Тема № 4. Запоминающие устройства и преобразователи информации

Содержание и порядок проведения занятия	Время, мин
ВСТУПИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ	5
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	80
Учебные вопросы:	
1. Классификация и основные характеристики ЗУ	10
2. Типовая структура ЗУ	20
3. Оперативные ЗУ (ОЗУ)	25
4. Постоянные ЗУ (ПЗУ)	25
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНАЯ ЧАСТЬ	5

VI. Текст лекции

1. Классификация и основные характеристики ЗУ

Запоминающие устройства (ЗУ) предназначены для хранения информации. Они находят широкое применение в электронной аппаратуре различного назначения, в том числе в средствах связи и автоматизации управления, для хранения рабочих программ, кодов частот, режимов, адресов корреспондентов и других данных. Информация в ЗУ представлена в форме комбинаций двоичных цифр 0 и 1, и поэтому такие ЗУ нередко называют цифровыми.Современные ЗУ характеризуются значительным разнообразием вариантов исполнения, существенно отличающихся принципом действия, режимами работы, схемотехническим и конструктивным исполнением, электрическими параметрами, областью применения. Это обстоятельство обусловило целесообразность классификации ЗУ. Если ограничиться важнейшими классификационными Признаками, то деление ЗУ на классы может быть представлено следующим образом.

По **физической природе** запоминающей среды ЗУ делят на полупроводниковые, магнитные, оптико-электронные, сегнетоэлектрические, магнитооптические и др. В номенклатуре современных ЗУ в основном представлены электронные, главным образом полупроводниковые ЗУ и магнитные, в том числе на ферритовых сердечниках, тонких магнитных пленках, цилиндрических магнитных доменах, магнитных лентах, гибких и жестких магнитных дисках.

По **назначению** ЗУ разделяют на оперативные (ОЗУ), постоянные (ПЗУ) и внешние (ВЗУ).

Оперативными называют ЗУ, предназначенные для хранения переменной информации: программ и промежуточных результатов обработки данных. Такие ЗУ ^работают в режимах записи, хранения и считывания информации
и допускают оперативную смену хранимой ими информации во время работы устройства.

Постоянными называют ЗУ, предназначенные для хранения информации, неизменяемой в процессе работы устройства: стандартных подпрограмм, различных коэффициентов и констант, табличных данных и т.п. Такие ЗУ работают только в режиме считывания информации, которая заносится в них предварительно, например, при их изготовлении, и во время работы не изменяется.

Оперативные и постоянные ЗУ обычно размещаются внутри аппаратуры рядом с автоматическим устройством или процессором, которые они обслуживают, В этом смысле ОЗУ и ПЗУ являются внутренними ЗУ.

Современные ОЗУ и ПЗУ выполняются на основе полупроводниковых приборов (микросхем), ферритовых сердечников и тонких магнитных пленок.

Внешние ЗУ предназначены для хранения больших массивов информации и выполняются на магнитных лентах, гибких и жестких магнитных дисках. Конструктивно ВЗУ представляют собой самостоятельную составную часть системы, сопрягаемую с основной аппаратурой, например с ЭВМ, и работающей под управлением ЭВМ.

Внешние ЗУ могут работать в режимах записи, хранения и считывания информации. Для них характерно наличие электромеханических устройств, необходимых для вращения дисков или протягивания лент при записи или считывании информации. Это снижает скорость работы и надежностные характеристики ВЗУ.

Для существенного повышения быстродействия разрабатываются полностью электронные ВЗУ на основе носителей с цилиндрическими магнитными доменами (ЦМД), ЗУ на приборах с зарядовой связью (ПЗС), оптико-электронные ЗУ и др. Внешние ЗУ, как правило, на магнитных лентах выполняют, в частности, функции так называемой архивной памяти, предназначенной дли хранения огромных массивов информации долговременного использования.

По **способу хранения** информации полупроводниковые ЗУ делят на статические и динамические. В **статических ЗУ** в качестве элементов памяти (ЭП) применяются статические триггеры, способные сохранять установленное состояние 0 или 1 при наличии питания сколь угодно долго.

В **динамических ЗУ** информация представлена уровнем напряжения (заряда) и хранится в электрическом конденсаторе, выполняющем функции элемента памяти. Обычно в этом качестве используют междуэлектродную емкость МДП-транзистора. Из-за наличия токов утечки установленный уровень напряжения не может сохраняться долго и поэтому его необходимо периодически восстанавливать (регенерировать). Этим и объясняется название таких ЗУ.

По степени зависимости от источников питания различают энергозависимые и энергонезависимые ЗУ. В первых при отключении или сбоях питания информация разрушается. Такими являются, в частности, полупроводниковые ОЗУ. В энергонезависимых ЗУ электропитание необходимо только при записи и считывании, а при отключении питания информация сохраняется длительное время. К таким ЗУ относятся магнитные ЗУ и полупроводниковые ПЗУ. Свойство энергонезависимости особенно важно для ЗУ, применяемых в аппаратуре военного назначения.

