



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2004129916/28**, **14.10.2004**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.10.2004(30) Конвенционный приоритет:
15.10.2003 FR 03 12042(43) Дата публикации заявки: **20.03.2006**(45) Опубликовано: **20.05.2009** Бюл. № 14(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **FR 2796148 A1, 12.01.2001. WO 00/37906 A,
29.06.2000. US 5399897 A, 21.03.1995. FR
2752299 A1, 13.02.1998. US 6320189 B1,
20.11.2001.**

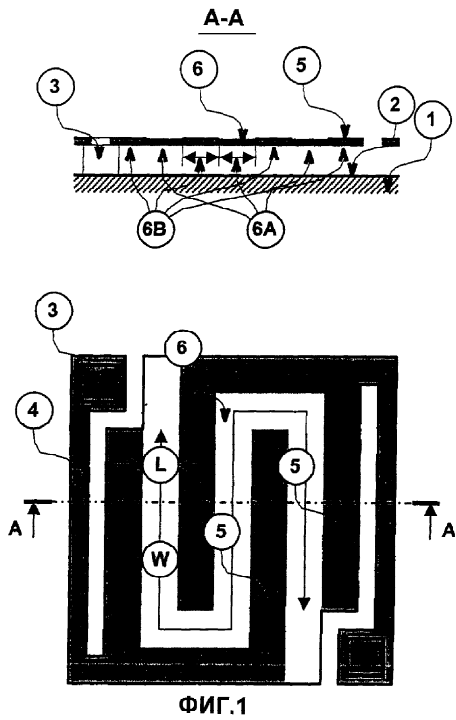
Документ находится в Патентном отделе

ОКБ АСТРОН140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1**(54) БОЛОМЕТРИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ
ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТАКОГО БОЛОМЕТРИЧЕСКОГО
ДЕТЕКТОРА И СПОСОБ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭТОГО ДЕТЕКТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам для обнаружения инфракрасного излучения и может быть использовано для формирования инфракрасных изображений. Сущность: болометрический детектор содержит чувствительную часть, имеющую один или несколько слоев чувствительного материала, удельное сопротивление которого изменяется с температурой, электроды, изолированные друг от друга, также действующие как поглотитель инфракрасного излучения. При этом указанные электроды находятся в контакте с чувствительным материалом на протяжении, по меньшей мере, части своей поверхности. Кроме того, детектор содержит, по меньшей мере, одну опорную область для позиционирования указанной чувствительной

части, действующую как электрический проводник относительно схемы считывания, связанной с болометрическим детектором. Детектор также содержит, по меньшей мере, одну теплоизоляционную структуру, электрически и механически соединяющую каждую опорную область с чувствительной частью. Области чувствительного материала, не находящиеся в контакте с электродами, имеют, по меньшей мере, один гофр, ориентированный вдоль направления, перпендикулярного к плоскости, содержащей чувствительную часть болометрического детектора. Технический результат: улучшение характеристик при заданном размере и при заданной тепловой постоянной времени. 3 н. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ.1

RU 2356017 C2

RU 2356017 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.
G01J 5/20 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

- (21), (22) Application: **2004129916/28, 14.10.2004**
- (24) Effective date for property rights:
14.10.2004
- (30) Priority:
15.10.2003 FR 03 12042
- (43) Application published: **20.03.2006**
- (45) Date of publication: **20.05.2009 Bull. 14**

Документ находится в Патентном отделе
ОКБ АСТРОН
140081, Московская область, г.Лыткарино,
ул.Парковая, д.1

(54) BOLOMETRIC DETECTOR, IR RADIATION DETECTION DEVICE INCORPORATING AFORESAID DETECTOR AND METHOD OF ITS PRODUCTION

(57) Abstract:

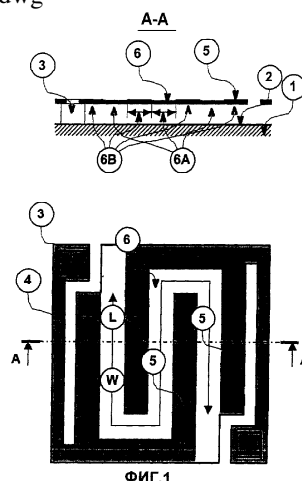
FIELD: physics, measurements.

SUBSTANCE: invention relates to IR radiation detection devices and serves to form IR images. In compliance with this invention, the proposed bolometric detector comprises a sensitive part with one or several sensitive material layers, the material specific resistance varying with temperature, and isolated electrodes acting as IR radiation absorbers. Note that aforesaid electrodes are in contact with the said sensitive material along, at least, a part of their surface. Note also that the proposed detector comprises, at least, one bearing surface to position aforesaid sensitive part acting as an electric conductor relative to readout circuit connected with the bolometric detector. The proposed detector comprises also, at least, one, heat-insulation structure interconnecting, electrically and mechanically, every bearing surface. the said sensitive material surfaces, out of contact with the

electrodes, feature, at least, one crimp oriented along the direction perpendicular to the plane comprising the bolometric detector sensitive part.

EFFECT: improved characteristics at preset sizes and thermal time constant.

11 cl, 5 dwg



ФИГ.1

RU 2 356 017 C2

RU 2 356 017 C2

Настоящее изобретение относится к болометрическому детектору и к устройству для обнаружения инфракрасного излучения с использованием такого детектора. Оно также относится к способу изготовления такого детектора.

Областью применения изобретения является, главным образом, формирование инфракрасных изображений.

Известные в области техники инфракрасные детекторы представляют собой устройства, выполненные в матричной форме и с возможностью функционирования при комнатной температуре, то есть устройства, не требующие охлаждения, в отличие от устройств для обнаружения, так называемых квантовых детекторов, для функционирования которых необходима очень низкая температура, обычно температура жидкого азота.

В этих неохлаждаемых детекторах обычно используется изменение физического параметра соответствующего материала в зависимости от температуры вблизи 300 К. В случае болометрических детекторов этой физической величиной является электрическое удельное сопротивление.

Как правило, в таком неохлаждаемом детекторе объединены.

- средство для поглощения инфракрасного излучения и преобразования его в теплоту;

- средство для теплоизоляции детектора таким образом, чтобы обеспечивался его нагрев при воздействии инфракрасного излучения;

- термометрическое средство, в котором применительно к болометрическому детектору использован резистивный элемент; и

- средство для считывания электрических сигналов, выдаваемых термометрическим средством.

Детекторы, предназначенные для формирования инфракрасных изображений, образуют в виде матрицы элементарных детекторов, в виде одно- или двумерной матрицы, на подложке, обычно изготовленной из кремния, которая включает в себя средство для электрического возбуждения указанных элементарных детекторов и средство для предварительной обработки электрических сигналов, формируемых этими элементарными детекторами.

Эти средства электрического возбуждения и предварительной обработки формируют на подложке, и они составляют схему считывания.

Интеграция в виде монолитной структуры детекторов с соответствующей схемой считывания является выгодной с учетом производственных затрат. Но кроме того, можно гибридизировать матрицу детекторов на такой схеме считывания.

Устройство, содержащее матрицу элементарных детекторов и связанную с ними схему считывания, обычно помещают в корпус и соединяют, главным образом электрически, с внешним периферийным оборудованием обычными способами. В таком случае давление понижают с тем, чтобы ограничить тепловые потери. Кроме того, в этом случае предусматривают инфракрасное окно, прозрачное для излучения, подлежащего обнаружению.

