

RESUMEN CLASE ANTERIOR:..

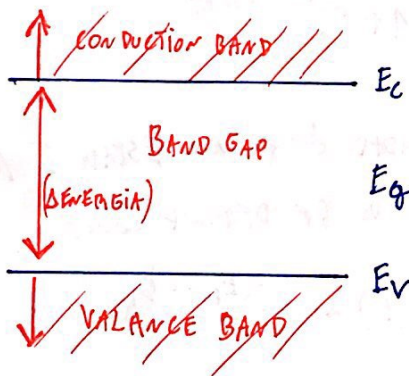
15/04/2019

DOPANTES : PENTAVALENTES , TRI VALENTES

- PENTAVALENTES : MATERIAL TIPO N (ELECTRONES LIBRES)
- TRIVALENTES : MATERIAL TIPO P (HUECOS O ACEPTORES)

(EN BASE AL CAPITULO 1 CH-HU)

DIAGRAMA BANDA DE ENERGIA



NOTAR que E_c y E_v ESTAN SEPARADAS POR E_g . (E_g es un Δ ENERGIA)

(RESUMEN PAGINAS 15-23 CH-HV CHAPTER 1)

CONCENTRACION DE ELECTRONES (P. 19)

$$n = \int_{E_c}^{\text{TOP OF CONDUCTION BAND}} f(E) D_c(E) dE$$

$$\dots n = N_c e^{-(E_c - E_F)/kT} \quad (1)$$

CONCENTRACION DE HUECOS

$$p = \int_{\text{VALENCE BAND BOTTOM}}^{E_v} D_v(E) (1 - f(E)) dE$$

$$\dots p = N_v e^{-(E_F - E_v)/kT} \quad (2)$$

PARA (1): N_c es EFFECTIVE DENSITY OF STATES

$$N_c = 2 \left[\frac{2\pi m_n kT}{h^2} \right]^{3/2} \Rightarrow \text{VALOR DEFINIDO PARA CADA MATERIAL (VER PAG 21)}$$

PARA (2): N_v es EFFECTIVE DENSITY OF STATES OF THE VALENCE BAND

$$N_v = 2 \left[\frac{2\pi m_p kT}{h^2} \right]^{3/2} \Rightarrow \text{VALOR DEFINIDO ... (VER PAG 21)}$$

$f(E)$: FUNCION DE PROBABILIDAD,

DESCRIBE LA PROBABILIDAD

de que un ESTADO DE ENERGIA E ESTE OCUPADO POR UN ELECTRON

(P. 17) → (SE EXPLICA EN DETALLE)

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{(E - E_F)/kT}} \approx e^{-(E - E_F)/kT}$$

LA PROBABILIDAD de que un ESTADO E NO! ESTE OCUPADO SE DEFINE COMO

$$1 - f(E) \approx e^{-(E_F - E)/kT}$$

↓
HUECOS

②

$$n = N_C e^{-(E_C - E_F)/kT} \quad (1)$$

$$p = N_V e^{-(E_F - E_V)/kT} \quad (2)$$

EjemPlo 1: ¿DÓNDE ESTA UBICADA E_F EN LA BANDA DE ENERGÍA DEL SILICIO

PARA UNA TEMPERATURA de 300 K con $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

¿Y PARA $p = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$?

$$k = 8.6 \text{ E}^{-5}$$

N_C & N_V ESTÁN DEFINIDOS
en P. 2.1

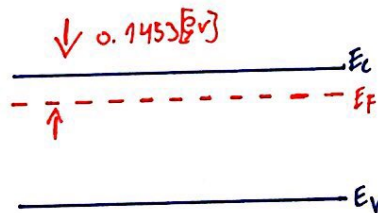
⇒ ④ PARA $n = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

$$(1) \quad n = N_C e^{-(E_C - E_F)/kT} \Rightarrow \frac{n}{N_C} = e^{-(E_C - E_F)/kT} \quad / \ln()$$

