КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ МИНГОРИСПОЛКОМА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

«МИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОЛЛЕДЖ ЭЛЕКТРОНИКИ»

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОЙ МИКРОСХЕМЫ СИНХРОННОГО ТРИГГЕРА С ВНУТРЕННЕЙ ЗАДЕРЖКОЙ**

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

по учебной дисциплине

«Расчеты и проектирование микроэлектронных устройств»

**КП 153.МЭ.008.00.00.000 ПЗ**

Руководитель Семенова Л.Н.

Разработчик Живица А.В.

МИНСК 2019

Содержание

Введение 3

1. Анализ исходных данных и обоснование выбора конструкции 7
2. Разработка коммутационной схемы 9
3. Расчет параметров элементов 10
   1. Расчет транзистора 10
   2. Расчет электрических параметров транзистора 14
   3. Расчет резисторов 14
   4. Расчет конденсаторов 16
4. Тепловой расчет микросхемы в корпусе 17
5. Оценка паразитных явлений 18
6. Расчет параметров надежности ИМС 20
7. Разработка технологии изготовления микросхемы 22
8. Выполнение сборочного чертежа 25

Заключение 26

Перечень используемых источников 30

**Введение**

Микроэлектроника – современное направление электроники, включающее в себя: исследование, конструирование и производство интегральных микросхем и радио электронной аппаратуры на основе ИМС.

Основной задачей микроэлектроники является создание микро миниатюрной аппаратуры со следующими качествами:

1. высокая надежность;
2. воспроизводительность;
3. низкая стоимость;
4. низкое энергопотребление;
5. высокая функциональная сложность – много функций заключается в одно изделие. Показатели закладываются выше, чем в техническом задании.

Показатели 2 и 3 закладываются в конструкторскую документацию, а показатели 4 и 3 – это экономические показатели.

Физические явления процессы и методы, которые используются в интегральной электронике делятся по эффектам проявления:

1. явление переноса носителей заряда в полупроводник;
2. контактное явление в структурах:
   1. полупроводниковый металл;
   2. полупроводниковый полупроводник.
3. электрические процессы на поверхности полупроводника;
4. оптические и фотоэлектрические явления в полупроводнике;
5. размерные эффекты;
6. физические явления в ферро-магнитных пленках.

Эффекты, используемые при создании отдельных элементов ИМС:

1. туннельный;
2. эффект сильного поля;
3. эффект Ганна, Холла, Пельтье , Зеебека, Джозефсона;

Группа явлений, которая использует в качестве элементов методы получения микро электронных структур:

1. Эпитаксия;
2. Диффузия;
3. Структурное разупорядочение в тонких пленках;
4. Испарение частиц с последующей конденсацией;
5. Ионное легирование;
6. Оптическое явление при фотолитографии.

***Особенности разработки микроэлектронных изделий***

Исходные данные выбираем из задания на проектирование.

1. Электрические параметры;
2. Выходные характеристики;
3. Стоимость работы:
   1. Себестоимость изделия;
   2. Расходы на опытные конструкции, расходы ОКР и разработка конструкторской документации.
4. Массогабариты.

На основании технического задания производим предварительный анализ принципиальной схемы. По ней определяем тип устройства.

Также проводим анализ:

* электрических параметров схемы и себестоимость технологии изготовления
* допустимой погрешности в условиях эксплуатации;
* устойчивости к климатическим, механическим и другим внешним факторам.

Цели предварительного анализа:

* + - выяснение возможностей выполнения данной схемы устройства по определенной технологии;
    - учет схемотехнических данных, а также конструктивно- компоновочные требования к имеющимся техническим возможностям выбранной технологии для обеспечения выходных параметров согласно техническому заданию.

***Общие сведения о триггерах***

Триггер (Trigger) – это элементарный цифровой автомат с памятью, способный хранить 1 бит двоичной информации. Триггер имеет два устойчивых состояния и способен под воздействием входных сигналов многократно переходить из одного состояния в другое. Одно из состояний условно называют логической единицей, второе – логическим нулем.

Триггеры классифицируются по логическому функционированию и способу записи информации. По логическому функционированию различают следующие основные типы триггеров: RS, D, T и JK.

По способу записи информации триггеры делятся на асинхронные (неконтролируемые) и синхронные (тактируемые либо стробируемые). В асинхронных триггерах запись информации (переключение триггера в новое состояние) происходит под действием изменений входных сигналов с момента подачи их на информационные входы. В синхронных триггерах запись информации происходит только в моменты подачи на управляющий вход С разрешающих сигналов синхронизации.

Различают синхронные триггеры со статическим и динамическим управлением записью информации.

Синхронный триггер со статическим управлением воспринимает информационные сигналы во время действия активного уровня сигнала синхронизации. Вход синхронизации триггера С называется статическим, если управление осуществляется уровнем синхросигнала. При подаче на вход С пассивного уровня сигнала синхронизации триггер не реагирует на информационные сигналы, он хранит предыдущее состояние.

