

VB、FZ、EFG 法による β -Ga₂O₃ 単結晶の光吸収、電気的特性評価

Optical and electric properties for VB, FZ and EFG grown β -Ga₂O₃ single crystals

信州大工, ○(M2)中村 貴浩, (B)内山 雄太, 太子 敏則, 干川 圭吾

Shinshu Univ., °T.Nakamura, Y.Uchiyama, T.Taishi and K.Hoshikawa

E-mail: khoshi1@shinshu-u.ac.jp

【はじめに】 β -Ga₂O₃ は透明導電性酸化物のひとつであり、4.8eV という広いバンドギャップを有することから、ワイドギャップ半導体として注目されており、次世代パワーデバイス材料として期待されている。本研究では Vertical Bridgman(VB)法、Floating Zone(FZ)法、Edge-defined Film-fed Growth(EFG)法の3種類の融液成長法から得られた β -Ga₂O₃ の光学的電気的特性を比較することで、原料中残留不純物及び育成プロセス混入不純物、さらに育成プロセスで発生する欠陥等の特性への影響を考察した。

【実験方法】①VB 法結晶^[1]は、純度 99.995%原料、Pt-Rh 合金るつぼ、大気中で、②FZ 法結晶^[2]は、純度 99.99%原料、るつぼ無し、大気中で、③EFG 法結晶^[3]は、純度 99.997%原料、Ir るつぼ・ダイ、CO₂ ガス炉内雰囲気、ドーパント不純物添加は行わない(UID)で、それぞれの方法で育成した。育成したバルク単結晶をウェハ状に切断し、両面を光学鏡面に研磨し、光透過率を測定した。また、ウェハを 5mm 角に切断し、Ti 蒸着、Au スパッタ電極を形成し、ホール効果測定を行った。酸素欠陥の有無を簡便に調べるため、EFG 法、VB 法の結晶については酸素雰囲気でのアニールによる変化を調べた。

【結果と考察】Fig.1 は光透過率スペクトルであり、Fig.2 はホール効果測定(室温)の結果である。高い n 型キャリア濃度を示す結晶は NIR 領域での減衰が大きい傾向に見られ、自由キャリアの存在を示唆していると考えられる^[4]。また、Fig.1 において VB 結晶に共通して見られる 427nm 付近での吸収は、先行研究での報告が無いことから、Rh の混入に起因すると考えられる。また、VB 結晶はるつぼの有無がプロセスの差異となる FZ 結晶と比較し、キャリア濃度が低い値となった。これは混入した Rh が VB 結晶中でアクセプタとして作用しているためと考えられる^[5]。一方で、不活性雰囲気で育成された EFG 結晶は FZ 結晶と比較し、高いキャリア濃度を示した。これは、不活性雰囲気での育成のため、酸素欠陥が多く形成されたことに原因があると考えられる。酸素欠陥が多いと考えられる EFG 結晶に対して、酸素雰囲気 900°Cでのアニールを行うと、キャリア濃度は減少し、酸素欠陥が消失したと考えられた^[6]。この結果を踏まえて、酸素欠陥の少ないと考えられる VB 結晶に対して同様のアニール実験を行った。その結果および考察は当日報告する。

【参考文献】

- [1] K. Hoshikawa et al., Journal of Crystal Growth **447** (2016) 36–41.
- [2] 不二越機械工業株式会社からの提供による。
- [3] 田中他 先進パワー半導体分科会第3回講演会, P-13, 2016.
- [4] Z. Galazka et al., Journal of Crystal Growth **404** (2014) 184.
- [5] 加渡他, 第77回応用物理学会秋季学術講演会, 14p-A25-4, 2016.
- [6] 中村他, 先進パワー半導体分科会第3回講演会, P-14, 2016.

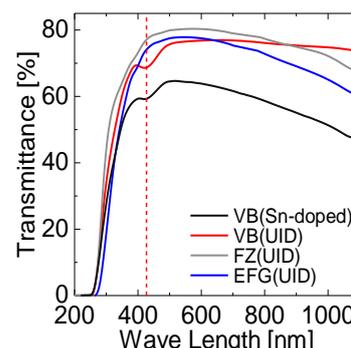


Fig. 1 Transmittance spectra of β -Ga₂O₃ grown by three different methods.

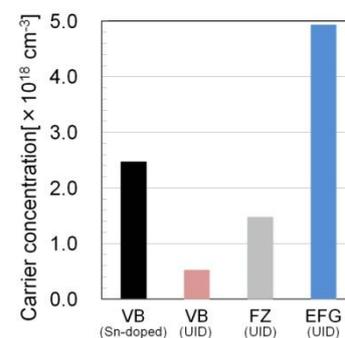


Fig. 2 Carrier concentration of β -Ga₂O₃ grown by three different methods.(RT)