

24aB5

地上および微小重力下でのInGaSb結晶成長における溶液対流解析

Numerical analysis of solution convection for InGaSb crystal growth on earth and under micro-gravity

小澤哲夫^{*}、早川泰弘^{**}、織浩介^{*}、小川剛広^{*}、小山忠信^{**}、熊川征司^{**}
(*静岡理工大、**静岡大学電子研)T.Ozawa^{*}, Y.Hayakawa^{**}, K.Ori^{*}, K.Ogawa^{*}, T.Koyama^{**} and M.Kumagawa^{**}
(*Shizuoka Inst. Sci. Tech, **Res. Inst. Elect. Shizuoka Univ.)

To investigate the effect of solute and volume expansions on the solution convection, numerical analysis were performed as a function of gravity level. Under 1g condition, both expansions affected the convection flow. By decreasing the gravity, the solute expansion became dominant.

【はじめに】GaSb/InSb/GaSbサンドイッチ構造の試料を用いて、InSb融液中へのGaSbの溶解とInGaSb結晶成長実験を中国の回収衛星を利用して行った。また、地上で比較実験を行った結果、溶質濃度における密度差に起因した溶質対流が大きな影響を及ぼすことがわかった¹⁾。本研究では、In-Ga-Sb溶液中の流れを調べるために、運動方程式(ナビエ・ストークス方程式)の溶質膨張と熱膨張の項を考慮して、重力レベルがInGaSb半導体融液の混合に及ぼす効果を数値解析により明らかにする。

【数値解析モデル】解析モデルは、GaSb-InSb-GaSbのサンドイッチ構造である。昇温により、InSb融液中にGaSbが溶け込んでIn-Ga-Sb溶液の領域が形成された状態を初期状態とした。運動方程式、熱伝導方程式、拡散方程式を連立して解くことにより、流れベクトル、GaSb濃度分布の時間的変化を2次元座標で非定常解析した。

【解析結果と考察】図1に地上1g(a)および 10^{-4} g(b)における溶液上部の流速の時間変化を代表流速で規格化した値を示す。地上1gにおける初期には、InSbに比べGaSbの密度が小さいため、固液界面領域に下部から上部方向への溶質対流が生じた。しかし時間経過とともに、GaSb濃度分布が溶液全体で均一化するため、溶液中央で熱膨張による浮力を駆動力とした流れが下部から上部方向へ生じ、流れ方向の切り替わりが起こった。つまり地上での溶液中での対流は、始めは溶質膨張が支配的であるが、後に熱膨張が支配的になることがわかった。 10^{-4} gにおいては、地上に比べ重力レベルが小さくなるため、濃度が均一化するまでの時間が遅くなり、流れ方向の切り替わり時間が遅くなった。つまり重力レベルが下がるほど、溶質膨張に起因した対流が支配的になることがわかった。

【文献】1) T.Kimura et. al, J.Jpn.Soc.Microgravity Appl.15, Supplement II, p.475-475 (1999).

【謝辞】解析プログラムを利用させていただいた(財)宇宙環境利用推進センターに感謝いたします。なお、本研究は(財)日本宇宙フォーラムが推進しているプロジェクトの一環として行われた。

