

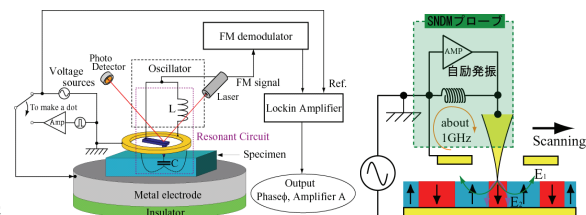
研究スタッフ

教授： 長 康雄、 准教授： 山末 耕平

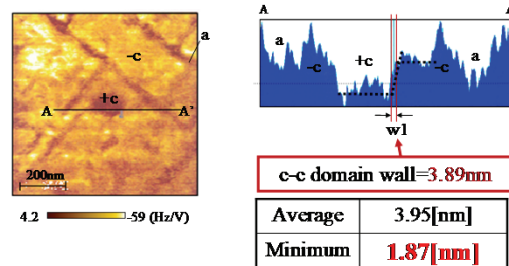
助教： 平永 良臣、 特任助教： 山岸 裕史

研究目的

強誘電体や圧電体などの機能性材料を評価・作製する技術の開発と、それらの特長を生かした通信用誘電・圧電デバイス、および強誘電体記録デバイス開発を行う。具体的には超音波や光デバイスおよびFe-RAM等に多用されている強誘電体単結晶や薄膜の分極分布、様々な結晶の局所異方性を高速かつ高分解能に観察できる走査型非線形誘電率顕微鏡（SNDM）の研究・開発を進める。また、近年は、SNDMの発展的応用として、誘電率測定技術およびSiC材料・パワーデバイスやグラフェン等を含む次世代電子材料・デバイスの評価技術の開発を推進している。



SNDMの測定原理

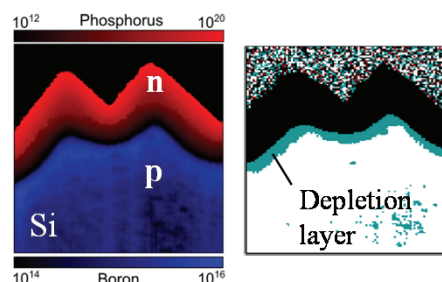


PZT薄膜のドメイン構造の高分解能観察

主な研究テーマ

1. 強誘電体ドメイン構造の解明

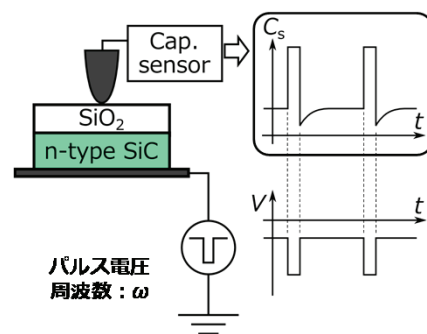
- ・強誘電体ドメインの微細構造をサブナノメートルオーダの空間分解能で観察可能。
- ・最近では局所分極反転過程の動的な挙動を観察する手法の開発に着手している。



太陽電池における局所ドーパント分布観察

2. 半導体計測・評価技術への展開

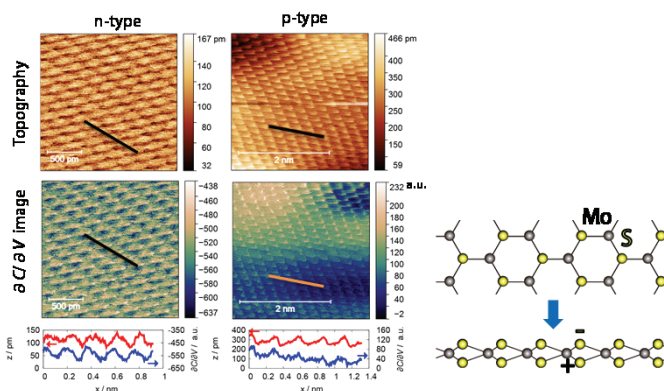
- ・SNDMが静電容量変化に対して極めて高感度（ $\sim 10^{-22}\text{F}$ ）であることを利用して、フラッシュメモリに蓄えられた電荷の分布計測に成功しており、メモリデバイスの評価・開発に役立つものと期待されている。
- ・超高次SNDM法や局所DLTS法など、新たに開発された様々な手法によって、酸化膜・半導体界面近傍の欠陥準位の空間分布のイメージングが可能となってきた。



