

دید کلی

دیود یک قطعه الکترونیکی است که از به هم چسباندن دو نوع ماده n و p هر دو از یک جنس، سیلیسیم یا ژرمانیم) ساخته می‌شود. چون دیود یک قطعه دو پایانه است، اعمال ولتاژ در دو سر پایانه‌هایش سه حالت را پیش می‌آورد.

دیود بی‌بایاس یا بدون تغذیه کهولتاژ دو سر دیود برابر صفر است و جریان خالص بار در هر جهت برابر صفر است.

بایاس مستقیم یا تغذیه مستقیم که ولتاژ دو سر دیود بزرگتر از صفر است که الکترون‌ها را در ماده n و حفره‌ها را در ماده p تحت فشار قرار می‌دهد تا یونها یمرزی با یکدیگر ترکیب شده و عرض ناحیه تهی کاهش یابد. (گرایش مستقیم دیود)

تغذیه‌ها بایاس معکوس که ولتاژ دو سر دیود کوچکتر از صفر است، یعنی ولتاژ به دو سر دیودطوری وصل می‌شود که قطب مثبت آن به ماده n و قطب منفی آن به ماده p وصل گردد و بهعلت کشیده شدن یونها به کناره عرض ناحیه تهی افزایش می‌یابد (گرایش معکوس دیود).

مشخصه دیود در گرایش مستقیم

فرض کنید توسط مداری بتوانیم ولتاژ دو سر یک دیود را تغییر دهیم و توسط ولت‌متر و آمپر متر ولتاژ و جریان دیود را در هر لحظه اندازه گیری کرده، بر روی محورهای مختصات رسم نماییم. جریان I در جهتی است که دیود قادر به عبور آن است. به همین علت اصطلاحاً گفته می‌شود دیود در گرایش مستقیم یا بایاس مستقیم است. در هر حال اگر توسط پتانسیومتر ولتاژ دو سر دیود را از صفرافزایش دهیم، مشاهده می‌شود تا ولتاژ به خصوصی، جریان قابل ملاحظه‌ای از دیود عبور نمی‌کند. به این ولتاژ زانو می‌گویند، این ولتاژ برای دیودهای از جنس ژرمانیم 0.2 ولت و برای دیودهای سیلیسیم 0.7 ولت است. تا ولتاژ زانو اگرچه دیود در جهت مستقیم است، اما هنوز دیود روشن نشده است. از این ولتاژ به بعد، به طور ناگهان جریان در مدارافزایش یافته و هرچه ولتاژ دیود را افزایش دهیم، جریان دیود افزایش می‌یابد.

مشخصه دیود در گرایش معکوس

هرگاه جهت دیود را تغییر داده یعنی برعکس حالتگرایش مستقیم، در جهت بایاس معکوس جریان مدار خیلی کم بوده و همچنین با افزایشولتاژ معکوس دو سر دیود جریان چندان تغییر نمی‌کند به همین علت به آن جریان اشباعدیود گویند که این جریان حاصل حاملهای اقلیت می‌باشد. حدود مقدار این جریان برای دیودهای سیلیسیم، نانو آمپر و برای دیودهای ژرمانیم حدود میکرو آمپر است. ارگ ولتاژمعکوس دیود را همچنان افزایش دهیم به ازاء ولتاژی، جریان دیود به شدت افزایش مییابد. ولتاژ مزبور را ولتاژ شکست دیود می‌نامند و آنرا با V_B نشان می‌دهند. دیودهای معمولی، اگر در ناحیه شکست وارد شوند از بین می‌روند. (اصطلاحاً می‌سوزند).

بنابر این ولتاژ شکست دیود یکی از مقادیر مجاز دیود است که توسط سازنده معین میگردد و استفاده کننده از دیود باید دقت نماید تا ولتاژ معکوس دیود به این مقدارنرسد.

البته در حالت مستقیم نیز جریان دیود اگر از حدی تجاوز نماید به علت محدودیت توان دیودباعث از بین رفتن دیود می‌گردد. این مقدار نیز یکی از مقادیر مجازدیود است و به آن جریان مجاز دیود گفته می‌شود و

توسط سازنده دیود معین می گردد .

