Zusammenfassung vom 26.10.2010

Klassifizierung der Halbleiter

Nomenklatur : **diamantartige Halbleiter (Si, Ge)**
IV-IV-Halbleiter (SiC),
III-V-Halbleiter (GaAs, InSb),
II-VI-Halbleiter (ZnS, CdS)

Ladungsträgerkonzentration bei 300 K: **$n < 10^{17}$ cm^3**

spezifischer elektrischer Widerstand bei 300 K: **$10^{-2}\ \Omega$cm $< \rho < 10^{9}\ \Omega$cm**

intrinsische Eigenschaften: **Eigenschaften des hochreinen Kristalls ohne Fremdatome und Störstellen**

➔ ***bei T = 0 K ist ein perfekter Halbleiterkristall ein Isolator***

➔ ***intrinsische Leitfähigkeit σ und intrinsische Ladungsträgerkonzentration n hängen im Wesentlichen vom Verhältnis $E_g/(k_BT)$ ab (E_g = Energie der Bandlücke)***

➔ ***σ und n zeigen eine starke Temperaturabhängigkeit***

➔ ***falls* $E_g/(k_BT) >> 1$, dann sind σ und n sehr klein**

Zusammenfassung vom 26.10.2010

Bandlücke:

direkter Halbleiter: ***Valenzbandmaximum liegt im reziproken Raum direkt unter dem Leitungsbandminimum (Bsp. GaAs)***

➔ ***Elektron kann durch direkte Absorption eines Photons aus dem Valenzbandmaximum ins Leitungsbandminimum angeregt werden***

➔ ***sehr scharfer Anstieg im optischen Absorptionsspektrum***

indirekter Halbleiter: ***Valenzbandmaximum liegt nicht direkt unter dem Leitungsbandminimum (Bsp. Si, Ge)***

➔ ***Elektron kann durch Absorption eines Photons nur mit Hilfe von Phononen in das Leitungsbandminimum angeregt werden, da*** $k_{photon} << k_{1.B.Z.} \cong \pi/a$

➔ ***zuerst schwacher Anstieg im optischen Absorptionsspektrum, bis Energie erreicht ist, bei der ein senkrechter Übergang möglich ist, dann starker Anstieg***

➔ ***bei T > 0 K werden Elektronen thermisch aus dem Valenzband in das Leitungsband angeregt***

➔ ***sowohl Elektronen im Leitungsband als auch die Leerstellen im Valenzband (= Löcher) tragen zur elektrischen Leitfähigkeit bei***

Zusammenfassung vom 26.10.2010

Gruppengeschwindigkeit der Elektronen

$$\vec{v}_g = \vec{\nabla}_{\vec{k}}\omega\left(\vec{k}_e\right) = \frac{1}{\hbar}\vec{\nabla}_{\vec{k}}\mathcal{E}_e\left(\vec{k}_e\right)$$

$\mathcal{E}_e$(k$_e$) = Energie des Elektrons

k$_e$ = Wellenvektor des Elektrons

Bewegungsgleichung für Elektronen

$$\hbar\frac{d\vec{k}_e}{dt} = \vec{F} = -e\left(\vec{E}_{el} + \vec{v}_e \times \vec{B}_0\right)$$

➔ $$\frac{d\vec{k}_e}{dt} = -\frac{e}{\hbar^2}\vec{\nabla}_{\vec{k}}\mathcal{E}_e\left(\vec{k}_e\right) \times \vec{B}_0$$ ***im statischen Magnetfeld***

➔ ***Elektronenbahn = Schnittlinie zwischen Oberfläche konstanter Energie (z.B. Fermi-Fläche) und einer Ebene senkrecht zu B$_0$***

Eigenschaften von Löchern

leere Zustände im Band heißen Löcher (oder Lochzustände)

$$\vec{k}_h = -\vec{k}_e$$

k$_h$ = Wellenvektor des Lochs

$$\mathcal{E}_h\left(\vec{k}_h\right) = -\mathcal{E}_e\left(\vec{k}_e\right)$$

$\mathcal{E}_h$(k$_h$) = Energie des Lochs