

## オペアンプ回路 2、理想ダイオード編

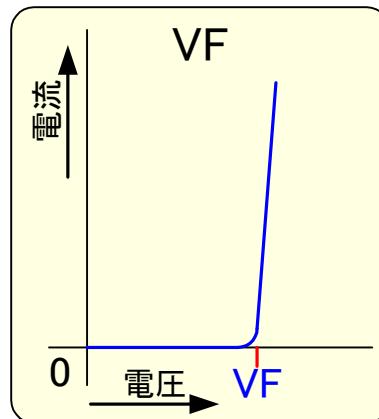
今回は、オペアンプとダイオードを組み合わせて作る**理想ダイオード**の話をします。

ダイオードに加わる順方向電圧と流れる電流は、順方向電圧が **0.7V**ぐらいになると急激に流れ始めます。この電圧を **VF**といいます。

VFは 電流が流れ始めた時点での電圧を示しています。整流用ダイオードなどで 電流を多く流すと、ダイオードで消費する電圧は、若干上がってきます。物によりますが、流す電流により **0.7 ~ 1.0 V**ぐらいは 变動します。

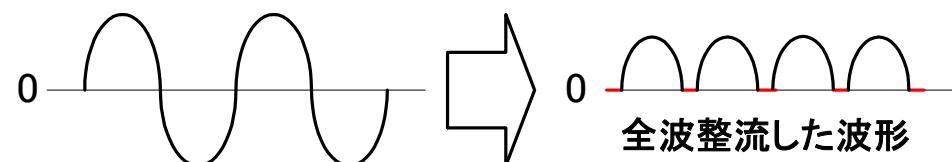
小信号用のスイッチングダイオードの場合は電流を さほど流さないので ダイオードの電圧降下は、ほぼ **0.7ボルト**ぐらいと 思われます。

その他、VFの低いダイオードとして、昔のゲルマニウムダイオードや、ショットキーバリアダイオードがあります。ゲルマニウムダイオードは、昔のラジオの検波用に使用されてました。

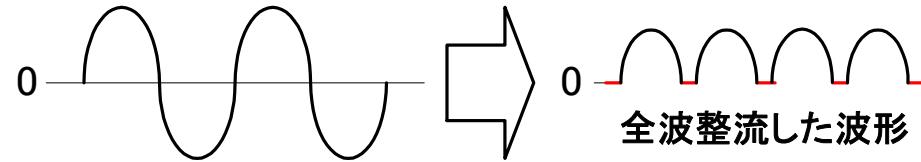


ショットキーバリアダイオードは、整流用と 小信号スイッチング用が、あります。ショットキーバリアダイオードは、逆方向電圧をかけると、僅かにリーク（漏れ）電流が流れます。

高圧を整流する場合は、VFの損失は、相対的に小さいので目立ちません。例えば 100Vに対する 0.7V の比率は、1 対 140 ぐらいです。それに対し、小信号用途では、低電圧で使用する事が多くので、VFまで、電圧が上昇しないと 電流が流れない事が、具合が悪い場合があります。交流電圧をトランスで降圧して整流し データ計測する場合ゼロクロス近辺の波形が潰れたようになります。



全波整流した波形

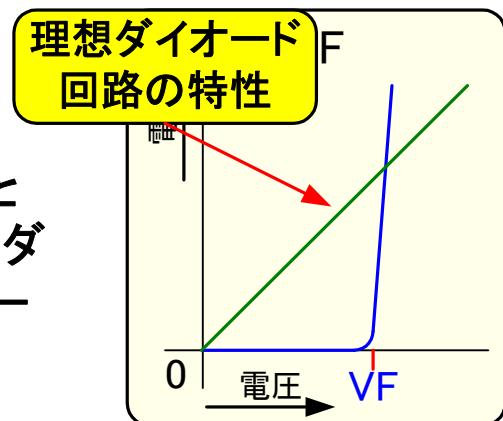


低電圧の交流波形を、全波整流した場合、  
0Vから  $\pm V_f$ までの間は、ダイオードの出力側  
に電流が出て来ないので、短い赤線で示した  
ように、電圧が現れません。また、波形の山  
の高さも、 $V_f$ 分 低くなっています。

