

アモルファス B ドープ In_2O_3 透明導電膜における 機械的柔軟性の膜厚依存

Film thickness dependence of mechanical flexibility in amorphous B-doped In_2O_3
transparent conductive films

工学院大 ○(M1)森 峻, 一関 夢希也, 渡辺 幸太郎, 大榮 海斗, 相川 慎也

Kogakuin Univ., Shun Mori, Yukiya Ichinoseki, Kotaro Watanabe, Kaito Oe, Shinya Aikawa

E-mail: aikawa@cc.kogakuin.ac.jp

次世代エネルギー・情報デバイスの高性能化・フレキシブル化に向け、透明電極材料の導電率および透明性両方の向上とともに、室温での形成が求められている。しかしながら、現行 ITO は成膜後にアニールが必要であり、室温プロセスに限界がきている。また、フレキシブル基板に成膜した ITO は、変形させるとクラックが発生・伝播することが問題となっている¹⁾。これらの問題を解決するために、CNT や AgNW などの代替材料の研究がおこなわれているが、腐食性やコーティングプロセスなどの問題がある^{2,3)}。そこで我々は、室温成膜可能なアモルファス透明導電膜に着目している。酸化インジウム系透明導電膜は、ドーパントのイオン半径の減少により、電子移動度が向上することが知られている⁴⁾。この知見をもとに、ホウ素ドープ酸化インジウム (IBO) を開発してきた⁵⁾。未熱処理にも関わらず、 In_2O_3 に対して移動度向上が確認できた。本研究では、PET 基板に成膜した IBO と ITO の形状変化に対する電気抵抗変化について比較するとともに、機械的柔軟性の膜厚依存について調査する。

Fig.1 に 300 °C で O_2 アニールした IBO と In_2O_3 の XRD のスペクトルを示す。 In_2O_3 は、立方晶に由来するピークが確認された一方で、IBO は結晶構造に由来するピークが見られなかった。これは、B が In_2O_3 のネットワークを歪ませ、アモルファス相を効果的に維持させるためだと考えられる⁶⁾。Fig.2 に室温成膜した IBO と ITO の屈曲回数と相対抵抗の関係を示す。初期抵抗が同じになるように調整したにも関わらず、ITO は数回程度の屈曲で IBO の数倍の相対抵抗値を示し、最終的に IBO よりも 4 倍高くなった。ITO は室温成膜であっても膜内に結晶粒を形成することが知られている⁷⁾。一方、IBO は完全なアモルファス材料のため、ランダムな結合角・結合長による応力緩和が、屈曲に対しての特性劣化を抑制していると考えられる。機械的柔軟性の膜厚依存については、当日報告する。

- 1) S. Jung, *et al.*, Thin Solid Films, 550, pp.435-443 (2014).
- 2) C. L. Kim, *et al.*, NPG Asia Materials, 9, e438, pp.1-9 (2017).
- 3) S. Kim, *et al.*, J. Mater. Chem. C, 2, pp.5636-5643 (2014).
- 4) N. Mitoma, *et al.*, App. Phys. Lett., 106 p.042106 (2015).
- 5) S. Aikawa, *et al.*, Proc. of the IEEE 20th Int. Conf. Nanotechnol. (IEEE-NANO), pp.202-206 (2020).
- 6) X. Zhang, *et al.*, J. Am. Chem. Soc., 140, 39, pp.12501-12510 (2018).
- 7) K. H. Choi, *et al.*, Sol. Energy Mater. Sol. Cells., 93, p.1248-1255 (2009).

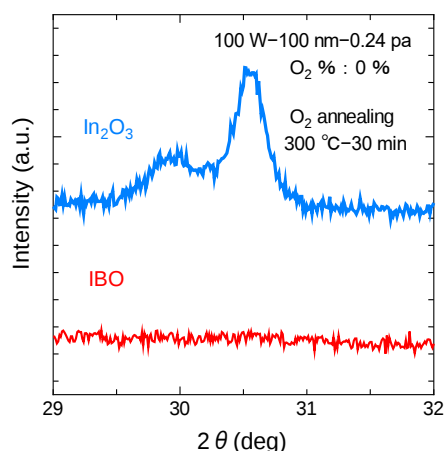


Fig.1 XRD spectra of IBO and In_2O_3 annealed at 300 °C in O_2 atmosphere.

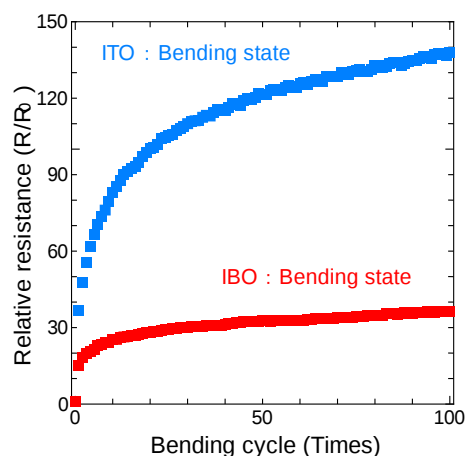


Fig.2 Comparison of relative resistance between ITO and IBO deposited on a PET substrate during bending test.