



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 152 108** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) МПК⁷ **H 01 L 21/28**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98115928/28, 20.08.1998

(24) Дата начала действия патента: 20.08.1998

(46) Дата публикации: 27.06.2000

(56) Ссылки: RU 2034364 C1, 30.04.1995. Достанко А.П. и др. Пленочные токопроводящие системы СБИС. - Минск: Высшая школа. 1989, с.238. Громов Д.Г. и др. Свойства контактной системы TiN/CoSi₂// Изв.вузов. Электроника. 1998, N 1, с.24-30. EP 0128304 A1, 19.12.1984.

(98) Адрес для переписки:
103460, Москва, Зеленоград, 1-й Западный пр-д 12, стр.1, АОТ "НИИМЭ и завод "Микрон"

(71) Заявитель:

Акционерное общество открытого типа "НИИМЭ и завод "Микрон",
Московский государственный институт электронной техники

(72) Изобретатель: Громов Д.Г., Мочалов А.И., Пугачевич В.П., Сулимин А.Д., Сулимина М.А., Горнев Е.С., Евдокимов В.Л., Просий А.Д.

(73) Патентообладатель:

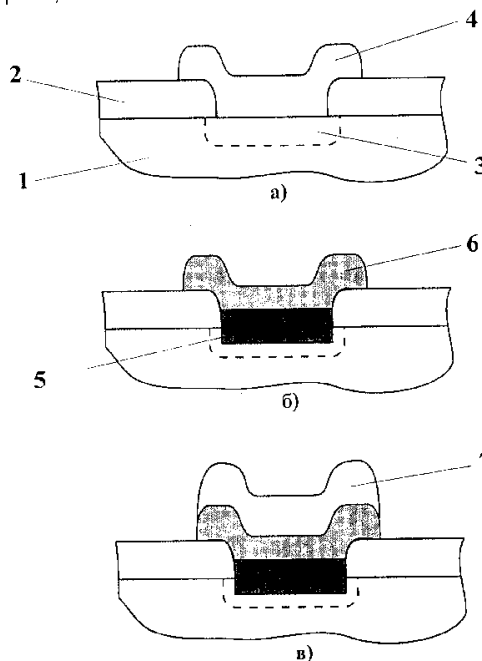
Акционерное общество открытого типа "НИИМЭ и завод "Микрон",
Московский государственный институт электронной техники

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА

(57) Реферат:

Использование: в электронной технике для изготовления выпрямляющих и омических контактов к мелкозалегающим р-п переходам и межсоединений. Сущность изобретения: на кремниевую подложку, в которой известными методами сформированы активные области и контактные окна в слое диэлектрика, маскирующем поверхность кремниевой подложки, наносят пленку трехкомпонентного сплава, первый компонент которого металл VIII группы Периодической системы (Co, Ni, Pt и др), второй - металл IV-VI группы (Ti, Ta, W), а третий - или бор, или углерод, или азот. Затем производят термообработку при температуре 500-1000°C в вакууме или в атмосфере азота, аммиака или нейтрального газа. После этого селективным травителем удаляют пленку сплава с поверхности диэлектрика, минимально затрагивая пленки в области контактного окна, в результате чего самосовмещенно формируют не только контактный слой силицида, но и слой диффузионного барьера. Далее формируют токоведущую разводку. Техническим результатом изобретения является упрощение технологии, расширение технологических возможностей реализации, повышение выхода годных изделий. 16 з.п.

ф-лы, 4 ил.



Фиг. 1

RU 2 152 108 C1

RU 2 152 108 C1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 152 108** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁷ **H 01 L 21/28**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98115928/28, 20.08.1998

(24) Effective date for property rights: 20.08.1998

(46) Date of publication: 27.06.2000

(98) Mail address:
103460, Moskva, Zelenograd, 1-j Zapadnyj
pr-d 12, str.1, AOOT "NIIMEh i zavod "Mikron"

(71) Applicant:
Aksionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
"NIIMEh i zavod "Mikron",
Moskovskij gosudarstvennyj institut
ehlektronnoj tekhniki

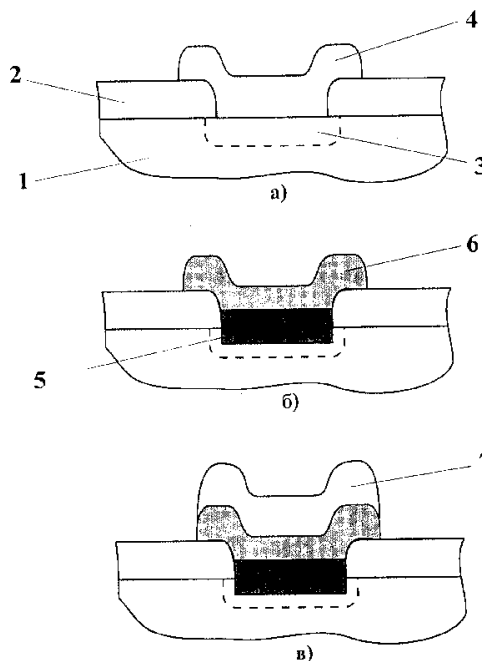
(72) Inventor: Gromov D.G.,
Mochalov A.I., Pugachevich V.P., Sulimin
A.D., Sulimina M.A., Gornev E.S., Evdokimov
V.L., Prosij A.D.

