

## Section 13

# トランジスタって？

## エレクトロニクスの基本半導体

代表的な半導体としてダイオードと共に最もよく使われるものにトランジスタがあります。

トランジスタは、ダイオードでは端子が二つだったのに対して、三つの端子を持つ半導体です。

現在のトランジスタで使われる半導体はほとんどがシリコンです。トランジスタが生まれた初期

には、ゲルマニウムを使っていたことがありましたが、現在ではゲルマニウムを原料にしたトランジスタは、ほとんど存在しないと言ってもよいでしょう。

シリコンで作られたトランジスタのうち、P型とN型の接合部分が普通のダイオードと同じP-N接合のものをバイポーラ・トランジスタと呼び、最も一般的なトランジスタです。このトランジスタは接合型トランジスタとも呼ばれます。

ほかに電界効果型トランジスタと呼ばれるトランジスタもありますが、普通はFETと呼ばれ、トランジスタとは区別して使われているので、FETについてはSection 18で説明することにして、ここでは一般的にトランジスタと呼ばれているバイポーラ・トランジスタについて説明していくことにします。

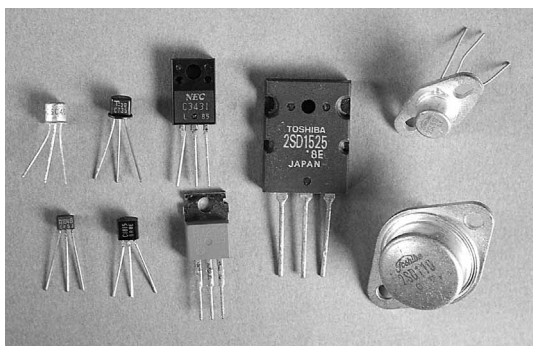
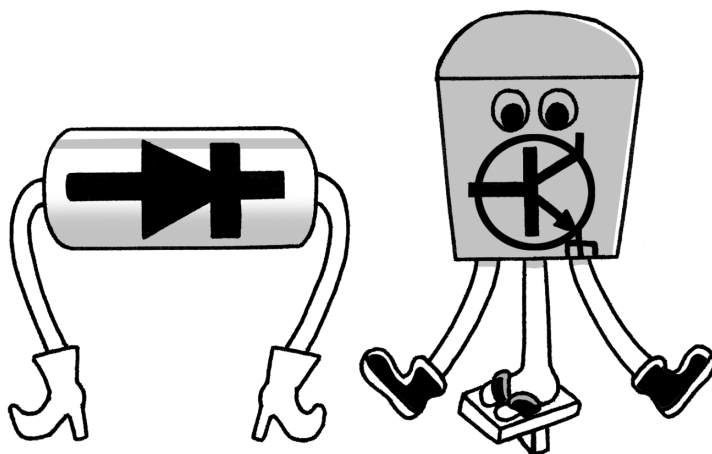


写真13-1 トランジスタにはいろいろな形がある  
左側4個は小信号用、右側にいくほど大電流が扱えパワー・トランジスタと呼ばれる。



## トランジスタは2種類ある

トランジスタはその構造が2種類あり、写真13-2のNPN型と写真13-3のPNP型に分かれます。

NPN型は図13-1(a)のようにP型半導体をN型半導体で挟んだ構造をしており、PNP型はその

逆で図13-1(b)に示すように、N型半導体をP型半導体で挟んだ構造になっています。

トランジスタの端子はコレクタ、エミッタ、ベースと名付けられ、それぞれ図13-1に示す記号で回路図に示されます。記号では矢印の付いている側がエミッタ(E)、矢印の付いていない側がコレクタ(C)となり、ベース(B)はPNP、NPN共に

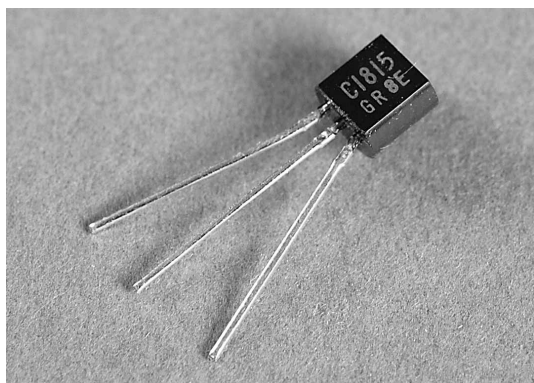


写真13-2 NPNトランジスタ (2SC1815)

