



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: **2009144001/28**, **28.05.2008**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.05.2008

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
29.05.2007 DE 102007024902.2

(43) Дата публикации заявки: **10.07.2011** Бюл. № 19

(45) Опубликовано: **27.11.2012** Бюл. № 33

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **WO 2007054111 A1**, **18.05.2007**. **WO 2007000172 A1**, **04.01.2007**. **FR 2867273 A1**, **09.09.2005**. **EP 1719988 A1**, **05.11.2006**. **RU 2258207 C1**, **10.08.2005**.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: **29.12.2009**

(86) Заявка РСТ:
EP 2008/004246 (28.05.2008)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2008/145353 (04.12.2008)

Адрес для переписки:

**191002, Санкт-Петербург, а/я 5, ООО
"Ляпунов и партнеры", Е.Г.Ильмер**

(72) Автор(ы):

**ГИБЕЛЕР Карстен (GB),
ШРАЙТЕР Матиас (DE),
ПАУЛУС Кристиан (DE)**

(73) Патентообладатель(и):

ПАЙРИОС ЛТД. (GB)

(54) УСТРОЙСТВО С МЕМБРАННОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ, СПОСОБ ЕГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

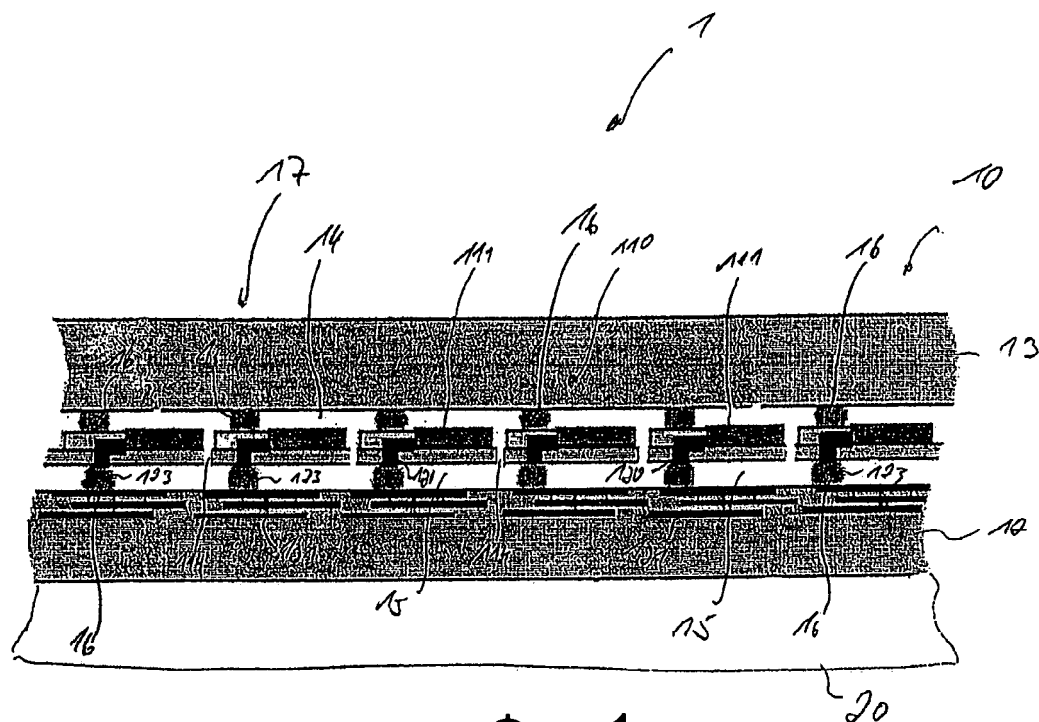
(57) Реферат:

Изобретение относится к теплотрии и может быть использовано при обнаружении теплового излучения. Устройство содержит по меньшей мере одну мембрану, на которой расположен по меньшей мере один датчик тепла для преобразования теплового излучения в электрический сигнал и по меньшей мере одну подложку контура, несущую мембрану, и по меньшей мере один считывающий контур для считывания электрического сигнала. Датчик электрически связан через мембрану со считывающим

контуром посредством сквозного контакта. Изобретение также относится к способу изготовления указанного устройства, содержащему следующие шаги: берут мембрану с датчиком и по меньшей мере одним сквозным электрическим контактом, а также подложку контура и собирают мембрану и подложку контура таким образом, что проходящий через мембрану сквозной контакт замыкает электрическую цепь между датчиком и считывающим контуром. Предпочтительно устройства изготавливают в виде схем на общих пластинах. Такие функциональные

кремниевые пластины собирают в стопу, надежно соединяют, а затем отдельные готовые устройства разделяют. В качестве датчиков предпочтительно используют пирозлектрические датчики. Устройство, согласно изобретению, используют в качестве

