

HIOKI

使用说明书



3541

电阻计

RESISTANCE HiTESTER

日置電機株式会社

2010年11月 修订一版 3541A982-01 (A980-12) 10-11H



600270721

目 录

前言	1
检查	1
关于安全	2
使用注意事项	4
第 1 章	
概要	7
1.1 产品概要	7
1.2 特点	7
1.3 各部分的名称与功能	9
第 2 章	
测量前的准备	15
2.1 步骤	15
2.2 连接电源线	16
2.3 连接测试线	17
2.4 连接温度探头	19
2.5 连接带有模拟输出的温度计	20
2.6 使用 RS-232C 连接温度计（非接触式）	21
2.7 接通 / 关闭电源	22
2.8 设定电源频率	23
2.9 设定测量端子	24
第 3 章	
测量	25
3.1 电阻测量	25
3.2 温度测量（温度补偿和温度换算）	27
第 4 章	
基本功能的设定	33
4.1 测量功能的选择	33
4.2 量程设定	34
4.3 调零功能	35

4.4	采样速度的设定	37
4.5	测试异常检测功能	38
第 5 章 应用功能的设定		41
5.1	比较器测量功能	41
5.2	分类测量功能	46
5.3	平均值功能	51
5.4	温度补偿功能 (TC)	52
5.5	温度换算功能 (Δt)	53
5.6	统计运算功能	55
5.7	偏置电压补偿功能	59
5.8	自校准功能	60
5.9	按键操作音的设定	61
5.10	按键锁定功能	61
5.11	触发功能	62
5.11.1	触发源	62
5.11.2	触发延迟与测试异常检测时间	63
5.12	面板保存功能	66
5.13	面板读取功能	67
5.14	复位功能	68
5.15	各状态有效功能	70
第 6 章 外部控制		71
6.1	关于外部输入输出端子 (EXT I/O)	71
6.2	关于各信号	72
6.3	时序图	78
6.4	内部电路构成	81
第 7 章 打印机 (选件)		83
7.1	关于打印机	83
7.2	打印机的连接	84
7.3	接口的设定	88
7.4	9670 打印机的设定	88

7.5	打印	89
第 8 章		
RS-232C/ GP-IB 接口		91
8.1	概要和特点	91
8.2	规格	92
8.2.1	RS-232C 的规格	92
8.2.2	GP-IB 的规格	92
8.3	连接与设定方法	93
8.3.1	接口的连接	93
8.3.2	通信条件的设定	95
8.4	通信方法	96
8.4.1	信息格式	96
8.4.2	输出提示与输入缓冲区	100
8.4.3	状态字节寄存器	101
8.4.4	事件寄存器	103
8.4.5	初始化项目	106
8.4.6	本地功能	106
8.5	信息汇总表	107
8.5.1	共用命令	107
8.5.2	固有命令	108
8.6	信息参考	113
8.6.1	共用命令	114
8.6.2	固有命令	118
8.7	基本的数据取得方法	146
8.8	示例程序	147
8.8.1	使用 Visual Basic 5.0/6.0 制作	147
8.8.2	使用 Visual Basic 2005 制作	157
8.8.3	制作步骤 (Visual Basic 2005)	157
8.8.4	示例程序 (Visual Basic 2005)	159
第 9 章		
规格		161
9.1	一般规格	161
9.2	精度	165
第 10 章		
维护和服务		169
10.1	检查、修理和清洁	169
10.2	错误显示	170

附录	附 171
附录 1 4 端子测试法（电压下降法）.....	附 171
附录 2 关于温度补偿功能（TC）.....	附 172
附录 3 关于温度换算功能（ Δt ）.....	附 174
附录 4 关于电动势的影响.....	附 175
附录 5 JEC 2137 适用于感应设备的电阻测量.....	附 176
附录 6 关于直流型与交流型.....	附 177
附录 7 与绝缘耐力试验机的组合.....	附 179
附录 8 测量值不稳定时.....	附 180
附录 9 关于测试线（选件）.....	附 184
附录 10 支架安装.....	附 185
附录 11 外观图.....	附 187
附录 12 关于校正.....	附 188
附录 13 关于调零.....	附 189

索引	索 i
----	-----

前言

感谢您选择 HIOKI “3541 电阻计”。为了您能充分而持久地使用本产品，请妥善保管使用说明书，以便随时使用。

检查

装箱内容确认

本仪器送到您手上时，请检查在运输途中是否发生异常或损坏后再使用。尤其请注意附件及面板开关、端子类等物件。万一有损坏或不能按照参数规定工作时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业所联系。

主机 3541 电阻计

附件

- 9287-10 夹型测试线.....1
- 9451 温度探头.....1
- 使用说明书.....1
- 电源线.....1
- EXT I/O 用公头连接器.....1

运输注意事项

运输本仪器时，请使用送货时的包装材料。

选件

测试线方面
(184 页)

- 9452 夹型测试线
- 9453 4 端子测试线
- 9455 针型测试线（超精密用）
- 9461 针型测试线
- 9467 大夹型测试线
- 9454 调零板
- 9300 连接电缆

接口电缆

- 9637 RS-232C 电缆（9 针 - 9 针 / 十字型）
- 9638 RS-232C 电缆（9 针 - 25 针 / 十字型）
- 9151-02 GP-IB 连接电缆（2 m）
- 9151-04 GP-IB 连接电缆（4 m）

打印机方面

- 9670 打印机（BL-80RS II，SANEI ELECTRIC INC. 制）
- 9671 AC 转换器（9670 用 BL-100W，SANEI ELECTRIC INC. 制）
- 9672 电池组（9670 用）
- 9673 电池充电器（9672 用）
- 9237 记录纸（80 mm × 25 m，4 卷，9670 用）
- 9638 RS-232C 电缆（3541-9670 用）

关于安全


警告



本仪器是按照 IEC61010 安全规格进行设计和测试，并在安全的状态下出厂的。如果测量方法有误，有可能导致人身事故和仪器的故障。另外，以此使用说明书记载以外的方法使用本仪器时，有可能将本仪器的安全保护功能损坏。请熟读使用说明书，在充分理解内容后进行操作。万一发生事故，除了本公司产品自身的原因以外概不负责。

本使用说明书中记载了安全操作本仪器，保持仪器的安全状态所需要的信息和注意事项。在使用本仪器前请认真阅读下述与安全有关的事项。

安全记号



表示使用者必须阅读使用说明书中有  记号的地方并加以注意。

使用者对于仪器上标示  记号的地方，请参照使用说明书上  记号的相应位置说明，操作仪器。



表示交流电（AC）。



表示电源“开”。



表示电源“关”。

使用说明书的注意事项，根据重要程度有以下标记。



警告

表示如果产生操作或使用错误，有导致使用者死亡或重伤的危险性。



注意

表示如果产生操作或使用错误，有可能导致使用者受伤或仪器损坏。

注記

表示产品性能及操作上的建议。

其他记号



表示严禁的行为。



表示参阅内容。



表示与操作快速参考、故障处理方法相关的记述。

*

表示说明记述于底部位置。

关于测量分类（过电压分类）

为了安全地使用测量仪器，IEC61010 把测量分类按照使用场所分成 CAT I ~ CAT IV 四个安全等级的标准。概要如下所述。

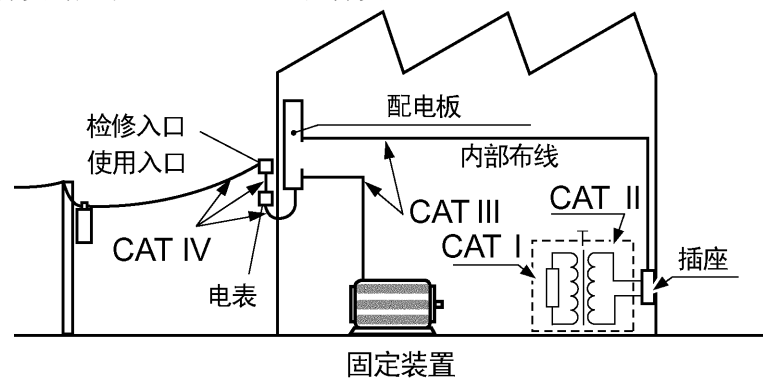
CAT I	从插座开始经由变压器等的仪器内的次级侧电路
CAT II	带连接插座的电源线的仪器（可移动工具、家用电器等）的初级侧电路直接测量插座插口时为 CAT II。
CAT III	直接从配电盘得电的仪器（固定设备）的初级侧电路，以及从配电盘到插座的电路
CAT IV	建筑物的进户电路、从入口到电表及初级侧过电流保护装置（分电盘）的电路

数值大的分类表示其电气环境的瞬间能量更高。因此，按 CAT III 设计的测量仪器能承受比 CAT II 更高的瞬间能量。

如果使用分类数值等级小的测量仪器在大数值级别的场所进行测量时，可能会导致重大事故，因此请绝对避免这种情况。

尤其是不要把 CAT I 的测量仪器放在 CAT II、III 及 IV 的场所中进行测量。

测量分类对应于 IEC60664 过电压分类。



关于精度

本公司将测量值的极限误差，作为如下所示的 f.s.（满量程）、rdg.（读取）、dgt.（数位分辨率）的值来加以定义。

f.s.	（最大显示值、刻度长度） 表示最大显示值、刻度长度。一般来说是表示当前所使用的量程。
rdg.	（读取值、显示值、指示值） 表示当前正在测量的值、测量仪器当前的指示值。
dgt.	（分辨率） 表示数字式测量仪器的最小显示单位，即最小位的“1”。

使用注意事项

为了您能安全地使用本仪器，并充分运用其功能，请遵守以下注意事项。

使用前的确认

- 在使用前，请先确认没有因保存和运输造成的故障，并在检查和确认操作之后再使用。确认为有故障时，请与销售店（代理店）或距您最近的营业所联系。
- 请在使用前确认探头或电缆的外皮有无破损或金属露出。由于这些损伤会造成触电事故，所以请换上本公司指定的型号。

关于本仪器的使用



- 请不要淋湿本仪器，或者用湿手进行测量。否则会导致触电事故。
- 请绝对不要改造。也不要让非修理技术人员拆开或修理。否则会引起火灾、触电事故或人员受伤。
- 请勿在产生腐蚀性气体、爆炸性气体的场所中使用。否则，可能会导致本仪器损坏或引发爆炸事故。



为了防止本仪器损坏，在搬运及使用时应避免震动、碰撞。尤其要注意因掉落而造成的碰撞。



关于导线类和探头的使用

- 为了不损坏电线的外皮，请不要踩踏或夹住电线。
- 为防止因断线引起的故障，请不要弯折或拽拉导线或电缆。
- 为防止断线，将电源线从插座或本仪器拔出时，请握住插头部分（电源线以外）拔出。
- 温度探头经过白金薄膜的精密加工。如果施加过高电压脉冲或静电，则可能会导致损坏。
- 请勿使温度探头顶端承受过大的碰撞，也不要强行弯曲导线。否则可能会导致故障或断线。
- 请注意勿使温度探头的握手部分和补偿导线超出指定的温度范围。

注记

- 使用本仪器时，请务必使用本公司指定的导线和电缆。如果使用指定以外的型号，则可能会因接触不良等而导致无法进行正确的测量。
- 温度探头的插孔脏污时，请进行擦拭。脏污会导致温度测量值出现误差。

关于本仪器的放置和使用环境

注意

- 请勿上下相反放置或纵向放置。
- 请不要在阳光直射、高温、潮湿、结露的环境中保存和使用。否则会引起变形和绝缘老化，从而无法满足规格要求。
- 本仪器设计用于室内。在不损害安全性的前提下，可以在 0℃~40℃ 的温度范围内使用。
- 本仪器不是防尘和防水结构。请勿在灰尘较多或淋水的环境中使用。否则会导致故障。
- 请勿在产生强电磁波的设备或带电体附近使用。否则可能会导致误动作。

注记

- 在变压器或大电流电路等强磁场区域以及无线电设备等强电场区域附近，可能无法正确测量。
- 如果在产生噪音的装置附近使用，则噪音会进入到被测物体内部，可能会导致测量值不稳定。请勿在这种场所中使用。

连接和接通电源之前

警告

关于电源和接地

- 在接通电源前，请确认本仪器的电源连接部分上所记载的电源电压与您使用的电源电压是否一致。如果使用指定范围外的电源电压，会造成本仪器的损坏或电气事故。
- 为了避免触电事故并确保本仪器的安全，请把电源线连接到三相插座上。

关于端子

为了防止发生触电事故和仪器故障，进行外部端子板或外部接口配线时，请务必遵守下述事项。

- 请在切断主机以及连接仪器的电源之后再进行配线。
- 请勿超出外部端子板或外部接口的信号额定值。
- 如果配线在操作期间脱落，则可能会接触到其他导电部分，非常危险。请可靠地进行配线，连接外部接口时请用螺丝进行固定。

注记

为了除去噪声，本仪器需进行电源频率切换。请调节为所用工频电源的频率之后再进行测量。如果没有正确切换电源频率，测量值会变得不稳定。

❖ 请参照“2.8 设定电源频率”（第 23 页）

测量注意事项

警告

为了避免触电事故和本仪器损坏，请务必遵守下述事项。

- 请勿向输入端子部分（**INPUT A**，**INPUT B**）输入电压。
另外，为防止发生电气事故，请在切断测量电路的电源之后再行测量。
- 请勿向 **TC SENSOR** 端子输入 **DC2 V** 以上的电压。

注意

- 请勿对施加有电压的部分进行测量。尤其是在变压器或马达温度上升试验或耐压试验之后，如果立即测量，则会因感应电压而导致主机损坏，敬请注意。
- 输入端子部分装有保险丝以保护电路。如果保险丝熔断，则不能进行测量。
- 在 $20\text{ m}\Omega$ 量程和 $200\text{ m}\Omega$ 量程（测量电流为 1 A ）下，可能会向测试物施加 1 W 以上的负载。另外，在 $100\text{ k}\Omega$ 量程以上时，可能会施加有 10 V 以上的电压。测量易于被击穿的元件时，请使用低电流测量功能。
- 使用带有模拟输出的温度计可输入的电压为 $0\sim 2\text{ V}$ （端子之间）。请勿输入超出此范围的电压。
- 不能进行电池内阻的测量。否则会导致本仪器损坏。测量电池的内阻时，请使用 **HIOKI 3554**、**3555** 电池测试仪或 **3560 AC** 微电阻计等。
- 测量电感为 5 H 以上且电阻为 1Ω 以下的变压器或线圈时，请勿使用测量电流为 1 A 的 $20\text{ m}\Omega$ 量程与 $200\text{ m}\Omega$ 量程。否则可能会导致本仪器损坏。

注记

- 为达到测量精度，请进行 60 分钟以上的预热。预热时间在 30 分钟～60 分钟之间时，请将精度规格设为 2 倍。预热之后，请实施自校准。
❖ 请参照“5.8 自校准功能”（第 60 页）
- 虽然本仪器对量程和比较器等的全部设定（测量值除外）进行备份，但只在一定时间内未操作时进行内部保存。各种设定变更之后，请勿立即切断电源（经过约 5 秒钟之后再切断电源）。但不保存通过 **RS-232C** 或 **GP-IB** 接口设定的测量条件，以及从外部 **I/O** 的 **LOAD** 端子调用的测量条件。
- 由于本仪器使用直流电流进行测量，因此可能会因电动势的影响而产生测量误差。在这种情况下，请使用偏置电压补偿功能。
❖ 请参照“5.7 偏置电压补偿功能”（第 59 页）
❖ 请参照“附录 4 关于电动势的影响”（第 175 页）
- 测量电源变压器等 **L** 成分较大的物体时，测量值可能会不稳定。在这种情况下，请垂询代理店或距您最近的营业所。

注记

使用温度探头时

- 如果裸手握着温度探头，则会拾取感应噪音，可能会导致测量值不稳定。
- 将温度探头放在测试物表面等上面，则不能进行补偿。毕竟只是检测该场所的环境温度。
- 请在测量之前安装温度探头，并对本仪器进行 60 分钟以上的预热。如果要进行温度补偿的测试物与温度探头没有充分适应环境温度，则会产生较大误差。
- 如果温度探头没有可靠地插入到主机背面的 **TC SENSOR** 端子深处，则可能会导致测量值产生较大误差。

概要

第 1 章

1.1 产品概要

使用 4 端子测试法，3541 可切实地测量马达、变压器等的绕线电阻、继电器、开关和连接器等的接触电阻、印刷电路板的图案电阻、芯片电感器的直流电阻等，以及进行电阻器的出厂检查等。由于本仪器装备有温度补偿功能、比较器功能以及数据输出功能等，是最适合于制造、检查的生产线以及系统应用的电阻计。

1.2 特点

◆ 可进行高精度、高分辨率和高速的电阻测量

使用 4 端子测试法，可进行最小 $0.1 \mu\Omega$ 的高精度、高分辨率测量。另外，也可以进行最快 0.6 ms 的高速电阻测量。

◆ 偏置电压补偿功能

测量时，可排除电动势等的影响。

◆ 低电流测量功能

可将测试物的损伤抑制在最低限度。

◆ 装备多极接头

备有用于高速测量的以低电动势屏蔽的多极接头（INPUT B 端子）。

◆ 可进行任意温度补偿

通过连接温度探头，可在任意温度和温度系数下进行电阻的温度补偿。除了附带有 9451 温度探头作为温度计之外，还请利用带有模拟输出的温度计。

◆ 温度换算

可通过测量的电阻值来换算测试物的温度，表示上升温度（ Δt ）。

- ◆ **统计运算功能**
可计算测量值的最大值 (Max)、最小值 (Min)、平均值 (Average)、标准偏差 (σ) 和工序能力指数 (Cp, Cpk) 等。
- ◆ **比较器功能和分类功能**
可使用比较器功能进行部件的合格与否判定。另外, 可使用分类功能进行最多 10 种分类。
- ◆ **可保存和读出最多 30 种测量条件**
可保存和读出最多 30 种比较器平台、量程和采样速度等测量条件。
- ◆ **外部 I/O**
可使用各种触发输入、比较器输出、分类输出和 BCD 输出, 应对生产线应用。
- ◆ **GP-IB 和 RS-232C 接口为标准装备**
可使用 GP-IB 和 RS-232C 进行全面的远程控制。
- ◆ **打印测量值或运算结果 (选件)**
通过连接 HIOKI 9670 打印机 (选件), 可打印测量值或统计运算结果。

1.3 各部分的名称与功能

正面

输入端子部分 INPUT A 端子

用于连接附带的 9287-10 夹型测试线或选件测试线。

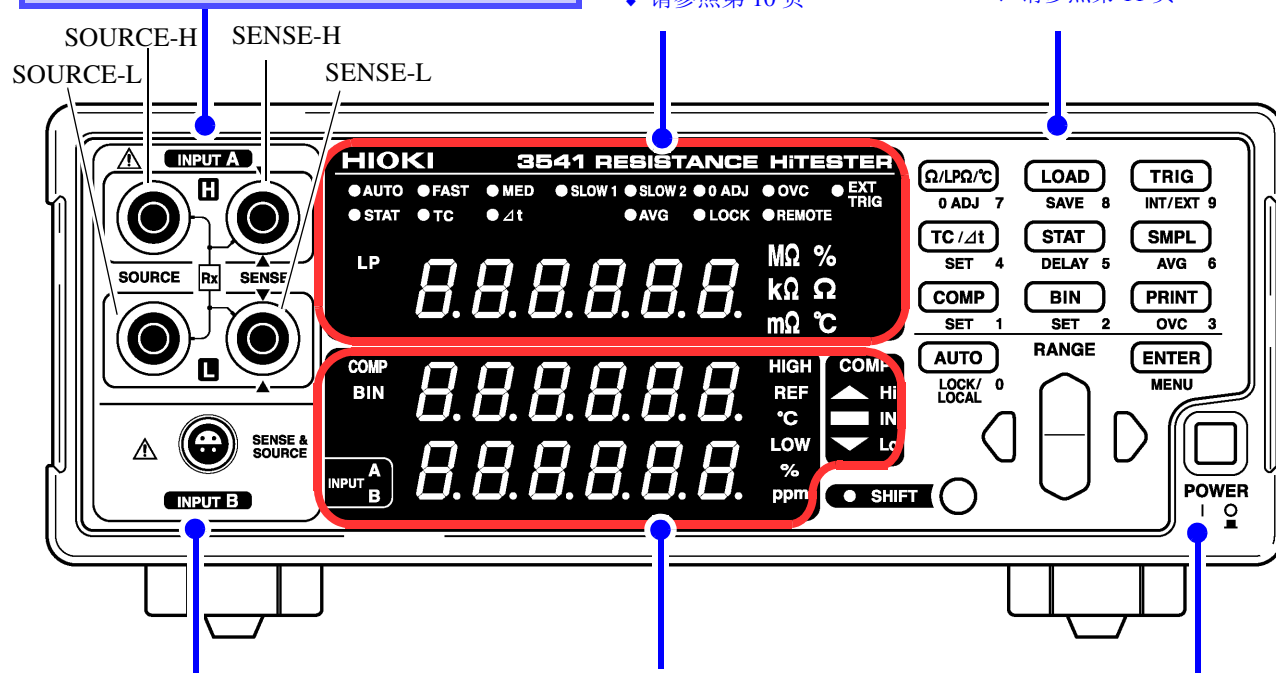
❖ 连接：请参照第 17 页

显示区 主画面

❖ 请参照第 10 页

操作键

❖ 请参照第 11 页



输入端子部分 INPUT B 端子

用于连接多极接头。

❖ 连接：请参照第 17 页

显示区 子画面

❖ 请参照第 10 页

POWER 开关

电源的开 / 关。

○ : 电源关

⏏ : 电源开

❖ 请参照第 22 页

显示区 主画面

是当前测量功能或测量值（测量期间）或设定项目（设定时）的显示画面。

（上段）

AUTO 自动量程测量时点亮
FAST、MED、SLOW1、SLOW2
 设定的采样速度点亮
0 ADJ 在已调零的电量下测量时点亮
OVC 在偏置电压补偿功能为 ON 的状态下测量时点亮
EXT.TRIG 为手动出发模式时点亮

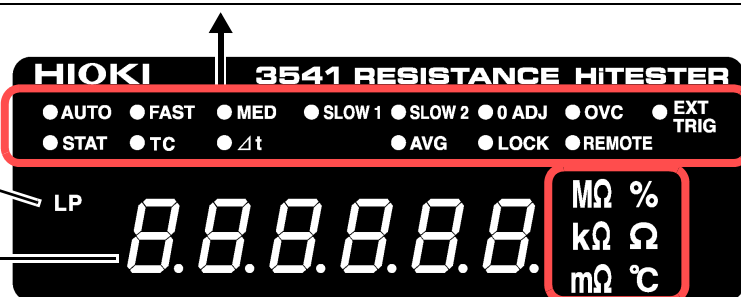
（下段）

STAT 运算功能为 ON 时点亮
TC 温度补偿功能为 ON 时点亮
 Δt 温度换算功能为 ON 时点亮
AVG 在平均设定为 ON 的状态下测量时点亮
LOCK 按键锁定时点亮
REMOTE 通信状态时点亮

LP

低电流测量时
 点亮

显示测量值或
 设定项目



显示测量值的单位

显示区 子画面

是上、下限值或设定内容（设定时）的显示画面。

COMP

比较器功能
 在 ON 状态测量期间点亮

BIN

在分类功能为 ON 的状态
 下测量时点亮

INPUT

显示所选择的测量端子



HIGH、LOW 显示比较器设定值的绝对值
 （测量期间）或其他设定时点亮

REF、% 显示比较器设定值的相对值
 （测量期间）或其他设定时点亮

°C、ppm 显示温度补偿和温度换算的设定值时
 （测量期间）或其他设定时点亮

显示比较器结果

Hi 测量值超出上限值时点亮

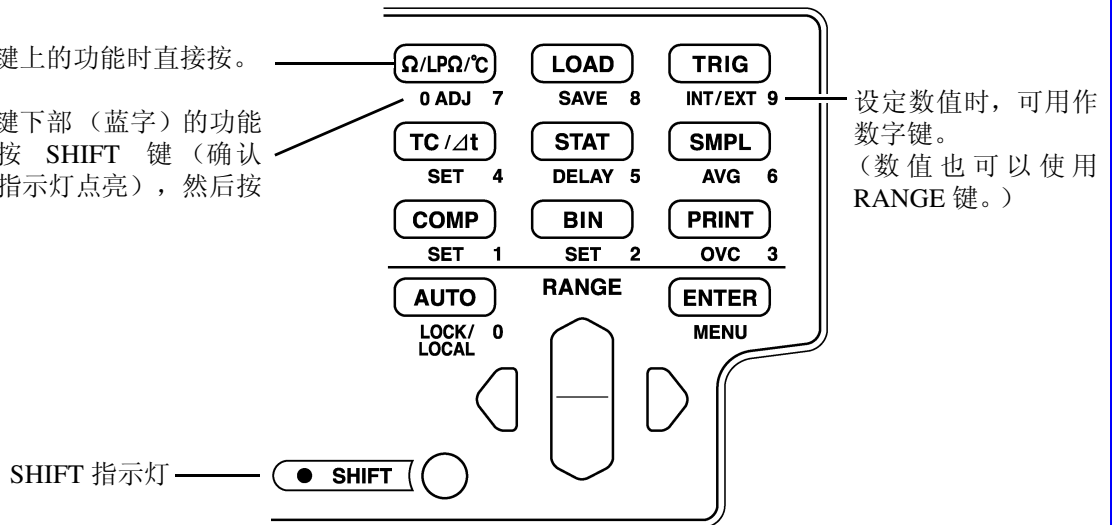
IN 测量值处于上限值与下限值之间时
 点亮

Lo 测量值低于下限值时点亮

操作键

使用按键上的功能时直接按。

使用按键下部（蓝字）的功能时，先按 **SHIFT** 键（确认 **SHIFT** 指示灯点亮），然后按该键。



[]: 按 **SHIFT** 键时（**SHIFT** 指示灯点亮）有效。

操作键	内容	操作键	内容
Ω/LPΩ/°C	选择测量功能（4 端子测量、低电流 4 端子测量以及温度测量）。	AUTO	用于切换自动量程与手动量程。
[0 ADJ]	用于调零。	[LOCAL/LOCK]	LOCAL: 用于从通信状态返回。 LOCK: 用于设定按键锁定的 ON/OFF。
LOAD	用于读取设定值。	ENTER	用于进行设定值的确定。
[SAVE]	用于保存设定。	[MENU]	用于设定各种项目。 （温度补偿 / 换算的选择、校准 ON/OFF、按键操作音 ON/OFF、接口选择、电源频率选择、设定复位 / 系统复位） ❖ 请参照第 13 页
TRIG	手动触发时使用。	RANGE	上 / 下: 用于变更设定值或数值、量程移动。 左 / 右: 用于进行设定项目或数位移动。
[INT/EXT]	用于切换内部触发 / 外部触发。	SHIFT	<ul style="list-style-type: none"> 将操作键蓝字的功能设定设为有效。SHIFT 状态时指示灯点亮。 取消各种设定画面中的设定。（不确定设定返回到测量画面。）但菜单画面除外。
TC/Δt	用于对温度补偿功能或温度换算功能进行 ON/OFF 操作。		
[SET]	用于进行温度补偿或温度换算参数的设定。		
STAT	用于进行统计运算结果的显示和设定。		
[DELAY]	用于设定触发延迟功能。		
SMPLE	用于切换采样速度。		
[AVG]	用于进行平均值功能的设定。		
COMP	用于设定比较器功能的 ON/OFF。		
[SET]	用于进行比较器的设定。		
BIN	用于设定分类功能的 ON/OFF。		
[SET]	用于进行分类功能的设定。		
PRINT	用于进行测量值和统计运算结果的打印机输出。		
[OVC]	用于设定偏置电压补偿功能的 ON/OFF。		

背面

电源插座

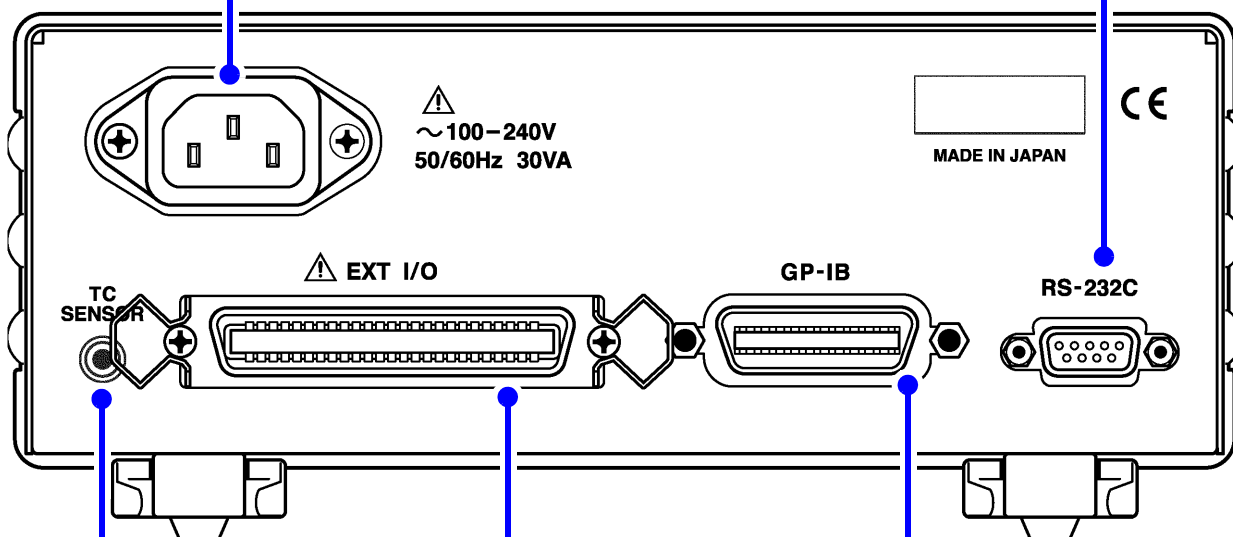
用于连接附带的电源线。

❖ 请参照第 16 页

RS-232C 接口

使用 RS-232C 接口或打印机时进行连接。

❖ 温度计（非接触式）请参照第 21 页、打印机请参照第 84 页、RS-232C 请参照第 93 页



TC SENSOR 端子

用于连接9451 温度探头或带有模拟输出的温度计。

❖ 请参照第 19, 20 页

EXT I/O 接口

进行外部控制时连接。

❖ 请参照第 71 页

GP-IB 接口

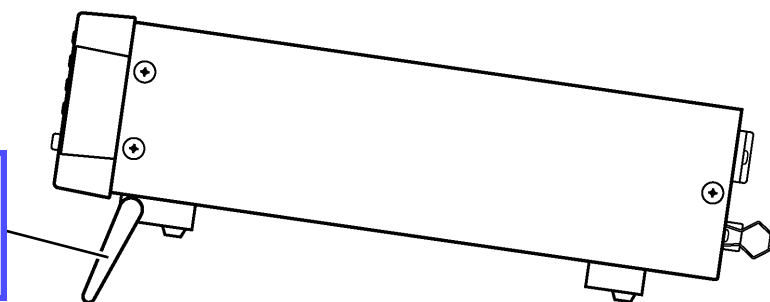
使用 GP-IB 接口时连接。

❖ 请参照第 93 页

侧面

支架

可倾斜本仪器。



注意

请不要在放置支架竖立的状态下从上方施加强力。否则会损坏放置支架。

菜单画面的构成



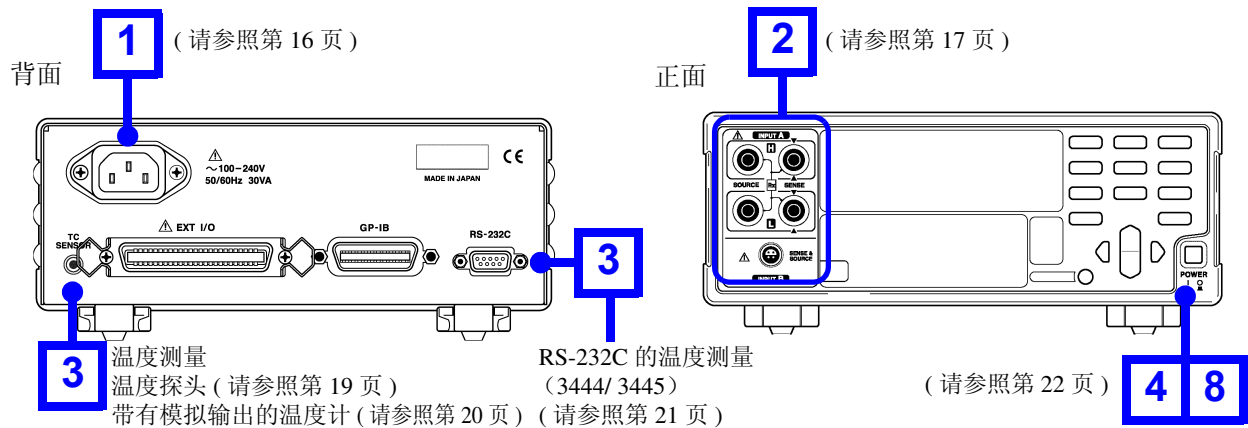
注记

在按 ENTER 或 SHIFT 键返回测量画面时，内部保存菜单画面中所选择的设定内容。

测量前的准备

第 2 章

2.1 步骤



1 连接电源线

2 将测试线连接到本仪器上

3 (需要温度补偿时) 连接温度探头、带有模拟输出的温度计、或
3444/ 3445 温度计 (非接触式)

4 接通电源

5 设定电源频率

(请参照第 23 页)

6 进行测量端子的设定

(请参照第 24 页)

7 设定测量条件并进行测量

测量举例 (请参照第 25 页)
设定 (请参照第 33, 41 页)

8 关闭电源

2.2 连接电源线



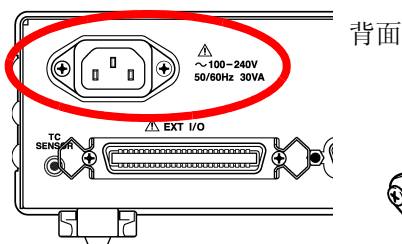
警告

- 在接通电源前，请确认本仪器的电源连接部分上所记载的电源电压与您使用的电源电压是否一致。如果使用指定范围外的电源电压，会造成本仪器的损坏或电气事故。
- 为了避免触电事故并确保本仪器的安全，请把电源线连接到三相插座上。

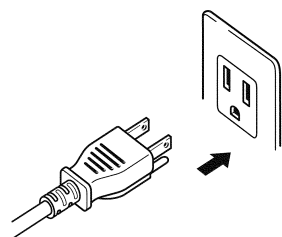
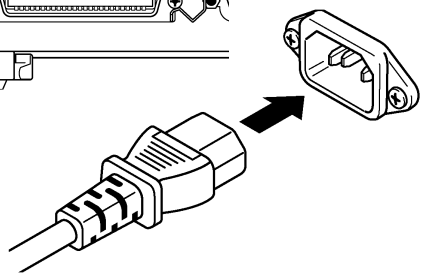
注意

为防止断线，将电源线从插座或本仪器拔出的时候，请握住插头部分（电源线以外）拔出。

电源线的连接方法



背面



1. 确认主机电源开关处于关闭状态。
2. 确认电源电压和本仪器的相一致，并把电源线接至背面的电源插座。
3. 将电源插头插进插座。

2.3 连接测试线



本仪器装备有 4 端子分离的插座端子（INPUT A 端子）和多极接头（INPUT B 端子），用作电阻测量端子。

将附带的 9287-10 夹型测试线或 HIOKI 的各种选件测试线连接在 INPUT A 端子上。

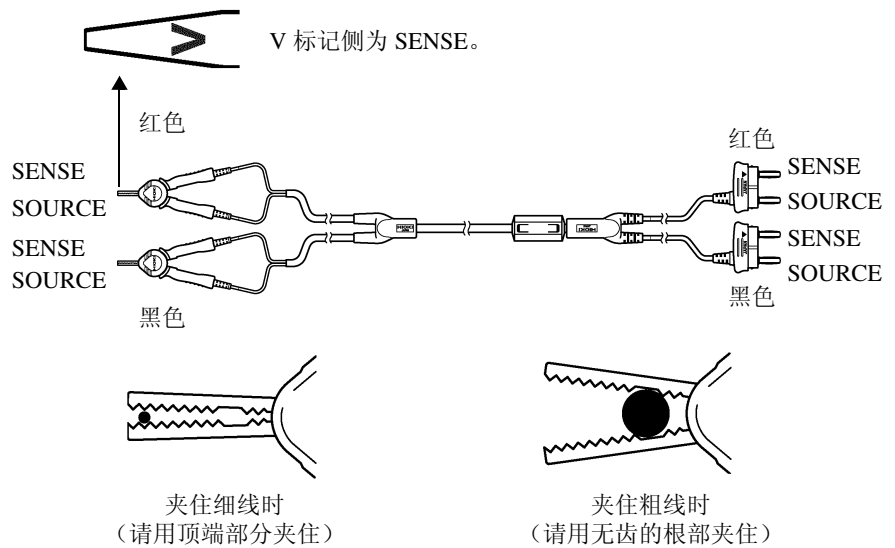
❖ 请参照“附录 9 关于测试线（选件）”（第 184 页）

在高电阻测量或低电流测量中使用 INPUT B 端子，耐噪音性更高，有利于高速测量。

❖ 请参照“2.9 设定测量端子”（第 24 页）

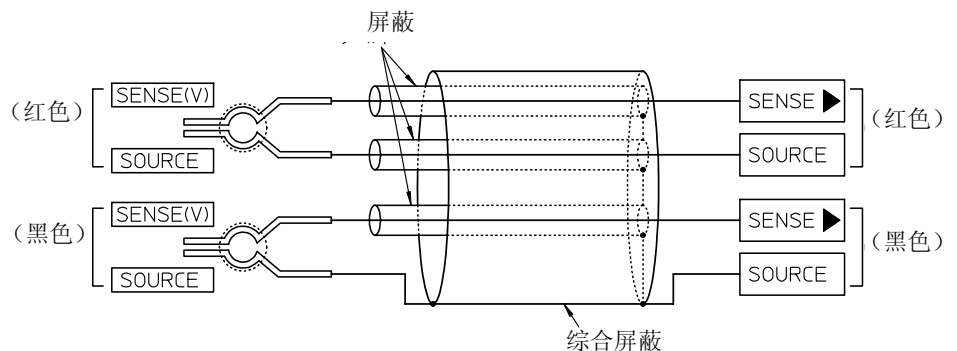
关于测试线

（例：为 9287-10 夹型测试线时）



自行制作电缆

本公司的测试线的电缆部分已进行过屏蔽处理。
客户制作测试线时，请注意下述事项。



请进行屏蔽（连接 SOURCE-L）。

请将电缆长度控制在 5 m 以内。（线材的电阻在 100 mΩ/m 以内）

20 mΩ 量程和 200 mΩ 量程（测量电流为 1 A）时，请将源端子的往返电阻值设在 300 mΩ 以内

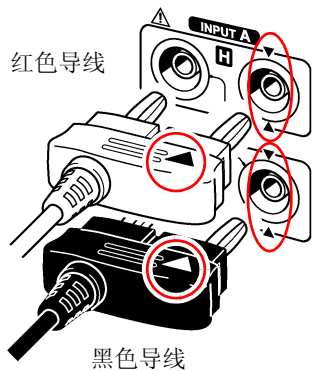
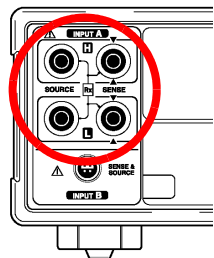
注记

割断 9287-10 的夹钳部分使用时，请注意勿使 SOURCE Hi、SENSE Hi、SENSE Lo 的屏蔽线接触芯线。

连接到端子

INPUT A 端子的连接方法

正面



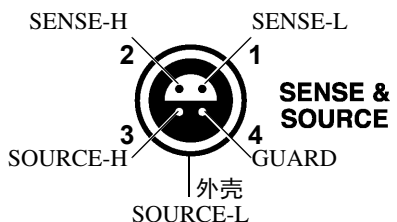
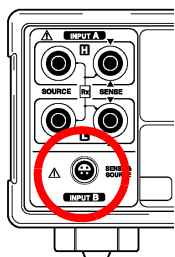
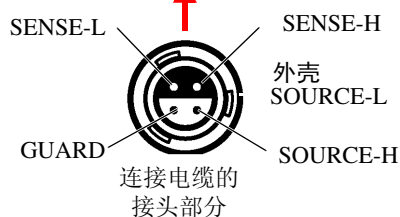
例 9287-10 夹型测试线

将 9287-10 夹型测试线等的 4 个端子测试线连接到 INPUT A 端子上。

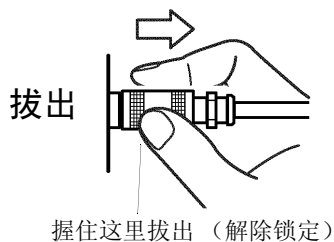
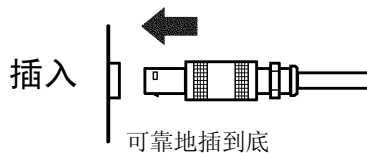
请将主机的红色▲标记与红色导线的▲标记相配，主机的黑色▲标记与黑色导线的▲标记相配进行连接。

INPUT B 端子的连接方法

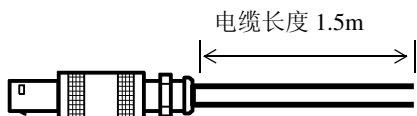
正面

INPUT B 端子
(EPL.0S.304.HLN LEMO 公司制)

连接时确认 INPUT B 端子与连接电缆接头部分的位置。



9300 连接电缆

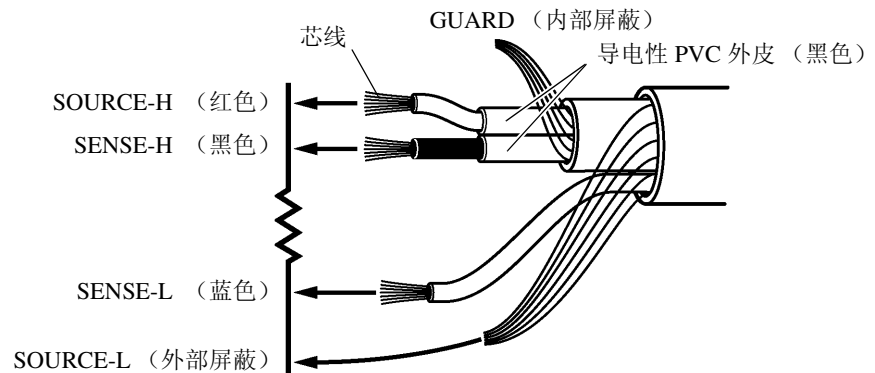


针编号	端子	线材
2	SENSE-H	黑色 26AWG
1	SENSE-L	蓝色 26AWG
3	SOURCE-H	红色 26AWG
外壳	SOURCE-L	外部屏蔽
4	GUARD	内部屏蔽

**注意**

连接电缆 (INPUT B 端子用) 为锁定结构。拔出连接电缆时, 请务必握住接头部分。
如果握住电缆拉出, 则会损坏接头部分。

关于 9300 连接电缆

**注记**

SOURCE-H (红色) 和 SENSE-H (黑色) 使用导电性 PVC 作为外皮。这是为了将电缆摩擦所产生的噪音拾取降到最低限度。

- 请勿使芯线与导电性 PVC 外皮相接触。
- 请勿使 **SENSE-H**、**SENSE-L**、**SOURCE-H**、**SOURCE-L**、**GUARD** 相互接触。如果接触，则无法进行正确测量。
- 请将 **GUARD** 保持开路状态，不要进行任何连接。

2.4 连接温度探头

警告

为了避免触电事故和本仪器损坏，请勿向 **TC SENSOR** 端子输入电压。

注意

为了避免本仪器和温度探头损伤，请注意以下事项。

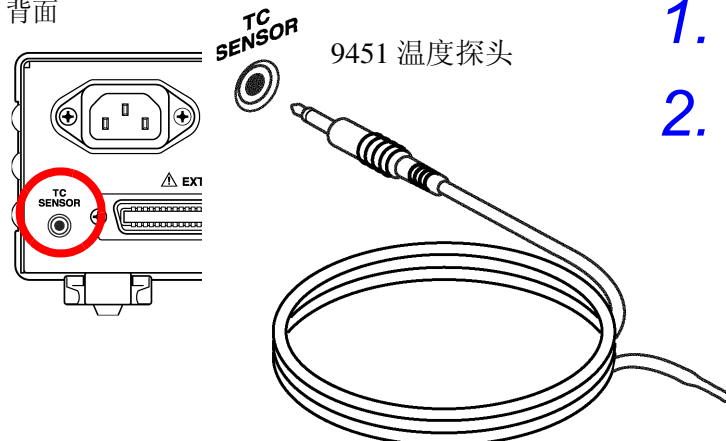
- 请在关闭主机电源之后插拔温度探头。
- 温度探头不是防水结构。请勿让水等液体进入。

注记

温度探头的插孔脏污时，请进行擦拭。脏污会导致温度测量值出现误差。

9451 温度探头的连接方法

背面



1. 确认主机的电源处于 OFF 状态。
2. 将 9451 温度探头连接到主机背面的 **TC SENSOR** 端子上。

请可靠地插到底。

2.5 连接带有模拟输出的温度计

将带有模拟输出的温度计连接到本仪器上，可进行温度测量。
作为进行模拟输出的温度计（非接触式），可使用下述本公司产品。
请使用市售的 $\phi 3.5$ 单插孔进行连接。

- 3444 温度计（非接触式）（用于长焦点 / 窄视野测量）+3909 接口卡
- 3445 温度计（非接触式）（用于短距离 / 微小面测量）+3909 接口卡

警告

温度测量电路已接地。为了避免触电事故和本仪器损坏，请勿将相对大地具有电位的模拟输出温度计连接到主机背面的 **TC SENSOR** 端子上。

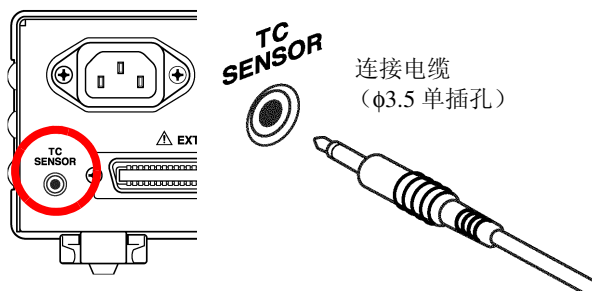
注意

为了避免本仪器损伤，请注意以下事项。

- 连接到主机之前，请确认主机与温度计的电源处于 OFF 状态。
- 使用带有模拟输出的温度计可输入的电压为 $0 \sim 2 \text{ V}$ （端子之间）。请勿输入超出此范围的电压。
- 温度计为 $4 \sim 20 \text{ mA}$ 输出时，请连接 100Ω 左右的分流器，在转换为电压之后再行连接。

