

C0r0n@ 2 Inspect

Обзор и анализ научных статей, связанных с экспериментальными методиками и методами, используемыми в вакцинах против c0r0n@v|rus, доказательствами, ущербом, гипотезами, мнениями и проблемами.

Четверг, 19 августа 2021 г.

Спинтроника графена. Здесь был открыт ящик Пандоры?

Ссылка

Maassen, J .; Ji, W .; Guo, H. (2011). Графеновая спинтроника: роль ферромагнитных электродов = Graphene spintronics: the role of ferromagnetic electricals. Nano letters, 11 (1), стр. 151-155.

<https://doi.org/10.1021/nl1031919>

Введение

1. Спинтроника — научно-техническая отрасль, занимающаяся изучением заряда электрона и его спина. «Спин» — это вращение электрона вокруг себя. Он принимает уникальное значение (квантовое число), эквивалентное орбитальному угловому моменту. Его применение в квантовых вычислениях использует возможность отражать кубиты или квантовые биты (Burkard, G .; Engel, HA; Loss, D. 2000 | Leuenberger, MN; Loss, D. 2001) способом, подобным тому, как это делает компьютер, изменяя значения своего вращения с помощью наноманитных полей. Это стало возможным благодаря эффекту магнитосопротивления электронов и их спинов, что позволило разработать спиновые клапаны с высокой чувствительностью к магнитным полям (Gergs, NM; Bender, SA; Duine, RA; Schuricht, D. 2018 | Braun, M.; König, J.; Martinek, J. 2006), что демонстрирует жизнеспособность концепции.

Факты

1. В исследовании анализируется, как управлять спинтроникой графена с использованием ферромагнитных электродов из кобальта и никеля, которые достигают спин-спиновой эффективности в диапазоне 60-80%, что означает хорошую способность к вычислительному взаимодействию. Другими словами, можно перенести принципы двоичных и квантовых вычислений, как в процессоре или чипе ПК на материнской плате, на графен в нанометрическом масштабе. Утверждается, что *« Эта большая спиновая фильтрация (относящаяся к падению индуцированного магнитного поля) является результатом специфического взаимодействия материалов между графеном и ФМ (ферромагнитный интерфейс), которое разрушает линейное дисперсионное соотношение графеновых полос и приводит к спин-зависимому открытию энергетической щели »*. Это способность изменять физические свойства спина по своему желанию, изменять его естественные значения.

Запрещенная зона спина меньшинства находится в более высокой энергии, чем запрещенная зона спина большинства..., характеристика, которая в результате дает доминируемые токи большого спина меньшинства. «Другими словами, изменяя энергетический ток спина, можно изменять его угловой момент и его поляризацию, регистрируя другое значение по своему желанию.

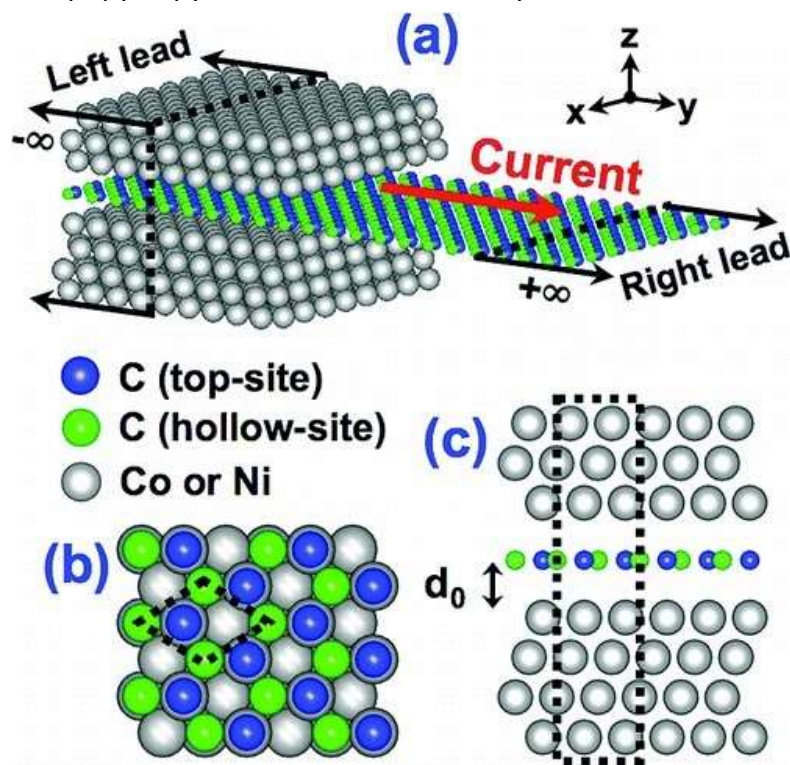


Рис. 1. Схема цепи графена и кобальт-никелевых электродов. (Maassen, J.; Ji, W.; Guo, H. 2011)

