

アナログ回路の世界へようこそ！

## はじめての電子回路工作

島田 義人  
Yoshihito Shimada

### 第3回 位相シフト・エフェクタの製作

今回は、移相器を応用した空間系エフェクタ「フェーザ<sup>phaser</sup>」を製作します。写真3-1に示すのは、製作した基板と連載第1回(2006年6月号)で製作したアンプを接続してスピーカを鳴らしているところです。

フェーザとは、信号を入力すると、揺れ動いたり、回転する音場を作り出してくれるエフェクタです。フェーズ<sup>phase shifter</sup>・シフタともいいます。1960～70年代の回

転スピーカの効果を電氣的に作り出す装置が最初で、オルガン・サウンドに使われていました。

フェーズ<sup>phase shifter</sup>は、日本語で位相です。シフタは「交換機」または「変動させるもの」といった意味です。要するに「位相をずらす装置」のことです。

フェーザは入力信号(原音)と、その位相を変化させた信号を作り出し、両者を足し合わせます。写真3-1に示すように、足し合わせる二つの信号の位相差が0°の場合は、音の大きさ(振幅)は2倍になり、逆相の場合は消えます。フェーザはこの性質を利用しています。紹介するフェーザの移相器は、簡単のため2段構成ですが、市販のギター・エフェクタでは一般に4段構成、オルガン用では8～12段構成のようです。

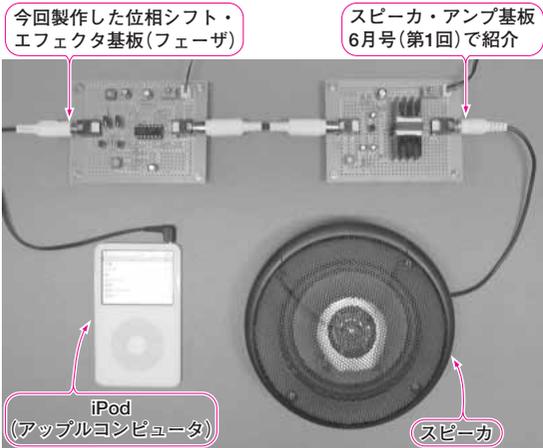


写真3-1 製作した位相シフト・エフェクタ基板の外觀  
連載第1回で製作したアンプを接続してスピーカを鳴らしている

### 効果が生み出されるしくみ

#### ● 位相とは…周期的に変化する信号の波の位置

図3-1に示すように、円周上を移動する点と中心を結ぶ直線を考えます。その直線とX軸が成す角度(回転角)を横軸に、その直線のY方向の長さを縦軸にしてグラフを描くと正弦波が得られます。逆に考えると、正弦波上の点の位置は回転角で表現できます。この位置を示す角度が位相です。

### Keyword 1

### JFETのドレイン-ソース間抵抗

図3-Aに示すのは、NチャンネルJFET 2SK30A(写真3-A)のドレイン電流 $I_D$ -ドレイン-ソース間電圧 $V_{DS}$ 特性です。 $I_D$ は $V_{GS}$ が0Vのとき最大となります。

$I_D$ - $V_{DS}$ 特性は、 $V_{DS}$ を増加させると $I_D$ がほぼニアに増加する領域(非飽和領域)と、 $V_{DS}$ の変化に対して $I_D$ がほとんど変化しない領域(飽和領域)の二つの領域に分けられます。JFETを非飽和領域で動作させれば、可変抵抗素子として使うことができます。 $V_{DS}$ の変化に対する $I_D$ の傾き

の逆数がドレイン-ソース間の抵抗値 $R_{DS}$ に相当します。この抵抗値は図3-8(p.221)に示したように、ゲート-ソース間電圧 $V_{GS}$ によって大幅に変化します。つまり $V_{GS}$ によって抵抗値を制御できます。また、 $V_{GS}$ を負方向に大きくしていくと $I_D$ は小さくなり、最後にはドレイン電流が0Aになります。つまりドレイン-ソース間の抵抗値 $R_{DS}$ はとても高くなります。このときの $V_{GS}$ をピンチオフ電圧( $V_P$ )といいます。

