3DAP と STM の併用による複合測定手法の開発

Development of measurement techniques combining 3DAP and STM

京都大学院工 〇山口 幸大, 黒川 修, 酒井 明

^OYukihiro Yamaguchi, Shu Kurokawa, Akira Sakai, Kyoto Univ. Eng.

E-mail: yamaguchi.yukihiro.82c@st.kyoto-u.ac.jp

1 はじめに

3 次元アトムプローブ(3DAP)は針状試料先 端における電界蒸発現象を利用し、飛び出した イオンを検出し得られる位置情報をもとに再 構成を行うことで、材料を構成する原子の種類 や分布の3 次元データをナノスケールで得る ことができる手法である。近年では、パルスレ ーザーを利用し電界蒸発を補助することで半 導体・絶縁体への適用が可能になり、広範囲の 研究が実施されている。

データの再構成では通常、試料先端を球状と 仮定するが、蒸発電界の異なる元素が偏在して いる場合には表面の形状が局所的に変化する ためデータの再構成は困難になる。そこで本研 究では、走査トンネル顕微鏡(STM)を用いて試 料表面の詳細情報を得ることで 3DAP データ の再構成を高精度化する手法の開発を第一の 目的とする。また、電界蒸発の過程では平坦な 表面が形成されることが報告されており、この 平坦な表面について STM での材料評価を行う ことを第二の目的とする。

2 実験方法

試料には大気中でも比較的安定であり、導電 性も期待される TiO₂を使用した。この試料は 集束イオンビーム装置(FIB)によりW針上に作 製された。3DAPによる測定後、試料の表面を STM で観察した。このとき、STM の探針に Si(001)ウエハをKOHで異方性エッチングする ことで形成される Si ピラミッドを用いること でその位置合わせを容易にすることを試みた。 なお、Si ピラミッド先端の酸化を防ぐため、 エッチング後には NH₄F により水素終端化を 行った。

3 実験結果・考察

3DAP 測定後の TiO₂を STM で観察した結果 を Figure 1 に示す。(a)と(b)はそれぞれ 3DAP 測定における最終印加電圧が 5 kV、8 kV のも のである(Figure 2)。Fig. 1 から実際にこの手法 を用いることで針状の 3DAP 試料の STM によ る観察が可能であることが示唆される。今回の ような均質な試料の蒸発電界は一定であるた め、最終印加電圧が大きい試料がより大きい曲 率半径を持つことが考えられる。Fig. 1(a)と(b) では試料先端のサイズが異なっており、このこ とが確認されたと言える。

Si(001)上に形成されるピラミッドは 2 個の ダングリングボンドを持つが、これは高い空間 分解能の STM 観察には不利である。この場合 には、先端部が単原子の構造で熱力学的に安定 であることが報告されている Pt/W(111)表面上 に形成されるナノピラミッドを用いることが 可能である。



Figure 1 STM image of 3DAP sample of TiO₂.

Final applied voltage (a)5 kV (b)8 kV.





Final applied voltage (a)5 kV (b)8 kV.