



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2006108084/28**, **15.03.2006**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.03.2006(30) Конвенционный приоритет:
16.03.2005 FR 05 02580(43) Дата публикации заявки: **27.09.2007**(45) Опубликовано: **10.03.2010** Бюл. № 7(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **EP 0828145 A1, 11.03.1998. US 5760398 A,
02.06.1998. FR 2796148 A1, 12.01.2001. RU
2218631 C2, 10.12.2003.**

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

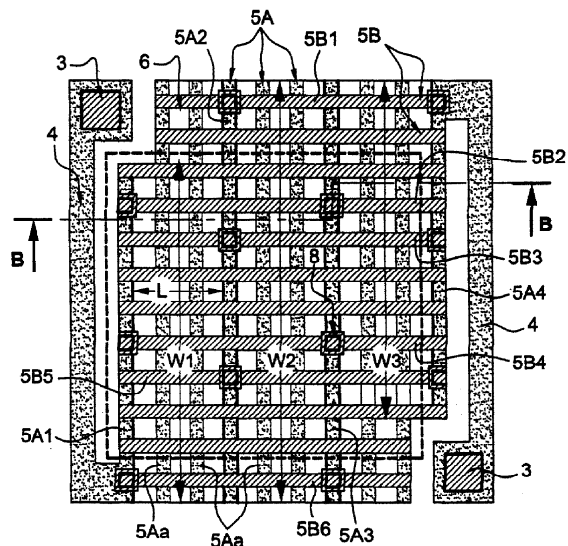
**(54) БОЛОМЕТРИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР, УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ
ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, ИСПОЛЬЗУЮЩЕЕ ТАКОЙ ДЕТЕКТОР, И СПОСОБ
ПРОИЗВОДСТВА ДЕТЕКТОРА**

(57) Реферат:

Изобретение относится к болометрическому детектору и устройству для детектирования инфракрасного излучения, использующему такой детектор. Болометрический детектор электромагнитного излучения, содержащий чувствительную часть или мембрану, которая содержит один или несколько слоев чувствительного материала (6), удельное сопротивление которого зависит от температуры; первые электропроводящие элементы, электрически соединенные со схемой считывания данных, связанной с болометрическим детектором, и действующие, с одной стороны, как электроды для указанного детектора и находящиеся для этого в контакте с чувствительным материалом (6) и, с другой стороны, действующие в качестве поглотителя

электромагнитного излучения; вторые электропроводящие элементы с плавающим потенциалом, действующие только как поглотитель электромагнитного излучения; по меньшей мере, одну поддерживающую область (3) для чувствительной части, выполняющую функцию позиционирования указанной чувствительной части и электрического проводника относительно указанной схемы считывания данных; по меньшей мере, одну термоизолирующую структуру (4), электрически и механически связывающую каждую поддерживающую область (3) с чувствительной частью; при этом проводящие элементы распределены в виде двух пересекающихся, наложенных друг на друга сеток (5А, 5В) проводящих дорожек, причем первая (5А) из двух сеток содержит все указанные первые проводящие элементы.

Технический результат - максимизация полезной площади поверхности болометрического материала (максимизация произведения $W \cdot L$) независимо от сопротивления болометрического материала. 3 н. и 13 з.п. ф-лы, 7 ил.



ФИГ. 3

RU 2 3 8 3 8 7 5 C 2

RU 2 3 8 3 8 7 5 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **2006108084/28, 15.03.2006**
 (24) Effective date for property rights:
15.03.2006
 (30) Priority:
16.03.2005 FR 05 02580
 (43) Application published: **27.09.2007**
 (45) Date of publication: **10.03.2010 Bull. 7**

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

(54) BOLOMETRIC DETECTOR, DEVICE FOR INFRARED RADIATION DETECTION, USING SUCH DETECTOR, AND METHOD FOR DETECTOR MANUFACTURING

(57) Abstract:

FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: invention is related to bolometric detector and device for detection of infrared radiation using such detector. Bolometric detector of electromagnetic radiation, comprising sensitive part or membrane, which includes one or several layers of sensitive material (6), specific resistance of which depends on temperature; the first electroconductive elements, which are electrically connected to circuit of data reading joined to bolometric detector, and working as, on one hand, electrodes for specified detector and being in contact with sensitive material (6) for this purpose, and on the other hand, as absorber of electromagnetic radiation; the second electroconductive elements with floating potential, working only as absorber of

electromagnetic radiation; at least one supporting area (3) for sensitive part, which performs function of specified sensitive part and electric conductor positioning versus specified circuit of data reading; at least one heat insulation structure (4), which electrically and mechanically joins each supporting area (3) to sensitive part; at the same time conducting elements are distributed in the form of two crossing grids (5A, 5B) of conducting paths imposed one over another, besides the first (5A) out of two grids comprises all specified first conductive elements.

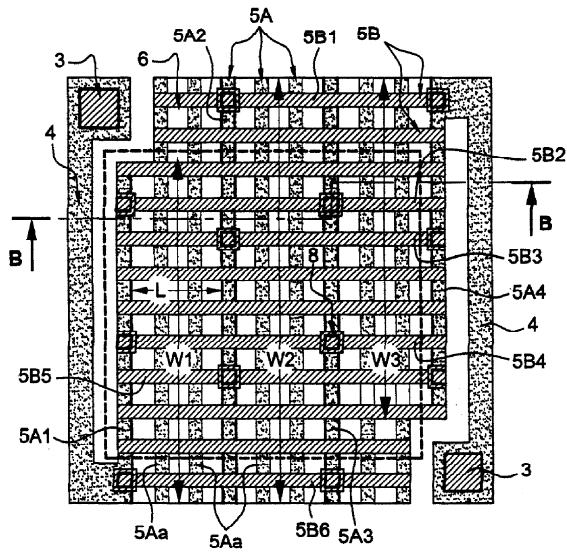
EFFECT: maximisation of useful area of bolometric material surface (maximisation of product W·L) independently on resistance of bolometric material.

15 cl, 7 dwg

RU 2 383 875 C2

RU 2 383 875 C2

RU 2383875 C2



ФИГ. 3

RU 2383875 C2

ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ, К КОТОРОЙ ОТНОСИТСЯ ИЗОБРЕТЕНИЕ

Настоящее изобретение относится к болометрическому детектору и устройству для детектирования инфракрасного излучения, использующему такой детектор. Изобретение также относится к способу производства указанного детектора.

5 Настоящее изобретение применяется, в частности, в области создания инфракрасных изображений.

УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

10 В области техники, относящейся к инфракрасным детекторам, известны устройства, выполненные в виде матрицы и способные работать при температуре окружающей среды, то есть не требующие охлаждения до очень низких температур, в отличие от детектирующих устройств, называемых “квантовыми детекторами”, которые могут работать только при очень низкой температуре, как правило, при температуре жидкого азота.

15 Такие неохлаждаемые детекторы обычно используют изменение физической характеристики соответствующего материала как функцию от температуры в районе 300 К. В случае болометрических детекторов такой физической характеристикой является удельное сопротивление.

20 Такие неохлаждаемые детекторы, как правило, включают в себя:
средство поглощения инфракрасного излучения и преобразование его в тепло;
средство термоизоляции детектора, обеспечивающее возможность возрастания его температуры в результате воздействия инфракрасного излучения;
термометрическое средство, которое в случае болометрического детектора
25 использует резистивный элемент;
средство считывания электрических сигналов, обеспечиваемых термометрическим средством.

30 Детекторы, предназначенные для формирования инфракрасного изображения, изготавливаются в виде одномерной или двухмерной матрицы элементарных детекторов на подложке, как правило, кремниевой, которая содержит средства электрического возбуждения указанных элементарных детекторов и средства предварительной обработки электрических сигналов, генерируемых этими элементарными детекторами.

35 Указанные средства электрического возбуждения и предварительной обработки формируются на подложке и образуют схему считывания данных.

40 Монолитная интегральная схема детекторов с соответствующей схемой считывания данных обеспечивает определенные преимущества с точки зрения стоимости производства. Однако также возможно гибридное исполнение матрицы детекторов, выполненных на схеме считывания данных на второй независимой подложке.

45 Устройство, содержащее матрицу элементарных детекторов и связанную с ней схему считывания данных, обычно размещают в корпусе и соединяют, в частности, электрически с внешним окружением, используя обычные технические приемы (металлические проводники и контакты). Давление внутри такого корпуса понижают, чтобы ограничить тепловые потери. Такой корпус также имеет окно, прозрачное для детектируемого излучения.

50 Для того чтобы наблюдать объект, используя детектор, объект проецируется при помощи подходящей оптической системы на матрицу элементарных детекторов, и к каждому элементарному детектору или к каждому ряду таких детекторов прикладываются синхронизированные электрические стимулы через схему считывания данных (предусмотренную для этой цели), для получения электрического сигнала,

который образует изображение температуры, достигаемой каждым элементарным детектором.