دیود متغیر

دید کلی

وقتی که دیودی در بایاس معکوس قرار می گیرد، با افزایش ولتاژ معکوس لایه تهیتقریبا فاقد حاملهای بار الکتریکی است، شبیه به یک عایق یا دی الکتریک عمل می کند . از سوی دیگر نواحی n و p شبیه به رسانای خوب عمل می کنند. با یک تجسم ساده می توان نواحی p و n را در دو طرف لایه تهی مانند یک خازن تخت موازی در نظر گرفت. از اینجهت ظرفیت این خازن تخت موازی را ظرفیت خازن انتقال یا ظرفیت لایه تهی گویند. ظرفیتخازن انتقال (C_t) هر دیود با افزایش ولتاژ معکوس کاهش می یابد. دیودهای سیلیسیوم که برای این اثر ظرفیتی طراحی و بهینه شده اند، دیود با ظرفیت متغیر یا ورکتور نامدارند .

ساخت دیود متغیر

در دیود متغیر ، رابطه ظرفیت دیود با پتانسیلگرایش معکوس به صورت است، که اگر پیوند خطی باشد، است. ولی اگر پیوند تیز باشد، است. پس حساسیت ولتاژ برای یک پیوند تیز بیشتر از پیوند شیبدار خطی است. به ایندلیل ورکتور غالبا با روشهای آلیاژی یا رشد رانشستی و یا کاشت یونی ساخته می شوند.

مشخصات لایه رانشستی و ناخالصی بستر را می توان طوری انتخاب کرد که پیوندهای با نمای n بزرگتر از بدست آید. چنین پیوندهایی فوق تیز نامیده می شوند . ورکتور موازی با یک القاگر تشکیل یک مدار تشدید می دهد. با تغییر ولتاژ معکوس ورکتور می توانیم فرکانس تشدید را تغییر بدهیم. این کنترل الکترونیکی فرکانس تشدید در موارد مختلف مدارهای الکترونیکی کاربرد فراوان دارد .

کاربرد دیود متغیر

دیود متغیر یا ورکتور به شکل متداولتری برای بهره گیری ویژگی های ولتاژ متغیر ظرفیت بکار می رود. مثلا یک ورکتور با مجموعه ای از ورکتورها را می توان در طبقه تنظیم ، که گیرنده رادیویی به جای خازن حجیم صفحه متغیر ظرفیت مورد استفاده قرار داد. در این صورت اندازه مدار می تواند بسیار کوچک شده قابلیت اطمینان آن بهتر شود . از دیگر کاربردهای ورکتورها می توان به تولید رمونی ها ، ضرب فرکانس های میکروویو ، فیلترهای فعال اشاره کرد .

دیود زنر

دیود زنر:

دیود های زنر یا شکست ، دیود های نیمه هادی با پیوند $p-n$ هستند که در ناحیه بایاس معکوس کار کرده و دارای کاربردهای زیادی در الکترونیک ، مخصوصاً به عنوان ولتاژ مبنا و یا تثبیت کننده ی ولتاژ دارند.

هنگامیکه پتانسیال الکتریکی دو سر دیود را در جهت معکوس افزایش دهیم در ولتاژ خاصی پدیده شکست اتفاق می افتد، بدین معنی که با افزایش بیشتر ولتاژ ، جریان بطور سریع و ناگهانی افزایش خواهد داشت. دیود های زنر یا شکست دیود هایی هستند که در این ناحیه یعنی ناحیه شکست کار میکنند و ظرفیت حرارتی آنها طوری است که قادر به تحمل محدود جریانی در حالت شکست می باشند، برای توجیه فیزیکی پدیده شکست دو نوع مکانیسم وجود دارد.

