

# Микропроцессоры

# Центральный процессор

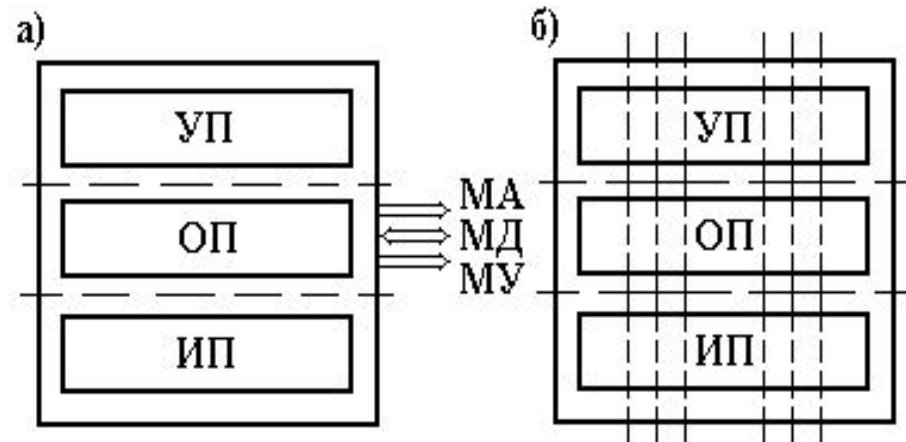
- – основной рабочий компонент компьютера, который выполняет арифметические и логические операции, заданные программой, управляет вычислительным процессом и координирует работу всех устройств компьютера.

# Функции ЦП

- выборка (чтение) команд из основной памяти;
- декодирование команд;
- выборка данных;
- выполнение арифметических, логических и др. операций;
- управление пересылкой информации между внутренними регистрами, основной памятью, портами ввода-вывода;
- обработка сигналов от устройств ввода-вывода, реализация прерываний;
- управление основными функциональными узлами ПК и координация их взаимодействия.

# Классификация МП

- По числу больших интегральных схем (БИС) —  
однокристальные,  
многокристальные и  
многокристальные  
секционные.



# Классификация МП

По назначению

- универсальные и специализированные

По виду обрабатываемых входных сигналов

- цифровые и аналоговые

По характеру временной организации работы

- синхронные и асинхронные

# Классификация МП

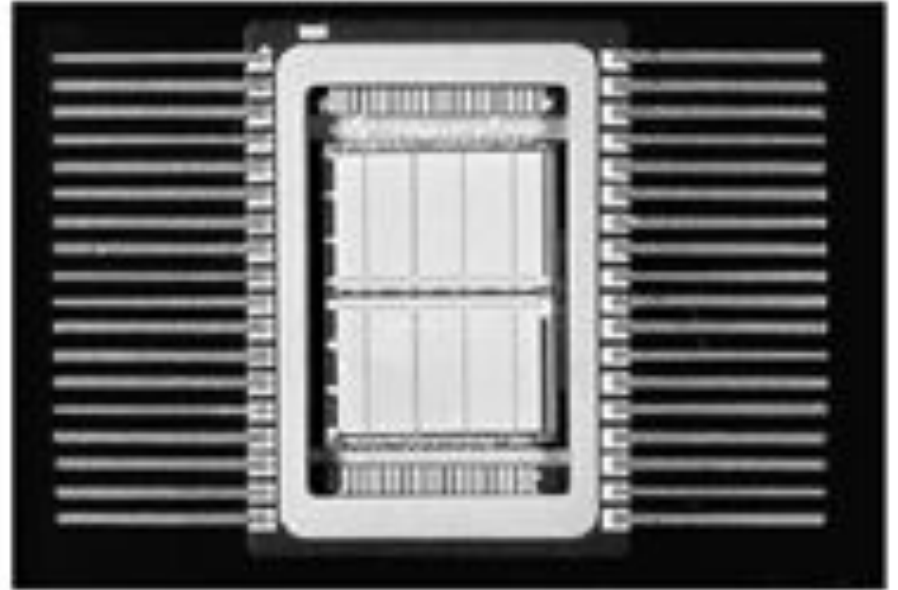
По организации структуры  
микропроцессорных систем

- одно- и многомагистральные

По количеству выполняемых программ

- одно- и многопрограммные  
микропроцессоры.

