

Ion chromatography

イオンクロマトグラフィー用
Thermo Scientific Dionex 溶離液サプレッサー

1975年に導入されたサプレッサーにより、イオンクロマトグラフィーは無機分析における分析技術と位置付けられました。

- バックグラウンド伝導度とノイズを低下させる
- 分析目的イオン種の伝導度を高める

現在、当社では広範囲のICアプリケーションにおける多様な溶離液に対応するため、6種類の連続再生サプレッサーを提供しています。サプレッサーの選択は、使用される溶離液や有機溶媒の使用有無、マトリックスの濃度、試料中の総イオン濃度、実施されるクロマトグラフィーのタイプに依存します。

- Thermo Scientific™ Dionex™ DRS 600電解再生サプレッサーは、高イオン交換容量、低ノイズ、高背圧耐性を必要とするICアプリケーションに使用します。Dionex DRS 600電解再生サプレッサーは、スタンダードボア (4 mm) およびマイクロボア (2 mm) フォーマットがあり、水酸化物溶離液、メタンスルホン酸や硫酸溶離液のイソクラティック、グラジエント条件での使用に推奨されます。このサプレッサーは、Reagent-Free™ IC (RFIC™) システムの基本構成デバイスです。
- Thermo Scientific™ Dionex™ ERS™ 500eエクスターナルモード用電解再生サプレッサーは、エクスターナルモードの使用が必要なICアプリケーションに使用します。Dionex ERS 500e電解再生サプレッサーは、スタンダードボア (4 mm) およびマイクロボア (2 mm) フォーマットがあり、水酸化物、メタンスルホン酸、硫酸溶離液のイソクラティックおよびグラジエント条件での使用に推奨されます。

- Thermo Scientific™ Dionex™ AERS™ 500 Carbonate電解再生サプレッサーは、炭酸塩を溶離液として使用するICアプリケーションに使用します。スタンダードボア (4 mm) およびマイクロボア (2 mm) フォーマットがあり、炭酸塩溶離液のイソクラティック条件での使用に推奨されます。
- Thermo Scientific™ Dionex™ CES™ 300キャピラリー電解サプレッサーは、キャピラリー流量条件 (5~30 $\mu\text{L}/\text{min}$) のICアプリケーションに使用します。キャピラリー (0.4 mm) フォーマットでの使用で炭酸塩、水酸化物、メタンスルホン酸溶離液のイソクラティック条件やグラジエント条件での使用に推奨されます。このサプレッサーは、RFICキャピラリーシステムの基本構成デバイスです。
- Thermo Scientific™ Dionex™ CRS™ 500化学再生サプレッサーは、高い交換容量を必要とする溶離液、溶媒を含む溶離液、または超低ノイズを必要とする分析における化学再生サプレッションに使用します。
- Thermo Scientific™ Dionex™ ACRS-ICE 500イオン排除モード用サプレッサーは、イオン排除クロマトグラフィーに使用します。スタンダードボア (9 mm) とマイクロボア (4 mm) の両方のフォーマットで使用できます。

IC分離技術

サプレッサー式イオンクロマトグラフの基本配管は、図1に示すように複数のデバイスで構成されています。電解質水溶液である溶離液は、高耐圧ポンプによりシステムに送液されます。試料が注入され、ガードカラムを通過し、イオン交換分離が行われる分離カラムに導入されます。分離後、サプレッサーは溶離液の伝導度を低下させ、分析目的イオン種の伝導度を上昇させて応答がよくなるような状態で伝導度セルに送ります。システムの制御、データの取得と処理にはコンピューターとソフトウェアを使用します。

当社では、さまざまな化合物の分析に対してより高い感度と一貫性を提供するため、継続してサプレッサー技術の改善に取り組んでいます。

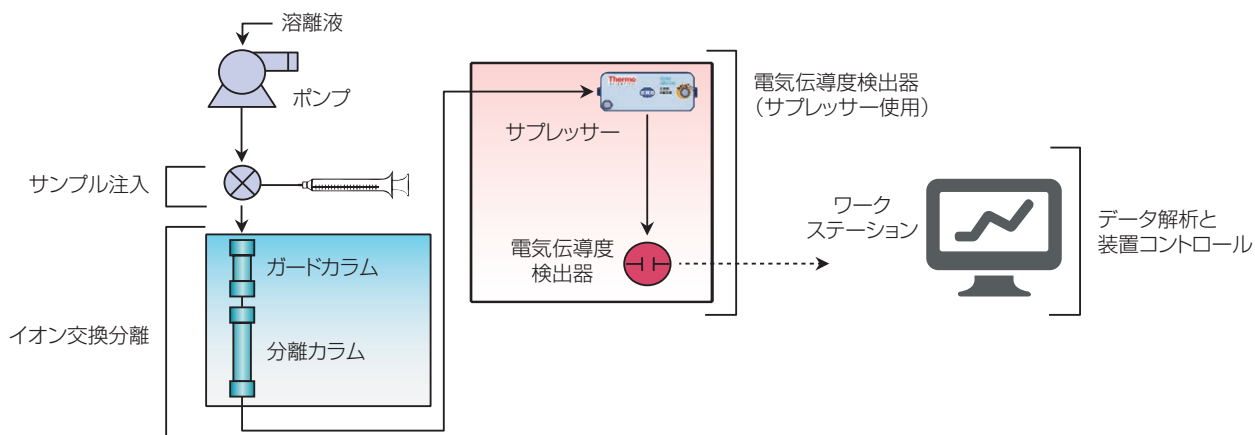


図1. サプレッサー式イオンクロマトグラフの概要

サブレッサーの利点

図2は、陰イオンクロマトグラフィーに使用されるサブプレッションの例を示しています。Thermo Scientific™ Dionex™ ADRS 600、Thermo Scientific™ Dionex™ AERS 500e、Thermo Scientific™ Dionex™ ACES 300は、再生液の水の電気分解で生成されるヒドロニウムイオンと、溶離液中のカリウムまたはナトリウムイオンおよびその他の試料中の陽イオンを交換しそれらを除去します。ヒドロニウムイオンは溶離液中で交換されると、水酸化物イオンまたは炭酸イオンと結合して水または炭酸となり、もとの溶離液と比較するとかなり低い伝導度と低いノイズの状態になります。また、分析目的陰イオン種と伝導度の高いヒドロニウムイオンが結合することで、陽イオンモル伝導度が上昇し、得られる応答値が高くなります。サブレッサーを備えないICと比べ、サブレッサーを備えたICではシグナルノイズ比が向上するため、相対的に検出下限値の向上につながります。