Для наблюдения картины посредством такого детектора с помощью соответствующей оптики картину проецируют на матрицу элементарных детекторов и подают переменные электрические сигналы возбуждения через схему считывания (предусмотренную к тому же и для этой цели) на каждый из элементарных детекторов или на каждый ряд таких детекторов для обеспечения электрического сигнала, определяющего структуру изображения, соответствующего температуре, до которой нагревается каждый элементарный детектор.

Этот сигнал подвергают относительно сложной обработке посредством схемы считывания и затем, может быть, посредством электронного устройства, внешнего по отношению к корпусу с тем, чтобы сформировать тепловое изображение наблюдаемой картины.

5 Эксплуатационные качества неохлаждаемых болометрических детекторов в основном зависят.

- от управления технологическим процессом и от внедрения наиболее эффективных болометрических материалов;

10 - от управления проектированием и изготовлением элементарных детекторов в виде микромостов, то есть в виде легких и тонких структур, теплоизолированных от схемы считывания;

15 - от особенностей применения этих детекторов и от различных корректирующих функций, используемых в схеме считывания и в других вспомогательных устройствах; и

- от управления технологическим процессом сборки и герметизации в герметичном корпусе низкого давления.

20 В частности, настоящее изобретение направлено на управление проектированием и изготовлением микромостов. Задача настоящего изобретения заключается в обеспечении возможности получения весьма эффективных болометрических детекторов с помощью технологий, которые являются относительно простыми в применении.

25 В предшествующем уровне техники описан ряд различных способов компоновки разнообразных составляющих элементов элементарных детекторов.

30 Можно сделать принципиальное разграничение детекторов с копланарными электродами и детекторов с параллельными электродами (то есть имеющих структуру типа "сэндвич"). Например, в документе US-A-5021663 описан болометрический детектор рассматриваемого типа.

Хотя изобретение легче применять в детекторах с копланарными электродами, в которых во время работы электрический ток, проходящий через структуру, протекает в плоскости элементарного детектора, его также можно применять в детекторах с параллельными электродами.

35 В патентном документе FR-A-2752299 описан болометрический детектор, содержащий схему считывания и один или несколько элементарных детекторов, которые сами имеют чувствительную часть, объединяющую слой болометрического материала и два проводящих электрода, и, по меньшей мере, один опорный элемент для этой чувствительной части, и в котором слой электродов выполнен встречно-гребенчатым. На фиг.1 схематично показано изображение такого элементарного болометрического детектора.

45 В этом детекторе схема (1) считывания покрыта отражающим слоем (2) металлизации, предназначенным для отражения инфракрасного излучения, не поглощаемого самим болометром, и расположенным выше указанного отражателя на расстоянии от 1,5 до 2,5 мкм (для оптимизирования обнаружения вблизи длины волны 10 мкм, примерно соответствующей полезному диапазону обнаружения этих детекторов).

50 Такое позиционирование осуществляется посредством по существу вертикальных структур (3). Эти структуры, которые в остальном описании будут называться "контактными столбиками", сами являются электропроводными и поэтому делают возможной передачу потенциалов возбуждения к проводящим участкам или

электродам (5) болометрического детектора через посредство удлиненных плоских структур (4), которые также являются электропроводными, но термически резистивными. Эти удлиненные плоские структуры в остальном описании будут называться “ответвлениями”.

5 Назначение этого теплового сопротивления, также называемого “теплоизоляцией”, заключается в обеспечении возможности нагревания болометрического материала при воздействии инфракрасного излучения.

10 Объем между телом болометра и отражателем на удалении от контактных столбиков (3) оставляют свободным от материала для предотвращения потери тепла через сплошной проводник. Этот объем обычно заполняют газом под низким давлением для ограничения конвекции и проводимости посредством газа.

15 В устройстве этого типа посредством схемы считывания через контактные столбики (3) и ответвления (4) и через, по меньшей мере, два токопроводящих участка или электроды (5) подается электрический ток, который проходит через структуру, параллельную плоскости болометрического детектора. Этот ток протекает через болометрический материал (6), удельное сопротивление которого изменится с температурой. Наиболее широко используемыми для этой цели материалами являются оксид ванадия и аморфный кремний.

20 Электроды (5) формируют в виде тонкого токопроводящего слоя, обычно металлического. Они также служат для поглощения инфракрасного излучения. На фиг.1 можно видеть, что эти электроды расположены на верхней поверхности болометрического материала (6). Внутренняя поверхность, отстоящая от болометра, то есть на фиг.1 на расстоянии от контактных столбиков (3) и ответвлений (4), почти всегда имеет форму по существу эквипотенциальных поверхностей (5) и резистивных поверхностей, протяженность которых задается промежутками между участками (5). В остальной части описания проводится различие между участками (6А) и участками (6В) слоя болометрического материала (6) в зависимости от того, будет ли ток возбуждения проходить через них (6А) или такой ток не будет проходить через них (6В).

Характеристику болометрического детектора обычно выражают с помощью разности $NEdT$ эквивалентных шумовых температур.

35 Предположив, что уровень смещения является достаточным для преобладания в электрическом шуме детектора низкочастотного шума (N_{1f}), называемого “шумом типа $1/f$ ”, который является характеристикой конкретных аморфных материалов, можно показать, что разность эквивалентных шумовых температур выражается в виде уравнения:

$$\frac{1}{NEdT} = k(W \cdot L \cdot E)^{1/2} \cdot TCR \cdot R_{th} \quad ,$$

45 где k - коэффициент пропорциональности, который не подлежит подробному пояснению в рамках настоящей заявки, который включает в себя диапазон рабочих частот схемы считывания, уровень низкочастотного шума типа $1/f$ болометрического материала (6), площадь элементарного детектора и эффективность поглощения инфракрасного излучения элементарным детектором;

50 W и L - соответственно электрическая ширина и длина линий тока, проходящих через болометрический материал (6), которые показаны на фиг.1 и 2;

TCR - относительное изменение сопротивления вблизи рабочей температуры (dR/RdT), которое является характеристикой используемого болометрического материала, при этом R отражает электрическое сопротивление

между двумя полюсами инъекции электрического тока (двумя контактными столбиками (3)), а T отражает температуру микромостов; и

R_{th} - тепловое сопротивление между центральной “сплошной” частью болометра, которая нагревается при воздействии инфракрасного излучения, и схемой (1) считывания, температура которой является постоянной или изменяется очень незначительно.

Это предположение подтверждается тем, что разность эквивалентных шумовых температур получают на основании вычисления S/N , где S - сигнал на выходе детектора и N - электрический шум.

Обнаруживаемый сигнал S , пропорциональный электрическому току i , протекающему через болометр ($S=K_1 \cdot i$), должен быть максимальным, несмотря на то что низкочастотный шум также пропорционален i , ($N_{lf}=K_2 \cdot i$).

Поэтому, когда электрический ток увеличивают для повышения сигнала, наступает момент, когда низкочастотный шум (N_{lf}) преобладает над шумами других источников, которые не зависят от значения тока, при этом болометрический детектор обычно генерирует “белый” (частотно-независимый) шум.

Отношение сигнала к шуму является оптимальным при приближении к предельному значению K_1/K_2 при достаточной величине тока возбуждения, даже для материалов, которые по своей природе имеют небольшой шум на низкой частоте.

Поэтому в режимах смещения, в которых оптимизируется разность $NE\Delta T$ эквивалентных шумовых температур, в болометре обычно преобладает шум типа $1/f$.

Эти разнообразные количественные выводы можно найти в патентном документе FR-A-2796148.

