走査型ヘリウムイオン顕微鏡および SEM 観察による有機膜の構造変化

Structural changes of an organic film during observation by helium ion and secondary

electron microscopes imaging

産総研 ^O小川真一、飯島智彦 AIST, [°]Shinichi Ogawa, Tomohiko Iijima E-mail: ogawa.shinichi@aist.go.jp

近年走査型ヘリウムイオン顕微鏡(HIM)はナノエレクトロニクス、ナノテクノロジー、バイオなどの分野で観察、加工、材料制御などの観点で応用が広まっている¹⁾⁻⁴⁾。一方、0.3nm 程度に 収束されたヘリウムイオンビームと材料表面との相互作用は二次電子放出を含め不明な点も多い。

本報告では Si 基板上に形成したアルキル系有機樹脂膜(100nm 厚)にヘリウムイオンビーム、 電子ビームを表面形状観察条件で照射した場合の構造変化を調べた結果を報告する。

Si 基板上に 100nm 厚のアルキル有機樹脂を成膜し、30kV、10¹⁵/cm²台のヘリウムイオン、0.7kV、 1×10¹⁷前後/cm²の電子を照射し、表面領域の構造変化を AFM、TOF-SIMS で、内部の構造変化を IR、Raman 分光法で調べた。

表面領域の構造変化として、膜減りは HIM は 15~30nm であり、SEM (35nm) よりも少なく、 また有機樹脂の結合鎖(CNO⁺)は HIM では減少は見られないが、SEM では大きく減少した(Fig.1)。 一方、IR からは HIM では SEM に比べ、OH 基、CH 基の破壊が見られ(Fig. 2)、それを起因とす るアモルファスカーボンの存在を示すピークも Raman 分光法で観察された。

以上の結果からヘリウムイオンビーム 30kV では最大ドーズ量深さは試料表面から約 230nm、 電子ビーム 0.7kV では約 40nm であるため、HIM では試料内部深い領域に、SEM では試料表面近 傍に上記構造変化(ダメージ)が発生すると考えられる。最適化した条件で基板に形成した溝内 にアルキル系樹脂を埋め込んだ断面を HIM、SEM で表面観察した。表面領域でのダメージの少な い HIM の方がより現実に近い像(観察によるボイド発生などはない)が得られていると考える。

実験にご協力、ご議論頂いた日産化学工業(株)大橋智也様、大山茂輝様、岸岡高広様に、産総研 HIM の利用あたり AIST SCR 運営室に感謝致する。

考文献: 1) S. Ogawa et. al, Jpn. J. Appl. Phys. 49, 04DB12 (2010), 2) K. Kohama et. al, J. Vac. Sci. Technol. B, 31 031802 (2013), 3) S. Nakaharai et. al, ACS Nano, 7, 5694 (2013), 4) Y. Naito et. al, Appl. Phys. Lett. 106, 033103 (2015)



Fig.1 TOF-SIMS spectra before and after helium Fig.2 FTIR spectra before and after helium ion (upper) ion (upper) and electron (lower) beams irradiations. and electron (lower) beams irradiation.