



### 用於管理電極的反應電阻、電解質電阻、焊接電阻

對應 EV 用大容量鋰離子電池



[www.hioki.tw](http://www.hioki.tw)

HIOKI公司概述，新的產品，環保措施和其他的信息都可以在我們的網站上得到。



台灣日置官網



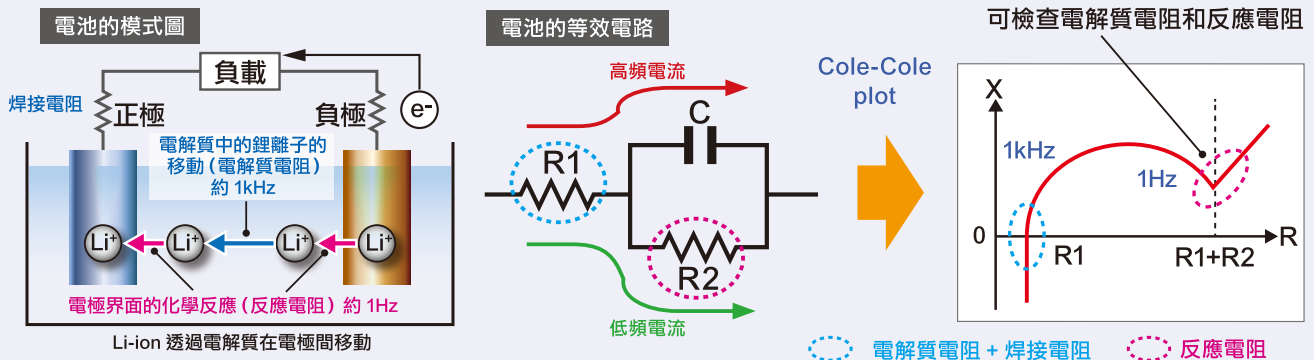
臉書粉絲專頁

# 將電池電芯的檢查帶向更高品質

- 可將測量頻率任意設定在 100mHz ~ 1.05kHz 的範圍內
- 低頻可測量電極反應電阻
- 高頻可測量電解質電阻、焊接電阻
- 可進行 Cole-Cole plot 顯示 (附件應用軟體)
- 支援等效電路分析軟體，可活用於電池內部的不良分析



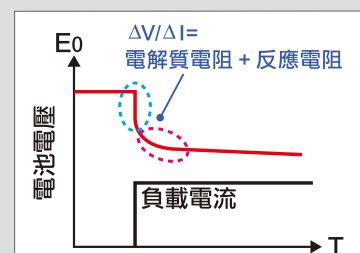
## 透過 BT4560 進行阻抗測量... 拆分出電池電芯不良的原因



- R1 大時... 可推測為電解質濃度低或電極焊接部分不良
- R2 大時... 可推測為電極製造工程中的不良、電極界面的電極反應不良

## 透過充放電測試器進行 DC-IR 測量時

因為 DC-IR 測量中 R1 和 R2 有電流流過，因此很難將電解質電阻和反應電阻分開測量。(請參照上方 等效電路圖)

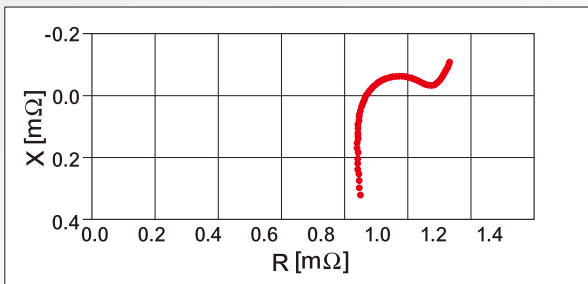


# 高精度 · 高穩定性

EV 用大容量鋰離子電池也可測量

## 1mΩ 以下的超低阻抗測定

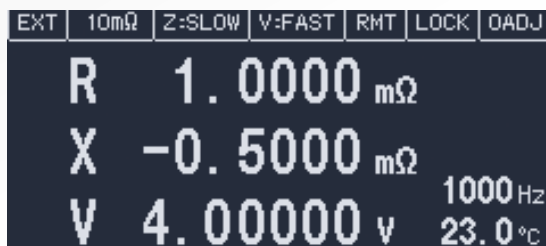
有的大容量鋰離子電池，其內部阻抗會低於 1mΩ。  
BT4560 即使是 1mΩ 以下的超低阻抗也可以高穩定性和重現性進行測量。



## 高精度 DC 電壓測量

精度：±0.0035% rdg. ±5 dgt.

