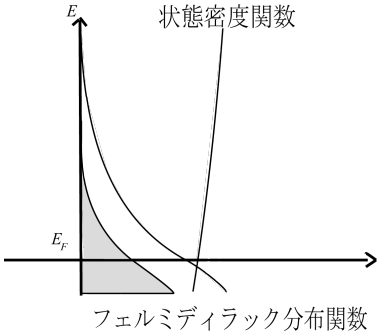
第１４回　金属-半導体接触

※本日の講義のポイント
　金属に半導体を接触させた際のバンド図の成り立ちと、電流－電圧特性について学ぶ

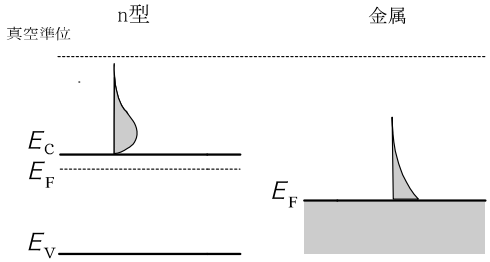
金属-半導体接触におけるバンド図

(a) バンド図における金属の電子分布

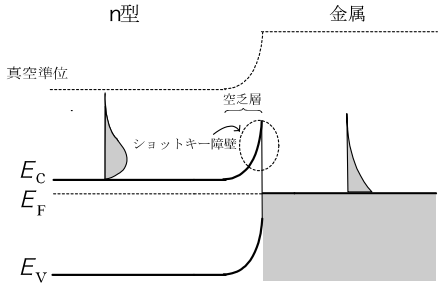


金属内でのフェルミ準位付近の状態密度関数のエネルギー方向の変化は、伝導帯内部のため、小さい。
真空準位（vacuum level(VL)）と金属のフェルミレベル E_F のエネルギー差を金属の仕事関数 ϕ_m という。

(b) 金属-半導体接触のエネルギーバンド図
（ショットキー）
①ｎ型、金属のそれぞれの真空準位
を基準としたバンド図を記述



②ｐｎ接合時と同様に考える
→フェルミ準位の差
＝電子・正孔分布の差
→ｎ型領域に空乏層形成
→バンドが曲がる



（金属には自由電子が十分に存在→ポテンシャル一定なのでバンドは曲がらない）

(c) 定量的な議論

n 型半導体のポテンシャル変化を導出

ポアソンの方程式

$$\frac{d^2\phi_2}{dx^2} = -\frac{qN_D}{\varepsilon_r\varepsilon_0}$$

境界条件

$$\begin{cases} \phi_1(-W_n) = \phi_2(-W_n) \\ \phi_1'(-W_n) = \phi_2'(-W_n) \\ \phi_1(-\infty) = 0 \\ \phi_2(0) = V - V_D \end{cases}$$

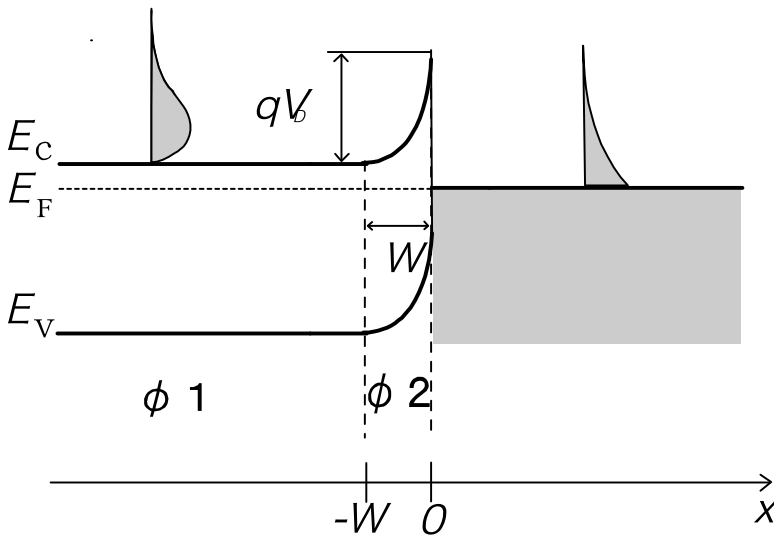
ポテンシャル

$$\begin{cases} \phi_1 = 0 \\ \phi_2 = -\dfrac{qN_D}{2\varepsilon_r\varepsilon_0}(x+W)^2 \end{cases}$$

