



Государственный комитет
Совета Министров СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е И З О Б Р Е Т Е Н И Я

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 557703

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву -
(22) Заявлено 23.04.74 (21) 2023412/25
с присоединением заявки № -
(23) Приоритет -
(43) Опубликовано 05.10.77. Бюллетень № 37
(45) Дата опубликования описания 21.11.77

(51) М. Кл.²
H 01 L 23/54
//С 23 С 13/02
//С 01 G 55/00

(53) УДК 621.382
(088.8)

(72) Авторы
изобретения

А. П. Достанко, Е. М. Савицкий, В. П. Полякова, Ю. Д. Чистяков,
В. В. Баранов, Н. Б. Горина и Н. А. Королев

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт

(54) МАТЕРИАЛ ПРОВОДЯЩЕГО ПОКРЫТИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

1

Изобретение относится к полупроводниковой электронике, в частности к материалам проводящих покрытий, наносимых на полупроводниковые приборы и интегральные схемы, преимущественно на основе кремния.

Известны различные типы проводящих покрытий на кремнии. Основными требованиями, предъявляемыми к такого рода покрытиям, являются малое переходное сопротивление, хорошая адгезия к полупроводниковому материалу, хорошая износостойкость, коррозионная устойчивость и высокая термостойкость.

К проводящим покрытиям относятся многослойные металлические покрытия, например покрытия из слоев Al-Ni-Au, Ti-Mo-Cr-Au

Проводящие покрытия могут быть выполнены на основе сплавов, например никрома (80% Ni + 20% Cr) [1].

Известны также проводящие однослойные покрытия на кремнии, например покрытия из металла платиновой группы, в частности палладия [2]. Палладиевые покрытия на кремнии обеспечивают более прочное соединение с кремниевой подложкой.

2

Недостатком известных проводящих многослойных покрытий является сложность их создания, а однослойные покрытия имеют большее переходное сопротивление.

5 Наиболее близким техническим решением к предложенному является материал проводящего покрытия полупроводниковых приборов и интегральных схем преимущественно на основе кремния р- и n-типа, включающий металлы платиновой группы и металл переходной группы [3].

10 Недостатком этого материала является высокий уровень инжекции неосновных носителей из материала покрытия в полупроводник, что приводит к заметному влиянию невыпрямляющих контактов на характеристики расположенных под ними р-переходов, что, в свою очередь, ухудшает характеристики прибора.

20

Цель изобретения - снижение уровня инжекции носителей заряда из материала покрытия в полупроводник, а также обеспечение возможности создания цветного покрытия.

25

Поставленная цель достигается тем, что материал проводящего покрытия, включающий металл платиновой группы, содержит элемент, образующий интерметаллическое соединение с металлом платиновой группы, причём количественное соотношение компонентов следующее:

элемент, образующий интерметаллическое соединение с металлом платиновой группы, 2-55 вес.%; металл платиновой группы - ос- тальное.

Для кремния р-типа в качестве указанного элемента применено вещество IIIВ группы, например В, Al, In, Ga, а для кремния А-типа в качестве указанного элемента применено вещество VB группы, например Р, As, Sb, Bi.

Покрытие сплавом, содержащим элемент IIIВ или VB группы, полупроводниковых материалов соответственно дырочного или электронного типа проводимости снижает уровень инжекции носителей из материала покрытия в полупроводник. Это вызвано тем, что при растворении покрытия в полупроводнике атомы элементов IIIВ или VB группы занимают позиции в решетке полупроводника по типу замещения, приводя к обогащению приконтактной области полупроводника соответствующего типа проводимости основными носителями и понижая тем самым уровень инжекции неосновных носителей. В случае нанесения покрытия на кремний процесс облегчается интенсивным образованием силицидов металлов платиновой группы и высвобождением атомов элементов IIIВ или VB группы, немедленно взаимодействующих с атомами кремния. Весь этот процесс сопровождается большим уменьшением переходного сопротивления невыпрямляющих контактов, чем при использовании контактных материалов из сплавов металлов платиновой группы с переходными металлами, так как здесь эффективно действуют два механизма: образование силицидов и обогащение приконтактной области кремния основными носителями. Кроме того, такой состав покрытия способствует формированию контактов с полупроводником, имеющих хорошую воспроизводимость, высокую надежность и несложную технологию нанесения.