- Микросхема 4004 ,  
изготовленная в  
1971 году, была  
четырёхразрядной и  
включала немногим  
более двух тысяч  
транзисторов.



# Основные характеристики

- разрядность, т.е. максимальное число одновременно обрабатываемых двоичных разрядов.
- $m/n/k$  и включает:
  - $m$  - разрядность внутренних регистров, определяет принадлежность к тому или иному классу процессоров;
  - $n$  - разрядность шины данных, определяет скорость передачи информации;
  - $k$  - разрядность шины адреса, определяет размер адресного пространства.



- 16-разрядный микропроцессор в 1978 году 29 тыс. транзисторов и работал на частоте 4,77 МГц.
- 32-разрядным процессорам 1985 году
- 64-разрядных процессоров с CISC-архитектурой началась в 2000-м

# Основные характеристики микропроцессора

- тактовая частота, определяющая максимальное время выполнения переключения элементов в ЭВМ;

# Тактовая частота микропроцессоров

- 16 МГц (процессор i386) - 1985 год,
- 50 МГц (i486) - 1991,
- 100 МГц - 1994,
- 233 МГц (Pentium II) - 1997,
- 450 МГц (Pentium II Xeon) - 1998,
- 800 МГц - (Pentium III) - 1999,
- 1,5 ГГц (Pentium 4) - в 2000,
- 2,2 ГГц - 2002,
- 3,6 ГГц – 2008.

# Топологический размер

- 1,5 мкм (i286) - 1985 год,
- 1,0 мкм (i386) - 1989,
- 0,8 мкм (i486) - 1991,
- 0,35 мкм (P54) - 1995,
- 0,25 мкм (Pentium II) - 1998,
- 0,18 мкм (Pentium III) - 1999,
- 0,13 мкм - 2000 год....
- Ассоциация полупроводниковой промышленности (SIA) прогнозирует дальнейшее снижение проектных норм следующим образом:
  - в 2005 году - 0,1 мкм,
  - в 2008-му - 0,07 мкм,
  - к 2014 году - 0,035 мкм.

# Число транзисторов на кристалле

- в i286 - 134 тыс.,
- в i386 - 275 тыс.,
- в i486 - 1,2 млн.,
- в Pentium II - 7,5 млн.,
- в Pentium III - 28 млн.,
- в Pentium 4 - 42 млн. транзисторов.

# Основные характеристики

- система команд и способы адресации, возможность совмещения выполнения команд во времени, наличие дополнительных устройств в составе микропроцессора, принципы и режимы его работы.

