

# Fe-Ga 合金単結晶の<100>方向への引張りおよび圧縮応力印加による磁区構造の変化

藤枝 俊\*、浅野晨平\*、志村玲子\*、栢 修一郎\*\*、石山和志\*\*、福田承生\*\*\*、鈴木 茂\*  
(\*東北大学 多元研、\*\*東北大学 通研、\*\*\*福田結晶研)

Modulation of magnetic-domain structure of Fe-Ga alloy single crystal by applying tensile and compression stresses parallel to a <100> direction

S. Fujieda\*, S. Asano\*, R. Simura\*, S. Hashi\*\*, K. Ishiyama\*\*, T. Fukuda\*\*\* and S. Suzuki\*  
(\*IMRAM Tohoku University, \*\*RIEC Tohoku University, \*\*\*Fukuda Crystal Laboratory)

## 背景

Fe-Ga 合金を利用した振動発電デバイスは、身の回りの振動を高効率に電気エネルギーに変換できるため IoT (Internet of Things) への応用が期待される<sup>1)</sup>。このデバイスでは、コイルの中に Fe-Ga 合金を配置する。Fe-Ga 合金が振動により引張られたり圧縮されたりすると、逆磁歪効果に起因した磁区構造の変化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<sup>2)</sup>。しかし、逆磁歪効果に起因した磁区構造の変化の詳細は明らかでない。そこで、本研究では、Fe-Ga 合金単結晶の磁化容易軸である<100>方向へ引張りおよび圧縮応力を印加した状態で磁区観察を行い、磁区構造に及ぼす逆磁歪効果の影響を調べた。

## 実験方法

Czochralski (CZ) 法により作製した大型 Fe-Ga 合金単結晶から板面が(001)面および縦方向が[010]方向(応力印加方向)の試験片を切り出した。結晶方位は、背面反射 Laue 法により評価した。Kerr 効果顕微鏡を用いて Fe-Ga 合金単結晶(001)面の磁区観察を行い、特別に作製した治具を用いて応力を印加した。

## 実験結果

図 1(a)に[010]方向と平行の観察光を用いて得た応力印加前における Fe-Ga 合金単結晶の(001)面の磁区構造を示す。推察される磁化方向を矢印で示す。Fe-Ga 合金単結晶の(001)面の磁区構造は、面内の 4 つの<100>磁化容易軸方向を磁化方向とする磁区および階段状の 180° 磁壁と直線的な 90° 磁壁で構成されることが報告されている<sup>3)</sup>。同様の特徴は図 1(a)において確認される。このような状態の Fe-Ga 合金単結晶の[010]方向と平行に 16 MPa の引張り応力を印加した状態の磁区構造を図 1(b)に示す。引張り方向と平行の<100>方向を磁化方向とする磁区および直線的な 180° 磁壁で構成された縞状磁区が観察される。図 1(c)および(d)に[100]方向と平行の観察光を用いて得た同一箇所の圧縮応力印加前後における磁区構造を示す。12 MPa の圧縮応力の印加により、圧縮方向と垂直の<100>方向を磁化方向とする磁区および直線的な 180° 磁壁で構成された縞状磁区が観察される。本合金において、<100>方向の磁歪定数は正の値を示すため磁歪により結晶格子は磁化方向に伸びている。従って、磁区構造は引張りおよび圧縮応力を緩和するように変化する。逆磁歪効果が Fe-Ga 合金単結晶の磁区構造に及ぼす影響の特色が明らかになった。

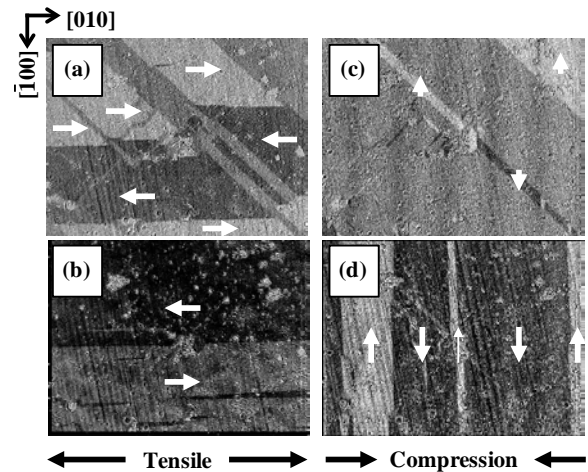


図 1 Fe-Ga 合金単結晶の(001)面の磁区構造。(a) 引張り応力印加前、(b) 16 MPa の引張り応力下、(c) 圧縮応力印加前、(d) 12 MPa の圧縮応力下。(a)および(b)は[010]方向と平行の観察光で撮影。(c)および(d)は[100]方向と平行の観察光で撮影。

## 参考文献

- 1) T. Ueno and S. Yamada, IEEE Trans. Magn., **47** (2011) 2407.
- 2) S. Fujieda, S. Suzuki, A. Minato, T. Fukuda and T. Ueno, IEEE Trans. Magn., **50** (2014) 2505204.
- 3) S. Asano, S. Fujieda, S. Hashi, K. Ishiyama, T. Fukuda and S. Suzuki, IEEE Magn. Lett. **8** (2017) 6101004.