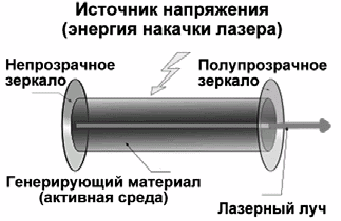
**Лазеры**

Квантовые генератор, излучающие в диапазоне видимого и инфракрасного излучения, получили название *лазеров.* Слово «лазер» является аббревиатурой выражения: Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что означает усиление света в результате индуцированного или, как иногда называют, вынужденного излучения квантов.

**Устройство лазера**



Обобщенный лазер состоит из лазерной активной среды, системы «накачки» - источника напряжения и оптического резонатора.

*Система накачки*передает энергию атомам или молекулам лазерной среды, давая им возможность перейти в возбужденное «метастабильное состояние» создавая инверсию населенности.

* При оптической накачке используются фотоны, обеспечиваемые источником, таким как ксеноновая газонаполненная импульсная лампа или другой лазер, для передачи энергии лазерному веществу. Оптический источник должен обеспечивать фотоны, которые соответствуют допустимым уровням перехода в лазерном веществе.
* Накачка при помощи столкновений основана на передаче энергии лазерному веществу в результате столкновения с атомами (или молекулами) лазерного вещества. При этом также должна быть обеспечена энергия, соответствующая допустимым переходам. Обычно это выполняется при помощи электрического разряда в чистом газе или в смеси газов в трубке.
* Химические системы накачки используют энергию связи, высвобождаемую в результате химических реакций для перехода лазерного вещества в метастабильное состояние.

*Оптический резонатор*требуется для обеспечения нужного усилия в лазере и для отбора фотонов, которые перемещаются в нужном направлении. Когда первый атом или молекула в метастабильном состоянии инверсной населенности разряжается, за счет вынужденного излучения, он инициирует разряд других атомов или молекул, находящихся в метастабильном состоянии. Если фотоны перемещаются в направлении стенок лазерного вещества, обычно представляющего собой стержень или трубу, они теряются, а процесс усиления прерывается. Хотя они могут отразиться от стенок стержня или трубы, но рано или поздно они потеряются из системы, и не будут способствовать созданию луча.

С другой стороны, если один из разрушенных атомов или молекул высвободит фотон, параллельный оси лазерного вещества, он может инициировать выделение другого фотона, и они оба отразятся зеркалом на конце генерирующего стержня или трубы. Затем, отраженные фотоны проходят обратно через вещество, инициируя дальнейшее излучение в точности по тому же пути, которое снова отразится зеркалами на концах лазерного вещества. Пока этот процесс усиления продолжается, часть усиления всегда будет выходить через частично отражающее зеркало. По мере того, как коэффициент усиления или прирост этого процесса превысит потери из резонатора, начинается лазерная генерация. Таким образом, формируется узкий концентрированный луч когерентного света. Зеркала в лазерном оптическом резонаторе должны быть точно настроены для того, чтобы световые лучи были параллельны оси. Сам оптический резонатор, т.е. вещество среды, не должен сильно поглощать световую энергию.

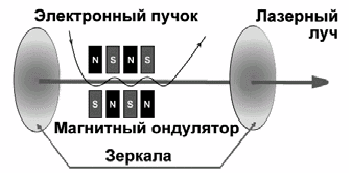
*Лазерная среда (генерирующий материал)*– обычно лазеры обозначаются по типу используемого лазерного вещества. Существуют четыре таких типа:

• твердое вещество,

• газ,

• краситель,

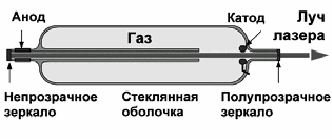
• полупроводник.



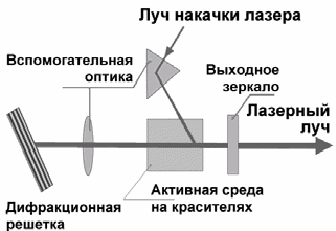
***Твердотельные лазеры***используют лазерное вещество, распределенное в твердой матрице. Твердотельные лазеры занимают уникальное место в развитии лазеров. Первой рабочей лазерной средой был кристалл розового рубина (сапфировый кристалл, легированный хромом); с тех пор термин «твердотельный лазер» обычно используется для описания лазера, у которого активной средой является кристалл, легированный примесями ионов. Твердотельные лазеры – это большие, простые в обслуживании устройства, способные генерировать энергию высокой мощности. Наиболее замечательной стороной твердотельных лазеров является то, что выходная мощность обычно не постоянна, а состоит из большого числа отдельных пиков мощности.

Одним из примеров является Неодим – YAG лазер. Термин YAG является сокращением для кристалла: алюмоиттриевый гранат, который служит как носитель для ионов неодима. Этот лазер излучает инфракрасный луч с длиной волны 1 064 микрометра. Кроме того, могут использоваться и другие элементы для легирования,например эрбий (лазеры Er:YAG).

В ***газовых лазерах***используется газ или смесь газов в трубе. В большинстве газовых лазеров используется смесь гелия и неона (HeNe), с первичным выходным сигналом в 6 328 нм (нм = 10-9 метра)видимого красного цвета. Впервые такой лазер был разработан в 1961 году и стал предвестником целого семейства газовых лазеров.

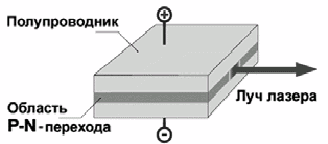


Все газовые лазеры довольно схожи по конструкции и свойствам. Например, СО2 газовый лазер излучает длину волны 10,6 микрометров в дальней инфракрасной области спектра. Аргоновый и криптоновый газовые лазеры работают с кратной частотой, излучая преимущественно в видимой части спектра. Основные длины волн излучения аргонового лазера – это 488 и 514 нм.



В ***лазерах на красителе***используется лазерная среда, являющаяся сложным органическим красителем в жидком растворе или суспензии.

Наиболее значительная особенность этих лазеров – их «приспособляемость». Правильный выбор красителя и его концентрации позволяет генерировать лазерный свет в широком диапазоне длин волн в видимом спектре или около него. В лазерах на красителе обычно применяется система оптического возбуждения, хотя в некоторых типах таких лазеров используется возбуждение при помощи химических реакций.



***Полупроводниковые (диодные) лазеры***– состоят из двух слоев полупроводникового материала, сложенных вместе. Лазерный диод является диодом, излучающим свет, с оптической емкостью для усиления излучаемого света от люфта в стержне полупроводника, как показано на рисунке. Их можно настроить, меняя прикладываемый ток, температуру или магнитное поле.

Различные ***временные режимы работы лазера***определяются частотой, с которой поступает энергия.

*Лазеры с непрерывным излучением*(Continuous wave, CW) работают с постоянной средней мощностью луча.

У *одноимпульсных лазеров*длительность импульса обычно составляет от нескольких сотен микросекунд до нескольких миллисекунд. Этот режим работы обычно называется длинноимпульсным или нормальным режимом.

*Одноимпульсные лазеры с модуляцией добротности*являютсярезультатом внутрирезонаторногозапаздывания (ячейка модуляциидобротности), которое позволяетлазерной среде сохранять максимум потенциальной энергии. Затем, примаксимально благоприятных условиях, происходит излучение одиночныхимпульсов, обычно с промежутком времени в 10-8 секунд. Эти импульсы обладают высокой пиковой мощностью, часто в диапазоне от 106 до 109 Ватт.

*Импульсные лазеры периодического действия*или сканирующие лазеры работают в принципе также как и импульсные лазеры, но с фиксированной (или переменной) частотой импульсов, которая может изменяться от нескольких импульсов в секунду до такого большого значения как 20 000 импульсов в секунду.

**Принцип действия лазера**

Физической основой работы лазера служит явление вынужденного (индуцированного) излучения. Суть явления состоит в том, что возбуждённый атом способен излучить фотон под действием другого фотона без его поглощения, если энергия последнего равняется разности энергий уровней атома до и после излучения. При этом излучённый фотон когерентен фотону, вызвавшему излучение (является его «точной копией»). Таким образом происходит усиление света. Этим явление отличается от спонтанного излучения, в котором излучаемые фотоны имеют случайные направления распространения, поляризацию и фазу.

Вероятность того, что случайный фотон вызовет индуцированное излучение возбуждённого атома, в точности равняется вероятности поглощения этого фотона атомом, находящимся в невозбуждённым состоянии. Поэтому для усиления света необходимо, чтобы возбуждённых атомов в среде было больше, чем невозбуждённых (так называемая инверсия населённостей). В состоянии термодинамического равновесия это условие не выполняется, поэтому используются различные системы накачки активной среды лазера (оптические, электрические, химические и др.)

Первоисточником генерации является процесс спонтанного излучения, поэтому для обеспечения преемственности поколений фотонов необходимо существование положительной обратной связи, за счёт которой излучённые фотоны вызывают последующие акты индуцированного излучения. Для этого активная среда лазера помещается в оптический резонатор. В простейшем случае он представляет собой два зеркала, одно из которых полупрозрачное — через него луч лазера частично выходит из резонатора. Отражаясь от зеркал, пучок излучения многократно проходит по резонатору, вызывая в нём индуцированные переходы. Излучение может быть как непрерывным, так и импульсным. При этом, используя различные приборы (вращающиеся призмы, ячейки Керра и др.) для быстрого выключения и включения обратной связи и уменьшения тем самым периода импульсов, возможно создать условия для генерации излучения очень большой мощности (так называемые гигантские импульсы). Этот режим работы лазера называют режимом модулированной добротности.

Генерируемое лазером излучение является монохроматическим (одной или дискретного набора длин волн), поскольку вероятность излучения фотона определённой длины волны больше, чем близко расположенной, связанной с уширением спектральной линии, а, соответственно, и вероятность индуцированных переходов на этой частоте тоже имеет максимум. Поэтому постепенно в процессе генерации фотоны данной длины волны будут доминировать над всеми остальными фотонами. Кроме этого, из-за особого расположения зеркал в лазерном луче сохраняются лишь те фотоны, которые распространяются в направлении, параллельном оптической оси резонатора на небольшом расстоянии от неё, остальные фотоны быстро покидают объём резонатора. Таким образом луч лазера имеет очень малый угол расходимости. Наконец, луч лазера имеет строго определённую поляризацию. Для этого в резонатор вводят различные поляроиды, например, ими могут служить плоские стеклянные пластинки, установленные под углом Брюстера к направлению распространения луча лазера.

