

УДК 621.383.5

МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ PtSi

© 2024 г. Э. А. Керимов*

*Азербайджанский Государственный Технический Университет,
Баку, Азербайджан***E-mail: E_Kerimov.fizik@mail.ru*

Поступила в редакцию 20.03.2024 г.

После доработки 25.04.2024 г.

Принята к публикации 25.04.2024 г.

Диоды с барьером Шоттки на основе контакта PtSi-Si могут использоваться в качестве детекторов для регистрации излучения в ИК — области спектра. Однако квантовая эффективность у таких приемников очень мала по сравнению с фотоприемниками на основе узкозонных полупроводников и на р-п переходах. Для увеличения квантовой эффективности Шоттки приемники изготавливаются, как будет показано ниже, в виде так называемой “оптической полости”, причем толщина PtSi не должна превышать 100 Å. С этой целью нами разработан технологический режим многослойной металлизации для получения тонких контактов PtSi-Si.

Ключевые слова: Шоттки — приемники, технологический режим, многослойная металлизации, абсолютная шкала

DOI: 10.31857/S0544126924040053

1. ВВЕДЕНИЕ

Создание высококачественных быстродействующих полупроводниковых приборов и интегральных микросхем требует внедрения в технологию их изготовления новых материалов. Наиболее перспективными из них являются силициды — соединения кремния с более электроположительными элементами [1, 2]. Эти соединения могут получаться в результате реакции в твердой фазе при температуре в интервале приблизительно от одной до половины температуре плавления этого металла по абсолютной шкале. Силициды обладают высокой проводимостью металлического характера, высокой температурной стабильностью и превосходят по этим свойствам любой сильнолегированный слой полупроводника [3, 4].

Применения поликремния в качестве материала для затворов и соединительных линий, обеспечивающих слои сопротивление 20 Ом/□, позволило уменьшить минимальные размеры элементов приборов до 25 мкм. Были предложены способы образования пленок силицидов, а также технологические прочесы, необходимые для изготовления полупроводниковых приборов и микросхем с их применением, что позволило приступить к разработке приборов с минимальными размерами элементов 1 мкм и начать их промышленный выпуск.

Стабильные и надежные характеристики контактов силицид платины — кремний (PtSi-Si) привели к широкому распространению силицидов в качестве материалов для омических контактов, затворов в метал — окисел — полупроводник (МДП) — транзисторах, материалов для хранения оптической информации, фотоприемников, работающих в ИК — области спектра и т.п. [5].

Как известно, в зависимости от основных физических процессов, лежащих в основе получения тонкопленочных силицидов, существующие в настоящее время методы можно разделить на три группы:

- 1) диффузионное перемешивание;
- 2) ионное перемешивание;
- 3) молекулярно-лучевое и химическое осаждение.

В настоящее время благодаря своей простоте и универсальности, совместимости с базовой технологией изготовления интегральных схем (ИС), широкое распространение получил метод диффузионного синтеза слоев силицида [2]. Диффузионное перемешивание имеет место при термообработке двухкомпонентной смеси металла или пленки металла, осажденной на кремниевую подложку. На поверхности кремния наносится тонкий слой металла толщиной 100–600 Å, после чего структуру металл — кремний подвергают термическому

