HiPower.ir

دیود چیست؟

در این مقاله با تعریف دیود، نماد، کارکرد، انواع دیودها و کاربرد آن در مدار الکترونیکی آشنا می شویم.

دیود یک وسیله نیمه هادی است که به جریان الکتریکی اجازه می دهد فقط در یک جهت جریان یابد. از یک اتصال pn تشکیل شده است که به عنوان یک مانع عمل می کند که از جریان در جهت مخالف جلوگیری می کند. دیودها را می توان در کاربردهای مختلفی از جمله یکسو کننده ها) تبدیل AC به(DC ، تنظیم کننده های ولتاژ و محافظت در برابر تغییرات ولتاژ استفاده کرد.

دیود چگونه کار می کند؟

یک دیود از مواد نیمه هادی مانند سیلیکون ساخته شده است که ناخالصی هایی برای ایجاد یک اتصال pn به آن اضافه می شود. سمت pدیود که آند نامیده می شود دارای حامل های بار مثبت (سوراخ) اضافی است، در حالی که سمت n که کاتد نامیده می شود دارای حامل های بار منفی (الکترون) اضافی است.

هنگامی که یک ولتاژ مثبت به آند و یک ولتاژ منفی به کاتد اعمال می شود، اتصال pn بایاس رو به جلو است، که اجازه می دهد جریان از دیود عبور کند. این به عنوان شرایط سوگیری رو به جلو شناخته می شود. ولتاژ مورد نیاز برای بایاس رو به جلو یک دیود، ولتاژ جلو یا "ولتاژ آستانه جلو" نامیده می شود و معمولا بین ۰.۳ تا ۰.۷ ولت برای یک دیود سیلیکونی است.

هنگامی که ولتاژ در جهت مخالف اعمال می شود، با ولتاژ منفی روی آند، و ولتاژ مثبت روی کاتد، اتصال pn بایاس معکوس است که از عبور جریان از دیود جلوگیری می کند. این به عنوان شرایط سوگیری معکوس شناخته می شود. یک جریان نشتی کوچک هنوز می تواند از طریق دیود جریان یابد، زمانی که دیود در بایاس معکوس است، به نام جریان اشباع معکوس.

به طور خلاصه، یک دیود اجازه می دهد تا جریان به راحتی در یک جهت جریان یابد و آن را در جهت دیگر مسدود کند، این رفتار به عنوان یکسو سازی شناخته می شود. دیودها به طور گسترده در مدارهای الکترونیکی برای یکسوسازی، تثبیت ولتاژ و عناصر حفاظتی در برابر گذراهای ولتاژ استفاده می شوند.

انواع دیود

انواع مختلفی از دیودها وجود دارد که هر کدام ویژگی های منحصر به فرد خود را دارند. دیودها را می توان بر اساس ویژگی ها و کاربردهایشان به چند نوع طبقه بندی کرد، از جمله:

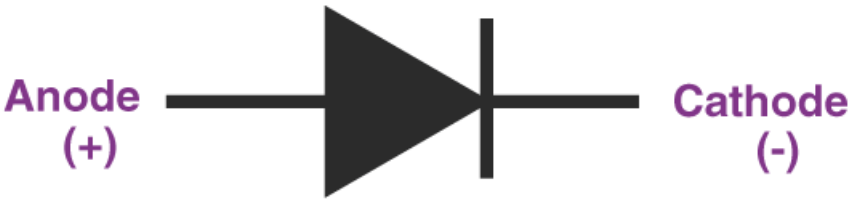
- دیود اتصال PN
- دیود زنر
- دیود شاتکی
- دیود ساطع نور(LED)
- فتودیود
- دیود تونل
- دیود گان
- دیود وارکتور
- دیود بازیابی مرحله ای(SRD)
- دیود بهمن
- دیود پین
- دیودIMPATT

- دیود شاکلی

1.دیود اتصال PN

دیود اتصال PN نوعی دستگاه نیمه هادی است که به جریان اجازه می دهد تنها در یک جهت جریان یابد. از دو ناحیه از مواد نیمه هادی تشکیل شده است که یکی با ناخالصی ها برای ایجاد الکترون های اضافی) نوع (n و دیگری با ناخالصی ها برای ایجاد کمبود الکترون ها) نوع (p دوپ شده است.

