PdO₂を貴金属供給源に持つ Pd 被覆単原子電子源の作製

Fabrication of a Pd covered single atom electron source with

PdO₂ reservoir.

名城大理工 ⁰浅井 泰尊, 熊谷 成輝, 村田 英一, 六田 英治

Meijo Univ., °Hirotaka Asai, Shigeki Kumagai, Hidekazu Murata, Eiji Rokuta

E-mail: 163441501@ccalumni.meijo-u.ac.jp

我々は、高輝度、かつ低速な電子線源として、単原子層の貴金属で被覆されたタングステン(W) ナノピラミッドの構造を持つ単原子電子源を開発している。この単原子電子源の実用化には、W 針先端へ適量の貴金属原子を制御して供給する方法を確立することが重要である。我々は、W 針 の根本に電気メッキで Pd, Pt, Au 薄膜を堆積させ、これを真空中で加熱することで貴金属原子を 表面拡散させ、W 針先端に貴金属原子を供給する方法を提案してきた[1,2]。今回は、貴金属供給 源として、PdO₂粉末を分散させたコロジオン液をW 針後方に塗布し、それを利用した。十分な 再現を追認する前段階の実験において、ナノピラミッドの形成を確認できた。

全ての実験は、到達圧力が 1×10^8 Pa 以下の真空容器内で実施された。試料の tip は ϕ 0.1 mm 多 結晶 W 線から切り出され、2 mol/l の KOH 水溶液による電解研磨にて、先鋭化された。PdO₂含有 のコロジオン液は、乳鉢で約 30 分間磨り潰した PdO₂を 1.05 g 秤量し、4 g のコロジオンに加えた 後、ガラス棒で攪拌して作製された。先鋭化 W 針の後方に PdO₂含有のコロジオン液を刷毛で塗 布した。作製した W 針を真空容器内に導入し、1000 K で加熱した。W 針先端表面の構造変化、 及び、放出電子の空間分布を、それぞれ、FIM と FEM で観察した。

図1は、PdO₂含有のコロジオン液を後方に塗布したW針を真空中で1000Kで加熱した時のFIM 像の変化を示す。図1(a)は、加熱前の清浄面である。(110)極を中心とした典型的な多結晶W針の FIM像である。結像電圧は、2.82 kV であり、(110)面ステップの数から求めた曲率半径は約5 nm であった。図1(b)は、1370Kで1分間加熱し、その後、1000Kで3分間加熱した後のFIM像で ある。見易さのために、図1(a)の試料位置を移動し、(111)面をスクリーンの中心に持ってきた。 結像電圧が4.74 kVまで上昇しているが、これは電界集中係数がW針のマクロな形状で決まるこ とから、下地のW針が加熱に伴い鈍化したためであると考えている。図1(b)では、ファセットした {211}面同士の境界に1原子幅の稜線(単原子鎖)と14原子で終端された先端を持つ構造が確認さ れた。ナノピラミッドの第3層は15原子で終端されるから、図1(b)で示された構造は1原子の原 子欠損を含む15原子終端のナノピラミッドである。観測された終端構造は理想ではないが、PdO₂ を貴金属供給源とした場合でもナノピラミッドが形成することを確認した。

[1] 中川 他, 第 59 回応用物理学会春季学術講演会, 16a-B5-2.

[2] 浅井 他, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 21p-H137-11.



Figure 1 Structural changes of FIM images in the tungsten tip.

Figure 1 (a) corresponds to the clean tungsten tip prior to the annealing treatment, while Fig. 1 (b) shows the FIM image taken after annealing at 1370 K for 1 min and 1000 K for 3 min.