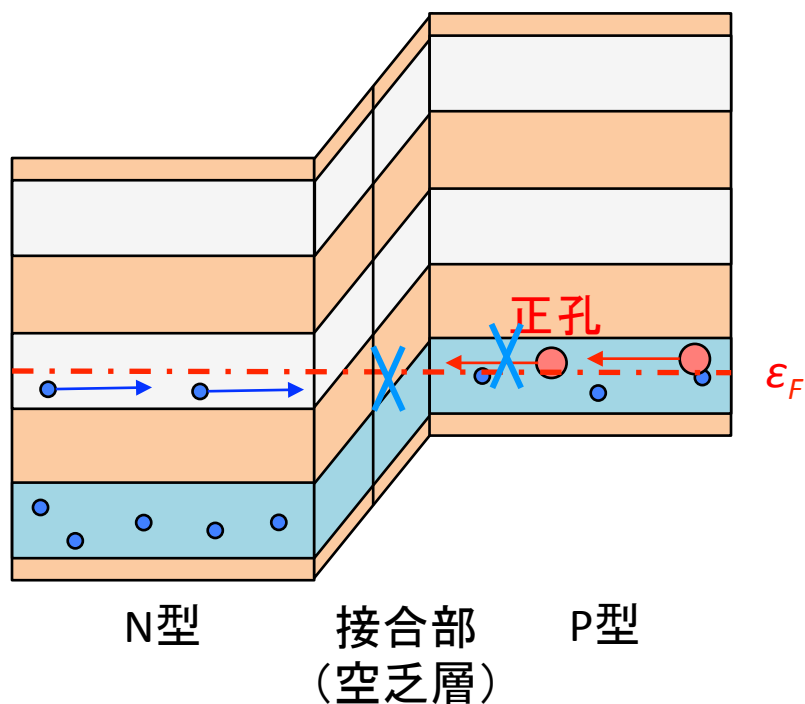


PN接合

半導体には、電子が多めのN型 (Negative)半導体と、電子が少なめのP型 (Positive)半導体がある。この2種類の半導体を組み合わせることで、さまざまな電子素子が作られる。ここではもっとも基本である、P型半導体とN型半導体の組み合わせ、PN接合について紹介する。

PN接合

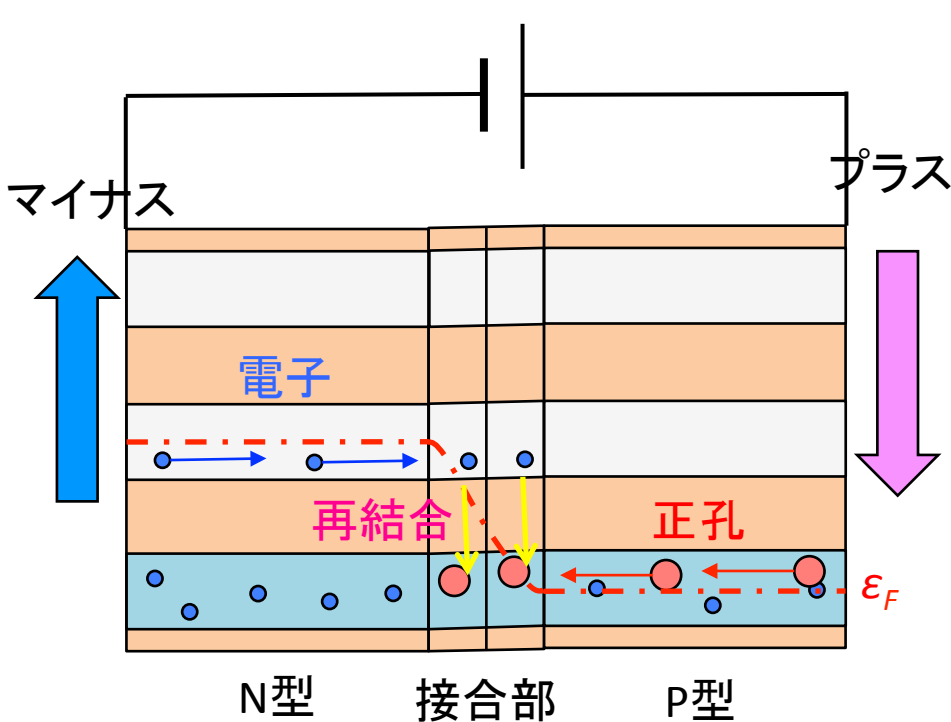
P型とN型の半導体を接合した境界では、フェルミ準位が一致し、バンドが縦にずれた電子構造が生まれる。この接合部をPN接合と呼ぶ。



