

FeドーピングITOエピタキシャル成長膜の電気・光学・磁気特性の Feドーピング量依存性

Fe Concentration Dependence of Electrical, Optical, and Magnetic Properties of Epitaxially Grown Fe-doped ITO Films

京大院人環¹, 京大ILAS², 日本学術振興会(DC)³

○角 卓実¹, 北川 彩貴^{1,2,3}, 栗原 悠花¹, 中村 敏浩^{1,2}

Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto Univ. ¹, ILAS, Kyoto Univ. ², JSPS³

○Takumi Kado¹, Saiki Kitagawa^{1,2,3}, Haruka Kurihara¹, Toshihiro Nakamura^{1,2}

E-mail: kado.takumi.73n@st.kyoto-u.ac.jp

[研究背景] 近年、電子のもつ電荷とスピンの両方を応用するスピントロニクス材料として希薄磁性半導体が注目を集めている。中でも、我々は磁性透明導電膜に着目して研究を進めている¹⁾。磁性透明導電膜とは、透明導電膜として幅広く応用されている酸化インジウムスズ (Indium Tin Oxide : ITO) 薄膜に少量の磁性元素を添加した物質であり、高い導電性と可視光領域での高い透明性に加えて、室温下での強磁性を併せもつ。このような多彩な特性から多機能材料としての応用が期待される。我々はこれまでに、FeドーピングITO薄膜のエピタキシャル成長技術を開発し、当該薄膜が低い電気抵抗率と可視光領域での透明性に加えて室温強磁性を示すことを確認した²⁾。本研究では、Feドーピング量が異なるFeドーピングITOエピタキシャル成長膜を作製し、Feドーピング量が薄膜の電気、光学および磁気特性に与える影響を体系的に評価・解析した。

[実験・結果] 高周波マグネトロンスパッタリング法を用いて、元素組成が $\text{In}_{1.8-x}\text{Sn}_{0.2}\text{Fe}_x\text{O}_3$ ($x=0.01, 0.05, 0.10, 0.20$) である薄膜を作製し、X線回折測定によりエピタキシャル成長していることを確認した。まず、ホール効果測定により薄膜の電気特性を評価した。Fig.1に薄膜のキャリア密度のFeドーピング量依存性を示す。Feドーピング量の増大に伴いキャリア密度が減少し、抵抗率が増大した。次に、紫外可視吸収分光測定により薄膜の光学特性を調べた。Fig.2にTaucプロットにより光学的バンドギャップを評価した結果を示す。Feドーピング量の増大により光学的バンドギャップが減少した。さらに、磁化測定により磁気特性を評価したところ、Feドーピング量の増加によりFe 1原子あたりの磁化の減少が確認された。

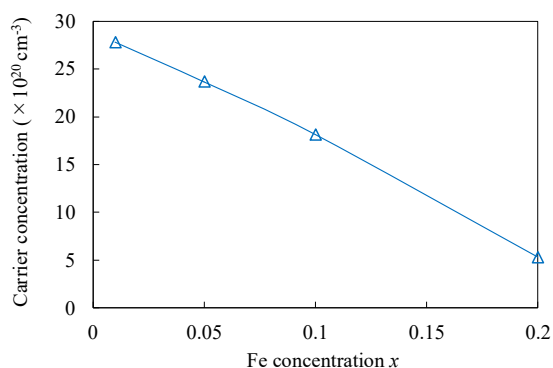


Fig.1. Carrier concentration as a function of the Fe concentration in the epitaxial Fe-doped ITO films.

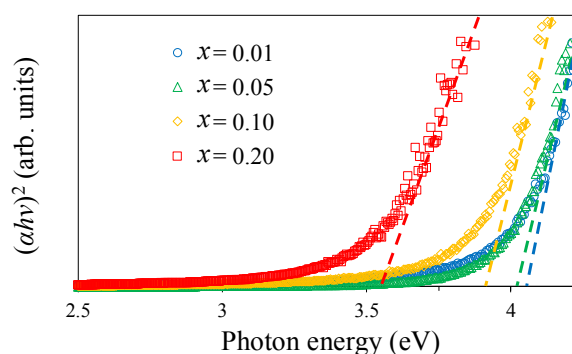


Fig.2. Tauc plots of the epitaxial Fe-doped ITO films with the different Fe concentrations.

<参考文献>

[1] S. Kitagawa and T. Nakamura, *Curr. Appl. Phys.* **69**, 60 (2025) and references therein.

[2] 角卓実, 栗原悠花, 北川彩貴, 中村敏浩, 第 85 回応用物理学会秋季学術講演会, 17p-P01-6 (2024).