Namatek
True Education

Diode

www.namatek.com

دیود

فهرست مطالب

۱. دیود چیست؟ (Diode)

۲. دیود چگونه کار می کند؟

۳. انواع دیود

۴. دیود چه کاربردهایی دارد؟

www.namatek.com

در بسیاری از مدارهای الکترونیکی برای دستیابی به هدف نهایی مدار، به یکسو کردن جریان در مدار نیاز داریم که برای انجام این کار از دیود ها استفاده می کنیم.

آشنایی با ساختار، عملکرد و انواع دیودها به ما در فهم بیشتر نقش حضور آن ها در یک مدار، کمک می کند. با مطالعه مقاله زیر با ساختار دیود، طرز کار و انواع آن آشنا خواهید شد. همراه ما باشید.

دیود چیست؟ (Diode)

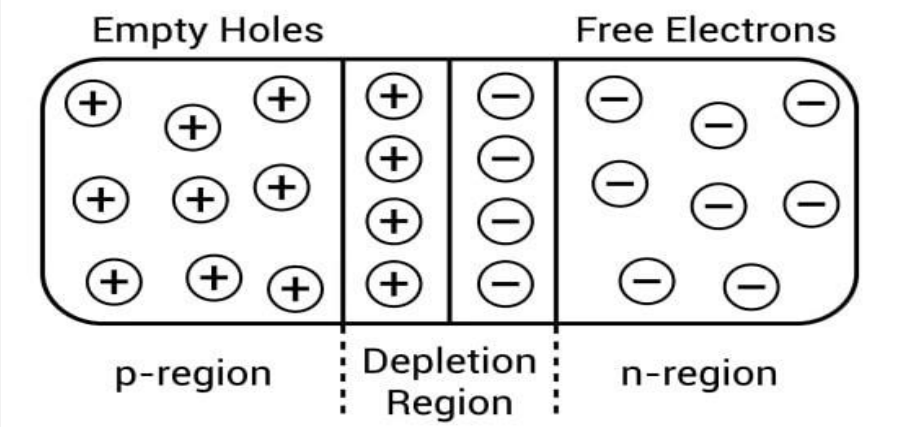
دیود یکی از انواع قطعات نیمه هادی دو پایه است که در مدارهای الکترونیکی بسیاری استفاده می شود و جریان الکتریکی را در یک جهت هدایت کرده و در جهت مخالف آن مانع عبور جریان از مدار می شود.

این قطعات از مواد نیمه رسانای متفاوتی مانند سیلیسیوم یا ژرمانیوم تشکیل می شوند و از اتصال دو ناحیه دارای ناخالصی P و N به وجود می آیند.

برای آن که بهتر بدانیم بدانیم دیود چیست باید طرز کار اتصالات P-N در نیمه هادی ها را به خوبی بشناسیم.

ساختار داخلی دیود

اتصالات P-N در نیمه هادی ها توسط فرآیندی ساخته می شوند که doping نام دارد.

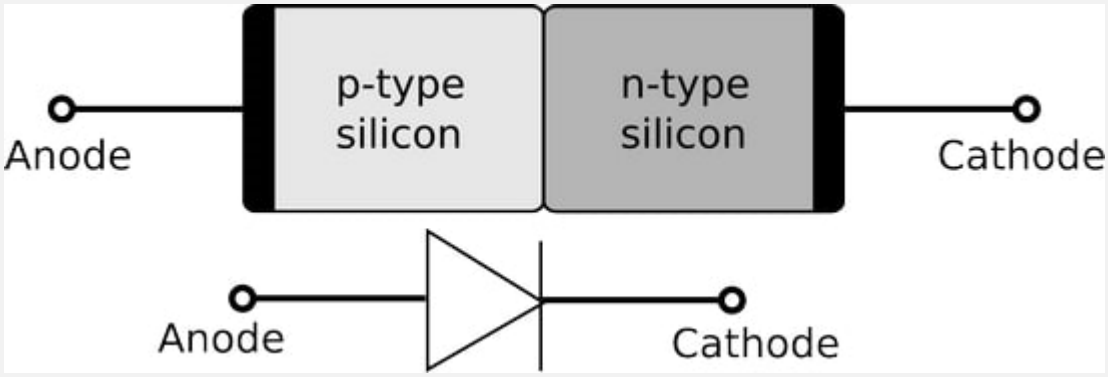


بررسی مبحث ساخت اتصالات P-N بسیار تخصصی بوده و از موضوع این مقاله دور است؛ اما به طور خلاصه می توان گفت که در این فرآیند ناخالصی نوع n و p در طرفین اتصال قرار دارد و باعث ایجاد حفره ها (Empty Holes) و الکترون های آزاد (Free Electrons) می شود.

