

## 27aA02

化合物半導体融液内における自然対流とマランゴニ対流の  
共存効果に関する数値解析Numerical analysis on the coexistence effect of natural and Marangoni convections in  
compound semiconductor melt

静大・工 鈴木貴弘、梅村鎮基、岡野泰則

Department of Materials Science and Chemical Engineering, Shizuoka University,  
Takahiro Suzumura, Shigeki Umemura, Yasunori Okano

## Abstract.

The coexistence effect of natural and Marangoni convections on the flow fields in 2-dimentional and 3-dimentional models were discussed by numerical simulation. Oscillatolly flow was observed when the flow directions by natural and Marangoni convections were opposite each other.

【はじめに】化合物半導体結晶の作製時には、融液内対流による非定常現象が発生することが知られている。この非定常現象は作製した結晶内の成長縞の原因となりうる。これを防ぐためには融液内で生じる現象を解明し、制御することが重要となる。本研究では化合物半導体融液内における、自然対流とマランゴニ対流の共存効果により発生する非定常現象について着目し、2次元及び、3次元において数値解析を行った。

【解析方法】解析は以下の二通りのモデルで行った。

①2次元矩形解析モデル[1]: GaSb/InSb/GaSb サンドイッチ構造試料とし、結晶に GaSb、溶液に InSb を用いた。固液界面は InSb-GaSb 擬似二元相図により濃度、熱のバランス式を用いて決定し、 $\phi$ - $\omega$  法により解析した。

②3次元矩形解析モデル: 1辺 3.0 cm の立方体に InSb 融液を充填し、上部は自由界面、右側面から 532.5°C ( $T_H$ ) で加熱、左側面から 527.5°C ( $T_C$ ) で冷却することを想定し、HSMAC 法により解析を行った。

【結果】①Fig.1 に 20,40[min]の時の流れを示す。下部にある流れは、InSb 溶液に GaSb 結晶が溶けることによって生じる、濃度差による自然対流( $Gr_C=1 \times 10^6$ )であり、結晶に沿って上昇し、中心軸に沿って下降する。一方、上部にある流れは、GaSb 結晶と InSb 溶液の温度差によって起こるマランゴニ対流 ( $Ma_T=-1 \times 10^3$ ) であり、自由界面に沿って中心軸から結晶方向に流れ、自然対流とは逆向きの流れである。Fig.1 中の点における流関数 ( $\psi$ ) の値を時間に対してプロットすると、Fig.2 に示す通り非定常的な流れ(振動)が生じていることがわかる。

②自然対流とマランゴニ対流が逆向きに存在する場合における挙動を詳しく調べるため、3次元解析を行った。解析①と同一のマランゴニ数 ( $Ma_T=-1 \times 10^3$ ) における結果を Fig.3(a)に示す。この解析条件では、マランゴニ対流の影響は小さい。マランゴニ数を  $Ma_T=-1 \times 10^6$  にした結果を Fig.3(b)に示す。この場合ではマランゴニ対流の影響が顕著に現れる。Fig.3(b)における融液内対流の挙動を調べるため、Fig.4 に最大対流速度を時間に対してプロットした。Fig.2 同様、流れが非定常的になっていることがわかった。

【引用文献】[1] 岡野泰則、梅村鎮基他;化学工学シンポジウムシリーズ 72, P. 162~P.171(2000).

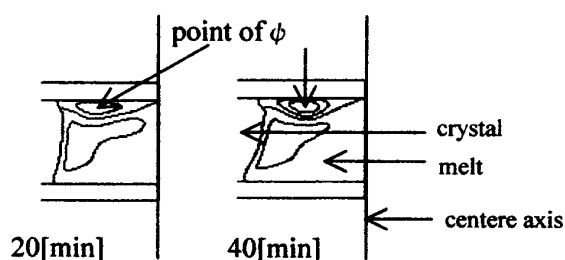


Fig.1 Coexistence effect of natural and Marangoni convections on flow field in 2-D model ( $Gr_C=10^6$ ,  $Ma_T=-10^3$ )

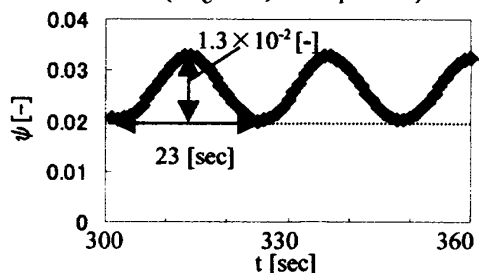
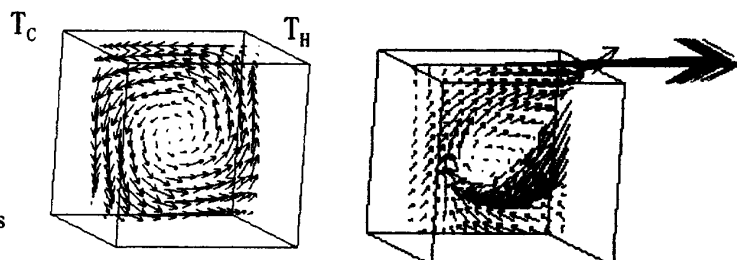


Fig.2 Time dependency of  $\psi$  (2-D model,  $Gr_C=10^6$ ,  $Ma_T=-10^3$ )



(a)  $Ma_T = -1 \times 10^3$

(b)  $Ma_T = -1 \times 10^6$

Fig.3 Coexistence effect of natural and Marangoni convections on velocity vector in 3-D model at  $t=50$ [sec] ( $Gr_T=10^6$ )

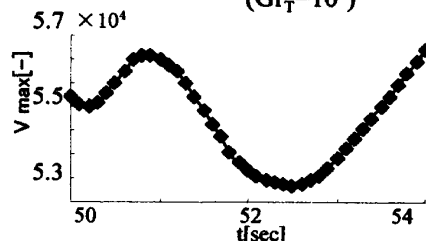


Fig.4 Time dependency of maximum velocity (3-D model,  $Gr_T=10^6$ ,  $Ma_T=-10^6$ )