

熱ナノインプリントによるポリマー上 PEDOT:PSS 薄膜への 原子ステップ形状転写

Atomic-step-patterns on PEDOT:PSS thin films formed by thermal nanoimprinting

東工大物質理工¹, 神奈川県産技総研²

○前田 優斗¹, 金子 奈帆¹, 大賀 友瑛¹, 金子 智^{2,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

Tokyo Tech¹, KISTEC²

○Yuto Maeda¹, N. Kaneko¹, T. Oga¹, S. Kaneko^{2,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: maeda.y.ar@m.titech.ac.jp

【はじめに】軽量、大面積などの特徴を持つ導電性ポリマー材料は、有機薄膜太陽電池のデバイス基板などとしてエレクトロニクスにおいて重要性を増している。なかでも PEDOT:PSS は、透明性、導電性、水分散性に優れ、印刷技術やウェットプロセスによるパターン形成などが可能なことから、プリンタブルかつフレキシブルなエレクトロニクス材料として注目を集めている^[1]。これら機能性ポリマーを用いた微細かつ高集積なデバイス形成においては、異種材料との積層や複合化も考慮し、表面・界面平坦性や原子・ナノレベルのパターニングが重要となる。我々はこれまでに、酸化ガラスや熱可塑性ポリマー表面への熱ナノインプリント法を用いた約 0.3 nm 高さの原子ステップ形状転写を報告してきた^[2,3]。一方で PEDOT:PSS は熱可塑性を示さず、また数十 nm 以上の三次構造が凝集した高次構造をとる。その薄膜へのシングルナノスケール以下の表面パターニングや、その物性への影響に関する知見は、上述のデバイス形成と特性制御に貢献すると期待できるが、そのような報告は数少ない。本研究では、導電性ポリマーを用いたフレキシブルデバイス形成の要素技術創成を目的として、PEDOT:PSS 薄膜表面への熱ナノインプリントによる原子レベルパターン転写および電気特性変化について検討した。

【実験・結果】本研究では、PEDOT:PSS 薄膜堆積のポリマー基板として、フレキシブルなポリイミドシート(PI; 三井化学、ECRIOS® VICT-Bnp、 $T_g=265^\circ\text{C}$ 、 $t\sim 20\ \mu\text{m}$)を用いた。まず、PI 基板($10\times 10\ \text{mm}^2$)の表面を、 Xe_2^* エキシマランプを用いた真空紫外光照射(大気中、10 秒間)により親水化した。次に、PEDOT:PSS 水分散液(Sigma-Aldrich、655201、約 35 mg/mL)を PI 基板上に 100 mL 滴下後、6000 rpm、60 秒の条件でスピコートした。これを 170°C で 60 分間乾燥させて PEDOT:PSS 薄膜を作製した。続いて PEDOT:PSS 薄膜表面へ、原子ステップ高さが約 0.3 nm、テラス幅約 600 nm の R 面サファイアモールドを用いた熱ナノインプリントを行った。Fig. 1 に本研究で使用したサファイアモールドの AFM(a)形状像と(b)断面プロファイルを示す。

真空中において 260°C 、15 MPa を 40 分間保持してナノインプリントを行った PEDOT:PSS 薄膜表面の AFM(a)形状像と(b)断面プロファイルを Fig. 2 に示す。サファイアモールドに対応した高さ約 0.3 nm、テラス幅約 600 nm の原子ステップパターンが PEDOT:PSS 上に転写されたことが確認できた。PEDOT:PSS に知られる三次構造に対して顕著に小さいパターンが得られており、表面近傍における熱解離を伴う変形が示唆された。講演では、導電特性変化との相関についても示す。

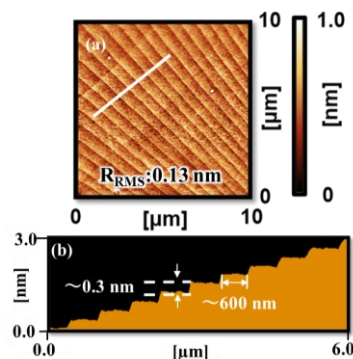


Fig. 1 AFM (a) topography ($10\times 10\ \mu\text{m}^2$) and (b) cross-sectional profile of 0.3 nm-atomic stepped sapphire mold.

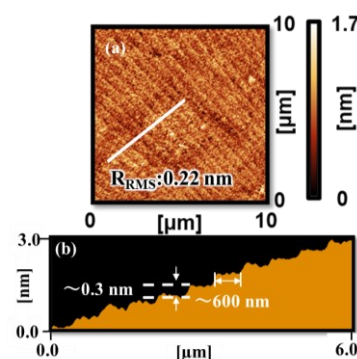


Fig. 2 AFM (a) topography ($10\times 10\ \mu\text{m}^2$) and (b) cross-sectional profile of PEDOT:PSS after nanoimprint using the sapphire mold.

[1] A. Radivo et al., RSC Adv., **4**, 34014–34025 (2014). [2] K. Shimada et al., Jpn. J. Appl. Phys., **55**, 098002 (2016). [3] G. Tan et al., Appl. Phys. Express., **7**, 055202 (2014).