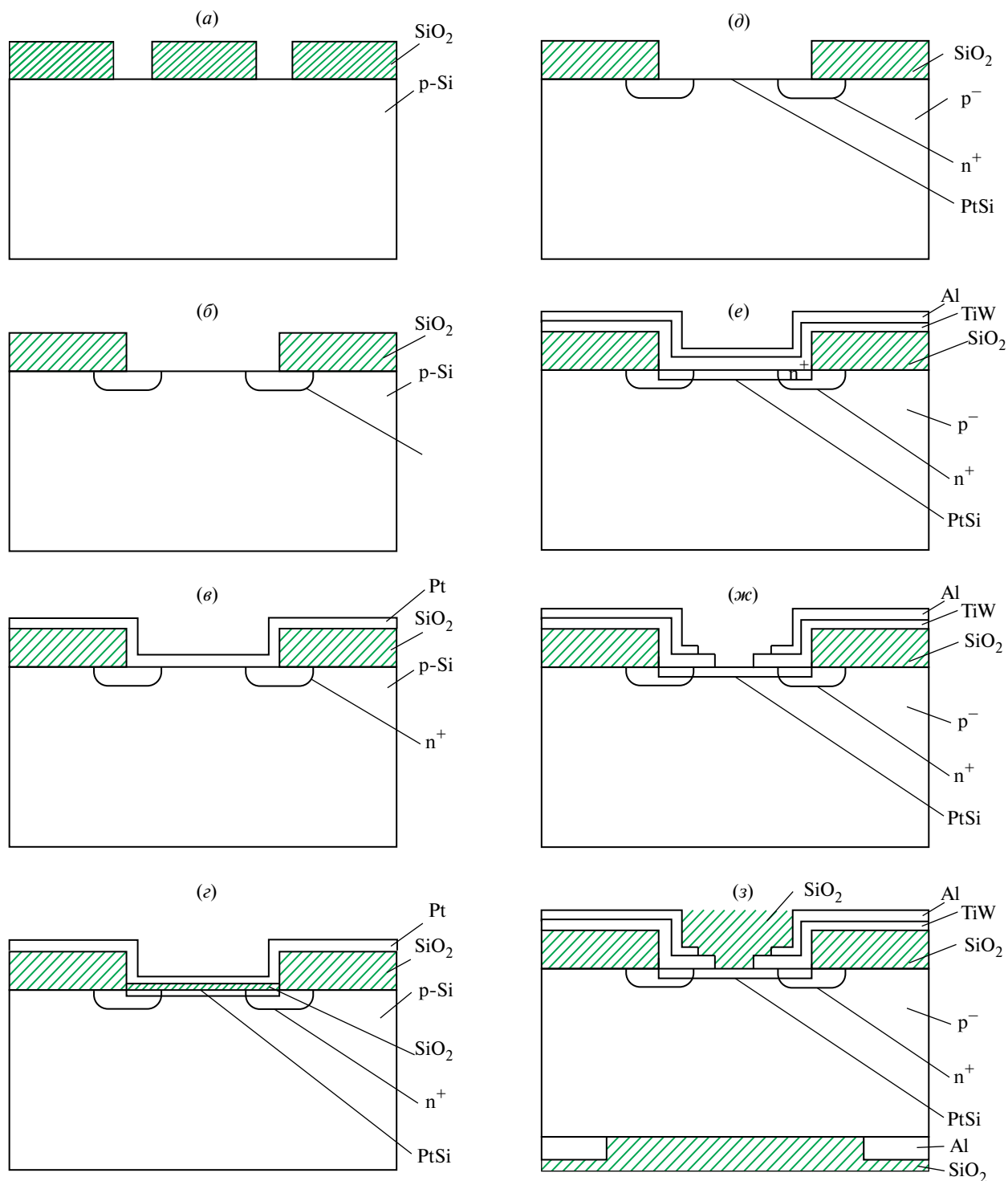
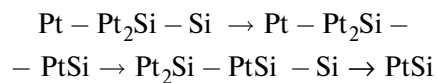


Рис. 1. Технологическая схема изготовления структур с БШ на основе контакта PtSi - Si.

нагреву в вакууме при температурах 473–973 К в течение 10–60 мин. Это приводит к формированию в результате реакции металла с кремнием однородного слоя Pt_2Si , в промежуточной области между Pt_2Si и кремниевой подложкой начинается

образование слоя PtSi контакт Pt/Si последовательно проходит через фазы:



Это реакция протекает до тех пор, пока весь слой Pt_2Si не прореагирует с Si и не превратиться в результате такой реакции в PtSi, который остается стабильным в контакте с кремниевой подложкой [6].

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

При формировании силицида путем реакции между пленкой металла и кремнием следует учитывать количества кремния, потребляемого металлической пленкой. Такого рода расчеты представлены в таблице, в ходе которых использовались теретические значения.

Однако, практическая реализация подобного режима в настоящее время затруднительна в силу несовершенства напылительных установок. Поэтому дальнейшие результаты будет относиться к режиму однослойной металлизации. Сам же процесс изготовления фоточувствительных структур при однослойной металлизации можно описать следующей схемой (рис. 1):

- окисление кремния р- типа (n-типа) (рис. 1),
- открытие окон для формирования охранных n (или р) областей (рис. 1, а),
- диффузия фосфора (или бора) для формирования n- областей (р- областей),
- вскрытие окон для формирования барьерных слоев (рис. 1, б),
- нанесение тонкого слоя металла (Pt) (рис. 1, в),
- отжиг в вакууме и смеси газов для образования слоя PtSi (рис. 1, г),
- снятие непрореагировавшей Pt и SiO_2 слоев (рис. 1, д),
- нанесение диффузионного барьерного слоя TiW и алюминиевого контакта (рис. 1, е),
- удаление сплава TiW и Al в контактом окне до пленки PtSi (рис. 1, ж),
- нанесение просветляющего покрытия (рис. 1, з).

