



2

参照電極

参照電極はサイクリックボルタンメトリー (CV) および高速液体クロマトグラフィー (HPLC) 用の電極として使用されます。参照電極は RE シリーズ化されており、水系、非水溶媒系、カロメル、自作タイプなどの幅広い電極を取り揃えています。

簡易型可逆水素電極キット



001209

001209 セル固定台および 012669 SVC-3 ボルタンメトリー用セルは別売り

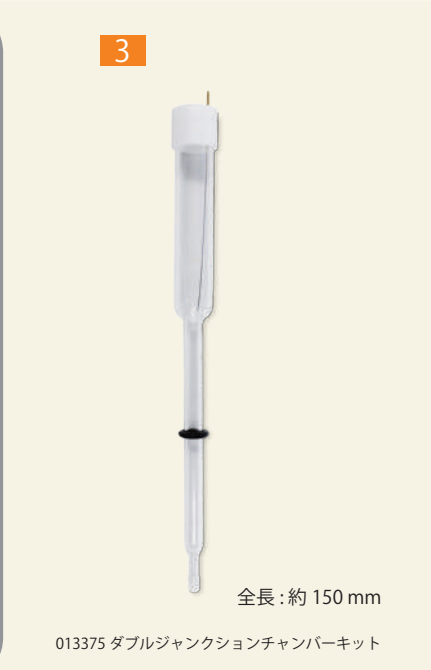
特別な実験設備が不要な簡易型可逆水素電極キット

酸性溶液の電気分解により水素ガスを発生・捕捉し利用することで、良好な電位安定性を実現する可逆水素電極です。通常の水素電極での危険性を伴う水素ガスボンベの使用や水素ガスの大量排気など、煩雑な操作が必要ありません。1.2 mol/L の塩酸を使用すると標準水素電極に近い参照電極として使用可能です。また、ダブルジャンクションチャンバーを使用することで、酸性溶液以外の溶液でもご使用頂けます。

商品コード	品名		
013597	RHEK 簡易型可逆水素電極キット		
内訳			入数
1	013598	RHE 簡易型可逆水素電極	1
2	013378	RHEK 消耗品キット	1
2a	(内訳) ピンチコック		1
2b	シリコンチューブ 10 cm		3
2c	O リング		1
2d	シリンジ変換アダプター		1
2e	ディスポーザブルシリンジ (5 mL 用)		1
商品コード	品名		
3	013375	ダブルジャンクションチャンバーキット	
内訳			入数
3a	013376	ダブルジャンクションチャンバー	1
3b	013377	ダブルジャンクションチャンバーキャップ	1
3c	002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	1

BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応

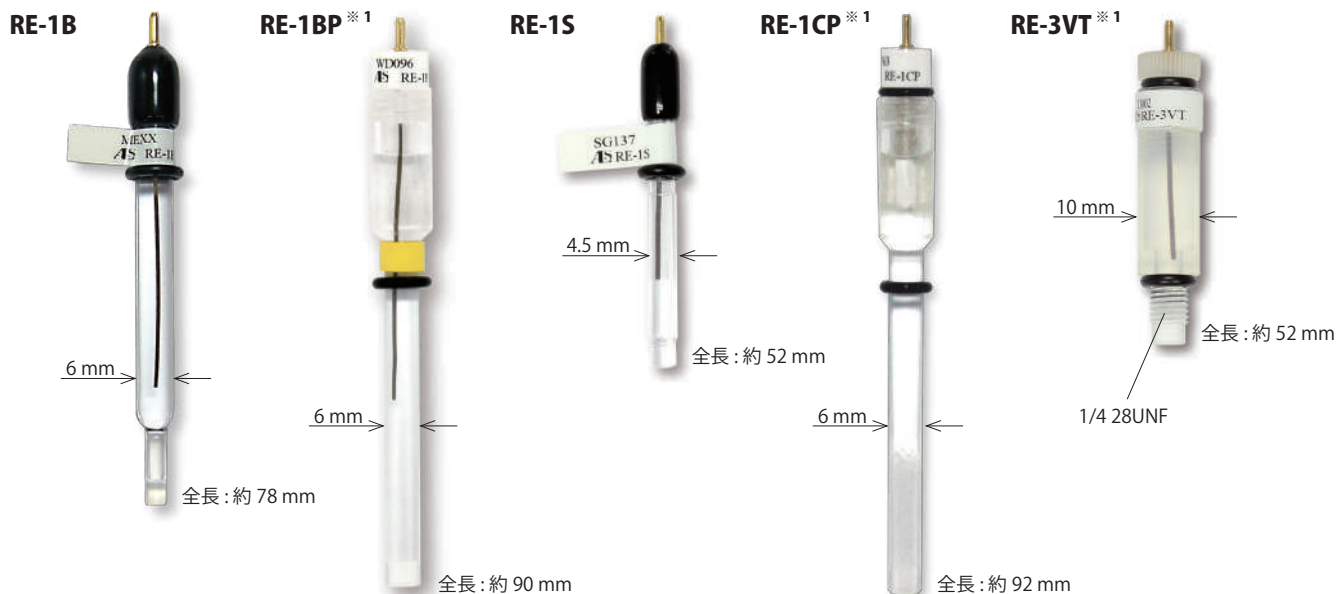
構造および内訳



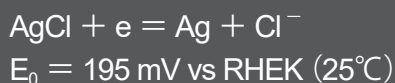
013597 RHEK 簡易型可逆水素電極キット



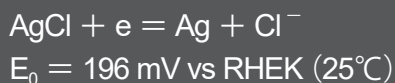
Ag/AgCl タイプ (水系サンプル用参照電極)



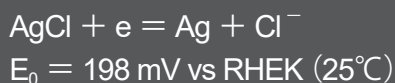
RE-1B の参考電位^{※2}



RE-1BP の参考電位^{※2}



RE-1CP の参考電位^{※2}



特長

- 水系サンプルで使用
- 比較的寿命が長い



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



INSPECTED
<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

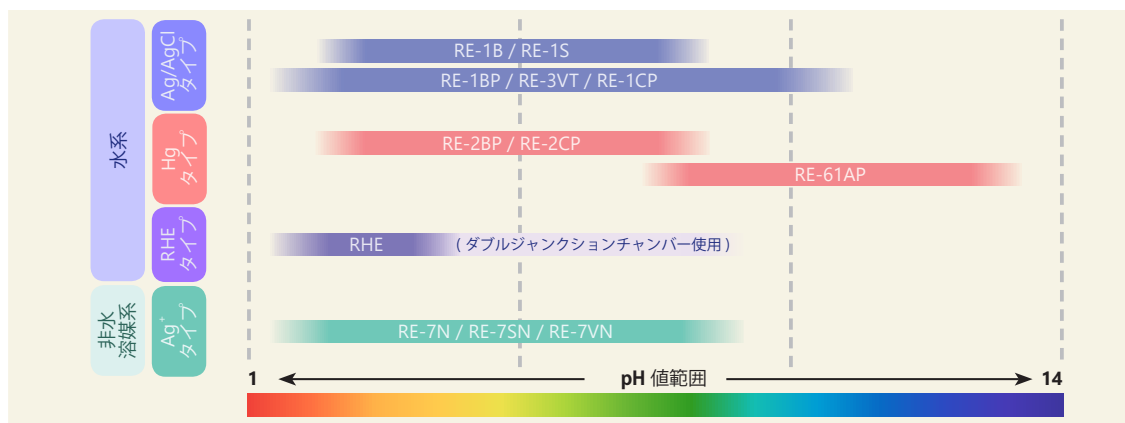
RE-1, 3 シリーズ 参照電極

RE-1B 参照電極

商品コード	品名	液絡部	内部溶液	用途
012167	RE-1B 水系参照電極 (Ag/AgCl)	イオン透過性ガラス	3 M NaCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013613	RE-1BP 水系参照電極 (Ag/AgCl)	セラミックス	3 M NaCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013393	RE-1S 水系参照電極 (Ag/AgCl)	イオン透過性ガラス	3 M NaCl	SECM など
013691	RE-1CP 飽和 KCl 銀塩化銀参照電極	セラミックス	飽和 KCl	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※3} , RRDE, EQCM セルなど
013488	RE-3VT 参照電極ねじ込み式	セラミックス	3 M NaCl	フローセル (LC, SEC, EQCM) など

※1 ポリメチルペンテン製 ※2 弊社の RHEK 簡易型可逆水素電極 (商品コード 013597) を使用した実測値です。 ※3 バルク電気分解用セル

参照電極の選択



※詳しくは、ビー・イー・エスのウェブサイト「参照電極の選択」をご覧ください。



Ag/Ag⁺タイプ (非水溶媒系サンプル用参照電極)