датчика движения, датчика присутствия и в качестве тепловизоров. Технический результат: повышение точности и информативности теплометрических измерений. 2 н. и 13 з.п. ф-лы, 2 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2009144001/28, 28.05.2008**

(24) Effective date for property rights:
28.05.2008

Priority:

(30) Convention priority:
29.05.2007 DE 102007024902.2

(43) Application published: **10.07.2011 Bull. 19**

(45) Date of publication: **27.11.2012 Bull. 33**

(85) Commencement of national phase: **29.12.2009**

(86) PCT application:
EP 2008/004246 (28.05.2008)

(87) PCT publication:
WO 2008/145353 (04.12.2008)

Mail address:

191002, Sankt-Peterburg, a/ja 5, OOO "Ljapunov i partnery", E.G.II'mer

(72) Inventor(s):

**GIEBELER Carsten (GB),
SCHREITER Matthias (DE),
PAULUS Christian (DE)**

(73) Proprietor(s):

PYREOS LTD. (GB)

(54) DEVICE HAVING MEMBRANE STRUCTURE FOR DETECTING THERMAL RADIATION, METHOD FOR PRODUCTION AND USE THEREOF

(57) Abstract:

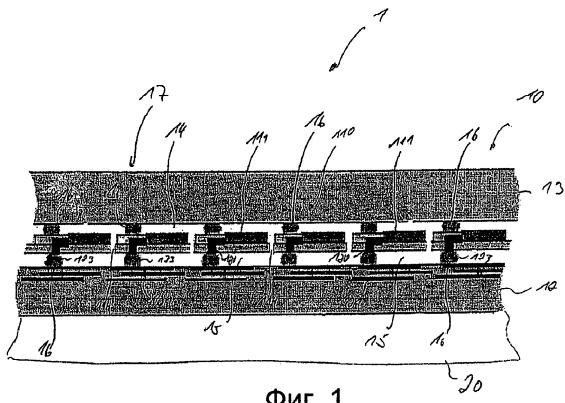
FIELD: physics.

SUBSTANCE: device has at least one membrane on which at least one thermal detector is mounted for the conversion of thermal radiation into an electric signal and at least one circuit support for carrying the membrane and at least one readout circuit for reading out the electric signal. The detector is electrically connected through the membrane to the readout circuit by a through-contact. The invention also relates to a method of making said device, comprising the following steps: taking a membrane with a detector and at least one electrical through-contact, as well as a circuit support and bringing together the membrane and the circuit support such that the through-contact passing through the membrane closes the electric circuit between the detector and the readout circuit. The device is preferably made in form of circuits on common wafers. Such functional silicon wafers are stacked,

reliably connected and the separate ready devices are separated. The detectors used are preferably pyroelectric sensors. The disclosed device is used as a pressure sensor, a proximity sensor and a thermal imager.

EFFECT: high accuracy and information content of thermal measurements.

15 cl, 2 dwg



Фиг. 1

Настоящее изобретение относится к устройству для обнаружения теплового излучения, содержащему по меньшей мере один датчик тепла, преобразующий тепловое излучение в электрический сигнал. В дополнение к устройству предлагаются способ его изготовления и способ применения.

Устройство для обнаружения теплового излучения известно, например, из документа № DE 10004216 A1. Это устройство описано как пиродетектор. Датчик представляет собой пироэлектрический датчик. Он имеет многослойную конструкцию с двумя электродными слоями и размещенным между ними пироэлектрическим слоем из чувствительного материала - титаноцирконата свинца (ТЦС). Электроды

изготовлены, например, из платины или эндотермического хромоникелевого сплава. Датчик тепла присоединен к подложке датчика из кремния (кремниевая пластина). Для электро- и теплоизоляции между датчиком и его подложкой помещен изолирующий слой. В изолирующем слое имеется вакуумированная полость, по размерам перекрывающая площадь датчика, днище полости и крышка над днищем и полостью. Днище выполнено из поликристаллического кремния. Крышка изготовлена из борофосфосиликатного стекла (БФСС). Для считывания, обработки и передачи сигналов в подложку датчика заделан считывающий контур. Он изготовлен по КМОП-технологии (комплементарная логика на транзисторах металл-оксид-полупроводник).

