

p-チャネルトランジスタに向けた非晶質 Ga-O-S 薄膜の作製 Fabrication of amorphous Ga-O-S films toward realizing *p*-channel transistors

東工大物質理工¹, [○](M2)船田 貴光¹, 是石 和樹¹, 相馬 拓人¹, 吉松 公平¹, 大友 明¹

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, [○]Takamitsu Funada¹, Kazuki Koreishi¹,

Takuto Soma¹, Kohei Yoshimatsu¹, Akira Ohtomo¹

E-mail: funada.t.ab@m.titech.ac.jp

【緒言】非晶質 In-Ga-Zn-O(a-IGZO)に代表される *n* 型透明非晶質酸化物半導体(TAOS)は、高電子移動度の薄膜トランジスタ材料として利用されている。それらに匹敵した性能を示す *p* 型 TAOS が開発されれば、TAOS の応用範囲をさらに広げることができる。我々は β -Ga₂O₃ にアクセプタとして窒素を、ホールキャリアの活性化のために硫黄を添加することを検討してきた[1]。本研究では、*p* 型 TAOS 開発を目指して、パルスレーザー堆積法を用いて a-GaO 薄膜と非晶質 Ga-O-S(a-GaOS)薄膜を作製し、種々の特性を調べたので報告する。

【方法】Ga₂O₃ 単結晶と GaS 多結晶を原料として、室温・酸素雰囲気下で石英基板上に a-GaO と a-GaOS 薄膜をそれぞれ作製した。X線反射率測定と紫外可視近赤外分光により薄膜の密度と光学特性をそれぞれ評価した。また、二端子法により電気抵抗率(ρ)を測定した。

【結果】X線回折測定からすべての薄膜は非晶質であることが分かった。Fig. 1 にターゲット基板間(T-S)距離を変えて作製した a-GaO 薄膜の密度および ρ を示す。T-S 距離の減少に伴い薄膜の密度が増加し、 ρ が減少した。これは、T-S 距離が短いほど成膜チャンバー内の残留ガスが薄膜に取り込まれにくいためである[2]。Fig. 2 に酸素分圧(P_{O_2})を変えて作製した a-GaOS 薄膜の密度とバンドギャップ(E_g)を示す。 $P_{O_2} \leq 0.03$ Torr では、 P_{O_2} 低下に伴い薄膜の密度が減少し、硫化ガリウム結晶(c-GaS)の値に近づいた。一方で、 $P_{O_2} \geq 0.05$ Torr における密度低下は、残留ガスの取り込みが促進されたことを示唆している。また、 P_{O_2} 低下に伴い E_g は a-GaO の値から単調に減少した。以上の結果は、 P_{O_2} によって a-GaOS 薄膜の S 組成を制御できることを示唆している。講演では、薄膜の組成と電気特性の詳細についても議論する。

[1] 齊藤拓海 他, 第68回応用物理学会春季学術講演会, 19a-Z33-10 (2021). [2] J. Kim *et al.*, *NPG Asia Mater.* **9**, e359 (2017).

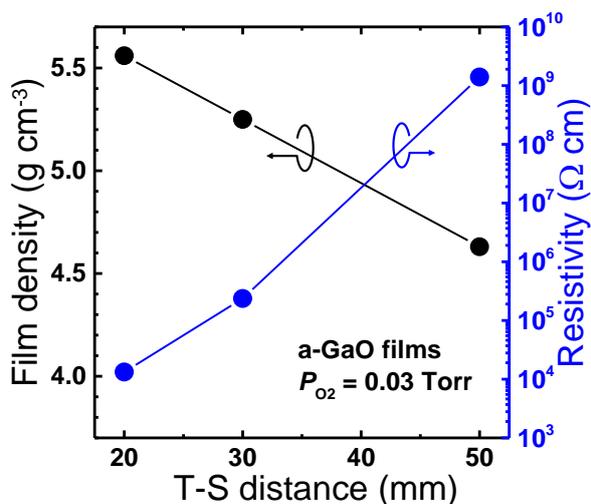


Fig. 1 Target-substrate distance dependencies of film density and resistivity for a-GaO films fabricated at a P_{O_2} of 0.03 Torr.

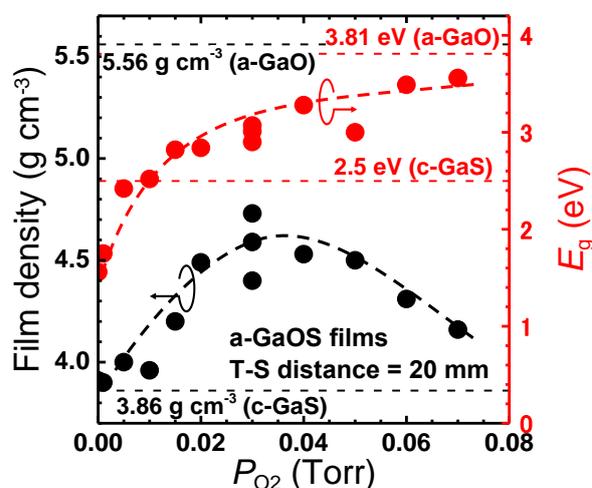


Fig. 2 P_{O_2} dependencies of film density and E_g for a-GaOS films fabricated at a target-substrate distance of 20 mm.