

ZnO 薄膜のスパッタ誘起結晶欠陥に及ぼす Zn 供給の効果

Effect of Zn Supply on Sputtering Induced Crystalline Defects in ZnO Films

島根大総理工¹ 島根大自然², °山田 容士¹, 白敷 柊也², 船木 修平¹

Shimane Univ.¹, °Yasuji Yamada¹, Toya Shirasu¹, Shuhei Funaki¹

E-mail: yamadaya@riko.shimane-u.ac.jp

【はじめに】 不純物を添加した ZnO 薄膜は、電子デバイス材料として有用なだけでなく、酸化物の結晶欠陥と導電性の関係を理解する上で大変興味深い材料である。3 価の Al や Ga が Zn 位置に置換することで、電子を放出しキャリア密度が増加する一方で、アクセプター性結晶欠陥 (Zn 空孔やドーパントと Zn 空孔の複合欠陥,あるいは格子間 O など)によりキャリア密度が減少する。またキャリアの散乱機構も、イオン化不純物散乱と粒界散乱が作用するとされ、さらに粒界散乱は粒界の原子レベルの構造に大きく影響を受けると考えられる。

ZnO 薄膜の結晶欠陥を成膜プロセスにより制御する手段として、我々の研究グループで Zn を供給するスパッタリング法を考案した^[1]。これは、ターゲットとして Zn 粉末を混合した Ga 添加 ZnO (GZO) 粉末を用い、過剰の Zn を供給することでアクセプター性欠陥を補償するもので、これによりキャリア密度が大きく増加する。ところで、GZO 膜の導電性は成膜条件に大きく依存する。この特性変化、すなわち結晶欠陥の生成が、Zn 供給成膜によりどのように影響を受けるかを知ることで、成膜プロセス誘起の欠陥タイプを類推する重要な知見が得られる。そこで今回、成膜条件としてターゲットと基板の間隔 (T-S 間隔) を取り上げ、GZO 膜の特性変化を Zn 供給の有無に対して調べた。

【実験方法・結果・考察】 Zn を 10% 添加した GZO 粉末ターゲット (5%Ga:ZnO) をターゲットとし、作動ガス Ar の圧力を 1 Pa, 無加

熱で石英ガラス基板上にスパッタリング成膜した。図 1 に、得られた膜の抵抗率、および、キャリア密度の T-S 間隔依存性を、比較のための GZO 焼結体ターゲットによる膜とともに示す。Zn 添加ターゲットの使用により、T-S 間隔の増加に伴う抵抗率の増大とキャリア密度の減少が大きく抑制された。また、移動度も、Zn 供給によりその低下が大きく抑制された。このことから、Zn 供給成膜は、無加熱成膜の際に T-S 間隔の増加に伴い生成するアクセプター性欠陥を減少させ、同時に粒界散乱の寄与を低減させる効果をも有することがわかった。

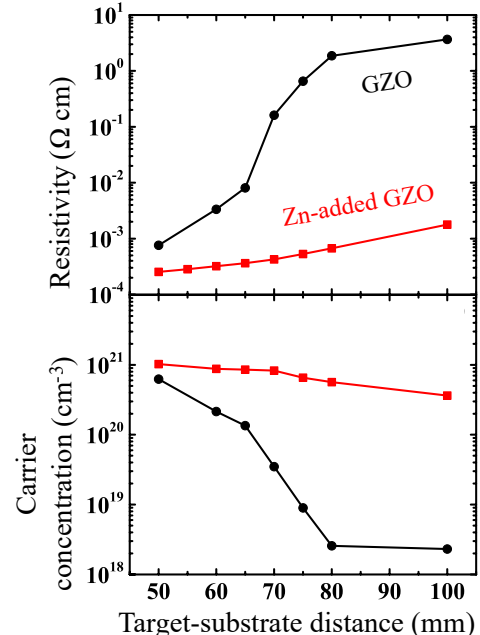


Fig. 1 Resistivity and carrier concentration of GZO films with and without Zn addition as a function of target-substrate distance.

参考文献:[1] 山田祐美加他, 第 65 回(2018)応物春季講演会 19p-P11-2