مقدمه ای برمهندسی پزشکی زیستی

(بخش٦)

دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی واحد سیرجان

گروه مهندسی پزشکی

مدرس: سوسن پورامینائی

فصل ششم:

آشنایی با ساختار لیزرها و انواع لیزرهای موجود

مقدمه

نور لیزر نوع کاملاً جدیدی از نور است و درخشانتر و شدیدتر از نوری است که در طبیعت یافت می شود. نور لیزر می تواند سخت ترین فلزات را سوراخ کند، یا به راحتی از جسم سختی مثل الماس عبور کند و در آن ایجاد حفره کند. بر عکس باریکه های کم قدرت و فوق العاده ظریف انواع دیگر لیزرمی توان برای انجام کارهای بسیار ظریف مثل جراحی روی چشم انسان به کار برد. نور لیزر را می توان خیلی دقیق کنترل کرد و بصورت باریکه مداومی به نام موج پیوسته یا انفجارهای سریعی به نام پالس استفاده کرد.

مقدمه

نور معمولی مثلاً نور رشته چراغ از میلیونها اتم که ذره های نور را در دراز مدت در تمامی جهات منتشر می کنند، ایجاد می شود. اما نور لیزر از میلیونها اتم موجود در بلور، مخلوط گازی یا یک دیود نیمه هادی پدید می آید که همگی ذرات نور را باهم و دقیقاً در یک جهت گسیل می کنند. نور در واقع نوعی از انرژی است، که در نور معمولی این انرژی نامرتب و ناهماهنگ است. کارهایی که نور معمولی می تواند انجام دهد بسیار محدودند. مثلاً نور معمولی می تواند روشنایی تولید کند یا اگر به قدر کافی نیرومند باشد می تواند جسمی را بسوزاند. اما در نور لیزر انرژی کاملاً متشکل و هماهنگ است و اشعه لیزر قدرت زیادی برای انجام کارهای مختلف دارد.

مقدمه

واژه لیزر (LASER) به معنی «تقویت نور به وسیله انتشار تحریک شده تشعشع» میباشد. مسئله اصلی در تولید اشعه لیزر، کنترل نوسانهای الکترونی درون اتمها در دهه ۱۹۵۰، فیزیکدان آمریکایی "چارلز تاونیر" توانست به راه حل این است، به نحویکه تمامی توده اتمها بتوانند ذرات نور را با هم پرتاب کنند. مشکل دست یابد. در سال ۱۹۶۰ دانشمند دیگر آمریکایی "تئودور مایمن" توانست نخستین ابزار مولد لیزر را که لیزر یاقوتی بود را بسازد.

مقدمه

درپزشکی لیزرها کاربردهای جدیدی در درمان توسط لیزر پیدا کرده اند. در صنعت از لیزرها برای عملیات گرمایی فلزات به کار گرفته شده همچنین لیزرها را همراه با فیبرهای نوری برای انتقال بهتر داده ها است. و بهبود ارتباط تلفنی بکار می برند. درتکنولوژی دیسکهای فشرده از باریکه های لیزری برای رمزگذاری اطلاعات و خواندن آنها استفاده می شود.

مقدمه

اشعه لیزر دارای ماهیتی مشابه نور معمولی است، یعنی اجزاء مهم است که آن را از نور معمولی متمایز می کند. تشکیل دهنده آن همان فوتون ها هستند، اما دارای سه خاصیت این سه خاصیت عبارتند از:

۱) تک فامی (Monochromatic)

۲) هم راستایی (Collimated)

۳) همدوسی (Coherent)

۱) تک فامی Monochromatic

نور لیزر تنها دارای یک طول موج و یا به عبارت دیگر یک رنگ تنها می باشد، که این خاصیت را خاصیت تک فامی نور لیزر می نامند. برای تولید نور تک رنگ کافی است، منبع تولید اشعه لیزر تنها با یک فرکانس مشخص تحریک شود تا نور لیزر با همان فرکانس تولید شود. البته هنگام دریافت انرژی به دلیل متحرک بودن مولکولها یا اتم، فوتون های ساطع شده از آنها در اثر پدیده داپلر مقداری تغییر فرکانس داده و فرکانسی متمایز با فرکانس تحریک خواهند داشت. بنابراین نور لیزر دقیقاً تک فرکانس نبوده بلکه دارای طیف باریکی از فرکانس است.

