

## トランジスタ Cooking!

〈第14回〉

## なめらかな波形を作るトランジスタ回路

柴田 肇  
Hajime Shibata

今回は、なめらかな波形の信号を生成する回路を作るテクニックを紹介します。トランジスタを使って、直線的に変化する入力信号に対して、山谷のある信号を出力したり、その山の大きさを変化させたりします。

今回は、これらのテクニックを利用して、三角波を入力すると、オシロスコープに“Q”という文字を描き出すための二つの信号(X軸用とY軸用)を生成する回路を作ります。

## ● なめらかな信号を生成するには

さまざまな波形を近似した関数の信号を生成する回路を任意波形発生回路といいます。任意ということですから、直線的に変化する線形信号も、なめらかに変化する非線形信号も生成できなければなりません。

なめらかに変化する信号は、非線形回路に線形信号

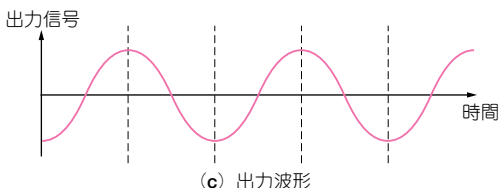
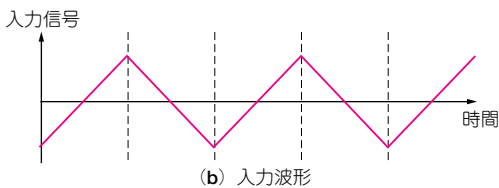
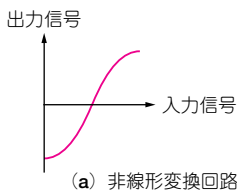


図14-1 なめらかに変化する信号は非線形回路に直線的に変化する信号を入力して生成する

を入力して発生させます。例えば、図14-1に示すように、直線的に変化する信号(線形信号)として三角波を非線形回路に入力すると、三角波信号はなめらかに変化する非線形な信号に変換されて出力されます。

方形波発生回路や三角波発生回路のように、直線的に変化する線形信号を作る回路はそれほど難しくはありませんので、ここでは紹介しません。

## オシロスコープに“Q”を描く

## ■ オシロスコープを

## X-Yモードに設定する

オシロスコープは、入力信号の時間変化を表示する測定器です。管面の横軸は時間、縦軸はチャンネル1またはチャンネル2の入力電圧ですが、時間レンジ調整つまみを回しきると、X軸がチャンネル1の入力電圧、Y軸がチャンネル2の入力電圧になります。

これは、X-Yモードと呼ばれる測定モードで、この機能はたいいていのオシロスコープが備えています。手元にあるオシロスコープの時間軸調整つまみの辺りを見てみてください。“X-Y”と書かれた目盛り表示があるはずです。

X-Yモードでは、管面の横方向にチャンネル1の電圧が表示され、縦方向にチャンネル2の電圧が表示されます。管面に当てられているビームの位置が、チャンネル1の電圧  $V_{CH1}$  とチャンネル2の電圧  $V_{CH2}$  で制御されるわけです。X-Yモードを利用すると、二つの正弦波信号の位相差や周波数比などが図形で描き出され、とても便利です。

