

Федеральное агентство по образованию
государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С.П. КОРОЛЕВА»

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ,
РЕАЛИЗУЕМЫХ В БИС

Методические указания к лабораторной работе

Самара

2007

Составители: М.Н. Пиганов, В.Д. Дмитриев

УДК 621.382

Изучение принципов структурной интеграции реализуемых в БИС: Метод указания к лабораторной работе

Составители: М.Н. Пиганов, В.Д. Дмитриев. – Самара: Самарский гос. аэрокосм., 2007. 16 с.

В методических указаниях рассматривается конструкция БИС К584ИК1; описывается принцип структурной интеграции, технология получения структур интегрально-инжекционной логики.

Предлагается воспроизвести топологический чертеж и структуру типовых элементов кристалла БИС, схему технологического процесса изготовления микросхемы.

Рекомендуется студентами специальности 210201.

Рецензент: А.И. Колпаков

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: изучение принципов структурной интеграции и исследование конструкции БИС, выполненной по И²Л-технологии.

ЗАДАНИЯ:

1. Изучить конструкцию БИС К584ИК1.
2. Воспроизвести топологический чертеж и структуру типовых элементов кристалла БИС.
3. Воспроизвести схему технологического процесса изготовления изученной микросхемы.
4. Ознакомиться с электрическими параметрами и условиями эксплуатации.

I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАБОТЫ

I. Принцип структурной интеграции

Типичной для современных БИС является структурная или морфологическая интеграция. Под структурной интеграцией понимают использование одной и той же области кристалла для выполнения нескольких функций. Примером может служить схема с инжекционным питанием (рис.1). Она не имеет аналогов в дискретном исполнении. У схемы эпитаксиальный *n*-слой служит базой *p*-*n*-*p* - транзистора и одновременно эмиттером *p*-*n*-*p* -транзистора, а база *p*-*n*-*p* - транзистора одновременно является коллектором *p*-*n*-*p* - транзистора. В таких схемах нет необходимости изолировать *p*-*n*-*p* -транзисторы друг от друга, поскольку общность эмиттерного слоя в данном случае не только не противопоказана, но и необходима для реализации такой схемы.

В качестве *p*-*n*-*p* - транзисторов используют "обращенные" многоколлекторные транзисторы, а в качестве *p* -*n* -*p* - горизонтальные бездрейфовые транзисторы. Для повышения нормального коэффициента усиления многоколлекторного *p* -*n* -*p* - транзистора целесообразно уменьшать толщину *n* - слоя и ширину *p*-базы. Эмиттер, выполняющий функцию питания, называют инжектором и обозначают русской буквой "И". Транзисторы *p*-*n*-*p* - располагают как перпендикулярно (V_3 - V_4 , V_n), так

Ток инжектора переключается из входной цепи n-p-n - транзистора в коллекторную цепь предыдущей микросхемы тогда, когда напряжение $U_{вх}$ снижается до уровня напряжения отпирания этого транзистора.

1.2. Технология получения И²Л-структур

Логические элементы схем с инжекционным питанием получили название - интегральная инжекционная логика (ИИЛ или И²Л). Оба транзистора могут быть выполнены на участке кристалла, равном площади, занимаемой одним многоколлекторным транзистором.

Схема технологического процесса изготовления типового логического элемента И²Л- структуры приведена на рис.2.



Рисунок 2. Схема технологического процесса изготовления И²Л – структуры

1.3. Другие типы структур с совмещенными областями

В настоящее время широко используется совмещение областей транзисторов, диодов и резисторов. Для формирования резисторов целесообразно использовать области базы или коллектора транзисторов, исходя из чего в БИС используют два метода совмещения: областей баз с резисторами и областей коллекторов с резисторами.

