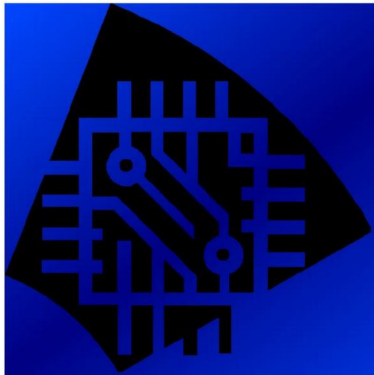


Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Модуль №1

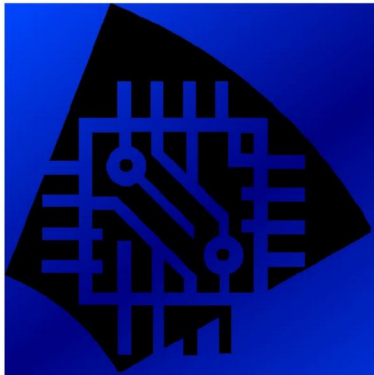
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их
классификация

Лекция 1.1 Введение



План лекции

- 1.1.1 Основные этапы развития электроники
- 1.1.2 Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники
- 1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации
- 1.1.4 Соотношение между дискретными и интегральными компонентами



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Отрасли электроники

Физическая

Электронные и ионные процессы в газах и проводниках, на поверхности раздела между вакуумом и газом, твердыми и жидкими средами

Техническая

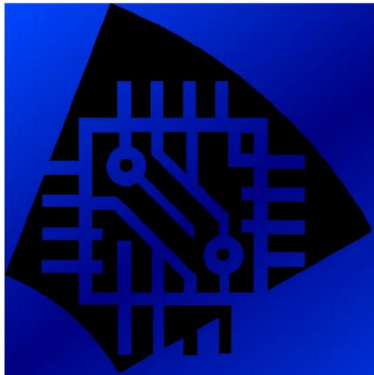
Изучение устройства электронных приборов и их применение

Промышленная

Применение электронных приборов в промышленности

Задачи решаемые с помощью электроники

1. Повышение эффективности научных исследований
2. Создание новых видов оборудования
3. Разработка эффективных технологий и систем управления
4. Получение материалов и систем управления с уникальными свойствами
5. Совершенствование процессов сбора и обработки информации



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

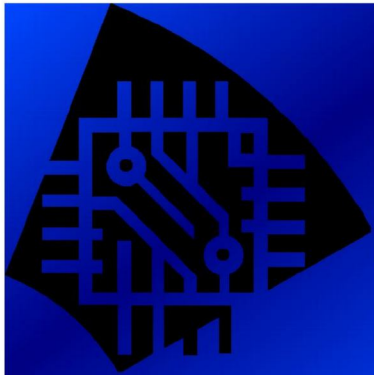
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Этапы развития электроники

I этап

1. 1809 г. – изобретение лампы накаливания русским инженером Ладыгиным
2. 1874 г. – открытие Брауном выпрямительного эффекта в контакте металл – проводник
3. 1884 г. – открытие термоэлектронной эмиссии Эдисоном
4. 1896 г. – передача Поповым первого радиосообщения на расстояние 350 км



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

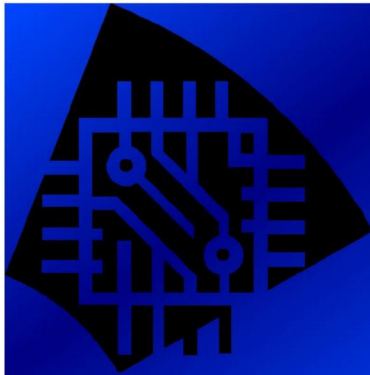
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Этапы развития электроники

II этап

1. 1904 г. – сконструирован вакуумный диод английским ученым Флемингом
2. 1907 г. – создание вакуумного триода (Ли де Форест)
3. 1938 – 1940 гг. – создание специальных электронно-вакуумных приборов для диапазона СВЧ