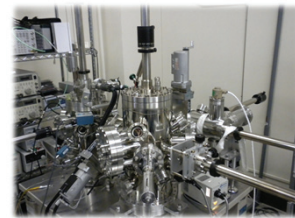
局所DLTS法

3. 原子分解能SNDMの開発

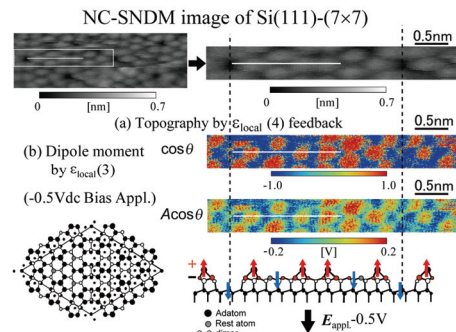
- 原子分解能を持つSNDMを開発し、極超高真空下におけるSi(111)-(7×7)再構成表面の原子構造の形状像と双極子モーメント像の非接触同時観察に成功している。
- 新たに開発した走査型非線形誘電率ポテンシオメトリ (SNDP) により、自発分極誘起電位の原子スケール観察が可能となっている。
- 最近ではグラフェンやMoS₂など、様々な二次元物質の観察に展開している。



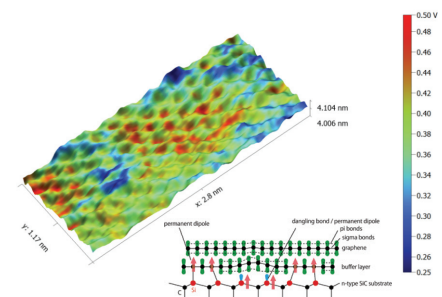
MoS₂の原子分解能像



極超高真空非接触SNDM



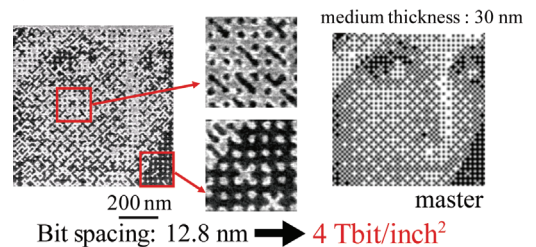
Si(111)-(7×7)表面の原子分解能像



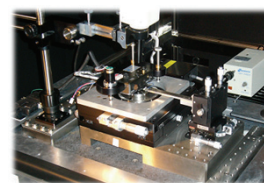
SiC上の単層グラフェンの形状・電位分布像

4. 強誘電体プローブデータストレージの研究・開発

- 強誘電体のドメイン壁は数単位格子と強磁性体に比べて非常に薄い。
- 読取・書込装置としてSNDMを用いることで現在の磁気記録ハードディスクドライブ等の記録密度を凌駕する可能性がある。
- 強誘電体(LiTaO₃)単結晶媒体を用いて既に直径3nmのエリアの分極反転領域を作製している。
- 4Tbit/inch²での実データ記録にも成功。
- 強誘電体の分極反転は500psのパルスにตอบสนองすることが確認されておりGbpsオーダの記録転送速度を実現する可能性がある。
- 現在は、大径薄膜記録媒体の開発や回転記録ディスク方式によるシングル・トラック記録再生、ならびにその高速化の研究を行っている。

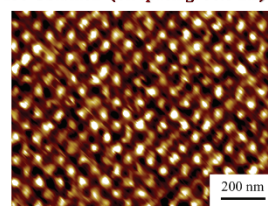


4Tbit/inch²での実データ記録

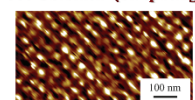


開発中のHDD型
強誘電体記録装置

250 Gbit/inch² (bit spacing: 50.8 nm)



500 Gbit/inch² (bit spacing: 35.9 nm)



強誘電性HfO₂薄膜に書き込まれた分極反転ドット列