带有模拟输出的温度计的连接方法

背面



请可靠地插到底。

1. 确认主机的电源处于 OFF 状态。
2. 使用市售连接电缆（ $\phi 3.5$ 单插孔）连接温度计的模拟输出端子与主机背面的 TC SENSOR 端子。

2.6 使用 RS-232C 连接温度计（非接触式）

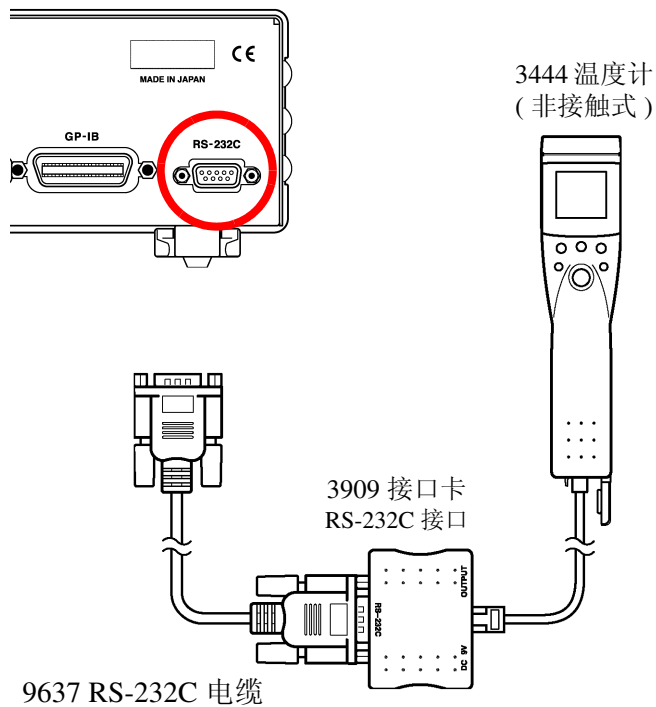
使用 RS-232C 接口，可将下述本公司温度计（非接触式）连接到本仪器上，进行温度测量。

请使用 9637 RS-232C 电缆进行连接。

- 3444 温度计（非接触式）（用于长焦点 / 窄视野测量）+3909 接口卡
- 3445 温度计（非接触式）（用于短距离 / 微小面测量）+3909 接口卡

使用 RS-232C 的温度计（非接触式）连接方法

背面



1. 确认主机的电源处于 OFF 状态。
2. 使用 3909 附带的电缆连接温度计（非接触式）（3444 或 3445）与 3909 接口卡。
3. 使用 9637 RS-232C 电缆连接 3909 接口卡的 RS-232C 接口与本仪器的 RS-232C 接口。

2.7 接通 / 关闭电源

接通电源之前

接通电源时，本仪器可将 200mΩ 量程的测量电流切换为 1 A（初始设定）与 100 mA（软件版本 1.13 以后）。
测量电流的设定会保存上次切断电源时的条件。

接通电源



电源开

不需要变更 200mΩ 量程的测量电流时（测量电流为 1 A）：

将 POWER 开关设为 ON（I）。

将 200mΩ 量程的测量电流切换为 100mA 时（仅限于第一次）

同时按 SHIFT 键与 RANGE（上）键，并将 POWER 开关设为 ON（I）。

要将 200mΩ 量程的测量电流恢复为 1A 时：

请再次同时按 SHIFT 键与 RANGE（上）键，将 POWER 开关设为 ON（I）或执行复位。

电源接通时，会显示软件版本、电源频率设定以及接口设定，然后显示测量画面。

❖ 请参照“5.14 复位功能”（第 68 页）

电源接通之后，显示下述内容，并进入测量状态。

200mΩ 量程 / 测量电流 1A 设定

3541

1.13
60
r5

软件版本

电源频率
接口的设定

测量画面

200mΩ 量程 / 测量电流 100mA 设定

3541

200000 mΩ
CURrent
0.1A

1.13
60
r5

测量画面

- 将测量条件设定为上次关闭电源时的条件（备份）。
各种设定变更之后，请勿立即切断电源（经过约 5 秒钟之后再切断电源）。但不保存通过 RS-232C 或 GP-IB 接口设定的测量条件，以及从外部 I/O 的 LOAD 端子调用的测量条件。
- 测量开始前，请进行 60 分钟的预热。预热时间在 30 分钟~ 60 分钟之间时，请将精度规格设为 2 倍。预热之后，请实施自校准。

❖ 请参照“5.8 自校准功能”（第 60 页）

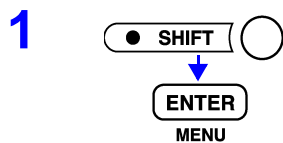
关闭电源



电源关

将 POWER 开关设为 OFF ()。

2.8 设定电源频率



(SHIFT 指示灯点亮)

变为菜单画面。



电源频率设定显示画面。(菜单画面参照(请参照第 13 页))

(主画面)



选择使用电源的频率。

 (子画面)
 5050 Hz
 6060 Hz

继续设定测量端子时，请在选择频率之后，按 ，显示测量端子选择画面。请参照“2.9 设定测量端子”(第 24 页)至步骤 3







确定设定，并返回到测量画面。





注记

为了除去噪声，本仪器需进行电源频率切换。请调节为所用工频电源的频率之后再行测量。如果未正确进行电源频率切换，测量值则会变得不稳定。

2.9 设定测量端子

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。

在频率设定之后继续进行设定时，不需要进行该操作。
- 2  显示测量端子选择画面。(菜单画面参照 (请参照第 13 页))
 (主画面)

在频率设定之后继续进行设定时，请按 。
- 3  选择使用的测量端子。
 (子画面)
A..... INPUT A 端子 (4 端子分离的插座端子)
b..... INPUT B 端子 (多极接头)
- 4  确定设定，并返回到测量画面。

注记

请勿将测试线等连接在 INPUT A 端子与 INPUT B 端子上。SENSE-L 与 SOURCE -L 始终保持连接。一次不能进行多个测量，敬请注意。

关于使用端子

出厂时，已设定为 4 端子分离 INPUT A 端子 (插座端子)，请使用 HIOKI 各种选件导线。

INPUT A 端子

INPUT A 端子的 H-L 之间连接有 10 nF 的电容器。目的是提高高电阻测量的稳定性以及相对于电感负载的稳定性。因此，在高电阻测量时，响应时间会延迟。要显示测试物电阻值约 95% 时，基本上需要下述响应时间。

$$\text{响应时间 [秒]} = 3 \times \text{电阻值} [\Omega] \times 10 \times 10^{-9} [\text{F}]$$

但由于使用 10 nF 的电容器，因此，相对于所有电感负载来说并不稳定。为 10 H 以上的大电感时，也可能会变为不稳定状态。在这种情况下，请在 H-L 之间连接 0.1 μF 以上的电容器，或与距您最近的代理店或营业所联系。

在高电阻测量的情况下需要高速响应时，请使用不连接电容器 (10 nF) 的 INPUT B 端子 (多极接头)。INPUT B 端子不带电容器 (10 nF)，相对于电感负载来说，也可能会变为不稳定状态。

INPUT B 端子

INPUT B 端子电动势比 4 端子分离的 INPUT A 端子的要小，另外还进行了屏蔽，因此有利于高速测量。不使用偏置电压补偿功能 (OVC)，而要进行比 1PLC (电源周期为 1 周期) 更快的测量时，请使用 INPUT B 端子。

测量

第 3 章

在测量之前，请务必阅读参照“使用注意事项”（第 4 页）和“第 2 章 测量前的准备”（第 15 页）。

3.1 电阻测量

使用以下举例说明电阻测量的方法。

（例）测量 10 mΩ 的分流器时

所需物品	10 mΩ 的分流器
	9287-10 夹型测试线
测量条件	采样速度..... SLOW2
	调零..... 有
	偏置电压补偿..... 有
	量程..... 20 mΩ

准备

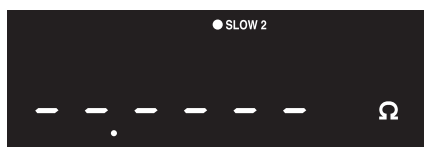
- 1 将 9287-10 夹型测试线连接到本仪器上，然后接通电源。
❖ 参照“2.3 连接测试线”（第 17 页）
- 2 进行频率和测量端子的设定。
❖ 参照“2.8 设定电源频率”（第 23 页）
❖ 参照“2.9 设定测量端子”（第 24 页）

本仪器的设定

设定之前，请确认 SHIFT 指示灯未点亮。

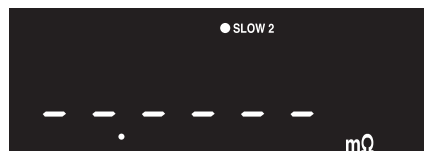
- 1 将测量功能设为电阻测量。
❖ 参照“4.1 测量功能的选择”（第 33 页）

Ω/LPΩ/℃
0 ADJ 7



（主画面）
电阻测量的显示画面。
（Ω 单位点亮，LP 熄灭）

- 2 将量程设定为“20 mΩ”。
❖ 参照“4.2 量程设定”（第 34 页）



（主画面）
每按一次键，都会在小数点的位置与单位之间进行切换。（mΩ 点亮，AUTO 熄灭）

3 将采样速度设定为“SLOW2”。

❖ 参照“4.4 采样速度的设定”（第 37 页）



（主画面）

每按一次键，点亮位置都会进行移动。
（SLOW2 点亮）

4 将偏置电压补偿设为有效。

❖ 参照“5.7 偏置电压补偿功能”（第 59 页）

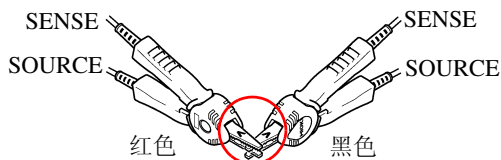


（主画面）

（OVC 点亮）

5 执行调零。

❖ 参照“4.3 调零功能”（第 35 页）



使 9287-10 夹型测试线形成短路。

对准夹钳的 V 标记类。



（主画面）

将当前值作为调零值读取。
（0ADJ 点亮）

进行温度补偿时

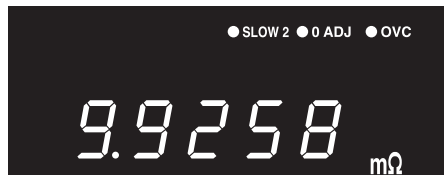
❖ 参照“3.2 温度测量（温度补偿和温度换算）”（第 27 页）、“5.4 温度补偿功能（TC）”（第 52 页）

进行温度换算时

❖ 参照“3.2 温度测量（温度补偿和温度换算）”（第 27 页）、“5.5 温度换算功能（Dt）”（第 53 页）

测量

将 9287-10 夹型测试线连接到分流器上，然后读取值。



注记

- 在 20 mΩ 量程和 200 mΩ 量程（测量电流为 1 A）下，可能会向测试物施加 1 W 以上的负载。另外，在 100 kΩ 量程以上时，可能会施加有 10 V 以上的电压。测量易于被击穿的元件时，请使用低电流测量功能。
- 在下述情况下，测量值可能会带有负号“-”。
 - SOURCE 或 SENSE 的接线相反时。
 - 2 端子测量时，进行调零，接触电阻随后会减小。
 - 电动势或本仪器的偏置电压发生了变化。

3.2 温度测量（温度补偿和温度换算）

- 温度补偿** 测量温度时，通过使用温度补偿功能，将当前的电阻测量值换算为基准温度。
 ❖ 参照“5.4 温度补偿功能（TC）”（第 52 页）
- 温度换算** 根据温度换算的原理，进行温度上升值换算。
 ❖ 参照“5.5 温度换算功能（Dt）”（第 53 页）
 ❖ 参照“附录 3 关于温度换算功能（Dt）”（第 174 页）

9451 温度探头的温度测量

准备

- 1 将测试线和 9451 温度探头连接到本仪器上，然后接通电源。
 ❖ 参照“2.3 连接测试线”（第 17 页）、“2.4 连接温度探头”（第 19 页）
- 2 设定频率和测量端子。
 ❖ 参照“2.8 设定电源频率”（第 23 页）、“2.9 设定测量端子”（第 24 页）

本仪器的设定

设定之前，请确认 SHIFT 指示灯未点亮。

- 1 将测量功能设为温度测量。
 ❖ 参照“4.1 测量功能的选择”（第 33 页）

Ω /LP Ω / $^{\circ}$ C
0 ADJ 7

26.6 $^{\circ}$ C (主画面)

显示温度测量画面。
 ($^{\circ}$ C 单位点亮)
 显示当前的温度。

- 2 将温度传感器的类型设定为“Pt”。

● SHIFT (○)

TC/ Δ t
SET 4

t.5E n5 (主画面)

设定温度传感器的类型显示画面。

Pt (子画面)

选择 Pt。

ENTER
MENU

确定设定，并返回到测量画面。

温度测量

将 9451 温度探头靠近测量位置，确认温度。

26.6 $^{\circ}$ C (主画面)

确认当前的温度。

温度补偿和温度换算的设定

将测量功能设为电阻测量或低电流测量，进行温度补偿或温度换算的设定。

- ❖ 为温度补偿时：参照“5.4 温度补偿功能（TC）”（第 52 页）
- ❖ 为温度换算时：参照“5.5 温度换算功能（Dt）”（第 53 页）

测量

将测试物连接到测试线上，进行测量。

TC/Δt
SET 4

为温度补偿时：显示相对于所设定基准温度的电阻值。

为温度换算时：显示相对于当前环境温度的上升温度 Δt 。

关于温度探头

注记

- 如果裸手握着温度探头，则会受到体温的影响，无法进行正确的温度测量。
- 温度探头不是防水结构。请勿让水等液体进入。
- 如果温度探头没有可靠地插入到主机背面的 TC SENSOR 端子深处，则可能会导致测量值产生较大误差。



温度测量画面上有“OF”显示

请确认温度探头是否正确连接。
如果未正确连接，则不能进行温度测量。

电阻测量画面上显示错误“tC SnS”

请确认温度探头是否正确连接。
如果未正确连接，则不能使用 TC/Δt 功能。

使用模拟输入 (温度计 (非接触式)) 的温度测量

准备

- 1 将测试线和带有模拟输出的温度计 (温度计 (非接触式)) 连接到本仪器上, 然后接通电源。
❖ 参照 “2.3 连接测试线” (第 17 页), “2.4 连接温度探头” (第 19 页)
- 2 设定频率、测量端子。
❖ 参照 “2.8 设定电源频率” (第 23 页), “2.9 设定测量端子” (第 24 页)

本仪器的设定

设定之前, 请确认 SHIFT 指示灯未点亮。

- 1 将测量功能设为温度测量。

❖ 参照 “4.1 测量功能的选择” (第 33 页)

Ω /LP Ω / $^{\circ}$ C
0 ADJ 7

26.6 $^{\circ}$ C (主画面)

温度测量的显示画面。
($^{\circ}$ C 单位点亮)
显示当前的温度。

- 2 将温度传感器的类型设定为 “AnLG.In” (模拟)。

● SHIFT ()

TC/ Δ t
SET 4

t.5En5 (主画面)

设定温度传感器的类型的显示画面。



AnLG.In (子画面)

将温度传感器的类型设定为模拟输入。

ENTER
MENU

确定设定。

- 3 设定基准电压和基准温度。

或数字键

t.5En51 (主画面)

设定基准电压 1 (V_1) 和基准温度 1 (T_1)。

00.00
0000.0 (子画面)

基准电压 1 (V_1):
设定范围 00.00 ~ 02.00 V (例 00.00 [V])

基准温度 1 (T_1):
设定范围 -99.9 ~ 999.9 $^{\circ}$ C (例 0000.0 [$^{\circ}$ C])

ENTER
MENU

确定设定。

显示基准电压 2 和基准温度 2 的设定画面。

或数字键

t.5En52 (主画面)

设定基准电压 2 (V_2) 和基准温度 2 (T_2)。

01.00
0100.0 (子画面)

基准电压 2 (V_2):
设定范围 00.00 ~ 02.00 V (例 01.00 [V])

基准温度 2 (T_2):
设定范围 -99.9 ~ 999.9 $^{\circ}$ C (例 0100.0 [$^{\circ}$ C])

ENTER
MENU

确定设定, 并返回到测量画面。

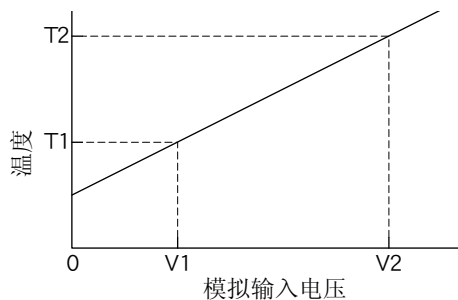
测量

读取值。



按下述运算公式计算显示值。

$$\frac{T_2 - T_1}{V_2 - V_1} \cdot (\text{输入电压}) + \frac{T_1 V_2 - T_2 V_1}{V_2 - V_1}$$



RS-232C (3444/3445 温度计 (非接触式) +3909 接口卡) 的温度测量

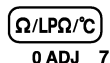
准备

- 1 将测试线、3444/3445 温度计 (非接触式) 连接到本仪器上, 然后接通电源。
 - ❖ 参照 “2.3 连接测试线” (第 17 页)
 - ❖ 参照 “2.6 使用 RS-232C 连接温度计 (非接触式)” (第 21 页)
- 2 进行频率和测量端子的设定。
 - ❖ 参照 “2.8 设定电源频率” (第 23 页)、 “2.9 设定测量端子” (第 24 页)

本仪器的设定

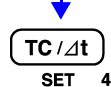
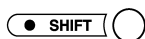
设定之前, 请确认 SHIFT 指示灯未点亮。

- 1 将测量功能设为温度测量。
 - ❖ 参照 “4.1 测量功能的选择” (第 33 页)



显示温度测量的画面。
(°C 单位点亮)
显示当前的温度。

- 2 将温度传感器的类型设定为 “rS”。



显示设定温度传感器的类型的画面。



选择 rS。
3444/3445 温度计 (非接触式) 的电源自动变为 ON 状态。



确定设定, 并返回到测量画面。

测量

读取值。



注记

- 使用 RS-232C 进行温度测量时，仅可使用本公司的 3444 或 3445 温度计（非接触式）。
- 如果将温度传感器的类型设定为 rS，温度计（非接触式）的电源则自动变为 ON 状态。
- 如果温度计（非接触式）未正确连接或者温度计（非接触式）的电源未处于 ON 状态，则显示“OF”。
- 使用 RS-232C 进行温度测量时，不能使用 RS-232C/GP-IB 的通信功能以及打印功能。

基本功能的设定

第 4 章

4.1 测量功能的选择

设定内容

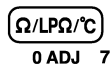
从电阻测量、低电流电阻测量以及温度测量中选择测量功能。

切换测量功能

1

确认 SHIFT 指示灯未点亮。

2



显示测量功能的画面。
按后切换测量功能。

(主画面)



电阻测量画面
(Ω 单位点亮, LP 熄灭)



低电流电阻测量画面
(Ω 单位点亮, LP 点亮)



温度测量画面
($^{\circ}\text{C}$ 单位点亮)



温度测量时, 画面上有
“OF” 显示

(将温度传感器设定为 Pt 时: 请参照“3.2 温度测量(温度补偿和温度换算)”
(第 27 页))

请确认温度探头是否正确连接。
如果未正确连接, 则不能进行温度测量。

4.2 量程设定

设定内容 选择量程。另外，也可以进行自动选择（自动量程）。

设为手动量程



选择要使用的量程。（**AUTO** 熄灭）
每按一下，小数点的位置与单位都会发生变化。

设为自动量程



在手动量程的状态下按。（**AUTO** 点亮）
自动选择最佳测试量程。



要从自动量程切换为手动量程时 再次按 **AUTO** 键。在所选择的量程下，变为手动量程。

注记

- 温度测量只为 1 个量程。不能进行量程移动。
- 自动量程可能会因马达、变压器和线圈等测试物而变得不稳定。此时，请以手动方式指定量程或延长延迟时间。
❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）
- 为 200 Ω 以下的低电阻量程时，测试物上施加有较大的负载。尤其是在 20 mΩ 量程和 200 mΩ 量程（测量电流为 1 A）下，最大可施加 1 W 左右的功率。请在确认测试量程之后，再连接测试物。
- 测量易于被击穿的元件时，请使用低电流测量功能。
- 有关量程的精度，请参照 9.2“精度”电阻测量功能（第 165 页）和低电流电阻测量量程功能（第 166 页）。

量程	显示范围	电阻测量功能		低电流电阻测量功能	
		测量电流	开路电压	测量电流	开路电压 *1
20mΩ	20.0000 mΩ	1 A ± 5%	5 Vmax	—————	—————
200mΩ ^{*2}	200.000 mΩ	1 A ± 5%	5 Vmax	—————	—————
2Ω	2000.00 mΩ	100 mA ± 5%	2.6 Vmax	10 mA ± 5%	60 mVmax
20Ω	20.0000 Ω	10 mA ± 5%	2.6 Vmax	1 mA ± 5%	60 mVmax
200Ω	200.000 Ω	10 mA ± 5%	2.6 Vmax	100 μA ± 5%	60 mVmax
2 kΩ	2000.00 Ω	1 mA ± 5%	2.6 Vmax	10 μA ± 5%	60 mVmax
20 kΩ	20.0000 kΩ	100 μA ± 5%	2.6 Vmax	—————	—————
100 kΩ	110.000 kΩ	100 μA ± 5%	13 Vmax	—————	—————
1 MΩ	1100.00 kΩ	10 μA ± 5%	13 Vmax	—————	—————
10 MΩ	11.0000 MΩ	1 μA ± 5%	13 Vmax	—————	—————
100 MΩ	110.000 MΩ	100 nA ± 5%	13 Vmax	—————	—————

*1: 在外部触发状态下，从 INDEX=Hi 时开始到输入下一次触发之前，将开路电压限制在 20 mV 以下。

*2: 为 200 mΩ 量程时可通过电源接通、选件或远程命令变更为测量电流 100 mA/ 开路电压 2.6 V。

❖ 请参照“2.7 接通 / 关闭电源”（第 22 页）

4.3 调零功能

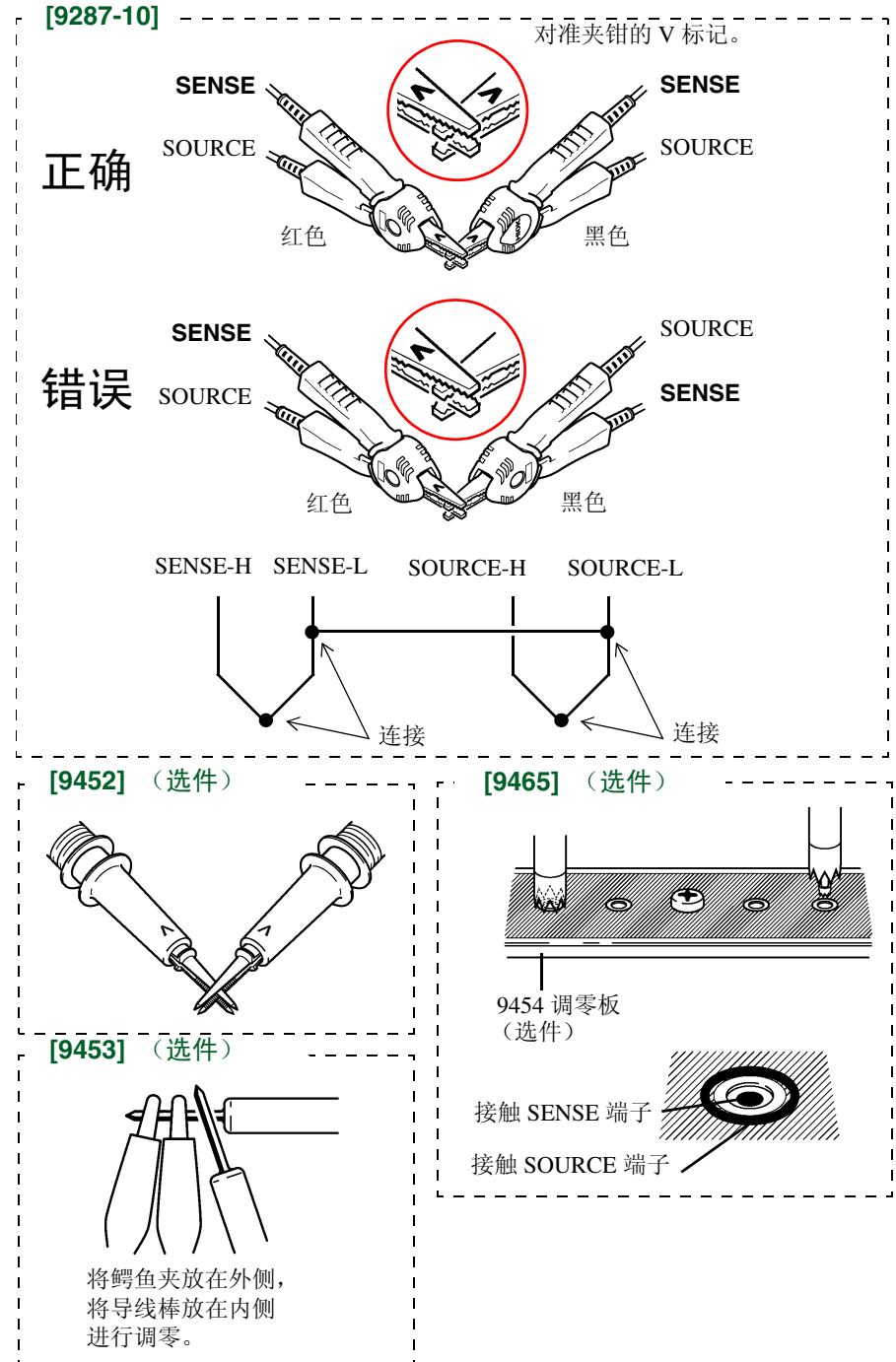
设定内容

为了除去因本仪器偏置电压或电动势的影响，请在测量之前执行调零。测量精度在调零之后进行规定。

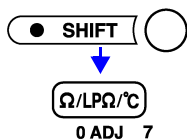
执行调零

1

短接测试线。如果进行错误配线，则无法正确进行调零。



2



(SHIFT 指示灯点亮)

变为调零画面。(0ADJ 点亮)



进行调零。

测量之后，显示使用调零功能所补偿的测量值。

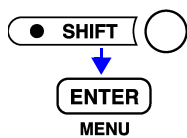
可调零的范围为小于等于 1,000 dgt。

注记

- 请在使用的所有量程内执行调零。设定为自动量程时，执行所有量程的调零。
- 在自动量程下进行调零时，如果延迟时间不足，调零则无法正常结束。此时，请以手动方式进行调零或延长延迟时间。
❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）
- 即使切断电源，也在内部保存调零值。
- 即使将 EXT I/O 端子的 0ADJ 端子短接在 GND 上，也可以进行调零。
- 将偏置电压补偿功能 (OVC) 从 ON 切换为 OFF，或从 OFF 切换为 ON 时，请务必实施调零。

解除调零功能

1



(SHIFT 指示灯点亮)

变为菜单画面。



2



调零功能被解除。(0ADJ 熄灭)



显示 “OF”

超出下述范围时显示。

$$-2000\text{dgt} \leq (\text{测量值} - \text{调零值}) \leq +200000\text{dgt} \quad (20\text{ m}\Omega \sim 20\text{ k}\Omega), \\ +110000\text{dgt} \quad (100\text{ k}\Omega \sim 100\text{ M}\Omega)$$

显示 “Err02”

调零前的测量值超出 1000dgt 或者处于测试异常状态。

由于调零功能已解除，因此请再次进行正确的接线，重新进行调零。

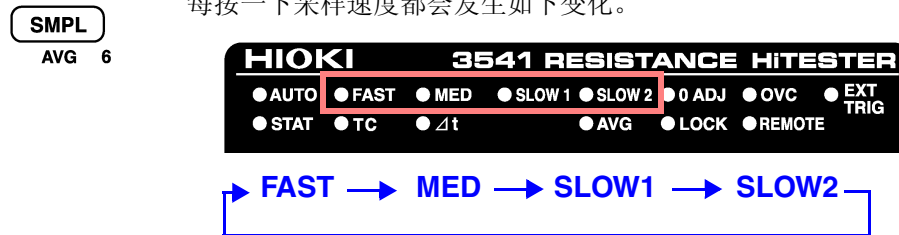
4.4 采样速度的设定

设定内容

可按 FAST / MEDIUM / SLOW1 / SLOW2 四个档次变更采样速度。采样速度越低，测量精度越高。

切换采样速度

每按一下采样速度都会发生如下变化。



注记

- 自校准功能为 AUTO，采样速度为 FAST 或 MED 时，隔 30 分钟进行 1 次约 55 ms 的自校准。
❖ 请参照“5.8 自校准功能”（第 60 页）
- 选择 FAST 时，由于易受外部环境的影响，因此请针对测试物和测试线采取屏蔽等措施。请将屏蔽线连接到 SOURCE-L 侧。

4.5 测试异常检测功能

未正确进行测量时，画面上显示测试异常。
另外，从 EXT I/O 端子输出测试异常信号（ERR）。

❖ 请参照“第6章 外部控制”（第71页）

• OF 超出显示

测量值超出规定范围时，主画面上显示 OF（或 -OF）。
显示超出时，不输出测试异常信号（ERR），比较器判定为 High。

例 在 20 mΩ 量程下测量 21 mΩ

• ErrCur 恒定电流异常

本仪器中从 SOURCE 端子向测试物流入恒定电流。SOURCE 端子未流出恒定电流时，主画面上显示 ErrCur。出现该错误时，请确认测试量程、测试线的断线状况以及探头的接触状况。

例 1 将探头置于开路状态。

例 2 SOURCE 配线连接不良或断线。

例 3 在 2 Ω 量程下测量 100 Ω。

（大致标准为开路电压 / 测量电流。测量电流为 1 A 时，
配线电阻 + 测试线电阻 < 约 500 mΩ）

例 4 使用 9300 连接电缆时，测量端子变为 INPUT A。

例 5 回路保护保险丝断线时。（即使短接未切断的测试线探头，ErrCur 也不消失时，需要修理）

❖ 请参照“2.9 设定测量端子”（第24页）

• ErrHi SENSE Hi 连接不良

本仪器中使用 SENSE 端子测量测试物端子间的电压。
SENSE Hi 配线连接不良时，主画面上显示 ErrHi。出现该错误时，请确认测试线的断线状况以及探头的接触状况。
作为连接不良的阈值，SOURCE-H 与 SENSE-H 之间的电阻约为 50 Ω。
另外，回路保护保险丝断线时，也显示 ErrHi。
（即使短接未切断的测试线探头，ErrHi 也不消失时，需要修理）

• ErrLo SENSE Lo 连接不良

SENSE Lo 配线连接不良时，主画面上显示 ErrLo。作为连接不良的阈值，SOURCE-L 与 SENSE-L 之间的电阻约为 35 Ω。

• —————

上述 OF、ErrCur、ErrHi、ErrLo 异常并发时，主画面上会显示—————。

注记

- 测试线的静电容量为 1 nF 以上时，可能无法检测到测试异常。
- 从测试物与探头发生接触到测量稳定之前，至少需要 500 μ s 左右的时间。为了正确地进行测试异常检测，需要在本仪器内部的测量开始（INDEX = Lo（OFF））的响应时间之前开始检测。
由于响应时间因测试物而异，因此本仪器可设定测试异常检测时间（内部测量开始前的时间）。
有关检测时间的设定，请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）。
- 如果将延迟时间设定为 0.000s，则可能会检测不到测量开始前的测试异常。为了进行可靠的测量，建议将延迟时间设定为 1 ms 以上。
- 进行超出显示的（OF）阈值如下所示。

显示	条件
OF	<ul style="list-style-type: none"> • 温度补偿前的测量值超出当前量程的测量范围时 • 温度补偿运算以及 Δt 的结果超出 999,999dgt 时 • 相对值运算结果大于 +99.999% 时 • 温度传感器断线时（温度传感器 Pt 设定）
-OF	<ul style="list-style-type: none"> • 温度补偿前的测量值小于 -2000dgt 时 • 温度补偿运算以及 Δt 的结果超出 -99,999dgt 时 • 相对值运算结果小于 -99.999% 时



应用功能的设定

第 5 章

5.1 比较器测量功能

功能说明

比较器测量功能是指比较事先设定的上、下限值与测量值，判断测量值进入到哪一范围并进行显示和输出的功能。



作为比较器结果，除了可进行 Hi、IN、Lo 的 LED 显示和蜂鸣器鸣响之外，还可通过 EXT I/O 端子输出。

❖ 关于 EXT I/O 端子的比较器输出：请参照“第 6 章外部控制”（第 71 页）

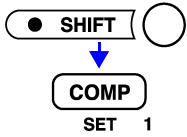

设定上、下限值并判定测量值（比较器测量功能）



例：希望在 2 kΩ 量程下，将上限值设定为 1 kΩ/ 下限值设定为 800 Ω，并在测量值超出上限值或下限值时，鸣响蜂鸣器进行判定。

- 1 (COMP 熄灭) 确认比较器测量功能已变为 OFF 状态。
- 2 设定量程。

在此处设定为 2 kΩ 量程。(2000.00 Ω)
- 3 (SHIFT 指示灯点亮) 变为设定比较器的蜂鸣音画面。(COMP 点亮)

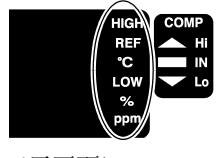



- 4 选择是否根据判定结果鸣响蜂鸣器。


在此处设定为 HL。

oFF 不鸣响蜂鸣器。
In 判定结果为 IN 时，鸣响蜂鸣器。
HL 判定结果为 Hi 和 Lo 时，鸣响蜂鸣器。
- 5 移动到设定比较器比较方法的位置。

选择比较器的比较方法。每按一次键都进行显示切换。

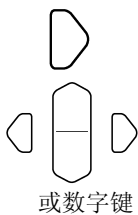
使用上限值 / 下限值进行比较



使用基准值 / 范围进行比较

在此处选择 HIGH 和 LOW。

6



移动到上、下限值设定画面。

设定上限值和下限值。



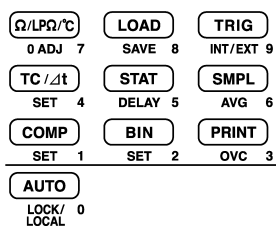
使用 RANGE 键时：

将闪烁位置移动到要设定的数位上，设定数值。



使用数字键时：

按数字对应按键进行设定。



7



确定设定，并返回到测量画面。
比较器功能变为有效状态。

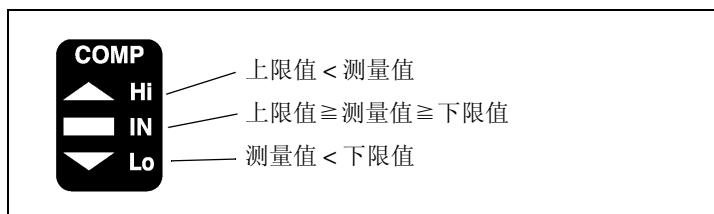
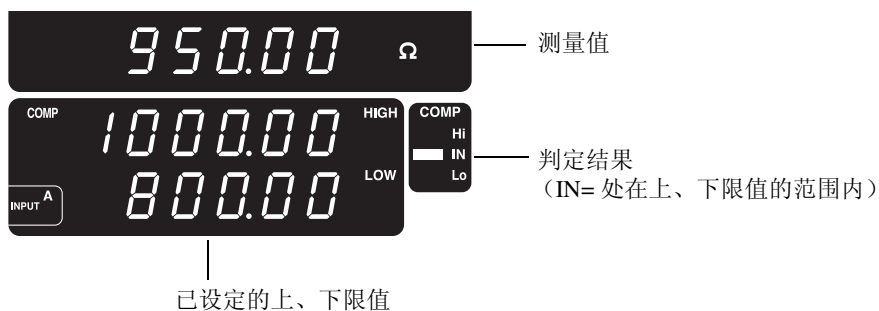
取消设定时：● SHIFT ○

8



连接测试物，判定测量值。

在主画面上显示测量值，在子画面的判定部分显示判定结果。



注记

上、下限值被保存为不依赖于测量功能和测试量程的显示计数值。

如果测量功能或测试量程不同，计数值所意味的绝对值也会产生变化。

例：希望在 20 Ω 量程下将下限值设定为 3.8 Ω 时，设定“038000”。如果在这种状态下设定为 200 Ω 量程，下限值则变为 38Ω。

设定基准值与范围并判定测量值（比较器测量功能）


例：希望在20Ω量程下，将基准值设定为15Ω/相对于基准值的范围设定为5%，并在测量值处于范围以内时鸣响蜂鸣器进行判定。

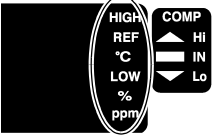


1 (**COMP** 熄灭) 确认比较器测量功能已变为 OFF 状态。

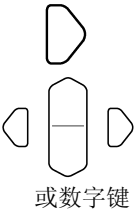

2  设定量程。
 (主画面) 在此处设定为 20 Ω 量程。(20.0000 Ω)

3  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为设定比较器的蜂鸣音画面。(COMP 点亮)
 (主画面) **b.off**

4  选择是否根据判定结果鸣响蜂鸣器。
 (主画面) 在此处设定为 **In**。
off 不鸣响蜂鸣器。
In 判定结果为 IN 时，鸣响蜂鸣器。
HL 判定结果为 Hi 和 Lo 时，鸣响蜂鸣器。

5  移动到设定比较器比较方法的位置。
 选择比较器的比较方法。每按一次键都进行显示切换。

 (子画面)   使用上限值 / 下限值进行比较 使用基准值 / 范围进行比较
 在此处选择 **REF**、**%**。

6  移动到基准值和范围 (%) 设定画面。设定基准值和范围。
 (主画面) 在此处将基准值设定为 15 Ω，将范围设定为 5%。
 (子画面) 基准值 范围 $\frac{\text{电阻测量值} - \text{基准值}}{\text{基准值}} \times 100$

使用 RANGE 键时：











将闪烁位置移动到要设定的数位上，设定数值。

 移动数位

 数值设定

使用数字键时：

按数字对应按键进行设定。

		
0 ADJ 7	SAVE 8	INT/EXT 9
		
SET 4	DELAY 5	AVG 6
		
SET 1	SET 2	OVC 3
	LOCK/ LOCAL 0	

5.1 比较器测量功能

7



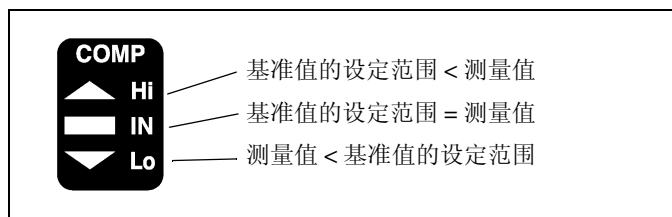
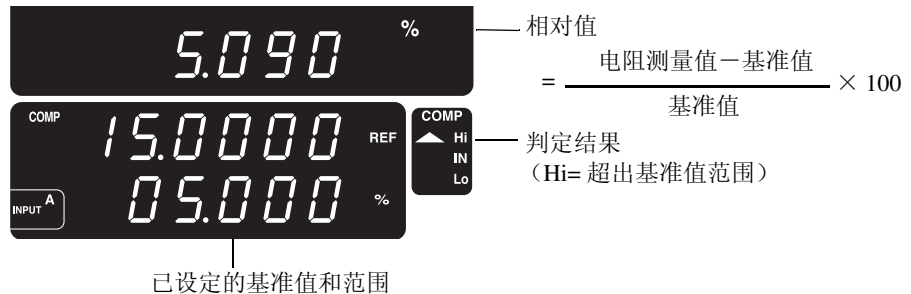
确定设定，并返回到测量画面。
比较器功能变为有效状态。

取消设定时：● SHIFT ○

8



连接测试物，判定测量值。
在主画面上显示相对值，在子画面的判定部分显示判定结果。



执行比较器测量



COMP 点亮



比较器测量功能变为有效状态。
按 COMP 键时，相对于设定条件进行比较判定。

将比较器测量功能设为无效



COMP 熄灭

将比较器测量功能设为无效。

注记

- 不能同时进行比较器测量和分类测量。
- 不能在自动量程下使用比较器功能。如果在设定自动量程时将比较器功能设为有效，自动量程则被解除。
- 为了防止误操作，比较器执行期间，仅下述键有效。
SAVE (SHIFT+LOAD)，LOAD，STAT，TRIG (为外部触发时)，
PRINT (使用接口进行打印机设定时)
如果不将比较器功能设为无效，则不能变更阈值。
❖ 请参照“5.15 各状态有效功能”(第70页)
- +OF 时判定为 Hi，-OF 时判定为 Lo。测试异常时不进行判定。
- 在温度补偿有效的状态下，如果温度探头未正确连接或温度测量值为 OF、-OF 时，不进行判定。
- 使用基准值 / 范围进行比较时，在内部计算上、下限值，并与测量的电阻值进行比较。

$$\text{上限值} = \text{基准值} \times \frac{100 + \text{范围} [\%]}{100}$$

$$\text{下限值} = \text{基准值} \times \frac{100 - \text{范围} [\%]}{100}$$

因此，即使相对显示值与判定范围相同，也可能会判定为 Hi 或 Lo。

(例) 基准值为 90.000Ω 并将范围设为 0.012% 时，上限值则为 90.010Ω。此时，测量 90.011Ω 时，显示为 0.012%，由于超出上限值，因此判定为 Hi。

- 如果处在设定画面时切断电源，正在设定的值则变为无效，变为以前的设定值。要确定设定时，请按 ENTER 键。

5.2 分类测量功能

功能说明

分类测量为 1 次测量，可进行最大 10 组（BIN0 ~ BIN9）上、下限值的比较判定，并显示测量结果。




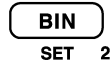








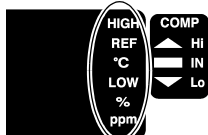

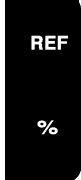
通过 EXT I/O 端子输出比较结果。

❖ 关于 EXT I/O 端子的分类输出：请参照“6.2 关于各信号”（第 72 页）

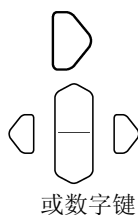
分类测量时，首先设定量程，然后在各 BIN No. 中设定上、下限值或基准值 / 范围。

设定上、下限值并判定测量值（分类测量功能）

例：希望在 2 kΩ 量程下，将上、下限值的判定条件设定为 2 种类型（BIN0: 上限值为 1 kΩ / 下限值为 800 Ω，BIN2: 上限值为 900 Ω / 下限值为 700 Ω）进行判定。

- 1 (BIN 熄灭) 确认分类测量功能已变为 OFF 状态。
- 2  设定量程。
 (主画面) 在此处设定为 2 kΩ 量程。(2000.00 Ω)
- 3  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为设定 BIN No. 画面。(BIN 点亮)
 (主画面) 首先设定 BIN0 的全部条件，然后设定 BIN2 的条件。
 BIN No. BIN No. 有效 / 无效
- 4  设定 BIN No.。(BIN No.= 0 ~ 9)
 (主画面) 在此处设定为 0。
- 5 
 选择将所设定的 BIN No. 设为有效或无效。
 (主画面) 在此处设定为 on。
 --..... 针对所设定的 BIN No., 不进行分类测量。
 on..... 针对所设定的 BIN No., 进行分类测量。
- 6 
 移动到设定测量值比较方法的位置。
 选择比较方法。每按一次键都进行显示切换。
 (子画面)  ↔ 
 使用上限值 / 下限值进行比较 使用基准值 / 范围进行比较
 在此处选择 HIGH 和 LOW。

7



移动到上、下限值设定画面。

设定上限值和下限值。



在此处将上限值设定为 **1000 Ω** ，将下限值设定为 **800 Ω** 。

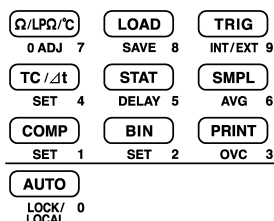
使用 RANGE 键时：

将闪烁位置移动到要设定的数位上，设定数值。

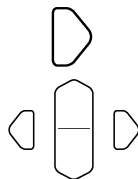


使用数字键时：

按数字对应按键进行设定。



8



返回到主画面的 BIN No.。

针对各 BIN No.，重复 3 ~ 7 进行设定。



在此处对 BIN2 进行左面所示的设定。

BIN2
上限值：900 Ω
下限值：700 Ω

9



确定设定，并返回到测量画面。
分类功能变为有效状态。

取消设定时：● SHIFT ○

10



连接测试物，判定测量值。
在主画面上显示测量值，子画面上显示判定结果。















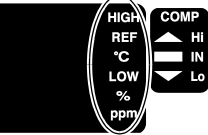

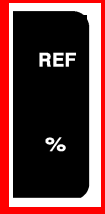
❖ 判定结果的查看方法：(第 50 页)

笔记

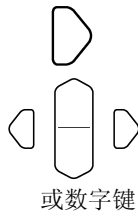
上、下限值被保存为不依赖于测量功能和测试量程的显示计数值。
如果测量功能或测试量程不同，计数值所意味的绝对值也会产生变化。
例：希望在 20 Ω 量程下将下限值设定为 3.8 Ω 时，设定“038000”。如果在这种状态下设定为 200 Ω 量程，下限值则变为 38 Ω 。

设定基准值与范围并判定测量值（分类测量功能）

例：希望在 20Ω 量程下，将基准值以及相对于基准值的范围设定为 2 种类型（BIN0：基准值为 15Ω / 范围 :5%， BIN2：基准值为 15Ω / 范围：2%）进行判定。

- 1 (BIN 熄灭) 确认分类测量功能已变为 OFF 状态。
- 2  设定量程。
 (主画面) 在此处设定为 20Ω 量程。(20.0000 Ω)
- 3  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为设定 BIN No. 画面。(BIN 点亮)
 (主画面)
 BIN No. BIN No. 有效 / 无效
- 4  设定 BIN No.。(BIN No.= 0 ~ 9)
 (主画面) 在此处设定为 0。
- 5 
 选择将所设定的 BIN No. 设为有效或无效。
 (主画面) 在此处设定为 on。
 - - 针对所设定的 BIN No., 不进行分类测量。
 on 针对所设定的 BIN No., 进行分类测量。
- 6 
 移动到设定测量值比较方法的位置。
 选择比较方法。每按一次键都进行显示切换。
 (子画面)
 使用上限值 / 下限值进行比较
 使用基准值 / 范围进行比较
 在此处选择 REF、%。

