



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005113441/28, 03.05.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
03.05.2005

(45) Опубликовано: 10.01.2007 Бюл. № 1

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **Бессолов В.Н., Лебедев М.В. Халькогенидная пассивация поверхности полупроводников. Обзор. Физика и техника полупроводников. 1998. Т.32. с.1281-1299. Батенков В.А. и др. Влияние сульфидирования поверхности полупроводника на термостойкость структур Ni, Ir-GaAs n-типа. Известия вузов. Физика. 2002. Т.44, №8, с.95-100. RU 2080687 C1, 27.05.1997. SU 1542332 A1, 20.02.1996.**

Адрес для переписки:

656049, г.Барнаул, пр-т Ленина, 61, комн.801,
Алтайский государственный университет, отдел
информации, Н.А. Богатыревой

(72) Автор(ы):

**Фомина Лариса Валерьевна (RU),
Безносок Сергей Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное учреждение
профессионального образования "Алтайский
государственный университет" (RU)**

(54) СПОСОБ ХАЛЬКОГЕННОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ АРСЕНИДА ГАЛЛИЯ n-ТИПА

(57) Реферат:

Изобретение относится к электрохимии полупроводников и технологии полупроводниковых приборов. Сущность изобретения: поверхность полупроводникового электрода арсенида галлия n-типа перед электрохимическим нанесением металла подвергают дополнительной к стандартной химической обработке в растворах халькоген содержащих соединений. Образец последовательно выдерживают сначала в течение 3 минут в 0.05 М водном растворе сульфида натрия (Na_2S), затем его окунают на 1÷2 секунды в теплую ($45\div 50^\circ\text{C}$) дистиллированную воду, потом погружают на 3÷4 минуты в 0.1 М водный раствор

селенита натрия (Na_2SeO_3) и промывают по 30 секунд в двух порциях прокипяченной, горячей ($60\div 70^\circ\text{C}$) дистиллированной воды. Техническим результатом изобретения является формирование на границе раздела металл-полупроводник нанометрового переходного слоя халькогенидов мышьяка и галлия, который когерентно сопрягается с полупроводниковой и металлической фазами и способствует повышению стабильности электрофизических характеристик выпрямляющих контактов металл-полупроводник при воздействии повышенных температур и окислительной атмосферы. 2 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 291 517** (13) **C1**

(51) Int. Cl.
H01L 21/306 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2005113441/28, 03.05.2005**

(24) Effective date for property rights: **03.05.2005**

(45) Date of publication: **10.01.2007 Bull. 1**

Mail address:

**656049, g.Barnaul, pr-t Lenina, 61, komn.801,
Altajskij gosudarstvennyj universitet, otdel
informatsii, N.A. Bogatyrevoj**

(72) Inventor(s):

**Fomina Larisa Valer'evna (RU),
Beznosjuk Sergej Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
professional'nogo obrazovanija "Altajskij
gosudarstvennyj universitet" (RU)**

(54) **METHOD FOR CHALCOGEN TREATMENT OF n-TYPE GALLIUM ARSENIDE SURFACE**

(57) Abstract:

FIELD: semiconductor electrochemistry and semiconductor device technology.

SUBSTANCE: in addition to standard technology, n-type gallium arsenide semiconductor electrode surface is given chemical treatment in solutions of chalcogen-containing compounds prior to electrochemical evaporation of metal on this surface. Specimen is sequentially held at first for 3 minutes in 0.05 M aqueous solution of sodium sulfate (Na_2S), then it is dipped for 1-2 seconds in warm (45-50 °C) distilled water,

whereupon it is immersed for 3-4 minutes in 0.1 M aqueous solution of sodium selenite (Na_2SeO_3) and washed for 30 seconds in two portions of hot (60-70 °C) distilled water. In this way nanometric junction layer of arsenide and gallium chalcogenides is formed at metal-semiconductor interface which is coherently integrated with semiconductor and metal phases.

EFFECT: enhanced stability of electrophysical characteristics of metal-semiconductor rectifying contacts at high temperatures in oxidizing atmosphere.

1 cl, 2 tbl

RU 2 291 517 C 1

RU 2 291 517 C 1

Изобретение относится к электрохимии полупроводников и технологии полупроводниковых приборов, применяется в микроэлектронике при создании выпрямляющих контактов перед электрохимическим нанесением металла на полупроводник.

