

# 电化学测定系统 电池评价方案

不仅有锂离子电池，超级电容器及太阳能电池的评价  
 还涵盖了从材料到电池组阻抗的全部评价



## 电池评价

- 单电池 ..... 4
- 多通道 ..... 10
- 大型电池 ..... 12

安全对策、特殊订购系统对应 ..... 15

## 材料评价

- 电极材料 / 电解质 ..... 16
- 隔离板 / 电介质 ..... 17
- 扫描型电化学 ..... 18



# 各用途选用指南

## 电池评价

### 1 单电池 ... P4 ~



### 2 多通道 ... P10 ~



### 3 大型电池、电池组 ... P12 ~



## 安全对策、特殊订购系统对应

### 1 安全对策 ... P15



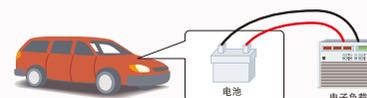
### 2 特殊订购系统对应 ... P15



实负荷模拟试验



实负荷模拟试验最适合模拟启动马达启动时的涌入电流。



## 材料评价

### 1 电极材料 / 电解质 ... P16



### 2 隔离板 / 电介质 ... P17



### 3 扫描型电化学 ... P18



# 产品列表

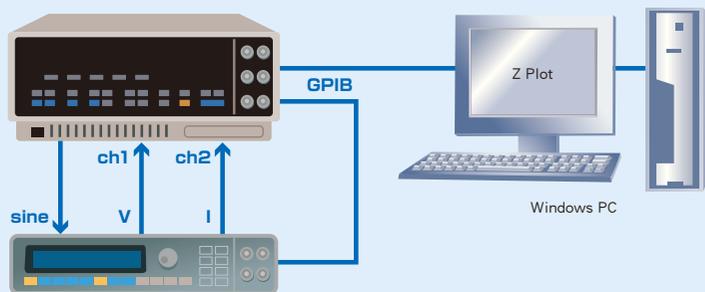
目的	测定对象	型号	最大电流	最大电压	频率特性	特点	用途	刊登页
电池评价	单电池	12608W (系列)	±2A	±14.5V	10μHz ~ 1MHz (32MHz)	旗舰型	EIS、CV、充放电	4-5
		VersaSTAT4	±1A	±10V	10μHz ~ 1MHz	高性价比型	EIS、CV、充放电	6-7
		ModuLab	±300mA ~ 25A	±10V ~ ±100V	10μHz ~ 1MHz	模块式	适用于大型电池、对模块电池的各电池同时进行 EIS 测定	8-9
	多通道	CellTest	±4A	+10V/-3V	10μHz ~ 1MHz	8ch 完全独立	EIS、CV、充放电, 各电池 EIS	10-11
		VMC	±650mA	±10V	10μHz ~ 1MHz	4ch 完全独立	EIS、CV、充放电	11
		1281A/B	±1A	±30V	DC ~ 100kHz	8ch 扫描仪	EIS、CV、充放电	11
	大型电池	PBi250-10	±25A	0 ~ 10V	10μHz ~ 300kHz	可以并联 / 可构筑多通道	大型单电池	12
		2470T 电池分析仪	±5A	±20V	100mHz ~ 10kHz	对模块电池的各电池同时进行 EIS 测定、多通道 EIS 测定	大型单电池 ~ 模块电池	13
		PBi1000HV	±2A ~	0 ~ 600V	10μHz ~ 300kHz	可以并联	电池组 EIS 测定	14
	安全对策、特殊订购系统对应							
材料评价	电极材料 / 电解质	1260Z	60mArms	3Vrms	10μHz ~ 32MHz	频率范围广	电极, 电解质, 电缆 (~10MΩ)	16
		6440B	200mArms	10Vrms	20Hz-3MHz	性价比高		
	隔离板、电介质	126096W	60mArms	3Vrms	10μHz ~ 10MHz	适用于 100TΩ 超高阻抗	隔离板、各种电介质	17
	扫描型电化学	Uniscan 370	扫描型电化学工作站 SECM: 扫描型电化学显微镜、LEIS: 局部阻抗测定 SVET: 扫描型振动电极、OSP: 扫描型表面分析仪、其他				电极面内的电化学分布测定	18-19

# 电池评价 概要

## 直流极化测定

- 循环伏安法 (CV 法)
- 电位差法
- 计时安培分析法
- 定电位电解法
- 电化学噪音测定
- 电池、电容器的充放电试验
- 燃料电池的发电特性试验
- 色素敏化太阳能电池的特性试验 等

1260系列 频率响应分析仪 (FRA)



系统结构图 (交流阻抗测定)

## 交流阻抗测定 (EIS 测定)

EIS 测定是指对电池施加微小的交流信号，并在广泛的频率范围内测定阻抗的测定方法。

EIS 测定可以掌握直流测定无法得到的更为详细的电池特性。

与直流测定法相比，EIS 测定可以在对电池造成损害最小甚至不造成损害的状态下，敏感地测得电池的物理、化学特性。

从有机膜，防腐剂的的评价到对各种传感器、蓄电池、燃料电池等的研究开发以及设备用材料的特性评价，该测定方法为我们提供了各领域研究开发中的宝贵信息。

## 产品一览

型号	FRA	恒电位 / 恒电流仪	软件	频率响应范围	控制电压、电流	备注
12608W 型	1260 型	1287 型	ZPlot/ CorrWare	10 $\mu$ Hz ~ 1MHz	$\pm 14.5V$ 、 $\pm 2A$	1260 单独模式时 10 $\mu$ Hz ~ 32MHz
1255WB 型	1255B 型			10 $\mu$ Hz ~ 1MHz	$\pm 14.5V$ 、 $\pm 2A$	—
12528WB 型	1252 型			10 $\mu$ Hz ~ 300kHz	$\pm 14.5V$ 、 $\pm 2A$	—
1280Z 型	1280C 型 (一体型)			1mHz ~ 20kHz	$\pm 14.5V$ 、 $\pm 2A$	—
ModuLab	FRA 模块	P/G 模块	ModuLab	10 $\mu$ Hz ~ 1MHz	$\pm 100V$ 、 $\pm 20A$	可以超高速测定阻抗
CellTest	1455 型	1470E 型	MultiStat	10 $\mu$ Hz ~ 1MHz	+ 10V / - 3V、 $\pm 4A$	8ch 多通道测定

TOYO Corporation

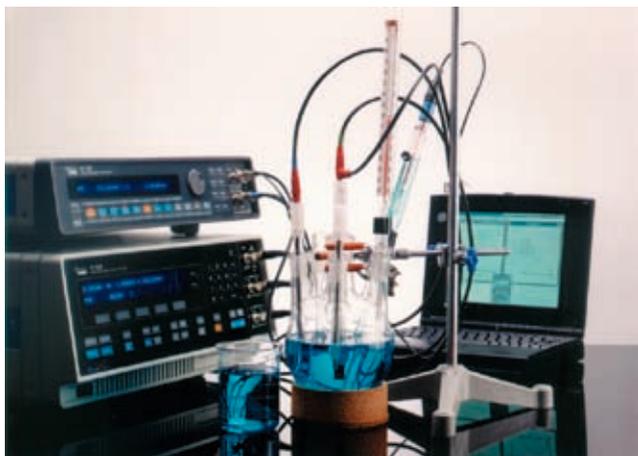
## 电池支架



### 特长

- 采用 4 端子连接，降低了阻抗误差
- 适用于纽扣型 ~ 18650 型的各种尺寸
- 可直接连接 Solartron 恒电位仪的香蕉插头
- 可以制作带有屏蔽箱的电池支架

## 10 $\mu$ Hz $\sim$ 1(32)MHz 宽频带内的高精度阻抗测定



12608W 型是指将英国 Solartron 公司的 1287 型恒电位 / 恒电流仪同 1260 型频率响应分析仪 (FRA) 组合, 能够全自动地、简单地进行电化学测定所需的交流阻抗、直流极化测定的测定系统。

