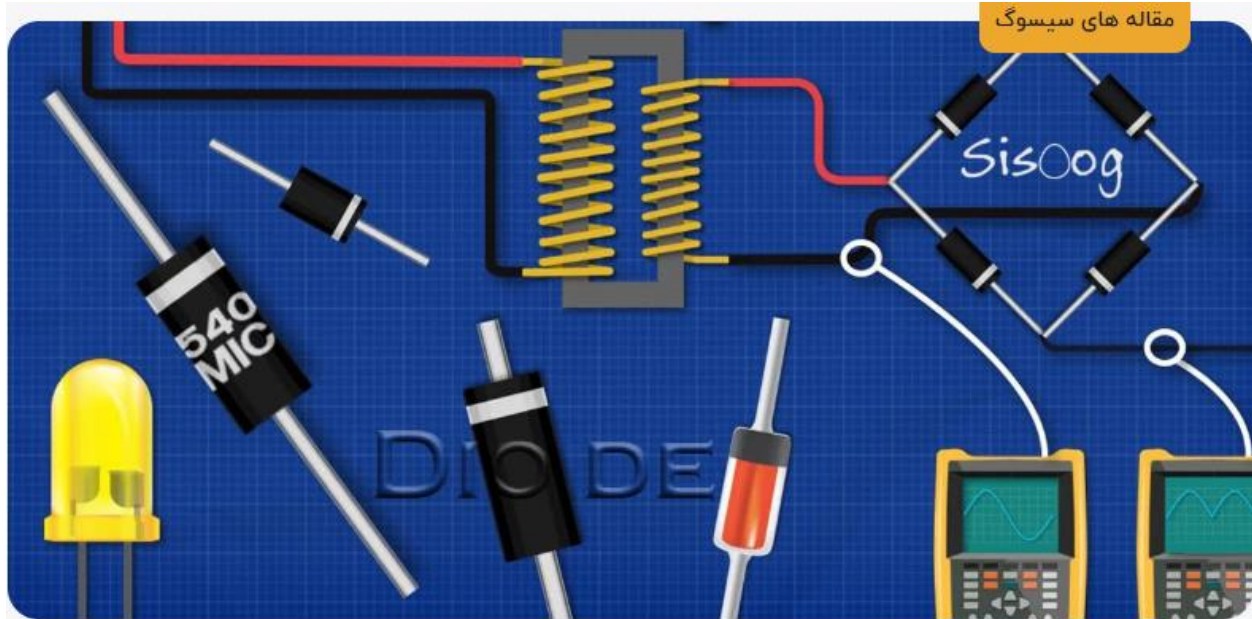


دیود چیست؟ نحوه عملکرد دیود + معرفی 11 مدل دیود

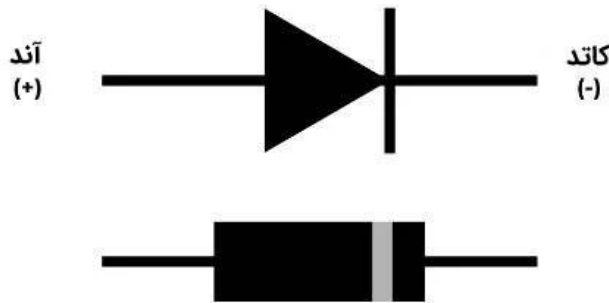


دیود یک قطعه الکترونیکی نیمه‌رسانا است که جریان الکتریکی را در یک جهت عبور می‌دهد اما در جهت مخالف آن را مسدود می‌کند. این قطعه الکترونیکی از دو سر به نام کاتد و آند تشکیل شده است، هنگامی که ولتاژ مثبت به آند (+) اعمال می‌شود، جریان به راحتی عبور کرده و دیود مانند یک کلید بسته عمل می‌کند، اما هنگام اعمال ولتاژ در جهت مخالف، دیود مانند یک کلید باز مانع عبور جریان می‌شود.

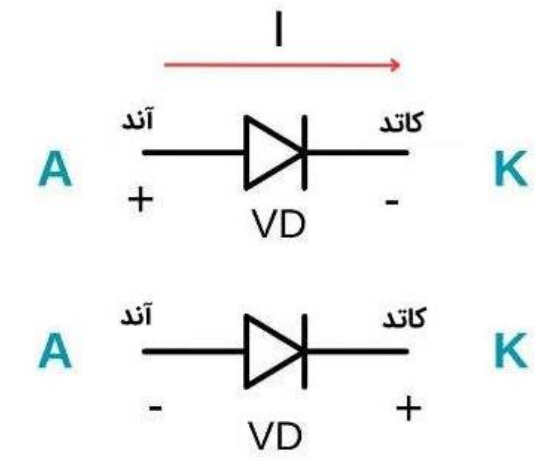
دیودها به عنوان جزء اساسی مدارهای الکترونیکی، برای یکسوسازی، مدولاسیون سیگنال، تنظیم ولتاژ و بسیاری موارد دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. در ادامه اصول کار دیود را بررسی خواهیم کرد.

اصول کار دیود

دیودها به عنوان یک نیمه‌رسانای دوسر برای کنترل جریان الکتریکی حائز اهمیت هستند. عملکرد اصلی آنها عبور جریان در یک جهت و مسدود کردن آن در جهت مخالف است؛ این ویژگی که برای یکسو کردن جریان متناوب (AC) به صورت جریان مستقیم (DC) ضروری است، فرایند یکسوسازی نام دارد.