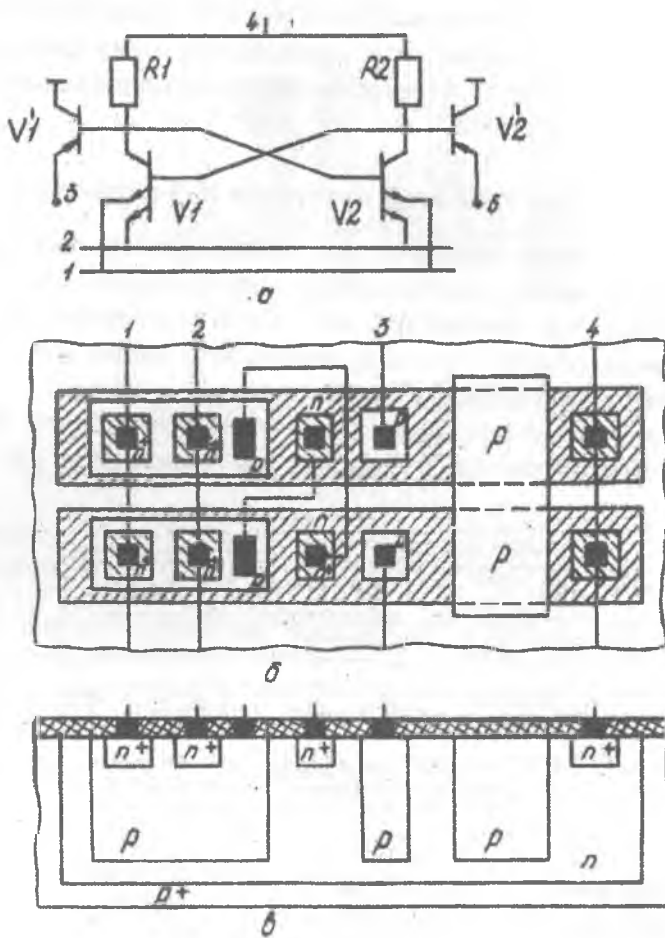


Рисунок 3. Конструкция триггера с совмещенными резисторами и коллекторами транзисторов: а - принципиальная схема; б - топологический чертеж; в - структура кристалла.

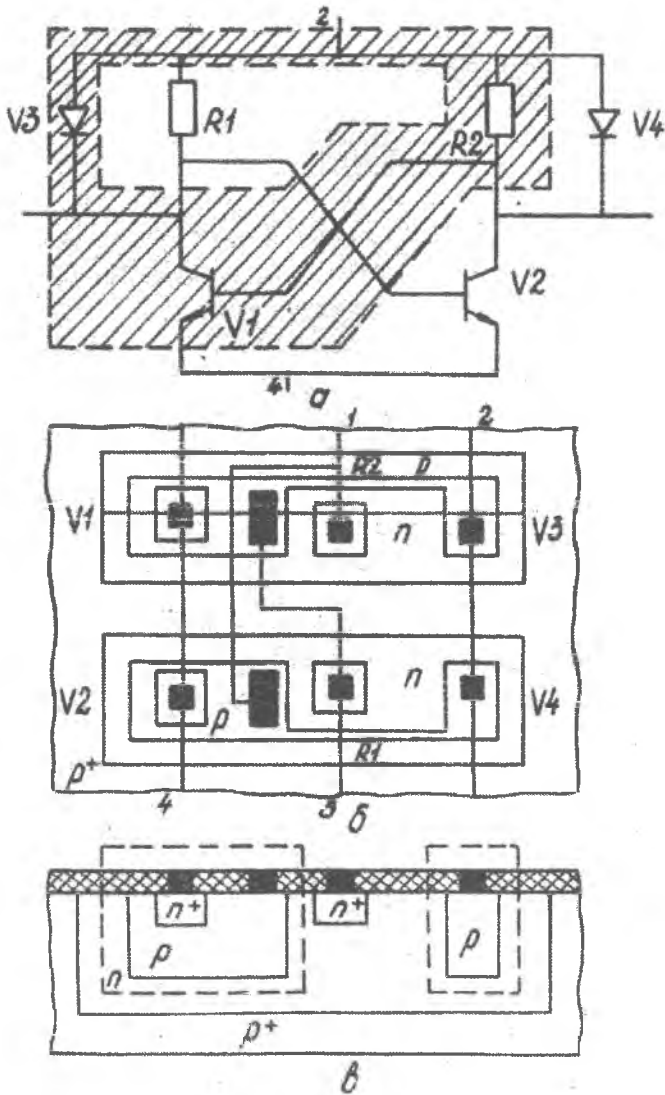


Рисунок 4. Конструкция триггера с совмещенными резисторами, катодами диодов и базами транзисторов: а - принципиальная схема; б - топологический чертёж; в - структура кристалла.

