



# Цифровые интегральные микросхемы

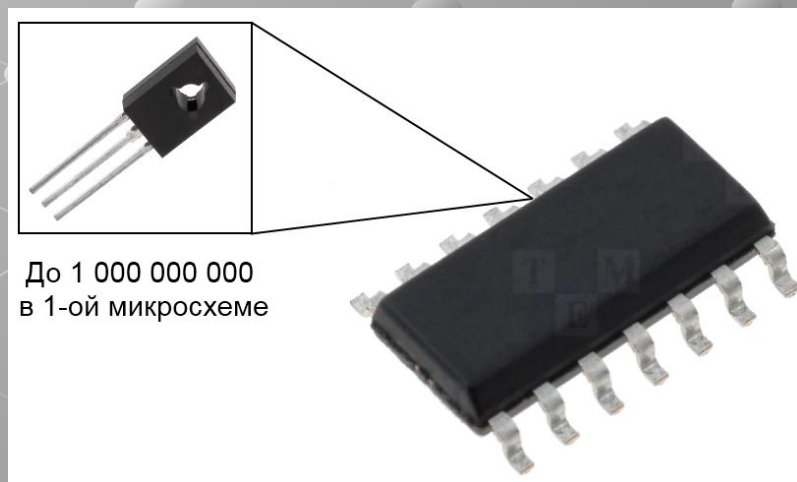
Выполнил: учащийся группы 10М  
Лобов С.А.

# Содержание

- Введение
- 1. Назначение и использование
- 2. Классификация
- 3. Принцип работы
- 4. Основные параметры
- 5. Конструкция
- Список использованной литературы

# Введение

- Цифровые устройства целиком на дискретных транзисторах и диодах имели очень большие габаритные размеры, ненадежно работали из-за большого числа элементов и, особенно, паяных соединений. Интегральные микросхемы, содержащие десятки, сотни, а иногда и тысячи, десятки тысяч компонентов, позволили по-новому подойти к проектированию и изготовлению цифровых устройств. Надежность отдельной интегральной микросхемы мало зависит от числа элементов и близка к надежности одиночного транзистора, а потребляемая мощность в пересчете на отдельный компонент резко уменьшается с повышением степени интеграции. В результате на интегральных микросхемах стало возможным собирать сложнейшие устройства.



# Назначение и использование

- Цифровые интегральные микросхемы (ЦИМС) предназначены для преобразования и обработки дискретных сигналов. Основой для их построения являются электронные ключи, обладающие тем свойством, что они могут находиться в одном из двух состояний и их действие заключается в переходе из одного состояния в другое под воздействием входных сигналов. Одному из двух состояний ключа соответствует одно из двух фиксированных значений выходной электрической величины, например, высокий или низкий потенциал, наличие или отсутствие импульса. Так как эти величины могут принимать 2 дискретных значения, то они являются двоичными переменными.

# Классификация

- По технологии изготовления микросхемы делятся на три разновидности: полупроводниковые, пленочные и гибридные.
- В цифровых микросхемах применяются полевые транзисторы только с изолированным затвором, имеющие структуру: металл (затвор), диэлектрик (изоляция затвора), полупроводник (канал, сток–исток), сокращенно МДП, а так как в качестве диэлектрика обычно используется окись кремния, то обычно эти транзисторы, а также микросхемы на них сокращенно называют МОП.
- Цифровые микросхемы по своим функциям делятся на два больших класса: комбинационные и последовательностные.

К первому относятся микросхемы, не имеющие внутренней памяти (состояние выходов этих микросхем однозначно определяется уровнями входных сигналов в данный момент времени). Ко второму - микросхемы, состояние выходов которых определяется не только уровнями входных сигналов в данный момент времени, но и последовательностью состояний в предыдущие моменты времени из-за наличия внутренней памяти.



