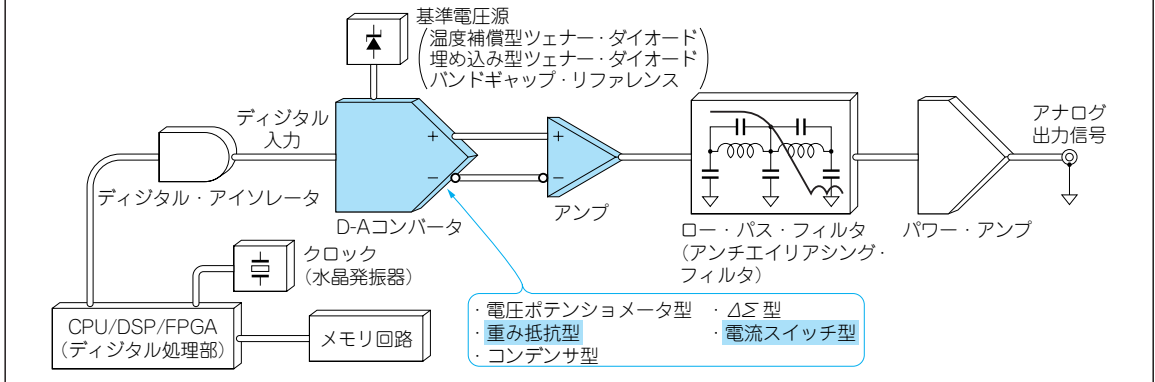


今回のターゲット回路ブロック



わかるようになること

- ・ 4象限乗算型 D-A コンバータの使い方
- ・ 高速 D-A コンバータの使い方
- ・ D-A コンバータの特性改善の方法
- ・ 差動アンプを使った出力回路

今回は D-A コンバータのうち、広く応用できると思われる **4象限乗算型** と、高速な D-A コンバータで一般的な **電流スイッチ型** の二つを取り上げます。

通常の D-A コンバータは、入力デジタル信号に応じた電圧出力を得るために使われます。4象限乗算型は、そういった通常の D-A コンバータとしても動作できるうえに、デジタル信号に応じたアッテネータとしても応用できる、便利な D-A コンバータです。

4象限乗算型 D-A コンバータはいろいろな用途に使えますが、数 MHz 以上を扱える品種は限られます。アッテネータなどに使うことはできませんが、普通の重み抵抗型やコンデンサ型を選ぶことになります。

さらに周波数が高く数十 MHz 以上になると、出力値が変化するときのノイズを原理的に小さくできる電流スイッチ型が主流になります。電流スイッチ型の D-A コンバータも紹介します。 〈編集部〉

表 15-1 4象限乗算型 D-A コンバータの例

灰色部分が 4象限乗算型として使う場合に重要な特性

	分解能 [ビット]	INL [LSB]	DNL [LSB]	ゲイン誤差 [mV]	温度係数 [ppm/°C]	V_{ref} 入力範囲 [V]	V_{ref} 入力抵抗 [kΩ]	V_{ref} 入力乗算 帯域幅 [MHz]
AD5445	12	± 1(max)	$+\frac{2}{-1}$ (max)	± 10(max)	± 5	± 10	10 ± 2	10
AD5544	16	± 4(max)	± 1.5(max)	± 0.75(max)	± 1	± 15	6 ± 2	2
AD5447	12	± 1(max)	$+\frac{2}{-1}$ (max)	± 10(max)	± 5	± 10	10 ± 2	10
LTC1599B	16	± 2(max)	± 1(max)	± 16LSB (max)	± 1(3max)	± 25	$6+\frac{4}{-1.5}$	
DAC8801	14	± 1(max)	± 0.5(max)	± 1(4max)	± 3	± 15	5	10
DAC8811B	16	± 2(max)	± 1(max)	± 1(4max)	± 3	± 15	5	10

