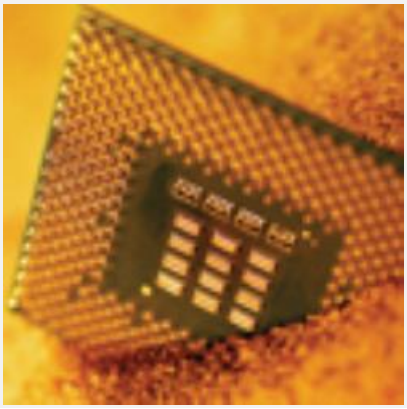

دوشنبه 25 شهریور 1387 - 10:13

چطور نیمه‌رساناها (Semi-Conductors) کار می‌کنند؟

همشهری آنلاین - رشید عسگری:

نمیه رساناها (Semi-Conductors) در زندگي ما و بهتر بگوییم در قدم گذاردن بشر به عصر ديجيتال و فيزيك و الكترونيك نوين؛ نقش تاريخي ايفا كرده‌اند.

نیمه رساناها را در درون دستگاه‌هاي گوناگوني يافت مي‌كنيد. اساس ساخت پردازشگرها و ريز پردازنده‌ها و تمام دستگاه‌هايي كه به نحوي اطلاعات و عمليا‌تي را پردازش می‌کنند، نیمه رساناست. از کامپیوتر شخصی شما گرفته تا پخش کننده mp3 و دستگاه‌های عکس‌برداری پزشکی MRI. [پیش از MRI]

نیمه رسانا در ساده‌ترین شکل خود یک «دیود» (Diode) یا یکسو کننده است و برای درک ساختار نیمه رساناها بهتر است از مطالعه روی دیود شروع کنیم. در ادامه به چگونگی ساخت دیود می‌پردازیم.

سیلیکون یکی از عناصر سازنده زمین و بعد از اکسیژن بیشترین فراوانی را در پوسته زمین دارد به طوری که 25.7٪ از جرم پوسته زمین از سیلیکون تشکیل شده است.

سیلیکون عنصر چهاردهم جدول تناوبی عناصر است و با نماد Si شناخته می‌شود. سیلیکون در حالت آزاد به صورت جامد سخت و شفافی یافت می‌شود.

کربن، ژرمانیم و سیلیکون (ژرمانیم نیز مانند سیلیکون یک نیمه رسانا است) همگی خواص مشابهی در لایه ظرفیت الکترونی خود دارند که آن‌ها را از باقی عناصر متمایز می‌سازد. دارا بودن 4 الکترون در اربیتال آخر آن‌ها و نیمه پر بودن لایه ظرفیت خواصی مانند تشکیل کریستال و خاصیت‌ها ترکیبی منحصر بفردی را برای این عناصر بوجود آورده است.

شبکه یونی در کربن به شکل کریستال شفاف است ولی در سیلیکون به شکل جامد نقره‌ای رنگ است.

فلزات به دلیل دارا بودن الکترون‌های آزاد در لایه ظرفیت خود معمولاً رسانا‌های خوبی برای جریان برق هستند. با اینکه بلور سیلیکون شبیه فلز است ولی خواص فلزی ندارد.

الکترون‌ها لایه خارجی در سیلیکون در قید جاذبه بین یکدیگر هستند و در ضمن گاف انرژی در بین لایه‌های پر و خالی برای انتقال الکترون کافی نیست.

تمامی این شرایط را می‌توان تغییر داد و می‌توان سیلیکون را تبدیل به ماده دیگری کرد که خواص رسانایی الکتریکی را داشته باشد. این کار طی پروسه‌ای به نام ناخالص سازی انجام می‌شود.

در این روش به شبکه یونی سیلیکون ناخالصی‌هایی اضافه می‌شود.

ناخالصی‌هایی که به ساختار شبکه سیلیکون اضافه می‌شود را می‌توان با دو دسته تقسیم کرد:

• نوع N: با اضافه کردن ناخالصی‌هایی از قبیل فسفر و یا آرسنیک در مقادیر بسیار کم. آرسنیک و فسفر هر دو پنج الکترون در لایه ظرفیت خود دارند به همین دلیل الکترون پنجم لایه‌های ظرفیت آن‌ها می‌تواند به عنوان الکترون آزاد عمل کند و کار انتقال جریان را انجام دهد. این نوع سیلیکون رسانای خوبی است. الکترون بار منفی و یا Negative دارد به همین دلیل به این نوع N می‌گویند.

