

“はかる”技術で未来を創る



電気化学測定機器

電気化学測定システム P3 ~ P21

充放電システム P22 ~ P33

マテリアルテストシステム P34 ~ P41

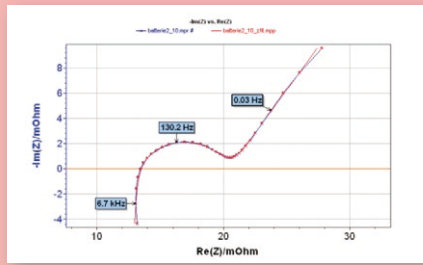
走査型電気化学顕微鏡システム P42 ~ P47

ソフトウェア P48 ~ P51

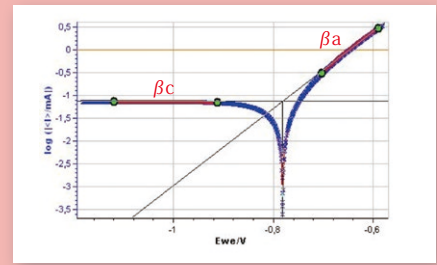


電気化学測定システム

P3 ~ P21



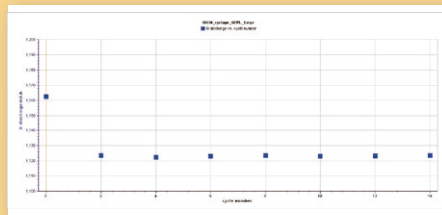
ナイキストプロット



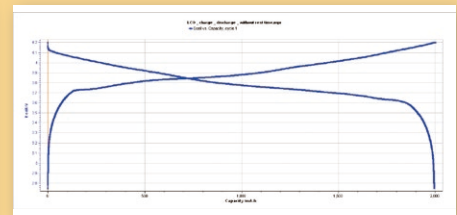
ターフェルプロット

充放電システム

P22 ~ P33



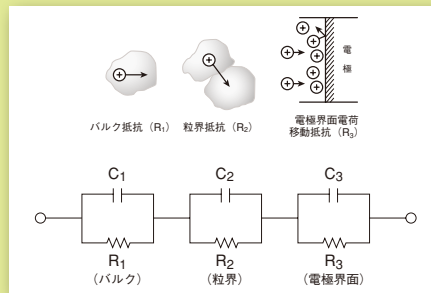
放電容量 vs サイクル



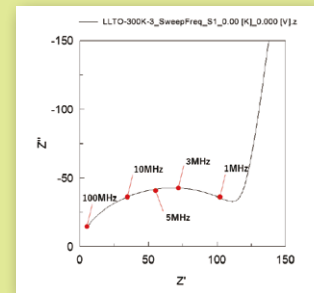
充放電カーブ

マテリアル テストシステム

P34 ~ P41



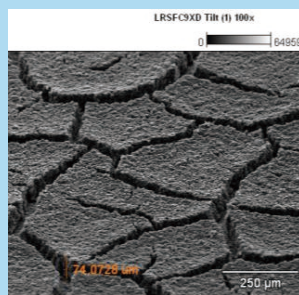
粉体の抵抗成分



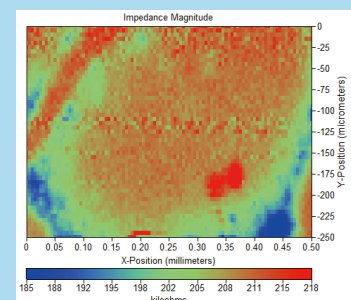
高周波インピーダンス測定

走査型電気化学 顕微鏡システム

P42 ~ P47



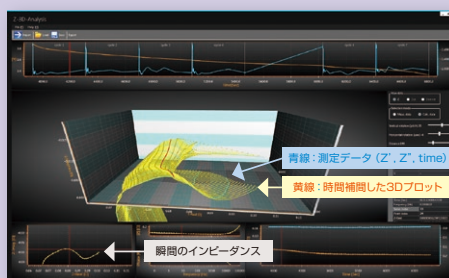
二次電池用電極



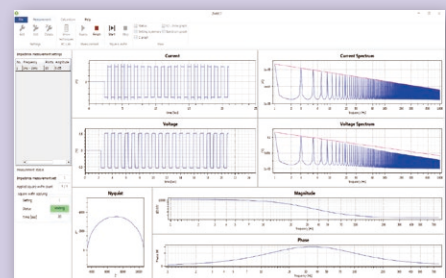
局所的な電気化学測定

ソフトウェア

P48 ~ P51



3D インピーダンスソフトウェア



矩形波によるインピーダンス測定

高精度・多機能なモジュール式のポテンショ / ガルバノスタット

スタンダードモデル

特長

- 5 端子測定、豊富な電気化学測定テクニック
- 微小電流・ブースターオプションによる仕様の拡張
- スタック電池の各セル同時インピーダンス測定 (VMP3 対応: P9 参照)
- インピーダンス測定時の品質評価機能を搭載 (e タイプ対応: P14 参照)



シングルチャンネルモデル			大電流モデル	
特長	軽量、コンパクトなので持ち運びにも便利		大電流での出力、測定が可能	
モデル名	SP-50	SP-150	HCP-803	HCP-1005
チャンネル数	1		1	
セル接続	2,3,4,5 端子		2,3,4,5 端子	
出力 / 制御電圧範囲	± 10V	± 10V or 0 ~ 20V	± 3V	0.6V ~ 5V
出力電流	± 0.8A		± 80A	± 100A
電圧測定レンジ	± 2.5V, ± 5V, ± 10V	± 2.5V, ± 5V, ± 10V, ± 10V 可変	± 3V	0.6V ~ 5V
最小電圧測定分解能	75μV		75μV	
電流測定レンジ	10μA ~ 1A		10μA ~ 400mA, 80A	10μA ~ 400mA, 100A
最小電流測定分解能	760pA		760pA	
出力電流レンジ	10μA ~ 1A		10μA ~ 1A, 80A	10μA ~ 1A, 100A
出力電流最小分解能	760pA		760pA	
フローティング	—		—	
オプション				
インピーダンス測定範囲	—	10μHz ~ 1MHz	10μHz ~ 10kHz	
基本精度	—	1%, 1°	2%, 2°	1%, 1°
ブースターボード	—		—	
外部ブースター	—	○	—	
微小電流測定	—	○	—	

マルチチャンネルモデル			
特長	長期測定などでチャンネル数が多く必要な測定に最適		
モデル名	VSP	VMP3	VSP-3e
スロット数	5	16	8
セル接続	2,3,4,5 端子		
出力 / 制御電圧範囲	± 10V or 0 ~ 20V		
出力電流	± 0.4A		± 1A
電圧測定レンジ	± 2.5V, ± 5V, ± 10V, ± 10V 可変		
最小電圧測定分解能	75μV		
電流測定レンジ	10μA ~ 1A		
最小電流測定分解能	760pA		
出力電流レンジ	10μA ~ 1A		
出力電流最小分解能	760pA		
フローティング	—		
	オプション		
インピーダンス測定範囲	10μHz ~ 1MHz		
基本精度	1%, 1°		
ブースターボード	○	—	
外部ブースター	○		
微小電流測定	○		



アドバンスドモデル

特長

- 最小電流測定レンジ 10nA、インピーダンス測定範囲も 7MHz に拡張され、測定精度も向上
- アナログフィルター、フローティング機能を搭載
- アナログランプジェネレータオプションで理想的な CV 測定
- 微小電流・ブースターオプションによる仕様の拡張が可能
- インピーダンス測定時の品質評価機能を搭載 (P14 参照)



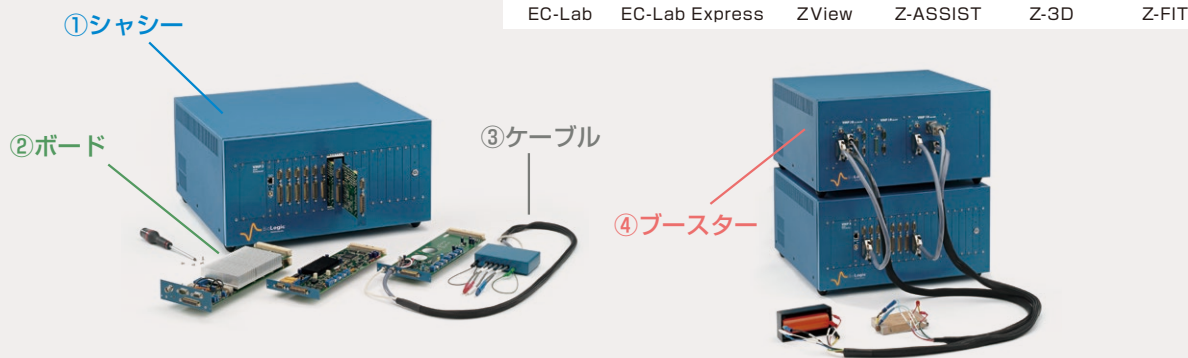
シングルチャンネルモデル			
特長	軽量、コンパクトなので持ち運びにも便利		
モデル名	SP-200	SP-240	SP-300
チャンネル数	1	1	2
セル接続	2,3,4,5 端子		
出力 / 制御電圧範囲	± 12V / ± 10V		
出力電流	± 0.5A		
電圧測定レンジ	± 25mV, ± 250mV, ± 2.5V, ± 5V, ± 10V		
最小電圧測定分解能	< 1μV		
電流測定レンジ	10nA ~ 1A		
最小電流測定分解能	0.8pA		
出力電流レンジ	1μA ~ 1A		
出力電流最小分解能	76pA		
フローティング	○		
オプション			
インピーダンス測定範囲	10μHz ~ 7MHz		
基本精度	0.3%、0.3°		
ブースターボード	—	4A ブースター標準搭載	○
外部ブースター	○		
微小電流測定	○		

マルチチャンネルモデル		
特長	長期測定などでチャンネル数が多く必要な測定に最適	
モデル名	VSP-300	VMP-300
スロット数	6	16
セル接続	2,3,4,5 端子	
出力 / 制御電圧範囲	± 12V / ± 10V	
出力電流	± 0.5A	
電圧測定レンジ	± 25mV, ± 250mV, ± 2.5V, ± 5V, ± 10V	
最小電圧測定分解能	< 1μV	
電流測定レンジ	10nA ~ 1A	
最小電流測定分解能	0.8pA	
出力電流レンジ	1μA ~ 1A	
出力電流最小分解能	76pA	
フローティング	○	
	オプション	
インピーダンス測定範囲	10μHz ~ 7MHz	
基本精度	0.3%、0.3°	
ブースターボード	○	
外部ブースター	○	
微小電流測定	○	



フランス Bio-Logic 社 電気化学測定システム スタンダードモデル セレクションガイド

システム構成



対応ソフトウェア



EC-Lab



EC-Lab Express



ZView



Z-ASSIST



Z-3D



Z-FIT

概要

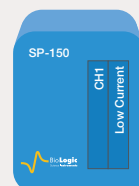
- 全 5 種類のシャシーから選択
- 最大 16ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして構築可能
- ポテンショ / ガルバノスタットに加え、微小電流オプションボードを追加することで、用途に合わせた仕様拡張に対応
- インピーダンス測定時の品質評価機能を搭載 (e タイプ対応、P14 参照)

装置構成例

構成例 1 :

微小電流対応ポテンショ / ガルバノスタット (1ch)

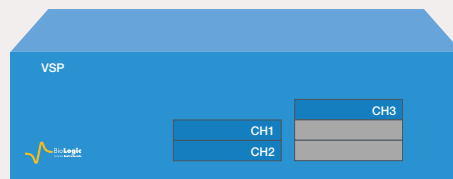
構成部品	数量
SP-150 2 スロットシャシー	1
ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	1
微小電流測定オプション (1 スロット)	1



構成例 2 :

150℃耐熱 インピーダンス測定システム (3ch)

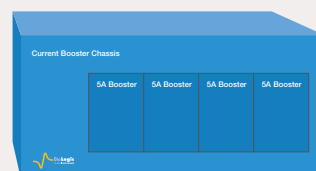
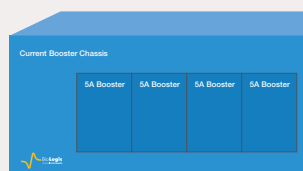
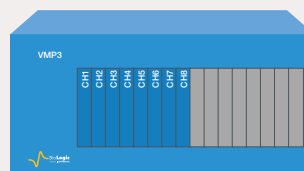
構成部品	数量
VSP 5 スロットシャシー	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	3
耐熱セルケーブル (温度範囲: -25℃ ~ +150℃)	3



構成例 3 :

5A インピーダンス測定システム (8ch)

構成部品	数量
VMP3 16 スロットシャシー	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	8
外部ブースター 8 スロットシャシー	2
5A ブースターボード (2 スロット)	8



① シャシー



SP-50 シャシー仕様

スロット数	1
サイズ (H x W x D)	197 x 136 x 377mm
重量	4.5kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 65W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・コンパクトで軽量
- ・インピーダンス測定以外の豊富な電気化学測定テクニックに対応



SP-150 シャシー仕様

スロット数	2
サイズ (H x W x D)	197 x 136 x 377mm
重量	4.5kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 65W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・コンパクトで軽量
- ・微小電流・外部ブースターに対応、インピーダンス測定可能



VSP シャシー仕様

スロット数	5
サイズ (H x W x D)	95 x 435 x 335mm
重量	8kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 300W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・最大 5ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして使用可能
- ・すべてのボード・オプションに対応



VMP3 シャシー仕様

スロット数	16
サイズ (H x W x D)	262 x 495 x 465mm
重量	20kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 650W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・最大 16ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして使用可能
- ・スタック電池の各セル同時インピーダンス測定



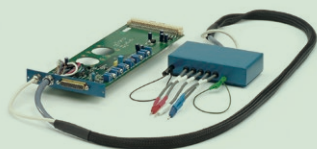
VSP-3e シャシー仕様

スロット数	8
サイズ (H x W x D)	405 x 225 x 320mm
重量	12kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 1,000W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・最大 8ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして使用可能
- ・最大 1A まで電流出力可能

② ボード



- ポテンショ / ガルバノスタットボード (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
インピーダンス測定オプション
- e タイプポテンショ / ガルバノスタットボード (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
インピーダンス測定オプション
インピーダンス品質評価機能を搭載
- 微小電流測定ボード (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
最小電流レンジ 1nA
入力インピーダンス 100T Ω以上
- 4A ブースターボード (VSP 対応)
最大電流 4A へ拡張

仕様の詳細は P6

③ ケーブル



- 標準付属セルケーブル 1.5m
オプションによりセルケーブル長を選択可能 (2.5m, 3m, 5m, 10m)
- 150℃耐熱セルケーブル
- DB-9 から BNC (8) への変換ケーブル
- グローブボックス接続変換コネクタ付きセルケーブル

④ 外部ブースター



ボード式電流ブースター

- ボード式電流ブースター (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
2A, 5A, 10A または 20A ブースターから自由に構成
- 据え置き型大電流ブースター (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
± 3V/80A または 0V ~ 5V/100A ブースターから選択
- スタックセル評価用ブースター (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)
60V/50A または 12V/200A ブースターから選択
VMP3, SAM-50 と組み合わせてスタックセルの各セルのインピーダンス測定に対応
ブースターを並列接続することで電流増幅可能

仕様の詳細は P7



フランス Bio-Logic 社 電気化学測定システム スタンダードモデル



②ボードラインナップ

- ポテンショ / ガルバノスタットボード (ケーブル付属)
オプション：インピーダンス測定
- e タイプポテンショ / ガルバノスタットボード (ケーブル付属)
オプション：インピーダンス測定
- 微小電流測定ボード
- 4A ブースターボード

ポテンショ / ガルバノスタット仕様 (1 スロット使用)

分極制御	
セル接続	2, 3, 4, 5 端子 (+グラウンド)
出力 / 制御電圧	20V 幅で $\pm 10V$ から $0 \sim 20V$ まで可変 (SP-150, VSP, VMP3, VSP-3e)
出力電流	$\pm 400mA$ (VSP, VMP3) $\pm 800mA$ (SP-50, SP-150) $\pm 1A^*$ (VSP-3e)
出力電圧分解能	最小 $5\mu V$
出力電流分解能	レンジの 0.004% , $760pA$ ($10\mu A$ レンジ)
出力電圧 / 電流精度	レンジの 0.1%
電流測定	
電流レンジ	$10\mu A \sim 1A$ (6 レンジ) Auto
電流測定分解能	レンジの 0.004%
電流測定精度	レンジの 0.1%
最小サンプリング間隔	$5\mu sec$ (SP-50, SP-150, VSP, VMP3) $200\mu sec$ (VSP-3e)
電圧測定	
電圧レンジ	$\pm 2.5V, \pm 5V, \pm 10V$
電圧測定分解能	最小 $76\mu V$
電圧測定精度	レンジの 0.1%
最小サンプリング間隔	$5\mu sec$ (SP-50, SP-150, VSP, VMP3) $200\mu sec$ (VSP-3e)
エレクトロメータ	
インプット	3 点電圧同時測定
入力インピーダンス	$>1T\Omega$, $<20pF$ 並列
バイアス電流	$<5pA$
インプット / アウトプット	
2 アナログインプット	$\pm 2.5V, \pm 5V, \pm 10V$ (16bit)
1 アナログアウトプット	$\pm 10V$ (16bit)
1 外部トリガーインプット	TTL
1 外部トリガーアウトプット	TTL
インピーダンス (オプション)	
周波数範囲	$10\mu Hz \sim 1MHz$ (基本精度 $1\%, 1^\circ$)
振幅	電圧: $0.5mV \sim 0.5V$ 電流: レンジの $0.1\% \sim 50\%$

* e タイプポテンショ / ガルバノスタットボードを挿入した場合の仕様となります。

微小電流測定ボード (1 スロット使用)

分極制御	
出力電流	$\pm 100mA$ (連続測定)
出力電流分解能	レンジの 0.004% , 最小 $76fA$ ($1nA$ レンジ)
出力電流精度	レンジの 0.1% (下記以外のレンジ) レンジの 0.5% ($10nA$ レンジ) レンジの 1% ($1nA$ レンジ)
電流測定	
電流レンジ	$1nA \sim 100mA$
電流測定分解能	レンジの 0.004% , 最小 $76fA$ ($1nA$ レンジ)
電流測定精度	レンジの 0.1% (下記以外のレンジ) レンジの 0.5% ($10nA$ レンジ) レンジの 1% ($1nA$ レンジ)
エレクトロメータ	
入力インピーダンス	$>100T\Omega$, $<1pF$ 並列
バイアス電流	$60fA$ typical, 最大 $150fA@25^\circ C$
バンド幅	$1MHz$

4A ブースターボード (2 スロット使用)

分極制御	
出力電圧	$20V$ 幅で $\pm 10V$ から $0 \sim 20V$ まで可変
出力電流	$\pm 4A$
立ち上がり時間	電圧: $15\mu sec$ 電流: $100\mu sec$
測定	
電圧 / 電流測定精度	電圧: レンジの 0.1% 電流: レンジの 0.2%
電圧ノイズ ($0 \sim 100kHz$)	$0.6mV_{pp}$
電流ノイズ ($0 \sim 100kHz$)	$1mApp$ ($4A$)
エレクトロメータ	
インプット	3 点電圧同時測定
入力インピーダンス	$>10G\Omega$
バンド幅	$1MHz$
インプット	
1 外部トリガーインプット	TTL (OCV モードへの移行)
インピーダンス	
周波数範囲	$10\mu Hz \sim 1MHz$ (基本精度 $1\%, 1^\circ$)
振幅	電圧: $0.5mV \sim 0.5V$ 電流: レンジの $0.1\% \sim 50\%$



④外部ブースターラインナップ (SP-150,VSP,VMP3,VSP-3e 対応)

- ボード式電流ブースター (8 スロット)
ラインナップ: 2A、5A、10A、20A
- 据え置き型大電流ブースター
ラインナップ: 80A、100A
- スタックセル評価用ブースター
ラインナップ: 60V/50A、12V/200A

シャーシ仕様 (2A、5A、10A、20A 用)

スロット数	8
サイズ (H x W x D)	262 x 495 x 465 mm
重量	24 kg
電源	90 ~ 264 V, 50/60 Hz, 1,000 W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

※ 80A/100A ブースターはボード式電流ブースター用シャーシと同サイズ・重量の据え置き型です。
 ※ 10 kHz 以上かつ 50 W 以上の出力で製品を利用する場合には、高周波利用設備として許可申請が必要となります。

ブースター仕様

分極制御	2A/5A	10A/20A	80A/100A
出力電圧	20V 幅で± 10V から 0 ~ 20V まで可変	20V 幅で± 10V から 0 ~ 20V まで可変	80A : ± 3V 100A : 0.6V ~ 5V
出力電流	2A : ± 2A 5A : ± 5A	10A : ± 10A 20A : ± 20A	80A : ± 80A 100A : ± 100A
スロット数	2 (2ch) /2	4/8	据え置き
立ち上がり時間	電圧 : 15 μ sec 電流 : 40 μ sec	電圧 : 25 μ sec (10A) /60 μ sec (20A) 電流 : 50 μ sec (10A) /120 μ sec (20A)	95 μ sec (80A) /1.7msec (100A) 150 μ sec (80A) /4msec (100A)
測定			
電圧 / 電流測定精度	レンジの 0.1%	レンジの 0.1%	電圧 : レンジの 0.1% 電流 : レンジの 0.5%
電圧ノイズ (0 ~ 100kHz)	0.6mVpp	0.6mVpp	0.18mVrms (80A) 0.15mVrms (100A)
電流ノイズ (0 ~ 100kHz)	1mApp (2A/5A)	1mApp (10A/20A)	14mArms (80A) 5mArms (100A)
エレクトロメータ			
インプット	3 点電圧同時測定	3 点電圧同時測定	3 点電圧同時測定
入力インピーダンス	>10G Ω	>10G Ω	>10G Ω
バンド幅	1MHz	1MHz	1MHz
インプット			
1 外部トリガーインプット	TTL (OCV モードへの移行)	TTL (OCV モードへの移行)	TTL (OCV モードへの移行) 非常停止ボタン
インピーダンス			
周波数範囲 (基本精度 1%, 1°)	2A : 10 μ Hz ~ 150kHz 5A : 10 μ Hz ~ 125kHz	10A : 10 μ Hz ~ 80kHz 20A : 10 μ Hz ~ 30kHz	80A : 10 μ Hz ~ 10kHz 100A : 10 μ Hz ~ 10kHz
振幅	電圧 : 0.5mV ~ 0.5V 電流 : レンジの 0.1% ~ 50%	電圧 : 0.5mV ~ 0.5V 電流 : レンジの 0.1% ~ 50%	電圧 : 0.5mV ~ 0.5V 電流 : レンジの 0.1% ~ 50%



フランス Bio-Logic 社 大電流ポテンショ／ガルバノスタット HCP-803 / HCP-1005



特長

- $10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$, 80A (HCP-803) / 100A (HCP-1005) の 7 桁電流レンジ
- 大容量の二次電池や燃料電池の評価に最適

シャーシ仕様

サイズ (H x W x D)	262 x 495 x 465 mm
重量	23 kg (HCP-803), 25 kg (HCP-1005)
電源	200 ~ 240V, 50/60Hz, 1,000W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

※ 10 kHz 以上かつ 50 W 以上の出力で製品を利用する場合には、高周波利用設備として許可申請が必要となります。



対応ソフトウェア



EC-Lab



EC-Lab Express



ZView



Z-ASSIST



Z-3D



Z-FIT

概要

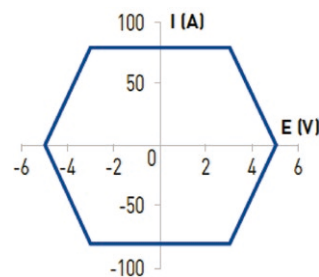
HCP-803/1005 は大容量な二次電池や EDLC、燃料電池の測定に最適なポテンショ／ガルバノスタットです。電流レンジとして $10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$, 80A (HCP-803) / 100A (HCP-1005) の 7 桁ダイナミックレンジを有していますので、一台で基礎研究で必要となる微小電流制御・測定から、実用電池レベルの大容量セルの評価にまで対応しています。

※ 80A、100A レンジ使用時はレンジ固定

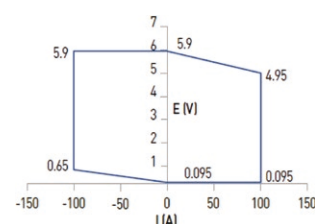
ポテンショ／ガルバノスタット仕様

分極制御	
セル接続	2, 3, 4, 5 端子 (+ グラウンド)
出力電圧	$\pm 3\text{V}$ (HCP-803) $+0.6\text{V} \sim +5\text{V}$ (HCP-1005)
出力電流	$\pm 80\text{A}$ (HCP-803) $\pm 100\text{A}$ (HCP-1005)
出力電圧分解能	最小 $5\mu\text{V}$
出力電流分解能	レンジの 0.004%, 760pA ($10\mu\text{A}$ レンジ)
出力電圧精度	レンジの 0.1%
出力電流精度	レンジの 0.1% ($10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$ レンジ) レンジの 0.5% (80A/100A レンジ)
電流測定	
電流レンジ	80A レンジ (固定)、 $10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$ レンジ 100A レンジ (固定)、 $10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$ レンジ
電流測定分解能	レンジの 0.004% 最小 760pA ($10\mu\text{A}$ レンジ)
電流測定精度	レンジの 0.1% ($10\mu\text{A} \sim 1\text{A}$ レンジ) レンジの 0.5% (80A/100A レンジ)
最小サンプリング間隔	HCP-803: $20\mu\text{sec}$, HCP-1005: $200\mu\text{sec}$
電圧測定	
電圧レンジ	$\pm 3\text{V}$ (HCP-803) $+0.6\text{V} \sim +5\text{V}$ (HCP-1005)
電圧測定分解能	最小 $76\mu\text{V}$
電圧測定精度	レンジの 0.1%
最小サンプリング間隔	HCP-803: $20\mu\text{sec}$, HCP-1005: $200\mu\text{sec}$
エレクトロメータ	
インプット	3 点電圧同時測定
入力インピーダンス	$>10\text{G}\Omega$
インプット / アウトプット	
1 外部トリガーインプット	OCV モードへの移行
非常停止ボタン	1
1 温度測定	PT-100 センサ (HCP-1005 のみ)

