

(100) [001]珪素鋼単結晶板を利用した振動発電

長内史也¹, 栢修一郎¹, 藤枝俊², 石山和志¹

(¹ 東北大学電気通信研究所, ² 大阪大学)

Study on energy harvesting with (100) [001] silicon steel sheet

F. Osanai¹, S. Hashi¹, S. Fujieda², K. Ishiyama¹

(¹RIEC Tohoku University, ²Osaka University)

1. はじめに

近年、身の回りの振動を電気エネルギーに変換する振動発電が注目を集めており、様々な発電デバイスが提案されている¹⁾。中でも逆磁歪効果を利用した振動発電は TbDyFe, Fe-Ga, FeCo のように大きな磁歪定数を有する材料を利用する場合が多い^{2,3)}が、本研究では(100)[001]珪素鋼板を発電に使用することを提案する。この材料は、面内に2つの磁化容易軸を有しているため、引張応力および圧縮応力が加わったときに磁気モーメントの方向が変化しやすい。また軟磁性材料であり、飽和磁束密度が大きいいため振動によって大きな磁束変化を得ることが期待できる。さらに珪素鋼板は前述の材料よりも安価である。そこで本報告では、(100)[001]珪素鋼単結晶板を利用した振動発電について検討を行った結果について述べる。

2. 実験方法

図1に発電デバイスの断面図、図2に使用した発電デバイスを示す。このデバイスは、短冊形状の2枚の珪素鋼板(4.01 × 44.9 × 0.229 mm)と電磁鋼板を積層したヨークによって閉磁路が形成されており、珪素鋼板にバイアス磁界を印加するために永久磁石を挟み込んでいる。各珪素鋼板にはピックアップコイル(0.1 mmφ, 100 ターン, 5 Ω) が巻かれている。発電デバイス的一方を加振器に固定し、もう一方を自由端として振動させることにより珪素鋼板が湾曲し、引張り・圧縮応力が印加される。このとき、逆磁歪効果によって珪素鋼板内の磁束が時間変化し、ピックアップコイルに電圧が誘起される。この電圧の波形をロックインアンプおよびオシロスコープにより測定する。

3. 実験結果

図3に発電デバイスを共振周波数(48.3 Hz)の正弦波で振動させた際、ピックアップコイル1つに誘起された電圧と磁束密度の測定結果を示す。62 mV_{p-p}の電圧が測定され、そのとき約 48 μW の最大瞬間電力が得られた。また、磁束密度の変化幅は 0.7 T であった。最適なバイアス磁界の検討等によって、更なる大きな電圧・磁束密度の変化を得られることが期待できる。

参考文献

- 1) H. Liu, J. Zhong, C. Lee, S. Lee, L. Lin, Appl. Phys. Rev. **5**, 041306 (2018).
- 2) S. Fujieda, S. Suzuki, A. Minato, T. Fukuda, T. Ueno, IEEE Trans. Magn. **50**(2014) 2505204.
- 3) B. Yan, C. Zhan, L. Li, IEEE Trans. Magn. **51**(2015) 8205404.

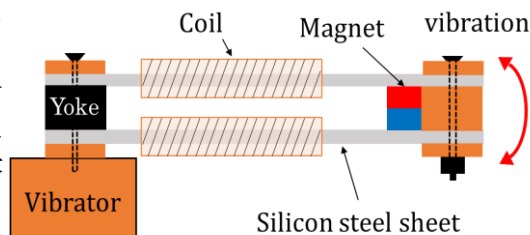


Fig.1 Configuration of energy harvesting device

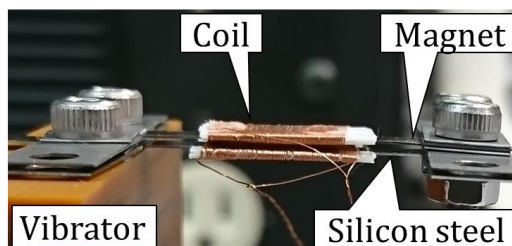


Fig.2 Prototype of the device

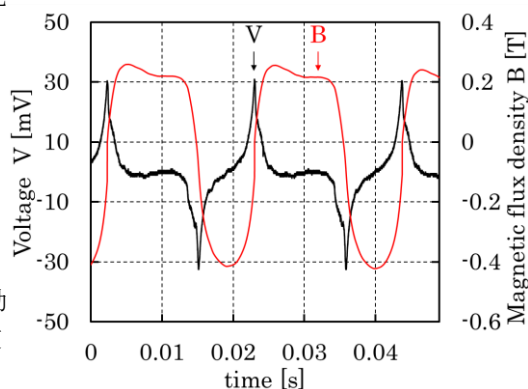


Fig.3 Time response of the voltage and the magnetic flux density at resonant frequency of 48.3 Hz