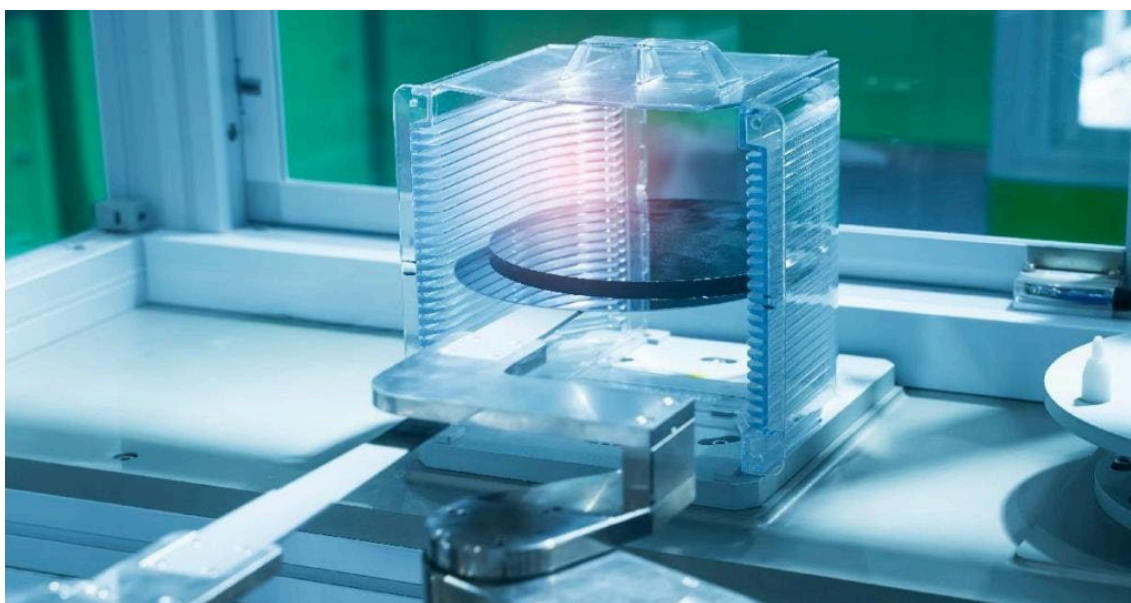


Application Note

Vocus CI-TOFMS によるクリティカル AMC クラスの超高速同時モニタリング



半導体製造施設に存在する空気中の分子状汚染物質(AMC)を高感度かつ迅速に検出することは、製造の品質と効率にとって極めて重要です。Fab では、換気システム、リーク、デバイスの故障、人体からの排出物など、汚染源となりうる独立したプロセスが何百と存在します。AMC は、従来のモニタリング技術では包括的に測定することができない様々な化合物クラスで構成されています。ノードの微細化が進むにつれて、微量濃度(10pptV 未満)の AMC の存在は、ウェハーの欠陥により大きな影響を及ぼし、結果として歩留まりの低下をもたらします。AMC のクラスは物理化学的性質が大きく異なり、表面や他の化合物とユニークに相互作用したり反応したりします。AMC の組成は複雑であるため、最新のモニタリングシステムは、複数の化学的官能基と蒸気圧の範囲にまたがる幅広い化合物を、十分な速度と感度で包括的に測定しなければなりません。

Vocus CI-TOFMS は、リアルタイム化学イオン化飛行時間質量分析計と独自の高速極性および試薬イオンスイッチングを組み合わせ、最大 6 種類の化学イオン化をサポートします。これにより、2 秒未満のサイクルタイムで複数の AMC クラスを検出できます。図 1 は ABC モニタリング構成の応答と回復時間を示しています。