# Система команд

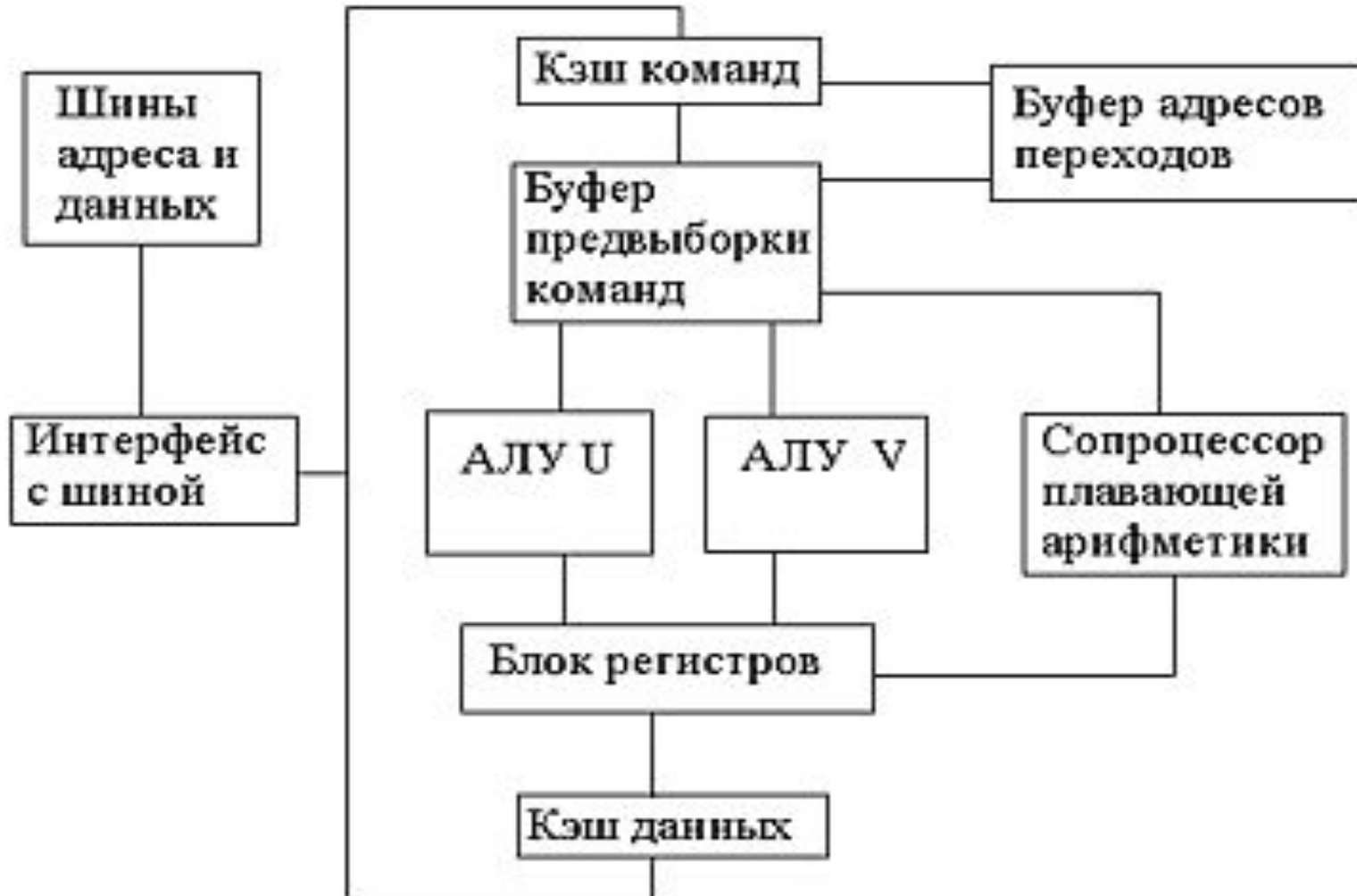
- **CISC** (Complex Instruction Set Command) с полным набором системы команд;
- **RISC** (Reduced Instruction Set Command) с усеченным набором системы команд;
- **VLIW** (Very Length Instruction Word) со сверхбольшим командным словом;
- **MISC** (Minimum Instruction Set Command) с минимальным набором системы команд и весьма высоким быстродействием и т. д.

# Шаги выполнения команды

- Считывание следующей команды из памяти в регистр команд
- Изменение указателя на следующую команду
- Дешифровка команды
- Если команда использует данные из памяти, загрузка этих данных, иначе обращаемся в регистр
- Запуск команды
- Запуск следующей команды



# Структура микропроцессоров типа Pentium.



# Устройство управления

- вырабатывает управляющие сигналы, поступающие по кодовым шинам инструкций во все блоки машины. Состоит из регистра команд, дешифратора операций, ПЗУ, узла формирования адреса, кодовых шин данных.

