

Zusammenfassung vom 28.10.2011

Lochzustand *leere Zustände im Band heißen **Löcher** (oder Lochzustände)*

**Wellenvektor
des Lochs**

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

→ *Lochwellenvektor entspricht dem fehlenden Elektronenimpuls im Band*

\mathbf{k}_e = Wellenvektor des Elektrons im Valenzband

**Energie
des Lochs**

$$E_h(\vec{k}_h) = -E_e(\vec{k}_e)$$

→ *je tiefer das Elektron gebunden, desto mehr Energie hat das Loch, da sein Platz von einem Elektron weiter oben im Band eingenommen werden kann*

\mathbf{k}_h = Wellenvektor des Lochs

$E_e(\mathbf{k}_e)$ = Energie des Elektrons im Valenzband

**effektive
Masse
des Lochs**

$$m_h^* = -m_e^* > 0$$

→ *Masse eines Elektron im Valenzbandzentrum ist negativ, da das Band nach unten gekrümmt ist, damit hat das Loch wieder eine positive Masse*

$E_h(\mathbf{k}_h)$ = Energie des Lochs

m_e^* = effektive Masse des Elektrons im Valenzband

Gruppengeschwindigkeit

$$\vec{v}_h(\vec{k}_h) = \vec{v}_e(\vec{k}_e)$$

**Stromdichte
der Löcher**

$$\vec{j}_h = n_h e \vec{v}_h(\vec{k}_h) = n_h e \hbar \vec{k}_h / m_h$$

→ *Lochstrom zeigt in die gleiche Richtung wie der Strom von positiv geladenen Teilchen*

m_h^* = Masse des Lochs

Bewegungsgleichung für Löcher $\hbar \frac{d\vec{k}_h}{dt} = \vec{F} = e(\vec{E}_{el} + \vec{v}_h \times \vec{B}_0)$

→ ein Loch verhält sich in einem elektrischen oder magnetischen Feld wie ein **positiv geladenes Teilchen**

effektive Masse $\left(\frac{1}{m^*}\right)_{\mu\nu} = \frac{1}{\hbar^2} \frac{d^2 E(\vec{k})}{dk_\mu dk_\nu}$ $\frac{dv_\mu}{dt} = \sum_\nu \left(\frac{1}{m^*}\right)_{\mu\nu} F_\nu$ **Tensor (d.h. 2x2 Matrix)**

- die effektive Masse ist proportional zur reziproken Bandkrümmung
- ein Elektron wird relativ zum Gitter im elektr. oder magnet. Feld beschleunigt, als ob seine Masse gleich der effektiven Masse wäre
- häufig wird eine gemittelte effektive Masse betrachtet, die skalar ist

Energie des Elektrons im Leitungsband
(in der Nähe der Bandkante)

$$E(\mathbf{k}) = E_g + \frac{\hbar^2}{2m_e^*} k^2$$

$E_g =$ Bandlücke

$m_e^* =$ effektive Masse des Elektrons im Leitungsband

Energie des Lochs im Valenzband
(in der Nähe der Bandkante)

$$E(\mathbf{k}) = -\frac{\hbar^2}{2m_h^*} k^2$$

$m_h^* =$ effektive Masse des Lochs im Valenzband

effektive Masse in Si und Ge in der Nähe der Leitungsbandkante

$$\frac{1}{m_e^{*2}} = \frac{\cos^2 \theta}{m_t^{*2}} + \frac{\sin^2 \theta}{m_l^{*2}}$$

Rotationsellipsoide