7



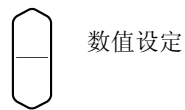
移动到基准值和范围（%）设定画面。设定基准值和范围。

(主画面) 在此处将基准值设定为 **15 Ω**，将范围设定为 **5%**。

(子画面) 基准值 $\frac{\text{电阻测量值} - \text{基准值}}{\text{基准值}} \times 100$
范围

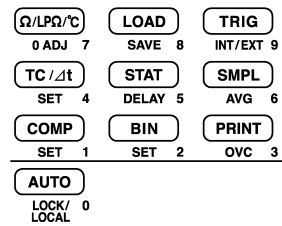
使用 RANGE 键时：

将闪烁位置移动到要设定的数位上，设定数值。

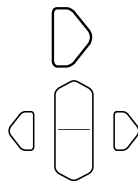


使用数字键时：

按数字对应按键进行设定。



8



返回到主画面的 BIN No.。

针对各 BIN No.，重复 3 ~ 7 进行设定。
在此处按如下进行设定。

在此处对 BIN2 进行左面所示的设定。

BIN2
基准值：15 Ω
范围：2%

9



确定设定，并返回到测量画面。
分类功能变为有效状态。

取消设定时：● SHIFT ○

变更分类编号时，保存设定。

10



连接测试物，判定测量值。

在主画面上显示绝对值，子画面上显示判定结果。

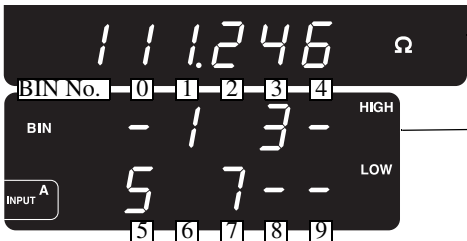
绝对值

判定结果
(BIN0: 范围内, BIN2: 范围内)
❖ 判定结果的查看方法: (第 50 页)

执行分类测量

BIN
SET 2

(**BIN** 点亮)
分类测量功能变为有效状态。按 **BIN** 键时，相对于设定条件进行判定。



测量值

各 BIN No. 的判定结果

PASS: BIN No. 1、3、5、7
FAIL: BIN No. 2、6
无效: BIN No. 0、4、8、9

- 数字 (0 ~ 9): PASS 的 BIN No.
(显示测量值, 处在 BIN No. 条件的范围内)
- 不显示: FAIL
(不显示测量值, 处在 BIN No. 条件的范围外)
- 一: 无效 (不判定)
(BIN No 的设定为 OFF 时, 在主画面上显示)

将分类测量功能设为无效

BIN
SET 2

(**BIN** 熄灭)
将分类测量功能设为无效。

注记






- 不能同时进行分类测量和比较器测量。
- BCD 输出为有效时, 不能通过外部 I/O 输出分类测量结果。
❖ 请参照“BIN No. 信号输出、BCD 信号的设定”(第 76 页)
- 为了防止误操作, 分类测量执行期间, 仅下述键有效。
SAVE (SHIFT+LOAD), LOAD, STAT, TRIG (为外部触发时),
PRINT (使用接口进行打印机设定时)
❖ 请参照“5.15 各状态有效功能”(第 70 页)
- 如果处在设定画面时切断电源, 正在设定的值则变为无效, 使用以前的设定值。要确定设定时, 请按 ENTER 键。
- 如果在设定自动量程时将分类测量设为有效, 自动量程则被解除。
- 不进行测试异常的判定。

5.3 平均值功能


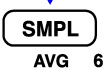



功能说明

平均值功能是指输出平均测量值的功能。使用该功能，可缩小显示值的偏差。平均次数可设定为 2 ~ 100 次。

设定平均次数。

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
变为平均值功能设定画面。
 (主画面)
- 2  选择 **ON**。
 (子画面)
- 3  平均次数会闪烁。
 (子画面)
- 4  选择平均次数。
或数字键
- 5  变为平均值测量。(AVG 点亮)

解除平均值功能

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
变为平均值功能设定画面。
 (主画面)
- 2  选择 **OFF**。
 (子画面)
- 3  平均值功能被解除。(AVG 熄灭)

注记

- 在使用内部触发进行连续测量的状态（自由测量）下，变为移动平均（初始设定）。除此之外的情况为累计平均。
 - ❖ 触发的设定：请参照“5.11 触发功能”（第 62 页）
 - ❖ 平均方法（第 162 页）
- 采样速度为 FAST，测量电流较小（约为 100 μ A 以下）时，测量值可能会因商用生产线的噪音而出现较大偏差。在这种情况下，即使增加平均次数，也不会有明显效果。请对测试物或测试线进行充分的屏蔽，或将采样速度设定为 MEDIUM 或 SLOW1，SLOW2。

5.4 温度补偿功能 (TC)

功能说明


根据温度补偿的原理（请参照“附录 2 关于温度补偿功能 (TC)”（第 172 页），将电阻值换算为基准温度进行显示。



在主机背面的 TC SENSOR 端子上连接温度传感器时，请务必阅读下述说明。


❖ 请参照“2.4 连接温度探头”（第 19 页）


❖ 请参照“2.5 连接带有模拟输出的温度计”（第 20 页）


选择温度补偿功能

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)


 变为菜单画面。
- 2  显示 TC/ Δt 选择画面。(菜单画面参照 (第 13 页))


 (主画面)


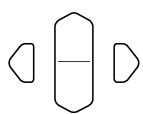
 (子画面)

CrrCt 选择温度补偿 (temperature correct)。
- 3  确定设定，并返回到测量画面。


设定温度补偿 (基准温度和温度系数)

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)


 变为温度补偿的设定画面。

 (主画面)
- 2  或数字键


设定基准温度和温度系数。

 (子画面)

—— 基准温度 (-10.0 ~ 99.9 °C)

—— 温度系数 (-99999 ~ 99999 ppm)
- 3  确定设定，并返回到测量画面。(TC 点亮)

此时，在设定内容中显示已进行温度补偿的电阻值。

取消设定时: 

执行 / 解除温度补偿



TC 点亮 ... 进行温度补偿。
TC 熄灭 ... 温度补偿功能被解除



按 TC/ Δt 键时显示错误

可能是 9451 温度探头未连接或未正确连接。不能进行温度补偿时，请确认温度探头的连接。

注记

- 将温度探头放在测试物表面等上面，则不能进行补偿。毕竟只是检测该场所的环境温度。
- 请在测量之前安装温度探头，并对本仪器进行 60 分钟以上的预热。如果要进行温度补偿的测试物与温度探头没有充分适应环境温度，则会产生较大误差。
- 如果温度探头没有可靠地插入到主机背面的 TC SENSOR 端子深处，则可能会导致测量值产生较大误差。

5.5 温度换算功能 (Δt)

功能说明

根据温度换算的原理（请参照“附录 3 关于温度换算功能 (Δt)”（第 174 页）），进行温度上升值换算。







注记

使用温度换算功能时，不能使用下述功能。
比较器功能，分类功能以及统计运算功能

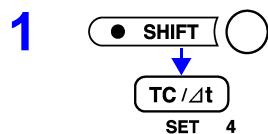
出厂时设为不能使用温度换算功能。

请按下述步骤将温度换算功能设为有效。此时，不能利用温度补偿功能。

选择温度换算功能

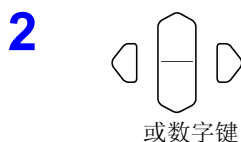
-  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
-  显示 TC/ Δt 选择画面。（菜单画面参照（第 13 页））
 （主画面）
 （子画面）
Conv 选择温度换算（temperature conversion）。
-  确定设定，并返回到测量画面。

设定温度换算常数



(SHIFT 指示灯点亮)

变为设定各常数画面。



设定初始电阻值 (R_1)、初始温度 (t_1)、 0°C 下的温度系数的倒数 (k)。

00.0000

(主画面)

—— 初始电阻值 (R_1) ($0\text{ m}\Omega \sim 110\text{ M}\Omega$)

0230
0235.0

(子画面)

—— 初始温度 (t_1) ($-10.0 \sim 99.9^\circ\text{C}$)

—— 0°C 下的温度系数的倒数 (k) ($-999.9 \sim 999.9$)

k 的参考值

根据 JIS C4034-1, 建议使用下述参考值。

- 铜: $k = 235$
- 铝: $k = 225$

❖ 请参照“参考”(第 173 页)



确定设定, 并返回到测量画面。

取消设定时:

执行 / 解除温度换算



Δt 点亮 进行温度换算。

Δt 熄灭 解除温度换算功能。

5.6 统计运算功能

功能说明

针对最多 30000 个测量数据，计算并显示平均值、最大值、最小值、母标准偏差、采样标准偏差以及工序能力指数。

运算公式如下所示。

平均值

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

母标准偏差

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n}} \quad (= \sigma_n)$$

采样的标准偏差

$$s = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}} \quad (= \sigma_{n-1})$$

工序能力指数（偏差）

$$Cp = \frac{|Hi - Lo|}{6\sigma_{n-1}}$$

工序能力指数（偏移）


$$CpK = \frac{|Hi - Lo| - |Hi + Lo - 2\bar{x}|}{6\sigma_{n-1}}$$

- 式中的 n 表示有效数据数。
- Hi、Lo 使用比较器的上、下限值。
- 工序能力指数是指过程质量的实现能力，可理解为“工序具有的质量偏差和偏移的幅度”。一般可使用 Cp、CpK 的值来评价工序能力（如下所示）。
Cp、CpK>1.33 工序能力充分
1.33 ≧ Cp、CpK>1.00 工序能力适当
1.00 ≧ Cp、CpK..... 工序能力不足

注记

- 有效数据数为 1 个时，不显示采样标准偏差和工序能力指数。
- σ_{n-1} 为 0 时，Cp、Cpk 为 99.99。
- Cp、CpK 的上限为 99.99。Cp、CpK>99.99 时，显示为 99.99。
- 即使在分类功能有效时，也使用比较器的上、下限值计算 Cp、CpK。
- CpK 为负数时，CpK=0。
- 不能统计运算基于温度换算功能（Δt）的测量值。
- 在统计运算期间变更比较器设定、分类设定以及温度补偿设定等情况下，运算结果没有意义。

统计运算功能的执行 / 解除

- 1  变为统计运算画面。
 (主画面) 
 (子画面) 
- 2  显示执行和解除功能的画面。
 (子画面) 
-  将运算功能设为有效或无效。(子画面)
on..... 将运算功能设为 ON。
off..... 将运算功能设为 OFF。
- 3  确定设定，并返回到测量画面。
 取消设定时:  

注记

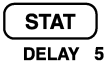
- 比较器功能或分类功能为 ON 时，不能进行统计运算功能的设定 (ON/OFF)。
- 如果将统计运算功能从 OFF 设为 ON，则重新开始统计运算而不清除运算结果。
- 如果将统计运算功能设为 ON，测量速度则会降低。


统计运算结果的清除



- 1  变为统计运算画面。
 (主画面) 
 (子画面) 
- 2  变为清除画面。
 (子画面) 
- 3  清除统计运算结果。



统计运算结果打印后的自动清除

将统计运算结果输出到打印机之后，可自动清除运算结果。


- 1**  变为统计运算画面。


 (主画面)

 (子画面)
- 2**  显示打印后的自动清除设定画面。

 (子画面)
-  将打印后的自动清除设为有效或无效。(子画面)

on 将统计运算结果输出到打印机后，自动清除。

off 不清除。
- 3**  确定设定，并返回到测量画面。

取消设定时: 

读取数据



如果在统计运算功能为 ON 的状态下按 TRIG 键，则进行下述动作。

- 外部触发：进行 1 次测量，统计运算测量结果
- 内部触发：统计运算刚才的显示值并打印测量值（接口为打印机时）

注记

- 即使发送 *TRG 命令，也进行相同操作。
- 即使将 EXT I/O 的 TRIG 端子与 GND 短路，也进行相同操作。

确认统计运算结果

1



变为统计运算画面。

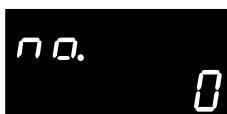
2



每按一次，画面都会发生如下变化。

(子画面)
 总数据数→平均值→最大值→最小值→母标准偏差→采样标准偏差→工序能力指数→ON/OFF 设定→打印后的自动清除设定→清除设定

总数据数



平均值

有效数据的
平均值

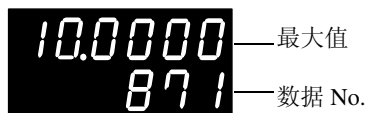
最大值



最大值

数据 No.

最小值



最大值

数据 No.

母标准偏差



采样的标准偏差



工序能力指数



Cp

Cpk

ON/OFF 设定



打印后的自动清除设定



清除设定

**注记**

- 有效数据数为 0 时，不显示运算结果。
- 有效数据数为 1 时，不显示采样标准偏差和工序能力指数。

将统计运算结果输出到打印机



在统计运算结果确认画面中，按 PRINT 键。
 可将统计运算结果输出到打印机（选件）中。
 ❖ 请参照“第 7 章打印机（选件）”（第 83 页）

5.7 偏置电压补偿功能 (OVC: Offset Voltage Compensation)

功能说明

设定自动补偿电动势影响（请参照“附录 4 关于电动势的影响”（第 175 页））或本仪器内部偏置电压等的功能。

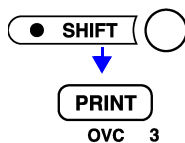
- **2 Ω 量程以上以及 200 mΩ 量程（测量电流为 100 mA）时**
流过测量电流，测量 R_{ON} ，然后切断测量电流，测量 R_{OFF} ，并如下显示真测量值。

$$R_{ON} - R_{OFF}$$

- **20 mΩ 和 200 mΩ 量程（测量电流为 1 A）时**
根据正方向流过测量电流时的测量值 R_P (>0) 与反方向流过测量电流时的测量值 R_N (<0)，如下显示真电阻值。

$$\frac{R_P - R_N}{2}$$

执行 / 解除偏置电压补偿功能



（SHIFT 指示灯点亮）

OVC 点亮 将偏置电压补偿功能设为有效。

OVC 熄灭 将偏置电压补偿功能设为无效。

注记

- 测试物的热容量较小时，可能看不到偏置电压补偿功能的效果。
- 测试物具有感性时，从电流 ON/OFF ~ 开始测量之间，需要延迟时间。延迟时间以下述计算值的 10 倍为大致标准，确保电感不会对测量值产生影响，具体请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）进行设定。另外，自动触发延迟时，以 $R \approx L$ 作为大致标准，设定为 100ms 左右。

$$t = -\frac{L}{R} \ln \left(1 - \frac{IR}{V_o} \right)$$

L 测试物的电感

R 测试物的电阻 + 导线电阻 + 接触电阻

I 测量电流（请参照“9.2 精度”（第 165 页））

V_o .. 开路电压（请参照“9.2 精度”（第 165 页））

- 为 100 kΩ 量程以上时，设定无效。
- 即使测试物为纯电阻，也需要 1 ms ~ 10 ms 左右的延迟时间。最初请将延迟时间设定得长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短延迟时间。
- 使用调零功能时，在变更偏置电压补偿功能的变换之后，请务必实施调零。
- 偏置电压补偿功能为有效时（OVC 点亮），测量时间会延长。
❖ 请参照“6.3 时序图”测量时间（第 80 页）

5.8 自校准功能

功能说明

为了提高测量精度，本仪器进行自校准，用于补偿电路内部的偏置电压或增益漂移等。

为 SLOW1、SLOW2 时，每进行 1 次测量，就进行 1 次自校准。此处的设定对于 SLOW1 和 SLOW2 来说是无效的。

为 FAST、MEDIUM 时，为了提高测量速度，仅在下述指定时序内执行自校准。

- **自校准：自动**








30 分钟执行 1 次自校准，测量中断时间仅需约 55 ms。

- **自校准：手动**

如果将 EXT I/O 端子的 CAL 端子短接在 GND 上，则执行自校准。

预热结束之后，请务必执行自校准。

自校准的自动 / 手动设定 (FAST、MEDIUM)

-  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
-  显示自校准设定画面。
 (菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
 选择自动或手动。(子画面)
AUTO..... 自动自校准
In 手动自校准
-  确定设定，并返回到测量画面。

注记

在下述情况下也执行自校准，与上述设定无关。

- 变更量程时
- 变更采样速度时
- 进行 LOAD 时 (请参照“5.13 面板读取功能”(第 67 页))
- 进行复位时
- 切换测量功能时

为了满足精度规格，在下述情况下请执行自校准。


- 预热结束后
- 环境温度出现 2 °C 以上变化

自校准期间的触发保留 1 次，并在自校准结束后进行测量。使用外部触发时，由于可能会在非预期的时序内进行测量，因此建议将自校准设定为手动。

5.9 按键操作音的设定

功能说明 设定在按主机正面操作键时，是否鸣响按键操作音。

将操作音设为 ON/ OFF

-  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
-  显示按键操作音设定画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
 当前的按键操作音设定进行闪烁。
 进行操作音设定。(子画面)
on 鸣响按键操作音
off 不鸣响按键操作音
-  确定设定，并返回到测量画面。

5.10 按键锁定功能

功能说明 如果执行按键锁定，主机正面的操作键则变为不可操作状态。可使用按键锁定功能保护设定内容。

执行 / 解除按键锁定

- 设定测量条件。
-  (SHIFT 指示灯点亮)

 - LOCK** 点亮..... 进入按键锁定状态。
 - LOCK** 熄灭..... 解除按键锁定状态。

注记

- 即便切断电源也不会解除按键锁定功能。
- 通过外部触发进行按键锁定时，可使用 TRIG 键。

5.11 触发功能

5.11.1 触发源

功能说明

触发源包括内部触发和外部触发 2 种类型。

- **内部触发**
在内部自动产生触发。
为内部触发源时，始终流过测量电流。
- **外部触发**
通过外部或手动输入触发信号进行测量。

内部 / 外部触发源的设定



在 **EXT.TRIG** 点亮状态下按。
(SHIFT 指示灯点亮)



EXT.TRIG 熄灭..... 变为内部触发源。

EXT.TRIG 点亮..... 变为外部触发源。

使用外部触发的测量

从外部进行触发时，可采用下述 3 种方法。

- **通过操作键输入**
如果按 **TRIG** 键，则进行 1 次测量。
- **通过外部 I/O 输入**
如果将背面面板 EXT I/O 接口的 TRIG 端子与 GND 短路，则进行 1 次测量。
❖ 请参照“6.2 关于各信号”（第 72 页）
- **通过接口输入**
如果通过接口发送“*TRG”命令，则进行 1 次测量。

注记

- 设定为内部触发时，会忽略外部 I/O 的输入以及“*TRG”命令。
- 使用外部触发进行测量时，在低电流电阻测量功能的所有量程以及电阻测量功能的 20 mΩ ~ 20 Ω 量程下，仅在测量期间流过电流。
❖ 请参照“6.3 时序图”（第 78 页）
- 由于响应时间因测试物而异，因此请务必设定延迟时间。最初请将延迟时间设定得长一些，然后在观察测量值的同时逐渐缩短。
❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）
- 通常，前面板的操作会变为“连续测量”状态。触发源为“内部”时，变为连续进行触发的“自由测量”状态。触发源为“外部”时，有外部输入触发信号则进行测量。
通过 RS-232C 或 GP-IB 的设定可解除连续测量。如果解除连续测量，则只在主机（计算机或可编程装置）指定的时序受理触发信号。
❖ 关于触发命令：请参照“(7) 触发”（第 138 页）
❖ 请参照“8.7 基本的数据取得方法”（第 146 页）

5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间

功能说明

触发延迟

设定从输入触发信号至开始测量之间的延迟时间。

使用该功能，即使在刚刚连接测试物之后输入触发信号，也可以在测量值稳定之后开始测量。

触发延迟包括下述 2 种类型。

- **自动延迟**

根据量程自动设定延迟时间。

❖ 请参照“自动延迟的延迟时间”（请参照下表）

- **手动延迟**

任意设定延迟时间。

可按 1 ms 的分辨率在 0.000 ~ 9.999 s 的范围之内设定触发延迟时间。

测试异常检测时间

设定测量开始（本仪器内部：INDEX=Lo（OFF））之前的测试异常检测时间。

测量期间出现测试异常时，始终进行检测。

通常设定为 AUTO，但希望更准确地进行测试异常检测时，可将从测试物与探头接触~达到稳定状态之间的响应时间设定为测试异常检测时间。

❖ 请参照“关于测试异常检测时间”（第 65 页）

- **自动设定**

自动设定测试异常检测时间（测量之前的响应时间）。

20 mΩ ~ 200 Ω 量程，LP 功能：0.833 ms

2 kΩ ~ 100 MΩ 量程：0.500 ms

- **手动设定**

任意设定测试异常检测时间。

可按 1 ms 的分辨率在 0.000 ~ 9.998 s 的范围之内设定检测时间。但不能设定超出延迟时间。

注记

如果将延迟时间设定为 0.000 s，则不能检测这一期间的测试异常。为了进行可靠的测量，建议将延迟时间设定为 1 ms 以上。

自动延迟的延迟时间

		量程 [Ω]	20 m	200 m	2	20	200	2 k	20 k	100 k	1M	10M	100M
电阻测量	延迟 [ms]	OVC OFF	30	30	3	3	3	3	3	10	100	500	1000
		OVC ON	100	100	100	100	100	100	100	—	—	—	—
低电流 电阻测量	延迟 [ms]	OVC OFF	—	—	3	3	3	15	—	—	—	—	—
		OVC ON	—	—	100	100	100	100	—	—	—	—	—

OVC: 偏置电压补偿功能

设定触发延迟与测试异常检测时间

- 1**



(SHIFT 指示灯点亮)

变为触发延迟设定画面。

主画面
 (主画面)

子画面
 (子画面)

当前设定的触发延迟进行闪烁。
- 2**



选择自动延迟或手动延迟。(子画面)

AUto 自动延迟 → **至步骤 4**

SEt 手动延迟 → **至下一步骤**
- 3**



(选择 SET 时)

表示触发延迟时间的数字闪烁。设定触发延迟时间。

主画面
 (主画面)
- 4**



确定设定，显示测试异常检测时间设定画面。

主画面
 (主画面)

子画面
 (子画面)
- 5**



选择测试异常检测时间设定的自动或手动。(子画面)

AUto 测试异常检测时间自动设定 → **至步骤 7**

SEt 测试异常检测时间手动设定 → **至下一步骤**
- 6**



(选择 SET 时)

表示测试异常检测时间的数字闪烁。设定测试异常检测时间。

主画面
 (主画面)
- 7**



确定设定，并返回到测量画面。

取消设定时：

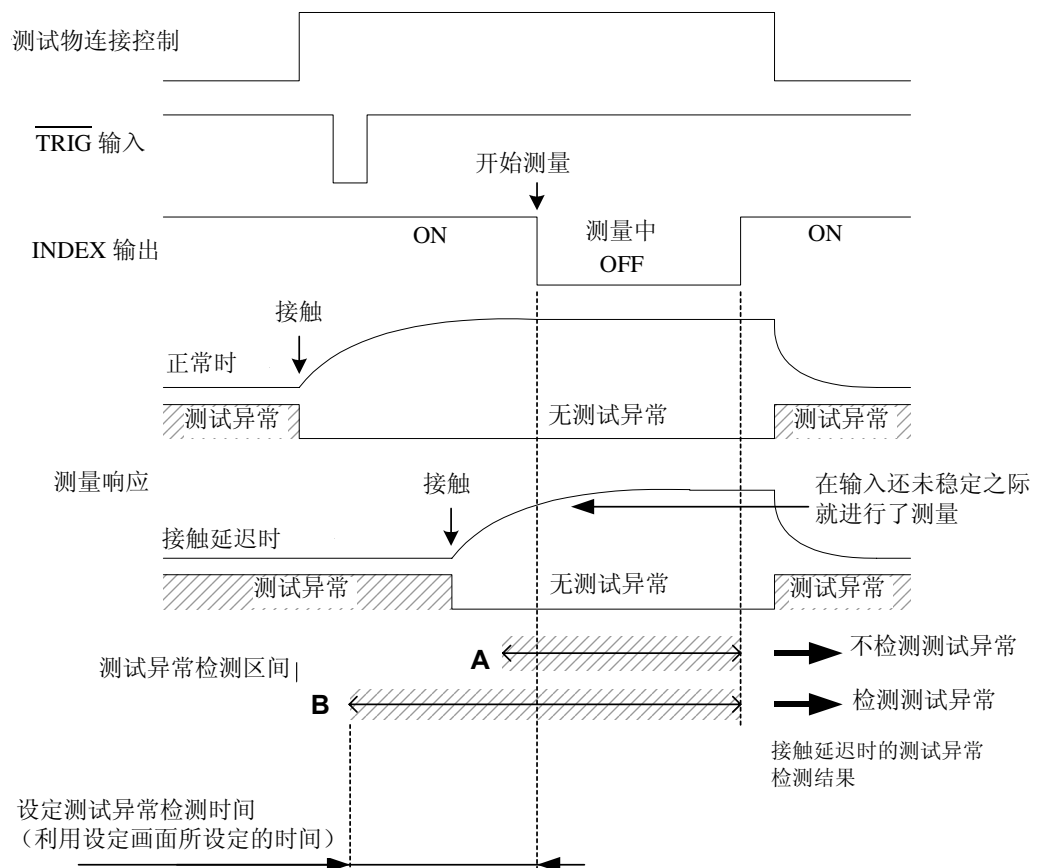
关于测试异常检测时间

测试异常检测功能用于检测测试物与测试线之间的连接不良或测试电缆断线状态的功能。如果从测量开始之前充分的时间（= 响应时间）内未能确认连接状态，测量期间输入的值可能会变得不稳定，结果导致无法获得正确的测量值。

因此，通过在测量开始的响应时间之前~测量结束之间进行测试异常检测，可以更安全地进行测试异常检测。

下图所示为测试物与探头接触正常以及（因机械原因等）发生延迟时的测量情形。

通过适当地设定测试异常检测时间，在接触延迟而无法进行正确测量时，可作为测试异常进行检测。



实际的探头接触相对于测试物与探头连接控制发生延迟时，响应时间会来不及，导致测量期间的输入变得很不稳定。在这种情况下，测量值是不正确的。

- 按照 A 的方式设定进行测试异常检测的区间时
由于在区间内不是测试异常，因此不进行测试异常检测。
本仪器的显示：显示不正确的测量值。
- 按照 B 的方式设定进行测试异常检测的区间时
由于在区间的前半部分产生测试异常，因此检测到测试异常。本仪器的显示：显示测试异常错误。

5.12 面板保存功能

功能说明

将当前的测量条件保存到内置的非易失性存储器中。
可保存的测量条件最多为 30 组。
保存执行面板保存时的测量条件。
可使用后述的面板读取功能读出已保存的测量条件。

保存测量条件

- 1**  (SHIFT 指示灯点亮)

 变为面板保存画面。面板显示编号闪烁。

 (主画面) 面板显示编号
- 2**  选择要保存的面板显示编号。

 (主画面) (保存面板显示 No.3 的测量条件时)

或数字键
- 3**  保存测量条件，返回到测量画面。

取消保存时:  不保存测量条件，返回到测量画面。

注记

- 如果选择过去保存的面板显示编号并按 ENTER 键，保存内容则会被改写。
- 按键锁定状态下只能使用远程命令 :SYSTem:SAVE 进行保存。

保存项目

- 测量速度
- 功能
- 量程设定
- 比较器设定
- 分类设定
- 内部触发 / 外部触发
- 延迟设定
- 测试异常检测时间设定
- 调零
- 平均值设定
- TC 设定
- Δt 设定
- OVC 设定
- 自校准设定
- 外部 I/O BIN/ BCD 的选择
- 测试异常输出 SYNC/ ASYNC 的设定
- 按键锁定

5.13 面板读取功能

功能说明

从内置的非易失性存储器里读出使用面板保存功能所保存的测量条件。

读出保存的测量条件

1



变为面板读取画面。面板显示编号闪烁。

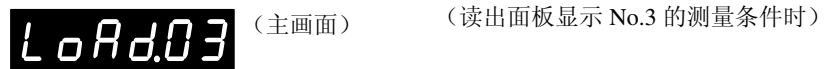


2



或数字键

选择读出的面板显示编号。



3



读出测量条件，返回到测量画面。

取消读出时：● SHIFT ○

不读出测量条件，返回到测量画面。

注记

- 如果选择未保存的面板显示编号并按 ENTER 键，则鸣响警告音。
- 使用量程键的上下选择面板显示编号时，只显示保存的编号。
- 即使有 EXT I/O 的 LOAD0 ~ LOAD4 和 TRIG 信号的控制，也可以读出。
❖ 请参照“第 6 章 外部控制”；“输入信号”（第 73 页）
- 由于也读取调零值，因此请在调零之后进行面板保存。











5.14 复位功能

功能说明

复位功能包括下述 2 种复位。

- **复位**
将面板保存数据之外的测量条件初始化为出厂状态
- **系统复位**
将所有的测量条件和面板保存数据初始化为出厂状态

进行复位 / 系统复位

-  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
-  显示复位画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
-  选择复位方法。(子画面)
SET... 复位 (对面板保存数据以外的测量条件进行初始化)
SYS... 系统复位 (对全部测量条件进行初始化)
-  使 ENTER 闪烁。
 (子画面)
-  执行复位。
 取消时:  返回测量画面, 不进行复位。

注记

系统复位也对面板保存数据进行初始化。

出厂时的初始设定

内容	初始值	内容	初始值
测量功能	电阻	连续测量	ON
电阻量程	AUTO	触发源	内部触发
LP 电阻量程	AUTO	电源频率	60Hz
调零	OFF	按键操作音	ON
调零值	0	按键锁定	OFF
温度补偿和温度换算选择	温度补偿	比较器	OFF
TC/ Δt	OFF	比较器模式	Hi, Lo
温度补偿基准温度	20 °C	比较器上限值	0
温度补偿系数	3930ppm	比较器下限值	0
温度换算初始电阻值	0 m Ω	比较器蜂鸣音	HL
温度换算初始温度	23 °C	BIN	OFF
温度换算常数	235 °C	分类的有效和无效	全部无效
统计运算功能	OFF	分类模式	全部 Hi, Lo
延迟	AUTO	分类上限值	全部 0
延迟时间	0.000s	分类下限值	全部 0
测试异常查出	AUTO	接口	RS-232C
测试异常查出时间设定	0.000s	打印间隔	0
采样速度	SLOW2	BIN/BCD 输出	分类输出
平均值功能	OFF	错误输出	ASync
平均次数	2	输入端子	A
偏置电压补偿功能	OFF	温度传感器 Pt/ 模拟 /RS-232C	Pt
自校准	AUTO	模拟温度测量常数	T1: 0 °C T2: 500 °C V1: 0 V V2: 1 V
		200 m Ω 量程测量电流	1A

5.15 各状态有效功能

●：有效 / ×：无效 / △：不可变更设定

功能	状态											
	电阻 测量	温度 测量	比较器 ON	BIN ON	TC ON	Δt ON	自动 量程	调零	外部 触发	延迟	平均 值	统计 运算
功能切换	●	●	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
读取 / 保存	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
触发切换	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
TC/Δt ON/OFF	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
TC/Δt 设定	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
统计运算	●	×	' *1	' *1	●	×	●	●	●	●	●	●
采样	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
平均值设定	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
比较器 ON/OFF	●	×	●	×	●	×	●*3	●	●	●	●	●
比较器设定	●	×	'	×	●	×	●	●	●	●	●	●
BIN ON/OFF	●	×	×	'	●	×	●*3	●	●	●	●	●
分类设定	●	×	×	'	●	×	●	●	●	●	●	●
打印	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
自动量程	●	×	×	×	●	●	●	●	●	●	●	●
量程切换	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
执行调零	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
延迟设定	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
OVC ON/OFF	●	×	'	'	●	●	●	●	●	●	●	●
按键锁定	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
调零清除	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
TC/Δt 的切换	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
接口设定	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
校准 AUTO/MANU	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
外部 I/O BIN/BCD	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
Err 输出 Sync/Async	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
按键音	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
电源频率设定	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●
调整	●	●	' *2	' *2	●	●	●	●	●	●	●	●

*1: 仅限于显示

*2: 菜单画面中没有

*3: 自动量程为 OFF 状态

外部控制

第 6 章

6.1 关于外部输入输出端子 (EXT I/O)



外部控制端子的功能

- 外部触发的输入 ($\overline{\text{TRIG}}$)
- 选择要调用的面板显示编号 ($\overline{\text{LOAD0}} \sim \overline{\text{LOAD4}}$)
- 调零信号的输入 ($\overline{\text{0ADJ}}$)
- 打印信号的输入 ($\overline{\text{PRINT}}$)
- 自校准信号的输入 ($\overline{\text{CAL}}$)

外部输出端子的功能

- 测量结束信号的输出 (EOC)
- 参照信号的输出 (INDEX)
- 测试异常信号的输出 (ERR)
- 比较器判定信号的输出 (Hi、IN、Lo)
- 分类信号的输出 (BIN0 ~ BIN9) *1
- BCD 输出 (BCD1-0 ~ BCD6-3) *1
- 通用输出 (OUT0 ~ OUT7) *2

*1: 只能使用分类输出或 BCD 输出中的一个。

*2: 选择 BCD 输出时, 不能使用通用输出 (OUT0 ~ OUT7)。

使用接头

57RE-40500-730B (D29) (第一电子工业公司制 (DDK))

适合接头

57-30500 (第一电子工业公司制 (DDK))
其他同等产品



为了避免触电事故, 请注意以下事项。

- 请在关闭电源之后, 连接到端子上。请切实地进行配线, 以免所接配线在操作期间脱落而接触外壳和测试线等导电部分。
- **INT.GND** 已接地。如果控制器相对地线具有电位, 则会导致短路事故。

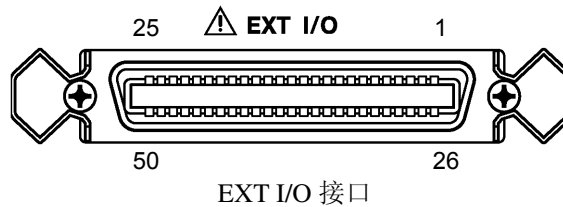


为了避免本仪器损伤, 请注意以下事项。

- 请勿向外部输出端子或外部控制端子输入额定值以上的电压或电流。
- 使用继电器时, 请务必安装反电动势吸收用二极管。
- 请注意勿使 INT.VCC 与 INT.GND 之间形成短路。
- 请务必对连接外部控制端子和外部输出端子的仪器进行保护接地。

6.2 关于各信号

针配置图



针编号	I/O	信号线名称	针编号	I/O	信号线名称
1	IN	$\overline{\text{LOAD0}}$	26	IN	$\overline{\text{LOAD1}}$
2	IN	$\overline{\text{LOAD2}}$	27	IN	$\overline{\text{LOAD3}}$
3	IN	$\overline{\text{LOAD4}}$	28	IN	$\overline{\text{0ADJ}}$
4	IN	$\overline{\text{TRIG (IN0)}}$	29	IN	$\overline{\text{CAL}}$
5	IN	$\overline{\text{PRINT (IN1)}}$	30	-	未使用端子
6		INT.GND	31		INT.GND
7		INT.GND	32		INT.GND
8		INT.GND	33		INT.GND
9		INT.VCC	34		INT.VCC
10		INT.VCC	35		INT.VCC
11	OUT	ERR	36	OUT	INDEX
12	OUT	EOC	37	OUT	Hi
13	OUT	IN	38	OUT	Lo
14	OUT	BIN0 (BCD1-0)	39	OUT	BIN1 (BCD1-1)
15	OUT	BIN2 (BCD1-2)	40	OUT	BIN3 (BCD1-3)
16	OUT	BIN4 (BCD2-0)	41	OUT	BIN5 (BCD2-1)
17	OUT	BIN6 (BCD2-2)	42	OUT	BIN7 (BCD2-3)
18	OUT	BIN8 (BCD3-0)	43	OUT	BIN9 (BCD3-1)
19	OUT	OB (BCD3-2)	44	OUT	(BCD3-3)
20	OUT	(BCD4-0)	45	OUT	(BCD4-1)
21	OUT	(BCD4-2)	46	OUT	(BCD4-3)
22	OUT	OUT0 (BCD5-0)	47	OUT	OUT1 (BCD5-1)
23	OUT	OUT2 (BCD5-2)	48	OUT	OUT3 (BCD5-3)
24	OUT	OUT4 (BCD6-0)	49	OUT	OUT5 (BCD6-1)
25	OUT	OUT6 (BCD6-2)	50	OUT	OUT7 (BCD6-3)

输入信号

 $\overline{\text{LOAD0}} \sim \overline{\text{LOAD4}}$

如果选择要调用的面板显示编号并输入 $\overline{\text{TRIG}}$ 信号，则读入选中的面板显示编号并进行测量。LOAD0 为 LSB，LOAD4 为 MSB。

LOAD4	LOAD3	LOAD2	LOAD1	LOAD0	Panel No.	
0	0	0	0	0	*	0: 将 $\overline{\text{LOAD}}$ 端子短接到 GND 上
0	0	0	0	1	30	
0	0	0	1	0	29	1: 使 $\overline{\text{LOAD}}$ 端子保持开路状态或连接到 5V 上
0	0	0	1	1	28	
0	0	1	0	0	27	
0	0	1	0	1	26	
0	0	1	1	0	25	
0	0	1	1	1	24	
0	1	0	0	0	23	
0	1	0	0	1	22	
0	1	0	1	0	21	
0	1	0	1	1	20	
0	1	1	0	0	19	
0	1	1	0	1	18	
0	1	1	1	0	17	
0	1	1	1	1	16	
1	0	0	0	0	15	
1	0	0	0	1	14	
1	0	0	1	0	13	
1	0	0	1	1	12	
1	0	1	0	0	11	
1	0	1	0	1	10	
1	0	1	1	0	9	
1	0	1	1	1	8	
1	1	0	0	0	7	
1	1	0	0	1	6	
1	1	0	1	0	5	
1	1	0	1	1	4	
1	1	1	0	0	3	
1	1	1	0	1	2	
1	1	1	1	0	1	
1	1	1	1	1	*	

*: $\overline{\text{LOAD0}} \sim \overline{\text{LOAD4}}$ 全部设为 1 或 0 输入触发信号时，不执行面板读取。

- 要在执行面板读取之后变更测量条件时，最低需要在 70 ms 以上。（稳定时间因功能、量程以及采样速度而异）
- 设定为外部触发时，在调用完成之后进行 1 次测量。
- 通过 RS-232C 或 GP-IB 控制本仪器时（远程状态），不能使用 $\overline{\text{LOAD0}} \sim \overline{\text{LOAD4}}$ 进行面板读取。

 $\overline{\text{TRIG}}$

触发源为外部时，如果将 $\overline{\text{TRIG}}$ 信号从 Hi 设定为 Lo，则在其边沿进行一次测量。

在下述情况下， $\overline{\text{TRIG}}$ 信号无效

- 内部触发源的触发
- 测量画面以外的触发
- 远程状态下的面板读取

 $\overline{\text{0ADJ}}$

如果将 $\overline{\text{0ADJ}}$ 信号从 Hi 设定为 Lo，则在其边沿执行 1 次调零。

 $\overline{\text{PRINT}}$

如果将 $\overline{\text{PRINT}}$ 信号从 Hi 设定为 Lo，则在其边沿打印当前的测量值。

IN0、IN1

不使用 TRIG 功能和 PRINT 功能时，可使用 :IO:IN? 命令监视通用输入端子。

❖ 请参照“8.6.2 固有命令”，“(6) 外部 I/O”（第 137 页）

CAL

在自校准手动设定，采样速度为 FAST、MEDIUM 时，如果将 CAL 信号从 Hi 设定为 Lo，则在其边沿开始自校准。

自校准约需 55 ms 时间。

为 SLOW1 和 SLOW2 时，CAL 信号无效。

❖ 请参照“5.8 自校准功能”（第 60 页）

输出信号

ERR

为测试异常信号。

ERR 信号可选择与 EOC 同步的 Synchronous 输出，以及不与 EOC 同步，而是根据实际卡住状态进行输出的 Asynchronous 输出。

要在与比较器判定结果相同的定时内读入 ERR 输出时，请设定为 Synchronous。

❖ 请参照“4.5 测试异常检测功能”（第 38 页）

❖ 请参照“输出测试异常信号（ERR）的设定”（第 76 页）

INDEX

等待触发状态、延迟状态、自校准状态以及运算状态时，输出 INDEX 信号。

测量测试物电阻期间，不输出该信号。该信号从 OFF 变为 ON 之后，可拆下测试物。

EOC

为测量结束信号。

Hi、IN、Lo

为比较器的判定结果。

**BIN0 ~ BIN9、
OB (Out of BINs)**

使用分类测量功能输出判定为 IN 的 BIN No.。

没有任何分类符合要求时，输出 OB 信号。

为 BCD 输出设定时，不能使用分类信号。

❖ 请参照“BIN No. 信号输出、BCD 信号的设定”（第 76 页）

OUT0 ~ OUT7

为通用输出端子。可使用 :IO:OUT 命令控制输出信号。

❖ 请参照“8.6.2 固有命令”，“(6) 外部 I/O”（第 137 页）

BCD1-0 ~ BCD6-3

输出 BCD 信号。BCD1 为最下数位，BCD6 为最上数位。

BCD_x-0 为 LSB，BCD_x-3 为 MSB。

为分类输出设定时，不能使用 BCD 信号。

BCD 不输出符号。另外，温度测量值不进行 BCD 输出。测量值是 ± OF 或测量异常时，输出 999999。

❖ 请参照“BIN No. 信号输出、BCD 信号的设定”（第 76 页）

**INT.GND、
INT.VCC**

输出本仪器内部的 DC5 V 与内部 GND。

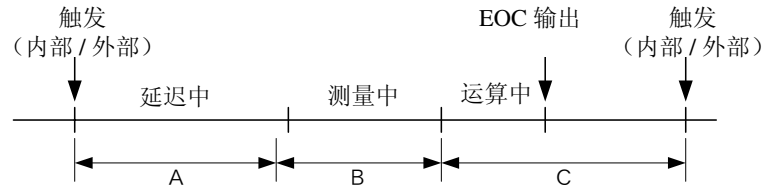
注记

- 本仪器内部进行测量条件变更时，不能使用 I/O 信号。
- 为外部触发设定时，在接通电源～结束最初的测量之前，不输出 EOC 信号和 INDEX 信号。
- 没有必要切换测量条件时，请将 LOAD0 ~ LOAD4 全部固定为 Hi 或 Lo。

关于 ERR 输出

ERR 输出设定为 Synchronous 时，仅在测量期间以及通过测试异常检测时间设定的期间内进行错误检测。

ERR 输出设定为 Asynchronous 时，如下所示。



- A: 延迟期间（测试异常检测时间除外） \Rightarrow 忽略测试异常
- B: 测试异常检测时间 + 测量期间 \Rightarrow 检测到测试异常后立即输出 ERR 信号
- C: 测量之后~下一次触发检测 \Rightarrow 针对 5ms 以上的测试异常进行 ERR 输出，或针对 5ms 以上的卡住，解除测试异常

另外，如果测量较大的电感，则可能会在（C）的期间内输出 ERR 信号。

❖ 请参照“4.5 测试异常检测功能”（第 38 页）








❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）

本仪器的设定

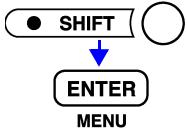




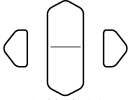

输出测试异常信号 (ERR) 的设定

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
- 2  显示 ERR 输出选择画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
- 3  选择信号的输出方法。(子画面)
Sync..... Synchronous 输出 (与 EOC 输出同步)
ASync . Asynchronous 输出 (与 EOC 输出不同步)
- 4  确定设定, 并返回到测量画面。

BIN No. 信号输出、BCD 信号的设定

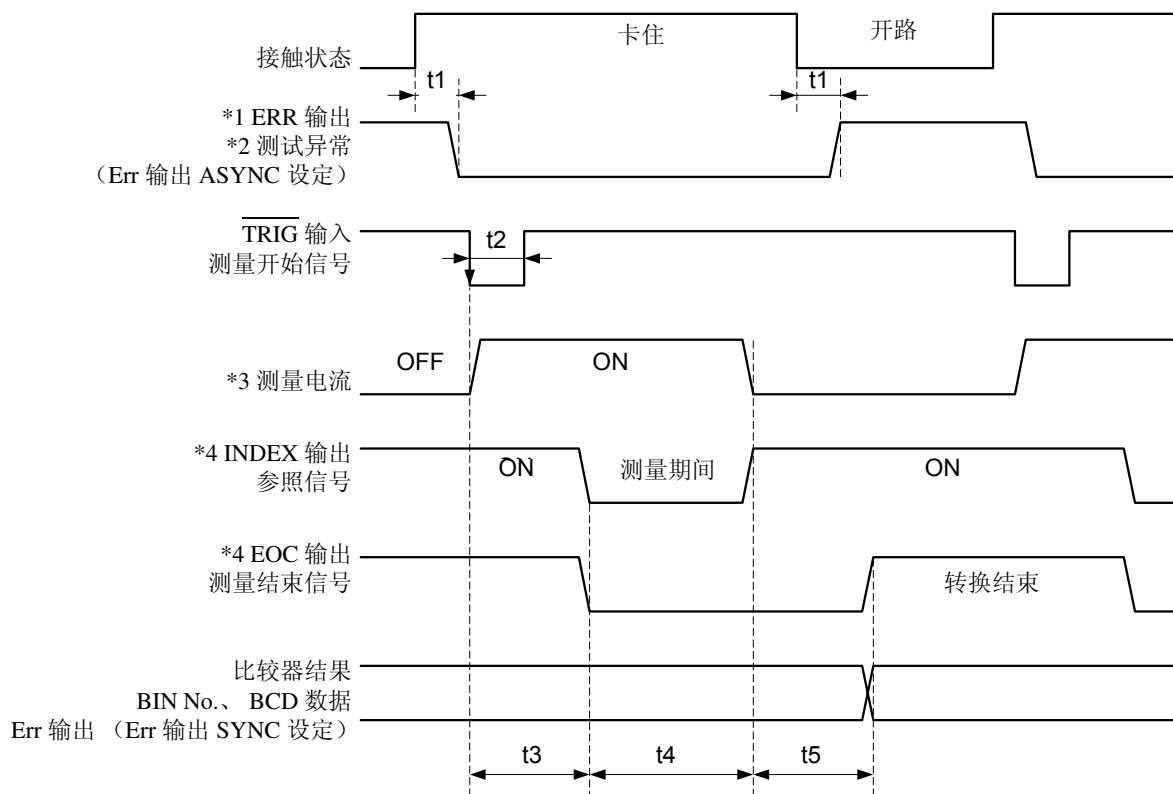
- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
 变为菜单画面。
- 2  显示 BIN/BCD 选择画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
- 3  选择信号输出。(子画面)
bin..... 分类输出 (输出 BIN No. 信号时)、通用输出 (OUT0 ~ OUT7)
bCd..... BCD 输出 (输出 BCD 信号时)
- 4  确定设定, 并返回到测量画面。

EOC 信号的设定

- 1**  (SHIFT 指示灯点亮)
变为菜单画面。
- 2**  显示 EOC 信号设定画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
- 3**  选择 EOC 信号的输出方法。
HoLd 测量结束之后, 保持 EOC 信号。→至步骤 5
PULSE... 测量结束之后, 输出指定的脉冲。→至下一步骤
- 4**  (选择 PULSE 时)
表示 EOC 信号脉冲宽度的数字闪烁。以 ms 单位设定脉冲宽度。
或数字键
- 5**  确定设定, 并返回到测量画面。

