محمد اعرابیان

جزوه درس الکترونیک کاربردی

جلسه سوم

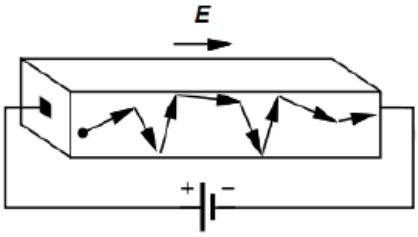
برای جزئیات بیشتر **اسکن کنید**

نسخه ۱.۱ | تهیه شده در بهمن ۱۴۰۰

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

هدایت الکتریکی در فلزات

۱- جریان رانشی (Drift)هدایت الکتریکی در فلزات توسط ناقل‌های آزاد (الکترون) صورت می‌گیرد. این هدایت تحت اثر میدان خارجی (E) باطری تحقق می‌پذیرد. در طول نیمه هادی یک میدان الکتریکی متناسب با ولتاژ پیل ایجاد شود و در نتیجه حضور الکترون ها در میدان الکتریکی باعث میشود که به آنها نیرو وارد شود و در خلاف جهت میدان الکتریکی شروع به حرکت کنند. سرعت جابجایی بار های الکتریکی با میدان الکتریکی متناسب است.



$$v \propto E$$

سرعت حرکت الکترون آزاد $v = \mu E$

μ قابلیت تحرک بار الکتریکی است و واحد آن $\frac{cm^2}{V.\ s}$

قابلیت تحرک الکترون ها بیشتر از حفره ها است.

$$Si: T = 25℃ \rightarrow \mu_n = 1350\frac{cm^2}{V\ .s} \quad , \quad \mu_p = 480\frac{cm^2}{V\ .s}$$

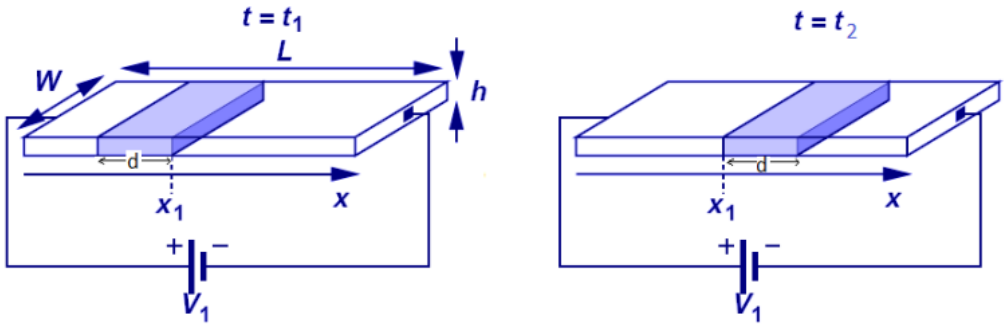
μ_n قابلیت تحرک الکترون ها

μ_p قابلیت تحرک حفره ها

الکترون ها در خلاف و حفره ها در جهت میدان الکتریکی حرکت می‌کنند:

بردار حرکت الکترون ها $\overrightarrow{v_e} = -\mu_n \vec{E}$

بردار حرکت حفره ها $\overrightarrow{v_h} = \mu_p \vec{E}$



سرعت حرکت حامل‌های بار: $v = \frac{d}{t_2 - t_1}$

$$I_n = \frac{Q}{t_2 - t_1} = \frac{(d \times W \times h) \times n \times -q}{t_2 - t_1} = \frac{d}{t_2 - t_1}(W \times h) \times n \times -q$$

حامل های الکترون $I_n = -v_e.W.h.n.q$

حامل های حفره ها $I_p = v_p.W.h.n.q$

که v سرعت $W.h$ سطح مقطع n چگالی الکترون ها و q بار الکترون می‌باشد.

$q = 1.6 \times 10^{-19} C$

عبور جریان رانشی

چگالی سطحی جریان (J) $J = \frac{I}{A} = \frac{I}{W \times h}$

$$J_n = \frac{I_n}{W \times h} = -\overrightarrow{v_e}.n.q = \mu_n E.n.q$$

$$J_p = \frac{I_p}{W \times h} = -\overrightarrow{v_e}.p.q = \mu_p E.p.q$$

$$J_{tot} = \mu_n E.n.q + \mu_p E.n.q \rightarrow q(\mu_n n + \mu_p p)E = \sigma E$$

$$J_{tot} = \sigma E$$

$$J = \frac{I}{A} \rightarrow J = \sigma E \rightarrow \sigma = q(\mu_n n + \mu_p p)$$

رسانایی $\sigma \leftarrow$

مقاومت ویژه $\rho \leftarrow$

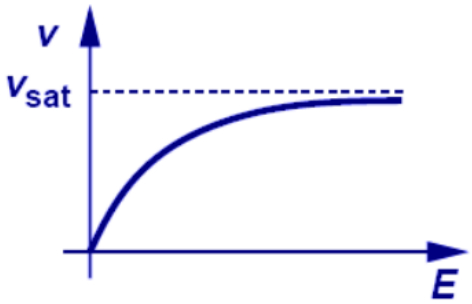
$$\rho = \frac{1}{\sigma}$$

به دلیل اینکه اندازه سرعت حامل ها برابر با μE است، می توان روابط فوق را ساده تر کرد.

توجه شود که جریان رانشی دارای دو مولفه جریان رانشی الکترون ها و جریان رانشی حفره ها است.

