

超微細加工領域における支援成果

集束イオンビームを用いたポリ-L-乳酸の微細加工

早稲田大学 理工学術院先進理工学研究科^a, 日本原子力研究開発機構^b

大久保 聡^a、大山智子^a、長澤尚胤^b、田口光正^b、鷲尾方一^a

【研究目的】

ポリL乳酸(PLLA)に代表される生分解性高分子は、環境低負荷型材料として大変注目されている。近年、放射線架橋法によりPLLAの耐熱性が大幅に改善され、ディスプレイ、熱収縮材や電子筐体の試作化に成功しており、さらなる応用分野の拡大が見込まれている。本研究では、新たな応用分野開拓を目的として、マイクロ/ナノデバイスに利用可能な生分解性高分子の微細加工体の作製法を検討した。その結果、【①】集束イオンビーム照射によるダイレクト法(FIBL)及び、【②】電子線ナノインプリント法(EB-NIL)による架橋PLLAの微細加工を検討した。

【成 果】

【①】集束イオンビーム(FIB)照射による微細加工

PLLAと架橋助剤であるトリアリルイソシアヌレート(TAIC)をクロロホルムに溶解して得たPLLA/TAIC溶液をSiウェハ上にスピコート(3000rpm、30s)した後、電子加速器を用いて、100kGy照射し、架橋処理を行った。その試料に対して阪大設置のFIB装置を用いて、30keVで加速したGa⁺を1E+17ions/cm²照射した。Fig.1にFIBLで作製した架橋PLLAからなるマイクロギアを示す。分解物の再付着がなく、エッジ部分も非常にシャープな加工体が得られることがわかった。しかしながら、FIBL法では、使用環境の整備や加工時間の問題から、より簡便なプロセスによる微細構造体作製技術の確立が望まれた。

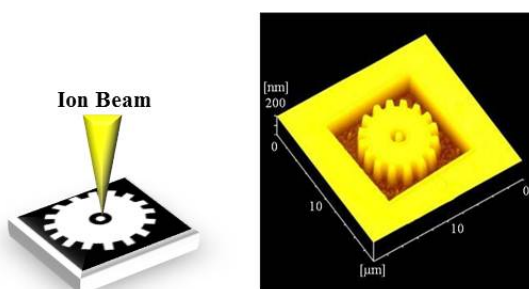


Fig.1 AFM image of micro-gear structure fabricated by FIBL

【②】電子線ナノインプリントによる微細加工

PLLA/TAIC溶液を阪大産研のEBL(75keV,30keV)及び反応性イオンエッチング装置を用いて作製したSiモールド上に塗布し、乾燥後、加圧成形(70°C, 2MPa)によりモールド内部に充填させた。その試料に対して前記電子加速器を用いて、EB-NIL法によって、架橋処理(100kGy)を行った。Fig.2にEB-NIL法で作製したPLLA微細構造体のAFM像を示す。熱ナノインプリント(a)およびEB-NIL(b)試料ともに微細構造体の転写に成功した。

加熱処理後(70°C, 24時間)では、未照射試料は、形状を保てずほとんど原形をとどめていないことが、100kGy照射した試料では、加熱後も形状変化がほとんど見られず、PLLAの軟化点以上でも高い耐熱性を有していることがわかった。これは、PLLAの架橋による効果であり、FIBLに替わる簡便な電子ビームナノインプリントプロセスでナノスケールの微細構造体が作製できることを明らかにした。

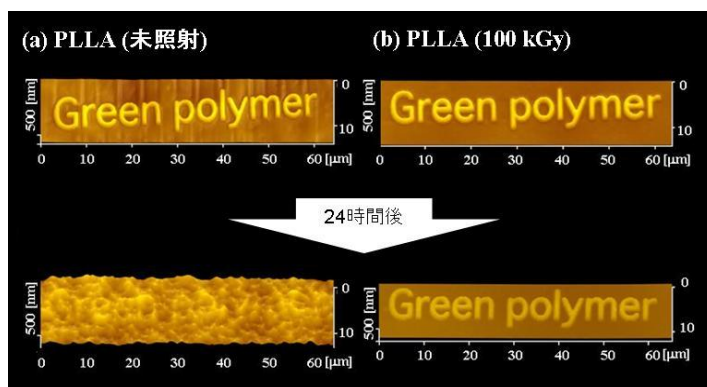


Fig.2 AFM images of imprinted structures: (a) PLLA, (b) cross-linked PLLA (100kGy).