

ESP32 A/D入力のノイズの低減

前回は、A/D変換後の量子化データを連続3回取り込み平均化する事で、ノイズの低減を目指しました。ノイズは気持ち小さくなつた様ですが、ハッキリした効果がある。というところまでは、行きませんでした。

尚、取り込むデータの性質(周波数成分)を検討して、ゆっくり変動するデータであれば、1サンプル分の平均化するための連続A/D変換処理を、5回、7回、あるいはそれ以上、増やす事も考えられます。そして、前回はサンプルレイト50Hzで、サンプリングしましたが、連續した複数のサンプルデータを使って更に移動平均を取る。というやり方もあります。これは、一次処理で連続A/D変換データの平均で1サンプルのデータを作り、二次処理で複数サンプルの移動平均を取るというやり方です。但し、二次処理を行うと、収録したい

データも多少鈍ってきますので、データを見ながら決めて下さい。ゆっくり変動する温度、湿度等のデータであれば、有効と考えます。

それに対し振動データ、例えば地震波の観測等は、二次処理の移動平均は入れる事が出来ません。因みに入力する周波数に対するサンプルレイトの勘所の例として、収録する振動波形の形がある程度分かるレベルで収録するのであれば、振動波形の高調波成分も多少収録する必要があります。基本波が10Hzとすると収録する上限周波数は、100Hzぐらいになります。で、サンプリング定理により、200Hzのサンプルレイトが必要となります。実は、地震波形の観測は、標準200Hzサンプリングで行われています。

本来の話に戻りますが、A/D入力のノイズ低減処理で、前段に電気的なフィルターを入れる方法もあります。今回は、OPAMPで行います。

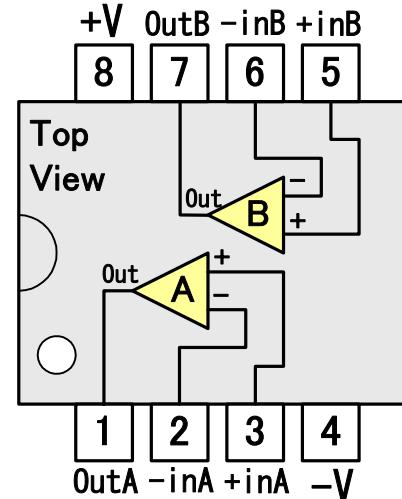
OPAMPとは

OPAMPは オペアンプと発音します。日本語では、演算増幅器といいます。100dB(10万倍)前後の高い電圧増幅度を持っています。+と-の2入力を持っており、出力は1つです。あと、+電源端子と-電源端子があります。

通常1パッケージに2個または、4個OPAMPが入ってます。1パッケージに1個の物もあります。それは、高性能な物が多く、出力電圧のオフセット調整とか、出来ます。

逆に1パッケージに4個入っているものは、ローコストタイプの普及品である事が多いためです。

LM324という4個入りの汎用OPAMPがありますが、電圧は、1電源3Vから使えますが、レールツウレールでは無いため上限がVcc-1.4VでVcc=3.3Vでは出力電圧が1.9Vまでしか正常に出ません。通常は多数出回っている2個入りのDIP8pinパッケージが扱いやすいです。



DIP 8pinのOPAMPの場合、殆どが、左のピン配置になっています。
(一部例外が有ります。)

元々OPAMPは、プラスマイナス2電源で使用する事を念頭に作られています。よって、1電源で使用可能なものは、商品説明に、1電源仕様と書いてあります。

特に、グランドからVccまで、フルスイングで使えるものは、殆どが1電源仕様です。

逆に1電源仕様でもフルスイングで無い物がありますので注意して下さい。フルスイングの事をレールツウレールともいいます。フルスイングのOPAMPの傾向としてスルーレイトが遅いです。種類にもよりますが、凡そ伝搬する信号は1kHz以下として下さい。

OPAMPの 最大信号レベルの レンジ

これは、何と表現していいのか、分からなかったので、最大信号レベルのレンジ、と書いたのですが、要は波形が歪まずに、ピーカツウピークで 最大 何ボルトの出力が出せるかという事です。昔の 1電源の OPAMPは グランド側は かなりグランドに近い電圧までだせますが、Vcc側は Vccより 1.4V低い電圧が、最大出力電圧となります。

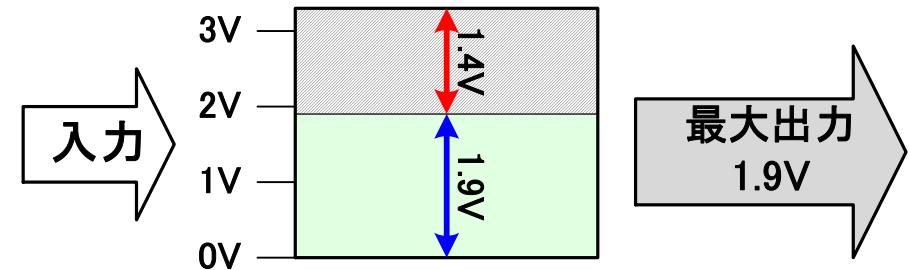
それを、改善したのが フルスイング または レールツウレールと呼ばれる OPAMPです。