性能比較

Dionex DRS 600、Dionex ERS 500e、Thermo Scientific™ Dionex™ CRS 500は、スタンダードボアフォーマットおよびマイクロボアフォーマットで、グラジエントを含むあらゆるIC分離における溶離液条件で交換除去ができる高交換容量の連続再生サブレッサーです。Dionex CES 300は、キャピラリー条件であらゆる溶離液をサブプレッションできるキャピラリーフォーマット専用のサブレッサーです。Dionex AERS 500 Carbonatelは、30 mNまでの炭酸系溶離液専用の連続再生サブレッサーです。Dionex CRS 500は、溶離液中で溶媒を使用し、長期的性能が必要な場合での使用に推奨されます。Dionex DRS 600サブレッサーは、Dionex ERS 500サブレッサーの後継機です。Dionex ERS 500eは、エクスターナルモードアプリケーションの使用時に推奨され、Dionex AERS 500 Carbonatelは、炭酸系溶離液条件での使用に対して推奨されます。Dionex DRS 600シリーズおよびDionex CRS 500は、4 mmと2 mmの2種類のフォーマットが使用できます。4 mmのサブレッサーは、5 mmまたは4 mmのカラムを使用します。2 mmのサブレッサーは、3 mmまたは2 mmのカラムを使用します。Dionex ACRS-ICE 500は、9 mmと4 mmの2種類のフォーマットが使用できます。9 mmのサブレッサーは、9 mmのThermo Scientific™ Dionex™ IonPac™ ICEカラムを使用します。4 mmのサブレッサーは、4 mmのDionex IonPac ICEカラムを使用します。サブレッサーの内部ボイドボリュームは、分離効率に影響することがあります。1、2または3 mmカラム使用時は、最大ピーク効率を維持するため、2 mmのDionex DRS 600または2 mmのDionex CRS 500を使用してください。

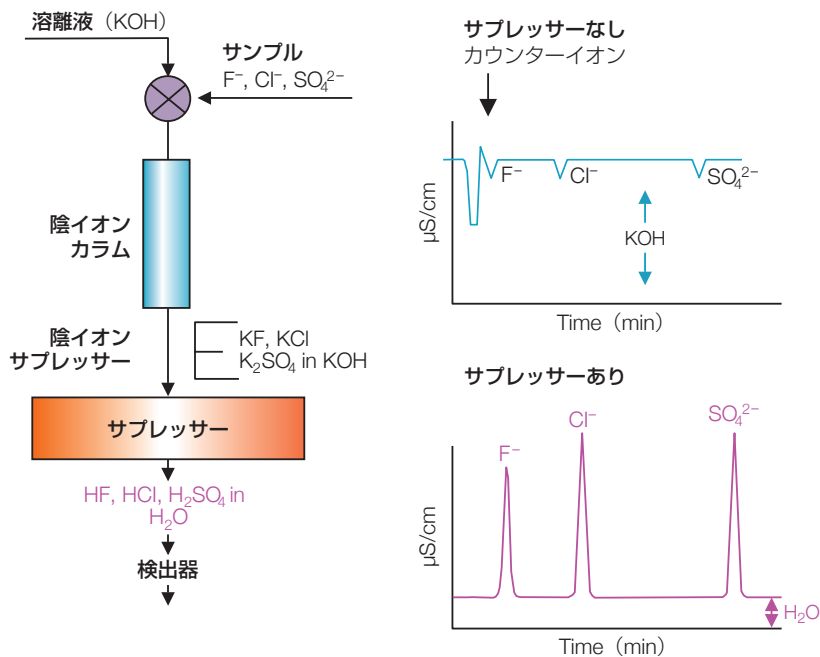


図2. サブレッサーの働き (陰イオン分析)

化学的仕様								
サプレッサー	再生方式	対応アプリケーション	交換容量 (mN) x (mL/min)	溶離液最大流量	溶媒耐性 ^{※1}	再生液最大流量	再生液モード	電流設定最大値
Dionex ADRS 600	電解再生	陰イオン分析用 ・水酸化物系溶離液 ・炭酸系溶離液	4 mm : 200 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	溶媒非推奨 ^{※2}	4 mm : 5 mL/min	リサイクルモード ^{※3}	4 mm : 500 mA
			2 mm : 50 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 2 mL/min	エクスターナルモード ^{※4}	2 mm : 150 mA
Dionex CDRS 600	電解再生	陽イオン分析用 ・メタンシルホン酸 ・硫酸	4 mm : 100 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	溶媒非推奨 ^{※2}	4 mm : 5 mL/min	リサイクルモード ^{※3}	4 mm : 300 mA
			2 mm : 35 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 2 mL/min	エクスターナルモード ^{※4}	2 mm : 110 mA
Dionex AERS 500 Carbonate	電解再生	陰イオン分析用 ・炭酸系溶離液	4 mm : 30 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	< 40% (エクスターナルモード)	4 mm : 5 mL/min	リサイクルモード ^{※3}	4 mm : 125 mA
			2 mm : 7.5 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 2 mL/min	エクスターナルモード ^{※4}	2 mm : 30 mA
Dionex AERS 500e	電解再生	陰イオン分析用 ・水酸化物系溶離液 ・炭酸系溶離液 ・ホウ酸系溶離液	4 mm : 200 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	< 40% (エクスターナルモード)	4 mm : 5 mL/min	リサイクルモード ^{※3}	4 mm : 500 mA
			2 mm : 50 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 2 mL/min	エクスターナルモード ^{※4}	2 mm : 150 mA
Dionex CERS 500e	電解再生	陽イオン分析用 ・メタンシルホン酸 ・硫酸	4 mm : 100 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	< 40% (エクスターナルモード)	4 mm : 5 mL/min	リサイクルモード ^{※3}	4 mm : 300 mA
			2 mm : 35 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 2 mL/min	エクスターナルモード ^{※4}	2 mm : 110 mA
Dionex ACES 300	電解再生	陰イオン分析用 ・水酸化物系溶離液 ・炭酸系溶離液	2 µeq/min	0.03 mL/min	< 40% (エクスターナルモード)	0.05 mL/min	リサイクルモード ^{※3} エクスターナルモード ^{※4}	25 mA
Dionex CCES 300	電解再生	陽イオン分析用 ・メタンシルホン酸	1.5 µeq/min	0.03 mL/min	< 40% (エクスターナルモード)	0.05 mL/min	リサイクルモード ^{※3} エクスターナルモード ^{※4}	25 mA
Dionex CCRS 500	化学再生	陽イオン分析用 ・メタンシルホン酸 ・硫酸 ・溶媒を含む溶離液	4 mm : 150 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	100%	4 mm : 10 mL/min	ケミカルモード	-
			2 mm : 37.5 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 8 mL/min		
Dionex ACRS 500	化学再生	陰イオン分析用 ・水酸化物系溶離液 ・炭酸系溶離液 ・ホウ酸系溶離液 ・溶媒を含む溶離液	4 mm : 150 µeq/min	4 mm : 3 mL/min	100%	4 mm : 10 mL/min	ケミカルモード	-
			2 mm : 37.5 µeq/min	2 mm : 0.75 mL/min		2 mm : 8 mL/min		
Dionex ACRS-ICE 500	化学再生	イオン排除分析用	-	3 mL/min	90%	5 mL/min	ケミカルモード	-