Solartron 公司的 FRA 采用了去除噪音和高频率成分的能力优异的数字相关法, 因此其最适用于在信号非常弱的情况下或无法避免噪音的环境下的电化学测定。另外, 由于恒电位 / 恒电流仪的电流、电压的分辨率高达 1pA、1 $\mu$ V, 所以 12608W 型可以进行高精度的直流极化测定。

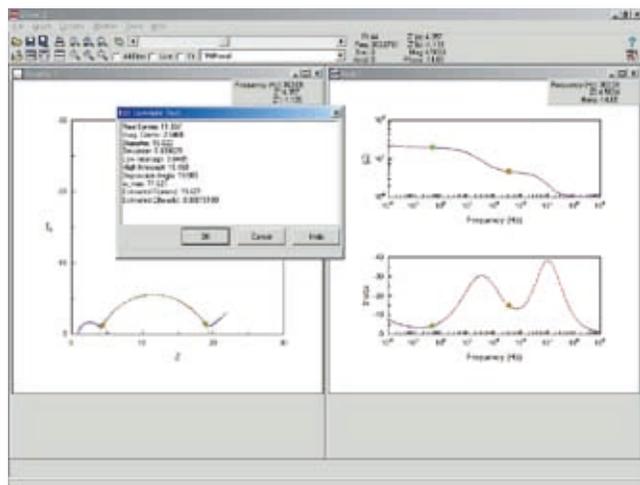
软件在 Windows 7/Vista/XP/2000/98 的系统中启动, 操作性超群, 因此即使在测定进行的过程中也可以同时通过多任务功能分析数据。

### 特长

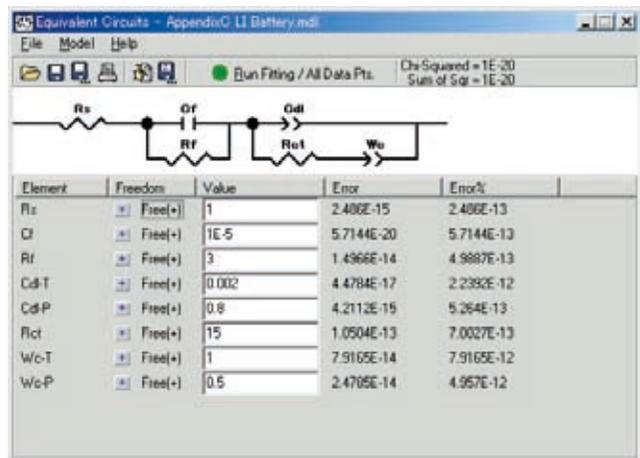
- 10  $\mu$ Hz  $\sim$  1MHz 的宽频带内, 高达 100M $\Omega$  的高精度阻抗测定 (若为 1260 单体模式, 测定频带为 10  $\mu$ Hz  $\sim$  32MHz)
- 测定交流阻抗时, 恒电位 / 恒电流仪的电流量程自动切换
- 1 $\mu$ V、1pA 高分辨率下的高精度直流极化测定
- 控制电压  $\pm$ 14.5V、控制电流  $\pm$ 2A
- 同扫描仪组合进行多样本自动测定
- 同 ADC 或 DSO 组合进行高速过度现象测定
- 适用于 2、3、4 电极电池
- 使用操作性超群的 ZPlot/CorrWare 软件, 适用于 Windows 7/Vista/XP/2000/98
- 使用批量程序将交流、直流测定组合进行全自动测定
- 使用 CNLS 程序对非线性数据的拟合、模拟
- 通过对极化测定数据的拟合自动算出腐蚀速度

### 测定模式

- ① 直流极化测定
  - 循环伏安法 (CV 法)
  - 电位差法等
- ② 交流阻抗测定
  - 电阻值 ( $\Omega$ )、容量值 (F)、介电常数、电导度和  $\tan \delta$  等的测定
- ③ 阻抗数据的分析
  - 可以随意制作等效电路模型, 进行数据拟合和数据模拟。同样适用于 CPE 和 Warburg 阻抗等非线性数据
  - 由于是 CSV 形式的文件, 可以使用其他通用软件轻松读取
- ④ 图表显示
  - Tafel plot、I-V 特性等波形图
  - 复平面图表 (Cole-Cole plot)
  - 3D 图表



使用 Cole-Cole plot 进行数据拟合



使用等效电路模型分析阻抗数据 (分析锂离子电池的例子)

## 小型化、低价格实现高敏感度测定

VersaSTAT4 是一种机身精巧，敏感度高，功能多样的恒电位 / 恒电流仪。客户可以根据试验用途从 4 种恒电位 / 恒电流仪中选择最合适的一种。

拥有  $6\mu\text{V}$ 、 $120\text{fA}$  的高测定电压、电流分辨率，最适合极化测定和充放电试验。而且，可以进行  $500\text{kHz}$  的采样，最适合高速反应的测定和脉冲测定。

另外，使用 FRA 选配件可以测定  $10\mu\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$  宽频带内的交流阻抗；放大器选配件（ $2\text{A}$ 、 $8\text{A}$ 、 $10\text{A}$ 、 $20\text{A}$ ）适用于二次电池、燃料电池、超级电容器等的应用需求。

VersaSTAT MC 为多通道的恒电位 / 恒电流仪，通常内置频率响应分析仪。客户可以从 1ch  $\sim$  4ch 的类型中选择，购买后还可以增设通道。

VersaStudio 测定、分析软件和 ZView 阻抗分析软件的操作性超群，可以应用于腐蚀、能源设备以及一般电化学等多种领域。



### 特长

- 控制：10V/1A（有 2A 的选配件）
- 测量分辨率： $6\mu\text{V}/120\text{fA}$
- $500\text{kHz}$  的高速采样适用于高速步骤 / 脉冲测定
- 可以实现  $1\mu\text{V}$  的微小电位步骤（ $300\text{nV}$  分辨率）
- 通过电压 / 电流高通滤波器（ $\sim 1\text{Hz}$ ）提升 S/N 比
- 完全适用于 ZView 阻抗分析软件及 CorrView 直流分析软件

### 各种选配件

- 频率响应分析仪（内置） $10\mu\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$
- 放大器（内置） $\pm 2\text{A}$   
（外设） $\pm 8\text{A}/50\text{V}$ 、 $10\text{A}/20\text{V}$ 、 $20\text{A}/20\text{V}$
- ※ 但是，VersaSTAT MC 型只能与  $\pm 20\text{A}/20\text{V}$  放大器连接
- 外部电压输入接口

### VersaSTAT 恒电位 / 恒电流仪型

- VersaSTAT<sup>4</sup>-100 基础 CV 型
- VersaSTAT<sup>4</sup>-200 伏安法型
- VersaSTAT<sup>4</sup>-300 腐蚀型
- VersaSTAT<sup>4</sup>-400 完整型
- VersaSTAT MC 多通道型

※ 各类型可以进行版本升级



VersaSTAT MC (多通道型：最大 4ch)

### 应用

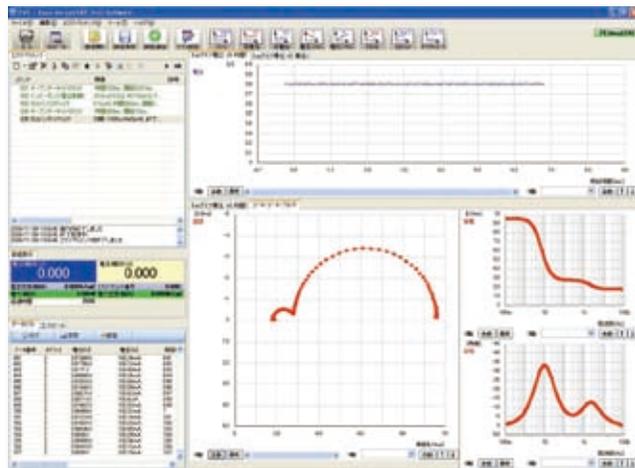
- 二次电池、超级电容器
- 燃料电池（PEFC、DMFC、SOFC、生物燃料电池等）
- 电解质
- 太阳能电池（色素敏化型、有机薄膜型）
- 触媒、光触媒
- 防腐蚀、镀金
- 通用基础电化学

