

課題番号 : F-14-OS-0056
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : Si ナノ結晶を単電子島とした単電子素子の形成
Program Title (English) : Fabrication of single-electron devices with Si nanocrystals
利用者名(日本語) : 加納 伸也¹⁾ 東川 泰大²⁾
Username (English) : S. Kano¹⁾ Y. Higashikawa²⁾
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)

粒径が nm オーダーである半導体ナノ結晶の機能開発とその素子応用が盛んに研究されている。量子サイズ効果を用いた単電子素子は、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) 利用者のグループは、ホウ素とリンを同時にドーピングした Si ナノ結晶(P, B 同時ドーピング Si ナノ結晶)を作製している(参考文献2)。この P, B 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が期待できる。これまでに我々は、大阪大学ナノテクノロジー設備共用拠点の電子ビームリソグラフィー装置を用いて、微細電極の作製を行ってきた。本研究では、P, B 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、共用拠点設備を利用して、微細電極の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

F03 電子ビームリソグラフィー装置、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、O₂ 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、基板の上にスピニングした。次に、電子ビームリソグラフィー装置を用いて、電極間隔 50 nm, 先端電極幅 100 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、走査電子顕微鏡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。電極間隔が 50 nm のサイドゲート付微細電極が作製できたことがわかる。今後、この電極を単電子素子作製プロセスに使用していく。

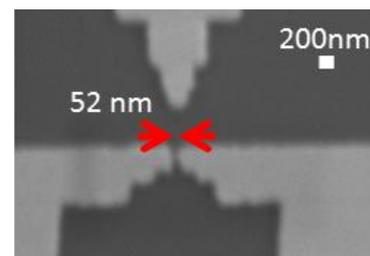


Figure 1 Scanning electron microscopy images of nanogap electrodes.

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きました、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。