

Полупроводниковые материалы.

Введение

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЛУПРОВОДНИКАХ

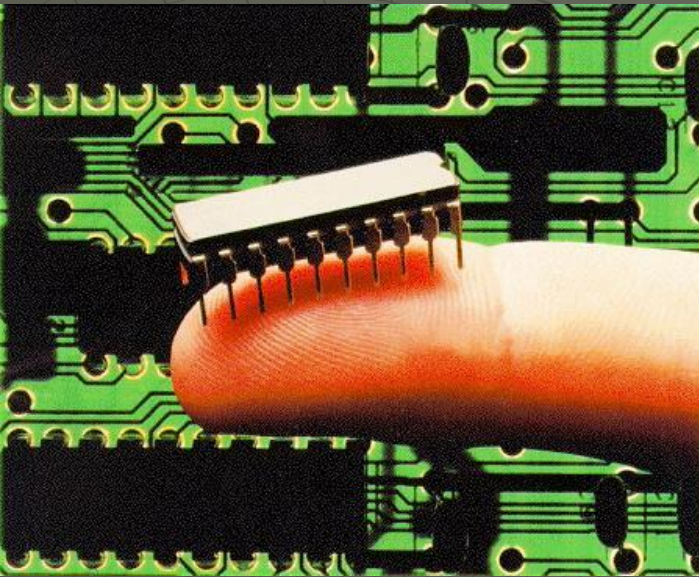
Методы очистки и переплавки полупроводниковых материалов

МЕТАЛЛУРГИЯ ГЕРМАНИЯ И КРЕМНИЯ

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ

Препод.: Лаврентьева Е. В.
Студент: Махмудов Б. А.
Группа: 171-451

Введение



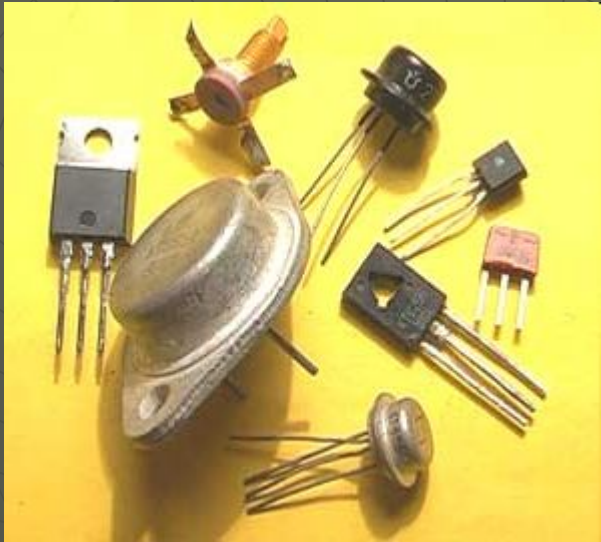
Полупроводники как особый класс веществ, были известны еще с конца XIX века, только развитие теории твердого тела позволила понять их особенность. Полупроводниками называют вещества, обладающие электронной проводимостью, занимающей промежуточное положение между металлами и изоляторами. От металлов они отличаются тем, что носители электрического тока в них создаются тепловым движением, светом, потоком электронов и источником энергии. Без теплового движения (вблизи абсолютного нуля) полупроводники являются изоляторами. С повышением температуры электропроводность полупроводников возрастает и при расплавлении носит металлический характер.

Задолго до этого были обнаружены:

- эффект выпрямления тока на контакте металл-полупроводник
- фотопроводимость.

Были построены первые приборы на их основе.

Были построены первые приборы на их основе.



О. В. Лосев (1923) доказал возможность использования контактов полупроводник-металл для усиления и генерации колебаний (кристаллический детектор). Однако в последующие годы кристаллические детекторы были вытеснены электронными лампами и лишь в начале 50 - х годов с открытием транзисторов (США 1949 год) началось широкое применение полупроводников (главным образом германия и кремния в радиоэлектронике. Одновременно началось интенсивное изучение свойств полупроводников, чему способствовало совершенствование методов очистки кристаллов и их легированию (введение в полупроводник определенных примесей).

В СССР изучение полупроводников начались в конце 20 - х годов под руководством академика А.Ф. Иоффе в Физико-техническом институте АН СССР.

Интерес к оптическим свойствам полупроводников возрос в связи с открытием вынужденного излучения в полупроводниках, что привело к созданию полупроводниковых лазеров вначале на p - n - переходе, а затем на гетеропереходах.

