

課題番号 : F-15-NM-0125  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : ナノスケール高感度電圧電流計測のための導電性プローブ顕微鏡システムの構築  
Program Title (English) : Construction of conductive scanning probe microscopy system for highly sensitive current-voltage measurement at nanoscale  
利用者名(日本語) : 宮下 晃  
Username (English) : Akira Miyashita  
所属名(日本語) : 筑波大学数理物質科学研究科電子・物理工学専攻  
Affiliation (English) : Graduate School of Pure and Applied Sciences, University of Tsukuba

## 1. 概要(Summary)

導電性プローブ顕微鏡では一般的に、金属薄膜を蒸着したプローブと高感度電流アンプを用いている。現在商用で利用可能な最も高感度な微小電流計の電流計測の下限はカタログ値で 0.4 fA 以下であり、現在の導電性プローブ顕微鏡の電流検出限界の 100 倍以上の検出感度である。我々は、導電性プローブ顕微鏡と高感度な微小電流計を組み合わせたシステムの構築により、電流検出感度を 100 倍以上高めたナノスケールでの局所電圧電流計測技術の確立を目指している。このような微小電流領域では、電流検出感度に音響及び電磁ノイズや、導電性プローブ顕微鏡の持つ寄生容量と電圧掃引速度に比例して流れる変位電流が非常に強い影響を与える。本研究では、同軸構造のシールド付き導電性プローブの作製と、サンプルステージへの静電シールドの設置により、変位電流の抑制を試みた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

- ・ 12 連電子銃型蒸着装置

### 【実験方法】

商用のシリコン AFM (Atomic Force Microscopy) プローブ表面に 2 段式熱処理炉を用いて熱酸化膜を形成した。その後、蒸着によりシグナルラインとなる Au/Ti 電極を作成した。次にプラズマ CVD を用いて 1 $\mu$ m の酸化膜を堆積させた。その後、酸化膜上に Au/Ti を堆積し積層構造を作成した。プローブ先端部の Au/Ti 層を集束イオンビームを用いたスパッタエッチにより除去し、その後フッ酸を用いたウェットエッチングによりプローブ先端の酸化膜を除去することで、プローブホルの作成を行った。サンプルステージの静電シールドは表面に Au/Cr を蒸着した 4 インチの熱酸化膜付き Si ウエハを半分に分割し他もの

を使用した。また、変位電流の評価には 5 nm の熱酸化膜付き n-Si 基板を用いた。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に静電シールドの有無による、変位電流の電圧掃引速度依存性を示す。静電シールドの設置により変位電流の大幅な抑制が可能となり、寄生容量を 95 %削減し、変位電流を 1/10 以下に抑制できることが分かった。この結果は静電シールドの設置により導電性プローブ顕微鏡におけるナノスケールでの電圧電流計測の感度を 10 倍以上高めることが可能であること示唆している。

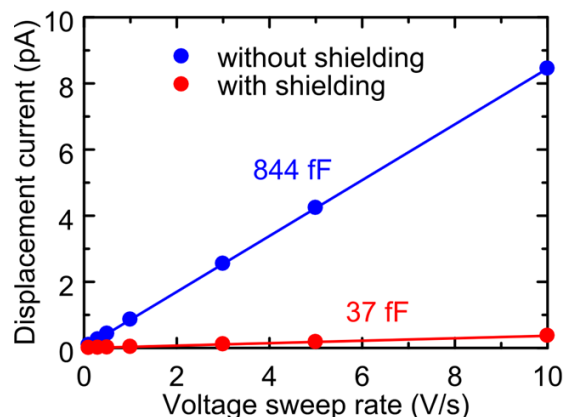


Fig.1 Displacement current with and without shielding as a function of voltage sweep rate

## 4. その他・特記事項 (Others)

本研究は JSPS 科研費 挑戦萌芽研究(25630123)の助成を受けたものです。

## 5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

## 6. 関連特許 (Patent)

なし