6.3 时序图

外部触发的时序图



*1: 详情请参照“关于 ERR 输出”（第 75 页）。

*2: 仅限于 $2\Omega \sim 100M\Omega$ 量程时。

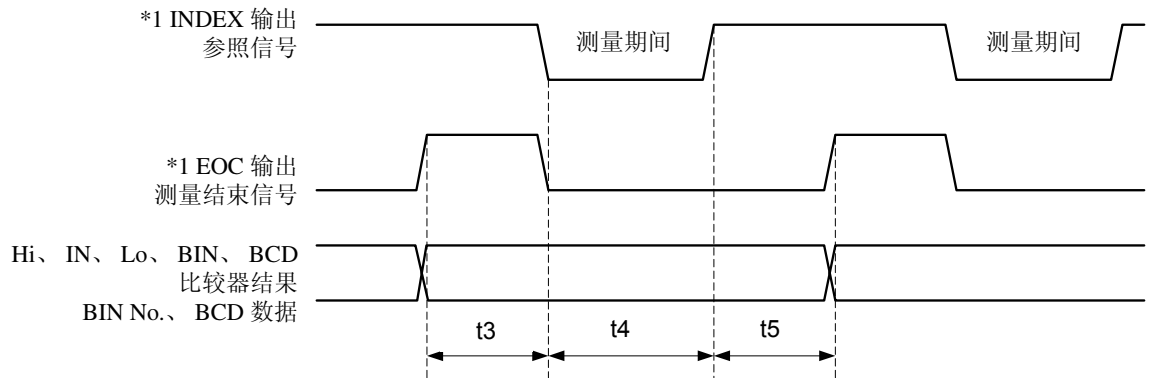
为 $20m\Omega$ 量程、 $200m\Omega$ 量程、LP 功能所有量程时，如果将 Err 输出（测试异常信号）设定为 Asynchronous 输出，在测量电流为 OFF 期间，不进行测试异常检测。如果将 Err 输出设定为 Synchronous 输出，则与比较器结果一样，在测量结束之后会得到测试异常检测结果。

❖ 请参照“输出测试异常信号（ERR）的设定”（第 76 页）

*3: 但在电阻功能的 200Ω 量程以上时，持续流过电流。

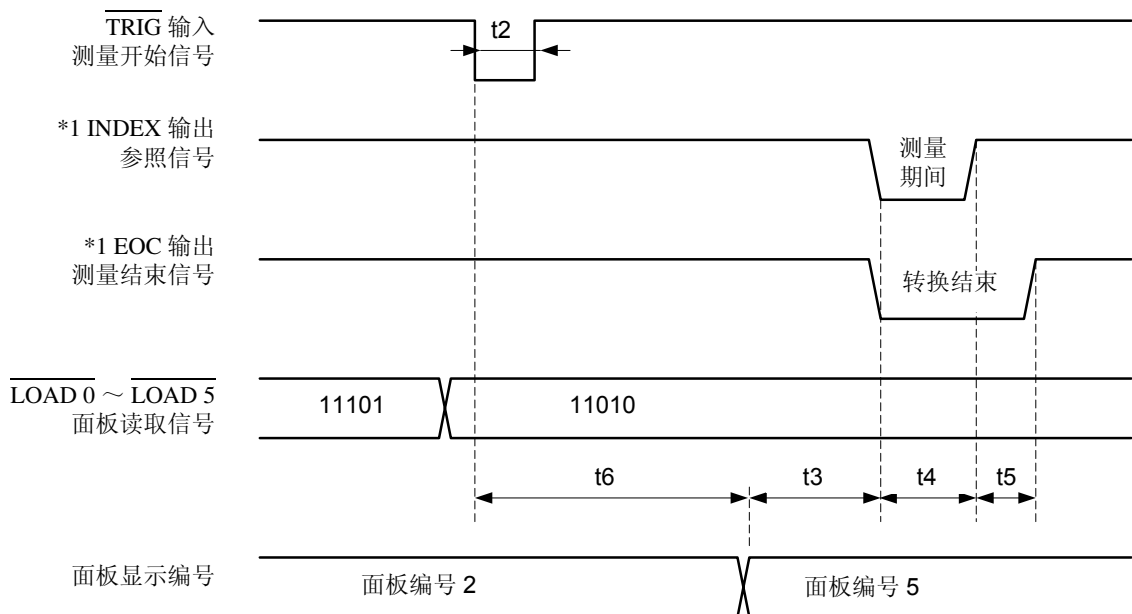
*4: 将 EOC 信号设定为脉冲输出时，在转换结束之后，只在指定时间内变为 ON 状态。

内部触发的时序图



*1: 将 EOC 信号设定为脉冲输出时, 在转换结束之后, 只在指定时间内变为 ON 状态。

面板读取的时序图 (为外部触发模式时)



*1: 将 EOC 信号设定为脉冲输出时, 在转换结束之后, 只在指定时间内变为 ON 状态。

内容	时间		
	偏置电压补偿功能 (OVC) OFF	偏置电压补偿功能 (OVC) ON	
t1 ERR 输出响应时间 *1	100 μ s	100 μ s	
t2 测量触发脉冲宽度	100 μ s min	100 μ s min	
t3 延迟时间	根据设定 ❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）	根据设定 ❖ 请参照“5.11.2 触发延迟与测试异常检测时间”（第 63 页）	
t4 测量时间 *2	FAST MEDIUM SLOW1 SLOW2	300 μ s 20 ms (50 Hz) 16.7 ms (60 Hz) 100 ms 400 ms	600 μ s + t3 40 ms + t3 (50 Hz) 33.3 ms + t3 (60 Hz) 200 ms + t3 800 ms + 7 x t3
t5 运算时间 *3	FAST、 MEDIUM SLOW1、2	0.3 ms 55 ms (电源频率 50 Hz 设定) / 49 ms (电源频率 60 Hz 设定)	0.3 ms 55 ms (电源频率 50 Hz 设定) / 49 ms (电源频率 60 Hz 设定)
t6 负载时间	70 ms min、190 ms max	70 ms min、190 ms max	

*1: 详情请参照“关于 ERR 输出”（第 75 页）。

*2: 关于 t4 测量时间

- 即使将平均设定设为有效，在自由测量状态下也会进行移动平均，因此测量时间 t4 保持不变。
- 自由测量 (:INITiate:CONTinuous ON::TRIGger:SOURce IMMEDIATE) 以外的测量时间 t4 如下所示。
(n = 平均次数)

	时间		
	偏置电压补偿功能 (OVC) OFF	偏置电压补偿功能 (OVC) ON	
t4 测量时间	FAST MEDIUM SLOW1 SLOW2	0.33 ms x n + 80 μ s 20 ms x n (50 Hz) 16.7 ms x n (60 Hz) 100 ms x n 400 ms x n	0.67 ms x n + t3 + 80 μ s 40 ms x n + t3 (50 Hz) 33.3 ms x n + t3 (60 Hz) 200 ms x n + (2n-1) t3 800 ms x n + (8n-1) t3

*3: 关于 t5 运算时间

在下述情况下，请加上运算时间 t5。

将分类测量功能设为有效时	0.08 ms
将温度补偿功能设为有效时	0.22 ms
将统计运算功能设为有效时	0.3 ms
将外部 I/O 设定为 BCD 时	0.08 ms
把比较器判定方法设定为基准值 / 范围时	0.15 ms
通过打印机打印测量值时	0.5 ms

❖ 请参照“5.3 平均值功能”（第 51 页）

❖ 请参照“5.11 触发功能”（第 62 页）

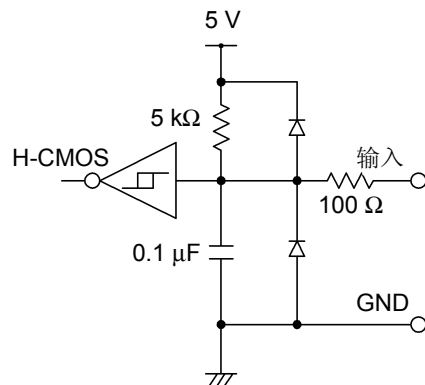
6.4 内部电路构成

外部控制端子与外部输出端子的额定值表

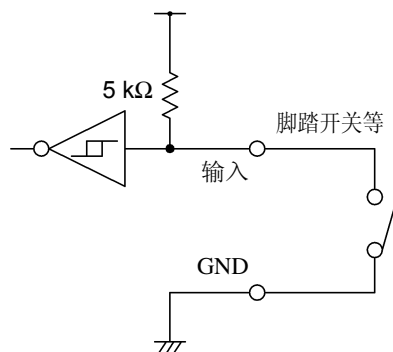
	输入输出格式	逻辑	电气规格
输出	开路集电极		DC35 V、DC50 mAmax.
输入	C-MOS	负逻辑	H: 3.8 ~ 5.0 V, L: 0 ~ 1.2 V
INT.DCV	内部电源输出		DC5 ± 10%、DC200 mAmax.

外部控制端子

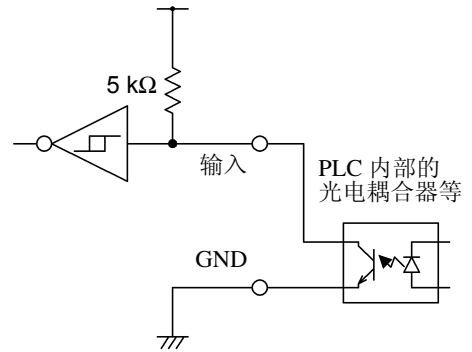
电路结构



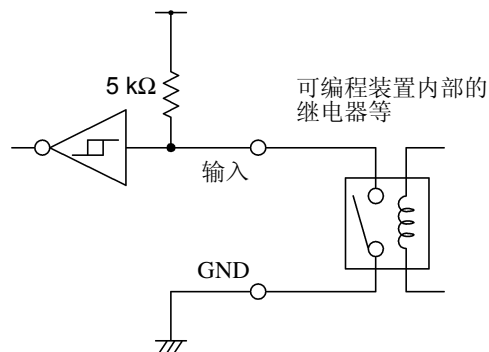
应用程序



与开关的连接

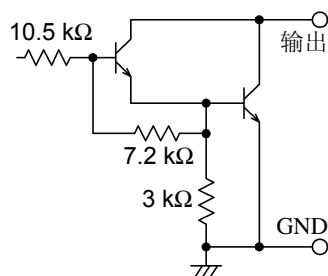


与光电耦合器的连接



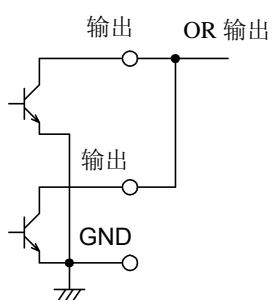
与继电器的连接

外部输出端子 电路结构

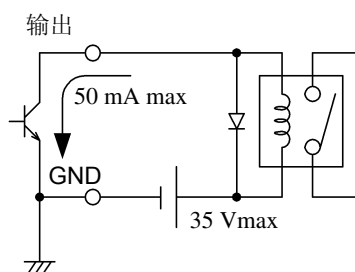


开路集电极输出电路

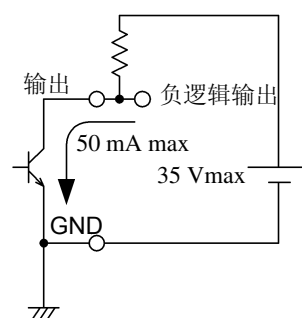
应用程序



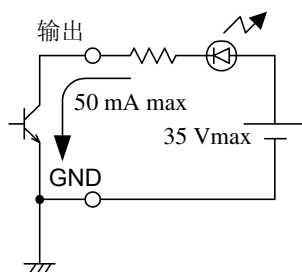
WIRED OR



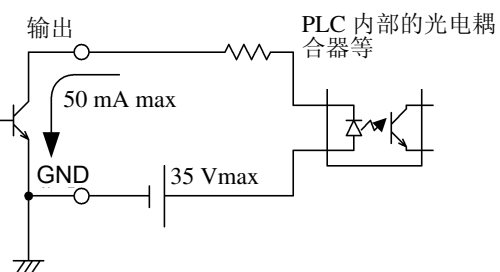
与继电器的连接



与负逻辑输出的连接



与 LED 的连接



与光电耦合器的连接

打印机（选件）

第 7 章

7.1 关于打印机

通过使用选件 9670 打印机、9638 RS-232C 电缆、9671 AC 转换器以及 9237 记录纸，可进行下述打印。

- 测量值和判定结果
- 统计运算结果

使用 9670 打印机需要以下物品。

- 9670 打印机（附带 1 卷热敏纸）（SANEI ELECTRIC INC. 制 BL-80RS II）
- 9671 AC 转换器（SANEI ELECTRIC INC. 制 BL-100W）
- 9237 记录纸（热敏纸 80 mm × 25 m, 4 卷）
- 9638 RS-232C 电缆

打印机使用电池时：

- 9672 电池组
（SANEI ELECTRIC INC. 制 UR-100 或 UR-121）
- 9673 电池充电器（SANEI ELECTRIC INC. 制 NC-LSC01）

注记

- 9670 打印机通信速度的初始设定为 9600bps。与本仪器组合使用时，请根据 9670 打印机的使用说明书，将通信速度设定为 19200bps。
- 9670 打印机没有对 9672 电池组进行充电的功能。要进行充电时，请使用 9673 电池充电器。
- 有关打印机和电池充电器的使用方法，请参照附带的使用说明书。
- 请不要在高温和潮湿的环境下打印。否则可能会严重缩短打印机的使用寿命。
- 请使用本公司指定的记录纸。如果使用指定以外的记录纸，不仅会导致性能下降，还会造成无法打印。
- 如果记录纸未对准纸辊，则可能会卡纸。
- 如果弄反记录纸表里，则不能打印。

7.2 打印机的连接

警告

连接打印机时，请务必遵守下述事项，否则可能会导致触电或仪器故障。

- 请务必在切断主机和打印机电源之后再行连接。
- 如果连接在操作期间脱落，则可能会接触到其他导电部分，非常危险。请可靠地进行连接。

注意

- 为避免损坏本仪器和打印机，请勿在电源接通的状态下插拔接头。
- 使用 9638 RS-232C 电缆以外的电缆时，连接本仪器的接头请使用模制型号。从本仪器结构上讲，不能使用金属类型号（接头部带有钩扣的非平面型号）。

注记

如下所示为可与本仪器连接使用的打印机规格。
请在确认打印机的使用或设定之后再行连接。

- 接口 RS-232C
- 1 行字符数 40 个半角字符以上
- 通信速度 19200bps
- 数据位 8 位
- 奇偶校验 无
- 停止位 1 位
- 流程控制 无

将 9670 打印机连接到本仪器上

4 3541

RS-232C

9670 打印机

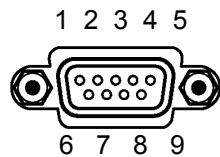
9671 AC 转换器

9638 RS-232C 电缆

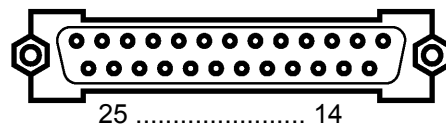
1. 确认本仪器与9670打印机的电源处于 OFF 状态。
2. 在9670打印机上连接9671 AC 转换器，然后将电源插头插入插座。
3. 将9638 RS-232C 电缆连接到本仪器与打印机的 RS-232C 接口端子上。
4. 接通本仪器与打印机的电源。

电池启动操作时，请使用已充电的9672 电池组。
❖ 请参照“对电池组进行充电”（第87页）

接头针排列

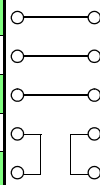


3541 (9 针) 接头



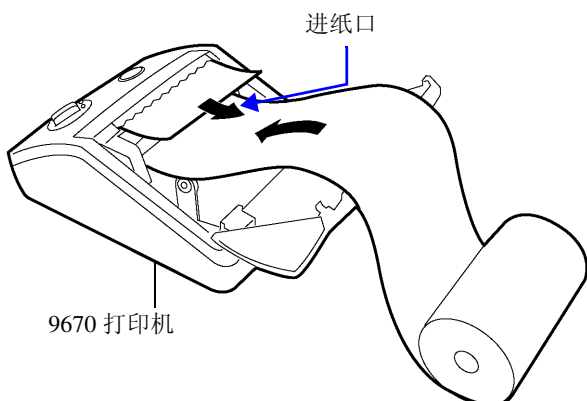
9670 (25 针) 接头

电路名称	信号名称	针编号
接收数据	RxD	2
发送数据	TxD	3
信号用接地或共用回线	GND	5



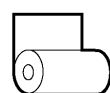
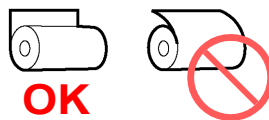
针编号	信号名称	电路名称
2	TxD	发送数据
3	RxD	接收数据
7	GND	信号用接地或共用回线
4	RTS	发送要求
5	CTS	可发送

装入记录纸



将记录纸装入 9670 打印机中

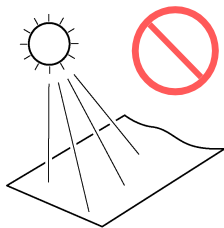
注意纸的方向！



请水平地裁断纸张。

关于记录纸的使用和保存

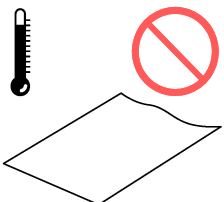
记录纸是使用热化学反应的热敏纸。为了防止变色，请充分注意下述事项。



避免阳光直射



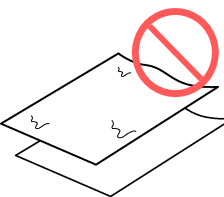
不要接触酒精、酯和酮等挥发性有机溶剂



不要保存在 40 °C、90%RH 以上的环境中



不要粘着软质聚氯乙烯薄膜或透明胶带等粘胶带

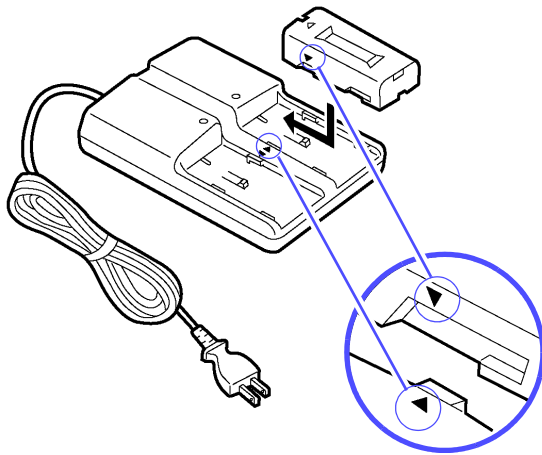


不要与潮湿的蓝印纸叠放在一起

注记

- 请将卷纸状热敏纸保存在 40 °C 以下的环境中。
- 长时间光照之后，纸张会变色，因此使用之前，请勿打开卷纸包装纸。
- 请将作为正规记录数据整理和保管的记录纸进行复印。

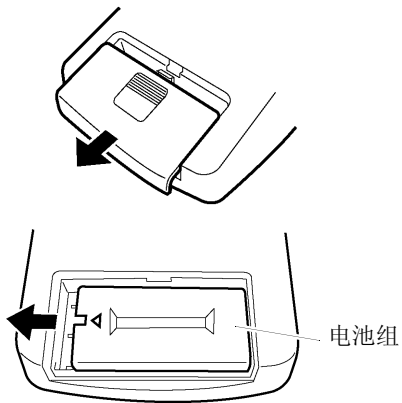
对电池组进行充电



1. 将充电器的电源线插入插座。
2. 向箭头方向滑动电池组进行安装。

对准电池组与充电器的 ▲ 标记







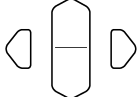

将电池组安装到打印机上



1. 拆卸时，将电池盖向箭头方向滑动。
2. 安装时，将电池组的箭头朝向左方。

7.3 接口的设定

将本仪器的接口设定为打印机

- 1  (SHIFT 指示灯点亮)
 进入菜单画面。
- 2  显示接口设定画面。(菜单画面参照 (第 13 页))
 (主画面)
 (子画面)
 —— 打印间隔时间
- 3  选择打印机。(子画面)
 rS..... RS-232C
 GP-Ib..... GP-IB
Prn... 打印机
 设定打印间隔时间。
 0000..... 间隔打印 OFF (按 PRINT 键之后, 进行 1 次打印)
 0001 ~ 3600..... 按秒设定打印间隔时间。
 或数字键
- 4  确定设定, 并返回到测量画面。

注记

使用 RS-232C 进行温度测量时, 不能使用打印功能。

❖ 请参照“RS-232C (3444/3445 温度计 (非接触式) +3909 接口卡) 的温度测量”(第 30 页)

7.4 9670 打印机的设定

按 9670 打印机的 **FEED**, 接通电源。
 然后, 请根据打印结果, 通过 **SELECT** 进行设定。

设定内容如下所示。

International char = Japan

Print mode = Graphic

Character set = 24Dot ANK Gothic type

Select switch = Available (ON)

Baud rate = 19200bps

Bit length = 8bit

Parity = Non

Data control = SBUSY

Paper selection = Normal paper

Upright/inverted = Upright printing

Auto power off = Available (ON) 根据需要

Battery mode = Invalidity (OFF) 根据需要

7.5 打印

测量值与判定结果的打印

在测量画面中按 PRINT 键或者将 EXT I/O 的 $\overline{\text{PRINT}}$ 与 GND 进行短路, 就可以打印测量值和判定结果。

注记

- 如果要在通过外部触发结束测量之后进行打印, 请将外部 I/O 的 EOC 信号连至 $\overline{\text{PRINT}}$ 信号。
- 如果要对每次测量进行连续打印, 请将 EOC 信号连至 $\overline{\text{PRINT}}$ 信号, 并设定为内部触发。
- 如果统计运算功能为 ON, 设定为内部触发时, 则可使用 TRIG 键或 $\overline{\text{TRIG}}$ 信号统计运算当前的测量值并进行打印。

间隔打印

可按一定时间间隔自动打印测量值。

在接口设定画面中设定打印间隔时间。

❖ 请参照“7.3 接口的设定”(第 88 页)

可设定范围为 1 ~ 3600 秒。

如果将打印间隔设定为 0, 间隔打印则变为 OFF 状态, 此时变为通常的打印操作。

间隔打印的打印操作:

1. 使用 PRINT 键或 EXT I/O 的 $\overline{\text{PRINT}}$ 信号开始间隔打印。
2. 根据设定的间隔时间打印经过时间 (小时、分、秒)^{*1} 和测量值。
3. 再次按 PRINT 键或使用 $\overline{\text{PRINT}}$ 信号时, 停止间隔打印。

*1: 如果经过时间达到 100 小时, 则复位为 00:00:00, 再次从 0 开始计数。

(例) 99 小时 59 分 50 秒经过 99:59:50

100 小时 2 分 30 秒经过 00:02:30

统计运算结果的打印

如果在统计运算画面中按 PRINT 键, 则打印统计运算结果。没有有效数据时, 只打印数据数。有效数据数为 1 时, 不打印样品的标准偏差和工序能力指数。

❖ 请参照“5.6 统计运算功能”(第 55 页)

打印举例

电阻测量值	BIN ON 时	温度测量值
38.418mOhm	1200.06 Ohm 0	0.7 C
38.55mOhm	1200.16 Ohm 45	7.2 C
0.0403 Ohm	1200.19 Ohm 6	73.7 C
0.06 Ohm	1200.12 Ohm 23	- 0.8 C
- 0.498kOhm	1200.26 Ohm 9	- 7.3 C
19.9950kOhm		- 75.5 C
10.0117MOhm		
比较器为 ON 时	ΔT ON 时	间隔打印时
109.558MOhm Hi	119.1 C	00:00:00 431.95mOhm
109.542MOhm IN	- 63.8 C	00:00:01 431.95mOhm
109.546MOhm Lo		00:00:02 431.95mOhm
O.F. Hi		00:00:03 431.95mOhm
- O.F. Lo		00:00:04 431.94mOhm
		00:00:05 431.95mOhm
比较器为 REF、% 时	错误测量值时	
11.222 % Hi	O.F.	
- 0.100 % IN	- O.F.	
- 90.805 % Lo	Invalid	
	CurrErr	
	Sens Hi	
	Sens Lo	
统计运算 (比较器为 ON)	统计运算 (BIN ON)	
Number 11	Number 12	
Valid 10	Valid 11	
Average 1200.16 Ohm	Average 1209.25 Ohm	
Max 1200.20 Ohm (9)	Max 1300.15 Ohm (12)	
Min 1200.13 Ohm (1)	Min 1200.10 Ohm (9)	
Sn 24.104mOhm	Sn 28.744 Ohm	
Sn-1 25.408mOhm	Sn-1 30.147 Ohm	
Cp 0.19	Cp 0.00	
CpK 0.03	CpK 0.00	
Comp Hi 4	1200.06 Ohm to 1200.08 Ohm 0	
Comp IN 6	1200.08 Ohm to 1200.10 Ohm 1	
Comp Lo 0	1200.10 Ohm to 1200.12 Ohm 1	
	1200.12 Ohm to 1200.14 Ohm 2	
	1200.14 Ohm to 1200.16 Ohm 1	
	1200.16 Ohm to 1200.18 Ohm 3	
	1200.18 Ohm to 1200.20 Ohm 5	
	1200.20 Ohm to 1200.22 Ohm 2	
	1200.22 Ohm to 1200.24 Ohm 0	
	1200.24 Ohm to 1200.26 Ohm 0	
	Out of BIN 1	
	Invalid 1	

注记

测量值的“Invalid”表示 3541 显示为“-----”时的情况。
统计运算结果的“Valid”表示除测试异常和 OF 数据以外的数据。

RS-232C/ GP-IB 接口 第 8 章

在这里，与 GP-IB/RS-232C 分别对应的记载，以下述标记表示。没有特别标记时，两者都对应。

GP-IB: 仅限于 GP-IB

RS-232C: 仅限于 RS-232C

使用之前

- 连接 GP-IB、RS-232C 电缆时，请务必拧紧螺丝。
- 带有数据的命令，请尽可能以指定的数据格式输入。

8.1 概要和特点

除电源开关之外的所有功能均可通过 GP-IB/RS-232C 进行控制。

RS-232C

- 可进行复位。

GP-IB

- 可进行复位。
- 可使用 IEEE 488.2-1987 的共用命令（必须）。
- 符合以下规格。
符合规格 IEEE 488.1-1987^{*1}
- 参考以下规格进行的设计。
参考规格 IEEE 488.2-1987^{*2}
- 输出提示已满时，输出查询错误，并清除输出提示。因此不对应 IEEE 488.2 规定的锁死状态下的^{*3}输出提示清除和查询错误输出。

注记

使用 RS-232C 进行温度测量时，不能使用 RS-232C/GP-IB 的通信功能。

- ❖ 请参照“RS-232C（3444/3445 温度计（非接触式）+3909 接口卡）的温度测量”（第 30 页）

*1. ANSI/IEEE Standard 488.1-1987, IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation（ANSI/IEEE 规格 488.1-1987。基于 IEEE 规格的可编程测量仪器数字接口）

*2. ANSI/IEEE Standard 488.2-1987, IEEE Standard Codes, Formats, Protocols, and Common Commands（ANSI/IEEE 规格 488.2-1987。基于 IEEE 规格的代码、格式、协议以及共用命令）

*3. 输入缓冲区和输出提示已满时，变为不可能继续处理状态。

8.2 规格

8.2.1 RS-232C 的规格

RS-232C

传输方式	通信方式：全双工 同步方式：异步方式
传输速度	9600 bps
数据长度	8 位
奇偶校验	无
停止位	1 位
消息终止符 (定界符)	接收时：CR+LF, CR 发送时：CR+LF
流程控制	无
电气规格	输入电压电平 5 ~ 15 V : ON -15 ~ -5 V : OFF 输出电压电平 5 ~ 9 V : ON -9 ~ -5 V : OFF
接口	接口接头的针配置 (D-sub 9 针 公头嵌合固定螺丝 #4-40) 输入输出接口为终端 (DTE) 规格 推荐电缆： • 9637 RS-232C 电缆 (PC/AT 兼容机用) • 9638 RS-232C 电缆 (PC98 系列用) ❖ 请参照“8.3.1 接口的连接”(第 93 页)

8.2.2 GP-IB 的规格

GP-IB

接口功能

SH1	具有源 / 同步更换的全部功能。
AH1	具有接收器 / 同步更换的全部功能。
T6	具有基本的送信功能。具有串行点功能。没有仅限送信模式。具有凭借 MLA (My Listen Address) 解除送信的功能。
L4	具有基本的接收功能。没有仅限送信模式。具有凭借 MTA (My Talk Address) 解除接收的功能。
SR1	具有服务、请求的全部功能。
RL1	具有远程 / 本地的全部功能。
PP0	没有并行点功能。
DC1	具有设备清除的全部功能。
DT1	具有设备触发的全部功能。
C0	没有控制器功能。

使用代码：ASCII 代码

8.3 连接与设定方法

8.3.1 接口的连接



警告

- 拔下接口接头时，请关闭各仪器的电源。否则会导致触电事故。
- 为避免损坏本仪器，请不要产生接口短路或输入电压。

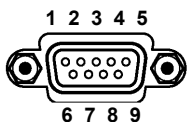


注意

连接后请务必拧紧螺丝。如果接头连接不牢固，就无法满足规格要求，成为故障的原因。

RS-232C

RS-232C 接口



D-sub 9 针公头
嵌合固定螺丝 #4-40

请连接 RS-232C 电缆。

与控制器（DTE）连接时，请准备符合主机侧接口及控制器侧接口规格的交叉线缆。

输入输出接口为终端（DTE）规格。
本仪器使用 2、3 和 5 号针。不使用其他针。

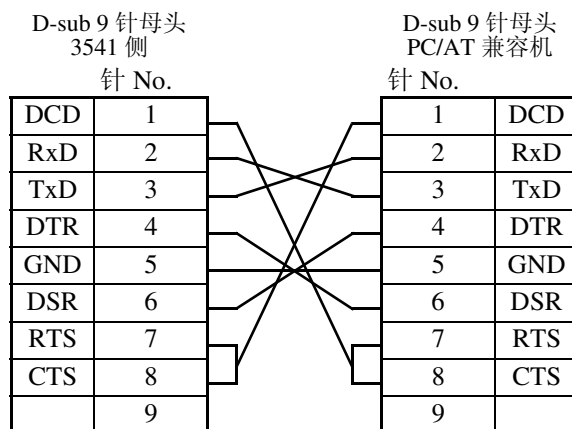
针编号	相互连接回路名称		CCITT	EIA	JIS	惯用略号
			回路编号	略号	略号	
1	未使用					
2	接收数据	Receive Data	104	BB	RD	RxD
3	发送数据	Send Data	103	BA	SD	TxD
4	数据终端就绪	Data Terminal Ready	108/2	CD	ER	DTR
5	信号用接地	Signal Ground	102	AB	SG	GND
6	未使用					
7	发送要求	Request to Send	105	CA	RS	RTS
8	可发送	Clear to Send	106	CB	CS	CTS
9	未使用					

RS-232C

连接本仪器与 PC/AT 兼容机（DOS/V 机）时

使用 D-sub 9 针母头— D-sub 9 针母头的交叉线缆。

交叉接线



推荐电缆

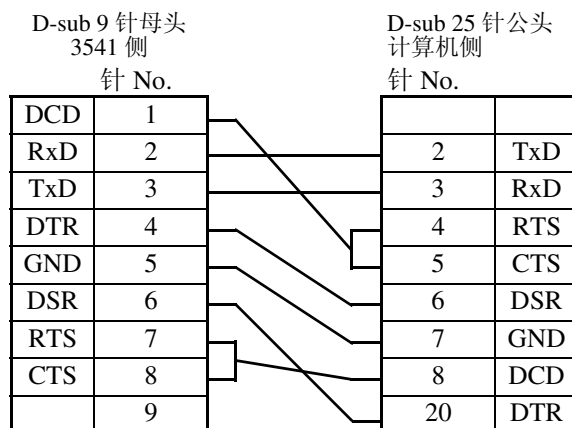
HIOKI 产
9637 RS-232C 电
缆（1.8 m）

NEC PC9801、PC9821
（NX 除外）的桌面计算机
时

使用 D-sub 9 针母头— D-sub 25 针公头的交叉线缆。

如图所示，RTS 与 CTS 进行了短路连接，因此请使用连接到 DCD 上的交叉线缆。

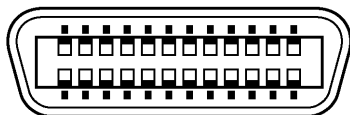
交叉接线



推荐电缆

HIOKI 产
9638 RS-232C 电
缆（1.8 m）

“D-sub 25 针公头— D-sub 25 针公头的交叉线缆”与“9 针— 25 针转换器”组合时，不操作。

GP-IB**GP-IB 接口**

连接 GP-IB 线缆。


推荐电缆



9151-02 GP-IB 连接电缆（2 m）


9151-04 GP-IB 连接电缆（4 m）


8.3.2 通信条件的设定


选择接口

- 1**  (SHIFT 指示灯点亮)

 变为菜单画面。
- 2**  接口设定画面的显示。(菜单画面参照 (第 13 页))


 (主画面)

 (子画面)

 选择 RS-232C 或 GP-IB。(子画面)





rS..... RS-232C
GP-1b..... GP-IB
 Prn..... 打印机

选择 **GP-IB** 时, 进行地址与信息终止符设定。

 (子画面)

信息终止符的设定 (LF/CRLF)

地址的设定 (0 ~ 30)

  设定项目的移动  设定
- 3**  确定设定, 并返回到测量画面。

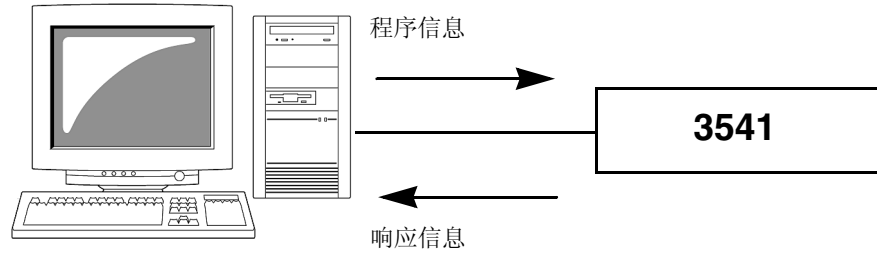
注记

使用 RS-232C 进行温度测量时, 不能使用 RS-232C/GP-IB 的通信功能。

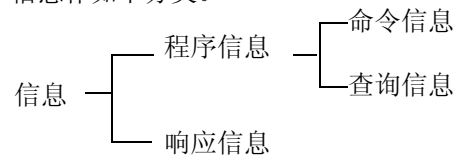
❖ 请参照“RS-232C (3444/3445 温度计 (非接触式) +3909 接口卡) 的温度测量”(第 30 页)

8.4 通信方法

为了使用接口控制本仪器，配备了各种信息。
信息分为从计算机向本仪器发送的程序信息和从本仪器向计算机发送的响应信息。



信息作如下分类。



8.4.1 信息格式

程序信息

程序信息可以分为命令信息和查询信息。

- 命令信息

仪器的设定、复位等的控制仪器的命令

(例) (设定量程的命令)

```
:RESISTANCE:RANGE 100E3
```

↑ ↑ ↑
信息头区 空格 数据区

- 查询信息

查询操作结果、测量结果或仪器设定状态的命令

(例) (查询当前量程的命令)

```
:RESISTANCE:RANGE?
```

↑ ↑
信息头区 问号

❖ 详细：信息头（第 97 页），分隔符（第 98 页），数据区（第 99 页）

响应信息

是在接收到查询信息，检查完语法时生成的。

响应信息可使用“:SYSTem:HEADer”命令选择有无信息头。

信息头 ON **:RESISTANCE:RANGE 110.000E+03**

信息头 OFF **110.000E+03**

(当前的电阻量程为 100 kΩ。)

接通电源时，设定为信息头 OFF。

接收到查询信息后，如果发生了错误，对于该查询信息不会生成响应信息。

:FETCH? 或 **:CALCulate:LIMit:RESult?** 等只进行查询的命令不带信息头。

命令语法

命令名尽可能选择易于理解执行功能的语言，且可以缩短。命令名本身称作“长名”，缩短后的称作“短名”。

在本手册中，短名部分使用大写字母，剩余部分以小写字母记述；不过，大写字母和小写字母都可以接受。

FUNCTION OK (长名)

FUNC OK (短名)

FUNCT 错误

FUN 错误

来自主机的响应信息以长名回复。

信息头

程序信息必须具备信息头。

(1) 命令程序信息头

有单纯命令型、复合命令型、共用命令型 3 种。

- **单纯命令型信息头**

由英文字母开头的 1 个单词组成的信息头

:ESE 0

- **复合命令型信息头**

以冒号“:”分隔的，由多个单纯命令型信息头构成的信息头

:SAMPle:RATE

- **共用命令型信息头**

由表示共用命令的星号“*”开头的信息头

(IEEE 488.2 规定的信息头)

***RST**

(2) 查询程序信息头

用于查询对于仪器命令的操作结果、测量结果或当前仪器的设定状态。

如下例所示，程序信息头之后如果有“?”则被认为是查询。

:FETCh?

:MEASure:RESistance?

信息终止符

本仪器接受以下内容作为信息终止符。

GP-IB

- LF
- CR+LF
- EOI
- 带 EOI 的 LF

RS-232C

- CR
- CR+LF

另外，响应信息的终止符根据接口的设定可以选择以下内容。

GP-IB

- 带 EOI 的 LF（初始状态）
- 带 CR、EOI 的 LF

RS-232C

- CR 和 LF（初始状态）

❖ 接口的设定：请参照“8.3.2 通信条件的设定”（第 95 页）

分隔符

(1) 信息单位分隔符

多个信息使用分号 (;) 连接，可以在 1 行内记述。

```
:SYSTEM:LFREQUENCY 60;*IDN?
```

- 接在信息后面记述时，如果语句中有错误，则从此以后至终止符的信息不会被执行。
- 如果在查询之后通过冒号 (;) 继续发送命令，则会发生错误。

(2) 信息头分隔符

通过使用空格（空格 ASCII 代码 20H），可将带有信息头和数据的消息分成信息头区和数据区。

```
:SYSTEM:OVC V
```

(3) 数据分隔符

信息带有多个数据时，数据之间必须用逗号 (,) 分开。

```
:CALCULATE:BIN:UPPER 3,100000
```


数据区

在本仪器中，数据区使用“字符数据”和“10进制数据”，根据命令区分使用。

(1) 字符数据

必须由英文字母起首，并以英文字母和数字构成的数据。字符数据能接受大写字母和小写字母，但本仪器的响应信息必须以大写字母回复。

```
:SYSTEM:OVC ON
```

(2) 10进制数值数据

数值数据的格式有 NR1、NR2、NR3 三种类型。能接受各种带符号数值或无符号数值。无符号数值作为正数值处理。

另外，数值精度超出本仪器的处理范围时，四舍五入。

- NR1 整数数据 (例: +12, -23, 34)
- NR2 小数点数据 (例 :+1.23, -23.45, 3.456)
- NR3 浮动小数点指数表示数据 (例: +1.0E-2, -2.3E+4)

包含以上 3 种类型的格式，称之为“NRf 格式”。

本仪器接受 NRf 格式。

关于响应数据，每个命令都有已指定的格式，并以此格式发送。

```
:ESR0 106  
:FETCH? +106.571
```



本仪器并不完全对应 IEEE 488.2。请尽可能使用参考所示数据。
另外，请勿发生因 1 个命令而导致输入缓冲区或输出提示产生溢出的现象。

复合命令型 信息头的省略

复合命令中，开头部分是共用的（例 `:CALCulate:LIMit:UPPer` 和 `:CALCulate:LIMit:LOWer` 等），在这之后只限于继续记述时，可省略命令的共用部分（例 `:CALCulate:LIMit`）。

该共用部分称之为“现行路径”，在这以后的命令都会判断为“省略了现行路径的命令”进行分析，直至清除。

现行路径的使用方法如下所示。

通常记述

```
:CALCulate:LIMit:UPPer 110000;:CALCulate:LIMit:LOWer 90000
```

省略记述

```
:CALCulate:LIMit:UPPer 110000;LOWer 90000
```

↑
变为现行路径，下一个命令中可以省略。

可通过电源接通、键输入复位、命令开头的冒号“:”以及信息终止符的检测来清除现行路径。

共用命令型的信息与现行路径没有关系，都可执行。

而且对现行路径也没有影响。

单纯和复合命令型信息头的开头不需要加冒号“:”。但是为了防止与省略型发生混淆而产生误操作，本公司建议您在命令的开头加上“:”。

本仪器中的现行路径如下所示。

（GP-IB 与 RS-232C 共用）

```
:CALCulate:LIMit:
```

8.4.2 输出提示与输入缓冲区

输出提示

响应信息存放在输出提示中，控制器读出数据后即被清除。除此以外输出提示会在以下情况被清除。

- 接通电源
- 设备清除

本仪器的输出提示有 64 字节。响应信息超过此容量时，会变成查询错误，输出缓冲区即被清除。

另外，GP-IB 的输出提示中含有数据时，一旦接收到新的信息，输出提示就会被清除，并发生查询错误。

输入缓冲区

输入缓冲区的容量有 256 字节。

一旦收到超过 256 字节的数据，输入缓冲区满溢，GP-IB 接口总线会处于等待清空的状态。

RS-232C 不能接收超过 256 字节的数据。

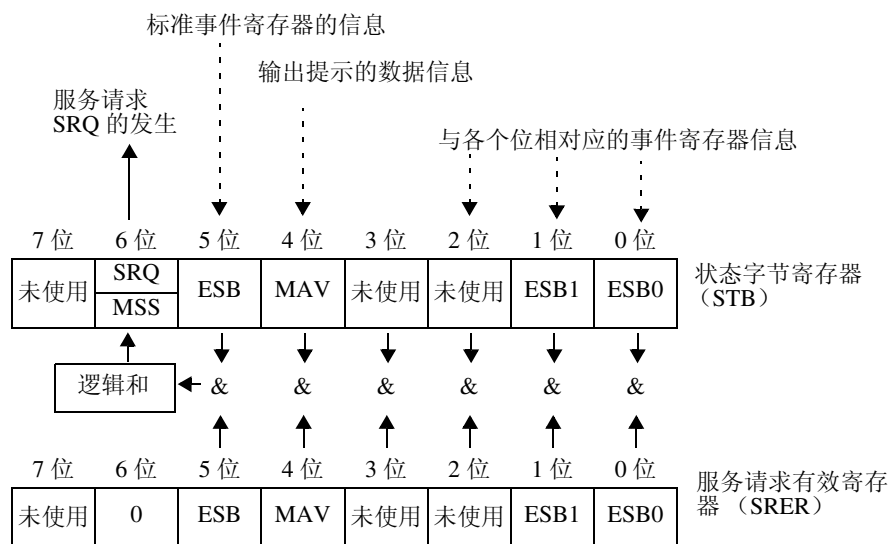
注记

请将 1 个命令的长度设成 256 字节以下。

8.4.3 状态字节寄存器

本仪器依靠服务请求功能，在和串行点连接有关的部分采用了 IEEE 488.2 所规定的状态模型。

事件就是指成为发生服务请求的原因的事情。



服务请求发生的概念图

状态字节寄存器中设有事件寄存器与输出提示的信息。在这些信息中可以根据服务请求有效寄存器选择更需要的东西。设置所选择的信息时，状态字节寄存器的 6 位（MSS 主逻辑和状态位）被设置，产生 SRQ（服务请求）信息，并导致服务请求的出现。

状态字节寄存器（STB）

状态字节寄存器是指，进行串行点连接时从本仪器输出到控制器的 8 位寄存器。

当服务请求有效寄存器被设定在可使用的位时，状态字节寄存器的所有位都从“0”变成“1”，MSS 位就会变成“1”。与此同时，SRQ 位也变成“1”，产生服务请求。

SRQ 位通常与服务请求同步，只有在串行点连接时被读取，同时被清除。MSS 位只能被 ***STB?** 查询读取，在使用 ***CLS** 命令等清除事件之前不能被清除。

7 位	未使用
6 位 SRQ MSS	发送服务请求，变为“1”。 表示状态字节寄存器的其他位的逻辑和。
5 位 ESB	标准事件逻辑和位 表示标准事件状态寄存器的逻辑和。
4 位 MAV	信息可用 表示输出提示内含有信息。
3 位	未使用
2 位	未使用
1 位 ESB1	事件逻辑和 1 位 表示事件状态寄存器 1 的逻辑和。
0 位 ESB0	事件逻辑和 0 位 表示事件状态寄存器 0 的逻辑和。

服务请求有效寄存器（SRER）

服务请求有效寄存器的各个位如果设定成“1”，状态字节寄存器内的相应的位就会变成可用。

8.4.4 事件寄存器

标准事件状态寄存器（SESR）

标准事件状态寄存器是 8 位寄存器。

当标准事件状态有效寄存器设定成可用的位当中，所有标准事件状态寄存器的位都变成“1”，状态字节寄存器的 5 位（ESB）就会变成“1”。

❖ 标准事件状态寄存器（SESR）与标准事件状态有效寄存器（SESER）
（第 104 页）

标准事件寄存器的内容在以下情况下被清除。

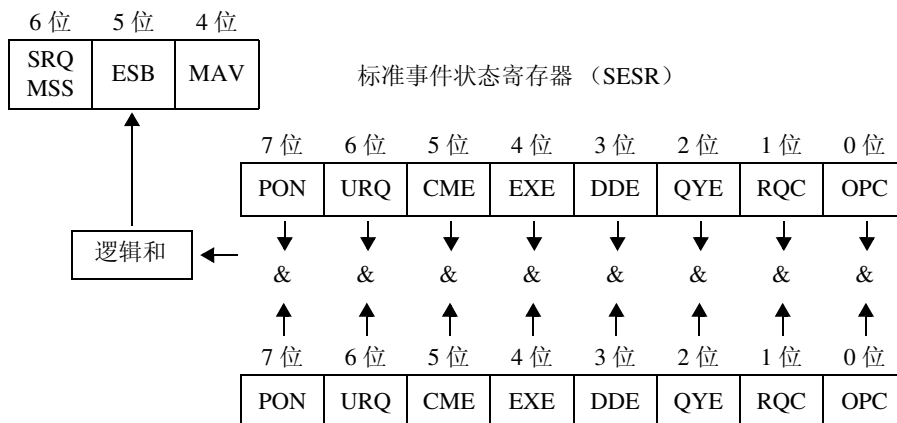
- 执行“*CLS”命令时
- 执行事件寄存器的查询时（*ESR?）
- 再次接通电源时

7 位	PON	电源接通标志位 电源接通时，以及停电恢复时变为“1”。
6 位		用户请求 未使用
5 位	CME	命令错误（忽略截止到信息终止符的命令。） 所接收到的命令在语法、含义上存在错误时变成“1”。 <ul style="list-style-type: none"> • 程序信息头有错误时 • 数据的数值与指定不一致时 • 数据的类型与指定不一致时 • 接收到本仪器中不存在的命令时
4 位	EXE	执行错误 因某些理由不能执行接收到的命令时变为“1”。 <ul style="list-style-type: none"> • 指定的数据超出设定范围时 • 指定的数据不能设定时 • 其他功能正在操作而不能执行时
3 位	DDE	仪器相关错误 因命令错误、查询错误、执行错误以外的原因而不能执行命令时变为“1”。 <ul style="list-style-type: none"> • 内部有异常而不能执行时
2 位	QYE	查询错误（清除输出提示） 输出提示的控制部检测到错误，变为“1”。 <ul style="list-style-type: none"> • 输出提示为空，欲读取输出提示时（仅限于 GP-IB） • 数据溢出输出提示时 • 输出提示内的数据丢失时
1 位		未使用
0 位	OPC	操作完成（仅限于 GP-IB） 如果执行“*OPC”命令，则变为“1”。 <ul style="list-style-type: none"> • 在到“*OPC”命令为止的全部信息的操作结束时

