



5

ボルタンメトリー用セル

SVC-2 ボルタンメトリー用セル



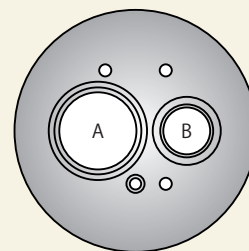
作用電極、参照電極は別売りです。構成部品は単体でも販売しております。単品での販売の場合、サンプルバイアル 20 mL は 10 本入りとなります。
※画像内の作用電極の径：φ 10 mm

4 種類の測定が可能な多目的セル

SVC-2 ボルタンメトリー用セルは、4 種類の測定方法を 1 つのセルで対応できるように設計された便利なセルです。さらに、密封性を持たせましたので溶存酸素の影響を受けやすい実験にも有効です。サンプルホルダー 9 mm φ を取り付けますと、微量サンプル測定 (100 ~ 200 μL) が可能となります。

特長およびテフロンキャップの孔の配置

- 様々な電極に対応
- 必要サンプル量は 5 ~ 10 mL (微量測定時[※]は 100 ~ 200 μL)
- 溶存酸素の除去が簡単



A 孔 : 外径 9, 10 mm の電極に対応
B 孔 : 外径 4, 6 mm の電極に対応
小キャップ : 外径 6 mm の電極に対応

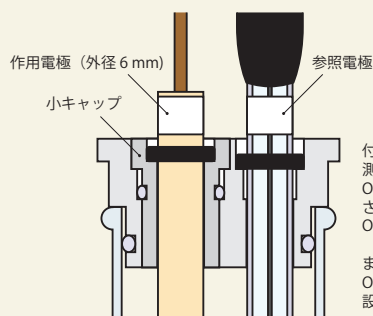
※ 012177 サンプルホルダー 9 mm φ が別途必要です。

商品コード	品名	
012668	SVC-2 ボルタンメトリー用セル	
	内訳	入数
(001056)	サンプルバイアル (20 mL)	7
002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1
012670	SVC-2 テフロンキャップ (小キャップ付き)	1
(010537)	パージ用チューブ 30 cm [*]	1
	オプション (別売)	
012177	サンプルホルダー 9 mm φ (2 本入)	

※ 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。

4 種類の測定方法

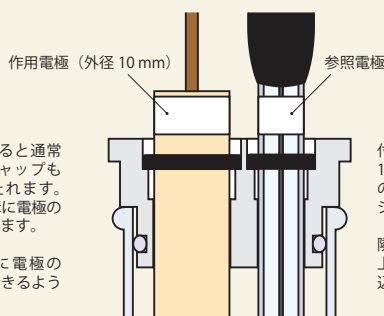
通常測定



付属の小キャップを取り付けると通常測定モードになります。小キャップも O リングにより気密性が保たれます。さらに小キャップの中にある溝に電極の O リングを押し込んでシールします。

また、隣の孔では上段の溝に電極の O リングを押し込むとシールできるよう設計されています。

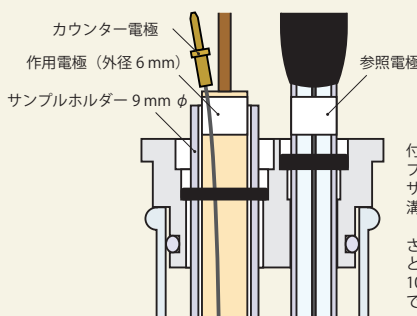
φ10 作用電極測定



付属の小キャップを取り外して、外径 10 mm の作用電極をセットします。上段の溝に電極の O リングを押し込んでシールします。

隣の孔には参照電極をセットします。上段の溝に参照電極の O リングを押し込むとシールできます。

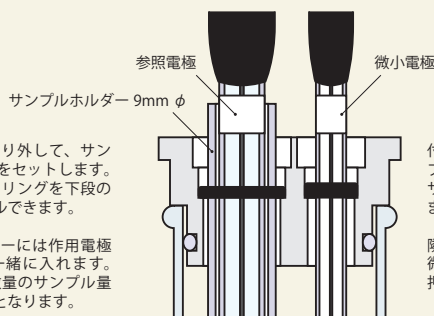
微量サンプル測定



付属の小キャップを取り外して、サンプルホルダー 9 mm φ をセットします。サンプルホルダーの O リングを下段の溝まで押し込むとシールできます。

さらにサンプルホルダーには作用電極とカウンター電極を一緒に入れます。100 ~ 200 μL 程度の微量のサンプル量で電気化学測定が可能となります。

低温測定



付属の小キャップを取り外して、サンプルホルダー 9 mm φ をセットします。サンプルホルダーには参照電極を入れます。

隣の孔には微小電極がセットできます。微小電極の O リングを下段の溝まで押し込むとシールできます。



SVC-3 ボルタンメトリー用セル



作用電極、参照電極は別売りです。構成部品は単体でも販売しております。単品での販売の場合、サンプルバイアル 20 mL は 10 本入りとなります。

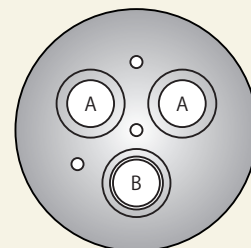
ボルタンメトリー用セルのスタンダード

SVC-3 ボルタンメトリー用セルは、作用電極、参照電極、カウンター電極用の3つの孔が開いており、それぞれ溝にOリングを押し込むことによって密封セルとして使用することができます。作用電極用の孔には微小電極もセットできます。SVC-2と比較すると、使用できるカウンター電極の種類が多いのが特長です。

特長およびテフロンキャップの孔の配置

- 必要サンプル量は 5 ~ 10 mL
- 数種類のカウンター電極が使用可能
- 溶存酸素の除去が簡単

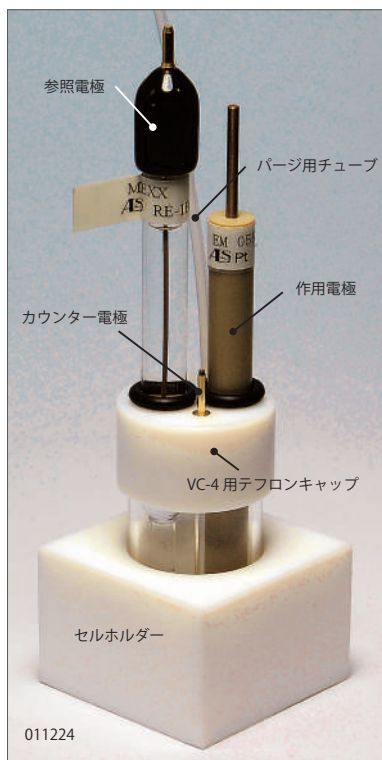
A 孔 : 外径 6 mm の電極に対応
 B 孔 : 外径 4, 6 mm の電極に対応



商品コード	品名	
012669	SVC-3 ボルタンメトリー用セル	
	内訳	入数
(001056)	サンプルバイアル (20 mL)	7
002233	Pt カウンター電極 5 cm	1
012671	SVC-3 テフロンキャップ	1
(010537)	パージ用チューブ 30 cm *	1
	オプション (別売)	
012961	Pt カウンター電極 23 cm	
012963	Ni カウンター電極 23 cm	

※ 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。

VC-4 ボルタンメトリー用セル



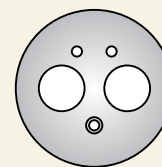
作用電極、参照電極は別売りです。構成部品は単体でも販売しております。単品での販売の場合、サンプルバイアル 5 mL は 10 本入りとなります。

少量のサンプルで測定が可能

VC-4 ボルタンメトリー用セルは、サンプルバイアル、Pt カウンター電極 5.7 cm、パージ用チューブ、セルホルダーから構成されています。専用のセルホルダーはテフロン製で、転倒防止に役立ちます。また、このサイズで外径 6 mm の電極が使用できるのも大きな特長です。

特長およびテフロンキャップの孔の配置

- 必要サンプル量は 1 ~ 3 mL
- 専用のセルホルダー付き
- 通常の外径 6 mm の電極が使用可能



商品コード	品名	
011224	VC-4 ボルタンメトリー用セル	
	内訳	入数
(011504)	サンプルバイアル (5 mL)	7
002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1
011226	VC-4 用テフロンキャップ	1
011227	VC-4 用セルホルダー	1
(010537)	パージ用チューブ 30 cm *	1

※ 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。



SVC-3C 密閉型低温ボルタンメトリー用セル



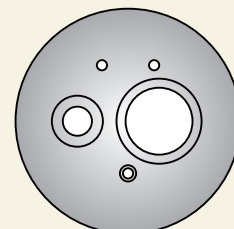
作用電極、参照電極は別売りです。作用電極は、微小電極タイプをご使用ください。

低温測定の実践

低温測定では、(1) 参照電極の温度依存による電位変動、(2) 支持電解質の溶解度の低下による溶液抵抗の増大、(3) 結露水の混入などに注意する必要があります。SVC-3Cを使用することで、これらの問題は解消し、-40℃の条件下においても理想的なCVデータを得られることが報告[※]されています。