※1 陰イオン分析ではメタノールを含む溶離液、陽イオン分析ではアセトニトリルを含む溶離液の溶媒耐性です。

※2 Dionex ADRS 600はエクスターナルモードでも使用できますが、ホウ酸溶離液または有機溶媒を含む溶離液の場合はDionex AERS 500eが推奨されます。

※3 リサイクルモードは検出器から出た排液を再生液として使用するモードです。有機溶媒を含まない、水系の溶離液での使用が推奨されます。

※4 エクスターナルモードは再生液を外部から供給するモードです。40%未満の有機溶媒を含む溶離液などに使用します。40%以上の有機溶媒を含む溶離液はケミカルモードを使用してください。

ノイズ比較

Dionex DRS 600は、水酸化物やメタンスルホン酸溶離液のノイズを非常に低減します。炭酸系溶離液のサプレッションでは、Dionex AERS 500 Carbonateが、最もノイズを低減します。Dionex CRS 500は、非電解式の化学再生を使用しているため、システムに一切ノイズが追加されず、全体的なノイズが一番低くなっています。Dionex AERS 500 Carbonateは、Thermo Scientific™ Dionex™ CRD 300炭酸除去デバイスと共に使用した場合に、炭酸系溶離液のノイズを非常に低減します。ノイズレベルが低いということは、検出限界が低くなることを意味します。

電解再生サプレッサー (Dionex DRS 600)

Dionex DRS 600シリーズのサプレッサーは、溶離液のバックグラウンド伝導度を抑え、分析目的のイオン種の伝導度を上昇させます。Thermo Scientific™ Dionex™ AutoSuppression™ デバイスは、分析目的のイオン種の検出限界を大きく改善します。溶離液のサプレッションに必要なイオンは、連続的な水の電気分解によって生成されます。したがって、Dionex DRS 600シリーズのサプレッサーでは、再生液を調製したり、サプレッサーをオフラインで再生しなくても低いバックグラウンドおよびノイズレベルを実現します。

物理的仕様			
サプレッサー	サイズ	ボイドボリューム	重量
Dionex DRS 600	12.1 × 4.5 × 4.8 cm	4 mm : < 50 μL	295 g
Dionex ERS 500 Carbonate		2 mm : < 15 μL	
Dionex ERS 500e			
Dionex CRS 500	14.0 × 4.5 × 4.8 cm	4 mm : < 50 μL 2 mm : < 15 μL	370 g
Dionex ACRS-ICE 500	14.0 × 4.5 × 4.8 cm	9 mm : < 50 μL 4 mm : < 15 μL	370 g
Dionex CES 300	10.3 × 3.1 × 10.3 cm	< 1.5 μL	150 g

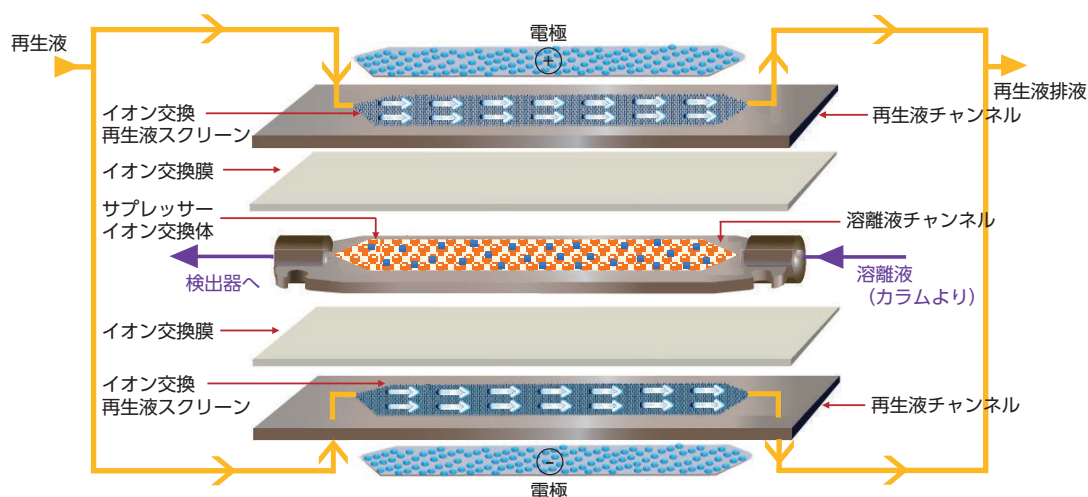


図3. 電解再生サプレッサーDionex DRS 600の構造

システム要件

Dionex DRS 600は、Dionex ERS 500の他、全てのThermo Scientific Dionex SRSシリーズのサブレッサー (Thermo Scientific™ Dionex™ SRS、Thermo Scientific™ Dionex™ SRS II、Thermo Scientific™ Dionex™ SRS ULTRA、Thermo Scientific™ Dionex™ SRS ULTRA II、Thermo Scientific™ Dionex™ SRS 300) と互換性があります。Dionex DRS 600は、リサイクルモード、エクスターナルモードのいずれかで使用されているサブレッサーと交換して使用できます。

