

酸化鉄系磁性半導体薄膜の合成—鉱物を機能性材料に変える—

Synthesis of Iron Oxide-Based Magnetic Semiconductor Thin Films

-Functional Materials Obtained from Minerals-

京大工 °田中 勝久, 藤田 晃司

Kyoto Univ., °Katsuhisa Tanaka, Koji Fujita

E-mail: tanaka@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

酸化鉄 α - Fe_2O_3 (ヘマタイト) と FeTiO_3 (イルメナイト) から成る固溶体は地殻を構成する鉱物の一種として有名である。同時にこの固溶体はフェリ磁性体かつ半導体となること、また、組成に応じてキャリアの種類が異なること (すなわち、組成の制御により n 型ならびに p 型半導体を得られること) が古くから知られている¹⁾。 α - Fe_2O_3 が弱強磁性を示す絶縁体であり、 FeTiO_3 が反強磁性絶縁体であることを考えると、それらの固溶体が大きな磁化を持つフェリ磁性半導体となる事実は興味深い。一部の組成ではスピン偏極キャリアの存在も示唆されている²⁾。このような鉱物として得られる物質を機能性薄膜に変えてスピントロニクス素子などへ展開することができれば、省資源の観点からも意義がある。しかし、 FeTiO_3 - Fe_2O_3 系固溶体薄膜の合成の試みが開始されたのは比較的最近である³⁾。演者らはパルスレーザー堆積法を用いてこの系のエピタキシャル薄膜の合成を行い、薄膜の磁性と電気伝導について調べてきた⁴⁾。ここでは、最新の X 線磁気円二色性測定の結果なども含め、演者らの実験結果について報告する。

FeTiO_3 - Fe_2O_3 固溶体には秩序相 (ordered phase) と無秩序相 (disordered phase) が存在し、前者のみがフェリ磁性を示すため、合成条件の最適化により秩序相のみを得る必要がある。Fig.1 はサファイア(0001)基板を用い、基板温度を 700°C に設定して、異なる酸素分圧下で合成した $0.6\text{FeTiO}_3 \cdot 0.4\text{Fe}_2\text{O}_3$ 組成の薄膜の面外 X 線回折パターンであり、酸素分圧は図の上から順に、 1×10^{-2} 、 2×10^{-3} 、 1×10^{-3} Pa となっている。酸素分圧が 2×10^{-3} Pa のときに秩序相が単相でエピタキシャル成長している。得られた薄膜は室温でフェリ磁性を示し、n 型半導体となる。また、異常ホール効果が観察される。一方、 $0.8\text{FeTiO}_3 \cdot 0.2\text{Fe}_2\text{O}_3$ 組成のエピタキシャル薄膜はキュリー温度が約 270 K のフェリ磁性体となり、同時に p 型半導体となることが示された。

文献 1) Y. Ishikawa et al., *J. Phys. Soc. Jpn.* **13**, 37 (1958).

2) W. H. Butler et al., *J. Appl. Phys.* **93**, 7882 (2003). 3) F. Thou et al., *Thin Solid Films* **408**, 33 (2002); T. Fujii et al., *Solid State Ionics* **172**, 289 (2004). 4) H. Hojo et al., *Appl. Phys. Lett.* **89**, 082509 (2006); *Appl. Phys. Lett.* **89**, 142503 (2006); *J. Magn. Magn. Mater.* **310**, 2105 (2007); *Phys. Rev. B* **80**, 075414 (2009); T. Matoba et al., *J. Phys.: Conf. Ser.* **200**, 062011 (2010).

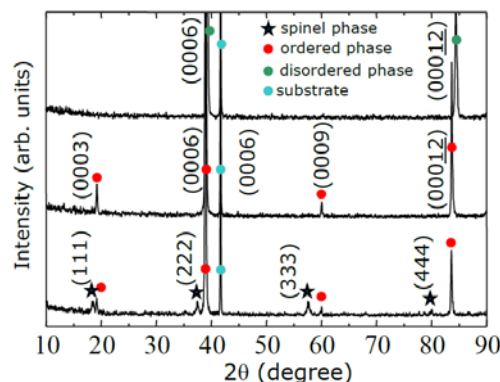


Fig.1 X-ray diffraction patterns of $0.6\text{FeTiO}_3 \cdot 0.4\text{Fe}_2\text{O}_3$ thin films deposited on sapphire (0001) at varied oxygen pressure