(19) **RU** (11) **2 134 877** (13) **C1**

(51) МПК[6] **G 01 N 27/414, H 01 L 21/70**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: **96115918/25, 12.01.1995**

(30) Приоритет: **19.01.1994 US 183733**

(46) Дата публикации: **20.08.1999**

(56) Ссылки: **US 4589970 A, 20.05.86. US 4851104 A, 25.07.89. EP 0139312 A2, 02.05.85. EP 0149330 A1, 24.07.85. SU 1775658 A1, 15.11.92.**

(85) Дата перевода заявки PCT на национальную фазу: **19.08.96**

(86) Заявка PCT:
US 95/00426 (12.01.95)

(87) Публикация PCT:
WO 95/20243 (27.07.95)

(98) Адрес для переписки:
129010, Москва, ул.Б.Спасская, д.25, стр.3, Союзпатент, Патентному поверенному Кирюшиной Л.Н.

(71) Заявитель:
Ханивелл Инк. (US)

(72) Изобретатель: **Рональд Д.Бакстер (US), Джеймс Г.Коннери (US), Джон Д.Фогель (US), Спенсер В.Силверторн (US)**

(73) Патентообладатель:
Ханивелл Инк. (US)

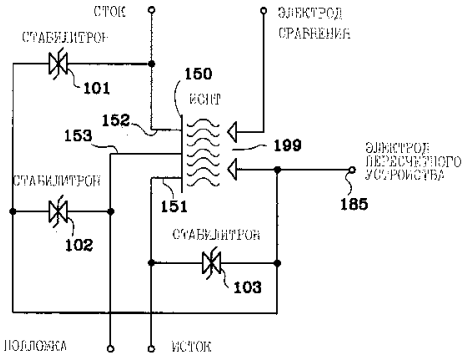
(54) ЗАЩИТА ОТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА ДАТЧИКОВ НА ИОННО-СЕЛЕКТИВНЫХ ПОЛЕВЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

(57) Реферат:

Использование: производство микросхем, обеспечивающих защиту приборов для избирательного измерения ионов в жидкостях, от электростатических разрядов. Сущность изобретения: представлены способ, устройство и технология изготовления микросхемы, которые обеспечивают защиту от электростатического разряда (ЭСР) для основанного на ионно-селективном полевом транзисторе (ИСПТ) прибора (250), используемого для избирательного измерения ионов в жидкости (299). В соответствии с одним аспектом изобретения схема защиты от ЭСР, сделанная из обычных защитных элементов (201, 202, 206), объединена на том же кремниевом кристалле, на котором сформирован ИСПТ (250), наряду с устройством сопряжения (203), которое находится в контакте с измеряемой жидкостью (299), и которое не открывает путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ (250) и жидкостью (299). В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения в качестве устройства сопряжения между защитной схемой (201, 202 и 206) и образцом жидкости (299) используется структура конденсатора. Следующие аспекты изобретения направлены на способы, предназначение, по существу, для обеспечения зашиты от ЭСР ИСПТ-датчиков, использующих упомянутое выше средство сопряжения (203), например структуру конденсатора, и процессы, предназначенные для изготовления нового устройства сопряжения на кремниевой пластине. Техническим результатом изобретения является обеспечение защиты от электростатического разряда, при одновременном исключении трудностей создания металлического электрода, предназначенного для надежного низкоимпедансного контакта с жидкостью. 7 с. и 12 з.п.ф-лы, 4 ил.

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1



Фиг.1

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

(19) **RU** (11) **2 134 877** (13) **C1**

(51) Int. Cl.[6] **G 01 N 27/414, H 01 L 21/70**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: **96115918/25, 12.01.1995**

(30) Priority: **19.01.1994 US 183733**

(46) Date of publication: **20.08.1999**

(85) Commencement of national phase: **19.08.96**

(86) PCT application:
US 95/00426 (12.01.95)

(87) PCT publication:
WO 95/20243 (27.07.95)

(98) Mail address:
129010, Moskva, ul.B.Spasskaja, d.25, str.3, Sojuzpatent, Patentnomu poverennomu Kirjushinoj L.N.

(71) Applicant:
Khanivell Ink. (US)

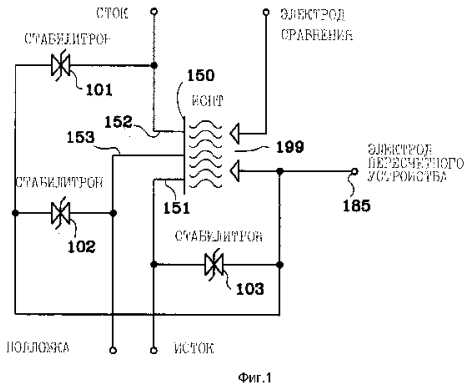
(72) Inventor: **Ronal'd D.Bakster (US), Dzhejms G.Konneri (US), Dzhon D.Fogel' (US), Spenser V.Silvertorn (US)**

(73) Proprietor:
Khanivell Ink. (US)

(54) PROTECTION OF TRANSDUCERS ON ION-SELECTIVE FIELD-EFFECT TRANSISTORS AGAINST ELECTROSTATIC DISCHARGE

(57) Abstract:

FIELD: microelectronics. SUBSTANCE: invention refers to manufacture of microcircuits ensuring protection of device for selective measurement of ions in liquids against electrostatic discharges. There are presented process, device and technology of manufacture of microcircuits for protection against electrostatic discharge for device 250 based on ion-selective field-effect transistor used for selective measurement of ions in liquid 299. In correspondence with one aspect of invention circuit for protection against electrostatic discharge made from typical protective elements 201, 202, 206 is placed on same silicon crystal on which ion-selective field-effect transistor 250 is formed together with interface 203 that is in contact with measured liquid 299 and does not open paths for D.C. leaks between ion-selective field-effect transistor 250 and liquid 299. In agreement with preferable version of implementation of invention structure of capacitor is used as interface between protective circuit 201, 202, 206 and sample of liquid 299. Next aspects of invention are directed to methods meant in essence to protect ion-selective field-effect transistors using above-mentioned interface 203, for instance, structure of capacitor against electrostatic discharge and processes intended for manufacture of new interface on silicon plate. EFFECT: provision for protection against electrostatic discharge with simultaneous avoidance of difficulties in development of metal electrode designed for reliable low-impedance contact with liquid. 19 cl, 4 dwg



Фиг.1

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

Изобретение касается в общем способов и устройства, предназначенных для (a) изменения ионов в жидкости; (b) защиты таких устройств от воздействия электростатического разряда; и (c) изготовления такого устройства, включающего в себя схему защиты от электростатического разряда, на кремниевой пластине.

