



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 981** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **G 01 N 27/12, 27/414**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

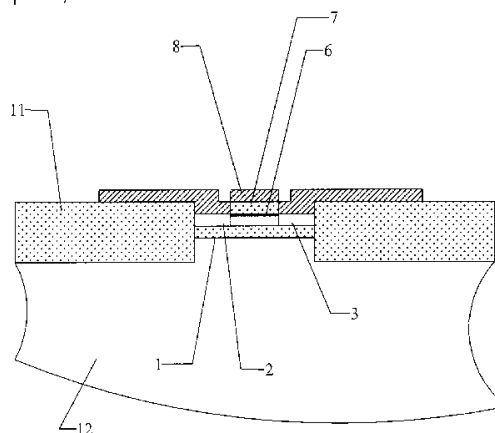
(21), (22) Заявка: 2000128807/28, 20.11.2000
(24) Дата начала действия патента: 20.11.2000
(46) Дата публикации: 20.01.2003
(56) Ссылки: RU 2061233 C1, 27.05.1996. RU 98 119756 A, 10.09.2000. DE 4028062 A1, 19.03.1992. DE 4403152 A1, 03.08.1995. GB 2321336, 22.07.1998.
(98) Адрес для переписки:
123459, Москва, ул. Туристская, 19, корп.1,
кв.96, В.Н. Мурашеву

(71) Заявитель:
ТАКЕШИ Саито (JP),
Мурашев Виктор Николаевич (RU)
(72) Изобретатель: ТАКЕШИ Саито (JP),
Мурашев В.Н. (RU), Манюшин А.И.
(RU), Карпов Е.Ф. (RU), Мордкович В.Н.
(RU), Горнев Е.С. (RU), Красников Г.Я. (RU)
(73) Патентообладатель:
ТАКЕШИ Саито (JP),
Мурашев Виктор Николаевич (RU)

(54) **ГАЗОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ ДАТЧИК**

(57)
Использование: в газовой, угольной и других областях промышленности для регистрации водорода и газов метановой группы. Сущность: в газочувствительном датчике полевой транзистор расположен на диэлектрическом слое, сформированном на поверхности монокристаллического кремния. Затвор полевого транзистора снабжен двумя контактами для обеспечения его электрического нагрева до температуры разложения газов метановой группы. При этом затвор может быть выполнен из каталитически активного материала, области стока и истока - из силицида платины, область канала - из силицида железа. Датчик может содержать дополнительные нагреватели из материала, являющегося катализатором разложения газов метановой группы. Технический результат изобретения заключается в уменьшении энергопотребления, повышении воспроизводимости параметров и улучшении технологичности изготовления датчика. 4 з.п.

ф-лы, 2 ил.



- 1 - диэлектрическая подложка
- 2 - область стока
- 3 - область истока
- 6 - область канала
- 7 - область подзатворного диэлектрика
- 8 - область затвора
- 11 - боковая диэлектрическая изоляция
- 12 - тело кристалла кремния

Фиг. 1

RU 2 196 981 C2

RU 2 196 981 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 196 981** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **G 01 N 27/12, 27/414**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

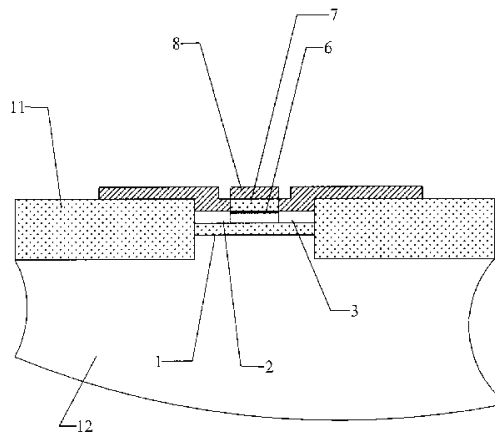
(21), (22) Application: 2000128807/28, 20.11.2000
(24) Effective date for property rights: 20.11.2000
(46) Date of publication: 20.01.2003
(98) Mail address:
123459, Moskva, ul. Turistskaja, 19, korp.1,
kv.96, V.N. Murashev

(71) Applicant:
TAKESHI Saito (JP),
Murashev Viktor Nikolaevich (RU)
(72) Inventor: **TAKESHI Saito (JP),**
Murashev V.N. (RU), Manjushin A.I. (RU), Karpov
E.F. (RU), Mordkovich V.N. (RU), Gornev E.S.
(RU), Krasnikov G.Ja. (RU)
(73) Proprietor:
TAKESHI Saito (JP),
Murashev Viktor Nikolaevich (RU)

(54) **GAS-SENSITIVE PICKUP**

(57) Abstract:

FIELD: registration of hydrogen and gases of methane group in gas, coal and other branches of industry. SUBSTANCE: field-effect transistor in gas-sensitive pickup is placed on dielectric layer formed on surface of monocrystalline silicon. Gate of field-effect transistor is fitted with two contacts to ensure its electric heating to temperature of decomposition of gases of methane group. Gate is fabricated from catalytically active material, regions of drain and source are made of platinum silicide, region of channel is produced from iron silicide. Pickup can contain additional heaters made of material which is catalyst for decomposition of gases of methane group. EFFECT: decreased energy consumption, increased reproducibility of parameters and improved adaptability to manufacture of pickup. 4 cl, 2 dwg