(73) Proprietor:
Aksionernoe obshchestvo otkrytogo tipa
"NIIMEh i zavod "Mikron",
Moskovskij gosudarstvennyj institut
ehlektronnoj tekhniki

(54) **METHOD FOR MANUFACTURING OF SEMICONDUCTOR INSTRUMENT**

(57) Abstract:

FIELD: electronic equipment for manufacturing of rectifying and resistance contacts to shallow p-n junctions and interface junctions. SUBSTANCE: method involves generation of active regions and contact windows in dielectric layer, which masks surface of silicon substrate. Goal of invention is achieved by application of three-component alloy film, which contains VIII group metal (Co, Ni, Pt, etc.), IV-VI group metal (Ti, Ta, W), and either of boron, carbon or nitrogen. Then, method involves heat processing under 500-1000 C in vacuum or nitrogen, ammonia or neutral gas, subsequent selective etching of alloy film from dielectric surface with minimal effect on films about contact winding. This results in self-aligned production of not only contact silicide layer, but also diffusion barrier layer. EFFECT: simplified manufacturing, increased functional capabilities, increased output quality rate. 17 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2 1 5 2 1 0 8 C 1

RU 2 1 5 2 1 0 8 C 1

Изобретение относится к электронной технике, более конкретно - к технологии производства интегральных схем (ИС) на кремнии, и может быть использовано для изготовления выпрямляющих и омических контактов к мелкозалегающим p-n переходам и межсоединений.

Известны способы изготовления контактных систем, содержащих внутренний (контактный к кремнию) слой силицида переходного металла (Ti, Pt, Co) и внешний диффузионно-барьерный слой соединения переходного металла (например, TiN) [1]. Основным недостатком указанных способов является то, что при создании контактов проводят многостадийный, поэтапный процесс формирования вначале контактного слоя силицида путем нанесения и последующего отжига пленки металла, затем процесс нанесения пленки нитрида тугоплавкого металла с целью формирования диффузионного барьера. Этот недостаток становится особенно значимым при уменьшении размеров элементов до субмикронных, когда проведение большого числа литографических процессов накапливают ошибку совмещения, что может привести к закорачиванию соседних активных областей.

Известны способы самосовмещенного формирования контактного силицидного слоя, которые лишь частично решают эту проблему. Суть этих способов заключается в том, что сначала проводят нанесение и последующий отжиг пленки переходного металла. Благодаря селективному взаимодействию пленки металла с кремнием и образованию силицида только в области контактного окна далее проводят селективное удаление (жидко-химическим или "сухим" методами) непрореагировавшей пленки металла, в результате чего остается только слой силицида на дне контактного окна [2, 3].

Наиболее близким по технической сущности является способ [4], который реализуется следующим образом. Путем реактивного ионно-плазменного нанесения на кремниевой подложке формируют слой сплава металла VIII группы (кобальта), тугоплавкого металла (титана) и азота. Далее формируют топологический рисунок контактной системы. С помощью термообработки в контактном окне одновременно формируют диффузионно-барьерный (TiN) и контактный к кремнию силицидный (CoSi₂) слои. После этого формируют токоведущую разводку. Недостатком способа [4] является тот факт, что для создания топологического рисунка требуется литографический процесс. Необходимость проведения литографии усложняет технологию и снижает коэффициент выхода годных изделий особенно при переходе к субмикронным размерам элементов сверхбольших интегральных схем (СБИС), когда даже небольшая ошибка совмещения на операции литографии оказывается существенной.

На фиг. 1 представлено схематическое изображение стадий способа [4], где первая стадия - нанесение пленки сплава Ti-Co-N на подложку кремния 1 со вскрытыми в маскирующем диэлектрике 2 контактными окнами к активным областям 3 и формирование топологического рисунка

контактной системы 4 (фиг. 1а), вторая стадия - формирование посредством термообработки контактного слоя 5 силицида CoSi₂ и диффузионно-барьерного слоя 6 TiN (фиг. 1б), третья стадия - формирование токоведущей разводки 7.

Способ по патенту РФ N 2034364 является наиболее близким к заявляемому изобретению и выбирается в качестве прототипа.

