

VB 法による Fe-Ga 単結晶育成条件の改善

Improvement of Fe-Ga single crystal growth conditions by vertical Bridgman method

住友金属鉱山¹○泉 聖志¹, 辰宮 一樹¹, 佐藤 昌明¹, 藤井 源¹, 神野 宏太¹, 大久保 和彦¹Sumitomo Metal Mining Co., Ltd.¹○Kiyoshi Izumi¹, Kazuki Tatsumiya¹, Masaaki Sato¹, Gen Fujii¹, Kota Jinno¹, Kazuhiko Okubo¹

E-mail: kiyoshi.izumi.d3@smm-g.com

【はじめに】

我々は垂直ブリッジマン(VB)法を用い、2.6インチ角の四角柱形状の Fe-Ga 磁歪合金単結晶を育成している[1]。2.6インチ角の Fe-Ga 単結晶を使用し、IoT (Internet of Things)向けの磁歪式振動発電に使用可能な Fe-Ga 板の加工技術を開発している[2]。今回我々は、2.6インチ角での Fe-Ga 育成条件を見直し、安定して単結晶を育成することに成功したので、その結果について報告する。

【実験方法】

カーボンヒーターを用いた抵抗加熱式 VB 炉にて、主面方位(100)の Fe-Ga 種子結晶を用い、Ga 濃度 18.5at.% の Fe-Ga 原料を充填し、2.6インチ角の Fe-Ga 角柱単結晶インゴットを育成した。炉内のカーボン断熱層の構成を変えながら、坩堝降下速度を 2mm/h または 5mm/h とし、試験を継続した。

Fe-Ga 角柱単結晶インゴットは、外観検査および XRD による側面方位測定にて単結晶か否かを評価し、ICP 分析にて Ga 濃度を測定した。

【結果】

1.7インチ角から 2.6インチ角への大型化に伴い、多結晶化が多発したため、坩堝降下速度を 2mm/h とし単結晶を獲得したが、種結晶の融解が課題となった。

Fig. 1 に示すように、上部と下部の境界となる円筒状断熱層を厚くし、種結晶格納部分の温度勾配を大きくすることで、種結晶の融解を防止した。更には、坩堝降下速度を 5mm/h にしても安定的に単結晶が育成可能となり、Fig.2 に示す通り Ga 濃度は原料組成に近づいた。

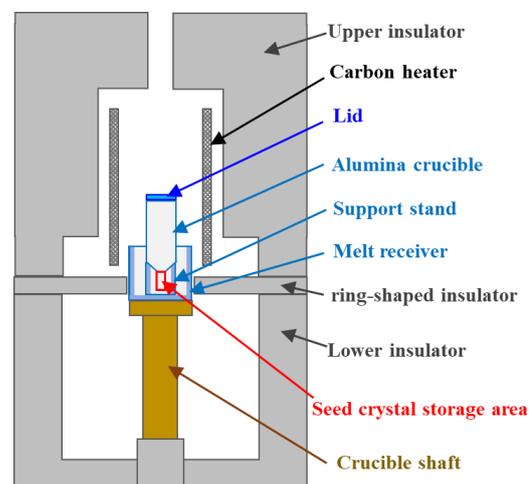


Fig.1 Schematics of vertical Bridgman furnace for Fe-Ga single crystal growth

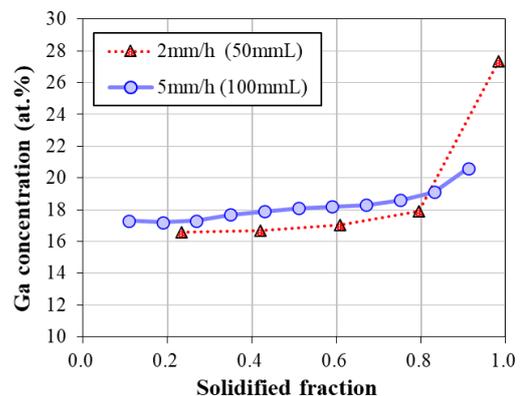


Fig.2 Dependence of Gallium concentration on the solidified fraction about 2.6 inch □ Fe-Ga single crystal

[1] 泉 他, 第 84 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-B202-1 (2023)

[2] 泉 他, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 22p-12N-6 (2024)