В последнее время большее распространение получили приборы, основанные на действии полупроводников. Эти вещества стали изучать сравнительно недавно, однако без них уже не может обойтись ни современная электроника, ни медицина, ни многие другие науки.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПОЛУПРОВОДНИКАХ

К полупроводниковым материалам относится большинство минералов, неметаллические элементы IV, V, VI групп периодической системы Менделеева, неорганические соединения (оксиды, сульфиды), некоторые сплавы металлов, органические красители. Широко применяемыми полупроводниковыми материалами являются элементы IV группы периодической системы Менделеева – германий и кремний. Это вещества, кристаллизирующиеся в решётке типа алмаза. Такая решётка представляет собой тетраэдр, по вершинам которого расположены четыре атома, окружающие атом, находящийся в центре тетраэдра. Здесь каждый атом связан с четырьмя ближайшими соседями силами ковалентной связи, так как каждый из них имеет четыре внешних валентных электрона.

При температурах около абсолютного нуля в идеальном кристалле кремния или германия все ковалентные связи заполнены, а все электроны связаны с атомами и не могут участвовать в процессе электропроводности. Чтобы электрон мог проводить электрический ток, нужно затратить некоторую работу для его освобождения из ковалентной связи.

Для использования германия и кремния в полупроводниковых приборах (например, солнечных батареях, преобразующих световую энергию в электрическую) и инфракрасной оптике важно знать коэффициент преломления, отражательную способность и пропускание света в широком диапазоне длин волн.

Наряду с элементарными полупроводниками в полупроводниковой технике находят широкое применение полупроводниковые соединения, получаемые путём сплавления или химической обработки чистых элементов. Таковы закись меди (Cu_2O), из которой изготавливают полупроводниковые выпрямители разнообразных типов, сурьмянистый цинк (SbZn), используемый для изготовления полупроводниковых термобатарей, теллуристый свинец (PbTe), нашедший применение для изготовления фотоэлектрических приборов и для отрицательной ветви термоэлементов и многие другие.

Методы очистки и переплавки

полупроводниковых материалов

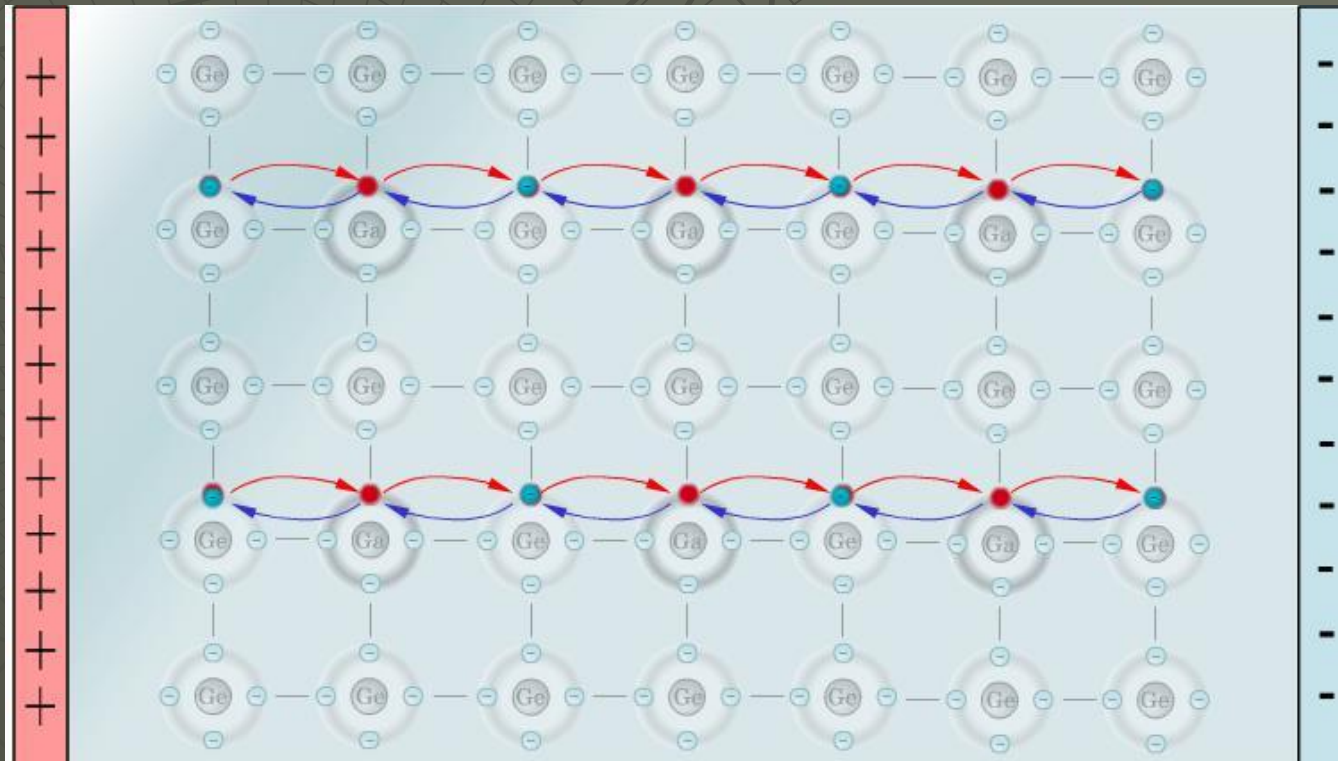
Полупроводниковая техника требует применения особо чистых материалов. Примеси изменяют свойства полупроводников. Поэтому в зависимости от назначения материалов количество примесей в них ограничивают. Легирующие добавки, вводимые в полупроводники для придания им определённых свойств, также должны быть чисты от примесей.

