

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 19668

(13) С1

(46) 2015.12.30

(51) МПК

G 01N 27/00 (2006.01)

(54) СЕНСОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

(21) Номер заявки: а 20121859

(22) 2012.12.28

(43) 2014.08.30

(71) Заявители: Белорусский национальный технический университет; Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"; Открытое акционерное общество "Минский НИИ радиоматериалов" (ВУ)

(72) Авторы: Хатько Вячеслав Владимирович; Горох Геннадий Георгиевич; Гринчук Анатолий Петрович; Сафрошкина Ирина Викторовна; Таратын Игорь Александрович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Белорусский национальный технический университет; Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники"; Открытое акционерное общество "Минский НИИ радиоматериалов" (ВУ)

(56) Microsens semiconductor gas sensor, Microsens SA, 2007.

ВУ 15235 С1, 2011.

RU 2257657 С1, 2005.

US 2006/0063291 А1.

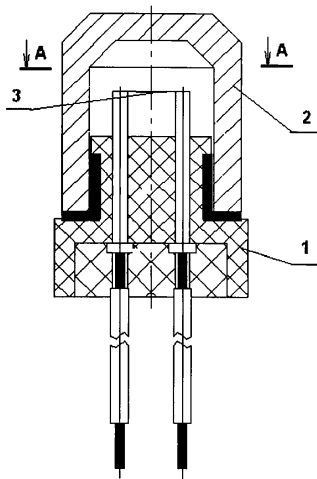
CN 102358612 А, 2012.

KR 2001-0077365 А.

JPS 6141954 А, 1986.

(57)

Сенсор для определения концентрации горючего газа, содержащий корпус с газопроницаемым колпаком и подложку с диэлектрической мембраной, на которой последовательно сформированы нагреватель, электроды к чувствительному слою для снятия сигнала и чувствительный полупроводниковый слой из оксида металла, отличающийся тем, что подложка и мембрана выполнены из нанопористого оксида алюминия с пористостью



Фиг. 1

от 10 до 50 процентов объема, толщина подложки составляет от 40 до 60 мкм, а мембраны - от 20 до 30 мкм, в области нагревателя в мембране выполнены сквозные отверстия, нагреватель и электроды, расположенные на мембране, взаимно перпендикулярны с зазором от 1 до 25 мкм.

Изобретение относится к газоаналитическому приборостроению и микроэлектронике, в частности к детектирующим устройствам, применяемым для регистрации и измерения концентраций горючих газов и монооксида углерода. Изобретение может быть использовано при производстве полупроводниковых преобразователей и сенсоров, изготовленных по полупроводниковой микроэлектронной технологии и предназначенных для детектирования и измерения концентрации окислительных и восстановительных газов в воздухе, в частности в устройствах контроля атмосферы рабочей зоны.

Известен сенсор для определения концентрации угарного газа и водорода [1], содержащий корпус, в котором размещен кристалл, на котором сформированы нагреватель, электроды для снятия сигнала и чувствительный слой. Кристалл представляет собой мембрану из оксида алюминия, наклеенную на керамическую пластину с отверстиями. С одной стороны на поверхности мембраны размещен тонкопленочный нагреватель. С другой - электроды для снятия сигнала и толстопленочный чувствительный слой. Подложка закреплена в корпусе с помощью гибкой связи.

Недостатком данного сенсора является сложность его изготовления, которое требует много ручного труда, а именно такие трудоемкие операции как изготовление отверстий в керамической пластине, приклеивание мембраны к керамической пластине. Чувствительный элемент на тонкой диэлектрической мембране должен быть небольшого размера, в то время как сама мембрана должна иметь большую площадь.

Наиболее близким к заявляемому является полупроводниковый газовый сенсор для определения концентрации горючих газов и монооксида углерода [2], содержащий корпус с газопроницаемым колпаком и кристалл, изготовленный на кремниевой подложке с диэлектрической мембраной из SiN_x , полученной химическим травлением кремния, на которой последовательно сформированы нагреватель из платины, изолирующий слой SiO_2 , платиновые электроды к чувствительному слою для снятия сигнала и чувствительный полупроводниковый слой из оксида металла.

Недостатками прототипа являются низкая чувствительность сенсора и значительная потребляемая мощность (~ 40 мВт при 400 °С).

Задача, решаемая изобретением, заключается в снижении величины потребляемой мощности сенсора и повышении его чувствительности к горючим газам и монооксиду углерода.

Поставленная задача достигается тем, что в сенсоре для определения концентрации горючих газов, содержащем корпус с газопроницаемым колпаком и подложку с диэлектрической мембраной, на которой последовательно сформированы нагреватель, электроды к чувствительному слою для снятия сигнала и чувствительный полупроводниковый слой из оксида металла, подложка и мембрана выполнены из нанопористого анодного оксида алюминия с пористостью от 10 до 50 процентов объема, толщина подложки составляет от 40 до 60 мкм, а мембраны - от 20 до 30 мкм, в области нагревателя в мембране выполнены сквозные отверстия, нагреватель и электроды, расположенные на мембране, взаимно перпендикулярны с зазором от 1 до 25 мкм.

Сущность изобретения поясняется фигурами, где на фиг. 1 - вид сбоку сенсора; на фиг. 2 - вид сверху (разрез по А-А) сенсора; на фиг. 3 - кристалл (вид сверху); на фиг. 4 - кристалл (вид сбоку) без чувствительного слоя; на фиг. 5 - кристалл (вид снизу).