Сравнимое устройство для обнаружения теплового излучения известно из документа № DE 19525071 A1. Датчик, как и в описанном выше устройстве, также представляет собой пироэлектрический датчик. Он размещен на слоеной подложке датчика. Датчик прикреплен к кремниевому слою подложки детектора на одном из электродных слоев. К кремниевому слою прилегает электрически изолированная диафрагма подложки детектора. Диафрагма, например, трехслойная, а именно $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$. Как уже говорилось, диафрагма прикреплена к кремниевому слою подложки датчика. В кремниевом слое имеется окно для прохода излучения, т.е. окно датчика, площадь которого для всех практически значимых целей отвечает поверхности пироэлектрического датчика. Окно датчика представляет собой отверстие в кремниевом слое. То есть несущий материал (кремний) удален до диафрагмы. Тепловое излучение проходит через окно датчика к датчику, где порождает электрический сигнал, который можно измерить. В связи с этим диафрагма характеризуется хорошей проводимостью теплового излучения. В кремниевый слой, сбоку от датчика, внедрен считывающий контур электрического сигнала. Подложка датчика одновременно служит и подложкой считывающего контура.

Известные датчики можно располагать рядами, образуя т.н. линейку или матрицу датчиков. В этом случае электрический сигнал от каждого из датчиков требуется считывать отдельно. Обычно датчики электрически соединяют с электродными слоями посредством проволочных выводов. Это, однако, означает, что для разводки датчиков требуется значительное место, что влечет за собой ограниченную, сравнительно низкую плотность монтажа датчиков (числа датчиков на единицу площади подложки).

Задача настоящего изобретения - предложить компактное устройство для обнаружения теплового излучения, которое имеет уменьшенные по сравнению с известными габариты.

Эта задача решена посредством устройства для обнаружения теплового излучения, содержащего:

- по меньшей мере одну мембрану, на которой расположен по меньшей мере один

датчик тепла для преобразования теплового излучения в электрический сигнал,

- по меньшей мере одну подложку контура, на которой установлена мембрана и по меньшей мере один считывающий контур для считывания электрического сигнала, причем датчик и считывающий контур электрически соединены через мембрану.

Далее, для решения указанной задачи описан способ изготовления устройства для обнаружения теплового излучения, предусматривающий этапы, на которых:

а) берут мембрану с датчиками и по меньшей мере одним сквозным электрическим контактом и берут подложку контура,

б) собирают мембрану и считывающий контур таким образом, что датчик и считывающий контур оказываются соединены между собой электрическим контактом, проходящим сквозь мембрану.

Мембрана, которая служит подложкой для датчика, состоит из одного или нескольких слоев. Для ее изготовления можно применять множество органических и неорганических материалов. Например, слой мембраны может быть выполнен из диоксида кремния (SiO_2) или нитрида кремния (SiN_4). Далее возможна составная конструкция из нескольких таких слоев. Преимущество слоев из указанных материалов в том, что они обладают хорошими тепло- и электроизолирующими характеристиками. Такие материалы служат в качестве тепло- и электроизоляции.

Согласно изобретению можно получить компактную, малогабаритную многослойную конструкцию из подложки контура и мембраны. Измерительный контур может быть внедрен непосредственно в подложку контура, например, посредством КМОП-технологии. Также может быть предусмотрено, что подложка контура соединена с датчиком только одним выводом. Этот провод электрически соединяет датчик с внутренней или внешней специализированной интегральной схемой (СИС). Внешняя СИС может быть неразъемно присоединена. Желательно, чтобы монтаж внешней СИС производился способом перевернутого кристалла (flip chip), как описано ниже. За счет полостей датчик в значительной мере теплоизолирован от подложки контура и от крышки.

Длина волны регистрируемого теплового излучения превышает 1 мкм. Предпочтительно выбирать длину волны в диапазоне 5-15 мкм. Работа датчика тепла основана, к примеру, на эффекте Зеебека. Предпочтительно датчик тепла представляет собой пирозлектрический датчик. Как описано выше, пирозлектрический датчик содержит слой пирозлектрически чувствительного материала, обложенный с двух сторон материалом электродов. Пирозлектрически чувствительный материал представляет собой, например, керамику, как ниобат лития (LiNbO_3) или титаноцирконат свинца. Также возможно использование ферроэлектрических полимеров, таких как поливинилиденфторид (ПВДФ). В качестве материалов для электродных слоев можно использовать, например, платину или сплав на ее основе. Также могут быть предусмотрены хромоникелевый электрод или электрод из электропроводного оксида. Обычно датчик имеет форму прямоугольника со стороной порядка 25-200 мкм.

Согласно одному из вариантов осуществления подложка контура и мембрана расположены друг относительно друга так, что со стороны контура имеется по меньшей мере одна полость, ограниченная подложкой контура и мембраной. Эта полость теплоизолирует подложку контура от мембраны.

В одном из вариантов осуществления предусмотрена крышка, закрывающая датчик. Подложка контура, мембрана и крышка собраны в стопу, причем мембрана помещена между подложкой контура и крышкой. Крышка защищает датчик от

вредного воздействия окружающей среды. К факторам такого воздействия относятся, например, пыль, влажный воздух или агрессивные химикаты, воздействующие на составные части датчика или заметно нарушающие его работу.