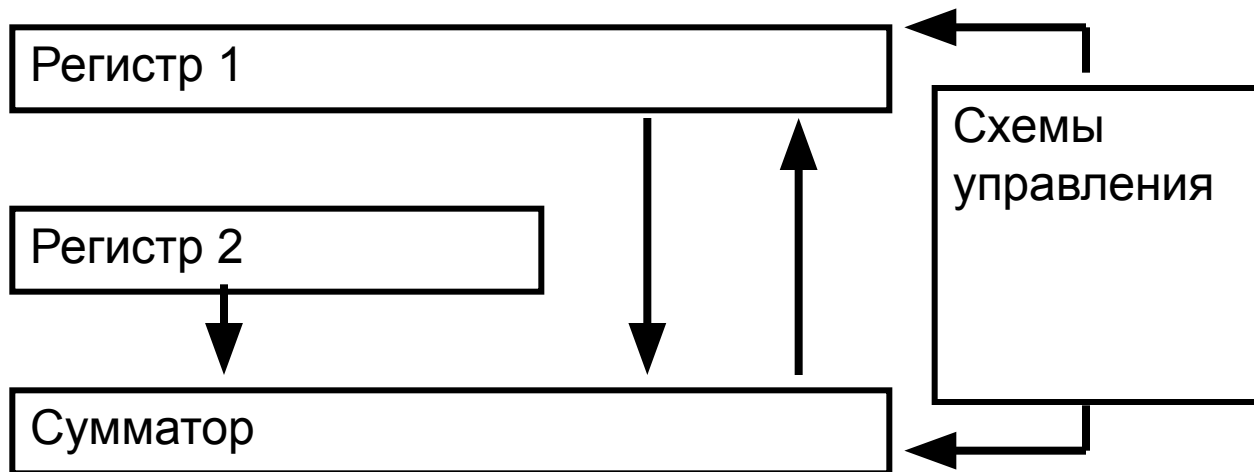
# Структура УУ МП

- Регистр команд
- Дешифратор операций
- Постоянное запоминающее устройство микропрограмм
- Узел формирования адреса
- Кодовые шины данных, адреса, инструкций

# Арифметико-логическое устройство

(АЛУ) – выполнение арифметических и логических операций преобразования информации. Функционально состоит обычно из двух регистров, сумматора и схем управления.

# Структура АЛУ МП



Кодовая  
шина  
данных

Кодовая  
шина  
инструкций

- Сумматор – вычислительная схема, выполняющая процедуру сложения поступающих на ее вход двоичных кодов.
- Регистры – быстродействующие ячейки памяти различной длины: регистр 1 имеет разрядность двойного слова, а регистр 2 имеет разрядность слова. При выполнении операции в регистре 1 помещается первое число, участвующее в операции, и по завершении операции – результат. В регистре 2 помещается второе число, участвующее в операции. Регистр 1 может принимать информацию с кодовых шин данных. Схемы управления принимают по кодовым шинам инструкций управляющие сигналы от устройства управления и преобразуют их в сигналы для управления работой регистров и сумматоров АЛУ.

# *Микропроцессорная память*

- память небольшой ёмкости, но чрезвычайно высокого быстродействия. Предназначена для кратковременного хранения, записи и выдачи информации, непосредственно в ближайшие такты работы машины, участвующей в вычислениях.

**Микропроцессорная память** используется для обеспечения высокого быстродействия ПК

**Регистры микропроцессора** делятся на регистры :

- 1. общего назначения* - являются универсальными и могут использоваться для хранения любой информации
- 2. Специальные* - применяются для хранения различных адресов, признаков результатов выполнения операций и режимов работы ПК.



# *Интерфейсная часть*

- предназначена для связи и согласования МП системной шиной ПК, а так же для приема, предварительного анализа команд выполняемой программы и формирования полных адресов операндов и команд.