RE-7N



組み立て時全長: 約 81 mm

RE-7SN



組み立て時全長: 約 62 mm

RE-7VN^{※1}



組み立て時全長: 約 52 mm

1/4 28UNF

特長

- 有機溶媒系サンプルで使用
- 内部溶液が交換可能



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応

RE-7 シリーズ 参照電極



※内部溶液は付属しません。内部溶液についてはビー・イー・エスのウェブサイトから「内部溶液の調整手順」をご覧ください。

商品コード	品名	液絡部	用途 / 仕様
013848	RE-7N 非水溶媒系参照電極	イオン透過性ガラス	SVC-2, SVC-3, VC-4, BE ^{※2} , RRDE, EQCM セルなど
013849	RE-7SN 非水溶媒系参照電極	イオン透過性ガラス	SECM など
013850	RE-7VN 非水溶媒系参照電極ねじ込み式	セラミックス	フローセル (LC, SEC, EQCM) など
オプション (別売)			
012108	RE-PV 参照電極保存ビン (10 mL)		RE-1B, RE-7N, RE-1CP, RE-2BP, RE-2CP などの保存
012057	RE-7 参照電極テフロンキャップ		外径 7 mm, Ag 線φ 0.5 付き
012058	RE-7S 参照電極テフロンキャップ		外径 5 mm, Ag 線φ 0.5 付き
012176	サンプルホルダー 6.0 mm φ (2 本入)		

※1 ポリメチルペンテン製 ※2 バルク電気分解用セル

テクニカルノート

支持電解質

サンプルを有機溶媒で溶解する場合、支持電解質を添加しなければなりません。支持電解質を選択する上で、下記の事項を考慮する必要があります。

1. 有機溶媒に対して溶解度が大きいこと
2. 電位窓が広いこと
3. 有機溶媒との反応がないこと

代表的な支持電解質には

TEAP: Tetraethylammonium perchlorate

TBAP: Tetrabutylammonium perchlorate

TBAPF₆: Tetrabutylammonium hexafluorophosphate などがあります。



Hg タイプ (基準となる参照電極)

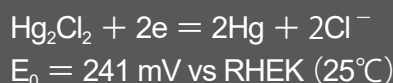
RE-2BP ※1



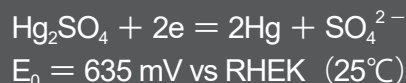
RE-2CP ※1



RE-2BP の参考電位※2



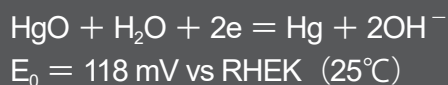
RE-2CP の参考電位※2



RE-61AP ※1



RE-61AP の参考電位※2



特長

- 内部溶液が交換可能

RE-2BP カロメル型参照電極

甘汞 (かんこう) 電極とも呼ばれる、電極電位の測定時に電位の基準点を与える電極です。

RE-2CP 参照電極

塩化物イオンの影響を受けないカロメル型参照電極として開発されました。

RE-61AP アルカリ用参照電極

アルカリ溶液に耐性のあるカロメル型参照電極として開発されました。耐薬品性に優れたポリメチルペンテンを使用しています。上部はねじ込み式のキャップで取り外しが可能です。内部に水酸化ナトリウム (1M) を充填して使用します。先端液絡部にはセラミックスを使用しています。

※ 詳細はホームページをご覧ください、営業所までお問合せ下さい。



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



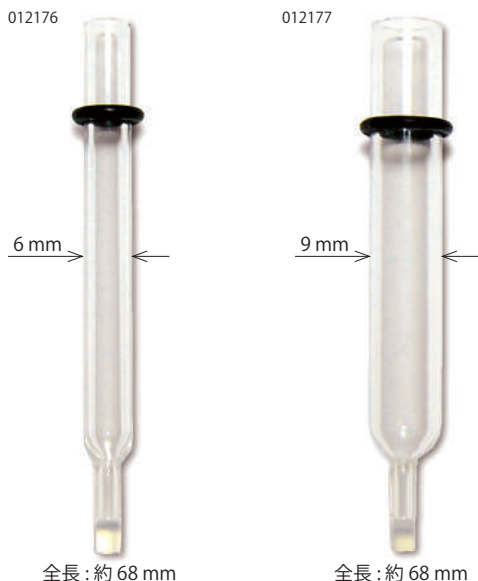
INSPECTED
<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	液絡部	内部溶液	用途
013693	RE-2BP カロメル型参照電極	セラミックス	飽和 KCl	参照電極の基準電極として利用
013692	RE-2CP 参照電極	セラミックス	飽和 K ₂ SO ₄	塩素成分を嫌う分析に利用
013694	RE-61AP アルカリ用参照電極	セラミックス	—	アルカリ溶液中で使用するための参照電極

※ 1 ポリメチルペンテン製 ※ 2 弊社の RHEK 簡易型可逆水素電極 (商品コード 013597) を使用した実測値です。



サンプルホルダー



コンタミ防止や微量測定に

サンプルホルダーは様々な用途で利用できます。外径が 6 mm のものは RE-7N や参照電極自作時のホルダーなどに使用できます。外径 9 mm のものは SVC-2 ボルタンメトリー用セルで微量サンプル測定用のサンプルホルダーとして使用します。また、参照電極の汚染を防ぐための塩橋としても利用できます。ガラスチューブの先端にはイオン透過性ガラスが取り付けられており、イオンが自由に透過できます。

カタログ No.	品名	入数
012176	サンプルホルダー 6 mm φ	2 本
012306	サンプルホルダー 6 mm φ (増量パック)	22 本
012177	サンプルホルダー 9 mm φ	2 本
012307	サンプルホルダー 9 mm φ (増量パック)	22 本

サンプルホルダー補修キット



補修にはある程度の熟練が必要です。初めて補修される方はサンプルホルダーのご購入をお勧めします。

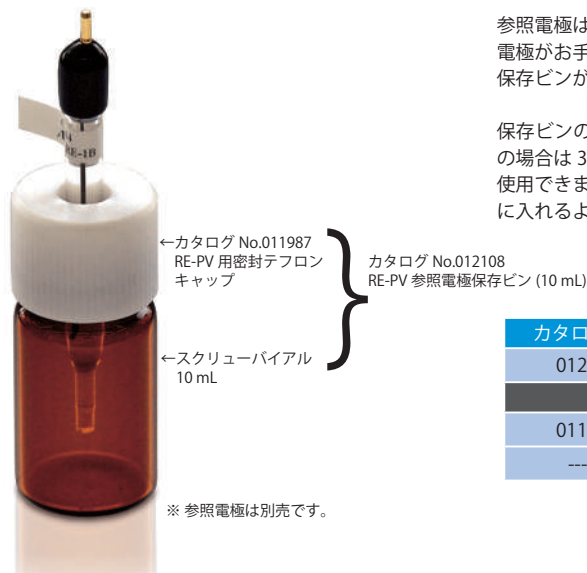
※ ご使用に関しましてはお客様の責任のもとで交換をお願い致します。また、本製品には取扱説明書は付属いたしません。

サンプルホルダー先端のイオン透過性ガラスは多孔性のガラスで、40 ~ 200 Å の細孔があいています。イオン透過性ガラスは化学的に安定であり、800°C まで耐熱性があります。イオン透過性ガラスはポーラスガラスであり、コンタミを起こすことがあります。コンタミの原因は空気中の有機物を吸収するためです。未使用のイオン透過性ガラスが黄色に変色している場合は、コンタミを起こしていると考えられます*。

カタログ No.	品名	入数
012796	サンプルホルダー補修キット	
内訳		
-----	イオン透過性ガラス φ 3.2 × 4 mm (10 個)	1
-----	熱収縮チューブ 15 cm	1
イオン透過性ガラスの仕様		
比重 (乾燥時)	1.5	
ポイドボリューム	28% of Vol	
平均孔径	40 ~ 200 Å	
内部表面積	250 m ² /g	

※ イオン透過性ガラスはまれに白濁しているものがありますが、サンプルに浸すと透明になります。使用後の変色については、単純に汚れが付着してしまったものですので交換してください。

参照電極保存ビン



参照電極は特に何の処置もせず放置しますと、内部溶液が枯渇してしまいます。参照電極がお手元に届きましたら、速やかに保存液に入れてください。その際、この専用の保存ビンがお勧めです。

保存ビンの中には保存する参照電極の内部溶液と同じものを入れて下さい (例: RE-1B の場合は 3 M NaCl)。RE-PV は、RE-1B、RE-7N、RE-1CP など直径が 6 mm の参照電極に使用できます。ご使用の際は、コンタミを防ぐため、電極をよく洗浄してから保存ビンに入れるようにしてください。

カタログ No.	品名	入数
012108	RE-PV 参照電極保存ビン (10 mL)	
内訳		
011987	RE-PV 用密封テフロンキャップ	1
-----	スクリーバイアル 10 mL	1



銀塩化銀インク



011464

※ くし形電極の参照電極部のように狭い場所にインクを塗る際は、つまようじなど先端が細く、柔らかいものを用いて作業して下さい。

くし形電極による測定に必須

銀塩化銀インクは、導電体に塗るだけで簡単に銀塩化銀参照電極を作製することができます。使用方法は塗って乾かすだけです。半日～1日程度、自然乾燥させれば使用可能になります。塗布する電極に融点の低いプラスチックやゴム材料が使用されていなければ、120℃のオーブンで5分程度加熱・乾燥させることによって、より早く、より強固に固定することができます。

銀塩化銀インクは理想的に分散した塩化銀結晶の微粒子で構成されており、ガラス基板電極表面における作業効率、使用量、導電率、ぬれ性を向上させます。独自の微粒子化技術は、不均一な粒子の製品に比べて優れた機能を有し、良好な塗面の品質と密着性を実現します。

