

Technical Report

MALDI EasyCare 装置性能の維持を容易にするユーザーメンテナ ンス可能なイオン源

User-accessible source to maintain instrument performance for demanding applications

Matthew Openshaw¹, Jun Liu¹, Simona Salivo¹

Abstract:

MALDI-8000シリーズ用オプションMALDI EasyCareは、ハイスループット分析またはレーザーを多く積算する必要のあるMALDI-TOF-MSアプリケーションで最適な装置性能を維持するために、ユーザーによる定期メンテナンスが容易に行えるよう設計されました。一般的にMALDI-TOF装置は試料に近いイオン光学系が汚染されやすく、これにより感度や分解能など、装置性能が低下する可能性があります。MALDI EasyCareを搭載したMALDI-8000シリーズでは、ユーザー自身で汚れた部品(引き出し電極)に簡単にアクセスして取り外し、洗浄することができるため、フィールドエンジニアが訪問することなく装置性能を回復させることができます。ソフトウェアウィザードにより、ユーザーは自動パラメータ調整を含むすべてのプロセスで迷うことなく作業することができます。ここでは、この簡単なユーザーメンテナンスによって汚染された装置の性能が回復した例を示します。

Keywords: 汚染、イオン源クリーニング、EasyCare、MALDI-TOF、ユーザーメンテナンス

1. はじめに

マトリックス支援レーザー脱離イオン化(MALDI)はペプチド、タンパク質、オリゴヌクレオチド、脂質および炭水化物のような生体試料からイオンを生成することができる高速・高感度のイオン化法です。しばしば飛行時間型(TOF)分析装置と組み合わせられ、MALDI-TOFはその堅牢性と分析の速さにより、生体サンプルのハイスループットスクリーニングなどの用途でますます注目されています。MALDIでは試料をマトリックスと呼ばれる低分子有機化合物と混合し、サンプルプレート上に滴下します。装置内部ではUVレーザーが乾燥した試料およびマトリックスに照射され、マトリックスはレーザーエネルギーを吸収し、分析対象の試料イオンと共にサンプルプレート上から爆発的に気化します。このプロセスにおいて、飛散した物質の一部がサンプルプレート近くに位置する引き出しレンズに当たり、電極が汚染されます(Fig.1参照)。

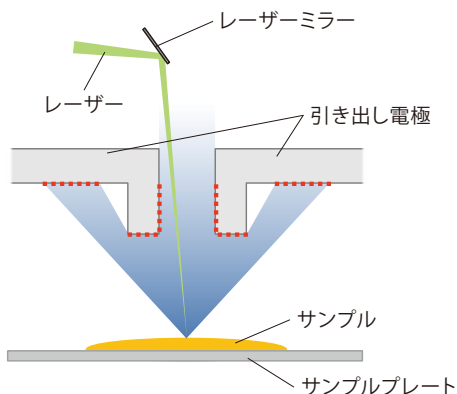


Fig. 1 引き出しレンズ部分を含むMALDIイオン源の概略図。赤い破線は汚染/汚れが発生しやすい領域を示しています。イオン化のプロセスにおいて、レーザー照射によって発生したイオンと中性粒子が引き出し電極に向かって広がり、露出した表面を汚染、装置性能の低下を引き起こします。

島津製作所のMALDI-TOF装置はこのような汚染による影響を軽減するために、引き出し電極の口径が大きく設計されていますが、それでも重度に汚染された場合、装置性能の低下は避けられません。ほとんどの場合、引き出し電極の洗浄により装置性能を回復させることが可能ですが、この作業は専門のフィールドエンジニアの仕事でした。MALDI EasyCareでは、この日常的なメンテナンス作業をユーザー自身で安全に行うことができるようになりました。

2. 長期間の使用によるイオン源汚染と性能低下

Fig.2、Fig.3は、上述したイオン源汚染の様子を示しています。Fig.2(a)は、ハイスループット分析のため、複数のサンプルプレートを自動分析した後のイオン光学系ユニットとそれに含まれる引き出しレンズを示しています。電極中央の開口周辺が黒く汚れていることがよくわかります。Fig.2(b)はクリーニング後の引き出し電極とイオン光学系ユニットを示します。

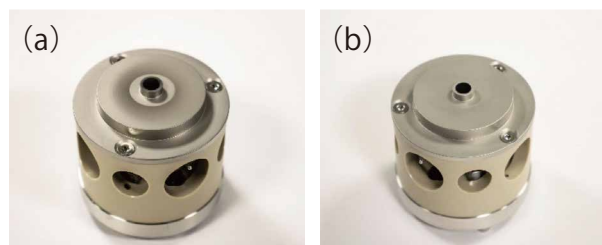


Fig. 2 (a) 汚染された引き出し電極および(b)クリーニング後の引き出し電極の写真。装置内では電極中央の円柱状の突起は試料と面しています(Fig.1参照)。左の汚染された電極の写真においてこの突起周辺の領域が汚れていないのは、レーザー照射点から見て突起の影になっているためです(Fig.1突起両側の白い三角形の部分)。