**Применение лазеров**

лазер квантовый генератор излучение

С момента своего изобретения лазеры зарекомендовали себя как «готовые решения ещё не известных проблем». В силу уникальных свойств излучения лазеров, они широко применяются во многих отраслях науки и техники, а также в быту (проигрыватели компакт-дисков, лазерные принтеры, считыватели штрих-кодов, лазерные указки и пр.). В промышленности лазеры используются для резки, сварки и пайки деталей из различных материалов. Высокая температура излучения позволяет сваривать материалы, которые невозможно сварить обычными способами (к примеру, керамику и металл). Луч лазера может быть сфокусирован в точку диаметром порядка микрона, что позволяет использовать его в микроэлектронике (так называемое лазерное скрайбирование). Лазеры используются для получения поверхностных покрытий материалов (лазерное легирование, лазерная наплавка, вакуумно-лазерное напыление) с целью повышения их износостойкости. Широкое применение получила также лазерная маркировка промышленных образцов и гравировка изделий из различных материалов. При лазерной обработке материалов на них не оказывается механическое воздействие, поэтому возникают лишь незначительные деформации. Кроме того весь технологический процесс может быть полностью автоматизирован. Лазерная обработка потому характеризуется высокой точностью и производительностью.

Полупроводниковый лазер, применяемый в узле генерации изображения принтера Hewlett-Packard.

Лазеры применяются в голографии для создания самих голограмм и получения гологафического объёмного изображения. Некоторые лазеры, например лазеры на красителях, способны генерировать монохроматический свет практически любой длины волны, при этом импульсы излучения могут достигать 10−16 с, а следовательно и огромных мощностей (так называемые гигантские импульсы). Эти свойства используются в спектроскопии, а также при изучении нелинейных оптических эффектов. С использованием лазера удалось измерить расстояние до Луны с точностью до нескольких сантиметров. Лазерная локация космических объектов уточнила значение астрономической постоянной и способствовала уточнению систем космической навигации, расширила представления о строении атмосферы и поверхности планет Солнечной системы. В астрономических телескопах, снабженных адаптивной оптической системой коррекции атмосферных искажений, лазер применяют для создания искусственных опорных звезд в верхних слоях атмосферы.

Сверхкороткие импульсы лазерного излучения используются в лазерной химии для запуска и анализа химических реакций. Здесь лазерное излучение позволяет обеспечить точную локализацию, дозированность, абсолютную стерильность и высокую скорость ввода энергии в систему. В настоящее время разрабатываются различные системы лазерного охлаждения, рассматриваются возможности осуществления с помощью лазеров управляемого термоядерного синтеза(самым подходящим лазером для исследований в области термоядерных реакций, был бы лазер, использующий длины волн, лежащие в голубой части видимого спектра). Лазеры используются и в военных целях, например, в качестве средств наведения и прицеливания. Рассматриваются варианты создания на основе мощных лазеров боевых систем защиты воздушного, морского и наземного базирования.

В медицине лазеры применяются как бескровные скальпели, используются при лечении офтальмологических заболеваний (катаракта, отслоение сетчатки, лазерная коррекция зрения и др.). Широкое применение получили также в косметологии (лазерная эпиляция, лечение сосудистых и пигментных дефектов кожи, лазерный пилинг, удаление татуировок и пигментных пятен). В настоящее время бурно развивается так называемая лазерная связь. Известно, что чем выше несущая частота канала связи, тем больше его пропускная способность. Поэтому радиосвязь стремится переходить на всё более короткие длины волн. Длина световой волны в среднем на шесть порядков меньше длины волны радиодиапазона, поэтому посредством лазерного излучения возможна передача гораздо большего объёма информации. Лазерная связь осуществляется как по открытым, так и по закрытым световодным структурам, например, по оптическому волокну. Свет за счёт явления полного внутреннего отражения может распространяться по нему на большие расстояния, практически не ослабевая.

<https://works.doklad.ru/view/V2f_owzXWvs.html>

ЛАЗЕР. 1)Краткие исторические данные. Лазер, источник электромагнитного излучения видимого, инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов, основанный на вынужденном излучении атомов и молекул. Слово "лазер" составлено из начальных букв (аббревиатура) слов английской фразы "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation", что означает "усиление света в результате вынужденного излучения". Первый лазер был создан в 1960 году- и сразу  началось бурное развитие лазерной техники. В сравнительно короткое время появились различные типы лазеров и лазерных устройств предназначенных для решения конкретных научных и технических задач. 2)Строение лазера                   Лазер - источник света. По сравнению с другими источниками света лазер обладает рядом уникальных свойств, связанных с когерентностью и высокой направленностью его излучения. Излучение "нелазерных" источников света не имеет этих особенностей.                   ”Сердце лазера” - его активный элемент. У одних лазеров он представляет собой кристаллический или  стеклянный стержень цилиндрической формы. У других - это отпаянная стеклянная трубка, внутри которой находится специально подобранная газовая смесь. У третьих - кювета со специальной жидкостью. Соответственно различают лазеры твердотельные, газовые и жидкостные.                   При нагревании любое тело начинает испускать тепло. Однако излучение теплового источника распространяется по всем направлениям от источника, т. е. заполняет телесный угол 2p рад. Формирование направленного пучка от такого источника, осуществляемое с помощью системы диафрагм или оптических систем, состоящих из линз и зеркал, всегда сопровождается потерей энергии. Никакая оптическая система не позволяет получить на поверхности освещаемого объекта мощность излучения большую, чем в самом источнике света. 3)Принцип работы лазера. Возбуждённый атом может самопроизвольно (спонтанно) перейти на один из нижележащих уровней энергии, излучив при этом квант света (см. Атом). Световые волны, излучаемые нагретыми телами, формируются именно в результате таких спонтанных переходов атомов и молекул. Спонтанное излучение различных атомов некогерентно. Однако, помимо спонтанного испускания, существуют излучательные акты др. рода. При распространении в среде световой волны с частотой v, соответствующей разности каких-либо двух энергетических уровней E1, E2 атомов или молекул среды (hn = E2 - E1, где h - Планка постоянная), к спонтанному испусканию частиц добавляются др. радиационные процессы. Атомы, находящиеся на нижнем энергетическом уровне E1, в результате поглощения квантов света с энергией hn переходят на уровень E2 (рис. 2, а). Число таких переходов пропорционально r (n) N1, где r (n) - спектральная плотность излучения в эрг/см3, N1 - концентрация атомов, находящихся на уровне E1 (населённость уровня). Атомы, находящиеся на верхнем энергетическом уровне E2, под действием квантов hn вынужденно переходят на уровень E1 (рис. 2, б). Число таких переходов пропорционально r (n) N2, где N2 - концентрация атомов на уровне E2. В результате переходов E1 ? E2 волна теряет энергию, ослабляется. В результате же переходов E2 ? E1 световая волна усиливается. Результирующее изменение энергии световой волны определяется разностью (N2 - N1). В условиях термодинамического равновесия населённость нижнего уровня N1 всегда больше населённости верхнего N2. Поэтому волна теряет больше энергии, чем приобретает, т. е. имеет место поглощение света. Однако в некоторых специальных случаях оказывается возможным создать такие условия, когда возникает инверсия населённостей уровней E1 и E2, при которой N2 > N1. При этом вынужденные переходы E2 ? E1 преобладают и поставляют в световую волну больше энергии, чем теряется в результате переходов E1 ? E2. Световая волна в этом случае не ослабляется, а усиливается. 4)Виды лазеров.       Рубиновый лазер работает в импульсном режиме. Существуют также лазеры непрерывно­го действия. В газовых лазерах этого типа рабочим веществом является, газ. Атомы рабочего вещества возбуж­даются электрическим разрядом. Применяются и полупроводнико­вые лазеры непрерывного действия. Они созданы впервые в нашей стра­не. В них энергия для излучения заимствуется от электрического тока. Созданы очень мощные газоди­намические лазеры непрерывного действия на сотни киловатт. В этих лазерах «перенаселенность» верхних энергетических уровней создается ! при расширении и адиабатном охлаждении сверхзвуковых газовых потоков, нагретых до нескольких тысяч кельвин. 5)Применение лазеров. Лазеры используют во многих сферах деятельности. Ведь лазер это удивительный источник света. Лазеры, конечно, при желании могут применяться в качестве экстравагантных светильников. Однако использовать лазерный луч в целях освещения  нерационально. Большие возможности открываются перед лазерной техникой в биологии и медицине. Лазерный луч применяется не только в хирургии (например, при операциях на сетчатке глаза) как скальпель, но и в терапии. Интенсивно развиваются методы лазерной локации и связи. Локация Луны с помощью рубиновых Л. и спец. уголковых отражателей, доставленных на Луну, позволила увеличить точность измерения расстояний Земля - Луна до нескольких см. Получены обнадёживающие результаты в направленном стимулировании химических реакций. С помощью Л. можно селективно возбуждать одно из собственных колебаний молекулы. Оказалось, что при этом молекулы способны вступать в реакции, которые нельзя или затруднительно стимулировать обычным нагревом.       С помощью лазерной техники интенсивно разрабатываются оптические методы обработки передачи и хранения информации, методы голографической записи информации, цветное проекционное телевидение.      За последнее время в России и за рубежом были проведены обширные исследования в области квантовой электроники. созданы разнообразные лазеры, а также приборы , основанные на их использовании. Лазеры теперь применяются в  локации и в связи, в космосе и на земле, в медицине и строительстве, в вычислительной технике и промышленности, в военной технике. Появилось новое научное направление - голография, становление и развитие которой также немыслимо без лазеров.       Создание лазеров- пример того, как развитие фундаментальной науки приводит к гигантскому прогрессу в самых различных областях техники и технологии.  
  