دیودها نقش مهمی در تنظیم ولتاژ ایفا می‌کنند. به عنوان مثال، دیودهای زبر می‌توانند با حفظ سطح ولتاژ ثابت در مدار از اجزای حساس در برابر نوسانات برق محافظت کنند و از آنها به عنوان تنظیم‌کننده ولتاژ استفاده می‌شود. اکثر دیودها برای ایمنی مدارهای الکترونیکی به کار می‌روند. در جهت هدایت جریان (جهت مستقیم)، دیود مقاومت ناچیزی دارد اما در حالت معکوس دارای مقاومت بالایی است.





ساختار کلی دیود

دیود یک قطعه الکترونیکی دوپایه است که جریان الکتریکی را تنها در یک جهت هدایت می‌کند. این قطعه از دو بخش نیمه‌هادی نوع P و نوع N تشکیل شده است که در نقطه‌ای به نام پیوند PN به هم متصل می‌شوند.

بخش‌های اصلی دیود

نیمه‌هادی نوع P: این بخش دارای حفره‌های زیادی به عنوان حامل‌های بار مثبت است. **نیمه‌هادی نوع N:** این بخش دارای الکترون‌های آزاد زیادی به عنوان حامل‌های بار منفی است.

پیوند PN: محل اتصال دو نیمه‌هادی است که ویژگی‌های الکتریکی دیود را تعیین می‌کند.

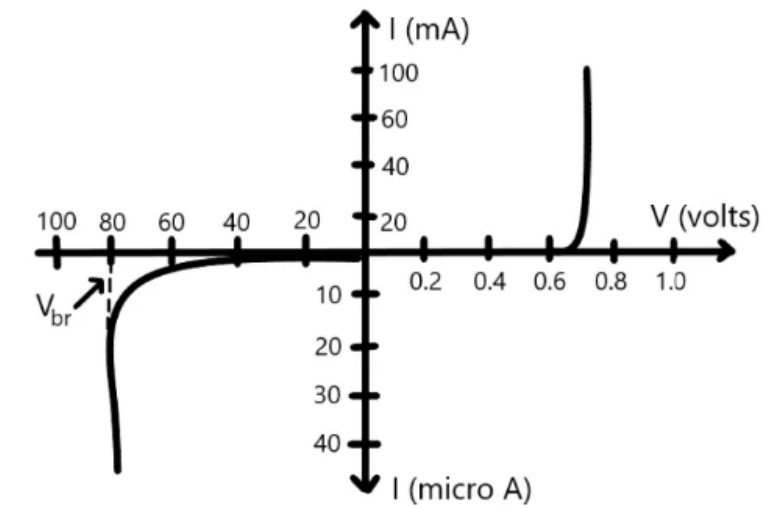
نحوه عملکرد دیود

بایاس مستقیم: وقتی ولتاژ مثبت به پایه آند (P) و ولتاژ منفی به پایه کاتد (N) متصل شود، دیود روشن شده و جریان از آن عبور می‌کند.

بایاس معکوس: اگر ولتاژ برعکس باشد، دیود جریان را مسدود کرده و مانند یک عایق عمل می‌کند.

مشخصه V-I دیود

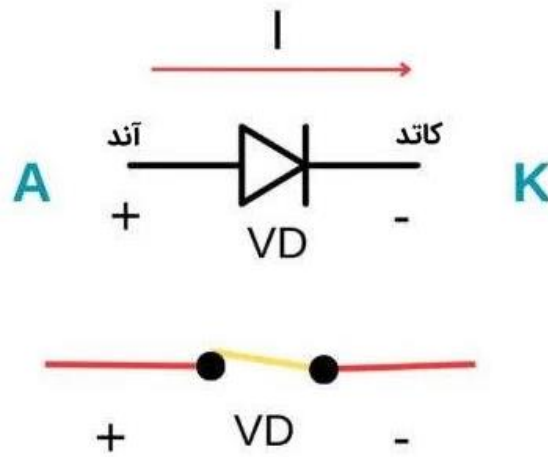
منحنی V-I دیود، ناحیه بایاس مستقیم و معکوس را نشان می‌دهد. رابطه بین ولتاژ و جریان در نمودار بالا غیرخطی است. اگر به نمودار دقت کنید منحنی در دو جهت متقارن به نظر می‌رسد. اما درحقیقت مقیاس هر دو محور مثبت و منفی متفاوت است. در محور +y، مقیاس برحسب میلی‌آمپر است اما در محور منفی برحسب میکروآمپر.



مشخصه V-I دیود

دیود ایده آل چیست؟

در یک دیود ایده آل، هرگاه ولتاژ اعمال شده بین آند و کاتد مثبت باشد، دیود به صورت یک کلید بسته عمل می کند. اما اگر ولتاژ اعمال شده منفی باشد، به صورت یک کلید باز عمل خواهد کرد.