С целью же уменьшения технологических операций предложен новый метод [7] изготовления фотоприемников, работающих в спектральном диапазоне 3–5 мкм, суть которого заключается в следующем: вместо сплава PtSi использовать PtTiW или Ti/ PtTiW.

Технологический маршрут по главным направлением таков:

- окисление пластин,
- открытие окон в окисле,
- напыление PtTiW или Ti/ PtTiW,
- отжиг для получения PtSi,
- травление TiW в окне,
- напыление алюминиевого контакта.

Таблица. Значения толщин Pt, Si

Толщина I слоя (Pt), Å ⁰	75
Толщина II слоя (Si), Å ⁰	13.2
Толщина III слоя (Pt), Å ⁰	10
Толщина IV слоя (Si), Å ⁰	13.2
Толщина V слоя (Pt), Å ⁰	10
Толщина VI слоя (Si), Å ⁰	13.2
Толщина VII слоя (Pt), Å ⁰	10

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе отжига в следствие различных коэффициентов диффузии компонент, составляющих указанные сплавы, происходит фазовое расслоение и платин вступает в реакцию с кремнием, образуя силицид. Оставшийся сплав TiW не стравливается и играет роль диффузионного барьера, который предотвращает деградацию прибора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. — М.: Техносфера, 2010. 336 с.
2. Шапочкин М.Б. Статистическая физика / М.Б. Шапочкин. М.: Издат. дом Моск. Физ. о-ва, 2004. 85 с.
3. Гольдаде В.А., Пинчук Л.С. Физика конденсированного состояния. Белорусская наука, 2009. 648 с.
4. Парфенов В.В. Квантово-размерные структуры в электронике: оптоэлектроника. Казань: КГУ, 2007. 16 с.
5. Фролов В.Д. Размерный эффект в работе выхода электронов / В.Д. Фролов, С.М. Пименов, В.И. Конов, Е.Н. Лубнин // Российские нанотехнологии. 2008. Т. 3. С. 102.
6. Кудрик Я.Я., Шинкаренко В.В., Слепокуров В.С., Бигун Р.И., Кудрик Р.Я. Методы определения высоты барьера Шоттки из вольт-амперных характеристик // Оптоэлектроника и полупроводниковая техника, 2014. вып. 49. С. 21–28.
7. Шик А.Я., Бакуева Л.Г., Мусихин С.Ф., Рыков С.А. Физика низкоразмерных систем. — СПб.: Наука, 2001. 160 с.

Methodology of Production of Photo-Sensitive Elements on Ptsi Basis

© 2024 E. A. Kerimov*

*Azerbaijan State Technical University
Baku, Azerbaijan*

**E-mail: E_Kerimov.fizik@mail.ru*

Schottky barrier diodes based on PtSi-Si contact can be used as detectors for registration of radiation in the infrared spectral region. However, the quantum efficiency of such receivers is very low compared to photodetectors based on narrow-gap semiconductors and p-n junctions. To increase the quantum efficiency of Schottky receivers, as it will be shown below, they are made in the form of the so-called “optical cavity”, and the thickness of PtSi should not exceed 100 Å. For this purpose we have developed a technological mode of multilayer metallization to obtain thin PtSi-Si contacts.

Keywords: Schottky receivers, technological mode, multilayer metallization, absolute scale

REFERENCES

1. *Poole C., Owens F.* Nanotechnologies. — Moscow: Technosphere, 2010. 336 p.
2. *Shapochkin M.B.* Statistical physics / M.B. Shapochkin. M.: Publishing house of the Moscow Physical Society, 2004. 85 p.
3. *Goldade V.A., Pinchuk L.S.* Physics of condensed state. Belarusian Science, 2009. 648 p.
4. *Parfenov V.V.* Quantum-dimensional structures in electronics: optoelectronics. — Kazan: KSU, 2007. 16 p.
5. *Frolov V.D.* Dimensional effect in the electron yield work / V.D. Frolov, S.M. Pimenov, V.I. Konov, E.N. Lubnin // Russian nanotechnologies. 2008. V. 3. P. 102.
6. *Kudrik Ya.Y., Shinkarenko V.V., Slepokurov V.S., Bigun R.I., Kudrik R.Y.* Methods for Determination of Schottky Barrier Height from Volt-Ampere Characteristics // Optoelectronics and Semiconductor Technology, 2014, issue. 49, p. 21–28.
7. *Shik A. Ya., Bakueva L.G., Musikhin S.F., Rykov S.A.* Physics of Low-Dimensional Systems. — Saint Petersburg: Nauka, 2001. 160 p.