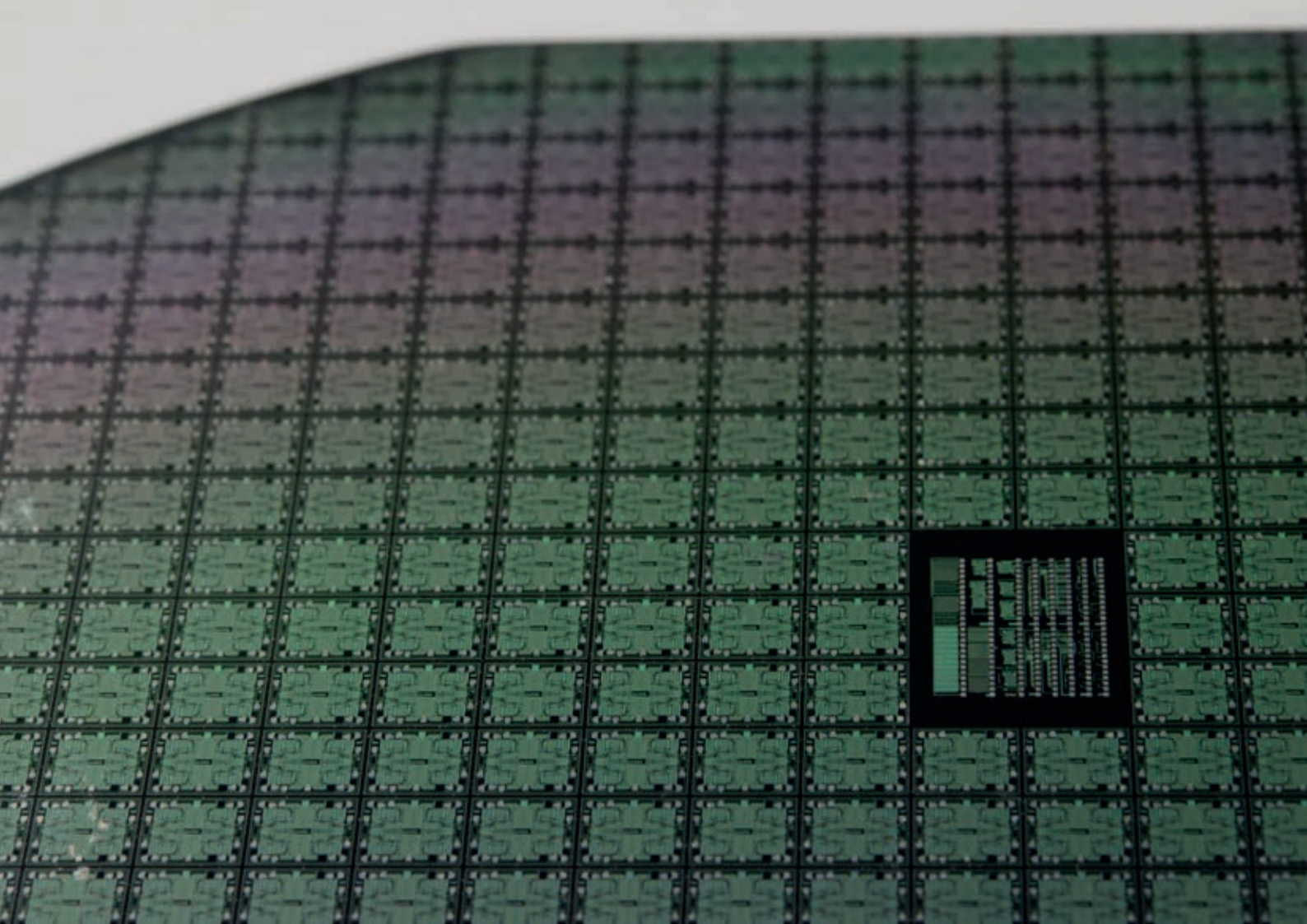




半導体製造

Semiconductor production

半導体製造プロセスの工程と
品質管理に欠かせない分析法

Analytical methods for critical QC parameters

**PEOPLE
YOU
CAN
TRUST**

 **Metrohm**

プロセス分析計での 包括的な測定例

半導体の製造には、汚染物質(コンタミネーション)がウェハー不良の原因となるため、高い品質基準が要求されています。

半導体の加工にはいくつか工程があり、原材料(単結晶シリコン)を加工して集積回路(IC)を完成させます。

各製造工程では、完成品の高い品質を保証するため、

製造工程	測定対象と分析項目
ウェハー試験	ウェハー・フィルム分析
CMP研磨	CMPスラリーのH ₂ O ₂
	CMPスラリーの導電率
	CMPスラリーのpH値
SC1/SC2 (標準洗浄1と2)	SC1 (APM) 浴中のNH ₄ OHとH ₂ O ₂
	SC2浴中のHClとH ₂ O ₂
	SC2 (D クリーン) 浴中の微量遷移金属 (Fe、Ni、Cu)
フォトリソグラフィ	空気モニタリング制御 (AMC) におけるアニオン、カチオン、アミン
	アルカリ性現像液中の全アルカリ度、全規定度
	フォトレジスト中の水分
	フォトレジスト現像液中の微量塩化物、硫酸塩
	フォトレジスト現像液中のTMAH (水酸化テトラメチルアンモニウム)
	TMAH (水酸化テトラメチルアンモニウム) 中の超微量アニオン
エッチング	水酸化アンモニウム溶液中の微量アニオン (F ⁻ 、酢酸塩、ギ酸塩、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₄ ²⁻)
	水酸化アンモニウムの定量
	エッチング液中の硝酸、フッ化水素酸、ヘキサフルオロケイ酸
	エッチング液 (PETCH 浴) 中のフッ化水素酸、硝酸
	リン腐食剤中の酢酸、リン酸、硝酸
	エッチング液中の硝酸、リン酸、硫酸、フッ化水素酸
	フォトレジストストリッピング (SPM 浴) 中の硫酸および過酸化水素 (H ₂ O ₂)
