

Fe-Ga 磁歪合金の形状制御結晶作製

Shape controlled crystal growth of Fe-Ga magnetostrictive alloys

電中研¹, 東北大金研², 東北大多元研³

○伊藤 雅彦¹, 鎌田 圭², 吉川 彰², 川又 透³, 藤枝 俊³, 鈴木 茂³

CRIEPI¹, IMR Tohoku Univ.², IMRAM Tohoku Univ.³,

○Masahiko Ito¹, Kei Kamada², Akira Yoshikawa², Toru Kawamata³, Shun Fujieda³, Shigeru Suzuki³

E-mail: m-ito@criepi.denken.or.jp

【背景】 近年 IoT 技術の進展により、社会インフラや工場設備の状態監視を行う無線センサーシステムの自立電源として、Fe-Ga 磁歪合金を用いて振動から電力を生み出す振動発電素子が注目されている[1]。従来、Fe-Ga 合金は大きなインゴットとして製造されているが、振動発電素子に適した小さなサイズの材料の製造には多量の加工ロスが生じる懸念があり、引下げ法 (μ -PD 法) による高品質かつニアネットシェイプの合金結晶作製技術の開発が期待されている。

【実験方法】 結晶作製には μ -PD 装置を用い、N₂ 又は還元雰囲気下にて結晶成長を行った。原料には純度 99.9% の Fe および Ga 粉末を用い、Fe-20 at.% Ga となるように秤量した。種結晶には<100>方位の鉄基合金を用い、結晶成長速度は 0.33~5.0 mm/min とした。作製したサンプルは組成分析、成長方位測定、磁歪測定を行い評価した。

【結果と考察】 Fig.1 に還元雰囲気下、5.0 mm/min にて作製した Fe-Ga 合金結晶を示す。断面が約 1.5 mm×5.0 mm のプレート状に形状制御された Fe-Ga 合金の作製に成功した[2, 3]。組成分析の結果、緩やかな成長速度では成長に従い Ga 濃度の上昇が見られる一方、速い成長速度では、成長位置に依らず結晶中の Ga 濃度がほぼ均一に保たれることを確認した(Fig.2)。成長速度 0.5~5.0 mm/min において結晶粒の大きさと結晶方位制御性を確認したところ、成長速度が速くなるにつれて結晶粒が小さくなる傾向が見られる一方、結晶方位はいずれのサンプルでも<100>に近い方位となっており、異なる方位の結晶粒の発生に成長速度との明確な相関は見られなかった。磁歪測定の結果、結晶方位が揃った試料ではいずれも 200 ppm 以上の磁歪を示すことが確認された。

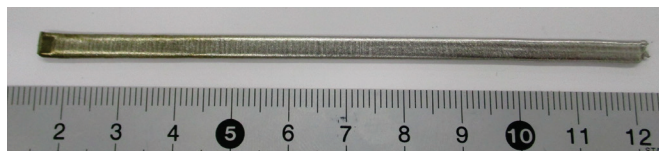


Fig.1 As-grown Fe-20%Ga alloy crystals grown by the μ -PD method; plate shape of 1.5 x 5 mm cross sectional size with the growth rate of 5.0 mm/min

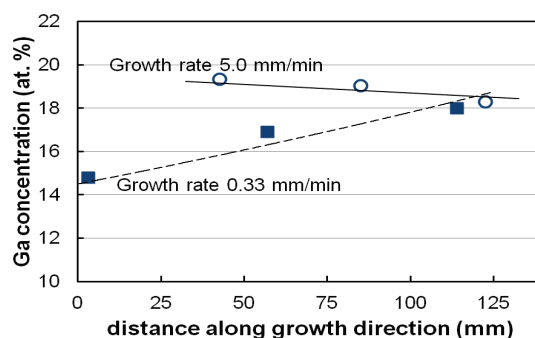


Fig.2 Distribution of Ga concentration along the crystal growth direction for plate shape samples.

[1] 上野敏幸, 山田外史, 日本 AEM 学会誌 Vol.20, No.1 (2012) 168

[2] M. Ito et. al., "Shape controlled crystal growth of Fe-Ga alloys for the application of magnetostrictive vibration energy harvester" submitted to J. Alloys Compd.

[3] 伊藤雅彦 他, 磁歪材料の製造方法, 特願 2017-109769