

4 探針 STM の開発とそれによる表面電気伝導の測定

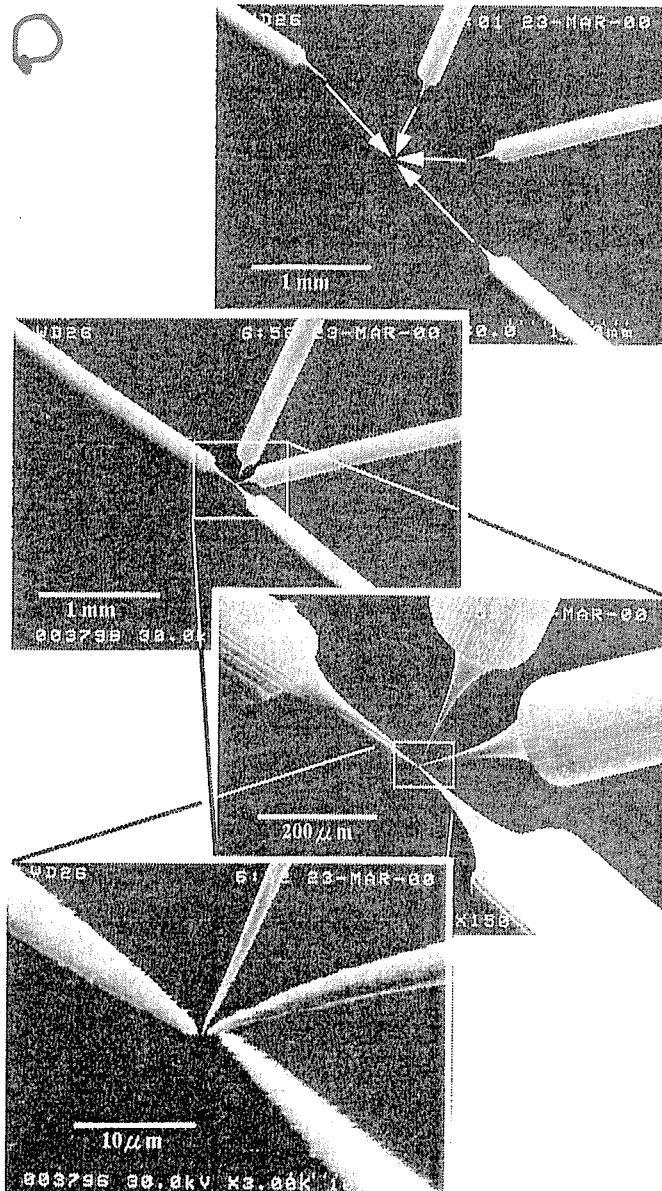
東京大学大学院理学系研究科 白木一郎、田邊輔仁、保原麗、長尾忠昭、長谷川修司

Construction of Four-Tip STM and Application to Surface Conductivity Measurements

I. Shiraki, F. Tanabe, R. Hobara, T. Nagao, and S. Hasegawa

Graduate School of Science, University of Tokyo

本戦略的基礎研究における当グループのメインテーマである装置「独立駆動型超高真空4探針走査トンネル顕微鏡(4T-STM)」を開発してきたが、このほど完成し、それによるマイクロ領域での表面電気伝導の測定を開始した。図は、4本のタングステン探針を駆動しているところ



のSEM像である。このようにSEMで試料表面および探針位置を観察しながら、伝導度を所望のプロブ間隔で測定できる。探針駆動は、粗動をマイクロスライド(Omicron社製)で、微動を8極型チューブピエゾ素子(特許出願中)で行っている。上図では、探針間隔が1mm程度であるが、下図では約600nmまで近付けたところである。探針先端の曲率半径や擾乱の除去などのさらなる最適化を図れば、さらに探針を近付けて4端子プローブ法による伝導度測定が可能になると考えている。

電気抵抗の測定結果を紹介する。超高真空中で、Si(111)ウエハ(厚さ0.4mm)を清浄化して7×7構造を形成させた場合と、その表面上にAg原子を1原子層だけ吸着させたときに形成されるSi(111)- $\sqrt{3}\times\sqrt{3}$ -Ag表面で、探針間隔dを1mmから1μmの間で変化させて電気抵抗を室温で測定した。その結果、7×7表面では、dの減少とともに抵抗が著しく増加したのに対し、 $\sqrt{3}$ -Ag表面では、減少した。探針間隔dが1mmの時の両表面の抵抗の差はわずか10%程度であったのが、dが10μmでは、抵抗が2桁、dが1μmでは3桁の差に拡大した。このように、プローブ間隔を小さくすると、原子ステップなどの表面欠陥の影響が減少し、また、バルク電子状態へのリーク電流も減少し、わずか1、2原子層の表面構造の違いが極めて大きな電気抵抗の差異を生み出すことがわか

った。詳しい解析によると、これは、それぞれの表面の表面電子バンドによる伝導を測定していることを意味する。