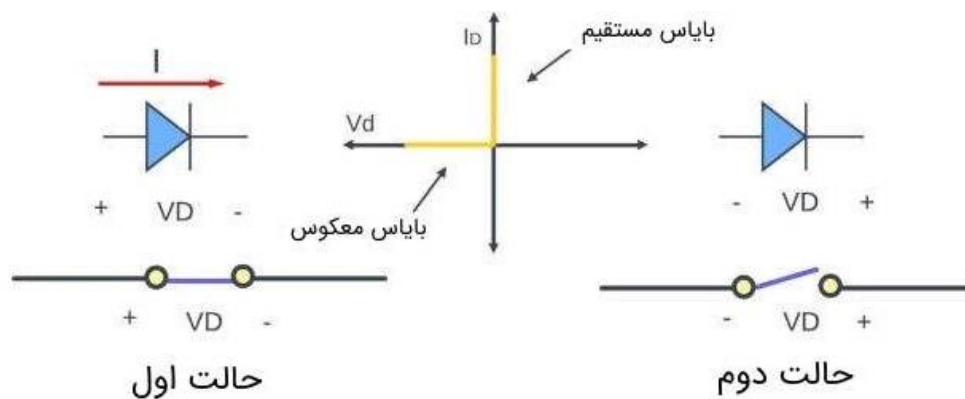
دیود ایده آل



بنابراین در اینجا دو حالت داریم:

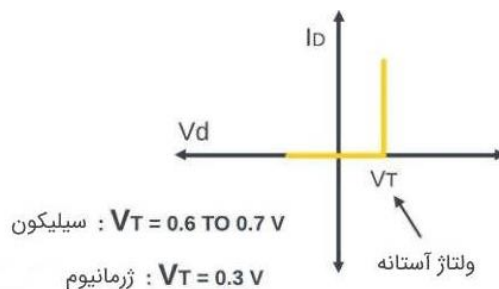
حالت اول: اگر ولتاژ اعمال شده مثبت باشد، روی نمودار $V-I$ خط عمودی خواهیم داشت (بایاس مستقیم).

حالت دوم: اگر ولتاژ اعمال شده منفی باشد، خط افقی در جهت منفی خواهیم داشت (بایاس معکوس).



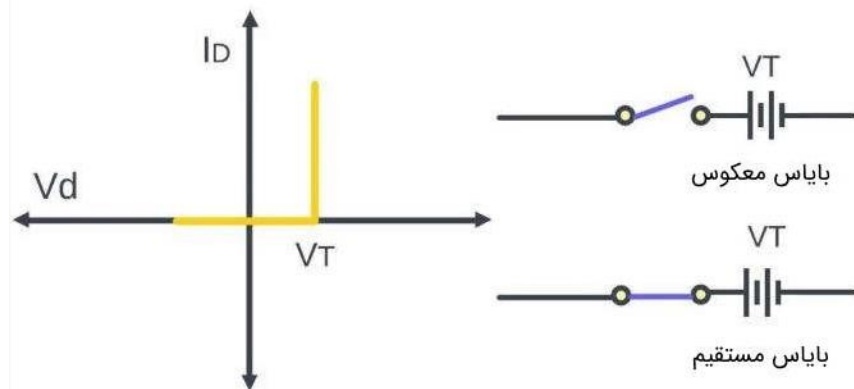
ولتاژ آستانه دیود

به حداقل ولتاژ مورد نیاز برای هدایت جریان الکتریکی دیود در جهت مستقیم «ولتاژ آستانه» (Threshold Voltage) گفته می‌شود. زمانی که ولتاژ اعمال شده کمتر از ولتاژ آستانه باشد، دیود به صورت یک عایق عمل می‌کند و اجازه نمی‌دهد جریان قابل توجهی عبور کند. اما اگر ولتاژ از ولتاژ آستانه فراتر رود، دیود شروع به هدایت جریان خواهد کرد.



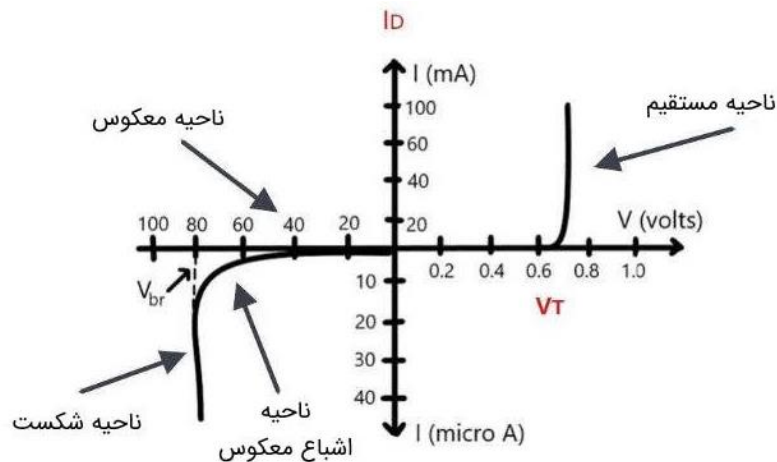


از آنجا که معمولاً دیود از سیلیکون یا ژرمانیوم ساخته می‌شود، ولتاژ آستانه متغیر خواهد بود. برای سیلیکون این ولتاژ در محدوده 0.6 تا 0.7 ولت و برای ژرمانیوم حدوداً 0.3 ولت است. بنابراین، هنگامی که ولتاژ اعمال شده از این ولتاژ آستانه عبور کند، دیود مانند یک کلید بسته شروع به هدایت جریان خواهد کرد و قبل از آن هیچ جریانی اجازه عبور نخواهد داشت.