實現媲美 6 位半 DMM 的精度。  
一台即可測量電池的 OCV 和阻抗。



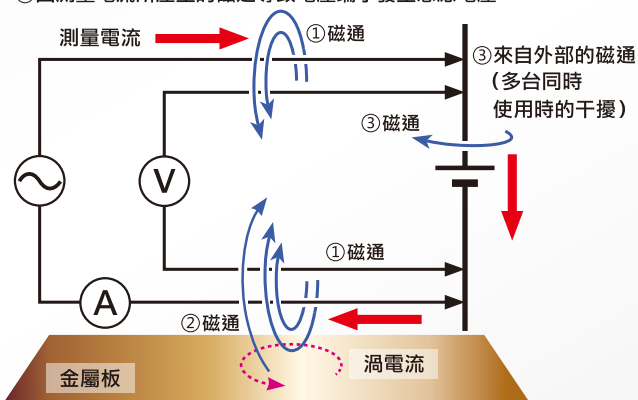
可以 ±190μV 的精度對 4V 的 Li-ion 電芯進行測量

## 利用 4 端子對法測量解決系統構築時的問題

藉由採用 4 端子對法，可以將佈線的影響、周圍金屬造成的渦電流的影響、同時使用多台時的干擾等，感應磁場的影響降低。與過往的 4 端子法相比，由於抑制了測量電流產生的磁通，因此大大減少了改變測量電纜佈線時對測量值的影響，並且提高了將測量儀器結合到產線時的穩定性。