	VersaSTAT <sup>4</sup> -100	VersaSTAT <sup>4</sup> -200	VersaSTAT <sup>4</sup> -300	VersaSTAT <sup>4</sup> -400	VersaSTAT MC		
Voltammetry	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	断路	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	线性扫描伏安法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	循环伏安法(单独)	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	循环伏安法(多周期)	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	差额线性扫描伏安法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	差额循环伏安法(单一)	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	差额循环伏安法(多周期)	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	计时安培分析法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	计时电位滴定法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	计时库仑分析法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	反复电位脉冲	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	反复电流脉冲	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	方波伏安法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	微分脉冲伏安法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	正常脉冲伏安法	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	换向正常脉冲伏安法	
	Corrosion	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	无电阻电流测定
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	电化学腐蚀
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	循环极化法	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	线性极化	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	塔菲尔测定	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	恒电位测定	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	动态电位	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	恒电流测定	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	动态电流	
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	动态IR	
EIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	电化学阻抗(电压控制)	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	电化学阻抗(电流控制)	
Sequence	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	循环	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	暂停时间设定	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	等待继续执行指示	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	OCV测定	
Pre-experiment	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	触发器输入输出	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	条件设定	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	沉淀	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	保持平衡状态	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	电容器搅拌	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	iR自动修正		

★ 标功能是通过追加FRA选配件可以实现。

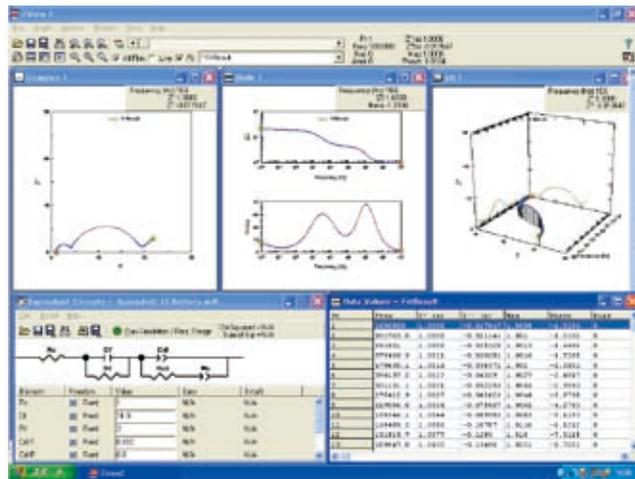
### 概要

东阳特克尼卡自主开发了保持 VersaSTAT 硬件规格、符合日本用户特有使用方法的软件。改进了测定顺序, GUI 等用户界面。



### 特长

- 始终显示测定状态
- 可以自由制定测定顺序, 并设定分组
- 多样化的停止条件设定
- 显示直流、交流测定的实时图表
- 单击 ZView™、CorrView™ 软件即可显示



ZView 阻抗数据画面



ModuLab 是最新型的模块式电化学测定系统。可以通过将 7 种不同的模块插件与底盘自由组合，构筑符合客户应用需求的电化学系统。

ModuLab 中安装了最新的 DSP 芯片，1MHz 的超高速采样及 150aA (0.15fA) 的高分辨率使得高速脉冲伏安测量与微电流测量得以实现。

另外，早有定评的高精度阻抗测定也可以通过 Solartron 公司的最新技术超高速完成测定（只需 15 秒即可完成从 1MHz 到 1Hz 范围的测定），而且 100TΩ 的高阻抗测定也得以实现。

### ModuLab 模块一览

型 号	产 品 名
M-PSTAT	高速恒电位 / 恒电流仪
M-AUX	4CH 电压测定选配件
M-FRA1M	FRA (10μHz-1MHz)
M-FRA300K	FRA (10μHz-300kHz)
M-HV100	±100V 高电压控制
M-HV30	±30V 高电压控制
M-FEMTO	高敏感度电流测定 (150aA)
M-2A	±2A 放大器

### 主要特长

#### ■超高速

- 64MHz DA 转换器……通过顺畅地扫描，完成正确的 CV/LSV
- 1MS/s 数据收集……高速 CV/ 高速脉冲测定
- 高速阻抗测定……从 1MHz 到 1Hz 的扫描只需 15 秒即可完成

#### ■宽动态范围

- 150aA ~ 25A (17 位数位电流测定)
- 1μV ~ 100V (8 位数电压测定)
- 10μΩ ~ 100TΩ 以上 (18 位数阻抗测定)

#### ■阻抗 3 模式完备

- 高精度……单一正弦波相关法 (FRA)
- 高速……多正弦波 (FFT)
- 使用高频波优化……谐波

#### ■同时测定 5 处阻抗

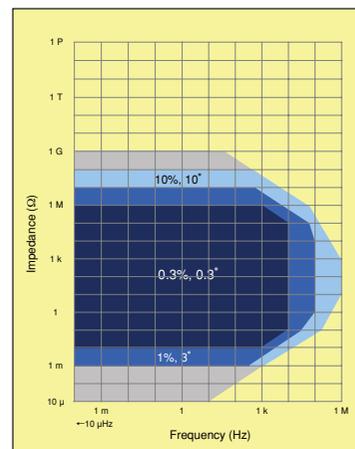
通过恒电位仪模块与 FRA 的组合，可以同时测得 5 处的电压 / 阻抗。除参比电极 - 工作电极间之外，还可以详细分析包括异性能极的各部的反应。

#### ■多样的测定技术

- CV/LSV
- 恒电流 / 恒电压测定
- 塔菲尔测定
- 各种高速脉冲测定
- 阻抗测定 (FRA/FFT/ 谐波)
- AC 伏安法



电流脉冲设定画面

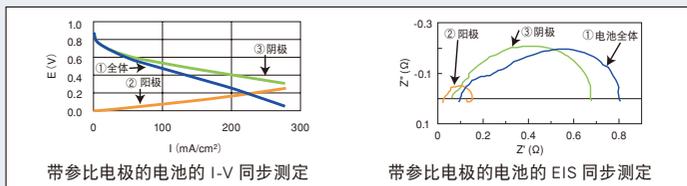


阻抗测定精确度图

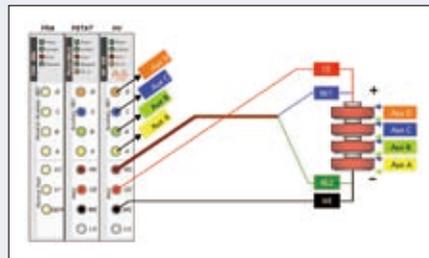
※ 使用 PSTAT+FRA+2A 时，利用电压控制模式施加 10mVrms 的交流波形

### M-AUX 4CH 电压测定选配件

所谓4通道电压测定选配件,是指主通道电压输入(RE1-RE2)以外,还可以使用4个通道的共计8个端子输入电压,因此一个控制系统最多可以测得5处的同步电压/阻抗。利用这一功能,即可用参比电极同时测定阳极和阴极间或者模块电池的各电池间的电压/阻抗。该功能是 Solartron 公司所特有的一大功能。



例 1. 带参比电极的 PEFC 的实测例



例 2. 同时测定 4 个电池的 5 处电压 / 阻抗时的接线图

### M-HV100 / M-HV30 ±100V / 30V 高电压控制选配件

高电压控制选配件可以和 M-PSTAT 组合使用,可从 M-HV100 (±100V/100mA), M-HV30 (±30V/200 mA) 2 种类型中选择模块。由于该高电压控制模块的特点是最大可以“控制”±100V 的电压,所以不仅是在工作电极 (WE) - 异性极 (CE) 间,在工作电极 (WE) -

参比电极间亦可以施加 ±100V 的高电压进行控制。该功能非常有助于在大电阻溶液中的极化测定及模块电池的测定、分析。另外高电压模块中通常装有 M-AUX 4CH 电压测定选配件。