	エッチング液中のpH値

細部に至るまで多大な注意を払う必要があります。
半導体製造を最適化するため、水の純度、エッチング液中の酸濃度、めっき浴中の金属濃度、不純物イオンの濃度をモニタリングすることは極めて重要です。
メトロームは最高品質の分析機器を提供するだけでなく、ノウハウ、ファーストクラスのオンサイトサービスを提供することで、お客様の半導体製造をサポート致します。

下の表は、メトロームの分析機器を使用し、分析可能なパラメータをまとめたものです。より詳細な情報は、リンク先のメトロームアプリケーションドキュメント(リンク)をご覧ください。か、メトロームジャパンまでお問い合わせください。

公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
	ラマン分光法	
	滴定、NIR 分光法、プロセス分析	AN – PAN – 1054
SEMI C99	導電率	AB – 102
SEMI C101	pH 測定、プロセス分析	AB – 188
	滴定、NIR 分光法、ラマン分光法、プロセス分析	AN – PAN – 1055
	滴定、NIR 分光法、プロセス分析	AN – PAN – 1055
	I イオンクロマトグラフィ	
	イオンクロマトグラフィ、プロセス分析	
SEMI P11	滴定	
SEMI P8	カールフィッシャー水分計	
	イオンクロマトグラフィ	
	滴定、ラマン分光法、プロセス分析	AN – PAN – 1028 、 AN – T – 234
	イオンクロマトグラフィ、プロセス分析	AN – S – 250
SEMI C21	イオンクロマトグラフィ	AN – S – 365 、 AN – S – 393
SEMI C21	滴定	
	滴定、プロセス分析	AN – H – 139
SEMI C34	滴定、NIR 分光法、プロセス分析	AN – H – 138
SEMI C37	滴定、プロセス分析	AN – H – 016 、 AN – T – 234
	滴定、NIR 分光法、ラマン分光法、プロセス分析	AN – NIR – 090 、 WP – 067
	滴定、NIR 分光法、プロセス分析	
	pH測定	AB – 188

