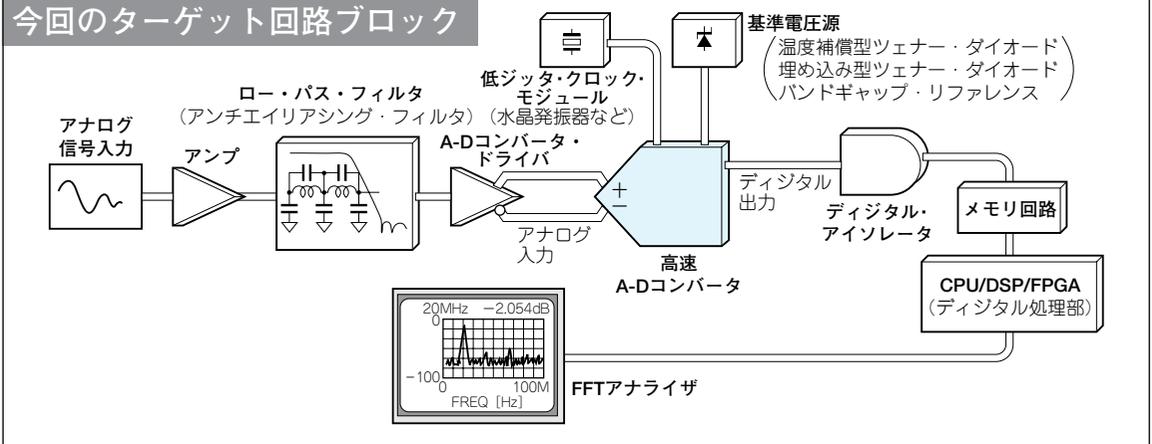


今回のターゲット回路ブロック



分かるようになること

- ・高速A-Dコンバータの種類とその特徴
- ・サンプル&ホールド・アンプの主な誤差要因

今回は高速A-Dコンバータを取り上げます。逐次比較(SAR)型が10 MSPSの時代になったので、それと区別するために、ここでは、高速A-Dコンバータを10 MSPS以上のものとします。表8-1(p.226)に高

速A-Dコンバータの仕様を示します。

代表的な高速A-Dコンバータの方式

高速A-Dコンバータは大きく二つに分けられます。

- フラッシュ型
- マルチ・ステージ型

さらに、マルチ・ステージ型は四つに分類できます。

- サブレンジング型
- パイプライン型
- ビット・パー・ステージ型
- そのほか上記の変形

主なものを順を追って特徴を解説します。

もっとも高速なフラッシュ型

●シンプルで高速、ただし高分解能化に難あり
フラッシュ型は、もっとも高速かつ、もっとも単純な変換方式です。図8-1にフラッシュ型のブロック図を示します。

フラッシュ(全並列)型以外的高速A-D変換方式を(全)並列型に対して、直並列型と呼ぶことがあります。Nビットの分解能を得るためには、 $2^N - 1$ 個のコンパレータが必要です(実際にはオーバーフローを検出

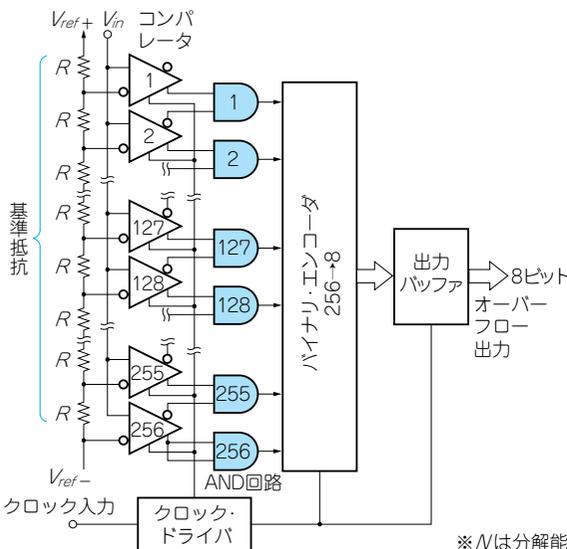


図8-1 フラッシュ型A-Dコンバータの構成
8ビット分解能の場合

オーバーフロー ▶ A-Dコンバータの入力がフルスケール以上になると発生する。A-Dコンバータの出力にオーバーフロー用の出力ピンがないものは、出力が“11111111(8ビットの場合)”になったらオーバーフローとする。

するため 2^N 個のコンパレータが必要)。そして、コンパレータのタップに相当する基準抵抗とコンパレータ出力を N ビットのバイナリ・コードに変換するためのデコード・ロジック回路から構成されます。