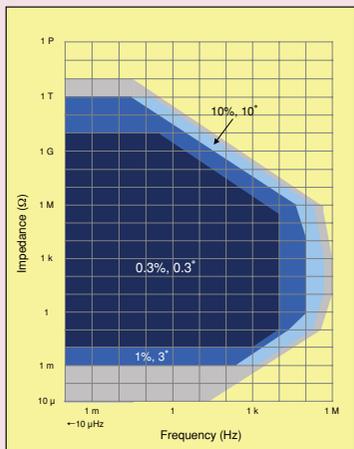
### 电流放大器 (2A/5A/10A/20A/25A) 选配件

可以使用电流放大器放大恒电位仪的控制电流。燃料电池或电极面积大的电池可以使用外部放大器,将测定系统扩展为可以完成最大 50V/25A 的电化学测定系统、下列 BOOST 系列同样适用于 ModuLab 以外的 Solartron 公司的产品 (12xx 系列、CELLTEST)。

型号	产品名	连接
M-2A	±2A 放大器	模块
BOOST12V/20A	+12V/-3V、±20A 功率放大器	外部连接
BOOST24V/10A	+24V/-3V、±10A 功率放大器	外部连接
BOOST50V/5A	+50V/-3V、±5A 功率放大器	外部连接
BOOST50V/25A	+50V/-3V、-25A FC 用放大器	外部连接



外部连接 功率放大器外观图



### M-FEMTO 高敏感度电流测定选配件

高敏感度电流测定选配件 (M-FEMTO) 的规格为最小量程 3pA、电流分辨率 150aA, 最适用于使用 AFM 和微电极的高敏感度电化学测定。超过 100MΩ 的高阻抗测定可以像左图所示的精确度图一样完成高精度测定,通过设定还可以测定 100TΩ 以上的阻抗。为防止电缆电容引起的电流外漏,测定用电缆使用低噪音电缆,这样不会影响系统的性能,系统可以测定 10 μHz ~ 1MHz 的大范围的交流阻抗。系统可以施加 50fA 的脉冲电流和 2fA 的微小电流,因此同样适用于半导体的应用需求。

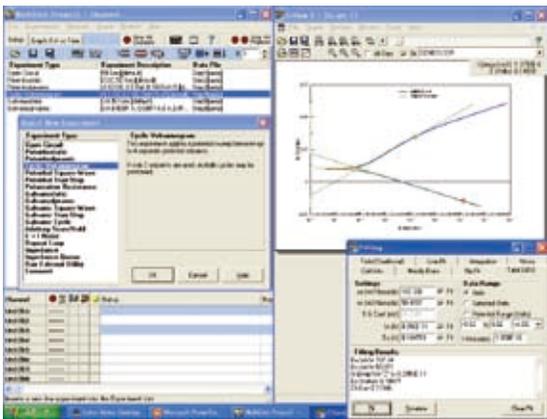
Solartron 公司除了规格目录外,还是少数几家公布阻抗精确度 (左图) 的厂家之一。

M-FEMTO 使用高敏感度电流选配件测定时的阻抗精确度图



英国 Solartron 产的 1470E 型是一种可以使用多通道同步测定的多通道恒电位仪。通过与频率响应分析仪的组合,可以在  $10\mu\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$  的全量程中测定阻抗。

- 通道数 : 8ch (独立、浮动) / 单元
- 适用于 2、3、4 端子
- 最大输出电压 : + 10V / - 3V
- 最大输出电流 :  $\pm 4\text{A}$
- 最大功率 : 40W/ch
- 电流量程 : 5A、500mA、50mA、5mA、500  $\mu\text{A}$ 、50  $\mu\text{A}$
- ADC/ch : 双通道 16 字节、10k 样本 / 秒 (各通道同时)
- 测试类型 : 电压、电流 : 常数、斜面、脉冲  
电力、电阻 : 常数 (仅限放电)  
其他 : 自然电位、阻抗
- 阻抗测定 :  $10\mu\text{Hz} \sim 1\text{MHz}$  (※ 另外需要 FRA)
- 扩展性 : 最大 12 单元 (96 通道)



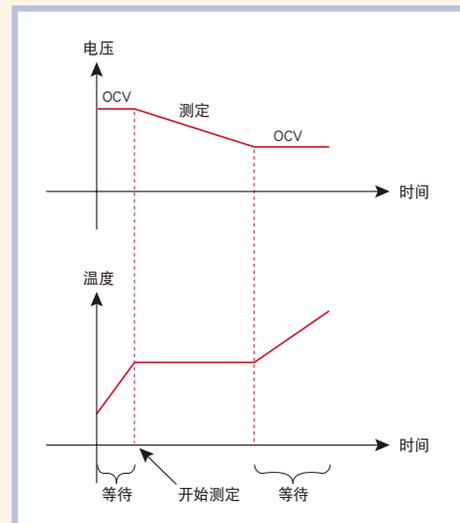
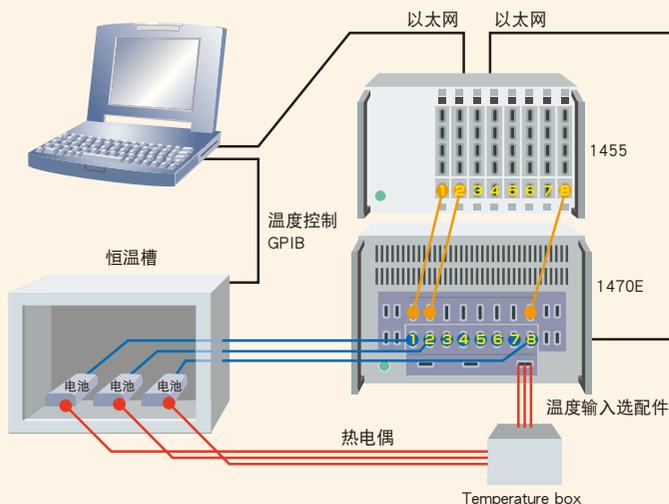
通过 MultiStat/CorrView 直流测定、解析的画面

### 主要用途

- 燃料电池 (PEFC、DMFC、SOFC、MCFC 等) 二次电池的开发。
- 电池 (锂离子、锂高分子)、电容器、电极等充放电试验及 EIS 测定
- 固体电解质、高分子膜的 EIS 测定 (离子传导度、离子迁移数)
- 腐蚀、防腐蚀、镀金的研究
- 各种传感器元件的开发
- 对色素敏化太阳电池、光电化学的应用
- 电解液、电介质的介电常数的测定

### 14703A 型 8ch 温度测定选配件

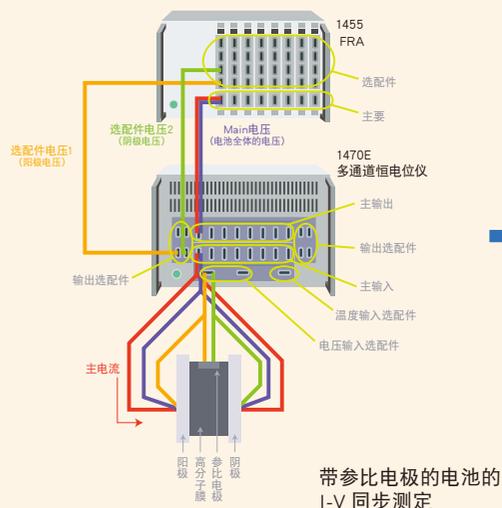
CellTest 最多可连接 8 通道的热电偶 (E、J、K、T 对应), 在显示测定对象物温度的同时进行电化学测定。而且, 可通过软件设定温度的 safety limit, 在电池温度异常时及时应对, 防患于未然。另外, 如果使用恒温槽控制软件 (东阳精测系统生产), 恒温槽可以在达到指定温度时自动开始电化学测定, 使得温度和各种电化学测定实现了全自动化。



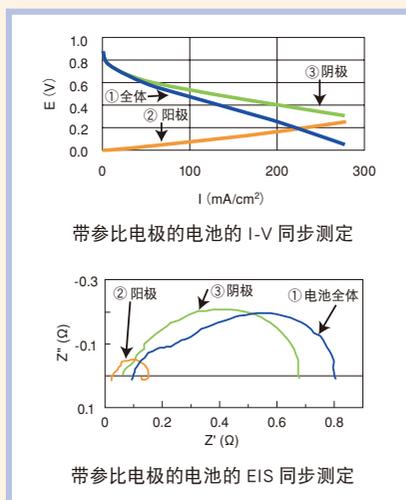
### 14702A 型 8ch 电压测定选配件

1470E 型可最多追加 8 个通道的电压测定选配件,可任意分配至各主通道。1455 型的各 FRA 模块除了主电压输入外还装备有 4 个电压输入选配件,比如,利用参比电极“同时”分别测出阳极、阴极的阻抗,将各电极明确分离,从而能够更详细的分析反应结构。此外,可对燃料电池堆中的各个电池进行评价。