ポテンショ／ガルバノスタット出力可能範囲



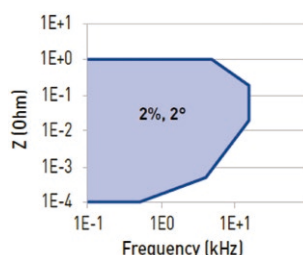
HCP-803



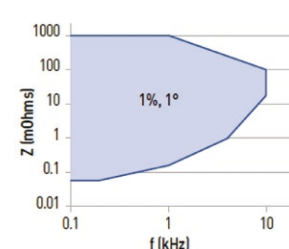
HCP-1005

インピーダンス測定

インピーダンス	
周波数範囲	$10\mu\text{Hz} \sim 10\text{kHz}$
振幅	電圧: $0.5\text{mV} \sim 0.5\text{V}$ 電流: 電流レンジの 0.1% ~ 50%



HCP-803



HCP-1005

インピーダンス測定精度

スタックセル評価用ブースター (SP-150/VSP/VMP3/VSP-3e 対応)



- 60V/50A または 12V/200A のブースターから選択
- 最大で 4 台まで並列接続することで電流増幅

センサアダプターモジュール SAM-50



- FlexP との組み合わせにより、スタックセルの各セルの特性を同時に評価
- 3 台使用することで最大 30 点の電圧測定

センサアダプターモジュール：SAM-50

入力電圧点数	10 点
入力電圧	0 ~ + 60V
電圧測定精度	レンジの 0.3%

ブースター仕様

電圧	FlexP 0060 FlexP 0160	FlexP0012
出力電圧	0V ~ 60V (FlexP0060) 1V ~ 60V (FlexP0160)	-2V ~ 12V
出力電流	-50A ~ 49A	± 200A
最大並列接続台数	4 台 (- 200A ~ 196A)	4 台 (± 200A)
出力電圧分解能	1mV	100μV
出力電流分解能	0.01%F.S.R	
出力精度	0.2% ± 0.1%F.S.R	
立ち上り時間	< 10μsec	< 20μsec
最大出力	水冷 : 3kW 空冷 : 1.5kW	水冷 : 2.4kW 空冷 : 1.5kW
電圧 / 電流測定		
電圧測定分解能	1.52mV	305μV
電圧測定精度	0.1% ± 0.01%F.S.R	
電流測定分解能	3.8mA	20.3mA
電流測定精度	0.1% ± 0.01%F.S.R	0.2% ± 0.02%F.S.R
インピーダンス測定		
周波数範囲	10μHz ~ 10kHz	
基本精度	1%、1°	
一般仕様		
サイズ [W x D x H]	450mm x 500mm x 133mm	
重量	27kg	
電源	200V、20A (電圧トランス使用)	

※ 別途、電圧トランスおよびチラーが必要となります。

※ 10 kHz 以上かつ 50 W 以上の出力で製品を利用する場合には、高周波利用設備として許可申請が必要となります。

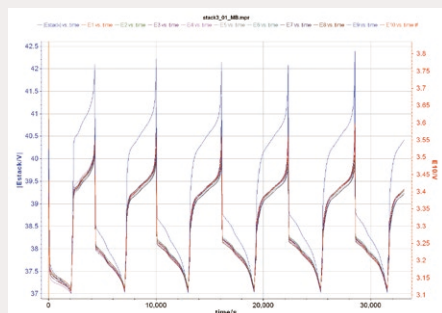
スタックセルの測定事例



■ サンプル情報

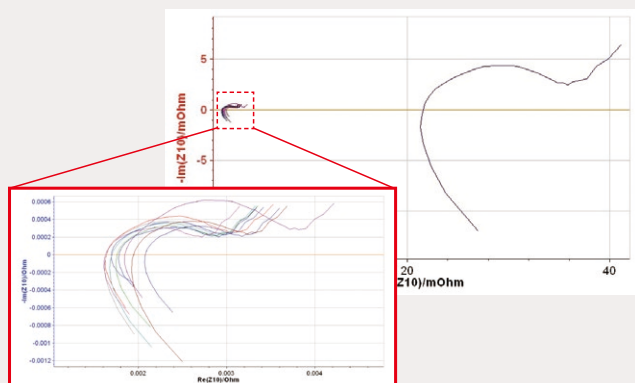
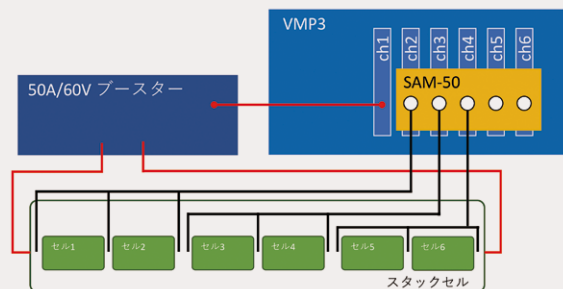
電池容量	32Ah
充放電電流	30A
公称電圧	38.4V
最大電圧	43.8V
最小電圧	32V

右図のようなスタックセル全体と同時に各セルのインピーダンス測定を評価することができます。加えて、充放電試験やインピーダンス測定、恒温槽の温度制御もソフトウェア上でシーケンス化することで、配線を付け替えることによる接触抵抗の変化をなくし、測定時間も短縮できます。



充放電試験中のスタックセルと各セルの電圧変化

■ 装置とセルの接続イメージ

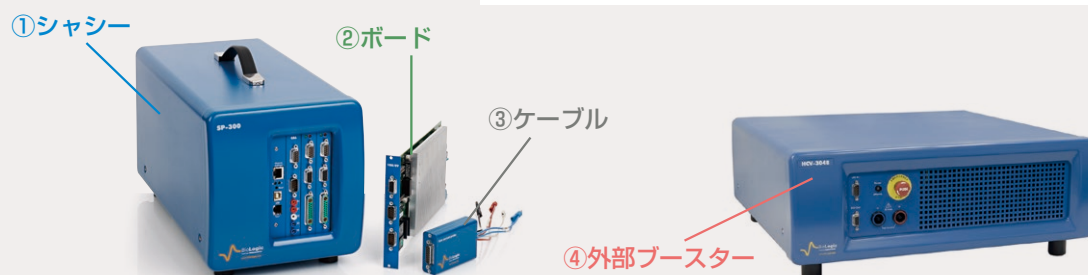


スタックセルと各セルのインピーダンス測定結果

構成例：60V/50A スタックセル（単セル 10 個）の各セルインピーダンス測定システム

構成部品	数量
VMP3 16 スロットシャーシ	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	1
ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	5
FlexP0160 電流 / 電圧ブースター	1
SAM-50 センサアダプターモジュール	1

システム構成



対応ソフトウェア



EC-Lab



EC-Lab Express



ZView



Z-ASSIST



Z-3D



Z-FIT

概要

- 最小電流レンジ10nA、7MHzのインピーダンス測定、アナログフィルター搭載のハイエンドモデル
- 全5種類のシャーシから選択可能
- 微小電流・ブースターオプションによる仕様の拡張
- アナログランジェネレータ (ARG) オプションで理想的な CV 測定を実現
- インピーダンス測定時の品質評価機能を搭載

装置構成例

構成例 1 :

微小電流対応ポテンショ / ガルバノスタット (2ch)

構成品	数量
SP-300 2スロットシャーシ	1
ポテンショ / ガルバノスタットボード (1スロット)	2
微小電流測定オプション	2



構成例 2 :

30A/48V インピーダンス測定システム (1ch)

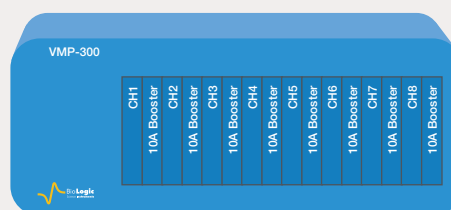
構成品	数量
SP-200 1スロットシャーシ	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1スロット)	1
HCV-3048 30A/48V パワーブースター	1



構成例 3 :

10A インピーダンス測定システム (8ch)

構成品	数量
VMP-300 16スロットシャーシ	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1スロット)	8
エレクトロメータ付セルケーブル	8
ブースターオプション (1スロット: 0V ~ 5V, 10A)	8



① シャシー



SP-200 シャシー仕様

スロット数	1
サイズ (H x W x D)	221 x 170 x 384mm
重量	7.2kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 350W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・コンパクト・軽量
- ・微小電流・ARG オプション対応
- ・外部ブースター対応



SP-240 シャシー仕様

スロット数	2
サイズ (H x W x D)	225 x 205 x 410mm
重量	7.5kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 350W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・標準で 4A ブースターボード内蔵
- ・微小電流・ARG オプション対応



SP-300 シャシー仕様

スロット数	2
サイズ (H x W x D)	225 x 205 x 410mm
重量	7.5kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 350W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・2ch のマルチポテンショ / ガルバノスタット、またバイポテンシヨスタットとして使用可能
- ・全てのボード・オプションに対応



VSP-300 シャシー仕様

スロット数	6
サイズ (H x W x D)	337 x 254 x 517mm
重量	20kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 650W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・最大 6ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして使用可能
- ・すべてのボード・オプションに対応

※ブースターボードは最大 4 枚まで挿入可能



VMP-300 シャシー仕様

スロット数	16
サイズ (H x W x D)	315 x 534 x 565mm
重量	30kg
電源	90 ~ 264V, 50/60Hz, 1,500W
PC との接続	Ethernet, USB2.0

特長

- ・最大 16ch のマルチポテンショ / ガルバノスタットとして使用可能
- ・すべてのボード・オプションに対応

※ 100 V 電源の場合、ブースターボードは最大 12 枚まで挿入可能

② ボード



■ ポテンショ / ガルバノスタットボード

インピーダンス測定オプション

アナログランプジェネレータ (ARG) オプション

■ ブースターボード

- ・ 1A/48V ボード
- ・ 2A/30V ボード
- ・ 4A/14V ボード
- ・ 10A/5V ボード

仕様の詳細は P12

③ ケーブル



■ エレクトロメータ付セルケーブル

■ 微小電流測定オプション

最小電流レンジ 1pA

入力インピーダンス 100T Ω以上

■ 150℃耐熱延長ケーブル

■ グローブボックス接続変換コネクタ付セルケーブル

ケーブル長は選択可能 (1.75m, 2.5m, 3m, 5m)

仕様の詳細は P13

④ 外部ブースター



■ HCV-3048 30A/48V パワーブースター

仕様の詳細は P13



フランス Bio-Logic 社 電気化学測定システム アドバンスドモデル



②ボードラインナップ

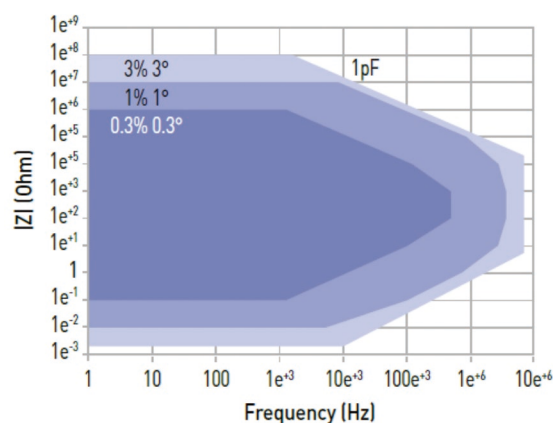
- ポテンショ / ガルバノスタットボード
オプション：インピーダンス測定、アナログランブジェネレータ
- ブースターボード
4 種類のボードから選択
[1A/48V、2A/30V、4A/14V、10A/5V]

ポテンショ / ガルバノスタット仕様 (1 スロット使用)

分極制御	
セル接続	2, 3, 4, 5 端子 (+ グラウンド)
出力電圧	± 12V
制御電圧	± 10V
出力電流	± 500mA
出力電流レンジ	1μA ~ 1A
出力電圧分解能	最小 1μV
出力電流分解能	レンジの 0.0033%
出力電圧 / 電流精度	電圧: ± 1mV ± 設定値の 0.03% 電流: レンジの ± 0.1% 設定値の ± 0.03%
電流測定	
電流レンジ	10nA ~ 1A (9 レンジ), Auto ※ 100nA, 10nA はゲイン
電流測定分解能	レンジの 0.0033%
電流測定精度	レンジの 0.1% ± 読値の 0.03%
最小サンプリング間隔	1 μsec
電圧測定	
電圧レンジ	± 25mV, ± 250mV, ± 2.5V, ± 5V, ± 10V
電圧測定分解能	レンジの 0.0033%
電圧測定精度	± 1mV ± 読値の 0.03%
最小サンプリング間隔	1 μsec
エレクトロメータ	
入力インピーダンス	>1TΩ, <25pF 並列
バイアス電流	<10pA
インプット / アウトプット	
外部入力	アナログ波形入力による外部制御可能
2 アナログインプット	± 2.5V, ± 5V, ± 10V (16bit)
1 アナログアウトプット	± 10V (16bit)
1 外部トリガーインプット	TTL
1 外部トリガーアウトプット	TTL

インピーダンスオプション (ポテンショ / ガルバノスタットに内蔵)

インピーダンス	
周波数範囲	10μHz ~ 7MHz (基本精度 0.3%, 0.3°)
振幅	電圧: 0.5mV ~ 2.5V (1mV 分解能) 電流: レンジの 0.1% ~ 100% (レンジの 0.004% 分解能)



インピーダンス測定精度

アナログランブジェネレータ (ポテンショ / ガルバノスタットに内蔵)

スキャンレンジ	1V/s, 100V/s, 10kV/s, 1MV/s
スキャン分解能	レンジの 0.0015% (最小 15μV/s)
最小スキャンレンジ	± 10mV
精度	<レンジの ± 0.1%
サイクル数	1 ~ 65535 サイクル

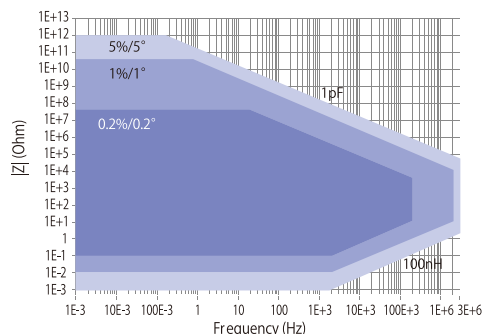


ブースターボード (1 スロット使用)

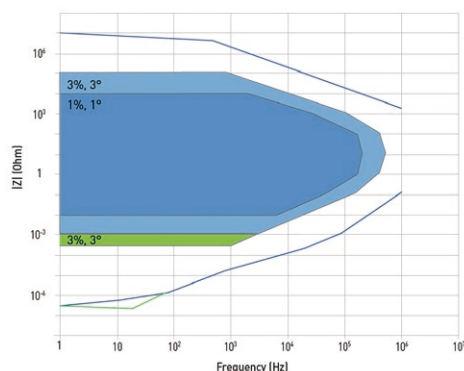
	1A/48V	2A/30V	4A/14V	10A/5V
出力電圧	± 48V	± 30V	-3V ~ +14V	-1V ~ +6V
制御電圧	± 48V	± 30V	-3V ~ +10V	-1V ~ +6V
出力電流	± 1A	± 2A	± 4A	± 10A
出力電流精度	レンジの 0.1%	レンジの 0.1% ± 設定値の 0.03%	レンジの 0.1% ± 設定値の 0.03%	レンジの 0.05% ± 設定値の 0.5%
周波数範囲 (EIS)	10μHz ~ 2MHz	10μHz ~ 1MHz	10μHz ~ 1MHz	10μHz ~ 1MHz
バンド幅 (-3dB)	>2MHz	>2MHz	>8MHz	>8MHz
スルーレート (無負荷)	>15V/μsec	>75V/μsec	>75V/μsec	>50V/μsec
立ち上がり時間 (無負荷)	<250nsec	<200nsec	<100nsec	<200nsec
フローティングモード	○	○	○	○
並列接続	○	○	○	○



微小電流測定オプション

インピーダンス測定精度
(微小電流測定オプション使用時)

グローブボックス接続変換コネクタ付きセルケーブル

インピーダンス測定精度
(HCV-3048 使用時)

③ ケーブルラインナップ

- エレクトロメータ付セルケーブル
- 微小電流測定オプション
- 150℃耐熱延長ケーブル
- グローブボックス接続変換コネクタ付セルケーブル

ケーブル長は選択可能 (1.75m, 2.5m, 3m, 5m)

微小電流測定オプション

分極制御	
出力電流	± 500mA
出力電流分解能	レンジの 0.004% (最小 76aA)
出力電流精度	レンジの 0.1% ± 設定値の 0.03% (500mA ~ 100nA レンジ) レンジの 0.1% ± 設定値の 1% (10nA ~ 1nA レンジ) レンジの 0.2% ± 設定値の 2% (100pA レンジ)
電流測定	
電流レンジ	1pA ~ 1A (13 レンジ)、Auto ※ 10pA, 1pA はゲイン
電流測定分解能	レンジの 0.004% (最小 76aA)
電流測定精度	レンジの 0.1% ± 読値の 0.03% (500mA ~ 100nA レンジ) レンジの 0.1% ± 読値の 1% (10nA, 1nA レンジ) レンジの 0.2% ± 読値の 2% (100pA レンジ) レンジの 1% ± 読値の 2% (10pA レンジ) レンジの 10% ± 読値の 2% (1pA レンジ)
エレクトロメータ	
入力インピーダンス	>100TΩ, <6pF 並列
バイアス電流	<1pA (<300fA typical)
バンド幅	5MHz
インピーダンス	
周波数範囲	10μHz ~ 3MHz (基本精度 0.2%, 0.2°)

④ 外部ブースター

- HCV-3048 30A/48V パワーブースター

30A/48V パワーブースター仕様

電圧	
電圧範囲	0 ~ +48V
電圧測定精度	レンジの 0.03% ± 読値の 0.03%
電流	
電流範囲	± 30A (4 台並列時に最大 ± 120A)
電流レンジ	300mA, 3A, 30A
電流測定精度	レンジの 0.1% ± 読値の 0.3%
一般	
立ち上がり時間	<3μs (0V → +48V)
スルーレート	>20V/μsec
フローティング	可能 (絶縁抵抗 350kΩ)
入力インピーダンス	>100GΩ, <140pF 並列
バンド幅	120kHz
インピーダンス	
周波数範囲	10μHz ~ 500kHz (基本精度 1%, 1°)
振幅	電圧: 0 ~ 12.5V 電流: レンジの 0 ~ 100%
サイズ・電源	
サイズ (H x W x D)	135 x 430 x 400 mm
重量	26 kg
電源	200 ~ 264V, 50/60Hz, 2,000W

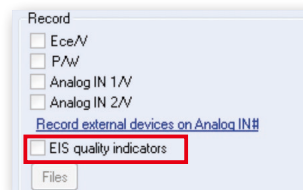
※ 10 kHz 以上かつ 50 W 以上の出力で製品を利用する場合には、高周波利用設備として許可申請が必要となります。

テクニカルレビュー

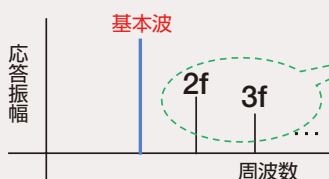
EC-Lab ソフトウェアを使用したインピーダンス測定データの品質評価

インピーダンス測定は電極界面の評価に有効な測定手法ですが、正確な測定を行うためには、①線形性、②不変性、③因果性の3つの条件を満たす必要があります。インピーダンス測定の品質・信頼性を上げるため、EC-Labでは「EIS quality indicators」という機能を用いることで以下の3点を評価することができます。

※「EIS quality indicators」の機能はスタンダードモデルのeタイプおよびアドバンスドモデルに限ります。



①全高調波歪み (THD : Total Harmonic Distortion)



THDは、①線形性を満たしているかを評価する指標となります。THDは高調波成分全体と基本波成分の比で表し、次の式を用いて表されます。

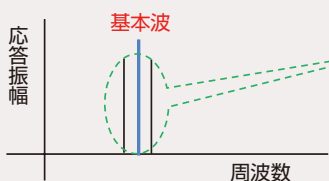
$$THD_N = \frac{1}{|Y_f|} \sqrt{\sum_{k=2}^N |Y_k|^2} \quad (1)$$

|Y_f| : 基本周波数 f (または第 1 高調波) における信号の振幅

|Y_k| : k 番目の高調波の振幅

EC-Labでは、電位、電流それぞれの6つ以上の高調波 (N=7) で計算

②非平衡歪み (NSD : Non Stationary Distortion)



NSDは、②不変性を満たしているかを評価する指標となります。サンプルが平衡状態でない場合、応答信号には基本周波数に加えてに隣接する周波数成分が含まれるため次の式を用いて表されます。

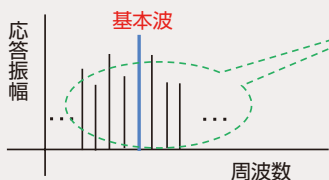
$$NSD_{\Delta f} = \frac{1}{|Y_f|} \sqrt{|Y_{f-\Delta f}|^2 + |Y_{f+\Delta f}|^2} \quad (2)$$

|Y_f| : 基本周波数 f (または第 1 高調波) における信号の振幅

|Y_f - Δf| et |Y_f + Δf| : 基本周波数に隣接するピークの振幅

Δf : 周波数分解能

③ SN 比 (NSR : Noise-to-Signal Ratio)



NSRは、③因果性を満たしているかを評価する指標となります。基本周波数以外の周波数には計測器由来や外乱ノイズも含まれ、次の式を用いて表されます。

$$NSR_f = \frac{1}{|Y_f|} \sqrt{\sum_k |Y_{k\Delta f}|^2} \quad (3)$$

$$k\Delta f \notin \{f; 2f; 3f; 4f; 5f; 6f; 7f; f - \Delta f; f + \Delta f\}$$

※これは、以下に含まれないすべての信号を表します。

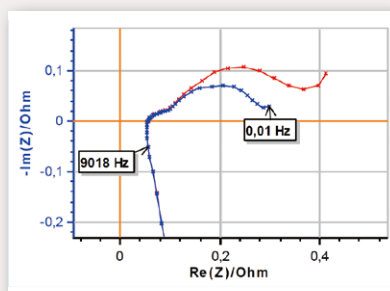
- ・ 基本周波数
- ・ THD を計算するために使用される 6 つの高調波
- ・ NSD を計算するために使用される基本周波数に隣接する周波数の信号

測定事例

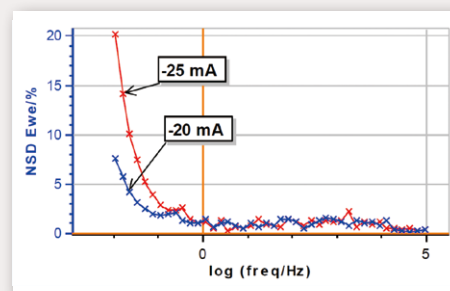
以下の測定条件でインピーダンス測定を行い、その際の a) ナイキスト線図および b) 応答電圧の NSD を示します。約 1 Hz 以下の周波数で NSD が上昇しており、-20mA (青色) では 15mHz、-25mA (赤色) では 50mHz で 5% を超えています。電流値の増加に伴い NSD も増加しており、これは測定系が時間とともに急速に変化しているからだと考えられます。

測定条件

- サンプル : リチウムイオン二次電池 (18650 型)
- 測定条件 : 電流制御でのインピーダンス測定 (GEIS)
- 放電電流 : -20mA (青色)
-25mA (赤色)
- 振幅電流 : 10mA
- 周波数範囲 : 10mHz ~ 100kHz



a) ナイキスト線図



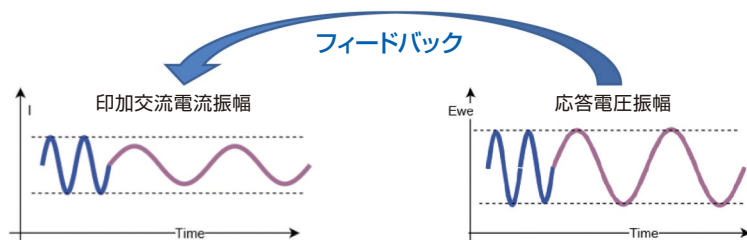
b) 応答電圧の NSD

テクニカルレビュー

応答電圧振幅値の制御による電流インピーダンス測定 (GEIS-AA)

GEIS-AA は、印加交流電流振幅に対する応答電圧振幅をフィードバックし、予め設定した応答電圧振幅値以下に抑えるよう交流電流振幅を自動調整する機能です。従来の電流インピーダンス測定 (GEIS) では、低周波数領域でインピーダンスの増加に伴い応答電圧振幅が大きくなり、印加交流電流振幅値によっては線形性が保つことができませんでした。

GEIS-AA では、応答電圧振幅に合わせて交流電流振幅を自動調整するため、GEIS 中も線形性を保ちながら低周波数領域まで測定することができます。また、3D インピーダンス法 (P48, 49 参照) を行うために電流インピーダンス測定を用いる場合がありますが、その際にも GEIS-AA の機能により線形性を保持することができます。

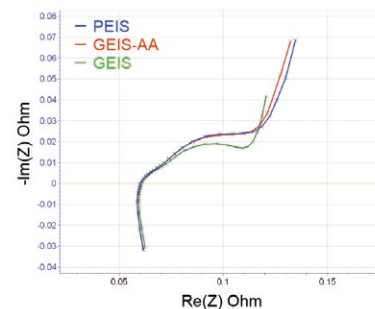


測定事例

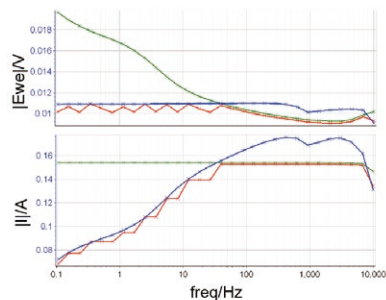
以下の測定条件でインピーダンス測定を行い、電圧インピーダンス測定 (PEIS) と GEIS、GEIS-AA を比較した際の a) ナイキスト線図および b) 周波数における交流電圧 / 電流振幅値を示します。GEIS は電流振幅が一定のため、低周波数領域で電圧振幅が大きくなっているのに対し、GEIS-AA では応答電圧振幅が設定値の 10mV より大きくならないよう交流電流振幅を自動調整しています。そのため、GEIS-AA は低周波数領域でも PEIS とほぼ同じインピーダンス結果を得ることができています。

