

ELECTRÓNICA

Guía de estudio 12:

Semiconductores

Nivel: Secundario - Modalidad Educación Técnico-Profesional.

Ciclo: Segundo ciclo.

Especialidades: Electrónica, Electricidad.

Introducción

En esta guía nos vamos a encontrar con un video que explica que es un semiconductor. A partir de este video se pueden aprender varios conceptos, como tipos de enlace electroquímico de los átomos del semiconductor, portadores de carga, semiconductores intrínsecos y extrínsecos y otros que nos abrirán la puerta a la comprensión de dispositivos semiconductores como diodos y transistores.

Materiales de estudio

Recurso: Video sobre semiconductores
<https://www.youtube.com/watch?v=fFVU7-kfPe8>



Conceptos relevantes, explicaciones y ejercitaciones.

Ejercicio N°1

Luego de ver el video del enlace que sigue, contesta las preguntas.

<https://www.youtube.com/watch?v=fFVU7-kfPe8>



- a) Si un conductor conduce electricidad y un aislante no, ¿cómo se comporta un semiconductor frente a la conducción de corriente eléctrica?
- b) ¿Cuáles son los dos elementos de la tabla periódica de los elementos que más se usan para hacer semiconductores?
- c) ¿Dónde se encuentra el silicio con más abundancia en la naturaleza?
- d) ¿Cómo se relaciona el número de grupo en la tabla periódica de los elementos con la cantidad de electrones que tienen en la última órbita?
- e) El silicio se encuentra en el grupo 4 de la tabla periódica de los elementos. ¿Cuántos electrones tiene el silicio en la última órbita?
- f) ¿Cuántos electrones tienen los átomos de silicio en una red cristalina de silicio?
- g) ¿Qué es un enlace covalente?
- h) Si llamamos portador de carga a los electrones y a los huecos, ¿qué tipo de portador de carga predomina en el silicio intrínseco?
- i) ¿El semiconductor hecho de silicio intrínseco se comporta como aislante o como conductor al polarizarlo?
- j) ¿En el silicio extrínseco la cantidad de electrones es igual a la cantidad de lagunas?
- k) ¿Cómo se obtiene silicio extrínseco?
- l) ¿Qué es el dopaje?
- m) ¿De qué grupo de la tabla periódica de los elementos tiene que ser un contaminante para dopar al silicio de modo que predominen los electrones como portadores de carga? ¿Cuál podría ser ese elemento?
- n) ¿De qué grupo de la tabla periódica de los elementos tiene que ser un contaminante para dopar al silicio de modo que predominen las lagunas como portadores de carga? ¿Cuál podría ser ese elemento?
- o) ¿Qué es un semiconductor tipo p?
- p) ¿Qué es un semiconductor tipo n?

Ejercicio N°2

Lee la siguiente explicación y contesta las preguntas.

La laguna como portadora de carga

Vimos en el video que la laguna es la ausencia de un electrón. ¿Cómo puede ser que la ausencia de un electrón sea un portador de carga? ¿Qué tipo de carga? ¿Cómo es que se mueve?

La carga del electrón es negativa. La carga de la laguna es positiva.

Pensemos en un cine lleno de personas, sin butacas vacías como una analogía a una red de silicio intrínseco donde cada persona es un electrón.

Supongamos ahora que el espectador (electrón) de la fila 1, butaca 1 se va del cine, y deja libre una butaca (laguna).

El espectador de la fila 2, butaca 1 se levanta y ocupa la butaca libre de la fila 1.

El espectador de la fila 3, butaca 1 se levanta y ocupa la butaca libre de la fila 2.

El espectador de la fila 4, butaca 1 se levanta y ocupa la butaca libre de la fila 3.

Y así sucesivamente.

Podemos ver que una butaca vacía se desplaza hacia atrás del cine.

De igual manera, una laguna o ausencia de electrón, puede desplazarse por la red de átomos de silicio, como portador de carga positiva.

- a) ¿Qué es una laguna como portador de carga?
- b) ¿Por qué se puede "mover" una laguna?
- c) ¿qué tipo de carga tiene una laguna?

Ejercicio N°3

Lee la siguiente explicación y contesta las preguntas

Agitación térmica

¿Por qué en el video se dice que la red de silicio intrínseco se comporta como aislante a temperatura ambiente?

En el modelo de enlaces de la red cristalina tipo diamantina del silicio y del germanio todos los átomos tienen 8 electrones en su última órbita, tras compartir sus electrones en un enlace covalente.

Ésta es una unión muy fuerte y para romperla, para tener electrones libres, hace falta entregarle energía a la red.

Entregarles energía a los electrones significa que aumenta su agitación térmica. Una agitación térmica asociada a la temperatura T absoluta en grados Kelvin.