Источник: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=41887>  
© Библиофонд

Введение.      Термину “лазер” нет ещё и десяти лет от роду, а кажется, что существует он давным-давно, - так широко он вошел в обиход. Разумеется, столь огромный интерес вызывает не само слово “лазер”, а названный так квантовый прибор для генерации электромагнитных волн оптического диапазона. Появление лазеров - одно из самых замечательных и впечатляющих достижений квантовой электроники, принципиально нового направления в науке, возникшего в середине 50-х годов.         Впервые генераторы электромагнитного излучения, исполь­зующие механизм вынужденного перехода, были созданы в 1954 г. советскими физиками А.М.Прохоровым и Н.Г.Басовым и амери­канским физиком Ч.Таунсом на частоте 24 ГГц. Активной средой служил аммиак.      Басов Николай Геннадиевич (1922 г.р.), российский физик, один из основоположников квантовой электроники. В 1954 г. совместно с А.М.Прохоровым создал первый квантовый генератор на пучке молекул аммиака. В 1955 г. предложил трехуровневую схему для создания инверсного состояния в квантовых системах. В 1964 г. удостоен Нобелевской премии по фи­зике за фундаментальную работу в области квантовой электроники.           Прохоров Александр Михайлович (1916 г.р.), российский физик, один из создателей квантовой электроники. В 1954 г. совместно с Н.Г.Басовым создал первый квантовый генератор на пучке мо­лекул аммиака. В 1955-1960 гг. работал над соз­данием квантовых парамагнитных усилителей СВЧ-диапазона. В 1958 г. предложил в качестве резона­тора квантового генератора использовать открытый резонатор. В 1964 г. за фундаментальные работы в области квантовой электроники удостоен Нобе­левской премии по физике  Первый квантовый генератор оптического диапазона был создан Т. Майманом (США) в 1960 г. Начальные буквы основных компонентов английской фразы “Light amplication by stimulated emission of radiation” (Усиление света с помощью индуцированного излучения) и образовали название нового прибора – лазер. В качестве источника излучения в нём использовался кристалл искусственного рубина, генератор работал в импульсном режиме. Год спустя появился первый газовый лазер с непрерывным излучением (Джаван, Беннет, Эриот - США). А ещё через год одновременно в СССР  и США был создан полупроводниковый лазер.    Главная причина стремительного роста внимания к лазерам кроется, прежде всего, в исключительных свойствах этих приборов. Уникальные свойства лазеров -  монохроматичность (строгая одноцветность), высокая когерентность (согласованность колебаний), острая направленность светового излучения.     Существует несколько видов лазеров: - полупроводниковые - твердотельные - газовые  - рубиновый                       Газовый лазер. Первым квантовым генератором света, действующим в непрерывном режиме, стал газовый лазер, который работал на нейтральных атомах  смеси гелия и неона.    . Схема газового лазера представлена на рис. Инверсное состояние создается в смеси двух газов: гелия с парциальным давлением 130 Па (1 мм рт. ст.) и неона с парциальным давлением 13 Па (0,1 мм рт. ст.); для этого в трубке со смесью газов возбу­ждается электрический разряд. При этом атомы гелия, стал­киваясь с электронами, пере­ходят на уровень2s. Схема расположения уровней атомов Не и Nе             показана на рис.         Излучательный переход в основное состояние с    уровня  2s для атомов гелия запрещен. Атомы гелия, сталкиваясь с атома­ми неона, которые на уровне возбуждения 2s имеют ту же энер­гию, что и атомы гелия на уровне 2s, передают им свою энергию. Инверсная населенность достигается между отдельными уровня­ми 2sи 2р, если время жизни на уровнях 2р достаточно мало.          Газоразрядная трубка с торцов ограничена стеклянной пла­стинкой, приклеенной под углом Брюстера к оси трубки, что по­зволяет исключить отражение поляризованного излучения лазера на торцевых стенках трубки. Трубка помещается между зеркалами с диэлектрическими покрытиями, что обеспечивает необходимый коэффициент отражения от этих зеркал на частоте генерации. Га­зовые гелий-неоновые лазеры генерируют излучение на длине волны 0,63 мкм.В настоящее время существует множество лазеров, излучение которых перекрывает весьма широкий диапазон спектра электро­магнитных волн от λ  < 1 см. до λ  = 0,1 мкм. Полупроводниковые лазеры.     Полупроводниковые лазеры отличаются от газовых и твердотельных тем, что излучающие переходы происходят в полупроводниковом материале не между дискретными энергетическими состояниями электрона, а между парой широких энергетических зон. Поэтому переход электрона из зоны проводимости в валентную зону с последующей рекомбинацией приводит к излучению, лежащему в относительно широком спектральном интервале  и составляющему несколько десятков нанометров, что намного шире полосы излучения газовых или твердотельных лазеров. Создание инверсной населенности в полупроводниках. Рассмотрим собственный полупроводник. В условиях термодинамического равновесия валентная зона полупроводника полностью заполнена электронами, а зона проводимости пуста. Предположим, что на полупроводник падает поток квантов электромагнитного излучения, энергия которых превышает ширину запрещенной зоны hv>Eg. Падающее излучение поглощается в веществе, так как образуются электронно-дырочные пары. Одновременно с процессом образования электронно-дырочных пар протекает процесс их рекомбинации, сопровождающийся образованием кванта электромагнитного излучения. Согласно правилу Стокса - Люммля энергия излученного кванта меньше по сравнению с энергией генерирующего кванта. Разница между этими энергиями преобразуется в энергию колебательного движения атомов кристаллической решетки. В условиях термодинамического равновесия вероятность перехода с поглощением фотона (валентная зона – зона проводимости) равна вероятности излучательного перехода (зона проводимости - валентная зона). Предположим, что в результате какого-то внешнего воздействия полупроводник выведен из состояния термодинамического равновесия, причем в нем созданы одновременно высокие концентрации электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне. Электроны переходят в состояние с некоторой энергией Fn вблизи потолка валентной зоны. Рассматриваемая ситуация иллюстрируется диаграммами, приведенными на    рис. 1. Так как все состояния вблизи дна зоны проводимости заполнены электронами, а все состояния с энергиями вблизи потолка валентной зоны заполнены дырками, то переходы с поглощением фотонов, сопровождающиеся увеличением энергии электронов становятся невозможными. Единственно возможными переходами электронов в полупроводнике в рассматриваемых условиях являются переходы зона проводимости - валентная зона, сопровождающиеся рекомбинацией электронно-дырочных пар и испусканием электромагнитного излучения. В полупроводнике создаются условия, при которых происходит усиление электромагнитной волны. Иными словами, коэффициент поглощения получается отрицательным, а рассматриваемая ситуация отвечает состоянию с инверсной плотностью населенности. Поток квантов излучения, энергия которых находится в пределах от  hv=Ec-Ev до hv=Fn-Fp , распространяется через возбужденный полупроводник беспрепятственно.      Для реализации процесса излучательной рекомбинации необходимо выполнить два условия. Во-первых, электрон и дырка должны локализоваться в одной и той же точке координатного пространства. Во-вторых, электрон и дырка должны иметь одинаковые по значению и противоположно направленные скорости. Иными словами, электрон и дырка должны быть локализованы в одной и той же точке k-пространства. Так как импульс образующегося в результате рекомбинации электронно-дырочной пары фотона значительно меньше по сравнению с квазиимпульсами электрона и дырки, то для выполнения закона сохранения квазиимпульса требуется обеспечить равенство квзиимпульсов электрона и дырки, участвующих в акте излучательной рекомбинации.      Оптическим переходам с сохранением квазиимпульса соответствуют вертикальные в k-пространстве (прямые) переходы. Сохранение квазиимпульса в процессе излучательного перехода может рассматриваться как квантомеханическое правило отбора (в том случае, когда в акте излучательной рекомбинации не принимают участие третьи частицы, например, фононы или атомы примесей). Невертикальные в k-пространстве (непрямые) переходы имеют значительно меньшую вероятность по сравнению с прямыми переходами, так как в этом случая требуется сбалансировать некоторый разностный квазиимпульс dk (рис. 2).        Таким образом, для получения излучательной рекомбинации необходим прямозонный полупроводник, например, GaAs. Вообще, придерживаясь строгой теории можно доказать, что инверсная населенность возможна лишь при условии Ec-Eg N1, т.е. получить инверсное состояние. Между уровнями 1 и 2 возможны переходы, подобные переходам в двухуровневой системе.          В качестве системы, обеспечивающей обратную связь, приме­нялся по предложению А.М.Прохорова оптический резонатор Фабри-Перо. Зеркала резонатора 3 и 3 наносили непосредст­венно на торцы тщательно отполированного (с точностью до λ/8) рубинового стержня. Кристалл рубина помещали вдоль оси спи­ральной лампы накачки Л.  В более поздних конструкциях применялись иные схе­мы оптического возбуждения кристалла, позволяющие улучшить условия освещения рубина. Например, использовались зеркаль­ные отражатели, имеющие форму эллиптических цилиндров. В одном из фокусов такого отражателя помещался кристалл рубина Р в другом - цилиндрическая лампа накачки Л . Рубиновый лазер работает в импульсном режиме, генерируя вол­ны длиной 0,68 мкм. Применение лазеров.      Прежде всего, следует отметить, что исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом представляют исключительно большой научный интерес. Лазеры находят широкое применение в современных физических, химических и биологических исследованиях, имеющих фундаментальный характер. Ярким примером могут служить исследования в области нелинейной оптики. Как уже отмечалось, лазерное излучение, обладающее достаточно высокой мощностью, может обратимо изменять физические характеристики вещества, что приводит к различным нелинейно-оптическим явлениям.      Лазер дает возможность осуществлять сильную концентрацию  световой мощности в пределах весьма узких частотных интервалов: при этом возможна также плавная перестройка частоты. Поэтому лазеры широко применяются для получения и исследования оптических спектров веществ. Лазерная спектроскопия отличается исключительно высокой степенью точности (высоким разрешением). Лазеры позволяют также осуществлять избирательное возбуждение тех или иных состояний атомов и молекул, избирательный разрыв определенных химических связей. В результате оказывается возможным инициирование конкретных химических реакций, управление развитием этих реакций, исследование их кинетики. Пикосекундные лазерные импульсы дали начало исследованиям целого ряда быстропротекающих процессов в веществе и, в частности, в биологических структурах. Отметим, например, фундаментальные исследования процессов фотосинтеза. Эти процессы весьма сложны и, к тому же, протекают крайне быстро — в пикосекундной временной шкале. Использование сверхкоротких световых импульсов дает уникальную возможность проследить за развитием подобных процессов и даже моделировать отдельные их звенья.      Роль лазеров в фундаментальных научных исследованиях исключительно велика.          При обсуждении практических применений лазеров обычно выделяют два направления. Первое направление связывают с применениями, в которых лазерное излучение (как правило, достаточно высокой мощности) используется для целенаправленного воздействия на вещество. Сюда относят лазерную обработку материалов (например, сварку, термообработку, резку, пробивание отверстий), лазерное разделение изотопов, применения лазеров в медицине и т. д. Второе направление связывают с так называемыми информативными применениями лазеров — для передачи и обработки информации, для осуществления контроля и измерений. Наряду с научными и техническими применениями лазеры используются в информационных технологиях для решения специальных задач, причем эти применения широко распространены или находятся в стадии исследований. Наиболее распространенными примерами таких применений являются оптическая цифровая память, оптическая передача информации, лазерные печатающие устройства, кроме того они применяются в вычислительной технике в качестве различных устройств. Лазеры в выЧислительной технике. Принципиально достигнутые малые времена переключения делают возможным применение лазеров и комбинаций с лазерами, включая интеграцию в микроэлектронных переключательных схемах   ( оптоэлектроника ): - в качестве логических элементов (да - нет, или); - для ввода и считывания из запоминающих устройств в вычислительных машинах. В этих целях рассматриваются исключительно инжекционные лазеры. Преимущества таких элементов: малые времена переключения и считывания, очень маленькие размеры элементов, интеграция оптических и электрических систем. Достижимыми оказываются времена переключения примерно 10-10 с (соответственно этому быстрые времена вычисления); емкости запоминающего устройства 107 бит/см2, и скорости считывания 109 бит/с. Лазерный принтер. Для печати в вычислительной технике и в других случаях часто применяется лазерное излучение. Преимущество их  в более высокой скорости печати по сравнению с обычными способами печатания. Принцип действия их такой: поступающий от считываемого оригинала свет преобразуется в ФЭУ в электрические сигналы, которые соответствующим образом обрабатываются в электронном устройстве вместе с управляющими сигналами (для определения высоты шрифта, состава краски и т.д.) и служат для модуляции лазерного излучения. С помощью записывающей головки экспонируется расположенная на валике пленка. При этом лазерное излучение разделяется на ряд равных по интенсивности частичных лучей (шесть или больше), которые посредством модуляции при данных условиях подключаются или отключаются. Применяемые лазеры: ионный аргоновый лазер (мощность не более 10 мВт), инжекционный лазер. ОптиЧескаЯ цифроваЯ памЯть. Для становящейся все более тесной связи между обработкой данных, текста и изображения необходимо применять новые методы записи информации, к которым предъявляются следующие требования: - - более высокая емкость запоминающего устройства; - - более высокая эффективность хранения архивных материалов, - - лучшее соотношение между ценой и производительностью.   Это может быть достигнуто с помощью записи и считывания цифровой информации.  
  
