

ETL プログラム No.9 ダイオード作製

島田研究室 片貝彰夫

【目的】

実際に点接触ダイオードを作製してもらい、様々な物質でダイオードの特性が出ることを体感する。

【解説】

1. ダイオード

ダイオードは、アノード（陽極）およびカソード（陰極）の二つの端子を持ち、電流を一方向にしか流さない。すなわち、アノードからカソードへは電流を流すが、カソードからアノードへはほとんど流さない。このような整流作用を持つ電子デバイスのことである。

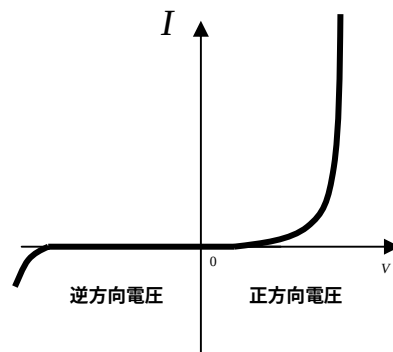


図1. ダイオードの I-V 特性例

2. ショットキーバリアダイオード

今回作製するダイオードの大部分はショットキーバリアダイオードと呼ばれるものである。ショットキーバリアダイオードは半導体と金属との接合によって生じるショットキー障壁を利用したダイオードである。

2. 1 ショットキーバリアダイオードの原理

エネルギーの基準は、真空準位 E_0 とする。ここでは図2のように金属の仕事関数 $q\Phi_M$ が n 型半導体の仕事関数 $q\Phi_S$ より大きい場合について考える。

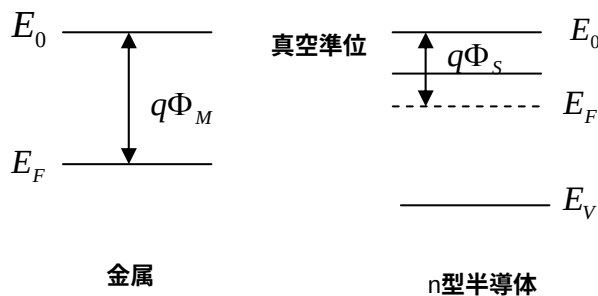


図2. 金属と n 型半導体のエネルギーバンド図

この場合、金属と n 型半導体を接触させると、n 型半導体伝導帯中の電子エネルギーが金属の電子エネルギーよりも大きいので n 型半導体から金属へ電子が移動し、イオン化ドナー（静電荷）が取り残され空間電荷が発生する。この結果、半導体から金属の方向に内部電界が生じる、この電界によって電子が金属に流れ続けることなく、空乏層ができる。また、金属の電子密度はきわめて高いため、半導体と接触してもエネルギー準位はほぼ無視できる。またフェルミ面を一致させるために、図3のようになる。