پدیده اشباع سرعت حرکت حامل ها

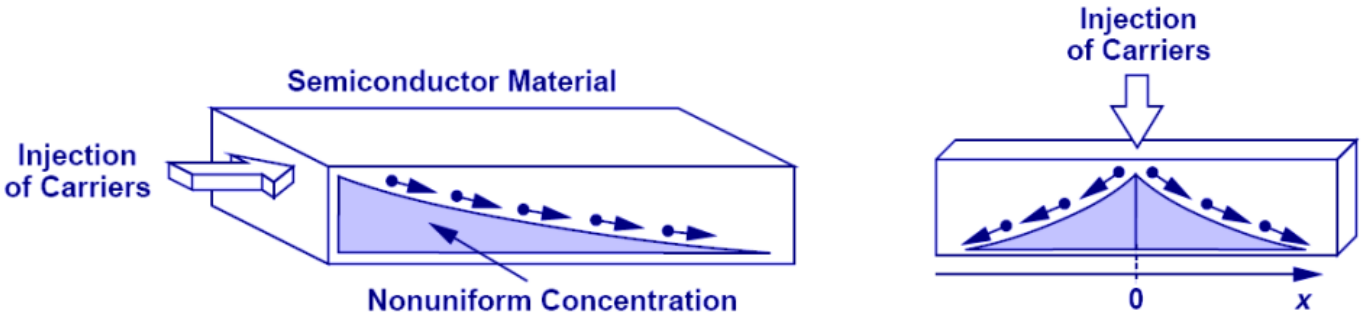
در عمل سرعت الکترون به صورت متناسب با میدان الکتریکی افزایش نمی یابد و با افزایش میدان الکتریکی نهایتا سرعت الکترون ها به یک مقدار مشخصی محدود می شود. به این پدیده، پدیده اشباع سرعت حرکت الکترون می گویند. پدیده اشباع سرعت حرکت الکترون به طور دقیق تردر دروس تحصیلات تکمیلی مورد مطالعه قرار می گیرد.



$$v = \frac{\mu_0}{1 + \frac{\mu_0 E}{v_{sat}}} E$$

۲- جریان نفوذی (دیفیوژن)

حامل های بار از جایی که چگالی حامل ها بیشتر است به سمت مکانی که چگالی حامل ها در آن مکان کمتر است، نفوذ می کنند و باعث ایجاد جریان نفوذی می شوند. این پدیده قابل مقایسه با پدیده نفوذ یک قطره کوچک جوهر در یک ظرف بزرگ آب است.



جریان نفوذی متناسب با گرادیان چگالی حامل ها ($^{dn}/_{dx}$) در امتداد عبور جریان است.

در محاسبه جریان نفوذی بایستی هم الکترون ها و هم حفره‌ها را در نظر گرفت.

$$J_n = qD_n \frac{dn}{dx}$$

$$J_p = -qD_p \frac{dp}{dx}$$

ثابت دیفیوژن الکترون های نیمه هادی و واحد آن $\frac{cm^2}{s}$ D_n

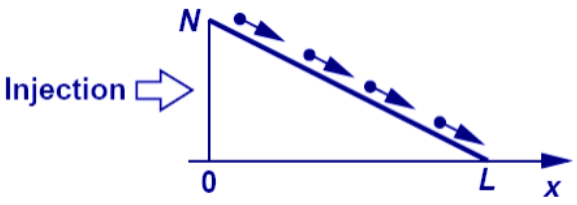
ثابت دیفیوژن حفره های های نیمه هادی و واحد آن $\frac{cm^2}{s}$ D_p

$\frac{dn}{dx}$ و $\frac{dp}{dx}$ بترتیب تغییرات خفره ها و الکترون ها در طول نیمه هادی می‌باشند.

$$J_{tot} = q(D_n \frac{dn}{dx} - D_p \frac{dn}{dx})$$

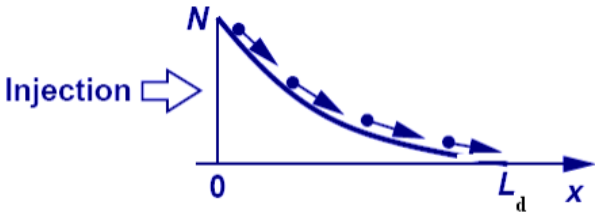
مثال:

تابع شماره یک: $n(x) = \frac{N}{L}(x - L)$



$$J_n = qD_n \frac{dn}{dx} = -qD_n \frac{N}{L}$$

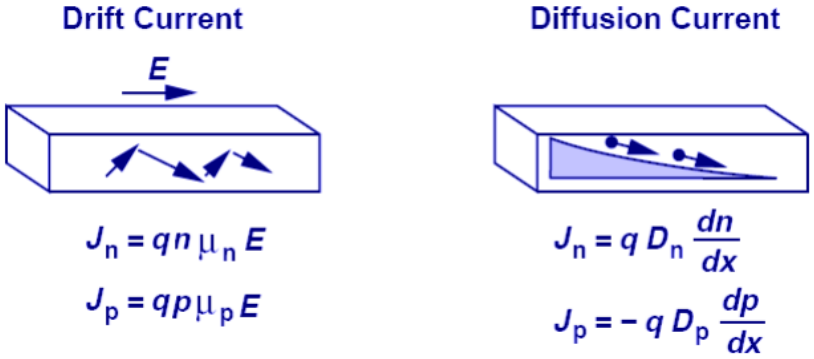
تابع شماره یک: $n(x) = N\ exp\frac{-x}{L_d}$



$$J_n = qD_n \frac{dn}{dx} = \frac{-qD_n N}{L_d} exp\frac{-x}{L_d}$$

رابطه انیشتین

اگرچه مبانی فیزیک جریان رانشی و جریان نفوذی متفاوت است ولی رابطه انشتین ارتباطی بین این دو بر قرار می‌کند.



$$\frac{D}{\mu}=\frac{KT}{q}\Longrightarrow\begin{cases}\frac{D_n}{\mu_n}=\frac{KT}{q}\\ \frac{D_p}{\mu_p}=\frac{KT}{q}\end{cases}\Longrightarrow\frac{D_n}{\mu_n}=\frac{D_p}{\mu_p}=26mv\,;25℃$$

که در آن $\frac{KT}{q}$ به ولتاژ حرارتی معروف است.

