

4 半導体の電気伝導

4-1 半導体内のキャリアの運動



図1 自由空間中の電子の運動

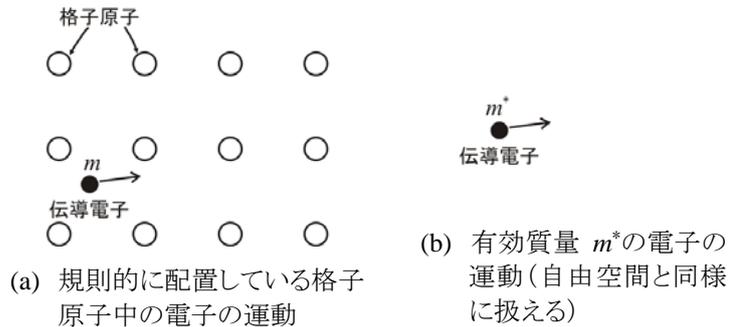


図2 固体中の電子の運動

キャリアの散乱の要因

- ・ **格子散乱** ……結晶格子の熱運動
- ・ **不純物散乱** ……不純物原子(イオン)

4-2 電界内におけるキャリアの運動

4-2-1 電界によるドリフト

電界 E 中における電子の運動方程式 (熱平衡状態)

$$f = m^* \alpha = m^* \frac{dv}{dt} = -eE$$

ここで、 m^* : 有効質量、 α : 加速度、 v : 速度、 e : 電荷である。電子の速度 $v(t)$ は

$$v(t) = -\frac{e}{m^*} Et + v_0$$

となり、 $v(t)$ は傾き $-e/m^*$ で t に比例する。

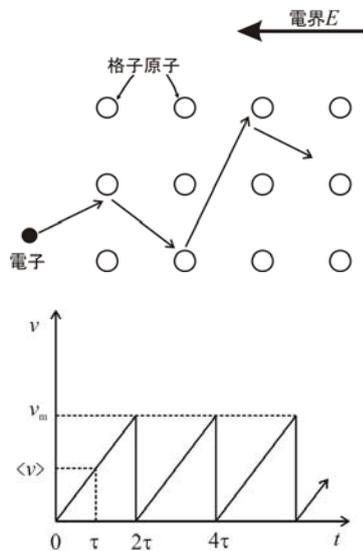


図3 電界中のドリフト運動

電子が結晶格子と衝突して運動量を失うとする。
平均速度 $\langle v(t) \rangle$ は

$$\langle v(t) \rangle = v_D = -\frac{e}{m^*} E \tau$$

となる ($\langle v \rangle = 0$)。ここで、電子が衝突から次の衝突までにかかる時間は 2τ とする (τ は **散乱時間** (平均自由時間))。

電子は衝突を繰り返しながら電界と反対方向へ移動していく。この運動は「**ドリフト運動**」と呼ばれ、その速度は v_D (ドリフト速度) となる。

$$\text{移動度 (mobility)}: \mu = \frac{e\tau}{m^*} \left[\frac{m^2}{Vs} \right]$$

を定義すると、ドリフト速度は次のようになる。

$$v_D = -\frac{e\tau}{m^*} E = -\mu E$$

表1 キャリアのドリフト速度と移動度

	散乱時間(平均自由時間)[s]	ドリフト速度[m/s]	移動度[m ² /Vs]
電子	τ_n	$v_n = -\mu_n E$	$\mu_n = \frac{e\tau_n}{m_n^*}$
正孔	τ_p	$v_p = \mu_p E$	$\mu_p = \frac{e\tau_p}{m_p^*}$