



第1章 小さな信号を増幅してくれる

トランジスタの動かし方

黒田 徹
Tooru Kuroda

さっそく製作…といきたいところですが、その前にある程度基礎知識を身に付けておきましょう。

すぐに製作したい、という方は、本章を飛ばして第2章を見てください。

本章では、増幅器の設計に必要なさまざまな概念、用語、数式の中から、特に重要なものを取り上げます。数式が多くて面食らうかもしれませんが、**計算なしでは実際に回路を設計できません。**

トランジスタのしくみ

● トランジスタは半導体素子の一つ

半導体とは、導体と不導体(絶縁体)の中間的な性質

をもつ物質という意味です。

導体とは、金属のような電気を通す物質のことで、絶縁体とは、プラスチックのような電気を通さない物質のことで、

半導体の代表的な例は、IV族元素のシリコン(ケイ素)です。この特集で扱う半導体はすべてシリコンでできています。

高純度のシリコンなど半導体の単結晶にIII族の元素をごく微量添加するとP型領域が作れます。また、V族の元素をごく微量添加するとN型領域が作れます。半導体の単結晶の中に、P型領域とN型領域を適切に作ると、ダイオードやトランジスタが作れます。

半導体についての詳細は、参考文献(1)(2)などを参

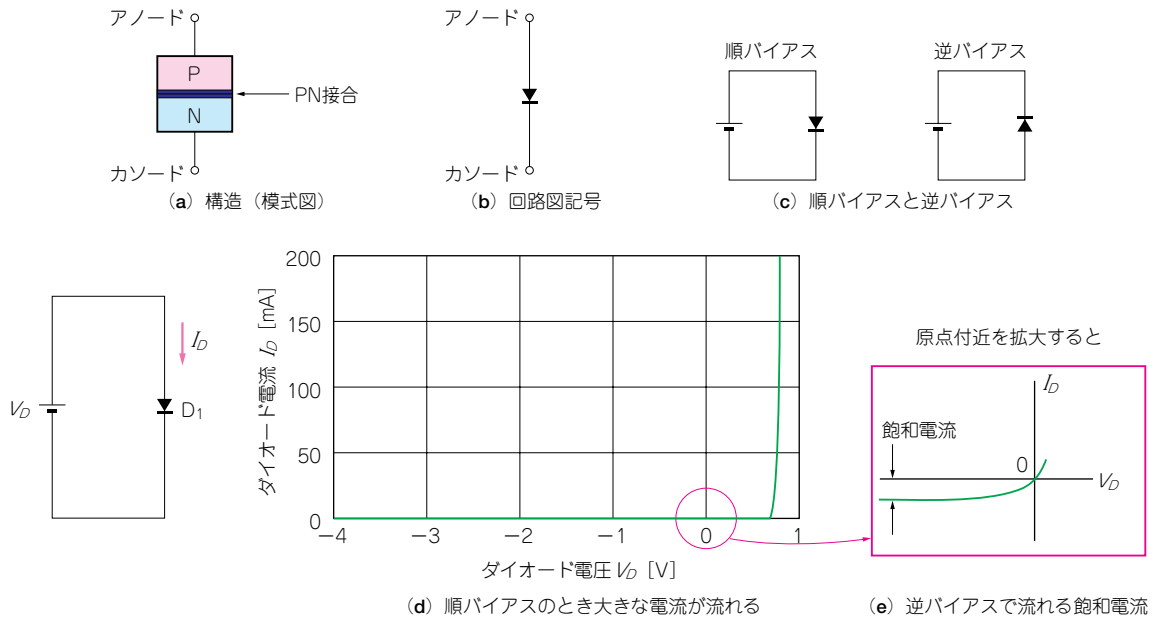
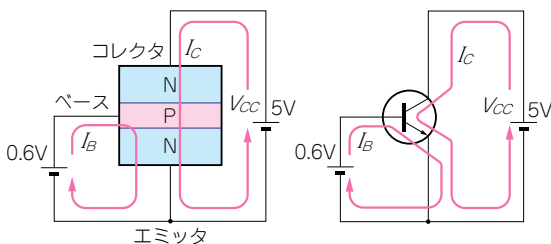
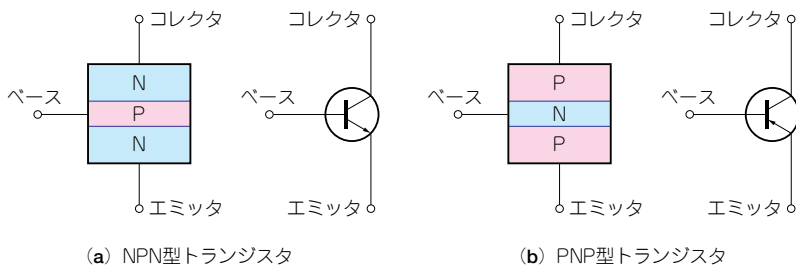


