

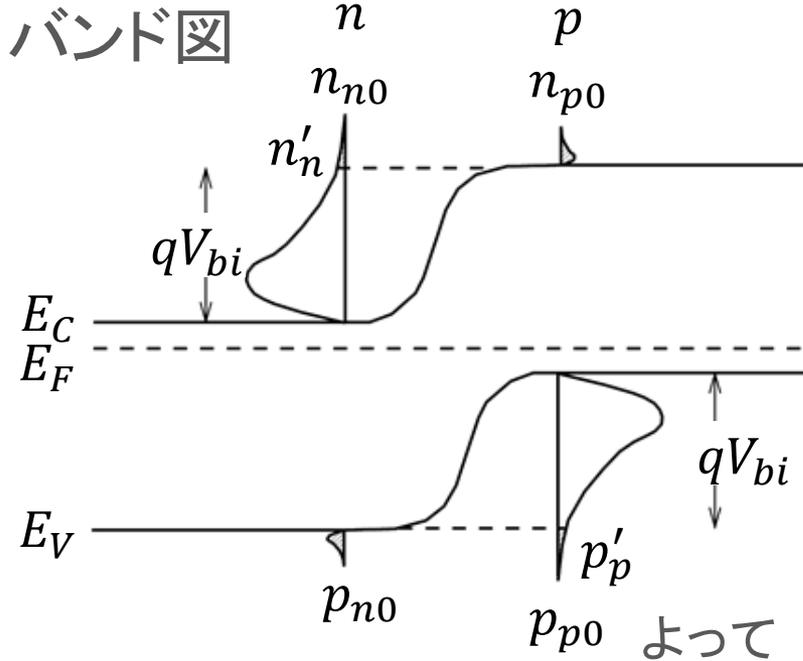
「半導体デバイス2」
Semiconductor Devices 2
講義資料(2)



岡田 裕之
富山大学 学術研究部 工学系

pn接合の特性 …… 階段接合

バンド図



電圧0V(熱平衡状態)で、
 $n'_n = n_{p0}$
 $p'_p = p_{n0}$

順バイアス印加で、バリアは V_{bi} → $V_{bi} - V$

移動量 $n = n'_n - n_{p0} = n_{p0} \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - n_{p0}$

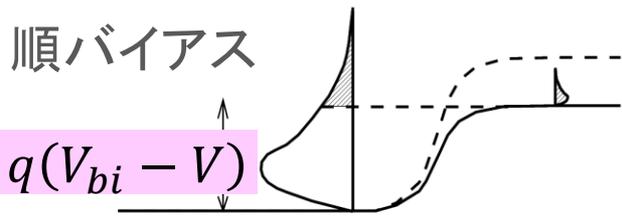
$p = p'_p - p_{n0} = p_{n0} \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - p_{n0}$

全電流は $J = J_n + J_p = qn v_n + qp v_p$

速度は $v_n = \frac{D_n}{L_n}, v_p = \frac{D_p}{L_p}$

よって

順バイアス



$$\begin{aligned}
 J &= qn_{p0} \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \left(\frac{D_n}{L_n}\right) + qp_{n0} \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \left(\frac{D_p}{L_p}\right) \\
 &= q \left(\frac{D_n}{L_n} n_{p0} + \frac{D_p}{L_p} p_{n0} \right) \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \\
 &= J_0 \left\{ \exp\left(\frac{qV}{kT}\right) - 1 \right\} \qquad J_0 = q \left(\frac{D_n}{L_n} n_{p0} + \frac{D_p}{L_p} p_{n0} \right)
 \end{aligned}$$

電流は、

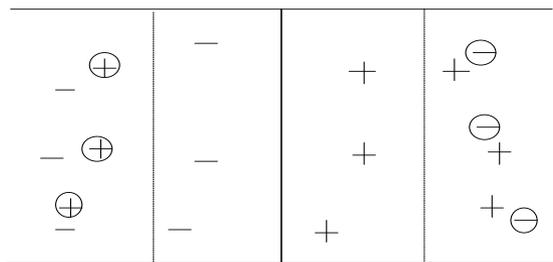
- ① 少数キャリア数
- ② 少数キャリアの速度

で決まる

「pn接合は、

少数キャリアデバイスである」₂

pn接合の容量特性と空乏層幅 ... 簡略に解く



【ポアソンの方程式】

n^+p 接合で解く

n^+p

p^+n

p^-n^-

p^+n^+

中性領域 (p形) → 空乏層 ← 中性領域 (n形)

$$\frac{d^2V}{dx^2} = \frac{q}{\epsilon_S \epsilon_0} N_A$$

一回積分 $-E = \frac{dV}{dx} = \frac{q}{\epsilon_S \epsilon_0} N_A x$ 再度積分 $V = \frac{q}{2\epsilon_S \epsilon_0} N_A x^2$

境界条件から $V = V_{bi} - V$ と置き

空乏層幅 $W = x = \sqrt{\frac{2\epsilon_S \epsilon_0 (V_{bi} - V)}{q N_A}}$

容量 $C = \frac{\epsilon_S \epsilon_0}{W} = \frac{\epsilon_S \epsilon_0}{\sqrt{\frac{2\epsilon_S \epsilon_0 (V_{bi} - V)}{q N_A}}} = \sqrt{\frac{\epsilon_S \epsilon_0 q N_A}{2(V_{bi} - V)}}$

