

DC スパッタ法で成膜した Ti 添加 ZnO 透明導電膜の熱安定性

高知工科大学 システム工学群 電子工学専攻

牧野研究室 1160053 北尾 寿貴

ZnO 透明導電膜は、Al や Ga などの添加により高い透過性や低抵抗率の実現が可能であるが、耐熱性には課題があった。従来の知見として、PLD 法で成膜した Ti 添加 ZnO 膜 (TZO 膜) での高い耐熱特性が報告されている[1]。本研究では、DC マグネトロンスパッタ法で成膜した TZO 膜の電気特性の熱安定性について、Al 添加 ZnO 膜 (AZO 膜) と比較しながら議論する。

膜厚 500nm の TZO 膜と AZO 膜は、DC マグネトロンスパッタ装置 (アルバック、CS-L) を用い、基板温度 200 °C のガラス基板 (Corning, EagleXG) 上に、ターゲット中の Ti 添加濃度を 0.5, 1.1, 1.8 %, Al 添加濃度を 0.8, 1.6, 3.2 % と変化させて成膜した。耐熱性評価として、空気および窒素雰囲気でのアニール温度依存性を調べた。成膜後、それぞれの温度で 30 分間一定に保ち、室温まで自然冷却した後、van der Pauw 法による室温でのホール測定 (Nanometrics, HL5500PC)、分光透過率・反射率測定 (Hitachi, U-4100)、X 線回折測定 (Rigaku, ATX-G) を行った。

濃度 1.8% の TZO の As-depo 膜は、抵抗率 $5.4 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ 、可視光平均透過率 81.8 % を示し、透明導電膜として良好な特性を示した。窒素中のアニールでは図 1 に示すように、AZO 膜では抵抗率が 2 桁上昇してしまうのに対し、TZO 膜では Ti 濃度の上昇に従って耐熱性が向上し、1.8 % の TZO 膜の抵抗率は、500°C アニール後でも $6.8 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ (抵抗変化率 26 % 増加) であった。一方、図 2 の大気中のアニールにおいては、AZO 膜は濃度に依存せず 300°C を超えると酸素の影響を強く受けて、キャリア濃度、ホール移動度ともに減少し抵抗率が急激に増加するのに対し、TZO 膜では酸素の影響は比較的抑えられており、1.8 % の TZO 膜では 500°C アニール後でも抵抗率は $9.2 \times 10^{-4} \Omega\text{cm}$ (抵抗変化率 70 % 増加) に留まった。結晶構造は、AZO 膜では、アニール温度上昇に伴い *c* 軸長が短くなるのに対し、TZO 膜では変化がほとんど確認できなかった。以上のことから、DC マグネトロンスパッタ法で成膜した TZO 膜は、透明導電膜として良好な特性を示すとともに高い耐熱性を示すことが確認された。

[1] 鈴木晶雄ら 応用物理学会

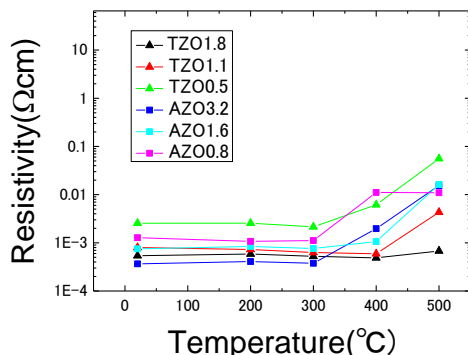


図 1 窒素中熱処理における抵抗率

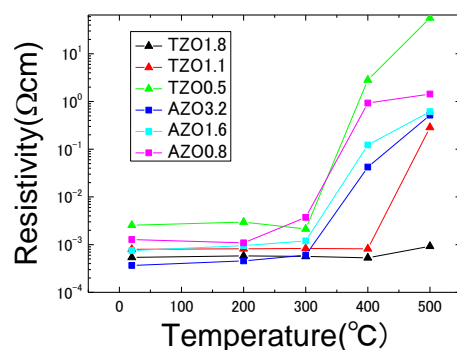


図 2 大気中熱処理における抵抗率