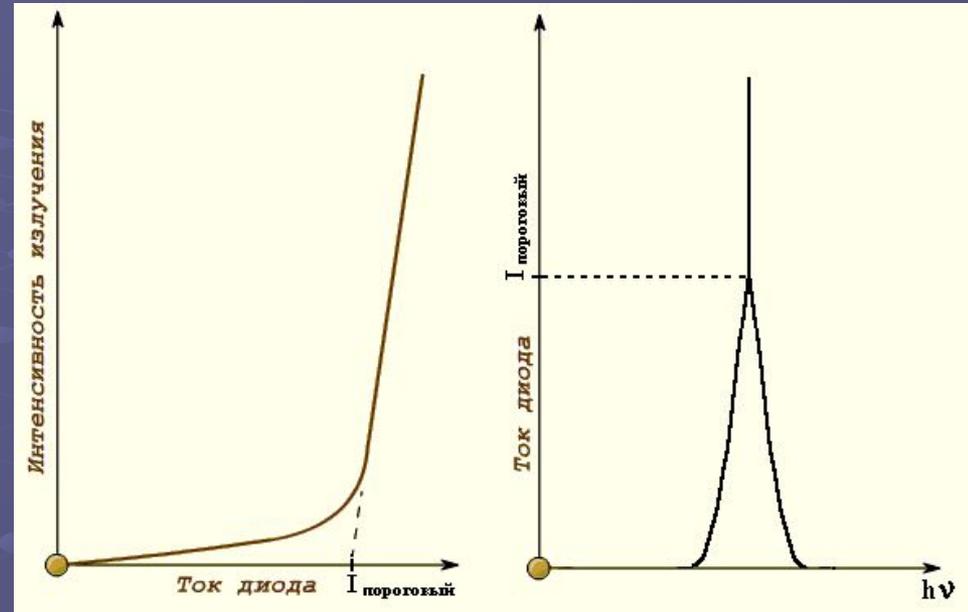


# Полупроводниковые лазеры

Выполнили:  
студенты ФТФ, гр.21305  
Столяров Д. и Савостьянов А.

# Полупроводниковые лазеры, их особенности

Инжекционным или полупроводниковым лазером называется генератор когерентного во времени и в пространстве рекомбинационного излучения, которое возникает при плотности тока, протекающего через p - n переход, превышающей некоторое пороговое значение.



Полупроводниковые лазеры, подобно другим лазерам (таким, как рубиновый лазер или же лазер на смеси He - Ne), испускают излучение, когерентное в пространстве и во времени. Это означает, что излучение лазера высоко монохроматично (имеет узкую полосу спектра) и создает строго направленный луч света. Вместе с тем по ряду важных характеристик полупроводниковые лазеры существенно отличаются от лазеров других типов.

1. В обычных лазерах квантовые переходы происходят между дискретными энергетическими уровнями, тогда как в полупроводниковых лазерах переходы обусловлены зонной структурой материала.

2. Полупроводниковые лазеры имеют очень малые размеры ( $\sim 0,1$  мм в длину), и так как активная область в них очень узкая ( $\sim 1$  мкм и меньше), расхождение лазерного луча значительно больше, чем у обычного лазера.

3. Пространственные и спектральные характеристики излучения полупроводникового лазера сильно зависят от свойств материала, из которого сделан переход (таких свойств, как структура запрещенной зоны и коэффициент преломления).

4. В лазере с p-n переходом лазерное излучение возникает непосредственно под действием тока, протекающего через прямосмещенный диод. В результате система очень эффективна, поскольку позволяет легко осуществлять модуляцию излучения за счет модуляции тока. Так как полупроводниковые лазеры характеризуются очень малыми временами стимулированного излучения, модуляция может проводиться на высоких частотах.

