

「反強磁性NiO膜における転位の強磁性の起源解明」

^a東京大学, ^b東北大学, ^c名古屋大学

杉山一生^a, 柴田直哉^a, Z. Wang^b, 小林俊介^b, 山本剛久^c, 幾原雄一^a

【研究目的】

エレクトロニクスの進化はプロセスの微細化により実現されてきたが、現在、微細化の限界が近づきつつあり、新たに原子スケールで動作するデバイスの研究開発が求められている。研究グループではこれまで、さまざまな材料中に存在する一次元の線状欠陥である転位を活用した原子レベルの導線開発を行っているが、この度強磁性となる転位を新たに発見したため、その強磁性の起源をSTEM, EELSなどを駆使した構造解析により明らかにした。このような転位磁性は将来的に高密度の記録媒体などへの応用が期待できる。

【成果】

格子定数が異なる基板の上に、パルスレーザー堆積法を用いて酸化ニッケルの薄膜を成膜し、多数の転位を薄膜中に導入した。その転位の磁気物性を調べた結果、転位が強磁性を示していることが確認された。また、磁場を逐次印加した後に磁気力顕微鏡観察を行い、4Tの保持力を有することがわかった。

STEM観察およびEELS分析の結果、転位コアにおいてNi空孔の存在が確認され、その空孔の存在に伴う構造変化によって転位における強磁性を説明できることが明らかとなった。この構造を元に理論計算を行った結果、強磁性となることが理論的にも確認された。本成果は2013年のnature nanotechnology誌に掲載された。

(Sugiyama et al., nature nanotechnology DOI:10.1038/NNANO.2013.45)

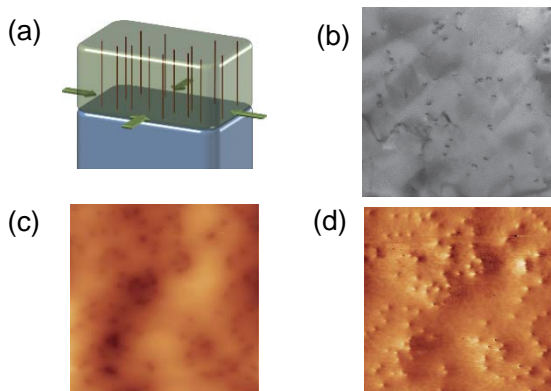


図1 (a)格子定数が異なる基板の上に薄膜を成膜することで、自発的に転位が導入されることを示す模式図。(b)は(a)の透過型電子顕微鏡像。黒い点が転位に相当する。(c)薄膜表面の原子間力顕微鏡像。明るいところが周囲と比べて高く、暗いところが低い領域を表す。表面に多数のくぼみがあることがわかる。(d)は(c)の磁気力顕微鏡像で、(c)で観察されている転位の位置で周囲と異なる磁気応答が観察されていることがわかる。この像より、転位が強磁性(磁石としての性質)を示していると判断できる

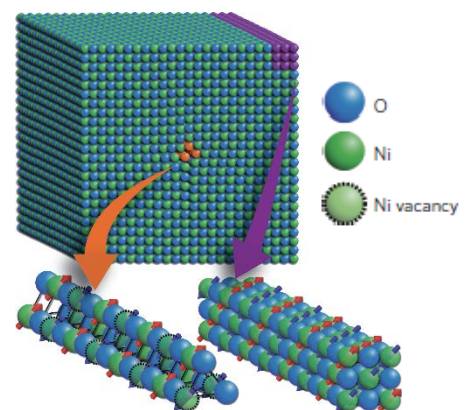


図2 転位におけるスピン配列の模式図。紫で示したバルク領域では上向きスピンと下向きスピンの交互に配列し、磁石としての性質を持たないが、オレンジで示した転位コアにおいては下向きスピンのNiサイトに空孔が導入され、下向きスピンよりも上向きスピンの数が多くなることで強磁性を発現している