В другом варианте осуществления мембрана и крышка расположены друг относительно друга так, что между ними имеется по меньшей мере одна полость. Эта полость со стороны крышки теплоизолирует мембрану или датчик на ней от крышки.

Для улучшения теплоизоляции полости на стороне контура и на стороне крышки можно вакуумировать. Можно вакуумировать полости по отдельности. Однако предпочтительно, чтобы полости по обе стороны от мембраны были соединены отверстием в ней. Отверстие представляет собой, например, прорезь в мембране. В этом случае вакуумирование одной из полостей автоматически влечет за собой и вакуумирование другой.

Независимо от того, какой именно эффект используется для обнаружения теплового излучения, в любом случае требуется, чтобы тепловое излучение было поглощено теплочувствительным материалом, из которого изготовлен датчик, воплощающий данный эффект. Поглощение происходит непосредственно в теплочувствительном материале. Однако может быть предусмотрено, что тепловое излучение поглощается электродом или электродным слоем датчика. Кроме того, также возможна компоновка, при которой тепловое излучение поглощается поглощающим телом, непосредственно прилегающим к датчику, в результате чего часть поглощенного таким образом тепла передается конвективным или прямым переносом теплочувствительному материалу. Поглощающее тело служит в качестве передатчика энергии. Например, поглощающее тело нанесено в виде покрытия непосредственно на датчик.

Предпочтительно элементы устройства для обнаружения теплового излучения уложены в стопу таким образом, что тепловое излучение непосредственно попадает на датчик. С учетом этого в одном из вариантов осуществления в подложке датчика, подложке контура и/или крышке имеется по меньшей мере одно окно для прохода излучения с хорошей проводимостью теплового излучения, чтобы оно могло облучать датчик. Окно для прохода излучения заделано в крышку, подложку датчика и/или подложку контура. Датчик и окно взаимно расположены таким образом, что облучению подвергается лицевая поверхность датчика, обращенная прочь от детали, на которой размещен датчик (облучение с лицевой стороны) и/или тыльная поверхность датчика, обращенная к элементу датчика (облучение с обратной стороны). Окно для прохода излучения имеет максимум пропускания в направлении датчика. Коэффициент пропускания берется как можно более высокий, например, не менее 50%, в частности, от 70 до почти 95%.

Для изготовления подложки датчика, подложки контура и крышки можно использовать любой предпочтительный материал. Наиболее пригодны полупроводниковые материалы, такие как чистый германий или иные полупроводниковые составы, поскольку позволяют интеграцию электрических цепей или их элементов. В одном из вариантов осуществления подложка контура и/или крышка изготовлены из кремния. В любом случае кремниевая пластина используется в качестве крышки, подложки контура и подложки датчика. Для заделки необходимых конструкций и функциональных узлов в подложку можно применить КМОП-технология. К тому же, малый коэффициент поглощения теплового излучения кремнием позволяет без труда заделать окно для прохода излучения в кремниевую пластину: сама пластина образует такое окно. Соответствующим размещением

функциональных узлов можно добиться того, чтобы к датчику свободно проходил незатененный поток теплового излучения.

Характеристики пропускания зависят не только от коэффициента поглощения материала, из которого изготовлено окно для прохода излучения. Другой решающий фактор - толщина окна. Желательно, чтобы окно для прохода излучения представляло собой область с уменьшенной толщиной подложки датчика или контура. В одном из вариантов осуществления датчик размещен против апертуры в крышке. На апертуру в крышке приходится область уменьшенной толщины. В этой области толщина крышки уменьшена, например, удалением материала. Апертура образует окно для прохода излучения, которое выполнено заодно с крышкой и сквозь которое тепловое излучение проходит к датчику. Желательно, чтобы датчик несколько отстоял от апертуры в крышке. Апертура в крышке представляет собой часть первой полости между мембраной и крышкой и расположена на стороне крышки.

В одном из вариантов осуществления мембрана, подложка контура, крышка и/или сквозной контакт соединены между собой неразъемным соединением, в частности, герметичным. Неразъемное соединение мембраны с подложкой контура производят креплением сквозного контакта мембраны к подложке контура. Неразъемное соединение мембраны с крышкой производят соединением мембраны с крышкой.

Неразъемные соединения между различными частями устройства могут быть выполнены одновременно или последовательно. Неразъемное соединение устроено так, что образуются полости (на стороне крышки и на стороне контура), которые могут быть вакуумированы. Элементы устройства, находящиеся в полостях, например, датчик в полости на стороне крышки, защищены от воздействия окружающей среды герметичным соединением. Полностью исключено химическое взаимодействие с окружающей средой. Это позволяет применять устройство в агрессивных средах. При этом герметичное соединение позволяет вакуумировать полости.