図1-1 PN接合ダイオードの構造と電流の流れかた

Keywords

半導体, ダイオード, PN接合, 飽和電流, I_S , バイポーラ・トランジスタ, バイアス, バイアス電圧, エバース・モル・モデル, 順方向電流増幅率, β_F , 逆方向電流増幅率, β_R , 直流電流増幅率, h_{FE} , 活性領域, 動作点, 飽和領域



(c) NPN型トランジスタにはこんなふうに電流が流れる
 図1-2 バイポーラ・トランジスタの構造と電流の流れかた

- 電流は順バイアスのときにしか流れない
 ダイオードの電流-電圧特性を図1-1(d)に示します。ダイオードに順バイアス電圧を加えると、電流(順電流)が流れます。いっぽう、ダイオードに逆バイアス電圧を加えた場合は、ほとんど電流は流れません。逆バイアスを加えた場合の理論上の電流値は、 $10^{-10} \sim 10^{-16}$ A程度です。この電流は逆バイアス電圧を大きくしても、理論上はある値以上にはなりません。値が飽和して増えないので、この電流値を飽和電流 [図1-1(e)参照] といいます。

照してください。ここでは概要だけ解説します。

■ 二つの領域の組み合わせで作られるダイオード

P型領域とN型領域を図1-1(a)のように形成した半導体を、PN接合ダイオードと言います。P型領域とN型領域の境界付近を、PN接合と言います。ダイオードの回路図記号を図1-1(b)に示します。

- 電圧の加えかたによって2種類の状態になる
 図1-1(c)に示すように、電圧の加えかたによって、順バイアスと逆バイアスという二つの状態になります。ダイオードのP型領域につながる端子をアノード、またN型領域につながる端子をカソードと言います。アノードがカソードに対しプラスになるよう電圧を加えることを順バイアスと言ひ、カソードがアノードに対しプラスになるよう電圧を加えることを逆バイアスと言ひます。

■ 三つの領域で作られるバイポーラ・トランジスタ

図1-2(a)のように、P型領域を中間に挟んだNPN構造の半導体をNPN型トランジスタと言ひ、図1-2(b)のようにN型領域を中間に挟んだPNP構造の半導体をPNP型トランジスタと言ひます。

- PN接合そのものはダイオードと同じ
 図1-2(a), (b)で明らかのように、トランジスタには、
 ①ベース-エミッタ間PN接合
 ②ベース-コレクタ間PN接合
 の二つのPN接合があります。トランジスタのPN接合とダイオードのPN接合は本質的に同じものなので、ベース-エミッタ間を順バイアスにすると、ベース-エミッタ間にベース電流 I_B が流れます。

飽和電流は順方向が+？ それとも逆方向が+？

ダイオードに逆バイアス電圧を印加すると、微小電流がカソード→アノードの向きに流れます。通常動作とは逆に電流が流れますが、飽和電流は正の値です。そういう約束事になっているのです。電子工学は、さまざまな紆余曲折を経て発展して

きた実用的な学問ですから、必ずしも数学のような厳密な整合性はありません。電流の符号も、本来は電子の流れる方向を正とすべきですが、電流の流れる方向を定めた時代に、現在の電子の概念はなかったのでしたかありません。