Из приведенного уравнения видно, что характеристика обнаружения болометрических детекторов зависит от объема болометрического материала, через который проходят линии тока возбуждения, равного произведению площади ($W \cdot L$) резистивных участков ($6A$), умноженной на толщину E указанного болометрического материала.

Участки ($6B$) болометрического материала, то есть те, через которые не проходит ток возбуждения, не влияют на представление характеристики обнаружения болометрического детектора, поскольку в этих областях ток практически не проходит через указанный болометрический материал, при этом они являются намного более резистивными по сравнению со слоями, которые обозначают участки (5).

Для случая матрицы детекторов шаг повторения элементарных детекторов в двух измерениях плоскости обозначим через p .

Все, что требуется для получения оптимальной характеристики обнаружения при использовании приведенного выше анализа, так это выполнение участков ($6A$) в виде многоугольников длиной L и шириной W , с $L \cdot W = p^2$ для оптимизирования характеристики обнаружения.

Эта величина p^2 отражает верхнюю границу параметра $L \cdot W$, поскольку с технической точки зрения необходимо зарезервировать часть площади p^2 для промежутков, которыми отделены друг от друга элементарные детекторы, и для размещения, по меньшей мере, контактных столбиков (3), ответвлений (4) и областей ($6B$), площади которых не могут быть нулевыми.

Эти величины L и W указаны на фиг.1 в типичной компоновке.

Однако было обнаружено, что поглощение инфракрасного излучения резко снижается, когда площадь электродов (5) уменьшают, чтобы увеличить площадь

поверхностей (6А).

На практике наилучшую характеристику, выраженную через разрешение болометра, получают, когда имеется баланс между площадью электродов (5) и площадью областей (6А).

5 Это означает, что примерно половина внутренней площади болометра (то есть участки 6В) не может быть использована для оптимизации линий тока, то есть для максимизации суммарной площади $L \cdot W$ многоугольника (многоугольников), через который проходят линии тока.

10 Кроме того, из выражения для оценки разрешения болометра или разности NEdT эквивалентных шумовых температур следует, что характеристика улучшается, когда увеличивают толщину E слоя болометрического материала (6), а также значения величин W и L .

15 Однако при таком увеличении толщины соответственно возрастает тепловая масса C_{th} болометра, при этом эта тепловая масса имеет место в определении тепловой постоянной времени в виде уравнения $\tau_{th} = C_{th} \cdot R_{th}$, в которое также входит один из важных, исходя из использования болометрического детектора, параметров, поскольку им определяется максимальная скорость, с которой рассматриваемый
20 детектор может отслеживать изменение температуры в любой точке картины.

В соответствии с патентным документом FR-A-2752299 полная тепловая масса болометрического детектора определяется главным образом массой болометрического материала (6), и любое увеличение толщины этого слоя
25 сопровождается почти пропорциональным увеличением общей тепловой массы.

Следовательно, повышение теплового разрешения NEdT, получаемое при этой большей толщине болометрического материала, компенсируется увеличением тепловой постоянной τ_{th} времени. Поэтому общая оптимизация болометра
30 предполагает изменение тепловой постоянной времени и, следовательно, толщины слоя болометрического материала (6) до максимальных значений, совместимых с рабочей частотой, предусмотренной пользователем.

Следовательно, иначе говоря, толщина болометрического материала не является свободным параметром оптимизации.

35 Таким образом, болометрический детектор согласно патентному документу FR-A-2752299 не может быть усовершенствован в части разности эквивалентных шумовых температур, поскольку необходимо принимать во внимание тепловую постоянную времени для обеспечения возможности эффективного использования такого болометрического детектора.

40 В упомянутом выше патентном документе FR-A-2796148 для уменьшения разности эквивалентных шумовых температур предложена конфигурация, в которой ослаблено ограничение, связанное с характеристикой поглощения излучения и с согласованием площадей электродов (5) и областей (6А) болометрического материала.

45 В соответствии с концепцией указанного документа контактные участки (6В) между электродами (5) и болометрическим материалом (6) уменьшены до небольших узких участков удлинённой формы. Кроме того, электроды (5) изолированы от болометрического материала по существу по всей поверхности путем введения изоляционного слоя (7).

50 Благодаря такому приему становится возможным использование большей части поверхностей (6В) для оптимизации многоугольника (многоугольников) площадью $W \cdot L$ и, следовательно, получения существенно усовершенствованной характеристики.

Однако этот результат получают, с одной стороны, за счет добавления

дополнительной массы, связанной с использованием изоляционного материала (7), а с другой стороны, он вытекает из значительного повышения сложности изготовления. Также имеется недостаток, заключающийся в ухудшении характеристики вследствие стягивания линий тока вокруг концов участков (6В) в случае, когда электроды (5) имеют встречно-гребенчатую конфигурацию, показанную на фиг.2.

Теперь конфигурация этого типа практически нежизнеспособна в случае, когда болометрический материал с высоким удельным сопротивлением, такой как аморфный кремний и родственные материалы, используют для получения электрического сопротивления R в пределах от единиц 10^5 Ом до 10^6 Ом, которое является целесообразным с учетом схемы считывания.

Необходимо напомнить о трудностях, с которыми сталкиваются специалисты в области техники, к которой относится изобретение, когда определяют структуру болометрического детектора, при решении задачи о том, каким образом получить электрическое сопротивление R при температуре вблизи комнатной, которое согласовано с режимами схемы считывания.

Это происходит потому, что отсутствует именно такое значение сопротивления, которое фактически необходимо использовать в сочетании со схемой считывания того типа, который разработчик системы предполагает применить, и для оптимизации функции схемы считывания в общем случае более целесообразно, чтобы это сопротивление R определялось ограничениями, специфическими для этой схемы, а не ограничениями, создаваемыми болометрическим детектором как таковым. В пренебрежении сопротивлениями, создаваемыми контактными столбиками (3) и ответвлениями (4), это сопротивление обеспечивается уравнением:

$$R = \rho \cdot L / (W \cdot E),$$

где ρ - электрическое удельное сопротивление болометрического материала вблизи рабочей температуры.

Конфигурация электродов (5) на прямолинейном участке задается шириной W и длиной L и является встречно-гребенчатой, как показано, например, на фиг.1 и 2, и имеет определенную степень свободы.

Однако возможные изменения встречно-гребенчатой конструкции электродов (5) в действительности не очень большие, если принять во внимание обычно используемые площади p^2 (меньше чем $50 \cdot 50$ мкм²) и шаг (ширину плюс промежуток) конструкции электродов, который больше чем приблизительно 8 мкм для исключения дифракционных явлений при длинах волн от 8 до 14 мкм, то есть в пределах диапазона длин волн, соответствующего формированию инфракрасных изображений.

В случае, показанном на фиг.2, конфигурация линий тока может быть смоделирована, с одной стороны, тремя прямоугольными областями, ограниченными параллельными прямолинейными областями участков (6В), с другой стороны, вумя областями (8), соответствующими концам участков (6В), присущим болометрическому детектору.

В прямоугольных областях плотность линий тока является равномерной, и можно непосредственно задавать локальные величины W_r и L_r , где нижний индекс r относится к прямоугольным областям.

В этих прямоугольных областях электрическое сопротивление определяется как равное $R_s \cdot L/W$, где R_s - поверхностное сопротивление ($R_s = \rho/E$) болометрического материала.

В противоположность этому в областях (8) плотность линий тока переменная, а именно заметно выше в окрестности концов областей (6В), чем во внутренней части

прямоугольных областей, и заметно ниже в окрестности противоположных участков (6В).

