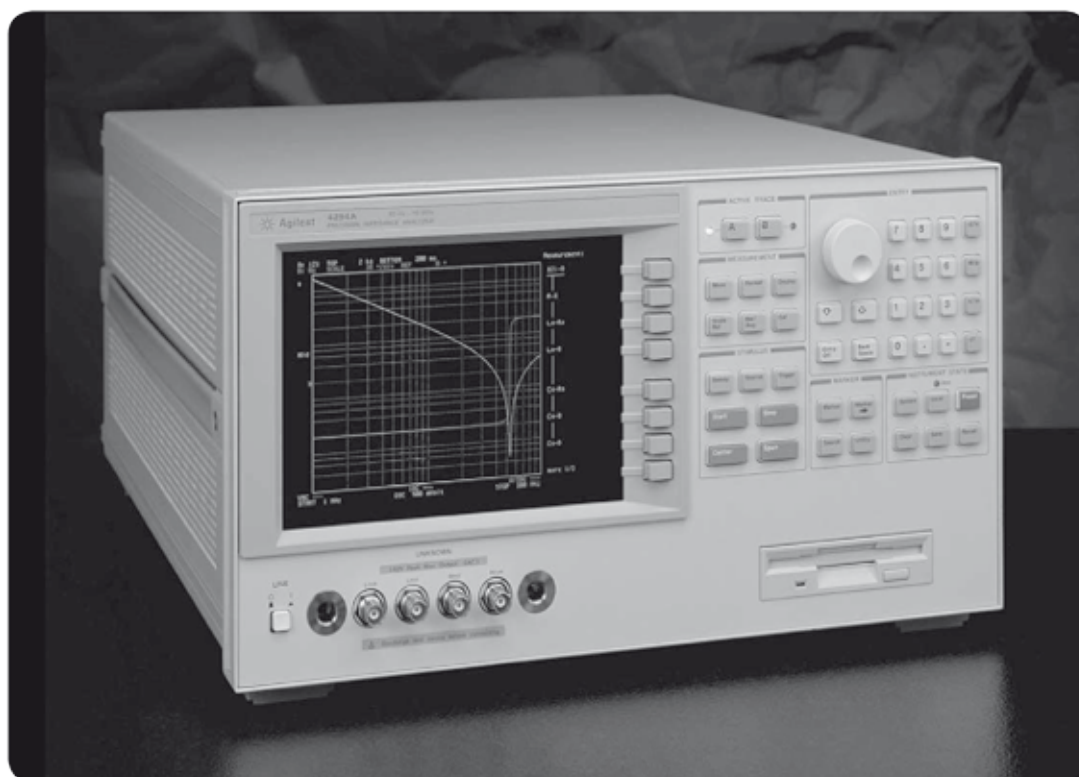
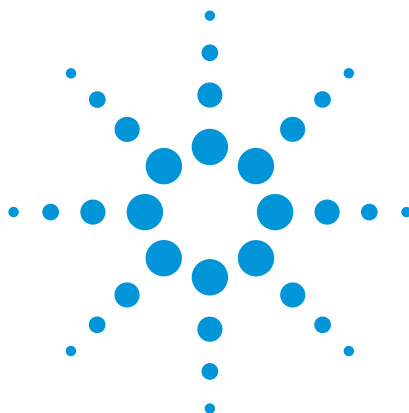


Agilent 4294A 精密阻抗分析仪 40 Hz 到 110 MHz

技术概览



新一代精密阻抗分析仪增强了器件设计的性能和效率



Agilent Technologies

Agilent 4294A 精密阻抗分析仪

Agilent 4294A精密阻抗分析仪可对各种各样的电子器件(元件和电路)以及

电子材料和非电子材料进行精确的阻抗测量与分析。

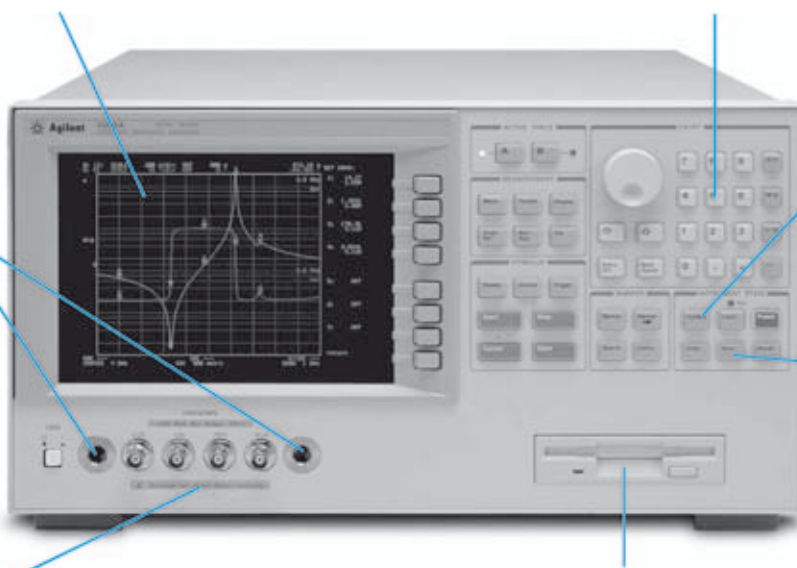
- 在很宽的阻抗范围和频率范围内都可精确测量
- 强大的阻抗分析功能
- 易于使用并且可以和PC连接完成更多的功能