انتقال: Transportation رانش : Drift سرعت : Velocity قابل مقایسه : Analogous

متناسب: Proportional عبور جریان : Flow Current اشباع : Saturation

پرداختن : Treat نفوذ : Diffusion تزریق : Injection غلظت : Concentration

قطره کوچک : Droplet

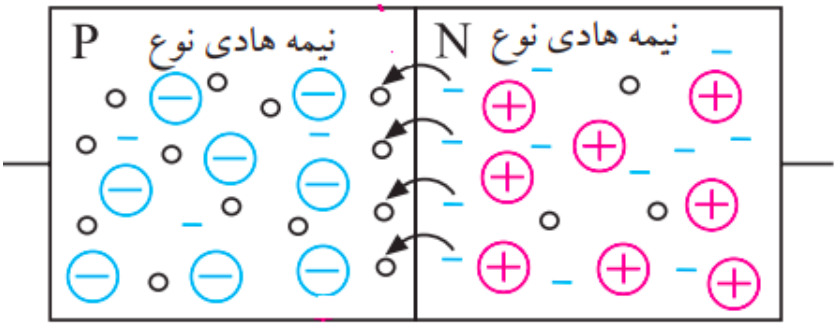
فصل دوم

دیود

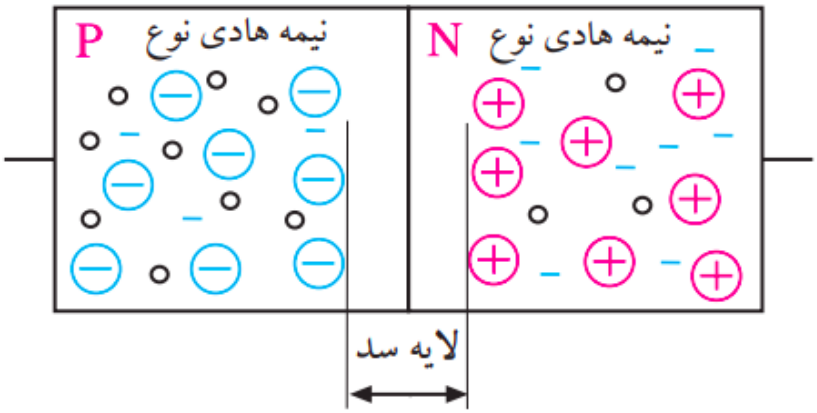
اتصال $N-P$ (دیود)

اگر یک قطعه نیمه هادی نوع P و یک قطعه نیمه هادی نوع N را به یکدیگر پیوند دهیم، یک اتصال NP (دیود) به وجود می آید.

منظور از چسباندن دو کریستال به یکدیگر اتصال مکانیکی آن ها نیست. برای اتصال کریستال ها به یکدیگر معمولا درجه حرارت پیوند را آنقدر بالا می برند تا کریستال ها ذوب شوند. پس از ذوب شدن، کریستال ها در محل پیوند، با هم آمیخته می شوند و از نظر مولکولی حالت واحد و یکنواختی را به وجود می آورنـــد. نیمه هادی نوع N الکترون های اضافی و نیمه هادی نـوع P حفرههای اضافی دارد. هنگام پیوند دو نیمه هادی P و N به یکدیگر در مرز اتصال الکترون های موجود در نیمه هادی نوع N با حفره های موجود در نیمه هادی نوع P ترکیب می شوند و یک لایه‌ی بسیار نازک خالی شده از الکترون و حفره به وجود می آورند. به این لایه، لایه سد می‌گویند.



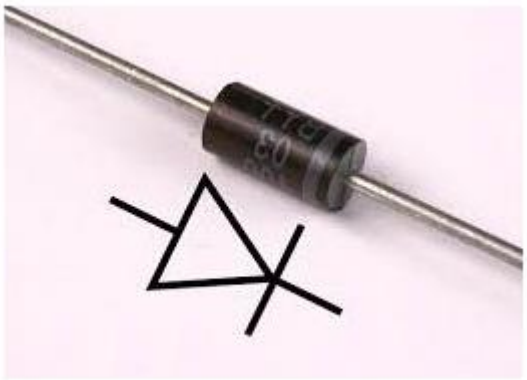
فلش‌ها در حال نمایش ترکیب شدن الکترون‌ها و حفره‌ها می‌باشند، ولی بارهای منفی نیمه‌هادی نوع P از ترکیب بیشتر الکترون‌های موجود در نیمه هادی نوع N جلوگیری می کند، زیرا دو بار همنـــام یک دیگر را دفع می کنند.



در لایه‌ی سد الکترون‌ها و حفره‌ها با یکدیگر ترکیب می‌شوند. به خاطر بارهای مثبت و منفی به وجود آمده در اثر ناخالصی های عناصر پنج و سه ظرفیتی، در دو طرف لایه‌ی سد، اختلاف پتانسیل (ولتاژ) بوجود می‌آید.

دیود (Diode)

پایه‌ی مثبت دیود که آند نام دارد با A نمایش داده شده است و پایه‌ی منفی یا کاتد، با K . برای تشخیص پایه‌های آند و کاتد یک دیود واقعی، یک نوار رنگی قابل تشخیص بر روی دیود چاپ می‌شود که معلوم کننده کاتد است. با معلوم شدن کاتد، سمت دیگر نیز آند خواهد بود. این دیود ها به دیود اتصال نقطه‌ای معروف هستند.

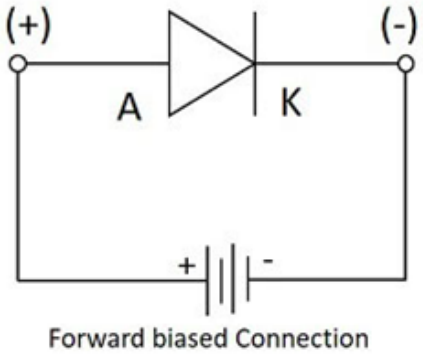


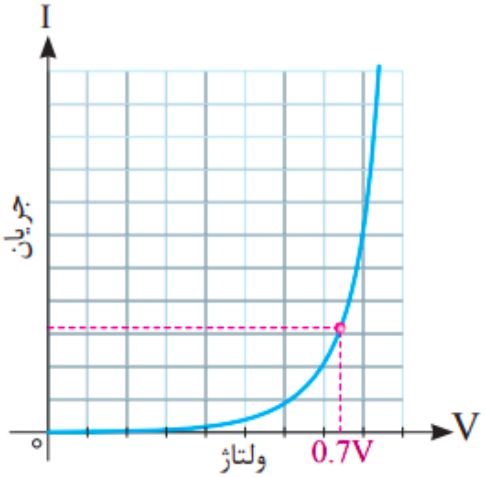
اساس کار دیود

زمانی که دیود یا هر قطعه‌ی دوسری در یک مدار الکتریکی قرار می‌گیرد، می‌تواند براساس جهت ولتاژ اعمال شده از طرف منبع ، دارای دو نوع بایاس باشد. وضعیت بایاس مستقیم و وضعیت بایاس معکوس. اما ببینیم هر کدام از این حالات چه هستند.