Если две области (8) объединить друг с другом с образованием диска с внутренним радиусом r_1 , то, принимая r_1 за радиус концов двух областей (6В), будем иметь внешний радиус этих областей в виде $L+r_1$. На практике значение r_1 может быть равно половине ширины удлиненной части участка (6В) из фиг.2.

Легко показать, что электрическое сопротивление этого диска обеспечивается уравнением:

$$\frac{R_s}{2\pi} \ln \frac{L+r_1}{r_1} .$$

Ширина W_t прямоугольника длиной L , эквивалентного областям (8), где нижний индекс t относится к концевым областям, обеспечивается уравнением:

$$\frac{R_s L}{W_t} = \frac{R_s}{2\pi} \ln \frac{L+r_1}{r_1} , \text{ то есть } W_t = 2\pi L / \ln \frac{L+r_1}{r_1} .$$

Например, согласно примеру, показанному на фиг.2, для болометра, имеющего общий размер 35 мкм с учетом промежутков между соседними болометрическими детекторами, при $L=6,5$ мкм и $r_1=0,5$ мкм получается эквивалентная электрическая ширина $W_t=15,5$ мкм (для обеих областей (8)), которая значительно меньше по сравнению с длиной прямоугольного контура (показанного на фиг.2 пунктирными линиями), и она характеризует максимальную электрическую ширину W , которая может быть использована вблизи областей (8) для оптимизирования произведения $W \cdot L$ и, следовательно, разности эквивалентных шумовых температур или разрешающей температурной способности болометра. В соответствии с соотношениями размеров реального примера, показанного на фиг.2, эта длина прямоугольной траектории фактически будет около 28 мкм. Эффективная суммарная “электрическая” ширина $W=W_t+W_r$ (сплошная линия вдоль центральной эквипотенциальной линии между участками (6В)) будет около 60 мкм в случае максимальной электрической ширины (показанной пунктирными линиями) около 73 мкм. Такое различие приводит к ухудшению характеристики примерно на 11% по сравнению с идеальным болометрическим детектором, в котором отсутствуют локализованные концевые эффекты.

Резюмируя, не говоря уже об упомянутых недостатках, использование конфигурации, предложенной в настоящей заявке, может повысить разрешающую температурную способность болометрического детектора.

Кроме того, в патентном документе US-A-5367167 описан болометрический детектор, содержащий два копланарных электрода, расположенных на одной стороне слоя болометрического материала, и проводящий слой, расположенный на другой стороне этого слоя болометрического материала. Функция этого проводящего слоя заключается в поглощении инфракрасного излучения, что необходимо для обнаружения, и при этом электроизоляционный слой отделяет проводящий слой от тела детектора. В связи с этим процесс изготовления является очень сложным. Кроме того, вследствие размещения электродов на расстоянии друг от друга применение в таком болометрическом устройстве материалов ограничено болометрическими материалами с низким удельным сопротивлением, обычно такими, как оксиды ванадия.

Задача настоящего изобретения заключается в создании болометрического детектора простой конструкции, в котором контролируется распределение массы

болометрического материала по поверхности элементарного детектора, так что линии тока проходят через всю или почти всю массу указанного болометрического материала, что позволяет получать лучшие характеристики при заданном размере и при заданной тепловой постоянной времени. Задача изобретения также заключается в
5 обеспечении возможности дополнительного изменения электрического сопротивления при той же самой характеристике.

Такой болометрический детектор содержит:

- чувствительную часть, имеющую:

10 - один или несколько слоев чувствительного материала, удельное сопротивление которого изменяется с температурой;

- электроды, изолированные друг от друга, также действующие как поглотитель инфракрасного излучения, при этом указанные электроды находятся в контакте с чувствительным материалом на протяжении, по меньшей мере, части своей
15 поверхности;

- по меньшей мере, одну опорную область для поддержания чувствительной части, действующую так, чтобы позиционировать указанную чувствительную часть, и действующую как электрический проводник относительно схемы считывания,
20 связанной с болометрическим детектором; и

- по меньшей мере, одну теплоизоляционную структуру, электрически и механически соединяющую каждую опорную область с чувствительной частью.

При этом болометрический детектор отличается:

25 - тем, что области чувствительного материала, не находящиеся в контакте с электродами, имеют, по меньшей мере, один гофр в направлении, перпендикулярном к плоскости, содержащей чувствительную часть болометрического детектора; и

- тем, что болометрический чувствительный материал представляет собой аморфный кремний или родственный сплав такого типа, как $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{C}_z$, где $x+y+z=1$.

30 Таким образом, на участке, где согласно предшествующему уровню техники используется плоская поверхность, в заявленном изобретении применяют один или несколько гофров, что делает возможным значительное увеличение количества болометрического материала, через который проходят линии тока, и при этом
35 соответственно оптимизируется характеристика детектора, особенно в части разрешающей температурной способности, без увеличения массы болометрического материала.

Другими словами, изобретение заключается в увеличении полезной доли общего объема болометрического материала при той же самой постоянной τ_{th} времени.

40 Необходимо напомнить, что толщина указанного болометрического материала при ее увеличении с целью повышения полезного объема этого материала не является свободным параметром оптимизации вследствие соответствующего возрастания этой постоянной времени, которое происходит в этом случае.

45 Согласно изобретению эти гофры могут параллельными или перпендикулярными, а в отдельных областях в то же время теми и другими, к линиям тока, которые при работе проходят через структуру. Кроме того, они могут быть ориентированы наклонно по отношению к указанным линиям тока.

50 Согласно изобретению амплитуда гофров меньше по сравнению с расстоянием, на которое отнесены электроды от подложки компонентов схемы считывания, и в частности, амплитуда гофров самое большее равна 1,5 мкм.

Изобретение также относится к устройству для обнаружения инфракрасного излучения, в котором использован такой болометрический детектор.

Преимущественно детектор или детекторы прикреплены к схеме считывания посредством структуры (3) типа контактных столбиков. Кроме того, это устройство имеет матричную структуру, содержащую, по меньшей мере, два болометрических детектора.

5 Оно также относится к способу для изготовления такого болометрического детектора.

Описание чертежей

10 Способ, согласно которому изобретение может быть реализовано, и преимущества, которые вытекают из него, станут более отчетливо очевидными в результате рассмотрения иллюстративных примеров, которые следуют ниже, приведенных только для сведения, но не означающих ограничения, подкрепленных приложенными чертежами.

На чертежах

15 фиг.1 представляет вид элементарного болометрического детектора согласно предшествующему уровню техники;

фиг.2 изображает схематичный вид болометрического детектора согласно предшествующему уровню техники;

20 фиг.3а представляет схематичные виды сверху и в сечении узла болометрического детектора согласно первому варианту осуществления изобретения;

фиг.3б представляет схематичные виды сверху и в сечении узла болометрического детектора согласно второму варианту осуществления изобретения;

25 фиг.4 представляет схематичный вид болометрического детектора согласно изобретению, выполненного на основе болометрического детектора из фиг.1; и

фиг.5 представляет схематичный вид болометрического детектора согласно изобретению, выполненного в соответствии с технологией болометрического детектора из фиг.2.

30 На фиг.3а показана центральная часть болометрического детектора согласно изобретению, главным образом часть, чувствительная к инфракрасному излучению, для обнаружения которого такой детектор предназначен.

35 В пределах этой центральной части находятся участки (6А) болометрического материала, то есть участки без электродов (5), имеющие гофры (9) на протяжении всей своей поверхности, которые ориентированы перпендикулярно к плоскости, содержащей указанную чувствительную часть, что можно видеть на виде в сечении по А-А, представленном на фиг.3а.

