محمد اعرابیان

جزوه درس الکترونیک کاربردی

جلسه چهارم

برای جزئیات بیشتر **اسکن کنید**

نسخه ۱.۱ | تهیه شده در بهمن ۱۴۰۰

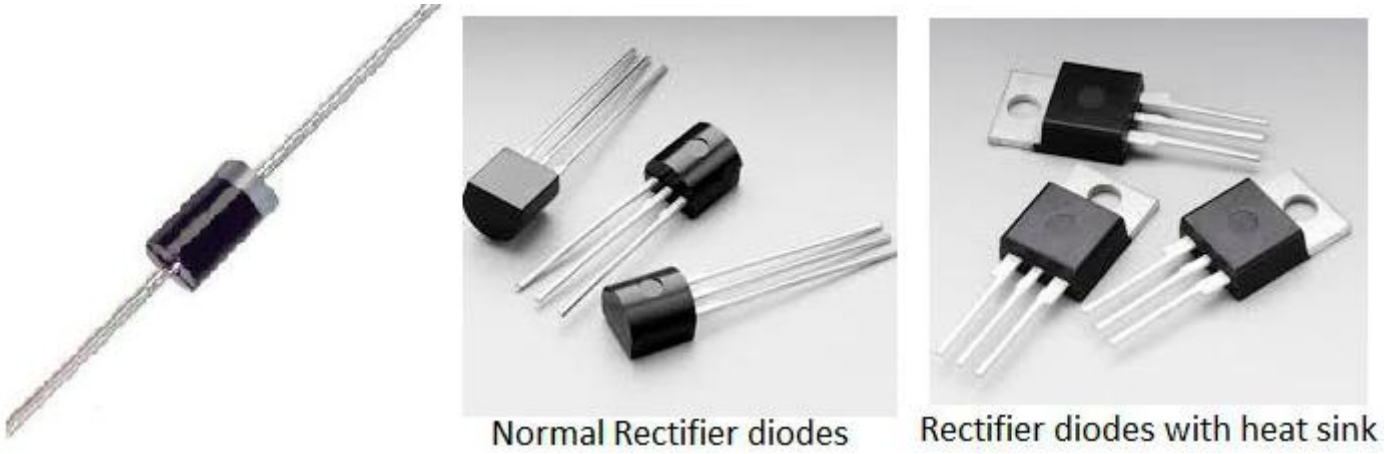
تمامی حقوق این جزوه برای **محمد اعرابیان** محفوظ است.

دیودهای پیوندی

این دیودها ، دیودهای معمولی با پیوند P-N هستند اما انواع مختلف آن‌ها از نظر ساختاری با هم تفاوت دارند. در واقع ما سه نوع دیود پیوندی داریم

دیود یکسوساز

از نوع دیودهای پیوندی P-N هستند که تنها اجازه‌ی عبور جریان از یک سمت را می‌دهند. این دیودها در مدارهای یکسوسازی استفاده می‌شوند تا جریان متناوب را به جریان مستقیم تبدیل کنند.

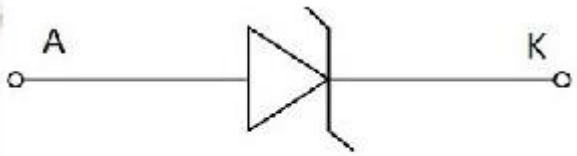


در تصویر بالا ما دیودهای یکسوساز یکسانی را می‌بینیم، در یک نمونه زائده‌ی فلزی در قسمت بالایی خود دارد. این زائده‌ی تخت فلزی را هیت‌سینک (**Heat sink**) گفته و آن را به این منظور به دیود اضافه می‌کنند که توزیع گرما در بدنه اصلی دیود به حداقل برسد. این گرما گاهی می‌تواند به دیود آسیب برساند. بنابراین داشتن این مزیت، عملکرد دیود را ارتقا بخشیده و دیود را قادر می‌سازد که بتواند در توان‌های بالا نیز کار کند؛ بدون آن‌که خودش یا مدار آسیب ببینند.

دیود زنر

دیود زنر نوعی ویژه از دیودهاست که جریان را چه در جهت مستقیم و چه در جهت معکوس از خود عبور می‌دهد. می‌دانیم که یک دیود معمولی اگر در بایاس معکوس قرار داده شود و جریان عبوری از آن از حد مشخصی بالاتر رود، آسیب خواهد دید. این حد مشخص را نیز ولتاژ شکست نامیدیم.

ولتاژ شکست یک دیود زنر بسیار کم است. اما تفاوت اینجاست که دیود زنر پس از عبور ولتاژ از آستانه ولتاژ شکست، بدون آسیب دیدن باز هم به جریان معکوس اجازه عبور از خود را می‌دهد. ولتاژ شکست دیود زنر را ولتاژ زنر می‌نامیم. بنابراین در این نوع دیود ، شکستی وجود دارد که تحت کنترل ماست و پس از عبور از ولتاژ زنر، جریان معکوس به دیود آسیبی نمی‌رساند.