Каждое из соединений можно производить с использованием любого подходящего материала, например, клея. Весьма желательно выполнять электрическое соединение электродных слоев датчика со считывающим контуром одновременно с выполнением неразъемного соединения. Для этого в одном из вариантов осуществления неразъемное соединение выполняют электропроводным материалом. Это относится, в частности, к неразъемному соединению между подложкой контура и мембраной. Однако электропроводное неразъемное соединение может также быть желательно между крышкой и мембраной или датчиком на мембране, если элементы электрической цепи датчика заделаны в крышку.

Так называемый способ монтажа с перевернутым кристаллом (flip chip) предназначен для неразъемного монтажа. Под этим понимается технология накладного монтажа электрических цепей (AVT), которая показала свою эффективность в электронике в первую очередь для монтажа бескорпусных полупроводниковых элементов и ИС. В рамках способа перевернутого кристалла полупроводниковый элемент без выводов монтируют непосредственно на подложку, рабочей стороной вниз. Соединение производят посредством так называемых столбиковых выводов из электропроводного материала. Это позволяет обойтись очень короткими выводами, что в результате дает весьма компактный монтаж, и это преимущество используется в настоящем изобретении. Далее, короткие выводы позволяют минимизировать распределенные индуктивность и емкость, искажающие

электрический сигнал. Это сказывается наилучшим образом, если требуется соединить сравнительно малое число датчиков. Далее, способ перевернутого кристалла позволяет одновременно выполнять несколько электрических соединений, что влечет за собой экономию времени и себестоимости.

Для выполнения монтажа перевернутым кристаллом, а следовательно, и для выполнения неразъемного соединения, могут применяться различные технологии. В одном из вариантов реализации способ выбирают из числа склейки, пайки и/или сварки. Можно равным образом рассматривать варианты склейки и пайки эвтектическим припоем. В случае пайки капли припоя наносят на одну или обе опорные части или элементы устройства, которые требуется соединить. Названные способы предпочтительны по отношению к клеевому соединению, поскольку при использовании клея может иметь место дегазация органического состава (растворителя, адгезивного вещества). В частности, эту опасность следует иметь в виду применительно к вакуумированным полостям. Тем не менее, может быть необходимо или желательно прибегнуть к применению клея.

При использовании клея имеется несколько вариантов. Можно применять клей, не проводящий электричество. В этом случае наносят столбиковые выводы на контактные площадки соответствующих опорных частей. Столбиковые выводы выполняют, например, из алюминия или золота. Затем на подложку наносят слой клея и размещают на нем соответствующий элемент. При сушке клей высыхает и формирует электрические контакты.

Равным образом можно применять изотропный электропроводный клей. Проводящий клей наносят на контактные площадки опорной части. Затем монтируемый элемент укладывают его контактными площадками на покрытые клеем участки. Клей можно отверждать термически или УФ-излучением, получая электропроводное неразъемное соединение.

Как вариант, можно применять анизотропный электропроводный клей. Такой клей представляет собой смесь из не проводящего электричество адгезивного вещества с добавлением к нему небольшого количества электропроводных частиц. Готовый клей размещают на контактных площадках опорных частей. В силу низкого содержания электропроводных частиц, они не входят в контакт одна с другой после нанесения клея. Электрическая цепь не замыкается. Когда же элемент помещают на свое место, непроводящее адгезивное вещество между контактными площадками опорных частей сжимается под давлением до вхождения проводящих частиц в контакт, в результате чего замыкается электрическая цепь между контактными площадками подложки и элемента.

Для изготовления мембраны можно предпринять, в частности, следующие шаги:

- d) берут разрушаемую временную подложку,
- c) размещают мембрану на поверхности временной подложки и собирают вместе мембрану и опору мембраны,
- e) удаляют материал разрушаемой временной подложки, частично или полностью освобождая мембрану.

Предпочтительно разрушаемую временную подложку изготавливают из кремния. Опора мембраны служит, например, временной опорой для мембраны. Однако она может быть затем использована в качестве крышки для датчика. Размещение мембраны на временной подложке и сборка мембраны и опоры мембраны можно производить одновременно или последовательно. Под удалением материала здесь понимается, например, эрозионное удаление с изнанки до обнажения мембраны. Затем

мембрана остается на опоре вместе со сквозным контактом, которым она соединена с подложкой контура.

Сквозной контакт можно выполнять различными способами. В одном из вариантов осуществления следующие шаги предпринимают до установки мембраны на разрушаемой временной подложке или после этого:

f) сверлят отверстие в мембране;

g) заполняют отверстие электропроводящим материалом, получая электрический контакт.