40 Эти гофры характеризуются шагом Р и амплитудой D. Если определить F как отношение развернутой длины гофра (9) к шагу Р, то при использовании в описанном примере таких гофров (9), ориентированных параллельно направлению тока, сопротивление R уменьшается в F раз при постоянной толщине и постоянном удельном сопротивлении болометрического материала, не говоря уже о повышении разрешающей температурной способности NEdT в $F^{1/2}$ раз.

45 В варианте осуществления изобретения, показанном на фиг.3б, гофры (9) ориентированы перпендикулярно к направлению тока. Использование этой конфигурации приводит к увеличению сопротивления R в F раз и также к повышению разрешающей температурной способности NEdT в $F^{1/2}$ раз.

50 Хотя указанные гофры на схематичных представлениях в сечениях по А-А и С-С соответственно имеют совершенно прямоугольную форму, с технической точки зрения в действительности это не имеет места вследствие характерных особенностей технологии конструкции. Однако с технической точки зрения использованные гофры

обеспечивают возможность получения результатов того же порядка.

Например, можно использовать гофр с шагом 2 мкм и глубиной или амплитудой D 1 мкм, и это легко достигается в типичном микроболотметре для формирования границы изображения от 20 до 50 мкм, и так обстоит дело для всех участков (6A), то есть для резистивных пространств, расположенных между эквипотенциальными электродами (5).

В этом случае сопротивления возрастают в 2 раза, а разрешающая температурная способность повышается в $2^{1/2}$ раз, то есть примерно на 40%, что в области применения настоящего изобретения является очень существенным.

На фиг.4 показано применение изобретения в болометрическом детекторе из фиг.1, то есть в болометрическом детекторе, в котором воспроизводятся концепции патентного документа FR-A-2752299, в данном случае в варианте осуществления, показанном на фиг.3b.

Однако точно так же можно представить себе использование варианта осуществления из фиг.3a или фактическое использование в одном болометрическом детекторе вариантов осуществления из фиг.3a и 3b с целью регулировки локальной плотности линий тока с учетом локального разнесения электродов (5) или, следовательно, путем изменения этого разнесения.

Таким образом, можно уменьшить локальную плотность тока путем введения одного или нескольких гофрированных сегментов, ориентированных перпендикулярно к направлению тока, и как неизбежное следствие этого для повышения локальной плотности тока ввести один или несколько гофрированных сегментов, ориентированных параллельно направлению тока. Желаемой целью является получение по существу постоянной плотности тока во всех точках на протяжении областей (6A).

Кроме того, если желательно получить значение сопротивления, близкое к значению сопротивления, получаемому в отсутствие гофрировки, все еще согласно изобретению можно поместить локально один или несколько гофрированных сегментов, ориентированных наклонно по отношению к линиям тока.

Применительно к варианту осуществления, описываемому со ссылкой на фиг.4, задача заключается в повышении разрешающей температурной способности NEdT при постоянной толщине E болометрического материала.

При этом такая конфигурация обеспечит возможность поддержания постоянным теплового сопротивления, особенно в случае, когда теплоизоляционные структуры (4) образованы по существу слоем болометрического материала (6).

В пренебрежении тепловой массой электрода (5) в такой конфигурации тепловая масса и постоянная τ_{th} времени возрастают на относительную величину, равную

$$1+(F-1) \cdot W \cdot L/S,$$

где S - площадь внутренней части болометра, на которой имеется болометрический материал (6), то есть сумма площадей участков (6A) и (6B).

В конфигурации, показанной на фиг.4, значение $W \cdot L/S$ близко к 0,4 и в случае умеренного отношения $F=2$ тепловая постоянная времени возрастает на 40% с повышением в той же степени разрешающей температурной способности NEdT.

В конфигурациях из предшествующего уровня техники, например, в показанной на фиг.1, можно получить такое повышение показателя $W \cdot L \cdot E$ путем увеличения толщины болометрического материала в 2 раза. Однако использование болометрического материала такой толщины приведет к удвоению тепловой массы и соответственно к уменьшению R_{th} в 2 раза в предположении, что ответвления (4)

состоят из слоя (6).

В общем случае тепловая постоянная времени сохранится, но разрешающая температурная способность NEdT снизится в $2^{1/2}$ раза.

При использовании изобретения в болометрическом детекторе, типа показанного на фиг.1, при той же самой тепловой постоянной времени можно получить повышение разрешающей температурной способности и, кроме того, уменьшить толщину слоя болометрического материала примерно на 30%.

В таком случае это повышение разрешающей температурной способности NEdT составляет около 18%, то есть очень значительную величину в рассматриваемой области техники, и оно достигается простым добавлением гофров.

Если учесть увеличение R_{th} в результате уменьшения толщины слоя (6), то повышение разрешающей температурной способности NEdT составит около 54%.

В более общем случае, когда изоляционные структуры (4) формируют по существу независимо от толщины слоя болометрического материала (6), что предполагает использование значительно более сложной архитектуры конструкции, и указанные структуры формируют так, чтобы исходное значение R_{th} сохранялось, то выгодно уменьшить толщину указанного слоя (6) болометрического материала в центральной части болометра и то же самое время повысить показатель F гофрирования для сохранения массы болометрического материала (и, следовательно, τ_{th}) неизменной и все же повысить разрешающую температурную способность.

Для сохранения такой массы болометрического материала неизменной и все же получения оптимального повышения разрешающей температурной способности NEdT необходимо использовать технологии, обеспечивающие получение по возможности более высокого показателя F и уменьшение толщины E в $\{1+(F-1) \cdot W \cdot L/S\}$ раз.

При значении $W \cdot L/S=0,4$, использованном выше в качестве типового значения, и показателе $F=3,5$ в сочетании с уменьшением толщины слоя болометрического материала в 2 раза, при постоянном значении τ_{th} результирующая разрешающая температурная способность NEdT повышается примерно на 32% по сравнению с предшествующим уровнем техники.

Согласно другому варианту осуществления изобретения, показанному на фиг.5, изобретение используется в конфигурации болометрического детектора из предшествующего уровня техники, показанного на фиг.2.

Точнее, концы узких областей (6B) модифицированы по сравнению с имеющими место в предшествующем уровне техники, главным образом за счет введения диска или по существу правильного многоугольника с радиусом r_2 , значительно превышающим половину ширины удлиненного участка (6B), ранее обозначенную через r_1 .

Как показано на фиг.5, предпочтительно противоположный участок (6B) выполнить закругленным или многоугольным, чтобы сделать расстояние между двумя участками (6B) почти постоянным, при этом задача заключается в максимизации полного тока, проходящего через структуру, без образования области, в которой сила тока будет значительно выше по сравнению со средней.

Согласно изобретению, по меньшей мере, один гофр (9) образуют в промежутке между двумя участками (6B) таким образом, чтобы развернутая "электрическая" длина между этими двумя участками была приблизительно равна L.

Таким способом плотность тока сохраняют по существу постоянной вдоль эквипотенциальной, указанной стрелкой длиной W (W является эквивалентной

“электрической” шириной).

Электрическое сопротивление между двумя границами областей (6В) на их приблизительно круговом участке выражается уравнением:

$$5 \quad \frac{R_s}{2\theta} \ln \frac{L+r_2}{r_2},$$

где θ - угол обзора гофра (гофров) из круговой области.

10 При наличии различных возмущений оптического поглощения и резервов массы, указанных выше, с достижением преимущества гофры могут быть продолжены в одну или в несколько прямоугольных областей.