Технический результат, полученный в изобретении, - упрощение технологии, расширение технологических возможностей реализации, повышение выхода годных изделий.

Результат достигается тем, что в способе изготовления полупроводникового прибора, включающем формирование на кремниевой подложке активных областей, маскирование, вскрытие контактных окон к активным областям, химическую обработку, нанесение пленки сплава, один из компонентов которого является металлом VIII группы Периодической системы элементов (ПСЭ), второй компонент - металл IV-VI группы и третий - или бор, или углерод, или азот, одновременное формирование в области контактного окна контактного силицидного слоя и диффузионно-барьерного слоя с помощью термообработки и травления, формирование токоведущей разводки, после нанесения пленки сплава проводят термообработку и селективное травление материала пленки, расположенного на маскирующем диэлектрике, минимально затрагивая материал пленки в области контактного окна.

Это позволяет упростить технологию, расширить технологические возможности реализации, повысить выход годных изделий за счет того, что литографический процесс для создания топологического рисунка контактной системы не нужен, поскольку, если термообработку пленки сплава, располагающейся на кремнии и на маскирующем диэлектрике, проводить после нанесения, процесс возникновения двухслойной структуры протекает только там, где пленка контактирует с кремнием, и не происходит там, где пленка расположена на диэлектрике, что создает фазовый контраст и дает возможность селективно удалить пленку с диэлектрика, не затронув пленку в области контактного окна. В результате самосовмещенно формируется не только контактный переходный слой силицида, но и диффузионно-барьерный слой поверх него без использования фотолитографии.

Целесообразно нанесение производить в устройствах с дополнительной ионизацией пленкообразующих компонентов и с подачей высокочастотного смещения на подложку, поскольку в этом случае достигается равномерное заполнение дна контактного окна материалом сплава, что особенно важно при субмикронных размерах, когда толщина маскирующего диэлектрика, в котором вскрыто контактное окно, больше, чем размер самого окна.

Предпочтительно нанесение пленки сплава проводить при температуре подложки в диапазоне 20 - 500°C. Как показали эксперименты, процесс нанесения пленки сплава вполне можно проводить на подложку, температура которой - комнатная (~20 °C).

Однако нагрев подложки позволяет инициировать более полное связывание металла IV-VI группы с неметаллом в соединении, чтобы, как уже отмечалось, предотвратить образование интерметаллических соединений металла VIII группы с металлом IV-VI группы, которые блокируют процесс формирования двухслойной структуры. В случае нагрева подложки в процессе нанесения необходимость двухстадийного отжига отпадает.

При нанесении пленки сплава методом физического осаждения из газовой фазы целесообразно проводить предварительную плазменную зачистку Si в контактном окне в режиме удаления SiO₂ с селективностью по отношению к Si \geq 50, что обусловлено невозможностью полного удаления естественного оксида с поверхности контактного окна с помощью традиционной жидкостной обработки в буферном растворе HF и большой скоростью повторного окисления поверхности кремния после удаления естественного оксида, а удаление естественного оксида in situ позволяет получить наиболее чистую поверхность кремния в контактном окне. Величина селективности обусловлена нежелательностью локального подтрав кремния в контактном окне, проявляющегося впоследствии в неоднородном взаимодействии металла VIII группы с кремнием и формировании огрубленной межфазной границы силицид/кремний, которая ответственна за электрофизические параметры прибора.

Можно нанесение пленки сплава осуществлять в плазме инертного газа (аргона, криптона) путем распыления мишени, содержащей металл VIII группы, металл IV-VI группы и элемент из группы бор, углерод, азот, поскольку в этом случае достигается очень высокая воспроизводимость состава пленки сплава. Процесс же нанесения в реактивной плазменной среде, содержащей элемент из указанных неметаллов, является нелинейным, что проявляется в возможном сильном изменении состава пленки при небольшом изменении концентрации неметалла в плазме, поэтому данный процесс требует особых средств контроля плазменной среды.

Также можно нанесение пленки сплава осуществлять из мишени, содержащей металл VIII группы и металл IV-VI группы, с использованием плазмообразующей среды, содержащей пленкообразующие компоненты из группы бор, углерод, азот, так как изготовление мишеней, содержащих все компоненты сплава, является весьма трудной и дорогостоящей задачей.