این حفره ها و الکترون های آزاد در محل اتصال نواحی n و p به یکدیگر جذب شده و یک ناحیه مشخصی که دارای بار الکتریکی کاملا خنثی است را تشکیل می دهند.

به این بخش خنثی در اتصالات P-N، ناحیه تخلیه (Depletion Region) گفته می شود و حضور این ناحیه با عرض مشخص علت اصلی عبور جریان از یک سمت و عدم عبور آن از سمت دیگر دیود است.

1) پایه های آند (Anode) و کاتد (Cathode)



برای ساخته شدن ناحیه P می توان ناخالصی هایی از نوع گالیوم، آلومینیوم و بور به ماده نیمه هادی اضافه کرد. در اثر اضافه شدن این مواد تعداد بسیار زیادی حفره در این ناحیه ایجاد می شود.

ناحیه P در یک دیود به عنوان آند شناخته می شود و پلاریته مثبت آن را می سازد. برای ناحیه N از ناخالصی هایی مثل فسفر، آنتیموان و آرسنیک استفاده می شود که باعث ازدیاد الکترون در این ناحیه خواهد شد.

به ناحیه N کاتد گفته شده و دارای پلاریته منفی است.

پس هر نوع دیودی فارغ از ویژگی های اختصاصی دارای دو پایه به نام های آند و کاتد است.

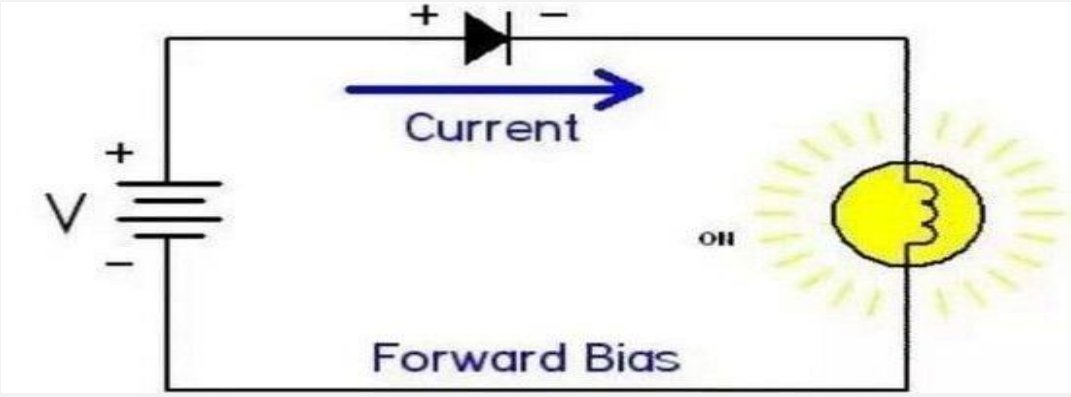
با توجه به اینکه بارهای موجود در دو پایه دیودها متفاوت است دو نوع بایاس برای آن ها می توان در نظر داشت که آن ها را معرفی می کنیم.

2) بایاس مستقیم (Forward Bias)

در حالت تعادل این قطعه هیچ جا به جایی الکترونی بین نواحی آند و کاتد وجود ندارد تا زمانیکه ولتاژ بایاس مستقیم به آن اعمال شود و جریان از آن عبور کند.

بایاس مستقیم یعنی وضعیتی که سر مثبت دیود (آند) به سر مثبت منبع تغذیه و سر منفی آن (کاتد) هم به سر منفی منبع تغذیه متصل شود.

در این حالت عرض ناحیه تخلیه بسیار کمتر شده و الکترون های پایه آند به راحتی به سمت حفره های پایه کاتد حرکت می کنند و دیود جریان را از خود عبور می دهد و همانطور که در شکل زیر مشاهده می کنید، مدار کاملا بر قرار می شود.

