

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования-
«Оренбургский государственный университет»

Колледж электроники и бизнеса

Кафедра электронной техники и физики

Л. А. БУШУЙ

ИЗУЧЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОСХЕМ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2009

УДК 621. 37(075. 32)
ББК 32. 843 я 73
Б90

Рецензент
преподаватель Проходцев В. В.

Б90 **Бушуй, Л. А.**
 Изучение интегральных микросхем: методические указания
к лабораторной работе /Л.А. Бушуй. - Оренбург: ГОУ ОГУ,
2009.- 36 с.

Методические указания предназначены для проведения лабораторной работы «Изучение интегральных микросхем» по дисциплине «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты» для студентов второго курса специальности «Техническое обслуживание и ремонт радиоэлектронной техники».

Методические указания составлены с учетом Государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по направлению подготовки дипломированных специалистов утвержденного 18.03.2002 Министерством образования Российской Федерации.

ББК 32. 843 я 73

© Бушуй Л. А., 2009
© ГОУ ОГУ, 2009

Содержание

Введение.....	4
1 Теоретическая часть работы.....	4
1.1 Пленочные интегральные микросхемы.....	4
1.2 Гибридные интегральные микросхемы.....	6
1.3 Полупроводниковые интегральные микросхемы.....	7
1.4 Элементы интегральных схем	10
1.5 Совмещенные интегральные микросхемы. Большие интегральные микросхемы (БИС).....	15
1.6 Защитные материалы и методы герметизации микроэлементов, микромодулей и микросхем.....	16
1.7 Условные обозначения интегральных схем.....	19
1.8 Неисправности микросхем.....	22
1.9 Параметры микросхем.....	22
1.10 Особенности монтажа и проверки микросхем.....	23
1.11 Микросхемы для бытовой радиоприемной аппаратуры.....	24
1.12 Контрольные вопросы.....	34
2 Практическая часть работы.....	35
2.1 Оборудование.....	35
2.2 Содержание отчёта.....	35
2.3 Порядок выполнения отчёта.....	35
Список используемых источников.....	36

Введение

Учебное пособие может быть использовано преподавателями и студентами при проведении лабораторной работы «Изучение интегральных микросхем» раздела «Полупроводниковые материалы» дисциплины «Материаловедение, электрорадиоматериалы и радиокомпоненты», при подготовке студентов к тестированию и к экзаменам.

1 Теоретическая часть работы

Интегральной схемой называется совокупность нескольких взаимосвязанных элементов, изготовленных в едином технологическом цикле, на одной подложке. ИС выполняет функцию определенного устройства.

ИС делят на три типа: гибридные, пленочные и полупроводниковые.

ИС разрабатываются предприятиями-изготовителями в виде серий. Каждая серия характеризуется степенью комплектности. Серия содержит несколько ИС различных типов, которые могут делиться на типономиналы. **К серии ИС** относят совокупность ИС, которые могут выполнять различные функции, но имеют единое конструктивно-технологическое исполнение и предназначены для совместного использования. **Под типономиналом** понимается ИС, имеющая конкретное функциональное назначение и свое условное обозначение. **Элементом схемы ИС** называют часть схемы, реализующую какую-либо функцию полупроводникового прибора, которая выполнена неразрывно от кристалла и не может быть выделена как самостоятельное изделие.

В зависимости от числа элементов в ИС принято деление схем по **степени интеграции**. ИС первой степени называют ИС, содержащие до 10 элементов, второй степени – до 100, третьей – до 1000 и т. д.

1.1 Пленочные интегральные микросхемы

Пленочной схемой является ИС, в которой не только пассивные, но и активные элементы выполнены в виде пленок. К тонкопленочным схемам условно относят ИС с толщиной пленок до 1 мкм, а к толстопленочным – ИС с толщиной пленок свыше 1 мкм.

На практике широко применяются пленочные микросхемы, состоящие из резисторов, конденсаторов и соединительных проводников. Составные части пленочных микросхем (пленочные элементы) получают путем последовательного нанесения на подложку пленок из токопроводящих, магнитных, диэлектрических и других материалов.

Пленочные элементы имеют ряд преимуществ по сравнению с навесными объемными микроэлементами. Так, например, резисторы обладают малым уровнем шумов, большим удельным сопротивлением, конденсаторы — повышенной стабильностью, хорошим температурным

коэффициентом. Метод напыления тонких пленок позволяет создавать не только функциональные микросхемы, но и полосковые СВЧ-элементы, электронно-управляемые переключатели мощности и различного рода RC-цепи с распределенными параметрами.

Свойства пленок во многом зависят от физических и химических свойств подложек. В качестве подложек используются специальные сорта стекла (С-41-1, С-48-3), высокоглиноземистая керамика (22ХС), ситалл (СТ-1, СТ-50-1) и бериллиевая керамика. Применяемые для изготовления микросхем подложки должны обеспечивать хорошие теплопроводность и механическую прочность при небольшой толщине, высокое удельное электрическое сопротивление (не менее 10^{14} Ом*см) и малую диэлектрическую проницаемость (не более 10...15), физическую и химическую стойкость при высоких температурах и хорошую чистоту обрабатываемой поверхности (от 12 до 14-го класса). Подложки могут быть квадратной или прямоугольной стандартной формы. Толщина подложек в зависимости от их размера составляет 0,6 мм; 1 мм и 1,6 мм.

Комплекс работ, связанных с определением оптимальных геометрических размеров пленочных элементов микросхемы, их формы, методов соединения, а также последовательности нанесения слоев пленки на подложку, называется *топологией*.

Пленки по толщине разделяют на тонкие (единицы микрон) и толстые (несколько десятков микрон).

Тонкие пленки в отличие от толстых позволяют создавать прецизионные пассивные элементы с параметрами более широкого диапазона, однако их производство требует больших затрат на специальное вакуумное оборудование, смотри таблицу 1.

Нанесение тонких пленок осуществляется путем термического испарения в вакууме, распыления бомбардировкой ионами и химического осаждения

Толстые пленки наносят на подложку методом шелкографии, вжигания и электрохимического осаждения. Достоинством толстопленочных микросхем является возможность применения для их изготовления простейшей технологии без использования дорогостоящего оборудования

Таблица 1 - Способы получения тонких пленок и области их применения

Способ	Область применения	Примечание
Термическое испарение в вакууме: - резистивное; - электровакуумной дугой; - лазерным лучом; -электронной бомбардировкой.	Изготовление резисторов, конденсаторов, катушек индуктивности и электропроводников	Метод позволяет получить пленки большой чистоты и однородного состава, а также легко контролировать и регулировать как мощность нагревания, так и скорость напыления

Продолжение таблицы 1

Распыление бомбардировкой ионами: -катодное испарение; -реактивное испарение; -ионно-плазменное испарение	Изготовление резисторов, конденсаторов и проводников	Метод позволяет получить пленки, обладающие большой адгезией
Химическое осаждение	Получение пленок из серебра, золота, платины, радия и палладия	-----

1.2 Гибридные интегральные микросхемы

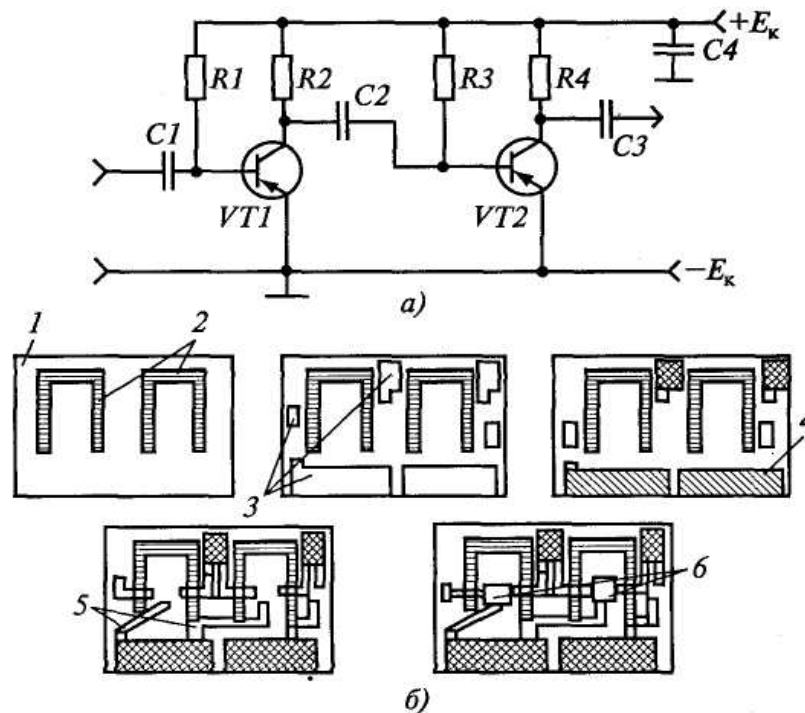
Гибридной схемой является ИС, в которой пассивные элементы (резисторы, конденсаторы и т.д.) выполнены в едином технологическом цикле на одной изолирующей подложке, а активные элементы (диоды, транзисторы и т.д.) являются навесными, т.е. обычными дискретными полупроводниковыми приборами, но без своих собственных корпусов. Пассивные элементы (к ним относятся и токопроводящие дорожки) в гибридной схеме выполняются в виде поликристаллических или аморфных пленок.

Гибридные микросхемы широко используются для микром и миниатюризации такой радиоаппаратуры, как радиоприемники, магнитофоны, телевизоры, видеоманитоны, различные усилители и др. Объясняется это тем, что гибридные микросхемы имеют меньший объем, чем микромодули, более технологичны в изготовлении. Кроме того, их активные элементы могут работать при больших напряжениях по сравнению с пленочными микросхемами, а также усиливать напряжение и мощность на высоких и сверхвысоких частотах. Большое значение имеет также то, что гибридные микросхемы могут работать в тяжелых климатических условиях, так как теплоотвод у них значительно лучше, чем в остальных схемах.

Отечественная промышленность выпускает большую номенклатуру гибридных микросхем. Для применения в бытовой радиовещательной аппаратуре предназначены микросхемы серии К224, Они выполняются на основе толстопленочной технологии с применением бескорпусных транзисторов. Номенклатура схем данной серии охватывает все каскады радиоприемных устройств, а также цветных телевизоров. Относительная простота технологического процесса позволяет при необходимости расширять данную номенклатуру и изменять технологию изготовления аппаратуры в зависимости от конкретных технологических решений.

На рисунке 1,а показана принципиальная схема, а на рисунке 1,б - технологические этапы изготовления гибридной интегральной микросхемы двухкаскадного УНЧ. В соответствии с топологией микросхемы в вакуумной

установке способом резистивного испарения (через трафареты) сначала на основание 1 наносят пленки резисторов 2, шин заземления и металлического покрытия 3, затем окисную пленку диэлектрика конденсатора 4 и металлические пленки 5, выполняющие функции обкладок конденсаторов соединительных проводников. После чего на основание (подложку) микросхемы с пленочными резисторами, конденсаторами и проводниками приклеивают транзисторы 6. Электрическое соединение навесных микроэлементов (диодов, транзисторов и др.) с пленками осуществляется микропайкой, микросваркой или термокомпрессией.



a — принципиальная электрическая схема; *б* — технологические этапы изготовления гибридной интегральной микросхемы

Рисунок 1 - Двухкаскадный УНЧ

1.3 Полупроводниковые интегральные микросхемы

Полупроводниковой схемой является ИС, все элементы и межэлементные соединения которой выполнены в объеме и на поверхности полупроводникового кристалла.

