

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ ТИПОВ СТРУКТУР ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

© 2019 Н. А. Коростелева, К. О. Комаристая, В. Н. Кострова

Открытое акционерное общество «Воронежский завод полупроводниковых приборов-сборка»

Воронежское акционерное самолетостроительное общество (г. Воронеж, Россия)

Воронежский государственный технический университет (г. Воронеж, Россия)

В данной статье рассматриваются особенности технологических процессов при проектировании изделий микроэлектронной техники. Проиллюстрировано, каким образом формируются микроэлектронные структуры.

Ключевые слова: проектирование, интегральные микросхемы, технологический процесс.

Вследствие достижений в микроэлектронике были созданы интегральные микросхемы, представляющие собой компоненты современной элементной базы, которые необходимо правильно проектировать [1]. Основными показателями, характеризующими применяемый тип микросхем, являются: емкость (удельная) межэлементной изоляции; площадь, занимаемая одним вентиляем; количество циклов легирования; количество циклов фотолитографии.

Исторически более ранней среди планарных структур является диффузионно-планарная структура [2, 3]. Дальнейшее развитие технологии с целью уменьшения размеров площади под вентиль связано со структурами типа «металл-диэлектрик-полупроводник» (МДП). Основным элементом таких ИС является МДП-транзистор с индуцированными каналами. На практике применяются одновременно два взаимодополняющих МДП-транзистора: один с каналом *p*-типа проводимости, другой – с *n*-типом проводимости. Механизм получения КМДП-структуры таков: в кремниевой пластине (обычно применяется пластина *n*-типа) транзисторы с *n*-каналами объединяют в *p*-кармане.¹

В пластине *n*-типа формируют *p*-карманы с помощью технологических операций диффузии примеси и пробитием окон

фотолитографией. Затем аналогично формируют области стоков и истоков.

После этого фотолитографией и окислением получают тонкие слои оксида кремния SiO_2 . Толщина слоя рассчитывается специально, так как фактически этот слой является подзатворным диэлектриком. Наконец, в слое оксида формируют межсоединения. С целью предотвращения образования паразитных каналов формируют каналоограничивающие области. Ключевое преимущество КМДП-структур это экономия потребляемой в статическом режиме мощности в сравнении с МДП-структурой. Потребляемая мощность отличается в несколько десятков раз. Кремний, полученный эпитаксией, снижает подвижность свободных носителей заряда ввиду имеющих структурных нарушений [4, 5] (вакансии и другие).

Поэтому структуры на биполярных транзисторах не нашли широкого применения в электронных изделиях, взамен им используются КМПД-КНС.

Отличием изготовления КМДП-КНС (рисунок 2) от структур на биполярных транзисторах является то, что создается сплошной слой высокоомного *n*-Si методом эпитаксиального наращивания.

Далее анизотропным травлением получают отдельные изолированные слои кремния с *n*-проводимостью.

Коростелева Наталья Александровна – Открытое акционерное общество «Воронежский завод полупроводниковых приборов-сборка», специалист, kor671steler@yandex.ru

Комаристая Ксения Олеговна – Воронежское акционерное самолетостроительное общество, ведущий экономист, kommbm7a0rr@yandex.ru

Кострова Вера Николаевна – д. т. н., профессор Воронежского государственного технического университета.