标准事件状态有效寄存器 (SESER)

标准事件状态有效寄存器通过把各个位设定为“1”，使标准事件状态寄存器内的相对应的位可以使用。

标准事件状态寄存器 (SESR) 与标准事件状态有效寄存器 (SESER)



固有的事件状态寄存器 (ESR0、ESR1)

出于管理本仪器事件之需，准备了 2 个事件状态寄存器。

事件状态寄存器为 8 位寄存器。

当事件状态有效寄存器设定成可以使用的位当中，所有的事件状态寄存器的位都变成“1”，就会成为如下情形。

- 事件状态寄存器 0 时：状态字节寄存器的 0 位 (ESB0) 变为“1”
- 事件状态寄存器 1 时：1 位 (ESB1) 变为“1”

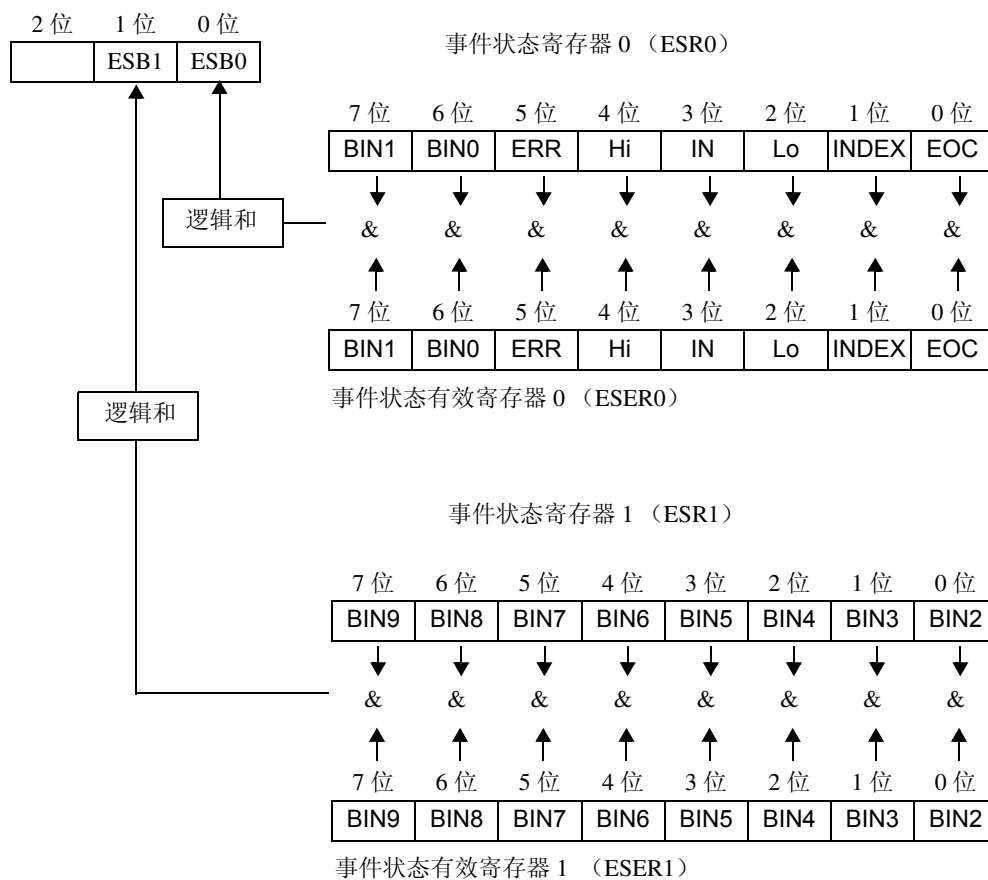
事件状态寄存器 0、1 的内容在以下情形下被清除。

- 执行“*CLS”命令时
- 执行事件状态寄存器的查询时
(:ESR0?, :ESR1?)
- 再次接通电源时

	事件状态寄存器 0 (ESR0)		事件状态寄存器 1 (ESR1)	
7 位	BIN1	BIN1	BIN9	BIN9
6 位	BIN0	BIN0	BIN8	BIN8
5 位	ERR	测试异常	BIN7	BIN7
4 位	Hi	比较器结果 Hi	BIN6	BIN6
3 位	IN	比较器结果 IN	BIN5	BIN5
2 位	Lo	比较器结果 Lo	BIN4	BIN4
1 位	INDEX	测量结束	BIN3	BIN3
0 位	EOC	测量结束	BIN2	BIN2

事件状态寄存器 0 (ESR0)、1 (ESR1) 和事件状态有效寄存器 0 (ESER0)、1 (ESER1)

状态字节寄存器 (STB)



各寄存器的读出 写入

寄存器	读出	写入
状态字节寄存器	*STB?	-
服务请求有效寄存器	*SRE?	*SRE
标准事件状态寄存器	*ESR?	-
标准事件状态有效寄存器	*ESE?	*ESE
事件状态寄存器 0	:ESR0?	-
事件状态有效寄存器 0	:ESE0?	:ESE0
事件状态寄存器 1	:ESR1?	-
事件状态有效寄存器 1	:ESE1?	:ESE1

GP-IB 命令

依据接口功能，可以使用以下命令。

命令	内容
GTL	Go To Local 解除远程状态，成为本地状态。
LLO	Local Lock Out 将包括本地键在内的所有键设为不可操作状态。
DCL	Device CLear 清除输入缓冲区、输出提示。
SDC	Selected Device Clear 清除输入缓冲区、输出提示。
GET	Group Execute Trigger 外部触发时，进行 1 次采样处理。

8.4.5 初始化项目

●: 进行初始化 / ×: 不初始化

项目	初始化方法	电源接通时	*RST命令	设备清除	*CLS命令
设备固有的功能 (量程等)		×	●	×	×
输出提示		●	×	●	×
输入缓冲区		●	×	●	×
状态字节寄存器		●	×	×*1	●*2
事件寄存器		●*3	×	×	●
有效寄存器		●	×	×	×
现行路径		●	×	●	×
信息头 ON/OFF		●	●	×	×

*1: 只清除 MAV 位 (4 位)。

*2: 清除 MAV 位以外的位。

*3: 除去 PON 位 (7 位)。

8.4.6 本地功能

通信期间变为远程状态, REMOTE 点亮。

解除远程状态时



注记

GP-IB 命令设定为 Local Lock Out (第 105 页) 时, 不能解除远程状态。

8.5 信息汇总表

仅限于 RS-232C 或 GP-IB 命令使用 **RS-232C** 或 **GP-IB** 记入。

注记

- 信息的拼写错误将导致所有命令错误。
- < >: 显示数据区的内容。
[包括 (NR1) 整数、(NR2) 固定小数点、(NR3) 浮动小数点、(NRf) NR1、NR2、NR3 等在内的所有类型]
- []: 可省略

8.5.1 共用命令

命令	数据区 (查询时, 响应数据)	说明	错误	参照页
*CLS		清除事件寄存器与状态字节寄存器	*1	115
*ESE	0 ~ 255 (NR1)	标准事件状态有效寄存器的设定	*3	116
*ESE?	0 ~ 255 (NR1)	标准事件状态有效寄存器的查询	*2	116
*ESR?	0 ~ 255 (NR1)	标准事件状态寄存器的查询	*2	116
*IDN?	< 制造商名 >、< 型号 >、 0、< 软件版本 >	仪器 ID 的查询	*2	114
*OPC	—————	操作结束时的 SRQ 请求	*1	115
*OPC?	1	操作结束的查询	*2	115
*RST	—————	仪器的初始化	*1	114
*SRE	0 ~ 255 (NR1)	服务请求有效寄存器的设定	*3	117
*SRE?	0 ~ 255 (NR1)	服务请求有效寄存器的查询	*2	117
*STB?	0 ~ 255 (NR1)	状态字节寄存器的查询	*2	117
*TRG	—————	1 次采样	*1,4	117
*TST?	0 ~ 3 (NR1)	自测试与结果查询	*2	114
*WAI	—————	等待操作结束	*1	115

错误说明 (以下情况下执行信息时会发生错误)

- *1 命令错误 命令之后有数据时
- *2 查询错误 响应信息超过 64 字节时
- *3 执行错误 设定了指定字符数据或数值数据之外的数据时
- *4 执行错误 内部触发时执行该命令的情况下

8.5.2 固有命令

信息 ([]:可省略)	数据区的内容 ():响应数据	说明	参照页
事件寄存器			
:ESE0	0 ~ 255	事件状态有效寄存器 0 的设定	118
:ESE0?	(0 ~ 255)	事件状态有效寄存器 0 的查询	118
:ESR0?	(0 ~ 255)	事件状态寄存器 0 的查询	118
:ESE1	0 ~ 255	事件状态有效寄存器 1 的设定	118
:ESE1?	(0 ~ 255)	事件状态有效寄存器 1 的查询	118
:ESR1?	(0 ~ 255)	事件状态寄存器 1 的查询	118
测量功能			
[:SENSe:]FUNction	RESistance/ LPResistance/ TEMPerature	功能的设定	119
[:SENSe:]FUNction?	(RESISTANCE/ LPRESISTANCE/ TEMPERATURE)	功能的查询	119
测试量程			
[:SENSe:]LPResistance:RANGe	0 ~ 2000	低电流电阻量程的设定	119
[:SENSe:]LPResistance:RANGe?	(2000.00E-3 ~ 2000.00E+0)	低电流电阻量程的查询	119
[:SENSe:]LPResistance:RANGe:AUTO	1/0/ON/OFF	低电流电阻测量的 AUTO 量程设定	120
[:SENSe:]LPResistance:RANGe:AUTO?	(ON/OFF)	低电流电阻测量的 AUTO 量程查询	120
[:SENSe:]RESistance:RANGe	0 ~ 110E+6	电阻量程的设定	120
[:SENSe:]RESistance:RANGe?	(20.0000E-3 ~ 110.000E+6)	电阻量程的查询	120
[:SENSe:]RESistance:RANGe:AUTO	1/0/ON/OFF	电阻测量的 AUTO 量程设定	120
[:SENSe:]RESistance:RANGe:AUTO?	(ON/OFF)	电阻测量的 AUTO 量程查询	120
200 mΩ 量程测量电流的变更 (软件版本 1.13 以上)			
:SYSTem:CURRent	1A / 0.1A	200mΩ 量程测量电流的设定	121
:SYSTem:CURRent?	(1A / 0.1A)	200mΩ 量程测量电流的查询	121
调零			
:ADJust?	(0/1)	调零的执行	121
:ADJust:CLEAR		调零的解除	121
测量端子			
[:SENSe:]TERMinal	A/B	测量端子的设定	121
[:SENSe:]TERMinal?	(A/B)	测量端子的查询	121
采样速度			
:SAMPle:RATE	FAST/ MEdium/ SLOW1/ SLOW2	采样速度的设定	121
:SAMPle:RATE?	(FAST/MEDIUM/ SLOW1/SLOW2)	采样速度的查询	121

信息 ([]:可省略)	数据区的内容 () : 响应数据	说明	参照页
温度补偿			
:CALCulate:TCORrect:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	温度补偿执行的设定	123
:CALCulate:TCORrect:STATe?	(ON/ OFF)	温度补偿执行的查询	123
:CALCulate:TCORrect:PARAmeter	< 基准温度 >, < 温度系数 >	温度补偿常数的设定	123
:CALCulate:TCORrect:PARAmeter?	(< 基准温度 >, < 温度系数 >)	温度补偿常数的查询	123
温度换算 (Δt)			
:CALCulate:TCONversion:DELTA:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	温度换算执行的设定	124
:CALCulate:TCONversion:DELTA:STATe?	(ON/ OFF)	温度换算执行的查询	124
:CALCulate:TCONversion:DELTA:PARAmeter	< 初始电阻值 >, < 初始温度 > , < 常数 >	温度换算常数的设定	124
:CALCulate:TCONversion:DELTA:PARAmeter?	(< 初始电阻值 >, < 初始温度 > , < 常数 >)	温度换算常数的查询	124
平均值功能			
:CALCulate:AVERAge	2 ~ 100	平均次数的设定	125
:CALCulate:AVERAge?	(2 ~ 100)	平均次数的查询	125
:CALCulate:AVERAge:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	平均值功能执行的设定	124
:CALCulate:AVERAge:STATe?	(ON/ OFF)	平均值功能执行的查询	124
统计功能			
:CALCulate:STATistics:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	统计运算功能执行的设定	125
:CALCulate:STATistics:STATe?	(ON/ OFF)	统计运算功能执行的查询	125
:CALCulate:STATistics:CLEAr		统计运算结果的清除	125
:CALCulate:STATistics:NUMBer?	(< 总数据数 >, < 有效数据数 >)	数据数的查询	125
:CALCulate:STATistics:MEAN?	(< 平均值 >)	平均值的查询	125
:CALCulate:STATistics:MAXimum?	(< 最大值 >, < 数据编号 >)	最大值的查询	125
:CALCulate:STATistics:MINimum?	(< 最小值 >, < 数据编号 >)	最小值的查询	126
:CALCulate:STATistics:LIMit?	(<Hi 数 > , <IN 数 > , <Lo 数 > , < 测试异常数 >)	比较器结果的查询	126
:CALCulate:STATistics:BIN?	(<BIN0 数 > , ... , <BIN 9 数 > , <OUT 数 > , < 测试 异常数 >)	分类结果的查询	126
:CALCulate:STATistics:DEViation?	(< σ > , < $\sigma-1$ >)	标准偏差的查询	126
:CALCulate:STATistics:CP?	(<Cp> , <Cpk>)	工序能力指数的查询	126
比较器			
:CALCulate:LIMit:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	比较器执行的设定	127
:CALCulate:LIMit:STATe?	(ON/ OFF)	比较器执行的查询	127
:CALCulate:LIMit:BEEPer	OFF/ HI/ IN	蜂鸣音的设定	127
:CALCulate:LIMit:BEEPer?	(OFF/ HI/ IN)	蜂鸣音的查询	127
:CALCulate:LIMit:MODE	HL/ REF	判定模式的设定	127
:CALCulate:LIMit:MODE?	(HL/ REF)	判定模式的查询	127
:CALCulate:LIMit:UPPer	< 上限值 >	上限值的设定	127

信息 ([]:可省略)	数据区的内容 () : 响应数据	说明	参照页
:CALCulate:LIMit:UPPer?	< 上限值 >	上限值的查询	127
:CALCulate:LIMit:LOWer	< 下限值 >	下限值的设定	127
:CALCulate:LIMit:LOWer?	< 下限值 >	下限值的查询	127
:CALCulate:LIMit:REFerence	< 基准电阻 >	基准电阻的设定	128
:CALCulate:LIMit:REFerence?	< 基准电阻 >	基准电阻的查询	128
:CALCulate:LIMit:PERCent	< 范围 (%) >	判定范围的设定	128
:CALCulate:LIMit:PERCent?	< 范围 (%) >	判定范围的查询	128
:CALCulate:LIMit:RESult?	(HI/ IN/ LO/ OFF/ ERR)	判定结果的查询	128
分类测量的设定和查询			
:CALCulate:BIN:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	分类测量执行的设定	128
:CALCulate:BIN:STATe ?	(ON/ OFF)	分类测量执行的查询	128
:CALCulate:BIN:ENABle	< 可使用模式 >	可使用模式的设定	129
:CALCulate:BIN:ENABle?	< 可使用模式 >	可使用模式的查询	129
:CALCulate:BIN:MODE	<BIN No.>, <HL/ REF>	判定模式的设定	129
:CALCulate:BIN:MODE?	<BIN No.> (<HL/ REF>)	判定模式的查询	129
:CALCulate:BIN:UPPer	<BIN No.>, < 上限值 >	上限值的设定	129
:CALCulate:BIN:UPPer?	<BIN No.> (< 上限值 >)	上限值的查询	129
:CALCulate:BIN:LOWer	<BIN No.>, < 下限值 >	下限值的设定	129
:CALCulate:BIN:LOWer?	<BIN No.> (< 下限值 >)	下限值的查询	129
:CALCulate:BIN:REFerence	<BIN No.>, < 基准电阻 >	基准电阻的设定	130
:CALCulate:BIN:REFerence?	<BIN No.> (< 基准电阻 >)	基准电阻的查询	130
:CALCulate:BIN:PERCent	<BIN No.>, < 范围 (%) >	判定范围的设定	130
:CALCulate:BIN:PERCent?	<BIN No.> (< 范围 (%) >)	判定范围的查询	130
:CALCulate:BIN:RESult?	0 ~ 1023	判定结果的查询	130
偏置电压补偿功能			
:SYSTem:OVC	1/ 0/ ON/ OFF	偏置电压补偿功能执行的设定	131
:SYSTem:OVC?	(ON/ OFF)	偏置电压补偿功能执行的查询	131
温度测量 (模拟输入)			
:SYSTem:TEMPerature:SENSor	PT/ ANALog	温度传感器的设定	131
:SYSTem:TEMPerature:SENSor?	(PT/ ANALOG)	温度传感器的查询	131
:SYSTem:TEMPerature:PARAmeter	<V1>, <T1>, <V2>, <T2>	模拟输入转换比常数的设定	131
:SYSTem:TEMPerature:PARAmeter?	(<V1>, <T1>, <V2>, <T2>)	模拟输入转换比常数的查询	131
测试异常查出时间			
:SYSTem:FDETECT:AUTo		测试异常查出时间的自动设定	132
:SYSTem:FDETECT:AUTo?		测试异常查出时间自动设定的查询	132

信息 ([]:可省略)	数据区的内容 () : 响应数据	说明	参照页
:SYSTem:FDETECT	0 ~ 9.998	测试异常查出时间的设定	132
:SYSTem:FDETECT?	(0 ~ 9.998)	测试异常查出时间的查询	132
测试异常数据的格式 (软件版本 1.13 以上)			
:SYSTem:FORMat	CF / NORMAl	测试异常数据格式的设定	132
:SYSTem:FORMat?	(CF / NORMAl)	测试异常数据格式的查询	132
自校准			
:SYSTem:CALibration		自校准的执行	133
:SYSTem:CALibration:AUTO	1/ 0/ ON/ OFF	自动自校准的设定	133
:SYSTem:CALibration:AUTO?	(ON/ OFF)	自动自校准的查询	133
按键操作音			
:SYSTem:BEEPer:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	按键操作音的设定	133
:SYSTem:BEEPer:STATe?	(ON/ OFF)	按键操作音的查询	133
电源频率			
:SYSTem:LFRequency	50/ 60	电源频率的设定	133
:SYSTem:LFRequency?	(50/ 60)	电源频率的查询	133
按键锁定			
:SYSTem:KLOCK	1/ 0/ ON/ OFF	按键锁定的设定	134
:SYSTem:KLOCK?	(ON/ OFF)	按键锁定的查询	134
测量条件的保存和读入			
:SYSTem:SAVE	<Table No.>	测量条件的保存	134
:SYSTem:LOAD	<Table No.>	测量条件的读出	134
信息头有无			
:SYSTem:HEADer	1/ 0/ ON/ OFF	信息头有无的设定	134
:SYSTem:HEADer?	(ON/ OFF)	信息头有无的查询	134
ERR 输出			
:SYSTem:ERRor	SYNChronous/ ASYNchronous	错误输出时序的设定	135
:SYSTem:ERRor?	(SYNCHRONOUS/ ASYNCHRONOUS)	错误输出时序的查询	135
EOC 输出			
:SYSTem:EOC:MODE	<HOLD/PULSe>	EOC 输出模式的设定	136
:SYSTem:EOC:MODE?	(<HOLD/PULSE>)	EOC 输出模式的查询	136
:SYSTem:EOC:PULSe	< 脉冲宽度 >	EOC 脉冲宽度的设定	136
:SYSTem:EOC:PULSe?	(0.001 ~ 0.100)	EOC 脉冲宽度的查询	136
外部 I/O 输出			
:SYSTem:EXTernalout	BIN/ BCD	BIN/BCD 的选择	135
:SYSTem:EXTernalout?	(BIN/ BCD)	外部 I/O 输出的查询	135

信息 ([]:可省略)	数据区的内容 ():响应数据	说明	参照页
定界符 (终止符)			
:SYSTem:TERMinator	 0/ 1	命令定界符的设定	135
:SYSTem:TERMinator?	 (0/ 1)	命令定界符的查询	135
系统复位			
:SYSTem:RESet		执行包括测量条件保存数据在内的复位	136
外部 I/O			
:IO:OUT	0 ~ 255	外部 I/O 输出	137
:IO:IN?	(0 ~ 3)	外部 I/O 输入	137
触发			
:INITiate:CONTInuous	1/ 0/ ON/ OFF	连续测量的设定	140
:INITiate:CONTInuous?	(ON/ OFF)	连续测量的查询	140
:INITiate[:IMMediate]		等待触发的设定	140
:TRIGger:SOURce	IMMediate/ EXTernal	触发源的设定	141
:TRIGger:SOURce?	(IMMEDIATE/ EXTERNAL)	触发源的查询	141
:TRIGger:DELay	< 延迟时间 >	触发延迟时间的设定	141
:TRIGger:DELay?	(0 ~ 9.999)	触发延迟时间的查询	141
:TRIGger:DELay:AUTO	1/ 0/ ON/ OFF	自动触发延迟的设定	141
:TRIGger:DELay:AUTO?	(ON/ OFF)	自动触发延迟的查询	141
测量值的读出			
:FETCh?		最后测量值的读出	143
:READ?		触发等待与测量值的读出	143
:MEASure:LPResistance?	<[预计测量值] >	在指定的低电流电阻量程下进行预设和测量	144
:MEASure:RESistance?	<[预计测量值] >	在指定的电阻量程下进行预设和测量	144
:MEASure:TEMPerature?		温度测量值的读出	143
寄存功能 (软件版本 1.13 以上)			
:MEMory:STATe	1/ 0/ ON/ OFF	寄存功能执行的设定	145
:MEMory:STATe?	(ON/ OFF)	寄存功能执行的查询	145
:MEMory:CLEAr		存储数据的清除	145
:MEMory:COUNt?	(0 ~ 10)	储存测量数据的查询	145
:MEMory:DATA?	< 储存编号 >, < 测量值 >	储存测量数据的读出	145

8.6 信息参考

< >: 表示信息数据区（字符或数值参数）的内容。
为字符参数时，以大写字母返回响应。

数值参数:

- NRf 包括 NR1、NR2、NR3 在内的所有格式
- NR1 整数数据（例：+12, -23, 34）
- NR2 小数点数据（例：+1.23, -23.45, 3.456）
- NR3 浮动小数点指数表示数据（例：+1.0E-2, -2.3E+4）

表示命令的内容

记述信息的语法。
说明命令的数据区或
响应信息。

信息的说明。

所示为实际的命令使用举例。
通常（HEADER 命令除外）
进行信息头 ON 时的说明。）

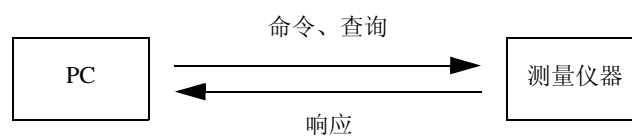
标准事件状态有效寄存器（SESER）的写入和读出

语法 命令 *ESE <0 ~ 255(NR1)>
查询 *ESE?
响应 <0 ~ 255(NR1)>

说明 命令 以 0 ~ 255 的数值设定 SESER 的屏蔽方式
初始值（接通电源时）为 0。
查询 将 ESE 命令所设定的 SESER 内容以 0 ~ 255 的 NR1 数值
返回。

128	64	32	16	8	4	2	1
7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
PON	URQ	CME	EXE	DDE	QYE	RQC	OPC

例 命令 *ESE 36
(设置 SESER 的 5 位和 2 位)



8.6.1 共用命令

仅限于对 **RS-232C** 或 **GP-IB** 有关的信息使用标记进行记载。

(1) 系统数据命令

仪器 ID（识别码）的查询

语法	查询	*IDN?
	响应	<制造商名>, <型号>, 0, <软件版本>
例	响应	HIOKI, 3541, 0, V1.00 仪器 ID 为 HIOKI、3541、0, 软件版本为 1.00。
附注	响应信息不带信息头。	

(2) 内部操作命令

仪器的初始化

语法	命令	*RST
说明	命令	除了要保存的数据之外, 将仪器设为出厂时的设定。 初始化之后, 返回初始画面。
附注	<ul style="list-style-type: none"> 通信条件不进行初始化。 要对已保存的数据进行初始化时, 请发送 :SYSTem:RESet 命令。 	

自测试的执行与结果查询

语法	查询	*TST?
	响应	<0 ~ 3 (NR1)> 0: 没有错误 1: RAM 错误 2: EEPROM 错误 3: RAM 错误, EEPROM 错误
说明	进行主机的自测试, 并以 0 ~ 3 的数值返回其结果。	
例	查询	*TST?
	响应	1 发生 RAM 错误。

(3) 同步命令

正在执行的所有操作结束后，设置 **SESR** 的 **OPC**（开放式的通用接口协议）

语法	命令	*OPC
说明	在已发送的命令中， *OPC 命令之前的命令处理结束时，设置 SESR （标准事件状态寄存器）的 OPC （0 位）。	
例	A;B; *OPC;C A、B 命令处理结束后，设置 SESR 的 OPC 。	

正在执行的所有操作结束后，响应 **ASCII** 的 **1**



语法	查询	*OPC?
	响应	1
说明	在已发送的命令中，在 *OPC 命令之前的命令处理结束时，响应 ASCII 的 1 。	

命令处理结束后，执行后面的命令

语法	命令	*WAI
说明	在前面的命令操作全部结束之前，将本仪器设为待机状态。	
附注	由于 *WAI 命令是 IEEE 488.2-1987 标准的共用命令，因此予以处理，但 3541 仪器固有的命令全部使用序列型命令，因此即使使用 *WAI 命令，也不会发挥其应有的效果。	

(4) 状态、事件控制命令

状态字节与相关提示的清除（输出提示除外）

语法	命令	*CLS
说明	清除对应状态字节寄存器各位的事件寄存器。也清除状态字节寄存器。	
附注		输出提示不受影响。
		输出提示、各种有效寄存器、状态字节的 MAV （4 位）不受影响。

标准事件状态有效寄存器（SESER）的写入和读出

语法	命令	*ESE <0 ~ 255(NR1)>
	查询 响应	*ESE? <0 ~ 255(NR1)>
说明	命令	以 0 ~ 255 的数值设定 SESER 的屏蔽方式。 初始值（接通电源时）为 0。
	查询	将 ESE 命令所设定的 SESER 内容以 0 ~ 255 的 NR1 数值返回。

128 7位	64 6位	32 5位	16 4位	8 3位	4 2位	2 1位	1 0位
PON	URQ	CME	EXE	DDE	QYE	RQC	OPC

例 命令 ***ESE 36**
(设置 SESER 的 5 位和 2 位)

标准事件状态寄存器（SESR）的读出和清除

语法	查询 响应	*ESR? <0 ~ 255(NR1)>
说明	以 0 ~ 255 的 NR1 数值返回 SESR 内容，并清除该内容。 响应信息不带信息头。	

RS-232C

128 7位	64 6位	32 5位	16 4位	8 3位	4 2位	2 1位	1 0位
PON	未使用	CME	EXE	DDE	QYE	未使用	未使用

GP-IB

128 7位	64 6位	32 5位	16 4位	8 3位	4 2位	2 1位	1 0位
PON	URQ	CME	EXE	DDE	QYE	RQC	OPC

例 **32**
SESR 的 5 位变为 1。

服务请求有效寄存器（SRER）的写入和读出

语法	命令	*SRE <0 ~ 255(NR1)>
	查询 响应	*SRE? <0 ~ 255(NR1)>
说明	命令	以 0 ~ 255 的数值设定 SRER 的屏蔽方式 数值接受 NRf 类型，小数点以下作四舍五入处理。 忽略 6 位、未使用位（2、3、7 位）的值。 接通电源时，初始化为 0。
	查询	将使用 *SRE 命令设定的 SRER 内容以 0 ~ 255 的 NR1 数值返回。6 位，未使用位（2、3、7 位）的值通常为 0。

128 7 位	64 6 位	32 5 位	16 4 位	8 3 位	4 2 位	2 1 位	1 0 位
未使用	0	ESB	MAV	未使用	未使用	ESE1	ESE0

例	命令	*SRE 33 将 SESER 的 0 位和 5 位设定为 1。
	查询 响应	*SRE? 33 SESER 的 0 位和 5 位变为 1。

状态字节与 MSS 位的读出

语法	查询 响应	*STB? <0 ~ 255(NR1)>
	说明	将 STB 的设定内容设为 0 ~ 255 的 NR1 数值返回。 响应信息不带信息头。

128 7 位	64 6 位	32 5 位	16 4 位	8 3 位	4 2 位	2 1 位	1 0 位
未使用	MSS	ESB	MAV	未使用	未使用	ESE1	ESE0

例	查询 响应	*STB? 16 STB 的 4 位变为 1。
---	----------	---

采样要求

语法	命令	*TRG
说明	外部触发时进行 1 次测量。 统计运算功能为 ON 时，作为运算数据读取。	
例	:TRIGger:SOURce EXTernal; *TRG	

8.6.2 固有命令

(1) 事件状态寄存器

固有事件状态有效寄存器 **ESER0** 与 **ESER1** 的设定和查询

ESER0

语法	命令	:ESE0 <0 ~ 255 (NR1)>
	查询	:ESE0?
	响应	<0 ~ 255 (NR1)>
说明	命令	在事件状态有效寄存器 0 (ESER0) 中设定事件状态寄存器的可使用模式。

128	64	32	16	8	4	2	1
7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
BIN1	BIN0	ERR	Hi	IN	Lo	INDEX	EOC

附注 接通电源时，将数据初始化为 0。

ESER1

语法	命令	:ESE1 <0 ~ 255(NR1)>
	查询	:ESE1?
	响应	<0 ~ 255 (NR1)>
说明	命令	在事件状态有效寄存器 1 (ESER1) 中设定事件状态寄存器的可使用模式。

128	64	32	16	8	4	2	1
7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
BIN9	BIN8	BIN7	BIN6	BIN5	BIN4	BIN3	BIN2

附注 接通电源时，将数据初始化为 0。

固有事件状态寄存器 **ESR0** 和 **ESR1** 的读出

语法	查询	:ESR0?
		:ESR1?
	响应	<0 ~ 255 (NR1)>

附注 如果执行 ESR0? 命令，ESR0 的内容则被清除。
如果执行 ESR1? 命令，ESR1 的内容则被清除。

(2) 测量方面

功能的设定和查询

语法	命令	[[:SENSE:]]FUNCTION <RESistance/ LPResistance/ TEMPerature>
	查询 响应	[[:SENSE:]]FUNCTION? RESISTANCE 电阻测量功能 LPRESISTANCE..... 低电流电阻测量功能 TEMPERATURE 温度测量功能
例	命令	FUNC LPR 设定为低电流电阻测量功能。
	查询 响应	FUNC? RESISTANCE 设定为电阻测量功能。
附注	<ul style="list-style-type: none"> • 可省略 [[:SENSE:]]。 • 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。 :FUNCTION RESistance 	

量程的设定和查询

低电流电阻测试量程

语法	命令	[[:SENSE:]]LPResistance:RANGe < 预计测量值 > < 预计测量值 > = 0 ~ 2000
	查询 响应	[[:SENSE:]]LPResistance:RANGe? < 测试量程 (NR3)> < 测试量程 (NR3)> = 2000.00E-3/ 20.0000E+0/ 200.000E+0/ 2000.00E+0
说明	命令	输入预计测量值。将主机提供的数值数据设定为可测量的最佳量程。
	查询	查询测试量程。
例	查询 响应	LPR: RANG? 20.0000E+0 将低电流电阻测量功能设定为 20Ω 量程。

电阻测试量程

	命令	[[:SENSe:]RESistance:RANGe < 预计测量值 > < 预计测量值 > = 0 ~ 110E+6
	查询 响应	[[:SENSe:]RESistance:RANGe? < 测试量程 (NR3)> < 测试量程 (NR3)> = 20.0000E-3/ 200.000E-3/ 2000.00E-3/ 20.0000E+0/ 200.000E+0/ 2000.00E+0/ 20.0000E+3/ 110.000E+3/ 1100.00E+3/ 11.0000E+6/ 110.0000E+6
说明	命令	输入预计测量值。将主机提供的数值数据设定为可测量的最佳量程。
	查询	查询测试量程。
例	命令	RES:RANG 123 将电阻测量功能设定为 200Ω 量程。
附注	也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。 :RESistance:RANGe	

自动量程的设定和查询

低电流电阻测试量程

	语法	命令	[[:SENSe:]LPResistance:RANGe:AUTO <1/0/ON/OFF>
		查询 响应	[[:SENSe:]LPResistance:RANGe:AUTO? <ON/ OFF>
	例	命令	LPR:RANG:AUTO ON

电阻测试量程

	语法	命令	[[:SENSe:]RESistance:RANGe:AUTO <1/0/ON/OFF>
		查询 响应	[[:SENSe:]RESistance:RANGe:AUTO? <ON/ OFF>
	例	查询 响应	RES:RANG:AUTO? OFF
附注	也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。 :RESistance:AUTO		

200mΩ 量程测量电流的设定（软件版本 1.13 以上）

语法	命令	:SYSTem:CURRent <1 A/0.1 A>
	查询 响应	:SYSTem:CURRent? <1A/0.1A>
		1 A 1 A 设定 0.1 A ... 100 mA 设定
例	命令	:SYST:CURR 0.1A

调零的执行与清除

调零的清除

语法	命令	:ADJust:CLEAr
----	----	----------------------

执行调零

语法	查询 响应	:ADJust? <0/ 1>
		0 表示调零成功。 1 表示调零中，偏置电阻值超出 1,000dgt。

测量端子的设定和查询

语法	命令	[[:SENSe:]]TERMinal <A/ B>
	查询 响应	[[:SENSe:]]TERMinal? <A/ B>
		A INPUT A 端子有效。 B INPUT B 端子有效。
例	命令	TERM B
	查询 响应	TERM? B

(3) 采样

采样速度的设定和查询

语法	命令	:SAMPle:RATE <FAST/ MEdium/ SLOW1/ SLOW2>
	查询 响应	:SAMPle:RATE? <FAST/ MEdium/ SLOW1/ SLOW2>
例	命令	:SAMP:RATE MED

采样速度的设定和查询

查询 **:SAMP:RATE?**
 响应 **MEDIUM**

附注 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，SLOW1 和 SLOW2 以 SLOW 进行响应。测量时间和响应时间与 3227 不同。

:SAMPlE

如果发送 :SAMPlE SLOW，则将本仪器设定为 SLOW1。

测量端子的设定和查询

语法 命令 **[:SENSe:]TERMinal <A/ B>**
 查询 **[:SENSe:]TERMinal?**
 响应 **<A/ B>**

A..... INPUT A 端子有效。

B..... INPUT B 端子有效。

例 命令 **TERM B**
 查询 **TERM?**
 响应 **B**

(4) 运算

温度补偿 (TC) 的设定和查询

温度补偿 (TC) 的执行

语法	命令	:CALCulate:TCORrect:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:CALCulate:TCORrect:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:TCOR:STAT ON
	查询 响应	:CALC:TCOR:STAT? OFF

温度补偿 (TC) 的设定

语法	命令	:CALCulate:TCORrect:PARAmeter < 基准温度 >, < 温度系数 >
	查询 响应	:CALCulate:TCORrect:PARAmeter? < 基准温度 >, < 温度系数 > < 基准温度 > = -10.0 ~ 99.9 (NR3) [°C] < 温度系数 > = -99999 ~ 99999 (NR1) [ppm/ °C]
例	命令	:CALC:TCOR:PAR 20,3930
	查询 响应	:CALC:TCOR:PAR? 70.0E+0,4500

附注 如果执行温度补偿功能，温度换算功能则变为 OFF 状态。
基准温度的单位为 [°C]，温度系数的单位为 [ppm/ °C]。
也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。

```
:TC
:TC?
:TCSET
:TCSET?
```

温度换算 (Δt) 的设定和查询

温度换算 (Δt) 的执行

语法	命令	:CALCulate:TCONversion:DELTA:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询响应	:CALCulate:TCONversion:DELTA:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:TCON:DELTA:STAT ON
	查询响应	:CALC:TCON:DELTA:STAT? ON

温度换算 (Δt) 的设定

语法	命令	:CALCulate:TCONversion:DELTA:PARAmeter < 初始电阻值 >, < 初始温度 >, < 常数 >
	查询响应	:CALCulate:TCONversion:DELTA:PARAmeter? < 初始电阻值 >, < 初始温度 >, < 常数 > < 初始电阻值 > = 0 ~ 110.000E+6 (NR3) < 初始温度 > = -10.0 ~ 99.9 (NR3) < 常数 > = -999.9 ~ 999.9 (NR2)
例	命令	:CALC:TCON:DELTA:PAR 100,20,235
	查询响应	:CALC:TCON:DELTA:PAR? 100.000E+0,20.0E+0,235.0

附注 如果执行温度换算功能，温度补偿功能则变为 OFF 状态。
 初始电阻值的单位为 [Ω]。
 初始温度与常数的单位为 [$^{\circ}\text{C}$]。

平均值功能的设定和查询

平均值功能的执行

语法	命令	:CALCulate:AVERAge:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询响应	:CALCulate:AVERAge:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:AVER:STAT ON
	查询响应	:CALC:AVER:STAT? OFF

平均次数

语法	命令	:CALCulate:AVERAge < 平均次数 >
	查询 响应	:CALCulate:AVERAge? < 平均次数 > < 平均次数 > = 2 ~ 100 (NR1)
例	命令	:CALC:AVER 10
	查询 响应	:CALC:AVER? 50

统计运算的执行、清除和查询

统计运算的执行

语法	命令	:CALCulate:STATistics:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:CALCulate:STATistics:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:STAT:STAT ON
	查询 响应	:CALC:STAT:STAT? ON

统计运算结果的清除

语法	命令	:CALCulate:STATistics:CLEAR
----	----	------------------------------------

数据数的查询

语法	查询 响应	:CALCulate:STATistics:NUMBER? < 总数据数 (NR1)>, < 有效数据数 (NR1)> 0 ~ 30000
例	查询 响应	:CALC:STAT:NUMB? 23456, 23449

平均值的查询

语法	查询 响应	:CALCulate:STATistics:MEAN? < 平均值 (NR3)>
----	----------	--

最大值的查询

语法	查询 响应	:CALCulate:STATistics:MAXimum? < 最大值 (NR3)>, < 最大值的数据编号 (NR1)>
例	查询 响应	:CALC:STAT:MAX? 12.4859E+3, 1124

最小值的查询

语法 查询 :CALCulate:STATistics:MINimum?
响应 <最小值 (NR3)>, <最小值的数据编号 (NR1)>

比较器结果的查询

语法 查询 :CALCulate:STATistics:LIMit?
响应 <Hi 数 (NR1)>, <IN 数 (NR1)>, <Lo 数 (NR1)>, <测试异常数 (NR1)>

例 查询 :CALC:STAT:LIM?
响应 1516,9310,737,16

分类测量结果的查询

语法 查询 :CALCulate:STATistics:BIN?
响应 <BIN0 数 (NR1)>, ..., <BIN9 数 (NR1)>, <OUT 数 (NR1)>, <测试异常数 (NR1)>

例 查询 :CALC:STAT:BIN?
响应 53,16,70,53,57,28,30,77,1,76,81,3

标准偏差的查询

语法 查询 :CALCulate:STATistics:DEViation?
响应 < σ_n (NR3)>, < σ_{n-1} (NR3)>

例 查询 :CALC:STAT:DEV?
响应 0.0159E-3,0.0161E-3

工序能力指数的查询

语法 查询 :CALCulate:STATistics:CP?
响应 <Cp(NR2)>, <Cpk(NR2)>

例 查询 :CALC:STAT:CP?
响应 0.86,0.14

- 附注
- 读取数据包括下述 3 种方法。
 1. 按 TRIG 键
 2. 从外部 I/O 输入 TRIG 信号
 3. 发送 *TRG 命令
 - :CALCulate:STATistics:STATe 命令不进行运算结果的清除。
 - 有效数据数为 0 时, σ_{n-1} 返回 0。
 - 即使进行清除, 统计运算功能也不会变为 OFF 状态。
 - Cp、Cpk 的上限为 99.99。Cp、Cpk >99.99 时, 返回 99.99。

比较器的设定和查询

比较器的执行

语法	命令	:CALCulate:LIMit:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询响应	:CALCulate:LIMit:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:LIM:STAT ON

蜂鸣器的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:BEEPer <OFF/ HL/ IN>
	查询响应	:CALCulate:LIMit:BEEPer? <OFF/ HL/ IN>
例	命令	:CALC:LIM:BEEP HL

附注 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
:CSET:BEEPer

判定模式的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:MODE <HL/ REF>
	查询响应	:CALCulate:LIMit:MODE? <HL/ REF>

HL = 通过上限值 / 下限值进行比较。
REF = 通过基准值 / 范围进行比较。

例 命令 **:CALC:LIM:MODE REF**

附注 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
:CSET:CMODE

上限值的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:UPPer <上限值>
	查询响应	:CALCulate:LIMit:UPPer? <上限值> <上限值> = 0 ~ 999999 (NR1)

例 命令 **:CALC:LIM:UPP 005971**

下限值的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:LOWer <下限值>
	查询响应	:CALCulate:LIMit:LOWer? <下限值> <下限值> = 0 ~ 999999 (NR1)

附注 (上、下限值共用)

- 使用计数值指定上限值和下限值。在 2Ω 量程下指定 0.567Ω 时，请发送下述内容。
:CALCulate:LIMit:UPPer 56700 (056700 也可)
- 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
:CSET:PARAMeter

基准电阻值的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:REFeRence < 基准电阻 >
	查询 响应	:CALCulate:LIMit:REFeRence? < 基准电阻 > < 基准电阻 > = 0 ~ 999999 (NR1)
例	命令	:CALC:LIM:REF 141000
附注	使用计数值指定基准电阻。在 2Ω 量程下指定 0.567Ω 时，请发送下述命令。 :CALCulate:LIMit:REFeRence 56700	

判定范围的设定

语法	命令	:CALCulate:LIMit:PERCent < 范围 (%) >
	查询 响应	:CALCulate:LIMit:PERCent? < 范围 (%) > < 范围 (%) > = 0 ~ 99.999 (NR2)
例	命令	:CALC:LIM:PERC 10.000
附注	也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。 :CSET:PARAMeter	

比较器结果

语法	查询 响应	:CALCulate:LIMit:RESult? <HI/ IN/ LO/ OFF/ ERR>
例	查询 响应	:CALC:LIM:RES? HI

分类测量的设定和查询

分类测量的执行

语法	命令	:CALCulate:BIN:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:CALCulate:BIN:STATe? <ON/ OFF>
例	命令	:CALC:BIN:STAT ON

可使用模式的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:ENABLE <可使用模式>**
 查询 **:CALCulate:BIN:ENABLE?**
 响应 **<可使用模式>**
<可使用模式> = 0 ~ 1023 (10 进制数)
 将执行分类测量的分类编号的位设为 1。

9 位	8 位	7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
BIN9	BIN8	BIN7	BIN6	BIN5	BIN4	BIN3	BIN2	BIN1	BIN0

例 命令 **:CALC:BIN:ENAB 15**
 可使用 BIN0 ~ BIN3。

判定模式的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:MODE <BIN No.>,<HL/ REF>**
 查询 **:CALCulate:BIN:MODE? <BIN No.>**
 响应 **<HL/ REF>**
<BIN No.> = 0 ~ 9
<HL/REF> =
 HL 通过上限值 / 下限值进行比较。
 REF..... 通过基准值 / 范围进行比较。

例 命令 **:CALC:BIN:MODE 3,HL**

上限值的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:UPPer <BIN No.>,<上限值>**
 查询 **:CALCulate:BIN:UPPer? <BIN No.>**
 响应 **<上限值>**
<BIN No.> = 0 ~ 9
<上限值> = 0 ~ 999999 (NR1)

下限值的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:LOWer <BIN No.>,<下限值>**
 查询 **:CALCulate:BIN:LOWer? <BIN No.>**
 响应 **<下限值>**
<BIN No.> = 0 ~ 9
<下限值> = 0 ~ 999999 (NR1)

例 命令 **:CALC:BIN:LOW 0,117832**

附注 使用计数值指定上限值和下限值。
 在 2Ω 量程下指定 0.567Ω 时, 请发送下述内容。
:CALCulate:BIN:UPPer 3,56700 (056700 也可)

基准电阻值的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:REFErence <BIN No.>,< 基准电阻 >**
 查询 **:CALCulate:BIN:REFErence? <BIN No.>**
 响应 **< 基准电阻 >**
<BIN No.> = 0 ~ 9
< 基准电阻 > = 0 ~ 999999 (NR1)

附注 使用计数值指定基准电阻。
 在 2Ω 量程下指定 0.567Ω 时，请发送下述内容。
:CALCulate:BIN:REFErence 5,56700

判定范围的设定

语法 命令 **:CALCulate:BIN:PERCent <BIN No.>,< 范围 (%) >**
 查询 **:CALCulate:BIN:PERCent? <BIN No.>**
 响应 **< 范围 (%) >**
<BIN No.> = 0 ~ 9
< 范围 (%) > = 0 ~ 99.999 (NR2)

判定结果的查询

语法 查询 **:CALCulate:BIN:RESult?**
 响应 **<NR1>**
<NR1> = 0 ~ 1023

将分类测量中 PASS 的分类编号的位设为 1。

9 位	8 位	7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
BIN9	BIN8	BIN7	BIN6	BIN5	BIN4	BIN3	BIN2	BIN1	BIN0

例 查询 **:CALC:BIN:RES?**
 响应 **128**
 BIN7 为 PASS。

(5) 系统

偏置电压补偿功能的设定

语法	命令	:SYSTem:OVC <1/0/ON/OFF>
	查询响应	:SYSTem:OVC? <ON/ OFF>
例	命令	:SYST:OVC ON
	查询响应	:SYST:OVC? OFF
附注	为 110 K Ω 量程以上时, 设定无效。	

温度测量（模拟输入）的设定

温度传感器的选择

语法	命令	:SYSTem:TEMPerature:SENSor <PT/ ANALog>
	查询响应	:SYSTem:TEMPerature:SENSor? <PT/ANALOG>
PT 作为温度传感器, 使用 9451 温度探头。 ANALOG 作为温度传感器, 使用带有模拟输出的温度计。		
例	命令	:SYST:TEMP:SENS ANAL
	查询响应	:SYST:TEMP:SENS? PT
附注	不能使用命令选择 RS-232C 作为温度测量的输入。请在主机的菜单画面中设定。 ❖ 请参照“RS-232C (3444/3445 温度计 (非接触式) +3909 接口卡) 的温度测量”(第 30 页)	

