

5. ダイオードの特性測定 ～静特性～

1. 目的

pn 接合ダイオードの静特性(直流電圧をかけて流れる電流を求める測定で得られる特性のこと)を測定し、その動作原理を理解する。

2. 原理

2-1. ダイオードの構造

図 5.1 は、ダイオード(diode)の構造例と回路図中に用いられる図記号である。ダイオードは、図に示すように、2 本の電極(anode と cathode)をもつ半導体回路素子である。その代表的な「pn 接合ダイオード」は、シリコン(Si)やゲルマニウム(Ge)などの半導体を素材として形成され、ドナー不純物を含む「n 形半導体」とアクセプタ不純物を含む「p 形半導体」とのヘテロ(異種)接合である。n 形半導体も p 形半導体も電気的には中性である。室温においては、n 形半導体中には自由に動くことのできる多数の自由電子(負電荷)が存在し、p 形半導体には自由に動くことのできる多数の正孔(正電荷)が存在する。

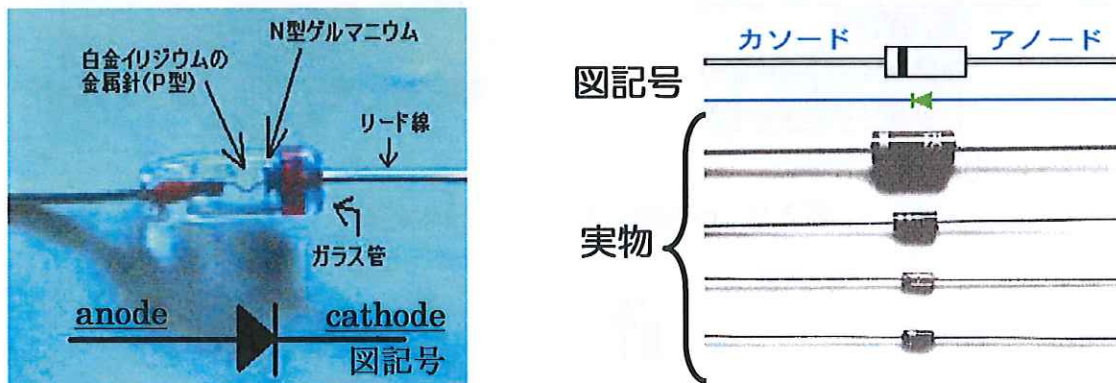


図 5.1 様々なダイオードと図記号

2-2. ダイオードの特性

図5.2(a)に示したようなpn接合ダイオードは大変興味深い性質を示す。半導体中での電子と正孔の動きは、拡散とドリフトに支配される。拡散とは、熱運動によって拡がり散る無秩序な動きのことであり、ドリフトとは、電子及び正孔が電気力(電界)によって一定方向に動かされる現象である。また、半導体の中で電子と正孔が出会うと、再結合して消滅する。

$+e$ の電荷をもつ正孔と $-e$ の電荷をもつ電子の再結合により、接合部の近傍に空乏層と呼ばれる正孔も電子も存在しない領域ができる。

図5.2(b)の(2)のようにp形を電池の正極(+)に、n形を負極(-)に接続する(順方向バイアス进行)とダイオードには電流が流れる。この電流が流れる方向を順方向(forward)という。

一方、図5.2(b)の(3)のように電池を逆にする(逆バイアス进行)と電流が流れない。この方向を逆方向(reverse)という。

5. ダイオードの特性測定 ～静特性～

次に、図5.3 に示すように、順方向電圧 V_F をどんどん上げていくと、電流は指数関数的に増えていくが、逆方向電圧 V_R を上げていっても電流はほとんど流れない。

しかし、その逆方向電圧 V_R をさらに大きくしていくと、ある電圧以上でp形とn形半導体の中にわずかに存在していた少数キャリア(p形では自由電子，n形では正孔)が加速され、次々となだれ的に電子・正孔対をつくる。この結果、逆方向電流が突如として流れるようになる。この現象を「なだれ降伏(avalanche breakdown)」という。この現象を積極的に利用したダイオードに「ツェナーダイオード」があり、定電圧回路に応用される。