Синхронный триггер с динамическим управлением воспринимает только те сигналы, которые были на информационных входах к моменту прихода импульса синхронизации. Его переключение в новое состояние осуществляется только в момент воздействия фронта (переход 0→1) или спада (переход 1→0) синхроимпульса. Вход триггера С называется прямым динамическим, если переключение триггера осуществляется спадом синхронизирующего импульса. В остальное время действия импульса синхронизации триггер не реагирует на входные сигналы и остается в прежнем состоянии независимо от уровня синхросигнала.

Выходные прямой и инверсный сигналы триггера, действующие в текущий момент времени t, обозначаются соответственно Q и Q̅, а действующие в момент времени t+1 (после переключения триггера в новое состояние) – соответственно Q+ и Q̅+. Новое состояние триггера Q+ зависит не только от значений входных информационных сигналов, но и от состояния триггера Q, в котором он находился перед поступлением входных сигналов.

Состояние триггера определяется значением уровня сигнала на его прямом выходе. Например, если на прямом выходе имеется уровень, соответствующий логической 1, то считают, что триггер находится в единичном состоянии (Q = 1, Q̅ = 0). В противном случае триггер находится в нулевом состоянии.

1. **Анализ исходных данных и обоснование выбора конструкции**

Сначала анализируем электрическую принципиальную схему. Схема триггера является аналоговой. Исходя из этого ее можно выполнять как в виде полупроводниковой ИМС, так и в виде гибридной ИМС.

Далее анализируем параметры из перечня элементов. Резисторы имеют номинальные сопротивления в пределах от 120 Ом до 53 кОм и номинальные мощности рассеивания около 0,02 Вт. Конденсатор имеет номинальную емкость 1200 пФ. Погрешности электрических параметров резисторов и конденсатора в пределах ±10…20 %. Это позволяет выполнить данные элементы в виде ИМС по полупроводниковым технологиям. Ввиду того, что схема содержит большое количество транзисторов, выбираем реализацию проектируемой микросхемы по полупроводниковой технологии.

***Выбор изоляции ИМС***

Изоляция областей полупроводниковых ИМС. Одна из главных проблем в технологии изготовления полупроводниковых ИМС состоит в изоляции компонентов друг от друга с целью исключения нежелательных гальванических связей. Выбор метода изоляции определяется конструктивными особенностями ИМС и технологическими возможностями производителя. Из большого числа известных методов практически чаще всего используют два: изоляция с помощью обратносмещённых р-n – переходов и изоляция диэлектрическими слоями. Метод изоляции обратносмещённым р-n – переходом. Этот метод подразумевает создание двух встречновключённых р-n – переходов между изолируемыми областями ИМС. Этот метод хорошо согласуется с планарным технологическим процессом, но не исключает обратных токов утечки через р-n – переход и паразитного влияния образующейся барьерной ёмкости. Изоляция диэлектрическими слоями. В качестве изолирующего диэлектрического слоя как правило используют двуокись кремния SiO2. Этот метод позволяет существенно снизить паразитную ёмкость между элементами ИМС и подложкой, а также существенно снизить токи утечки. Недостатком метода является худший теплоотвод от кристалла ИМС.

Исходя из анализа методов изготовления изоляции принимаем изоляцию диэлектрическими слоями. Этот метод позволяет существенно снизить паразитную ёмкость между элементами ИМС и подложкой, а также существенно снизить токи утечки.

1. **Разработка коммутационной схемы**

Выполнение коммутационной схемы - это первый этап разработки топологии ИМС. На этом этапе путем анализа электрической принципиальной схемы устройства оценивалась возможность реализации изделия в виде полупроводниковой интегральной схемы. При составлении коммутационной схемы, представленной на рисунке 1, за основу была принята схема электрическая принципиальная синхронного триггера с динамическим сигналом согласно заданию на проектирование. Далее преобразуем данную схему с учетом конструктивных особенностей элементов в полупроводниковом исполнении - сформируем схему так, чтобы в ней отсутствовали электрические пересечения проводников. В процессе выполнения разработки коммутационной схемы было принято решение разместить внешние контактные площадки на одной стороне кристалла, что облегчит осуществление операции соединения внешних контактных площадок с выводами корпуса.

