

課題番号	: F-16-WS-0049
利用形態	: 共同研究
利用課題名(日本語)	: FeCo 系合金を用いた発電デバイスと NdFeB 利用のデバイスとの出力の比較
Program Title (English)	: Comparison of output voltage of FeCo with that of NdFeB in power generating devices
利用者名(日本語)	: 山浦 真一 ¹⁾ , 浅賀 洋佑 ¹⁾
Username (English)	: S. Yamaura ¹⁾ , H. Asaga ¹⁾
所属名(日本語)	: 1) 職業能力開発総合大学校能力開発院基盤ものづくり系
Affiliation (English)	: 1) Department of human resources development, Polytechnic University

1. 概要(Summary)

過去の六研 PJ の成果の継続として行っている FeCo 系合金を利用した発電デバイスについて、その出力発生機構を解明するとともに理論化を行う。この目的のため、磁歪材料 FeCo 合金からの出力電圧と共に磁歪係数の非常に小さい永久磁石材料 NdFeB の棒を振動させ、両者の出力電圧を比較した。その結果、FeCo 合金および NdFeB を用いたデバイスの双方の出力電圧を半定量的に説明することができた。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高耐圧デバイス測定装置

【実験方法】

Fig.1 に示すように、磁歪材料である太さ 2.5mm の FeCo 棒を切断したものと、一方向に磁化した永久磁石材料 NdFeB の棒とを、それぞれボビンに巻かれたコイルの中に入れた。ここで、Fig.1(a)に示すように、FeCo 棒を用いたデバイスでは、端部に永久磁石を設けているが、これは FeCo 棒の磁化方向を揃えるため、バイアス磁界を与えることを目的としたものである。

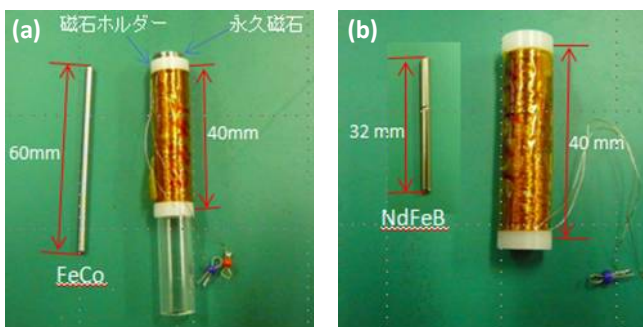


Fig.1 Device structures. (a) FeCo and (b) NdFeB as ferromagnetic materials.

FeCo 棒は打刻し、コイルの誘導起電力を求めた。また、NdFeB 棒は FeCo 棒と同じ長さのものが入手できず打刻できなかったため、振動を別途印可しコイルの誘導起電力を求め、両者の出力電圧を比較した。なお、両者ともコイルの誘導起電力は開放状態で求めた。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

FeCo 棒からは Fig.2(a)に示すように 347 Vpp の電圧が得られた。一方、NdFeB 棒からの出力は、Fig.2(b)のように、約 3 Vpp であり、両者で 2 桁の違いがある。

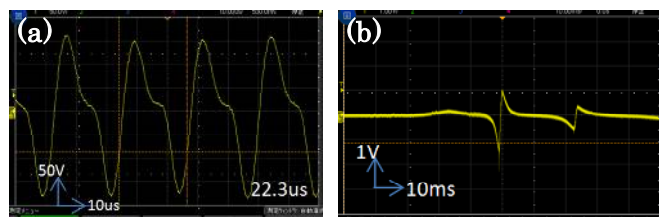


Fig.2 Output voltages for (a) FeCo and (b) NdFeB rods.

この起電力をファラデーの電磁誘導法則により説明できるかどうか調べるため、これを用いて見積もってみる。ファラデーの式は、閉ループ C 内の領域を通る磁束密度を B、その面積を S とすると

$$e = \oint_C E ds = - \int_S \frac{\partial B}{\partial t} dS$$

で与えられる。ただし、E は誘導電界、ds はループ微小片である。磁歪効果の場合には、打撃により棒の長手方向の磁化が 90° 回転し、横を向く。実際には、磁歪効果で発生する磁界は、磁歪係数、飽和磁束密度、打撃応力等のパラメータから 1×10⁶ A/m 程度以上と見積もられ、円柱の横方向の反磁界およびバイアス磁界よりも大きいと考えられる。この場合、磁化は長手方向から 90° 回転して

横方向を向くことができる。これに、FeCo 棒の直径 2.5 mm、飽和磁束密度 1.0 T、コイルの巻き数 6000 回、振動数 45 kHz、コイルの長さ 40 mm を用いると、誘導起電力 e は約 250 V と算出され、実験値に近い値として求められた。

一方、磁歪材料ではない NdFeB の棒を振動させた実験は、FeCo と同じ条件では行っていない。しかし、振動数と振幅から換算して比較することはできる。実際の実験は、NdFeB の飽和磁化を 1.6 T とし、10 Hz で振動させたが、換算した値は 2 V 程度と非常に小さい値である。

このように、磁歪効果を仮定すると FeCo の磁化回転からは実験結果に近い電圧が算出され、磁歪材料ではない NdFeB の棒が平行移動した場合の電圧はこれより 2 桁小さい値として算出された。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

(1) 山浦真一、中嶋宇史、佐々木敏夫、関口哲志 「発電装置」特願 2015-012372