Fe-Ga 合金単結晶の振動発電デバイスに搭載した状態での磁区構造

藤枝 俊*、高橋 巧**、志村玲子**、川又 透***、福田承生****、鈴木 茂** (*阪大 工学研究科、**東北大 多元研、***東北大 金研、****福田結晶研) Magnetic domain structure of Fe-Ga alloy single crystal on vibration power generator S. Fujieda*, T. Takahashi**, R. Simura**, T. Kawamata***, T. Fukuda****, and S. Suzuki** (*Graduate School of Engineering Osaka University, **IMRAM Tohoku University, ***IMR Tohoku University, ****Fukuda Crystal Laboratory)

背景

Fe-Ga 合金の逆磁歪効果を利用した振動発電は、身の回りの振動から数ミリワットの電力を高効率に発 電できるため、IoT (Internet of Things) デバイスを駆動させるためのメンテナンスフリー小型電源としての活 用が期待されている^{1,2)}。このデバイスでは、U字型フレームに Fe-Ga 合金を貼り付けた状態でコイルを巻き 付け、永久磁石でバイアス磁場を印加する。固定端に振動を加えると、U 字部が支点となり、もう一方の自 由端が強く振動する。振動により Fe-Ga 合金に引張りおよび圧縮応力が加わると逆磁歪効果によりコイルを 貫く磁束が変化するため電磁誘導により誘導起電力が生じる。本研究では、振動発電機構の解明に向けて、 U字型デバイスに搭載した状態で Fe-Ga 合金単結晶の磁区観察を行った。

実験方法

Czochralski 法により作製した大型 Fe-Ga 合金単結晶インゴットから、板面が(001)面および長手方向が [010]方向の板状試料を切り出した後、機械研磨および電解研磨を施した。振動による応力が[010]方向と平行 に加わるように板状試料を U 字型フレームに貼り付けた。磁区観察には Faraday 効果を利用した磁気フィー ルド可視化システムを用いた。

実験結果

U字型振動発電デバイスへの(a)搭載前および(b)搭載後における Fe-Ga 合金単結晶の磁区観察結果を図1 に示す。デバイス搭載前において、Fe-Ga 合金単結晶は試料全面において微細で複雑な磁区構造を示す。デ バイス搭載後においても、Fe-Ga 合金単結晶は自由端側では微細で複雑な磁区構造を示す。一方、支点側で は[010]方向に平行な縞状構造を示す。Kerr 効果顕微鏡を用いた Fe-Ga 合金単結晶の磁区観察により、<100> 方向と平行に引張り応力を印加すると、印可応力を緩和するように磁区構造は変化して、引張り方向に平行 な磁化方向の磁区および直線的な 180°磁壁で構成された類似の縞状構造が形成することが報告されている ³⁾。つまり、デバイス搭載後の支点側での縞状磁区の形成は引張りの残留応力の発生を意味する。Fe-Ga 合金 単結晶をデバイスに搭載するために U 字型フレームに貼り付けると残留応力が生じて、磁区構造は不均一な 状態となることが明らかになった。



Fig.1 U字型振動発電デバイスへの(a)搭載前および(b)搭載後の Fe-Ga 合金単 結晶の(001)面の磁区構造。

参考文献

- 1) T. Ueno and S. Yamada, IEEE Trans. Magn., **47** (2011) 2407.
- 2) 上野敏幸, 日本 AEM 学会誌, 26 (2018) 185.
- 3) S. Fujieda, S. Asano, S. Hashi, K. Ishiyama, T. Fukuda and S. Suzuki, J. Appl. Phys., 124 (2018) 233901.