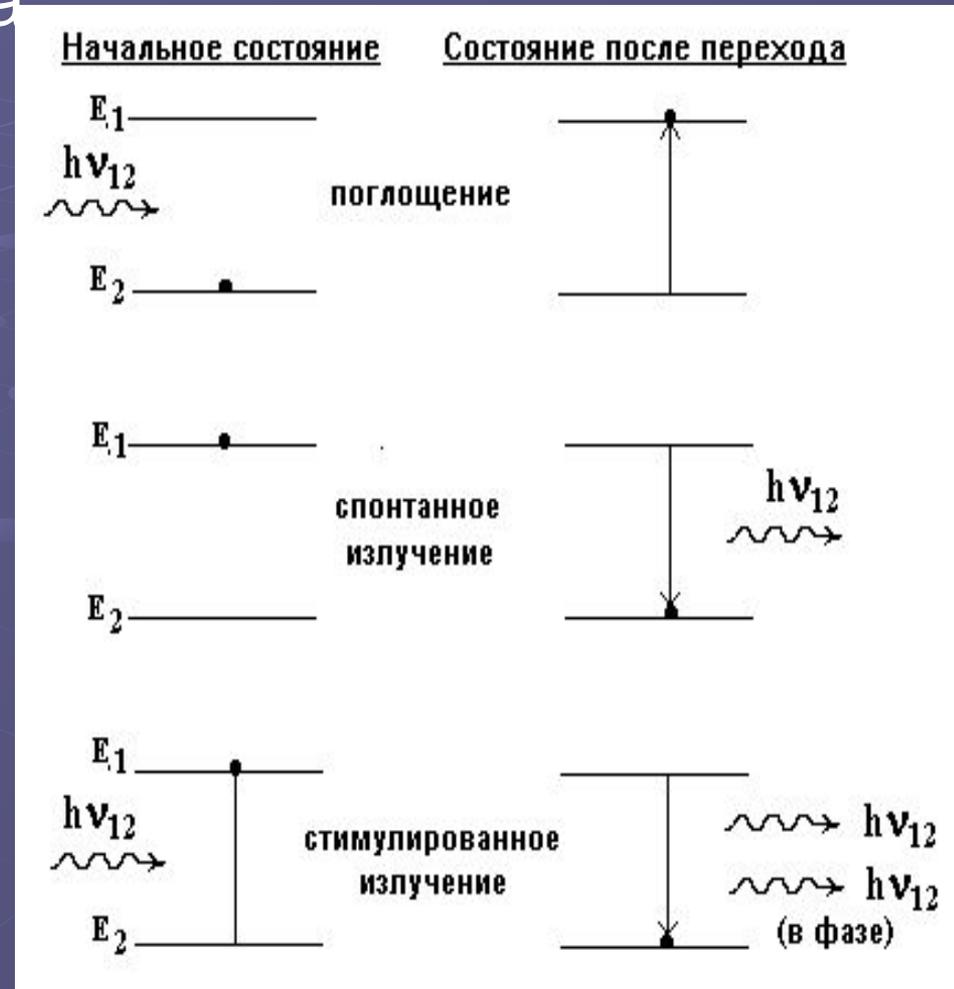
# Материалы и принципы работы лазеров

**В качестве материалов, используемых в полупроводниковых лазерах применяются полупроводники с прямой запрещенной зоной. Это обусловлено тем, что излучательные переходы в прямозонных полупроводниках представляют собой процесс первого порядка и вероятность переходов высока. В полупроводниках с непрямой зоной излучательная рекомбинация выступает как размер второго порядка, так что вероятность излучательных переходов существенно ниже. Кроме того, в непрямозонных полупроводниках при увеличении степени возбуждения потери, связанные с поглощением излучения на инжектированных свободных носителях, возрастают быстрее, чем усиление.**

# Принцип работы лазера

## Принцип работы лазера

Работа лазера связана с тремя основными процессами, обусловленными переходом носителей: поглощением, спонтанным излучением и стимулированным излучением. Рассмотрим два энергетических уровня  $E_1$  и  $E_2$ , один из которых  $E_1$  характеризует – возбужденное состояние, а другой  $E_2$  – основное состояние.



Любой переход между этими состояниями сопровождается испусканием или поглощением фотона с частотой  $\nu_{12}$ , определяемой из соотношения  $h\nu_{12}=E_2-E_1$ . При обычных температурах большинство атомов находится в основном состоянии. Эта ситуация нарушается в результате воздействия на систему фотона с энергией, равной  $h\nu_{12}$ . Атом в состоянии  $E_2$  поглощает фотон и переходит в возбужденное состояние  $E_1$ . Это и составляет процесс поглощения излучения. Возбужденное состояние является нестабильным и через короткий промежуток времени без какого-либо внешнего воздействия атом переходит в основное состояние, испуская фотон с энергией  $h\nu_{12}$  (спонтанная эмиссия). Время жизни, связанное со спонтанной эмиссией (т.е. среднее время возбужденного состояния), может изменяться в широком диапазоне, обычно в пределах  $10^{-9}$  -  $10^{-3}$  с, в зависимости от параметров полупроводника, таких, как структура зон (прямая или не прямая) и плотность рекомбинационных центров. Столкновение фотона, обладающего энергией  $h\nu_{12}$ , с атомом, находящемся в возбужденном состоянии, стимулирует мгновенный переход атома в основное состояние с испусканием фотона с энергией  $h\nu_{12}$  и фазой, соответствующей фазе падающего излучения (стимулированное излучение).

