

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Studies on effect of stress and film thickness on domain structure in (100)/(001)-oriented epitaxial tetragonal Pb(Zr,Ti)O <sub>3</sub> films
著者(和文)	一ノ瀬大地
Author(English)	Daichi Ichinose
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11140号, 授与年月日:2019年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:舟窪 浩,松田 晃史,東 正樹,稲邑 朋也,保科 拓也,山田 智明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11140号, Conferred date:2019/3/26, 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	一ノ瀬 大地	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	舟窪 浩		教授	保科 拓也	助教
	審査員	松田 晃史		講師	山田 智明	准教授
		東 正樹		教授		
		稲邑 朋也		教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、”Studies on effect of stress and film thickness on domain structure in (100)/(001)-oriented epitaxial tetragonal  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  films” ((100)/(001)配向した正方晶エピタキシャル  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造に及ぼす応力と厚さの影響に関する研究)”と題し、英文で書かれており、Chapter 1 から Chapter 7 の計 7 章から構成されている。

本論文の目的は、代表的な圧電体、強誘電体である  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  について、(100)/(001)配向した正方晶エピタキシャル  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造に及ぼす応力と厚さの影響を明らかにすることである。以下に各章毎の要点を記す。

Chapter 1 “General Introduction” (緒論)では、研究の背景について述べている。現在広く使用されている鉛系強誘電体材料の研究の現状を紹介した後に、本研究の目的を述べている。さらに薄膜の作製方法ならびに結晶構造、ドメイン構造の評価方法について紹介している。

Chapter 2 “Misfit strain effect on domain structure in  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  thin film” (格子歪が  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造に及ぼす効果)では、格子歪みのドメイン構造への影響について系統的に調査している。従来の格子定数の異なる種々の基板上に 1 組成の  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜を作製する方法に代わって、 $\text{KTaO}_3$  基板上に、組成の異なる  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜を作製することによって系統的な格子歪を有した膜の作製に成功している。その結果、圧縮歪みではドメイン構造は、膜内で均一な(100)と(001)配向から構成されるドメイン(*a/c* ドメイン)で構成されるのに対し、引張歪みでは面内約  $90^\circ$  異なる 2 種類の (100)配向から構成されるドメイン(*a/a* ドメイン)と *a/c* ドメインが共存することを明らかにしている。

Chapter 3 “Investigation on domain formation process in  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  thin film” ( $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン形成プロセスの調査)では、引張歪み及び圧縮歪み下で作製した膜の常誘電体相から室温に冷却する際のドメイン構造の形成過程について調査している。圧縮歪み下で作製した膜は、常誘電体相から最初(001)配向のみのドメイン構造となり、その後 *a/c* ドメインの構造へと変化する。これに対し、引張歪み下で作製した膜は、常誘電体相から *a/a* ドメインの構造になり、その後 *a/c* ドメインと *a/a* ドメインが共存する構造へと変化するを見出している。

Chapter 4 “Domain structure change of  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  thin film with applied electric field” (電界印加による  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造変化)では、圧縮歪み及び引張歪み下で作製した膜について、電界印加によるドメイン構造の変化を調査している。圧縮歪み下で作製した膜は、電界印加によって(001)配向が数%しか増加しないのに対し、引張歪み下で作製した膜では、約 30%の大きな変化が起こるを見出している。さらにこの変化は、*a/a* ドメインの界面で優先的に起こるを見出している。

Chapter 5 “Effect of thickness on domain structure in (100)-oriented  $\text{PbTiO}_3$  thin film grown under tensile strain” (引張り歪み下で成長した(100)配向エピタキシャル  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造に及ぼす膜厚の影響)では、引張歪み下で作製した膜厚 90nm 以下の(100)配向膜のドメイン構造の膜厚依存について調査している。薄膜では基板からの拘束が強く、正方晶性はバルクで報告されている値より小さいものの、膜厚の増加に従ってバルクの値に近づいていくことを明らかにしている。

Chapter 6 “Effect of thickness on domain structure in (100)/(001)-oriented  $\text{PbTiO}_3$  thick film grown under tensile strain” (引張り歪み下で成長した(100)/(001)配向エピタキシャル  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜のドメイン構造に及ぼす膜厚の影響)では、膜厚が Chapter 5 より厚く、(100)と(001)配向が共存する膜について、調査している。膜厚が増加すると、膜の歪の緩和に伴って系統的なドメイン構造変化が観察されることを初めて明らかにしている。

Chapter 7 “General Conclusion” (結論)では、各章で得られた結言をまとめ、得られた結果を包括的に総括し、今後の展望を述べている。

以上を要するに、本論文は代表的な圧電体である  $\text{Pb}(\text{Zr},\text{Ti})\text{O}_3$  膜に関して、応力及び膜厚がドメイン

構造に及ぼす影響を包括的に調査している。本研究の成果は工学上、工業上貢献するところが大きく、よって博士(工学)の学位論文として価値が有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。