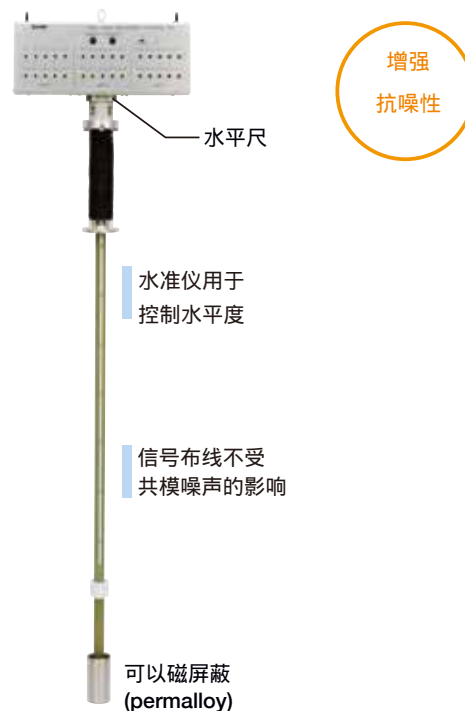
规格案例

	双极输入	FET 输入
输入联接	DC/AC	
输入模式	A-B/A/-B/GND	
输入阻抗	100 kΩ 耦合电容 1 μF	1 MΩ 耦合电容 0.1 μF
输入换算噪声电压密度	1.3 nV/√Hz	2.5 nV/√Hz
输入换算偏移电压	可调为零（输入短路、DC根据结合时电位计）	
输入偏置电流	30 nA	30 pA
输入电压范围	±0.1 V以内	
最大输出电压·电流	±10 V、±10 mA	
通过率	22 V/μs	600 V/μs
输出阻抗	50 Ω	
电压增益	40 dB (1 kHz)	
电压增益频率特性	DC ~ 1 MHz (+0.5 dB / -3.0 dB以内)	DC~20 MHz(+0.5 dB / -3.0 dB以内)
低通滤波器	fc = 1 MHz (线性阶段 3次)	
外形尺寸 (mm)	105 (W) ×88 (H) ×210 (D)	
电 源	±15 V、消耗电流：±240 mA (最大值)	

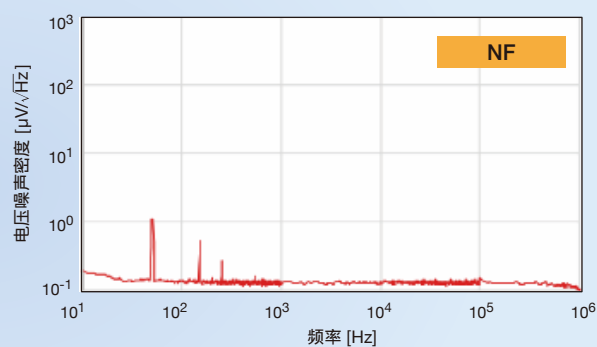
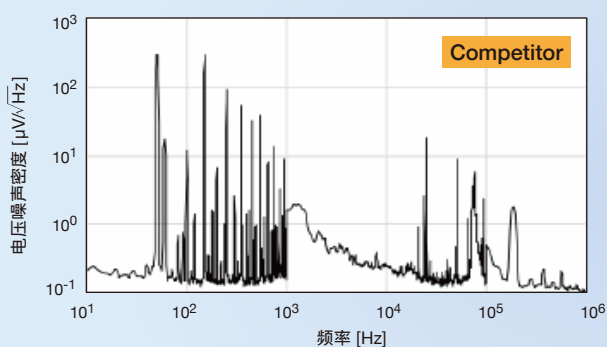
低温恒温器用低噪声 DUT 支架

一种用于冷却和测量超导元件的棒，如用液氮 (4.2 K) 冷却约瑟夫逊元件。通过各种措施支持稳定的测量和评估，以提高抗噪性。

- 信号 60 pins, 差分 30 信号 (可根据客户要求更改)
- 减少共模噪声的特殊接线
- 内部结构分为三个隔间，从而能够在抑制布线之间的串扰的同时使用。
- DUT 的温度是均匀的，因为液面和 DUT 是水平的
- 弹簧探头接触稳定，易于维护
- 可以使用水平仪插入水平度受控的杆
- 可以安装磁屏蔽罩（铁磁材料：坡莫合金）
- 内置温度传感器（非磁性兼容）