# Виды п/п лазеров

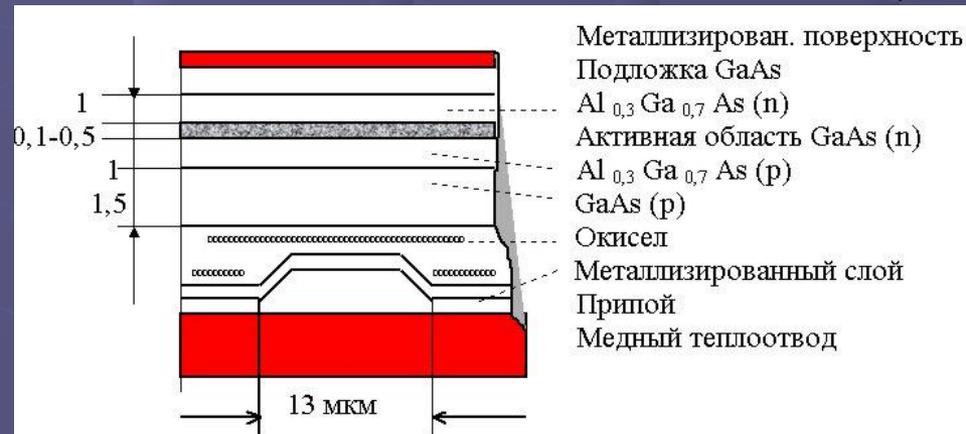
ЛАЗЕР

НА ГОМОПЕРЕХОДЕ

В подобных лазерах p- и n-области выполнены на одном материале. Причем обе области являются вырожденными полупроводниками с концентрацией носителей порядка  $10^{18}$  ат/см<sup>3</sup>.

ЛАЗЕР

НА ДВОЙНОМ  
ГЕТЕРОПЕРЕХОДЕ



Laser.swf

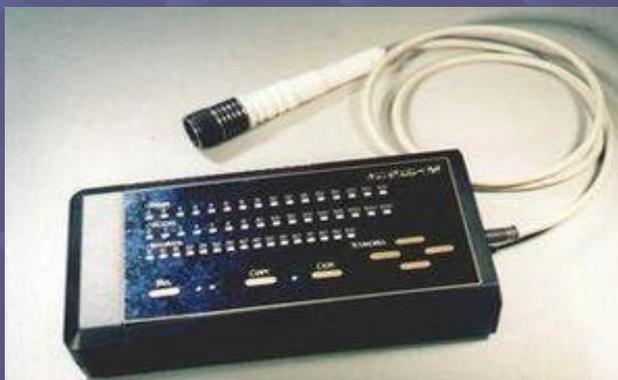
# Применение лазеров

Такие достоинства полупроводниковых лазеров, как возможность перестройки длины волны узкой линии излучения, высокая стабильность, низкая потребляемая мощность, простота конструкции, открывают широкие перспективы их применения в промышленности и фундаментальных исследованиях, таких как молекулярные и атомные спектроскопы, газовые спектроскопы высокого разрешения и контроль загрязненности атмосферы. Также полупроводниковые лазеры применяются в качестве источников излучения для волоконно-оптических линий связи .

# Приборы с использованием полупроводниковых лазеров



метод печати формата A4-полупроводниковый лазер скорость печати 14 страниц в минуту разрешение печати 300x300 dpi 600x600 dpi

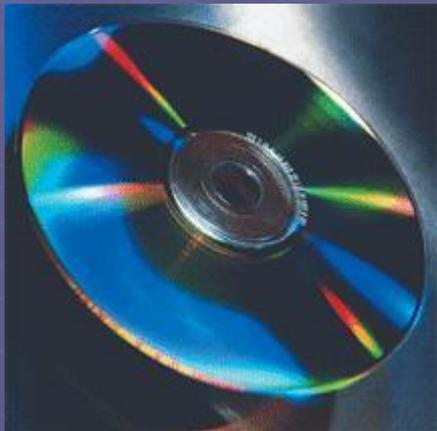


Полупроводниковый непрерывный лазер макдэл 00.00 02 для терапии и офтальмологии



mediostar полупроводниковый лазер для безболезненного удаления волос

# Применение п/п лазеров



Впервые в широких масштабах эти лазеры начали использоваться в качестве считывающей головки в компакт-дисковых системах



Лазерная указка

óêàçêà.sw

# Тест

1. Перед вами был предоставлен доклад на тему:

- 1) светодиоды      2) Полевой транзистор      3) п/п лазеры

2. Сколько основных типов п/п лазеров?

- 1) 2      2) 3      3) 4

3. Если говорить типах о п/п лазерах, то удалите лишнее слово:

- 1) гомопереход      2) p-n переход      3) двойной гетеропереход

4. Если  $E_1$ -возбужденное, а  $E_2$ -основное состояния, то переход атома м/у этими сост. сопровож. выделением энергии равной:

- 1)  $h\nu_{12}=E_2+E_1$       2)  $h\nu_{12}=E_2-E_1$       3)  $h\nu_{12}=(E_2+E_1)/2$       4)  $h\nu_{12}=(E_2-E_1)/2$

5. Работа лазера связана с тремя основными процессами, какой из н/перечислен. не является им?

- 1) поглощение      2) Вынужденное излучение  
3) Спонтанное излучение      4) Стимулированное излучение