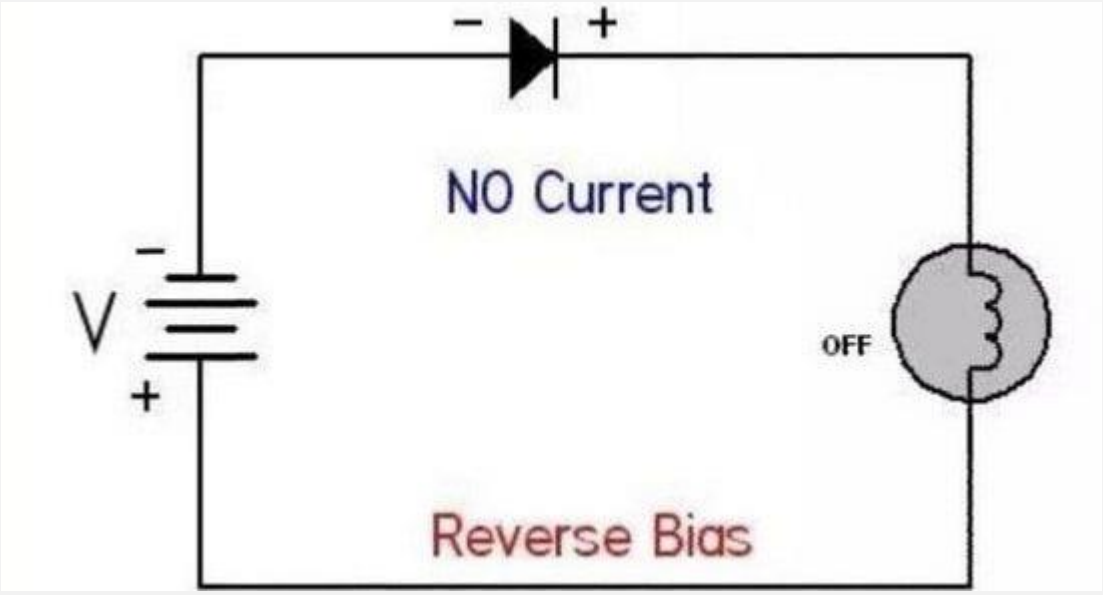


3) بایاس معکوس (Reverse Bias)

اگر جهت تغذیه اعمال شده به دیود را برعکس کنیم و پایه مثبت تغذیه به ناحیه n و پایه منفی آن را به ناحیه p متصل کنیم باعث می شود که حفره ها به سمت دیگر اتصال عقب نشینی کرده و الکترون ها هم در جهت مخالف حرکت کنند.

وقتی این اتفاق رخ می دهد جریان بسیار ناچیزی از اتصال P-N عبور می کند و عرض ناحیه تخلیه بسیار بیشتر می شود.

با عریض تر شدن این ناحیه عبور جریان سخت تر می شود و در واقع دیود اجازه عبور جریان از خودش را نمی دهد که به این حالت بایاس معکوس گفته می شود. در این وضعیت مدار مانند شکل زیر برقرار نمی شود.



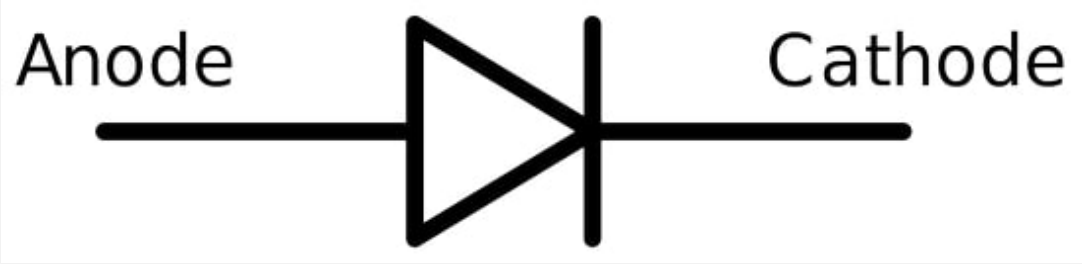
استفاده از دیود در بایاس معکوس ممکن است باعث شکست ناحیه تخلیه و اصطلاحا سوختن دیود شود.

دیودهای خاص مثل زنر یا بهمنی می توانند هدایت جریان معکوس را به دست گرفته و در این شرایط استفاده شوند که در ادامه آن ها را بررسی می کنیم.

نماد مداری Diode

در بیشتر دیودها یک نوار طوسی رنگ در یک سر قطعه وجود دارد که نشانگر جهت کاتد است. نماد مداری آن یک مثلث است که به سمت کاتد اشاره می کند و یک خط در نوک آن عمود شده است.

این سمبل نشانگر این است که جریان قراردادی در مدار از سمت آند به کاتد هدایت می شود.