Более конкретно изобретение касается способов, устройства и технологии производства микросхем, которые обеспечивают защиту от электростатических разрядов (ЭСР) приборов, основанных на ионо-селективных полевых транзисторах (ИСПТ), используемых для избирательного измерения ионов в жидкости.

В соответствии с одним аспектом изобретения, схема защиты от ЭСР, сделанная из обычных защитных элементов, интегрируется на том же кремниевом кристалле, на котором сформирован ИСПТ, вместе с новым устройством сопряжения. В соответствии с изобретением, новое устройство сопряжения представляет собой структуру, соприкасающуюся с жидкостью, подлежащей измерению, которая не дает возможности прохождения токам утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения в качестве устройства сопряжения между схемой защиты и образцом жидкости используют структуру конденсатора.

Другие аспекты изобретения направлены на способы, предназначенные непосредственно для обеспечения защиты от ЭСР датчиков на ИСПТ, использующих упоминаемое выше средство сопряжения (например, конденсаторную структуру), и процессов, предназначенных для изготовления нового устройства сопряжения на кремниевой пластине.

Специалистам в данной области техники хорошо известны способы и устройства, предназначенные для измерения ионов в жидкости, использующие ИСПТ. Например, Джонсон в патенте США под номером 4.020.830 и Коннери и др. в патенте США под номером 4.851.104, включенных здесь путем иллюстрации состояния техники, предлагают использовать такое устройство. Такие приборы обычно включают в себя измерительную схему и ИСПТ, погруженный в жидкость, предназначенный для избирательного измерения в ней ионного коэффициента активности.

Вышеупомянутые приборы имеют многочисленные применения, включающие применения в области медицины и биомедицины, где, как известно, используются различные ИСПТ для измерения различных ионных коэффициентов активности, таких, например, как pH (водородный показатель), pK (показатель кислотности) и pNa.

Хотя известны чувствительные к ЭСР (электростатическому разряду) структуры типа полупроводниковых полевых транзисторов (ПТ), до недавнего времени многие полагали, что структуры ИСПТ (ионно-селективные полевые транзисторы) преимущественно нечувствительны к воздействию ЭСР, поскольку (1) ИСПТ не содержат в себе металлизированный электрод затвора (которые обычно непосредственно вовлекается в электростатическое повреждение), и (2) опыт, накопленный в течение времени, показал, что такими приборами могут манипулировать много людей без какого-либо признака электростатического повреждения. Однако исследования электродов ИСПТ показали, что могут происходить большие отклонения приборов после случая ЭСР.

Специалисты в данной области техники знают, что несмотря на то, что делались попытки решить проблему предотвращения повреждения от ЭСР в основанных на ИСПТ датчиках, известные подходы для разрешения этой проблемы содержат присущие им ограничения, в частности, когда датчик изготовлен на кремниевой пластине.

До описания этих ограничений для сравнения с предлагаемым изобретением типом способов и аппаратуры защиты от ЭСР будут представлены примеры состояния существующих устройств, предназначенных для защиты основанных на ИСПТ датчиков от воздействия ЭСР.

Здесь будет наглядно показано, что можно предотвратить повреждение от ЭСР (в соответствии с положениями изобретения) путем использования схемы защиты (внутри узла зонда, основанного на ИСПТ), которая позволяет осуществлять накопленные электрические разряды в исследуемом образце во время прохождения ЭСР, одновременно переводя заряд в исток, сток и подложку ИСПТ.

Этот подход к обеспечению защиты от ЭСР минимизирует поле, образующееся в изолирующей структуре транзистора, путем быстрого выравнивания зарядов на любой стороне изолятора во время явления ЭСР.

В схеме защиты от повреждения, вызываемого ЭСР, предназначенной для осуществления вышеуказанной функции, можно использовать, например, импульсные симметричные стабилитроны, подсоединенные между исследуемой жидкостью и проводниками истока, стока и подложки полевого транзистора, и также подробно описанные ниже со ссылкой на чертеж.

Электрический контакт с исследуемой жидкостью можно обеспечить при использовании электрода счетчика, типа электрода счетчика, описанного в вышеупомянутом патенте США N 4.851.104, упоминавшемся выше путем ссылки.

Другой пример состояния имеющейся аппаратуры, предназначенной для выборочного измерения ионов в жидкости и защиты от явлений ЭСР, предложен Лигтенбергом и др. в патенте США под номером 4.589.970. Патент N 4.589.970 включен здесь путем ссылки в отношении его описания схемы защиты от ЭСР, используемой в основном на ИСПТ датчике.

Схема защиты от ЭСР, предлагаемая в патенте N 4.589.970, содержит в себе по меньшей мере один электрод, подсоединенный через контакт с низким импедансом к подлежащей исследованию жидкости, связанный с ИСПТ с помощью защитного элемента, имеющего низкий импеданс для высоких напряжений и большое сопротивление для низких напряжений.

Включенный в описание патент N

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

4.589.970 устанавливает, что однонаправленные стабилизаторы, механические переключатели и полевые транзисторы с изолированным затвором с высоким пороговым напряжением можно использовать вместо или параллельно с симметричными стабилитронами, для защиты против явлений ЭСР.

Использование дискретных компонентов, расположенных в блоке зонда, для формирования схемы защиты и (или) интеграция схемы на кремниевой подложке ИСПТ предлагается во включенном в описании патенте N 4.589.970.

Что касается упомянутых выше ограничений, одно препятствие интеграции схемы защиты, описанной во включенном в описание патенте N 4.589.970 (и любые подобные схемы), на кремниевой подложке ИСПТ, представляет собой трудность создания металлического электрода, который обеспечивает надежный низкоимпедансный контакт с жидкостью.

