

スパッタリング法による Si, Sn を用いた Ga_2O_3 への n 型ドーピング

N-type Doping of Ga_2O_3 by Si, Sn Grown by Sputtering Method

○藤田実樹¹, 井上洋輔², 長澤凜太郎², 構祐美子², 牧本俊樹² (1. 一関高専, 2. 早大理工)

○M. Fujita¹, Y. Inoue², R. Nagasawa², Y. Kamae², and T. Makimoto²

(1. NIT, Ichinoseki College, 2. Waseda Univ.)

E-mail: miki-f@ichinoseki.ac.jp

はじめに : 酸化ガリウム (Ga_2O_3) は、酸化物半導体の一種で、バンドギャップが約 5.0eV と大きく、高効率・低損失なパワーデバイスの実現に向けて、大きな期待が寄せられている。本研究では、将来の実用化を見据え、高速かつ大面積に薄膜を作製可能なスパッタリング法を用いて、 Ga_2O_3 の作製を行う。トランジスタをはじめとしたパワーデバイスや新規の紫外線検出用デバイスへの応用を目指して、 Ga_2O_3 に n 型ドーピングを試み、 Ga_2O_3 の電気伝導率制御の実現を目標に研究を行った。

実験方法 : Si, Sn を n 型ドーパントとし、それぞれ 1 % (原子組成比) 混入した 2 つの Ga_2O_3 ターゲットを用いて実験を行った。Ar ガスをプラズマ化してスパッタガスとし、 Al_2O_3 基板上に Ga_2O_3 を約 1 μm 堆積した。

実験結果 : Si をドーパントとして用いて作製した Ga_2O_3 は堆積温度に依存せず、アモルファスになった。室温で作製すると、黒色化し、バンドギャップエネルギー (E_g) は Ga_2O_3 の E_g である 4.9 eV より低下したが、堆積温度 500 $^{\circ}\text{C}$ 以上としたものは透明になり、 E_g は 4.9 eV 付近に回復した。これらのサンプルはいずれの場合も高抵抗となり、これは Si がドーパントとして十分活性化していないためであると考え、アニールを行い、伝導率制御を試みた。

室温で堆積したサンプルに対して、窒素雰囲気、800 $^{\circ}\text{C}$ にて、10 分間および 5 時間のアニールを行った。図 1 にアニール前後のサンプルの表面写真を、図 2 に光吸収測定より得られた吸収係数の 2 乗の値と光エネルギーの変化の様子を示す。アニール前は黒色であったが、アニールにより、透明へと変化し、 E_g は 4.9 eV 付近へと回復した。続いて、図 3 にアニール時間と伝導率の関係のグラフを示す。(グラフには 800 $^{\circ}\text{C}$ に加えて 700 $^{\circ}\text{C}$ でアニールした結果も表示した。) アニール時間が短いと、伝導率は高くなるがアニール時間が長くなると、かえって高抵抗になった。ドーパントとして Sn を用いた Ga_2O_3 の結果に関しては当日発表する。

謝辞 : 本研究は JSPS 科研費 17K05045 の助成を受けたものです。



As-grown 10 minutes annealed 5 hours annealed

Fig.1: The surface of the sample

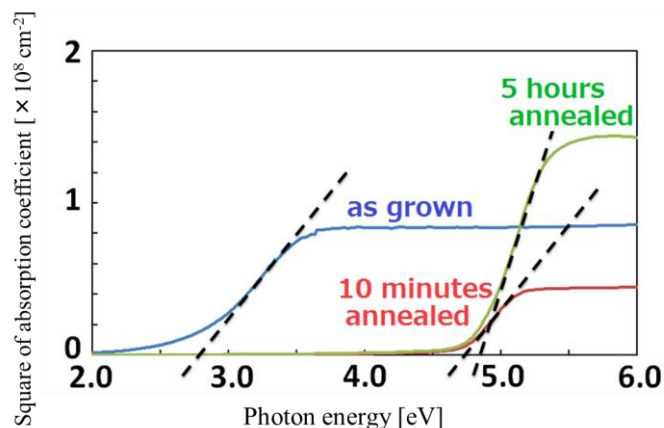


Fig.2: Bandgap energy obtained from photoabsorption measurement.

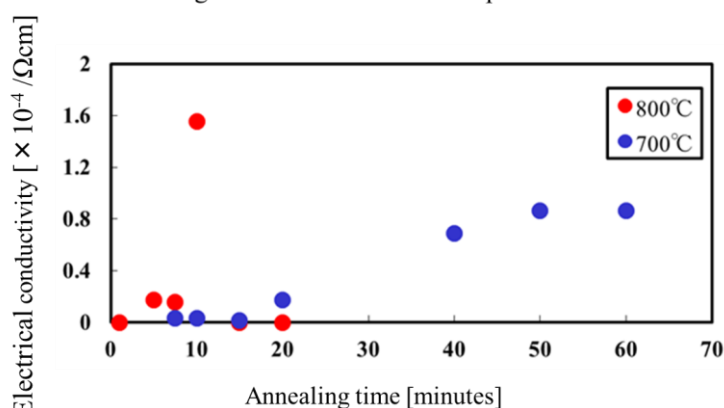


Fig.3: Annealing time v.s. electrical conductivity