

環状オレフィンポリマー基板表面への 172nm 真空紫外光照射が及ぼす ZnO 薄膜配向成長への影響

Effect of 172 nm vacuum-ultraviolet light irradiation to the cyclic olefin polymer substrate surface on oriented growth of ZnO thin films

東工大物質理工¹, 神奈川産技総研²

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

Tokyo Tech¹, KISTEC²

○Tomoaki Oga¹, A. Oshima¹, N. Kaneko¹, S. Kaneko^{2,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

E-mail: oga.t.ab@m.titech.ac.jp

【はじめに】ワイドギャップ酸化物半導体を用いたデバイス形成には、薄膜の結晶配向成長による物性制御が重要であり、たとえば ZnO においても酸化物基板上に高温で作製される。こうした高結晶配向性の薄膜をポリマー基板上に作製することは、フレキシブル・大面積・軽量などの特徴をもつデバイス形成に貢献する。一般に比較的低いガラス転移温度(T_g)を持つポリマー基板における結晶配向成長には、低温での結晶核形成や成長方位制御が重要であり、我々はこれまでにポリマー表面への原子ステップパターン作製による平坦性の改善によって酸化物薄膜の結晶配向成長について報告してきた^[1]。一方、ポリマー基板への酸素プラズマ処理によって基板表面粗さの増加と、核形成サイトの増大による ZnO 薄膜の結晶性向上が報告されている^[2]。さらにポリマー基板上で高結晶性かつ高配向の ZnO 薄膜の成長を行うためには、酸化反応による表面極性官能基(-OH、-CHO、-COOH)の形成に伴う核形成サイトの増大、およびエッチングによる表面平坦化が可能な真空紫外(VUV)光照射の効果が期待できると考えられた^[3,4]。本研究では、ポリマー基板表面への VUV 光照射が ZnO 薄膜の配向成長に与える影響について検討した。

【実験・結果】本研究では、ワイドギャップ酸化物薄膜半導体の成長基板としてフレキシブルかつ透明なシクロオレフィンポリマー(COP, ZF16-188, 日本ゼオン, $T_g=163^\circ\text{C}$, $t=188\ \mu\text{m}$)シートを用いた。まず、前処理として COP 基板に対して VUV 光($\lambda=172\ \text{nm}$ 、ランプ表面強度 $65\ \text{mW/cm}^2$)を大気中、距離 $2\ \text{mm}$ の位置で照射した。Fig. 1 に示す AFM 像において、(a) VUV 光照射により RMS 表面粗さが(b) 未処理 COP 基板から低減し $0.18\ \text{nm}$ となった。次に、それぞれの COP 基板上に ZnO 薄膜を PLD 法により作製した。ZnO 焼結体ターゲットと KrF エキシマレーザー($\lambda=248\ \text{nm}$ 、パルス幅 $20\ \text{ns}$)を用いて希薄 O_2 ($1.0\times 10^{-3}\ \text{Pa}$)中において室温で成長させた。Fig. 2 は(a) VUV 光照射基板と(b) 未処理基板上に室温で成長した ZnO 薄膜の AFM 像、および(c) それぞれの薄膜に対応する XRD 測定および RHEED 観察の結果である。RMS 表面粗さは VUV 光照射基板上では $0.73\ \text{nm}$ に低減した。また VUV 光照射基板上の ZnO 薄膜では XRD の ZnO 002 回折ピークにおける FWHM 減少と積分強度増大、および RHEED のストリークパターンがみられた。VUV 光照射による COP 基板の平坦化と化学的改質が、それぞれ ZnO 薄膜の配向性および結晶性向上に寄与したと思われる。

- [1] G. Tan et al., Nanotechnology **27**, 295603 (2016).
 [2] J. H. Heo et al., J. Ind. Eng. Chem., **19**, 1638 (2013).
 [3] Y. -J. Kim et al., Appl. Surf. Sci., **255**, 3648 (2009).
 [4] H. Sugimura, J. Surf. Finish. Soc. Jpn., **63**, 751 (2012).

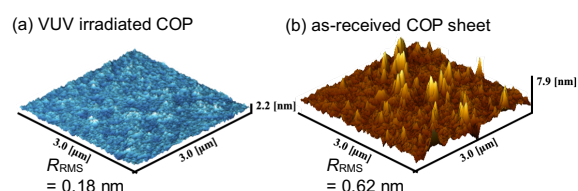


Fig.1 AFM images ($3\times 3\ \mu\text{m}^2$) of (a) VUV irradiated and (b) as-received COP substrates.

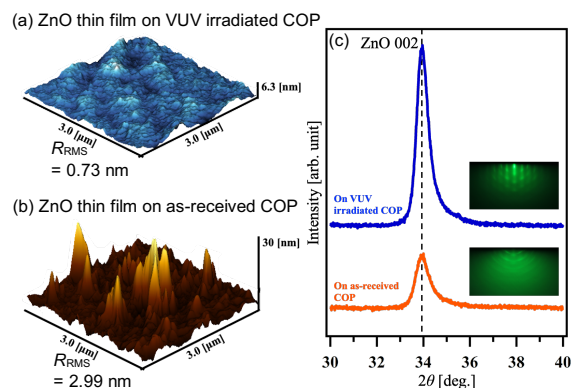


Fig. 2 AFM images ($3\times 3\ \mu\text{m}^2$) of ZnO thin films grown on (a) VUV irradiated and (b) as-received COP, and (c) correspondent XRD profiles (inset shows the RHEED patterns).