測定条件

- サンプル : リチウムイオン電池 (18650 型)
- OCV 電圧 : 3V
- 振幅電圧 : 10mV
- 振幅電流 : 150mA
- 周波数範囲 : 100mHz ~ 10kHz

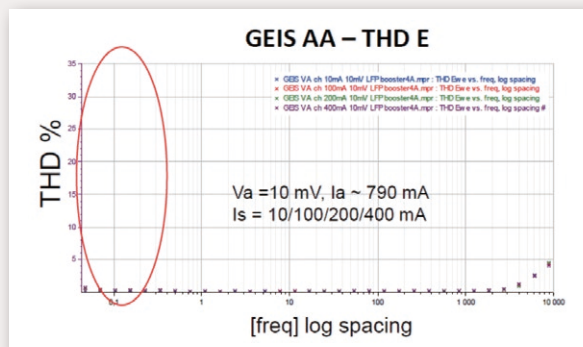
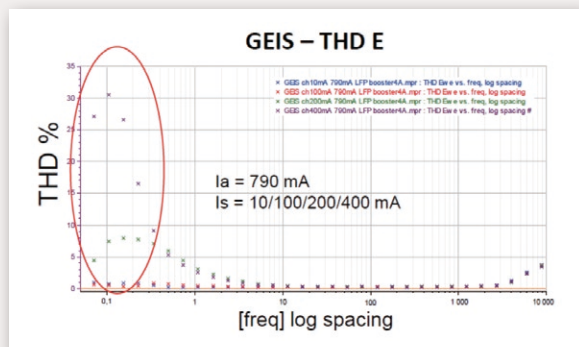


a) ナイキスト線図



b) 周波数における交流電圧 / 電流振幅値

Bio-Logic 社製電気化学測定システムのアドバンスドモデルは、インピーダンス測定的前提条件である線形性、不変性、因果性を評価するために「EIS quality indicators」という機能 (P14 参照) を搭載しています。THD は、高周波成分全体と基本は成分の比で表し、線形性を満たしているかを評価する指標となります。以下に GEIS (左図) と GEIS-AA (右図) の THD 比較を示します。GEIS では DC 電流が 200mA を超えると低周波数領域で THD が増加していますが、GEIS-AA では同一条件でも THD は増加しておらず、線形性が保たれたインピーダンス結果であると判断できます。



交流電流振幅 790mA (GEIS-AA は応答電圧振幅 10mV) に設定、DC 電流別の THD 比較

テクニカルレビュー

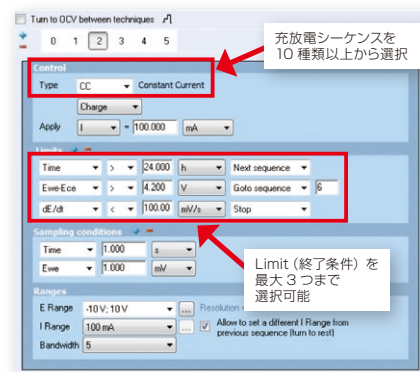
EC-Lab ソフトウェアを使用した二次電池の評価法 / 耐食性の評価

「MB」による充放電・インピーダンス試験

EC-Lab ソフトウェアでは 80 を越える豊富なテクニックが使用可能で、その 1 つに充放電試験に特化した「MB (Modulo Bat)」があります。

本テクニックは下記のような特長を有しており、非常に複雑な充放電試験でも容易に実行することができます。

- 10 種類以上の充放電ステップ及びインピーダンス試験を (CC、CV、REST、PEIS など) を自由に組めます。
- 各ステップで 10 種類以上の終了条件 (時間、電圧、容量など) から最大 3 つを設定することができます。

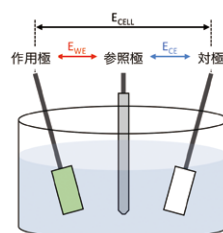


MB テクニック設定画面

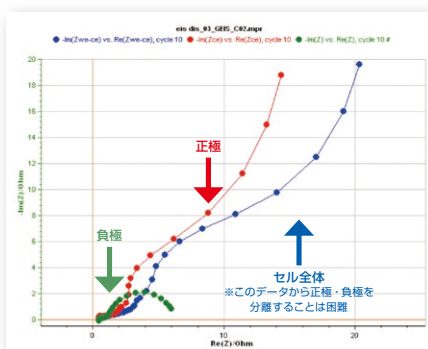
5 端子測定による正負極の同時評価

Bio-Logic 社製 電気化学測定システムは 5 端子測定機能を搭載しております。5 端子測定は 3 極式セルにおいて、参照電極－作用極間の電圧制御を行い、同時に参照電極－対極間の電圧測定を可能とする機能です。正極と負極を同時に電圧測定を行うことにより、電池の特性をより正しく評価することができます。

右のグラフは参照電極付きのリチウムイオン二次電池を測定した例です。参照電極を用いて正極・負極のそれぞれのインピーダンスを個別に測定することにより、特性を明確に分離できることから、反応機構をより詳細に解析することができます。



3 極セル イメージ



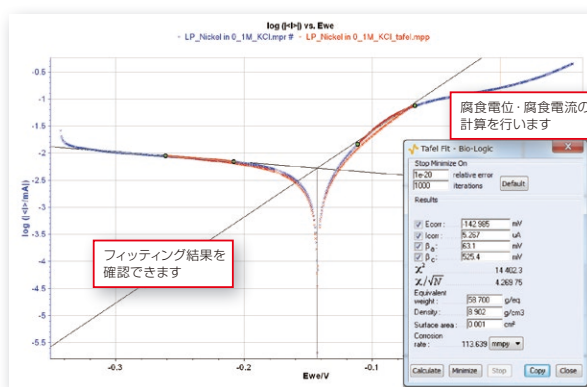
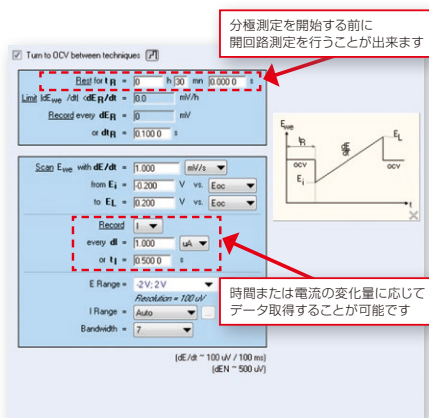
5 端子測定による正極 / 負極 / セル全体のインピーダンス測定結果

<測定サンプル情報 (右図) >

- 正極 : NMC (ニッケルマンガンコバルト系材料)
- 負極 : グラファイト
- 参照極 : Li 箔

「TP」による分極測定と腐食速度解析

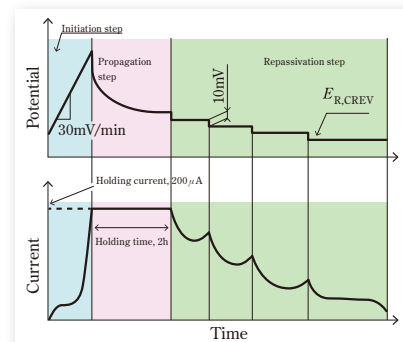
EC-Lab ソフトウェアは約 20 種類の耐食性評価のための電気化学テクニックを搭載しています。その一つである「TP : Tafel Plot」を使用することで分極測定を行うことが可能であり、加えて EC-Lab に含まれている解析機能を用いることで、腐食電位・腐食速度を得ることもできます。



「RP」による 腐食すきま再不動態化電位測定 (JIS0592)

EC-Lab ソフトウェアは JIS0592 : ステンレス鋼の腐食すきま再不動態化電位測定法に準拠した RP : Repassivation Potential というテクニックを搭載しています。

使用するセルにウォータージャケットをつけ、恒温水循環装置を組み合わせることで各温度でのすきま再不動態化電位も測定可能です。

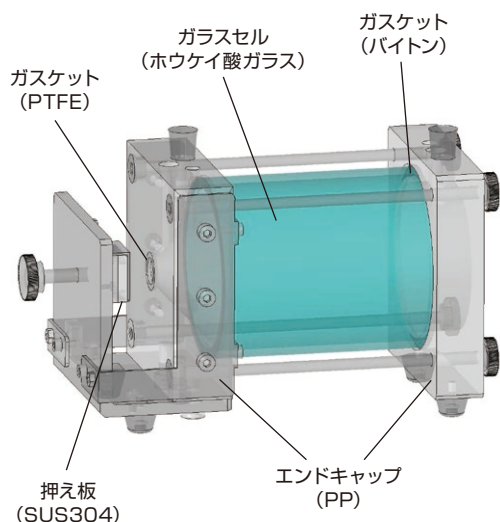


腐食評価用セル



東陽テクニカ社

フラットセル EL-FLAT-TOY



特長

- 板状のサンプルを評価・測定可能
- 作用電極近傍に参照電極を設置可能
- Oリングによる固定、機密性の確保

標準構成

EC-FLAT-TOY	フラットセル本体 ※ パージチューブ、Oリング付属 ※ 参照電極、対極は付属されていません。参照電極、対極孔は共に 6mm φ
-------------	---

オプション

RE-1A	銀 / 塩化銀参照電極
CE-1	白金対極 直径 0.5mm × 80mm スパイラル
MPT-1	白金メッシュ対極 35 × 25mm
VB1-7	パージチューブ 外径 3mm 長さ 2m
VB1-9	バイトン Oリング



フランス Bio-Logic 社

腐食セルキット EL-CORR-1 / EL-CORR-2



EL-CORR-2

特長

- 溶容量：1L
- 対極：グラファイトロッド
- 豊富な溶容量により長時間の溶液の汚染を軽減
- ダブルジャケットにより恒温測定が可能 (EL-CORR-2)

EL-CORR-1

EL-CORR-2

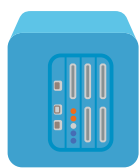
標準構成

EL-C-001	ガラスセル本体 (1L)	■	
EL-C-002	ダブルジャケットガラスセル (1L)		■
EL-C-003	テフロンキャップ	■	■
EL-C-004	テフロンリング	■	■
EL-C-005	バー固定用クランプ	■	■
EL-C-006	ダブルパージチューブ		■
EL-C-009	グラファイトロッド	■	■
EL-C-011	ダブルナット (φ 25mm&12mm)		■
EL-C-012	伸縮式セルスタンド		■
O92-C-013	サンプルホルダー (1cm ²)		■
EL-C-016	パージチューブ	■	
EL-C-017	φ 8mm 参照極用ブリッジチューブ	■	■
R-XR300	銀塩化銀参照極 (外径: 8mm)	■	■
R-A94L111	ケーブル接続用スクリューキャップ接続ケーブル	■	■
R-X31M012	8mm 参照極用円錐型リング (12mm) x4	■	■

オプション

EL-C-014	PT100 温度プローブ
EL-C-015B	スターラー & ヒーター
EL-C-018	スターラー用ベースホルダー
O92-VYC4	バイコールチップ×10

電気化学 QCM

ポテンショ／
ガルバノスタット

QCM



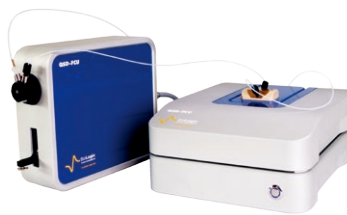
セル

特長

- 水晶振動子の共振周波数・共振抵抗から微小な質量の変化を測定可能
- EC-Lab にてデータ表示可能
- 二次電池の電極重量変化測定用セル有
- その他、豊富なセルラインナップと特注セルも対応

QCM922A
水晶振動子測定システム

発振方式：他励発振方式
共振周波数範囲：5MHz～30MHz
(0.01Hz 分解能)
共振抵抗範囲：1 Ω ～10k Ω (0.01 Ω 分解能)
サイズ (H x W x D)：95 x 162 x 161 mm
アナログ出力：2 ポート (ΔF , ΔR ： $\pm 10V$)

Blu-QCM QSD
1ch eQCM システム

共振周波数範囲：4MHz～160MHz
(0.1Hz 分解能)
セル温度範囲：15℃～45℃
液体フロー：0.0125～21250 $\mu L/min$

Blu-QCM QMD
4ch eQCM システム

共振周波数範囲：5MHz～160MHz
(0.001Hz 分解能)
液体フロー：対応
サイズ (H x W x D)：770 x 162 x 161 mm

セルラインナップ

VQ1

EQCM
セル (横型)

液量 15～20mL



VQ2

EQCM
セル (縦型)液量 15～20mL
(攪拌可能)

VQ3

電池評価用
EQCM
3 極セル

VQ3A

電池評価用
EQCM
2 極セルIn-batch
eQCM

3 極セル



VQ4

EQCM
フローセル液を流しながら
測定可能

VQ5

微小 EQCM
セル (横型)

液量 1mL 程度



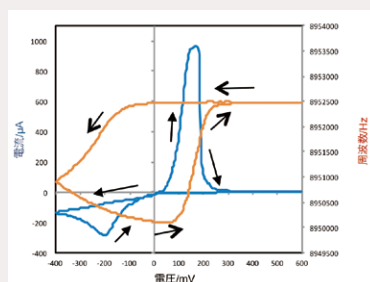
VQ6

微小 EQCM
セル (縦型)液量 1mL 程度
(攪拌可能)Flow
eQCM

3 極セル

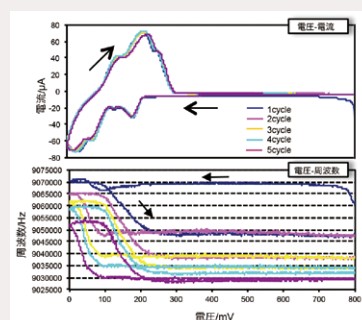
測定例 1: CuSO₄ 溶液の CV 測定

水晶振動子：9MHz (Au)
硫酸銅濃度：10mM
電解質：1M Na₂SO₄
スキャン速度：5mV/s
対極および参照極：白金および Ag/AgCl



測定例 2: LIB グラファイト負極薄膜の CV 測定

水晶振動子：9MHz (Cu)
電解質：1M LiPF₆ (EC-DEC 1:1)
スキャン速度：0.1mV/s
正極および参照極：リチウム





特長

- 回転速度：100 ～ 10,000 rpm
- 省スペース
- 外部電圧回転制御 / 回転計アナログ出力により電気化学測定システムとの連動可能

電気化学測定装置との連動

Bio-Logic 社製 電気化学測定システムと組み合わせることで、EC-Lab ソフトウェアから回転数制御と電気化学測定の全自動測定およびグラフ表示が可能



BluRev

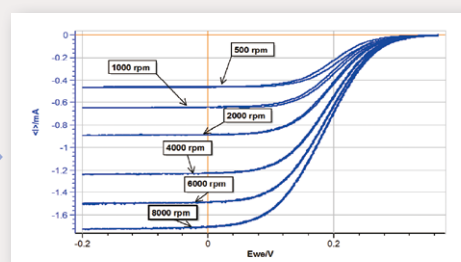
回転数制御

回転数モニタ



電気化学測定装置

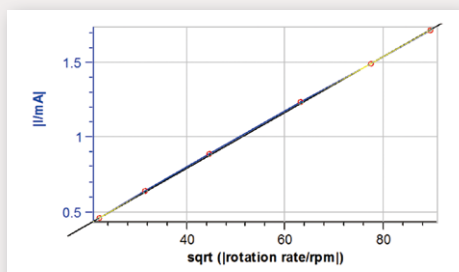
グラフ表示



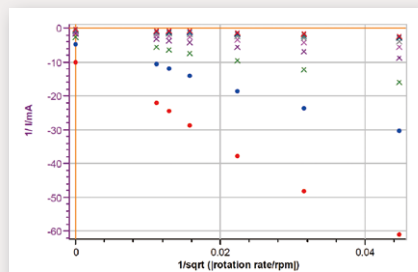
回転数ごとのサイクリックボルタングラム

グラフ表示・解析機能

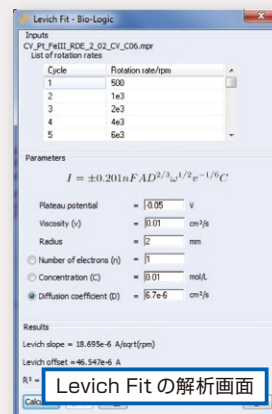
EC-Lab ソフトウェアには、Levich プロットや Koutecky-Levich プロットの解析機能も搭載



Levich プロット



Koutecky-Levich プロット



Levich Fit の解析画面

BluRev RDE 仕様

回転速度	100 ～ 10,000 rpm
確度	± 1 rpm
偏心	< 0.1 mm
最小回転制御ステップ	10 rpm
測定分解能	1 rpm
回転アナログ入力 / 出力	可能
ガスパージ	可能
動作温度	10 ～ 40℃

セル・アクセサリ

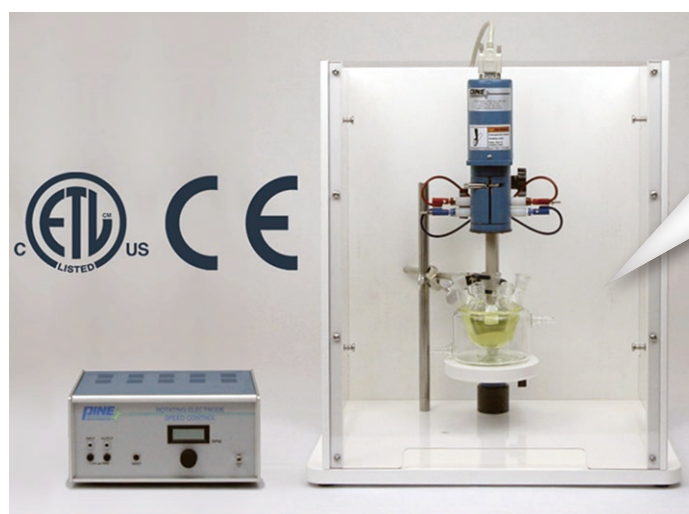
型番	品名
094-ENCL	BluRev 用セルスタンドおよびケース
EL-BLUREV	分析セル 基本キット (80mL)
EL-ELECTRO-2	分析用セル コンプリートキット (80mL)
EL-ELECTRO-3	分析用セル コンプリートキット (150mL)
094-A-CAP	BluRev 用分析セルキャップ
094-RDE-RC	RC-10k と回転電極との接続ケーブル
094-RDE-BRUSH	交換用接点ブラシアセンブリ

型番	品名
094-GC/2	グラッシーカーボン電極 (2mmφ, M6 ネジ)
094-GC/3	グラッシーカーボン電極 (3mmφ, M6 ネジ)
094-GC/5	グラッシーカーボン電極 (5mmφ, M6 ネジ)
094-Pt/2	白金電極 (2mmφ, 純度 99.9%, M6 ネジ)
094-Au/2	金電極 (2mmφ, 純度 99.9%, M6 ネジ)



分析用セル

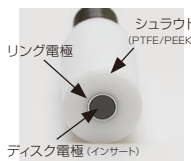
回転電極システム



パーツ名称



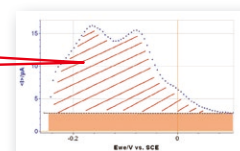
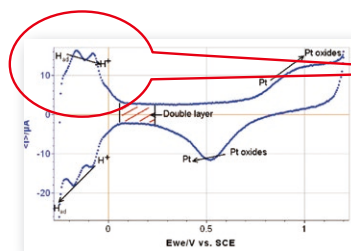
①シャフト



②チップ



③ガラスセル

ピーク検出
(EC-LAB で計算)

CV 波形

白金触媒の水素吸脱着評価

ローテーター・回転コントローラ

AFMSRCE



特長

- 世界で使用される Pine 社の代表製品
- RDE/RRDE/RCE に対応
- 用途に合わせてシャフトを選択可
- 自作インサートも使用可能

仕様

電源	AC100V ± 10% (50/60Hz) , 2A
動作温度	10℃ ~ 40℃
形状	回転電極収納ケース : D480 x W400 x H540 mm 回転コントローラ : D290 x W260 x H150 mm
回転速度	100 ~ 10,000 RPM
回転精度	100-200 RPM : 表示最小桁の± 2 カウント 200-10,000 RPM : 読みの± 1%
モーター	15W, +30V/-24VDC, 永久磁石
モータ保護	2A, 熱式ブレーカ、電流制限電源
最大トルク	28.3 ミリ Nm (連続)
回転数表示	4.5 桁 (RPM)
フロントパネル	10 回転 回転コントロールノブ モーター保護ブレーカーのリセットボタン
回転アナログ入力	バナナジャック : 1RPM/mV, 2RPM/mV, 4RPM/mV 選択可能 (フローティング)
回転アナログ出力	バナナジャック : 1mV/RPM (± 1.0%) (フローティング)
モータストップ入力	バナナジャック : Active High (デフォルト) / Low 選択可能, 2V 以上入力で Active 無入力時 : モーター回転 (プルアップ回路)、端子間ショートでモータストップ
アースグランド	金属バインディングポスト (フロントパネル)
コモン	黒色バナナジャック x 3 個 (非接地)

WaveVortex 10



特長

- シャフト一体型ローテーター
- RDE/RRDE に対応
- ローコストタイプ
- 省スペース (D280xW380 / mm)
- 自作インサートも使用可能

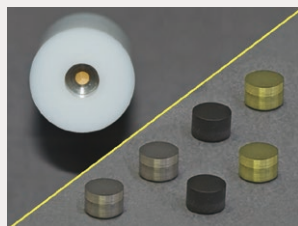
仕様

電源	AC : 100-240VAC, ± 10% (50/60Hz) , 1A (24VDC AC アダプター)
動作温度	10℃ ~ 40℃
寸法	全体 : D280xW380xH380 / mm (開閉窓が閉じている時)
回転速度	100 ~ 8,000 RPM
回転精度	100-200 RPM : 表示最小桁の± 2 カウント 200-8,000 RPM : 読みの± 1%
モーター	11W, 永久磁石
モータ保護	電流制限電源
最大トルク	18.7 ミリ Nm
回転数表示	4 桁 (RPM)
フロントパネル	10 回転 回転コントロールノブ 回転駆動ボタン (LED ライト付き)
回転アナログ入力	1RPM/mV, 2RPM/mV, 4RPM/mV 選択可能
回転アナログ出力	2RPM/mV
モータストップ入力	Active High (デフォルト) / Low 選択可能、TTL 信号
コモン	外部 I/O コネクタ

回転ディスク電極 (RDE) ・ 回転リングディスク電極 (RRDE)



標準型電極



交換型電極



耐熱型電極

RDE チップ

	E5 シリーズ	E5TQ シリーズ
特長	チップ交換式	インサート交換式 (PINE 社 / 自作インサート対応)
最高回転数	3,000RPM	3,000RPM
適応ローテータ	AFMSRCE WaveVortex10	AFMSRCE WaveVortex10
適応シャフト	AFE6MB	AFE6MB
耐熱温度	10℃～25℃ (PTFE) 10℃～80℃ (PEEK)	10℃～25℃ (PTFE) 10℃～80℃ (PEEK)

RRDE チップ

	E6R1 シリーズ	E6R2 シリーズ	E7 シリーズ
特長	インサート交換式 (PINE 社 / 自作インサート対応)	チップ交換式	ThinGap タイプ チップ交換式
最高回転数	3,000RPM	3,000RPM	3,000RPM
適応ローテータ	AFMSRCE WaveVortex10	AFMSRCE WaveVortex10	AFMSRCE WaveVortex10
適応シャフト	AFE6MB	AFE6MB	AFE6MB
耐熱温度	10℃～25℃ (PTFE) 10℃～80℃ (PEEK)	10℃～80℃ (PEEK)	10℃～25℃ (PTFE)
捕集率	25%	38%	22%

アクセサリ



RREF0021
Ag/AgCl 参照電極



AKCELL3
RDE/RRDE ガラスセルキット



AKCELL2
RDE/RRDE ガラスセルキット



ALK-R-CELL-1
PTFE セル

型番	品名
AKCELL3	RDE/RRDE ガラスセルキット (150mL, 水冷ジャケット)
AKCELL2	RDE/RRDE ガラスセルキット (150mL)
ALK-R-CELL-1	PTFE セル (175mL)
RREF0021	Ag/AgCl 参照電極
AKREF0033	Ag/Ag+ 参照電極
AFCTR5	白金対極



フランス Bio-Logic 社

電気化学測定機能搭載 モジュール式充放電システム BCS シリーズ

サイクリックボルタンメトリー・電気化学インピーダンス測定機能を搭載した充放電システム



特長

- CC、CC-CV、PITT、GITT 等の各種充放電試験に対応
- サイクリックボルタンメトリー、インピーダンス (オプション) に対応
- 1つのラックに3種類 (0.15A, 1.5A, 15A) のモジュールを組み込み
最大 240ch まで制御可能
- データストレージを本体に内蔵、PC ハングアップに対応
- ホットスワップ可能/オンサイトキャリブレーションに対応

①制御用 PC



②ラック

19 インチラック
高さ 6U ~ 42U にて選択可能

③ BCS-COM 通信モジュール

最大 6 台 (48ch) の充放電モジュールと
接続可能

④ BCS-8XX 充放電モジュール

全チャンネル対応

CV の測定例
サンプル: 18650 (2.7Ah)
スキャンレート: 10 μ V/sec

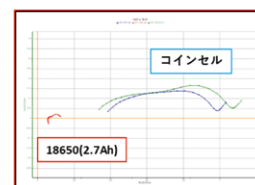
⑤ BCS-PDU 分電モジュール
BCS-815 (± 15 A) を 3 台以上組み込む場合に必要。

ラックフレームのサイズ

[mm]	W	H	D	[mm]	W	H	D
6U	520	350	600	24U	570	1250	630
9U	520	450	600	30U	570	1500	630
13U	570	750	630	36U	570	1750	630
19U	570	1000	630	42U	570	2050	630

