

スピン偏極 STM による Fe(001)上の Mn 超薄膜の磁気結合観察

Magnetic coupling of ultrathin Mn films on Fe(001)-whisker

千葉大院融合¹, マドリッド大固物² °坂口 雄基¹, 中島 脩平¹, A.L. Vazquez de Parga²,
山田 豊和¹,

Chiba Univ.¹, Univ. A. Madrid.², °Yuki Sakaguchi¹, Shuhei Nakashima¹,

Amadeo L. Vazquez de Parga², Toyo Kazu Yamada¹

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

スピン偏極 STM 測定を室温で行うためには、キュリー温度が室温よりも十分に高い磁性試料が必要である。これまでに確立されてきた試料が Fe(001)上の Mn 超薄膜と Cr(001)単結晶表面である [1-4]。どちらもフェルミ準位近傍に 3d 電子由来の高スピン偏極電子状態を有する。

試料の磁気特性を探る際に外部磁場印加は欠かせない。しかし、バルクの Cr(001)単結晶を用いる場合、反強磁性であるため外部磁場印加に対してヒステリシスな振る舞いはない。一方、Mn 薄膜は基板としてバルク強磁性の Fe(001)ウィスカ単結晶を使用しているため、数十 G 程度の微小な外磁場印加で Mn 膜の磁化は反転する [4]。つまりキュリー温度が室温以上で、磁場印加で磁化反転が可能な試料は Mn(001)膜しかない。なお、この Mn 薄膜は bct(001)構造を持ち、一原子層内で強磁性結合し、層間で 180 度結合する [1-3]。

本研究で我々は、未知のナノ磁石や単一分子の磁気構造を探るための磁性基板として Mn(001)膜に注目する。Fe(001)ウィスカ長軸（容易軸<001>）方向に磁場印加できるコイルを室温スピン偏極 STM に取り付けた。磁性探針として Fe/W 探針を使用した [5]。さらに、スピン偏極 STM 測定において外磁場を印加する際、外磁場は試料だけでなく磁性探針にもかかる。探針の保持力以上の強い磁場をかけると、試料と探針の磁化は同じ方向を向き磁気情報が得られない。Fe/W 探針の保持力は数百 G 程度であるため、これ以下の弱磁場印加で磁性基板の磁化反転を行いたい。Mn(001)膜はこの条件を満たす理想的な磁性基板試料と考える。

この Mn(001)膜基板に測定したいナノ磁石や単一ナノ分子を吸着し、ナノ磁性体の磁気特性を、Mn(001)の 180 度磁区の磁気コントラストを参照として探ってきている。その過程で様々な課題が浮き上がってきた。STM 分光データには、試料の(1)局所電子状態密度・(2)仕事関数・(3)試料探針距離・(4)スピン分極局所電子状態密度の成分が含まれる。(4)の情報だけを取り出すには、どうすればよいか、Mn(001)基板上の Fe ナノ磁石の新奇な磁気結合を例として議論する。

References:

- [1] Physical Review Letters, 90 (2003) 056803.
- [2] Japanese Journal of Applied Physics, 42 (2003) 4688.
- [3] Nanotechnology, 18 (2007) 235702.
- [4] Nano Letters, 12 (2012) 5131.
- [5] New Journal of Physics, 11 (2009) 113031.