



НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТРАНЗИСТОРОВ: ГРАФЕН И ДВУМЕРНЫЕ ПОЛУПРОВОДНИКИ

Зиёда Арипова

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий, Ташкент Узбекистан

Аннотация: В статье рассматриваются перспективные материалы для транзисторов, в частности, графен и двумерные полупроводники, такие как дисульфид молибдена и диселенид вольфрама. Описываются уникальные свойства графена, включая высокую подвижность зарядов, тонкость и гибкость, а также его ограничения, такие как отсутствие прямого энергетического зазора. Далее анализируются преимущества двумерных полупроводников, включая наличие регулируемого прямого энергетического зазора, легкость в производстве и потенциал для использования в оптоэлектронных устройствах и солнечных элементах. В заключение подчеркивается значимость этих материалов для разработки высокопроизводительных, компактных и энергоэффективных электронных приборов.

Ключевые слова: графен, двумерные полупроводники, транзисторы, электронные устройства, подвижность зарядов, энергетический зазор, наноэлектроника, гибкая электроника, оптоэлектронные устройства, эффективность солнечных элементов

ВВЕДЕНИЕ

В данной статье рассматривается потенциал графена и других двумерных полупроводников в качестве перспективных материалов для создания транзисторов нового поколения. Описаны уникальные свойства этих материалов, их преимущества и вызовы при применении в электронной промышленности, а также последние достижения в области исследований и разработок.

В последние десятилетия развитие технологии транзисторов и других полупроводниковых устройств стало основой для прогресса в области микроэлектроники, автоматизации и информационных технологий. Традиционные материалы, такие как кремний, постепенно достигают пределов своих возможностей в связи с необходимостью повышения производительности и уменьшения размеров устройств. В ответ на эту технологическую задачу ученые и инженеры начали активные исследования новых материалов, способных обеспечить более высокие характеристики и производительность.



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2024"

Графен, одномерная форма углерода с уникальной двумерной структурой, стал одним из самых многообещающих кандидатов среди новых материалов. Его замечательные электрические, теплопроводные и механические свойства открывают новые горизонты для создания транзисторов с высокой подвижностью и эффективности. Однако графен имеет свои ограничения, такие как отсутствие прямого энергетического зазора, что затрудняет его применение в цифровых схемах.

В то же время двумерные полупроводники, такие как дисульфид молибдена (MoS_2) и диселенид вольфрама (WS_2), представляют собой другую перспективную область исследований благодаря своим регулируемым свойствам и возможностям применения в оптоэлектронных устройствах. Эти материалы обладают прямым энергетическим зазором, что позволяет им эффективно выполнять функции как в электронных, так и в оптоэлектронных системах.

Целью данной статьи является рассмотрение возможностей использования графена и двумерных полупроводников в качестве новых материалов для транзисторов. Мы проанализируем их уникальные свойства, возможные применения, а также проблемы, с которыми сталкиваются исследователи в процессе интеграции этих материалов в современные электронные устройства.

Графен состоит из атомов углерода, но вместо того, чтобы находиться в неорганизованной форме (графит) или организованном кристалле (алмазы), в графене атомы углерода выстроены в моноатомный слой, как в ультратонком листе бумаги. Они также обнаружили, что можно даже создавать одномерные или нульмерные материалы, такие как нанотрубки или квантовые точки.

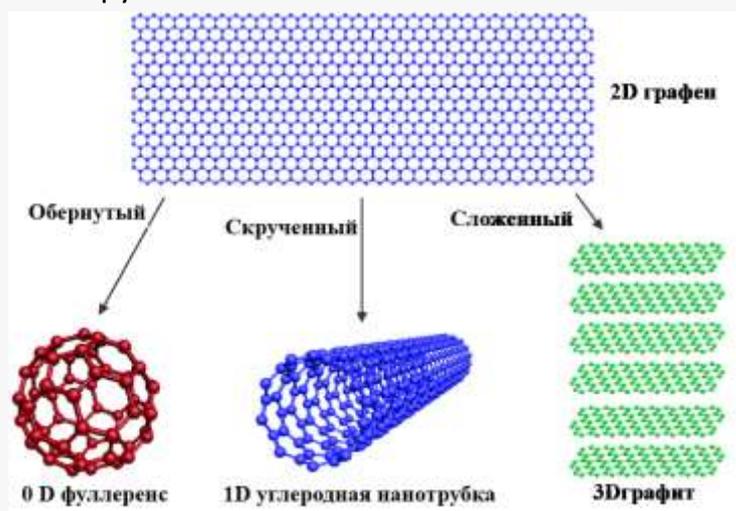


Рис.1. Схематическая структура графена

Уникальные свойства графена сразу же привлекли к нему внимание тысяч исследователей, стремящихся раскрыть его уникальные электрические, химические и физические свойства.



