第76回応用物理学会秋季学術講演会 講演予稿集 (2015 名古屋国際会議場)

SNDM プローブを用いたナノスケール線形誘電率分布マッピング

Nanoscaled Permittivity Distribution Mapping Using 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】半導体デバイスをはじめとする各種電子デバイスの高性能化や微細化に伴い，微小領域における線形誘電率分布の測定の重要性は，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．本研究では誘電材料の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，Al_2O_3，ZrO_2,および TiO_2 より構成されている誘電体多層膜の断面を本手法によって観察した結果を Fig. 2 に示す．この誘電率分布像において，誘電率の異なる各層が明瞭に分離して観察ができていることが確認できる．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．このように，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，今後，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できる．

【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．

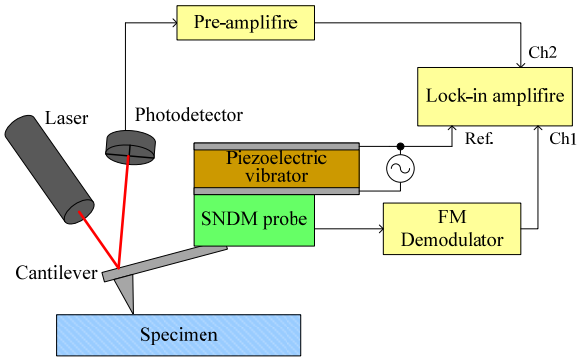

Fig. 1 Schematic diagram of the proposed method for observing nanoscaled permittivity distribution using an SNDM probe.

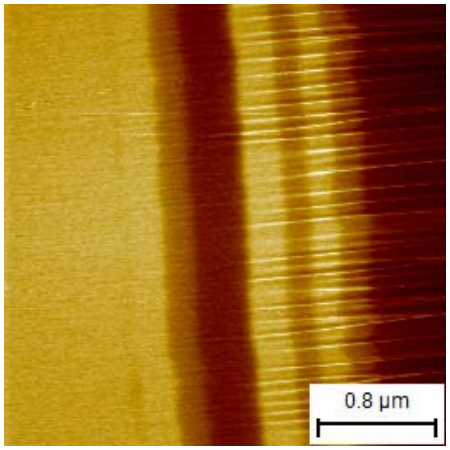

Fig. 2 Permittivity image of a $TiO_2/ZrO_2/Al_2O_3$ multilayer film observed by the proposed method.

© 2015年 応用物理学会