

電気AFMモードを解き明かす

キーワード：材料科学, 半導体産業, c-AFM, SMM, KPFM

序論

電気原子間力顕微鏡 (AFM) モードの登場は、ナノスケールの分析の世界に革命をもたらしました。これらの技術は、驚異的な精度で電気的特性を測定する新しい可能性を開きました。導電性 AFM (c-AFM) からケルビンプローブ力顕微鏡 (KPFM)、圧電応答力顕微鏡 (PFM) に至るまで、これらのモードは半導体技術、材料科学、エネルギー貯蔵、生命科学などのさまざまな産業で広く応用されています。本記事では、電気 AFM モードの歴史、原理、応用について包括的に概説し、ナノスケールでの材料およびデバイスの理解を深める上での重要な役割を明らかにします。

進化の軌跡: 歴史と背景

電気 AFM モードの旅は、AFM が発明された 1986 年の後、1980 年代後半から 1990 年代初頭に始まりました。これらのモードは、導電率、表面電位、圧電応答な

ど、多様な電気的特性を測定するように進化してきました。電気 AFM モードの作動原理は、基本的な AFM と同様で、シャープなプローブが試料表面に接近し、プローブと試料の間の相互作用が測定されます。しかし、電気 AFM モードでは、プローブまたは試料に追加のバイアス電圧がかけられ、結果として得られる電気的応答が測定されます。この応答は、特定のモードに応じて、電流、力、または変位として現れます。

多様な産業にわたる幅広い応用

電気 AFM モード (c-AFM/SSRM、KPFM、PFM、EFM、SMM、および MFPM) は、ナノスケールの電気的特性を理解する上で、さまざまな産業で幅広く応用されています。

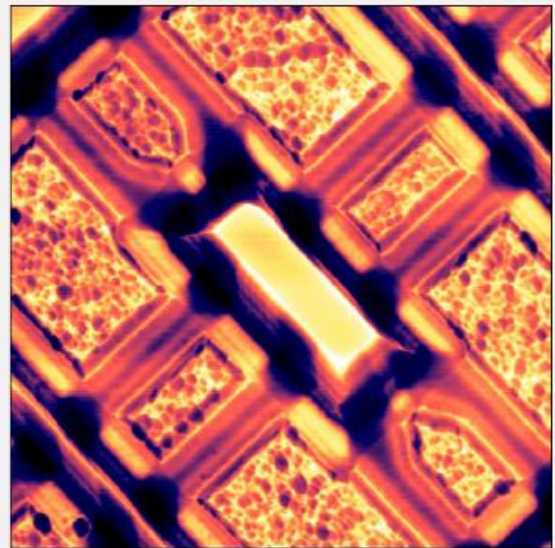
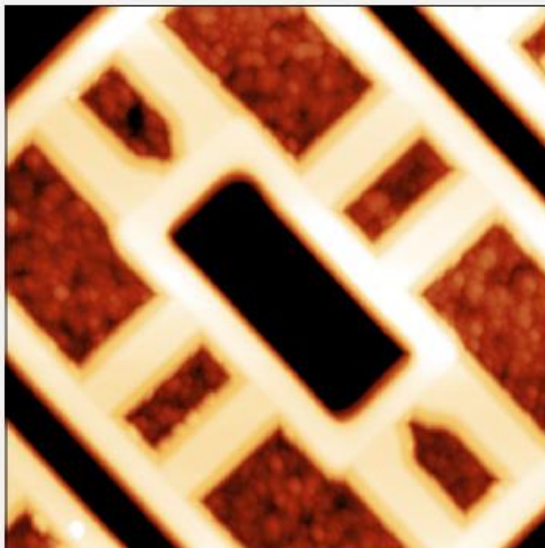


図 1 SRAM サンプルの高さ像(左)、SMM による $\text{Im}(S_{11})$ 像 (右)。スキャン範囲 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$