模拟输入参数设定

语法	命令	:SYSTem:TEMPerature:PARAmeter <V1>, <T1>, <V2>, <T2>
	查询响应	:SYSTem:TEMPerature:PARAmeter? <V1>, <T1>, <V2>, <T2> <V1> = 0 ~ 2.00 (NR2) 基准电压 1 [V] <T1> = -99.9 ~ 999.9 (NR2) ... 基准温度 1 [°C] <V2> = 0 ~ 2.00 (NR2) 基准电压 2 [V] <T2> = -99.9 ~ 999.9 (NR2) ... 基准温度 2 [°C]
例	命令	:SYST:TEMP:PAR 0, -10, 2, 100
	查询响应	:SYST:TEMP:PAR? 0.00, 0.00, 1.00, 100.0 为 0 V 时显示 0 °C, 1 V 时显示 100 °C。

测试异常查出时间的设定

测试异常查出时间的自动设定

语法	命令	:SYSTem:FDETECT:AUTO <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:SYSTem:FDETECT:AUTO? <ON/ OFF>
		ON..... 测试异常查出时间 AUTO OFF 测试异常查出时间 MANUAL
例	命令	:SYST:FDET:AUTO ON
	查询 响应	:SYST:FDET:AUTO? ON

测试异常查出时间的设定

语法	命令	:SYSTem:FDETECT < 测试异常查出时间 >
	查询 响应	:SYSTem:FDETECT? < 测试异常查出时间 > (NR2) < 测试异常查出时间 > = 0 ~ 9.998 (NR2)[秒] 但请勿设定超出延迟时间。
例	命令	:SYST:FDET 0.010
	查询 响应	:SYST:FDET? 0.010

测试异常数据的格式（软件版本 1.13 以上）

可按如下所述变更恒定电流异常（Err.Cur）的格式。

- 将 Err.Curr 按照与溢出显示（OF）相同的方式处理。
- 选择分类输出时，将 44 号 pin（BCD3-3）作为 Err.Curr 信号输出。
- Err.Hi/Lo 与 Err.Cur 同时发生时，依据 Err.Hi/Lo 的格式。

语法	命令	:SYSTem:FORMat <CF / NORMal >
	查询 响应	:SYSTem:FORMat? <CF/ NORMAL> CF..... 将 Err.Curr 按照与溢出显示相同的方式处理。 NORMAL 将 Err.Curr 作为测试异常处理，不进行比较器判定。
例	命令	:SYST:FORM CF

自校准的执行和设定

自校准的执行

语法 命令 **:SYSTem:CALibration**

自校准的设定

命令 **:SYSTem:CALibration:AUTO <1/0/ON/OFF>**

查询响应 **:SYSTem:CALibration:AUTO?
<ON/ OFF>**

ON 自校准 AUTO

OFF 自校准 MANUAL

例 命令 **:SYST:CAL:AUTO OFF**

查询响应 **:SYST:CAL:AUTO?
ON**

附注 即使在自校准为 AUTO 的状态下，也可以按任意时序使用 :SYSTem:CALibration 执行。

按键操作音的设定和查询

语法 命令 **:SYSTem:BEEPer:STATe <1/0/ON/OFF>**

查询响应 **:SYSTem:BEEPer:STATe?
<ON/ OFF>**

例 命令 **:SYST:BEEP:STAT ON**

查询响应 **:SYST:BEEP:STAT?
ON**

电源频率的设定和查询

语法 命令 **:SYSTem:LFRequency <50/ 60>**

查询响应 **:SYSTem:LFRequency?
<50/ 60>**

例 命令 **:SYST:LFR 50**

查询响应 **:SYST:LFR?
60**

附注 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
:FREQuency

按键锁定状态的设定和查询

语法	命令	:SYSTem:KLOCK <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:SYSTem:KLOCK? <ON/ OFF>
例	命令	:SYST:KLOC ON
	查询	:SYST:KLOC?
	响应	OFF

测量条件的保存与读入的设定

语法	命令	:SYSTem:SAVE <Table No.1 ~ 30>
		:SYSTem:LOAD <Table No.1 ~ 30>
例	命令	:SYST:SAVE 10
		:SYST:LOAD 5

信息头有无的设定和查询

语法	命令	:SYSTem:HEADer <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:SYSTem:HEADer? <ON/ OFF>
例	命令	:SYST:HEAD ON
	查询	:SYST:HEAD?
	响应	OFF
		:SYSTEM:HEADER ON

附注 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
HEADer

ERR 输出的设定

语法	命令	:SYSTem:ERRor <SYNChronous/ ASYNchronous>
	查询 响应	:SYSTem:ERRor? <SYNCHRONOUS/ ASYNCHRONOUS> SYNCHRONOUS 与 EOC 输出同步 ASYNCHRONOUS ... 与 EOC 输出不同步
例	命令	:SYST:ERR SYNC
	查询 响应	:SYST:ERR? ASYNCHRONOUS

BCD 输出的设定

语法	命令	:SYSTem:EXTernalout <BIN/ BCD>
	查询 响应	:SYSTem:EXTernalout? <BIN/ BCD>
例	命令	:SYST:EXT BCD
	查询 响应	:SYST:EXT? BIN

- 附注
- 如果选择 BCD 输出，则不能使用分类输出。
 - 如果选择分类输出，则不能使用 BCD 输出。

定界符的设定



语法	命令	:SYSTem:TERMinator <0/ 1>
	查询 响应	:SYSTem:TERMinator? <0/ 1> 0LF+EOI 1 CR,LF+EOI
例	命令	:SYST:TERM 1
	查询 响应	:SYST:TERM? 0

- 附注
- 接通电源时，设定为 0（LF+EOI）。
 - RS-232C 的定界符固定为 CR 和 LF。

EOC 输出方法的设定（软件版本 1.15 以上）

可选择 2 种外部 I/O 的 EOC（测量结束）信号的输出方法。

（EOC 信号在测量结束时设定为 ON，然后根据所设定的输出方法设为 OFF）

- HOLD 保持到通过下一个触发信号开始测量时为止
- PULSE 以所设定的脉冲宽度进行 EOC=OFF

另外，PULSE 输出设定时的脉冲宽度可按 0.001 ~ 0.100[秒] 进行设定。

EOC 输出模式的设定

语法	命令	:SYSTem:EOC:MODE <HOLD/PULSe>
	查询 响应	:SYSTem:EOC:MODE? <HOLD/PULSE>
		HOLD 保持到通过下一个触发信号开始测量时为止
		PULSE . . . 以所设定的脉冲宽度进行 EOC=OFF

例 命令 **:SYST:EOC:MODE PULS**

EOC 脉冲宽度的设定

语法	命令	:SYSTem:EOC:PULSe < 脉冲宽度 >
	查询 响应	:SYSTem:EOC:PULSe? < 脉冲宽度 > = 0.001 ~ 0.100 (NR2)[秒]

例 命令 **:SYST:EOC:PULS 0.005**

系统复位

语法	命令	:SYSTem:RESet
说明	命令	将保存数据在内的全部设定恢复为出厂时的状态。
例	命令	:SYST:RES
附注	想保留保存数据时，请使用 *RST 。	

(6) 外部 I/O

外部 I/O 输出

语法	命令	:IO:OUT < 输出数据 0 ~ 255 >
说明	命令	在外部 I/O 的分类 /BCD 输出中选择分类时，可从 EXT I/O 端子输出任意 8 位数据。

7 位	6 位	5 位	4 位	3 位	2 位	1 位	0 位
OUT7	OUT6	OUT5	OUT4	OUT3	OUT2	OUT1	OUT0
50	25	49	24	48	23	47	22

针编号

❖ 请参照“6.2 关于各信号”（第 72 页）

附注 在外部 I/O 的 BIN/BCD 输出中选择 BCD 输出时，会产生执行错误。

外部 I/O 输入

语法	查询 响应	:IO:IN? 0 ~ 3 (NR1)
说明	查询	<p>读出外部 I/O 的 <u>TRIG</u> 以及 <u>PRINT</u> 端子的 ON 边沿，然后清除。 检测到 ON 边沿（将各信号与 GND 端子进行短路）时设定各个位，然后通过本查询读出状态即可进行清零。</p> <p>另外，<u>TRIG</u> 键输入也进行与 <u>TRIG</u> 相同的检测。</p> <p>0 位: EXT I/O <u>TRIG</u> (ON 边沿)，<u>TRIG</u> 键输入 1 位: EXT I/O <u>PRINT</u> (ON 边沿)</p> <p>❖ 请参照“6.2 关于各信号”（第 72 页）</p>

(7) 触发

关于触发系统

触发系统根据连续测量的设定（:INITIATE:CONTINUOUS）和触发源设定（:TRIGGER:SOURCE）作如下操作。

❖ 请参照“8.7 基本的数据取得方法”（第 146 页）

		连续测量（:INITIATE:CONTINUOUS）	
		ON	OFF*1
触发源 （:TRIGGER: SOURCE）	IMMEDIATE （EXT.TRIG 熄 灭）	自由测量状态。 自动进行连续测量。 ❖ （第 139 页）-1	通过 :INITIATE （或 :READ? ） 进行触发。 ❖ （第 139 页）-2
	EXTERNAL *2 （EXT.TRIG 点 亮）	通过 TRIG 端子、TRIG 键、*TRG 命 令进行触发。 测量结束之后，变为等待触发状态。 ❖ （第 139 页）-3	通过 :INITIATE （或 :READ? ） 进入等待触发状态。 通过 TRIG 端子、TRIG 键、*TRG 命 令进行触发。 ❖ （第 139 页）-4

*1 **:INITIATE:CONTINUOUS OFF**

只可由远程命令设定。

设定为 OFF 时，如果返回到本地状态或重新接通电源，则会在下次接通电源时，设定为下述状态。

:INITIATE:CONTINUOUS ON

❖ 请参照“8.4.6 本地功能”（第 106 页）

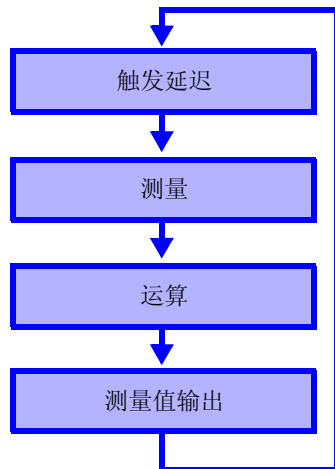
*2 **:TRIGGER:SOURCE EXTERNAL**

在低电流电阻测量功能的所有量程以及电阻测量功能的 20 mΩ ~ 20 Ω 量程下，仅在测量期间流过电流。

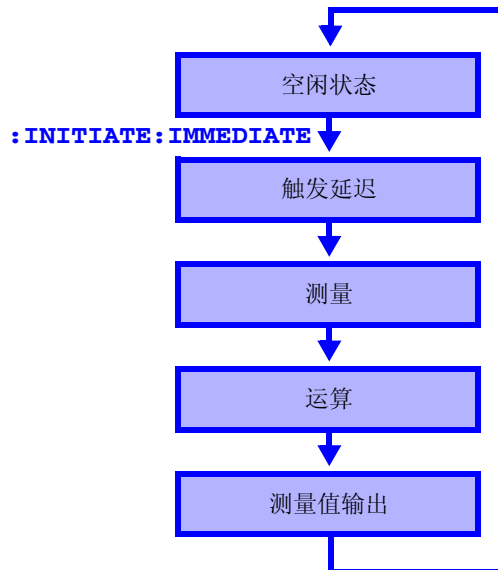
❖ 请参照“6.3 时序图”（第 78 页）

测量流程

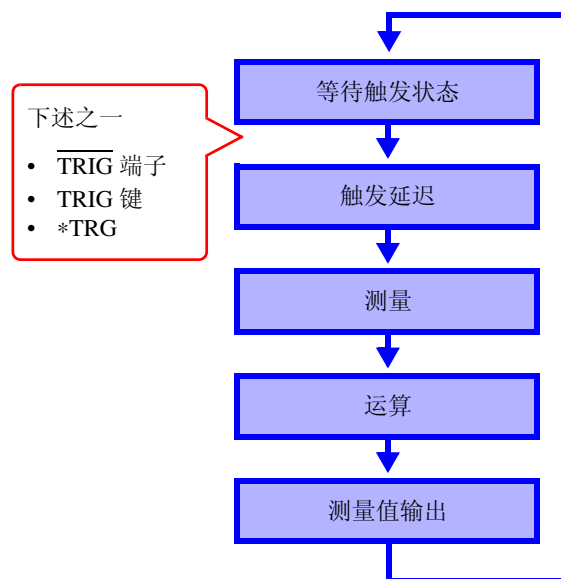
1 :INITIATE:CONTINUOUS ON
:TRIGGER:SOURCE IMMEDIATE



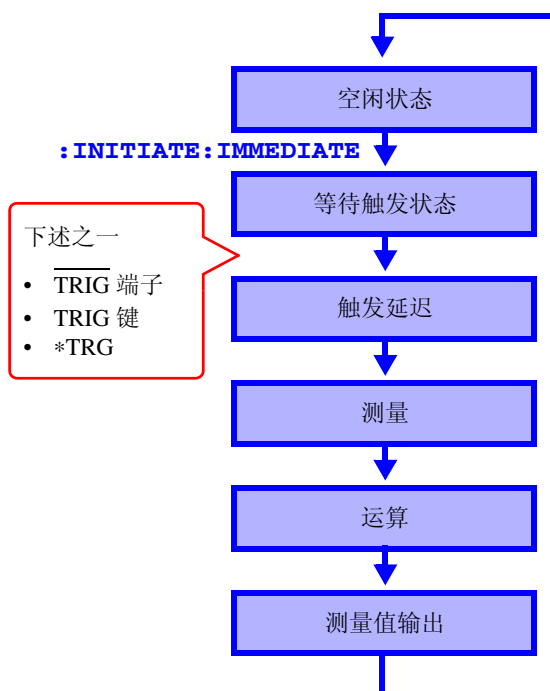
2 :INITIATE:CONTINUOUS OFF
:TRIGGER:SOURCE IMMEDIATE



3 :INITIATE:CONTINUOUS ON
:TRIGGER:SOURCE EXTERNAL



4 :INITIATE:CONTINUOUS OFF
:TRIGGER:SOURCE EXTERNAL



连续测量的设定

语法	命令	:INITiate:CONTinuous <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:INITiate:CONTinuous? <ON/ OFF> ON..... 连续测量有效 OFF 连续测量无效
例	命令	:INIT:CONT OFF
	查询	:INIT:CONT?
	响应	ON
附注	<ul style="list-style-type: none"> 连续测量有效： 测量结束之后，变为等待触发状态。触发源为 IMMEDIATE 时，会立即发生下述触发，因此会变为自由测量状态。 连续测量无效： 测量结束之后，变为空闲状态（而不是等待触发状态）。 所谓空闲状态，是指不受理触发的状态。通过 :INITiate[:IMMEDIATE]，变为等待触发状态。 在温度测量功能中，下述命令无效。 :INITiate:CONTinuous 如果解除远程状态，则变为连续测量有效状态。 	

等待触发的设定

语法	命令	:INITiate[:IMMEDIATE]
说明	将触发系统从空闲状态设定为等待触发状态。	
例	将触发系统设定为连续测量无效状态，进行 1 次触发以读取值时	
	发送	:TRIG:SOUR IMM 变为等待触发状态之后，立即进行触发 :INIT:CONT OFF 设定为连续测量无效状态。 :INIT 设定为等待触发。:TRIG:SOUR IMM，因此立即进行触发 :FETC? 读取测量值。
	接收	2.16414E+3 测量值为 2.16414kΩ
错误	<ul style="list-style-type: none"> 连续测量为有效状态（:INITiate:CONTINUOUS ON）时，会发生执行错误。 	
附注	<ul style="list-style-type: none"> 触发源为 IMMEDIATE 时，立即进行触发，然后进入空闲状态。 触发源为 EXTERNAL 时，变为外部等待触发状态，如果受理触发，则进行 1 次测量，然后进入空闲状态。 在温度测量功能中，下述命令无效。 :INITiate[:IMMEDIATE] 	

触发源的设定

语法	命令	:TRIGger:SOURce <IMMediate/ EXTernal>
	查询 响应	:TRIGger:SOURce? <IMMEDIATE/ EXTERNAL> IMMEDIATE..... 为内部触发。 EXTERNAL 触发源为外部。通过 TRIG 键、TRIG 端子、*TRG 命令进行触发。
例	命令	:TRIG:SOUR IMM
	查询 响应	:TRIG:SOUR? IMMEDIATE
附注	<ul style="list-style-type: none"> 在温度测量功能中，下述命令无效。 :TRIGger:SOURce HIOKI 3227 的 HOLD 命令与 :TRIGger:SOURce EXTernal 相同。 	

触发延迟的设定

触发延迟时间的设定

语法	命令	:TRIGger:DELay < 延迟时间 >
	查询 响应	:TRIGger:DELay? < 延迟时间 > 延迟时间 [秒] 0 ~ 9.999 (NR2)
例	查询 响应	:TRIG:DEL? 0.010

自动触发延迟的设定

语法	命令	:TRIGger:DELay:AUTO <1/0/ON/OFF>
	查询 响应	:TRIGger:DELay:AUTO? <ON/ OFF>
例	解除自动触发延迟，并将触发延迟时间设定为 0.01 秒。	
	发送	:TRIG:DEL:AUTO OFF :TRIG:DEL 10E-3
	查询 响应	:TRIG:DEL:AUTO? ON

- 附注
- 在温度测量功能中，下述命令无效。
:TRIGger:DELay
:TRIGger:DELay:AUTO
 - 自动延迟为 ON 时（:TRIGger:DELay:AUTO ON），延迟时间设定无效。

(8) 测量值的读出

测量值的格式

电阻测量
绝对值显示

测量值量程	测量值	± OF 时	测试异常时
20mΩ	±□□.□□□□ E-3	± 10.0000E+8	+10.0000E+9
200mΩ	±□□□.□□□ E-3	± 100.000E+7	+100.000E+8
2Ω	±□□□□.□□ E-3	± 1000.00E+6	+1000.00E+7
20Ω	±□□.□□□□ E+0	± 10.0000E+8	+10.0000E+9
200Ω	±□□□.□□□ E+0	± 100.000E+7	+100.000E+8
2kΩ	±□□□□.□□ E+0	± 1000.00E+6	+1000.00E+7
20 kΩ	±□□.□□□□ E+3	± 10.0000E+8	+10.0000E+9
100kΩ	±□□□.□□□ E+3	± 100.000E+7	+100.000E+8
1MΩ	±□□□□.□□ E+3	± 1000.00E+6	+1000.00E+7
10MΩ	±□□.□□□□ E+6	± 10.0000E+8	+10.0000E+9
100MΩ	±□□□.□□□ E+6	± 100.000E+7	+100.000E+8

电阻测量
相对值显示

测量值	± OF 时	测试异常时
±□□□.□□□ E+0	± 100.000E+7	+100.000E+8

温度换算显示

测量值	± OF 时	测试异常时
±□□□□□.□ E+0	± 10000.0E+5	+10000.0E+6

温度显示

测量值	± OF 时
±□□□.□ E+0	± 100.0E+7

附注 测量值的“+”符号以空格（ASCII 代码 20H）返回。

最后测量值的读出

- 语法** 查询 **:FETCh?**
- 说明** 读出最后（最近）的测量值。不进行触发。
- 例** 查询 **:FETC?**
 响应 **17.0216E-3**
- 附注** 也可以使用 HIOKI 3227 的下述命令，但响应信息的格式不同。
 :MEASure:RESistance?
 但在 :MEASURE:RESISTANCE?（长名）时，进行与本仪器的
 :MEASure:RESistance? 相同的操作。
 ❖ 预设值为所指定的量程与功能，进行测量（Ω，LPΩ）（第 144 页）

温度测量值的读出

- 语法** 查询 **:MEASure:TEMPerature?**
- 说明** 读出最后（最近）的温度测量值。
 在电阻功能的状态下，可参照温度。
- 例** 查询 **:MEAS:TEMP?**
 响应 **25.1E+0**

测量（触发等待与测量值的读出）

- 语法** 查询 **:READ?**
- 说明** 从空闲状态设定为 1 次等待触发状态，并在测量结束之后读出测量值。自动量程时，移动到最适合量程之后进行测量。

触发源	操作
IMMediate	进行触发并读出测量值。
EXTernal	通过 TRIG 端子（外部 I/O）、*TRG 命令、TRIG 键进行触发，然后读出测量值。

- 错误** • :INITIATE:CONTINUOUS ON 时，发生执行错误。
 • 进入等待触发状态时，会发生执行错误。
- 附注** • 测量结束之前，不执行下一个命令。
 • 将触发源设为外部，通过 *TRG 命令进行触发时，在发送 *TRG 命令之后，经过相当于采样时间的等待时间之后，进行送信指定。（仅接口设定为 GP-IB 时）

预设所指定的量程与功能，进行测量 (Ω , $LP\Omega$)

语法 查询 **:MEASure:LPResistance? < 预计测量值 >**

< 预计测量值 > = 0 ~ 2E+3

:MEASure:RESistance? < 预计测量值 >

< 预计测量值 > = 0 ~ 110E+6

说明 输入预计测量值之后，将主机提供的数值数据设定为可测量的最佳量程。省略时变为自动量程。

MEASURE 命令进行如下操作。

1. 将触发系统设为连续测量无效状态。
2. 将触发源设为内部。
3. 移动到指定的功能。
4. 移动到指定的量程。
5. 进行 1 次触发。
6. 读出测量值。

MEASURE 命令在内部执行下述命令。

:FUNC < 功能 >

< 功能 > :RANG < 预计测量值 >

(没有 < 预计测量值 > 时, **< 功能 > :RANG:AUTO ON**)

:INIT:CONT OFF

:TRIG:SOUR IMM

:READ?

例 查询 **:MEAS:RES?**

响应 **5.1124E+3**

查询 **:MEAS:LPR?**

响应 **104.140E+0**

附注 变压器或线圈等测试物具有感应性时，在自动量程下测量值变得不稳定期间，可能会返回测量数据。此时，请在测量时指定量程或使用触发延迟功能。

寄存功能（软件版本 1.13 以上）

是可保存 / 读出最多 10 个测量数据的功能。

寄存功能的执行

语法	命令	:MEMory:STATe <1/0/ON/OFF>
	查询	:MEMory:STATe?
	响应	<ON/ OFF>

清除储存数据

语法	命令	:MEMory:CLEAR
----	----	----------------------

读出储存数量

语法	命令	:MEMory:COUNt?
	响应	< 储存数据数 >
		< 储存数据数 > = 0 ~ 10 (NR1)

读出储存数据

语法	命令	:MEMory:DATA?
	响应	< 储存编号 (NR1)>, < 测量值 (NR3) >
		< 储存编号 (NR1)>, < 测量值 (NR3) >
		< 储存编号 (NR1)>, < 测量值 (NR3) >
		.
		.
		.
		END

例	命令	:MEM:STAT ON
	命令	:MEM:CLEAR
	外部触发输入	
	外部触发输入	
	外部触发输入	
	查询	:MEM:COUN?
	响应	3
	查询	:MEM:DATA?
	响应	1, 1897.50E-3
		2, 1000.00E+6
		3, 1897.48E-3
		END

- 附注
- 各储存数据的最后带有终止符。
 - 只可由远程命令使用。
 - 通过 TRIG 端子、TRIG 键、*TRG 命令保存测量值。
 - 如果将寄存功能设为有效，自动量程功能则变为无效状态。
 - 保存 10 个测量值时，如果不清除保存内容，则不能保存新测量值。

8.7 基本的数据取得方法

可根据用途灵活地读取数据。

自由测量的数据读取

初始设定 **:INITiate:CONTinuous ON**（连续测量有效）
 :TRIGger:SOURce IMM（内部触发）

读取 **:FETCh?**
 读取过去最新的测量值

由主机进行触发并读取数据

初始设定 **:INITiate:CONTinuous OFF**（连续测量无效）
 :TRIGger:SOURce IMM（内部触发）

读取 **:READ?**
 进行触发，并在测量结束之后传送测量值

通过 TRIG 键或 TRIG 端子进行触发并读取数据

初始设定 **:INITiate:CONTinuous OFF**（连续测量无效）
 :TRIGger:SOURce EXT（外部触发）

读取 **:READ?**
 通过 TRIG 键或 TRIG 端子进行触发之后，传送测量值

8.8 示例程序

8.8.1 使用 Visual Basic 5.0/6.0 制作

是 Microsoft 公司的 Visual Basic 5.0 和 6.0 用示例程序。

- 通信使用下述控件。
RS-232C 通信用：Visual Basic Professional 版 MSComm
GP-IB 通信用：National Instruments 公司的 GP-IB 板、驱动器和 Visual Basic 用模块
- 通信时的终止符已进行如下设定。
RS-232C: CR+LF
GP-IB: LF

Visual Basic 是 Microsoft 公司的注册商标。

RS-232C 的通信

(使用 Microsoft Visual Basic Professional MSComm)

(1) 简单的电阻测量

读取 10 次测量值，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureSubRS()
Dim recvstr As String           ' 接收字符串
Dim i As Integer

MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"   ' 通信端口的设定
MSComm1.PortOpen = True          ' 打开端口
Open App.Path & "data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

MSComm1.Output = ":TRIG:SOUR IMM" & vbCrLf ' 选择内部触发
MSComm1.Output = ":INIT:CONT ON" & vbCrLf ' 连续测量 ON
For i = 1 To 10
  MSComm1.Output = ":FETCH?" & vbCrLf     ' 发送取得最新测量值的 ":FETCH?"
  recvstr = ""                             ' 以下开始接收，直至收到 LF 代码
  While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
    recvstr = recvstr + MSComm1.Input
    DoEvents
  Wend
  recvstr = Left(recvstr, Len(recvstr) - 2) ' 删除终止符 (CR+LF)
  Print #1, Str(i) & ", " & recvstr        ' 写到文件中
Next

Close #1
MSComm1.PortOpen = False
End Sub

```

(2) 使用计算机的按键进行电阻测量

使用计算机的按键输入进行测量和数据读取，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureReadSubRS()
Dim recvstr As String           ' 接收字符串
Dim i As Integer

MSComm1.Settings = "9600,n,8,1" ' 通信端口的设定
MSComm1.PortOpen = True        ' 打开端口
Open App.Path & "data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

MSComm1.Output = ":TRIG:SOUR IMM" & vbCrLf ' 选择内部触发
MSComm1.Output = ":INIT:CONT OFF" & vbCrLf ' 连续测量 OFF
For i = 1 To 10
' 等待计算机的按键输入
' 制作按键输入检查例行程序，按键输入时，请按 InputKey() = True 处理
Do While 1
    If InputKey() = True Then Exit Do
    DoEvents
Loop

' 确认按键输入之后，进行 1 次测量，并读入测量值
MSComm1.Output = ":READ?" & vbCrLf ' 发送测量&测量值取得的 ":READ?"
recvstr = "" ' 以下开始接收，直至收到 LF 代码
While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
    recvstr = recvstr + MSComm1.Input
    DoEvents
Wend
recvstr = Left(recvstr, Len(recvstr) - 2) ' 删除终止符 (CR+LF)
Print #1, Str(i) & "," & recvstr ' 写到文件中
Next

Close #1
MSComm1.PortOpen = False
End Sub

```

(3) 通过外部触发进行测量 1

通过 3541 外部触发（触发键、外部 I/O 触发输入）或计算机的按键输入进行测量和数据读取，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureTrigSubRS()
Dim recvstr As String           ' 接收字符串
Dim i As Integer

MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"   ' 通信端口的设定
MSComm1.PortOpen = True          ' 打开端口
Open App.Path & "data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

MSComm1.Output = ":TRIG:SOUR EXT" & vbCrLf ' 选择外部触发
MSComm1.Output = ":INIT:CONT OFF" & vbCrLf ' 连续测量 OFF
For i = 1 To 10
  MSComm1.Output = ":READ?" & vbCrLf      ' 发送测量&测量值取得的 “:READ?”

  recvstr = ""                            ' 以下开始接收，直至收到 LF 代码
  While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
    recvstr = recvstr + MSComm1.Input
    DoEvents

    ' 有计算机的按键输入时执行触发测量，
    ' 制作按键输入检查例行程序，按键输入时，请按 InputKey()= True 处理
    If InputKey() = True Then
      MSComm1.Output = "*TRG" & vbCrLf    ' 有按键输入时，发送测量触发 “*TRG”
    End If
  Wend
  recvstr = Left(recvstr, Len(recvstr) - 2) ' 删除终止符（CR+LF）
  Print #1, Str(i) & ", " & recvstr      ' 写到文件中
Next

Close #1
MSComm1.PortOpen = False
End Sub

```

(4) 通过外部触发进行测量 2

通过 3541 外部触发（触发键、外部 I/O 触发输入）进行读取，并保存为文本文件。
（在连续测量状态下，3541 按照触发输入的时序读取最新测量值）

```

Private Sub MeasureTrig2SubRS()
Dim recvstr As String           ' 接收字符串
Dim i As Integer

MSComm1.Settings = "9600,n,8,1" ' 通信端口的设定
MSComm1.PortOpen = True        ' 打开端口
Open App.Path & "data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

MSComm1.Output = ":TRIG:SOUR IMM" & vbCrLf ' 选择内部触发
MSComm1.Output = ":INIT:CONT ON" & vbCrLf ' 连续测量 ON

' 清除外部 I/O 触发输入の確認
MSComm1.Output = ":IO:IN?" & vbCrLf
recvstr = ""
While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
    recvstr = recvstr + MSComm1.Input
    DoEvents
Wend

For i = 1 To 10
    ' 等待外部 I/O 触发输入
    Do While 1
        MSComm1.Output = ":IO:IN?" & vbCrLf
        recvstr = ""
        While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
            recvstr = recvstr + MSComm1.Input
            DoEvents
        Wend
        If Left(recvstr, 1) = "1" Then Exit Do
        DoEvents
    Loop

    MSComm1.Output = ":FETCH?" & vbCrLf ' 发送取得最新测量值的 ":FETCH?"

    recvstr = "" ' 以下开始接收，直至收到 LF 代码
    While Right(recvstr, 1) <> Chr(10)
        recvstr = recvstr + MSComm1.Input
        DoEvents
    Wend
    recvstr = Left(recvstr, Len(recvstr) - 2) ' 删除终止符 (CR+LF)
    Print #1, Str(i) & ", " & recvstr ' 写到文件中
Next

Close #1
MSComm1.PortOpen = False
End Sub

```

(5) 测量条件设定

设置测量条件。

```
' 功能: 电阻测量
' 量程: 200 mΩ
' 采样: SLOW2
' 触发: 内部触发
' 比较器: ON、HI·LO 模式, 蜂鸣器 HL, 上限值 200000, 下限值 100000
Private Sub SettingsSubRS()
MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"           ' 通信端口的设定
MSComm1.PortOpen = True                  ' 打开端口

MSComm1.Output = ":FUNC RES" & vbCrLf   ' 设定为电阻功能
MSComm1.Output = ":RES:RANG 200E-3" & vbCrLf ' 将量程设定为 200 mΩ
MSComm1.Output = ":SAMP:RATE SLOW2" & vbCrLf ' 将采样设定为 SLOW2
MSComm1.Output = ":TRIG:SOUR IMM" & vbCrLf ' 选择内部触发
MSComm1.Output = ":INIT:CONT ON" & vbCrLf ' 连续测量 ON
MSComm1.Output = ":CALC:LIM:MODE HL" & vbCrLf ' 以下为比较器设定
MSComm1.Output = ":CALC:LIM:BEEP HL" & vbCrLf
MSComm1.Output = ":CALC:LIM:UPP 200000" & vbCrLf
MSComm1.Output = ":CALC:LIM:LOW 100000" & vbCrLf
MSComm1.Output = ":CALC:LIM:STAT ON" & vbCrLf ' 比较器 ON

MSComm1.PortOpen = False
End Sub
```

GP-IB 通信

(使用 National Instruments 公司的 GP-IB 板)

(1) 简单的电阻测量

读取 10 次测量值，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureSub()
Dim buffer As String * 13           ' 接收用缓冲区
Dim recvstr As String              ' 接收字符串
Dim pad As Integer                 ' 控制器地址
Dim gpibad As Integer              ' 设备地址
Dim timeout As Integer             ' 超时时间
Dim ud As Integer                  ' 状态 (未使用)
Dim i As Integer

pad = 0                             ' 端口地址 0
gpibad = 1                          ' 3541 地址 1
timeout = T10s                       ' 超时 10 秒

Call ibfind("gpib0", 0)              ' GP-IB 初始化
Call ibdev(pad, gpibad, 0, timeout, 1, 0, ud)
Call SendIFC(pad)
Open App.Path & "\data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

Call Send(pad, gpibad, ":TRIG:SOUR IMM", NLEnd) ' 选择内部触发
Call Send(pad, gpibad, ":INIT:CONT ON", NLEnd) ' 连续测量 ON
For i = 1 To 10
    Call Send(pad, gpibad, ":FETCH?", NLEnd) ' 发送取得最新测量值的 ":FETCH?"
    Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend) ' 接收
    recvstr = Left(buffer, InStr(1, buffer, Chr(10)) - 1)
    Print #1, Str(i) & ", " & recvstr ' 写到文件中
Next

Close #1
Call ibonl(pad, 0)
End Sub

```

(2) 使用计算机的按键进行电阻测量

使用计算机的按键输入进行测量和数据读取，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureReadSub()
Dim buffer As String * 13           ' 接收用缓冲区
Dim recvstr As String              ' 接收字符串
Dim pad As Integer                 ' 控制器地址
Dim gpibad As Integer              ' 设备地址
Dim timeout As Integer             ' 超时时间
Dim ud As Integer                  ' 状态（未使用）
Dim i As Integer

pad = 0                             ' 端口地址 0
gpibad = 1                          ' 3541 地址 1
timeout = T10s                       ' 超时 10 秒

Call ibfind("gpib0", 0)              ' GP-IB 初始化
Call ibdev(pad, gpibad, 0, timeout, 1, 0, ud)
Call SendIFC(pad)
Open App.Path & "\data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

Call Send(pad, gpibad, ":TRIG:SOUR IMM", NLen) ' 选择内部触发
Call Send(pad, gpibad, ":INIT:CONT OFF", NLen) ' 连续测量 OFF
For i = 1 To 10
    ' 等待计算机的按键输入
    ' 制作按键输入检查例行程序，按键输入时，请按 InputKey()= True 处理
    Do While 1
        If InputKey() = True Then Exit Do
        DoEvents
    Loop

    ' 确认按键输入之后，进行 1 次测量，并读入测量值
    Call Send(pad, gpibad, ":READ?", NLen) ' 发送测量&测量值取得的 ":READ?"
    Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend) ' 接收
    recvstr = Left(buffer, InStr(1, buffer, Chr(10)) - 1)
    Print #1, Str(i) & ", " & recvstr ' 写到文件中
Next

Close #1
Call ibon(pad, 0)
End Sub

```

(3) 通过外部触发进行测量 1

通过 3541 外部触发（触发键、外部 I/O 触发输入）进行测量和读取，并保存为文本文件。

```

Private Sub MeasureTrigSub()
Dim buffer As String * 13           '接收用缓冲区
Dim recvstr As String              '接收字符串
Dim pad As Integer                 '控制器地址
Dim gpibad As Integer              '设备地址
Dim timeout As Integer             '超时时间
Dim ud As Integer                  '状态（未使用）
Dim i As Integer

pad = 0                             '端口地址 0
gpibad = 1                          '3541 地址 1
timeout = T100s                      '超时 100 秒（等待外部触发）

Call ibfind("gpib0", 0)              'GP-IB 初始化
Call ibdev(pad, gpibad, 0, timeout, 1, 0, ud)
Call SendIFC(pad)
Open App.Path & "\data.csv" For Output As #1 '打开要保存的文本文件

Call Send(pad, gpibad, ":TRIG:SOUR EXT", NLen) '选择外部触发
Call Send(pad, gpibad, ":INIT:CONT OFF", NLen) '连续测量 OFF
For i = 1 To 10
    Call Send(pad, gpibad, ":READ?", NLen) '发送测量&测量值取得的“:READ?”
    Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend) '接收
    recvstr = Left(buffer, InStr(1, buffer, Chr(10)) - 1)
    Print #1, Str(i) & "," & recvstr '写到文件中
Next

Close #1
Call ibonl(pad, 0)
End Sub

```


(4) 通过外部触发进行测量 2

通过 3541 外部触发（触发键、外部 I/O 触发输入）进行读取，并保存为文本文件。（3541 在连续测量状态下，按照触发输入的时序读取最新测量值）

```

Private Sub MeasureTrig2Sub()
Dim buffer As String * 13           ' 接收用缓冲区
Dim recvstr As String              ' 接收字符串
Dim pad As Integer                 ' 控制器地址
Dim gpibad As Integer              ' 设备地址
Dim timeout As Integer             ' 超时时间
Dim ud As Integer                  ' 状态（未使用）
Dim i As Integer

pad = 0                             ' 端口地址 0
gpibad = 1                           ' 3541 地址 1
timeout = T100s                       ' 超时 100 秒（等待外部触发）

Call ibfind("gpib0", 0)               ' GP-IB 初始化
Call ibdev(pad, gpibad, 0, timeout, 1, 0, ud)
Call SendIFC(pad)
Open App.Path & "data.csv" For Output As #1 ' 打开要保存的文本文件

Call Send(pad, gpibad, ":TRIG:SOUR IMM", NLen) ' 选择内部触发
Call Send(pad, gpibad, ":INIT:CONT ON", NLen) ' 连续测量 ON

' 清除外部 I/O 触发输入确认
Call Send(pad, gpibad, ":IO:IN?", NLen)
Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend)
recvstr = Left(buffer, InStr(1, buffer, Chr(10)) - 1)
For i = 1 To 10
    ' 等待外部 I/O 触发输入
    Do While 1
        Call Send(pad, gpibad, ":IO:IN?", NLen)
        Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend)
        If Left(buffer, 1) = "1" Then Exit Do
        DoEvents
    Loop

    Call Send(pad, gpibad, ":FETCH?", NLen) ' 发送取得最新测量值的 ":FETCH?"
    Call Receive(pad, gpibad, buffer, STOPend) ' 接收
    recvstr = Left(buffer, InStr(1, buffer, Chr(10)) - 1)
    Print #1, Str(i) & ", " & recvstr ' 写到文件中
Next

Close #1
Call ibonl(pad, 0)
End Sub

```

(5) 测量条件设定

设置测量条件。

```

' 功能: 电阻测量
' 量程: 200 mΩ
' 采样: SLOW2
' 触发: 内部触发
比较器: ON、HI • LO 模式, 蜂鸣器 HL, 上限值 200000, 下限值 100000
Private Sub SettingsSub()
Dim pad As Integer           ' 控制器地址
Dim gpibad As Integer       ' 设备地址
Dim timeout As Integer      ' 超时时间
Dim ud As Integer           ' 状态 (未使用)

pad = 0                      ' 端口地址 0
gpibad = 1                   ' 3541 地址 1
timeout = T10s               ' 超时 10 秒

Call ibfind("gpib0", 0)     ' GP-IB 初始化
Call ibdev(pad, gpibad, 0, timeout, 1, 0, ud)
Call SendIFC(pad)

Call Send(pad, gpibad, ":FUNC RES", NLEnd) ' 设定为电阻功能
Call Send(pad, gpibad, ":RES:RANG 200E-3", NLEnd) ' 将量程设定为 200 mΩ
Call Send(pad, gpibad, ":SAMP:RATE SLOW2", NLEnd) ' 将采样设定为 SLOW2
Call Send(pad, gpibad, ":TRIG:SOUR IMM", NLEnd) ' 选择内部触发
Call Send(pad, gpibad, ":INIT:CONT OFF", NLEnd) ' 连续测量 OFF
Call Send(pad, gpibad, ":CALC:LIM:MODE HL", NLEnd) ' 以下为比较器设定
Call Send(pad, gpibad, ":CALC:LIM:BEEP HL", NLEnd)
Call Send(pad, gpibad, ":CALC:LIM:UPP 200000", NLEnd)
Call Send(pad, gpibad, ":CALC:LIM:LOW 100000", NLEnd)
Call Send(pad, gpibad, ":CALC:LIM:STAT ON", NLEnd) ' 比较器 ON

Call ibonl(pad, 0)
End Sub

```

8.8.2 使用 Visual Basic 2005 制作

以下举例说明使用 Windows 开发语言 Visual Basic2005 Express Edition，通过 RS-232C 在计算机上操作 3541，取得测量值后保存到文件中的方法。

※ Visual Basic2005 是美国 Microsoft 公司的注册商标。

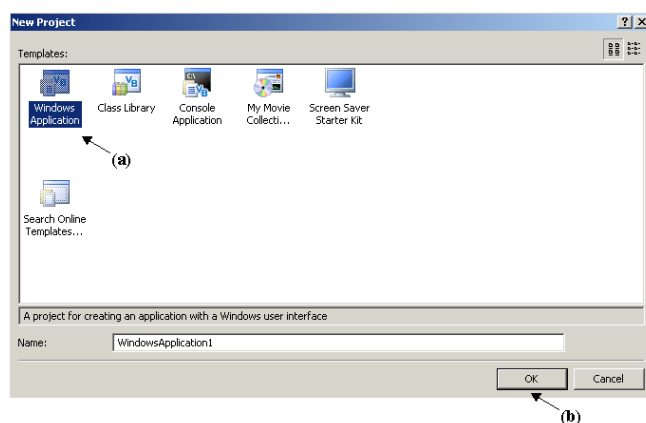
8.8.3 制作步骤（Visual Basic 2005）

现就使用 Visual Basic 2005 生成程序的步骤进行说明。

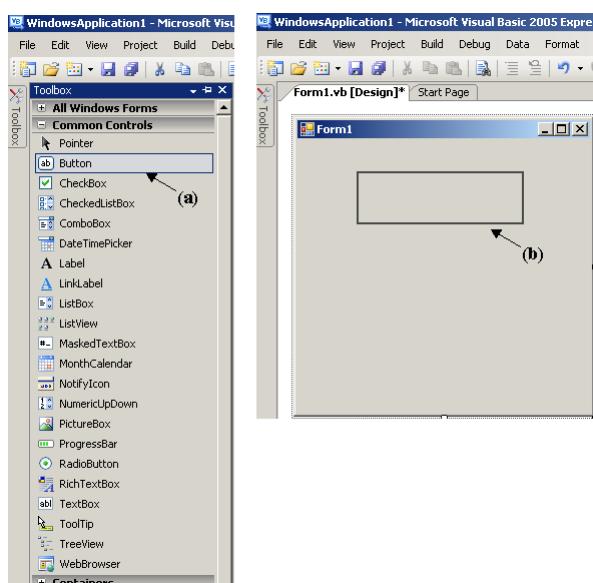
以下将 Visual Basic2005 记作 VB2005。

注记

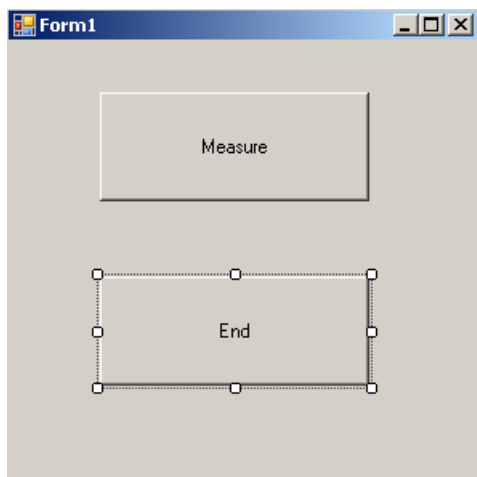
由于计算机和 VB2005 环境的不同，说明可能会有若干差异。VB2005 的详细使用方法请参阅 VB2005 的使用说明书或 HELP。



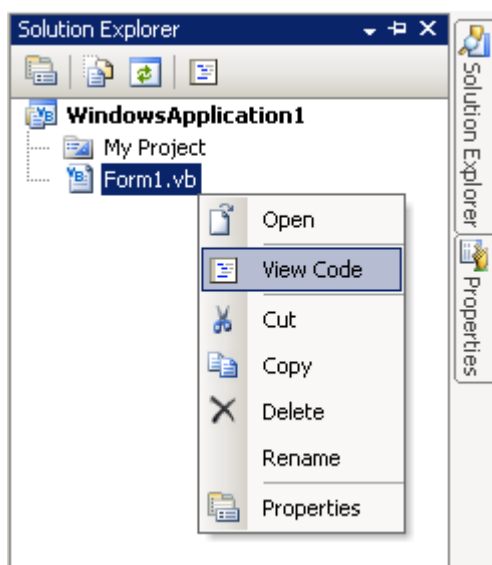
1. 起动 VB2005，从 [File] - [New Project] 选择 [Windows Application] (a)，然后单击 “OK” 按钮 (b)。



2. 单击共用控制的 [Button] 图标 (a)，在构成布局画面上拖动鼠标 (b)，粘贴按钮。



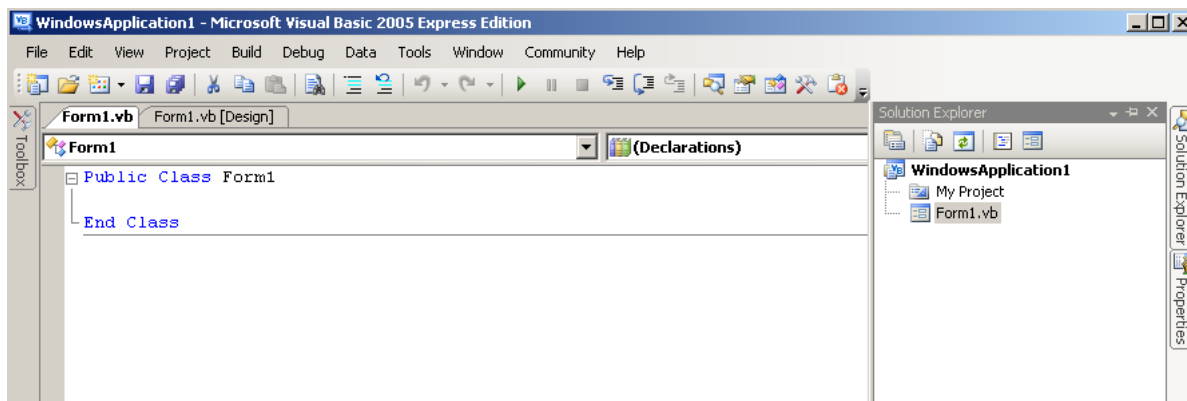
- 按步骤 2 的方法制作 2 个按钮，并编辑各自属性窗口中的 `Text`，形成如图所示的显示。



- 在解决方案浏览器中的 [`Form1`] 上单击鼠标右键，从菜单中选择 [`View Code`]。

根据以上步骤，VB2005 的窗口如下图所示。

请参照“8.8.4 示例程序（Visual Basic 2005）”（第 159 页）记述程序，并执行编好的程序。



8.8.4 示例程序（Visual Basic 2005）

下面所示为使用 VB2005 进行 RS-232C 通信，设定 3541 的测量条件并读取测量结果，然后保存到文件中的示例程序。
示例程序记述如下。

请参照“8.8.3 制作步骤（Visual Basic 2005）”（第 157 页）的记述

..... 示例程序的记述
为开始测量而建立的按钮..... “Button1”
为结束应用程序而建立的按钮..... “Button2”
按“Start”按钮后，3541 进行 10 次测量，并将测量值写入到“data.csv”文件中。
按“Stop”按钮，结束程序。

以下所示程序全部记述为“Form1”的代码。

