



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: 2015106505/28, 25.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
25.02.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.02.2015

(45) Опубликовано: 20.05.2016 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2466476 C1, 10.11.2012. KR 940007448 B1, 18.08.1994. US 6953728 B2, 11.10.2005. US 6362085 B1, 26.03.2002. US 6323143 B1, 27.11.2001. US 2008/0150047 A1, 26.06.2008. WO 2010/038888 A1, 08.04.2010.

Адрес для переписки:

364907, Чеченская Респ., г. Грозный, ул. А. Шерипова, 32, ФГБОУ ВПО Чеченский государственный университет

(72) Автор(ы):

Зубхаджиев Магомед-Али Вахаевич (RU),  
Мустафаев Гасан Абакарович (RU),  
Хасанов Асламбек Идрисович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Чеченский государственный университет (ФГБОУ ВПО Чеченский государственный университет) (RU)

**(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ПРИБОРА**

(57) Реферат:

Использование: в технологии производства полупроводниковых приборов. Технический результат изобретения - снижение токов утечек, обеспечивающее технологичность, улучшение параметров, повышение надежности и увеличение процента выхода годных приборов. Сущность - полупроводниковый прибор создают путем

формирования подзатворного диэлектрика из слоя оксинитрида кремния толщиной 50-100 нм при температуре 350°C, скорости потока SiH<sub>4</sub> 1-3 см<sup>3</sup>/с, давлении 133 Па, мощности ВЧ-разряда 70 Вт, соотношении N<sub>2</sub>O/(N<sub>2</sub>O+NH<sub>3</sub>)=0,4 с последующим отжигом при температуре 380-400°C в течение 30 мин в атмосфере азота. 1 табл.

R U  
2 5 8 4 2 7 3  
C 1

C 1  
2 5 8 4 2 7 3  
R U



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015106505/28, 25.02.2015

(24) Effective date for property rights:  
25.02.2015

Priority:

(22) Date of filing: 25.02.2015

(45) Date of publication: 20.05.2016 Bull. № 14

Mail address:

364907, CHechenskaja Resp., g. Groznyj, ul. A.  
SHeripova, 32, FGBOU VPO CHechenskij  
gosudarstvennyj universitet

(72) Inventor(s):

Zubkhadzhiev Magomed-Ali Vakhaevich (RU),  
Mustafaev Gasan Abakarovich (RU),  
KHasanov Aslambek Idrisovich (RU)

(73) Proprietor(s):

Federalnoe gosudarstvennoe bjudzhetnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
professionalnogo obrazovaniya CHechenskij  
gosudarstvennyj universitet (FGBOU VPO  
CHechenskij gosudarstvennyj universitet) (RU)

(54) **METHOD OF MAKING SEMICONDUCTOR DEVICE**

(57) Abstract:

FIELD: electricity.

SUBSTANCE: semiconductor device created by  
formation of gate dielectric layer of silicone oxynitride  
with thickness of 50-100 nm at temperature of 350 °C,  
SiH<sub>4</sub> flow rate of 1-3 cm<sup>3</sup>/s, pressure of 133 Pa, power  
of high-frequency discharge of 70 W, ratio of N<sub>2</sub>O/(N<sub>2</sub>O

+ NH<sub>3</sub>) = 0.4 with subsequent annealing at 380-400 °C  
for 30 minutes in atmosphere of nitrogen.

EFFECT: reduced leakage current, providing  
processibility, improving parameters, high reliability  
and percentage yield of serviceable devices.

1 cl, 1 tbl

RU 2 584 273 C 1

RU 2 584 273 C 1

Изобретение относится к области технологии производства полупроводниковых приборов, в частности к технологии изготовления полевого транзистора с пониженными значениями токов утечки.

Известен способ изготовления полупроводникового прибора [Пат. 5362686 США, МКИ H01L 21/02] с защитной изолирующей пленкой из оксинитрида кремния. На полупроводниковой подложке выполняют разводку межсоединений данного прибора, после чего наносят на подложку и систему межсоединений пленку оксинитрида кремния, используя метод осаждения из паровой фазы силана и азотсодержащего газа. Такая пленка защищает от попадания влаги из окружающей среды.

В таких полупроводниковых приборах на границе раздела полупроводник-оксинитрид кремния образуется высокая плотность дефектов, которые ухудшают характеристики полупроводниковых приборов.

Известен способ изготовления полевого транзистора [Пат. 5369297 США, МКИ H01L 29/78], содержащий оксид кремния и азотированный оксидный слой в качестве подзатворного диэлектрика. В полевом транзисторе с целью расширения диапазона рабочих токов при малых напряжениях участок подзатворного слоя диоксида кремния, ближайший к стоку, подвергается азотированию и приобретает повышенную стойкость к горячим носителям, генерируемым в лавинном режиме.

