

混晶半導体バルク結晶成長技術の開発

Keyword : 多元素半導体、バルク結晶成長技術、X線透過法

研究の概要

$\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$, $\text{Si}_x\text{Ge}_{1-x}$ などの混晶半導体バルク結晶は組成比により禁制帯幅や格子定数を制御できるため、デバイス基板として有用であるが、均一組成の良質な結晶成長が困難である。良質な結晶成長のためには、結晶成長に大きな影響を及ぼす高温溶液中の熱・溶質輸送過程と結晶溶解・成長過程との関係を定量的に把握することが必要である。そのために、(1)対流の極めて小さい微小重力環境下と地上実験結果の比較、及び(2)X線イメージセンサーを用いた溶液中の溶質濃度分布のその場観察実験と数値解析を行うことで、混晶半導体結晶の結晶成長機構を明らかにする研究を行っている。



図1 各種微小重力環境下実験

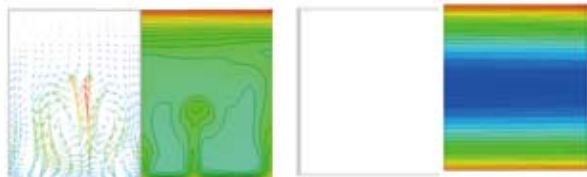


図2 (左) 地上(1G)環境下の流れ模様と濃度分布(密度差対流の発生)。 (右) 微小重力環境下の濃度分布(拡散律速)。

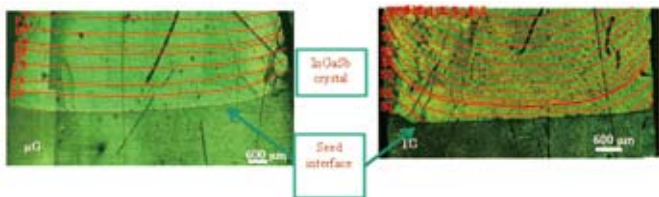


図3 宇宙試料(左)は成長界面形状が平坦で、均一に成長。地上試料(右)は成長界面形状が重力方向に凸状で、結晶端から成長。

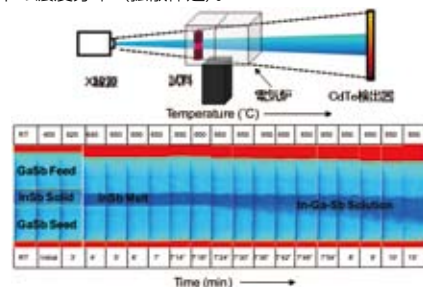


図4 X線イメージセンサーによる半導体結晶溶解過程観察システム(上)と実験結果(下)。地上では密度差対流の効果で、高温側よりも低温側のGaSb溶解が促進。

アピールポイント

・特筆すべき研究ポイント:

- (1)基板として有用な混晶半導体バルク結晶成長技術の開発, (2)米国スペースシャトル、中国回収衛星、日本の落下塔、航空機、国際宇宙ステーションを利用した微小重力環境下実験実施
- (3)X線イメージセンサーを用いた結晶溶解・成長その場観察

・関連書籍等:

- 1) "Investigation of directionally solidified InGaSb ternary alloys from Ga and Sb faces of GaSb(111) under prolonged microgravity at the International Space Station", npj Microgravity, 2, 16026 (2016).
- 2) "Growth of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{Sb}$ alloy semiconductor at the International Space Station (ISS) and comparison with terrestrial experiments", npj Microgravity, 1 pp. 15011 (2015).
- 3) "A numerical study on the growth process of InGaSb crystals under microgravity with interfacial kinetics", Microgravity Sci & Technol., 27, pp.313-320 (2015).
- 4) "High power factor of Ga-doped compositionally homogeneous $\text{Si}_{0.68}\text{Ge}_{0.32}$ bulk crystal grown by the vertical temperature gradient freezing method", Crystal Growth & Design 15, pp.1380-1388 (2015).



早川 泰弘
電子工学研究所
教授

■ 相談に応じられる関連分野

- (1) バルク結晶成長技術(回転上げ法、ブリッジマン法、温度差法、帯域溶融法液相成長法など)

■ その他の社会連携活動

企業における講演、研究相談等