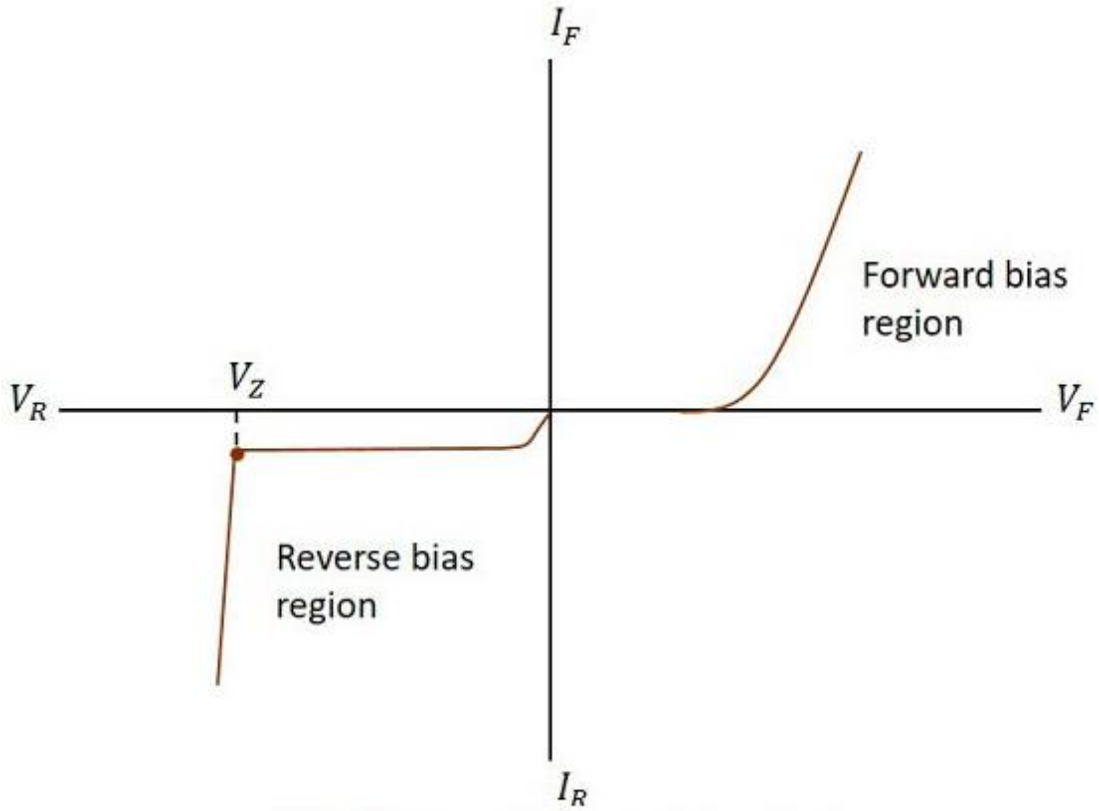
Symbol for Zener diode

یک دیود زنر در بایاس معکوس خود، یک ولتاژ شکست کنترل شده ارائه می‌دهد و به جریان اجازه می‌دهد که ولتاژ دو سر دیود را در ولتاژی نزدیک به ولتاژ زنر نگه دارد. به این ترتیب هر دیود زنر با داشتن ولتاژ زنری مشخص ، در کابردی مشخص به کار گرفته می‌شود.

دیود بهمنی نوع دیگری از دیود است که مشخصات و رفتاری مانند دیود زنر دارد. در بایاس معکوس، یک شکست بهمنی (هجوم زیاد جریان) در تمام دو سر پیوند P-N اتفاق می‌افتد. در این حالت ولتاژ ثابت است و از جریان تبعیت نمی‌کند. از این دیودها در آشکارسازهای نوری استفاده می‌کنند.

مشخصه I –V دیود زنر

مشخصه‌ی V-I یک دیود زنر در قسمت بایاس مستقیم، مانند یک دیود معمولی است. اما دیود زنر، در قسمت بایاس معکوس مشخصه‌ی متفاوتی دارد که لازم است به آن توجه کنیم. این مشخصه را در تصویر زیر می‌بینیم.



V – I Characteristics of a Zener diode

نقطه خمیدگی نمودار که در ناحیه‌ی بایاس معکوس قرار دارد، نقطه‌ی ولتاژ شکست زنری است که با V_Z نمایش داده شده. با رسیدن به این نقطه و عبور از آن، جریان معکوس بالایی از دیود عبور می‌کند. این ویژگی باورنکردنی دیودهای زنر، آن‌ها را به قابل اطمینان‌ترین نوع دیودها که کاربردهای فراوانی نیز دارند، تبدیل کرده است.

برخی از این کاربرد های دیود زنر:

- کاربرد به عنوان رگولاتور ولتاژ.
- کاربرد به عنوان تامین کننده یک مرجع ولتاژ ثابت در مدار بایاس ترانزیستورها.
- کاربرد در مدارهای قطع‌کننده، محدودکننده و اصلاحگر شکل موج.
- کاربرد به عنوان محافظ مدارها در برابر اعوجاج.
- کاربرد به عنوان محافظ کنتورها در مواردی که احتمال آسیب‌های تصادفی وجود دارد.

دیودهای سوییچینگ

یکی از انواع معمولی دیودهای پیوندی P-N که به طور خاص به منظور کاربردهای سوییچینگ طراحی می‌شود. این دیود می‌تواند دو وضعیت مقاومت بالا و مقاومت پایین را به صورت متمایز و متناوب از خود بروز دهد.

خازن پیوندی این دیود بسیار پایین طراحی شده است و به این ترتیب تاثیرات ناشی از آن، بسیار اندک است. زمانی که مقاومت آن بالا باشد، مانند یک سوییچ باز عمل می‌کند و زمانی که مقاومت پایین باشد، مانند یک سوییچ بسته. سرعت سوییچ (تغییر) آن بین حالات مختلف نیز بالا در نظر گرفته شده است به طوریکه نرخ تغییرات آن از هر سوییچ معمولی دیگری بیشتری است.

کاربردهای دیود سوییچینگ

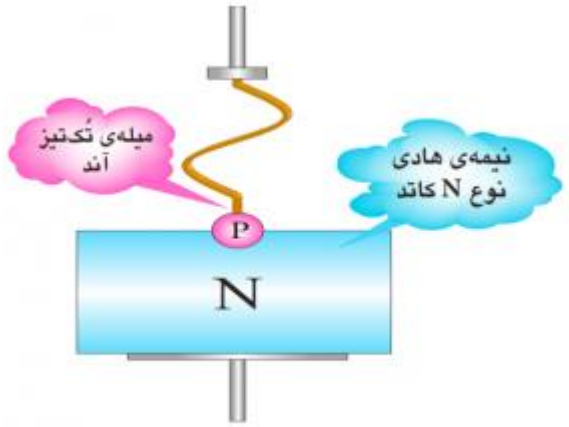
- در مدارهای یکسوساز با سرعت بالا
- در مدولاتورهای حلقه(ring)
- در گیرنده‌های فرکانس رادیویی
- کاربرد به عنوان محافظ در برابر جریان‌های قطب معکوس
- قابل استفاده به عنوان سوییچ‌های عمومی یا سوییچ‌های سرعت بالا

دیود اتصال نقطه ای (Point Contact Diode)

دیود های معمولی در بایاس معکوس ، یک ظرفیت خازنی در حدود PF را ایجاد می کنند. اگر بخواهیم این دیود ها را در فرکانس های بالا به کار ببریم ، به دلیل ظرفیت خازنی در بایاس معکوس ، جریان از مدار عبور می کند. زیرا در فرکانس بالا مقاومت معکوس دیود ، کم می شود.

از این رو باید ظرفیت خازنی دیودهایی را که در فرکانس بالا به کار می روند کم نمود. برای کم کردن ظرفیت خازن ، ساده ترین ، کم کردن سطح اتصال هادی ها است. لذا اتصال دیود های اتصال نقطه ای را برای فرکانس های بالا و جریان های کم می سازند.

در شکل زیر ساختمان ساده ی یک دیود اتصال نقطه ای را مشاهده می کنید :



نمایش ساخت دیود اتصال نقطه‌ای

برای ساختن این دیود ، کریستال نیمه هادی نوع N را معمولا از جنس ژرمانیوم انتخاب می کنند و یک سیم نازک مخصوص که خاصیت فنری داشته باشد به آن می چسبانند ، سپس یک جریان ضربه ای قوی از آن می گذرانند.

