



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

(12) **Описание изобретения** К МАЛОМУ ПАТЕНТУ

(21) 1901362

(22) 21.10.2019

(46) Бюл. 168, 2021

(71)(73) Центр инновационного развития науки и новых технологий Национальная Академии наук Таджикистана (TJ)

(72) Каримов Х.С. (TJ); Ахмедов Х.М. (TJ); Джамил Ун Наби (PK); Фатима Ношин (PK); Юмаев Н.Р. (TJ); Мухаммад Ахтаруззаман (MY)

(54) **СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ГЕТЕРО-ПЕРЕХОДА НА ОСНОВЕ P-SI-ГРАФЕН**

(56) 1. Bhopal M.F.et.al. Past and future of graphene/silicon heterojunction solar cell: a review, Journal of Materials Chemistry, C5 (5), October 2017.

2. An X.et.all. Tunable Graphene-Silicon Heterojunctions for Ultrasensitive Photodetection, Nano Letters, 13(3), Jan.2013.

3. Huang K. et.al. Progress of Graphene.—Silicon Heterojunction Photovoltaic Devices, Advanced Materials, 05 December 2018, <https://doi.org/10.1002/admi.201801520>

4. Стоддарт Н.Г. Способы и аппаратура для производства монокристаллического литого кремния и изделий из монокристаллического литого кремния для фотоэлементов, Патент Российской Федерации, RU 2425183 C2, 18.01.2007, Бюлл. № 21, 27.07.2011.

5. Астахов В.П. и др. Способ изготовления планарных ррп фотодиодов большой площади на высокоомном р-кремнии. Заявка 201315044, опубликована 20.03.2015, RU 2544869, C1. Бюлл. № 8.

6. Веерасами В.С. Электронное устройство. Патент Российской Федерации, RU 2535835, C2, 16.07.2010, опубликовано 10.12.2014, Бюлл. № 34.

5. Zexia Zhang, Tongxiang Cui, Ruitao Lv, Hongwei Zhu, Kunlin Wang, Dehai Wu, and Feiyu Kang, Improved Efficiency of Graphene/Si Heterojunction Solar Cells by Optimizing Hydrocarbon Feed Rate, Journal of Nanomaterials Volume 2014, Article ID 359305, 7pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2014/359305>.

(57) Изобретение относится к технологии изготовления гетеропереходов типа полупроводник-проводник и может применяться в качестве выпрямляющих переходов в электронных приборах, а также в демонстрационных целях в учебных заведениях. Способ изготовления гетероперехода р-Si-графен основан на методе втирания нано-порошка графена в подложку р-Si при регулируемом давлении головки 20-30 грамм/см² и вращательно-поступательной траектории движения втирающей эластичной головки движущего механизма со скоростью 1-2 см/сек. в течение 1-2 минуты. Исследованием вольт-амперной характеристики было установлено, что гетеропереход р-Si-графен обладает выпрямляющим эффектом. Коэффициент выпрямления гетероперехода р-Si-графен составлял 45-240 в зависимости от прикладываемого напряжения. Обнаружено, что гетеропереход р-Si-графен чувствителен к инфракрасному излучению и может использоваться в электронике в полупроводниковых диодах и в датчиках инфракрасного излучения.

Изобретение относится к технологии изготовления полупроводниковых гетеропереходов и может использоваться для получения выпрямляющих переходов в промышленных условиях для использования в электронных приборах и в демонстрационных целях в учебных заведениях.

Известен переход Шоттки между графеном и кремнием (Graphene/silicon (Gr/Si)), который может быть использован в солнечных элементах [1].

Известен переход Шоттки между графеном и кремнием, который может использоваться в качестве фотоприёмника работающего в режиме измерения фототока и фотонапряжения [2]. Данный фотоприёмник является технологически сложным в изготовлении и сравнительно дорогим.

Известен также, основанный на графен-кремниевом переходе Шоттки солнечный элемент [3]. Технология изготовления элемента является достаточно сложной.

Известен способ и аппаратура для производства монокристаллического литого кремния и кремниевых фотоэлементов [4]. Монокристаллы кремния получают путём охлаждения расплава при регулировании процесса кристаллизации, что требует огромного количества времени и точности регулирования процесса кристаллизации.

Известен способ изготовления планарных рпн – фотодиодов на высокоомном р-кремнии [5]. Способ включает подготовку пластины исходных р-кремния или кремниевой эпитаксиальной структуры р+и р- типа, формирование маски для имплантации ионов р+ в рабочую область и охранное кольцо. Оптимальное изготовление обеспечивает повышение токовой чувствительности рпн фотодиодов.

