

低次元強誘電体の作製とその物性

Fabrication of Low-dimensional Ferroelectrics and Their Physical Properties

兵庫県大工 ○藤沢 浩訓, 中嶋 誠二, 清水 勝

Univ. Hyogo. H. Fujisawa, S. Nakashima, and M. Shimizu

E-mail: fujisawa@eng.u-hyogo.ac.jp

【序論】 1990年代後半より不揮発性強誘電体薄膜メモリ (FeRAM) の実用化に向けた世界的な研究開発が活発化し, 強誘電体薄膜セッションにおいても大学/企業の研究者によって強誘電体薄膜の作製からその物性理解に至るまで, 活発な議論が繰り広げられた. それまでの強誘電体の応用がバルクの誘電性, 圧電性などを中心とするものであったのに対し, FeRAM では半導体回路への薄膜化・集積化が要求されるとともに, 自発分極とその外部電場による反転という強誘電性そのものを基本原理とすることから, 強誘電体薄膜作製技術や, 分極反転/リーク電流のメカニズム, 強誘電体薄膜内部や電極界面での現象などの理解に多くの進展をもたらした. そのなかで, 強誘電体の薄膜化さらには FeRAM の高集積化において, 膜厚や横方向のサイズの減少に伴う物性の変化が, FeRAM の性能や高集積化の限界を決定することから, 強誘電体におけるサイズ効果の重要性が再認識された. 強誘電体におけるサイズ効果は, 早くから学術的興味の対象とされ, 例えば, 微粒子では粒径の減少に伴い, 結晶の異方性や強誘電性が低下することがよく知られている. これに対して, 薄膜作製/微細加工技術あるいは微視的評価技術の進展によって, 基板上への微小な強誘電体の作製とそれらの評価が可能となり, 外因性及び真性のもも含めて微粒子とは異なる振る舞いが観察されるなど, 応用面のみならず, 強誘電体物理の観点からもその物性が注目を集めてきた.

このような背景のもと, 我々は MOCVD 法をベースとするボトムアップ的手法を用いて, 低次元強誘電体 (ナノ島, 極薄膜, ナノロッド/ナノチューブ) を作製するとともに, 顕微的手法 (原子間力顕微鏡, 圧電応答顕微鏡, 透過型電子顕微鏡, など) を用いてそれらの物性を調べてきた. 例えば, PbTiO_3 ナノチューブではその形状に起因して, 大きな電界誘起歪みが現れるなど¹⁾, バルクや薄膜とは異なった振る舞いが観察される. あるいは, Pt 上に作製した PbTiO_3 ナノ島では, 最小で幅 27 nm, 高さ 1.2 nm という微少なサイズまで強誘電性が存在し²⁾, 自発分極の測定からは薄膜と同等の $100 \mu\text{C}/\text{cm}^2$ の自発分極を有することも最近わかってきた³⁾.

当日は, 各種基板上への低次元強誘電体の作製とその物性に関して, 筆者らの研究成果を中心に紹介するとともに, 強誘電体薄膜および低次元強誘電体の今後の展望についても述べたい.

[謝辞] 筆者らの研究成果は, 多くの方々のご協力ならびに当研究室の学生諸氏の奮闘によるものであり, ここに深く感謝致します.

- 1) H. Fujisawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 48, 09KA05-1-4 (2009).
- 2) M. Okaniwa et al., Jpn. J. Appl. Phys., 44, 6891-6894 (2005).
- 3) H. Fujisawa et al., Jpn. J. Appl. Phys. 51, 09LA07 (2012).