К основным **характеристикам** ЗУ относятся:

информационная емкость - число хранимых единиц информации (число бит). 1К=1024 бит, 1М=1000 К. Иногда выражается числом хранимых слов с указанием разрядности;

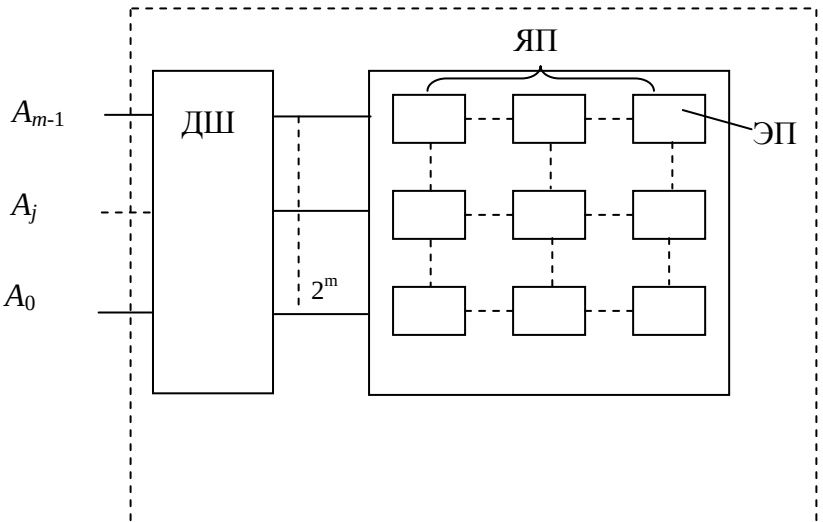
организация – N x M, где N – число хранимых слов (число адресов), M – разрядность слов (1К x 8);

быстродействие - определяется продолжительностью цикла записи (считывания), начиная с момента поступления кода адреса, до завершения всех процессов, связанных с записью (считыванием) информации;

потребляемая мощность - обычно указывается исходя из расчета на 1 бит информации.

2. Типовая структура ЗУ

Обобщенная структурная схема Зу, характерная для ОЗУ и ПЗУ, приведена на рис. 1



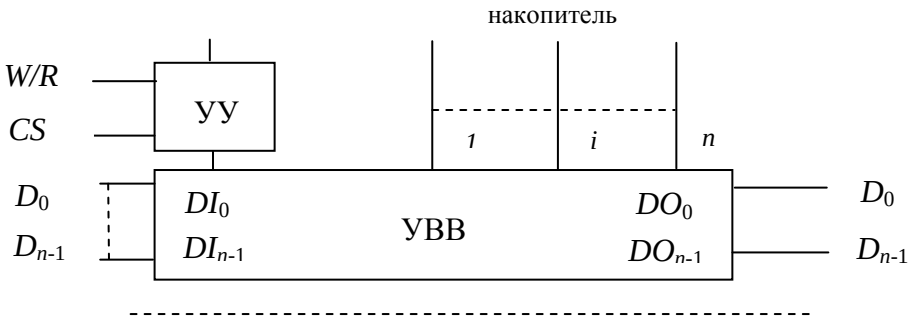


Рис. 1

Она включает следующие узлы:

- накопитель;
- дешифратор кода адреса;
- узел ввода-вывода;
- узел управления.

Накопитель представляет собой совокупность ЭП, каждый из которых хранит один бит информации. Группа ЭП, предназначенная для хранения одного слова, называется **ячейкой памяти (**ЯП).

Накопитель может иметь матричную или словарную организацию. В простейшем случае для хранения одного разряда всех слов служит матрица, в которой ЭП размещенфы на пересечениях горизонтальных и вертикальных проводников, образуя строки и столбцы. Число матриц в накопителе равно разрядности хранимых слов.В этом случае ячейку памяти составляют соответствующие ЭП всех матриц.

При словарной организации ЯП, хранящая слово, не распределена своими разрядами по разным матрицам и находится в составе одной микросхемы.

Дешифратор (ДШ) обеспечивает возможность обращения к любой ЯП для записи или считывания информации. Он преобразует код адреса $A_{m-1}\ldots A_0$ в активный сигнал выборки ЯП. Число разрядов m а адресном коде и число ячеек в накопителе M связаны соотношением $M=2^m$, то его называют **ЗУ с произвольной выборкой (ЗУПВ).**

Узел ввода –вывода (УВВ) предназначен для усиления и нормализации информационных сигналов $D_{n-1}\ldots D_0$, подаваемых на входы ЗУ при записи и снимаемых с выходов ЗУ при считывании. Нередко для ввода и вывода информации используются одни и те же выводы ЗУ. Тогда УВВ выполняет функцию разделения внутренних цепей приема и передачи информации.

Узел управления (УУ) формирует внутренние сигналы управления другими функциональными узлами под воздействием внешних сигналов:

- сигнала «запись/считывание», обозначаемого буквами *W/R* : при *W/R*=1 устанавливается режим записи, при *W/R*=0 – режим считывания;
- сигнала, разрешающего доступ к накопителю по информационным входу и выходу, он называется «выбор кристалла», т.е., микросхемы, и обозначается буквами *CS*; при *CS*=1 разрешается доступ к накопителю, при *CS*=0 устанавливается режим хранения информации.

Таким образом, ЗУ описывается системой сигналов: адресных, информационных, управляющих.

Принцип действия схемы (рис. 1) применительно к ОЗУ заключается в следующем. Для записи слова $D_{n-1}\ldots D_0$ в заданную ЯП его необходимо подать на информационные входы $DI_{n-1}\ldots DI_0$. Одновременно на адресные входы $A_{m-1}\ldots A_0$ должен быть подан код адреса выбираемой ЯП, а на управляющие входы сигналы: *CS*=1, *W/R*=1. После выполнения этих операций входная информация через УВВ пройдет в накопитель и запишется в выбранную ЯП.

Для обеспечения режима хранения достаточно на вход *CS* подать сигнал 0.

В современных полупроводниковых ЗУ нередко в выходных цепях применяют ключи с тремя состояниями выхода. Одно из этих состояний (третье) является высокоомным и эквива-

лентно отключению выхода от внешних линий. Данное исостояние выходы ЗУ принимают при CS=0 .