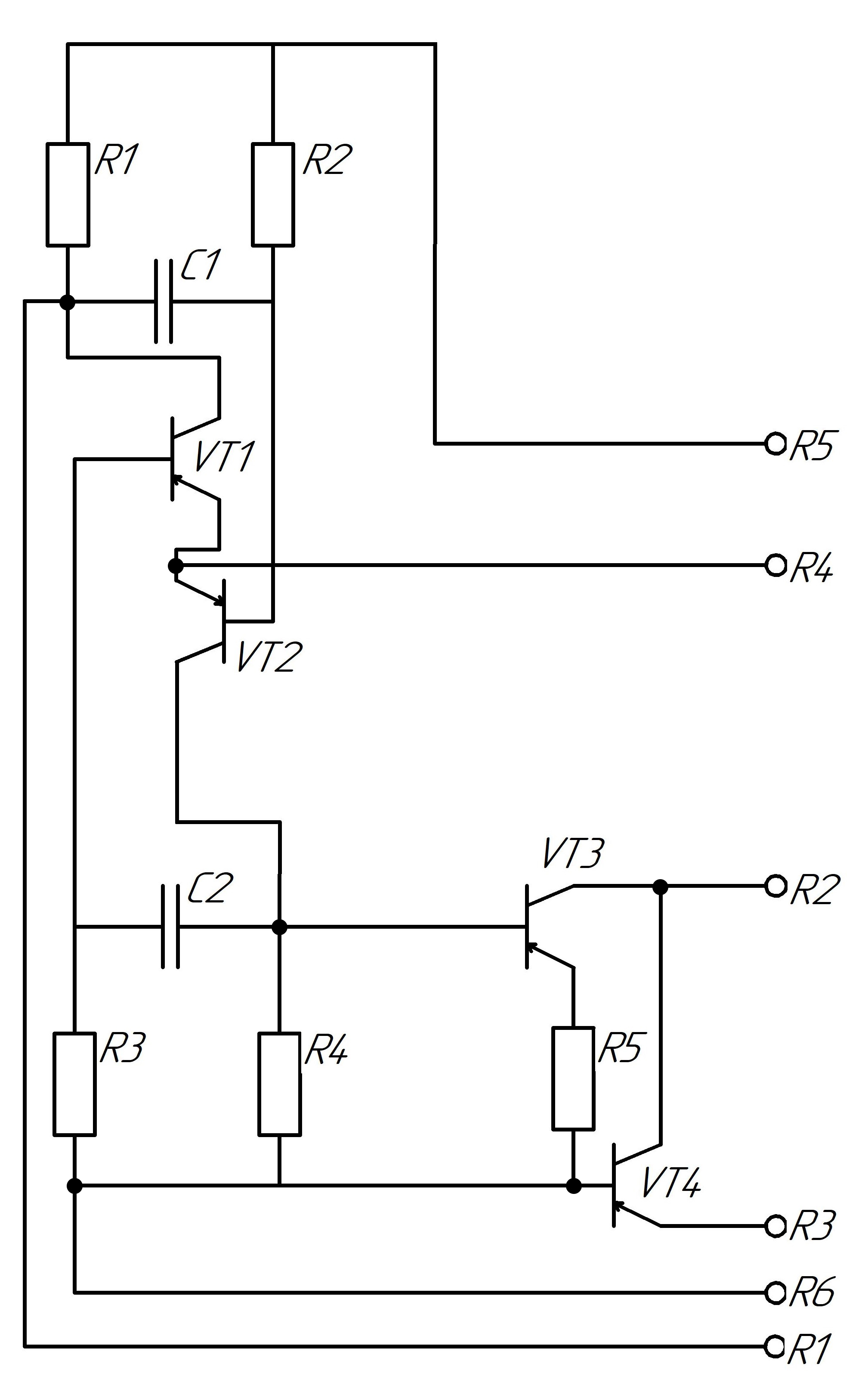


Рисунок №1 – Коммутационная схема триггера.

1. **Расчет параметров элементов**

Конструктивный расчет резисторов заключается в определении формы, геометрических размеров и минимальной площади, занимаемой резисторами на подложке. При этом необходимо, чтобы резисторы обеспечивали заданную мощность рассеивания при выполнении требуемой точности полной относительной погрешности изготовления резистора в условиях существующих технологических возможностей полупроводниковых технологий.

**3.1 Расчет транзистора**

Исходные данные для расчета транзисторных структур согласно заданию на проектирование:

|  |  |
| --- | --- |
| Средняя мощность 0,3 Вт;  Структура транзистора p-n-p;  Напряжение на разделе К – Б максимальное 20 В;  Напряжение на переходе К – Б рабочее 12 В;  Напряжение на переходе Э – К 7 В;  Напряжение на переходе Э – Б 7 В;  Максимальная мощность 30 мВт;  Максимальный ток коллектора 15 мА;  Ток эмиттера принимаем примерно равным току коллектора;  Емкость на переходе Б – К 20 пФ; | Емкость Э 6 пФ;  Концентрация акцепторов на коллекторном переходе 2,5 мкм;  Частота 100 кГц;  Диапазон рабочих температур  - 40 … + 60 °C;  Концентрации носителей заряда:  Nit = 5\*1010;  Nas = 5\*1019;  Диэлектрическая постоянная 8,85\*10-14 В/м;  Относительная диэлектрическая постоянная для кремния 11,7;  Элементарный заряд 1,6\*10-19 Кл; |

