

還元鉄ナノ粒子と焼成体を用いたアキシアルギャップ発電機の開発 Development of Axial Gap Generator Using Fe Nanoparticles and Sintered Fe Nano-polycrystalline Body

関大システム理工¹ ○佐伯 拓¹, 松崎友樹¹, 安木達也¹, 稲田 貢¹

Faculty of Engineering Science, Kansai Univ.¹, Taku Saiki¹, Tomoki Matsuzaki¹, Tatsuya Yasuki¹
Mituru Inada¹

E-mail: tsai@kansai-u.ac.jp

はじめに

風力や水力発電等自然エネルギーの利用に関する研究が進められている。動力を電気エネルギーに変換するため発電機が用いられているが、その発電機の1つであるアキシアルギャップ発電機は従来の永久磁石を用いた発電機よりも装置が薄く鉄損が少なく、なおかつ軽量化が可能と考えられているため、研究・開発が進められている。一方、金やプラチナなどの微粒子の磁性に関する研究が行われてきた。金属をナノ粒子化すると、磁性が強まることが予測されていた。フントの法則に従い金属ナノ粒子などの微粒子は、電子による軌道磁気モーメントにより粒子表面の影響が強く表れ、新たな磁性が発現することが示されている[1]。一方、我々のグループはアルミナノ多結晶やシリコンナノ多結晶が強磁性を示すことを明らかにした[2, 3, 4]。我々は、これらの各種焼成ナノ金属多結晶体等を用いた薄型アキシアルギャップ発電機の開発を進めている。今回、還元鉄ナノ粒子を用い、これらをコア材料とした発電機の開発を行った。

実験

液相レーザーアブレーション法と高電圧繰返しパルスによる方法で還元鉄ナノ粒子を作成した。数 μm の酸化鉄微粒子から調整された鉄ナノ粒子をペースト化し焼成して焼成鉄ナノ多結晶体を得た。3D プリンタで試作したアキシアルギャップ発電機の1例の写真を Fig. 1 に示す。コア（鉄ナノ粒子使用）付きコイルは 100 ターン、8 極で 1300rpm の時 5.6V の出力を得た (Fig. 2)。LED 照明を点灯させることにも成功した。Fig. 3 に市販鉄と焼成鉄ナノ多結晶体のコアとしたインダクタ（共に 10 ターン）に直流電流を流し発生する磁場の強さをガウスメータで計測した結果を示す。低電流時、焼成鉄ナノ多結晶体のコアとしたインダクタが発生する磁場の立ち上がり率が極めて大きいことが分かった。このデータは、焼成鉄ナノ多結晶体の低周波での比透磁率は非常に高く 1000000 近くであることを意味する。市販鉄（軟鉄）の場合、比透磁率は数 1000 程度である。Fig. 3 はオシロスコープにより計測された誘導起電力を示す。コイル直径は 15mm ϕ で 50 ターン、焼成鉄ナノ多結晶体の厚みが 0.5mm であったにもかかわらず起電力は鉄ナノ粒子を用いた場合と比べ 2 倍程度大きいことが実験で明らかとなった。このとき、鉄ナノ粒子粉末コアの厚みは 10mm であった。詳細については報告で行う。

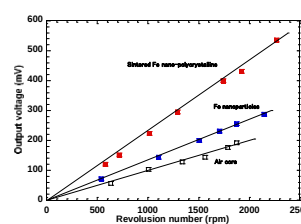
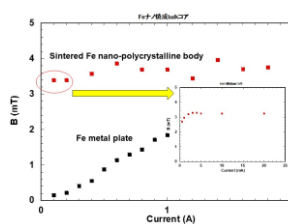
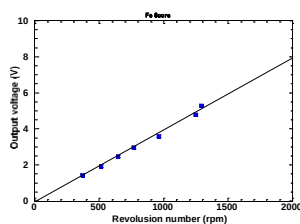


Fig.1. Axial gap generator. Fig. 2. Output voltage. 50turn, 15mm ϕ .

Fig. 3. Measured Magnetic field.

Fig. 4. Output voltage.

参考文献

- [1] Function Investigation Committee of Nanoscale Magnetic Material, "Nanostructured magnetic materials -physics, function, design-", (Kyoritsu Publishing, Tokyo, JAPAN, 2010), Chapter 1 and 2.
- [2] M. Inada, Y. Iida, T. Saiki, S. Masuda, "Aluminum Nano-polycrystalline Substance with Ferromagnetics and Application to High-Frequency Core Inductor", J. of Electrical and Electronic Engineering, Vol. 5(3), June (2017) pp.98-103.
- [3] T. Saiki, Y. Iida, M. Inada, "Appearance of Ferro-magnetic Property for Si Nano-polycrystalline Body and Vanishing of Electrical Resistances at Local High Frequencies", J. of Nanomaterials, vol. 2018 (2018), ID9260280, pp.1-12.
- [4] 佐伯 拓, 飯田幸雄, 稲田 貢, "焼成鉄ナノ多結晶体の磁気特性と高周波電気抵抗の局所的消失", 電気学会 A 部門, Vol. 138 No. 10 (2018) pp.512-520.