Режим считывания реализуется аналогично режиму записи, но при W/R=0 .

Типовая схема ПЗУ отличается от ОЗУ отсутствием входов DI_i для информационных сигналов.

3. Оперативные ЗУ (ОЗУ)

а) Полупроводниковые статические ОЗУ

В статических ОЗУ элементами памяти являются статические триггеры на биполярных и МДП-транзисторах. Типичный вариант построения статического ОЗУ приведен на рис. 2.

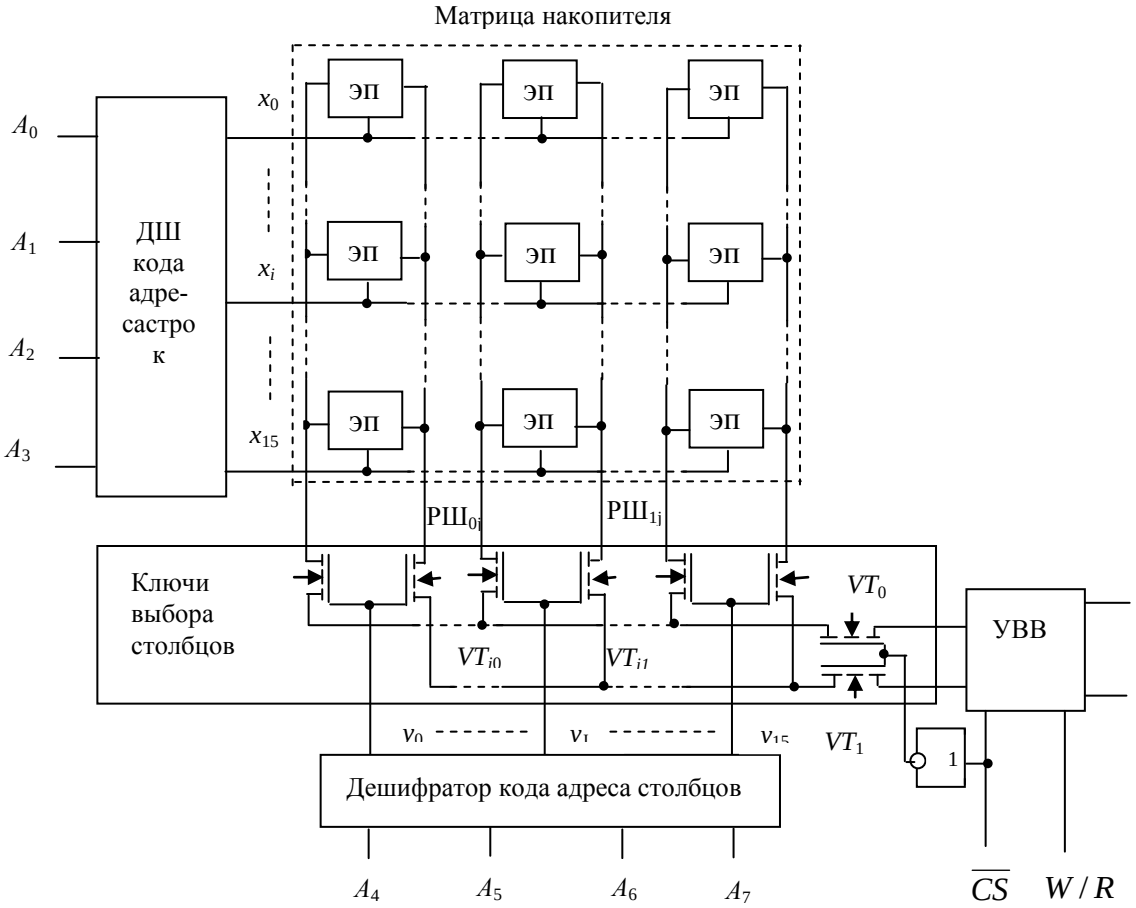


Рис. 2

Для наглядности выбрано сравнительно несложное ОЗУ емкостью 256 бит с одноразрядной организацией 256×1. Такая организация ОЗУ предполагает возможность записи или считывания только одного бита информации. Поэтому такая микросхема имеет один информационный вход и один выход.

Кроме матрицы накопитель БИС включает в себя дешифратор кода адреса прямоугольного типа и узел ввода-вывода. Матрица накопителя состоит из 256 ЭП, расположенных на пересечении 16 однопроводных горизонтальных шин (строк) $x_0 \ldots x_{15}$ и 16 двухпроводных верти-

кальных шин (столбцов) $y_0 \ldots y_{15}$. Дешифратор имеет две части, одна из которых (дешифратор строк) формирует сигнал выборки строки, другая (дешифратор столбцов) – столбца. Т.о., двумя сигналами дешифраторов выбирается ЭП, адрес которого задается адресным кодом $A_7 \ldots A_0$. (A_7 – старший разряд). Одна половина адресного кода $A_3..A_0$ формирует сигнал выборки строки x_i, другая – сигнал выборки столбца y_j.

Узел ввода-вывода обеспечивает взаимодействие накопителя и внешних цепей при записи и считывании информации через информационный вход *DI* и выход *DO* соответственно. Цепь между выбранными ЭП$_{ij}$ и УВВ образуется благодаря открыванию ключей VT_{j0} и VT_{j1} сигналом y_j на выходе дешифратора кода адреса столбцов, а также ключей VT_0 и VT_1 сигналом разрешения выбора $\overline{CS}$. Этот сигнал в разных БИС ОЗУ может иметь разрешающее значение либо лог. 0 , либо лог. 1. Если, как в данном примере, этот сигнал отмечен знаком инверсии, то значит разрешающим, то есть активным, является значение лог. 0. При $\overline{CS}$ =1 ключи VT_0 и VT_1 закрыты и накопитель изолирован от источника и приемника информации и находится в режиме хранения.

