

## 角度制御型マグネトロンスパッタリング装置を用いた 酸化亜鉛薄膜の作製と成膜条件の検討

### Fabrication and Optimization of Zinc Oxide Thin Film Growth using Angle-Controlled Magnetron Sputtering

(M1)保坂拓己<sup>1,2</sup>, 山形栄人<sup>1,2</sup>, 大澤健男<sup>2</sup>, Sergey Grachev<sup>3</sup>, Herve Montigaud<sup>3</sup>, 石垣隆正<sup>1</sup>, 大橋直樹<sup>2</sup>

Hosei Univ.<sup>1</sup>, National Institute for Materials Science (NIMS).<sup>2</sup>, Saint-Gobain Recherche<sup>3</sup>

E-mail: hosaka.takumi@nims.go.jp

**【緒言】** スパッタリング法は構造が緻密な薄膜を連続的且つ再現性良く形成できる特長を持つことから、産業分野において広範な薄膜作製に用いられている。また、スパッタ源の取り付け角度によってスパッタ粒子の入射方向が規定され、その結果、薄膜結晶成長が変化することが知られている。本研究では、酸化亜鉛 (ZnO) 系積層薄膜作製に向けた新たな取り組みとして、スパッタ粒子の入射角度と基板-ターゲット間距離に着目して、ZnO 薄膜の構造・物性変化を評価し、成膜条件を検討したので報告する。

**【実験方法】** ZnO 薄膜 (膜厚 100 nm) は、高周波マグネトロンスパッタリング法で作製した。基板には無添加 Si(100)を用い、基板温度は 500 °C とした。アルゴンガス(流量  $3.38 \times 10^3$  Pa·m<sup>3</sup>/s)を導入し、圧力は 1.33Pa に固定した。スパッタ源の対基板角度を 45 度に固定したまま、疑似的にスパッタ粒子の入射角度(40, 45, 50 度)と基板-ターゲット間距離 ( $d_{s-t}$ : 98, 113, 128 mm)を設定する手法(Figure 1)を採用した。評価には X 線回析法(XRD)、X 線光電子分光法(XPS)、四端子法による抵抗率・ホール効果測定、フォトルミネッセンス(PL)法を用いた。

**【結果と考察】** 全ての試料において、XRD 測定から(00 $l$ )ピークのみが観察され、 $c$  軸配向する ZnO 薄膜であることがわかった。また、低角度成膜 (40 度) において格子定数がバルクの値に近く、且つ半値幅も高角度成膜 (45, 50 度) と比較して小さいことから、低角度成膜において結晶性が良い薄膜が得られた。XPS スペクトルのピーク幅を解析すると、低角度成膜でピーク幅は変化せず、高角度成膜で  $d_{s-t}$  に依存することから、高角度成膜した ZnO 薄膜中の欠陥濃度が変化することが分かった。ホール効果で見積もるキャリア濃度を調べると、高角度成膜では  $d_{s-t}$  の増大に伴い減少したが、低角度成膜ではほぼ一定であった。これらの結果から、堆積時のスパッタ粒子の入射角度や  $d_{s-t}$  によって、ZnO 由来の欠陥濃度が異なることが示唆された。

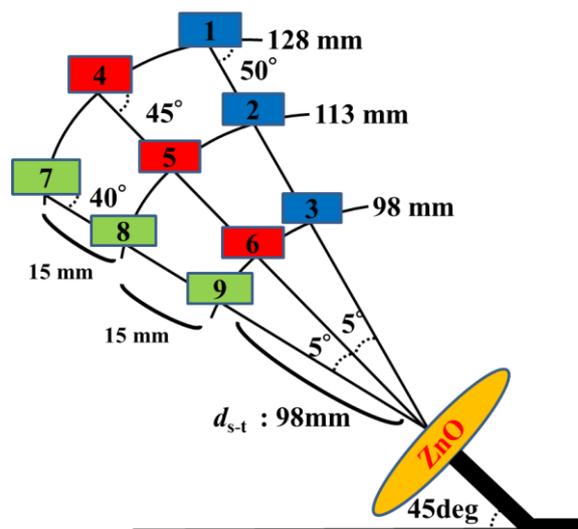


Figure 1 A schematic illustration of sputtering depositions of ZnO films used in this study