

課題番号 : F-20-NM-0073
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : 平行平板電極による免疫センサの開発
Program Title(English) : Performance Improvement of Cortisol Biosensor based on Carbon Nanotube
利用者名(日本語) : 大貫等
Username(English) : H. Ohnuki
所属名(日本語) : 東京海洋大学大学院海洋科学技術研究科
Affiliation(English) : Graduate School of Marine Sci. and Tech., Tokyo Univ. of Marine Sci and Tech.
キーワード/Keyword : バイオ&ライフサイエンス、リソグラフィ・露光・描画装置、バイオセンサ、カーボンナノチューブ、電気化学インピーダンス法

1. 概要(Summary)

カーボンナノチューブ(CNT)は高い電導性など優れた特性を持つことが知られている。また、酸化 CNT は多量のカルボキシル基を有することから、抗体などのタンパク質分子を表面に固定することが可能である。これらの性質を利用し、CNT を電極部材として様々なバイオセンサの開発が行われてきた。しかし、平坦な Au 電極表面に酸化 CNT を成膜したセンサが自己組織化膜(SAM)を成膜したセンサと比較し、どの程度の性能向上をもたらすかは、明確にされていない。

本研究では、酸化CNT を成膜した試料と SAM を成膜した試料の 2 種類を作製し、コルチゾールを検知するバイオセンサの作製を行った。センサの作製には平行平板電極を採用し、電気化学インピーダンス法を用いてセンサ特性の比較を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 125kV 電子ビーム描画装置、超高真空スパッタ装置、走査電子顕微鏡

【実験方法】

直径 2 mm の円形平板 Au 電極を蒸着し、さらに電極の縁を厚さ 10 μm の SiN で覆い作用極とした。これに対して、別の基板に同様に蒸着した直径 3 mm の円形平板 Au 電極を対極とし、2 枚を平行に重ね合わせることで平行平板構造とした。基板作製は、NIMS 微細加工 PF の技術代行に依頼した。ピラニア溶液で洗浄をした作用極表面に酸化 CNT をスプレー法で成膜した。次に EDC/NHS 溶液で酸化 CNT 上のカルボキシル基末端を活性化した後、抗コルチゾール抗体を固定した。さらに、未反応部分を Amino-PEG₃ でブロッキング処理を施し、センサとした。SAM(MUA:MCH=1:9)を用いた試料も成膜後は同様に表面上のカルボキシル基を活

性化して抗体を固定化した。作製した試料をコルチゾール溶液に浸漬し、濃度に対する抵抗の上昇率を測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

酸化 CNT 及び SAM を用いた試料のインピーダンスセンサ特性を Fig. 1 に示す。縦軸に表面抵抗の上昇率、横軸にコルチゾールの濃度を対数表示で示している。コルチゾール濃度が上昇するに伴い、上昇率が線形的に増加し、やがて吸着サイトが満たされ、一定値となる。酸化 CNT を用いた試料は SAM を用いた試料よりも高い上昇率を示した。また、SAM を用いた試料の最高検出濃度が 10^{-8} M であるのに対し、酸化 CNT はさらに高濃度での検出が可能であった。これらは、CNT の持つ優れた導電性や広い有効表面積に起因しているためと考えられる。以上から酸化 CNT を用いたセンサは SAM を用いたセンサよりも高感度かつ高濃度域で広い検出領域を有することが確認された。

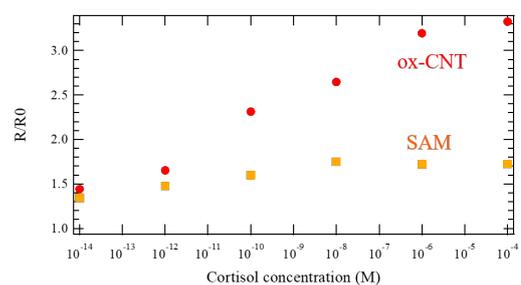


Fig. 1 Sensor characteristics of biosensors based on ox-CNT and SAM

4. その他・特記事項(Others)

研究成果最適化支援プログラム A-Step トライアウト

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

第 68 回応用物理学会春季講演会(2021)

6. 関連特許(Patent) なし