



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

H01L 21/2807 (2021.08); H01L 21/28079 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021108857, 31.03.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
31.03.2021Дата регистрации:  
11.10.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 31.03.2021

(45) Опубликовано: 11.10.2021 Бюл. № 29

Адрес для переписки:

364093, Чеченская Респ., г. Грозный, ул. А.  
Шерипова, 32, ФГБОУ ВО "Чеченский  
государственный университет"

(72) Автор(ы):

Мустафаев Гасан Абакарович (RU),  
Мустафаев Арслан Гасанович (RU),  
Хасанов Асламбек Идрисович (RU),  
Черкесова Наталья Васильевна (RU),  
Мустафаев Абдулла Гасанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Чеченский государственный  
университет" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 5192994 A, 09.03.1993. US 5317187  
A, 31.05.1994. US 5345108 A, 06.09.1994. US  
5367195 A, 22.11.1994. RU 2407104 C1, 20.12.2009.

(54) Способ изготовления полупроводникового прибора с многослойными проводниками

(57) Реферат:

Изобретение относится к области технологии производства полупроводниковых приборов, в частности к технологии изготовления многослойных проводников с пониженным значением контактного сопротивления. Согласно изобретению многослойный контакт Au/Pd/Ni/Ge формируют путем последовательного осаждения пленки Ge толщиной 20 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, со скоростью осаждения 3 нм/с, пленки никеля Ni толщиной 15 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$

Па, со скоростью роста 1 нм/с, последующим осаждением слоя Pd толщиной 50 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, со скоростью осаждения 0,5 нм/с, и Au толщиной 100 нм, и термообработкой при температуре 450°C в течение 2,5 мин в атмосфере форминг газа. Изобретение обеспечивает снижение контактного сопротивления, улучшение параметров приборов и повышение технологичности. 1 табл.

RU 2 757 176 C1

RU 2 757 176 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*H01L 21/2807 (2021.08); H01L 21/28079 (2021.08)*(21)(22) Application: **2021108857, 31.03.2021**(24) Effective date for property rights:  
**31.03.2021**Registration date:  
**11.10.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **31.03.2021**(45) Date of publication: **11.10.2021 Bull. № 29**

Mail address:

**364093, Chechenskaya Resp., g. Groznyj, ul. A.  
Sheripova, 32, FGBOU VO "Chechenskij  
gosudarstvennyj universitet"**

(72) Inventor(s):

**Mustafaev Gasan Abakarovich (RU),  
Mustafaev Arslan Gasanovich (RU),  
Khasanov Aslambek Idrisovich (RU),  
Cherkesova Natalya Vasilevna (RU),  
Mustafaev Abdulla Gasanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Chechenskij gosudarstvennyj  
universitet" (RU)**(54) **METHOD FOR MANUFACTURING A SEMICONDUCTOR DEVICE WITH MULTILAYER CONDUCTORS**

(57) Abstract:

FIELD: semiconductors production.

SUBSTANCE: invention relates to the field of technology for the production of semiconductor devices, in particular to the technology of manufacturing multilayer conductors with a reduced value of contact resistance. According to the invention, a multilayer Au/Pd/Ni/Ge contact is formed by sequential deposition of a Ge film with a thickness of 20 nm at a pressure of  $1 \cdot 10^{-5}$  Pa, with a deposition rate of 3 nm/s, a nickel Ni film with a thickness of 15 nm at a pressure of  $1 \cdot 10^{-5}$

Pa, with a growth rate of 1 nm/s, followed by deposition of a Pd layer 50 nm thick at a pressure of  $1 \cdot 10^{-5}$  Pa, with a deposition rate of 0.5 nm/s, and Au with a thickness of 100 nm, and heat treatment at a temperature of 450°C in for 2.5 min in a forming gas atmosphere.

EFFECT: invention provides a decrease in contact resistance, an improvement in the parameters of devices and an increase in manufacturability.

1 cl, 1 tbl

Изобретение относится к области технологии производства полупроводниковых приборов, в частности к технологии изготовления многослойных проводников с пониженным значением контактного сопротивления.

