

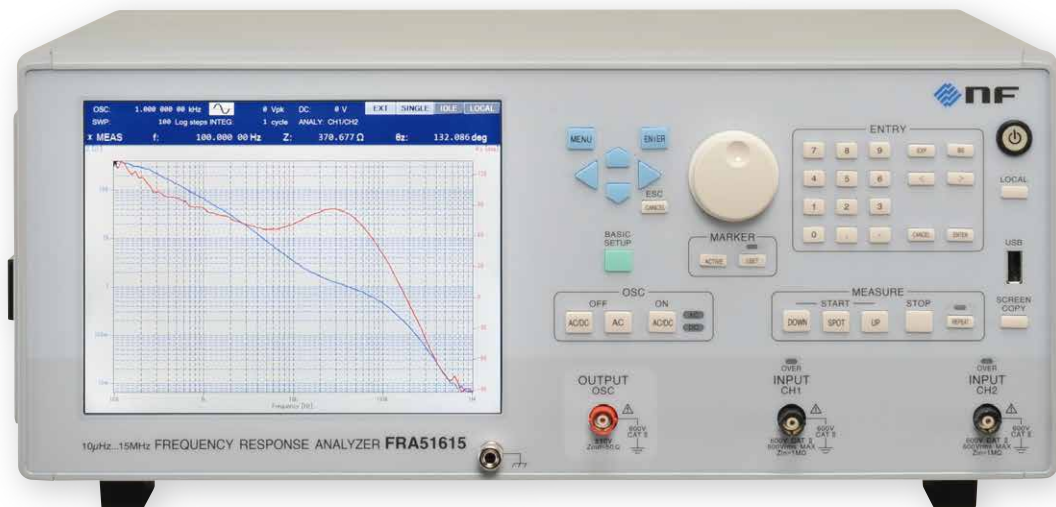
频率特性分析仪

FRA51615

Frequency Response Analyzer

NEW

从逆变器 / 无线供电等电力电子工程、到伺服控制、
电子零件 / 电池的评估、尖端生物技术研究



根据各种频率特性测试用途，
大幅提升性能 / 功能 / 可操作性！

■测试频率范围

10 μ Hz ~ 15 MHz

■测试速度

0.5 ms/point

■基本准确度

增益 ± 0.01 dB 相位 $\pm 0.06^\circ$

■隔离 / 最大输入电压

600 V CAT II / 300 V CAT III

■最大测试电压

600 Vrms

■顺序测试

■标记搜索功能

■群延时测试

■频率变化时相位控制

■负载校正

■端口延长功能

■电位梯度消除功能

■外部标准时钟 等

环路特性	伺服特性	传输特性	阻抗	导纳
PSRR	PLL 响应特性	振动传递特性	电化学阻抗 (EIS)	

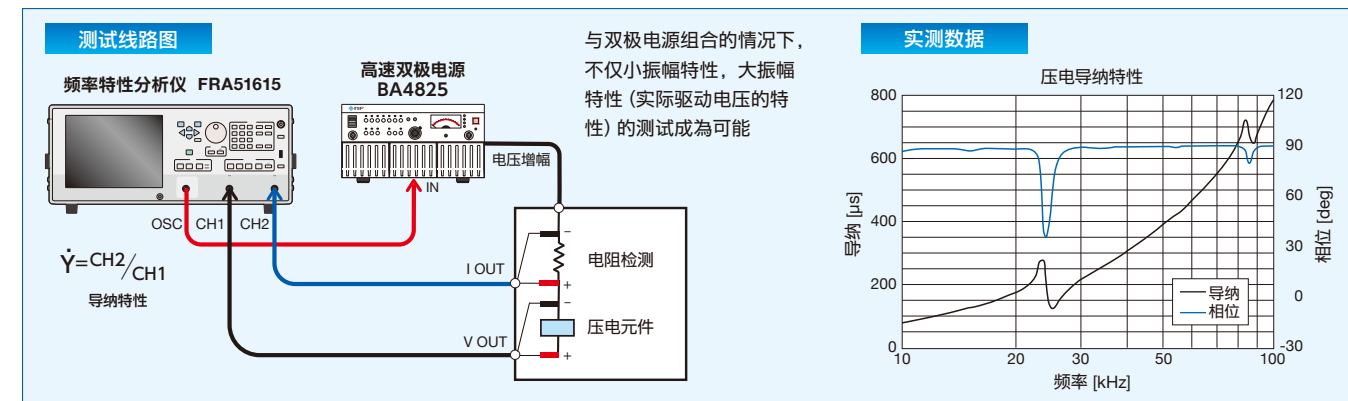
要想高精度地测试频率特性、高精度测试、请选择NF的FRA

Applications

电阻测试

压电元件的共振特性测试

可对压电驱动器等使用的压电元件的电气共振特性进行高精度测试。FRA51615 与 FFT 分析仪等不同，可细致的对特定频率范围进行分辨，拥有高相位精度，可得详细得知共振点附近的特性。