Источник: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=41956>  
© Библиофонд

Введение Наряду с научными и техническими применениями лазеры используются в информационных технологиях для решения специальных задач, причем эти применения широко распространены или находятся в стадии исследований. Наиболее распространенными примерами таких применений являются оптическая цифровая память, оптическая передача информации, лазерные печатающие устройства, кроме того они применяются в вычислительной технике в качестве различных устройств. Лазеры в выЧислительной технике Принципиально достигнутые малые времена переключения делают возможным применение лазеров и комбинаций с лазерами, включая интеграцию в микроэлектронных переключательных схемах ( оптоэлектроника ): - в качестве логических элементов (да-нет, или); - для ввода и считывания из запоминающих устройств в вычислительных машинах. В этих целях рассматриваются исключительно инжекционные лазеры. Преимущества таких элементов: малые времена переключения и считывания, очень маленькие размеры элементов, интеграция оптических и электрических систем. Достижимыми оказываются времена переключения примерно 10-10 с (соответственно этому быстрые времена вычисления); емкости запоминающего устройства 107 бит/см2, и скорости считывания 109 бит/с. Лазерный принтер Для печати в вычислительной технике и в других случаях часто применяется лазерное излучение. Преимущество их в более высокой скорости печати по сравнению с обычными способами печатания. Принцип действия их такой: поступающий от считываемого оригинала свет преобразуется в ФЭУ в электрические сигналы, которые соответствующим образом обрабатываются в электронном устройстве вместе с управляющими сигналами (для определения высоты шрифта, состава краски и т.д.) и служат для модуляции лазерного излучения. С помощью записывающей головки экспонируется расположенная на валике пленка. При этом лазерное излучение разделяется на ряд равных по интенсивности частичных лучей (шесть или больше), которые посредством модуляции при данных условиях подключаются или отключаются. Применяемые лазеры: ионный аргоновый лазер (мощность не более 10 мВт), инжекционный лазер. ОптиЧескаЯ цифроваЯ памЯть Для становящейся все более тесной связи между обработкой данных, текста и изображения необходимо применять новые методы записи информации, к которым предъявляются следующие требования: - более высокая емкость запоминающего устройства; - более высокая эффективность хранения архивных материалов, - лучшее соотношение между ценой и производительностью. Это может быть достигнуто с помощью записи и считывания цифровой информации. Принцип действия. Информация (речь, музыка, изображения, данные), содержащиеся в виде электрических сигналов, преобразуется в цифровые величины и выражается тем самым в виде последовательности импульсов, которая записывается в различной форме (в виде углублений или отверстий различной длины и расстояний между ними или магнитным способом) на диске запоминающего устройства. При считывании считывающий свет, отраженный (рассеянный в обратном направлении) от этих углублений (отверстий), модулируется и с помощью фотоприемника преобразуется в соответствующий электрический сигнал. Лазерно-оптическое считывание информации. С помощью этого способа в приборе, аналогичном проигрывателю, воспроизводится неконтактным способом записанная на диске информация (диаметр дисков до 30 см), причем применяются лазерные диски только для считывания, например видеодиски, компакт-диски. Принцип действия. Кодирование информации происходит путем создания информационных микроуглублений, имеющих различную длину и различные расстояния между ними. Информация на диске сохраняется, таким образом, в цифровой форме, записанной по спирали, которая состоит из информационных ямок (рис. 1). Рис. 1. Схематическое изображение микроуглублений на лазерном диске; ширина углублений 0,4 мкм, расстояние между дорожками 1,6 мкм. Лазерный видеодиск характеризуется следующими параметрами: - расстояние между двумя профилирующими дорожками 1,6 мкм; - ширина углубления 0,4 мкм; - максимальная длина углубления 3,3 мкм; - минимальная длина углубления 0,9 мкм; - максимальное расстояние между углублениями 3,3 мкм; - минимальное расстояние между углублениями 0,9 мкм. Рис. 2. Сечение видеодиска и грампластинки с лазерной записью: 1 - фокальное пятно (Æ » 1 мкм); 2 - структура микроуглублений; 3 - зеркальное покрытие; 4 - царапина; 5 - частица пыли; 6 - прозрачный защитный слой; 7 - луч от лазера При изготовлении видеодисков нанесенный прежде на подложку из стекла фотолак экспонируется с помощью специальной оптической системы излучением коротковолнового лазера (криптоновый лазер, l=0,35 мкм). После этого следует многоступенчатый процесс проявления, в результате которого образуется образцовый диск, который используется затем для изготовления других дисков путем оттиска. На полученные после отделения от образцового диска оттиски наносится зеркальное покрытие и слой лака, так что полученные при записи микроуглубления не могут быть закрыты частицами пыли. Пыль и царапины на защитном слое не мешают, поскольку они находятся вне плоскости фокусировки считывающей оптики (рис.2 ). При считывании микроскопических маленьких структур используются эффекты дифракции и интерференции света. Оптическая считывающая система для видеодисков состоит из: - He-Ne-лазера (мощность мВт), который излучает линейно поляризованный свет; - делителя пучка, который разделяет свет на три пучка с соотношениями интенсивностей 1:3:1 (дифракционная решетка. Работающая на просвет с минус первым, нулевым и плюс первым порядками дифракции); - призмы Волластона (оптическая длина пути зависит от направления поляризации); - пластинки l/4; - считывающего объектива, перемещаемого по принципу катушки с подвижным сердечником в направлении оптической оси (ограниченный дифракцией микрообъектив очень малой массы); - системы фотоприемников (квадратных приемников), а также цилиндрической линзы. Рассеянный в обратном направлении от диска свет лазерного пучка отображается на квадратном приемнике, лучи, использованные для слежения за дорожкой, попадают на приемники (рис. 3) Таким образом, становится возможным формирование управляющих сигналов для корректной фокусировки считывающих лучей на информационной дорожке и обеспечение слежения за дорожкой. Рис. 3. Оптическая схема считывающей головки для считывания информации, записанной на видеодиске: 1 - He-Ne-лазер; 2 - решетка; 3 - согласующая оптика; 4 - призма Волластона; 5 - пластинка l/4; 6 - считывающий объектив; 7 - видеодиск; 8 - цилиндрическая линза; 9 - плоскость приемника. Оптическая считывающая головка для цифрового лазерного проигрывателя. Обратно рассеянный от лазерной пластинки свет попадает на фотодиоды F1-F4 . Возникающие при этом фототоки комбинируются друг с другом таким образом, что становится возможным получение как управляющих сигналов для радиальной коррекции, так и управляющего сигнала для установки на резкость считывающей оптики (рис. 4). Радиальный управляющий сигнал формируется комбинацией токов фотодиодов (F1+F2) - (F3+F4). Если считывающий объектив сфокусирован на информационную плоскость диска, то после призм 4 появляются два резких изображения между фотодиодами F1, F2, а также F3, F4. Если фокальная плоскость считывающего объектива находится за или перед информационной плоскостью, то изображения становятся нерезкими и движутся друг к другу или друг от друга. Тогда с помощью комбинации токов фотодиодов (F1+F2) - (F3+F4) может быть получен управляющий сигнал для установки на резкость считывающей головки. Однократная запись информации. Этот принцип позволяет осуществить однократную запись и многократные считывания информации. Для этого на нижней стороне очень плоской стеклянной пластины наносится слой теллура. Две круглые стеклянные пластины юстируются относительно друг друга таким образом, что слои теллура защищены снаружи стеклянными пластинами. На слоях теллура, находящихся на внутренних сторонах пластин, записывается информация. Пластины снабжены спиральной дорожкой (спиральной канавкой глубиной примерно l/4), которая служит для юстировки считывающего или записывающего луча. При записи одного бита информации в слое теллура импульсно повышается мощность полупроводникового лазера за время 50 нс до 12 мВт, при этом в слое возникает отверстие диаметром примерно 1 мкм. Запись и считывание осуществляются с помощью одинакового устройства, причем при считывании мощность полупроводникового лазера уменьшается до 1 мВт (рис. 5). С помощью таких методов записи и считывания достигаются емкости запоминающего устройства (диаметр диска 30 см) 1010 бит информации (передняя и задняя сторона); свободно выбираемые времена доступа составляют 150 мс. Рис. 4. Схема оптической считывающей головки для лазерных пластинок: 1 - считывающее пятно; 2 - считывающий объектив; 3 - оптическая система для преобразования излучаемого полупроводниковым лазером волнового поля в плоское волновое поле; 4 - призма; 5 - полупрозрачное зеркало; 6 - полупроводниковый лазер; F1 - F4 - фотоприемники. Применяемые лазеры: - He-Ne-лазер; - полупроводниковый лазер (все более часто). Области применения: запоминающее устройство для хранения банка данных с частым доступом; - запоминающее устройство для хранения архивных данных с отсроченным доступом; - внешнее дополнительное запоминающее устройство со свободно выбираемой адресацией в ЭВМ; - видеодиски для обучения; - видеодиски для библиотек и архивов; - запоминающие диски для управления и канцелярского дела; - аудиодиски с высококачественным воспроизведением звука. Оптическая цифровая запись информации в магнитных слоях. В качестве носителя информации используется тонкий магнитооптический слой (преимущество: повторная запись данных). Рис. 5. Схема записывающей и считывающей головки для однократной записи: Принцип действия. Запись информации происходит благодаря тому, что маленькие области магнитного слоя нагреваются с помощью сфокусированного лазерного луча, причем одновременно накладывается магнитное поле, напряженность которого меньше, чем коэрцитивная сила. В нагретых таким образом при наложенном магнитном поле областях исчезает намагниченность (запись точки Кюри). Считывание осуществляется таким же лазером при уменьшенной мощности, причем плоскость поляризации отраженного от диска света в зависимости от направления намагничивания маленьких областей поворачивается на величину 0,5 - 8 град (в зависимости от магнитооптического слоя) (магнитооптический эффект Керра). Оптическое устройство записывающей и считывающей головки аналогично системам, используемым в описанных выше устройствах считывания и записи информации. Дополнительно следует обратить внимание на рис. 6. Свет, отраженный от маленьких перемагниченных областей, является эллиптически поляризованным и с помощью соответствующей фазовой пластинки преобразуется в линейно поляризованный. Линейно поляризованный свет разделяется на две составляющие, которые могут регистрироваться отдельно. Оба принятых сигнала подаются на дифференциальный усилитель и усиливаются. Усиленный сигнал прямо пропорционален поляризационному эффекту Керра. Рис. 6. Схема получения сигнала с помощью поляризационного эффекта Керра: 1 - магнитный диск; 2 - отраженный свет; 3 - микрообъектив; 4 - фазовая пластинка; 5 - делитель пучка; 6 - приемник Nr2; 7 - приемник Nr1; 8 - дифференциальный усилитель. Магнитооптическая запись позволяет в настоящее время иметь: - емкость памяти запоминающего устройства 105 бит/см2; - число циклов (запись, считывание, стирание) 106; - свободно выбираемые времена доступа 150 мс; - применение в качестве оперативной памяти в ЭВМ. Оптический цифровой метод записи требует максимальной оптической и механической точности, а также: - предельно малого ограниченного дифракцией считывающего объектива; - считывающего объектива (микрообъектива) очень малой массы (0,6 г и меньше) - радиальных отклонений считывающего объектива с точностью ± 1 мкм; - ширины распределения интенсивности считывающего пятна по половине интенсивности примерно 1 мкм. Цифровое оптическое запоминающее устройство позволяет производить неразрушающее считывание накопленной информации. ОптиЧескаЯ передаЧа информации Применение света для передачи сообщения известно давно. Прежде всего в первой половине этого столетия были успешно применены инфракрасные устройства для передачи информации в специальных системах, однако вследствие некогерентности излучения и тем самым сильно ограниченной дальности действия (недостаточная направленность светового пучка) и модуляционной способности подобные системы передачи не получили широкого распространения. Лишь с разработкой лазера в распоряжении специалистов оказался источник света с отличными когерентными свойствами (большая длина когерентности), излучение которого при большой частоте n (не более 1015 Гц) и тем самым большой возможной полосе модуляции и малой ширине линии подходит для оптической передачи информации. Развитие в этой области в последние годы происходило интенсивно и привело к тому, что в настоящее время уже существует большое число линий с лазером в качестве источника света. Оптические системы передачи информации работают с несущими частотами 1013 - 1015 Гц, соответствующими длинам волн l=33¸0,33 мкм. Применяемая длина волны из этого диапазона для передачи информации зависит от: - постановки задачи по передаче информации (требуемая полоса частот модуляции, расстояние, передающая среда); - источники света, имеющегося в распоряжении (в основном полупроводниковые инжекционные лазеры и светодиоды, в отдельных случаях миниатюрные твердотельные лазеры, СО2 лазеры); - модуляционной способности; - системы передачи (через вакуум, воздух, специальные газы, стекловолокно); - возможности демодуляции. Принципиально система