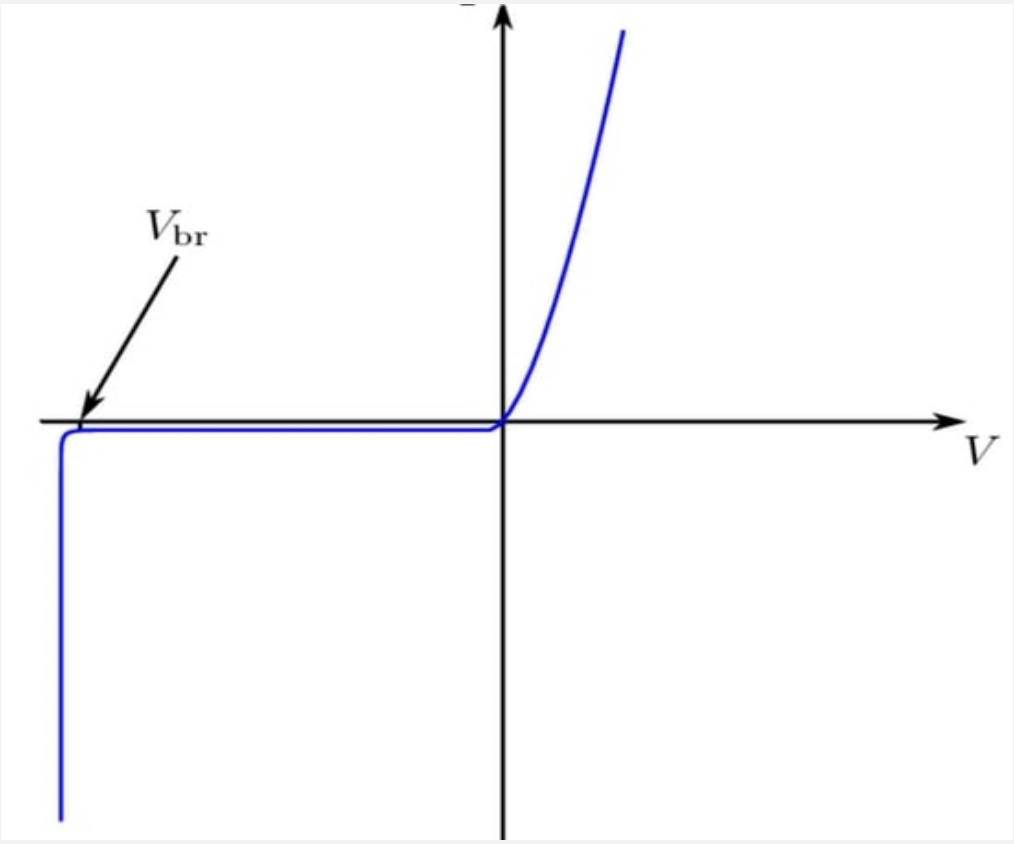


می دانیم که در عمل الکترون های مدار از سمت منفی به مثبت حرکت می کنند؛ اما به صورت قراردادی جهت جاری شدن جریان خلاف حرکت الکترون هاست.

دیود چگونه کار می کند؟

عملکرد این قطعات به صورت خلاصه به این شکل است که جریان الکتریکی را در بایاس مستقیم از خود عبور می دهد و در بایاس معکوس مثل یک کلید باز عمل می کند.

اگر یک دیود معمولی را در نظر بگیریم نمودار جریان-ولتاژ آن مشابه شکل زیر خواهد بود.



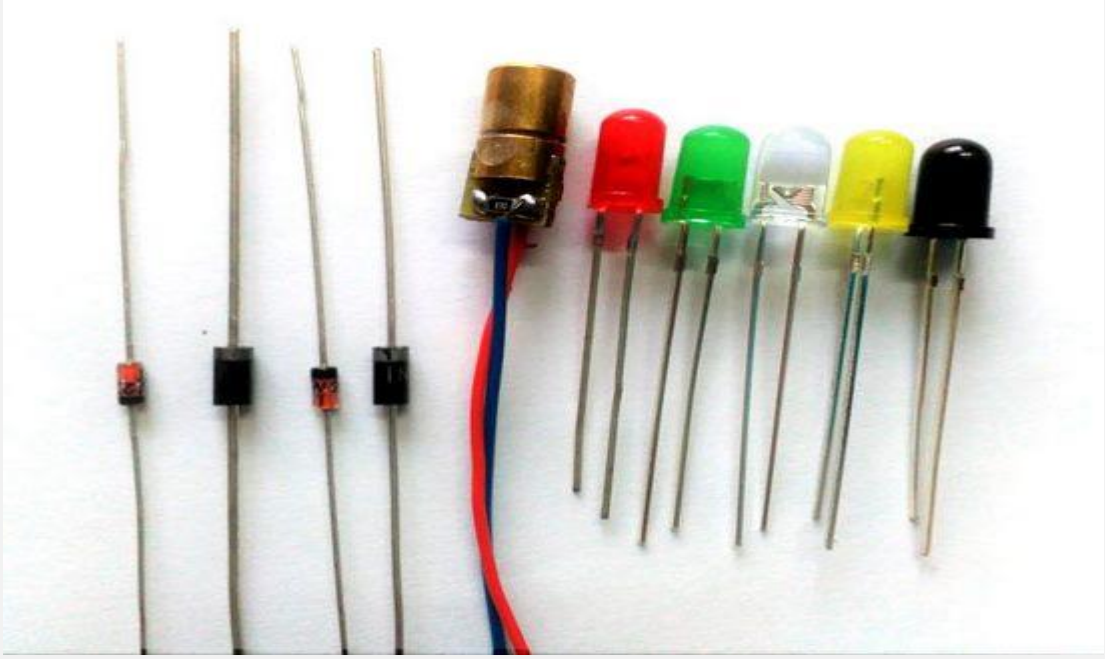
به این معنا که در صورت بایاس مستقیم با بالارفتن ولتاژ، مقدار جریان عبوری از دیود نیز به صورت تقریبا خطی افزایش پیدا می کند.