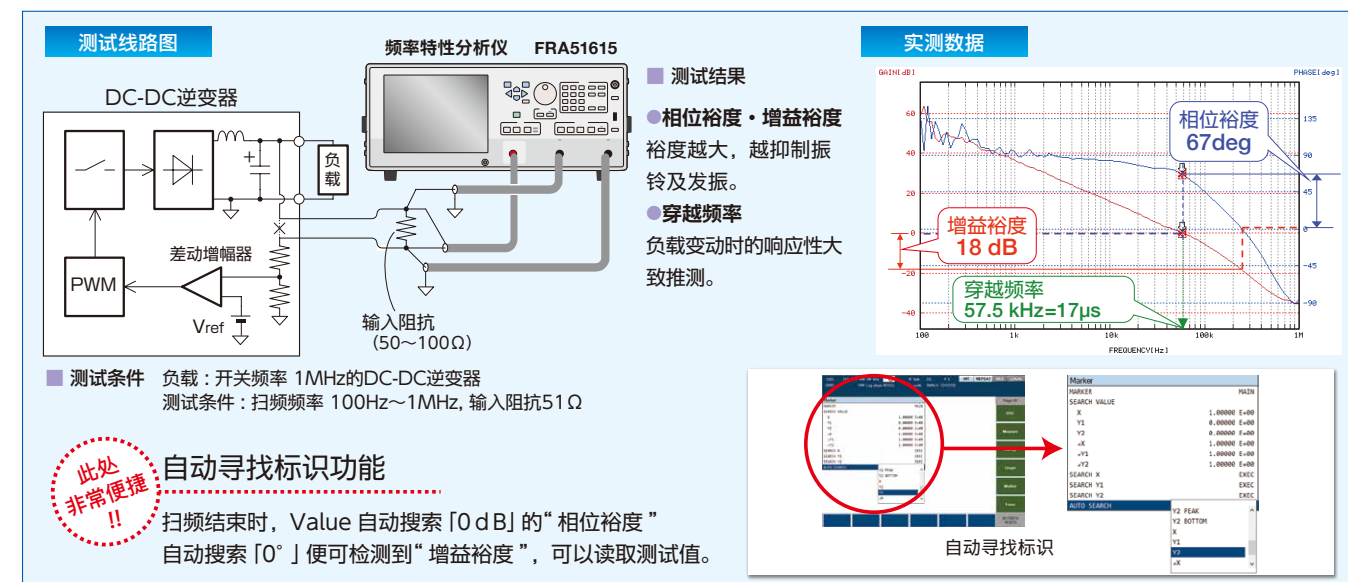
有外施电压的积层陶瓷电容特性测试

电池内部电阻测试

增益 / 相位测试

电源回路环形增益测试

进行实际驱动状态的 DC-DC 逆变器的环路增益特性测试，通过对相位裕度·增益裕度对迴路稳定性的定量进行评价。依靠 600V CAT II / 300V CAT III，非绝缘型 PFC 迴路可以直接与商用电源连接进行测试。



无线供电传送效率测试

滤波器的输入输出特性测试

振动分析



FRA51615

考虑了各种测试场面的新设计

实现高精度测试的可靠规格 & 功能

测试频率 10 μHz ~ 15 MHz

从 10 μHz 的低频到 15 MHz 实现全覆盖。分辨率也提高到 10 μHz。支持电化学阻抗测试所需的超低频。

测试速度 0.5 ms/point

扫描速度最快 0.5 ms/point。可帮助缩短生产线上的节拍时间。

基本准确度 增益 ±0.01 dB, 相位 ±0.06°

通过数字傅立叶计算方法与自校准功能，随时进行高精度测试。与原来型号相比，增益 / 相位的准确度均有所提升。※准确度根据测试条件而不同。

动态量程 140 dB

通过高分辨率 A/D 转换器和对每个测试频率点分别进行量程优化的自动切换量程功能，确保较大的动态量程。对于测试过程中发生的变化，也能准确地测试出来。

隔离电压 600 V CAT II / 300 V CAT III

振荡器输出 (OSC) 与 2 个分析输入 (CH1 / CH2) 在机壳与端子间相互隔离，额定绝缘为 600V CAT II 或 300V CAT III。高压电需求增大的逆变器和 PFC 回路等以电源回路的环路 / 增益测试为首，其应用范围越来越大。