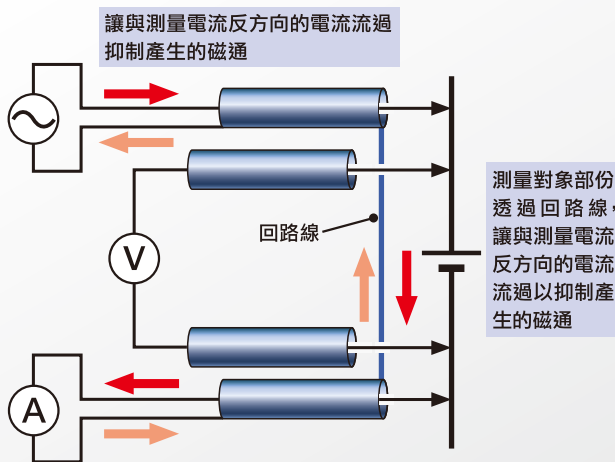
### 過往 4 端子法對磁通的影響

① 因測量電流所產生的磁通導致電壓端子發生感應電壓



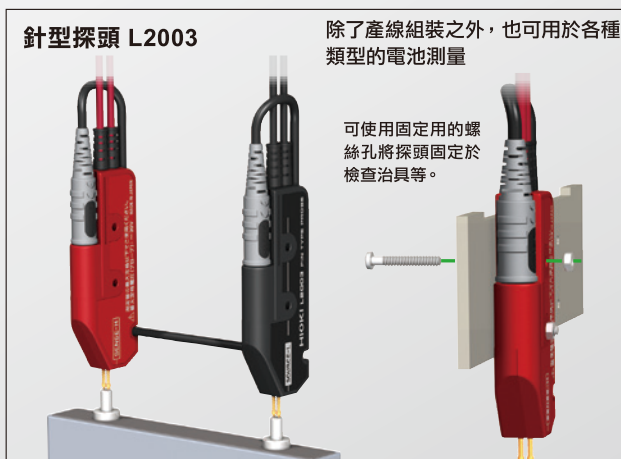
② 因渦電流所產生的磁通導致電壓端子發生誘導電壓

### 以 4 端子對法進行的阻抗測量



## 降低磁通產生的 4 端子對測量專用探頭

藉由 4 端子對構造的專用探頭，可不易受環境干擾或佈線影響，進行穩定的測量。



※ 關於探頭的前端形狀，請另外洽詢

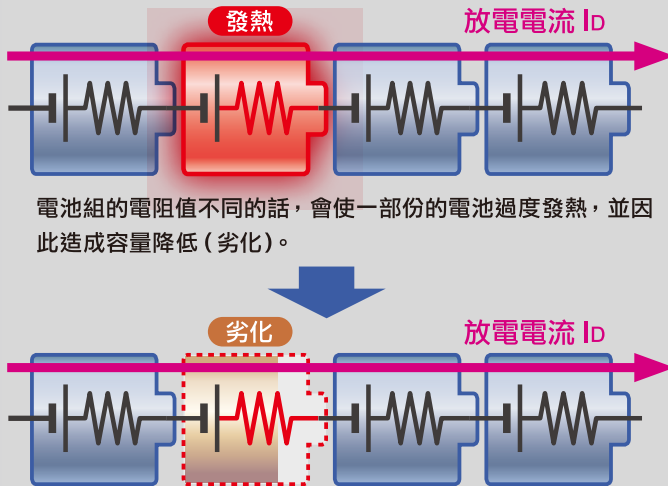
# BT4560 測得的阻抗數據之活用

## 透過分選電芯讓電池組壽命延長

### 電池組的劣化原因

電池容量會因發熱而降低(劣化)。

EV用大容量電池因為是以大電流進行充放電的關係，發熱也較大。

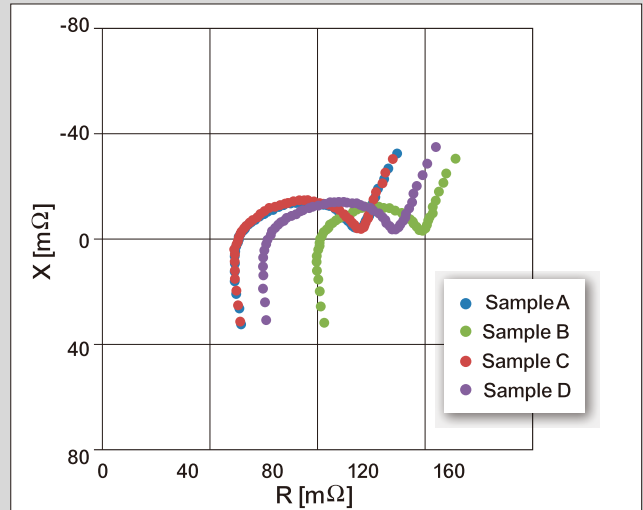


電池組的電阻值不同的話，會使一部份的電池過度發熱，並因此造成容量降低(劣化)。

保護電路會以容量最少的電芯為基準進行動作，以結果來說會導致電池組整體的放電容量降低。

欲使電池組的壽命延長必須進行分選

將電池容量和內部電阻相同特性的電芯組合，透過讓發熱均等以達到壽命延長。

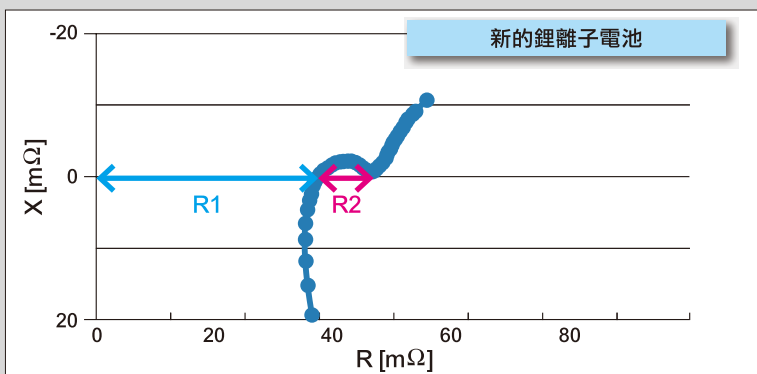


圖片為同種類新電芯的 Cole-Cole plot 數據。

A,C 的阻抗特性幾乎一致。

B,D 與 A,C 相比，由於阻抗較大的關係，用在同一個電池組的話會先發熱·劣化。

## 確認電池的劣化程度

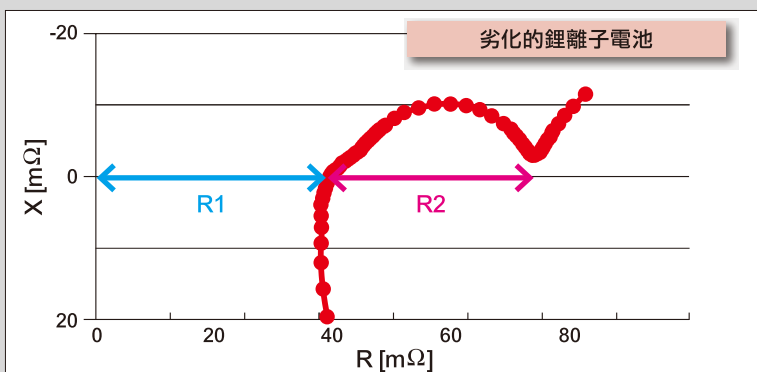


### 新品與劣化電池的測量數據比較

比較新的鋰離子電池芯(左上的圖)和同種類的劣化鋰離子電池芯(左下的圖)之 Cole-Cole plot 數據。

R1: 電解質電阻 + 焊接電阻

R2: 反應電阻(正極、負極的電極反應電阻)



