



(19) **RU**⁽¹¹⁾ **2 178 602**⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **H 01 L 31/115, G 01 T 1/24**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 2000106865/28, 20.03.2000

(24) Дата начала действия патента: 20.03.2000

(46) Дата публикации: 20.01.2002

(56) Ссылки: С.ЗИ. Физика полупроводниковых приборов. - М.: Мир, 1984, т.1, с.126. FR 2757685 A1, 26.06.1998. EP 0777277 A, 04.06.1997. GB 2110877 A, 22.06.1983. RU 2061282 C1, 27.05.1996.

(71) Заявитель:
Федеральное государственное унитарное предприятие "НИИПП"

(72) Изобретатель: Айзенштат Г.И.,
Толбанов О.П., Хан А.В.

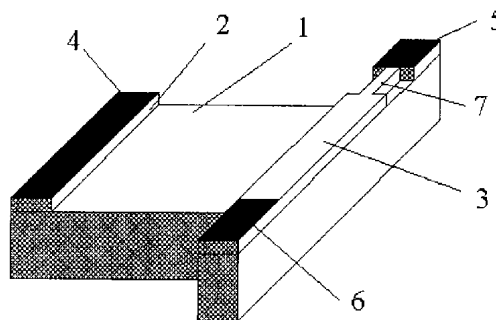
(73) Патентообладатель:
Федеральное государственное унитарное предприятие "НИИПП"

(54) ДЕТЕКТОР ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

(57)

Использование: для регистрации заряженных частиц и гамма квантов. Сущность: детектор ионизирующего излучения выполнен из высокоомного полупроводника (v, π или i - типов) и содержит катод из полупроводника p -типа, анод из полупроводника n -типа, а также омические контакты к ним. Анод выполнен в виде полоски с двумя омическими контактами, созданными с двух противоположных сторон этой полоски и вне активной области детектора, часть полоски n -типа, также лежащая за пределами активной области детектора, выполнена с зауженным сечением, причем полоска анода создана из полупроводника, в котором реализуется эффект Ганна, например, арсенид галлия, на первый и второй

омические контакты анода подают напряжение такой полярности, чтобы электроны, попавшие в анод, двигались в зауженную часть полоски. Технический результат изобретения заключается в увеличении выходного сигнала. 1 ил.



RU 2 178 602 C2

RU 2 178 602 C2



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 178 602** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 01 L 31/115, G 01 T 1/24**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 2000106865/28, 20.03.2000
 (24) Effective date for property rights: 20.03.2000
 (46) Date of publication: 20.01.2002

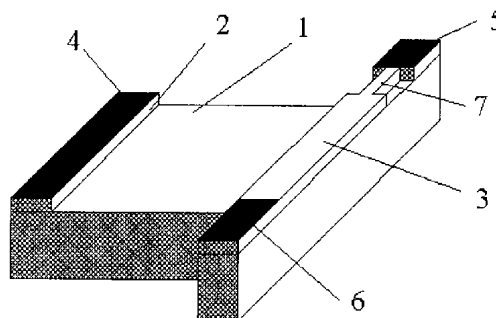
(71) Applicant:
 Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
 predpriyatie "NIIPP"
 (72) Inventor: Ajzenshtat G.I.,
 Tolbanov O.P., Khan A.V.
 (73) Proprietor:
 Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
 predpriyatie "NIIPP"

(54) IONIZING RADIATION DETECTOR

(57) Abstract:

FIELD: recording charged particles and gamma-quanta. SUBSTANCE: detector is made of high-resistance semiconductor of v, π or i types and has cathode of p-type semiconductor, anode of n-type semiconductor, and respective ohmic contacts. Anode is made in the form of strip with two ohmic contacts deposited on two sides of said strip and beyond active region of detector; part of n-type strip also located beyond active region of detector has narrower sectional area and is made of Gunn-effect semiconductor such as gallium arsenide; voltage of polarity sufficient to make electrons arriving at anode move to

narrower part of strip is applied to first and second ohmic contacts of anode. EFFECT: enhanced output signal. 1 dwg



RU 2 178 602 C2

RU 2 178 602 C2

Изобретение относится к полупроводниковым детекторам ионизирующего излучения и может найти применение для регистрации излучений в ядерной физике, а также при создании цифровых аппаратов, регистрирующих заряженные частицы и гамма кванты.