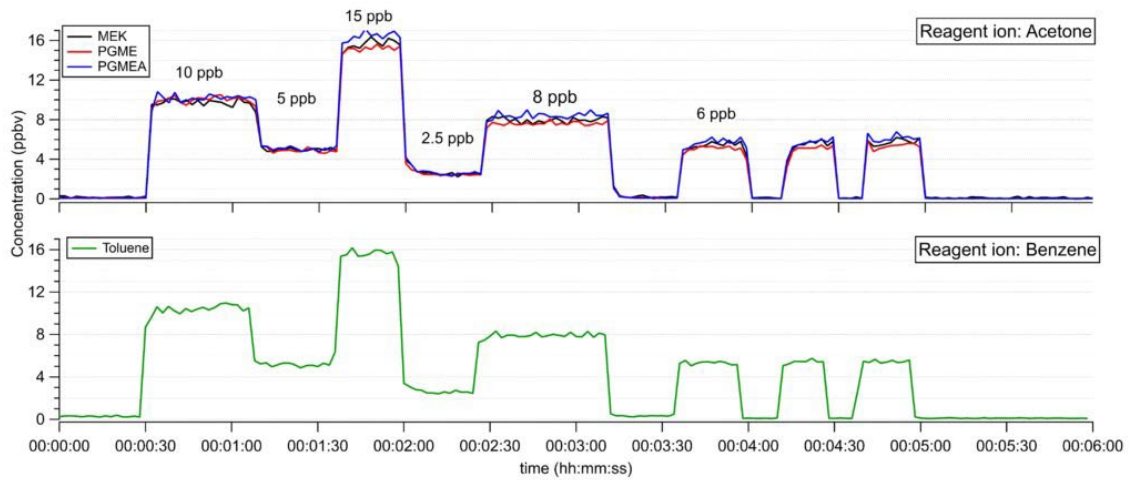


図 1: **Vocus** CI-TOFMS のレスポンスタイムとリカバリータイム。プロット内のラベルはターゲット濃度を示し、Y 軸は選択した化合物の測定濃度を示します。上のプロットは、1 つの化学イオン化で測定した MEK、PGME、PGMEA の濃度を示し、下のプロットは、別の化学イオン化チャンネルで同時に測定したトルエンの濃度。

ソフトイオン化を使用することで、AMC 成分は無視できる程度のフラグメンテーションで測定され、確実なデータ定量とわかりやすいマススペクトルの解釈が可能になります。プロピレングリコールメチルエーテルアセテート (PGMEA、108-65-6)、プロピレングリコールメチルエーテル (PGME、107-98-2)、メチルエチルケトン (MEK、78-93-3) のような化合物は、フラグメンテーションのために、従来の AMC 測定器では識別が困難でした。図 2 は、これらの化合物の逐次測定と除去を示し、モニターのソフトイオン化によるフラグメンテーションフリー検出の有効性を示しています。

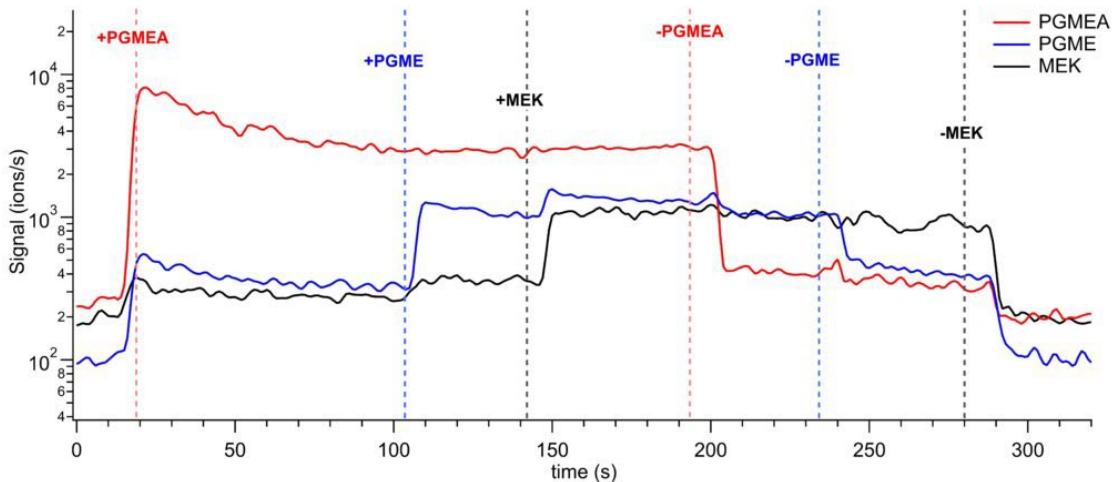


図 2: PGMEA、PGME、MEK の連続測定は、これらの困難な化合物をフラグメンテーションなしで検出することを実証。

Vocus CI-TOFMS は、1 桁、1 兆分の 1 の濃度をリアルタイムで正確に検出するため、従来の技術に比べ、より高い汚染コントロールと検出が可能です。ABC コンフィギュレーションが提供する検出限界 (LOD) を表 1 に、直線性を図 3 と図 4 に示します。

