

Title	電界イオン／電界放射顕微鏡による走査型トンネル顕微鏡用探針の調製と評価
Author(s)	木村, 周一
Citation	
Issue Date	2014-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	http://hdl.handle.net/10119/11952
Rights	
Description	Supervisor: 富取 正彦, マテリアルサイエンス研究科, 修士

電界イオン／電界放射顕微鏡による走査型トンネル顕微鏡用探針の調製と評価

木村 周一（富取研究室）

【背景と目的】

物質表面を原子スケールで観察する手法として走査型トンネル顕微鏡（STM）がある。STMの分解能は、試料表面を走査する探針先端の形状に依存する。また、表面電子状態を原子スケールで解析する走査型トンネル分光法（STS）において取得するトンネル電流－印加電圧特性曲線は、探針先端の電子状態に敏感である。従って、STM探針は先端が原子スケールで鋭く且つその構造が安定で、電子状態も特異的でないことが要求される。本研究では、STMに適した探針の先鋭化（build up）条件を探るために、探針先端を電界イオン顕微鏡（FIM）／電界放射顕微鏡（FEM）で評価した。

【実験方法】

試料として、W線ループに多結晶W線をスポット溶接して電解研磨（1 mol/L KOH水溶液、電圧1-3 V、AC 60 Hz、対向電極：Pt線）で作製した針、その先端にPtをスパッタ堆積させた針、さらにW線ループにPdワイヤーを巻きつけて超高真空中で加熱し、Pdを表面拡散させた針を用いた。また、[111]方位の単結晶W線からもW針を作製した。液体Heで冷却できるFIM/FEM装置で、針先端に高電界（最大印加電圧20 kV）を発生させつつ試料を加熱（約1000 °C）して、針先端がどう変化するかを観察した。加熱は高耐圧の絶縁トランスを介してW線ループに交流電流を流すことで実施した。

【結果と考察】

図1にPtをスパッタした多結晶W針を加熱（1000 °C、1分）したときのFEM像の変化を示す。加熱前、W針先端の2つの{001}面近傍からの強い電界放射（FE）、(111)面からの弱いFEが観察された（図1(a)）。加熱を開始して1分後、(111)面のbuild upが観察された（図1(b)）。加熱でPt層がW針を覆い、原子密度の小さな(111)面にPt原子が堆積して[111]方向へ先鋭化したと考えられる。

図2に、単結晶W針に負電圧（-2.5 kV）を印加しつつ加熱（1000 °C、1-2分）したときのFEM像の変化を示す。処理前は、(111)面と(111)面を囲む3つの{112}面からFEが観察された（図2(a)）。電界加熱後、処理前よりも低い印加電圧で(111)面からの強いFEが観察された（図2(b),(c)）。(111)面はWの他の結晶面より原子密度が小さく表面エネルギーが大きい。[111]方位W針では(111)面で高電界が発生し、表面のW原子が分極しつつ高電界領域へと熱拡散し、(111)面にW原子が集積される。それとともに(111)面を囲む3つの{011}面のファセット化が進行し[111]方向により鋭角化される。すると(111)近傍でさらに電界が強くなり、[111]方向へのW原子の集積が進み、先鋭化される。その結果、[111]方位へ鋭くなるとともに仕事関数が低い(111)面から強いFEが得られたと説明できる。W探針の原子モデルと対応させて議論する。

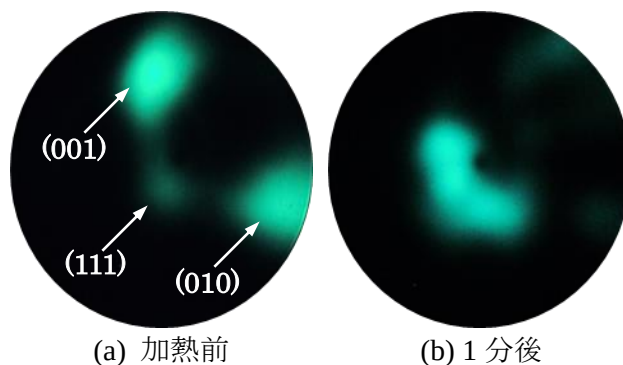


図1 Ptをスパッタ堆積させた多結晶Wを加熱してbuild upしたときのFEM像 (-0.25kV)

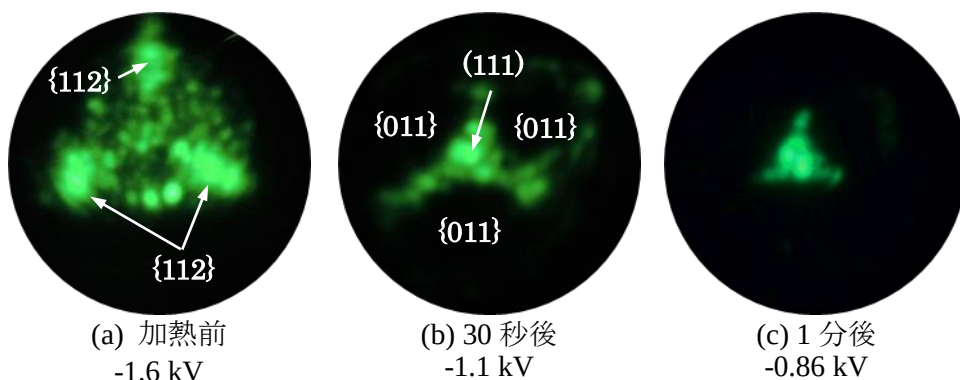


図2 [111]方位の単結晶Wを高電界下で加熱してbuild upしたときのFEM像

【 key words 】 STM tip, FIM, FEM, build up, STM