20a-A17-1

大形の VB 法サファイア結晶成長の種子付け界面形状と温度分布

Temperature distribution and seeding interface shape of large-size sapphire growth by vertical Bridgman technique

信大･工 [1], 不二越機械工業 [2]　○宮川千宏 [1,2], 小林拓実 [2], 太子敏則 [1], 干川圭吾 [1]

Shinshu Univ.[1], Fujikoshi Machinery Corp.[2]　○C. Miyagawa[1,2], T. Kobayashi[2], T. Taishi[1], K. Hoshikawa[1]

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

はじめに　c 面サファイア基板は、LED 用 GaN 薄膜の下地基板として工業的に使用されている。我々は、c 軸方位で直径 3-inch サファイア単結晶育成に垂直ブリッジマン(Vertical Bridgman: VB)法を適用し、クラックフリーのサファイア単結晶が再現性良く育成でき、るつぼが再利用可能なことを報告した [1)]。本報告では、直径 3-inch のサファイア単結晶より得られた種子付け界面形状について、数値解析による温度分布と比較検討し、半透明サファイア結晶中の内部輻射による種子付け界面形状への影響について考察する。さらに、大形結晶の数値解析及び結晶育成実験の結果についても報告する。

実験　結晶育成は、既報告 [1)]と同じ、カーボン系の抵抗発熱体、保温材を用いた垂直ブリッジマン炉を適用した。育成した c 軸・直径 3-inch のサファイア単結晶の、種子付け部分を縦切断したウェーハより得られた種子付け界面形状の観察を行った。さらに大形の直径 6-inch のサファイア単結晶育成を行い、同様に種子付け界面形状の観察を行った [2)]。

数値解析　直径 3-inch 結晶を育成したホットゾーンのモデルを構築し、種子付けプロセス中の温度分布と実験結果について比較検討した [2)]。直径 6-inch サファイア結晶育成についても、同様に数値解析を行い比較検討した。数値解析は、CGSim シミュレーションソフトを用いた。

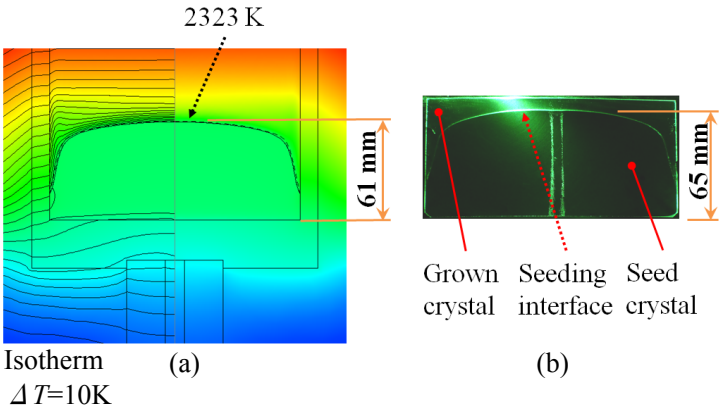

Fig. 1 (a) Temperature distribution and isotherms for seeding of 6-inch diameter VB-sapphire growth; (b) Seeding interface shape of 6-inch diameter VB-sapphire.

結果と考察　直径 3-inch のサファイア単結晶の種子付け界面形状と、この育成実験と同じ条件の数値解析による固液界面形状の結果は、双方共に上側に凸形状となり、傾向はよく一致した。

直径 3-inch のモデルを 6-inch に拡張し、数値解析した温度分布と固液界面形状を Fig. 1 (a)に示す。また、Fig . 1 (b)は、実際に直径 6-inch を育成した結晶から得られた種子付け界面形状である。双方共に界面形状は上凸形状であり、形状は非常によく一致している。上凸形状の固液界面の要因は、サファイア単結晶は半透明であり、高温の固液界面から低温の結晶底面への結晶内部の熱移動が、主に内部輻射によるためである。そのため、結晶内部の縦方向の温度勾配は小さい。

参考文献

1) C. Miyagawa et. al, Demonstration of crack-free *c*-axis sapphire crystal growth using the vertical Bridgman mehod, J. Cryst. Growth **372** (2013) 95-99.

2) C. Miyagawa et. al, Development of vertical Bridgman technique for 6-inch diameter *c*-axis sapphire growth supported by numerical simulation, J. Cryst. Growth **402** (2014) 83-89.

© 2014 年　応用物理学会