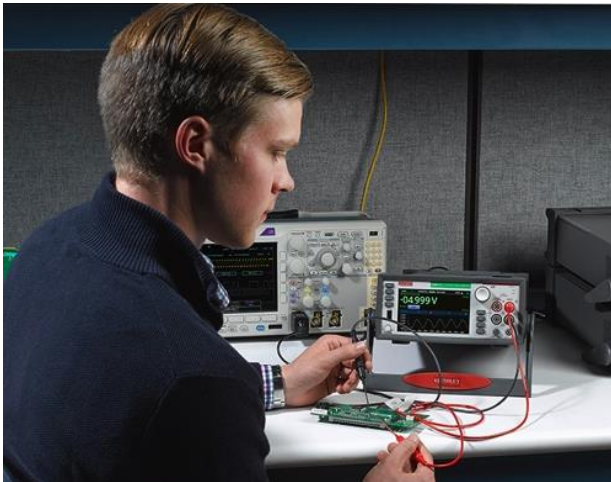


# 吉时利经典测试测量和行业解决方案



# 吉时利为精度和速度开发的解决方案

## INSTRUMENT SOLUTIONS



## CUSTOM CONFIGURED SOLUTIONS

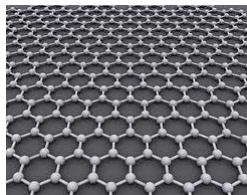


## TURN KEY SOLUTIONS



## COMMON MEASUREMENT CAPABILITIES

# 我们的设备用在哪些地方？



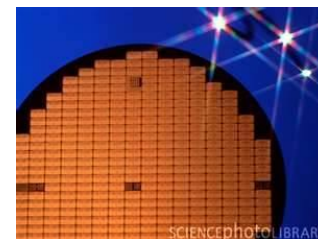
## 半导体

- 二极管/晶体管/场效应管
- DC-DC转换器
- IGBT等大功率器件



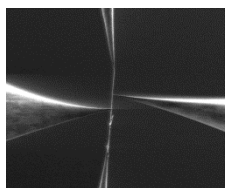
## 材料

- 光电材料
- 纳米材料
- 四探针，霍尔效应测试
- 电化学



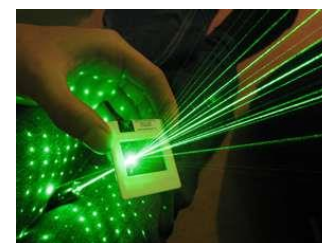
## 数据采集

- 连接器/电缆
- 老化测试
- IC芯片的LLCR



## 电源

- 可穿戴设备的低功耗测试
- 电源设计和系统集成



# 半导体应用一

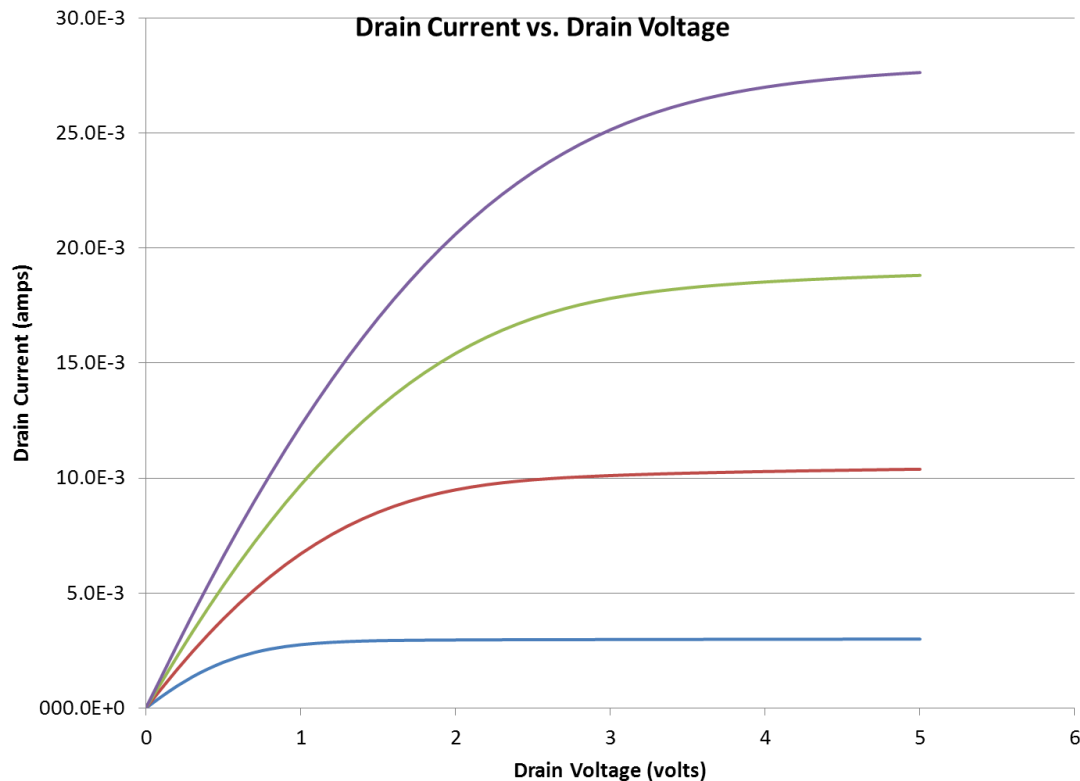
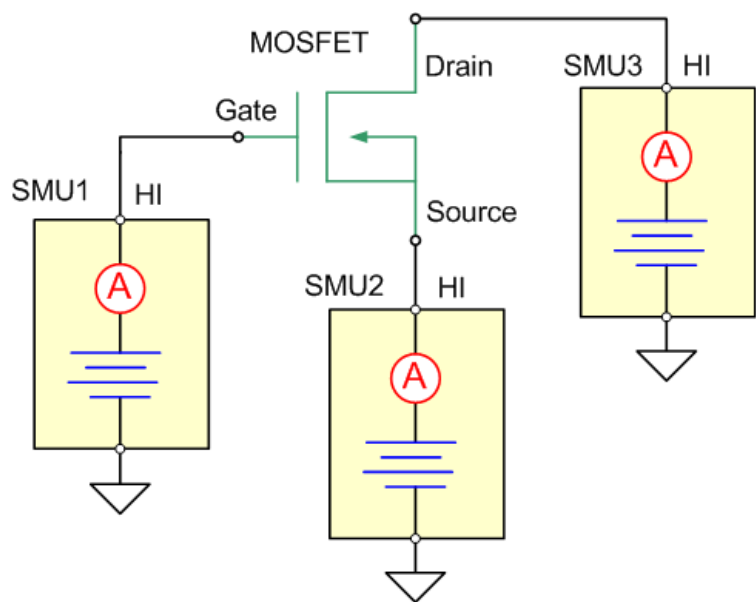
## --二极管/晶体管/场效应管 IV曲线测试

