

ホウ素ドープ酸化インジウム透明導電膜に対するアニール条件の比較

Comparison of annealing conditions for B-doped In_2O_3 transparent conductive film

工学院大 ○(B) 森 峻, 相川 慎也

Kogakuin Univ., Shun Mori, Shinya Aikawa

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

薄膜太陽電池や大面積タッチパネルなど、次世代エネルギー・情報デバイスの実現加速に向け、透明電極材料の導電率と透明性の向上が求められている。現在商用的に用いられている酸化インジウムスズ(ITO)は、イオン化不純物散乱に律速され移動度の向上が限界である。一方、酸化インジウム系透明薄膜は、ドーパントのイオン半径が小さくなると電子の衝突確率が減少し電子移動度が向上することが見いだされており¹⁾、この知見に基づき、我々はイオン半径の小さいホウ素を添加したホウ素ドープ酸化インジウム (IBO) を開発している²⁾。しかしながら、ITO に比べ抵抗率がまだ高く、アニールによる低抵抗化が不可欠である。本研究では、 O_2 、 Ar/H_2 、 N_2 雰囲気下でアニールをおこない、各雰囲気と温度に対しての薄膜特性変化を調査する。アニールでは、膜の欠陥の減少による透過率の向上、余剰酸素の還元による低抵抗化、不活性化での結晶化による電子移動度の向上が期待されるためである。また、抵抗率や透過率などの物性値の変化からアニール条件の最適化を目的とする。

基板としてテンパックスガラスを用いた。洗浄後、RF スパッタ装置を用いて IBO 薄膜及び、比較用の In_2O_3 薄膜を成膜した。コスパッタの際の B 粒 (純度 99.999%) の個数を変えることで膜内 B 含有量を変化させた。成膜後、それぞれのサンプルに対して O_2 、 Ar/H_2 、 N_2 雰囲気下、 150°C 、 300°C 、 600°C 、30 分間の条件でそれぞれアニールをおこなった。Fig.1 に典型的な IBO のアニール温度に対する抵抗率の変化を示す、それぞれの雰囲気下で 600°C で顕著な差異が生じたが、抵抗値は as-depo のものと変わらなかった。これは未結合酸素の還元と結合が同時に進行した結果だと考えられる。Fig.2 に異なる温度でアニールした IBO の XRD スペクトルを示す、 150°C までは結晶構造由来のピークが確認されないものの、 300°C から結晶化が始まり、 600°C では高いピーク強度が得られた。また、 300°C と 600°C で比較すると 600°C で $\text{In}_2\text{O}_3(222)$ に由来するピーク位置が高角度側にシフトしていることから、B の小イオン半径を反映した格子収縮が生じていると考えられる。格子収縮と移動度の関係については当日報告する。

1) N. Mitoma *et al.*, App. Phys. Lett., **106**, p.042106 (2015).

2) S. Aikawa, *et al.*, 2020 IEEE 20th International Conference on Nanotechnology, Virtual Conference, 2020 July, 29-31.

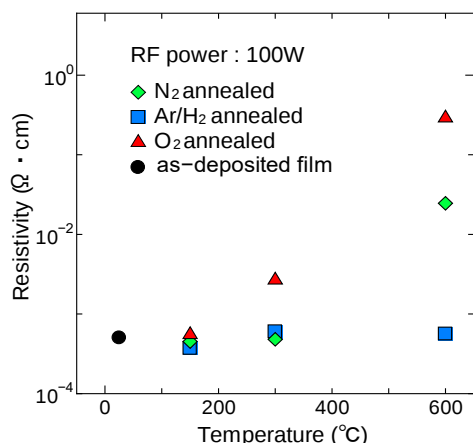


Fig.1 Resistivities of B-doped In_2O_3 films as a function of annealing temperature

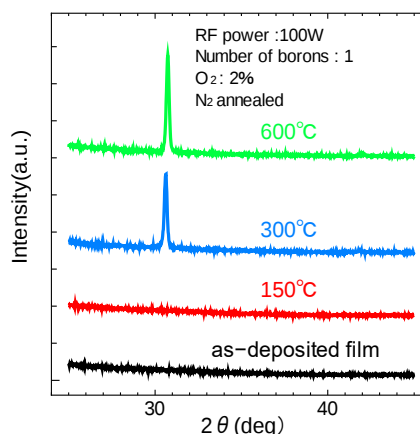


Fig.2 XRD spectra of B-doped In_2O_3 films with different annealing temperature