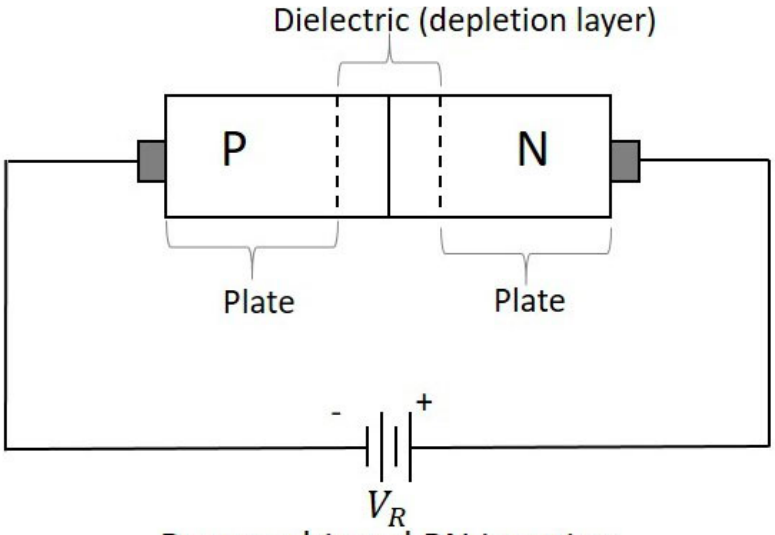
در اثر این عمل اولا کریستال نوع N ذوب می شود و نک سیم در داخل آن فرو می رود. ثانیا در اطراف آن یک ناحیه ی بسیار کوچک P ایجاد می گردد. این دیود یکی از پرکاربرد ترین دیود های اتصال نقطه ای است که در مداراتی که در آن ها دیود لازم است و فرکانس بالا هستند به کار می رود. البته این دیود باید برای جریان های کم به کار برود

دیود ورکتور

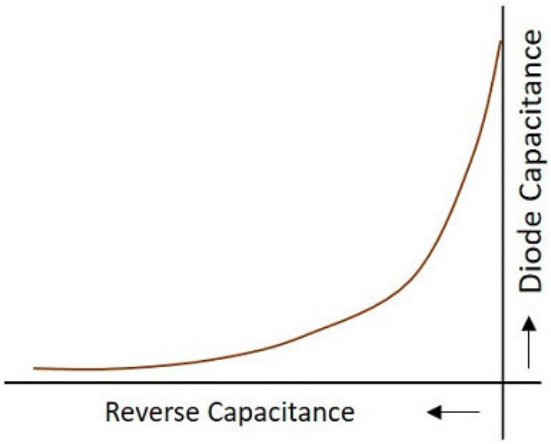
یک دیود پیوندی در دو طرف پیوند خود دارای دو پتانسیل مثبت و منفی است و در این شرایط ناحیه تخلیه مانند یک دی‌الکتریک عمل می‌کند. و به این ترتیب در این‌جا یک خازن خواهیم داشت.

دیود ورکتور دیودی به‌خصوص است که در ناحیه‌ی بایاس معکوس که در آن خازن پیوند دچار تغییر می‌شود، عمل می‌کند. دیود ورکتور را گاهی خازن متغیر یا خازن ولتاژی نیز می‌نامند. در تصویر زیر یک دیود ورکتور را می‌بینیم که به صورت بایاس معکوس در مدار قرار گرفته است.

اگر ولتاژ معکوس اعمال شده افزایش پیدا کند، پهنای ناحیه‌ی دی‌الکتریک نیز افزایش می‌یابد که موجب کاهش خازن پیوندی خواهد شد. و اگر ولتاژ معکوس اعمال شده کاهش پیدا کند، پهنای ناحیه‌ی دی‌الکتریک نیز کاهش می‌یابد که موجب افزایش خازن پیوندی خواهد شد. اگر ولتاژ بایاس معکوس به صفر رسد، خازن پیوند حداکثر مقدار خود را خواهد داشت.



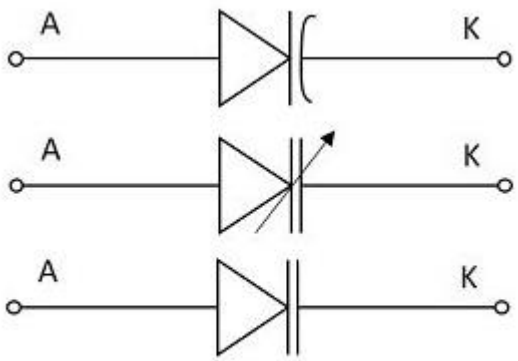
Reverse biased PN junction



Capacitance versus Reverse voltage

با آن‌که این خازن پیوندی در تمام دیودهای پیوند وجود دارد، خازن‌های ورکتور را به طور مشخص به نحوی طراحی و تولید می‌کنند که از اثر این خازن بهره‌برداری کنیم و وضعیت‌های متنوع این خازن را افزایش دهیم.

در تصویر زیر، انواع نمادهای مداری که برای دیود ورکتور به کارگرفته می‌شود را می‌بینیم. تنوع این نماد ها به دلیل تنوع عملکردهای دیود ورکتور است.



Symbol for Varactor diode

A Practical Varactor diode

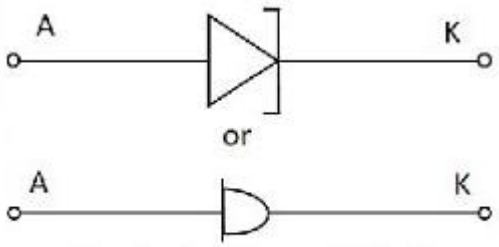
کاربردهای دیود ورکتور

- استفاده به عنوان خازن متغیر با ولتاژ
- استفاده در مدار تانک LC متغیر
- استفاده به عنوان کنترلر خودکار فرکانس
- استفاده به عنوان مدولاتور فرکانس
- استفاده به عنوان جابه‌جاکننده (shifter) فازRF
- استفاده به عنوان ضرب‌کننده ولتاژ در مدار اسیلاتور محلی

دیود تونلی

اگر تجمع ناخالصی در یک پیوند P-N معمولی را به‌شدت افزایش دهیم، یک دیود تونلی ایجاده کرده‌ایم. گاهی به آن‌ها دیود ایساکی هم گفته می‌شود که نام مخترع آن است.

زمانی که تجمع ناخالصی در یک پیوندP-N معمولی دچار افزایش شود، پهنای ناحیه‌ی تخلیه کاهش می‌یابد. چرا که افزایش غلظت ناخالصی‌ها، حامل‌های بیشتری را برای عبور از پیوند نیرومندتر می‌کند. حال هر قدر این غلظت را افزایش دهیم، به علت پهنای کمتر و کمتر ناحیه‌ی تخلیه و به علت انرژی بیشتر حاملان بار، آن‌ها به جای عبور کردن از روی سد پتانسیلی، به اصطلاح در میان آن نفوذ می‌کنند. این پدیه نفوذ کردن را به نوعی تونل زدن تعبیر می‌کنند و از همین رو این دیودها را دیود تونلی می‌نامند.

