

Yalıtkanlar :

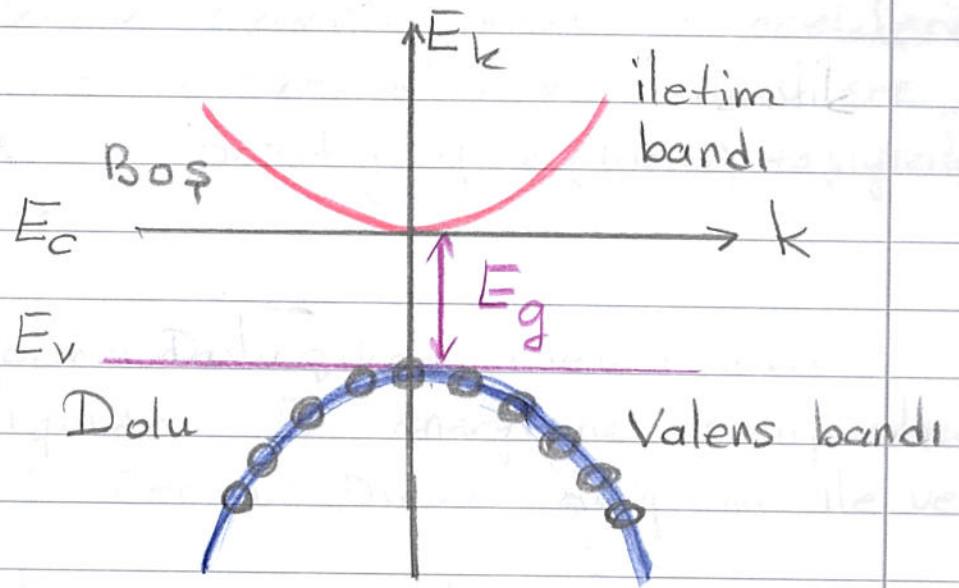
Bağlanma türü : İyonik ve Kovalent bağ

NaCl iyonik bağ

C (Elmas) Kovalent. bağ

Elektron Enerji Band Yapısı

Özel durumlar dışında valens bandı dolu iletkenlik bandı boştur.



$E_g \simeq 5,5 \text{ eV}$ Elmas ($T \simeq 300^\circ \text{K}$)

$E_g \simeq 8, -8,5 \text{ eV}$ NaCl ($T \simeq 300^\circ \text{K}$)

$E_g \simeq 8,97 \text{ eV}$ NaCl (77°K)

İletim bandı boş olan bir yalıtkanı iletken duruma getirebilmek için valens bandındaki bir elektronun iletim bandına çıkarılması gerekir. Bunun için ısıtma işlemi uygulanabilir.

Bir elektron T sıcaklığında valens bandından iletim bandına geçerse valens bandında bir elektronun yeri boş kalır. Pozitif yüklü bu boşluğa delik (Hole) adı verilir.

Elektrik alan uygulandığında delikler de elektrik akımına katkı vereceklerdir. Bu durumda elektronlar ve deliklere negatif ve pozitif yük (Akım) taşıyıcılar adı verilir.

İletim bandına çıkan elektronun T sıcaklığında E enerjisine sahip olma olasılığı Fermi-Dirac dağılımı ile verilir.

$$f(E) = \frac{1}{1 + e^{(E-\mu)/k_B T}}$$

Valens bandında boş kalan yerde elektron bulunmama olasılığı $1 - f(E)$ ile belirlenir.

$$1 - f(E) = 1 - \frac{1}{1 + e^{(E-\mu)/k_B T}} = \frac{1}{1 + e^{(\mu-E)/k_B T}}$$