- Авторы представляют статью, формулируя цель спинтроники и магнитоэлектроники следующим образом: « Область спинтроники, или магнитоэлектроники, использует степень свободы вращения электронов и их собственный магнитный момент для влиять или контролировать свойства схемы ». Очевидно, что развитие схем,

транзисторы и, в конечном счете, наномасштабные чипы или процессоры находятся в поиске. В этом смысле графен обладает всеми свойствами, необходимыми для разработки спинтронных устройств, как указано ниже " Графен, 2D (двумерная) решетка атомов C (углерода), является бесщелевым материалом с линейными рассеивающими электронными зонами, которые связываются на уровне Ферми в конических точках (Дирак), расположенных в точках K в зоне Бриллюэна. Графен привлек большое внимание из-за своих исключительных свойств, включая нулевые эффективные носители массы с чрезвычайно большой подвижностью, и готов сыграть свою роль в будущем нанотехнологий. Помимо других качеств, графен имеет слабое спин-орбитальное взаимодействие из-за низкого атомного номера C (углерода), что приводит к большим длинам спиновой когерентности. Поэтому графен является перспективным материалом для применения в спинтронных устройствах, где

уникальные электронные свойства графена могут быть использованы в контексте магнитоэлектроники". В этом утверждении очевидна магнитная стабильность графена и его способность магнитно изменять свойства своих спинов.

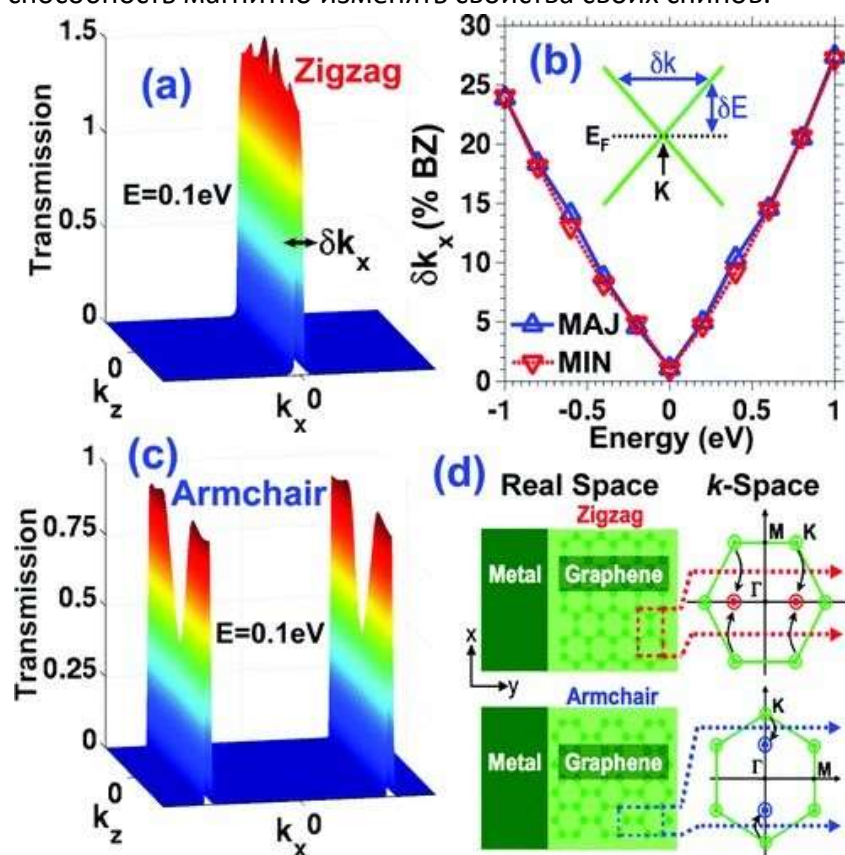


Рис. 2. Изменение спиновой поляризации от энергетического заряда в магнитном поле, которое образуется с электродами. (Maassen, J.; Ji, W.; Guo, H. 2011)