※キャスター等の大きさは含んでおりません

マルチプレクサ方式



電気化学インピーダンスの測定例
サンプル: 赤 - 18650 (2Ah)
青 - コインセル
交流電圧: 10mV
周波数: 10mHz ~ 10kHz

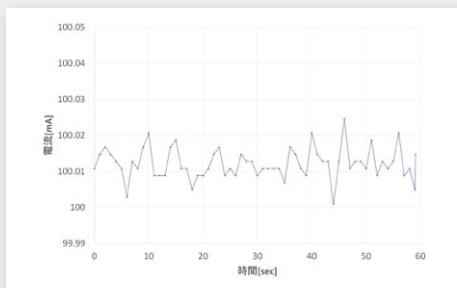
測定モジュール 仕様

充放電モジュール仕様

	BCS-805	BCS-810	BCS-815
チャンネル数	8	8	8
最小サンプリング間隔	2msec	2msec	2msec
セル接続	4 端子 (+グラウンド)	4 端子 (+グラウンド)	4 端子
温度測定 (K 熱電対)	×	○	○
電圧			
電圧レンジ	0 ~ 10V	0 ~ 10V	0 ~ 9V
電圧制御分解能	150 μ V	150 μ V	150 μ V
測定分解能	40 μ V (18bit)	40 μ V (18bit)	40 μ V (18bit)
電圧制御 / 測定精度	0.3mV \pm 設定・測定値の 0.01%	0.3mV \pm 設定・測定値の 0.01%	0.3mV \pm 設定・測定値の 0.01%
入力インピーダンス	>50G Ω /6pF	>50G Ω /6pF	>100M Ω /6pF
スループット	150kV/sec	150kV/sec	3kV/sec
電流			
出力電流	± 150 mA	± 1.5 A	± 15 A
電流レンジ	10 μ A ~ 100mA (5 レンジ)	100 μ A ~ 1A (5 レンジ)	1mA ~ 10A (5 レンジ)
電流制御分解能	800pA	8nA	80nA
測定分解能	200pA (18bit)	2nA (18bit)	20nA (18bit)
電流制御 / 測定精度	FSR の 0.015% \pm 設定・測定値の 0.05% (10 μ A ~ 100mA レンジ)、 FSR の 0.015% \pm 設定・測定値の 0.1% (1A レンジ)、FSR の 0.04% \pm 設定・測定値の 0.3% (10A レンジ)		
並列接続	なし	なし	あり (8 チャンネル並列接続で ± 120 A)
インピーダンス (オプション)			
周波数範囲	10mHz ~ 10kHz	10mHz ~ 10kHz	10mHz ~ 10kHz
インピーダンス測定方式	マルチプレクサ	マルチプレクサ	マルチプレクサ
一般			
高さ	1U	2U	4U
重量	5kg	10kg	23kg
電源	100V (60W)	100V (220W)	200V (1700W)

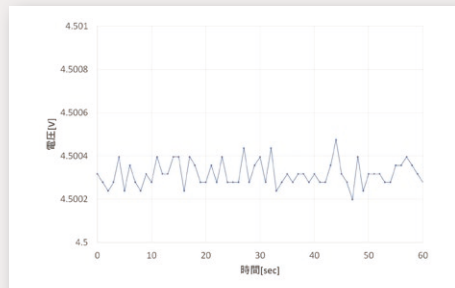
高精度制御 / 測定

・ 18bit の高分解能により高精度な制御・測定を実現。充放電試験に精度が必要なお客様には最適な製品。



100mA の定電流制御 実測例

設定値 : 100mA
 — 実測値 : 100.01mA \pm 10 μ A
 ※設定値の 0.02% 以下の精度

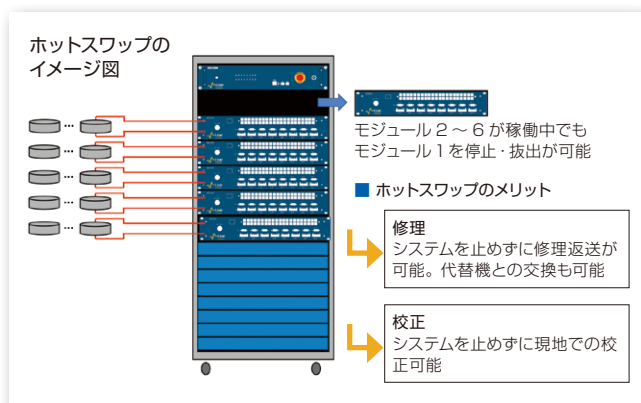


4.5V の定電圧制御 実測例

設定値 : 4.5v
 — 実測値 : 4.5003 \pm 150 μ V
 ※設定値の 0.01% 以下の精度

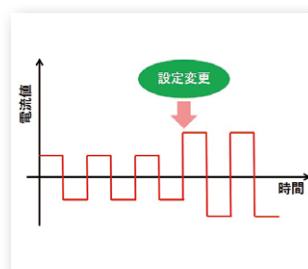
ホットスワップ オンサイトキャリブレーション

- ・ 他の充放電モジュールが測定中でもモジュールの取り出し可能（ホットスワップ機能）
- ・ 現地での校正作業（トレーサビリティ付）が可能
- ・ 校正や修理を行う際も全チャンネルを停止する必要なし

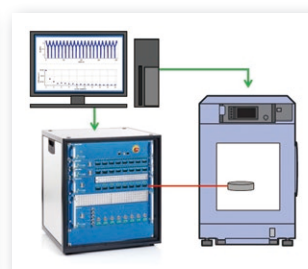


測定中の設定変更 / 恒温槽との連動

- ・ EC-Lab ソフトウェアと同様に測定中に設定値の変更が可能
- ・ 恒温槽制御ソフトウェア（オプション）を用いて温度制御を自動化



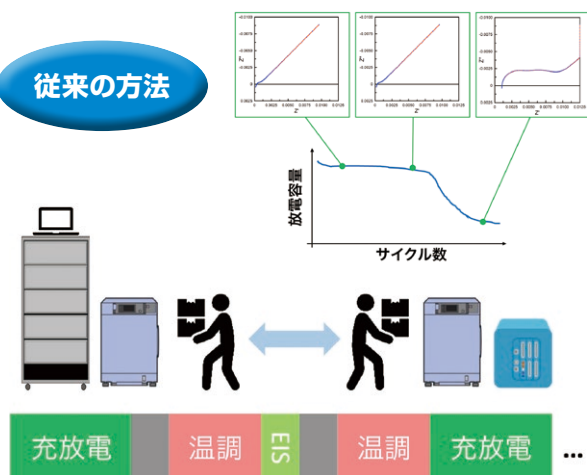
充放電電流の設定値変更のイメージ



充放電システムと恒温槽との連動時の接続図

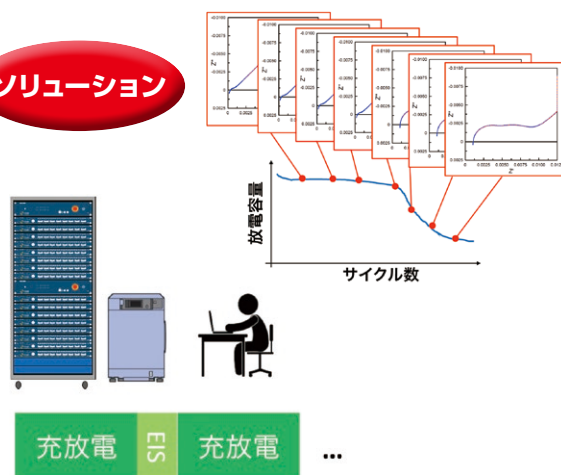
ソリューション事例：評価効率改善・開発速度の向上・分析情報の増加

従来の方



- サンプルの移動・配線に工数がかかる
- 温調に時間が必要（特に低温・高温試験）
- EIS のデータが減少：解析情報の不足

ソリューション



- サンプルの移動・配線などの工数削減
- 温調・作業時間の短縮
- EIS データが増加：情報量の増加



米国 Scribner Associates 社 高性能充放電システム 580/585 シリーズ

次世代電池の研究における最新ニーズを実装した高性能かつ多機能な充放電システム

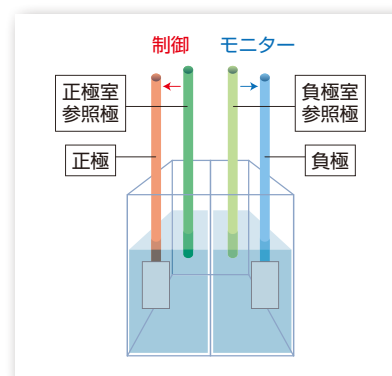
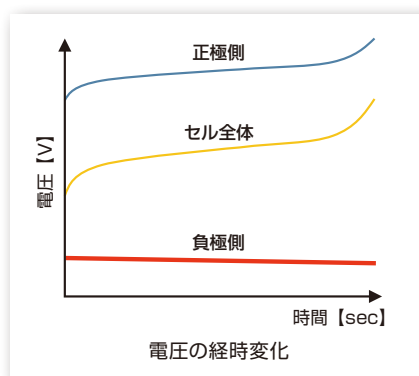
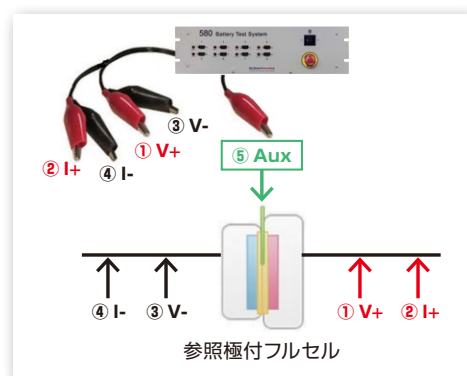
特長

- 6桁ワイド電流レンジによる高精度な充放電試験
- 1chあたり2箇所同時電圧測定(標準)
- 1chあたり温度1点+電圧2点を追加で測定(オプション)
- 使い勝手抜群の制御・解析ソフトウェア(日本語・英語)
- 恒温槽との連動制御が可能(オプション)



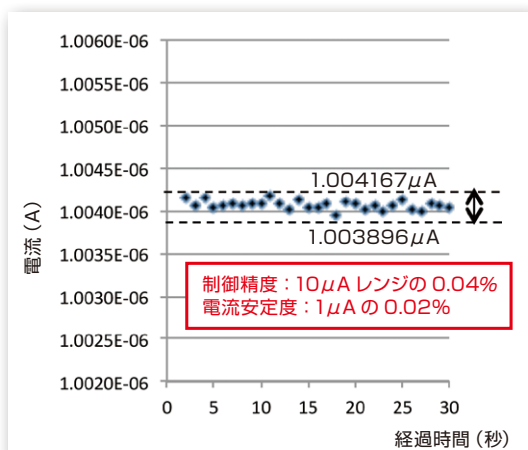
正極・負極の電位を同時モニターする5端子/6端子測定

580/585は各チャンネル2箇所の同時電圧測定が可能です。3極式セルでは、参照極・正極間の電圧制御を行いながら、同時に参照極・負極間の電圧を測定でき電極の挙動を個別に測定できます。6端子測定を使用すれば、正極と負極が2室に分かれている系でも同時電圧測定を行えます。



微小電流を高精度・高安定度で制御

580/585の非常に高い安定制御により、1 μ Aの制御においても ± 2 nA以下の安定度を誇ります。



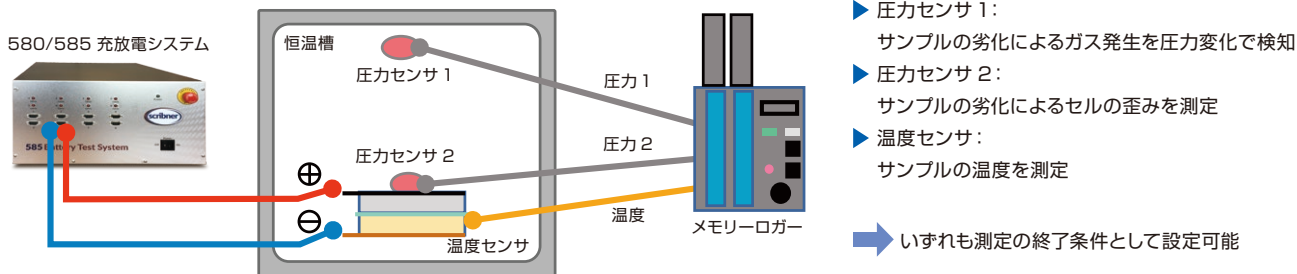
装置仕様

	580	585
チャンネル数	8ch (最大 24ch)	8ch (最大 24ch)
出力 / 制御電圧	-2V ~ +10V	-4V ~ +6V
出力 / 制御電流	± 1 A	± 5 A/1ch ± 10 A/2ch 並列動作時 ± 20 A/4ch 並列動作時
電流レンジ	10 μ A ~ 1A	50 μ A ~ 5A
制御精度	電流: レンジの 0.1% 以内 電圧: レンジの 0.1% 以内	電流: レンジの 0.2% 以内 電圧: レンジの 0.1% 以内
測定精度	電流: レンジの 0.1% 以内 電圧: レンジの 0.05% 以内	電流: レンジの 0.2% 以内 電圧: レンジの 0.05% 以内
制御モード	定電流 (CC), 定電圧 (CV), 定電流・定電圧 (CC-CV), 定電力 (CP), 抵抗測定 (HFR), Run External	
セル接続	5 端子 (I+, I-, V+, V-, AUX)	6 端子 (I+, I-, V+, V-, AUX+, AUX-)
最小サンプリング間隔	10msec	
インピーダンス測定	1Hz ~ 1kHz (任意の 2 点, HFR オプション)	
インターフェース	USB2.0	
外形寸法 (WxDxH)	430 x 540 x 150 mm	430 x 540 x 225 mm
重量	9kg	20kg
電源	100 ~ 240V, 50/60Hz, 250VA	100 ~ 240V, 50/60Hz, 1000VA

各チャンネルあたり温度 1 点、電圧 2 点を追加で測定（温度 / 電圧測定オプション）

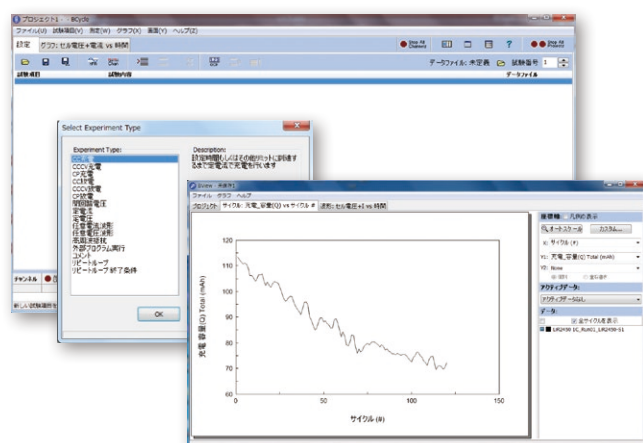
外部メモリーロガーを設けることにより、1 チャンネルにつき温度 1 点、電圧 2 点を追加で測定することができます。これにより、電池の温度モニタや多点電圧測定、および外部機器（圧力センサ等）からの出力電圧の測定が可能です。追加で測定した温度および電圧は、測定の終了条件として設定することもできます。また、外部メモリーロガーにアラームユニットを設けることで警報出力が可能となり、温度・電圧によるセーフティシャットダウンなど、安全対策のシステム構築にも対応できます。

空気電池の評価における使用例



多機能で操作性に優れた BCycle/BView 制御・解析ソフトウェア（日本語・英語）

使い勝手抜群のソフトウェアにより、各チャンネルのリアルタイムデータ表示や複数画面の立ち上げができ、充放電試験データの解析において必要とされる各種グラフの表示、データ出力を容易に行うことができます。ソフトウェアの言語は日本語・英語から選択いただけます。



日本語ソフトウェア画面

■ 操作性

- 各チャンネル独立設定、リアルタイムグラフ表示
- ステータス一覧表による進捗確認
- 測定条件のコピー＆ペースト

■ 制御機能

- 異常時の測定再開（リスタート機能）
- 測定中の数値変更
- 充放電試験と連動した恒温槽の温度制御

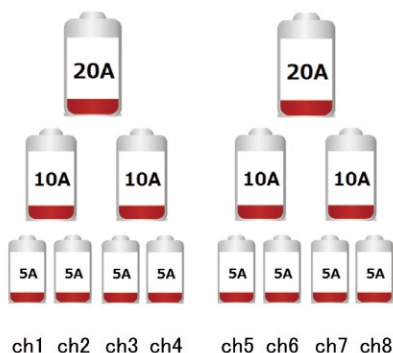
■ 解析機能

- 指定サイクル数の自由選択
- 複数データの読み込み、出力
- 充電、放電別に合計 100 以上の表示パラメータを用意

並列接続による電流ブースト

585 ではチャンネルを並列接続することにより、最大± 20A での充放電試験が可能です。

並列接続による電流ブースト例

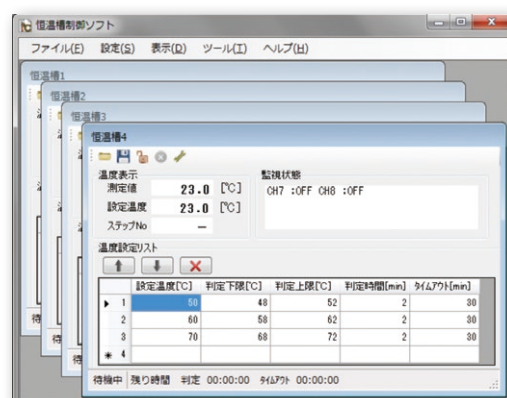


- ◆構成例
- ・ 4 チャンネル並列
→ 20A x 2 チャンネル
 - ・ 2 チャンネル並列
→ 10A x 4 チャンネル

恒温槽との連動制御（P51 参照）

580/585 による充放電試験と連動して、恒温槽の温度制御を自動で実行することができます。

恒温槽は最大 8 台まで並列で運転できます。



CONT-TEMP 恒温槽制御ソフトウェア



米国 MACCOR 社 大容量充放電システム Series 4000H

大容量蓄電デバイスの実環境試験を高精度に再現

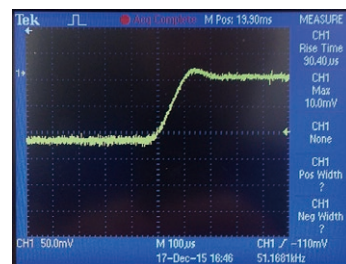
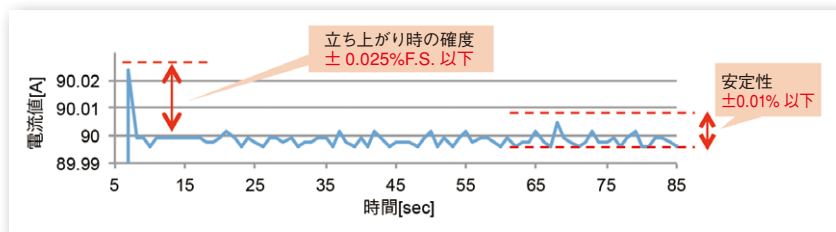
特長

- 高精度の制御 / 測定
- 高速な立ち上がり時間
- 出荷時に NIST に準拠した校正
- 柔軟性の高いソフトウェア
- CAN 通信可能
- 現地でのキャリブレーション可能
- 並列接続により電流を増幅可能 (オプション)
- AUX 電圧測定 (オプション) が任意のチャンネルに設定可能

高精度の制御 / 測定・高速立ち上がり

4000H は電流精度 $\pm 0.025\%$ 、安定度 $\pm 0.01\%$ (typ.)、電圧精度 $\pm 0.02\%$ という高精度な制御 / 測定が可能です。

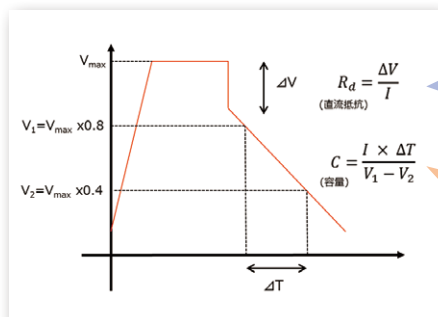
さらに 3 段階の電流レンジを搭載しており、数 100A の大電流から 10mA 程度の微小電流まで制御可能です。加えて、立ち上がり時間は 200μ 秒以下で瞬間的な大電流を模擬した試験を行うには最適なシステムです。



立ち上がり時のオシロスコープ波形
200 μ 秒以内の立ち上がり

柔軟性の高いソフトウェア - 関数機能 -

ソフトウェアはエクセルライクであるため使い勝手がよく、柔軟性の高い試験パターンを構築することが可能です。加えて、測定中に得られたデータを演算して試験の終了条件などに使用できる関数 (Function) 機能を搭載しています。この機能を使用すれば、実際の負荷パターンを簡単に再現することが出来るうえに、複雑な充放電パターンも再現することを可能にします。



これらのパラメータも測定中に演算可能。リアルタイムグラフに表示できます。

カットオフ条件としても使用できます。例えば、直流抵抗が初期サイクルの 200% に達したら試験を終了することも可能です。

装置仕様

	標準仕様	提案例 ①	提案例 ②
チャンネル数	最大 24ch	1ch	12ch
出力 / 制御電圧	最大 2000A	$\pm 1000A$	$\pm 120A$
出力 / 制御電流	最大 180V	0V - +5V	0V - +20V
電流レンジ	3 レンジ	1000A, 100A, 10A	120A, 12A, 1.2A
制御精度	電流: $\pm 0.025\%$ F.S.R. 電圧: $\pm 0.02\%$ F.S.R.		
測定精度	電流: $\pm 0.025\%$ F.S.R. 電圧: $\pm 0.02\%$ F.S.R.		
制御モード	定電流 (CC)、定電圧 (CV)、定電力 (CP)、定抵抗 (CR)、		
セル接続	4 端子 (+, -, V+, V-)		
最小サンプリング間隔	10msec (最大 2msec まで拡張可能)	2msec	10msec
インピーダンス測定	オプション	なし	なし
インターフェース	Ethernet		
外形寸法 (WxDxH)	870 x 980 x 2210 mm		
重量	500kg		

豊富なオプション

- CAN/SMB 通信オプション
- 外部電圧測定オプション
- 熱電対 / 圧力測定オプション
- 高速充放電切替オプション
- マルチプレクサー

高電圧及び大電流に対応した充放電システム

特長

- モジュール及びバック用
- CAN, I2C SMBus 通信可能
- 出荷時に NIST に準拠した校正
- 柔軟性の高いソフトウェア
- ドライブシミュレーション
- 放電時はグリッドに回生
- 900kW まで対応

最大 1500V、2000A まで対応

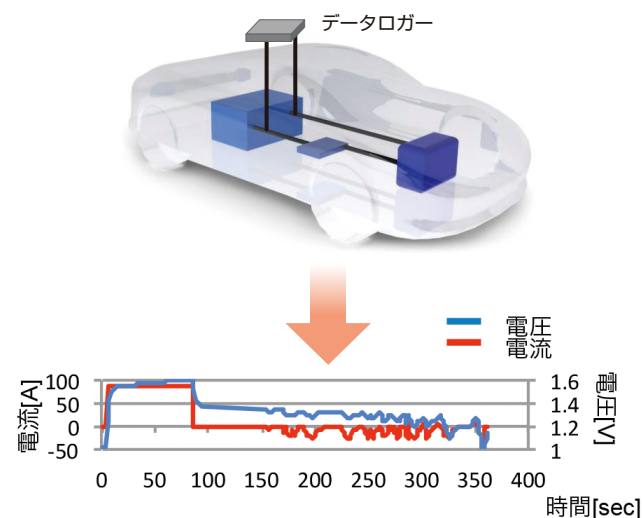
最大 1500V、2000A からご要望に合わせて電流値や電圧値、電力値をご選択いただけます。

任意波形機能

Waveform（任意波形機能）を使用することで、実試験に近いシーケンスを作成することが可能です。

またオートレンジも使用可能であるため、大電流から小電流のパターンも高確度に制御できます。

加えて、データロガーなどで取得した実際のデータを、制御シーケンスに変換するソフトウェアも標準搭載しておりますので簡単にシーケンスを作成することが出来ます。



装置仕様

	標準仕様	提案例 ①	提案例 ②
出力 / 制御電圧	最大 1500V	50V-1000V	50V-500V
出力 / 制御電流	最大 2000A	800A	500A
出力電力	最大 900kW	300kW	200kW
電流レンジ	最大 2レンジ	800A	500A、10A
制御精度	電流：± 0.1% F.S.R. + 読み値の 0.2% 電圧：± 0.05% F.S.R. + 読み値の 0.02%		
測定精度	電流：± 0.05% F.S.R. + 読み値の 0.1% 電圧：± 0.05% F.S.R. + 読み値の 0.02%		
制御モード	定電流 (CC)、定電圧 (CV)、定電力 (CP)、Waveform		
最小サンプリング 間隔	10msec	10msec	10msec
立ち上がり時間	—	50 msec (typical)	50 msec (typical)

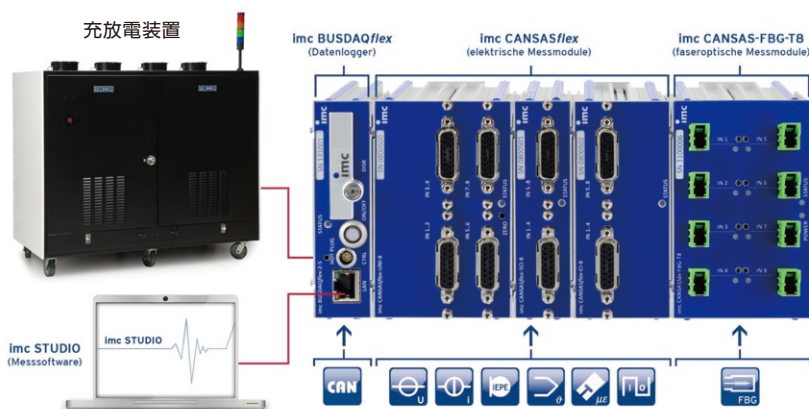


計測システムのご紹介

ドイツ imc Test & Measurement 社では、
-40 ~ 85℃に対応し恒温槽内に設置可能な計測
千ジュールを用意しています。

恒温槽内にユニットを設置することで、ケーブル配線の工数を抑えられるだけでなく高精度な測定を実現できます。

加えて、充放電装置と CAN 通信による連携した制御と計測を実現できるソフトウェアプラットフォームをベースに、より発展的なバッテリー計測システムとしてご提案いたします。