5 Известны многочисленные способы предварительной обработки поверхности арсенида галлия в парах и в различных растворах халькогенсодержащих соединений (халькогенидная пассивация), приведенные в обзоре Бессолова [1]. Способы предварительной обработки поверхности арсенида галлия в растворах халькогенидов щелочных металлов [1, 2] способствуют устранению оксидов галлия и мышьяка
10 (сульфидная или селенидная обработки) с поверхности полупроводника. В связи с тем, что на реальной поверхности арсенида галлия помимо оксидов элементов, составляющих полупроводник, присутствует элементный мышьяк, то использование лишь растворов халькогенидов щелочных металлов для предварительной обработки поверхности арсенида
15 галлия не позволяет провести должную перестройку приповерхностных слоев полупроводника, и, следовательно, создать когерентную границу раздела металл-полупроводник. Получаемые на такой границе выпрямляющие контакты менее стабильны при термических и окислительных воздействиях.

Из известных технических решений наиболее близким по назначению и технической сущности к заявляемому объекту (прототипом) является дополнительная к стандартной
20 обработка поверхности арсенида галлия n-типа перед электрохимическим осаждением металла в 0.05 М водном растворе сульфида натрия с последующей промывкой образца в двух порциях прокипяченной, горячей (60-70°C) дистиллированной воды по 30 сек в каждой [2].

Недостатком данного способа является невозможность удаления с поверхности
25 полупроводника элементного мышьяка, что отражается на электрофизических характеристиках выпрямляющих контактов и их стабильности.

Сущность способа халькогенной обработки поверхности арсенида галлия n-типа заключается в том, что поверхность полупроводникового электрода перед
30 электрохимическим нанесением металла подвергают дополнительной к стандартной химической обработке в растворах халькогенсодержащих соединений, согласно изобретению что образец последовательно выдерживают сначала в 0.05 М водном растворе сульфида натрия (Na_2S) 3 мин, затем его окунают на 1-2 с в теплую (45-50°C) дистиллированную воду, потом погружают на 3-4 мин в 0.1 М раствор селенита натрия (Na_2SeO_3) и промывают по 30 с в двух порциях прокипяченной, горячей (60-70°C)
35 дистиллированной воды с последующим внесением в электролит для осаждения металла. Предлагаемое изобретение позволяет формировать на границе раздела металл-полупроводник нанометровый переходный слой халькогенидов мышьяка и галлия, который когерентно сопрягается с полупроводниковой и металлической фазами и способствует повышению стабильности электрофизических характеристик выпрямляющих контактов
40 металл - полупроводник при воздействиях повышенных температур и окислительной атмосферы (таблица 1, 2).

Предлагаемый способ (халькогенная пассивация) дополнительной предварительной обработки поверхности арсенида галлия способствует удалению с поверхности
45 полупроводника и слоя оксидов, и элементного мышьяка, присутствующих после стандартного кислотно-перекисного травления образца и промывки его дистиллированной водой. При травлении полупроводниковых образцов и промывке их в дистиллированной воде происходит контакт поверхности полупроводника с воздухом и ее окисление, следовательно, образования на поверхности полупроводника оксидов галлия и мышьяка избежать не удастся. А наличие элементного мышьяка на поверхности арсенида галлия
50 после стандартных операций травления и промывки объясняется его устойчивостью в водных растворах.

Действие сульфида натрия сводится к реакциям обмена, в которых оксиды галлия и мышьяка переходят в соответствующие сульфиды. Таким образом происходит удаление

оксидов с поверхности арсенида галлия. Элементный мышьяк переходит в растворимую форму за счет окислительно-восстановительных реакций с селенит-ионами, в результате которых вероятно образование селенид-ионов, также способствующих удалению остаточных оксидов с поверхности полупроводника.

5 Предлагаемая в изобретении последовательная выдержка поверхности арсенида галлия в сульфидном и селенитном растворах с последующей промывкой в двух порциях прокипяченной, горячей (60-70°C) дистиллированной воды способствует постоянству значений электрофизических параметров (высота барьера Φ , измеряемая в эВ, и коэффициент идеальности β) контактов металл-полупроводник при хранении их в атмосфере воздуха (более 240 часов) при температуре 25°C и воздействии повышенных температур (до 300°C). В таблицах 1, 2 представлено сравнение результатов предлагаемого способа пассивации поверхности арсенида галлия n-типа (ориентация поверхности (111) А, В) с результатами обработки поверхности полупроводника в растворе сульфида натрия (0.05 М) на примере никелевых контактов.