3. Однако авторы отмечают некоторые проблемы, которые они пытаются решить при разработке своей статьи « Генерация и инжекция поляризованного спинового тока в графен имеет жизненно важное значение для разработки спинтроники на основе графена. Теоретически предсказано, что наноленты Графен, в отличие от чистого графена, имеет локальный магнитный момент на зигзагообразных краях, но существенное ограничение возникает при наличии беспорядка на краях и примесей, которые, как было показано, подавляют это магнитное состояние. Поэтому эффективная инжекция спина в графен для реализации прототипического спинтронного устройства ». Очевидно, что исследователи обнаруживают проблему примесей в материале. Мы не должны забывать дату публикации статьи, которая датируется 2011 годом. С течением времени были разработаны методы и приемы, которые позволили получить графен максимальной чистоты и качества, тема, которая широко освещена в научной литературе (Konwar, S.; Dhapola, PS; Gupta, M.; Singh, RC; Singh, PK 2019 | Bu, Y.; Liang, H.; Gao, K.; Zhang, B.; Zhang, X.; Шен, X.; Чжан, Дж. 2020 | Маноратне, Швейцария; Роуз, СРД; Коттегода, ИРМ 2017 | Росильо-

Lopez, M .; Salzmann, CG 2016 | Jasim, DA; Lozano, N. ; Kostarelos, K. 2016 | Zhao, MQ; Zhang, Q .; Huang, JQ; Tian, GL; Chen, TC; Qian, WZ; Wei, F. 2013). Очевидно, что за годы до великой пандемии c0r0n @ v | rus эта проблема уже была решена, поэтому степень точности спинтронного редактирования значительно возросла. Фактически,

книга по спинтронике графена (Józsa, C.; van-Wees, BJ 2019), в которой рассматривается « динамика спина в графеновых полевых транзисторах с ферромагнитными контактами инжектора и детектора; эффекты, связанные с переносом спина в графене; уровень Ферми для изменения магнетизма и вращения спина с помощью электростатического затвора для зарядки графена электронами или дырками до плотности, создавая устройство типа полевого транзистора; метод обнаружения переноса спина электрическим способом через клапан двухтерминального спина, где графен контактирует с двумя ферромагнитными электродами ».

4. Для разработки спинтронного устройства эксперимента двумерный графеновый лист был помещен между двумя кобальт-никелевыми ферромагнитными электродами. « Таким образом, поляризованный спиновый ток в основном определяется связью между слоями... Кроме того, геометрия потока тока в плоскости, при которой транспорт происходит параллельно графену, является наиболее распространенной экспериментальной и теоретической архитектурой устройства. В таких системах электроды источника и стока состоят из графена (ферромагнитных материалов), покрытого ФМ, который, в зависимости от характера химической связи, может гибридизоваться и приводить к сложной электронной структуре . «В случае исследования кобальт-никель сильно гибридизуется с графеном. Тем не менее, « Крайне важно правильно охарактеризовать подробную атомную структуру, чтобы получить правильные электронные состояния на интерфейсе и точно проанализировать свойства поляризованного спинового транспорта устройства. Учитывая характер этой проблемы, для точной обработки химического взаимодействия при контакте должна использоваться *ab-initio* атомистическая модель . «Это утверждение, вне всякого сомнения, демонстрирует возможность работы нанотранзисторов квазиатомного масштаба в форме графена. , посредством изменения магнитных полей и, следовательно, излучения электромагнитных волн, учитывая поглощающие свойства графена (Авдошенко, СМ; Иоффе, ИН; Куниберти, Г.; Данш, Л.; Попов, А.А. 2011 | Рэй, С.С.; Соин, Н.; Макгато, Т.; Чуанг, Ч.Х.; Понг, В.Ф.; Рой, СС; McLaughlin, JA 2014 | Hashmi, A .; Hong, J. 2014 | Wang, J .; Xu, X .; Mu, X .; Ma, F .; Sun, M. 2017). С другой стороны, стоит отметить, что ферромагнитные электроды также могут быть изготовлены из Fe₃O₄ или магнетита, материала, который обычно дополняет оксид графена, как извлечено из следующих исследований магнитосопротивления для спинтроники, см. (Liao, ZM; Wu, ХК; Ван, Джей-Джей; Кросс, ГЛ; Кумар, С.; Швец, И.В.; Дюсберг, GS 2011 | Харисова О.В.; Гарсия, Бо; Харисов Б.И.; Мендес, УО 2016 | Цучия, Т.; Терабе, К. ; Очи, М.; Хигучи, Т.; Осада, М.; Ямасита, Ю.; Аоно, М. 2016).

