

RF マグネトロンスパッタリングを用いて作製した Mn 添加 ZnO 薄膜の評価 Evaluation of the Mn-doped ZnO thin films formed by RF Magnetron Sputtering

箕輪直輝, 趙新為*

東京理科大学, 〒162-8601 東京都新宿区神楽坂 1-3

Naoki Minowa and X.Zhao*

Department of Physics, Tokyo University of Science, 1-3 Kagurazaka, Shinjuku, Tokyo 162-8601, Japan

1 はじめに

現在、磁性体と半導体の両方の特性を持つ磁性半導体が注目されている。ワイドバンドギャップ半導体である酸化半導体の ZnO($E_g=3.2$ eV)に、Mn イオンを添加することで室温で強磁性を示すことが理論的に示されている[1]。しかし、この理論では ZnO は p 型であることが必要で、また実験ではこの物質に対し強磁性を肯定する結果と否定する結果があり、混沌とした状況にある。

本研究では、磁性原子として Mn を、半導体である ZnO に添加し、室温での強磁性半導体の作製を目指している。また、X 線吸収微細構造(X-ray absorption fine structure, XAFS) から電子状態を解析し、磁気特性との相関関係を調べ ZnO 系の強磁性発現の要因を明らかにすることを目的とした。

2 実験

RF マグネトロンスパッタ装置でターゲット ZnO:Mn₂O₃(10wt%and1wt%)、ZnO を用い Al₂O₃(0001)基板上に 1h 成膜を行った。成膜中の基板温度は 300°Cであった。成膜後、アニールを行った試料を作製した。その後、XRD(X 線回折法)で結晶特性を評価し、SQUID 磁束計(300K)を用いて、磁化曲線の測定を行った。またホール測定をおこない試料のキャリアタイプとキャリア濃度を測定した。XAFS 測定は高エネルギー加速器研究機構の Photon Factory の BL-27B にて蛍光法で行った。

3 結果および考察

XRD の結果では Mn 酸化物相のピークは存在しなかった。Figure1 に M-H 曲線の結果を示した。ZnO:Mn(10wt.%) では強磁性に近い曲線を示し、ZnO:Mn(1wt.%)では強磁性を示した。Figure2 ではそれぞれの試料と Mn 酸化物の XAFS スペクトルを示した。それぞれの試料のピークは MnO のピークと一致することから試料中の Mn の価数は 2 価であることが確認された。ホール測定から試料は n 型であり ZnO:Mn(1wt.%)の方が ZnO:Mn(10wt.%)よりキャリア濃度が高いことが確認された。これらにより強

磁性発現には Mn²⁺とキャリア濃度が重要な役割をはたしていると考えられる。

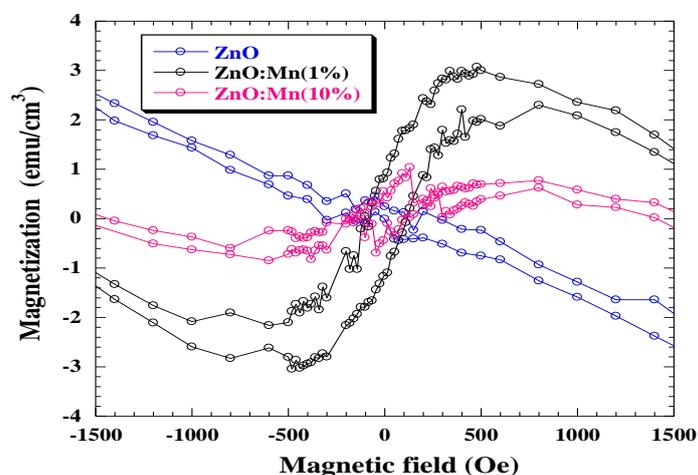


Fig.1 M-H curves of samples at 300K.

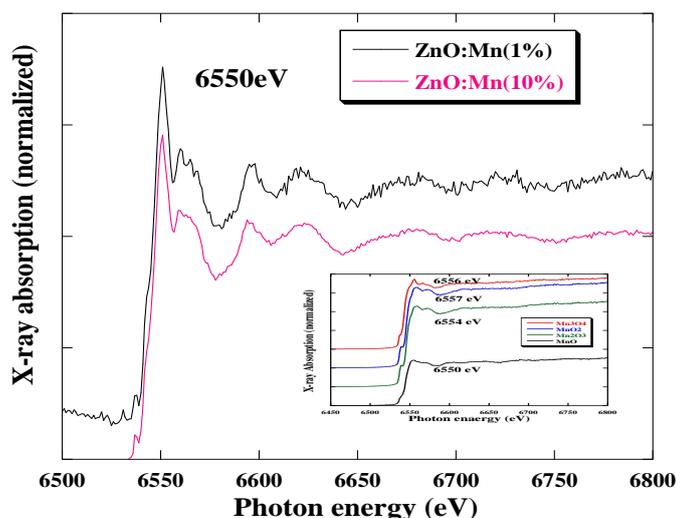


Fig.2 XAFS spectra at Mn K edge of Mn-doped ZnO thin films.

4 まとめ

RF マグネトロンスパッタリングを用いて 300K での強磁性半導体の作製に成功した。XAFS 測定からドーパされた Mn の価数は 2 価であることが確認された。ホール測定と磁化測定からキャリア濃度と強磁性の相関を見出した。

参考文献

[1]T.Dietl,H.Ohno,F.Matsukura.Phys.RevB.63.195205(2001)

* xwzhao@rs.kagu.tus.ac.jp