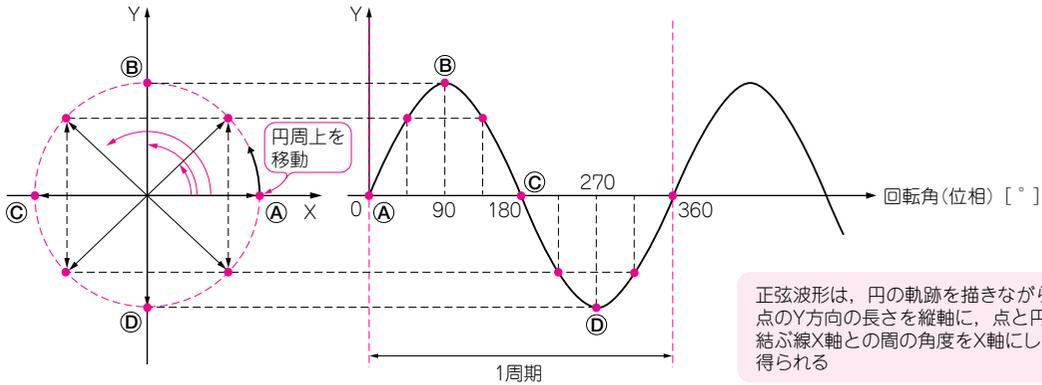


図3-1 円上を移動する点の位置は振幅(Y軸)と位相(X軸)で表せる  
逆に正弦波上の点の位置は回転角を使って表現できる

● 波形が同じで位置が異なる二つの信号の関係を言葉にすると…

図3-2には、形状が等しい二つの正弦波が描かれています。違うのは、X軸方向の位置関係です。

この二つの正弦波を見ながら、反時計方向に移動する図3-1の円上の点を思い浮かべてください。上側の正弦波は、図3-1の円の点Bから反時計方向に回転を始めると描くことができます。下側の正弦波は、点Aから描くと得られます。つまり、下側の波形は上の波形に対して1/4周期(90°)遅れています。

二つの信号がこのような位置関係にある場合、「下側の波形は、上側の波形より90°位相が遅れている」または「-90°の位相である」といいます。「上側の波形は下側の波形より90°位相が進んでいる」または「+90°の位相である」ともいえます。

● 位相の異なる二つの波を合成するとどうなる？

図3-3に示すように、二つの同じ形の波を足し合わせると、位相差によって波の形状が変化します。

- (a) 二つの波の位相が同じ(位相差0°)のとき、波の山どうしや谷どうしが重なり、波は互いに強め合い、合成後の波の振幅が2倍になる

- (b) 位相がずれていると波の山側と谷側が重なり、振幅が小さくなる

- (c) 位相が180°(ちょうど波長の半分)までずれると、波形の山と谷が完全に重なり、信号は打ち消し合って消滅する

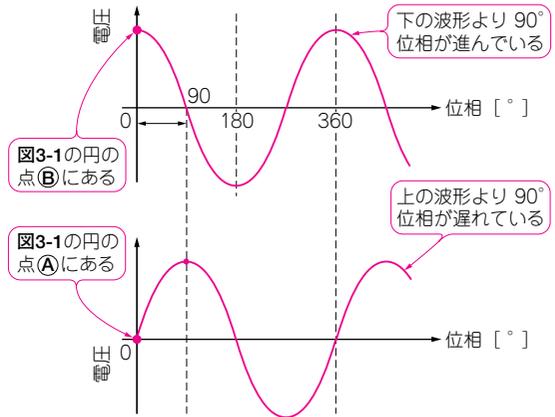


図3-2 これら二つの正弦波の位置関係を言葉にすると？  
下側の波形は、上側の波形より90°位相が遅れている

Keyword 1

JFETのドレイン-ソース間抵抗(つづき)

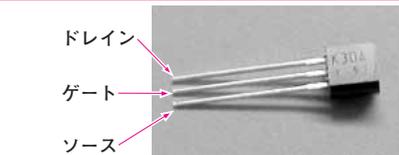
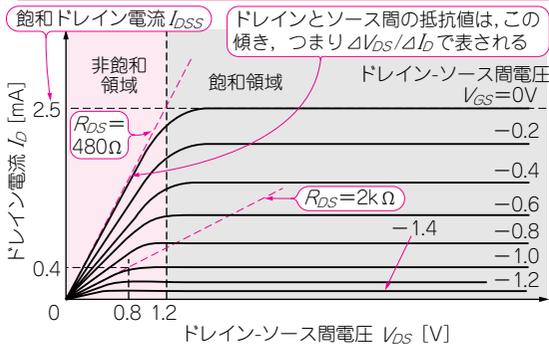


写真3-A JFET 2SK30Aの外観  
ゲート-ソース間電圧を変えるとドレイン電流が変化する

◀図3-A  
JFET 2SK30Aのドレイン電流-ドレイン-ソース間電圧特性  
非飽和領域で動かせば可変抵抗素子として使える