

クローズアップ!ワンチップ・マイコン

平均誤差±1LSBを実現できる

第7回 高分解能 A-D を内蔵する 低消費電力マイコン H8/38086R

斉藤 正/菅井 賢
Tadashi Saito / Masaru Suga

昭和30年代に考案された**デルタ・シグマ型 A-D 変換器**(デルタ・シグマ型 ADC)は、半導体プロセスの微細化、処理速度の向上に伴って、単独の A-D 変換チップの時代を経て、今ではマイコンの周辺機能として内蔵されるようになりました。

本稿では、14ビット・デルタ・シグマ型 ADC を内蔵した16ビット・マイコン **H8/38086R**(ルネサス テクノロジー)を題材に、その原理と使い方を説明します。

逐次比較型とデルタ・シグマ型の違い

● 逐次比較型の動作

多くのマイコンに採用されている**逐次比較型 ADC**(図7-1)は、被測定電圧と可変の基準電圧(D-A変換器で発生させる電圧)を比較しながら測定する方式で、その動作は次のとおりです。

- ① D-A変換器の出力を中央値にして、アナログ測定電圧と比較する
- ② アナログ測定電圧が大きければ上側、小さければ下側について、D-A変換器の出力をその中央値にして比較を繰り返す
- ③ これを $n+1$ 回(n ビット分解能の場合)繰り返して測定を完了する

定規で物を測ることに例えるなら、いろいろな長さの定規を当ててみて、どれが一番近いかを逐次絞り込んで測定する方法です。

● デルタ・シグマ型の動作

デルタ・シグマ型 ADC は、被測定電圧をサンプリングして積分し、その増分と一定電圧の基準電圧と比

較(微分、デルタ、 Δ)しながらデジタル値に変換する方式です。

定規で物を測るのに例えるなら、被測定物の長さをいくつか足し合わせたものに1cmがいくつ入っているかを数えて、その数値を足し合わせた数で割る方法です。したがって、その積分と微分を行うことに相当します。

話を簡単にするために、直流電圧を測定することにします(図7-2)。まず、何も考えずに V_{ref} と A_{in} を比較してみましょう。

- ① SC=1では、SC=0で比較電圧はまだ0Vなので、 $0 < A_{in}$ となり、デジタル出力は‘1’になる。そして、比較する電圧を $+V_{ref}$ する
- ② SC=2では V_{ref} と A_{in} を比較する。 $V_{ref} > A_{in}$ でデジタル出力は‘0’になり、次に比較する電圧はそのままである (V_{ref})
- ③ SC=3でも V_{ref} と A_{in} を比較する。 $V_{ref} > A_{in}$ でデジタル出力は‘0’になり、次に比較する電圧はそのままである (V_{ref})

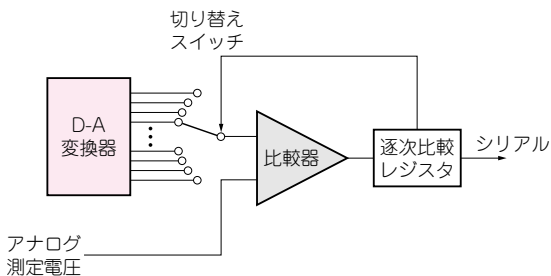


図7-1 逐次比較型A-D変換器の基本構成
被測定電圧と可変の基準電圧を比較しながら測定する

Keywords

H8/38086R, デルタ・シグマA-D変換器内蔵マイコン, デルタ・シグマA-D変換器, 逐次比較型A-D変換器, デルタ変調器, デルタ・シグマ変調器, FIR型デジタル・フィルタ, S/N, オフセット誤差, フルスケール誤差の補正式, 複数補正式, 誤差の平均化処理, A-D変換器精度比較システム, H8/38076R

