

課題番号 : F-13-YA-0005
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 Using Hydroxyl Radicals Generated at Conductive Amorphous Carbon Electrode
利用者名(日本語) : 川尻凌平¹⁾, 本多謙介²⁾
Username (English) : R. Kawajiri¹⁾, K. Honda²⁾
所属名(日本語) : 1) 山口大学理学部生物・化学科, 2) 山口大学大学院理工学研究科環境共生系専攻
Affiliation (English) : 1) Faculty of Science, Yamaguchi University,
2) Graduate school of Science and Engineering, Yamaguchi University

1. 概要 (Summary)

幅 10 μm 長さ 200 μm のくし型電極が、間隔 2 μm で 65 対の対向した幾何構造をもつ、導電性ポロンドープアモルファスカーボン(B-doped DLC)電極の作製を行った。作製した電極は、アモルファスカーボン特有の広い電位窓を示し、白金など一般的な電極では酸素発生により計測不能な、 $\text{Ce}^{3+/4+}$ の酸化還元反応の計測が可能であった。さらに、一方の電極に 0.8 V の電位を印加しながら、もう一方の電極に 1.3V~1.7 V の電位を印加すると、両電極間で多数回の酸化還元サイクルが進行することにより、酸化電流を 3 倍程度増幅することに成功した。これにより、検出限界 24 mM を実現することができた。

2. 実験 (Experimental)

・利用した共用設備：電子線描画装置(30 kV)、マスクアライナー、触針式表面形状測定装置

電子線描画装置により、くし形構造 (幅 10 μm 長さ 200 μm の電極が 2 μm 間隔で 65 対の対向した幾何構造) をもつフォトマスクを作製した。Al を蒸着した B-doped DLC 表面にフォトレジスト (S1818G (ポジ型)) 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(14 mW cm^{-2} , 18.3 s)、現像(MF-CD26, 1 min)によりレジストパターンを作製した。ウェットエッチング(エッチャント: $\text{H}_3\text{PO}_4 : \text{HNO}_3 : \text{CH}_3\text{COOH} : \text{H}_2\text{O} = 4 : 1 : 4 : 1$, 時間: 30 s)により Al を除去、酸素プラズマによりレジスト開口部分の B-doped DLC をドライエッチング(RF 出力: 200 W, O_2 流量: ca. 5 ml min^{-1} , 圧力: 10 Pa, 時間: 31 min)により、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 10 μm の電極が、間隔 2 μm で並んだくし型構造であるのことが確認できる。

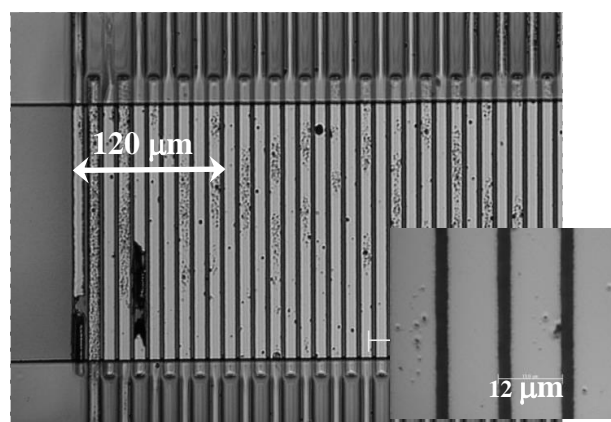


Fig. 1 Microscope images of B-doped DLC based interdigitated array microelectrodes

くし型電極を 1 mM Ce^{3+} イオンの存在する電解液に浸漬し、くし型電極の片方の電極(single mode)での 1 mM Ce^{3+} イオンのサイクリックボルタモグラムのにおいて、標準電位の高い $\text{Ce}^{3+/4+}$ の酸化還元波を捉えることができた。一方の電極に 0.8 V の電位を印加しながら、他方の電極電位を掃引すると(dual mode)、電極対間で多数回の酸化還元サイクルが進行し、 Ce^{3+} の酸化電流値が single mode の 2.96 倍に増幅した。この電流増幅機能により、 Ce^{3+} の検出限界値は 24 mM (S/N=3)であり、低濃度 Ce^{3+} 検出を具現化することができた。

4. その他・特記事項 (Others)

くし型構造、特に電極幅の最適化により、増幅率の向上を目指す。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) 川尻凌平、島井庸佑、本多謙介、日本化学会第 94 春季年回、平成 26 年 3 月 27 日。

6. 関連特許 (Patent)

なし。