مشخصه‌های خطی تکه‌ای دیود

در اینجا مشخصه‌های واقعی یک دیود را به صورت مشخصه‌های خطی تکه‌ای تقسیم‌بندی کرده‌ایم. تا ولتاژ آستانه دیود را نارسانا فرض کرده و پس از آن مقداری مقاومت محدود خواهیم داشت.



مشخصه‌های خطی تکه‌ای دیود

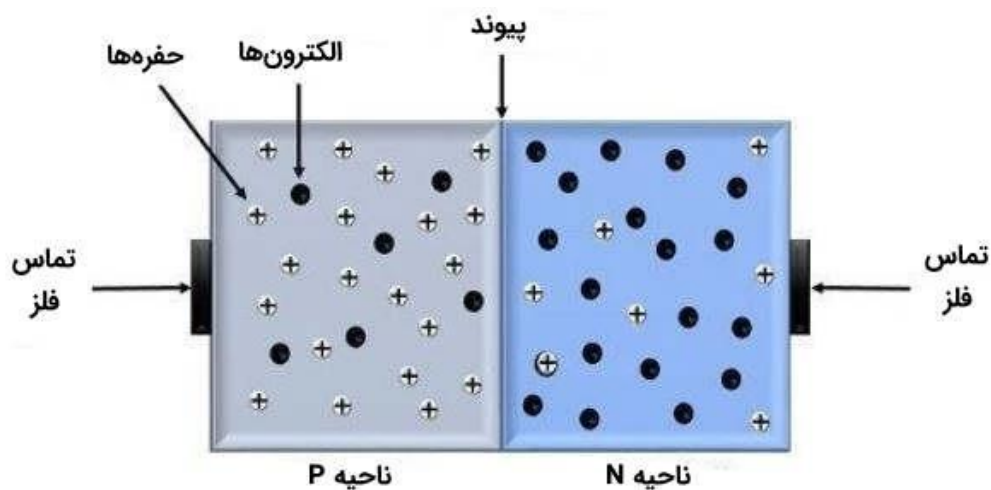
ناحیه مستقیم: بایاس مستقیم در دیودها زمانی اتفاق می‌افتد که ولتاژ اعمال شده در دیود منجر به شارش جریان از نیمه‌رسانای نوع P به نیمه‌رسانای نوع N شود.

ناحیه معکوس: در بایاس معکوس، عرض ناحیه تخلیه افزایش یافته و مانع عبور جریان می‌شود. در نتیجه، تنها یک جریان نشتی کوچک و معمولاً ناچیز از دیود عبور می‌کند.

ناحیه شکست: در ناحیه شکست، دیود در اثر یک بایاس معکوس با موجی ناگهانی در جریان که به دلیل از بین رفتن خواص عایق‌مانند اتفاق می‌افتد مواجه می‌شود.

پیوند PN در دیود

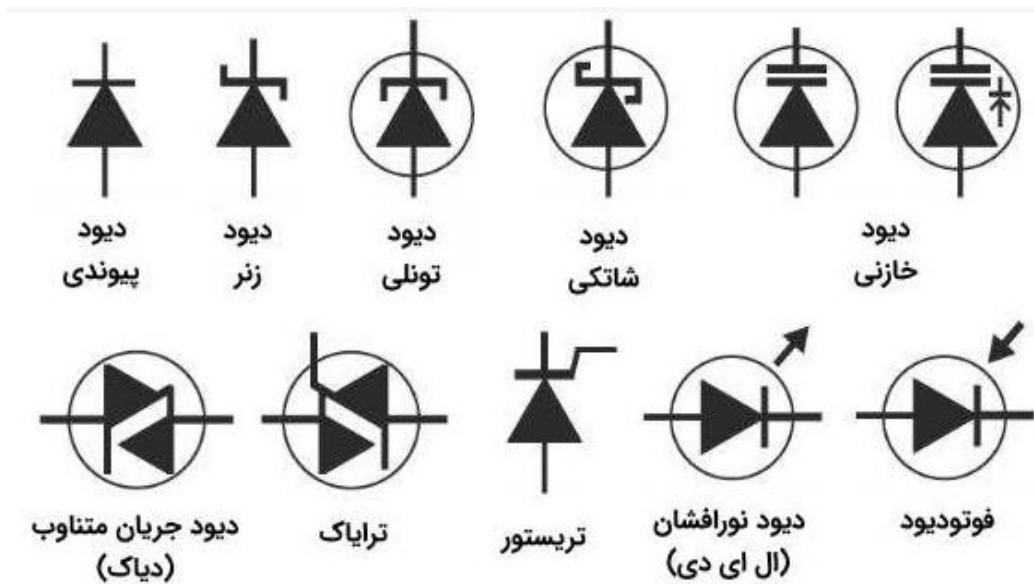
دیود از دو ماده نیمه‌رسانا تشکیل شده است که یکی از آن‌ها دارای حامل بار مثبت اضافی (نیمه‌رسانای نوع P) و دیگری حاوی حامل بار منفی اضافی (نیمه‌رسانای نوع N) است و هر دوی آن‌ها یک پیوند PN تشکیل می‌دهند. هنگامی که این مواد به هم متصل می‌شوند، مرزی ایجاد می‌کنند که در آن الکترون‌ها و حفره‌ها مجدد با هم ترکیب شده و یک ناحیه به نام ناحیه تخلیه به وجود می‌آورند که در غیاب ولتاژ خارجی، جریان را محدود می‌کند. اعمال ولتاژ مستقیم، با کاهش این مانع اجازه عبور جریان را می‌دهد اما ولتاژ معکوس مانع را گسترده کرده و از جریان قابل توجه جلوگیری می‌کند.