空乏層幅

$$W = \left[\frac{2\varepsilon_r\varepsilon_0}{qN_D}(V_D - V)\right]^{\frac{1}{2}}$$

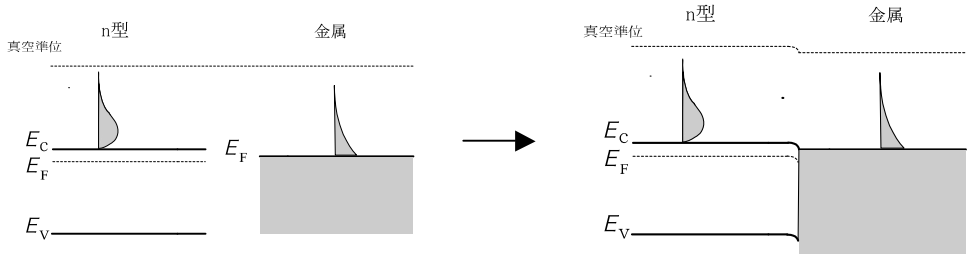
このときの空乏層幅 W は pn 接合において p 型の不純物濃度相当の $N_A \to \infty$ とした値と一致する。



(d) 金属-半導体接合の過程２　（**オーミック**）

金属のフェルミ準位と半導体のフェルミ準位の差が小さい

→障壁が形成されない



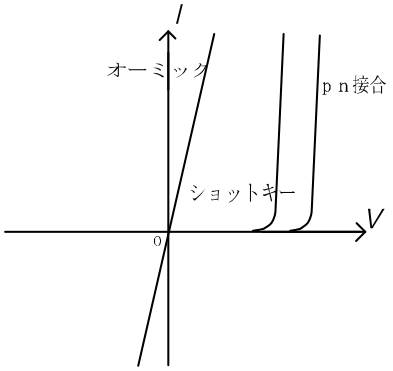
<u>金属-半導体接触における電流-電圧特性</u>

オーミック接触：電流-電圧特性が線形

半導体の電極に使用される

ショットキー障壁：電流-電圧特性がショットキー障壁

によりダイオード特性を示す

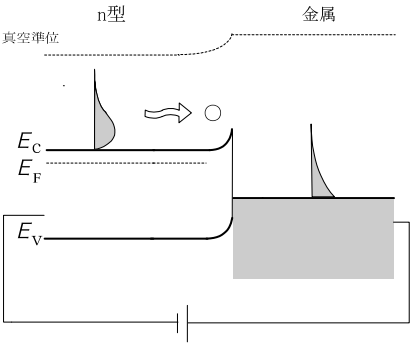


ｐｎ接合における拡散電位に比べ、金属－半導体接触におけるショットキー障壁は　低い。

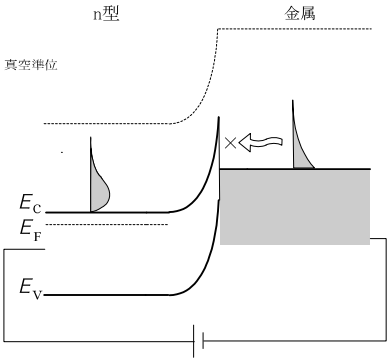
ショットキー障壁の影響（ダイオード特性）

順方向電圧→ショットキー障壁が低下し、電流が流れる。

逆方向電圧→ショットキー障壁が電流の流れを阻止



順方向電圧（$V>0$）



逆方向電圧（$V<0$）