Принимаем: Uкб 0 = 1,5 \* Uкб max = 1,5 \* 20 = 30 В; Nдк = 2,5 \* 1016;

µnNдк = 375 мм2 / В \* см;

1. Находим удельное сопротивление коллекторного перехода Nдк при Т=300 К:

ρvk = (q \* µn (Nдк) \* Nдк)-1 = (1,6 \* 10-19 \* 375 \* 2,5 \* 10-16)-1 =1,5 Ом/см (3.1.1)

1. Определим характеристическую длину в распределении примесей акцепторов La:

(3.1.2)

1. Для расчета ширины объемного заряда на коллекторном и эмиттерном переходах предварительно вычисляют потенциал:

(3.1.3)

1. Контактную разность потенциалов на коллекторном переходе вычисляют по формуле:

(3.1.4)

где:

.

1. Рассчитываем ширину области объемного заряда, распространяющегося в сторону базы и в сторону коллекторного перехода при максимальном смещении коллекторного перехода :

(3.1.5)

(3.1.6)

1. Выбираем ширину технологической базы, которая должна быть больше ширины слоя объемного заряда на коллекторном переходе , так как последний будет иметь максимальную ширину при :

(3.1.7)

1. Определяем концентрацию акцепторов на эмиттерном переходе:

(3.1.8)

1. В результате высокой степени легирования эмиттера область объемного заряда на эмиттерном переходе в основном будет сосредоточена в базе. Приближенно можно считать что , где:

(3.1.9)

1. Корректируем технологическую базу:

(3.1.10)

1. Для определения размеров активной базы принимаем ширину объемного заряда при прямом смещении эмиттерного и обратном смещении коллекторного переходов:

; (3.1.11)

1. Определим активную ширину базы:

(3.1.12)

1. Находим размеры коллектора, имеющего квадратную форму со стороной h, где:

(3.1.12)

; (3.1.13)

; (3.1.14)

; (3.1.15)

; (3.1.16)

1. Выбираем из банка данных предприятия-изготовителя структуру с размерами 200\*95 ;

; (3.1.17)

; (3.1.18)

; (3.1.19)

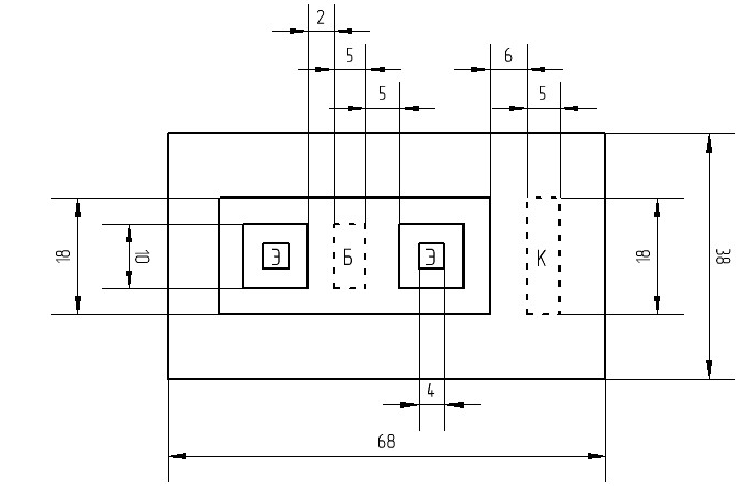
При сравнении величин отношении периметра к площади транзиторной структуры в дальнейшем для проектирования остальных элементов выбираем банковскую структуру транзистора.

Рисунок №2 – Структура из банка данных.

* 1. **Расчет электрических параметров транзистора**

Оптимальная площадь эмиттерного перехода:

(3.2.1)

Размеры Sопт труднореализуемы из-за ограничений технологических процессов.

* + 1. По планарной технологии: линейный размер bтехн = 5 мкм.
    2. Минимальный размер окна в оксиде для контакта: 12,5x12.5 мкм2.
    3. Минимальный размер эмиттерной области: 20x30 мкм2.
    4. Точность воспроизведения площадки эмиттерных областей:

(3.2.2)

* + 1. Такая большая погрешность – причина значительного разброса параметров ИБТ, изготовленного по полупроводниковым технологиям.

