

ELM201 KATIHAL ELEKTRONİĞİ-I

Kovalent Bağ Modeli (Covalent Bond model)

Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Atomlar bağlanma formları:

- Amorf (“şekilsiz”, Amorphous),
- çoklu kristal (polycrystalline)
- tekli kristal (single- crystal)

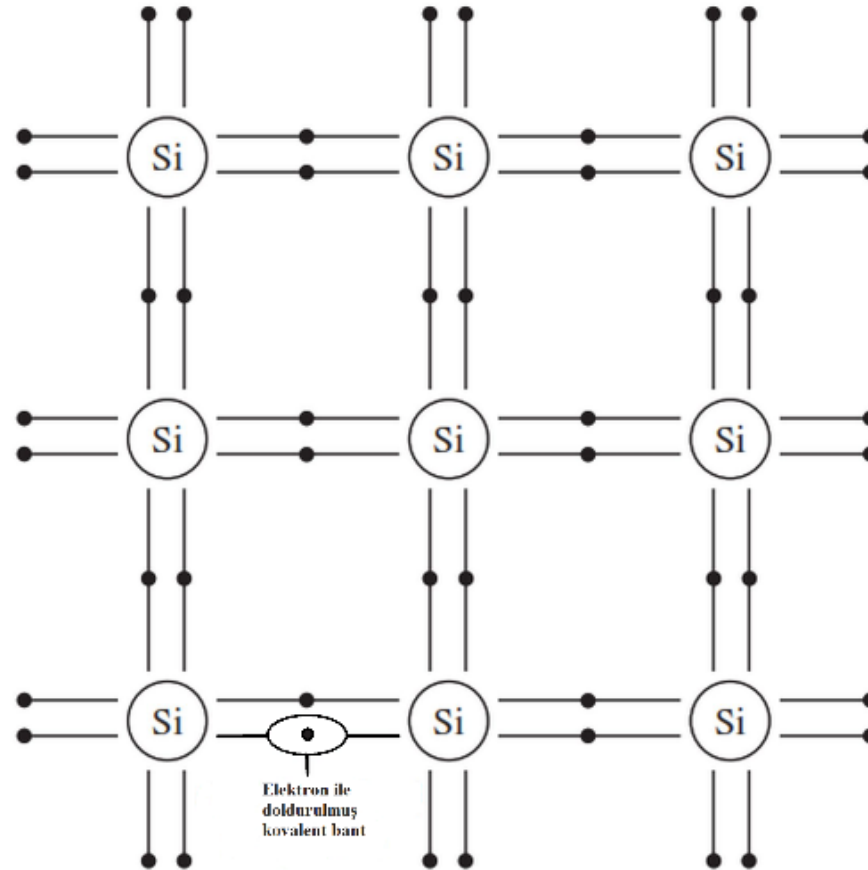
Amorf malzemeler düzensiz bir yapıya sahipken, çoklu kristal malzemeler çok sayıda kristal yapısından oluşur.

Ders Kitapları:

- 1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.
- 2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Kovalent Bağ Modeli