پیوند PN در دیود

انواع دیودها

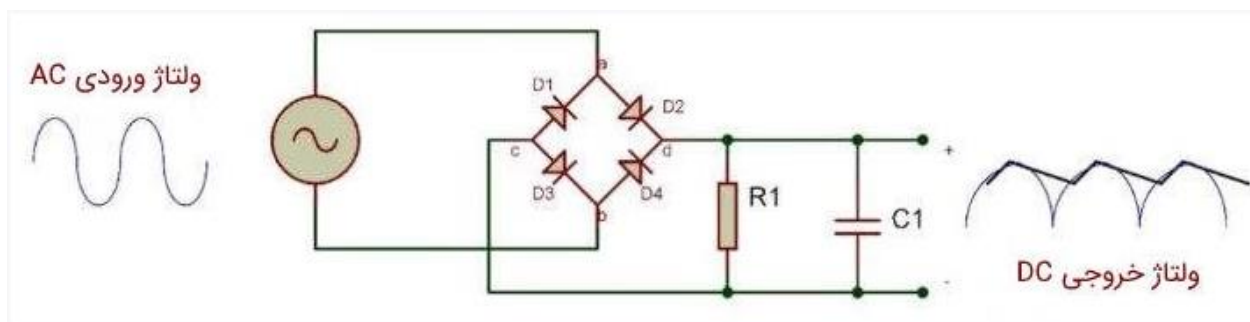
در این بخش، با انواع دیودها و نحوه عملکردشان آشنا می‌شویم. همان‌طور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید، هر یک از دیودها در مدارهای الکترونیکی با نمادهای گوناگونی نمایش داده می‌شوند.



نماد انواع دیودها در مدارهای الکترونیکی

دیود یکسوساز

دیود یکسوساز اساساً برای تبدیل جریان متناوب AC به جریان مستقیم DC مورد استفاده قرار می‌گیرد.



دیود یکسوساز



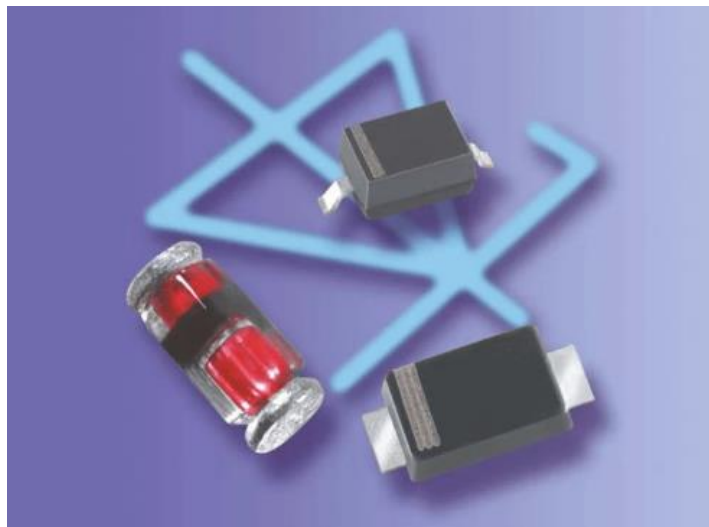
دو نوع دیود یکسوساز وجود دارد: یکسوساز نیم موج و یکسوساز تمام موج.

یکسوساز نیم موج (Half Wave Rectifier): یکسوسازهای نیم موج تنها نیمی از موج AC را عبور می دهند که منجر به خروجی DC پالس زن می شود.

یکسوساز تمام موج (Full Wave Rectifier): این نوع یکسوساز بیشتر در پیکربندی های یکسوساز پل یافت می شود و هر دو نیم موج AC را به شکل غیرفعال ثابت یا صاف تر تبدیل می کند.

دیود زنر

«دیود زنر» (Zener Diode) یک نوع دیود منحصربه فرد است که برای عمل کردن در حالت بایاس معکوس طراحی شده است. برخلاف دیودهای معمولی که تا زمان رسیدن به نقطه شکستشان در برابر عبور جریان در جهت معکوس مقاومت می کنند، دیودهای زنر دارای یک ولتاژ شکست دقیق هستند. زمانی که ولتاژ معکوس اعمال شده در دیود زنر به این مقدار معین می رسد، بدون اینکه آسیبی وارد شود، جریان را عبور می دهد. همان طور که پیش تر هم اشاره شد، این ویژگی، دیود زنر را در نقش تنظیم کننده ولتاژ ارزشمند کرده است. در واقع، دیود زنر این اطمینان را حاصل می کند که مدار در برابر نوسانات ولتاژ ورودی آسیبی نمی بیند.



