

大分類：7 ビーム応用 中分類：7.3 微細パターン・微細構造形成技術

キーワード：070304 熱ナノインプリント

ポリマーに転写した原子レベルナノパターンの光・熱による形状制御

Morphology control of atomic- and nano-scale periodic patterns transcribed on polymer sheet by thermal annealing and excimer light irradiation

東工大物質理工¹, 神奈川県産技総研²

○(B)金子 奈帆¹, 大賀 友瑛¹, 大島 淳史¹, 金子 智^{2,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

Tokyo Tech. Materials¹, KISTEC²

°Naho Kaneko¹, T. Oga¹, A. Oshima¹, S. Kaneko^{2,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: kaneko.n.ai@m.titech.ac.jp

【はじめに】ポリマー材料がもつ大面積、軽量、フレキシビリティなどの特徴は、エレクトロニクスにおいて単結晶など従来の薄膜堆積基板にはないデバイス応用をもたらす。たとえば、透明ポリマーフィルムを基板としてワイドギャップ半導体や強誘電体など機能性セラミックスを組み合わせたフレキシブルデバイスはオプトエレクトロニクスをはじめ多様な応用が期待できる。このようなポリマー基板上の機能性セラミックス薄膜の特性制御には結晶核形成や成長方位が重要であり、基板モルフォロジーや表面化学の影響に関する知見が必要となる。我々はこれまでにサファイアをモールドとした熱ナノインプリント法により、ポリマー表面に高さ約 0.3 nm のサブナノスケールの原子ステップパターン転写や、これを超平坦基板とした酸化物薄膜の成長制御を報告してきた^[1-3]。一方で、薄膜の面内秩序構造を形成するためには、面内でのより微細かつ高密度な周期的パターンニングが重要となるが、研究例は未だ少ない。したがって、本研究ではポリマー上での面内周期パターンの微細化を目的として、ポリマーシート上への原子・ナノレベルパターンの転写と熱・光によるパターン形状制御について検討した。

【実験と結果】本研究では、原子・ナノレベルパターンの作製を①ポリマーシート上へのナノパターンの転写と、②パターンを転写したポリマーの熱処理・光照射による形状制御という 2 段階プロセスにより行った。ここでは例として熱収縮ポリスチレン(PS)フィルムを用いた熱処理によるパターンの収縮について示す。Si ホールモールドをマスターとして作製したポリイミド(Pi)レプリカピラーモールド(直径~260 nm、ピッチ~470 nm、高さ~50 nm)を用いて、PS フィルム上に熱ナノインプリント(真空中、2 MPa、100°C、5 分)を行い、ホールパターンを転写形成した。続いてパターン転写 PS を電気炉中で熱処理(大気中、100°C、1 時間)をし、周期パターンの微細化を行った。Fig 1(a)にパターン転写後のホールパターン PS フィルム、(b)にその断面プロファイルを示す。ピラーモールドを用いたナノインプリント後では直径~260 nm、ピッチ~500 nm、深さ~40 nm のホールパターンが得られた。また、Fig 2(a)に収縮後のパターン、(b)にその断面プロファイルを示す。熱処理後では直径~90 nm、ピッチ~230 nm、深さ~10 nm のホールパターンが観察され、熱収縮ポリマー上への周期的ナノパターン転写と熱処理により周期約 55%の面内の微細化が得られた。原子ステップパターンなどサブナノスケールの周期パターンの転写や、他の熱収縮ポリマーへのパターンの転写、及びエキシマ光を用いた形状制御についても報告する。

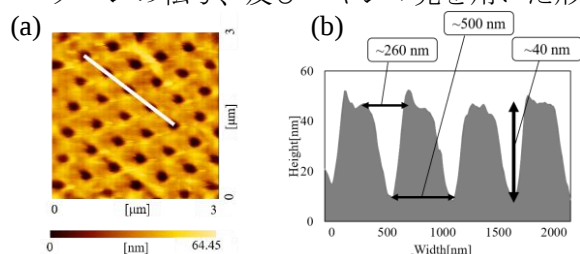


Fig 1(a) AFM image ($3 \times 3 \mu\text{m}^2$) of hole structure PS sheet by thermal nanoimprint (b) cross-sectional profile along the white line.

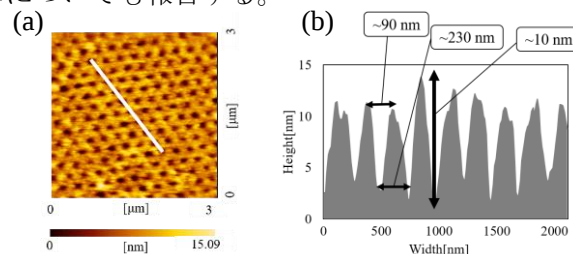


Fig 2(a) AFM image ($3 \times 3 \mu\text{m}^2$) of hole structure PS sheet by post annealing (b) cross-sectional profile along the white line.

[1] M. Yoshimoto, et al., Appl. Phys. Lett., **67** (1995) 2615.

[2] G. Tan, et al., Appl. Phys. Express., **7** (2014) 055202. [3] G. Tan, et al., Nanotech., **27** (2016) 295603.