для оптической передачи информации состоит из шести компонентов (рис. 7). Рис. 7. Схема системы для оптической передачи информации: 1 - источник света; 2 - модулятор света; 3 - линия передач; 4 - фотоприемник; 5 - сигнал. При использовании полупроводниковых лазеров в качестве источников света внешний модулятор может быть исключен (напосредственная модуляция лазера с помощью возбуждающего тока в этом случае имеет преимущество). Задача оптической передачи информации является передача излучения от передатчика к приемнику, и тем самым решающее значение приобретает среда распространения сигнала. Свойства среды в основном определяют конструкцию и размеры всей системы передачи, включая выбор источника света и приемника. Передающие среды Следует различать передачу информации в следующих средах: земной атмосфере, линзовых световодах, оптических волноводах. Передача информации в земной атмосфере. Из-за геометрических потерь, обусловленных расходимостью излучения, при оптической передаче сигнала в вакууме принимаемая мощность на расстоянии R на длине волны l равна: где PS и PE - излучаемая и принимаемая мощность; АS и АЕ - апертуры передающей и приемной систем. Соответствующие потери называются потерями свободного пространства. К этим потерям следует добавить потери при распространении излучения через атмосферу за счет поглощения, рассеяния, рефракции. При распространении светового пучка в передающей среде происходит уменьшение интенсивности I0 светового пучка. На расстоянии R имеем , где d - коэффициент затухания: d = d1 + d2 + d3. d1 характеризует молекулярное поглощение, в оптической спектральной области в основном определяется парами воды, диоксидом углерода и озоном (рис. 8) Рис. 8. Молекулярное поглощение в оптической области спектра. d2 характеризует потери, обусловленные рассеянием на молекулах, частицах дыма и пыли, испарениях, тумане, дожде и снеге. d3 обуславливает сильно флуктуирующие во времени потери при передаче сигнала, что может привести к ограниченному во времени срыву передачи. Соответствующие потери можно уменьшить путем определенного выбора оптической системы, в частности с помощью расширения светового пучка. Для определения суммарных потерь на затухание для выбранной линии передач необходимы обширные измерения в течение больших промежутков времени при самых разнообразных атмосферных условиях при использовании источников света различных длин волн (рис. 9) Рис. 9. Частота занижения затухания света для определенного измеряемого участка (2,5 км) в атмосфере. Оптическая передача информации в земной атмосфере рассматривается только для относительно коротких расстояний, при этом должны допускаться определенные кратковременные сбои при передаче информации: надежность линии передачи не более 99%. Линзовые световоды. Возможность исключения мешающего влияния атмосферы на распространение лазерного пучка состоит в том, чтобы провести свет в определенной атмосфере (газ с малым поглощением) внутри трубы, при этом необходимы линзовые и зеркальные системы для подфокусировки и отклонения излучения. В качестве линз применяются стеклянные или даже газовые линзы. Преимущество: малые потери на поглощение и рассеяние. Недостаток: необходима весьма точная юстировка многих оптических элементов, что трудно достигнуть при колебаниях температуры и вибрациях для больших промежутков времени; кроме того, прокладка линзовых световодов с большими длинами требует больших затрат. Оптические волноводы. Оптический волновод - это стекловолокно, состоящее из сердцевины и оболочки, причем сердцевина имеет более высокий показатель преломления (nK) по сравнению с показателем преломления оболочки (nM). Вследствие полного внутреннего отражения свет распространяется в пределах сердцевины волокна, при этом необходимо использовать стекла с малым затуханием и дисперсией. В зависимости от структуры световода рассматривают различные механизмы распространения (рис.10). 1. Многомодовые световоды со ступенчатым профилем показателя преломления. Полное внутреннее отражение имеет место, если излучение падает на границу под углом меньшим, чем 2amax (угол ввода световых лучей в волновод). 2. Одномодовые световоды со ступенчатым профилем показателя преломления. Диаметр сердцевины 5-10 мкм обусловливает распространение только одной моды, при этом теоретически ширина полосы передачи В>100 ГГц. Изготовление крайне малого диаметра сердцевины требует очень большой точности, при этом возникает проблема ввода излучения в оптическое волокно. 3. Многомодовые световоды с градиентным профилем показателя преломления. Показатель преломления в области сердцевины непрерывно уменьшается от середины к краю. Излучение за счет преломления волнообразно распространяется около оси оптического волокна. Поскольку все лучи имеют примерно одинаковые времена распространения, то градиентные волокна имеют очень большую ширину пропускания. Существенными требованиями к оптическому световоду являются необходимость слабого затухания и большой ширины полосы пропускания. Затухание в оптических волокнах обусловлено поглощением и рассеянием, в частности, на примесях. Дополнительные потери возникают из-за неоднородностей в поперечном сечении волокна и из-за его кривизны. Само затухание зависит от применяемого стекла для сердцевины и оболочки, от различных примесей, а также от длины волны (рис. 11). Рис. 10. Некоторые типы световодов: а - ступенчатый профиль показателя преломления; б - градиентный профиль показателя преломления; в - одномодовый световод. Световые лучи, распространяющиеся под различными углами к оси стекловолокна (моды), проходят различные длины путей, что приводит к различным временам распространения. Разброс во времени распространения приводит за счет межмодовой дисперсии к ограничению ширины полосы пропускания. Для конечной ширины спектра Dl источников света дисперсия материала световода приводит также к дополнительному ограничению ширины полосы передачи (рис. 12). Рис. 11. Спектральная характеристика затухания кварцевого волокна, слабо легированного Ge. Вследствие высокой несущей частоты светового пучка можно использовать для модуляции практически очень высокие частоты. Используемую для передачи информации полосу частот называют шириной полосы частот сигнала, она может достигать несколько гигагерц. Тем самым возможна одновременная передача очень большого объема информации. Для достижения хороших характеристик передачи оптического волновода существенными являются: - малые изменения профиля показателя преломления. Рис. 12. Затухание и дисперсия одномодового стандартного световода. Для применения в оптических системах передачи информации световоды должны быть выполнены в виде оптических кабелей. Существует большое количество конструкций кабеля.   ИстоЧники света длЯ волоконно-оптиЧеских систем свЯзи Для оптической передачи информации в диапазоне длин волн от 0,4 до 30 мкм в качестве источников света применяют светодиоды, лазеры во всем диапазоне длин волн. Для выбора источника света главный критерий - длина волны, на которой получается минимальное затухание. В качестве источников света применяются He-Ne-лазер, CO2- лазер, Nd-ИАГ- лазер для передачи в свободном пространстве; светодиоды, полупроводниковые инжекционные лазеры для оптических волноводов. Источники света для оптической связи в свободном пространстве. He-Ne-лазер, l=0,63 мкм - излучение лежит в видимом оптическом диапазоне, что сильно облегчает юстировку линии передачи; CO2- лазер, l=10,6 мкм - пригоден для более протяженных линий передач, поскольку с помощью этих лазеров достигаются более высокие выходные мощности в непрерывном режиме (10-15 Вт). Недостатками обоих лазеров являются их низкий КПД, а также их большие размеры. Nd-ИАГ- лазер, l=1,06 мкм, и его вторая гармоника, l=0,53 мкм - этот лазер используется преимущественно для передачи информации между наземными станциями и спутниками. Источники света для оптической связи по световодам. Эти источники должны удовлетворять следующим условиям: - длина волны излучения должна лежать в диапазоне минимального затухания; - излучающая поверхность должна соответствовать примерно диаметру световода для хорошего согласования источника света и световода без фокусирующих элементов. Эти требования выполняются с помощью полупроводниковых элементов. Поэтому в качестве источников света служат: - светодиоды - полупроводниковые инжекционные лазеры, работающие в непрерывном и импульсном режимах Из-за малого затухания в световоде на длине волны l-1,3 мкм и l=1,55 мкм разработаны специально для этих длин волн лазеры на двойной гетероструктуре InGaAsP/InP, причем достигается выходная мощность 15 мВт. Для протяженных линий связи в качестве источников света используются лазеры. Они имеют, правда, также некоторые существенные недостатки по сравнению со светодиодами. К ним относятся: - более сильная зависимость от температуры частоты излучения; - более низкий срок службы; - более высокая стоимость. МодулЯциЯ Модуляция - это изменение параметров светового луча в зависимости от управляющего (модулирующего) сигнала, несущего информацию, при этом различают две основные формы модуляции: внешнюю и прямую. При внешней модуляции поляризованный световой луч проходит вне источника света в модулятор, в котором в такте передаваемого сигнала изменяется амплитуда или фаза излучения. Модулятор работает, в общем, на основе электрооптического эффекта (рис. 13). Рис.13. Принцип действия электрооптического модулятора: 1 - световой луч; 2 - поляризатор; 3 - электрооптический кристалл; 4 - анализатор; 5 - линейно поляризованный, модулированный свет. Рис. 14. Схема управления полупроводниковым инжекционным лазером: 1 - цифровой сигнал; 2 - кодирование; 3 - возбудитель; 4 - лазер; 5 - штекерное соединение; 6 - световод; 7 - PIN-фотодиод; 8 - ступень регулирования. При прямой модуляции излучение модулируется непосредственно за счет возбуждения источника света, т.е. источник света сам излучает модулированный свет (рис. 14). Прямая модуляция может быть реализована только в светодиодах и инжекционных лазерах, что достигается путем модуляции тока накачки. Аналоговая модуляция имеет недостаток в сравнении с другими различными возможностями импульсной модуляции, включая и КИМ. Отношение сигнал/ шум на приемнике, необходимое для неискаженного обнаружения сигнала, должно быть более высоким по сравнению с импульсно-кодовой модуляцией на 20 дБ. В оптических системах передачи информации особенно выгодны системы с ИКМ.     Приемники Обнаружение модулированного излучения при одновременной демодуляции, т.е. воспроизведение передаваемой информации, осуществляется с помощью оптоэлектронных приемников (детекторов). Применяемые фотодетекторы должны иметь следующие характеристики: - высокую чувствительность в спектральном диапазоне применяемого источника света; - высокое временное разрешение; - малые шумы; - нечувствительность к температуре; - простую возможность соединения со световодом; - большой срок службы; - низкую стоимость. Применяются специальные фотодиоды, которые наиболее полно удовлетворяют этим требованиям. РетранслЯторы Из-за потерь и дисперсии в световоде возникает ослабление и искажение распространяющегося импульса, так что после определенного расстояния необходима регенерация импульса. Эта регенерация осуществляется в ретрансляторе. Задача этого устройства состоит в том, чтобы осуществить усиление, а также формирование (регенерацию) импульса. Принцип действия такого устройства состоит в том, что приходящий оптический сигнал в приемнике преобразуется в электрические импульсы, а затем происходит их усиление, а также формирование в электронном усилителе. Регенерированный и усиленный сигнал служит затем в качестве управляющего сигнала в источнике света передатчика, который снова передает сигнал по следующей волоконно-оптической линии. Регенерация импульсов должна повторяться через определенное расстояние в линии передачи. Допустимое максимальное расстояние между двумя ретрансляторами зависит от параметров системы, в частности от скорости передачи двоичных единиц информации, источника света и применяемого типа световода. Системы свЯзи Оптические системы передачи информации в настоящее время используются в тех случаях, когда должно быть использовано преимущество большой ширины полосы канала передачи и могут быть реализованы большие линии связи. Волоконно-оптические системы передачи информации разделяют на системы передачи ближнего действия, системы передачи дальнего действия, системы передачи среднего действия. В системах передачи информации ближнего действия длины каналов передачи, предусмотренных преимущественно для промышленного применения, достигают от нескольких метров до нескольких сот метров. Области применения - управление с помощью вычислительной машины, связь с ЭВМ и использование в системах автоматики. Системы передачи среднего действия имеют длины линий передач до нескольких километров. Типичными областями применения являются передача данных, видеосигнала, например кабельное телевидение. Система передачи дальнего действия служит для перекрытия больших расстояний. Рис. 15. Области применения волоконно-оптических линий передач информации: 1 - телефонная передача; 2 - системы связи с импульсно-кодовой модуляцией (телефонная связь); 3 - промышленная передача данных; 4 - промышленные телевизионные установки; 5 - телефония+телевидение с 1 или 2 каналами; 6 - кабельное телевидение с 12-20 программами. Обзор возможных областей применения волоконно-оптических систем передачи информации представлен на рис. 15.     1.   Справочник по лазерной технике. М: Энергоатомиздат, 1991. 2.   Дьяков В. Ф. Тарасов Л. В. Оптическое когерентное излучение. М.: Советское радио, 1974. 3.   Оокоси Е. Оптоэлектроника и оптическая связь. М.: Мир, 1988. 4.   Федоров Б. Ф. Лазеры. Основы устройства и применения. М.: ДОСААФ СССР, 1988.  
  