بایاس مستقیم

زمانی که دیود به این نحو در مدار قرار بگیرد که آند آن به قطب مثبت منبع وصل شود و کاتد آن به قطب منفی، گوییم دیود در وضعیت بایاس مستقیم است. در این حالت، بایاس مستقیم مدام خود را تقویت می‌کند و جریان به خوبی در مدار برقرار می‌شود. بنابراین یک دیود در وضعیت بایاس مستقیم، به خوبی جریان را هدایت می‌کند.

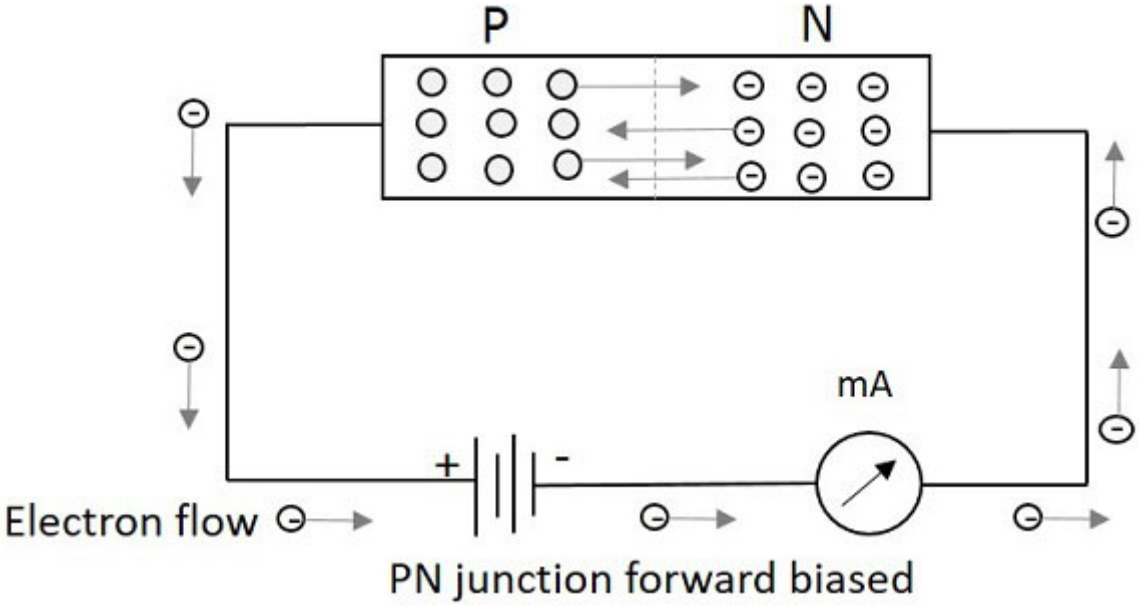




منحنی ولت آمپر دیود در بایاس موافق

عملکرد دیود تحت بایاس مستقیم

زمانی که ولتاژ بیرونی به گونه‌ای به دیود اعمال می‌شود که در اثر آن سد پتانسیلی داخلی دیود، مغلوب و تضعیف شده و نهایتا خنثی می‌شود و به این ترتیب جریان حامل‌ها دوباره امکان حرکت پیدا می‌کنند، می‌گوییم دیود در وضعیت بایاس مستقیم قرار گرفته است. زمانی که آند و کاتد به ترتیب به قطب‌های مثبت و منفی منبع وصل می‌شوند، حفره‌های نیمه‌های نوع P و الکترون‌های نیمه‌هادی نوع N ، قدرت یافته، به سمت پیوندگاه حرکت می‌کنند و سدپتانسیلی را می‌شکنند. یعنی به عبارتی جریانی از بارهای الکتریکی بوجود می‌آید که می‌تواند از سد پتانسیلی عبور کند و در مدار جاری شود.



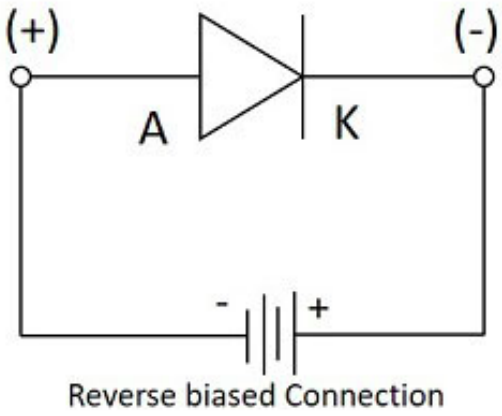
PN junction forward biased

به کمک نیروی دافعه وارد شده از طریق قطب مثبت منبع به حفره ها و قطب منفی منبع به الکترون‌ها، و در نتیجه حرکت حفره‌ها و الکترون‌ها به سمت پیوندگاه ، بخشی از آن‌ها دچار پدیده بازترکیب خواهند شد. بنابراین پتانسیل منبع باید به قدری بالا باشد که بتواند اولا الکترون‌ها و حفره‌ها را قادر به عبور از

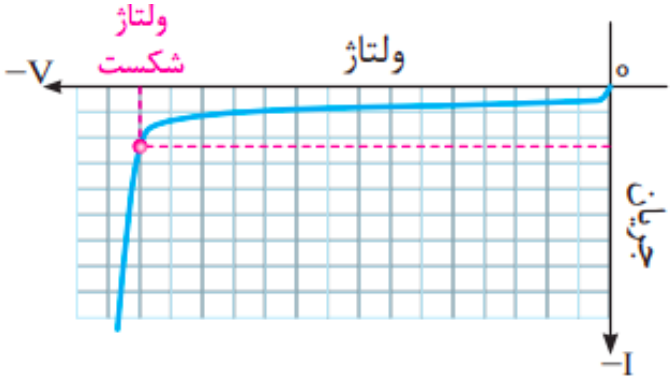
سد پتانسیلی کند و ثانیه تعداد آن‌ها به اندازه‌ای باشد که با صرف نظر از موارد بازترکیب شده، جریان قابل توجهی از دیود عبور کند.

