

※課題番号 : F-12-OS-0018
※支援課題名 (日本語) : 架橋フッ素樹脂微小部材を用いた UV ナノインプリントに関する研究
※Program Title (in English) : Study on UV-nanoimprint lithography using crosslinked PTFE polymeric molds
※利用者名 (日本語) : 小林 亜暢
※Username (in English) : Kobayashi Akinobu
※所属名 (日本語) : 早稲田大学
※Affiliation (in English) : Waseda University

※概要 (Summary) :

ポリテトラフルオロエチレン (PTFE) は耐熱性・耐薬品性・低粘着性等に優れ、先端医療や半導体産業等の幅広い分野で利用されている。PTFE を特殊な環境下で放射線照射を行うと架橋反応し、光透過性や耐放射線性等の特性が向上することが知られている¹⁾。我々は今までにこの架橋 PTFE 微細加工法の研究を行い高精度の架橋 PTFE (RX-PTFE) 加工体作製に成功した²⁾。本研究では架橋 PTFE の特性である低粘着性と光透過性に着目し、RX-PTFE 微細加工体をナノインプリント法 (NIL) という微細加工体を量産する技術の³⁾、UV 用モールドとして使用できないか検討した。

※実験 (Experimental) :

Si ウェハ上にレジストを塗布し電子ビーム描画装置 (JSM6500F: 日本電子) を用いて電子線リソグラフィ法及び RIE (RIE-10NOU: サムコ) によりパターンニングを行い、Si モールドを作製した。モールド上に PTFE 分散液 (FLUON[®] XAD912, 旭硝子フロロポリマーズ, $\phi 0.25 \mu\text{m}$, 55 wt%) をスピコートし、電子線照射 (Curetron[®], NHV, 窒素雰囲気, $335 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 200 kV, 1 mA) において架橋処理を行った³⁾。その後、Si モールドから RX-PTFE を剥離して転写体を得た。この RX-PTFE 転写体をモールドとして、TMPTA に光開始剤として IRGACURE907 (BASF Japan 製) を加えたものを塗布し、照射は空気中・中心波長 365 nm・照射量 1095 mJ/cm^2 ・ $60 \text{ }^\circ\text{C}$ で行った。FE-SEM (S-4500S, 日立) を用いて各試料の微細形状を評価した。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

Si モールド、架橋 PTFE モールド、TMPTA 転写体の FE-SEM 像をそれぞれ Fig.1 に示す。図からわかるように、数百 nm スケールの加工に成功していることがわかる。Si モールドで 430 nm、架橋 PTFE モールド 410 nm、TMPTA で 410 nm、であった。PTFE の架橋の際に収縮が起きていることがわかる。他のパターンでは TMPTA も UV 硬化の際に収縮がみられた。

この結果、架橋 PTFE モールドは、フィルム状のためフレキシブルであり、更に架橋 PTFE が低粘着性でしかも光透過性があるため UV-NIL のモールドとして離型剤処理なしで転写できることがわかった。

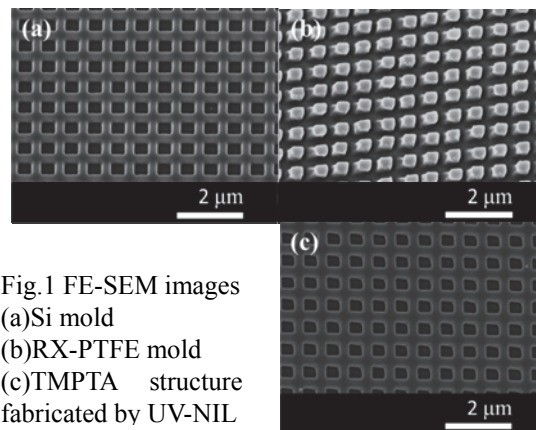


Fig.1 FE-SEM images
(a) Si mold
(b) RX-PTFE mold
(c) TMPTA structure fabricated by UV-NIL

※その他・特記事項 (Others) :

参考文献

- 1) A. Oshima, Y. Tabata, H. Kudoh, and T. Seguchi, Radiat. Phys. and Chem. 45 (1995) 2, 269
- 2) A. Kobayashi, A. Oshima, S. Okubo, H. Tsubokura, T. T. akahashi, T. G. Oyama. S. Tagawa and M. Washio, Nucl. Instr. and Meth. B, 295 (2013), 76-80
- 3) Chou, S. Y., Krauss, P. R., Renstrom, P. J., J. Vac. Sci. Technol. .B14, pp.4129-4133 (1996)

共同研究者等 (Coauthor) :

日名田暢、中村紘貴、佐々木隆、鷺尾方一 (早稲田大学)、大島明博 (大阪大学産業科学研究所)

論文・学会発表 (Publication/Presentation) :

- 1) The 29th International Conference of Photopolymer Science and Technology, Micro-Fabrication of Crosslinked Poly(tetrafluoroethylene) Using EB Nanoimprint Lithography, A. Kobayashi, A. Oshima, S. Tagawa and M. Washio, 2012年6月28日
- 2) 第49回アイソトープ・放射線研究発表会, 透明フッ素樹脂モールド作製と光硬化材料への転写, “小林亜暢, 大山 (五輪) 智子, 大島明博, 田川精一, 鷺尾方一”, 2012年7月9日