プロセス分析計での 包括的な測定例

製造工程

測定対象と分析項目

エッチング(続き)

エッチング液中の酢酸、フッ化水素酸、硝酸
エッチング液中のアニオン(F^- 、酢酸塩、 NO^- 、 SO_2^- 、シリケート、ヘキサフルオロシリケート、 PO_3^- 、モノフルオロホスフェート)
塩酸中のZn、Cd、Pb、Ni、Co
リン酸中の微量硝酸塩
リン酸中の鉄(Fe)
水酸化ナトリウム中のZn、Cd、Pb、Ni、Co
硫酸中のFe、Ni、Co

ダマシンメタライゼーション/めっき

酸性銅めっき浴中の塩化物
酸性銅めっき浴中の硫酸および銅
アルカリ銅めっき浴中のシアン化物
PCB板への銅の電着に関する 電気化学的水晶振動子マイクロバランス(EQCM)を用いた基礎研究
コーティング、金属蒸着、導電性の特性評価に関する 電気化学インピーダンススペクトロスコピー(EIS)を用いた基礎研究
酸性銅めっき浴中の抑制剤、光沢剤、平滑剤

ダイアタッチ(ダイボンディング)

ダイアタッチに含まれるアニオンとカチオン

リードフレーム

リードフレームおよびリードフレームインターリーフィングにおけるイオン汚染

ワイヤボンディング

無電解ニッケルめっき浴中のニッケルと次亜リン酸塩

公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
SEMI C34	滴定、NIR分光法、 ラマン分光法、プロセス分析	AN - NIR - 091 、 WP - 067 、 AN - H - 140
	イオンクロマトグラフィ	
	ボルタンメトリー	AN - V - 028
SEMI C36	オンクロマトグラフィ	
	ボルタンメトリー	AN - V - 129
	ボルタンメトリー	AN - V - 010
	ボルタンメトリー	AN - V - 131 、 AN - V - 132
	滴定	AN - T - 100
	滴定、プロセス分析	AN - T - 223
	滴定、ラマン分光法 (SERS)	AB - 046
	電気化学分析	AN - EC - 011
	電気化学分析	AN - EIS - 001 、 AN - EIS - 002 、 AN - EIS - 003 、 AN - EIS - 004 、 AN - EIS - 005
	CVS、Process analysis	WP - 051
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI G52、SEMI G64	イオンクロマトグラフィ	
	滴定、プロセス分析	AN - PAN - 1012

プロセス分析計での 包括的な測定例

製造工程

Advanced Wafer Level Packaging(UBM、はんだバンプ、 銅ピラー、RDL、TSV)バンピング

測定対象と分析項目

酸性銅めっき浴、スズめっき浴、スズ/鉛めっき浴、スズ/銀めっき浴中の抑制剤、光沢剤、および平滑剤
ニッケルめっき浴のpH値
ニッケルめっき浴中のニッケルおよびホウ酸
酸性銅めっき浴中の銅、硫酸、および塩化物
スズ/銀めっき浴中のスズおよび銀
アンダーバンプメタライゼーション(UBM)を施す浸漬プロセスにおける無電解ニッケルめっき浴中のニッケル及び次亜リン酸塩
アンダーバンプメタライゼーション(UBM)を施す浸漬プロセスにおける無電解パラジウムめっき浴中のパラジウム
アンダーバンプメタライゼーション(UBM)を施す浸漬プロセスにおける無電解パラジウムめっき浴中の次亜リン酸塩
アンダーバンプメタライゼーション(UBM)を施す浸漬プロセスにおける金めっき浴中の金とニッケル
非シアン系金バンプ電気めっきプロセスにおける金とタリウム
非シアン系金バンプ電気めっきプロセスにおける亜硫酸塩

Encapsulation(カプセル化)