**可同时分别测出阳极、阴极、电池整体的交流阻抗。**



数据分析



带参比电极的电池的 I-V 同步测定

带参比电极的电池的 EIS 同步测定



## VersaSTAT MC 多通道恒电位 / 恒电流仪



使 VersaSTAT 系列多通道化,实现了高性价比。  
详细规格请参照 VersaSTAT 系列(6、7页)。  
(但最大电流为 650mA)



## 1281A/1281B 型 多路复用器 (扫描仪)



1281 型为电脑控制型 8 通道扫描仪,通过与 Solartron 公司生产的恒电位 / 恒电流仪、电化学测定装置等连接可自动测定多个样本。

- 通道数: 8ch (使用 3 台 1281A/1281B 型最大可扩展至 24ch)
- 各通道电位保持功能 (1281B 型)
- 测定频率范围: ~ 100kHz
- Solartron 公司生产的对应仪器
  - 恒电位 / 恒电流仪 1287 型、1285A 型
  - 电化学测定系统 12608W 型、1255WB 型、12528WB 型、1280Z 型
  - 阻抗分析仪 1260 型



## 可放大 Solartron 电化学测定系统的输出功率

### 概要

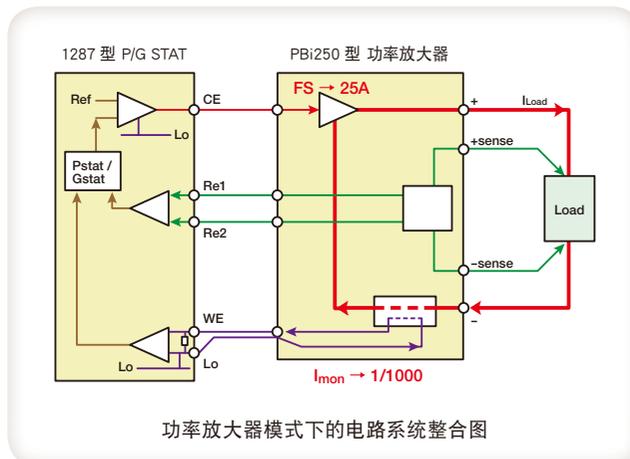
将 PBi250 系列的功率放大器连接到电化学测定系统，可进行能源装置或电化学电池的大功率测试。

此外，从外部输入电压波形时，可用作高速响应（1MHz）的功率放大器。

### 特长

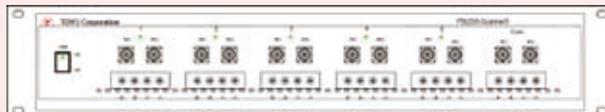
- 直接连接至 Solartron 电化学测定系统
- 完全适用于 ZPlot/CorrWare/MultiStat<sup>®</sup> 软件
- 超过 100kHz 的高频率特性
- $\pm 25A$ 、 $10Vp-p$  的输出放大 (PBi250-10)
- 装备有安全停止端子
- 可作为电流输出型高速放大器使用

型号	电压	电流	输出
<b>PBi250 系列</b>			
PBi250-5	0 ~ 5 V	$\pm 50$ A	250 W
PBi250-10	0 ~ 10V、 $\pm 5$ V	$\pm 25$ A	250 W
PBi250-15	0 ~ 15 V	$\pm 20$ A	300 W
PBi250-25	0 ~ 25V、 $\pm 12.5V$	$\pm 10$ A	250 W
<b>PBi500 系列</b>			
PBi500-30	0 ~ 30V	$\pm 15$ A	450W
PBi500-50	0 ~ 50V	$\pm 10$ A	500W
PBi500-100	0 ~ 100V	$\pm 5$ A	500W
<b>PBi1000 系列</b>			
PBi1000HV	0 ~ 500V	$\pm 2$ A	1000W



## Model PBi250-Scanner5

### 功率放大器用 5ch 扫描仪



### 概要

PBi250-Scanner5 是用于连接 PBi250 系列的大电流用扫描仪。使用 4 台 PBi250-Scanner5 可对应最大 20ch 的扫描系统。

与 Keithley7001 扫描仪组合，可对应 Solartron 公司生产的恒电位 / 恒电流仪，电化学测定装置，进行多样本的连续自动测定。

### 特长

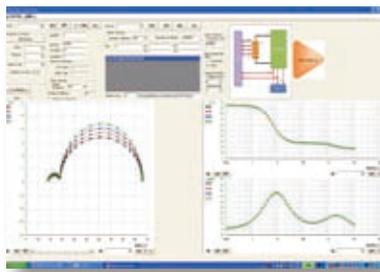
- 可连接到 PowerBooster PBi250 系列的 5ch 扫描仪
- 最大可测量  $\pm 25A$  的大电流电化学测定装置
- 与 Keithley7001 扫描仪组合可对多样本进行自动测定（可对应 CorrWare/ZPlot 软件）

## 同时测定模块电池的各电池电压、阻抗 单电池 4ch/单元 各通道独立充放电、阻抗测定 参比电极电位测定



### 概要

东阳特克尼卡推出的新型电池分析仪。除单电池以及模块电池的充放电外，还可以高速完成多通道同时阻抗测定。另外，也可以对应电池的材料评价，以及 HEV、EV 用单电池、模块电池的测试。



### ① 高速响应，高可靠性 阻抗测定

可进行专为蓄电池测试设计的高速 FRA 方式多通道同时阻抗测定。

(测定频率：10kHz ~ 0.1Hz 可任意设定测定点数)

并且与本公司代理的 Solartron 公司电化学阻抗分析仪进行了精度比较验证，能够保证数据的可靠性。

### ② 模块电池试验

可同时测定模块电池的各电池电压和阻抗。使用该功能可以在监视模块电池的各电池状态的同时进行充放电试验。

### ③ 高速双极性电源

因采用了 KEPCO 公司的 BOP 型线性电源，可以进行高速响应测试、负荷变动测试、阻抗测定，且低脉动、低噪音。因为是双极电源，可将放电电压下限设置到零以下。

### ④ 自由度高的测试设定

各通道可独立设定测试条件进行测试，并可进行 CC、CV、CCCV 充放电。作为充放电结束的条件，时间、电压、电流可自由选择。单电池测试系统的标准配置、可以测定 1 个电池的 3 个点的电压和阻抗。所有的阻抗数据可由 Scribner 公司的 ZView 软件直接进行等效电路解析。

### ⑤ 安全性设计

除了温度（标准）数据外，压力和各种传感器信号（选配件）的数据也可记录。且，电流、电压的限度也可在每个电池、每次测试中自由设定。也可对各种传感器信号（例如温度）设置一个限制值，停止系统运行。

标准结构的规格			
* 规格可在无事先告知的情况下变更。			
	2470ST	2470ST-HF	2470T-4
特点、用途	模块电池、1ch	模块电池、1ch 高速响应	单电池、4ch
测定通道数	电流 1、电压 10	电流 1、电压 10	电流 1、电压 1 (各主通道)
电流、电压控制			
控制模式	充电：CC/CV/CCCV、任意波形 放电：CC/CV、任意波形		
最大电压、电源	+20V/±10A、20A +50V/±20A、40A、60A +100V/±10A、20A、30A		+10V/±20A、40A +20V/±5A、10A、20A +6V/±125A、200A
控制通道数	1		4 (10V/20A、20V/5A、20V/10A、6V/125A) 2 (10V/40A、20V/20A、6V/200A)
电压电流设定分辨率	14bit 以上		
电流控制精度	0.2% FS 以内		
电压控制精度	0.1% FS 以内		
电压、电流测定及数据获取部			
耐共模电压	250V		10V
最大输入电压	10V		
电压测定输入电阻	1MΩ		
电压测定精度	0.1% FS 以内		
电流测定精度	0.2% FS 以内		
温度测定、警报设定			
温度测定	合计 15 个点		
警报	电压、温度 可设定至合计 15 个点		
阻抗测定			
抗直流偏置功能	有		
最大分析通道数 (同时)	10ch		1ch (各主通道)
阻抗测定范围	0.1Hz ~ 5kHz <sup>※1</sup>	0.1Hz ~ 10kHz	0.1Hz ~ 5kHz <sup>※1</sup>
其他	有时根据阻抗测定的通道数，会需要多台阻抗专用 PC。此外，阻抗测定时的 AC 振幅水平可设定范围根据控制电源测量仪而变化。详情请垂询本公司负责人。		
工作环境、电源、尺寸			
使用环境温度	0 ~ 40℃，全规格保证：25℃		
电源	充放电电源容量 +1kVA	充放电电源容量 +2kVA	充放电电源容量 +1kVA
设备的大概尺寸	600mm×1200mm×700mm (W×H×D)，支架收纳 (不包括控制用计算机)		

