

酸化亜鉛ベース希薄磁性半導体薄膜の作製とその磁気特性

理工学研究科 福間康裕(D3、代表)、西村直人(M2)、大嶋洋平(M2)、
加藤 篤(M2)、小田原史武(M1)

約50年前に半導体デバイスの基本となるトランジスタが発見され、「スケーリング則」と呼ばれる微細加工技術の進展による高性能化で現在のエレクトロニクスは大きな躍進を成し遂げている。しかしながら、このような従来技術の延長のような進展には陰りが見え始めてきている。そこで大きな注目を集めているのが、スピネレクトロニクスと呼ばれる新しい技術分野である。

スピネレクトロニクスとは、電子の電荷とスピン(情報記録を担う磁気記録媒体などで利用されている)を共に利用することで新しいパラダイムに基づいた素子設計を目論む基盤技術のことである。最近の材料化学の進展に伴う結晶成長技術の大きな発展により、従来の半導体デバイスと希薄磁性半導体とのヘテロ構造などが作製され、スピン依存トンネルやスピン依存伝導・発光などの新しい現象が発見された。これにより半導体中のスピン現象を利用したデバイス応用への大きな可能性が切り開かれ、この分野は工学的な意味で萌芽期にあるといえる。

しかしながら、実用化を考えた場合希薄磁性半導体系の強磁性転移温度を室温以上に引き上げる必要がある。現在、大きな注目を集め、盛んに研究が進められているⅢ-V族希薄磁性半導体においても転移温度は100 K程度である。ところが、ごく最近になり室温強磁性半導体実現への設計指針が報告され、実験的にもその

検証がなされるようになってきた。その材料系の一つが酸化亜鉛をベースとしたものである。さらに酸化亜鉛(ZnO)は、大きなバンドギャップを有し、環境調和性も高いことから、次世代エレクトロニクス材料としても大きな注目を集めている材料である。

そこで本研究では、ZnOをベースとした希薄磁性半導体の作製を行い、その磁気的特性に関する評価を行った。ZnO(V、Co、Mnドープ)薄膜は、rfスパッタ法によりガラス基板上に作製した。得られた薄膜はc軸に強く配向した多結晶薄膜である。図1に、ZnO(non-doped、V 4%、Mn 8%、Co 11%)薄膜の(膜厚約5000 Å)光透過スペクトルを示す。可視光領域は450 nm(青色)から700 nm(赤色)であることから、得られた試料は半透明であることがわかる。図2に、このCoドープ薄膜の磁化特性を示す。室温においても強磁性であり、キャリアにより強磁性成分は大きく増強されていることがわかる。Vを添加した系においても同様に強磁性を示すことが確認された。また、MnドープZnOにおいては、強磁性成分はみられなかったが、低温で約300%もの巨大な磁気抵抗効果を示した。つまり、本研究で作製を行った試料は、スピデバイス実現への大きな可能性を有しているといえる。しかしながら、この強磁性成分がキャリアと原子間の間接相互作用により引き起こされている確証は得られておらず、今後の課題であるといえる。

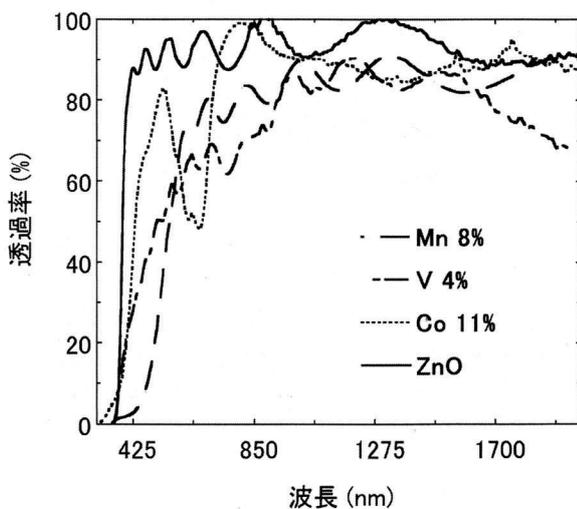


図1 透過スペクトル

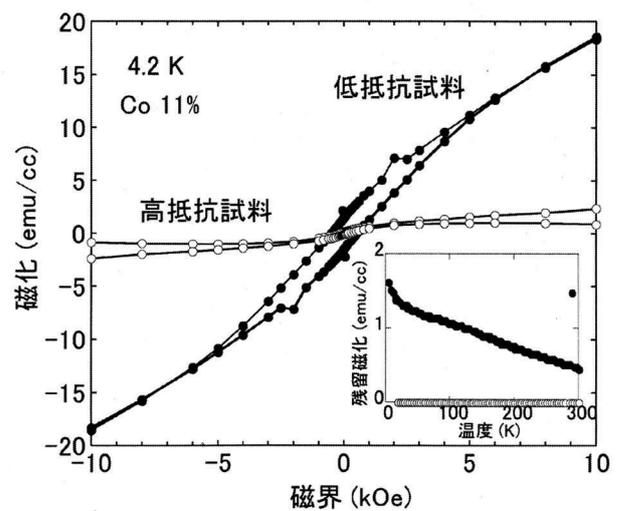


図2 磁気的特性

登録研究テーマ「酸化亜鉛ベース新機能性デバイス材料の作製」

Tel:0836-85-9422, Fax:0836-85-9422, e-mail:fukuma@aem.eee.yamaguchi-u.ac.jp