積層板の品質管理
PCB 基礎材料中のハロゲン
PCB 表面のイオン

エッチング液の品質管理

水酸化アンモニウム中の微量アニオン(F^- 、酢酸塩、ギ酸塩、 Cl^- 、 NO_4^{2-} 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-})
水酸化アンモニウムの定量
エッチング液(PETCH 浴)中のフッ化水素酸、硝酸
エッチング液中の酢酸、リン酸、硝酸
エッチング液中の硝酸、リン酸、硫酸、フッ化水素酸
エッチング液中の酢酸、フッ化水素酸、硝酸

公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
	CVS、プロセス分析	WP - 051
	pH測定、プロセス分析	AB - 188
	滴定、プロセス分析	AB - 195
	滴定、プロセス分析	AN - T - 100 、 AN - T - 223
	滴定、プロセス分析	
	滴定、プロセス分析	AN - PAN - 1012
	プロセス分析	
	滴定、プロセス分析	
	滴定、プロセス分析	
	滴定、プロセス分析	
IEC & 1249 - 2 - 21	NIR分光法	AN - NIR - 089
	イオンクロマトグラフィ	AN - CIC - 015
	イオンクロマトグラフィ	AN - S - 317 、 AN - C - 149
SEMI C21	イオンクロマトグラフィ	AN - S - 365 、 AN - S - 393
SEMI C21	滴定	
SEMI C34	滴定、NIR分光法、プロセス分析	AN - H - 138
	滴定、NIR分光法、プロセス分析	AN - H - 016 、 AN - T - 234
	滴定、NIR分光法、ラマン分光法	AN - NIR - 090 、 WP - 067
	滴定、NIR分光法、ラマン分光法、プロセス分析	AN - NIR - 091 、 WP - 067

プロセス分析計での 包括的な測定例

製造工程

エッチング液の品質管理(続き)

測定対象と分析項目

エッチング液中のアニオン(F^- 、酢酸塩、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、シリケート、ヘキサフルオロシリケート、 PO_4^{3-} 、モノフルオロホスフェート)
塩酸中のZn、Cd、Pb、Ni、Co
リン酸中の鉄(Fe)
リンエッチング液中の全酸度、リン酸
水酸化ナトリウム中のZn、Cd、Pb、Ni、Co
硫酸中のFe、Ni、Co

原材料(溶媒等)の純度

フッ化アンモニウム(40%)の定量
フッ化アンモニウム(40%)中のアニオンおよびカチオン
シクロペンタノン(CPN)中の超微量アニオン
電子グレード材料のCd、Co、Cu、Fe、Ni、Pb、およびZn
ヘキサメチルジシラザン(HMDS)中の超微量アニオン
塩酸の定量
塩酸中の微量アニオン
フッ化水素酸の定量
フッ化水素酸中の微量アニオン
過酸化水素の定量
過酸化水素中の微量トリメチルアミン(TMA)および微量カチオン(Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})
過酸化水素中のトリメチルアミン(TMA)および NH_4
過酸化水素中の有機酸(ギ酸、酢酸、プロピオン酸、コハク酸、マロン酸、シュウ酸、酪酸)
過酸化水素中の微量アニオン(F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-})およびピロリン酸塩

公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
SEMI C37	イオンクロマトグラフィ	
	ボルタンメトリー	AN - V - 028
	ボルタンメトリー	AN - V - 129
	滴定	
	ボルタンメトリー	AN - V - 010
	ボルタンメトリー	AN - V - 131 、 AN - V - 132
SEMI C20	滴定	
SEMI C20	イオンクロマトグラフィ	
	イオンクロマトグラフィ	
	ボルタンメトリー	AB - 147
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI C27	滴定	
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI C28、SEMI C29	滴定	
SEMI C28、SEMI C29	イオンクロマトグラフィ	
SEMI C30	滴定	
	イオンクロマトグラフィ	AN - CS - 012 、 AN - CS - 019
	ラマン分光法 (SERS)	
	イオンクロマトグラフィ	WP - 086
SEMI C30	イオンクロマトグラフィ	AN - S - 393 (only trace anions) 、 AN - S - 352 (pyrophosphate + anions)

プロセス分析計での 包括的な測定例

製造工程

原材料(溶媒等)の純度(継続)

