

量子ビームが可能にする高分子ナノ構造体の創製

早稲田大学理工学術院 教授 鷲尾方一

はじめに

高分子材料はその軽量性、耐化学薬品性、低誘電率、絶縁性、生体分子適合性等多くの特性を備えている。我々はこのような特性を持つ種々の高分子材料に対し、イオンビームや電子線、X線、レーザー等のいわゆる量子ビームを利用し、3次元微細構造体の創製技術を開発するとともに、その応用開発を行い、新しい機能性材料の実用化を目指している。現在では、高分子材料のマイクロナノ加工、は固体高分子型燃料電池やMEMS、生体適合材料、先端の半導体材料創製に必須の技術となりつつある。本稿では、精度のよい微細構造体を効率よく作成する実用技術の創成にチャレンジしてきた以下の成果について講演する。

- フッ素系高分子及び生分解性高分子の各種ビームによる微細加工技術の確立
- ナノインプリント技術の高度化研究 (Traf-process)
- 高感度レジストの反応解析
- 量子ビーム誘起グラフト重合による高分子の高機能化—PEFCの実用化研究—
- 量子ビームによるポジネガ反転を利用した、超微細構造体創製

本稿では、この中から電子線を用いたナノインプリント技術について簡単に紹介する。ナノインプリントは現在、半導体製造に必須なナノメートルオーダーの微細構造を直接プリントして製造可能である。しかしそのような応用だけでなく、この技術は多方面に応用が可能である。我々は、生体高分子のインプリントパターン形成を通じ例えば細胞培養用のテンプレートの作成や、新たなインプリント用の型(モールドという)を創製する技術を開発してきた。下にシリコンウェハに微細構造を作成し、それに対して生体適合性材料でかつ生分解性を持つ PLLA (ポリ乳酸) のインプリントパターンを形成した結果を示す。PLLA は生分解性を持つものの、耐熱性に問題があり、医療等への応用では悩ましい問題を抱えているが、我々が QST 高崎のグループ (田口グループ) と共同で研究を進め、TAIC による架橋を通じ高い耐熱性と成形性を確保している。この材料を用いて、以下のようなプロセスで転写を実現し耐熱性の高いインプリントパターンの形成に成功するなど、多くの成果が得られ続けている。

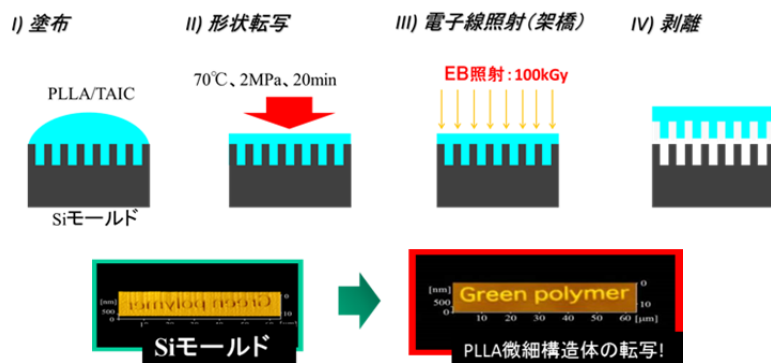


図 PLLA-TAIC 系における EB インプリントスキームと転写結果