半导体

材料

数据  
采集

电源



# 半导体应用二

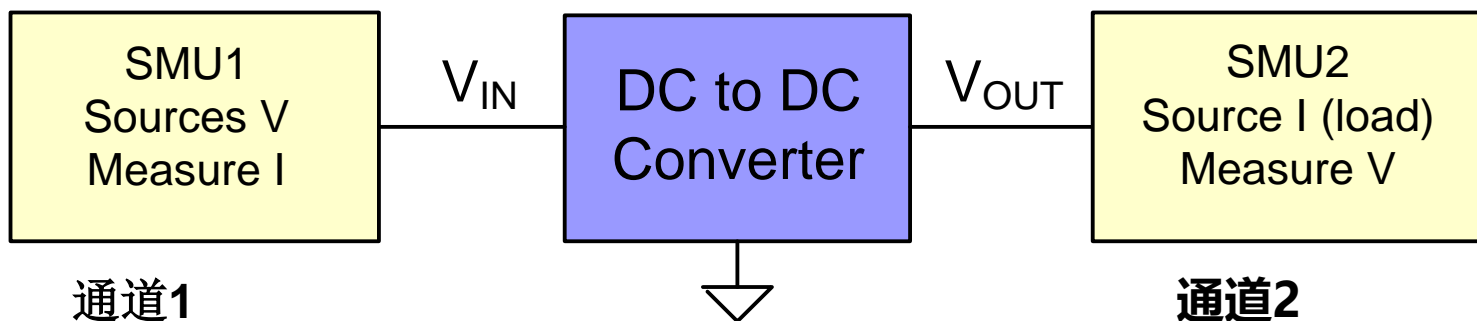
## --DC到DC转换器测试

半导体

材料

数据  
采集

电源



SMUs可以让用户灵活地同时提供和测量电流和电压。

$V_{OUT}$ 端子上的电流源使得用户能够改变负载。

通过使用两条通道，吉时利SMU进一步简化了测试，因为用户只需要对一台仪器编程。

# 半导体应用三

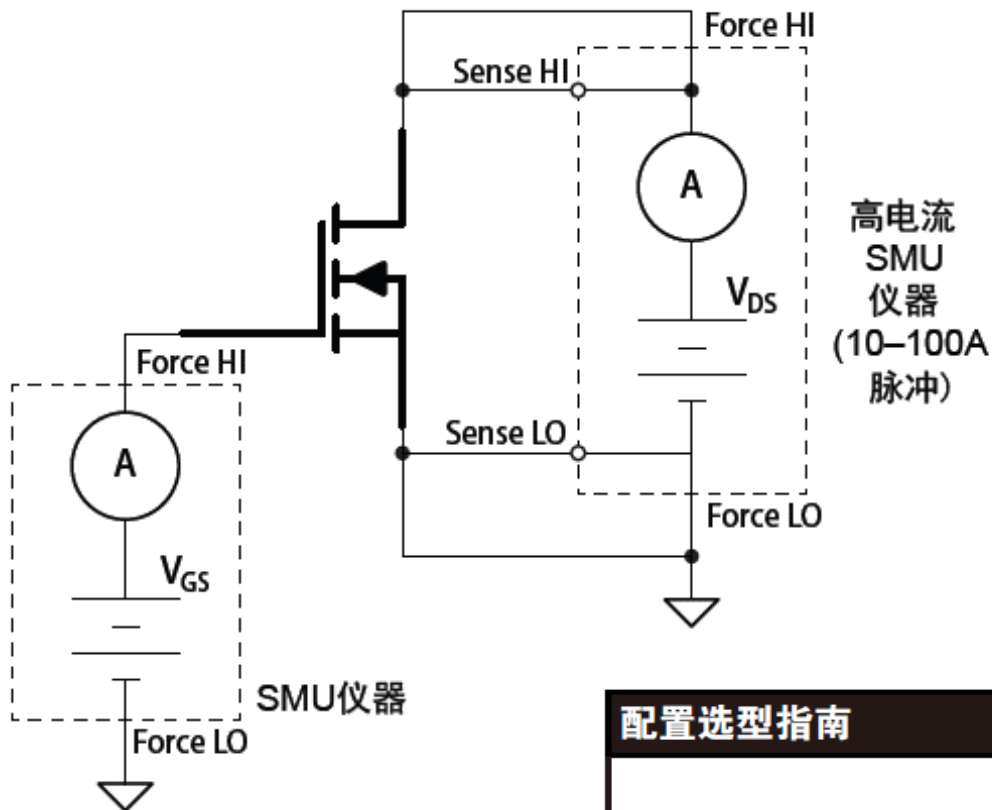
## --IGBT/power nMOSFET等大功率器件测试

半导体

材料

数据采集

电源



### 典型参数

- 击穿电压( $V_{bdss}$ ,  $V_{vceo}$ )
- 开态电流( $V_{dson}$ ,  $V_{cesat}$ ,  $V_f$ )
- 漏极/集电极泄漏( $I_{dss}$ ,  $I_r$ / $I_{cbo}$ ,  $I_{ceo}$ )
- 阈值或截止电压( $V_{th}$ ,  $V_f$ ,  $V_{beon}$ )
- 基极泄漏( $I_{gss}$ ,  $I_b$ )
- 正向传输( $y_{fs}$ ,  $G_{fs}$ ,  $H_{fe}$ ,  $gain$ )
- 电容 ( $C_{iss}$ ,  $C_{oss}$ ,  $C_{rss}$ )

### 配置选型指南

型号 <sup>1</sup>	集电极/漏极电源 <sup>2</sup>		阶跃发生器 基极/栅极 电源	辅助 电源
	高压 模式	高流 模式		
低功率 2600-PCT-1B	200 V/10 A	200 V/10 A	200 V/10 A	N/A
高流 2600-PCT-2B	200 V/10 A	40 V/50 A	200 V/10 A	200 V/10 A
高压 2600-PCT-3B	3 kV/120 mA	200 V/10 A	200 V/10 A	200 V/10 A
高流和 高压 2600-PCT-4B	3 kV/120 mA	40 V/50 A	200 V/10 A	200 V/10 A

# 半导体应用选型指南

- 被测器件管脚数量?
- 测试所需最大电压、电流大小?
- 测试所需最小电压、电流大小?
- 是否测试电容特性?
- 预算?



# Keithley SMU Family - Instruments



## 2400 SourceMeter SMU Instruments

- Family of single-channel models with I-V capability from 1100V to 100nV and 10.5A pulse to 1pA
- Smart alternative to separate Power Supplies and Digital Multimeters (DMMs)
- Convenient DMM-like user interface



## 2450 & 2460 Touchscreen SourceMeter SMU Instruments

Industry-first 5" color capacitive touchscreen GUI

Test up to 200V and 1A (**2450**) or up to 100 V and 7A (**2460**)

Sub pA and sub  $\mu$ V resolution



## 2600B System SourceMeter SMU Instruments

- Family of dual- or single-channel models with I-V capability from 10A pulse to 0.1fA and 200V to 100nV
- TSP® (Test Script Processor) technology for best-in-class throughput and lowest cost of test
- Browser-based GUI enables testing on any PC from anywhere in the world



## 2650A Hi-Power System SourceMeter SMU Instruments

- Source and measure up to 3kV or 50A pulse, with best-in-class low current resolution
- Up to 2000W pulse or 200W DC power
- Optimized for characterizing and testing high power semiconductors, electronics, and materials

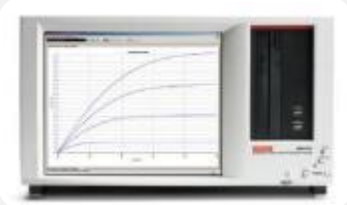


# Keithley SMU Family - Systems



## Parametric Curve Tracers

- Power device characterization up to 3kV and 100A including high quality instruments, cables, test fixturing, and software
- ACS Basic Edition software features real-time curve tracing and full parametric characterization modes
- Easily re-configurable to meet changing test needs



## 4200-SCS Semiconductor Parameter Analyzer

- An integrated analyzer for complete and precise characterization: I-V, C-V, Ultra-Fast I-V, and Pulse measurements
- Characterize devices, materials, and semiconductor processes with sub-fA resolution
- Easy-to-use Windows® GUI, modular architecture, and over 450 user-modifiable test applications simplify complex measurement



## S530 Parametric Test Systems

- High-speed semiconductor parametric testing with low cost of ownership
- Designed for production and lab environments managing a broad range of devices and product wafers
- Proven SMU instrumentation technology ensures high measurement accuracy and repeatability



## S500 Parametric Test Systems

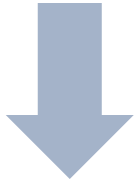
- Highly configurable and scalable SMU instrument-based system
- Semiconductor device testing along with Automated Characterization Suite (ACS) at the device, wafer, or cassette level
- Ideal for SMU-per-pin Wafer Level Reliability (WLR) testing, high speed parallel test, die sort, and Process Control Monitoring (PCM)

# Step 1: Select the right SMU family

	2400 Series "Bench"	2600B Series "System"	2650A Series "Power"	Agilent B2900
Dual channel		✓		✓
>2 channels		✓	✓	
Ultra high-speed production use		✓	✓	
Lowest Price	✓			
>200V	✓		✓	
>1100V			✓	
>3A DC	✓		✓	
>5A DC			✓	
<1pA measure		✓ 0.1 fA	✓	✓ 10 fA

## Step 2: Select the right SMU model

### 2400 Series "Bench"



- 1.) Low cost
- 2.) Find best fit model per max I & V
- 3.) Offer accessories, additional products, etc.

2401: 20V, 1A  
2400: 200V, 1A  
2410: 1100V, 1A  
2420: 60V, 3A  
2425: 100V, 3A  
2430: 100V, 3A (10A)  
2440: 40V, 5A

### 2600B Series "System"



- 1.) Find best fit model per max I & V; min I
- 2.) Verify total number of channels needed
- 3.) Offer accessories, additional products, etc.

2601B/02B/04B: 40V, 3A (10A)  
2611B/12B/14B: 200V, 1.5A (10A)  
2634B/35B/36B: 200V, 1.5A, (10A), 0.1fA

Notes: 1.) 2604B/14B/34B are not for  
>2 channel use  
2.) 2634B max resolution is 1fA

### 2650A Series "Power"



- 1.) Determine if High V, High I, or both
- 2.) Offer Test Fixture, Cabling, Protection Modules, additional products, etc.
- 3.) If turnkey system, needed, then PCT

2651A: 40V, 5A (50A)  
2657A: 3000V, 120mA

# 材料应用一

## --光电材料及器件测试(LED,高亮LED)

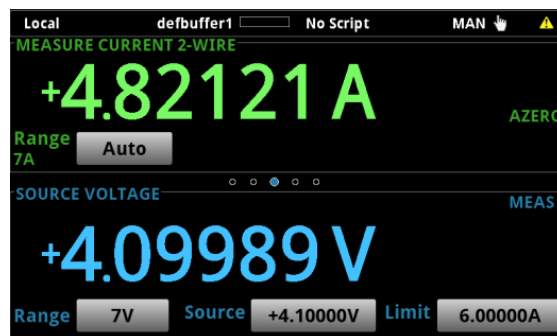
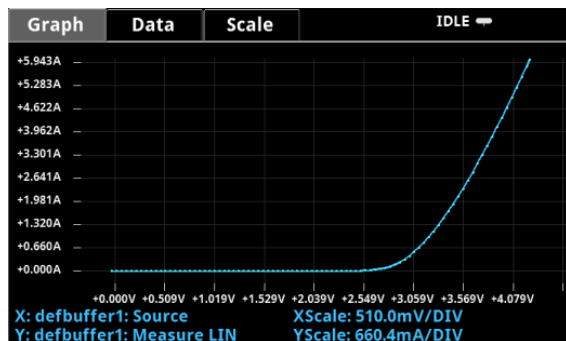
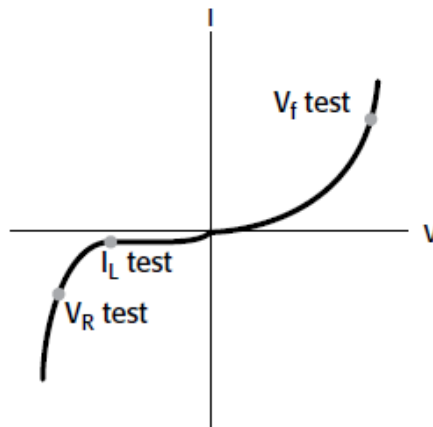
半导体

材料

数据采集

电源

- 新型材料制做的二极管结构
  - InGaAlP, GaN(氮化镓) 等
- LED (高亮LED) 的测试
  - 需要正向和负向源 (I&V)
  - 研发: 测量整条I-V曲线.
  - 量产: 仅测量关键点.
  - 2个关键点测量: 给电流测电压
    - Forward Voltage:  $V_f$
    - Breakdown Voltage:  $V_R$
  - 1个关键点测量: 给电压测电流
    - Leakage Current:  $I_L$