۲) هم راستایی Collimated

اشعه لیزر معمولاً به صورت یک اشعه کاملاً باریک و موازی تولید می شود که قادر است مسافتهای طولانی را با پراکندگی خیلی کم طی کند. برای ایجاد نور باریک لیزر، در محفظه مولد اشعه لیزر از آینه های خاصی استفاده شده است که باعث می شود اشعه لیزر در راستاهای مختلف خارج شود. توسط آینه ها بازتاب کرده و تنها از مسیر مشخص شده و به طور موازی خارج شود.

۳) همدوسی Coherent

خاصیت همدوسی در نور لیزر بدین معنا است که امواج تولید شده نور لیزر کاملاً هماهنگ بایکدیگر در زمان و مکان حرکت کرده و یا اما در نور معمولی این هم فازی بین امواج تولید شده نور وجود به عبارت دیگر با هم فاز هستند، ندارد.

ماهیت اشعه لیزر

ماهیت اشعه لیزر با ماهیت نور معمولی یکی است **اما تفاوت عمده آن در نحوه گسیل پرتو ها است**. گسیل پرتوها توسط الکترونهای برانگیخته در اتم، به دو صورت امکان پذیر است:

۱) گسیل خودبه خودی ۲) گسیل القایی

انواع لیزر ها

لیزرها را می توان بر اساس شکل و ماده تولیدکننده اشعه لیزر به انواع زیر تقسیم کرد:

۱) لیزرهای گازی. ۲) لیزرهای جامد. ۳) لیزرهای مایع. ٤) لیزرهای نیمه رسانا.

۱) لیزرهای گازی

یک مولد اشعه لیزر گازی از بخشهای زیر تشکیل شده است:

الف) محیط فعال یا تقویت کننده.

ب) دریچه های بروستر.

ج) بازآواگر.

الف) محیط فعال (تقویت کننده)

اصلی ترین قسمت مولد لیزر محیطی است که بتواند نور لیزر را فعال و تقویت کند. در لیزرهای گازی نوع خاصی گاز یا مخلوطی از چند گاز (هلیوم، نئون، آرگون و...) داخل یک اتاقک شفاف بدون درز در جریان است. گاز در حین جریان از میان دو الکترود که یکی دارای بار مثبت و دیگری بار منفی است، می گذرد. الکترون هایی که بین دو الکترود جریان دارند باعث پمپ کردن الکترونهای داخل اتمهای گاز در حال جریان به ترازهای انرژی بالاتر می شوند. به دلیل اینکه گاز می تواند جریان داشته باشد، با جریان گاز در داخل لوله، اتم های برانگیخته موقع دور شدن از الکترودها به تراز انرژی پایین تر می افتند.

الف) محیط فعال (تقویت کننده)

الکترون های اتم های گاز برانگیخته با افتادن به تراز انرژی پایین تر فوتون هایی گسیل می دارند. این فوتونها بین آینه ها به جلو وعقب بازتاب می کنند. وقتی که نور لیزری در سطح قابل استفاده برقرار شد، باریکه از طریق آینه خروجی نیم شفاف خارج می شود . این تابش نسبتا تک فام (تک فرکانس) است، زیرا عمل تحریک طوری است که عمل گذار بین ترازهای یکسان اتفاق بیفتد. در مولد لیزر گازی، عامل تحریک، الکتریکی است که به دو صورت منبع مستقیم و یا متناوب استفاده می شود.

ب) دریچه های بروستر

در قسمت دیگر مولد لیزر در دوجداره ابتدا و انتها، از دو آینه صاف که با زاویه معلوم نسبت به افق قرار دارند، استفاده می شود به چنین بخشی، دریچه های بروستر گفته می شود. کاربرد این دریچه ها در قطبیده کردن پرتوهاست. (نور قطبیده به نوری گفته می شود که ارتعاشات آن در یک امتداد باشد) این دریچه ها برای یک جهت قطبیدگی خاص شفاف است ولی برای عبور قطبیدگی عمود بر آن ضریب عبور صفر دارد و تمام نور بازتابیده خواهد شد. استفاده از این وسیله در لیزر موجب قطبیدگی خطی نور خروجی از لیزر خواهد شد.