8.5英寸TFT彩色LCD显示屏。提供强大的分析工具。

801个扫描点、4条迹线(2条实时数据迹线和2条保存在寄存器中的迹线)、8个游标、游标分析功能和等效电路分析功能。

广受用户欢迎的极为易于使用的操作界面。

夹具/附件的连接非常可靠。测量结果精确而且一致性高。



IBASIC编程功能。支持自动设置、测量和计算以及远程仪器控制。

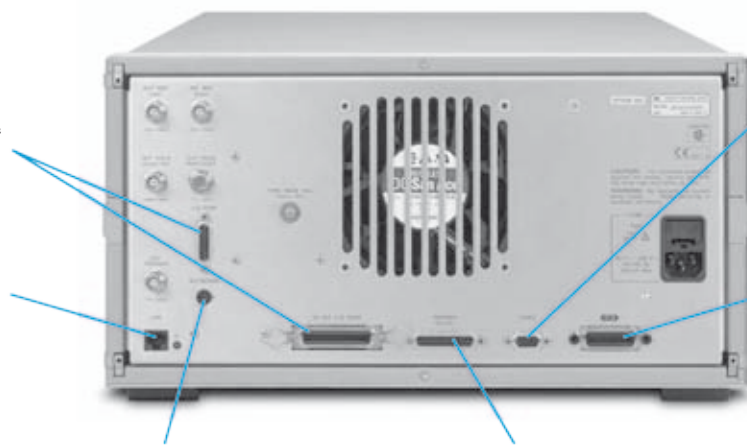
内置10Mb寄存器。快速保存或调用数据或设置文件。

阻抗测量端口。4端子对的测量配置和最新的自动平衡电桥技术实现了高精度和宽阻抗范围的测量。

3.5英寸软盘驱动器。轻松保存、调用或与其他人员分享屏幕图像、数据和设置文件(1.44 Mb)。

2个数字I/O端口。通过8位或24位可编程I/O端口来控制其它仪器或接入外部控制器(仪器或计算机)。

网线接口(10 Base-T)。通过网络控制仪表或传送文件。



打印机(Centronics)接口。直接把PCL3打印机连接到这台仪器中。

GPIB接口。很方便地与其它仪器或计算机配置成自动测量系统。

外置键盘接口。简化IBASIC程序开发过程(mini-DIN键盘)。

VGA输出接口。在大屏幕VGA监测器上显示测量结果。缓解视疲劳,方便多人同时观看测量结果。

40 Hz 到 110 MHz

Agilent 4294A 是适用于电子元器件的设计、论证、质量控制和生产测试的强大工具。电路设计和开发工程师也能从它提供的性能和功能中受益。

此外，4294A 出色的测量性能和功能为电路设计与开发、材料研究与开发(电子材料和非电子材料)环境提供了功能强大的工具。

以下是 4294A 典型的应用:

电子器件的测量

无源器件

- 测量两个端口或引线的器件的阻抗，包括电容器、电感器、铁氧体磁珠、电阻器、变压器、晶体/陶瓷谐振器、多芯片模块或阵列/网络元器件。

半导体元件

- 变容二极管的 C-V 特性分析
- 对二极管、晶体管或 IC 封装端子/引线的寄生参数进行分析。
- 放大器输入/输出阻抗测量。

其他元器件

- 测量印刷电路板、继电器、开关、电缆和电池等元件的阻抗。

材料的测量

电介质材料

- 测量塑料、陶瓷、印刷电路板及其它电介质材料的介电常数和损耗角正切值。

磁性材料

- 测量铁氧体、非晶硅和其它磁性材料的导磁率和损耗角正切值。

半导体材料

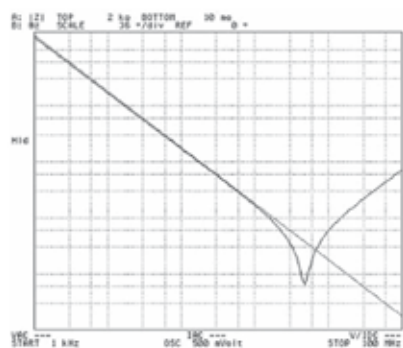
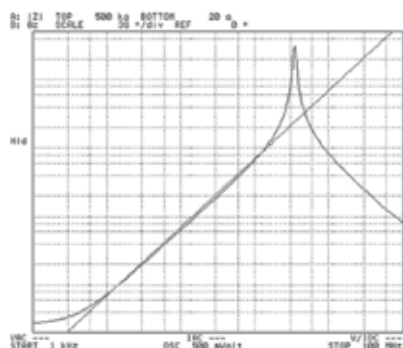
半导体材料的电容率、导电性和 C-V 特性。

