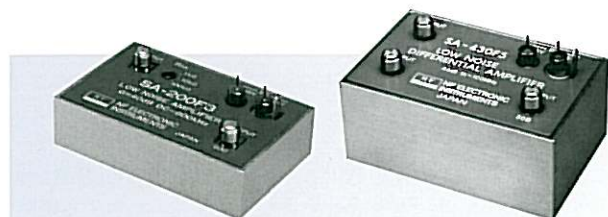


全方位支持微小信号测量的有关产品

超低噪声放大器

SA系列



本系列为挑战微小信号检测的极限的前置放大器。可根据不同频带、输入形式进行测量的7种型号产品以外，还备有专用的低噪声电源、用于传感器的直流偏置电源。

差分放大器

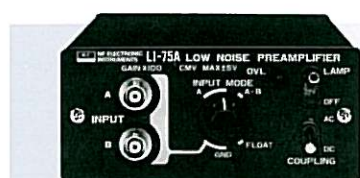
5307



本产品是具有直流~10MHz的宽阔频带和最高可达1000倍的增益的低噪声差分放大器。因为集成了微小信号放大所需的各项功能，所以可作为通用的前置放大器或差分放大器适用于广范围的各种应用。

低噪声前置放大器

LI-75A



本前置放大器用于锁相放大器的灵敏度的提高和共模噪声的消除等。增益可达100倍，频带宽度可达直流~1MHz。

电流输入前置放大器

LI-76



本产品作为一种前置放大器，被广泛用于支持光电倍增器在进行信号放大（变换）时的电流输入/电压输出。

- 本产品目录所刊载的内容为2006年8月25日更新的内容。
- 外观和规格的一部分有可能变更，恕不另行通知。
- 在购买时，请确认最新的规格和价格。

株式会社 NF回路设计

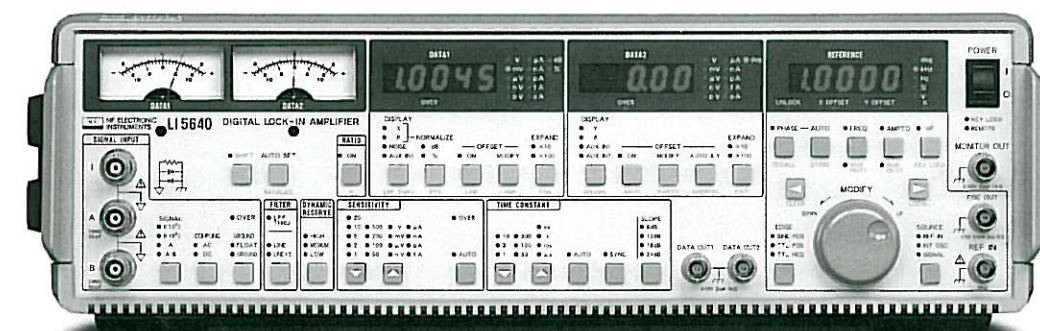
- 上海代表处 上海市长宁区延安西路726号华敏国际大厦22楼G室 (邮编 200050)
电话: 021-6473-5735 传真: 021-6415-6576
- 深圳代表处 深圳市福田区滨河大道5003号 爱地大厦东座17楼1701室 (邮编 518045)
电话: 0755-8355-1866 传真: 0755-8355-1214
- 总公司地址 日本国神奈川县横浜市港北区纲岛东6-3-20 (邮编 223-8508)
电话: +81-45-545-8128 传真: +81-45-545-8187