Направление передачи информации в УВВ определяет сигнал W/R : при W/R =1 составляется цепь от входа *DI* через открытые ключи к ЭП, выбранному адресным кодом, и осуществляется запись информации; при W/R =0 БИС переходит в режим считывания и информация из выбранного ЭП через УВВ поступает на выход *D0* и далее во внешнюю линию передачи.

Информация внутри БИС преобразуется к парафазной форме представления в виде двух сигналов, один из которых соответствует первому значению бита информации *D*, а другой – инверсному $\overline{D}$. Поэтому каждый столбец в функциональной схеме представлен двумя проводниками, по которым производится обмен между УВВ и ЭП. Эти проводники называются разрядными шинами РШ$_1$ и РШ$_0$. По шине РШ$_1$ поступает в ЭП или считывается из него прямое значение информации (РШ$_1$=*D*), а по шине РШ$_0$ – инверсное (РШ$_0$= $\overline{D}$).

Каждый ЭП в статических ОЗУ представляет собой триггер на биполярных транзисторах с управлением по эмиттерным входам или на МДП-транзисторах с управлением по совмещенным входам-выходам. В рассматриваемой БИС памяти ЭП выполнены в виде триггеров на КМДП-транзисторах.

Условное графическое обозначение БИС ОЗУ, приведенное на рис. 3, содержит указание на то, что БИС относится к классу ОЗУ (RAM) и имеет информационную емкость 256 бит. На левом поле обозначены выводу для сигналов адресного кода $A_7 \ldots A_0$, сигнала выбора микросхемы $\overline{CS}$ (вход инверсный), сигнала управления режимом записи/считывания W/R и информационного сигнала *DI*. На правом поле помещено обозначение типа выхода (с тремя состояниями), а также указаны информационный выход *D0* и вспомогательные выводы для подключения напряжения питания U_{cc} и общей точки 0V.

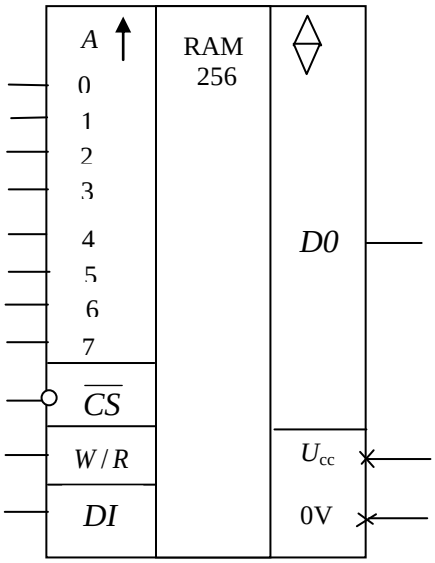


Рис. 3

а) Полупроводниковые динамические ОЗУ

ОЗУ, рассчитанные на большую по сравнению со статическими ОЗУ информационную емкость строятся на основе БИС памяти динамического типа. Такие БИС имеют те же структурные решения, что и МС статических ОЗУ, но для них характерен ряд существенных особенностей в устройстве и применении. Эти особенности обусловлены главным образом тем, что в качестве ЭП используется МДП-конденсатор, т.е. емкость МДП-транзистора.

Схема ЭП (рис. 4 а) содержит конденсатор и ключевой транзистор. При появлении сигнала выборки на шине строки x_1 транзистор VT_{ij} открывается и подключает к разрядной шине РШ$_{ij}$ конденсатор C_{ij} . Информация представлена в форме напряжения (заряда) конденсатора: его наличие соответствует 1, отсутствие – 0.