Agilent 4294A 主要技术指标

工作频率	40 Hz 到 110 MHz, 1 mHz 分辨率
基本阻抗精度	$\pm 0.08\%$
Q 精度	$Q=100$ 、测量频率小于 10 MHz 时, $\pm 3\%$ (典型值)
阻抗范围	3 m Ω 到 500 M Ω ^(*)
测量时间	测量频率大于 500 kHz、分辨率带宽=1 (快速测量模式) 时, 3 ms/点
每次扫描点数	2 到 801 个点
测量类型	四端子对测量 (标准) 7 毫米毫米单端口测量 (使用 42942A), 可测量接地器件 使用高阻探头测量 (使用 42941A), 可测量接地器件
阻抗参数	Z 、 Y 、 θ 、R、X、G、B、L、C、D、Q
直流偏置	0 到 ± 40 V/100 mA, 1 mV/40 μ A 分辨率 恒定电压/恒定电流模式, 直流偏置 V/I 监测功能
测量信号的电平	5 mV 到 1 V rms; 200 μ A 到 20 mA rms 测量信号电平 V/I 监测功能
扫描参数	频率、测量信号的电平 (V/I)、直流偏置 (V/I)
扫描类型	线性、对数、列表: 手动扫描模式: 向上/向下扫描
其他功能	等效电路分析功能, 限制线功能 迹线累加模式
游标	8 个游标 (1 个主游标和 7 个子游标) 差值游标功能, 游标搜索功能 (最大、最小、峰值、下一峰值等) 游标分析功能

(*) 30% 典型精度范围: 3 m Ω (100 Hz 到 110 MHz), 500 M Ω (100 Hz 到 200 kHz)。

精确、真实地表征电子元器件的特性



没有哪一种电感器(L)、电容器(C)或电阻器(R)是完美的。事实上, 信号电平、频率等工作条件决定了一个器件的实际性能, 这通常是取决于器件自身的固有特性。人们常把一个理想的高品质器件看作是能够在某个频率范围内应用的独立而且性能完美的电路元件。事与愿违的是, 大多数元器件在工作频率上升时将会产生谐振, 如图所示。

这是因为在实际应用中, 元器件除了其自身的主要特性外还包括电容性分量和电感性分量。如果器件的双元件模型中仅包括一个电抗性元件时, 它就不能用来正确地表示元器件的特征。Agilent 4294A的等效电路分析功能支持使用三元或四元件模型来建立器件的阻抗特性与频率特性模型, 这可以帮助您设计出高品质的电路和高效的元器件。

等效电路分析

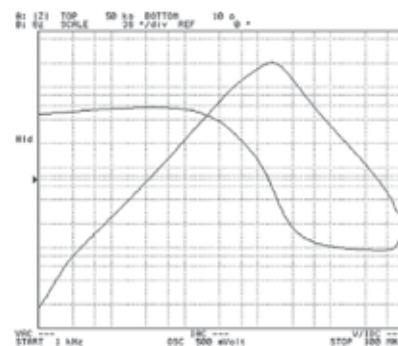
等效电路的功能主要是为测量到的数据配置一个电路模型, 或是利用电路元件模型的值来仿真器件性能。

4294A内有编写好的程序, 共有5个等效电路模型可供选择。这种功能可从实际测量数据中自动提取等效电路参数。根据已提取元件模型的值, 可以分析被测器件(DUT)或被测材料(MUT)的特征。

值得注意的是, 仿真结果和实际测量数据可以显示在同一个屏幕上, 这是非常有利于测量和分析的一个特性。

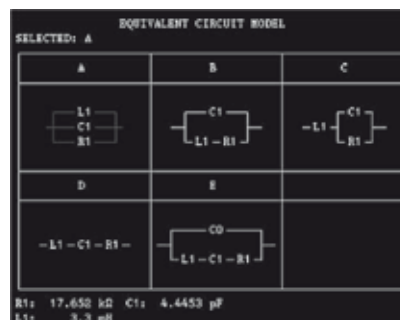
步骤1.

在测量结束后



步骤2.

选择恰当的电路模型

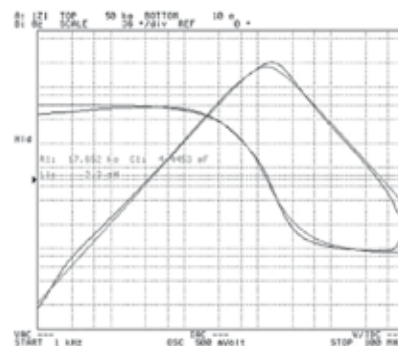


步骤3.

提取这个电路模型的参数。

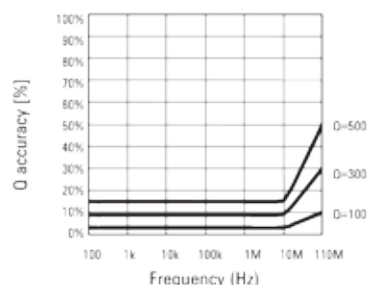
步骤4.

将仿真数据与实际测量数据进行比照。如果数据不匹配, 则选择另一个等效电路模型并重复上述步骤。



用最先进的技术提高测量性能

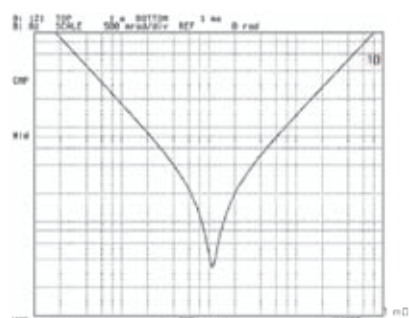
Agilent 4294A 在四端子对 (4TP) 测量配置中采用了最先进的自动平衡电桥技术。其严谨的电路设计力求避免出现失真和不稳定性，从而使测量系统具有极高的精度和稳定性，并适用于广泛阻抗范围的测量。