В современной технике пользуются рядом способов получения материалов высокой чистоты. Таковы йодидный метод, применяемый для очистки некоторых металлов, и метод зонной плавки; оба они описаны в разделе производства титана. Кроме этих методов, для очистки полупроводниковых материалов применяют некоторые виды их переплавки.

Простейшей является открытая переплавка в тигле, устанавливаемом в электрической печи. Во время переплавки порошкообразного материала из него удаляются влага, газы и окислы (последние всплывают вверх). Некоторые окислы затвердевают на поверхности расплава, который можно слить, пробиванием отверстия в корке окислов.

Собственная проводимость полупроводников

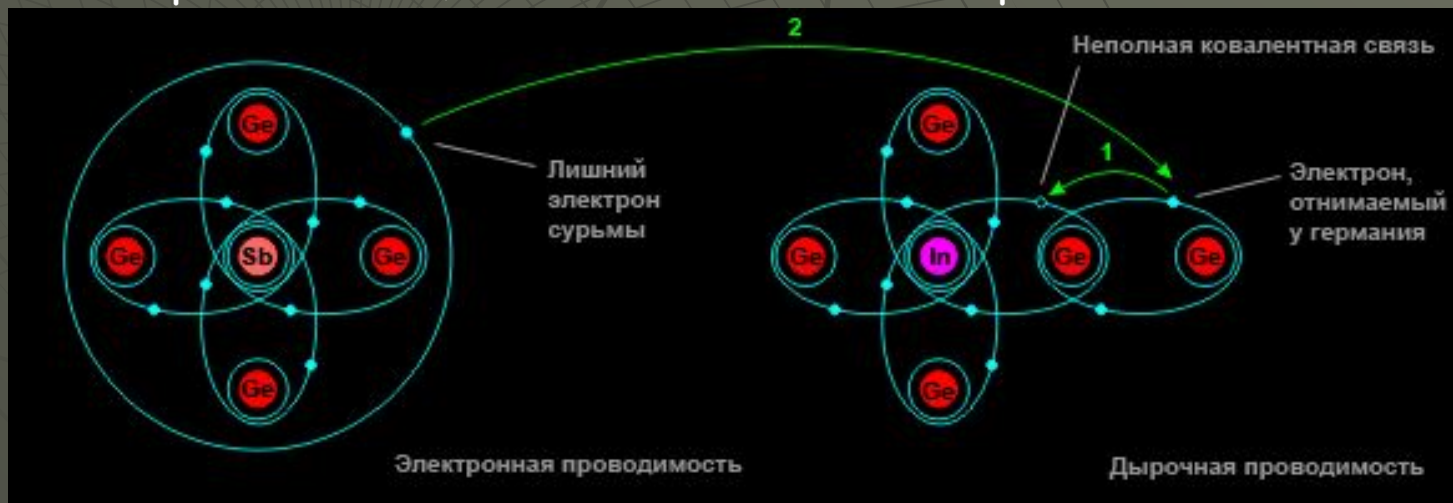
- ◆ Собственная проводимость - проводимость идеальных чистых полупроводников (без примесей)
- ◆ Делится на электронную и дырочную.
- ◆ Электронная проводимость обусловлена наличием свободных электронов
- ◆ Дырочная проводимость обусловлена наличием дырок - вакантное место с недостающим электроном



