

課題番号 : F-13-OS-0023
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 天然高分子材料の微細加工体の創製
 Program Title (English) : Micro/nanofabrication of naturally-derived polymeric materials
 利用者名 (日本語) : 大山智子¹⁾, 大島明博²⁾, 長澤尚胤¹⁾, 田口光正¹⁾
 Username (English) : T. G. Oyama¹⁾, A. Oshima²⁾, N. Nagasawa¹⁾, M. Taguchi¹⁾
 所属名 (日本語) : 1) 日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門, 2) 早稲田大学理工学研究所
 Affiliation (English) : 1) QuBS, Japan Atomic Energy Agency, 2) RISE, Waseda University

1. 概要 (Summary)

植物由来プラスチックのポリ乳酸は生体適合性と生分解性を併せ持つ代表的な医用材料であり、医療・バイオデバイスへの応用が期待されている。本研究では集束イオンビーム(FIB)を用いた新たな微細加工技術により、マイクロ・ナノ加工と局所的な機能化に成功したので報告する。

2. 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) をクロロホルムに溶解させてシリコンウェハ上にスピコートした厚さ 1 μm 以下の薄膜試料に対し、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 (日立ハイテック、30 keV Ga⁺) を用いた。線量や線量率、ビームサイズ等の照射条件や、試料の厚みなどを変えて加工を行い、加工精度を FIB-SEM や原子間力顕微鏡 (AFM; SPA300, 日立ハイテック) を用いて評価した。さらに照射による PLLA の化学状態の変化をマイクロエリア X 線光電子分光 (XPS; PHI 5000 VersaProbe WS, ULVAC-PHI) を用いて分析した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

照射条件や試料の作製条件を変えて加工精度を評価した結果、高線量・高線量率・厚い試料などの条件下では、加工部のエッジが崩れたりデブリが発生したりと加工精度が落ちることがわかった。PLLA はガラス転移温度を 60°C 付近に持ち、その温度以上で形状保持性が急激に失われることが分かっている。そのため、熱のかかりやすい系や熱のこもりやすい系では熱変形によって加工精度が悪化したと考えられる。照射条件と試料作製条件の最適化によって、Fig. 1 に示す

ような任意の超微細構造を加工することに成功した。

さらに、試料表面に C=C の多い化学状態を作り出すことに成功した。このことは、物理スパッタと放射線分解反応による分解物の脱離によって酸素と水素が減少し、試料表面が局所的にダイヤモンド・ライク・カーボン (DLC) 様の表面状態に変化したことを示している。DLC 様の表面は C=C の割合によって細胞接着性の強弱が変わることが報告されており [1]、本研究で得られた微細加工体は、局所的に細胞接着性を制御できるデバイスとしての応用が期待される。

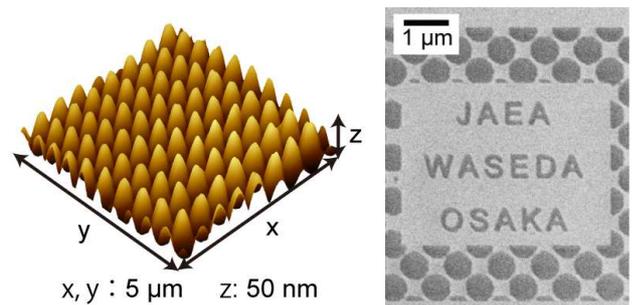


Fig.1 Micro/nanostructures fabricated on PLLA.

4. その他・特記事項 (Others)

[1] Tanaka, et al., *Surf. Coat. Tech.* 218, 162 (2013)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) T. G. Oyama, T. Hinata, N. Nagasawa, A. Oshima, M. Washio, S. Tagawa, and M. Taguchi, *Appl. Phys. Lett.* 103, (2013)163105.

(2) 大山智子, 日名田暢, 長澤尚胤, 大島明博, 鷺尾方一, 田川精一, 田口光正、第 56 回放射線化学討論会 (平成 25 年 9 月 27 日)

6. 関連特許 (Patent)

なし。