

論文審査の結果の要旨

氏名 石上 啓介

強相関電子系として多様な物性を示す遷移金属酸化物は、近年の製膜技術の進歩により、原子的に平坦な層を単結晶基板にエピタキシャルに積層することによって高品質の超薄膜を作製することが可能になっている。薄膜化することによって、遷移金属酸化物は金属・絶縁体転移や磁気相転移などさらに新しい物性を示し、注目されている。本論文では、典型的な遷移金属酸化物である強相関金属 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ および強磁性金属 SrRuO_3 の超薄膜について、電子状態・磁氣的性質の直接的なプローブである光電子分光と X 線磁気円二色性測定を放射光を用いて行い、いくつかの新たな知見を得ている。

本論文は6章からなる。第1章ではまず本論文への導入として、遷移金属酸化物の物性とその制御について一般論を述べ、典型的な制御方法として知られているバンド幅制御、フィリング制御、そして次元性制御について紹介している。とくに、近年の超薄膜作製技術の進歩とその物性制御における意義について述べている。

続く第2章では、本論文で用いる測定手段である光電子分光法、軟 X 線磁気円二色性測定の原理、スペクトルの解析方法、スペクトルから得られる情報について述べている。実際に測定が行われた放射光のビームラインと測定装置に関しては、第3章で詳しく記述されている。

第3章では、半導体 SrTiO_3 の Sr を La に置換することによって様々な量の電子をドーピングした強相関金属 $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3$ の薄膜を $\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上にエピタキシャルに成長させ、その場で光電子分光測定を行った結果について述べている。Ti 内殻の光電子スペクトルの解析から実際にドーピングされた電子の量を見積もり、バルクに比べて半分程度の量の電子しかドーピングされていないことを見出している。この原因としてまず、極性面である $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{TiO}_3(001)$ 面の静電ポテンシャルが膜厚とともに発散的に増大するのを防ぐため、表面から界面へ電子が移動するという、いわゆる電荷再構成の機構を提唱している。

第4章では、 $\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上にエピタキシャルに成長した強磁性金属 SrRuO_3 の様々な膜厚をもつ薄膜試料に対して X 線磁気円二色性の測定を行っている。磁場を変えることによって、試料ごとに強磁性か常磁性（あるいは反強磁性）かを明確に区別している。同一の試料で以前に観測されていた膜厚の減少に伴う金属・絶縁体転移と同じ臨界膜厚で、強磁性から常磁性への転移が観測された。また、強磁性相において、基板圧力に起因すると思われる有限の軌道磁気モーメントを観測している。この軌道磁気モーメントは、 SrRuO_3 薄膜の垂直磁気異方性の原因であると考えられる。

最後の第6章では、本論文で得られた知見をまとめ、酸化物薄膜の研究を今後どのように発展させていくべきかについて展望を述べている。

以上のように本論文は、よく制御して作製された遷移金属酸化物の超薄膜試料に見ら

れる特異な電子状態, 磁氣的性質を初めて観測し, 説明を与えたことで高く評価された。従って, 論文審査委員会は全員一致で博士(科学)の学位を授与できると認めた。

なお, 本論文の一部は, 芝田悟朗, 原野貴幸, 門野利治, Virendra Kumar Verma, Vijay Raj Singh, 滝沢 優, 吉田鉄平, 藤森 淳, 小出常晴, 吉松公平, 組頭広志, 尾嶋正治, 岡根哲夫, 竹田幸治, 斎藤祐児, 山上浩志の各氏との共同研究であるが, 論文提出者が主体となって実験, 解析, 考察を行なったもので, 論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって, 博士(科学)の学位を授与できると認める。

以上 1367 字