Dionex ERS 500eは、複雑なマトリックス試料や両性イオン物質が分析目的種であるアプリケーションを対象に設計されたサブレッサーです。Dionex ERS 500eのイオン交換スクリーンがサブレッサーの静電的容量を低下させ、Dionex DRS 600で使用されているイオン交換体に対する親和性を有する分析目的イオン種およびマトリックスの分析に適合しています。

Dionex AERS 500 Carbonateは、炭酸系および炭酸/重炭酸系溶離液を使った測定を目的に設計されています。Dionex AERS 500 Carbonateには、性能や使いやすさを損なうことなく、炭酸系溶離液を使ってノイズ性能を大きく改善する新設計のハードウェアが組み込まれています。新設計のハードウェアにより、ノイズレベルが低減された炭酸系溶離液専用のサブレッサーです。

Dionex DRS 600、Dionex ERS 500e、Dionex AERS 500 Carbonateは、化学サブプレッションモードで使用されるDionex SRSシリーズのサブレッサーとの互換性はありません。化学サブプレッションモードを使用している場合は、Dionex CRS 500化学再生サブレッサーの使用を推奨します。Dionex ERS 500eやDionex AERS 500 Carbonateは、化学サブプレッションモードでも使用できますが、化学再生サブレッサーと比べるとイオン交換容量は低くなります。

Dionex DRS 600は、Dionex SRN 300、Dionex SRN-IL、Dionex SRNなど、Dionex SRNシリーズの中和装置と直接交換できるようにも設計されています。

Dionex DRS 600、Dionex ERS 500e、Dionex AERS 500 Carbonateは、スタンダードポア/マイクロポアの陰イオンまたは陽イオン交換カラムと、電解サブレッサーコントローラーが装備されたThermo Scientific Dionexイオンクロマトグラフィシステム (Thermo Scientific™ Dionex™ ICS-6000 HPICシステム、Thermo Scientific™ Dionex™ Integriom™ HPICシステム、Thermo Scientific™ Dionex™ Aquion™ ICシステムなど) で使用できます。キャピラリーイオンクロマトグラフィ Thermo Scientific™ Dionex™ ICS-4000 HPICシステムやThermo Scientific™ Dionex™ ICS-90A、Thermo Scientific™ Dionex™ ICS-600、Thermo Scientific™ Dionex™ ICS-900などの電解サブレッサーコントローラーのないイオンクロマトグラフで使用できません。旧式装置の場合は、Dionex DRS 600、Dionex ERS

500eまたはDionex AERS 500 Carbonateの設置には独立型のコントローラーが必要です。Dionex DRSおよびDionex ERSのコントロールは、1 mA～最大500 mAまで可変供給可能な電源で行います。

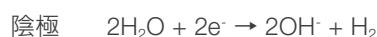
高い柔軟性を持つDionex DRS 600サブレッサー

Dionex DRS 600シリーズは、すべてのイオン交換カラムについて、インクラティックまたはグラジエント溶離液に対応しています。

Dionex DRS 600およびDionex ERS 500の設計は、二つのイオン交換膜で仕切られた三つのチャンネルで構成されています。中央のチャンネルが溶離液チャンネル、両側のチャンネルは再生液チャンネルです。

二つのPEEKプレートは、再生液チャンネルの外壁を形成し、再生液をデバイスに導入、排出するポートがあります。溶離液チャンネルはイオン交換膜シートで挟み込んだPEEKプレートを、再生液チャンネル側に取り付けられた薄い弾性Oリングにより密閉した構造をしています。再生液チャンネルの流れ方向は、溶離液チャンネルの流れ方向とは逆になるように配置されています。この向きにすることで、デバイスの再生効率を高めています。Dionex DRS 600とDionex ERS 500の違いは溶離液チャンネルに充填した樹脂の性質だけです。

電極は溶離液チャンネルを完全に覆うように、再生液チャンネルと同じ幅で設置されています。運転中、電極に直流電位が印加され、水の電気分解標準電位 (約1.5 V) を越えると水の電解が始まり再生イオンが生成されます。

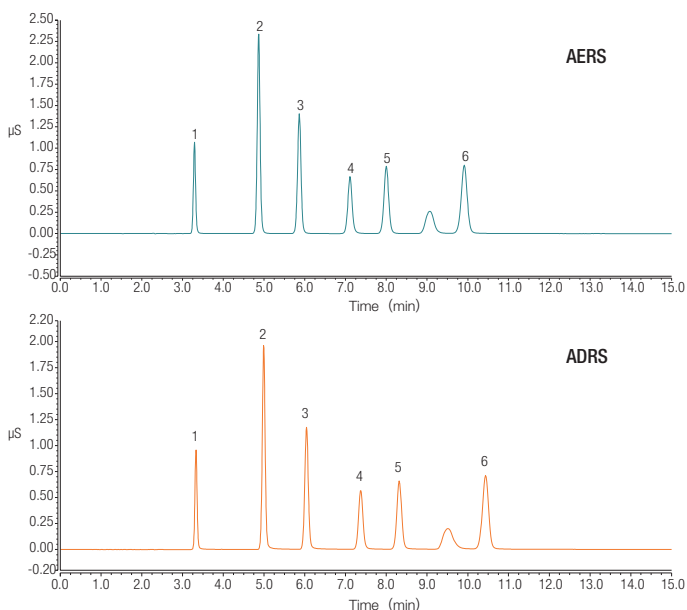


酸化されやすい有機溶媒を含んだサンプルまたは溶離液 (最大40%まで) は、AutoSuppressionエクスターナルモードを使用してサブプレッションできます。エクスターナルモードは、外部から電気分解用の水を供給します。Dionex DRS 600も、エクスターナルモードで使用できますが、特にこのモードに最適化されているのがDionex ERS 500eです。溶媒を含む溶離液 (最大40%まで) またはホウ酸系溶離液を使用する場合はDionex ERS 500eサブレッサーを使用すると寿命が長くなり、ノイズも低くなります。