自动切换量程

追随输入信号的电平，设定最佳量程后再进行测试。如检测到超出量程的噪声，则自动设定大的量程进行重新测试。测试数据成为未出现量程饱和的数据。为消除随着量程变化而出现的测试值不连续，也可选择固定量程。

自动高密度扫描

支持最高 20,000 点的高密度测试，仅针对测试数据急剧变化的区间，自动提高频率密度进行测试。

振幅压缩功能

为防止被测试系统的饱和或破损，对振荡器的电平进行控制，以使被测试系统的振幅水平保持稳定。

积分功能

消除噪声影响进行测试的数据积分功能。重复测试期间按循环数或时间进行设定。

自动积分功能

进行反复积分、直至噪声引起的测试波动成分达到设定值以下的功能。

延时功能

为减轻由于频率改变时的瞬态响应而引起的误差，将时间延时至测试开始的功能。还追加了仅在扫描或开始当场测试时，将时间延时至测试开始的功能。

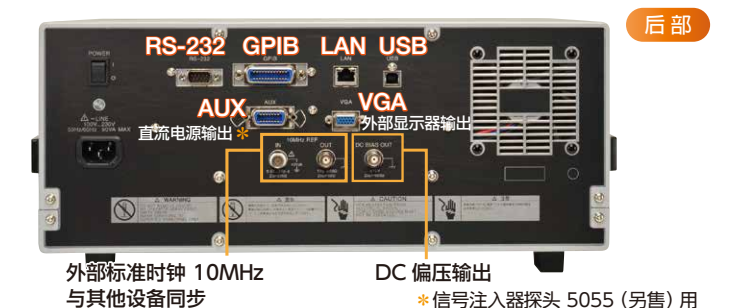
微分 / 积分运算功能

在测试数据的时间区域里进行微分 / 二次微分 / 积分 / 二次积分的功能。对于来自加速度传感器和激光多普勒振动计的信号，在扫描的同时进行运算，变换成位移 / 速度 / 加速度并显示。

接口

GPIB, USB, LAN, RS-232, VGA

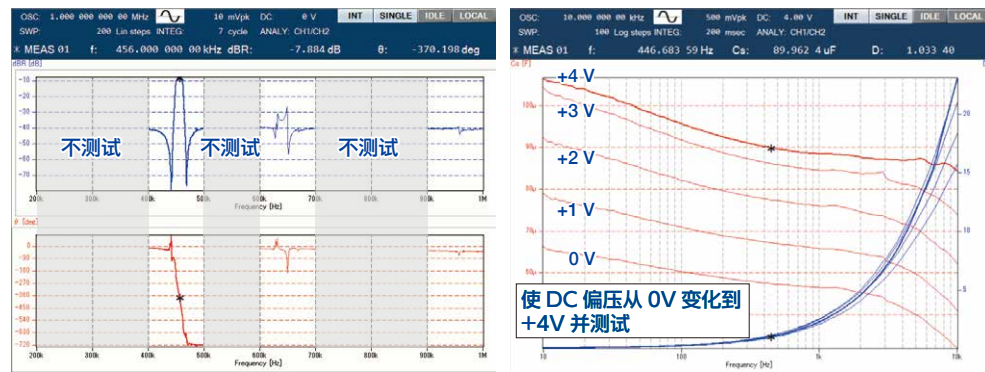
标准配备 GPIB, USB, LAN, RS-232 接口。可构建自动测试系统。另外，在背面配备了 VGA 连接器作为外部显示器。关于其他输出连接器等，请参阅右侧的背面照片。



测试作业的效率UP!

顺序测试

对于设定存储的内容，按照编号顺序读出并扫描测试的功能。对于一个扫描，可将频率范围最多分割成 20 个部分，在各自的频率范围内分别按不同的振幅、积分设定等进行测试。滤波器和压电元件等想要高密度地测试特定的频率范围时，多层陶瓷电容器 (MLCC)、电感器和变压器等具有偏压依存性的零部件的测试等较为方便。



