

27aA06

回転ブリッジマン法を用いたInGaSb結晶成長における 炉内温度に対するアンプル回転効果の数値解析

Numerical simulation for ampoule rotation effect in
InGaSb growth by rotational Bridgman method

静岡理科大学^{*}、静岡大学電子研^{**} 小澤哲夫^{*}、早川泰弘^{**}、清水英利^{*}、K.Balakrishnan^{**}、
小山忠信^{**}、熊川征司^{**}

Shizuoka Inst. Sci. Tech.^{*}, Research Inst. Elect. Shizuoka Univ.^{**}

T.Ozawa^{*}, Y.Hayakawa^{**}, H.Shimizu^{*}, K.Balakrishnan^{**}, T.Koyama^{**} and M.Kumagawa^{**}

To investigate the solution convection for the rotational Bridgman method, we calculated the relationship between the ampoule rotation rate and temperature distribution in the growth solution reservoir. By increasing the ampoule rotation rate, the flow velocity in the In-Ga-Sb solution increased and also the temperature distribution tended to be uniform.

【1.はじめに】回転ブリッジマン法は、水平ブリッジマン法に成長アンプルの回転を加えた結晶成長方法であり、今までに良質の混晶バルク結晶が育成されてきた。そこで、アンプルの回転が成長溶液対流、温度分布に及ぼす影響を調べるために、回転ブリッジマン法をモデルにした3次元溶液対流計算を行った。

【2.数値解析モデル】回転ブリッジマン法は、円筒状の種結晶と供給原料の間に半円筒状の成長溶液を配置した状態で、対称軸を中心に成長系全体を回転させることにより、溶液の攪拌を行いながら結晶成長させる方法である。解析は、差分法を用いて、円筒座標系のナビエ・ストークス式、エネルギー保存式を解き、 x, y, z 方向の速度成分、圧力、温度を求めた。解析領域は、溶液部分のみとして、格子の分割は $36 \times 15 \times 20$ とした。成長溶液はIn-Ga-Sb溶液を採用した。アンプル回転速度は、 $0 \sim 100$ rpmの間で行った。また、解析領域周辺の壁に与えた温度は放物線近似し、炉内温度差 ($T_H - T_L$) を $10 \sim 140^\circ\text{C}$ の範囲で順次変え解析を行った。

【3.溶液対流の数値解析結果】図1に炉内温度差 10°C のときの成長アンプル回転数に対する固液界面温度の関係を示す。 0 rpmにおいては、固液界面上部が高温となり、下部に向かって温度が低くなる分布になった。アンプルの回転数を増加すると共に、上部と下部の温度差が小さくなっていることがわかった。

図2に炉内温度差を $10 \sim 140^\circ\text{C}$ の範囲で変化させたときの固液界面温度差 (ΔT) を炉内温度差で規格化した値とアンプル回転数の関係を示す。 $0 \sim 20$ rpmの回転数では、炉内温度差が大きいほど固液界面の温度差が大きくなっているが、 40 rpm以上の回転数では炉内温度差の値に関わらず、固液界面の均一化が促進していることがわかった。

以上のことから成長アンプルの回転により、炉内の温度分布による影響が軽減され、溶液内部での温度分布の均一化が促進したことが分かった。

