極細導電性探針を用いた高分解能強誘電ドメイン観察

High-Resolution Observaiton of Ferroelectric Domains Using Ultra Sharp Probes

東北大通研　○石田 知嵩，平永 良臣，長 康雄

RIEC. Tohoku Univ., ○Tomotaka Ishida, Yoshiomi Hiranaga, Yasuo Cho

【はじめに】走査型非線形誘電率顕微鏡(SNDM)は非常に高感度な静電容量顕微鏡の一種で,極微小な静電容量変化(dC/dV)を検出でき,これを読み出しヘッドに用いた超高密度強誘電体記録の実用化研究を検討している.これまでの研究ですでに 4Tbit/inch^2 という高い記録密度でのビット記録に成功しているが,今後より高密度化を進めるためには更なる微小ドットの出力,および読み出しを行う必要があるため先鋭な探針の使用が不可欠となってくる.そこで本研究では,極細探針を導入した際の高分解能化への実現可能性を視野に実験を行った.

【実験方法・結果】測定試料としてマルチドメイン構造を有する一致融解組成 $LiTaO_3$(CLT)を用いた.この試料に対し,10nm と 25nm の先端半径の異なる 2 種類の探針を使用してドメイン分布の測定を行った.そしてそれぞれドメイン境界における SNDM 信号プロファイルの遷移幅について評価した.まず極細探針導入にあたり,その先鋭な探針先端を利用した高分解能化を実現するため工夫を行った.一つ目は真空条件下での測定である.大気中での測定の場合,探針や試料表面の吸着水の影響により分解能が下がってしまうことがある.真空中では湿度が 0%に近いため.表面吸着水の影響を除去できる.二つ目は,探針を間欠接触させる SIS(Sampling Intelligent Scan,日立ハイテクサイエンス)モードの導入である.試料とコンタクトしながら測定する場合では,測定している間に摩耗によって探針先端が削れてしまうため先鋭な探針先端を維持することが困難であった.しかし今回導入した間欠接触方式では先端の摩耗の低減が可能となり,先鋭な探針先端を維持することが可能となった.以上の方法をとり,ドメイン境界における SNDM 信号プロファイルの遷移幅をそれぞれの探針について 10 箇所ずつ評価した.その結果は半径 10nm の場合,遷移幅が最少値で 7.8nm(平均値:14.2nm),半径 25nm の場合,最少値で 22.2nm(平均値:32.5nm)であった(Fig.1).

以上の結果より強誘電ドメイン観察の高分解能化における極細導電性探針導入の有用性が確かめられ,超高密度強誘電体記録への展開が期待できる.

【謝辞】本研究の一部は科学研究費補助金(16H06360)の補助を受けています.

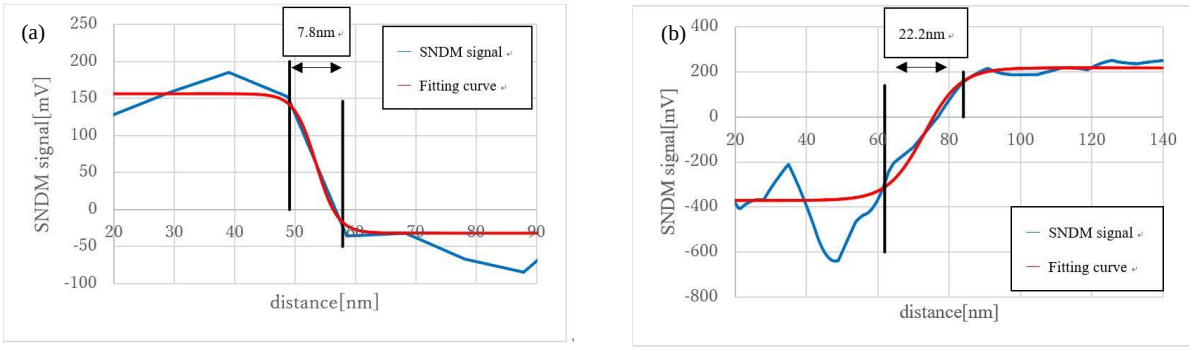


Fig.1 Thickness of domain wall using 2 types of probes
(a) 10nm tip radius and (b) 25nm tip radius

© 2019年 応用物理学会