

ادوات نوری

دکتو جواد باصری عضو هیئت علمی دانشگاه خاوران

گرد آورنده : نازنین نعمانی دانشجوی کارشناسی الکترونیک دانشگاه خاوران

چکیده

مهمترین قسمت گیرنده نوری، بخش آشکار سازی اطلاعات است . بین انواع آشکارسازها، آشکار ساز نوری بهمینی به دلیل داشتن بهره جریان از اهمیت ویژه ای برخوردار است . نیمه رساناها گروهی از مواد هستند که رسانایی الکتریکی آنها بین فلزات و عایق ها قرار دارد . ویژگی مهم این مواد این است که رسانایی آنها با تغییر دما، برانگیزش نوری و میزان ناخالصی به نحو قابل ملاحظه ای تغییر میکند . این قابلیت تغییر خواص الکتریکی، مواد نیمه رسانا را انتخاب مناسبی برای تحقیق در زمینه قطعات الکترونیکی ساخته است

کلمات کلیدی : آشکارساز نوری، خصوصیات LED، تولید نور لیزر، لیزر نیمه رسانا، اشعه مادون قرمز،

انواع فرستنده گیرنده مادزن قرمز

۱- مقدمه :

تعریف دقیقی برای نور وجود ندارد، جسم شناخته شده یا مدل مشخص که شبیه آن باشد وجود ندارد . ولی لازم نیست فهم هر چیز بر شباهت مبتنی باشد . نظریه الکترومغناطیسی و نظریه کوانتومی با هم ایجاد یک نظریه نامتناقض و بدون ابهام می کنند که تمام پدیده های نوری را توجیه می کنند. نظریه ماکسول درباره انتشار نور بحث می کند در حالیکه نظریه کوانتومی بر هم کنش نور و ماده یا جذب و نشر آن را شرح می دهد از آمیختن این دو نظریه، نظریه جامعی که کوانتوم الکترو دینامیک نام دارد، شکل می گیرد. چون نظریه های الکترو مغناطیسی و کوانتومی علاوه بر پدیده های مربوط به تابش بسیاری از پدیده های دیگر را

نیز تشریح می کنند منصفانه می توان فرض کرد که مشاهدات تجربی امروز را لاقلاً در قالب ریاضی جوابگو است.

۲- LED: ساختمان و طرز کار

روش تولید LED تشعشع کریستال ها است که نور توسط تحریک کریستال ها که از عناصر نیمه هادی هستند تولید می شود (روش الکترو لومینانس (Electro Luminance)) ساختمان LED شامل دو ناحیه P و N است. در ناحیه N اتم های کریستال دارای الکترونها می باشد و در ناحیه P کمبود الکترون وجود دارد. با اعمال ولتاژ دو سر LED، بین این دو ناحیه یک ناحیه PN تشکیل می شود که به آن ناحیه تخلیه (LIGHT EMITTING DIODES) نیز می گویند. در اثر عبور جریان الکتریکی، الکترون ها با اتم هایی که کمبود الکترون نور داشتند ترکیب می شوند و به این ترتیب نور تولید می شود.

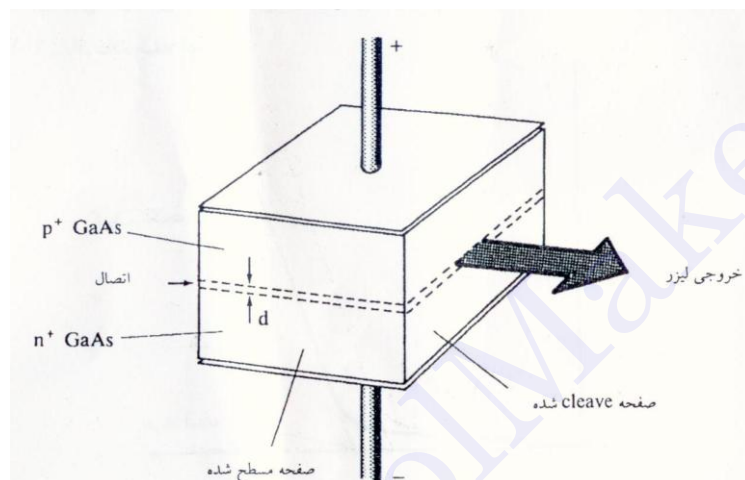
۳- اصول تولید نور لیزر:

بر مبنای تئوری اینشتین (تحریک اتم توسط انرژی خارجی) بنا نهاده شده است. الکترونها مدار خارجی هر اتم بر اثر دریافت انرژی به مدارهای بالاتر می پرند در این حالت اتم را تحریک شده می گویند. اتم تحریک شده بلافاصله توسط الکترونش انرژی دریافتی خود به مدار قبلی بر می گرداند در صورتی که اتم در حالت تحریک شده مجدداً تحریک شود برگشت الکترون به مدار پایین سریع شده و دو موج کاملاً مشابه همزمان با بازگشت الکترون به سطح قبلی انرژی خود از اتم خارج می شود این عمل را نشر تحریک گویند. بدین صورت که امواج مشابه همدیگر را تقویت کرد و تقویت این امواج توسط نشر تحریک شده اصول عملکرد لیزر است.