$$\Rightarrow \ln\left(\frac{n}{N_C}\right) = \frac{-(E_C - E_F)}{kT} \Rightarrow E_C - E_F = kT \ln\left(\frac{N_C}{n}\right)$$

$$E_C - E_F = 0.1453 \text{ [eV]}$$

⇒ DE MANERA GRÁFICA

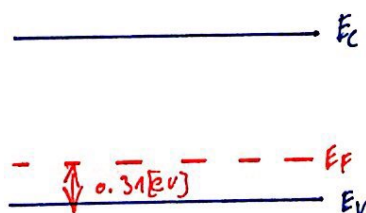


⊗ n DECRECE ENTRE
MAS ABAJO E_F

⑤ PARA $p = 10^{14} \text{ cm}^{-3}$...

$$E_F - E_V = kT \ln\left(\frac{N_V}{p}\right) = 0.31 \text{ [eV]}$$

⇒ DE MANERA GRÁFICA



p decrece ENTRE MAS
ARRIBA E_F

PAG 23

THE NP PRODUCT AND INTRINSIC CARRIER CONCENTRATION

DE LAS ECUACIONES (1) y (2)

$$n = N_C e^{-(E_C - E_F)/kT}$$

EL PRODUCTO n:

$$p = N_V e^{-(E_F - E_V)/kT}$$

$$n \cdot p = N_C N_V e^{-(E_C - E_V)/kT} = N_C N_V e^{-E_g/kT} \Rightarrow n \cdot p = N_C N_V e^{-E_g/kT} \quad (3)$$

EL PRODUCTO $n \cdot p$ es una CTE DE CADA SEMICONDUCTOR

NOTAR que T es INDEPENDIENTE

- DEFINICION DE SEMICONDUCTOR INTRINSICO: NO POSEE CONTAMINANTES
• AL GENERAR UNA EXITACION EN EL MATERIAL (INDUCIR CALOR)
POR CADA ELECTRON LIBRE SE GENERA TAMBIEN UN HUECO

$$\Rightarrow n = p = n_i \quad \Rightarrow \boxed{n \cdot p = n_i^2}$$

SABEMOS de (3) que $n_i = N_C N_V e^{-E_g/2kT} \Rightarrow n_i^2 = \sqrt{N_C N_V} e^{-E_g/2kT} \quad (4)$

n_i : CONCENTRACION INTRINSECA DE PORTADOR

⊗ n_i es una FUNCION DOMINADA POR E_g y T PERO ES INDEPENDIENTE de la CONCENTRACION DE DOPANTES

n_i n_i DEFINIDA PARA DISTINTOS MATERIALES Y UNA TAM

POREJEMPLO EN LA PAG 23 SE DEFINE PARA EL Si

Como $n_i = 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ $\Rightarrow n_i^2 = 10^{20} \text{ cm}^{-3}$

EJEMPLO (PAG 24)

- ¿CUAL ES LA CONCENTRACION DE HUECOS EN UN SEMICONDUCTOR TIPO N CON 10^{15} cm^{-3} DE DONADORES P (Si)

USAMOS LA ECUACION DE L PRODUCTO $n \cdot p$

$$\Rightarrow n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow p = \frac{n_i^2}{n}, \quad n_i \text{ n_i DEFINIDO PARA EL Si como } 10^{10} \text{ cm}^{-3}$$

SE SIGUE QUE $p = \frac{10^{20} \text{ cm}^{-3}}{10^{15} \text{ cm}^{-3}} = 10^5 \text{ cm}^{-3}$

- EN UN WAFER DE SILICIO TIPO P QUE n_i n_i $p = 10^{17} \text{ cm}^{-3}$

$$\Rightarrow n \cdot p = n_i^2 \Rightarrow n = \frac{n_i^2}{p} = \frac{10^{20}}{10^{17}} = 10^3 \text{ cm}^{-3}$$