

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	マルチフェロイックBiFe0.9Co0.1O3薄膜における強誘電性・強磁性ドメイン制御と電場印加磁化反転の実現
Title(English)	Control of ferroelectric and ferromagnetic domains and realization of magnetization reversal by electric field in multiferroic BiFe0.9Co0.1O3 thin films
著者(和文)	伊藤拓真
Author(English)	Takuma Itoh
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12324号, 授与年月日:2023年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:東 正樹,吉本 護,舟窪 浩,笹川 崇男,山本 隆文
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第12324号, Conferred date:2023/3/26, 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

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	伊藤 拓真	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	東 正樹		教授	山本隆文	准教授
	審査員	吉本 護		教授		
		舟窪 浩		教授		
		笹川崇男		准教授		

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Control of ferroelectric and ferromagnetic domains and realization of magnetization reversal by electric field in multiferroic $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ thin films (マルチフェロイック $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ 薄膜における強誘電性・強磁性ドメイン制御と電場印加磁化反転の実現)」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。以下に各章毎の要点を記す。

“Chapter 1. General Introduction”では、マルチフェロイック材料の概要を解説し、本研究で着目した BiFeO_3 と $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ に関する研究の進展を述べ、本論文の目的は、電圧書き込み磁気読み出しのマルチフェロイックメモリの実現に向けて、電気分極と直交した自発磁化をもつ $\text{BiFe}_{1-x}\text{Co}_x\text{O}_3$ (BFCO) 薄膜の分極反転に伴う強誘電性・強磁性ドメインの変化を明らかにし、分極と磁化の方向を制御することである、と説明している。

“Chapter 2. Control of ferroelectric and ferromagnetic domains in $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ thin films by utilizing trailing fields”では、電圧を印加したカンチレバーで BFCO 薄膜表面を走査する電圧印加手法を用い、下部電極とカンチレバー間に働く垂直電場と、trailing field と呼ばれるカンチレバーの走査に起因する面内実効電場によって、強誘電・強磁性ドメインを任意に制御することに成功した。trailing field の大きさを見積もった結果、面内ギャップ電極を用いるよりも小さい電圧によって面内分極反転を達成できることを示している。

“Chapter 3. Out-of-plane polarization reversal and changes in in-plane ferroelectric and ferromagnetic domains of multiferroic $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ thin films by water printing”では、固液界面の化学結合と静電エネルギーの蓄積により強誘電体薄膜の分極を制御する、Water printing と呼ばれる電場印加手法を用いて BFCO 薄膜の分極反転を行った。その結果、ドメイン観察領域全体で、磁化反転が期待される面外 71° 分極反転を達成した。強誘電性・強磁性ドメインの定量的な解析によって、88.4%の領域で 71° 分極反転が起き、そのうち 50.1%の領域で磁化の反転が見られた事がわかった。分極反転領域全体で磁化の反転が実現しなかったのは、分極反転時に小さな強誘電ドメインが核生成的に生じることによって、磁化の反転する領域としない領域に分かれてしまったためだと考察している。

“Chapter 4. Magnetization reversal accompanying 109° polarization switching in multiferroic $\text{BiFe}_{0.9}\text{Co}_{0.1}\text{O}_3$ thin film”では、(110)配向に成長させた BFCO 薄膜において、 109° 分極反転に対応する面内 1-10 方向へ電場印加するための白金面内ギャップ電極を作製し、広い範囲で 109° 分極反転を達成した。さらに、 109° の分極反転に伴って磁化の反転を実現している。

“Chapter 5. General Conclusions”では、本論文を総括し、今後の展望について述べている。

以上を要するに、本論文は trailing field、water printing、面内ギャップ電極という様々な電場印加手法により、分極と磁化の相関を維持したまま電場によって強誘電・強磁性ドメインを任意に制御することに成功し、加えてこれまで達成されていなかった 109° 分極反転に伴う磁化の反転を実現した点で、理学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る。