宇宙環境を利用した均一組成 SiGe 結晶育成実験

Homogeneous SiGe crystals grown by the TLZ method in microgravity condition

○荒井 康智[1]、木下 恭一[1]、稲富裕光[1]、塚田隆夫[2]、阿部敬太[2]、住岡沙羅[2]、久保正樹[2]

(1. 宇宙航空研究開発機構、2. 東北大学大学院工学研究科)

○Y. Arai[1], K. Kinoshita[1], Y. Inatomi[1], T. Tsukada[2], K. Abe[2], S. Sumioka[2] and M. Kubo[2]

(1.JAXA , 2.Tohoku Univ.)

E-mail: arai.yasutomo@jaxa.jp

1. はじめに

2013 年 2 月から 2014 年 7 月まで、合計 4 回国際宇宙ステーションに設置されている温度勾配炉を利用し、飽和溶融帯移動法(Travelling Liquidus Zone 法)[1]にて均一組成 SiGe 混晶を育成した。本講演では、4 回目の結晶成長実験結果について報告を行い、均一組成結晶育成条件について議論する.

2. 実験内容及び結果

結晶成長実験で利用した電気炉は、真空炉 3 ゾーンの温度勾配炉(GHF)である。温度勾配は、1-3 回目は 9 K/cm 、4 回目の実験では 1 8 K/cm を目標として実験を実施した。実験試料は、直径 10mm, 30mm 長の Si 種結晶、20mm 長さの溶融帯形成材 Ge 及び 57mm 長の Si 原料部を BN 容器に封入し、石英管で真空封入した試料を利用した。加熱後、Ge 融解時の体積収縮による BN 容器との隙間を防止するため、カーボンバネを利用した。全体の温度均一性を向上させるために、結晶成長のヒーター移動(0.1mm/hr)開始までに 10 時間の均熱時間を置いた。結晶成長時間は 40.4 時間である。SiGe 結晶は 10 ㎜の成長を想定した。成長終了後は成長界面をよりシャープに保つためにヒーター電源を遮断し急冷した。図 1 に軌道上から帰還したカートリッジの外観を示す。表面上では中心部が黒化し、表面の輻射率が変化したことが推定される。

図 1. Hicari#4 Cartridge

図 2 に育成した SiGe 結晶の X 線透過画像を示す。育成結晶には、割れ欠け及びボイドなどは観察されなかった。また、BN 容器との間に隙間がなく、カーボンバネによる自由表面防止が実験中に有効であった。また、透過画像より成長距離は約 11mm であり、想定した 10 ㎜成長距離とよく一致している。SiGe 結晶と Zone 界面はほぼ平坦な形状であることが判った。講演では、組成分布と成長距離の関係及び Si 種子からの結晶方位引き継ぎ状況について報告する予定である。

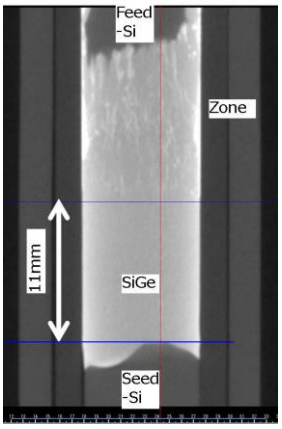

図 2. X-ray CT image of the space grown SiGe crystal, Si-seed, quenched Zone and Si-feed.

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

© 2015年 応用物理学会