

試作STMによる金蒸着表面の観察とバイアス電圧の影響

- 表面加工現象に関する研究(2) -

大阪大学工学部

丸尾 大 平田好則

○尾崎公洋 岡山 靖

STM observation of Au coated surface and influence of
the bias voltage on the surface modification
- Study on Surface Processing of Materials(2)-

by Hiroshi MARUO, Yoshinori HIRATA, Kimihiro OZAKI and Yasushi OKAYAMA

前報¹⁾では、大気中用STM²⁾(走査型トンネル顕微鏡)を試作し回折格子の観察を行った。本報では、更に真空中においても使用できる様に改良し、トンネル電流の距離特性を調べるとともに金蒸着粒子の観察を行った。通常STM観察では、チップ試料間に印加するバイアス電圧は、たかだか100mV程度であるが、本実験ではSTM走査中に5V程度のパルス電圧を重ねし、表面への影響を調べた。

1. 試作STM装置と表面観察結果

本研究で試作したSTMの構成をFig.1に示す。本装置では、チップ試料間距離の微調整には圧電素子、粗調整には最小移動量4μmのインチウームを使用している。これは、Fig.2の様に2個のクランプと1個の移動子から成り、それぞれの駆動として圧電素子を用い、図の様な方法によって移動量を電気的に制御している。この位置調整装置により真空中においても外部振動の影響を極力少なくした状態でSTM観察が可能である。

Fig.3は、この装置によって真空中において観察した例である。試料として、99.99%Niをバフ研磨後真空アニールし、その上に金蒸着を行ったものを用いた。画像には、金蒸着粒子がはっきりと現れているのがわかる。この画像から蒸着粒子の直径は、約10nmと推定される。

2. トンネル電流特性

J.G.Simmons³⁾の理論を適用し、現象を一次元に限定して考えると、チップと試料間の平均障壁高さを ϕ とした時トンネル電流密度は、次式のように現される。

$$J = (e^2/\hbar) \cdot (\kappa_0/4\pi^2 s) \cdot V \cdot \exp(-2\kappa_0 s) \quad \cdots (1)$$

但し、 $\kappa_0 = (2m\phi)^{1/2}/\hbar$ 、 s : チップ試料間距離(Å)

e : 電気素量(c)、 \hbar : プランク定数(Js)、 m : 電子質量(kg)

従ってトンネル電流の対数値の距離に対する変化は、 ϕ の平方根に比例する。そこで、Fig.1の制御用圧電素子に三角波電圧($V_{p-p}=80\text{mV}$, $f=1.0\text{Hz}$)を与える事により、プローブと試料間距離を周期的に変化させ、その周期に応じて流れるトンネル電流を観測した。観測したトンネル電流と距離の関係をFig.4に示す。この一連の電流特性の傾きを最小二乗法によって求め、平均障壁高さ ϕ を求めた結果をFig.5に示す。図からわかるようにNiにおいては、大気中に放置する事により ϕ が低下するが、Auでは変化が見られない。従ってNi表面が酸化した為に ϕ が低下したと考えられる。この事から、 ϕ を調べる事によって表面状態の変化を知る事ができると思われる。

3. パルス電圧重畳の影響

チップと試料間にパルスを印加し、その後STMによって観察した結果をFig.6に示す。パルス印加直後は、(a)の様な大きな盛り上がりができ、時間の経過と共に(b)の様に次第に低

くなると同時に裾が広がって行くのが観察された。(c)は155分経過後ほぼ変化がなくなった状態である。この事から、パルスの印加により表面に変化を起こす事が可能である事がわかった。

参考文献 1)溶接学会春期大会概要集44,62(1989)

2)G.Binnig and H.Roller,IBM J.Res.Develop.,Vol.30,No.4(1986)

3)J.G.Simmons,J.Appl.Phys.,34,1793(1963)

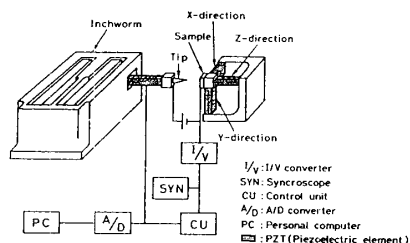


Fig.1
Experimental setup
for the STM used.

