

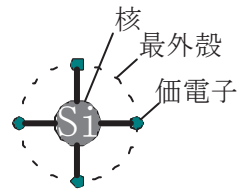
半導体

半導体 (semiconductor) とは、電気を通す導体や電気を通さない絶縁体に対して、それらの中間的な電気伝導を持つ物質でトランジスタ、集積回路(IC)などに使用されています。

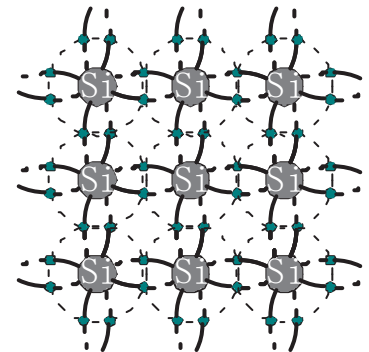
[真性半導体]

不純物が入っていない純粋の半導体を真性半導体といいます。ゲルマニウムやシリコンは周期律表のIV族に属する元素で、原子核を回っている電子の最も外側の軌道(最外殻)の電子(価電子)の数は4個です。この元素が結晶を構成するとき、隣り合った原子が互いの電子を共有しあって、それぞれの原子が8個の電子を持っているような状態で結合しています。

この状態の電子は、強く原子に束縛され、殆ど電気伝導に寄与することができなくなります。従って、純粋なシリコン結晶の結晶には電流が流れにくく、抵抗率は約 $10^3 \Omega \text{cm}$ です。



Siの原子構造モデル

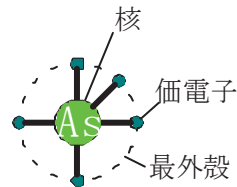


共有結合

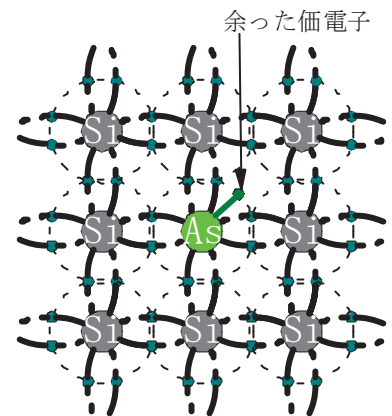
[n型半導体]

周期律表のV族の元素(燐P、ひ素As、アンチモンSb等)をIV族のシリコンに微量加えて結晶を作ります。V族の元素の原子は右図のように5個の価電子を持っているため共有結合の際、価電子が1個余ることになります。この価電子は外部からのわずかのエネルギーにより、容易に原子核からの束縛を離れ自由電子となります。

電子はマイナスの電荷を持っていますから、電圧が加えられるとこの電子はプラスの電極に向かって動きだします。半導体にV族の元素を不純物として加えることにより、電流が流れやすくなります。添加量に応じて抵抗率も $1/1,000 \sim 1/10,000$ に下がって、導体に近くなります。半導体の中で電流を運ぶものをキャリア(carrier)といい、n型半導体のキャリアは電子です。電子はマイナス(negative)の電気を持っているので「n型半導体」といいます。



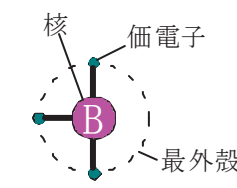
Asの原子構造モデル



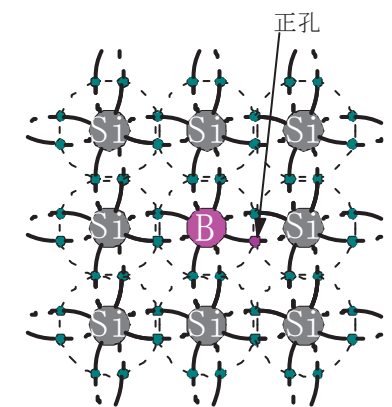
Asの元素が混入された結晶

[p型半導体]

周期律表のIII族の元素(ほう素B、アルミニウムAl、ガリウムGa、インジウムIn等)をIV族のシリコンに微量加えて結晶を作ります。III族の元素の原子は右図のように3個の価電子しか持っていないため共有結合の際、IV族の持っている価電子が1個不足するため他の原子より価電子を取り込みます。この価電子の抜けた跡が正孔(ホール)となります。電圧がかかると、正孔の近くの電子がプラス極に引かれて正孔に移り、もと電子のいたところが新たに正孔になります。正孔はあたかもプラスの電気を持った電子のようにふるまいます。半導体にIII族の元素を不純物として加えることにより、電流が流れやすくなります。添加量に応じて抵抗率も $1/1,000 \sim 1/10,000$ に下がって、導体に近くなります。p型半導体のキャリアは正孔で、プラス(positive)の電気を持っているようにふるまうので、「p型半導体」といいます。



Bの原子構造モデル



Bの元素が混入された結晶