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2024"

Однако другие начали задаваться вопросом, могут ли другие элементы, кроме углерода, также создавать 2D-материалы. Ответ был утвердительным: теоретическое предсказание обещало сотни различных потенциальных 2D-материалов. Среди наиболее важных и изученных 2D-материалов, помимо графена, можно отметить несколько:

- Борофен, состоящий из атомов бора, обнаруженный только в 2015 году.
- Золотой, сделанный из атомов золота, впервые произведенный в 2024 году.
- Силицен, состоящий из атомов кремния.
- Фосфорин, состоят из атомов фосфора.

Также оказывается, что 2D-материалы не обязательно должны состоять только из одного чистого элемента — например, монослой дисульфида молибдена (MoS_2) или нитрида кремния (Si_3N_4).

Другие атомы также могут присоединяться к монослою, создавая «шероховатую» поверхность, как при добавлении водорода к атомам углерода графена с образованием графан.

Последние Достижения:

- Разработка транзисторов на основе ДПМ: В последние годы достигнут значительный прогресс в разработке транзисторов на основе дихалькогенидов переходных металлов, которые обладают хорошими характеристиками и могут быть использованы в различных приложениях.

- Разработка методов контролируемого синтеза: Исследователи разрабатывают новые методы контролируемого синтеза графена и двумерных полупроводников, что приближает их массовое производство.

- Интеграция с кремниевыми технологиями: Ведутся исследования по интеграции графена и двумерных полупроводников с существующими кремниевыми технологиями для создания гибридных электронных устройств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Графен и двумерные полупроводники представляют собой революционные материалы для транзисторов и других электронных устройств. Их уникальные свойства способны кардинально изменить подход к разработке высокопроизводительных, компактных и энергоэффективных приборов. Исследования в данной области продолжаются, и с каждым днем мы все ближе к созданию новых поколений электроники, которые будут использовать преимущества этих материалов.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Радисавлевич Б., Раденович А., Брививо Дж., Джакометти В. и Кис А. (2011). Однослойные MoS_2 -транзисторы. Природные нанотехнологии, 147–150.



"INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2024"

2. Новоселов К.С., Гейм А.К., Морозов С.В., Цзян Д., Кацнельсон М.И., Григорьева И.В., ..., Фирсов А.А. (2004). Эффект электрического поля в атомарно тонких углеродных пленках. 666-669.
3. McKinsey & Company. (2021). The Future of Work: Analyzing the Role of Digital Infrastructure in Workforce Transitions.
4. Qarshiboyevich, X. S., & Abdurahmonovich, A. D. (2024). TEXNIKA FANLARINI O 'QITISHDA ZAMONAVIY AXBOROT KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARINI QO 'LLASH. *Ta'limning zamonaviy transformatsiyasi*, 7(4), 206-211.
5. Nurmukhamedova, T. U., Ulashov, S. R., & Kholmonov, S. Q. (2020). PRINCIPLES OF CREATING VIRTUAL LABORATORIES IN ENGINEERING EDUCATION. In Актуальные проблемы инфотелекоммуникаций в науке и образовании (АПИНО 2020) (pp. 387-391).
6. Xolmonov, S., & Abdullayev, A. (2023, January). TEXNIKA FANLARINI O 'QITISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI QO 'LLASH. In *INTERNATIONAL CONFERENCES* (Vol. 1, No. 2, pp. 717-721).
7. Холмонов, Ш. К., & Нурмухамедова, Т. У. (2024). ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ И ДИСТАНЦИОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ В ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ. *Ta'limning zamonaviy transformatsiyasi*, 7(4), 198-205.
8. Karshiboyevich, K. S., & Usmonovna, N. T. (2023). REMOTE LABS IN HIGHER ENGINEERING EDUCATION: ENGAGING STUDENTS WITH ACTIVE LEARNING PEDAGOGY. *Journal of new century innovations*, 43(3), 143-147.