هنگامی که نواحی نوع p و نوع n در تماس قرار می گیرند، پیوندی تشکیل می شود که در آن الکترون ها از ناحیه نوع n به منطقه نوع pجریان می یابند و یک ناحیه تخلیه با یک میدان الکتریکی داخلی ایجاد می شود که مخالفت بیشتری دارد. جریان جریان این به دیود اجازه می دهد تا به عنوان یکسو کننده عمل کند و جریان متناوب را به جریان مستقیم تبدیل کند.



کاربرد دیود اتصال PN

دیودهای اتصال PN به دلیل توانایی آنها برای عبور جریان تنها در یک جهت، کاربردهای گسترده ای دارند. برخی از کاربردهای رایج عبارتند از:

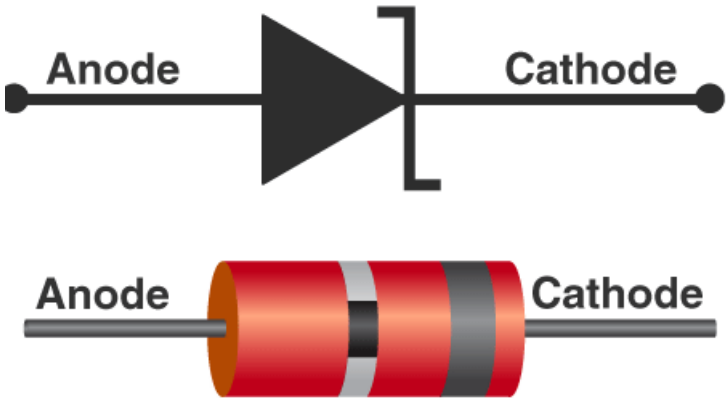
۱. یکسوسازی: دیودهای اتصال PN اغلب در منابع تغذیه برای تبدیل جریان متناوب به جریان مستقیم استفاده می شوند.
۲. برش و بستن: دیودهای اتصال PN را می توان برای محدود کردن دامنه سیگنال با قطع کردن بخش های بالا یا پایین یک آستانه خاص استفاده کرد.
۳. سوئیچینگ: دیودهای اتصال PN را می توان به عنوان دستگاه های سوئیچینگ سریع در مدارهای دیجیتال استفاده کرد.
۴. تشخیص: دیودهای اتصال PN می توانند به عنوان آشکارساز سیگنال های فرکانس رادیویی استفاده شوند.

دیود زنر

دیود زنر نوعی از دیود اتصال PN است که برای عملکرد در ناحیه شکست معکوس طراحی شده است، جایی که ولتاژ در سراسر دیود بیشتر از ولتاژ شکست است که به عنوان "ولتاژ زنر" نیز شناخته می شود. این اجازه می دهد تا از دیود برای تثبیت و تنظیم ولتاژ استفاده شود.

هنگامی که یک دیود زنر بایاس معکوس می‌شود، با افزایش ولتاژ در دو طرف دیود، میدان الکتریکی در ناحیه تخلیه قوی‌تر می‌شود و در نهایت به نقطه‌ای می‌رسد که آنقدر قوی می‌شود که اتصال را از بین ببرد و جریان زیادی را جریان دهد. این به عنوان شکست زنر شناخته

می شود. در این ناحیه، دیود زنر مانند یک منبع ولتاژ ثابت عمل می‌کند و ولتاژ روی دیود بدون توجه به جریانی که از آن عبور می‌کند، در ولتاژ زنر باقی می‌ماند.



کاربرد دیود زنر

دیودهای زنر به دلیل توانایی منحصر به فرد خود در عملکرد در ناحیه شکست معکوس و حفظ ولتاژ ثابت در سراسر دیود، چندین کاربرد کلیدی دارند. برخی از کاربردهای رایج دیودهای زنر عبارتند از:

۱. تنظیم ولتاژ: دیودهای زنر معمولاً در مدارهای تنظیم کننده ولتاژ برای حفظ ولتاژ خروجی پایدار، صرف نظر از تغییرات ولتاژ ورودی یا جریان بار استفاده می شوند.
۲. مرجع ولتاژ: دیودهای زنر اغلب به عنوان منبع ولتاژ مرجع در مدارهای آنالوگ استفاده می شوند.
۳. محافظت در برابر ولتاژ بیش از حد: دیودهای زنر را می توان در مدارهای حفاظتی در برابر ولتاژ اضافی برای محافظت از دستگاه های الکترونیکی در برابر افزایش ولتاژ و گذرا استفاده کرد.
۴. حفاظت از ولتاژ: دیودهای زنر را می توان در مدارهای حفاظت از نوسانات برای محافظت از تجهیزات الکترونیکی در برابر نوسانات برق و گذراهای ولتاژ استفاده کرد.
۵. بستن: دیودهای زنر را می توان در مدارهای بستن برای محدود کردن دامنه سیگنال استفاده کرد.

