

スパッタ成膜する薄膜太陽電池用 AZO 透明電極の 表面テクスチャ構造形成技術の検討

Various formation techniques of textured surface in sputter-deposited
Al-doped ZnO transparent electrodes for thin-film solar cells

金沢工大 OEDS R&D センター °野本淳一、山中俊憲、宮田俊弘、南 内嗣

OEDS R&D Center, K. I. T. °J. Nomoto, T. Yamanaka, T. Miyata and T. Minami

E-mail: jun6061@eagle-net.ne.jp

【はじめに】ガラス基板上に作製する ZnO 系透明導電膜では膜の表面にテクスチャ構造を形成する方法として、①成膜時の核生成と結晶成長の制御、もしくは②成膜後の湿式エッチングが知られている。マグネトロンスパッタ(MS)法で成膜する場合、①の例として、高いスパッタガス圧下で高温基板上に作製すると実現できる。ここでは、①と②の形成技術を比較すると共に、両方式の併用の効果について検討した。

【実験方法および結果】膜は MS 法を用いて作製し、形成したテクスチャ AZO 膜の電気、光学及び結晶学的特性と光散乱特性を評価した。一例として、図 1(b)に AZO(Al_2O_3 添加量:2[wt.])ターゲットを用いる高周波重畳直流(rf+dc)-MS 法により温度 200[°C]、成膜圧力 0.6[Pa]の条件で作製された膜厚 2[μm]の AZO 膜を、液温 25[°C]、0.1 [mol./l]の HCl 溶液を使用する湿式エッチング法を用いて深さ約 400[nm]エッチングして得られた膜表面の SEM 像を示す。低温基板上に低ガス圧下で rf+dc-MS 成膜された平坦性の高い膜をエッチングした場合、表面にはクレター型のエッチピットが形成され、そのピットのサイズは膜の c 軸配向性の改善に伴い増大した。一方、図 1(c)に同一のターゲットを使用する直流 MS 法を用いて、350[°C]、12[Pa]の条件下で作製された膜厚 3.5[μm]の AZO 膜の表面 SEM 像を示す。この AZO 膜は強い散乱による光閉じ込め効果で乳白色(ミルキー)である：以下ではミルキー透明導電膜と呼ぶ。同図から明らかなように、高温基板上に高ガス圧下で故意に膜の c 軸配向性を抑制する条件で作製された膜の表面にはテクスチャ構造(ピラミッド型と呼ぶ)が形成されていた。次に、このミルキー膜を前述の湿式エッチング法を用いて深さ約 1 [μm]エッチングすると、ピラミッド型の面影を残した状態で微小なエッチピットが分布した表面テクスチャ構造が形成された。得られた膜表面 SEM 像を図 1(d)に示す。また、図 2 にこれらの膜の波長 800[nm]における透過率の散乱角度依存性を示す。図から明らかなように、ミルキー膜をエッチング処理して作られたテクスチャ膜(図 1(d)の膜)では、他の膜の場合(図 1(b)及び図 1(c))に比べて、高角度の散乱(30-80[deg.]の散乱角度)が強く、高い透過率を実現している。すなわち、薄膜太陽電池用透明電極として採用した場合に有効な光閉じ込め効果が期待される。

【まとめ】ZnO 系透明導電膜にテクスチャ構造を形成する 2 種類の形成方法の比較、及び両方式の併用の効果について検討した。その結果、結晶の核生成と成長制御及び湿式エッチングの双方の技術を併用して形成したテクスチャ AZO 膜は、光を広角度に散乱する優れた光散乱特性を実現できることを明らかにした。

【謝辞】本研究の一部は、NEDO の助成を受けて行われた。

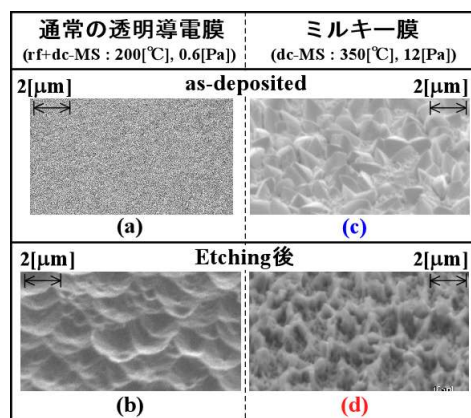


図 1 テクスチャ AZO 膜の表面 SEM 像

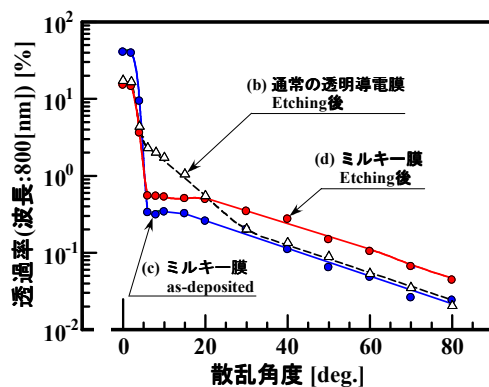


図 2 波長 800[nm]での透過率の散乱角度依存性