特長およびテフロンキャップの孔の配置

- 必要サンプル量は 5 ~ 10 mL
- 低温でも CV 測定が可能
- セルの密閉性の向上



商品コード	品名	
012013	SVC-3C 密閉型低温ボルタンメトリー用セル	
	内訳	入数
	SVC-3C 用テフロンキャップ	1
	SVC-3C 用 O リング	1
	SVC-3C 用スクリューバイアル (24 mL)	3
002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1
(010537)	パージ用チューブ 50 cm [*]	2
012177	サンプルホルダー 9 mm φ (2 本入)	1

^{*} 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。

低温測定の問題点と解決法

【問題点】

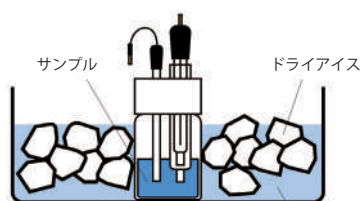
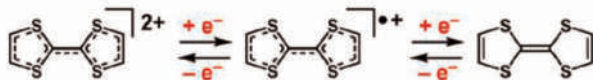
- ① 支持電解質が溶けにくくなり、溶媒の電気抵抗が増加する。そのため、通常サイズの電極ではボルタモグラムが歪む。
- ② 参照電極の電位が変動しやすい。
- ③ 系中に水分が混入しやすい。

【解決法】

- ➡ 高抵抗でも使用可能な微小電極を使用する
- ➡ 参照電極を測定系から隔離する
- ➡ セルの密閉性を向上させる

SVC-3C を用いた測定例

テトラチアフルバレンの CV 測定^{*} (1 mM in CH₃CN)

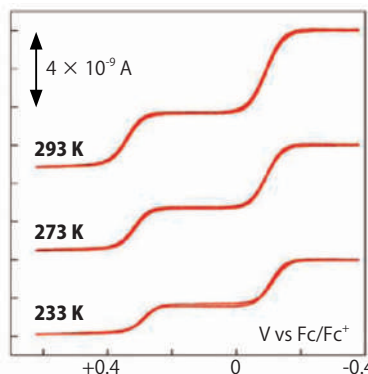


サンプルの冷却方法

^{*} Nishida, S.; Fukui, K.; Morita, Y. Chem.Asian J. 2014, 9, 500-505

0.001 M の支持電解質濃度で測定可能

作用電極: MPTE 微小白金電極 4.0 × 10 μm (Cat No. 002005)
 参照電極: RE-7N 非水溶媒系参照電極 (Cat No. 013848)



測定条件:
 0.001 M Bu₄NClO₄
 scan rate: 50 mV/s



バルク電気分解用セル



※ 参照電極は別売りです。

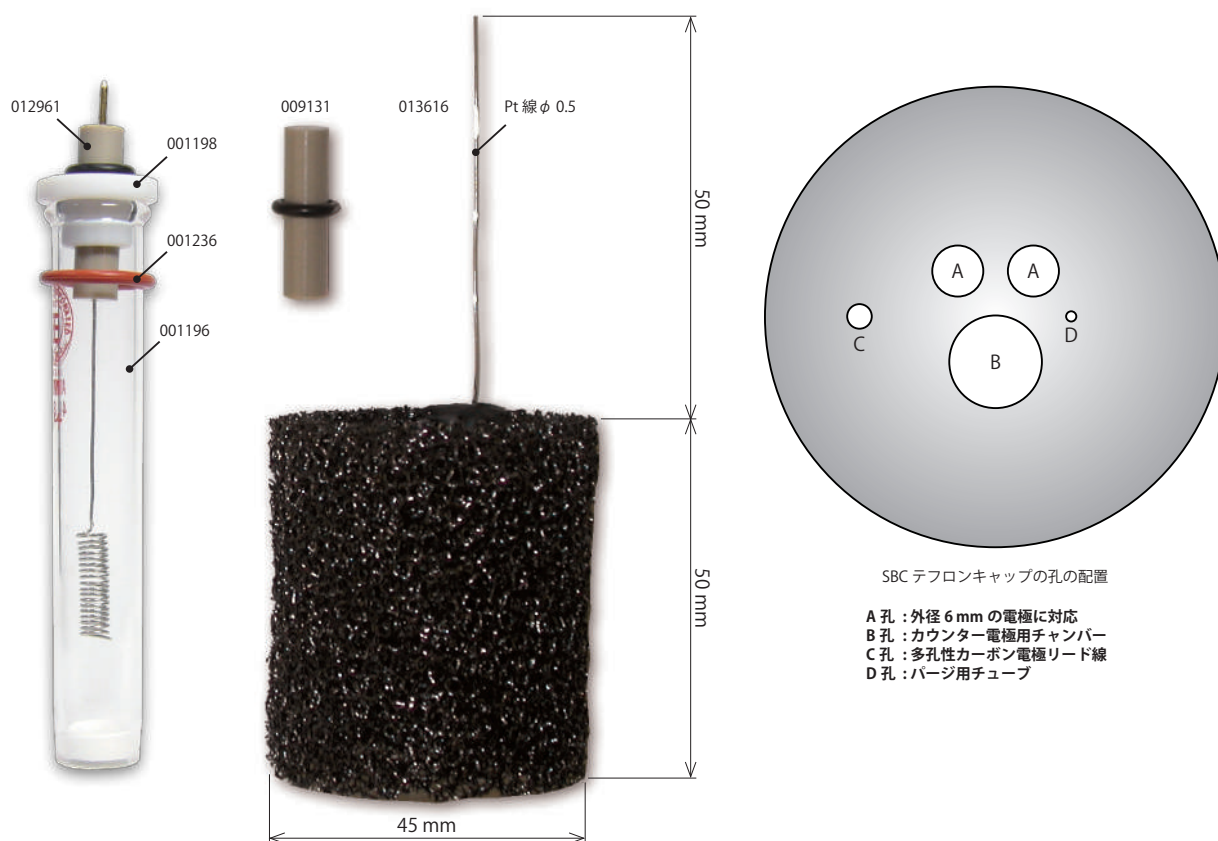
大容量の電流で目的成分を全て電気分解する

バルク電気分解セルは、溶液種の完全な電気分解を行う際に使用します。代表的な使用法として、分子当たりの移動電子数の定量、分析種の絶対量測定、新材料の電解合成（通常は mg 程度）などが上げられます。

多孔性カーボン電極、Pt カウンター電極とそれを隔離できるチャンバーから構成されています。これらは 100 mL ガラスセルバイアルとテフロンキャップ、パージ用チューブ、CV 作用電極（別売）とともに用います。

商品コード	品名	
013647	SBC バルク電気分解用セル	
	内訳	入数
012632	サンプルバイアル (100 mL)	1
012961	Pt カウンター電極 23 cm	1
013648	SBC テフロンキャップ	1
013616	PCE 多孔性カーボン電極	1
001198	カウンター電極蓋	1
001196	カウンター電極用チャンバー	1
001236	カウンター電極用 O リング	1
009131	ポートプラグ	1
000178	スターラー 1 cm	1
010537	パージ用チューブ	1
	オプション (別売)	
013580	アルカリ用サンプルバイアル (100 mL) 10 本入	
012652	ウォータージャケット型ガラスセル (100 mL)	

構成およびテフロンキャップの孔の配置



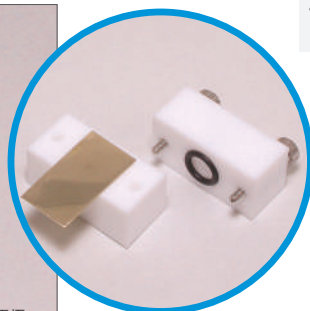


腐食・防食分析用セル

プレート電極評価セルキット



参照電極は別売りです。



プレート素材の評価用

金属基板、半導体基板などプレート状素材の電気化学特性評価が簡単にできるプレート電極評価セルを開発しました。セルは2つのテフロンブロックとセルキャップから構成されており、このブロックで基板を挟み込みます。サンプルは幅10～23 mm、厚さは3 mmまで対応します。

商品コード	品名	
011951	プレート電極評価セルキット	
	内訳	入数
-----	テフロンセル (本体)	1
012864	プレート電極評価セル 土台	1
-----	テフロンキャップ	1
(012022)	Oリング (バイトン製) *	1
-----	飾段付きローレットネジ 20 mm	2
002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1
010537	パージ用チューブ	1

※ 追加Oリング: 012022 プレート電極評価セル用Oリング(バイトン製)(10個入)
 012023 プレート電極評価セル用Oリング(シリコン製)(10個入)