• نوع P: در اینجا عناصر بور و گالیم به سیلیکون اضافه می‌شوند. این دو عنصر سه الکترون در لایه ظرفیت خود دارند. وقتی به شبکه یونی سیلیکون وارد می‌شند حفره‌هایی را ایجاد می‌کنند که باعث می‌شود که الکترون سیلیکون پیوند خود را از دست بدهد. وقتی یکی از الکترون‌ها از شبکه یونی خارج شود، خاصیت مثبت الکتریکی در ماده ایجاد می‌شود. به این ترتیب حفره و یا بهتر بگوییم فضای خالی الکترون می‌تواند میزبان خوبی برای الکترون از اتم کناری باشد و به این ترتیب جریان می‌تواند به راحتی در آن شارش کند. از این رو این نوع را P می‌نامند که این نوع دارای بار مثبت یا Positive است.

مقدار کمی ناخالصی می‌تواند سیلیکون عایق را به رسانای تقریباً خوبی تبدیل کند. از این رو به آن نیمه رسانا می‌گویند.

نوع N و P به تنهایی کار زیادی انجام نمی‌دهند ولی هنگامی که به هم متصل می‌شوند رفتار الکتریسیته‌ای جالبی از خود نشان می‌دهند. با قرار دادن این دو به هم دیود ایجاد می‌شود.

دیود جریان را تنها در یک جهت از خود عبور می‌دهد. به همین دلیل آن را یکسو کننده نیز می‌نامند. قسمت مثبت یعنی P یا حفره به طرف منفی باتری متصل و N یا الکترون به طرف مثبت آن.

هیچ جریانی از محل اتصال عبور نمی‌کند زیرا الکترون‌ها در N و P در خلاف یکدیگر حرکت می‌کنند.

اگر باتری را در جهت دیگر متصل کنید الکترون‌های قسمت N توسط قطب منفی دفع و حفره‌های P توسط قطب مثبت دفع می‌شوند. در محل اتصال حفره‌ها و الکترون‌ها به هم می‌رسند و محل حفره‌ها با الکترون‌ها پر می‌شود و جریان در محل اتصال شارش می‌کند.

از لحاظ الکتریکی یک دیود هنگامی عبور جریان را از خود ممکن می‌سازد که شما با برقرار کردن ولتاژ در جهت درست (+ به آند و - به کاتد) آنرا آماده کار کنید. مقدار ولتاژی که باعث می‌شود تا دیود شروع به هدایت جریان الکتریکی نماید ولتاژ آستانه یا (forward voltage drop) نامیده می‌شود که چیزی حدود ۰/۶ تا ۰/۷ ولت می‌باشد.

اما نکته مهم آنکه تمام دیودها یک آستانه برای حداکثر ولتاژ معکوس دارند که اگر ولتاژمعکوس بیش از آن شود دیوید می‌سوزد و جریان را در جهت معکوس هم عبور می‌دهد. به این ولتاژ آستانه شکست گفته می‌شود.

در ادامه به کاربردهای دیودها و ترانزیستورها می‌پردازیم. تا اینجا دریافتیم که دیود وسیله‌ای است که جریان را در جهتی حرکت می‌دهد در حالی که در جهت دیگر آن را متوقف می‌کند.

کاربردهای زیادی از همین خاصیت می‌شود. برای مثال وسایلی که نیروی محرکه الکتریکی آن‌ها از باتری تأمین می‌شود دارای دیود هستند و اگر باتری را در جهت اشتباه بزنید دیود جلوی عبور جریان را می‌گیرد و به دستگاه آسیبی نمی‌رسد.

ترانزیستور مجموعه‌ای از دیودهای متصل به هم است. این اتصال‌ها که معمولاً به صورت NPN و یا PNP انجام می‌شنوند به صورت یک سوئیچ عمل می‌کند. شاید فکر کنید که با این کار دیگر هیچ مقداری جریان از ترانزیستور گذر نمی‌کند. دقیقاً همین‌طور است.ولی اگر جریان به محل میانی ترانزیستور داده شود می‌تواند جریان بسیار کمی را به جریان زیادی در یک جهت تبدیل کند.

همین واقعیت است که خاصیت سوئیچ بودن را به ترانزیستور می‌دهد و می‌تواند با جریانی کم روشن و خاموش شود.

با استفاده از همین حقایق امروزه میلیون‌ها ترانزیستور پردازشگرها را تشکیل می‌دهند که در حقیقت میلیون‌ها سوئیچ متصل به هم هستند.

همانطور که می‌دانید اساس دیجیتال واحدهای باینری یا صفر-و-یک است. به این ترتیب این سوئیچ‌ها می‌توانند میلیون‌ها محاسبه و عملیات منطقی را انجام دهند که می‌تواند به پردازش‌های

بزرگی ختم شود.