

酸化グラフェン薄膜トランジスタを用いたフラグメント抗体による タンパク質の選択的検出

Detection of specific adsorption of proteins using graphene oxide thin film field effect transistor

阪大院工¹, 阪大産研², [○]松崎 通弘¹, 根岸 良太¹, 大野 恭秀², 前橋 兼三², 松本 和彦², 小林 慶裕¹

Osaka Univ., [○]M. Matsuzaki, R. Negishi, Y. Ohno, K. Maehashi, K. Matsumoto, Y. Kobayashi

E-mail: m.matsuzaki@ap.eng.osaka-u.ac.jp

【はじめに】酸化グラフェン(GO)は薄膜形成による大面積化が容易であるため、デバイスの集積化を目指した GO 薄膜による電界効果トランジスタ(FET)やそれを用いたセンサ応用の研究に注目が集められている。これまで我々はエタノールを炭素源とした化学気相成長環境での加熱処理により、高移動度大面積GO薄膜の作製が可能であることを報告した[1]。さらに、エタノール処理後の GO 薄膜をチャンネルとした FET(rGO-FET)に受容体としてアプタマーを固定化することで、タンパク質の選択的検出に成功している。しかし、アプタマーは検出できるタンパク質の種類が限られていることが問題点となる。汎用性の高い受容体として、抗体を酵素で断片化することで作製できるフラグメント抗体のセンサ応用が検討されており、機械剥離グラフェンFETセンサにおいてタンパク質の検出が報告されている[2]。本研究では、大面積応用が可能な rGO 薄膜表面にフラグメント抗体を固定化することで、タンパク質の選択的検出を試みた。

【実験】SiO₂/Si基板上に単層GO水溶液(Graphene Laboratories Inc.)をスピコート法により塗布し、均一なGO薄膜を作製した。GO薄膜の還元・構造回復処理は、エタノール気相成長条件により行った。フォトリソグラフィ工程によりrGO-FETを作製し、ヒト免疫グロブリンM(IgM)の選択的検出を行った。ここで、IgMを選択的に検出するため、IgMと特異吸着するIgMフラグメント抗体をrGO薄膜表面に固定化した(Fig.1)。検出には、バイポテンシオスタットによる電気化学測定系を用いた。

【結果と考察】Fig.2 に IgM フラグメント抗体を修飾した rGO-FET センサによる IgM の検出実験の結果を示す。ターゲット分子である IgM の投入後にソース・ドレイン電流値の減少が確認できる。これは、IgM の吸着に伴い rGOチャンネルのポテンシャルが変調したため、電流値が変化したものと考えられる。一方、非特異タンパク質である牛血清アルブミン(BSA)溶液を加えても、電流値の変化は示さない。この結果は、フラグメント抗体を用いたタンパク質の選択的検出の成功を意味しており、IgMに限らず、幅広いタンパク質の検出に応用できると考えられる。検出感度は100nMであり、実用化に向けては更なる高感度化が必須である。rGO-FETバイオセンサの感度はキャリア移動度に比例することを見出しており、より高温条件でのエタノール処理による rGO 薄膜の高結晶化によってセンサ機能向上が期待できる。

[1]松崎通弘他、第 74 回秋季応物 16p-B1-8

[2] S. Okamoto, etc. Proc. of The 14th IMCS, (2012) 519-522.

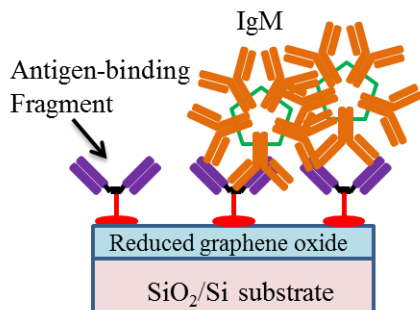


Fig.1 Schematic drawing of specific adsorption of IgM using antigen-binding fragment.

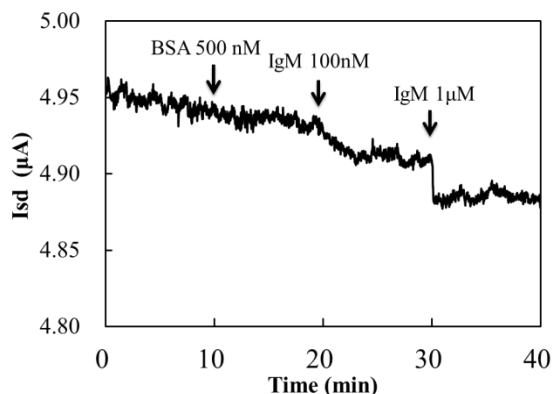


Fig.2 Time-dependent source-drain current versus time for the specific (IgM) and non-specific (BSA) adsorption of proteins using the Antigen-binding Fragment-modified rGO-FET.