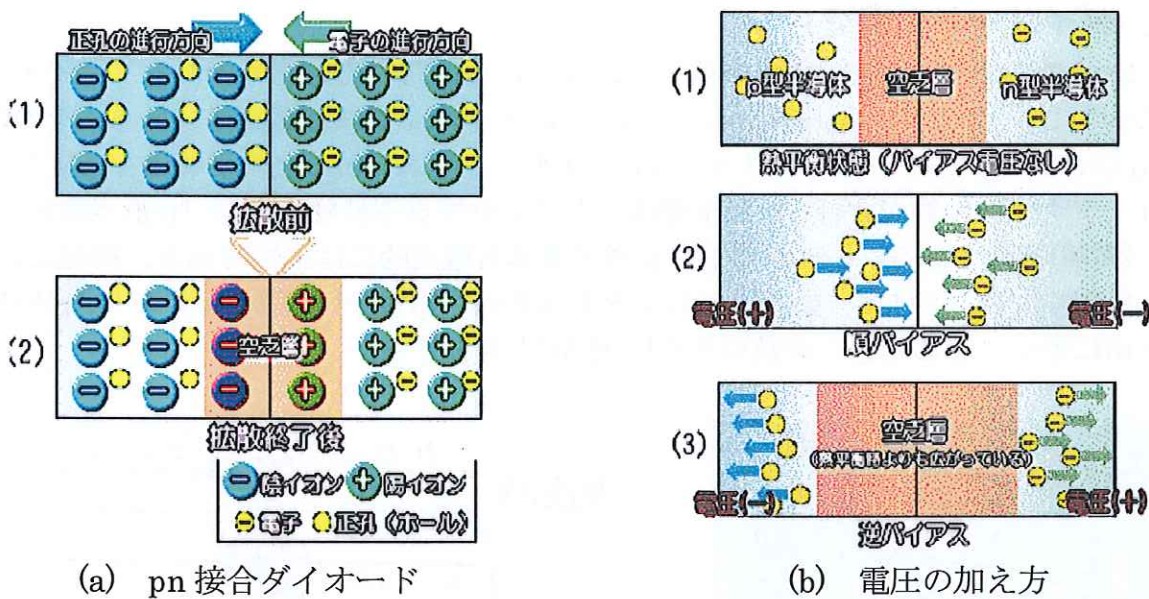


図 5.2 pn 接合ダイオードの性質

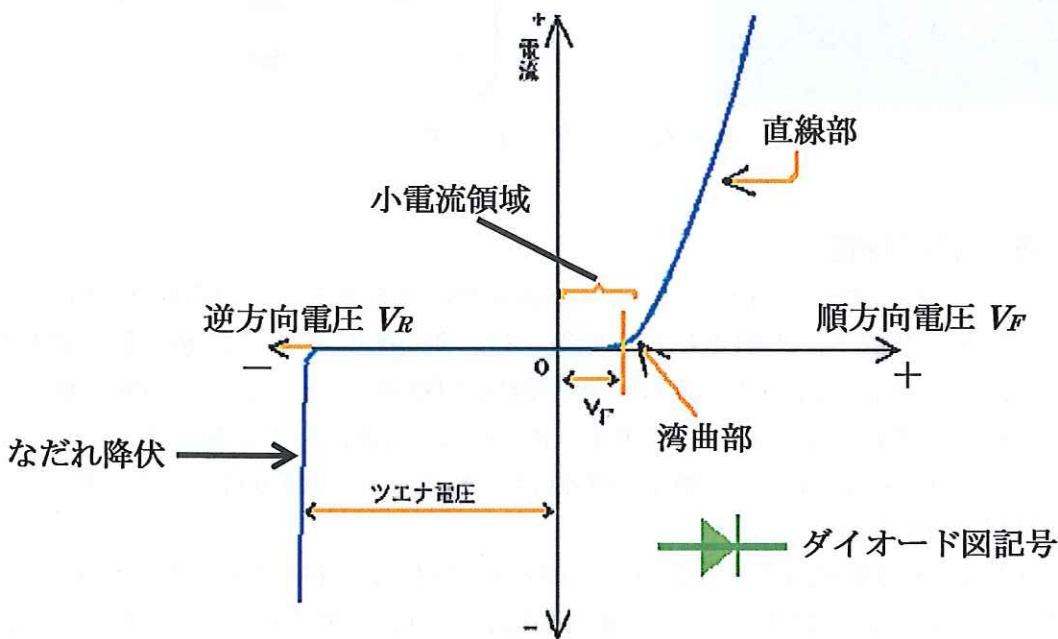


図 5.3 ダイオードの電圧－電流特性

3. 測定

3-1. 使用機器と測定対象のダイオード

- [1] 半導体実習装置：ITF-05 図5.4を参照のこと)
- [2] 電圧計DC10V_{MAX}
- [3] 電流計 DC30 (or 100) mA_{MAX}
- [4] ダイオード：3種類…型番:1S1588(青), 型番:1S953(緑), 型番:RD5.1EB(黒)