多分このタイプのOPAMPは マイコンのA/D入力と直結する事を 念頭に マイコンと同じ電源電圧で 動作するように 開発された物と思われます。

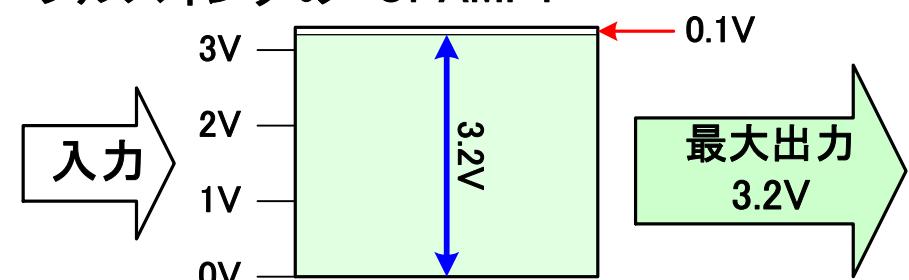
ところが、完全に グランドから 電源電圧の範囲で フルスイングする訳ではありません。

上限に僅かですが 0.1Vぐらいの 使用出来ない領域があります。電源電圧 3.3Vで、この事を図で示します。

① フルスイングで無い OPAMP:



② フルスイングの OPAMP:



メーカーの資料に書いてある 0.1Vですが ワーストケースなので、3.2Vは キープされると考えていいと思います。

OPAMPの バッファ回路



バッファ回路とは、前段の回路(センサ等)と後段の回路(ADC入力端子)の間に入れて、2つの回路の間で干渉しないようにする回路です。別の言い方をすれば 増幅度1のアンプです。センサの出力レベルの関係で多少増幅する場合もあります。例えば 温度センサLM60の場合は、電源電圧は2.7Vから使えるので、3.3Vで使用できます。ですが、温度を示す出力電圧が低いのです。

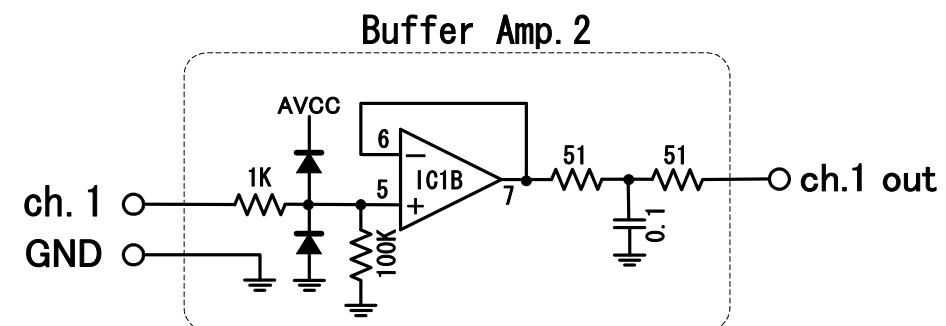
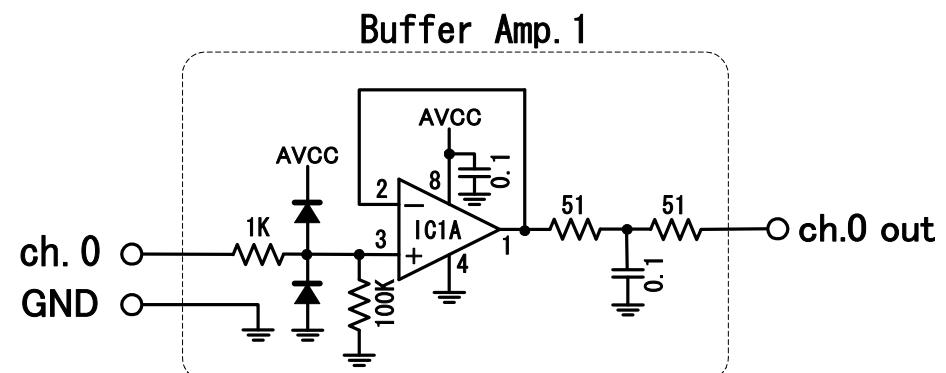
-40°Cで 出力: 174mV

0°Cで 出力: 424mV

100°Cで 出力: 1049mV

最大 125°Cで 出力: 1205mVとすれば
100°Cまでしか使わないとすれば、100°Cで ほぼ、1Vなので、3倍に増幅すれば 3.15Vで

ほぼ3.2Vに収まります。そうすれば、温度分解能に対する量子化数が増えるので、ノイズ面でも有利です。3倍に増幅するのは、どうするのかは 後で示しますので
まずは、基本形として、増幅度1の バッファ回路の回路図を示します。

