



ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ
ВЕДОМСТВО

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

(21) 1901370

(22) 03.12.2019

(46) Бюл. 170, 2021

(71)(73) Центр инновационного развития науки и новых технологий Национальной академии наук Таджикистана (TJ)

(72) Каримов Х.С. (TJ); Ахмедов Х.М. (TJ); Неджа Чакмак (TR); Мухаммад Захир Икбал (PK); Мухаммад Салим (PK), Юмаев Н.Р. (TJ)

(54) **ДАТЧИК ИК - ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОПЕРЕХОДА P-SI-ГРАФЕН**

(56) 1. Патент Российской Федерации, № 2518348, 10.06.2014. Устройство и способ для детектирования инфракрасного излучения с помощью матрицы резистивных болометров.

2. Патент Российской Федерации, № 2511275, 10.04.2014. Наноструктурный ИК-приёмник (болометр) с большой поверхностью поглощения.

3. Патент Российской Федерации, № 2083030, 28.06.1995. Датчик ИК – излучения.

(57) Изобретение относится к оптоэлектронике и может использоваться в качестве датчиков

инфракрасного излучения, как в лабораторных, так и в промышленных фоточувствительных устройствах, а также в демонстрационных целях в учебных заведениях.

Датчик включает подложку из монокристаллического Si p-типа с поверхностью подложки толщиной 0.4-0.5 мм и площадью 1x1 см², на который наносят порошок графена слоем толщиной 10-20 мкм, на поверхность которого с обеих сторон прикрепляют металлические кольцевидные электроды размером 2 мм. С лицевой стороны поверхность датчика покрыта герметичной защитной прозрачной плёнкой из полимерного материала.

Таким образом, предложенный датчик ИК-излучения обладает избирательной чувствительностью в ближней ИК-области спектра с максимумом при длине волны 1.07-1.09 нм., совместим со стандартной кремниевой технологией, не требует охлаждения при работе и проявляет выпрямляющие свойства с коэффициентом выпрямления в зависимости от приложенного напряжения равный - 45-240.

Изобретение относится к оптоэлектронике и может использоваться в качестве датчиков инфракрасного излучения, как в лабораторных, так и в промышленных фоточувствительных устройствах, а также в демонстрационных целях в учебных заведениях.

Описано устройство и способ для детектирования инфракрасного излучения с помощью матрицы резистивных болометров, средство для считывания болометров матрицы, средство для измерения температуры в подложке и средство для коррекции сигнала, сформированного из каждого болометра [1]. Устройство содержало монокристаллическую кремниевую подложку р-типа, сформированный на ней фоточувствительный слой, включающий слой из кремния n-типа проводимости, и омические контакты к ним. Удельное сопротивление монокристаллического кремния р-типа было не более 20 Ом*см, а фоточувствительный слой имел толщину 1.6-2.0 мкм и полностью был сформирован из аморфного кремния n-типа проводимости. Данное устройство и способ для детектирования инфракрасного излучения является конструктивно сложным и соответственно дорогим.

Известен ИК-приёмник (болометр) с большой поверхностью поглощения [2]. Приёмник состоит из мембраны с термочувствительным элементом и поглотителем электромагнитной энергии, прикрепленной к подложке с помощью токопроводящих шин. Покрытие из тонкопленочного монокристаллического материала $\text{Bi}_{1-x}\text{Sb}_x$ ($0 < x < 12$) максимально покрывает поверхность мембраны и включает полосу, которая отделена зазорами от остальной части покрытия за исключением концов полосы, соединенных с остальной частью покрытия. Кроме того, покрытие разделено щелью на две части, электрически соединенные указанной полосой. Изготовление данного устройства является многоступенчатым, трудоемким а следовательно сложным и сравнительно дорогим.

Наиболее близким по технической сущности изобретением к заявленному по существу является датчик ИК-излучения с избирательной фоточувствительностью в ближней ИК-области спектра, который изготавливается по способу, включающему осаждение на поверхность монокристаллической кремниевой подложки р-типа проводимости пленки аморфного Si n-типа проводимости методом высокочастотного магнетронного осаждения [3]. Горизонтально расположенная мишень диаметром 150 мм выполнена из составных частей монокристаллического кремния n-типа проводимости. На расстоянии 60 мм над мишенью расположен подложкодержатель из нержавеющей стали. Перед осаждением пленки аморфного Si подложки нагревались с помощью кварцевой галогенной лампы, при этом температура нагрева подложек T_s контролировалась с помощью хромель-алюмелевой термопары.

Осаждение пленки аморфного Si(n-тип) проводилось через маску размером 4x5 мм в плазме Ag. Скорость осаждения вычислялась, исходя из данных толщины пленки и времени осаждения и

составляла 3.0-3.5 А/сек. После осаждения пленки отжигались без разгерметизации установки. Изготовление сенсорных структур завершалось осаждением через маску алюминиевых контактов размером 2x5 мм. Контакты формировались на поверхности пленки и на открытых участках Si подложки. Расстояние между ними равнялось 3 мм.

Спектральная зависимость фоточувствительности полученных структур аморфный Si(n-тип)/монокристаллический Si(p-тип) измерялась в диапазоне длин волн 0.5-1.2 мкм при комнатной температуре. Образцы освещались кварцевой галогенной лампой с интенсивностью освещения 10^{13} - 10^{15} см²сек⁻¹. В ходе эксперимента стабильность источника освещения постоянно контролировалась. Измерения фоточувствительности проводились в диапазоне напряжений 0-20 В с использованием стабилизированного источника питания.

