

VB 法成長直径 2 インチ β -Ga₂O₃ 単結晶の結晶性評価Characterization of 2-inch Diameter β -Ga₂O₃ Crystals Growth by the VB Technique信州大工¹、不二越機械工業²○(M1)小野塚昂大¹、小林 壮¹、太子敏則¹、干川圭吾^{1,2}、大葉悦子²、小林拓実²
Shinshu Univ.¹, Fujikoshi Machinery Co.²°K. Onozuka¹, T. Kobayashi¹, T. Taishi¹, K. Hoshikawa^{1,2}, E. Ohba², T. Kobayashi²E-mail: khoshi1@shinshu-u.ac.jp

【はじめに】 β -Ga₂O₃ は次世代パワーデバイス用ワイドギャップ半導体材料として注目され、結晶成長および結晶特性の研究が進められている¹⁾。我々は単結晶の大形化、高品質化を目指し、抵抗加熱式大気中垂直ブリッジマン(VB)炉を開発し、Pt-Rh 合金るつぼを適用して、直径 2-inch β -Ga₂O₃ の単結晶育成に成功した²⁾。ここでは、育成した結晶の結晶性評価について報告する。

【実験方法】 Fig. 1 は、育成した直径 2-inch β -Ga₂O₃ 単結晶および切断・研磨加工した鏡面ウエハを示す。ウエハは (001) 面、Sn-doped n 形半導体特性を示している。結晶性の評価は、リガク XRTmicron による X 線透過および反射トポグラフィ、Rigaku Smartlab によるロックンガブからの FWHM 分布、KOH エッチングおよび熱リン酸エッチングによる転位ピット分布を評価し、比較検討・考察した。

【結果と考察】 透過トポグラフは、ウエハの厚さ (650 μ m) と結晶性の関係から入射 X 線の全面透過が難しく、さらに薄いウエハ加工が必要であることが分かった。一方、Fig. 2 に示す反射トポグラフ像では、ウエハ中央付近に、種子結晶起因と推測される格子面不整および [010] 方向にのびる数本の小傾角境界が観測されるが、それ以外のバルク結晶起因の強い不均質は認められない。しかし、ウエハ外周全域に、明瞭なマイクロクラック、部分劈開が検出されている。これらは、ウエハの切断、研磨時に導入された加工起因欠陥と推測され、 β -Ga₂O₃ 単結晶の機械的特性の強い異方性、劈開性が推測され、外周部の面取りを含むウエハ加工の課題が示唆された。代表的 2-inch ウエハの FWHM の径方向面内分布は 30~80arcsec であり、転位ピット分布は 0~5000cm² であった。FWHM 値と転位ピット密度は多くの場所で緩い相関を示したが、全く相関しない場所もあった。本研究の一部は NEDO「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」の支援を受けて実施している。



Fig. 1 VB grown 2" ϕ β -Ga₂O₃ crystal ingot and polished wafer

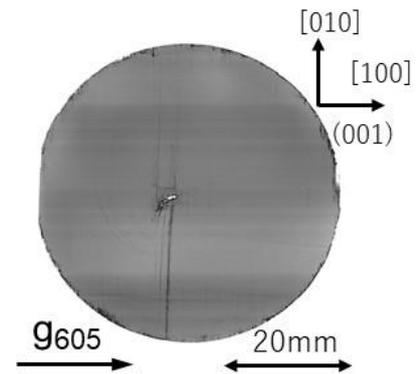


Fig. 2 Photograph of X-ray refraction topography of 2" ϕ β -Ga₂O₃ wafer

1) 干川、大葉、小林 日本結晶成長学会誌, **44** (4) (2017) 44-4-03

2) 干川、小林、松木、大葉、小林、第 67 回応用物理学会春季学術講演会 (2020.03 結晶工学分科) 発表