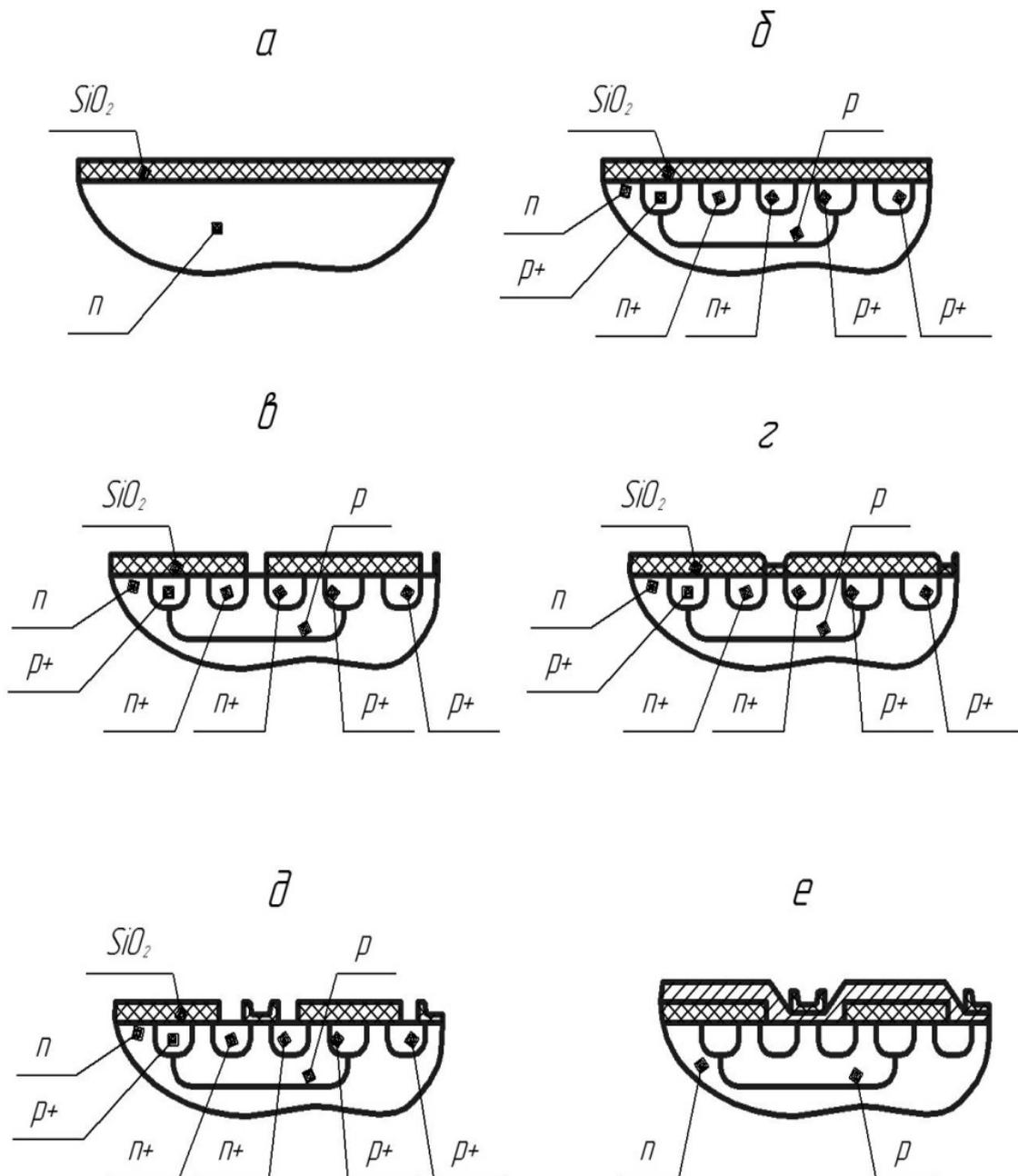


Рисунок 1. Формирование КМДП-структуры:

а – исходная пластина; б – получение диффузией областей с различными типами проводимости; в – травление SiO_2 ; г – окисление кремния; д – травление SiO_2 под контакты; е – готовая структура

При создании, например, биполярного транзистора, имеющего изоляцию на основе p - n -переходов в полном технологическом процессе есть несколько этапов.

Прежде всего, готовится подложка. Затем осуществляется процесс фотолитографии. После этого проводится диффузия по приповерхностному слою донорной примеси. После этого осуществляются операции, относящиеся к формированию эпитакси-

альных слоев. Затем осуществляются процессы окисления.

Необходимо провести вторую фотолитографию. Тогда на поверхности пластин будут создаваться окна по оксиду кремния. Осуществляется процесс разделительной диффузии, формируются слои электрической изоляции. При разработке технологических процессов необходимо ориентироваться на оборудование предприятия [6, 7].