Примесная проводимость полупроводников

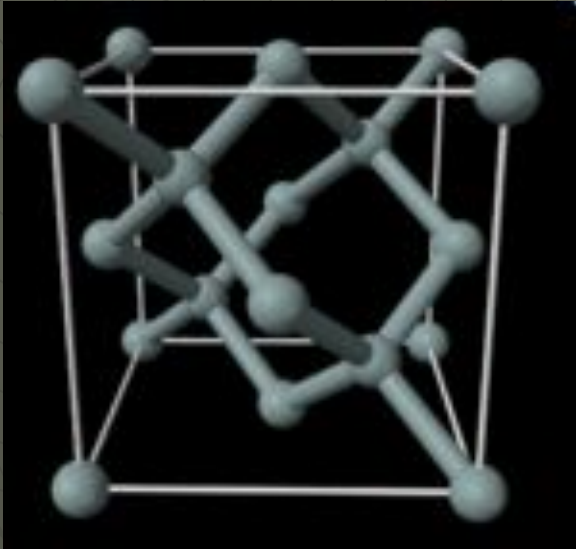
Примесная проводимость возникает, если некоторые атомы данного полупроводника заменить в узлах кристаллической решетки атомами, валентность которых отличается на единицу от валентности основных атомов

Изменяя концентрацию примеси, можно значительно изменять число носителей заряда того или иного знака. Благодаря этому можно создавать полупроводники с преимущественной концентрацией либо отрицательно, либо положительно заряженных носителей



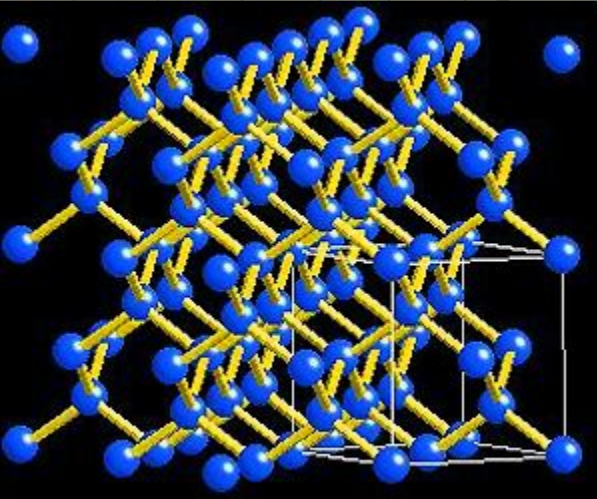
МЕТАЛЛУРГИЯ ГЕРМАНИЯ И КРЕМНИЯ

Германий



Принадлежит к редким рассеянным в природе элементам. Запасы его в земной коре составляют 7-10 %. Атомный вес германия 72,6, температура плавления $958,5^{\circ}\text{C}$. производят его из отходов цинкового производства, пыли, получаемой при сжигании углей, германиевых концентратов, извлекаемых из медно-свинцово-цинковых сульфидных руд и содержащей германий пыли, улавливаемой при медной плавке. Технология получения германия осуществляется путём превращения двуокиси в тетрахлорид германия, очистки последнего и превращения тетрахлорида в двуокись с последующим восстановлением двуокиси.

Кремний.



широко распространённый элемент в природе. В земной коре его 27.6%. атомный вес кремния 28.06. температура плавления 1415°C , температура кипения около 2600°C . Технология получения его отличается от технологии получения германия. Исходное сырьё в виде двуокиси кремния широко распространено в природе. Из кремнезёма в дуговых электрических печах путём восстановления его углеродом кокса получают кремний чистотой до 97%.

