



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 014 671** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁵ **H 01 L 21/322**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4938534/25, 24.05.1991

(46) Дата публикации: 15.06.1994

(71) Заявитель:
Центральный научно-исследовательский
институт "Электрон"

(72) Изобретатель: Булгаков А.Г.,
Кириенко В.Г., Санин К.В.

(73) Патентообладатель:
Центральный научно-исследовательский
институт "Электрон"

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ

(57) Реферат:

Использование: изобретение может быть использовано при изготовлении МДП-микросхем. Сущность: способ включает формирование на кремниевой подложке

маскирующего слоя, предварительную термообработку, формирование элементов прибора и финишную термообработку. Охлаждение после термообработки проводят по заданной программе.

RU 2 0 1 4 6 7 1 C 1

RU 2 0 1 4 6 7 1 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 014 671** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.⁵ **H 01 L 21/322**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4938534/25, 24.05.1991

(46) Date of publication: 15.06.1994

(71) Applicant:
TSENTRAL'NYJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT
"EHLEKTRON"

(72) Inventor: BULGAKOV A.G.,
KIRIENKO V.G., SANIN K.V.

(73) Proprietor:
TSENTRAL'NYJ
NAUCHNO-ISSLEDOVATEL'SKIJ INSTITUT
"EHLEKTRON"

(54) **PROCESS OF MANUFACTURE OF CHARGE-COUPLED DEVICES**

(57) Abstract:

FIELD: microelectronics. SUBSTANCE:
invention can find use in manufacture of MIS
microcircuits. Process involves formation of
masking layer on silicon substrate,

preliminary heat treatment, formation of
elements of device and finishing heat
treatment. Cooling after heat treatment is
conducted in accordance with preset program.
EFFECT: facilitated manufacture.

RU 2 0 1 4 6 7 1 C 1

RU 2 0 1 4 6 7 1 C 1

Изобретение относится к технологии изготовления МДП-микросхем, а именно к способам изготовления кремниевых фоточувствительных приборов с зарядной связью.

Известен способ изготовления МДП-микросхем, включающий формирование тонкого окисного слоя на поверхности подложек (толщина 50 нм, при T 1000°C, время 35 мин), затем нанесение тонкого слоя нитрида кремния из газовой фазы, в результате чего формируется маскирующий слой, затем производится трехстадийная термообработка. Первая стадия проводится при T 1100°C, t 4 ч. Вторая стадия проводится при T 700 °C, t 16 ч. в результате в объеме кристалла образуется большое количество мелких дефектов (прецилистат). Третья стадия проводится при T 1000°C t 6 ч, при этом в объеме кристалл формируется высок концентрация крупных стабильных дефектов, являющихся внутренним геттерным слоем. Приповерхностный слой с пониженным содержанием кислорода, являющийся активным слоем, свободен от дефектов.

Далее производится формирование элементов МДП-микросхемы, включая локальное окисление при T 1000°C в течение 6 ч и другие процессы. Введение маскирующего слоя позволяет упростить технологию изготовления прибора и защитить поверхность подложки от влияния газовой фазы и в большинстве случаев от влияния посторонних частиц. Однако введение маскирующего слоя не решает проблем, связанных с кислородом.

Недостатком способа является низкая воспроизводимость, обусловленная тем, что для воспроизводимого образования стабильного внутреннего слоя необходимы специальные кремниевые подложки с высокими заданными в узком интервале содержанием кислорода ($8-10 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$) при однородном распределении по подложке (в пределах 10^{-1}). В противном случае дефектная геттерирующая зона либо не образуется, либо ее эффективность недостаточна для процесса геттерирования. Таким требованиям, как правило, отвечает только часть подложек, используемых в производстве ФПЗС и МДП-схем.

Кроме того, нет методов, пригодных для контроля однородности распределения кислорода в условиях производства.

Наиболее близким к предлагаемому по технической сущности и достигаемому результату является способ изготовления фоточувствительного прибора с зарядовой связью, включающий формирование на кремниевой подложке маскирующего слоя, предварительную термообработку и формирование элементов прибора. Результатом такой термообработки является формирование в подложке приповерхностного бездефектного слоя (зона денудации) и высокой концентрации дефектов в объеме подложки, который является геттерирующим при проведении последующих термических операций, на которых формируются элементы ФПЗС. Температура проведения термических операций лежит в интервале 600-1000°C, основной термический процесс окисления

проводится при T 900°C, общая длительность процессов окисления составляет 10-16 ч.

В основу технологии, рассмотренной в прототипе, так же как и в аналоге, положена идея предварительного формирования сначала маскирующего слоя, затем в подложках мощного слоя внутреннего геттера, который поглощает точечные дефекты, проникающие с поверхности или формирующиеся в самом приповерхностном их слое. Для обеспечения высокой эффективности внутреннего геттера дефекты в нем должны быть крупными, чтобы не происходил их распад при проведении последующих термических операций при формировании элементов схем, и концентрация высокой для обеспечения эффективного геттерирования. После проведения предварительной термообработки проводится формирование элементов микросхемы в интервале температур 600-1000°C.