滤波器的通带测试
仅必要频率范围的测试

MLCC 的电容测试
在相同频率范围内，改变测试条件进行测试

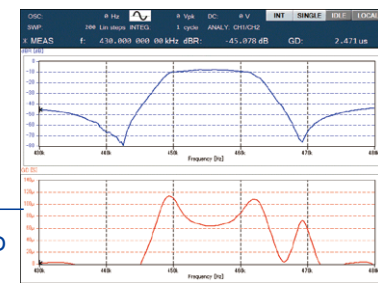
标记搜索功能

除让标记移动并读取数值外，还可自动搜索符合设定条件的点。



群延时测试

可显示用于滤波器等电子电路波形再现性评价的群延时 (GD: Group Delay, 用角频率对输入输出间的相位进行微分)。



频率变化时相位控制

在振荡器输出信号的相位为 0° 时改变频率。由此，从频率扫描开始到结束期间的直流成分变为零，在电池的阻抗测试中，充放电状态不发生变化。另外，在高通滤波器 (HPF) 的频率特性测试中，不会由于直流而产生瞬态响应。

误差校正

开路校正 / 短路校正 / 负载校正，端口延长功能，电位梯度消除功能，补偿

● 开路校正 / 短路校正

开路时通过浮动导纳、短路时通过残余阻抗校正测试误差。(阻抗测试)

● 负载校正

将已知数值的样品作为标准阻抗来校正误差。(阻抗测试)

● 端口延长功能

在使用较长电缆时校正因传输延时引起的误差。(阻抗测试)

● 电位梯度消除功能

假定测试信号是由正弦波和锯齿波 (电位变动波形) 构成的，分别测出正弦波与锯齿波各自的大小与相位。消除由于电池等充放电造成的电位变化的影响。

(阻抗测试)

● 补偿

对于连接到外部的传感器和电缆等测试系统的频率特性进行预先测试，校正测试系统的误差成分。

(增益 / 相位测试)

※在各个 () 内的测试中使用的校正功能。

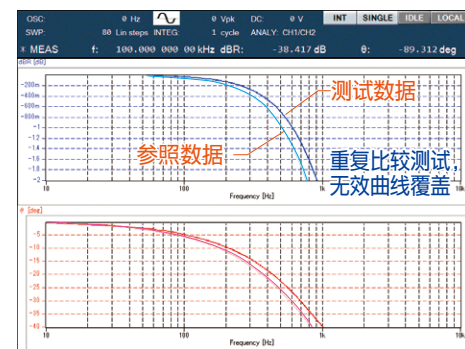
图表显示

● SPLIT 显示

可选择在 1 个画面上显示 1 个图表的“SINGLE”和上下显示 2 个图表的“SPLIT”。

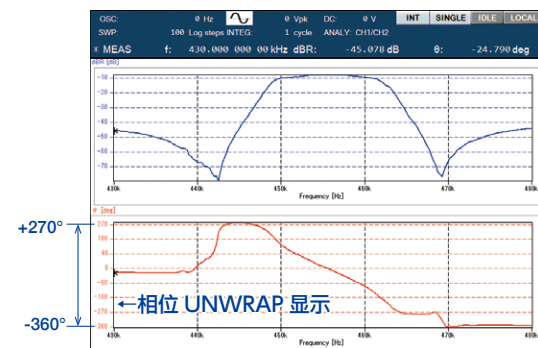
● 数据迹线

可覆盖参考数据迹线 (REF) 和测试数据迹线 (MEAS)。



● 相位 UNWRAP 显示

按 0°、180°、360° 不折回地连续显示相位。还可显示超过 ±360° 的相位。



规格

▼ 振荡器部分

连接器	绝缘型 BNC 连接器 (正面板, OSC)
频率	10 μHz ~ 15 MHz 设定分辨率: 10 μHz 精度: ±10 ppm (内部基准时钟使用时)
AC 振幅	0 ~ 10 Vpk 设定分辨率: 3 位数或者 0.01 mVpk 两者最大一方
DC 偏置	-10 V ~ +10 V 设定分辨率: 10 mV
输出电阻	50 Ω ± 2% (1 kHz)
最大输出	电压 ±10 V 电流 ±100 mA
扫频	扫频密度: 3 ~ 20,000 steps / sweep 扫频种类: 可选择线性或 log 扫频时间: 最快 0.5ms (每个频点)
输出控制	QUICK: 瞬时设定电压或设为 0V SLOW: 约 10 秒间徐徐增减, 设定电压或设为 0V 0° 相位的输出 OFF 功能 AC, DC 同时 ON/OFF 及也可 AC 单独 OFF 测试开始时自动 ON, 测试结束时自动 OFF
隔离	600 V CAT II / 300 V CAT III (BNC Ground 对 框体)
对框体容量	150 pF 以下
DC BIAS OUT (背部)	DC 偏置输出端在背部面板 DC BIAS OUT 连接器设定 连接器: BNC 连接器 设定范围: -10 V ~ 10 V 输出电阻: 600 Ω ± 2%