اما در صورتی که ولتاژ به صورت بایاس معکوس به آن متصل شود جریان ناچیزی از آن عبور می کند که در واقع مثل مدار باز شدن است.

هر دیود با توجه به ساختار نیمه هادی های درون آن، تا یک ولتاژ مشخصی قابلیت تحمل بایاس معکوس را دارد که به آن ولتاژ شکست (V_{br}) می گویند.

بعد از گذشت ولتاژ معکوس از این مقدار، ساختار دیود بهم ریخته و در این حالت دیود سوخته و جریان شدیدی از جهت مخالف در مدار عبور می دهد.

انواع دیود



دیودها مدل ها و انواع بسیار مختلفی دارند که برای آنکه بدانیم دلیل استفاده از هرکدام چیست باید با ساختار آن ها آشنا باشیم.

در ادامه با ما باشید تا انواع مهم و کاربردی این قطعه را بررسی کنیم.

دیود پیوند P-N یا معمولی(P-N Junction Diode)

این نوع در واقع همان دیودی است که از ابتدای مقاله درباره آن صحبت کردیم و عملکرد آن را شناختیم. این خانواده دیودها گاهی سیلیکونی نیز نامیده می شوند.

P-N Junction Diode یکی از ساده ترین انواع دیودهاست که برای کاربردهای یکسوسازی، تنظیم ولتاژ و تشخیص سیگنال در مدارها استفاده می شود.

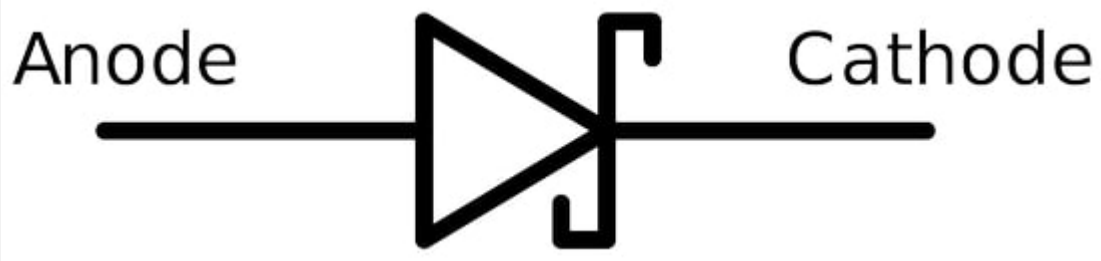
دیود شاتکی (Schottky Diode)

این مدل از پیوند یک نیمه هادی و یک رسانا ساخته می شود که معمولا فلز مورد استفاده مولیبدنوم، پلاتین، کروم و یا تنگستن و نیمه هادی از نوع N است.

دیودهای شاتکی ولتاژ افت (drop) کمتری نسبت به دیودهای سیلیکونی معمولی دارند و در جریان های پایین ولتاژ افتی در بازه ۰/۱٤ تا ۰/٤ ولت ممکن است داشته باشند در صورتی که ولتاژ مربوط به دیودهای سیلیکونی در رنج ۰/٦ تا ۱/۷ ولت است.

از طرفی به خاطر ساختار داخلی، این نوع از دیودها در مقایسه با مدل های معمولی سرعت سوئیچینگ بسیار بالاتری دارند و علاوه بر کاربرد یکسوسازی در مداراتی که نیاز به سوئیچینگ سریع باشد از این نوع دیود استفاده می شود.

شاتکی ها را با نماد زیر در مدار نمایش می دهند.



دیود زنر (Zener Diode)

زنر یکی از انواع دیودهایی است که در ناحیه معکوس مورد استفاده هستند، به این معنی که علاوه بر عبور جریان در حالت مستقیم مانند سایر مدل های معمولی، با اعمال مقدار ثابت و مشخصی بایاس معکوس به آن در جهت عکس هم جریان عبور می دهد.

در واقع کاربرد اصلی زنرها استفاده از آن ها در حالت بایاس معکوس است که ما به ازای ولتاژ تقریبا ثابتی، جریان بزرگی را از خود عبور می دهند.

این ولتاژ شکست به ولتاژ زنر معروف است و براساس ساختار دیودها از ۱/۷ تا ۲۰۰ ولت خواهد بود که به عنوان یک مرجع ولتاژ در مدارها مورد استفاده است.