Dionex ERS 500eは、溶離液の有機溶媒含有量が40%未満の場合、Dionex MPIC移動相のサブプレッションに使用できます。

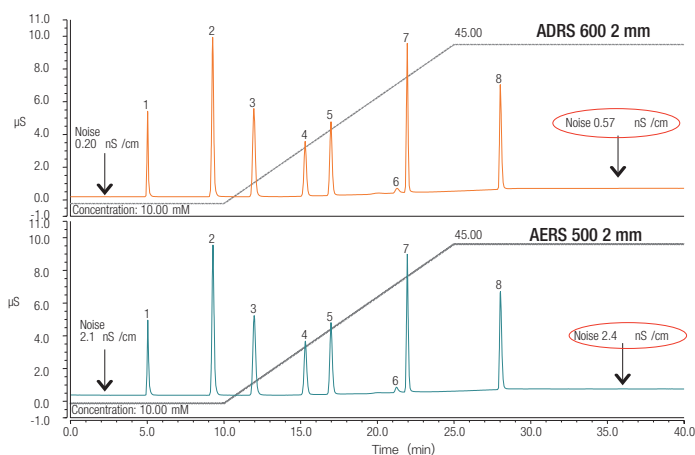
Dionex AERS 500 Carbonateは、炭酸塩/重炭酸塩溶離液専用に設計されたサブレッサーです。特許取得した設計により、炭酸塩/重炭酸塩溶離液を使用しても低いノイズレベルを実現します。ピーク応答と効率はDionex DRS 600の性能と同等です。

Dionex ADRS 600サブレッサーを用いたクロマトグラム



カラム:	Dionex IonPac AS19-4 μ m (4mm)	ピーク	AERS	ADRS
カラム温度:	30 $^{\circ}$ C	1. F $^{-}$	18923	19115
溶離液:	20 mmol/L KOH	2. Cl $^{-}$	23211	23768
流量:	1.0 mL/min	3. NO $_2^{-}$	23010	23224
印加電力:	ADRS 3.9 V	4. Br $^{-}$	23019	23138
	AERS 50 mA	5. NO $_3^{-}$	23856	24033
試料注入量:	10 μ L	6. SO $_4^{2-}$	22014	21975

図4. Dionex ADRS 600とDionex AERS 500の比較
Dionex ADRS 600では、Dionex AERS 500と比べてピーク効率が向上しています。



カラム:	Dionex IonPac AS19-4 μ m (2 mm)	ピーク
カラム温度:	30 $^{\circ}$ C	1. F $^{-}$
グラジエント:	10 mmol/L (0~10 min) 10 mmol/L~45 mmol/L (10~25 min) 45 mmol/L (25~40 min)	2. Cl $^{-}$
流量:	0.25 mL/min	3. NO $_2^{-}$
検出器:	電気伝導度 (サブレッサー使用)	4. Br $^{-}$
印加電力:	ADRS 600 4.5 V	5. NO $_3^{-}$
	AERS 500 28 mA	6. CO $_3^{2-}$
試料注入量:	2.5 μ L	7. SO $_4^{2-}$
		8. PO $_4^{3-}$

図5. グラジエント条件下でのDionex ADRS 600とDionex AERS 500の比較
Dionex ADRS 600では、Dionex AERS 500と比べてノイズ値が低くなっています。

化学再生サブレッサーDionex CRS 500

Dionex CRS 500は、分析目的イオン種の伝導度を高めながら、溶離液の伝導度を減少させる化学再生型のサブレッサーです。連続化学再生をしながら、インクラティックおよびグラジエント溶出する広範囲な溶離液濃度に対応し、低ノイズ、低バックグラウンドでの電気伝導度検出を可能にしています(図6)。

Dionex CRS 500のイオン交換部は低ノイズ、低バックグラウンドに対応するため最適化されています。Dionex MMS 300で使用されていたスクリーン部をCRSではイオン交換体が充填された溶離液チャンネルへと置き換えられ、溶離液の流れの特性を改善し、イオン交換効率の向上を実現させています。これにより、ピーク形状が改善され、4 μm小粒子径交換体を用いた新しいカラムにも対応しています。図7では、内部構造を図示しています。

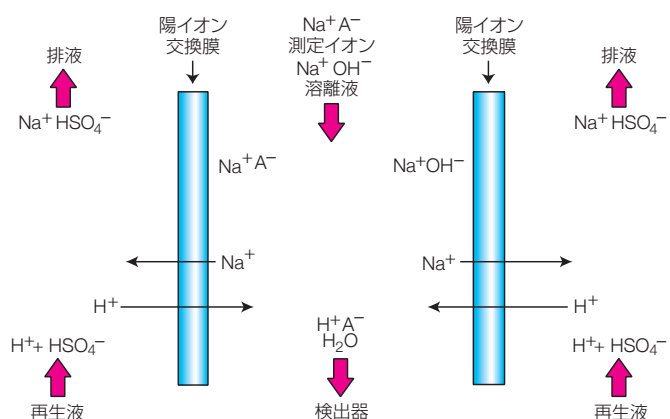


図6. 化学再生サブレッサーDionex CRS 500のサブレクション原理(陰イオン分析例)

高い感度

ノンサブレッサーICと比較すると、サブレッサーICは分析目的種の検量線直線範囲を数桁増加させ、検出下限値も20~100倍改善します。Dionex CRS 500は高いイオン交換効率を維持しながら、内部のデッドボリュームを最小限に抑えピークの拡散を抑制しています。サブレッサーICとノンサブレッサーICの決定的な違いはシグナルノイズ比に表れます。