دیود نورافشان (ال ای دی)

LEDها به عنوان یک تحول در دنیای دیودها علاوه بر عبور جریان در یک جهت، قادر به انتشار نور در بایاس مستقیم نیز هستند. تابش نور این نوع دیودها نتیجه «نورتابی الکتریکی» (Electroluminescence) است که در آن الکترون‌ها با حفره‌های الکترونی مجدد ترکیب شده و انرژی را به شکل فوتون آزاد می‌کنند. رنگ نور ساطع شده با استفاده از شکاف باند انرژی مواد نیمه‌هادی به کاررفته در LED تعیین می‌شود. LEDها، جایگزین‌های کم‌مصرف و بادوام منابع نور سنتی به شمار می‌روند و در چراغ‌های نشانگر دستگاه‌های الکترونیکی، روشنایی منازل و حتی صفحه نمایش تلویزیون‌ها کاربرد ویژه‌ای دارند.

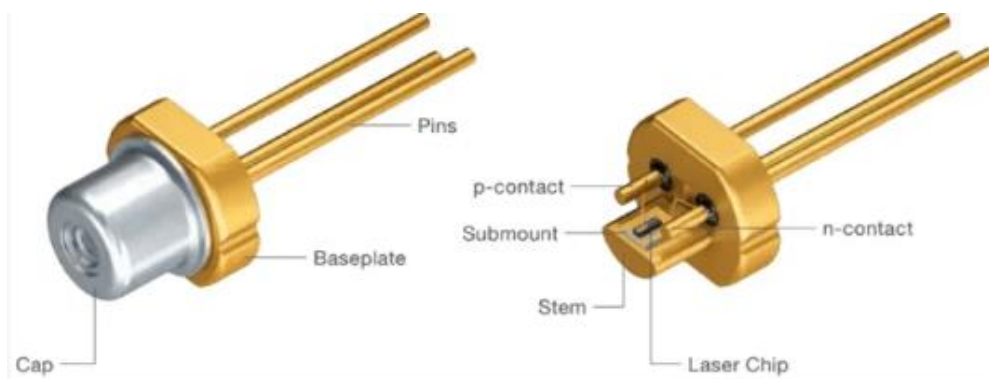


دیود لیزر پالسی (PLD)

دیود لیزر پالسی (Pulsed Laser Diode) پالس‌های نوری با شدت بالا منتشر می‌کند. برخلاف دیودهای لیزر موج پیوسته که پرتویی پیوسته از نور ساطع می‌کنند، PLDها تولیدکننده پالس‌های نوری شدید و کوتاه هستند. توانایی PLDها در تولید پالس‌های نوری سریع و دقیق منجر به کاربردهای گوناگون آن در زندگی امروزی شده است.

از کاربردهای اساسی آنها می‌توان به سیستم‌های بردیاب و «لیدار (LIDAR)» اشاره کرد. در واقع، با تابش یک پالس نوری کوتاه و اندازه‌گیری زمان بازتاب آن از یک جسم، می‌توان فاصله تا جسم را با دقت تعیین کرد. این فناوری در وسایل نقلیه خودران که اندازه‌گیری فاصله زمانی واقعی برای جهت‌یابی و جلوگیری از برخورد ضروری است، حیاتی می‌باشد.

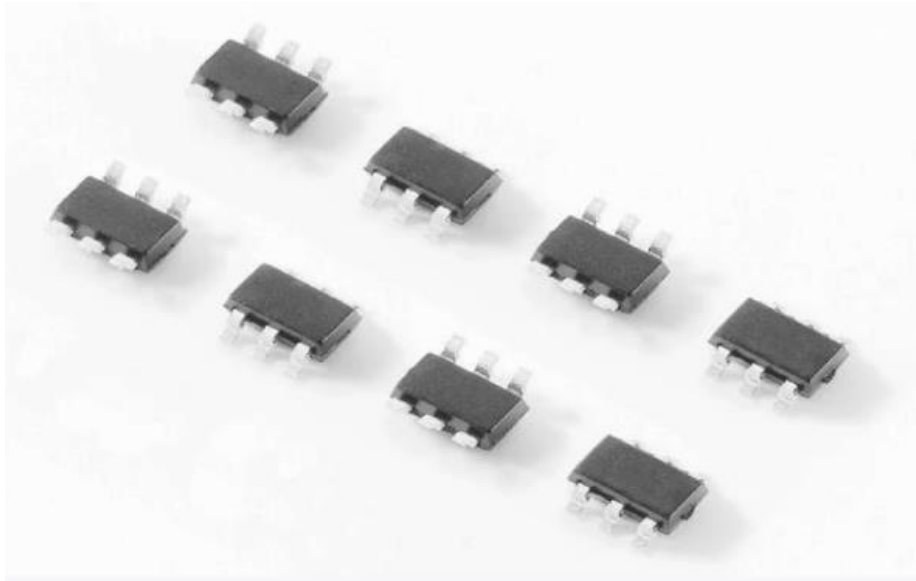
روشن و خاموش کردن سریع پالس نوری برای انتقال سریع داده‌ها از کاربردهای مهم PLDها در ارتباطات فیبر نوری است. در زمینه پزشکی نیز به کار بردن آنها در ابزارهای تشخیصی گوناگون، آسیب به بافت‌های اطراف را به حداقل می‌رساند.