PTC1 塗料テストセル



大容量での実験に

PTC1 塗料テストセルは、40 mLの容量でプレート状電極の評価ができます。電極サイズは、ディスク状では最低50 mm φ、プレート状では、最低50 mm 角以上の大きさが必要です。サンプルの厚さは、1～10 mmまでセットできます。付属のサンプルマスクを電極に貼り付けることで、1 cm²、3 cm²、10 cm²と測定面積を限定することができます。サンプルマスクを使用しない場合の測定面積は約14.6 cm²です。

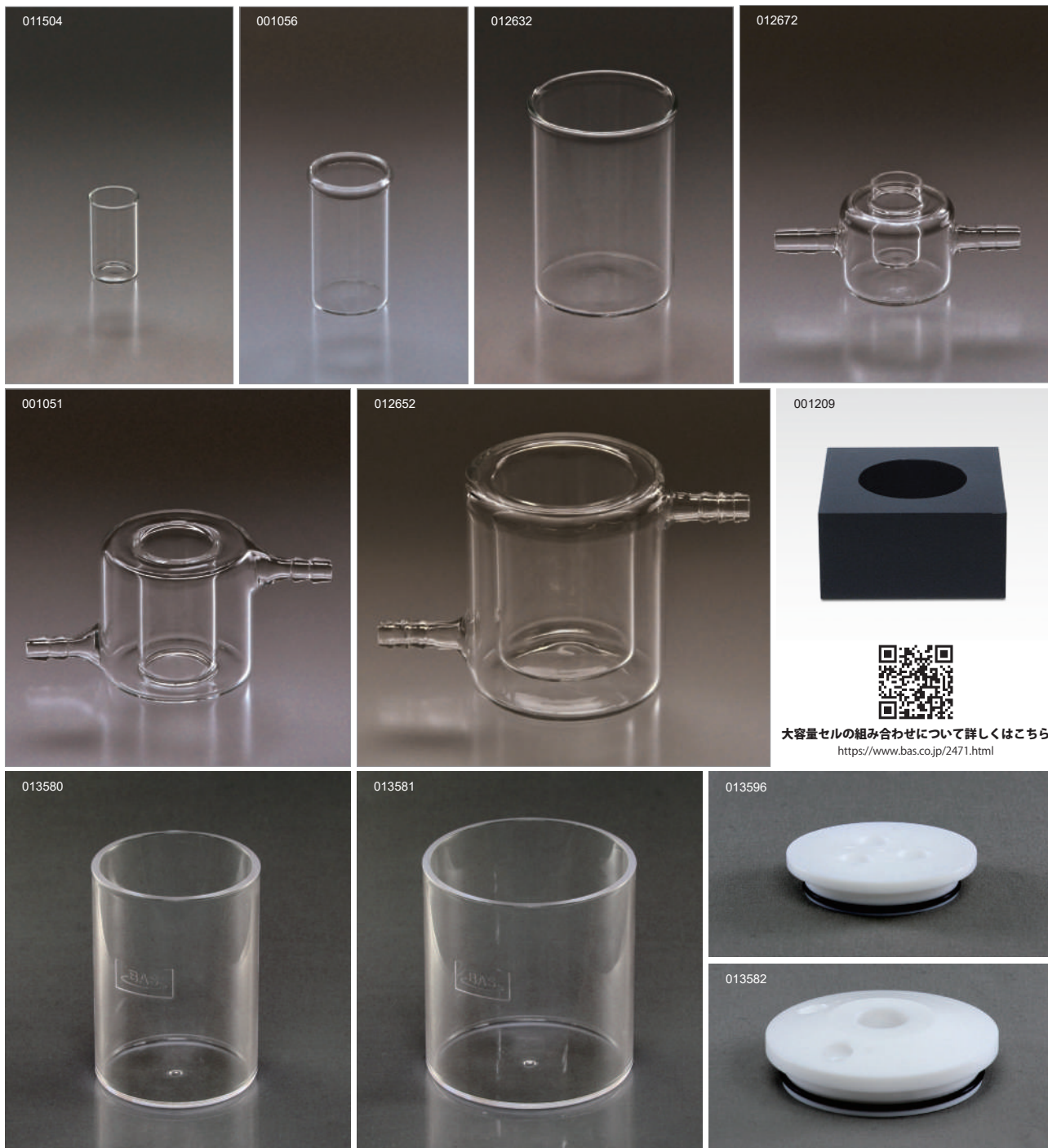
PTC1はシンプルな構造であるため、コストパフォーマンスに優れています。小さなサンプルを測定する際は、プレート電極評価セルを、大きなサンプルを測定する際は、PTC1 塗料テストセルと使い分け请您ご使用ください。

商品コード	品名	
012247	PTC1 塗料テストセル	
	内訳	入数
-----	カウンター電極 (グラファイト棒, φ 6 × 120 mm)	1
-----	PTC1 塗料テストセル本体 (Oリング付き)	1
-----	PTC1 セル土台	1
-----	PTC1 クランプ	1
-----	PTC1 ゴム栓	1
(012248)	PTC1 ポートホールサンプルマスク 1 cm ²	2
(012249)	PTC1 ポートホールサンプルマスク 3 cm ²	2
(012250)	PTC1 ポートホールサンプルマスク 10 cm ²	2

*カッコ内は単品時の商品コードです。単品ではそれぞれ60枚入りです。



セルバイアル



大容量セルの組み合わせについて詳しくはこちら
<https://www.bas.co.jp/2471.html>

(各寸法の公差は±0.5 mm 程度です。内径は入り口部分の寸法です。)

カタログ No.	品名	容量 (mL)	外径 (mm)	内径 (mm)	全高 (mm)	入数	目的
011504	サンプルバイアル ^{*1}	5	18	15.6	30	10	VC-4
001056	サンプルバイアル ^{*1}	20	28	25.6	50	10	SVC-2, SVC-3
012632	サンプルバイアル ^{*1}	100	50	46.4	72	1	RRDE-3A, バレク電気分解用セル
013580	アルカリ用サンプルバイアル ^{*2}	100	51.5	46.5	72	10	RRDE-3A, バレク電気分解用セル
013581	アルカリ用サンプルバイアル ^{*2}	200	67	62	72	8	RRDE-3A, バレク電気分解用セル
012672	ウォータージャケット型ガラスセル	5	40	15.6	40	1	VC-4
001051	ウォータージャケット型ガラスセル	20	55	25.6	50	1	SVC-2, SVC-3
012652	ウォータージャケット型ガラスセル	100	70	46.4	80	1	RRDE-3A, バレク電気分解用セル
013596	CV テフロンキャップ (100mL 用)					1	サンプルバイアル (100 mL) 用
013582	RRDE-3A テフロンキャップ (200mL 用)					1	アルカリ用サンプルバイアル (200 mL) 用
001209	セル固定台					1	SVC-2, SVC-3

※ 1 理化学用硬質ガラス製 ※ 2 ポリメチルペンテン製



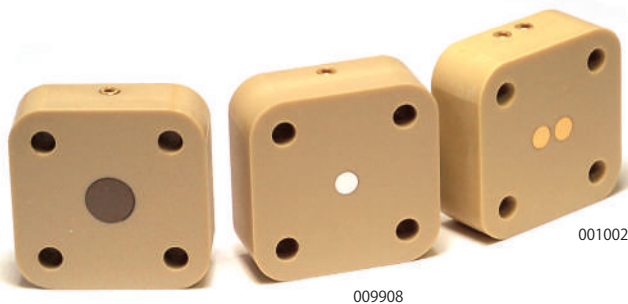
6

フローセル

薄層型電気化学フローセル

フローセル用の電極は、耐薬品性に優れる PEEK 樹脂を使用しており、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）に用いる移動相に関係なく使用できます。代表的な作用電極としてガラス状カーボン（GC）電極があります。GC 電極は LCEC の酸化還元反応に広く用いられています。白金、金、銀、ニッケル、そしてカーボンペースト電極は、それぞれ特殊な分析に用いられます。薄層型フローセル（Thin Layer Flow Cell）は、フローインジェクション分析（FIA）および LC などの研究に利用されています。

