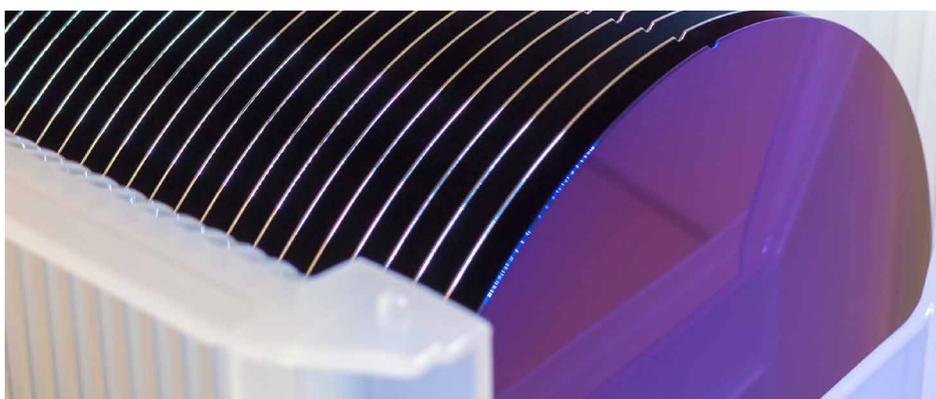


## オンライン VPD-ICP-MS/MS による シリコンウェハの金属汚染物質の 自動表面分析

Agilent 8900 ICP-QQQ と IAS Expert PS VPD が実現する  
24 時間 365 日対応のウェハ汚染管理に必要な感度と堅牢性



### 著者

Tatsu Ichinose and Katsu  
Kawabata

IAS Inc., Hino, Tokyo, Japan

Kazuhiro Sakai

Agilent Technologies, Inc.,  
Hachioji, Tokyo, Japan

### 概要

半導体マイクロチップや集積回路 (IC) は、現代の生活のあらゆる側面に、実際に影響を及ぼす何千もの製品に使用されています。半導体製造工場 (FAB) では、歩留まり損失を最小限に抑え、完成したチップが要求される信頼性と性能を確実に提供するために、これらの IC の製造において、すべての汚染源を厳密に管理する必要があります (1)。大半の IC は、珪岩 (砂) を精製し大量の多結晶シリコンを生成して作る基板、つまりシリコンの「ウェハ」の上に構築されています。多結晶シリコンをさらに処理して高純度の単結晶シリコンインゴットを作成し、インゴットからウェハをスライスします。

珪岩に含まれる主な汚染元素は鉄 (Fe)、アルミニウム (Al)、カルシウム (Ca)、チタン (Ti) であり、その他の元素は、珪岩を 98 % 高純度のケイ素 (Si) に変換するための炭素熱プロセス中に混入する可能性があります。ガス相精製と化学蒸着により多くの不純物が除去され、IC 製造用のウェハの製造に最適な約 8 ナイン (8N) 純度のケイ素が得られます。8N は 99.999999 % の純度で、固体 Si 中の総汚染物質含有量は 10 ng/g (ppb) 未満です。化学機械研磨 (CMP) スラリなど、ブランクウェハ製造におけるスライスや研磨などのプロセスで、微量元素汚染物質が混入する可能性があります。金属汚染物質は、洗浄、エッチング、酸化膜成長、イオン注入などの後続の「フロントエンド」プロセス中に入り込む場合もあります。

IC 製造において最も懸念される元素は遷移金属やアルカリ元素ですが、Si ウェハでこれらの元素の分布は必ずしも均一ではありません。Fe はバルク Si 基質を通過して表面の酸化層内に拡散する可能性があります。また、Ti 不純物の濃度は、単結晶 Si インゴットの溶解と冷却中の偏析により変化することがあります。金属汚染物質が IC デバイスに悪影響を与えるレベルで存在しないことを確保するために、ウェハの微量金属の濃度は、適切な表面分析手法を使用してモニタリングする必要があります。ウェハ表面の未加工の Si 層は、空気中の酸素 (O<sub>2</sub>) や水に曝露すると、すばやく酸化して SiO<sub>2</sub> になります。この自然酸化層は厚さ 2 nm 未満です (2)。IC 設計で絶縁膜が必要とされる場合は、O<sub>2</sub> または水蒸気の存在下でウェハを 900 ~ 1200 °C に加熱し、ウェハ表面に非常に厚い酸化層を形成します。この熱酸化層は最大で 100 nm (0.1 μm) の厚みになる場合があります。

