

MnドープITOエピタキシャル成長膜におけるSnドープ量が物性に与える影響

Sn dopant concentration dependence of electronic, optical, and magnetic properties of epitaxially grown Mn-doped ITO films

京大院人環¹, 京大国際高等教育院² °北川 彩貴¹, 中村 敏浩^{1,2}

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

°Saiki Kitagawa¹, Toshihiro Nakamura^{1,2}

E-mail: kitagawa.saiki.75z@st.kyoto-u.ac.jp

[はじめに]

近年、スピントロニクス材料の一種である希薄磁性半導体が注目されている。特に酸化物系の希薄磁性半導体は、高温強磁性が観測される例が数多く報告されており、実用化に向けた有力材料の候補として大きな期待がもたれている。本研究では、酸化物系の希薄磁性半導体であるMnドープ酸化インジウムスズ(ITO: Indium Tin Oxide)薄膜に着目した。MnドープITO薄膜はITO薄膜に少量のMnを添加した物質であり、 $10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ オーダーの低い電気抵抗率と可視光領域での高い透過率に加えて室温強磁性の特性を示す[1]。このような多彩な特性を併せ持つ一方で、特性間でのトレードオフの関係が懸念される。そこで、材料としての特性を向上させるために薄膜プロセスの最適化を目指して成膜条件と物性の相関関係を調査することは重要な課題となる。本研究では、MnドープITO薄膜におけるSnのドープ量が物性に与える影響を評価することによりSnの最適添加量に対する知見を得ることを目的として研究を遂行した。

[実験・結果]

高周波マグネトロンスパッタリング法によって、異なるSn組成(① $\text{In}_{1.75}\text{Sn}_{0.2}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$, ② $\text{In}_{1.55}\text{Sn}_{0.4}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$, ③ $\text{In}_{1.35}\text{Sn}_{0.6}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$)をもつMnドープITOエピタキシャル成長膜をYSZ(111)単結晶基板上に作製した。以降、それぞれの試料は上記の順にSn0.2, Sn0.4, Sn0.6と表記する。

ホール効果測定によって各試料の電気輸送特性を評価した結果、成膜した薄膜は全て $10^{-4} \Omega \text{cm}$ オーダーの低い電気抵抗率を示し、特にSn0.2の試料において、 $1.33 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}$ の最小値を示した(Fig. 1)。また、キャリア密度は薄膜中におけるSnのドープ量の増加に伴って単調に減少する傾向をもつことが確認された。主として、 In_2O_3 結晶中のInサイトにおけるSnとMnの置換がキャリア密度に影響を与えているものと考えられる。発表では、各試料に対する光学および磁気特性評価も合わせて議論する予定である。

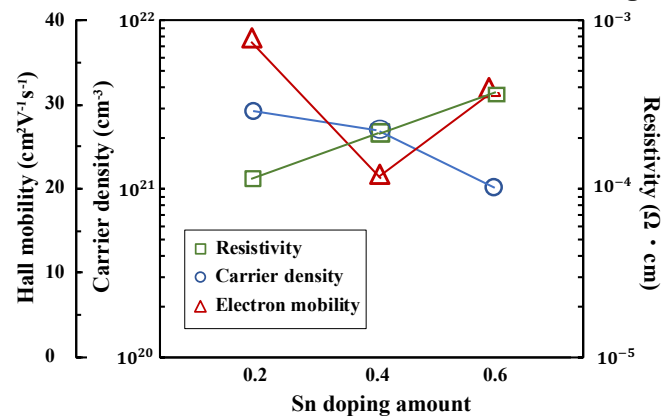


Fig. 1. MnドープITOエピタキシャル成長膜の電気輸送特性

<参考文献> [1] 北川彩貴, 中村敏浩, 第83回応用物理学会秋季学術講演会, 22p-C202-11 (2022).