- включает в свой состав:
  - ✓ адресные регистры микропроцессорной памяти,
  - ✓ узел формирования адреса,
  - ✓ блок регистров команд, являющийся буфером команд в микропроцессоре,
  - ✓ внутреннюю интерфейсную шину микропроцессора и схемы управления шиной и портами ввода-вывода.
- Порты ввода-вывода – это пункты системного интерфейса ПК, через которые микропроцессор обменивается информацией с другими устройствами.
- Схема управления шиной и портами использует для связи с портами кодовые шины инструкций, адреса и данных системной шины: при доступе к порту МП посылает сигнал, которым оповещает все устройства ввода-вывода, что адрес на КША является адресом портов, а затем посылает и сам адрес порта. То устройство, адрес порта которого совпадает, дает ответ о готовности, после чего по КШД осуществляется обмен данными.



# Микроархитектура микропроцессора

- это аппаратная организация и логическая структура микропроцессора, регистры, управляющие схемы, арифметико-логические устройства, запоминающие устройства и связывающие их информационные магистрали.

# Макроархитектура

- это система команд, типы обрабатываемых данных, режимы адресации и принципы работы микропроцессора.

- Для того чтобы сделать микропроцессор, (например, этот процессор Pentium®), требуется множество компонентов на десятках этапов производства. Каждый технологический цикл сильно зависит от того, какие функции должен выполнять микропроцессор



# этапы обработки материалов, необходимых для создания микропроцессора



**Кремниевые подложки** вырезаются из слитка чистого кремния, на их основе затем создаются микропроцессоры. Кремний, основной компонент, является полупроводником – в разных условиях он может вести себя и как проводник электрического тока, и как изолятор.

- **Химические препараты и газы** также применяются при производстве микросхем. Некоторые из них, например, гексаметилдизилазан, достаточно сложны даже в названии, другие, такие как бор, – простые элементы таблицы Менделеева.

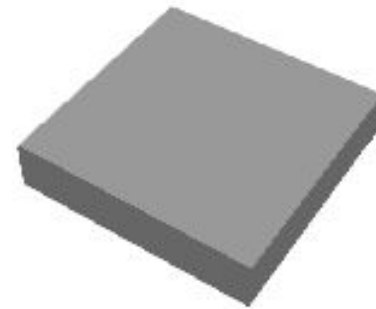




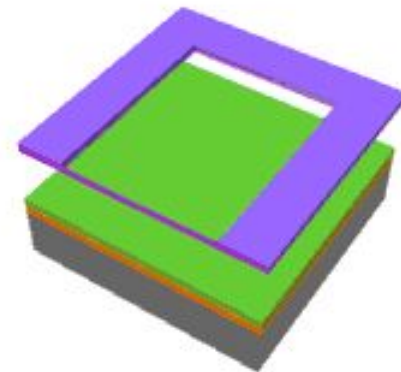
- **Металлы**, в частности, алюминий и медь, используются для нанесения проводящих слоев (шин) внутри процессора. Для электрического соединения кремниевой микросхемы с корпусом используется золото.



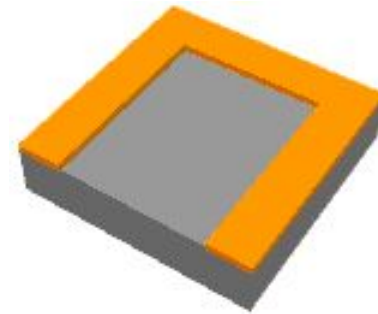
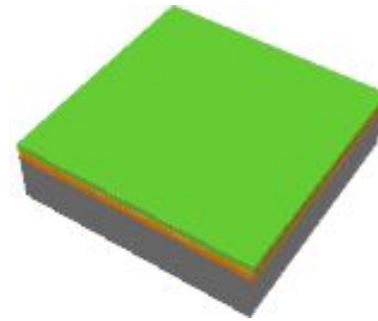
- на подложке под воздействием высокой температуры и кислорода формируется первый слой **диоксида кремния**