آرایه‌های دیود

آرایه‌های دیود (Diode Arrays) مجموعه‌هایی هستند که حاوی چندین دیود در یک بسته واحدند. این آرایه‌ها برای ساده‌سازی طراحی مدار و صرفه‌جویی در فضا طراحی شده‌اند، به خصوص در مواقعی که به چند دیود با هم نیاز داریم. یکی از کاربردهای اصلی آرایه‌های دیود، محافظت از تجهیزات الکترونیکی حساس در برابر تخلیه الکتروستاتیک و افزایش ولتاژ است. زمانی که ولتاژ افزایش می‌یابد، آرایه دیود می‌تواند به سرعت ولتاژ اضافی را از اجزای حساس منحرف کرده و از آسیب احتمالی جلوگیری کند.

آرایه‌های دیود به دلیل نحوه طراحی و توانایی‌شان در کنترل چندین سیگنال به‌طور هم‌زمان، در الکترونیک مدرن از اهمیت زیادی برخوردارند.



دیود تنظیم‌کننده جریان

دیودهای تنظیم‌کننده جریان که دیودهای جریان ثابت یا محدودکننده جریان نیز نامیده می‌شوند، به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که جریان ثابتی را در یک محدوده وسیع ولتاژ تأمین کنند. آن‌ها نوعی دیود زener هستند که در ناحیه شکست عمل می‌کنند اما به‌جای حفظ ولتاژ ثابت، جریان ثابت را حفظ می‌کنند. این نوع دیودها معمولاً در شرایطی استفاده می‌شوند که صرف نظر از ولتاژ اعمال‌شده، جریان ثابتی مورد نیاز است، مانند مدارهای LED یا تقویت‌کننده‌های ترانزیستور بایاس‌شده.



دیود PIN

دیود پین نوعی دیود با یک ناحیه نیمه‌هادی ذاتی عریض و آلاییده‌نشده بین نیمه‌هادی نوع N و نیمه‌هادی نوع P است. PIN مخفف لایه‌های P-Intrinsic-N است. این نوع دیودها به دلیل ویژگی منحصر به فردشان در سوئیچ سریع بین حالت مقاومت بالا و پایین، در فرکانس بالا به کار می‌روند. این ویژگی، دیودهای پین را برای تضعیف‌کننده‌ها، آشکارسازها و سوئیچ‌های RF ایده‌آل کرده است.



دیود شاتکی

«دیود شاتکی» (Schottky Diode) که به افتخار فیزیک‌دان آلمانی «والتر اچ. شاتکی» (Walter H. Schottky) نام‌گذاری شده است، برخلاف دیود معمولی که دارای پیوند نیمه‌هادی-نیمه‌هادی است، پیوند فلز-نیمه‌هادی دارد. این ساختار خاص، سبب افت ولتاژ مستقیم کمتر و سوئیچینگ سریع‌تر می‌شود. دیودهای شاتکی معمولاً به دلیل کارایی و پاسخ سریعشان، به‌عنوان یک‌سوکونده در مدارهای منابع تغذیه سوئیچینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند.



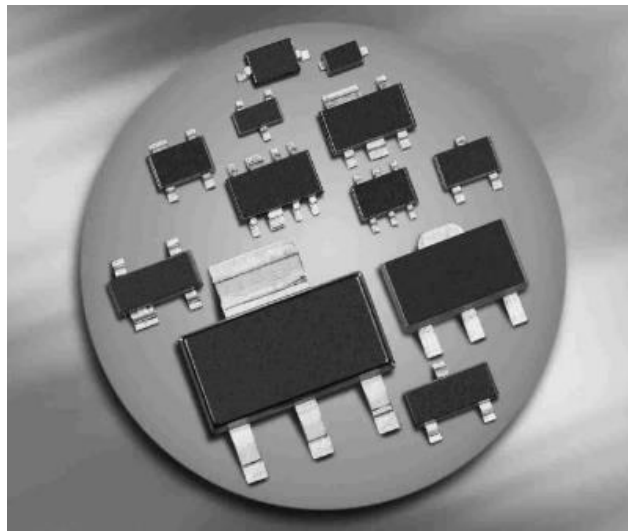
دیود TVS

دیود خنثی‌ساز ولتاژ گذرا (Transient Voltage Suppressor) برای حفاظت از تجهیزات الکترونیکی حساس در برابر افزایش ولتاژ طراحی شده است. این نوع دیودها می‌توانند نسبت به افزایش ناگهانی ولتاژ خیلی سریع واکنش نشان دهند و از آسیب جلوگیری کنند. دیودهای TVS معمولاً در محافظ‌های نوسان برق یافت می‌شوند و از مدارها در برابر تخلیه الکتروستاتیکی، صاعقه و دیگر رویدادهای ولتاژ گذرا محافظت می‌کنند.



دیود خازنی

«دیود خازنی» (Varactor Diode) عمدتاً در مدارهای تنظیم الکترونیکی به کار می‌رود. ویژگی این نوع دیودها، توانایی تغییر ظرفیت خازنی براساس ولتاژ اعمال شده به آنهاست. با تغییر ولتاژ در یک دیود خازنی، ظرفیت خازنی نیز تغییر یافته و امکان تنظیم الکترونیکی مدارها فراهم می‌شود.



