

マイカモールドを用いた熱ナノインプリント法によるポリマー表面上ナノパターン形成 Nanopatterning on polymer surface by thermal nanoimprint using a mica mold

○木下 太郎¹, 嶋田 航大¹, 金子 智^{2,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

(¹東工大物質理工, ²神奈川県産技セ)

○T. Kinoshita¹, K. Shimada¹, S. Kaneko^{2,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

(¹Tokyo Inst. of Tech, ²Kanagawa Ind. Tech. Cent.)

E-mail: kinoshita.t.ai@m.titech.ac.jp

【はじめに】ガラスやポリマーなど秩序構造を持たない非晶材料表面において、シングルナノ・サブナノサイズの周期的パターン形成によって、表面化学状態の変化や表面機能の発現が期待される^[1]。我々はこれまでに、高さ 0.3 nm の原子ステップを持つサファイアモールドを用いて^[2]、熱ナノインプリント法により酸化ガラスやアクリル樹脂表面へ原子スケール形状の転写を行ってきた^[3-6]。一方で、二次元的にサブ nm レベルの周期構造を持つモールドを用いた転写に関する報告は少なく、この実現により新規な薄膜堆積基板応用などエレクトロニクスやバイオケミストリーに貢献することができる^[7]。本研究では、アクリル樹脂表面にシングルナノレベルの二次元周期的パターンの転写を目的として、原子レベルの二次元秩序構造を有するマイカモールドを用い保持時間が表面平坦性に与える影響および転写の機構について検討した。

【実験・結果】ポリメチルメタクリレート樹脂 (PMMA; $T_g = 105^\circ\text{C}$) への原子スケール形状転写は熱ナノインプリント法 (SCIVAX X-300) を用いた。まず、モールドとの均一な接触を図るため、サファイアの原子ステップ (図 1(a)) を大気中において $120^\circ\text{C} \cdot \sim 0.2 \text{ MPa} \cdot 5 \text{ min}$ で PMMA に転写した。次に、図 1(b)に示す天然鉱物であるマイカ (白雲母) のへき開面をモールドとして用い、真空中において $120^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ MPa}$ で保持時間を変化させて転写を行った。その結果、保持時間が長くなると表面平坦性が向上することを確認した (図 2)。これは、保持時間の増加に伴い、表面の PMMA とモールドであるマイカとの密着性が向上したことが原因であると考えられる。講演では、マイカの二次元秩序構造の転写の可能性や転写の機構の検討についても報告する。

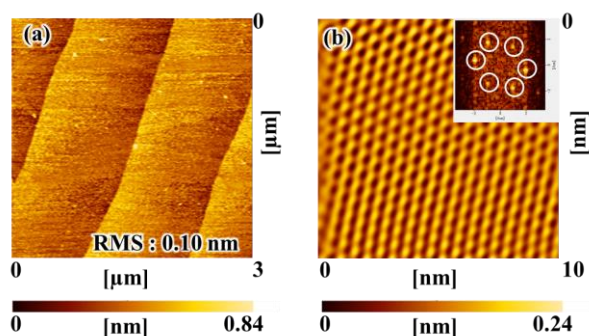


図 1 表面 AFM 像(a)原子ステップをもつサファイアモールド ($3 \times 3 \mu\text{m}^2$), (b)マイカモールド ($10 \times 10 \text{ nm}^2$)、右上の挿入図は FFT パターン像。

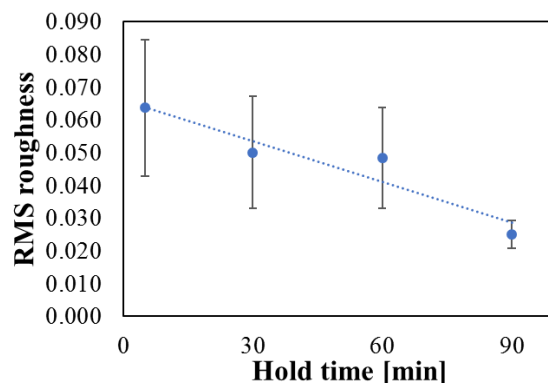


図 2 マイカをモールドとした熱ナノインプリント ($120^\circ\text{C} \cdot 1 \text{ MPa}$) における保持時間による PMMA 表面の RMS 粗さ ($10 \times 10 \text{ nm}^2$) の変化。

[1] S. M. Amador et al., *Langmuir* **9**, (1993) 812.

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

[3] Y. Akita et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **46**, (2007) L342.

[4] M. Yoshimoto, *Appl. Phys. A* **121**, (2015) 321.

[5] G. Tan et al., *Polymer Journal* **48**, (2016) 225.

[6] G. Tan et al., *Nanotechnology* **27**, (2016) 295603.

[7] F. Hua et al., *Nano Letters* **4** (2004) 2467.