Желательно соотношение компонентов сплава варьировать в пределах $y = (0,1 - 1)x$, $z = (0,4 - 1,5)x$, где x - количество металла IV-VI группы, y - количество металла VIII группы, z - количество бора, или углерода, или азота. Количество металла VIII группы по отношению к количеству металла IV-VI группы выбирается из необходимости получения слоя силицида металла VIII группы заданной протяженности. Нижняя граница обусловлена тем, что при более низких соотношениях процесс твердофазного синтеза двухслойной структуры не

происходит, а верхняя - тем, что при более высоких концентрациях толщина кремния, потребляемая при взаимодействии с металлом VIII группы на образование силицида, становится сравнима с глубиной залегания p-n перехода и возникает опасность его закорачивания. Пределы соотношения неметалла и металла IV-VI группы определяются, с одной стороны, необходимостью выполнения условия реализации процесса твердофазного синтеза двухслойной структуры - наличие твердого раствора на основе металла VIII группы в исходной пленке сплава [5], что достигается связыванием металла IV-VI группы с неметаллом в химическое соединение, с другой стороны, необходимостью получения наиболее эффективного диффузионного барьера на основе соединения металла IV-VI группы с неметаллом.

Целесообразно, чтобы пленка сплава помимо указанных компонентов содержала кислород в количестве $w = (0,01 - 0,1)$, x , где x - количество металла IV-VI группы, w - количество кислорода, поскольку известно, что небольшое содержание кислорода в соединении металла IV-VI группы или с бором, или с углеродом, или с азотом улучшает диффузионно-барьерные свойства соединения, однако количество кислорода большее, чем указанный верхний предел сказывается на электропроводности данного соединения, существенно снижая ее.

Целесообразно термообработку проводить в вакууме при температуре 500-1000°C в течение 1-30 мин. Выбор указанного температурного диапазона обусловлен тем, что температуры взаимодействия между металлом VIII группы ПСЭ в составе сплава и кремнием различны для различных металлов VIII группы и при различных концентрациях компонентов сплава. Так, например, температура образования Pd₂Si в зависимости от состава сплава Pd-W варьируется в диапазоне 200-700°C [5]. А оптимальная температура образования CoSi₂ из пленки Ti₅₁Co₁₉N₃₀ - это 850°C [6]. Проведение термообработки в вакууме связано с необходимостью контроля концентрации кислорода в пленке, поскольку металлы IV-VI групп активно взаимодействуют с кислородом, образуя оксиды, концентрация которых должна ограничиваться, так как они увеличивают сопротивление токоведущих слоев.

Предпочтительно термообработку проводить в едином вакуумном цикле с процессом нанесения, что исключает загрязнение поверхности пленки примесными частицами, содержащимися в окружающей атмосфере, и исключает наличие межоперационного времени между нанесением и термообработкой.

Можно термообработку проводить методом быстрого термического отжига при $T = 600 - 1200^\circ\text{C}$ в течение 1 - 60 с. Метод быстрого термического отжига в настоящее время нашел широкое применение в технологии СБИС, поскольку кратковременность теплового воздействия, во-первых, обеспечивает получение слоя силицида с малой глубиной проникновения в кремниевую подложку, что исключает закорачивание мелкозалегающего p-n

перехода, во-вторых, исключает размытие профиля легирующей примеси активных областей приборов. Скорость протекания процесса твердофазного синтеза двухслойной структуры из пленки сплава определяется процессом диффузии атомов металла VIII группы к межфазной границе с кремнием, где происходит реакция силицидообразования. Поэтому температурный диапазон отжига сдвигается в сторону увеличения, чтобы снять диффузионное ограничение (увеличить скорость) процесса формирования двухслойной структуры.

Также можно термообработку осуществлять при атмосферном давлении в атмосфере либо азота, либо инертного газа, либо водорода, либо аммиака, так как длительность в целом операции отжига сократится, поскольку процесс откачки, если термообработка проводится в вакууме, занимает значительное время.

Желательно термообработку осуществлять в две стадии: 1 стадия - низкотемпературная при 250 - 500 °С, 2 стадия - высокотемпературная при 500 - 1200 °С. Роль низкотемпературной стадии заключается в необходимости наиболее полного связывания металла IV-VI группы с неметаллом в соединении, чтобы предотвратить образование интерметаллических соединений металла VIII группы с металлом IV-VI группы, которые блокируют процесс формирования двухслойной структуры [7].

Можно селективное травление осуществлять в жидкостном травителе, который содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII группы ПСЭ, что обусловлено обеднением верхней части материала пленки в области контактного окна металлом VIII группы, в то время как он остается в материале пленки, расположенной на маскирующем диэлектрике.

Целесообразно использовать селективный травитель, который содержит:

- HCl - 1 - 3 объемные части,
- H₂O₂ - 10 - 15 объемных частей,
- H₂O - 5 объемных частей,

что обусловлено достижением при указанных соотношениях наибольшей селективности травления материала пленки на маскирующем диэлектрике (10 - 20) по отношению к материалу пленки в области контактного окна.