- 1 - диэлектрическая подложка
- 2 - область стока
- 3 - область истока
- 6 - область канала
- 7 - область подзатворного диэлектрика
- 8 - область затвора
- 11 - боковая диэлектрическая изоляция
- 12 - тело кристалла кремния

Фиг. 1

RU 2 196 981 C2

RU 2 196 981 C2

Изобретение относится к области производства полупроводниковых датчиков, а более конкретно датчиков водорода и газов метановой группы, и может найти применение в электронной промышленности.

Известны датчики водорода и газов метановой группы, в которых чувствительным элементом является полевой транзистор, изготовленный на основе кремния или карбида кремния (см., например, V. Filipov, A. Terentjev, S. Yakimov. Sens. And Act. B, 1997, 153-158 и A. Arbab, A. Spetz and I. Lundstrom. Sens. and Act. B, 15-16, 1993, 19-23).

Наиболее близким к заявляемому датчику по технической сущности является датчик, содержащий полевой транзистор и нагреватель, расположенный по периметру его затвора (см. патент 2061233, бюл. изобр. 15 от 27.05.96 г., "Газочувствительный датчик на основе полевого транзистора").

Известные конструкции-аналоги и прототип обладают следующими недостатками:

1. Неспособностью датчиков на кремнии обнаруживать газы метановой группы без внешнего деструктора, поскольку температура разложения газов метановой группы значительно превышает предельную рабочую температуру датчиков на кремнии (порядка 200°C).

2. Плохой воспроизводимостью, низкой технологичностью датчиков на карбиде кремния по сравнению с технологичностью кремниевых приборов.

3. Высоким энергопотреблением, поскольку для обеспечения режимов измерения необходимо проводить нагрев всего объема датчика, как в случае с карбидом кремния, или проволочного деструктора и области датчика, как в случае с кремнием.

В изобретении ставятся задачи уменьшения энергопотребления, повышения воспроизводимости параметров и улучшения технологичности на основе полевых кремниевых транзисторов.

Эти задачи решаются в датчике, представляющим собой кремниевый полевой транзистор и деструктор. Причем тело транзистора полностью тепло- и электроизолировано от остальной части кристалла, а деструктор, во-первых, конструктивно совмещен с затвором транзистора, а во-вторых, может нагреваться электрическим током до температур разложения газов метановой группы.

Отличия предложенного газочувствительного датчика заключаются в том, что полевой транзистор расположен на слое из диэлектрического материала, сформированном на поверхности монокристаллического кремния, при этом затвор транзистора - в виде двухвыводного элемента, нагреваемого пропускаемым по нему электрическим током до температуры разложения газов метановой группы.

При этом для уменьшения размеров и энергии потребления датчика его затвор выполняется из каталитически активного материала.

С целью увеличения рабочей температуры до 600°C области стока и истока выполняются из силицида платины.

Для увеличения чувствительности датчика

(т.е. уменьшения уровня шумов в канале МОП транзистора) целесообразно выполнение области канала из силицида железа.

С целью повышения точности измерения и упрощения технологии изготовления датчика при его использовании в приборах, существенно не ограниченных по энергопотреблению, газовый датчик может содержать дополнительные нагреватели из материала, являющегося катализатором разложения газов метановой группы.

Изобретение поясняется приведенными чертежами.

На фиг. 1 приведено схематичное изображение разреза вертикальной структуры датчика.

На фиг.2 приведено схематичное изображение топологии датчика согласно п. 1 и п.4 формулы изобретения.

Газочувствительный датчик содержит диэлектрическую подложку (1), на которой сформирован полевой транзистор с областями истока (2), стока (3), контактов к этим областям (4) и (5), областью канала (6), областью подзатворного диэлектрика (7), затвором-деструктором (8) и контактами (9) и (10) для подключения к нему источника тока или напряжения (не показано). В конструкцию датчика входят и области оксида кремния (11), обеспечивающие вместе с областью (1) полную тепло- и электроизоляцию транзистора от основной части кристалла (12), дополнительные деструкторы (13) и (14).

Газочувствительный датчик на основе полевого транзистора работает следующим образом. Через затвор-деструктор (8) пропускается импульс тока от внешнего источника, который обеспечивает нагрев каталитически активного материала затвора до рабочей температуры, при этом непосредственно на поверхности затвора-деструктора происходит разложение водородосодержащих молекул газов метановой группы. Образовавшийся при разложении водород с поверхности затвора-деструктора диффундирует в его объем и далее к границе раздела затвор-подзатворный диэлектрик (7), что, приводит к изменению электрических характеристик полевого транзистора и регистрируется в виде изменения дифференциальной емкости или порогового напряжения. В наступившей после нагрева и измерения стадии охлаждения происходит удаление водорода сначала из внутренних областей полевого транзистора, а затем с его поверхности. Этим заканчивается подготовка датчика к новому циклу измерения концентраций газов метановой группы. При измерении концентрации водорода для подготовки датчика к новому измерительному циклу необходимо обеспечить на стадии охлаждения его обдув газом, не содержащим водород.