Затем этот сигнал обрабатывается в большей или меньшей степени схемой считывания данных и затем, если это необходимо, с помощью электронного устройства вне корпуса для генерации теплового изображения наблюдаемого объекта.

Характеристики неохлаждаемых болометрических детекторов в основном зависят от:

наличия способов изготовления и интеграции наиболее высокоэффективных болометрических материалов в очень легкие структуры, состоящие из болометрических микромостов, термоизолированных от схемы считывания данных для того, чтобы получить от последних максимальную отдачу в единицах отношения сигнал-к-шуму;

согласования постоянной времени тепловой характеристики с характерным временем изменения температуры объекта;

объемной однородности каждого из параметров при как можно более низкой стоимости производства.

Предшествующий уровень техники описывает различные способы расположения различных компонентов элементарных детекторов.

Главное различие делается между детекторами с копланарными электродами и детекторами с параллельными электродами (так называемая структура бутерброда).

Более точно настоящее изобретение относится к детекторам с копланарными электродами, в которых электрический ток, который проходит через структуру во время работы, протекает в плоскости слоя болометрического материала.

Этот тип детекторов выполняется в основном в виде подвешенной мембраны, которая содержит тонкий (обычно от 0,1 до 1 мкм) слой термочувствительного болометрического материала, два электрода, которые копланарны в том смысле, что они расположены на одной поверхности болометрического материала, и "поглотитель". Термин "поглотитель" означает один или более слоев или комбинаций слоев, функцией которых является захват электромагнитного излучения для превращения его в тепло внутри структуры. Дополнительные признаки относятся к поддержке мембраны и созданию максимально возможного теплового сопротивления между мембраной (которая нагревается в результате воздействия излучения) и схемой считывания данных.

Документ EP-A-0,828,145 описывает болометрический детектор, содержащий схему считывания данных и один или несколько элементарных детекторов, которые сами содержат чувствительную часть, которая включает в себя, в частности, слой болометрического материала, а так же два проводящих электрода, и, по меньшей мере, один элемент, который поддерживает эту чувствительную часть и в котором электроды выполнены в виде встречно-гребенчатой структуры. Такой элементарный болометрический детектор схематически показан на фиг.1 и 2.

В таком детекторе схема (1) считывания данных покрыта отражающим металлическим слоем (2), предназначенным для отражения инфракрасного излучения, которое не поглощается болометром, причем последний располагается приблизительно на расстоянии от 1,5 до 2,5 мкм над указанным отражателем (для оптимизации детектирования в диапазоне 10 мкм, который, по существу, является предпочтительным диапазоном чувствительности этих детекторов).

Такое размещение достигается в основном при помощи вертикальных структур (3). Эти структуры, называемые в остальной части этого описания "стойки", проводят

электрический ток, что создает возможность для приложения напряжения возбуждения к проводящим частям или электродам (5) болометрического детектора через плоские вытянутые структуры (4), которые также проводят электричество, но обладают тепловым сопротивлением. Такие плоские вытянутые структуры, называются в остальной части описания консоли.

Тепловое сопротивление, также называемое термоизоляцией, предназначено для обеспечения возможности повышения температуры болометрического материала в результате воздействия инфракрасного излучения.

Пространство между корпусом болометра и отражателем свободно от материала, за исключением стоек (3), для предотвращения тепловых потерь вследствие теплопроводности твердого материала. Это пространство обычно заполняют газом, имеющим низкое давление для ограничения конвекции и теплопроводности газа.

В этом типе устройств схема считывания данных прикладывает через стойки (3) и консоли (4) и, по меньшей мере, две проводящие части или электроды (5) электрический ток, который течет через структуру параллельно плоскости болометрического детектора. Этот ток протекает через болометрический материал (6), сопротивление которого меняется в зависимости от температуры. Наиболее широко используемые для этих целей материалы представляют собой оксид ванадия и аморфный кремний.

Проводящие части или электроды (5) изготавливают в виде тонкого, обычно металлического, проводящего слоя. Они также используются для поглощения инфракрасного излучения благодаря способу, которым они распределяются на всей доступной площади элементарного детектора, называемого мембраной. Как видно из фиг.1, эти электроды расположены на верхней поверхности болометрического материала (6). Однако указанные электроды могут так же быть расположены на нижней поверхности болометрического материала или они могут быть расположены между двумя слоями указанного материала.

Активная часть мембраны болометра, то есть доступная площадь элементарного детектора без учета стоек (3) и консолей (4) имеет форму практически эквипотенциальных поверхностей (5), которые соединяются с частями (6А) болометрического слоя и резистивными поверхностями (6В), через которые течет возбуждающий ток, причем площадь определяется расстоянием между частями (5).

В оставшейся части описания, между частями (6А) и (6В) слоя болометрического материала (6) будет делаться различие в зависимости от того, течет ли возбуждающий ток через эти части (6В) или возбуждающий ток не течет через эти части (6А).

Характеристика болометрического детектора обычно выражается через его тепловое разрешение NedT (что расшифровывается как шумовой эквивалент перепада температур).

В документе FR 2,796,148, например, показано, что допуская что уровень смещения является достаточным того, чтобы электрический шум в детекторе доминировал в низкочастотной области (LFN), называемым "1/f" шумом, что характеризует в основном аморфные материалы, тепловое разрешение определяется равенством:

$$\frac{1}{NedT} \approx k \cdot (W \cdot L \cdot E)^{1/2} \cdot TCR \cdot R_{th}$$

где k представляет собой параметр пропорциональности, который не имеет смысла детально обсуждать в этом описании, и который включает в себя полосу пропускания схемы считывания данных, уровень низкочастотного шума болометрического материала (6) в виде "1/f", площадь поверхности элементарного детектора и

эффективность поглощения инфракрасного излучения элементарного детектора;

W и L представляют собой соответственно электрическую ширину и длину потоков тока, текущих через болометрический материал (6), как показано на фиг.1, произведение W·L определяет площадь частей (6B), на которые действуют текущие токи;

E представляет собой толщину болометрического материала (6) над поверхностью, на которую действуют текущие токи, ограниченные размерами W и L;

TCR представляет собой относительный коэффициент изменения сопротивления в районе рабочей температуры (dR/RdT), которая является характеристикой используемого болометрического материала, где R представляет собой электрическое сопротивление между двумя выводами источника тока (двух стоек (3)) и T представляет собой температуру микромоста;

Rth является тепловым сопротивлением между центральной “твердой” частью болометра, температура которой повышается под действием инфракрасного излучения, и схемой считывания данных (1), температура которой постоянна или изменяется очень медленно.

При объединении параметров TCR и Rth с константой k это равенство может быть упрощено до:

$$\frac{1}{NedT} \approx k \cdot (W \cdot L \cdot E)^{1/2}$$

Части (6A) болометрического материала не играют роли в определении характеристик детектирования болометрического детектора, поскольку в данных областях практически отсутствует ток, проходящий через указанный болометрический материал, так как эти области замкнуты накоротко частями (5), которые имеют более низкое электрическое сопротивление.

В случае детектирующей матрицы шаг размещения элементарных детекторов в обоих измерениях плоскости определяется как p.

Для того чтобы достигнуть оптимальной детектирующей характеристики согласно приведенному выше анализу, достаточно расположить части в виде многоугольника, имеющего (электрическую) длину L и (электрическую) ширину W, где $L \cdot W = p^2$ для оптимизации детектирующей характеристики.

Величина p^2 представляет верхний предел параметра L·W, поскольку по техническим соображениям, необходимо зарезервировать часть площади p^2 для создания промежутков между элементарными детекторами и, по меньшей мере, пространства для стоек (3), консолей (4) и области (6A), площадь поверхности которых не может быть равна нулю.

Величины L и W показаны на фиг.1 для обычной конфигурации.

Очевидно, что эффективность, с которой электромагнитное излучение поглощается на таких структурах, частично покрытых проводящим слоем, даже если они оптимизированы в терминах поверхностного сопротивления (или сопротивления слоя), быстро падает, если относительная площадь проводящих поверхностей (5) уменьшается в пользу относительной площади поверхности с большим сопротивлением (6B). На практике наилучшая производительность в терминах болометрического разрешения достигается, когда существует баланс между площадями (5) и (6B). В результате примерно половина площади мембраны болометра (части (6A)) не может быть использована для оптимизации протекающих токов, что приводит к максимизации общей поверхности W·L полигона(ов), через который текут токи.

Проводящие части (5) на фиг.1 представляют собой особый случай встречно-гребенчатой структуры. Этот тип структуры применяется при использовании болометрических материалов, имеющих высокое сопротивление, таких как аморфный кремний и схожие материалы, для получения сопротивления R от нескольких сотен до нескольких тысяч килоом, что является целесообразным с точки зрения схемы считывания данных.

Фактически одна из проблем, с которой сталкиваются специалисты в данной области техники, при определении болометрических структур заключается в получении при температуре окружающей среды адекватного значения электрического сопротивления R между двумя проводящими частями или электродами (5), через которые прикладывается возбуждающее напряжение.

