

Cu(001)表面上に成長した MnN 超構造の電子状態 Electronic states of MnN superstructure on Cu(001) surface

中辻寛^{1,*}, 飯盛拓嗣², 小久保郁也¹, 小森文夫²

¹東京工業大学大学院総合理工学研究科, 〒226-8502 横浜市緑区長津田町 4259 J1-3

²東京大学物性研究所, 〒277-8581 柏市柏の葉 5-1-5

Kan Nakatsuji^{1,*}, Takushi Iimori², Ikuya Kokubo¹, and Fumio Komori²

¹Tokyo Institute of Technology, J1-3 4259 Nagatsuta-cho, Midori-ku, Yokohama 226-8502, Japan

²Institute for Solid State Physics, Univ. of Tokyo, 5-1-5 Kashiwanoha, Kashiwa 277-8581, Japan

1 はじめに

マンガン窒化物は他の 3d 遷移金属化合物と同様、様々な組成とそれに対応する磁性を示す興味深い物質群のひとつである。Cu(001)を基板としてマンガン窒化物を成長させると、図 1 のように 3.5 nm 周期で正方格子状に配列する 1 原子層厚さのマンガン窒化物周期ナノ構造を示すことがわかっている[1]。X 線光電子分光(XPS)等から、その組成は MnN であり、NaCl 型構造を基とする構造モデルが提案されている[2]。バルク MnN は層状反強磁性体なので、1 原子層の MnN は強磁性を示す可能性があり、また周期ナノ構造は MnN 成長に伴う格子歪みの緩和パターンと考えられることから、格子歪みや基板との相互作用が磁性に及ぼす影響も興味深い。我々は以前、分子研 UVSOR において X 線吸収分光(XAS)およびその磁気円二色性(XMCD)測定により、磁性を調べた。しかしながら Mn L 吸収端での XMCD シグナルは試料温度 5 K で 5 T の連続磁場下においても得られず、MnN 超構造は強磁性秩序を持たないことがわかった。そこで本研究では、XAS スペクトルの偏光及び温度依存性、内殻の XPS 測定等から、磁性と電子状態についてのさらなる知見を得た。

2 実験

実験は BL-13B の SES200 ステーションで行った。清浄な Cu(001)表面は Ar⁺スパッタリングとアニーリングで得た。1 原子層以上の窒素を N⁺イオンとして打ち込んだのち、1 原子層程度の Mn を室温で蒸着し、670 K までゆっくりと温度上昇させて 1 原子層厚さの MnN を成長させた。低速電子線回折(LEED)における MnN 超構造由来のスポットを確認後、XAS 及び XPS 測定を行った。

3 結果および考察

図 2 に Mn 3s XPS スペクトルを示す。比較のために測定した MnCu 表面合金の場合と同様な多重項分裂がみられることから、MnN には磁気モーメントが残っていることがわかる。一方、図 3 に示す XAS スペクトルの形状には Mn 2 価の特徴が良く表れている。これらの結果と、以前 XMCD 測定から明らかになった、強磁性秩序を持たないという結果とを

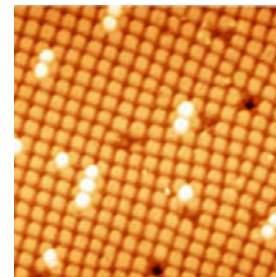


図 1 : MnN 超構造の STM 像(50 nm×50 nm)

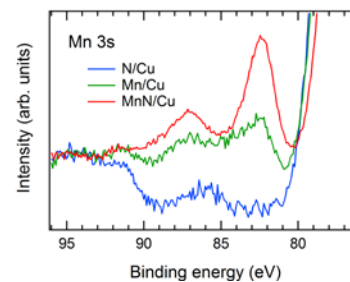


図 2 : Mn 3s XPS スペクトル

合わせると、Cu(001)表面上に成長した 1 原子層の MnN は反強磁性秩序をもつと考えられる。

一方、図 3 の XAS スペクトルには、入射偏光ベクトルが面内にある場合(0°)と面直成分をもつ場合(60°)とで、強い偏光依存性がみられた。これがもし反強磁性を反映した磁気線二色性なのであれば、ネール点以上で二色性が失われるはずであるが、実際にバルク MnN のネール温度(650 K)直下の 610 K まで昇温してもスペクトル形状に変化がみられなかった。したがってこの偏光依存性は反強磁性秩序を反映した磁気線二色性ではなく、MnN が 1 原子層しかないことによる結晶場の異方性を反映した二色性であると考えられる。

4 まとめ

Cu(001)表面上に成長した MnN 超構造の磁性と電子状態について調べた。以前行った XMCD と今回の Mn 3s XPS 及び Mn L 端での XAS 測定から、この

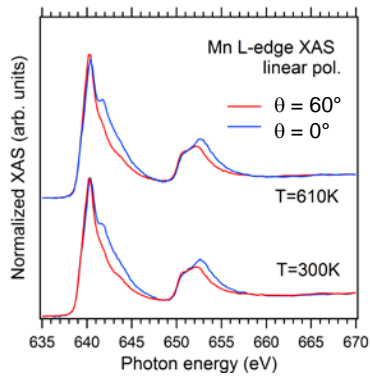


図 3 : Mn L 吸収端の XAS スペクトル

系は反強磁性秩序をもつこと、及び、XAS の入射偏光依存性は結晶場の異方性を反映したものであることが明らかとなった。

謝辞

実験にあたりビームライン担当の間瀬一彦先生、矢治光一郎博士、原沢あゆみ様に大変お世話になりました。ここに感謝致します。

参考文献

- [1] X. Liu *et al.*, Phys. Rev. Lett. **98**, 066103 (2007).
- [2] B. Lu *et al.*, Phys. Rev. B **76**, 245433 (2007).

* nakatsuji.k.aa@m.titech.ac.jp