半導体特性を有するポリドーパミン薄膜チャネル FET バイオセンサの創製

Development of FET biosensor with semiconductive polydopamine channel

東大院工　°深澤優太，西谷 象一，坂田 利弥

Univ. of Tokyo , °Yuta Fukasawa, Shoichi Nishitani, Toshiya Sakata

E-mail: sakata@biofet.t.u-tokyo.ac.jp

1. 緒言

近年、神経伝達物質であるドーパミン(DA)由来のポリドーパミン(PDA)が多機能膜として注目を集めている。PDA 薄膜は、種々の基材表面で DA を酸化重合させることで容易に作製でき、基材との間で強い吸着性を有する。また、製膜方法によって膜構造が変化し、光吸収特性や pH に依存したラジカル生成などその多様な物性から広く応用が期待されている。特に PDA の電気特性に着目すると、半導体特性を示し、加熱や水和によって導電性が増すことが知られている[1]。

当研究室では、電界効果トランジスタ(Field Effect Transistor: FET)の原理を用いたバイオセンシング技術について研究開発を進めている。 FET バイオセンサでは、ゲート電極表面に電荷変化を誘導することで非標識で低分子バイオマーカーの計測が可能という利点がある。なかでも、PDA 薄膜を電極とする伸長ゲート型 FET では、PDA 薄膜表面の水酸基が良好な pH 特性を示し、細胞の呼吸活性計測が可能であることを示してきた[2]。一方、大気環境下で FET のチャネルとして PDA 薄膜を使用した(PDA-FET)報告例はあるものの[3]、PDA-FET を溶液環境で使用するバイオセンサへ応用した報告はない。そこで本研究では、溶液ゲート PDA-FET を作製し、新規バイオセンサとしての可能性を調査する。

2. 実験方法

フォトリソグラフィー技術により、ガラス基板上に PDA 薄膜（チャネル）を作製し、ソースおよびドレイン電極、ゲート酸化膜の順にスパッタリングにより製膜した。得られた基板のゲート絶縁膜のみが溶液と接触できるようリングを取り付け上部から溶液中に参照電極を設置し（図 1)、PDA 薄膜をチャネルとする溶液ゲート PDA-FET センサを作製した。

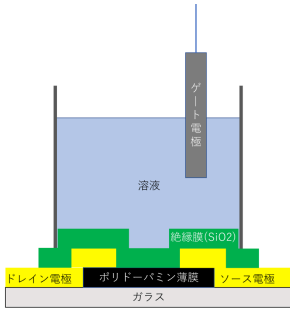

図 1 溶液ゲート PDA-FET

3. 実験結果・考察

酸素雰囲気下で作製した PDA 薄膜をチャネルとする溶液ゲート PDA-FET のゲート電圧（V_G）-ドレイン電流（I_D）伝達特性を調査したところ、n 型の半導体特性を示すことが分かった。このように溶液環境でも半導体特性を示し、バイオセンサとして応用できることが示唆された。

PDA は水和することで導電性が増すことが知られており、今後は溶液が直接 PDA 薄膜と接する FET を作製し、PDA 薄膜の pH 応答性を活用したバイオセンサへと応用していく予定である。

参考文献

1. M. d'Ischia et al., Acc. Chem. Res. 2014, 47, 3541−3550.
2. T. Kajisa, Y. Yanagimoto, A. Saito, and T. Sakata, ACS Sensors 2018, 3, 476−483.
3. H. J. Nam et al., Chem. Commun., 2014, 50, 1458−1461.

© 2018年 応用物理学会