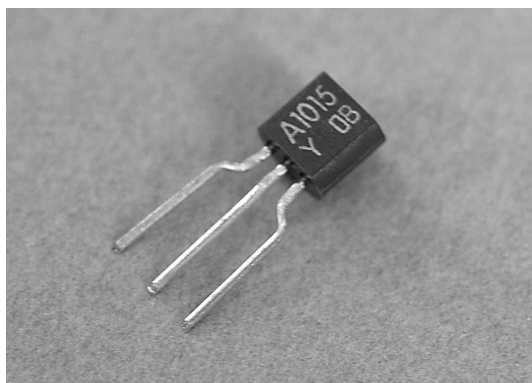


写真13-3 PNPトランジスタ (2SA1015)

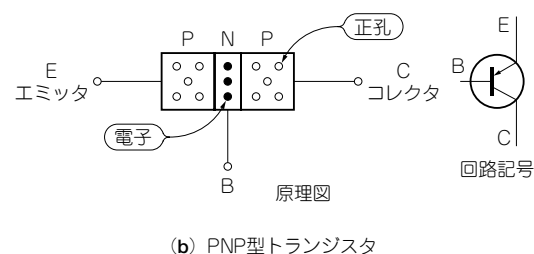
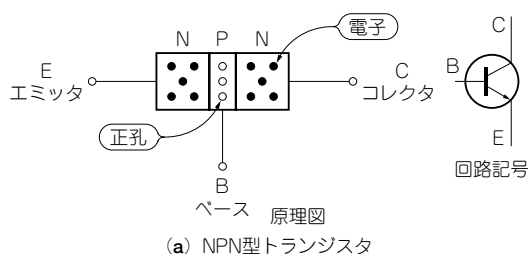


図13-1 トランジスタの構造

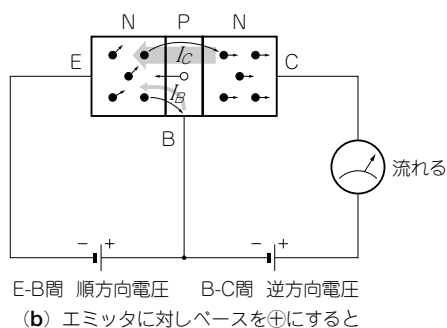
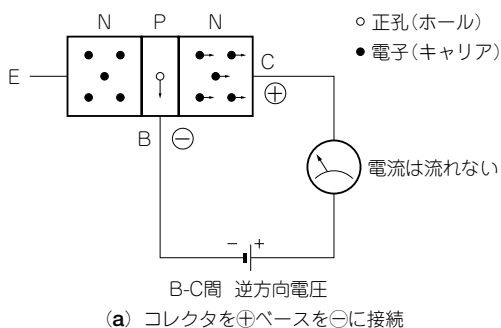


図13-2 NPNトランジスタの動作

# トランジスタのスイッチ

## 高速な切り替えやリモートでの切り替えを実装する

電気信号をON/OFFさせるといえば、頭に浮かぶのは機械的なスイッチです。電子機器のパネルに付いているスイッチや、壁に付いている電灯線を点けたり切ったりするスイッチは身近なものです。このスイッチの代わりをトランジスタで行うと、高速でスイッチを切り替えたり、離れた場所から電気信号でスイッチをON/OFFができます。

Section 14のエミッタ接地増幅回路では、増幅は入力の電圧信号によって、コレクターエミッタ間の電流をアナログ的に無段階コントロールして出力電圧を得ています。

スイッチ回路では、トランジスタのコレクター

エミッタ間の電流を、デジタル的にON/OFFするスイッチとして使います。

図16-1に増幅度 $A = 10$ のエミッタ接地回路を示します。例えば、入力を1Vにすると増幅度が10なので出力電圧は10Vになるはずですが、電源電圧とエミッタ抵抗の電圧降下によって出力が飽和します。