**3.3 Расчет резисторов**

1. Находим величину удельного поверхностного сопротивления слоя:

(3.3.1)

1. Находим коэффициент форм:

(3.3.2)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип резистора | Толщина слоя, мкм |  |  | ТКС, 1% |
| Диффузионный на базовом слое | 2,5-3,5 | 100-300 | (5-20) | 2\*10-3 |

1. Находим относительную погрешность коэффициента формы:

(3.3.3)

1. Находим полную относительную погрешность сопротивления диффузионного резистора:

(3.3.4)

1. Находим ширину bp:

(3.3.5)

1. Принимаем bтехн =5 мкм, тогда

;

Следовательно, из трёх величин выбираем максимальную ;

1. Находим промежуточное значение ширины резистора:

(3.3.6)

(3.3.7)

(3.3.8)

1. Находим площадь контакта:

(3.3.9)

1. Реальная ширина резистора на кристалле:

(3.3.10)

(3.3.11)

1. Находим расчетную длину резистора:

(3.3.12)

1. Находим промежуточное значение длины резистора:

(3.3.13)

1. Выбираем
2. Находим реальную длину резистора на кристалле:

(3.3.14)

Далее по аналогии рассчитываем оставшиеся резисторы R2, R3, R4 и R5

Данные расчетов заносим в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ri | Кф | b точн, мкм | b p, мкм | b расч, мкм | b пром, мкм | b, мкм | l расч, мкм | l пром, мкм | l, мкм |
| R1; R4 | 6,4 | 0,006 | 1,22 | 5 | 1 | 9 | 48,6 | 52,6 | 48,6 |
| R2; R3 | 5,3 | 0,003 | 1,37 | 5 | 1 | 9 | 38,7 | 42,7 | 38,7 |
| R5 | 0,12 | 0,001 | 9,12 | 9,12 | 5,12 | 13,12 | 11,5 | 15,5 | 11,5 |

**3.4 Расчет конденсаторов**

Предварительный расчет емкости согласно заданию на проектирование, которая обеспечивается банковской структурой проводим по формуле (3.4.1). Выбираем Sk размерами 45х12,5 мкм2 и стороны а = 45 мкм, b = 12,5 мкм.

; (3.4.1)

Поскольку заданная емкость больше, то выбираем МДП структуру с диэлектриком SiO2.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тип конденсатора | Удельная емкость, пФ/мм2 | Разброс номинала, % | Температурный коэффициент емкости (ТКЕ), 1/°С | Пробивное напряжение Uпр , В | Добротность | Емкость, С |
| МДП с диэлектриком SiO2 | 400…600 | ±20 | 0,015 | 30…50 | 25…80 | 1200 |

1. **Тепловой расчет микросхемы в корпусе**

Так как ИС герметизируется путем запрессовки в пластмассовый корпус, то тепловое сопротивление конструкции определяется:

, где: (4.1)

– толщина слоя пластмассы (компаунда, ) и ее теплопроводность ();

– внутреннее тепловое сопротивление кристалла, которое определяется по формуле:

, где (4.2)

– толщина подложки pSi () и ее теплопроводность ();

Температура кристалла рассчитывается по формуле:

, где (4.3)

– температура окружающей среды ();

– площадь кристалла;

- суммарная мощность элементов;

Тогда:

(4.4)

; (4.5)

Условие нормального теплового режима элементов кристалла:

, где (4.6)

– допустимая температура согласно заданию на проектирование

Так как рабочая температура не превышает допустимую 85°С, то никаких конструктивных мер принимать не следует.

1. **Оценка паразитных явлений**

Определим паразитную емкость в участке, где она наибольшая. Частичные емкости между проводниками, параллельно расположенными на подложке и находящимися в окружении других проводников показаны на рисунке:

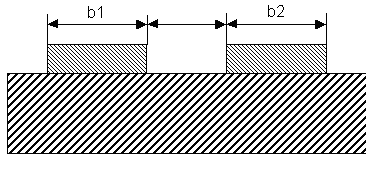


Рисунок № 3 – Вариант расположения проводящих пленочных элементов.

Расчетная диэлектрическая проницаемость определяется по формуле:

(5.1)

Где, - диэлектрическая проницаемость окружающей среды; – диэлектрическая проницаемость материала подложки.

Емкостной коэффициент c для проводящих пленочных элементов, расположенных в соответствии с рисунком 1, рассчитывается по формуле:

(5.2)

Где, ; .

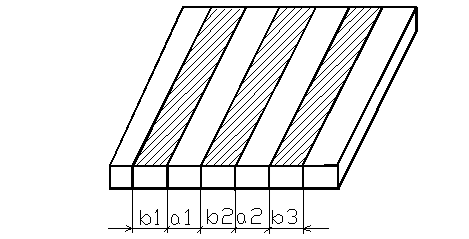


Рисунок №4 –Система параллельных проводников

Емкость между двумя произвольно расположенными на подложке пленочными проводящими элементами определяют по формуле:

(5.3)

Где, - емкостный коэффициент; – длина пленочных проводников.

Полученная ёмкость между проводниками незначительна, и она не вызовет заметных помех при эксплуатации ИМС.

1. **Расчет параметров надежности ИМС**

В данном случае интенсивность отказов полупроводниковой ИМС с учетом того, что время появления внезапных отказов распределено по экспоненциальному закону, определяется выражением:

(6.1)

Где m – число групп элементов; - число элементов данного типа; - поправочный коэффициент, учитывающий влияние температуры окружающей среды и электрической нагрузки; - поправочный коэффициент, учитывающий влияние механического воздействия, влажности и изменение атмосферного давления;; для полевых условий эксплуатации, при влажности 90% и температуре 40 , для высоты уровня моря; - интенсивность отказов элементов, металлизации, кристалла и конструкции.