將新品與劣化之鋰離子電池進行比較的話，可以知道反應電阻值有較大的變化。

雖然也要看劣化原因，但除了發熱的影響之外，低溫進行充放電或用於重複深充電/放電(SOC:0 ⇌ 100%)的用途下，電極反應部分的劣化會做為反應電阻顯現於圖表上。

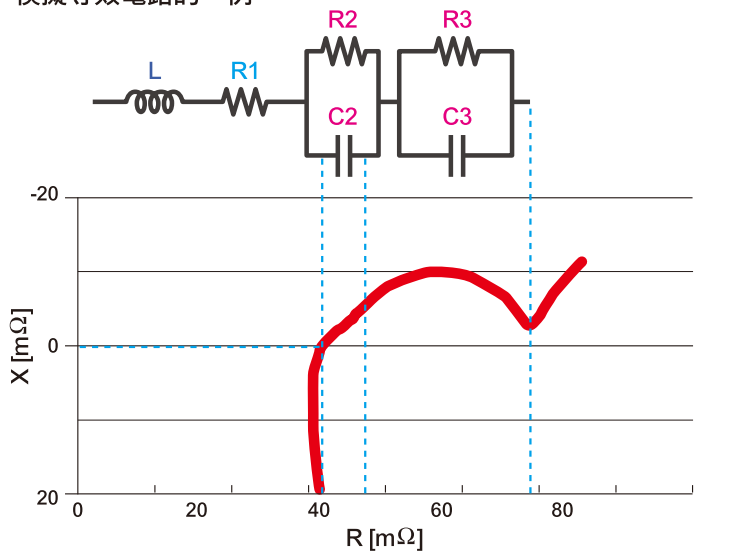


## 在電池製造和電池安裝線中， 用於鋰離子電池的劣化判斷和分選

### 拆分電池劣化的原因

使用 BT4560 取得之 Cole-Cole plot 數據與『ZView<sup>®</sup>』<sup>※</sup> 等市售的等效電路分析軟體一併使用，即可用於劣化原因分析的活用。

模擬等效電路的一例



一般來說，會將 Cole-Cole plot 的阻抗特性以模擬等效電路來表現。

模擬等效電路會以

- 電解質或熔接部分的電阻 (R1)
- 電池內的正極、負極的電極反應  
(R2//C2, R3//C3)
- 導線部份等的電感 (L)

來表現。

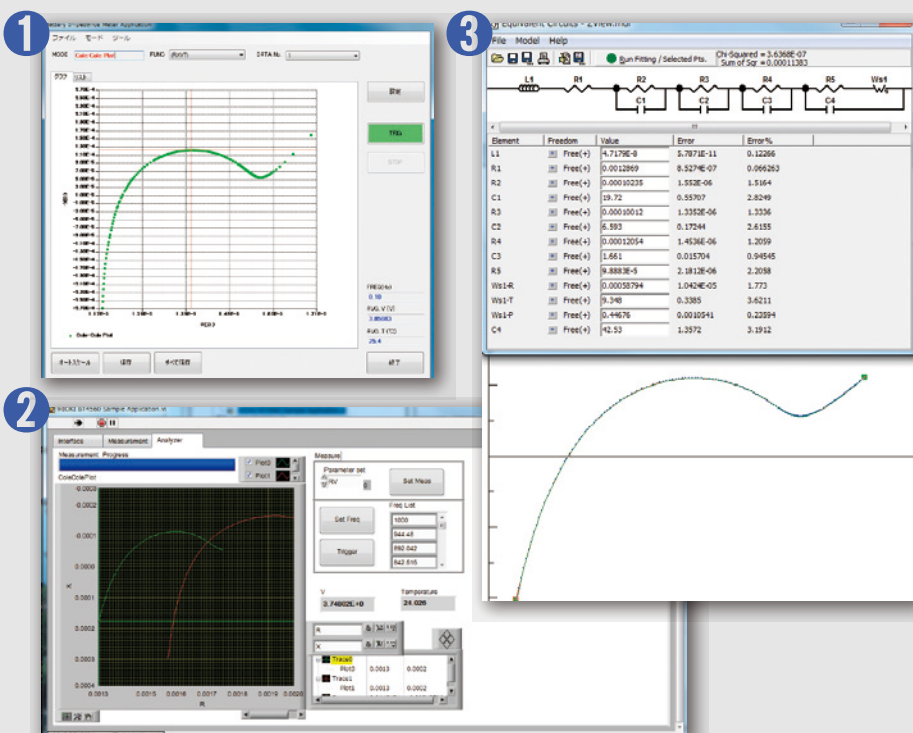
建構模擬等效電路的話，便可以使用等效電路分析軟體 (ZView<sup>®</sup>)，透過曲線配對獲得每個元件的電路常數。

