

CZ 法による磁歪発電用 Fe-Ga 合金単結晶作成の長尺化

Growth of long Fe-Ga alloy single crystals for magnetostrictive power generation by CZ method

福田結晶研¹, 東北大 μ SIC²

○熊谷 毅¹, 安藤 宏孝¹, 鈴木 茂², 福田 承生¹

Fukuda Crystal Lab.¹, MicroSIC, Tohoku Univ.²

T. Kumagai¹, H. Ando¹, S. Suzuki², T. Fukuda¹

E-mail: kumagaitsyoshi00@gmail.com

【はじめに】振動エネルギーを磁歪材料により電気エネルギーへ変換する発電技術¹があり、その振動発電用に優れた磁歪特性を示す材料として、Fe-Ga 合金^{2,3}が注目されている。我々は Fe-Ga の結晶育成では相図から固相線と液相線に大きなギャップがあり、組成的過冷却によるセル成長が結晶作成を難しくしていることを指摘した。育成速度を遅く、また融液の界面の温度勾配を急にするなどの最適化を行うことで大口径化を実現した^{4,5}。長尺化は、原料溶融時の液面の高さが育成とともに低下することで、育成開始時の温度勾配を維持することが出来ないため、セル成長が始まり結晶育成が困難になる。今回は 2 インチで直胴長さ 220mm の長尺化に成功したので報告を行う。

【実験方法・結果】

Fe-Ga 合金単結晶は、自動直径制御機構 (ADC)

を付属した 高周波誘導加熱型 CZ 装置で

<100> 方向に育成した。原料溶融時の液面の高

さは図 1 (a)のに示す通り融液の界面の温度勾配を急にするためにワークコイルの上端寄りにしている。そのため図 1(b)のように液面低下に伴い、界面はワークコイル中央に寄るため、温度勾配は緩くなる。そこで図 1(c)のようにワークコイル又はるつぼを動かすことで、ワークコイルと液面の位置を調整しながら育成することで、界面の温度勾配が急なままで長尺化に成功した。図 2(a)にワークコイルと液面の位置が適切ではない場合の表面が荒れた結晶と、図 2(b)にワークコイルと液面の位置が適切な場合の表面が滑らかな直胴長さ 220mm の長尺化に成功した結晶を示す。液面低下、育成速度、結晶からの熱放散などの詳細な育成条件の評価について報告する。

参考文献

1 Ueno et al., (2011) IEEE Trans. Magn., 47 p.2407;

2 伊藤ら、(2016) 第 77 回応用物理学会秋季学術講演会、15a-P10-1

3 川村ら、(2019) 第 66 回応用物理学会春季学術講演会、9a-S422-10

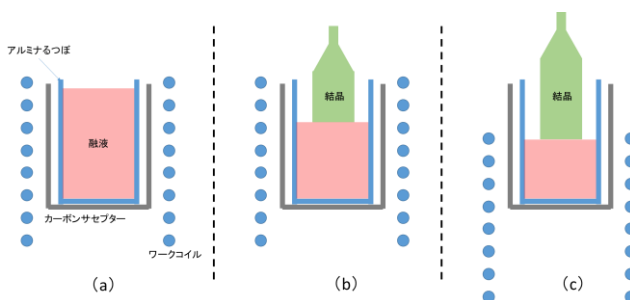


図 1 ワークコイルとるつぼ、液面の位置関係の模式図

(a)原料溶融時 (b)育成途中 (c) ワークコイルと液面の位置を調整した場合の育成途中



図 2 育成した Fe-Ga 合金単結晶 (a) ワークコイルと液面の位置が適切ではない場合 (b) ワークコイルと液面の位置が適切な場合