



## 15 非線形回路②～ダイオード応用回路～

馬場 清太郎  
Seitaro Baba

前回紹介したコンパレータ回路と並ぶ非線形回路の重要なものに、ダイオードを使用した整流回路と検波回路があります。

ダイオードは、トランジスタやFETのような能動素子と異なり、構造も機能も単純だと思われるかもしれませんが、使用してみると種々の問題があり、一筋縄ではいきません。そこで今回は、理想ダイオード回路や直線検波回路など、ダイオードを応用した回路の設計上のポイントについて触れます。

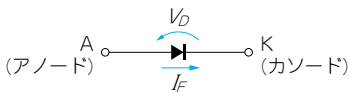
### ダイオードの基礎知識

#### ■ 基本特性

##### ● 基本動作

一般にダイオードは、図15-1(a)に示す記号で表され、図15-1(b)に示すような特性をもっています。つまり、アノードからカソードに電流が流れ、逆方向にはほとんど流れません。

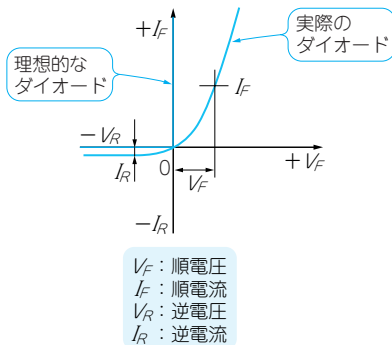
〈図15-1〉<sup>(1)</sup> ダイオードの記号と基本特性



$$V_D = \frac{kT}{q} \ln\left(\frac{I_F}{I_R}\right) \dots \dots \dots (15-1)$$

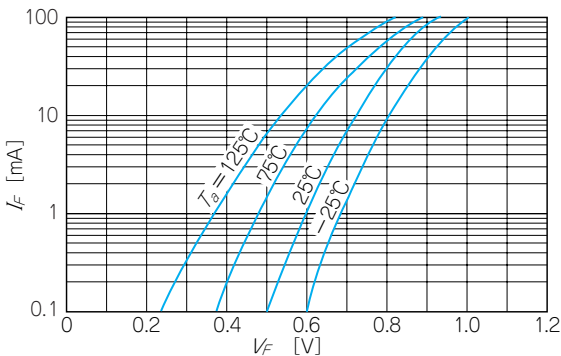
ただし、 $q$ : 電子の電荷 ( $1.603 \times 10^{-19}$ ) [C],  
 $k$ : ボルツマン定数 ( $1.381 \times 10^{-23}$ ) [J/K],  
 $T$ : 温度 [K],  
 $I_R$ : 逆飽和電流 [A]  
 例えば、1SS120では、 $T=25^\circ\text{C}$ ,  $I_F=1\text{mA}$ のとき  
 $V_D=0.6\text{V}$ なので、  
 $I_R=7.166 \times 10^{-14}\text{A}$

(a) ダイオードの記号と関係式

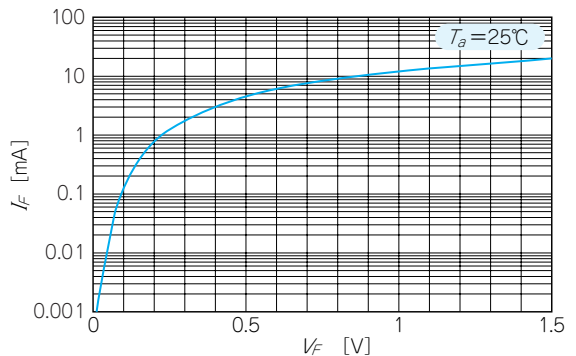


(b) ダイオードの特性

〈図15-2〉<sup>(2)</sup> ダイオードの順方向特性



(a) 1SS120(PN接合ダイオード)

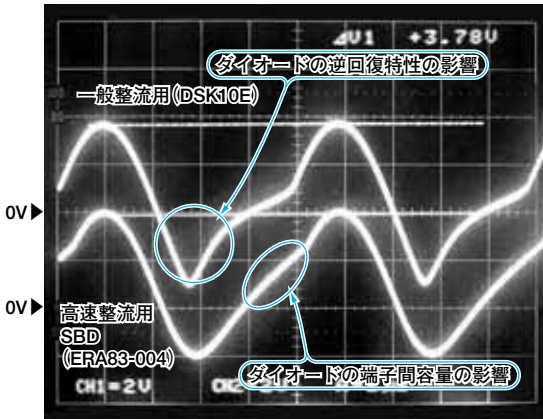
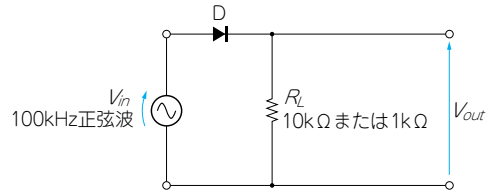


