

半絶縁性中間層による β -Ga₂O₃ ホモエピタキシャル層の界面伝導の抑制 Suppression of interface conduction in β -Ga₂O₃ using semi-insulating intermediate layer

東工大物質理工学院¹, トヨタ自動車², 元素戦略³, [○]齊藤 拓海¹, 若林 諒¹, 李 政洙¹,

亀井 海聖¹, 吉松 公平¹, 加渡 幹尚², 大友 明^{1,3}

Tokyo Tech., Dept. Chem. Sci. Eng.¹, Toyota Motor Corporation², MCES³

[○]T. Saito¹, R. Wakabayashi¹, J. S. Lee¹, K. Kamei¹, K. Yoshimatsu¹, M. Kado², A. Ohtomo^{1,3}

E-mail: saito.t.au@m.titech.ac.jp

【はじめに】酸化ガリウム (β -Ga₂O₃) は、次世代のパワーデバイス用材料として注目を集めており、薄膜の電気特性の制御はデバイス性能の向上に不可欠である。しかし、 β -Ga₂O₃ 基板表面には多量の Si 不純物が存在することが分かっており、それらが薄膜との界面でドナーとして活性化することで界面伝導が支配的になるため、薄膜本来の電気特性を測ることが困難となっている [1]。そこで本研究ではホモエピタキシャル薄膜の電気特性評価に向けて半絶縁性 β -Ga₂O₃:Fe 中間層による界面伝導の抑制を検討するとともに、中間層上に成長した導電性薄膜の電気特性評価を試みた。

【実験】基板には β -Ga₂O₃:Fe (010) を用いた。CMP 研磨後にアセトンとエタノールで洗浄し、パルスレーザ堆積法により薄膜成長を行った。基板温度 (T_g) は 500–700 °C、成長雰囲気は酸素ガスまたは酸素ラジカル、ターゲットは β -Ga₂O₃:Fe, β -Ga₂O₃:UID, β -Ga₂O₃:Si ([Si] = $1.6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$) の単結晶を用いて各薄膜を作製した。電気特性は二端子測定およびホール効果測定により評価した。

【結果】Fig. 1 (a) に電気測定の模式図, (b) に各中間層厚さ (d_{IL}) に対する端子間電圧 3 V での電流値を示す。基板に直接成長した場合には約 10 μA の電流が流れた。中間層を導入することで電流値が著しく減少した。この結果は、半絶縁性中間層が界面伝導の抑制に有効であることを示唆している。二次イオン質量分析測定を行ったところ、実際に Si も Fe も UID 層中に拡散していなかった。Fig. 2 に厚さ 14 nm の中間層上に成長した β -Ga₂O₃:Si 薄膜の電子濃度 (n) と移動度 (μ) を示す。成長温度とともに n と μ の両方が増加し、 $T_g = 700 \text{ }^\circ\text{C}$ において $n \approx [\text{Si}]$, $\mu = 28 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ を記録した。この移動度は、PLD で作製した薄膜としては現在最高の値である。

[1] 李政洙他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会, 20a-E201-8 (2018).

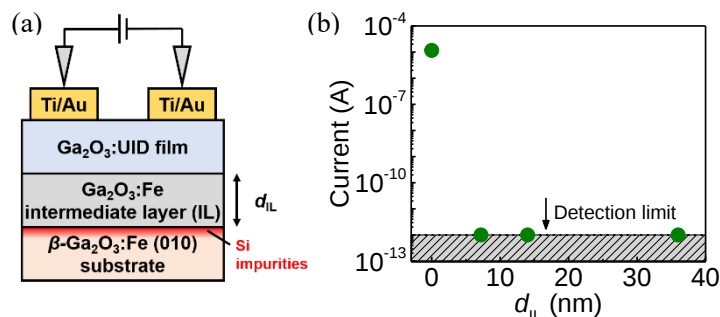


Fig. 1 (a) Sample structure for two-probe measurement. (b) Current at 3 V vs. thickness of the intermediate layer (d_{IL}), prepared at 500 °C under an O-radical atmosphere.

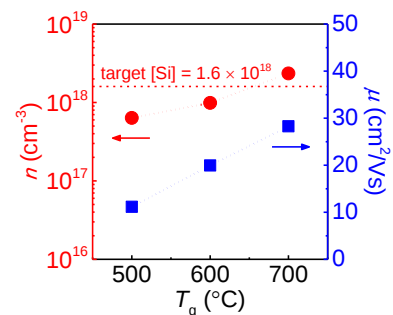


Fig. 2 T_g -dependence of n and μ for homoepitaxial β -Ga₂O₃:Si films grown on 14-nm-thick ILs under an O₂ atmosphere.