50ppm 超高精度の充放電試験による電池の寿命解析

特長

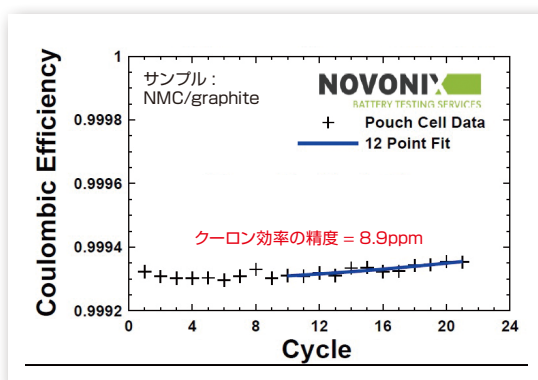
- カナダ・ダルハウジー大学の Jeff Dahn 教授が提案した高精度クーロメトリーを行える精密充放電評価システム
- クーロン効率・slippage の比較により、材料スクリーニングを短時間で可能に
- 超低ノイズの dQ/dV 波形から副反応解析
- 付属恒温槽により $\pm 0.15^{\circ}\text{C}$ の安定性を保持



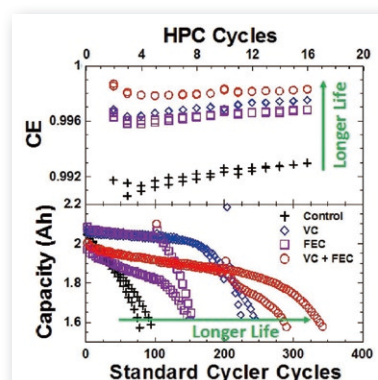
高精度のクーロン効率測定

Novonix 社の創業メンバーは Jeff Dahn 教授の HPC 測定システム開発に携わっているため、装置概要、評価方法の利点、データ解析を深く理解しており、HPC 測定の製品化に成功しました。温度・印加電流・測定電圧のノイズを極限までに抑えることにより、図のような 10ppm 以下の安定度のクーロン効率 (CE) 測定を実現しております。

また従来充放電装置では数百サイクル繰り返さないと、寿命の差異がわかりませんが、精密充放電評価システムでクーロン効率を測定することで、たった十数サイクルで寿命の差を比較することができます。



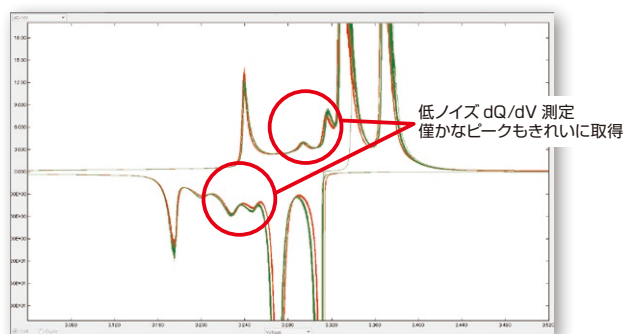
精密充放電評価システムのクーロン効率測定精度



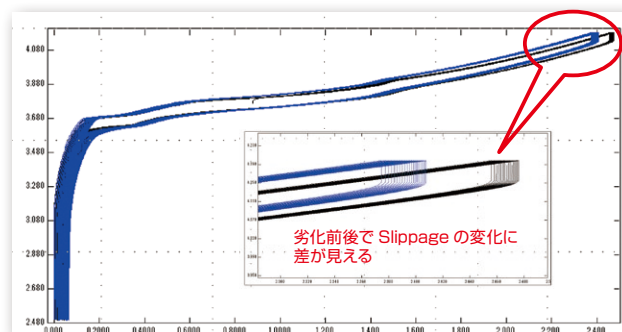
精密充放電評価システム (上図) と従来充放電装置 (下図) の性能差

精密充放電評価システムでの解析

従来の充放電システムでは見ることができなかった僅かな差異を評価合することができます。左図の dQ/dV 波形では小さなピークを低ノイズで取得できます。また、各サイクルの僅かな容量の変化を高精度に取得することで、右図のような僅かな Slippage もきれいに解析することができます。



市販 18650 リン酸鉄リチウム電池の dQ/dV 波形



市販 18650 コバルト酸リチウム電池の劣化前後の Charge Slippage

セレクションガイド



充放電モジュールと恒温槽を自由にカスタマイズ

- ① 充放電モジュール: 2A モデル (8ch 構成)
20A モデル (4ch 構成)
- ② 恒温槽: ペルチェ冷却式恒温槽 (温度範囲: 室温 -10℃ ~ 60℃)
ワイドレンジ式恒温槽 (温度範囲: -20℃ ~ 15℃, 30℃ ~ 80℃)
※安全監視ユニット、外部の恒温槽と組み合わせることで
安全機構にも対応可能
- ③ セルホルダ: ラミネート、円筒型、コインセル用から選択



安全監視ユニット

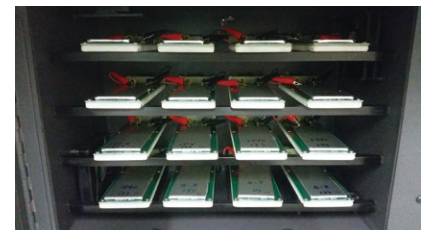


外部恒温槽

仕様

2A モデル		20A モデル
電流出力		
電流レンジ	200μA, 2mA, 20mA, 200mA, 2A	2A, 20A
電流分解能	1nA	1nA @2A レンジ, 10nA @20A レンジ
制御精度	FSR の 0.01%	
ノイズ	0.002% (typical 0.001%) 10Hz ~ 0.1Hz @0.1Hz ~ 10Hz (typical 0.001%)	
温度係数	0.002% (23 ± 5℃の環境下)	
電圧出力		
電圧レンジ	0 ~ 5V	
電圧分解能	1μV	
制御精度	200μV	
ノイズ	100μV (typical 50μV)	
温度係数	0.002% (23 ± 5℃の環境下)	
温度測定		
温度分解能	0.01℃	
測定精度	± 0.5℃	
ノイズ	± 0.05℃	

	2A モデル	20A モデル
電流測定		
電流分解能	レンジの 0.0005%	
測定確度	レンジの 0.005%	
ノイズ	0.002% (23 ± 5℃の環境下)	
温度係数	0.002% (23 ± 5℃の環境下)	
電圧測定		
電圧分解能	1μV	
測定確度	200μV (0.25V ~ 5V) 100μV (0 ~ 0.25V)	
温度係数	0.002% (23 ± 5℃の環境下)	
データ収集		
サンプリング	6Hz	



恒温槽内に 16 セルを配置した際の様子

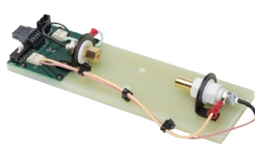
	ペルチェ冷却式恒温槽	ワイドレンジ式恒温槽
温度範囲	室温 -10℃ ~ 60℃	-20℃ ~ 15℃, 30℃ ~ 80℃ (室温環境下)
安定度	± 0.15℃	± 0.15℃

ワイドレンジ式恒温槽は別途電圧トランスフォーマー (200V20A) が必要です。

セルホルダ



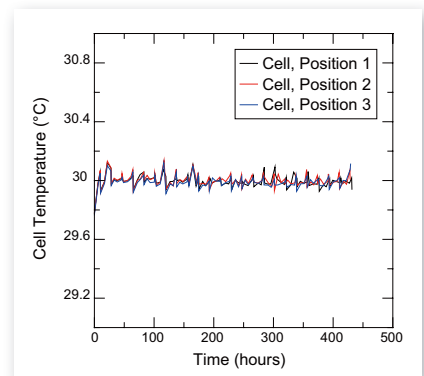
4 端子ラミネート用セルホルダ



4 端子円筒型用セルホルダ
(18650、26650 用)



4 端子コイン用セルホルダ



Novonix 社の恒温槽にて槽内 3 箇所セル温度を 400 時間以上測定した際の温度安定度

数週間の試験を数時間に短縮可能な リチウムイオン二次電池の自己放電測定の新手法

特長

- 0.025%の電流測定精度
- 0.0016 % のセル電圧測定精度
- $\pm 10\mu\text{Vpk}$ の電源電圧安定度
- 自己放電電流を数時間で正確に測定可能

仕様

	BT2191A	BT2152B
チャンネル数	1	4～32
セル電流測定精度	$\pm 0.025\% \pm 100\text{nA}$	$\pm 0.3\% \pm 250\text{nA}$
セル電圧測定精度	$\pm 0.0016\% \pm 20\mu\text{V}$	$\pm 0.04\% \pm 0.1\text{mV}$
電圧印加・測定レンジ	0.5V～4.5V	
電圧印加安定度	$\pm 10\mu\text{Vpk}$	
最大測定電流	$\pm 10\text{mA}$	
測定スピード	10sec, 30sec, 60sec	



BT2191A シングルチャンネルモデル



BT2152B マルチチャンネルモデル

電圧印加の安定度： $\pm 10\mu\text{Vpk}$ 以下

一般的なポテンショスタットの実力値は数百 μV ～数 mV 程度と言われています。安定度が悪い電源を使用すると、キャパシタから不要な電流が流れノイズになります。本システムは電源の他に電圧フィードバック用のデジタルマルチメータを備えており、電圧の安定度を $10\mu\text{V}$ 以下に抑えることができます。

瞬時に目的の電圧を印加可能オーバーシュートもなし ($\pm 5\mu\text{V}$ 以下)

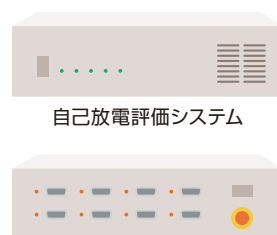
瞬時に目的の電圧を印加可能で、且つオーバーシュートもないため、電圧印加時のキャパシタと電源電圧の差異を最小限に抑えることができます。

米国 Scribner Associates 社製 580 型と恒温槽を連動し 各 SOC・温度における自己放電電流測定的全自動化が可能

東陽テクニカ社製 自己放電評価システム制御ソフトウェア・恒温槽制御ソフトウェアと Scribner Associates社製 BCycle ソフトウェアと連動させることにより、温度制御、充放電試験、自己放電電流測定的全自動化が可能です。



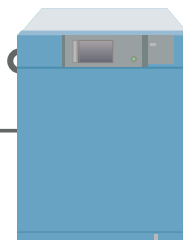
SDM ソフトウェア (自社開発)



自己放電評価システム

充放電システム

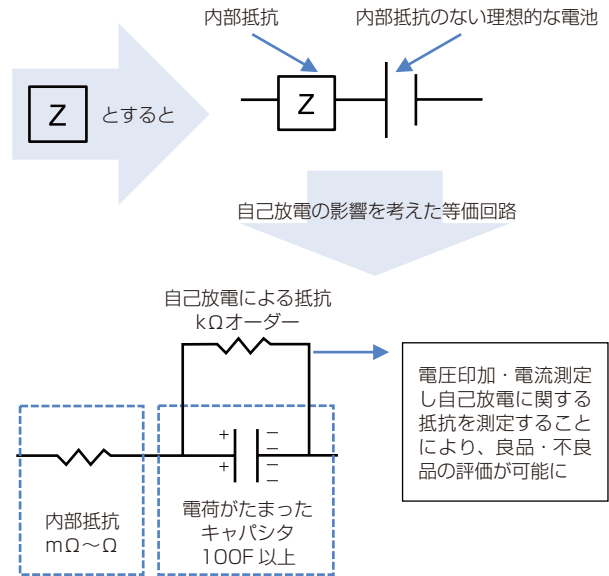
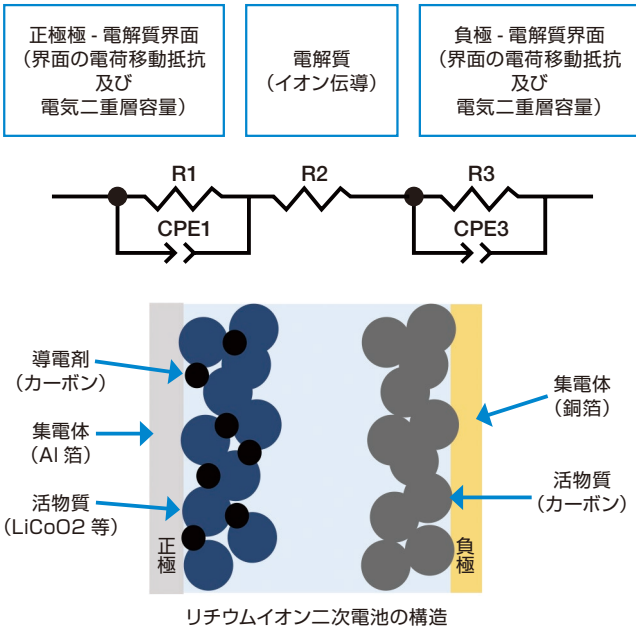
スキャナ



恒温槽

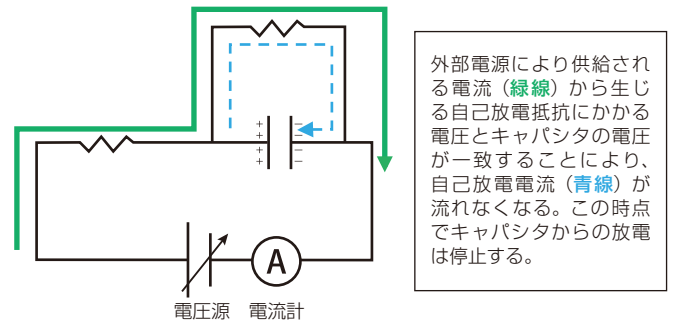
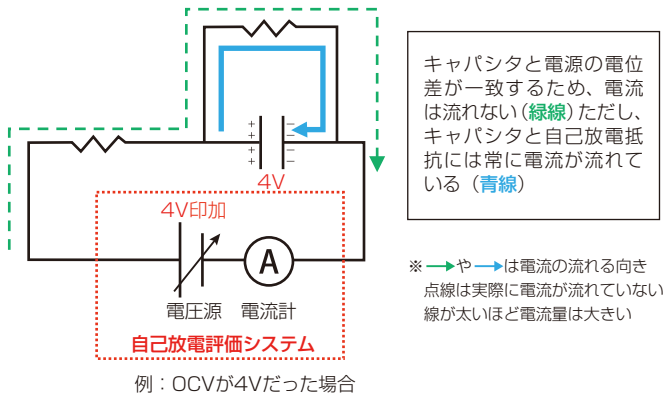
自己放電評価システム測定原理

自己放電を評価するための等価回路

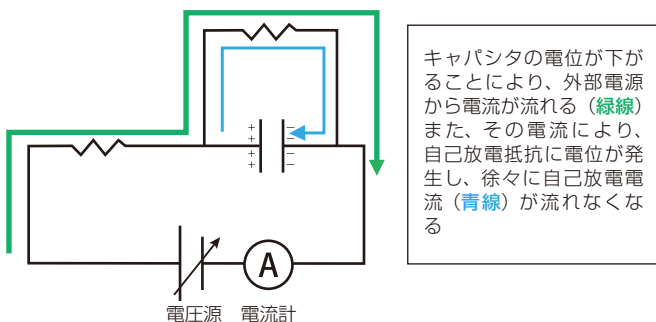


自己放電抵抗測定方法

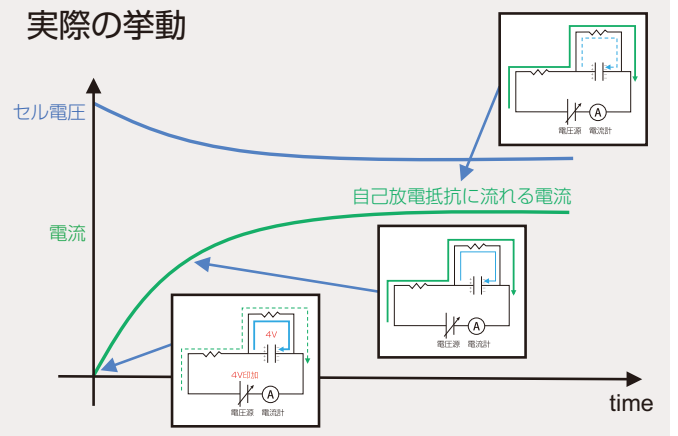
- ① 電池の開回路電位 (OCV) を測定
(キャパシタに充電されている電圧が測定できる)
- ② 電圧源から OCV と同じ電圧を印加
- ③ キャパシタが自己放電により、電圧降下する
- ④ 電圧降下することにより電源との電位差が生じ、電流が流れる
- ⑤ 自己放電電流 (青線) が流れなくなった時点の電流値を読み取る
ことにより、自己放電に関する抵抗を知ることができる



- ③ キャパシタが自己放電により、電圧降下する
- ④ 電圧降下することにより電源との電位差が生じ、電流が流れる

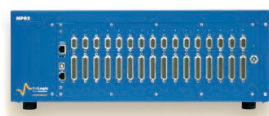


実際の挙動

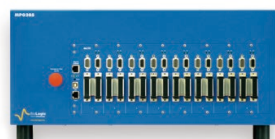




フランス Bio-Logic 社 ポテンショ / ガルバノスタット MPG-2XX シリーズ



MPG-2
($\pm 10V/100mA/16ch$)



MPG-205
($-2 \sim 9V/\pm 5 A/8ch$)

特長

- サイクリックボルタンメトリ、インピーダンスに対応
- 5 端子測定による 2 点同時電圧測定 (MPG-2)
- $\pm 10V$ 出力により、EDLC や負極電池に対応 (MPG-2)

仕様

	MPG-2	MPG-205
チャンネル数	16	8
セル接続	2, 3, 4, 5 端子	2, 4 端子
最小サンプリング間隔	200 μsec	
分極制御		
電圧		
出力電圧	± 10V	-2 ～ 9V
電圧レンジ	± 10V, ± 5V, ± 2.5V	0 ～ 5V, 0 ～ 10V
電圧測定精度	±設定値の 0.1%±FSR の 0.01%	
電圧制御分解能	最小 5μV	
電圧測定分解能	FSR の 0.0033%	
ノイズ (0 ～ 100kHz)	500μV	
電流		
出力電流	± 100mA	± 5A
電流レンジ	10μA ～ 100mA (5 レンジ)、Auto	10μA ～ 5A (7 レンジ)、Auto
電流制御精度	±設定値の 0.1%±FSR の 0.01%	
電流測定精度	±設定値の 0.1%±FSR の 0.01%	
電流制御分解能	FSR の 0.004%	
電流測定分解能	FSR の 0.0033%	
ノイズ (0 ～ 100kHz)	FSR の 0.02%	

MPG-2		MPG-205
インピーダンス		
周波数範囲	10 μ Hz ～ 20kHz (確度 1%, 1°)	
振幅	電圧: 1mV ～ 1V、電流: レンジの 0.1% ～ 50%	
測定モード	シングルサイン、マルチサイン、FFT	
エレクトロメータ		
入力インピーダンス	100G Ω , 25pF 並列	100G Ω , 100pF 並列
バイアス電流	< 10pA	
バンド幅 (-3dB)	8MHz	3MHz
一般		
重量	19kg	25kg
サイズ (H x W x D)	182 x 470 x 504.5mm	254 x 494 x 454mm
電源	350W, 90 ～ 264V, 47 ～ 440Hz	860W, 90 ～ 264V, 47 ～ 440Hz
ラックサイズ (H x W x D)	5 ユニット、1850 x 600 x 710mm	
温度範囲	10 ～ 40℃	



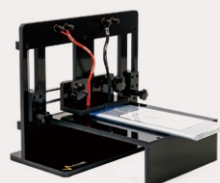
東陽テクニカ社 サンプルホルダ



096-128 コインセル用 8ch ホルダ
(8ch/4 端子 / 耐熱 60°C / コインセル
[直径: 20 or 24mm/
高さ: 1.6 \sim 3.2mm])



BA1-11-47-1
耐熱簡易セルホルダ
(4ch/2 端子 / 耐熱 150°C /
CR2032 専用)



092-P32/1
ラミネートセルホルダ
(1ch/4 端子 / 耐熱 80°C /
最大 32A)



BA1-00-17-0
18650 用セルホルダ
(1ch/4 端子)



BA3-11-17-1 耐熱簡易セルホルダ
(1ch/4 端子 / 耐熱 150°C / コインセル)
BA3-11-47-1 耐熱簡易セルホルダセット
(4ch/4 端子 / 耐熱 150°C / コインセル)



092-P32/8
ラミネートセルホルダ
(8ch/4 端子 / 耐熱 80°C /
最大 32A)



092-P25/1 簡易ラミネートセルホルダ
(1ch/4 端子 / 耐熱 80°C / 最大 25A)
092-P50/1 簡易ラミネートセルホルダ
(1ch/4 端子 / 耐熱 100°C / 最大 50A)



BA1-00-87-0
18650 用セルホルダ
(8ch/4 端子)

リチウムイオン電池用電解液の In-Situ 非破壊熱物性解析



特長

- 非破壊で充放電前後の電解液組成 / 電解液量の変化を分析
- 低温側に広い温度範囲：-140℃～ 50℃
- 1 サンプル数時間で測定
- コイン、パウチ、円筒などセル形状に応じたサンプルホルダ
- ダルハウジー大学 Dahn 研究室の研究に基づいた装置設計⁽¹⁾

仕様

温度制御 / 測定	
制御範囲	-140℃～ 50℃
制御設定分解能	0.1℃
制御精度	< 0.5℃
昇温 / 降温速度	0.5 ～ 3℃ / min
昇温 / 降温速度設定分解能	0.1℃ / min
昇温 / 降温速度精度	± 0.3℃ / min
温度測定	白金抵抗 (クライオスタット、サンプル、基準サンプル)
測定分解能	± 0.001℃
測定精度	± 0.25℃
DTA 信号	ノイズレベル < ± 0.02℃ ベースラインオフセット < ± 0.02℃
ソフトウェア	
対応 OS	Windows 7/8/10、32bit/64bit
観測値 / 測定値	時間、設定温度、サンプル温度、 基準サンプル温度、DTA 信号 クライオスタット温度、ヒーター出力
温度制御方式	一定昇温、一定降温、固定温度
本体仕様	
ユニットサイズ (W x D x H)	560 x 400 x 960 mm
必要スペース (W x D x H)	1000 x 1000 x 1000 mm
重量	DTAシステム : 30kg クライオスタット : 2kg デューワー : 3kg
電源	AC100V -240V、50-60Hz、500VA

[1] R. P. Day, J. Xia, R. Petibon, J. Rucska, H. Wang, A. T. B. Wright, and J. R. Dahn, J. Electrochem. Soc. 162 (14), A2577-A2581 (2015).