Основной технологией изготовления полупроводниковых ИС является планарная технология. Кроме того, используются методы эпитаксиального выращивания монокристаллических пленок.

Миниатюризация с использованием полупроводниковых микросхем является более сложным процессом, чем миниатюризация с применением пленочных и гибридных микросхем.

Основными полупроводниковыми материалами, используемыми для изготовления твердых микросхем, являются кремний, германий и сапфир.

Наибольшее распространение получили микросхемы, выполненные на кристалле кремния, так как его физико-химические свойства лучше, чем германия. Так, например, использование кремния позволяет значительно (почти в 2 раза) расширить интервал рабочих температур p — n -перехода (до 150 °С); обратный ток p - n перехода у кремния в тысячу раз меньше, чем у германия. Кроме того, на поверхности кремния относительно легко можно получить тонкую окисную пленку, которая служит защитным покрытием при проведении ряда технологических процессов и предохраняет готовую микросхему от воздействия внешней среды. Кремний лучше обрабатывается, имеет большое объемное удельное электрическое сопротивление (до 10 000 Ом·см) и др.

Кремний получают в виде монокристаллических слитков восьми групп, каждая из которых имеет марки с буквенными обозначениями типа проводимости, например КЭФ — кремний электронной проводимости (n -типа), легированный фосфором; КДБ - кремний дырочной проводимости (p -типа), легированный бором.

Стержневые монокристаллы полупроводников разрезают алмазной пилой на пластинки (подложки), которые затем шлифуют на специальных станках до толщины от 0,2 мм до 0,5 мм и полируют алмазной пастой.

На подложке с помощью полупроводниковой технологии (методами диффузии, гальванического осаждения, вакуумного напыления, травления, фотолитографии) получают области с различной проводимостью, эквивалентные либо емкости, либо активным сопротивлениям, либо полупроводниковым приборам различного типа. Изменение концентрации примесей в различных частях монокристаллической пластины позволяет за один технологический цикл получить многослойную структуру, воспроизводящую заданную электрическую схему.

В настоящее время все чаще используются групповые методы изготовления полупроводниковых интегральных микросхем, позволяющие за один технологический цикл получить несколько сотен заготовок микросхем. Наибольшее распространение получил групповой планарный метод, заключающийся в том, что элементы микросхем (диоды, транзисторы, конденсаторы, резисторы) располагаются в одной плоскости или на одной стороне подложки.

Основные технологические этапы получения полупроводниковых микросхем представлены на рисунке 2. Самым распространенным методом изготовления элементов в микросхеме (разделении участков микросхемы) является изоляция окисной пленкой, получаемой в результате термообработки поверхности кристалла (подложки).

Для получения изолирующих p — n -переходов на подложке кремниевой пластины 1 ее обрабатывают в течение нескольких часов в окислительной среде при температуре от 1000 °С до 1200 °С. Под действием окислителя эпитаксиальный полупроводниковый поверхностный слой 2 кремния окисляется. Толщина окисной пленки 3 составляет несколько десятых долей микрона. Пленка препятствует проникновению в глубь кристалла атомов другого вещества. Однако если удалить пленку окиси с поверхности кристалла

в определенных местах, то с помощью диффузии или других методов можно ввести в эпитаксиальный слой кремния примеси и получить участки различной проводимости.

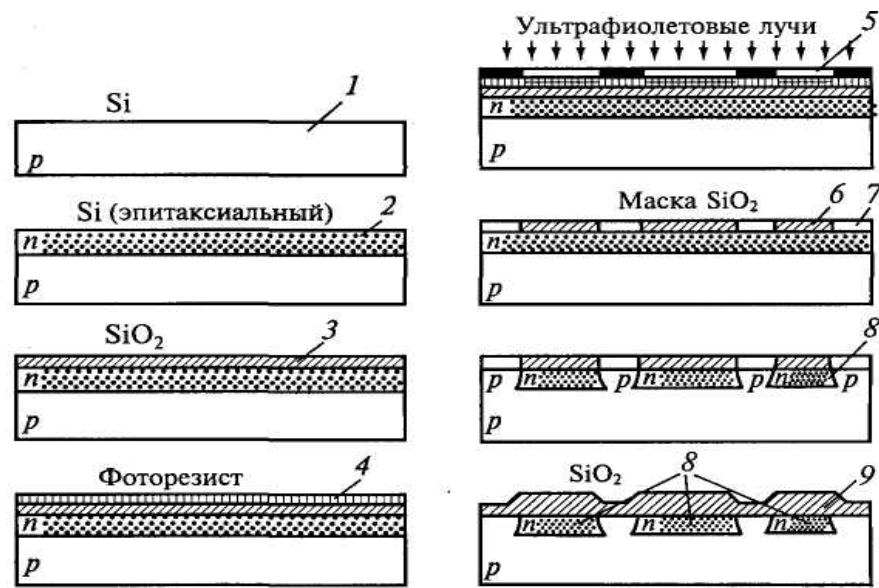


Рисунок 2 - Основные технологические этапы получения полупроводниковых микросхем

После получения окисной пленки на подложку наносят светочувствительный слой — фоторезист 4. В последующем слой фоторезиста используют для получения на нем рисунка фотошаблона 5 в соответствии с топологией микросхемы.

Перенос изображения с фотошаблона на окисленную поверхность кремниевой пластины, покрытую слоем фоторезиста, чаще всего производится с помощью фотолитографии. Экспонирование фоторезиста осуществляется ультрафиолетовым светом, после чего подложку с экспонированным рисунком проявляют. Участки, которые освещались, растворяются в кислоте, обнажая поверхность окиси кремния 6, а участки, которые не экспонировались, кристаллизуются и становятся нерастворимыми 7. Полученную подложку с нанесенной на ней рельефной схемой расположения изолирующих p — n -переходов промывают и сушат. После травления незащищенных участков окиси кремния защитный слой фоторезиста удаляют химическим способом. Таким образом, на подложке получают «окна», свободные от двуокиси кремния. Такой способ получения рисунка схемы называется *позитивным*.

Далее через обнаженные участки 6 подложки методом диффузии вводят примеси атомов бора или фосфора, которые создают изолирующий барьер 8. Диффузия производится в специальных печах при высокой температуре порядка 1200°C в течение нескольких часов. Затем на полученных изолированных друг от друга участках подложки методами вторичной диффузии, травления, наращивания или другими получают активные и пассивные элементы схемы и токопроводящие пленки 9.

1.4 Элементы интегральных схем

Рассмотрим некоторые способы изготовления элементов полупроводниковой интегральной микросхемы.

Резисторы в полупроводниковых интегральных схемах могут быть получены за счет использования объемного сопротивления отдельных участков полупроводникового материала (объемные резисторы), отдельных изолированных участков полупроводникового материала с введением в эти участки диффузионным или другим методом дополнительных примесей (диффузионные резисторы), а также путем поверхностного осаждения на подложку пленки поликристаллического кремния (пленочные резисторы).

Выбор типа полупроводникового резистора для интегральной схемы зависит от его сопротивления, точности изготовления, рабочего напряжения, мощности, методов изоляции в кристалле схемы и др. Наибольшее распространение получили объемные и диффузионные резисторы, показанные на рисунке 3.

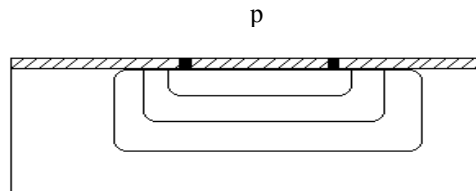


Рисунок 3 - Резистор

Объемные резисторы получают путем наложения на поверхность равномерно легированного кристалла кремния контактов с выводами. Сопротивление резистора определяется по формуле (1)

$$R = \rho \frac{l}{s}, \quad (1)$$

где ρ — удельное сопротивление материала;
 l — длина участка поверхности кристалла;
 s — поперечное сечение участка.

Поскольку электрические свойства резисторов определяются главным образом материалом кристалла, объемные резисторы имеют небольшие собственные шумы, хорошую линейность, высокий температурный коэффициент сопротивления (ТКС) и хорошую стабильность во времени.

Этот метод позволяет получить резисторы с сопротивлением до 40 кОм. Основная проблема, связанная с применением объемных резисторов, заключается в том, что обычно требуются дополнительные операции, необходимые для изоляции резисторов от других элементов, размещаемых на кристалле.

Диффузионные резисторы получают путем локальной диффузии примесей на небольшую глубину кристалла. Этим методом можно получить

резисторы с номинальным сопротивлением от 10 кОм. до 50 кОм. Диффузионные резисторы выполняют с точностью от 10 % до 20 % и с температурным коэффициентом сопротивления от 0,1 1/°С до 0,3 1/°С. При необходимости могут быть получены несколько поверхностных резисторов на одном основании, имеющем отдельные участки, изолированные друг от друга прорезными канавками или выполненными в виде волнистой полоски. На концах резистивной полоски напыляются выводы и контактные площадки.

Конденсаторы для полупроводниковых интегральных микросхем характеризуются величиной емкости на единицу поверхности кристалла, сопротивлением изоляции, поляризацией, коэффициентом потерь и температурным коэффициентом емкости. Основной трудностью при их изготовлении является получение высокого значения емкости на единицу поверхности кристалла. Эта трудность является общим недостатком для всех методов изготовления конденсаторов полупроводниковых интегральных схем.

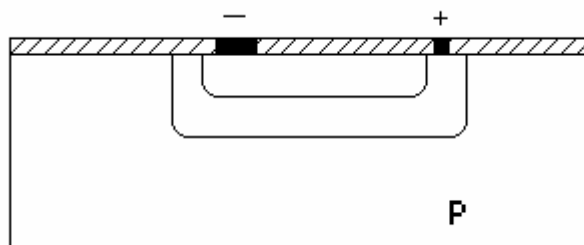


Рисунок 4 - Конденсатор

В качестве конденсаторов постоянной емкости в полупроводниковых интегральных схемах используют $p-n$ и $n-p$ -переходы, показано на рисунке 4. Наибольшей емкостью обладают эмиттерные переходы, которые получили широкое распространение. Емкость такого перехода зависит от приложенного напряжения. Так, при напряжении от 2 В до 3 В емкость перехода может составлять от 500 пФ/мм² до 800 пФ/мм².

