

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	多成分系ナノ相分離酸化物薄膜の構造と物性				
研究テーマ (欧文) AZ	Structure and properties of nano -phase separated multi -component oxide films				
研究氏 代表名 者	カタカナ CC	姓) マツモト	名) ユウジ	研究期間 B	2013~ 2014 年
	漢字 CB	松本	祐司	報告年度 YR	2015年
	ローマ字 CZ	Matsumoto	Yuji	研究機関名	国立大学法人 東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	東北大学大学院工学研究科 応用化学専攻・教授				

概要 EA (600 字~800 字程度にまとめて下さい。)

近年、異なる二つの酸化物、とりわけ、強誘電体と強磁性体の酸化物ナノ相分離薄膜は、マルチフェロイクス材料の新しい設計手法として関心が高まっている。その中で、層状ペロブスカイト型強誘電体 $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ (BTFO) と強磁性体 CoFe_2O_4 (CFO) を、パルスレーザー堆積 (PLD) 法により、共蒸着、あるいはナノレベルで交互蒸着を行うと、強誘電体 BTFO 母体薄膜中に柱状の CFO がナノレベルで貫通したナノ相分離構造が形成されることを、我々はこれまで報告してきた (図 1)。本研究では、このようなナノ相分離構造中の相界面での応力が、強誘電体、あるいは強磁性体特性の変調、さらにはマルチフェロイクス機能の発現に及ぼす効果について検討を行なった。

強誘電体表面上で、バイアス電圧を印加しながら走査型圧電応答顕微鏡 (PFM) のカンチレバーを走査すると、面内で Trailing field と呼ばれる電界が走査方向に生じることが知られている。作製した BTFO-CFO ナノ相分離薄膜表面で、この電界方向をカンチレバーの走査方向を変化させて、任意の面内方向に分極させることを試みた (図 2)。その結果、図 3 に示すように、読み出し走査方向を一定にして、書き込みの走査方向を変化させると、PFM の検出信号の振幅は、書き込みと読み出しの走査方向のなす角 θ に対し、 $\cos \theta$ の依存性を示しました。一方、位相は θ に依存せず、面内の分極軸が任意方向に回転できるようになることを見いだした。

BTFO-CFO の局所界面では、柱状の CFO から母体の BTFO 薄膜にストレインを及ぼし、局所的な秩序構造の乱れを引き起こす。この秩序構造の局所的乱れにより、分極ドメインのサイズがナノレベルにまで小さくなり、面内の分極軸が自由回転するようになったと現在のところ考えている。

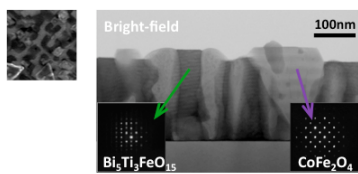


図1: BTFO-CFOナノ相分離薄膜

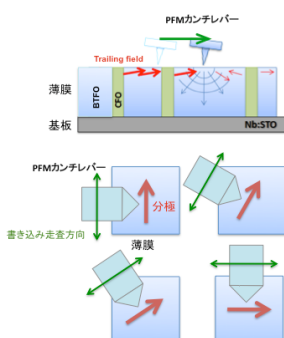


図2: PFMによる分極書き込み

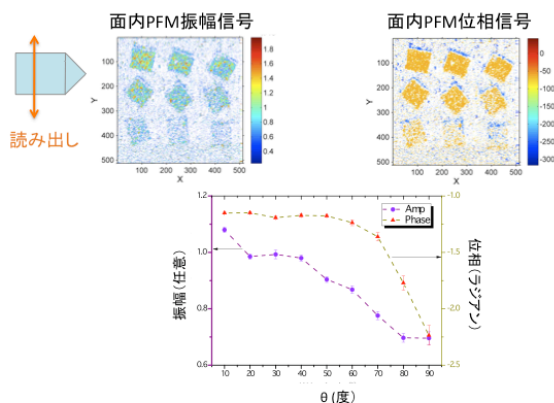


図3: 書き込み走査方向を変化させて、読み出したPFM信号の振幅と位相

キーワード FA	酸化物薄膜	ナノ相分離	PFM	分極自由回転
----------	-------	-------	-----	--------

(以下は記入しないで下さい。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA				
研究機関番号 AC					シート番号				

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Deterministic arbitrary switching of polarization in a ferroelectric thin film							
	著者名 ^{GA}	R. K. Vasudevan, Y. Matsumoto, Xuan Cheng,	雑誌名 ^{GC}	Nature Communication					
	DOI ^{GF}	10.1038/ncomms5971.	発行年 ^{GE}	2	0	1	4	巻号 ^{GD}	-
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

In the last past decade, nano-phase separated multi-component films of two or more than two different materials, particularly of ferroelectric and ferromagnetic oxides, have drawn much attention for an innovative class of multiferroic material. We have found a new type of such a nano-phase separated multi-component system, a pulsed laser deposited film of Bi-layered perovskite-type ferroelectric $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ (BTFO) and ferromagnetic spinel-type CoFe_2O_4 (CFO), with CFO pillars embedded in a BTFO matrix. In this study, we investigate a possible interfacial strain effect on not only the modulation of ferroelectric and/or ferromagnetic properties themselves, but also the emergence of their multiferroelectricity.

It has been recently known that “Trailing Field”, an in-plane electric field induced by scanning the PFM cantilever with a bias voltage applied on a ferroelectric material surface. We attempted in-plane polarization along arbitrary directions using this trailing field, changing the scanning direction of the cantilever, on a BTFO-CFO nano-phase separated film. As a result, we have discovered that the detected PFM amplitude depends on the angle difference of θ between scanning directions of writing and reading processes, but the phase is constant. This observation is an evidence for the arbitrary in-plane polarization occurred on the BTFO-CFO nano-phase separated film, the origin of which is currently considered nano-sized polarization domain formation due to the 3D-strain that is induced at the BTFO-CFO interface.