

細胞/グラフェンゲートトランジスタにおける表面化学修飾の影響

Effect of chemical surface modification on cell/graphene gate transistor

¹ 東京大学大学院工学系研究科, ²(株)PROVIGATE, ³ 東京大学大学院薬学系研究科○西 七津紀¹, 西村 光太郎¹, 津島 幸平¹, 曾田 将来¹, 陳 嘯¹, 村上 剛浩¹, 宮澤 雄弥²,
加治佐 平², 加藤 大³, 米谷 玲皇¹, 千足 昇平¹, 丸山 茂夫¹, 坂田 利弥¹¹Faculty of Engineering Univ. of Tokyo, ²PROVIGATE Inc.,³Faculty of Pharmaceutical Sciences Univ. of Tokyo○N. Nishi¹, K. Nishimura¹, K. Tsushima¹, M. Sota¹, X. Chen¹, T. Murakami¹, Y. Miyazawa²,
T. Kajisa², M. Kato³, R. Kometani¹, S. Chiashi¹, S. Maruyama¹, T. Sakata¹

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

1. 緒言

近年、iPS 細胞に代表されるように幹細胞に基づく人工細胞を用いた再生医療が注目されている。その中で、移植前の安全性の評価など細胞自体の品質評価が望まれており、特に非標識・非侵襲での計測手法が有効である。現在、様々なバイオセンシング技術の研究開発が進んでいるが、生体の機能は電荷を有する分子やイオンの挙動が直接関与する場合が多いため、本研究では生体イオン挙動を電荷変化として定量的に計測することが可能な電界効果トランジスタ (Field Effect Transistor : FET) を用いたバイオセンサに注目する。

現在の Si 半導体を基板とする FET バイオセンサは、pH センサにも代表されるように溶液中でも安定して動作しているが、Si は透明ではないため、細胞の形態を明瞭に観察可能な倒立型顕微鏡との併用ができない。しかしながら、FET による測定と顕微鏡観察を同時に行うことが可能になれば、複雑な細胞機能を主観的かつ客観的に複数の要素から同時に解析することが可能となる。そこで本研究では、ゲート電極に透明性と半導体特性を兼ね備えたグラフェンを用いて、細胞の形態観察とその機能計測を同時に実現する細胞/グラフェンゲートトランジスタの創製を目的とする。

2. 実験方法

基板上に Chemical Vapor Deposition (CVD) により作製したグラフェンを転写した後、スパッタリングを行うことによりグラフェンをチャンネルとして用いたグラフェン FET を作製した。基板材料には Si およびガラス基板を用いた。次に、半導体パラメータアナライザにより溶液下でのグラフェン FET の電気特性(ゲート電圧(V_G)-ドレイン電流(I_D)伝達特性)を測定した。さらに、イオン

応答性について調査するために 0.1mM から 1M の NaCl 溶液を用いて NaCl 濃度に対する V_G - I_D 伝達特性の変化を調査した。また 4.01 から 9.18 の pH 標準液を用い半導体パラメータアナライザとリアルタイム測定器により pH 応答について調査した。pH 応答の向上を図るためカーボンナノチューブの分散剤として知られる Triphenylene derivatives(TP)^[1]をグラフェン表面に固定化した。

3. 結果・考察

本研究で作製したグラフェン FET を用いて溶液をゲートとし電気特性を測定した結果、グラフェンの特徴である両極性の V_G - I_D 伝達特性が得られた。また、溶液中のイオン濃度に応じて伝達特性が変化することがわかった。さらに、リアルタイム計測の結果から、TP の導入によって pH 応答の向上が確かめられた(図 1)。これは、TP 末端のカルボキシル基が pH 変化によって解離し電荷を持つためである。今後はグラフェン FET 上で細胞培養を行い、細胞機能に対して倒立型顕微鏡による観察と電気計測を同時に行う予定である。

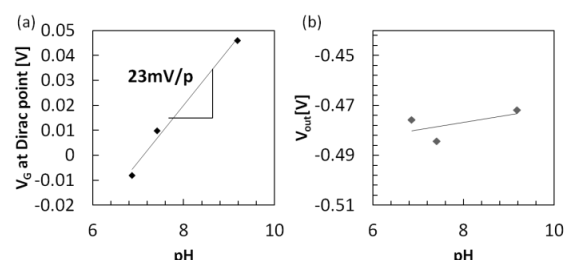


図 1 pH 応答の結果 (a) TP を固定した場合
(b) TP を固定していない場合

参考文献

- [1] T. Yamamoto, *et al.* Improved Bath Sonication Method for Dispersion of Individual Single-Walled Carbon Nanotubes Using New Triphenylene-Based Surfactant, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 47, No. 4 (2008)