藉由將新品和劣化時的各元件常數變化數值化，便可分析電池內部的哪個部分產生了變化並活用在劣化原因的拆分。

### 以 PC 應用程式進行 Cole - Cole plot

使用標配的 PC 應用軟體，可進行測量或導出 Cole - Cole plot。

另外，使用 Scribner Associates Inc. 製造的『ZView<sup>®</sup>』<sup>※</sup>，可藉等效電路分析進行詳細的分析。



#### 1 附件的 PC 應用軟體

可確認 Cole-Cole plot。  
也可將測量結果輸出為 EXCEL、CSV 檔案。

#### 2 LabView 驅動標配 APP

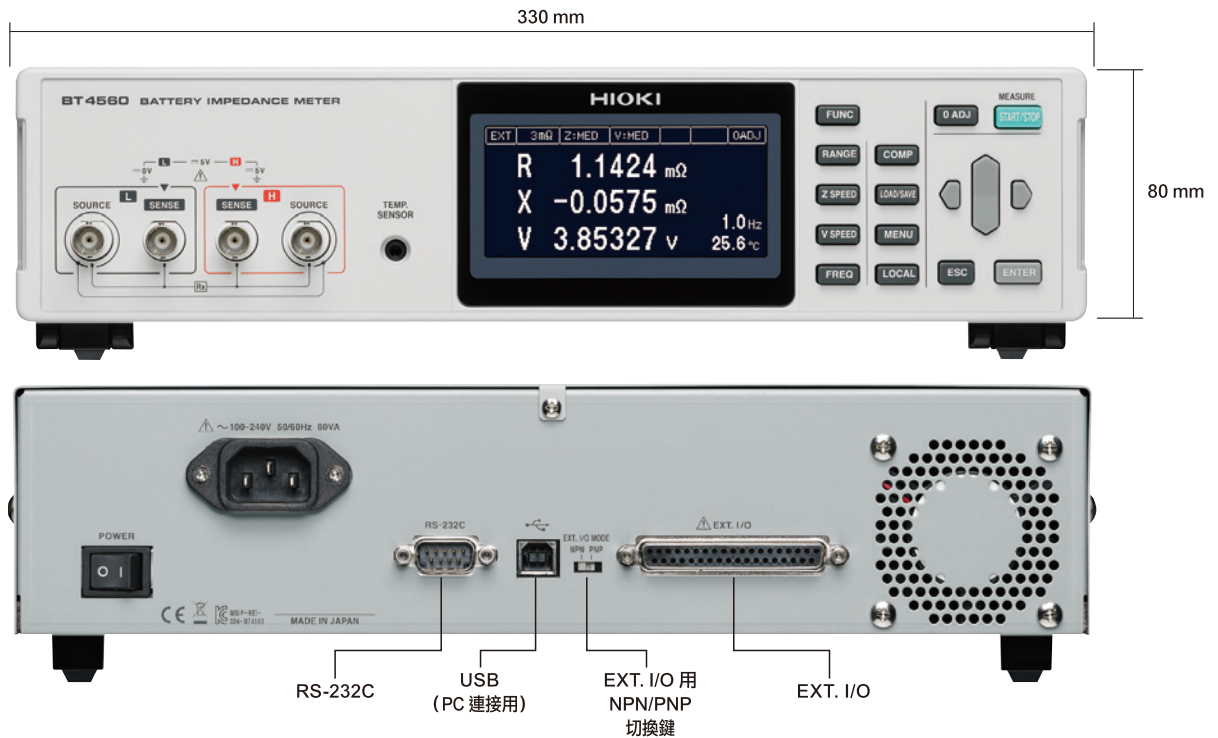
可將複雜的圖表重疊進行比較。  
具備簡易等效電路分析功能，可確認電解質電阻、反應電阻。