4294A Q精度 (典型值)
测量信号的电平 = 250 mV

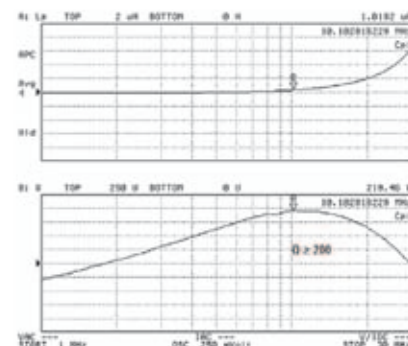
测量低损耗的器件

伴随着器件的功耗越来越低、尺寸越来越小的发展趋势，电感器和电容器的外形更小巧，损耗也更



低损耗电容器的ESR (等效串联电阻) 测量结果 (100 µF 陶瓷电容器)

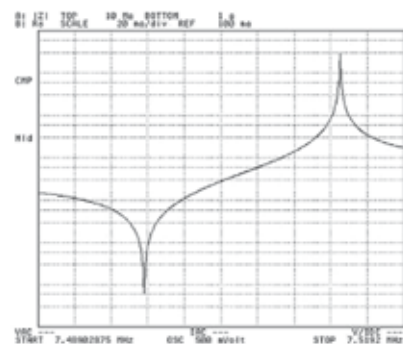
低。这其中的应用之一就是在开关电源中所用到的器件，为了提高功率转换效率需要使用低损耗电感器和电容器。



高Q值 (低损耗) 电感器的测量结果

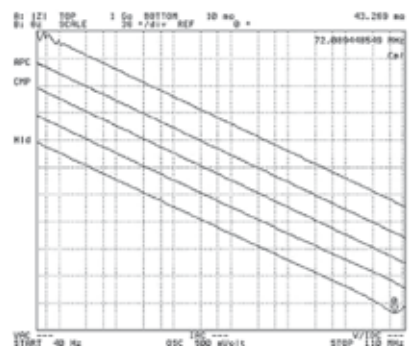
测量阻抗范围宽的器件

精确地对晶体/陶瓷谐振器的谐振的阻抗和抗谐振的阻抗范围进行测量需要仪表具有非常宽的阻抗测量范围。



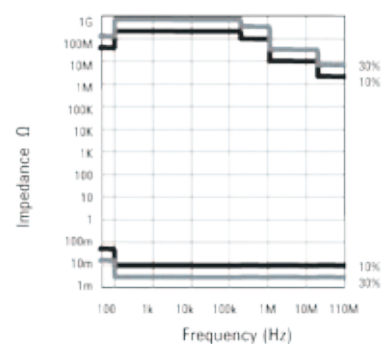
晶体谐振器的阻抗测量

4294A 可以在从几十毫欧一直到几百兆欧的阻抗范围内精确地测量谐振器的特性。



SMD 电容器阻抗测量结果 (使用 4294A)

就阻抗测量而言，4294A 的动态范围要大于 200 dB。一般使用定向桥结构的网络分析仪的阻抗测量的动态范围大概为 80 dB，相比之下，4294A 显然具有极宽的阻抗测量范围。

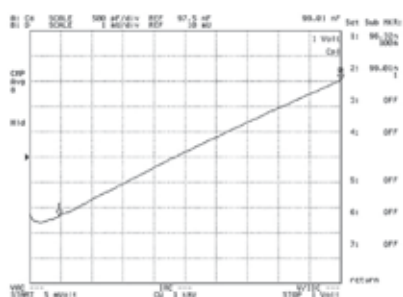


阻抗测量范围 (典型值)

在不同条件下进行阻抗分析

信号电平对器件特性的影响

一些器件的阻抗特征会随所接收到的信号电平的变化而发生极其明显的变化。Agilent 4294A 能够在 5 mVrms 到 1 Vrms 范围内对测试信号的电压进行扫描(1 mV 分辨率)或是在 200 μ A rms 到 20 mA rms 范围内对测试信号的电流进行扫描(20 μ A 分辨率),以便测量器件的阻抗特性与信号电平之间的关系。

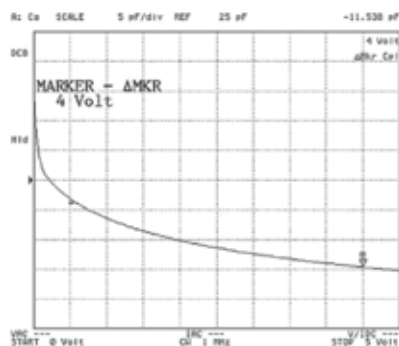


大电容陶瓷电容器的阻抗随信号电平而变化的曲线(测量频率=1 kHz, 在 5 mV 到 1 V 之间扫描信号的电平, 电容器的标称值为 0.1 μ F)

直流偏置对器件特性的影响

施加在被测器件上的信号的直流分量经常会影响到器件的阻抗特性。4294A 能够在 -40 V 到 +40 V 的范围内对直流电压偏置进行扫描(1 mV 分辨率)或在 -100 mA 到 +100 mA 范围内对直流电流偏置进行扫描(40 μ A 分辨率),以便测量器件的阻抗特性随直流偏置信号而变化的特性。这种功能增强了对变容二极管的 C-V 特性或其它特性依赖于直流偏置状态的器件的特性的分析能力。下面所示的测量结果就是变容二极管的阻抗特性随直流偏置条件而变化的例子。

