

シクロオレフィンポリマー基板への表面修飾が AZO 薄膜の電気特性に与える影響

Effect of surface modification onto cyclo-olefin polymer substrates
on the electrical properties of AZO thin films

(東工大物質理工¹, 防大材料², 神奈川産技総研³)

○(D)大賀 友瑛¹, 宮崎 尚², 金子 智^{3,1}, 松田 晃史¹, 吉本 護¹

(Tokyo Tech¹, NDA MSE², KISTEC³)

○Tomoaki Oga¹, H. Miyazaki, S. Kaneko^{2,1}, A. Matsuda¹, M. Yoshimoto¹

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

【はじめに】 Al 添加 ZnO(AZO)薄膜は、酸化ガラスといった非晶質基板上においても比較的低い抵抗率を達成できることから、ポリマー基板と組み合わせることによりフレキシブルデバイスへの応用が期待される。シクロオレフィンポリマー (COP) は、低吸湿、高透明などフレキシブルオプトエレクトロニクス用基板として有用であるが、Si や酸化ガラスなどと違い、熱耐久性が低く、低温でのガラス転移に伴う軟化や表面粗さが薄膜成長時の課題である。そのため、ポリマー基板上での酸化薄膜の物性制御には、ポリマー表面の修飾を用いた低温での核形成や成長方位の制御が有効であると考えられる。我々はこれまでに、ポリマー表面へのナノインプリント加工やバッファ層挿入などの化学的修飾を施すことにより ZnO 薄膜の結晶性・配向度の向上について報告してきた[1]。こうした物理的あるいは化学的な表面修飾プロセスは、AZO 薄膜でもさらなる低抵抗率化に貢献することが期待される。本研究では、ポリマー基板上における一層の低抵抗 AZO 薄膜の作製を目的として、ポリマー基板への種々の表面修飾が AZO 薄膜の結晶成長と電気特性に及ぼす影響について検討した。

【実験・結果】 本研究では、COP 基板($T_g=163^\circ\text{C}$, $t=188\ \mu\text{m}$, ZF16-188, 日本ゼオン(株))の表面修飾として、①高さ約 0.3 nm の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 (180°C、2.0 MPa、5 min、 $10^3\ \text{Pa}$)および、②非晶質酸化アルミニウム(AlO_x)バッファ層($t\sim 100\ \text{nm}$)の PLD 堆積を行なった。続いて、表面修飾 COP および未処理 COP 基板上に AZO 薄膜($t\sim 200\ \text{nm}$)を、AZO(Al: 2wt%)ターゲットと KrF エキシマレーザー($\lambda=248\ \text{nm}$, $d\sim 20\ \text{ns}$)を用いた PLD により、希薄 O_2 ($1.0\times 10^{-3}\ \text{Pa}$)中、室温で成長させた。Fig. 1 に(a) AlO_x バッファ・原子ステップ COP、および(b) 未処理 COP 基板上に成長させた AZO 薄膜の逆格子マップを示す。いずれの基板上においても ZnO (0001) に帰属する回折のみが確認された一方で、表面修飾 COP 基板上(a)では、回折幅が小さく、強度コントラストも大きいことから、結晶化度および配向度の高い AZO 薄膜が得られたことが示された。また、Table 1 より表面修飾基板上 AZO 薄膜の抵抗率は、未処理基板上薄膜の $4.0\times 10^{-4}\ \Omega\text{cm}$ から $2.8\times 10^{-4}\ \Omega\text{cm}$ に低減した。また、この抵抗率の低減は主にキャリア濃度増加によるものであることがわかった。

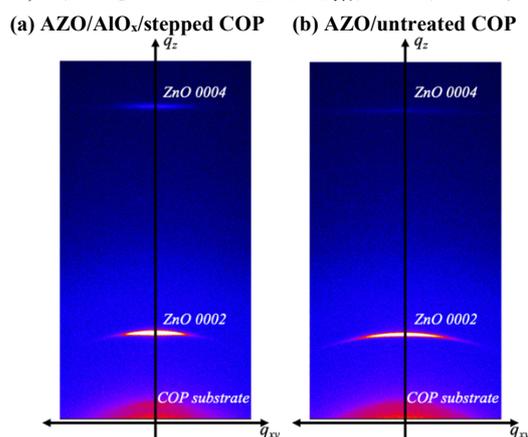


Fig. 1 Reciprocal space maps of AZO thin films grown on (a) atomically stepped and AlO_x buffered and (b) untreated COP substrates.

Table 1 Electric properties of AZO thin films estimated from the van der Pauw-type Hall effect measurement at RT.

Sample	Resistivity [Ωcm]	Mobility [$\text{cm}^2\text{V}^{-1}\text{s}^{-1}$]	Carrier concentration [cm^{-3}]
AZO/ AlO_x /stepped COP	2.8×10^{-4}	20	1.1×10^{21}
AZO/untreated COP	4.0×10^{-4}	22	0.69×10^{21}

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