運用モード

Dionex CRS 500は、従来型のボトル加圧送液モード、ペリスタルティックポンプ送液モードで使用できます。

従来型の再生液ボトル加圧送液モードは、ガス圧を使って再生液をDionex CRS 500に供給します。4 mmカラムの場合は、ガス圧設定3~10 psi、流量5~10 mL/minで供給されます(2 mmカラムの場合は3~8 mL/min)。再生液はサブレッサー通過後、排液されます。このモードはポンプを使用しない供給システムのため、脈流などのポンプノイズの影響がありません。

ペリスタルティックポンプモードは安定した流量コントロールで再生液の供給が行えます。

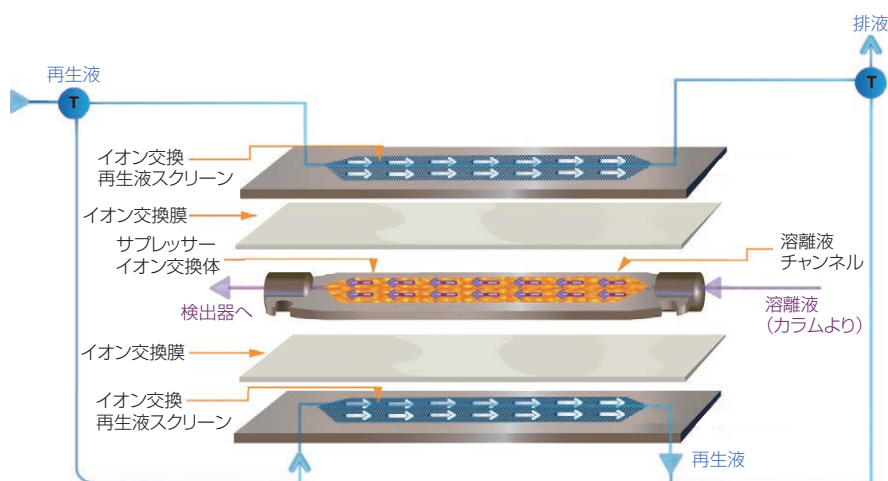


図7. 化学再生サブレッサーDionex CRS 500の構造

高い効率

Dionex CRS 500は、スタンダードボア (4 mmまたは5 mm) とマイクロボア (2 mmまたは3 mm) 両方のフォーマットがあります。スタンダードボア用のサプレッサーは4 mmまたは5 mm内径カラムのイオン交換分離能を維持するために、50 μ L以下の低いボイドボリュームとなっています。マイクロボア用のDionex CRS 500は、2 mmまたは3 mmカラムを使用した場合の分離能を維持するために最適化されています (図8、9)。

高いサプレッション能力

Dionex CRS 500は旧型の化学再生サプレッサー (Dionex AMMS 300、Dionex AMMS II、Dionex AMMS Iなど) と互換性があります。Dionex CRS 500は、インクラティック、グラジエント溶出条件の高い溶離液濃度 (Dionex ACRS 500サプレッサーの場合で100 mmol/Lを超える) 条件であっても、安定した低いバックグラウンド電気伝導度を維持します。

HPLC溶媒への適応

Dionex CRS 500は、一般的なHPLCで使用されている有機溶媒に適応しており、陰イオン、陽イオン分析における溶離液に溶媒が添加されている条件での使用を推奨しています。溶媒への適応性により、要求の厳しい分離に対しても、柔軟に溶離液条件を設定できます。

カラム: Dionex IonPac AS15 (4 mm) ピーク: 1. F⁻ 2 mg/L
 溶離液: 38 mmol/L KOH 2. Cl⁻ 3
 流量: 1.2 mL/min 3. SO₄²⁻ 15
 サプレッサー: Dionex ACRS 500 (4 mm) 4. NO₃⁻ 10
 5. PO₄³⁻ 15

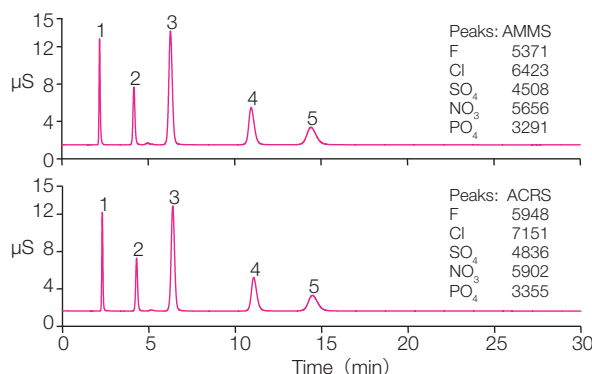


図8. RFIC水酸化カリウム溶離液を用いた溶離条件でのDionex CRS 500とDionex AMMS 300の比較

ピーク理論段で示されるように、Dionex CRS 500はDionex AMMS 300より優れています。

カラム: Dionex IonPac AS22 (2 mm) ピーク: 1. F⁻ 2 mg/L
 溶離液: 4.5 mmol/L Na₂CO₃ 2. Cl⁻ 3
 1.4 mmol/L NaHCO₃ 3. SO₄²⁻ 15
 流量: 0.3 mL/min 4. NO₃⁻ 15
 サプレッサー: Dionex ACRS 500 (2 mm) 5. PO₄³⁻ 15

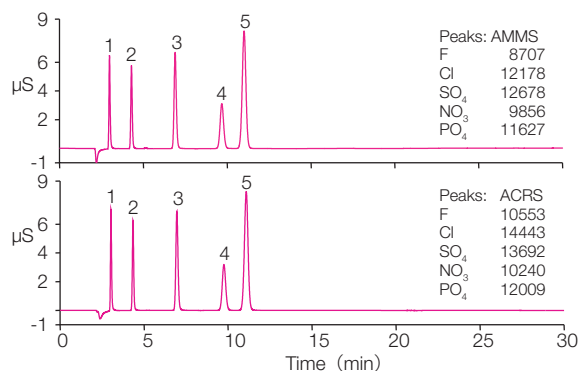


図9. 炭酸塩/重炭酸塩溶離液を用いた溶離条件でのDionex CRS 500とDionex AMMS 300の比較

ピーク理論段で示されるように、Dionex CRS 500はDionex AMMS 300より優れています。

カラム: Dionex IonPac CS12A (4 mm) ピーク: 1. Li⁺ 0.5 mg/L
 溶離液: 20 mmol/L MSA 2. Na⁺ 2.0
 流量: 1.0 mL/min 3. NH₄⁺ 2.5
 サプレッサー: Dionex CCRS 500 (4 mm) 4. K⁺ 5.0
 5. Mg²⁺ 2.5
 6. Ca²⁺ 5.0