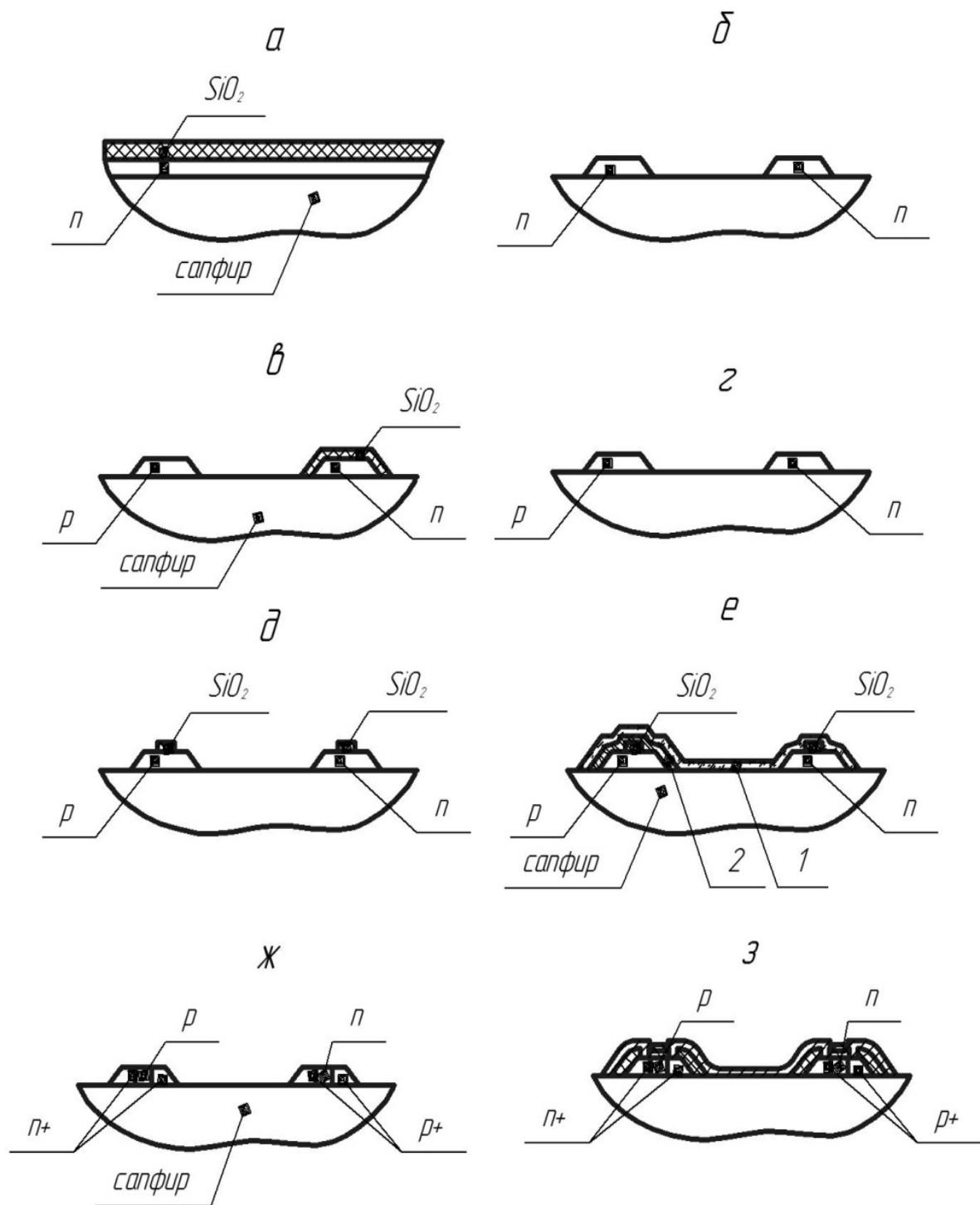


Рисунок 2. Формирование КМДП–КНС–структуры:

А – исходная пластина; б – анизотропное травление (образование островков); в – диффузия примеси; г – снятие маски; д – маскирование; е – покрытие фосфорсиликатным стеклом и боросиликатным стеклом; ж – структура после диффузии и стравливания стекол; з – готовая структура после нанесения

Вывод. В работе дано описание особенностей формирования комбинированных микроэлектронных структур, которые могут быть использованы в различных технических устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский А. П. САПР современных радиоэлектронных устройств и систем / А. П. Преображенский, Р. П. Юров // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2006. – Т. 2. – № 3. – С. 35-37.
2. Яцечко М. И. Автоматизация системы управления техническим обслуживанием группового объекта / М. И. Яцечко, С. В. Ипполитов, Р. В. Репин, В. А. Малышев // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 1 (24). – С. 439-448.
3. Кульнева Е. Ю. О характеристиках, влияющих на моделирование радиотехнических устройств / Е. Ю. Кульнева, И. А. Гащенко // Современные наукоемкие технологии. – 2014. – № 5-2. – С. 50.
4. Львович Я. Е. Многометодный подход к моделированию сложных систем на основе анализа мониторинговой информации / Я. Е. Львович, А. В. Питолин, Г. П. Сапожников // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. – 2019. – Т. 7. – № 2 (25). – С. 301-310.
5. Преображенский Ю. П. Формулировка и классификация задач оптимального управления производственными объектами / Ю. П. Преображенский, Р. Ю. Паневин // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2010. – Т. 6. – № 5. – С. 99-102.
6. Преображенский Ю. П. О повышении эффективности работы промышленных предприятий / Ю. П. Преображенский // В сборнике: Исследование инновационного потенциала общества и формирование направлений его стратегического развития. Сборник научных статей 8-й Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2018. – С. 45-48.
7. Преображенский А. П. Возможности обеспечения развития предприятий / А. П. Преображенский // В мире научных открытий. – 2015. – № 10 (70). – С. 196-201.

THE ANALYSIS OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF BASIC TYPES OF STRUCTURES OF INTEGRAL SCHEMES

© 2019 N. A. Korosteleva, K. O. Komaristaya, V. N. Kostrova

*Open joint stock company "Voronezh plant of semiconductor devices-Assembly"
Voronezh joint stock aircraft construction company (Voronezh, Russia)
Voronezh state technical university (Voronezh, Russia)*

This paper discusses the features of technological processes in the design of microelectronic products. It is illustrated how microelectronic structures are formed.

Key words: design, integrated circuits, technological process.