بایاس معکوس

زمانی که دیود به این نحو در مدار قرار بگیرد که آند آن به قطب منفی منبع وصل شود و کاتد آن به قطب مثبت، گوییم دیود در وضعیت بایاس معکوس است. در این حالت، بایاس معکوس مدام تقویت شده و جریان نیز در مدار محدود و محدود تر می‌شود. بنابراین یک دیود در وضعیت بایاس معکوس، جریان را از خود عبور نمی‌دهد.



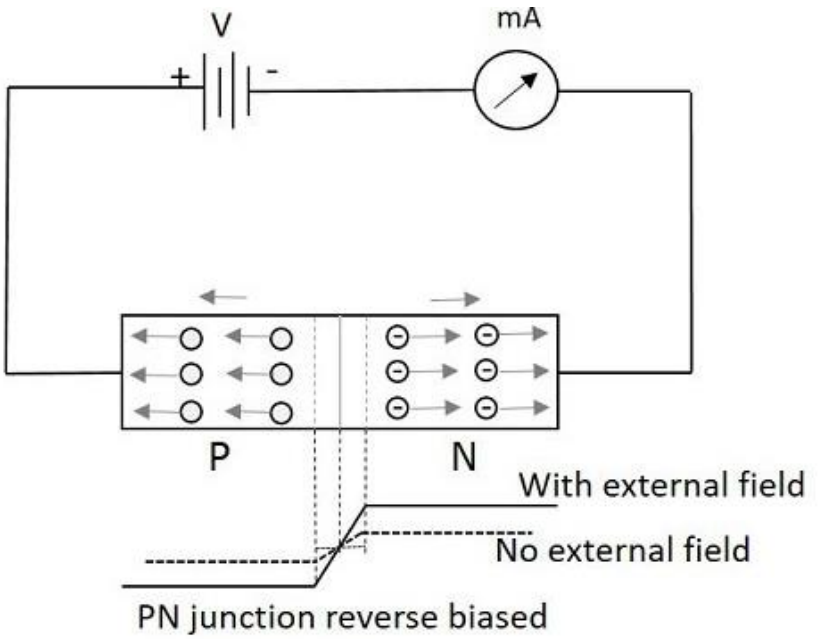
Reverse biased Connection



منحنی ولت آمپر دیود در بایاس مخالف

عملکرد دیود تحت بایاس معکوس

زمانی که ولتاژ بیرونی به گونه‌ای به دیود اعمال می‌شود که در اثر آن سد پتانسیلی داخلی دیود تقویت می‌شود و به این ترتیب جریان حامل‌ها نیز بسیار محدود می‌شود، می‌گوییم دیود در وضعیت بایاس معکوس قرار گرفته است. زمانی که آند و کاتد به ترتیب به قطب‌های منفی و مثبت منبع وصل می‌شوند، الکترون‌های جذب قطب مثبت منبع و حفره‌ها جذب قطب منفی منبع می‌شوند. به این ترتیب هر دو از ناحیه‌ی سد پتانسیلی دور خواهند شد و با این دور شدن مقاومت الکتریکی پیوند را افزایش می‌دهند و اجازه نمی‌دهند جریانی از الکترون‌ها بتواند از پیوند عبور کند. تصویر زیر این فرآیند را نشان می‌دهد. نمودار جریان در دو حالت اعمال شدن و اعمال نشدن ولتاژ خارجی نیز رسم شده است.



پیوند P-N حامل‌های اقلیتی نیز دارد که در جهت عکس حامل‌های اکثریت رفتار می‌کنن؛ یعنی در وضعیت بایاس معکوس این حامل ها می‌توانند از پیوند عبور کنند و جریان ناچیزی ایجاد کنند که معمولا از آن صرف نظر می‌شود. در شرایطی که دما ثابت باشد معمولا این جریان نیز مقدار ثابتی دارد. اما زمانی که ولتاژ معکوس باز هم افزایش یابد، آن‌گاه به نقطه‌ای می‌رسیم که شکست معکوس دیود رخ می‌دهد و جریانی بهمن‌وار در دیود جاری می‌شود. این جریان معکوس بالا ، به دستگاه الکترونیکی آسیب وارد می‌کند.

جریان معکوس(I_r) : جریان معکوس جریانی است که تحت شرایطی در وضعیت قرارگرفتن دیود در بایاس معکوس در آن تولید می‌شود. در این شرایط یک مسیر با مقاومت بالا در دیود ایجاد می‌شود که مانع جاری شدن جریان است. (در حالیکه در وضعیت بایاس مستقیم این مسیر مقاومت کمی داشت و جریان به خوبی جاری می‌شد.)

بر همین اساس می‌توانیم نتیجه‌گیری کنیم که دیود المانی یک طرفه یا یک سویه است که با قرار گرفتن در بایاس مستقیم جریان را عبور می‌دهد و با قرار گرفتن در وضعیت بایاس معکوس، مانند یک نارسانا عمل می‌کند. این عمل‌کرد شبیه یکسوسازی ست که AC را به DC تبدیل می‌کند.