# 材料应用一

## --光电材料及器件测试(LED,高亮LED)

半导体

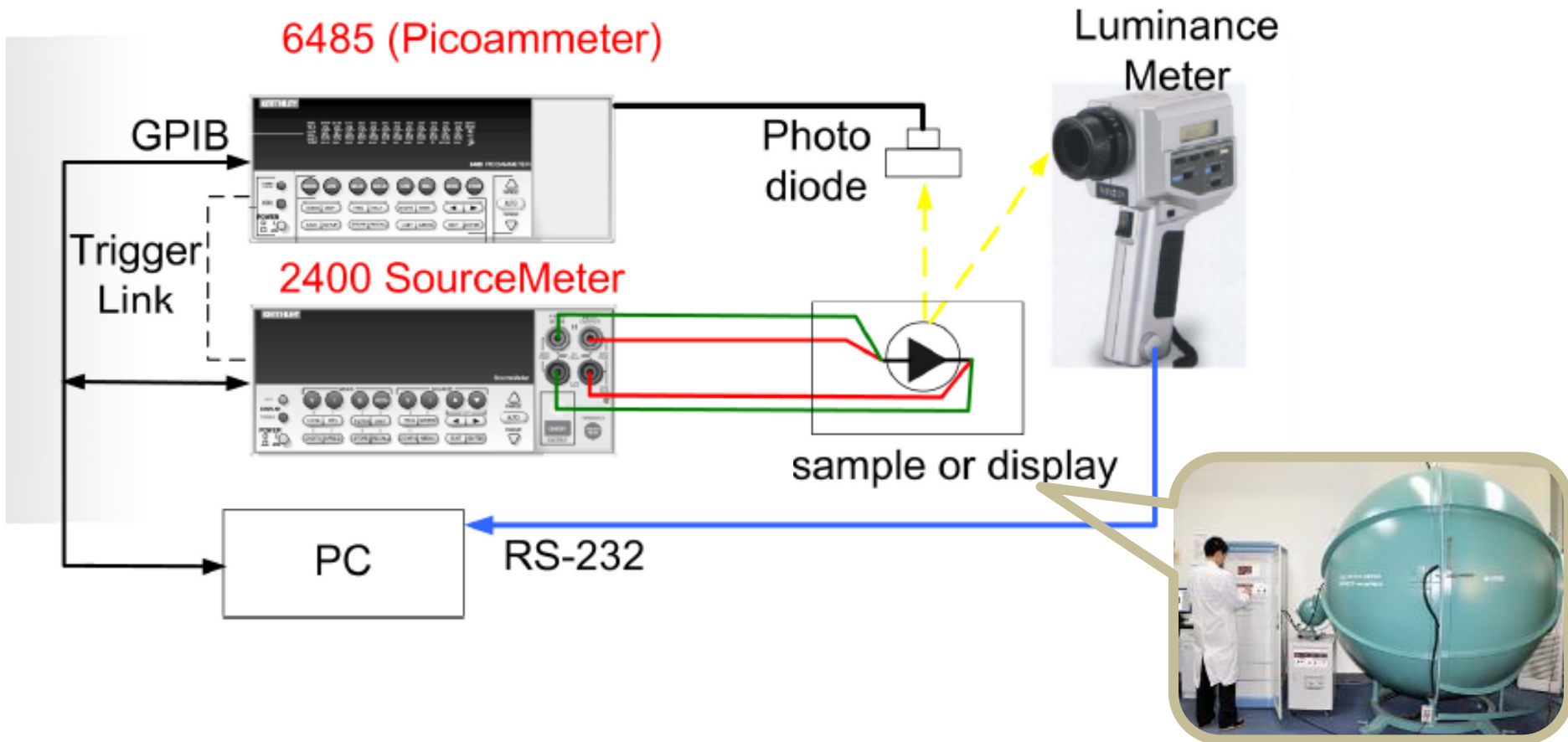
材料

数据采集

电源

### LED LIV测试

## A Simple System for LIV Measurements



# 材料应用一

## --光电材料及器件测试(Laser Diode)

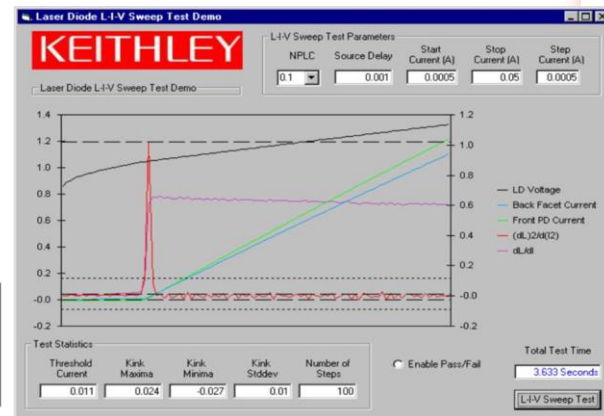
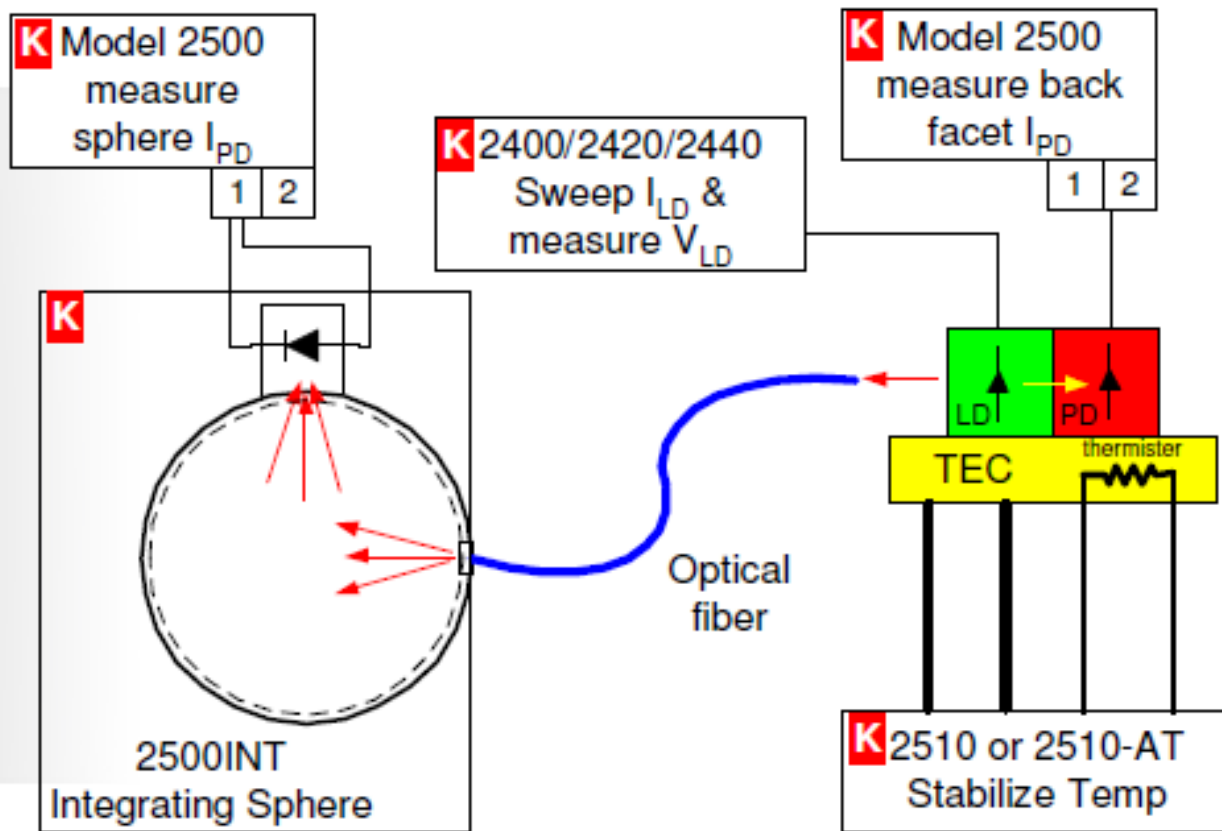
半导体

材料

数据  
采集

电源

### LIV系统测LD的应用



# 材料应用一

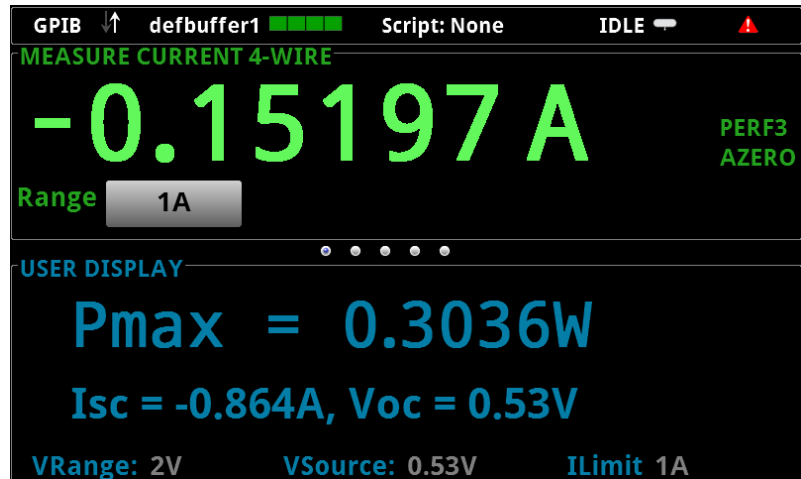
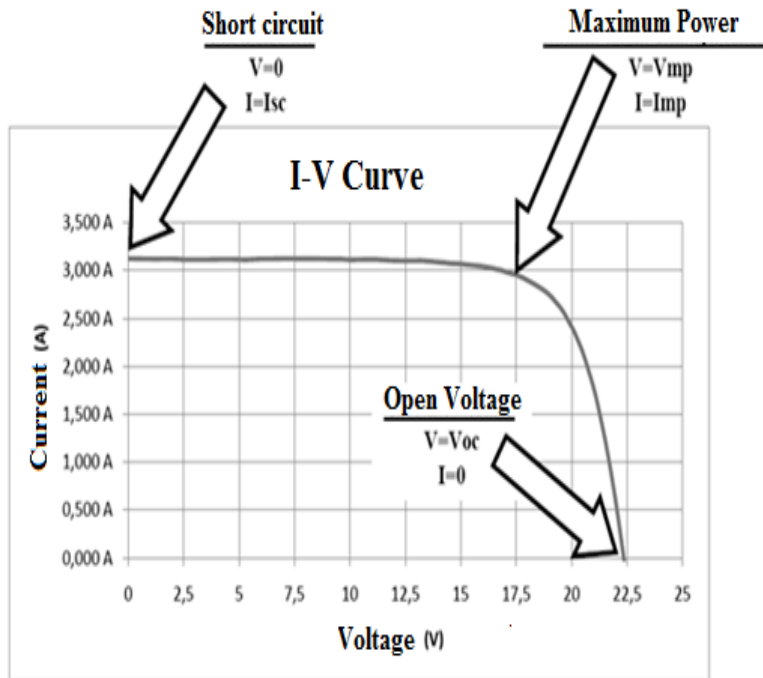
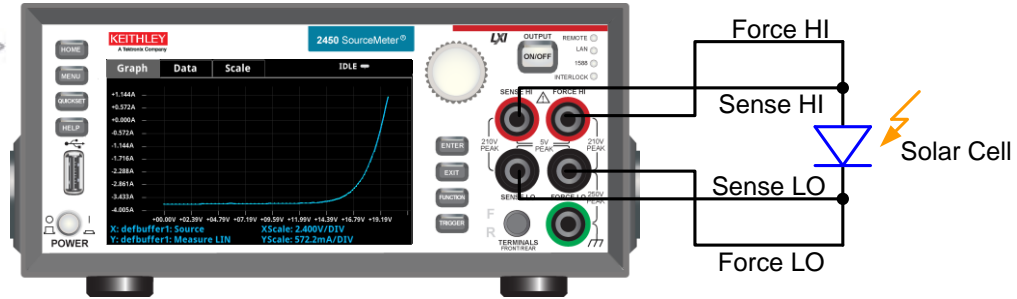
## --光电材料及器件测试(太阳能电池)