Ширина W_t прямоугольника с “электрической” длиной L , эквивалентного двум модифицированным областям (8) согласно изобретению, обеспечивается формулой:

$$15 \quad \frac{R_s L}{W_t} = \frac{R_s}{2\theta} \ln \frac{L+r_2}{r_2},$$

то есть $W_t = 2\theta \cdot L / \ln((L+r_2)/r_2)$.

20 Результатом применения в конфигурации, показанной на фиг.5, двух гофров идеально квадратного профиля с амплитудой 0,5 мкм является центральный диск с радиусом r_2 около 2,5 мкм и угол θ , равный $3\pi/2$. При длине $L=6,5$ мкм и размерах, указанных выше, получаем в результате ширину $W_t=48$ мкм.

25 При прямоугольных областях с уменьшенной до около 33 мкм электрической шириной W_r в результате введения круговых областей (8) в соответствии с описанным примером получаем суммарную полную электрическую ширину $W=W_t+W_r$, близкую к 80 мкм.

30 По сравнению с конфигурацией согласно предшествующему уровню техники, показанной на фиг.2, в которой W близко к 60 мкм, такое различие приводит к повышению примерно на 15% разрешающей температурной способности (в $(80/60)^{1/2}$ раз), что лучше, чем для идеальной конфигурации, показанной на фиг.2 пунктирными линиями. Дополнительный материал, необходимый для образования показанных гофров, остается в очень умеренном количестве, поскольку он локализован в областях (8), в которых проявляется концевой эффект, описанный при анализе

35 предшествующего уровня техники, и он повышает постоянную времени устройства только в самой малой степени (примерно на 10%).

Способ, предназначенный для изготовления болометрического детектора согласно изобретению, будет описан ниже.

40 Матрицы микроболометров изготавливают известным способом на основе схемы считывания в следующей последовательности:

- формируют вспомогательный слой, называемый временным слоем, на подложке как составной части схемы считывания, главным образом изготовленной из кремния, при этом учитывается, что этот слой подлежит удалению любым известным из уровня
- 45 технику способом после изготовления детектора, с тем чтобы термически развязать схему считывания от модуля обнаружения, также называемого чувствительной частью; и
- формируют на этом временном слое слой болометрического материала и электродов.

50 Такой болометр изготавливают, используя обычные процессы, известные специалистам в области техники, к которой относится изобретение, особенно в области микроэлектроники, путем последовательного осаждения и травления различных составных слоев конечного изделия (диэлектриков, болометрического

материала, металлов для эквипотенциальных областей или электродов).

Все используемые технологии подробно описаны, например, в различных документах, упомянутых выше. При осуществлении изобретения гофры образуют, используя известные процессы литографии и сухого травления, хорошо известные специалистам в области техники, к которой относится изобретение, на поверхности этого временного слоя, который обычно формируют из полиимида толщиной от 1,5 до 3 мкм непосредственно перед осаждением первого составного материала болометрического детектора.

Кроме того, в пределах компетенции специалистов в области техники, к которой относится изобретение, находится определение необходимости трассировки профиля (9) гофров параллельно линиям тока или ортогонально к ним с тем, чтобы изменять полное электрическое сопротивление R устройства до значения, при котором оптимизируется или облегчается его реализация в связи с возможными ограничениями, обусловленными конфигурацией схемы считывания, или в зависимости от доступного пространства и желаемой конфигурации линий тока в устройстве определение необходимости использования даже обоих видов трассировки в одном и том же элементарном болометрическом детекторе.

В этой связи следует напомнить, что только применительно к изменению сопротивления в заданном пространстве изобретение может быть реализовано иным образом, а не путем изменения толщины, удельного сопротивления или компоновки эквипотенциальных областей (6В).

Для реализации изобретения согласно конфигурации из фиг.4 и согласно предпочтительному варианту осуществления необходимо разместить литографический уровень, чтобы обозначить гофры, а затем выполнить частичное травление временного слоя в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления, который изложен в патентном документе FR-A-2752299.

В случае примера осуществления, описанного со ссылкой на фиг.5, можно в первом варианте осуществления изобретения сформировать гофры, вписанные в участки (5), что исключит травление материала указанных частей (5) в рельефе гофров, если последние образовать до осаждения слоя (5). Если профиль гофров крутой, эта операция может быть трудной. Поэтому может быть выгодно вопреки этому выполнить эти гофры на наружной стороне участков (5) с тем, чтобы не ограничить диэлектрический материал (7), обеспечивающий высокое качество изоляции, на внутренней стороне гофров. Этот выбор был принят при последующей разработке.

Полезный пример осуществления согласно конфигурации из фиг.5 описывается ниже.

Начиная с подложки, выполненной главным образом из кремния, осаждают слой отражающего металла и размещают первый литографический уровень, чтобы выделить элементы отражателя травлением.

Затем процесс продолжают, осаждая и обрабатывая обычным образом временный слой (толщиной от 1,8 до 2,5 мкм), обычно выполненный из полиимида. После этого факультативно на поверхность полиимида осаждают диэлектрический слой, обычно оксида кремния или нитрида кремния (толщиной от 10 до 100 нм).

Далее проводящий слой (5), обычно формируемый из нитрида титана, осаждают с тем, чтобы получить сопротивление слоя от 150 до 400 Ом, и накладывают вторую литографическую маску, а слой (5) протравливают, с тем чтобы вскрыть поверхности в местах, где травлением должны быть образованы гофры (9).

Затем осаждают второй диэлектрический слой, имеющий такую же или сходную

толщину и того же типа, что и первый диэлектрический слой, накладывают третью литографическую маску и эти диэлектрические слои подвергают травлению соответственно поверхностям (6В), а также на участках (3).

Далее накладывают четвертую литографическую маску для вытравливания лунок в поверхностных слоях и в полиимиде для контактных столбиков (3).

После этого осаждают металл, используя известные способы, чтобы образовать контактные столбики (5), и накладывают пятую литографическую маску, чтобы вытравить этот металл с участков (3).

Затем накладывают шестую литографическую маску, чтобы обозначить гофры (9) согласно изобретению, и после этого диэлектрические слои подвергают травлению с образованием во временном полиимидном слое гофров глубиной (амплитудой) обычно от 0,5 до 1 мкм.

Профиль гофров задают, управляя процессами детального маскирования и травления способами, хорошо известными специалистам в области техники, к которой относится изобретение. Факт формирования гофров во время процесса, а не до осаждения какой-либо полиимидной поверхности обеспечивает преимущество, заключающееся в удалении всей или части массы материала, не связанного с линиями тока (в данном случае одного или двух диэлектрических слоев) на поверхностях, вовлеченных в вытравливание гофров.

Затем процесс продолжают, осаждая болометрический материал, обычно, но без ограничения им, аморфный кремний или родственный материал типа $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{C}_z$, где x , y и z имеют значения между 0 и 1 при $x+y+z=1$, при этом допустимо, чтобы этот материал был легирован бором или фосфором и продолжался по толщине в пределах от 50 до 300 нм.

Болометрический материал также может представлять собой оксид ванадия или смесь оксидов ванадия различных составов (с общей формулой VO_x).

Важным критерием успеха применения настоящего изобретения является соответствующее покрытие гофра болометрическим материалом, чего можно добиться без труда, в частности, широко распространенным методом химического осаждения аморфного кремния и родственных материалов.