Предпочтительно селективное травление проводить при температуре травителя 50 - 100 °С, что обусловлено достижением в данном температурном диапазоне также наибольшей селективности травления материала пленки на маскирующем диэлектрике (10 - 20) по отношению к материалу пленки в области контактного окна.

Также можно селективное травление проводить плазмохимическим методом с использованием плазменной среды, которая содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII группы ПСЭ, по причине, указанной выше.

Отличительными от прототипа признаками настоящего изобретения являются следующие признаки:

- после нанесения пленки сплава проводят

термообработку и селективное травление материала пленки, расположенного на маскирующем диэлектрике, сохраняя материал пленки в области контактного окна;

5 - нанесение производят в устройствах с дополнительной ионизацией

пленкообразующих компонентов и подачей высокочастотного смещения на подложку;

10 - в одном из вариантов нанесение пленки сплава проводят при температуре подложки в диапазоне 20 - 500 °С;

- в другом нанесение пленки сплава производят с предварительной плазменной зачисткой Si в контактном окне в режиме удаления SiO₂ с селективностью по отношению к Si ≥ 50;

15 - в качестве материала мишеней используют сплав, содержащий металл VIII группы, металл IV-VI группы и элемент из группы бор, углерод, азот, кислород;

- в качестве материала мишеней используют сплав, содержащий металл VIII группы и металл IV-VI группы, а в состав плазмообразующей среды входит элемент из группы бор, углерод, азот, кислород;

20 - соотношение компонентов сплава варьируют в пределах

$$y = (0,1 - 1)x$$

$$z = (0,4 - 1,5)x,$$

25 где x - количество металла IV-VI группы, y - количество металла VIII группы, z - количество бора, углерода, азота или кислорода;

30 - в одном из вариантов пленка сплава помимо указанных компонентов содержит кислород в количестве

$$w = (0,01 - 0,1)x$$

35 где x - количество металла IV-VI группы, w - количество кислорода.

- в одном из вариантов термообработку проводят в вакууме при температуре 500 - 1000 °С в течение 1 - 30 мин;

40 - в другом варианте термообработку проводят в едином вакуумном цикле с процессом нанесения;

- в следующем варианте термообработку проводят методом быстрого термического отжига при T = 500 - 1200 °С в течение 1 - 60 с;

45 - в другом варианте термообработку осуществляют при атмосферном давлении в атмосфере либо азота, либо инертного газа, либо водорода, либо аммиака;

- в еще одном варианте термообработку осуществляют в две стадии; 1 стадия - низкотемпературная при 250 - 500 °С, 2 стадия - высокотемпературная при 500 - 1200 °С;

50 - селективное травление осуществляют в жидкостном травителе, который содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII группы ПСЭ;

55 - в качестве селективного травителя используют раствор, содержащий:

HCl - 1 - 3 объемных части,

H₂O₂ - 10 - 15 объемных частей,

H₂O - 5 объемных частей

60 - в одном из вариантов селективное травление проводят при температуре травителя 50 - 100 °С;

- в другом варианте селективное травление проводят плазмохимическим методом с использованием плазменной среды, которая содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII

группы ПСЭ;

Согласно изобретению заявляемый способ изготовления полупроводникового прибора реализуется следующим образом;

1) нанесение на кремниевую подложку, маскированную диэлектриком со вскрытыми в нем окнами к активным областям, пленки трехкомпонентного сплава, первый компонент которого - металл VIII группы Периодической системы (Co, Ni, Pt и др.), второй - металл IV-VI группы (Ti, Ta, W и др.), а третий - бор, углерод, азот или кислород;

2) термообработка подложки с нанесенной пленкой сплава при температуре 500-1200°C в вакууме или в атмосфере азота, аммиака или нейтрального газа;

3) селективное травление пленки сплава жидкостным или "сухим" методами;

4) последующее формирование токопроводящих слоев.

В предлагаемом способе имеет место упрощение технологии, расширение технологических возможностей, повышение выхода годных изделий за счет того, что нанесение пленки сплава, термообработка и селективное травление материала пленки на маскирующем диэлектрике позволяет одновременно и самосовместно сформировать контактную систему, включающую контактный силицидный слой и диффузионно-барьерный слой, что исключает ошибку совмещения, возникающую на операции литографии.

На фиг. 2 представлена схема способа по пп. 1-1б, где

а) - структура после нанесения пленки сплава;

б) - структура после термообработки;

в) - структура после селективного травления.

