

伝導性 $\gamma$ 相酸化ガリウム薄膜の作製Growth of conductive  $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> films東工大院理工<sup>1</sup>, 東工大元素戦略<sup>2</sup>, 松山 慶太郎<sup>1</sup>, <sup>○</sup>大島 孝仁<sup>1</sup>, 吉松 公平<sup>1</sup>, 大友 明<sup>1,2</sup>Graduate School of Sci. & Eng., Tokyo Tech<sup>1</sup>, MCES, Tokyo Tech<sup>2</sup>Kentaro Matsuyama<sup>1</sup>, <sup>○</sup>Takayoshi Oshima<sup>1</sup>, Kohei Yoshimatsu<sup>1</sup>, Akira Ohtomo<sup>1,2</sup>

E-mail: t-oshima@apc.titech.ac.jp

【背景】次世代ワイドギャップ半導体として酸化ガリウム (Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) が注目されている。Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> には,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\varepsilon$  の結晶多形が存在し, 最安定の $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> とその他の準安定相に分類できる。しかしながら, 半導体としての研究が行われているのは, 単結晶薄膜が作製でき n 型伝導性制御に成功している $\alpha$ ,  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> だけであり[1,2], 他の準安定相は単結晶作製が困難であるためほぼ未開拓であった。それらのうち $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> に対して, 我々は MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 基板上へのエピタキシャル安定化により単結晶薄膜が作製できることを見だし, バンドギャップ等の基礎物性を明らかにした[3]。ただしそれらの薄膜は未ドーピングのため絶縁体であった。そこで本研究では, 不純物 Si ドーピングにより電気伝導性の獲得を試みた。

【実験】MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (001)基板上にパルスレーザ堆積法を用いて, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si 薄膜を 300 nm 成長した。ターゲットには Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si (Si: 0.1 wt%) 焼結体を用い, 成長時の酸素分圧, 基板温度はそれぞれ 1 mTorr, 600°C に設定した。作製した薄膜に対して, X 線回折 (XRD) により結晶構造を解析し, van der Pauw 法を用いて電気特性を評価した。

【結果・考察】薄膜の XRD 対称面パターンからは $\gamma$ 相(00 $h$ )反射のみが検出され[Fig. 1(a)], 非対称面 $\phi$ スキャンからは基板反射と同角度に薄膜反射が観察された[Fig. 1(b)]. これらの結果から, 薄膜は基板と同配向の $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si 単結晶であることが分かった。この $\gamma$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si 薄膜は良好な電気伝導性を示し, 300 K におけるキャリア濃度, 移動度, 抵抗率はそれぞれ  $1.8 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ ,  $1.6 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$ ,  $0.21 \text{ } \Omega \cdot \text{cm}$  であった。 $\alpha$ ,  $\beta$ -Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> で報告されているキャリア濃度の上限値が  $10^{19} \text{ cm}^{-3}$  台[1,2]であることを考慮すれば, それらと同等レベルの高濃度 n 型ドーピングに成功したと考えられる。

[1] K. Akaiwa *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **51** (2012) 070203. [2] K. Sasaki *et al.*, Appl. Phys. Express **5** (2012) 035502. [3] T. Oshima *et al.*, J. Cryst. Growth **359** (2012) 60.

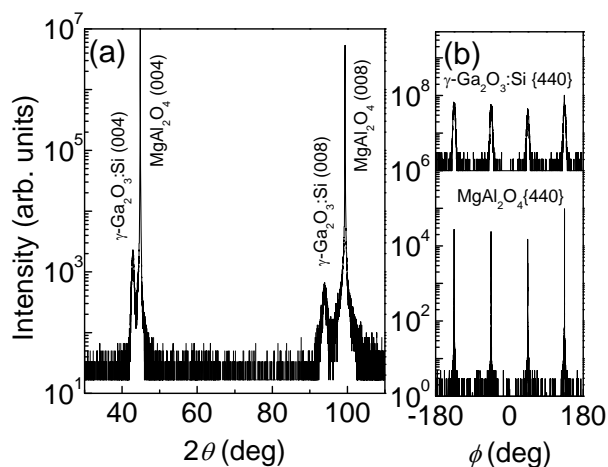


Fig. 1. XRD (a)  $\theta$ - $2\theta$  and (b)  $\phi$  scans for a Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Si film on MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (001) substrate.