

α -Ga₂O₃ の電気特性異方性の評価Anisotropy of electric characteristics in α -Ga₂O₃○守屋 亮¹, 青山 昇平¹, 城川 潤二郎¹, 四戸 孝², 高橋 勲², 荒木 努¹立命館大学¹, FLOSFIA²○R. Moriya¹, S. Aoyama¹, J. Kikawa¹, T. Shinohe², I. Takahashi², T. Araki¹Ritsumeikan University¹, FLOSFIA Inc.²

E-mail: re0115hr@ed.ritsumei.ac.jp

【背景】

α -Ga₂O₃ は、パワーデバイスへの応用が期待されている新しい半導体材料である。この α -Ga₂O₃ において、c 面と m 面では電気特性が異なることが報告されている^[1]。一方、第一原理計算では異方性が否定されており^[2]、実験との相違の原因は、現実の結晶内に存在する結晶欠陥であると推測される。本発表では、Sn をドーピングした c 面および m 面 α -Ga₂O₃ の電気特性の面内異方性を評価した結果を報告する。

【使用試料・実験方法】

10 mm 角の c 面、m 面サファイア基板に、ミスト CVD 法^[3]により α -Ga₂O₃ 薄膜を成長した試料を使用した。ドーパントは Sn を用いている。電気特性測定方法は、Aligned Pauw 法^[4]と 5 電極法^[5]を用いた。Fig. 1 に電極配置を示す。Aligned Pauw 法では電極配置によるジオメトリが存在する。このジオメトリを補償するために有限要素法による計算を行い、その値で補正した。c 面 α -Ga₂O₃ は Sn 濃度 10^{19} cm^{-3} の 1 水準、m 面 α -Ga₂O₃ は 10^{19} cm^{-3} までの 7 水準である。

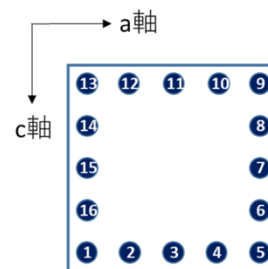


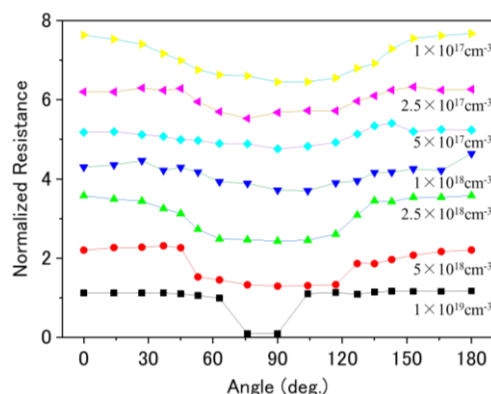
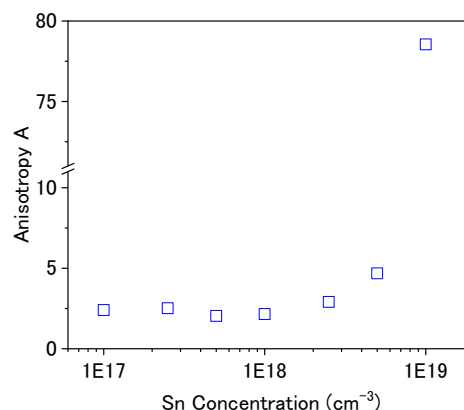
Fig.1 Electrode configuration

【測定結果】

c 面では等方性が確認された一方、m 面では異方性が確認されたため、Sn 濃度を变化させた試料を測定し、異方性の評価を行った。濃度別サンプルにおける抵抗値の角度依存性を、Sn 濃度をパラメータとして Fig. 2 に示す。Sn 濃度とともに電流の良く流れるパスが 90 度近辺、即ち、a 軸と平行な方向へ集中していく。又、サンプルの x 軸(a 軸)と y 軸(c 軸)に平行な抵抗値の比 R_{yy}/R_{xx} を計算し、抵抗率の異方性 $\rho_{yy}/\rho_{xx}(=A)$ を Simon^[6]に従って求めたものを Fig. 3 に示す。Sn 濃度が $2.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ を超えると異方性が強くなっていることがわかる。Sn 濃度とキャリア密度の関係^[7]では Sn 濃度が $2.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度でキャリアが飽和している。一方、抵抗率の異方性は、Sn 濃度に対して $2.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 程度では飽和していない。 $2.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ を越えても Sn が結晶内に取り込まれていることを考えると、Sn 原子は活性化していようと活性化していないと、同様に何らかの形で異方性に寄与していることを示す。

参考文献

- [1] 大田 *et al.*, 2017 年第 64 回応物春季講演会, 14a-502-8
- [2] H. He *et al.*, Appl. Phys. Lett. **88**, 261904 (2006)
- [3] K. Kaneko *et al.*, J. Appl. Phys. **52**, 020201(2012)
- [4] K. Kobayashi, Appl. Phys. Express **8**, 036602 (2015)
- [5] S. Asmontas, Acta Physica Polonica A **113**, 1559 (2008)
- [6] S. H. Simon, Phys. Rev. Lett. **83**, 4223 (1999)
- [7] J. Kikawa *et al.*, IWGO P3 (2017)Parma, Italy

Fig.2 Angular dependence of resistance of α -Ga₂O₃ with different Sn concentrationFig. 3 Sn concentration dependence of anisotropy in resistivity of α -Ga₂O₃