半导体

材料

数据采集

电源





# 材料应用一

## --光电材料及器件测试(太阳能电池)


半导体

材料

数据采集

电源

- 面向太阳能电池从研发到制造多变的测试应用，吉时利推出了全新的太阳能电池测试解决方案。以四象限SMU源表为核心，加上ACS Basic专用软件，旨在帮助用户从复杂的编程中解脱出来，节约时间用于下一个科研突破。同时，套件中提供了不同的选型配置，满足用户不同功率和精度的测试需求

型号	最大电流	最大电压	最高分辨率	软件	
<b>SolarCell-24</b> 	2450	±1.05A DC	±210V	10fA/10nV	ACS Basic
	2460	±7A DC	±100V	10fA/10nV	
<b>SolarCell-26</b> 	2601B	±3A DC/ ±10A Pulse	±40V	100fA/100nV	ACS Basic
	2611B	±1.5A DC/ ±10A Pulse	±200V	100fA/100nV	
	2635B	±1.5A DC/ ±10A Pulse	±200V	10fA/10nV	
	2651A	±20A DC/ ±50A Pulse	±40V	0.1fA/100nV	

# 材料应用一

## --光电材料及器件测试(太阳能电池)

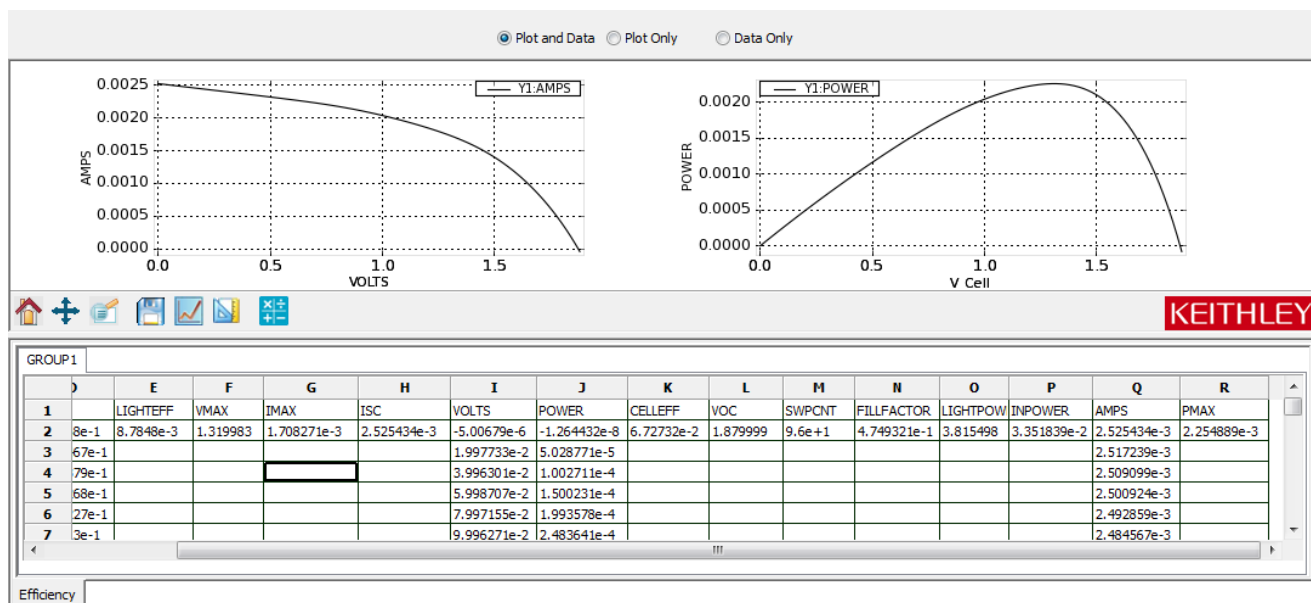
半导体

材料

数据采集

电源

- ACS Basic软件包含太阳能电池测试专用模块，节省测量时间，提高测试效率。其内置的太阳能电池模块可自动计算出太阳能电池的典型参数，如Isc(短路电流)，Voc(开路电压)，Pmax(最大功率点)，FF(填充因子)等，用户无需编程直接获取参数结果，节约测量研发时



符号	参数名称
Isc	短路电流
Voc	开路电压
Pmax	最大功率点
Imax	最大功率点处的电流
Vmax	最大功率点处的电压
FF	填充因子
$\eta$	转换效率
Rsh	并联电阻
Rs	串联电阻

太阳能电池测试参数

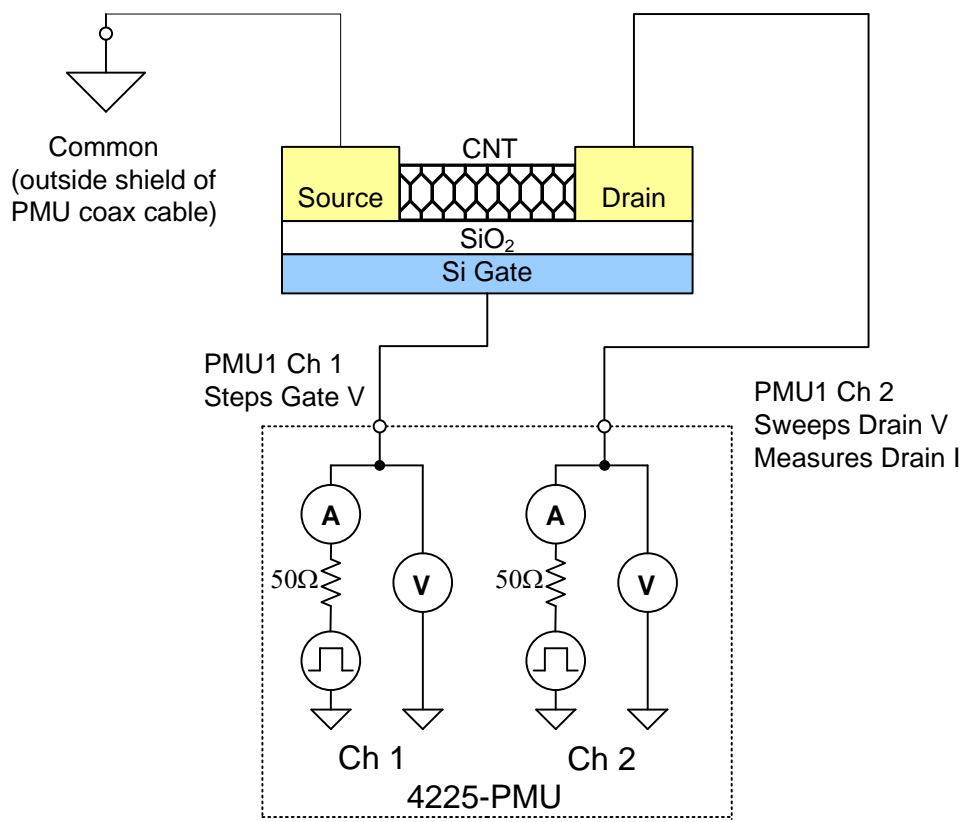
Finish standard Solar cell characterization test in **ONE MINUTE!**

# 材料应用二

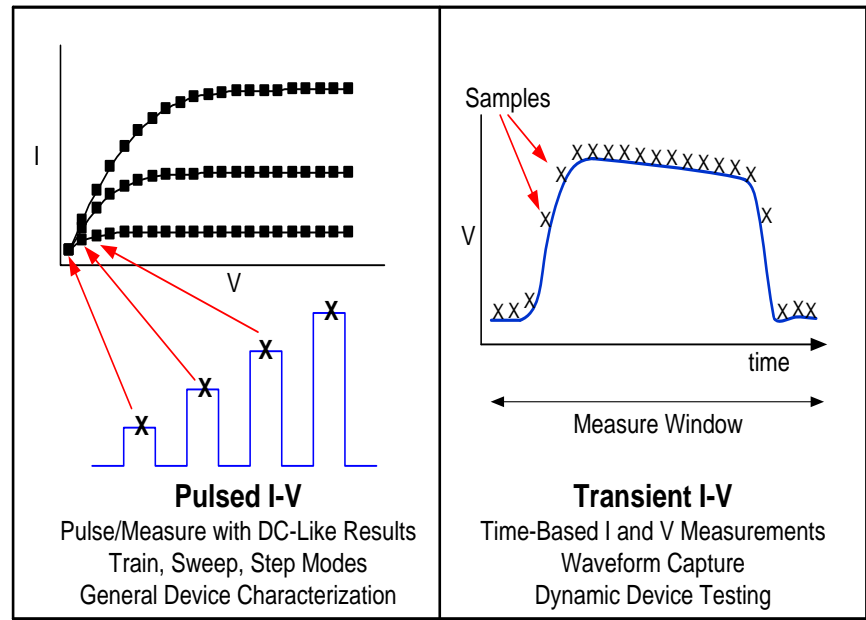
## --纳米材料测试(CNT FET)