Во включенном в описание изобретения патенте N 4.589.970 предлагается использовать для образования контакта алюминиевые пленки или пленки из поликристаллического кремния; однако, обе пленки подвержены химическому воздействию во многих жидкостях, которые необходимо измерять с помощью ИСПТ.

В качестве альтернативы для контакта можно напылять пленку, состоящую из благородного металла, типа золота или платины. К сожалению, для пленок из золота и платины обычно требуется промежуточный слой, для которого используют материалы типа титана или хрома, для обеспечения хорошего сцепления с подложкой; таким образом, химическая стойкость электрода может подвергаться опасности из-за добавления другого слоя, особенно если в пленке из благородного металла возникают микроотверстия.

Другая проблема, возникающая в контакте металла с низким импедансом, используемом между исследуемой жидкостью (образцом) и схемой защиты, представляет собой пути, открываемые для токов утечки постоянного тока через схему защиты между образцом и стоком и подложкой ИСПТ.

В соответствии с этим, было бы желательно иметь способ и устройство, которые обеспечивают защиту от ЭСР основных на ИСПТ приборов, применяемых для избирательного измерения ионов в жидкости, используя (а) схему защиты от ЭСР, сделанную из обычных защитных элементов, интегрированных на том же кремниевом кристалле, на котором сформирован ИСПТ; и (в) средство сопряжения, находящееся в контакте с подлежащей измерению жидкостью, которое не открывает пути для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

Кроме того, желательно обеспечить способы изготовления, которые позволили бы вышеупомянутую схему защиты объединить на кремниевой подложке ИСПТ таким образом, который позволяет избегать сложность в создании металлического электрода, который должен служить в качестве надежного низкоимпедансного соприкосновения с жидкостью.

Более того, было бы желательно обеспечить устройство, использующее контактные пленки, которые устойчивы к химическому воздействию многих из жидкостей, подлежащих измерению с помощью ИСПТ, не прибегая к использованию благородных металлов и промежуточных слоев для обеспечения хорошего сцепления пленки с подложкой.

В соответствии с этим, в основу настоящего изобретения положена задача обеспечить способы и устройство, предназначенные для измерения ионов в жидкости, и которые неотъемлемо защищают устройство от воздействия электростатического разряда.

Еще одной задачей, решаемой настоящим изобретением, является создание технологических приемов, предназначенных для изготовления вышеупомянутого устройства (то есть устройства, предназначенного для измерения ионов в жидкости, объединенного со схемой защиты от электростатических разрядов) на кремниевой подложке.

Более конкретно, в основу изобретения положены задачи обеспечить защиту от электростатических разрядов для основанных на ИСПТ приборов, используемых для избирательного измерения ионов в жидкости.

Кроме того, настоящее изобретение позволяет обеспечить способы и устройство, которые предлагают защиту от ЭСР для основанных на ИСПТ приборов, используемых для избирательного измерения ионов в жидкости, используя (а) схему защиты от ЭСР, собранную из обычных защитных элементов, объединенных на том же кремниевом кристалле, на котором образован ИСПТ; и (в) средство сопряжения, находящееся в контакте с измеряемой жидкостью, которое не открывает пути для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

Далее, настоящее изобретение позволяет обеспечить технологические приемы изготовления микросхем, которые позволяют осуществлять объединение вышеупомянутой схемы защиты на кремниевой подложке ИСПТ таким образом, который аннулирует трудности в создании металлического электрода, предназначенного для службы в качестве надежного низкоимпедансного контакта с жидкостью.

Кроме того, настоящее изобретение обеспечивает основанное на ИСПТ устройство, предназначенное для измерения ионов в жидкости, которое использует неметаллические контактные пленки, устойчивые к химическому воздействию, и которые не требуют использования промежуточных слоев для обеспечения хорошего сцепления пленки с подложкой.

В соответствии с одним аспектом изобретения, схема защиты от ЭСР, собранная из обычных защитных элементов, объединена на том же самом кремниевом кристалле, на котором образован ИСПТ, наряду с новым устройством сопряжения. Новым устройством сопряжения является структура, находящаяся в контакте с измеряемой жидкостью, которая не открывает путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения, в

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

качестве устройства сопряжения между схемой защиты и образцом жидкости используется конденсаторная структура.

В соответствии с одним особым аспектом изобретения, устройство, предназначенное для выборочного измерения ионов в жидкости, содержит в себе: (a) измерительную схему, включающую в себя химически чувствительный к ионам датчик в форме ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), сформированного на кремниевой подложке; (b) схему защиты от электростатического разряда (ЭСР), объединенную на подложке; и (c) средство сопряжения, объединенное на подложке, предназначенное для обеспечения устройства сопряжения между схемой защиты и жидкостью, отличающееся тем, что средство сопряжения обеспечивает контакт с жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения, средство сопряжения представляет собой конденсаторную структуру, включающую в себя (a) электрод, находящийся в электрическом контакте со схемой защиты; и (b) диэлектрик конденсатора, находящийся в контакте с электродом и подлежащий измерению жидкостью.

Кроме того, в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения (a) вышеупомянутый электрод представляет собой металлическую пленку, демонстрирующую такую характеристику, что ее окись является изолятором (примеры подходящих металлических пленок включают в себя алюминий, сурьму, гафний, ниобий, тантал, вольфрам, иттрий и цирконий); а вышеупомянутый диэлектрик конденсатора представляет собой окись металла, выбранного для использования в качестве электрода. Используемый здесь термин "металлическая пленка" обозначает металлическую пленку, демонстрирующую такую характеристику, что ее окись является изолятором.

Далее, в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения защитная схема включает в себя средство, предназначенное для переноса заряда, возникающего в исследуемом образце жидкости в результате явления ЭСР. Средство, предназначенное для переноса заряда (к истоку, стоку и подложке имеющегося в составе датчика ИСПТ), включает в себя: (a) первый симметричный стабилитрон, расположенный между вышеупомянутым средством сопряжения и истоком ИСПТ; (b) второй симметричный стабилитрон, расположенный между средством сопряжения и стоком ИСПТ; и (c) однонаправленный стабилитрон, расположенный между средством сопряжения и подложкой.

