

بسم الله الرحمن الرحيم

پیش گزارش آزمایشگاه فیزیک عالی – دکتر ایرجی زاد

گروه اول – سه شنبه از ساعت ۱۳:۳۰ الی ۱۷:۳۰

آزمایش ششم

PN junction آزمایش

حسین محمدی

۴۰۱۲۰۸۷۲۹

۱. هدف آزمایش چیست و مشخصه یک اتصال یا پیوندگاه p-n چیست؟

p-n این آزمایش، ما پیوندگاه p-n را در بایاس مستقیم بررسی می کنیم و ثابت آن η ، انرژی ساختار نواری، ثابت دمایی پیوندگاه را بدست می آوریم و خازنی که در ناحیه پیوندگاه تشکیل شده است را بررسی می کنیم. با داشتن این ثوابت می توان جنس یک دیوید (یکسوساز) را مشخص کرد.

همانطور که در دستورکار توضیح داده شد؛ با اتصال یک نیمرسانای نوع n و نوع p به یکدیگر، ناحیه خالی ای در وسط ایجاد می شود و با قرار دادن این ناحیه در میدان الکتریکی، دیدیم که مشخصه دیود این است که یکسوکننده جریان است؛ یعنی در ولتاژ مثبت جریان را فقط در یک جهت از خود عبور می دهد.

۲. نمونه چگونه گرم می شود و رفتار دمایی آن چه مشخصه ای را نشان می دهد؟

نمونه را در کوره گرم می کنیم و به دمای مناسب می رسانیم؛ رفتار دمایی دیود از انرژی ای حاصل می شود که در اثر عبور الکترون-حفره ها تلف می شود و این انرژی به شکل فوتون یا به صورت گرما ساطع می شود و دمای دیود را افزایش می دهد. در دستور کار دیدیم که رفتار گرمایی دیود با شکاف انرژی در پیوندگاه رابطه دارد؛ دقیقتر: اگر تغییرات ولتاژ دیود به دما مثبت باشد، شکاف پیوندگاه کاهش می یابد و جریان زیاد می شود و اگر تغییرات ولتاژ دیود نسبت به دما منفی باشد، جریان کاهش می یابد.

$$V_{G0} = V - T \frac{dV}{dT} - \frac{m\eta KT}{e}$$

۳- منشأ خازن پیوندگاه چیست؟

دیدیم که اگر به شکل بایاس معکوس از پیوندگاه p-n استفاده کنیم، الکترون-حفره هایی در لبه پیوندگاه ذخیره می شود و رفتار تجمعی پیوندگاه به شکل خازن است. در این آزمایش ما ویژگی های خازن پیوندگاه را نیز بررسی می کنیم و می بینیم که ولتاژ دیود با ظرفیت خازن پیوندگاه نسبت معکوس دارد.

۴- نیمه هادی ها چگونه آلابیده می شوند و نوع حامل چگونه تعیین می شود؟

با افزودن اتمی از جنس دیگر که تعداد الکترون یا حفره بیشتر (یا کمتری) دارد، می توان نیمرسانا را آلابید؛ مثلاً اگر اتم ۴ ظرفیتی سیلیسیم را با اتم ۵ ظرفیتی آرسنیک بیالاییم، یک الکترون اضافه به ازای هر آلابنده در نوار ظرفیت خواهد بود و نیمرسانای حاصل نوع n است.

یا اگر از گالیم با ظرفیت ۳ استفاده کنیم؛ حفره ها در ساختار نواری بیشتر خواهند شد و حاصل یک نیمرسانای نوع p است.

پس نوع حامل با دانستن ظرفیت نیمرسانای میزبان و اتم آلابنده مشخص می شود.

۵- ترانزیستور چيست و يك کاربرد برای آن بنویسید.

ترانزیستور، از روی هم گذاشتن سه نوع نیمرسانای آلاییده تشکیل می شود؛ یعنی NPN یا PNP و هدف کلی آن تقویت یا قطع/وصل سیگنال است و به عنوان ریزپردازنده عمل می کند.

عملکرد ترانزیستور به شکل زیر است:

ترانزیستور، یک قطعه سه پایه است که با اعمال ولتاژ به یکی از پایه ها، می توان جریان از دوپایه دیگر را کنترل کرد. برای کار ترانزیستور در مدار، ولتاژها و جریان های لازم را باید با مقاومت ها برای آن فراهم کرد یا اصطلاحاً آن را بایاس کرد. ترانزیستور سه ناحیه کاری دارد:

۱. قطع

۲. فعال (کاری یا خطی)

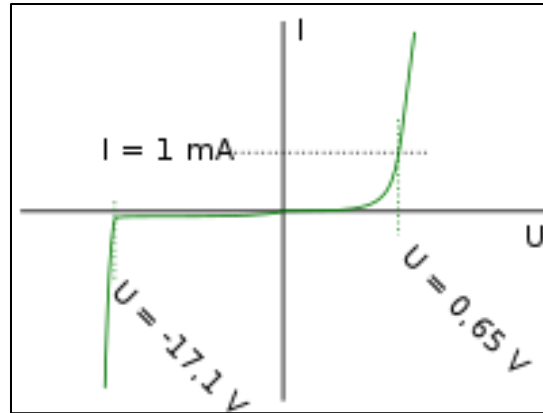
۳. اشباع

در ناحیه قطع ترانزیستور خاموش است با افزایش ولتاژ بیس، ترانزیستور از حالت قطع بیرون آمده و به ناحیه فعال وارد می شود. در حالت فعال ترانزیستور مثل یک عنصر تقریباً خطی عمل می کند اگر ولتاژ بیس را همچنان افزایش دهیم به ناحیه ای می رسیم که با افزایش جریان ورودی بیس دیگر شاهد افزایش جریان بین کلکتور و امیتر نخواهیم بود. به این حالت اشباع می گویند و اگر جریان ورودی بیس زیادتر شود ممکن است ترانزیستور بسوزد.

می توان گفت تمامی مدارهایی که امروزه در سیستم های آنالوگ و دیجیتال به کار می روند؛ از ترانزیستور برای قطع/وصل و تقویت جریان بهره می برند.

۶- دیود زبر چیست و چه کاربردی دارد؟

دیود زبر نوع خاصی از دیود است که بر خلاف دیود معمولی، نه تنها اجازه ی عبور جریان از آند به کاتد را می دهد، بلکه در جهت معکوس، زمانی که ولتاژ از حد معینی موسوم به «ولتاژ زبر» فراتر رود، نیز جریان را عبور می دهد.



تصویر ۱: جریان برحسب ولتاژ دیود زنر

دیود زنر به‌طور گسترده‌ای به عنوان مرجع ولتاژ (voltage reference) در کاربردهای تثبیت و تنظیم ولتاژ استفاده می‌شود. به این منظور، دیود زنر همیشه در بایاس معکوس در مدار قرار داده می‌شود. از دیگر کاربردهای آن، شیفت‌دهنده ی سطح ولتاژ، یا بُرش‌گر (clipper) ولتاژ است. دیود زنر به ندرت در بایاس مستقیم به کار می‌رود.