

AZO 透明導電膜における表面テクスチャ構造の制御と最適化

Control and optimization of textured structure formed on AZO thin film surfaces

金沢工大 OEDS R&D センター ○山中俊憲, 宇於崎涼介, 宮田俊弘, 南 内嗣

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

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

【はじめに】これまでに、表面テクスチャ構造を有する ZnO 系透明導電膜の光散乱特性は成膜技術並びに電氣的及び結晶学的特性に強く影響されることを明らかにしている。今回は、Al 添加 ZnO(AZO)透明導電膜の表面テクスチャ構造の形状制御技術を検討すると共に、優れた光散乱特性を実現するための表面テクスチャ構造の最適化について検討したので報告する。

【実験方法】AZO 薄膜は、 Al_2O_3 を 2.0 [wt.%] 含有する焼結体ターゲットを採用する直流マグネトロンスパッタ(dc-MS)もしくは高周波(13.56 [MHz]) 重畳 dc-MS(rf+dc-MS)成膜法を用いて、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て作製された。表面テクスチャ構造は、成膜条件の制御もしくは成膜後の湿式エッチングを用いて形成した。

【結果と考察】1 層目として低温(200 [°C])で、低ガス圧(3[Pa]以下)の成膜条件下で c 軸配向性に優れ、かつ低抵抗率な膜を厚さ約 500-1500[nm]に形成し、その上に 2 層目として高温(300 [°C]以上)、高スパッタガス圧(約 6 [Pa]以上)条件下でピラミッド形テクスチャ構造 AZO 膜を積層し、その後 2 層目をエッチング除去してテクスチャ構造 AZO 膜を作製した。この方法では、2 層目のピラミッド形表面テクスチャ構造を 1 層目の AZO 膜表面に転写すると同時に、1 層目も僅かにエッチングされるためクレーター構造も形成され、クレーター形とピラミッド形の両方が混在する表面テクスチャ構造の形成が期待できる。一例として、図 1 に、1 層目に dc-MS 法で低抵抗率 AZO 膜を厚さ約 1000[nm]形成した後、2 層目の AZO 膜を厚さ約 1000-3500[nm]まで変化させて作製した積層 AZO 膜を、エッチングして 2 層目を除去した後の AZO 膜の波長 400 及び 800[nm]でのヘイズ率(白抜きプロット)の 2 層目膜厚依存性を示す。同図からわかるように、ヘイズ率は波長 400, 800[nm]どちらの場合でも 2 層目膜厚が 2000[nm]までは膜厚の増加に伴って低下しているが、それ以上の膜厚では増加し、2 層目膜厚が 3500[nm]で波長 400[nm]でのヘイズ率が約 80[%]と優れた光散乱特性を示した。また、これらの膜の全透過率は 2 層目の膜厚にかかわらず約 80[%]の優れた値を示し、膜のシート抵抗は約 $5\Omega/\square$ 程度で低いシート抵抗を実現できた。一方、dc-MS 法と比較して優れた c 軸配向性の実現が期待できる rf+dc-MS 法を用いて 1 層目を作製した AZO 膜の結果についても黒塗りプロットで図 1 に示している。同図に示すように、1 層目の AZO 膜を rf+dc-MS 法で作製することにより、波長 800[nm]でのヘイズ率が大幅に向上している。これは 1 層目の AZO 膜を rf+dc-MS 法で作製することにより、クレーター形テクスチャ構造の形成が促進されたことによると考えられる。

【まとめ】低抵抗率 AZO 膜上にピラミッド形テクスチャ構造 AZO 膜を積層し、その後エッチング除去してテクスチャ構造 AZO 膜を作製した。積層するピラミッド形テクスチャ構造 AZO 膜の厚さを最適化することにより、約 $5\Omega/\square$ 程度の低いシート抵抗を有し、且つクレーター形とピラミッド形の両方が混在する全透過率及びヘイズ率が約 80[%]の優れた光学的特性を有する表面テクスチャ構造を実現できた。また、低抵抗率 AZO 膜を rf+dc-MS 法で作製することにより、光散乱特性を制御できることを明らかにした。

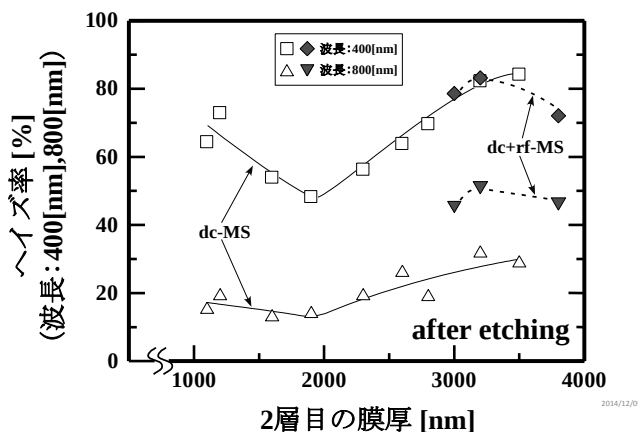


図2 2層式AZO膜のエッチング後の400及び800[nm]でのヘイズ率の2層目膜厚依存性