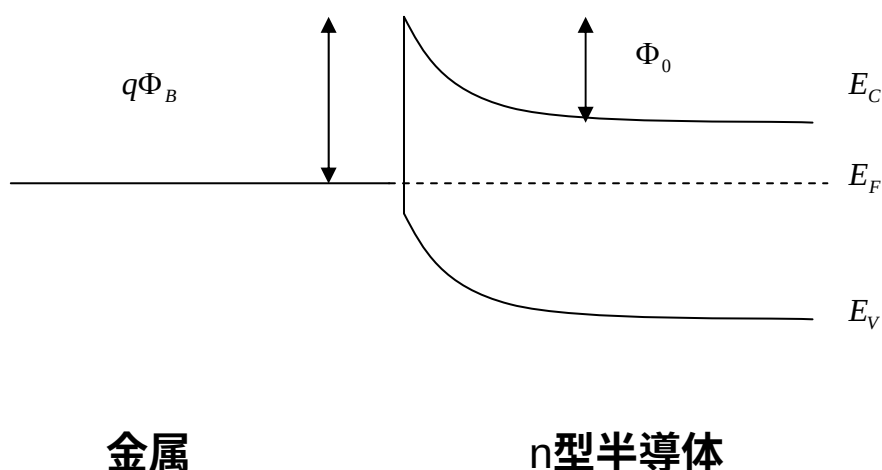


図3.金属・n型半導体接触のエネルギーバンド

空乏層に形成された電位差 Φ_0 を拡散電位、また金属のフェルミ準位との伝導帯底の最も高い値との差 $q\Phi_B$ はショットキー障壁と呼ばれる。

したがって、金属の伝導電子が n 型半導体側に移動するとき、ショットキー障壁が存在する。また、n 型半導体側の伝導電子が金属側に移動する場合は拡散電位 Φ_0 が存在する。熱平衡状態では、これらの障壁を越える伝導電子数は等しい。

順バイアス電圧を加える。

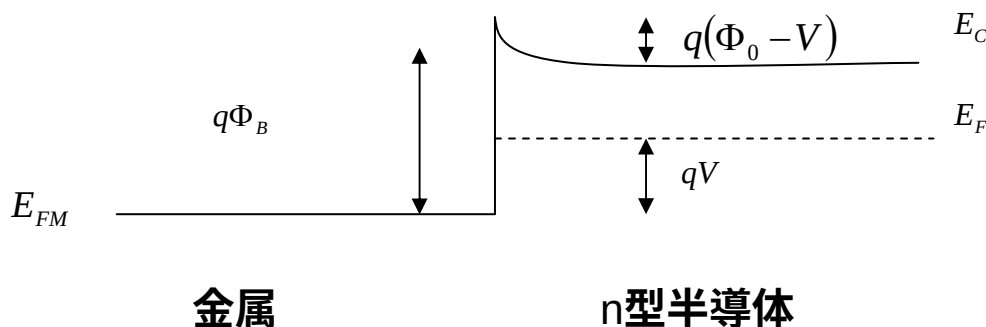


図4.順バイアス時のエネルギーバンド図

順バイアスを加えると図4のように n 域の伝導電子に対するエネルギー障壁は $q(\Phi_0 - V)$ と低くなるため、多くの伝導電子が金属側に移動できるようになり、電流が流れる。

逆バイアス電圧を加える。

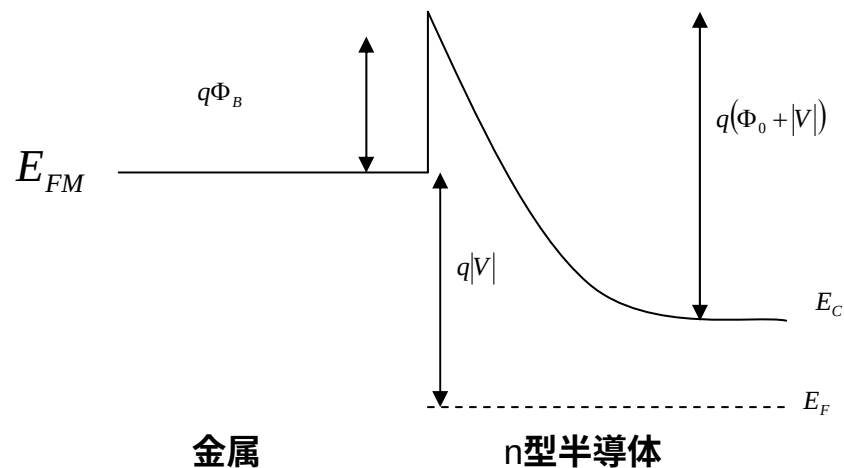


図5.逆バイアス時のエネルギーバンド図

逆バイアスを加えると図5のようにエネルギー障壁が高くなるため、伝導電子が金属側に移動できなくなるため、電流が流れづらくなる。

これらの特性により、ショットキーバリアダイオードは正のバイアス電圧を加えると電流が流れるが、逆バイアスでは電流が流れないという、ダイオードの整流特性を示す。

【手順】

1. 下の図6のような部品を作製する。
2. Ge を用いて実際にダイオード動作をすることを確認する。
3. 用意した様々な材料を組み合わせでダイオードを作製する。



図6 作製する部品