$T = 0^\circ\text{K}$: significa que todos los electrones forman enlaces y no hay electrones libres.

$T > 0^\circ\text{K}$: pueden romperse uniones covalentes y aparecen electrones con energía de agitación térmica que lo hace moverse al azar, en movimiento Browniano.

El electrón que se desprende del enlace deja una inestabilidad electroquímica que se manifiesta por una falta de neutralidad eléctrica, a la que llamamos laguna. Como la laguna aporta a la conducción eléctrica en el semiconductor, la consideramos un portador de carga.

Tenemos así, dos portadores de carga, electrones y lagunas, como resultado del aumento de la temperatura absoluta de la red cristalina.

- a) ¿Por qué en el video se dice que la red de silicio intrínseco se comporta como aislante a temperatura ambiente?
- b) ¿Hay una corriente eléctrica con una dirección predominante al aumentar la agitación térmica de los electrones desprendidos de sus enlaces covalentes?

Ejercicio N°4

Lee la siguiente explicación y contesta las preguntas.

Semiconductor intrínseco

No es posible obtener un semiconductor sin impurezas. No existe silicio con 0 átomos de impureza. Se considera que un semiconductor es intrínseco si tiene una cantidad de impurezas menor o igual a un átomo de impureza cada diez mil millones ($10.000.000.000 = 10^{10}$) de átomos de silicio.

Los semiconductores intrínsecos se obtienen por compensación, logrando que la cantidad de impureza de cada tipo sea igual.

A la impureza del grupo 5 de la tabla periódica de los elementos se la denomina contaminación dadora porque aporta electrones para la conducción. Su concentración en la red es N_D átomos por unidad de volumen. De manera similar, a la impureza del grupo 3 de la tabla periódica de los elementos se la denomina contaminación aceptadora porque aporta lagunas para la conducción. Su concentración en la red es N_A átomos por unidad de volumen.

En un semiconductor intrínseco $N_D = N_A$

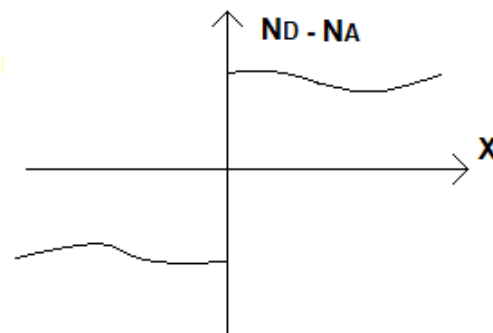
- ¿Cómo es N_A respecto de N_D en un semiconductor extrínseco tipo p, igual, mayor o menor?
- ¿Cómo es N_A respecto de N_D en un semiconductor extrínseco tipo n, igual, mayor o menor?
- ¿Cómo es N_A respecto de N_D en un semiconductor intrínseco?
- Sabiendo que un semiconductor con todos los enlaces covalentes completos es químicamente estable, ¿Un semiconductor intrínseco es químicamente estable?
- ¿Un semiconductor extrínseco es químicamente estable?
- ¿Un semiconductor intrínseco tiene portadores de carga para conducción?
- ¿Un semiconductor extrínseco con $T = 0^\circ\text{K}$ tiene portadores de carga libres para conducción?

Para seguir aprendiendo:

Ejercicio N°5

Lee la siguiente explicación y contesta las preguntas

En la siguiente figura se ve un semiconductor que tiene muchas impurezas donadoras inmediatamente próximas a una concentración grande de impurezas aceptadoras. Es decir, una juntura abrupta pn. El eje X tiene el 0 justo donde cambia abruptamente la concentración de contaminación.



- a) ¿De qué lado del eje vertical es semiconductor tipo p y de cual n?
- b) ¿Cómo es ND comparado con NA a la derecha?
- c) ¿Cómo es NA comparado con ND a la izquierda?
- d) ¿A la derecha hay lagunas?
- e) ¿A la izquierda hay electrones?
- f) ¿Cuáles son los portadores de carga mayoritarios a la derecha? ¿y los minoritarios? ¿y a la izquierda?
- g) Si a la derecha hay una concentración grande de portadores mayoritarios de un tipo y a la izquierda una concentración grande de portadores mayoritarios del otro tipo, ¿Qué pasaría si se cierra el circuito con una batería que tenga el positivo al lado p y el negativo al lado n?

A modo de cierre de esta guía, te proponemos resaltar aquello que te ha resultado más difícil, que te hayas dado cuenta que requiere más explicaciones, ejercitaciones, etc. Repasá la guía, revisá tus apuntes y respuestas. ¡¡¡Escribilo todo!!! Para cuando te encuentres con tus profesoras y profesores.