حد اکثر ولتاژ بایاس معکوس

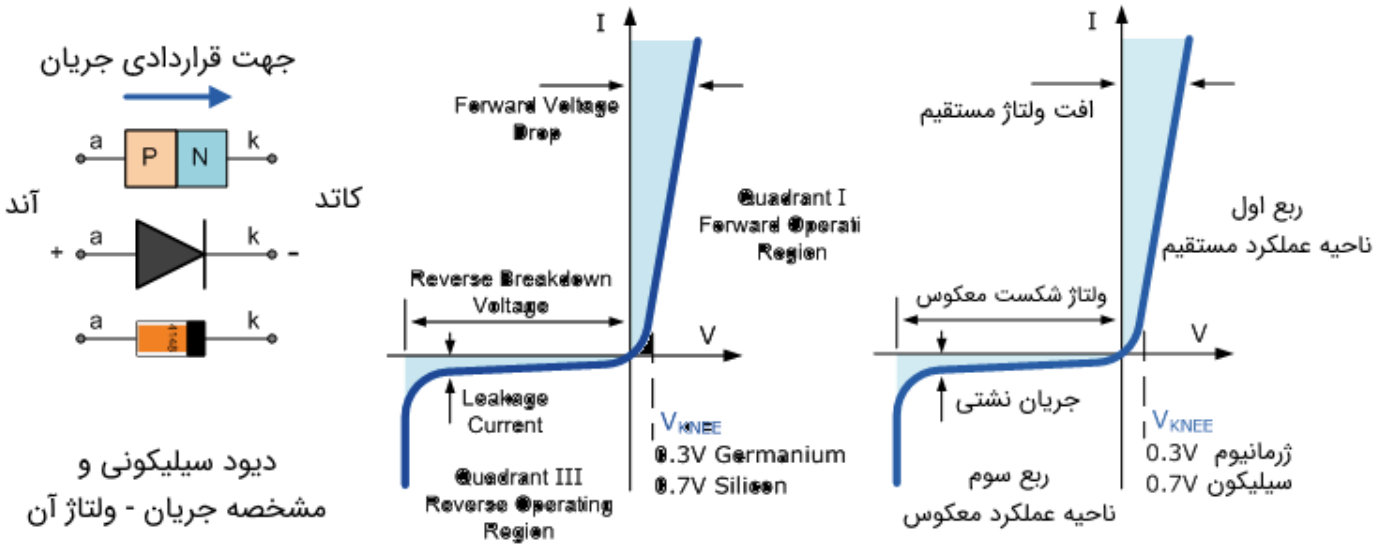
پیک یا حد اکثر ولتاژ بایاس معکوس یا به اختصار PIV، حد اکثر میزان ولتاژی است که می‌توانیم در وضعیت بایاس معکوس به دیود اعمال کنیم قبل از آن که دچار شکست شود. به عبارت دیگر " حد اکثر ولتاژ قابل تحمل یک دیود در بایاس معکوس که دیود را دچار آسیب نمی‌کند." بنابراین مهم است که در هنگام استفاده از دیود در بایاس معکوس، به این ولتاژ توجه داشته باشیم. چرا که محدوده‌ی عملکرد ایمن دیود در این بایاس را نشان می‌دهد.

پدیده‌ی شکست بهمنی

می‌دانیم که در بایاس معکوس پیوند P-N ، با ازدیاد ولتاژ معکوس دیود، عرض ناحیه‌ی تهی بیشتر می‌شود و همچنین شدّت میدان الکتریکی در این ناحیه افزایش می‌یابد. در این حالت، حامل‌های اقلّیّت درواقع در سراشیبی سدّ پتانسیل ناشی از پتانسیل داخلی و ولتاژ معکوس اِعمالی قرار می‌گیرند و سرعت آنها بشدّت افزایش می‌یابد. این حامل‌ها با شتاب گرفتن خود می‌توانند با اتم‌های سیلیکون واقع در ناحیه‌ی تهی برخورند و ضمن شکستن پیوندهای کووالانسی آنها تعدادی حامل جدید آزاد کنند. حامل‌های جدید نیز تحت تأثیر میدان الکتریکی زیاد در ناحیه‌ی تهی قرار می‌گیرند و پس از برخورد با دیگر اتم‌ها، حامل‌های بیشتری را از پیوند کووالانسی آنها جدا می‌سازند. بنابراین، تعداد حامل‌هایی که می‌توانند در ایجاد جریان دخالت کنند بطور ناگهانی افزایش می‌یابند و باعث ازدیاد سریع جریان می‌شوند. این پدیده را شکست بهمنی می‌نامند.

جریان اشباع معکوس

فرض می‌کنیم یك پیوند در محل سد شکسته شده باشد، درنتیجه یك الکترون آزاد و یك حفره به وجود می‌آید. الکترون آزاد به سمت پتانسیل مثبت باتری کشیده خواهد شد و جذب قطب مثبت باتری می‌گردد. چون لایه‌ی سد، یکا لکترون کمبود دارد، یك الکترون از قطب منفی وارد کریستال نوع P می‌شود و می‌توانیم بگوییم که حفره، جذب قطب منفی گردیده است، لذادر مدار، جریان بسیار ضعیفی به وجود می‌آید کهبه جریان اشباع معکوس معروف است. مقدار این جریان، به جنس نیمه هادی و گرمای محیط بستگی دارد، زیرا این جریان فقط در اثر شکستن پیوندها ایجاد می‌شود. در المان‌هایی که از سیلیسیم ساخته می‌شوند، این جریان بسیار کم است. گاهی مقدار آن ازنانو آمپر تجاوز نمی‌کند. لذا در بیشتر موارد از آن صرف نظر می‌کنند، که آن را با I_s نمایش می‌دهند.



ماموریت دیودها

اما دیود ها برای چه منظور های استفاده می‌شوند؟ دیودها استفاده می‌شوند تا جریان الکتریکی را در جهتی خاص که جهت مستقیم‌شان است از مدار عبور دهند و عبور جریان در جهت معکوس آن را مسدود کنند. این همان اصل یک‌سوسازی است.

اگر بخواهیم در مداری جریان را تنها در یک جهت جاری کنیم و جهت مخالف آن را ببندیم، استفاده از دیود ها به عنوان یکسوساز بهترین انتخاب خواهد بود. به این ترتیب خروجی مقداری DC خواهد داشت که مولفه‌های AC از روی آن حذف شده‌اند.

