

グラフェンバイオセンサー

Graphene biosensors

研究分野

Department

界面量子科学
Interface Quantum Science

研究者

Researcher

千葉大地 小山知宏 金井 康 小野亮生
D. Chiba T. Koyama Y. Kanai T. Ono

キーワード

Keyword

グラフェン、トランジスタ、バイオセンサー、インフルエンザ、ラボオンアグラフェンFET
graphene, transistors, biosensors, influenza, lab-on-a-graphene-FET

応用分野

Application

病原体検出、医療診断、薬剤開発
pathogen detection, medical diagnosis, drug development

研究開発段階

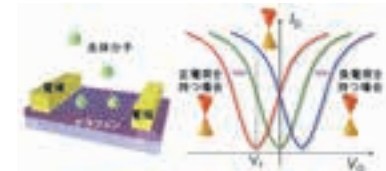
基礎

実用化準備

応用化

背景

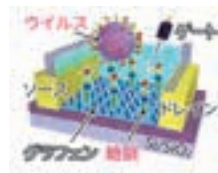
2次元炭素材料グラフェンは、極めて高い移動度や比表面積、水中での安定性など特異な性質を持っています。これらの性質は、水中に露出した広いグラフェン表面に検出対象を直接接触させ、それによるキャリア変調を大きな電流変化として取り出すことを可能にします。よってグラフェンは、高感度バイオセンサーやバイオ分析プラットフォームの材料として極めて有望であり、我々はその潜在力を引き出すための研究を進めています。



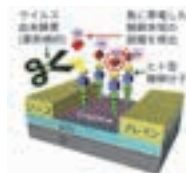
グラフェンFETでの検出のしくみ

概要・特徴

グラフェントランジスタの表面を種々の生体分子で機能化したり、マイクロ流体デバイスと複合化すること (lab-on-a-graphene-FET) により、様々な病原体や薬剤応答を電氣的に高感度計測することに成功しました。



糖鎖修飾グラフェンFETによるウイルス検



糖鎖切断反応の計測



極微小容器と複合化したグラフェンFET

技術内容

- グラフェン電界効果トランジスタ (FET) 上に正/負の電荷を持った生体分子が吸着することによる伝達特性の変化を計測し、生体分子を高感度検出する事に成功。
- ヒトや鳥の細胞上に存在し、インフルエンザウイルスが感染時に足掛かりとする分子であるシアロ糖鎖をグラフェンFET上に修飾 (機能化) し、感染機構を模擬することで、ヒト感染性のインフルエンザウイルスだけを高感度検出することに成功。
- 上記のシアロ糖鎖は、ウイルスが細胞内で増殖後に他細胞へと感染を広げるときに切断される。抗ウイルス薬のターゲットとなっているこの切断反応を、シアロ糖鎖修飾グラフェンFETで計測し、薬効評価することに成功。
- グラフェンFETによる計測は、標的がグラフェンから数nm以上離れると検出困難になるデバイ遮蔽の問題があった。標的の反応産物を極微小容器 (10-12 L以下) に封じ込めて検出する事で、この問題を解決。

社会への影響・期待される効果

我々のグラフェンバイオセンサーは、事実上ほぼ全ての検出対象に適用可能です。医療診断、薬剤開発や環境計測など幅広い応用が期待できます。センサーの社会実装を目指して既に複数の民間企業と共同研究を活発に進めており、今後も、グラフェンを用いた分析のアイデアや高感度検出のニーズを持つ方との共同研究を推進したい。

【論文 Paper】

- [1] Carbon-related Materials, (2021) 91
[2] Sensors, 21 (2021) 7455
[3] bioRxiv 2020.03.18.996884
- [4] Nano Lett., 19 (2019) 4004
[5] ACS Omega, 3 (2018) 3137
[6] ACS Sens., 3 (2018) 200

【特許 Patent】

- [1] 特許第6949397号