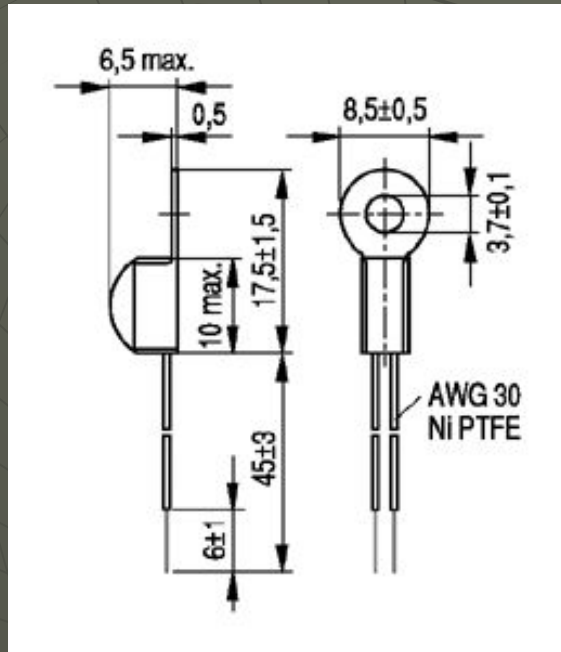
Маркировку германия и кремния производят по буквенно-цифровой системе. Германий электронный, легированный сурьмой, обозначают ГЭПС. За буквами цифры указывают удельное сопротивление $\text{ом}\cdot\text{см}$ ($\text{ом}\cdot\text{м}$), а если их две группы, как, например, 0,3/0,2, то первые (0,3) означают удельное сопротивление, а вторые (0,2) - диффузионную длину неосновного носителя тока, мм. Кремний монокристаллический дырочный маркируют КМ-2, где цифра показывает удельное сопротивление $\text{ом}\cdot\text{см}$; кремний монокристаллический электронный маркируют КМЭ-2.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВ



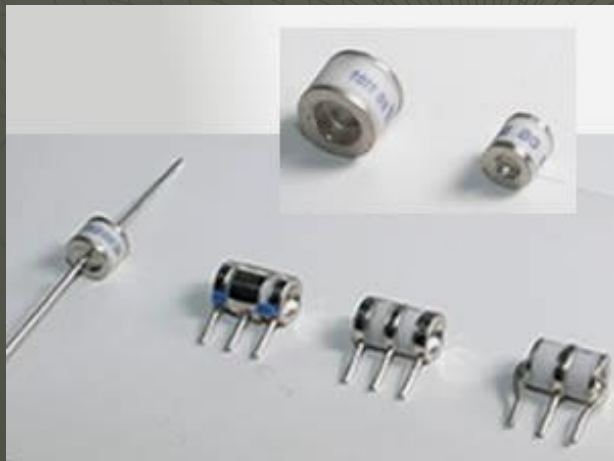
Изменение электропроводности полупроводников под влиянием температуры позволило применять их в приборах, работа которых основана на использовании этого свойства. Полупроводники используют в качестве термометров для замера температур окружающей среды. Они более чувствительны, чем термометры сопротивления, изготавливаемые из металла под названием болометров и применяемые в лабораторной практике для измерения очень высоких или самых низких температур. О температуре судят, замеряя электрическое сопротивление болометра. Но точность измерения с помощью этих приборов невелика, так как металлы изменяют своё сопротивление всего на 0,3% на каждый градус. Иное положение имеет место при использовании полупроводников. У некоторых полупроводников повышение температуры на 1°C увеличивает электропроводность на 3-6%, повышение температуры на 10° - примерно на 75%, а повышение температуры на 100°C увеличивает электропроводность в 50 раз. Благодаря высокому удельному сопротивлению полупроводников их применяют в качестве чувствительных термометров при дистанционных измерениях. Сопротивление металлических проводов даже очень тонких и длиной в несколько километров оказывается ничтожным по сравнению с сопротивлением термометра. Размеры полупроводниковых сопротивлений могут быть чрезвычайно малыми длиной в несколько десятых долей миллиметра. Это снижает инерционность прибора, так как при малых размерах сопротивление быстро принимает температуру окружающей среды. Значительное изменение электропроводности полупроводников в зависимости от температуры обеспечивает точность измерений.