ج) بازآواگر

بازآواگر وسیله ی اپتیکی است که از دو آینه (تخت یا خمیده) تشکیل می شود به طوری که محیط فعال در میان آنها قرار دارد. تابش خروجی از محیط فعال پس از قطبیده شدن توسط دریچه های بروستر به یکی از این آینه ها برخورد کرده جزئی از پرتو عبور و جرئی از آن بازتاب می یابد. پرتو بازتابیده دوباره مسیر محیط فعال و دریچه بروستر را پیموده و به آینه سمت مقابل بر خورد می کند. به این ترتیب عمل عبور و بازتاب بار ها تکرار می شود.

ج) بازآواگر

نهایتاً نور خروجی از تقویت کننده در اثر رفت و آمد بین دو آینه به صورت یک موج هم راستا و موازی در می آید. لازم به ذکر است که برای خروج انرژی از بازآواگر یکی از دو آینه به طور جزئی شفاف است.

انواع لیزرهای گازی

لیزر هلیم- نئون:

اکنون لیزرگازی هلیم-نئون یکی از معمولترین لیزرهای گازی است.

همانطور که از اسم آن بر می آید، محیط فعال تقریباً شامل مخلوطی از ده قسمت گاز هلیم و یک قسمت گاز نئون است. در لیزرهای گازی هلیم- نئون باریکه ی لیزری توسط اتم های نئون ایجاد می شود. لیزرهای گازی هلیم- نئون آنقدر ایمن هستند که در مدارس و آزمایشگاهها برای آزمایش بکار می روند. از دیگر مصارف این لیزرها در صنایع ساختمانی و نمایشهای هنری است. اندازه لیزرهای هلیم- نئون کوچک و نسبت به سایر لیزرها ارزانترند.

انواع لیزرهای گازی

لیزر آرگون:

برعکس لیزر هلیم – نئون، لیزر آرگون بر اساس گذار بین دو تراز انرژی اتم یونیزه کار می کند. برای تک یونیدن اتم های آرگون یعنی خارج کردن یک الکترون از هر اتم باید مقدار قابل ملاحظه ای انرژی به گاز آرگون داده شود از این رو منابع تغذیه یک لیزر آرگونی قطورتر و به مراتب پیچیده تر از منابع تغذیه لیزر هلیم- نئون هستند، هر چند خروجیهای حاصل از آن بسیار بزرگترند با این حال، کارآیی کلی تقریبا یکسان است. لیزرهای آرگون بالاترین سطوح توان پیوسته (۱۵W–۱) را در قسمت مرئی طیف در طول موج ۵۱۵nm ایجاد می کنند. این خروجی توان بالا، اجازه انعقاد نوری رگ های خونی را در چشم های بیمارانی می دهد که از بیماری شبکیه چشم رنج می برند.

انواع لیزرهای گازی

این لیزر تقریباً با لیزر آرگون یکسان است به جز اینکه لوله با گاز لیزر کریپتون: این لیزر یک ناحیه جدید از طول موجها را در زرد و قرمز و یا سبز- کریپتون پر می شود، آبی ایجاد می کند.

انواع لیزرهای گازی

لیزر دی اکسید کربن:

این نوع لیزر کارآمد ترین لیزر گازی و پرتوان ترین لیزر پیوسته و یکی از لیزرهای چندکاره موجود در بازار می باشند. این لیزر دارای توان خروجی ۵۰-۵۰۰W موج پیوسته در طول موج ۶/۱۰ میکرومتر فرو سرخ می باشد. لیزرهای گازی دی اکسید کربن در مقایسه با انواع دیگر لیزرها بازده بیشتری دارند و برای برش پلاستیک، لاستیک و فلزات تا ضخامت یک سانتیمتر به کار می روند. باریکه خروجی لیزر دی اکسیدکربن وقتی کانونی شود، می تواند صفحات الماس و فولاد ضخیم را در عرض چند ثانیه برش دهد.

