

課題番号 : F-17-YA-0018
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : アモルファスカーボンで生成する OH ラジカルを利用した生体成分分析システムの開発
Program Title (English) : Development of High Sensitive Electro-Analytical System for Bio-Related Molecules by Using Hydroxyl Radicals Generated on Conductive Amorphous Carbon Electrode
利用者名(日本語) : 大友慎平, 本多謙介
Username (English) : S. Ohtomo, K. Honda
所属名(日本語) : 山口大学大学院創成科学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Science and Technology for Innovation, Yamaguchi University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、導電性ボロドーパモルファスカーボン、くし型電極、電気化学センサー、高感度検出

1. 概要(Summary)

幅 2 μm で長さ 250 μm のくし型電極が、間隔 20 から 2 μm で 65 対の対向した幾何構造をもつ、導電性ボロドーパモルファスカーボン(B-doped DLC)電極の作製を行った。作製した電極を用いて、反応種による増幅効果の検証を行った。反応過程に吸着を伴う反応種では、増幅率は反応種の拡散係数のみに依存し、吸着を伴わない反応種では、拡散係数に加え、電荷移動速度が増幅率に影響することが明確となった。これにより、あらゆる反応パラメータが既知な検出対象に対し、増幅率と検出限界を正確に予測することが可能となった。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子線描画装置(50kV)、マスクアライナー、UHV10 元スパッタ装置、走査型電子顕微鏡

【実験方法】

電子線描画装置(50kV) (共用装置) により、くし形構造 (幅 2 μm 長さ 250 μm の電極が 20, 10, 5, 2 μm 間隔で 65 対、対向した幾何構造) をもつフォトマスクの作成をした。B-doped DLC 表面にフォトレジスト (ZPN1150-90 (ネガ型)) をスピコートにより塗布、マスクアライナーにて、フォトレジストを UV 露光(27.4 mW cm^{-2} , 3.91 sec.)、現像(2.39% TMAH, 70 sec.)によりレジストパターンを作製した。Al 蒸着 (抵抗加熱式, 電流 17.5 A, 10 min.) 後、リフトオフ (アセトン浸漬, 1 hr.) 加工。酸素プラズマエッチングにより Al のない部分の B-doped DLC をドライエッチング(RF 出力: 150 W, O_2 流量: ca. 5 ml min^{-1} , 圧力: 10 Pa, 時間: 15 min.)、最後に Al をエッチャントにより除去、レジストパターンと同じ構造をした B-doped

DLC くし形構造を作製した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した B-doped DLC くし形構造を Fig. 1 に示す。図に示されるように、幅 2 μm の電極が、間隔 1 から 20 μm で並んだくし形構造であることが確認できる。

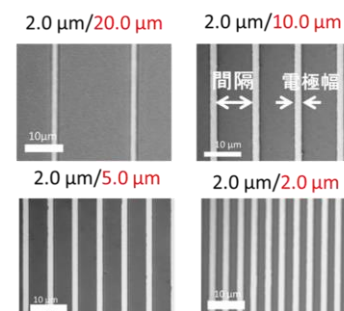


Fig. 1 Microscope images of B-doped DLC based interdigitated array microelectrodes

これらくし型電極の一方の電極に反応種の還元電位を印加しながら、他方の電極電位を捜引すると(dual mode)、電極対間で多数回の酸化還元サイクルが進行し、反応種の酸化電流値が約 100 倍程度に増幅する。上記 4 つの電極を用いた場合、反応過程に吸着を伴うドーパミン、ヒドロキノンでは、その増幅率は、拡散係数のみに依存する。これに対して、吸着を伴わない Ce^{3+} や $[\text{Ru}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ の場合には、拡散係数に加え、電荷移動速度が増幅率に影響することが明確となった。

4. その他・特記事項(Others)

なし

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

(1) 大友 慎平, 檜木野 宏, 本多 謙介, 2017 年電気化学秋季大会、平成 29 年 9 月 10 日、導電性アモルファスカーボンのマイクロパターンニングによる高感度電気化学センサーへの応用

6. 関連特許(Patent) なし