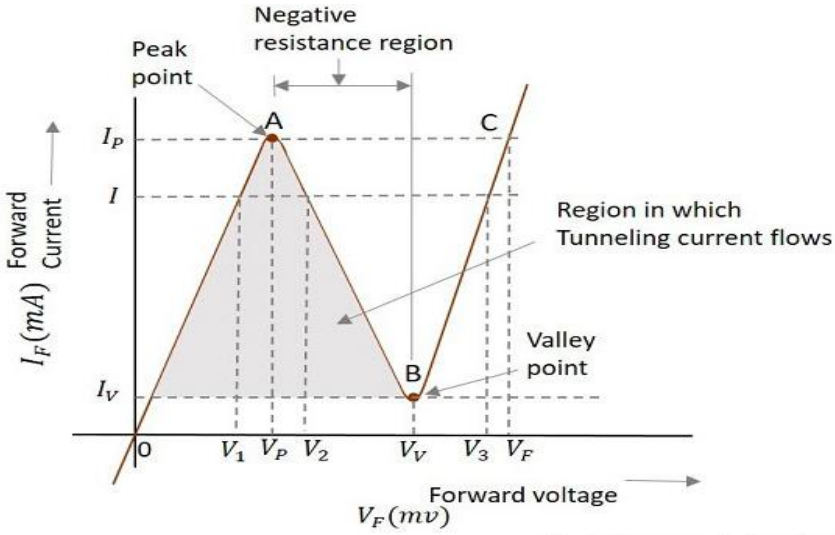


Symbol of Tunnel diode

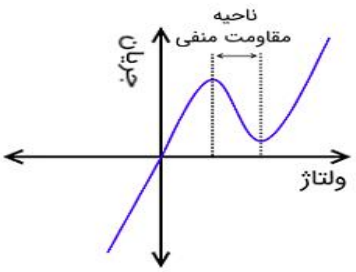
دیودهای تونلی قطعاتی کم‌توان هستند و لازم است با دقت از آن‌ها استفاده شود چرا که ممکن است حتی بوسیله الکتریسته ساکن و گرما تحت تاثیر قرار بگیرند.

مشخصهI-V دیود تونلی

دیود تونلی مشخصهV-I مخصوص به خود را دارد که عملکرد آن را توضیح می‌دهد. در تصویر زیر می‌توانیم نگاهی به این مشخصه بیاندازیم.



V – I Characteristics of a Tunnel diode



تصور کنید که دیود در وضعیت بایاس مستقیم است. با افزایش ولتاژ مستقیم، جریان مرتبا افزایش می‌یابد تا زمانی که به یک نقطه‌ی قله برسد (IP). ولتاژ در نقطه IP را نیز ولتاژ قله (VP) می‌نامیم. این نقطه در نمودار بالا با A مشخص شده است. حال اگر ولتاژ از VP نیز فراتر رود، آن‌گاه جریان شروع به کاهش یافتن می‌کند تا به نقطه‌ی مشخصی برسد که آن را جریان دره یا (IV) می‌نامیم. ولتاژ در نقطه IV را نیز ولتاژ دره (VV) می‌نامیم. این نقطه در نمودار بالا با B مشخص شده است. اگر ولتاژ باز هم از این فراتر رود، جریان مانند یک دیود معمولی افزایش می‌یابد. و برای مقادیر بزرگ‌تر ولتاژ مستقیم، جریان نیز به صورتی فراتر از آن(با شیبی بزرگتر از ۱) افزایش می‌یابد.

مقاومت منفی

اگر تصور کنیم که دیود در وضعیت بایاس معکوس است، آن‌گاه دیود تونلی مانند یک رسانای بی‌نظیر عمل خواهد کرد و هر قدر ولتاژ معکوس افزایش یابد، کیفیت رسانایی نیز بهتر خواهد شد. در واقع دیود تونلی در این حالت مانند یک ناحیه‌ی با مقاومت منفی عمل می‌کند.

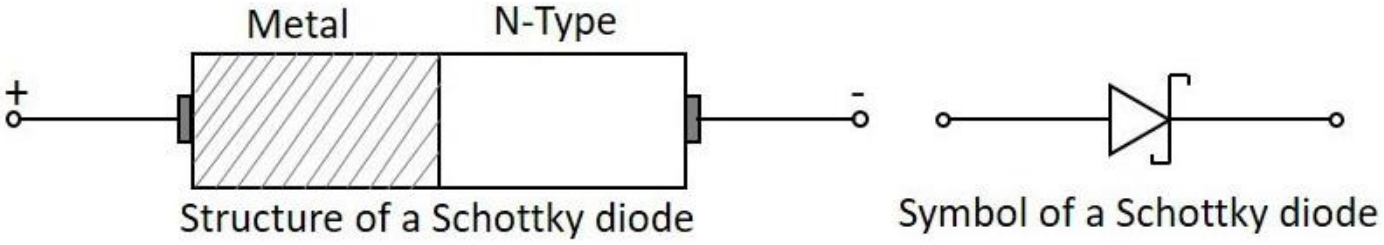
کاربردهای دیود تونلی

- کاربرد به عنوان یک قطعه‌ی سوییچینگ سریع
- کاربرد به عنوان یک قطعه‌ی ذخیره‌ی حافظه
- استفاده در اسیلاتورهای مایکروویو
- استفاده در اسیلاتور

دیود شاتکی

نوعی منحصربه فرد از دیودها که در آن به جای پیوند دو نیمه‌هادی N و P از اتصال یک فلز با یک نیمه‌هادی استفاده می‌شود. در واقع نیمه‌هادی نوع P در این‌جا با یک فلز جایگزین شده و با نیمه‌هادی نوع N پیوند

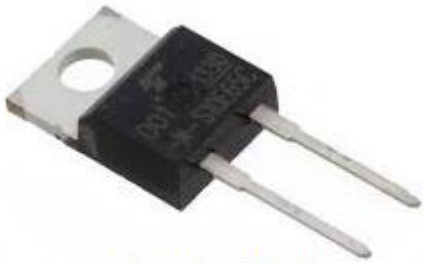
برقرار می‌کند. این ترکیب دیگر ناحیه تخلیه نخواهد داشت. تصویر زیر یک دیود شاتکی و نماد مداری آن را نشان می‌دهد.



Structure of a Schottky diode

Symbol of a Schottky diode

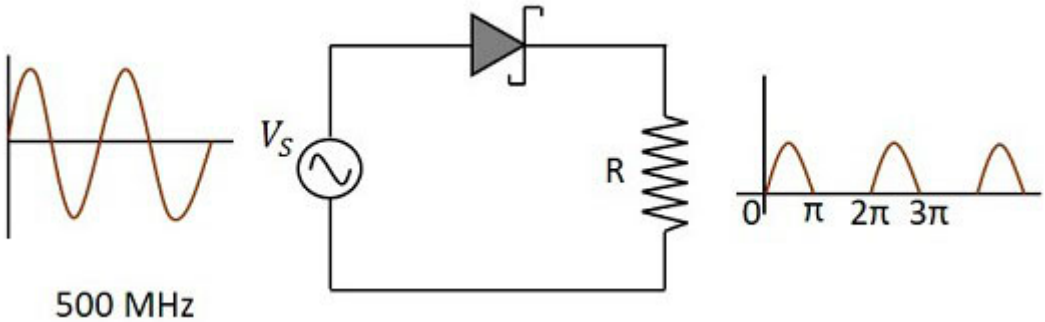
فلزی که در این این پیوند استفاده می‌شود ممکن است طلا، نقره، پلاتیوم، تنگستن یا ... باشد. هم‌چنین برای نیمه‌هادی نیز معمولا از عناصری به جز سیلیکون یا گالیوم آرسانايد استفاده می‌شود.



