

INTERMAG2012 IEEE International Magnetics Conference に参加して

～Control of Defocusing Laser Beam in PLD-fabricated Fe-Pt Thick-Film Magnets～

(日本語訳：エネルギー密度を制御し作製した Fe-Pt 系厚膜磁石)

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 浦川大輔

(学会開催期間：平成 24 年 5 月 7 日～平成 24 年 5 月 11 日)

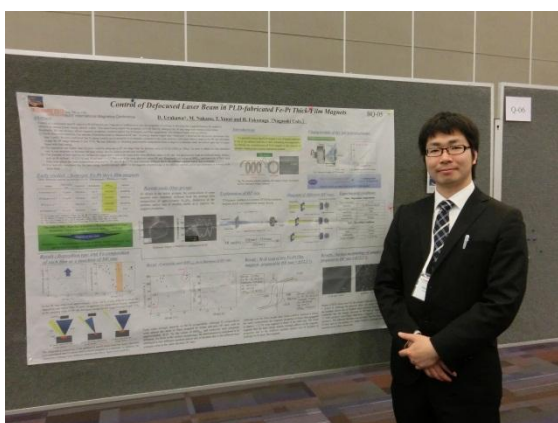
(派遣期間：平成 24 年 5 月 7 日～平成 24 年 5 月 14 日)

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なってきましたので、その概要を報告します。

1. Interomag の概要

Interomag(International Magnetics Conference)は IEEE(Institute of Electronics and Electrical Engineers) が主催する「磁気工学ならびに応用磁気」に関する世界最大の国際会議である。その報告内容は、磁気物性から磁気記録技術、センサ等のデバイス技術まで多彩であり、1000 名を超える多くの研究者・技術者が世界各国より集い、発表ならびに討論を行う場所である。

私が参加した Interomag2012 は、今年度 5 月初めに、バンクーバー市 (カナダ) の Convention Centre East という会議場で開催された。この会場は、バンクーバーオリンピックにおいてのプレスセンターに利用された場所であり、本学会において 6 つの口頭発表会場とポスター会場が並列に開催可能な規模の大きなものであった。



発表風景 (ポスターと発表者本人)



発表会場 (Vancouver Convention Centre)

2. 発表内容と成果

日本語による概要

PLD(Pulsed Laser Deposition)法を用い Fe-Pt 系等方性磁石膜を作製する際、DF rate(Defocus rate)を制御することにより、ターゲットより基板方向へ飛び出すドロップレットのサイズや量を制御し、磁気特性に及ぼす影響について研究した。

DF rate = 0 の際には、Fe-Pt 系磁石膜上に堆積するドロップレットを減少させることが可能であるものの、その際には成膜速度が 5 $\mu\text{m/h}$ となり既報の値の数分の一値にまで低下した。成膜速度 10 $\mu\text{m/h}$ を達成するためには、DF rate を $\pm 12\%$ 程度に設定する必要があった。更に、その絶対値が等しい、「DF rate = + 12%と DF rate = - 12%により作製した試料の磁気特性」を比較したところ、+12%で作製した試料が優れた特性を示す事が明らかとなった。この結果の原因を検討するために、DF rate = +12%で作製した試料の表面を観察したところ、ドロップレットのサイズや量が減少している様子が観察された。すなわち、DF rate の絶対値は等しいものの、ターゲットに照射されるエネルギー密度がレーザを集光させる前後で異なる、すなわち集光点を挟んでレーザの径が均等でなく、一度集光させた後のレーザ径の広がり小さいことを確認した。以上の結果より、DF rate の絶対値が等しいにもかかわらず、エネルギー密度が DF rate の+値と-値で異なるため、ドロップレットの形成に影響がでたものと考えられる。

最終的には、DF rate = +12%で保磁力：487 kA/m、残留磁化：0.83 T、 $(BH)_{\text{max}}$ ：103 kJ/m³の比較的優れた磁気特性を実現した。

English abstract

Investigation on the properties of PLD (Pulse Laser Deposition)-fabricated isotropic Fe-Pt film magnets by controlling a defocusing rate (DF rate), which strongly affects the numbers and/or size of droplets, was carried out. Fe-Pt films with relatively a little amount of droplets could be obtained at DF rate = 0, however the deposition rate became less than 5 $\mu\text{m/h}$. In addition, although the deposition rate higher than 10 $\mu\text{m/h}$ could be achieved at DF rate of approximately + 12 and - 12 %, respectively, hard magnetic properties of thick-films prepared at the plus value of DF rate were much superior to those of other ones fabricated by using the minus rate. (see Figure) This result is attributed to the reduction in the numbers and/or size of droplets by using plus DF rate. We confirmed that the energy densities at DF rate of approx. + 12 % were higher than those of approx. - 12 % rate because the diameter of laser spot on the surface of a target tended to decrease at the extended point after a focus one. It was found that an optimum laser energy density due to controlled values of DF rate such as approx. + 12 % enables us to obtain Fe-Pt thick-film magnets with good magnetic properties under the high deposition rate.

Resultantly, the values of coercivity, remanence and $(BH)_{\text{max}}$ of 487 kA/m, 0.83 T, and 103 kJ/m³ could be obtained in a film prepared at DF rate = + 12 %.

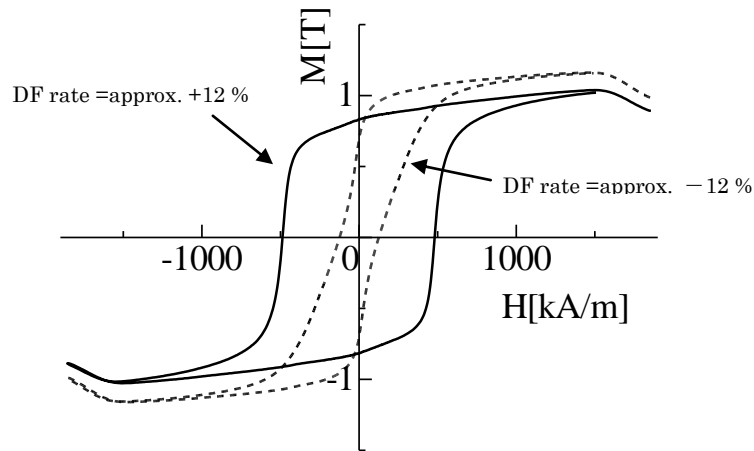


Figure M-H loops of Fe-Pt thick film magnets prepared at DF rates of approx. +12 and -12 %, respectively. In the both methods, samples thicker than 12 μm could be obtained in the Fe contents between 52 and 58 at %. The hard magnetic properties of thick-films prepared at approx. +12 % were much superior to those of another one.

3. 今後の展望と感想

ドロプレットサイズもしくは量の制御に伴う磁気特性の向上は、明らかになってきているものの、単純なドロプレットの抑制は成膜速度の低減につながることを示唆している。今後は、「断続成膜の導入」や「成膜雰囲気制御」等を通じ、ドロプレット量の制御と成膜速度の向上、ひいては優れた磁気特性を有する Fe-Pt 系厚膜磁石の開発を進める予定である。本学会の発表準備の過程において、自分自身で考察を繰り返し、様々な実験を試みる事により、研究内容における新しい知見を深める事ができた。加えて、発表の場で多数の質問者より意見・質問を受ける事により、今後の研究方針や展開に対する新しいアイデアを得る事ができた。これらの刺激をもとに、実験・考察を更に進め、研究成果のより一層の発展を目指したいと考えている。