

環境にやさしい強誘電薄膜の開発

強誘電材料は、外部電力なしに情報を保持しつづけることができ、そのうえモバイル機器での使用も可能な小電圧の印加により、情報書換えが可能なスイッチング特性を持つ。このため電源を切っても情報を保持し、かつランダムアクセス可能な不揮発性強誘電メモリとして、ICカードやメインメモリへの応用が期待されている。強誘電材料はまた、電圧の印加に応じた微小変位を発生する圧電特性も併せ持ち、電気信号を使って機械振動の発生・受信を行う超音波モーターや超音波診断装置、精密位置決めアクチュエーター、高周波フィルタ、などに活用されている高機能材料でもある。

強誘電メモリデバイスで求められている、(1)高い残留分極: 単位面積当たりより多くの電荷を電場ゼロで蓄積可能で、セルサイズの微細化による大容量化に有利、(2)高信頼性: 繰返し書換えにより保持可能な電荷が減少する、分極疲労に対する耐性が高い、(3)鉛フリー: 鉛を含まず環境にやさしい組成、(4)強配向膜: 微細デバイス化しても素子ごとのばらつきがない、といった点は、強誘電薄膜材料のパフォーマンスを計る基本的な特性である。我々はこれらの要求を満たす材料として、その傑出した特性から強誘

電材料の標準となっている、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)に対抗し得る強誘電特性を有し、耐分極疲労特性に優れ、非鉛酸化物であるチタン酸ビスマス(BIT)基材料に注目した。

層状化合物と呼ばれるBIT(図1)は、構造単位である酸化ビスマス層が平板状に成長し易い性質を有し、情報保持において好ましくない方位への成長が制御困難であることに問題があった。そこで、成長速度の制御と適切な表面層をシリコン基板表面に形成するという新たな分子設計指針を導入した結果、安価な化学溶液法をベースに、単結晶の強誘電・圧電特性を完全に再現する、強誘電材料における究極の薄膜合成技術を開発し、併せてデバイス化のために基本となるBIT基薄膜の微細加工プロセスを確立した。図2は、我々が開発したBIT基薄膜の強誘電履歴特性を、従来方法で作製したBIT基およびPZT薄膜と比較した図である。電場ゼロで蓄積可能な電荷密度(残留分極)が従来のBIT基薄膜の約3倍で、またPZT薄膜をも上回る、単結晶特性を完全に発現する多結晶薄膜が得られた、世界初の成果である。今後1年程度で実用的な薄膜材料に仕上げることが目標に、研究を進めている。

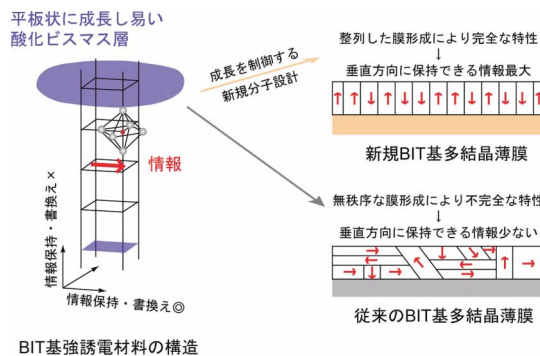


図1 BIT基強誘電材料と薄膜材料設計指針

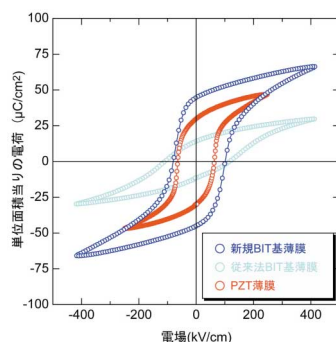


図2 新規 BIT 基強誘電多結晶薄膜の材料特性

関連情報

- H. Matsuda, S. Ito, T. Iijima: Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 42, 5977-5980 (2003), Appl. Phys. Lett. Vol. 83 (2003), in press.
- 松田弘文, 伊藤佐千子, 飯島高志: 第50回応用物理学関係連合講演会, 28a-R-2 (2003), 第64回応用物理学学会学術講演会, 31a-V-4 (2003).
- 特願 2002-205673 「結晶軸配向膜及びその製造方法」、特願 2003-059301 「Bi層状構造強誘電体薄膜及びその製造方法」(松田弘文, 飯島高志)。



まつだひろふみ
松田弘文
hiro-matsuda@aist.go.jp
スマートストラクチャー研究センター