

Scanning Probe Microscope Application

AFMによる強誘電体ドメインウォール構造の観察

走査型プローブ顕微鏡 (SPM) を用いると、高倍率で強誘電体表面のドメインウォール構造を観察したり、分極反転を直接制御したりすることが可能になります。今回、そのような方法のひとつとして、強誘電体結晶のエッチング表面の凹凸像を原子間力顕微鏡 (AFM) で観察することによりドメインウォール構造の可視化に成功しましたので紹介します。

■ はじめに

一般に、強誘電体表面の酸に対する溶解速度は、表面での分極の向きと大きさに依存することが知られています。このことを利用すると、エッチングによって、強誘電体表面のドメインウォール構造を凹凸として表すことが可能になります。この凹凸の高さは、pH やエッチング時間で簡単に制御できますので、通常のアトム間力顕微鏡 (AFM) を用いた観察に適しています。この方法を用いると AFM により、ドメインウォール構造を簡単に可視化することができます。

■ 試料の準備

最初に、強誘電体単結晶表面の光学研磨を行います。研磨は、粒径 $10\ \mu\text{m} \sim 0.3\ \mu\text{m}$ のアルミナのラッピングフィルムを粗いものから順に使用し、光学顕微鏡下で研磨痕が見えなくなるまで行います。多くの強誘電体結晶はシリコンに比べると非常に柔らかく、強誘電体のドメインそのものは応力に弱いので、研磨の際、結晶に加わる応力をできる限り小さくすることが重要なポイントになります。研磨には、Fig. 1 に示すようなガラスの治具を用いました。この治具を手を持って試料に応力を加えないように注意しながら研磨しました。研磨した試料は、アセトンで超音波洗浄した後、酸でエッチングを行います。エッチング液の種類や濃度は、物質により異なりますが、今回ご紹介する $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$ (PZN-PT) 混晶のドメインウォール観察では、フッ酸とフッ化アンモニウムの混合溶液を用いました。

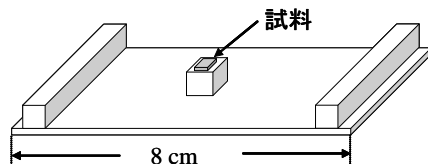


Fig. 1 強誘電体結晶表面研磨用治具

■ 観察結果

PZN-PT 強誘電体 (室温で正方晶) の (111) 表面の AFM による凹凸像を Fig. 2 に、ドメインウォール近傍の分極配向の説明を Fig. 3 に示します。強誘電体のエッチング表面を AFM を用いて観察することにより、強誘電体のドメインウォール構造を可視化できることがわかりました。さらに、その画像は鮮明であり、分極配向を簡単に決定することができました。エッチング表面の凹凸像を観察する方法は、強誘電体のドメインウォール構造にかぎらず一般的な方法ですので、いろいろな物質の表面の情報を可視化する手段として適用可能と考えられます。

【名古屋工業大学大学院 工学研究科 ご提供】

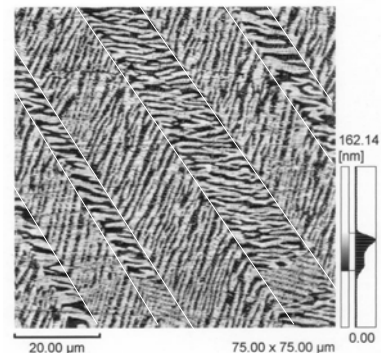


Fig. 2 AFM による強誘電体表面の凹凸画像

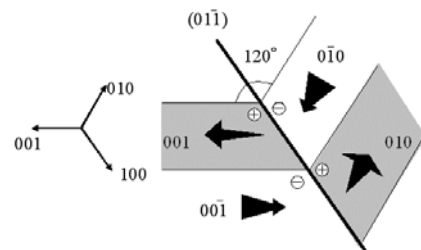


Fig. 3 強誘電体表面の分極配向

参考文献：

Makoto Iwata, Kohei Katuraya, Shinichi Tachizaki, Jiri Hlinka, Ikuo Suzuki, Masaki Maeda, Naohiko Yasuda and Yoshihiro Ishibashi: Japanese Journal of Applied Physics 43 (2004) pp. 6812-6820.