Сенсор для определения концентрации горючих газов и монооксида углерода (фиг. 1) содержит корпус 1 с газопроницаемым колпаком 2 и кристалл 3, изготовленный на под-

BY 19668 C1 2015.12.30

ложке с диэлектрической мембраной 4 из нанопористого анодного оксида алюминия, на которой последовательно сформированы нагреватель 5 и электроды 6 к чувствительному слою 7 для снятия сигнала. Нагреватель 5 и электроды 6 разварены платиновой проволокой 8 на выводы 9, 10 и 11, 12 корпуса 1 соответственно (фиг. 2).

Нагреватель 5 в виде полоски шириной 25 мкм и электроды 6 шириной 40 мкм выполнены из платины. Нагреватель 5 и электроды 6 размещены на верхней стороне кристалла 3. Кроме того электроды 6 расположены по обе стороны от нагревателя 5 перпендикулярно к нему с зазором в 5 мкм. Чувствительный слой 7 на основе $\text{In}_2\text{O}_3+\text{GaO}_2$ или SnO_2 , легированный Pd, наносится на кристалл 3 в области пересечения нагревателя 5 и электродов 6 для формирования цепи для снятия электрического сигнала с выводов 11 и 12 корпуса 1. Фиг. 4 демонстрирует кристалл (вид сбоку) без чувствительного слоя со сформированной мембраной 4 и сквозными участками 13. Фиг. 5 демонстрирует вид кристалла с обратной стороны со сформированной мембраной 4 и сквозными участками 13.

Заявляемый сенсор изготавливается по стандартной технологии следующим образом: на подложку из нанопористого анодного оксида алюминия (поры с размером ~10-100 нм) с двух сторон осаждается платина методом магнетронного распыления Pt мишени. Затем проводится двухсторонняя фотолитография, ионно-лучевое травление платины для формирования на подложке с обратной стороны топологии мембраны и с планарной стороны - нагревателя и электродов, травление подложки для разделения ее на отдельные кристаллы заданного размера и одновременного формирования в них мембраны и сквозных участков, разварка кристалла в корпус платиновой проволокой диаметром от 20 до 35 мкм, нанесение чувствительного слоя, приклеивание газопроницаемого колпака.

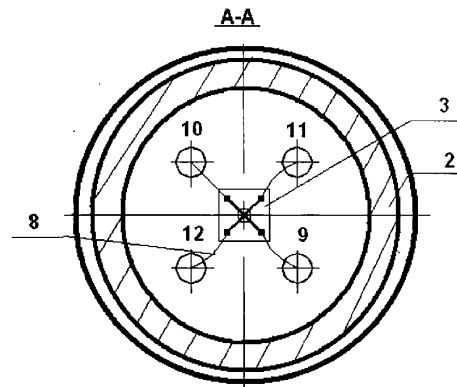
Заявляемый сенсор работает следующим образом: на нагреватель 5 от источника питания (на фигурах не показан) подается ток, для создания соответствующей температуры на верхней стороне кристалла, где расположен чувствительный слой 7 с электродами 6 для снятия сигнала. При изменении концентрации детектируемого газа происходит изменение сопротивления чувствительного слоя 7, которое с помощью электродов 6 снимается с выводов 11 и 12 сенсора.

Величина потребляемой мощности при достижении порога чувствительности CO (10 ppm) и H_2 (10 ppm) составляет 29-32 мВт, при регистрации отклика сенсора с чувствительностью 109,68 и 154,17 % соответственно.

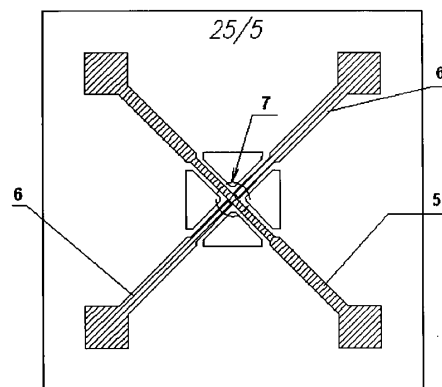
Предлагаемая конструкция позволяет снизить потребляемую мощность сенсора за счет уменьшения объема контактирующего с нагревателем материала подложки и уменьшения коэффициента теплопроводности алюмооксидной подложки с ростом величины ее пористости.

Источники информации:

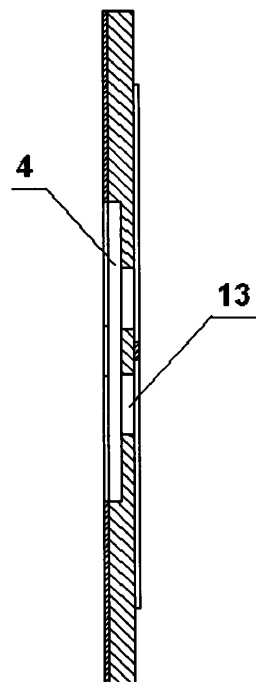
1. Васильев А.А. Микромощные полупроводниковые сенсоры на тонких диэлектрических мембранах // Микросистемная техника. - № 10. - 2004. - С. 7-12.
2. Patent SE 8706635, 2007.



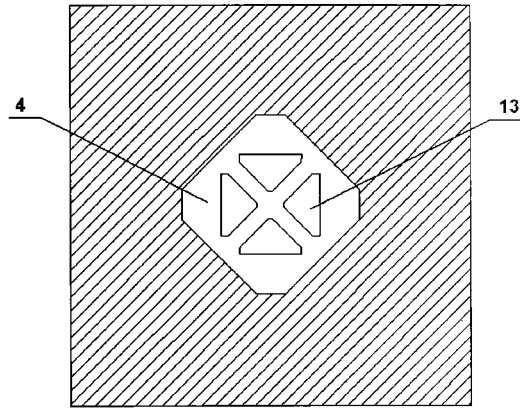
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5