- 减少能耗和电流漂移
- 研究高速响应



双通道脉冲测量单元



$$P_{Dissipated} = V_{DC} * I_{DC} * \frac{Pulse\ Width}{Pulse\ Period}$$

# 材料应用三

## --四探针电阻率测试

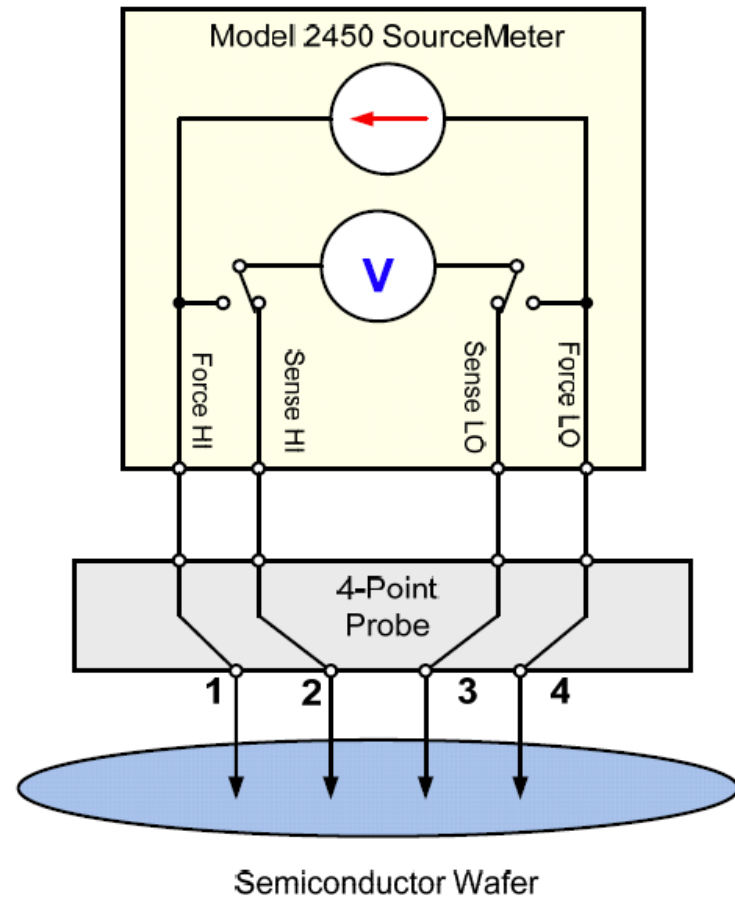
半导体

材料

数据采集

电源

- The Model 2450 or 2460 can be used to measure the resistivity of a wide range of materials including conductive coatings, semiconductor wafers, solar cell



# 材料应用三

## --霍尔效应测试

半导体

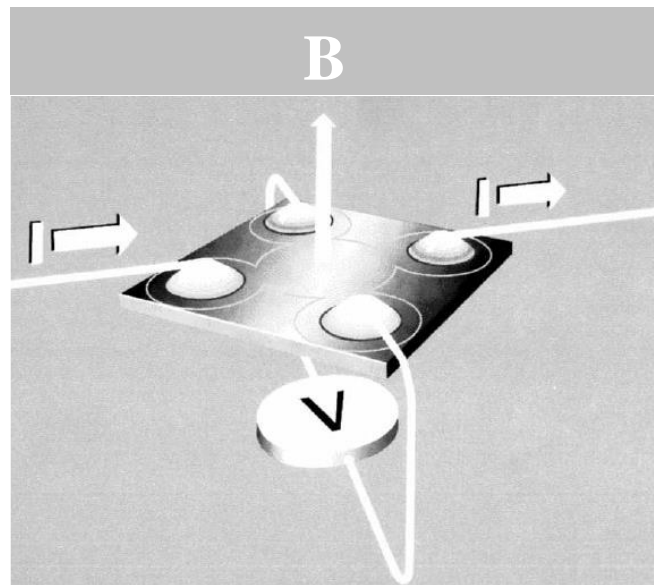
材料

数据采集

电源

- 首先测量霍尔电压 $V_H$ 
  - 施加磁场 $B$
  - 提供电流 $I$
  - 测量 $V_H$
  - $t$ 是样本厚度
- 然后测量电阻率 $\rho$ 
  - 使用范德堡技术
- 然后计算霍尔迁移率 $\mu_H$ :

$$\mu_H = \frac{|V_H t|}{BI\rho}$$



# 材料应用三

## --霍尔效应测试

半导体

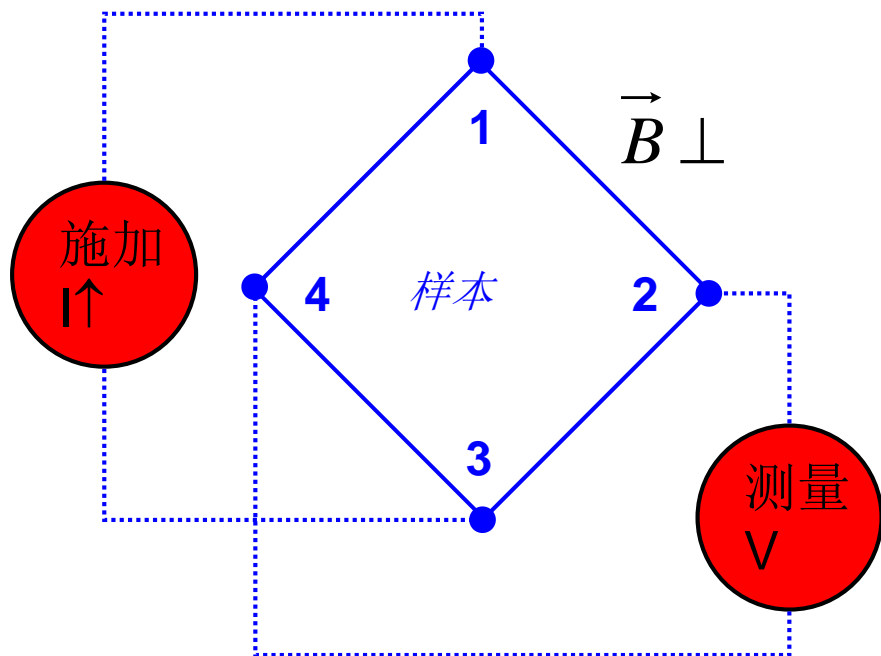
材料

数据  
采集

电源

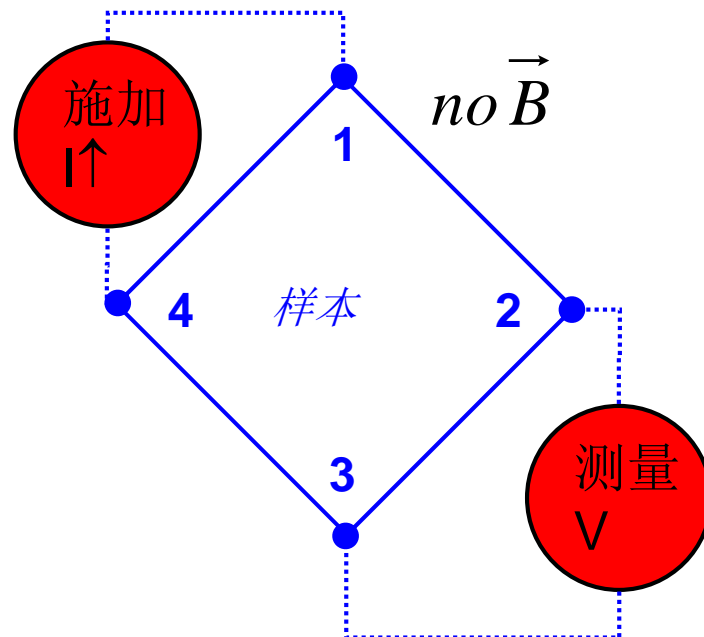
### 霍尔效应:

- 在**相反**节点上施加电流
- 在相反一端节点上测量电压
  - $V \sim nV - V$  (一般 $\mu V - mV$ )



### 范德堡电阻率:

- 在**相邻**节点上施加电流
- 在相反的相邻节点上测量电压
  - 电压应该 $< 5V$ , 一般 $mV$
- 给出 $\rho$ , 从而可以计算 $\mu$



