

INTERMAG2012 IEEE International Magnetics Conference に参加して

~Numerical Study of Enhanced Coercivity if a Magnetically Hard Grain with Thin Surface Layers due to Antiferromagnetic Coupling~

工学研究科 総合工学専攻 電気電子工学コース 博士前期課程2年 横井 佑司

(開催期間：平成24年5月7日～平成24年5月11日)

私は、IEEE International Magnetics Conference (Vancouver) に参加し、上記のタイトルでポスター発表を行ってきましたので、その概要を報告します。

1. 国際会議の概要

INTERMAG は磁気工学分野において最も権威のある会議のひとつであり、磁気工学及びその関連技術に携わる多くの研究者が、最新の研究結果を INTERMAG 2012 で発表することを望んでいます。この会議には、口頭発表、ポスター発表、招待講演、チュートリアルセッション及び磁気工学に関する最新技術の展示などがあります。また会議で選ばれた論文は IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering) Transaction on Magnetics に掲載されます。

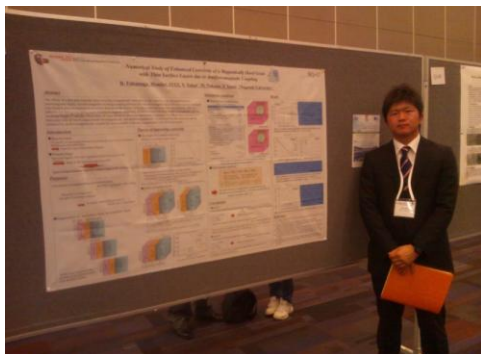
私は本会議のポスター発表に参加しました。また多くのポスターや口頭発表を聞き、その議論の多さや内容の濃さから、発表者としても聴講者としても本会議の重要性を実感致しました。なお、今回の発表内容は IEEE Transaction on Magnetics に掲載されることになりました。

2. 発表内容と成果

(日本語による概要)

現在、電気自動車のモータ内部などの高温条件下で使用される磁石 (Nd-Fe-B 系磁石) は、耐熱性改善のために Nd の一部を重希土類元素である Dy や Tb に置換して保磁力を増加させています。しかし、Dy や Tb などの重希土類元素の資源不足から、その価格が高騰しており、これらを使用しない磁石が所望されています。

最近、第一原理計算による計算から、Nd₂Fe₁₄B 相と α -Fe 界面での磁化の結合が反強磁性結合



発表の様子 (筆者)



発表会場：Vancouver Convention Centre

となる場合もあることが示唆され、それをサポートする実験結果も得られています。これらの研究は、 $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}/\alpha\text{-Fe}$ 系ナノコンポジット磁石の特性が Micromagnetics 理論に基づく計算結果と一致しない原因を説明することに主眼がありますが、そのような反強磁性的な結合が永久磁石の保磁力を増加させる可能性があります。

そこで本研究では、重希土類元素に頼らずに、交換結合を用いて保磁力を改善する新しい磁石構造 (Fig. 1) の提案を行い、その有効性を計算機解析で確認しました。具体的には、磁石主相と反強磁性的に結合する薄い強磁性相が磁石結晶の表面に存在する場合について、その存在が保磁力に及ぼす影響について、1次元及び3次元モデルで検討しました。

その結果、新磁石構造により、最高で保磁力を約二倍まで増加できることが明らかになりました。これにより、Fig.1 に示す様な新構造磁石は、重希土類元素を利用せず、高保磁力を達成できる磁石の候補として期待できることが明らかになりました。

(English abstract)

Heavy rare-earth elements such as Dy and Tb have been used for enhancing the coercivity H_c of Nd-Fe-B magnets used at high temperatures. However, lack of heavy rare-earth resources has made the supply of them unstable and has increased the cost of them. Thus, it is strongly requested to develop a method of enhancing H_c without the usage of heavy rare-earth elements. So, we focused our study on the enhancement of H_c due to usage of exchange coupling.

Recently, the possibility of antiferromagnetic coupling between $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ and $\alpha\text{-Fe}$ has been reported by the first principle calculation, and the experimental result which supports the calculation has been also obtained. These studies sought to explain the discrepancy between the calculated and experimentally observed magnetic properties of nanocomposite magnets, but antiferromagnetic coupling between a magnetically hard grain and its surface layer has possibility of enhancing H_c through the exchange energy. In the present study, we calculated the demagnetization process for a magnetically hard grain with a thin ferromagnetic surface layer (SF layer) which exchange-couples antiferromagnetically with the magnetization of the hard grain (Fig.1). Resultantly, it was found that H_c can be enhanced by a thin SF layer coupling antiferromagnetically with the hard grain.

今後の展望と感想

今回の国際学会において、質疑応答の際に実験的なアプローチに関する質問が多かったことから、本研究における実験結果の必要性の高さを改めて強く感じたことは、今後の方向性を決める上で大変貴重な経験でした。今後は、今までの解析結果を発展させると共に、本報告で示したような主相と反強磁性結合をする強磁性薄層

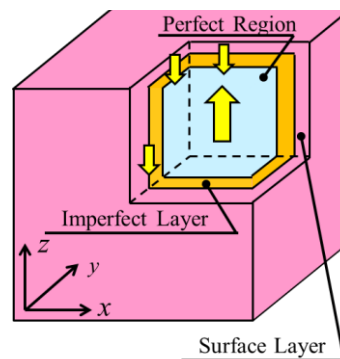


Fig. 1 Three-D model magnet.

をもつ磁石構造を実験的に作製するアプローチも行っていきたいと考えています。

また、より有意義に議論するためにも、自身の英語力をより向上させる必要性があることを痛感致しました。