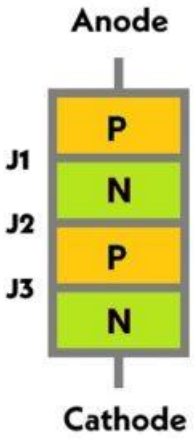
دیود شاتکی

دیود شاتکی نوعی دیود است که افت ولتاژ رو به جلو پایینی نسبت به دیود اتصال سیلیکونی معمولی PN دارد. افت ولتاژ پیشروی آن به طور قابل ملاحظه ای کمتر از ۰.۷ ولت است. با اتصال نیمه هادی با فلز تشکیل می شود.

در مقایسه با دیود اتصال PN ، دیود شاتکی از فلزی مانند پلاتین یا آلومینیوم به جای مواد نوع p استفاده می کند. محل اتصال دیود شاتکی به یک اتصال فلز–نیمه هادی یا اتصال MS تبدیل می شود و این اتصال یک مانع یا لایه تخلیه ایجاد می کند که به عنوان مانع شاتکی شناخته می شود. همچنین به عنوان دیود حامل گرم یا دیود ولتاژ پایین یا دیود مانع شاتکی شناخته می شود.

سوئیچینگ دیود شاتکی سریعتر از دیود PN Junction است. همچنین در مقایسه با دیود اتصال PN ، نویز ناخواسته کمتری تولید می کند. این به طور گسترده ای در انواع برنامه های شکل دهی، تصحیح و سوئیچینگ موج استفاده می شود.

نماد دیود شاتکی بر اساس نماد مدار دیود پایه است. در این دیود فلز به عنوان آند و نیمه هادی نوع N به عنوان کاتد عمل می کند. تصویر واقعی دیود شاتکی و نماد آن در زیر نشان داده شده است.



کاربرد دیود شاتکی

موارد زیر کاربردهای دیود شاتکی است

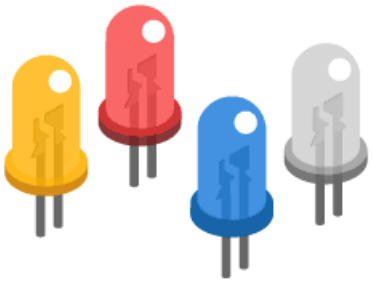
- در کاربردهای بستن ولتاژ استفاده می شود
- در منابع تغذیه مانند SMPS (منبع تغذیه حالت سوئیچ) استفاده می شود.
- در میکسر RF و دیود آشکارساز استفاده می شود
- در یکسو کننده های همه منظوره استفاده می شود
- در حفاظت جریان معکوس و حفاظت از تخلیه استفاده می شود
- این در برنامه های کاربردی سلول های خورشیدی مانند پانل های خورشیدی استفاده می شود

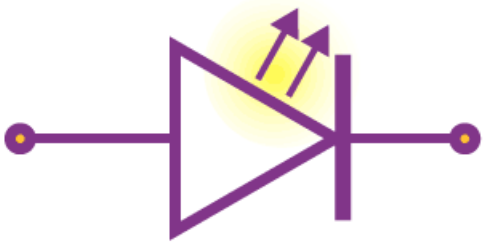
دیود ساطع کننده نور(LED)

دیود ساطع نور (LED) نوعی دیود نیمه هادی است که با عبور جریان الکتریکی از آن نور ساطع می کند LED .بر اساس اصل الکترولومینسانس کار می کند، جایی که انرژی حاصل از جریان الکتریکی به انرژی نور تبدیل می شود. نور ساطع شده توسط نوترکیبی الکترون–حفره که در مواد نیمه هادی انجام می شود، تولید می شود.