Затем размещают седьмой литографический уровень для задания контуров элементарных детекторов и теплоизоляционных ответвлений (4) и чтобы защитить контактные столбики (3), и чтобы подвергнуть травлению все слои, находящиеся на расстоянии от контактных столбиков (3) вплоть до временного слоя. С достижением преимущества дополнительный литографический уровень может быть размещен до предшествующего седьмого уровня, с тем чтобы произвести удаление болометрического материала с поверхности, соответствующей участку (3), для уменьшения теплового сопротивления.

Процесс изготовления завершают путем разрезания подложек на готовые отдельные изделия и путем удаления временного слоя.

Хотя точный порядок выполнения операций, указанный выше, необходимых для получения готового изделия, не является ограничивающим, однако необходимо осуществлять текстурирование, то есть вытравливание гофров, до осаждения болометрического материала или перед одной из этих операций осаждения, если их несколько в процессе.

Детали вариантов осуществления изобретения в соответствии с конфигурацией из фиг.4 без труда станут очевидными для специалистов в области техники, к которой относится изобретение, из видов сверху и сечений структур и с помощью процесса,

описанного выше.

Элементы гофров, образуемые в виде выемок по отношению к плоской поверхности временного слоя, также могут быть образованы выпуклыми. В этом случае, в особенности, если имеется желание создать гофры большой амплитуды, следует предотвратить слишком близкое приближение вершин гофров к поверхности

схемы считывания, для этого достаточно изменить на обратную полярность используемой литографической маски, чтобы ограничить рельефные участки законченных гофров.

В случае, когда низкочастотный шум (N_{1r}) является ключевым показателем, детектор согласно настоящему изобретению изготавливают так, чтобы локальная плотность тока была приблизительно постоянной по всей поверхности активного болометрического материала (обозначенной небольшими участками областей 6А), поскольку шум более сильный в областях, где плотность тока выше. По этой причине гофры распределяют равномерно в доступном пространстве участков (6А) на фиг.3 и 4 и, кроме того, элементы (9) гофров продолжают в пределы прилегающих эквипотенциальных участков (5) на фиг.3а. Этими мероприятиями результат оптимизируется, но не до уровня необходимой характеристики.

Применительно к изобретению также необходимо ограничивать области, снабженные гофрами, поверхностями, которые плохо выполняют или не выполняют функцию оптического поглощения, за исключением случая, когда амплитуда D является небольшой (обычно меньше 1 мкм для болометрического детектора, предназначенного для обнаружения в диапазоне длин волн от 8 до 14 мкм) по сравнению с диапазоном длин волн поглощения, без чего поглощение излучения не может быть оптимизировано.

Кроме того, образование гофров на поверхностях, имеющих электроды (5), особенно на фиг.1 и 3, неизбежно приведет к увеличению массы болометрического материала, не связанного с линиями тока, и поэтому неизбежно затронет характеристику обнаружения.

Наконец, также следует поддерживать шаг P гофров значительно меньшим по сравнению со средней длиной обнаруживаемой волны, обычно самое большее равным 3 мкм, за исключением случая, когда сознательно добиваются получения дифракционного эффекта.

Следовательно, результат, получаемый от использования болометрического детектора согласно изобретению, является очевидным, поскольку можно простым способом оптимизировать его характеристики обнаружения без влияния на другие параметры, связанные с его работой, особенно те, которые зависят от схемы считывания, к которой он присоединен.

Формула изобретения

1. Болометрический детектор, содержащий чувствительную часть, имеющую один или несколько слоев (6) чувствительного материала, удельное сопротивление которого изменяется с температурой;

электроды (5), изолированные друг от друга, также действующие как поглотитель инфракрасного излучения, при этом указанные электроды находятся в контакте с чувствительным материалом на протяжении, по меньшей мере, части своей поверхности;

по меньшей мере, одну опорную область (3) для поддержания чувствительной

части, действующую так, чтобы позиционировать указанную чувствительную часть, и действующую как электрический проводник относительно схемы (1) считывания, связанной с болометрическим детектором; и

по меньшей мере, одну теплоизоляционную структуру, электрически и механически соединяющую каждую опорную область (3) с чувствительной частью,

отличающийся тем, что области чувствительного материала, не находящиеся в контакте с электродами (5), имеют, по меньшей мере, один гофр (9), ориентированный вдоль направления, перпендикулярного к плоскости, содержащей чувствительную часть болометрического детектора; и

болометрический чувствительный материал состоит из аморфного кремния или родственного сплава типа $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{C}_z$, где $x+y+z=1$.

2. Детектор по п.1, отличающийся тем, что гофр или гофры (9) ориентированы параллельно линиям тока, которые при работе проходят через чувствительную часть детектора.

3. Детектор по п.1, отличающийся тем, что гофр или гофры (9) ориентированы перпендикулярно к линиям тока, которые при работе проходят через чувствительную часть детектора.

4. Детектор по п.1, отличающийся тем, что содержит несколько областей гофров (9), которые расположены на различных участках, при этом указанные гофры ориентированы соответственно параллельно или перпендикулярно к линиям тока, которые при работе проходят через чувствительную часть детектора.

5. Детектор по п.1, отличающийся тем, что гофр или гофры (9) ориентированы наклонно по отношению к линиям тока, которые при работе проходят через чувствительную часть детектора.

6. Детектор по одному из пп.1-5, отличающийся тем, что амплитуда гофров (9) меньше, чем расстояние, разделяющее электроды (5) от подложки компонентов схемы (1) считывания.

7. Детектор по п.6, отличающийся тем, что амплитуда гофров (9) равна самое большее 1,5 мкм.

8. Детектор по п.1, отличающийся тем, что шаг или периодичность гофров (9) равна самое большее трем микрометрам.

9. Устройство болометрического типа для обнаружения инфракрасного излучения, отличающееся тем, что в нем использован один или несколько болометрических детекторов по одному из пп.1-8, и тем, что детектор или детекторы прикреплены к схеме считывания посредством структуры (3) типа контактного столбика.

10. Устройство по п.9, отличающееся тем, что имеет матричную структуру, содержащую, по меньшей мере, два болометрических детектора.

11. Способ для изготовления болометрического детектора, включающий в себя, начиная со схемы считывания, преимущественно изготовленной на кремниевой подложке (1),

во-первых, формирование первого временного вспомогательного слоя на указанной кремниевой подложке, при этом предполагается, что указанный слой подлежит удалению любым известным способом после изготовления детектора, с тем, чтобы термически развязать схему (1) считывания от модуля обнаружения или чувствительной части;

во-вторых, формирование на этом временном вспомогательном слое, наряду с другими слоями, слоя болометрического материала, изготовленного из аморфного кремния (6) или из родственного материала типа $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{C}_z$, где $x+y+z=1$, а также

электродов (5), предназначенных для передачи электрических сигналов, необходимых для работы болометрического детектора и для подачи сигнала, являющегося результатом обнаружения посредством указанного болометра инфракрасного излучения, на схему считывания,

5 отличающийся тем, что временный слой локально подвергают травлению с тем, чтобы было соответствие с требуемой формой гофров (9), прежде чем осаждают болометрический материал, при этом такое травление осуществляют в областях, в которых электроды (5) не находятся в контакте с болометрическим материалом (6).