Примененная в данном случае конструкция полевого транзистора изготавливается с использованием КНИ технологии. Во-первых, это позволяет существенно снизить теплоотдачу за счет окружения нагреваемых областей теплоизолирующими слоями оксида кремния (1) и (11). Во-вторых, совмещение в одном элементе (8) функций затвора и нагретого деструктора обеспечивает оптимальное распределение теплового поля и снижение

теплоемкости всей конструкции. Последние особенно важны для снижения потребляемой мощности при импульсных режимах работы.

Заявляемая конструкция в совокупности с выбранной технологией позволяет добавлять к затвору-деструктору (8) дополнительные деструкторы (13) и (14), изготавливать элементы транзистора из разных материалов, а также пропускать ток для дополнительного нагрева через другие элементы транзистора, например сток-исток.

Заявляемый датчик на основе кремниевого полевого транзистора способен непосредственно регистрировать газы метановой группы. Указанный эффект достигается тем, что затвор транзистора одновременно выполняет функцию теплового деструктора газов, а рабочая температура кремниевого МОП транзистора с КНИ структурой повышается до температуры, близкой к температуре разложения газов метановой группы.

Технология изготовления КНИ структур в настоящее время отработана и используется для изготовления микроэлектронных приборов. Технологию изготовления заявляемого датчика кратко можно описать следующим образом. В кремнии кристаллографической ориентации {100} и удельным электрическим сопротивлением $4,5 \text{ ом} \cdot \text{см}$ на глубине $0,2 \text{ мкм}$ при помощи ионной имплантации кислорода и технологии SIMOX формируется диэлектрический слой оксида кремния толщиной $0,2 \text{ мкм}$. Далее формируется МОП транзистор с р-п-переходами, подзатворным диэлектриком толщиной порядка 300 \AA и затвором из каталитически активного материала,

например платины, толщиной порядка

$300-400 \text{ \AA}$.

Оценка экспериментальных образцов показала, что воздействие 2% смеси метана с синтетическим воздухом приводит к изменению порогового напряжения МОП транзистора датчика на величину порядка $0,1 \text{ В}$.

Заявляемый датчик может найти широкое применение в газовой, угольной и других областях промышленности.

Формула изобретения:

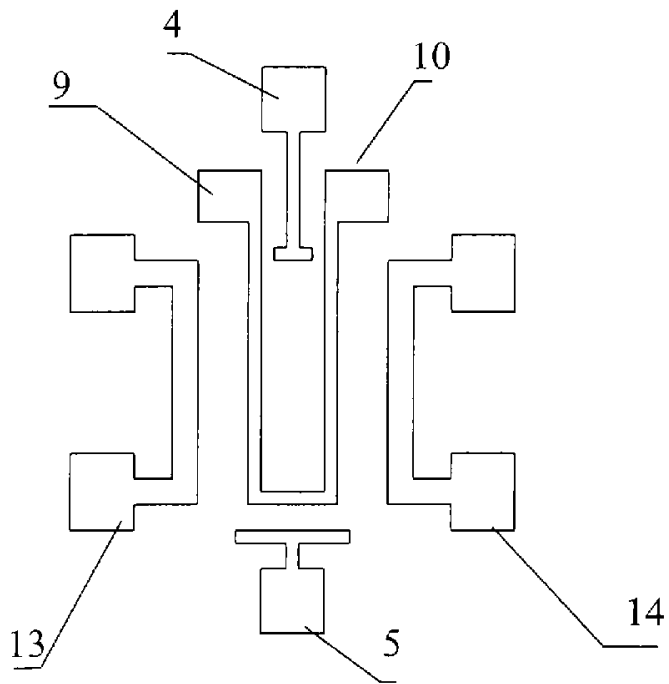
1. Газочувствительный датчик, содержащий полевой транзистор с областями стока, истока, канала и затвора, подзатворный диэлектрик и подложку, отличающийся тем, что полевой транзистор расположен на диэлектрическом слое, сформированном на поверхности монокристаллического кремния, затвор полевого транзистора снабжен двумя контактами для обеспечения его электрического нагрева до температуры разложения газов метановой группы.

2. Газочувствительный датчик по п. 1, отличающийся тем, что затвор выполнен из каталитически активного материала.

3. Газочувствительный датчик по п. 1, отличающийся тем, что области стока и истока выполнены из силицида платины.

4. Газочувствительный датчик по п. 1, отличающийся тем, что область канала выполнена из силицида железа.

5. Газочувствительный датчик по п. 1, или 2, или 3, отличающийся тем, что он содержит дополнительные нагреватели из материала, являющегося катализатором разложения газов метановой группы.



- 4 - контактная площадка истока
- 5 - контактная площадка стока
- 9, 10 - контактные площадки затвора-деструктора
- 13, 14 - дополнительные деструкторы

Фиг. 2