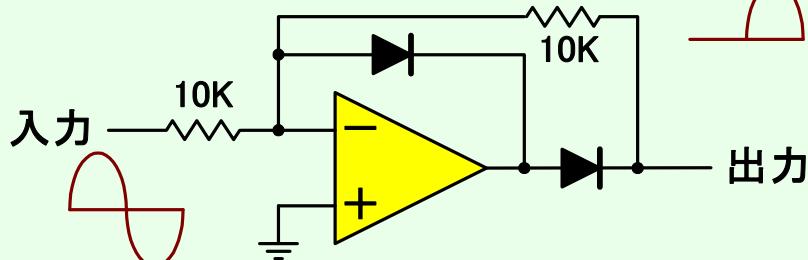
この波形を例えれば マイコンのA/Dコンバータ  
で取り込むと、低い電圧の時、誤差がひどく大  
きくなります。 という事で このようなデータ計  
測の分野では、ダイオードと オペアンプを組  
み合わせた理想ダイオード回路を用います。

理想ダイオードは、通常の  $V_f$ の損失を オペ  
アンプのフィードバック技術により、極限まで小  
さく出来ます。 負荷にもよりますが リニアな特  
性になります。 理想ダイオード回路も、半波  
整流回路と、全波整流回路があります。

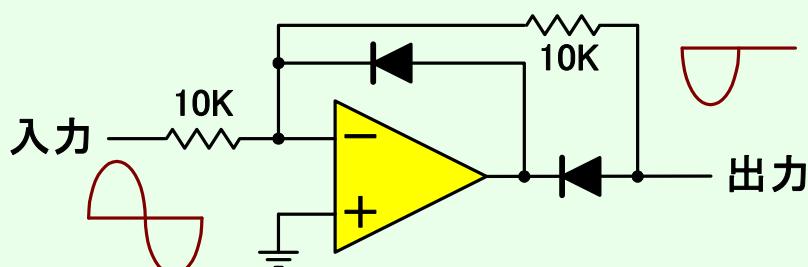
特に、全波整流の理想ダイオード回路は、絶対  
値回路とも呼ばれます。 例えば、 $+2V$ を入力すれ  
ば、当然  $+2V$ が出ます。  $-2V$ を 入力すれば  
 $+2V$ になります。 電圧の絶対値を 取った事にな  
ります。