自然酸化および熱酸化 SiO<sub>2</sub> のどちらでも、ICP-MS と組み合わせた気相分析法 (VPD) を使用して、酸化層に含まれるきわめて低濃度の微量元素を測定できます。また、VPD-ICP-MS は、窒化シリコン (SiN) など、その他のウェハ表面層や膜に含まれる金属汚染物質の分析にも使用できます。VPD は、フッ化水素 (HF) 蒸気によりウェハ表面の SiO<sub>2</sub> 層を分解する表面金属抽出 (SME) 手法です (SiO<sub>2</sub> + 6 HF → H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> + 2 H<sub>2</sub>O)。ウェハ表面に残留している H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub> とともに、SiO<sub>2</sub> 層から放出される汚染金属は、ウェハ表面全体の回収用溶液をスキャンすることにより回収されます。回収用溶液は通常、希釈 HF と過酸化水素 (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) の混合物ですが、場合によっては塩酸/過酸化混合物 (HCl/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) などの代替溶液が使用されることがあります。溶解した金属汚染物質を回収した後、ウェハ表面から液滴をピペットで取り、分析のために ICP-MS に移します。

表面の金属汚染物質は全反射蛍光 X 線 (TRXRF) によっても測定できます。TRXRF は非破壊手法であるものの、検出下限 (DL) は比較的 low、E+10-E+12 atoms/cm<sup>2</sup> です。TRXRF の DL は金属汚染物質を予備濃縮して乾燥した VPD 液滴にすることで改善できますが、VPD-ICP-MS は、特に Li、Na、Mg、Al などの質量の軽い元素に対し、より高い感度を発揮します。Agilent 8900 ICP-QQQ などの高感度のトリプル四重極 ICP-MS システム (ICP-QQQ) を使用した場合、VPD-TRXRF の DL は E+08-E+10 atoms/cm<sup>2</sup> であるのに対し、標準の VPD-ICP-MS の DL は E+05 から E+07 atoms/cm<sup>2</sup> の範囲です。また、VPD-ICP-MS は VPD-TRXRF よりも簡単に自動化できるため、Si ウェハの超微量混入異物のオンラインモニタリングに関して、FAB のニーズにより適しています。

Si ウェハの微量金属汚染物質に関するルーチンの生産管理のために、多数の大規模半導体製造工場では、Agilent ICP-MS と組み合わせた自動 VPD システムを使用しています。自動 VPD-ICP-MS は手動システムと比較して手間がかからず、汚染の可能性を低減し、高品質のデータを生成します。Agilent ICP-MS は、すべての主要な自動 (および手動) VPD システムに対応しており、その性能は、世界中の大手 FAB に多数設置されていることから実証されています。

図 1 に、VPD-ICP-MS プロセスの 3 つのステップを概略的に示します。

1. Si ウェハは VPD チャンバに配置され、HF 蒸気に曝露されます。これにより、自然酸化層と熱酸化 SiO<sub>2</sub> 表面層が分解され、ウェハ表面に積層した金属汚染物質が残ります。
2. スキャン溶液 (例、250 ~ 1000 μL の 3 % HF/4 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) をウェハ上に置きます。溶液は、ウェハ表面全体で慎重に制御されたパターンで「スキャン」されます。スキャン液がウェハ上を移動する際に、ステップ 1 で SiO<sub>2</sub> 層からの汚染金属を回収します。
3. 分析のために、スキャン溶液はウェハ表面から ICP-MS または ICP-QQQ に移されます。

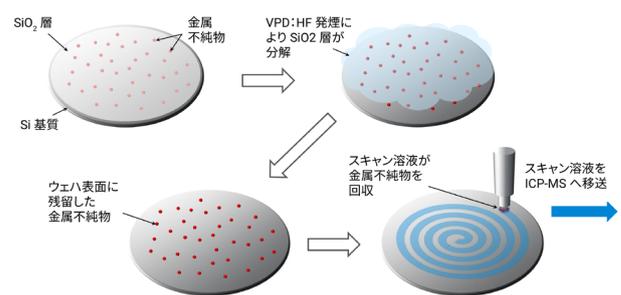


図 1. VPD-ICP-MS プロセスの概略

この研究では、Agilent 8900 ICP-QQQ と統合された IAS Expert PS (株式会社イアス、東京都日野市、日本) を含む、完全に自動化された VPD-ICP-MS システムを使用しました。Si ウェハ表面を既知の量の微量元素で意図的に汚染し、VPD スキャン溶液での回収率を測定することにより、自動化 VPD-ICP-MS/MS メソッドを評価しました。