۴- لیزرهای نیمه رسانا:

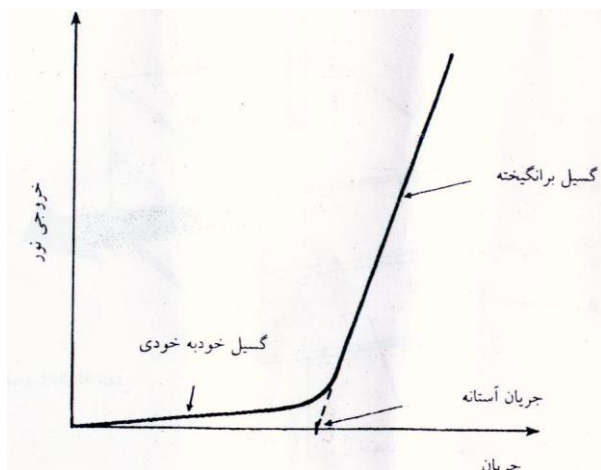
آمیخته ای از پیوند P-N دارند. نسبت به لیزرهای جامد و گازی ارزانتر و کم حجم ترند. اغلب در ژيروسکوپها برای مخابرات و صنایع نظامی استفاده می شوند.

یک طرح شماتیک برای لیزر اتصال همگن GaAs در شکل زیر نشان داده شده است. عمل لیزر فقط در ناحیه باریکی (منطقه فعال) به وقوع می پیوندد. بازخورد نوری معمولا با استفاده از بازتاب های از دو انتهای کاملا صاف بریده شده، نیمه هادی انجام می شود و باعث عمل لیزر می شود گر چه میزان بازتاب نسبتا کم است، اما معمولا برای عمل لیزر کافی است. ساخت آینه های بسیار دقیق گران است و جز در موارد خاصی به کار گرفته نمی شود.



شکل ۱: ساختمان شماتیک یک لیزر نیمه هادی GaAs هم اتصال (طول کناری حدود ۴۰۰-۲۰۰ میکرون) گسیل ها در ناحیه باریک محل اتصال به پهنای d انجام می شود.

مقدار جمعیت و بنابراین بهره با جریان عبوری بیان می شود. در جریان پائین هر جمعیت معکوسی حاصل شود به دلیل اتلاف های موجود، لیزر به وقوع نمی پیوندد هر تابشی که حاصل می شود به دلیل گسیل خود به خودی است که به طور خطی با افزایش جریان، افزایش می یابد. با جریان بیشتر از جریان بحرانی (جریان آستانه) لیزر به وقوع می پیوندد و تابشی خروجی خیلی سریع با افزایش جریان افزایش می یابد. همان طوری که در شکل زیر نشان داده شده است.



شکل ۲: مشخصات نور خروجی بر حسب جریان یک لیزر نیمه هادی ایده آل

از ویژگی های لیزرهای نیمه هادی که آنها را از دیگر لیزرها متمایز می نماید، واگرایی خیلی زیاد پرتوهای لیزر است، گر چه با توجه به تعریف لیزر انتظار داریم پرتوهای کاملا موازی و با واگرایی کم داشته باشیم، لکن این امر برای لیزرهای نیمه هادی چنین نیست. این امر اساسا به دلیل ابعاد بسیار کوچک سطح مقطع ناحیه فعال در این لیزرها است. این ابعاد در حدود طول موج لیزر است و لذا اثرات پراش بسیار قوی است. گر چه پهناهای اتصال نسبتا پهن است عمل لیزر معمولا به صورت غیر یکنواخت در عرض سطح نهایی ناحیه فعال، پس از محصور شدن در ناحیه با ابعات خطی، حدود میکرون انجام می شود. توزیع پرتوها عموما در صفحه اتصال از صفحه عمود بر آن کمتر است و زاویه واگرایی حدودا 140° است.

۵- گسترده اشعه مادون قرمز

مادون در لغت به معنای زیر دست و قرمز به معنای هر چه به رنگ خون باشد، است. پس میتوان گفت که مادون قرمز اشعه بسیار ریز و قرمز رنگ است.

اشعه مادون قرمز یا فرو سرخ، انرژی الکترومغناطیسی است که برای چشم انسان نامرئی است و در طیف الکترومغناطیسی، بین امواج رادیویی و نور مرئی قرار دارد و با سطوح انرژی اتمی ارتباط دارد. این اشعه که در نور خورشید و منابع مصنوعی وجود دارد، اگر توسط ماده جذب شود، آن را گرم می کند.

منطقه اشعه مادون قرمز بین طول موجهای 0.8 میکرومتر (که حد نور مرئی است) و ۳۴۳ میکرومتر قرار دارد ..

در اشعه مادون قرمز طول موجهای کوتاهتر از ۱.۵ میکرومتر از پوست می گذرند و بقیه جذب شده و تولید حرارت می کنند.