- В зависимости от элементов, на которых собраны входные и выходные каскады микросхем, от схемных особенностей этих каскадов цифровые микросхемы делятся на несколько групп или, так называемых "логик" (здесь под словом "логика" подразумевается логический элемент или электронный ключ):
  1. РТЛ, – резистивно–транзисторная логика, в которой на входах стоит резистивный сумматор токов, реализующий для положительной логики функцию ИЛИ; выходной каскад собран на транзисторном инверторе;
  2. ДТЛ, – диодно–транзисторная логика, в которой на входах стоит несколько диодов, реализующих функцию И или ИЛИ; выходной каскад на транзисторах;
  3. ТТЛ, – транзисторно–транзисторная логика, в логических элементах которой ко входам подключены эмиттеры многоэмиттерного транзистора; с помощью этого многоэмиттерного транзистора реализуется функция И; выходной каскад собран на транзисторах;
  4. ЭСЛ, – эмиттерно–связанная логика, в которой на входах стоят транзисторы, эмиттеры которых связаны друг с другом;
  5. nМОП, рМОП, – МОП логика, все элементы которой выполнены на МОП транзисторах с проводимостью канала n–типа (n–МОП) или р–типа (р–МОП);
  6. КМОП, – логика, все элементы которой выполнены на двух типах МОП транзисторов nМОП и рМОП, дополняющих друг друга, т.е. комплементарных;
  7. И2 Л, – интегральная инжекционная логика, в которой отсутствуют резисторы; инжекция носителей в область базы транзистора осуществляется с помощью активных генераторов тока, выполненных на р–n–р транзисторах, тогда как сам базовый инвертор, – на n–р–n транзисторах.

# Принцип работы

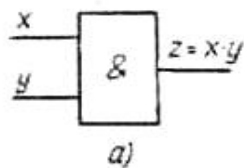
- В основу работы цифровых микросхем положена двоичная система счисления. В этой системе используются две цифры: 0 и 1. Цифра 0 соответствует отсутствию напряжения на выходе логического устройства, 1 - наличию напряжения. С помощью нулей и единиц двоичной системы можно записать (закодировать) любое десятичное число. Так, для записи одноразрядного десятичного числа требуются четыре двоичных разряда. Сказанное поясняется в следующей таблице.

Десятичное число	IV разряд ( $2^3$ )	III разряд ( $2^2$ )	II разряд ( $2^1$ )	I разряд ( $2^0$ )
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

- Рассмотрим свойства и работу некоторых простейших логических элементов, широко используемых радиолюбителями в конструируемых устройствах и приборах.
- Логический элемент И имеет два входа и один выход. В верхней части прямоугольника стоит знак & (амперсент), который обозначает операцию объединения, перемножения. Это значит, что напряжение высокого уровня на выходе присутствует в том, и только в том случае, если на обоих входах также напряжения высокого уровня. Логический элемент 2И-НЕ отличается от элемента И только инвертированием выходного сигнала.



- Логический элемент ИЛИ имеет два входа и один выход. Если хотя бы на одном из входов есть напряжение высокого уровня, то такое же напряжение будет на выходе. Работа элемента 2ИЛИ-НЕ отличается только инвертированием выходного сигнала.
- Логический элемент НЕ имеет один вход и один выход. Если на вход подать напряжение высокого уровня, то на выходе установится напряжение низкого уровня, и наоборот, т. е. говорят, что входной сигнал инвертируется элементом.



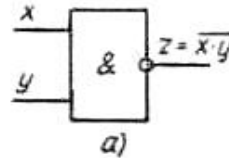
а)

$x$	$y$	$z$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

б)

Рис. 1. Логический элемент И:

а - условное обозначение; б - таблица истинности



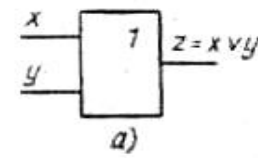
а)

$x$	$y$	$z$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

б)

Рис. 2. Логический элемент 2И-НЕ:

а - условное обозначение; б - таблица истинности



а)

$x$	$y$	$z$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

б)

Рис. 3. Логический элемент ИЛИ:

а - условное обозначение (знак обозначает операцию ИЛИ); б - таблица истинности

# Основные параметры

- Плотность упаковки – число элементов электронной схемы в одном кубическом сантиметре объема интегральной микросхемы.
- Степень интеграции  $\chi$  определяется количеством элементов  $n$ , входящих в состав интегральной микросхемы.