Schottky diode

نحوه‌ی عملکرد دیود شاتکی

زمانی که هنوز هیچ ولتاژی اعمال نشده و مدار بایاس نیست، الکترون‌های موجود در نیمه‌هادی نوع N، انرژی کمتری نسبت به الکترون‌های موجود در فلز دارند. حال اگر دیود به صورت مستقیم بایاس شود، الکترون‌های نیمه‌هادی صاحب مقداری انرژی شده و شروع به حرکت می‌کنند. به همین دلیل به این الکترون‌ها حاملان برانگیخته گفته می‌شود. تصویر زیر یک دیود شاتکی را نشان می‌دهد که در مدار متصل شده است.



500 MHz

مزایا

- دیود شاتکی یک قطعه‌ی تک قطبی است بنابراین هیچ جریان معکوسی در آن ایجاد نمی‌شود.
- مقاومت مستقیم آن‌ها مقدار اندکی است.

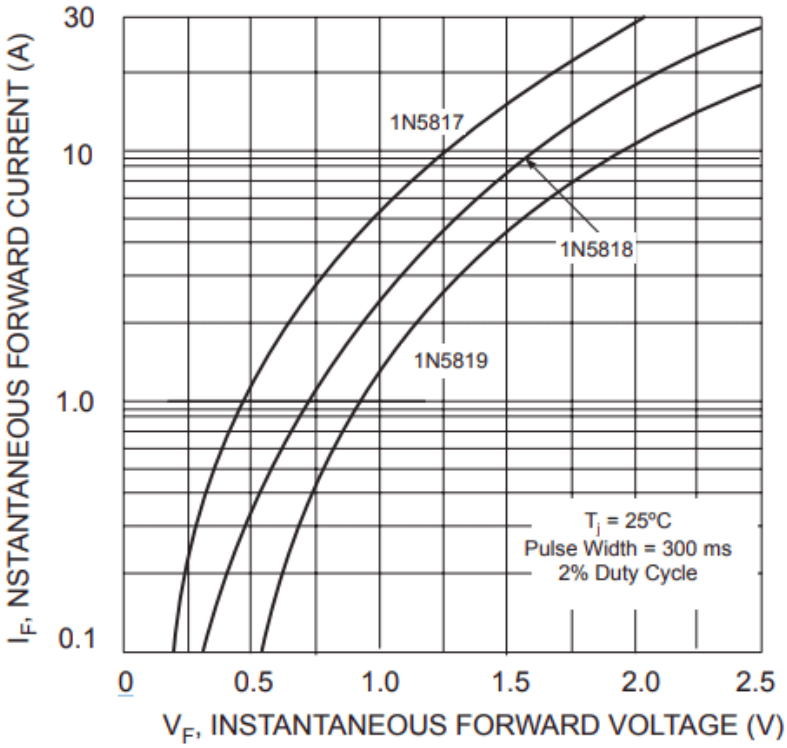
- افت ولتاژ آن‌ها بسیار کم است.
- یکسوسازی به‌وسیله آن‌ها سریع و آسان است.
- هیچ ناحیه‌ی تخلیه‌ای ندارند و لذا خازن پیوندی ندارند. به همین دلیل دیودهای شاتکی می‌توانند به سرعت به وضعیت خاموش تغییر وضعیت دهند.

کاربردهای دیود شاتکی

- استفاده به عنوان دیودهای آشکارساز
- استفاده به عنوان یکسوساز توان
- استفاده در میکسرهایRF
- استفاده در مدارهای توانی
- استفاده به عنوان دیودهای جهش(clamping)

مشخصه‌ی ولتاژ-جریان (I-V) دیود شاتکی

یکی از مهمترین نمودارهایی که در انتخاب دیود بایستی در نظر گرفته شود،نمودار ولتاژ مستقیم (V) در ازای جریان مستقیم (I) می باشد. نمودارV-I مربوط به سه دیود \1N5819, 1N5818, N5817 در شکل زیر به نمایش درآمده است.



مشخصه‌ی V-I این دیود بسیار شبیه به دیود معمولی با پیوند P-N است. دارا بودن افت ولتاژ کمتر نسبت به دیود معمولی، این امکان را به دیود شاتکی می‌دهد که با صرف ولتاژ کمتری نسبت به دیود عادی به

درستی کار کند. در نمودار بالا مشاهده می شود که دیود N5817\افت ولتاژ مستقیم کمتری نسبت به دو دیود دیگر دارد. همچنین با افزایش جریان مستقیم، افت ولتاژ دیود نیز افزایش می‌یابد. برای دیود N517\ در جریان بیشینه‌ی ۳۰ آمپر، افت ولتاژ به بیش از ۲ ولت می‌رسد.به همین دلیل دیودهای از نوع شاتکی عموما در کاربردهای با جریان پایین استفاده می‌شوند.

افت ولتاژ مستقیم:

ولتاژ لازم برای روشن نمودن دیود در بایاس مستقیم را افت ولتاژ مستقیم دیود می‌نامند که مقدار آن متناسب با دیودهای مختلف متفاوت است. این ولتاژ برای دیودهای شاتکی حدود ۰.۲ ولت در نظر گرفته می‌شود.

ولتاژ شکست معکوس:

مقدار مشخصی از ولتاژبایاس معکوس بعد از شکست دیود و شوع هدایت در جهت معکوس را ولتاژ شکست دیود می‌نامند. مقدار این ولتاژ برای دیودهای شاتکی حدود ۵۰ ولت در نظر گرفته می‌شود.

زمان بازیابی دیود:

به زمانی که طول میکشد تا دیود از حالت هدایت مستقیم یا حالت روشن بودن (ON) به هدایت معکوس یا خاموش بودن (Off) تغییر حالت بدهد، زمان بازیابی دیود گفته می‌شود. مهمترین تفاوت بین یک دیود معمولی با پیوند P-N در زمان بازیابی آن ها می باشد. در دیود معمولی زمان بازیابی از چند میکرو ثانیه تا ۱۰۰ نانو ثانیه متغیر است اما دیودهای شاتکی زمان بازیابی ندارند چون ناحیه ی تخلیه در اتصال فلز –نیمه هادی وجود ندارد.

جریان نشتی معکوس:

جریان عبوری از یک عنصر نیمه هادی در بایاس معکوس، جریان نشتی معکوس نامیده می‌شود. در دیودهای شاتکی با افزایش دما جریان نشتی معکوس به طور قابل ملاحظه ای افزایش می‌یابد.