測定対象と分析項目

溶媒(例えば、IPA)中の水分含有量
イソプロパノール(2-プロパノール、IPA)中の超微量アニオン
液体化学物質中の酸度、アルカリ度、pH値
メタノール中の超微量アニオン
硝酸の定量
硝酸中の微量アニオン(F^- 、 Cl^- 、 PO_4 、 SO_4)
N-メチル2-ピロリドン(NMP)中の超微量アニオン
リン酸中の微量硝酸塩
プロピレングリコールメチルエーテル(PGME)中の超微量アニオン
プロピレングリコールメチルエーテル酢酸塩(PGMEA)中の微量アニオン
水酸化ナトリウムの定量
硫酸の定量
水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)の定量
水酸化テトラメチルアンモニウム(TMAH)中の超微量アニオン

加工時に使用される材料の純度

超純水および薬品配管に使用されるポリマー材料およびコンポーネントからのイオン汚染

水の純度

高純度水中の超微量カチオン (Li^+ 、 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、DEA、 Zn^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+})
高純度水中の超微量アニオン (F^- 、 Cl^- 、 NO_2^- 、 Br^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{3-})
高純度水中の標準的な陰イオン以外の有機酸(ギ酸、酢酸、シュウ酸)
高純度水中の尿素
高純度水中のケイ酸塩、ホウ酸塩
高純度水中の遷移金属
高純度水中の陽イオン以外のトリメチルアンモニウム(TMA-3)、 テトラメチルアンモニウム(TMA-4)

公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
	カールフィッシャー水分測定、 NIR分光法、プロセス分析	AB-137 、 AB-077
SEMI C41	イオンクロマトグラフィ	WP-086
SEMI C1	滴定、pH測定	
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI C35	滴定	
	イオンクロマトグラフィ	AN-S-344 、 8.000.6073
SEMI C33	イオンクロマトグラフィ	WP-086
SEMI C36	イオンクロマトグラフィ	
	イオンクロマトグラフィ	
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI C43	滴定	
SEMI C44	滴定	
	滴定	
	イオンクロマトグラフィ	AN-S-250
SEMI F57、ASTM D4327	イオンクロマトグラフィ	AN-S-336
SEMI F63、SEMI F75	イオンクロマトグラフィ、 プロセス分析	AN-C-159 、 AN-CS-013
ASTM D5996、 ASTM D5542、 ASTM D4327、 ASTM D7980、 SEMI F63、 SEMI F75	イオンクロマトグラフィ、 プロセス分析	AN-S-336
ASTM D5542	イオンクロマトグラフィ	
	イオンクロマトグラフィ	
SEMI F63	イオンクロマトグラフィ、 プロセス分析	AN-N-054 、 AN-N-005
	イオンクロマトグラフィ、 ボルタンメトリー	
	イオンクロマトグラフィ	

プロセス分析計での 包括的な測定例

プロセス工程

薬品回収・排水処理 (CUB、PUB)

測定対象と分析項目

- 排水中の陰イオン、陽イオン、TMAH、Cr(VI)
- 排水中の化学的酸素要求量 (COD)
- 排水中のCd、Co、Cu、Fe、Ni、Pb、Tl、Zn
- フッ化水素系排水中のフッ化物
- 排水中のフェノール
- 排水中のシアン化物
- 排水中のアンモニア
- 排水中の銅
- 硫酸回収装置中のH₂O₂・塩素

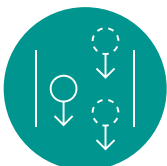
公定法	分析技術	アプリケーションドキュメント
	イオンクロマトグラフィ	AN-CS-018 、 AN-S-106 、 AN-S-107 、 AN-S-357
	滴定、プロセス分析	AB-178
	ポルタンメトリー	AB-231
	イオンクロマトグラフィ、滴定、プロセス分析	AB-082 、 AN-S-186
	プロセス分析	
	イオンクロマトグラフィ、滴定、イオン測定、ラマン分光法(SERS)	AN-N-068 、 AB-046 、 AN-I-009
	イオン測定、プロセス分析	
	プロセス分析	
	滴定、プロセス分析	