出力波形の上側の飽和は、電源電圧と等しくなっていることからコレクタ抵抗の電圧降下がない、トランジスタのコレクターエミッタ間に電流が流れてないOFFの状態です。

出力波形の下側の飽和は、出力電圧がマイナス



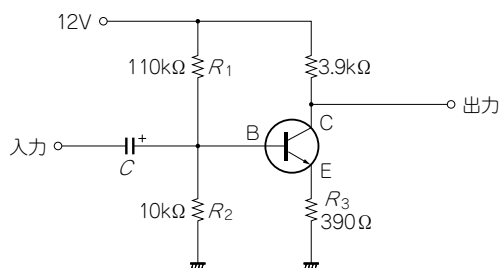


図16-1 増幅度10倍のエミッタ接地増幅回路

に近い状態で、コレクタ抵抗の電圧降下が大きいので、コレクタ電流が最大値になります。

このようにスイッチングは、出力は波形を飽和させればいいので、入力信号を大きくするか、トランジスタの増幅度を高くします。

## 増幅回路から スイッチング回路へ

エミッタ接地増幅回路をスイッチング用に変えてみます。図16-1の回路から、直流で動作させるためにカップリング・コンデンサCを取り外します。次に、増幅度を大きくさせるためにエミッタ抵抗 $R_3$ を外します。入力信号が0VのときにトランジスタをOFFさせるため、コレクタにアイドリング電流を流す必要がないので、バイアス用の抵抗( $R_1$ )を取り外します。

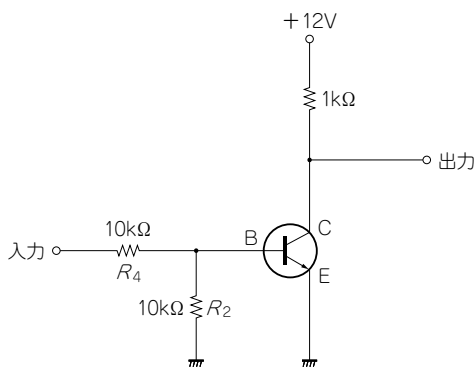


図16-2 スwitchング回路

入力信号がないときにトランジスタを確実にOFFさせるために、ベース電圧をマイナスに保つために $R_2$ は必要です。

また、入力信号が、0.6V以上になるとベース・エミッタ間のダイオードがONしてコレクタ電流が流れ始めます。この状態では、ベースに大きな電流が流れるので、電流を制限する抵抗 $R_4$ を追加します。

## スイッチング回路の動作

図16-2がスイッチング用に変型した回路です。このスイッチング回路に2Vのサイン波を入力したときの入出力波形を写真16-1に示します。

図16-3にスイッチング回路の実体図を示します。

入力信号が0.6V以下では、トランジスタはOFFしているため出力は、電源電圧になっています。入力電圧が0.6V以上になるとトランジスタがONして出力はマイナス・レベルになります。

実際のデジタル回路では、写真16-2のように信号のON/OFFで動作させます。入出力波形は、逆相になっておりデジタル回路のインバータ(反転回路)として使えます。

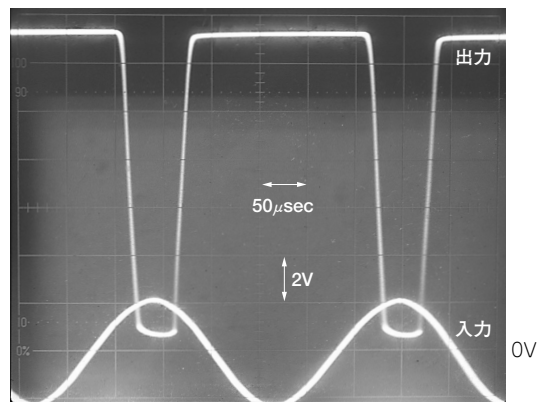


写真16-1 サイン波を加えた波形