Expert PS 自動 VPD-ICP-MS システム (3、4) は、株式会社イアス (5、6) の自動標準液添加装置 (ASAS) に対応しています。この研究では、1 台の ASAS (ASAS-Cal) を用いて原液から外部検量線を作成し、添加回収率試験を自動化しました。また、ASAS では、オンラインスパイクを自動的に添加して、標準添加メソッド (MSA) を作成することもできます。内部標準 (ISTD) 溶液は、2 台目の ASAS (ASAS-ISTD) を使用して、自動で ICP-MS に導入しました。自動サンプル導入システムを使用することにより、分析を簡素化できるだけでなく、手作業によるサンプルハンドリングを削減し、エラーを最小化し、サンプル汚染の危険性を抑制することができます。図 2 に ASAS/VPD-ICP-MS システムの概略図を示します。

## 実験方法

### VPD HF 発煙およびスキャン用溶液

クリーンルームで各 Expert PS 薬品ポートのための溶液を調製しました。ウェットエッチング半導体グレード HF (ダイキン工業株式会社 (大阪、日本) 50 % 水溶液) から、HF 蒸気を生成するための溶液を調製しました。

溶解した金属を回収するスキャン溶液用に、TAMAPURE-AA-100 試薬 (多摩化学工業株式会社、神奈川、日本) から 2 つの溶液を調製しました。3 % HF と 4 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> の溶液を使用して大半の金属を回収し、2 番目の王水溶液 (1:3 の割合の HNO<sub>3</sub> と HCl) を使用して貴金属を回収しました。王水スキャン溶液は、スキャンの後、ICP-MS に導入する前に、10 倍に希釈しました。