カタログ No.	品名
011464	参照電極用銀塩化銀インク (2.0 mL)
仕様	
表面抵抗	0.2 Ω /sq/25.4 μm
粘度	50 ± 10 Pa·s@21.1℃
引火点	82℃

テクニカルノート

参照電極の液絡について

ビー・イー・エス株式会社
技術顧問 渡辺訓行
(元東京大学工学部 助教授)

参照電極は金属電極（銀や白金など）、内部電解質、液絡部（セラミックフリット、イオン透過性ガラスなど）と、これら3つを内部にまとめる容器からなっています。容器は多くは筒状のガラスで、その先端に液絡があります。これらのうちで基準電位からの電位シフトに大きな影響をもつ因子は、関係イオンの内部液中濃度（Ag/AgCl 電極なら Cl⁻濃度）、液絡中のイオン種の移動度、温度などです。理論的に予測がつくのはこれらの3つですが、この他に実験状況によって予測しがたい事態が起こり、一般的に述べるのが難しいと言えます。例えば、液絡に塩が析出してインピーダンスが非常に大きくなったために、ポテンシostatの応答速度が低下し、自動制御系が不安定化したり（ポテンシostatは自動制御系である）、ノイズを拾いやすくなったりするということが起こり、電位シフトが起こります。

液絡は参照電極と被検液の電気的導通をとるためにあり、溶媒とイオン種がそこを通じて出入りします。それに伴って望ましくないことが生じます。その1つが参照電極内部液の濃度の変化です。電位を決める関係イオンの濃度が低下し、ネルンスト式で決まる電位シフトが起こります。これは、いい加減な保守のためにも起こり得ます。提供会社の指示に従った保守管理が大切な所以でありましょう。

液絡部のトラブルの一つに難溶性物質の生成による詰まりがあります。KCl を内部電解質としている電極を非水系で使用するとき、被検液の支持塩に過塩素酸アニオンを使うと（過塩素酸テトラアルキルアンモニウムなど）、過塩素酸カリウムは溶解性が低く、液絡部に析出しやすいので、内部液には KCl ではなく NaCl を用いる場合があります。K⁺ と Cl⁻ のイオン移動度はあまり差がないので、大きなジャンクション電位はあらわれません。一方、Na⁺ と Cl⁻ には移動度に若干差があり、KCl の場合よりジャンクション電位は大きくなります。この点の不利益にもかかわらず NaCl を敢て採用する実用的な利益は大きいということでしょう。

被検液に水や塩化物イオンの混入を避けたい場合以外は、水系参照電極を非水系に用いることは可能です。その場合、液絡部におけるジャンクション電位は水系の時より一般に大きくなり、用いる溶媒や支持電解質に大いに依存します。一連の測定の終わりに、内部標準としてフェロセンを添加して電位規準をとるのが良いでしょう。フェロセン/フェリシニウムイオンを内部に含む参照電極は被検液の溶媒などによりフェリシニウムイオンが還元される場合があり、一般には電位安定性は良くないようです。

被検液が参照電極により汚染されるのを緩和する一般的な方法は塩橋を介することです。塩橋に用いる溶媒と支持塩は被検液に用いるのと同じもので良いですが、支持塩はジャンクション電位をできるだけ小さくするようなイオンの組み合わせでも良いでしょう。電位表示を明確にするためにフェロセンを内部標準に使うのは上述と同じです。



3

作用電極

CV ボルタンメトリー用電極

ALS の CV ボルタンメトリー用電極（以下、CV 電極）は、種類が豊富であることが最大の特長です。本カタログに掲載されていない電極でも特注にて対応いたします。CV 電極は非常にコンパクトであるため、ユーザーご自身で研磨を行うことができます。CV 電極が届きましたら電極表面をチェックして下さい。カーボンペースト電極は、カーボンペーストが充填されていません。他の電極表面は開封後すぐに使用できる状態に磨いてあります。

CV 電極の電極部は PEEK 樹脂^{※1}の中に固定されています。PEEK 樹脂は耐摩擦摩耗性、耐薬品性に優れています。ただし、強酸など一部使用できない薬品もあります^{※2}。また、長時間 THF 溶液中に浸したり、常温以外の温度で使用しますと、表面にひび割れを起こす原因にもなりますのでご注意ください。専用のボルタンメトリーセル（42～47 ページ参照）での電極位置は、O リングにより調節できます。


 BAS マニュアルダウンロード

<https://www.bas.co.jp/2209.html>

消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応

ポリマーの耐薬品性

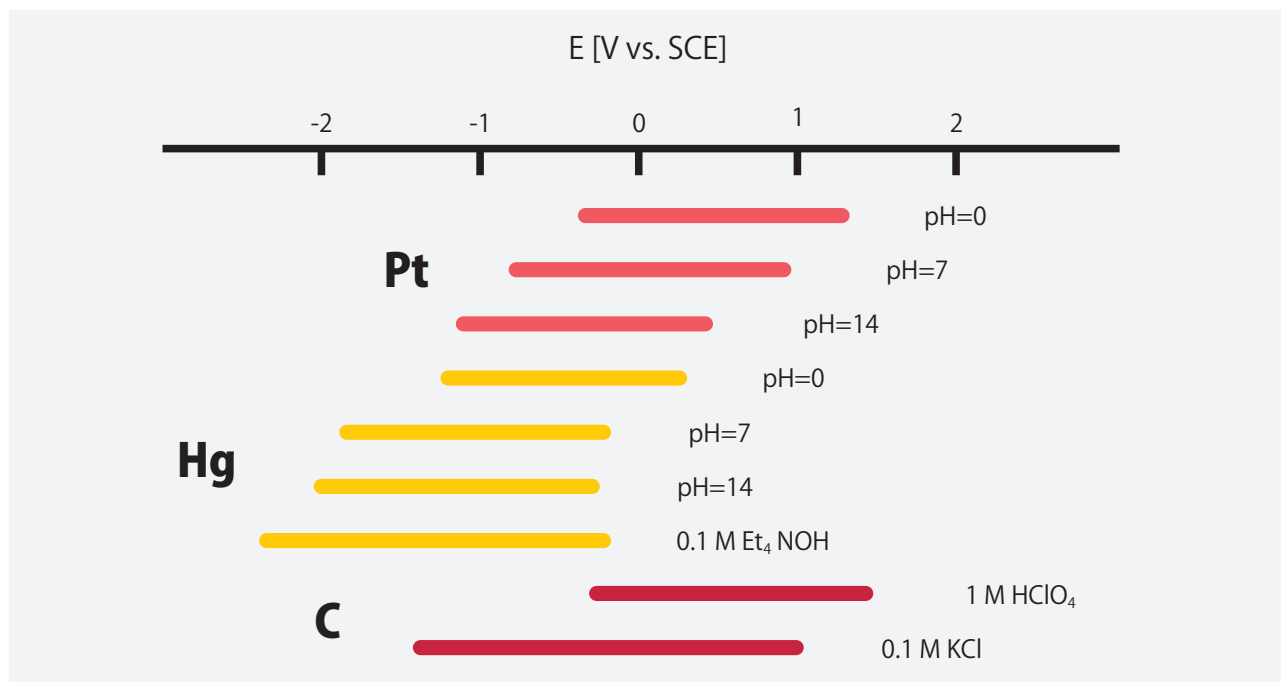
材質名	芳香族	塩素系物質	ケトン類	アルデヒド	エーテル類	アミン類	脂肪族類	有機酸	無機酸	塩基類
PEEK	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
テフロン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ポリプロピレン	×	×	×	×	—	—	○	○	○	○

※1 ポリエーテル・エーテル・ケトン (Polyether ether ketone)

