

直径 6 インチの磁歪発電用 Fe-Ga 合金単結晶開発と磁歪特性の評価

Crystal growth of 6 inch ϕ single crystal of Fe-Ga magnetostrictive alloy and evaluation of the magnetostrictive properties

(株) 福田結晶研¹, 東北大多元研², 東北大 μ SIC³

○熊谷毅¹, 安藤宏孝¹, 志村玲子², 田口収³, 鈴木茂³, 福田承生¹

Fukuda Crystal Lab.¹, IMRAM, Tohoku Univ.², μ SIC, Tohoku Univ.³

○T. Kumagai¹, H. Ando¹, R. Simura², O. Taguchi³, S. Suzuki³, T. Fukuda¹

E-mail: kumagaitsyoshi00@gmail.com

【はじめに】身近な光、振動、熱などのエネルギーを、電力に変換する技術であるエネルギーハーベスティングの技術の開発が進んでいる。それらの技術の中に、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 合金が注目されている。Fe-Ga 合金はアメリカの研究所で開発され、多結晶材料であったが、近年特性が良い単結晶の開発が活発になっており Floating zone 法²、垂直ブリッジマン法³などで育成した単結晶の報告がある。本グループもチョクラルスキー (CZ) 法で育成した 4 インチ ϕ の結晶の報告⁴を行っている。本講演では CZ 法を用いて大口径化した直径 6 インチ Fe-Ga 合金単結晶育成結果と、CZ 法で育成した高品質直径 4 インチ Fe-Ga 合金単結晶の特性評価の結果について報告する。



図 1 CZ 法で育成した 6 インチ ϕ Fe-Ga 合金単結晶インゴット

【実験方法】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 装置で育成した。緻密質アルミナ坩堝を使い、原料には純度 4N の Fe と Ga を用い、種結晶には $\langle 100 \rangle$ 方向に切出した Fe-Ga 合金単結晶を用いた。また直径 4 インチ Fe-Ga 単結晶インゴットの上部と下部をウエハ状に加工して、特性評価に使用した。ウエハを各数点ずつラウエ測定し、結晶方位を特定した上で各面が (100) に平行になるように 10mm 角に切り出した。この資料に歪みゲージを貼り磁場印加コイルを用いて磁歪測定をするなどの特性評価を行った。

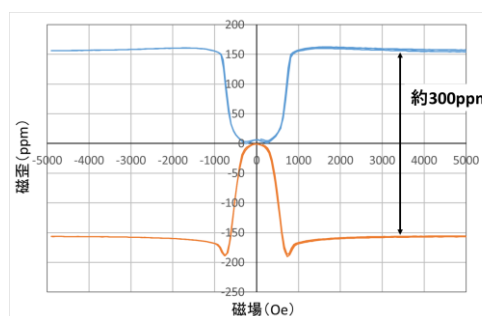


図 2 インゴット上部のウエハから切出した資料の磁歪定数 $3/2\lambda$ は約 300ppm を示す

【結果と考察】育成した直径 6 インチで直胴長さ 25 mm のインゴットの写真を図 1 に示す。切り出した試料の磁歪特性の例を図 2 に示す。磁歪定数 $3/2\lambda$ は約 300ppm となった。

当日はウエハの中心部と外周部での特性の違いなど位置依存性の詳細を明らかにし、通常使用される成長軸方向を基準とした加工よりも、結晶方位を基準として加工したウエハを用いる方が振動発電用 Fe-Ga 板材として有利であることを報告する予定である。

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

⁴ 志村ら、(2019) 第 66 回応用物理学会春季学術講演会、9a-S422-11