Практика разработки болометрических детекторов показывает, что любое значение сопротивления не подходит для схемы считывания данных, используемой разработчиком продукта.

В общем, для оптимизации функций схемы считывания данных более практичным является адаптация болометра к оптимальному рабочему диапазону схемы считывания данных, в терминах доступного напряжения, а не наоборот. Фактически, получение достаточно высоких электрических токов, протекающих через мембрану во время возбуждения, является критичным для того, чтобы характеристики детектора не были ограничены чрезмерно низким сигналом.

Недостаток, связанный со структурой, которая использует встречно-гребенчатые электроды, как показано на фиг.1, заключается в том, что возникают области, где плотность тока превышает среднюю плотность на внутренних окончаниях проводящих частей (5) как результат “эффекта истечения заряда с острия”. Эти концентрации электрических токов приводят к увеличению уровня электрического шума, который губительно сказывается на высоких характеристиках детектора.

В вышеупомянутом документе EP-A-0,828,145 также предлагается использовать материалы, имеющие низкое сопротивление, такие как, например, оксид ванадия, в качестве болометрического материала и при этом рекомендуется, чтобы электроды были распределены в виде прямых параллельных прерывающихся полосок, оставляя, например, все внутренние полоски не соединенными, то есть оставляя их с плавающим потенциалом, путем соединения двух крайних полосок со стойками (3). При таком расположении протекающие токи параллельны и одинаковы, таким образом исключая дополнительный электрический шум, связанный с эффектами истечения заряда с острия.

Однако в такой конфигурации примерно половина поверхности мембраны не может быть использована для оптимизации протекающих токов, поскольку оптимизация инфракрасного поглощения требует в основном равномерного распределения проводящих частей (5) на поверхности мембраны.

Вышеупомянутый документ FR-A-2,796,148 предлагает конфигурацию, предназначенную для смягчения ограничения, связанного с качеством поглощения излучения и балансом между областями проводящих частей или электродов (5) и областями (6A) болометрического материала.

Как раскрыто в указанном документе, части (6A), где существует контакт между электродами (5) и болометрическим материалом (6), сводятся к маленьким, узким, вытянутым областям. Помимо этого, значительная часть поверхности электродов (5) изолирована от болометрического материала промежуточным изолирующим слоем (7).

Этот технический прием делает возможным использование большей части доступной площади поверхности мембраны для оптимизации полигона(ов) области W·L, тем самым обеспечивая значительное улучшение характеристик. Однако этот результат получают за счет существенного дополнительного повышения сложности, причем также усиливается проблема избыточного шума, которая характерна для эффекта истечения заряда с острия, если необходимо использование встречно-гребенчатых электродов. Такая встречно-гребенчатая конфигурация обязательна, если используют аморфный силикон или похожие материалы, поскольку этот тип материалов имеет высокое сопротивление.

Таким образом, является очевидным, что в обоих указанных документах согласно предшествующему уровню техники поглотитель образуется тем же слоем материала, что и электроды питания, со всеми преимуществами, связанными с размещением, но также с описанным выше недостатком, заключающимся в сложности получения электрического сопротивления, которое хорошо соответствует схеме считывания данных.

В документе US 5,367,167, поглотитель изготовлен из проводящего слоя, который отделен и отличается от электродов питания. Этот документ описывает болометрический детектор, содержащий два копланарных электрода, расположенных на одной стороне слоя болометрического материала, а также проводящий слой, расположенный на другой стороне болометрического материала. Функция проводящего слоя заключается в поглощении инфракрасного излучения, которое должно быть детектировано, причем проводящий слой должен быть отделен от корпуса детектора при помощи электрически изолирующего слоя. Его реализация таким образом чрезвычайно сложна.

В дополнении, технология, определенная в этом документе, естественным образом оптимизирует протекающие токи и таким образом уровень низкочастотного шума, поскольку это происходит в случае, когда электроды размещены на большом расстоянии друг от друга на двух противоположных концах элементарного детектора, с другой стороны, такое конкретное размещение применимо только к материалам, имеющим низкое сопротивление, обычно это оксид ванадия, иначе электрическое сопротивление мембраны будет слишком высоким для получения правильной работы схемы считывания данных и, в частности, это не может быть применено к аморфному кремнию и схожим материалам.

РАСКРЫТИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Задача настоящего изобретения заключается в максимизации полезной площади поверхности болометрического материала (максимизация произведения W·L) независимо от сопротивления болометрического материала без получающегося в результате влияния на характеристики детектора избыточного шума, связанного, в частности, с эффектами истечения заряда с острия, что свойственно встречно-гребенчатой конфигурации электродов или проводящих частей (5).

Согласно настоящему изобретению болометрический детектор содержит: чувствительную часть, содержащую:

один или несколько слоев чувствительного материала, удельное сопротивление которого зависит от температуры;

первые электропроводящие элементы, электрически соединенные со схемой считывания данных, связанной с болометрическим детектором, и действующие, с одной стороны, как электроды для указанного детектора и находящиеся для этого в контакте с указанными чувствительными материалами и, с другой стороны,

действующие в качестве поглотителя инфракрасного излучения;

вторые электропроводящие элементы с плавающим потенциалом, действующие только как поглотитель инфракрасного излучения;

по меньшей мере, одну поддерживающую область для чувствительной части, выполняющую функцию позиционирования указанной чувствительной части и электрического проводника относительно указанной схемы считывания данных;

по меньшей мере, одну термоизолирующую структуру, электрически и механически связывающую каждую поддерживающую область с чувствительной частью.

Болометрический детектор согласно настоящему изобретению отличается тем, что проводящие элементы распределены в виде двух пересекающихся, наложенных друг на друга сеток проводящих дорожек, причем первая из двух сеток содержит все указанные первые проводящие элементы, и наложение является полным или частичным.

Термины “пересекающиеся” и “наложенные” в настоящем изобретении следует толковать как указание на тот факт, что указанные проводящие дорожки первой сетки сходятся с дорожками, которые составляют вторую сетку, если они соответственно спроектированы на плоскость, которая содержит чувствительную часть.

Указанная первая сетка также содержит вторые проводящие элементы; однако, по меньшей мере, две из проводящих дорожек, которые ее составляют, находятся в контакте с чувствительным материалом, который составляет чувствительную часть, формируя электроды. Этот контакт преимущественно возникает по всей длине, таким образом оптимизируя характеристики детектора.

В различных возможных конфигурациях настоящего изобретения возможно отсутствие электрического контакта между двумя сетками. Однако если используется чувствительный материал с высоким удельным сопротивлением, по меньшей мере, две из дорожек второй сетки находятся в чередующемся контакте с указанными специальными дорожками указанной первой сетки, которая находится в контакте с чувствительным материалом, составляющим чувствительную часть.

При этом неактивная площадь поверхности детектора согласно изобретению значительно уменьшена в пользу полезной площади поверхности и при этом также уменьшается избыточный шум, связанный со структурой токов, которая меняется в зависимости от конкретной конфигурации проводящих элементов и используемого болометрического материала.

Согласно настоящему изобретению соответствующие дорожки каждой из двух сеток являются, по существу, прямыми и параллельными друг другу, при этом проводящие дорожки первой сетки обычно находятся под прямым углом к дорожкам, составляющим вторую сетку.

Дополнительно шаг между каждой из дорожек одной из сеток равен или отличается от шага между дорожками другой сетки.

Контакт между двумя дорожками двух разных сеток выполняют при помощи отверстий в диэлектрическом слое, расположенном между чувствительным слоем, который составляет чувствительную часть, и первым слоем проводящих дорожек, которые составляют первую сетку.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Способ, которым реализуется изобретение, и его преимущества станут более понятными из приведенного ниже описания вариантов осуществления, данных только в качестве примера, со ссылками на прилагаемые чертежи.

Фиг.1 представляет собой, как уже указывалось, вид сверху болометрического детектора согласно предшествующему уровню техники и

фиг.2 представляет собой его поперечное сечение по линии А-А.

Фиг.3 представляет собой схематичный план вида сверху детектора согласно
5 настоящему изобретению и

фиг.4 представляет собой поперечное сечение по линии В-В.

Фиг.5 представляет собой подробный вид части указанного поперечного сечения по фиг.4.

10 Фиг.6 и 7 также представляют собой подробные виды, но других вариантов осуществления изобретения.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Таким образом, в общем случае настоящее изобретение относится к элементарному болометрическому детектору и более конкретно к конфигурации и размещению
15 проводящих дорожек на его чувствительной части, которая сама составляет основную часть мембраны. Эти проводящие дорожки функционируют, в случае необходимости, в качестве электродов, то есть по ним подается электрический ток со схемы считывания данных к чувствительной части, и в качестве поглотителя инфракрасного
20 излучения, предназначенного для детектирования, или функционируют только в качестве поглотителя.