Известен способ изготовления контакта [Пат. 5317187 США, МКИ H01L 49/00] между проводящими элементами, расположенными на различных уровнях. В диэлектрическом слое создают сквозное окно. Затем проводят последовательное нанесение слоев Ti/TiN/Ti. Далее осуществляют термообработку структуры, в результате чего на границе раздела металл/полупроводник образуется силицид титана. Для снижения сопротивления контакта поверх Ti наносят слой Al. В таких приборах из-за не технологичности формирования в диэлектрическом слое сквозного окна образуется большое количество дефектов, которые ухудшают электрические параметры приборов.

Известен способ изготовления полупроводникового прибора с многослойными проводниками [Пат. 5345108 США, МКИ H01L 23/48], где слои AlSiCu чередуются со слоями TiN. На границах раздела слоев происходит взаимодействие Ti с Al и образуются интерметаллические соединения, которые очень тонким слоем обволакивают металлические зерна и разделяют структурные слои проводников.

Недостатками этого способа являются:

- высокие значения контактного сопротивления;
- высокая дефектность;
- низкая технологичность.

Задача, решаемая изобретением: снижение контактного сопротивления, обеспечение технологичности, улучшение параметров приборов, повышение качества и увеличение процента выхода годных.

Задача решается формированием контактов Au/Pd/Ni/Ge путем последовательного осаждения пленки Ge толщиной 20 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 3 нм/с, пленки никеля Ni толщиной 15 нм в вакууме  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, со скоростью роста 1 нм/с, последующим осаждением слоя Pd толщиной 50 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 0,5 нм/с, и Au толщиной 100 нм, термообработкой при температуре 450°C в течение 2,5 мин, в атмосфере форминг газе.

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

35

40

45

Параметры полупроводникового прибора, изготовленного по стандартной технологии			Параметры полупроводникового прибора, изготовленного по предлагаемой технологии	
№	Плотность дефектов, см <sup>-2</sup>	Контактное сопротивление, Ом/на квадрат	Плотность дефектов, см <sup>-2</sup>	Контактное сопротивление, Ом/на квадрат
1	14,6	10,1	2,1	0,9
2	13,8	9,8	2,2	0,8
3	14,1	9,3	2,4	0,75
4	13,7	9,6	1,7	0,7
5	14,3	10,5	1,8	0,85
6	13,6	9,4	1,5	0,69
7	14,5	10,4	2,3	0,8
8	13,2	8,9	1,8	0,9
9	13,5	9,5	2,1	0,6
10	12,8	8,7	1,8	0,75
11	14,1	9,3	1,9	0,8
12	13,8	8,6	1,7	0,65
13	14,4	9,4	2,1	0,9

Экспериментальные исследования показали, что выход годных структур на партии пластин, сформированных в оптимальном режиме, увеличился на 23,1%.

Технический результат: снижение контактного сопротивления, обеспечение технологичности, улучшение параметров приборов, повышение качества и увеличения процента выхода годных.

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

Предложенный способ изготовления полупроводникового прибора с многослойными проводниками формированием контактов Au/Pd/Ni/Ge путем последовательного осаждения пленки Ge толщиной 20 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 3 нм/с, пленки никеля Ni толщиной 15 нм в вакууме  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, со скоростью роста 1 нм/с, последующим осаждением слоя Pd толщиной 50 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 0,5 нм/с, и Au толщиной 100 нм, термообработкой при температуре 450°C в течение 2,5 мин, в атмосфере форминг газа, позволяет повысить процент выхода годных приборов и улучшить их надежность.

#### (57) Формула изобретения

Способ изготовления полупроводникового прибора с многослойными проводниками, включающий процессы формирования активных областей прибора и контакты к ним, отличающийся тем, что контакты Au/Pd/Ni/Ge формируют путем последовательного осаждения пленки Ge толщиной 20 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 3 нм/с, пленки никеля Ni толщиной 15 нм в вакууме  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, со скоростью роста 1 нм/с, последующим осаждением слоя Pd толщиной 50 нм при давлении  $1 \cdot 10^{-5}$  Па, скоростью осаждения 0,5 нм/с, и Au толщиной 100 нм, термообработкой при температуре 450°C в течение 2,5 мин в атмосфере форминг газа.