作用電極の種類



特長

- 優れた耐薬品性
- メンテナンスが簡単

商品コード	品名	電極部直径	電極サイズ	用途
001000	ガラス状カーボン電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、一般的な酸化還元物質の測定
001002	金電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、チオール系化合物の測定
001012	白金電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、過酸化水素および酸化物質の測定
001008	銀電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、シアン化物の測定
001009	ニッケル電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、化学修飾によりアミノ酸の測定
001004	カーボンペースト電極*	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、カーボンペーストを使用した修飾電極
001006	ガラス状カーボン / 金電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、その他
012583	ガラス状カーボン / 白金電極	φ 3 × 2	25 × 25 mm	CF 用、その他
012124	ガラス状カーボン電極	φ 3	25 × 25 mm	RF 用、一般的な酸化還元物質の測定
001016	ガラス状カーボン電極	φ 6	25 × 25 mm	RF 用、一般的な酸化還元物質の測定
000999	PFCE カーボン電極	φ 3	25 × 25 mm	RF 用、一般的な酸化還元物質の測定
011155	金電極	φ 3	25 × 25 mm	RF 用、チオール系化合物の測定
009908	白金電極	φ 3	25 × 25 mm	RF 用、過酸化水素および酸化物質の測定
010251	カーボンペースト電極*	φ 3	25 × 25 mm	RF 用、カーボンペーストを使用した修飾電極

* 001010 CPO カーボンペーストは別売りです（P28 参照）。カーボンペーストは充填してありませんのでご注意ください。

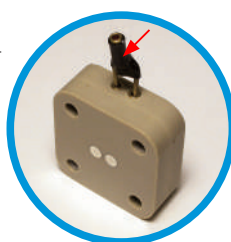
CF: クロスフローセル RF: ラジアルフローセル

作用電極の構造

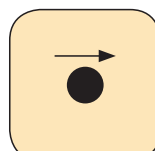
クロスフローセル作用電極の標準タイプは、デュアルガラス状カーボン電極です。この電極は、2つの直径 3 mm のガラス状カーボンが配置したデュアルシリーズモードまたは、それを 90° 向きを変えてデュアルパラレルモードとして使用できます。デュアルシリーズ電極のアプリケーションにより、選択性が向上します。パラレルモードでは、異なる印加電圧での応答比率から、物質の同定が可能です。

デュアル電極は、2つの電極をジャンパーコネクタを用いることにより、電極表面積が増して高感度分析が可能となります。作用電極として白金、金などもご用意しています。

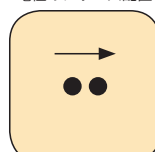
002245 デュアル電極ジャンパーコネクタ



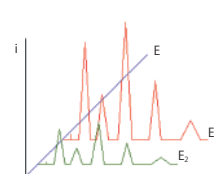
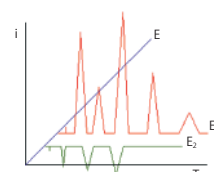
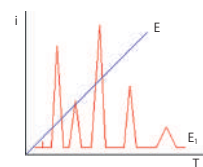
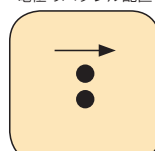
シングル電極



電極のシリーズ配置

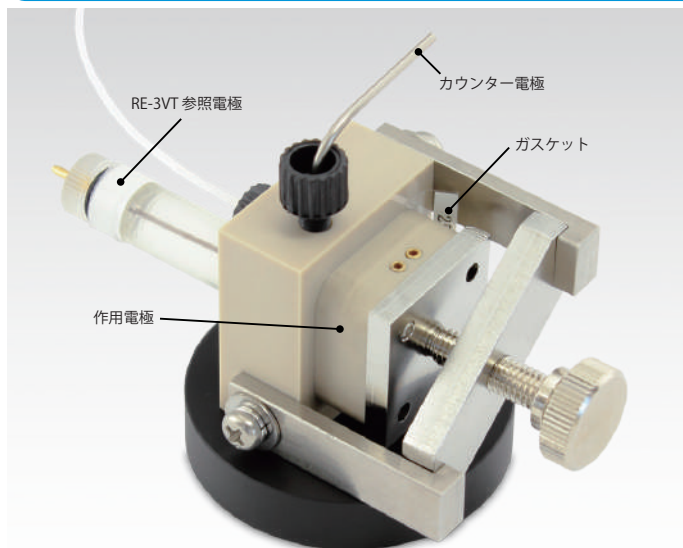


電極のパラレル配置



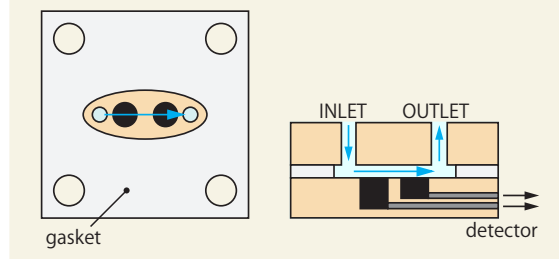


クロスフローセル



クロスフローセルでの溶液の流れは、電極表面上がクロスフローとなる最も一般的なアンペロメトリックセルです。クロスフローセルは 1 mL/min から 100 μ L/min までの流速で電気化学活性物質を 10^{-15} mol (フェムトモル) レベルまで定量できます。

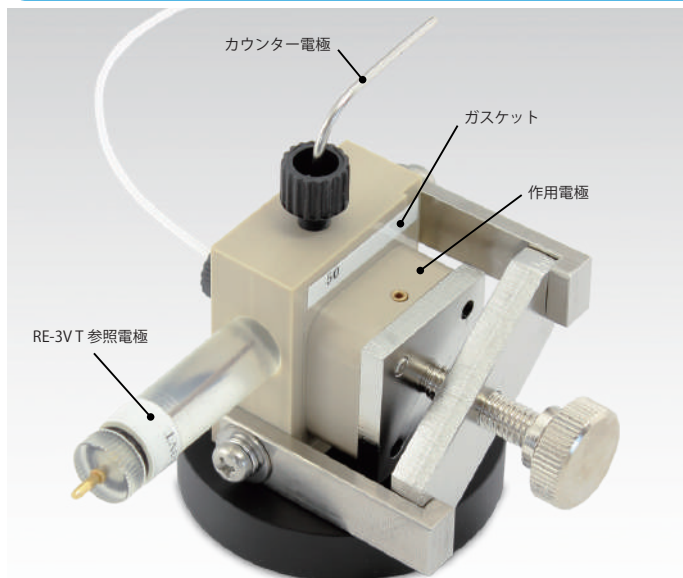
クロスフローセルの構造



※作用電極、参照電極、ガスケットは別売りです。

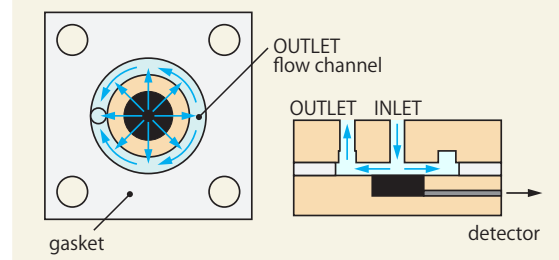
商品コード	品名
012798	クロスフローセル

ラジアルフローセル



流速が 10 μ L/min、あるいはそれ以下ではクロスフローセルでは検出効率は向上しません。ラジアルフローセルはマイクロアークロマトグラフィーに特別に開発された検出方法です。流速が 10 μ L/min あるいはそれ以下になると検出効率が向上します。

ラジアルフローセルの構造



ラジアルフローセルは、ウォールジェットとは異なり左右対称なデザインと、薄層電極の組み合わせから構成されています。ウォールジェットの流速は電極表面を直撃後3次元的に広がりますが、ラジアルフローセルは、試料が薄層電極を直撃した後、放射状に電極の中心から外周に流れ感度が向上します。

商品コード	品名
012799	ラジアルフローセル

※作用電極、参照電極、ガスケットは別売りです。

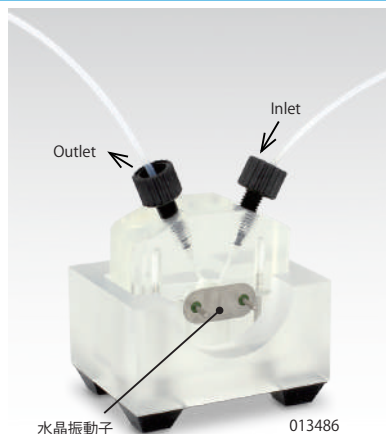
オプション (別売)

商品コード	品名	仕様	入数
013488	RE-3VT 参照電極ねじ込み式	ポリメチルペンテン/セラミックス	1
013850	RE-7VN 非水溶媒系参照電極ねじ込み式	ポリメチルペンテン/セラミックス	1
001046	TG-2M テフロンガスケット	12 μ m, クロスフローセル用	4
001047	TG-5M テフロンガスケット	25 μ m, クロスフローセル用	4
001048	TG-6M テフロンガスケット	50 μ m, クロスフローセル用	4
012801	TG-8M テフロンガスケット	100 μ m, クロスフローセル用	4
001146	TG-2MR テフロンガスケット	12 μ m, ラジアルフローセル用	4
001147	TG-5MR テフロンガスケット	25 μ m, ラジアルフローセル用	4
001148	TG-6MR テフロンガスケット	50 μ m, ラジアルフローセル用	4
012802	TG-8MR テフロンガスケット	100 μ m, ラジアルフローセル用	4
002245	デュアル電極ジャンパーコネクター		1
012912	0.04" オスピン (リード線付)		2