При повышенных требованиях к параметрам конденсатора, а также в случае невозможности соблюдения полярности его включения применяются конденсаторы с МОП-структурой (металл — окисел — полупроводник), в которых в качестве диэлектрика используется слой окисла кремния на поверхности конденсатора. Диффузионный базовый слой служит нижней обкладкой, а пленка алюминия, напыленная при формировании соединений в схеме, — верхней обкладкой конденсатора. Емкость таких конденсаторов может достигать 20 000 пФ при рабочих напряжениях до 300 В.

Увеличение емкости конденсаторов для интегральных схем можно обеспечить путем применения многослойных конденсаторов, изготовленных методом тонкопленочной технологии и показанных на рисунке 5. Емкость таких конденсаторов может быть до 1 мкФ/см².

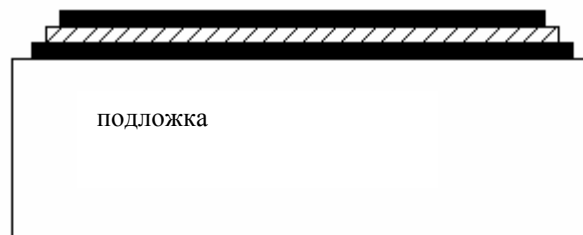


Рисунок 5 - Пленочные конденсаторы.

Диоды и транзисторы в полупроводниковых микросхемах имеют наиболее простую технологию изготовления. Для создания на полупроводниковой пластине активных элементов применяют планарную и планарно-эпитаксиальную технологии (с равномерным распределением примесей в полупроводниковом слое).

Существует три варианта расположения областей прибора: с вертикальной структурой, когда эмиттер Э, база Б и коллектор К располагаются на подложке друг над другом; структура с боковой инжекцией, когда все области расположены на подложке рядом; структура, в которой подложка используется в качестве одной из этих областей. Наиболее технологичной является структура с боковой инжекцией, позволяющая уменьшить число технологических операций и облегчить формирование выводов от активных областей.

В полупроводниковых интегральных схемах используются биполярные, униполярные (полевые) или МОП-транзисторы. Наиболее совершенной является технология получения МОП-транзисторов с $p-n-p$ -переходом, в которых между металлическим затвором и проводящими областями истока и стока расположен толстый слой двуоксида кремния. Такая технология позволяет снизить процент брака и повысить надежность интегральной схемы.

Катушка индуктивности является нежелательным элементом в ИС. В тех случаях, когда нельзя обойтись без индуктивности, катушку изготавливают методами пленочной технологии. Пленочные индуктивные элементы выполняются в виде плоских спиралей (квадратных или круглых) а также в виде отрезков полосковых линий, как показано на рисунке 6.

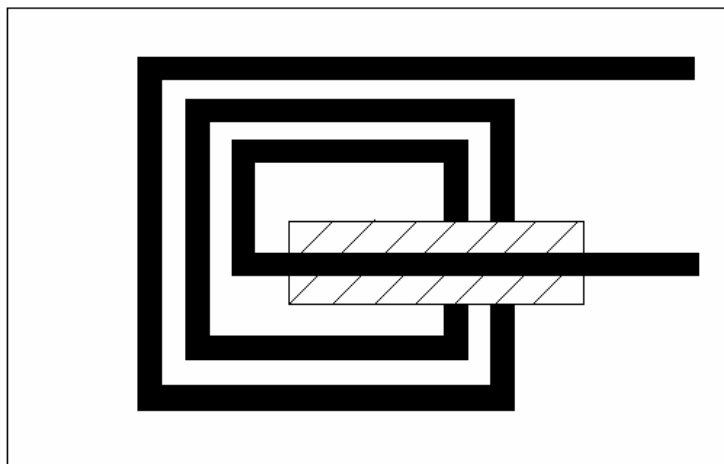


Рисунок 6 - Катушки индуктивности

Пленочные индуктивные элементы выполняются в едином технологическом цикле (в одном слое) с остальными пассивными элементами ИС. Существующая технология позволяет реализовать индуктивности достаточно высокой добротности ($Q = 100$) с максимальным значением порядка 1 мкГн. Для изготовления пленочных индуктивностей в качестве основного материала используется золото. Ширина золотой полоски составляет от 30 мкм до 50 мкм, просвет между витками – до 100 мкм. Число витков в индуктивной спирали обычно составляет от 3 до 5.

Если пленочную спираль покрыть защитным диэлектриком, а на поверхность этого диэлектрика нанести еще одну спираль, то можно получить пленочный трансформатор.

Другой возможностью получения индуктивности в ИС является использование микроминиатюрных проволочных катушек. Основой такой катушки является тороид из порошкового железа или специальных ферритов, на который наматывается тонкая проволока. Такие индуктивные элементы могут быть использованы в качестве навесных элементов ИС.

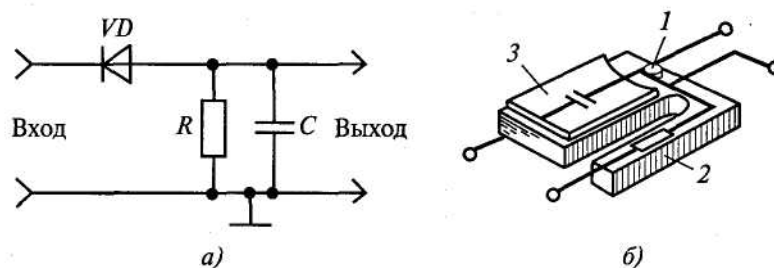
Обычно технология получения полупроводниковых интегральных схем включает в себя от 15 до 20, а иногда и более операций.

После получения всех компонентов схемы и вытравления пленки окисла с тех мест, где будут находиться выводы компонентов, полупроводниковая схема покрывается пленкой алюминия методом напыления или гальванического осаждения. Внутрисхемные соединения получают с помощью фотолитографии с последующим травлением.

В процессе единого технологического цикла на подложке изготавливают большое количество однотипных интегральных схем, после чего пластины разрезают на отдельные кристаллы, каждый из которых содержит готовую микросхему. Кристаллы приклеивают к держателю корпуса, а электрические контакты микросхемы методами пайки, сварки и термокомпрессии соединяют с выводами проволочными перемычками. Готовые микросхемы при необходимости герметизируют.

Промышленность выпускает большую номенклатуру полупроводниковых интегральных микросхем. Так, например, кремниевые микросхемы серии 104 с диодно-транзисторными связями предназначены для работы в логических узлах ПК и узлах автоматики, а германиевые полупроводниковые микросхемы с непосредственными связями типа Р12-2 являются универсальными логическими переключающими элементами НЕ—ИЛИ (микросхема выполняется в металлостеклянном корпусе диаметром 3 мм и имеет массу 24 мг).

Рассмотрим в качестве примера технологию изготовления полупроводниковой интегральной микросхемы — амплитудного диодного детектора. Его схема, показанная на рисунке 7,а, состоит из диода VD и нагрузки (резистора R и конденсатора C). На рисунке 7, б показан внешний вид микросхемы, выполненной на базе кремниевого кристалла. Чтобы более наглядно выделить различные области полупроводникового кристалла, на его модель наложены соответствующие детали электрической схемы. Область 1, имеющая цилиндрическую форму, используется в качестве диода, большая прямоугольная область 3 осуществляет функции конденсатора, а узкий прямоугольный брус 2 — резистора. Размеры кристалла 0,31х0,47 мм.



а — принципиальная схема; б — внешний вид микросхемы

Рисунок 7 - Амплитудный диодный детектор

Этапы технологической обработки микросхемы детектора представлены на рисунке 8. В качестве заготовки используется прямоугольная кремниевая пластинка — подложка 1 с диффузионным поверхностным слоем 2 n -типа, как показано на рисунке 8, I.

Вначале подложку целиком покрывают защитным материалом (окисью кремния), а затем в соответствии с рисунком схемы очищают определенный участок от окиси кремния. Затем подложку погружают в травильный раствор. После окончания травления на подложке образуется паз 3, показанный на рисунке 8, II. При дальнейшей обработке определенные участки поверхности снова покрывают защитным материалом, после чего подложки опять погружают в слабый раствор для травления. Внешний вид кристалла после этой операции показан на рисунке 8, III. При повторном травлении на кристалле образуются большой приподнятый над основанием прямоугольник 4, являющийся конденсатором, и небольшой участок цилиндрической формы — диод 5.

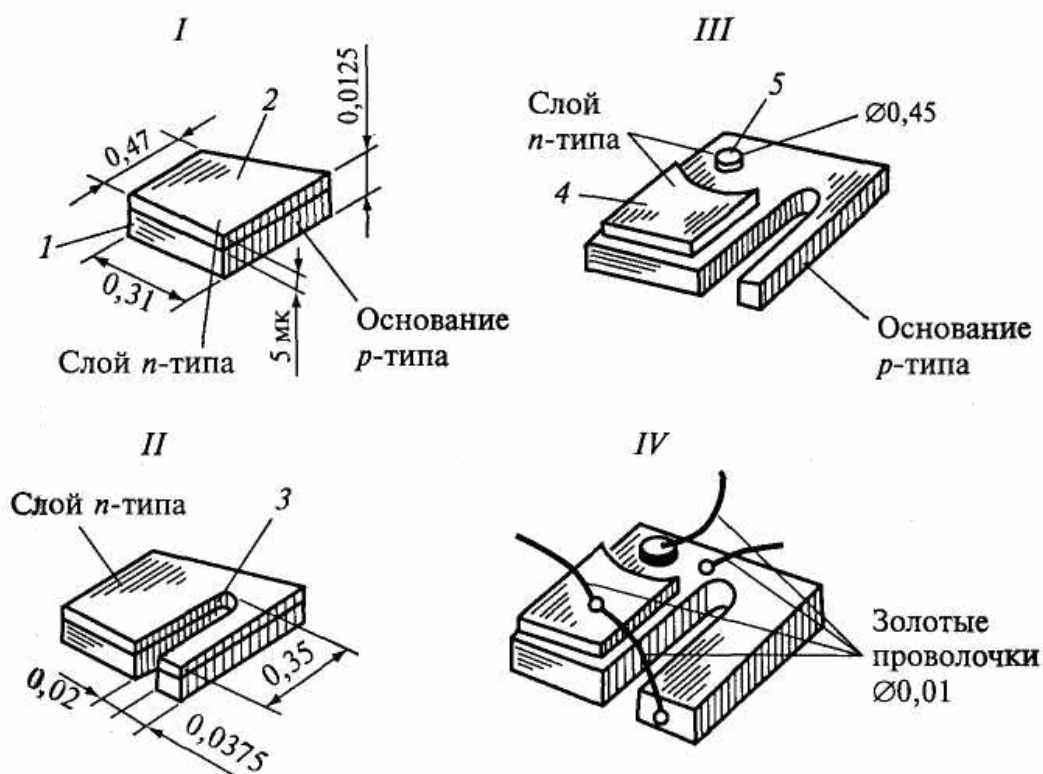


Рисунок 8 - Этапы технологической обработки микросхемы

Заключительными операциями являются напыление контактов и припайка выводов для четырех областей, как показано на рисунке 8, IV.

