

電極面積が電気化学インピーダンス測定に及ぼす影響

Effect of electrode size on electrochemical sensor

○藤野優佑¹, 浅井直人¹, 山下一郎², 韓煥文², 清水智弘¹, 新宮原正三¹, 伊藤健¹

(1. 関西大システム理工, 2. 大阪大学大学院工学研究科)

○Yusuke Fujino¹, Naoto Asai¹, Ichiro Yamashita², HuanWen Han², Tomohiro Shimizu¹,

Shoso Shingubara¹, Takeshi Ito¹, (1.Kansai Univ., 2.Grad. Sch. Eng., Osaka Univ.)

E-mail: k497241@kansai-u.ac.jp

1. 序論

近年、日本国内では生活習慣病に罹る患者数が増加しており、その予防対策として病気の早期発見が重要である。そのため、患者が自身の健康状態を簡便に測定できるような装置が必要である。病気の診断に用いられる疾病マーカーの測定には現在 ELISA などが用いられているが、専門的な知識や技術が必要で測定時間が長いといった短所がある。そこで我々は電気化学インピーダンス法(EIS)を利用したバイオセンサに注目した。EIS センサはラベルフリーの測定が可能で、センサ感度が高く、測定時間が短いという優れた特徴がある。センサ部である電極面積を微小化できれば、測定に要する検体の量のごく微量で済むため患者の負担を抑えることができる。また、多種のマーカーを同時に測定できる、大量生産が可能などといった利点がある。そこで本研究では電極面積がセンサ応答にどのような影響を及ぼすかについて検証した。

2. 実験方法

SiO₂/Si 基板上に Ti、Au を順にスパッタリングした後、フォトリソグラフィを用いて直径 100、1000 μm の円状電極(面積比 100 倍)を作製した。次に作製した電極を作用極とし、対向電極を Pt 電極、参照電極を銀/塩化銀電極とした三電極系でサイクリックボルタンメトリー(CV)と EIS 測定を行った。電解液としてフェロシアン化カリウム及びフェリシアン化カリウム(1 mM)と塩化ナトリウム(150 mM)を含む PBS 溶液(pH=7.4)を用いた。電極上へのタンパク質の吸着を評価するため、ウシ血清アルブミン(BSA)を 0.1-100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ の濃度に調製した電解液中で測定を行った。なお、CV は掃引速度を 50 mV/s、電位範囲を 0 ~ 0.5 V に設定した。また、EIS は AC 振幅 10 mVrms, 開始周波数 100 kHz、終了周波数 0.1 Hz の条件で測定した。

3. 実験結果

測定結果の一例として、電極直径 1000 μm の時の CV 測定結果を Fig.1 に、EIS の結果を Fig.2 に示す。EIS の測定結果から、BSA 濃度が 10 $\mu\text{g}/\text{mL}$ から急激に電荷移動抵抗(R_{ct})が増加していることが分かる。この結果は CV の結果と一致しており、BSA 濃度の増加とともに酸化ピーク電流値が低下し、ピーク電位の幅(ΔE)も増加することが確認できた。

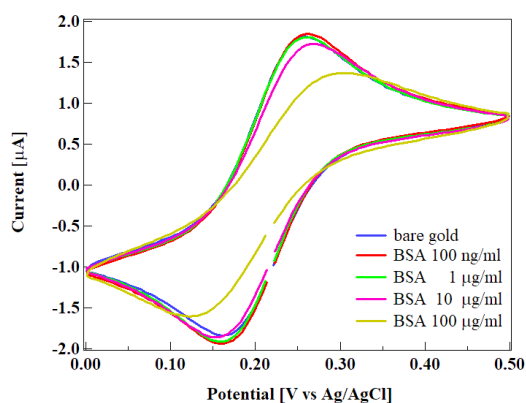


Fig.1 Cyclic voltammograms with different BSA concentrations

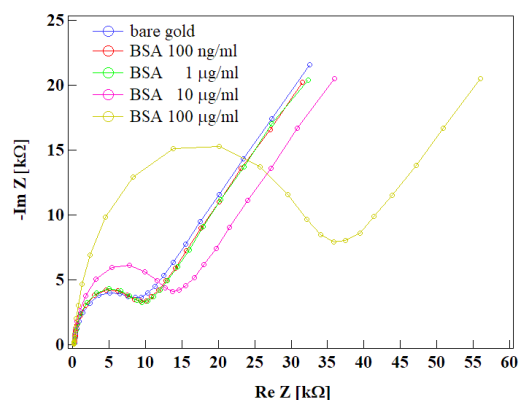


Fig.2 Nyquist plots with different BSA concentrations