▼ 分析输入部分

输入通道数	2 通道 (CH1, CH2)
输入连接器	绝缘型 BNC 连接器
输入电阻	1 MΩ ± 2%, 并联时 20 pF ± 5pF
设定量程	10 量程 (30 m / 100 m / 300 m / 1 / 3 / 10 / 30 / 100 / 300 / 600 Vrms) 及自动 CH1, CH2 独立设定
最大输入电压	600 V CAT II / 300 V CAT III
最大测试电压	600 Vrms
过压检测设定	0 ~ 600 Vrms (过压警示灯点亮, 警报报警音, 扫频测试中止)
动态量程	140 dB (10 Hz ~ 1 MHz) 80 dB (1 MHz ~ 15 MHz)
IMRR	隔离抑制制比 120 dB 以上 (DC ~ 60 Hz)
隔离	600 V CAT II / 300 V CAT III BNC 接地 对 框体
对框体容量	200 pF 以下

▼ 演算处理功能

测试模式	UP SWEEP: 扫频测试 (频率升序) DOWN SWEEP: 扫频测试 (频率降序) SPOT: 现有频率测试 (非扫频) REPEAT: 固定频率重复测试 SINGLE: 固定频率单次测试
积分功能	为去除杂讯对测试影响的数据积分功能 0 ~ 9,990s 或 1 ~ 9,999 循环

延迟功能	每次频率变更后, 测试开始的时间延迟 0 ~ 9,990s 或 1 ~ 9,999 循环
测试开始延迟功能	扫频或点测 仅为单次测试开始的时间延迟 0 ~ 9,990s 或 1 ~ 9,999 循环
自动积分功能	针对杂讯引起的测试波动成分进行反复积分, 使之达到设定范围以内的功能。
振幅压缩功能	为防止被测试部分的饱和、破损, 振荡器输出进行自动调整使被测部分振幅为一定值的功能。 目标振幅设定: 1 μV ~ 600 Vrms 振荡器输出电压的电压限制: 1 mV ~ 10 Vpk 容许误差设定: 1 ~ 100 % 最大重试此数: 1 ~ 9,999 辅正率: 1 ~ 100 %
自动高密度扫频	测试数据大幅度变化时, 自动针对前后区间提高扫频密度进行测试的功能。 变化幅度的设定范围 a, b, R: 0 ~ 600 Vrms dBR: 0 ~ 1000 dB 相位: 0 ~ 180°
时序测试功能	根据测试条件存储器内容进行测试的功能。 · UP SWEEP 按照存储号码 1 号设定频率范围, 随之按照存储号码 2 号设定频率范围进行联繫扫频测试。 · DOWN SWEEP 最初的设定条件为上限存储号码, 其次 (上限存储号码 -1) 的设定为测试条件, 存储号码 1 为截止进行连续降序扫频测试 上限存储号码设定范围 1 ~ 20

▼ 分析处理部分

表示项目	增益 (比值, 无单位) / 电阻 切换
测试精度	
测试精度 = 相对精度 + 校正精度	
相对精度 = ± (基本精度 + 动态精度 + 量程间精度 × N)	
校正精度: 外部链接分流电阻, 探头, 校正用标准治具等的精度	
基本精度 上段: 增益 (比率), 中段: 电阻 Z, 下段: 相位	
测试量程 (rms)	频率
	≤ 100 kHz ≤ 200 kHz ≤ 1 MHz ≤ 2 MHz
600 V	± 0.2 dB ± 2.4 % ± 1.2°
300 V	± 0.1 dB ± 1.2 % ± 0.6°
100 V	± 0.05 dB ± 0.58 % ± 0.3°
30 V	± 0.01 dB ± 0.025 dB ± 0.1 dB
30 mV	± 0.12 % ± 0.29 % ± 1.2 %
	± 0.06° ± 0.15° ± 0.6°
测试量程 (rms)	频率
	≤ 5 MHz ≤ 15 MHz
10 V	± 0.2 dB ± 0.5 dB
30 mV	± 2.4 % ± 5.9 %
	± 1.2° ± 3.0°
条件:	
· 积分 30 循环以上	
· 两通道固定量程, 两通道同一量程	
· 两通道均为最大量程讯号输入时的增益, Z, 相位的误差	
* 表中的 “—” 为测试不可或不符精度规格	