※2 濃硫酸および濃硝酸では、常温下、濃度 50%以上で変形します。60℃以上の高温では、濃度 10%でも変形する恐れがあります。

水溶液中における Pt、Hg、カーボン電極の電位窓

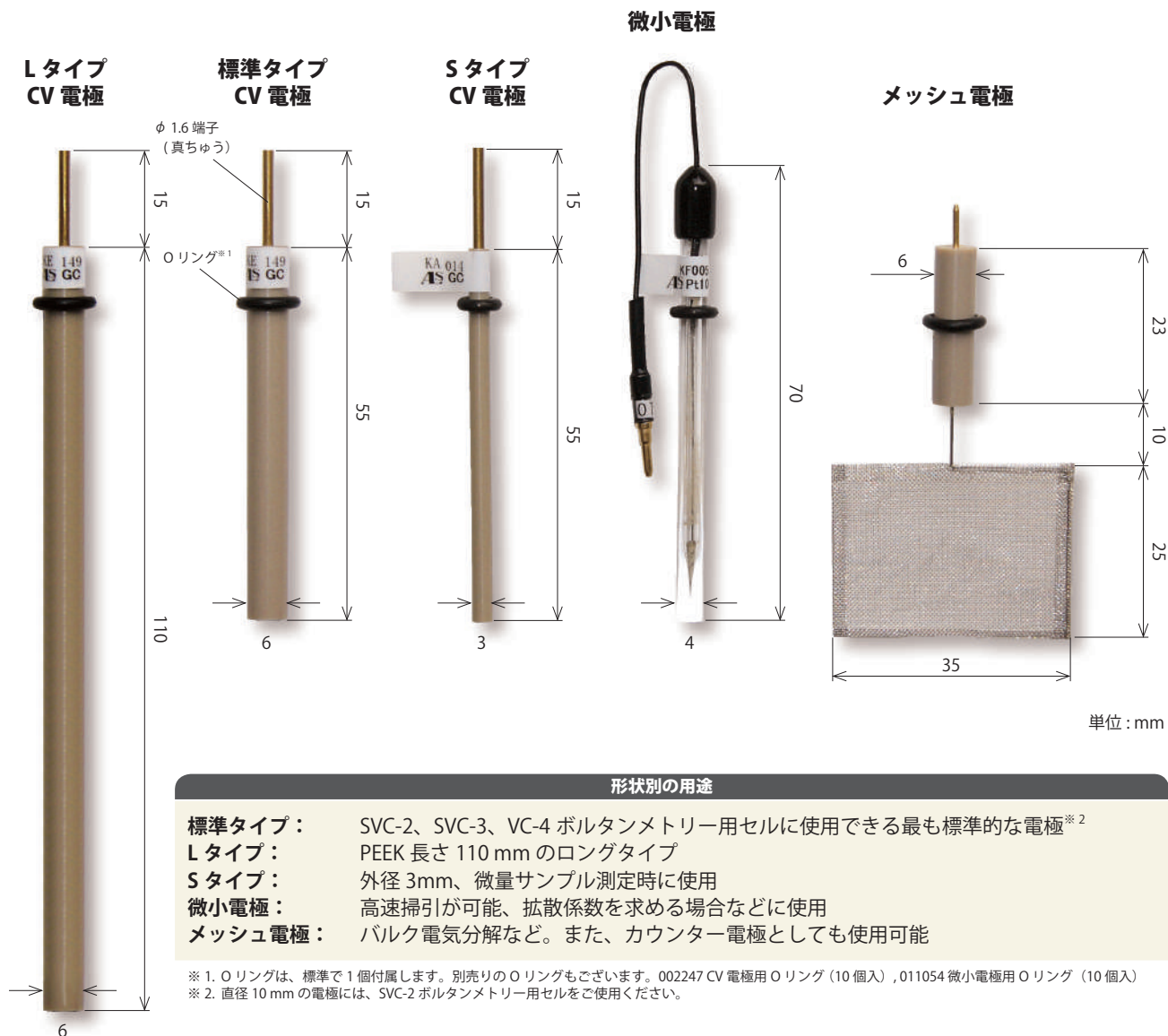
ある pH の水溶液を電解液とし、その中に溶解した化学種の酸化還元反応を調べようとする時、電極の水素過電圧、酸素過電圧及び電極の溶解電位を考慮しなければなりません。電極がどの電位領域の酸化還元反応を調べるのに適しているかを示す電位窓を以下に記します。



藤嶋昭, 相澤益男, 井上徹, 電気化学測定法 (1984) 技報堂出版.



CV 電極の形状



形状別の用途

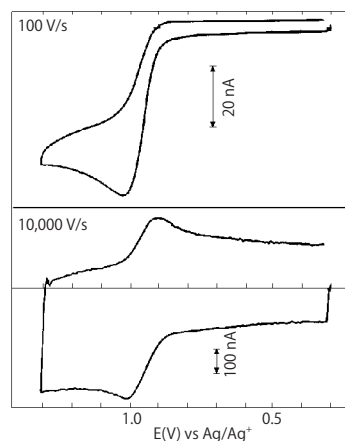
- 標準タイプ:** SVC-2、SVC-3、VC-4 ボルタンメトリー用セルに使用できる最も標準的な電極^{※2}
- Lタイプ:** PEEK 長さ 110 mm のロングタイプ
- Sタイプ:** 外径 3mm、微量サンプル測定時に使用
- 微小電極:** 高速掃引が可能、拡散係数を求める場合などに使用
- メッシュ電極:** バルク電気分解など。また、カウンター電極としても使用可能

※ 1. Oリングは、標準で 1 個付属します。別売りの Oリングもございます。002247 CV 電極用 Oリング (10 個入), 011054 微小電極用 Oリング (10 個入)
 ※ 2. 直径 10 mm の電極には、SVC-2 ボルタンメトリー用セルをご使用ください。

微小電極による CV 測定

1. 高速掃引を行っても、電位損失や充電電流による歪みが少ない
2. PC との組み合わせにより高速掃引の処理が可能
3. 寿命の短い電極反応中間体の反応解析が可能
4. 支持塩無しでも測定が可能
5. ノイズの原因となる充電電流の寄与が小さく測定精度が高い
6. 拡散がスムーズに行われ、定常状態が得られる

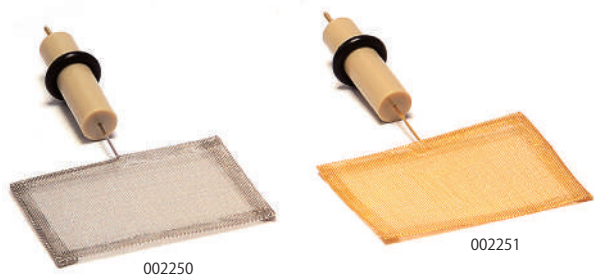
右図は、アントラセンの高速電位掃引による後続化学反応種の検出を行った結果です。10⁴ V/s の高速掃引では、寿命の短い反応中間体が消滅する前に、元の物質に還元される際のピークが観測されます。



Kosuke Izutsu, Electrochemistry in Nonaqueous Solution(2002)
 WILEY-VCH



メッシュ電極



主な用途

- バルク電気分解などに使用

商品コード	品名	絶縁部材質	メッシュサイズ	電極サイズ
002250	白金メッシュ電極	PEEK	80 mesh	25 × 35 mm
002251	金メッシュ電極	PEEK	100 mesh	25 × 35 mm

ガラス状カーボン電極

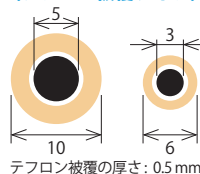
GCE シリーズ



主な用途

- 一般的な電極
- 水素・酸素発生に対する過電圧が大きい、化学的に安定な電極

(テフロン被覆タイプ)



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002417	GCE ガラス状カーボン電極	PEEK	10 mm	5 mm
013715	GCEt ガラス状カーボン電極	PEEK/ テフロン	10 mm	5 mm
002012	GCE ガラス状カーボン電極	PEEK	6 mm	3 mm
013714	GCEt ガラス状カーボン電極	PEEK/ テフロン	6 mm	3 mm
012744	LGCE ガラス状カーボン電極 (長さ 110 mm)	PEEK	6 mm	3 mm
012297	GCE ガラス状カーボン電極	PEEK	6 mm	1.6 mm
002411	GCE ガラス状カーボン電極	PEEK	6 mm	1 mm
012298	SGCE ガラス状カーボン電極	PEEK	3 mm	1.6 mm
002412	SGCE ガラス状カーボン電極	PEEK	3 mm	1 mm

金電極

AUE シリーズ



主な用途

- 一般的な電極
- 水素吸着波がない
- チオール系化合物の測定などに使用する



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002418	AUE 金電極	PEEK	10 mm	5 mm
002421	AUE 金電極	PEEK	6 mm	3 mm
012746	LAUE 金電極 (長さ 110 mm)	PEEK	6 mm	3 mm
002014	AUE 金電極	PEEK	6 mm	1.6 mm
002314	SAUE 金電極	PEEK	3 mm	1.6 mm
002010	MAUE 微小金電極	ガラス	4 mm	100 μm
002004	MAUE 微小金電極	ガラス	4 mm	25 μm
002006	MAUE 微小金電極	ガラス	4 mm	10 μm



白金電極

PTE シリーズ



主な用途

- 一般的な電極
- 水素吸着波を発生
- 過酸化水素・酸化物質の測定などに使用



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002420	PTE 白金電極	PEEK	10 mm	5 mm
002422	PTE 白金電極	PEEK	6 mm	3 mm
012745	LPTE 白金電極 (長さ 110 mm)	PEEK	6 mm	3 mm
002013	PTE 白金電極	PEEK	6 mm	1.6 mm
002313	SPTE 白金電極	PEEK	3 mm	1.6 mm
002009	MPTE 微小白金電極	ガラス	4 mm	100 μm
002003	MPTE 微小白金電極	ガラス	4 mm	25 μm
002005	MPTE 微小白金電極	ガラス	4 mm	10 μm

銀電極

AGE シリーズ



主な用途

- シアン、硫化物の測定などに使用



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002416	AGE 銀電極	PEEK	10 mm	5 mm
002419	AGE 銀電極	PEEK	6 mm	3 mm
002011	AGE 銀電極	PEEK	6 mm	1.6 mm
002315	SAGE 銀電極	PEEK	3 mm	1.6 mm

ニッケル電極

NIE シリーズ



主な用途

- 化学修飾することによりアミノ酸の測定などに使用



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002016	NIE ニッケル電極	PEEK	6 mm	1.5 mm
002273	MNIE 微小ニッケル電極	ガラス	4 mm	100 μm