ال ای دی ها با اتصال یک ماده از نوع p (با بارهای مثبت اضافی) و یک ماده نوع n (با بارهای منفی اضافی) برای تشکیل یک اتصال pnساخته می شوند. هنگامی که یک بایاس رو به جلو در سراسر اتصال pn اعمال می شود، الکترون های مواد نوع n با حفره هایی از مواد نوع p ترکیب می شوند و انرژی را به شکل فوتون آزاد می کنند. طول موج نور ساطع شده به مواد نیمه هادی مورد استفاده بستگی دارد که رنگ نور را تعیین می کند.

ظاهر واقعی یک LED و نماد آن در زیر نشان داده شده است.





کاربرد دیود ساطع نور(LED)

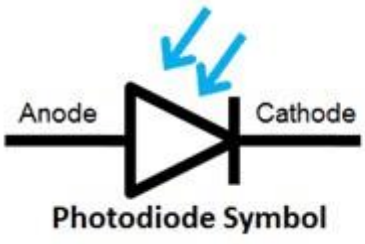
دیودهای ساطع نور (LED) به دلیل بهره وری انرژی، عمر طولانی و تنوع در رنگ و اندازه، کاربردهای گسترده ای دارند. برخی از رایج ترین کاربردهای LED عبارتند از:

- چراغ های نشانگر: در دستگاه های الکترونیکی برای نمایش وضعیت برق یا شرایط عملیاتی استفاده می شود.
- پانل های نمایش: در صفحه نمایش تلویزیون، مانیتور کامپیوتر و بیلبوردهای دیجیتال برای تصاویر با وضوح بالا یافت می شود.
- علائم راهنمایی و رانندگی: در چراغ های راهنمایی، گذرگاه های عابر پیاده و علائم جاده برای دید بالا و بهره وری انرژی اجرا می شود.
- روشنایی خودرو: برای چراغ های ترمز، چراغ های راهنما، چراغ های روشنایی در روز و روشنایی داخلی استفاده می شود.
- روشنایی عمومی: به دلیل بهره وری انرژی و طول عمر بالا در روشنایی مسکونی، تجاری و صنعتی استفاده می شود.
- باغبانی: در کشاورزی داخلی و گلخانه ای برای رشد بهینه گیاهان و حفظ انرژی استفاده می شود.
- کاربردهای پزشکی: در درمان های فتوتراپی، روشنایی جراحی و شاخص های تجهیزات پزشکی بکار می رود.
- ارتباطات: در سیستم های ارتباطی فیبر نوری و کنترل از راه دور مادون قرمز استفاده می شود.
- حسگرها: در دستگاه هایی برای سنجش رنگ، حسگر نور محیط و تشخیص حرکت یکپارچه شده است.

فتودیود

فتودیود یک دستگاه نیمه هادی است که نور را به جریان الکتریکی تبدیل می کند. این بر اساس اصل اثر فوتوالکتریک عمل می کند، جایی که فوتون های نور با مواد نیمه هادی برهمکنش می کنند و جفت الکترون–حفره تولید می کنند. هنگامی که این حامل های بار توسط یک میدان الکتریکی یا یک اتصال pn از هم جدا می شوند، یک جریان نوری تولید می شود.

فتودیودها با تشکیل یک اتصال pn یا یک ساختار پین در یک ماده نیمه هادی حساس به نور ساخته می شوند. هنگامی که فوتون های نور به دیود نوری برخورد می کنند، توسط نیمه هادی جذب می شوند و جفت الکترون–حفره ایجاد می کنند. جریان این حامل های بار، تحت تأثیر میدان الکتریکی خارجی، جریانی متناسب با شدت نور فرودی ایجاد می کند.