```
Imports System
Imports System.IO
Imports System.IO.Ports

Public Class Form1
' 按 Button1 时的处理
Private Sub Button1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button1.Click
Dim recvstr As String
Dim i As Integer

Try
    Button1.Enabled = False ' 设定为通信期间不能按按钮 ..... (a)
    Button2.Enabled = False
    Dim sp As New SerialPort("COM1", 9600, Parity.None, 8, StopBits.One) ' 通信端口的设定 ..... (b)
    sp.NewLine = vbCrLf ' 终止符的设定 ..... (c)
    sp.ReadTimeout = 2000 ' 超时 2 秒 ..... (d)
    sp.Open() ' 打开端口
    SendSetting(sp) ' 3541 的设定
    FileOpen(1, "data.csv", OpenMode.Output) ' 制作要保存的文本文件 ..... (e)
    For i = 1 To 10
        sp.WriteLine("*FETCH?") ' 测量开始与测量结果读取命令 ..... (f)
        recvstr = sp.ReadLine() ' 测量结果的读入
        WriteLine(1, recvstr) ' 写入到文件中
    Next i
    FileClose(1) ' 关闭文件
    sp.Close() ' 关闭端口
    Button1.Enabled = True
    Button2.Enabled = True
Catch ex As Exception
    MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try

End Sub
' 进行测量条件的设定
Private Sub SendSetting(ByVal sp As SerialPort)
Try
    sp.WriteLine(":TRIG:SOUR IMM") ' 选择内部触发
    sp.WriteLine(":INIT:CONT ON") ' 将连续测量设定为 ON
Catch ex As Exception
    MessageBox.Show(ex.Message, "Error", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.Error)
End Try

