

Mn 添加酸化亜鉛薄膜半導体の磁気特性

Magnetic property of manganese-doped ZnO semiconductor thin films.

東理大理¹, 東洋大工(先端光応用計測研究センター)²
○岡本 純平¹, 原子 進¹, 小室 修二², 趙 新為¹Tokyo Univ.of Science¹, Sensor Photonics Research Center, Toyo Univ.²○J.Okamoto¹, S.Harako¹, S.Komuro², X.Zhao¹

E-mail: xwzhao@rs.kagu.tus.ac.jp

[緒言]

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。磁性半導体の研究では、これまで GaAsMn や GaMnN などが研究されてきたが、室温での強磁性の報告例が少ないことや理論計算上室温での強磁性が見込めないなどがあり、新規材料開発が求められている。ワイドバンドギャップ半導体である酸化半導体の ZnO(Eg=3.2 eV)に、磁性原子を添加することで室温での強磁性を示すことが可能であると理論的に示唆されている。[1]しかし、未だ実験結果により室温での強磁性を実証することは難しいのが現状である。また、析出物の磁性を観測している例も少なくない。本研究室では、磁性原子として Mn を母体半導体である 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。今回は、室温での強磁性半導体の作製のため、磁場中での測定を行い、磁気特性について調べたので報告する。

[実験]

酸化膜を付けた p-Si(100)基板上に、第 4 高調波(266 nm)Q スイッチ YAG を用いたレーザーアブレーション法で ZnO:MnO₂(10wt%)薄膜を積層させた。その後、酸素雰囲気中で熱処理(300~900 °C; 3 min)を行い、結晶性を向上させた。結晶性の評価を X 線回折法から評価した。また、磁気特性評価として、磁気抵抗の測定(0~1 T; 5 K)を行った。

[結果]

Fig.1 に X 線回折法を用いて測定したスペクトルを示す。熱処理の温度上昇に伴い、ZnO(002)のピークが高角度側に上昇し、結晶性が高くなっている。今回施した熱処理温度では Mn の凝集や酸化物のピークはみられなかったため、添加された Mn の ZnO 結晶中での析出は抑えることができた。そのため、Mn は ZnO の結晶中で置換もしくはイオン状態で存在していると考えられる。これらの試料に対して、磁気抵抗の測定を行った。磁気抵抗測定では、試料に対して平行に磁場をかけ測定を行った。磁場の増加に伴い、磁気抵抗の上昇が確認された。Fig.2 に磁場をかけたときの抵抗値を無磁場の場合の抵抗値で規格化した、磁気抵抗変化率を示す。磁場強度は 0-1000 mT の範囲で 5K で行った。磁場の上昇に伴い、磁気抵抗率が上昇していることがわかる。熱処理温度が上昇し結晶性が向上することによって、磁性原子と母体半導体が相互作用を及ぼしあっているためと考えられる。

その他、詳細な考察等、当日の発表にて報告する。

[1]T.Dietl,H.Ohno,F.Matukura.Phys.Rev B.63.195205
(2001)

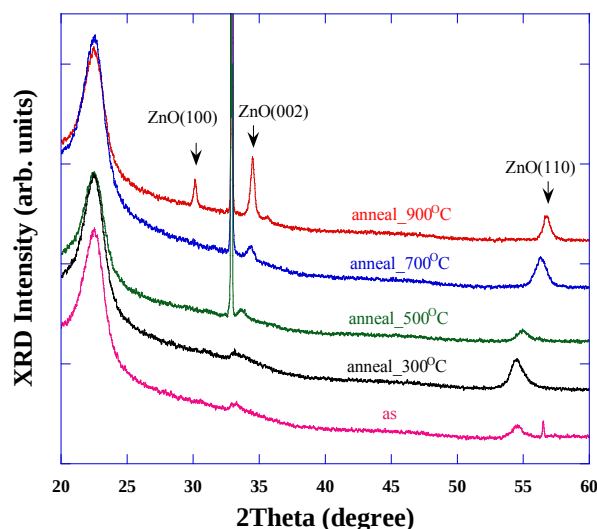


Fig.1 X-ray diffraction patterns of ZnO:MnO₂ (10 wt%) thin films on Si(100) substrate

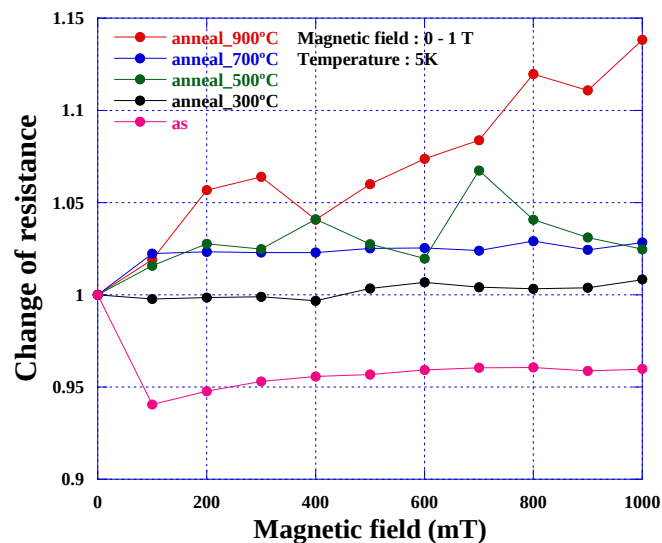


Fig.2 Magnetic resistance for ZnO with doped 10 wt% Mn