002016 NIE ニッケル電極の電極サイズはφ 1.5 ですのでご注意ください。



グラファイト電極

PGE・PFCE シリーズ



主な用途

- 配向性のあるグラファイト電極
- 電極表面に露出させる方向によって Edge と Basal に分けられる
- PFCE^{※1} 電極は、PG^{※2} 電極 (Edge) と似た性質を持つ



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002252	PGBE パイロリティック・グラファイト電極 (Basal Plane)	PEEK	6 mm	3 mm
002253	PGEE パイロリティック・グラファイト電極 (Edge Plane)	PEEK	6 mm	3 mm
002408	PFCE 3 カーボン電極	PEEK	6 mm	3 mm
002409	PFCE 1 カーボン電極	PEEK	6 mm	1 mm
011854	SPFCE 1 カーボン電極	PEEK	3 mm	1 mm

※ 通常の作用電極とは研磨処理方法が異なります。ご注意ください。

※ 1 PFCE (Plastic Formed Carbon Electrode) は三菱鉛筆 (株) と独立行政法人 産業技術総合研究所との共同研究により開発されたものです。
 ※ 2 Pyrolytic Graphite

パラジウム電極

PDE シリーズ



主な用途

- 水素の吸着・脱着プロセスの研究などに使用



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002019	PDE パラジウム電極	PEEK	6 mm	1.6 mm
002319	SPDE パラジウム電極	PEEK	3 mm	1.6 mm

鉄電極・銅電極

FEE・CUE シリーズ



主な用途

- 腐食の研究などに使用



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
012585	FEE 鉄電極	PEEK	6 mm	3 mm
002018	FEE 鉄電極	PEEK	6 mm	1.5 mm
012584	CUE 銅電極	PEEK	6 mm	3 mm
002017	CUE 銅電極	PEEK	6 mm	1.6 mm

002018 FEE 鉄電極の電極サイズはφ 1.5 ですのでご注意ください。



カーボンペースト電極

CPE シリーズ



主な用途

- 酵素または化学物質を混合し、修飾電極として使用

商品コード	品名	絶縁部材質	電極外径 (OD)	電極サイズ (ID)
002210	CPE カーボンペースト電極	PEEK	6 mm	3 mm
002223	SCPE カーボンペースト電極	PEEK	3 mm	1.6 mm

※ 001010 CPO カーボンペーストは別売りです。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。

CPO カーボンペースト



主な用途

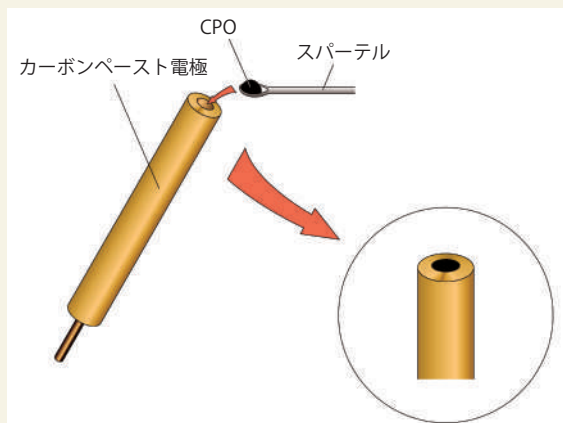
- 簡易型酵素電極の作製
- 化学修飾型電極の作製

CPO カーボンペースト（以下、CPO）はカーボンペースト電極に用いる電極材料です。CPO は、均一な粒子径のグラファイトパウダーと接着剤としてパラフィンオイルを混合しています。カーボンペースト電極の特長は、CPO を充填し、研磨する毎に新しい電極ができることです。

CPO は有機溶媒では使用できませんのでご注意ください。また、使用しない場合はコンタミを防ぐため、バイアルをしっかりと締めて保存してください。

商品コード	品名
001010	CPO カーボンペースト Oil Base (1 g)

カーボンペースト電極の作り方

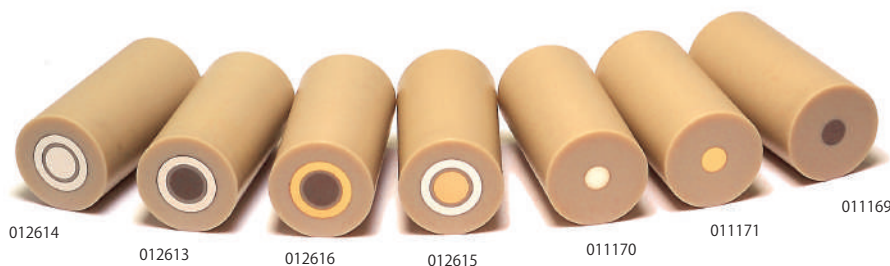


1. CPO に修飾したい物質を混合させる
2. スパテルを用いて電極の穴に CPO を山盛りにする
3. CPO を電極の穴にしっかりと詰め込む
4. 電極表面をコピー用紙[※]の上で研磨し、平らにならす

※平らにならすためだけなので、使い捨てができるもので十分です。
 また、CPO の取り扱い時は着衣が汚れやすいのでご注意ください。



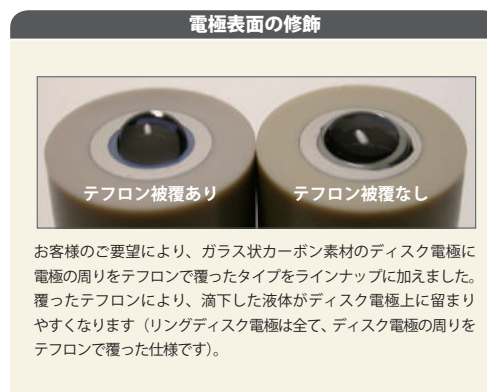
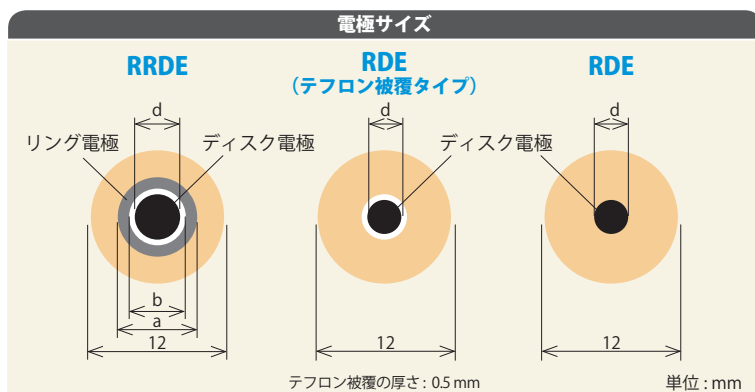
RRDE-3A 用リングディスク電極・ディスク電極



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>
 チェックデータ取得サービスに対応

リングディスク電極・ディスク電極は、RRDE-3A 回転リングディスク電極装置専用の電極です。電極には耐薬品性に優れた PEEK 樹脂を使用しています。これらの電極は非常にコンパクトであるため、PK-3 電極研磨キットで簡単に研磨することができます。本カタログで紹介されていない材質・サイズの電極も特注にて対応いたしますので、販売元あるいは販売代理店までお問い合わせください。



商品コード	品名	電極サイズ		電極外径	電極長さ
		リング電極 (a: 外径/b: 内径)	ディスク電極 (d)		
リングディスク電極					
012613	RRDE 白金リング-GC ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012614	RRDE 白金リング-白金ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012615	RRDE 白金リング-金ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012616	RRDE 金リング-GC ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012617	RRDE 金リング-白金ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012653	RRDE 金リング-金ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
012618	RRDE GC リング-GC ディスク電極	7 mm / 5 mm	4 mm	12 mm	25 mm
ディスク電極					
011169	RDE GCE ガラス状カーボンディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
013490	RDE GCEt ガラス状カーボンディスク電極 ^{※1}	—	3 mm	12 mm	25 mm
013482	RDE GCE ガラス状カーボンディスク電極	—	5 mm	12 mm	25 mm
013491	RDE GCEt ガラス状カーボンディスク電極 ^{※1}	—	5 mm	12 mm	25 mm
011170	RDE PTE 白金ディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011171	RDE AUE 金ディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011966	RDE ALE アルミニウムディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011967	RDE AGE 銀ディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011968	RDE CUE 銅ディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011969	RDE NIE ニッケルディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011970	RDE TAE タンタルディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011971	RDE TIE チタンディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011972	RDE WE タングステンディスク電極	—	3 mm	12 mm	25 mm
011973	RDE CPE カーボンペーストディスク電極 ^{※2}	—	3 mm	12 mm	25 mm

※1 テフロン被覆タイプです。従来のガラス状カーボンディスク電極よりも触媒の塗布がしやすくなりました。
 ※2 001010 CPO カーボンペーストは別売りです。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。



DRE ディスク交換式電極キット



特長

1. リングとディスクを別々に前処理（研磨、触媒担持など）できる
2. 同一のリング電極を繰り返し使用することで、リング電極の材質や寸法に影響されない純粋なディスク電極の評価が可能
3. ディスク電極のみを取り外して再生処理が可能

DRE ディスク交換式電極キットは、ALS 社製 RRDE-3A 回転リングディスク電極装置に装着可能なディスク交換式の RRDE 電極です。ディスク電極の交換は前面および背面のいずれからでも可能です。実験目的に合わせて、ディスク電極を繰り返し着脱して RRDE 測定を行うことができます。ディスクの装着・交換には DRE-DCP ディスク電極交換研磨ツールが必要です。