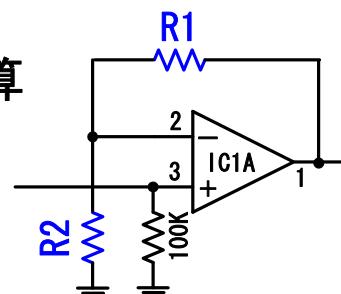


増幅度 可変型 バッファ回路

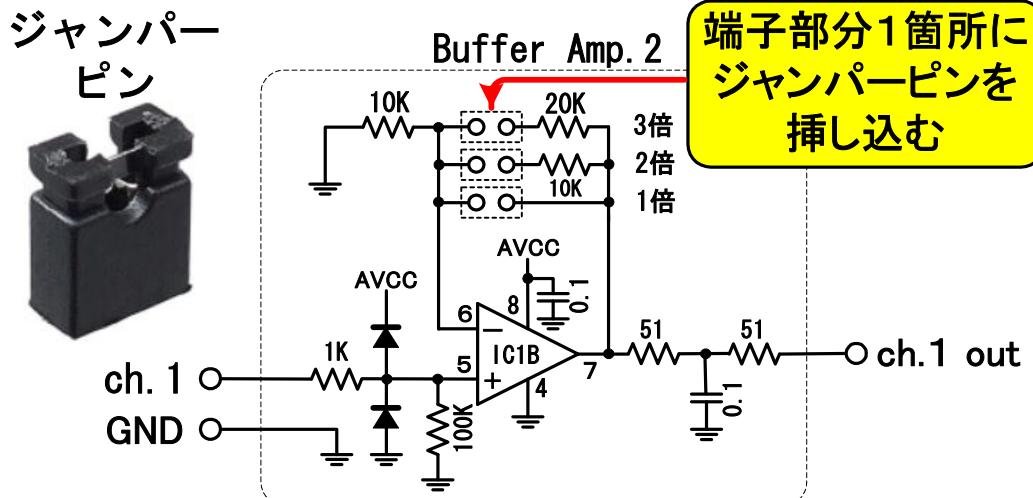
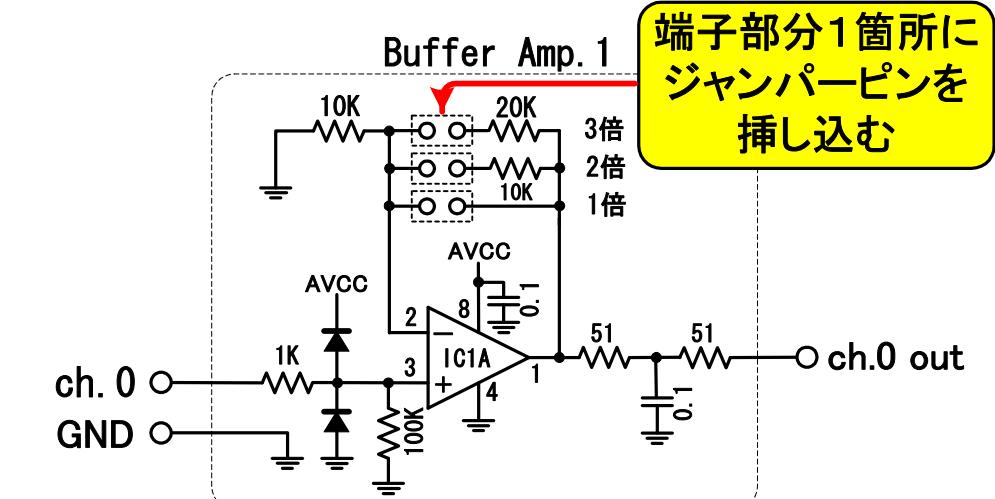
前ページの回路は、ボルテージフォロアと
言って、100% 負帰還をかけた回路です。
100% 負帰還をかけると、増幅度は 1 になります。
負帰還 NFB は
出力ピンから
一入力ピンを 接続
した部分です。2回
路入っているので
ch.0側と ch.1側の ピン番号を 表にしました。

増幅度を変えるのは、出力ピンと 一入力の
間、及び 一入力と グランド間に 抵抗を入れ
ます。その抵抗 R1と R2の抵抗値の比で
増幅度が決ります。

$\text{Gain} = (R1+R2) / R2$ で 計算
出来ます。例) R1=20K、
R2=10Kで あれば、
Gain = 3倍になります。



OPAMP 端子機能	ch.0 PinNo	ch.1 PinNo
出力	1	7
一入力	2	6
+入力	3	5



今回は、ゲイン 1 の 簡略化した基本形をブレッド
ボード上に 1回路構成して テストします。