<http://www.nfcorp.co.jp/chinese/index.html>

DIGITAL LOCK-IN AMPLIFIER

数字锁相放大器

LI5640/LI5630



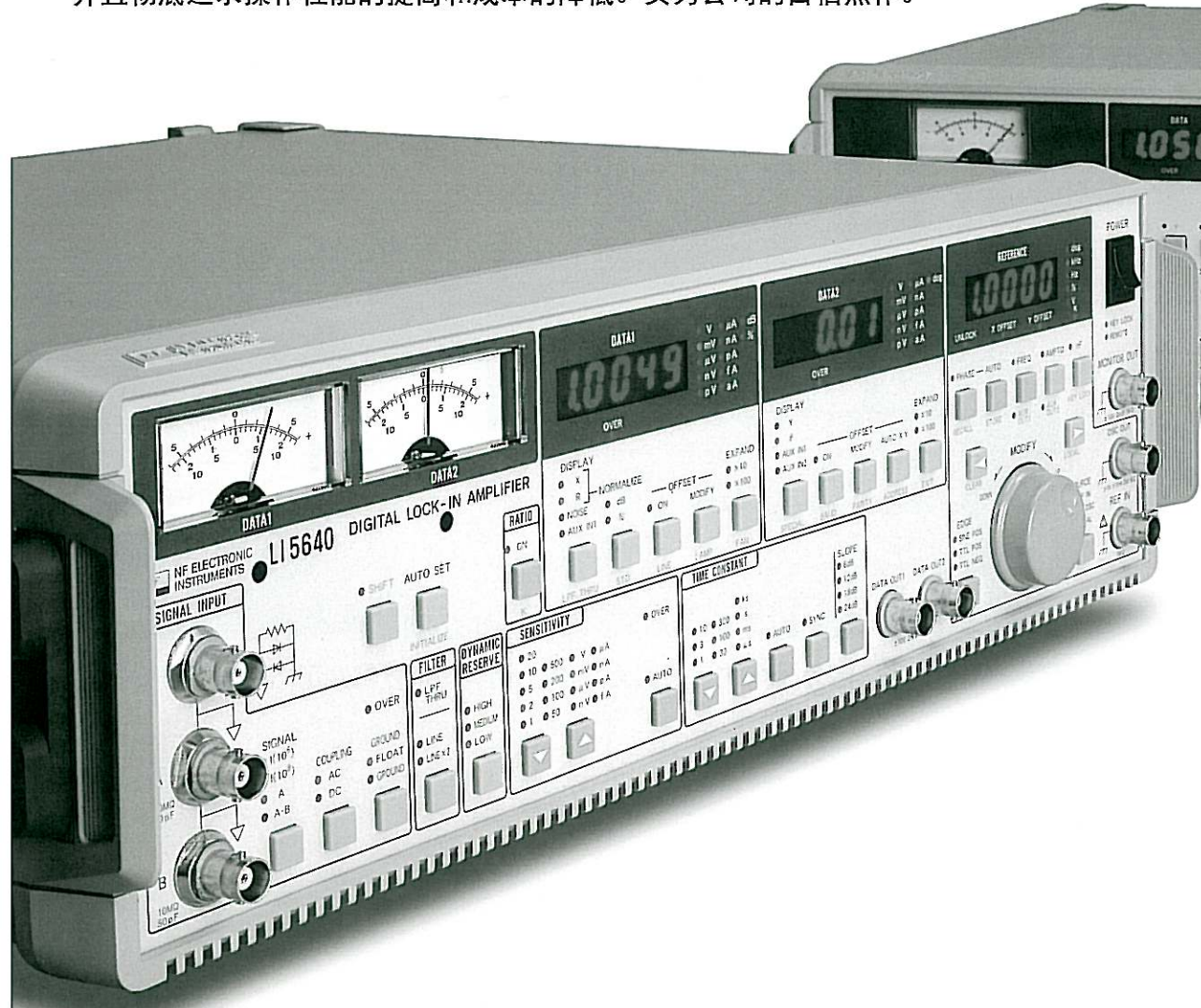
因为是数字技术、因为是DSP、更因为是NF的高科技，才能实现如此先进的功能。

株式会社 NF回路设计

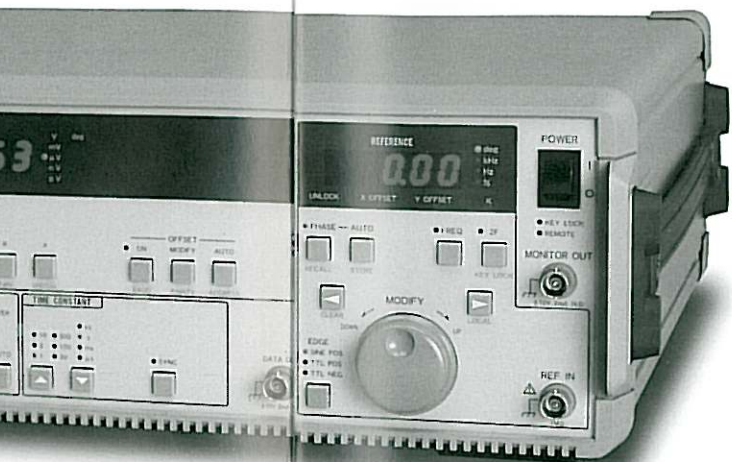
丰富卓越的经验 和 顶尖技术的结晶

- 高品位DSP测量仪 -

在锁相放大器方面具有丰富经验和顶尖技术的NF公司，将数字信号处理器（DSP）的高速运算功能最充分地加以发挥，显著提高了功能设置和测量响应的高速性和输出的稳定性，大大加强了与计算机数据的兼容性，并且彻底追求操作性能的提高和成本的降低。实为公司的自信杰作。



▲LI5640
多功能数字锁相放大器



▲LI5630
数字锁相放大器

■稳定性高

除了用于输入的前置放大器之外，全部电路实现数字化设计，具有高稳定性、低漂移的特点。在高灵敏度区域，输出的零点漂移被降低到极小。相位稳定性达到 $0.01^{\circ}/^{\circ}\text{C}$ ，增益稳定性达到 $\pm 100\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ 。如此超强的稳定性，构成了精确度达到 $4\frac{1}{2}$ 位数的高分辨率和输入换算噪声电压为 $4.5\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ 、相位噪声为 0.001° 的低噪声性能的技术基础，并为微小信号的测量带来了充分的可靠性。

