

(1-1)

論文内容の要旨

No. 1

専攻名	電気情報工学専攻	氏名	山口 公輔
題名	高速成膜PLD法によるSm-Co系厚膜磁石の作製に関する研究		
論文内容の要旨			
<p>ある程度の領域に磁界を供給することが可能な「厚膜磁石」は、例えば MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)への利用が期待されており、その中でも「Nd-Fe-B 系厚膜磁石」の開発ならびに MEMS への具体的応用は数多く報告されている。他の厚膜磁石材料に比べ「Nd-Fe-B 系厚膜磁石」が注目される一つの理由として、「微細構造制御を起源とする比較的優れた硬磁気特性の発現が可能」といった背景が考えられる。しかしながら、今後の MEMS の進展を鑑みると、「Nd-Fe-B 系厚膜磁石」では実現困難な特徴を有する他の「希土類系厚膜磁石」の開発も望まれる。</p> <p>本研究では、将来的な MEMS 開発における「微細加工」ならびに「磁界の発生方向の制御性」を鑑み、「優れた耐食性」を持つとともに、「高い異方性制御の自由度」が期待される「Sm-Co 系厚膜磁石」の開発に着目した。本研究の作製法として、Sm-Co 系合金ターゲットに紫外線波長の高エネルギーYAG レーザを照射し、数 <math>\mu\text{m}</math> 径以上の固相ドロレットを中心とした微粒子を基板の上に堆積させることにより、数 10 <math>\mu\text{m}/\text{h}</math> 以上の比較的高い成膜速度を実現した高速成膜 PLD 法を用いた。その際、Sm-Co 系ターゲットの組成を制御することにより、厚膜磁石の組成を変化させた。成膜後の厚膜磁石は、基板加熱もしくはポストアニーリングを施すことにより、<math>\text{SmCo}_5</math> 相もしくは <math>\text{Sm}_2\text{Co}_{17}</math> 相などの硬磁気相を形成させた。本研究で得られた知見を以下に示す。</p> <ol style="list-style-type: none"><li>(1) レーザエネルギーを 3 W~10 W の範囲で制御することにより、10 mm 角の基板上に 15~100 <math>\mu\text{m}/\text{h}</math> の成膜速度を実現した。</li><li>(2) いずれの試料においても、厚膜磁石の組成はターゲット組成に比べ、2 at.% 程度 Co リッチになる傾向が観察された。ただし、基板加熱機構を用いたプルーフ囲い込みの条件では、2 at.% 程度 Sm リッチになる様子が観察された。</li></ol>			

(1-2)

論文内容の要旨

No. 2

専攻名	電気情報工学専攻	氏名	山口 公輔
<p>(3) Sm-Co系厚膜磁石の表面を観察したところ、既報の高速PLD法によるNd-Fe-B系厚膜磁石と同様、数 <math>\mu\text{m}</math>径以上のドロップレットならびにその凝集体から構成されていることを確認した。</p> <p>(4) SmCo<sub>5</sub>ターゲットを利用し、基板加熱を施しながら高速成膜した際、400 °C程度の比較的低い基板温度において面内異方性が発現するとともに、更なる基板温度の上昇に伴い、面内異方性が消失し等方性の厚膜磁石となる様子が観察された。しかしながら、更に基板温度を800 °C程度まで増加させることにより、垂直方向に異方性が発現することが明らかとなった。</p> <p>(5) 上記の400 ~800 °C程度までの基板温度の上昇に伴い、試料中のSm含有量が減少する様子が観測された。これは、基板温度の上昇に伴いSmの蒸発が進んだものと考えられる。その結果、基板温度800 °Cとした際、SmCo<sub>5</sub>相と共にSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>相が形成されるとともに、Sm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>相の最密面である(001)面が形成され、垂直方向への異方化が進んだものと考えられる。</p> <p>(6) Sm含有量の異なるターゲット(Sm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>, Sm<sub>3</sub>Co<sub>17</sub>, SmCo<sub>5</sub>, Sm<sub>1.4</sub>Co<sub>5</sub>)を用い上記と同様な基板加熱により試料を作製したところ、400 °Cの低温においてはSmCo<sub>5</sub>相の形成に伴う面内異方性が発現し、600 °C以上の基板温度においてはSmCo<sub>5</sub>相と共にSm<sub>2</sub>Co<sub>17</sub>相の形成が確認されると共に垂直異方性が発現する様子が確認された。</p> <p>(7) ポストアニーリングにより熱処理を施した際、パルス熱処理法、すなわち結晶粒の微細化が保磁力向上に有効であることが明らかとなった。パルス熱処理時間ならびに組成の最適化を検討したところ、残留磁化 : 0.62 T、保磁力 : 740 kA/m、<math>(BH)_{\text{max}} : 46 \text{ kJ/m}^3</math>の磁気特性を有する等方性厚膜磁石を実現した。</p> <p>(8) Ti添加 (0.5~3.0 at%) を施したターゲットを用い試料を作製した後、パルス熱処理を施したところ、添加元素を施していないものに比べ、残留磁化は低下するものの、保磁力は150~350 kA/m 程度向上することを確認した。</p>			