

電子部品活用★成功の力ギ

第2回 受動素子で構成される基本回路①

RとCによる基本回路のしくみと特性

長友 光広
Mitsuhiro Nagatomo



● デジタル回路を支える受動素子

最近ではどちらかと言うとアナログ回路の分量が減り、多くの回路がデジタル化されています。それに従って、ディスクリート半導体や受動部品の数よりも、ICの方が回路の多くの部分を占めるようになっていきます。

受動素子と言え、各ICの電源のバイパス・コンデンサや、デジタル信号線のプルアップ抵抗など、回路動作の脇役的な使われ方が多くなっているような気がします。

● 受動素子が回路の性能を決める

それでも多くのアナログ回路においては、特に比較的高い周波数を扱う回路では、まだまだ受動素子が回路動作の主役を演じています。

なかには、回路ブロックにほとんど能動素子が使用されずに、受動素子だけで構成されるものも、しっかり存在しています。

今回は、デジタル化が進む電子回路においても、使われることの多い受動素子で構成される回路について、いくつかの例を紹介します。

抵抗素子だけで構成される回路

● 電圧-電流変換回路

抵抗素子は、オームの法則に従い、電圧値と電流値の間の橋渡しをする目的で使用されることがよくあります。

例えば、LEDを用いたパイロット・ランプの回路を例に示します(図2-1)。この回路は、正確に言うところ「抵抗だけの回路」とは言えないのですが、ここに使用されている抵抗素子は、電源電圧の値をLED駆動電流に結びつけるうえで、非常に重要な役割を演じています。

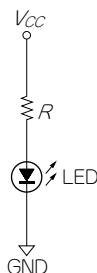
▶ 電源電圧からLEDの駆動電流を得る

LEDから放射される光の強さは、LEDの端子電圧値で決まると言うよりも、LEDに流す電流値によって決まると言った方が正確です。LEDを電圧駆動すると、温度変化により光強度が大きく変動しますが、電流駆動にした場合には、電圧駆動の場合よりも光強度が安定になります。

この回路に使用されている抵抗素子は、電圧値である電源電圧から、電流値としてのLED駆動電流を作り出すための係数を与える働きをしていると言えます。このように、ある電圧源から任意の電流値を得たい場合の最も簡単な方法として、抵抗素子が多用されます。

多くの半導体素子は電流値によって特性が決まる

半導体素子の多くは、端子間にかかる電圧よりも素子に流れる電流値によって基本的な特性が決まるものが多いと言えます。例えば、トランジスタの増幅率や雑音特性、トランジェント周波数などは、コレクターエミッタ電圧の影響も少しはありますが、どちらかと言うと、コレクタ(エミッタ)電流値によって大きく値が変化します。



LEDの順方向電圧を V_F とすると、抵抗にかかる電圧 V_R は、

$$V_R = V_{CC} - V_F$$

従って、LEDに流れる電流 I は、

$$I = V_R / R = (V_{CC} - V_F) / R$$

つまり、 V_F と I の関係が R によって結び付けられる

図2-1 抵抗を用いたLEDパイロット・ランプ回路

● 電流-電圧変換回路

ある電流源があって、そこからの出力電流を電圧値に変換したい場合が多くあります。

例えば、フォト・ダイオードからの出力電流を電圧値に変換したい場合などがこれに相当します。フォト・ダイオードに光を照射した場合には、フォト・ダイオードの両端に発生する電圧よりも、フォト・ダイオードの出力電流の方が、照射光パワーに対してより良好な直線性を示します(図2-2)。

