

Au(788)微傾斜表面上の遷移金属ナノ構造における磁気構造 II

Magnetic structures of nanostructured transition metals on vicinal Au(788) surfaces II

藤澤 英樹, 白木 将, 伊藤 信太郎, 古川 雅士, 南任 真史, 川合 真紀

H.Fujisawa, S.Shiraki, S.Itoh, M. Nantoh, M. Furukawa, Maki Kawai

理研

RIKEN

Au(788)上の Fe ナノ構造の磁性を内角吸収磁気二色性を用いて調べた。一次元単原子鎖が強磁性を示し、ストライプ、二次元構造にくらべ、大きな軌道磁気モーメントを有する事を見出した。磁場依存性を調べた結果、一次元鎖は 2 つの相転移、強磁性-超常磁性-常磁性を示す事を見出した。これは、一次元鎖が超常磁性的に振舞うものと考えられる。

Magnetic behavior of Fe nanostructures on a vicinal Au(111) surface have been investigated by x-ray magnetic circular dichroism (XMCD) measurements. It is found that one-dimensional (1D) Fe monatomic chains exhibit a ferromagnetic long-range order, and have a larger orbital moment in comparison with stripes and two-dimensional (2D) nanostructures. From the magnetic field-dependent XMCD measurements, the 1D chains exhibit two phase transitions, which are qualitatively ascribed to a ferromagnetic-to-superparamagnetic and a superparamagnetic-to-paramagnetic phase transition. These results suggest that the magnetism of the 1D chains behaves superparamagnetically.

ステップ表面上に磁性金属を蒸着し、自己組織化によりステップエッジに吸着させることによって、単原子磁性鎖を作成する様々な試みが行われている。一次元系においては、強磁性長距離秩序状態は不安定である事が理論的に示唆されているものの、実験的に単原子鎖は薄膜やバルクといった二次元、または三次元系と比べ、大きな磁気モーメントを持ち、低温で強磁性長距離秩序状態が実現している可能性が示唆されている。最近、我々は

単原子ステップに欠陥が少なく、広範囲で均一なテラス幅($\sim 38 \text{ \AA}$)を有する Au(788)微傾斜表面に着目し、種々の磁性金属を蒸着し、単原子鎖の作成を試みてきた。走査トンネル顕微鏡を用いて、Au(788)表面上の Fe の成長過程を観察した結果、Fe を微量蒸着させた場合、Fe 原子はステップエッジに沿って列を成し一次元鎖構造を形成する。さらに蒸着量を増加させると併に、Fe はテラス方向へ拡がり、ストライプ構造を形成し、約 0.6ML で隣のス

ステップに到達し二次元的な薄膜を形成する。このように蒸着量を増大させる事によって、Fe 原子の吸着構造が一次元から二次元構造へと変化する特徴は、次元性が磁性状態に及ぼす影響を系統的に研究する事ができると考えられる。本研究では、Au(788)微傾斜表面上の一次元 Fe 鎖の磁性を調べるために、高輝度放射光を用いて内核吸収磁気円二色性(XMCD)の蒸着量(Θ)、温度(T)、磁場(B)、角度依存性(θ)を調べた。

良質なステップ表面を作成するために、Au(788)表面をアルゴンスパッター、アニールを数回行った。表面の結晶性、清浄性は LEED で確認した。蒸着量は膜厚計を用いて見積もった。

図 1 に一次元鎖が形成する $\Theta=0.07\text{ML}$ での Fe L_3 吸収端における $T=18\text{K}, 30\text{K}, 96\text{K}$ の磁場依存性 XMCD 曲線を示す。 $T=18\text{K}$ では XMCD 曲線は強磁性的なヒステレシスを示している。温度の上昇と共に、 $B=0$ での残留磁化が減少し約 $T=30\text{K}$ では、ほぼ消失しており、超常磁性的な振る舞いを示している。さらに、温度を上昇させると $T=96\text{K}$ においては直線的となり常磁性的な振る舞いを示している。これらの結果は、一次元 Fe 鎖がナノ微粒子などで見出されているように超常磁的に振舞うと考えられる。また、磁気モーメントの大きさや転移温度が鎖のサイズに依存する事を見出した。