# 材料应用三

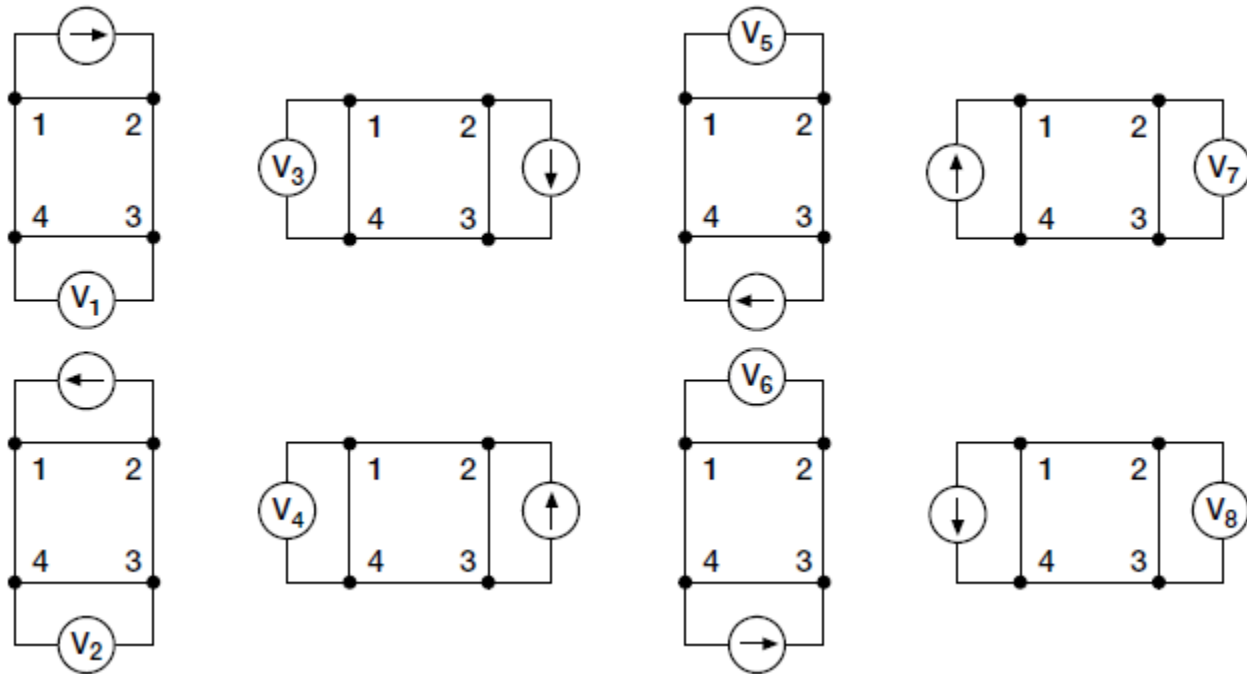
## --霍尔效应测试，范德堡法

半导体

材料

数据采集

电源



$$\rho_A = \frac{\pi}{\ln 2} f_{At_s} \frac{(V_1 - V_2 + V_3 - V_4)}{4I}$$

$$\rho_B = \frac{\pi}{\ln 2} f_{Bt_s} \frac{(V_5 - V_6 + V_7 - V_8)}{4I}$$

$$\rho_{AVG} = \frac{\rho_A + \rho_B}{2}$$



# 材料应用三

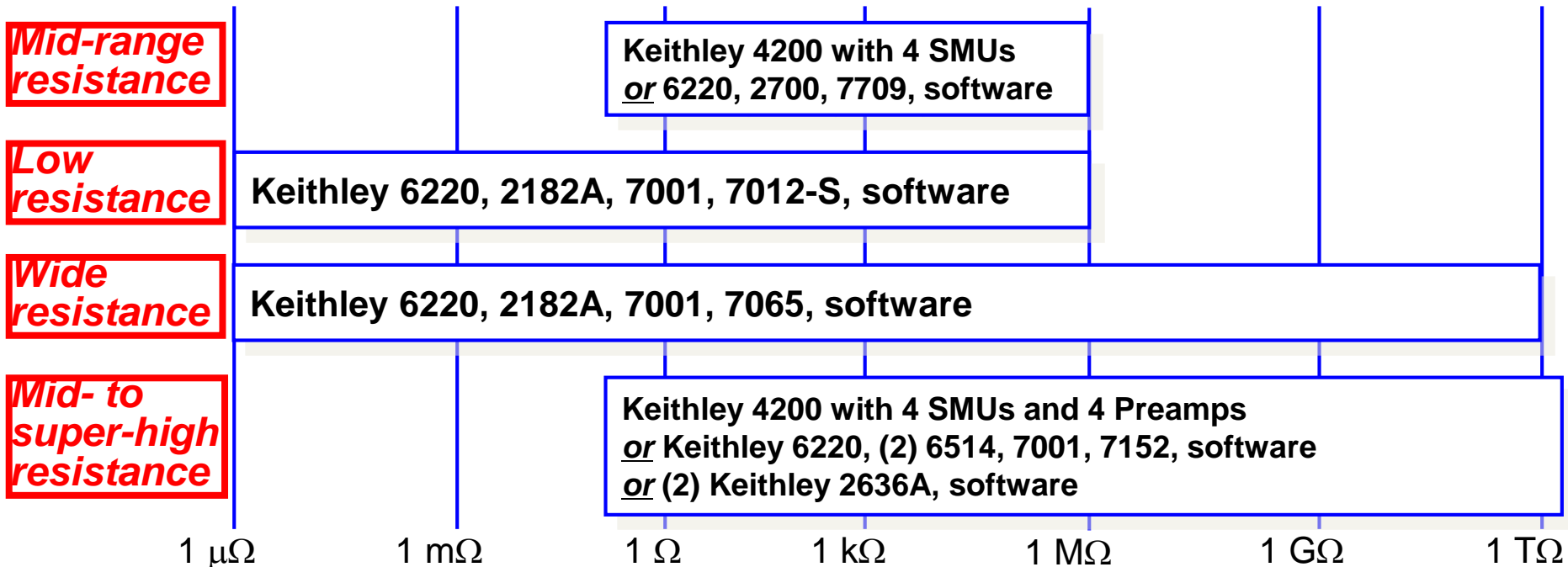
## --霍尔效应测试设备概览

半导体

材料

数据  
采集

电源



样品电阻 ( $\Omega$ )

(实际 Total Resistance = Sample Resistance + Contact Resistance)

Sample Resistance  $\approx \rho/t$

# 材料应用四

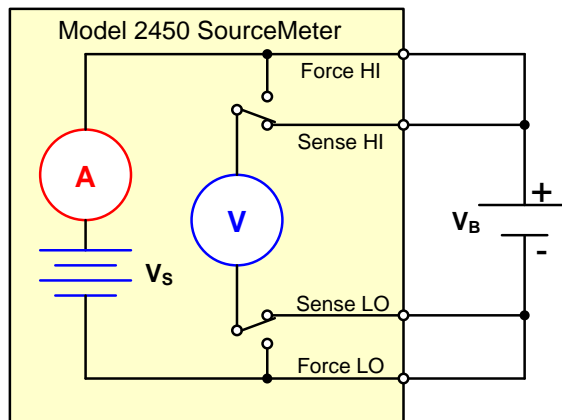
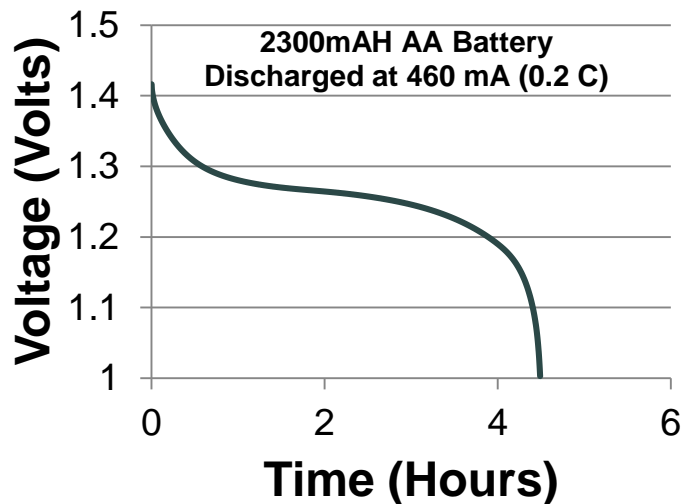
## --电化学材料相关应用 (电池充放电测试)

半导体

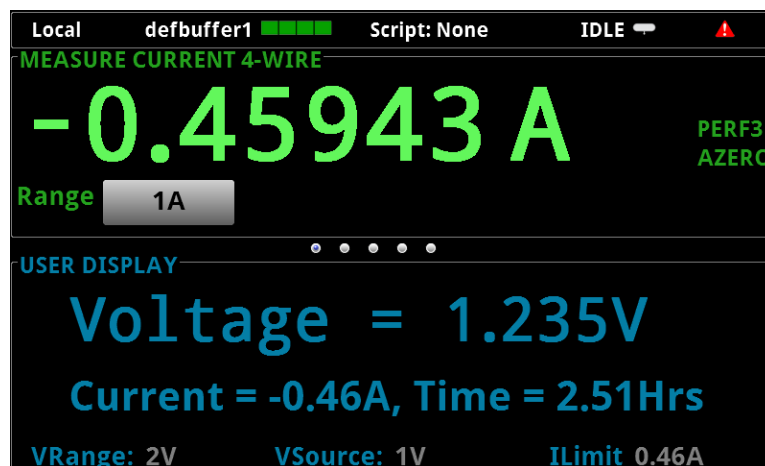
材料

数据采集

电源



Model 2450或2460配置  
为电池充电/放电



触摸屏显示器可以编程，  
为用户提供更新的测试数  
据，如电池电压、负载电  
流和经过的测试时间

# 数据采集应用一

## --连接器/电缆的导通性与绝缘性测试(LLCR)

半导体

材料

数据采集

电源

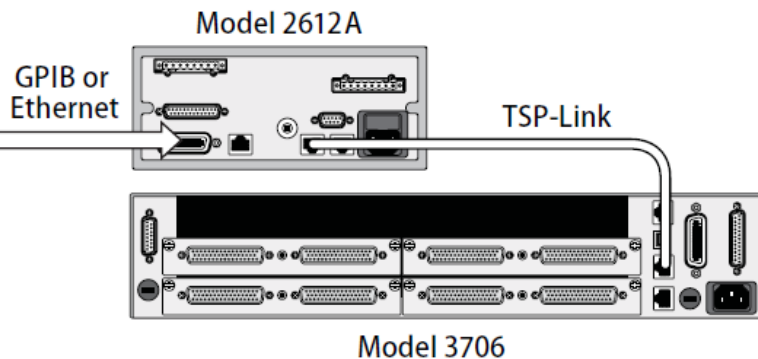
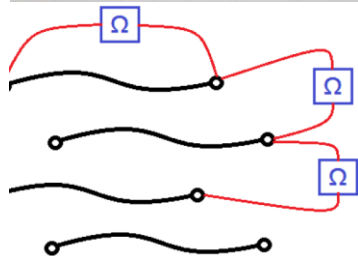
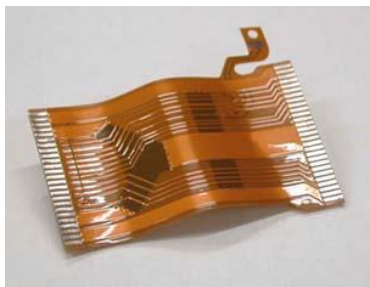
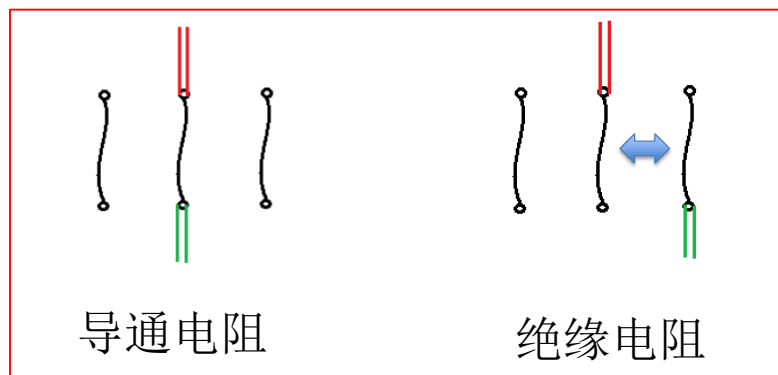
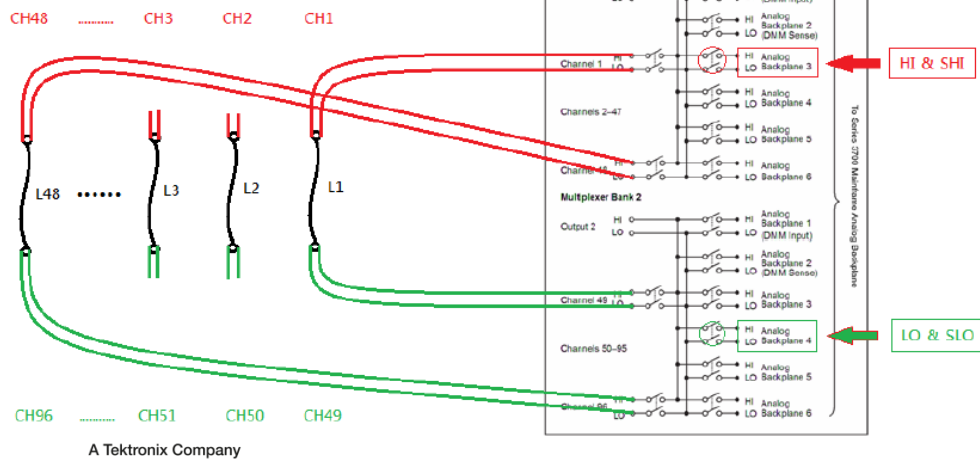