Другие исследования

1. В работе (Soriano, D.; Munoz-Rojas, F.; Fernández-Rossier, J.; Palacios, JJ 2010) анализируется, « как гидрирование графеновых нанолент в малых концентрациях может открыть возможности для приложений спинтроники на основе углерода, независимо от какой-либо конкретной терминации края или пассивации нанолент ». Это может означать, что водород может взаимодействовать с графеном, чтобы сформировать необходимые электроды, которые требуются для создания

транзистора, что еще больше упрощает модель транзистора. Фактически это подтверждается в следующем утверждении « *Расчеты теории функционала плотности показывают, что адсорбированный атом H (водорода) индуцирует спиновую плотность вблизи π -орбиталей, симметрия и степень локализации которых зависят от расстояния до краев наноленты* ». добавить следующее « *Под воздействием магнитного поля гидрогенизированный AGNR (графеновая нанолента) ведет себя как разбавленный парамагнитный полупроводник при малых концентрациях H (водорода). При больших концентрациях, когда спиновая плотность везде равна нулю, влияние поля может привести только к меньшему диамагнитному отклику. При промежуточных концентрациях, где облака намагниченности, индуцированные атомами H (водорода), взаимодействуют друг с другом, можно перейти из состояния AF в состояние F, приложив достаточно сильное магнитное поле* ». Это показывает, что приложение магнитных полей к графеновым транзисторам влияет на его беспроводное программирование и, вполне вероятно, на его функциональные / эксплуатационные характеристики. С другой стороны, водородные электроды могут индуцировать намагничивание графена, что могло бы объяснить электромагнитные свойства, упомянутые в статье (Гонсалес-Эрреро, Х.; Гомес-Родригес, Дж.М.; Маллет, П.; Моайед, М.; Паласиос, Дж.Дж.; Сальгадо, К.; Бриуэга, И., 2016).

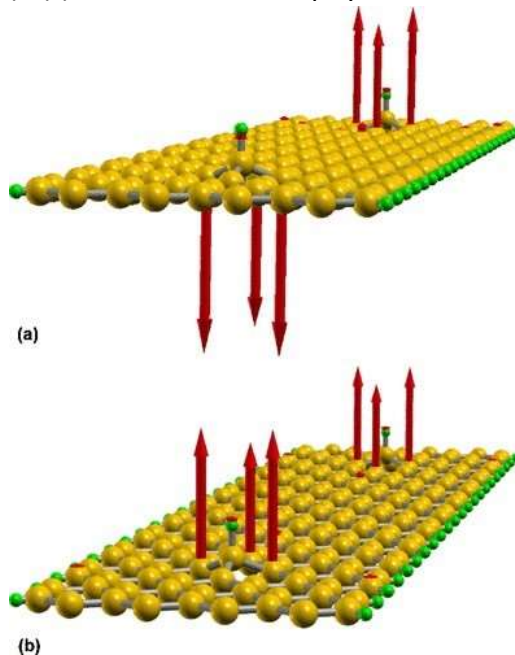


Рис. 3. Антиферромагнитное состояние а) и ферромагнитное состояние б), измененные магнитными полями. Обратите внимание на гидрогенизацию краев графенового листа, который действует как электроды, что еще больше упрощает модель транзистора. (Soriano, D .; Munoz-Rojas, F .; Fernández-Rossier, J .; Palacios, JJ 2010)

2. Исследование (Li, L .; Qin, R .; Li, H .; Yu, L .; Liu, Q .; Luo, G .; Lu, J. 2011) анализирует « возможность функционализированного графена как устройства высокопроизводительной двумерной спинтроники. Установлено, что графен, функционализированный O (кислородом) с одной стороны и H (водородом) с другой стороны в конформации электрода, представляет собой ферромагнитный металл с эффективностью спинового фильтра до 54% с конечным смещением... спиновый клапан управляется путем введения магнитного поля для стабилизации его ферромагнитного состояния. Полученное магнитосопротивление при

комнатной температуре составляет до 2200%, что на порядок выше доступных экспериментальных значений ». Наконец, они приходят к выводу, что « по сравнению с ультратонкими графеновыми наноленточными спинтронными устройствами функционализированные графены допускают гораздо больший ток с меньшими требованиями к технологии производства и являются более конкурентоспособными ».