10

15

20

25

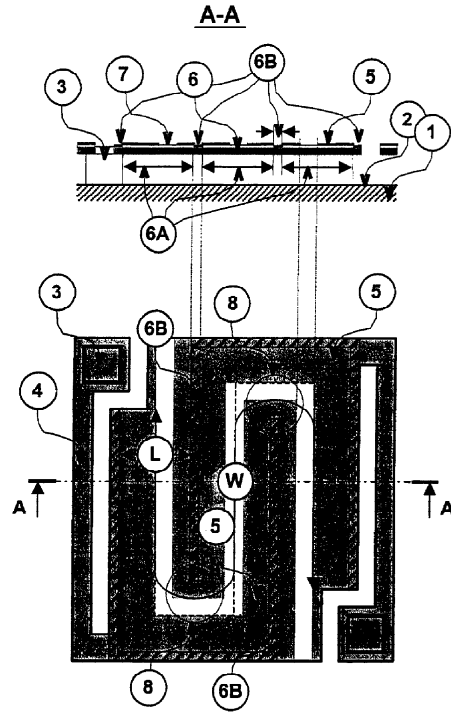
30

35

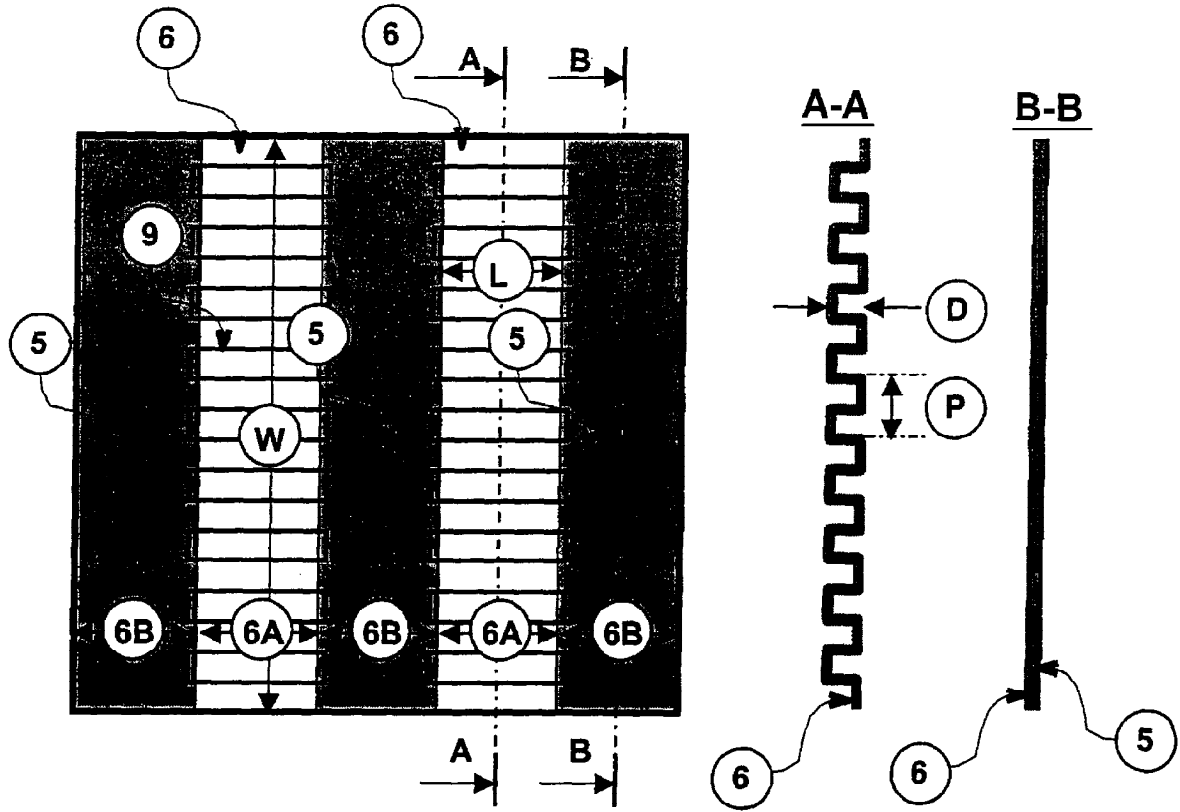
40

45

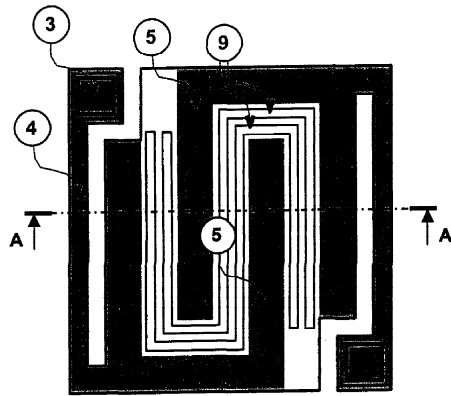
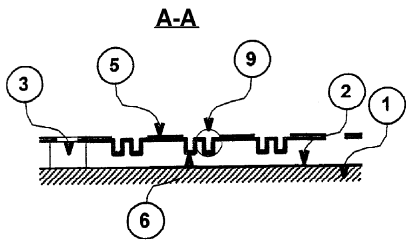
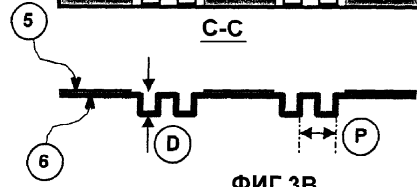
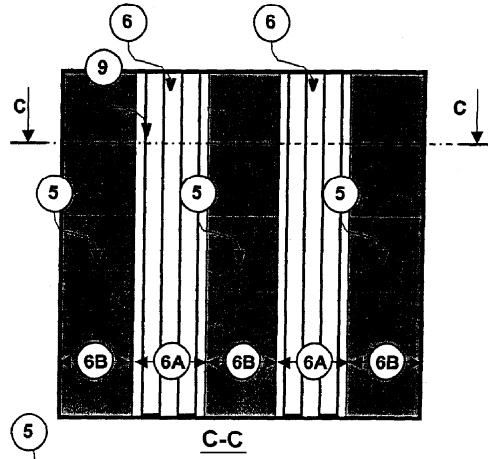
50



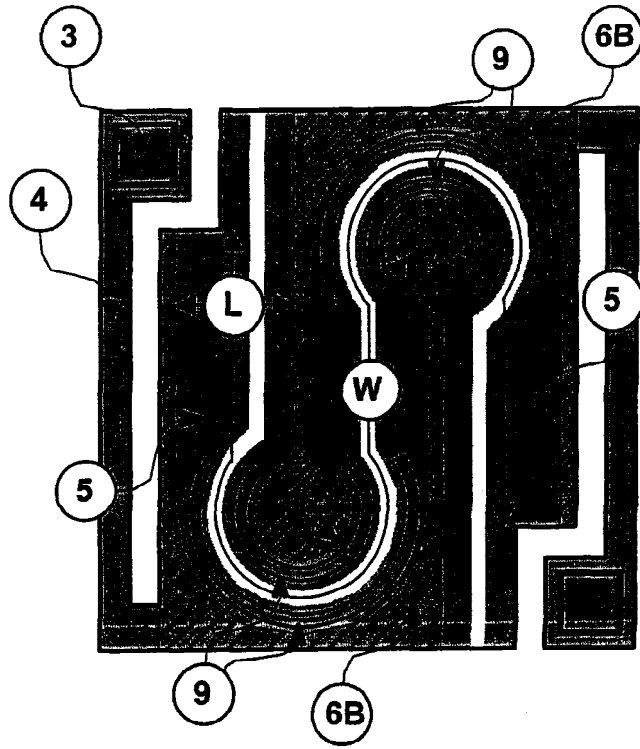
ФИГ.2



ФИГ.3А



ФИГ.4



ФИГ.5