

複合型マルチフェロイクスへの応用を目指した 鉛系強誘電体マイクロロッド薄膜の作製

～強誘電体と強磁性体の組み合わせがもたらす新しい機能性～

工学研究科 化学工学専攻、電子情報工学専攻

◎M2 松本健吾^{まつもとけんご}、名誉教授 小舟正文^{こぶねまさふみ}、M2 竹内優利^{たけうちゆうり}、准教授

菊池丈幸^{きくちたけゆき}、教授 藤沢浩訓^{ふじさわひろのり}、准教授 神田健介^{かんだけんすけ}、教授 前中一介^{まえなかかずすけ}

キーワード

マルチフェロイクス、強誘電・圧電材料、強磁性材料、機能性複合材料

研究概要

本研究では、広く実用化されている強誘電・圧電材料である鉛系強誘電体を、強磁性体と組み合わせる（複合化する）ことで、従来の電気・電子デバイスや磁気デバイスでは実現できない新しい電磁気デバイス（センサ・メモリ）の創製を目指しています。一般に強誘電性や強磁性といった「強い（強制的）」とされる性質は物質中の様々な秩序構造に由来しており、それらの「強い」性質を複数そなえることを、「強い」を表す接頭辞である「フェロ（ferro-）」を用いて「マルチフェロイクス」とよびます。特に強誘電性と強磁性をあわせもつマルチフェロイクスは、電気的な秩序と磁気的な秩序が相互に影響しあうことで、従来の理論体系では説明の難しい様々な電磁気現象を示すことが明らかになり、それらの新しい現象や効果を利用した全く新しい動作原理のデバイス、例えば電源を必要としない磁気センサや「0」と「1」の2つの状態だけでなく、より多くの「状態」を用いて情報を記録する多値（多状態）メモリなどが実現できると期待されています。それぞれ優れた特性をもつ強誘電体と強磁性体を組み合わせ、両者の圧電効果と磁歪効果が機械的に結合することで相互作用する「複合型マルチフェロイクス」薄膜においては、基板と強く結合した薄膜の圧電・磁歪ひずみが基板による拘束で抑制されるクランプ効果が解決すべき課題であり、強誘電体薄膜を微細な柱状（マイクロロッド）に加工して基板との結合面積を小さくすることでクランプ効果を低減し、効率的な圧電-磁歪結合を目指す種々の試みがなされています（図1）。本研究では、強誘電体側の材料として優れた圧電効果を示す鉛系強誘電体を選択し、①高配向・高結晶性の薄膜作製、②マイクロロッド形状への加工、③得られた薄膜の強誘電・圧電特性の評価を行った結果、約2 μm 幅のマイクロロッド形状の作製に成功し（図2）、圧電特性に及ぼすクランプ効果の低減（圧電定数 d_{33} : 36-39 pm/V \rightarrow 69-91 pm/V）も確認できました。

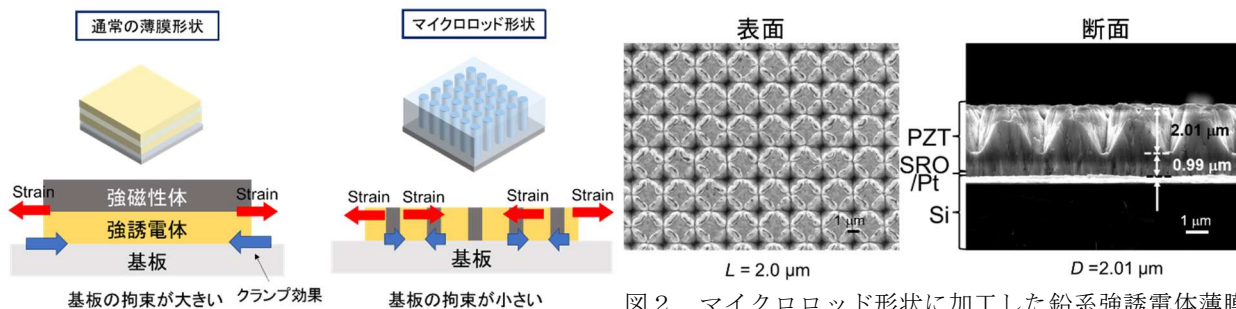


図1 マイクロロッド形状によるクランプ効果低減

図2 マイクロロッド形状に加工した鉛系強誘電体薄膜の走査型電子顕微鏡像。

アピールポイント

新規な動作原理に基づく電源を必要としないセンサデバイスや多値メモリデバイスへの応用が期待される機能性複合材料薄膜の創製を目指して研究を行っています。基礎研究レベルであり実用デバイスの創製までは遠い道程ですが、他では実現されていない鉛系強誘電体のエピタキシャル薄膜における優れた物性（圧電定数など）は高い注目を集めています。