

表面テクスチャ AZO 透明導電膜の光吸収と 電氣的・結晶学的特性との関係

Relationship between the absorption and electrical and crystallographical properties in transparent conducting Al-doped ZnO films with textured surface

金沢工大 OEDS R&D センター ○宮田 俊弘, 山中 俊憲, 宇崎 涼介, 南 内嗣

OEDS R&D Center, K. I. T. ○T. Miyata, T. Yamanaka, R. Uozaki and T. Minami

E-mail : tmiyata@neptune.kanazawa-it.ac.jp

【はじめに】各種の薄膜太陽電池用透明電極として適合する ZnO 系透明導電膜の実現を目的として、これまでに表面テクスチャ構造を有する不純物添加 ZnO 透明導電膜の得られる光散乱を始めとして諸特性が添加する不純物の種類より不純物含有量に強く影響されることを報告している。また、形成される表面テクスチャ構造が膜の C 軸配向性に強く関係することを報告している。そこで今回は、異なる二つの方法で形成した表面テクスチャを有する Al 添加 ZnO(AZO)透明導電膜の光学的特性と膜の電氣的及び結晶学的特性との関係を詳しく検討したので報告する。

【実験方法】AZO 薄膜は、市販の AZO (Al が 2.2 at.%) 焼結体ターゲットを使用する直流もしくは高周波 (13.56MHz) 重畳直流マグネトロンスパッタ成膜(MSD)法を用いて、ガラス基板 (OA-10) 上に成膜ガス (純 Ar) 圧力及び成膜温度を変化させ作製された。表面テクスチャ構造は、①成膜条件の制御及び②成膜後の湿式エッチングの二つの方法を用いて形成した。

【結果と考察】直流 MSD において、上記①の方法ではスパッタガス圧が約 6 Pa 以上で且つ成膜温度が約 300°C 以上の条件下で、厚さ約 2 μm 以上の AZO 膜を作製すると、膜は乳白色の表面テクスチャ構造を形成できる。図 1 に、成膜温度を 350°C 一定として、成膜圧力を変化させて作製した AZO 透明導電膜 (厚さ 3.5 μm) の(a)電氣的特性 (キャリア密度 n 及び移動度 μ) 及び(b)X 線回折(XRD)測定より求めた結晶子サイズ及び配向性(XRD 強度)の成膜圧力依存性を示す。成膜圧力が 0.6 から 3 Pa で作製された膜は基板表面に垂直に強く C 軸配向しているが、3 から 6 Pa まで増加すると配向性と結晶子サイズの両方が急激に低下した。しかし、基板表面と平行な方向の結晶子サイズは、6 Pa 程度まで成膜圧力の増加に伴って増大するが、6 Pa で最大となりそれ以上で減少した。一方、成膜圧力が 3 Pa から 6 Pa に増加すると n 及び μ の両方が急激に減少した。図 2 は、図 1 に示した膜の光吸収スペクトルの成膜圧力依存性を示す。上記②の成膜後に湿式エッチングを施した膜においても同様の吸収スペクトルの成膜圧力依存性が認められた。すなわち、吸収端は、成膜圧力が 3 Pa から 6 Pa に増加すると大きく長波長側にシフトするとともに裾を引いている。このレッドシフトは主として n の減少に起因するバースタイン・モス効果から説明されるが、可視域での吸収の広がり及び μ の減少を説明するためには、結晶子のサイズ及び配向性を考慮する必要がある。

【まとめ】吸収端近傍から可視域での吸収及びプラズマ端での吸収を改善した低シート抵抗の表面テクスチャ AZO 透明導電膜の実現には、膜中の不純物含有量に加えて結晶子のサイズ及び配向性を最適化する必要がある。

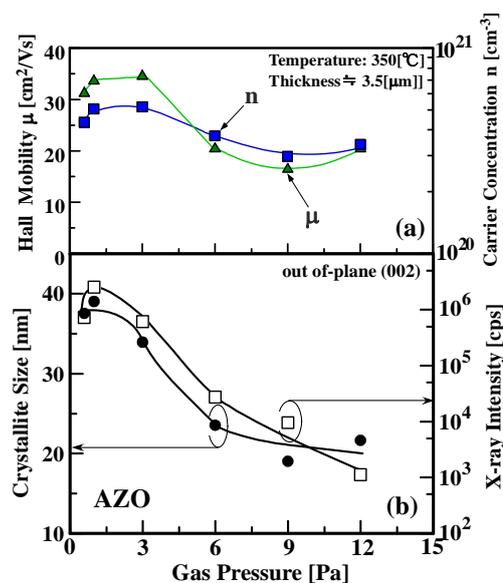


図 1 電氣的特性及び結晶学的特性の成膜圧力依存性

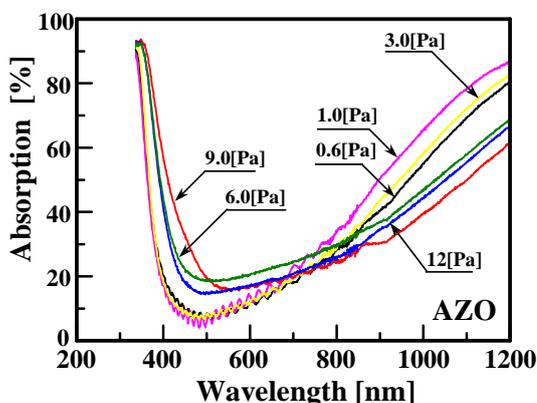


図 2 光吸収スペクトルの成膜圧力依存性