

真性・外因性半導体（導入編）

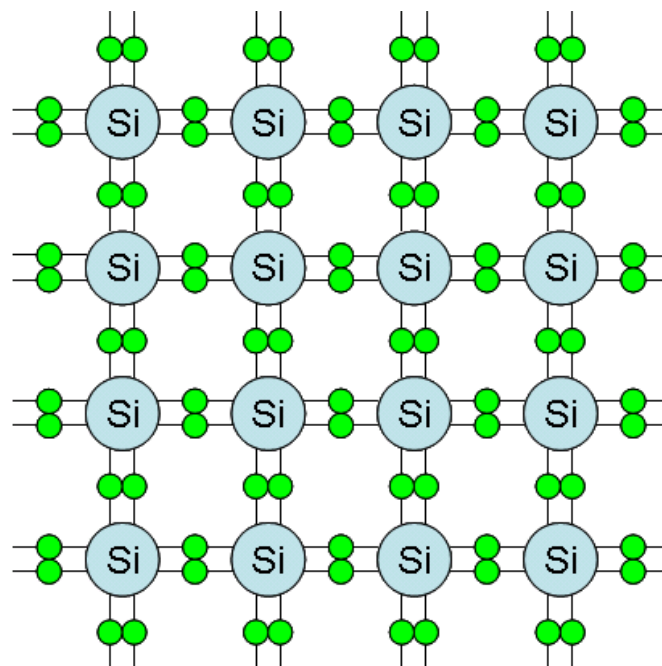
篠原@物理のかぎプロジェクト

2005-11-14

不純物をほとんど含まない、高純度の半導体を真性半導体といいます。また、不純物を加えることにより、半導体の性質が大きく変わります。この不純物を加えた半導体を N 形半導体、P 形半導体といいます。シリコン (Si) を例に、これらについて説明します。

真性半導体

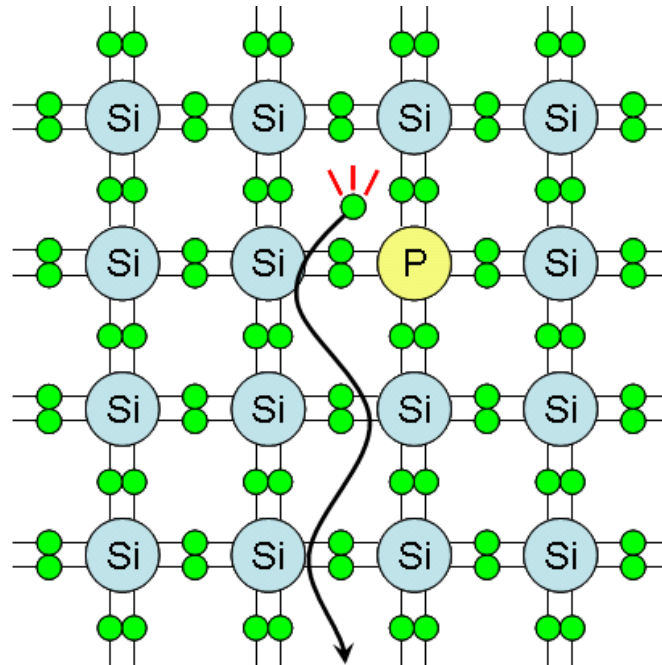
シリコンは、4 個の価電子を持っています。そのため、1 つのシリコン原子は、その周りにある 4 つのシリコン原子と 1 個ずつ電子を出し合い、共有結合をしています。このため、1 つのシリコン原子の周りには見かけ上 8 個の電子がいるため、安定な状態となります。



この図のように，すべての電子はシリコン同士の結合に使われるため，自由に動ける電子は存在しません．このため，真性半導体は高い抵抗率を持つことになります．

N 形半導体

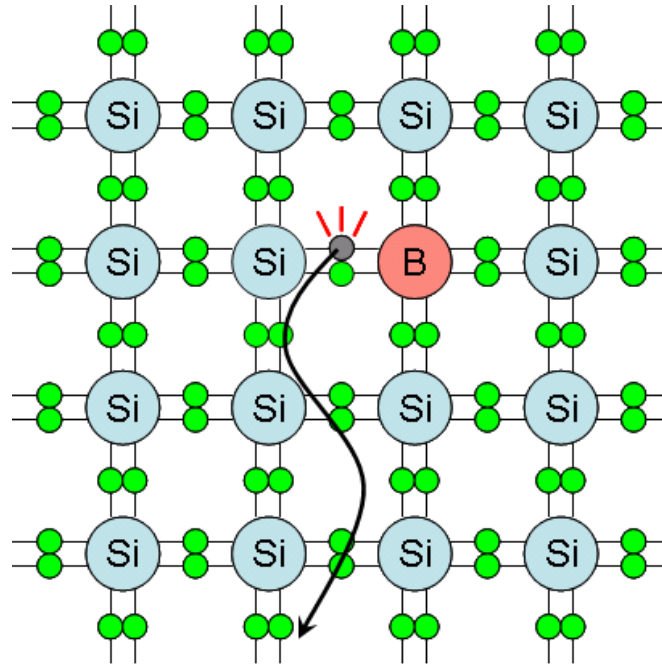
では，シリコンに V 族の不純物であるリン (P) を入れたらどうなるでしょうか．リンは 5 個の価電子を持っているため，4 個の電子を持っているシリコンに比べ，電子が一つ多いことになります．



周りの原子との結合に寄与する電子は 4 つであるため，1 つの電子が余ることになります．この余った電子は，弱い力でリン原子に捕まっているので，少しのエネルギーを得て自由になることができます．この電子は自由に動くことができるため，電界を印加すると電界と逆方向へ移動し，電流が流れることになります．このため，真性半導体に比べて抵抗率が低くなります．

P 形半導体

シリコンに III 族の原子であるホウ素 (B) を不純物として入れたら，どうなるでしょうか．ホウ素は 3 個の電子を持っているため，リンの場合とは逆に，シリコンに比べて電子が一つ少ないことになります．



今度は電子が一つ足りないため、電子の座席に一つ穴があくことになります。この穴は中性だったところから電子が一つ抜けた状態であるため、正の電荷を帯びています。この穴へ、ほかの電子が入ると、その電子が元いた位置に穴が移動しているように見えます。これを次々に繰り返していくと、この穴は電界の方向へ移動して行きます。これを、もっとマクロに見ると、まるで正の電荷を持った粒子が移動しているように見えます。この粒子のことを、**正孔**といいます。N形半導体と同じように、正孔が自由に移動できるため、真性半導体に比べて低い抵抗率を持ちます。

キャリア

自由電子と正孔をまとめてキャリア (carrier) と呼びます。電荷を「運んでくれる」からキャリアなんです。

バンド構造

上級編では、P形、N形の違いをバンド構造を使って説明します。もっと詳しく知りたい方、ダイオードやトランジスタの動作を知りたい方は上級編に進んでください。