Значения интенсивностей отказов определим по следующим формулам:

(6.2)

(6.3)

(6.4)

Где, - интенсивность отказов из-за дефектов, обусловленных диффузией ();

- интенсивность отказов из-за дефектов металлизации ();

- интенсивность отказов из-за дефектов оксида ();

- интенсивность отказов из-за дефектов от посторонних включений в корпусе ();

- интенсивность отказов из-за поверхностных и структурных дефектов кристалла ();

- интенсивность отказов из-за некачественного крепления кристалла ();

- интенсивность отказов из-за обрыва термокомпрессионного сварного соединения ();

- интенсивность отказов из-за повреждения корпуса (для пластмассового корпуса);

- интенсивности отказов элементов, металлизации, и кристалла соответственно;

- число стадий диффузии при формировании элемента (для транзистора – 4, для резистора – 2, для конденсатора – 3);

- площади элементов, металлизации, и кристалла соответственно (площадь одного транзистора составляет – 0,015 , конденсатора – 0,058 , суммарная площадь металлизации – 0,32 , площадь кристалла – 1,15 ).

К компонентам ненадежности относится также корпус и соединения, значения интенсивностей отказов которых были рассмотрены ранее.

(6.5)

Вероятность безотказной работы для времени t=10000ч определим по формуле:

1. **Разработка технологии изготовления микросхем**

Типовой технологический процесс производства интегральной полупроводниковой микросхемы содержит следующие пункты:

* 1. Химическая обработка пластин, двухстадийная в перекисно-аммиачном растворе.
  2. Окисление кремния во влажном кислороде при 1000℃ в течении 2 ч до получения окисла толщиной (0,6 ± 0,06)мкм.
  3. Фотолитография для образования окон под n+ - скрытый слой. Применять фоторезист ФН 102. Нанесение фоторезиста и сушку осуществлять на агрегате формирования фоторезистивных покрытий АФФ 2. Сушку проводить в течении 15 минут. Экспанирование проводить в установке экспанирования ЭМ-569. Время экранирования 40 секунд. Проявление проводить в течении 20сек и температурой растворителя 50℃. После проявки сушку проводить в два этапа: 30 мин при температуре 90°С и 40 мин при температуре 200°С. Для травления слоя расположенного под фоторезистивной маской использовать травитель следующего состава: HF: NH4F:H2O = 2:7:1.
  4. Химическая обработка пластин в перекисно-аммиачном растворе.
  5. Диффузия сурьмы для формирования скрытого слоя в две стадии: загонка при 1000°С в течение 20 минут, обработка осажденного сурьмяно-силикатного стекла во влажном кислороде при 1000°С, снятие стекла и окисла в растворе HF, вторая стадия разгонка при 1200°С в течение 2 часов.
  6. Снятие окисла в растворе NHO3:HF:СH3COOH = 7:1:3.
  7. Химическая обработка пластин в перекисно-аммиачном растворе.
  8. Эпитаксиальное наращивание монокристаллического слоя кремния n-типа из газовой смеси SiCl4+H2 при температуре 1200°С, толщиной (7±0,1) мкм, с плотностью дефектов не более 3\*М ^ , легированного мышьяком.
  9. Oкисление поверхности эпитаксиального слоя при температуре 1000°С в течении 40 мин в сухом кислороде для получения окисла толщиной (60 ± 10) нм.
  10. Фотолитография для вскрытия окон под разделительную (изолирующую) диффузию и окон под диффузионные резисторы на основе коллекторной области. Применять фоторезист ФН-102. Нанесение фоторезиста и сушку осуществлять на агрегате формирования фоторезистивных покрытий АФФ-2. Сушку проводить в течении 15 минут. Экспанирование проводить в установке экспанирования ЭМ-569. Время экспанирования 40 сек. Проявление проводить в течении 20сек и температурой растворителя 50°С. После проявки сушку проводить в два этапа: 30 мин при температуре 90°С и 40 мин при температуре 200°С. Для травления слоя расположенного под фоторезистивной маской использовать травитель следующего состава: HF: NH4F:H2O = 2:7:1.
  11. Двухстадийная диффузия бора: осаждение на поверхность пластины боросиликатного стекла из газовой фазы, содержащей и при 950°С, обработка боросиликатного стекла во влажном кислороде при 600°С в течение 30 мин, снятие боросиликатного стекла в травителе HF:H2O=1:10, разгонка при 1050°С в течение 30 минут до толщины превышающей толщину эпитаксиального слоя.
  12. Термическое окисление структур при 1050°С в сухом (10 минут), влажном (20 минут), и снова в сухом (10 минут) кислороде.
  13. Фотолитография для вскрытия окоп в окисле для проведения базовой диффузии над теми карманами, где будут формироваться транзистор и резистор на основе базового диффузионного слоя. Применять фоторезист ФН 102. Нанесение фоторезиста и сушку осуществлять на агрегате формирования фоторезистивных покрытий АФФ-2. Сушку проводить в течении 5 минут. Экспонирование проводить в установке экспанирования ЭМ-569. Время экранирования 40 секунд. Проявление проводить в течении 20сек и температурой растворителя 50°С. После проявки сушку проводить в два этапа: 30 мин при температуре 90°С и 40 мин при температуре 200°С. Для травления слоя расположенного под фоторезистивной маской использовать травитель следующего состава: HF: NH4F:H2O = 2:7:1.
  14. Двухстадийная базовая диффузия примеси p-типа (бор). Загонку проводить в течении 20 мин при температуре 900°С формируется на базовых областях окисел толщиной 0,18...0,2 мкм и проводится разгонка 1час при 1200°С.
  15. Фотолитография для вскрытия окон в окисле над областями эмиттера транзистора и коллекторного контакта нижней обкладки конденсатора. Размер эмиттера 100мкм, точность совмещения фотошаблона не более 1мкм.
  16. Диффузия фосфора для получения области эмиттера на глубину 1,3мкм. Осаждение проводить при температуре 960°С.
  17. Фотолитография для вскрытия контактных окон в SiO2 к резисторам, к нижней обкладке конденсатора и к областям транзистора.
  18. Напыление пленки А1 +(l%)Si толщиной (0,6±0,1) мкм, температура подложки 200°С, температура отжига 250°С.
  19. Фотолитография по алюминию для формирования пленочной коммутации, верхней обкладки конденсатора и внешних контактных площадок. Клин травления и уход размеров не более 1 мкм.
  20. Осаждение изолирующего слоя окисла плазмохимическим способом при температуре 150°C толщиной (1 ±0,1)мкм.
  21. Фотолитография по пленке защитного диэлектрика для вскрытия окон к контактным площадкам микросхемы и дорожек для скрайбирования.
  22. Скрайбироваиие пластин для разделения их на кристаллы.
  23. Операции контроля и разбраковка микросхем по электрическим параметрам и на функционирование на еще не разделенных на кристаллы пластинах (на негодные кристаллы ставится метка краской).
  24. Затем производится разделение пластин на кристаллы без потери их взаимной ориентировки.
  25. Операции монтажа и сборки в корпус.