1.5 Совмещенные интегральные микросхемы. Большие интегральные микросхемы (БИС)

Дальнейшим развитием технологии производства интегральных микросхем явилось создание схем с большой интеграцией микроэлементов. В совмещенной интегральной микросхеме элементы выполняются в объеме и на поверхности полупроводниковой подложки путем комбинирования технологий изготовления полупроводниковых и пленочных микросхем.

В монокристалле кремния — подложке — методами диффузии, травления и другими получают все активные элементы (диоды, транзисторы и др.), а затем на эту подложку, покрытую плотной пленкой двуокиси кремния, напыляют пассивные элементы (резисторы, конденсаторы, катушки индуктивности) и токопроводящие проводники. Технология получения совмещенных микросхем позволяет изготавливать пассивные элементы с широкими пределами номинальных значений величин.

Для получения контактных площадок и выводов микросхем на подложку осаждают слой алюминия. Подложка со схемой крепится на внутреннем основании корпуса, а контактные площадки на монокристалле соединяются проводниками с выводами корпуса микросхемы. Готовые микросхемы обычно герметизируются

Совмещенные интегральные микросхемы конструктивно могут быть выполнены в виде моноблока довольно малых размеров. Например, двухкаскадный высокочастотный усилитель, состоящий из двух транзисторов и шести пассивных элементов, размещается на монокристалле кремния размером 0,012х0,06 мм.

Созданы полупроводниковые большие интегральные микросхемы, имеющие на кристалле кремния размером 1,45х1,6 мм 10 000 и более микроэлементов (транзисторов, диодов, резисторов, конденсаторов и др.) и выполняющие функции до 300 дельных интегральных микросхем. Ведутся также работы по созданию БИС с еще более высокой степенью интеграции.

Использование БИС при изготовлении радиоэлектронной аппаратуры позволяет резко уменьшить ее габариты, массу, снизив стоимость, значительно повысить надежность и ускорить сборку)

1.6 Защитные материалы и методы герметизации микроэлементов, микромодулей и микросхем

Для увеличения срока службы, а также повышения надежности производятся покрытие микроэлементов, микромодулей микросхем защитными материалами и их герметизация.

Выбор защитных материалов зависит от их физических, химических и технологических свойств, области применения, метода наиболее рационального использования. В качестве защитных материалов используются эпоксидные и силиконовые материалы кремнийорганические смолы и др.

Эпоксидные материалы выпускаются в виде смол, компаунда клеев, эмалей, пропиточных лаков и широко используются заливки микромодулей, микросхем, а также для пропитки микротрансформаторов и катушек индуктивности. Эпоксидные смолы имеют высокие влагозащитные, механические и электрические свойства; термостойкость смол до 250 °С.

Силиконовые материалы выпускаются в виде смол, компаундов, лаков, жидкостей, каучуков и применяются для заливки обволакивания микроэлементов. По стойкости к изменениям температуры силиконовые материалы значительно превосходят другие синтетические смолы. Они очень влагостойки и обладают хорошими электроизоляционными характеристиками, которые не изменяются при высоких температурах.

Кроме того, выпускается также большая номенклатура *кремнийорганических смол*, применяемых для заливки и пропитки микроэлементов.

Герметизация микроэлементов, микромодулей и микросхем осуществляется пропиткой, заливкой, обволакиванием, корпусной защитой, покрытием пластмассой.

Выбор способа герметизации определяется в основном условиями эксплуатации, имеющимся оборудованием и необходимой производительностью. В каждом конкретном случае следует выбирать

оптимальные материалы и метод герметизации.

Рассмотрим наиболее распространенные методы герметизации микроэлементов, микромодулей и микросхем.

При герметизации *пропиткой* жидкий лак или компаунд вводят во все внутренние пустоты микроэлемента. При использовании этого метода сначала удаляется влага из микроэлемента, затем его погружают в герметизирующий состав и после этого сушат. Часто эти процессы проводятся одновременно с воздействием давления и вакуума. Для ускорения процесса пропитки применяют ультразвук, что позволяет от 3 до 5 раз сократить время пропитки; кроме того, процессы с использованием ультразвуковой пропитки хорошо поддаются механизации. Иногда пропитку выполняют методом центробежной отливки. Пропитка способствует повышению влагостойкости, электрической и механической прочности, а также повышению рабочих характеристик микроэлементов.

При герметизации *заливкой* компаундами обычно применяют формочку, которая не отделяется от залитого микроэлемента. Под заливкой также понимается и нанесение защитного слоя прямо на поверхность печатной платы или микроэлемента. Обычно их заливают вакуумированным компаундом.

Заливка обеспечивает защиту функциональных узлов и модулей от механических и климатических воздействий в широком интервале температур. Заливка часто производится в сочетании с пропиткой. Так, например, микротрансформаторы герметизируют пропиткой и заливкой эпоксидными смолами.

При герметизации *обволакиванием* обычно наносят несколько слоев влагостойкого герметизирующего материала. Часто производится предварительное обволакивание кремнийорганическими компаундами. Обволакивание может осуществляться как ручным способом, так и на полуавтоматах и автоматах.

Корпусная защита микроэлементов, микромодулей и микросхем значительно повышает их эксплуатационные свойства. Микросхемы выпускаются в унифицированных стандартизованных металлических или пластмассовых корпусах, служащих для защиты элементов микросхем от механических и климатических воздействий.

По конструктивно-технологическому признаку корпуса микросхем классифицируются на металлокерамические, металlostеклянные, металлополимерные, керамические и пластмассовые.

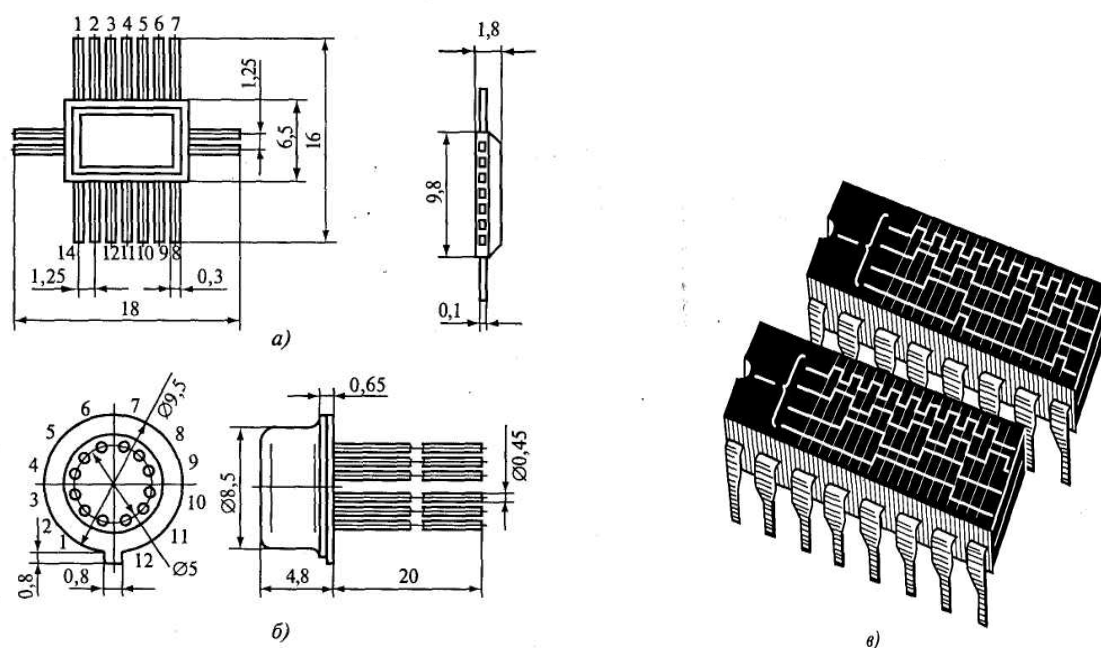
Наиболее широкое применение получили металлокерамические и металлополимерные плоские корпуса, показанные на рисунке 5,а, а также металlostеклянные круглые, показанные на рисунке 5, б.

Внутри корпуса к его основанию пайкой или приклеиванием крепится подложка микросхемы. Выводы корпуса соединяются с контактными площадками подложки микросхемы золотыми проволочками толщиной от 20 до 50 мкм с помощью термокомпрессии или лазерной сварки.

При промышленном изготовлении микроблоков из интегральных

микро схем более экономичным является использование групповых методов размещения интегральных микро схем в одном корпусе. Стандартный микроблок имеет размеры 200x25 мм. На таком микроблоке может разместиться до 100 интегральных микро схем. Внутренние соединения микроблоков осуществляются с помощью печатного монтажа. Выводы изготавливаются из кобальта, молибдена или вольфрама.

Кроме того, широко применяется герметизация интегральных микро схем *пластмассой*, как показано на рисунке 9, в. Она позволяет резко сократить затраты на герметизацию микро схем и упростить технологию их производства.



а — металлополимерный плоский; *б* — металlostеклянный круглый; *в* — герметизированный

Рисунок 9- Корпуса микро схем

Методы герметизации различных элементов приведены в таблице 2.

Таблица 2 Методы герметизации различных элементов

Метод	Микроэлемент	Примечание
1	2	3
Пропитка	Микро-трансформатор	Технологичный, наиболее распространенный. Использование ультразвука позволяет сократить время пропитки

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Заливка	То же	Требует использования минимального количества оборудования и аппаратуры. Экономичен для небольших партий
Обволакивание	Резистор, конденсатор, трансформатор, катушки индуктивности в миниатюрном исполнении	Требует использования минимального количества оборудования и аппаратуры.
Опрессовка	То же	Наиболее экономичен для крупных партий
Заключение в металлический корпус	Резистор, конденсатор, катушки индуктивности в миниатюрном исполнении, микромодули и микросхемы	Способствует повышению эксплуатационных характеристик элементов и микросхем

1.7 Условные обозначения интегральных схем

Микросхемы выпускаются сериями. Серия - это совокупность микросхем, имеющих единую конструктивно-технологическую основу, но выполняющих различные функции.

Система условных обозначений микросхем включает следующие элементы:

- первый элемент - цифра, указывающая конструктивно-технологическую группу (1, 5, 6, 7 - полупроводниковые, 2, 4, 8 - гибридные, 3 - прочие);
- второй элемент - число (двух- или трехзначное), определяющее порядковый номер разработки серии;
- третий элемент - две буквы, первая из которых обозначает подгруппу, а вторая - вид в этой подгруппе по функциональному назначению;
- четвертый элемент - число, характеризующее порядковый номер разработки микросхемы по функциональному признаку в данной серии.

Первый и второй элементы образуют число, которое является серией микросхемы. После четвертого элемента может добавляться буква, указывающая разброс электрических параметров микросхемы данного типонаминала.

Буква К перед первым элементом обозначает микросхемы широкого применения. После нее может стоять буква, указывающая материал и тип корпуса:

М - керамический,

Б - бескорпусная,

Р - пластмассовый,

А - пластмассовый планарный,

И - стеклокерамический планарный.

