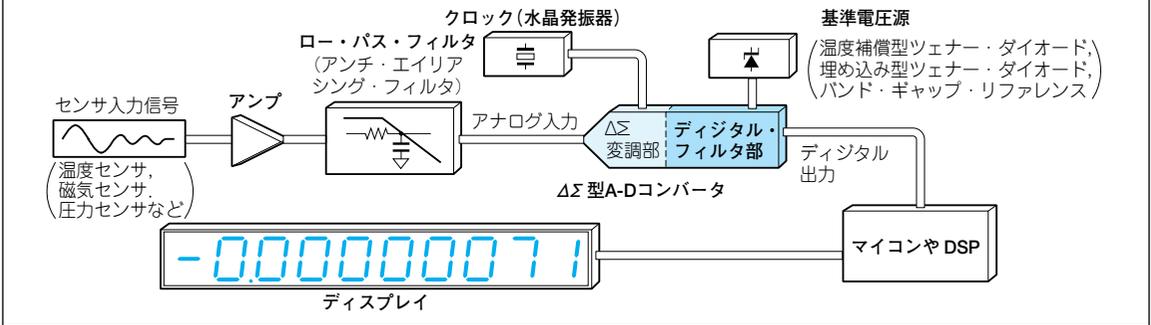


今回のターゲット回路ブロック



分かるようになること

- ・ 広帯域ΔΣ型A-Dコンバータの特徴
- ・ 広帯域型ならではの高性能なデジタル・フィルタのしくみ
- ・ 高分解能を引き出す低雑音プリアンプの作り方
- ・ ΔΣ型A-DコンバータICの実装方法

広帯域ΔΣ型A-Dコンバータの登場

● 進化するΔΣ型A-Dコンバータ

第1回の表2(b) (2007年8月号, p.202掲載)に広帯域ΔΣ型A-Dコンバータの仕様を示しました。以前は広帯域ΔΣ型A-Dコンバータというとオーディオ用がメインだったのですが、最近では工業用のものも市販されています。

以前は高速/高分解能A-Dコンバータといったら次回紹介する逐次比較型A-Dコンバータがポピュラだったのですが、ΔΣ型で数MSPsを越えるA-Dコンバータの登場で「とうとうここまでできたか」と正直驚いています。

● マルチビット化で24ビット、2.5MSPsを実現したAD7760

ΔΣ型A-Dコンバータというが従来は低周波用というのが一般的でしたが、最近ではSAR(逐次比較)型A-Dコンバータと遜色のないスピードと分解能をもつものが登場してきました。AD7760(アナログ・デバイゼズ社)は24ビットの分解能ながら、変換レートが2.5MSPsという高速性も併せ持ったA-Dコンバータです。

ΔΣ型A-Dコンバータは1ビットA-Dコンバータと1ビットD-Aコンバータで構成されていました(第1回の図2参照)が、これではオーバーサンプリング倍率Kを大きくしなければならず、高速化という点では難しいところがありました。

そこで図3-1のように、A-D/D-Aコンバータを

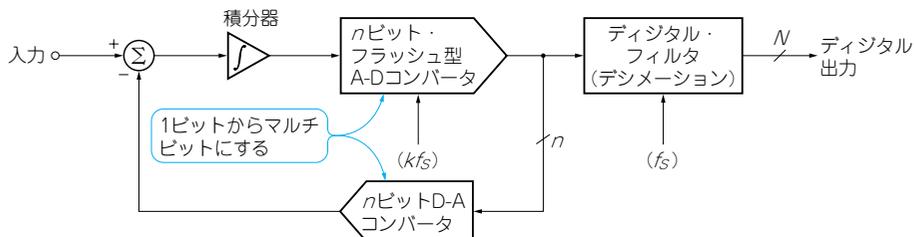


図3-1 広帯域と高分解能を両立するマルチビットΔΣ型A-Dコンバータの構成

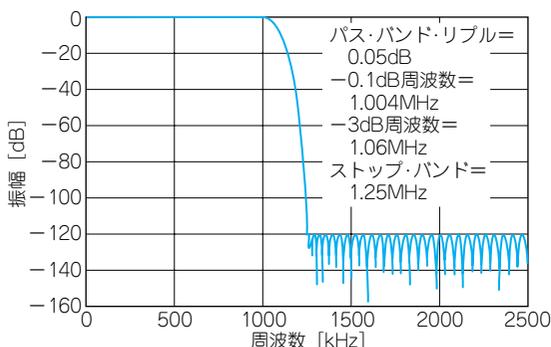


図3-2 24ビット、2.5 Mspsの広帯域 $\Delta\Sigma$ 型A-DコンバータAD7760の周波数特性(変換レート: 2.5 MHz)