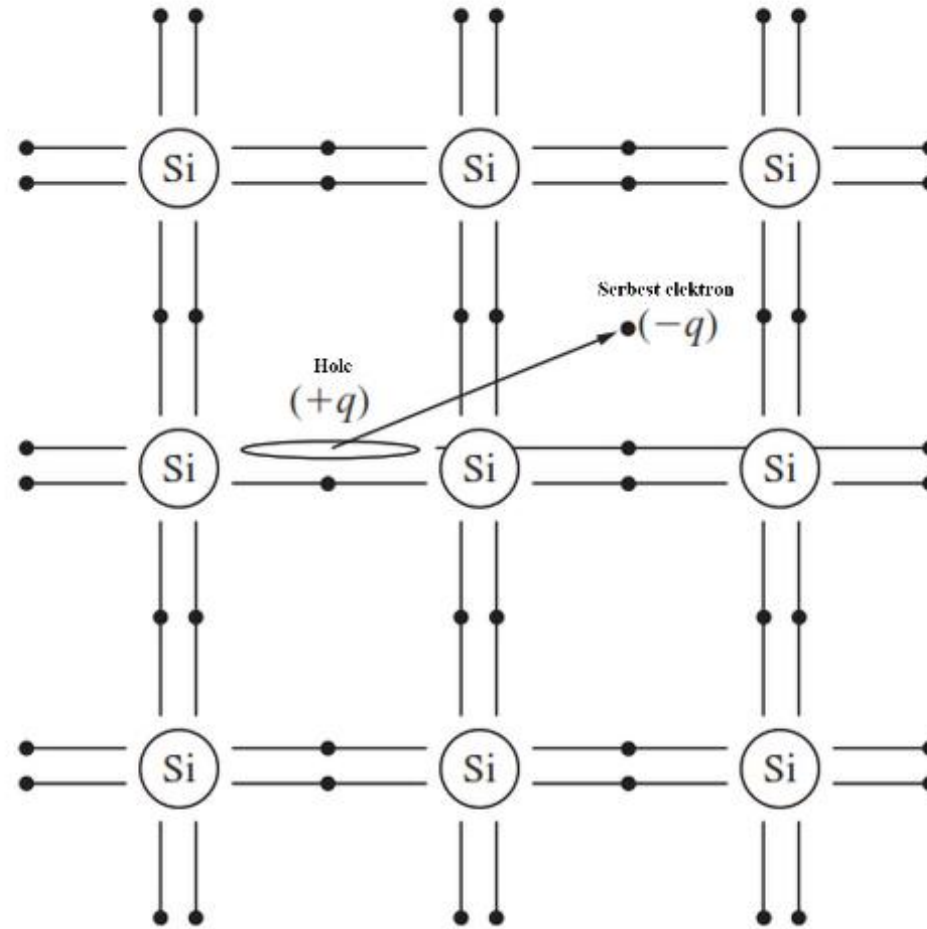
Silisyum atomları için basitleştirilmiş 2 boyutlu kovalent bağ modeli (iki boyutlu silikon kafes yapısı)



Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.



Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Mutlak sıfır sıcaklığa (0 K) yaklaşıldığında, bütün bağlar tamdır ve tüm silisyum atomlarının son yörüngeleri tamamen doludur.

Mutlak sıfır sıcaklığına yaklaştıkça; bütün elektronlar, atomlar arasında kurulan kovalent bağlarda bulunur ve iletim için boşta elektron bulunmaz.

Silisyum atomlarının en dış yörüngeleri doludur ve malzeme yalıtkan gibi davranır.

Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Sıcaklık arttıkça kristale ısı (termal) enerji eklenir ve bazı bağlar kırılarak iletim için boşta kalan elektronlar olur.

Boşta kalan bu elektronların yoğunluğu “özgün taşıyıcı yoğunluğuna (intrinsic carrier density) yada kısaca “taşıyıcı yoğunluğu” n_i (cm^{-3}) eşittir:

$$n_i^2 = BT^3 \exp\left(-\frac{E_G}{kT}\right), \text{ cm}^{-6}$$

Ders Kitapları:

- 1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.
- 2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

E_G : Yarıiletken yasak bant enerjisi eV (electron volts)

k : Boltzman sabiti $8,62 \times 10^{-5}$ eV/K

T : mutlak sıcaklık, K

B : Malzemeye bağlı parametre ($1,08 \times 10^{31} \text{K}^{-3} \cdot \text{cm}^{-6}$, Si için)

Yasak bant enerjisi (bandgap energy) E_G : Yarıiletkenlerde bir kovalent bağı kırmak (böylece iletim için elektron serbest kalmış oluyor) için gerekli olan en düşük enerjidir.

Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

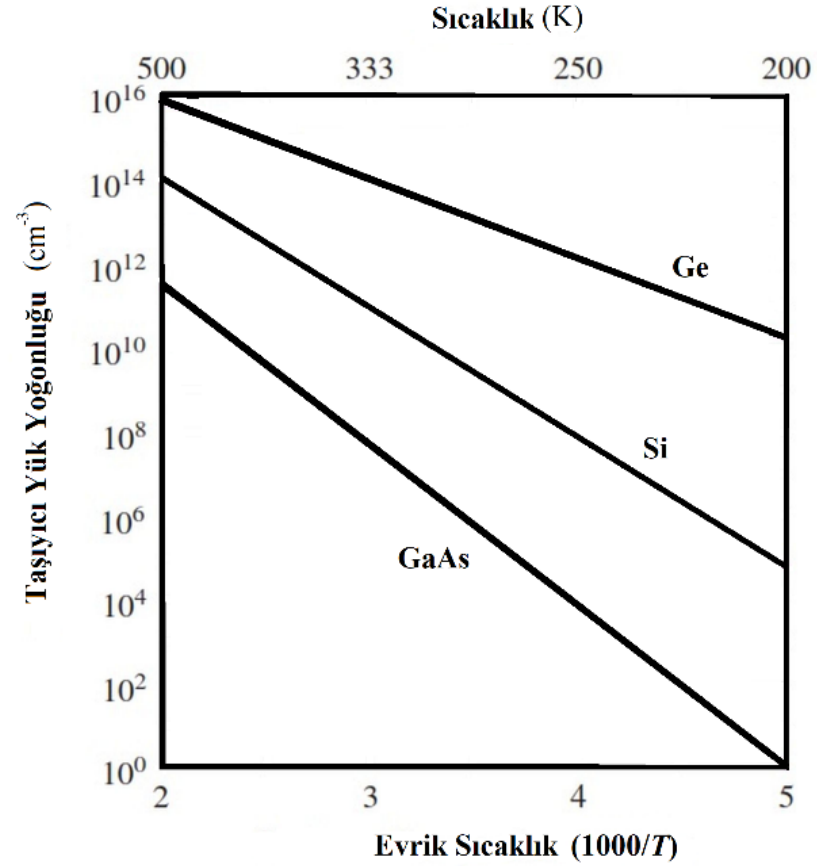
2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

- İletim (veya boş) elektronların yoğunluğu n (elektron/cm³) simgesi ile gösteriler.
- Özgün malzemeler için $n=n_i$ ' dir.
- Özgün (intrinsic) terimi ile katkısız malzemelerin özellikleri kastedilir.
- n , her yarıiletkenin özgün özelliği olmasına rağmen, her malzeme için sıcaklığa aşırı bağlıdır.

Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.



Germanyum, Silisyum ve Galyum Arsenid için yük taşıyıcı yoğunluğunun sıcaklıkla değişimi

Ders Kitapları:

- 1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.
- 2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Germanyum, Silisyum ve Galyum Arsenid için yasak bant enerji değerleri:

	$B(K^{-3}.cm^{-3})$	$E_G(eV)$
Si	1.08×10^{31}	1.12
Ge	2.31×10^{30}	0.66
GaAs	1.27×10^{29}	1.42

Ders Kitapları:

1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.

2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.

Örnek (Jaeger Ex 2.1)

Oda sıcaklığında (300 K) Silisyum için n_i değerini hesaplayınız. Oda sıcaklığında Silisyum için 1 cm³'lük havanında 6,73x10⁹ tane elektron boştaadır.

Kristal kafeste, Silisyum atomlarının yoğunluğu yaklaşık 5x10²²/cm³'tür. Buna göre bu örnek için yaklaşık 10¹³ bağdan 1 tanesi kırılmaktadır.

$$\frac{10^{10} / \text{cm}^3}{4 * 5 * 10^{22} / \text{cm}^3} = \frac{10^{10}}{2 * 10^{23}} \approx 10^{-13} \quad \text{Her atom için 4 bağ var}$$

Ders Kitapları:

- 1) Microelectronic Circuit Design, R. C. Jaeger and T. N. Blalock, (4th edition) 2010.
- 2) Solid State Electronic Devices, B. G. Streetman, S. K. Banerjee, 6th Edition, Prentice Hall, 2006.