

大気中 VB 法成長直径 2 インチ β -Ga₂O₃ 単結晶の半導体特性

Semiconductor Properties of β -Ga₂O₃ Crystals Grown by the VB Technique in Ambient Air

信州大工¹、不二越機械工業²

○(M1) 高部 守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

◦M. Takabe¹, T. Kobayashi¹, T. Taishi¹, K. Hoshikawa^{1,2}, E. Ohba², T. Kobayashi²

E-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 合金るつぼを用いて、直径 2-inch β -Ga₂O₃ の単結晶育成に成功した²⁾。ここでは、育成した結晶の不純物添加および半導体特性について報告する。

【実験方法】 Fig. 1 は、半導体特性評価に用いた大気中 VB 法成長した、直径 2 インチ、0.2mol% Sn 添加の (001)面成長 β -Ga₂O₃ 結晶を示す。右側の矢印と g の数値は結晶部位およびその固化率を示す。VB 法は融液の 100% 固化が前提のため最終固化部は g=1.0 である。育成結晶の固化率を指標に、不純物分析用試料、ホール効果測定用試料を作製した。GDMS (VG Elemental VG90000) による残留不純物およびドーパント Sn の分析を行い、対応する部位から 5mmx5mm 試料を準備し、ホール効果測定 (東洋テクニカ ResiTest8400) を行った。

【結果と考察】 Table1 に UID 結晶を含む 4 種類の Sn 添加量結晶から得た試料の Sn 添加量 (M)、固化率 (g)、試料中 Sn 濃度 (m)、キャリア密度 (n)、移動度 (μ_H) の測定・同定結果を示す。

これらの結果から、異なった結晶

間の M と m の相関も 1 本の結晶の g と m の特定の関係も認められず、Sn 添加量の制御には VB 成長の偏析現象以外に、原料融解、結晶育成プロセス中の Sn の蒸発ロスなどの影響を考慮する必要が示唆された³⁾。一方、試料中の m と n の関係から、結晶中の混入した Sn の全ては活性化していないことが推察される。本研究の一部は NEDO の「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。

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

3) Z. Galazka et. al., Journal of Crystal Growth, 529 (2020) 125297

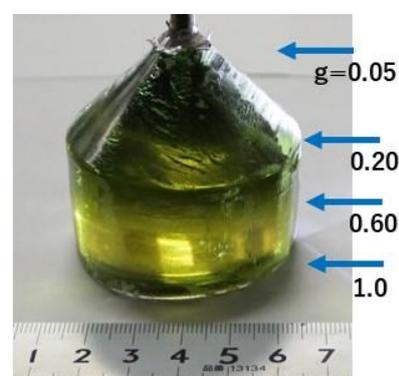


Fig. 1 VB grown Sn-doped (001) β -Ga₂O₃ crystal for investigation

Table1 Semiconductor characteristics of β -Ga₂O₃ crystals

Sample NO	Doping conc. mol%	g	Sn conc. wt.ppm	Carrier density cm ⁻³	Mobility cm ² V ⁻¹ sec ⁻¹
A-1	UID	0.50	0.20	--	--
A-2	UID	0.90	0.50	--	--
B-1	0.05	0.25	14	5.0E17	107
C-1	0.1	0.60	73	1.5E18	77
D-1	0.2	0.05	66	1.5E18	78
D-2	0.2	0.70	23	7.3E17	84
D-3	0.2	0.95	7.0	--	--