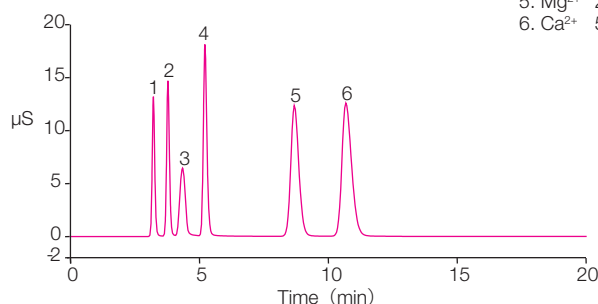


図10. Dionex IonPac CS12A (4 mm) とDionex CCRS 500 (4 mm) を用いた陽イオンの分析例

イオン排除モード用サプレッサーDionex ACRS-ICE 500

Dionex ACRS-ICE 500は、高いイオン交換容量、小さいボイドボリュームを兼ね備えた膜型イオン除去サプレッサーです。化学連続再生により、分析目的種の電気伝導度を高め、バックグラウンド電気伝導度を低く抑える働きをします。その結果、分析目的種の検出下限値が向上します。

感度の向上

Dionex ACRS-ICE 500は、再生液に水酸化テトラブチルアンモニウム水溶液を用いる化学再生サプレッサーです。伝導度の高いヒドロニウムイオンとテトラブチルアンモニウムイオンを交換して再生液チャンバー内で中和して水にし、溶離液中の陰イオンとテトラブチルアンモニウムイオンで対イオンを作り、バックグラウンド電気伝導度を低下させます。この結果、溶離液チャンバー内では、 $TBA^+ : HFB^-$ の対イオンが作られます。図11はDionex ACRS-ICE 500の交換除去過程を图示しています。Dionex ACRS-ICE 500の陽イオン交換膜により陽イオンが交換され、再生液チャンバー内で中和、溶離液チャンバー内で対イオンが形成されています。

解離抑制された分析目的種に比べ、イオン化した分析目的種イオンとTBAイオンの検出される導電度は高くなります。

最適化

Dionex ACRS-ICE 500は、一般的なHPLC溶媒を含む溶離液を使って、40 °Cまでの使用ができるように改良されています。イオン排除分離モードでは、カラム温度や溶媒の種類を変えることで、ピーク分離能、イオン排除効果および選択性を変えられます。40 °Cを超える温度条件で分離を行う場合は、サプレッサーをクロマトグラフオープン外に設置します。

Dionex ACRS-ICE 500は、イオン排除モード、吸着分配モードで使用できます。どちらのモードも酸性溶離液を使用します。イオン排除クロマトグラフィーは陽イオン交換体を固定相に用い、pKaの差に基づいて選択的に弱酸を排除分離します。一方、吸着分配分離モードでは分析目的種イオンの解離を抑制しイオン対を作るような溶離液を設定します。Thermo Scientific™ Dionex™ IonPac NS1カラムなどの疎水性の逆相カラムを使用して弱酸を分離します。

Dionex ACRS-ICE 500のアプリケーション

Dionex ACRS-ICE 500は、以下のイオン排除クロマトグラフィーに適しています。

- 複合マトリックス試料およびアルコール含有試料などの中の有機酸
- 高イオン強度マトリックス中の有機酸

HFB⁻ : ヘプタフルオロ酪酸
A⁻ : 測定有機酸
TBA⁺ : テトラブチルアンモニウムイオン

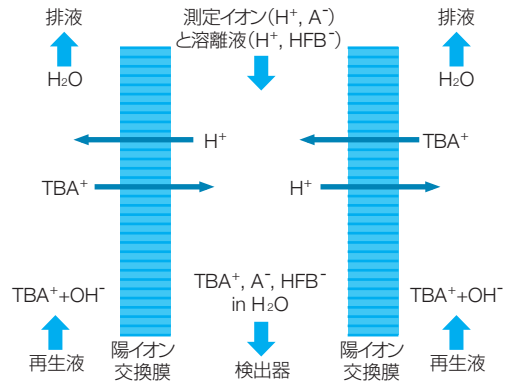


図11. イオン排除モード用サプレッサーDionex ACRS-ICE 500のサプレッション原理

カラム : Dionex IonPac ICE-AS6 (9 mm) ピーク : 1.硝酸 5.0 mg/L (ppm)
 溶離液 : 1 mmol/L 2.リンゴ酸 10.0
 ヘプタフルオロ酪酸 3.グリコール酸 15.0
 流量 : 0.8 mL/min 4.ギ酸 20.0
 検出器 : 電気伝導度 5.酢酸 10.0
 (サプレッサー使用) 6.プロピオン酸 10.0
 試料 : 0.25% 硫酸
 試料注入量 : 50 μL

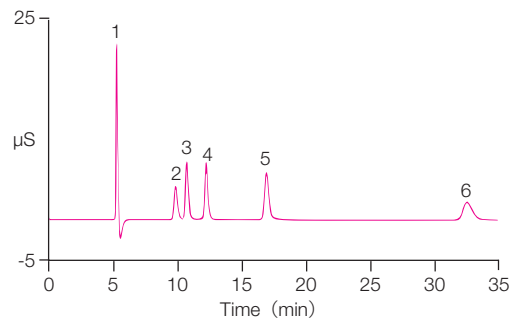


図12. Dionex ACRS-ICE 500を用いた分析例

Dionex CES 300 サプレッサー

Dionex CES 300は、キャピラリーイオンクロマトグラフ専用のサプレッサーです。溶離液流量は5 $\mu\text{L}/\text{min}$ ~30 $\mu\text{L}/\text{min}$ です。陰イオン分析に使用するときには、Dionex ACES 300を使用します。高い電気伝導度の水酸化カリウム溶離液を低いバックグラウンド電気伝導度の水に変換します。Dionex ACES 300は、溶離液中の陽イオンを除去しながら、分析目的種イオン種をヒドロニウム形態に変化させ検出応答値の向上を行っています。同様に陽イオン分析を行う場合は、Thermo Scientific™ Dionex™ CCES 300を使用します。伝導度の高いメタンスルホン酸溶離液を水に変換して、分析目的イオン種の応答値を高める働きをします。