■可以从1 mHz开始测量

实现了从1 mHz开始进行测量，这在模拟式锁相放大器中是无法想象的。对于红外光谱、温度响应等的低速现象分析，本产品提供了一个全新的方法。因为采用数字方式，所以稳定性高，不必担心测量时的漂移问题。对于参照信号，大约只需2个周期就可锁定，因此为低频信号测量带来极大便利。

■响应迅速而且顺畅

“快速而且顺畅的测量响应”

波形检测部分的最小时间常数为 $10\mu\text{s}$ 。直流输出数字模拟（D/A）转换最高达到256k个样本/秒、16比特的高速度与高精度。不但可用X-Y方式，而且可以用R- θ 输出方式随时得到高速响应结果。数字数据的存储速度最高达到16k个样本/秒。此外，还新配备了可在信号周期内测取移动平均量的同步滤波器。这样，即使是对于很小的时间常数，也能大幅度降低测量值中的脉动成分。而且该同步滤波器可在全频率范围内应用。敬请各位用户务必充分领略其高速而且顺畅的响应特性。

“对切换设定也能即时响应”

即使在测量过程中改变相位或灵敏度等设定，由于能够将此前的数值换算成为新设定情况下的数值，所以测量值的响应快速可靠。这样，即使在时间常数较大的情况下，也不必等待该长时间常数的响应。

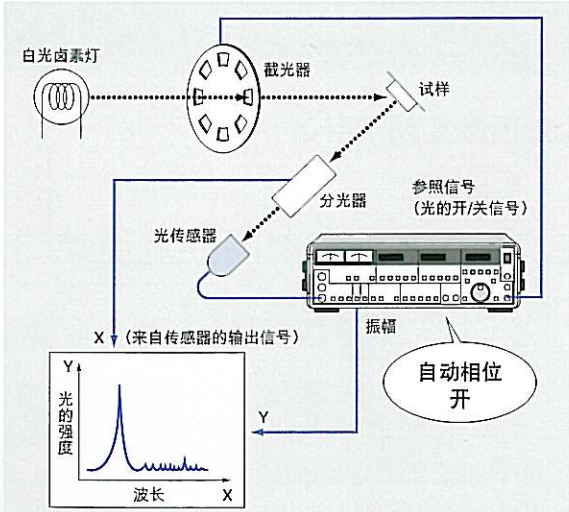
■操作方法简易

本产品可按照信号输入、滤波器、动态保留、灵敏度、以及时间常数的顺序以自左至右进行单向设定。键盘配置简单明了，避免产生设定错误。在测量未知的输入信号时，有极其便捷的自动设定（Auto-Set）键可供选用。有3组大型显示屏，更有利于准确读取设定和测量值。此外，还配备了修正旋钮（Modify Dial）和模拟指示器，可用模拟方式来感受数字锁相放大器的性能。

