

超音速フリージェット PVD による酸化鉄膜の形成

安部史也, 湯本敦史, 政広泰*, 大越慎一**, 生井飛鳥**, 吉清まりえ**, 山本剛久***
(芝浦工大, *TANAKA ホールディングス(株), **東大院, ***名大院)

Preparation of iron oxide films deposited by Supersonic Free-Jet PVD

F. Abe, A. Yumoto, Y. Masahiro*, S. Ohkoshi**, A. Namai**, M. Yoshikiyo**, T. Yamamoto***
(Shibaura Inst. of Tech., *TANAKA HOLDINGS Co., Ltd., **Univ. of Tokyo, ***Nagoya Univ.)

緒言

Fe_2O_3 は, α 相, β 相, γ 相, ε 相などが存在し, 各相において種々の磁気特性を示す. ε 相 (斜方晶, 空間群 $\text{Pna}2_1$) は, 金属酸化物中で最大の保磁力を有する材料であることが知られており¹⁾, 貴金属及び希土類元素を含まない永久磁石として注目されている. しかし, 既存の薄膜技術において酸化鉄の結晶構造を制御することは困難であり, ε 相を含む酸化鉄膜の成膜に関する研究報告例は少ない. 超音速フリージェット PVD は, 生成直後の活性なナノ粒子を超音速ガス流で加速させ, 基板にナノ粒子を堆積させることにより膜形成する新しい原理による成膜方法である. 本研究は, ε 相を含む焼結酸化鉄を原料に用い, 超音速フリージェット PVD により酸化鉄膜の形成を試み, 成膜条件が及ぼす磁気特性への影響を評価することを目的とする.

実験方法

超音速フリージェット PVD (Supersonic Free-Jet PVD; SFJ-PVD)

Fig.1 に SFJ-PVD 装置の概略図を示す. 本装置は, 膜形成室 (Fig.1 上のチャンバ), ナノ粒子生成室 (Fig.1 下のチャンバ) 及び真空排気系より構成されており, 両チャンバは搬送管で連結し, 搬送管の先端には超音速ノズルを装着している. 真空排気系により両チャンバを真空状態にした後, ナノ粒子生成室に He ガスを導入し, 真空排気している膜形成室との間の差圧によりガス流を生起させる. ナノ粒子生成室に設置した膜原料ターゲットに Nd:YAG パルスレーザー (波長 $\lambda=532\text{nm}$) を照射・アブレーションすることによりナノ粒子を生成させる. 生成されたナノ粒子は, ガス流によって膜形成室まで搬送し, 超音速ノズルを通過することで加速され, 膜形成室に設置した基板に衝突・堆積をして成膜が行われる.

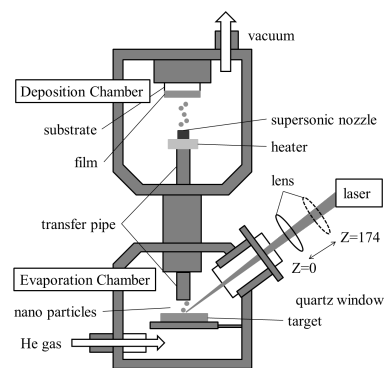


Fig.1 Schematic diagram of SFJ-PVD apparatus.

実験条件

成膜には, 基板に $\phi 5\text{mm}$ 板厚 1mm の無酸素銅 (C1020) を用い, ターゲットには, 逆ミセル法-ゾルゲル法により形成させたシリカが被覆された Fe_2O_3 微粉末 (ε 相 77%・ α 相 23%程度) と, シリカが被覆されていない Fe_2O_3 微粉末 (ε 相 78%・ α 相 22%程度) を焼結した 2 種類を膜原料として用いた. 本実験では, 成膜条件としてナノ粒子生成室圧力, レーザー出力, フルエンスなど各成膜因子が膜特性に与える影響を評価検討した (成膜パラメータの詳細は講演時に説明). 成膜した皮膜の磁気特性は, SQUID により評価した.

結果

Fig.2 に成膜させた膜表面の写真を示す. 表面が均一な膜の成膜に成功した. また, 成膜した皮膜の残留磁化及び保磁力には, ターゲットへのレーザー照射面積が最も重要な因子の一つであることを明らかとした. 本実験において最も高い保磁力 (3.5kOe) を示した皮膜はフルエンス 32 J/cm^2 で成膜した試料であった.

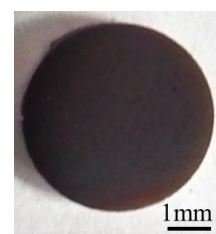


Fig.2 Surface photograph of iron oxide film.

参考文献

- 1) A. Namai, et.al. : NATURE COMMUNICATIONS (DOI: 10.1038/ncomms2038) , pp.1-6(2012).