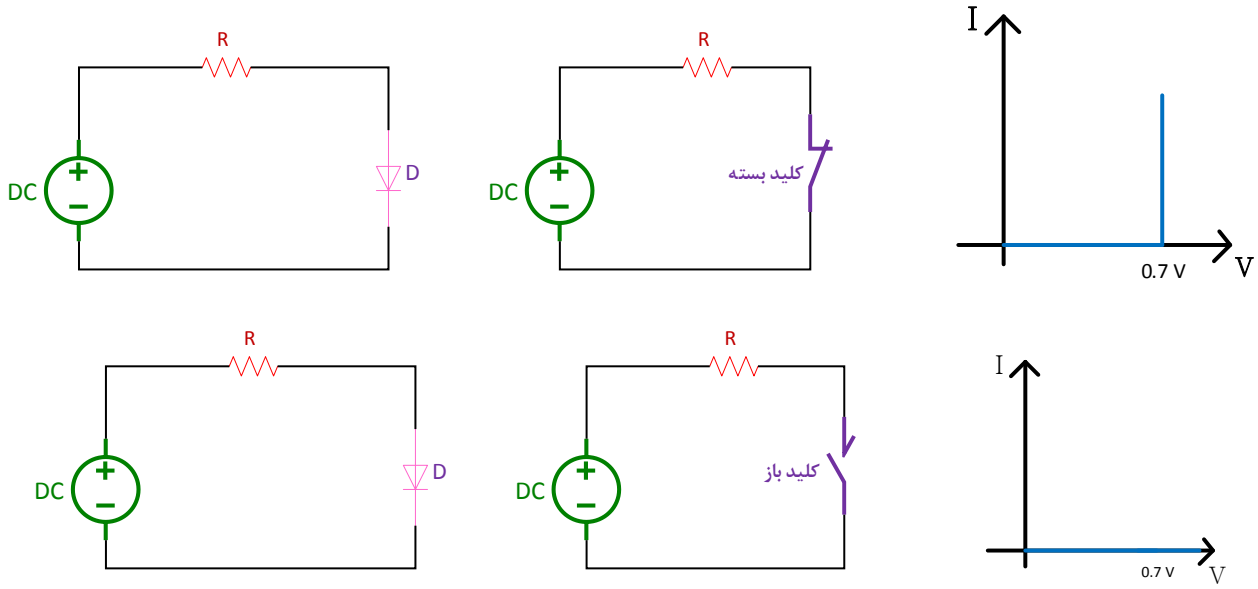
مدارهایی هم‌چون یک‌سوساز های نیم‌موج و تمام موج نیز به کمک دیود ها ساخته می‌شوند.

دیودها همچنین عملکردی سوییچ گونه نیز دارند. مزیت آن‌ها بر سوییچ های معمولی این است که در صورت نیاز به نرخ بالای تغییرات وضعیت خروجی، قطع و وصل‌های سریع‌تری را برای آن فراهم کنند.

دیود ایده‌آل

پتانسیل سد وجود نداشته در نتیجه در بایاس مستقیم (اختلاف پتانسیل آند به کاتد مثبت) مانند یك کلید بسته است، در بایاس معکوس(اختلاف پتانسیل آند به کاتد منفی) مانند یك کلید باز است. مقاومت دیود در بایاس مستقیم صفر و در بایاس معکوس بی نهایت است.

دیود ایده‌آل در بایاس موافق یا وصل



منحنی مشخصه دیود واقعی

جریان دیود طبق معادله زیر محاسبه می‌شود، که به دمای کار و ولتاژ dc بستگی دارد.

$$i_d = i_s(e^{kV_D/T_k} - 1)$$

I_s جریان نشتی معکوس دیود

$$k = \frac{11600}{\eta}$$

جریان کم (قبل از ولتاژ شکست لایه سد) در دیتاشیت دیود داده می‌شود.

$$\eta(Si) = 2 \quad , \quad \eta(Ge) = 1$$

جریان زیاد (بعد از ولتاژ شکست لایه سد)

$$\eta(Si) = 1 \quad , \quad \eta(Ge) = 1$$

دما:

$$T_k = T_c + 273.15$$

T_k دما کار کلوین ، T_c دما کار سانتی گراد

اگر معادله بالا را محاسبه کنیم منحنی مشخصه واقعی دیود بدست می‌اید.

مثال

دیود سیلیکونی در بایاس مستقیم به ولتاژ ۰/۵ ولت متصل می گردد، اگرجریان نشتی دیود یک میکروآمپر و در دمای محیط کار کند چه جریانی خواهد داشت؟

$$I_s = 1\mu A = 1 \times 10^{-6} A$$

$$T_k = T_c + 273.15 = 25 + 237 = 298°C$$

$$k(Si) = \frac{11600}{\eta} = \frac{11600}{2} = 5800$$

$$\frac{k\,V_d}{T_k} = \frac{(5800)(0.5)}{298} = 9.732$$

$$I_d = I_s\left(e^{\frac{kV_d}{T_k}} - 1\right) = 1 \times 10^{-6}(e^{9.732} - 1) = 15.77mA$$

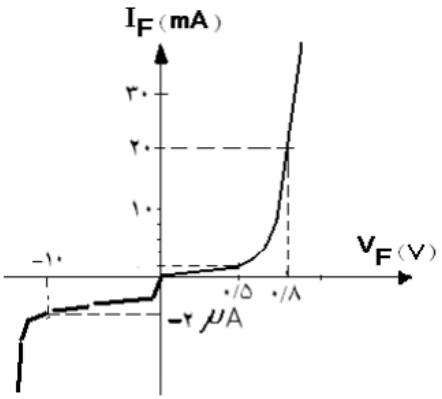
مقاومت دیود

مقاومت استاتیکی دیود(DC) : مقاومت دیود در یک نقطه کار بخصوص را گویند.(سیگنال بزرگ)

- ولتاژ نقطه کار V_d و جریان نقطه کار I_d نمایش می دهند.

$$R_{dc} = \frac{V_d}{I_d}$$

مثال: برای مشخصه شکل زیر مقاومت DC دیود را در جریان‌های ۲۰ و ۲ میلی آمپر و -۲ میکرو آمپر دست آورید؟