1. **Выполнение сборочного чертежа**

Корпуса служат для защиты микросхем от механических, климатических и других воздействий. Важнейшие требования, которым должна отвечать конструкция корпуса, сводятся к следующему:

1. Защита микросхем от влияния окружающей среды и механических воздействий;
2. Поддержание чистоты и стабильности атмосферы, окружающей микросхему;
3. Обеспечение удобства и надежности монтажа;
4. Отвод тепла от микросхемы, размещенной внутри корпуса;
5. Обеспечение надежного электрического соединения контактных площадок микросхем с выводами корпуса;
6. Обеспечение надежного крепления корпуса при монтаже в аппаратуре.

Кроме того, конструкция корпуса должна иметь высокую надежность, обладать коррозионной и радиационной стойкостью, а также быть простой и экономичной в изготовлении.

Настоящее время разработано большое количество различных типов корпусов для микросхем, причем для обеспечения взаимозаменяемости и ограничения их номенклатуры проведена унификация этих типов. Это позволяет наладить их централизованное производство на специализированных предприятиях.

Корпуса микросхем классифицируют по форме и расположению выводов и по используемому для изготовления материалу.

Телом корпуса называют часть тела без выводов, ограниченную габаритными размерами; установочной плоскостью – плоскость, на которую устанавливаются корпуса микросхем; плоскостью основания корпуса – плоскость, проходящую через нижнюю точку корпуса параллельно установочной плоскости.

Телом корпуса называют часть тела без выводов, ограниченную габаритными размерами; установочной плоскостью – плоскость, на которую устанавливаются корпуса микросхем; плоскостью основания корпуса – плоскость, проходящую через нижнюю точку корпуса параллельно установочной плоскости.

Корпуса микросхем, относящиеся к одному и тому же типу, могут разделяться по размерам и количеству выводов. По габаритным и присоединительным размерам типы корпусов делятся на типоразмеры, каждому из которых присваивается шифр, состоящий из номера подтипа и двузначного числа (01-99), означающий порядковый номер типоразмера.

В конструкторской документации корпусам присваиваются условные обозначения, содержащие слово «корпус», шифр типоразмера, цифровой индекс, определяющий число выводов, порядковый регистрационный номер разработки и указания на стандарт. Значительная часть используемых в настоящее время корпусов была разработана до введения в действие нового стандарта и обозначена согласно ГОСТ 17467-72, в котором не были предусмотрены подтипы и отсутствовали корпуса пятого типа. Далее приводятся обозначения типоразмеров согласно новому и старому стандартам.

