

ナノ計測・分析領域領域における支援成果

d⁰強磁性酸化インジウム薄膜の作製と磁性評価

^a東京電機大学 理工学部理学系,

^b名古屋工業大学 未来材料創成工学専攻

隅山兼治^a, 川原公太^a, 宮脇ちよ美^b, 山下哲弘^b, 日原岳彦^b

【研究目的】

材料や素子の小型化、高機能化の要請から、多機能デバイスへの関心が高まり、バンドギャップの広い透明半導体化合物や酸化物に磁性元素を強制固溶させた半磁性半導体の研究が盛んである。最近、遷移金属を含まない金属酸化物が、薄膜、微粒子の状態になると、強磁性を示すことが見出され、d⁰強磁性酸化物として認知されつつある。その強磁性の原因は、金属原子あるいは酸素原子サイトの格子欠陥（原子空孔）やその集団（転位）、表面や界面での格子の乱れにあると言われている。しかし、多量の格子欠陥が存在する非遷移金属酸化物において、物質系全体が強磁性体になるメカニズムは不明である。

【成 果】

酸化インジウム薄膜について、測定温度範囲で磁場の増加にともない磁化が飽和する強磁性特有の磁化曲線が観測された。図1は膜厚50および400 nmの熱磁気曲線である。キュリー温度 T_c が室温以上であるので、分子場近似によるブリルアン関数を用いて磁化の温度変化を外挿した。膜厚50 nmの試料で $T_c \cong 600$ K、膜厚400 nmで $T_c \cong 430$ Kと推測される。この図のデータを測定する際、0.5 Tの磁場を印加しているため、磁化は有限の値をとり続け、 T_c を決めることができない。そこで、ランダウの二次相転移理論に基づくアロット・プロットにより T_c を見積もると、膜厚50 nmで $T_c \cong 660$ K、膜厚400 nmで $T_c \cong 440$ Kとなり、上記の外挿値と良く対応した。

酸化インジウム薄膜において、膜厚が低下するにともない磁気モーメントは大きくなる。電気抵抗、ホール効果の測定結果によれば、非化学量論組成や格子欠陥量に比例すると予想されるキャリア密度も膜厚低下にともない増加している（図2）。更に、酸化インジウム薄膜と同様に、透明・電気伝導性を有する酸化スズ薄膜も強磁性を示し、単位体積あたりの飽和磁化は膜厚が低下するほど大きくなる。以上の実験結果を総合すると、酸化インジウム薄膜における強磁性発現も、表面原子、格子欠陥に起因すると考えられる。

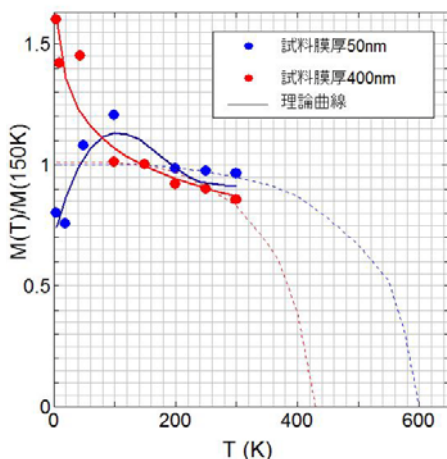


Fig. 1 In₂O₃薄膜の飽和磁化の温度依存性.

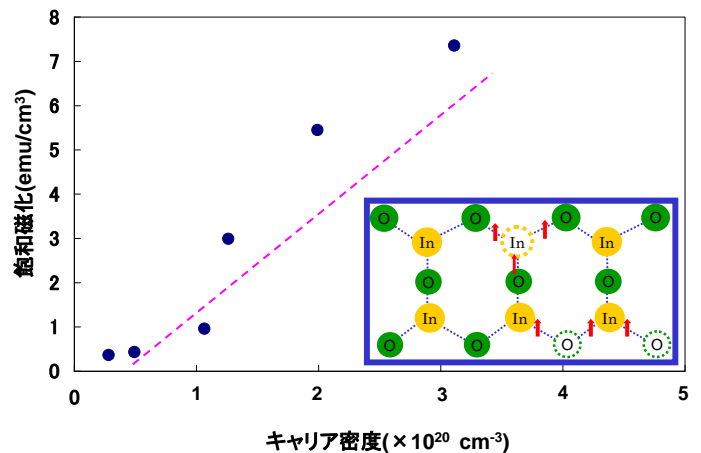


Fig. 2 In₂O₃薄膜の飽和磁化のキャリア密度依存性.