Например, К174УН19: К- широкого применения, 1 - полупроводниковая, 74 -номер разработки серии, 174 - серия разработки микросхемы, У - усилитель, Н - мощности и низкой частоты, 19 - номер разработки микросхемы и данной серии; КМ155ТМ2: К - широкого применения, М - керамический корпус, 1 - полупроводниковая, 55 - номер разработки серии, 155 -серия, Т - триггер, М - D-типа, 2 - номер разработки микросхемы в данной серии.

За рубежом существуют различные системы условных обозначений микросхем, действующие как в международном масштабе, так и внутри отдельных стран и фирм. Одной из наиболее распространенных систем условных обозначений микросхем зарубежного производства является состоящая из трех букв и серийного номера.

Первая буква определяет принцип преобразования сигнала в схеме: S - цифровая схема, Т - аналоговая схема, U- смешанная аналого-цифровая схема.

Вторая буква не имеет специального значения (выбирается фирмой-изготовителем).

Третья буква указывает рабочий диапазон температуры. Далее следует серийный номер, состоящий, как правило, из четырех цифр. Кроме того, за цифрами может указываться буква, определяющая разновидность микросхемы основного типа. Например, ТДА 4555 - аналоговая микросхема, температурный диапазон не нормирован (буква А), серийный номер 4555, используется в качестве системного декодера полного цветного телевизионного сигнала (из справочной литературы); SDA 9050 - микросхема выполняет ту же функцию, что и предыдущая, только в цифровом варианте обработки сигнала; SAA 9079 - цифровая микросхема с серийным номером 9079, является аналого-цифровым преобразователем.

Условные графические обозначения микросхем показаны на рисунке 10.

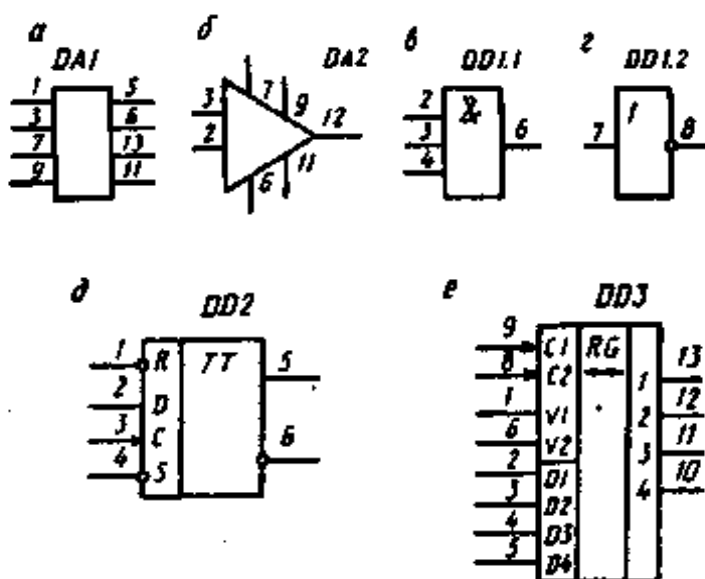


Рисунок 10 - Условные графические обозначения аналоговых (а, б) и цифровых (в-е) микросхем

Позиционно обозначение аналоговых микросхем на схемах производят буквами DA с порядковым номером микросхемы, а цифровых - буквами DD с порядковым номером. Если в одном корпусе микросхемы выполнено несколько функциональных узлов, то на электрических схемах каждый узел обозначают порядковым номером через точку, как показано на рисунке 10, в, г.

В условных графических обозначениях могут быть предусмотрены поля, где указывают назначения выводов, как показано на рисунке 10, д, е. На полях условных графических обозначений микросхем могут указываться символы функционального назначения: & - элемент И, И-НЕ; 1 - элемент НЕ, ИЛИ-НЕ, ИЛИ; ТТ - двойной триггер; RG - регистр. Выводы микросхем имеют порядковые номера, указываемые на электрических схемах. Корпуса микросхем разнообразны, и при цоколевке выводов (определение первого и направление счета) используют различные ключи (точки, метки около первого вывода). После определения первого вывода счет ведут по ходу часовой стрелки, если смотреть со стороны выводов, или против хода часовой стрелки, если смотреть со стороны корпуса. Некоторые типы корпусов и нумерация выводов приведены на рисунок 11.

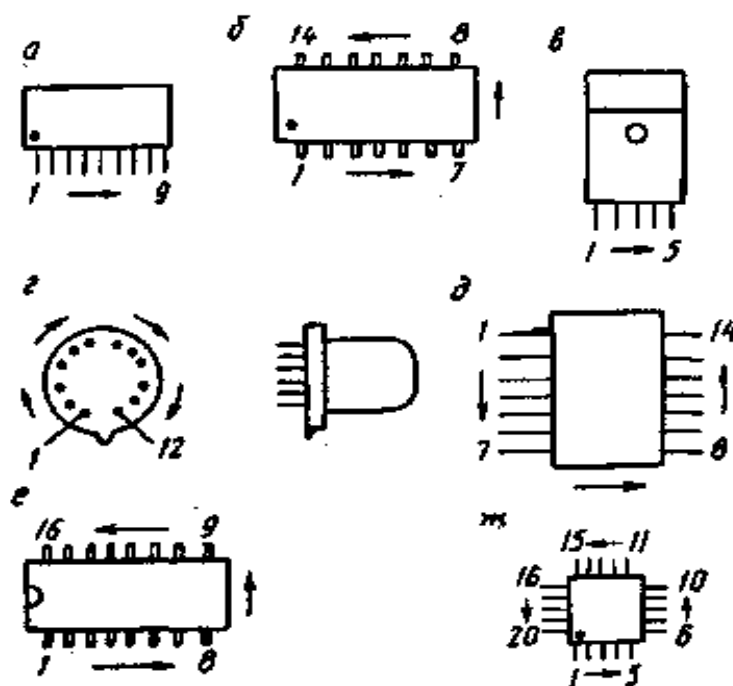


Рисунок 11- Корпуса микросхем (а-ж) и порядок нумерации выводов

Микросхемы могут иметь штыревые или планарные выводы. Штыревые выводы запаивают в отверстие печатных плат, а планарные - на контактные площадки. У некоторых микросхем существует возможность крепления на теплоотводы. Кроме меток, определяющих первый вывод, на корпусе микросхемы имеется условное обозначение (может быть в сокращенном варианте - без серии).

1.8 Неисправности микросхем

В бытовой РЭА широко применяются как аналоговые, так и цифровые интегральные микросхемы. Их использование повышает надежность приборов, уменьшает число электрорадиоэлементов, а, следовательно, упрощает их ремонт. Однако при эксплуатации РЭА микросхемы достаточно часто выходят из строя.

Вывод о том, что микросхема неисправна, можно сделать лишь после проверки всех ЭРЭ, подключенных к ней. Вначале контролируют режим работы микросхемы по постоянному току с использованием эталонных данных, приводимых на принципиальных схемах или в сервисных инструкциях на конкретную модель РЭА. Пониженное напряжение на одном из выводов микросхемы может быть из-за наличия утечки подключенного к этой точке конденсатора, который при проверке можно отключить. После этого при помощи осциллографа контролируют правильность прохождения сигнала.

Для цифровых микросхем напряжения на выводах имеют два возможных уровня: низкий (логический 0), например, для серий ТТЛ и ТТЛШ не более +0,4 В и высокий (логическая 1) - не менее +2,4 В для указанных серий. Если подозрительной является простая по структуре микросхема - логический элемент, триггер и т.п., то можно смоделировать ее режим работы согласно таблице состояний (истинности). Отклонения в работе такой микросхемы от значений, приведенных в этой таблице, говорит о неисправности микросхемы. Сформировать сигнал логического нуля на любом из входов микросхемы можно, соединив этот вывод с общим проводом. Сигнал логической единицы получается, если подключить вывод через ограничительный резистор к проводу питания.

Более информативна проверка работоспособности микросхемы в динамическом режиме. При этом с помощью осциллографа контролируется прохождение сигналов, сформированных и подведенных на ее входы.

При проверке микросхемы необходимо убедиться, что ее выход не шунтируется последующим каскадом, например, входом другой микросхемы. Для этого обычно аккуратно перерезают печатную дорожку, а после проведения необходимых проверок аккуратно пропаивают ее, восстанавливая контакт.

1.9 Параметры микросхем

Параметры микросхем разнообразны и зависят от их функционального назначения. Условно все параметры аналоговых микросхем можно разбить на следующие группы:

- функциональные параметры (в зависимости от функционального назначения микросхемы, например, коэффициент усиления по напряжению, диапазон усиливаемых частот, коэффициент нелинейных искажений и т. д.);
- параметры рабочего режима (значения сил токов, напряжений);
- эксплуатационные параметры (рабочие температуры, влажность и т. д.);
- конструктивные параметры (тип корпуса, размеры, масса и т. д.).

Параметры цифровых микросхем также можно условно разбить на следующие группы:

- статические (напряжения и токи логических «1» и «0», мощность и т. д.);
- функциональные (выполняемые функции, таблицы истинности и т. д.);
- динамические (временные - время переключения из состояния логических «0» в «1» и наоборот, время срабатывания и т. д.);
- эксплуатационные;
- конструктивные.

Параметры, маркировка, цоколевка и назначение выводов микросхем приводятся в справочной литературе или в ТУ.

1.10 Особенности монтажа и проверки микросхем

При монтаже микросхем следует соблюдать общие требования к электрическому монтажу, Но существуют и специфические требования, обусловленные, прежде всего, конструктивно-технологическими особенностями приборов этого класса. К ним относятся следующие:

- пайку необходимо осуществлять маломощным паяльником;
- применять защиту от статического электричества (особенно для микросхем, выполненных на полевых транзисторах МДП или МОП структуры);
- соблюдать температурный режим пайки;
- время пайки вывода - не более 3 с;
- продолжительность одновременного воздействия на все выводы - не более 2 с;
- интервал между пайками соседних выводов - не менее 10 с;
- распайку выводов проводить перекрестным способом;
- интервал между повторными пайками - не менее 5 мин;
- при наличии теплоотвода микросхема должна крепиться с достаточной силой и равномерной затяжкой, а контактные поверхности должны быть смазаны теплопроводящей пастой.

Могут возникнуть трудности при демонтаже микросхем, обусловленные большим количеством выводов. В этом случае можно пользоваться различными приспособлениями, такими как игла медицинского шприца (подобранная по диаметру и сточенная), экранированная оплетка, насадка на паяльник для одновременного прогрева всех паек.

Вывод о неисправности микросхемы делают из анализа ее работы в устройстве. При этом измеряют режим работы по постоянному току, проверяют прохождение сигнала, все элементы, подключенные к микросхеме (особенно к тем выводам, на которых значения напряжений не соответствуют указанным в схеме), и только после этого меняют микросхему.

1.11 Микросхемы для бытовой радиоприемной аппаратуры

Микросборка ХА998Б (АМ - ЧМ-тракт). Микросборка ХА998Б предназначена для применения в качестве АМ - ЧМ-тракта как в переносной и стационарной бытовой радиоприемной аппаратуре, так и в системах связи промышленного назначения. Она реализует следующие функции.

