

課題番号 : F-15-NM-0092
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : マイクロギャップ平行平板電極による免疫センサの開発
Program Title (English) : Development of impedance biosensors with parallel plate electrodes system
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研究科
Affiliation (English) : The Graduate School of Marine Science and Technology,
Tokyo University of Marine Science and Technology

1. 概要 (Summary)

マイクロメートルサイズの狭いギャップ幅を持つ楕円電極を、サイクリック・ボルタンメトリー (CV) 法などの電気化学測定に適用すると非常に大きな電流値が得られる。その理由は、活性種が酸化側電極と還元側電極の間で繰り返し酸化還元反応を行うレドックスサイクルが狭いギャップ間で形成されるためであり、この現象を利用したマイクロ分析システムやバイオセンサなどの応用展開がなされてきた。

一方このような楕円電極の欠点として、電場分布が楕円の側面に集中してしまう点があげられる。すなわち、リフトオフプロセスにより乱れた表面となる側面部の不安定性が直接シグナルに影響を及ぼす欠点がある。他方、平滑な表面である中央表面部分は信号寄与がほとんどできない電場分布であり、測定上、非常に不利な電場分布を形成する。

我々はこれまで微細楕円電極を用いてその表面に抗体を固定化し、ここに特異吸着する抗原の量を表面インピーダンスの変化として捉える電気化学インピーダンス法によるバイオセンサの開発を行ってきた。表面状態に大きく左右される本手法は、上記の乱れた側面の影響を受けやすく、測定の不安定性の原因の一つとなってきた。そこで今回、マイクロギャップを一对の平行平板型電極間で実現する特殊基板の開発を行い、これを電気化学測定により評価した。このような平行平板型の配置では、電場が平滑な表面上に様に分布すると考えられ、さらに狭い電極間ギャップが実現できればレドックスサイクルが高速回転可能なため信号増強が期待できるからである。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】(NIMS 微細加工 PF)

全自動スパッタ装置, 高速マスクレス露光装置, ダイシン

グソー, 3次元測定レーザー顕微鏡

テンパックス基板上に直径 5 mm の円形電極の周囲を絶縁性の厚さ 10 μm SU-8 で囲み、これを同様の円形電極パターン基板(ただし SU-8 層なし)と向かい合わせに張り合わせることで 10 μm のギャップを持つ平行平板構造とした。本基板の作製を NIMS 微細加工 PF の技術代行により依頼した。

【実験方法】(東京海洋大学)

[$\text{Fe}(\text{CN})_6$]^{3-/4-} 5 mM と KCl 100 mM を含む溶液中、掃引速度 50 mV/s で CV 測定を行った。基板間に薄膜シートを挟むことでギャップ間隔を変化させ、測定を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

Fig. 1 に CV 測定結果を示す。ギャップ間隔を狭めるにつれ電流値が大きく増大すると同時に、ヒステリシスの小さなシングモイド形の形状となるのが分かった。これらの現象はマイクロギャップ楕円電極と同様の振舞であり、狭い平行平板ギャップにおいてレドックスサイクルの高速回転が生じた結果であろうと考える。

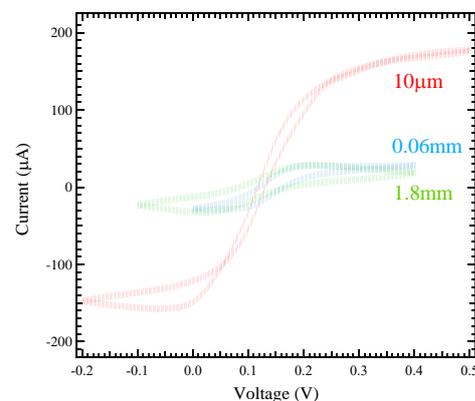


Fig. 1 CV curves recorded for the samples with different gap distances.

4. その他・特記事項 (Others)

2016年8月26日特許出願(特願 2016-166137)

2018年3月1日特許公開(特開 2018-31740)

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。