テクニカルレビュー

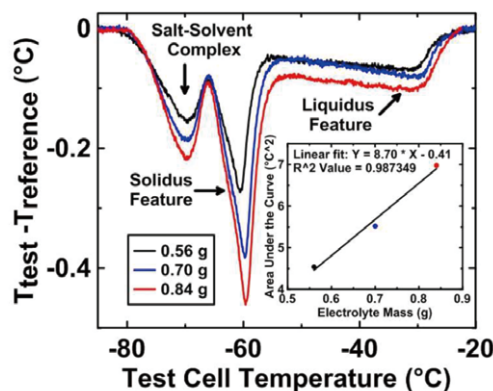
電解液の消費量の推定

右図は異なる電解液量の3つの電池の DTA 信号です。DTA ピーク面積と電解液量の間に相関があることが分かります。

この DTA 信号より検量線を作成することで、充放電前後で変化した電解液量を非破壊で測定することができます。

<サンプル情報>

電解液 : EC : EMC=3 : 7、2% VC、1M LiPF₆
電解液量 : 0.56g、0.70g、0.84g の3種類





東陽テクニカ社

マテリアルインピーダンスアナライザ MIA-5M

高抵抗・誘電体測定の新スタンダード



特長

- 広い周波数範囲 : 1mHz ~ 5MHz
- 高インピーダンス測定 : ~ 1TΩ
- 高精度測定 : 0.2%
- 補正機能 : オープン / ショート / ロード
- 温度制御 (オプション) : 4K ~ 1473K (1200℃)
- 高電圧印加 (オプション) : DC ± 4kV + AC 800Vpp

対応ソフトウェア



HIMS



ZView



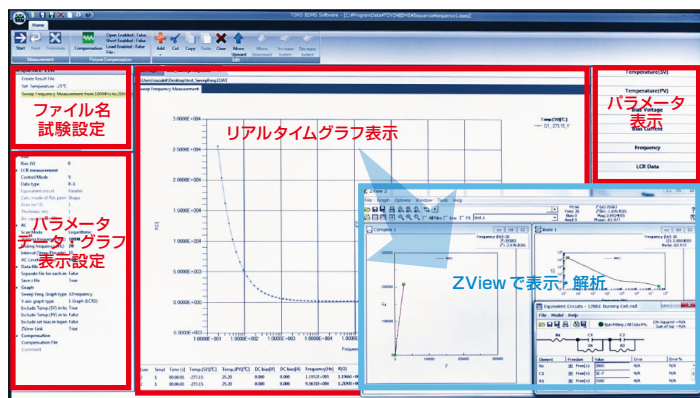
Z-ASSIST



Z-FIT

仕様

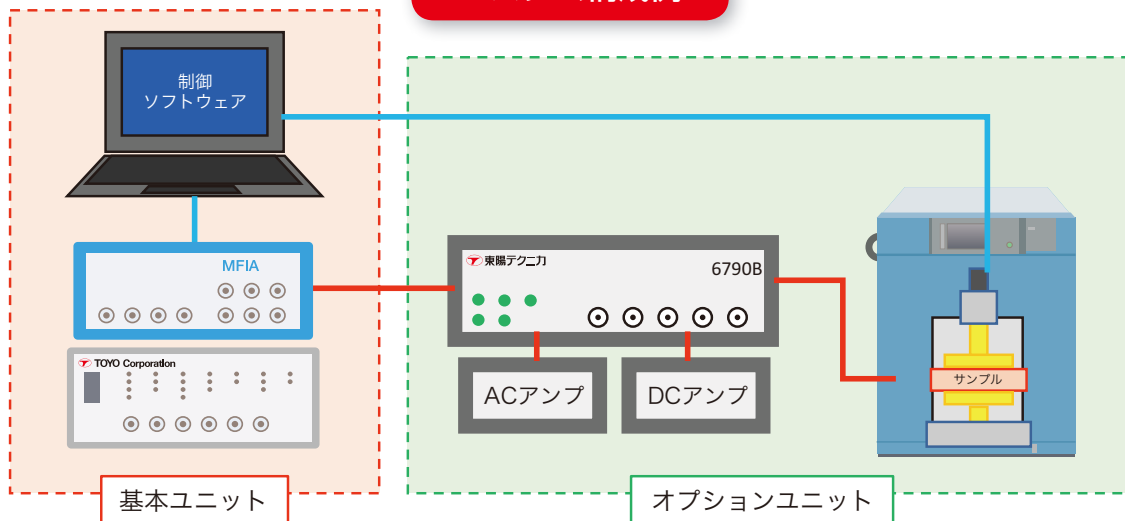
サンプル接続	2 端子
周波数範囲	1mHz ~ 5MHz
基本測定精度	0.2%
インピーダンス測定範囲	100 Ω ~ 1T Ω
キャパシタンス測定範囲	1pF ~ 1mF
誘電正接 (tan δ) 測定範囲	0.0001 ~ 1000
印加電圧 (AC+DC Vpp)	-10V ~ +10V
補正機能	オープン / ショート / ロード
制御ソフトウェア	あり、PC 制御



制御ソフトウェア

MIA-5M マテリアルインピーダンスアナライザは、最大 1T Ωと高抵抗測定が可能のため錯体・トナー・有機半導体など様々なアプリケーションに適用できます。0.2%の高精度測定を実現するために、オープン / ショート / ロード補正機能が充実しています。この補正機能を用いることでリファレンスの測定が不要となり、短時間で高精度測定を実現します。100kHz 以上の高周波数域で特に有効です。誘電体の物性評価に必須の高電圧アンプや温度制御オプションも用意しており、制御ソフトウェアから一括制御可能で完全自動運転にも対応します。

システム構成例



高電圧オプション (P37 参照)



オプション高電圧アンプを接続することで、最大 DC : 4kV, AC : 800Vpp の高電圧を印加可能です。
高電圧アンプを接続した際にも、ソフトウェアから連動制御できます。

高電圧オプション 仕様

電圧	AC : 800Vpp, DC : ± 4kV
周波数範囲	1mHz ~ 100kHz (容量による)

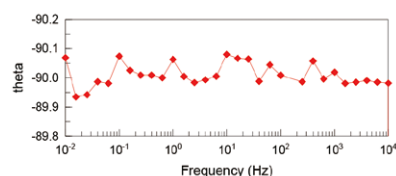
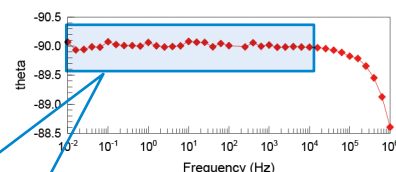
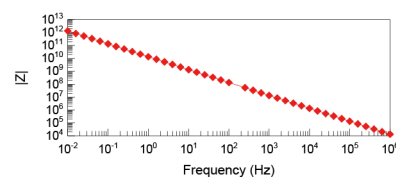
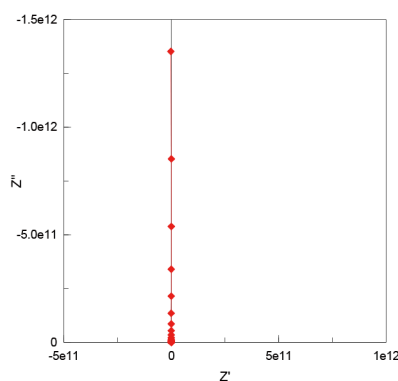
サンプルホルダ・温度制御オプション



型番 品名	TTPX 低温ブローバー	LN-Z2 クライオスタット	恒温槽 + SH2-Z 耐熱サンプルホルダ	MTZ-300 中温加熱炉システム	UHTZ-1200 高温加熱炉システム
温度制御範囲	4.2K ~ 425K ※冷媒・モデルによる	80K ~ 200℃	-60℃ ~ +150℃ ※モデルによる	100℃ ~ 300℃	100℃ ~ 1200℃
サンプル接続方式	ブローピング	上部下部 爪押え	上部下部 コンタクトピン 他	上部下部 爪押え	上部下部
雰囲気制御	真空、ガスタイプ	真空、ガスタイプ	オプション対応	ガスフロー	ガスフロー

サンプル測定例

サンプル : PTFE (0.5mm 厚シート)
測定器 : MIA-5M
治具 : SH2-Z (ガード付き
20mm Φ電極)
温度 : 室温
測定条件
周波数 : 10mHz ~ 1MHz,
5point/decade
印加電圧 : 1V ac



位相精度
<1.5° : 10kHz ~ 1MHz
<0.1° : 10mHz ~ 10kHz
の高精度測定を実現!!



フランス Bio-Logic 社 35MHz インピーダンスアナライザ MTZ-35



特長

- 広い周波数範囲：10 μ Hz ~ 35MHz
- 広いインピーダンス測定範囲：1m Ω ~ 500M Ω
- 加熱炉・温調システムと組み合わせて温調・測定の全自動化が可能

MTZ-35 仕様

セルコントロール	
モード	FRA
BNC アウター	接地
ジェネレータ	
周波数範囲	10 μ Hz ~ 35MHz
精度	設定周波数の $\pm 0.05\%$
ゲイン精度	0.1% + 0.001%/kHz <1MHz 1% + 0.04%/kHz >1MHz
位相精度	0.02° < 10kHz 0.05° + 0.0001° /kHz >10kHz
交流電圧レンジ	$\pm 100\mu$ V ~ ± 10 Vpp
直流電圧レンジ	$\pm 100\mu$ V ~ ± 10 V
入力レンジ	10V, 3V, 1V, 300mV, 100mV, 30mV, 10mV, 3mV, 1mVpp
分解能	16bit
測定レンジ	
インダクタンス	10nH ~ 10kH
キャパシタンス	1pF ~ 1000 μ F
レジスタンス	1m Ω ~ 500M Ω
基本精度	0.1 %

対応ソフトウェア



MT-Lab



ZView



Z-ASSIST



Z-FIT

入力チャンネル	
コネクタ	BNC
入力インピーダンス	1M Ω , 30pF 並列
最大入力電圧	アースから 10V
出力	
出力電圧	0V ~ 5Vp
出力インピーダンス	50 Ω \pm 1%
出力分解能	50 μ V
出力バイアス	± 5 V
一般	
PC との接続	USB2.0
電圧	115V/230V
電力	30VA
サイズ (HxWxD)、重量	184 x 525 x 530mm, 12kg



キーサイト社 インピーダンスアナライザ E4990A/E4980A



特長

- 高精度測定：0.045% (代表値)
- EDMS ソフトウェアにより、高温加熱炉と組み合わせて温調・測定の全自動化が可能
- ソフトウェアから補正データの書き込み、読み出し可能

対応ソフトウェア



EDMS



ZView



Z-ASSIST



Z-FIT

仕様

	E4990A	E4980A
周波数	20Hz ~ 10/20/30/50/120MHz	20Hz ~ 2MHz
テスト信号レベル	5mVrms ~ 1Vrms 200 μ Arms ~ 20mArms	0 ~ 2Vrms または 20Vrms (Opt.001) 0 ~ 20mArms または 100mArms (Opt.001)
自動レベル制御 (ALC)	○	○
DC バイアス	± 40 V / ± 100 mA	1.5V, 2V または ± 40 V (Opt.001)
プログラマブルリスト掃引機能	1601 ポイント	201 ポイント
リモート制御	GPIO/LAN/USB	GPIO/LAN/USB
インターフェース	ハンドラ	ハンドラ (Opt.201)、スキャナ (Opt.301)
パラメータ	インピーダンス、DC 抵抗	インピーダンス、DC 抵抗 (Opt.200)
制御コマンド	E4990A 固有の SCPI	E4980A/4284A と互換
基本精度	0.08% (typical 0.045%)	0.1% (高速)、0.05% (中速、低速)
測定範囲	25m Ω ~ 40M Ω (10%精度)	4.5m Ω ~ 172M Ω (10%測定精度@ 100kHz)
測定速度	3ms/点 @ f \geq 500kHz, BW=1 (Fast)	100ms (100Hz)、20ms (1kHz)、5.6ms (1MHz)、高速モード
補正機能	オープン/ショート/ロード補正	オープン/ショート/ロード補正
ストレージデバイス	SSD (内蔵)、USB メモリ (外部)	内部 / USB メモリ
外形寸法 (H x W x D)	235 x 432 x 308mm	105 x 370 x 390mm
重量	14kg	5.3 kg



特長

- 最大± 2kVDC、± 400VAC の高電圧印加が可能
- 広い周波数範囲：1mHz ～ 100kHz
- 耐電圧性サンプルホルダ、温度制御オプションとの接続可能

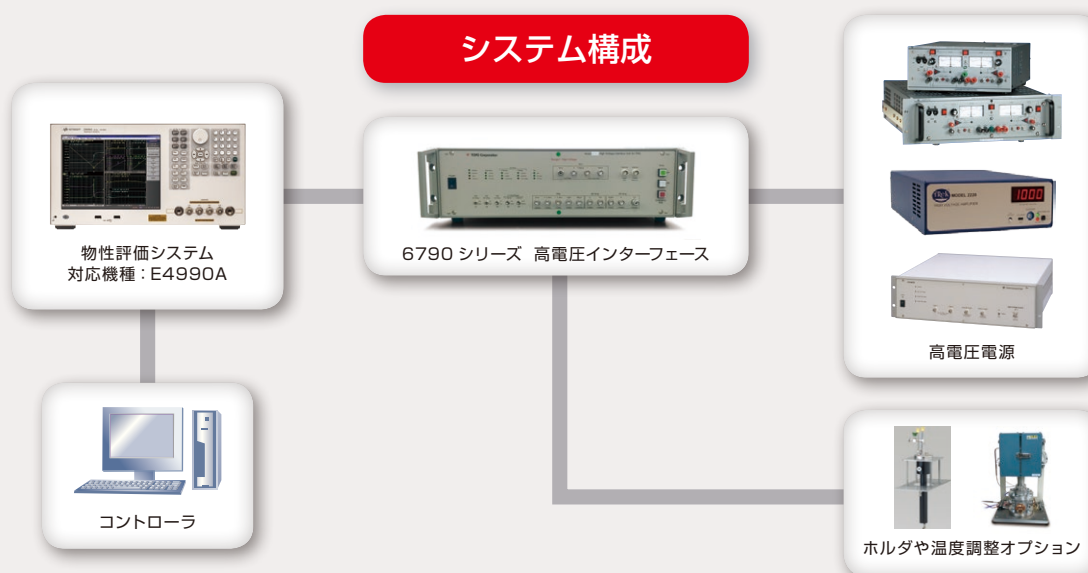
特長

- 高電圧印加状態でのインピーダンス測定に対応
最大電圧 DC：± 2kV、AC：± 400V を印可
- ワイドな周波数範囲（1mHz ～ 100kHz）
- 温調機能付サンプルホルダとの併用も可能

アプリケーション例

- トナー材料、感光体ドラム材料、高分子樹脂、各種絶縁体などの誘電率測定
- SiC, GaN, AlGaIn, BN, ZnO 他 ワイドギャップ半導体の低周波数 Capacitance vs Voltage 測定
- 液晶、ディスプレイ材料の誘電率測定

システム構成



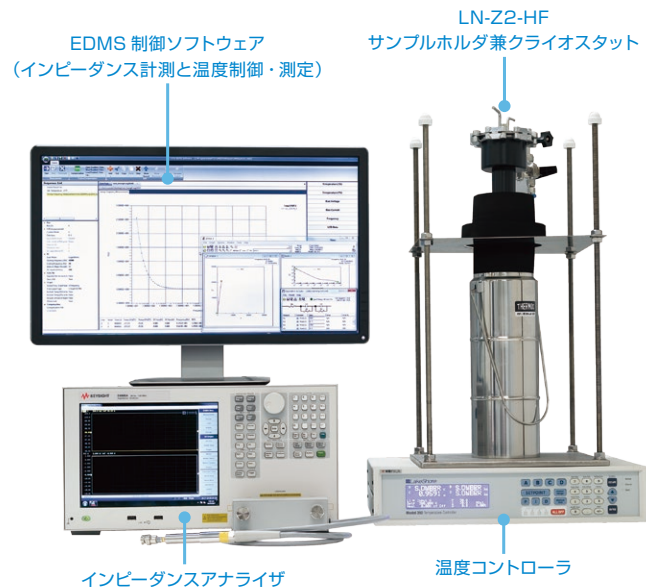
仕様

高電圧インターフェース		
	6792 AC/DC インターフェース	6793 DC インターフェース
周波数範囲	1mHz ～ 100kHz	1mHz ～ 100kHz
最大 DC 電圧	± 2kV	± 2kV
最大 AC 電圧	± 400V	± 10V
AC 電圧分解能	最小 125mVrms (機器構成による)	最小 125mVrms (機器構成による)
キャパシタンス測定範囲	1pF ～ 2nF ※	1pF ～ 2nF ※
対応可能電源	BOP, 2220, HVA800	BOP, 2220
高電圧 DC 電源		
	BOP 高電圧 DC 電源	2220 高電圧 DC 電源
最大 DC 電圧	± 1kV	± 2kV
DC 電流	40mA	10mA
ゲイン	100	200
高電圧 AC 電源		
電流	HVA 800 高電圧 AC アンプ	
最大 AC 電圧	± 400V	
周波数特性	DC ～ 100kHz	
ゲイン	100	

※サンプルのキャパシタンス値により周波数範囲が異なります。詳細は弊社までお問合せ願います。

固体電解質のイオン・電子伝導評価や半導体の物性評価に最適
広範囲温度制御と 100MHz 高周波測定を可能とする自動制御システム

特許登録済



高周波インピーダンス測定システム



HT-Z2-HF 用加熱炉及びサンプルホルダ

特長

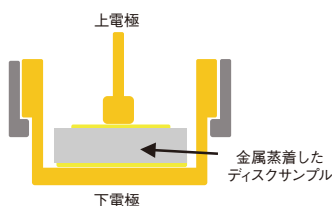
- 広い温度範囲: 80K ~ 473K (LN-Z2-HF)
室温 ~ 600℃ (HT-Z2-HF)
- 100MHz の高周波特性
- 専用制御ソフトウェアで温度可変とインピーダンス測定を全自動化
- 密閉・加圧式サンプルホルダを用意 (LN-Z2-HF)
- 起電圧サンプルにも対応 (LN-Z2-HF 用オプション)

高周波インピーダンス測定システム 仕様

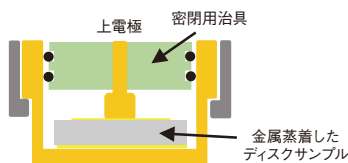
	LN-Z2-HF	HT-Z2-HF
周波数範囲	20Hz ~ 100MHz	20Hz ~ 100MHz
AC 電圧	5mVrms ~ 1Vrms	5mVrms ~ 1Vrms
DC 電圧	± 40V	± 40V
補正機能	オープン / ショート / ロード	オープン / ショート / ロード
測定範囲	25mΩ ~ 40MΩ	25mΩ ~ 40MΩ
温度範囲	80K ~ 473K (制御温度: 90K ~ 473K)	室温 ~ 600℃ (制御温度: 100℃ ~ 600℃)
サンプル雰囲気	He ガス置換、大気または ガス置換	大気またはガス置換
サンプルの接続	LN-Z2-HF サンプルホルダ オプション参照	2 端子 スプリング式
サンプルサイズ	面積: 13mmφ以下 厚み: 3mm 以下	面積: 20mmφ以下 厚み: 3mm 以下
オプション	・標準サンプルホルダ ・密閉式サンプルホルダ ・加圧式サンプルホルダ ・バイアス電圧サンプル測定オプション ・オーバーヒート防止キット	オプションなし

LN-Z2-HF サンプルホルダオプション

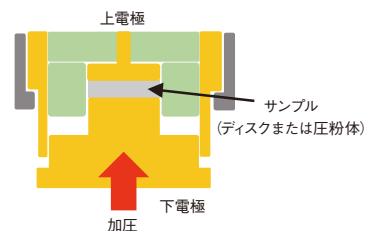
標準サンプルホルダ



密閉サンプルホルダ



加圧式サンプルホルダ



サンプルの接続	2 端子 スプリング式	2 端子 スプリング式	2 端子 加圧式
サンプルサイズ	面積: 13mmφ以下 厚み: 3mm 以下	面積: 13mmφ以下 厚み: 3mm 以下	面積: 13mmφ以下 厚み: 3mm 以下
密閉性	NA	あり	あり
周波数範囲	20Hz ~ 100MHz	20Hz ~ 100MHz	20Hz ~ 100MHz

テクニカルレビュー

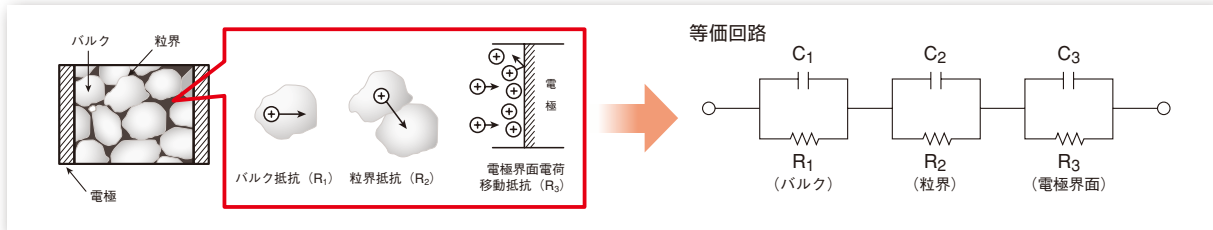
温調機能と高周波インピーダンス測定を用いたバルク・粒界のアレニウスプロット評価

酸化物や硫化物などの粒子を圧粉・焼成したサンプルをインピーダンス測定した場合、理想的にはバルク単体の抵抗成分 / 粒界（粒子同士の界面）の抵抗成分 / 電極との界面の抵抗成分の3成分に分離されます。

材料の活性化エネルギーなどの特性を求める場合、温度を変化させた上で各成分の抵抗を測定しアレニウスプロットを取得します。

しかしながら移動度の高い粒子は抵抗が低く、1MHz程度の周波数ではバルク・粒界の抵抗を得ることができませんでした。

当社で開発したサンプルホルダは、90K (-183℃) ~ 873K (600℃) までの広い温度範囲で100MHzまでの測定を実現しています。このシステムを用いることでサンプルのバルク・粒界特性を正しく評価することが可能です。

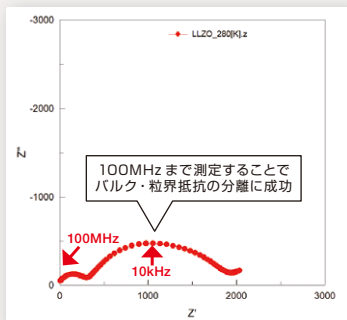


測定例① LLZT 固体電解質のバルク・粒界の活性化エネルギーの算出

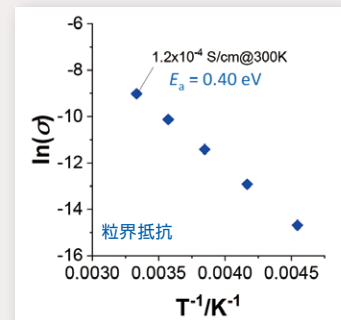
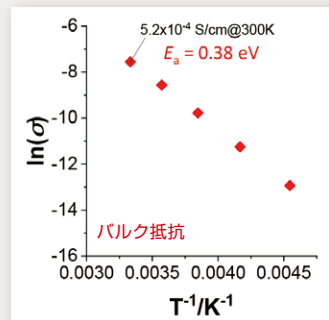
測定サンプル: LLZT

周波数範囲: 20Hz ~ 100MHz

測定温度: 220K, 240K, 260K, 280K, 300K



各温度で測定



インピーダンス測定結果 (280K)

アレニウスプロットによる活性化エネルギーの算出

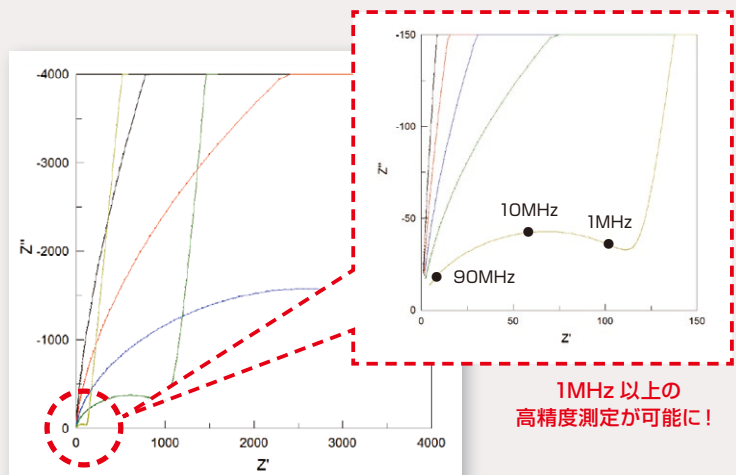
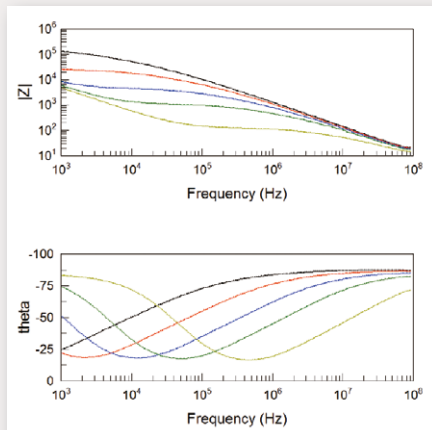
技術協力: 物質・材料研究機構 太田鳴海氏

測定例② LLTO 固体電解質のインピーダンス温度依存性評価

測定サンプル: LLTO

周波数範囲: 1kHz ~ 90MHz

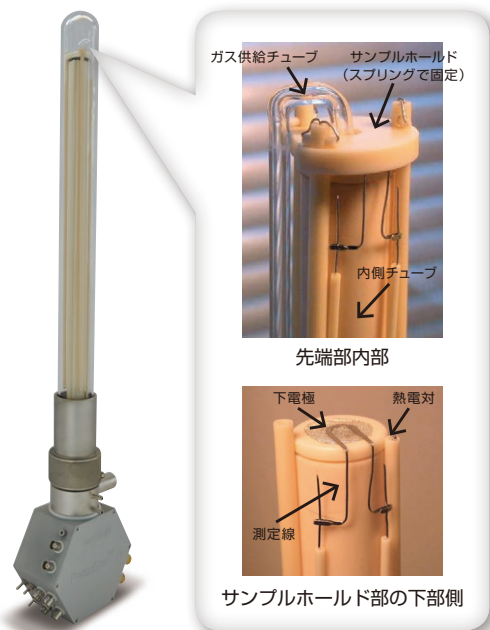
測定温度: 170K, 200K, 225K, 250K, 300K



技術協力: 学習院大学 理学部化学科 稲熊宜之教授

サンプルホルダ

超高温対応電気化学セル ProboStat



仕様

インピーダンス周波数特性	DC ~ 1MHz
使用温度範囲	RT ~ 1600℃
温度測定	3 個の熱電対コネクタ
チューブの長さ	400mm, 500mm, 600mm から選択
外側チューブの直径	40mm
内側チューブの直径	10mm, 12mm, 16mm, 20mm から選択
サンプルサイズ	25mm φまで (ペレット)
ガス供給・排気ポート数	4 個 (1/8 インチスウェージロック)



ベースユニット
(電気接続部)



ベースユニット
(熱電対コネクタ部)



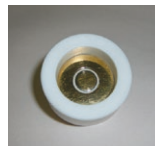
ベースユニット
(ガス接続部)

4 端子サンプルホルダ SH2-Z



仕様

サンプルホルダ構造	上下電極挟み込み方式
インピーダンス周波数特性	DC ~ 100MHz
使用温度範囲	-30℃ ~ 165℃
温度測定	下電極直下に白金センサー内蔵
抵抗測定範囲	100mΩ ~ 1TΩ (電極短絡時 <10mΩ)
最大使用電圧	< 500VDC
上電極直径	25mm, 40mm より選択
下電極直径	2.5mm, 10mm, 20mm, 30mm より選択 ガード電極の有無を選択
最小サンプル厚さ	200 μm 以上
電極材料	ベリリウム銅 表面に金メッキ
電極絶縁材料	PEEK
外径寸法 (H x W x D)	163mm x 60mm x 82mm
重量	3kg



液 / 粉体測定用ホルダ



空気遮断密閉ホルダ



一定圧力キット

提案例：粉体サンプルのインピーダンス測定

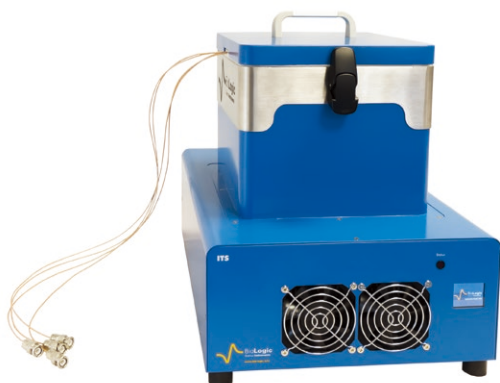
SH2-Z の一定圧力キットは、常に一定のトルク（≒圧力）でサンプルへの押し付けが可能です。また、同時にマイクロメーターとの連動によりサンプル厚みの計測が可能です。これにより、

1. 人間の感覚による厚み測定の誤差をなくすこと
2. 粉体測定で問題となる粉の充填率によるデータの再現性

の両方を改善する最適なソリューションです。リチウムイオン電池の正極材料、燃料電池の電解質膜などの各種粉体材料、厚みの規定が難しいアプリケーションなどで応用できます。



コンパクト温調システム ITS



特長

- 温度範囲 / 精度: $-35^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$ / 0.1°C
- EC-Lab、MT-Lab と連動可能
- CESH オプションで様々なガス環境で測定可能
- CESH オプションで 200kPa までの加圧測定可能

ITS仕様

温度範囲	$-35^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$
制御温度精度	0.1°C
インターフェース	USB2.0
電源	115V/230V 50/60Hz
電力	250VA
サイズ [HxWxD]	400 x 313 x 385mm
重量	8kg