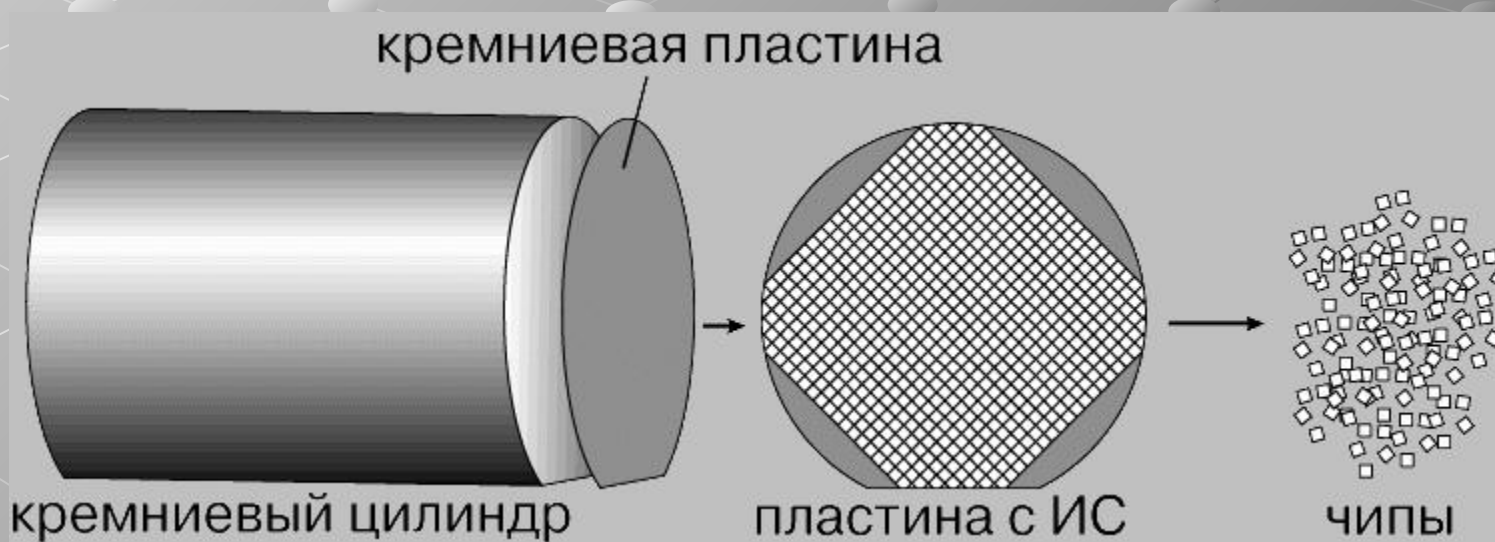
$$\chi = \lg n$$

- Микросхема 1-й степени интеграции содержит до 10 элементов (маломасштабная интегральная схема – МИС). Микросхема 2-й степени интеграции (среднемасштабная – СИС) содержит от 10 до 100 элементов. Микросхема 3-й степени интеграции содержит от 102 до 103 элементов и относится к категории больших интегральных микросхем (БИС). Сверхбольшие (СБИС) 4-й степени интеграции имеют более 1000 элементов.

Уровень сложности ИС	Количество интегрированных элементов	Параметры функционального назначения ИС
МИС	$\leq 10$	Биполярные ячейки, простые логические элементы, дифференциальные усилительные каскады.
СИС	10-100	Триггеры, регистры, сумматоры, операционные усилители, коммутаторы.
БИС	100-1000	Полупроводниковые запоминающие и арифметико-логические устройства.
СБИС	$> 1000$	Микропроцессоры, однокристалльные микро-ЭВМ, аналого-цифровые преобразователи.

# Конструкция

- Исходным материалом для изготовления полупроводниковых ИМС являются пластины кремния толщиной не более 50 мкм и диаметром до 100 мкм, называемые подложкой. В последнее время вместо кремния используют арсенид галлия. В основе формирования элементов на подложке лежит планарная технология с двумя ее разновидностями: планарно-диффузионная и планарно-эпитаксиальная.