Шаг расположения выводов корпуса устанавливается следующим: для корпусов второго типа 2,5 и 1,25 мм, для корпусов третьего типа угол между двумя соседними выводами составляет 3600/*n* (*n* – число выводов), для корпусов пятого типа 1,25 мм. Каждому выводу пристраивается номер его позиции, т.е. номер местоположения вывода на выходе из тел корпуса. Нумерация выводов корпусов первого типа с расположением выводов в один ряд ведется от метки (ключа) корпуса в направлении слева направо. Для корпусов первого типа с выводами, расположенными по контуру прямоугольника, нумерация начинается от метки на корпусе по часовой стрелке. Нумерация в корпусах второго типа ведется от метки на корпусе слева направо, а во втором ряду продолжается слева направо. Ключом для первого и второго типа служит точка (выемка, углубление) на крышке корпуса. Для корпусов третьего типа нумерация осуществляется от метки (выступ на основании корпуса) по часовой стрелке. В корпусах четвертого типа первый вывод расширен вблизи основания корпуса.

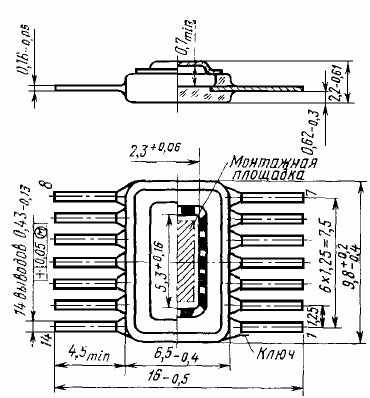
Некоторые микросхемы выпускаются в нестандартных корпусах, например «тропа», «трапеция», «акация», «посол», «вага», «кулон», «пенал». В зависимости от материалов, используемых для изготовления корпусов, различают стеклянные (СТ), металлостеклянные (МС), металлокерамические (МК), металлополимерные (МП), пластмассовые (ПЛ) и керамические (К) корпуса.

Рисунок №5 – Конструкция стеклянного корпуса 4105

Стеклянными называются корпуса, основания которых изготовлены из стекла со впаянными в стекло выводами. Крышки у таких корпусов могут быть как стеклянными, так и металлическими. На рисунке 5 представлена конструкция плоского корпуса 4105. Основание корпуса представляет собой таблетку, выполненную из стекла С49-2, в которую впаяны ленточные выводы и штампованный фланец. Фланец и выводы изготавливаются из коваровой ленты 29НК. Выводы предварительно вырубают в виде общего блока (выводной рамки). Соединение фланца и выводов со стеклоизолятором производят методом горячего литья под давлением. Полученную отливку обжигают для удаления связи, а потом нагревают до образования металлостеклянного спая. Затем коваровые детали никелируют и золотят для получения надежных контактов электродных выводов с выводами корпуса. В выводной рамке имеются два отверстия, служащие для фиксации корпуса при проведении сборочных операций.

Выбор корпуса осуществляем после проведения теплового расчета. Источники тепла расположены между собой на расстоянии 100 мкм друг от друга; кристалл имеет размеры 175х240 мм. Выбираем корпус типа 4105 по ГОСТ 17467-79, прямоугольной формы с размерами 16х9,8х2,3.

Сборочный чертеж спроектированной микросхемы в корпусе приведен на листе 4 графической части курсового проекта. Чертеж выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД: ГОСТ 2.109, 2.301…2.318.

**Заключение**

В процессе выполнения курсового проекта была разработана полупроводниковая интегральная схема триггера с внутренней задержкой. В пояснительной записке были приведены расчеты транзисторов, резисторов, конденсаторов; а так же тепловой расчет и оценка паразитных емкостей. Полученные в результате расчета значения не превышают максимально допустимых, указанных в технологической документации. В процессе работы был также осуществлен расчет надежности ИМС.

После расчетов был выбран корпус: типа 4105 МС ГОСТ 17467-79. В результате выбранная технология вполне способна обеспечить воспроизведение параметров согласно заданию на проектирование.

**Перечень используемых источников**

1. Жигальский А., А. Проектирование и конструированием микросхем. Томск. 2007
2. Меркулов А.И., Меркулов В.А. Основы конструирования ИМС. Самара, 2013
3. Малахова А.А. Основы проектирования электронной компонентной базы. Брянск, 2015
4. Шелохвостов В.П., Чернышов В.Н. Проектирование ИМС. Тамбов, 2008
5. Торгонский Л.А. Проектирование ИМС и микропроцессоров. Томск, 2011
6. Фенькова Н.Б., Семенова О.Б. Интегральные устройства РА. Технология МС и МП. Красноярск, 2010
7. Черчение: Учеб. пособие под редакцией проф. А. С. Куликова/Э. Т. Раманычева, гл. 21, 24 М., 1989