Согласно одному из вариантов осуществления заявляемого способа полость на стороне крышки и/или полость на стороне контура вакуумируют во время и/или после выполнения неразъемного соединения. Например, выполнение неразъемного соединения между элементами устройства производят в вакуумной камере. Каждую из полостей вакуумируют при выполнении соединения. Может также быть предусмотрено, что полости вакуумируют после их образования. Следует помнить, что полости можно вакуумировать одновременно или последовательно. В случае одновременного вакуумирования полости могут быть соединены уравнительным каналом, тогда в обеих полостях имеет место одинаковое давление. Полости могут быть соединены, например, отверстием в мембране.

Устройство может иметь единственный датчик. Однако, учитывая применение устройства в качестве датчика присутствия или тепловизора, желательны и даже необходимы несколько датчиков. Поэтому в одном из вариантов осуществления предусмотрена по меньшей мере одна матрица из множества датчиков. То есть единичный датчик представляет собой элемент изображения в такой матрице. Она характеризуется расположением датчиков в строки и столбцы. При расположении датчиков в ряд/строку в одном направлении образуется одномерная матрица. При расположении датчиков в строки и столбцы образуется двумерная матрица. Матрица датчиков может содержать, например, 240×320 отдельных элементов. Это отвечает сравнительно низкому разрешению стандарта QVGA. Также может быть целесообразно выбрать распределение датчиков в области. Для каждого датчика может быть предусмотрено окно для прохода излучения. Однако желательно предусмотреть единое окно для многих или всех элементов. Это упрощает изготовление устройства.

Согласно еще одному варианту осуществления устройство оснащено кожухом. Стопа элементов помещена в кожух, который защищает ее от вредного воздействия окружающей среды, например, от влажности, а также от механического повреждения. Необходимо предусмотреть, чтобы кожух не оказывал заметных помех прохождению теплового излучения к датчику. Для этого в кожух заделано окно для прохода излучения с высоким коэффициентом пропускания по тепловому излучению.

Кожух содержит корпус из любого материала, предпочтительно из литевого состава. Для изготовления кожуха можно применять литье, в том числе под давлением. Эти технологии весьма желательны с точки зрения себестоимости. Способ предусматривает нанесение синтетического материала без или с частичной поперечной связью на стопу. Затем материал высушивают термоиндукционным способом или отверждают УФ-светом. Для выполнения окна для прохода излучения применяют, например, маску, которую удаляют после нанесения или после отверждения материала. Это выполняют, например, в разборной форме, оснащенной подпружиненным вкладышем. Можно также выполнить окно для прохода излучения из материала с более высоким коэффициентом пропускания по тепловому излучению,

которое остается внутри кожуха после нанесения и отверждения синтетического материала.

Описанный способ можно применять для изготовления единичного устройства для обнаружения теплового излучения. Предпочтительно, однако, параллельно
5 изготавливать несколько устройств разом. В одном из вариантов осуществления несколько заявляемых устройств изготавливают в виде схем на общих пластинах. Затем готовые устройства разделяют. Три опорные части, т.е. подложку контура, подложку датчика и крышку, собирают в стопы, как описано выше, в виде общих
10 пластин, в частности, кремниевых, каждая из которых несет на себе необходимые элементы и функциональные узлы. Собранные в стопы устройства разделяют после или, что предпочтительно, до заделки в кожух. Разделение производят, например, пилением, эрозией или подобными способами. Разделенные устройства по одному заделывают в кожух.

Заявляемое устройство можно использовать в качестве датчика движения, датчика присутствия или тепловизора. В первом случае достаточно устройства с одиночным датчиком. Для применения в качестве датчика присутствия устройство может быть
15 оснащено несколькими датчиками. тепловизору требуется значительное число датчиков, например, 320×240 согласно требованиям стандарта QVGZ. Этого можно достичь применением простых и компактных способов разводки электрических цепей датчиков.

Таким образом, в качестве преимуществ настоящего изобретения можно указать:

- Устройство для обнаружения теплового излучения имеет малые габариты.

- Многослойная конструкция позволяет компактно подключить множество датчиков.

- Выводы для присоединения электродов датчика к считывающему контуру имеют малую длину. Индуктивные и емкостные помехи, которые приводят к падению
30 чувствительности датчиков, заметно ниже, чем в случае проволочных выводов.

- Применяемый способ изготовления контактов позволяет параллельно изготавливать множество устройств.

- Герметичное неразъемное соединение позволяет без труда вакуумировать полости, что влечет за собой повышение чувствительности и улучшенную защиту
35 датчика.

Ниже описаны примерные варианты осуществления устройства для обнаружения теплового излучения и соответствующие чертежи. Прилагаемые чертежи схематичны и выполнены не в масштабе.