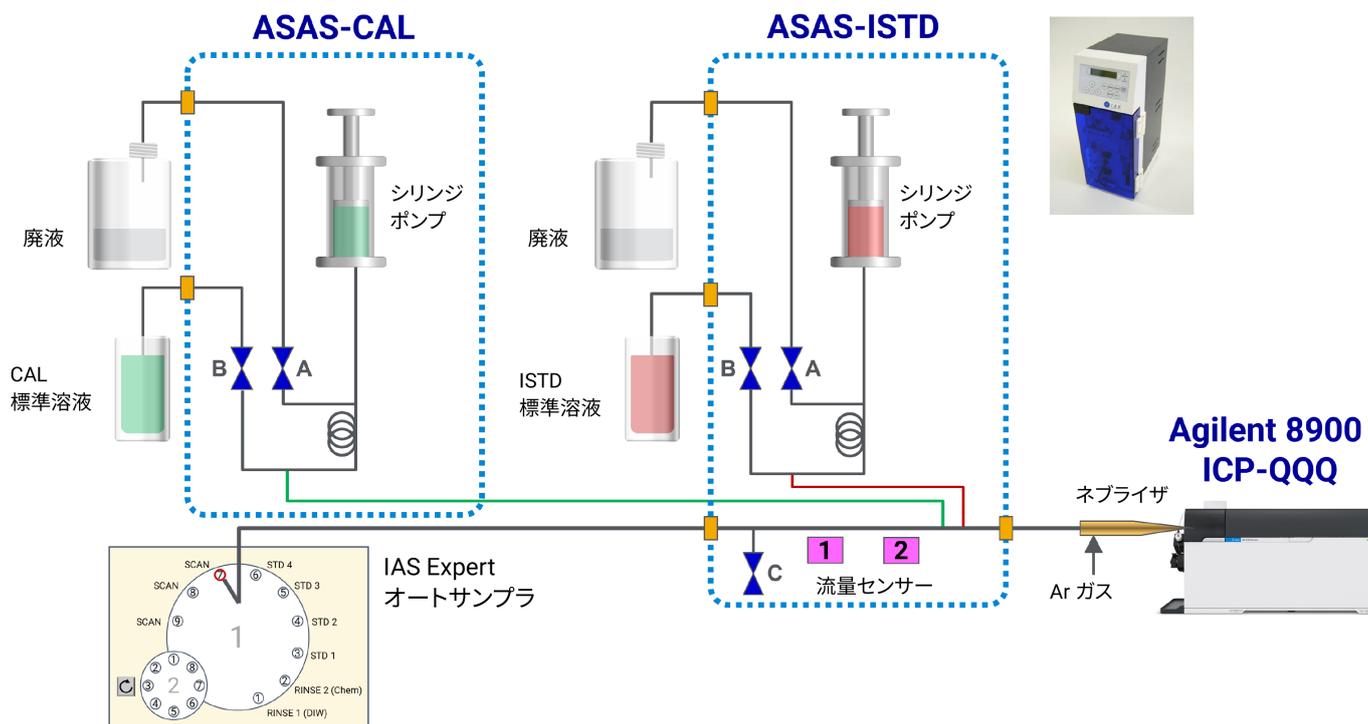


図 2. 自動 VPD-ICP-MS システムの重要な部分である ASAS とオートサンプラの概略図。株式会社イアス提供の画像に変更を加えたもの

### ASAS-Cal システム用の検量線用標準

10 ng/mL (ppb) の多元素混合標準液を高純度の 3 % HF/4 % H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 溶液に添加し、外部検量線を作成しました。10 µg/mL (ppm) の多元素混合標準液 (SPEX CertiPrep 社、ニュージャージー州メアチエン、米国) を 5 % HNO<sub>3</sub> で希釈して、標準溶液を調製しました。10 ppb の標準溶液をクリーンなサンプルバイアルに入れ、ASAS-Cal システムの標準ラインに接続しました。分析に必要な溶液は、スキャン溶液と同じマトリクス組成で ASAS によって自動で調製しました。

添加回収率試験のために、5 ppb の多元素混合標準液を調製しました。1000 µL の量の添加溶液を Si ウェハの表面に滴下し、乾燥させました。スキャン溶液で Si ウェハの表面をスキャンして、汚染元素を回収してから、スキャン溶液を ICP-MS に導入しました。

### ASAS-ISTD システム用の内部標準

2 番目の ASAS を使用して、1000 ppm の単元素標準液 (SPEX CertiPrep) から調製された、5 % HNO<sub>3</sub> 中に 10 ppb のベリリウム (Be) とインジウム (In) を含む ISTD 溶液を導入しました。最終的な ISTD 濃度が 100 pg/mL (ppt) になるように、ISTD 溶液をサンプルとオンラインで混合しました。

### サンプル

この研究で分析した 300 mm (12 インチ) Si ウェハサンプルは日本の FAB が供給し、フロントオープニング輸送用ボックス (FOSB) で搬送されました。一部の種類の FOSB は VPD-ICP-MS と直接一体化できます。また、ウェハの搬送のために FAB で一般的に使用されているフロントオープニングユニファイドポッド (FOUP) を Expert PS で扱うこともできます。FOSB や FOUP は最大 25 のウェハを収容できます。

## 装置構成

### ICP-MS

Agilent 8900 ICP-QQQ (#200、半導体仕様) を光学的に位置合わせし、IAS Expert PS (図 3) と組み合わせて、完全統合型の自動化 VPD-ICP-MS システムを構成しました。ICP-QQQ のサンプル導入システムは、C-Flow ネブライザ (Savillex、ミネソタ州エデンブレイリー、米国) 付き PFA 不活性キットを含み、8900 には標準的な白金製のインタフェースコーンを搭載しました。

8900 ICP-QQQ は、Si マトリクス濃度がスキャン溶液中に最大で 5000 ppm になりうる (酸化層の厚さによる) 熱酸化 SiO<sub>2</sub> の分析に対し、必要なマトリクス耐性を実現するきわめて堅牢プラズマを備えています。8900 は、MS/MS 操作により、きわめて高い感度と大幅に低いバックグラウンド (通常 <0.1 cps) を実現するというさらなる利点があり、スペクトル干渉を効果的に解消して、より優れた検出下限と精度を実現します。

