

MeV-SIMS における二次イオン軌道シミュレーション

Simulation of secondary ion trajectory in MeV-SIMS

○瀬木利夫¹, 松尾二郎¹

Graduate School of Engineering, Kyoto Univ.¹,

○Toshio Seki¹ and Jiro Matsuo¹

E-mail: seki@sakura.nucleng.kyoto-u.ac.jp

二次イオン質量分析法(SIMS)は感度の高さや原理上すべての質量を分析可能であるという特徴をもつが、通常の SIMS は keV 領域のエネルギーを持つ一次イオンを用いることから高真空下での測定が必要不可欠であり、高真空下で不安定な揮発性液体試料や水を含んだ状態の生体試料を評価することが困難であった。そのため、MeV 領域のエネルギーを持つ高速重イオンを用いた MeV-SIMS の研究開発を行い、一次イオン入射ノズルや二次イオン引出ノズルにオリフィス径が 100 μm 程度の精密ノズルを使用することにより、試料室に大気圧まで He 導入した状態でも分析室やビームラインの真空度の悪化を抑制し、大気圧下における SIMS 測定が可能な MeV-SIMS 装置を構築した[1]。これにより揮発性有機液体試料や水溶液の SIMS 測定に成功している。

大気圧 MeV-SIMS では入射ノズルや引出ノズルをサンプル表面に 1mm 以下まで近づけ、各ノズル及びサンプルに電圧印加して形成した電界及びノズルを経由して質量分析器側へ引き込まれる He ガスの流れによりサンプル表面で発生した二次イオンを質量分析器側へ引き出している。しかし、大気圧下において二次イオンがどのような軌道を描いて引き出されているのか詳細は不明であった。今回は、SIMION 8.1(Scientific Instrument Services, Inc.製)を用い、ノズルへの He ガスの流れを考慮した二次イオン軌道シミュレーションを行い実験結果との比較を行ったので報告する。入射ノズルはオリフィス径 100 μm のファインノズル、引出ノズルはオリフィス径 140 μm 、長さ 8mm のパイプノズルを想定し、あらかじめ OpenForam Ver. 5.0 を用いた流体シミュレーションにより各ノズルのオリフィス周辺のガス流速を計算した。SIMION では各ノズル及びサンプルを 3次元でモデリングし、入射ノズル、引出ノズル、サンプルの各電位を 340 V, 125 V, 350V に設定して電界を構築し、系全体を He 大気圧下とした上で先に計算した各ノズルのオリフィス周辺のガス流速を近似的に適用した。図 1 に DSPC サンプルの MeV-SIMS 測定において入射ノズルとサンプル間距離 (L_{in}) を変化させたときの DSPC 二次イオン強度の変化と上記 SIMION シミュレーションによって得られた強度変化の比較を示す。実験と計算結果は良い一致を示しており、二次イオンの軌道シミュレーションが実験をよく再現できていることが分かる。

[1] M. Kusakari *et.al.*, J. Vac. Sci. Technol. B 34, 03H111 (2016).

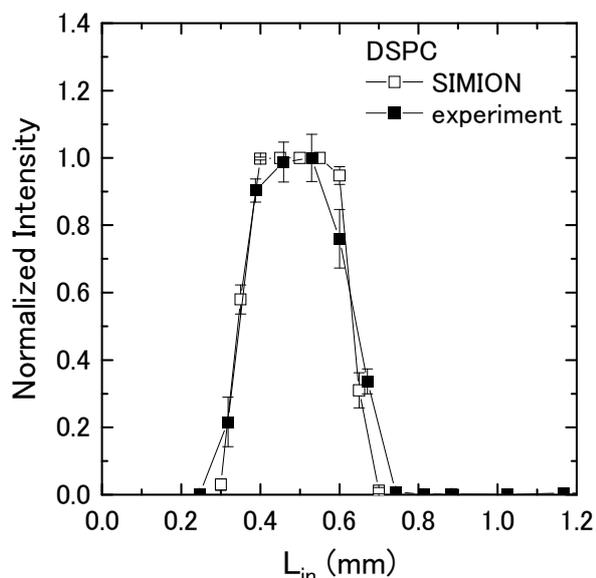


Fig. 1 Changes in DSPC molecular peak intensity with varying distance (L_{in}) between the incident nozzle and the sample surface.