

ナノ計測・分析領域における支援成果

反応性スパッタリング法による Fe_3O_4 と $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 薄膜の選択的成長

a 筑波大学, b 名古屋工業大学

柳原英人^a, 喜多英治^a, 名化誠^a, 三浦広平^a, 壬生攻^b

【研究目的】

構成元素として鉄と酸素のみを含むスピネル型フェライトの Fe_3O_4 と $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ は、ともに磁気転移温度が室温より十分に高い強磁性体で、前者はハーフメタル性を持つ強磁性体として、後者は絶縁性を持つ強磁性体として、磁気記録分野あるいはスピントロニクス分野において、元素戦略の面からも有望な材料物質となっている。本研究では、生産性の高い薄膜作製手段である反応性スパッタリング法を用いてこれらの物質の良質な薄膜を作製することを目的とした。これら 2 つの物質の結晶構造は、スピネル型構造の Fe イオン位置が空格子となっているか否かの違いのみであり、X 線回折法などによる相の分離・同定は容易ではない。そこで、Fe の局所環境に敏感な測定手段である ^{57}Fe メスバウアー分光測定により相の同定と Fe サイトの均質性の評価を行い、良質試料の作製条件を探った。

【成 果】

プレーナマグネトロンスパッタリング法を用いて酸素雰囲気中で金属 Fe をスパッタリングし、 $\text{MgO}(001)$ 基板上に酸化鉄単結晶薄膜を作製した。スパッタリング中の酸素流量を 0.0 sccm から 1.5 sccm の範囲でコントロールすることにより、酸化度の異なる Fe_3O_4 と $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の作り分けを試みた。磁化測定および電気抵抗測定の結果から、酸素流量 0.0 sccm のときは $\alpha\text{-Fe}$ が、0.2~0.5 sccm のときは Fe_3O_4 が、0.7 sccm 以上のときは $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ が生成されていることを示唆するデータが得られた。 ^{57}Fe メスバウアー分光測定を行った結果（図 1）、それぞれの酸素流量範囲において、単相の良質な物質が選択的に生成されていることが明確に示された。

以上のように、反応性スパッタリング法を用いて良質な Fe_3O_4 と $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 薄膜を選択的に成長させるノウハウを確立することに成功した。

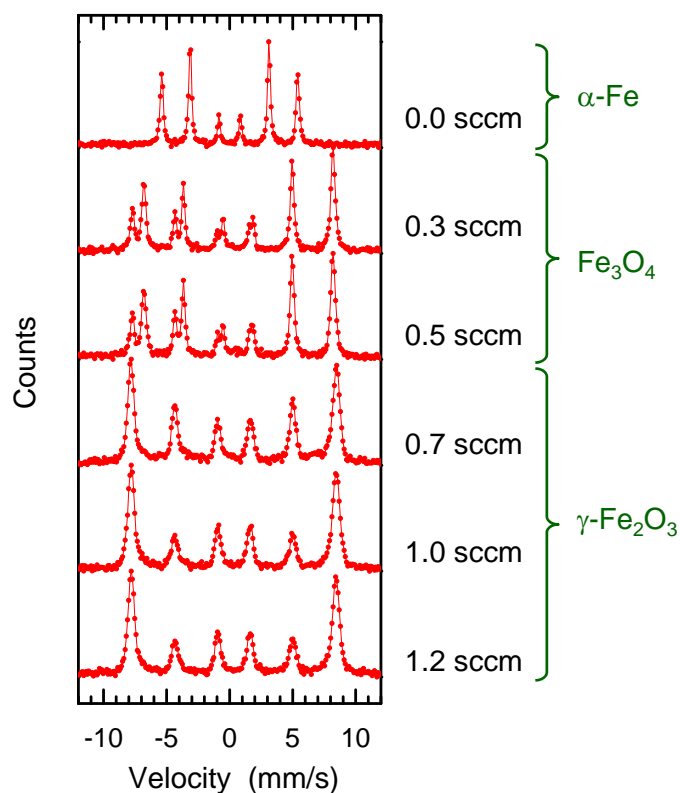


図 1. 反応性スパッタ法により作製された酸化鉄薄膜（厚さ 100 nm）の ^{57}Fe メスバウアースペクトル。各スペクトルの右側に示す酸素流量に依存してスペクトルが系統的に変化し、 $\alpha\text{-Fe}$ 、 Fe_3O_4 、 $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ の選択的成長が実現されていることが明確に示されている。