Compound Name	CAS	Molecule	2s LOD (ppbv)	1min LOD (ppbv)
Propylene glycol methyl ether acetate (PGMEA)	108-65-6	C ₆ H ₁₂ O ₃	0.0065	0.0012
Propylene glycol methyl ether (PGME)	107-98-2	C ₄ H ₁₀ O ₂	0.052	0.0094
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	78-93-3	C ₄ H ₈ O	0.421	0.075
Ethyl Acetate (EA)	141-78-6	C ₄ H ₈ O ₂	0.104	0.019
Cyclopentane	287-92-3	C ₅ H ₁₀	0.132	0.023
Acetone	67-64-1	C ₃ H ₆ O	0.002	0.0009
Toluene	108-88-3	C ₇ H ₈	0.012	0.003
Ammonia	7664-41-7	NH ₃	0.408	0.072
Hydrogen fluoride	7664-39-3	HF	0.011	0.0002
Hydrochloric acid	132228-87-6	HCl	0.526	0.095
Nitric acid	7697-37-2	HNO ₃	0.0072	0.0013
Chlorine	7782-50-5	Cl ₂	0.001	0.0002

表 1: 酸(腐食性物質)、塩基、および凝縮物のモニタリング用に設定された Vocus CI-TOFMS による、関連する半導体製造化合物の代表的な LOD。

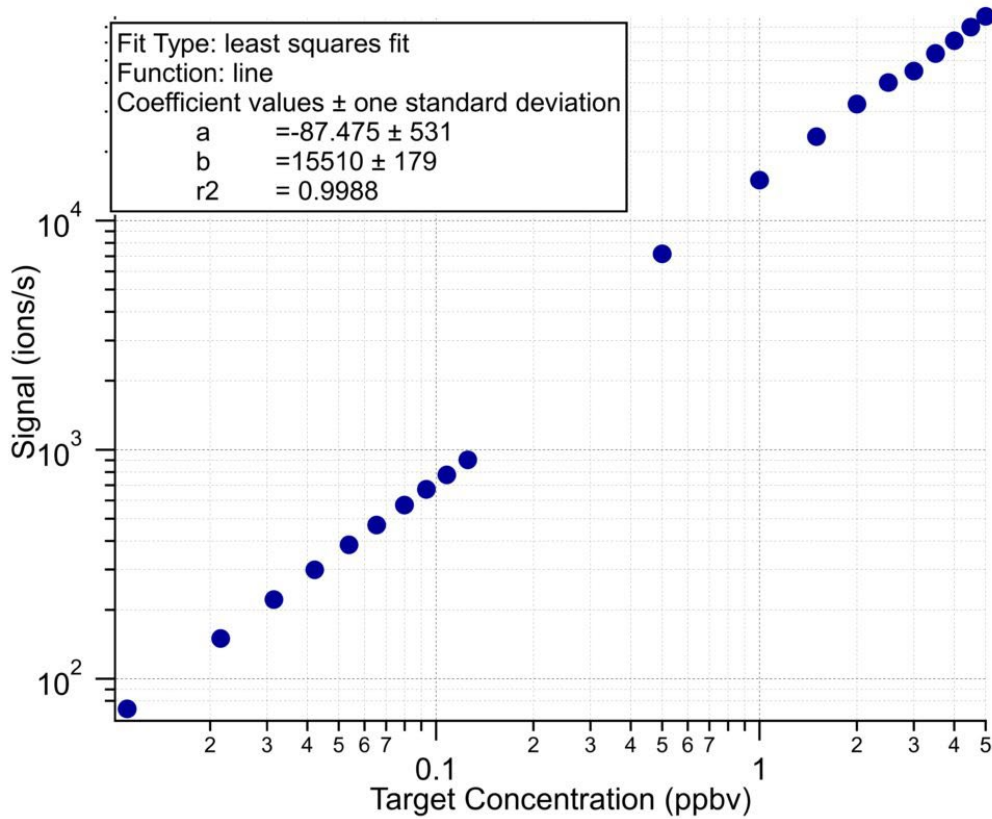


図 3: トルエンの直線性

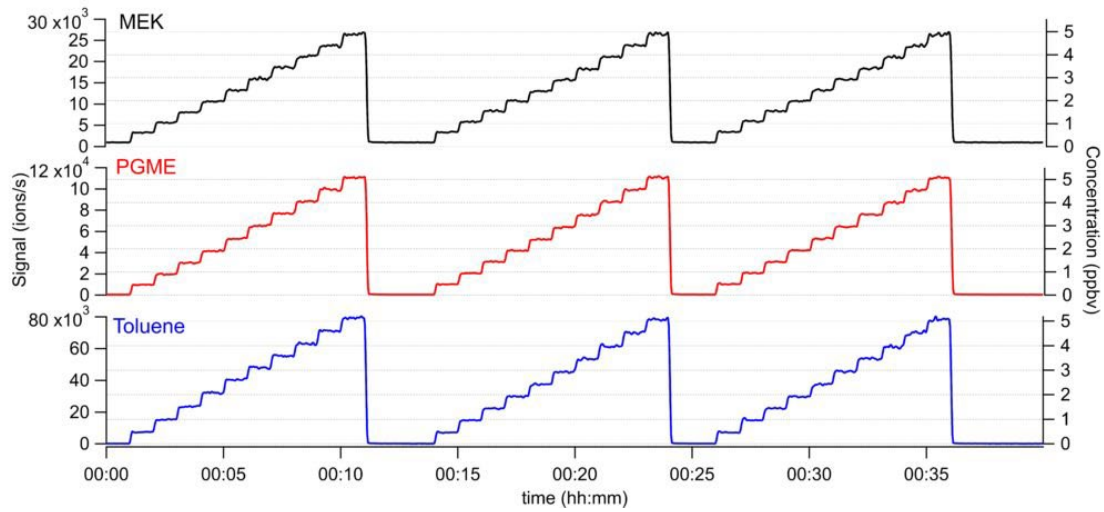


図 4:再現性、精度、時間応答を示すために、MEK、PGME、トルエンの濃度を増加させた 3 つのシーケンス。左軸は測定シグナル、右軸は測定濃度を示します。化合物は、合計 12 化合物のキャリブレーションシリンダーから希釈した後に測定され、全体の VOC 濃度は~1200ppb

Vocus CI-TOFMS は、材料オフガス、クリーンルーム監視、リーク検出、FOUP 品質管理など、さまざまな工場用途で評価されています。図 5 は、トルエンとアンモニアのリークが検出されたクリーンルームイベントを示します。図 6 は、ISO 5 マイクロテクノロジー評価のプロセスオフガス測定を示します。

