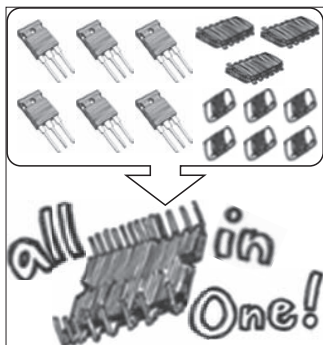


連載

IoTロボットもEVもCoolに決める



CPU直結！スマートにエネルギーを制御してスリム&高出力
インテリジェント派！
電源&パワエレ新設計法

1 cm角で数十kWを制御！

第2回 パワー半導体の科学

山田 順治 Junji Yamada

イラスト 後藤 晶子

パワー半導体は、数十kWの高エネルギーをわずか1 cm角の半導体チップで制御するパワー・エレクトロニクス回路の基幹デバイスです。小さなチップで大電力を制御するためには、材料である半導体自体の高性能化が欠かせません。

そもそも半導体とは、どのような物質なのでしょう？本稿では、半導体の物性や、パワー半導体に使われているチップの進化など、パワエレ回路の新設計に必要な基礎知識を解説します。

〈編集部〉

パワー・エレクトロニクス回路の設計では、適切な半導体の選定が極めて重要です。その際には、耐電圧やトランジスタON時のロス、ターン・オフ時間、高温時のスイッチング損失など、半導体の物性に起因するさまざまなパラメータを考慮する必要があります。パワー半導体の性能の多くを決めているのは、樹脂パッケージの中に入っている小さな半導体チップです。パワエレ回路の設計には、経験やノウハウが要求される事も多いですが、根底にあるのは半導体の基礎知識です。

本稿では、なるべく面倒な数式や難解な理論を使わずに、パワー半導体の基礎知識を解説します。押さえておくべきポイントを、なるべくイメージしやすく解説します。

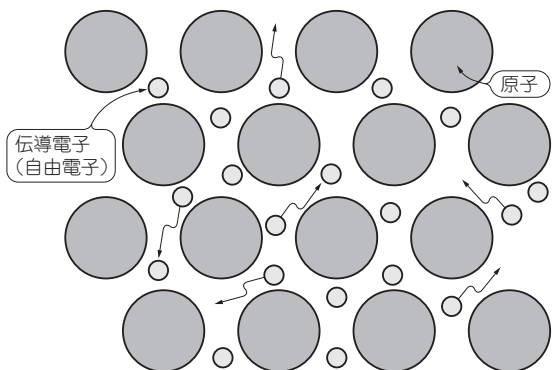


図1 物質の抵抗の大きさは「伝導電子」の数で決まる
 半導体の原子と伝導電子。半導体は伝導電子とよばれる自由に移動できる電子を多く持っている

両刃使い！電流を流すことも止めることもできる半導体

● 電流の正体「伝導電子」

ここでは、半導体の特有な振る舞いを、原子構造レベルで、導体や絶縁体と比較しながら説明します。

物質は、原子からできています。原子は、中心部の原子核とそれを取り巻く軌道を回る電子で構成されています。原子核は正の電荷を持っていて、軌道上の電子は負の電荷を持っています。ある物質を構成する原子の全ての電子が、原子核の引力に拘束されているとき、その物質に電位差を与えても電流は流れません。物質に電流が流れるためには、物質中を自由に動き回ることのできる「伝導電子」と呼ばれる電子が必要です。導体の原子と伝導電子のイメージを図1に示します。伝導電子は自由電子と呼ばれる事もあります。

● 物質は①導体②絶縁体③半導体のどれか

物質を電気の伝導性で分類すると、導体か絶縁体もしくはその中間に位置する半導体に分けられます。それぞれに明確な境界線はありませんが、一般的に次のように電気抵抗の大きさで分けられます。

導体は、金属のように電気抵抗が小さくて電気を通しやすい物質です。図2(a)のように自由に動く伝導電子を多く持っています。

絶縁体は、ゴムやセラミックのように電気抵抗が大きく、電気を通しにくい物質です。図2(c)のように伝導電子がほとんど存在しません。

半導体は、導体と絶縁体の中間の電気抵抗を持つ物質です。図2(b)のようにある程度の伝導電子をもっています。半導体の特徴は、状態の違いによって伝導電子の数(電気抵抗)が大きく変化することです。例えばシリコンは図3に示すように、おおよそ $10^{-2} \sim 10^7 \Omega \cdot m$ までの広い抵抗率を持ちます。半導体は導体になったり絶縁体になったりします。トランジスタは、この特性を使って電気の流れをON/OFFするスイッチ機能を実現しています。

【セミナー案内】 実習・ラズパイ・カメラの実力評価～画像処理の基本にチャレンジ
 — Raw データを使い倒す技を習得しよう

【講師】 米本 和也 氏, 12/16(土)～17(日) 32,000円(税込み) <http://seminar.cqpub.co.jp/>