۲) لیزرهای جامد

لیزر جامد شامل یک ماده جامد نیمه شفاف، نظیر یاقوت است که توسط یک پالس نور از یک لامپ جرقه زن گزنون، به داخل یک وضعیت تحریک شده پمپ می شود. لیزر یاقوت، متداول ترین نوع لیزر جامد و اولین نوع لیزر ساخته شده یک لیزر یاقوتی ساده از سه بخش تشکیل می شود: است. – یک بازتابنده که نور را از لامپ گزنون به یاقوت هدایت می کند – یک چشمه نور مثل یک لامپ گزنون – استوانه ای از یاقوت مصنوعی، لیزر جامد شامل یک ماده جامد نیمه شفاف، نظیر یاقوت است که توسط یک پالس نور از یک لامپ جرقه زن گزنون، به داخل یک وضعیت تحریک شده پمپ می شود.

لیزر یاقوت، متداول ترین نوع لیزر جامد و اولین نوع لیزر ساخته شده، یک لیزر یاقوتی ساده از سه بخش تشکیل می شود:

- استوانه ای از یاقوت مصنوعی
- یک چشمه نور مثل یک لامپ گزنون
- یک بازتابنده که نور را از لامپ گزنون به یاقوت هدایت می کند.

۲) لیزرهای جامد

استوانه یاقوتی ، بخش اصلی دستگاه است . قطر آن در حدود ۷ میلیمتر و طولش ۳/۵ تا ۵ سانتیمتر است. دو قاعده استوانه صیقل خورده و نقره اندود شده است تا آینه کاملی باشد. قاعده دیگر نیز نقره اندود است ولی نه کاملاً به طوری که می تواند قسمتی از نور را از خود عبور دهد.

۲) لیزرهای جامد

یاقوت ها به طور طبیعی در طبیعت یافت می شوند، اما به طور مصنوعی نیز از بلور اکسید آلومینیوم که در آن تعداد نسبتاً کمی اتم کروم معلق وجود دارد، ساخته می شوند.

اتم های کروم از طریق گسیل القایی، کوانتوم نور تولید می کنند.

اتم های اکسیژن و آلومینیم که بقیه بلور را تشکیل می دهند فقط اتم های کروم را در جایشان نگه می دارند.

اتم های کروم نسبتاً بزرگ هستند و تعداد زیادی الکترون در مدارهایشان دارند.

۲) لیزرهای جامد

اتم های کروم، طول موج های بنفش، آبی و سبز را از نور سفید جذب می کنند که باعث می شود، به یک وضعیت انرژی بالاتر پمپ شوند. اتم های کروم به یک وضعیت نیمه پایدار به مدت چند میلی ثانیه و به یک سطح انرژی پایین تر بر می گردند و یک فوتون از طول افت می کنند و سپس تحت تأثیر افت تحریک شده قرار می گیرند موج قرمز را در این فرایند گسیل می کنند.

۲) لیزرهای جامد

میرایی اولیه در تمامی جهت ها است بنابراین فقط کسر کوچکی از فوتون ها به طرف آینه کاملاً نقره اندود حرکت کرده و سپس از آنجا به طرف آینه نسبتاً نقره اندود منعکس می شوند. در یک مدت کوتاه تعدادی از جبهه های موج، عقب و جلو بین آینه ها منعکس می شوند، که توسط تقویت متقابل انرژی نور لیزر را می سازند. برخی موج ها روی هر بازتاب می گریزند که تشکیل یک جبهه موج هم فاز را می دهند.

