

Zn 拡散による Ga 添加 ZnO 膜のキャリア密度の制御

Control of carrier concentration of Ga-doped ZnO thin film by Zn diffusion

島根大総理工¹, [○](D) 杉浦 怜¹, 山田 祐美加¹, 浅野 祐稀¹, 船木 修平¹, 山田 容士¹

Shimane Univ.¹, [○]Rei Sugiura¹, Yumika Yamada¹, Yuki Asano¹, Shuhei Funaki¹, Yasuji Yamada¹

E-mail: s179822@matsu.shimane-u.ac.jp

【背景】透明導電膜は透明でかつ電気を流すという特性上、液晶ディスプレイや太陽電池の電極として利用されている。我々は電極材料として、資源が豊富な酸化亜鉛(ZnO)に着目し、電気特性の向上を目指した。ZnO に Ga を 5 at% 添加した場合、添加量から想定されるキャリア密度は $2 \times 10^{21} / \text{cm}^3$ 程度である。しかし、室温下でスパッタリング法を用いて作製した Ga 添加 ZnO(GZO)膜のキャリア密度は $4 \times 10^{20} / \text{cm}^3$ 程度であり、キャリアの活性度合いは 20%程の値にとどまっている。これは、ZnO に Ga を添加することでアクセプター性欠陥である V_{Zn} が生じたためと考えられている^[1]。そこで本研究では、Ga 添加量の異なる GZO 膜に Zn 層を挿入した GZO/Zn 積層膜を作製し、アニールによって Zn を拡散させ、キャリア密度の変化を評価することとした。

【実験方法】石英基板上に Zn 膜を堆積させた後、GZO 膜を 200 nm 堆積させた。さらに、外界の雰囲気と膜の間での拡散を抑制させるための SiO_2 層を成膜した。Ga の添加量は 3 at% と 5 at% とした。成膜後に、真空雰囲気下で 200~600°C のアニールを施し、物性を評価することで、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 効果測定により、結晶性は XRD 測定により評価した。

【実験結果】図 1 に Zn 層の有無及び Ga の添加量の異なる GZO 積層膜におけるキャリア密度のアニール温度依存性を示す。Zn 層を挿入

した膜のキャリア密度は、Zn が拡散すると考えられている 450°C 以上で増加した。これは、Zn の拡散によりアクセプター性欠陥が補償されたことが要因であると考えられる。また、キャリア密度の増加率は Ga 添加量の少ない GZO 膜の方がより顕著であった。これは、Ga 添加量の多い GZO 膜は、アクセプター性欠陥が多く、Zn が少なかったため、欠陥が補償しきれなかったためと考えられる。本研究により、GZO 膜に Zn 層を挿入しアニールを施すことで、従来得られていた膜よりも高いキャリア密度を有した膜を作製することが可能となった。

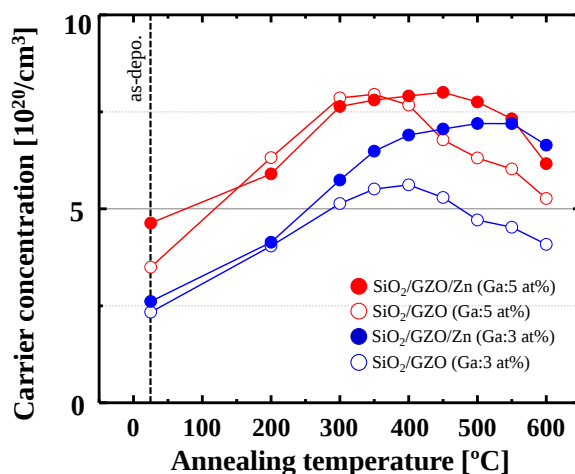


Fig1. Carrier concentration of $\text{SiO}_2/\text{GZO}/\text{Zn}$ and SiO_2/GZO films as a function of annealing temperature

【参考文献】

- [1] D.C. Look *et al.*, *Phy. Rev. B* **84**, 115202 (2011)