Yeni bir yorumla E enerjisinde valens bandında bir boşluk bulma olasılığı

$$f_h(E) = \frac{1}{1 + e^{(\mu - E)/k_B T}} \quad \text{ile bulunur.}$$

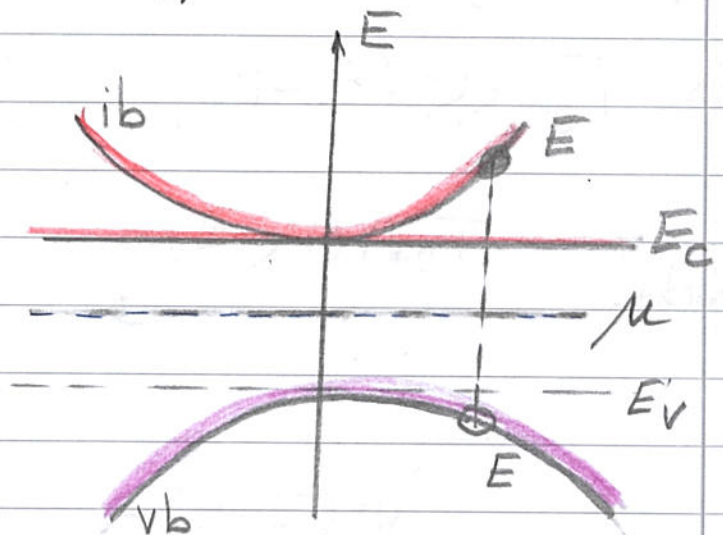
μ : Kimyasal Potansiyel E_V ile E_C arasında yaklaşık

$$\frac{1}{2}(E_C - E_V) = \frac{E_g}{2}$$

civarında bulunur.

İletim bandındaki elektronlar için $(E - \mu) > 0$

Valence bandındaki boşluklar için $(\mu - E) > 0$ olur.



İletkenlik için iletim bandındaki negatif ve valens bandındaki pozitif (desik) taşıyıcı yoğunlukları aşağıdaki gibi yazılabilir :

$$n_c(T) = \int_{E_c}^{\infty} dE D_c(E) \left(\frac{1}{1 + e^{(E-\mu)/k_B T}} \right)$$

$$p_v(T) = \int_{-\infty}^{E_v} dE D_v(E) \left(\frac{1}{1 + e^{(\mu-E)/k_B T}} \right)$$

$D_c(E)$: iletim bandı durum yoğunluğu

$D_v(E)$: valens bandı durum yoğunluğu

$(E-\mu)_c \gg k_B T$ $(\mu-E)_v \gg k_B T$ için

$$\frac{1}{1 + e^{(E-\mu)/k_B T}} \approx e^{-(E-\mu)/k_B T} \quad \text{iletim bandı}$$

$$\frac{1}{1 + e^{(\mu-E)/k_B T}} \approx e^{-(\mu-E)/k_B T} \quad \text{valens bandı}$$

Uygun düzenleme ile

$$n_c(T) = n_0 e^{-(E_c - \mu)/k_B T}$$

$$p_v(T) = p_0 e^{-(\mu - E_v)/k_B T}$$

yazılabilir.

Deşikler uyarılarak iletim bandına çıkan elektronlardan kalan boşluklara olduğuna göre sayıları aynıdır.

$$n_c(T) = p_v(T) = n_i(T)$$

$$n_i(T) = [n_c(T) p_v(T)]^{1/2} \text{ olarak yazılabilir.}$$

$$n_i(T) = n_0 e^{-(E_c - E_v)/2k_B T}$$

$$= n_0 e^{-E_g/2k_B T}$$

elde edilir

Burada $T = 300^\circ\text{K}$ (oda sıcaklığı) için

$$n_0 \approx 2.5 \times 10^{19} / \text{cm}^3$$

Oda sıcaklığında $k_B T = 0,025 \text{ eV}$

$E_g = 5,5 \text{ eV}$ ($T = 300^\circ\text{K}$) Elmas için.

$$E_g/2k_B T \approx 10^2$$

$$n(T) = n_0 e^{-100} \approx 10^{-20}$$

Elmas için yapılan hesaptan anlaşıldığı gibi oda sıcaklığında bir kaç eV değerinde E_g içeren yalıtkanlar iletken duruma geçemez.

$$n_c = p_v \approx 0 \text{ olur.}$$

YARI-İLETKENLER

Bağlanma türü: Kovalent bağ

Elektron Enerji Band Yapısı

Yalıtkanlara çok benzer, $T=0^\circ\text{K}$ sıcaklığında iletim bandı boş, valens bandı doludur. Ancak yasak enerji aralığı E_g daha küçük olduğundan oda sıcaklığında iletken duruma geçebilir.

Y. İletken	$E_g (T=300^\circ\text{K})$	$n(T) = n_0 e^{\frac{-0,67}{2 \cdot 0,025}}$ $\approx 10^{15-16} \frac{1}{\text{cm}^3}$
Si	1.12 eV	
Ge	0.67 eV	
GaAs	1.4 eV	

Sıcaklık arttıkça yarı-iletkenin iletkenliği artar (Metallerin tersi).