

課題番号	: F-21-UT-0066
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: 電子線リソグラフィを用いた高感度バイオセンサ用ナノワイヤの作製
Program Title (English)	: Fabrication of nanowire for high-sensitive biosensor using electron beam lithography
利用者名(日本語)	: 曾根逸人, 張慧, 新井出海, 邱垂威, 丸山拓希, 新井貫人, 板橋芽比子
Username (English)	: H. Sone, H. Zhang, I. Arai, Y. Qiu, H. Maruyama, K. Arai, M. Itabashi
所属名(日本語)	: 群馬大学大学院理工学府
Affiliation (English)	: Graduate School of Science and Technology, Gunma University
キーワード/Keyword	: リソグラフィ・露光・描画装置、成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、バイオセンサ

1. 概要(Summary)

微量分析技術は理学、工学、医学の基盤技術であり、特に生化学や臨床検査の分野では、化学物質や生体分子の検出に必要不可欠である。これまで我々は、電子線(EB)リソグラフィを用いて Silicon on insulator (SOI) 基板への微細加工を行い、幅 80 nm の Si ナノワイヤ (SiNW) を形成し、fM レベルの超低濃度 IgG (抗体) の検出を確認した。さらなる高感度化には SiNW の細線化が必要なことから、本研究ではネガティブ EBレジストを用いた EB 描画および反応性イオンエッチング (RIE) により、SOI 基板に幅 50 nm 以下の SiNW を形成して超高感度バイオセンサを作製することを目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

汎用 ICP エッチング装置: CE-300I, 高速シリコン深掘りエッチング装置: MUC-21, 高密度汎用スパッタリング装置: CFS-4ES, ステルスダイサー: DFL7340(Si 用), 形状・膜厚・電気特性評価装置群: DektakXT

【実験方法】

フォトリソグラフィで Ti 電極を形成した n 型 SOI 基板上に EB リソグラフィにより、ネガティブ EB レジストの HSQ を用いたレジスト細線パターンを形成した。そして、それをマスクとして RIE によって Si デバイス層をエッチングして、SiNW を形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

今年度は EB 描画、RIE、ステルスダイサー等の装置利用のため 10 月末までに 3 回施設を訪問した(年度末までに追加利用予定)。電極を形成した SOI 基板への重ね EB 描画、RIE 等を実施した結果、Fig. 1(a)に示す平均幅 17.3 nm の SiNW 列が形成できた。その後、フォトリソグラフィで電極を絶縁して、外部電極へ配線を行った後、

SiNW センサ部に内径 2 mm の反応セルを取り付けて、周囲は絶縁樹脂で固めて、Fig. 1(b)に示すバイオセンサを完成させた。電流電圧測定でオーミック特性を確認した後、卵白アルブミンと免疫グロブリン G (IgG) の結合実験を行い、aM (=10⁻¹⁸ mol/L) レベルの超低濃度でも抵抗変化が得られることを確認した。

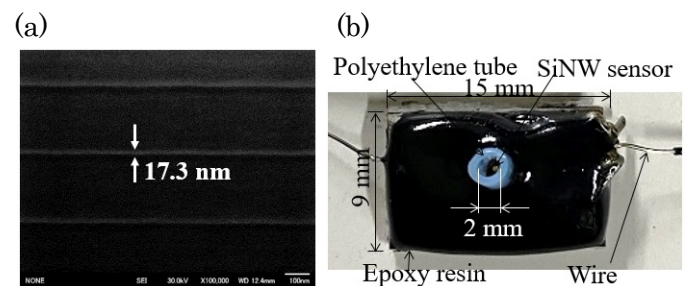


Fig. 1 SiNW sensor fabricated by EB lithography; (a) SEM image of SiNWs, (b) SiNW biosensor.

4. その他・特記事項(Others)

- ・共同研究者：群馬大学 大嶋紀安助教, 帝京平成大学 和泉孝志教授, 東京大学 坂田利弥准教授
- ・科研費 挑戦的研究(萌芽)「体液 1 滴中の多種生体物質を同時検出する超高感度 Si ナノワイヤバイオセンサの創製」, R2~4.
- ・科研費 若手研究「Si ナノワイヤの細線化とアスペクト比調整によるウイルス感染超早期診断の実現」, R3~5.
- ・科研費 基盤 B 「体外受精卵の成長をモニタリングするリング型マルチ卵重計の創製」, H30~R3.

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) H. Zhang, N. Kikuchi, N. Ohshima, T. Kajisa, T. Sakata, T. Izumi and H. Sone, ACS Appl. Mater. Interfaces, **12** (2020) 51808-51819.

6. 関連特許(Patent) なし