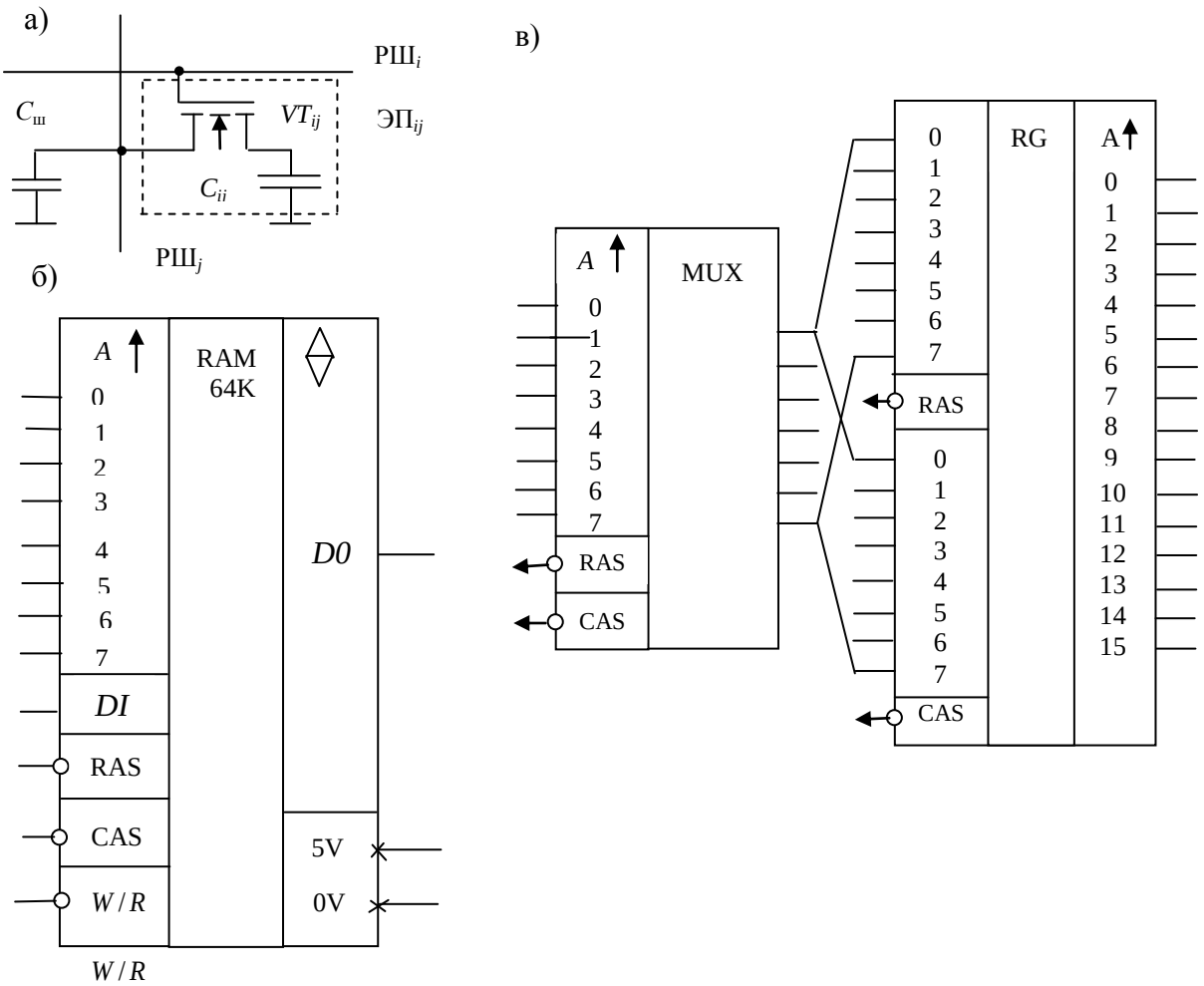


Рис. 4

При подключении запоминающего конденсатора к разрядной шине происходит их взаимодействие: при считывании заряд конденсатора изменяет потенциал РШ и это изменение передается затем через УВВ на выход; при записи 1 заряд вводится в конденсатор через УВВ и выбранную РШ. Если записывается 0, то на РШ поступает нулевой уровень напряжения, и благодаря этому при подключению к РШ конденсатор разряжается.

БИС динамических ОЗУ нуждается в периодической регенерации хранимой информации. Допустимое время сохранения заряда на запоминающем конденсаторе составляет от 1 до 8мс для разных БИС. Следовательно, для этого времени в каждом ЭП должно быть восстановлено состояние запоминающего конденсатора. Операция регенерации выполняется автоматически в конце каждого цикла обращения к накопителю. Однако рассчитывать только на автоматическую регенерацию нельзя, так как периодичность обращения к накопителю различная. Поэтому для динамических ОЗУ наряду с режимом записи, считывания и считывания информации предусматривается режим принудительной регенерации. Для БИС динамических ОЗУ период принудительной регенерации составляет 1 – 8 мс.

Цикл принудительной регенерации осуществляют путем перебора адреса строк с помощью дополнительного формирователя адресного кода регенерации. В режиме регенерации БИС работает по циклу считывание/запись, но без вывода информации наружу, что обеспечивается запрещающим значением сигнала *CS*. В цикле регенерации при обращении к строке свое состояние восстанавливают все ЭП этой строки одновременно.

Во время регенерации БИС закрыта для пользователя, так как работает «на себя».

БИС динамических ОЗУ характеризуется значительно большей информационной емкостью более высокой плотностью размещения элементов на подложке (МДП-конденсатор вместо триггера). Однако увеличение информационной емкости приводит к увеличению разрядности адресного кода. В целях уменьшения числа выводов корпуса в динамических ОЗУ использован пошаговый способ введения кода адреса через мультиплексор (рис. 4 в). Адресный код разделен на две части. При обращению к накопителю вначале подается код адреса строки $A_7 \ldots A_0$,, сопровождаемый стробирующим сигналом $\overline{RAS}$. После записи этого кода в адресный регистр БИС на те же адресные входы подается код адреса столбца $A_8 \ldots A_{15}$ в сопровождении своего стробирующего сигнала $\overline{CAS}$ и записывается во вторую половину адресного кода БИС. Т. о., в БИС заносится код адреса требуемого ЭП.

В состав временных параметров динамических ОЗУ следует добавить период регенерации, длительность и взаимные задержки стробирующих сигналов и др.

4. Постоянные ЗУ (ПЗУ)

Процесс занесения информации в ПЗУ называется **программированием ПЗУ**.

По способу программирования ПЗУ делят на три группы:

- масочные ПЗУ (ПЗУМ);
- программируемые ПЗУ (ППЗУ);
- репрограммируемые ПЗУ (РПЗУ).

В РПЗУ возможно перепрограммирование, т.е., стирание и запись новой информации.

а) Масочные и программируемые ПЗУ

Микросхемы масочных ПЗУ программируются при их изготовлении по способу заказного фотошаблона. В микросхемах ППЗУ информация заносится пользователем. В устройстве они имеют много общего, но структурная схема ППЗУ несколько сложнее из-за наличия элементов программирования. Упрощенный вариант этой схемы приведен на рис. 5.