3-2. 測定用回路の組立て

図 5.4, 図 5.5 に示した「半導体実習装置 ITF-05」(以下, 実習装置)に次の(1)～(4)に従って, 被測定ダイオード, 電圧計および電流計を接続し, 測定用回路を組立てる。(以下, 端子**とは, 実習装置に配置されている端子を表わしている。)

- (1) 実習装置の電源スイッチがOFFであることを確認する。
- (2) 図5.5に示した測定実態配線図のように, アノードを実習装置の端子C(+)に, カソードを端子E(–)に接続する。
 - ㊟ (2)のダイオードの接続方法は, 「順方向バイアスでの特性測定」を目的としている。
- (3) 電流計を端子C3と端子C4, 電圧計を端子C5と端子C6にそれぞれ接続する。
 - ㊟ 電流計は極性に注意。いずれも, 電流の流れ込む端子が(+)。
 - ㊟ 計器の測定レンジ((–)端子を兼ねていることもある)は, 最初は最大レンジに設定。
- (4) 図5.5に示した測定実態配線図のように, 端子E2と端子E3, 端子C7と端子C9および端子C10と電圧出力端子をそれぞれリード線で接続する。
 - ㊟ 実習装置の実線部分は装置内部で配線されているが, 破線部分は配線されていない。必要な場合はリード線で外部配線をする。

3-3. 測定用回路の初期設定

実習装置に組立てた測定用回路の配線確認後, 電圧調整などの設定を, 次の(1)～(5)に従って行う。

- (1) 実習装置の電圧調整のつまみを中央の 0 V に設定する。
- (2) 実習装置のAC100Vの入力端子に電源コードを接続し, コンセントに挿入する。
- (3) 電源スイッチをON。
- (4) 電流計, 電圧計の針の振れを見ながら, 実習装置の電圧調整つまみを(+)側に回して行く。
 - ㊟ 電流計の針の振れが小さい時はレンジを一段下げ, 針が振り切れそうになればレンジを一段上げる。この操作を繰り返すことによって, 最適レンジを決定する。そのときの電流計のマイナス端子に書かれている数字(例えば, 30mA)が, フルスケールの値。
- (5) 方眼紙を用意し, 特性を描く準備をする。(4), ㊟で述べたフルスケールの値をグラフの縦軸の最大目盛りとするとよい。
 - ㊟ グラフ化は, 図5.6を参照のこと。

3-4. 測定用回路（ダイオード）特性の測定

実習装置に組立てた測定用回路の初期設定(電圧値など)確認後, 次の(1)～(3)に従って, 3種のダイオード(①, ②, ③とする.). *順方向電圧 V_F と逆方向電圧 V_R の最大印加電圧は異なってよい. 図5.6を参照のこと.

- (1) ダイオード①の順方向特性: 電圧を0Vから+(順)方向に少しずつ増大させ(電流が, 例えば30mAになるまで), 順方向電圧 V_F に対する順方向電流 I_F の変化の様子を, p.28, 表5-1に測定値で記入し, 用意した方眼用紙に図5.6を参照し, グラフをプロットする.
- (2) ダイオード①の逆方向特性: (1)で測定したダイオードを逆に取り付け, (すなわち, カソードを端子C(+)に, アノードを端子E(-)に接続し, (1)と同様の測定を行う.
 - ⑨ 「なだれ降伏」が起こらなければ, $V_R=10V$ まで測定する.
 - ⑩ グラフ化する場合, 「 V_R , I_R は負値」としてプロットする.
- (3) ダイオード②, ③の順方向特性および逆方向特性: 被測定ダイオードを取り替え, (1), (2)と同様の測定すう.
 - ⑪ 被測定ダイオードの名称は, 表5-1と作成するグラフ内に必ず記入すること.

4. 測定結果の考察と課題

- (1) 測定結果(表5-1およびグラフ)を整理し, それぞれ結果について考察する.
- (2) 図5.5の測定実態配線図を, 回路記号を用いて回路図に書き直す.
- (3) pn接合に空乏層ができる理由を説明する.

