

4-1 発振器の製作

■ きれいなサイン波の発振器を作る ～ウィーン・ブリッジ可変周波数発振回路～ サイン波を作る方法

発振回路は帰還量が多すぎると波形がひずみます。また、帰還量が少ないと発振しなかったり不安定になったりします。この対策として3章では帰還量を大きめにした上で比較的ひずみが少なくなる回路を紹介しましたが、本当にサイン波が欲しい場合には、もっときちんと利得がコントロールされた回路を用意する必要があります。

図4-1-1は電球を使って増幅率の制限をしているウィーン・ブリッジ発振回路で、教科書的な書物によく載っているものを単電源化したものです。ご存じの方も多いかと思いますが、電球はその状態によって抵抗値が大きく変わり、フィラメントが熱くなる点灯時は、消灯時よりもはるかに大きな抵抗値を示します。このため発振信号が直接通り、なおかつ増幅率にも影響を持つ抵抗器を電球に置き換えることができれば発振の強さを制御することが可能になります。これは非発振時には大きな利得となり発振時には小さな利得となるようにすれば、非発振時には発振を始める方向に、発振時には発振を弱める方向に利得をコントロールすることができるからです。

表4-1-1、写真4-1-1は秋葉原で入手できた小型電球の抵抗値を測定したのですが、T3タイプ電球の場合、4～7倍の変化があります。OPアンプ回路で使用しますから実際に流れる電流は小さく、もっと電流消費量が少ない電球がよかったのですが、秋葉原ではT3タイプ(φ3mm)とT5タイプ(φ5mm)しか手に入りませんでしたのでこれで試してみました。

途中を省略して結論だけお話しすると、これらの電球を利用したウィーン・ブリッジ発振回路は固定周波数の発振には十分使えますが、周波数を変化させたときの状態変化を吸収する力まではありま

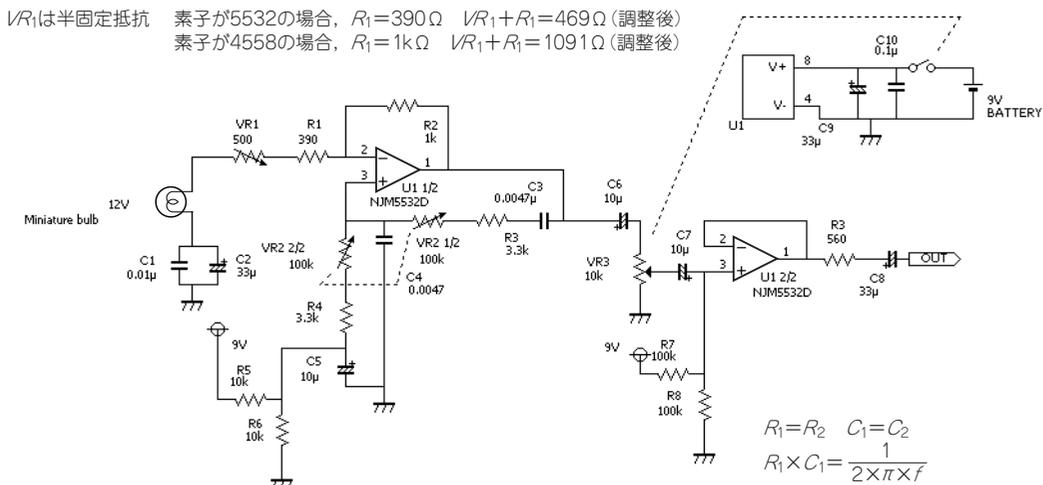


図4-1-1 電球式ウィーン・ブリッジ発振回路

せんでした。ある周波数で最適状態にしても、ほかの周波数では発振が止まったりひずんでしまったりしたのです。このようすを写真4-1-2、写真4-1-3に示します。

そこで電球の代わりにFETを使用した増幅率制御をすることにしました。FETはゲートにかかる電圧でドレイン・ソース間の抵抗が変化する素子で2章の表2-1-1のような種類がありますが、ここではNチャンネルの接合型(J-FET)を利用します。トランジスタのエミッタに相当するのがソースです。ソース電圧を基準にしたときに -2V 程度の電圧をゲート(ベースに相当)にかけるとドレイン(コレクタに相当)電流が流れ出します。 0V で 10mA 程度(品種、電圧により異なる)となり、プラスの電圧をかけるとさらに電流は増加します(注)が、通常は $-2\text{V}\sim 0\text{V}$ の区間を利用して可変抵抗素子として使用します。

しかし、今回の回路で利用するには大きな問題が二つ残りました。一つは、目的とする動作を実現する場合、ソースよりもゲート電圧のほうが低くなくてはならないということです。また、単電源動作なので反転入力とアースの間の抵抗はコンデンサを介していますが、ここで図4-1-1の電球を単純にFETに置き換えるとゲートにかけた電圧の逃げ場(正しくは基準となる電位)がなくなってしまうという問題もあります。

表4-1-1 麦球(小型電球)の抵抗値の変化

麦球		電流 ≈ 0 での抵抗値	両端 1.5V での抵抗値
T3タイプ	3 V	3.3Ω	23Ω
	6 V	10.1Ω	54Ω
	12V	23.2Ω	92.3Ω
T5タイプ	28V	75.3Ω	199Ω

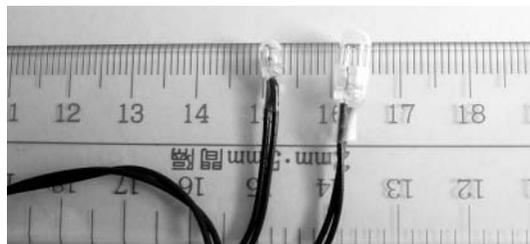


写真4-1-1 実験に使った麦球。左がT3タイプ、右がT5タイプ

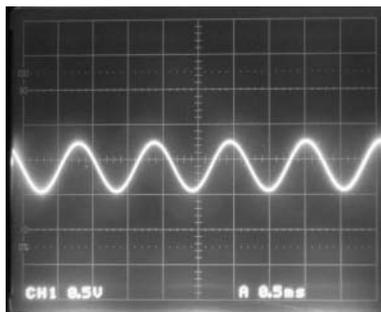


写真4-1-2 電球制御ウィーン・ブリッジの発振波形。もともと良好に調整したところ

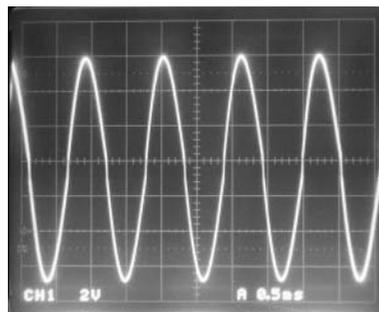


写真4-1-3 電球制御ウィーン・ブリッジを最大振幅に調整したところ

(注) これはディプレッション・タイプの場合で、小信号用に多い特性です。もう一つ、ゲート電圧が常にプラスのエンハンスメント・タイプも存在し、こちらは大信号用に多く見られます。