#### 3 交流阻抗分析軟體『ZView<sup>®</sup>』<sup>※</sup>

使用 1 輸出的 CSV 檔案製作任意的等效電路，並藉由將各個元件數值化，分析電池各處的劣化。

※『ZView<sup>®</sup>』的詳細內容，請洽詢株式會社 TOYO Corporation

# BT4560 的特點・功能



## 1 台輕巧設計

無需負載裝置、無需組裝系統，BT4560 一台即可簡單的進行測量。

## 自動校準功能

補償電路內部的補償電壓和增益飄移。  
提升電壓測量精度。

## 採樣延遲功能<sup>※</sup>

設定外加交流到採樣開始的遲延時間，待響應穩定之後開始測量。

## 外加交流時的防止充放電功能<sup>※</sup>

為了防止測量對象的充放電，對外加測量訊號通過零點再執行功能。

## 同時測量阻抗和電壓

同時進行阻抗測量和高精度 DC 電壓測量，縮短作業時間。

## 電位梯度校正功能<sup>※</sup>

因電池的特性或測量儀器的輸入阻抗導致測量訊號發生飄移時，對直線的飄移進行補償。

## 溫度測量功能

以低頻測量的反應電阻對溫度很敏感。

透過使用選件的溫度感測器對電池周遭進行溫度測量，並把數據綁定管理，可提升測量值的可信賴性。

<sup>※</sup> 阻抗測量時可使用之功能

## 自動化設備易於使用的各種功能

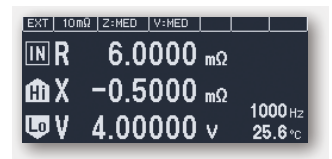
### 接觸檢查功能

監視測量前後的探頭接觸電阻，避免在被測物未與探頭測量電極接觸的狀態下測量。



### 比較器功能

- 同時判斷阻抗和電壓
- 輸出綜合判斷結果
- 透過 2 種蜂鳴聲進行確認判斷

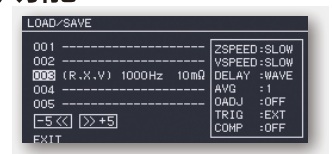


### NPN/PNP 切換按鍵

EXT. I/O 的輸入輸出電路可切換對應開關信號 (NPN 或 PNP)。

### 螢幕資料保存・讀取功能

可將最多 126 組的測量條件保存於主機，透過 EXT. I/O 進行測量。



## 精度規格

### 阻抗測量精度

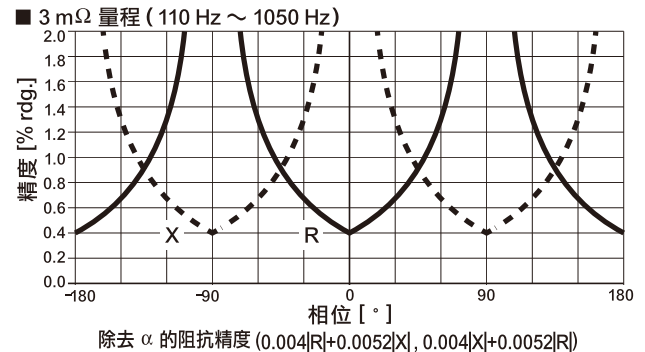
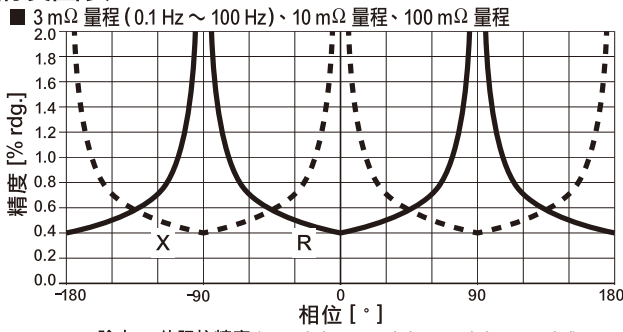
- 3 mΩ 量程 (0.1 Hz ~ 100 Hz) · 10 mΩ 量程 · 100 mΩ 量程  
 R 精度 =  $\pm(0.004 |R| + 0.0017 |X|)$  [mΩ]  $\pm \alpha$   
 X 精度 =  $\pm(0.004 |X| + 0.0017 |R|)$  [mΩ]  $\pm \alpha$   
 (R、X 的單位為 [mΩ]、 $\alpha$  如下表)  
 Z 精度 =  $\pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm \alpha (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$   
 $\theta$  精度 =  $\pm 0.1^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$   
 ( $\alpha$  如下表)

