

ダイオードの特性測定(静特性)

v2.2 May.2009

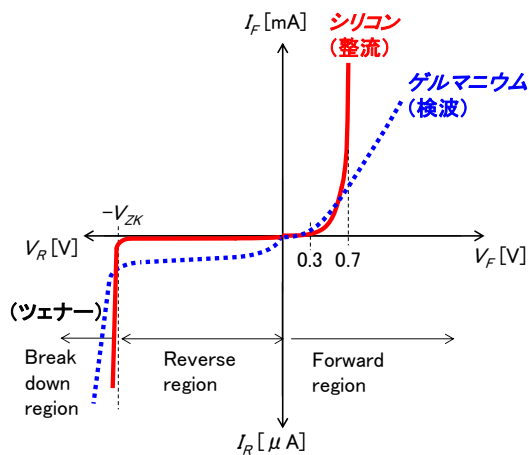
【目的】

ダイオードの静特性を測定し、ダイオード、整流器の取り扱いを習得する。

【原理】

図1にダイオードの電圧-電流特性を示す。ダイオードに順バイアスを加えると、シリコンダイオードは0.7V付近で電流が急激に流れ、ゲルマニウムダイオードは0.2Vを超えたあたりから電流が徐々に流れ始める。一方、逆バイアスを加えると、 μA オーダーの非常に小さい電流が流れるが、ある点を境に急激に電流が流れる電圧が存在する。これをツェナー電圧と呼び、この特性を積極的に利用しているのがツェナーダイオードである。

半導体物理によると、キャリア密度の変化によるダイオードの電圧-電流特性は、印加電圧を v とすれば定常状態においては図1右のようになる。



$$i = I_s (e^{v/nV_T} - 1)$$

ただし、

I_s = 飽和電流

$V_T = kT/q =$ 熱電圧 = 25 mV @ 20 °C

k = ボルツマン定数 = 1.38×10^{-23} J/K

T = 絶対温度 [K] = 273 + 温度 [°C]

q = 電子の電荷 = 1.60×10^{-19} C

n = ダイオードの材質、物理的構造で決まる定数 = 1 or 2 (通常は1)

図1. ダイオードの整流特性

【測定系】

実際のダイオードには、電流が流れる方向を区別するため図2のようなカソードマークが入っている。これは回路記号における三角形(電流が流れる方向を示す)の横に描かれた縦線と同じ意味である。電圧-電流特性の測定系を図3に示す。順方向の測定ではAV法、逆方向の測定ではVA法を適用することに注意する。順方向と逆方向で結線を変える理由は研究事項で考察すること。

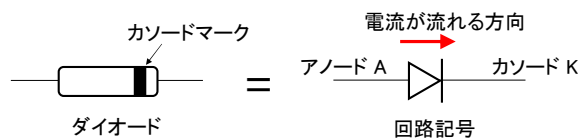


図2. ダイオードの方向

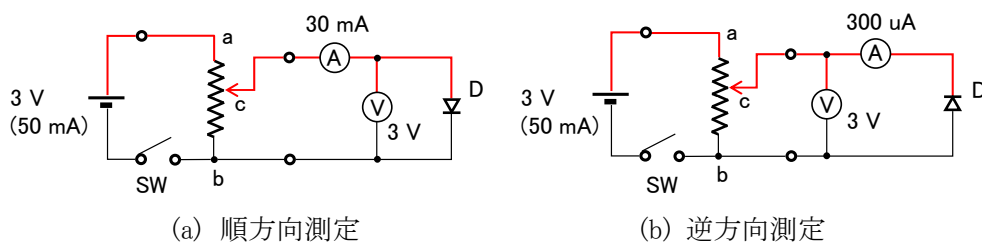


図3. 静特性測定回路

[注]電圧計を除いた電流計だけの回路を先に作り、電圧計は最後に測りたい場所に直接接続する。左の回路ならダイオードの両端に電圧計を接続する。また、負荷を境界にして+側は赤(ホットライン)、-側は黒または黄に分けて配線する。

【使用機材】

表1. 使用機材一覧

品目	直流電源	直流電圧計	直流電流計	直流電流計	摺動抵抗	スイッチ	ダイオード サンプル
個 数	1×4グループ	1×4グループ	1×4グループ	1×4グループ	1×4グループ	1×4グループ	1×4グループ
メーカー	Metronix	Yokogawa	Yokogawa	Yokogawa	Yokogawa		
型 番			SS-5				
その他	Max 20 mA 定電圧動作	3 V	30 mA	300 μA	4800 Ω		1N60 10D1 RD19A

【測定方法】

1. 順方向の測定

- 定格表から関係するパラメータを抽出し、表 2 のダイオード特性表を作成する。
- 図 3 左のように結線する。直流電源の最大電流を **50 mA 程度** に設定し、電圧を **3 V 以内** の範囲で定電圧動作させる。
- 摺動抵抗器の抵抗を最小(b-c 間の抵抗を最小にしてダイオードにかかる電圧を最小にするという意味。**！この初期設定を誤るとダイオードを焼損するので注意**)にし、スイッチを入れる。
- 定格値が不明のサンプルもあるので、図 5 に示すように **2 V-20 mA 以内の範囲** で抵抗器を調整し、電圧を **0.1V ずつ上昇** させ、電流値を表 3 のように記録する。この際、測定レンジを変更すると電流計と電圧計の内部抵抗が変わり、測定値が不連続になる恐れがあるので、レンジは 3 V- 300 mA に固定して測定する方がよい。
- 図 4 のように今度は電圧を降下させながら測定する。表 3 の平均電流とは、電圧増加方向および電圧減少方向に記録したデータの平均値である。
- 表 3 に示す要領で測定データを記録する。後の動特性の測定で利用するため、ダイオードサンプル番号を示すアルファベット記号 A,B,C,D の何れかを記録しておくこと。
- 試料をかえて最低 3 つのサンプルの測定を行う。