از زنرها برای برش سیگنال، شیفت دهنده و رگولاتور ولتاژ استتفاده می شود.

دیود بهمنی (Avalanche Diode)

این خانواده نیز مشابه زنرها در ناحیه معکوس مورد استفاده هستند و تفاوت آن ها در این است که ولتاژهای شکست بزرگتری دارند.

این دیودها طراحی شده اند تا در ولتاژ خاصی دچار شکست شوند بدون آن که صدمه ببینند. از دیودهای بهمنی برای کاربردهای محافظتی، مدارهای القایی و مدارهای ولتاژ بالا استفاده می شود.

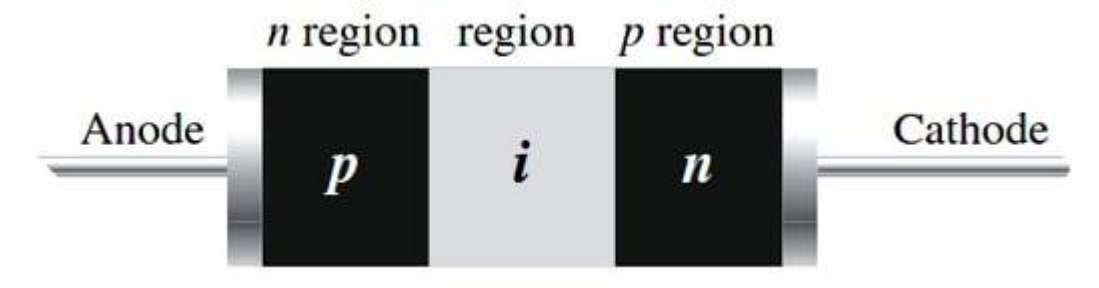
دیود ورکتور (Varactor Diode)

ساختار ورکتور به نحوی است که بعد از اعمال ولتاژ به آن در طرفین پیوند پتانسیل مثبت و منفی ایجاد شده و در نتیجه آن یک خازن ساخته می شود.

ظرفیت این خازن متناسب با مقدار ولتاژ متغیر است و به همین دلیل به این دیود خازن متغیر نیز گفته می شود.

از ورکتورها در مدارهای تنظیم و فیلترها استفاده می شود.

دیودPIN

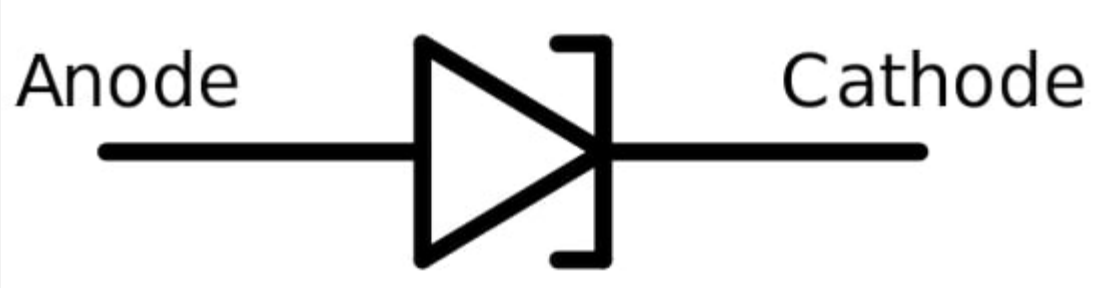


نام گذاری این دیود بر اساس ساختمان داخلی آن انجام شده است که نواحی N و P در آن مشابه دیودهای معمولی هستند با این تفاوت که بین این دو ناحیه یک بخش نیمه هادی ذاتی بدون فرآیند doping وجود دارد. این ناحیه مشابه ناحیه تخلیه عریض بوده و یکسوسازی را به شدت تضعیف می کند؛ اما برای کاربردهایی مثل سوئیچیگ سریع، تضعیف کنندگی، تشخیص نور و مدارهای ولتاژ بالای الکترونیک قدرت استفاده می شود.

دیود تونلی (Tunnel Diode)

دیودهای تونلی نیز یک پیوند نیمه هادی P-N هستند با این ویژگی که بر اساس خاصیت تونل زنی مکانیکی الکترون ها از سد پتانسیل عمل می کنند. دیود تونلی در یک بازه ولتاژی، مقاومت منفی تولید می کند که برای نوسان سازها، تقویت کننده ها و کلیدزنی استفاده می شود و از آن برای مدارهای بسیار سریع استفاده می کنند.

نماد مداری این نوع قطعات به شکل زیر است.