Тепловые сопротивления (термисторы)



Полупроводники:

- ◆ Применение в качестве чувствительных термометров при дистанционных измерениях
- ◆ Использование в качестве термометров для замера температур окружающей среды



Полевой транзистор

Для изготовления МОП-транзисторов используется высокоомный кремний p - или n -типа. В кремнии p -типа методом диффузии создаются две сильно легированные близлежащие области n -типа. Одна из них, называемая истоком, является входной. Другая - сток - служит выходом. Над узкой промежуточной областью наращивается тонкий изолирующий слой (толщиной 200 нм и менее) диоксида кремния. На него наносят слой металла или кремния, который служит управляющим электродом. При подаче на управляющий электрод положительного напряжения возникает сильное электрическое поле, которое притягивает электроны к поверхности кремния, и образуется проводящий канал n -типа, соединяющий исток со стоком. Режим с положительным напряжением называется режимом обогащения. Можно изготавливать приборы, открытые в отсутствие внешнего напряжения. Отрицательное напряжение в них сужает канал и повышает его сопротивление; такой режим называется режимом обеднения. Изготавливаются также транзисторы с каналом p -типа

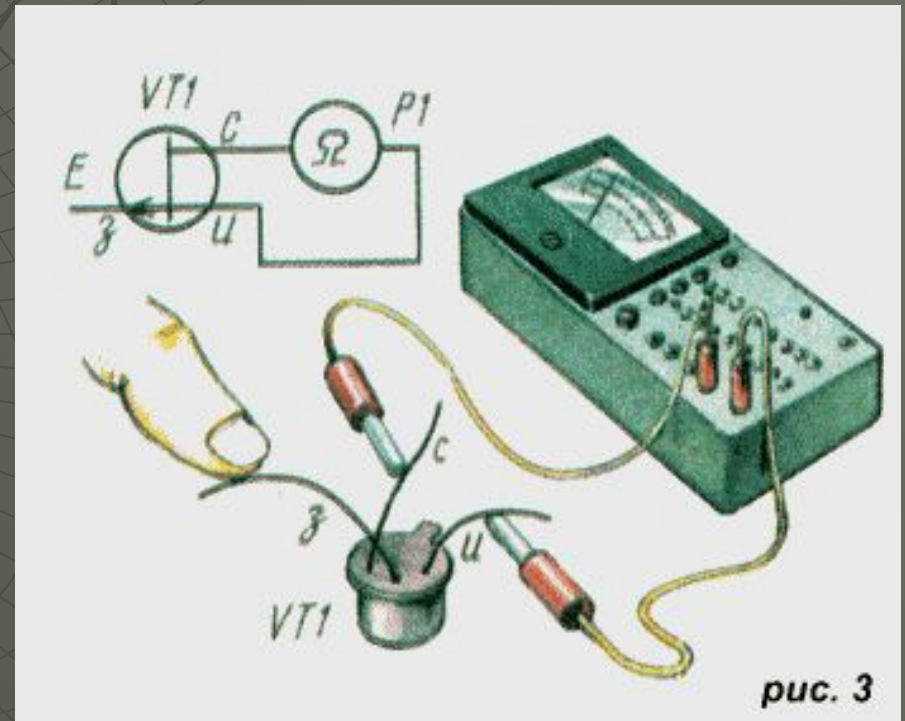
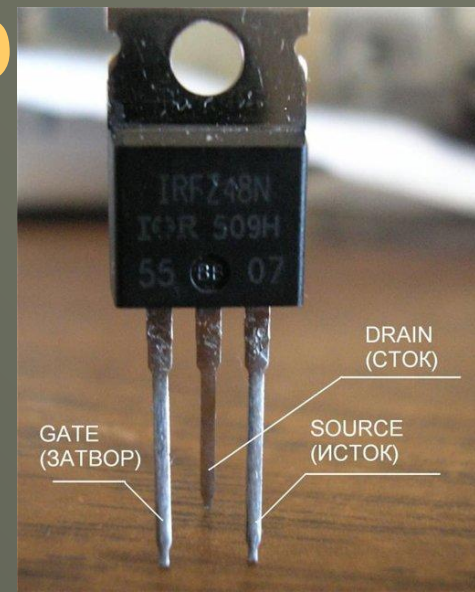


рис. 3

Ближайшее будущее полупроводников

Нанотехнологии:

- На основании вышеприведенных таблиц и графиков можно сделать вывод, что нанотехнологическая промышленность является самой перспективной отраслью на сегодняшний день и находит свое применение практически во всех сферах жизни человека и общества.
- Несмотря на бурное развитие биотехнологий, появление биочипов сохранит востребованность очень долго. Именно поэтому, современная, и прежде всего, полупроводниковая, электроника, которую сегодня можно называть наноэлектроникой, является самым мощным потребителем научных исследований, в том числе фундаментальных, и, безусловно, прикладных. Следовательно, необходимо усиленно развивать это направление науки.