■两种型号的产品

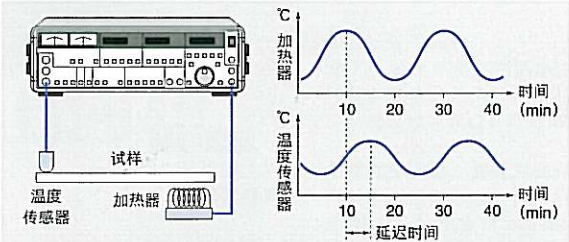
有两种型号的产品可供选用，其中LI5640型是性能丰富的多功能数字锁相放大器，而LI5630型是传承了其基本性能、同时更专注于简洁功能的经济型数字锁相放大器。两种型号都是2相位型。

■材料的光谱反射测量



●使用“自动相位”（Auto Phase）功能，可容易地对输入信号和参考信号的相位进行匹配。
●LI5640有电流输入功能，所以对来自光传感器的输出信号可以直接输入。

■材料的热传导特性的测量



●通过测量加热器与温度传感器的温度变化延迟时间，可以测得热在试样中的传导速度。

- 光的测量（强度、吸收等）
- 光谱分析（一般光谱、奥格（Auger）电子光谱、光声光谱、拉曼（Raman）光谱等）
- 陀螺仪
- 磁性测量（磁性材料的评估、振动式磁力计、用SQUID检测磁性）
- 传感器评估
- 电桥的检测器
- 阻抗测量
- 机械振动测量
- 生物和生理信号测量