直流偏置自动电平控制 (ALC) 功能以反馈环路技术为基础,可以精确地保持已施加的直流电压偏置或电流偏置值为恒定值。由于器件的阻抗可能在扫描过程中发生变化,ALC 功能用于确保所设置的信号电平与实际施加给被测件的信号电平一致。

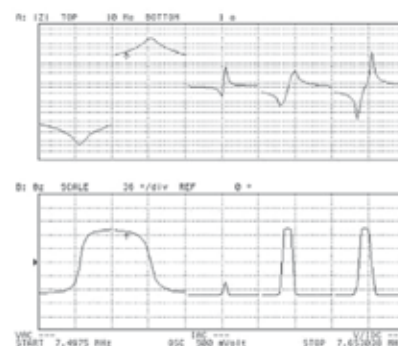


变容二极管的电容值与直流偏置电压的关系曲线。直流偏置电压扫描范围: 0 V 到 5 V。测量频率=1 MHz。

使用列表分段扫描功能提高测量和分析的效率

通过将扫描范围分成几段,列表扫描功能就可以在在一次扫描中的各个分段内建立不同的测量设置。对于扫描的每个分段来说,测量的频率范围、平均值时间、测量带宽、测试信号的电平(电压或电流)以及直流偏置等都可以设置成不同的值。每个分段的频率范围可以是连续的、间隔或重叠的。

在测量晶体谐振器的特性时需要确定其额定谐振频率、额定抗谐振频率和一些杂散频率。为每个分段设置恰当的频率范围,以便能高效地测量这些参数。



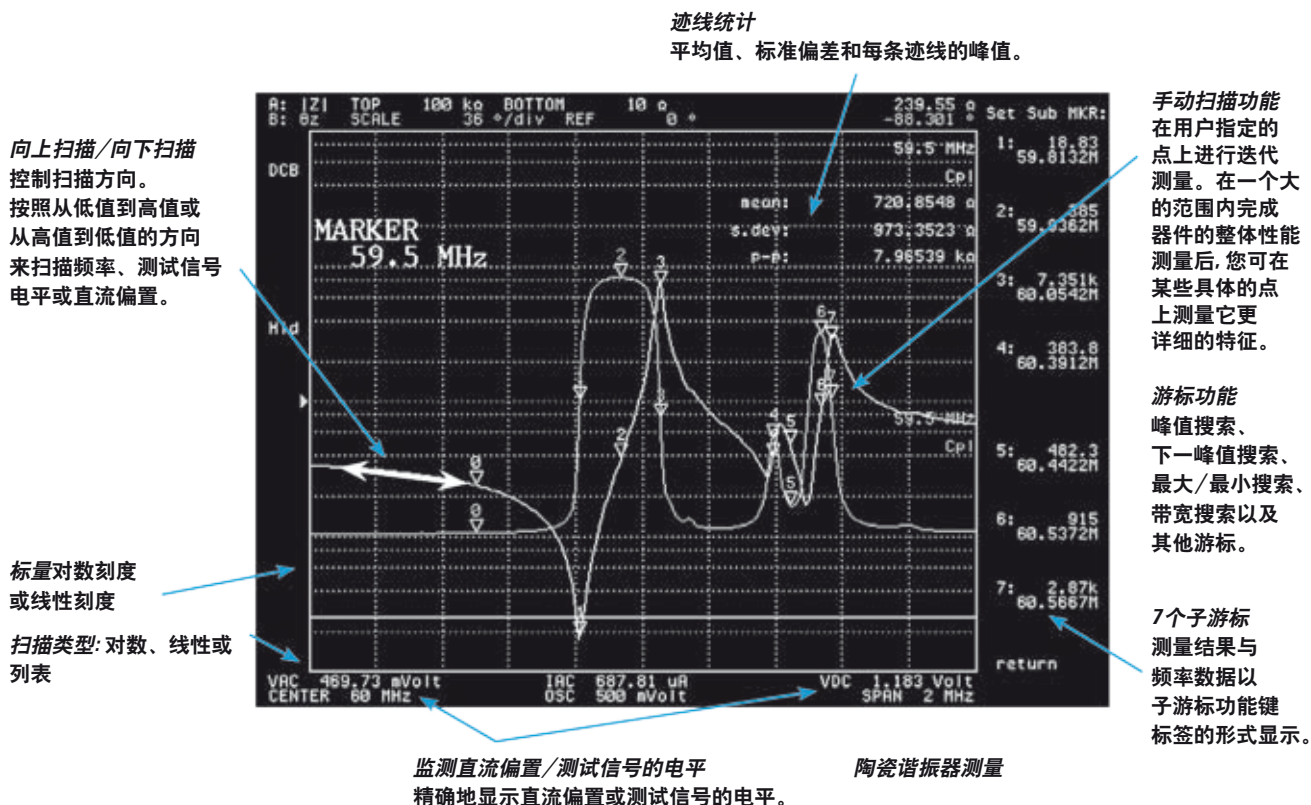
利用列表扫描功能进行晶体谐振器测量

SEG	START	STOP	WVF	OSC	Bias	WV	AWG
1	7.4975MHz	7.4985MHz	21	500mV	0V	5	1
2	7.5125MHz	7.51405MHz	20	500mV	0V	5	1
3	7.53945MHz	7.54963MHz	20	500mV	0V	3	1
4	7.60233MHz	7.61023MHz	20	500mV	0V	3	1
5	7.64304MHz	7.65304MHz	20	500mV	0V	3	1