Заявляемый способ включает в себя стадии формирования:

1) нанесение (методом физического осаждения из газовой фазы) на поверхность кремниевой подложки 1, маскированную диэлектриком 2 со вскрытыми в нем окнами к активным областям 3, пленки трехкомпонентного сплава 4, первый компонент которого - металл VIII группы Периодической системы (Co, Ni, Pt и др.), второй - металл IV-VI групп (Ti, Ta, W и др.), а третий - бор, углерод, азот или кислород (фиг. 2а);

2) термообработка подложки с нанесенной пленкой сплава при температуре 500-1200°C в вакууме или в атмосфере азота, аммиака или нейтрального газа, в результате которой на дне контактного окна формируется силицидный слой 5 металла VIII группы ПСЭ, а верхняя часть пленки, обедненная металлом VIII группы в области контактного окна, превращается в слой 6, состоящий в основном из химического соединения металла IV-VI групп с бором, углеродом, азотом или кислородом, в то время как слой 7, расположенный на маскирующем диэлектрике, содержит металл VIII группы в прежнем количестве (фиг. 2б);

3) селективное травление пленки сплава жидкостным или "сухим" методами, которое приводит к удалению материала пленки 7 на маскирующем диэлектрике (фиг. 2в);

4) последующее формирование токопроводящих слоев.

Пример. Предлагаемый способ

изготовления самосовмещенной контактной системы кремниевых микросхем реализован следующим образом на примере системы Ti-Co-N (Ti - металл IV группы, Co - металл VIII группы, N - третий компонент).

Нанесение пленки сплава Ti-Co-N толщиной 100 нм осуществлялось методом физического осаждения из газовой фазы из мозаичной мишени Ti-Co в смеси Ag + N₂.

Режимы процесса нанесения пленок сплава:

- давление остаточных газов в рабочей камере установки не выше $6,5 \cdot 10^{-4}$ Па

- давление рабочего газа (Ag + N₂) $6,5 \cdot 10^{-4}$ Па

- напряжение на мишени 500 В

- ток мишени 1-2 А

- скорость нанесения пленок сплава 0,2-0,25 нм/с

- температура подложки 20°C

Отжиг структур с пленками сплавов осуществлялся в вакууме $P < 1,3 \cdot 10^{-3}$ Па в диапазоне 750-850°C с использованием печи резистивного нагрева, время отжига составляло 60 - 1200 с.

Для исследований применялись методы рентгеновского дифракционного анализа (РДА) (дифракция на отражение по Бреггу-Брентано), растровой электронной микроскопии (РЭМ).

На фиг. 3а, б представлены РДА спектры отожженной пленки сплава на Si и SiO₂ соответственно.

На фиг. 4 представлены микрофотографии, полученные растровой электронной микроскопией, где

а) - микрофотография скола структуры после термообработки;

б) - микрофотография структуры сверху после завершения селективного травления;

в) - микрофотография скола структуры после частичного селективного травления;

г) - микрофотография скола структуры после завершения селективного травления.

Сравнение РДА спектров (фиг. 3а, 3б) показывает, что отличие фазового состава пленки на SiO₂ заключается в наличии фазы кобальта (или твердого раствора на его основе) (фиг. 3б), в то время как из-за обеднения кобальтом верхней части пленки на Si эта фаза отсутствует (фиг. 3а). Таким образом, для того чтобы обеспечить селективное травление пленки, расположенной на диэлектрике, составной частью травящей смеси (при жидкостном или сухом травлении) должен быть компонент, травящий кобальт.

Селективное травление осуществляли жидкостным методом в растворе HCl: H₂O₂: H₂O. Время травления контролировалось по моменту удаления материала пленки с маскирующего диэлектрика и размеру выступа, расположенного на маскирующем диэлектрике в области контактного окна.

На фотографии исходной структуры (фиг. 4а) хорошо видна межфазная граница, которая оказывается расположенной над диэлектриком. Анализ микрофотографий на фиг. 4б - 4г позволяет заключить, что после травления пленка осталась как на поверхности контактного окна, так и на его боковых стенках и к близлежащей к окну области диэлектрика. Размер выступа слоя,

оставшегося на диэлектрике, является контролируемой величиной и зависит от температуры и продолжительности отжига, а также от времени травления (фиг. 4в, 4г).

Источники информации

1. Достанко А. П., Баранов В.В., Шаталов В.В. Пленочные токопроводящие системы СБИС. Минск.: Высшая школа. 1989, - 238 с.

2. Lai F.S., Sun Y.C., Dhong S.H.//IEEE Trans. Electron Devices. - 1986. - Vol. ED-33, - P. 345-353.

3. Патент ФРГ N 4401341, H 01 L 21/285, 1996.

4. Патент РФ N 2034364, H 01 L 21/28, 1995.

5. Tu K. N. Shallow and parallel silicide contacts // J. Vac. Techn. - 1981. Vol. 19, N 3. - P. 766-777.

6. Громов Д.Г., Мочалов А.И., Пугачевич В.П. Свойства контактной системы TiN/CoSi₂, сформированной твердофазным синтезом из пленки сплава Ti-Co-N // Известия вузов. Электроника. - 1998. N 1. - с. 24-30.

