

第7章 **STAGE4** アンプやフィルタのゲインやカットオフをプログラミング!

16ビットA-D変換器とそのプリアンプを動かす

渡辺 明禎
Akiyoshi Watanabe

Σ - Δ 型A-D変換器は、アナログ信号を高分解能でA-D変換できるので、計測器をはじめ、サウンド装置など、幅広く使われています。

MSP430F4270の Σ - Δ 型A-D変換モジュールSD16_Aは16ビット分解能で、リファレンス電圧が内蔵されているなど、非常に使いやすくなっています。本章では、SD16_Aの使い方を解説します。

Σ - Δ 型A-D変換モジュール SD16_Aの詳細

図1にSD16_Aモジュールのブロック図を示します。大きく分けて、A-D変換回路、リファレンス電圧回路、クロック選択および分周回路から構成されています。

■ A-D変換回路

● ハードウェアの仕様

A-D変換回路は、アナログ入力切り替え用マルチプレクサ、高インピーダンス入力バッファ・アンプBUF、プログラマブル・ゲイン・アンプPGA、2次の Σ - Δ 型変調器、3次のノッチ特性を持つくし形デジタル・フィルタから構成されています。

SD16_Aの変換範囲は $\pm FSR = \pm V_{ref}/2$ です。内蔵基準電圧を使うと $V_{ref}=1.2V$ なので、 $FSR = \pm 0.6V$ となります。しかし、SD16_Aのデータシートには、FSRの80%以下で使うことが推奨されています。

そこで、実際に直流電圧を測った結果を図2に示します。最大A-D変換値の0.6066V(A-D変換値が65535)までは、ほぼリニアな特性が得られ、精度という点では使用範囲を80%以下に限定する必要はなさそうです。

しかし、80%を超えて使う場合、使用アプリケーションでの直線性を確認しておいた方がよいで

しょう。

● 8チャンネルのアナログ入力の設定と機能

A-D変換入力は、8チャンネルの差動マルチプレクサにより8チャンネルとなります。外部アナログ入力端子はA0 \pm ~A4 \pm までの5チャンネルです。各入力端子は汎用I/Oポートと共用なので、アナログ入力とする場合は設定が必要です。

まず、A2+~A4-まではP1.xと共用なので、アナログ・イネーブルSD16AEレジスタの該当ビットを'1'に設定します。例えばA3 \pm を外部入力としたい場合、A3+はP1.5なのでSD16AE.5を、A3-はP1.4なのでSD16AE.4を'1'にします。

A0+~A1-まではP6.xと共用なので、P6SELレジスタの該当ビットを'1'に設定します。例えばA0+外部入力としたい場合、P6SEL.0を'1'にします。

なお、各端子はアナログ入力端子に設定しなくても、SD16_AでA-D変換結果を得ることができます。

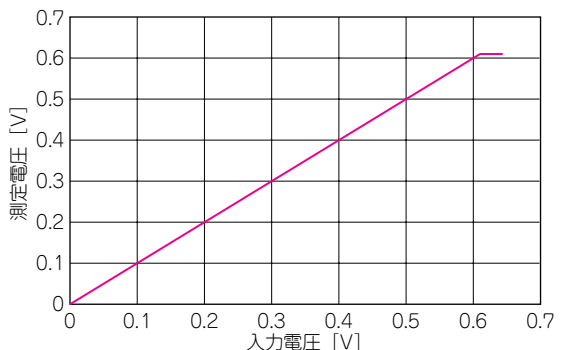


図2 SD16_Aの入力電圧と測定電圧の関係 ($f_M = 52\text{ kHz}$, $OSR = 1024$, $f_S = 50.7\text{ kHz}$, PC計測またはLCD表示で測定) 最大A-D変換値の0.6066Vまでは、ほぼリニアな特性が得られた