АМ-тракт:

- предусилитель ВЧ;
- двойной балансный смеситель;
- гетеродин;
- ПЧ-усилитель с управлением по цепи АРУ;
- балансный детектор;
- предусилитель звуковой частоты.

ЧМ-тракт:

- ПЧ-усилитель-ограничитель;
- квадратурный детектор;
- предусилитель звуковой частоты.

Микросборка ХА998Б пригодна для использования в качестве АМ - ЧМ-тракта на всех радиовещательных диапазонах и имеет следующие особенности:

- широкий динамический диапазон входного сигнала;
- очень малые шумы;
- высокую чувствительность;
- стабильные характеристики в диапазоне напряжения питания от 3 до 12 В;
- невысокий потребляемый ток;
- простое переключение АМ-и ЧМ-трактов;
- небольшое количество внешних элементов; гетеродин с частотой до 30 МГц;
- широкий диапазон принимаемых частот (до 50 МГц с внешним гетеродином);
- уровень выходного напряжения (100 мВ), позволяющий работать на стереодекодер и магнитофон.

Параметры микросборки ХА998Б приведены в таблице 3.

Таблица 3- Параметры микросборки ХА998Б

Наименование параметра	Режим измерений	Параметр		
		минималь-	номинальный	максимальны
1	2	3	4	5
Напряжение питания, В Ток потребления, мА	ЧМ-тракт АМ-	3	9 10 11	12 16 15
АМ-тракт $f_{\text{ВХ}}=1 \text{ МГц}$, $F_{\text{М}}=1 \text{ кГц}$				
Чувствительность по входу АМ, ограниченная шумами, мкВ	сигнал-шум = 20 дБ		10	15
Отношение сигнал - шум, 1 дБ	$U_{\text{ВХ}}=10 \text{ мВ}$ $m = 30 \%$	45	48	
Отношение сигнал - шум при входном сигнале 15мкВ	$U_{\text{ВХ}}=15 \text{ мкВ}$ $m_1 = 30 \%$ $m_2 = 0$	20		
Изменение выходного напряжения при изменении входного напряжения на 20 дБ	$U_{\text{ВХ1}}=15 \text{ мкВ}$ $U_{\text{ВХ2}}=470 \text{ мкВ}$ $m = 30 \%$			6
Выходное напряжение звуковой частоты, мВ	$U_{\text{ВХ}}=10 \text{ мВ}$ $m = 30 \%$	40	80	160
Коэффициент нелинейных искажений, %	$m=80 \%$ $U_{\text{ВХ}}=10 \text{ мВ}$ $U_{\text{ВХ}}=500 \text{ мВ}$		0,8 7	2 10
Входное сопротивление между выводами 7 и 4,16 кОм	$m = 0$		7,5	
Входная емкость между выводами 7 и 4,16 кОм	$m = 0$		18	
Выходное сопротивление на			7	

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
ЧМ-тракт $f_{\text{вх}}=10,7 \text{ МГц}$, $F_{\text{м}}=1 \text{ кГц}$				
Давление амплитудной модуляции, дБ	ЧМ-сигнал: $U_{\text{вх}} = 1 \text{ мВ}$ $F_1 = 250 \text{ кГц}$ $F_2=0$ АМ-сигнал: $U_{\text{вх}} = 1 \text{ мВ}$ $m=30 \%$	40		
Отношение сигнал -	$U_{\text{вх}}=1 \text{ мВ}$ $F = \pm 50 \text{ кГц}$	49	53	
Входное напряжение, ограни- ченное	$U_{\text{вх}}=100 \text{ мкВ}$ $F=\pm 15 \text{ кГц}$			60
Выходное напряжение звуковой частоты, мВ	$U_{\text{вх}}=60 \text{ мкВ}$ $F = \pm 15 \text{ кГц}$	25		150
Коэффициент нелинейных	$U_{\text{вх}}=1 \text{ мВ}$ $F=\pm 50 \text{ кГц}$		0,4	1
Входное сопротивление между выводами 5 и 4,16, кОм	$F=0$		6,5	
Входная емкость между выводами 5 и 4,16, пФ	$F = 0$		14	
Выходное сопротивление на выводе 15, кОм			7	

Предельно допустимые значения отдельных параметров микросборки ХА998Б приведены в таблице 4.

Таблица 4- Предельно допустимые значения параметров микросборки ХА998Б

Параметры	Предельно допустимые значения
1	2
Напряжение питания, В	2,7-16
Уровень входного сигнала, В	1.2
Ток нагрузки на выводе 15, мА	8
Полная мощность рассеивания при температуре окружающей среды менее 85 °С, мВт	200
Рабочий температурный диапазон,	-45...+70
Температура хранения и транспортировки, °С	-60...+85

Функциональная схема микросборки приведена на рисунке 12. Для этой схемы катушки индуктивности имеют следующие параметры:

- сердечник М100СГ6.660.003-01;
- L1- индуктивность 2,2 мкГн;
- L2 - индуктивность 22 мкГн;
- L3.1, L3.2 - 80 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,08 мм);
- L4 -200 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,08 мм);
- L5 - 192 витка провода ПЭВ-1 (диаметр 0,08 мм).

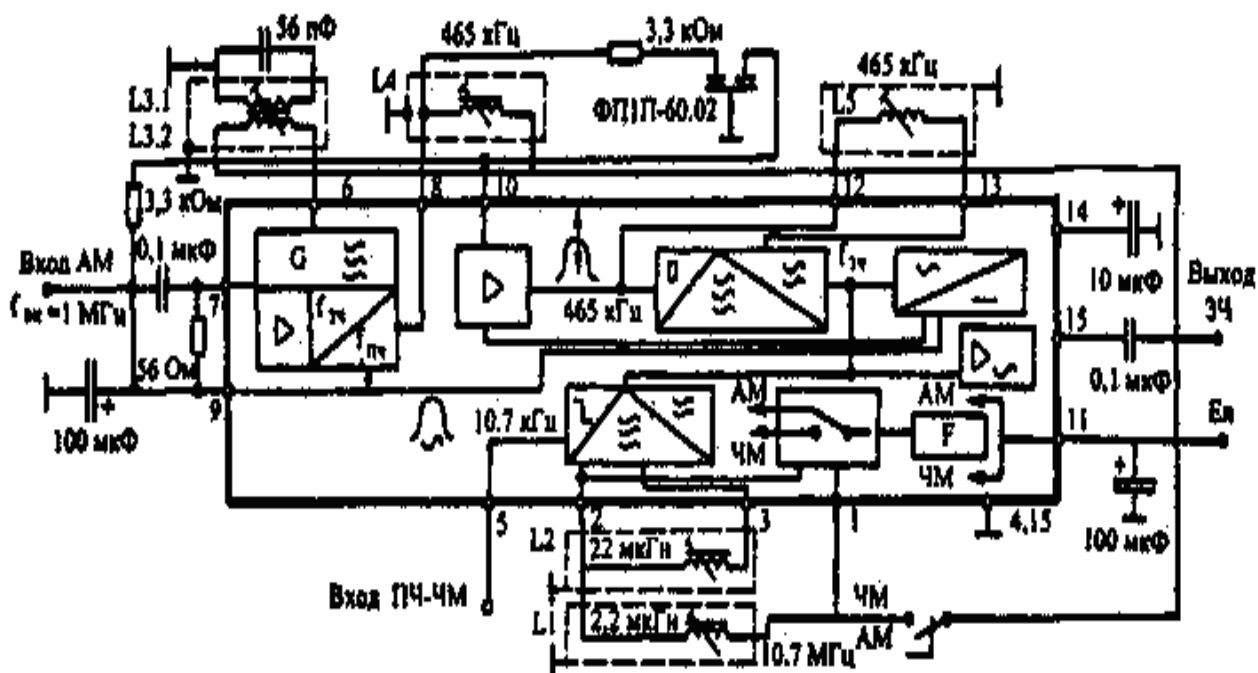


Рисунок 12- Функциональная схема микросхемы ХА998Б

Типовая схема радиоприемного тракта на микросборке ХА998Б приведена на рисунке 13. Для этой схемы катушки индуктивности имеют следующие значения:

- сердечник М1000 НМЗ-4АБ4х6,1х6 В (для катушек индуктивности L1, L2, L5.1, L5.2); сердечник М400 НН-19С8х63 (для катушек индуктивности L3.1, L3.2);
- сердечник 30ВН ПР4х0,7х8,0 (для катушек индуктивности L4.1, L4.2);
- сердечник М30 ВН-13ПР4х0,7х8,0 (для катушек индуктивности L6.1, L6.2);
- L1-ДМ-0,1-200мкГн;
- L2, L5.1 - 120 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L3.1 -93 витка провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L3.2-13 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L4.1- 19 витков провода ПЭВТЛ-1 (диаметр 0,14 мм);
- L4.2-7 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L5.2- 80 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L6.1- 8 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L6.2 -5 витков провода ПЭВТЛ-1 (диаметр 0,14).

