

Title	Control of Physical Properties Manganese Oxide Thin Films and Application to Room Temperature Spin Devices
Author(s)	神吉, 輝夫
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/45031
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏 名	神 吉 輝 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 8 8 3 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 16 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学 位 論 文 名	Control of Physical Properties of Manganese Oxide Thin Films and Application to Room Temperature Spin Devices (強相関電子系 Mn 酸化物極薄膜における物性制御と室温スピン素子応用)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 川 合 知 二 (副査) 教 授 菅 滋 正 教 授 松 本 和 彦

論 文 内 容 の 要 旨

モット絶縁体を母体としたペロブスカイト型 Mn 酸化物は強い電子相関に由来する電荷ギャップを持つ。さらに、遍歴キャリアと局在スピンの規則に従った密接な相関関係があるため、超巨大磁気抵抗効果や電荷整列現象などの興味深い物性を示す。本研究では、このような巨大物性を示す Mn 酸化物を用いて、室温で外場（磁場、電場）に巨大応答する新たなスピン機能材料・デバイスの構築を試み、その磁気・伝導特性の評価を行った。試料はパルスレーザーデポジション法を用いて作製した。室温での超巨大磁気抵抗効果の改善においては、SrTiO₃ 基板との歪効果を利用し“軌道の自由度”を制御することにより、引っ張り歪が加わった強磁性体 (La, Ba) MnO₃ 薄膜を薄くすることにより、室温以上に強磁性転移温度が上昇することを見出した。そのメカニズムとして、歪を導入する前後での Mn イオンの 3d 軌道の重なり、結晶場の変化による各軌道の e_g 電子の割合、3d 軌道の異方性を考慮し、二重交換相互作用の安定性を計算することによって実験結果を説明することに成功した。結果として、磁気抵抗効果が発現する温度を室温以上に上昇させることに成功した。次に、他の物質系では見られない、極薄膜化により強磁性が安定化することを利用して、室温強磁性体 (La, Ba) MnO₃ 極薄膜をチャネル層に、絶縁性強誘電体 Pb (Zr, Ti) O₃ をゲート絶縁層として用い、電界誘起強磁性デバイスを作製した。電界効果により、キャリア量を変調させることによってチャネル (La, Ba) MnO₃ 層の電気抵抗と金属絶縁体転移温度の変化を確認した。また、電界効果による磁性変化を直接観察するために、磁気円二色性 (MCD) を併用した素子接合界面の磁性測定法を考案した。その結果、室温において (強) 磁性状態を電界効果によって制御できることを世界に先駆けて確認することに成功した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

ペロブスカイト型 Mn 酸化物は超巨大磁気抵抗効果や電荷整列相転移現象などの特異な巨大物性を生み出し、強相関電子が織り成す複雑で多彩な物理現象の解明のみならず、磁気・電気素子への応用にも多くの関心が寄せられている。また昨今、従来の半導体エレクトロニクスのサイズ限界、理論限界がささやかれる中、これまでのキャリア制御

素子に磁性制御を加味し、高速・高機能不揮発性メモリや多機能論理素子などを目指したスピントロニクス分野の基礎・応用両面における研究の重要性が高まっている。申請者は、こうした背景のもと、Mn 酸化物、特に (La, Ba) MnO₃ という材料に注目し、パルスレーザーデポジション法を用いて室温で外場（磁場、電場）に巨大応答する新たなスピントロニクス材料・素子の構築を試みた。

本学位論文において申請者は、SrTiO₃ 基板との歪効果を利用し、強磁性体 (La, Ba) MnO₃ 薄膜を薄くすることにより、室温以上に強磁性転移温度が上昇することを見出した。その結果として、室温での超巨大磁気抵抗効果の改善に成功し、他の酸化物群の磁気抵抗比を大きく上回る結果を得た。また、歪効果における強磁性転移温度の上昇機構を、歪を導入する前後での伝導電子の移動積分 t と各 3d 軌道が占める電子の割合を考慮した独自の理論構築によって明らかにした（第3章）。次に、他の物質系では見られない、極薄膜化により強磁性が安定化することを利用して、室温強磁性体 (La, Ba) MnO₃ 極薄膜をチャンネル層に、絶縁性強誘電体 Pb (Zr, Ti) O₃ をゲート絶縁層として用い、電界誘起強磁性素子を作製した。磁気円二色性 (MCD) を併用した素子接合界面の磁性測定法を考案し測定することで、電界効果によるキャリア濃度の変調により、室温において（強）磁性状態を制御できることを世界に先駆けて確認することに成功した（第4章）。

このように、本研究では、室温をキーワードに強相関電子系 Mn 酸化物を用いた新たなスピントロニクス素子構築のさきがけとなる重要な結果を十分示すことが出来たと考えられる。以上の点において、本論文が博士（理学）の学位論文として価値があるものと認める。