Недостатками этого способа являются: повышенные значения токов утечки; низкая технологическая воспроизводимость; высокая дефектность структуры.

Задача, решаемая изобретением: снижение токов утечек в полупроводниковых приборах, обеспечение технологичности, улучшение параметров приборов, повышение надежности и увеличение процента выхода годных.

Задача решается путем формирования пленки оксинитрида кремния при температуре 350°C, скорости потока силана  $\text{SiH}_4$  1-3 см<sup>3</sup>/с, давлении 133 Па, мощности ВЧ-разряда 70 Вт с последующим отжигом при температуре 380-400°C в атмосфере азота  $\text{N}_2$  в течение 30 мин.

Технология способа состоит в следующем: после создания в подложке арсенид галлия GaAs стандартным способом активных областей полевого транзистора формируют подзатворный диэлектрик на основе оксинитрида кремния методом стимулированного плазмой химического осаждения из паровой фазы. После обработки плазмой  $\text{NH}_3$  с поверхности образца удаляется слой элементарного As и в результате замещения As азотом тонкий поверхностный слой превращается в GaN. Пленки оксинитрида SiON толщиной 50-100 нм осаждались на подложки GaAs при температуре 350°C, скорости потока  $\text{SiH}_4$  1-3 см<sup>3</sup>/с, давлении 133 Па и мощности ВЧ-разряда 70 Вт при соотношении  $\text{N}_2\text{O}/(\text{N}_2\text{O}+\text{NH}_3)=0,4$ .

Затем пленки отжигались при температуре 380-400°C в течение 30 мин в атмосфере азота  $\text{N}_2$ . Пленки оксинитрида кремния имеют низкие напряжения на границе раздела с полупроводником за счет компенсации растягивающего напряжения границы раздела SiON/GaAs и напряжения сжатия границы раздела SiN/GaAs.

После обработки плазмой  $\text{NH}_3$  образцы имели лучшие свойства границы раздела с минимальной дефектностью. В результате выращивания методом химического осаждения из паровой фазы, стимулированного плазмой, слоев SiON на GaAs с  $\text{N}_2\text{O}/(\text{N}_2\text{O}+\text{NH}_3)=0,4$  приводит к уменьшению токов утечек затвора за счет уменьшения плотности состояний на границе раздела. Затем формировали электроды к затвору, стоку и истоку по стандартной технологии.

По предлагаемому способу были изготовлены и исследованы полупроводниковые приборы. Результаты обработки представлены в табл.1.

Таблица 1.

Параметры изготовленных технологии	п/п по	структур стандартной	Параметры изготовленных технологии	п/п по	структур предлагаемой
Плотность состояний, $N_{ss} \cdot 10^{10}$ $см^{-2}$		Ток утечки, А $I_{ут} \cdot 10^{13}$	Плотность состояний, $N_{ss} \cdot 10^{10} см^{-2}$		Ток утечки, А $I_{ут} \cdot 10^{13}$
25		5,6	3,4		0,29
28		4,5	4,1		0,15
27		6,8	2,0		0,25
22		7,4	2,5		0,13
25		5,1	3,2		0,18
24		4,7	3,9		0,16
26		5,3	3,1		0,17
30		6,2	2,6		0,26
25		6,9	4,0		0,28
21		5,4	3,7		0,24
34		7,6	2,4		0,19
27		8,2	2,7		0,23
29		4,9	3,8		0,14

Экспериментальные исследования показали, что выход годных полупроводниковых приборов, на партии сформированных в оптимальном режиме увеличился на 18,1%.

Технический результат: снижение значения токов утечек, обеспечение технологичности, улучшение параметров, повышение надежности и увеличение процента выхода годных приборов.

Стабильность параметров во всем эксплуатационном интервале температур была нормальной и соответствовала требованиям.

Предложенный способ изготовления полупроводникового прибора путем формирования пленки оксинитрида кремния при температуре:  $350^{\circ}C$ , скорости потока  $SiH_4$  1-3  $см^3/с$ , давлении 133 Па, при мощности ВЧ-разряда 70 Вт с последующим отжигом при температуре  $380-400^{\circ}C$  в течение 30 мин в атмосфере азота позволяет повысить процент выхода годных приборов и улучшить их надежность.

#### Формула изобретения

Способ изготовления полупроводникового прибора, включающий процессы легирования, формирование областей истока, стока, затвора и подзатворного диэлектрика, отличающийся тем, что подзатворный диэлектрик формируют из слоя оксинитрида кремния толщиной 50-100 нм при температуре  $350^{\circ}C$ , скорости потока  $SiH_4$  1-3  $см^3/с$ , давлении 133 Па, мощности ВЧ-разряда 70 Вт, соотношении  $N_2O/(N_2O+$

$\text{NH}_3$ )=0,4 с последующим отжигом при температуре 380-400°C в течение 30 мин в атмосфере азота.

5

10

15

20

25

30

35

40

45