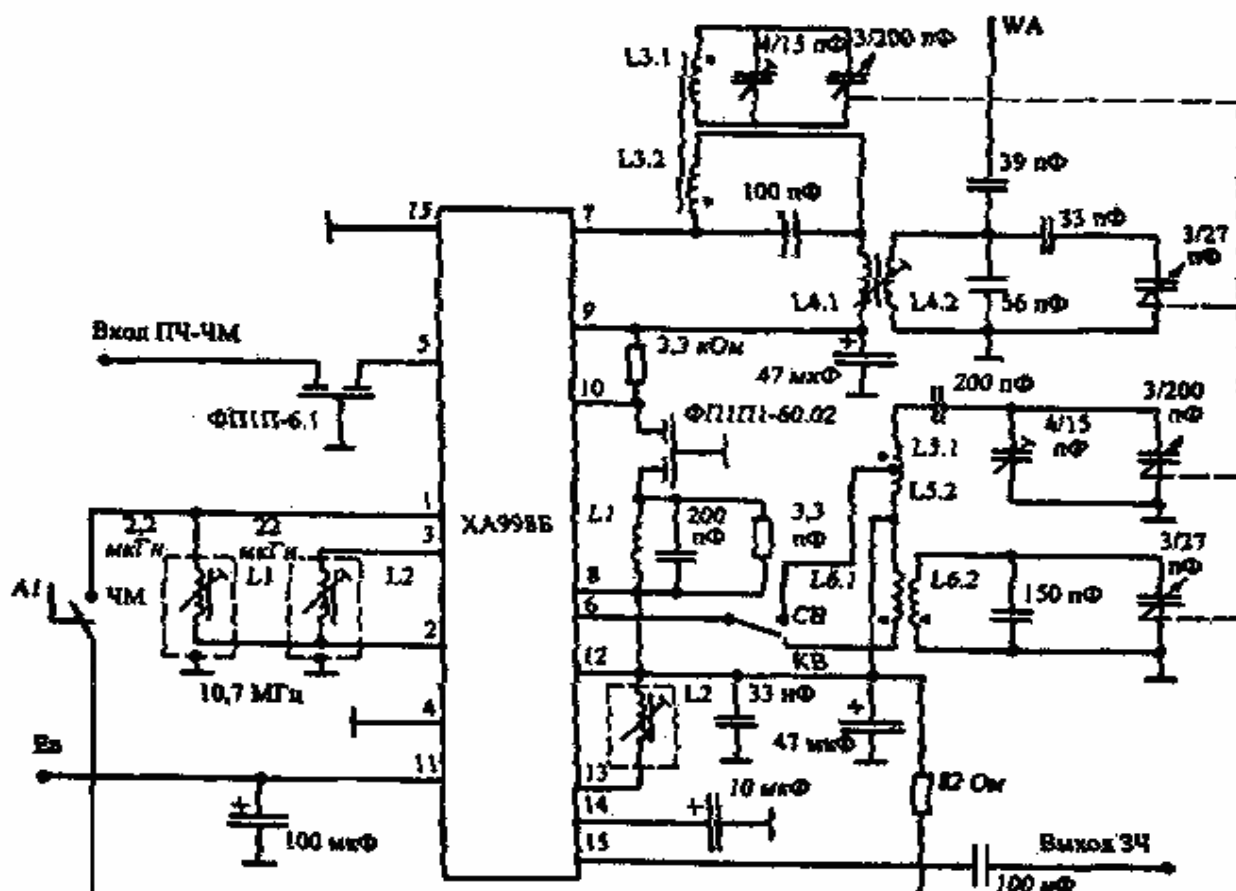


Рисунок 13- Принципиальная схема радиоприемного тракта на микросхеме ХА998Б

Габаритные размеры микросборки ХА998Б с расположением выводов показаны на рисунке 14. Функциональное назначение выводов приведено в таблице 5.

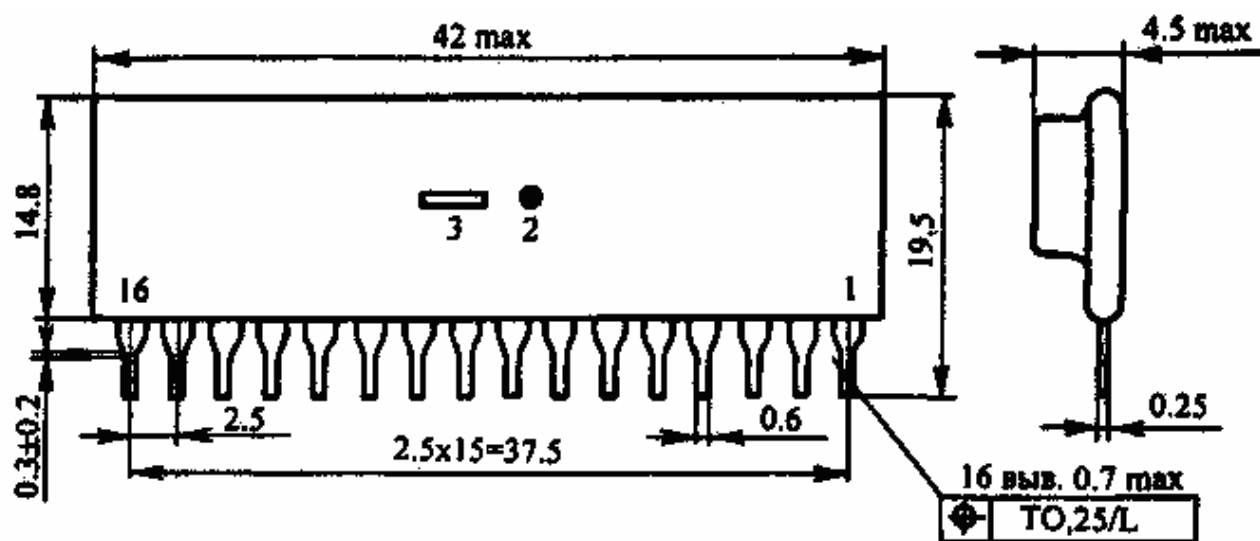


Рисунок 14 - Габаритные размеры микросхемы ХА998Б

Таблица 5. Функциональное назначение выводов микросборки ХА998Б

Номер вывода	Функциональное напряжение
1	Переключение АМ-ЧМ
2,3	R-L-C-цепь
4	Общий
5	Вход ПЧ-ЧМ
6	Катушка гетеродина
7	Вход АМ
8	Контур ПЧ-АМ
9	АРУ
10	Вход УПЧ
11	Питание
12,13	Контур УПЧ
14	Развязка конденсаторная
15	Выход звуковой частоты
16	Общий

Микросборка ХА998В (АМ-тракт с УЗЧ). Микросборка ХА998В предназначена для применения в качестве АМ-тракта с оконечным усилителем мощности звуковой частоты в переносной бытовой радиоприемной аппаратуре, а также в системе связи промышленного назначения. Она реализует следующие функции:

- предусилитель ВЧ;
- двойной балансный смеситель;
- гетеродин;
- ПЧ усилитель с управлением по цепи АРУ;
- балансный детектор;
- предусилитель звуковой частоты;
- усилитель мощности звуковой частоты.

ХА998В пригодна для использования в качестве полного АМ-тракта на всех радиовещательных АМ-диапазонах и имеет следующие особенности:

- широкий динамический диапазон входного сигнала;
- очень малые шумы;
- высокую чувствительность;
- стабильные характеристики в диапазоне напряжения питания 3-12 В;
- невысокий потребляемый ток;
- небольшое количество внешних элементов;
- гетеродин с частотой до 30 МГц;
- широкий диапазон принимаемых частот (до 50 МГц с внешним гетеродином);
- возможность работы непосредственно на динамическую головку с сопротивлением не менее 50 Ом.

Параметры микросборки приведены в таблице 6 ($U_{\text{пит}}=4,5 \text{ В}$, $f_{\text{вх}}=1 \text{ МГц}$, $F_m=1 \text{ кГц}$, $t_{\text{окр.ср}}=25^\circ\text{C}$).

Таблица 6 - Параметры микросборки ХА998В

Наименование параметра	Режим измерений	Параметр		
		миним альны	номин альны	максим альный
1	2	3	4	5
Напряжение питания, В		3	9 16	10 20
Чувствительность по входу, ограниченная шумами, мкВ	сигнал/ шум = 20 дБ		10	20
Отношение сигнал - шум, дБ	$U_{\text{вх}}=10 \text{ мВ}$ $m=30 \%$	45	50	

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5
Изменение выходного напряжения при изменении входного на 80 дБ на выводе 18	$U_{BX1} = 20 \text{ мВ}$ $U_{BX2} = 200 \text{ мВ}$ $m=30 \%$		4	10
Выходное напряжение низкой частоты на нагрузке 50 Ом, В	$U_{BX} = 20 \text{ мВ}$ $m=30 \%$	1.6	2	
Коэффициент нелинейных искажений на выводе 18, %	$U_{BX} = 10 \text{ мВ}$ $U_{BX} = 500 \text{ мВ}$ $m= 80 \%$ $m = 0$		1 7 7,5	3.5 10
Входное сопротивление между выводами 5 и 2, кОм	$m = 0$		18	
Входная емкость между выводами 5 и 2, пФ			7	
Выходное сопротивление на выводе 1, кОм				

Предельно допустимые значения отдельных параметров микросборки ХА998В приведены в таблице 7.

Таблица 7- Предельно допустимые значения параметров микросборки ХА998В

Параметры	Предельно допустимые значения
Напряжение питания, В	10
Уровень входного сигнала, В	1,2
Ток нагрузки, мА	40
Рабочий температурный диапазон, °С	-10...+70
Температура хранения и транспортировки, °С	-60... +85

Функциональная схема микросборки ХА998В показана на рисунке 15. Катушки индуктивности для этой схемы имеют следующие параметры:

- сердечник и катушка L1 аналогичны сердечнику и катушке L3, показанных на рисунке 12;
- L2 - 100 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,08 мм);
- L3 - 130 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,08 мм).

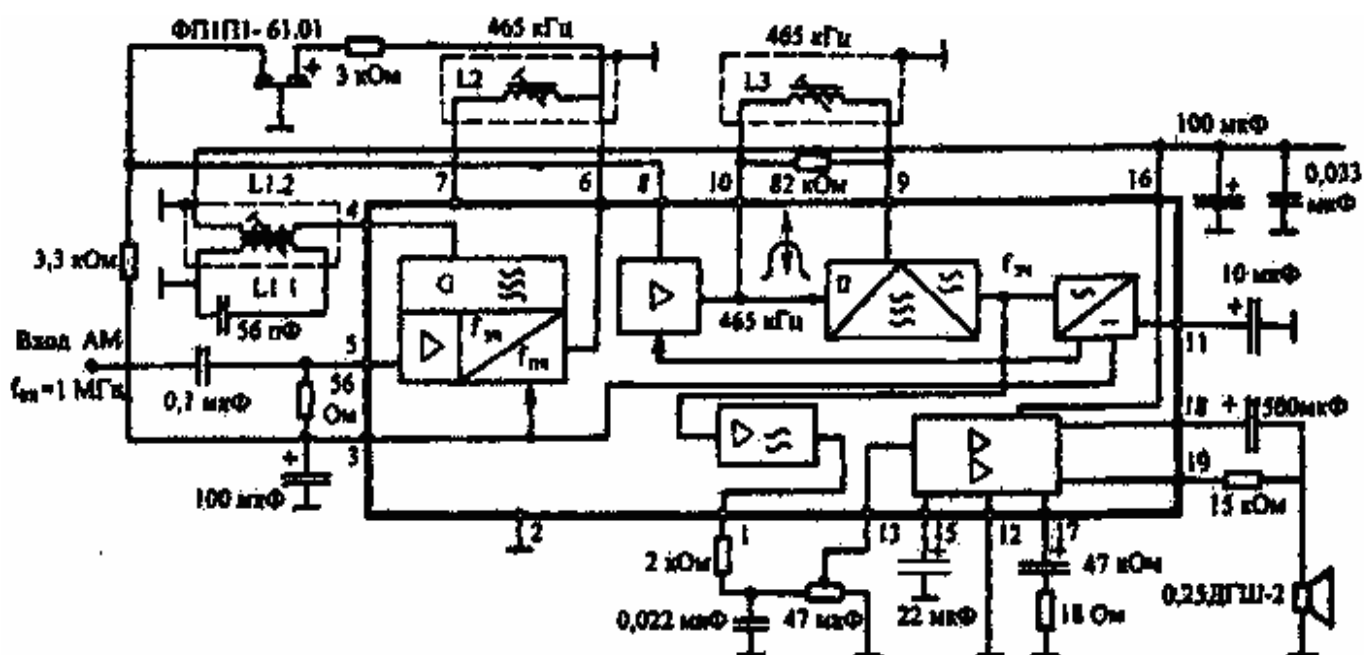


Рисунок 15-. Функциональная схема микросхемы ХД998В

Типовая схема радиоприемного тракта на микросборке ХА998В показана на рисунке 16. Катушки индуктивности для этой схемы имеют следующие параметры:

- сердечник М30 ВН-1 ЗПР4х0,7х8,0 (для катушек индуктивности L1, L3);
- сердечник М400 НН-19С8х63 (для катушки индуктивности L4);
- сердечник М1000 НМЗ-4АБ4-6,1*6 В (для катушек индуктивности L2, L5, L6);
- L1.1 - 8 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1мм);
- L1.2 - 5 витков провода ПЭВТЛ (диаметр 0,14 мм);
- L2.1 -120 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L2.2 - 80 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L3.1 -19 витков провода ПЭВТЛ-1 (диаметр 0,14 мм);
- L3.2 - 7 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L4.1 - 93 витка провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм);
- L4.2 - 13 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм); ,
- L5-ДМ-0,1~200мкГн;
- L6 - 120 витков провода ПЭВ-1 (диаметр 0,1 мм).