دیودهای اپتوالکترونیکی : (فوتودیودها،سلول خورشیدی،دیود نورافشان و دیود لیزری)

دیودهای اپتوالکترونیکی، دیودهای اپتوالکترونیک خانواده‌ای از دیودها هستند که اساس کارشان بر مبنای نور است. (می‌دانیم که کلمه اپتو به معنای نور است.) برخی از آن‌ها براساس شدت نور کار می‌کنند و برخی دیگر هستند که هدایتگری جریان آن‌ها باعث تولیدی مقداری نور می‌شود و هر کدام از این دو نوع، کاربردهای خاص خود را دارند. در این آموزش در میکرو دیزاینر الکترونیک می‌خواهیم حول این دیود ها و انواع مهم و پرکاربرد آن‌ها صحبت کنیم.

گفتیم که در میان دیودهای اپتو الکترونیک، دیودهایی هستند که براساس شدت نوری که بر آن‌ها می‌تابد جریان را هدایت می‌کنند. این دسته از دیودها، دو نوع دارند. فوتودیود ها و سلول های خورشیدی.

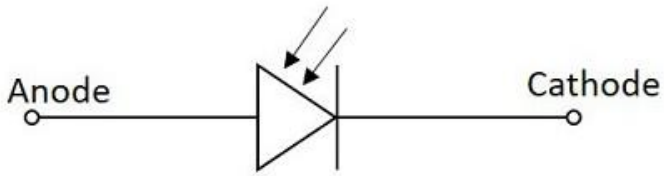
فوتودیودها

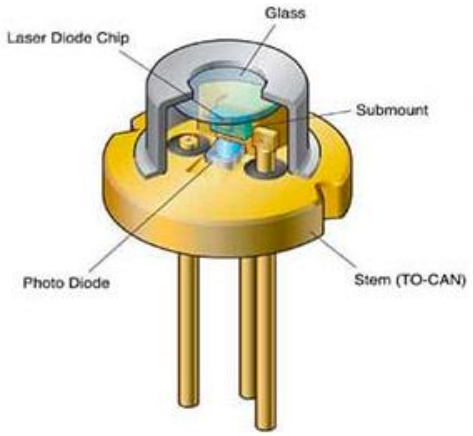
فوتودیود همان‌طور که از نام آن برمی‌آید، یک پیوند P-N است که بر مبنای نور کار می‌کند. به این معنا که افزایش یا کاهش شدت نور موجب افزایش یا کاهش میزان هدایت‌گری جریان در آن می‌شود.

بنابراین مانند هر دیود پیوندی دیگری فوتودیود دارای ماده‌ای از نوع P، ماده‌ای از نوع N و نیز ناحیه‌ی تخلیه‌ای در بین آن‌هاست.

فوتودیود عموما در بایاس معکوس کار می‌کند. زمانی که نور (فوتون‌های نوری) به صورت متمرکز بر ناحیه‌ی تخلیه تابانده می‌شود، زوج‌های الکترون- حفره ایجاد شده و جریانی از الکترون‌ها به راه خواهد افتاد.

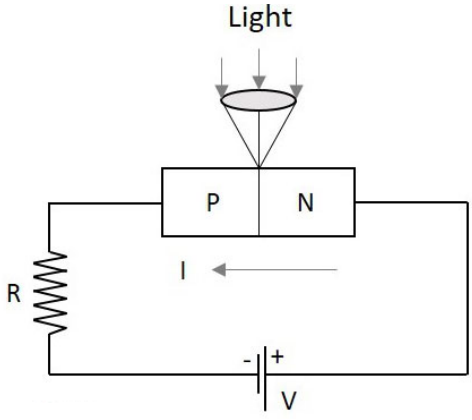
در تصویر زیر یک فوتودیود واقعی را می‌بینیم.





زمانی که این دیود را در بایاس معکوس قرار می‌دهیم، به دلیل الکترون- حفره های ایجاد شده به دلیل گرما یک جریان اشباع معکوس کوچک ایجاد می‌شود. همان‌طور که جریان بایاس معکوس به دلیل حامل‌های اقلیت اتفاق می‌افتد، ولتاژ خروجی نیز به این جریان معکوس وابسته است.

با افزایش شدت نوری که به پیوند P-N اعمال شده است، جریان حامل‌های اقلیت افزایش می‌یابد.



فوتودیود را در یک محفظه‌ی شیشه‌ای قرار می‌دهند تا نور بتواند بر آن اثر کند. به منظور این‌که نور اعمال شده به پیوند، دقیقا بر ناحیه‌ی تخلیه اثر کند، یک لنز(عدسی) همان‌طورکه در شکل بالا مشخص است، در بالای پیوند قرار داده می‌شود.

البته حتی زمانی که نوری بر این دیود نتابد نیز باز مقدار اندکی جریان وجود دارد که اصطلاحا به آن جریان تاریک گفته می‌شود.

در یک فوتو با تغییر سطح روشنایی تابانده شده، جریان معکوس را کنترل (کم و زیاد) می‌کنیم.

مزایای فوتودیود

- نویز پایین
- بهره بالا
- سرعت عملیاتی بالا
- حساسیت بالا به نور
- قیمت پایین
- ابعاد کوچک
- طول عمر نسبتا بلند

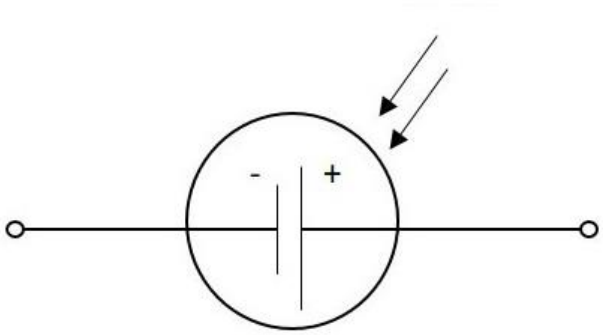
کاربردهای فوتودیود

- کاربرد در مدارهای تشخیص اشیا، ارقام، حروف و ... (مانند سنسورها)
- کاربرد در تشخیص مرئی یا نامرئی بودن اشیا
- استفاده در مدارهای پرسرعت با پایداری بالا
- استفاده در دمدولاسیون
- استفاده در مدارهای سوییچینگ
- استفاده در انکودرها
- استفاده در تجهیزات ارتباطی نوری

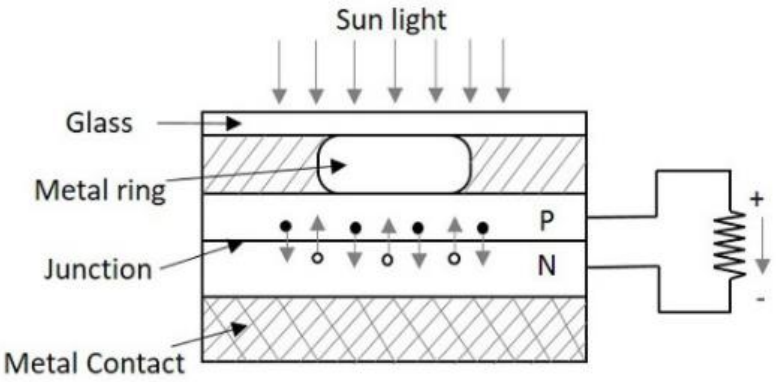
سلول خورشیدی

سلول خورشیدی دیودی معمولی با پیوند P-N است که هدایت جریان آن بستگی به جریان فوتون‌های نوری دارد که تبدیل به جریان الکترونی می‌شود. تا این‌جا سلول خورشیدی مانند یک فوتودیود است اما سلول

خورشیدی هدف و منظور دیگری نیز دارد و آن تبدیل حداکثری نور تابیده شده به آن به انرژی و ذخیره آن انرژی است.