На фиг.3 показан обычный вариант осуществления болометрической мембраны согласно настоящему изобретению. Различные компоненты, которые аналогичны
показанным на фиг.1, имеют такие же ссылочные позиции.

25 Согласно основной особенности изобретения на указанной мембране размещаются две отдельные сетки проводящих дорожек (5).

Первая сетка состоит из последовательности проводящих дорожек (5А), которые, по существу, являются прямыми и параллельными друг другу. В описанном примере
30 четыре из этих дорожек (5А1, 5А2, 5А3 и 5А4) находятся в контакте с болометрическим материалом (6), который составляет мембрану. Дополнительно, этот контакт имеется, по существу, по всей длине указанных дорожек.

Однако для обеспечения возможности работы детектора согласно настоящему изобретению достаточно, если только две из этих дорожек будут находиться в
35 контакте с болометрическим материалом. Фактически для оптимизации площади (W·L), упомянутой ранее во время обсуждения технической проблемы, на решение которой направлено настоящее изобретение, крайние проводящие дорожки (5А1) и (5А4) находятся в контакте с болометрическим материалом (6).

40 Другая конфигурация будет приводить к потере площади поверхности, находящейся выше указанных крайних проводящих дорожек, что является результатом, прямо противоположным требуемому.

В примере, описанном на фиг.3, очевидно, что сетка (5А) находится в контакте только с болометрическим материалом (6) для одной дорожки из трех, в частности
45 первая дорожка (5А1) и последняя дорожка (5А4) находятся в контакте со слоем (6) вдоль двух противоположащих краев.

Вторая сетка также состоит из группы проводящих дорожек (5В), которые, по существу, являются прямыми и параллельными друг другу, а также ориентированы
50 под прямым углом к проводящим дорожкам (5А), которые составляют указанную первую сетку. На фиг.3 можно увидеть, что при проекции на плоскость, содержащую мембрану, проводящие дорожки, которые формируют каждую из двух сеток, являются перпендикулярными друг другу.

В описанном примере три пары этих проводящих дорожек (5B1, 5B2), (5B3, 5B4) и (5B5, 5B6) соответственно поочередно находятся в электрическом контакте со специальными дорожками (5A1, 5A2, 5A3 и 5A4) первой сетки, то есть с проводящими дорожками первой сетки, которая находится в контакте с болометрическим материалом (6). Таким образом, на фиг.3 вторая сетка (5B) находится в контакте только со специальными дорожками (5A1, 5A2, 5A3 и 5A4) указанной первой сетки (5A) для одной дорожки из двух (в среднем).

Эта особенная характерная конфигурация делает возможным получение сопротивления, которое является достаточно низким несмотря на использование чувствительного материала (6) с высоким удельным сопротивлением. Фактически в такой конкретной конфигурации существует достаточное количество электрических контактов с дорожками сетки (5A), причем указанные контакты расположены на постоянном расстоянии L друг от друга для достижения однородной плотности тока. На эти контакты попеременно подают высокий и низкий потенциал (во время считывания данных) с помощью соединений, выполненных при помощи дорожек (по меньшей мере, двух) второй сетки (5B).

При этом создается встречно-гребенчатая структура, сопротивление которой пропорционально $L/(n-1)$, где n означает количество проводящих дорожек сетки (5A), которые находятся в контакте с чувствительным материалом (6). Таким образом, принимая шаг равным p и рассматривая сильно упрощенный вариант, имеем p/L проводящих дорожек (5A), находящихся в контакте с чувствительным материалом (6) с сопротивлением:

$$R=p/n(n-1).$$

Таким образом, каждая из проводящих дорожек (5A1) и (5A3) находится в электрическом контакте с проводящими дорожками (5B2, 5B4 и 5B6), тогда как каждая из проводящих дорожек (5A2) и (5A4) находится в электрическом контакте с проводящими дорожками (5B1, 5B3 и 5B5). Однако для обеспечения возможности работы детектора согласно настоящему изобретению может быть достаточным, если только две из дорожек (5B) будут поочередно находиться в контакте с указанными специальными проводящими дорожками (5A1, 5A2, 5A3, и 5A4) указанной первой сетки.

Указанный поочередный контакт позволяет предотвратить любое короткое замыкание между электродами мембраны.

Все указанные специальные дорожки независимо от того, принадлежат ли они первой или второй сетке, действуют в качестве электродов и поглотителей. Напротив, все другие дорожки ограничены выполнением только функций поглотителя излучения.

В конкретной конфигурации, в которой только две проводящие дорожки сетки (5A) находятся в контакте с чувствительным материалом (6), в конфигурации, которая подходит для производства функционального элементарного болометра, отсутствует необходимость создания контактов с проводящими дорожками сетки (5B), поскольку последние выполняют роль только поглотителей излучения.

В широких пределах и в отличие от ограничений, налагаемых детекторами согласно предшествующему уровню техники, плотность (то есть шаг) проводящих дорожек каждой сетки является произвольной и не влияет на характеристики детектора. Возможность иметь две независимые пересекающиеся сетки проводящих дорожек, имеющих относительно свободный шаг, очевидно позволяет производить большее число размещений и комбинаций для определения геометрии текущих токов в болометрическом материале (6) и, следовательно, для определения полного

сопротивления R детектора.

Благодаря гибкости, с которой проводящие дорожки могут быть сконфигурированы и распределены, становится очевидным, что специалисты в данной области техники могут легко достигнуть желательного значения общего
5 сопротивления R детектора в зависимости от болометрического материала (6), постепенно изменяя расстояние между проводящими дорожками (их шаг), и, в частности, расстояния между проводящими дорожками сетки (5A), которые находятся в контакте с указанным болометрическим материалом, и распределение соединений
10 между двумя сетками. Следует отметить, что достижение такого результата отменяет необходимость прибегать к изгибу электродов или выполнению электродов в виде встречно-гребенчатой структуры в контакте с болометрическим материалом, как рекомендовано предшествующим уровнем техники, что является, как указывалось выше, причиной избыточного шума, связанного с эффектом истечения заряда с
15 острия. Кроме того, вариант осуществления изобретения позволяет использовать большую часть полезной площади поверхности болометрического материала (максимизирование произведения W·L). При этом настоящее изобретение имеет дополнительное преимущество, заключающееся в высокой гибкости разработки и
20 оптимальных характеристиках.

С практической точки зрения формирование контакта между специальными проводящими дорожками (5A1, 5A2, 5A3 и 5A4) первой сетки и болометрическим материалом (6) обычно достигается при помощи, по существу, вытянутых отверстий в первом промежуточном диэлектрическом слое (7A), покрывающем слой
25 болометрического материала (6), и обеспечения для электрической изоляции между слоем болометрического материала и проводящими дорожками (5A1) указанной первой сетки, которая действует только как поглотитель излучения.

Однако в одном конкретном варианте осуществления изобретения все проводящие дорожки (5A) указанной первой сетки выполняют двойную функцию электрода и поглотителя инфракрасного излучения. В этом случае все проводящие дорожки (5A) указанной первой сетки находятся в контакте со слоем болометрического
30 материала (6). При этом слой (7A) диэлектрического материала является излишним. В такой конфигурации не все указанные проводящие дорожки сетки (5A) должны находиться в контакте с сеткой (5B). При этом те проводящие дорожки сетки (5A), которые не соединены с дорожками сетки (5B), выполняют роль электродов с плавающим потенциалом.

Формирование электрического контакта между специальными проводящими дорожками (5A1, 5A2, 5A3 и 5A4) первой сетки и некоторыми проводящими
40 дорожками второй сетки в соответствии с вышеприведенными комментариями обычно обеспечивается с помощью точечных отверстий (8) (термин “точечный” должен толковаться как “имеющий очень маленький размер по сравнению с размерами мембраны”), выполненных во втором слое диэлектрического материала (7B), находящегося между проводящими дорожками указанной первой сетки, которые
45 действуют только как поглотители (5Aa), и проводящими дорожками (5B) указанной второй сетки (см. фиг.5). Эти отверстия расположены в некоторых особых точках пересечения указанных проводящих дорожек согласно предшествующему описанию.

На фиг.3 показана одна из возможных специальных конфигураций согласно
50 настоящему изобретению. Эта конфигурация позволяет получать полное сопротивление R, которое приблизительно вдвое выше, чем полученное с конфигурацией по фиг.1, причем используемые слои болометрического материала (6)

очевидно являются одинаковыми

Другие конфигурации двух сеток позволяют сохранить примерно такое же сопротивление R . Конфигурация, предлагаемая на фиг.3, позволяет легко объяснить все преимущественные особенности настоящего изобретения, без необходимости
5 объяснять другие конфигурации, что будет очевидным для специалистов в данной области техники, если понятен главный принцип, лежащий в основе настоящего изобретения.