Недостатком этого способа, изложенного в прототипе, является низкая воспроизводимость, что в случае ФПЗС приводит к существенному ухудшению качества видеофона. Невоспроизводимость связана, во-первых с тем, что как правило не выдерживаются высокие требования к исходным подложкам по концентрации и однородному содержанию кислорода. Кроме того, подложки как правило содержат высокое и неконтролируемое количество углерода, который сильно влияет на кинетику процессов преципитации, предыстория подложек известна, например что касается наличия или отсутствия термодоноров, неизвестно состояние растровых дефектов, например степень примесной неоднородности.

Целью изобретения является улучшение качества видеофона ФПЗС.

Поставленная цель достигается тем, что в известном способе изготовления ФПЗС после формирования маскирующего слоя проводится термообработка кремниевых подложек в одну стадию при T 1150-1250°C в течение 4-8 ч. После термообработки проводят управляемое охлаждение подложек, сначала со скоростью не выше 2°C/мин при охлаждении до 900-950°C, затем скорость охлаждения увеличивают до 5-6 мин при охлаждении до 500-600°C. Затем формируют элементы прибора и проводят финишную термообработку при температуре 1050-1150 °C в течение 10-30 мин, после термообработки подложку со сформированными элементами охлаждают со скоростью не выше 5-6°C/мин до 850-900°C и со скоростью не выше 2°C/мин до 500-600 °C.

Пример. Изготовление матрицы ФПЗС со скрытым каналом 580x520 элементов с трехуровневой системой поликремниевых электродов включает следующие этапы.

Создание маскирующего окисла T 900°C, .

Проведение высокотемпературного отжига (T 1150°C, t 6 ч, атмосфера - азот) с программируемым охлаждением ($V_{\text{охл}} < 2^\circ\text{C}/\text{мин}$, t 2,5 ч и $V_{\text{охл}} 5-6^\circ\text{C}/\text{мин}$, t 1 ч).

Создание маскирующего окисла для формирования контакта к подложке T 1000 °C, t 2 ч, .

Формирование контакта к подложке.

Диффузия бора: T 550°C, t 45 мин.

Удаление маскирующего окисла и выращивание буферного окисла для формирования ионным легированием бора и фосфора областей скрытого канала и стопорных областей T 900°C, t 20 мин, .

Формирование областей скрытого канала и стопорных областей и их последующий отжиг T 900°C, t 1,5 ч и T 700°C, t 1 ч.

Удаление буферного окисла и создание двухслойного подзатворного диэлектрика T 1000°C, t 1 ч и T 870°C, t 1 ч.

Формирование областей стоков-истоков T 900°C, t 1 ч.

Формирование трехуровневой системы поликремниевых электродов T 900°C, t 4,5 ч; T 620°C, t 6 ч; T 700°C, t 2 ч; T 950°C, t 1 ч.

Формирование второго ионнолегированного стопа и подлегирование транзисторов ионным легированием бора и фосфора и их последующий отжиг T 900°C, t 1,5 ч; T 700°C, t 0,5 ч.

Создание маскирующего окисла T 900°C, t 1 ч.

Финишный высокотемпературный отжиг в атмосфере азота (T 1150°C, t 10 мин) с последующим программируемым охлаждением ($V_{\text{охл}} < 5-6$ мин, t 1 ч и $V_{\text{охл}} < 2^\circ\text{C}/\text{мин}$, t 3 ч).

Создание алюминиевой разводки.

Финишный низкотемпературный отжиг готовых приборов в атмосфере водорода T 400°C, t 1 ч.

Геттерные способности слоя по изобретению могут быть ниже, однако в

данном случае более важным оказывается наличие зоны денудации и последняя высокотемпературная термообработка в совокупности с низкотемпературной технологией изготовления элементов ФПЗС, а также тот факт, что количество дефектов в дефектной зоне все время возрастает в процессе прохождения подложек через технологический цикл.

Использование предлагаемого способа изготовления ФПЗС по сравнению с прототипом обеспечивает повышение процента выхода годных за счет снижения количества белых точечных видеodefектов в десятки раз.

Формула изобретения:

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ, включающий формирование на кремниевой подложке маскирующего слоя, предварительную термообработку и формирование элементов прибора, отличающийся тем, что, с целью улучшения качества видеofона, предварительную термообработку проводят при 1150 - 1250°C в течение 4 - 8 ч, после термообработки подложку охлаждают со скоростью $V_{\text{охл}} \cong 2^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 900 - 950°C и с $V_{\text{охл}} \cong 5 - 6^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 500 - 600°C, а после формирования элементов прибора проводят финишную термообработку при 1050 - 1150°C в течение 10 - 30 мин, после термообработки подложку со сформированными элементами охлаждают со скоростью $V_{\text{охл}} \cong 5 - 6^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 850 - 900°C и с $V_{\text{охл}} \cong 2^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 500 - 600°C.

35

40

45

50

55

60