

1-20-4. n型半導体での電子密度の計算

中性条件

$$N_V \exp\left(-\frac{E_F - E_V}{kT}\right) + N_D \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E_F - E_D}{kT}\right)} = N_C \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{kT}\right)$$

を用いて、コンピュータで各温度でのフェルミ準位 E_F を用いて数値計算し、

$$n(T) = N_C \exp\left(-\frac{E_C - E_F}{kT}\right)$$

から各温度での電子密度を計算する。この計算により、図 1-20-2 より詳細な電子密度の温度依存性が得られる。

<考えてみよう>

1-19 節の<考えてみよう>の(2)で求めた、不純物領域での $E_C - E_F$ を用いて、 $n(T) = \sqrt{N_C N_D} \exp\left(-\frac{E_C - E_D}{2kT}\right)$ を導いてみよう。

<シミュレーションしてみよう>

シミュレーションソフトをダウンロードし、ドナー密度とドナー準位を変えたときの電子密度の温度依存性の変化を調べてみよう。

1-21 p型半導体の電子密度と正孔密度

■ p型半導体のエネルギーバンド図

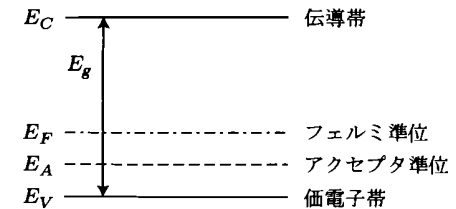


図 1-21-1 p型半導体のエネルギーバンド図

■ アクセプタ密度とイオン化したアクセプタ密度との関係

アクセプタ密度: N_A

負にイオン化したアクセプタ密度:

$$N_A^-(T) = N_A \times f(E_A) \quad (1.21.1)$$

アクセプタに対するフェルミ・ディラック分布関数:

$$f(E_A) = \frac{1}{1 + \exp\left(\frac{E_A - E_F}{kT}\right)} \quad (1.21.2)$$

■ 電荷の中性条件

$$p(T) = n(T) + N_A^-(T) \quad (1.21.3)$$

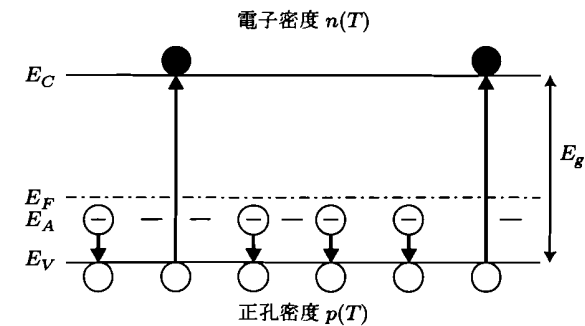


図 1-21-2 p型半導体の電荷の状態