高度な半導体アプリケーションで重要な要件は、各成分の検出下限を可能な限り下げることです。超微量濃度の汚染金属を測定するラボでは、各溶液を測定しながら複数のチューニングステップを連続的に適用するマルチチューンメソッドを用いることがあります。このアプローチにより、各成分に対する感度を維持しながら、多様な干渉物が除去されるようにチューニング条件を最適化できます。この研究では、測定対象元素のために、複数のプラズマ条件 (Hot、Warm、Cool) とリアクションセルガス (O<sub>2</sub> および H<sub>2</sub>) を使用しました。低セルボリュームと迅速なセルガスの切り替え時間 (わずか数秒の安定化時間) に加え、プラズマ RF ジェネレータの高度で安定性に優れたエレクトロニクスにより、サンプル量が少ない VPD スキャン溶液の場合でも、各分析に対して複数のチューンステップを簡単に実行できます。

### Expert PS

Expert PS VPD-ICP-MS は、FAB に設置し、FAB のコンピュータ統合製造 (CIM) ホストシステムと統合するために設計されています。したがって、Expert PS は、天井走行式無人搬送車 (OHT) を介した FOUP の取り扱いなど、自動化システム用の SEMI プロトコルに完全に対応しています。FAB では、OHT により、多数の Si ウェハを収容した FOUP が Expert PS のロードポートの 1 つに搬送されます。FOUP が確認されると、VPD-ICP-MS による各ウェハの分析は CIM ホスト経由で送信されたコマンドによって完全に制御され、ICP-MS の結果は CIM ホストに返されます。FOUP 内のすべてのウェハが分析されると、OHT が Expert PS のロードポートから FOUP を自動で取り出します。

Expert PS と 8900 ICP-QQQ の基本的な操作条件をそれぞれ表 1 と表 2 に示します。

表 1. IAS Expert PS

パラメータ	値
Si ウェハサイズ (mm)	300
VPD 時間 (秒)	200
VPD ガス流量 (mL/min)	1000
O <sub>3</sub> ジェネレータ	使用しない
事前乾燥	使用しない*
スキャンスピード (mm/秒)	30
エッジエクスクルージョン (mm)	5
スキャン溶液 1	3 % HF + 4 % H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
スキャン溶液 2	王水
スキャン溶液量 (μL)	1000

\* バルクエッチングおよび特殊薄膜にのみ使用。

表 2. Agilent 8900 ICP-QQQ

パラメータ	チューンモード 1、	チューンモード 2、	チューンモード 3、	チューンモード 4、
	Cool, H <sub>2</sub> +He	Warm, H <sub>2</sub> +He	Hot, He+O <sub>2</sub>	Hot, O <sub>2</sub>
RF 出力 (W)	600	1200	1500	
サンプリング位置 (mm)	20			
ネブライザガス流量 (L/min)	0.80			
メークアップガス流量 (L/min)	0.45	0.65	0.50	
サンプル吸引速度 (μL/min)	100 (ASAS により制御)			
セルガス (流量、mL/min)	He (1.0)、 H <sub>2</sub> (3.0)	He (4.0)、 H <sub>2</sub> (2.0)	He (2.0)、 O <sub>2</sub> (0.2 または フルスケールの 15%)	O <sub>2</sub> (0.4 or または フルスケールの 25%)
積分時間 (秒/同位体)	1.0			

