

宇宙環境を利用した SiGe 結晶育成実験

SiGe crystals grown by the TLZ method in microgravity condition

○荒井 康智¹、木下 恭一^{1,2}、塩原 滉太³、太子 敏則³、塚田隆夫⁴、久保正樹⁴

(1.JAXA、2.明治大学、3.信州大学、4.東北大学)

○Y. Arai¹, K. Konoshita², K. Shiohara³, T. Taishi³, T. Tsukada⁴ and M. Kubo⁴

(1. JAXA, 2. Meiji Univ., 3. Shinshu Univ. 4. Tohoku Univ.)

E-mail: arai.yasutomo@jaxa.jp

【背景と目的】

国際宇宙ステーション (ISS) に設置されている真空炉 3 ゾーンの温度勾配炉を利用し、直径 20mm の SiGe 結晶成長実験が 2022 年 2 月から 2024 年中の予定で最大 10 セル予定されている。本報告では、電気炉の動作確認を兼ねて実施した Run#1 と #2 の結晶成長実験について EPMA (Electron Probe Micro Analyzer) による組成分布と結晶成長極初期の成長速度を報告する。

【実験内容】

結晶成長実験は、SiGe 結晶成長法は地上における結晶育成でも利用している TLZ 法を利用している。実験試料の構成は、直径 20mm 長さ 20mm の Si 種子、20mm 長さの溶融帯形成 Ge 結晶及び 20mm 長さの Si 原料部を炭素容器に収めて石英管に封入した。軌道上では $\text{Si}_{0.5}\text{Ge}_{0.5}$ を初期組成目標、設定温度勾配は 7K/cm、150 時間の成長を実施した。成長中は、1°C もしくは 0.5°C の温度 step を入れて、成長縞による界面位置の観察を実施した。Run#1 と #2 でヒーター移動方法を変更した。Fig. 1 に Run#1 の SiGe 結晶について、成長軸と平行に切断した断面写真を示す。育成結晶の断面研磨して中心軸上と半径方向および、成長縞を同定するために精密な組成分布を計測した。成長中の固液界面における平均温度勾配は、結晶中心軸の組成分析結果から TLZ 一次元モデル式を利用して計算した。



Fig. 1. Cross section of Run#1 SiGe crystal grown by the GHF in the ISS

【実験結果と議論】

Fig. 2 は Run#1、#2 実験の結晶中心軸組成分析結果である。Run#1 の SiGe 結晶中心軸 Ge 組成は 0.460 ± 0.015 (mol%) で成長距離は 16.9mm。計算された温度勾配は 7.3K/cm であった。成長初期の目標組成は 0.01(mol%) = 5K 高い温度から成長開始した。Run #2 の中心軸上 Ge 組成は、 0.479 ± 0.007 であり、成長距離は 18.5mm であった。講演では、径方向組成分布および成長縞位置から計算した結晶成長速度の成長距離依存性についても議論する。

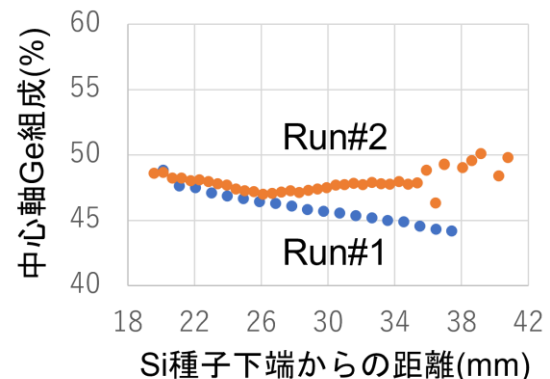


Fig. 2. Ge concentrations of SiGe crystals at central axis.

[1] K.Kinoshita, *et al.*, J. Cry. Growth, 388 (2014), 12-16.