

トンネルイオン化SNMS装置 (LIMAS) の飛行時間型質量分析計の評価 The evaluation for ion trajectory and transmittance of Laser Ionization MASS nanoScope (LIMAS)

殿谷 梓^{1*}; 馬上 謙一¹; 坂本 尚義¹
TONOTANI, Azusa^{1*}; BAJO, Ken-ichi¹; YURIMOTO, Hisayoshi¹

¹ 北海道大学大学院理学研究院

¹ Department of Natural History Sciences, Graduate School of Science, Hokkaido University

隕石中に残存する星間物質の同位体分析では、対象とする物質の大きさが100nmより小さい。そのため、ナノメートル領域のその場分析において高感度および高質量分解能の能力が分析機器に求められる。我々は、Ga集束イオンビーム、フェムト秒レーザー、多重周回型質量分析計 (MULTUM II) からなるトンネルイオン化スパッタ中性粒子質量分析装置 (LIMAS) を開発した (Ebata et al., 2012)。収束イオンによりスパッタされた試料中の中性粒子はフェムト秒レーザーによりトンネルイオン化されるため全元素に対してイオン化効率が良い。また多重周回型の質量分析装置は原理的に飛行時間を無限大にできるため、高質量分解能を達成することが可能である。

本研究では、イオン光学計算ソフト SIMION を使ったシミュレーションの結果をもとに、MULTUM II とその導入光学系のアインツェルレンズとディフレクターの印加電圧を調整し、LIMAS の質量分析部を評価した。

LIMAS では、サンプルをグラウンド電位に保ち、質量分析部に-4kV を印加することにより正のポストイオン化したイオンを MULTUM II に導入している。導入光学系は3枚の電極からなる引込みレンズ、2段のアインツェルレンズ、2段2方向のディフレクターから成る。MULTUM II への二次イオン導入率は、MULTUM II 内に入る前の二次イオンの飛行条件により決まる。二次イオン引込み光学系の引込みレンズの1枚目と2枚目の電極電圧を大きくすると、イオン軌道の開き角が大きくなり、焦点がサンプル位置側へ移動する。引込みレンズを通過したイオンの開き角と1段目のアインツェルレンズ印加電圧の大きさにより、MULTUM II 内へ導入されるイオン軌道の収束位置が決定する。シミュレーション結果をもとに、これらのパラメータを調整した。また、MULTUM II 内の電位バランスを調整し、トロイダル電場を最適化した。その結果、イオン軌道収束の最良ポイントを導き出し、高いイオン強度および高い質量分解能のマススペクトルを得た。SIMS モードでの質量分解能は半値幅で27000 ($^{24}\text{Mg}^+$, 100周回)、同様にSNMSモードでの質量分解能は40000 ($^{24}\text{Mg}^+$, 100周回) を実現した。周回数と二次イオン透過率の関係については、20cycleでの透過性 (0cycleを100%とした場合と比較) は、SIMSモードで28%、SNMSモードで5%、100cycleでの透過性は、SIMSモードで26%、SNMSモードで2%であった。

キーワード: TOF-MS, SNMS, fs-laser

Keywords: TOF-MS, SNMS, fs-laser