

SNDM プローブによる線形誘電率分布の新規測定法を用いた 誘電体薄膜の評価

Characterization of Dielectric Thin Film Using a Novel Method for Nanoscaled Permittivity Observation with an SNDM Probe

東北大通研 °平永 良臣, 茅根 慎通, 廣瀬 光太郎, 長 康雄

RIEC, Tohoku Univ., °Yoshiomi Hiranaga, Norimichi Chinone, Kotaro Hirose, Yasuo Cho

E-mail: hiranaga@riec.tohoku.ac.jp

【はじめに】積層セラミックコンデンサをはじめとする誘電体材料を用いた各種デバイスの微細化に伴い、微小領域における線形誘電率分布の測定的重要性は、今後ますます高まるものと考えられる。しかし一方で微小領域における線形誘電率計測は寄生容量の影響により困難となる場合が多々ある。本研究ではナノスケールでの誘電率の面内分布を可視化する新規手法を提案し、誘電体材料の微構造観察への適用を行ったのでこれを報告する。

【実験と結果】提案手法は走査型非線形誘電率顕微鏡 (SNDM) の測定システムをベースとしている。通常の SNDM の測定モードでは、カンチレバーを電極として測定試料に微小交番電圧を印加し、その時に生じる微小容量変化を検出することで非線形誘電率に対応する信号を得るが、本提案手法ではカンチレバーを一定振幅で励振した際の容量変化を検出することにより、線形の誘電率に対応する信号を取得する。Fig. 1 に提案手法の装置構成を示す。カンチレバーの振幅を一定に保持する制御にはタッピングモードの機構を利用する。通常の SNDM と同様のプローブ、すなわちカンチレバー探針が LC 発振回路に接続されたプローブを用いることによって、探針下の容量変化を発振回路の RF 出力信号の周波数シフトとして検出することができる。この RF 信号を復調した後、カンチレバー励振周波数でロックイン検波を行うことによって、探針下の容量変化に対応する信号を高感度に得ることが可能である。

測定結果の一例として、RF スパッタ法により成膜した PZT 薄膜の誘電率分布を本手法によって観察した結果を Fig. 2 (b) に示す。また、Fig. 2 (a) は同時に観察した表面形状像である。誘電率分布像において、コントラストの明るい部分は周波数シフトの大きいことを表しており、測定箇所の誘電率が大きいことに対応している。誘電率分布像において、表面形状

によるアーティファクトも一部に存在するものの、例えばグレイン内部の信号強度分布など、実際の誘電率分布を捉えていると考えられる部分も多く見られる。この計測例が示すように、本手法は誘電体材料の誘電率分布を高感度かつ高分解能で観察することが可能であり、強誘電体材料や High-k 材料などを使用する各種デバイスの評価に、広範に活用できるものと期待される。

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金基盤研究 S (23226008) の補助を受けています。

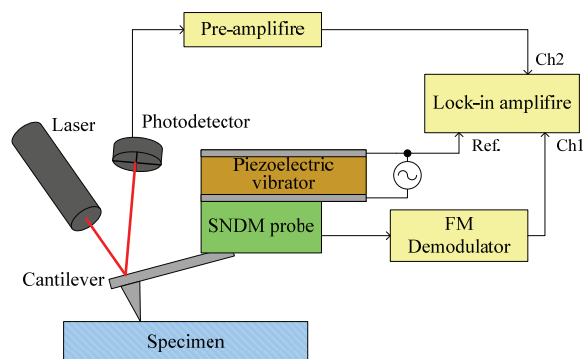


Fig. 1 Schematic diagram of the proposed method for observing nanoscaled permittivity distribution using an SNDM probe.

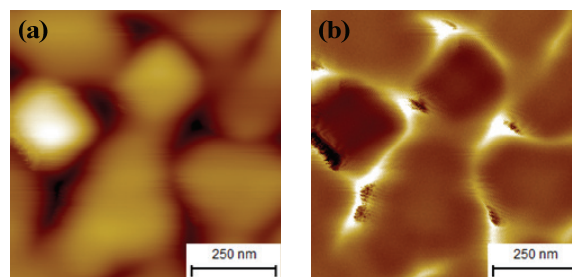


Fig. 2 (a) Surface topography and (b) permittivity images of a PZT film observed by the proposed method.