

熱ナノインプリント法を用いた透明ポリイミドシートへの 単原子ステップパターンの転写と表面超平坦化

Transcription of atomic step pattern and surface ultra-flattening on transparent polyimide sheets by thermal nanoimprint process

○嶋田 航大¹, 譚 ゴオン¹, 野沢 靖久¹, 浦上 達宣², 小山 浩司³, 金子 智^{4,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

(¹東工大総理工、²三井化学、³並木精密宝石、⁴神奈川県産技セ)

○K. Shimada¹, G. Tan¹, Y. Nozawa¹, T. Urakami², K. Koyama³, S. Kaneko^{4,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

(¹Tokyo Inst. of Tech, ²Mitsui Chemicals, Inc., ³Namiki Precision Jewel Co.,Ltd., ⁴Kanagawa Ind. Tech. Cent.)

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

【はじめに】ポリイミドは優れた機械的強度、耐熱性、真空中での高い安定性、低い誘電率を持ち、プリント回路や液晶ディスプレイの基板としても使用される。今回使用するポリイミドは透明であることから、有機薄膜太陽電池など光電子デバイスのフレキシブルな基板としての応用が期待される。一方で、我々はこれまでに、原子ステップを持つサファイア[1]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 0.2~0.3nm、間隔~100 nm の単原子ステップ配列の周期パターンを転写し[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]。高耐熱ポリマーであるポリイミドにおいても高機能薄膜用基板としての開発のために、表面へのナノ・原子スケール形状パターンニングの精度などについて、さらに検討を重ねる必要がある。本研究では熱ナノインプリント条件が、ポリイミドシート表面の平坦化や形状転写の精密さに及ぼす影響について検討した。

【実験・結果】市販の鏡面研磨されたサファイアを大気中で1200℃、3 h熱処理し、約0.3 nmの原子ステップを持つサファイアモールドを作製した。図1(a) に本研究で使用したサファイアモールド (R面) の表面AFM像を示す。これを用い、図1(b) に示す三井化学(株)製の透明ポリイミドシート (ECRIOS™ VICT-Bnpシート、Tg=265℃、全光線透過率89%以上、約10 mm×10 mm) に対し、ナノインプリント装置を用いて、真空中で熱ナノインプリントを行った。下からモールド、基板の順に置き、これらをグラッシーカーボンで挟み込むような形でセットした。真空中にて室温で約0.2 MPaの圧力で加圧し、260℃の温度まで加熱を行った。5分間温度を保持したあと冷却を開始し、30℃で除圧を行った。離型の際、離型剤は用いていない。ナノインプリントによるポリイミドの表面における形状変化を大気中原子間力顕微鏡(AFM) によって観測した。図2にナノインプリント後のポリイミド表面AFM像(図2(a)) と断面プロファイル(図2(b)) を示す。原子ステップ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400 nmの直線状単原子ステップがポリイミドシート上に転写されており、表面粗さも減少していることが確認できた。同様な単原子ステップ形状はポリイミドシート上の各所で観測でき、全面にわたり良好に転写されていることが確認できた。

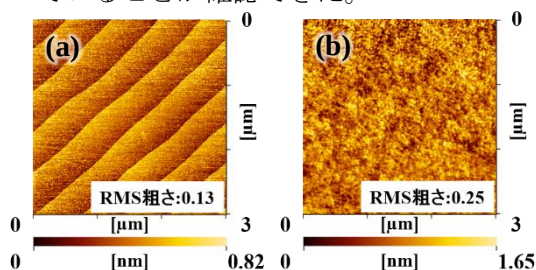


図 1: AFM 観察像および RMS 表面粗さ(nm)。 (a) 0.3 nm の原子ステップを持つサファイアモールド表面、 (b) ナノインプリント前のポリイミド表面

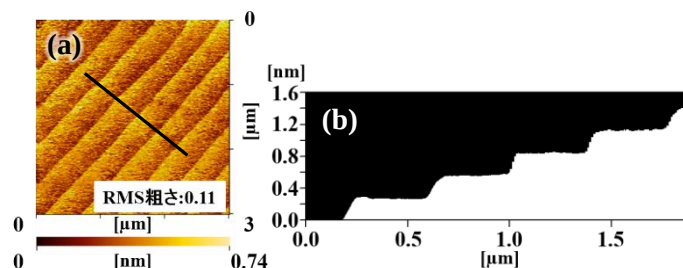


図 2: (a) ナノインプリント後のポリイミド表面 AFM 観察像と RMS 表面粗さ(nm)、 (b) 傾き補正後の断面プロファイル

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

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

[3] G. Tan et al., Appl. Phys. Exp. **7** (2014) 055202.

[4] Y. Akita et al., Appl. Phys. Exp. **4** (2011) 035201.