کاربرد فتودیود

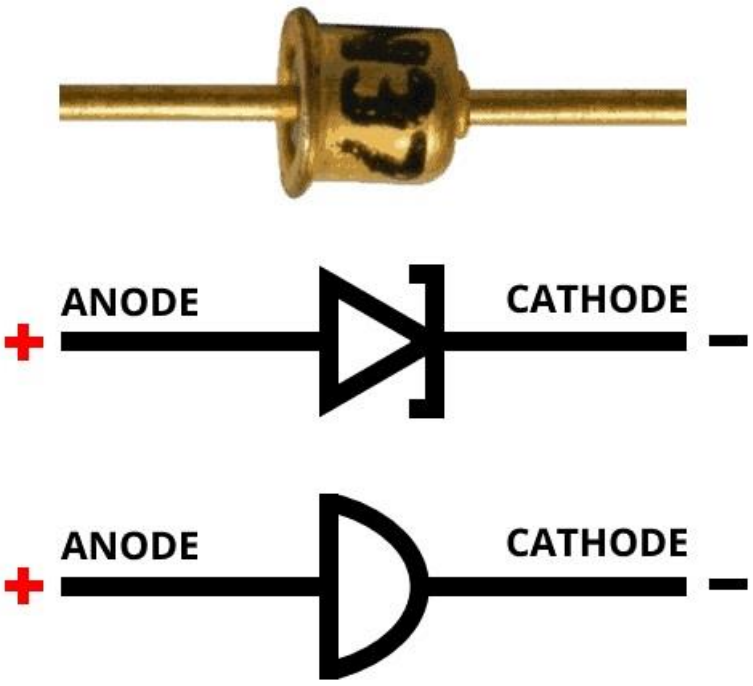
فتودیودها به دلیل حساسیت بالا، زمان پاسخ سریع و توانایی تبدیل نور به جریان الکتریکی کاربردهای متعددی دارند. برخی از کاربردهای کلیدی فتودیودها عبارتند از:

- ارتباط نوری: به عنوان گیرنده در شبکه های فیبر نوری استفاده می شود.
- سلول های خورشیدی: نور خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل می کند.
- دستگاه های تصویربرداری: در دوربین های دیجیتال و دستگاه های متصل به شارژ (CCD) یافت می شود.
- LiDAR:در اندازه گیری فاصله و تشخیص اشیا استفاده می شود.
- حسگرهای نور محیطی: روشنایی صفحه نمایش را در گوشی‌های هوشمند و سایر دستگاه‌ها تنظیم می‌کنند.
- طیف سنجی: اندازه گیری جذب و بازتاب نور در تجزیه و تحلیل شیمیایی.
- کاربردهای پزشکی: کنترل ضربان قلب، اشباع اکسیژن و فشار خون.
- اسکنر بارکد: بارکدها را برای شناسایی محصول رمزگشایی می کند.
- آشکارسازهای دود: ذرات دود را با استفاده از خواص پراکندگی نور تشخیص می دهند.
- کنترل از راه دور مادون قرمز: سیگنال های دستگاه های کنترل از راه دور را دریافت می کند.

دیود تونلی

دیود تونلی یک دیود نیمه رسانا با مواد بسیار دوپ شده از نوع p و نوع n است که منجر به یک اتصال pn باریک و بسیار رسانا و یک منطقه تخلیه نازک می شود. توسط لئو اساکی، که اثر تونل کوانتومی در نیمه هادی ها را کشف کرد، اختراع شد.

در عملکرد آن، هنگامی که یک ولتاژ رو به جلو کوچک اعمال می شود، الکترون ها از طریق سد پتانسیل تشکیل شده توسط منطقه تخلیه "تونل" می کنند و باعث افزایش سریع جریان می شود. در ولتاژهای بالاتر، جریان به دلیل کاهش احتمال تونل زنی کاهش می یابد و ناحیه ای با مقاومت منفی ایجاد می شود.



کاربرد دیود تونلی

- نوسان سازهای فرکانس بالا: سیگنال های فرکانس بالا پایدار تولید می کند.
- تقویت کننده های مایکروویو: سیگنال های ضعیف مایکروویو را تقویت می کنند.
- مدارهای RF: در سیستم های ارتباطی فرکانس رادیویی استفاده می شود.
- سوئیچینگ با سرعت بالا: در حافظه های کامپیوتری خاص و مدارهای منطقی استفاده می شود.

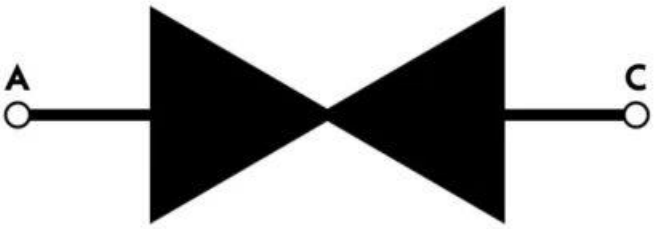
- اختلاط فرکانس: ترکیب سیگنال ها در فرآیندهای اختلاط غیر خطی.
- نوسانگرهای کنترل شده با ولتاژ: در مدارهای حلقه قفل فاز برای سنتز فرکانس استفاده می شود.
- مولدهای پالس: پالس های تیز و سریع برای کاربردهای مختلف ایجاد می کنند.
- شکل‌دهی شکل موج: شکل‌های موج را در مدارهای پردازش سیگنال اصلاح و فیلتر کنید.