Размещение точек контактов (8) между двумя сетками проводящих дорожек
10 объясняет принцип чередующихся контактов, упомянутого ранее для выработки регулярно чередующихся равных потенциалов между проводящими дорожками сетки (5A). Однако так же возможно создание контактов между дорожками указанной сетки (5A) и всеми дорожками сетки (5B) для каждой эквипотенциальной группы, если при этом получается допустимое входное сопротивление R . Фактически плотность
15 контактов между двумя проводящими сетками (5A) и (5B) определяется в первую очередь возможным чрезмерно высоким входным сопротивлением, которое является следствием чрезмерно низкой плотности контактов.

Также следует упомянуть дополнительное преимущество рекомендуемой
20 конфигурации настоящего изобретения. Использование двух сеток, которые соединены только в точечных контактах, и, в частности, тот факт, что эти контакты между двумя сетками распределены, по меньшей мере, по двум дорожкам (5 B), дает избыточность соединений, что значительно повышает вероятность правильного
25 распределения потенциалов и позволяет избежать опасного эффекта одиночного, возможно, ошибочно сформированного контакта между двумя дорожками.

Необходимо рассмотреть особый случай, в котором только крайние линии (5A1) и (5A4) сетки (5A) находятся в контакте со слоем болометрического материала (6). При этом нет необходимости в формировании электрических контактов (8) между
30 двумя сетками (5A) и (5B), поскольку такие контакты будут являться причиной коротких замыканий в данной структуре. Результирующее сопротивление в такой особенной конфигурации будет принимать свое максимально возможное значение для данной мембраны в направлении под прямыми углами к сетке (5A) по причине
35 исчезновения чередующихся потенциалов, но структура все же будет оптимизирована с точки зрения низкочастотного шума и оптического поглощения.

Также следует отметить, что другие внутренние дорожки (между этими крайними дорожками) сетки (5A) могут также находиться в контакте со слоем болометрического материала (6) без существенного изменения структуры текущих
40 токов и, следовательно, функциональности или качества детектора, за исключением площади поверхности, занимаемой дополнительными контактами на указанном слое (6). Как уже указывалось, если все дорожки сетки (5A) находятся в контакте со слоем (6), то очевидно слой (7A) предпочтительно должен быть удален, поскольку его
45 присутствие является бессмысленным.

Конфигурация, рекомендованная настоящим изобретением, по существу, упрощает реализацию такого детектора. Например, существует возможность непрерывно
45 продлить крайние дорожки (5A1) и (5A4) сетки (5A) на консоли (4) по направлению к проводящим стойкам (3).

Кроме того, настоящее изобретение обеспечивает возможность сохранения болометрического материала (6) около стоек (4), таким образом упрощая процесс
50 производства такого детектора. Общеизвестно, что указанный материал на этой площади предпочитают удалять для улучшения термосопротивления детектора, но

это не является предметом настоящего изобретения.

Также могут быть использованы другие способы подачи электрического тока в терминалы чувствительной мембраны без отступления от объема настоящего изобретения. Другой конкретный вариант осуществления может быть получен, например, путем расширения на стойки (3) сетки (5B), а не (5A). Выбор для этой цели конкретного проводящего слоя диктуется, во-первых, электро- и теплопроводящими свойствами материалов, используемых для каждой сетки, которые могут быть различными, и, во-вторых, удобством технологии, которая может быть использована для сборки этой структуры.

Необходимо отметить, что согласно настоящему изобретению количество проводящих дорожек и геометрические характеристики (ширина, толщина, форма) двух проводящих сеток не ограничиваются описанными примерами, которые были приведены только с целью иллюстрации.

В объеме настоящего изобретения также могут быть рассмотрены другие конфигурации сетки. Можно поместить сетку (5A) под слой болометрического материала (6). При этом необязательный диэлектрический слой (7A) помещают между указанной сеткой и слоем (6). Этот диэлектрический слой (7A) удаляют напротив дорожек сетки (5A), которые конструктор намеревается привести в контакт с болометрическим материалом (6). Точки контакта между двумя сетками (5A) и (5B) выполняют при помощи сквозных отверстий в слое указанного болометрического материала (6) и диэлектрического слоя (7B), который покрывает верхнюю поверхность указанного слоя болометрического материала (6). Затем сверху этой сборки формируют сетку (5B). Однако существует возможность менять назначение сеток (5A) и (5B), например создавать вытянутые контакты с болометрическим материалом (6) с помощью верхней сетки. Эта конфигурация показана на фиг.6.

Также существует возможность полностью изменить структуру, описанную на фиг.3, поместив две сетки (5A) и (5B) под слой болометрического материала (6), как показано на фиг.7. Такая конкретная конфигурация имеет преимущество, если технология производства диктует необходимость как можно более позднего нанесения чувствительного материала (6) в процесс сборки. Такая потребность, в частности, возникает как результат проблем, связанных с несовместимостью чувствительного материала с процессами, определяемыми другими материалами, или проблем, связанных с получением прямого доступа ко всей поверхности чувствительного материала после завершения процесса изготовления устройства.

Однако все эти модификации основаны на одном и том же техническом решении настоящего изобретения.

Критерии для получения функциональной оптимизации детекторов, изготовленных согласно изобретению, приведены ниже.

Мы рассмотрим обычную, но не ограничивающую ситуацию, в которой мембрана микроболометра равномерно покрыта простирающимися до ее границ или краев двумя ортогональными сетками (5A) и (5B), каждая из которых состоит из параллельных, размещенных с равномерным шагом проводящих дорожек, имеющих в каждой сетке одинаковое линейное сопротивление. Эта конфигурация приводит к оптимальной эффективности поглощения. Поглощение падающего электромагнитного излучения является оптимизированным, если общее электрическое сопротивление R между двумя противоположными краями мембраны примерно равно 380 Ом. Такое значение характерно для мембраны, подвешенной на высоте от 1,5 до 3,0 мкм над отражателем, и хорошо известно для специалистов в данной

области техники при изготовлении электромагнитного поглотителя, использующего непрерывный проводящий слой. Каждая из сеток (5A) и (5B) должна соответствовать этому критерию, по меньшей мере, приблизительно.

Эти данные верны для мембраны, имеющей квадратную внешнюю форму. Однако мембрана любой другой формы также может быть оптимизирована, если каждый контур достаточно большой, чтобы содержать, по меньшей мере, два сегмента дорожек каждой из сеток (5A, 5B), ограниченных мембраной, сам соответствует этому критерию. Такой контур показан пунктиром на фиг.3.

Другой способ определения оптимизации детектора состоит в получении ограниченного квадрата путем локального расширения границ мембраны (с сопутствующим расширением сеток) до получения квадрата, который будет соответствовать критерию, описанному выше.

Например, квадратная мембрана может быть покрыта в одном направлении сеткой из 10 параллельных проводящих дорожек, каждая из которых имеет сопротивление 3800 Ом, и сеткой в направлении, перпендикулярном последнему из пяти параллельных проводящих дорожек, каждая из которых имеет сопротивление 1900 Ом. Наблюдаемое сопротивление между двумя противоположными краями равно $1/n$ сопротивления одной проводящей дорожки, которая находится под прямым углом к этим краям для n параллельных проводящих дорожек.

Этот критерий не является критически оптимальным, поскольку на практике квадратная мембрана, сопротивление которой между двумя противоположными краями в каждом направлении составляет от 300 или 500 Ом, будет иметь низкую эффективность. Специалистам в данной области техники известно, что фактически поглощение медленно меняется как функция сопротивления около упомянутого оптимального значения.

Для оптимизации детектора согласно настоящему изобретению этот общий критерий успешно дополняется специальным критерием, основанным на шаге каждой из сеток (5A) и (5B). Шаг предпочтительно не должен превышать половины длины волны средней величины излучения, которое подлежит детектированию. Для детектора, предназначенного для детектирования излучения от 8 до 14 мкм, для каждой сетки проводящих дорожек преимущественно следует использовать шаг меньший чем 6 мкм. В частности, большее значение шага приводит к явлению дифракции, которое может оказать негативное влияние на качество поглощения электромагнитного излучения.

При удовлетворении этим критериям обычно достигается поглощение выше 90% падающего излучения в определенном диапазоне детектирования.

Ниже описан вариант осуществления детектора согласно настоящему изобретению.

Матрицы микроболометров обычно получают, используя традиционные способы, знакомые специалистам в данной области техники, при помощи последовательного осаждения и вытравливания различных слоев, которые составляют конечный продукт: диэлектрический слой, слой болометрического материала, металлический слой для эквипотенциальных поверхностей (таких как шины питания и электроды).

Эти различные слои осаждают на верхней поверхности структурного слоя, называемого жертвенным слоем, поскольку в конце процесса его удаляют для освобождения структуры болометра, и более конкретно мембрану подвешивают только при помощи ее термоизолирующих элементов (в частности, при помощи консолей (4)).

Формирующий изображение чувствительный элемент получают путем размещения

отдельных мембран в виде массива, как показано на фиг.1 или 3; для конструкций этого типа при производстве большого количества чувствительных элементов на одной подложке одновременно естественно применимы микроэлектронные технологии.