サンプルホルダ CESH



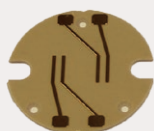
特長

- 温度範囲: $-40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$
- ITS コンパクト温調システムに対応
- 様々な電極を選択可能
- 様々なガス環境で測定可能
- 200kPa までの加圧測定可能

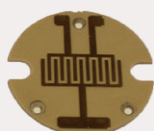
CESH仕様

温度範囲	$-40^{\circ}\text{C} \sim +150^{\circ}\text{C}$
接続端子	SMB (4ポート)
ガスイン / アウトポートサイズ	イン: $0.2\text{mm } \phi$ / アウト: $0.4\text{mm } \phi$
周波数範囲	DC \sim 35MHz
DC 範囲	$\pm 50\text{V}$
電極材料	金プレート
電極ベースサイズ	$47\text{mm } \phi$
最大厚み	最大 5mm
最大電流	1A

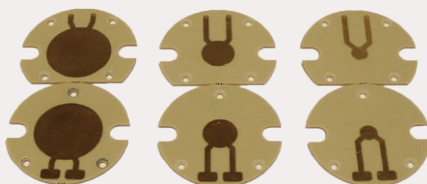
電極ラインナップ



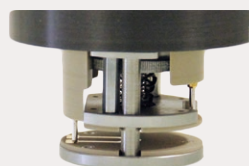
標準 4 端子



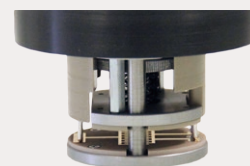
くし形



上下挟み込み
(1 インチ、1/2 インチ、1/4 インチ)



電極セッティングのイメージ
(上下挟み込み)



電極セッティングのイメージ
(くし形)



フランス Bio-Logic 社 走査型電気化学顕微鏡システム 概要

走査型電気化学顕微鏡システム M470 シリーズは微小プローブ及び X, Y, Z ポジショナを使用し、サンプル表面をスキャンすることで各微小領域における電気化学測定を可能にしたシステムです。測定テクニックは 6 種類あり、それらすべてが 1 ユニットの装備可能です。バッテリー、腐食防食、触媒、バイオ、センサーなどあらゆる電気化学測定アプリケーションに適用できます。



セル



μ TriCell™
セル容量：8.9mL



Shallow μ TriCell™
セル容量：7.6mL



TriCell™
セル容量：1L

電極

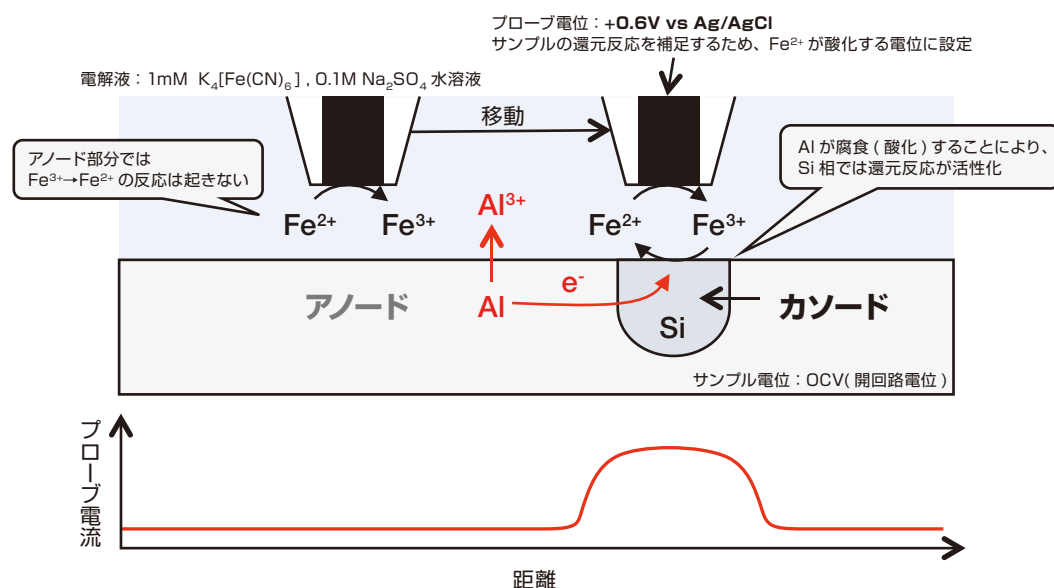


テクニック

テクニック	SECM	LEIS	SVP (SVET)	SKP	SDS	OSP
プローブ	1 μ m ~ 25 μ m	40 μ m	40 μ m	150 μ m, 250 μ m	100 μ m	—
分解能	プローブ径と同じ	約 200 μ m	約 200 μ m	プローブ径と同じ	約 200 μ m	100nm (Z 方向)
測定パラメータ	電流 (dc-SECM) インピーダンス (ac-SECM)	インピーダンス	電位勾配	表面電位	電流・電圧・ インピーダンス	表面凹凸
サンプル雰囲気	液相	液相	液相	気相	液相	気相
測定原理	電極表面の酸化還元反応の強弱による電流変化を微小プローブで測定	局所でのインピーダンスを測定	電極振動法により電流勾配を電位差として測定	タングステンプローブとサンプル間の電位差を測定	微小エリアに溶液を付着、そのエリア内での電気化学反応を測定	レーザー変位計を用いて表面凹凸を測定
記載ページ	P43	P44	P44	P45	P45	—

SECM (Scanning ElectroChemical Microscopy) 走査型電気化学顕微鏡

SECM 測定原理 (例 . アルミニウム合金の表面腐食)



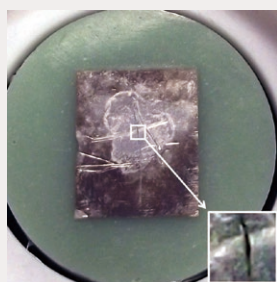
表面形状に合わせたプローブスキャンを実現 高分解能 SECM (ic-SECM)

国際特許出願済み

SECM テクニックのこれまでの課題

SECM は電極で反応した電気化学反応を微小プローブで捕捉することにより、微小領域での反応性のムラを観測することができます。しかしながら、反応性の強弱は電極 - プローブ間の距離にも依存し、凹凸の激しい (数 μm) サンプルにおいて、測定することが困難でした。ic-SECM (Intermittent Contact - SECM) は電極の表面形状に合わせてプローブをスキャンできるため、これまで課題であった電極 - プローブ間の距離依存性による誤差を最小限に抑えることを可能にしました。

※この計測手法は University of Warwick Electrochemistry and Interfaces Group より提案された手法を使用しております。



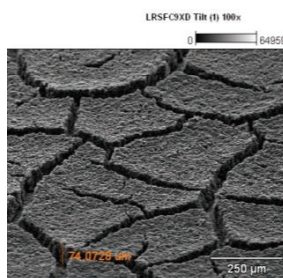
アルミニウム合金表面にキズを入れた際の SECM 像

より鮮明な
SECM 像を
観察すること
ができる

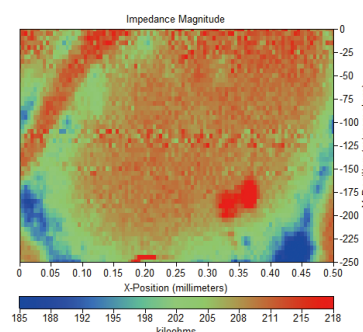
リチウムイオン二次電池用電極の反応性評価

測定条件

- テクニック : ic-ac-SECM
- プローブ径 : 10 μm
- サンプル形状 : 右図
- 電解質 : 0.1M TBA-ClO₄
- 電解液 : PC
- スキャンエリア : 500 μm x 250 μm (5 μm step)
- 測定周波数 / 印加電圧 : 100kHz/25mVrms



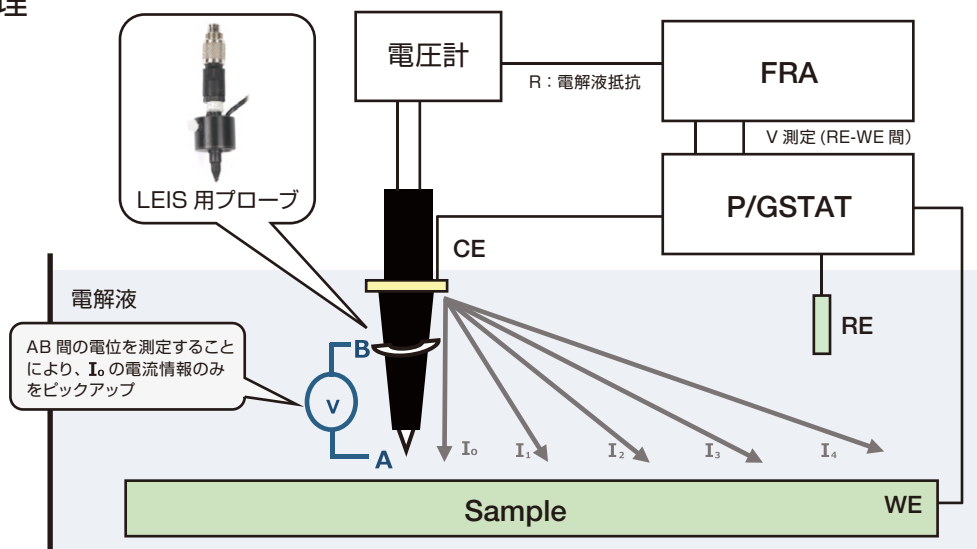
サンプル形状



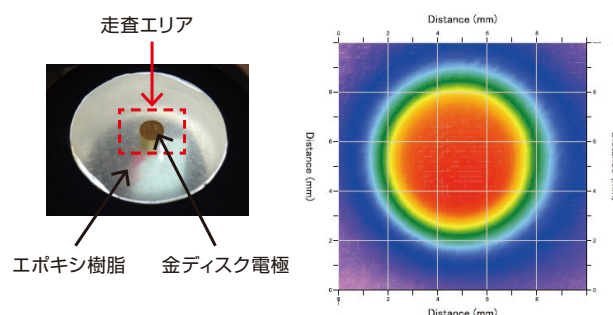
測定結果

LEIS (Local Electrochemical Impedance Spectroscopy) 局所電気化学インピーダンス法

LEIS 測定原理

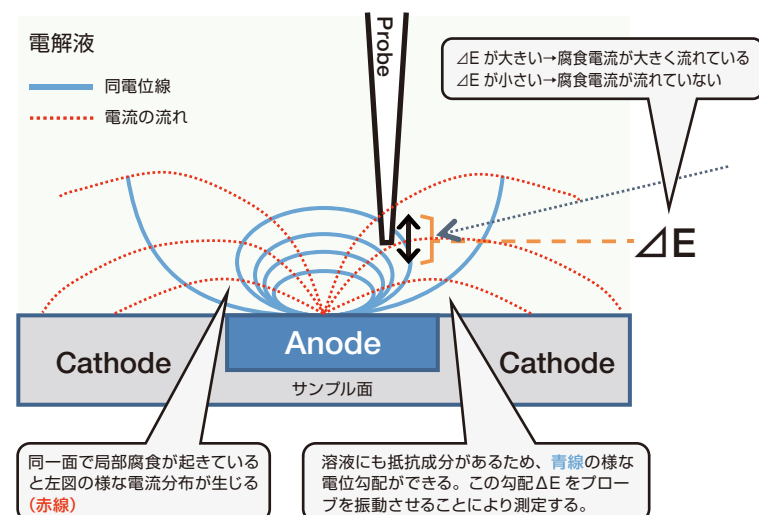


- プローブ : 40 μ m ϕ (白金 / イリジウム)
- 溶液 : 水道水 (導電率: 約 200 μ S/cm)
- 参照極 : Ag/AgCl
- 対極 : 白金リング
- プローブとサンプルの距離: 約 100 μ m
- AC 周波数 : 100kHz
- AC 振幅 : 100mVpp DC: 0V vs OCV
- 走査エリア : 10mm \times 10mm (ステップ: 200 μ m)



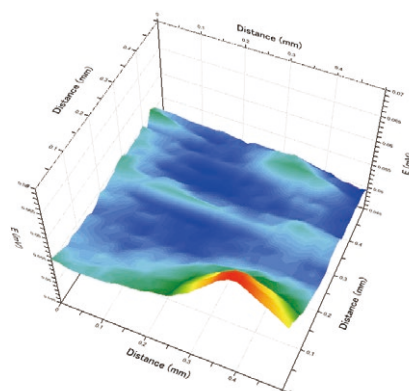
SVET (Scanning Vibrating Electrode Technique) 振動電極法

SVP 測定原理



Li イオン二次電池用電解液の不均一性電流評価

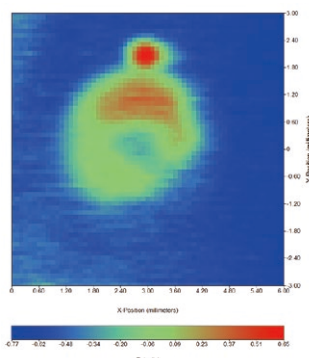
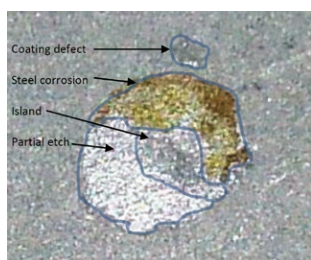
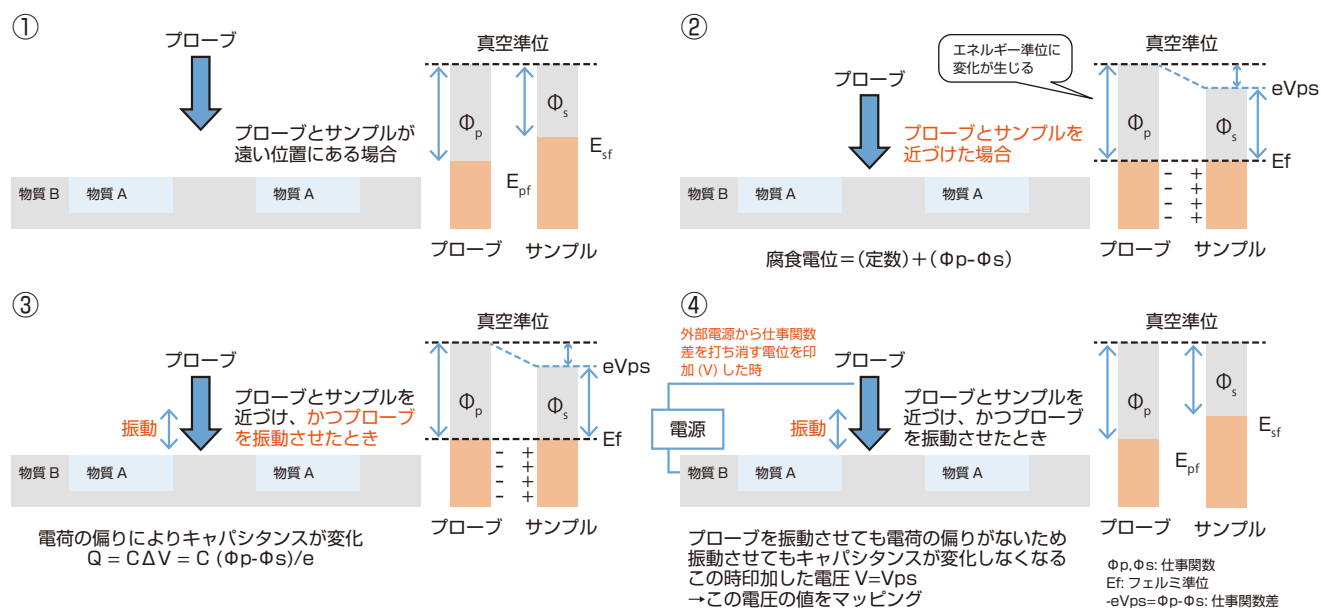
- 電極 : Ni プレート
- 電解質 : 1M LiTFSI
- 溶媒 : DME:DOL (1:1 体積比)
- スキャン範囲: 500 μ m \times 500 μ m (20 μ m 分解能)
- Ni プレーートの電位を -50mV vs Li/Li⁺ にして測定



局所的に電流が流れている部分を検出 (この部分に過充放電が発生する恐れあり)

SKP (Scanning Kelvin Probe) 走査型ケルビンプローブ法

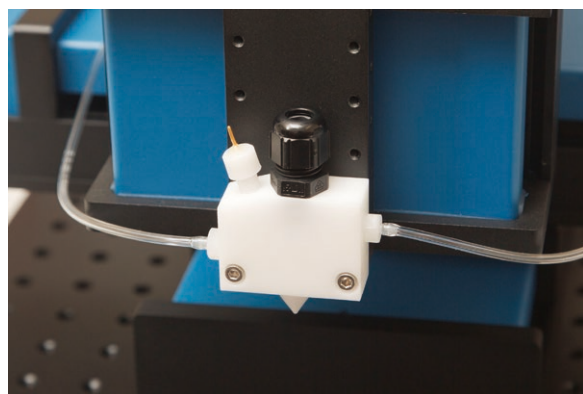
SKP 測定原理



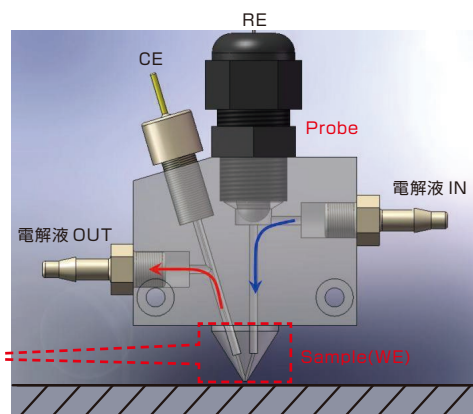
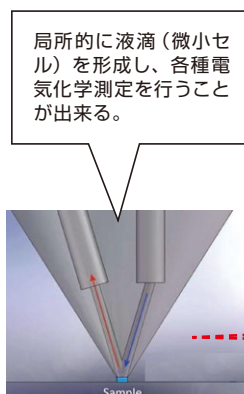
亜鉛メッキサンプルの SKP 測定結果

SDS (Scanning Droplet System) 走査型液滴システム

SDS 測定原理



測定イメージ



プローブとサンプルのイメージ図



フランス Bio-Logic 社

走査型電気化学顕微鏡システム 製品ラインナップ

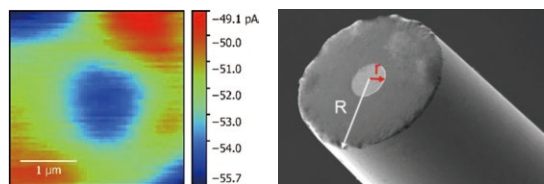
SECM-150 SECM テクニックのみに特化したローコストタイプモデル

■ 軽量・コンパクトであるためグローブボックス内でも簡単に使用可能

90 x 235 x 180 mm (H x W x D) のコントローラと、190 x 225 x 230 mm (H x W x D) のステージによって構成されているシステムであるため、グローブボックスの中にセットアップすることが可能です。

■ 測定分解能 0.5 μm 、スキャン分解能 10nm

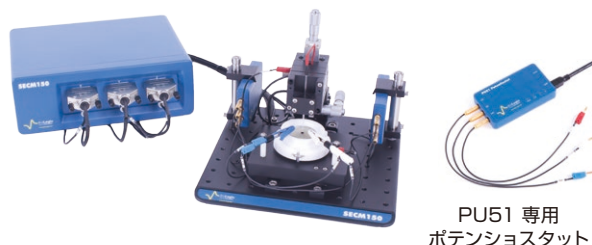
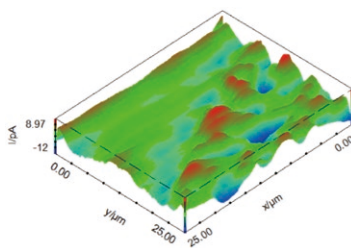
一般的に SECM における測定分解能はプローブ直径の半分といわれています。Bio-Logic 社では 1 μm プローブを開発し、0.5 μm の測定分解能での SECM を実現させました。



金電極に多孔質膜を塗付したときの金電極の伝導性評価

■ 20points/s の高速測定

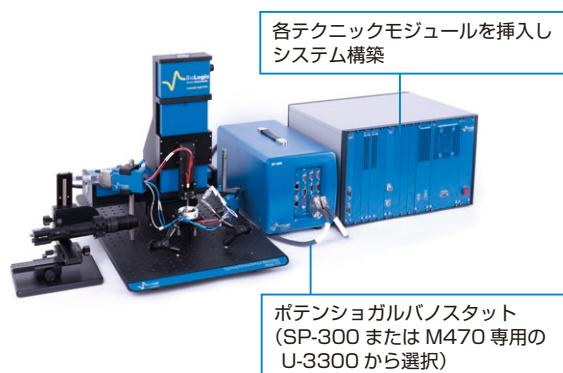
右図は 25 μm 四方のサンプルを 10,000 点で測定したデータです。SECM-150 は 1 秒間に 20 点の測定を行えますので、右のような図を 18 分で得ることが可能です。

PU51 専用
ポテンショスタット

SECM150 仕様

ステージ	
スキャンレンジ	200 μm (X,Y), 100 μm (Z)
最小ステップサイズ	50nm (10nm 以下の位置分解能)
最大スキャンスピード	200 μm / 秒
最大サンプリングレート	20points/ 秒
ポテンショスタット	
測定電流レンジ	100pA ~ 1mA
測定精度	0.5% (2% : 100pA レンジ)
測定分解能	16bit (7.8fA : 100pA レンジ)
印加電圧	$\pm 2.048\text{V}$
印加・測定電圧精度	レンジの 0.5%
入力インピーダンス	100G Ω // 5pF
暗電流	<10pA
サンプリングレート	1mHz ~ 10kHz
PC との接続	USB

M470 シリーズ 様々なテクニックを搭載可能なハイエンドモデル

各テクニックモジュールを挿入し
システム構築ポテンシオガルバノスタット
(SP-300 または M470 専用の
U-3300 から選択)

■ 6 種類のテクニックを一つのユニットに装備可能

M470 シリーズは各テクニックのモジュールを挿入するだけで実装可能なため、省スペースで様々な測定が可能です。

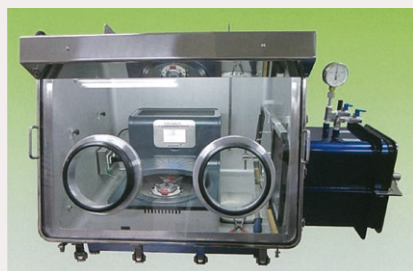
■ サンプルの凹凸に合わせた制御が可能 (ic-SECM)

M470 シリーズに搭載の ic-SECM テクニックを使用すれば、凹凸の激しいサンプルでも測定可能です。(詳細は P43 をご覧ください)

■ ワイドスキャンレンジ (x,y,z) : 100mm

広いスキャンレンジを持っているため、加工しにくいサンプルにも適用可能です。また、広いスキャンレンジを持っているにもかかわらず、スキャン分解能が 10nm のため、微小領域の測定も可能です。

オプション



M470-GB

M470 用グローブボックスオプション (接続ケーブル込み)

無水・無酸素下での測定が可能。リチウムイオン二次電池の評価に必須のオプション

グローブボックス特長

- フロー型グローブボックス (循環精製装置付き)
- 露点 : -60 $^{\circ}\text{C}$ (ベスト)
- 内寸 : 800 x 800 x 650mm
- SCAN-LAB 用フィードスルーコネクタ搭載

*本オプションは U-3300 ポテンショスタットのみ対応しております。

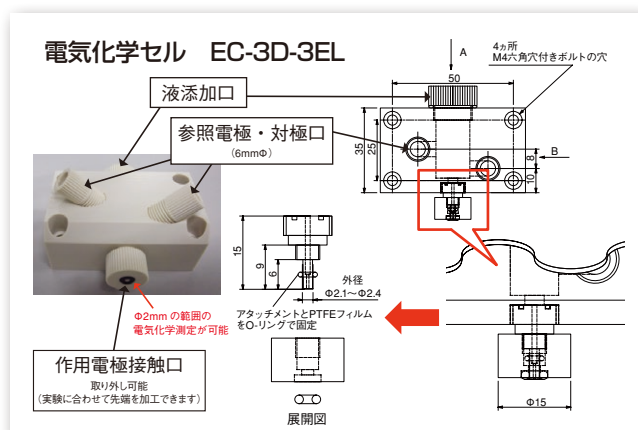
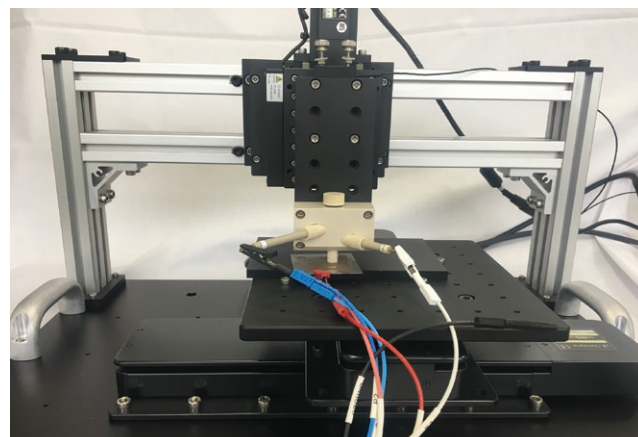
mm オーダーで電極の局所マッピング測定が可能

特長

- サンプルステージ：最大 200mm x 200mm
- ロードセルを使用することで、荷重の制御が可能
- 局所的な電気化学測定が可能
- 測定パラメータと同時に凹凸も測定

ステージ仕様

項目	内容・仕様値
サンプルステージ	200mm x 200mm (最大)
XY 軸ステージ	<ul style="list-style-type: none"> ・ X 軸 移動量 200mm もしくは 100mm ・ Y 軸 移動量 200mm もしくは 100mm 位置決め精度 15μm ※単軸精度
Z 軸ステージ	<ul style="list-style-type: none"> ・ HPS80-50X-M5 移動量 50mm 分解能 Full 2μm/パルス Half 1μm/パルス 位置決め精度 25μm
接触感知機構	<ul style="list-style-type: none"> ・ ロードセル LMBT-A-50N 耐荷重 5kg ヒステリシス \pm 0.3% RO 以内 繰り返し性 0.3% RO 以下 ・ 計測用コンディショナ WGA-680A