Следующие аспекты изобретения направлены на способы, обеспечивающие, по существу, защиту от ЭСР для датчиков на ИСПТ, использующих упоминаемое выше средство сопряжения (например, структуру конденсатора), и технологию, предназначенную для производства нового устройства сопряжения на кремниевой пластине.

В частности, один следующий аспект изобретения направлен на способ, предназначенный для обеспечения защиты от электростатического разряда (ЭСР) ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), основанного на ионно-селективных электродах, содержащий в себе этапы: (a) формирования схемы ИСПТ на кремниевом кристалле; (b) объединения защитной схемы на кристалле, на котором сформирован ИСПТ; и (c) объединение на кристалле устройства сопряжения между защитной схемой и жидкостью, где устройство сопряжения обеспечивает контакт с жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

Предполагаемые еще одним аспектом изобретения процессы изготовления включают в себя процесс, предназначенный для изготовления конденсатора, служащего в качестве устройства сопряжения между измеряемой жидкостью и защитной схемой, включаемой в микросхему ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), где микросхема ИСПТ используется для измерения ионов в жидкости, и где, кроме того, микросхема включает в себя кремниевую подложку, защитный оксидный слой и по меньшей мере один химический обедненный слой и диффузионную область p+ -типа, предназначенную для подсоединения конденсатора к защитной схеме, содержащие в себе этапы: (a) открывания межслойного перехода в защитном слое оксида и по меньшей мере одном химическом обедненном слое; (b) осаждения методом распыления металлической пленки на микросхему с целью создания нижнего электрода для конденсатора; (c) подсоединения пленки к диффузионной области p+ -типа через межслойный переход; и (d) образования окиси упомянутой металлической пленки с целью образования диэлектрика для конденсатора.

Изобретение характеризует сборочные узлы ИСПТ, встроенные в соответствии с положениями настоящего изобретения, которые при использовании в зонах датчиков подвергаются многократному воздействию ЭСР с уровнями 20000 В при испытании в соответствии со стандартом IEC (Международной электротехнической комиссии) 801-2.

Кроме того, изобретение представляет технологию изготовления микросхем, которая обеспечивает возможность вышеупомянутую защитную схему объединить на кремниевой подложке ИСПТ таким образом, который устраняет трудности в создании металлического электрода, служащего в качестве надежного низкоимпедансного контакта с испытываемым образцом жидкости. Более того, использование предлагаемым изобретением неметаллической контактной пленки устойчиво к химическому воздействию и не требует использования промежуточных слоев для обеспечения хорошего сцепления пленки с подложкой.

Эти и другие решаемые задачи, варианты осуществления и особенности настоящего изобретения и способ их выполнения станут ясными специалистам в данной области техники, а само изобретение будет лучше

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

понятным при прочтении последующего подробного описания совместно с прилагаемыми чертежами.

Фиг. 1 представляет иллюстративную защитную схему внутри узла, основанного на ИСПТ зонда, которая позволяет наращивать заряд в исследуемом образце жидкости во время явления ЭСР, одновременно передавая заряд на исток, сток и подложку ИСПТ.

Фиг. 2 представляет защитную схему, предназначенную для основанного на ИСПТ датчика, которая включает в себя средство сопряжения в форме структуры конденсатора, представляемого в предпочтительном варианте осуществления изобретения типа.

Фиг. 3 представляет структуру примерного конденсатора сопряжения, представляемого одним аспектом изобретения типа, изготавливаемого на кремниевой пластине.

Фиг. 4 представляет пример соответствующего изобретению способа объединения ИСПТ, защитной схемы и средства устройства сопряжения, реализуемого на кремниевой подложке

Как было показано выше, известно, что повреждение от ЭСР можно предотвратить посредством использования защитных схем (в узле основанного на ИСПТ зонда), которая позволяет наращивать заряд в исследуемом образце во время осуществления ЭСР, одновременно перенося заряд в сток, исток и подложку ИСПТ. Такой подход минимизирует поле, создающееся в изоляторной структуре транзистора, путем быстрого выравнивания зарядов на обеих сторонах изолятора во время осуществления ЭСР.

Примерная защитная схема (в узле основанного на ИСПТ зонда), которая позволяет наращивать заряд в исследуемом образце во время события ЭСР, одновременно перенося заряд на сток, исток и подложку ИСПТ, показана на фиг. 1 транзистора.

Как показано на фиг. 1, в примерной защитной схеме (которая подобна схеме, раскрытой во включенном в описание патенте N 4.589.970) использованы импульсные симметричные стабилитроны 101-103, соединенные с исследуемой жидкостью 199 и проводниками истока (151), стока (152) и подложки (153) ИСПТ 150. Электрический контакт с исследуемой жидкостью 199 достигается при использовании электрода пересчетного устройства (185), который, как показано выше, может быть сделан в соответствии с технологией патента США под номером 4.851.104, включенного здесь выше путем ссылки.

Работу представленной на фиг. 1 примерной защитной схемы можно кратко изложить следующим образом. В случае появления ЭСР можно ожидать, что заряд будет нарастать в исследуемом образце 199 до достижения напряжения туннельного пробоя р-п-перехода.

Полагая, что значение напряжения симметричного стабилитрона существенно меньше, чем напряжение, требуемое для повреждения прибора, как только это напряжение превышается, в любом направлении заряд будет проводиться между электродом 185 пересчетного устройства и истоком, стоком и подложкой ИСПТ, изображенными на фиг. 1. Поскольку дифференциальное напряжение изолятора ограничено напряжением туннельного пробоя р-п-перехода, изолятор и сам ИСПТ-датчик защищены.

Специалистам в данной области техники понятно, что важно расстояние соединения между точкой соприкосновения с жидкостью через стабилитроны 101-103 до проводников истока, стока и подложки. Поскольку продолжительность события ЭСР составляет порядка 30 нс, при скорости, приблизительно соответствующей скорости света, равной 1 футу (0,305 м) за 1 нс, путь между электродом 185 пересчетного устройства и кремниевыми клеммами должна ограничиваться расстоянием порядка 2,4 дюйма ($6{,}1 \cdot 10^{-2}$м). Если это приблизительное расстояние превышено, что для переноса заряда между электродами пересчетного устройства и кремния имеется недостаточно времени, чтобы ограничить поле изолятора 200 В.