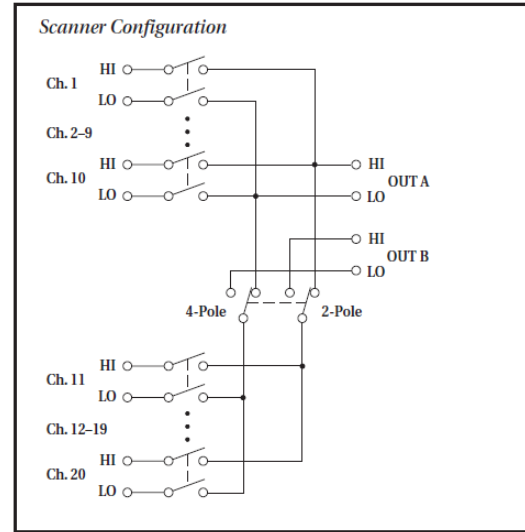
Figure 16: Schematic for the Model 3722



# 数据采集系统/数据记录



数字万用表

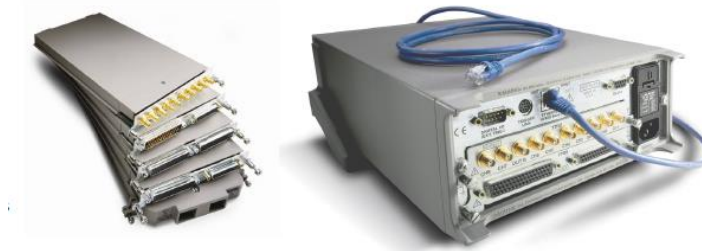


开关

DMM 功能加扫描和继电器控制



完全结合 DMM 和开关的解决方案!



插卡直接插入DMM

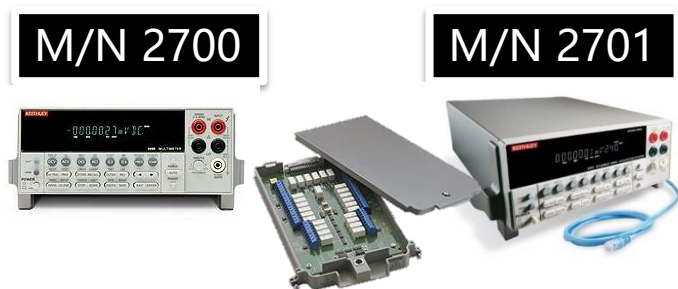
# 数据采集系统/数据记录

## DMM+开关

### 基本数据记录

- 简单扫描/快速设置
- 20 to 80 通道
- 附有驱动软件

#### 主要型号



### 高性能数据采集系统

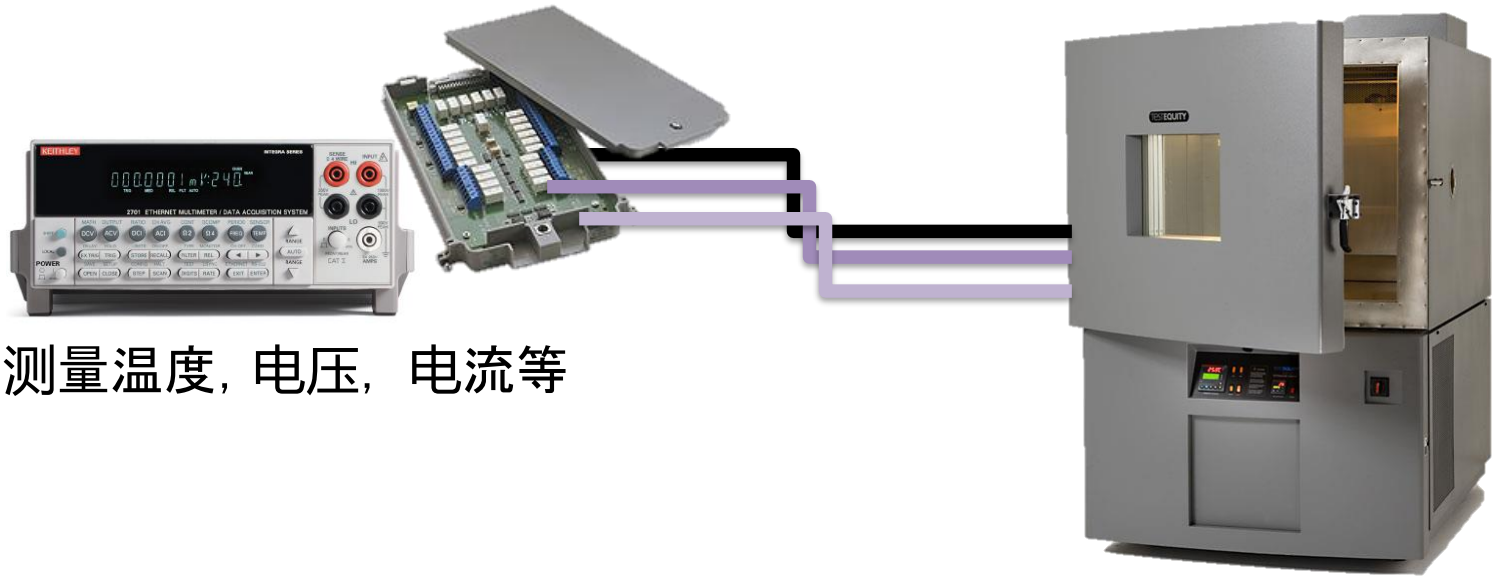
- 系统控制, 开关配置模式, 高级扫描
- 速度
- > 80 通道

#### 主要型号



# 典型应用: 质量保证 / 设计研发 / 审核 / 失效分析

- 首先, 找恒温室!



测量温度, 电压, 电流等

通常监测多个参数

# 2700系列 Integra



型号	Model 2700	Model 2701	Model 2750
DMM 分辨率	6.5 Best Seller	6.5 Ethernet	6.5 Low Ohms
关键规格	2 Slots Up to 80 CH	2 Slots Up to 80 CH	5 Slots Up to 200 CH 1Ω Range
竞争	Agilent 34970A	Agilent 34972A	Agilent 34980A
为什么我们赢	全功能的DMM 插卡性能	Ethernet	低电阻 通道量
目标市场	自动化产测, OEM, Bench Design, 研发		





# 3706A开关系统

半导体

材料

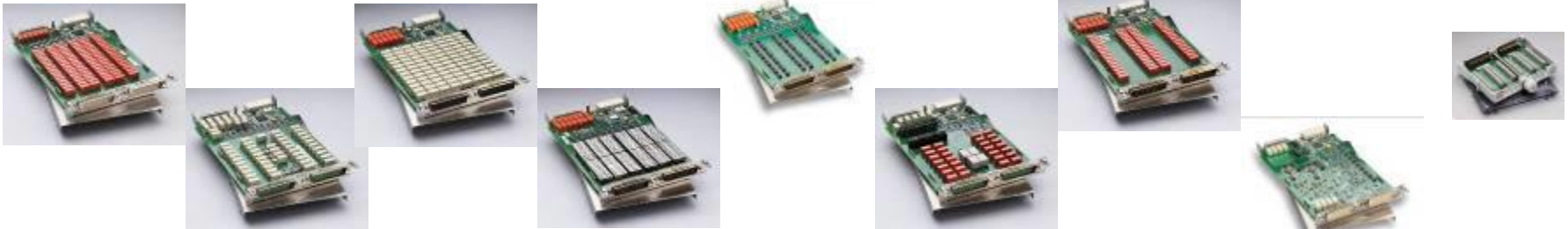
数据  
采集

电源



- 3 remote interfaces (Ethernet/USB/GPIB)

**3700 Series should be the first consideration in any new application**



# 类似应用: 高密度和速度, 仪器控制

- 应用: 政府或私营航天/卫星合格性测试
- 关键:
  - 几百个通道
  - 半导体温度插卡

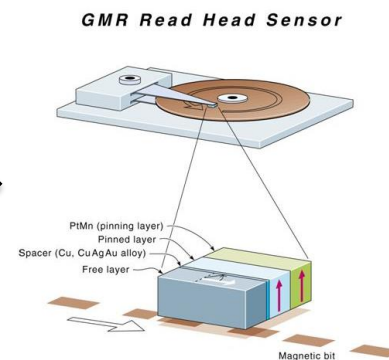


监测复合信号:

- 温度
- 电压, 电流, 等...

# 类似应用: 高密度和速度, 仪器控制


- 应用: 巨磁电阻产测
- 关键: 源表控制, 系统吞吐量, 高密度通道



为源表和系统校准 (DMM) 的开关

# 3700A系列系统开关/万用表



型号	Model 3706A	Model 3706A-S
DMM 分辨率	7.5 Best in class capability	None
关键规格	25 PPM 14K Readings/sec	6 Slots 576 2-wire Channels
竞争		Agilent 34980A
为什么我们赢	全功能 DMM (低噪音/快速) 地电阻 TSP Technology	高密度 可扩充
目标市场	自动化产测, OEM, Bench Design, 研发	