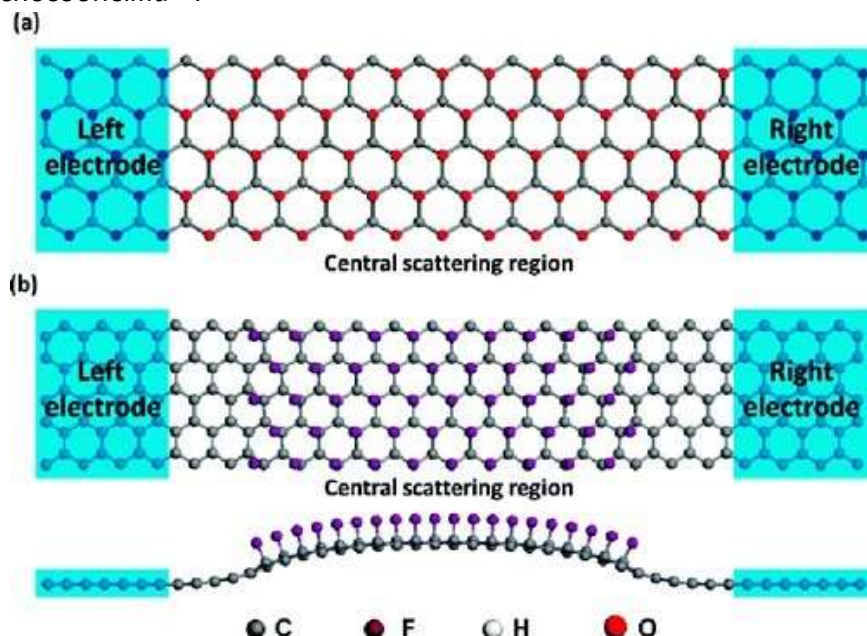


Рис. 4. Схема графенового транзистора с атомами кислорода и водорода. (Li, L.; Qin, R.; Li, H.; Yu, L.; Лю, К.; Люо, Г.; Лю, Дж. 2011)

3. Другим изученным свойством является изменение вращения спинов в квантовых точках. Согласно (Gergs, NM; Bender, SA; Duine, RA; Schuricht, D. 2018) возможно коммутировать вращение спинов, чтобы изменить их свойства и значения, чтобы закодировать необходимые вычислительные значения. Это отражено в его следующем заявлении: « Мы показываем, что квантовый транспорт через вырожденную по спину квантовую точку обеспечивает уникальный контроль над парами спинов, действующими на прикрепленные наномagnиты, позволяя эффективно изменять конфигурацию наномagnитов. параллельную на антипараллельную и наоборот ». Это показывает, что возможно разрабатывать наноэлектронику или спинтронику на основе всех типов полупроводников, включая графен и его производные.

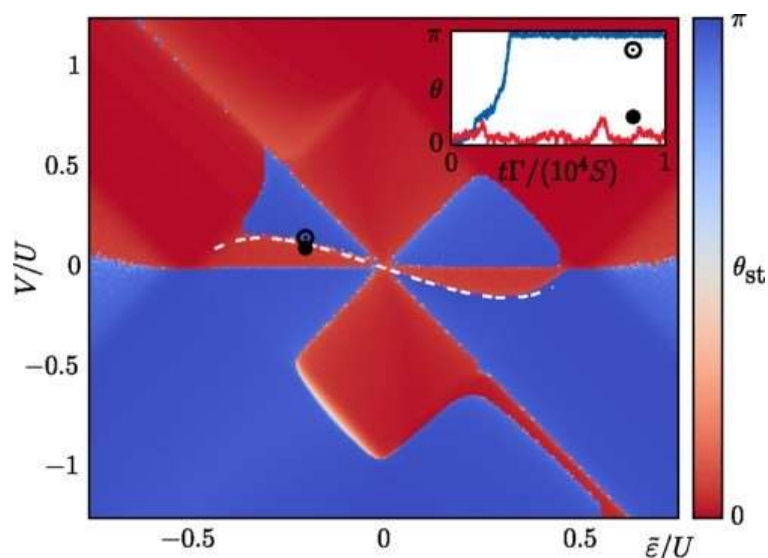


Рис. 5. Диаграмма переключения, показывающая угол раскрытия спина в зависимости от нагрузки смещения приложенного напряжения.

(Гергс, Н.М.; Бендер, С.А.; Дуйне, Р.А.; Шурихт, Д. 2018)

4. Исследование (Akram, KB; ul-Hassan, SM; Ahmed, A .; Hamayun, MA; Rafique, M .; Manzoog, S. 2020) выделяется особым свойством восстановленного оксида графена rGO / Fe₃O₄, заключающимся в наличии «гигантской » магнитопроводимости в переменном токе (АС), необходимой для сборки полупроводниковых транзисторов. В частности, оно рассматривает « структурные, АС-транспортные и магнитотранспортные свойства соединений восстановленного оксида графена (rGO) и наночастиц магнетита, измеренные в диапазоне частот от 10 Гц до 2 МГц и в статических магнитных полях до 500 мТл». В заключение они утверждают, что «переменная магнитопроводимость при комнатной температуре составляет 57% ($\alpha f = 254$ кГц) и 40% ($\alpha f = 10$ Гц) в магнитном поле $B = 500$ мТл для образца с 40% по весу наночастиц магнетита. Это намного выше, чем получено в магнитотранспорте постоянного тока, где магнитопроводимость при комнатной температуре в аналогичных соединениях обычно составляет 10% или меньше в сопоставимых магнитных полях» . «Это влияет на эффективность графеновых транзисторов из 2D-однослойных структур, электроны которых могут работать с более высоким удельным сопротивлением.

