

課題番号 : F-14-NM-0097
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 微細くし形電極バイオセンサにおける自己組織化膜の影響
Program Title (English) : Enhancement of biosensing performance with mixed self-assembled monolayer
利用者名 (日本語) : 大貫 等
Username (English) : Hitoshi 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) : Tokyo University of Marine Science and Technology

1. 概要 (Summary)

近年、病原菌やアレルギー原因物質を検知可能なアフィニティ反応 (特異的な吸着反応) を捉えるバイオセンサは、医療分野における高い需要から活発な研究が行われている。しかしその測定には高価な装置を必要とする。本研究では、簡易なシステムで高精度なアフィニティセンサを構築する目的で、非標識測定が可能な電気化学インピーダンス(EIS) 法に着目し、この手法による新規 EIS バイオセンサの開発を行った。

ここではセンサの測定感度を向上させるため、微細くし形電極、自己組織化単分子膜(SAM)といった、マイクロスケールの微細加工技術およびナノレベルの分子膜作成技術をセンサ作製に用いる。すなわち、くし形電極上に SAM 膜を形成し、その表面に抗体などの特異的な分子認識機能を持つ生体分子を化学結合させてセンサとした。EIS バイオセンサは、この表面に特異結合する抗原などの吸着量を表面インピーダンスの変化として捕らえることが可能である。

これまでの研究より、本センサの感度には SAM 膜の性質が大きく関与していることが推定されている。具体的には、均一な SAM 膜より乱れの多い不均一な SAM のほうが、高いセンサ特性が安定して得られる場合が多いことが経験的に判明している。この傾向は、他の QCM (Quartz Crystal Microbalance) や赤外反射吸収法によるセンサ開発においても報告されており、不均一な SAM 膜の方が分子吸着量が多いのではないかと推定がなされている。

この点を確認するため、本研究では長さの異なるアルキル鎖を持つ 2 種類の分子を混合した SAM 膜を形成し、それらの EIS バイオセンサの特性を評価した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

全自動スパッタ装置、高速マクスレス露光装置

【実験方法】

ガラス基板上に楕型のパターンをフォトリソグラフィーにより形成した (Ti 40nm, Au 200nm). この電極表面上に、C₁₁ の長いアルキル鎖を持つ 11-Mercaptoundecanoic acid (MUA) と C₆ の短いアルキル鎖を持つ 6-Mercapto-1-hexanol (MCH) を 1:5 の分子数比で混合したエタノール溶液を用い、SAM 膜を形成した。MUA の COOH 末端基をさらに EDC/NHS 反応により活性化し、Protein G を化学結合させた。Protein G は免疫グロブリン G (IgG) と特異的な結合を形成する。すなわち本試料は IgG センサとして動作する。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に表面抵抗値の IgG 濃度依存性を示す。100 ng/ml 以下の IgG 濃度範囲において、表面抵抗は IgG の指数濃度に関して直線的に増加した。さらにこれより上の濃度では変化幅はゼロとなり、Protein G の IgG 吸着サイトが飽和していることを示している。これらの振る舞いは、本試料の高いセンサ特性を反映している。一方、MPA のみで構成された SAM に関しては表面抵抗の直線的な依存性は見出せなかった。

以上の結果より、不均一な MUA/MCH 混合 SAM の方が良好なセンサ特性を与えることが分かった。

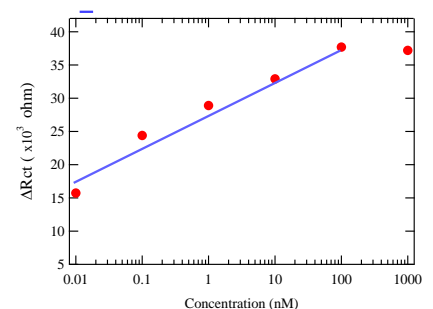


Fig. 1. Calibration curve of the IgG sensor

4. その他・特記事項 (Others)

なし

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし

6. 関連特許 (Patent)

なし