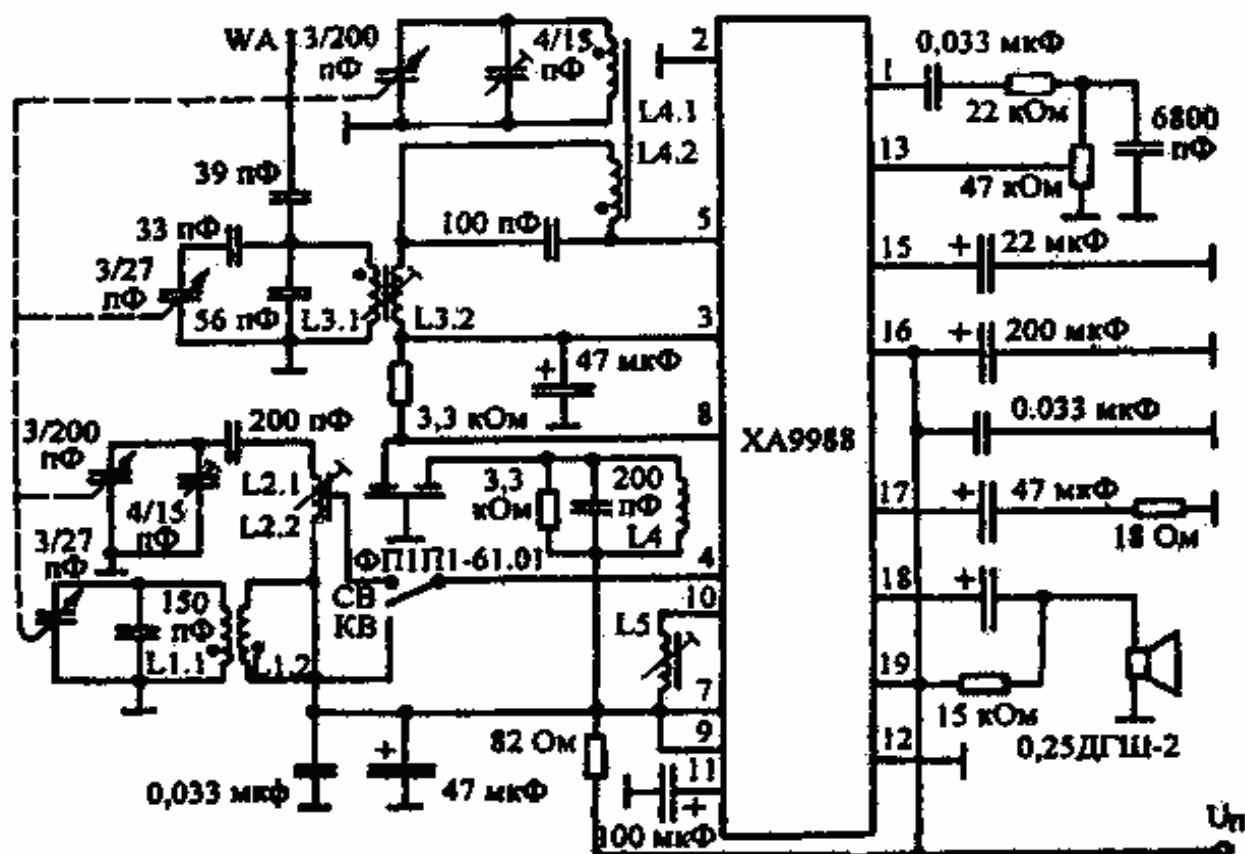


Рисунок 16 - Принципиальная схема приемного тракта на микросхеме ХА998В

Габаритные размеры микросборки ХА998В с расположением выводов показаны на рисунке 17.

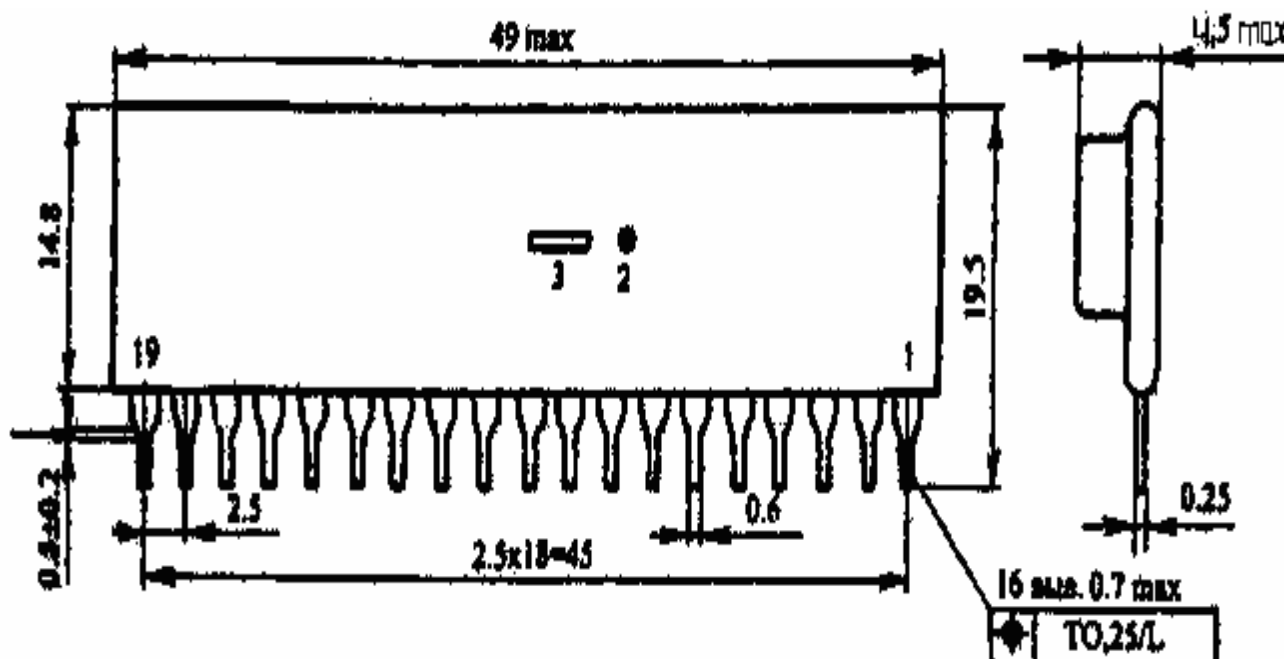


Рисунок 17 - Габаритные размеры микросхемы ХА998В

Функциональное назначение выводов приведено в таблице 8.

Таблица 8 - Функциональное назначение выводов микросборки ХА998В

Номер вывода	Функциональное
1	2
1	Выход звуковой частоты
2	Общий
3	АРУ
4	Катушка гетеродина
5	Вход АМ
6	Контур ПЧ
7	Напряжение питания
8	Вход УПЧ
9,10	Контур УПЧ
11	Развязка конденсаторная
12	Общий
13	Вход УЗЧ
14	-
15	Фильтр
16	Напряжение питания
17	Смещение
18	Выход звуковой частоты
19	Обратная связь

1.12 Контрольные вопросы

- 1 Что называется интегральной схемой?
- 2 Что называют серией ИС?
- 3 Что понимается под типонаминалом ИС?
- 4 Что называют элементом схемы ИС?
- 5 Что называют степенью интеграции?
- 6 Что называется топологией?
- 7 В чем состоит существенное отличие изготовления гибридных и полупроводниковых микросхем?
- 8 Перечислите основные методы получения толстых и тонких пленок при изготовлении пленочных микросхем.
- 9 Какой метод герметизации микросхем является наиболее эффективным?
- 10 Какие материалы применяют для изготовления подложек гибридных микросхем?
- 11 В чем состоит сущность метода изготовления твердых микросхем?
- 12 Назовите способы изготовления элементов полупроводниковой ИС
- 13 Маркировка интегральных микросхем.
- 14 Каким образом определяют неисправности интегральных схем?
- 15 Назовите параметры микросхем.
- 16 Каковы особенности монтажа и проверки микросхем?

2 Практическая часть работы

Тема работы: Интегральные микросхемы

Цель работы: Изучить виды интегральных схем, способы изготовления элементов, условные изображения и неисправности

2.1 Оборудование:

- 1) набор ИС разных типов;
- 2) методические указания;
- 3) справочные пособия.

2.2 Содержание отчёта:

- 1) тему работы;
- 2) цель работы;
- 3) оборудование;
- 4) эскизы ИС;
- 5) ответы на контрольные вопросы.

2.3 Порядок выполнения работы:

- 1) ознакомиться с теоретическим материалом об интегральных схемах;
- 2) зарисовать различные виды интегральных схем из набора;
- 3) оформить отчет и защитить работу.

Список использованных источников

- 1 **Хабаров, Б.П.** Техническая диагностика и ремонт бытовой радиоэлектронной аппаратуры: учебное пособие./ Б.П. Хабаров, Г.В. Куликов, А.А. Парамонов, под общей редакцией Г.В. Куликова – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 376 с.: ил
- 2 **Миссюль, П.И.** Техническое обслуживание и ремонт бытовой радиоаппаратуры / П.И. Миссюль – Минск.: Высшая школа., 2002. – 320 с.: ил.
- 3 **Ярочкина, Г.В.** Радиоэлектронная аппаратура и приборы. Монтаж и регулировка /Г.В Ярочкина– М.: Издательский центр «Академия», 2004 – 240 с.: ил.
- 4 **Гусев, В.Г.** Электроника / В.Г. Гусев, Ю.М. Гусев. М.: Высшая школа, 2004 -621с.: ил.
- 5 **Фрумкин, Г.Д.** Расчет и конструирование радиоаппаратуры /Г.Д. Фрумкин М.: Высшая школа, 2002 -462с.: ил.
- 6 **Кучумов, А.И.** Электроника и схемотехника: учебное пособие / А.И. Кучумов, 3-е изд. - М.: Гелиос АРВ, 2005 – 366с.: ил.