

マグネトロンスパッタ法により成膜された Al 添加 ZnO 透明導電多結晶膜の電気・構造特性の面内分布に対する成膜アルゴンガスの影響

The influence of argon gas on the spatial distribution of electrical and structural properties in transparent conductive Al-doped ZnO polycrystalline films deposited by magnetron sputtering

高知工科大総研¹

○野本淳一¹、牧野久雄¹、山本哲也¹

Research Inst. Kochi Univ. Tech.¹

○J. Nomoto¹, H. Makino¹, T. Yamamoto¹

E-mail: nomoto.junichi@kochi-tech.ac.jp

【はじめに】マグネトロンスパッタ (MS) で低温成膜された多結晶構造を有する Al 添加 ZnO (AZO) 透明導電膜は、ターゲットのエロージョン領域に対向する基板位置では、他の位置よりも電気的特性が劣り、結果として、面内に特性分布が生じることがよく知られている。これまでにエロージョン領域対向部の著しいホール移動度の劣化は、I. 欠陥生成による粒内移動度の低下、及び II. 混合配向生成による粒界散乱寄与の増大によって生じていることを明らかにした¹。本研究では、成膜ガスであるアルゴン (Ar) が上記劣化へもたらす影響とその機構とを詳細に検討したので報告する。

【実験方法】AZO 膜を、高周波 (RF)-MS、直流 (DC)-MS 及び RF 重畳 DC (RF/DC)-MS により成膜した。基板は、200 °C に加熱されたガラス基板 (Corning, EAGLE-XG) を用い、ターゲットは ZnO に Al₂O₃ を 2.0 wt.% 混合した円形高密度焼結体を使用した。成膜ガスは純 Ar である。膜中の Ar は、電子プローブマイクロアナライザー (EPMA) を用いて分析した。

【結果と考察】図 1 は、RF-、RF/DC- 及び DC-MS で成膜された AZO 膜の (a) 光学スペクトルから算出された光学 (粒内) 移動度 (μ_{opt}) 及び (b) フォトルミネッセンス (PL) 法により測定したバンド端付近の PL 発光の面積強度の面内分布を示す。基板位置約 0~2 cm は、ターゲットのエロージョン領域に対向する位置である。両図が示す通り、DC-MS 成膜 AZO 膜では RF-MS 成膜 AZO 膜と比べて、非発光性の欠陥が多く μ_{opt} は、どの位置においても低かった。特にその差異は、エロージョン対向部に近いほど著しいことが判明した。RF/DC-MS 成膜 AZO 膜では DC 成膜の場合と比べると非発光性の欠陥の減少により、 μ_{opt} の改善が認められるが、RF 成膜で実現できる値には至らなかった。図 1 (c) は EPMA を用いて得られた Ar-K α ピークの面積強度の面内分布を示す。高 μ_{opt} の RF-MS 成膜 AZO 膜では、全ての基板位置において膜中の Ar は微量であることが示唆された。一方、DC-MS 及び RF/DC-MS 成膜 AZO 膜は、RF-MS 成膜の場合と比べて、膜中に含まれる Ar が全ての基板位置で多く、エロージョン対向部で膜中に含まれる Ar が、基板位置が離れるに従い、減少する挙動が観察された。これは、DC-MS 成膜 AZO 膜のエロージョン対向部における μ_{opt} の著しい低下は、多量の Ar が膜中にキャリアの散乱中心として取り込まれる事が他の基板位置よりも大きいことが主原因と現在結論している。

【参考文献】 1) 野本淳一 他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会, 8a-PA4-9.

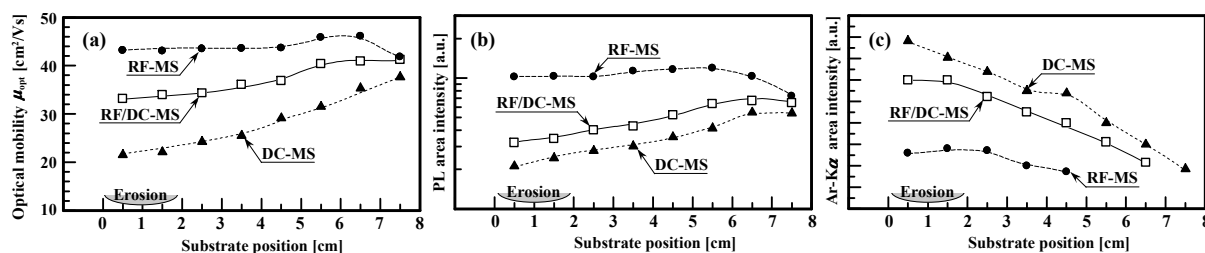


図 1. (a) 光学移動度 (μ_{opt})、(b) バンド端付近の PL 発光の面積強度及び (c) Ar-K α ピークの面積強度の基板位置依存性