

## スパッタリング法で作製した $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$ 膜の磁気特性

森下純平, Ritesh Patel, 鈴木和也, 新関智彦, 柳原英人, 喜多英治  
(筑波大学)

Magnetic Properties of  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$  epitaxial films grown by reactive magnetron sputtering

J. Morishita, Ritesh Patel, K.Z. Suzuki, T. Niizeki, H. Yanagihara, and E. Kita  
(Univ. of Tsukuba)

### はじめに

鉄と様々な遷移金属によって構成される酸化物であるスピネルフェライトは、高いキュリー温度を持ち構成元素によって絶縁体からハーフメタルまで、軟磁性から硬質磁性まで多様な物性を示すことから、スピントロニクス材料として大きな可能性を秘めた物質群である。スピネルフェライトの薄膜化についてはこれまでに多くの先行研究があるものの、得られる膜の品質や物性は、一般的にスピネルフェライトの種類（構成元素）、成膜方法、条件等に大きく依存することから、スピントロニクスデバイスの要素材料として利用するのは容易ではない。なかでも  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  は、高い絶縁性を有することから、これまでにスピニフィルタの障壁材料として利用する試みがなされているが、期待されるほど大きな MR は得られていない<sup>1)</sup>。このことは、 $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  の持つ潜在的な特性を引き出すためには、その膜成長の機構と構造について詳細に検討する必要があることを示唆している。そこで本研究では  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  に着目し、スピントロニクスデバイスへの応用を念頭にその成膜方法・条件について調べることにした。

### 実験

単結晶  $\text{MgO}(001)$  及び  $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$  の 2 種類の基板上に、反応性 RF マグネトロンスパッタリング法により  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(30 \text{ nm})$  を作製した。ターゲットには Fe Ni 合金を用いて  $\text{Ar}+\text{O}_2$  雰囲気中で成膜した。また、このときの成膜温度は  $300^\circ\text{C}$  とした。成膜時の  $\text{O}_2$  導入量をパラメータとして試料を作製しその構造、物性を評価した。反射高速電子線回折法(RHEED)により薄膜のエピタキシャル成長を確認し、蛍光 X 線分析法(XRF)により Ni と Fe の組成を評価した。磁化測定には、振動式磁力計(VSM) を用いた。

### 結果及び考察

$\text{MgO}(001)$  及び  $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$  の 2 種類の基板上に成膜した  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$  薄膜は、どの条件においてもエピタキシャルに成長していることを確認した。しかし磁化過程は強く基板種に依存し  $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$  (格子不整合: 3.2%) 上ではバルク並みの飽和磁化を持つ面内磁化膜であったのに対し、 $\text{MgO}(001)$  (格子不整合: -0.3%) 上に成長させた  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$  薄膜では、磁化がほとんど消失していた。図 1 に酸素導入量に対してそれぞれの基板上に成膜した  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$  薄膜の飽和磁化を示す。 $\text{MgAl}_2\text{O}_4(001)$  基板上に成長した  $\text{NiFe}_2\text{O}_4(001)$  薄膜は、 $\text{O}_2$  導入量が 10 sccm 付近でバルク並みの飽和磁化を示し、電気抵抗は  $10^5 \Omega \text{ cm}$  以上であった。講演では、基板種の違いがどのように膜成長に影響を及ぼし、磁気特性の違いに現れるのか考察する。

### 謝辞

本研究は、文部科学省元素戦略プロジェクトの助成を受けて行われた。

### 参考文献

- 1) U. Lüders et al. APL, 88, 082505 (2006)

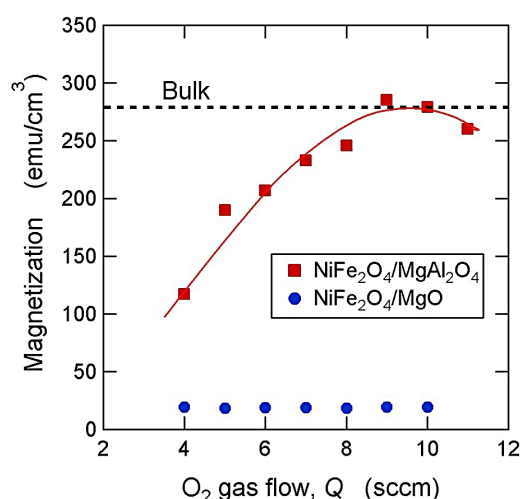


図 1 飽和磁化の酸素流量依存性