

ダイオード・トランジスタの特性

1. 目的

ダイオードおよびトランジスタの基本的な性質について理解する。

2. 実験内容

- ・ダイオードの順方向特性と逆方向特性、トランジスタの増幅作用・スイッチング作用、トランジスタの出力特性

[使用機器]

直流電源装置、電池ボックス 1 (乾電池 1 個)、電池ボックス 2 (乾電池 2 個)、
回路基板 1 (ダイオード、トランジスタ 実装済み)、
回路基板 2 (トランジスタのスイッチング特性測定用回路の一部実装済み)、
デジタルテスタ (電圧計測用)、電流計 1 (mA 計測用)、電流計 2 (μ A 計測用)

3. 解説

3.1 半導体と電気伝導

物質の原子は原子核と電子から成り立っていて、大部分の電子は原子核に捉えられていて自由に動くことができない。熱や光などのエネルギーをもらった時、一部の電子が原子核の束縛をふり切って自由に動きまわれるようになる。それを自由電子という。自由電子は電圧をかけるとすぐ動くことができるので、電流が流れたことになる。物質の中にいくらたくさんの電子が含まれていても、動くことができないければ、その物質に電圧をかけても電流が流れない。したがって、物質の中で自由電子を多く含むもの (金属等) が導体となり、自由電子がないもの (木やプラスチック等) は絶縁体となる。半導体は導体と絶縁体の中間の性質をもつ物質で、常温では自由電子をわずかに含んでいる。

半導体において、電子は原子核のまわりで一定のエネルギー的な位置をしめており、自由電子となってそこをとびだしてしまうとその位置が孔となる。そこはもともと電子があつて電氣的なバランスがとれていたのに、負電荷がなくなるから、正の電荷がそこにあらわれたのと同等の作用をする。これを正孔 (ホール) と呼んでいる。正孔も電圧をかけると動くことができるので (注意: 実際には正孔付近にあった電子が正孔に入って、電子のあつた場所が新たに正孔になる)、その移動によって電子の場合と同様、電流が流れる。半導体においては、自由電子も正孔も電荷を運ぶことができるので、両方ともキャリアと呼ばれる。半導体の中でキャリアとして自由電子が多いものを N 型半導体、正孔が多いものを P 型半導体という。電氣的なバランスからいえば、N 型は負の電荷が、P 型では正の電荷が過剰となっている。

3.2 ダイオードと整流作用

P 型半導体と N 型半導体を原子のレベルで結合し、両方に電極をつけたものを PN 接合ダイオードという。その構造と記号を図 1 に示す。

ダイオードに電圧をかける方法は 2 通りあり、図 2 の (a) と (b) である。図 2 (a) の場合を「順方向電圧 (順方向バイアス)」と言い、ダイオードに大きい電流が流れる。また、図 2 (b) の場合を「逆方向電圧 (逆バイアス)」と言い、電流はほとんど流れない。