Фиг.1 показывает поперечный разрез устройства для обнаружения теплового
40 излучения.

Фиг.2 показывает поперечный разрез датчика на подложке.

Устройство 1 для обнаружения теплового излучения содержит стопу 10 с мембраной 11 с матрицей 110 датчиков, преобразующих тепловое излучение в
45 электрический сигнал, подложку 12 контура со считывающим контуром 121 для считывания электрического сигнала, по меньшей мере одну крышку 13, накрывающей датчики, и при этом мембрана и крышка расположены друг относительно друга так, что между датчиками на подложке и крышкой имеется первая полость 14, ограниченная подложкой датчика и крышкой, а подложка контура и мембрана
50 расположены друг относительно друга так, что между ними имеется по меньшей мере одна вторая полость 15, ограниченная подложкой контура и мембраной, при этом обе полости вакуумированы. Полости соединены прорезью в мембране.

Датчики представляют собой пирозлектрические датчики тонкослойной конструкции с двумя электродными слоями 112 и пирозлектрическим слоем 113 между ними (фиг.3). Пирозлектрический слой толщиной порядка 1 мкм изготовлен из титаноцирконата свинца и обладает пирозлектрическими свойствами. Электродные

слои толщиной порядка 20 нм изготовлены из платины и хромоникелевого сплава. Мембрана трехслойная из $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$. Считывающий контур датчиков заделан в подложку контура.

Подложка контура и крышка представляют собой кремниевые пластины. Датчики размещены в первой полости против непоказанной апертуры в крышке. В области апертуры расположено общее окно 17 для прохода излучения, сквозь которое тепловое излучение проходит к датчикам. Излучение проходит с лицевой стороны.

Мембрана, подложка контура и крышка соединены между собой герметичными неразъемными соединениями 16. Согласно первому варианту осуществления неразъемное соединение выполнено припоем. Подложки (кремниевые пластины) спаяны вместе. В другом варианте соединение выполнено на клею.

Предусмотрена разводка 123 электрических цепей датчиков между мембраной и подложкой контура. Электрический сигнал с датчиков считывают с разводки или со считывающего контура. Неразъемное соединение между крышкой и мембраной также содержит электропроводный материал. Следует отметить, что в любом случае предусмотрен электроизолятор 161.

Для изготовления мембраны предпринимают следующие шаги:

- берут разрушаемую временную подложку из кремния,
- размещают мембрану на поверхности временной подложки и собирают вместе мембрану и опору мембраны
- удаляют материал разрушаемой временной подложки, частично или полностью освобождая мембрану.

Кремний удаляют эрозионным способом с изнанки до обнажения мембраны.

В результате остается мембрана со сквозным контактом, который затем присоединяют к подложке контура.

Сквозной контакт можно выполнять различными способами. В одном из вариантов осуществления следующие шаги предпринимают до установки мембраны на разрушаемой временной подложке или после этого:

- f) сверлят отверстие в мембране;
- g) заполняют отверстие электропроводящим материалом, получая электрический контакт.

Выполнение неразъемных соединений производят в вакуумной камере, в результате чего вакуум наблюдается в образуемых полостях. То есть полости в стопе вакуумируются при сборке стопы. Как вариант, полости вакуумируют после выполнения неразъемного соединения.

Готовую стопу заделывают в кожух 20. Синтетический материал без поперечных связей наносят на стопу способом литья под давлением, а затем поперечно сшивают. Как вариант, можно использовать обычное литье. При этом следует принять меры к тому, чтобы окно для прохода излучения оставалось незакрытым.

Для изготовления устройства изготавливают подложку датчика с матрицей датчиков, подложку контура со считывающим контуром и крышку и соединяют их вместе, как описано выше. Также возможно изготовление устройств в виде схем на общих пластинах. На кремниевых общих пластинах выполняют необходимые функциональные узлы (матрицы датчиков, считывающие контуры, апертуры).

Подложки датчиков, подложки контуров и крышки выполняют в виде схем на общих пластинах. Такие функциональные пластины соединяют вместе, как описано выше. Так получают стопу пластин, содержащую несколько устройств. Соединенные пластины распиливают на отдельные устройства, каждое из которых заключают в кожух.

Устройство применимо в качестве датчика движения или присутствия. Для использования его в качестве тепловизора используют несколько устройств, каждое в виде стопы.

