

課題番号 : F-15-OS-0012, S-15-OS-0011
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 機能性酸化物を用いたナノ構造体作製
 Program Title (English) : Fabrication of functional oxide nano-structures
 利用者名 (日本語) : 神吉 輝夫、服部 梓、佐久間 美智子、Naguyen Thi Van Anh、Wei Tingting、左海康太郎、中村 拓郎、坪田 智司、中澤 密、李 明宇、近成 将司、林 慶一郎、樋口敬之
 Username (English) : Teruo Kanki, Azusa Hattori, Michiko Sakuma, Naguyen Thi Van Anh, Wei Tingting, Koutaro Sakai, Takuro Nakamura, Satoshi Tsubota, Hisoka Nakazawa, Li MingYu, Masashi Chikanari, Keiichirou Hayashi, Yoshiyuki Higuchi
 所属名 (日本語) : 大阪大学 産業科学研究所
 Affiliation (English) : ISIR, Osaka University

1. 概要 (Summary)

機能性酸化物薄膜のナノスケール化は、電子相転移制御や量子効果等のナノ物性の興味に加え、低電力駆動、高集積化に直結する重要な課題である。そこで、我々は、酸化物トップダウン・ボトムアップナノテクノロジーを融合した技術的方法論を確立し、酸化物ナノ構造の作製、及び新奇ナノエレクトロニクスの開拓を行っている。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】 ナノインプリント装置 (UV-NIL)、リアクティブイオンエッチング装置、MBE、イオンミリング装置

【実験方法】

上記装置群を用いて酸化物薄膜の微細加工を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

超巨大磁気抵抗 Mn 酸化物でのナノ構造増感効果
 $(\text{La,Pr,Ca})\text{MnO}_3$ (LPCMO)は、外部磁場の印加により、電荷秩序絶縁相から強磁性金属相へと電子状態が変化し、超巨大磁気抵抗効果を示す。Fe 酸化物とともに遷移金属酸化物を代表する磁気抵抗材料であり、次世代省電力デバイスの要素として注目を集めている。我々は、独自技術である3次元ナノテンプレート PLD 法により創成した LPCMO の 50 nm 線幅細線構造

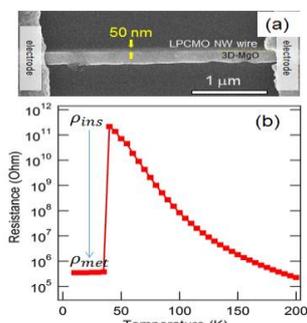


Fig.1 (a) Top-view SEM image of an LPCMO NW. (b) RT curves for LPCMO NW

(Fig.1(a))で、単一ナノ電子相の急峻な抵抗変化の観測に初めて成功した(Fig.1(b))。ナノ細線の表面に蛍光分

子である rhodamine6G を数 nm 塗布し、走査型電子顕微鏡 (SEM) 電子線による電子励起時の表面分子と試料表面のエネルギー転送を利用したカソードルミネッセンス (CL) マッピング測定により、ナノ細線中の金属/絶縁体相分離状態の観察にも成功した。Fig. 2 に示すようにナノ

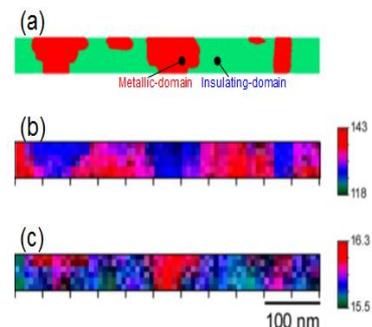


Fig. 2(a) Schematic image of metal and insulator domain arrangement in LPCMO NW at 150 K. CL intensity mapping for 10 nm R6G deposited LPCMO NW sample with 50 nm width. The images show the integrated sum of CL intensities (b) from 450 to 520 nm and (c) from 680 to 705 nm in wavelength.

細線中では 70-200 nm サイズの電子相ドメインが一次元配列しており、ナノ細線での抵抗率の上昇が物性の起源であるナノ電子相ドメインをナノ構造中に閉じ込めた「ナノ構造増感効果」であることを発見した。これは、機能発現の最小単位であるナノ電子相ドメインを隔離して物性を抽出することで、金属酸化物のナノ電子相物性をデバイス機能選択・増幅原理として新たに取り入れ、材料のポテンシャルを最大に引き出したナノエレクトロデバイスが実現できることを示唆している。

4. その他・特記事項 (Others) なし。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) A.N. Hattori and H. Tanaka et al. Nano Lett., Vol. 15 (2015) p.p.4322-4328.

6. 関連特許 (Patent) なし。