

Bi₅Ti₃FeO₁₅-CoFe₂O₄ 相分離薄膜におけるナノ構造の成長温度依存性Temperature dependence of phase separated Bi₅Ti₃FeO₁₅-CoFe₂O₄ film nanostructure

○川平 祐太, 丸山 伸伍, 松本 祐司 (東北大院工)

○Yuta Kawahira, Shingo Maruyama, Yuji Matsumoto (Tohoku Univ.)

E-mail: yuta.kawahira.s4@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】次世代メモリとして期待される強誘電体メモリの高性能化には、その高密度化が必要不可欠な課題の一つとなっている。高密度化する方法の一つに分極軸自由回転の利用が提案されているが、実験的にそれを確認した報告は少ない。当研究室では、Bi 層状化合物である Bi₅Ti₃FeO₁₅ (BTFO15)と CoFe₂O₄ (CFO)のナノ相分離薄膜において、圧電応答顕微鏡(PFM)を用いて任意方向に分極の書き込みと読み出しが可能であることを報告してきた[1]。これは CFO からのストレインにより BTFO15 の分極ドメインがナノサイズ化したことによるものとされているが、この現象をもたらすナノ相分離構造に関する知見は十分でない。そこで今回、BTFO-CFO 薄膜のナノ相分離構造の成長温度依存性をより詳細に調べたので報告する。

【実験】パルスレーザー堆積法(KrF エキシマレーザー)を用いて、BTFO15-CFO ナノ相分離薄膜(体積比 70:30)を 0.5 wt% Nb ドープ SrTiO₃ (001)基板上に作製した。堆積条件は堆積速度~4 nm/min, 設計膜厚 160 nm, 酸素分圧 500 mTorr, 基板温度 492-797℃とした。

【結果と考察】走査型電子顕微鏡(SEM)及び X 線回折(XRD)から、製膜温度 690℃以下で BTFO と CFO の相分離構造が確認された。図 1 に XRD の薄膜回折ピークの温度依存性を示す。680℃で BTFO15 のピーク、525℃で Bi₆Ti₃Fe₂O₁₈ (BTFO18)のピークそれぞれが検出され、その中間温度領域ではそれらピークのシフト及び分離が確認された。これは 525~680℃では BTFO15 と BTFO18 の混合相が形成し、長周期構造を伴いつつ高温の BTFO15-rich 混合相から低温の BTFO18-rich 混合相へ変化したためと推測された。実際に、図 2 に示した中間領域(584℃)の BTFO 相の高解像断面 TEM 像から、観察領域全体で (Bi₂O₂)²⁺層にナノレベルの乱れが観察され、BTFO15 と BTFO18 の単位格子レベルでの混合相である Bi₁₁Ti₆Fe₃O₃₃ 相の成長が確認された。この相は BTFO15, BTFO18 単一相より多く存在し、これに由来する長周期構造が XRD において表れたと考えられる。

【参考文献】 [1] R.K. Vasudevan and Y. Matsumoto *et al.*, *Nat. Commun.* 2014, 5, 4971.

【謝辞】本研究は JSPS 科研費・基盤研究 A (15H02021)の助成を受けたものです。

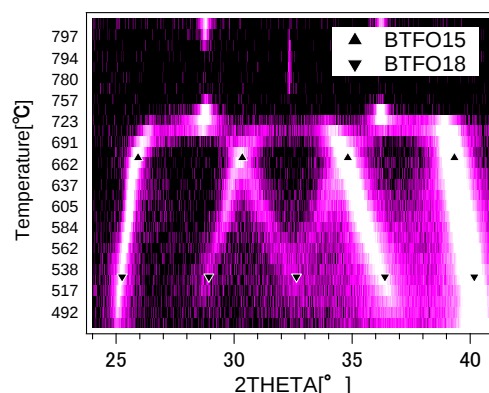


Fig. 1 Temperature dependence of XRD pattern

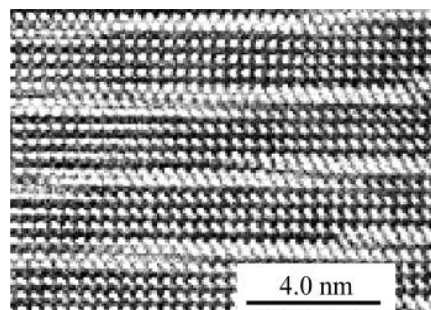


Fig. 2 Cross-sectional TEM image of BTFO in middle temperature