QCM フローセル

QCM 測定と EQCM 測定にリバーシブルで対応



QCM フローセルモード



≪ QCMT フローセルキットの構成 ≫

- QCM フローセル
- EQCM パッチセル
- セルホルダー
- カウンター電極 (Pt 線)
- ダイナシール (PEEK)(2 個)
- 飾段付きローレットネジ (2 本)
- シリコン O リング (2 個)
- テフロンチューブ

EQCM セルモード

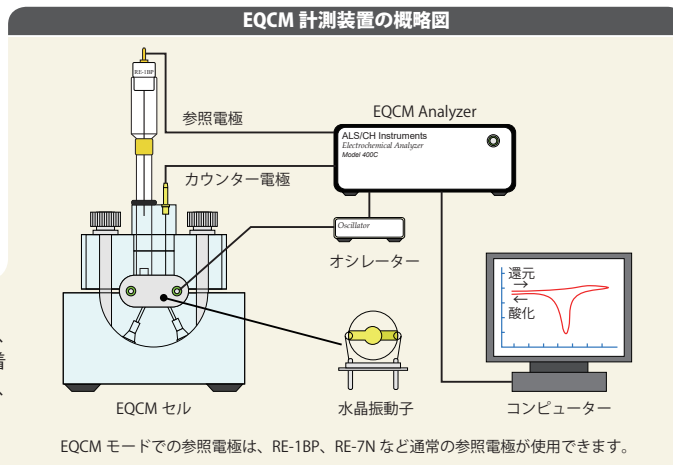
QCMT フローセルキットは非常にシンプルな構造で、取扱いが簡単です。EQCM、QCM 測定は温度変化を受け易いため、温度が一定になるように TB-1 電子冷却恒温槽との併用が理想的です。本セルは、ポリメチルペンテン製の QCM フローセルと EQCM セルがリバーシブルで利用できるよう設計されています。EQCM 測定での参考電極は、RE-1BP、RE-7N など通常サイズの参考電極が使用できます。

商品コード	品名
013486	QCMT フローセルキット
オプション (別売)	
013610	水晶振動子 Au (5 個入)
013613	RE-1BP 水系参考電極 (Ag/AgCl)
013848	RE-7N 非水溶媒系参考電極

EQCM セルとしての応用

EQCM の電極 (水晶振動子) を作用電極として電解すると、電解中に電極上で起きる質量変化を振動数の変化として同時測定ができます。サイクリックボルタンメトリー (CV) と同時に振動数変化を測定すると、電極表面で発生する変化を電流と質量の両面から追跡でき、貴重な知見を得ることができます。また、リニアースイープボルタンメトリー (LSV)、クロノアンペロメトリー (CA)、アンペロメトリー (i-t)、クロノポテンシオメトリー (CP) と同時に振動数変化を測定できます。EQCM は電極反応生成物の吸着・脱離、金属の電解析出など、電極表面で起きる種々の現象の研究に有効です。

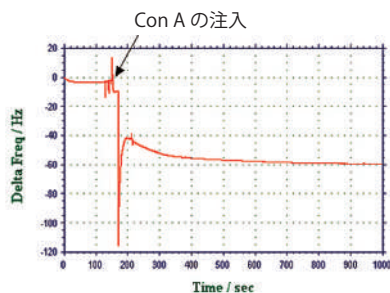
水晶振動子は 7.995 MHz の周波数を有し、両面に金を蒸着してあります。金を蒸着した水晶振動子面は電解質溶液と接触し、作用電極として使用します。



EQCM モードでの参考電極は、RE-1BP、RE-7N など通常の参考電極が使用できます。

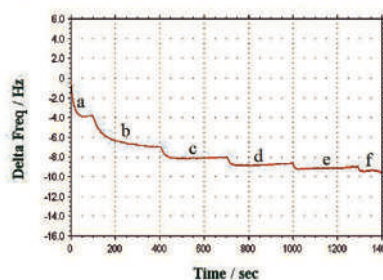
QCMT フローセルを用いた測定例

図 6-1. Concanavalin A の測定例



QCM モードでも使用でき、上図には Con A を注入し、125.28 ng が吸着した周波数変化のデータ

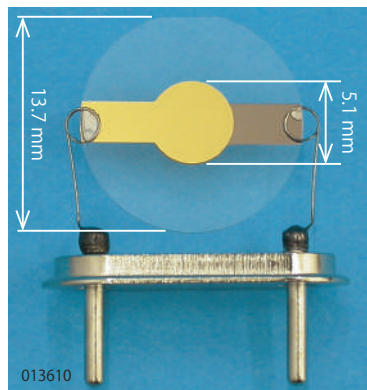
図 6-2. 流速変化による周波数変化



a: 静止状態, b: 85, c: 110, d: 140, e: 160, f: 190 $\mu\text{l}/\text{min}$ にて 2 mM ジチオジプロピオン酸を添加した PBS を通液した。ベースラインは安定している。



水晶振動子

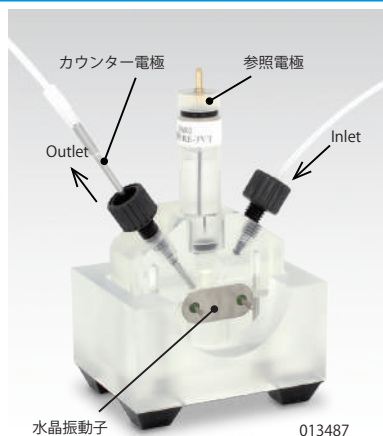


10 MHz 水晶振動子は厚みが 0.16 mm に相当します。周波数を上げることは水晶振動子の厚みが薄くなり、取り扱いが困難になります。水晶振動子の周波数については、取り扱いと分解能を考慮する必要があります。当社では 2 種類の表面状態の水晶振動子を用意しています。未研磨状態の水晶振動子と表面研磨した水晶振動子があります。標準品は表面研磨した製品です。表面研磨した水晶振動子面には接着層として 10 nm のチタンを固定した上で 100 nm の金を蒸着してあります。チタンなどの接着層が計測上問題になる場合、未研磨状態の水晶振動子をご利用下さい。こちらのタイプは水晶振動子面に直接金属が蒸着してあります。しかし、接着層がないために、水晶振動子面から剥がれ易くなります。

商品コード	品名	周波数	入数
013610	水晶振動子 Au	7.995 MHz	5
013447	水晶振動子 Pt	7.995 MHz	3
012772	水晶振動子 (ブランク)	7.995 MHz	5

EQCM フローセル

電気化学測定と QCM を組み合わせたユニークなフローセル



EQCMT フローセルは、サンプルを流しながら EQCM 測定ができるよう、QCM フローセルを改良したものです。セル全体は耐薬品性に優れたポリメチルペンテン製です。参照電極はサンプルによって、RE-3VT 参照電極と RE-7VN 非水溶媒系参照電極からお選びいただけます。

EQCMT フローセル同様、リバーシブル構造になっており、上下を反転させることによってバッチ測定も可能となっています。

EQCMT フローセルキットの構成

- EQCM フローセル, EQCM バッチセル, セルホルダー
- カウンター電極 (ステンレスパイプ / Pt 線)
- ダイナシール (PEEK) (2 個)
- 飾段付きローレットネジ (2 本)
- シリコン O リング (2 個)
- テフロンチューブ

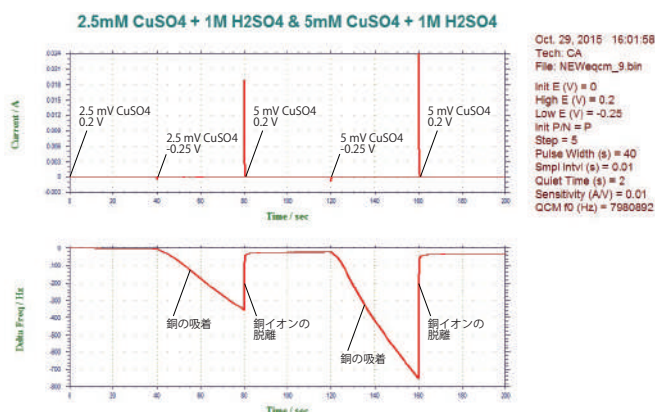
商品コード	品名
013487	EQCMT フローセルキット
オプション (別売)	
013610	水晶振動子 Au (5 個入)
013488	RE-3VT 参照電極ねじ込み式
013850	RE-7VN 非水溶媒系参照電極ねじ込み式