Это требование к расстоянию предотвращает возможность размещения стабилитронов снаружи от электрода и служит весьма убедительным фактором в пользу осуществления интеграции либо на кремниевом кристалле, либо в непосредственной близости от него.

Как было показано выше, в патенте США N 4.589.970 Лигтенберга и др. (включенном здесь прежде путем ссылки) описано использование схемы, подобной изображенной на фиг. 1. Включенный здесь патент N 4.589.970 устанавливает также, что вместо симметричных стабилитронов или параллельно с ними можно использовать однонаправленные стабилитроны, конденсаторы, механические переключатели и МОП-транзисторы с высоким пороговым напряжением.

Кроме того, как было показано выше, введенным здесь патентом N 4.589.970 предлагалось также использование дискретных элементов, размещенных в корпусе зонда для образования защитной схемы и (или) объединение схемы на кремниевой подложке ИСПТ.

Как отмечалось в предпосылках создания изобретения, важной проблемой, касающейся объединения описанной во введенном здесь в качестве ссылки патенте N 4.589.970 защитной схемы (и любых подобных схем) на кремниевой подложке ИСПТ, является сложность в создании металлического электрода, который обеспечивает надежный низкоимпедансный контакт с жидкостью.

Во введенном здесь в качестве ссылки патенте N 4.589.970 предлагается использовать алюминиевые или поликремниевые пленки для образования контакта: однако, как отмечалось выше, обе пленки подвержены химическому воздействию во многих из подлежащих измерению с помощью ИСПТ жидкостях.

Альтернативой осаждения пленки, состоящей из благородного металла, предназначенной для контакта, и соответствующих требований в отношении промежуточного слоя, является использование для него таких материалов, как титан или хром, с целью обеспечения хорошего сцепления с подложкой и т.д. (как описывалось выше, наряду с другими проблемами, связанными с использованием

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

контакта из благородных металлов), облегчает задачу отклонения использования в качестве альтернативы благородных металлов.

Вместо этого, в соответствии с одним аспектом изобретения, для обеспечения сопряжения между исследуемой жидкостью и защитной схемой используют средство сопряжения (предпочтительно конденсаторную структуру), сделанное из обычных схемных элементов.

Рассмотрим фиг. 2, которая, как отмечалось выше, изображает защитную схему, включающую в себя предлагаемое изобретением средство сопряжения, объединенное с большинством схемных элементов, подобных описанным со ссылкой на фиг. 1. Оно включает в себя стабилитроны с двухсторонним ограничением 201 и 202, показанные соответственно между средством сопряжения 203 (показанным в виде предпочтительно конденсатора сопряжения, который называется далее сопрягающим конденсатором 203), и истоком 204 и стоком 205; а также однонаправленный стабилитрон 206, показанный расположенным между сопрягающим конденсатором 203 и подложкой (207).

Во время возникновения ЭСР заряд в подлежащей исследованию жидкости (показанной на фиг. 2 позицией 299) накапливается, как описывалось выше в связи с фиг. 1. Сопрягающий конденсатор 203 связывает импульс ЭСР со стабилитронами 201, 202 и 206. Когда напряжения на стабилитронах превысят их напряжения туннельного пробоя р-п-перехода, импульс, в свою очередь, подается на исток, сток и подложку транзистора ИСПТ 250. Поле в области затвора ИСПТ 250 минимизируется.

Основным преимуществом использования конденсатора для обеспечения сопряжения между жидкостью и защитной схемой является то, что отсутствует контактирующий с жидкостью металлический электрод.

Устраняется проблема выбора подходящего контактного металла или комбинации металлов. Другое преимущество использования конденсатора заключается в том, что пути токов утечки постоянного тока, которые могут существовать между жидкостью и истоком, стоком и подложкой ИСПТ через защитную схему, по существу, сокращены.

Обратимся теперь к фиг. 3, на которой показана структура примерного сопрягающего конденсатора (конденсатор 300), который в соответствии с одним аспектом изобретения объединен на кремниевой подложке 340 с другими элементами защиты от ЭСР, показанным на фиг. 2.

В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения, нижний электрод конденсатора 300 (то есть электрод 301) состоит из металлической пленки, осажденной методом распыления. На фиг. 3 металлическая пленка показана подсоединенной к другим схемным элементам на кристалле через межслойный переход, открытый в защитном слое оксида (слой 302), и другие осажденные пленки (слой/слои/303), используемые в качестве химических барьеров. Через химическое окисление или анодирование металлической пленки можно образовать слой оксидной пленки (304) для использования ее в качестве диэлектрика конденсатора. В соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретения исследуемая жидкость 399 находится в контакте в диэлектриком конденсатора.

Рассмотрим теперь фиг. 4, на которой показан способ выполнения на кремниевой подложке 400 соответствующей изобретению структуры ИСПТ и защитной схемы.

На фиг. 4 изображены две борные диффузионные области р+ - типа 401 и 402, служащие в качестве истока и стока, соответственно изображенного ИСПТ. Области 401 и 402, кроме того, служат в качестве анодов для защитных стабилитронов, показанных на фиг. 2. Другие две борные диффузионные области р+ -типа, иллюстрируемые на фиг. 4 (области 403 и 404), служат в качестве анодов и для симметричного и для однонаправленного стабилитронов, которые изображены на фиг. 2.

Катод или фоновая область для стабилитронов обеспечены с помощью фосфорных диффузионных областей п-типа 405 и 406. Выбор поверхностной концентрации лигирующей примести и глубины залегания области п-типа определяет напряжение туннельного пробоя р-п-перехода. Клеммы для истока, стока и подложки транзистора ИСПТ обеспечены на задней стороне подложки.

