

課題番号 : F-14-OS-0010、S-14-OS-0007
 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) : 田中 秀和、神吉 輝夫、服部 梓、藤原 宏平、岩城 文、佐久間 美智子、Naguyen Thi Van Anh、Wei Tingting、山崎 翔太、堀 竜也、佐々木 翼、左海 康太郎、中村 拓郎、坪田 智司、中澤 密
 Username (English) : Hidekazu Tanaka, Teruo Kanki, Azusa Hattori, Kohei Fujiwara, Aya Iwaki, Michiko Sakuma, Naguyen Thi Van Anh, Wei Tingting, Shota Yamasaki, Tatsuya Hori, Tsubasa Sasaki, Koutaro Sakai, Takuro Nakamura, Satoshi Tsubota, Hisoka Nakazawa
 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 (Eitre 3)、リアクティブイオンエッチング装置(RIE-10NOU)

・実験方法 上記装置や MBE、イオンミリング装置等を用いて、酸化物薄膜の微細加工を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

(La,Pr,Ca)MnO₃ (LPCMO)は、磁場印加により、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。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、THz 時間領域分光 (THz-TDS)測定から強相関物質の金属絶縁体転移 (MIT)過程の定量的な伝導度変化と相状態の割合変化と併せて導出できる解析モデル式(1)を確立した。

$$\sigma_{THz}(\omega, T) = (1 - X(T))(\sigma_0^I(T) + A\omega^{0.5}) + X(T)\frac{\sigma_0^M(T)}{1 + \tau^2\omega^2} \quad (1)$$

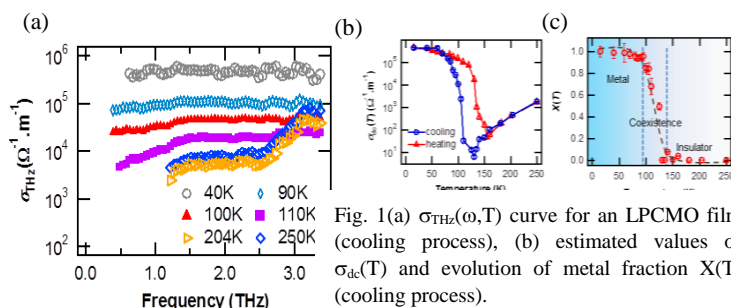


Fig. 1 (a) $\sigma_{THz}(\omega, T)$ curve for an LPCMO film (cooling process), (b) estimated values of $\sigma_{dc}(T)$ and evolution of metal fraction $X(T)$ (cooling process).

LPCMO 薄膜の THz 伝導度スペクトル (Fig.1(a)) から、モデルを用いて系の dc 伝導度 (Fig.1(b))、MIT による金属相の変化 (Fig.1(c)) を定量的に導出することに成功した。現在、LPCMO ナノ構造体試料の THz-TDS 測定に取り組んでおり、ナノ構造に起因する劇的な新現象・巨大物性の探索を試みている。

また、構成元素の置換や酸素不定比性の制御を利用して物質の電子特性を制御する手法は化学ドーピングと呼ばれ、当研究グループでは、化学ドーピングをデバイス中で電氣的に駆動する技術の開発に取り組んでいる。今年度は、 $Zn_xFe_{3-x}O_4$ 薄膜の Zn 組成 x 依存性の評価を進め、ゲート電界が引き起こす酸化還元 (不揮発性) と静電ドーピング (揮

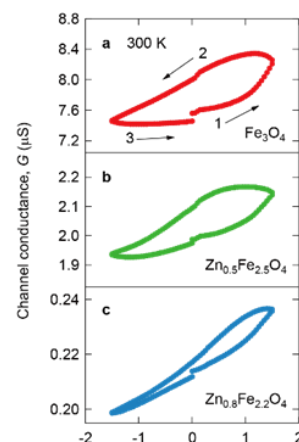


Fig. 2. Gate/ V_G (voltage (V_G)) dependencies of G measured for the electric-double-layer devices fabricated with $Zn_xFe_{3-x}O_4$ films of $x=0$ (a), 0.5 (b), and 0.8 (c).

発性)の相対的強度を x で制御できることを明らかにした。酸化物が示す多彩な電子機能と酸化還元の不揮発性を組み合わせたユニークな三端子デバイスの創出に向けた有用な知見になると期待される。

4. その他・特記事項 (Others)

・用語説明

- 1) 超巨大磁気抵抗効果・・・磁場印可により、大きく電気抵抗が変化する効果。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし