

垂直ブリッジマン法を適用した機能性結晶成長

Single Crystal Growth by Vertical Bridgman Techniques

千川圭吾 (信州大学 工学部)

Keigo Hoshikawa (Shinshu University)

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

1. はじめに

ブリッジマン法は、容器（るつぼ）内の融液を一端から一方向凝固する代表的なバルク結晶成長方法である。成長界面の移動方向が重力に対して垂直方向である垂直ブリッジマン（Vertical Bridgman：VB）法と水平方向である水平ブリッジマン（Horizontal Bridgman：HB）法とに大別される¹⁾。本発表では、筆者が主に関わってきた VB 法による半導体結晶および酸化物結晶成長技術を紹介する。

2. 各種のるつぼ材と成長結晶²⁾

図1は、p-BN るつぼを適用し、液体封止材（ B_2O_3 ）の効果を利用して育成した、液体封止垂直ブリッジマン（LEVB）法 GaAs 結晶（上段）および InP 結晶（下段）を示す。図2は、高融点金属である Mo、W るつぼを適用し、冷却時のるつぼの収縮と成長結晶の収縮の関係を考慮して育成した VB 法サファイア（ $\alpha-Al_2O_3$ ）結晶（上段）とサファイアと Ce ドープ YAG（ $\alpha-Al_2O_3/YAG:Ce$ ）共晶を示す。図3は、薄い肉厚の Pt るつぼを適用し、るつぼを破壊して成長結晶を取り出すことにより得られた、 $LiNbO_3$ （VB-LN）結晶、 $La_3Ta_{0.5}Ga_{5.5}O_{14}$ （VB-LGT）結晶、 $La_3Ga_5SiO_{14}$ （VB-LGS）結晶、 $KTaO_3$ （VB-KT）結晶、 $KNbO_3$ （VB-KN）結晶、 $Li_xLa_{(1-x)/3}NbO_3$ （VB-LLNbO）結晶を各々示す。図4は、Pt-Rh 合金系るつぼを適用し、Pt の融点以上の高融点（1793°C）である $\beta-Ga_2O_3$ 結晶の成長例を示す。

3. おわりに

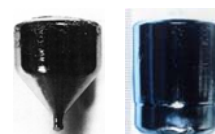
2. 項では、主にるつぼ材に着目して、VB 法成長結晶を分類・紹介した。実際の VB 法結晶育成では、るつぼ材に加えて、炉内雰囲気、種子結晶の有無や種子結晶の形状・サイズ、さらに結晶組成特有な組成変化や異相発生など、多くの課題に遭遇する。発表では、これらについて多くの例を紹介したい。

<参考文献>

- 1) 千川: 日本結晶成長学会誌 Vol. 20, No. 1 (1993) 49.
- 2) 千川: 日本結晶成長学会誌 Vol. 42, No. 2 (2015) 110-118.
- 3) K. Hoshikawa et. al., Journal of Crystal Growth 447 (2016) 36-41.

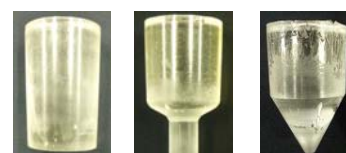


LEVB-GaAs

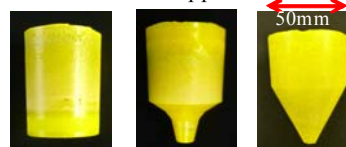


LEVB-InP

Fig.1 Crystals grown in p-BN crucibles



VB-Sapphir



VB-MGC

Fig.2 Crystals grown in Mo and W crucibles

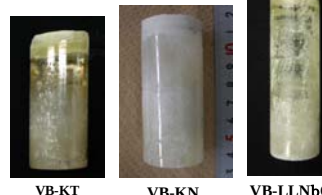


VB-LN

VB-LGT

VB-LGS

Fig.3 Crystals grown in Pt crucibles



VB-KT

VB-KN

VB-LLNbO

Fig.4 a crystal grown in a Pt-Rh alloy crucible



VB-β-Ga₂O₃