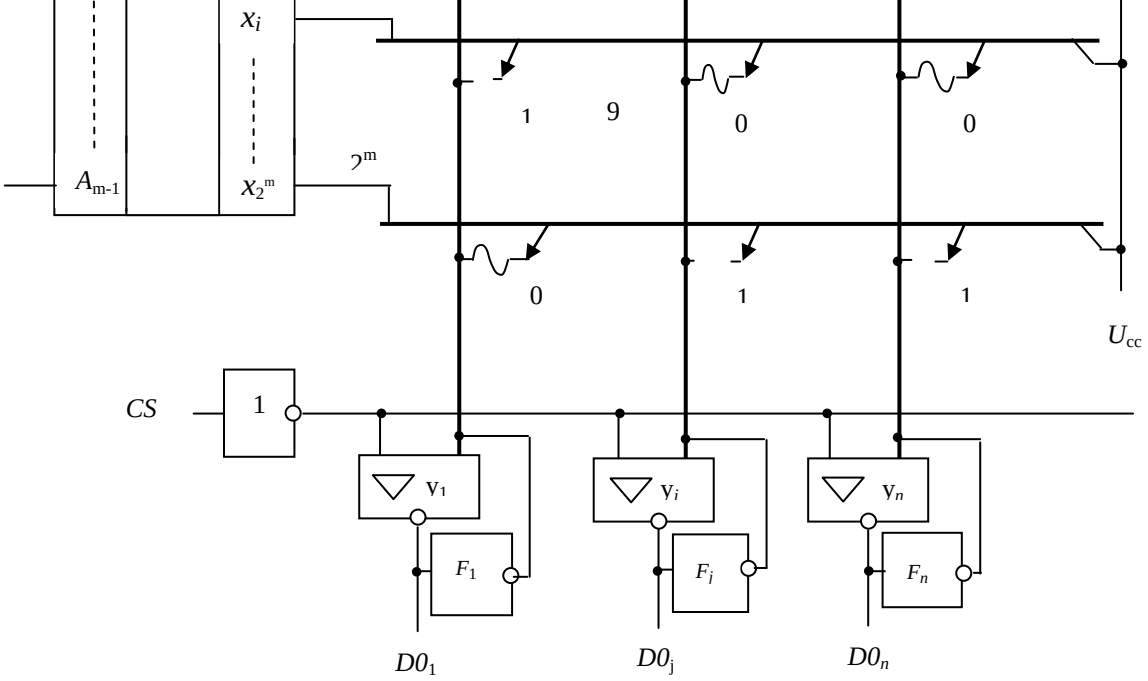


Рис. 5

Она включает:

- накопитель;
- дешифратор кода адреса;
- усилители считывания;
- формирователи тока программирования $F_1 \ldots F_n$ (в ПЗУМ формирователи отсутствуют).

Основу накопителя составляют многоэмиттерные транзисторы. База каждого транзистора выполняет функцию шины строки, управляемой выходными сигналами дешифратора. Коллекторы транзисторов объединены и подключены к источнику питания U_{cc}. Эмиттерные переходы вместе с легкоплавкими токопроводящими перемычками соединяют шины строк (базы транзисторов) и столбцов во всех точках их пересечений. Каждый эмиттерный переход с перемычкой предназначен для выполнения функции элемента памяти, хранящего один бит информации: 0 – при наличии перемычки, 1 – при ее отсутствии или наоборот, если усилители считывания имеют прямые выходы.

Программирование микросхемы ППЗУ осуществляют с помощью устройства, называемого **программатором**, в ручном или автоматическом режиме. В исходном перед программированием состоянии все перемычки целы. Процесс программирования заключается в пережигании кратковременным импульсом тока плавких перемычек в тех ЭП , где должна быть записана 1.

При работе МС в режиме считывания формирователи тока программирования закрыты. Цикл считывания начинается с поступления сигналов кода адреса ЯП и разрешающего сигнала *CS*, который снимает блокировку выходного усилителя считывания (при программировании этот сигнал имеет запрещающее значение). Через время выборки адреса на выходе МС появится *n*-разрядное слово, которое хранится в выбранной строке. Состояние каждого усилителя считывания определяется наличием или отсутствием тока в разрядной шине. Если перемычка разрушена, то тока в шине и на входе усилителя не будет, он оказывается закрытым и на его выходе устанавливается уровень лог.1. При наличии перемычки в разрядной шине и на входе усилителя будет протекать ток, открывающий усилитель и устанавливающий на его выходе уровень лог. 0.

Для установления режима хранения достаточно на вход *CS* подать сигнал с запрещающим доступ значением, при этом на всех выходах устанавливается уровень лог. 1. В некоторых МС ПЗУ предусмотрены выходы с тремя состояниями. В таких МС при запрещающем значении сигнала *CS* выходы устанавливаются в третье состояние.

В микросхемах ПЗУМ информация заносится в процессе изготовления микросхемы на одной из последних технологических операций формирования межэлементных связей. Програм-

мирование осуществляют по картам-заказам. Часть МС ПЗУМ выпускают для широкого применения.

МС ПЗУМ обозначаются буквами РЕ , например 1801РЕ1, а на условном графическом обозначении – словом ROM.

б) Репрограммируемые ПЗУ (РПЗУ)

Микросхемы РПЗУ принципиально отличаются от микросхем ПЗУМ и ППЗУ тем, что они допускают многократное программирование (от 100 до 10000 раз и более), осуществляемое пользователем. Это возможно благодаря использованию известных из курса «Электроника» элементов памяти на МНОП- и ЛИЗ МОП-транзисторах.

Устройство микросхем РПЗУ –ЭС (репрограммируемые ПЗУ с электрическим стиранием информации) во многом аналогично рассмотренным ранее МС ОЗУ (рис. 6). Структурная схема , фрагмент которой приведен на рис. 6 б), содержит :

- накопитель с ЭП на транзисторах типа МНОП или ЛИЗ МОП (в этом транзисторе кроме «плавающего затвора» имеется обычный металлический затвор (рис. 6 а), поэтому стирание информации происходит так же как у МНОП-транзистора – электрическим способом, подачей на металлический затвор импульса отрицательной полярности);
- дешифраторы кода адреса строк *DCX* и столбцов *DCY* ;
- узел управления (УУ);
- узел ввода-вывода (УВВ).