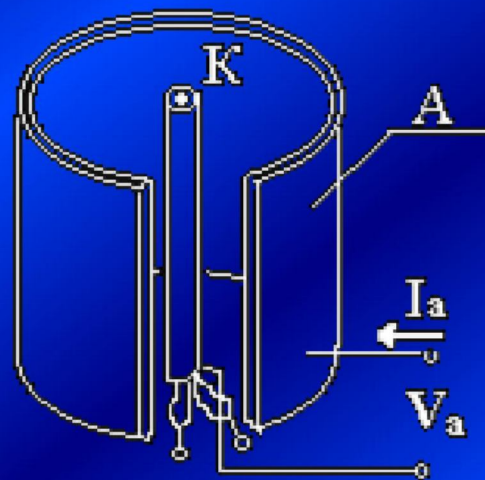


Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

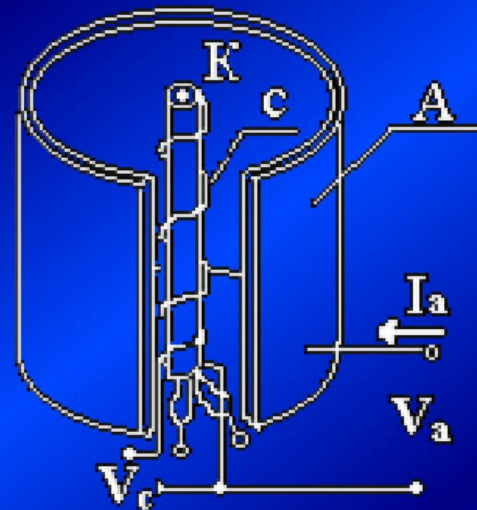
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Вакуумные приборы

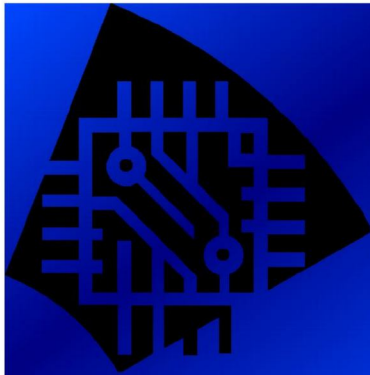


Дюод



Триод

Металлический
анод (А) и
металлический
катод (К)



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

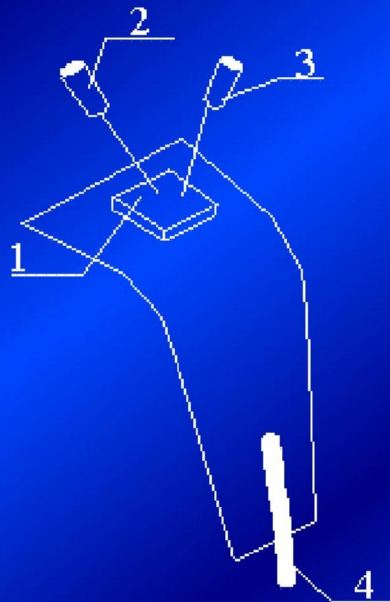
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Этапы развития электроники

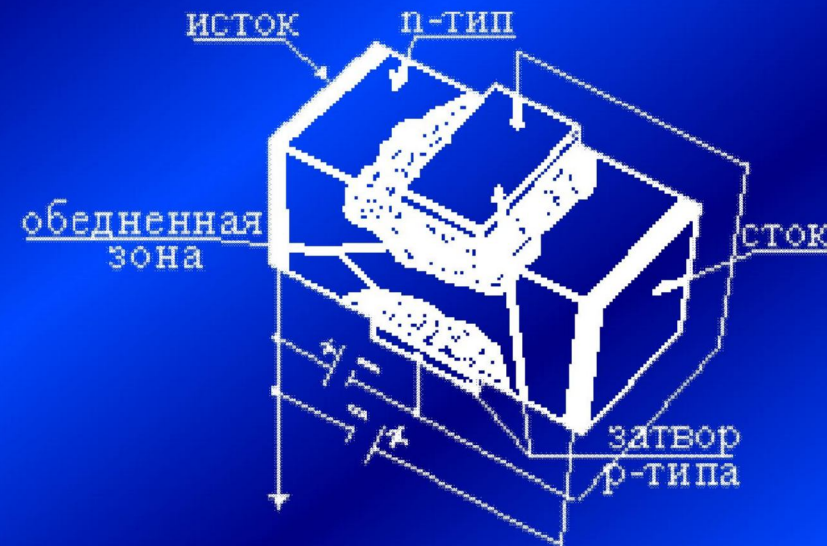
III этап

1948 г. – создание транзистора (Бардин, Шокли, Браттейн) – этап микроминиатюризации РЭА