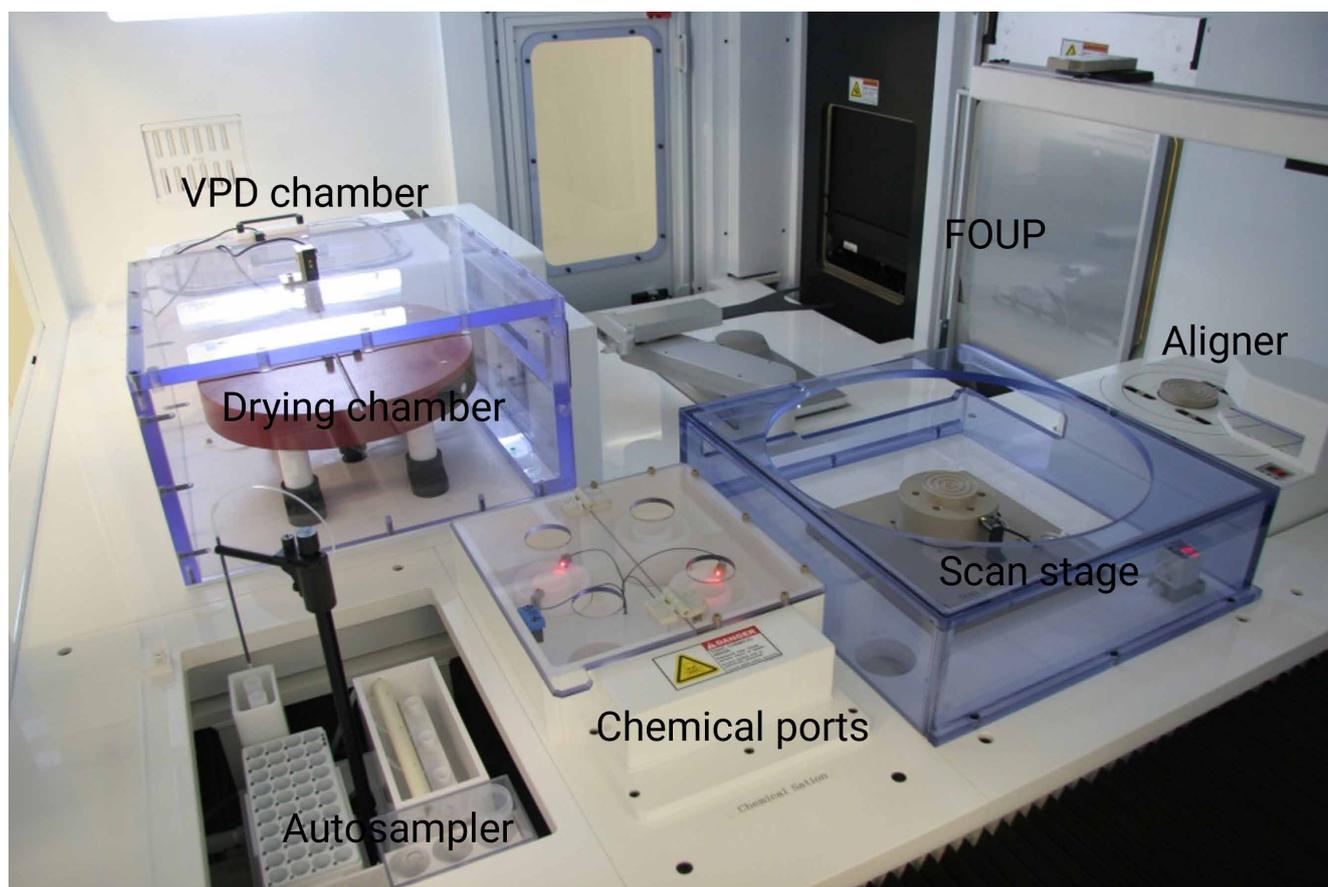


図 3. Expert PS の内部。写真提供：IAS Inc.

完全自動化 VPD-ICP-MS の手順は、Expert システムのために IAS が開発した Intelligent VPD-ICP-MS ソフトウェアを使用して制御されます。手順は以下の動作を含み、参考文献 4 に記載されています。

1. インタフェースソフトウェアが自動でキャリブレーションと QC チェックを実行します。
2. 2 つの ASAS システムが ISTD 溶液と ICP-MS 検量線用標準液の両方を自動で添加します。
3. スキャン溶液の回収に使用されるスキャンノズルとバイアルが自動で洗浄されます。
4. 式 1 の説明のように、ソフトウェアにより元素濃度の結果 (atoms/cm<sup>2</sup>) が生成されます。

式 1：Si ウェハの元素濃度の計算：

$$\text{ウェハ上の濃度 (atoms/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Expert から スキャン容量 (mL)} \times \text{ICP-MS から ICP-MS 結果 (pg/mL)} \times 10^{-12} \times N_A \text{ (atoms/mol)}}{\text{原子量 (g/mol)} \times \text{スキャン面積 (cm}^2\text{)}}$$

N<sub>A</sub> = アボガドロ定数

例えば、1 ppt (pg/mL) の Fe、1 mL のスキャン溶液、300 mm ウェハ (706 cm<sup>2</sup>) は 1.5 x 10<sup>7</sup> atoms/cm<sup>2</sup> (業界内で 1.5 E+07 と記述されることが多い) に相当します。計算はソフトウェアにより自動で実行されます。