列表扫描模式下的编辑屏幕

强大的功能充分保证测量的效率

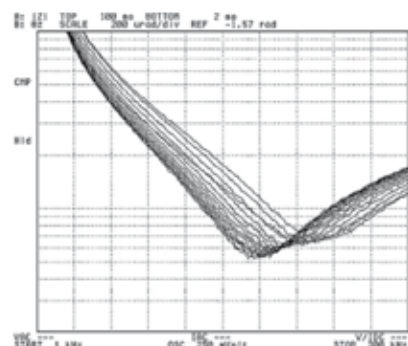
扫描、显示和游标



用于比较测量结果的三种 多迹线显示模式

叠加迹线(累加)模式

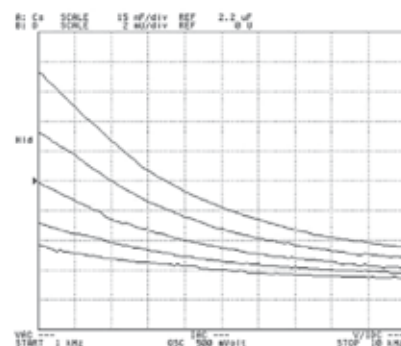
这个模式用于观察器件间歇性地表现出来的特性或者是器件的特性长期随时间发生变化的情况。



陶瓷电容器的谐振与温度数据测量结果的叠加

列表扫描模式

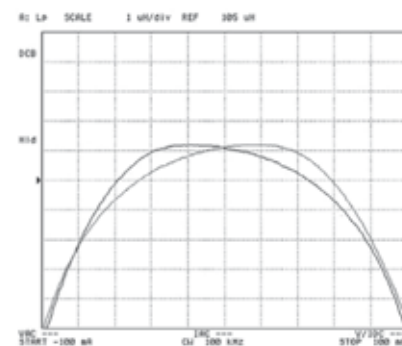
在列表扫描设置中, 把各个分段的扫描频率设置为一样, 但是直流偏置或测试信号电平的设置却不同, 最后把测量结果叠加在一起, 在同一个显示屏上进行数据的比较。可以在每条迹线上放置游标使分析更加容易。



通过将测试信号电平(0.1V到0.9V)以0.2V步进, 可对具有高电容率的陶瓷电容器(2.2μF)进行电容变化测量(5个列表扫描分段)

实时数据/寄存器内迹线的比较

在每个测量通道内都提供一条数据迹线和一条存储在寄存器内的迹线。作为参考或基准的数据可保存为寄存器迹线。在实时数据和寄存器数据之间可使用数据运算函数进行一些简单的计算。



通过对直流偏置电流(在-100 mA到+100 mA的范围内)进行上行和下行扫描的方式, 在100 KHz的测量频率上测量一个100 μH电感器, 可观察到器件产生的磁滞现象。

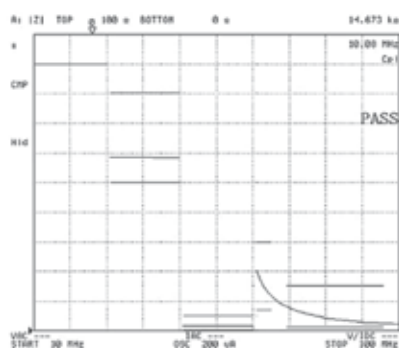
非常简单即可配置自动测量系统

在当今的实验室测量环境中经常需要对测量系统进行配置，使一个测量仪表能够与其它测量仪表甚至是计算机互相配合工作，以便完成较为复杂或费时的测量工作。

Agilent 4294A 拥有以下可提高系统效率的功能：

- 仪器专用的BASIC编程功能可以在不使用外部计算机的情况下就完成自动测量工作或控制外部测量仪器的任务。
- 使用列表扫描功能在特别需要进行仔细测量的点上获取数据。
- 器件指标限制线测量功能用于快速执行合格/不合格测试。
- 内置10Mb寄存器可快速对仪表的设置状态和测量数据进行保存/调用等操作。
- 两种可编程的数字I/O接口(24位和8位)可以用来与外部设备(例如传感器)进行数据传输或对设备进行控制。
- 网线接口用于与计算机联网。

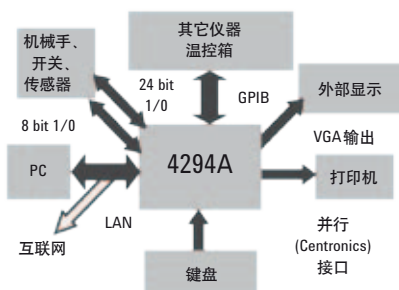
网线接口极大地扩展了系统的功能，使其能够共享文件和数据，并完成对仪器的控制任务。通过FTP(文件传输)协议可使该仪器接收或发送测量设置、测量结果与图形文件到其它的设备或计算机上。



指标极限线测试功能

上图显示的是对PIN二极管的阻抗值进行的指标极限线的测试。扫描分成了4段，在自动电平控制(ALC)工作模式下，把每个扫描分段的直流偏置和测量频率范围设置为不同的值。

Agilent 4294A 的各种接口



IBASIC 编程功能

仪器专用的BASIC (IBASIC) 语言是建立在BASIC基础上的编程语言。按键记录功能帮助用户通过前面板按键轻松地开发出自动测量程序。当用户按下某个键时，程序会自动记录对应该键的 GPIB 命令。使用 mini-DIN 键盘简化了老式的程序编写或编辑方式。