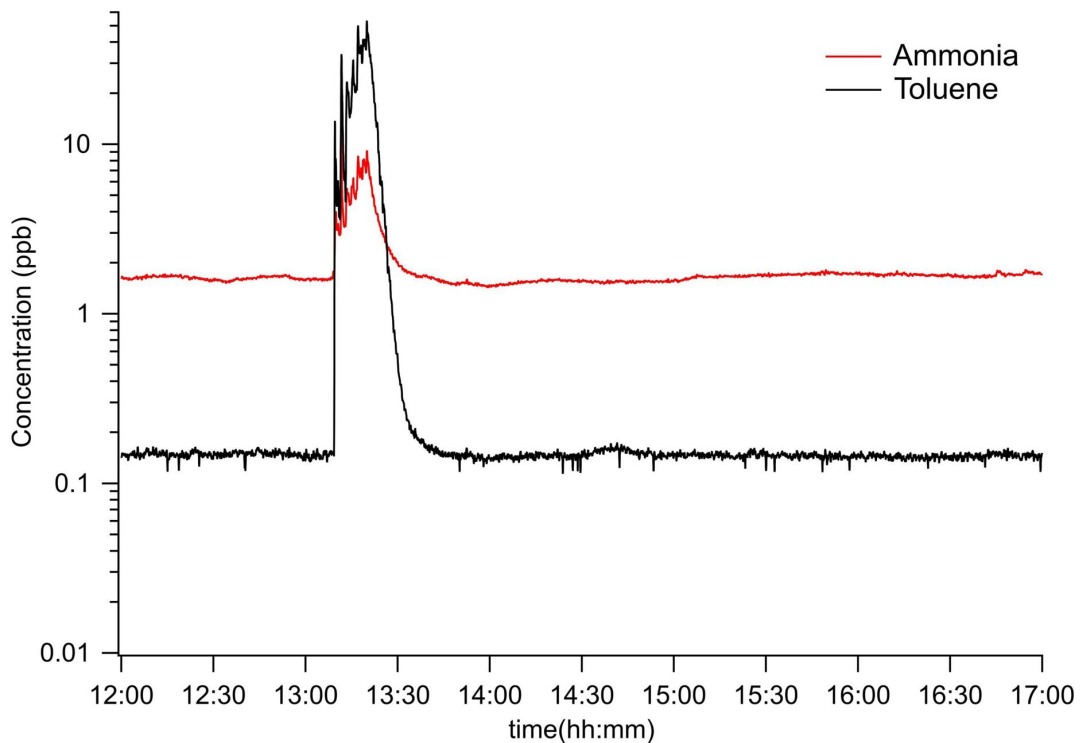


図 2:ISO5 の精密化学クリーンルームでアンモニアとトルエンの漏れを検出。

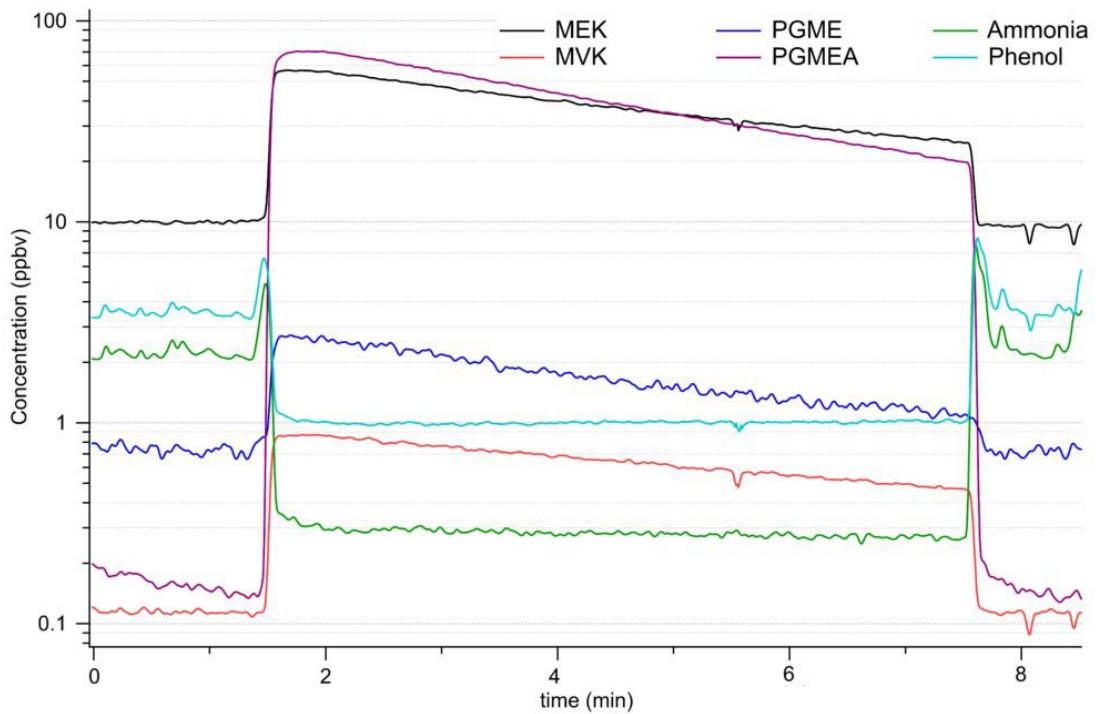


図 6: ISO5 マイクロテクノロジー・クリーンルーム内での材料のオフガスを示します。材料は CDA でパージされ、直接測定されました。各時系列は、包括的な AMC カバレッジのための 3 つの異なるイオン化による同時化合物測定を示します。

結論

Vocus CI-TOFMS は、生産品質と効率に影響を与える分子クラスの同時、高速、高感度検出を提供し、コンタミネーションコントロールとモニタリングの重要な進歩を象徴しています。測定サイクルは 2 秒未満で、優れた時間応答性により、**Vocus** CI-TOFMS は半導体製造プロセスや環境全体で経験する汚染の課題を解決します。

TOFWERK 株式会社
japan@tofwerk.com