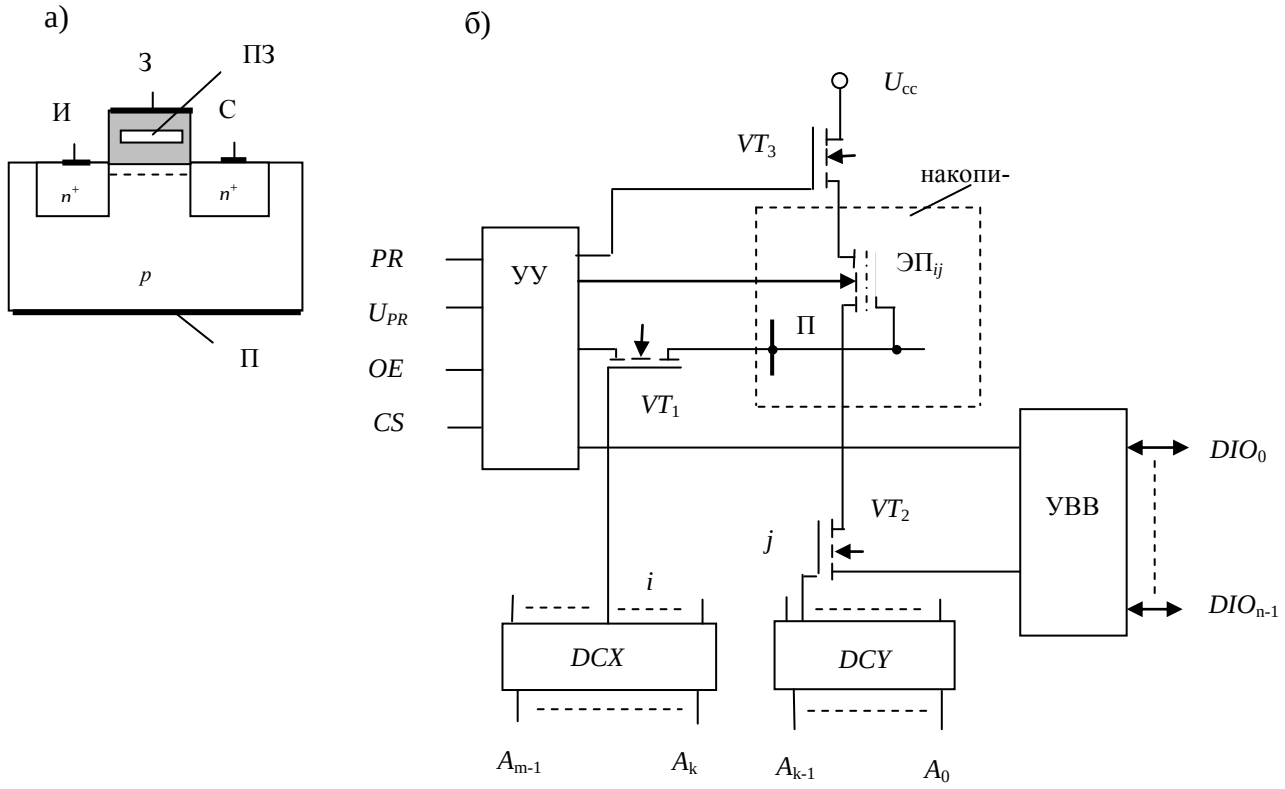


Рис. 6

Микросхемы РПЗУ имеют словарную организацию, поэтому число их выходов определяется разрядностью слов. Через информационные выходы осуществляется и ввод записываемых слов, что обусловило двунаправленную проводимость информационных выводов микросхемы. Управление режимами МС осуществляется сигналами *CS* , *OE*, разрешения програм-

мирования *PR*, а также с помощью напряжения программирования U_{PR}. Кратко рассмотрим основные режимы МС на примере варианта ее реализации на основе n-ЛИЗ МОП-транзистора.

Перед каждым циклом программирования выполняется операция стирания старой информации. Различают два режима стирания: общего и избирательного. Для общего стирания достаточно на подложку подать импульс положительного напряжения U_{PR}, которое все ЭП накопителя переведет в состояние с низким порогом, что соответствует записи во все ЭП лог. 1. Режим избирательного стирания имеют не все МС РПЗУ-ЭС. Наличие этого режима позволяет существенно повысить эффективность использования микросхемы РПЗУ-ЭС, поскольку при внесении частичных изменений нет необходимости стирать весь массив данных. Для избирательного стирания информации необходимо кодом адреса выбрать нужную строку и подать через открытый ключевой транзистор VT_1 на затворы ЛИЗ МОП-транзисторов этой строки импульс положительного напряжения U_{PR}. При этом вовсе ЭП выбранной строки записывается 1.

В режиме стирания как и хранения выходы МС $DIO_0 \ldots DIO_{n-1}$ находятся в третьем состоянии, поскольку на вход *OE* подается сигнал запрета вывода информации.

В режиме записи (программирования) адресным кодом выбирают ЯП, записываемое слово подают на информационные входы, обеспечив предварительно сигналом *CS* разрешение доступа к накопителю, а сигналом *PR* - разрешение программирования. Затем подают импульс напряжения U_{PR} , который попадает на истоки только тех ЛИЗ МОП-транзисторов, в которые необходимо записать 0.