Прототип имеет следующие недостатки: во-первых, датчик содержит по существу два слоя: монокристаллического кремния и аморфного кремния, что усложняет технологию изготовления. Во-вторых, после изготовления имеется необходимость в отжиге без разгерметизации установки. Всё это в конечном счёте делает дороже технологию производства приёмника ИК излучения.

Целью изобретения является упрощение технологии изготовления гетеропереходов на основе кремния и снижение стоимости датчика ИК – излучения на их основе.

Технический результат достигается тем, что в датчик включающей подложку из монокристаллического Si р-типа проводимости с поверхностью подложки толщиной 0.4-0.5 мм и площадью 1x1 см² нанесен слой порошка графена толщиной 10-20 мкм. В кремниевую подложку на поверхности слоя графена с обеих сторон прикреплены кольцевидные металлические электроды размером 2 мм. С лицевой стороны поверхность датчика покрыта герметичной защитной прозрачной плёнкой из полимерного материала.

Установлено, что датчик ИК-излучения обладает избирательной чувствительностью в ближней ИК-области спектра с максимумом при длине волны 1.07-1.09 нм., совместим со стандартной кремниевой технологией, не требует охлаждения при работе и проявляет выпрямляющие свойства с коэффициентом выпрямления в зависимости от приложенного напряжения равный - 45-240.

Предлагаемый датчик ИК-излучения поясняется следующими графическими изображениями, где:

на Фиг.1. приведена структура подложки р-Si;

на Фиг.2 приведена схематическая конструкция датчика ИК-излучения на основе гетероперехода р-Si-графен: где 1-подложка р-Si; 2- слой графена; 3-металлический кольцевой электрод; 4,5-омические контакты; 6- прозрачное защитное покрытие.

на Фиг.3 представлена зависимость напряжения холостого хода датчика ИК –излучения на основе гетероперехода р-Si-графен от интенсивности инфракрасного излучения.

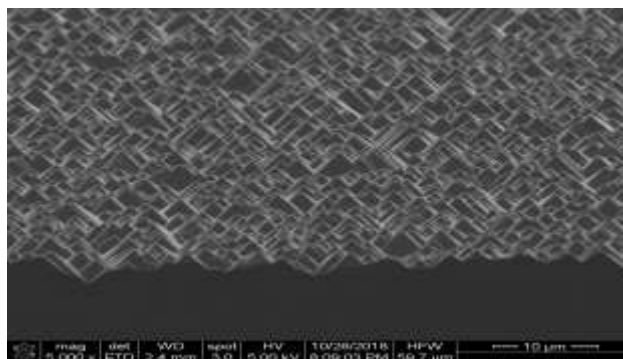
Предложенное изобретение может быть использован для демонстрационных целей в процессе обучения, а также может изготавливаться в

промышленных масштабах, т.к. технология его изготовления является простой и сравнительно дешёвой.

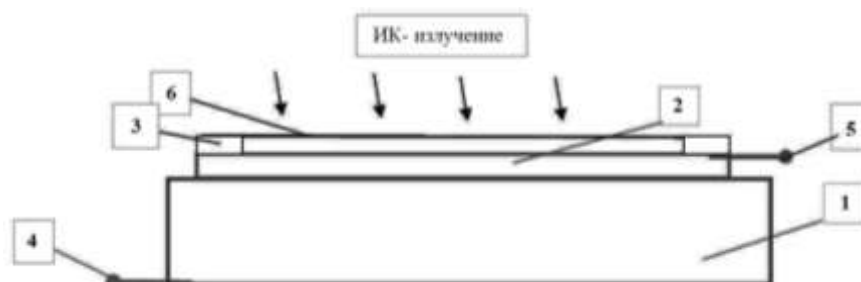
Формула изобретения

Датчик ИК-излучения на основе гетероперехода р-Si-графен содержащий монокристаллическую кремниевую подложку р-типа проводимости и омические контакты, **отличающийся тем, что** подложку толщиной 0.4-0.5 мм и площадью 1x1 см² покрыта слоем графена толщиной

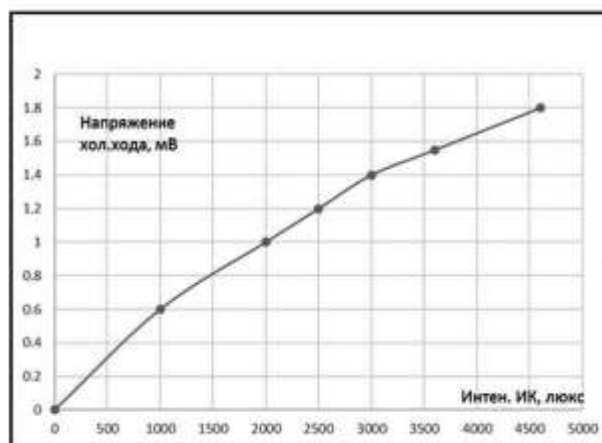
10-20 мкм, на поверхность которого с обеих сторон прикреплены металлические кольцевидные электроды размером 2 мм, а также с лицевой стороны поверхность датчика покрыта герметичной защитной прозрачной плёнкой из полимерного материала.



Фиг.1



Фиг.2.



Фиг.3.

Компьютерный набор: Ризоева С.Р.