

数値解析を用いた国際宇宙ステーション内 InGaSb 結晶成長条件の設定と 拡散係数の算出

Determination of Experimental Condition of InGaSb Crystal Growth on International Space Station and Diffusion Coefficient by Using Numerical Simulation

○岡野 泰則¹、Jin Xin¹、山本 卓也²、関本 敦¹、早川 泰弘³、稲富 裕光⁴

(1. 阪大基礎工、2. 東北大環境、3. 静大電研、4. JAXA)

○Yasunori Okano¹, Jin Xin¹, Takuya Yamamoto², Atsushi Sekimoto¹, Yasuhiro Hayakawa²
and Yuko Inatomi³ (1. Osaka Univ., 2. Tohoku Univ., 3. Shizuoka Univ., 4. JAXA)

E-mail: okano@cheng.es.osaka-u.ac.jp

これまで演者らは国際宇宙ステーション (ISS) を用いた GaSb/InSb/GaSb サンドイッチ構造試料を用いた InGaSb 結晶成長実験について報告を行ってきた^{1,2)}。実際の宇宙実験は極めて機会が少なくまた高額な費用を伴うため失敗は許されず、事前の十分な検討による実験条件の設定が必須である。特に本研究で用いるサンドイッチ構造試料においては、上部の結晶を原料供給部とするため実験中残存させる必要がある。そのためには到達温度、温度勾配、昇温速度等の適切な設定が重要となる。しかし、到達温度は物質の融点に、温度勾配は実験装置に依存するため、これらを任意に変化させることは不可能である。一方昇温速度が速すぎると上部の原料供給用結晶が全て溶けてしまい、遅すぎると実験時間が膨大になってしまう。従って適切な昇温速度の設定が必要であった。地上予備実験においては重力による自然対流の影響により低温側である下部結晶の溶融が促進されるなど³⁾、明らかに微小重力とは異なる結果が得られたため、昇温速度設定には数値計算による検討が有用であった。

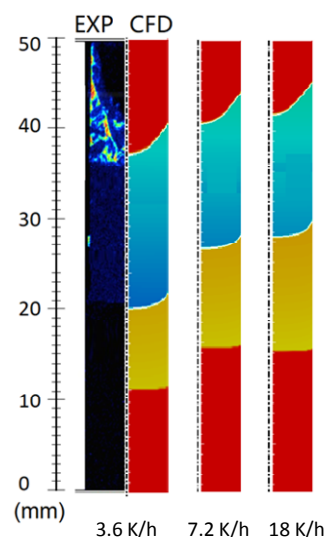


図 1 試料溶融に及ぼす
昇温速度の影響

図 1 に異なる昇温速度における結晶残存の様子を実験結果ともに示す。数値計算による予想と実験結果はほぼ一致した。一方、図 2 に成長速度に及ぼす拡散係数の影響を示す。既往の報告値⁴⁾を用いた場合には成長速度を大きく見積もりすぎてしまうことが判った。実験結果より InSb 融液内への GaSb の拡散係数の値は $0.24 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$ であると見積もることができた。

1) Y. Inatomi et al., npj Microgravity 1 Article No.15011(2015).

2) V. Nirmal Kumar et al., npj Microgravity 2 Article No.16026(2016). 3) M. Nobeoka et al., J. Cryst.Growth 385(2013)

66. 4) T. Duffer et al., J. Cryst.Growth 192 (1998) 63.

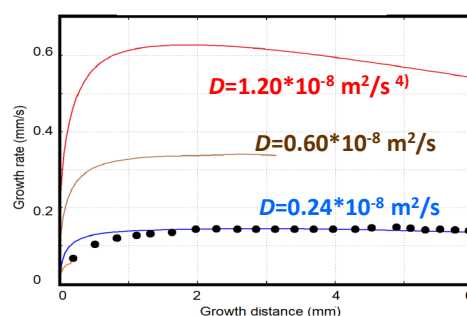


図 2 結晶成長速度に及ぼす拡散係数
の影響