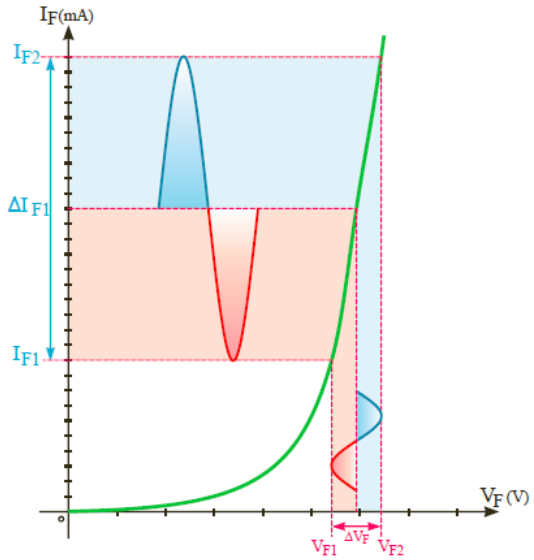
$$R_{DC} = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0.8}{20mA} = 40\ \Omega$$

$$R_{DC} = \frac{V_D}{I_D} = \frac{0.5}{2mA} = 250\ \Omega$$

$$R_{DC} = \frac{V_D}{I_D} = \frac{-10}{-2\mu A} = 5\ M\ \Omega$$

مقاومت دینامیکی دیود (ac): مقاومت دیود در مقابل جریان متناوب (سیگنال کوچک) را گویند،

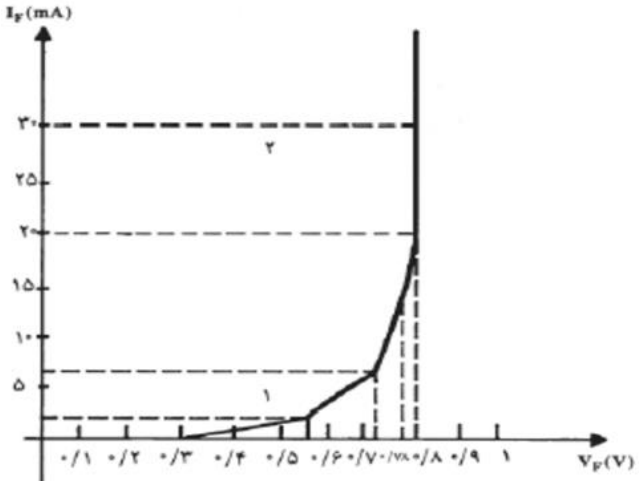
تغییرات ولتاژ حول نقطه کار و تغییرات جریان حول نقطه کار



$$r_d = R_{ac} = \frac{V_d}{I_d} = \frac{V_{f_2} - V_{f_1}}{I_{f_2} - I_{f_1}} = \frac{\Delta V_f}{\Delta I_f}$$

مثال:

برای منحنی مشخصه دیودی شکل زیر مطلوب است:



الف :-مقاومت دینامیکی در ناحیه۱

ب : مقاومت دینامیکی در ناحیه ۲

ج :-مقایسه بین دوناحیه

* مقاومت دینامیکی را r_d با نیز نمایش می دهند.

الف: در ناحیه یک داریم،

$$\Delta V_D = \Delta V_{d_2} - \Delta V_{d_1} = 0.72 - 0.57 = 0.15\ v$$

$$\Delta I_D = \Delta I_{d_2} - \Delta I_{d_1} = 6 - 2 = 4\ mA$$

$$r_{d1} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{0.15}{4} = 37.5\ \Omega$$

ب: در ناحیه دو داریم،

$$\Delta V_D = \Delta V_{d_2} - \Delta V_{d_1} = 0.8 - 0.78 = 0.02\ v$$

$$\Delta I_D = \Delta I_{d_2} - \Delta I_{d_1} = 30 - 20 = 10\ mA$$

$$r_{d2} = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{0.02}{10} = 2\ \Omega$$

ج : ازمقایسه مقاومت دینامیکی دوناحیه داریم

$$\frac{r_{d_1}}{r_{d_2}} = \frac{37.5}{2} = 18.75$$

مقاومت دینامیکی را با داشتن مشخصات نقطه کار بدست می آورند و نیازی به داشتن منحنی مشخصه دیود نیست:

$$r_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{\frac{KT}{q}}{I_d} = \frac{26\ mv}{I_d\ mA}$$

این رابطه در قسمت صعودی منحنی درست است.

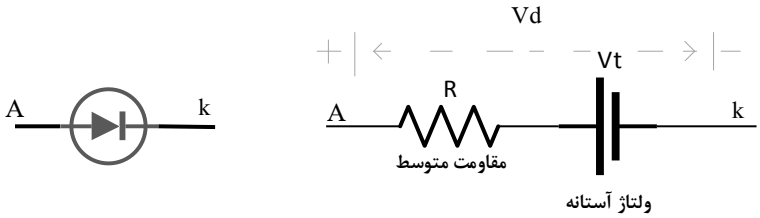
درعمل مقاومت اتصال پایه ها و غیره در نیمه هادی به مقاومت دینامیکی اضافه می شود.

$$r'_d = \frac{\Delta V_d}{\Delta I_d} = \frac{\frac{KT}{q}}{I_d} + r_B = \frac{26\,mv}{I_d\,mA} + r_B$$

r_B مقاومت اتصالات می‌باشد.

مقاومت متوسط دیود (av) : اگر سیگنال ورودی بقدرکافی بزرگ باشد بطوری که بتواند تغییرات مشخصی در منحنی مشخصه دیود ایجاد کند مقاومت مربوط به قطعه در این ناحیه را مقاومت متوسط گویند،

مدارمعادل دیود واقعی



مقادیر حد در دیودها

هر دیود برای جریان عبوری مستقیم و واتاژ معکوس مشخص، ساخته می‌شود.

* ماکزیمم ولتاژ معکوس مجاز (V_R) :

عبارت است از حداکثر ولتاژی که در بایاس معکوس در دو سر دیود قرار می‌گیرد.

* ماکزیمم جریان مستقیم یا متوسط دیود (I_F):

عبارت است از مقدار جریان dc یا متوسط که مجاز هستیم از دیود عبور دهیم.

ابعاد گرما گیر براساس ماکزیمم جریان مستقیم انتخاب می‌شود.

* ماکزیمم جریان تکراری (I_{FRM}):

عبارت است از حداکثر جریانی که به صورت تکرار سیکل‌ها در دیود جاری می‌شود.

* ماکزیمم جریان لحظه‌ای (I_{FSM}):

عبارت است از حداکثر جریانی که دیود می‌تواند در لحظه کوتاه (حدود چند میکرو ثانیه یا میلی ثانیه) تحمل کند.

پایان جلسه سوم

روزگار خوشی را برای شما آرزومندم.

محمد اعرابیان