Обратная связь

1. Спинтроника графена показывает, что можно создавать наномасштабные схемы и транзисторы, которые можно было бы идеально привить с помощью вакцины. Также показано, что для получения транзисторов и других спинтронных компонентов требуются магнитные электроды. Это еще раз объясняет магнитный феномен людей, привитых вакцинами cOvOp @ v | rus. Вместе с этим также показано, что ферромагнитные электроды могут быть изготовлены из магнетита Fe₃O₄, что совпадает с типичными комбинациями оксида графена и его множеством применений, например,

впрыскиванием аэрозолей в атмосферу, аэрогелями, гидрогелями, терапевтическими наночастицами против рака, генной терапией, доставкой лекарств, биоцидами, удобрениями, пестицидами и их особыми свойствами преодоления гематоэнцефалического барьера, создания магнитных полей, среди прочего, [см. раздел об оксиде графена и аэрогелях Fe₃O₄](#) где цитируются все статьи, обосновывающие эти виды использования и свойства.

2. С учетом всей проанализированной на данный момент информации выдвигается гипотеза, что материалы, необходимые для сборки спинтронных устройств (то есть оксид графена и Fe₃O₄ или другие материалы, которые еще не идентифицированы), содержатся в вакцинах c0r0n. @v | rus и опосредованно вводятся в организм через пищу, воду, воздух и физиологические сыворотки, среди прочего. Однако остается выяснить, существуют ли нанотехнологии или наноботы, способные собирать этот материал, чтобы достичь его эксплуатационных возможностей. Это не исключает возможности того, что материалы могут самоорганизовываться через электромагнитные поля посредством «*Теслафореза*» (Bornhoeft, LR; Castillo, AC; Smalley, PR; Kittrell, C.; James, DK; Brinson, BE; Cherukuri, P. 2016), который представляет собой магнитное движение, направленное на самоорганизацию углеродных нанотрубок, для чего требуется катушка Тесла, которая генерирует электромагнитное поле или разность потенциалов между электродами, [см. видео эксперимента](#) . Очевидно, что бычья Тесла может быть заменена электромагнитными волнами 5G. Если будет продемонстрировано присутствие магнетита Fe₃O₄ или любого другого ферромагнитного материала, или любого другого нанометрического электродного механизма, эта теория может иметь видимость проверки, поскольку определенный порядок наноматериалов не потребуется, поскольку они будут обнаружены в водном растворе вакцины. По этой причине окончательное исследование состава, материалов и наблюдаемых элементов вакцины так важно по сравнению с теми, которые уже упоминались в предварительном исследовании (Campra, P. 2021).
3. Если предположить, что предоставление спинтронных устройств весьма вероятно, стоит поразмышлять о возможностях и перспективах этой технологии. Кажется логичным, что транзисторы и схемы имели функцию идентификации устройства, это был бы MAC-адрес (Media Access Control), который является уникальным 48-битным идентификатором для его подключения к сети. Очевидно, что если есть сетевое устройство, должен быть механизм, который позволяет ему подключаться или, по крайней мере, привязываться. Для этого требуется радиоустройство, отвечающее за модуляцию и передачу сигнала, а с другой стороны, контроллер в виде базового ЦП с цифровым сигнальным процессором и контроллером связи. Многие электронные устройства, которые обычно подключаются через Bluetooth, соответствуют этим требованиям, и по этой причине можно предположить, что графеновые транзисторы могут быть подключены к сети, так же, как и IOT (Internet of Things). Фактически, согласно (Yang, X., Liu, G., Balandin, AA и Mohanram, K. 2010), им удалось создать «*однотранзисторный графеновый усилитель, использующий ключевую концепцию смещения в аналоговых схемах... По сравнению с традиционными усилителями на основе униполярных устройств, предлагаемый однотранзисторный усилитель обеспечивает большую управляемость в полевых условиях, поскольку вы можете переключаться между тремя режимами во время работы. Насколько нам известно, это первая работа, показывающая, что однотранзисторный усилитель на основе трехвыводного устройства может быть настроен в полевых условиях для работы*

как в качестве усилителя с общим источником, так и в качестве усилителя с общим стоком ». И ко всему этому они добавляют, что графеновые транзисторы могут использовать методы модуляции и кодирования для установления связи или связь с другими устройствами, что указывает на то, что « Как PSK (фазовая модуляция), так и FSK (частотное кодирование со сдвигом) являются важными методами цифровой модуляции. PSK широко используется в беспроводных приложениях, таких как Bluetooth, радиочастотная идентификация (RFID) и Zig-Bee, в то время как FSK часто используется в радио- и аудиосистемах ». Еще одной важной деталью этой работы (Yang, X., Liu, G., Balandin, AA и Mohanram, K. 2010) является частота рабочего сигнала разработанных транзисторов, 4, 8 и 10 кГц. Эти данные могут быть использованы в последующих исследованиях графеновых спинтронных транзисторов. Другие работы также поддерживают разработку беспроводных графеновых нанотрансиверов (Iannazzo-Soteras, ME 2017) или биосенсорных транзисторов на основе графена для биомедицинского использования, подключаемых через Bluetooth. (Arora, K. 2019).

