

課題番号 : F-19-RO-0040
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : ナノワイヤバイオセンサの作製
Program Title (English) : Fabrication of nanowire biosensors
利用者名(日本語) : 田畑美幸、宮原裕二
Username (English) : M. Tabata, Y. Miyahara
所属名(日本語) : 東京医科歯科大学 生体材料工学研究所
Affiliation (English) : Institute of Biomaterials and Bioengineering, Tokyo Medical and Dental University
キーワード/Keyword : ナノワイヤトランジスタ、バイオセンサ、成膜、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

バイオセンサの検出対象となる生体分子は主にイオン、たんぱく質、核酸、細胞、糖など、数ナノから数十マイクロメートル程度の大きさを有する分子である。疾患の多様性を理解するためにはシングルセンシングが求められる場合もあり、センシング部位の微小化やセンシング領域を厳密に規格化することが求められる。本申請においては、特にナノワイヤバイオセンサにおけるナノワイヤトランジスタの部分の試作を行い、絶縁膜層の評価を行った。

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、マスクレス露光装置、LPCVD 装置(SiN 用)、真空蒸着装置、スパッタ装置(Al 用)、イオン注入装置、インプラ後アニール炉、酸化炉、PMA 炉、エッチング装置(RIE SiO₂ 用)

【実験方法】

SOI 基板のトップ Si 層の熱酸化を行い、層の薄膜化を行った後、超高精度電子ビーム描画装置を用いてアライメントマークの形成を行った。それをマスクにエッチング装置を用いてマークのエッチングを行った。引き続き、超高精度電子ビーム描画装置およびエッチング装置を用いてナノワイヤトランジスタのチャネル及びソース・ドレイン領域のエッチングを行った。次に、ナノワイヤトランジスタのソース・ドレイン領域の形成するため、酸化炉を用いてインプラシールド酸化膜を形成した。その後、超高精度電子ビーム描画装置を用いてネガレジストにインプラマスクパターンの露光を行い現像した。このレジストパターンをマスクにして、イオン注入装置を用いて As⁺ をイオン注入し、酸化炉を用いて、活性化アニールを行った。その後酸化炉を用いて、ゲート酸化膜を形成し、続けて LPCVD 装置でゲート窒化膜を形成した。裏面に堆積した窒化膜を

CDE 装置で除去した後、表面にポジレジストを塗布し、超高精度電子ビーム描画装置によりコンタクトホールのためのパターンを露光し現像した。それをマスクにエッチング装置とバッファードフッ酸処理によってコンタクトホールを形成した。その後、アルミ電極をパターン化し、PMA 炉を用いて水素アニールを行った。最終的に、ナノワイヤ周辺に ZEP 窓を形成し、水溶液環境中でのトランジスタ動作確認を行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製したナノワイヤトランジスタの電気特性を評価した。ドレイン電流ーバックゲート電圧特性、ドレイン電ードレイン電圧特性共に良好な特性が得られた。

引き続き、参照電極を設置し水溶液環境中にてドレイン電流ーゲート電圧特性、ドレイン電流ードレイン電圧特性評価を行ったところ、いくつかのトランジスタにおいてはバックゲート測定とは異なる結果も認められた。現状、より深い理解のため測定を継続しており、将来的には得られた電気特性評価結果をファブリケーションへと反映する。

4. その他・特記事項(Others)

デバイス作製において技術支援していただいた田部井哲夫特任准教授(広島大学)、佐藤旦研究員(広島大学)、岡田和志研究員(広島大学)、山田真司研究員(広島大学)に深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。