

反強磁性酸化ニッケル薄膜中一次元格子欠陥における強磁性

Ferromagnetic one-dimensional lattice defects in antiferromagnetic NiO thin film

東大工¹, 名大量子², JFCC³, 東北大 WPI⁴ ○^(M)杉山 一生¹, 柴田直哉¹, 山本 剛久^{2,3}, 幾原 雄

— 1, 3, 4

Univ. Tokyo¹, Nagoya univ.², JFCC³, Tohoku Univ.⁴, [○]Issei Sugiyama¹, Naoya Shibata¹, TakahisaYamamoto^{2,3}, Yuichi Ikuhara^{1,3,4}

E-mail: sugiyama@sigma.t.u-tokyo.ac.jp

結晶中の一次元欠陥である転位は、塑性変形の素過程を担うことから、機械特性の観点から盛んに研究が行われてきた。一方で、電気磁気特性の観点からは、バルクの特性を阻害する要因として排除するための努力がなされてきた。このような現状に対し、本研究では転位が微細な一次元の構造であることに着目し、転位における構造の乱れを積極的に利用して新規物性を付与することを考える。特に、典型的な室温反強磁性体である酸化ニッケルに着目し、酸化ニッケル単結晶に転位を導入することで、バルクと異なる特異な磁性を局所的に発現させることを目的とした。

酸化ニッケルの単結晶薄膜を、格子定数が異なる SrTiO₃ 単結晶基板上にパルスレーザー堆積法により成膜することで、自発的に転位が導入された。SrTiO₃ と比べて格子定数差が小さい KTaO₃ 基板上に成膜を行うと、転位密度が低下した。更に、熱処理温度を制御することにより、転位を亜粒界状に配列することに成功した。これらの試料に対して磁気力顕微鏡(MFM)観察を行ったところ、図に示すように転位及び亜粒界において特異なコントラストが観察された。NiO のバルク領域は反強磁性を示し、自発磁化を持たないことから、このコントラストは転位、亜粒界において自発磁化が存在することを示していると考えられる。様々な磁場を印加した後に MFM 観察を行ったところ、転位において自発磁化が存在し、外部磁場によって自発磁化が反転したことから、転位において局所的に強磁性が発現していることが明らかになった。また、自発磁化の反転には 4 T を超える非常に大きな外部磁場が必要であり、大きな保持力を有していることがわかった。このような特異な物性は、強磁性を有する転位と反強磁性体であるバルクの NiO とが境界なく接していることによる、交換バイアス効果と同様の現象により発現しているものと考えられる。これらの測定結果は、転位の密度や配置に依存しなかったことから、転位における強磁性は転位間の距離に依存しないものであることが明らかになった。

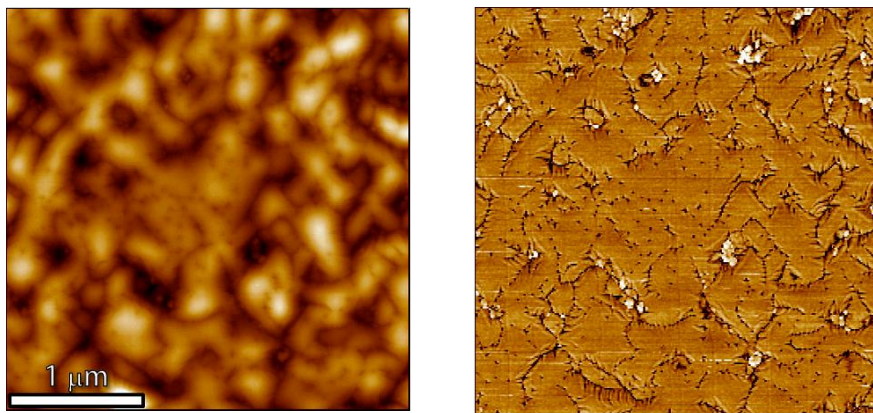


図 AFM 高さ像及び同領域における MFM 位相像

[1] I. Sugiyama, *et al.*, Nature Nanotechnol. **8** (2013) 266