7. Study of phase separation in Ti-Co-N thin films on silicon substrate / D. G. Gromov, Mochalov A.I., Pugachevich V.P. et al. // Appl. Phys. A. - 1997. Vol. 64. - P. 517 - 521.

Формула изобретения:

1. Способ изготовления полупроводникового прибора, включающий формирование на кремниевой подложке активных областей, маскирование, вскрытие контактных окон к активным областям, химическую обработку, нанесение пленки сплава, один из компонентов которого является металлом VIII группы Периодической системы элементов (ПСЭ), второй компонент - металл IV - VI группы и третий - или бор, или углерод, или азот, одновременное формирование в области контактного окна контактного силицидного слоя и диффузионно-барьерного слоя с помощью термообработки и травления, формирование токоведущей разводки, отличающийся тем, что после нанесения пленки сплава проводят термообработку и селективное травление материала пленки, расположенного на маскирующем диэлектрике, минимально затрагивая материал пленки в области контактного окна.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что нанесение производят в устройствах с дополнительной ионизацией пленкообразующих компонентов и подачей высокочастотного смещения на подложку.

3. Способ по пп. 1 и 2, отличающийся тем, что нанесение пленки сплава проводят при температуре подложки в диапазоне 20 - 500 °С.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение пленки сплава производят методом физического осаждения из газовой фазы с предварительной плазменной зачисткой Si в контактном окне в режиме удаления SiO₂ с селективностью по

отношению к Si ≥ 50 .

5. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение пленки сплава осуществляют в плазме инертного газа (аргона, криптона) путем распыления мишени, содержащей металл VIII группы, металл IV - VI группы и элемент из группы бор, углерод, азот.

6. Способ по п.1, отличающийся тем, что нанесение пленки сплава осуществляют из мишени, содержащей металл VIII группы и металл IV - VI группы, с использованием плазмообразующей среды, содержащей пленкообразующие компоненты из группы бор, углерод, азот.

7. Способ по п.1, отличающийся тем, что соотношение компонентов сплава варьируют в пределах $y = (0,1 - 1)x$, $z = (0,4 - 1,5)x$, где x - количество металла IV - VI группы, y - количество металла VIII группы, z - количество или бора, или углерода, или азота.

8. Способ по пп. 1, 5 - 7, отличающийся тем, что пленка сплава помимо указанных компонентов содержит кислород в количестве $W = (0,01 - 0,1)x$, где x - количество металла IV - VI группы, W - количество кислорода.

9. Способ по п.1, отличающийся тем, что термообработку проводят в вакууме при температуре 500 - 1000°С в течение 1 - 30 мин.

10. Способ по п.1, отличающийся тем, что термообработку проводят в едином вакуумном цикле с процессом нанесения.

11. Способ по пп. 1, 9, отличающийся тем, что термообработку проводят методом быстрого термического отжига при $T = 500 - 1200^\circ\text{C}$ в течение 1 - 60 с.

12. Способ по пп.1, 11, отличающийся тем, что термообработку осуществляют при атмосферном давлении в атмосфере либо азота, либо инертного газа, либо водорода, либо аммиака.

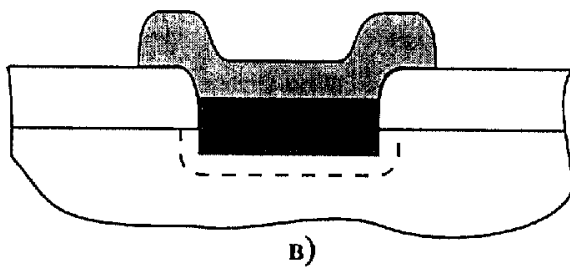
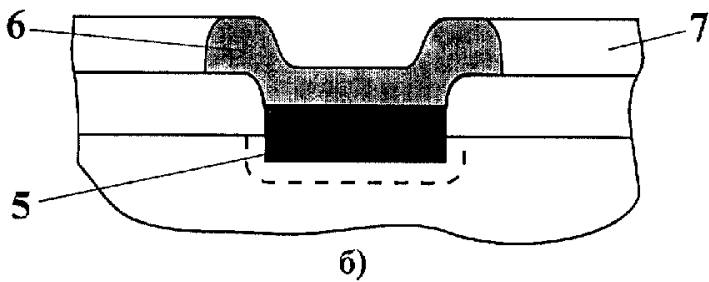
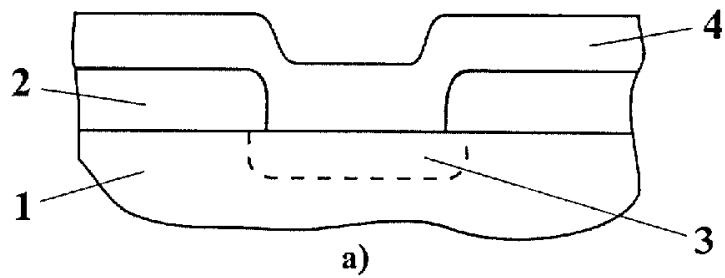
13. Способ по пп.1, 9, 11, отличающийся тем, что термообработку осуществляют в две стадии: 1 стадия - низкотемпературная при 250 - 500°С, 2 стадия - высокотемпературная при 500 - 1200°С.

