

論文審査の結果の要旨

氏名 河智 史朗

モノのインターネット化(IoT)の進行により、半導体メモリーを越える高密度記録・低消費電力のメモリー開発に対する社会的要請が高まっている。物質中で磁気秩序と強誘電性が共存するマルチフェロイック物質は磁気メモリーと強誘電体メモリーの特性を併せ持つ新しいメモリー材料として期待されている。本論文は、60T級の強磁場パルスマグネットを用いて、室温でマルチフェロイック状態を示す BiFeO_3 単結晶の磁場誘起相の解明ならびに電気磁気効果の応用という観点から研究を行った。

本論文は5章からなる。第1章では本論文への導入として、マルチフェロイック物質と BiFeO_3 の紹介と、本研究の目的が述べられている。 BiFeO_3 に対し、不揮発性メモリー効果の電場による制御、精密磁歪測定による磁場印加に伴う格子変形の観測、磁場中で示す様々な磁場誘起相とその電気磁気効果、という3つのトピックが示されている。第2章では実験条件などが示されている。特に、 BiFeO_3 試料の整形、パルス強磁場中での測定、電場中での測定、自ら作製した磁歪測定装置、について説明がされている。

第3章では実験結果、第4章では考察が述べられている。1つ目のトピックはサイクロイド磁気秩序相における電気磁気効果であり、本論文で特に力を置いている部分である。電場によって、低抵抗→高抵抗、高抵抗→低抵抗の双極型の電気抵抗メモリー効果を示す実験結果となった。これにより、電場によって書き込まれた情報を電気抵抗測定で簡単に読み出しが可能な、双極型の不揮発性抵抗メモリー効果が実現していることが、本実験によって初めて明らかになった。

2つ目のトピックはサイクロイド相における三回回転対称性の破れの検出である。格子歪みの大きさは、放射光 X 線装置を使っても検出困難が大きであるが、本研究で開発した磁歪測定装置では明瞭に捉えることに成功している。

3つ目のトピックは磁場誘起相転移である。磁歪、磁化、電気分極の磁場依存性の測定から、サイクロイド相と傾角反強磁性(CAFM)相の間の中間磁気相が明らかになった。

最後の第5章で以上の結果がまとめられ、本論文で得られた新しい知見のまとめと今後の展望が述べられている。

以上のように、本論文では BiFeO_3 に対する詳細な電場中や磁場中での測定から、電気抵抗メモリーの電場制御の実現や中間磁気相の発見など、多くの重要

な成果を得ている。自作装置により精密な磁歪測定などを行うことで、独創的かつ先駆的な研究結果が得られたことは高い評価に値する。

なお本論文は黒江晴彦、伊藤利充、三宅厚志、徳永将史、宮原慎、古川信夫、松田雅昌、Sachith E. Dissanayake、William Ratcliff II、Zhijun Xu、Yang Zhao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計画し実験と解析を行ったもので、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（理学）の学位を授与できると認める。