このように原理は至って簡単です。ただし、なにぶんコンパレータの数がとても多い(8ビットで256個、10ビットで1024個)のでチップ面積が大きくなってしまいます。A-Dコンバータ分解能のビット数が大きくなるほど急激に価格が高くなり、さらに消費電力も大きくなります。

● 大きな入力容量を駆動しきれるドライバが必要

コンパレータ全部の入力容量が足し合わされ、入力容量はかなり大きくなります。ドライバ・アンプは入力容量を満たす電流出力のものを選択しないとダイナミック・レンジが悪化してしまいます。

フラッシュ型A-DコンバータのなかにはAD9058(アナログ・デバイス)のように、隣接したコンパレータ間の特別な補間法によってコンパレータの数を半分にしたものもあります。

● すべての変換ビットが一度に決まる

図8-2はアナログ入力とデータ出力の時間関係です。変換クロック(エンコード・クロック)ENCODEの立ち上がりでA-D変換を開始し、変換データは t_{OD} (出力データ遅延時間)だけ遅れて出力されます。

フラッシュ型では、サンプリングした入力信号の各ビットが同時に決定するため、高速な変換が可能です。

● DC特性は抵抗アレイの精度で決まる

フラッシュ型A-DコンバータのDC誤差は、主に高速コンパレータの入力オフセット電圧によるものです。このオフセット電圧による非直線性誤差は $\pm 1/2$ LSB以内でなければなりません。

リファレンス電圧を供給する抵抗アレイ(基準抵抗)は良好な精度をもっているため、ほとんど問題になることはありません。

● 入力コンパレータのばらつきと入力容量の変動がAC特性を左右

AC(ダイナミック)特性は各コンパレータ間のAC特性のばらつきで決まります。

コンパレータの特性がすべて同じ(理想)であれば、サンプリング・クロックが加わると各コンパレータが同時にラッチします。これは、内部では理想的なサンプル&ホールドとして機能します。

実際にはコンパレータ間の遅延時間と周波数帯域にはばらつきがあるので、主にスルー・レートによって変動する非直線性誤差が発生します。これは入力周波

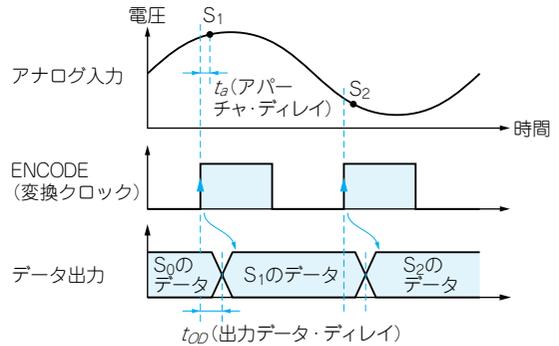


図8-2 フラッシュ型はアナログ信号がデータ化されるまでの時間が短い

A-D変換を開始してから、出力データ遅延時間 t_{OD} だけ遅れて出力する

数の増加とともに、A-DコンバータのAC特性が悪化していくことを意味します。

理想的なフラッシュ型A-Dコンバータでは入力にサンプル&ホールド回路は不要ですが、通常のものが必要になる場合もあります。

もう一つ、フラッシュ型A-DコンバータでAC特性を悪化させる原因に、入力信号の振幅によって変動する入力容量があります。ほかの高速A-DコンバータにとってもAC特性悪化の原因として挙げられますが、フラッシュ型ではコンパレータの数が多く、さらにその影響が見えやすくなります。

これらのAC(ダイナミック)特性はカタログに載っていますので、A-Dコンバータ選択時に注目してください。

使いやすいサブレンジング型

● ダイナミック・レンジごとに粗く分けてから変換

フラッシュ型A-Dコンバータは、高速ですが消費電力が大きく高価、という欠点があります。この欠点を補完する方式に、サブレンジング型があります。

図8-3にサブレンジング型のブロック図を示します。信号のダイナミック・レンジを、いくつかのブロックに分けて低分解能のフラッシュ型A-Dコンバータで変換し、最後にデータを合成します。

初期の頃のサブレンジング型は $N/2$ ビットA-Dコンバータの2段構成だったため、ハーフ・フラッシュ型と呼ぶ場合もあります。

● 変換速度と引き換えに少ないコンパレータで精度を得る

アナログ信号を高速に変換するために、低分解能のフラッシュ型A-Dコンバータを2段以上使い、数ステップに分けてA-D変換を行います。変換速度はフラッシュ型に比べると落ちますが、コンパレータの数