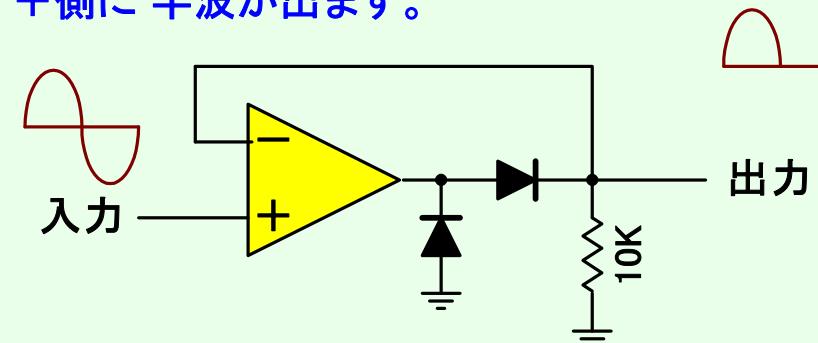
半波整流 理想ダイオード回路 ①  
反転して +側に 半波が出ます。



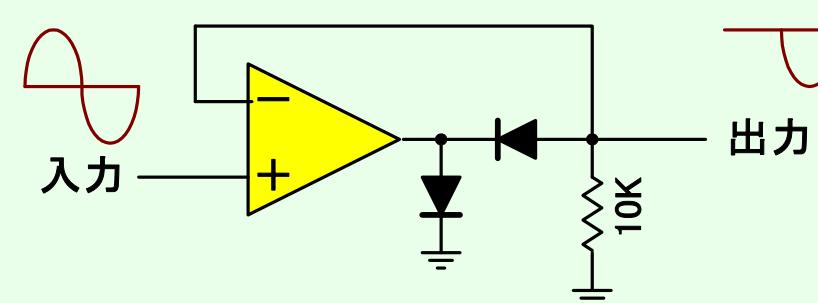
半波整流 理想ダイオード回路 ②  
反転して 一側に 半波が出ます。



半波整流 理想ダイオード回路 ③  
+側に 半波が出ます。



半波整流 理想ダイオード回路 ④  
一側に 半波が出ます。

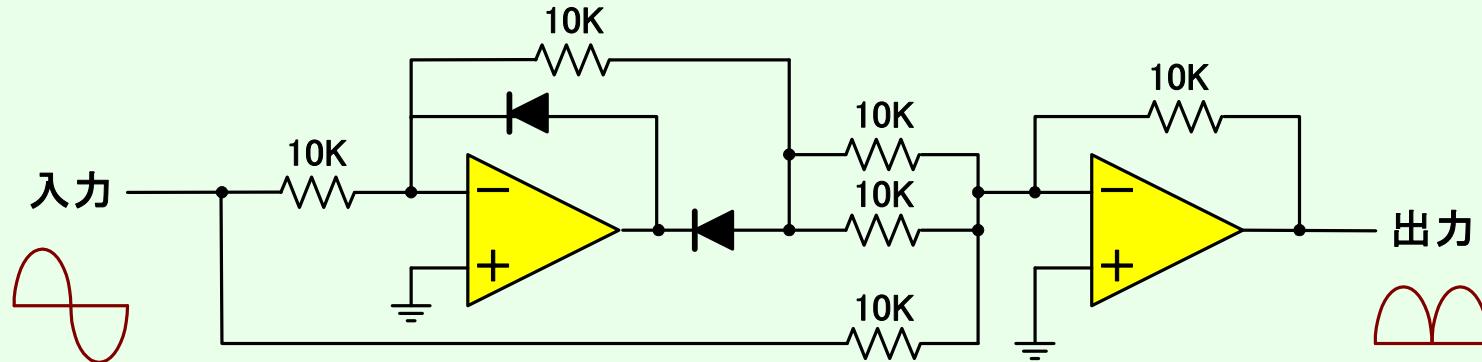


今回の 使用オペアンプは、NJM072Dです。  
差動入力段に J-FETが使用されています。  
電源電圧： ±4 ~ ±18V（ 今回は ±12Vで使用 ）

電圧利得： 106dB 、 スルーレイト： 13V/us  
入力換算雑音： 4uVrms です。

## 全波整流 理想ダイオード回路

+側に 全波が 出ます。 抵抗は全て同じ値(  $10K \sim 100K\Omega$  )です。



今回の基本編 実験ですが、

整流用ブリッジダイオードの 交流側と、整流出力側の波形を見てみます。

次に、半波整流 理想ダイオード回路 ①と ③と 上の全波整流 理想ダイオード回路の、入出力波形を、観測します。

## 応用編、ピークホールド回路

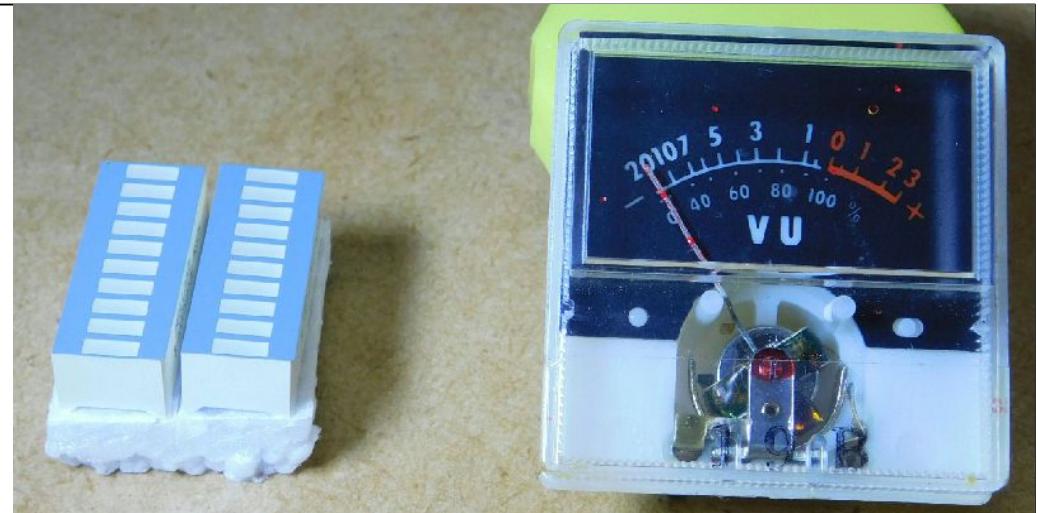
ピークホールド回路は、入力されたアナログ信号のピーク電圧を ホールドする回路です。

