

※課題番号 : F-12-OS-0026
※支援課題名 (日本語) : 量子ビームを用いたグリーンポリマーのナノ/マイクロ加工
※Program Title (in English) : Nano-/micro-fabrication of green polymers using quantum beams
※利用者名 (日本語) : 長澤尚胤
※Username (in English) : Naotsugu Nagasawa
※所属名 (日本語) : 日本原子力研究開発機構 量子ビーム応用研究部門
※Affiliation (in English) : QuBS, Japan Atomic Energy Agency

※概要 (Summary) :

量子ビームを用いた環境低負荷型高分子材料(グリーンポリマー)の微細加工方法を検討するため、中でも特に生分解性高分子であるポリ乳酸について集束イオンビーム(FIB)を用いたダイレクトエッチング加工を試みた。ポリ乳酸は耐熱性が低いため、照射熱による加工形状の崩れや荒れが見られた。そのため、熱の影響を抑制するためにFIBの電流値・照射量、試料の厚みなどを最適化した結果、マイクロ加工に成功したので報告する。

※実験 (Experimental) :

ポリ-L-乳酸(PLLA; エコプラスチック U'z S-12、トヨタ自動車)のフィルム(280 μm)及び、PLLAをクロロホルムに溶解させて(溶液濃度: 1~3%)シリコンウェハ上にスピコートした厚さ1 μm以下の薄膜に対し、FIBを用いた加工実験を行った。

FIB装置は、大阪大学産業科学研究所ナノテクノロジー設備供用拠点微細加工プラットフォーム設置のSMI2050(SII-NT, イオン源: Ga⁺、加速電圧: 30 kV)を用いた。1 pA (φ5 nm) / 9 pA (φ13 nm) / 48 pA (φ23 nm) / 188 pA (φ35 nm) / 1.3 nA (φ100 nm)の5種類のビームを用い、線量(ions/cm²)を変えて加工を行った。

加工形状は原子間力顕微鏡(AFM; SPA300, Hitachi High-Tech Science)を用いて評価した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

一般的にグリーンポリマーの耐熱性は低く、照射熱による変形が大きいため、FIBダイレクトエッチングによるフィルム試料の精密加工は困難であることがこれまでの研究で分かっている[1]。PLLAについても、フィルム試料の加工は表面の荒れやデブリのため、任意の微細加工はできなかった。

そのため、熱の影響を抑制するために1 μm以下のスピコート薄膜に対し加工を行った。加工精度はフ

ィルム試料に比べ大幅に向上した。FIBの電流値、照射量、試料の厚みなどを最適化することによって、耐熱性の低いポリ乳酸に対し任意のマイクロ加工が可能であることが分かった。本研究の成果は近く論文発表する。

※その他・特記事項 (Others) :

・今後の予定

今後はFIBだけでなく、電子線リソグラフィー(EBL)など各種量子ビームを用いて加工精度の向上やナノ加工法の検討を行い、将来的には医薬研究におけるバイオチップ(lab-on-a-chip)や体内埋め込み型のマイクロマシン(ホワイトデバイス)などへの応用へつなげることを目的に研究を進める予定である。

・参考文献

[1] S. Okubo et al., *J. Photopolym. Sci. Technol.* **23**, 393 (2010)

共同研究者等 (Coauthor) :

大山智子、田口光正(日本原子力研究開発機構)
大島明博(大阪大学産業科学研究所)