Специалистам в данной области техники теперь легко понять (со ссылками на фиг. 2 - 4), что в соответствии с одним конкретным аспектом изобретения, устройство, предназначенное для избирательного измерения ионов в жидкости, включает в себя: (а) измерительную схему, включающую в себя химически чувствительный к ионам датчик в форме ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), образованного на кремниевой подложке (где ИСПТ можно образовать так, как показано на фиг. 4); (b) защитную схему от электростатического разряда (ЭСР) (такого типа, как было описано в связи с фиг. 2), интегрированную на подложке (так же, как показано в качестве примера на фиг. 4); и (с) средство сопряжения, объединенное на подложке, предназначенное для обеспечения сопряжения между защитной схемой и жидкостью, отличающееся тем, что средство сопряжения обеспечивает контакт с жидкостью, не открывая пути для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и жидкостью.

На фиг. 3 - 4 можно также видеть, что в соответствии с предпочтительным вариантом осуществления изобретение предполагает процесс, предназначенный для изготовления: (а) конденсатора, служащего в качестве устройства сопряжения между измеряемой жидкостью (типа показанной на фиг. 3 жидкости 309), и (b) защитной схемы, включенной на кристалле ионночувствительного полевого транзистора (ИСПТ) (типа кристалла, показанного на фиг. 4), где микросхема ИСПТ используется для измерения ионов в жидкости, к, кроме того, где микросхема включает в себя кремниевую подложку (показанную, например, в виде подложки 340 на фиг. 3), защитный оксидный слой (302 на фиг. 3) и по меньшей мере один химический барьерный слой (303 на фиг. 3), и

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

диффузионную область p+ - типа (305 на фиг. 3), предназначенную для подсоединения конденсатора к защитной схеме; содержащий в себе этапы: (a) открытия межслойного перехода в защитном слое оксида и по меньшей мере в одном химическом барьерном слое ; (b) осаждения методом распыления металлической пленки на кристалле с целью создания нижнего электрода для конденсатора; (c) соединения пленки с диффузионной областью p+ -типа через межслойный переход; и (d) формирования окиси металлической пленки, служащей в качестве диэлектрика для конденсатора. Все вышеупомянутые этапы были описаны выше в связи с фиг. 3.

Выше были подробно описаны способы, устройство и технология изготовления микросхемы, которые позволяют решить все вышепоставленные задачи. Как показано выше, специалистам в данной области техники должно быть ясно, что приведенное выше описание представлено только для иллюстрации и описания. Оно не предназначено в качестве исчерпывающего описания или ограничения изобретения точно раскрытой формой, и очевидно, что в свете вышеизложенного положения возможно множество модификаций и вариантов.

Приведенные здесь варианты осуществления и примеры были представлены для лучшего понимания принципов настоящего изобретения и его практических применений, обеспечивая тем самым возможность другим специалистам в данной области техники лучше использовать настоящее изобретение в различных вариантах осуществления и с различными модификациями для конкретного рассматриваемого использования.

Следовательно, в свете вышеизложенного должно быть понятно, что прилагаемая формула изобретения предназначена для того, чтобы перекрыть все такие модификации и варианты, которые находятся в пределах истинных объема и сущности притязаний изобретения.

Формула изобретения:

1. Устройство для избирательного измерения ионов в жидкости, содержащее а) измерительную схему, включающую химически чувствительный к ионам датчик в форме ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), сформированного на кремниевой подложке, в) схему защиты от электростатического разряда (ЭСР), объединенную на упомянутой подложке, и с) средство сопряжения, объединенное на упомянутой подложке, выполненное с возможностью сопряжения между упомянутой схемой защиты и упомянутой жидкостью, отличающееся тем, что упомянутое средство сопряжения обеспечивает контакт с упомянутой жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и упомянутой жидкостью.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что упомянутое средство сопряжения дополнительно содержит в себе структуру конденсатора.

3. Устройство по п.2, отличающееся тем, что упомянутая структура конденсатора дополнительно содержит а) электрод, находящийся в электрическом контакте с упомянутой защитной схемой, и в) диэлектрик конденсатора, находящийся в контакте с упомянутым электродом и измеряемой жидкостью.

4. Устройство по п.3, отличающееся тем, что упомянутый электрод представляет собой металлическую пленку.

5. Устройство по п.3, отличающееся тем, что упомянутый диэлектрик конденсатора представляет собой окись упомянутой металлической пленки.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что упомянутая схема защиты дополнительно содержит первый симметричный стабилитрон, расположенный между упомянутым средством сопряжения и истоком упомянутого ИСПТ, второй симметричный стабилитрон, расположенный между упомянутым средством сопряжения и стоком упомянутого ИСПТ, и однонаправленный стабилитрон, расположенный между упомянутым средством сопряжения и упомянутой подложкой.

7. Устройство по п.6, отличающееся тем, что упомянутое средство сопряжения дополнительно содержит в себе структуру конденсатора.

8. Устройство для защиты от электростатического разряда (ЭСР) для основанного на ионно-селективном полевом транзисторе (ИСПТ) измерительного прибора, используемого для измерения ионного коэффициента активности в жидкости, содержащее а) схему защиты от ЭСР, изготовленную на кремниевой подложке, включающую а1) первый симметричный стабилитрон, подсоединенный к истоку упомянутого ИСПТ, а2) второй симметричный стабилитрон, подсоединенный к стоку упомянутого ИСПТ, и а3) однонаправленный стабилитрон, подсоединенный к упомянутой подложке, и в) средство сопряжения, объединенное на упомянутой подложке вместе с упомянутой схемой защиты от ЭСР, предназначенное для обеспечения сопряжения между упомянутой схемой защиты и упомянутой жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и упомянутой жидкостью.

9. Устройство по п.8, отличающееся тем, что упомянутое средство сопряжения соединено последовательно с каждым из упомянутого первого симметричного стабилитрона, упомянутого второго симметричного стабилитрона и упомянутого однонаправленного стабилитрона.