14. Способ по п.1, отличающийся тем, что селективное травление осуществляют в жидкостном травителе, который содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII группы ПСЭ.

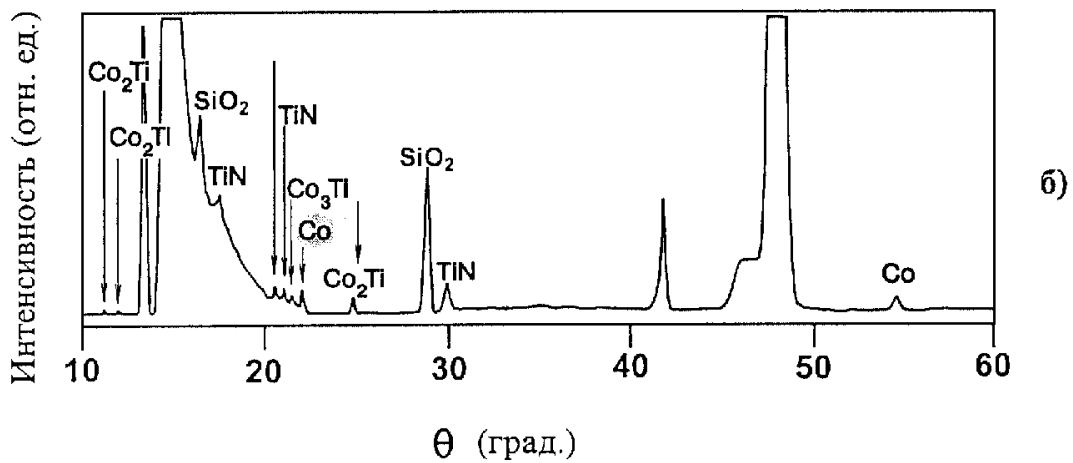
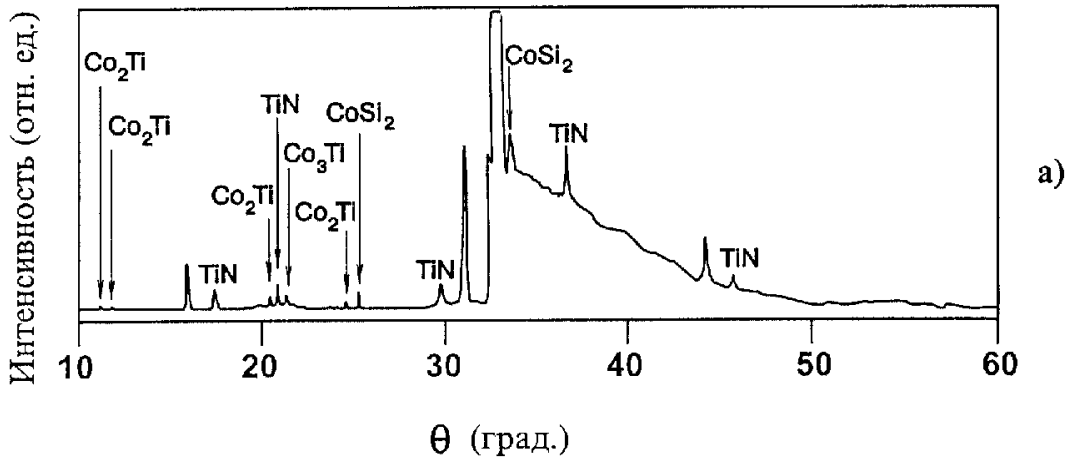
15. Способ по пп.1, 14, отличающийся тем, что травитель содержит HCl - 1 - 3 об.ч., H₂O₂ - 10 - 15 об.ч., H₂O - 5 об.ч.

16. Способ по пп.1, 14 и 15, отличающийся тем, что селективное травление проводят при температуре травителя 50 - 100°С.

17. Способ по п.1, отличающийся тем, что селективное травление проводят плазмохимическим методом с использованием плазменной среды, которая содержит компонент (или комплекс компонентов), травящий металл VIII группы ПСЭ.



Фиг. 2



Фиг. 3



RU 2152108 C1

RU 2152108 C1