EQCMT フローセルを用いた測定例

0.1 ml/min の流速で 2.5 mM 硫酸銅溶液を EQCM フローセルに通じ、約 80 秒後に 2 倍の濃度である 5 mM 硫酸銅溶液に切り替えました。クロノアンペロメトリー (上のグラフ) を使用し、0.2V vs. Ag/AgCl と -0.25 V vs. Ag/AgCl の電位を 40 秒ごとに切り替えながら印加しています。

QCM の周波数変化 (下のグラフ) より、-0.25 V vs. Ag/AgCl で銅の吸着が、0.2 V vs. Ag/AgCl で銅の脱着が観察できます。また、この時の周波数変化が硫酸銅溶液の濃度にほぼ比例している様子が観察できました。

図 7. クロノアンペロメトリーを用いたフロー EQCM





7

分光電気化学セル

分光電気化学は分光学的手段を用いて電極反応機構や電極 / 電解質溶液界面構造の解明を目指す分野で、各種分光法と周辺技術の急速な発展に伴い、極めて広い分野での応用が可能となっています。現在、可逆及び準可逆系での吸光度 - 電位曲線が理論的に導かれており、これを基に酸化還元酵素やメチレンブルーのようにボルタモグラムだけでは解析が困難な物質の電気化学特性の解析が可能となっています。

応用例

- 酸化・還元反応による色変化のリアルタイムモニタリング
- 電極 / 液界面で起こる電荷移動の解析
- 電極表面、電極近傍の分光測定
- 生成物、中間体の吸収スペクトル
- 濃度、拡散係数、寿命などのパラメーター

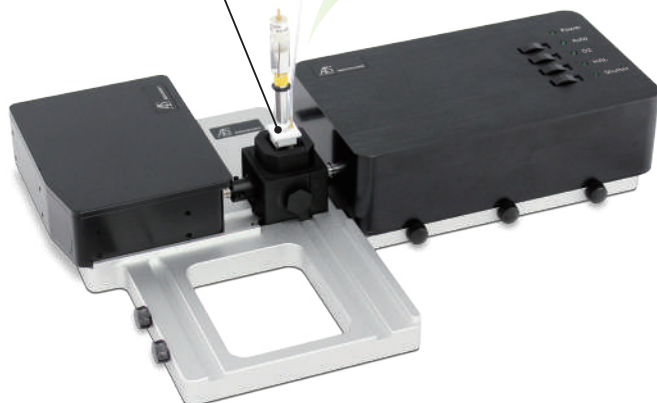
キュベット型分光電気化学セル

SEC-C 石英ガラス製分光電気化学セルキットは作用電極として白金や金のメッシュ電極を用います。セルの拡大図をこちらに示します。メッシュ電極挿入部の幅(光路長)は0.5 mmと1.0 mmから選択できます。メッシュ電極は、石英セルの下端から15 mmの地点を中心に、直径6 mmの範囲で光が透過できるよう設計されています。参照電極は、当社標準品が使用できます。

特長

- 2種類の光路長(0.5/1.0 mm)から選択可能
- 通常の参照電極(外径6 mm)が使用可能
- 2種類の作用電極(Au/Pt)
- 一般的な分光器にもセット可能

SEC-C 石英ガラス製分光電気化学セルキット



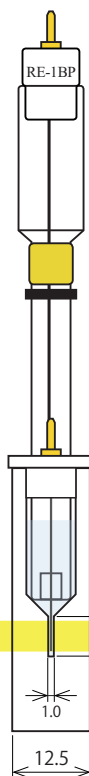
SEC2020 スペクトロメーターシステム





SEC-C 石英ガラス製光電気化学セルキット

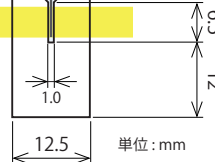
作用電極の種類



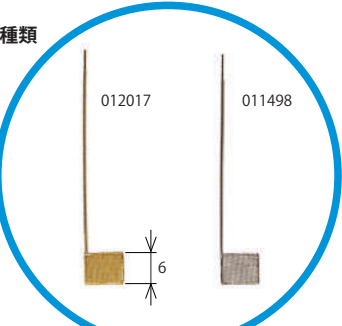
※ 作用電極のリード線は、PTFE 収縮チューブで被覆してあります。

セルの構造

光の透過位置



単位: mm



光路長 1.0 mm セル

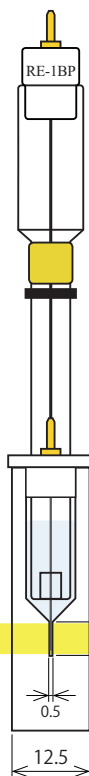
光路長 1.0 mm セルは基本的な分光電気化学測定に最適です。光路長 0.5 mm セルと比べて理論上、半分のサンプル濃度で同じ結果を得ることができます。濃度が高いと CV 波形がきれいに出来ない場合があります。また、実験後の洗浄が比較的簡単です。初めて分光電気化学実験を行う方には、こちらのセルを推奨しています。

商品コード	品名	
013716	SEC-CT 石英ガラス製光電気化学セルキット (Pt)	
013717	SEC-CT 石英ガラス製光電気化学セルキット (Au)	
内訳		入数
013703	SEC-C/C05 光電気化学用 Pt カウンター電極	1
013718	SEC-CT 光電気化学用石英セル	1
011501	SEC-C 光電気化学用テフロンキャップ	1
(010537)	パージ用チューブ 10 cm *	1
作用電極		
011498	SEC-C 光電気化学用 Pt メッシュ電極	(012904 に同梱)
012017	SEC-C 光電気化学用 Au メッシュ電極	(012905 に同梱)
参照電極 (別売)		
012167	RE-1B 水系参照電極 (Ag/AgCl)	
013613	RE-1BP 水系参照電極 (Ag/AgCl)	
013848	RE-7N 非水溶媒系参照電極	

※ 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。

SEC-C05 石英ガラス製光電気化学セルキット

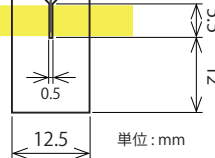
作用電極の種類



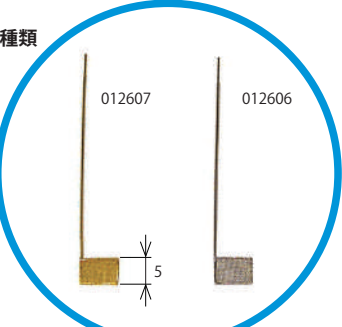
※ 作用電極のリード線は、PTFE 収縮チューブで被覆してあります。

セルの構造

光の透過位置



単位: mm



光路長 0.5 mm セル

光路長 0.5 mm セルは 1.0 mm セルと比べてサンプルの電解時間を短縮できます。揮発性の高い有機溶媒の測定、不安定な電解生成物の検出などに有効です。平衡に達する時間が短いため、安定した測定が可能です。光路長 1.0 mm セルと比べると洗浄しにくいいため、実験後は速やかに洗浄し、汚れが付着しないよう気をつける必要があります。

※ 作用電極、カウンター電極を慎重にセットしないと測定面に傷が付く恐れがあります。そのため、必ず光路長 0.5 mm セル専用の作用電極、カウンター電極を使用してください。光路長 0.5 mm 専用製品には、品名に "SEC-C05" という型番が付きます。

商品コード	品名	
013700	SEC-C05T 石英ガラス製光電気化学セルキット (Pt)	
013701	SEC-C05T 石英ガラス製光電気化学セルキット (Au)	
内訳		入数
013703	SEC-C/C05 光電気化学用 Pt カウンター電極	1
013702	SEC-C05T 光電気化学用石英セル	1
011501	SEC-C 光電気化学用テフロンキャップ	1
(010537)	パージ用チューブ 10 cm *	1
作用電極		
012606	SEC-C05 光電気化学用 Pt メッシュ電極	(013700 に同梱)
012607	SEC-C05 光電気化学用 Au メッシュ電極	(013701 に同梱)
参照電極 (別売)		
012167	RE-1B 水系参照電極 (Ag/AgCl)	
013613	RE-1BP 水系参照電極 (Ag/AgCl)	
013848	RE-7N 非水溶媒系参照電極	

※ 単品での販売の場合、パージ用チューブ (010537) は 1 m です。



光路長 0.5 mm セルと 1.0 mmセルの比較



光路長 0.5 mm セルでは、光路長 1.0 mm セルと比べるとサンプルの電解時間は理論上、1/2 に短縮されます*。一方、光路長 1.0 mm セルと同じ結果を得るためには、理論上 2 倍のサンプル濃度が必要です*。お客様の実験内容に合わせて、光路長 0.5 mm および 1.0 mm からお選び下さい。