BAS マニュアルダウンロード

<https://www.bas.co.jp/2209.html>

消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



INSPECTED

<https://www.als-japan.com/dl/>

チェックデータ取得サービスに対応

DRE ディスク交換式電極 (RRDE)



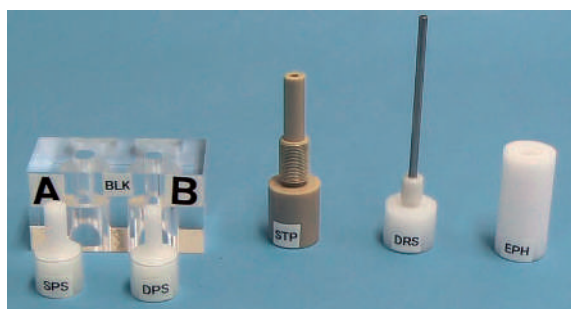
商品コード	品名	入数
013336	DRE-PGK ディスク交換式電極 Pt/GC キット	
013641	DRE-GGK ディスク交換式電極 GC/GC キット	
共通の内訳		
013339	DRE-SPC テフロンスペーサー (3 個)	1
013338	DRE-GCD GC ディスク	1
オプション (別売)		
013366	DRE-AUD Au ディスク	
013367	DRE-PTD Pt ディスク	
013337	DRE-PTR Pt リングアッセンブリー	
013642	DRE-GCR GC リングアッセンブリー	

DRE ディスク交換式電極 (RDE)



商品コード	品名	入数
013362	DRE-GCK ディスク交換式電極 GC キット (013338 含む)	
013364	DRE-AUK ディスク交換式電極 Au キット (013366 含む)	
013365	DRE-PTK ディスク交換式電極 Pt キット (013367 含む)	
共通の内訳		
013361	DRE-DAS ディスクアッセンブリー	1
013339	DRE-SPC テフロンスペーサー (3 個)	1
追加購入用ディスク電極		
013338	DRE-GCD GC ディスク	
013366	DRE-AUD Au ディスク	
013367	DRE-PTD Pt ディスク	

DRE-DCP ディスク電極交換研磨ツール



商品コード	品名	入数
013608	DRE-DCP ディスク電極交換研磨ツール	
内訳		
	DRE-BLK ベースブロック	1
	DRE-STP ストッパー	1
	DRE-DRS ディスク取出棒	1
	DRE-SPS スペーサー押込棒	1
	DRE-DPS ディスク押込棒	1
	DRE-EPH 電極研磨ホルダー	1



DRE ディスク交換式電極の組み立て例（前面組立）

まず、DRE-STP ストッパーを DRE-PTR Pt（もしくは GC）リングアセンブリーに装着します。ストッパーはテフロンスペーサーとディスク電極の高さ調整の役割を持っていますので、浅すぎない位置までねじ込んでください。続いて、DRE-BLK ベースブロックを用意します。ベースブロックの A サイドはテフロンスペーサーを、B サイドはディスク電極を装着するために使用します。

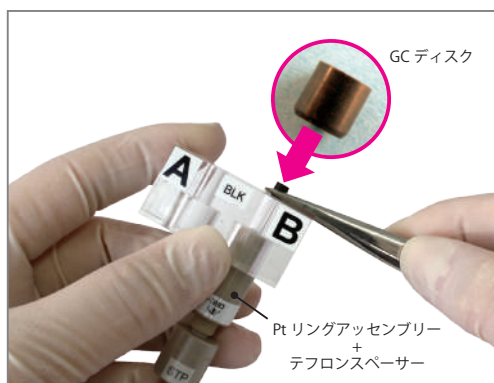


図.1



図.2



図.3

ベースブロックの A サイドを使用してリングアセンブリー内にテフロンスペーサーを装着してください。その後、電極を B サイドに移動し、上の図.1 のようにディスク電極をリングアセンブリーの前面側に置き、図.2 のように DRE-DPS スペーサー押込棒を使ってディスク電極をリングアセンブリー内に挿入します。そして、ベースブロックからリングアセンブリーを取り出し、ストッパーや DRE-DRS ディスク取出棒を使用して、ディスク電極部分が飛び出したり引っ込んだりしないよう、図.3 のように平坦になるまで調節してください。



BAS movie 商品紹介

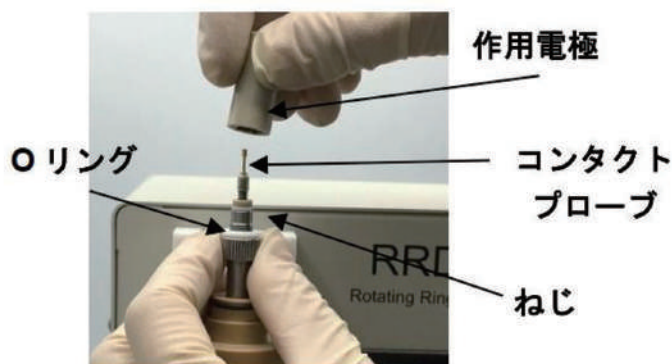
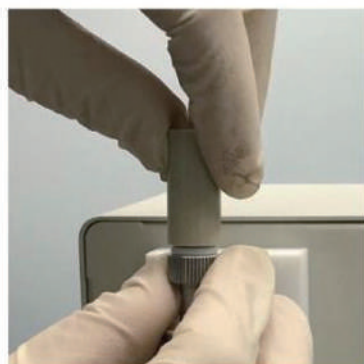
<https://www.bas.co.jp/2396.html>

製品紹介・取り扱い動画のアーカイブページ

電極の接続手順

シャフトを保持しながら、作用電極をシャフトのネジ部分に締めこみます。斜めに締めないように注意し、シャフトに垂直に押し当てながらゆっくり締めてください。テフロン製の O リングに軽く当たるまで電極を締めると電極とコンタクトプローブが接触します。電極を締めすぎると偏心・破損の原因になります。O リングまで電極を締めることでシャフトとコンタクトプローブと電極間の導通が保証されます。

電極を取り外す際は、逆の手順で行います。

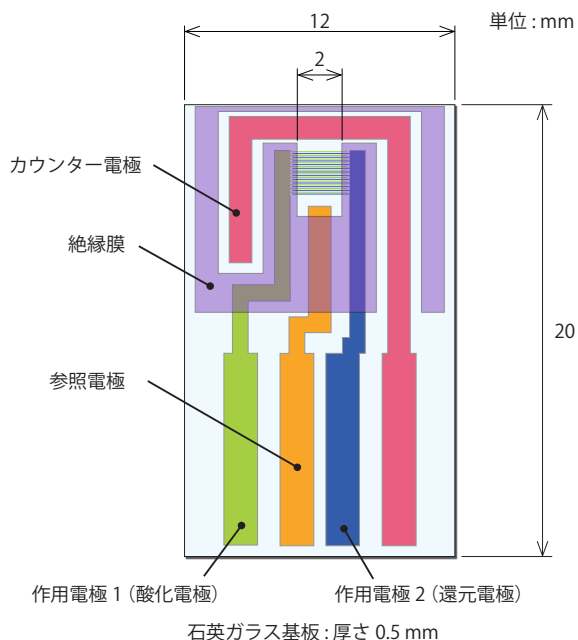




リソグラフィ・ガラス基板電極 (I)

くし形電極

くし形電極は、NTT 生活環境研究所（現 NTT 厚木研究開発センタ）が開発した微量電気化学測定用の電極です。極微量物質の検出や反応挙動を観察するため、くし形電極を用いた電気化学分析が報告されています。このくし形電極は、絶縁基板上にリソグラフィ技術を用いて微小電極パターンを作製したものです。電極構造は下記に示します。くしの対本数は 65 本です。それぞれの電極は酸化電極、還元電極として働きます。