固定量程	动态精度 (摘要) 增益 (比率) / 电阻 Z / 相位 100kHz 以下并且 300mV ~ 600V 量程: ± 0.1 dB / $\pm 1.2\%$ / $\pm 0.6^\circ$ 15kHz 以下并且 100mV ~ 10V 量程: ± 0.5 dB / $\pm 6.0\%$ / $\pm 3.0^\circ$ 条件: · 积分 30 循环以上 · 两通道固定量程, 两通道同一量程 · 两通道的输入讯号级别关系为 1:1 或 1:0.1 时, 输入讯号级别大的通道的最大量程到 1/10 量程变动时的通道间增益, Z, 相位的变动部分																																	
	量程间精度 (摘要) 增益 (比率) / 电阻 Z / 相位 100kHz 以下并且 300V 量程以下: ± 0.05 dB / $\pm 0.58\%$ / $\pm 0.3^\circ$ 15MHz 以下并且 10V 量程以下: ± 0.05 dB / $\pm 0.58\%$ / $\pm 0.3^\circ$ 100kHz 以下并且 600V 量程: ± 0.1 dB / $\pm 1.2\%$ / $\pm 0.6^\circ$ 条件: · 积分 30 循环以上 · 两通道固定量程 · 两通道的测试量程不同, 输入讯号级别两通道相同 (小量程的的最大量程级别) 增益, Z, 相位的误差																																	
自动量程	测试精度 = 相对精度 + 校正精度 相对精度 = $\pm (基本精度 + 动态精度)$ 校正精度: 外部链接分流电阻, 探头, 校正用标准治具等的精度 基本精度 上段: 增益 (比率), 中段: 电阻 Z, 下段: 相位																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">讯号级别 (rms)</th> <th colspan="4">频率</th> </tr> <tr> <th>≤ 100 kHz</th> <th>≤ 200 kHz</th> <th>≤ 1 MHz</th> <th>≤ 2 MHz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">7 V</td> <td>± 0.2 dB</td> <td>± 0.2 dB</td> <td>± 0.2 dB</td> <td>± 0.2 dB</td> </tr> <tr> <td>$\pm 2.4\%$</td> <td>$\pm 2.4\%$</td> <td>$\pm 2.4\%$</td> <td>$\pm 2.4\%$</td> </tr> <tr> <td>$\pm 1.2^\circ$</td> <td>$\pm 1.2^\circ$</td> <td>$\pm 1.2^\circ$</td> <td>$\pm 1.2^\circ$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">讯号级别 (rms)</th> <th colspan="2">频率</th> </tr> <tr> <th>≤ 5 MHz</th> <th>≤ 15 MHz</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">7 V</td> <td>± 0.2 dB</td> <td>± 0.5 dB</td> </tr> <tr> <td>$\pm 2.4\%$</td> <td>$\pm 5.9\%$</td> </tr> <tr> <td>$\pm 1.2^\circ$</td> <td>$\pm 3.0^\circ$</td> </tr> </tbody> </table> <p>条件: · 积分 30 循环以上 · 两通道均为自动量程 · 两通道的输入讯号级别相同时的增益, Z, 相位的误差</p>	讯号级别 (rms)	频率				≤ 100 kHz	≤ 200 kHz	≤ 1 MHz	≤ 2 MHz	7 V	± 0.2 dB	± 0.2 dB	± 0.2 dB	± 0.2 dB	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	讯号级别 (rms)	频率		≤ 5 MHz	≤ 15 MHz	7 V	± 0.2 dB	± 0.5 dB	$\pm 2.4\%$	$\pm 5.9\%$	$\pm 1.2^\circ$
讯号级别 (rms)	频率																																	
	≤ 100 kHz	≤ 200 kHz	≤ 1 MHz	≤ 2 MHz																														
7 V	± 0.2 dB	± 0.2 dB	± 0.2 dB	± 0.2 dB																														
	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$	$\pm 2.4\%$																														
	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 1.2^\circ$																														
讯号级别 (rms)	频率																																	
	≤ 5 MHz	≤ 15 MHz																																
7 V	± 0.2 dB	± 0.5 dB																																
	$\pm 2.4\%$	$\pm 5.9\%$																																
	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 3.0^\circ$																																
误差修正功能 (校正)	内部产生误差自我测试修正功能																																	

增益测试

分析模式	比: CH1 / CH2, CH2 / CH1 振幅: CH1, CH2
图表种类	波德图, 奈奎斯特图, 尼柯尔斯图
测试数据项目	dBR (增益 dB), θ (相位), GD (群延迟), R (增益绝对值 / 振幅), a (增益实部 / 振幅实部), b (增益虚部 / 振幅虚部)
修正功能 (均衡)	感应器及连线等的测试部分频率特性修正

电阻测试

测试方法	CH1 的测试振幅以电压量, CH2 的测试振幅以电流量进行测试
分析模式	阻抗 CH1 / CH2 导纳 CH1 / CH2 电压 CH1 电流 CH2
图表种类	波德图, 奈奎斯特图, 科尔作图