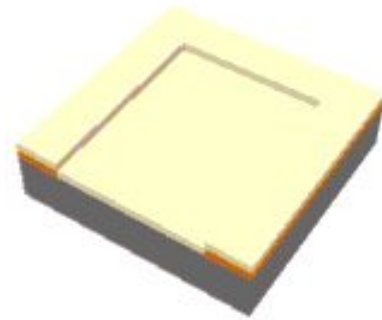
- подложка покрывается **фотослоем**. Фотослой обладает замечательным свойством – под воздействием ультрафиолетового света он становится растворимым
- В процессе **фотолитографии ультрафиолетовое излучение**, проходя сквозь **маску** (которая выполняет функцию шаблона), формирует на подложке рисунок схемы. Засвеченные участки фотослоя становятся растворимыми. Для засветки каждого из слоев микроспроцессора применяется своя маска.



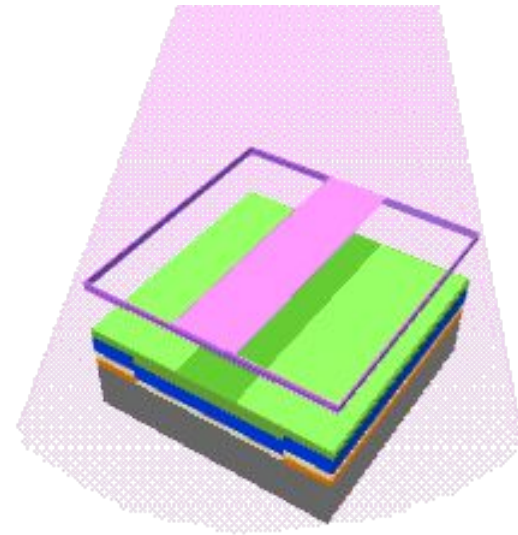
- Засвеченные участки фотослоя полностью удаляются с помощью растворителя. При этом открывается соответствующая часть слоя диоксида кремния. Диоксид кремния, не защищенный незасвеченной частью фотослоя, **вытравливается** химическими препаратами. После этого удаляется оставшаяся часть фотослоя. Таким образом, на кремниевой подложке остается рисунок, выполненный диоксидом кремния.



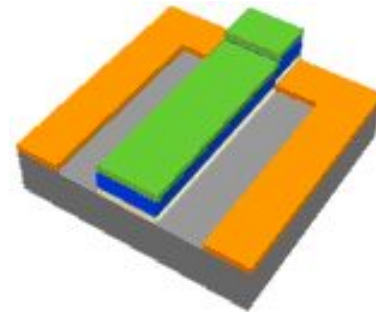
- Чтобы отделить готовый слой от нового, на полученном рисунке схемы выращивается дополнительный тонкий слой диоксида кремния.
- После этого наносится слой **поликристаллического кремния** и еще один фотослой.



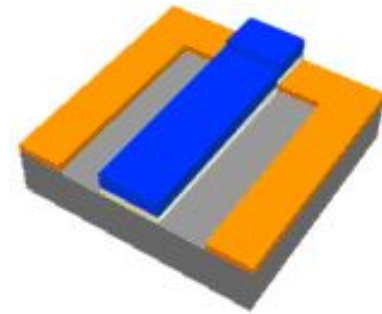
- Ультрафиолетовое излучение пропускается сквозь вторую маску и высвечивает соответствующий рисунок на фотослое.



- После этого засвеченная часть фотослоя растворяется, а поликристаллический кремний и диоксид кремния с не защищенных фотослоем участков удаляются химическими препаратами.