گان دیود

دیود Gunn که توسط JB Gunn اختراع شد، یک دستگاه نیمه هادی است که به دلیل اثر گانن مقاومت دیفرانسیل منفی از خود نشان می دهد. فاقد اتصال pn است و از یک ماده نیمه هادی نوع n تشکیل شده است که معمولاً آرسنید گالیم (GaAs) یا نیترید گالیم (GaN) است.

در ساخت خود، دیود Gunn دارای دو کنتاکت اهمی است که به مواد نوع n متصل است. اثر گان از خاصیتی به نام اثر الکترون انتقال یافته موجود در نیمه هادی ناشی می شود.

هنگامی که یک ولتاژ بالا اعمال می شود، الکترون ها در باند رسانایی انرژی کافی برای حرکت به یک باند انرژی بالاتر به دست می آورند و تحرک آنها را کاهش می دهند. با افزایش ولتاژ، جریان در ابتدا افزایش می‌یابد، اما در نهایت به دلیل کاهش تحرک الکترون‌ها، از حد معینی فراتر می‌رود و در نتیجه مقاومت تفاضلی منفی ایجاد می‌شود. این ویژگی دیود Gunn را قادر می سازد تا نوساناتی را در فرکانس های مایکروویو ایجاد کند.



کاربرد دیودGunn

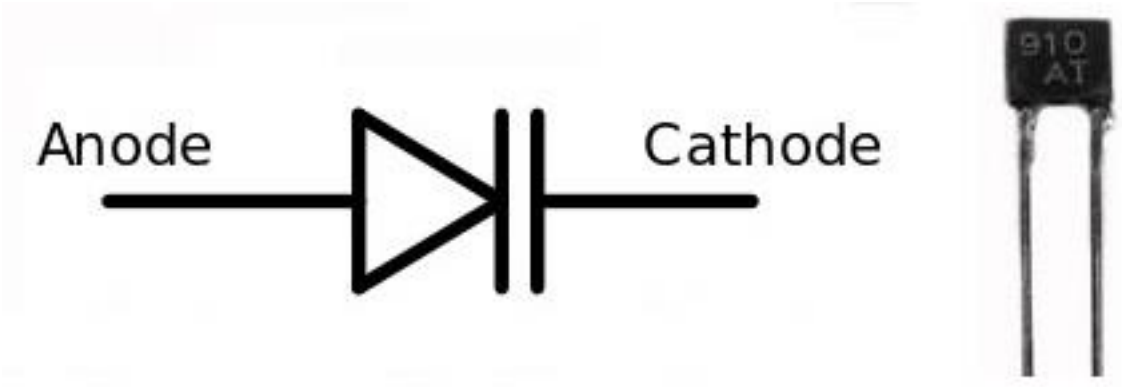
- نوسانگرهای مایکروویو: سیگنال های مایکروویو پایدار را تولید می کنند.
- ضرب کننده فرکانس: فرکانس سیگنال ورودی را افزایش می دهد.
- تقویت کننده ها: سیگنال های ضعیف مایکروویو را تقویت می کند.
- جنگ الکترونیک: پارازیت سیگنال و اقدامات متقابل.
- سنجش از راه دور: سنسورهای مایکروویو فعال برای تصویربرداری/تشخیص.
- نوسان سازهای محلی: سیگنال های پایدار در گیرنده های سوپرهترودین.
- منابع موج پیوسته: سیگنال های مایکروویو پیوسته تولید می کند.
- ارتباطات بی سیم: نقطه به نقطه و سیستم های ماهواره ای.

دیود وارکتور

دیود وارکتور که به عنوان دیود واریکاپ یا دیود تنظیم نیز شناخته می شود، یک دیود نیمه هادی تخصصی است که برای استفاده از ویژگی خازنی متغیر آن در بایاس معکوس طراحی شده است. در درجه اول در مدولاسیون فرکانس و برنامه های تنظیم استفاده می شود، جایی که ظرفیت دیود با تغییر ولتاژ معکوس اعمال شده کنترل می شود.

