

研究課題名

強誘電体薄膜に対する電極からの応力印加効果に関する研究

研究代表者名

静岡大学・工学部・坂元尚紀

研究分担者名

静岡大学・工学研究科・新井貴司
静岡大学・工学研究科・小田優太郎

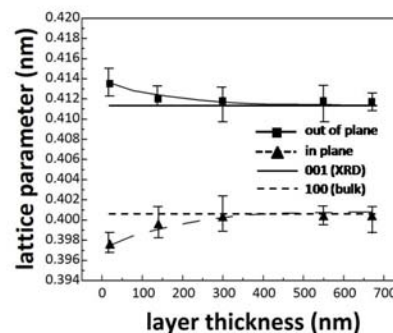
1. はじめに

近年の電子機器の軽薄短小化に伴い、高い誘電率を有する BaTiO₃(BT)や圧電材料として利用されている Pb(Zr,Ti)O₃(PZT)に代表される強誘電体材料も小型化・高性能化を目指し、薄膜化が求められている。一方で材料を薄膜化した際、多くの因子(サイズ効果、微構造、配向性、応力)が特性に影響を及ぼすことが一般に知られている。課題申請者らのこれまでの研究から、化学溶液法(CSD法)で作製した LaNiO₃(LNO)あるいは (La,Sr)MnO₃(LSMO)等の熱膨張係数の大きい酸化物 (LNO:12.5x10⁻⁶/K, LSMO:11.0x10⁻⁶/K, PZT:7.9x10⁻⁶/K) を下部電極として用いると、PZT 薄膜の強誘電特性を著しく向上させられることを見出している。XRD およびラマン散乱により、この原因は電極薄膜と強誘電体薄膜との熱膨張係数差に起因する強誘電体薄膜面内方向への圧縮応力であることが示唆されている。

薄膜界面における応力状態、微構造、結晶配向性等に関する情報はこれら薄膜の強誘電特性・圧電特性等に対する応力や電極構造の影響を明らかにするために必須である。しかしながら XRD およびラマン散乱による解析では薄膜の膜厚方向に関する情報を持っていないため、これらの情報を得ることが出来ない。そこで本研究課題では薄膜試料を膜面内方向に薄片化すること、および透過型電子顕微鏡による観察・解析によって応力印加された強誘電体薄膜の微構造・結晶構造に関する知見を得ることを目的とした。これらの研究を遂行するためには、イオンミリング・イオンスライサー・FIB 等による精密な試料加工技術および収差補正レンズを搭載した高分解能 TEM 等による解析が必要である。

2. 研究経過

CSD 法による PZT 薄膜の断面 TEM 観察により膜内の微小領域(100nm 以下)における電子回折パターンから格子定数を算出した応力分布を測定した。電極層として LNO を用いることにより圧縮応力を PZT 薄膜に印加することが可能であり、LNO 上に LSMO を積層することによりさらに圧縮応力を印加することが可能となること明らかとなった。この要因として、LNO の膜面外方向への[100]配向性および高い熱膨張係数による PZT 薄膜への面内圧縮応力の印加が原因となっていることが明らかとなった。また、LNO 電極上にスパッタリング法で作製した BTO 薄膜を製膜した際にも同様の効果が現れることが明らかとなった。今後は CSD 法による BTO 薄膜や PMN 等のリラクサー型強誘電体薄膜に対する LNO 電極の効果の調査、ならびに LNO 電極自体の微構造・結晶構造解析について取り組んでいく予定である。



3. 研究成果

- “Stress state analysis of stress engineered BaTiO₃ thin film by LaNiO₃ bottom electrode”, Kohei MURAKOSHI, Kohei FUKAMACHI, Naonori SAKAMOTO, TOMOYA OHNO, TAKANORI KIGUCHI, TAKESHI MATSUDA, TOYOHICO KONNO, NAOKI WAKIYA and HISAO SUZUKI, Journal of the Ceramic Society of JAPAN 121[3] 273-277 (2013)
- “ペロブスカイト型強誘電体薄膜のストレスエンジニアリングと TEM による応力状態の解析”, 坂元尚紀 他 第 32 回エレクトロセラムックス研究討論会 (東京) (2012)
- “LaNiO₃ 下部電極により圧縮応力印加された BaTiO₃ 系薄膜の TEM による微構造解析”, 村越康平、深町康平、坂元尚紀、大野智也、木口賢紀、松田剛、今野豊彦、脇谷尚樹、鈴木久男 日本セラミックス協会 第 25 回秋季シンポジウム (名古屋大学) (2012)

4. まとめ

熱膨張係数の高い LNO あるいは LSMO 電極上に PZT 等の強誘電体薄膜を積層した構造について、面内圧縮応力と面外方向への[001]配向制御により強誘電特性の向上が起こることが示唆された。今後は BTO 等の他の強誘電体薄膜系についても調査範囲を広げていきたい。