

Аналоговые интегральные схемы

Данная книга посвящена вопросам изготовления, расчета, проектирования и применения аналоговых ИС. В книге достаточно материала для курса, рассчитанного на два семестра обучения в средних специальных и высших учебных заведениях. Для курса, рассчитанного на один семестр, можно рекомендовать гл. 4 — 8. Если позволяет время, то желательно включить в курс первую часть гл. 3, посвященную источникам тока, а также приложения Б и В. В двухсеместровом курсе электроники, рассчитанном на изучение как цифровых, так и аналоговых ИС, книга может быть использована в той части, которая посвящена аналоговым приборам. Материал первых двух глав, в которых рассматриваются вопросы изготовления ИС и характеристики полупроводниковых приборов, является общим как для аналоговых, так и для цифровых ИС и, таким образом, может быть использован при изучении обоих типов ИС. В конце каждой главы (кроме гл. 8) приводится ряд задач. При решении многих задач может оказаться полезной ЭВМ, а в некоторых задачах ее применение необходимо; такие задачи отмечены звездочкой. В конце каждой главы приводится список литературы для дополнительного изучения материала. Перед изучением книги рекомендуется прослушать вводный курс анализа электронных схем.

В гл. 1 рассматриваются основные процессы изготовления различных полупроводниковых приборов, причем особое внимание обращено на процессы, которые используются при изготовлении ИС. Описываются процессы выращивания кристаллов, подготовки кремниевых пластин для обработки, диффузии, ионного легирования, окисления, фотолитографии, металлизации, химического осаждения из газовой фазы, включая эпитаксию.

В гл. 2 показано, как в результате последовательного выполнения процессов, описанных в гл. 1, изготавливаются полупроводниковые приборы и, в частности, ИС. Проведен анализ основных характеристик рп-переходов и выявлены преимущества использования эпитаксиальных структур. После изложения методов, используемых для изоляции элементов на кристалле ИС, приведены последовательности технологических операций, которые необходимы для изготовления диодов, биполярных транзисторов, полевых транзисторов с рп-переходом, МОП-транзисторов. Дано общее представление о процессе производства и характеристиках различных приборов, таких, как пра- и рпр-транзисторы, полевые транзисторы с рп-переходом, МОП-транзисторы, диоды, резисторы и конденсаторы. Обсуждаются также вопросы, связанные с размерами кристалла, сложностью реализуемой на нем схемы, отводом тепла.

В гл. 3 и 4 исследуется внутренняя структура различных электронных схем, встречающихся во многих типах аналоговых ИС. В первой части гл. 3 рассматриваются различные типы источников постоянного тока — одного из основных элементов многих

ИС. Во второй части исследуются источники напряжения с низким входным сопротивлением, а последняя часть дает представление об источниках опорного напряжения с температурной компенсацией. Гл. 4 посвящена дифференциальным усилителям. Вопросы проектирования дифференциальных усилителей на биполярных транзисторах даны в первой части этой главы, затем рассматриваются дифференциальные усилители на полевых транзисторах с рп-переходом и на МОП-транзисторах. Схемы активной нагрузки тесно связаны со схмотехникой дифференциальных усилителей. Анализ этих схем проведен в конце гл. 4, причем рассмотрены схемы активной нагрузки как на биполярных, так и на полевых транзисторах.

Самый распространенный тип аналоговых ИС — операционные усилители, которым посвящены гл. 5 и 6. Гл. 5 начинается с анализа схемы «идеального» ОУ с обратной связью. Затем рассматриваются характеристики неидеального ОУ: входное напряжение смещения, входной ток смещения, входное и выходное сопротивления, коэффициент усиления синфазного сигнала, шумовые характеристики усилителя и влияние на его работу шумов во внешних резисторах. Как и в любой системе с обратной связью, важным является вопрос устойчивости работы усилителя с обратной связью. Этот вопрос также рассматривается в гл. 5 наряду с изложением методов коррекции частотной характеристики, которая необходима для обеспечения запаса устойчивости. Далее этой главе представлено большое количество примеров применения ОУ. Одной из важных областей применения ОУ являются активные фильтры, которым посвящен материал заключительной части главы. Здесь же кратко рассмотрены фильтры на переключаемых конденсаторах.

Гл. 5 в основном направлена на изучение применений ОУ во внешних схемах; основное внимание гл. 6 уделено внутренней схмотехнике ОУ. Сначала исследуется базовая внутренняя схема ОУ и проводится обобщенный анализ частотной характеристики Усилителя без обратной связи, включая частотный анализ единичного усиления. Далее исследуются характеристики «большосигнала», такие, как скорость нарастания выходного напряжения и ширина полосы пропускания при максимальной мощности. Затем в качестве примеров проведен анализ нескольких внутренних схем ОУ. Он включает в себя оценку смещения усилителя по постоянному току, малосигнального коэффициента усиления по напряжению каждого каскада и всего усилителя в целом и некоторые другие характеристики, такие, как коэффициент ослабления синфазного сигнала, коэффициент ослабления помех из-за нестабильности источника питания, частотная характеристика ОУ без обратной связи, эквивалентные входные шумовые напряжение и ток. Одной из важных разновидностей ОУ являются усилители на полевых транзисторах (только во входном каскаде или во всей схеме); им посвящена заключительная часть гл. 6, где представлен ряд схем на полевых транзисторах с рп-переходом и на МОП-транзисторах.

Наиболее близким к ОУ типом ИС является компаратор напряжения. В гл. 7 подробно рассмотрены его основные характеристики и проведен сравнительный анализ с ОУ. Затем в качестве примера приведено несколько компараторов напряжения. Особое внимание уделяется одному из основных параметров компаратора напряжения — времени переключения; приведены методы сокращения этого времени. Использование комплементарных МОП-транзисторов в компараторах в ряде случаев дает преимущества, особенно там, где необходимы низкая потребляемая мощность и

повышенная степень интеграции. КМОП-инвесторы и КМОП-компараторы рассматриваются в конце данной главы.

Самый распространенный тип аналоговых ИС — это ОУ, второе место по распространению занимают компараторы напряжения. В то же время существует множество других типов аналоговых ИС. Этим схемам посвящена гл. 8, в которой кратко рассматриваются некоторые из них, такие, как стабилизаторы напряжения, усилители мощности, видеоусилители. Затем кратко описаны ИС, которые применяются в различных областях: связь, управление, обработка сигналов, оптоэлектроника, цифровые системы, интерфейс компьютеров.

[СКАЧАТЬ](#)