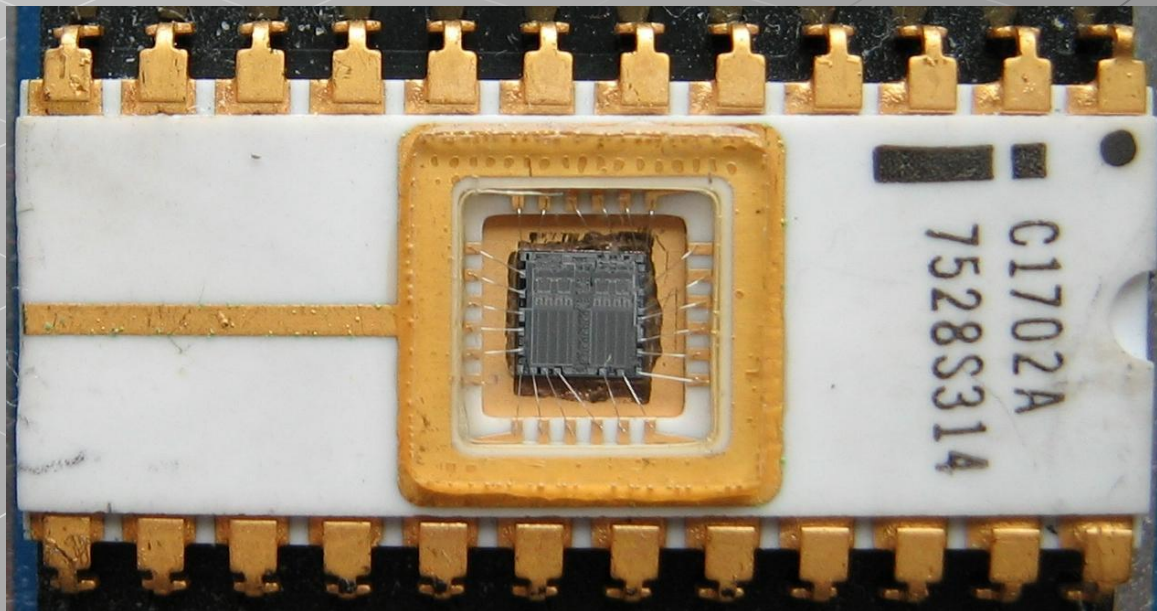
- При планарно-диффузионной технологии исходную пластину монокристалла, в которой формируют p-n-переход, покрывают тонким защитным слоем диэлектрика. После этого способом фотолитографии изготавливают первую оксидную маску, для чего в защитном слое делают отверстия (окна) требуемой конфигурации по числу необходимых p-n-переходов. Для этого защитный слой покрывают тонким слоем светочувствительной эмульсии — фоторезиста, на поверхность которого проектируют требуемый рисунок маски. После этого изображение проявляется, и засвеченные участки фоторезиста стравливаются, обнажая защитный слой. С помощью травления обнаженные участки защитного слоя растворяют, и таким образом формируется требуемая совокупность окон. Через полученные окна производят диффузию необходимых примесей в исходную подложку кремния.



- Планарно-эпитаксиальная технология дает возможность наращивать полупроводниковый слой на подложку любого типа проводимости, при котором кристаллическая структура наращенного слоя является продолжением кристаллической структуры подложки. Состав наращенного слоя (эпитаксиальной пленки) может отличаться от состава подложки. Наращивая эпитаксиальный слой n-типа на подложку из кремния p-типа, можно сформировать p-n-переход, причем однородный по структуре эпитаксиальный слой может служить основой для изготовления других p-n-переходов, если его покрыть защитным слоем, а затем повторить технологический процесс, изложенный при рассмотрении планарно-диффузионной технологии.



- Подложка с совокупностью элементов и компонентов, изготовленных по описанным технологическим приемам и методам, должна быть конструктивно оформлена в целях защиты ее от воздействия окружающей среды. Для этого осуществляют герметизацию ИМС с помощью изоляционных материалов или с использованием методов вакуум-плотной герметизации. При герметизации изоляционными материалами кристалл полупроводниковой или подложку гибридной ИМС покрывают слоем лака или компаунда. При вакуум-плотной герметизации кристалл или подложку помещают в герметизированный корпус прямоугольной или круглой формы.
- Соединение ИМС с внешними выводами осуществляют золотыми или алюминиевыми проводниками.



# Список использованной литературы

- Бирюков С.А. “Применение цифровых микросхем серий ТТЛ и КМОП”, “ДМК”. Москва, 2000.
- Якубовский С. В., Ниссельсон Л. И., Кулешова В. И. “Цифровые и аналоговые интегральные микросхемы”. Справочник. “Радио и связь”. Москва, 1990.
- В.Н. Яковлев, В.В Воскресенский, С.И. Мирошниченко “Справочник по микроэлектронной импульсной технике”- К.: Техника, 1983.
- Евстигнеев А.Н., Кузьмина Т.Г., Новотельнова А. В. “Основы цифровой электроники”. Санкт-Петербургская государственная академия холода и пищевых технологий, 1999.