特長

- 高感度 CV 測定
- 微量サンプルの電気化学測定
- 小型集積化
- 高速応答性

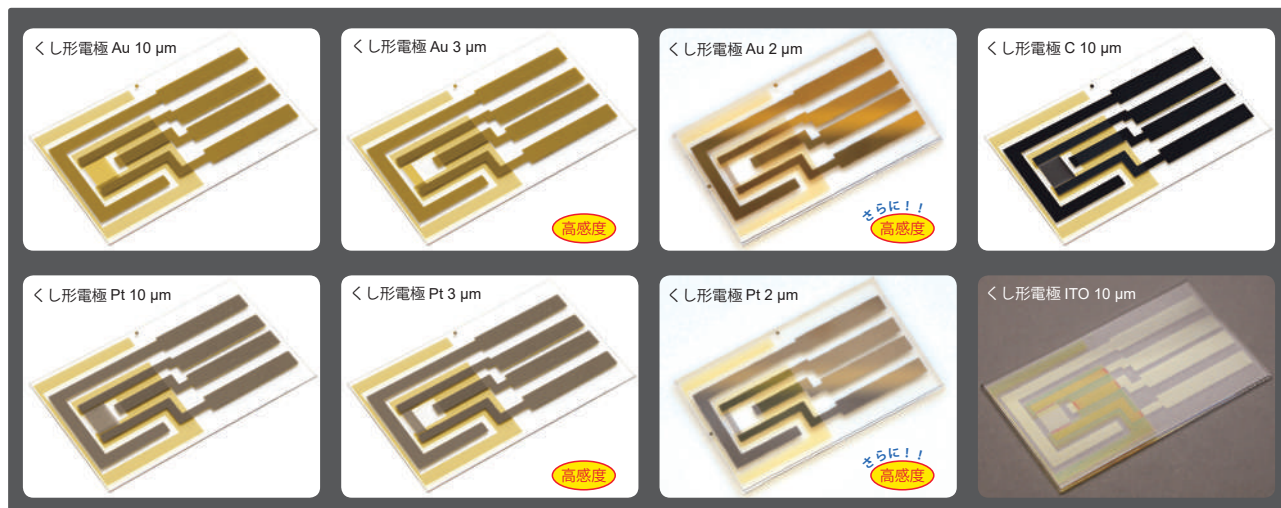
応用

- 電気化学計測用電極
- 導電率測定
- バイオセンサー・化学センサー
- 化学修飾電極
- 化学反応工程管理用電極



BAS マニュアルダウンロード

<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



商品コード	品名	幅 (μm)	間隔 (μm)	長さ (mm)	対本数	膜厚 ^{※1}	
012125	くし形電極 Au	10	5	2	65	90 nm ^{※2}	
012126	くし形電極 Pt	10	5	2	65	90 nm ^{※2}	
012128	くし形電極 ITO	10	5	2	65	100 ± 20 nm	
012129	くし形電極 Au	3	3	2	65	90 nm ^{※2}	
012130	くし形電極 Pt	3	3	2	65	90 nm ^{※2}	
012257	くし形電極 Au	2	2	2	65	90 nm ^{※2}	
012258	くし形電極 Pt	2	2	2	65	90 nm ^{※2}	
011066	くし形電極ケーブルキット	オプション: くし形電極をセルケーブルに接続するために必要					
011464	参照電極用銀塩化銀インク (2 mL)	オプション: 電位を安定させるために必要					

くし形電極



※1 全て参考値です。※2 Au と Pt には接着層として 10 nm 程度の Ti 層があります。したがって、接着層を加えた膜厚はそれぞれ 100 nm となります。

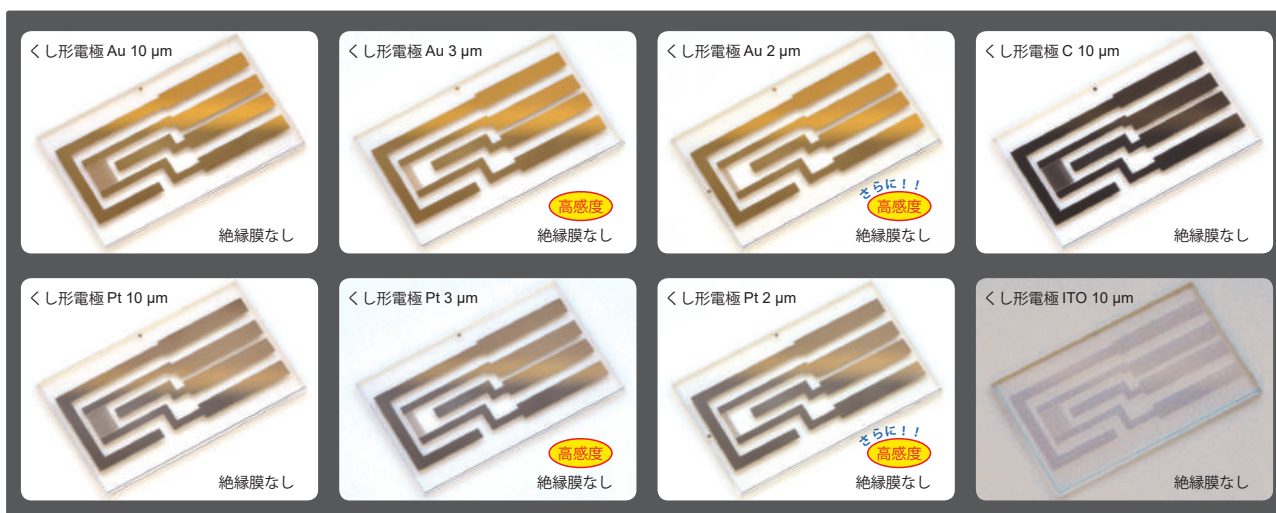
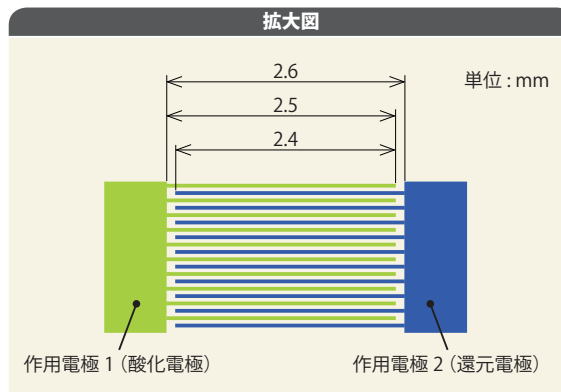


くし形電極 (絶縁膜無し)

くし形電極に交流電圧をかけて電流値を測定し、求めた静電容量から誘電率を計算する方法があります。しかし、電極表面に絶縁膜が付いていると、それ自身の容量も測定してしまうため、正確な値を測定することができません。このようなお客様の声を反映し、電極表面に絶縁膜の無いくし形電極をラインナップしました。超高感度のくし形電極を用いることは、誘電率測定への新たなアプローチとして期待できます。



BAS マニュアルダウンロード
<https://www.bas.co.jp/2209.html>
 消耗品マニュアルダウンロードサービスに対応



商品コード	品名	幅 (μm)	間隔 (μm)	長さ (mm)	対本数	膜厚 ^{※1}
012259	くし形電極 Au (絶縁膜無し)	10	5	2.5	65	90 nm ^{※2}
012262	くし形電極 Pt (絶縁膜無し)	10	5	2.5	65	90 nm ^{※2}
012266	くし形電極 C (絶縁膜無し)	10	5	2.5	65	1.2 ± 0.1 μm
012265	くし形電極 ITO (絶縁膜無し)	10	5	2.5	65	100 ± 20 nm
012260	くし形電極 Au (絶縁膜無し)	3	3	2.5	65	90 nm ^{※2}
012263	くし形電極 Pt (絶縁膜無し)	3	3	2.5	65	90 nm ^{※2}
012261	くし形電極 Au (絶縁膜無し)	2	2	2.5	65	90 nm ^{※2}
012264	くし形電極 Pt (絶縁膜無し)	2	2	2.5	65	90 nm ^{※2}

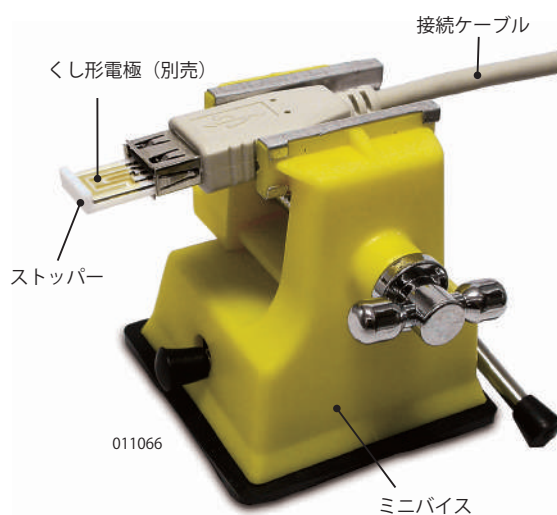
※1 全て参考値です。 ※2 Au と Pt には接着層として 10nm 程度の Ti 層があります。したがって、接着層を加えた膜厚はそれぞれ 100 nm となります。

くし形電極ケーブルキット

くし形電極を用いた実験に最適な接続キットです。くし形電極はガラス製のため、割れる恐れがあります。また、繰り返しくし形電極をお使いいただくために、下記の手順に従って装着・脱着してください。

- 装着時:** くし形電極を挿してからストッパーを入れる
脱着時: ストッパーを外してからくし形電極を抜き取る

商品コード	品名	入数
011066	くし形電極ケーブルキット	
内訳		
012970	くし形電極ストッパー	1
	ミニバイス	1
	接続ケーブル	1





くし形電極による CV 測定

くし形電極はバンド電極の集合体に加えて2つの電極をかみ合わせて配置（ジェネレーター電極とコレクター電極）することにより、図4に示す電気化学的なレドックスサイクル（酸化還元反応）が電極上で発生します。このようなレドックスサイクルが発生すると見かけ上電流値が増大し感度が向上します。また、試料溶液の量を極端に少なくすると電解により、試料は消費されてしまうこととなりますが、くし形電極ではレドックスサイクルが繰り返されるため、測定目的物質は枯渇することはありません。