Широко известны полупроводниковые детекторы ионизирующих излучений, содержащие обратно смещенные р-п-переходы либо переходы металл-полупроводник [1]. При попадании ионизирующей частицы в детектор в области объемного заряда перехода образуются электронно-дырочные пары, которые разделяются полем этого перехода. Возникающий при этом ток фиксируется подключенной к диоду электроникой. Поскольку выходной сигнал с детектора чрезвычайно мал, необходимо производить усиление сигнала, что является недостатком аналогов.

Известен детектор с внутренним усилением, предложенный Д. Кемером и Г. Лютцем [2]. Детектор выполнен из высокоомного кремния, на котором сформированы контакты n-типа и р-типа, а также р-канальный полевой МОП-транзистор. Подавая определенные напряжения на р- и n-контакты, получают такое распределение потенциала в детекторе, что все электроны собираются под МОП-транзистором, вызывая изменение тока транзистора. Недостатком детектора является необходимость производить "очистку" потенциального минимума и невысокое быстродействие элемента.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому детектору является р-і-п диод [3]. Такой детектор обычно изготавливают из высокоомного полупроводника і, ν или π-типов. Слои р- и n-типа получают стандартными методами (эпитаксии, диффузии или ионной имплантации). На р- и n-слоях сформированы омические контакты путем нанесения металла. Обратное напряжение, приложенное к детектору, падает в і-области (ν-либо π-областях), создавая там сильное электрическое поле, достаточное для разделения ионизированных зарядов.

Недостатком данной конструкции является отсутствие внутреннего усиления и, как следствие, малый выходной сигнал.

Целью изобретения является устранение указанных недостатков.

Указанная цель достигается тем, что в известной конструкции, выполненной из высокоомного полупроводника ν, π или і-типов и содержащей катод, из полупроводника р-типа, анод из полупроводника n-типа, а также омические контакты к ним, в отличие от прототипа, к аноду создан второй омический контакт, анод выполнен в виде полоски одинакового сечения в активной области детектора, первый и второй омические контакты анода, на которые подается напряжение, изготовлены с двух противоположных сторон полоски n-типа и лежат вне активной области детектора, часть полоски n-типа, лежащая за пределами активной области детектора выполнена с зауженным сечением, причем полоска n-типа создана из полупроводника, в котором реализуется эффект Ганна, например,

арсенид галлия, полярность напряжения между омическими контактами анода такова, чтобы собранные электроны двигались в зауженную часть n-слоя.

Сопоставительный анализ заявляемого технического решения и прототипа позволяет сделать вывод о соответствии критерию "новизна". Все признаки, включенные в формулу изобретения, являются необходимыми и достаточными для достижения цели. Действительно, благодаря введению дополнительного электрода к аноду детектора, сформированного из материала, в котором реализуется эффект Ганна, и заданию формы анода в виде полоски с зауженным сечением вне активной области, все электроны, попавшие в анод детектора, будут вытягиваться электрическим полем анода в эту зауженную часть полоски n-типа и вызовут ее переключение за счет эффекта Ганна. Выходной ток, выделенный на нагрузке, подключенной к контактам анода, на несколько порядков выше, чем ток ионизированных электронно-дырочных пар.

Среди детекторов ионизирующих излучений с внутренним усилением отсутствуют технические решения, решающие задачу подобным образом. Поэтому признаки отличительной части формулы являются неизвестными, что позволяет сделать заключение о соответствии заявляемого технического решения критерию "существенные" отличия.

