

Особенности передаточных характеристик биосенсоров на основе пленок графена

Приображенский С.Ю.^{1,2}, Родиончикова А.Д.^{1,2}, Воробьев С.В.³, Усиков А.С.⁴, Шмидт Н.М.¹, Плеханов А.Ю.⁵, Терновых И.К.³, Роевков А.Д.⁴, Пузык М.В.⁶, Зубов А.В.¹, Шабунина Е.И.¹, Гущина Е.В.¹, Лебедев С.П.¹, Лебедев А.А.¹, Смирнов А.Н.¹, Дунаевский М.С.¹

a.rodionchikova@mail.ru

¹ ФТИ им. А.Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

² СПбГЭТУ «ЛЭТИ», Санкт-Петербург, Россия

³ НМИЦ им. В.А. Алмазова, Санкт-Петербург, Россия

⁴ ООО «НК-Алюминий-Н», Санкт-Петербург, Россия

⁵ НИИ гриппа им. А.А. Смородинцева, Санкт-Петербург, Россия

⁶ РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия

В работе осуществлялось исследование особенностей передаточных характеристик (ПХ) графеновых сенсоров при детектировании β -амилоида (А β), маркера болезни Альцгеймера. Использовался дизайн полевого транзистора с графеновым каналом на полуизолирующих SiC подложках. Фосфатно-солевой буферный водный раствор (PBS) с разной концентрацией А β выполнял роль затвора на поверхности графена. ПХ были двух типов и имели, как правило, V-образной вид с минимумом, называемым точкой Дирака (D_p).

На ПХ первого типа D_p смещалась при изменении напряжения затвора в зависимости от концентрации антител к А β в растворе, при фактически неизменном токе I_{ds} в канале графена (Рис. 1а). При этом разбавление PBS водой увеличивало заметное смещение D_p , что способствует улучшению чувствительности сенсора.

Однако на поверхности графена возможны дефектные области, включающие дефекты и неоднородности самого графена, загрязнения остатками фоторезиста, а также окисленные области, возникающие при взаимодействии с буферным раствором. Мы полагаем, что эти дефектные области, наблюдаемые в АСМ измерениях, приводили к возникновению ПХ второго типа, в которых D_p практически не смещалась, однако заметно изменялся ток I_{ds} в зависимости от концентрации А β в растворе (Рис.1б). При определенных условиях измерений в биосенсоре возникает конкурирующий канал проводимости, приводя к заметному изменению I_{ds} в точке Дирака и вида ПХ. В большинстве случаев ПХ были суперпозицией первого и второго типов ПХ. Небольшие значения смещения D_p позволяют определять концентрации зависимости маркеров по изменению величины тока I_{ds} в канале графена по ветвям ПХ. Исследование ПХ графена в биосенсорах позволяют выявить причины невоспроизводимости параметров биосенсоров, а также определить наиболее оптимальные условия детектирования маркеров болезни Альцгеймера.

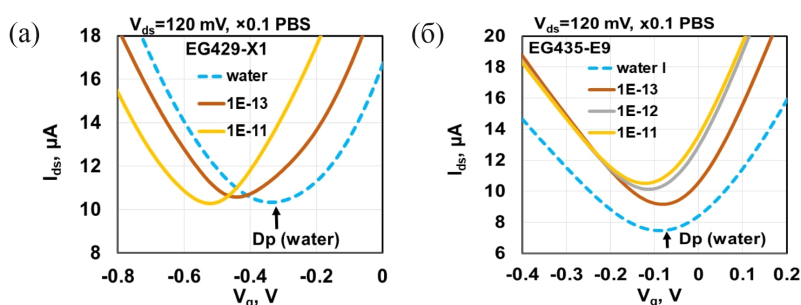


Рис. 1. ПХ сенсоров при детектировании А β (1E-12 и 1E-13 г/мл) в растворах $\times 0.1$ PBS. (а) ПХ первого типа; (б) ПХ второго типа.