5 Следующие этапы относятся более конкретно к производству детектирующего устройства согласно настоящему изобретению. Это описание относится к конкретной сборке. Как таковое, настоящее описание не подразумевает никаких ограничений объема настоящего изобретения, особенно в терминах структурных изменений, 10 которые очевидны для специалиста в данной области техники, как, например, модификации, предположенные в предшествующих объяснениях, относящихся к конкретному детектору. Любое изменение в последовательности слоев, любая особенность расположения различных частей или особенность конкретного процесса изготовления попадает в объем настоящего изобретения.

15 Операции, описанные ниже, непосредственно относятся к производству детектора, показанного на фиг.3.

Первый этап включает в себя осаждение жертвенного слоя на поверхности подложки (обычно изготовленной из кремния), содержащей схему считывания 20 данных. Этот жертвенный слой обычно может состоять из полиамидного или любого органического или минерального материала, способного выдержать дальнейшие условия обработки, связанные с технологией производства, и который можно подвергнуть селективному удалению при завершении процесса изготовления.

Преимущественно при широко известной компоновке сначала на поверхности подложки (1) осаждают и локально вытравливают отражающий металлический 25 слой (2) (например, изготовленный из алюминия), используя известные подходящие технологии, для оптимизации спектральных характеристик детектора. В случае, если целью является оптимизация поглощения излучения в диапазоне длин волн от 8 до 14 мкм, толщину жертвенного слоя задают равной 1,5-3 мкм.

Затем на поверхность жертвенного слоя осаждают слой болометрического материала (6) обычно толщиной от 50 до 500 нм, используя обычные технологические 30 приемы. Структура, изложенная в настоящем описании, особенно хорошо подходит для аморфного кремния или материалов типа $\text{Si}_x\text{Ge}_y\text{C}_{(1-x-y)}$.

Затем на поверхность слоя болометрического материала (6) осаждают первый слой диэлектрического материала (7A), обычно оксид кремния или нитрид, как правило, 35 имеющий толщину от 10 до 50 нм, например, используя химическое осаждение из паровой фазы с плазменным усилением (PECVD).

Этот слой диэлектрического материала (7A) вытравливают, используя 40 традиционную литографическую маску и подходящий процесс вытравливания, например, согласно образцу на фиг.3, т.е. в виде очень узких параллельных дорожек. Однако ширина таких вытравленных дорожек обычно бывает не меньше толщины материала (6) и, например, составляет от 0,2 до 2 мкм. Расстояние между 45 вытравленными дорожками составляет, например, от 5 до 50 мкм.

Затем осаждают первый слой электропроводящего материала (5A), используя 50 известные технологические приемы, подходящие для слоя этого типа. Может быть использован любой тип металла, предпочтительно металл, который обычно используется в микроэлектронике, например алюминий, титан или нитрид титана. Первую сетку (5A) проводящих дорожек вытравливают обычным способом, используя вторую литографическую маску. Некоторые из дорожек, которые формируют сетку (5A), расположены напротив отверстий, выполненных в ранее

сформированном слое подстилающего диэлектрического материала (7А). Другие дорожки оставляют подвешенными, то есть изолируют от болометрического материала (6) диэлектрическим слоем (7А).

5 Толщину ϵ и удельное сопротивление (Rho) слоя (5А), то есть поверхностное сопротивление, определяемое как Rho/ϵ (выраженное в единицах измерения, которое обычно используется специалистами в данной области техники), выбирают в зависимости от конечных размеров проводящих дорожек сетки (5А), так чтобы соответствовать общему критерию, определенному выше. Например, часть мембраны, 10 ограниченная квадратом, обозначенным пунктирной линией, содержит девять проводящих дорожек, каждая из которых должна иметь сопротивление приблизительно 3400 Ом между точками, в которых дорожки пересекают горизонтальные края квадрата, нарисованного пунктирными линиями на фиг.3. Если 15 взять девять параллельных дорожек, это дает примерно 380 Ом между двумя противоположащими горизонтальными краями указанного квадрата, обозначенного пунктирной линией.

Если проводящий слой (5А) имеет поверхностное сопротивление 100 Ом/квадрат, полученное, например, при помощи 10 нм нитрида титана с удельным 20 сопротивлением 100 мкОм·см, то соотношение длины (внутренняя часть квадрата, обозначенного пунктирной линией) к ширине должно составлять примерно 34. Предполагая, что на фиг.3 показан болометр, имеющий общий размер края 50 мкм, обозначенный пунктирной линией квадрат будет иметь размер края, приблизительно равный 34 мкм, и, следовательно, ширина дорожек (5А) должна составлять 25 приблизительно 1 мкм, причем указанные дорожки (5А) предпочтительно повторяются с одинаковым шагом, примерно 3,8 мкм, так, чтобы соответствовать девяти дорожкам и девяти промежуткам, которые разделяют указанные дорожки, расположенные внутри квадрата, обозначенного пунктирной линией.

30 Очевидно, что другие комбинации параметров в терминах поверхностного сопротивления, ширина дорожек и плотность также позволяют получить результат, который соответствует ранее упомянутому общему критерию.

Как уже указывалось, можно создать конфигурацию, в которой все проводящие дорожки первой сетки (5А) находятся в контакте с болометрическим материалом (6). 35 Этот специальный случай имеет преимущество в том, что при этом отсутствует необходимость использовать слой диэлектрического материала (7А), и это позволяет не использовать определенные технологии (литографию и травление), что ведет к значительному упрощению.

40 Однако общую площадь поверхности дорожек (5А), находящихся в контакте со слоем (6), необходимо рассматривать как бесполезную в терминах оптимизации устройства, поскольку площадь поверхности этих дорожек (5А) соответствует площади поверхности (6А) на фиг.3. Следовательно, предпочтительным является ограничение до необходимого минимума доли дорожек, которые находятся в 45 контакте с болометрическим материалом (6), для того чтобы получить необходимое общее сопротивление мембраны после завершения сборки.

Аналогично ширину контактов в случае выполнения отверстий в диэлектрическом слое (7А) по тем же самым причинам ограничивают минимально возможным 50 значением.

Слой (5А) остается нетронутым напротив опорных проводящих структур (4) (слева и справа на фиг.3).

Затем формируют проводящие опоры или столбики (3) с помощью применения

новой литографической маски, предназначенной для защиты всей структуры, кроме небольших отверстий, например отверстий, имеющих размер от одного до нескольких мкм. Затем эти отверстия вытравливают через поверхностные слои в следующем порядке: проводящий материал (5А), диэлектрический материал (7А),
5 болометрический материал (6) и затем через жертвенный слой до контактов, предварительно изготовленных на поверхности схемы (1) считывания данных. Затем осаждают относительно толстый слой, например слой, содержащий исключительно в качестве примера от 0,2 до 2 мкм металла, выбранного из материалов, традиционно
10 применяемых для этой цели, таких как алюминий и его сплавы, титан, нитрид титана, вольфрам или силицид вольфрама, или комбинации указанных различных материалов.

Затем наносят литографическую маску для сохранения этого металла в непосредственной близости от предварительно изготовленных отверстий и металл(металлы), предварительно осажденный с использованием классических
15 процессов, удаляют с остальной части поверхности путем травления. Травление останавливают, как только открывается слой (5А). Определенные преимущества может обеспечить изменение последовательности наложения последних двух литографических масок и связанных с этим операций травления.

Второй слой диэлектрического материала (7В), обычно по типу и толщине идентичный первому слою (7А), осаждают, затем вытравливают, используя новую литографическую маску, оставляя локализованные отверстия (8), которые выходят к
20 проводящим дорожкам (5А1, 5А2, 5А3, 5А4) сетки (5А), которые находятся в контакте с болометрическим материалом (6).

Затем осаждают второй электропроводящий слой (5В) и размечают в виде сетки, по существу, под прямым углом к первой сетке (5А), используя подходящий литографический уровень.

Могут быть использованы такие же материалы, как и материалы, использованные
30 для первой сетки. И в этом случае толщина и удельное сопротивление слоя (5В) и, следовательно, его поверхностное сопротивление выбирают в зависимости от конечных размеров проводящих дорожек указанной второй сетки так, чтобы удовлетворять вышеупомянутому общему критерию. Например, предположим, что, часть мембраны, ограниченная квадратом, обозначенным пунктирной линией,
35 имеющая размер края, равный 34 мкм, в этом конкретном варианте осуществления также содержит девять проводящих дорожек (5В), каждая из которых должна иметь сопротивление 3400 Ом между точками, определенными двумя вертикальными краями квадрата, обозначенного пунктирной линией. Если требуется определить ширину
40 каждой дорожки, как равную приблизительно 2 мкм (следовательно, промежутки, как равные 1,8 мкм), для этой сетки (5В) придется использовать слой металла в поверхностным сопротивлением 200 Ом/квадрат, полученным, например, при помощи 10 нм титана, имеющего удельное сопротивление около 200 мкОм·см. Девять параллельных дорожек соответствуют примерно 380 Ом между двумя вертикальными
45 краями квадрата, обозначенного пунктирной линией, что удовлетворяет критерию оптимизации, упомянутому выше.