مکانیسم اول در ولتاژهای کمتر از ۶ ولت برای دیودهایی که غلظت حامل ها در آن زیاد است اتفاقی افتد و به پدیده شکست زنر مشهور است. در این نوع دیود ها به علت زیاد بودن غلظت ناخالصی ها در دو قسمت p و n ، عرض منطقه ی بار فضای پیوند باریک بوده و در نتیجه با قرار دادن یک اختلاف پتانسیل V بر روی دیود (پتانسیل معکوس) ، میدان الکتریکی زیادی در منطقه ی پیوند ایجاد می شود. با افزایش پتانسیل V به حدی می رسیم که نیروی حاصل از میدان الکتریکی ، یکی از پیوند های کووالانسی را می شکند. با افزایش بیشتر پتانسیل دو سر دیود از انجایی که انرژی یا نیروهای پیوند کووالانسی باند ظرفیت در کریستال نیمه هادی تقریباً مساوی صفر است ، پتانسیل تغییر چندانی نکرده ، بلکه تعداد بیشتری از پیوندهای ظرفیتی شکسته شده و جریان دیود افزایش میابد.

آزمایش نشان میدهد که ضریب حرارتی ولتاژ شکست برای این نوع دیود منفی است، یعنی با افزایش درجه حرارت ولتاژ شکست کاهش می یابد. بنابر این دیود با ولتاژ کمتری به حالت شکست می رود (انرژی باند غدغن برای سیلیکن و ژرمانیم در درجه حرارت صفر مطلق بترتیب ۱.۲۱ و ۰.۷۸۵ الکترون_ولت است، و در درجه حرارت ۳۰۰ درجه کلون این انرژی برای سیلیکن 1.1 ev و برای ژرمانیم 0.72 ev خواهد بود). ثابت می شود که می دانالکتریکی لازم برای ایجاد پدیده زنر در حدود 2×10^{10} است.

این مقدار برای دیود هایی که در آنها غلظت حامل ها خیلی زیاد است در ولتاژهای کمتر از ۶ ولت ایجاد می شود . برای دیودهایی که دارای غلظت حاملهای کمتری هستند ولتاژ شکست زنر بالاتر بوده و پدیده ی دیگری بنام شکست بهمنی در آنها اتفاق می افتد (قبل از شکست زنر) که ذیلاً به بررسی آن می پردازیم . مکانیسم دیگری که برای پدیده شکست ذکر می شود ، مکانیسم شکست بهمنی است. این مکانیسم در مورد دیودهایی که ولتاژ شکست آنها بیشتر از ۶ ولت است صادق می باشد . در این دیود ها به علت کم بودن

غلظت ناخالصی ، عرض منطقه ی بارفضا زیاد بوده و میدان الکتریکی کافی برای شکستن پیوندهای کووالانسی بوجود نمی آید، بلکه حاملهای اقلیتی که بواسطه انرژی حرارتی آزاد می شود ، در اثر میدان الکتریکیشتاب گرفته و انرژی جنبشی کافی بدست آورده و در بار فضا با یون های کریستال برخورد کرده و در نتیجه پیوندهای کووالانسی را می شکنند . با شکستن هر پیوند حاملهای ایجادشده که خود باعث شکستن پیوند های بیشتر می شوند .

بدین ترتیب پیوندها بطورتصاعدی یا زنجیری و یا بصورت پدیده ی بهمنی شکسته می شوند و این باعث می شود کهولتاژ دو سر دیود تقریباً ثابت مانده و جریان آن افزایش یافته و بواسطه ی مدار خارجیمحدود می شود . چنین دیود هایی دارای ضریب درجه ی حرارتی مثبت هستند . زیرا باافزایش درجه ی حرارت اتمهای متشکله کریستال به ارتعاش در آورده ، در نتیجه احتمالبرخورد حاملهای اقلیت با یونها ، بهنگام عبور از منطقه بار فضا زیادتیر می گردد . بهعلت زیاد شدن برخوردها احتمال اینکه انرژی جنبشی حفره یا الکترون بین دو برخوردمتوالی بمقدار لازم برای شکست پیوند برسد کمتر شده و در نتیجه ولتاژ شکست