

界面乱れによる Mn(001)超薄膜の層間反強磁性へのノンコリニア磁気結合誘起：スピン偏極 STM 研究

Spin-polarized STM study of non-collinear coupling in the layerwise antiferromagnetic Mn(001) ultrathin films due to interface roughness

千葉大院工¹, ○山田 豊和¹, 小菅 裕太郎¹

Chiba Univ.¹, ° Toyo Kazu Yamada¹, Yutoro Kosuge¹

E-mail: toyoyamada@faculty.chiba-u.jp

強磁性・反強磁性界面での磁気結合はexchange biasを生じる。理想モデル系として強磁性 bcc-Fe(001)と層間反強磁性bcc-Mn(001)膜がある。本研究で我々は、界面乱れが膜全体の磁気構造に与える影響を原子レベルで観察した。測定手法として、スピン偏極走査トンネル顕微鏡(SP-STM)を用いた。STM探針をスピン偏極化する事で [1]、試料表面のスピン偏極度ベクトルが計測できる [2]。

強磁性体Fe(001)-whisker単結晶基板上的のbcc-Mn(001)超薄膜を使用した。Fe(001)-whiskerは強磁性・閉磁区構造を有する [3]。準備槽にて、300 K Ar⁺スパッタ(1 kV, 60 min)と973 K Ar⁺スパッタ(1 kV, 60 min)を繰り返し、平坦なFe(001)表面(テラス幅>100 nm)を得た。清浄・平坦化したFe(001)は、真空を保持したまま準備槽からSTM解析槽に移送し、STM計測は全て超高真空下300 Kと78 Kで行った。

W探針をスピン偏極化した。超高真空内で、探針先端にFe膜30-50原子層(ML)積層する手法と、電界パルス蒸着や磁性試料への探針数nm刺しの手法を用いた [1]。試料と探針のスピン方向が平行なら、試料と探針の電子スピン状態密度間の遷移確率が大きくなりdI/dV像(=磁気像)中で明るく見える。反平行であれば暗く見える。先行研究から、単結晶Fe(001)-whisker上のMn(001)超薄膜を、基板温度370 Kにて製膜すると、Mn(001)層内のMn原子は強磁性結合、層間では反強磁性結合する事が知られている [2]。つまり、線形な磁気結合が支配的となる。

本実験では、あえて基板温度470 KにてMn(001)超薄膜を製膜した。成長プロセス、Fe-Mn合金化、そして磁気結合を探った。dI/dV像は複数の磁気コントラストを示した。解析の結果、界面乱れにより、Fe合金化由来の180°ナノ磁区(直径約3 nm)とノンコリニア磁気結合(60-160°)領域の発現を確認した [4]。

References:

- [1] T. Irisawa, T. K. Yamada, T. Mizoguchi, **New Journal of Physics** 11, 113031 (2009).
- [2] T. K. Yamada, et al., **Nanotechnology** 18, 235702 (2007).
- [3] T. K. Yamada, et al., **Physical Review B** 94, 195437 (2016).
- [4] 小菅裕太郎、山田豊和、表面と真空 (2020)、受理。