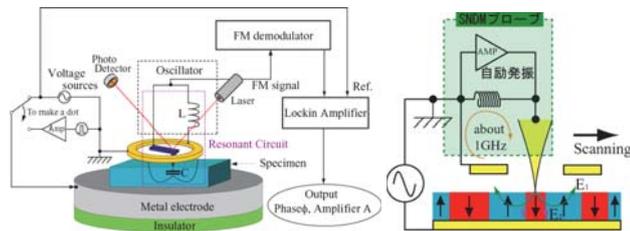


# SNDMによる材料・デバイス評価と超高密度記録

電気通信研究所 誘電ナノデバイス（長・山末）研究室  
教授：長 康雄 准教授：山末 耕平 助教：平永 良臣

## 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。

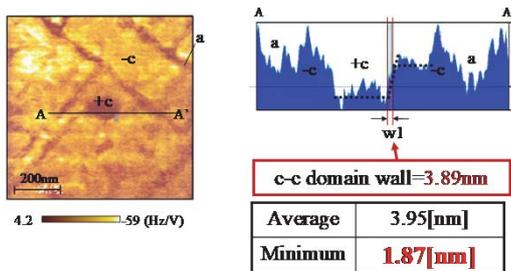


SNDMの測定原理

## 主な研究テーマ

### 1. 強誘電体ドメイン構造の解明

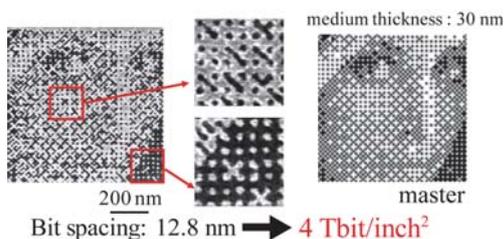
- 強誘電体ドメインの微細構造をサブナノメートルオーダーの空間分解能で観察可能
- 局所分極反転ダイナミクスの観察手法の開発に着手



PZT薄膜のドメイン構造の高分解能観察

### 2. 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HDD等の記録密度を凌駕する可能性
- 4Tbit/inch<sup>2</sup>での実データ記録にも成功。
- 強誘電体分極反転は500psのパルスへの応答を確認。Gbpsオーダーの記録転送速度を実現する可能性
- 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なっている。



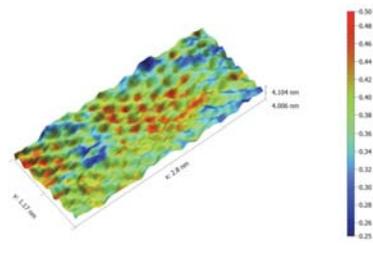
4Tbit/inch<sup>2</sup>での実データ記録



開発中のHDD型強誘電体記録装置



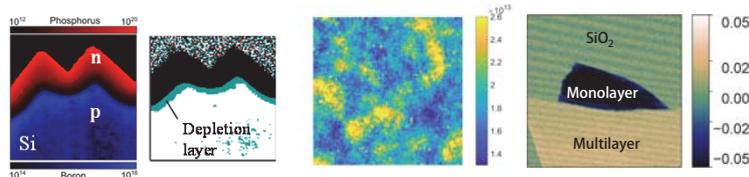
極超高真空非接触SNDM



SiC上の単層グラフェンの形状・電位分布像

### 3. 半導体計測・評価技術への展開

- フラッシュメモリの蓄積電荷分布、SiC MOSFET、太陽電池、2次元半導体（MoS<sub>2</sub>など）のドーパント分布観察に成功
- 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



太陽電池における局所ドーパント分布観察 SiO<sub>2</sub>/SiC界面の界面準位密度分布 原子層半導体(MoS<sub>2</sub>)のキャリア分布

### 4. 原子分解能SNDMの開発

- 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
- 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。
- 最近ではグラフェンやMoS<sub>2</sub>など、様々な二次元物質の観察に展開