*それぞれ光路長 1.0 mm、0.5 mm セルと比較した場合ですが、様々な要因により理論通りにならないことがあります。

光路長	メリット	デメリット
0.5 mm	電解速度が速い	メンテナンスが難しい
1.0 mm	メンテナンスが簡単	電解速度が遅い

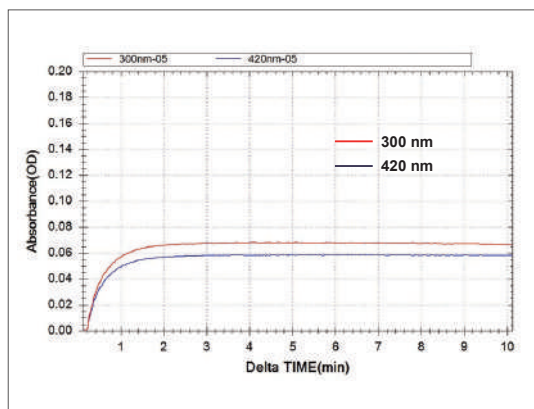


図 8-1. 光路長 0.5 mm セルの電解実験結果

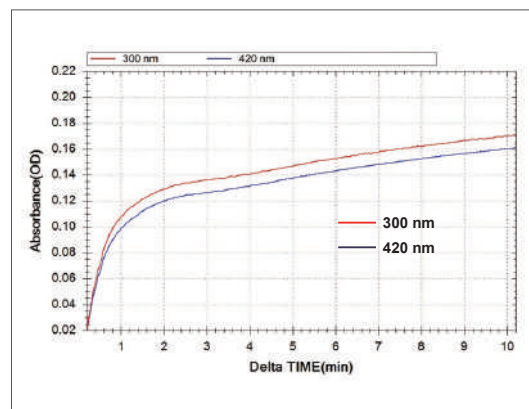


図 8-2. 光路長 1.0 mm セルの電解実験結果

2 mM フェロシアン化カリウムを 0.6 V で平衡状態に達するまで電解しました。波長 300 nm と 420 nm において、反応前のフェロシアン化カリウム溶液をリファレンスとした時の酸化反応に伴う吸光度の経時変化を追跡し、吸光度が一定になるまでの時間をそれぞれ比較しました。

キュベット型分光電気化学セルを用いた測定例

SEC-C 石英ガラス製分光電気化学セル（光路長：1 mm）を用い、酸化還元反応に関与する物質の吸光度を測定することで紫外可視吸収スペクトルが得られます。2 mM フェロシアン化カリウム水溶液の CV を取り酸化還元電位を確認後、酸化反応が起こる 0.25 V で定電位分解した際の差吸収スペクトルの経時変化の様子を示します（図 9-1, 9-2）。

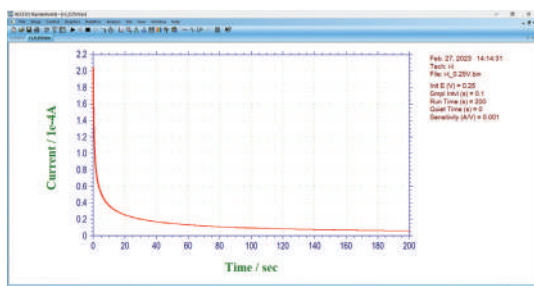


図 9-1. 2 mM フェロシアン化カリウムの定電位分解

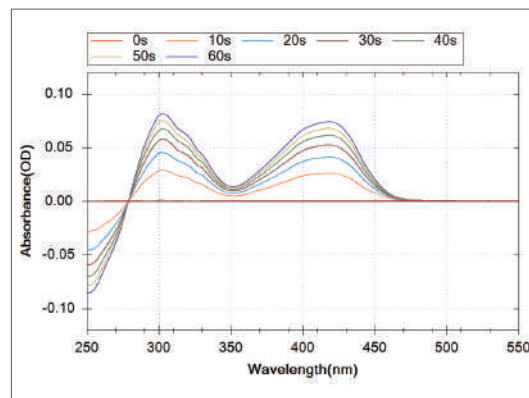
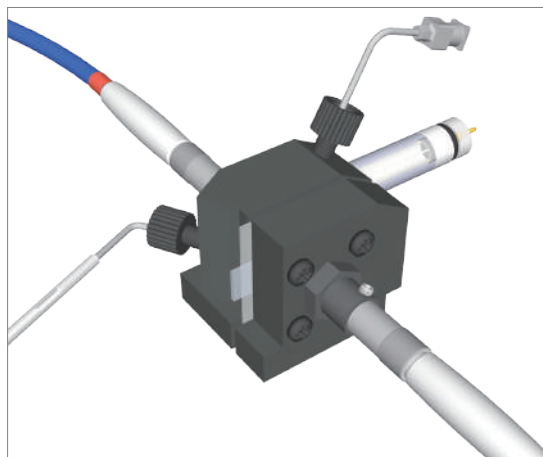


図 9-2. 2 mM フェロシアン化カリウムの酸化に伴うスペクトル変化



フローセル型分光電気化学セル

SEC-3F 光電気化学フローセル



特長

- 薄層セルによる測定が可能
- ITO, カーボン電極の使用が可能
- 光路長の変更が可能
- フロー/ストップフロー分析が可能

光電気化学フローセルは、ガスケットの厚さを変えることによって光路長を設定できます。オプションのガスケットは厚さ 100、250、500 μm のシリコン製あるいはテフロン製から選択できます*。SEC-C 石英ガラス製光電気化学セルでは不可能であった薄層セルによるフローインジェクション分析、あるいはストップフロー分析が可能となりました。

SEC-3Fはコリメーティングレンズを2箇所に取り付けることにより、様々な光ファイバー型分光器で使用できます。作用電極にはITO電極、白金グリッド電極、金グリッド電極、カーボングリッド電極を取り揃えています。参照電極は水系のRE-3VT 参照電極 (Ag/AgCl) か非水溶媒系のRE-7VN 参照電極からお選びいただけます。

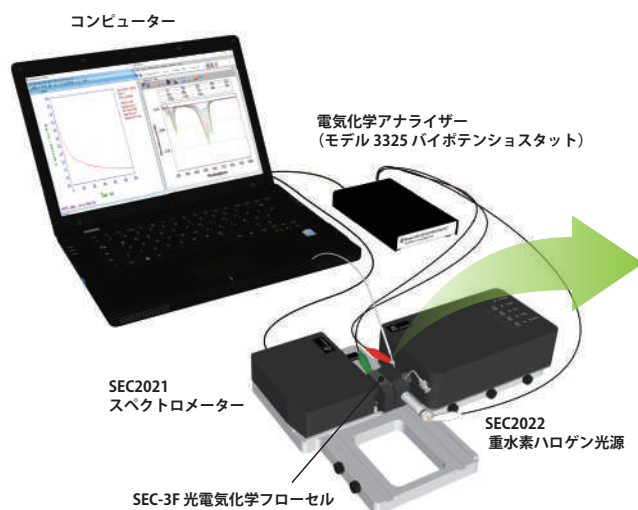
* フローセルには標準でシリコンガスケット 500 μm が付属します。シリコンガスケットは 500 μm のみ。

商品コード	品名
013684	SEC-3F 光電気化学フローセル

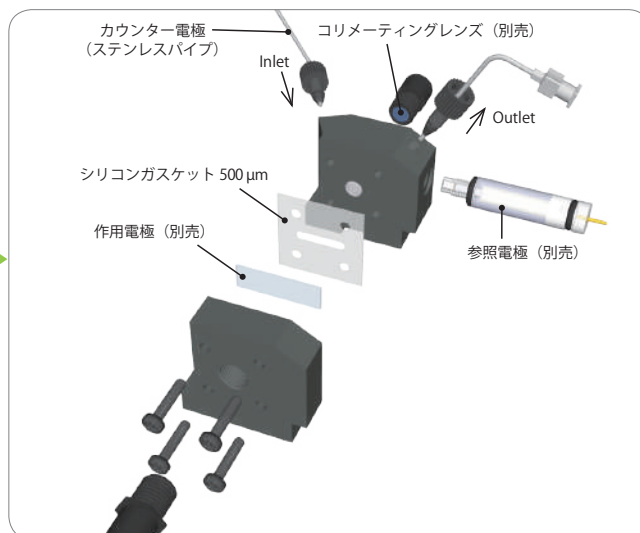
【フローセル内訳】

・SEC-3F 光電気化学フローセル A	1 個	・ステンレスパイプ (カウンター電極)	1 本
・SEC-3F 光電気化学フローセル B	1 個	・吸引ニードル	1 本
・SEC-3F 光電気化学フローセル土台	1 個	・ダイナシール PEEK	2 個
・SEC-3F 光電気化学フローセルカバー	1 個	・シリコンチューブ 3 cm	1 本
・SEC-2F/3F S500 シリコンガスケット	2 枚	・テフロンチューブ 1 m	1 本

システム構成例およびフローセルの構造



《光電気化学フローセルの構造》



* 作用電極、参照電極、コリメーティングレンズは別売ります。



オプション (別売)

