

1-5 不純物半導体

半導体の電気伝導を制御するために、結晶中の原子の幾つかを他の原子と置換することが行われる。このように不純物を添加することを**ドーピング(doping)**という(添加する不純物は**ドーパント(dopant)**と呼ばれる)。IV族元素である Si は最外殻軌道に 4 個の電子を有しており、周りの原子との結合の手は 4 つとなる。また、B や Al、Ga、In などの III 族元素は最外殻電子が 3 個あるので 3 つの結合手を持ち、N や P、As、Sb などの V 族元素は 5 つの結合手を持っている(図 1)。半導体工学では Si に少量の III 族元素あるいは V 族元素をドーピングすることで n 型あるいは p 型半導体としている。

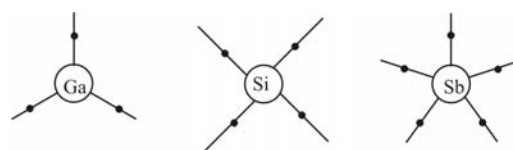


図 1 III族、IV族、V族元素の結合手

n 型半導体(n-type semiconductor)

IV族元素 + V族元素(リン P、ヒ素 As、アンチモン Sb など)

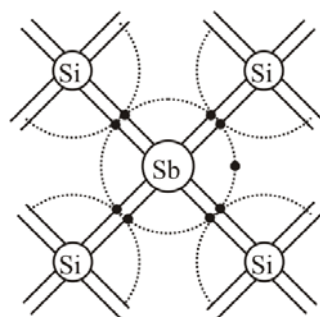


図 2 n型半導体

不純物の Sb は周囲の(母体の)Si と共有結合する(5 個の結合手のうち、4 つが周囲の Si 原子と結合し、結合の手が 1 つ余る)。

余った 1 個の価電子は Sb 原子と弱く結合している
低温では、Sb 原子の付近にある(熱的に極めて不安定)。
常温で容易に Sb 原子から離れて自由電子になる。

このように電子を生ずる働きをする不純物を**ドナー(donor)**という。ドナーは電子を手放してドナーイオン Sb^+ となる。 Sb^+ は周りの Si からエネルギー的に電子を奪えないため、 Sb^+ の移動は起きない。

n 型半導体では電子が多数存在するので電子が多数キャリアとなる(電子の数 > 正孔の数)。

p 型半導体(p-type semiconductor)

IV族元素 + III族元素(ホウ素 B、アルミニウム Al、ガリウム Ga、インジウム In など)

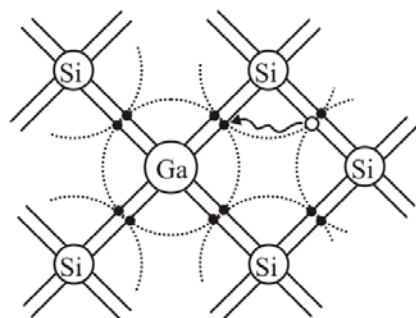


図 3 p 型半導体

不純物の Ga は周囲の Si と共有結合する(価電子が 3 個なので電子が 1 つ不足する。そのため Ga 原子は周囲の Si 原子から価電子を一個奪う)。

このように電子を受け取る働きをする不純物を**アクセプタ(acceptor)**という。アクセプタは電子を受け取ってアクセプタイオン Ga^- となる。

電子の抜けた孔が正孔となり半導体内を自由に動き回る。p 型半導体では正孔が多数存在するので正孔が多数キャリアと

なる(電子の数 < 正孔の数)。

表 1 に不純物半導体について整理する。

表 1 n 型および p 型半導体

	ドーピングする元素例	不純物の呼び名	多数キャリア	少数キャリア
n 型半導体	P、As、Sb 等	ドナー	電子	正孔
p 型半導体	B、Al、Ga、In 等	アクセプタ	正孔	電子