

Fe₃O₄薄膜のVerwey転移に対するバッファ層挿入効果

The effect of spinel-ferrite buffer layers on the Verwey transition in Fe₃O₄ thin films.

東大院工¹, 東大新領域², JST さきがけ³

高橋哲大¹, 中野匡規², 川崎雅司¹, 塚崎敦^{2,3}

Dept. Appl. Phys., Univ. Tokyo¹, Dept. Adv. Mater. Sci., Univ. Tokyo², JST-PRESTO³

T. Takahashi¹, M. Nakano², M. Kawasaki¹, A. Tsukazaki^{2,3}

E-mail: takahashi@ce.t.u-tokyo.ac.jp

【はじめに】マグネタイト(Fe₃O₄)はスピネル構造で高いキュリー温度を持つフェリ磁性体であり、 $T_V = 125$ Kで電荷秩序による金属絶縁体転移(Verwey転移)を示すことが知られている[1]。しかしながらその薄膜では、内在する位相欠陥によって電荷秩序の形成が阻害され、明瞭なVerwey転移の観測が難しくなることが知られている[2]。本研究では、バッファ層としてスピネル構造を持つスピネルフェライト(MFe₂O₄: M = Mn, Co, Ni, Zn)を導入し、位相欠陥の生成を軽減することで極めて急峻なVerwey転移を観測することに成功したので、その結果について報告する。

【実験】スピネルフェライト薄膜の作製にはパルスレーザー堆積法を用いた。MgAl₂O₄(111)基板を用い、成長温度 700 °CでMFe₂O₄層を100 nm、Fe₃O₄層を10-150 nm、それぞれ堆積した。伝導特性評価のために薄膜試料をフォトリソグラフィーでホールバー形状に加工し、Ti(10 nm)およびAu(100 nm)を順に蒸着して電極とした。

【結果】図 1(a)に、Fe₃O₄/MgAl₂O₄とFe₃O₄/NiFe₂O₄/MgAl₂O₄の抵抗の温度依存性を温度で微分した結果を示し、内挿図に抵抗の温度依存性を示す。125 K近傍に見られるピークがVerwey転移に対応している。NiFe₂O₄上のFe₃O₄では一桁以上の抵抗率の急峻な増大が観測されており、バッファ層の導入によってFe₃O₄薄膜が高品質化したことを示している。転移の急峻さを比較するために、様々な膜厚のFe₃O₄薄膜について抵抗の温度微分結果を図1(b)に示す。MgAl₂O₄基板上や従来のFe₃O₄薄膜に比べて、NiFe₂O₄バッファ層上で急峻な転移を実現できていることがわかる。これは、欠陥低減によりFe₃O₄薄膜の高品質化が実現した結果と考えられる。

参考文献

- [1] E. J. W. Verwey *et al.*, *Physica* **8**, 979 (1941).
- [2] A. V. Ramos *et al.*, *J. Appl. Phys.* **100**, 103902 (2006).
- [3] R. G. S. Sofin *et al.*, *Phys. Rev. B* **83**, 134436 (2011).
- [4] R. Takahashi *et al.*, *Cryst. Growth Des.* **12**, 2679 (2012).

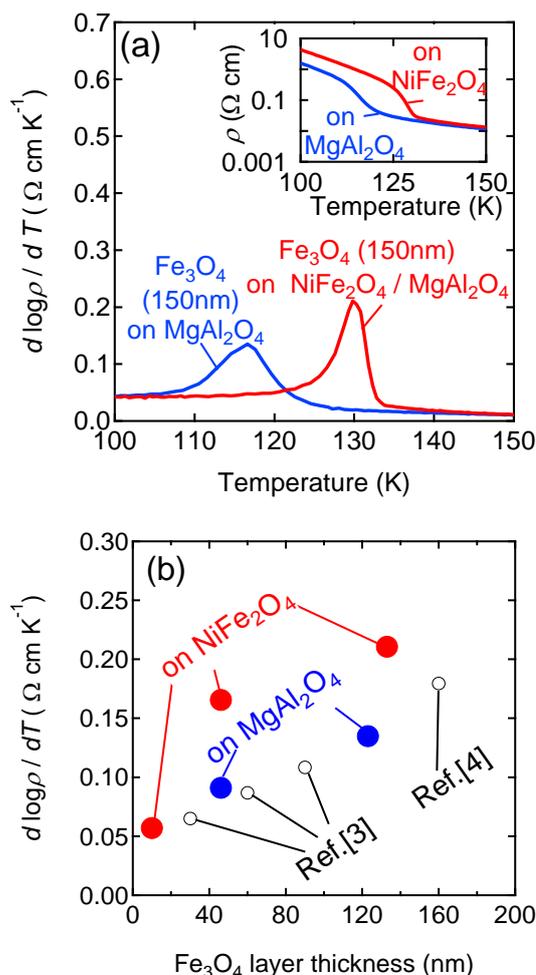


図 1: (a) Fe₃O₄/MgAl₂O₄とFe₃O₄/NiFe₂O₄/MgAl₂O₄の抵抗の温度依存性(内挿図)とその微分. (b) 転移点での抵抗変化の膜厚依存性. 白丸は文献[3,4]から引用.