На фиг. 1 схематично представлена одна из возможных конструкций предлагаемого детектора. Активная область детектора выполнена из высокоомного полупроводника 1 и содержит катод 2 из полупроводника р-типа проводимости, а также анод 3 из полупроводника n-типа. К области 2 сформирован один омический контакт 4, а к области анода 3 два омических контакта 5 и 6. Контакты 5 и 6 созданы вне активной области детектора. Анодная полоска 3 вне активной области детектора имеет меньшую ширину 7.

Детектор был изготовлен из арсенида галлия. Исходная эпитаксиальная структура 1 была n-типа проводимости с концентрацией носителей 10^{13} см^{-3} (ν-слой). Концентрация равновесных электронов в полоске 3 равнялась $n_0 = 10^{16} \text{ см}^{-3}$, толщина полоски $d = 2 \text{ мкм}$, длина зауженной части n-слоя $L = 15 \text{ мкм}$. При этом $n_0 L = 1.5 \cdot 10^{13} \text{ см}^{-2}$, $n_0 d = 2 \cdot 10^{12} \text{ см}^{-2}$, а следовательно, в зауженной части полоски 3 выполнялись условия генерации доменов Ганна. Ширина полоски 3 равнялась 20 мкм, в узкой части 5 мкм. Расстояние между контактами 2 и 3 равнялось 80 мкм.

В исходном состоянии на электроде 6 был задан нулевой потенциал, на электроде 4 потенциал равнялся -80В, на электроде 5 потенциал равнялся +12В при длине полоски 80 мкм. Детектор облучали гамма квантами с энергией 59 кэВ (^{241}Am). При поглощении гамма кванта в области 1 возникало 15000 электронно-дырочных пар. Электроны за время порядка 0.8 нс достигали n-слой 3, а здесь под действием электрического поля двигались в область 7. Время дрейфа в этом поле составило 1.8 нс. Достигая области 7, пакет электронов создавал в этой области дополнительное электрическое поле,

превышающее величину 5 кВ/см (в исходном состоянии напряженность электрического поля в зауженной части полоски 7 составляла 3.3 кВ/см или 90% порогового поля эффекта Ганна). Область 7 генерировала импульс тока амплитудой 1.6 мА, длительностью 0.15 нс. При этом ток электронно-дырочных пар самого детектора при сборе заряда не превышал 2 мкА, таким образом, достигалось усиление тока в 800 раз.

На стандартной нагрузке 50 Ом, подключенной к контакту 5 (или 6), был получен выходной импульс амплитудой 80 мВ. Предлагаемый детектор имеет предельную частоту регистрации квантов выше 300 МГц. Проведенные расчеты параметров заявляемого детектора показали, что наряду с высоким коэффициентом усиления, недостижимым на сегодняшний день для других аналогов, предлагаемое устройство выполняет еще одну важную функцию, а именно, калибрует амплитуду и длительность выходного сигнала, что упрощает цифровую обработку информации.

Источники информации

1. Ю. К. Акимов, О. В. Игнатьев, А. И. Калинин, В. Ф. Кушнирук. Полупроводниковые

детекторы в экспериментальной физике. М. : "Энергоиздат", 1989.

2. J. Kemmer, G. Lutz. NIM, A253, 1987, p. 365.

3. С. Зи. Физика полупроводниковых приборов. Т. 1, М. , "Мир", 1984, с. 126.

Формула изобретения:

Детектор ионизирующего излучения, содержащий активную область, выполненную из высокоомного полупроводника (v,π или i -типов), катод из полупроводника р-типа с омическим контактом, анод из полупроводника n-типа с омическим контактом, отличающийся тем, что анод выполнен в виде полоски полупроводника, с двух противоположных сторон выходящей за пределы активной области детектора, на краях полоски сформированы омические контакты, часть полоски n-типа, также лежащая за пределами активной области детектора, выполнена с зауженным сечением, причем полоска анода создана из полупроводника, в котором реализуется эффект Ганна, например, арсенид галлия, на первый и второй омические контакты анода подают напряжение такой полярности, чтобы электроны, попавшие в анод, двигались в зауженную часть полоски.

25

30

35

40

45

50

55

60