### 結果と考察

#### VPD-ICP-MS の検出下限

表 3 に示した検出下限は、スキャンブランク溶液の 3 回の繰り返し測定標準偏差を 3 倍 (3 x SD) して求めました。

表 3. VPD-ICP-MS 条件と検出下限

元素	チューンモード	MS/MS 設定		検出下限	
		Q1	Q2	pg/mL	Atoms/cm <sup>2</sup>
Li	Cool、H <sub>2</sub> /He	7		0.02	2.3 E+06
Na	Cool、H <sub>2</sub> /He	23		0.49	1.8 E+07
Mg	Cool、H <sub>2</sub> /He	24		0.13	4.5 E+06
Al	Cool、H <sub>2</sub> /He	27		0.94	3.0 E+07
K	Cool、H <sub>2</sub> /He	39		0.26	5.7 E+06
Ca	Cool、H <sub>2</sub> /He	40		0.71	1.5 E+07
Ti	Hot、O <sub>2</sub>	48	64	0.23	4.1 E+06
V	Hot、O <sub>2</sub>	51	67	0.07	1.2 E+06
Cr	Cool、H <sub>2</sub> /He	52		0.10	1.6 E+06
Mn	Cool、H <sub>2</sub> /He	55		0.01	2.3 E+05
Fe	Cool、H <sub>2</sub> /He	56		0.57	8.7 E+06
Co	Cool、H <sub>2</sub> /He	59		0.12	1.7 E+06
Ni	Cool、H <sub>2</sub> /He	60		0.37	5.4 E+06
Cu	Cool、H <sub>2</sub> /He	63		0.27	3.6 E+06
Zn	Hot、O <sub>2</sub>	64		0.31	4.1 E+06
Ge	Hot、He/O <sub>2</sub>	74		0.52	6.1 E+06
Sr	Hot、He/O <sub>2</sub>	88		0.02	1.7 E+05
Zr	Hot、O <sub>2</sub>	90	106	0.10	8.9 E+05
Nb	Hot、O <sub>2</sub>	93	125	0.02	1.5 E+05
Mo	Hot、He/O <sub>2</sub>	95	127	0.09	7.8 E+05
Sn	Hot、He/O <sub>2</sub>	118		0.71	5.1 E+06
Sb	Hot、He/O <sub>2</sub>	121		0.22	1.5 E+06
Ba	Hot、He/O <sub>2</sub>	138		0.09	5.9 E+05
Hf	Hot、He/O <sub>2</sub>	178	194	0.04	2.1 E+05
Ta	Hot、He/O <sub>2</sub>	181	213	0.02	1.2 E+05
W	Hot、He/O <sub>2</sub>	182	214	0.05	2.2 E+05
Pb	Warm、H <sub>2</sub> /He	208		0.47	1.9 E+06

## 定量データと添加回収率

VPD-ICP-MS/MS によって取得された Si ウェハ表面の不純物の定量分析結果を表 4 に示します。結果は pg/mL および atoms/cm<sup>2</sup> として報告されます。

定量メソッドの精度を評価するために、自動 VPD-ICP-MS を使用してスパイクした Si ウェハ を 3 回分析しました。3 回の溶液スキャンに基づき、以下の式を使用して、各元素の回収率を計算しました。

$$(1 \text{ 回目} / (1 \text{ 回目} + 2 \text{ 回目} + 3 \text{ 回目})) \times 100$$

表 4 に示されているように、81 % の回収率だった Cu を除き、すべての回収率は 100 ± 5 % の範囲に収まりました。Cu は Si ウェハに対して強い親和性があるため、一部の Cu は HF+H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> スキャン溶液に溶解されるのではなく、ウェハ表面に残留します。

表 4. HF + H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> スキャン溶液で分析された元素の定量データと添加回収率

