

課題番号(Number of project) : F-21-HK-0008
利用形態(Type of user support) : 機器利用
利用課題名(日本語) : 新原理電子デバイスの開拓に向けた機能性無機材料の微細加工プロセス開発
Program Title (English) : Microfabrication of inorganic functional materials
toward their novel electronics applications
利用者名(日本語) : 福地厚, 有田正志
Username (English) : A. Tsurumaki-Fukuchi, M. Arita
所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究院
Affiliation (English) : Faculty of Information Science and Technology, Hokkaido University
検索キーワード : エピタキシャル成長, 金属絶縁体転移, ルテニウム酸化物, 成膜・膜堆積

1. 概要 (Summary)

強相関電子系酸化物をはじめとする各種の機能性無機材料に対して微細加工実験を行う事で、各材料が持つ電気抵抗変化現象を利用した新原理電子デバイスの開発を試みた。ナノグラニューラ薄膜単電子デバイス、平面型抵抗変化メモリ、モットメモリスタの三種類を対象に、北海道大学情報科学研究院と電子科学研究所の設備を用いて、微細構造の作製実験を実施した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

パルスレーザー堆積装置 PAC-LMBE, 超高精度電子ビーム描画装置 ELS-F125, 両面マスクアライナ MA-6, ICP 加工装置 EIS-700, 反応性イオンエッチング装置 RIE-10NRV

【実験方法】

北海道大学電子科学研究所クリーンルームにおいてパルスレーザー堆積装置によるアモルファス前駆体薄膜の製膜を行い、その後自グループにおいてアニール処理を行う事で、新原理モットメモリスタのスイッチング層となる電流誘起金属・絶縁体転移物質 Ca_2RuO_4 のエピタキシャル薄膜を作製した。また電子ビーム描画装置及び両面マスクアライナを用い数 nm の微細電極パターンを描画し、その後反応性イオンエッチング装置によるエッチングを行う事で、ナノグラニューラ薄膜単電子デバイスと平面型抵抗変化メモリ素子の作製を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

PAC-LMBE により室温で前駆体薄膜を堆積させた後、管状炉を用いて 1.0 atm の Ar + O₂ 雰囲気下で非真空固相エピタキシャル成長を行う事で、 Ca_2RuO_4 の良質エ

ピタキシャル薄膜の成長を達成した。作製した Ca_2RuO_4 薄膜では、電流誘起による金属絶縁体転移が明瞭に観測されたとともに、その転移速度がバルク体と比べて約 10⁵ 倍高速化されることが明らかとなり、モットメモリスタをはじめとする速度制御型のデバイスに対して有望な応用可能性を持つ事が示された。

4. その他・特記事項 (Others)

・競争的資金

(1) 科研費 基盤研究(C) 19K04484

・本研究の実施にご協力を頂きました松尾保孝教授、大西広様 (北海道大学)に感謝致します。

・他の機関の利用: 九州大学(A-21-KU-0398)

・共同研究者: 静岡大学 電子工学研究所 猪川洋教授

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) A. Tsurumaki-Fukuchi *et al.*, *ECS Transactions* **104**, 93–101 (2021).

(2) K. Tsubaki *et al.*, *2021 International Conference on Solid State Devices and Materials (SSDM2021)*, I-2-02, online, Sep. 2020.

6. 関連特許 (Patent)

なし。