充实而非凡的性能，无与伦比的技术水平，不愧为NF之自信杰作。

最小时间常数10μs
最小时间常数达到10μs。可完全作为高速同步检波器使用。

3个大型显示窗口
采用大型显示窗，测量值和设定值一目了然。可同时显示3个数值，使用极为方便。测量值的分辨率高达4 1/2位数。

dB、%显示
除了便于相对测量的比率测量之外，还有百分比显示(%)和有利于评估大范围变化信号的分贝(对数比率)显示。

2个指示器
便于直观把握测量值变化的模拟方式指示器。

噪声测量
配备噪声测量模式，能测量噪声密度。
噪声密度测量范围：
电压 20nV/√Hz~1V/√Hz 满量程
电流 100fA/√Hz~1μA/√Hz 满量程

自动设置
灵敏度、时间常数、动态保留、以及相位等的设定能够以当时的最佳值进行自动设定。

滤波器
配备有线路滤波器，能有效滤除干扰噪声。如为获得超高速响应，也可设定为不使用“抗混叠滤波器(anti-alias-filter)”的模式(THRU)。

电压·电流量程
电压灵敏度：2nV 满量程~1V 满量程
电流灵敏度：5fA 满量程~1μA 满量程

同步滤波器
配备同步滤波器，能在参照信号周期整数倍的范围实现移动平均。即使是在低频率信号或很短的时间常数情况下，也能获得脉动成分很小的输出。

衰减斜率的切换
能以6、12、18、24dB/oct来切换时间常数(平滑滤波器)的衰减斜率。这样，可以有助于测量值的高速收敛，缩短测量值安定化所需时间。

自动零偏置设定
按下该键时，X、Y输出的偏置就自动设定为零。

输出扩大
输出最高可以扩大到100倍。如果与输出偏置配合使用，就能够更精确地捕捉到测量值的细微变化。

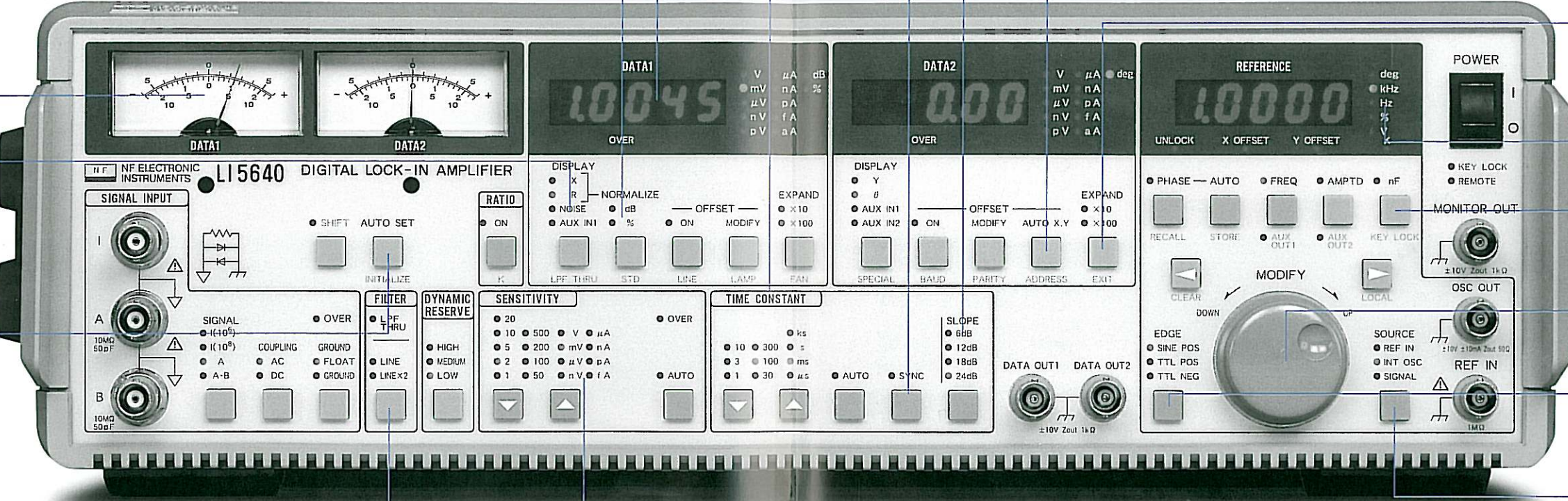
可对应低频率的测量
从1mHz到100kHz，极宽阔的频率范围。

谐波测量
可以只对被测信号中的谐波分量的次数进行指定，并测量。

同步沿(EDGE)的选择
设定参照信号的同步沿。指定相位的基准点位置。

旋钮
装有大型修正旋钮，能以模拟形式进行设定。

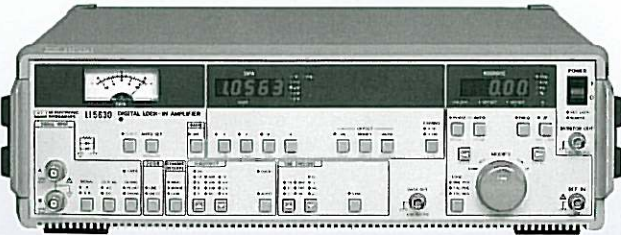
参照信号源
除了外部信号和内部振荡器之外，还配备了信号输入同步模式，即使没有参照信号也能进行测量。



多功能数字锁相放大器 **LI5640**

设计简单而具有高性能

数字锁相放大器 **LI5630**



LI5630型传承了LI5640型多功能数字锁相放大器的基本性能，同时又专注于简洁的功能，是一种经济型的数字锁相放大器。

■LI5640型与LI5630型的比较表			
功 能		LI5640	LI5630
输入	电压输入	○	○
	电流输入	○	—
参照信号		内部·外部·信号	外部
测量项目	X、Y、R、θ、NOISE、AUX IN	2通道输出	1通道输出
	数值·仪表·外部直流输出	256k个样本/秒	256k个样本/秒
输出		256k个样本/秒	256k个样本/秒
内部振荡器		○	—

详情请参阅规格(第5~6页)。

经科学数据验证的优越性能，实为顶尖技术的结晶。

规格 ※在规格中，F.S.表示满量程（Full Scale），D.R.表示动态保留（Dynamic Reserve）。

测量的信号系统

1. 通用部分	
输入耦合	交流/直流
输入地线	悬浮/底盘接地 悬浮：底盘与信号接地之间的电压最大为±1V 接地：接地阻抗约为10Ω（直流） 电源频率（50或60Hz）、及其2倍频率（100或120Hz）
线路滤波器	LI5640 开/关
抗混叠滤波器	LI5630 恒定为“开”

2. 电压输入

输入形式	A（单端）、A-B（差分）
电压灵敏度	2nV/F.S.～1V/F.S.（1-2-5序列）
电压精确度	±0.5%（1kHz、D.R. LOW，信号电平不小于1mV， 不小于满量程的30%，23±5°C ±2%（1kHz、D.R. LOW，信号电平不小于1μV， 不小于满量程的30% ±0.5%（0～20kHz）（均为直流耦合、D.R. LOW、） ±1%（0～50kHz）（1V量程、1Vrms输入时） ±2.5%（0～100kHz） ±100ppm/°C（typ.）（1kHz） 10MΩ±1.5%，并联合约50pF 120dB（typ.）（1kHz时） 100dB（min.）（50Hz～1kHz、D.R. LOW、小于20mV量程） （50Hz～1kHz、D.R. MED、小于2mV量程） （均为交流耦合时） 4.5nV/√Hz（typ.），6nV/√Hz（max） （1kHz、不大于2mV量程、D.R. LOW、输入短路时） ±7V（直流耦合） 5Vrms（交流耦合、正弦波） ±14V（直流耦合时） ±14V（直流耦合时） 1mHz～100kHz（直流耦合） 0.5Hz～100kHz（交流耦合） -90dB（typ.），（1kHz、1V量程、D.R. LOW、1Vrms输入） 不大于-80dB（10Hz～5kHz、1V量程、D.R. LOW、1Vrms输入）
增益漂移	
输入阻抗	
共模抑制比	
输入换算噪声	
最大允许输入电压	
非破坏最大输入电压	
频率范围	
谐波失真	

3. 电流输入（仅适用于LI5640）

电流灵敏度	50fA/F.S.～1μA/F.S. 1-2-5序列 （变换增益为10 ⁶ V/A时） 5fA/F.S.～10nA/F.S. 1-2-5序列 （变换增益为10 ⁶ V/A时）
电流精确度	±1% 变换增益为10 ⁶ V/A且1kHz、信号振幅1nA～1μA 变换增益为10 ⁶ V/A且10Hz、信号振幅10pA～10nA 两者都是D.R. LOW、且信号振幅不小于满量程的30% ±150ppm/°C（typ.）（10 ⁶ V/A时1kHz、10 ⁶ V/A时10Hz） 1mHz～50kHz（直流耦合、变换增益为10 ⁶ V/A时） 1mHz～500Hz（直流耦合、变换增益为10 ⁶ V/A时） 130fA/√Hz（typ.）（1kHz、变换增益为10 ⁶ V/A时） 13fA/√Hz（typ.）（125Hz、变换增益为10 ⁶ V/A时）
增益漂移	
频率范围	
输入换算噪声	
输入阻抗	
非破坏最大输入电流	

相位检波部分

动态保留	不小于100dB
时间常数	10μs～30ks（1-3序列）
衰减斜率	6、12、18、24dB/oct（ LI5640 ） 仅24dB/oct（ LI5630 ）
同步滤波器	开/关
相位噪声	0.001° rms（typ.）（1kHz） （正弦波参照信号、时间常数100ms、衰减斜率不小于18dB/oct） 0.003° rms（typ.）（100kHz） （正弦波参照信号、时间常数100ms、衰减斜率不小于12dB/oct） ±0.01°/°C以内（≤10kHz） ±0.1°/°C以内（>10kHz、≤60kHz） ±0.2°/°C以内（>60kHz）
相位漂移	