○ 3 mΩ 量程 (110 Hz ~ 1050 Hz)

- R 精度 =  $\pm(0.004 |R| + 0.0052 |X|)$  [mΩ]  $\pm \alpha$   
 X 精度 =  $\pm(0.004 |X| + 0.0052 |R|)$  [mΩ]  $\pm \alpha$   
 (R、X 的單位為 [mΩ]、 $\alpha$  如下表)  
 Z 精度 =  $\pm 0.4\% \text{ rdg.} \pm \alpha (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$   
 $\theta$  精度 =  $\pm 0.3^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{Z} (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$   
 ( $\alpha$  如下表)

$\alpha$	3 mΩ 量程			10 mΩ 量程			100 mΩ 量程		
	FAST	25 dgt.		60 dgt.		60 dgt.		60 dgt.	
	MED	15 dgt.		30 dgt.		30 dgt.		30 dgt.	
	SLOW	8 dgt.		15 dgt.		15 dgt.		15 dgt.	
溫度係數		R: $\pm R$ 精度 $\times 0.1/^\circ\text{C}$ , X: $\pm X$ 精度 $\times 0.1/^\circ\text{C}$ , Z: $\pm Z$ 精度 $\times 0.1/^\circ\text{C}$ , $\theta$ : $\pm \theta$ 精度 $\times 0.1/^\circ\text{C}$ (0°C ~ 18°C、28°C ~ 40°C 時適用)							

### 精度圖表



### 電壓測量精度 (執行自動校正時)

V	顯示範圍	-5.10000 V ~ 5.10000 V
	解析度	10 $\mu\text{V}$
電壓精度	FAST/MED/SLOW	$\pm 0.0035\% \text{ rdg.} \pm 5 \text{ dgt.}$
溫度係數		$\pm 0.0005\% \text{ rdg.} \pm 1 \text{ dgt.} / ^\circ\text{C}$ (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C 時適用)

### 溫度測量精度 (BT4560 + 溫度感測器 Z2005)

精度	$\pm 0.5^\circ\text{C}$ (測量溫度: 10.0°C ~ 40.0°C) $\pm 1.0^\circ\text{C}$ (測量溫度: -10.0°C ~ 9.9°C, 40.1°C ~ 60.0°C)
溫度係數	溫度係數: $\pm 0.01^\circ\text{C} / ^\circ\text{C}$ (主機溫度: 0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C 時適用)

## BT4560 參數 (精度保證期間: 1年、調整後精度保證期間: 1年)

測量項目	阻抗, 電壓, 溫度	測量功能	(R,X,V,T)/(Z, $\theta$ ,V,T)/(R,X,T)/(Z, $\theta$ ,T)/(V,T)
阻抗測量		功能	比較器, 自動校準, 採樣延遲, 平均值, 電壓限制, 阻抗測量時電位梯度補償, 施加交流時防止充放電, 按鍵鎖定, 系統測試, 螢幕資料保存·讀取 (最多 126 組)
測量參數	R 電阻, X 電抗, Z 阻抗, $\theta$ 相位角	測量異常檢出	接觸檢查, 測量電流異常, 被測物的電壓飄移, 過電壓輸入, 電壓限制
測量頻率	0.1 Hz ~ 1050 Hz	介面	RS-232C/USB (虛擬 COM 口) ※不可同時使用 傳送速度: 9,600bps/19,200bps/38,400bps
頻率設定	0.10 Hz ~ 0.99 Hz 0.01 Hz 步進	EXT. I/O	TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 與其他 (可切換 NPN/PNP)
解析度	1.0 Hz ~ 9.9 Hz 0.1 Hz 步進 10 Hz ~ 99 Hz 1 Hz 步進 100 Hz ~ 1050 Hz 10 Hz 步進	可輸入電壓	最大 5 V
測量量程	3.0000 mΩ, 10.0000 mΩ, 100.000 mΩ	使用溫溼度範圍	0°C ~ 40°C, 80% rh 以下 (無結露)
測量電流 / 直流負載 (直流負載: 阻抗測量時施加在測量對象上的偏置電流)		保存溫溼度範圍	-10°C ~ 50°C, 80% rh 以下 (無結露)
	3 mΩ 量程 10 mΩ 量程 100 mΩ 量程	使用場所	室內使用, 污染度 2, 高度 2,000 m 以下
測量電流	1.5 Arms $\pm 10\%$ 500 mArms $\pm 10\%$ 50 mArms $\pm 10\%$	電源	額定電源電壓: AC100 V ~ 240 V 額定電源頻率: 50/60 Hz
直流負載電流	1 mA 以下 0.35 mA 以下 0.035 mA 以下	額定功率	80 VA
測量波數		絕緣耐壓	AC1.62 kV, 1 min, 偏置電流 10 mA ([所有電源端口] - [保護接地]) 間)
	FAST MED SLOW	適用標準	安全性: EN61010 EMC: EN61326, EN61000-3-2, EN61000-3-3
0.10 Hz ~ 66 Hz	1 波 2 波 8 波	尺寸·重量	約 330W $\times$ 80H $\times$ 293D mm (不含突起物) 約 3.7 kg
67 Hz ~ 250 Hz	2 波 8 波 32 波	附件	電源線 $\times 1$ , 使用說明書 $\times 1$ , 調零板 $\times 1$ , USB 線 纜 (A-B 型) $\times 1$ , CD-R (通訊使用說明, PC 應用軟體, USB 驅動) $\times 1$
260 Hz ~ 1050 Hz	8 波 32 波 128 波		
電壓測量			
測量量程	5.00000 V (單量程)		
解析度	10 $\mu\text{V}$		
測量時間	FAST: 0.1 s MED: 0.4 s ※執行自動校準時加算 0.21 s SLOW: 1.0 s		
溫度測量			
顯示範圍	-10.0°C ~ 60.0°C		
解析度	0.1°C		
測量時間	2.3 s		