Предлагаемое покрытие может быть цветным за счет того, что входящий в его состав элемент IIIВ группы, например In, или элемент VB группы, например Sb, образует с металлами платиновой группы интерметаллические соединения, фазовый состав которых зависит от содержания компонентов. Наиболее характерным является образование соединений типа A_3B , A_2B и AB , где А - металл платиновой группы,

В - элемент IIIВ или VB группы; возможен также смешанный состав фаз, например $A_2B + AB$, а также наличие промежуточных фаз, дефектных структур и т.д. Промежуточные фазы, в отличие от чистых металлов, имеют свою электронную структуру и, в соответствии с ней, другие межатомные расстояния, измененную решетку и, в конечном итоге, свой цвет металлического материала. При этом определяющим фактором является строение электронных оболочек компонентов. Покрытие из такого материала будет иметь цвет, отличный от цвета исходных составляющих, его можно задавать выбором материалов и регулированием процентного содержания каждой компоненты, определяющего формульный состав и стехиометричность материала. Например, сплав Pd_2In (35 вес.% In и остальное Pd) имеет светло-желтый цвет, сплав с фазовым составом $Pd_2In + PdIn$ (43 вес.% In, остальное Pd) обладает цветом золота, сплав $PdIn$ (54 вес.% In, остальное Pd) имеет сиренево-розовый цвет. Свои особенности имеют соединения палладия с элементами VB группы, а также соединения других элементов платиновой группы. Таким образом, можно получить гамму цветов от красноватого до желтого с различной насыщенностью цвета, при этом покрытия из таких материалов характеризуются высокой адгезией к полупроводниковым, металлическим и стеклообразным поверхностям, хорошей износостойкостью, коррозионной устойчивостью и высокой термостойкостью.

Выбранные пределы соотношения компонентов определяются тем, что при количестве материала, образующего интерметаллическое соединение с металлом платиновой группы, меньше 2% уровень инжекции носителей из материала покрытия в полупроводник незначительно и, кроме того, цвет покрытия не претерпевает заметных изменений по сравнению с исходным материалом. Верхний предел (55 вес.%) определяется тем, что при дальнейшем увеличении содержания этого компонента, хотя цвет полученных покрытий отличается большей насыщенностью, заметного снижения уровня инжекции не наблюдается.

Предложенные материалы, например сплав из 60 вес.% Pd и 40 вес.% In и сплав из 48 вес.% Pd и 52 вес.% Sb, методом конденсации из молекулярных пучков в вакууме осаждались в виде покрытий на кремниевые пластины соответственно дырочного и электронного типов проводимости. Коэффициент инжекции неосновных носителей, определяемый по найденной скорости рекомби-

нации и невыпрямляющих контактах на приготовленных образцах, для $p-Si$ снизился в 1,3 раза до термообработки и в 2,6 раза после термообработки при $500^{\circ}C$ в течение 10 мин, для $n-Si$ - на 70% до термообработки и в 1,5-1,8 раза после аналогичной термообработки, по сравнению с тем же параметром при использовании чистого Pd . Цвет покрытия из сплава 60 вес.% Pd и 40 вес.% Jn желтый. Толщина покрытия 0,8-1 мкм. Покрытие, полученное этим же методом на металлических изделиях (корпусах, посадочных лотках под кристаллы полупроводниковых приборов и интегральных схем) имело хорошую адгезию, высокую смачиваемость припоями и стойкость к воздействию высоких температур и влажности, которая не хуже стойкости золотых покрытий.

Преимущества предложенного материала проводящего покрытия позволяют удовлетворить основные требования, предъявляемые к таким покрытиям, а также получать цветные проводящие покрытия, при этом могут быть значительно облегчены некоторые технологические процессы изготовления интегральных схем, например в сочетании с цветными фотошаблонами - процесс совмещения на операции фотолитографии и др.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Материал проводящего покрытия полупроводниковых приборов и интегральных схем

5

10

15

20

25

30

35

преимущественно на основе кремния p - и n -типа, включающий металл платиновой группы, отличающийся тем, что, с целью снижения уровня инжекции носителей заряда из материала покрытия в полупроводник, а также обеспечения возможности создания цветного покрытия, материал содержит элемент, образующий интерметаллическое соединение с металлом платиновой группы, при следующем соотношении компонентов: элемент, образующий интерметаллическое соединение с металлом платиновой группы, 2-55 вес.%, металл платиновой группы - остальное.

2. Материал по п. 1, отличающийся тем, что для кремния p -типа в качестве указанного элемента применено вещество $III B$ группы, например B, Al, Jn, Ga .

3. Материал по п. 1, отличающийся тем, что для кремния n -типа в качестве указанного элемента применено вещество $IV B$ группы, например, P, As, Sb, Bi .

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Системы металлизации к кремниевым полупроводниковым приборам и интегральным схемам (тематический указатель литературы), серия полупроводниковые приборы, М., ЦНИИ электроника, 1974. с.3-63

2. Патент США № 3431472, М-317-234, 1969.

3. Авторское свидетельство СССР № 339198, кл. С 23 С 13/00, 1970.

Составитель А. Прохорова

Редактор Т. Орловская Техред Н. Андрейчук Корректор С. Ямалова

Заказ 4077/44

Тираж 976

Подписное

ЦНИИПИ Государственного комитета Совета Министров СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4