<sup>※1</sup> 根据设备的构成不同，也有频率上限为 1kHz 的情况。

## 世界首个电池组阻抗测定系统

### 特长

#### PBi1000HV 型 高速、高电压放大器

- 电压 : 最大 500V
- 电流 :  $\pm 2A$
- 功率 : 1kW
- 测定频率范围 : DC-300kHz
- 可通过并联扩大电流
- 可充电、放电
- 使用 Solartron 公司电化学测定系统

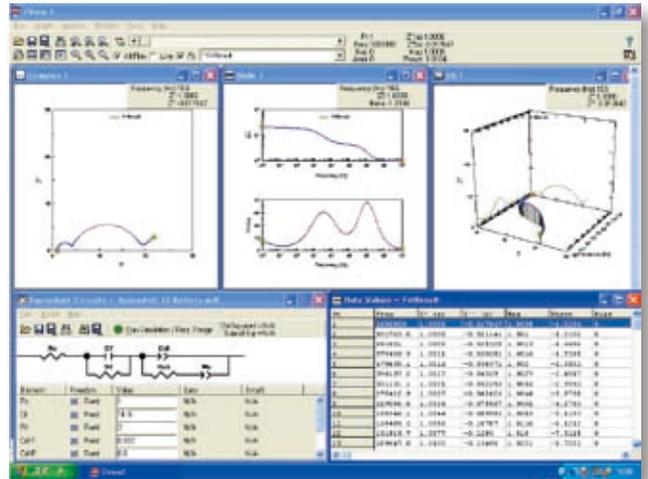
东阳特克尼卡开发出了 PBi1000HV 型高速、高电压功率放大器，实现了最大 500V 的电化学阻抗测定。

即使在高电压、高功率的情况下，也可实现 300kHz 的高频特性，解决了电池组的问题因素——电感成分的高精度测定。因为 PBi1000HV 可多台并联工作，可以进一步扩大电流。

可以直接使用 Solartron 公司的 ZPlot 软件，并且可以使用 ZView 软件进行实时图表显示和等效电路拟合等解析。



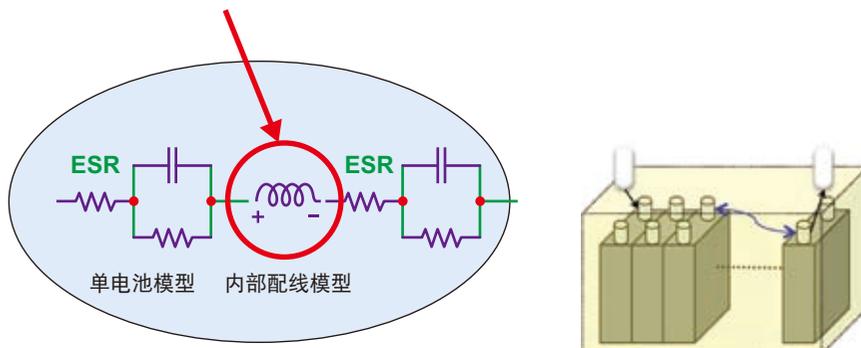
电池组阻抗测定系统 (500V, 10A)



ZView 阻抗数据画面

### 单电池测定中无法确认的因素

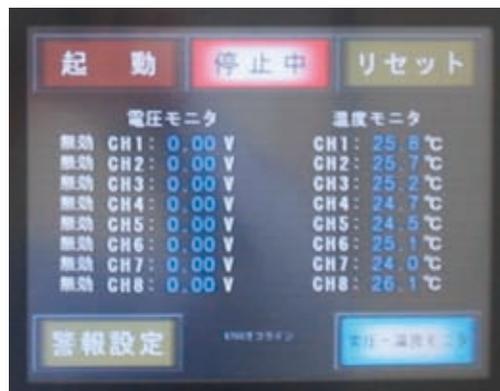
- 电池组合后产生的电感成分
- 负荷急剧变化时的阻挠成分
- 需要进行高频测定



对应各种安全标准，详细情况请咨询。

## 电池的电压、温度监视功能

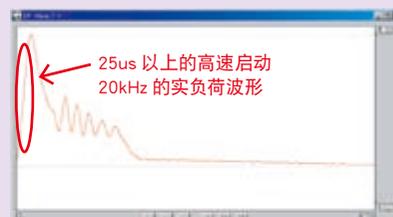
- 与EIS测定部独立的电压、温度监视
- 采用触摸屏控制面板，操作简易
- 对应于多通道系统，可设定各通道的上下限值
- 装有外部异常信号输入输出端口
- 具备在异常时停止供电等连锁功能
- 可对应各种订制



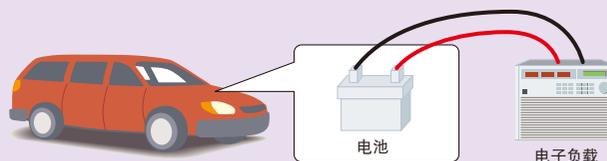
根据客户的测试需求构建系统。以下为系统构建的示例。



## 实负荷模拟试验



实负荷模拟试验最适合模拟启动马达启动时的涌入电流。



## HEV 用电池评价系统

- 充放电及电化学阻抗
- 最大 ±100A、10Vp-p 的大功率
- 通过 20ch 多路复用器进行多通道测定
- 完全适用于 ZPlot/CorrWare/MultiStat® 软件

## 大容量电池评价系统

- 充放电及电化学阻抗
- 最大 ±1000A、600V、12kW
- 转换速率 41.6A/μsec 高速电子负载
- 利用 TLT 软件进行控制、测量



Solartron 公司的 1260 型的频率范围在  $10\ \mu\text{Hz} \sim 32\text{MHz}$ ，利用此阻抗分析仪，在一台仪器上就能完成对阻抗、增益、相位、群组、延时等分析。该设备的精确度达到 0.1%，可测定频率、振幅、或偏差中的某一被选定点，也可进行多定点的测定，还可在自动扫描中进行测定，是一台高操作性的分析仪。

1260 型适用于电气方面的各个领域，例如半导体、绝缘体、绝缘材料的特性等基础领域到组件的选择（桶排序）和统计处理，所以也适用于生产线的检查。

### 特长

- 阻抗测定 :  $10\text{m}\Omega \sim 100\text{M}\Omega$  (1296 型可选配  $100\text{T}\Omega$ )
- 增益、相位、群组、延时的测定
- 广频率范围 :  $10\ \mu\text{Hz} \sim 32\text{MHz}$
- 基本精确度 : 0.1%、 $0.1^\circ$
- 分辨率 : 0.001dB、 $0.01^\circ$
- ZPlot 交流阻抗测定：解析软件（选配件）

### 主要用途

- 固体电解质的研发评价
  - 高分子、陶瓷固体电解质及应用了这些材料的制品
  - 固体电解质燃料电池
- 介电材料的评价
  - 电解电容特性评价
  - 高分子介电材料
  - 电子束用寄存器材料评价
- 导电材料的评价
  - 各种一次性电池、充电电池、电极材料的研发评价
  - 高感度传感器（红外线、氧等）的研究
  - 电化学显示器
- 半导体材料的评价
  - 复印机、微缩交卷的感光剂
  - 太阳能电池的研究

