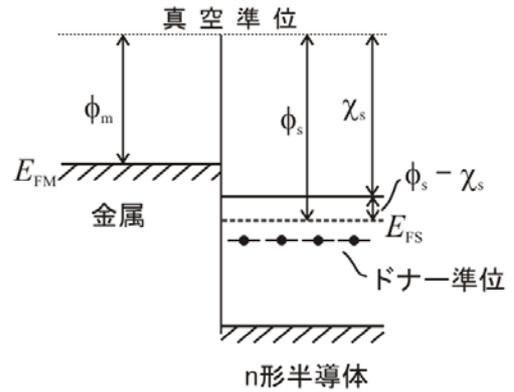


8-1-2 $\phi_m < \phi_s$ の場合

(a) 接触直後

金属と半導体の仕事関数、フェルミ準位の関係を Fig.1(a)に示す。

- ①接触界面付近の金属中の電子で、半導体のフェルミ準位 E_{FS} 以上のエネルギーを持つものが半導体側に移動する($E_{FM} > E_{FS}$)。
- ②電子の移動は両者のフェルミ準位が一致するまで続く(→平衡状態へ)。



(a) 接触直後

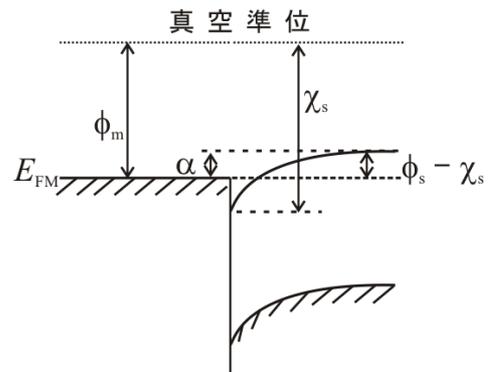
(b) 平衡状態

- ①金属側の界面では電子が移動した分だけ正電荷が生じ、この正電荷に引き寄せられて半導体側界面に電子が集められる(負電荷が生じる)。この電子は自由に動けるので、障壁を生じない。

平衡状態の接触バンド図は Fig.1(b)のようになる。金属側から見た電子にとっての障壁高さ α は

$$\alpha = \phi_s - \chi_s$$

また、半導体から見た障壁はないことがわかる。n形半導体では、フェルミ準位は伝導帯下端のすぐ下にあるため障壁高さ α は小さい。それゆえ、電子の流れる方向に差異がほとんどなく(整流作用がない)、電流値は半導体の抵抗値によって決定される。このような接触を「**オーム(オーミック)接触**」という。



(b) 平衡状態

Fig.1 オーム接触

8-2 整流性

8-2-1 $\phi_m > \phi_s$ の場合

(c) 順方向バイアス

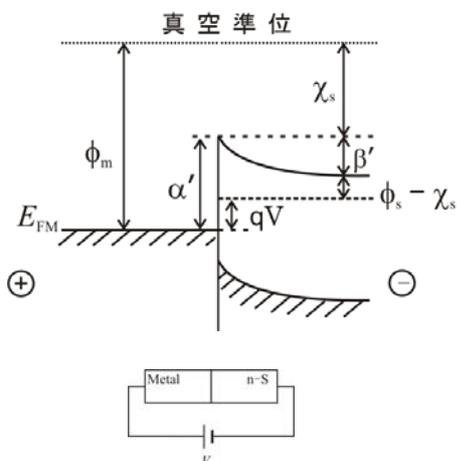


Fig.2 順方向バイアス

金属と n 形半導体の整流接触に外部から電圧を印加した場合を考える。このとき、n 形半導体側にマイナスの電圧を印加した状態を順方向バイアスという。外部電圧 V を掛けた場合、pn 接合のときと同様にフェルミ準位に qV のエネルギー差が生じる(Fig.2)。

それぞれの側から見た障壁の高さは、金属側の電子にとっての高さ α' は

$$\alpha' = \phi_m - \chi_s = \alpha$$

となり、平衡状態と変化はない。半導体側の電子にとっての障壁高さ β' は

$$\beta' = \alpha' - (\phi_s - \chi_s) - qV = \phi_m - \phi_s - qV \equiv q(V_D - V)$$

となり、外部電圧によって障壁の高さが低くなる。よって、障壁高さが減少した分だけ、障壁を乗り越えて金属側へ移動できる電子数は多くなるので、半導体から金属側への電子流は増加することになる。

(d) 逆方向バイアス

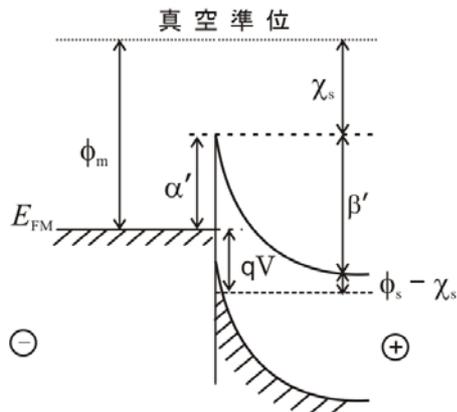


Fig.3 逆方向バイアス

Fig.3 外部電圧印加時

順方向と逆に外部電圧を印加した場合(逆方向バイアス)を考える。このときも同様にフェルミ準位に qV のエネルギー差が生ずるが、Fig.3 に示す様に、変化の方向は逆となる(半導体のフェルミ準位の方が金属よりも下になる)。

金属側の電子にとっての高さ α' は順バイアスと同様に変化しない。半導体側の電子にとっての障壁高さ β' は

$$\beta' = q(V_D + V)$$

となる。ここで、金属から半導体側へ移動する電子の数は V に依らないので、電子流は一定である。

以上より、整流接触到に流れる電流は、印加電圧の方向によって異なることがわかる。

8-2-2 $\phi_m < \phi_s$ の場合

金属と n 形半導体のオーミック接触到に外部から電圧を印加した場合を考える。外部に電圧 V を印加したとき、電圧は半導体側に均一に掛かり、半導体領域のフェルミ準位が電界方向に傾く (Fig.4)。このときの印加電圧 V と流れる電流 I の I - V 特性は直線となる(オーミック特性)。

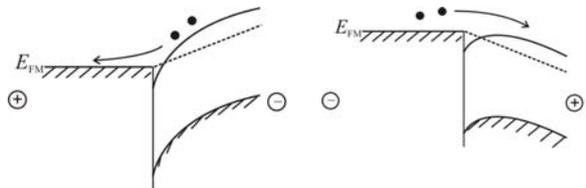


Fig.4 オーム接触(電圧印加時)

以上、金属と n 形半導体の接触の場合について説明したが、金属と p 形半導体の接触の場合も同様に考えることができる。ただし、整流接触到とオーミック接触到のどちらの接触を示すかは n 形の場合とは逆の結果になる。金属と半導体の仕事関数の大小関係と半導体の伝導タイプによる接触の関係を表 1 にまとめる。

表 1 仕事関数と伝導形による接触のタイプ

仕事関数の大小関係	金属-n 形半導体接触	金属-p 形半導体接触
$\phi_m > \phi_s$	整流接触	オーミック接触
$\phi_m < \phi_s$	オーミック接触	整流接触