10. Устройство, предназначенное для обеспечения защиты от электростатического разряда (ЭСР) для основанной на ионно-селективном полевом транзисторе (ИСПТ) микросхемы датчика, используемой для измерения ионного коэффициента активности в исследуемом образце жидкости, содержащее а) средство, предназначенное для переноса заряда, накопленного в упомянутом исследуемом образце жидкости в результате события ЭСР, в исток, сток и подложку упомянутого ИСПТ, и в) средство сопряжения, объединенное в упомянутой микросхеме вместе с упомянутым средством, предназначенным для переноса заряда, для обеспечения сопряжения между упомянутой схемой защиты и упомянутой жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и упомянутой жидкостью.

11. Устройство по п.10, отличающееся

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1

тем, что упомянутое средство сопряжения дополнительно содержит в себе структуру конденсатора.

12. Способ обеспечения защиты от электростатического разряда (ЭСР) для основанных на ионно-селективном полевом транзисторе (ИСПТ) избирающих ионы электродов, содержащий в себе этапы: а) формируют схему ИСПТ на кремниевом кристалле, в) объединяют схему защиты на упомянутом кристалле, на котором сформирован упомянутый ИСПТ, и с) объединяют на упомянутом кристалле устройство сопряжения между упомянутой схемой защиты и упомянутой жидкостью, отличающийся тем, что упомянутое устройство сопряжения обеспечивает контакт с упомянутой жидкостью, не открывая путей для токов утечки постоянного тока между ИСПТ и упомянутой жидкостью.

13. Способ по п.12, отличающийся тем, что устройство сопряжения, объединенное на упомянутом кристалле, представляет собой структуру конденсатора.

14. Способ изготовления конденсатора, служащего в качестве устройства сопряжения между измеряемой жидкостью и защитной схемой, включенной в микросхему ионно-селективного полевого транзистора (ИСПТ), отличающийся тем, что упомянутая микросхема ИСПТ используется для измерения ионов в упомянутой жидкости, и дополнительно тем, что упомянутая микросхема включает в себя кремниевую подложку, защитный слой оксида и по меньшей мере один химический барьерный слой и диффузионную область p+ - типа, предназначенную для подсоединения упомянутого конденсатора к упомянутой схеме защиты, содержащий этапы: а) осуществляют открывание межслойного перехода в упомянутом защитном слое оксида и упомянутом по меньшей мере одном химическом барьерном слое, в) осаждают методом распыления металлической пленки на упомянутом кристалле для создания нижнего электрода для упомянутого конденсатора, с) подсоединяют упомянутую пленку к упомянутой диффузионной области p+ - типа через упомянутый межслойный переход, и d) формируют окись упомянутой металлической пленки, служащей в качестве диэлектрика для упомянутого конденсатора.

15. Способ по п.14, отличающийся тем, что упомянутый этап формирования окиси осуществляют путем химического окисления упомянутой металлической пленки.

16. Способ по п.14, дополнительно отличающийся тем, что упомянутый этап формирования окиси осуществляют путем анодирования упомянутой металлической пленки.

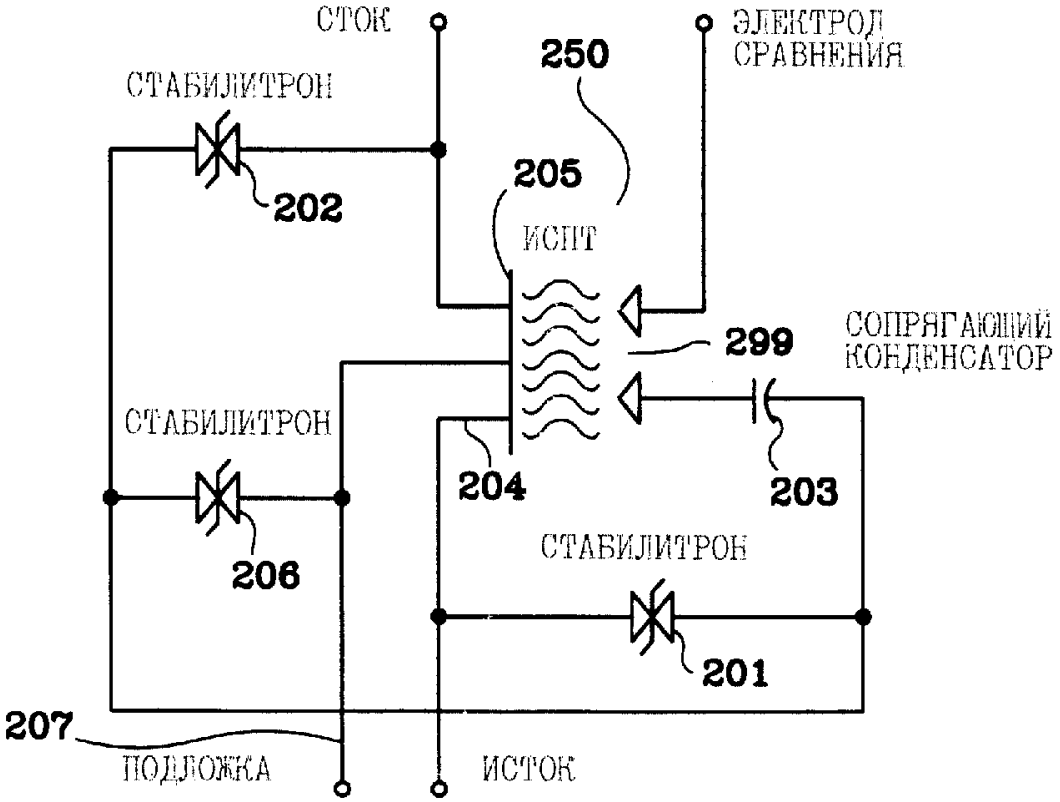
17. Способ для обеспечения защиты от электростатического разряда (ЭСР) для основанной на ионно-селективном транзисторе (ИСПТ) микросхеме датчика, используемого для измерения ионного коэффициента активности в исследуемом образце жидкости, содержащий в себе этапы: а) осуществляют накопление заряда в упомянутом исследуемом образце во время протекания ЭСР, и в) переносят накопленный в упомянутом исследуемом образце жидкости заряд, в результате упомянутого явления ЭСР, одновременно в исток, сток и подложку упомянутого ИСПТ.