用途に合わせた 2 種類のテクニック

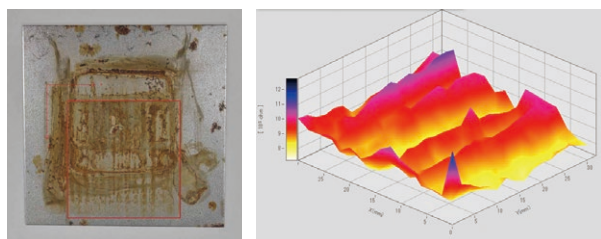
マッピングモード

作製した電極の不均一性を評価することができ、品質管理に適しています。測定テクニックは 5 種類あり、それらすべてがシーケンシャルに制御することが可能です。

測定テクニック

- OCV のマッピング
- 任意の周波数における電気化学インピーダンスのマッピング
- 充放電後の容量マッピング
- 定電圧印加後の電流マッピング
- 定電流印加後の電圧マッピング

測定例



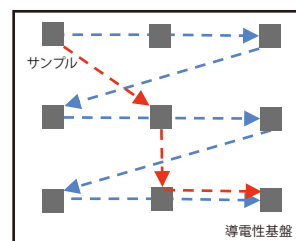
サビ入り鉄鋼版のインピーダンスマッピング

スクリーニングモード

一つの基盤に複数のサンプルを塗布し自動でセルを動かして測定することにより、効率よく材料探索が可能になります。また、任意の座標をリスト化すれば、測定不要なサンプルの測定も回避可能です。

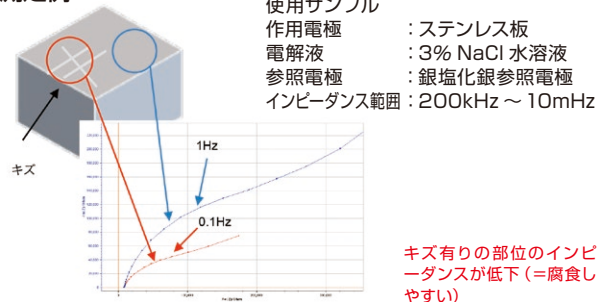
測定テクニック

- EC-LAB ソフトでできるテクニック全般



- 一定間隔のサンプルをスクリーニング
- 任意の座標のサンプルをスクリーニング

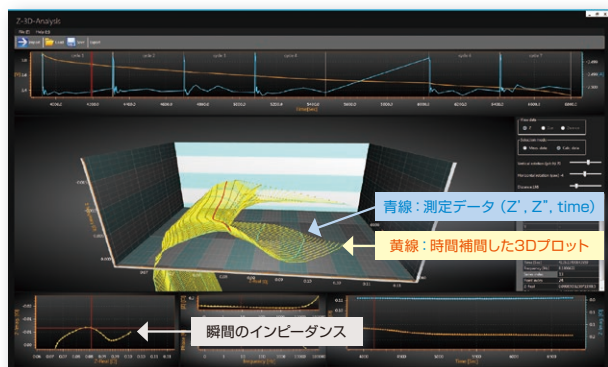
測定例





Z-3D 3D インピーダンス解析ソフトウェア

経時変化するサンプルのインピーダンス解析が可能に

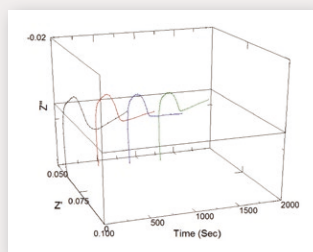


インピーダンス測定的前提条件の1つに不変性（測定中に電極反応と反応速度が変化しないこと）を満足する必要があります。従来のインピーダンス測定では適用できなかった経時変化するサンプルでも3Dインピーダンス法を適用し、瞬間のインピーダンスを決定することができます。

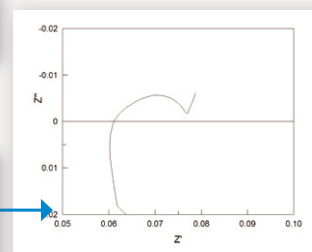
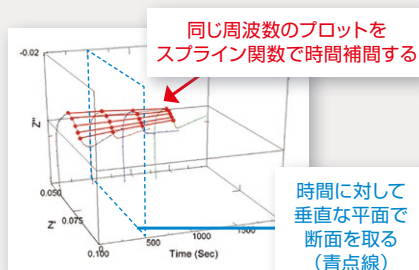
特長

- 不変性を満足しない系でのインピーダンス測定
電池：充電、放電しながらの in-situ インピーダンス解析
腐食：経時変化しやすいサンプルの腐食モニタリング
- インピーダンス測定前の OCV 時間保持の削減による充放電時間の短縮
- 各時間・SOC における瞬間のインピーダンスを ZView フォーマットで出力
- 対応 OS Windows 7, 10

測定概要



ナイキスト線図に時間の情報を加えて測定した結果



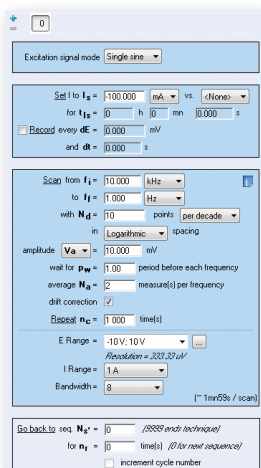
算出されたナイキスト線図

テクニカルレビュー 1

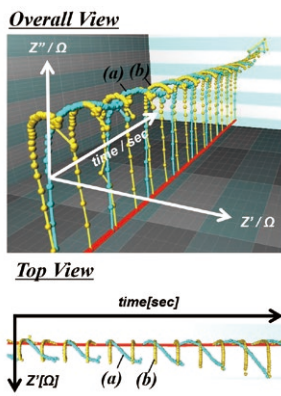
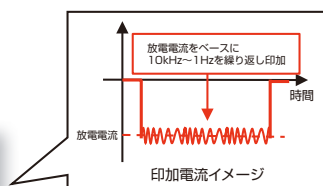
オペランドインピーダンス解析によるリチウムイオン二次電池の過渡状態における抵抗評価

これまでの電気化学インピーダンス法では、電池の充放電をいったん停止し平衡状態における電気化学インピーダンスを取得しているのに対し、3Dインピーダンス法は、過渡状態（充放電中）の内部インピーダンスを把握することができます。これにより、リチウムイオン二次電池の正確な内部特性を把握することが可能になります。以下は参照電極付きのリチウムイオン二次電池を使用し、過渡状態における正極・負極の内部インピーダンスが放電レートによってどのように変化するかを観測した結果です。

- サンプル : ラミネート型リチウムイオン二次電池
- 計測器 : VMP-300
- 周波数範囲 : 10kHz ~ 1Hz
- 放電レート : 0.1C, 3C
- 設定 : 以下の通り

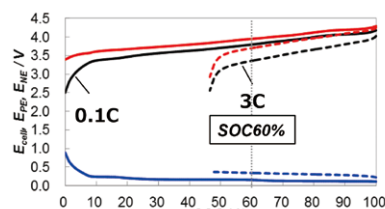


GEIS 設定画面 設定例

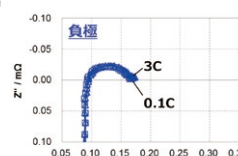
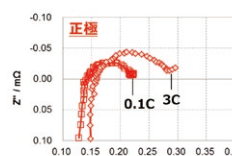
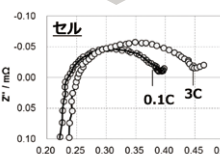


3D インピーダンス解析ソフト画面
(a) 測定データ
(b) 時間補間したインピーダンスデータ

測定結果



—正極
—負極
—セル全体



SOC60% 時のインピーダンス挙動
過渡状態では正極の反応抵抗が増大している



本データはプライムアース EV エナジー株式会社よりご提供いただいております。
※第 59 回電池討論会（大阪府立国際会議場 発表番号：2D-06）にて発表された内容より抜粋

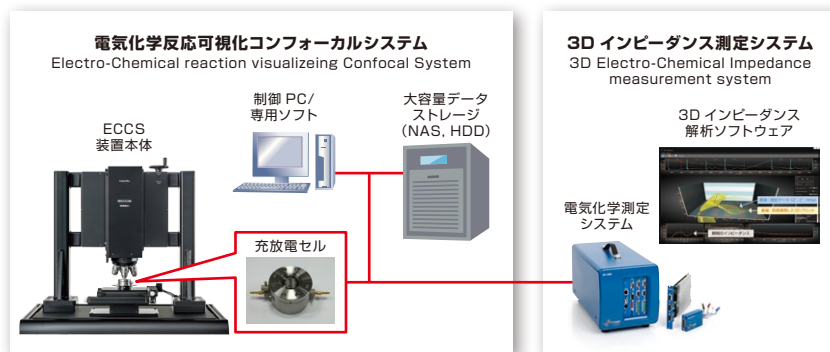
テクニカルレビュー 2

リチウムイオン二次電池の画像観察とインピーダンスのオペランド測定

3D インピーダンス測定システムと Lasertec 社の ECCS（電気化学反応可視化コンフォーカルシステム）を組み合わせることによって、充放電中の系が変化している状態でインピーダンス測定と画像観察の同時測定をすることができます。これにより、リチウムイオン電池のデンドライド発生、膨張収縮、ガス発生などのイベント発生時にインピーダンスと相関付けて深い考察を行うことができます。以下はコイン型電極を半分に切断し、SOC を変化した場合のインピーダンス測定例です。

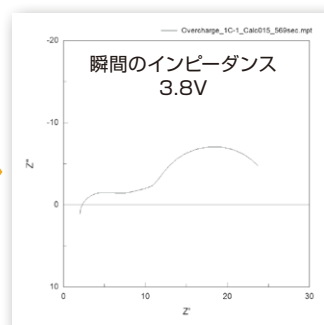
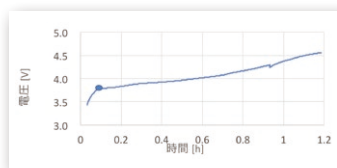
- サンプル : リチウムコイン電池
 正極 コバルト酸リチウム
 負極 天然球状グラファイト
 セパレータ セルガード社 # 2400
 電解液 EC : EMC 3 : 7,
 VC 0.5wt%, LiPF₆ 1mol/L
- 計測装置 : Bio-Logic SP-300
 Lasertec ECCS B320
- 充電レート : 1C
- 周波数範囲 : 100kHz ~ 1Hz
 (GEIS-AA を使用、p15 参照)

システム構成

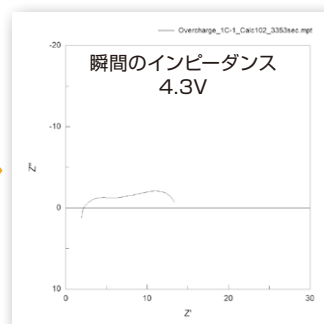
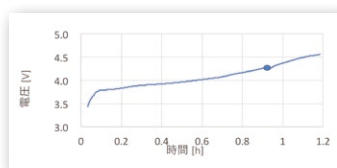


オペランド同時測定のイベント例:

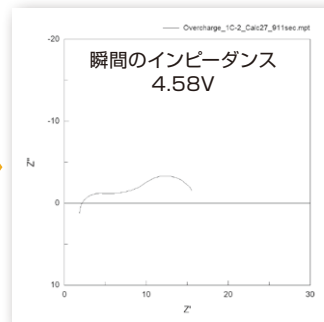
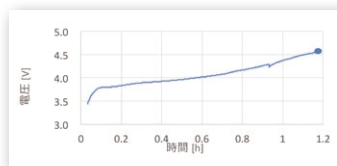
- ・ デンドライド発生
- ・ 負極の膨張収縮
- ・ 電解液からのガス発生



1C レートで充電



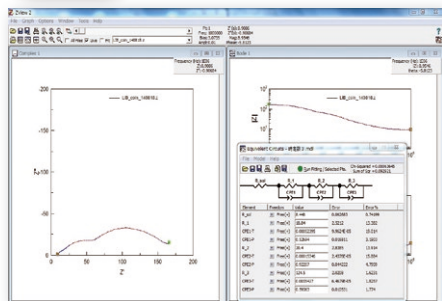
1C レートで充電



ソフトウェア ラインナップ



ZView 交流解析ソフトウェア



ナイキストプロット、ボード線図による
インピーダンスのグラフ表示

概要

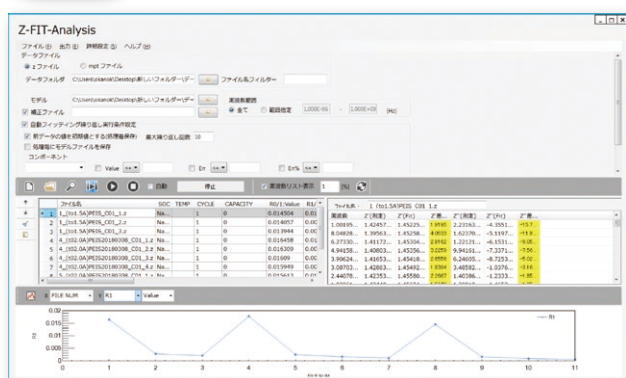
ZViewは交流インピーダンスの解析を行うソフトウェアです。元米国ノースカロライナ大学教授 J. Ross Macdonald により開発された CNLS (Complex Nonlinear Least Squares) を用いた高度な等価回路フィッティング、シミュレーションが可能です。

特長

- 高度な等価回路フィッティング、シミュレーション機能
CPE、Warburg、Dx などのパラメータにも対応
 - 多彩な表示パラメータ
 - インピーダンス (R, X) ($|Z|, \theta$) (R_w, X_w) (Z_w, θ)、アドミタンス (G, B) ($|Y|, \theta$) (G_w, B_w) (Y_w, θ)
 - 誘電率 (ϵ', ϵ'') ($|\epsilon|, \theta$)、ゲインフェーズ (a, b) (r, θ) (r, t)
 - RLC (直列、並列) (C, R) (C, D) (C, Q) (L, R) (L, D) (L, Q)
- 以上の組み合わせにてボード線図、ナイキスト線図、3次元プロットを表示することができます。



Z-FIT-Analysis ZView フィッティング制御ソフトウェア



Z-FIT-Analysis を用いた複数データの一括フィッティング

概要

Z-FIT-Analysis はデータの一括解析を目的としたソフトウェアです。ZView を自動制御することで大量のインピーダンスデータを短時間で解析することができます。

特長

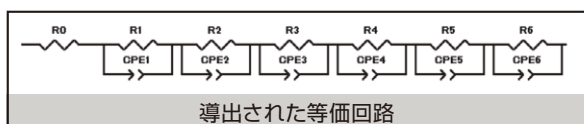
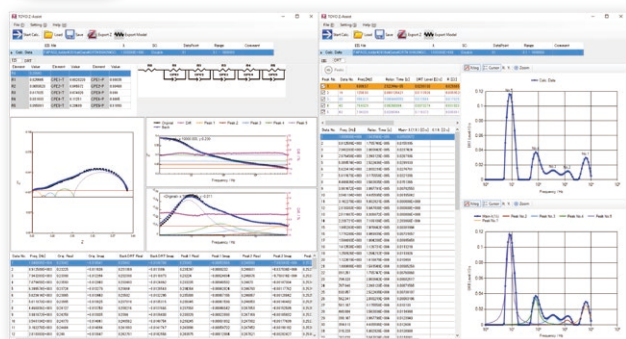
- インピーダンス解析の作業効率化
- Z-3D (次ページ参照) による SOC や電圧値などの出力データと連動
- 等価回路内の各要素 (R_{ct} など) の変化をグラフ化 (vs SOC、時間 他)
- フィッティング結果は csv 形式で出力可能
- 元データとの誤差を数値化
- OS : Windows 7,10

応用例

- 経時変化する腐食系の 3D 解析データの処理
- 電池の 3D インピーダンス解析データの処理
- 同一系での大量データ処理



Z-ASSIST インピーダンス解析支援ソフトウェア



概要

Z-ASSIST は、電気化学インピーダンス解析支援ソフトウェアです。インピーダンス測定結果の解析を行うために必要な等価回路モデルを自動生成するもので、新たに緩和時間分布 (DRT) 法を適用することによって、解析時に必要な初期パラメータの最適値を導出できます。

特長

- DRT 法を用いたインピーダンス解析支援ソフトウェア
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所の開発したアルゴリズムを活用
- 解析に必要な等価回路モデルの推定および初期値を自動導出可能
- 初期値を含む等価回路モデルデータを ZView 交流解析ソフトウェアにエクスポート可能
- インピーダンス解析時間を大幅に削減
- OS : Windows 7,10

アプリケーション

- リチウムイオン電池
- 固体酸化物形燃料電池 (SOFC)
- 有機 EL
- その他、RC 並列回路を多数含むデータ解析に最適



本製品は、国立研究開発法人産業技術総合研究所の研究成果を活用しています



特長

- 電気化学測定と連動して恒温槽の温度の自動制御が可能
- 複数台（最大 8 台）の恒温槽の制御が可能
- 任意チャンネルを任意の恒温槽に割り当て可能
- 温度上限値、下限値の設定が可能
- 対応機種

- エスベック社製 恒温槽（ GPIB・LAN 接続の場合：最大 8 台 / RS485 接続の場合：最大 4 台）
 - 小型環境試験機 SH・SU（モデル番号の下一桁 0、1、2 に対応）
 - ライトスペック恒温器 LH・LHL・LHU・LU
 - プラチナス J シリーズ PH・PR・PL・PSL・PU・PG
- ナガノサイエンス社製 恒温槽（RS485 接続のみ対応：最大 1 台）
 - CH シリーズ恒温槽

- OS：Windows XP, 7, 10

対応ソフトウェア



EC-Lab



EC-Lab Express

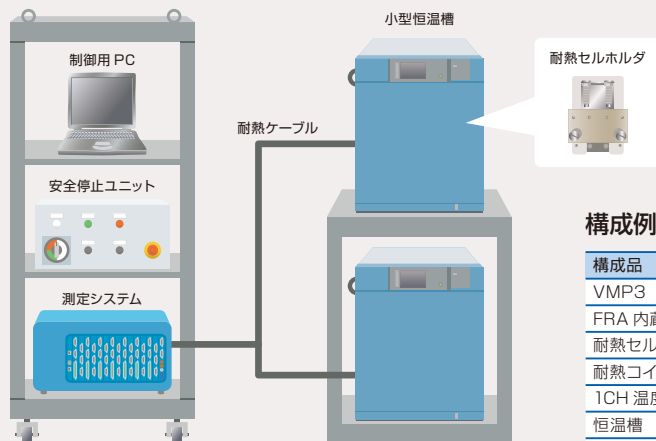


BT-Lab



BCycle

恒温槽連動システム 提案例



■ 安全停止

安全停止ユニットにより、セルの電圧異常、温度異常時にシステムを停止させることが可能

■ 恒温槽自動制御

恒温槽制御ソフトにより、電気化学測定と温度制御を連動させることが可能

■ 耐熱ケーブル・セルホルダ

最高温度 150℃ までの試験が可能

構成例：安全機能付 16ch 電気化学測定システム・恒温槽 2 台

構成部品	数量
VMP3 16 スロットシャーシ	1
FRA 内蔵ポテンショ / ガルバノスタットボード (1 スロット)	16
耐熱セルケーブル (温度範囲: -25℃ ~ +150℃)	16
耐熱コインセルホルダー (4ch)	4
1CH 温度電圧異常時インターロックユニット・ケーブル	16
恒温槽	2
恒温槽用オプション (防爆・ケーブル孔追加・巻き線・架台)	2
制御用 PC	1
恒温槽制御ソフトウェア	1

恒温槽シリーズ

■ SU シリーズ 小型環境試験器

型式		SU-222	SU-242	SU-262	SU-642	SU-662
温度範囲		-20 ~ +150℃	-40 ~ +150℃	-60 ~ +150℃	-40 ~ +150℃	-60 ~ +150℃
寸法 (HxWxD)	内法	300 x 300 x 250 mm			400 x 400 x 400 mm	
	外法	620 x 440 x 695 mm		620 x 440 x 785 mm	660 x 540 x 920 mm	
容量		22.5 L			64 L	
電源電圧		単相 AC100V 50/60Hz (電源電圧変動: ±10%)				
最大電流		9.3A		15A	17.5A	
付属品		LAN ポート、棚板 1 枚、ケーブル孔 (右側面 φ 50mm 1 個)				

■ LU シリーズ ライトスペック恒温器

型式	LU-114	LU-124
温度範囲	-20 ~ +85℃	
寸法 (HxWxD)	内法 600 x 500 x 390 mm 外法 1090 x 680 x 826 mm	750 x 500 x 590 mm 1240 x 680 x 1026 mm
容量	105 L	206 L
電源電圧	単相 AC100V 50/60Hz (電源電圧変動: ±10%)	
最大電流	9A	11.7A
付属品	LAN ポート、棚板 2 枚、ケーブル孔 (左側面 φ 25mm 1 個)	



SU シリーズ



PU シリーズ

■ プラチナス J シリーズ 低温恒温器

型式		PU-1J	PU-2J	PU-3J	PU-4J
温度範囲		-40 ~ +100℃			
寸法 (HxWxD)	内法	600 x 500 x 400 mm	750 x 500 x 600 mm	850 x 600 x 800 mm	1000 x 1000 x 800 mm
	外法	1440 x 910 x 873 mm	1590 x 910 x 1073 mm	1690 x 1010 x 1273 mm	1970 x 1410 x 1273 mm
容量		120 L	225 L	408 L	800 L
電源電圧		三相三線 AC200V 50/60Hz (電源電圧変動: 190 ~ 220V)			
最大電流		14.5A	15.0A		28.0A
付属品		ケーブル孔 (左側面 φ 50mm 1 個) ※棚板、棚受、電源ケーブルは付属していません。			

最新技術のご紹介

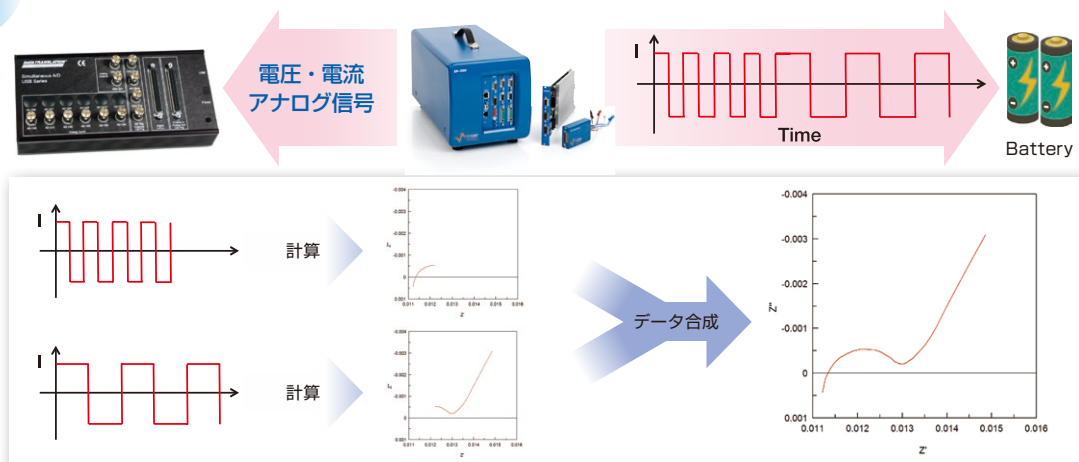


Z-SW 矩形波インピーダンス解析システム

従来のFRAを用いた電気化学インピーダンス法に代わる手法として、矩形波インピーダンス測定を行うシステムおよびソフトウェアを開発しました。矩形波インピーダンス測定は下記の特長がございます。

- ・矩形波により、短時間でインピーダンスデータを取得
- ・低抵抗、大容量のサンプルのインピーダンス解析が可能

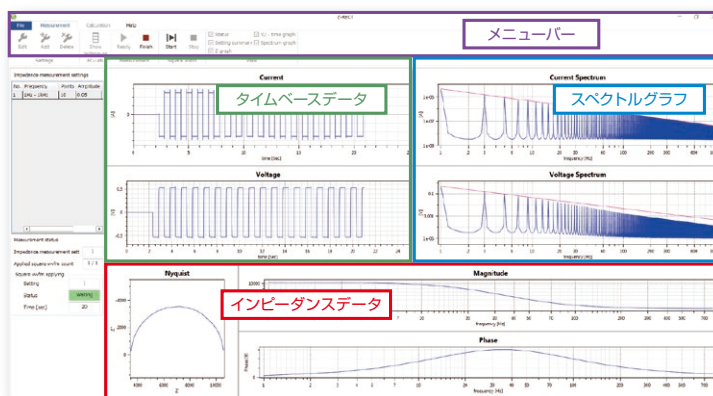
システム概要



システム動作原理

1. 電気化学測定システムから、測定対象（電池サンプルなど）に矩形波を印加する
2. 高性能データロガーで、電流・電圧波形を取得する。
3. 電圧・電流データから、印加矩形波の奇数次高調波のインピーダンスを算出する

ソフトウェア GUI



本製品は、早稲田大学の特許技術を活用しています

株式会社 東陽テクニカ 理化学計測部

〒103-8284 東京都中央区八重洲1-1-6
TEL. 03-3245-1103 FAX. 03-3246-0645 E-Mail:biologic@toyo.co.jp
www.toyo.co.jp/biologic

大 阪 支 店 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 1-6-1 (新大阪ブリックビル)	TEL. 06-6399-9771 FAX. 06-6399-9781
名 古 屋 営 業 所 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 2-3-1 (名古屋広小路ビルディング)	TEL. 052-253-6271 FAX. 052-253-6448
宇 都 宮 営 業 所 〒321-0953 栃木県宇都宮市東宿郷 2-4-3 (宇都宮大塚ビル)	TEL. 028-678-9117 FAX. 028-638-5380
技 術 セ ン タ ー 〒103-8284 東京都中央区八重洲 1-1-6	TEL. 03-3279-0771 FAX. 03-3246-0645
テクノロジーインターフェースセンター 〒103-0021 東京都中央区日本橋本石町 1-1-2	TEL. 03-3279-0771 FAX. 03-3246-0645



JQA-EM4908



JQA-QM8795
技術センター