元素	測定値		添加回収率
	pg/mL	Atoms/cm <sup>2</sup>	%
Li	<0.02	<2.3 E+06	100
Na	<0.49	<1.8 E+07	100
Mg	1.30	4.6 E+07	98
Al	1.53	4.8 E+07	98
K	<0.26	<5.7 E+06	100
Ca	4.59	9.8 E+07	98
Ti	0.60	1.1 E+07	100
V	<0.07	<1.2 E+06	99
Cr	0.17	2.8 E+06	99
Mn	<0.01	<2.3 E+05	100
Fe	7.22	1.1 E+08	99
Co	<0.12	<1.7 E+06	100
Ni	0.53	7.7E+06	100
Cu	0.43	5.8 E+06	81
Zn	<0.31	<4.1 E+06	100
Ge	<0.52	<6.1 E+06	99
Sr	<0.02	<1.7 E+05	98
Zr	<0.10	<8.9 E+05	100
Nb	<0.02	<1.5 E+05	97
Mo	<0.09	<7.8 E+05	98
Sn	7.41	5.3 E+07	99
Sb	<0.22	<1.5 E+06	99
Ba	0.62	3.8 E+06	98
Hf	<0.04	<2.1 E+05	100
Ta	<0.02	<1.2 E+05	97
W	0.30	1.4 E+06	96
Pb	<0.47	<1.9 E+06	95

白金族元素 (PGE)、Ag、Au は、Si ウェハに対して Cu 以上に強い親和性があります。したがって、PGE の場合、王水でできた別のスキャン溶液 (濃縮 HCl:HNO<sub>3</sub> の 3:1 混合液) を使用することが推奨されます。王水スキャン溶液で分析された 6 種類の貴金属の添加回収率の結果を表 5 に示します。スキャン溶液は、ICP-MS/MS による分析の前に、10 倍に希釈しました。±15 % 以内で回収された Pt を除き、すべての回収率は 100 ± 10 % の範囲内となりました。

表 5. 王水スキャン溶液で分析された貴金属の添加回収率

	Pd	Ag	Ir	Pt	Au	Ru
回収率 (%)	90	96	95	86	93	90

## 結論

自動化 VPD-ICP-MS システムは、サンプルハンドリングを最小化することで汚染のリスクを低減しつつ、Si ウェハの元素汚染物質の高精度な分析を実現しました。IAS Expert PS に Agilent 8900 ICP-QQQ を組み込むことで、高度な干渉除去機能と高精度の ICP-MS/MS メソッドにより、超微量濃度で存在する汚染物質を確実に測定できます。

すべての元素で 3.0 E+07 atoms/cm<sup>2</sup> (<1 pg/mL) 未満の検出下限が達成され、添加回収のデータより、Si ウェハの超微量汚染物質の測定に対するメソッドの高い精度が示されました。

IAS Expert PS/Agilent 8900 自動化 VPD-ICP-MS システムは、世界中の最新半導体製造工場において、IC 製造を促進する実績が証明されています。IAS VPD と Agilent ICP-MS/MS の統合システムが業界で受け入れられているのは、機器の堅牢性と信頼性、および安定性と高い性能のためです。VPD-ICP-MS/MS システムは FAB のコンピュータ統合製造システムに完全に組み込むことが可能で、24 時間 365 日体制での Si ウェハの自動分析と汚染管理を実現します。

## 参考文献

1. Measuring Inorganic Impurities in Semiconductor Manufacturing, Agilent publication, [5991-9495EN](#)
2. Bohling C., Sigmund, W., Self-Limitation of Native Oxides Explained, *Silicon*, **2016**, 8:339–343
3. Expert: Auto Scanning System - Fully Automated VPD-ICP-MS, International Analytical Solutions (IAS) Inc., accessed June 2023, <https://iasinc.jp/english/>
4. Auto Scanning System, Fully Automated VPD-ICP-MS, Expert, [IAS Inc., publication](#)
5. Automated Standard Addition System (ASAS II), [IAS Inc., publication](#)
6. Sakai, K., Mizobuchi, K., Kobayashi, R., Agilent 8900 ICP-QQ によるイソプロピルアルコールの超微量元素の自動分析, Agilent publication, [5994-0273JAJP](#)

ホームページ

[www.agilent.com/chem/jp](http://www.agilent.com/chem/jp)

カスタマコンタクトセンタ

**0120-477-111**

[email\\_japan@agilent.com](mailto:email_japan@agilent.com)

本製品は一般的な実験用途での使用を想定しており、医薬品医療機器等法に基づく登録を行っておりません。本文書に記載の情報、説明、製品仕様等は予告なしに変更されることがあります。

DE45922979

アジレント・テクノロジー株式会社  
© Agilent Technologies, Inc. 2023  
Printed in Japan, July 12, 2023  
5994-6135JAJP