Dionex CES サプレッサー技術

Dionex CES 300は、イオン交換除去効率を高め、ノイズ低減、低ボイドボリュームを実現するためにスリーチャンバーユニット設計を採用しています。溶離液チャンバーには、再生イオンと溶離液対イオンを効率よく交換するためイオン交換体が充填されています。そのイオン交換体の中にイオン交換ファイバーチューブが通っています。再生チャンバーはイオン交換チャンネルと電極部分に分かれています。再生液は最初に溶離液チャンバーに導入され、チャンバー内を水で満たします。

再生チャンバーは陰極部と陽極部分に分かれており、溶離液チャンパー部両側にメンブランイオン交換チャンネルにて接しています。両側の陰極部、陽極部で水の電気分解により交換イオンが生成されます。イオン交換膜チャンネルを通して、溶離液チャンパーへイオンが泳動していきます。溶離液チャンパー内のイオン交換体に交換イオンが保持され、ファイバーチューブ内を流れる溶離液中の交換イオンと随時交換されます。溶離液中の交換イオンは最終的に最下流部にある電極部へイオン交換泳動により排出されます。

Dionex CES 300 サプレッサーシステム制御

Dionex CES 300の設計がソフトウェアからの制御を簡略しています。大半のアプリケーションで、Dionex CES 300の設定電流は10 mAです。高い溶離液のアプリケーションでは20 mAに設定します。Dionex CES 300を制御するにはThermo Scientific™ Chromeleon™ クロマトグラフィータシステムのソフトウェアのバージョン6.8または7.0以上が必要です。

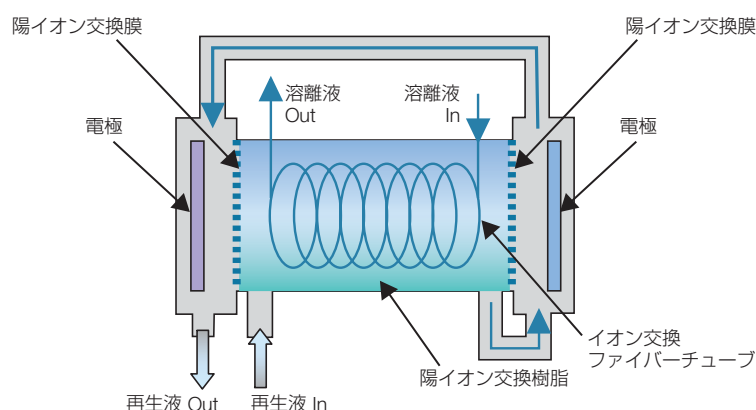


図13. キャピラリー専用サプレッサーDionex ACES 300の構造

オーダーインフォメーション

サブレッサー		製品番号
電解再生サブレッサー Dionex DRS 600		
陰イオン分析用	Dionex ADRS 600, 2 mm	088667
陰イオン分析用	Dionex ADRS 600, 4 mm	088666
陽イオン分析用	Dionex CDRS 600, 2 mm	088670
陽イオン分析用	Dionex CDRS 600, 4 mm	088668
電解再生サブレッサー Dionex AERS 500 Carbonate		
炭酸系溶離液専用陰イオン分析用	Dionex AERS 500 Carbonate, 4 mm	085029
炭酸系溶離液専用陰イオン分析用	Dionex AERS 500 Carbonate, 2 mm	085028
電解再生サブレッサー Dionex ERS 500e		
陰イオン分析用	Dionex AERS 500e, 4 mm	302661
陰イオン分析用	Dionex AERS 500e, 2 mm	302662
陽イオン分析用	Dionex CERS 500e, 4 mm	302663
陽イオン分析用	Dionex CERS 500e, 2 mm	302664
化学再生サブレッサー Dionex CRS 500		
陰イオン分析用	Dionex ACRS 500, 4 mm	085090
陰イオン分析用	Dionex ACRS 500, 2 mm	085091
陽イオン分析用	Dionex CCRS 500, 4 mm	085092
陽イオン分析用	Dionex CCRS 500, 2 mm	085093
キャピラリー専用サブレッサー Dionex CES 300		
陰イオン分析用	Dionex ACES 300	072052
陽イオン分析用	Dionex CCES 300	072053
イオン排除モード用サブレッサー Dionex ACRS-ICE 500		
有機酸分析用	Dionex ACRS-ICE 500, 9 mm	084715
有機酸分析用	Dionex ACRS-ICE 500, 4 mm	084714
その他		製品番号
MMS/SRS据え付けキット*		
構成	耐圧再生液リザーバー1本、レギュレーター (0~30 psi) 1個、据え付け用チューブ、フィッティング類	038018
再生液用試薬		
試薬名	陽イオン再生液 (0.10 N 水酸化テトラブチルアンモニウム, 500 mL)	039602

*Dionex ERS 500eをエクスターナルモードで使用する場合、またはDionex CRS 500を使用する場合に必要な部品です。Dionex ERS 500eのエクスターナルモードでICW-3000™を使用する際は不要です。

研究用におのみ使用できます。診断用には使用いただけません。

© 2015, 2016-2022 Thermo Fisher Scientific Inc. All rights reserved.

All trademarks are the property of Thermo Fisher Scientific and its subsidiaries unless otherwise specified.

ICW-3000 is a trademark of Merck KGaA.

実際の価格は、弊社販売代理店までお問い合わせください。

価格、製品の仕様、外観、記載内容は予告なしに変更する場合がありますのであらかじめご了承ください。

標準販売条件はこちらをご覧ください。thermofisher.com/jp-tc IC043-F2203OB

サーモフィッシャーサイエンティフィック株式会社

分析機器に関するお問い合わせはこちら

TEL: 0120-753-670 FAX: 0120-753-671

Analyze.jp@thermofisher.com

facebook.com/ThermoFisherJapan

@ThermoFisherJP

thermofisher.com