Данный способ является технологически тонким и трудоёмким.

Описано электронное устройство, включающее в себя слой на основе графена [6]. Изобретение относится к использованию графена в качестве прозрачного проводящего покрытия. Солнечный элемент содержит стеклянную подложку, на которую наносится слой прозрачного графена на котором осаждается слой полупроводника. На слое полупроводника осаждается второй слой полупроводника, на котором также осаждается второй слой графена. Слой графена был легирован примесями п- или р-типа. Получение устройства является сложным и трудоёмким, поскольку включает в себя двухстадийное нанесения слоев, как полупроводника, так и осаждения слоя графена из раствора.

Наиболее близким аналогом к заявленному изобретению является графен-кремниевый гетеропереход, изготовленный методом химического осаждения из паровой фазы, с использованием ацетонитрила [7].

Формула изобретения

Способ изготовления гетероперехода на основе р-Si-графена, включающий осаждение слоя проводящего материала на подложку из кремния, **отличающийся тем, что** слой графена наносят на р-Si методом давления-скольжения, втирание графена

Прототип имеет следующие недостатки: во-первых, химический метод осаждения из паровой фазы является дорогим и сложным. Во-вторых, используемый в данной технологии ацетонитрил является ядовитым и вредным для здоровья химическим растворителем, особенно в паровой фазе.

Целью изобретения является упрощение технологии получения гетеропереходов на основе графена и кремния и снижение их стоимости.

Технический результат достигается тем, что порошок графена наносится на поверхность кремниевой подложки толщиной 0.4-0.5 мм и площадью 1x1 см². Подложка устанавливается в специальном устройстве, в котором методом давления-скольжения (втирания) с помощью цилиндрической головки из плотного эластичного материала осуществляется процесс втирания графена в поверхность кремниевой подложки. При этом регулируется давление головки на слой графена, нанесённого на поверхность кремниевой подложки. Цилиндрическая головка осуществляет поступательно-вращательное движение со скоростью 1-2 см/сек. Давление цилиндрической головки на слой графена было равно 20-30 грамм/см². Процесс втирания осуществлялся в течение 1-2 мин. После завершения процесса втирания слоя графена в кремниевую подложку на поверхностях образца с обеих сторон устанавливаются кольцевидные металлические электроды.

Измерение вольт-амперной характеристики показало, что графен-кремниевый гетеропереход обладает выпрямляющим свойством с коэффициентом выпрямления 45-240 в зависимости от приложенного напряжения. Было обнаружено, что графен-кремниевый гетеропереход является чувствительным к инфракрасному излучению: при облучении лампой инфракрасного света мощностью 10Вт/м². При этом напряжение холостого хода на выходе было равно 80 мВ.

Заявленное изобретение поясняется следующими графическими изображениями:

Фиг.1 - структура подложки р-Si;

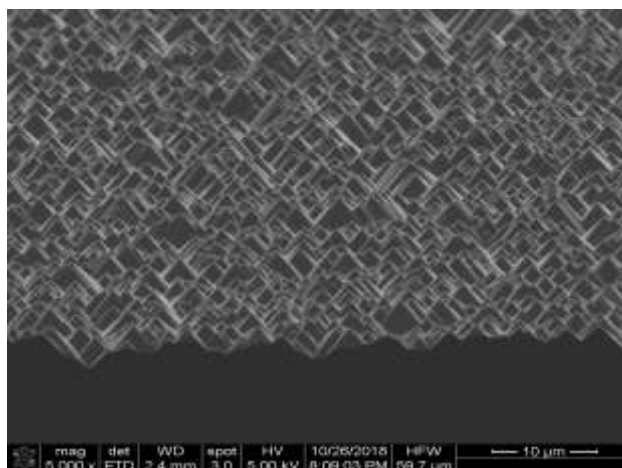
Фиг.2 - изготовление гетероперехода р-Si-графен методом давления-скольжения (втирания): подложка р-Si (1), порошок графена (2), цилиндрический резиновый уплотнитель (3), движение уплотнителя (4);

Фиг.3 - схематическая конструкция образца гетероперехода р-Si-графен; металлические кольцевые электроды (1 и 5), графен (2), подложка р-Si (3), проводящая плёнка (4), выводы (6 и 7).