Symbol of Solar Cell



همان‌طور که می‌بینیم نام و نماد سلول خورشیدی هر دو یادآور خاصیت ذخیره انرژی هستند، با اینکه سلول خورشیدی در واقع یک دیود است. دیودی که خاصیت جذب و ذخیره انرژی در آن پررنگ تر از سایر خاصیت‌هاست.

ساختار سلول خورشیدی یک پیوند P-N با ناحیه‌ی تخلیه را تصور کنید که درون یک محفظه شیشه‌ای قرار داده می‌شود. نور به نحوی تابانده می‌شود که با ماکسیمم سطح ممکن در بالای محفظه نازک شیشه‌ای دیود برخورد داشته باشد تا به این ترتیب دیود بتواند حداکثر نور ممکن را با کمترین مقاومت دریافت کند.

زمانی که نور با سطح سلول خورشیدی برخورد می‌کند، فوتون‌های آن با الکترون‌های لایه‌ی والانس برخورد پیدا می‌کنند. بنابراین الکترون‌ها انرژی لازم برای ترک کردن اتم خود را پیدا می‌کنند. بنابراین جریانی از الکترون‌ها ایجاد می‌شود که به طور مستقیم با شدت نور تابیده شده متناسب است. به این پدیده اثر فوتوولتائیک گفته می‌شود.

در تصویر زیر می‌بینید که یک سلول خورشیدی در واقعیت به چه شکل است و اینکه چگونه تعدادی سلول خورشیدی به هم متصل می‌شوند تا یک پنل(صفحه) خورشیدی بسازند.

Solar cell

Solar panel

تفاوت میان فوتودیود و سلول خورشیدی

فوتودیود سریع تر عمل می‌کند و عمده تمرکز آن بر سوییچ کردن است تا آن‌که مشغول تهیه توان بالاتر در خروجی خود باشد. به همین دلیل ظرفیت خازنی کمی دارد. هم‌چنین سطح ناحیه‌ی برخورد نور با دیود در فوتودیود کمتر از سلول خورشیدی است چرا که براساس کاربرد خود به نور بیشتری نیاز ندارد.

اما تمرکز یک سلول خورشیدی بر این است که انرژی بیشتری در خروجی تحویل دهد و یا آن‌که آن را ذخیره کند. بنابراین خازن بزرگ‌تری دارد و عملکردی کندتر از فوتودیود دارد. سطح تماس آن با نور نیز بیشتر از فوتودیود است.

کاربردهای سلول خورشیدی

این سلولها کاربردهای متنوعی دارند از جمله:

در علوم و تکنولوژی

- استفاده در صفحات خورشیدی و ماهواره ها
- استفاده در مسافت سنجی
- استفاده در سیستم‌های روشنایی از راه دور

در تجارت

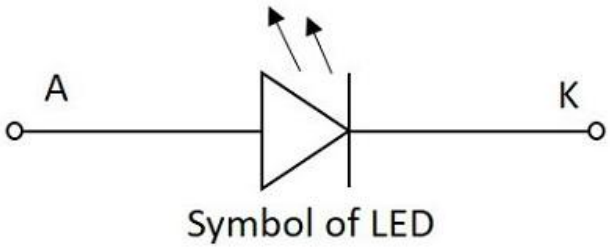
- استفاده در صفحات خورشیدی به منظور ذخیره انرژی
- استفاده در تجهیزات قابل حمل قدرت
- استفاده در مصارف خانگی مانند گرمایش، پخت و پز و .. از طریق انرژی خورشیدی

در وسایل الکترونیکی

- استفاده در ساعت‌ها
- استفاده در ماشین‌حساب‌ها
- استفاده در اسباب‌بازی‌های الکترونیکی و

LED (دیود نورافشان)

این دیود محبوب‌ترین دیودی است که در زندگی روزمره ما استفاده های زیادی دارد. این دیود نیز یک دیود پیوند P-N معمولی است با این تفاوت که به جای سیلیکون و ژرمانیم ، از موادی مانند گالیم آرسناید وگالیم آرسناید فسفید در ساختار آن استفاده می‌شود. نماد مداری یک LED به شکل زیر است.

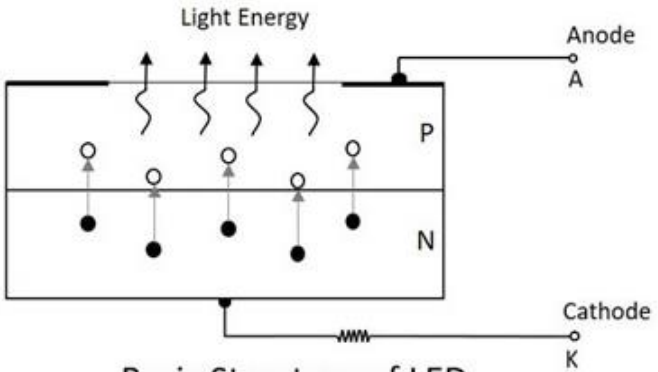


Symbol of LED

مانند یک دیود پیوندی معمولی، LED نیز در باید در بایاس مستقیم قرار گیرد تا جریان را هدایت کند. در واقع LED زمانی هدایت جریان می‌کند که الکترون‌های واقع در لایه‌ی هدایت آن، با حفره‌های لایه‌ی والانس بازترکیب شوند. این بازترکیب موجب تولید نور می‌شود. این پروسه را الکترولومینسانس می‌گویند. رنگ نوری که از بازترکیب الکترون ها و حفره ها ساطع می‌شود، بستگی به اختلاف میان باندهای انرژی مواد به کار رفته دارد. ماده‌ی مورد استفاده نیز هم‌چنین بر رنگ نور تاثیر گذار است. به عنوان مثال گالیم آرسناید فسفید نور قرمز یا زرد از خود ساطع می‌کند و گالیم فسفید نور قرمز یا سبز و یا گالیم نیترات نور آبی رنگ. یا مثلا گالیم آرسناید نور مادون قرمز ایجاد می‌کند. LED های با نور مادون قرمز به طور عمده در دستگاه‌های کنترل از راه دور کاربرد دارند.LED یک سمت تخت دارد و یک سمت انحنا دار. پایه‌ی سمت مسطح کوتاه تر از پایه‌ی دیگر ساخته می‌شود که نمایانگر کاتود (پایه‌ی منفی) است. طبیعتا پایه‌ی بلند تر نیز آنود (پایه‌ی مثبت) خواهد بود.