Источник: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=34165>  
© Библиофонд

Слово **“лазер”** представляет собой абревиатуру английской фразы “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, переводимой как ***усиление света в результате вынужденного (индуцированного) излучения***. Гипотеза о существовании индуцированного излучения была высказана в 1917 г. А Эйнштейном. Советские ученые Н.Г. Басов и А.М. Прохоров и независимо от них американский физик Ч. Таунс использовали явление индуцированного излучения для создания микроволнового генератора радиоволн с длинной волны λ=1,27 см.

Чтобы создать лазер или **оптический квантовый генератор** – источник когерентного света необходимо:

1. рабочее вещество с инверсной населенностью. Только тогда можно получить усиление света за счет вынужденных переходов.
2. рабочее вещество следует поместить между зеркалами, которые осуществляют обратную связь.
3. усиление, даваемое рабочим веществом, а значит, число возбужденных атомов или молекул в рабочем веществе должно быть больше порогового значения, зависящего от коэффициента отражения полупрозрачного зеркала.

Первым квантовым генератором был рубиновый ***твердотельный*** лазер. Также были созданы: ***газовые, полупроводниковые, жидкостные, газодинамические, кольцевые*** (бегущей волны).

Лазеры нашли широкое **применение** в науке – основной инструмент в ***нелинейной оптике***, когда вещества прозрачные или нет для потока обычного света меняют свои свойства на противоположные.

Лазеры позволили осуществить новый метод получения объемных и цветных изображений, названный ***голографией***.

Лазеры широко применяются в **медицине**, особенно в ***офтальмологии***, ***хирургии*** и ***онкологии***, способные создать малое пятно, благодаря высокой монохроматичности и направленности. В офтальмологии лазерное излучение с энергией 0,2 – 0,3 *дж* позволяет осуществлять ряд сложных операций, не нарушая целостности самого глаза. Одной из таких операций является приварка и укрепление отслоившейся сетчатки с помощью коагуляционных спаек. Кроме того, лазерный луч применяется для выжигания злокачественных и доброкачественных опухолей. В хирургии сфокусированный световой луч непрерывного лазера (мощностью до 100 *Вт*) служит чрезвычайно острым и стерильным скальпелем, осуществляющим бескровные операции даже на печени и селезенке. Весьма перспективно использование непрерывных и импульсных лазеров для прижигания ран и остановки кровотечений у больных с пониженной свертываемостью крови.