一键式执行IBASIC 程序

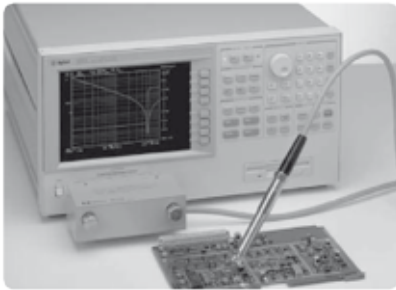
无论 IBASIC 程序的文件名是保存在内置存储器还是软盘中，当您按下功能键时，将会自动调用并执行该程序。定制的 IBASIC 程序的操作方式与内置功能相同，因而使您能够快速地执行测量和数据分析。

非常容易观察仪表所显示的内容

Agilent 4294A 在后面板有VGA输出接口。使用外接的大屏幕显示器，用户在完成自动测试、生产线测试和调试以及质量保证测试等任务时，可以非常容易地对仪表的状态和数据进行观察。

适用于各种测量需求的附件

Agilent 42941A 阻抗探头

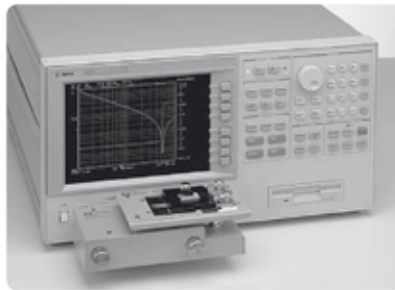


42941A 阻抗探头用于电路或电子元器件的在线阻抗测量，并能测量接地的被测器件。

主要技术指标

频率范围: 40 Hz 到 110 MHz
直流偏置: 0 V 到 ± 40 V
工作温度范围: -20°C 到 75°C
基本阻抗精度: $\pm 0.8\%$

Agilent 42942A 测量端子适配器



42942A 测量端子适配器可将四端子对端口配置为一个 7 毫米端口。该适配器可以让用户使用其已非常熟悉的 7 毫米测试夹具。

可以测量接地的被测器件。

主要技术指标

频率范围: 40 Hz 到 110 MHz
直流偏置: 0 V 到 ± 40 V
工作温度范围: 0°C 至 40°C
基本阻抗精度: $\pm 0.6\%$

材料测试夹具

用户可以使用电介质材料测量夹具精确地对电介质材料进行测量，例如 Agilent 16451B 或 16452A。Agilent 42942A 和 16454A 磁性材料测试夹具还能测量磁性材料的导磁率。借助内置 IBASIC 或计算机的 I/O (提供分析功能)，用户可以轻松执行自动测量和电容率/导磁率分析。



其他附件

当被测件无法定位在接近仪器的位置上时，可通过四端子对延长电缆 (Agilent 16048G (1 米长) 或 16048H (2 米长)) 将测试站延伸到被测件的位置。这些安捷伦扩展附件可在 4294A 的频率范围和温度范围内工作 (40 Hz 到 110 MHz, -20°C 到 $+150^{\circ}\text{C}$)。

订货信息

Agilent 4294A 精密阻抗分析仪

发货时包括以下附件:

- 用于四端子对扩展的 100 Ω 负载电阻器
- 内有演示程序的磁盘
- 电源线

选件:

- 4294A-800 标准频率参考
- 4294A-810 增加 mini-DIN 键盘
- 4294A-1D5 高稳定度频率参考
- 4294A-ABA 英文说明书
- 4294A-ABJ 日文说明书
- 4294A-0BW 服务手册
- 4294A-1A7 符合 ISO 17025 标准的校准证书
- 4294A-1CM 机架安装套件
- 4294A-1CN 前把手套件
- 4294A-1CP 机架安装和前把手套件

可用附件:

- 四端子对测试引线 (16048G/16048H)
1 米/2 米四端子对端口延长电缆与 BNC 连接器。
频率范围: 40 Hz 到 110 MHz
直流偏置: 0 V 到 ± 40 V
工作温度范围: -20°C 到 150°C
电缆长度: 1 米 (16048G)
2 米 (16048H)

可用附件:

- 42941A 阻抗探头套件
将四端子对端口配置为单端口探头。

提供的零部件包括:

- 探头和四端子对连接模块
- 引脚探头
- 备用引脚组(包括 3 个备用引脚)
- 3.5 毫米短路件
- 3.5 毫米负载(50 Ω)
- BNC 适配器
- 线夹引线
- 接地引线
- 便携包
- 操作和服务手册



42941A 阻抗探头套件



阻抗探头和适配模块

Agilent 42942A 测量端子适配器

将四端子对端口配置为一个 APC-7 端口。

提供的零部件包括:

- 终端适配器
- 7 毫米开路件*
- 7 毫米短路件*
- 7 毫米负载(50 Ω)*
- 操作和服务手册

* 与选件 42942A-700 一起提供

选件:

42942A-700 添加 7 毫米开路件/短路件/负载组件

提供的零部件包括:

- 7 毫米开路标准件
- 7 毫米短路标准件
- 7 毫米 50 Ω 标准件
- 操作手册/技术资料



42942A 测量端子适配器(组)
包括选件 42942A-700



测量端子适配器

夹具

适合带引线元器件的夹具

16047E (直流到 110 MHz)