دیود گان (Gunn Diode)

دیودهای گان، همچنین به عنوان دستگاه های الکترون انتقال یافته(TED) شناخته می شوند و نوعی دیود هستند که سیگنال های مایکروویو را با بهره برداری از اثر گان تولید می کنند.

اثر گان پدیده ای است که در آن یک میدان الکتریکی بالا که بر روی نیمه هادی های خاصی مانند آرسنید گالیم (GaAs) اعمال می شود، باعث می شود الکترون ها در ماده با مقاومت تفاضلی منفی حرکت کنند و در فرکانس های مایکروویو نوسان کنند.

بر خلاف سایر دیودها، گان دارای یک ناحیه نیمه هادی منفی است که دو سر آن اتصالات مقاومتی برقرار است.

فتو دیود (Photodiode)

از این مدل برای تشخیص نور استفاده می شود.

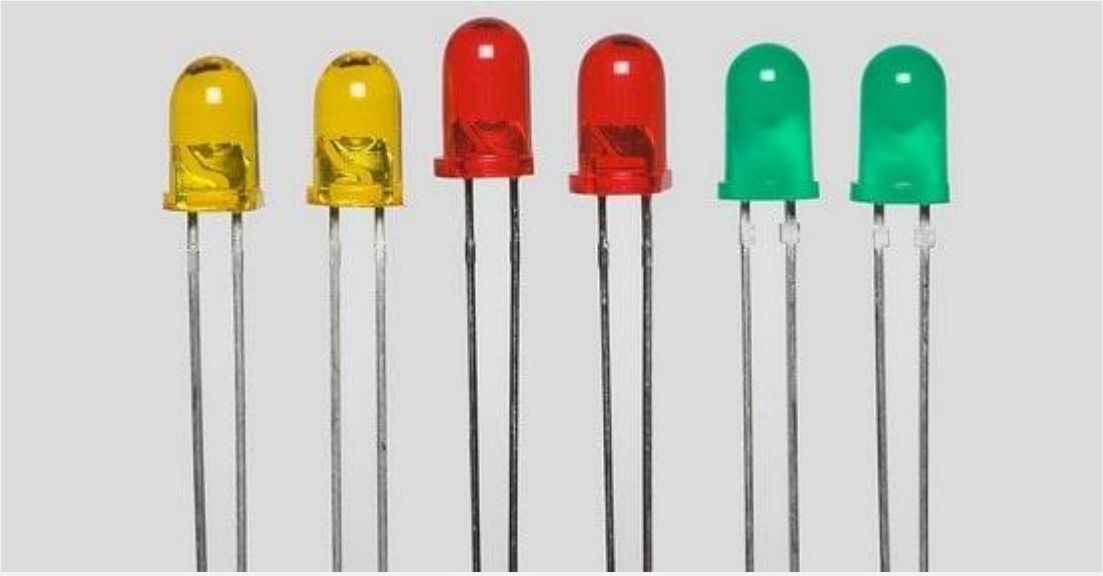
عملکرد این دیودها به این شکل است که در اثر تابش نور در آن ها الکترون و حفره تولید می شود و این امر باعث می شود تا در مدار جریان برقرار شود.

به عبارتی می توان گفت فتودیودها عملکردی برعکس ال ای دی ها دارند.

از فتودیودها معمولا در شرایط بایاس معکوس استفاده می شود تا جریان بسیار کوچک ایجاد شده در اثر تابش نور راحت سنجیده شود.

از جمله کاربردهای فوتو دیود می توان به سنسورهای تشخیص نور، ارتباطات نوری و سلول های خورشیدی نام برد.

دیود ساطع کننده نور (LED)



اسم این مدل از عبارت Light Emitting Diode برگرفته شده است و یکی از پرکاربردترین انواع دیودها است.

LEDها زمانی که به بایاس مستقیم متصل شوند و جریان از آن ها عبور کند، از خودشان نوری در بازه نورهای مرئی منتشر می کنند.