测试数据项目	Z (阻抗值) R, X (电阻, 电抗) Y (导纳值) G, B (电导, 电纳) Ls, Lp (电感) Cs, Cp (电容) Rs, Rp (电阻) V (电压) I (电流) θ (相位) D (损失率) Q (品质系数)
修正功能	开放修正 短路修正 负载修正 负载校正: 最多 10 点的频率校正输入 线路延长电阻变化对应 2 端子测试时连线造成相位延迟引起误差的修正 电位梯度去除 讯号重叠的 DC 级别, 与时间共同的直线变化的情况, 不受 DC 级别影响的分析功能。 (充放电中电池阻抗测试时使用)

显示部分

显示器	显示器 8.4 英寸彩色 TFT-LCD (SVGA) 触摸屏
图表显示样式	SINGLE: 画面 1 单张图表显示 SPLIT: 画面 2 上下两张图表显示
数据追踪	参照数据追踪 (REF) 测试数据追踪 (MEAS)
自动定标功能	图表最适显示自动定标功能
标识显示	主标识, Δ 标识
标识搜索功能	搜索项目 Max, Min: 最大, 最小值 Peak, Bottom: Peak (极大值), bottom (极小值) Next Peak: 次回 Peak Next Bottom: 次回 bottom Value: 标识值 Δ Value: Δ 标识与主标识的差 X Value: 频率 ※扫频测试结束时可自动搜索

数据存储

测试数据 (MEAS)	扫频测试数据, 最大可保存 20 组在内部存储器
参照数据 (REF)	与测试数据 (MEAS) 一同图表显示的数据 从测试数据或 USB 複製 可显示 ON/OFF
误差修正数据	开放修正数据, 短路修正数据, 负载修正数据, 均衡数据
测试条件	20 组
数据保持	不含内部存储没有保存的测试数据, 关闭电源也可保持

外部记忆媒体

媒体	USB
连接器	正面操作面板, USB-A 连接器
档案格式	FAT
画面保存功能	MS Windows 位图文件 (属性 .BMP, 画面尺寸 800 x 600)