ساخت یک دیود وارکتور شبیه به یک دیود اتصال pn معمولی است، اما به طور خاص با یک منطقه تخلیه بزرگتر و پروفایل های دوپینگ بهینه سازی شده برای افزایش ویژگی های خازنی-ولتاژ آن طراحی شده است. ناحیه تخلیه به عنوان یک محیط دی الکتریک بین نواحی p و n عمل می کند که به عنوان صفحات خازن عمل می کنند.

هنگامی که یک بایاس معکوس به دیود واکتور اعمال می شود، عرض ناحیه تخلیه افزایش می یابد و باعث کاهش ظرفیت خازن می شود. با کنترل ولتاژ معکوس، ظرفیت دیود وارکتور را می توان در محدوده وسیعی تنظیم کرد و آن را به یک خازن کنترل شده با ولتاژ تبدیل کرد.



کاربردهای دیودVaractor

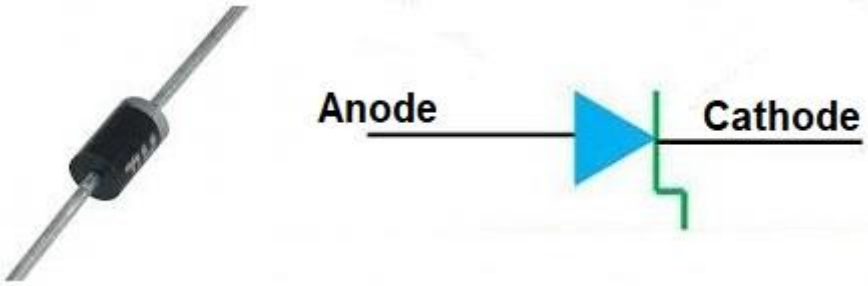
- نوسانگرهای کنترل شده با ولتاژ :(VCOs) سیگنال های مدوله شده با فرکانس را تولید می کنند.
- حلقه‌های قفل‌شده فاز :(PLL) فرکانس خروجی پایدار را روی مرجع ورودی قفل کنید.
- ضرب کننده های فرکانس: هارمونیک های فرکانس بالاتر را از سیگنال های ورودی تولید می کند.
- گیرنده های :FM تنظیم ایستگاه های رادیویی را با تنظیم فرکانس نوسانگر محلی فعال کنید.
- تیونرهای تلویزیون: با تغییر فرکانس نوسانگر محلی، امکان انتخاب کانال را فراهم می کند.
- سیستم های ماهواره ای: تنظیم و تنظیم فرکانس در سیستم های ارتباطی را تسهیل می کند.
- فیلترهای الکترونیکی: فیلترهای قابل تنظیم ولتاژ را در برنامه های مختلف پردازش سیگنال ارائه می دهند.
- تطبیق امپدانس: ظرفیت خازنی متغیر را برای بهینه سازی امپدانس در مدارهای RF ارائه می دهد.

دیود بازیابی مرحله ای(SRD)

دیود بازیابی مرحله ای (SRD) یک دیود نیمه هادی تخصصی است که به دلیل رفتار سوئیچینگ سریع خود از حالت رسانا به حالت غیر رسانا شناخته شده است. این یک پروفایل دوپینگ مناسب دارد، با کاهش تدریجی غلظت دوپینگ از محل اتصال pn به سمتn ، و ایجاد یک "منطقه رانش" با غلظت کم اکثر حامل های بار است.

وقتی بایاس رو به جلو باشد، SRDجریان را مانند یک دیود معمولی هدایت می کند. هنگامی که به سرعت بایاس معکوس می شود، حامل های شارژ ذخیره شده در ناحیه رانش به سرعت خارج می شوند و باعث افزایش ناگهانی جریان معکوس و به دنبال آن کاهش

ناگهانی با کاهش بارها می شود. این انتقال سریع پالس های ولتاژ تیز و محتوای هارمونیک را در فرکانس های بالا تولید می کند و SRDرا برای کاربردهای فرکانس بالا مناسب می کند.