今回は、このX-Yモードを利用します。

## ■ オシロスコープに入力する信号の条件

## ● 方形波を描く場合を考えてみる

X-Yモードを使って、オシロスコープの管面に図14-2に示すような正方形を描くためには、X軸(チャンネル1)とY軸(チャンネル2)にどんな信号を入力した

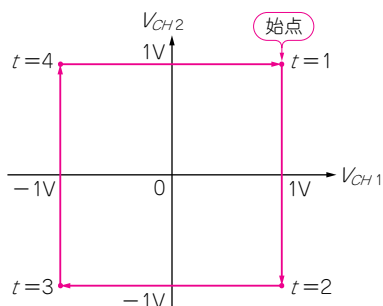


図14-2 オシロスコープにどんな信号を入力すると管面に正方形が写しだされるのか？

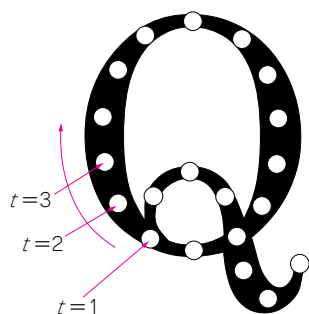


図14-4 グラフィック・ソフトウェアで文字“Q”を描き座標を読み取る

らよいのでしょうか。

正方形の右上の座標(+1, +1)から、描画をスタートすると、初期電圧は、

$$(V_{CH1}, V_{CH2}) = (+1V, +1V)$$

です。

ここを始点にして、時計回り方向に右下(+1, -1)へ進むには、横軸  $V_{CH1}$  の値を変化させずに、縦軸  $V_{CH2}$  の値を+1Vから-1Vまで変化させればよいわけです。右下に進んだ段階では、各チャンネルの電圧は、

$$(V_{CH1}, V_{CH2}) = (+1V, -1V)$$

となります。

次に、時計回り方向に左下(-1, -1)へ進むには、縦軸  $V_{CH2}$  の値を変化させずに横軸  $V_{CH1}$  を+1Vから-1Vまで変化させます。左下に進んだ段階では、各チャンネルの電圧は、

$$(V_{CH1}, V_{CH2}) = (-1V, -1V)$$

になります。

このような手順を繰り返して、左上と右上に進むと、正方形が一筆書きされます。このときのチャンネル1とチャンネル2の入力信号の電圧は、図14-3に示すように変化する波形になります。この二つの信号をオシロスコープに入力して、X-Yモードに設定すると、図14-2の一筆書きされた正方形が管面に映し出されます。

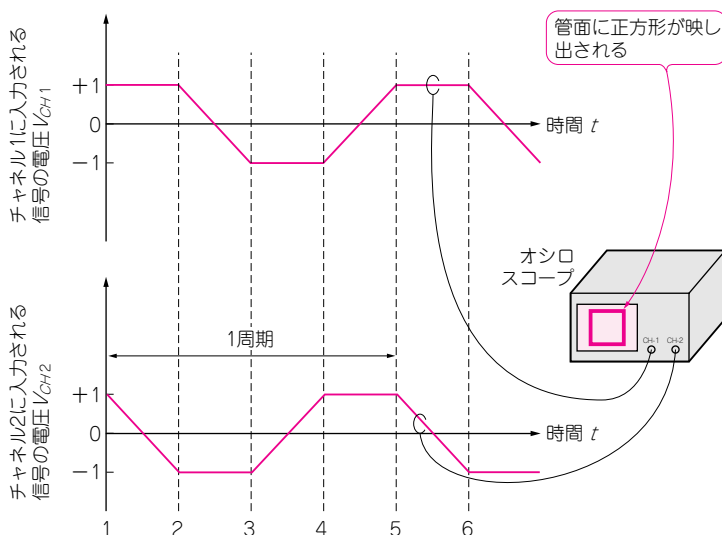


図14-3 オシロスコープ管面に正方形が描き出されているときのチャンネル1とチャンネル2の入力信号波形

周波数の低い信号を入力すると、ゆっくりと輝点が見えるはずですが、この動作を速めるように、1秒間に何十回も繰り返される周波数の高い信号を入力すると、目の残像効果によって、管面に正方形が表示されているように見えます。

### ● “Q” を描く場合

オシロスコープに“Q”の文字を描き出すためには、X軸方向の入力信号電圧と、Y軸方向の入力信号電圧をどのように変化させればよいのでしょうか。

一筆書きの順に沿って、“Q”の文字の各点の座標を取り出します。私は、図14-4のように、グラフィック・ソフトウェアを使って“Q”の文字を大きく表示させ、各点の座標を読み取りました。座標の読み取りは、左下の点  $t=1$  から始めて、時計回りに行いました。

読み取った座標を表14-1に、それらをプロットした図形を図14-5に示します。座標データをなめらかにつなげることで、確かに“Q”の文字を表現できることがわかります。

図14-6に示すのは、X方向とY方向の入力信号  $X_{in}(t)$  と  $Y_{in}(t)$  の時間変化をプロットした結果です。

図14-6に示す二つの信号が出力される非線形回路(X軸用とY軸用)を作り、X軸用の信号をチャンネル1に、Y軸用の信号をチャンネル2に入力し、さらに測定モードをX-Yモードに設定すれば、管面に“Q”の文字が映し出されるはずですが。