**Лазерная обработка металлов**. Возможность получать с помощью лазеров световые пучки высокой мощности до 1012 –1016 *вт/см2*при фокусировки излучения в пятно диаметром до 10-100 *мкм* делает лазер мощным средством обработки оптически непрозрачных материалов, недоступных для обработки обычными методами (газовая и дуговая сварка). Это позволяет осуществлять новые технологические операции, например, ***просверливание*** очень ***узких каналов*** в тугоплавких материалах, различные операции при изготовлении пленочных микросхем, а также ***увеличения скорости*** ***обработки*** деталей. При ***пробивании отверстий*** в алмазных кругах сокращает время обработки одного круга с 2-3 дней до 2 мин. Наиболее широко применяется лазер в микроэлектронике, где предпочтительна ***сварка*** соединений, а не пайка. Основные преимущества: отсутствие механического контакта, возможность обработки труднодоступных деталей, возможность создания узких каналов, направленных под углом к обрабатываемой поверхности.

**Лазерная связь и локация**. По сравнению с существующими средствами радиосвязи и радиолокации лазерные обладают двумя основными преимуществами: узкой направленностью передачи и широкой полосой пропускания передаваемых частот. Сам лазер создает направленный луч (расходимостью ~10'), а прменение оптической системы позволяет сформировать еще более параллельный луч (расходимостью ~2-3''). Один лазерный луч позволяет передавать сигнал в полосе частот ~100 *Мгц.*Это дает возможность ***одновременной передачи 200 телевизионных каналов.***

Первые сведения о применении лазерной локации относятся к 1962 г., когда была осуществлена ***локация Луны***. Увеличение мощности, излучаемой лазером, сделает возможным картографирование поверхности Луны с Земли с высокой точностью (около 1,5 м). Лазерная локация применяется также в геофизике для определения высоты облаков, исследовании инверсионных и аэрозольных слоев в атмосфере, турбулентности и т.п.

**Лазерные системы навигации и обеспечения безопасности полетов**. Одним из основных элементов инерциальных систем навигации, широко используемых в авиации, являются ***гироскопы***, которые в основном и определяют точность системы. Лазерные гироскопы обладают достаточно высокой точностью, большим диапазоном измерения угловых скоростей, малым собственным дрейфом, невосприимчивостью к линейным перегрузкам. Лазеры успешно применяются как ***измерители скорости*** полета (воздушной и путевой), ***высотомеры***. Лазерные курсо-глиссадные системы обеспечивают ***безопасность полетов***, связанную с увеличением точности систем посадки, снижения ограничений по метеоусловиям, обеспечением больших удобств работы экипажа при выполнении такого ответственного участка полета, как посадка. В близи взлетно-посадочного полотна установленные лазерные лучи создают геометрическую картину, позволяющую судить о правильности выдерживания траектории посадки.

**Лазерные системы управления оружием** резко повысили точность попадания. Лазерная полуактивная система наведения состоит из лазерного целеуказателя (лазерной системы подсвета цели) и боеприпаса с лазерной головкой самонаведения.

<https://refdb.ru/look/1722263.html>

**Введение.**

Термину “лазер” нет ещё и десяти лет от роду, а кажется, что существует он давным-давно, - так широко он вошел в обиход. Разумеется, столь огромный интерес вызывает не само слово “лазер”, а названный так квантовый прибор для генерации электромагнитных волн оптического диапазона. Появление лазеров - одно из самых замечательных и впечатляющих достижений квантовой электроники, принципиально нового направления в науке, возникшего в середине 50-х годов.

Впервые генераторы электромагнитного излучения, исполь­зующие механизм вынужденного перехода, были созданы в 1954 г. советскими физиками А.М.Прохоровым и Н.Г.Басовым и амери­канским физиком Ч.Таунсом на частоте 24 ГГц. Активной средой служил аммиак.



*Басов Николай Геннадиевич (1922 г.р.), российский физик, один из основоположников квантовой электроники. В 1954 г. совместно с А.М.Прохоровым создал первый квантовый генератор на пучке молекул аммиака. В 1955 г. предложил трехуровневую схему для создания инверсного состояния в квантовых системах. В 1964 г. удостоен Нобелевской премии по фи­зике за фундаментальную работу в области квантовой электроники.*

*Прохоров Александр Михайлович (1916 г.р.), российский физик, один из создателей квантовой электроники. В 1954 г. совместно с Н.Г.Басовым создал первый квантовый генератор на пучке мо­лекул аммиака. В 1955-1960 гг. работал над соз­данием квантовых парамагнитных усилителей СВЧ-диапазона. В 1958 г. предложил в качестве резона­тора квантового генератора использовать открытый резонатор. В 1964 г. за фундаментальные работы в области квантовой электроники удостоен Нобе­левской премии по физике*

Первый квантовый генератор оптического диапазона был создан Т. Майманом (США) в 1960 г. Начальные буквы основных компонентов английской фразы “Light amplication by stimulated emission of radiation” (Усиление света с помощью индуцированного излучения) и образовали название нового прибора – лазер. В качестве источника излучения в нём использовался кристалл искусственного рубина, генератор работал в импульсном режиме. Год спустя появился первый газовый лазер с непрерывным излучением (Джаван, Беннет, Эриот - США). А ещё через год одновременно в СССР и США был создан полупроводниковый лазер.

Главная причина стремительного роста внимания к лазерам кроется, прежде всего, в исключительных свойствах этих приборов. Уникальные свойства лазеров - монохроматичность (строгая одноцветность), высокая когерентность (согласованность колебаний), острая направленность светового излучения.

Существует несколько видов лазеров:

- полупроводниковые

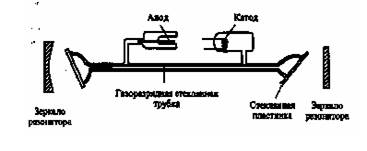
- твердотельные

- газовые

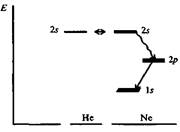
- рубиновый

**Газовый лазер.**

Первым квантовым генератором света, действующим в непрерывном режиме, стал газовый лазер, который работал на нейтральных атомах смеси гелия и неона.



. Схема газового лазера представлена на рис. Инверсное состояние создается в смеси двух газов: гелия с парциальным давлением 130 Па (1 мм рт. ст.) и неона с парциальным давлением 13 Па (0,1 мм рт. ст.); для этого в трубке со смесью газов возбу­ждается электрический разряд. При этом атомы гелия, стал­киваясь с электронами, пере­ходят на уровень2s. Схема расположения уровней атомов Не и Nе показана на рис.

 Излучательный переход в основное состояние с уровня 2s для атомов гелия запрещен. Атомы гелия, сталкиваясь с атома­ми неона, которые на уровне возбуждения *2* *s* имеют ту же энер­гию, что и атомы гелия на уровне *2* *s* *,*передают им свою энергию. Инверсная населенность достигается между отдельными уровня­ми 2sи *2р,*если время жизни на уровнях *2р*достаточно мало.

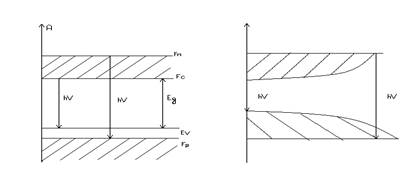
Газоразрядная трубка с торцов ограничена стеклянной пла­стинкой, приклеенной под углом Брюстера к оси трубки, что по­зволяет исключить отражение поляризованного излучения лазера на торцевых стенках трубки. Трубка помещается между зеркалами с диэлектрическими покрытиями, что обеспечивает необходимый коэффициент отражения от этих зеркал на частоте генерации. Га­зовые гелий-неоновые лазеры генерируют излучение на длине волны 0,63 мкм.В настоящее время существует множество лазеров, излучение которых перекрывает весьма широкий диапазон спектра электро­магнитных волн от λ < 1 см. до λ = 0,1 мкм.

**Полупроводниковые лазеры.**

Полупроводниковые лазеры отличаются от газовых и твердотельных тем, что излучающие переходы происходят в полупроводниковом материале не между дискретными энергетическими состояниями электрона, а между парой широких энергетических зон. Поэтому переход электрона из зоны проводимости в валентную зону с последующей рекомбинацией приводит к излучению, лежащему в относительно широком спектральном интервале и составляющему несколько десятков нанометров, что намного шире полосы излучения газовых или твердотельных лазеров.

**Создание инверсной населенности в полупроводниках.**

Рассмотрим собственный полупроводник. В условиях термодинамического равновесия валентная зона полупроводника полностью заполнена электронами, а зона проводимости пуста. Предположим, что на полупроводник падает поток квантов электромагнитного излучения, энергия которых превышает ширину запрещенной зоны hv>Eg. Падающее излучение поглощается в веществе, так как образуются электронно-дырочные пары. Одновременно с процессом образования электронно-дырочных пар протекает процесс их рекомбинации, сопровождающийся образованием кванта электромагнитного излучения. Согласно правилу Стокса - Люммля энергия излученного кванта меньше по сравнению с энергией генерирующего кванта. Разница между этими энергиями преобразуется в энергию колебательного движения атомов кристаллической решетки. В условиях термодинамического равновесия вероятность перехода с поглощением фотона (валентная зона – зона проводимости) равна вероятности излучательного перехода (зона проводимости - валентная зона).

Предположим, что в результате какого-то внешнего воздействия полупроводник выведен из состояния термодинамического равновесия, причем в нем созданы одновременно высокие концентрации электронов в зоне проводимости и дырок в валентной зоне. Электроны переходят в состояние с некоторой энергией Fn вблизи потолка валентной зоны. Рассматриваемая ситуация иллюстрируется диаграммами, приведенными на рис. 1.

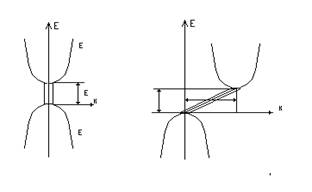
Так как все состояния вблизи дна зоны проводимости заполнены электронами, а все состояния с энергиями вблизи потолка валентной зоны заполнены дырками, то переходы с поглощением фотонов, сопровождающиеся увеличением энергии электронов становятся невозможными. Единственно возможными переходами электронов в полупроводнике в рассматриваемых условиях являются переходы зона проводимости - валентная зона, сопровождающиеся рекомбинацией электронно-дырочных пар и испусканием электромагнитного излучения. В полупроводнике создаются условия, при которых происходит усиление электромагнитной волны. Иными словами, коэффициент поглощения получается отрицательным, а рассматриваемая ситуация отвечает состоянию с инверсной плотностью населенности.

