

磁気と弾性の相互作用を利用した振動発電

Vibration power generation using interaction between magnetism and elasticity

阪大工 °藤枝 俊

Osaka Univ. °Shun Fujieda

E-mail: fujieda@see.eng.osaka-u.ac.jp

我々の日々の生活や工場など様々な環境で頻発している振動を電気エネルギーに変換する振動発電は IoT デバイス用の小型電源を中心として多岐にわたる応用範囲での活用が期待される。振動発電は、圧電体、エレクトレットおよび磁性体を用いた方式に大別される。従来、磁性体を用いた振動発電は、振動により永久磁石をコイルの中で可動させて、Faraday の法則により誘導起電力を得る方式が主であった。最近、逆磁歪効果と呼ばれる磁性体の磁気と弾性の相互作用を利用した新しい方式が世界的に注目を集めている。この逆磁歪効果を利用した振動発電ではコイルの中に磁性体を設置し、バイアス磁場を印加して磁化させる。この状態で磁性体が振動により圧縮されたり引張られたりすると、逆磁歪効果によりコイルを貫く磁束が変化するため、磁性体の移動無しでも誘導起電力が得られる。

発表者らは、比較的大きな磁歪と優れた機械特性を兼ね備えた Fe-Ga 合金に着目し、その単結晶を用いて振動発電試験を行った結果、大きな磁束密度変化に起因して優れた発電特性が生じることを明らかにした¹⁾。また、独自に開発した治具を用いた Kerr 効果顕微鏡により、Fe-Ga 合金単結晶の磁場および応力印加状態におけるその場磁区観察を行い、優れた発電特性の起源となる大きな逆磁歪効果の発現機構を突き止めた^{2,4)}。

Fe-Ga 合金単結晶の逆磁歪効果による磁束密度変化は飽和磁束密度の 8 割程度に達しており、発電特性は原理的な限界に近づいている。そこで、Fe-Ga 合金と比較して、磁歪は小さいが飽和磁束密度は大きい Fe-Co-V 合金に着目した。バイアス磁場を調整して Fe-Co-V 合金多結晶の振動発電試験を行った結果、Fe-Ga 合金単結晶と同程度の磁束密度変化を得ることに成功した (図 1 参照)⁵⁾。



図 1 Fe-Co-V 合金多結晶を用いた振動発電試験。指でデバイスを弾いた振動で複数の LED を点灯させることに成功。

本講演では、逆磁歪効果を利用した振動発電デバイスについて概説し、Fe-Ga 合金単結晶および Fe-Co-V 合金多結晶の応用に関する研究成果について述べる。本研究は、東北大学および大阪大学の諸先生方の御指導およびご協力を得て実施された。

1) S. Fujieda et al., IEEE Trans. Magn. **50** (2014) 2505204. 2) S. Asano, S. Fujieda et al., IEEE Magn. Lett. **8** (2017) 6101004. 3) S. Fujieda J. Appl. Phys. **124** (2018) 233901. 4) 藤枝俊 他、日本金属学会会報 までりあ **59** (2020) 10. 5) S. Inoue, T. Okada, S. Fujieda et al., AIP Adv. **11** (2021) 035021.