

Zn 添加 ZnO 系薄膜におけるキャリア密度と移動度の関係

Relationship between Carrier Concentration and Mobility of Zn Added ZnO Thin Films

島根大自然[○]山田 祐美加, 杉浦 怜, 浅野 祐稀, 伴 勇翔, 船木 修平, 山田 容士

Shimane Univ.,[○]Yumika Yamada, Rei Sugiura, Yuki Asano, Yuto Ban, Shuhei Funaki, Yasuji Yamada

E-mail: n18m224@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】これまで我々は、容易に添加元素の種類や量の制御が可能な粉末ターゲットを用いたスパッタ法により Ga 添加 ZnO(GZO)膜中の Zn 量を増加させることで、アクセプター性欠陥である Zn 空孔が補償されキャリア密度が増加することを報告した^[1]。さらに、Zn 添加 GZO 膜にアニールを施すと移動度が上昇することがわかっている。ZnO 系膜ではキャリア密度と移動度の関係からイオン化不純物散乱と粒界散乱などの散乱機構が議論されているが、Zn 添加 ZnO 系膜についてキャリア密度と移動度がどのような相関を持っているかは、まだ明確となっていない。本研究では、Ga や Zn 添加した ZnO 系膜における散乱機構を解明することを目的として、Zn 添加 GZO 膜と Zn 添加 ZnO 膜の電気特性のスパッタ圧力依存性、アニール温度依存性を評価した。

【実験方法】スパッタリングに用いた粉末ターゲットは、ZnO, Ga₂O₃, metal-Zn 粉末を金属モル比で ZnO : 1/2Ga₂O₃ : metal-Zn = 90 : 5 : 5 に混合したもの (Zn 添加 GZO)、95 : 5 : 0 に混合したもの (GZO)、及び、97.5 : 0 : 2.5, 90 : 0 : 10 に混合したもの (Zn 添加 ZnO) とした。RF マグネトロンスパッタリング法により、スパッタ圧力を 0.15, 0.3, 1, 2, 3 Pa とし、SiO₂ 基板上に 30 min の成膜を行った。これらの膜に 0.1 Pa 程度の真空中で 200~500°C まで段階的にアニールを施し、その都度、特性を評価した。電気特性は Van der Pauw 法を用いた Hall 効果測定により、結晶性は XRD により評価した。

【実験結果】図に各スパッタ圧力で成膜した GZO 膜、及び Zn 添加 GZO 膜のキャリア密度と移動度の関係を示す。0.15, 0.3 Pa で成膜した Zn 添加 GZO 膜(■, ■)の特性は、アニールにより移動度がキャリア密度に対して右肩下がりのラインに沿って変化する挙動が見られた。この傾向はイオン化不純物散乱が支配的であることを示しているものと考えられている。ところが、1, 2 Pa で成膜した Zn 添加 GZO 膜(■, ■)ではキャリア密度がほぼ変わらず移動度だけが変化した。これは、アニールによって粒界散乱の寄与が大きく変化していることを示している。すなわち、同じ Zn 量の Zn 添加 GZO ターゲットで成膜しても、スパッタ圧力の違いにより散乱機構が大きく変化することが判明した。一方、Zn 添加 ZnO 膜は移動度がキャリア密度に対して右肩上がりであり、粒界散乱が支配的であると考えられる。

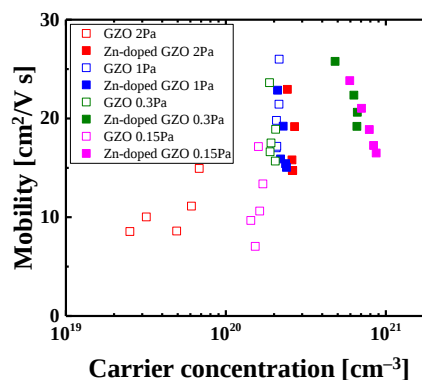


Fig. Relationship between carrier concentration and mobility in GZO, Zn-doped GZO and Zn-doped ZnO films prepared at different sputtering pressure

[1] 山田 他, 2017 年 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 19p-P11-2