
Лазер

Карпухин И. В.

В статье исследуется лазер. Рассмотрен принцип его работы. Описана история происхождения названия.

Ключевые слова: лазер, активная среда, усиление света.

Лазер – это устройство, излучающее свет через процесс оптического усиления посредством вынужденного электромагнитного излучения. Термин «лазер» - это акроним от усиления света (<http://haa.su/Agd/>) посредством вынужденного излучения (<http://haa.su/Age/>). Первый лазер был построен в 1960 году Теодором Майманом в лаборатории Хьюз, основываясь на теоретической работе Чарльза Харда Таунса и Артура Леонарда Шавлова. Отличие лазера от других источников света в том, что он излучает свет когерентно. Пространственная когерентность позволяет лазеру фокусироваться в точку, позволяя применять его для лазерной резки и фотолитографии. Когерентность также позволяет лазерному лучу оставаться узким на огромных дистанциях (коллимация), позволяя применять его для лазерных указок. Лазеры могут также иметь высокую временную когерентность, которая позволяет им излучать свет в очень узком спектре, то есть они могут излучать один цвет. Временная когерентность может быть использована для создания сверхкоротких импульсов света длиной в фемтосекунду.

Среди многих их применений, лазеры используются в оптических дисководах, лазерных принтерах и сканерах штрихкодов; в опто-волоконной связи и оптике свободного пространства; в лазерной хирургии и лечении кожи; в резке и сварке материалов; в устройствах для правоохранительных органов и военных устройствах для пометки целей, дальномеров и радаров; а также для лазерных шоу на концертах.

Основы.

Лазеры отличаются от других источников света своей когерентностью. Пространственная когерентность обычно выражается посредством выходного сигнала, который является узким лучом (дифракционным пределом). Лазерный луч может быть сфокусирован в очень маленькую точку, достигающую большой освещенности, или они могут иметь очень малую дивергенцию (отклонение) для того, чтобы концентрировать свою силу на огромные дистанции.

Временная (или продольная) когерентность означает поляризованную волну на одной частоте, фаза которой скоррелирована на сравнительно большой дистанции (когерентная длина), вдоль луча. Луч, созданный тепловым или другим некогерентным источником света имеет мгновенные амплитуду и фазу, которые изменяются случайным образом по времени и позиции, а также имеет короткую когерентную длину.

Лазеры различаются в соответствии с их длиной волны в вакууме. Большинство лазеров с «одной длиной волны» обычно создают излучение в нескольких режимах, имеющих немного разные частоты (длины волн), зачастую не одной поляризации. Также временная когерентность означает монохроматичность. Существуют лазеры, которые излучают широкий спектр света или излучают свет одновременно с разными длинами волн. Существуют лазеры, которые имеют не один пространственный режим и в результате имеет луч света, дивергенция которого больше, чем это необходимо по дифракционному пределу. Однако, все такие устройства классифицируются как «лазеры» из-за их метода производства света, то есть, вынужденного излучения. Лазеры используются там, где свет необходимой пространственной или временной когерентности не может

быть произведен используя более простые технологии.

Терминология.

Слово «лазер» произошло как акроним от «усиления света посредством вынужденного излучения». В современном употреблении термин «свет» включает в себя электромагнитное излучение любой частоты не только видимого диапазона, отсюда термины инфракрасный лазер, ультрафиолетовый лазер, рентгеновский лазер и так далее. Потому как микроволновый предшественник лазеры, мазер, был разработан первым, устройства такого рода, работающие в микроволнах и радио частотах, называют скорее «мазеры», чем «микроволновые лазеры» или «радио-лазеры». В ранней технической литературе, особенно в Лаборатории Белла, лазеры называли оптическими мазерами; сейчас этот термин устарел.

Лазер, производящий свет сам по себе это технически оптический генератор скорее, чем оптический усилитель, как предлагается акронимом. Было шутливо отмечено, что акроним «LOSER» для «генератора света вынужденным излучением» был бы более корректным. В связи с широко распространенным использованием оригинального акронима как нарицательное, оптические усилители были названы «лазерными усилителями», несмотря на явную избыточность (многословие) в этом обозначении.

Принцип работы.

Лазер состоит из активной среды, механизма подачи энергии и чего-нибудь для оптической обратной связи. Активная среда – это материал со свойствами, позволяющими усиливать свет путем стимуляции излучения. Свет определенной длины волны проходит через активную среду усиливается.

Чтобы усиливать свет активной среде нужно проводить энергию процессом, названным накачкой. Эта энергия проводится как электрический ток или как свет разных длин волн. Накачка может быть обеспечена лампой-вспышкой (импульсной лампой) или другим лазером.

Самые распространенные типы лазеров используют обратную связь через оптический резонатор – пара зеркал на обоих концах активной среды. Свет прыгает взад-вперед между зеркал, проходя через активную среду и усиливаясь каждый раз. Как правило, одно из двух зеркал (выходное) частично прозрачное. Часть света выходит через это зеркало. В зависимости от дизайна (будь то зеркало плоским или искривленным), свет, выходящий из лазера, может рассеиваться или формировать узкий луч. По аналогии с генераторами электричества, эти устройства иногда называют лазерными генераторами.

Большинство реальных лазеров содержат дополнительные элементы, влияющие на свойства излучаемого света, такие как поляризация, длина волны и форма луча.

В 1917 году Альберт Эйнштейн установил теоретические основы лазеров и мазеров в статье «Zur Quantentheorie der Strahlung» (В Квантовой Теории Излучения) с помощью редеривации закона излучения Макса Планка, концептуально основывающиеся на вероятных коэффициентах (коэффициентах Эйнштейна) для абсорбции, спонтанного и вынужденного электромагнитного излучения. В 1928 году Рудольф Вальтер Ладенбург подтвердил существование феноменов вынужденного излучения и негативной абсорбции. В 1939 году Валентин Фабрикант предсказал использование вынужденного излучения для усиления коротких волн. В 1947 году Уиллис Юджин Лэмб и Роберт Кёртис Резерфорд нашли видимое вынужденное излучение в спектрах водорода и выполнили первую демонстрацию вынужденного излучения. В 1950 году Альфред Кастлер (Нобелевский призер в области физики в 1966) предложил метод оптической накачки, экспериментально подтвержденный два года спустя Бросселем, Кастлером и Винтером.

Список литературы

1. Тарасов Л. В. Физика процессов в генераторах когерентного оптического излучения <http://haa.su/Agf/>. — М.: Радио и связь, 1981. — 440 с.
2. Звелто О. Принципы лазеров <http://haa.su/Agg/>. — М.: Мир, 1990. — 559 с.
3. Бруннер В. Справочник по лазерной технике: Пер. с нем <http://haa.su/Agh/>. — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 544 с.