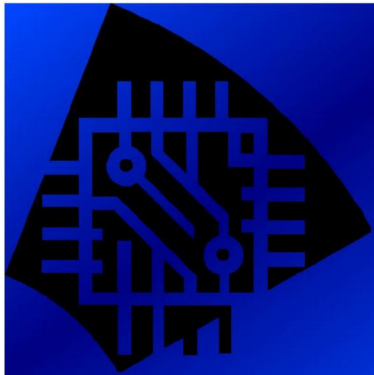


Точечным транзистором типа А

1 - кристалл германия; 2 - вывод эмиттера; 3 - вывод базы;
4 - кристаллодержатель.



Полевой транзистор Шокли



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

Этапы развития электроники

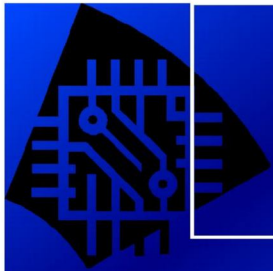
IV этап

1. 60-е годы – создание интегральных схем (ИС) на принципах элементной и технологической интеграции (интегральная микроэлектроника)
2. 80-е годы – развитие функциональной микроэлектроники (оптоэлектроника, акустоэлектроника, электроника на диодах Ганна, хемозлектроника, криоэлектроника)

V этап

90-е годы – создание микроскопов, позволяющих не только наблюдать атомы, но и манипулировать ими

Начало XXI века – зарождение нанoeлектроники



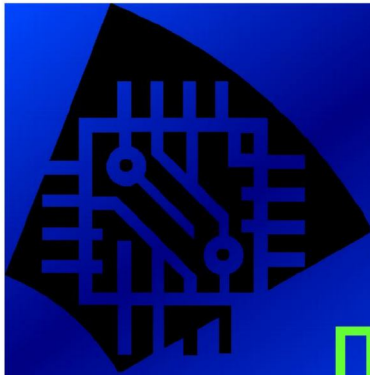
Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.1 Основные этапы развития электроники

1.1.1 Этапы развития электроники





Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.2 Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники

Параметры кремниевой эпитаксиальной пластины

Тип пластины: n^+ на p

Подложка:

1. диапазон удельного сопротивления: $5 - 10 \text{ Ом} \cdot \text{см}$
2. Тип проводимости: p
3. Примесь: бор

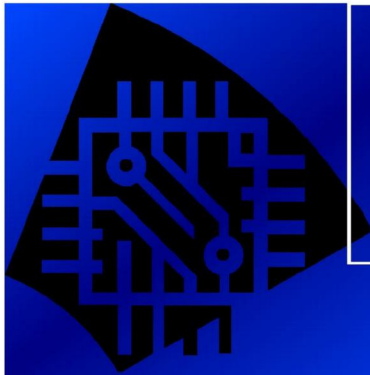
Эпитаксиальный слой:

1. Удельное сопротивление и допуск: $1,0 \text{ Ом} \cdot \text{см} \pm 200\%$
2. Тип проводимости: n^+
3. Примесь: мышьяк
4. Толщина и допуск: $8 - 10 \text{ мкм} \pm 20\%$

Общее описание:

1. Полная толщина $0,5 \pm 0,05 \text{ мм}$ ($\pm 0,03 \text{ мм}$ по пластине)
2. Ориентация: $1-1-1 \pm 2^\circ$
3. диаметр пластины: $100 \pm 2 \text{ мм}$
4. Плоскостность: стандартная

Чистота поверхности со стороны эпитаксиального слоя: зеркальная



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.2 Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники

Роль материалов в развитии элементной базы электронной техники

В 30-х годах развивалась полупроводниковая электроника

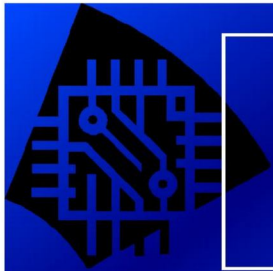
Исследование физических процессов в полупроводниках и влияние примесей на них