分析技術



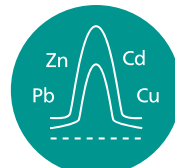
滴定 – 確実、正確、信頼できる分析

電位差滴定は、純粋な酸および塩基の定量、ならびにエッチング液中の個々の酸濃度の定量に適しています。この方法は、ラボ/プロセスでの自動分析による分析効率の最適化を実現することが出来ます。



イオンクロマトグラフィ – 高効率な微量分析

イオンクロマトグラフィ(IC)は、酸、有機溶媒、および高純度水中のイオン性不純物を定量するために使用される効率的かつ精度の高いマルチパラメータ分析法です。メトロームのインテリジェント前濃縮技術(MISP)を使用することで、ng/L範囲の微量分析が可能になります。MISPとインラインマトリックス除去(MISP-ME)を組み合わせることで、難しいマトリックスの分析が可能になります。



CVSとボルタンメトリー – 添加剤および遷移金属の高感度分析

サイクリックボルタンメトリックストリッピング(CVS)および関連するサイクリックパルスボルタンメトリックストリッピング(CPVS)は、銅めっき浴中の有機添加剤(すなわち、抑制剤、光沢剤、および平滑剤)を分析するための標準的な手法です。

ボルタンメトリーは、無機または有機イオンなどの電気化学的に活性な物質の分析のための非常に高感度の高い手法($\mu\text{g/L}$ 範囲のLOD)です。ボルタンメトリーは、高純度水または排水中のニッケルやコバルトなどの遷移金属を測定するためによく使用されます。この技術は、幅広いアプリケーション、短い分析時間、および高い精度を兼ね揃えています。



電気化学 – 基礎および応用研究のソリューション(解決策の提案)

サイクリックボルタンメトリー(CVS)、時間変化をみるクロノメソッド(CM)、電気化学インピーダンス測定(EIS)といった幅広い電気化学メソッドは新規材料開発や半導体特性の基礎応用研究に適しています。



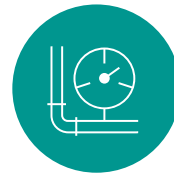
NIR分光法 – 1分以内にマルチパラメータ分析

近赤外(NIR)分光法は、エッチング液の品質を評価するために使用することができます。
従来の方法と比較して、試薬や化学物質を使用せずに、結果を1分以内に得ることができます。



ラマン分光法 – 迅速、簡単、リアルタイムモニタリング

ラマン分光法は、洗浄液およびエッチング液の非破壊リアルタイムモニタリング技術です。ラマン散乱は、サンプルの取り扱いをほとんどまたは全く伴わずに、直接または透明な素材越しでも収集できます。表面増強ラマン散乱分光法(SERS)は、微量汚染物質を同定するために使用することができます。



プロセス分析 – 信頼性の高いオンライン、インラインソリューション

水の純度、エッチング液中の酸およびめっき浴中の金属含有量など、各種パラメータをオンラインでモニタリングすることにより、プロセスの最適化を行い、時間の節約と生産コストの大幅な削減を実現します。
メトロームプロセスアナリティクスは、滴定、吸光度、イオンクロマトグラフィ、NIR分光法、イオン測定など、あらゆるニーズに対応する様々な分析技術を、必要に応じた分析装置構成で提供しています。
メトロームの高品質なラボ分析技術が、プロセスラインでも使用できるようになり、最も正確な分析結果をプロセス制御室(DCS, PLC)に直接届けることができます。

www.metrohm.jp



本社	〒143-0006 東京都大田区平和島 6-1-1 東京流通センター アネックス 9F
TEL	03-4571-1747(PA 部) FAX 03-3766-2080
大阪支店	〒541-0047 大阪市中央区淡路町 3-1-9 淡路町ダイビル 5階 502C
TEL	050-5050-9600 FAX 06-6232-2312
e-mail	metrohm.jp@metrohm.jp