Keywords

Σ - Δ 型A-D, リファレンス, くし形, 温度センサ, プログラマブル・ゲイン・アンプ

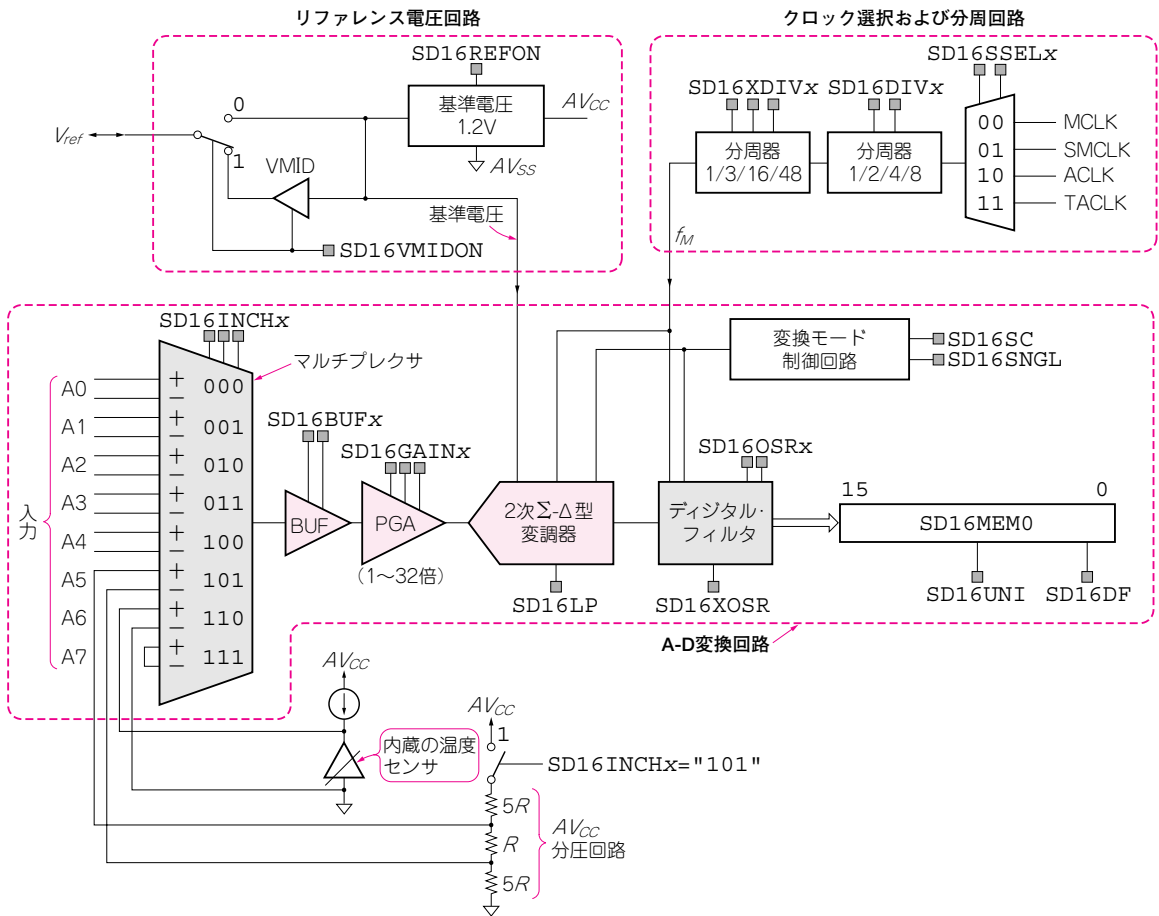


図1 Σ-Δ型A-D変換モジュールSD16_Aモジュールのブロック図
A-D変換回路、リファレンス電圧回路、クロック選択および分周回路から構成されている

しかし、デジタル入力アクティブの場合、アナログ入力電圧がちょうどしきい値付近になると、'0/1' が頻繁に生じて消費電流が増えてしまいます。したがって、各端子はアナログ入力端子に設定し、デジタル側をOFFにすることを忘れないください。

A5は $AV_{CC}/11$ に接続されているので、 AV_{CC} を知りたいときに使います。

A6は内蔵温度センサに接続されており、 0.1°C 分解能での温度測定が可能です。ただし、F4270の消費電流が大きいとチップの温度が上昇し、正確な温度を測

用語解説—1

くし形デジタル・フィルタ(comb digital filter)

くし形フィルタは、周期性のある信号に使う、ある周波数間隔おきの成分を通過させるフィルタです。図6で示すように、周波数特性の山と谷がくしのように周期的に現れるため、このように呼ばれます。F4270のSD16_Aモジュールの場合、くし形特性と同時に減衰特性を持っており、SINC³くし形フィルタとなっています。

デジタル・フィルタは、A-D変換などで時系列的に離散数値化されたデータを、遅延素子、加減算器、掛け算器を使って、周波数特性や位相特性を変えるフィルタです。

フィードバックを持つのがIIR(Infinte Impulse

Response)型、ないのがFIR(Finite Impulse Response)型と呼ばれます。

一番簡単なデジタル・フィルタは、1遅延させた値と現在値を足し算して2で割るもので、LPFができます。1遅延させた値と現在値を引き算して2で割るとHPFとなり直流遮断に使えます。前者を平均化処理、後者を差分処理と呼びます。