1ビットからマルチビットにすることで、1ビット当たり6 dBのS/N改善が見込めます。AD7760のS/Nは、2.5 Msps(オーバーサンプリング倍率 $K=8$)のときに98 dB($f_m=1$ MHz)となっています。

● 高性能なデジタル・フィルタを内蔵

直流測定用の $\Delta\Sigma$ 型A-Dコンバータでは、周波数特性はあまり重要ではなかったため、簡易型のLPF(SINCフィルタ)が使用されていましたが、**広帯域型**

では周波数特性も重要です。そのため、AD7760では96次のFIRフィルタが採用されています。

図3-2にAD7760のフィルタ特性を示します。以下にデジタル・フィルタの仕様を示しますが、さすがデジタル・フィルタならではのすばらしい特性です。アナログ・フィルタではまず困難な性能です。

- パス・バンド・リップル: 0.05 dB
- -0.1 dB周波数: 1.004 MHz
- -3 dB周波数: 1.06 MHz
- ストップ・バンド: 1.25 MHz (120 dB減衰)

広帯域 $\Delta\Sigma$ 型A-DコンバータではAC特性のほか、DC特性もたいへん重要です。AD7760で説明すると、ゲイン誤差は0.016%、ゲイン・ドリフトは2 ppm/°C、オフセット誤差は0.014% (0.02%_{max})、オフセット・ドリフトは0.019%/°Cです。前回で解説した直流測定用 $\Delta\Sigma$ 型A-Dコンバータほどではありませんが、2.5 Mspsと広帯域なことを考慮するとなかなかの性能です。

なお、オーディオ用の $\Delta\Sigma$ 型A-DコンバータではDC性能は必要ないため、通常は内部のHPF(もちろんデジタル・フィルタ)を使用してDC成分除去ができるようになっています。一般的にHPFのカットオフ周波数は $f_c=1$ Hz程度です。

A-Dコンバータの出力コード形式のいろいろ

A-Dコンバータで使用されている、代表的な出力コードを表3-Aと表3-Bに示します。

使用するA-Dコンバータの出力コードを把握しておかないと、せっかくのA-Dコンバータからの正確なデータがまったくでたらめなデータに化けてしまいます。この手の失敗もけっこう多いので注意が必要です。

表3-A ユニポーラ(単極性)で使用するコード(8ビットの例)

アナログ入力	デジタル出力	
	MSB	LSB
$+FS - 1LSB$	1	1111111
$+\frac{FS}{2} + 1LSB$	1	0000001
$+\frac{FS}{2}$	1	0000000
$+\frac{FS}{2} - 1LSB$	0	1111111
1LSB	0	0000001
0	0	0000000

● A-Dコンバータ入力がユニポーラ(単極性)の場合

▶ ストレート・バイナリ・コード(自然2進コード)

A-Dコンバータの入力電圧が0~+5Vのような単極性の場合、表3-Aのストレート・バイナリ・コードが一般的に使用されます。したがって8ビットの場合は、ストレート・バイナリ・コードで表せる数の範囲は0(0000000b)~+FS-1LSB(1111111b=255)になります。

ストレート・バイナリ・コードの各ビットの'1'と'0'を反転させたものをコンプリメンタリ・バイナリ・コードと言います。

● A-Dコンバータ入力がバイポーラ(±極性)の場合

A-Dコンバータの入力が正負のときは少し工夫が必要です。

▶ オフセット・バイナリ・コード

これはストレート・バイナリが表す数の範囲を、下半分が負の領域に入るように単純にFS/2だけシ