۳) لیزرهای مایع

لیزرهایی که از مایعات به عنوان محیط فعال استفاده می کنند، این مزیت را دارند که از گازها متراکم ترند و مایعات را می توان به گردش انداخته و خنک کرد. درسال ۱۹٦٦ سوره کین و لانکارد در مرکز تحقیقات واتسون اولین لیزر رنگینه ای مایع را به معرض تماشا گذاشتند. از آن به بعد صدها رنگینه فلوئورسنت پیدا کرده اند که عمل لیزری ایجاد می کنند. در لیزر مایع، رنگینه محیط فعال است که این رنگینه ها را محلولهای برخی ترکیبات آلی رنگین از قبیل مایعاتی نظیر اتانول ، متانول یا آب تشکیل می دهد. رنگینه معمولاً در مایع حلالی مثل الکل یا اتیلن گلوکول (ضد یخ)، حل می شود. چشمه انرژی در لیزر رنگینه ای مایع معمولاً لامپ درخشی یا یک لیزر دیگر است. رنگینه ها می توانند باریکه های لیزری را در گستره وسیعی از طول موجها گسـیل دارند و این مزیـت بزرگ رادارند که قابل تنظیم هستند.

٤) لیزرهای نیمه رسانا

در لیزر نیمه رسانا که لیزر دیود نیز نامیده می شود، از الکتریسته ساختار آن با سایر لیزرهای جامد بسیار متفاوت است ولی خیلی به عنوان چشمه انرژی استفاده می شود. شبیه دیود نور گسیل (LED) است. این نوع لیزر به علت کوچکی و قابلیت مدولاسیون برای فرکانسهای بالا، یک ابزار مهم به عنوان منابع نور فیبرهای نوری در مخابرات می باشد.

کاربردهای لیزر در پزشکی

در حال حاضر کاربرد لیزر در پزشکی به خصوص در جراحی ها مزایای جراحی لیزری بر حسب نوع عمل، نوع لیزر و بعضی اوقات از بسیار زیاد و متنوع است. حالتی به حالت دیگر متفاوت است. حصول تمامی این مزایا به شرطی مقدور است که لیزر به طور صحیح مورد استفاده قرار گیرد.

کاربردهای لیزر در پزشکی

بعضی از این مزایا عبارت است از:

میدان جراحی خشک (بدون خونریزی)، کاهش اتلاف خون، کاهش تورم، انتقال از طریق رشته های نوری، تداخل نداشتن با لوازم تحریک کننده، دقت زیاد ، کاهش درد های بعد از عمل، کاهش وسایل جراحی در زمینه عمل جراحی و...

کاربردهای لیزر در پزشکی

کاربرد لیزر در درمان بیماری های پوستی:

لیزرهای کم انرژی در درمان رگ های واریسی پوست، لکه های عروقی و ماه گرفتگی ها و همچنین کاهش موهای زاید به کار می روند. لیزرهای کم انرژی در واقع اشعه های نورانی خنکی هستند که به سطح پوست نفوذ می کنند اما هیچ گونه تخریب یا عارضه بدی به جای نمی گذارند.

کاربردهای لیزر در پزشکی

کاربرد لیزر در چشم پزشکی:

چند عارضه جدی چشم انسان از جمله آب مروارید، آب سیاه وانواع مختلفی از آسیب های شبکیه می توانند باعث کوری شوند. امروزه بسیاری از این عارضه ها را می توان با جراحی لیزری چشم همچنین جراحی لیزری چشم، لیزیک برای اصلاح نزدیک بینی، تصحیح کرد. دوربینی و آستیگماتیسم کاربرد دارد.

کاربردهای لیزر در پزشکی

استفاده از لیزر به عنوان چاقوی جراحی:

در چاقوی جراحی لیزری معمولاً از لیزرهای متمرکز شده مثل لیزر گازی دی اکسیدکربن استفاده می شود. این باریکه اشعه به شدت توسط مولکول های آب موجود در بافت ها جذب می شود و موجب بخار شدن آنها و در نتیجه برش بافت می شود. چاقوهای لیزری دقت جراحی ها را تا حد میکروسکوپی بالا برده است. همچنین با محاسبات دقیق می توان در نواحی غیرقابل دسترس به جراحی با لیزر پرداخت مثل جراحی های حلق، نای، گوش میانی و جراحی های مغز واعصاب همچنین استفاده از لیزر به عنوان چاقوی جراحی امکان خون ریزی های غیرقابل کنترل درحین جراحی را از بین برده است.

پایان بخش ششم