18. Устройство для обеспечения защиты от электростатического разряда (ЭСР), основанной на ионно-селективном полевом транзисторе (ИСПТ) микросхемы датчика, используемого для измерения ионного коэффициента активности в исследуемом образце жидкости, содержащее а) средство, предназначенное для накапливания заряда в упомянутом исследуемом образце во время явления ЭСР, и в) средство, предназначенное для переноса заряда, накопленного в упомянутом исследуемом образце жидкости в результате упомянутого явления ЭСР, в исток, сток и подложку упомянутого ИСПТ.

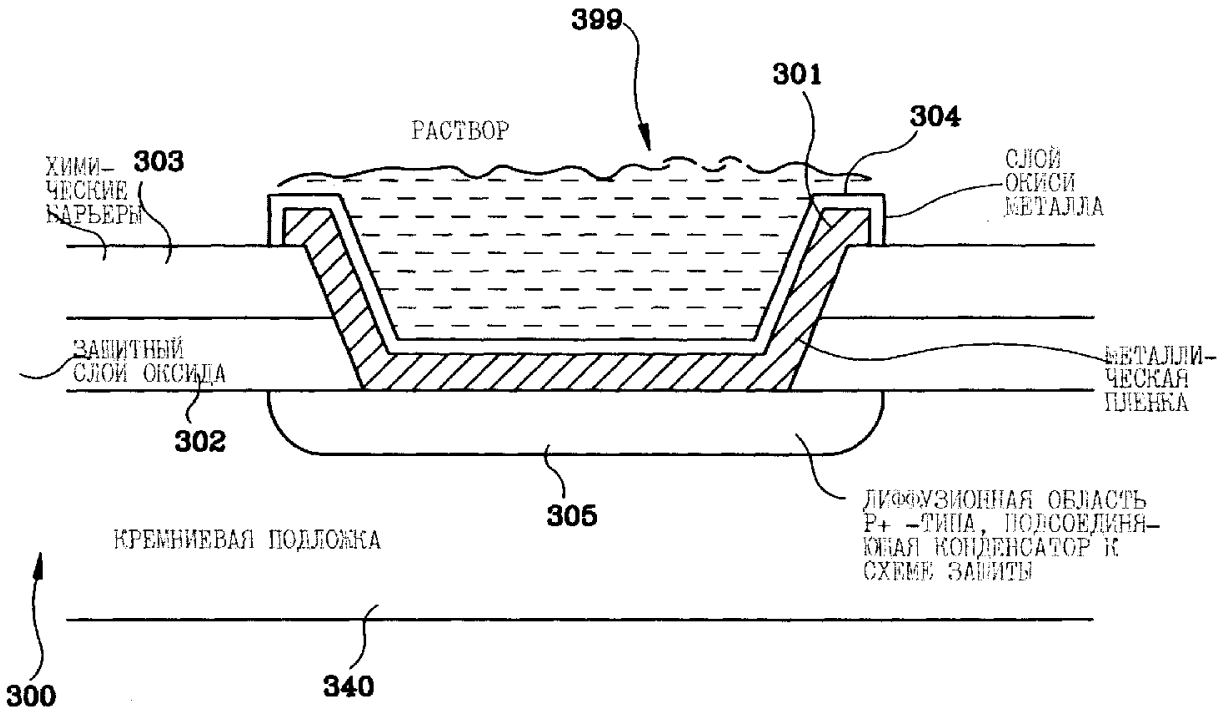
19. Устройство по п. 18, отличающееся тем, что упомянутое средство, предназначенное для накапливания заряда, и упомянутое средство, предназначенное для переноса заряда, объединены в упомянутой микросхеме.

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1



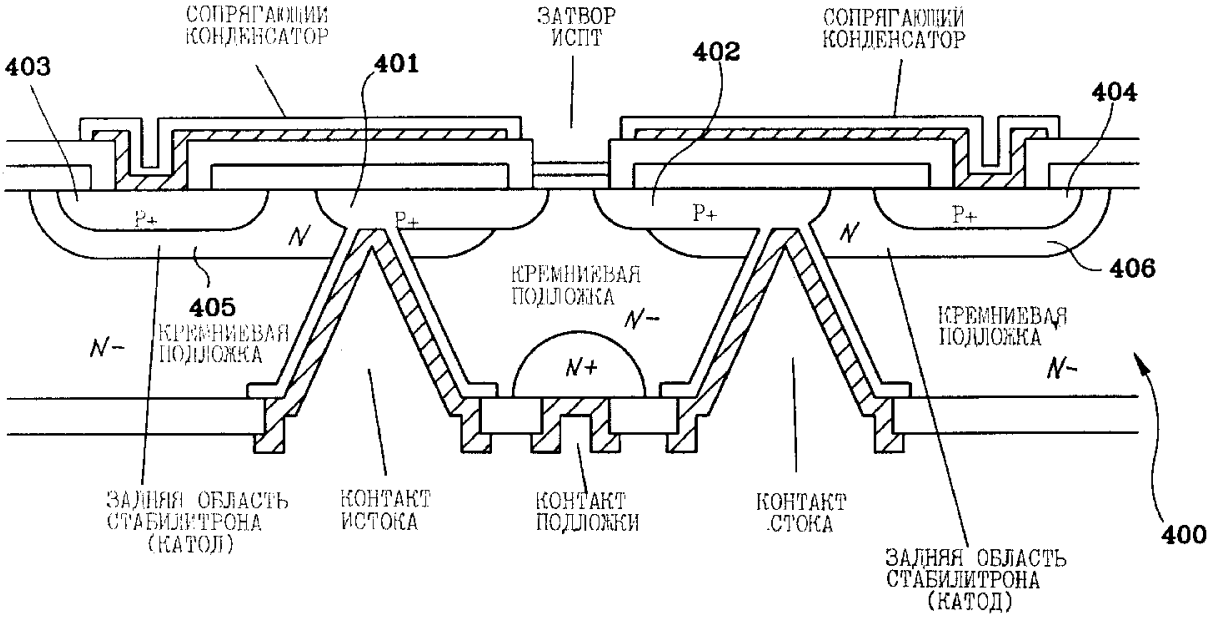
Фиг.2



Фиг.3

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1



Фиг.4

RU 2134877 C1

RU 2134877 C1