# BT4560 主機



產品名稱：電池阻抗測試儀 BT4560

型號 (訂購編號)

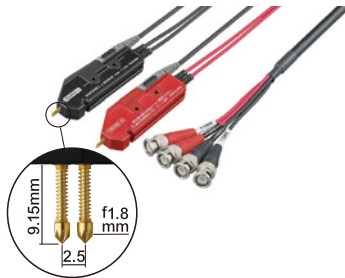
BT4560

無標配測量用探頭。請依照測量用途購買選件中的探頭。

## 選件



夾型探頭 L2002  
線長 1.5 m



針型探頭 L2003  
線長 1.5 m



溫度感測器 Z2005  
線長 1 m



RS-232C 線 9637  
PC 連接用, 9pin - 9pin, 交叉型,  
線長 1.8 m

## 特注規格產品陣容

(特注品請另外洽詢)

		測量頻率			
		標準 0.10 Hz ~ 1050 Hz	特注 0.01 Hz ~ 1050 Hz		
電壓測量	標準	5 V (±5.10000 V)	測量量程: 3 mΩ / 10 mΩ / 100 mΩ 測量電流: 1.5 A / 500 mA / 50 mA	標準規格	特注規格 ①
	特注	10 V (±9.99999 V)	測量量程: 30 mΩ / 300 mΩ 測量電流: 500 mA / 50 mA	特注規格 ②	特注規格 ③
	特注	20 V (1.00000 V ~ 20.40000 V)	測量量程: 30 mΩ / 300 mΩ / 3 Ω 測量電流: 150 mA / 50 mA / 5 mA	特注規格 ④	特注規格 ⑤

### 特注對應選件



4 端子探頭 L2000  
線長 1 m

### 特注對應套裝選件



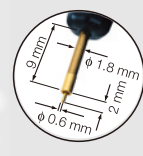
BNC-香蕉插座轉換器

+



針型探頭  
9770, 9771, 9772  
線長 0.85 m

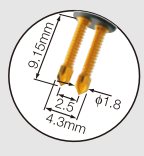
### 探頭前端形狀



9770



9771



9772

## 電氣化學零組件·材料測量用產品



用於電極·電解質的特性評估

產品名稱：化學阻抗分析儀 IM3590

型號 (訂購編號)

IM3590

(測量量程: 100 mΩ ~ 100 MΩ, 測量頻率: 1 mHz ~ 200 kHz)



資料索取、產品詢問、展示機訓練等，請透過以下方式與我們聯繫，我們將真誠地為您服務。

# HIOKI

台灣日置電機股份有限公司

地址：台北市大安區市民大道三段206號4樓

電話：02-2775-1210 傳真：02-2775-1260

官網：<http://hioki.tw>

E-mail：[info-tw@hioki.com.tw](mailto:info-tw@hioki.com.tw)