

原子ステップポリマー基板上における機能性薄膜の作製と評価

Preparation and characterization of functional thin films on the atomically stepped polymer substrates

○嶋田 航大¹, 木下 太郎¹, 後藤 里紗¹, 浦上 達宜², 小山 浩司³, 三田 正弘⁴, 金子 智^{5,1},
松田 晃史¹, 吉本 護¹

(¹東工大物質理工、²三井化学、³並木精密宝石、⁴協同インターナショナル、⁵神奈川県産技セ)

○K. Shimada¹, T. Kinoshita¹, R. Goto¹, T. Urakami², K. Koyama³, M. Mita⁴, S. Kaneko^{5,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

(¹Tokyo Inst. of Tech, ²Mitsui Chemicals, Inc., ³Namiki Precision Jewel Co., Ltd.,

⁴KYODO INTERNATIONAL, INC., ⁵Kanagawa Ind. Tech. Cent.)

E-mail: yoshimoto.m.aa@m.titech.ac.jp

【はじめに】高分子材料は成形性に富みデバイスの三次元構築や大面積形成が可能であり、軽量かつフレキシブルなことから、エレクトロニクス材料としても注目されている。特に優れた機械的強度、耐熱性を持つポリイミド(PI)は、有機 EL ディスプレイや有機薄膜太陽電池などの成長基板として用いることができる。我々はこれまでに、単原子ステップを有する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、ソーダライムガラス基板や PMMA アクリルシート上に高さ約 0.2 – 0.3 nm の単原子ステップ配列の周期パターンを転写し^[1,2,3]、その上に結晶成長させた ITO 薄膜の表面超平坦化と配向性向上についても報告してきた^[4]。一方で、このように周期的な極微細パターンを有するポリマー基板上における機能性薄膜の作製と評価に関する報告はまだ少ない。本研究では、ポリマー基板を用いた有機・無機ハイブリッド材料やナノ構造の構築および特性制御を目的として、基板表面の単原子スケールパターンが機能性薄膜の原子レベル形状および結晶成長に与える影響について検討した。

【実験・結果】まず熱ナノインプリント法により、単原子ステップサファイアR面基板(高さ約0.3 nm、間隔約500 nm)をモールドとして、超平坦原子ステップPI基板(三井化学 ECRIOSTM、 $T_g=265^\circ\text{C}$)を作製した。転写条件は真空中で1.0 MPaの圧力で260℃の温度を5分保持したあと、30℃まで冷却後に除圧とした。続いて、得られたステップPI基板上にKrFエキシマレーザー($\lambda=248\text{ nm}$ 、 $d=20\text{ ns}$)を用いたパルスレーザー堆積(PLD)法により、酸化亜鉛(ZnO)半導体薄膜および酸化インジウムスズ(ITO)透明導電膜を成長させた。基板温度を室温(非加熱、約20℃)、酸素分圧をそれぞれ $1.0\times 10^{-4}\text{ Pa}$ 、 1.3 Pa として堆積し、ITO薄膜は堆積後に200℃の熱処理を行った。得られた薄膜の表面形状を原子間力顕微鏡(AFM)を用いて観察し、結晶配向性を反射型高速電子線回折(RHEED) およびX線回折測定(XRD)により評価した。図1(a)および(b)に示すAFM観察像とRHEEDパターンより、堆積後のZnO薄膜が原子ステップPI基板の直線状原子ステップを反映し高い平坦性を有しており、一軸配向していることを確認した。また図2(a)および(b)に示すAFM観察像とXRDパターンより、ITO薄膜も同様に原子ステップ形状を反映し、(222)配向優先で結晶化していることを確認した。

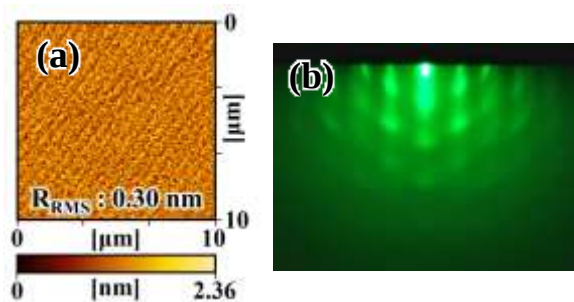


図1 ステップPI基板上的の ZnO 薄膜の
(a)表面 AFM 像 (10×10 μm²)、(b) RHEED パターン

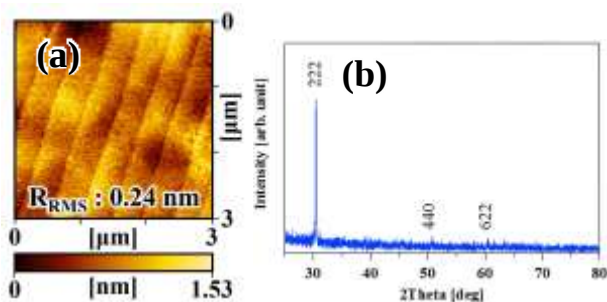


図2 ステップPI基板上的の ITO 薄膜の
(a)表面 AFM 像 (3×3 μm²)、(b) XRD パターン

- [1] M. Yoshimoto et al., Appl. Phys. Lett. **67** (1995) 2615.
[3] M. Yoshimoto, Appl. Phys. A, **121** (2015) 321.

- [2] Y. Akita et al., Jpn. J. Appl. Phys. **46** (2007) L342.
[4] Y. Akita et al., Appl. Phys. Exp. **4** (2011) 035201.