Термоэлектрические и фотоэлектрические свойства

Выпрямление переменного тока полупроводниковыми приборами

Разработана квантовая теория полупроводников

Создана теория генерации пар «электрон-дырка»

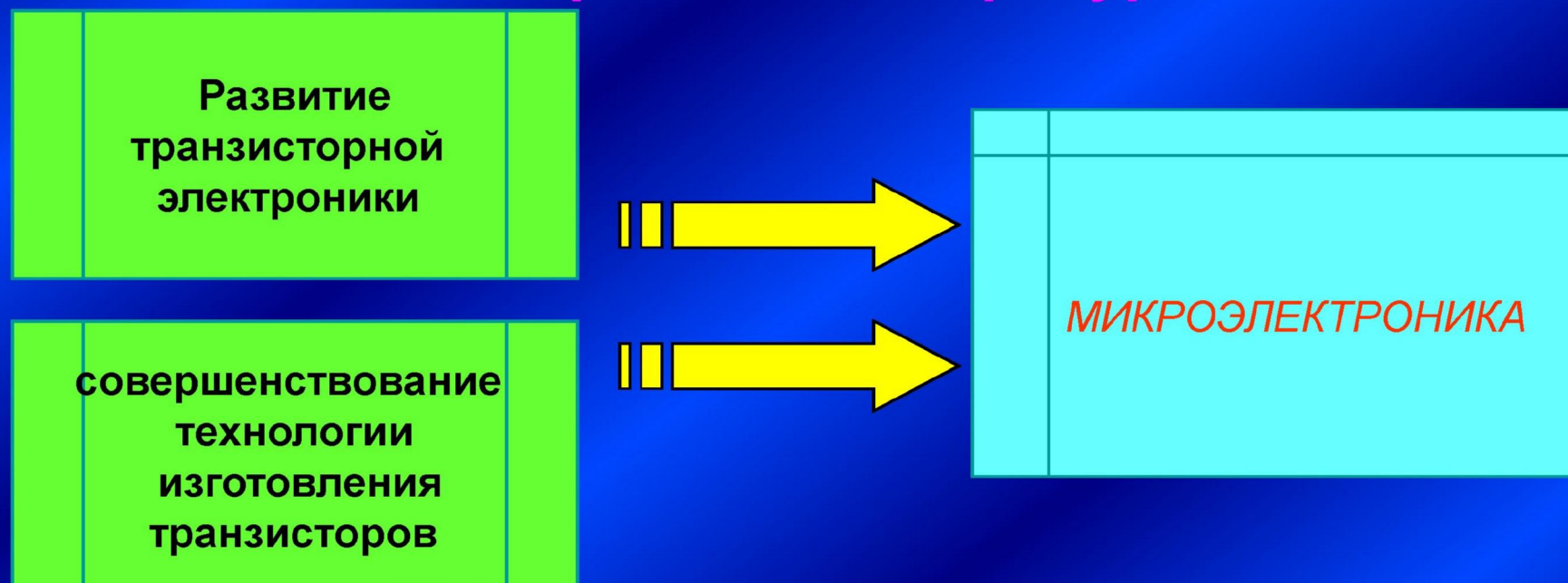


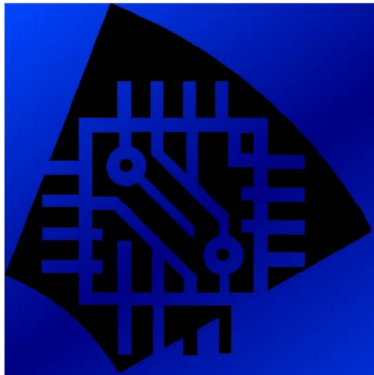
Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры

1.1.3 Повышение эффективности и надежности работы электронной аппаратуры





Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

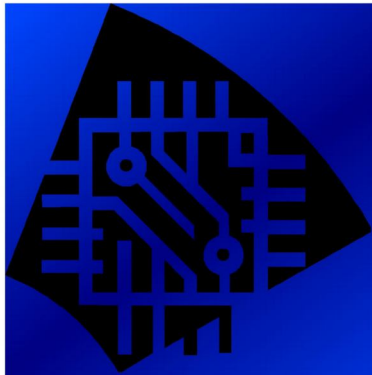
Планарная технология

Основные операции

- 1.Эпитаксия
- 2.Окисление кремния
- 3.Фотолитография
- 4.Локальная диффузия

Различные литографические методы предназначены для решения задач:

- Получение маски
- Передача изображения от маски к подложке



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Планарная технология

Эпитаксия

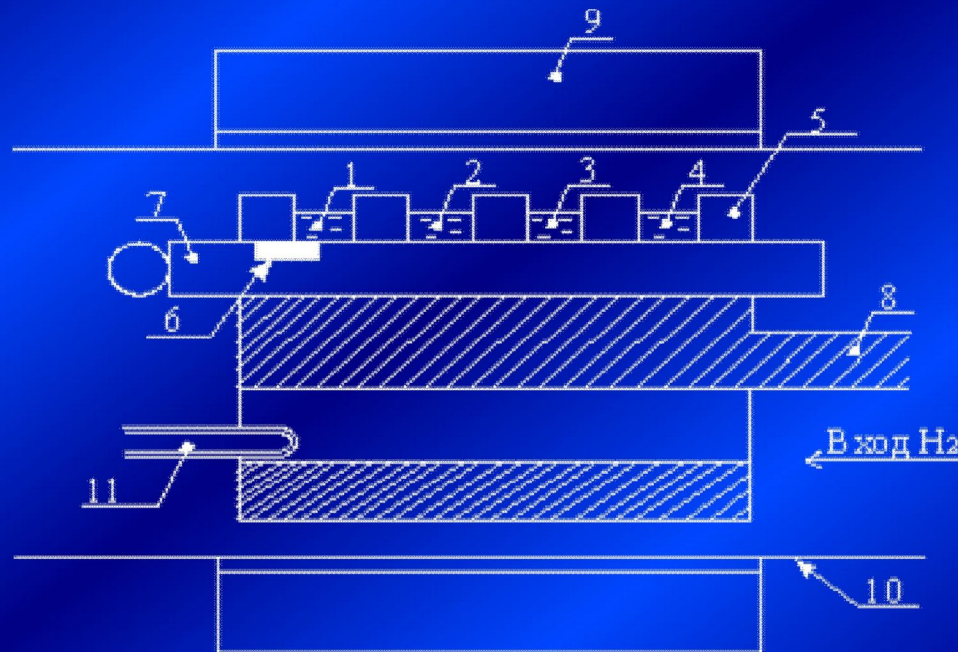
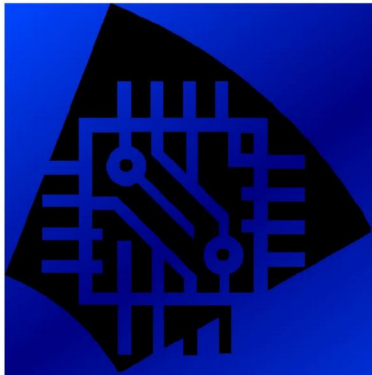


Схема установки

- 1, 2, 3, 4 – растворы
- 5 – скользящий графитовый держатель растворов
- 6 – подложка
- 7 – основной графитовый держатель
- 8 – толкатель
- 9 – электрическая печь
- 10 – кварцевая труба
- 11 – термопара



