Blunt W tip 上への Au 被覆ナノピラミッドの形成

Formation of Au-covered nanopyramid on Blunt W tip

○浅井　泰尊 [1]、熊谷　輝成 [1]、村田　英一 [1]、六田　英治 [1]、大島　忠平 [2]

(1. 名城大理工、2. 早大先進理工)

°Hirotaka Asai[1], Shigeki Kumagai[1], Hidekazu Murata[1], Eiji Rokuta[1], Chuhei Oshima[2]

(1.Meijo Univ. , 2.Waseda Univ.)

E-mail: 143434002@ccalumni.meijo-u.ac.jp

我々は、貴金属を被覆し作られる単原子電子源(Single Atom Emitter, SAE)を研究してきた。SAE は､貴金属単原子層で被覆された W 針先端を 1000 K で加熱すると形成される 3 つの{211}ファセット側面と単原子の先端を持つナノピラミッドである。前回の講演では、W 針の後方に Pd を電気メッキし、表面拡散で W 針先端へ供給する SAE 作製法(表面拡散法と呼ぶ)を提案した[1]。今回の講演では Au と Pt に表面拡散法を適用したので、結果を報告する。その中で特に、Au を用いた表面拡散法で初めて Blunt W tip 上にナノピラミッドが形成できることを見出した。Blunt W tip は機械的にも頑丈であり、振動に対する耐性があるので、この組み合わせの実用性は高いと期待する。

全ての実験は背圧5.0×10^{-8} Pa の超高真空装置で実施された。試料はニラコ社製ϕ0.1 多結晶 W 線から作製された。初めに、W 線を 0.1 M HCl 溶液に浸し、DC3.0 V を印加して表面酸化物を除去した後、0.01 mM $AuCl_3$ 溶液を W 線付近に15 μl 滴下し、Au をメッキした。次に、この Au/W tip 先端を 2 M KOH 溶液へ浸して電解エッチングし、先鋭化する。先鋭化された Au/W tip 先端では Au が除去され、後方に Au が残される。次に真空中で、この Au/W tip を加熱し、ナノピラミッド形成を試みた。原子構造は電界イオン顕微鏡で観察された。

図 1 は Au を被覆した W tip の先端の構造変化を示す。図 1(a)は電界蒸発のみで清浄化した tip 先端の構造である。tip 印加電圧が 15.2 kV であり、tip 先端が比較的鈍化されていることに注意されたい。被覆金属として、Pd や Pt を使用した場合、このような tip ではファセットしない。一方、Au の場合、約 1270 K で 30 秒間の高温加熱し、約 1000 K で 60 分間加熱した後、稜線が見られた[図 1(b)]。さらに約 1270 K で 30 秒間の高温加熱を施し、約 1000 K で 160 分間加熱すると{211}面を隔てる鋭い単原子鎖の稜線を持ち、頂上を 3 原子で終端されたナノピラミッドが形成された[図 1(c)]。ナノピラミッドの安定性は (111)面の表面自由エネルギーγ_{111}と(211)面の表面自由エネルギーγ_{211}の比、$\gamma_{211}/\gamma_{111}$で決まり、この比が小さい程、高い。Chen の第一原理計算によると、pure W の$\gamma_{211}/\gamma_{111}$は 0.917 なのに対し、Pd/W 系は 0.769、Au/W 系では 0.625 であった[2]。Au/W のナノピラミッドのほうがより安定であり、当然、形成され易いと考えることができる。

[1]中川　他, 第 59 回応用物理学会春季学術講演会, 16a-B5-2.
[2] S. P. Chen, Surf. Sci. Lett. **274**, 1619 (1992).

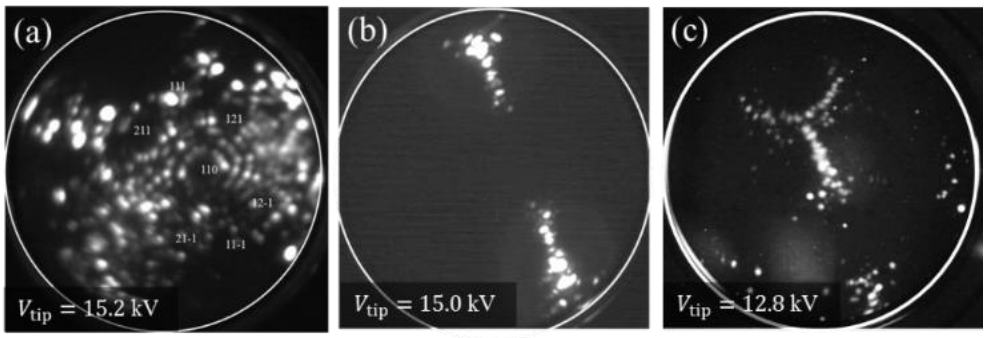

Fig.1 (a) FIM image of field evaporated Au/W tip. Specimen (a) was subjected to field evaporation treatment, but not to annealing one. (b) FIM image after annealing at 1270 K for 30 sec and at 1000 K for 60 min. Three ridges were observable. (c) FIM image after annealing at 1270 K for 30 sec and at 1000 K for 160 min. The ridges became sharp, and apex was terminated by three atoms.

© 2016年 応用物理学会