

RF スパッタリング法による酸化亜鉛薄膜の電氣的伝導メカニズムの検証

Analysis of Conduction Mechanisms of Non-doped ZnO Films Deposited by RF Sputtering

○張捷生¹, 齊藤正², 大村泰久¹

Jiesheng Zhang¹, Tadashi Saitoh², and Yasuhisa Omura³

¹Dep. of Electrical, Electronics, and Informatics, Kansai University

²Dep. of Pure and Applied Physics, Kansai University

E-mail: {k689039, saitoh, omuray}@kansai-u.ac.jp

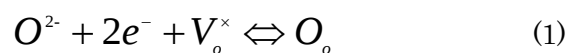
「はじめに」本報告では、non-doped ZnO の伝導機構について、XPS 分析による O1s スペクトルの強度の変化から、Zn 原子近傍の酸素空孔の増減との関係を考察した結果を述べる。

「実験手順」今回、上部に 100 nm の SiO₂ 膜を形成済みの P 型シリコン基板上に ZnO 膜を堆積した。ZnO 薄膜は RF スパッタリング法で Ar ガスあるいは Ar/O₂ 混合ガス中で堆積し、その後それぞれ N₂ 雰囲気あるいは O₂ 雰囲気中 700°C で 60 分間熱処理した[1]。膜厚は約 70 nm である。

「実験方法・観察」まず膜の元素組成を RBS で解析すると共に、ZnO 薄膜表面及び内部の化学的結合状態を調べるために、我々は ZnO 膜の XPS 分析をおこなった。表面並びに Ar⁺ イオンエッチングで 20 nm 削った膜中について、O1s スペクトルを詳しく解析した。分析に先立って行った電氣的特性の測定結果を図 1 に示す。電氣的特性に関しては、p 型基板を接地し、ZnO 膜上に蒸着法で堆積した円形 Al 電極間（電極間隔：約 100 μm）の電流－電圧特性を評価した。I-V 特性例を図 1 に示す。

図 1 を示すように、N₂ 雰囲気中熱処理した薄膜の抵抗率は O₂ 雰囲気中熱処理した薄膜のそれより非常に低いことが明らかとなった。この結果の意味を考察するために、XPS データを詳細に再検討した。我々は O1s スペクトルの振る舞いに注目した。図 2 に示す様に、膜表面と深さ 20 nm の場所での O1s ピークを 3 成分のスペクトルを仮定してガウスフィッティングした[2]。3 つの sub-peak のうち O_{1i} の peak がマトリックス中の結合酸素量に対応すると見込まれる。

これまで、ZnO 膜の抵抗率は膜中の電子濃度によって決まり、その電子濃度は下の(1)式に基づく反応で発生する酸素空孔濃度で決まると考えられてきた[3]。今回、XPS スペクトルから酸素空孔の増減と抵抗率高低の相互関係を検証することが出来た。



(1)

今後は、AZO 膜についても同様の検証を実施する計画である。

参考文献

[1] J. Zhang, T. Saitoh, and Y. Omura, Tech. Dig., IEEE IMFEDK 2015, pp. 54-55.

[2] L. Korte, R. Rößler, and C. Pettenkofer, J. Appl.

Phys, vol. 115, pp. 203715-7, 2014.

[3] “透明導電膜の技術”, 日本学術振興会編(第3版, 2014), pp. 66-74.

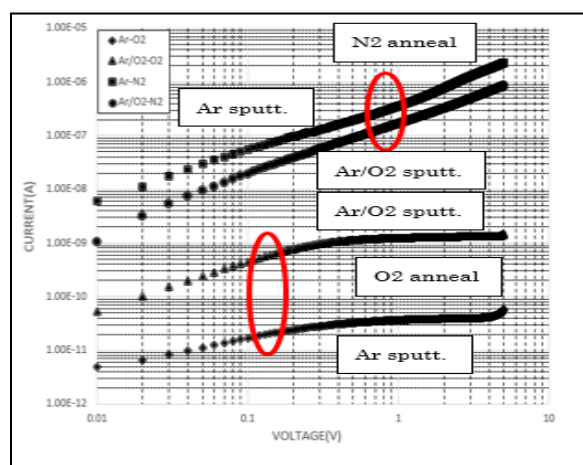


Figure 1. I-V characteristics of ZnO films fabricated by RF sputtering deposition technique.

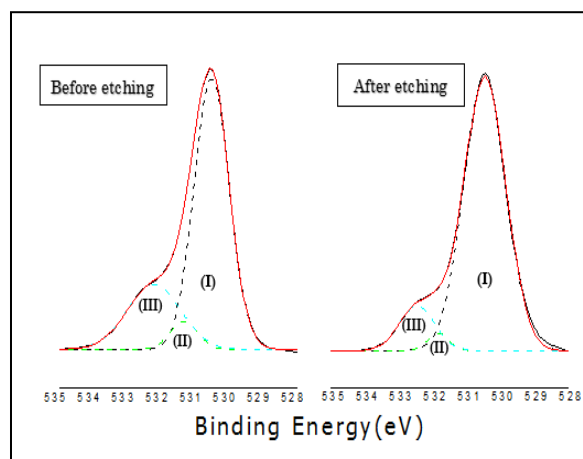


Figure 2. O1s-related spectra with three-resolved O-bonding components of the film deposited in Ar ambient, followed by annealing in the N₂ ambient before/after the Ar⁺ ion etching.