

スピン方向を制御可能な電界放出型偏極電子源に向けた W(001) 面上に堆積された Cr 薄膜の結晶構造の観察

Observations of crystalline structures of the Cr thin film deposited on a W (001) surface for a direction-controllable spin-polarized field-emitter

○阪井 那央哉¹、永井 滋一^{1,2}、岩田 達夫^{1,2}、梶原 和夫^{1,2}、畑 浩一^{1,2}

(1. 三重大院工、1, 2. 三重大極限ナノエレクトロニクス)

○Naoya Sakai¹, Shigekazu Nagai^{1,2}, Tatsuo Iwata^{1,2}, Kazuo Kajiwaru^{1,2}, Koichi Hata^{1,2}

(1. Mie Univ., 2. Center for Ultimate Technology on nano-Electronics)

E-mail: n-sakai@eds.elec.mie-u.ac.jp

スピン偏極電子源は、スピントロニクス材料表面の磁区構造観察において強力なツールである。従来の偏極電子源から放出される電子スピンの方向は、一軸方向に固定されてしまう。そのため、試料の磁化方向によっては、スピンの方向を面内や面直への回転が必要であり、スピン回転器などの付加的な装置を組み込んだ複雑なシステムを要する。そこで本研究は、表面で強磁性かつ 123K の温度で磁化方向が面内から面直に変わるスピントロニクス転移が生じる Cr(001)面[1]を陰極材料に用いた、スピン方向を制御可能な電界放出型スピン偏極電子源の開発を目的としている。その第一段階として、Cr ワイヤの作製は困難なので、W<001>陰極上に Cr 薄膜を堆積させた Cr/W<001>陰極の作製を試みた。本発表では、Cr 薄膜の成長条件を検討し、電界放出顕微鏡(FEM)と電界イオン顕微鏡(FIM)で表面構造を評価したので報告する。

電解研磨で先鋭化した W<001>陰極を試料準備室と FIM 観察室を備えた電界放出電子スピン評価装置に導入した。各チャンバーはロードロック接続されており、それぞれ 10^{-8} Pa 台に超高真空排気されている。まず、W<001>陰極表面の清浄化とその確認のため、85 K で電界蒸発処理を施した。図 1 に示す Ne-FIM 像で清浄表面を観察した後、in-situ で Cr を堆積レート $0.1 \text{ \AA/s}$ で 20 nm 相当量を堆積した。さらに、結晶性を向上させるために、450 K, 600 K, 750 K でそれぞれ 100s アニールし、FEM 像の変化を観察した。アニール温度 450 K, 600 K では、FEM 像に変化は見られなかったが、750 K では下地 W を反映した対称性を示す FEM 像が観測された。アニール処理後の Cr/W<001>陰極の結晶構造の FIM 像観察では、Cr の蒸発電界 (27 V/nm) は結像ガスとして通常用いられる He や Ne のイオン化電界よりも低いので、最良像電界強度が 18.8 V/nm (理論値) の H_2 を結像ガスとして用いた。図 2 は Cr 薄膜が高速で電界蒸発しているときの Cr/W<001>陰極の H_2 -FIM 像である。図 2 の矢印で示した方向に、下地 W(001)面を中心に[001]晶帯軸に沿った四回対称のパターンが観測された。陰極への印加電圧を下げ、Cr 薄膜の蒸発速度を下げた FIM 観測の結果、図 3 中矢印で示すように、下地 W(001)面上に結晶性を示すリングパターンが観測された。リングパターンは、Cr 薄膜が完全に電界蒸発するまで繰り返し観測されたので、堆積させた Cr 薄膜が単結晶構造を形成していたと考えられる。

以上の結果より、エピタキシャルに成長した Cr(001)面が W(001)面に形成されていると考えられる。また、W と Cr の界面での格子不整合による欠陥も生じていると考えられるが、Cr 層の成長に伴って格子緩和されたと考えられる。以上の結果から、750K のアニールによる Cr(001)面の形成が確認でき、今後スピン偏極度の測定および自己スピン回転機能の実証実験を進める予定である。

[1] E. Fawcett, Rev. Mod. Phys., **60**, 209, (1988).

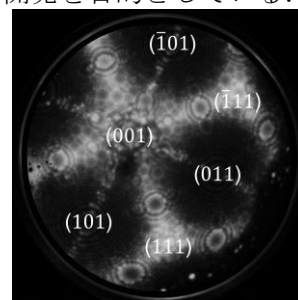


図 1 W<001>陰極の Ne-FIM 像
(印加電圧=8.8 kV)

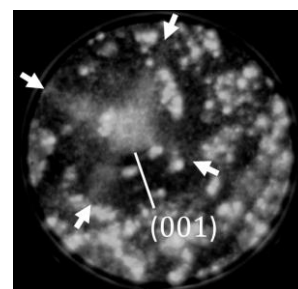


図 2 Cr/W<001>陰極の H_2 -FIM 像
(印加電圧=5.2 kV)

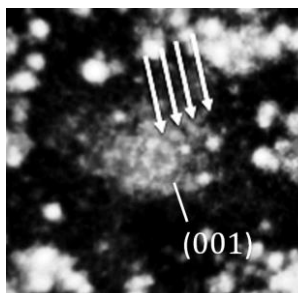


図 3 Cr/W<001>陰極の(001)面
 H_2 -FIM 像(印加電圧=4.2 kV)