尿サンプル測定を例として、MALDI EasyCare機能の有効性を示します。尿サンプルは尿素と塩を多く含有するためイオン光学系の汚染による性能の低下が避けられないことから、取り扱いが難しい生物学的マトリックスとして知られています。夾雑物が多い尿中サンプルの測定をシミュレートするため、水で希釈した尿にタンパク質(ウシ血清アルブミン(BSA))をスパイクして連続測定を行い、パフォーマンスの低下をモニタリングしました。尿サンプルはFlexiMass™-DSに滴下する前にシナピン酸(SA)マトリックスと混合しました。尿サンプルの測定開始前に装置の感度性能をチェックしました。Fig.3((a)、赤線)は、測定開始時の希釈尿サンプル中のBSAのマススペクトルを示しています。一方、Fig.3((b)、青線)が示す連続分析後のマススペクトルでは、信号強度およびS/N比が大きく低下しており、装置性能の劣化を示しています。

3. 洗浄と装置性能の回復

ユーザーはソフトウェアウィザードによって、汚染された電極を取り外して洗浄する前に、装置を大気開放し電源を安全に切るようガイドされます。Fig.2(b)に示したイオン光学系ユニットは、シンプルな機構により簡単に再取り付けでき、その後ソフトウェアは装置の真空引きと高電圧コンディショニング、装置パラメータのチューニングを自動で実行し、イオン光学系と検出器を最適化します。Fig.3((c)、緑線)は、イオン源のクリーニングと自動チューニング後の希釈尿サンプル中のBSAのマススペクトルを示しています。感度とS/N比が完全に回復したことがわかります。

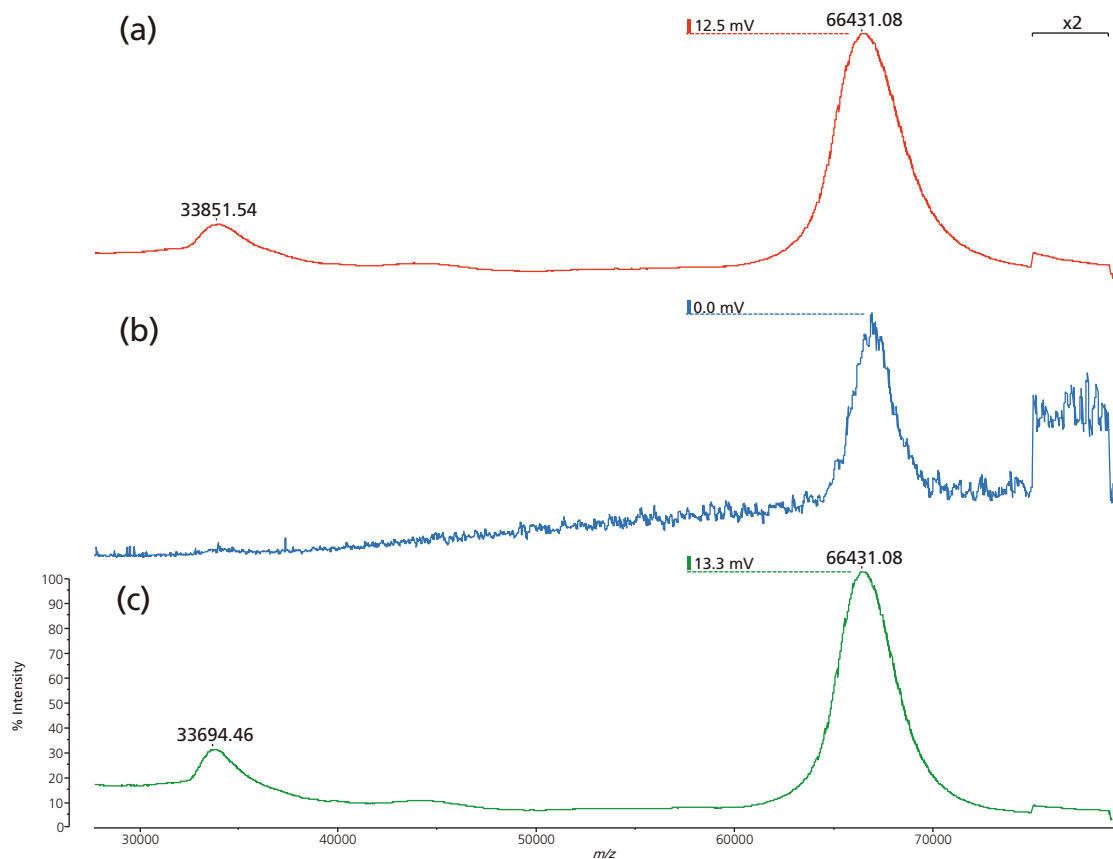


Fig. 3 希釈尿サンプル中のBSAのマススペクトル
(a) 連続分析開始時、(b) 拡大されたノイズ領域 (m/z 75000-80000) においてS/N比が悪化し、性能が低下したと判断された時点、(c) 引き出し電極のクリーニング及び装置の自動チューニング後、感度が完全に回復されたことを示しています。

FlexiMass は、株式会社島津製作所またはその関係会社の日本およびその他の国における商標です。

株式会社 島津製作所
分析計測事業部 <https://www.an.shimadzu.co.jp/>

本資料の掲載情報に関する著作権は当社または原著者に帰属しており、権利者の事前の書面による許可なく、本資料を複製、転用、改ざん、販売等することはできません。掲載情報については十分検討を行っていますが、当社はその正確性や完全性を保証するものではありません。また、本資料の使用により生じたいかなる損害に対しても当社は一切責任を負いません。本資料は発行時の情報に基づいて作成されており、予告なく改訂することがあります。

初版発行：2024年4月
© Shimadzu Corporation, 2024