با توجه به سهم امواج مادون قرمز از طیف رنگها، استفاده های کاربردی زیادی را میتوان برای این امواج نام برد از جمله مقصدیابی و رهگیری هدف در موارد نظامی، تنظیم دما از راه دور، استفاده در بیسیمها برای ارتباطات short-area، طیف بینی و پیش بینی وضعیت هوا و

۶- دیودهای نوری

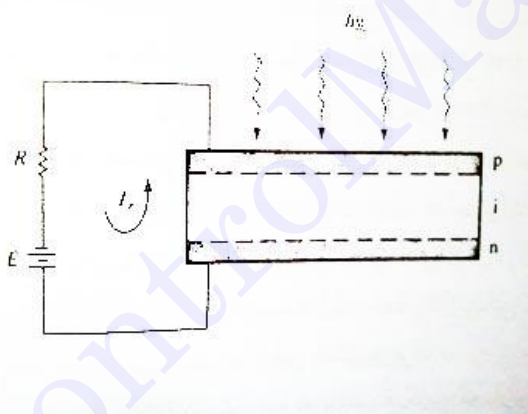
نمونه های ماده نیمه رسانا را می توان با تغییر در رسانایی متناسب با یک نرخ تولید نوری به عنوان نور رسانا بکار برد. غالبا از قطعات پیوندی می توان برای بهبود سرعت پاسخ و حساسیت آشکار سازهای نوری یا تابش های پر انرژی استفاده کرد. قطعات دو پایانه طراحی شده برای پاسخ به جذب فوتون، دیود نوری نامیده می شوند. برخی از دیودهای نوری سرعت پاسخ و حساسیت بسیار بالایی دارند . از آنجائی که الکترونیک نوین علاوه بر سیگنالهای الکتریکی اغلب دارای سیگنالهای نوری نیز می باشد، دیودهای نوری نقش مهمی را به عنوان قطعات الکترونیک ایفا می کنند.

۷- آشکار سازهای نوری

در بیشتر کاربردهای آشکارسازی نور، سرعت پاسخ آشکار ساز بسیار مهم است مثلا اگر دیود نوری بخواهد به یک سری پالسهای نوری با فواصل ۱ns پاسخ دهد، باربرهای اقلیت تولید شده بر اثر نور بایستی در زمان بسیار کمتر از ۱ns به پیوندگاه نفوذ کرده و به طرف دیگر کشیده شوند . در این فرایند، مرحله نفوذ باربرها امری زمان بر بوده و باید در صورت امکان حذف شود . پس مطلوب است که پهنای ناحیه تهی W با اندازه کلفی بزرگ باشد تا اکثر فوتونها بجای نواحی خنثی n و p در درون W جذب شوند.

از طرف دیگر، W نباید آنقدر پهن باشد که زمان لازم برای رانش باربرهای تولید شده بر اثر نور به خارج از ناحیه تهی بیش از حد باشد.

یک روش مناسب برای کنترل پهنای ناحیه تهی، ساختن یک آشکار ساز نوری $p-i-n$ است (شکل زیر) ناحیه "i"، مادامی که مقاومت ویژه زیاد است، لزومی ندارد که حقیقتا ذاتی باشد می توان آن را به روش رو نشستی روی بستر نوع n رشد داد و ناحیه p را توسط نفوذ ایجاد کرد. هنگامی که این قطعه در گرایش معکوس قرار گیرد، ولتاژ وارده تقریبا بطور کامل دو سر ناحیه i ، ظاهر می شود. اگر طول عمر باربرها در ناحیه i در مقایسه با زمان رانش طولانی باشد، بیشتر باربرهای تولیدی توسط نواحی p و n جمع آوری خواهند شد.



شکل ۳: نمایش شمایی یک دیود نوری $p-i-n$

۸- انواع فرستنده و گیرنده نوری مادون قرمز

فرستنده IR :



نوعی LED است که نور مادون قرمز تولید می کند و برای فرستادن نورهای نامرئی از آن استفاده می شود. نور مادون قرمز یکنور نامرئی است که می توان آن را با دوربین عکاسی یا دوربین موبایل مشاهده کرد فرستنده با فرستادن اشعه مادون قرمز و برخورد با جسم بازتاب می کند و به گیرنده میرسد که می تواند فاصله را تشخیص دهد.

گیرنده مادون قرمز :



دقیقا مثل LED است با این تفاوت که باید به صورت پایه معکوس در مدار قرار گیرد و عملا در نقش یک سنسور است. اگرچه گیرنده مادون قرمز یک LED است اما وقتی آن را در مدار به صورت معکوس قرار می دهیم مانند فوتوسل ساختار مقاومتی از خود نشان میدهد. زمانی که نور مادون قرمز ساطع شده از فرستنده به آن برسد مقاومتش کم شده و در صورت نرسیدن مقاومتش زیاد میگردد.

۹- منابع :

۱. بن جی استریتمن، فیزیک الکترونیک ، ترجمه علامحسین روئین تن ، سعید صمدی، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران ، چاپ چهارم ۱۳۸۴
۲. ج ویلسون، ج ف ب هاوکز، لیزر اصول و کاربردها، ترجمه دکتر عباس بهجت، انتشارات دانشگاه یزد، ۱۳۸۵