

透明アモルファス酸化物半導体 Cd-Ga-Sn-O 薄膜の電気特性制御

Electrical properties of transparent amorphous oxide semiconductor Cd-Ga-Sn-O films

山梨大学大学院¹ ○柳 博, 小山石 祐介

University of Yamanashi, Hiroshi Yanagi, Yusuke Koyamaishi

E-mail: hyanagi@yamanashi.ac.jp

透明アモルファス酸化物半導体 (TAOS) を含むアモルファス酸化物半導体 (AOS) はその高い移動度 ($>10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$) と幅広いキャリア濃度の制御性 ($<10^{14} \sim 10^{20} \text{ cm}^{-3}$) から大型ディスプレイなどの駆動回路用材料などとして注目されている。[1][2] AOS の 1 つの課題は $\geq 10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ の高い移動度を得るためには閾値となるキャリア濃度が存在し、それは $\sim 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ と比較的高いことである。このため、これより低キャリア濃度で $10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を超える移動度の実現が 1 つの課題であった。本研究では、Cd-Ga-Sn-O 系からなる透明アモルファス酸化物半導体において、キャリア濃度が $1.9 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ で移動度 $57 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、 $5.3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ で $36 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を実現したのでこれらの結果について報告する。

薄膜は RF マグネトロンスパッタリング法を用いて製膜した。ターゲットには CdO-Ga₂O₃ 混合粉末と Sn 金属の 2 つのスパッタ源を用いた。基板にはシリカガラスを用い、室温で製膜した。プロセスガスには Ar と水蒸気を用い製膜時の全圧は 2.5 Pa を維持した。一方製膜時の水蒸気分圧は $\sim 10^{-3} \text{ Pa} \sim 0.27 \text{ Pa}$ の範囲で制御した。

得られた薄膜を XRD 測定した結果、顕著なピークは認められずアモルファス薄膜が得られたと考えられる。光透過率測定の結果、いずれの薄膜も可視域で 80%以上の透過率を有していたことから透明なアモルファス薄膜が得られたといえる。Hall 測定を行った結果を Fig.1 に示す。Hall 係数はマイナスでありこれらの薄膜は n 型半導体であった。水蒸気分圧が $\sim 10^{-3} \text{ Pa}$ から 0.25 Pa の間でキャリア濃度は両対数グラフ上で直線的に減少し、その後 0.25 Pa から 0.27 Pa の間で急激に減少し $5.3 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 至った。一方 Hall 移動度は水蒸気分圧が 0.9 Pa 以下では $<10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ であったのに対し 0.25 Pa にて急激に上昇し、0.25 Pa で $\sim 50 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 、0.27 Pa で $36 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を実現した。以上の結果より、 $<10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のキャリア濃度で $>10 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ の高い移動度を実現したといえる。

References

[1] K. Nomura, H. Ohta, A. Takagi, T. Kamiya, M. Hirano, and H. Hosono, Nature, **432**, 488 (2004).

[2] D. S. Ginley, H. Hosono, and D. C. Paine, Handbook of Transparent Conductor (Springer, New York, USA, 2010).

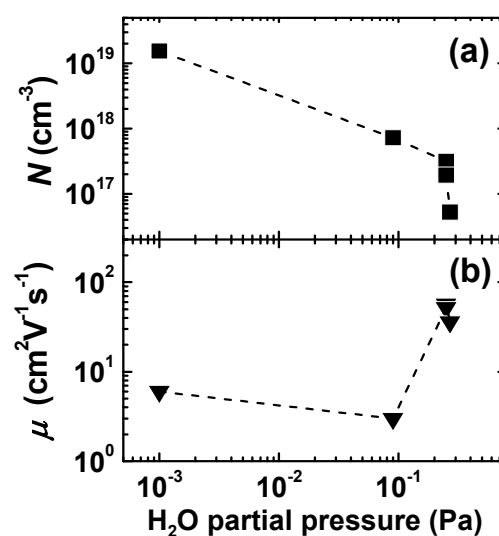


Fig.1 Water-vapor partial pressure dependent Hall mobilities and carrier densities of amorphous Cd-Ga-Sn O thin films.