Поток квантов излучения, энергия которых находится в пределах от

hv=Ec-Ev до hv=Fn-Fp , распространяется через возбужденный полупроводник беспрепятственно.

Для реализации процесса излучательной рекомбинации необходимо выполнить два условия. Во-первых, электрон и дырка должны локализоваться в одной и той же точке координатного пространства. Во-вторых, электрон и дырка должны иметь одинаковые по значению и противоположно направленные скорости. Иными словами, электрон и дырка должны быть локализованы в одной и той же точке k-пространства. Так как импульс образующегося в результате рекомбинации электронно-дырочной пары фотона значительно меньше по сравнению с квазиимпульсами электрона и дырки, то для выполнения закона сохранения квазиимпульса требуется обеспечить равенство квзиимпульсов электрона и дырки, участвующих в акте излучательной рекомбинации.

Оптическим переходам с сохранением квазиимпульса соответствуют вертикальные в k-пространстве (прямые) переходы. Сохранение квазиимпульса в процессе излучательного перехода может рассматриваться как квантомеханическое правило отбора (в том случае, когда в акте излучательной рекомбинации не принимают участие третьи частицы, например, фононы или атомы примесей). Невертикальные в k-пространстве (непрямые) переходы имеют значительно меньшую вероятность по сравнению с прямыми переходами, так как в этом случая требуется сбалансировать некоторый разностный квазиимпульс dk (рис. 2).

 Таким образом, для получения излучательной рекомбинации необходим прямозонный полупроводник, например, GaAs. Вообще, придерживаясь строгой теории можно доказать, что инверсная населенность возможна лишь при условии Ec-Eg<Fn-Fp.

Широко используемыми на практике способами создания инверсной населенности являются: 1) возбуждение за счет инжекции неосновных носителей через p-n - переход; 2) возбуждение электронным лучом;

3) возбуждение в сильном электрическом поле.

**Рубиновые “спички”.**

Первым в оптическом диапазоне волн заработал лазер на розовом рубине, испускающий ярко – красные световые лучи с длиной волны около 0,7мк. По химическому составу он представлял собой корунд с примесью оксида хрома Сг2 О3 (0,05%). При достижении инверсной населенности использовались возбужденные состояния ионов Сг3+ . Концентрация ионов хрома в кристалле розового ру­бина первого лазера составляла 1,62-1019 см-3 . Для ионов хрома характерна так называемая трехуровневая схема расположения энергетических состояний. Инверсная населенность в рубине достигалась оптическим методом при по­мощи мощной импульсной ксеноновой лампы. Под воздействием ультрафиолетового излучения лампы ионы хрома возбуждаются с вероятностью рhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/49/06/9550649.pngВhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/50/06/9550650.pngи переходят на систему уровней 3*.*Отсюда они могут перейти или снова на уровень 1 с вероятностью Аhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/51/06/9550651.png+ рhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/52/06/9550652.png Вhttps://www.bestreferat.ru/images/paper/51/06/9550651.png или на уровень 2 в результате без излучательного перехода с вероятностью Shttps://www.bestreferat.ru/images/paper/53/06/9550653.png- Энергия, выделяющаяся при таком переходе, идет на нагревание кристалла. Состояние *2*для ионов хрома является метастабильным, оно обусловливает фосфорес­ценцию рубина в красной области спектра. При определенной концентрации ионов хрома и мощности излучения, возбуждаю­щего ионы хрома (она называется мощностью «накачки»), уда­ется создать такое распределение ионов по уровням, при кото­ром *N2 > N1,*т.е. получить инверсное состояние. Между уровнями 1 и 2 возможны переходы, подобные переходам в двухуровневой системе.

В качестве системы, обеспечивающей обратную связь, приме­нялся по предложению А.М.Прохорова оптический резонатор Фабри-Перо. Зеркала резонатора 3*https://www.bestreferat.ru/images/paper/54/06/9550654.png*и 3*https://www.bestreferat.ru/images/paper/55/06/9550655.png*наносили непосредст­венно на торцы тщательно отполированного (с точностью до λ/8) рубинового стержня. Кристалл рубина помещали вдоль оси спи­ральной лампы накачки *Л.*В более поздних конструкциях применялись иные схе­мы оптического возбуждения кристалла, позволяющие улучшить условия освещения рубина. Например, использовались зеркаль­ные отражатели, имеющие форму эллиптических цилиндров. В одном из фокусов такого отражателя помещался кристалл рубина *Р*в другом - цилиндрическая лампа накачки *Л .*Рубиновый лазер работает в импульсном режиме, генерируя вол­ны длиной 0,68 мкм.

**Применение лазеров.**

Прежде всего, следует отметить, что исследования взаимодействия лазерного излучения с веществом представляют исключительно большой научный интерес. Лазеры находят широкое применение в современных физических, химических и биологических исследованиях, имеющих фундаментальный характер. Ярким примером могут служить исследования в области нелинейной оптики. Как уже отмечалось, лазерное излучение, обладающее достаточно высокой мощностью, может обратимо изменять физические характеристики вещества, что приводит к различным нелинейно-оптическим явлениям.

Лазер дает возможность осуществлять сильную концентрацию световой мощности в пределах весьма узких частотных интервалов: при этом возможна также плавная перестройка частоты. Поэтому лазеры широко применяются для получения и исследования оптических спектров веществ. Лазерная спектроскопия отличается исключительно высокой степенью точности (высоким разрешением). Лазеры позволяют также осуществлять избирательное возбуждение тех или иных состояний атомов и молекул, избирательный разрыв определенных химических связей. В результате оказывается возможным инициирование конкретных химических реакций, управление развитием этих реакций, исследование их кинетики. Пикосекундные лазерные импульсы дали начало исследованиям целого ряда быстропротекающих процессов в веществе и, в частности, в биологических структурах. Отметим, например, фундаментальные исследования процессов фотосинтеза. Эти процессы весьма сложны и, к тому же, протекают крайне быстро — в пикосекундной временной шкале. Использование сверхкоротких световых импульсов дает уникальную возможность проследить за развитием подобных процессов и даже моделировать отдельные их звенья.

Роль лазеров в фундаментальных научных исследованиях исключительно велика.

**Практическое и промышленное применение лазера.**

При обсуждении практических применений лазеров обычно выделяют два направления. Первое направление связывают с применениями, в которых лазерное излучение (как правило, достаточно высокой мощности) используется для целенаправленного воздействия на вещество. Сюда относят лазерную обработку материалов (например, сварку, термообработку, резку, пробивание отверстий), лазерное разделение изотопов, применения лазеров в медицине и т. д. Второе направление связывают с так называемыми информативными применениями лазеров — для передачи и обработки информации, для осуществления контроля и измерений.

Наряду с научными и техническими применениями лазеры используются в информационных технологиях для решения специальных задач, причем эти применения широко распространены или находятся в стадии исследований. Наиболее распространенными примерами таких применений являются оптическая цифровая память, оптическая передача информации, лазерные печатающие устройства, кроме того они применяются в вычислительной технике в качестве различных устройств.

**Лазеры в выЧислительной технике.**

Принципиально достигнутые малые времена переключения делают возможным применение лазеров и комбинаций с лазерами, включая интеграцию в микроэлектронных переключательных схемах

( оптоэлектроника ):

- в качестве логических элементов (да - нет, или);

- для ввода и считывания из запоминающих устройств в вычислительных машинах.

В этих целях рассматриваются исключительно инжекционные лазеры.

Преимущества таких элементов: малые времена переключения и считывания, очень маленькие размеры элементов, интеграция оптических и электрических систем.

Достижимыми оказываются времена переключения примерно 10-10с (соответственно этому быстрые времена вычисления); емкости запоминающего устройства 107бит/см2 , и скорости считывания 109 бит/с.

**Лазерный принтер.**

Для печати в вычислительной технике и в других случаях часто применяется лазерное излучение. Преимущество их в более высокой скорости печати по сравнению с обычными способами печатания.

Принцип действия их такой: поступающий от считываемого оригинала свет преобразуется в ФЭУ в электрические сигналы, которые соответствующим образом обрабатываются в электронном устройстве вместе с управляющими сигналами (для определения высоты шрифта, состава краски и т.д.) и служат для модуляции лазерного излучения. С помощью записывающей головки экспонируется расположенная на валике пленка. При этом лазерное излучение разделяется на ряд равных по интенсивности частичных лучей (шесть или больше), которые посредством модуляции при данных условиях подключаются или отключаются.

Применяемые лазеры: ионный аргоновый лазер (мощность не более 10 мВт), инжекционный лазер.

**ОптиЧескаЯ цифроваЯ памЯть.**

Для становящейся все более тесной связи между обработкой данных, текста и изображения необходимо применять новые методы записи информации, к которым предъявляются следующие требования:

- - более высокая емкость запоминающего устройства;

- - более высокая эффективность хранения архивных материалов,

- - лучшее соотношение между ценой и производительностью.

Это может быть достигнуто с помощью записи и считывания цифровой информации.

Список литературы:

1. Справочник по лазерной технике. М: Энергоатомиздат, 1991.

2. Дьяков В. Ф. Тарасов Л. В. Оптическое когерентное излучение. М.: Советское радио, 1974.

3. Оокоси Е. Оптоэлектроника и оптическая связь. М.: Мир, 1988.

4. Федоров Б. Ф. Лазеры. Основы устройства и применения. М.: ДОСААФ СССР, 1988.

5. К. И. Крылов, В. Т. Прокопенко, В. А. Тарлыков

“Основы лазерной техники “. Машиностроение 1990 год.

6. П. Г. Елисеев “Введение в физику инжекционных лазеров”.

7. Е. Остапченко “Чудесные лучи”. Московский рабочий 1969 г.

**План.**

· Введение.

· Газовый лазер.

· Полупроводниковые лазеры.

· Создание инверсной населенности в полупроводниках

· Рубиновые “спички”.

· Применение лазеров.

· Практическое и промышленное применение лазера**.**

· Лазеры в вычислительной технике.

· Лазерный принтер.

· Оптическая цифровая память.

· Список литературы.

<https://www.bestreferat.ru/referat-59388.html\>