End Sub
' 按 Button2 时，结束程序
Private Sub Button2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Button2.Click
Me.Dispose()
End Sub
End Class
```

- (a) 在通信时，将“Start”按钮和“Stop”按钮设成无法按。
- (b) 使 3541 的通信条件与计算机的使用条件相匹配。
 - 计算机使用的端口编号：1
 - 传输速度：9600 bps
 - 奇偶校验：无
 - 数据长度：8 位
 - 停止位：1 位
- (c) 将表示收发字符串结束段的终止符设为 CR + LF。
- (d) 将读取操作时间设定为 2 秒。
- (e) 打开文件 data.csv。但是如果已有同名文件存在，则删除以前的文件“data.csv”，生成新文件。
- (f) 向 3541 发出“进行 1 次测量并将其结果返回计算机”的命令。

规格

第 9 章

9.1 一般规格

测量功能	4 端子电阻测量	0.1 $\mu\Omega$ (20m Ω 量程) ~ 110.000 M Ω	
	低电流 4 端子电阻测量	10 $\mu\Omega$ (2 Ω 量程) ~ 2.00000 k Ω	
	温度测量 (Pt)	-10.0 ~ 99.9 $^{\circ}\text{C}$	
	温度测量 (模拟输入)	0 ~ 2 V	
	温度测量 (显示 3444/3445+3909 的 RS-232C 输出)	-50.0 $^{\circ}\text{C}$ ~ 500.0 $^{\circ}\text{C}$	
量程切换功能	自动量程 (显示 AUTO) / 手动量程		
温度补偿功能	基准温度设定范围	-10 ~ +99.9 $^{\circ}\text{C}$	
	温度系数设定范围	-99999 ~ +99999ppm	
	显示范围	-99,999 ~ +999,999dgt	
	补偿公式	$R_{t_0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)}$	
	R_t 实测电阻值 [Ω] R_{t_0} 补偿电阻值 [Ω] t_0 基准温度 [$^{\circ}\text{C}$] t 当前环境温度 [$^{\circ}\text{C}$] α_{t_0} t_0 时的温度系数 [$1/^{\circ}\text{C}$]		
温度换算功能	显示	上升温度 Δt	
	冷状态绕线电阻值设定范围 (R_1)	00.0000 m Ω ~ 110.000 M Ω	
	冷状态温度设定范围 (t_1)	-10.0 ~ 99.9 $^{\circ}\text{C}$	
	温度系数倒数的设定范围 (k)	-999.9 ~ +999.9	
	换算公式	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_a)$	
	Δt 温度上升 [$^{\circ}\text{C}$] t_1 测量初始电阻 R_1 时的绕线 (冷状态) 温度 [$^{\circ}\text{C}$] t_a 温度上升试验结束时的制冷剂温度 [$^{\circ}\text{C}$] R_1 温度 t_1 (冷状态) 下的绕线电阻 [Ω] R_2 温度上升试验结束时的绕线电阻 [Ω] k 导线材料 0 $^{\circ}\text{C}$ 时的温度系数的倒数 [$^{\circ}\text{C}$]		
调零功能	调零范围	各量程 1,000dgt	
采样速度	SLOW2/ SLOW1/ MEDIUM/ FAST		
自校准功能 (为 MEDIUM, FAST 时) (电源接通时、测量条件切换时, 也进行自校准)	AUTO	MEDIUM, FAST	每 30 分钟进行 1 次自校准
	MANUAL	MEDIUM, FAST SLOW2, SLOW1	每次采样进行 1 次自校准 通过 EXT I/O 端子的输入进行自校准
		SLOW2, SLOW1	每次采样进行 1 次自校准

测试异常查出功能	功能	始终监视 SOURCE、SENSE 的断线以及恒定电流异常 测试异常查出时，通过 EXT I/O 进行 ERR 输出 SOURCE 断线时，显示 Err.Curr SENSE-H 断线时，显示 Err.Hi SENSE-L 断线时，显示 Err.Lo																								
	输出时序	SYNC/ ASYNC SYNC: 与 EOC 输出同步 ASYNC: 与 EOC 输出不同步																								
溢出检测功能	超出规定的显示范围时，显示 OF 或 -OF																									
偏置电压补偿功能	ON/ OFF																									
触发功能	内部触发	测量结束时，在内部发生触发																								
	外部触发	显示 EXT.TRIG 在下述某一条件下进行触发 TRIG 键、外部 I/O 的 TRIG 端子、*TRG 命令、GET 命令 为 :INITIATE:CONTINUOUS OFF 时，在发生触发之前，需要发送 :INITIATE 命令。																								
延迟功能	AUTO/ MANUAL																									
	AUTO	通常的电阻测量（偏置电压补偿功能为 OFF）																								
		<table border="1"> <tr> <td>量程 [Ω]</td> <td>20 m</td> <td>200 m</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>200</td> <td>2 k</td> <td>20 k</td> <td>100 k</td> <td>1M</td> <td>10M</td> <td>100M</td> </tr> <tr> <td>延迟 [ms]</td> <td>30</td> <td>30</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>10</td> <td>100</td> <td>500</td> <td>1000</td> </tr> </table>	量程 [Ω]	20 m	200 m	2	20	200	2 k	20 k	100 k	1M	10M	100M	延迟 [ms]	30	30	3	3	3	3	3	10	100	500	1000
量程 [Ω]	20 m	200 m	2	20	200	2 k	20 k	100 k	1M	10M	100M															
延迟 [ms]	30	30	3	3	3	3	3	10	100	500	1000															
		通常的电阻测量（偏置电压补偿功能为 ON）																								
		<table border="1"> <tr> <td>量程 [Ω]</td> <td>20 m</td> <td>200 m</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>200</td> <td>2 k</td> <td>20 k</td> </tr> <tr> <td>延迟 [ms]</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </table>	量程 [Ω]	20 m	200 m	2	20	200	2 k	20 k	延迟 [ms]	100	100	100	100	100	100	100								
量程 [Ω]	20 m	200 m	2	20	200	2 k	20 k																			
延迟 [ms]	100	100	100	100	100	100	100																			
		低电流模式（偏置电压补偿功能为 OFF）																								
		<table border="1"> <tr> <td>量程 [Ω]</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>200</td> <td>2 k</td> </tr> <tr> <td>延迟 [ms]</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>15</td> </tr> </table>	量程 [Ω]	2	20	200	2 k	延迟 [ms]	3	3	3	15														
量程 [Ω]	2	20	200	2 k																						
延迟 [ms]	3	3	3	15																						
		低电流模式（偏置电压补偿功能为 ON）																								
		<table border="1"> <tr> <td>量程 [Ω]</td> <td>2</td> <td>20</td> <td>200</td> <td>2 k</td> </tr> <tr> <td>延迟 [ms]</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> </tr> </table>	量程 [Ω]	2	20	200	2 k	延迟 [ms]	100	100	100	100														
量程 [Ω]	2	20	200	2 k																						
延迟 [ms]	100	100	100	100																						
	MANUAL	延迟: 0.000 ~ 9.999s																								
测试异常查出时间设定	AUTO/ MANUAL																									
	AUTO	20 mΩ ~ 200 Ω 量程、LP 功能所有量程 833 μs 2 kΩ ~ 100 MΩ 量程 500 μs																								
	MANUAL	0.000 ~ 9.998s																								
平均值	平均次数	2 ~ 100, OFF																								
	平均方法	累计平均 但在内部触发以及连续测量为 ON（自由测量）时，为移动平均（初始状态）																								
		将平均次数设定为 2 次时的平均值（D1 ~ D6: 测量值）																								
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>第 1 次</td> <td>第 2 次</td> <td>第 3 次</td> </tr> <tr> <td>自由测量（移动平均）</td> <td>(D1+D2) / 2</td> <td>(D2+D3) / 2</td> <td>(D3+D4) / 2</td> </tr> <tr> <td>自由测量以外（累计平均）</td> <td>(D1+D2) / 2</td> <td>(D3+D4) / 2</td> <td>(D5+D6) / 2</td> </tr> </table>		第 1 次	第 2 次	第 3 次	自由测量（移动平均）	(D1+D2) / 2	(D2+D3) / 2	(D3+D4) / 2	自由测量以外（累计平均）	(D1+D2) / 2	(D3+D4) / 2	(D5+D6) / 2												
	第 1 次	第 2 次	第 3 次																							
自由测量（移动平均）	(D1+D2) / 2	(D2+D3) / 2	(D3+D4) / 2																							
自由测量以外（累计平均）	(D1+D2) / 2	(D3+D4) / 2	(D5+D6) / 2																							
统计运算	设定	ON/ OFF																								
	运算内容	总数据数、平均值、最小值（序号）、最大值（序号）、采样标准偏差、母标准偏差、工序能力指数																								
	数据读取	在下述某一条件下进行统计运算 TRIG 键、外部 I/O 的 TRIG 端子、*TRG 命令、GET 命令																								
	数据数	30000 以下																								
按键锁定功能	ON/ OFF																									

远程 / 本地功能	操作	与 RS-232C、GP-IB 进行通信时，REMOTE 点亮。 按 SHIFT → AUTO 键，解除远程状态（本地）	
电源频率设定	50Hz/ 60Hz		
SAVE/LOAD	保存数	30	
	保存内容	<ul style="list-style-type: none"> • 测量功能 • 电阻测量量程 • 低电流电阻量程 • 调零 ON/OFF • 调零值 • 温度补偿功能 ON/OFF, • 基准温度 • 温度系数 • 温度换算功能 ON/OFF • 初始电阻值 • 初始温度 • 常数 • 统计运算 ON/OFF • 采样速度 • 自校准 AUTO/MANUAL • 偏置电压补偿 ON/OFF • 触发设定 INT/EXT 	<ul style="list-style-type: none"> • 延迟 AUTO/ MANUAL • 延迟时间 • 测试异常查出时间 • 平均值 ON/OFF • 平均次数 • 按键锁定 • 比较器 ON/OFF • 比较器蜂鸣器 • 比较器阈值 • 比较器的比较方法 • 分类 ON/OFF • 各 BIN No 的 ON/OFF • 分类阈值 • 分类比较方法 • 外部 I/O BIN/BCD • 测试异常输出 SYNC/ ASYNC
比较器	判定	Hi	显示值 > 上限值或 OF
		IN	上限值 \geq 显示值 \geq 下限值
		Lo	下限值 > 显示值或 -OF
	绝对值判定	显示	绝对值 上、下限范围 0 ~ 999,999dgt
	相对值判定	显示	{ (电阻测量值) - (基准值) } / (基准值) -99.999 ~ 99.999% 基准值设定 0 ~ 999,999dgt % 设定 00.000 ~ 99.999%
	蜂鸣器	OFF, IN, Hi/Lo	
分类测量	判定	IN	上限值 \geq 显示值 \geq 下限值
	绝对值判定	显示:	绝对值 上、下限范围 0 ~ 999,999dgt
	相对值判定	显示	绝对值 基准值设定 0 ~ 999,999dgt % 设定 00.000 ~ 99.999%
	分类数	10	
复位功能	复位	将 SAVE 数据以外的所有设定恢复为出厂时的状态	
	系统复位 (仅限于远程命令)	将包括 SAVE 数据在内的所有设定恢复为出厂时的状态	

使用温、湿度范围	0 ~ 40 °C、80%RH 以下（没有结露）
保存温、湿度范围	-10 ~ 50 °C、80%RH 以下（没有结露）
保证精度的温、湿度范围 精度保证范围	23 ± 5 °C、80%RH 以下（没有结露） 1 年
使用场所	室内使用，海拔高度 2000 m 以下
额定电源电压	AC100 ~ 240 V（已考虑额定电源电压 ± 10% 的电压波动）
额定电源频率	50/60 Hz
额定功率	30 VA
耐电压	AC1.39 kV,15s. 截至电流 10 mA 全部电源端子 - 保护接地之间
外形尺寸	约 215W × 80H × 295D mm（不含突起物）
重量	约 2.6 kg
适用标准	
安全性	EN61010 污染度 2
EMC	EN61326 EN61000-3-2 EN61000-3-3 放射性无线频率电磁场的影响：3 V/m 下 1%f.s. 传导性无线频率电磁场的影响：3 V 下 0.5%f.s.
附件	9287-10 夹型测试线 1 根 9451 温度探头 1 根 使用说明书 1 份 电源线 1 根 EXT I/O 用公头连接器 1 个
选件	9452 夹型测试线 9453 4 端子测试线 9454 调零板 9455 针型测试线（超精密用） 9461 针型测试线 9467 大夹型测试线 9300 连接电缆 9637 RS-232C 电缆（9 针 - 9 针 / 十字型） 9638 RS-232C 电缆（9 针 - 25 针 / 十字型） 9151-02 GP-IB 连接电缆（2 m） 9151-04 GP-IB 连接电缆（4 m） 9670 打印机（BL-80RS II, Sanei Electric） 9671 AC 转换器（9670 用 BL-100W, Sanei Electric） 9672 电池组（9670 用） 9673 电池充电器（9672 用） 9237 记录纸（80 mm × 25 m, 4 卷, 9670 用） 9638 RS-232C 电缆（3541-9670 用）

9.2 精度

电阻测量

- 条件
- 调零之后，不进行温度补偿，偏置电压补偿为 OFF
 - 0 ~ 18、28 ~ 40 °C 下，加上温度系数 ± (测量精度的 1/10) / °C。
 - 预热时间为 60 分钟 (30 分钟时，将精度规格设为 2 倍)
 - 为 FAST、MEDIUM 时，应在预热之后执行自校准。
自校准后的温度波动应在 ± 2 °C 以内。
 - 温度补偿时，在电阻测量精度上加上下述 rdg 误差。

$$\frac{-100 \alpha_{t_0} \Delta t}{1 + \alpha_{t_0} \times (t + \Delta t - t_0)} \quad [\%]$$

t_0 基准温度 [°C]

t 当前环境温度 [°C]

Δt 温度测量精度

α_{t_0} t_0 时的温度系数 [1/°C]

- 将探头和测试物形成开路的一瞬间，可能会超出下表所示的开路电压值。

电阻测量功能

1 年精度 (23 ± 5 °C)

(rdg: 读数 / f.s.: 最大显示值 / dgt.: 分辨率 / ppm: 100 万分比)

量程 *1	显示范围		SLOW2 *2	SLOW1 ± (ppm of rdg. + ppm of f.s.)	MEDIUM	FAST	测量电流	开路电压
20 mΩ	20.0000 ~ -0.2000	mΩ	1000+150 (1000+10)	1000+170 (1000+10)	1000+200 (1000+10)	1000+250 (1000+40)	1 A ± 5%	5 Vmax
200 mΩ	200.000 ~ -02.000	mΩ	1000+60 (1000+10)	1000+80 (1000+10)	1000+120 (1000+10)	1000+170 (1000+20)	1 A ± 5%	5 Vmax
200 mΩ*3	200.000 ~ -02.000	mΩ	500+100 (500+10)	500+120 (500+10)	500+150 (500+20)	500+200 (500+80)	100mA ± 5%	2.6 Vmax
2 Ω	2000.00 ~ -020.00	mΩ	140+40 (140+10)	140+60 (140+10)	140+100 (140+10)	140+150 (140+40)	100 mA ± 5%	2.6 Vmax
20 Ω	20.0000 ~ -0.2000	Ω	100+40 (100+10)	100+60 (100+10)	100+100 (100+10)	100+150 (100+40)	10 mA ± 5%	2.6 Vmax
200 Ω	200.000 ~ -02.000	Ω	80+15 (80+10)	80+30 (80+10)	80+40 (80+10)	80+100 (80+40)	10 mA ± 5%	2.6 Vmax
2 kΩ	2000.00 ~ -020.00	Ω	70+15 (70+10)	70+30 (70+10)	70+40 (70+10)	70+100 (70+100)	1 mA ± 5%	2.6 Vmax
20 kΩ	20.0000 ~ -0.2000	kΩ	70+15 (70+10)	70+30 (70+10)	70+40 (70+10)	70+100 (70+100)	100 μA ± 5%	2.6 Vmax
100 kΩ	110.000 ~ -02.000	kΩ	70+30	70+60	70+80	70+200	100 μA ± 5%	13 Vmax
1 MΩ	1100.00 ~ -020.00	kΩ	80+30	80+60	80+80	150+200	10 μA ± 5%	13 Vmax
10 MΩ	11.0000 ~ -0.2000	MΩ	400+60	400+90	400+140	3000+200	1 μA ± 5%	13 Vmax
100 MΩ	110.000 ~ -02.000	MΩ	2000+200	2000+230	2000+250	30000(3%) +300	100 nA ± 5%	13 Vmax

*1: 为 100 kΩ 量程以上时，按 f.s. = 100,000dgt. 计算

*2: 下段的 () 表示偏置电压补偿为 ON 时

*3: 可使用电源接通选项或远程命令设定 200 mΩ 量程 / 测量电流 100 mA。

❖ 请参照“2.7 接通 / 关闭电源”(第 22 页)

低电流电阻测量量程功能

1 年精度 (23 ± 5 °C)

(rdg.: 读数 / f.s.: 最大显示值 / dgt.: 分辨率 / ppm: 100 万分比)

量程	显示范围		SLOW2 *3	SLOW1 ± (ppm of rdg. + ppm of f.s.)	MEDIUM	FAST	测量电流	开路电压 *4
2 Ω	2000.00 ~ -020.00	mΩ	110+100 (110+10)	110+120 (110+10)	110+150 (110+20)	110+200 (110+80)	10 mA ± 5%	60 mVmax
20 Ω	20.0000 ~ -0.2000	Ω	110+100 (110+10)	110+120 (110+10)	110+150 (110+20)	110+200 (110+80)	1 mA ± 5%	60 mVmax
200 Ω	200.000 ~ -02.000	Ω	110+100 (110+10)	110+120 (110+10)	110+150 (110+20)	110+200 (110+80)	100 μA ± 5%	60 mVmax
2 kΩ	2000.00 ~ -020.00	Ω	110+100 (110+10)	110+120 (110+10)	110+150 (110+20)	200+200 (200+80)	10 μA ± 5%	60 mVmax

*3: 下段的 () 表示偏置电压补偿为 ON 时

*4: 在外部触发状态下, 从 INDEX=Hi 时开始到下一次触发输入之前, 将开路电压限制在 20 mV 以下。

温度测量

Pt 传感器

温度传感器

HIOKI 9451 (PT500 (25 °C 时))

精度

精度保证范围	-10.0 ~ 39.9 °C	40.0 ~ 99.9 °C
分辨率	0.1 °C	0.1 °C
6 个月精度	± 0.30%rdg ± 0.5 °C *1	± 0.30%rdg ± 1.0 °C *1
1 年精度	± 0.45%rdg ± 0.8 °C *1	± 0.45%rdg ± 1.5 °C *1

*1: 与 9451 温度探头组合的精度

仅主机的精度为 ± 0.2 °C / 6 个月 (± 0.3 °C / 1 年)

主机环境温度为 0 ~ 18 °C、28 ~ 40 °C 时, 加上温度系数 ± 0.02 °C / °C

温度测量 (模拟输入)

精度

1 年

输入范围	0 ~ 2 V
显示	-99.9 ~ 999.9 °C
分辨率	1 mV 以下
精度	± 1%rdg. ± 3 mV *2

*2: 温度精度的换算方法 (仅限于 3541 主机)

$$1\% \times (T_R - T_{0V}) + 0.3\% \times (T_{1V} - T_{0V})$$

T_{1V}..... 1 V 输入时的温度T_{0V}..... 0 V 输入时的温度T_R..... 当前温度主机环境温度为 0 ~ 18 °C、28 ~ 40 °C 时,
加上温度精度 (± 0.1%rdg ± 0.3 mV) / °C

采样

电阻测量、低电流电阻测量

测量时间 (从触发 ~ EOC=ON)

[ms]

电源频率	SLOW2	SLOW1	MEDIUM	FAST
50 Hz	455 ± 10	155 ± 5	21 ± 1	0.60 ± 0.3
60 Hz	449 ± 10	149 ± 5	17 ± 1	0.60 ± 0.3

- DELAY = 0 ms, OVC: OFF, TC: OFF, 统计运算: OFF, 比较器: Hi/Lo 设定
- 自校准为 AUTO 时, FAST 和 MEDIUM 每 30 分钟进行 55 ms ± 10 ms 的自校准。

读取时间

(INDEX=OFF ~ INDEX=ON)

[ms]

电源频率	SLOW2	SLOW1	MEDIUM	FAST
50 Hz	400 ± 10	100 ± 5	20.0 ± 1	0.30 ± 0.1
60 Hz	400 ± 10	100 ± 5	16.7 ± 1	0.30 ± 0.1

温度测量

采样速度: 400 ms ± 10 ms



维护和服务

第 10 章

10.1 检查、修理和清洁

注意

应由充分了解危险性的技术人员负责本仪器的调整或修理。

注记

- 认为有故障时，请确认“送去修理前”后，与购买店（代理店）或最近的营业所联系。
- 即使对测试探头进行短路，也不显示测量值时，可能是保险丝已经熔断。保险丝熔断时，客户不能自行更换和修理，请与购买店（代理店）或最近的营业所联系。

运输时

请用运输时不会破损的包装，同时写明故障内容。对于运输所造成的破损我们不加以保证。

送去修理前

症状	检查项目	对策
即使接通电源开关也不显示画面。	电源线是否松脱？	请连接电源线。
按键输入无效。	是否处于按键锁定状态？	请解除按键锁定状态。 ❖ 请参照“5.10 按键锁定功能”（第 61 页）
	是否使用 GP-IB 从外部远程控制？	将 GP-IB 设为本地。
	是否使用 RS-232C 从外部远程控制？	将 RS-232C 设为本地。
错误显示。		❖ 请参照“10.2 错误显示”（第 170 页）
操作异常。		可能是来自外部的噪音等偶然导致误操作。认为操作异常时，请进行复位。 ❖ 请参照“5.14 复位功能”（第 68 页）

清扫

注记

去除本仪器的脏污时，请用柔软的布蘸少量的水或中性洗涤剂之后，轻轻擦拭。请绝对不要使用汽油、酒精、丙酮、乙醚、甲酮、稀释剂、以及含汽油类的洗涤剂。否则可能会产生变形和变色。

10.2 错误显示

显示	说明
Err02 调零范围错误	调零前的值超出 1,000dgt。
Err10 执行错误	远程命令的数据部分不正确。
Err11 命令错误	远程命令的命令不正确。
Err80 手动调整范围错误	调整时超出可调整范围。
Err90 ROM 错误	是内部程序错误。需要修理。
Err91 RAM 错误	是内置 RAM 错误。需要修理。
Err92 EEPROM (调整数据) 错误	调整数据被破坏。需要修理。
Err95 电阻 A/D 通信错误	是电阻测量用 A/D 转换器故障。需要修理。
Err96 温度 A/D 通信错误	是温度测量用 A/D 转换器故障。需要修理。
ErrCur 恒定电流异常	<ul style="list-style-type: none"> • SOURCE 端子未接触被测对象。 • 被测对象的电阻值明显大于量程。 • 被测对象与 SOURCE 端子之间的接触电阻较大，不能正常地流过测量电流。 • SOURCE 配线的导线电阻较大（或断线），不能正常地流过测量电流。 • 回路保护保险丝断线（这种情况需要修理。）
ErrHi SENSE-H 配线异常	<ul style="list-style-type: none"> • SENSE-H 端子未接触被测对象。 • 被测对象与 SENSE-H 端子之间的接触电阻较大。 • SENSE-H 配线的导线电阻较大或断线。 • 回路保护保险丝断线（这种情况需要修理。）
ErrLo SENSE-L 配线异常	<ul style="list-style-type: none"> • SENSE-L 端子未接触被测对象。 • 被测对象与 SENSE-L 端子之间的接触电阻较大。 • SENSE-L 配线的导线电阻较大或断线。
- - - - -	恒定电流异常、SENSE-H 线或 SENSE-L 线的断线并发时
Error tC SnS 温度传感器错误	未连接温度探头。进行温度补偿与温度换算时，请连接温度探头。

附录

附录 1 4 端子测试法（电压下降法）

为了可靠地测量较小电阻，采用 4 端子测试法。

采用 2 端子测量时（请参照图 1），测试线其自身的导体电阻会被加到被测电阻上，从而造成误差。

4 端子测量（请参照图 2）采用的是电流源端子（可供给恒定电流）与电压检测端子（可检测电压降）的结构。

由于电压计的输入阻抗较高，因此与被测电阻连接的电压检测端子侧导线几乎不会流过电流，这样就可进行准确的测量，而不会受到测试线电阻或接触电阻的影响。

使用 2 端子测试法进行测量

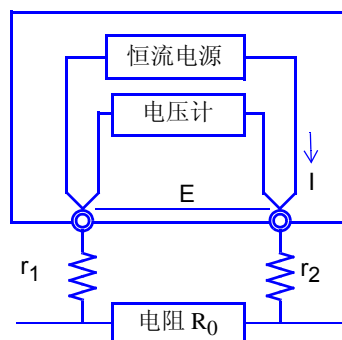


图 1

电流 I 流入被测电阻 R_0 、配线电阻 r_1 、 r_2 中。因此，测量电压可使用 $E=I(r_1+R_0+r_2)$ 关系式求出，结果值中含有配线电阻 r_1 、 r_2 。

使用 4 端子测试法进行测量

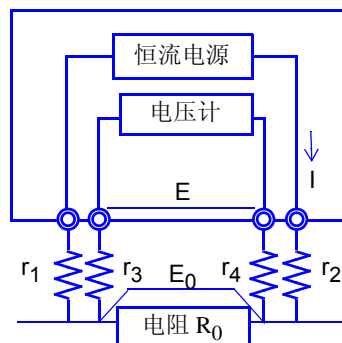


图 2

电流 I 全部流入被测电阻 R_0 中。这样的话， r_3 和 r_4 的电压降为 0，测量电压 E 与被测电阻 R_0 两端的电压降 E_0 相等，因此，测量电阻时就不会受到 $r_1 \sim r_4$ 的影响。

附录 2 关于温度补偿功能 (TC)

温度补偿可将任意温度系数的电阻值换算为任意温度时的电阻值进行显示。由于电阻值依赖于温度，因此如果不考虑这一点，即使测量电阻值也毫无用处。

将电阻值 R_t , R_{t_0} 作为 t °C 和 t_0 °C 条件下的测试物 (t_0 °C 条件下的电阻温度系数: α_{t_0}) 的电阻值，则表示如下。

$$R_t = R_{t_0} \times \{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)\}$$

R_t 实测电阻值 [Ω]

R_{t_0} 补偿电阻值 [Ω]

t_0 基准温度 [$^{\circ}\text{C}$]

t 当前环境温度 [$^{\circ}\text{C}$]

α_{t_0} t_0 时的温度系数 [$1/^{\circ}\text{C}$]

例 当前温度 = 30 °C、此刻的电阻值 = 100 Ω 的铜线 (电阻温度系数 = 3930 ppm) 时，20 °C 时的电阻值可按下述方式求出。

$$\begin{aligned} R_{t_0} &= \frac{R_1}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\ &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\ &= 96.22 \end{aligned}$$

有关温度补偿的设定和执行方法，请参照以下内容。

- ❖ 请参照“设定温度补偿 (基准温度和温度系数)” (第 52 页)
- ❖ 请参照“执行 / 解除温度换算” (第 54 页)
- ❖ 请参照“参考” (第 173 页)

注记

- 温度探头毕竟只是检测环境温度，不能测量表面温度。
- 请在测量之前对本仪器和温度探头进行充分的预热，不要将测试物与温度探头分开过远，使它们充分适应环境温度之后再使用。

参考

金属与合金导电材料的性质

类型	成分 [%]	密度 ($\times 10^3$) [kg/m ³]	导电率	温度系数 (20 °C) [ppm]
软铜线	Cu>99.9	8.89	1.00 ~ 1.02	3810 ~ 3970
硬铜线	Cu>99.9	8.89	0.96 ~ 0.98	3770 ~ 3850
镉铜线	Cd 0.7 ~ 1.2	8.94	0.85 ~ 0.88	3340 ~ 3460
银铜	Ag 0.03 ~ 0.1	8.89	0.96 ~ 0.98	3930
铬铜	Cr 0.4 ~ 0.8	8.89	0.40 ~ 0.50 0.80 ~ 0.85	2000 3000
铜镍硅合金线	Ni 2.5 ~ 4.0 Si 0.5 ~ 1.0		0.25 ~ 0.45	980 ~ 1770
软铝线	Al>99.5	2.7	0.63 ~ 0.64	4200
硬铝线	Al>99.5	2.7	0.60 ~ 0.62	4000
铝合金线	Si 0.4 ~ 0.6 Mg 0.4 ~ 0.5 Al 余留		0.50 ~ 0.55	3600

铜线的导电率

直径 [mm]	软铜线	镀锡软铜线	硬铜线
0.01 ~ 0.26 以下	0.98 以上	0.93 以上	-
0.26 ~ 0.29 以下	0.98 以上	0.94 以上	-
0.29 ~ 0.50 以下	0.993 以上	0.94 以上	-
0.50 ~ 2.00 以下	1.00 以上	0.96 以上	0.96 以上
2.00 ~ 8.00 以下	1.00 以上	0.97 以上	0.97 以上

温度系数因温度和导电率而异，20 °C时的温度系数为 α_{20} ，如果将导电率 C 的 t °C温度系数设为 α_{ct} ， α_{ct} 在常温情况下可按下述方式表示。

$$\alpha_{ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

比如，国际标准软铜的温度系数在 20 °C 条件下为 3930 ppm。镀锡软铜线（直径为 0.10 ~ 0.26 以下）20 °C 的温度系数 α_{20} 可按下述方式求出。

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0.00393 \times 0.93} + (20 - 20)} \approx 3650 \text{ ppm}$$

附录3 关于温度换算功能 (Δt)

温度换算功能使用电阻值依赖于温度的原理，将测量的电阻值换算为温度并进行显示。下面说明有关温度换算功能的方法。

依据 JIS 标准 C4034，根据电阻法，温度上升值可按下述方式表示

$$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_a)$$

Δt	温度上升 [°C]
t_1	测量初始电阻 R_1 时的绕线（冷状态）温度 [°C]
t_a	温度上升试验结束时的制冷剂温度 [°C]
R_1	温度 t_1 （冷状态）下的绕线电阻 [Ω]
R_2	温度上升试验结束时的绕线电阻 [Ω]
k	导线材料 0 °C 时的温度系数的倒数 [°C]

例 对于初始温度 t_1 20 °C 时的电阻值 R_1 为 200 m Ω 的软铜线，当前的环境温度 t_a 为 25 °C，电阻测量值 R_2 为 210 m Ω 时，温度上升值如下所示。

$$\begin{aligned} \Delta t &= \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_a) \\ &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}}(235 + 20) - (235 + 25) \\ &= 7.75^\circ\text{C} \end{aligned}$$

因此，当前的电阻体温度 t_R 可按下述方式求出。

$$t_R = t_a + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75^\circ\text{C}$$

在这里，可使用温度补偿功能中所示的公式以及上述公式求出测试物不是铜或铝时的常数 k ，设温度系数为 α_{t_0} 时，可使用以下方式求出。

$$k = \frac{1}{\alpha_{t_0}} - t_0$$

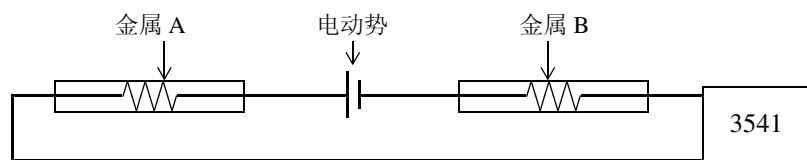
比如，由于铜在 20 °C 时的温度系数为 3930 ppm，此时的常数 k 如下所示，与 JIS 标准规定的铜的常数 235 基本相同。

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234.5$$

附录 4 关于电动势的影响

所谓电动势，是指不同类型金属的连接部分所产生的电位差，如果电动势较大，则会产生测量误差。尤其是本仪器，在直流恒定电流流入测量物体并读入其电位差的情况下，会受到电动势的很大影响。另外，电动势的大小也会因测量环境的温度而异，一般来说温度差越高，电动势越大。不同类型的金属用作接点的部分或探头与测量物体的导线之间会产生电动势。

下图所示为电动势。



电动势造成的误差：

例 电动势为 $10\ \mu\text{V}$ 、测量电阻值为 $2\ \Omega$ 时，LP2 Ω 量程的电流为 $10\ \text{mA}$ 实际在本仪器中显示的测量值如下所示。
 $(2\ \Omega \times 10\ \text{mA} + 10\ \mu\text{V}) \div 10\ \text{mA} = 2.00100\ \Omega$

如果在本仪器中使用偏置电压补偿功能 (OVC)，则可降低该电动势的影响。 $2\ \Omega$ 量程以上和 $200\text{m}\Omega$ 量程 (测量电流为 $100\ \text{mA}$) 时，首先流过测量电流，测量 R_{ON} ，然后切断测量电流，测量 R_{OFF} ，并将 $R_{\text{ON}} - R_{\text{OFF}}$ 显示为真测量值。

为 $20\text{m}\Omega$ 和 $200\text{m}\Omega$ 量程 (测量电流为 $1\ \text{A}$) 时，根据正方向流过测量电流时的测量值 R_p (>0) 与反方向流过测量电流时的测量值 R_N (<0)，将以下值作为真电阻值显示。

$$\frac{R_p - R_N}{2} \quad (R_N \text{ 为负值})$$

因电源变压器或螺线管线圈等测试物具有电感时，从流过电流开始到达稳定值状态，需要下述稳定时间。

使用偏置电压补偿功能 (OVC) 时，作为大致标准，将延迟时间设定为计算值的 10 倍。

$$t = -\frac{L}{R} \ln\left(1 - \frac{IR}{V_0}\right)$$

- L 测试物的电感
- R 测试物的电阻 + 导线电阻 + 接触电阻
- I 测量电流 (请参照“9.2 精度”(第 165 页))
- V_0 开路电压 (请参照“9.2 精度”(第 165 页))

附录 5 JEC 2137 适用于感应设备的电阻测量

“JEC 2137 感应设备”标准规定，按下式补偿电阻值。

$$R_{t_R} = R_{t_T} \times \frac{t_R + k}{t_T + k} \quad \dots\dots\dots \text{公式 1}$$

R_{t_R} 基准温度 t_R 的绕线电阻值
 R_{t_T} 在温度 t_T 条件下测量时的绕线电阻值
 t_R 基准温度 [°C]
 t_T 测量绕线电阻时的温度 [°C]
 k 常数 (铜线时为 235)

公式 1 变形后，为如下所示。

$$\frac{R_{t_R}}{R_{t_T}} = \frac{t_R + k}{t_T + k} = \frac{1}{1 + \frac{1}{t_R + k}(t_T - t_R)} \quad \dots\dots\dots \text{公式 2}$$

另一方面，3541 的温度补偿如公式 3 所示。

请按公式 4 设定温度系数。

$$R_{t_R} = \frac{R_{t_T}}{1 + \alpha_{t_R} \times (t_T - t_R)} \quad \dots\dots\dots \text{公式 3}$$

$$\alpha_{t_R} = \frac{1}{t_R + k} \quad \dots\dots\dots \text{公式 4}$$

比如，基准温度为 20 °C 时，请按下述方式设定本仪器的温度系数。

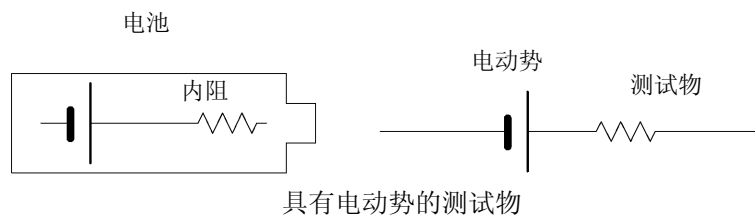
$$\alpha_{t_R} = \frac{1}{t_R + k} = \frac{1}{20 + 235} = 3922 \text{ [ppm/deg]}$$

附录 6 关于直流型与交流型

电阻计包括直流型与交流型。需根据目的区分使用。

- 直流型 3540 mΩ HiTESTER、3541 RESISTANCE HiTESTER
- 交流型 3560 AC mΩ HiTESTER、3561 BATTERY HiTESTER

直流型广泛用于通用电阻器和绕线电阻以及接触电阻测量等。交流型用于电池内阻测量以及超低电流测量等“直流型不能测量”的情况。交流型使用交流测量电源，不会受到电池电动势和电动势的影响。



另一方面，线圈的串联等效电阻含有铁耗等时，可能会与直流测量值不同，需要注意。

参考

本公司拥有满足 IEC (International Electrotechnical Commission) 所有规定测量条件的交流测量方式的 3560 AC mΩ HiTESTER，以及用于测量电池内阻的 3554、3555 和 3561 电池测试仪。

IEC (International Electrotechnical Commission) 规定的测量条件

- 频率 1kHz ± 200Hz
- 精度 ± 10%
- 电流 (有效值) 1A 以下
- 电压 (峰值) 20 mV 以下

直流电阻计与交流电阻计的比较

	直流电阻计		交流电阻计
型号名称	3541	3540	3560
原理	直流（电阻）测量		交流（有效电阻）测量
优点	可进行比较稳定的高精度测量 适用于测量绕线类的电阻		微小电流（低电流）测量 直流重叠测量和内阻（动态电阻）测量， 不受电动势影响
缺点	<ul style="list-style-type: none"> 不能进行直流重叠测量，易受电动势影响。需要在大功率下进行测量以免受电动势的影响。 可能会损坏接点的氧化膜，显示过低的值。 MR 元件被击穿。 芯片电感的特性已发生变化。 		可能无法进行包括绕线类和 L 在内的电阻测量。 精度不如直流型。
	但如果有电动势影响，可使用偏置电压补偿功能（OVC）进行消除。另外，为低电流测量功能时，可测量 MR 元件或芯片电感。		
用途	一般的电阻测量 绕线类导体电阻测量和电源电路用 开关类接触电阻测量 导体类电阻测量		电池和半导体内阻测量（※动态电阻） 微小电流电路开关（如电子设备部分）的 接触电阻测量※ 不同类型金属接合体的导体电阻测量
	微小电流电路开关如电子设备部件的接触电阻测量 MR 元件或芯片电感等易于被击穿元件的测量		
测量电流与分辨率	0.1 $\mu\Omega$, 1A 1 $\mu\Omega$, 1A / 100mA 10 $\mu\Omega$, 100mA / 10mA 100 $\mu\Omega$, 10mA / 1mA	10 $\mu\Omega$, 100mA 100 $\mu\Omega$, 10mA	1 $\mu\Omega$, 7.4mA 10 $\mu\Omega$, 1mA 100 $\mu\Omega$, 0.1mA

※）可能无法测量 AC 功率继电器。

附录7 与绝缘耐力试验机的组合

3541 有时会作为绕线试验装置和绝缘耐力（耐电压）试验机一起使用。3541 与绝缘耐力试验机组合使用时，绕线中聚集的电荷会在连接 3541 的瞬间流入到 3541 中，不仅会熔断保护保险丝，严重时还会导致 3541 发生故障。

另外，由于 3541 使用极低电动势的特殊保险丝，即使输入保护保险丝熔断，客户也不能进行更换。

组合使用时，请在注意下述事项的基础上设计线路。

- (1) 用于切换的继电器接点耐压相对于绝缘耐力试验的峰值电压来说具有充分的余地。

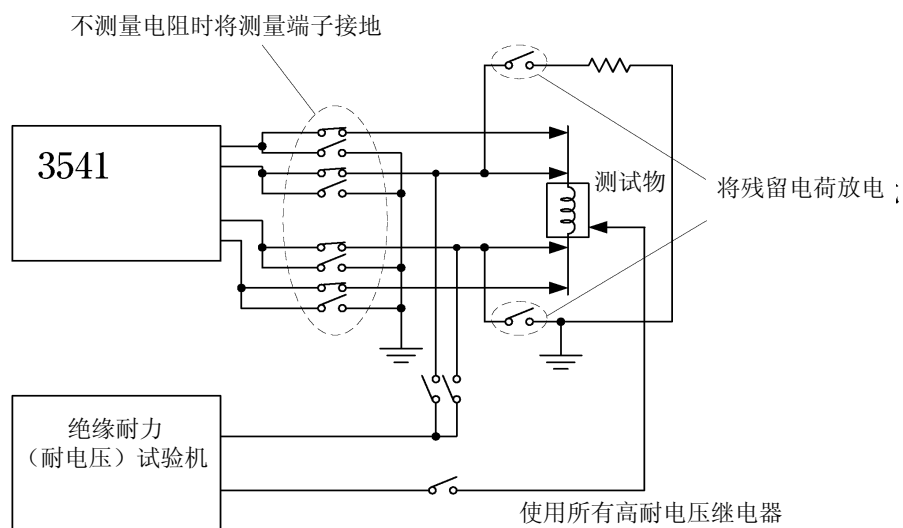
高压继电器的举例

冲田制作所	LRL-101-50PC	(接点间 DC5 kV)
	LRL-101-100PC	(接点间 DC10 kV)
SANYU 工业	USM-11524	(接点间 DC5 kV)
	USM-13624SB	(接点间 DC10 kV)

- (2) 绝缘耐力试验期间，将 3541 的测量端子全部接地。

- (3) 首先进行电阻测量，最后进行绝缘耐力试验。

必须在电阻测量之前进行绝缘耐力试验时，请在绝缘耐力试验之后将测试物的两端接地，在对绝缘耐力试验所聚集的电荷进行放电之后，再进行电阻测量。



与绝缘耐力试验机的组合

附录 8 测量值不稳定时

测量值不稳定时，请确认下述事项。

(1) 电源噪音的影响

电源噪音是指工频电源产生的噪音，不仅工频电源线和插座会产生噪音，荧光灯和家电产品也会产生噪音。电源噪音取决于使用工频电源的频率，以 50Hz 或 60Hz 的频率发生。

为了降低电源噪音的影响，一般采用将测量时间设为电源频率整数倍的方法。

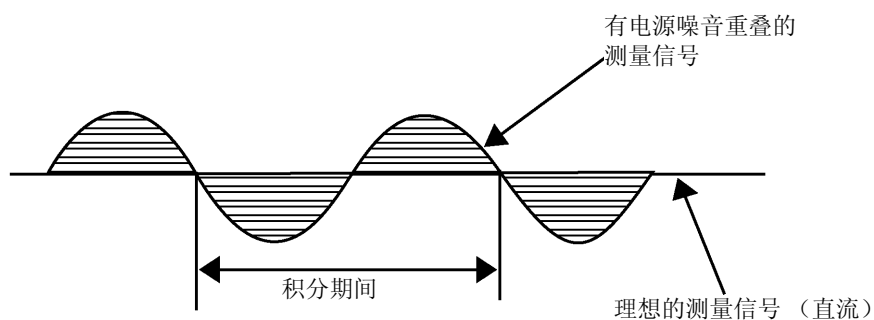


图 1. 电源噪音的影响

3541 的采样速度分为 FAST、MEDIUM、SLOW1 和 SLOW2 四个档次，但在 FAST 时，不能进行与电源周期同步的测量。为此，高电阻或低电流测量功能中的 FAST 设定可能会导致测量值不稳定。在这种情况下，可使用 MEDIUM、SLOW1 或 SLOW2，或采取充分的噪音对策。

高电阻测量时，屏蔽 Source-L 的电位即可见效（图 1 高电阻测量时）。使用低电流测量功能时，除了屏蔽 Source-L 的电位之外，将测试电缆缠绕在一起也是有效的措施（图 2 低电流电阻测量时）。

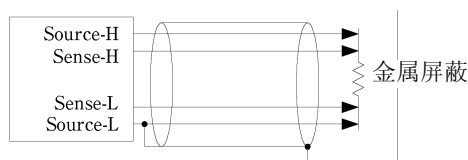


图 2. 高电阻测量时

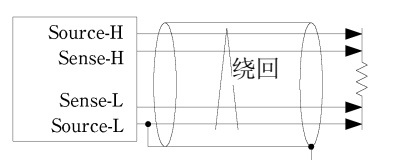


图 3. 低电流电阻测量时

如果在电源频率设定为 60Hz（出厂状态）的状态下，在电源频率为 50Hz 的区域使用，即使是 MEDIUM、SLOW1 或 SLOW2，测量值也会出现偏差。请确认 3541 的电源频率设定。

(2) 使用低电流测量功能

低电流测量功能的测量电流比通常的电阻测量功能小 1/10。因此，易受外来噪音或电动势的影响也高达 10 倍。

因此，请尽可能远离电源线、荧光灯、电磁阀、PC 显示器等会产生大电场和磁场的设备。当外来噪音成为问题时，按图 2、图 3 所示进行配线是有效的。

当电动势成为问题时，请使用 3541 的偏置电压补偿功能（OVC）。因节拍时间紧凑等理由而不能使用偏置电压补偿功能（OVC）时，请使用铜等电动势较小的配线，并确保测试物或接口等连接部分处于避风位置。

(3) 使用夹型测试线接触多个位置

采用4端子测试法时,最好如图4所示,从远端流入测量电流,在电流分布一致的内侧检测电压。

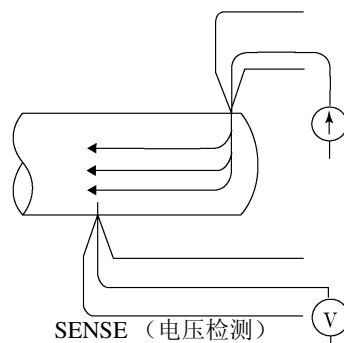


图4.理想的4端子测试法

为了便于测量,可将3541标准附带的9287夹型测试线顶端加工成锯齿状。如果扩大夹紧位置,则如图5所示,测量电流从多个位置流出,也可以从多个位置检测电压。此时,测量值会因接触宽度而产生不确定性。

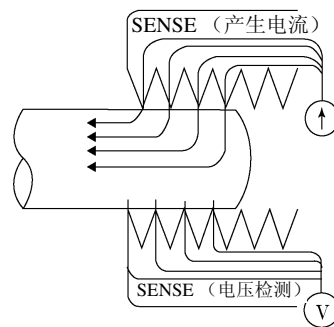


图5.使用9287进行的测量

另外,如图6所示,测量约100 mm的导线电阻时,夹钳内侧长度为100 mm,夹钳外侧长度为110 mm,测量值具有10 mm (10%)的不确定性。因这些原因导致测量值不稳定时,使用9453 4端子测试线或9455针型测试线等,通过点接触方式进行测量,可以提高稳定性。

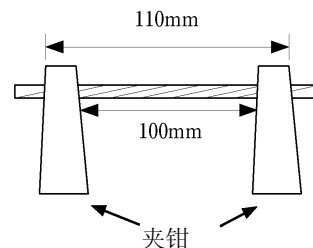


图6.使用9287进行的测量

(4) 被测对象有一定宽度或厚度时

被测对象为板状或块状等有一定宽度或厚度时,使用夹型测试线或针型测试线很难进行准确的测量。使用夹型测试线或针型测试线时,测量值可能会因接触压力或接触角度而产生几%~几十%的波动。比如,测量 $W300 \times L370 \times t0.4$ 的金属板时,即使测量同一位置,测量值也会出现很大差异:

0.2mm 节距的针型测试线 $1.1\text{m}\Omega$

0.5mm 节距的针型测试线 $0.92 \sim 0.97\text{m}\Omega$

9287-10 夹型测试线 $0.85 \sim 0.95\Omega$

其原因不在于探头与被测对象的接触电阻等,而在于被测对象的电流分布。

图 7 所示为金属板的等电位线绘制举例。正如天气预报的气压配置图与风的关系一样，等电位面间隔较密位置的电流密度较高，较疏位置的电流密度则比较低。从该图可以看出，电流注入点附近的电位斜度增大。这是因为电流正分散到金属板中，电流密度增大的缘故。因此，如果将电压检测端子配置在电流注入点附近，很小的接触位置差异就会导致测量值产生很大变化。

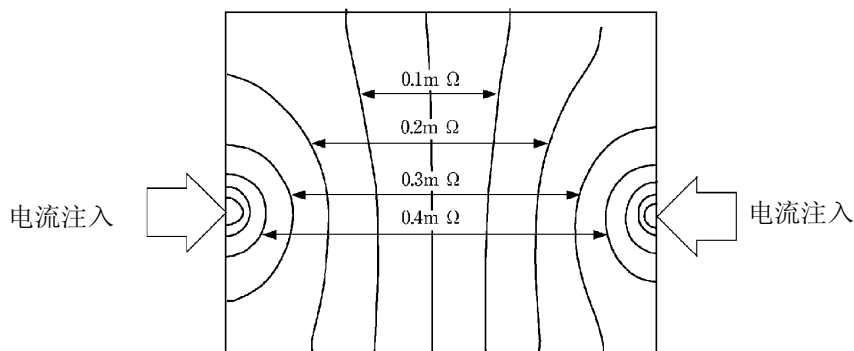


图 7. 金属板的电流分布 (W300 × L370 × t0.4)

* 向端点注入 1A 的电流，每 50 μV 绘制等电位线

为了避免这种影响，最好使用本公司 9453 4 端子测试线等，在电流注入点的内侧检测电压。总而言之，在超出被测对象宽度 (W) 或厚度 (t) 的内侧，电流分布应该是一样的。如图 8 所示，SENSE 端子最好配置在和 SOURCE 端子有 3W 或 3t 之差的内侧。

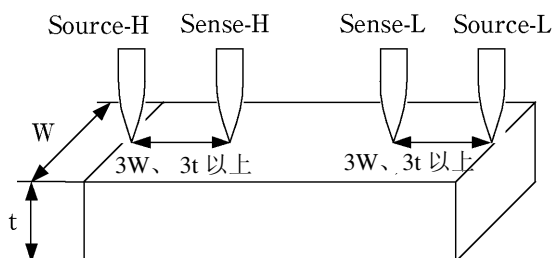


图 8. 被测对象有一定宽度或厚度时的探测位置

(5) 测试物的温度不稳定

铜线约有 0.4%/℃ 的温度系数。只需用手握住铜线，测试物的温度就会上升，电阻值也随之上升。松开手时，温度下降，电阻值也随之下降。绕线经过绝缘漆处理之后，绕线温度明显上升，在这种情况下，电阻值也会增高。如果测试物的温度与探头不同，则会产生电动势，从而导致误差。请尽可能在测试物的温度适应室温之后再行测量。节拍时间较紧凑时，可使用 HIOKI 3444/3445 温度计（非接触式）直接测量测试物的表面温度并进行温度补偿，这样较为有效。

(6) 测试物升温

为了使 3541 适用下述测试方法：

JIS C5441 电子设备开关的测试方法

JIS C5402 电子设备接口的测试方法

JIS C8306 配线器具的测试方法

将 20 mΩ 量程与 200 mΩ 量程的测量电流设定为 1 A。因此，为 200 mΩ 测量时，会向测试物施加 200 mW (= 200 mΩ × 1 A × 1 A) 的功率，热容量较小的测试物会发热，导致电阻值发生变化。不了解 JIS 标准的客户请选择 2 Ω 量程或 LP2 Ω 量程。

(7) 环境温度不稳定

使用温度补偿功能时，如果环境温度不稳定，测量值则会出现偏差。将温度系数设定为 4000ppm/°C，温度出现 0.1°C 的变化时，测量值则会出现 400ppm (0.04%) 的变化。

(8) 外来噪音的影响

请尽可能远离电源线、荧光灯、电磁阀、PC 显示器等会产生大电场和磁场的设备。当外来噪音成为问题时，按图 9 所示进行配线是有效的。

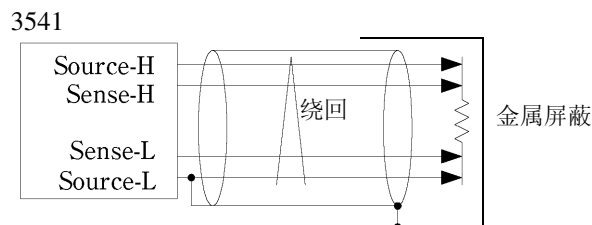


图 9. 减小外来噪音影响的配线

(9) 测量变压器或马达

如果变压器的空端子混入噪音或者马达轴发生移动，正在测量的绕线上则会产生感应电压，测量值可能会产生偏差。请注意变压器空端子的处理或马达的振动。

(10) 测量大型变压器或马达

测量大型变压器或马达等带有较大电感成分（Q 比较高）的测试物时，测量值可能会出现偏差。3541 可通过向测试物流过恒定电流的方式进行测量，但一般对于无限大的电感来说，无法形成稳定的恒流源。即使对于较大的电感来说，稳定的恒流源也会以牺牲响应时间为代价。测量大型变压器或马达，测量值出现偏差时，请与本公司联系。

(11) 不是 4 端子测量

使用 4 端子法进行测量时，需有 4 个探头接触测试物。按照图 10 (a) 的方式进行测量时，包含测量探头与测试物的接触电阻。

镀金的接触电阻约为数 mΩ，镀镍的接触电阻为数十 mΩ。

数 kΩ 的电阻测量似乎没有问题，但如果探头顶端烧焦（氧化）或脏污，接触电阻也会达到 kΩ 级。

为了进行正确的测量，请可靠地按图 10 (b) 的 4 端子法接触测试物。

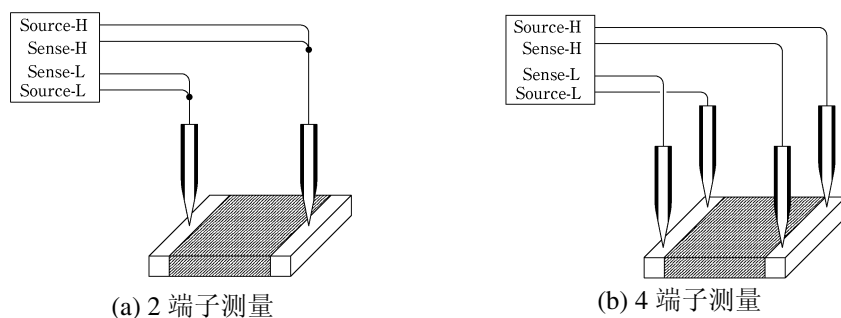


图 10. 2 端子测量与 4 端子测量

附录9 关于测试线 (选件)

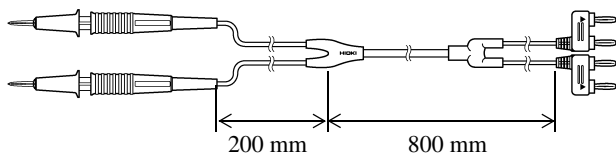
9452 夹型测试线

是顶端为嘴状的夹型测试线。

在继电器端子、接头等接触部分较小的被测对象上，也可以进行可靠的4端子测量。

2通—测试探头之间：约200 mm

接头—2通之间：约800 mm

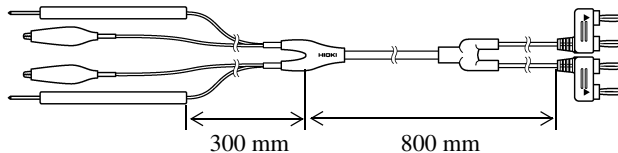


9453 4 端子测试线

SOURCE 端子为虫形夹钳，SENSE 端子为测试导线棒的4端子测试线。请在测量印刷电路板的图案电阻或隔开 SOURCE 端子和 SENSE 端子测量时使用。

2通—测试探头之间：约300 mm

接头—2通之间：约800 mm

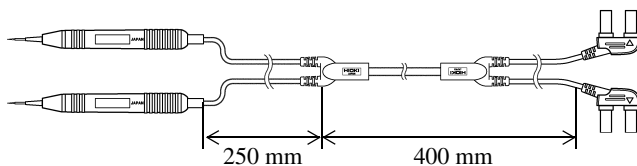


9455 针型测试线

顶端为开发用于检查贴装电路板上 IC 支脚松动的4端子构造。即使是小形状的被测对象，也可以正确地测量电阻。

2通—测试探头之间：约250 mm

接头—2通之间：约400 mm

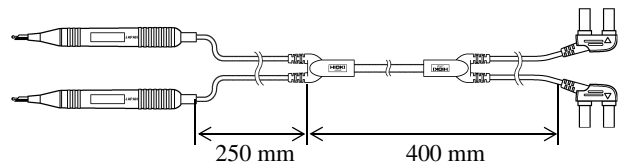


9461 针型测试线

即使是不能夹紧的平面接触部分或继电器端子、接头等接触部分较小的被测对象，只需抵在上面，就可以进行4端子测量。

2通—测试探头之间：约250 mm

接头—2通之间：约400 mm



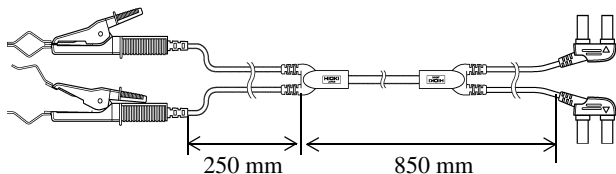
9467 大夹型测试线

可夹紧被测对象的较粗棒状接触部分。只需夹上，就可以进行4端子测量。

2通—测试探头之间：约250 mm

接头—2通之间：约850 mm

最大夹钳直径：约 $\phi 29$ mm



9454 调零板

在9461针型测试线、9465针型测试线调零时使用。由于采用印刷电路板与铁板的双重构造，只需将针尖抵在指定的接触孔上，就可以形成针型测试线的短路。

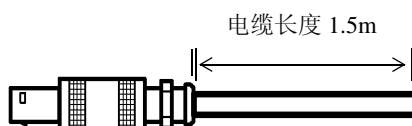
9455针型测试线不能使用。

外形尺寸：214 W × 24 H × 8 D mm



9300 连接电缆

是 INPUT B 专用的低杂音电缆。在高电阻测量或低电流测量时，可将噪音拾取控制在较低限度。



附录 10 支架安装

拆下本仪器侧面的螺丝即可安装支架安装件。



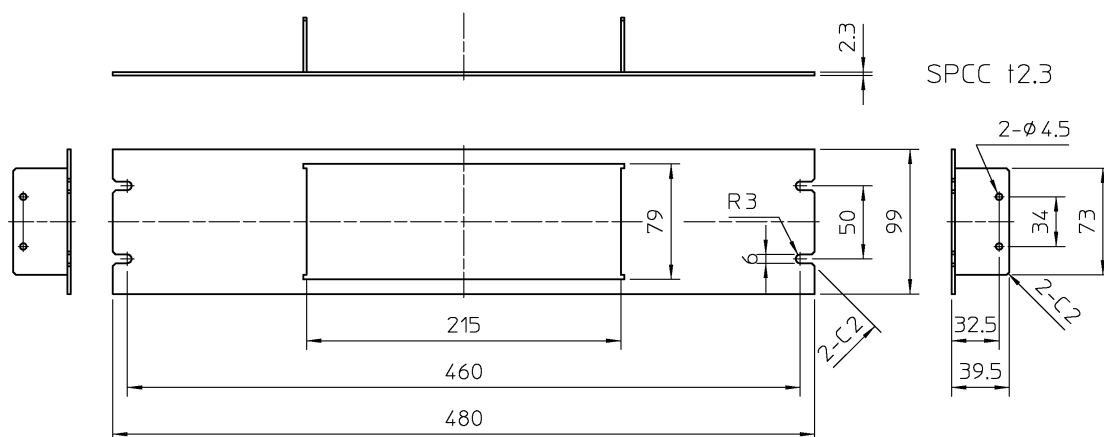
警告

为防止本仪器的损坏和触电事故，使用螺丝请注意以下事项。

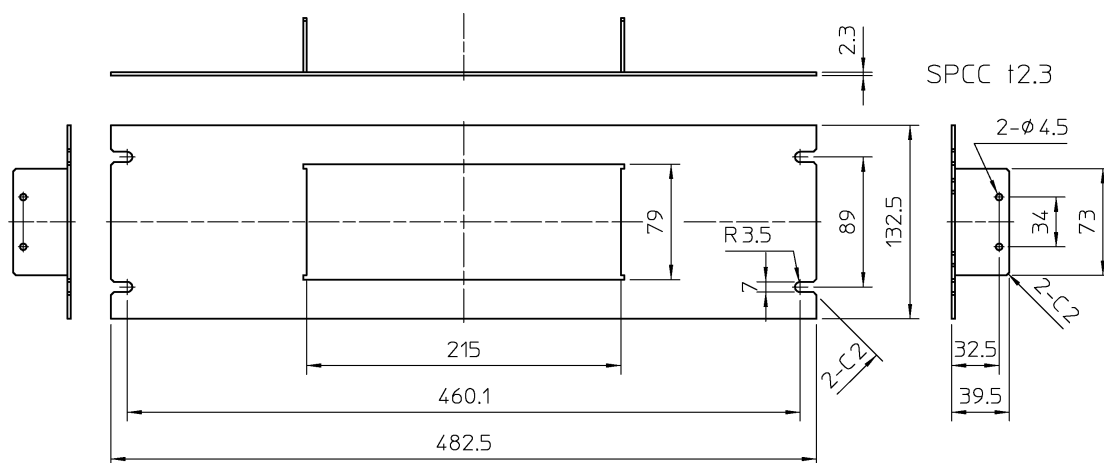
- 在侧面安装支架安装件时，请勿使螺丝进入到本仪器内部 3.5 mm 以上。
- 拆下支架安装件恢复原样时，请使用与最初安装时相同的螺丝。

(支撑脚: M3 × 6 mm, 侧面: M4 × 6 mm)

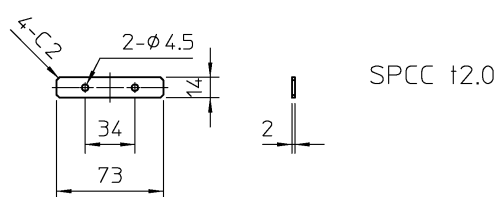
支架安装件的参考图与安装方法



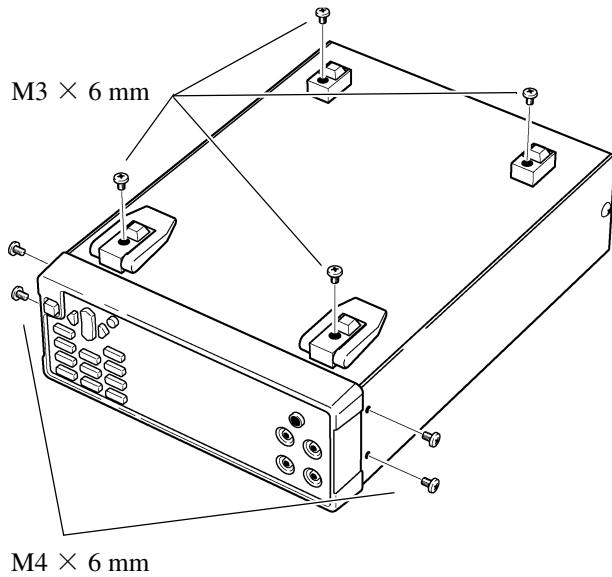
支架安装件 (JIS)



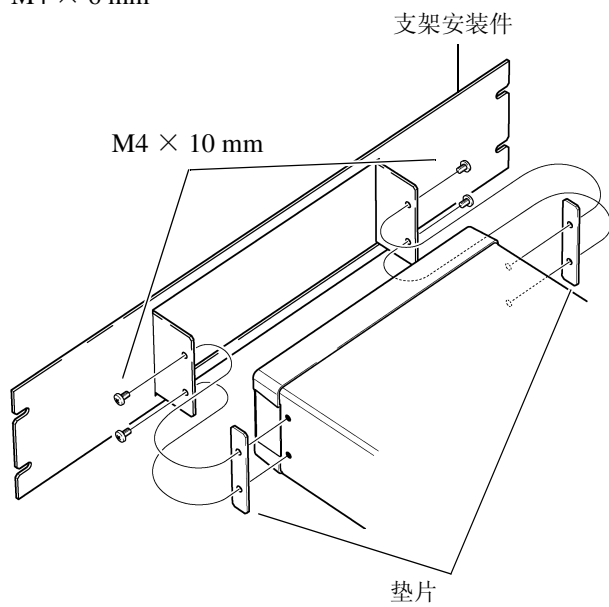
支架安装件 (EIA)



垫片 (使用 2 片)



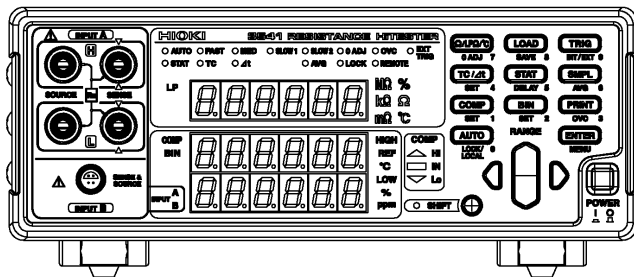
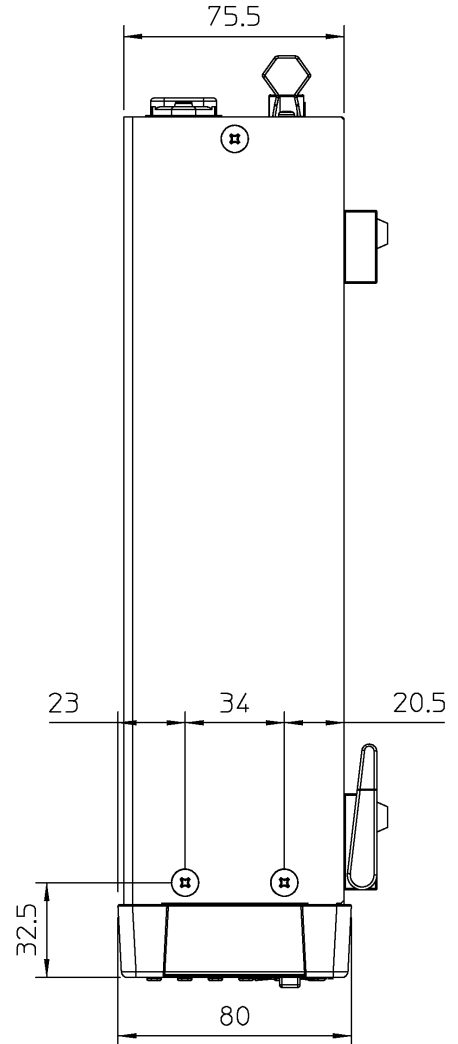
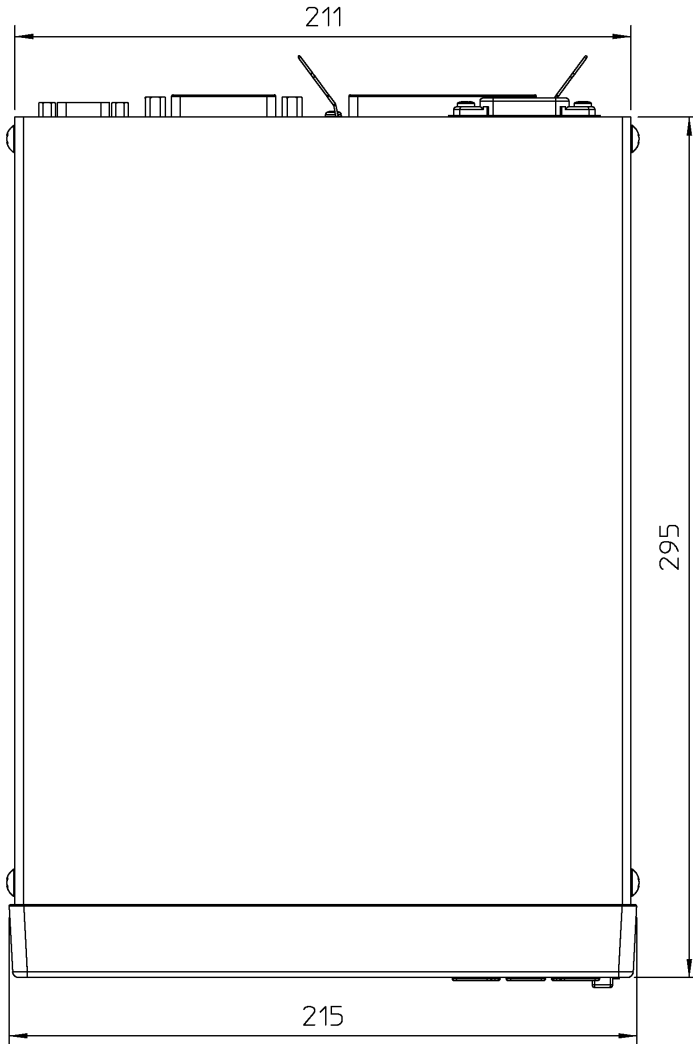
1. 拆下主机底面的支撑脚和侧面盖子的螺丝（正面两侧 4 个）。



2. 将垫片放入主机侧面两侧，然后用 M4 × 10 mm 螺丝固定支架安装件。

在支架上安装时，请使用市售的底座进行增固。

附录 11 外观图



附录 12 关于校正

(1) 校正设备

请准备下述校正设备。

电阻检查设备

FLUKE 制 5700A (10 Ω 以上)

Alpha Electronics MSR-19 m Ω

Alpha Electronics MSR-190 m Ω

Alpha Electronics CSR-1.9 Ω

温度 (Pt) 检查设备

YOKOGAWA 制 2793-01

模拟输入检查设备

FLUKE 制 5700A 或 ADVANTEST 制 R4142

没有 FLUKE 制 5700A 时, 请准备下述设备。但不能进行 10 M Ω 量程和 100 M Ω 量程的校正。

Alpha Electronics CSR-19 Ω

Alpha Electronics CSR-190 Ω

Alpha Electronics CSR-1.9 Ω

Alpha Electronics CSR-19 k Ω

Alpha Electronics CSR-19 k Ω

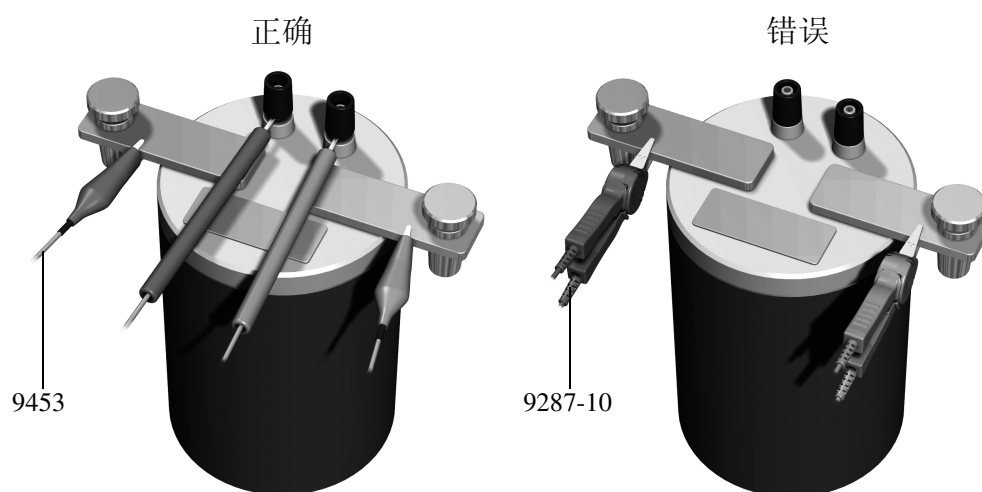
Alpha Electronics CSR-104

Alpha Electronics CSR-105

(2) 使用 YOKOGAWA 制 2792 进行校正时

请使用本公司另售的 9453 4 端子测试线等。

不能连接 9287-10 夹型测试线, 请注意。



附录 13 关于调零

调零是指减去测量 $0\ \Omega$ 时残留的值以调节零点的功能。因此，需在连接 $0\ \Omega$ 的状态下进行调零。但是，要连接根本没有电阻值的测试物是困难的，也是不现实的。

因此，实际调零时，通过制作连接接近 $0\ \Omega$ 的状态进行调节零点。

制作连接接近 $0\ \Omega$ 的状态

连接理想的 $0\ \Omega$ 时，根据欧姆法则 $E = I \times R$ 的关系，SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电压为 $0\ \text{V}$ 。也就是说，如果使 SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电压为 $0\ \text{V}$ ，则可形成与连接接近 $0\ \Omega$ 相同的状态。

在本仪器上进行调零时

本仪器以测量异常检测功能监视 4 个测量端子之间的连接状态。因此，进行调零时，需要适当地连接各端子（图 1）。

首先，为了使 SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电压为 $0\ \text{V}$ ，

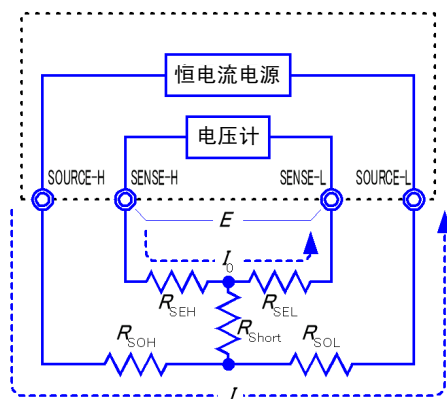
将 SENSE-H 与 SENSE-L 短路。如果使用电缆的配线电阻 $R_{\text{SEH}} + R_{\text{SEL}}$ 为数 Ω 以下，则无问题。这是因为 SENSE 端子为电压测量端子，几乎不会流过电流 I_0 ，因此在 $E = I_0 \times (R_{\text{SEH}} + R_{\text{SEL}})$ 的关系式中， $I_0 \approx 0$ ，如果配线电阻 $R_{\text{SEH}} + R_{\text{SEL}}$ 为数 Ω ，SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电压则几乎为零。

然后连接 SOURCE-H 与 SOURCE-L。

这是为了避免无法流过测量电流时而显示的报错。使用电缆的配线电阻 $R_{\text{SOH}} + R_{\text{SOL}}$ 需低于可流过测量电流的电阻。

此外，监视 SENSE 与 SOURCE 之间的连接状态时，也需连接 SENSE 与 SOURCE。如果使用电缆的配线电阻 R_{Short} 为数 Ω 左右，则无问题。

通过按上述方式接线，从 SOURCE-H 流出的测量电流 I 则会流入 SOURCE-L，而不会流入到 SENSE-H 或 SENSE-L 的配线中。这样可将 SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电压正确地保持为 $0\ \text{V}$ ，因此能够适当地进行调零。



$$\begin{aligned} E &= (I_0 \times R_{\text{SEL}}) + (I_0 \times R_{\text{SEH}}) \\ &= (0 \times R_{\text{SEL}}) + (0 \times R_{\text{SEH}}) \\ &= 0 \text{ [V]} \end{aligned}$$

图 1 相近地连接 $0\ \Omega$ 的状态

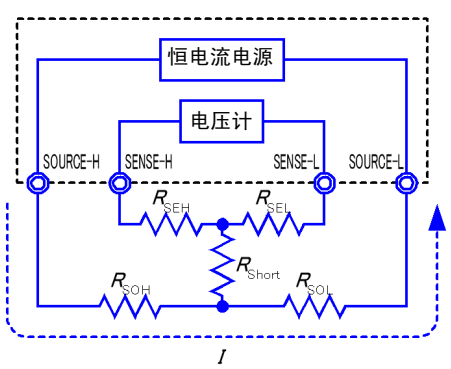
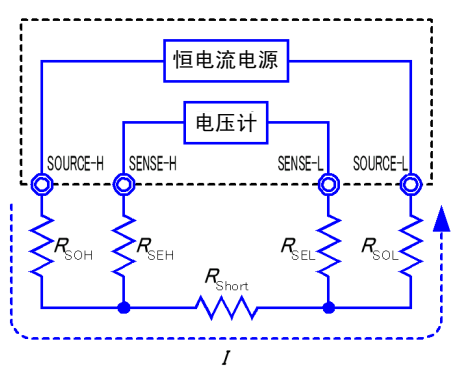
为了适当地进行调零

表 1 所示为正确的连接方法与错误的连接方法。图中的电阻表示配线电阻，如果分别为数 Ω 以下，则无问题。

如 (a) 所示，分别连接 SENSE-H 与 SENSE-L 以及 SOURCE-H 与 SOURCE-L，将 SENSE 与 SOURCE 之间连成 1 个通路时，SENSE-H 与 SENSE-L 之间则会产生电位差，因此输入 0 V。这样可正确地进行调零。

另外，如 (b) 所示，分别连接 SENSE-H 与 SOURCE-H 以及 SENSE-L 与 SOURCE-L，将 Hi 与 Lo 之间连成 1 个通路时，SENSE-H 与 SENSE-L 之间则会产生 $I \times R_{\text{Short}}$ 的电压。因此，如果没有建立相近的连接 $0\ \Omega$ 的状态，则不能正确地进行调零。

表 1: 连接方法

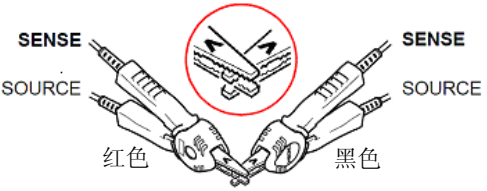
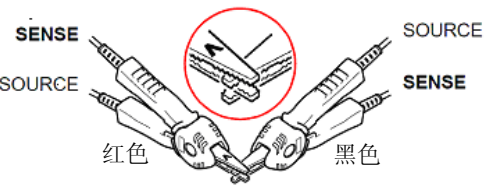
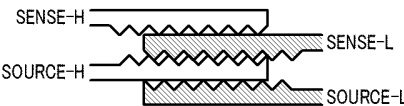
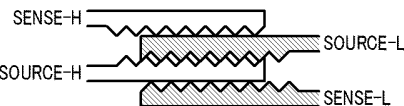
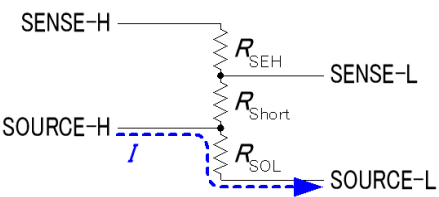
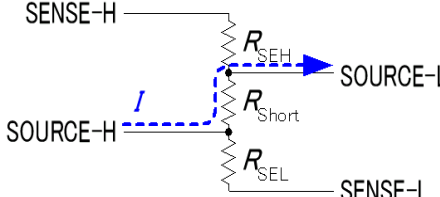
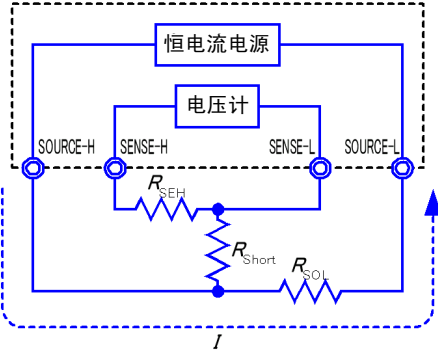
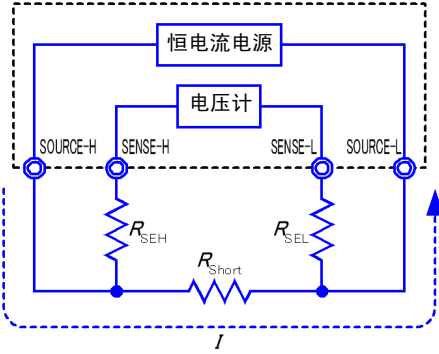
连接方法	 <p>(a) 分别将 SENSE-SOURCE 之间连成一点</p>	 <p>(b) 分别将 Hi-Lo 之间连成一点</p>
SENSE-H 与 SENSE-L 之间的电阻	$R_{\text{SEH}} + R_{\text{SEL}}$	$R_{\text{SEH}} + R_{\text{Short}} + R_{\text{SEL}}$
测量电流 I 的流经通路	$R_{\text{SOH}} \rightarrow R_{\text{SOL}}$	$R_{\text{SOH}} \rightarrow R_{\text{Short}} \rightarrow R_{\text{SOL}}$
SENSE-H 与 SENSE-L 之间产生的电压	0	$I \times R_{\text{Short}}$
作为调零时的连接方法	正确	错误

使用探头进行调零时

在实际使用探头的状态下进行调零时，也可能意外地进行表 1 (b) 所示的连接。进行调零时，需要充分注意各端子的连接状态。

下面以 4.3 “调零功能”（第 35 页）项目所示的 9287-10 夹型测试线的连接方法为例进行说明。表 2 所示为正误两种连接方法时的导线顶端部分的连接状态及其等效电路。这样，正确的连接方法为表 1 (a) 所示的连接，SENSE-H 与 SENSE-L 之间为 0 V；错误的连接方法为表 1 (b) 所示的连接，SENSE-H 和 SENSE-L 之间不是 0 V。

表 2：调零时夹型测试线的连接方法

连接方法	<p style="text-align: center;">正确</p> 	<p style="text-align: center;">错误</p> 
导线顶端部分		
等效电路		
变形的等效电路		
作为调零时的连接方法	正确	错误

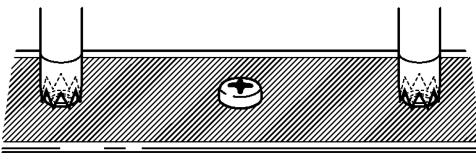

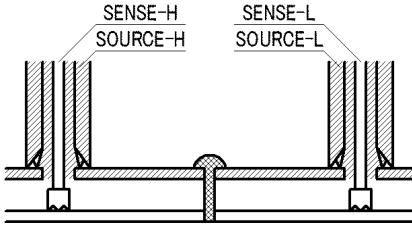
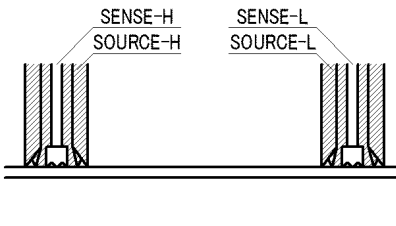
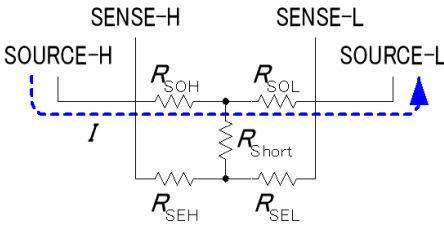
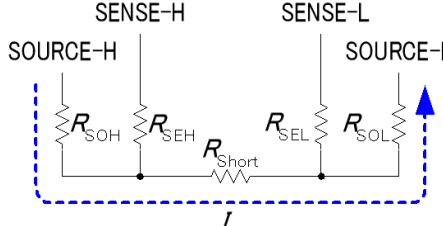
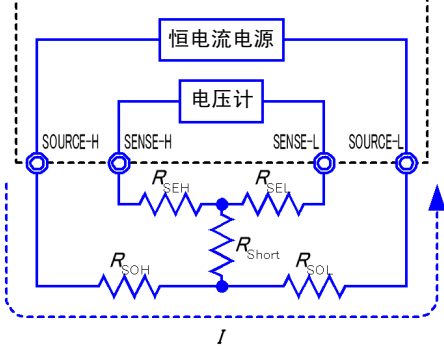
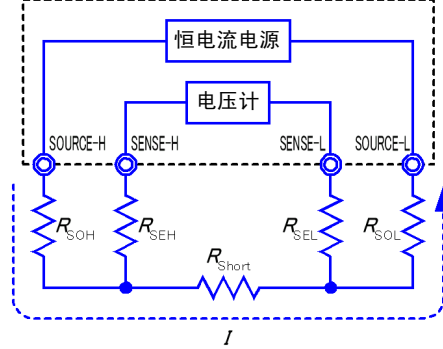
使用 9454 调零板进行调零时

进行调零时，不能用金属板等替代 9454 调零板。

9454 调零板不是单纯的金属板，而是采用通过螺丝将 2 层金属板固定为 1 点的结构。在进行 9465 针型测试线调零时使用调零板。

表 3 所示为将针型测试线连接到调零板与金属板等情况下的截面图及等效电路。这样，利用调零板进行连接时，则为表 1 (a) 所示的连接，SENSE-H 与 SENSE-L 之间为 0 V。但利用金属板等进行连接时，则为表 1 (b) 所示的连接，SENSE-H 与 SENSE-L 之间不是 0 V。

表 3: 调零时针型测试线的连接方法

连接方法	 <p>进行 9454 调零板连接时</p>	 <p>利用金属板等进行连接时</p>
导线顶端部分		
等效电路		
变形的等效电路		
作为调零时的连接方法	正确	错误

在使用自制探头的测量中难以进行调零时

在使用自制探头的测量系统中进行调零时，按表 1 (a) 所示连接自制探头的顶端。但在难以进行表 1 (a) 所示的连接时，列举以下方法。

为直流电阻测量仪器时

进行调零的主要目的是消除测量仪器主机的偏置。这样，调零减掉的值几乎不依赖于探头。因此，使用标准探头并按表 1 (a) 所示进行连接，进行调零之后，则可更换为自制探头，在消除测量仪器主机偏置的状态下进行测量。

为交流电阻测量仪器时

进行调零的主要目的是除了消除测量仪器主机的偏置之外，也能消除探头形状产生的影响。这样，进行调零时，需要将自制探头尽可能设置为接近测量状态的形状，然后按表 1 (a) 所示连接，进行调零。

使用本公司产品时，即使测量交流电阻，但如果分辨率为 $100\ \mu\Omega$ 以上，按照与直流电阻测量仪器相同的调零方法有时也能达到调零目的。

索引

数字

0ADJ	36, 73
4 端子测试法	171
9287-10 夹型测试线	17
9300 连接电缆	18
9451 温度探头	19
9452 夹型测试线	184
9453 4 端子测试线	184
9454 调零板	184
9455 针型测试线	184
9461 针型测试线	184
9467 大夹型测试线	184
9670 打印机	83

A

ASynC	76
按键操作音	61
按键锁定	61

B

BCD	74
BIN	46, 74
BIN/BCD 选择	76, 77
保存温、湿度范围	164
保险丝	169
保证精度的温、湿度范围	164
备份	6, 22
本地功能	106
比较方法	41, 46
比较器	41
判定结果	42
上限值	42
下限值	42

C

CAL	74
C-MOS	81
采样的标准偏差	55
采样速度	37
操作键	9, 11
测量功能	33
测量流程	139
测量条件	
保存	66

读出	67
测量异常	38, 74
测量值的格式	142
查询错误	91
查询信息	96
插座端子	17, 24
出厂时	69
触发系统	138
触发延迟	59, 63
触发源	138
初始设定	69
初始温度	54
错误显示	170

D

打印	89
打印机	83
电池组	87
记录纸	86
连接	84
带有模拟输出的温度计	20, 29
低功率测量	6, 17, 34
电感负载	24
电路保护保险丝	6
电源	5
关闭	23
接通	22
电源插座	12, 16
电源频率	23
电源线	16
电阻测量	25
调零	35, 73, 189
多极接头	17, 24

E

额定电源电压	164
EOC	74
ERR	74
ERR 输出选择	76
Err02	36
EXT I/O 接口	12

F

范围	43
放射温度计	20, 29

分隔符	98
分类测量	
范围	49
基准值	49
判定结果	47, 49
上限值	47
下限值	47
蜂鸣器	41
浮动小数点指数表示数据	99
附件	1
复位	68
负载	34

G

GP-IB	91
地址的设定	95
规格	92
接口	12, 94
信息终止符的设定	95
高电阻测量	17, 24
各部分的名称	9
工序能力指数	
偏差	55
偏移	55
共用命令	107, 114
固有命令	108, 118
故障	169

H

Hi	74
----------	----

J

IEEE 488.2	91, 99
IN	74
INDEX	74
INPUT A 端子	9, 17, 24
INPUT B 端子	9, 17, 24
基准温度	52
基准值	43
检查	169
间隔打印	88, 89
接地	5
接口	88, 91
打印机	88
设定	95
精度	3, 165
精度保证范围	164

K

开路集电极	81
-------------	----

L

L 成分	6
Lo	74
LOAD	67, 73
连续测量	138
量程	34

M

面板保存	66
保存项目	66
面板读取	67
命令	
汇总表	107
命令信息	96
母标准偏差	55

N

NR1	99
NR2	99
NR3	99
NRf	99
内部电路构成	81
内部电源输出	81

O

OVC	59
-----------	----

P

POWER 开关	9, 22
PRINT	58, 73, 89
偏置电压补偿	59
平均值	51, 55

Q

清扫	169
----------	-----

R

RS-232C	91
规格	92
接口	12, 93
热电动势	24, 59, 175

S

SENSE	17, 18
SOURCE	17, 18
SynC	76
设备清除	100
事件状态寄存器	
标准	103

固有	104
示例程序	147, 159
生成步骤	157
时序图	78
使用环境	5
使用温、湿度范围	164
手动延迟	63
输出提示	100
输出信号	74
数据区	99
输入端子部分	9
输入缓冲区	100
输入信号	73

T

TC	52
TC SENSOR 端子	6, 12, 19
TC/ Δt	52
TRG	57, 62, 117
TRIG	57, 62, 67, 73
统计运算	55
OFF	56
ON	56
统计运算结果	58
打印后的自动清除	57
清除	56
通信	
初始化项目	106
通信条件	95

W

外部控制	
适合接头	71
针配置图	72
内部电路构成	81
外部控制端子	81
与光电耦合器的连接	81
与继电器的连接	81
与开关的连接	81
外部输出端子	82
与LED的连接	82
与负逻辑输出的连接	82
与光电耦合器的连接	82
与继电器的连接	82
外形尺寸	164, 187, 188
温度补偿	6, 52, 172
温度测量	27
模拟输入	29
RS-232C	30
温度探头	27
温度换算	53, 174
温度上升值	53
温度探头	6, 19
温度系数	52
温度传感器	27, 30

类型的设定	27, 30
-------	--------

X

显示区	9, 10
相对值	44
响应时间	24
小数点数据	99
信息头	96, 97
省略	100
信息终止符	98
修理	169
选件	1

Y

有效功能	70
预热	6, 22
运输	169
运输注意事项	1
统计运算结果	
打印	58

Z

整数数据	99
主画面	9, 10
状态字节寄存器	101
自动量程	34
自动延迟	63
延迟时间	63
子画面	9, 10
自校准	60, 74
手动	60
自动	60
自行制作电缆	17
自由测量	62, 138

HIOKI

DECLARATION OF CONFORMITY

Manufacturer's Name: HIOKI E.E. CORPORATION
Manufacturer's Address: 81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192, Japan
Product Name: RESISTANCE HiTESTER
Model Number: 3541

The above mentioned product conforms to the following product specifications:


Safety: EN61010-1:2001
EMC: EN61326-1:2006
Class B equipment
Basic immunity test requirement
EN61000-3-2:2006
EN61000-3-3:2008

Supplementary Information:

The product herewith complies with the requirements of the Low Voltage Directive 2006/95/EC and the EMC Directive 2004/108/EC.

20 August 2010

HIOKI E.E. CORPORATION



Atsushi Mizuno

Director of Quality Assurance

3541A999-07

HIOKI

日置電機株式会社

总部

邮编：386-1192 日本长野县上田市小泉81

电话：+81-268-28-0562 传真：+81-268-28-0568

电子邮件：os-com@hioki.co.jp

网站：<http://www.hioki.cn/>

日置(上海)商贸有限公司

邮编：200021 上海市淮海中路93号 大上海时代广场1608-1610

电话：21-63910090, 0092 传真：21-63910360

电子邮件：info@hioki.cn

广州分公司

邮编：510620 广州市天河区体育西路103号维多利广场A塔3206室

电话：20-38392673, 2676 传真：20-38392679

电子邮件：info-gz@hioki.cn

北京分公司

邮编：100022 北京市朝阳区东三环南路58号院富顿中心A座2602室

电话：10-58674080, 4081 传真：10-58674090

电子邮件：info-bj@hioki.cn

日置电机株式会社技术支持处编辑出版

- 在手册编写中所有合理的建议都会被采纳。
如果您发现哪里不清楚或有错误, 请联系您的供应商或日置(上海)商贸有限公司。
- 考虑到产品的发展, 此手册的内容会修改。
- 本手册内容涉及著作权保护, 禁止非法转载、复制及更改。



印刷使用再生纸 日本印刷
