

RF マグネトロンスパッタ法における ZnO ターゲット温度が c 軸平行配向 ZnO 膜の形成に及ぼす影響

Effect of ZnO target temperature on growth of c-axis parallel oriented ZnO film in RF magnetron sputtering

○高田 千裕¹、高柳 真司¹、柳谷 隆彦²、松川 真美¹ (1. 同志社大、2. 名工大)

○Chihiro Takata¹, Shinji Takayanagi¹, Takahiko Yanagitani², Mami Matsukawa¹

(1. Doshisha Univ., 2. Nagoya Inst. Tech.)

E-mail: stakayan@mail.doshisha.ac.jp, yana@nitech.ac.jp

1. はじめに

c 軸が基板面に対して平行かつ一方向に揃った ZnO 膜[c 軸平行配向膜, (11 $\bar{2}$ 0) 面, (10 $\bar{1}$ 0) 面配向膜]は横波を励振可能で、すべりモード薄膜共振器などへの応用が期待されている。

ZnO は最密面の(0001)面が優先配向する性質を持つ。しかし、イオンを照射しながら成膜すると原子が密な(0001)面が損傷を受け、疎な(11 $\bar{2}$ 0)面や(10 $\bar{1}$ 0)面が優先的に成長する。これまで、RF マグネトロンスパッタ法を用いた ZnO 成膜時、高エネルギーの負イオン O⁻が ZnO ターゲット付近で発生することがわかっている^[1]。これが基板に照射されると(11 $\bar{2}$ 0)面配向 ZnO 膜が形成される。一方、Zn ターゲットを用いた成膜では、ターゲット温度により結晶配向が変化することがわかっている^[2]。この変化の要因として、基板へのイオン照射が挙げられる。そこで、ZnO ターゲット温度を変化させたときのイオン照射の変化を測定した。また、作製した試料の結晶配向を評価し、ターゲット温度が結晶配向に及ぼす影響について検討した。

2. ターゲット温度がイオン照射に及ぼす影響

RF マグネトロンスパッタ法における ZnO 成膜時、基板に照射されるイオンの量とエネルギーを、エネルギーアナライザ (PSM003-300, Hiden Analytical) を用いて測定した。ターゲットの温度を変化させるため、冷却された陰極に接着または非接着のターゲットを用いた。ターゲット温度を放射温度計で測定した結果、それぞれ 365°C と 425°C であった。なお、放電電力 100 W, ガス圧 0.1 Pa, Ar:O₂ = 1:3 の条件で放電させた。

測定した O⁻のエネルギー分布を Fig. 1 に示す。ターゲット温度が上昇すると、180-320 eV の範囲で O⁻の照射量が大きく増加することがわかった。一方、正イオンのエネルギー分布は、大きな変化が見られなかった。以上より、ターゲット温度の上昇により、ターゲット付近における O⁻の発生量が増加したと考えられる。

3. ターゲット温度が結晶配向に及ぼす影響

次に、ターゲット温度を 355°C, 360°C, 400°C とし石英基板上に ZnO 膜を作製した。作製した試料の X 線回折パターンを Fig. 2 に示す。

ターゲット温度が低い場合は(11 $\bar{2}$ 0)面, 高い場合は(10 $\bar{1}$ 0)面に優先配向した。これは、ターゲット温度が低下することで O⁻の照射量が減少し、(10 $\bar{1}$ 0)面と比較して原子が密な(11 $\bar{2}$ 0)面に成長したためだと考えられる。さらに、(11 $\bar{2}$ 0)面の ω ロックアップカーブの半値幅は、355°C のとき 2.3° と最も良好であった。一方、ターゲットが高温の場合には良好な c 軸平行配向膜は得られなかった。これまで、O⁻の照射が少ない場合は(0001)面が形成され、(11 $\bar{2}$ 0)面の形成には高エネルギー O⁻の照射が必要であることがわかっている^[1]。しかし、本報告では、ターゲットを温めて O⁻をより大量に照射した場合、良好な(11 $\bar{2}$ 0)面は得られなかった。以上より、良好な c 軸平行配向 ZnO 膜を形成するためには、ターゲットを冷却し O⁻の照射を適度に抑制する必要があることがわかった。

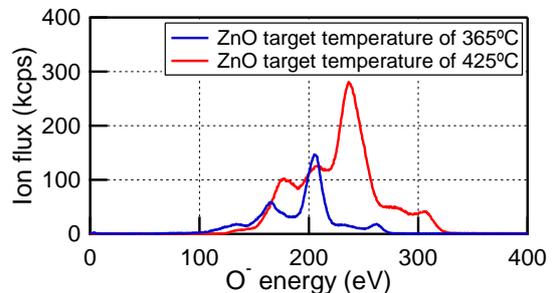


Fig. 1 Energy distributions of O⁻ ions.

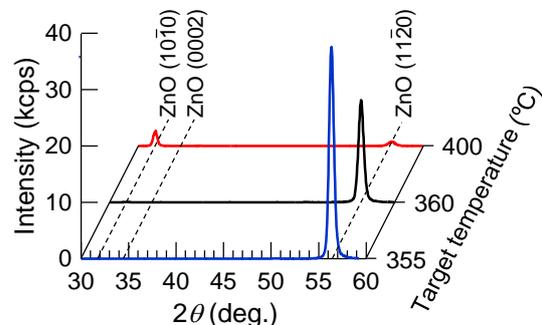


Fig. 2 2θ - ω XRD patterns of the ZnO film samples at 25 mm from the anode center.

参考文献

- [1] S. Takayanagi et al., *Appl. Phys. Lett.*, **101**, 232902 (2012).
[2] S. Takayanagi et al., *J. Cryst. Growth*, **363**, 22 (2013).