Конечный литографический уровень используется для того, чтобы вырезать контур мембраны, а также опорные структуры (4) и стойки (3) с помощью неизбежного
50 травления всех материалов, которые составляют мембрану: (5В), если необходимо, (7В), (5А), (7А), (6) до тех пор, пока не будет достигнута поверхность жертвенного слоя. Технологии травления, предпочтительно сухие, которые наиболее подходят для этой операции для всех упомянутых материалов, хорошо известны специалистам в

данной области техники.

Затем устраняют жертвенный слой, например, путем отжига в кислородной плазме, в случае, если указанный жертвенный слой представляет собой слой органического типа, и мембрану подвешивают над подложкой (1) в ее конечном функциональном, оптимизированном состоянии.

При сравнении конфигураций, показанных на фиг.1 и 3, и более конкретно на соответствующих поперечных сечениях (фиг.2 и 4) и особенно в отношении относительной геометрии поверхностей (6А) и (6В) (у которых указана только более короткая сторона), очевидно, что площадь неактивной в смысле текущих токов поверхности (6А) значительно уменьшается в пользу площади полезной поверхности (6В) благодаря использованию настоящего изобретения.

Сравнительная оценка характерных величин W и L, указанных на фиг.1 и 3, показывает, что обычная конфигурация, предложенная согласно настоящему изобретению, улучшает расстояние L на показатель, примерно равный 2, а расстояние W приблизительно на 10%. Фактически, электрическая ширина W в примере на фиг.3, по существу, равна сумме $W_1+W_2+W_3$. Следовательно, результат относительного улучшения в терминах реализации отношения сигнал-к-шуму составляет приблизительно 50% или в альтернативных показателях тепловое разрешение улучшается на 33%, значение, которое в данной области техники является довольно существенным.

К этому улучшению также можно добавить исчезновение избыточного шума, связанное с уменьшением протекающего тока, который изменяется в зависимости от конкретной конфигурации и используемого болометрического материала. Разумно ожидать улучшения более 10-15% в отношении сигнал-к-шуму, то есть примерно 40% улучшения в тепловом разрешении по сравнению с техническими приемами, описанными в документе EP-A-0,828,145.

Очевидно преимущество в технических характеристиках, обеспеченное настоящим изобретением как результат чрезвычайной гибкости при определении электрического сопротивления мембраны для ее регулировки в соответствии с функциональными требованиями схемы считывания данных, причем, по существу, без каких-либо компромиссов в отношении конечных характеристик. Эта особенность обычно отсутствует в предшествующих технических решениях, раскрытых в документах, упомянутых в преамбуле.

Формула изобретения

1. Болометрический детектор электромагнитного излучения, содержащий:
 - чувствительную часть или мембрану, содержащую:
 - один или несколько слоев чувствительного материала (6), удельное сопротивление которого зависит от температуры;
 - первые электропроводящие элементы, электрически соединенные со схемой (1) считывания данных, связанной с болометрическим детектором, и действующие, с одной стороны, как электроды для указанного детектора и находящиеся для этого в контакте с чувствительным материалом (6) и, с другой стороны, действующие в качестве поглотителя электромагнитного излучения;
 - вторые электропроводящие элементы с плавающим потенциалом, действующие только как поглотитель электромагнитного излучения по меньшей мере, одну поддерживающую область (3) для чувствительной части, выполняющую функцию позиционирования указанной чувствительной части и электрического проводника

относительно указанной схемы считывания данных;

по меньшей мере, одну термоизолирующую структуру (4), электрически и механически связывающую каждую поддерживающую область (3) с чувствительной частью;

5 отличающийся тем, что проводящие элементы распределены в виде двух пересекающихся, наложенных друг на друга сеток (5A, 5B) проводящих дорожек, причем первая (5A) из двух сеток содержит все указанные первые проводящие элементы.

10 2. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.1, отличающийся тем, что сетки (5A) и (5B) полностью или частично наложены друг на друга.

3. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.1 или 2, отличающийся тем, что указанная первая сетка (5A) также содержит вторые проводящие элементы, но, по меньшей мере, две (5A1, 5A2, 5A3, 5A4) из проводящих дорожек, которые ее составляют, находятся в контакте с чувствительным

15 материалом (6), составляющим чувствительную часть, по существу, по всей их длине.
4. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.3, отличающийся тем, что, по меньшей мере, две проводящие дорожки второй сетки (5B) находятся в чередующемся контакте с указанными дорожками (5A1, 5A2, 5A3, 5A4) первой сетки (5A), которая находится в контакте с чувствительным материалом (6), составляющим чувствительную часть.

5. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.1 или 2, отличающийся тем, что соответствующие проводящие дорожки каждой из двух сеток (5A, 5B) являются прямыми и параллельными друг другу и тем, что проводящие дорожки первой сетки (5A) находятся под прямыми углами к проводящим дорожкам, составляющим вторую сетку (5B).

6. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.1, отличающийся тем, что две сетки (5A) и (5B) проводящих дорожек расположены над верхней

30 поверхностью слоя чувствительного материала (6).
7. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.6, отличающийся тем, что:

35 первая сетка (5A) является электрически изолированной от слоя чувствительного материала (6) посредством первого слоя, изготовленного из диэлектрического материала (7A), имеющего локальные отверстия напротив областей контакта между специальными проводящими дорожками (5A1, 5A2, 5A3, 5A4) указанной первой сетки (5A) и слоем чувствительного материала (6);

40 между действующими только в качестве поглотителей (5Aa) проводящими дорожками указанной первой сетки (5A), и проводящими дорожками (5B) указанной второй сетки расположен второй слой диэлектрического материала (7B); и

45 контакт между специальными дорожками (5A1, 5A2, 5A3, 5A4) первой сетки (5A) и некоторыми проводящими дорожками второй сетки (5B) получают в отверстиях (8), выполненных во втором слое диэлектрического материала (7B).

8. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.1, отличающийся тем, что одна из указанных сеток (5A, 5B) расположена под слоем чувствительного материала (6), а другая сетка расположена над слоем чувствительного материала (6).

50 9. БолOMETрический детектор электромагнитного излучения по п.8, отличающийся тем, что:

первая сетка (5A) расположена под слоем чувствительного материала (6) и является электрически изолированной от последнего посредством первого слоя,

изготовленного из диэлектрического материала (7А), имеющего локальные отверстия напротив областей контакта между проводящими дорожками (5А1, 5А2, 5А3, 5А4) первой сетки (5А) и слоем чувствительного материала (6);

5 вторая сетка (5В) расположена над слоем чувствительного материала (6) и является электрически изолированной от последнего посредством второго слоя, изготовленного из диэлектрического материала (7В); и

10 точки электрического контакта между двумя сетками (5А) и (5В) получают путем выполнения сквозных отверстий в слое указанного материала (6) и во втором слое диэлектрического материала (7В).

10. Болومترный детектор электромагнитного излучения по п.8, отличающийся тем, что:

15 первая сетка (5А) расположена над слоем чувствительного материала (6) и является электрически изолированной от последнего посредством первого слоя, изготовленного из диэлектрического материала (7А), имеющего локальные отверстия напротив областей контакта между дорожками (5А1, 5А2, 5А3, 5А4) первой сетки (5А) и слоя чувствительного материала (6);

20 вторая сетка (5В) расположена под слоем чувствительного материала (6) и является электрически изолированной от последнего посредством второго слоя, изготовленного из диэлектрического материала (7В); и

25 точки электрического контакта между двумя сетками (5А) и (5В) получены путем изготовления сквозных отверстий в слое указанного материала (6) и во втором слое диэлектрического материала (7В).

11. Болومترный детектор электромагнитного излучения по п.6 или 8, отличающийся тем, что все проводящие дорожки (5А) указанной первой сетки находятся в контакте со слоем болومترного материала (6).

30 12. Болومترный детектор электромагнитного излучения по п.11, отличающийся тем, что:

указанная сетка (5А) расположена над слоем чувствительного материала (6);
35 слой диэлектрического материала (7В) расположен между проводящими дорожками указанной первой сетки (5А) и проводящими дорожками (5В) указанной второй сетки; и

40 контакт между проводящими дорожками первой сетки (5А) и некоторыми проводящими дорожками второй сетки (5В) получают в отверстиях (8), выполненных в указанном диэлектрическом слое (7В).

40 13. Болومترный детектор электромагнитного излучения по п.11, отличающийся тем, что:

указанная сетка (5А) расположена под слоем чувствительного материала (6);
50 вторая сетка (5В) расположена над слоем чувствительного материала (6) и является электрически изолированной от последнего посредством слоя, выполненного из диэлектрического материала (7В);

45 точки электрического контакта между двумя сетками (5А) и (5В) получают путем выполнения сквозных отверстий в слое указанного материала (6) и в слое диэлектрического материала (7В).