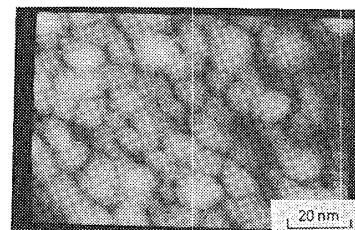


Fig.3 STM image of Au coated surface
by vapor deposition in vacuum.

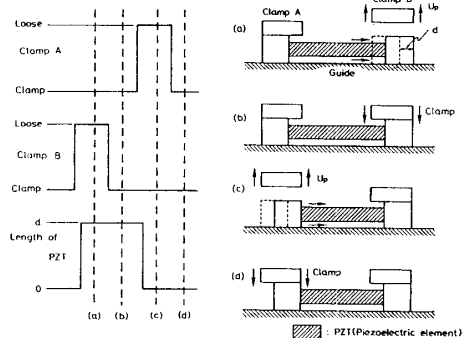


Fig.2 Principle of movement by the inchworm.

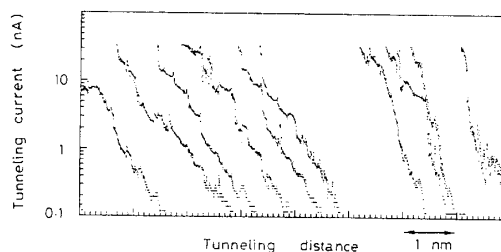


Fig.4 Relationship between tunneling
current and tunneling distance.

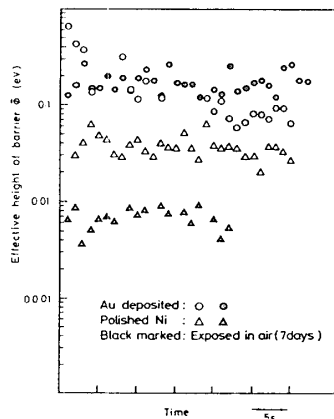
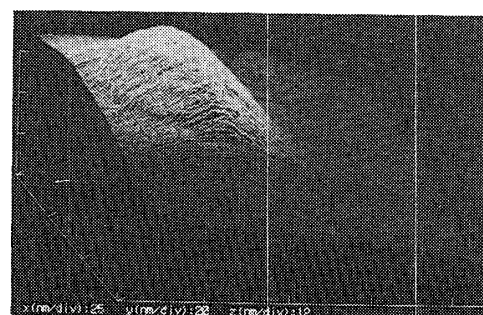
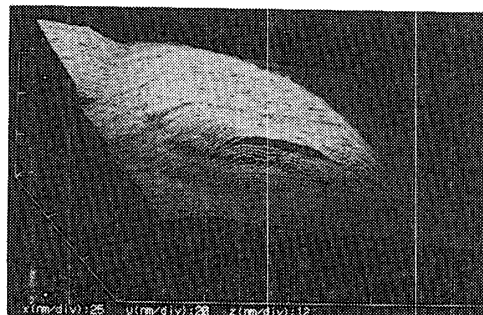


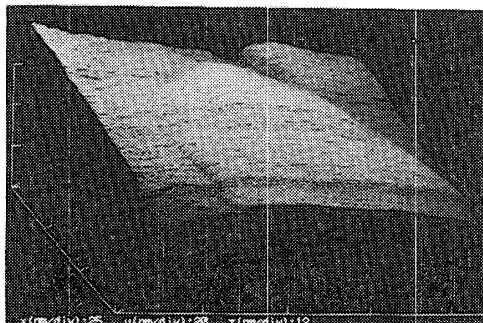
Fig.5
Relationship between
 ϕ value and time on
Au and Ni surface.



(a) 3min



(b) 25min



(c) 155min

Fig.6 STM images of surface after
pulse voltage applied.