В приведенной конструкции (рис.3) резисторы R1 и R2 совмещены с коллекторами вертикальных двухэмиттерных п-р-п - транзисторов V_1 и V_2 , соответственно. Они сформированы в двух изолированных областях эпитаксиального п-слоя. Чтобы уменьшить поперечное сечение резисторов (для увеличения сопротивления), п - области "пережаты" диффузионными р - областями. Эпитаксиальные п -области являются также одновременно базами вертикальных р-п-р - транзисторов V_1' и V_2' . Коллектором р-п-р - транзисторов является р⁺-область кристалла.

Другой пример совмещения областей приведен на рис. 4. Здесь базовые р - области транзисторов совмещены с диффузионными резисторами противоположных плеч триггера и катодами диодов (база V_1 совмещена с резистором R2 и катодом диода V3). Совмещенными областями (заштриховано) является изолированная часть эпитаксиального п - слоя.

На рис.5 приведена структура логического элемента инжекционно-полевой логики (ИПЛ). В нем используется совмещение одностипных областей полевых и биполярных транзисторов. Здесь использован вертикальный п - каналный полевой транзистор с затвором, изолированным

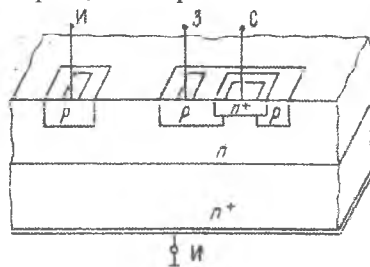


Рисунок 5. Структура кристалла ИПЛ

р - п - переходами, и горизонтальный биполярный р-п-р-транзистор. В данной конструкции коллектор горизонтального р-п-р - транзистора совмещен с затвором полевого транзистора, а база, соответственно, с истоком. Функцию стока выполняет сильнолегированная п⁺ - область, сформированная внутри р - области затвора.

2. ОПИСАНИЕ ИЗУЧАЕМОЙ БИС

2.1. Микропроцессорные микросхемы и комплекты микросхем

Микропроцессорная интегральная микросхема - это интегральная микросхема, выполняющая функцию микропроцессора или его части.

Микропроцессорный комплект (МПК) - совокупность микропроцессорных и других интегральных микросхем, совместимых по архитектуре, конструктивному исполнению и электрическим параметрам и обеспечивающих возможность совместного применения.

Базовый микропроцессорный комплект - минимальный состав микропроцессорного комплекта, необходимый для построения основных узлов микропроцессора или контролера.

Микропроцессоры представляют собой стандартные логические блоки, выполняющие сложные логические функции под управлением хранимых в памяти программ. Они содержат центральный процессор, местную память, элементы и узлы интерфейса, обеспечивающие связь и совместимость с другими устройствами. Микропроцессоры используются в процессорах калькуляторов, встраиваемых вычислителей, мини-и микро-ЭВМ в качестве составного узла измерительно-вычислительных комплексов.

Широкое использование микропроцессоров обусловлено их низкой стоимостью, малыми габаритами, потребляемой мощностью, гибкостью применения (программируемость) и позволяет заменить жесткую аппаратную реализацию сложных электронных устройств функцией программирования. Путем замены программы, записанной в памяти микропроцессора, можно создавать многофункциональные устройства различного назначения без существенных изменений электрических схем. Основными недостатками микропроцессоров являются низкое быстродействие и ограниченные функциональные возможности.

2.2. Краткая характеристика МПК серии К 584

Микросхемы комплекта К 584 предназначены для построения мини-и микроЭВМ, контролеров и систем управления различной архитектуры. БИС этой серии используют для построения как простых вычислительных устройств (системы автоматизированного управления технологическими процессами), так и сложных (многопроцессорные системы управления в реальном масштабе времени), поскольку они имеют один низковольтный источник питания, обладают широким диапазоном температуры эксплуатации, электрической совместимостью по входным и выходным характеристикам с микросхемами наиболее распространенных ТТЛ-серий (К133, К155, К555 и др.).

2.3. Основные параметры БИС К584 ИК1

Микросхема К584ИК1 является четырехразрядным центральным микропроцессорным элементом. Она обладает следующими характеристиками:

длина слова - 4 бит;

время выполнения команды - 2 мкс;

число команд - 459;

режимы, адресации - по указателю, регистровая, непосредственная;

напряжение питания 5В, ток 130 мА;

количество регистров - 8РОН, 2 специальных регистра;

количество выводов корпуса - 48;

принцип действия - параллельный, допускается возможность наращивания длины слова;

технология изготовления - И²Л.

