

エキシマ光プロセスを用いた超平坦ポリマー基板上での ZnO 薄膜の低温合成と高結晶配向化

Low-temperature synthesis of highly oriented ZnO thin films
on ultra-flat polymer substrates using excimer light processes

東工大物質理工¹, 神奈川県産技総研²

○(M2)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 Tech. Materials¹, 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】ZnO などの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、キャリア移動度をはじめとする物性制御のため薄膜の結晶配向成長が重要であり、一般に高温プロセスや単結晶基板が用いられる。こうした結晶配向性薄膜をポリマー基板上に作製することは、軽量・大面積・フレキシブルなどの特徴をもつデバイス応用に貢献する。ポリマー基板上における結晶配向成長には核形成や成長方位の制御が必要となり、非晶質表面への周期的パターン形成により秩序構造を誘起する研究が報告されている^[1]。一方で、我々はこれまでにポリマー基板表面への高さ約 0.3 nm の原子ステップ形状の転写や、エキシマ光によるポリマー基板表面制御などについて報告してきた^[2,3]。これらポリマー表面のモフォロジーや化学特性変化を用いた、低温での薄膜結晶成長に関する知見は、基板劣化を抑制したポリマー上のワイドギャップ酸化物半導体薄膜デバイス形成に必要となる。本研究では、ポリマー基板上における高結晶配向性ワイドギャップ酸化物半導体薄膜の合成を目的として、ポリマー基板上における超平坦表面が酸化物薄膜成長と構造に及ぼす影響について検討した。

【実験と結果】本研究ではシクロオレフィンポリマー(cycloolefin polymer; COP)を酸化物薄膜の基板として用いた。まず、原子ステップ形状を有する超平坦 COP 基板を、高さ約 0.3 nm の原子ステップを有する R 面サファイアをモールドとした熱ナノインプリント法 (真空中、2.0 MPa、180°C、5 min)により作製した。次に、得られたステップ基板上に、ZnO 薄膜を KrF エキシマレーザー($\lambda=248$ nm、パルス幅 20 ns)と ZnO 焼結体ターゲットを用いた PLD 法により、希薄 O₂(1.0×10^{-3} Pa)中、室温(基板非加熱)で作製した。Fig. 1 に、(a) 約 0.3 nm 高さのステップ COP 基板、(b) ZnO 薄膜堆積後の表面 AFM 像を示す。ZnO 薄膜は基板のステップ形状を反映し、RMS 粗さも未処理基板に対し 2.41 nm から 0.62 nm に低減し平坦性が向上した。Fig. 2 にステップ COP 基板上 ZnO 薄膜の XRD 及び RHEED パターンを示す。その結果、XRD では 002 回折だけが見られ、RHEED においてもストリークパターンが見られたことから ZnO の c 軸配向成長が確認された。また、ステップ COP 基板上 ZnO 薄膜の抵抗率は未処理基板に対し $1.5 \times 10^{-1} \Omega\text{cm}$ から $2.9 \times 10^{-2} \Omega\text{cm}$ に低下した。講演では、エキシマランプ照射による表面改質が酸化物半導体薄膜の成長に与える影響についても報告する。

[1] S. Ikeda et al., J. Appl. Phys. **103**, (2008) 084313

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

[3] 山田 志織 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-231C-2 (2018)

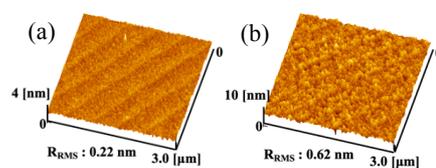


Fig.1 AFM surface images ($3 \times 3 \mu\text{m}^2$) of (a) stepped COP sheet and (b) a ZnO thin film (~ 35 nm) on the stepped COP sheet.

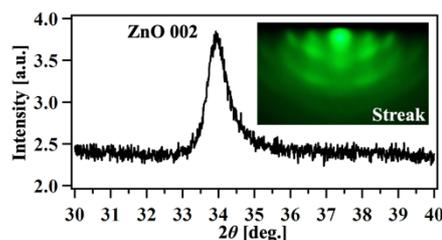


Fig.2 XRD $2\theta/\theta$ profile of the ZnO thin film grown on the stepped COP sheet by PLD at room temperature. Inset shows the RHEED pattern.