دیودها با توجه به تنوعی که دارند، دارای کاربردهای گوناگونی نیز هستند که در ادامه به برخی از آنها اشاره می‌کنیم:

- تبدیل منبع تغذیه AC به DC (یکسوسازی)
- تنظیم ولتاژ
- ساخت بلوک‌ها در مدارهای دیجیتال (گیت منطقی)
- کنترل فرکانس
- حفاظت از مدار در برابر افزایش ولتاژ
- انتشار نور
- عملکرد در فرکانس‌های بالا (کاربردهای میکروویو)



کاربرد دیود

دیود یکی از مهم‌ترین قطعات الکترونیکی است که به دلیل خاصیت یک‌سوسازی جریان، در مدارهای الکتریکی و الکترونیکی کاربرد گسترده‌ای دارد. این قطعه از دو ناحیه نیمه‌رسانای نوع P و نوع N تشکیل شده است و دارای خاصیت هدایت جریان در یک جهت و جلوگیری از عبور آن در جهت مخالف است. به دلیل این ویژگی، دیودها در بسیاری از کاربردهای الکترونیکی از جمله یک‌سوکنده‌ها، مدارات تثبیت ولتاژ، مدارهای محافظ و تقویت‌کننده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

یکی از کاربردهای اصلی دیود، یک‌سو کردن جریان متناوب (AC) به جریان مستقیم (DC) در منابع تغذیه است. دیودهای یک‌سوساز در مدارهای برق‌رسانی برای تبدیل برق شهری به ولتاژ ثابت مورد نیاز دستگاه‌های الکترونیکی به کار می‌روند. همچنین، در مدارهای حفاظتی، از دیودهای زنر برای تثبیت و تنظیم ولتاژ استفاده می‌شود تا از آسیب‌دیدگی قطعات حساس الکترونیکی جلوگیری شود.

دیودهای خاص مانند دیودهای نوری (LED) در تولید نور کاربرد دارند و در نمایشگرها، چراغ‌های نشانگر و سیستم‌های روشنایی مورد استفاده قرار می‌گیرند. همچنین، دیودهای شاتکی که دارای افت ولتاژ کم و سرعت سوئیچینگ بالا هستند، در مدارهای فرکانس بالا و منابع تغذیه سوئیچینگ به کار می‌روند. در مدارهای مخابراتی نیز دیودهای تونلی و واراكتور برای تقویت سیگنال‌ها و تنظیم فرکانس مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در مجموع، دیودها یکی از اساسی‌ترین اجزای مدارهای الکترونیکی هستند که در طیف وسیعی از کاربردهای صنعتی، مخابراتی، نورپردازی و منابع تغذیه استفاده می‌شوند و بدون آنها، بسیاری از فناوری‌های مدرن امکان‌پذیر نبودند.



سؤالات متداول دیود

دیود چیست؟

دیود یک قطعه الکترونیکی نیمه‌رسانا است که جریان الکتریکی را فقط در یک جهت عبور می‌دهد و در جهت مخالف مانع عبور جریان می‌شود.

نحوه عملکرد دیود چگونه است؟

دیود از دو ناحیه P و N تشکیل شده است. وقتی ولتاژ مثبت به ناحیه P و منفی به ناحیه N اعمال شود، دیود هدایت می‌کند (بایاس مستقیم). اما اگر ولتاژ برعکس شود، دیود جریان را مسدود می‌کند (بایاس معکوس).

کاربردهای دیود چیست؟

دیودها در یک‌سوسازی جریان AC به DC، حفاظت مدارها، مدارات فرکانس بالا و تولید سیگنال‌های نوری مانند LED استفاده می‌شوند.

انواع دیود کدام‌اند؟

11 نوع رایج دیود عبارت‌اند از:

- دیود پیوندی
- دیود زنر
- دیود نورافشان (ال‌ای‌دی)
- دیود جریان متناوب (دیاک)
- فوتو دیود
- دیود شاتکی
- تراپاک



- دیود خازنی
- دیود تونلی
- تریستور
- دیود گان

تفاوت دیود زنر و دیود معمولی چیست؟

دیود زنر در بایاس معکوس نیز هدایت می‌کند و به‌عنوان رگولاتور ولتاژ استفاده می‌شود، درحالی‌که دیود معمولی در بایاس معکوس جریان را مسدود می‌کند.

دیود شاتکی چه مزیتی دارد؟

این دیود افت ولتاژ کمتری (حدود 0.2 تا 0.3 ولت) دارد و سرعت سویچینگ بالایی ارائه می‌دهد، به همین دلیل در مدارات سرعت بالا کاربرد دارد.

چگونه می‌توان دیود معیوب را تشخیص داد؟

با استفاده از مولتی‌متر می‌توان دیود را تست کرد. در حالت بایاس مستقیم باید مقدار کمی مقاومت نشان دهد و در بایاس معکوس مقدار بسیار زیادی یا بی‌نهایت مقاومت.

منابع:

<https://etechsparks.com/diode-definition-types-and-working-principle/>

<https://www.electropages.com/blog/2023/09/what-is-a-diode/>