

論文審査の結果の要旨

氏名 野中 洋亮

本論文は6章からなる。

第1章はイントロダクションであり、まずスピネルフェライトについて結晶構造、電子状態、磁性などの基礎的な説明がされている。続いてスピネルフェライトの科学技術的問題として、本論文で取り扱う MFe_2O_4 結晶の薄膜磁性の界面効果と Fe_3O_4 結晶の磁性転移 (Verway 転移) の起源を取り上げられている。そして、これらの未解決の課題に対してそれぞれの物性の基礎的理解が欠けていることが指摘されている。本章の最後に研究目的と本論文の構成が示してある。

第2章は本研究で用いた X 線磁気円二色性の実験と解析の方法について説明されている。

第3章では、角度分解 X 線磁気円二色性測定による $CoFe_2O_4$ 薄膜の磁気結晶異方性の研究結果がまとめられている。薄膜と基板の界面付近で磁気結晶異方性が著しく減少することが実験的に明らかとなり、原因として界面近傍におけるカチオン (Fe イオン) 分布の変化とエピタキシャル成長による構造歪みが指摘されている。

第4章では、 $CoFe_2O_4(111)$ と $NiFe_2O_4(111)$ 薄膜の加熱処理に対する X 線吸収分光と X 線磁気円二色性実験の結果についてまとめられている。薄膜の磁気分光データは蒸着による成長時と加熱処理後で大きく変化し、特に加熱後に薄膜と基板の界面近傍ではフェリ磁性の回復が観測されている。分光データの解析の結果、本現象はカチオン (Fe イオン) の価数及び分布の変化で説明ができることが議論され、これは第3章の結論とも対応している。

第5章では、X 線磁気円二色性測定による Fe_3O_4 結晶の Verway 転移についての研究結果がまとめられている。ベクトル磁石と挿入光源の高速偏光スイッチングを採用した新しい X 線磁気円二色性測定により、正確なスペクトルデータを測定することに成功している。その結果、相転移前後における軌道磁気モーメントの変化を高精度で決定しており、今後、本データが相転移理論の妥当性を確認する重要な実験的事実となることが指摘されている。

第6章では以上の研究内容が総括的にまとめられている。

遷移金属酸化物は強相関物理学の代表的な研究対象であり、その中でもスピネルフェライトの磁性は現代物理学の中心テーマの1つであるだけでなく、スピントロニクスなどの応用展開でも大きく注目されている。しかしながらスピネルフェライト MFe_2O_4 薄膜を用いたスピンフィルターなどのデバイス性能は実用化にはほど遠い。これまでヘテロ接合の界面効果が指摘されてきたが、界面におけるフェリ磁性の基礎的理解は大きく不足していた。論文提出者はこの問題に対して、新しい磁気円二色性の測定法と解析法を独自の開発も取り入れて実施することで、スピネルフェライト薄膜界面近傍の磁気信号を精密に測定することに成功し、さらに微視的起源も明らかにした。また、論文提出者は80年以上も機構が未解明な Fe_3O_4 結晶の Verwey 転移についても、自身が開発に協力した最先端 X 線磁気光学測定を実施することで転移前後の軌道磁気モーメントをこれまでの研究に対して最も精密に決定することに成功した。この結果は、Verwey 転移の理論を構築する上で決定的な実験証拠となった。

これらの研究はオリジナリティーが認められ、また統合した本博士論文は今後この分野の研究発展に寄与するものであり、学位論文としてふさわしい重要な意義を持つと評価できる。尚、本論文内容の一部は3編の論文としても投稿が予定されている。

したがって、論文提出者は博士（理学）の学位を授与できると認める。