但し、ホールドと言っても微動だにせず、ピーク値を ホールドする訳ではなく、漏れ電流等で少しづつ放電して レベルが下がって行きます。

このピークホールド回路は、一体 何に使うのかというと、オーディオ信号の ピークレベル監視に使用します。昔のテープレコーダーやテープデッキ、SDカードレコーダーの、録音時のレベル監視に メーターの形で使われます。

遥か昔のテープレコーダーは、ピークホールドされて無い 針式のVUメーターである事が 多かったです。テープレコーダーも、後期は 針式でもピークメーターに、変わって行きました。

そして、蛍光表示あるいは LED、LCDによるバーグラフメーターに変わって行きました。

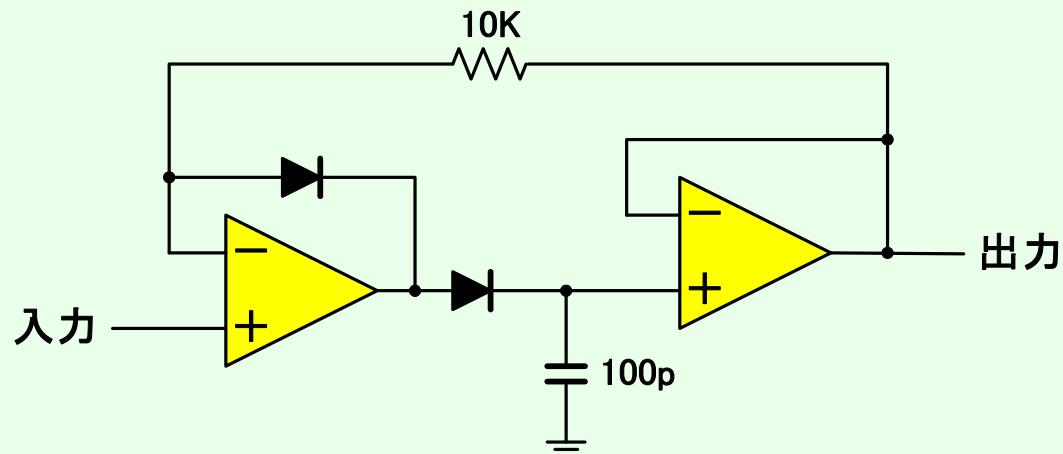


画像の左が、10 Dotの LEDバーグラフ表示器です。右は、小型の VUメーターです。

因みに、テープレコーダーの場合、録音レベル100%の 0VUを 少々超えて録音しても、あまり極端に 音が歪む事は有りません。でも 0VUを振り切らないように録音した方が 音はきれいに録音出来ます。テープは 音が緩やかに歪んでいくものと思われます。デジタル録音機の場合は 0VUを超えると、頭を ぶつけたように確実に音が歪みます。よってレベル調整が重要になります。

## ピークホールド回路の回路図

ピークホールド回路 回路図



上記、ピークホールド回路は、見てもらうとすぐ分かったと思いますが、左半分のオペアンプは、半波整流の理想ダイオード回路で、その出力に  $100\text{pF}$  のコンデンサがグランドとの間に接続されています。 $100\text{pF}$  のコンデンサはかなりゆっくり放電すると思います。時定数の調整でコンデンサを変える場合があるかもしれません。

左の回路をよく見ると、右側のオペアンプは、ボルテージフォロアになっています。そして右側の、ボルテージフォロア出力が、1段目オペアンプの、反転入力端子に入っています。

この場合のボルテージフォロアの役割は、 $100\text{pF}$  の小容量コンデンサを用いてゆっくり放電させるために、右側のオペアンプの入力インピーダンスが、非常に高い必要があった。という事です。

回路的にも、ボルテージフォロアは、入力インピーダンスが高くなりますし使用オペアンプ入力段も J-FETにより大変高インピーダンス入力となります。この回路にも、NJM072Dを使用します。では、回路をブレッドボードに作成して動作を確認します。