Библиография

1. Акрам, КБ; ул-Хасан, С.М.; Ахмед, А.; Хамаюн, Массачусетс; Рафик, М.; Мансур, С. (2020). Гигантская магнитопроводимость переменного тока в композитах rGO-Fe₃O₄. Журнал магнетизма и Магнитные материалы, 499, 166174. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2019.166174>
2. Арора, К. (2019). Современные биосенсорные приложения на основе графена. Справочник по графену, 6, 297. <https://doi.org/10.1002/9781119468455.ch96>
3. Авдошенко С.М.; Иоффе, И.Н.; Куниберти, Г.; Данш, Л. ; Попов, А.А. (2011). Металлоорганический Комплексы графена: к атомной спинтронике с использованием графеновой сети. ACS nano, 5 (12), стр. 9939-9949. <https://doi.org/10.1021/nn203719a>
4. Bornhoeft, LR; Castillo, AC; Smalley, PR; Kittrell, C.; James, DK; Brinson, BE; Cherukuri, P. (2016). Теслафорез углеродных нанотрубок. ACS nano, 10 (4), стр. 4873-4881. <https://doi.org/10.1021/acsnano.6b02313>
5. Браун, М.; Кёниг, Дж.; Мартинек, Дж. (2006). Частотно-зависимый токовый шум через спиновые клапаны с квантовыми точками. Physical Review B, 74 (7), 075328. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.74.075328>
6. Bu, Y.; Liang, H.; Gao, K.; Zhang, B.; Zhang, X.; Shen, X.; Zhang, J. (2020). Изготовление в масштабе пластин высокочистых пленок восстановленного оксида графена в качестве сверхвысокочастотных конденсаторов с минимальным саморазрядом. Chemical Engineering Journal, 390, 1245-60. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124560>
7. Буркард, Г. ; Энгель, НА; Потеря, Д. (2000). Спинтроника и квантовые точки для квантовых вычислений и квантовой связи. Fortschritte der Physik: Progress of Physics, 48 (911), стр. 965–986. [https://doi.org/10.1002/1521-3978\(200009\)48:9<11%3C965::AID-PROP965%3E3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1521-3978(200009)48:9<11%3C965::AID-PROP965%3E3.0.CO;2-V)