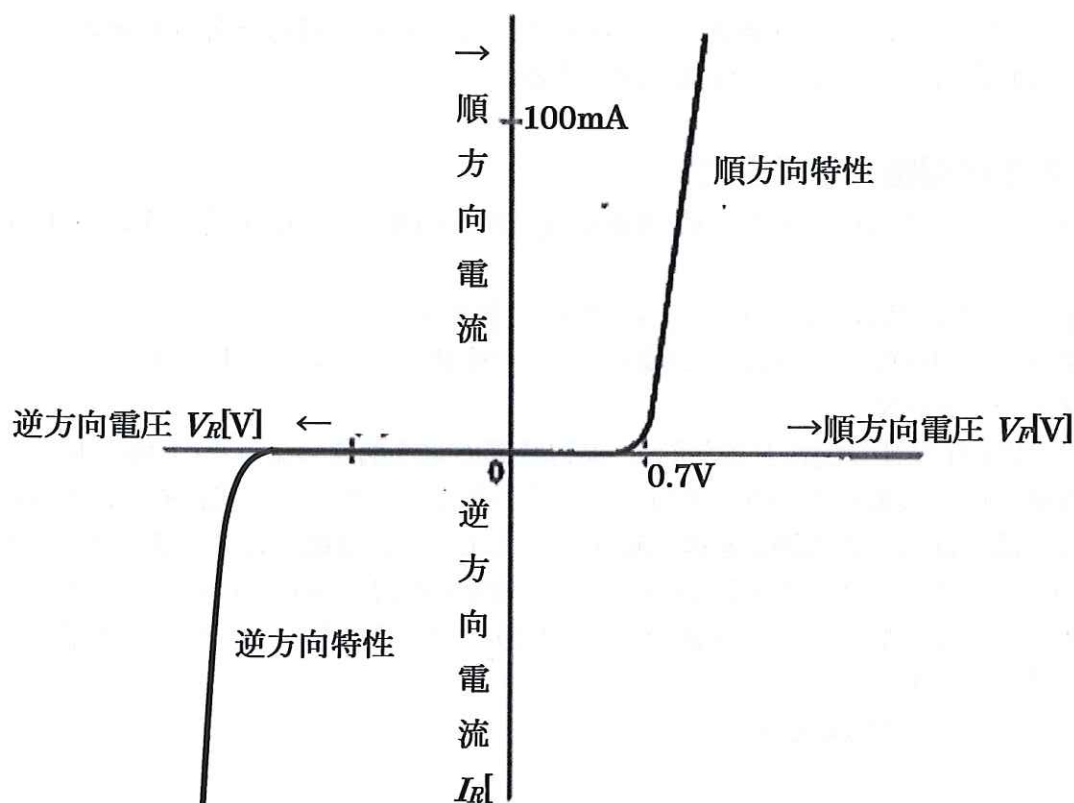


図5.6 グラフの座標軸の取り方

～ 半導体実習装置 ITF-05 ～

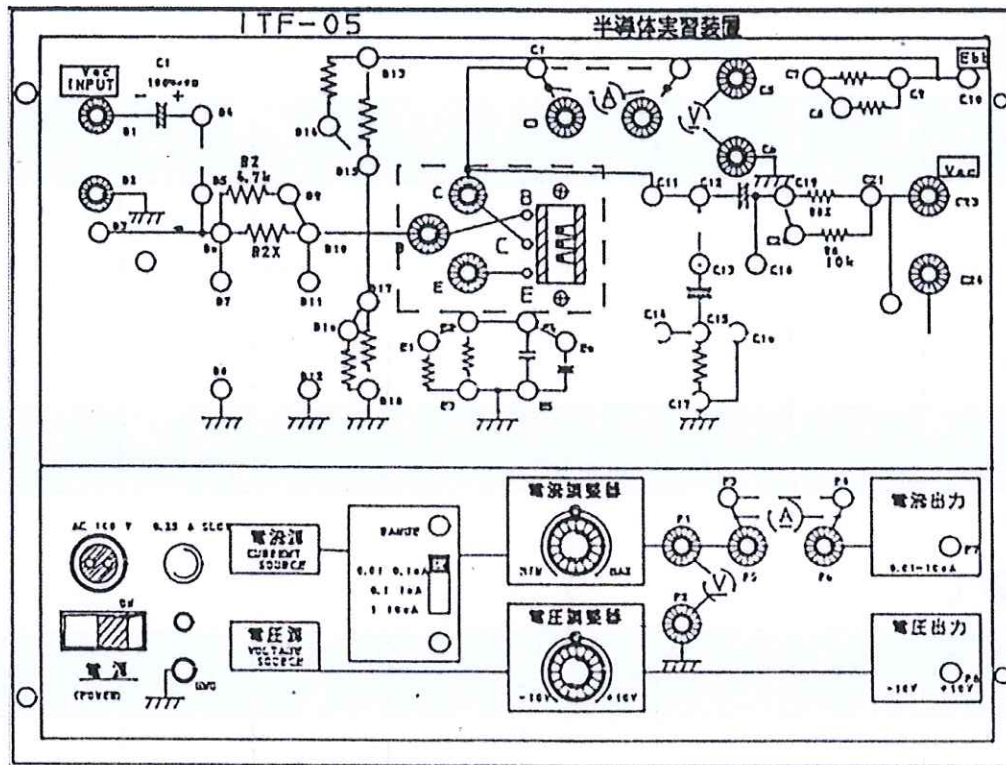


図 5.4 半導体実習装置 ITF-05

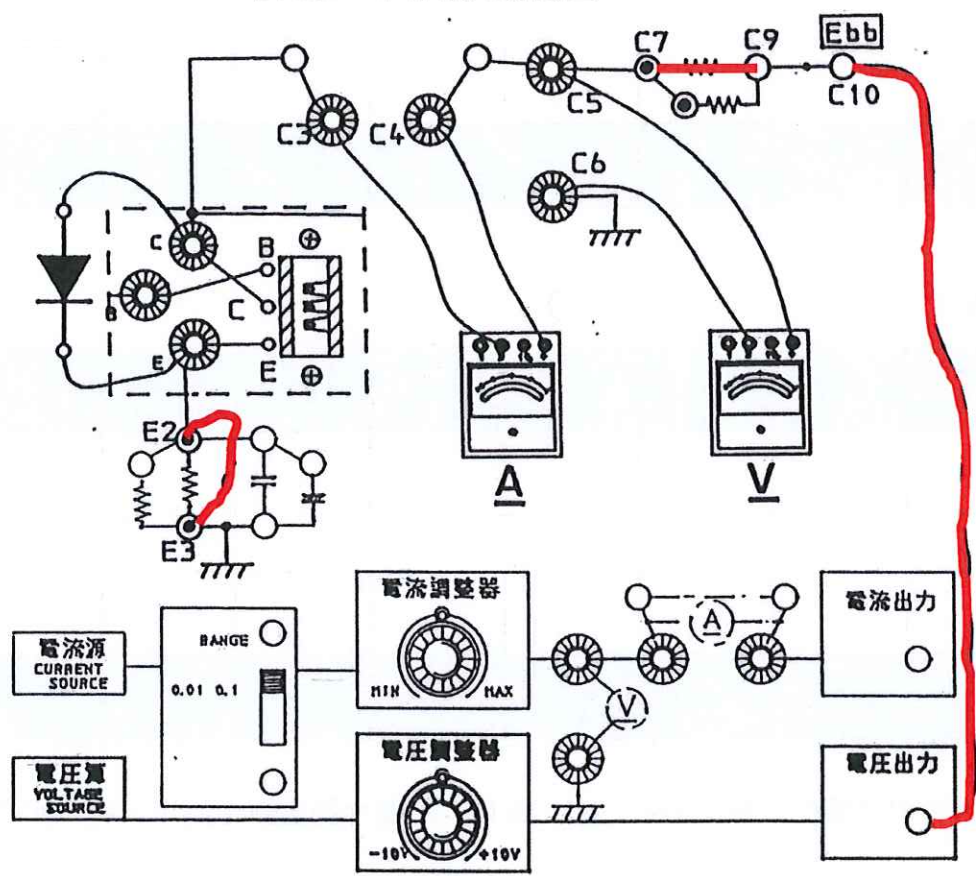


図 5.5 測定実態配線図

5. ダイオードの特性測定 ～静特性～

表 5-1 ダイオードの電圧－電流特性(測定結果記入表)

ダイオード① ()

V_F									
I_F									
V_R									
I_R									

ダイオード② ()

V_F									
I_F									
V_R									
I_R									

ダイオード③ ()

V_F									
I_F									
V_R									
I_R									

*表の枠数は一例であるため、各自、必要な測定数を測定・記入すること！！