表 2. ダイオード特性表 (CQ出版 ダイオード規格表より)

形名	種類 (材質)	順方向 電流	尖頭順方 向電流	順方向 電圧	逆方向 電流	逆方向 電圧	尖頭逆方 向電圧	ツェナー 電圧
		I_F [mA]	I_{FM} [mA]	V_F [V]	I_R [μA]	V_R [V]	V_{RM} [V]	V_Z [V]
1N60	検波 (ゲルマニウム)	50	150		75	25	35	
10D1	整流 (シリコン)	1000		0.9	50	100	100	
RD19A	ツェナー (シリコン)				0.1	15		17 - 21
1S2236	可変容量 (シリコン)				0.1	15		

表 3. 測定データの記録

サンプル名:		方向: 順・逆		平均電流 (①+②)/2
電圧[V]	電流① 増加方向	電流② 減少方向		
0.0				
0.1				

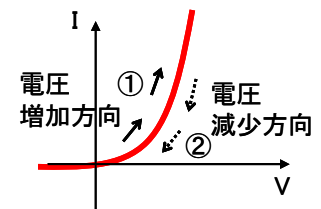


図 4. 測定平均の取り方

2. 逆方向の測定

- 図 3 右のように結線を変える。
- その他の手順は順方向の場合と同じ。ただし逆方向電圧が定格値を越えないように、そして電圧間隔を考えて測定する。逆方向では流れる電流が小さいので、電流計を μA 計に交換する。
- 以上の結果を一枚のグラフにまとめて書く。順方向と逆方向を一つのグラフに収めるため、図 5 のように順方向-逆方向で電流の単位を変える。
！測定データポイントを○印等の記号で明確に記すこと。
！理論特性と比較して考察せよ。

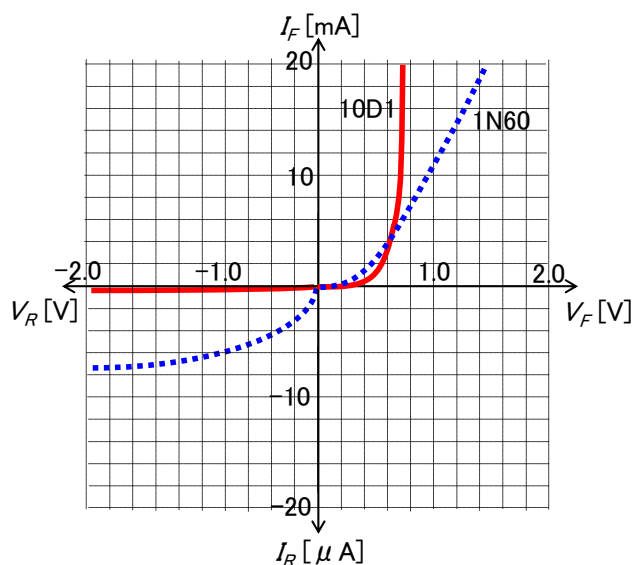


図5. 静特性測定グラフ例

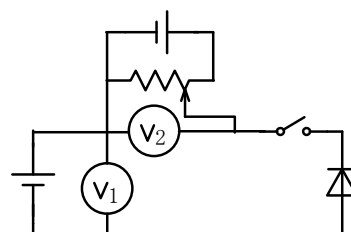


図6. 研究事項の測定回路

【注意事項】

- (1) 使用するダイオードの定格を調べてから実験する。
- (2) 半導体素子は温度により特性が敏感に変化するので接合部の温度が上昇しないよう注意する。

【研究事項】

- (1) 結線図で電流計を順方向、逆方向で電源側、負荷側につないだ理由を考えよ。
- (2) 可変容量ダイオード(別名:バラクタ、バリキャップ)および、ツェナーダイオード(別名:定電圧ダイオード)の動作原理と用途(どのようなところに使用されるか)を調べよ。
- (3) 逆方向電圧を加えると飽和電流 I_s 以上は増加しないはずだが、ある電圧以上では電流が急増する。この原因としては、①トンネル効果に基づくツェナー破壊 ②高電界によりキャリアの増加がもたらすなだれ破壊 ③局所的な加熱などによる熱的破壊があげられる。ツェナー破壊となだれ破壊は可逆的な変化なので、この性質を利用したのが定電圧ダイオードである。次の様な回路で定電圧ダイオードの静特性を測定してみよ。

【参考文献】

- [1] 松下電器工学院「プログラム学習による基礎電子工学 電子回路編 I」 pp.2-20, 廣済堂出版
- [2] 大熊「図解でわかるはじめての電気回路」 pp.254-277, 技術評論社
- [3] 大熊「図解でわかるはじめての電子回路」 pp.24-56, 技術評論社
- [4] 「最新ダイオード規格表」 CQ 出版