ビスマスクラスターSIMS 法による有機材料分析に関する研究

Organic Compounds Analysis with Bismuth Cluster SIMS Apparatus

藤井 麻樹子[1]、宍戸 理恵[2]、鈴木 茂[2]、松尾 二郎[1]（1. 京大院工、2. 東北大多元研）

Makiko Fujii[1], Rie Shishido[2], Shigeru Suzuki[2], Jiro Matsuo[1] (1. Kyoto Univ., 2. Tohoku Univ.)

E-mail: fujii.makiko.68x@st.kyoto-u.ac.jp

近年、デバイスの複合化が急速に進み、これまで主として無機物により構成されていた半導体デバイス等にも多くの有機材料が用いられるようになってきた。一次イオンビームに単原子イオンを用いる従来の二次イオン質量分析法(Secondary Ion Mass Spectrometry : SIMS)では、一次イオン照射による有機物試料表面の分子結合破壊の影響で、これらの複合デバイスの分析への応用は困難であった。一次イオンビームに、原子あるいは分子の集合体から成るクラスターイオンを用いるクラスターSIMS 法は、多体衝突効果により高効率に二次イオン信号を取得できることから、有機材料を含む新規複合デバイスの評価・解析手法として期待されている。一方で、技術の実用化が先行したために、スパッタリング機構やイオン化の機構等に関する検討が立ち遅れているのが現状である。本研究では、有機材料のモデル試料を用い、クラスターSIMS 法を用いた有機材料分析に関する基礎検討を行うことを目的とする。

東北大学多元物質科学研究所所有の TOF.SIMS5（ION-TOF GmbH, Germany）は、現在最も普及している Bi クラスターイオン源を搭載した SIMS 装置のひとつである。単原子イオンビームである Bi_1^+に加え、数種の Bi_n^{p+}（n≧2, p≧1、ともに自然数）クラスターイオンビームを生成可能であるうち、本研究においては Bi_1^+, Bi_3^+, Bi_3^{2+}を一次イオン種として用いた。また、いずれの測定においても、一次イオンの加速エネルギーは 25 keV とし、質量分析器は正イオン測定モードとした。試料には、有機半導体に広く使われる材料であるα-NPD（*N*,*N*'-Di(1-naphthyl)-*N*,*N*'-diphenylbenzidine, $C_{44}H_{32}N_2$, 588.3 g/mol）と 2-TNATA（4,4',4''-Tris[2-naphthyl(phenyl)amino]triphenylamine, $C_{66}H_{48}N_4$, 896.4 g/mol）を有機材料のモデル試料として用いた。まず、真空蒸着法によりシリコン基板上に作製した均一な膜を用いて、各一次イオンビームを照射した際の二次イオン収率および損傷断面積を計測した。次に、メタルマスク法によりシリコン基板上に作製したメッシュパターン状の有機材料試料を用いて、質量イメージを取得した。これらの結果より、各一次イオン種を用いた有機材料試料に対するイメージング質量分析における、感度と空間分解能に関する検討を行った。図に、Bi_3^{2+}ビームを用いて取得した有機機能材料の質量イメージを示す。2-TNATA の質量イメージより算出した空間分解能は約 700 nm であった。本発表では一次イオン種の違いによる、二次イオン収率、損傷断面積および空間分解能の差異について議論する。

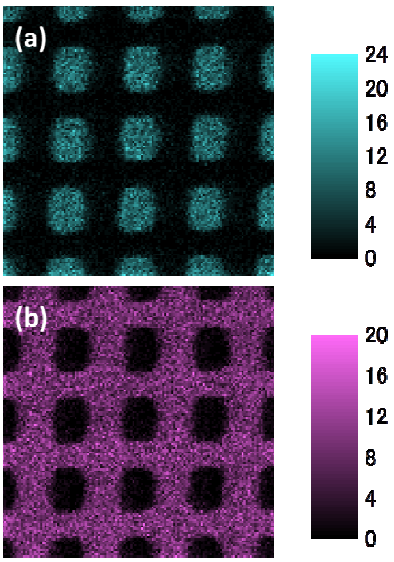

Fig. Mass images of (a) α-NPD and (b) 2-TNATA, obtained by Bi_3^{2+} irradiation. FOV was 50 μm.

謝辞

本研究は、物質・デバイス領域共同研究拠点における共同研究(2014126)により行われました。また、本研究の一部は、日本学術振興会特別研究員奨励費(25・2001)により補助されていることを、ここに記し謝します。

© 2015年 応用物理学会