

27aA03

微小重力下における化合物半導体融液内不純物拡散現象に及ぼす重力揺らぎの影響
**The effect of the gravity fluctuation on impurity-diffusion phenomena
 in the compound semiconductor melt under the microgravity**

静岡大学工学部物質工学科 梅村鎮基, 酒井奨, 岡野泰則
 Shizuoka Univ. S.Umemura, S.Sakai, Y.Okano

The effect of gravity fluctuation on the natural convection in the three-dimensional rectangle container was analyzed numerically. The g-jitter was generated along x,y and z direction under the microgravity, and gravity was changed from 1g to 10^{-4} g in 1sec for the purpose of analysis on the aircraft or drop tower experiments. It was shown that concentration distribution was insensitive to the g-jitter.

緒言 結晶作製時には融液中においてさまざまな非定常的現象が発生する。特に宇宙では g-jitter と呼ばれる重力揺らぎが発生する。これらの現象は作製した結晶に成長縞を引き起こし、構造欠陥などの原因となる恐れがある。そこで今回は微小重力下における対流現象に及ぼす重力揺らぎの影響について数値解析を行った。

解析方法 解析モデル (Fig.1) は三次元矩形 (2.0cm × 4.0cm × 2.0cm) とし、一方の側面を 810[K]、他方の側面を 798[K] に保ち、その他の面は断熱とした。境界はすべて non-slip、物性値は InSb とし、初期値はすべて融液内で一定温度 798[K] とした。メッシュ数は 20(x) × 40(y) × 20(z) とした。解析は流体解析ソフト α -Flow (FUJI-RIC) を使用した。

1) **g-jitter** 微小重力下における g-jitter の影響について解析した。g-jitter は 0.2Hz で x,y,z 軸に沿ってそれぞれ発生し、解析開始 30 分後から 5 分連続して起こることを想定した。残留重力 10^{-4} g[-] に加え、Case1 では $0 \sim 10^{-2}$ g[-]、Case2 では $-10^{-2} \sim 10^{-2}$ g[-] の振動が生じる場合について解析した。

2) **重力 $1g[-] \rightarrow 10^{-4}g[-]$ 解析** 重力変化としては解析開始から 100 分までは $1g[-]$ とした後、1 秒で $1g[-]$ から $10^{-4}g[-]$ まで変化させた。

結果と考察 1) Fig.2 に Case1 における流速ベクトル図を示す。この場合では x,z 軸方向 g-jitter はその方向に対応して流れが生じたが、y 軸方向 g-jitter はほぼ影響が無かった。これは y 軸方向にかかる重力において加熱面、冷却面の位置関係より流れが生じにくいと考えられる。Case2 ではどの方向に g-jitter を発生させた場合でも g-jitter の影響は現れなかった。さらには加熱面から不純物として GaSb が拡散する場合を想定し解析を行ったが、Case1、Case2 のいずれの場合においても濃度分布に変化はほとんどみられなかった。

2) 加熱面の一つ内側の面における中央の点の流速経時変化を Fig.3 に示す。重力を $10^{-4}g[-]$ まで減少させることにより対流は小さくなるのが分かる。これは重力減少により、密度差の駆動力が小さくなるため自然対流が弱まったことによる。一度流速が速まるのは加熱面付近の流れが不安定であり、渦の中心が徐々に移動することによる。この流れは一定になるまで約 20 分要する事がわかり、航空機または落下塔を利用した実験では完全な微小重力環境が達成されていない可能性が示唆される。

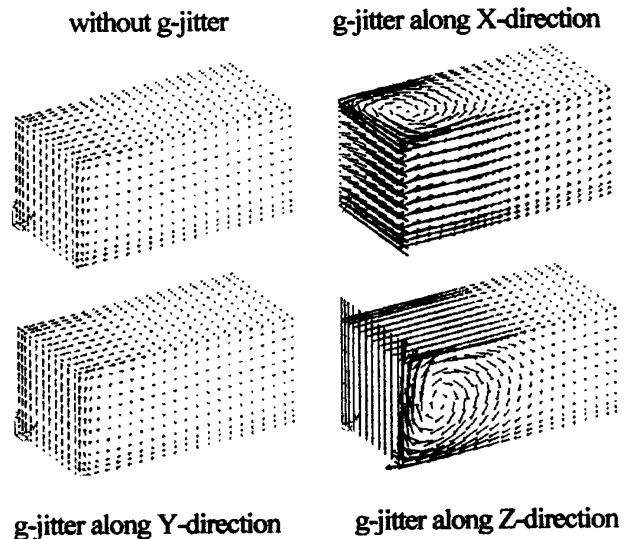


Fig.2. Effect of g-jitter direction on the flow in the rectangle container.

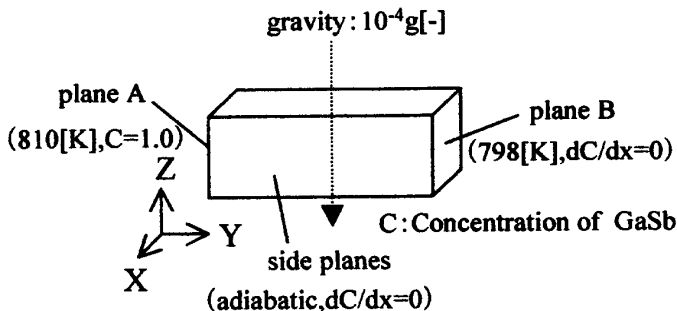


Fig.1. Configuration for the analysis.

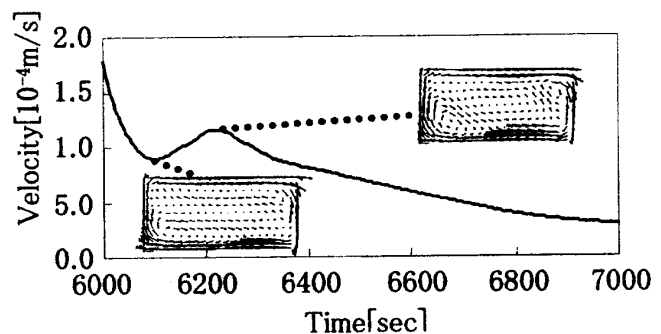


Fig.3. Effect of gravity change on the convective velocity.