

(La,Pr,Ca)MnO₃ ナノウォール細線における超巨大磁気抵抗効果と電子相の挙動解明

Investigation of the electronic phase behaviour and colossal magnetoresistance in (La,Pr,Ca)MnO₃ nanowall wires

阪大産研 ○藤原 康司, 服部 梓, 藤原 宏平, 田中 秀和

ISIR, Osaka Univ. ○Yasushi Fujiwara, Azusa N. Hattori, Kohei Fujiwara, Hidekazu Tanaka

E-mail: fujiwara77@sanken.osaka-u.ac.jp

[はじめに] 金属-絶縁体転移(MIT)に伴う超巨大磁気抵抗効果を発現する強相関電子系酸化物 (La,Pr,Ca)MnO₃ (LPCMO) においては、数十～数百 nm スケールの強磁性金属相・電荷秩序絶縁体相の2つの電子相ドメインが競合しており[1]、系のサイズを減少させることによりマイクロスケール薄膜では観測し得ない少数の電子相の挙動に由来する新奇な磁気伝導現象の創出が期待される。これまでに μm ~sub- μm の細線構造において階段状の磁気抵抗効果が観測されているが[2]、ナノスケール電子相の挙動との関係は明らかになっていない。今回、我々が開発した 10 nm 級でサイズ制御可能な 3 次元ナノテンプレート PLD 法[3]により、単一電子相サイズ以下の幅を有する LPCMO ナノウォール細線構造を作製した。ナノウォール細線で観測された特異な超巨大磁気抵抗効果が、ランダムレジスタネットワークシミュレーションによる電子相の挙動解析に基づくその発現機構を報告する。

[実験と結果] 3次元 MgO ナノテンプレート基板上に、LPCMO エピタキシャル極微ナノウォール細線

構造を作製した。図 1 に作製した線幅 50 nm、高さ 250 nm の LPCMO ナノウォール細線の SEM 像を示す。X 線回折により、LPCMO ナノ細線が MgO 基板上的エピタキシャル薄膜と同等の結晶性であることを確認した。LPCMO ナノウォール細線磁気抵抗(MR)測定結果を図 2(a)に示す。ナノウォール細線では薄膜には見られない急峻な MR 変化(図 2(a)矢印)が現れた。図 2(b)に示す、金属電子相と絶縁体電子相を一次元配列させ相転移を

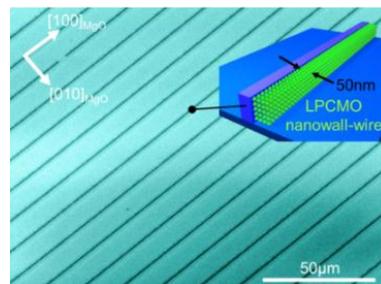


図 1 線幅 50 nm の LPCMO 極微ナノウォール細線構造

進行させたシミュレーションの結果と一致していることから、急峻な MR 変化はナノウォール生前空間に閉じ込められた単一の絶縁体電子相の MIT に由来すると考えられる。本講演では、解析シミュレーションおよび線幅依存 MR の結果を報告するとともに、電子相の挙動について議論する。

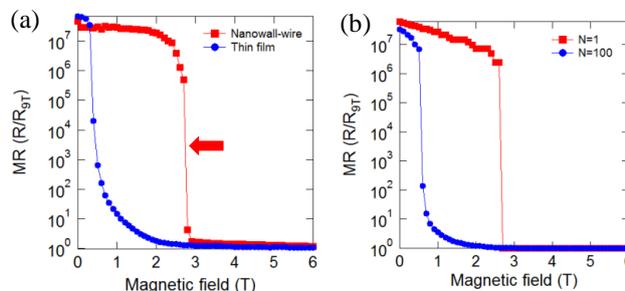


図 2 ナノウォール細線構造(■)と薄膜(●)の 60K での超巨大磁気抵抗の(a)実験結果および(b)シミュレーション結果

参考文献: [1] M. Uehara et al., Nature **399**, 560 (1999), [2] Y. Yanagisawa et al., Appl. Phys. Lett. **89**, 253121 (2006), [3] Y. Fujiwara et al., Jpn. J. Appl. Phys. **52**, 015001 (2013)