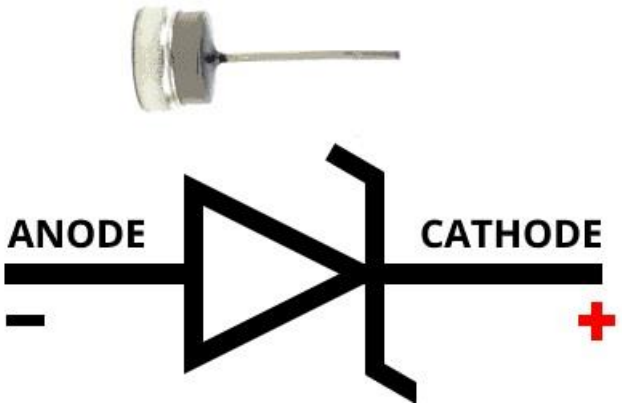
کاربردهای دیود بازیابی مرحله ای (SRD)

- تولید پالس: پالس های ولتاژ سریع و تیز.
- ضرب فرکانس: ایجاد هارمونیک با فرکانس بالا.
- شکل‌دهی شکل موج: پردازش شکل موج فوق‌العاده سریع.
- گیت های نمونه برداری: راه اندازی سریع در مدارهای پرسرعت.

دیود بهمنی

دیود بهمنی یک دیود نیمه هادی تخصصی است که برای عملکرد بایاس معکوس در نزدیکی ولتاژ شکست خود طراحی شده است، جایی که جریان را از طریق ضرب بهمن هدایت می کند. این زمانی اتفاق می افتد که میدان الکتریکی معکوس در سراسر اتصال pn به اندازه کافی قوی باشد تا الکترون ها و حفره های آزاد را شتاب دهد و از طریق یونیزاسیون ضربه ای جفت الکترون–حفره اضافی ایجاد کند.

ساخت یک دیود بهمن شبیه یک دیود اتصال pn معمولی است، اما با یک ولتاژ شکست خوب تعریف شده و پایدار که از طریق پروفایل های دوپینگ بهینه و هندسه اتصال به دست می آید. هنگامی که دیود زیر ولتاژ شکست خود بایاس معکوس می شود، جریان نشتی کم دارد. با این حال، هنگامی که ولتاژ به نقطه شکست رسید، دیود جریان قابل توجهی را به دلیل ضرب بهمن هدایت می کند و آن را برای کاربردهای مختلف مناسب می کند.



کاربردهای دیود بهمن

- تنظیم ولتاژ: استفاده از دیودهای زنر برای حفظ ولتاژهای پایدار.

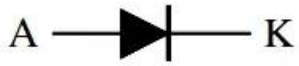
- حفاظت از اضافه ولتاژ: بستن ولتاژ برای محافظت از اجزای حساس.
- سوئیچینگ با سرعت بالا: پاسخ سریع به تغییرات ولتاژ در مدارها.
- تولید پالس: ایجاد پالس های ولتاژ سریع در کاربردهای پرسرعت.

دیود پین

دیود پین نوعی دیود نیمه هادی با یک ناحیه ذاتی گسترده بین نواحی نوع p و نوع n با دوپینگ شدید است. این ساختار به دیود پین اجازه می دهد تا به عنوان یک مقاومت متغیر در فرکانس های بالا در هنگام بایاس رو به جلو عمل کند.

هنگامی که بایاس رو به جلو باشد، دیود پین مانند یک دیود معمولی عمل می کند. با این حال، در فرکانس‌های بالا، حامل‌های بار در ناحیه ذاتی نمی‌توانند تغییرات ولتاژ سریع را دنبال کنند، که منجر به مقاومتی می‌شود که با جریان بایاس رو به جلو تغییر می‌کند.

قابلیت فرکانس بالا دیود پین آن را در کاربردهای مختلف از جمله سوئیچ‌هایRF ، تضعیف‌کننده‌ها، آشکارسازهای نوری و محدودکننده‌های توان مفید می‌سازد.



کاربردهای دیود پین

- سوئیچ های :RF سوئیچینگ مسیر سیگنال با فرکانس بالا.
- تضعیف کننده ها: کنترل دامنه سیگنال فرکانس بالا.
- آشکارسازهای نوری: تشخیص سیگنال نوری.
- محدود کننده های قدرت: محافظت در برابر توان RF بیش از حد.
- شیفترهای فاز :RF تغییر فاز سیگنال با فرکانس بالا.
- مدولاتورهای فرکانس: مدولاسیون فرکانس سیگنال فرکانس بالا.
- میکسرهای سیگنال: اختلاط سیگنال با فرکانس بالا.
- یکسو کننده های فرکانس بالا: تبدیل سیگنال های AC فرکانس بالا به.DC