适合带引线的元器件。这个夹具能够夹紧电极之间的引线并调整压力，并为三端口器件测量提供一个保护端子。

提供的附件:

短路板

4294A 安装工具



16047A/D (直流到 3 MHz/40 MHz)

适合带引线的元器件。这类夹具使用弹簧夹钳来固定器件引线。



16092A (直流到 500 MHz)

适合带引线或表面贴装 (SMD) 的元器件。为带引线或 SMD 的元器件提供附件。注: 需要使用 42942A 适配器。



16093-65003/4 (直流到 250 MHz)

这是一个接线柱类型的夹具。

注: 需要使用 42942A 适配器。



适合 SMD 的夹具

16034G (直流到 110 MHz)

元器件尺寸为 0201 (0603) 到 1206 (3216)。

最大尺寸: 5 毫米 (长) x 1.6 毫米 (宽) x 1.6 毫米 (高)



16034E (直流到 40 MHz)

测量 0603 (1608) 或更大尺寸的元器件。

最大尺寸: 8 毫米 (长) x 10 毫米 (宽) x 10 毫米 (高)



16196A/B/C/D (直流到 3 GHz)

专为以下 SMD 尺寸提供的同轴夹具:

16196A: 1608 (0603)

16196B: 1005 (0402)

16196C: 0603 (0201)

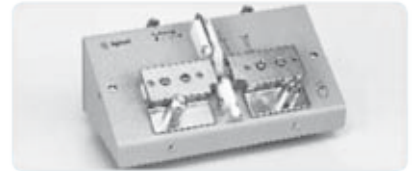
16196D: 0402 (01005)

注: 需要使用 42942A 适配器。



16044A (直流到 10 MHz)

在对 0603 (1608) 或更大尺寸的元器件进行低阻抗测量时，提供一个合适的 Kelvin 连接。最大尺寸: 8 毫米 (长) x 8 毫米 (宽) x 3 毫米 (高)。



16197A (直流到 3 GHz)

这类夹具适用于底部电极元器件。

适用尺寸为 0201 (0603) 到 1210 (3225)。

注: 需要使用 42942A 适配器。

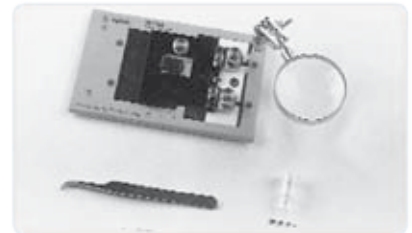
* 0201 英寸 / 0603 毫米的元器件需要使用选件 16197A-001。



16192A (直流到 2 GHz)

本夹具使用侧电极接触 0603 (1608) 或更大尺寸的元器件。

注: 需要使用 42942A 适配器。



材料测试夹具

16451B

电介质材料测试夹具，带有平行板电极。



16452A (20 Hz 到 30 MHz)

用于液体材料的电介质测试夹具。



16454A (1 MHz 到 1 GHz)

用于环形磁性材料的夹具。
注: 需要使用 42942A 适配器。



专用附件

16065A (50 Hz 到 2 MHz)

外部直流偏置适配器，可达 ± 200 V
注: 适合带引线的元器件。



网站资源

www.agilent.com.cn/find/impedance

安捷伦 优势服务



安捷伦优势服务旨在确保设备在整个生命周期内保持最佳状态，为您的成功奠定基础。我们提供测量与服务方面的专业经验，支持您设计创新产品。我们不断投资开发新的工具和流程，努力提高校准和维修效率，降低拥有成本，为您的开发工作铺平道路，让您保持卓越的竞争力。

www.agilent.com/find/advantageservices

Agilent Electronic Measurement Group
KEMA Certified
ISO 9001:2008
Quality Management System

www.agilent.com/quality

请通过 Internet、电话、传真得到测试和测量帮助。

热线电话: 800-810-0189、400-810-0189
热线传真: 800-820-2816、400-820-3863

安捷伦科技(中国)有限公司

地址: 北京市朝阳区望京北路 3 号

电话: 800-810-0189

(010) 64397888

传真: (010) 64390278

邮编: 100102

上海分公司

地址: 上海张江高科技园区

碧波路 690 号 4 号楼 1-3 层

电话: (021) 38507688

传真: (021) 50273000

邮编: 201203

广州分公司

地址: 广州市天河北路 233 号

中信广场 66 层 07-08 室

电话: (020) 38113988

传真: (020) 86695074

邮编: 510613

成都分公司

地址: 成都高新区南部园区

拓新西一街 116 号

电话: (028) 83108888

传真: (028) 85330830

邮编: 610041

深圳分公司

地址: 深圳市福田区中心区

福华一路六号免税商务大厦 3 楼

电话: (0755) 83079588

传真: (0755) 82763181

邮编: 518048

西安分公司

地址: 西安市碑林区南关正街 88 号

长安国际大厦 D 座 5/F

电话: (029) 88867770

传真: (029) 88861330

邮编: 710068

安捷伦科技香港有限公司

地址: 香港太古城英皇道 1111 号

太古城中心 1 座 24 楼

电话: (852) 31977777

传真: (852) 25069256

香港热线: 800-938-693

香港传真: (852) 25069233

E-mail: tm_asia@agilent.com

本文中的产品指标和说明可不经通知而更改

© Agilent Technologies, Inc. 2010

出版号: 5968-3808CHCN

2010 年 12 月 印于北京



Agilent Technologies