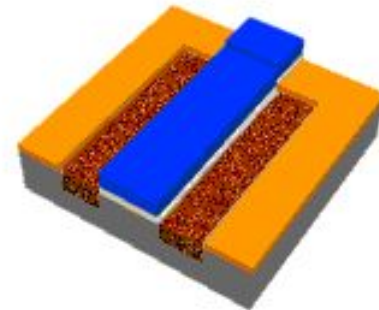
- Затем удаляются остатки фотослоя, и на подложке остается рисунок, выполненный поликристаллически м кремнием и диоксидом кремния.



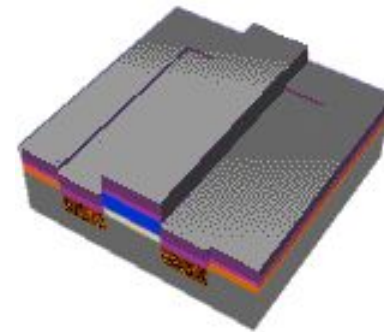
С помощью процесса ионной имплантации, области кремниевой подложки, обработанные ультрафиолетом, бомбардируются **ионами** различных примесей. Ионы проникают в подложку, обеспечивая необходимую электрическую проводимость этих областей.



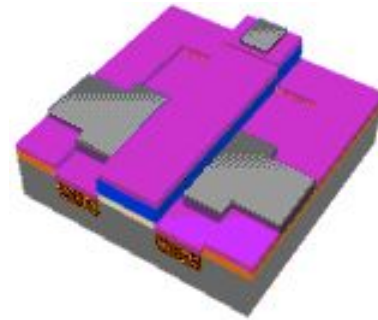
- Наложение новых слоев с последующим вытравливанием схемы осуществляется несколько раз, при этом для межслойных соединений в слоях оставляются "окна".



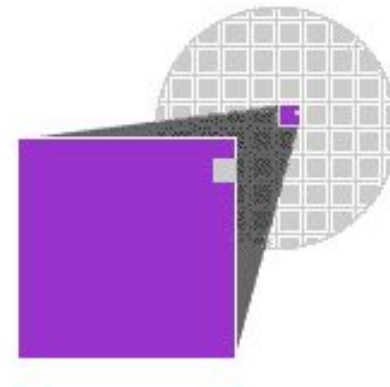
- Эти "окна" заполняются атомами металла. После процесса нанесения фотослоя, засветки и вытравливания на кристалле остаются металлические полосы – проводящие области.



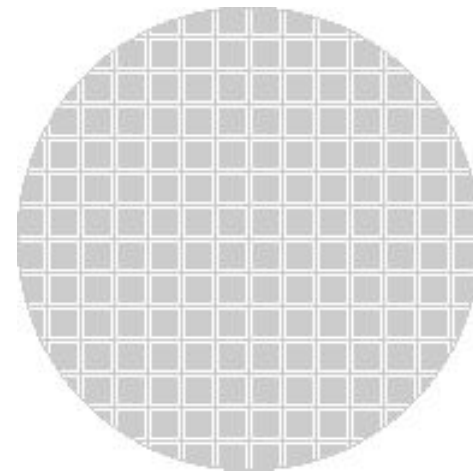
- Таким образом в современных процессорах устанавливаются связи между примерно 20 слоями, формирующими сложную трехмерную схему. Точное количество слоев может меняться в зависимости от типа процессора.



- На самом деле, производственный цикл гораздо сложнее: он состоит из более чем 250 стадий. В результате, на кремниевой пластине формируются сотни идентичных процессоров.



- После окончания цикла формирования процессоров все они тщательно тестируются. Затем из пластины-подложки с помощью специального устройства вырезаются конкретные, уже прошедшие проверку кристаллы.



- Каждый микропроцессор встраивается в защитный корпус, который также обеспечивает электрическое соединение кристалла микропроцессора с внешними устройствами. Тип корпуса зависит от типа и предполагаемого применения микропроцессора.



- После запечатывания в корпус каждый микропроцессор повторно тестируется, и на этом процесс его создания завершается и микропроцессор готов к встраиванию в нужное устройство.

