

Application Note

Vocus CI-TOFMS によるクリーンルーム汚染モニタリング



はじめに

クリーンルームは、工業生産や研究のために最も清浄な環境条件が要求される施設です。クリーンルームの設計は、高感度材料(マイクロエレクトロニクス)やプロセス(ウェハー製造)の生産速度と歩留まりを最大化することを目的としています[1]。厳しい要件を満たすためには、空気中の分子状汚染物質(AMC)の迅速かつ高感度なモニタリングが不可欠です。

製造工場における高度な清浄度の必要性から、業界標準の採用を余儀なくされています。採用されている ISO 14644-1 規格は、空気体積当たりに許容される粒子の量とサイズにより、ISO 1 から ISO 9 に対応します。

実験セットアップ

Vocus CI-TOFMS は、ISO 6 と ISO 8 を満たす 2 つのクリーンルームに設置されました。各クリーンルームで、2 つの異なるポイントから直接空気サンプルを採取し、図 1 に示すように合計 4 つのサンプリングポイントを作りました。

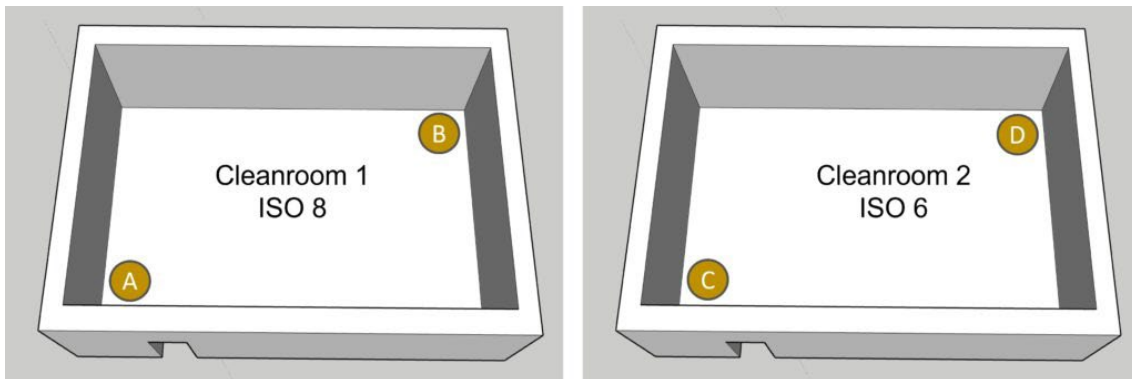


図 1: 2つのクリーンルームにおけるサンプリングポイントの概略図。A地点とB地点はクリーンルーム1(ISO 8)、C地点とD地点はクリーンルーム2(ISO 6)。

結果

モニターの迅速な応答時間により、各サンプリングポイントの空気品質を即座に評価することができ、プロセスの不具合や望ましくない汚染物質の存在を正確に検出することができました。

図 2 は、4つのサンプリングポイントで測定されたアセトン、酢酸、シクロペンタノンの濃度を示しています。アセトンの濃度はどのサンプリングポイントでも一定でしたが、シクロペンタノンの濃度はクリーンルームによって異なることがわかりました。クリーンルーム1ではより高い濃度が観察され、ISO 8 クラスと一致しました。酢酸濃度は部屋間だけでなくサンプリングポイント間でも変化しており、プロセスや換気の違いを示唆しています。

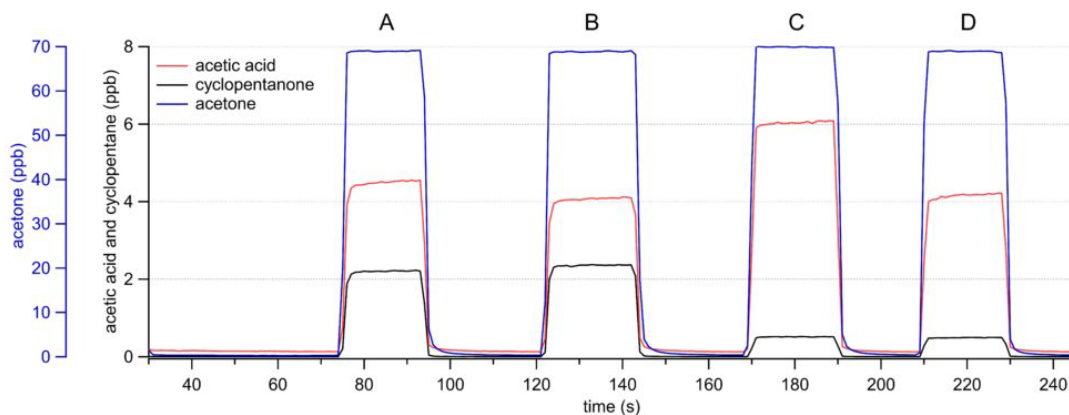


図 2: クリーンルームの各ポイントでのサンプリング。シクロペンタノンの濃度推移は、2つのクリーンルーム間で明確な差が見られ、酢酸(赤)は各クリーンルーム内の場所でわずかな濃度差を確認。アセトン(青)はサンプリングポイントに関係なく一定濃度。