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Планарная технология

Окисление

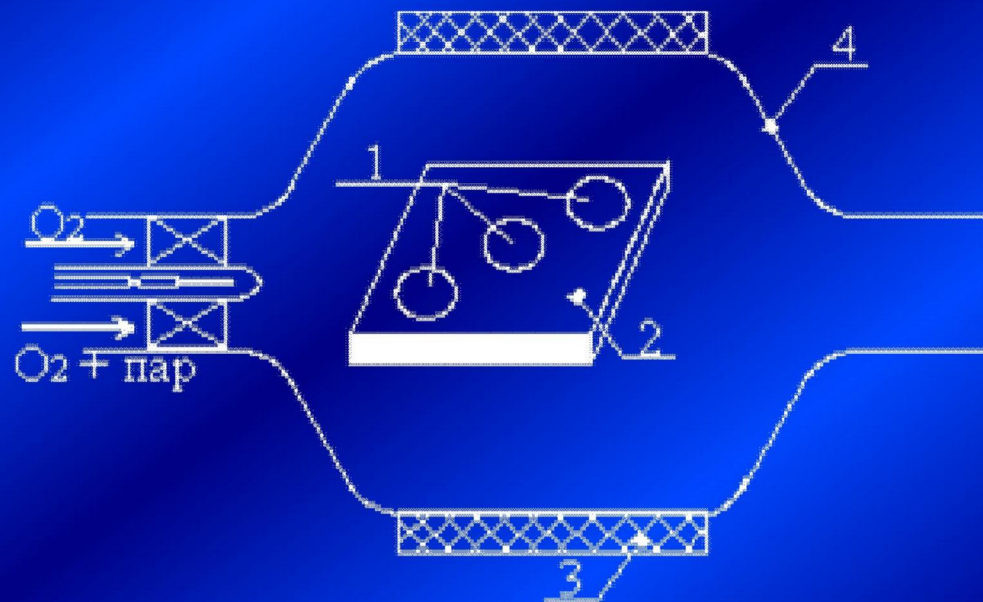
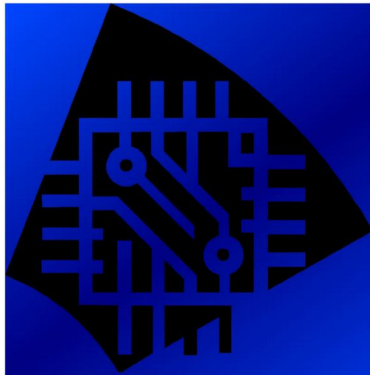


Схема установки

- 1 – подложка
- 2 – кварцевая лодочка
- 3 – нагреватель
- 4 – кварцевая труба

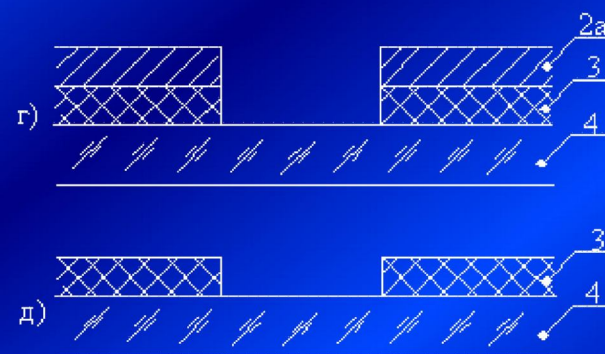
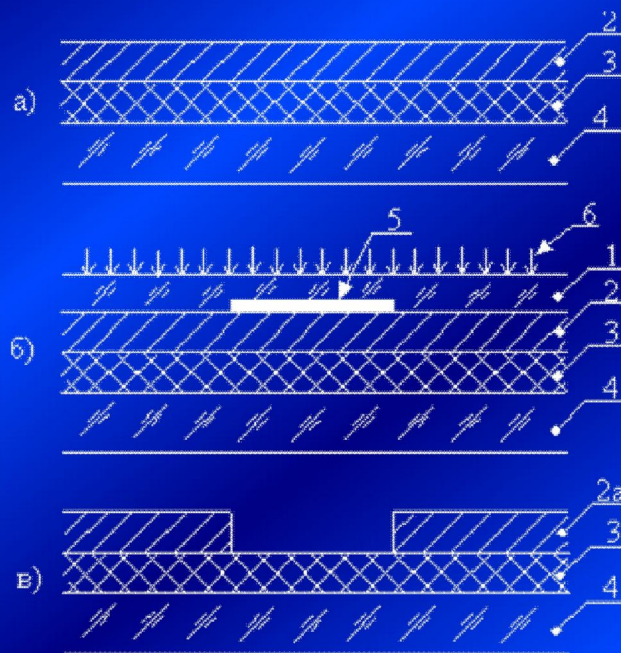


Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Планарная технология Фотолитография



Этапы:

а) Первичное покрытие

б) Контактная печать

в) После проявления

г) После травления

д) После удаления фоторезиста

1 – стеклянный фотошаблон

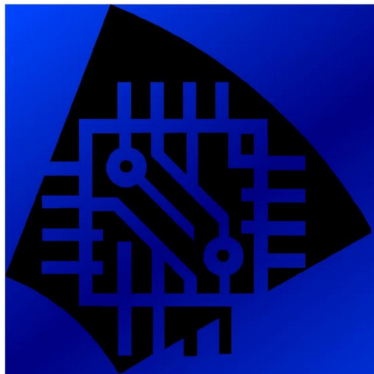
2 – фоторезист

3 – SiO_2 (окись кремния)