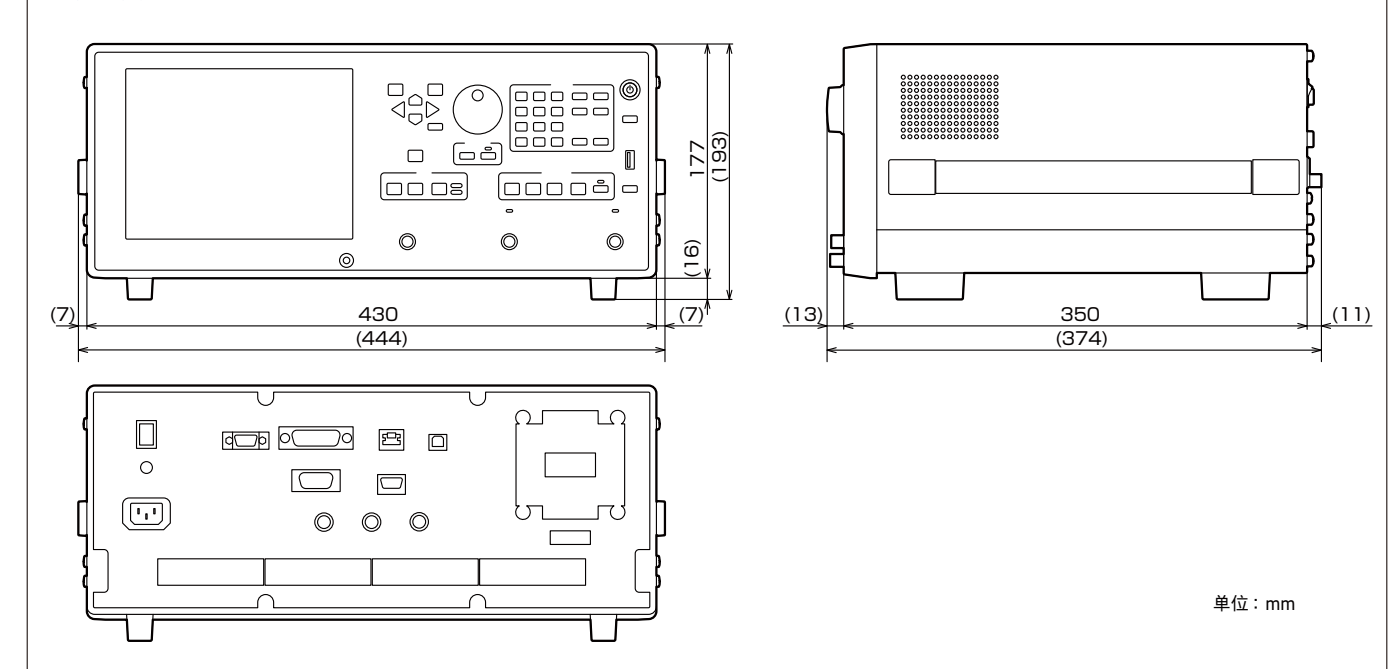
外部输入功能

通讯界面	GPIB: 标准规格 IEEE488.1、IEEE488.2 USB: USBTMC LAN: 10 / 100 Base-T RS-232: 通信速度 4800 ~ 230400 bps
外部监控	投影仪, 外部显示器等连接端口 连接器: VGA (Mini D-sub15 Pin 母端) 讯号: 800 x 600 dot (SVGA) 模拟 RGB 配件影像讯号
基准时钟输入	频率: 10 MHz \pm 100 ppm 以内 输入波形: 正弦波 或 方波 输入电压: 0.5 Vp-p ~ 5 Vp-p
基准时钟输出	输出阻抗: 50 Ω (公称值), AC 耦合 频率: 110 MHz \pm 10 ppm (使用内部基准时钟时) 输出波形: 1 Vp-p / 50 Ω , 方波
直流电源输出	讯号注入探头 5055 (选配) 用电源输出 连接器: 背部面板、AUX 连接器 输出电压: 约 ± 24 V

一般事项

电源	AC100 V ~ 230 V $\pm 10\%$ 并且, 250 V 以下 50 Hz / 60 Hz ± 2 Hz
消耗电能	最大 100VA
确保运转温度范围, 湿度范围	+5°C ~ +40°C、5 ~ 85% RH (并且, 绝对湿度 1 ~ 25 g/m ³ , 无结霜)
外观尺寸	430 (W) x 177 (H) x 350 (D) (不含突起部分)
质量	约 8.5Kg
附带品	产品操作手册 (主体, 外部控制) 配套电源线 (3 脚插头, 2 m) 讯号线 (BNC-BNC 50 Ω 1m, 600 V CAT II) x 3 校正用线 (BNC-BNC 50 Ω , 20 cm) x 2 BNC 连接器 (T 型分支连接器, 600 V CAT II)

外观尺寸



单位: mm

■ 选配·周边产品

型号	品名	补充说明
5055	讯号注入探头	最大 ±11V
PA-001-0368	电阻测试适配器 *1	
PA-001-0369	环路增益测试适配器 *1	
PA-001-1840	高性能电阻测试适配器 (1Ω) *2	
PA-001-1841	高性能电阻测试适配器 (100Ω) *2	
PA-001-1838	试验夹具用变换适配器 (1Ω) *1	
PA-001-1839	试验夹具用变换适配器 (100Ω) *1	
PA-001-0370	分流电阻器 *2	
PA-001-0419	耐高压套装夹 (3只套装)	
PA-001-0420	耐高压鳄鱼夹套装 (小) (3根套装)	最大 300V CAT II
PA-001-0421	耐高压鳄鱼夹套装 (大) (3根套装)	
PA-001-0422	茧型连线套装 (3只套装) *1	
PA-001-3058	耐高压延长 BNC 连线套装 (15cm, 3根套装)	
PC-007-0364	耐高压延长 BNC 连线 (1m)	
PA-001-3059	耐高压 BNC 连线套装 (20cm, 2根套装)	维护用
PC-001-4503	耐高压 BNC 适配器 (T型分支)	维护用
PC-002-3347	耐高压 BNC 连线 (1m)	维护用
PC-007-1490	电阻测试适配器用开尔文夹	维护用
PC-007-1922	环路增益测试适配器用开尔文夹	维护用
PA-001-3036	架式套件 (EIA)	
PA-001-3037	架式套件 (JIS)	

*1 为安全进行测试 没有测试范畴 并且限定在 42Vpk 以下的回路。

*2 因没有测试范畴, 无法使用与主电源直接相连的回路进行测试。

※此型錄記載內容為截止至2018年12月18日內容

●有外觀 規格變化的可能

●購買時請參照最新規格 價格 出貨期

株式会社 **NF**回路设计

日本国神奈川県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

华南: 东莞市力高大同自动化设备有限公司
地址: 东莞市莞城万科中心2栋516室
TEL: 0769-22802588

<http://www.nfcorp.com.cn/>

▼全国统一服务热线 400-620-1177