AD: アナログ・デバイセズ, LT: リニアテクノロジー, TI: テキサス・インスツルメンツ

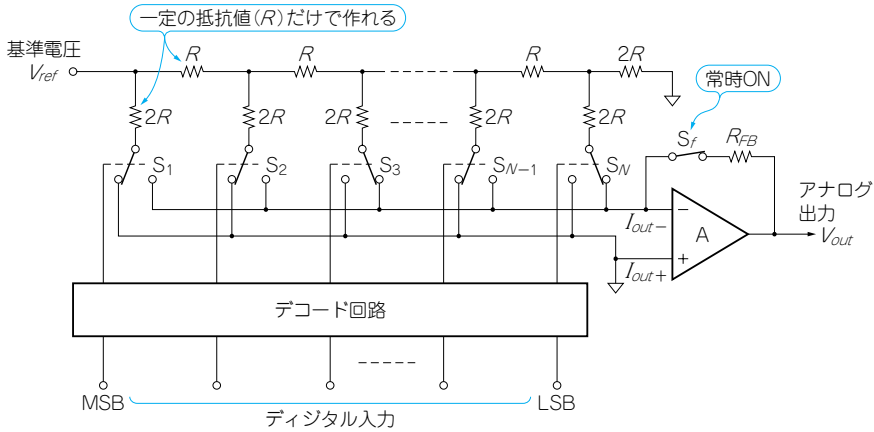


図 15-1 電流加算モード R-2R ラダー型 D-A コンバータの構造
4象限乗算型はこの電流加算モード R-2R ラダー型と基本的には同じ。V_{ref}に直流でなく信号を入力できるように考慮されていると4象限乗算型になる

4象限乗算型 D-A コンバータ AD5445 の特性をしてみる

● 4象限乗算型 D-A コンバータとは

D-A コンバータの方式の一つに4象限乗算型というものがあります。動作原理は連載第12回(2008年7月号)で紹介した重み抵抗型 D-A コンバータのなかの、電流加算モード R-2R ラダー型 D-A コンバータと同じです。図 15-1 に再掲します。

この回路の出力電圧 V_{out} は以下の式で表されます。

$$V_{out} = -(R_{FB}/2R) \{D_0 + D_1/2 + \dots + D_{N-1}/2^{N-1}\} \times V_{ref} \dots \dots \dots (15-1)$$

式(15-1)を見てわかるように、出力電圧 V_{out} は基準電圧 V_{ref} に比例して(乗算されて)います。通常の重み抵抗型 D-A コンバータでは V_{ref} に DC 電圧(一定値)を入力しますが、V_{ref} はアナログ入力としても使用することができそうです。そのような使い方をしたとき

の特性を仕様で定めてあるタイプが、4象限乗算型 D-A コンバータです。

表 15-1 に4象限乗算型 D-A コンバータの一例を示します。ここでは AD5445 (アナログ・デバイス) を実験してみましょう。AD5445 の最大の特徴は V_{ref} 入力周波帯域が 10 MHz と広いことです。図 15-2 に AD5445 のピン接続図を示します。

表 15-1 より AD5445 の V_{ref} 入力電圧範囲は、電源電圧が 2.5 ~ 5.5 V にもかかわらず ± 10 V まで可能ながわかります(絶対定格は ± 12 V)。出力電圧も ± 出力が可能です。このような特徴から4象限乗算型と呼ばれます。

4象限乗算型 D-A コンバータはデジタル設定ができるアッテネータ回路や電圧ディバイダ回路などに応用されています。私が好きな D-A コンバータの一つです。

出力電圧セットリング時間 [ns]	乗算フィード・スルー誤差 [dB]	I _{out} 出力リーク電流 [nA]	電源電圧 / 電流 [V/A]	メーカー	備考
80 (120max) (± 1 mV)	- 70 (1 MHz) - 48 (10 MHz)	± 10 (max)	2.5 ~ 5.5 / 0.6 μ (max)	AD	乗算型, AD5424 は 8 ビット, AD5433 は 10 ビット, パラレル・インターフェース
2 μ (± 0.0015 %)	- 65 (100 kHz)	± 10 (max)	4.5 ~ 5.5 / 50 μ		乗算型, シリアル・インターフェース, AD5554 は 14 ビット
80 (120max) (± 1 mV)	- 75 (max, 10 kHz)	± 10 (max)	2.5 ~ 5.5 / 0.6 μ (max)		乗算型, パラレル・インターフェース, AD5428 は 8 ビット, AD5440 は 10 ビット
1 μ (± 0.0015 %)	± 1 mV _{P-P} (10 kHz)	± 5 (max)	4.5 ~ 5.5 / 10 μ (max)	LT	乗算型, 2 バイト, パラレル・インターフェース, 高精度タイプの LTC1599A もある
500	- 70 (100 kHz)	± 10 (max)	2.7 ~ 5.5 / 5 μ (max)	TI	乗算型, シリアル・インターフェース
500	- 70 (100 kHz)	± 10 (max)	2.7 ~ 5.5 / 5 μ (max)		乗算型, シリアル・インターフェース 高精度タイプの DAC8811C もある