

Ga:ZnO 膜への Zn 供給による高キャリア密度化と高移動度化

Increase of Carrier density and Mobility of Ga:ZnO Films by Zn incorporation

島根大総理工¹, 島根大自然², ○山下 雅貴¹, 杉浦 怜¹, 山田 祐美加², 船木 修平^{1,2},
山田 容士^{1,2}

Shimane Univ.^{1,2}, ○Masaki Yamashita¹, Rei Sugiura¹, Yumika Yamada², Shuhei Funaki^{1,2},
Yasuji Yamada^{1,2}

E-mail: s161121@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】室温でスパッタリング成膜した Ga 添加 ZnO(GZO)膜は、真空中でアニールするとアニール温度の上昇とともに約 400°C まではキャリア密度が増加するがそれ以上の高温アニールではキャリア密度は大きく減少する。この高温でのキャリア密度の減少は GZO 層と Zn 層の積層膜を形成し膜表面を SiO₂ 層でキャップすることで抑制できる。これらのことより GZO 膜は高温真空アニールにより Zn が脱離し、アクセプター性欠陥である Zn 空孔を生成してキャリア密度を減らすこと、そして、挿入した Zn 原子はアニールにより GZO 層に拡散し、Zn 空孔を補償することが分かった^[1]。一方、移動度はアニール温度の上昇とともにほぼ単調に増加する。そこで、高温真空アニールにより移動度を高めた GZO 膜に Zn を拡散させることで減少したキャリア密度を回復させることを試みた。

【実験方法】RF マグネトロンスパッタリング法により、石英基板上に室温で GZO 膜を 200 nm 堆積させた。ターゲットには Ga 濃度 5 at% と 3 at% の焼結体を用いた。その膜を 0.3 Pa 程度の真空中で 600°C、30 分間のアニールを施した。これにより、Ga 濃度 5 at% の膜では 11.6 cm²/V s から 22.3 cm²/V s に上昇し、キャリア密度は 4.07×10²⁰ cm⁻³ から 9.48×10¹⁹ cm⁻³ に減少した。その後、Zn 層と SiO₂ 層を RF マグネトロンスパッタリング法で GZO 膜上に積層させ、SiO₂/Zn/GZO の積層構造を形成した。この積層膜を再度 200～600°C まで段階的にアニールを施し、電気特性及び結晶性のアニール温度依存性を得た。電気特性は Van der Pauw 法を用

いた Hall 効果測定によって、結晶性は XRD 測定により評価した。また、SiO₂ 層のみを積層させた SiO₂/GZO 積層膜、600°C のアニールを施していない GZO 膜に Zn 層と SiO₂ 層を積層した SiO₂/Zn/GZO(*)積層膜も同様に評価した。

【実験結果】Ga 添加量 5 at% の膜を積層化して再アニールしたときの (a)移動度、(b) キャリア密度のアニール温度依存性を図に示す。すべての積層膜において移動度はアニール温度の上昇に伴い増加した。また、400°C までのアニールにおいては高移動度化した GZO 膜への Zn 層の挿入によるキャリア密度の増加は少ない。より高温でのアニールにおける挙動を調査する必要がある。

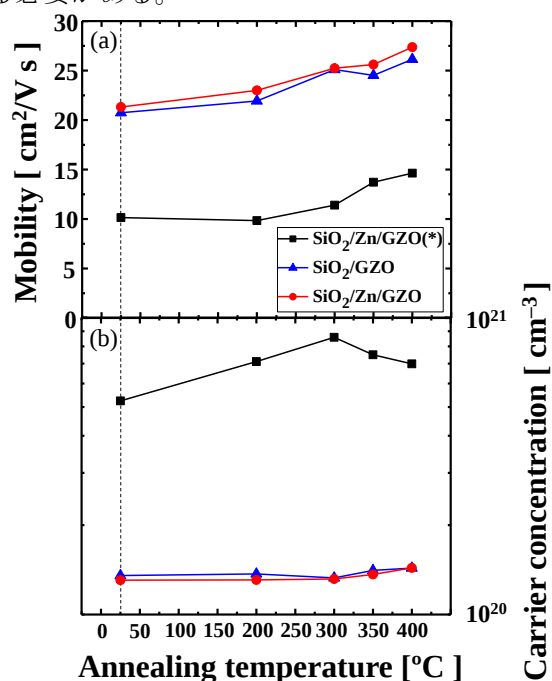


Fig. (a) Mobility and (b) Carrier concentration of SiO₂/Zn/GZO, SiO₂/GZO and SiO₂/Zn/GZO(*) films as a function of annealing temperature

[1]杉浦, 他, 2019 年 第 80 回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集, 18p-PB5-20