

# 環状オレフィンポリマー基板への種々の表面修飾が及ぼす ZnO 薄膜の配向結晶成長への影響

Effect of varied surface modifications of cyclic olefin polymer substrates  
on the oriented crystal growth of ZnO thin films

東工大物質理工<sup>1</sup>, 神奈川県産技総研<sup>2</sup>

○(D)大賀 友瑛<sup>1</sup>, 金子 奈帆<sup>1</sup>, 金子 智<sup>2,1</sup>, 松田 晃史<sup>1</sup>, 吉本 護<sup>1</sup>

Tokyo Tech<sup>1</sup>, KISTEC<sup>2</sup>, ○Tomoaki Oga<sup>1</sup>, N. Kaneko<sup>1</sup>, S. Kaneko<sup>2,1</sup>, A. Matsuda<sup>1</sup>, M. Yoshimoto<sup>1</sup>

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、結晶配向成長による物性制御が重要であり、一般に単結晶基板上に高温で作製される。これらの半導体薄膜を、たとえば低吸湿性や高透明性を有するシクロオレフィンポリマー(COP)などのエンジニアリングポリマー上に作製することはフレキシブルデバイス形成を発展させる。また、酸化物基板に対し低温でガラス転移を示す COP などのポリマー基板上に、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、我々もこれまでにポリマー基板表面に形成した原子ステップパターンによる酸化物薄膜の結晶配向成長について報告してきた<sup>[1]</sup>。一方、ポリマー表面のモフォロジーやエネルギー制御に加え酸化物バッファ層による薄膜の結晶配向性向上も期待されており<sup>[2,3]</sup>、薄膜成長に及ぼす効果について知見を得ることがデバイス構築に寄与すると考えられる。本研究では、ポリマー基板の表面制御によるワイドギャップ酸化物薄膜の結晶性・配向性の改善と特性制御を目的として、COP 基板への種々の修飾を行い ZnO 薄膜成長に及ぼす影響について検討した。

【実験・結果】 本研究では、基板として熱可塑性ポリマーである 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。ここでは、その表面修飾として、GaO<sub>x</sub> バッファ層( $\sim 10\ \text{nm}$ )堆積、あるいは大気中、距離 2 mm における真空紫外光(以下 VUV 光)、( $\lambda=172\ \text{nm}$ ,  $65\ \text{mW}/\text{cm}^2$ )照射を行なった。続いて、それぞれの前処理を行った COP 基板および未処理 COP 基板上に、ZnO 薄膜を PLD 法により成長させた。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 ns)を用い、成長条件はいずれも希薄 O<sub>2</sub> ( $1.0\times 10^{-3}\ \text{Pa}$ )中、室温とした。Fig. 1 に、(a) GaO<sub>x</sub> バッファ層および(b) VUV 光照射 COP 基板、(c)未処理 COP 基板上に成長させた ZnO 薄膜( $\sim 30\ \text{nm}$ )の XRD 測定、および RHEED 観察の結果を示す。GaO<sub>x</sub> バッファ層上および VUV 光照射 COP 基板上的 ZnO 薄膜では、未処理基板上に対して ZnO 0002 回折ピークにおいて積分強度の増大、すなわち結晶化度の向上がみられた。また、RHEED パターンは、未処理基板上でリングが混在していたが、修飾後の基板上ではいずれもストリークスポットとなり、ZnO 薄膜の配向性向上も示唆された。これらからの結果では、ZnO 薄膜の初期成長段階において結晶化が促進され、ZnO(0001)配向が改善されたと考えられる。また、GaO<sub>x</sub> バッファ層の形成を行うことで、COP 基板表面の直接修飾手法と比較してより高度に結晶配向成長した ZnO 薄膜が得られた。

[1] T. Oga et al., Jpn. J. Appl. Phys. **59**, 128001 (2020).

[2] B.-G. Kim et al., Appl. Surf. Sci. **257**, 1063 (2010).

[3] E. Fortunato et al., Thin Solid Films **442**, 121 (2003).

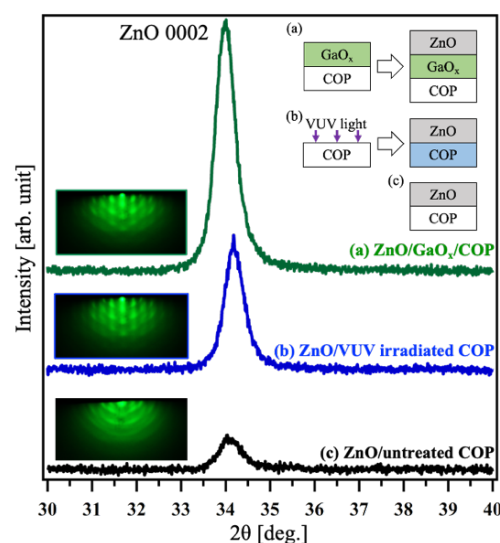


Fig. 1 XRD profiles and RHEED images of ZnO thin films grown on (a) gallium oxide layer buffered, (b) VUV irradiated, and (c) untreated COP substrates (inset shows the schematics of the thin films).