参照信号系统

参照模式	LI5640 : REF IN（参照信号输入）、INT OSC（内部振荡器）、 SIGNAL（信号） LI5630 : REF IN（参照信号输入） TTL输入或内部振荡器时 0.5mHz～102kHz 正弦波输入或信号时 0.5Hz～102kHz LI5640 : 参照信号的2～19999倍 LI5630 : 参照信号的2倍（谐波频率需在上述频率范围内） 约1MΩ（1kHz）、不大于100pF 0.3～30Vp-p（正弦波输入） 0～5V（TTL输入） ±40V SINE（正弦波）/TTL POS（正）/TTL NEG（负） 2个周期 + 50ms（typ.） -180.00°～+179.99°、分辨率0.01° ±0.001°以内 ±1°（直流耦合、不大于10kHz） ±5°（直流耦合、不大于100kHz） 4½位数（最大19999计数）、不小于0.1mHz 显示出系统未与外部参照信号同步 TTL（0～5V）
频率范围	
谐波测量	
输入阻抗	
输入电压范围	
非破坏最大输入电压	
外部参照信号波形	
外部参照信号同步时间	
相位调整范围	
正交性	
相位精确度	
频率测量分辨率	
UNLOCK（解锁）显示	
参照信号输出	

内部振荡器（仅适用于LI5640）

振荡频率	设定范围：0.5mHz～105kHz 分辨率：4½位数、在不低于0.1mHz时 精确度：±30ppm 0～0.0500Vrms、分辨率0.1mV 0～0.500Vrms、分辨率1mV 0～5.00 Vrms、分辨率10mV 3个量程手动切换 设定值的2% + 满量程的0.5%（频率≤1kHz） 设定值的5% + 满量程的0.5%（频率≤10kHz） 设定值的20% + 满量程的0.5%（频率≤100kHz） ±50ppm/°C（typ.）（1kHz、1Vrms） ±10mA 建议负荷阻抗 不小于1kΩ 50Ω±3%（1kHz） 不大于-80dB（0.01%）（频率20Hz～5kHz 最大振幅设定时） 不大于-70dB（0.03%）（频率≤100kHz 最大振幅设定时）
输出电压量程与分辨率	
输出电压精确度	
输出电压稳定度	
最大输出电流	
输出阻抗	
谐波失真系数	

测量值输出部分

1. 数值显示

LI5640 DATA1参数 DATA2参数 LI5630 DATA参数 X、Y、R	X（=R cosθ）、R、NOISE、AUX IN 1 Y（=R sinθ）、θ、AUX IN 1、AUX IN 2 X、Y、R、θ 显示范围 灵敏度设定值的0～120% 分辨率 4½位数（最大19999） 显示范围 -180.00～+179.99° 分辨率 0.01° 显示范围 灵敏度设定值的0～120% 电压 20nV/√Hz～1V/√Hz 电流（10 ⁶ V/A时）1pA/√Hz～1μA/√Hz 电流（10 ⁶ V/A时）100fA/√Hz～10nA/√Hz 分辨率 4½位数（最大19999） 显示范围 0.000～±12.000 V 分辨率 0.001V 对X、Y、R，显示其对于辅助输入的比率 显示范围 0.0000～±1.9999 分辨率 0.0001 K常数范围 0.1000～1.9999、2.000～9.999 对X、R，显示其对于标准值的比率，用dB或%表示 显示范围 0.00～±120.00dB、分辨率0.01dB 0.00～±199.99%、分辨率0.01% 标准值范围 电压 1.0000nV～1.0000V（4½位数、最大19999） 电流 1.0000fA～1.0000μA（4½位数、最大19999） 对X和Y，灵敏度（SENSITIVITY）的0.00～±100.00% 对X、Y、R，放大1、10或100倍
θ	
噪声（NOISE） （仅适用于LI5640）	
辅助输入 （仅适用于LI5640） 比率测量	
规范化 （仅适用于LI5640）	
偏置 扩大（EXPAND）	