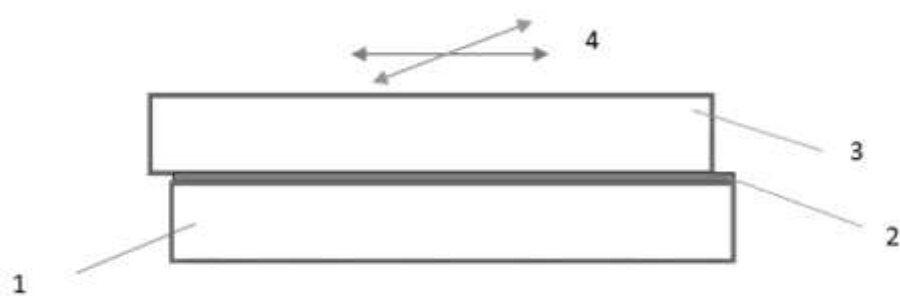
Фиг.4 - вольт-амперная характеристика образца гетероперехода р-Si-графен;

Фиг.5 - зависимость коэффициента выпрямления (KB) образца гетероперехода р-Si-графен от напряжения.

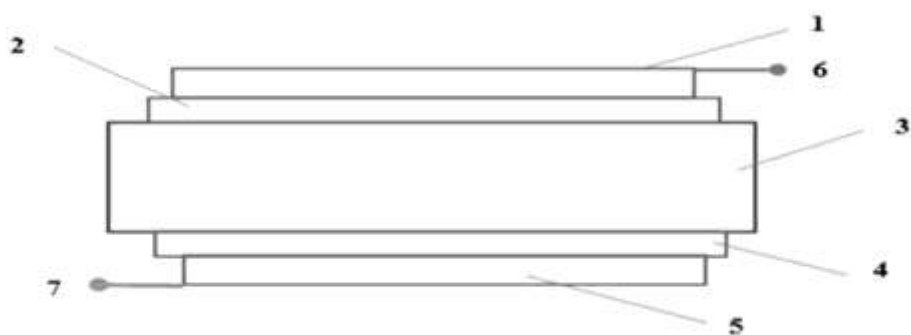
в подложку осуществляют плотным, эластичным элементом цилиндрической формы при регулируемом давлении головки 20-30 грамм/см² и вращательно-поступательном движении эластичного элемента со скоростью 1-2 см/сек. в течение 1-2 мин.



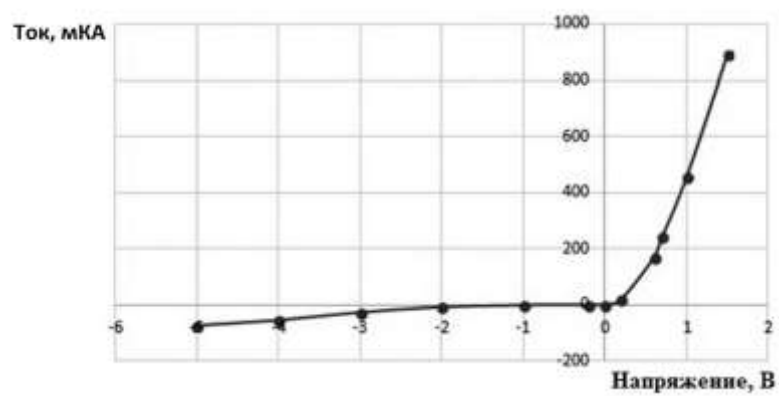
Фиг.1



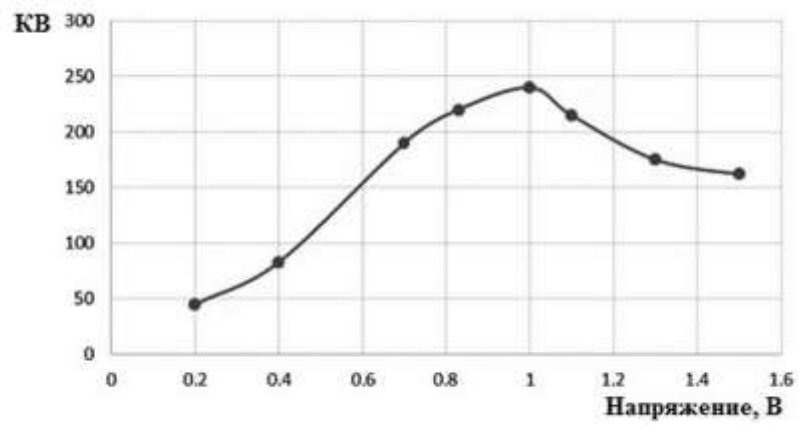
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.

Заказ	Тираж	Подписное
Национальный патентно-информационный центр РТ 734042, г. Душанбе, ул. Айни, 14а		