4 – кремниевая подложка

5 – светонепроницаемый рисунок на фотоэмульсии

6 – ультрафиолетовое излучение



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

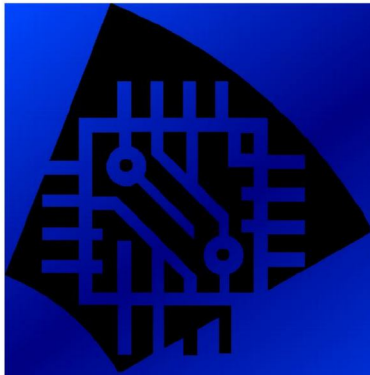
1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Планарная технология

Фотолитография

Комплект
фотошаблонов для
изготовления
биполярной ИС





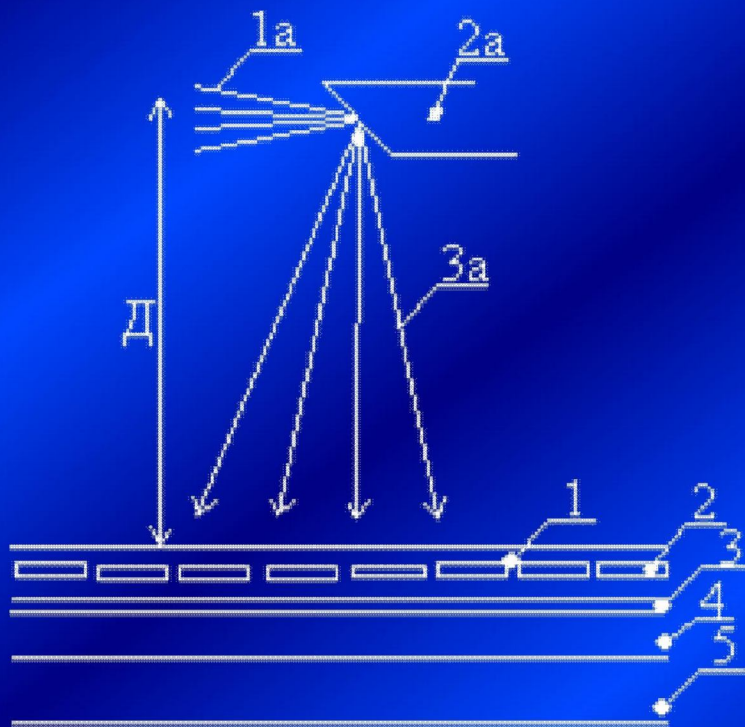
Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Планарная технология

Электроннолучевая литография



1а – электронный луч

2а – мишень

3а – рентгеновские лучи

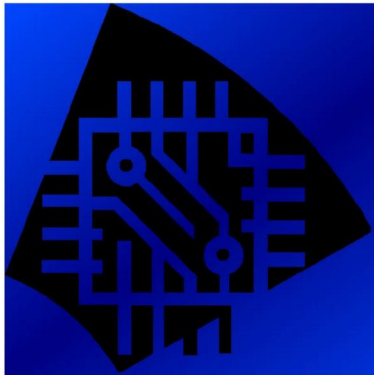
1 – прозрачный материал

2 – поглотитель

3 – прокладка

4 – полимерная пленка (резист)

5 – подложка



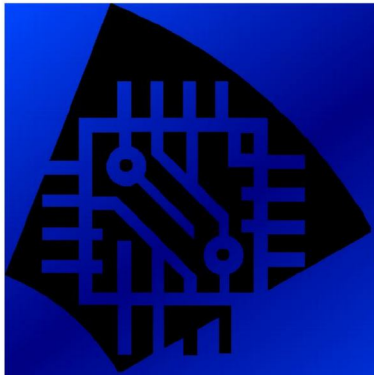
Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.3 Повышение эффективности и надёжности работы электронной аппаратуры, основные направления её миниатюризации

Области применения электронных приборов в радиотехнических устройствах

1. Радиосвязь
 2. Телевидение
 3. Запись и воспроизведение звука
 4. Радиолокация
 5. Радионавигация
 6. Радиотелеуправление
 7. Радиоизмерение
- } Высотомеры, дальномеры



Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

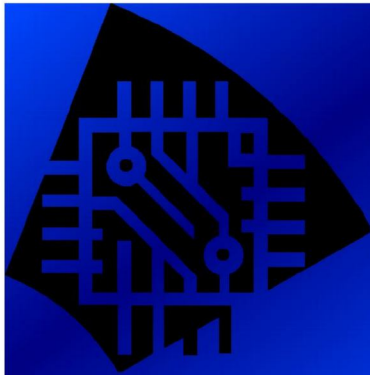
Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.4 Соотношение между дискретными и интегральными компонентами

Этапы развития производства интегральных микросхем

Развитие серийного производства интегральных микросхем

1. 1960 – 1969 гг. – интегральные схемы малой степени интеграции, 10^2 транзисторов на кристалле размером 0,25x0,5 мм (МИС)
2. 1969 – 1975 гг. – интегральные схемы средней степени интеграции, 10^3 транзисторов на кристалле (СИС)
3. 1975 – 1980 гг. – интегральные схемы с большой степенью интеграции, 10^4 транзисторов на кристалле (БИС)
4. 1980 – 1985 гг. – интегральные микросхемы со сверхбольшой степенью интеграции, 10^5 транзисторов на кристалле (СБИС)
5. С 1985 г. - интегральные микросхемы с ультрабольшой степенью интеграции, 10^7 и более транзисторов на кристалле (УСБИС)

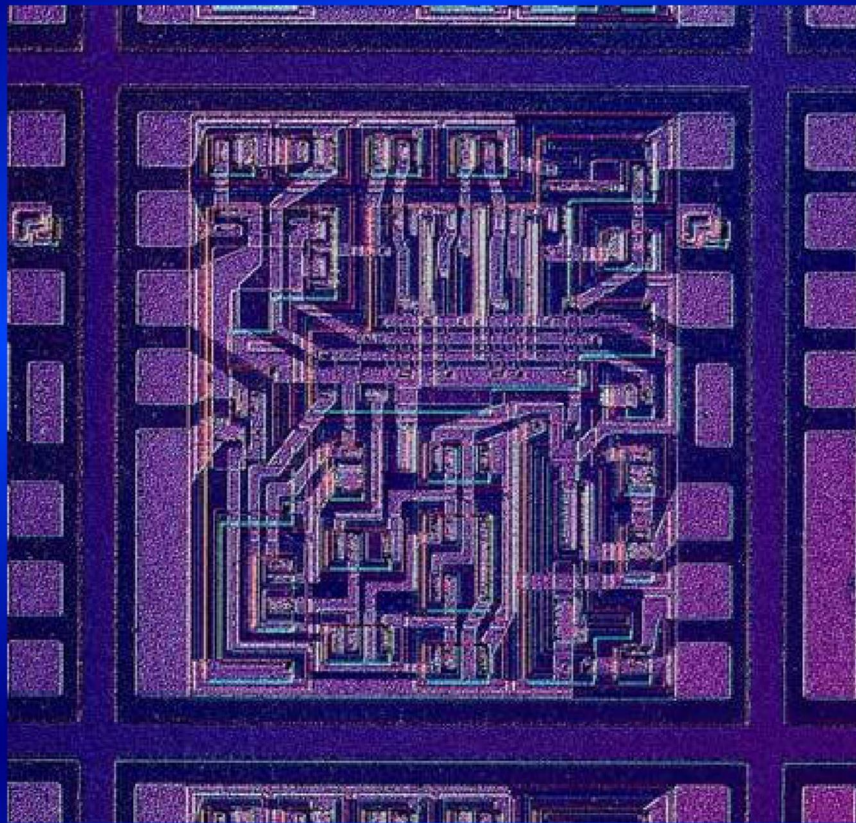


Дисциплина: "МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ"

Тема 1.1 Основные сведения о строении материалов и их классификация

1.1.4 Соотношение между дискретными и интегральными компонентами

Компьютерная интегральная микросхема
размером менее 1 мм^2 .



Гордон Мур – основатель
корпорации Intel

Закон Мура

Число компонентов в одной
интегральной схеме будет
удваиваться каждый год