

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	BiFeO <sub>3</sub> 系薄膜の圧電およびマルチフェロイック特性
Title(English)	Piezoelectric and multiferroic properties of BiFeO <sub>3</sub> -based thin films
著者(和文)	清水啓佑
Author(English)	Keisuke Shimizu
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10745号, 授与年月日:2018年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:東 正樹,舟窪 浩,吉本 護,谷山 智康,笹川 崇男
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10745号, Conferred date:2018/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

## 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	清水 啓佑	
論文審査 審査員		氏名	職名	氏名	職名
	主査	東 正樹	教授	谷山 智康	准教授
	審査員	舟窪 浩	教授		
		吉本 護	教授		
笹川 崇男		准教授			

### 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Piezoelectric and multiferroic properties of BiFeO<sub>3</sub>-based thin films (BiFeO<sub>3</sub> 系薄膜の圧電およびマルチフェロイック特性)」と題して英語で書かれており、Chapter 1 から Chapter 5 の計 5 章から構成されている。本論文の目的は、Bi<sup>3+</sup>由来の強誘電性と Fe<sup>3+</sup>由来の反強磁性を室温で併せ持つことから、非鉛圧電体や室温マルチフェロイック物質として近年注目を集めている BiFeO<sub>3</sub> の置換体を、パルスレーザー堆積法 (PLD) で構造制御した単結晶薄膜化し、分極回転メカニズムによる圧電特性の増大、並びに電場による磁化の反転を実現することである。以下に各章毎の要点を記す。

Chapter 1 “General introduction”では、本論文の研究背景、目的、概要、及び章構成を示している。

Chapter 2 “Enhanced piezoelectric response due to a polarization rotation in BiFe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>3</sub> thin films with a giant *c/a* ratio”では、(001)<sub>pc</sub> 配向 LaAlO<sub>3</sub> 基板上に作製した Co 置換 BiFeO<sub>3</sub> の結晶構造と圧電特性を評価し、Pb(Zr,Ti)O<sub>3</sub> (PZT)の優れた圧電特性の起源であると考えられている、分極回転が可能な M<sub>A</sub> の単斜晶構造を持つ組成において、圧電応答が向上するという結果を得ている。

Chapter 3 “Orientation control of piezoelectric properties of BiFe<sub>1-x</sub>Ga<sub>x</sub>O<sub>3</sub> thin films with a giant *c/a* ratio”では、Co 置換 BiFeO<sub>3</sub> と同様に M<sub>A</sub> の単斜晶相を有する Ga 置換 BiFeO<sub>3</sub> 薄膜を育成し、Co 置換の場合と同様、分極回転による圧電応答の向上を確認している。さらに、(001)配向試料と(110)<sub>pc</sub> 配向試料の比較を行い、後者では圧電特性が 1.6 倍にも向上することを発見、分極回転に対して敏感な軸方向への配向制御が、Bi 系ペロブスカイトの圧電応答向上に有効であると結論づけている。

Chapter 4 “Direct observation of magnetization reversal by electric field at room temperature in BiFe<sub>1-x</sub>Co<sub>x</sub>O<sub>3</sub> thin film”では、室温で強磁性と強誘電性が共存する BiFe<sub>0.90</sub>Co<sub>0.10</sub>O<sub>3</sub>(BFCO)薄膜を(110)配向の GdScO<sub>3</sub> 基板上に作製し、メスbauer分光の測定から、電気分極に直交する面内にスピンの秩序化しており、ジャロシンスキー守谷相互作用で自発磁化が生じる事を明らかにしている。さらに、圧電応答顕微鏡(PFM)と磁気力顕微鏡(MFM)を用いることで強誘電・磁気ドメインを観察、PFM での電場印加により両者の相関を確認し、面内のドメイン構造を保ったままで面直方向の電気分極を反転すると、面外方向の磁化が反転する事を発見している。また、磁気メモリとしての応用の可能性を議論している。

Chapter 5 “Conclusion and future perspective”では、本研究における結果を総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は BiFeO<sub>3</sub> 系薄膜において圧電特性の向上や電荷印加磁化反転を実現、そのメカニズムを明らかにした点で、理學上ならびに科学技術上貢献するところが大きい。よって博士(理学)の学位論文として十分価値があるものと認められる。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。