

課題番号 : F-14-OS-0043  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : ボロン-リン同時ドーピング Si ナノ結晶を使った単電子素子の試作  
Program Title (English) : Fabrication of single-electron devices with boron and phosphorus co-doped Si nanocrystals  
利用者名(日本語) : 加納 伸也<sup>1)</sup> 東川 泰大<sup>2)</sup>  
Username (English) : S. Kano<sup>1)</sup> Y. Higashikawa<sup>2)</sup>  
所属名(日本語) : 1) 神戸大学大学院工学研究科 2) 神戸大学電気電子工学科  
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Engineering, Kobe University 2) Department of Electrical and Electronic Engineering, Kobe University

## 1. 概要(Summary)

量子サイズ効果を用いた単電子素子は、クーロンブロック現象によるオフ電流の抑制に起因する低消費電力動作が期待できる。しかし、現在までに室温で単電子現象を再現性良く示すことができる単電子素子の作製は達成されていない。(参考文献1) 利用者の所属しているグループでは、ホウ素とリンを同時にドーピングした Si ナノ結晶(ボロン-リン同時ドーピング Si ナノ結晶)を作製している。このボロン-リン同時ドーピング Si ナノ結晶を、単電子素子のクーロン島として利用することで、単電子素子の動作温度の向上を期待することができる。本研究では、ボロン-リン同時ドーピング Si ナノ結晶を用いた単電子素子の形成を目的とし、大阪大学ナノテクノロジー設備共用拠点の設備を利用して、微細電極作製の条件出しを行った。

## 2. 実験(Experimental)

### ・利用した主な装置

F03 電子ビームリソグラフィ装置、F10 ナノ薄膜形成システム(EB 蒸着/アークプラズマ蒸着)

### ・実験方法

15mm 角に切り出した熱酸化膜付 Si 基板に対して、O<sub>2</sub> プラズマ処理を施し、表面をクリーニングした。次に、ZEP520A(ZEON Chemicals)と ZEP-A(アニソール)を1:2に混合した電子ビームレジストを、基板上にスピニングした。次に、電子ビームリソグラフィ装置を用いて、電極間隔 20, 30, 50 nm を設計値とするナノギャップ電極パターンを電子ビーム描画した。描画後には、ZED-N50(ZEON Chemicals)を用いて現像を行った。現像時間は 90 秒とした。最後に、ナノ薄膜形成システムを用いて、金属蒸着を行った。蒸着金属は、Cr (5 nm)/Au(20 nm)とした。蒸着を行った後、ZDMAC(ZEON Chemicals)中に基板を 3 時間浸漬させ、レジス

トをリフトオフした。完成した電極は、電子ビームリソグラフィ装置の走査電子顕微鏡機能を用いて、構造評価を行った。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Figure 1 に作製した微細電極の走査電子顕微鏡像を示した。今回の試行的利用事業において、電極間隔 50 nm の微細電極が作製できる条件を見出した。

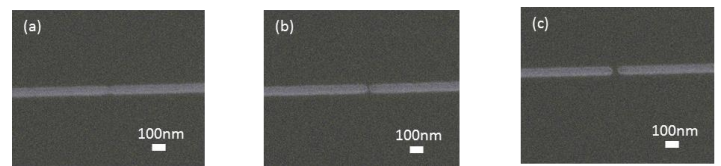


Figure 1 Scanning electron microscopy images of nanogap electrodes. Designs of nanogap separation are (a) 20 nm, (b) 30 nm, and (c) 50 nm, respectively.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- (1) S. Kano, et al. Nanotechnology 26 045702 (2015).
- (2) H. Sugimoto, et al. J. Phys. Chem. C 117 11850 (2013).

### ・謝辞

微細電極作製の補助を行っていただいた、大阪大学ナノテクノロジー設備共用拠点の柏倉美紀様、法澤公寛様に感謝申し上げます。

本研究は科学研究費補助金 研究活動スタート支援(No. 26886008)、公益財団法人カシオ科学振興財団の助成を受けたものである。

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

## 6. 関連特許(Patent)

なし。