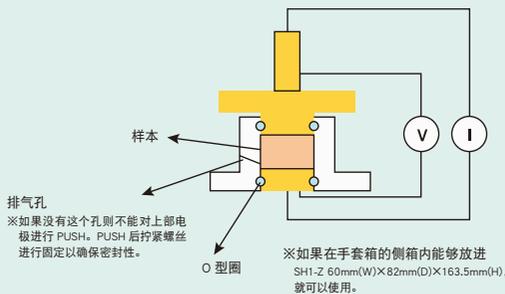
## SH-Z 型 固体用样品支架

### 特长

- 对应 2 电极 + 保护电极，4 线式测定支架，以及低阻抗样本 偏差  $<0.01\ \Omega$
- 样本直径  $2.5\text{mm}\ \phi \sim 30\text{mm}\ \phi$   
标准  $10\text{mm}\ \phi$  样本厚度最小  $200\ \mu\text{m}$  ~
- 耐热性 最高  $165^\circ\text{C}$  可装至恒温槽  
可用白金传感器测定电极面温度
- 电极表面 镀金（有镀白金的选配件）
- 有液体、粉末样本用电极选配件（ $10\text{mm}\ \phi$ ）
- 有密封型电极配件，选配件（ $10\text{mm}\ \phi$ ）  
在手套箱中组装，可取出
- 有压力规定配件  
可使用扭力扳手调整同一压力
- 附带有千分尺



### SH-Z-SE 密封型电极配件、选配件



SH-Z-SE 型密封型电极配件是放入手套箱中使用的选配件。由于密封性好，样本设置好之后，电极仍能从手套箱中取出。适用于测定高挥发性和不能接触空气或水分的非水性样本。

## 6400 型系列 高精度 基本精确度 0.02%



型号	测定频率	基本精度	AC 驱动器	DC 偏压
1260Z	$10\ \mu\text{Hz} \sim 32\text{MHz}$	0.05%	$10\text{mV} \sim 3\text{Vrms}$ $200\ \mu\text{A} \sim 60\text{mA rms}$	$\pm 40\text{V}$ (内部)
6430B	$20\text{Hz} \sim 500\text{kHz}$	0.02%	$1\text{mV} \sim 10\text{Vrms}$ $20\ \mu\text{A} \sim 200\text{mA rms}$	$\pm 60\text{V}$ (外部)
6440B	$20\text{Hz} \sim 3\text{MHz}$			
6505B	$20\text{Hz} \sim 10\text{MHz}$	0.05%	$10\text{mV} \sim 1\text{Vrms}$ $200\ \mu\text{A} \sim 20\text{mA rms}$	$\pm 40\text{V}$ (内部)
6510B	$20\text{Hz} \sim 15\text{MHz}$			



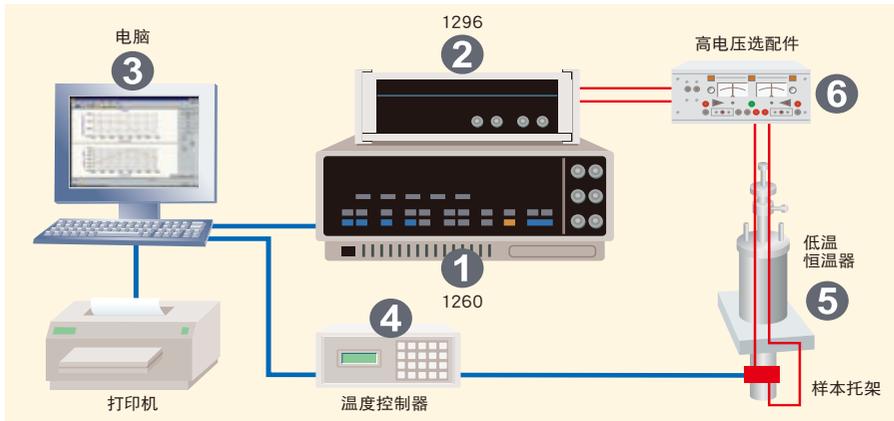
## 陶瓷、液晶、高分子材料的物理特性评价

### 特长

- 从超低频率到高频的阻抗测定 (10  $\mu$ Hz ~ 10MHz)
- 超高电阻 (绝缘物) 的阻抗测定 (<100T $\Omega$ )
- 容量的偏压依存性 (C-V 测定)
- 通过 AC 振幅电压扫描测定阻抗
- 复介电常数 ( $\epsilon'$ ,  $\epsilon''$ )
- 施加高电压选配件 (可达到 AC400V, DC1000V)

在开发新材料和复合材料的过程中, 为得知试验材料的物理特性而进行阻抗测定时, 现有测定器 (阻抗分析仪等) 单体的规格已渐渐难以满足测定需要。126096W 型测定系统将各种测量仪器组合, 扩大了测量规格范围, 可以轻松进行原本难度较高的测定。

### 系统构成例



1	1260 型阻抗分析仪
2	1296 型介电常数测定界面
3	电脑&控制软件
4	温度控制器 (LakeShore331S 型)
5	低温恒温器 / 样本托架
6	施加高电压 (AC/DC) 选配件

### 低温恒温器 / 样品支架列表

型号	温度范围
极低温探测器	1.5K ~ 475K
REF-Z 型	15K ~ 300K
LN-Z 型	77K ~ 473K
MT-Z 型	RT ~ 500 $^{\circ}$ C
UHT-Z 型	RT ~ 1200 $^{\circ}$ C

### 主要应用

- 液晶、高分子等的分子介电弛豫过程, 介电常数测定
- 半导体、有机 EL 材料、陶瓷中的电荷输送现象
- 电解电容器、双层电容器的特性评价
- 非线性电、光学现象的分析
- 电极界面的现象分析
- 相转移、结晶化过程的物质构造分析
- 气体、液体传感器的特性评价

### 应用领域

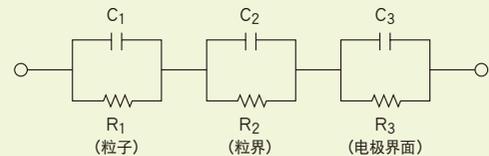
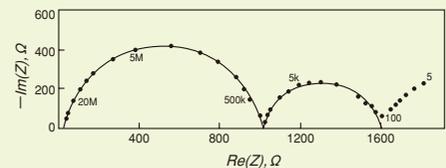
#### ■ 陶瓷

陶瓷材料的特性随着对分子构造、粒子构造、掺杂物种类的精密控制而发生变化。进行阻抗测定后可以分析各要素的频率响应。另外还可以通过电的均一性、电极电解质界面的状态、表面层、强介电特性、绝缘电阻及粒子 / 粒界效果, 分析电阻率、导电率、介电常数的温度依存性等固体电介质参数。

#### ■ 高分子材料

高分子材料在众多领域中得到利用, 因此被研究与开发。随处可见对高分子材料的应用, 如液晶等显示元件、印制电路板的绝缘材料、飞机机身使用的环氧树脂、粘合剂等等。

进行新材料的开发与评价时, 在 AC 振幅、DC 偏压、温度依存性等诸多条件下的大范围的阻抗测定量常常显得很重要。测定低频分散等较新发现的现象时, 需要在 10Hz ~ 10mHz 等低频条件下测定。电子或离子输送等使用有助于电传导的离子传导性材料时, 低频下的测定显得尤为重要。



## 使用扫描型探针的全新理念的电化学测定系统

370 系列是全新理念的扫描探针型电化学测定系统。超高分辨率的设计在空间上实现了电化学测定及非接触表面形状测定。

测定技术分以下 6 点，所用机器及探针都是模块结构，可以自由选择，添加所需物品。

### ■ 扫描型电化学显微镜

(SECM, Scanning Electrochemical Microscopy)

使用恒电位仪，通过直流电信号检测出在氧化还原反应下的局部信息。

### ■ 扫描型振动电极法

(SVET, Scanning Vibrating Electrode Technique)

非接触测定电化学方面的活性样本上产生的电势梯度。

### ■ 扫描型 Kelvin 探针法

(SKP, Scanning Kelvin Probe)