2. 模拟输出

通用规格	
最大输出电压	±12V
最大输出电流	±6mA
输出阻抗	约1 kΩ（直流）
输出电压精确度	±（相当于显示值的0.35%的模拟输出电压 + 15mV） （监视器输出除外、直流） 对应与指示仪表的满量程（模拟输出±10V）的测量值 X、Y、R、NOISE 灵敏度满量程（NOISE：仅适用于 LI5640 ） AUX IN 1、AUX IN 2 ±10V（仅适用于 LI5640 ） θ ±180° 比率 ±2 %显示 ±200%（仅适用于 LI5640 ） dB显示 ±100dB（仅适用于 LI5640 ）
满量程（F.S.）	
前面板 LI5640 DATA1 OUT DATA2 OUT DATA1 OUT、 DATA2 OUT更新速率 LI5630 DATA OUT DATA OUT更新速率 MONITOR OUT （监视器输出）	与DATA1显示参数相同 与DATA2显示参数相同 X、Y、R、θ为256k个样本/秒，其他为16k个样本/秒 与DATA显示参数相同 256k个样本/秒 相位检波器输入信号
后面板 X OUT、Y OUT 更新速率	16k个样本/秒

3. 模拟指示器

LI5640 DATA1 DATA2	与DATA1显示参数相同 与DATA2显示参数相同
LI5630 DATA	与DATA显示参数相同

辅助输入（直流电压测量）

通道数	LI5640 2个 LI5630 1个
最大允许输入电压	±12V
非破坏最大输入电压	±40V
输入阻抗	约1MΩ 不大于100pF
精确度	±（读取值的0.35% + 15mV）
频带宽度	直流～约130Hz（-3dB）
采样速率	16k个样本/秒

辅助输出（直流电压输出）（仅适用于LI5640）

通道数	2个
设定电压范围	±10.000V（分辨率0.001V）
最大输出电流	±5mA
输出阻抗	约1kΩ
输出电压精确度	±（设定值的0.35% + 15mV）

自动设定功能

AUTO SET （自动设定） 灵敏度	根据输入信号设定最佳的灵敏度、动态保存、时间常数、 相位 根据输入信号设定最佳的电压或电流的灵敏度、以及动态 保留 相应于参照信号的频率，来设定时间常数 设定参照信号的相位、使相位的测量值为0° 设定各个偏置值、使X和Y的输出为0
时间常数	
相位	
偏置	

数据存储

数据的种类	LI5640 仅DATA1 / 仅DATA2 / DATA1与DATA2 / DATA2与AUX IN 2 / DATA1、DATA2与参照 信号频率 / DATA1、DATA2、AUX IN 1与 AUX IN 2 LI5630 DATA / AUX IN / X、Y / R、θ / DATA、AUX IN / X、Y、参照信号频率 / R、θ、参照信号频率 / X、Y、AUX IN、R / R、θ、AUX IN、X
数据分辨率	16比特（参照信号频率为32比特）
存储容量	64K数据（被记录的全部参数的合计、16比特/数据换算）
存储器分割数	1、2、4、8、16、32
采样间隔	1/16ms、1/8ms、1/4ms、1/2ms、1ms、2ms、5ms、 10 ms、20ms、50ms、100ms、200ms、500ms、1s、 2s、5s、10s、20s 或根据触发信号 后面板上的“TRIG IN”（触发输入）或外部接口 信号电平：TTL电平（下降沿） 最小触发间隔：1/16ms 输入阻抗：约10kΩ 非破坏最大输入电压：±40V
触发信号	
触发输入	

一般事项

用于前置放大器的 电源输出	±24V、50mA（可供LI-75A、LI-76）
设定存储器	9个
初始化功能	可返回到规定的初始设定
键盘锁定	开/关
亮灯控制	开/关
风扇控制	开/关
外部接口	GPIO/RS-232
电源电压范围	100、120、230V±10%
电源频率范围	50/60Hz±2Hz
消耗功率	不大于50VA
保证性能的温度和 湿度范围	0～40°C、10～95%RH（无结露）
外形尺寸（mm） 重量	434（W）×132.5（H）×450（D）mm（不包括突起部分） 约10kg