Vocus CI-TOFMS の汎用性と感度は、異なる AMC カテゴリーを同時にモニタリングすることを可能にします。図 3 は、サンプリングポイント B で得られたスペクトルと、検出を例示するいくつかの分子を示しています。

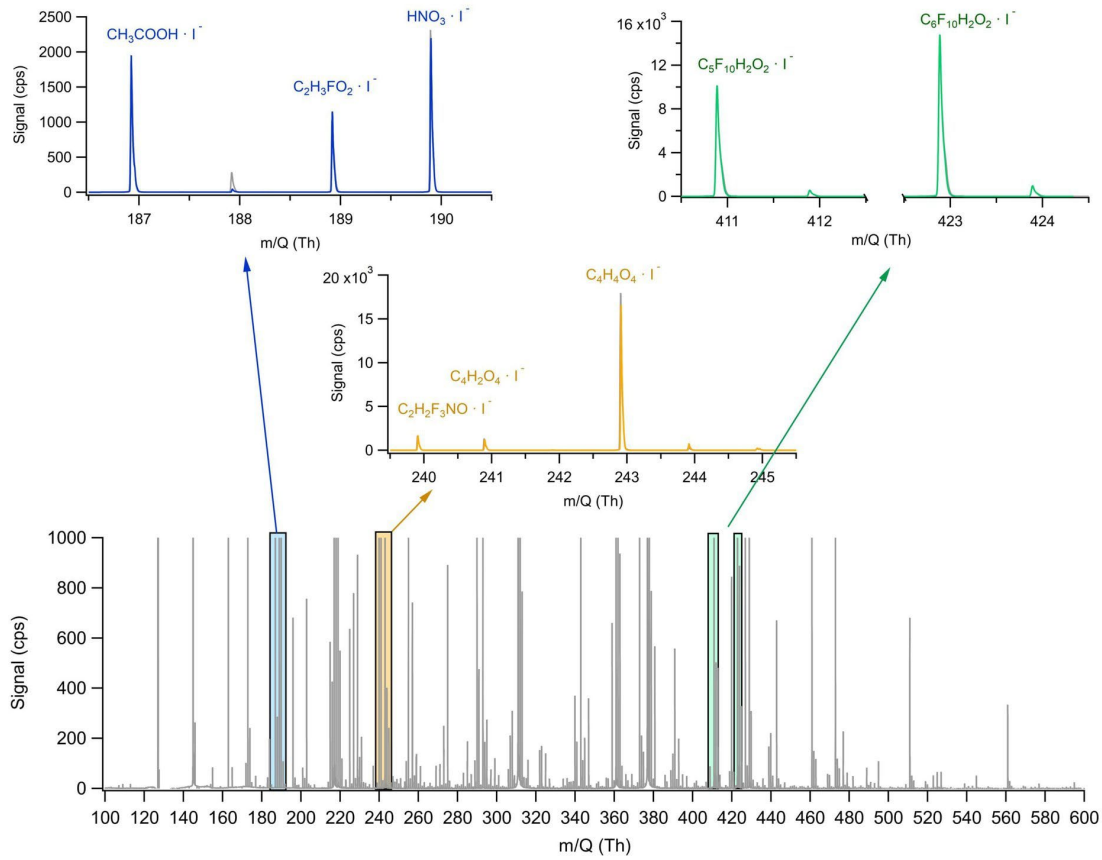


図3: サンプルポイント B からのスペクトル。低質量域(青)、中質量域(オレンジ)、高質量域(緑)で検出された分子の例。暫定的に割り当てられた分子は: 酢酸(CH₃COOH)、フルオロアセトアルデヒド(C₂H₃FO₂)、硝酸(HNO₃)、トリフルオロアセトアミド(C₂H₂F₃NO)、アセチルランダージカルボン酸(C₄H₂O₄)、マレイン酸(C₄H₄O₄)、パーおよびポリフルオロアルキル物質、PFAS(C₅F₁₀H₂O₂ および C₆H₁₀H₂O₂)。

TOFWERK 株式会社
japan@tofwerk.com