测定样本表面与指针间的逸出功差。

### ■ 局部电化学阻抗法

(LEIS, Localized Electrochemical Impedance Spectroscopy)

测定局部的电化学阻抗。

### ■ 扫描型滴定系统

(SDS, Scanning Droplet System)

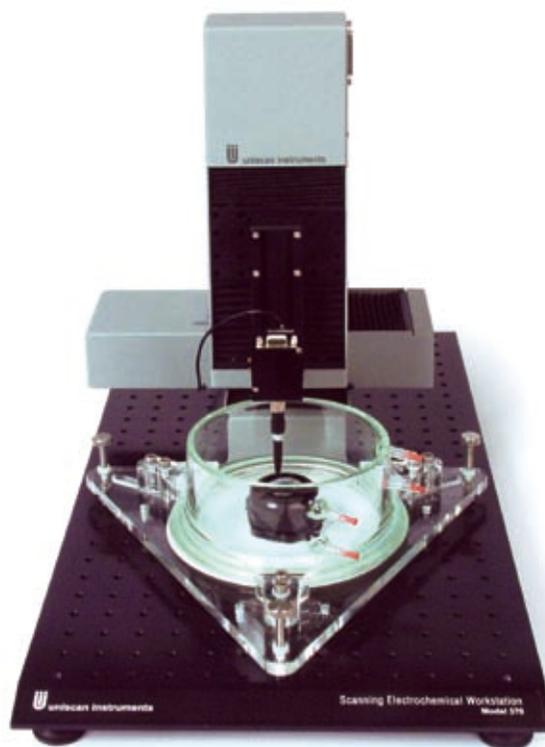
将电解液滴从连接异性极和参比极的细管中滴到工作极的样本表面上，以形成微小区域的电池，进行电化学测定。

### ■ 非接触表面分析仪

(OSP, Non-contact Surface Profiler)

通过激光分析仪映射表面形状轮廓。使用其他技术时，可以将轮廓数据作为重要信息加以利用。

370 系列通过高速、高精度纳米分辨率的闭环 x、y、z 定位器，按照用户所选的最合适结构实现测定。另外，感性的、人类工程学式的柔性设计使得 370 系列与电池、样本及探针的连接更为简便。



370 系列 扫描型电化学工作站

## 特长

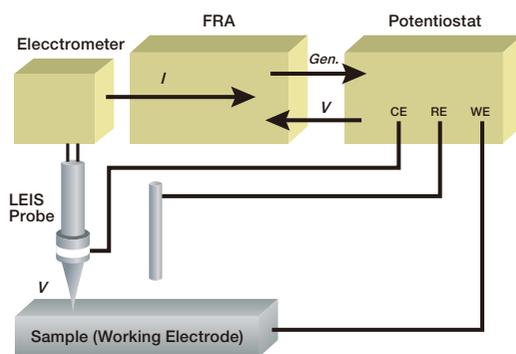
- 闭环、零滞后现象、正确的定位
- 70mm×70mm×70mm 的大扫描量程
- 扫描电动机分辨率 : 8nm
- 线性定位编码器分辨率 : 100nm
- 最大扫描速度 : 2mm/sec
- 各测定技术由模块构成，可自由选择、追加
- LEIS 测定中利用 Solartron 或者 Princeton Applied Research 的电化学测定系统：Solartron 产恒电位 / 恒电流仪 (1287)、PAR 产恒电位 / 恒电流仪 (273A、263A)、Solartron 产 FRA (1260、1255B、1250B) 等

购买 370 系列时，可从 6 个技术 (SECM、SVET、SKP、LEIS、SDS、OSP) 中选择任一技术。而且，事后可以另追加购买测定技术。

我们为客户准备了很多选配件。例如探针、电池（环境电池 TriCell™ 及  $\mu$ TriCell™）、长焦距可录像显微镜 (VCAM2) 及三维显像软件 (IsoPlot™) 等。370 系列能够采用符合应用需求的适当结构，是一种独特的柔性系统，功能超群。

370 系列使用的控制、分析软件是 Windows™ 32 字节的多文档界面，具备以下标准功能。

- 扫描参数的设定（变位、速度、步骤 / 连续扫描模式、步骤宽度及数据点数）
- 100nm 分辨率的线性编码器可以直接读出 x、y、z 各轴方向的实时位置。
- 能够获取所有点上的 x、y、z 坐标数据
- 最大 70,000 数据点的表面映射。
- 依据表面形状测定数据（SKP 拓扑、OSP 及恒电流 SECM 的所有数据），进行高度追踪映射测定
- 标准测定以外的所有程序可用的宏语言
- 随意使用，可以由用户设置的显示板
- 用户可以使用调色编辑器从 16,777,216 种颜色中轻松定义彩色样板
- 可以转换成 ASCII 形式的数据文件
- 完全支持 Windows™ 的剪贴板



LEIS370 + 电化学测定系统的原理



SECM 370

### 系统列表

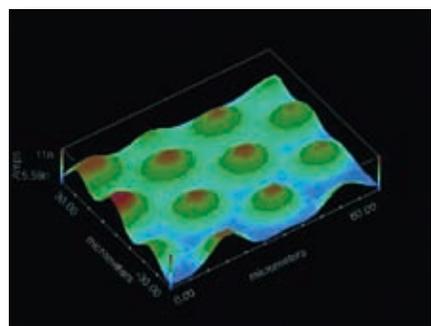
370BASE	扫描型电化学测定系统基础单元
SECM370	扫描型电化学显微镜
SVP370	扫描型振动电极系统
SKP370	扫描型 Kelvin 探针系统
LEIS370	局部阻抗测定系统
SDS370	扫描型滴定系统
OSP370	非接触表面分析仪
TRI-CELL	TRI-CELL (SKP, SVP 用)
$\mu$ -TRICELL	小型电池
IsoPlot	3D 显像软件



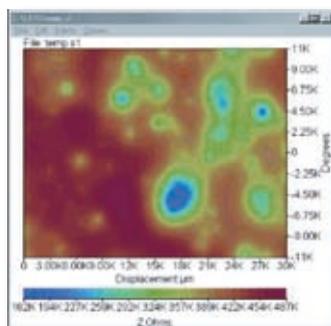
TriCell™



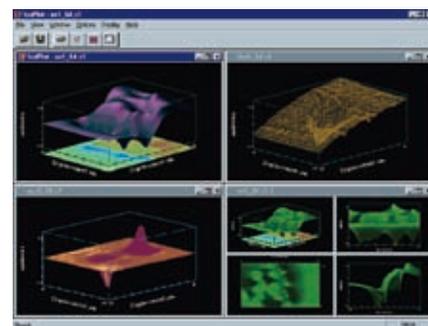
$\mu$ TriCell™



SECM 测定例  
硅基片上的金电极组  
10 $\mu$ m 的金电极间隔 10 $\mu$ m 排列



LEIS 测定例  
被氯化物污染的低碳钢的局部阻抗映射



ISO PLOT 测定例  
用户可随意设定多样化显示

**TOYO Corporation (公司英文名 注册商标)**  
**株式会社 東陽テクニカ (公司日文名 注册商标)**  
**※ TOYO (公司简称, 只限本介绍资料使用)**

- TOYO 成立于 1953 年 9 月, 是日本东京证券交易所第一部的上市公司 (上市号 8151), 总部和电子技术中心位于东京的中央区。
- TOYO 是日本测试领域的专业公司, 在引进和销售世界各国最先进的测量设备的同时, 还提供硬件、软件、培训等服务。
- TOYO 在测试领域, 拥有雄厚的技术力量和丰富的开发经验。当现存设备不能满足客户要求的时候, 可以自行开发和提供各种测试系统满足客户的需求。
- TOYO 不仅为客户提供全面的技术服务, 还将客户的要求传递给测试仪器的生产和开发者。充当着客户和厂家之间的桥梁和纽带作用。



总部



电子技术中心



TOYO Corporation China

东扬精测系统(上海)有限公司

地址: 上海市闸北区梅园路228号企业广场310室

Tel : 021-6380-9633

Fax: 021-6380-9699

E-mail: bfc@toyochina.com.cn

Website: <http://www.toyochina.com.cn>