8. Кампра, П. (2021). [Отчет]. Обнаружение оксида графена в водной суспензии (Comirnaty[™] RD1): наблюдательное исследование в оптической и электронной микроскопии. Университет Альмерии. <https://docdro.id/rNgtxyh>
9. Гонсалес-Эрреро, Х.; Гомес-Родригес, Х.М.; Маллет, П.; Моаид, М.; Паласиос, Джей Джей; Сальгадо, К.; Бриуэга, И. (2016). Контроль магнетизма графена на атомном уровне с помощью атомов водорода. *Science*, 352 (6284), стр. 437–441. <https://doi.org/10.1126/science.aad8038>
10. Ианнаццо-Сотерас, М. Э. (2017). Исследование конструкции и контрольные показатели интегральных схем на основе графеновых полевых транзисторов: на пути к беспроводным нанотрансиверам. <http://hdl.handle.net/2117/113288>
11. Jasim, DA; Lozano, N.; Kostarelos, K. (2016). Синтез малослойных листов оксида графена высокой чистоты из различных источников графита для биологии. *2D Materials*, 3 (1), 014006. <https://doi.org/10.1088/2053-1583/3/1/014006>
12. Józsa, C.; van-Wees, BJ (2019). Графеновая спинтроника. В *Spintronics Handbook: Spin Transport and Magnetism*, Второе издание. С. 121-154. <https://doi.org/10.1201/9780429441189>
13. Харисова, ОВ; Гарсия, БО; Харисов, ВІ; Мендес, УО (2016). Наноконкомпозиты на основе магнитного графена и соответствующие приложения. В *Advances in Carbon Nanostructures*. IntechOpen. <http://dx.doi.org/10.5772/64319>
14. Konwar, S.; Dhapola, PS; Gupta, M.; Singh, RC; Singh, PK (2019). Высокочистый оксид графена с использованием электрохимического синтеза и его применение. В *Macromolecular Symposia* (т. 388, № 1, стр. 1900038). <https://doi.org/10.1002/masy.201900038>
15. Лойенбергер, МН; Лосс, Д. (2001). Спинтроника и квантовые вычисления: механизмы переключения для кубитов. *Physica E: Низкоразмерные системы и наноструктуры*, 10 (1-3), стр. 452-457. [https://doi.org/10.1016/S1386-9477\(01\)00136-9](https://doi.org/10.1016/S1386-9477(01)00136-9)
16. Li, L.; Qin, R.; Li, H.; Yu, L.; Liu, Q.; Luo, G.; Lu, J. (2011). Функционализированный графен для высокопроизводительных двумерных устройств спинтроники. *ACS nano*, 5 (4), стр. 2601-2610. <https://doi.org/10.1021/nn102492g>
17. Liao, ZM; Wu, HC; Wang, JJ; Cross, GL; Kumar, S.; Shvets, IV; Duesberg, GS (2011). Магнитосопротивление переходов Fe3O4-графен-Fe3O4. *Applied Physics Letters*, 98 (5), 052511. <https://doi.org/10.1063/1.3552679>
18. Gergs, NM; Bender, SA; Duine, RA; Schuricht, D. (2018). Переключение спина с помощью спиновых клапанов квантовых точек. *Physical review letters*, 120 (1), 017701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.120.017701>
19. Hashmi, A.; Hong, J. (2014). Магнитные свойства графена/BN/Co (111) и потенциальная спинтроника. *Журнал магнетизма и магнитных материалов*, 355, стр. 7-11. <https://doi.org/10.1016/j.jmmm.2013.11.036>
20. Maassen, J.; Ji, W.; Guo, H. (2011). Графеновая спинтроника: роль ферромагнитных электродов. *Nano letters*, 11 (1), стр. 151-155. <https://doi.org/10.1021/nl1031919>
21. Manoratne, CH; Rosa, SRD; Kottegoda, IRM (2017). Интерпретация рентгеновской дифракции с высокой скоростью нагрева, УФ-видимого диапазона, ИК-Фурье и СЭМ восстановленного оксида графена, синтезированного из высокочистого жильного графита.

- Material Science Research India, 14 (1), стр. 19-30. <http://dx.doi.org/10.13005/msri/140104>
- 22.Рэй, СК; Соин, Н.; Макгато, Т.; Чуанг, Швейцария; Понг, ВФ; Рой, СС; Маклафлин, Дж. А. (2014).
Графенсодержащий двухслойный наноструктурный материал на основе графона/графана для спинтроники.
Научные отчеты, 4 (1), стр. 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep03862>
- 23.Rosillo-Lopez, M.; Salzmänn, CG (2016). Простой и мягкий путь химического окисления для получения высокочистого нано-оксида графена. Carbon, 106, стр. 56-63.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2016.05.022>
- 24.Soriano, D.; Munoz-Rojas, F.; Fernández-Rossier, J.; Palacios, JJ (2010).
Гидрогенизированные графеновые наноленты для спинтроники. Physical Review B, 81 (16), 165409. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.81.165409>
- 25.Tsuchiya, T.; Terabe, K.; Ochi, M.; Higuchi, T.; Osada, M.; Yamashita, Y.; Aono, M. (2016).
Настройка намагниченности и магнитосопротивления in situ в тонкой пленке Fe₃O₄, достигнутая с помощью полностью твердотельного окислительно-восстановительного устройства. Acs Nano, 10 (1), стр. 1655-1661. <https://doi.org/10.1021/acsnano.5b07374>
- 26.Wang, J.; Xu, X.; Mu, X.; Ma, F.; Sun, M. (2017). Магнетики и спинтроника на двумерных композитных материалах графен/гексагональный нитрид бора. Materials Today Физика, 3, стр. 93-117. <https://doi.org/10.1016/j.mtphys.2017.10.003>
27. Уизерс, Ф.; Дюбуа, М.; Савченко, АК (2010). Электронные свойства фторированных однослойных графеновых транзисторов. Физический обзор B, 82 (7), 073403.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevB.82.073403>
- 28.Yang, X., Liu, G., Balandin, AA и Mohanram, K. (2010). Трехрежимный однотранзисторный графеновый усилитель и его применение. ACS nano, 4 (10), стр. 5532-5538.
<https://doi.org/10.1021/nn1021583>
29. Чжао, М. К.; Чжан, К.; Хуан, Дж. К.; Тянь, Г. Л.; Чэнь, Т. К.; Цянь, В. З.; Вэй, Ф. (2013). К гибридам графена высокой чистоты/однослойной углеродной нанотрубки с улучшенными электрохимическими емкостными характеристиками. Углерод, 54, стр. 403-411.
<https://doi.org/10.1016/j.carbon.2012.11.055>