

微小重力および強磁場環境における化合物半導体結晶成長

Alloy Semiconductor Crystal Growth under Microgravity Environment and Strong Magnetic Field

JAXA¹, 総研大², 阪大³, 静大⁴ ○稲富裕光^{1, 2}, Velu Nirmal Kumar¹, 岡野泰則³, 早川泰弘⁴

JAXA¹, SOKENDAI², Osaka Univ.³, Shizuoka Univ.⁴, ○Yuko Inatomi^{1, 2}, Velu Nirmal Kumar¹,

Yasunori Okano³, and Yasuhiro Hayakawa⁴

E-mail: inatomi@isas.jaxa.jp

多元系バルク結晶は組成比を変えることにより構造や電氣的・光学的特性を制御出来るため、素子用基板材料として期待されている。しかし、地上では任意組成にて均一組成・低欠陥のバルク単結晶を育成することは極めて困難である。その理由は、浮力対流の影響により、1) 偏析、2) 成長界面形態の不安定化・多結晶化、3) 液相の組成・温度分布の揺らぎ、が発生するためである。従って、微小重力環境下では浮力対流の影響が無いので、高品質の単結晶を育成出来て地上での結晶高品質化に資する知見が得られると予想されていた。

以下に宇宙での化合物半導体結晶成長実験の例を記す。木下らはスペースシャトルを利用してPbSnTe結晶成長実験を行い、均一組成領域が形成されることを実証した[1]。西永らは中国回収衛星を利用してGaSb単結晶成長に成功し、アンブルと非接触で成長(非接触成長)した領域では転位密度が小さくなることや不純物縞が消失することを示した[2]。Dufferらは欧州回収衛星を利用してGaSbとInGaSbの非接触成長実験を行った[3]。そして、国際宇宙ステーション「きぼう」実験棟を利用してInGaSb結晶成長実験(代表研究者:稲富)、SiGe結晶成長実験(代表研究者:木下)が2014年末までに各4回実施された。

特に「きぼう」実験により、結晶成長速度が

増加し組成均一性が向上するが多結晶化が促進され[4, 5]、種結晶上の成長と原料結晶の溶解が結晶の面異方性に強く影響を受けることが明らかになった[6]。成長速度が速い場合は液相中の物質流束が大きいため、宇宙実験ではGaSb結晶上ではなく融液中でのInGaSbの核生成または成長界面形態の不安定化により多結晶化しやすくなったことが考えられる。そのため、成長時の多結晶化を抑制するためにはむしろ適切な対流の存在が必要と考えられるが、それは前述のとおり組成不均一化の要因でもある。そこで、著者らは現在、地上にて強磁場など外力場の利用により対流を制御することで、これまで宇宙実験ですら困難だったInGaSb結晶の組成均一化と多結晶化抑制を地上で両立させることに取り組んでいる。

本講演では、著者らがこれまで進めてきた微小重力および強磁場環境を利用した関連研究の経緯そしてInGaSb結晶成長の最新成果を紹介する。

【参考文献】

1. Kinoshita *et al.*, *J. Cryst. Growth* (1995).
2. Nishinaga *et al.*, *J. Cryst. Growth* (1997).
3. Duffer *et al.*, *J. Cryst. Growth* (1998).
4. Inatomi *et al.*, *npj Microgravity* (2015).
5. Kinoshita *et al.*, *J. Cryst. Growth* (2016).
6. Velu *et al.*, *npj Microgravity* (2016).