

課題番号 : F-19-HK-0010  
 利用形態 : 機器利用  
 利用課題名(日本語) : 機能性無機材料の微細加工による脳型コンピューティング機能の探索  
 Program Title (English) : Exploration of brain-inspired computing functionalities via microfabrication of functional inorganic materials  
 利用者名(日本語) : 福地厚, 有田正志, 高橋庸夫  
 Username (English) : A. Tsurumaki-Fukuchi, M. Arita, Y. Takahashi  
 所属名(日本語) : 北海道大学大学院情報科学研究院  
 Affiliation (English) : Graduate School of Information Science and Technology  
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、抵抗変化型メモリ、単電子デバイス、TEM その場観察

## 1. 概要(Summary)

各種の機能性無機材料に対して微細加工実験を行う事により、各材料が持つ電気抵抗変化現象の脳型コンピューティング素子としての応用可能性を評価した。ナノグラニューラー薄膜単電子デバイス、平面型抵抗変化メモリ素子、モット転移型抵抗変化メモリ素子の三種類を対象に、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、微細デバイス構造の作製実験を実施した。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置 ELS-F125, 電子ビーム描画装置 ELS-3700, 両面マスクアライナ MA-6, ICP 加工装置 EIS-700, ダイサー, パルスレーザー堆積装置 PAC-LMBE

### 【実験方法】

電子ビーム描画装置及び両面マスクアライナを用いて数 nm スケールの微細電極パターンを描画し、その後 ICP 加工装置によるエッチングを行う事で、ナノグラニューラー薄膜単電子デバイスおよび平面型抵抗変化メモリ素子の作製を行った。またパルスレーザー堆積装置による製膜によって、モット転移型抵抗変化メモリのスイッチング層となる  $\text{Ca}_2\text{RuO}_4$  薄膜を作製した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した Fe ナノグラニューラー薄膜単電子デバイスの構造を Fig. 1(a)に示す。このデバイスではナノギャップ電極の間に、数百～数千個の Fe ナノドットが形成されている。このデバイスに対して上下 2 つのゲート電極から電圧を印加した結果、いずれのゲート電極を用いてもドットアレイ内の単電子輸送を制御する事に成功した(Fig. 1(b))。

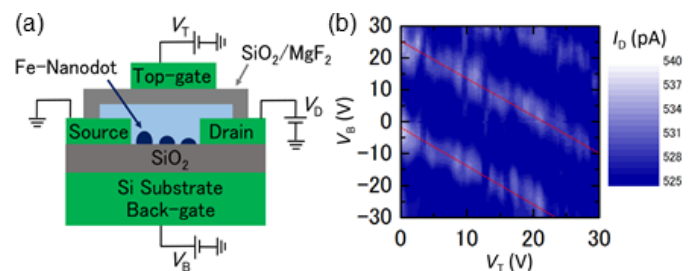


Fig. 1 (a) Schematic illustration of a double-gate single-electron transistor device composed of a monolayer granular film of Fe. (b) Contour plot of the drain current ( $I_D$ ) as function of the top-gate ( $V_T$ ) and the back-gate ( $V_B$ ) voltage.

## 4. その他・特記事項(Others)

・競争的資金

- (1) 服部報公会 工学研究奨励援助金
- (2) 科研費 基盤研究(C) 19K04484

・本研究課題の実施に辺り多くのご協力を頂きました松尾保孝教授、大西広様、アグススバギョ様(北海道大学)に感謝致します。

・他の機関の利用: 九州大学

・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) M. Arita, *et al.*, *Proc. 2019 IEEE 11th International Memory Workshop.* (2019). DOI: 10.1109/IMW.2019.8739389
- (2) S. Muto, *et al.*, Initialization process of Cu-based  $\text{WO}_x$  conductive bridge RAM investigated via in situ transmission electron microscopy, *Jpn. J. Appl. Phys.* (published online).

## 6. 関連特許(Patent)

なし。