(b) 1SS108(ショットキー・バリア・ダイオード)

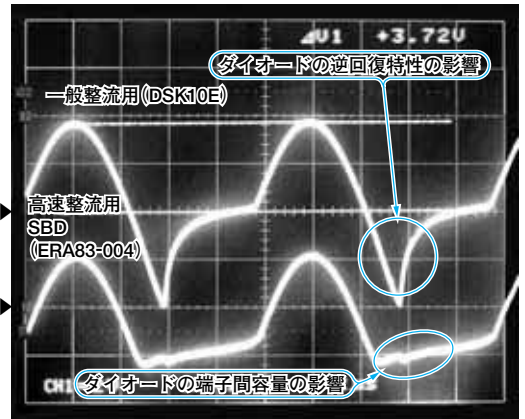
〈表 15-1〉 実験に使用したダイオード

番号	型名	メーカー名	$V_R$	$I_F$	用途
①	DSK10E	三洋電機	400 V	1 A	一般整流用
②	ERA83-004	富士電機	40 V	1 A	高速整流用SBD
③	1SS120	日立製作所	60 V	150 mA	高速スイッチング用
④	1SS108	日立製作所	30 V	10 mA	高速スイッチング用SBD

〈図 15-3〉 ダイオードの特性を見る実験回路

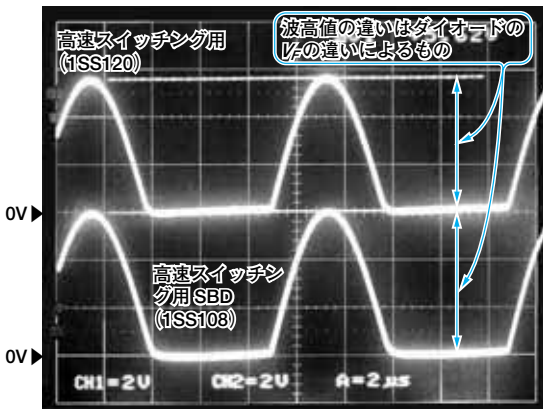


(a)  $R_L = 10k\Omega$



(b)  $R_L = 1k\Omega$

〈写真 15-1〉 一般整流用ダイオードと高速整流用ダイオードの応答特性 (2 V/div., 2 μs/div.)



〈写真 15-2〉 高速スイッチング用ダイオードと高速スイッチング用SBDの応答特性 (2 V/div., 2 μs/div.)

シリコンPN接合型のダイオードの端子間電圧と電流の関係は、図に示す理論式 (15-1) で表されます。

図 15-1(b) に示すように、理想的なダイオードは、アノードに対するカソードの電圧  $V_D$  が 0 V 以下のとき電流がゼロで、 $V_D \geq 0$  V のとき電流が流れます。

図 15-2 に示すのは、シリコンPN接合型の小信号スイッチング・ダイオード 1SS120 と小信号ショットキー・バリア・ダイオード 1SS108 の順方向特性です。

ショットキー・バリア・ダイオード (以下、SBD) の順電圧は、1 mA 以下の小電流領域でとても小さいことがわかります。図には示しませんが、1SS120 の

逆電流は無視できるほど小さく、1SS108 の逆電流は 1SS120 と比べてとても大きな値です。

### ● 各種ダイオードの周波数特性と用途

ダイオードには、用途によっていろいろな種類のものがあります。ここでは、各ダイオードの応答特性を実験で見てください。表 15-1 は実験に使用したダイオードです。

図 15-3 に示す回路で、手もちのダイオードを測定してみると、写真 15-1 と写真 15-2 に示すような結果が得られます。

負荷抵抗  $R_L = 10 k\Omega$  の結果 [写真 15-1(a)] から、一般整流用ダイオードと整流用SBDの違いが顕著にわからなかったため、 $R_L = 1 k\Omega$  で同様な実験をし、写真 15-1(b) のような結果を得ました。負荷抵抗を変えると、逆回復特性と端子間容量を分離して観測できます。

これらの結果から、次のことがいえそうです。

#### ▶ 一般整流用ダイオード

逆回復時間が約 4 μs あり、商用周波数の整流以外には使用できません。端子間容量はSBDよりも小さいです。

#### ▶ 整流用SBD

端子間容量が大きく、負荷抵抗は数百Ω以下でないで使用できませんが、 $V_F$  が小さく周波数特性も良いです。