作用電極

商品コード	品名	必要数
012655	SEC-2F/3F 光電気化学用 Pt グリッド電極	どれか 1つ
012656	SEC-2F/3F 光電気化学用 Au グリッド電極	
012657	SEC-2F/3F 光電気化学用カーボングリッド電極	
013432	ITO11 電極 8 x 27 x 1.1 mm (10 枚)	

参照電極

商品コード	品名	必要数
013488	RE-3VT 参照電極ねじ込み式	どれか
013850	RE-7VN 非水溶媒系参照電極ねじ込み式	1つ

装置関連

商品コード	品名	必要数
013609	SEC2020 スペクトロメーターシステム	☆
013817	モデル 3325 バイポテンシオスタット	☆
013819	モデル 3325 専用ソフト (日本語)	☆

ガスケット

商品コード	品名	厚さ	必要数
012661	SEC-2F/3F S500 シリコンガスケット (4 枚)	500 μm	△
012664	SEC-2F/3F T500 テフロンガスケット (4 枚)	500 μm	△
012665	SEC-2F/3F T250 テフロンガスケット (4 枚)	250 μm	△
012666	SEC-2F/3F T100 テフロンガスケット (4 枚)	100 μm	△

光ファイバー

商品コード	品名	必要数
012667	SEC-2F/3F 400 μm 光ファイバー SR 25 cm	どれか
012685	SEC-2F/3F 400 μm 光ファイバー SR 2 m	1
013688	UV/VIS コリメーティングレンズ	△

△：用途に応じて選択
☆：推奨品

オプションガスケットを使用した測定例

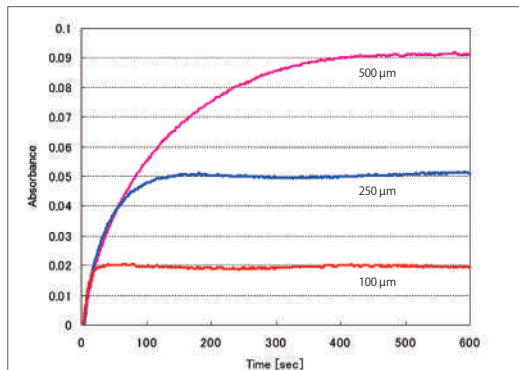


図 10. 平衡に達するまでの時間変化

図 10 はフェロシアン化カリウム溶液を電解し、波長 420 nm において吸光度が一定になるまでの時間変化を示したものです。厚さ 500 μm、250 μm、100 μm のガスケットを使用しました。100 μm の場合、わずか 40 秒で一定になることがわかります (サンプルにより、一定に達するまでの時間は異なります)。また、同じ濃度の場合、吸光度はガスケットの厚さ (光路長) に比例していることが確認できました。図 11-1 は 250 μm のガスケットを用い、ビタミン B₁₂ 誘導体錯体を還元電解した際のスペクトル変化をモニタリングした実験例となります。

※ 錯体サンプルは、九州大学大学院工学研究院 応用化学部門 久枝研究室よりご提供を頂きました。

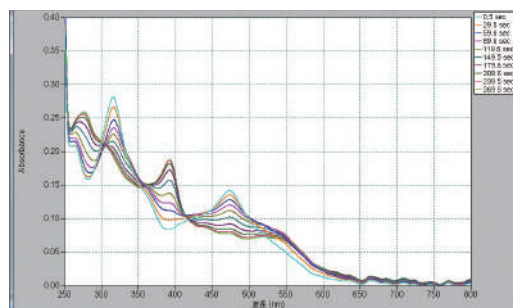


図 11-1. ビタミン B₁₂ 誘導体錯体の電解スペクトル変化

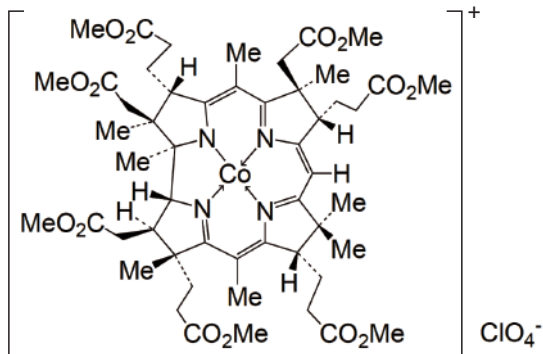


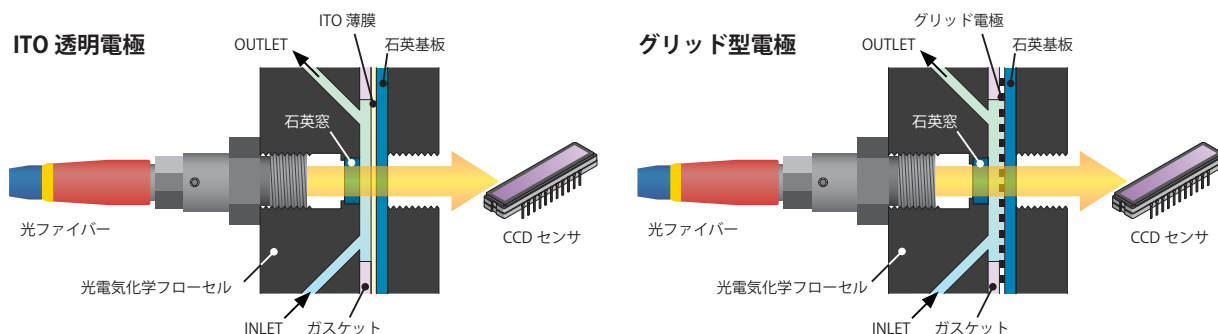
図 11-2. ビタミン B₁₂ 誘導体錯体の構造式



光透過性電極

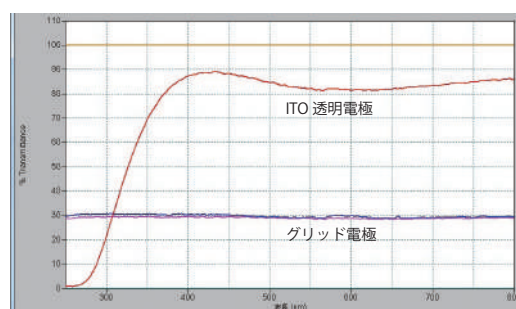
光電気化学フローセルで使用する電極

光電気化学フローセルでは、ITO 光透過性電極とグリッド型電極を使用します。構造は下図の通りです。光が透過する部分が ITO 電極ならびにグリッド電極となります。光源に接続した光ファイバーを用いて、電極部分に光を照射します。その時、電極表面で電解等が起こると反応物質の濃度が変化し、物質に依存する各波長毎の透過光量が変化します。この変化量をアレイ状に配置した受光素子で検出します。



各光透過性電極の特性

石英ガラスを基準として、ITO 電極、Pt グリッド電極、Au グリッド電極の光透過率を比較しました。ITO 電極は、紫外領域では光透過率が減衰し、波長 280 nm 以下では 10% 程度となります。400 nm 以上の可視領域では、光透過率は 80% 以上を維持します。一方、グリッド電極は石英ガラスと比較して可視領域で光透過率は 30% 程度ですが、紫外領域でも同様の光透過率を維持できるのが特長です。



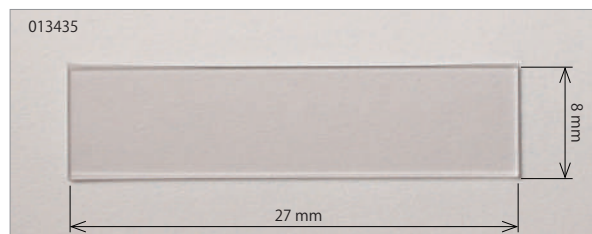
【参考データ】

SEC-C Pt メッシュ電極の光透過率は 50 ~ 55% です。

ITO 光透過性電極

ITO (Indium Tin Oxide) 電極は、分光電気化学測定に使用される汎用的な電極です。

ITO 電極は可視領域の光は透過しますが、紫外領域の光は透過しません。ITO の膜厚は 100 ± 10 nm、抵抗値は $15 \pm 1.5 \Omega / \text{sq}^{\ast 1}$ です。



※ 1. メーカー保証値 ※ 2. 一覧に載っていないサイズの ITO 透明電極も作製いたします。

カタログ No.	品名
013432	ITO11 電極 8 x 27 x 1.1 mm (10 枚)
013435	ITO05 電極 8 x 27 x 0.5 mm (10 枚)
その他の ITO 電極 ^{※ 2}	
013433	ITO11 電極 10 x 10 x 1.1 mm (10 枚)
013434	ITO11 電極 10 x 20 x 1.1 mm (10 枚)
013436	ITO05 電極 10 x 10 x 0.5 mm (10 枚)
013437	ITO05 電極 10 x 20 x 0.5 mm (10 枚)