

再結合 (recombination)

関本 安泰

再結合とは、電子と正孔が一緒になって消滅する過程の事。大別すると、伝導電子と正孔が直接結合して、エネルギーを放出する直接再結合(direct recombination)と、ギャップ内の準位を介して結合をおこなう間接再結合(indirect recombination)及び、表面準位による、表面再結合がある。

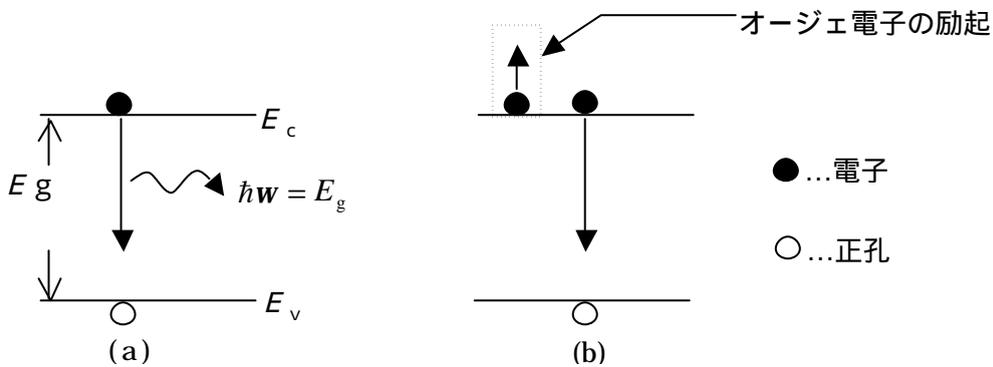


図 1 直接再結合の過程

(a)の再結合では、エネルギーギャップ $E_g = E_c - E_v$ に相当する、エネルギーが放出されている。それらは光子(光) $h\omega = E_g$ の生成に使われている。(b)の再結合は、半導体内に伝導電子と正孔が十分に存在する場合に限り起こる。この場合、放出されたエネルギーはオージェ電子の励起に使われる。

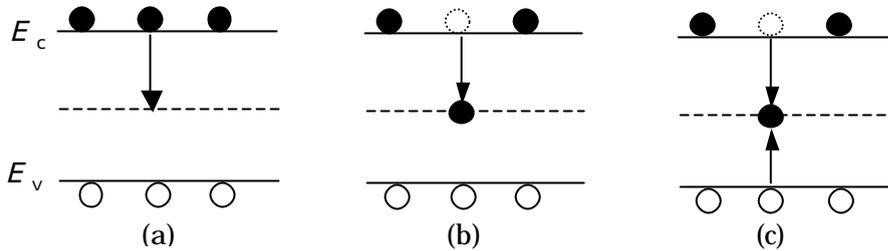


図 2 間接再結合の過程

(a) 伝導帯から電子が不純物準位に降りてくる。この時のエネルギーは熱(振動)や光を発生させる。

- (b) 不純物準位に電子が捕獲される。
- (c) 正孔が不純物準位へと引き寄せられ、再結合が起こる。

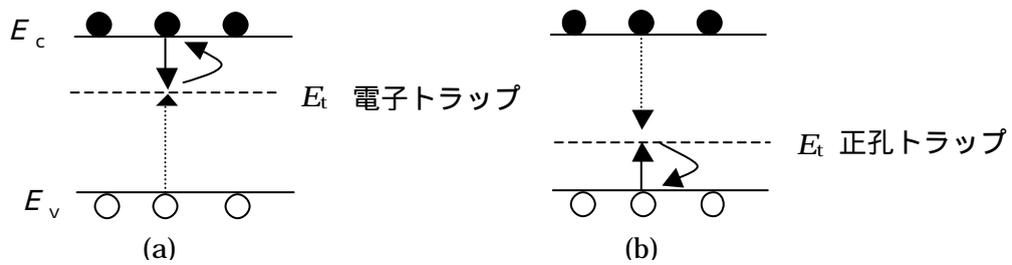


図3 間接再結合が起こりにくい場合の電子・正孔の振る舞い

不純物準位が伝導帯や価電子帯に近い場合を考える。電子を例にとると(図3(a))、正孔が電子トラップにたどり着く前に電子は伝導帯へと戻ってしまう。この為、再結合は起こりにくい。即ち E_c と E_v に近い準位では、それらは電子トラップ、正孔トラップとして働く。