フェルミ準位は電子の水面(エネルギーの最上位)で、水面に差がある時には電子が移動することで水面が揃うため、安定状態ではフェルミ準位は水平に一致する。

その結果、PとNの半導体はバンド構造が曲がった形で接続される。接合部ではバンドの曲がり障壁になり、電子はそれ以上進めず、電子のない空乏層が形成される。

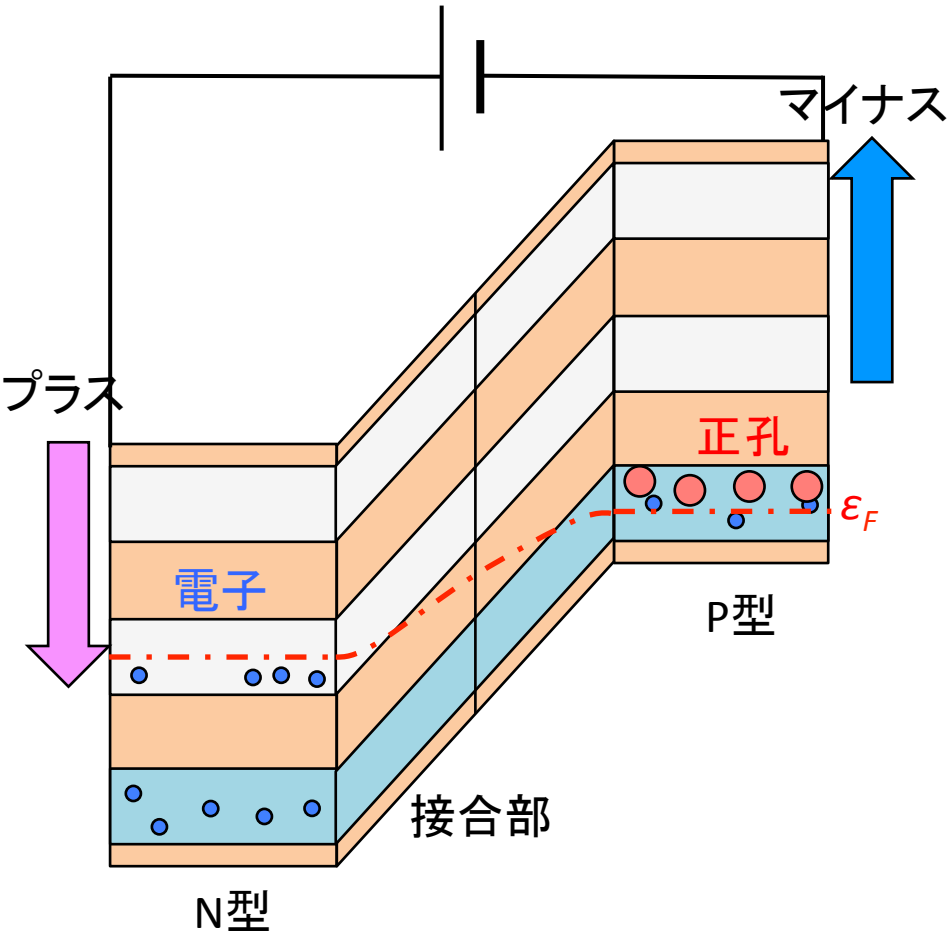
順方向電圧印加



PN接合のP型にプラス、N型にマイナスの電圧を印加すると、プラス電圧によりフェルミ準位は引き下げられ、マイナス電圧により引き上げられる。(電子のエネルギーはマイナス電位で高められる。)

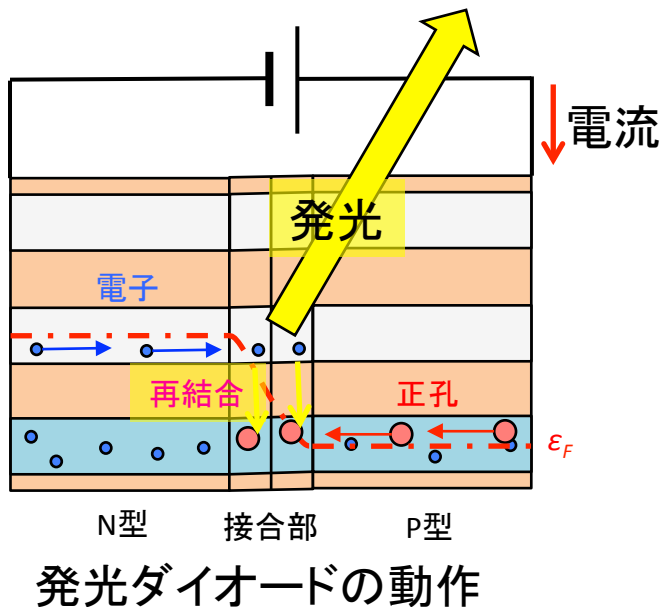
バンドの高さが揃うと電子と正孔が接合部に拡散し、両者が出会ったところで再結合が起こり、電荷が消滅する。減少した電荷は、電源からの電荷によって補充されて電流が流れ続ける。