■ 噪声级比较



► 与竞争对手的同类产品相比，在 50 Hz 时电压噪声降低了 1/300，在 150 Hz 时降低了 1/500

应用

- 超导装置
- 低温与凝聚态物理学

低噪声放大器

SA-200/SA-400系列

电压
输入

SA-251F6



SA-440F5

对应于宽信号源的极小 信号用放大器

- 低噪声
输入换算噪声电压 $0.25\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ (SA-251F6)
- 宽频带 DC~最高 500MHz
- 频带、输入格式、
根据输入阻抗、 11 个型号

世界最高水平的低噪声性能、高精度的信号处理

SA-600系列

电流
输入



高增益、宽频带、工作稳定的电流 放大器

- 兼具高增益和宽带
($1\text{T V/A} \cdot \text{DC} \sim 300\text{Hz}$ 、
 $10\text{M V/A} \cdot \text{DC} \sim 500\text{kHz}$) 等等
- 对连接电缆等容量稳定动作
- 根据不同增益频带共6个型号

可编程电流放大器

量子一研究

各种微小电流计测

CA5351



- 高增益 $10^3 \text{ V/A} \sim 10^{10} \text{ V/A}$
(8 档、 $\times 10$ 步)
- 宽频带 DC ~ 500kHz (10^6 V/A)、
DC ~ 70kHz (10^9 V/A)
- 高速响应 $0.7\mu\text{s}$ (10^6 V/A)
- GPIB、USB、LAN

锁相放大器

被噪声淹没的微小信号 (交流) 检测

高速响应・宽频带

LI5600系列



- 频率范围 $0.5\text{Hz} \sim$ 最高 11MHz ●
- 电压测量 $10\text{nV} \sim$ 最大 10V F.S.
- 电流测量 $10\text{fA} \sim 1\mu\text{A F.S.}$
- 双频同时测量、分数谐波测量
- USB、GPIB、RS-232、LAN
- 根据频率范围共4个型号

低噪声直流电源

低噪声・高稳定・高精度

LP5394



- 输出噪声电压： $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 输出电压稳定性： $\pm 10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 输出电压： $0 \sim \pm 15\text{V}$
- 输出电流：最大 0.1A
- 1/4 机架尺寸
- 10 旋转电位计可精确调整输出电压

低噪声放大器的驱动

LP5392



- 输出噪声电压： $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 输出电压稳定性： $\pm 20\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 输出电压： $\pm 12\text{V} \sim \pm 15\text{V}$
- 输出电流：最大 0.1A
- 1/4 机架大小

低噪声直流电源

LP5391



- 2 系统/ 2 输出同时输出
- 输出电压： $\pm 15\text{V} \pm 10\%$ 可变
- 输出电流：最大 0.3A (4 输出合计)
- 输出噪声电压 $350\mu\text{Vrms}$ 以下
(带宽 $10\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$)
- 1/2 机架尺寸

精密低噪声直流电压源

高精度控制传感器设备

低噪声・高稳定・高精度

LP6016-01/LP6016-01P



- 输出噪声电压 $10\mu\text{Vrms}$ 以下 typ.
- 输出稳定性 $\pm 10\text{ppm}/^\circ\text{C}$ typ.
- 输出电压
LP6016-01: $0 \sim \pm 16.1\text{V}$ (正・负输出)
LP6016-01P: $0 \sim +16.1\text{V}$ (2 输出)
设定分辨率* $500\mu\text{V}$
设定精确度 $\pm (0.03\% + 250\mu\text{V})$

*也可以定制 $100\mu\text{V}$

※本目录的记载内容是2025年9月11日止。

●可能会变更外观、规格的一部分。

●购买时，请确认最新的规格、价格、交货期。

株式会社 NF 回路設計

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

■ 取扱代理店

东莞市力高大同自动化设备有限公司

地址：广东省东莞市莞城区旗峰路200号万科中心2栋516室

电话：0769-22802588 手机：15212781189

网站：www.dtic.com.cn