▶ フォト・ダイオードの出力電流を電圧値に変換

この回路は、フォト・ダイオードにバイアスを与えることにより、光パワーにかかわらずアノード電位を

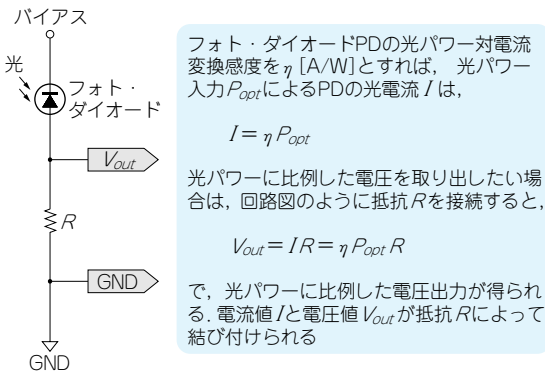
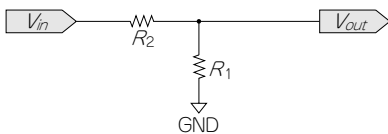


図2-2 フォト・ダイオードの出力電流を電圧値に変換する回路

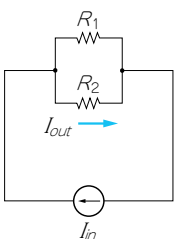


入力電圧 V_{in} に対する出力電圧 V_{out} の比をゲイン G として表すと、

$$G = V_{out} / V_{in} = R_1 / (R_1 + R_2)$$

で計算できる。抵抗値がマイナスの値でない限り、 G の値は必ず1以下となる。この関係は、直流でも交流でも、周波数に関係なく成り立つ。(ただし、抵抗が理想的なもののみなせる場合)

図2-3 分圧回路



電圧に対する分圧回路と同じように、電流も分流回路と呼ばれる抵抗の組み合わせ回路で、大きさを減衰させることができる。

入力電流 I_{in} に対する出力電流 I_{out} の比をゲイン G とすると、

$$G = I_{out} / I_{in} = R_1 / (R_1 + R_2)$$

となり、 G は必ず1以下の値となる

図2-4 分流回路

カソード電位よりも常に低く保ちつつ、フォト・ダイオードから光電流を取り出す形となっています。

次段の回路が入力情報として電流信号ではなく、電圧信号を必要とする場合には、図2-2に示すように直列に抵抗素子を挿入し、抵抗の両端に発生する電圧値を出力信号とします。この場合の抵抗素子も、電流値と電圧値に結びつける係数を与える重要な働きをしています。

● 分圧回路

回路設計をしていると、信号電圧をある一定の係数で減衰させたい、という場面によく出くわします。

このような場合に好んで用いられるのが、図2-3に示すような分圧回路です。入力電圧に対する出力電圧の倍率を G で表すと、

$$G = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

となり、 G は1よりも必ず小さくなります。

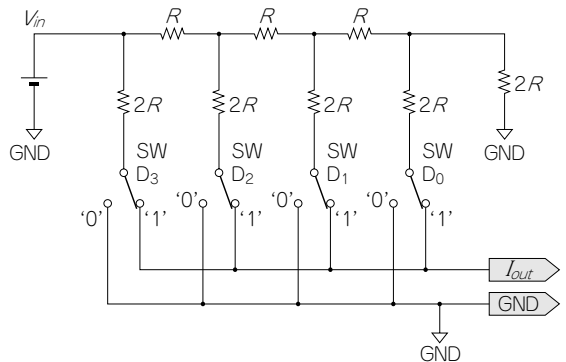
● 分流回路

電圧の場合と同様に、ある電流値を一定の割合で減衰させてから取り出したい場合もあります。

このような場合に用いられるのが、図2-4に示すような分流回路です。出力電流を R_2 に流れる電流として、入力電流に対する出力電流の倍率を G で表すと、

$$G = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

となります。この場合も G の値は1よりも必ず小さくなります。



4ビットのデジタル・データに基づき電流を出力する。つまり4ビットのD-Aコンバータとして機能する。入力の基準電圧を V_{in} とすれば、基準電圧源から入力される全電流値は $I_{in} = V_{in} / R$ となる。出力電流 I_{out} は、デジタル・データの値を D (0~15)として、

$$I_{out} = (V_{in} / R) (D / 16)$$

となり、デジタル・データに基づく出力電流が得られる。ただし、 I_{out} を受け取る負荷抵抗は十分に低い値が要求される

図2-5 電流型ラダー回路