Режим считывания осуществляют так же, как в МС памяти других видов: выбирают нужную ЯП, подают управляющие сигналы разрешения доступа и выхода, а на вывод U_{PR} подают напряжение считывания $U_{сч}$. Этим напряжением открываются ЭП, хранящие 1, и через них в УВВ протекает ток от источника питания U_{cc} через открытые ключевые транзисторы VT_2 и VT_3. Те ЭП, в которых записан 0, остаются в закрытом состоянии и разрывают тем самым цепь для тока в разрядной шине. Состояния разрядных шин с током и без него УВВ трансформирует в сигналы 1 и 0 на своих выходах.

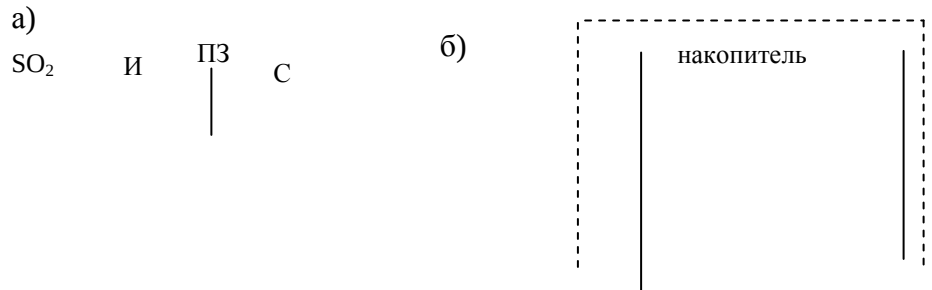
Недостаток РПЗУ – большое время перепрограммирования. Поэтому их нельзя использовать в качестве ОЗУ. Но их **преимущество** в том, что для сохранения записанной информации они не нуждаются в питании, т.е. являются **энергонезависимыми**. Поэтому МС РПЗУ-ЭС в аппаратуре применяются вместе с МС ОЗУ, с тем чтобы сохранить информацию от разрушения при сбоях в питании за счет применения РПЗУ-ЭС и вместе с тем обеспечить необходимое быстродействие ЗУ за счет применения ОЗУ. При каждом включении аппаратуры информация автоматически переписывается из РПЗУ в ОЗУ.

Другое достоинство микросхем РПЗУ-ЭС состоит в их способности к перепрограммированию без изъятия из аппаратуры.

Микросхемы РПЗУ-ЭС обозначаются буквами РР, например 1601РР3, а на графическом обозначении помещают слово RPROM или EEPROM.

Микросхемы РПЗУ-ЭС широко применяются не только в вычислительной технике, но и в технике связи для хранения кодов рабочих частот, адресов корреспондентов и другой информации долговременного действия.

Элемент памяти со стиранием УФ-излучением (рис. 7 а) представляет собой ЛИЗ МОП-транзистор с индуцированным каналом *n*-типа с плавающим затвором (ПЗ). В накопителе (рис.7 б) такой транзистор включается в паре с обычным транзистором VT_2 , выполняющего роль ключа: при подаче сигнала выборки на *i*-ю строку этот транзистор открывается и подключает транзистор VT_1 к РЩ; при отсутствии сигнала выборки транзистор VT_2 закрыт, поэтому транзистор VT_1 оказывается изолированным.



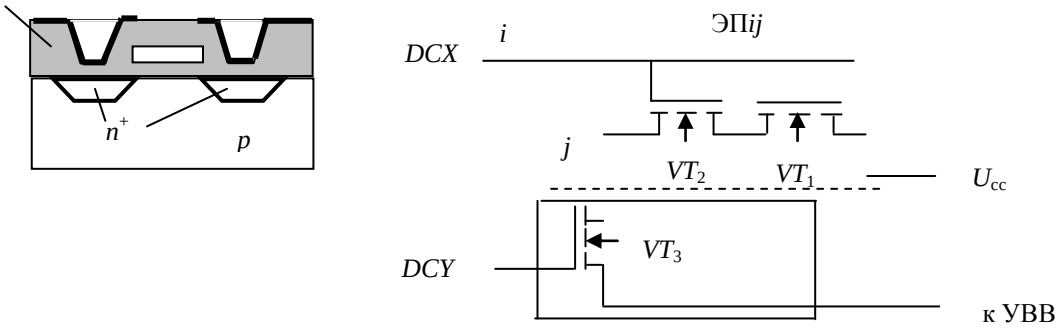


Рис. 7

Принцип действия ЛИЗ МОП-транзистора с ПЗ аналогичен рассмотренному ранее с тем исключением, что в режиме стирания вытеснение накопленного на ПЗ заряда электронов осуществляется с помощью ультрафиолетового излучения. Под действием энергии этого излучения электроны приобретают способность преодолеть тонкий диэлектрический слой между ПЗ и подложкой. Таким образом транзистор переводится из состояния с высоким пороговым напряжением в состояние с низким порогом.

Для УФ-облучения кристалла в крышку корпуса МС вмонтировано кварцевое окно. Для стирания старой информации необходимо МС изъять из своего контактного устройства в печатной плате и поместить в установку, оборудованную устройством УФ-излучения.

Микросхемы РПЗУ-УФ обозначают буквой РФ, например 573РФ5, а на графическом изображении – словом RPROM или EEPROM.

Заключение

Таким образом, сегодня Вы ознакомились с построением, классификацией и основными характеристиками запоминающих устройств. Полупроводниковые БИС ПЗУ развиваются быстрыми темпами и проникают во все области электронной техники. В качестве примера можно привести использование ПЗУ в электронных системах синтеза речи, в частности в системах информационных объявлений.