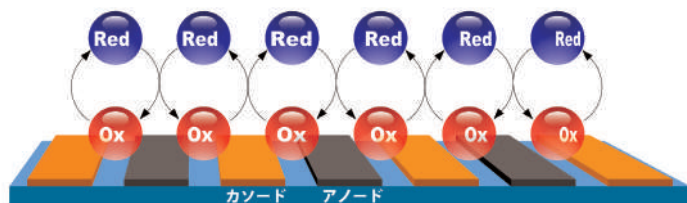


図4. レドックスサイクル概念図

フェロセン溶液 10 μ L(a)(c)、0.2 μ L(b)(d) をくし形電極に滴下して得られたボルタモグラムを示します (2)。レドックスモード (a)(b) とシングルモード (c)(d) での応答の違いははっきり分かります。(a)(b) においてはジェネレーター電極での酸化電流の増大に伴い、コレクター電極での還元電流の増大が明らかに分かります。

(d) において、応答が極端に小さくなるのは、測定により目的物質が消費されてしまったためです。

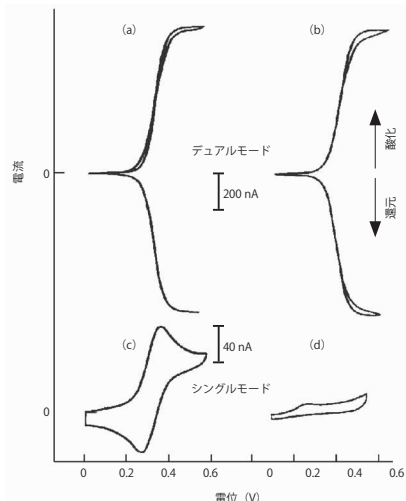


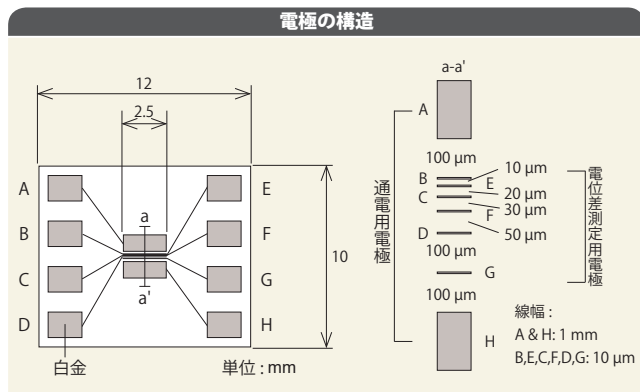
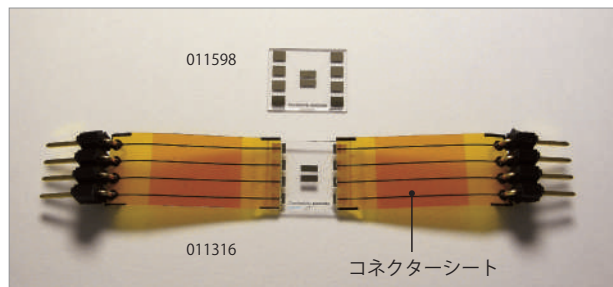
図5. くし形電極による液滴の電気化学測定

青木幸一, 森田雅夫, 堀内勉, 丹羽修, 微小電極を用いる電気化学測定法 (1998) (社) 電気情報通信学会

リソグラフィ・ガラス基板電極 (II)

導電率測定用電極

通電用及び電位差測定用電極として、白金が石英ガラス上に蒸着してあります。電圧端子間距離は下記の図に示す間隔で蒸着されていますので、接続ピンを変更することで距離を変えることができます。ドーピングによって導電性高分子が絶縁体 - 金属転移を生ずる場合の in-situ 測定では電極構成は4端子とし、低ドーピング域での絶縁相では2端子法、高ドーピング域の金属相では4端子法で測定を行います。



端子間ギャップ

端子	B	C	D	E	F	G
B		40	140	10	80	250
C	40		90	20	30	200
D	140	90		120	50	100
E	10	20	120		60	230
F	80	30	50	60		160
G	250	200	100	230	160	

単位: μ m

商品コード	品名	入数
011316	導電率測定用電極	1 (コネクターシート付き)
011598	導電率測定用電極 (3枚入)	3 (コネクターシート無し)

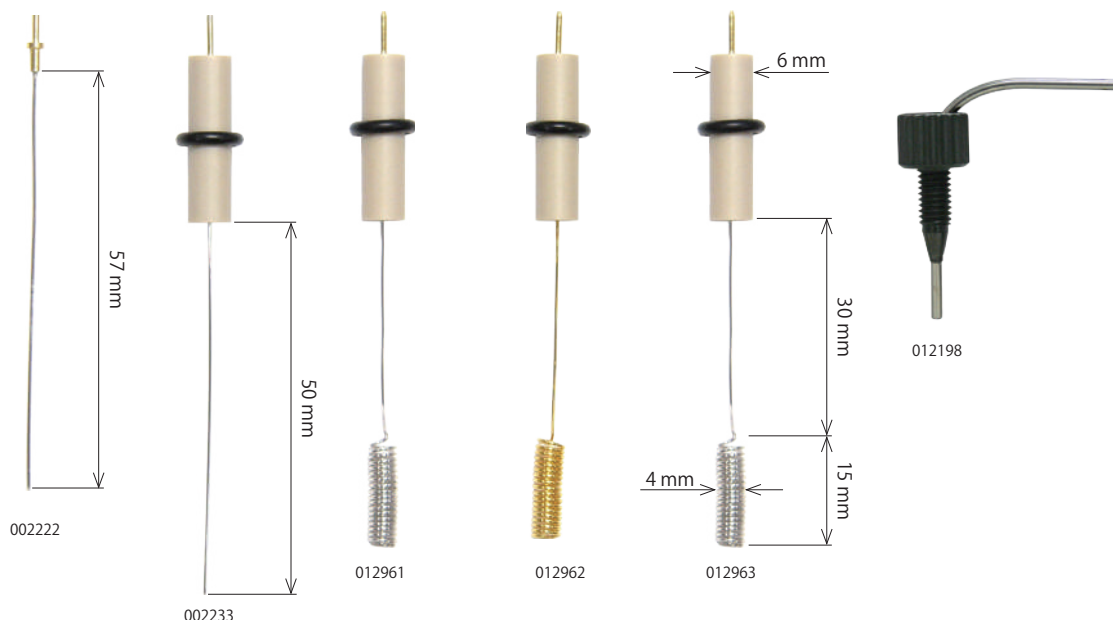
※コネクターシート付き電極の接続には下記のコネクターが便利です。
011839 プリント電極接続コネクター
011840 ICクリップ (4本入)
詳しくはビー・エー・エスのウェブサイトでご確認ください。



4

カウンター電極

電気化学測定セルの形状によって、様々なカウンター電極をラインナップしています。流れる電流量に合わせてカウンター電極を選択して下さい。また、本カタログで紹介されていないサイズ・素材のカウンター電極も特注にて対応いたしますので、販売元あるいは販売代理店までお問い合わせ下さい。



商品コード	品名	長さ	直径	用途
002222	Pt カウンター電極 5.7 cm	5.7 cm	0.5 mm	SVC-2、VC-4、プレート電極評価セルなど
002233	Pt カウンター電極 5 cm	5 cm	0.5 mm	SVC-3 など
012961	Pt カウンター電極 23 cm [*]	23 cm	0.5 mm	バルク電気分解用セル、RRDE など
012962	Au カウンター電極 23 cm [*]	23 cm	0.5 mm	バルク電気分解用セル、RRDE など
012963	Ni カウンター電極 23 cm [*]	23 cm	0.5 mm	バルク電気分解用セル、RRDE など
012198	フローセル用カウンター電極	5 cm	1.6 mm	ステンレス製、ダイナシール (PEEK) 付き

^{*} コイル状に巻いてあります。

テクニカルノート

カウンター電極の役割

3 電極を用いるポテンショスタット系の場合、作用電極の電位は参照電極電位に対して制御され、そのとき、作用電極とカウンター電極の間に流れる電流を測定します。電気回路を通じた電流の通過は作用電極とカウンター電極間の電子移動反応を必要とします。カウンター電極の主な機能は第二電子移動反応の場所を提供することです。

カウンター電極の重要なパラメーターは表面積です。作用電極が発生する電流をサポートするのに十分な大きさ（面積）が必要です。例えば、商品コード 002222 あるいは 002233 の 5 cm の白金電極の表面積は、サイクリックボルタンメトリーのような定常実験の電極として使用するには十分です。しかし、バルク電気分解などのような高電流を発生する計測では、より大きな面積のカウンター電極が必要となります。商品コード 012961 の電極は白金の長さが 23 cm あります。本電極は回転リングディスク測定などに使用されます。つまり、対流が電流を大きくします。

セルの形状も重要なポイントとなります。カウンター電極上の電気分解による生成物のコンタミを防ぐために、カウンター電極を作用電極と分離して（チャンバーで隔離して）配置することがあります。サイクリックボルタンメトリーなどの電気化学計測では、計測時間が短いので電気分解によるコンタミの影響は無視できます。そのため、カウンター電極の分離を行うことは通常ありません。チャンバーでカウンター電極を分離すると、フリッツ（ガラス焼結体）の影響でカウンター電極と参照電極間の抵抗が大きくなり、これが問題となる場合もあります。しかし、バルク電気分解の実験の場合では、測定時間が長く、攪拌も必要となりますので、チャンバーを用いてカウンター電極と作用電極を分離し、2 電極間の輸送を防ぐ必要があります。