

エピタキシャル成長した CoFe_2O_4 薄膜における逆サイト欠陥の評価 Evaluation of anti-site defects in epitaxial films of CoFe_2O_4

柳原英人^{1*}, 新関智彦¹, 内海優史¹, 鈴木和也¹, 井浦真¹, 喜多英治¹, 中尾裕則²

¹筑波大学数理物質系理工学域、〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1

²高エネルギー加速器研究機構物質構造科学研究所 〒305-0801 つくば市大穂 1-1

1 はじめに

薄膜形状においてその磁化の容易軸が反磁場に打ち勝ち、膜面垂直方向を向くようないわゆる垂直磁化膜は、今日ではハードディスクドライブ (HDD) の記録層や、スピントロニクスに不可欠な磁気特性である。その起源は薄膜と基板などの界面における対称性の低下に起因した界面磁気異方性、そしてバルクの結晶構造に起因した結晶磁気異方性に分類されることが多い。また、基板との格子不整合によってその界面部分に導入される結晶ひずみも磁気弾性結合を通じて磁気異方性の原因となる。

強い磁気異方性を示す磁性材料の多くは、大きなスピン軌道相互作用にその原因を持つ。一般的には、Pt や Pd、Rh などの白金族元素を含む化合物や合金、あるいは人工格子が垂直磁化材料としてよく知られているが、希少金属に関する供給不安のため貴金属を含まない垂直磁化膜が望まれる。

我々は、立方晶である Co フェライトが MgO(001) 上にエピタキシャル成長した時に現れる強い垂直磁気異方性について調べている。Co フェライト薄膜の垂直磁気異方性の起源は、基板との格子不整合であると言われていたが、実際に格子ひずみや、Co 原子の配向の有無、サイト欠陥などの膜構造の詳細について包括的に検討した研究例はない。エピタキシャル Co フェライト薄膜の磁性は、応用上大きな可能性を秘めているもののその物理については再考の余地がある。そこで今回は、Co イオンがどの結晶位置に存在しているか吸収端を用いた回折実験を用いて評価することを試みた。

2 実験

試料は、MgO(001)単結晶基板上に成膜した。Co と Fe の組成比は、化学量論比(1:2)よりも Fe が多い 1:3 となるように設計した。測定は、A サイト+O の構造因子のみからなる逆格子点、そして O のみの逆格子点の回折強度について、Co や Fe の K 端をまたぐようなエネルギー分散の測定を行った。

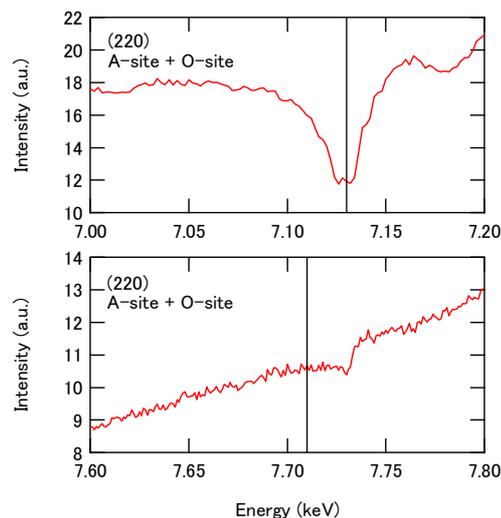
測定は、室温大気中の条件で PF-4C で行った。また Fe および Co の吸収端 (K 端) の校正のため、それぞれ箔状試料の吸収測定を行った。

3 結果および考察

図 1 に A-サイト+O の構造因子からなるスピネルの(220)反射に関するエネルギー依存性を示す。

Fe の吸収が見られることから A サイトには Fe が存在していることがわかる。一方 Co の吸収は見られず、Co の K 端より数十 eV 高いエネルギーに強度の変化が現れた。このことは A サイトはほとんど Fe によって専有されていることを示唆している。今後、Co や Fe といった構成元素の蛍光の影響を考慮して、より定量的な解析を行なう必要がある。

図 1 : K 端での(220)反射強度のエネルギー依存性



4 まとめ

Co フェライト薄膜における Co イオンが専有する結晶位置を評価するため、エネルギーをパラメータとして逆格子点の回折強度を調べた。その結果、A サイトはほぼ Fe によって専有されているような結果が得られたことから、Co は B サイトに位置しているものと考えられる。

謝辞

本研究は、文部科学省元素戦略プロジェクト「複合界面制御による白金族元素フリー機能性磁性材料の開発」の一環として行われた。