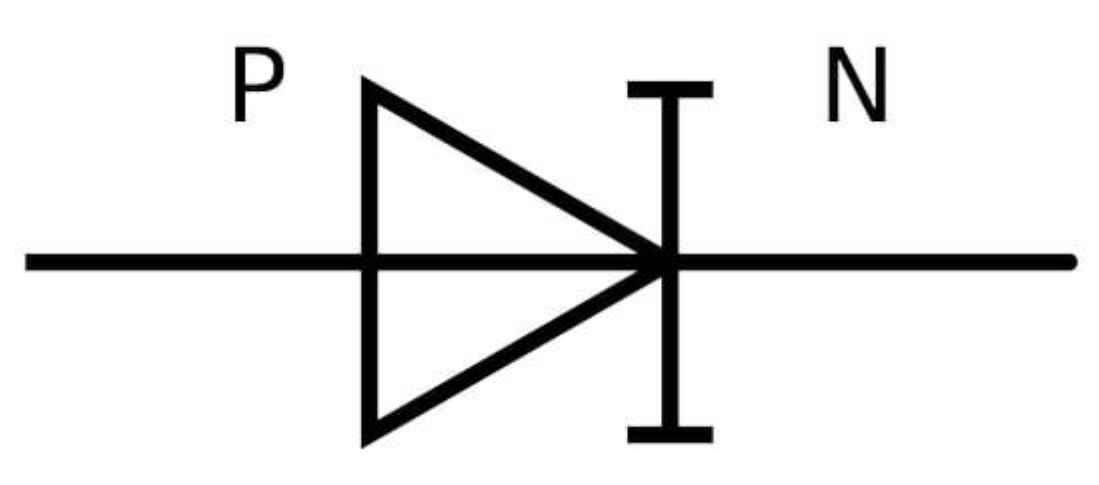
ساخت نشانگرها، نمایشگرها و نورپردازی از جمله کاربردهای ال ای دی ها است.

دیود لیزری (Laser Diode)

این نوع از دیودها مشابه LED ها از خود نور ساطع می کنند با این تفاوت که نور همدوس از خود نمایش می دهند.

از این مدل برای کاربردهایی مثل درایورهای DVD وCD ، اشاره گرهای لیزر نقطه ای و... استفاده می شود و امروزه یکی از پرکاربرد ترین انواع لیزرها است.

دیود معکوس (Backward Diode)یا(Back Diode



این دیود نوع خاصی از دیودهای خانواده زنر است که در بایاس معکوس استفاده می شود و در ولتاژهای بسیار پایین معکوس (در رنج دهم ولت) کاربرد دارد و جریان بسیار بالایی از خود عبور می دهد و با بالاتر رفتن ولتاژ، جریان کمتری از آن عبور می کند. (محدوده کاری این دیود حدودا از ۰/۱ تا ۰/۷ ولت است)

از این خانواده می توان در مدارهای سوئچینگ سرعت بالا استفاده کرد.

دیود سیگنال کوچیک (Small Signal Diode)

این نوع از diode ها از خانواده پیوند P-N هستند که عرض ناحیه پیوند آن ها بسیار کوچک هست و به همین دلیل توانایی عملکرد در فرکانس بالا و سوئیچینگ سرعت بالا را دارند و در رنج ولتاژ و جریان بسیار کوچکی کار می کنند.

علت نام گذاری این نوع برگرفته از آن است که در بازه های جریانی میلی آمپری کار می کند.

دیود چه کاربردهایی دارد؟

دیودها کاربردهای زیادی در الکترونیک و مهندسی برق دارند که برخی از آن ها عبارت اند از:

۱. **یکسوسازی**: معمولاً از دیودها برای تبدیل ولتاژ AC به ولتاژ DC در منابع تغذیه استفاده می شود.

۲. **تنظیم ولتاژ**: از دیودهای زنر و انواع دیگر دیودهای تنظیم کننده ولتاژ، می توان برای حفظ ولتاژ ثابت در مدار، حتی زمانی که ولتاژ ورودی متفاوت است، استفاده کرد.

۳. **تشخیص سیگنال**: از دیودها می توان برای تشخیص سیگنال در مدار با تصحیح و فیلتر کردن آن استفاده کرد.

٤. **برش یا محدود کردن سیگنال**: از دیودها می توان برای قطع یا محدود کردن دامنه سیگنال به منظور جلوگیری از اعوجاج یا آسیب به مدار استفاده کرد.

۵. **سوئیچینگ**: از آنجایی که دیودها اجازه می دهند جریان تنها در یک جهت از مدار عبور کند می توان آن ها را به عنوان یک کلید در مدارهای الکترونیکی به کار برد.
٦. **حفاظت**: از دیودها می توان برای محافظت از مدارها در برابر افزایش ولتاژ و ولتاژ معکوس استفاده کرد.
۷. **نورپردازی**: دیودهای ساطع کننده نور (LED) در طیف وسیعی از کاربردهای روشنایی استفاده می شوند.
۸. **سلول های خورشیدی**: فوتو دیودها و انواع دیگر دیودهای نیمه هادی در سلول های خورشیدی برای تبدیل انرژی نور به انرژی الکتریکی استفاده می شوند.
۹. **کاربردهای مایکروویو**: دیودهای Gunn و انواع دیگر دیودها در کاربردهای مایکروویو مانند تقویت کننده ها، نوسانگرها و آشکارسازها استفاده می شوند.
۱۰. **ارتباطات**: از دیودهای لیزری در سیستم های ارتباطی نوری مانند شبکه های فیبر نوری استفاده می شوند.