

エピタキシャル Cr 薄膜探針の作製および評価 Fabrication and characterization of epitaxial Cr films tip

北大院情報科学¹, 北大創成研²

○高田 慎¹, 大見 奎人¹, 樋浦 諭志¹, Subagyo Agus^{1,2}, 八田 英嗣¹, 末岡 和久¹

Graduate School of IST, Hokkaido Univ.¹, CRIS, Hokkaido Univ.²

○S. Takada¹, K. Omi¹, S. Hiura¹, A. Subagyo^{1,2}, E. Hatta¹ and K. Sueoka¹

E-mail: s-takada@nano.ist.hokudai.ac.jp

スピン偏極走査トンネル顕微鏡/分光(SP-STM/STS)のスピン偏極探針には、先端を溶かして結晶面を作り出した W 探針上に成膜した Fe, Cr, Mn 超薄膜などの磁性体探針が良く用いられている[1-3]。これまでに、超薄膜やナノ構造などの磁性体の磁気構造のみならず反強磁性体の原子分解磁気構造の観察に成功している。しかし、STM 測定のために探針を近づけた際に探針磁化方向が変わりやすく制御が困難である指摘も報告されている[4]。また、作製が容易なため電解研磨したバルク Ni や Cr 探針の応用も進められている[5,6]。なかでも特に、バルク Cr 探針が面内・垂直の両成分の磁気構造を同時に検出でき、Cr が反強磁性体であることから磁場中測定に有望な探針として注目されている[6]。我々はこのようなバルク Cr 探針の利点に着目し、微細加工した MgO(001)基板上にエピタキシャル成長させた Cr(001)薄膜の探針を作製した。バルク探針よりも結晶性の良い探針が作製可能であり、また、Cr(001)/MgO(001)薄膜は Cr(001)単結晶と同様に層状反強磁性体特性を有することから[7]、再現性良く磁化方向が制御可能な探針を期待している。

Cr(001)薄膜は、電子線蒸着装置を用いて成膜した。MgO(001)基板を 300°C で 3 時間以上真空加熱した後、Cr 薄膜を 0.3~1.0 Å/s の成膜速度、基板温度を 300°C で成膜した。膜厚は 500~1000 nm とした。Cr(001)薄膜を電子線リソグラフィ法によりパターンニングし、エッチングを施すことによって微細加工した。Cr 薄膜探針の SEM 像を図 1 に示し、50 nm 程度の先端曲率半径の探針が実現している。

作製した Cr/MgO 探針が STM 探針として機能することを確認するために、Si(111)-(7×7)再構成表面の STM 測定を行った。測定の際には、微細加工した Cr/MgO 基板を 2 mm×2 mm 程度に切断し、試料面に対して 10~20°に傾けて一角を探針先端とした。図 2 に示すように Si(111)-(7×7)再構成表面の原子構造を観察できた。また、スピン偏極探針としての評価を行うために、Cr(001)単結晶表面において SP-STM/STS 測定を行った。図 3 に示すように層状反強磁性体の特徴であるスピンコントラストが観察できた。作製した Cr/MgO 探針は STM および SP-STS 探針として機能することを確認した。

References:

- [1] S. Heinze *et al.*, Science **288**, 1805 (2000).
- [2] T. K. Yamada *et al.*, Phys. Rev. Lett. **90**, 056803 (2003).
- [3] H. Oka *et al.*, Science **327**, 843 (2010).
- [4] G. Rodary *et al.*, Appl. Phys. Lett. **95**, 152513 (2009).
- [5] A. Li Bassi *et al.*, Appl. Phys. Lett. **91**, 173120 (2007).
- [6] A. Schlenhoff *et al.*, Appl. Phys. Lett. **97**, 083104 (2010).
- [7] S. Blügel *et al.*, Phys. Rev. B **39**, 1392 (1989).

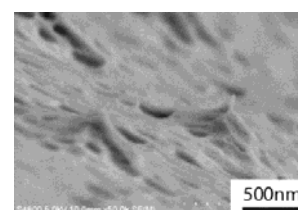


Fig. 1. SEM image of Cr/MgO tip arrays

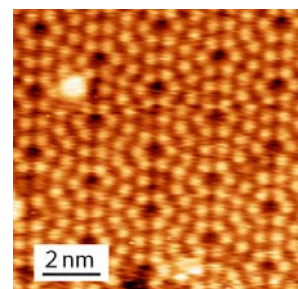


Fig. 2. STM image of Si(111) surface

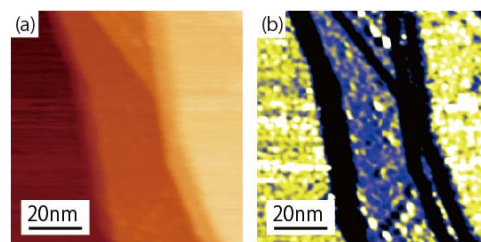


Fig. 3. (a) Topographic image of Cr(001) surface, and (b) simultaneously obtained dI/dV spin image.