# 数据采集应用二

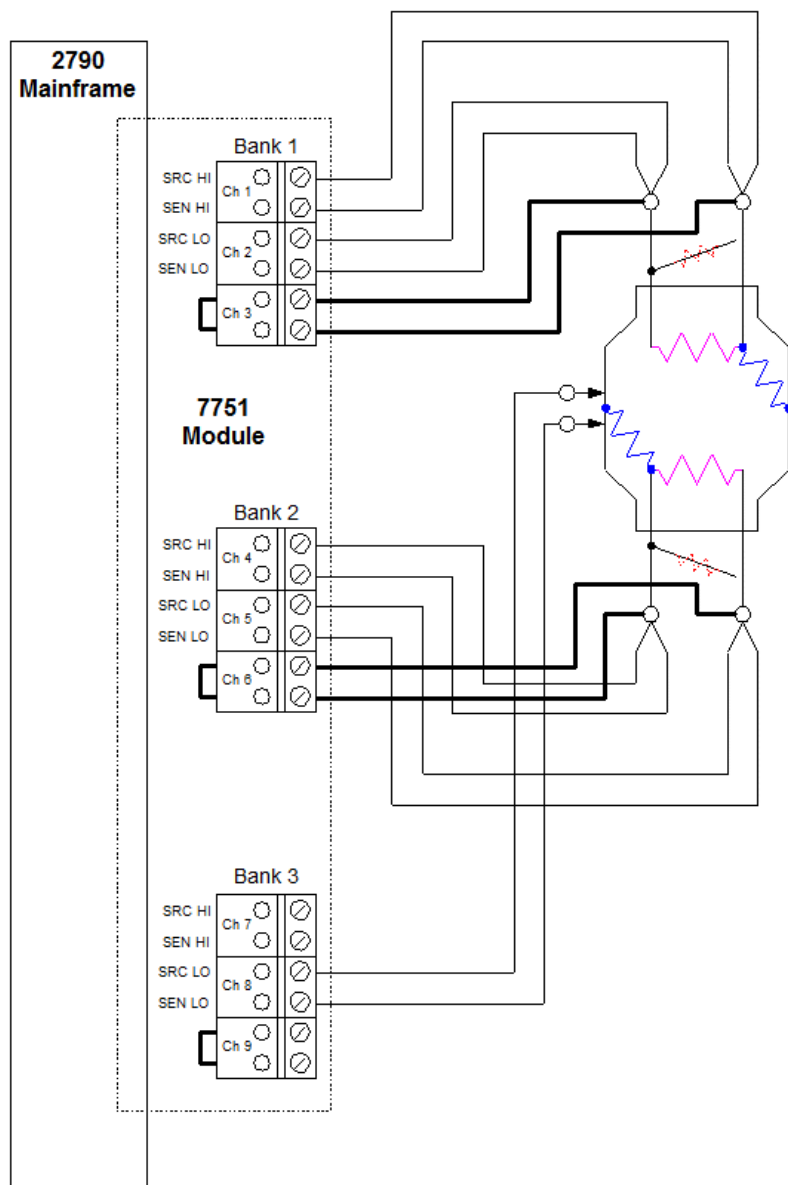
## --汽车安全气囊桥路，短路，绝缘电阻测试

半导体

材料

数据采集

电源



短路电阻 <  $0.1\Omega$

桥路电阻 =  $2\Omega \pm Tol$

绝缘电阻 >  $10M\Omega$  ( $1M\Omega$ )

触点检查 <  $\sim 20\Omega$

# 2790安全气囊测试系统

半导体

材料

数据  
采集

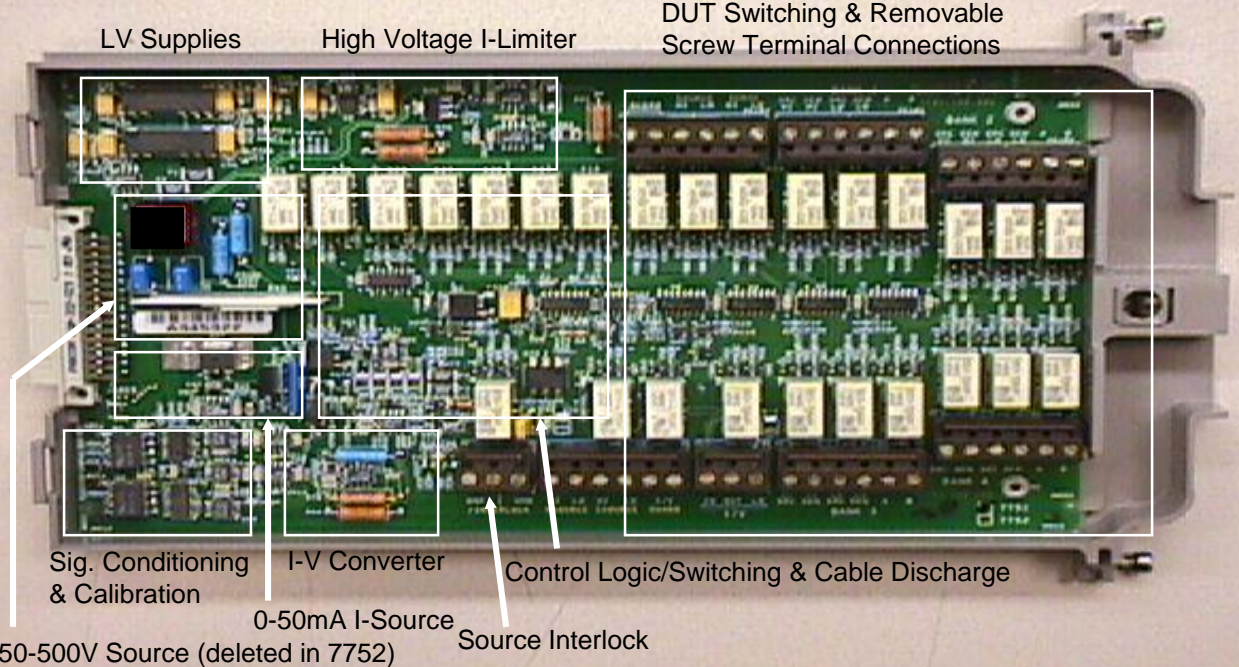
电源



LV Supplies

High Voltage I-Limiter

DUT Switching & Removable  
Screw Terminal Connections





# 2790安全气囊测试系统

半导体

材料

数据  
采集

电源

## Standard Models (Catalog Items)

### **2790-H: One 7751 HV card**

For single- and dual-stage inflators

### **2790-A: One 7753 HV card**

For single- and dual-stage inflators

### **2790-HH: Two 7751 HV cards**

For dual-stage and/or parallel soak applications

### **2790-HL: One 7751 HV card plus one 7752 LV card**

For safety integrated steering wheel applications

### **2790-L: One 7752 LV card**

For LV-only continuity

## Sub-Modules (Available only as spares)

**7751** – Source/switch module with 50mA and 500V I/V sources

**7752** – Source/switch module with 50mA I-source only

**7753** – Source/switch module with 50mA and higher power 500V I/V sources

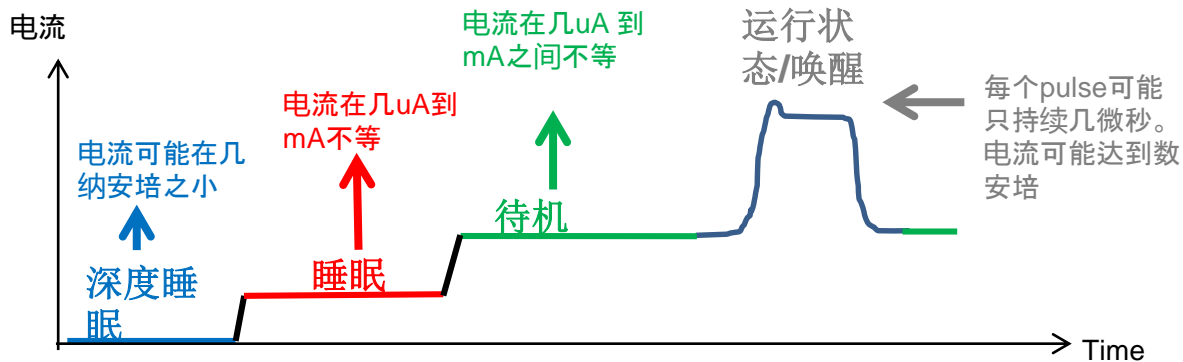
**7702** – 20/40 channel multiplexer module (standard)

**2790** – Two-slot mainframe



# 电源应用一

## --可穿戴设备的低功耗测试



# 电源应用二

## --待机功耗测试

半导体

材料

数据  
采集

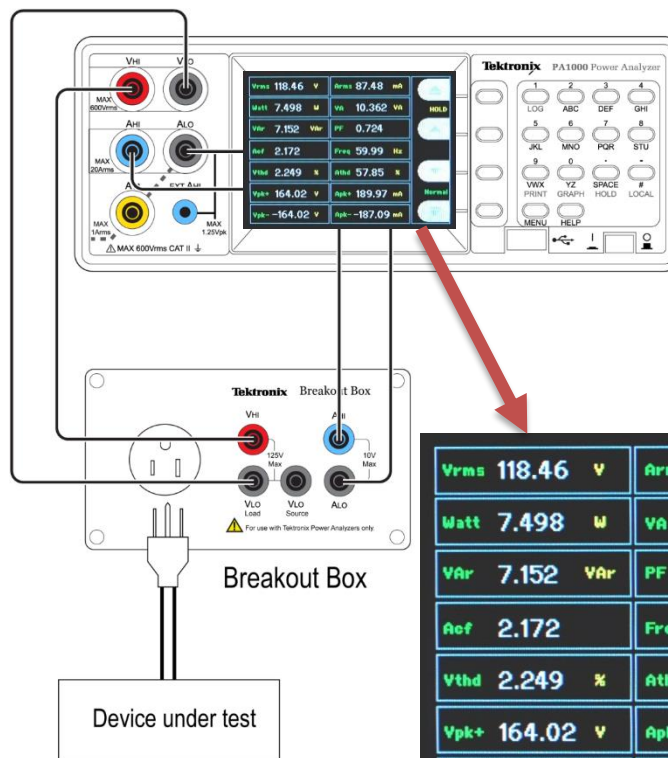
电源

“待机功耗指的是当电子设备在其最低功率模式下运行时所消耗的功率”

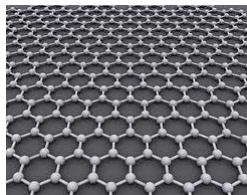
--Lawrence Berkley National Laboratory.

例如:

- 笔记本/平板电脑/手机充电器
- 带时钟显示的家电
- 等待遥控操作的音频播放设备



# 我们的设备用在哪些地方？



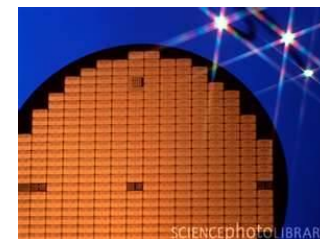
## 半导体

- 二极管/晶体管/场效应管
- IGBT/Triac/power nMOSFET等大功率器件



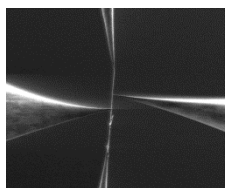
## 材料

- 光电材料
- 纳米材料
- 电化学



## 数据采集

- 连接器/电缆
- 老化测试
- IC芯片的LLCR



## 电源

- 可穿戴设备的低功耗测试
- 电源设计和系统集成