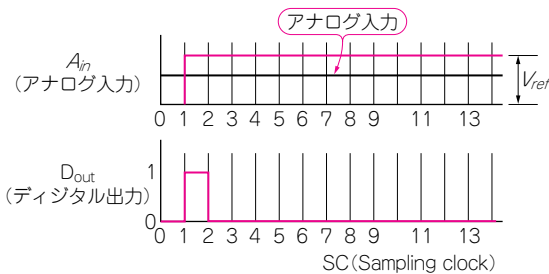


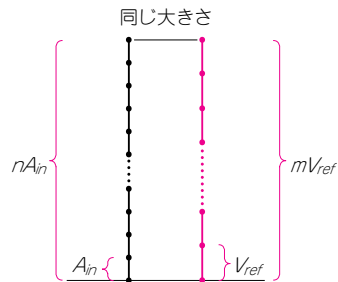
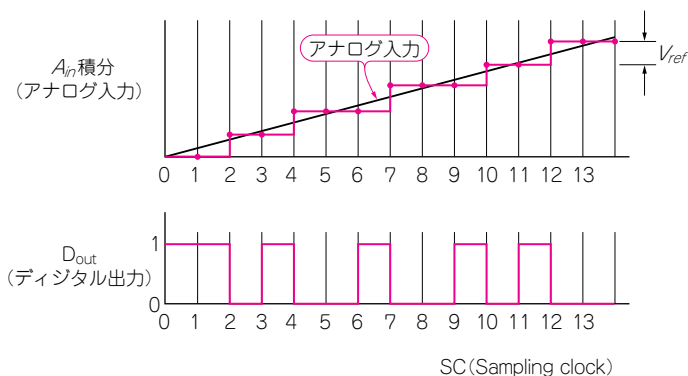
図7-2 デルタ・シグマ型ADCを使った直流電圧の測定原理
何回繰り返してもD_{out}は‘1’が最初に1回出るだけで残りはずっと‘0’となる

これを何回繰り返してもデジタル出力D_{out}は‘1’が最初に1回出るだけで残りはずっと‘0’です。いつまでたってもA_{in}の値はわかりません。

そこで、A_{in}を積分します。積分した波形の傾きがA_{in}を表すこととなります。

では、図7-3のように積分した値とV_{ref}を比較してみましょう。

① SC=1ではA_{in}を1回積分なので、V_{ref}は0のままである。V_{ref} ≤ A_{in}でデジタル出力は‘1’になる。次に比較する電圧を+V_{ref}する



A_{in}をn回積分した値とV_{ref}をm回足した値が同じならば、

$$A_{in} = \frac{m}{n} V_{ref}$$

となる

図7-3 積分値とV_{ref}の比較

サンプリングが1回よりは2回、2回よりは3回の方が精度が上がるのがわかる。

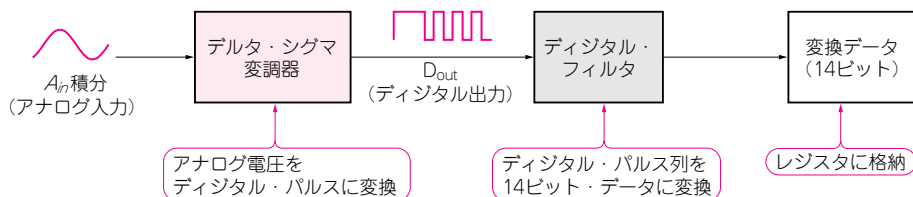


図7-4 H8/38086Rに内蔵されている14ビット・デルタ・シグマ型ADCの構成
アナログ電圧→デジタル・パルス→デジタル・データの順に処理

② SC=2ではA_{in}が2回積分されるので、V_{ref}と2A_{in}を比較することになる。V_{ref} > 2A_{in}なのでデジタル出力は‘0’になり、比較する電圧はそのままである(V_{ref})

③ SC=3ではA_{in}が3回積分されるので、V_{ref}と3A_{in}を比較することになる。V_{ref} < 3A_{in}なのでデジタル出力は‘1’になり、次に比較する電圧を+V_{ref}する(2V_{ref}になる)

④ SC=4ではA_{in}が4回積分されるので、2V_{ref}と4A_{in}を比較することになる。図7-3では2V_{ref} > 4A_{in}なのでデジタル出力は‘0’になり、比較する電圧はそのままである(V_{ref})

以上を何回か繰り返します。

A_{in}は周期的に積分されています(傾きがA_{in})。これとV_{ref}と比較して、大小関係をチェックしながらV_{ref}を足して比較を繰り返します。これは、傾きのA_{in}とV_{ref}を比較していることとなります。

1回の増加分のA_{in}がV_{ref}よりは小さいので、何回か加算してV_{ref}と比較します。加算を繰り返してV_{ref}よりも大きくなったら今度はV_{ref}を加算して、また比較します。サンプリングが1回よりは2回、2回よりは3回のほうが精度が上がります。