Центральный процессор К584ИК1 состоит из следующих устройств:

арифметико-логическое устройство;

рабочий регистр;

рабочий регистр расширения;

программируемая логическая матрица;

регистр операций;

регистры общего назначения; мультиплексоры операндов;
мультиплексоры выдачи данных;
мультиплексор адреса;
инкрементор;
программный счетчик;
схема формирования выхода программного счетчика;
схема позиционного управления;
схема селекции разрядов регистра расширения.

Данная БИС имеет такие условия эксплуатации:

диапазон рабочих температур от -10 до $+70^{\circ}\text{C}$;

относительная влажность воздуха до 98% при температуре окружающей среды до 35°C ;

многократное циклическое изменение температуры от -10 до $+70^{\circ}\text{C}$;

вибрационные нагрузки с ускорением до 20 g в диапазоне частот от 1 до 3000 Гц;

линейные нагрузки с ускорением до 150 g;

многократные удары длительностью от 1 до 3 мкс с ускорением до 150 g.

3. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Работа проводится в форме конструкторского практикума. Лабораторная установка содержит микроскопы МБС-9, МИИ-4 и набор исследуемых БИС.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Ознакомиться с заданием.
2. Получить исследуемый образец БИС.
3. Провести анализ конструктивного выполнения БИС.
4. Изучить конструкцию элементов в кристалле; выявить типовую структуру логического элемента;
5. Зарисовать топологический чертеж типовых элементов БИС и эскиз кристалла.
6. Воспроизвести структуру типовых элементов кристалла БИС.
7. Зарисовать эскиз корпуса БИС. Определить его тип.

- 8 . Определить геометрические размеры кристалла.
- 9 . Подсчитать плотность установки и степень интеграции БИС.
- 10 . Воспроизвести схему технологического процесса изготовления микропроцессорной БИС.
- 11 . Ознакомиться с электрическими параметрами и условиями эксплуатации.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Цель работы.
2. Краткая характеристика и назначение БИС К584ИК1.
3. Топологический чертеж типовых элементов изученной БИС.
4. Структура типовых элементов кристалла К584ИК1.
5. Эскиз корпуса и кристалла БИС.
6. Схема технологического процесса изготовления БИС К584ИК1.
7. Электрические параметры изученной БИС.
8. Условия эксплуатации микропроцессорной микросхемы.
9. Расчетные данные.
10. Выводы.

Контрольные вопросы

1. Что такое структурная интеграция?
2. Преимущества принципа структурной интеграции.
3. Нарисовать структуру и топологию схемы с инжекционным питанием.
4. Нарисовать схему технологического процесса изготовления И²Л-структуры.
 5. Преимущества и недостатки горизонтального и вертикального транзисторов.
 6. Какие конструктивно-технологические ограничения возникают при изготовлении многоколлекторных транзисторов?
 7. В чем заключается основное преимущество И²Л-структуры на кристалле, выполняющем роль инжектора?
 8. Нарисовать структуру кристалла с совмещенными областями транзистора и резистора; транзистора, диода и резистора.
 9. Описать электрические параметры БИС К584ИК1.
 10. Нарисовать и объяснить структуру элемента ИПЛ.
 11. Дать характеристику конструктивному исполнению БИС К584ИК1 и условиям ее эксплуатации.

Литература

Степаненко И.П. Основы микроэлектроники: Учебное пособие для вузов.-М.:Сов.радио, 1980.-424 с. (с.210-217, 359-363).

Березин А.С., Мочалкина О.Р. «Технология и проектирование интегральных микросхем». - М.: Радиосвязь, 1983.-232 с.

Содержание

1. Теоретические основы работы.....	3
1.1. Принцип структурной интеграции.....	3
1.2. технология получения И2Л-структур.....	5
1.3. Другие типы структур с совмещенными областями.....	5
2. Описание изучаемой БИС.....	9
2.1. Микропроцессорные микросхемы и комплекты микросхем.....	9
2.2. Краткая характеристика МПК серии К584.....	10
2.3. Основные параметры БИС К584ИК1.....	10
3. Описание Лабораторной установки.....	11
4. Порядок выполнения работы.....	11
5. Содержание отчета.....	13
Контрольные вопросы.....	13
Литература.....	14

Учебное издание

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ СТРУКТУРНОЙ ИНТЕГРАЦИИ,
РЕАЛИЗУЕМЫХ В БИС

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Составители: Пиганов Михаил Николаевич,
Дмитриев Василий Дмитриевич