Формула изобретения

1. Устройство (1) обнаружения теплового излучения, содержащее:

- по меньшей мере одну мембрану (11), на которой расположен по меньшей мере один датчик (111) тепла для преобразования теплового излучения в электрический сигнал;

- и имеющую по меньшей мере одну подложку (12) контура, несущую мембрану, и по меньшей мере один считывающий контур (121) для считывания электрического сигнала,

- по меньшей мере одну крышку (13) для закрытия датчика, при этом подложка контура, мембрана и крышка уложены в стопу так, что мембрана находится между подложкой контура и крышкой, причем указанная стопа (10) представляет собой многослойную структуру, причем датчик электрически связан через мембрану со считывающим контуром посредством сквозного контакта (120), причем подложка контура и мембрана расположены друг относительно друга так, что между ними имеется по меньшей мере одна полость (15), ограниченная подложкой контура и мембраной, причем мембрана и крышка расположены друг относительно друга так, что между ними имеется по меньшей мере одна полость (14) со стороны крышки.

2. Устройство по п.1, в котором полости, со стороны контура и/или крышки, вакуумированы или выполнены с возможностью их вакуумирования.

3. Устройство по п.1 или 2, в котором полости со стороны крышки и со стороны контура соединены между собой отверстием (114) в мембране.

4. Устройство по п.1 или 2, в котором для прохода теплового излучения к датчику в мембране, подложке контура и/или крышке имеется по меньшей мере одно окно (17) для прохода излучения с высокой прозрачностью для теплового излучения.

5. Устройство по любому из пп.1 или 2, в котором подложка контура и/или крышка изготовлены из кремния.

6. Устройство по п.1 или 2, в котором датчик расположен напротив апертуры в крышке.

7. Устройство по любому из пп.1 или 2, в котором мембрана присоединена к подложке контура и/или крышке и/или сквозной контакт надежно присоединен к крышке материалом, образующим неразъемное соединение (16).

8. Устройство по п.7, в котором материал, используемый в неразъемном соединении, является электропроводным.

9. Устройство по пп.1-8, в котором предусмотрена по меньшей мере одна матрица из нескольких датчиков.

10. Способ изготовления устройства по любому из пп.1-9, содержащий следующие шаги:

- берут мембрану с датчиком и по меньшей мере одним сквозным электрическим контактом, подложку контура, имеющую считывающий контур, и крышку,

- собирают мембрану и подложку контура таким образом, что проходящий через мембрану сквозной контакт замыкает электрическую цепь между датчиком и считывающим контуром и так, что со стороны подложки контура имеется полость,
- собирают мембрану и крышку, так чтобы крышка покрывала датчик,
5 - формируют стопу (10), путем сборки мембраны и подложки контура и путем сборки мембраны и крышки, причем стопа имеет вид многослойной структуры,
- прикрепляют мембрану к крышке материалом, создающим неразъемное соединение мембраны с крышкой с образованием полости на стороне крышки.

10 11. Способ по п.10, в котором предусмотрены следующие шаги:

- берут разрушаемую временную подложку,
- размещают мембрану на поверхности временной подложки и собирают вместе мембрану и подложку контура,
- удаляют материал разрушаемой временной подложки, частично или полностью освобождая мембрану.

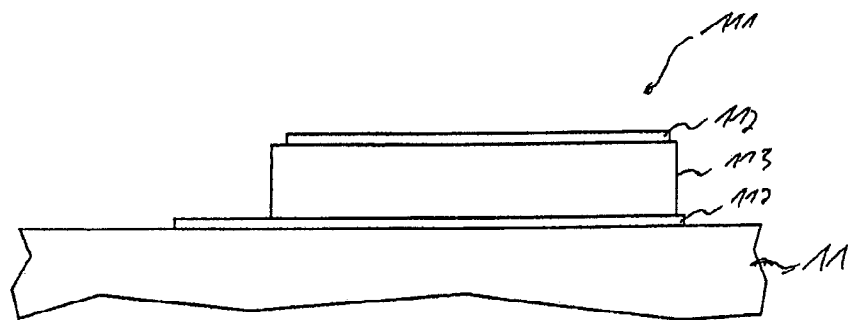
15 12. Способ по п.11, в котором следующие шаги предпринимают до установки мембраны на разрушаемой временной подложке или после этого:

- сверлят отверстие в мембране;
20 - заполняют отверстие электропроводящим материалом, получая сквозной электрический контакт.

13. Способ по любому из пп.10-12, в котором предусмотрен этап прикрепления мембраны к подложке контура материалом, создающим неразъемное соединение между проходящим сквозь мембрану электрическим контактом и подложкой контура,
25 причем неразъемное соединение образуют способом, выбранным из группы: склейка, пайка, сварка.

14. Способ по п.13, в котором во время и/или после выполнения соединения полости со стороны контура и/или со стороны крышки вакуумируют.

30 15. Способ по любому из пп.10-12, 14, в котором несколько устройств для обнаружения теплового излучения изготавливают в виде схем на общих пластинах, а затем отдельные готовые устройства разделяют.



Фиг. 2