

ドナー (donor)

ドナー準位 (donor level)

村上 奈穂

真性半導体の結晶中に、不純物として Ⅲ族の原子(P : リン、As : ヒ素、Sb : アンチモンなど)を添加する。ここではP原子を添加し、Si(シリコン)原子と置き換わっている場合を考える。P原子の最外殻電子(5個)のうち、4個はSi原子との共有結合に使われ、残りの1個の電子が余る。この余分な電子は、結合する相手がなく、P原子と弱く結ばれている状態にある。そのため、わずかなエネルギーでP原子との結合から離れ、結晶中を自由に動き回れる伝導電子となる(図1)。また、電子が出ていった後のP原子は、正にイオン化して陽イオンとなる。このように、P原子のような不純物は伝導電子を供給する役割をすることから、ドナーという。

エネルギー帯図を図2に示す。ドナー原子に、余分な原子が束縛されているときのエネルギーは、伝導帯のすぐ下に存在する。このエネルギー準位をドナー準位(E_d)という。 E_c (伝導帯の一番下のエネルギー準位)と E_d のエネルギー差は、ドナーがイオン化するエネルギーであり、他のSiと結合している電子の結合エネルギーが1.1eVであるのに対して、P原子と弱く結合している電子では、0.045eV程度と非常に小さいので、室温程度でドナー準位から伝導帯に容易に励起される。

ドナーを含む半導体の伝導電子の密度は、正孔の密度より大きくなる。この半導体をn型半導体という。

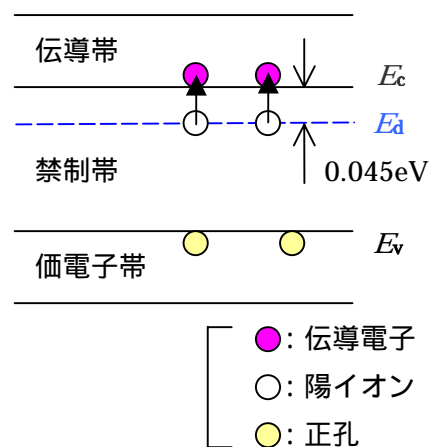
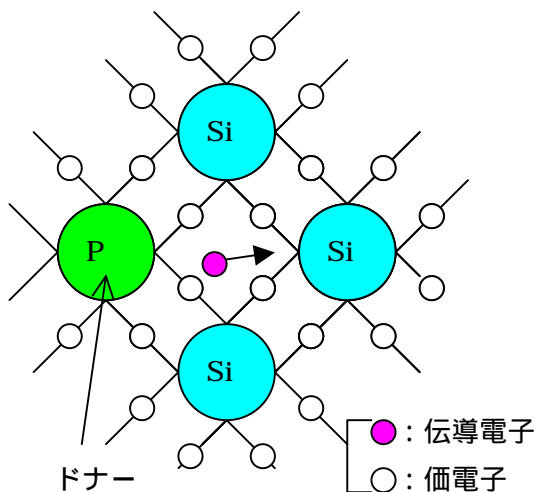


図1 Si結晶中にP原子を注入したときの平面的表示

図2 エネルギー帯図