ساختار ساده‌ای از یک LED

با جهش الکترون‌ها ها به درون حفره، انرژی به صورت همزمان در فرم نور از این عمل ساطع می‌شود. LED یک قطعه‌ی وابسته به جریان است به این معنا که شدت نور گسیل شده از آن وابسته به شدت جریانی است که از آن عبور می‌کند.



Basic Structure of LED

کاربردهایLED در سیستم های نمایشی

- استفاده عمده در صفحه نمایش سون سگمنت
- در ساعت های دیجیتالی
- در فرهای مایکرویو
- در هشدارهای ترافیکی
- در نمایشگرهای اطلاع رسانی در راه‌آهن ها و سایر مکان های عمومی
- در اسباب بازی ها

در دستگاه های الکترونیکی

- در تنظیم کننده(تیونر) های استریو
- در ماشین حساب ها
- در منابعDC
- در نشانگر های روشن و خاموش در امپلی فایرها
- در اندیکاتورهای توان

در کاربردهای تجاری

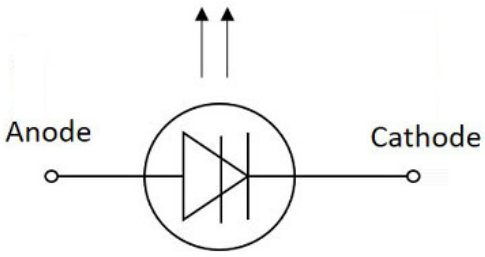
- بارکد خوان ها
- صفحه نمایش های حالت جامد

در مخابرات نوری

- در کاربردهای سوییچینگ مبتنی بر نور
- جهت تزویج نوری در مواردی که به راهنمای دستگاه ها دسترسی نداریم
- انتقال اطلاعات از طریقFOC
- مدارهای تشخیص تصویر
- در آلارم های مخصوص سرقت
- در روش های سیگنال دهی در راه‌آهن ها
- در درب ها و سایر سیستم های حفاظتی

دیود لیزری

دیود لیزری نیز یکی از انواع دیودهای محبوب در خانواده خود می‌باشد. دیود لیزری دیودی نوری است که تحت یک شرایط تحریک شده، از خود نور ساطع می‌کند. نام لیزر (LASER) از این عبارت گرفته شده است : (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). به معنای تقویت نور با استفاده از تابش تحریک شده تشعشعات.



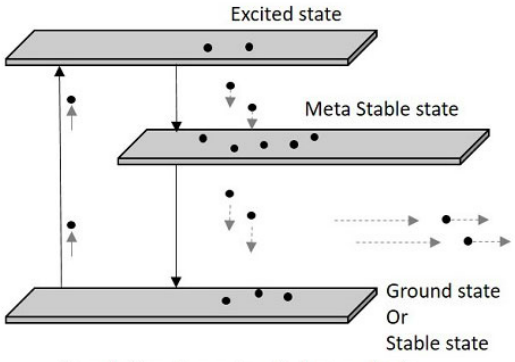
تابش تحریک شده

دیود لیزری دیودی با پیوند P-N است که عملکرد آن زمانی آغاز می‌شود که یک اشعه نوری با سطح آن برخورد کند. در اثر این تابش، فوتون های نوری با اتم های پیوند برخورد کرده و موجب می‌شوند اتم ها تحریک شوند و به لایه‌ی بالاتری بروند. لایه‌ی بالاتر را می‌توانیم به مفهوم سطح انرژی بیشتر تعبیر کنیم.

اتم در وضعیت انرژی بالا ناپایدار است و تمایل دارد به وضعیت قبلی خود با سطح انرژی پایین تر برود(یک اتم اصولا برای مدتی در حدود ۱۰ -۸ ثانیه می‌تواند در وضعیت تحریک شده باقی بماند). بنابراین اتم با صادر کردن دو فوتون از خود، به وضعیت قبلی اش بازمی‌گردد. این دو فوتون مشابه و هم فاز فوتون های اولیه‌ی تابیده شده هستند. این فرآیند را تابش تحریک شده می‌نامند.

اساس کار دیود لیزری

زمانی که یک فوتون با اتم برخورد می‌کند، اتم از سطح انرژی پایین به سطح انرژی بالا خواهد رفت، دو فوتون صادر کرده و مجددا به وضعیت اولیه خود بازمی‌گردد. و گفتیم که تنها حدود ۱۰ -۸ ثانیه می‌تواند در وضعیت برانگیخته باقی بماند. به منظور تقویت و تشدید این فرآیند ، کاری می‌کنند که اتم به جای سقوط مستقیم از انرژی بالا به انرژی پایین، در سطحی میانی به نام سطح نیمه پایداری، که از سطح انرژی بالا پایین تر و از سطح انرژی پایین بالاتر است، قرار بگیرد. اتم می تواند در حدود مدت ۱۰ -۳ ثانیه در سطح نیمه پایداری باقی بماند. حال با سقوط اتم از این سطح به سطح پایینی اولیه، دو فوتون آزاد خواهد شد. هر چه تعداد اتم هایی که در سطح انرژی بالا هستند- قبل از تحریک اتم ها با فوتون- بیشتر باشد، ما به تدریج به اصر لیزری نزدیک خواهیم شد.



Population Inversion in Laser diode

مزایای دیودهای لیزری

- توان مصرفی دیود لیزری بسیار اندک است
- سرعت سوییچینگ بالاتری نسبت به بقیه دیودها دارند
- فشرده تر هستند
- کم هزینه تر
- ارزان تر از مولد های لیزری
- احتمال ایجاد شوک الکتریکی کمتری دارند

معایب دیودهای لیزری

- تشعشعات دیود لیزری از سایر انواع لیزرها واگرا تر است لذا کیفیت آن چندان مطلوب نیست
- طول عمرشان از LED ها کمتر است
- در صورت ناپایدار بودن منبع تغذیه، احتمال آسیب دیدن‌شان بیشتر است

کاربردها

- کاربرد در لیزرهای پمپ و لیزرهای بذر
- کاربرد در دستگاه های ذخیره اطلاعات نوری
- کاربرد در پرینترهای لیزری و ماشین های فکس
- کاربرد در نشان‌گر های لیزری
- کاربرد در دستگاه های بارکد خوان
- کاربرد در دیسک های DVD وCD
- کاربرد در تکنولوژی هایHD DVD BLU RAY
- در بسیاری از کاربردهای صنعتی مانند حرارت دادن، آب‌کاری فلزات ، جوش‌کاری و...
- کاربردهای فراوان در تکنولوژی های مخابراتی مانند ارتباطات و انتقالات داده

پایان جلسه چهارم

روزگار خوشی را برای شما آرزومندم.

محمد اعرابیان