15 Осуществление изобретения достигается следующим образом. Рабочую сторону электрода из монокристаллического образца (концентрация основных носителей $(2,4-7) \cdot 10^{16} \text{ см}^{-3}$) арсенида галлия n-типа подвергают последовательно шлифованию алмазным порошком М8, полированию до зеркального блеска на замше с алмазной пастой, последовательному обезжириванию бутиловым эфиром уксусной кислоты, толуолом, 20 четыреххлористым углеродом, травлению в сернокислотно-перекисном травителе состава $\text{H}_2\text{SO}_4:\text{H}_2\text{O}_2:\text{H}_2\text{O}=3:1:1$ при температуре 70°C в течение 10-12 мин, промывке в горячей (60-70°C) прокипяченной дистиллированной воде и сушке на воздухе в течение 20 мин. Концентрация серной кислоты составляет 93%, перекиси водорода - 28-30%, вода 25 используется дистиллированная. Затем полупроводниковый электрод последовательно выдерживают сначала в свежеприготовленном 0.05 М водном растворе сульфида натрия (Na_2S) 3 мин, затем его окунают на 1-2 сек в теплую (45-50°C) дистиллированную воду, потом погружают на 3-4 минуты в 0,1 М водный раствор селенита натрия (Na_2SeO_3), промывают по 30 сек в двух порциях прокипяченной, горячей (60-70°C) дистиллированной 30 воды и с каплей воды на поверхности образца под током переносят в электролит для электрохимического нанесения металла. Электроосаждение металла проводят согласно известным в литературе методикам.

Предложенная выше предварительная обработка поверхности арсенида галлия в растворах сульфида и селенита натрия (халькогенная пассивация) использована при 35 создании выпрямляющих контактов металл VIII группы/арсенид галлия n-типа, отличающихся большей устойчивостью к воздействию повышенных температур и кислорода воздуха, в сравнении с аналогичными контактами, полученными при обработке поверхности арсенида галлия только в растворе сульфида натрия.

40 Выпрямляющие контакты металл-арсенид галлия n-типа широко применяются при создании полупроводниковых устройств в микроэлектронике.

Источники информации

1. Бессолов В.Н., Лебедев М.В. Халькогенидная пассивация поверхности полупроводников А В. Обзор / Физика и техника полупроводников. - 1998. - Т. 32. - № Ц.- С.1281-1299.

45 2. Батенков В.А., Фомина Л.В., Суханова В.Н. Влияние сульфидирования поверхности полупроводника на термостойкость структур Ni, Ir-GaAs n-типа / Известия вузов. Физика. Приложение. - 2002. - Т.44. - №8. - С.95-100.

50

		Таблица 1 Термическая деградация контактов Ni/GaAs n-типа						
Обработка	Параметры	Температура, °С						
		25	50	100	150	200	250	300
Na_2S	β	1.03±0.02	-	1.06±0.05	1.12±0.05	1.16±0.03	1.16±0.03	1.17±0.04
	Φ , эВ	0.97±0.05	-	0.92±0.06	0.91±0.09	0.94±0.03	0.90±0.08	0.9±0.1

Na ₂ S, Na ₂ SeO ₃	β	1.02±0.02	1.03±0.02	1.02±0.02	1.02±0.02	1.04±0.03	1.05±0.03	1.06±0.02
	Ф, эВ	0.63±0.01	0.64±0.03	0.64±0.03	0.63±0.02	0.64±0.03	0.64±0.02	0.65±0.02
Таблица 2 Кинетика деградации контактов Ni/GaAs n-типа на воздухе при 251°C								
Обработка	Параметры	Время, час						
		0	24	72	168	240	288	
Na ₂ S	β	1.02±0.02	1.02±0.03	1.08±0.07	1.08±0.06	1.11±0.03	-	
	Ф, эВ	0.88±0.05	0.90±0.02	0.89±0.02	0.76±0.03	0.78±0.04	-	
Na ₂ S, Na ₂ SeO ₃	β	1.01±0.02	1.01±0.02	1.02±0.02	1.04±0.02	1.05±0.01	1.05±0.03	
	Ф, эВ	0.63±0.01	0.63±0.01	0.63±0.01	0.62±0.01	0.61±0.02	0.62±0.02	

5

10

Формула изобретения

Способ халькогенной обработки поверхности арсенида галлия n-типа, основанный на том, что поверхность полупроводникового электрода перед электрохимическим нанесением металла подвергают дополнительной к стандартной химической обработке в растворах халькогенсодержащих соединений, отличающийся тем, что образец последовательно выдерживают сначала в 0,05 М водном растворе сульфида натрия (Na₂S) 3 мин, затем его окунают на 1÷2 с в теплую (45÷50°C) дистиллированную воду, потом погружают на 3÷4 мин в 0,1 М раствор селенита натрия (Na₂SeO₃) и промывают по 30 с в двух порциях прокипяченной, горячей (60÷70°C) дистиллированной воды.

15

20

25

30

35

40

45

50