50 14. Устройство детектирования инфракрасного излучения болومترного типа, отличающееся тем, что оно использует один или несколько болومترных детекторов по любому из пп.1-13 и тем, что детектор (детекторы) соединен (соединены) со схемой считывания данных (1) посредством структуры типа стойки (3).

15. Устройство детектирования инфракрасного излучения болومترного типа

по п.14, отличающееся тем, что оно имеет структуру в виде массива, содержащую, по меньшей мере, два болометрических детектора.

16. Способ изготовления детектора инфракрасного излучения болометрического типа, включающий в себя, начиная со схемы считывания данных, в частности

5 изготовленной на кремниевой подложке (1), этапы, на которых:
сначала формируют первый вспомогательный жертвенный слой на указанной кремниевой подложке, предназначенный для удаления любыми известными способами после изготовления детектора с целью термоизоляции схемы считывания данных (1) от

10 детектирующего модуля или чувствительной части;
формируют слой чувствительного болометрического материала на указанном вспомогательном жертвенном слое;

осаждают выполненный из диэлектрического материала слой (7А) на указанный чувствительный слой (6);

15 используют литографическую маску и выполняют травление для получения удлиненных отверстий ограниченной толщины в указанном слое для создания областей контакта со слоем чувствительного материала (6);

осаждают первый слой электропроводящего материала;

20 используют литографическую маску для изготовления первой сетки (5А) проводящих дорожек, некоторые из которых расположены напротив отверстий, выполненных в слое диэлектрического материала (7А) и вследствие этого находящихся в электрическом контакте с чувствительным материалом (6);

изготавливают проводящие опоры или стойки (3) путем нанесения новой литографической маски, предназначенной для защиты всей структуры кроме

25 небольших отверстий, причем указанные отверстия травят через поверхностные слои в следующем порядке: проводящий материал (5А), диэлектрический материал (7А), болометрический материал (6), затем через жертвенный слой до поверхности

30 контактов, предварительно выполненных на поверхности схемы (1) считывания данных, затем путем осаждения, по меньшей мере, одного металлического слоя, затем путем травления этого/этих металлического слоя(слоев) с помощью литографической маски в стороне от стоек (3);

осаждают второй слой диэлектрического материала (7В) на сетку (5А);

35 используют литографическую маску и выполняют травление для получения отверстий (8) в указанном диэлектрическом слое (7В), расположенном на проводящих дорожках сетки (5А), которая находится в контакте с чувствительным материалом (6);

осаждают второй слой электропроводящего материала на слой диэлектрического

40 материала (7В);

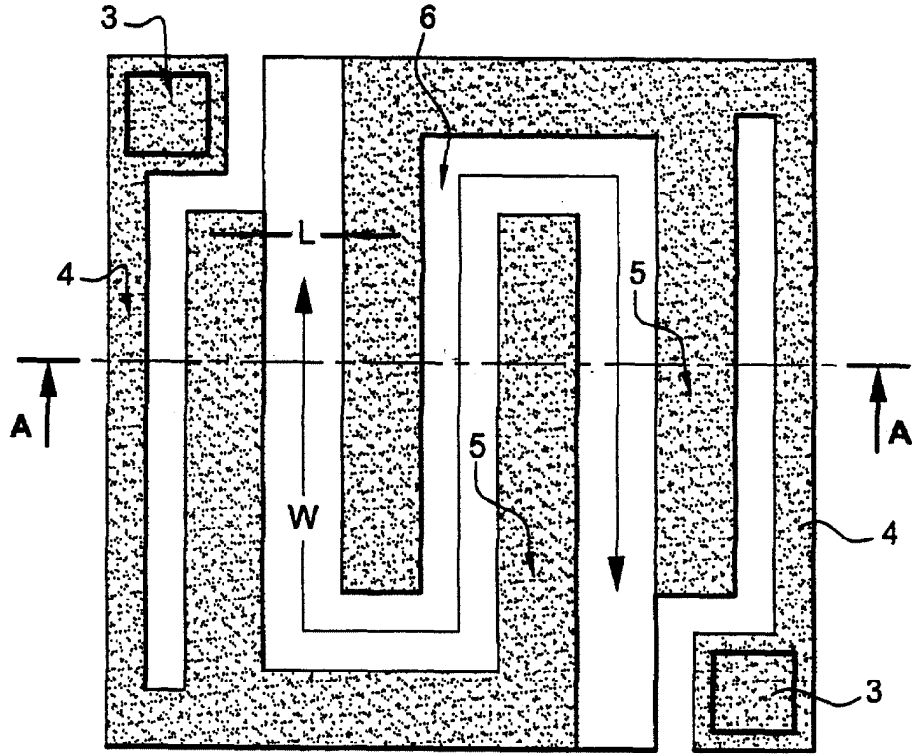
используют литографическую маску для изготовления второй сетки (5В) проводящих дорожек, по существу, ориентированных под прямым углом относительно дорожек, составляющих первую сетку (5А);

используют литографическую маску и выполняют травление для получения

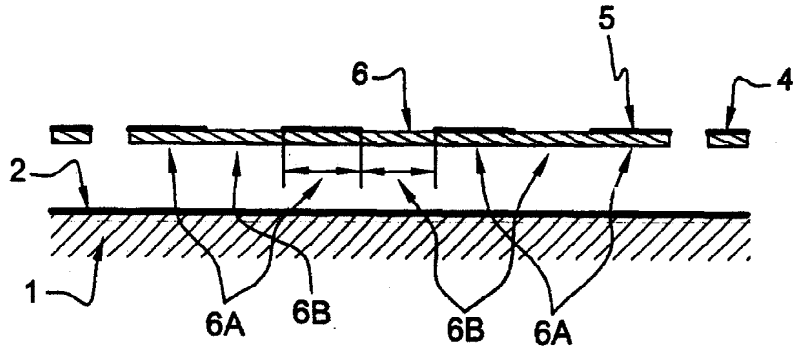
45 опорных консолей (4) и определения периферийного контура мембраны или чувствительной части детектора;

и, наконец, удаляют жертвенный слой так, чтобы мембрана или чувствительная часть была подвешена над подложкой (1).

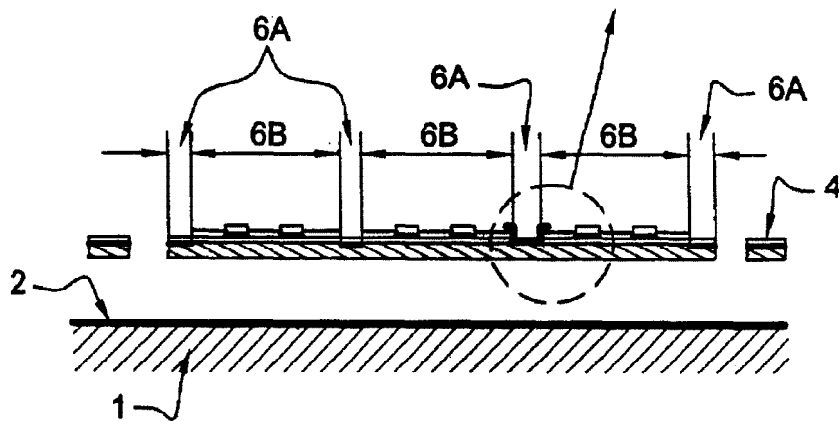
50



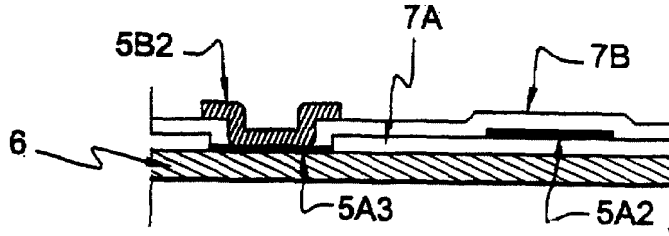
ФИГ. 1



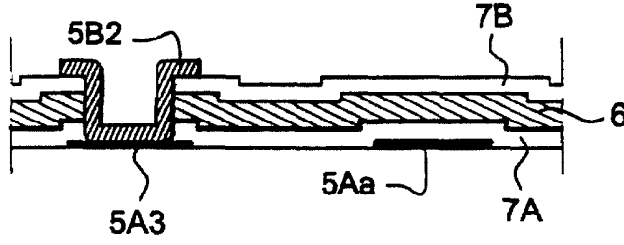
ФИГ. 2



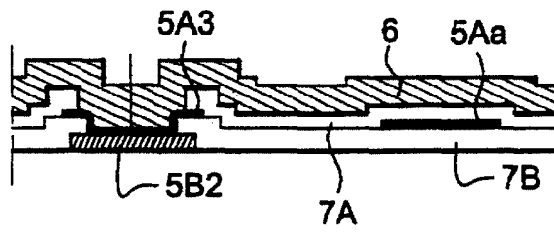
ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6



ФИГ. 7