逆方向電圧印加

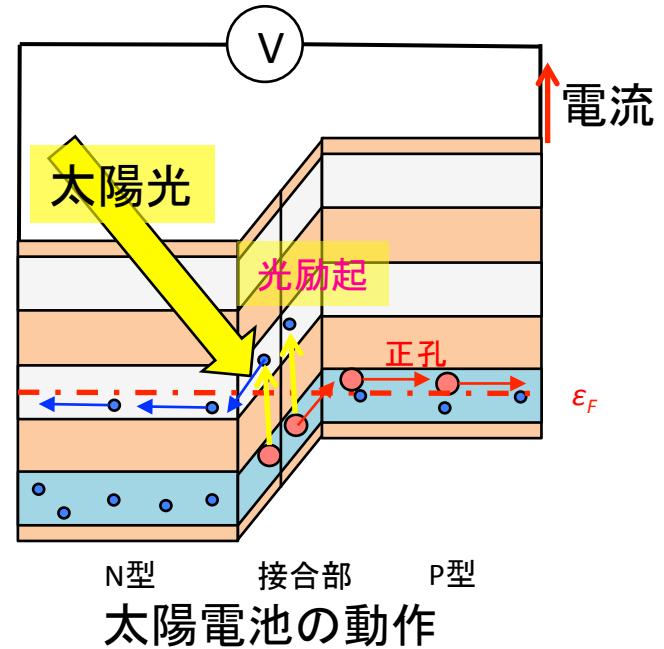


PN接合のP型にマイナス、N型にプラスの電圧を印加すると、プラス電圧によりフェルミ準位は引き下げられ、マイナス電圧により引き上げられることで、バンドの段差がさらに大きくなり、キャリアのない領域(空乏層)は更に広がる。キャリアは両側に移動するが、接合部からのキャリアの供給はないので、電流はすぐに止まってしまう。

発光ダイオードと太陽電池

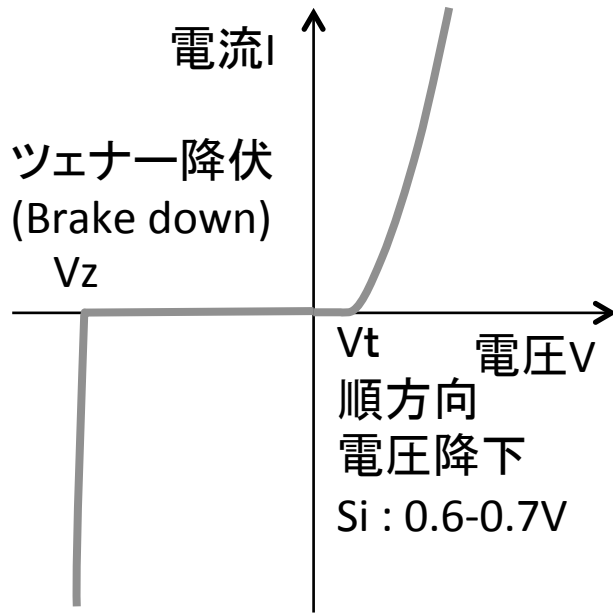


ダイオードに順方向電圧を印加したときに起きる、電子と正孔の再結合では、電子のエネルギーが熱や光に変換されて放出される。この光エネルギーを効率よく取り出すように設計された素子が、発光ダイオードである。



一方で、逆方向電圧印加では接合部に電荷がなくなり、電流が流れなかったが、接合部に光を当てて電子・正孔ペアを生成すると、逆方向の電流を発生させることができる。光を受けるために大面積のPN接合を形成した素子が太陽電池である。

ダイオードの特性



PN接合に順方向電圧をかけても、電子のエネルギーが一定値を越えるまで電流は流れない。この電圧を順方向電圧降下 V_t と呼ぶ。シリコンでは約**0.6V**である。 V_t 以上では指数関数的に電流が増加する。

逆方向電圧をかけると、わずかなリーク電流(μA)を除いて電流はほとんど流れない。しかし V_z に達すると突然ほとんど抵抗なしで大電流が流れ出す。これをツェナー降伏と呼ぶ。 V_z は電流値にかかわらずほとんど一定なので、定電圧を得るために利用される。

ダイオードの種類

整流用ダイオード

ゲルマニウム(点接触)

シリコン(接合)

ショットキーバリアダイオード、
(高速、高周波用、小電圧降下)

大電流用

高耐圧

可変容量ダイオード(バラクタダイオード、バリキャップ)

低電圧ダイオード(ツェナーダイオード)

発光ダイオード

レーザーダイオード

太陽電池

