



第4章 アウトプット・コンペア機能の使い方

dsPIC マイコンから音を出す

落合 幸喜/小野寺 康幸
Kouki Ochiai Yasuyuki Onodera

マイコンでアナログ信号を生成するには、D-Aコンバータ(以降、DAC)を使うのが一般的です。しかしdsPIC30F2012にはDACがありませんし、外付けのDACは入手性が良くありません。そこでdsPICのアウトプット・コンペアという機能を使ってPWM信号を生成し、アナログ信号を取り出します。

本章の前半では、PWMの原理とアウトプット・コンペア機能を解説します。そして後半では、ここまでで説明したA-D変換機能やタイマ機能と組み合わせ、音声を入出力する実験を行います。

PWMの原理とアナログ信号の取り出し方

● PWM信号の生成方法

PWM(Pulse Width Modulation, パルス幅変調)とは、信号の振幅を、パルス幅に変えることです。パルス幅に意味をもつ信号をPWM信号と呼びます。

PWM信号は図1のように、音声信号など変調した信号と、三角波や鋸歯状波(のこぎり波)をコンパレータで比較すると得られます。この三角波や鋸歯状波をキャリア信号と言います。得られる信号の周期は一

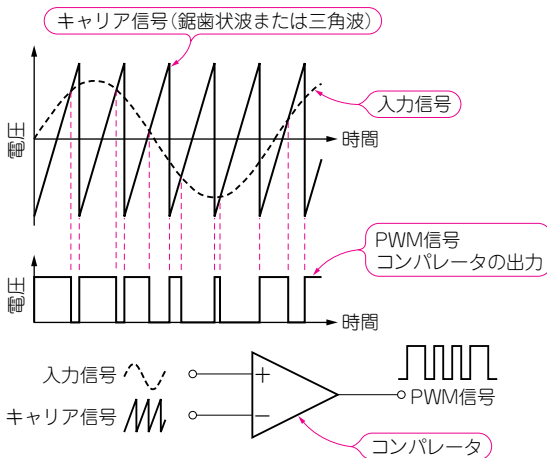


図1 PWM信号生成の原理

定で、元になる波形に応じてパルス幅が変化するのが分かります。

● PWM信号からアナログ値を取り出すには？

変調した信号から元の信号を取り出すことを復調と言います。PWM信号は、積分回路に通すという簡単な操作で復調できます。積分回路に通せば、パルス幅が細いところでは低い電圧が、太いところでは高い電圧が得られます。

別な見方をすると積分回路はLPFなので、PWM信号からキャリア信号の成分をそぎ落として元の信号を得たとも言えます。元の信号とキャリア信号をうまく分離するには、キャリア信号の周波数が十分に高い必要があります。それぞれの周波数が近いと、十分にキャリア信号を除去できなかつたり、元の信号まで欠落してしまいます。

トレーニング・ボードでは、dsPICのアウトプット・コンペア機能でPWM信号を生成し、それをカットオフ周波数5kHzのLPFに通して音声信号を得ています。

dsPICのアウトプット・コンペア機能

■ アウトプット・コンペアとは

アウトプット・コンペアは、タイマ2(または3)と連動して、さまざまなパルスを得たり割り込みを発生したりするものです。dsPIC30F2012にはこのモジュール

表1 アウトプット・コンペア関連のレジスタとビット構成

レジスタ変数名	ビット割り当て			
	ビット15	ビット14	ビット13	ビット12
OC1RS				
OC1R				
OC1CON	-	-	OCSIDL	-
OC2RS				
OC2R				
OC2CON	-	-	OCSIDL	-

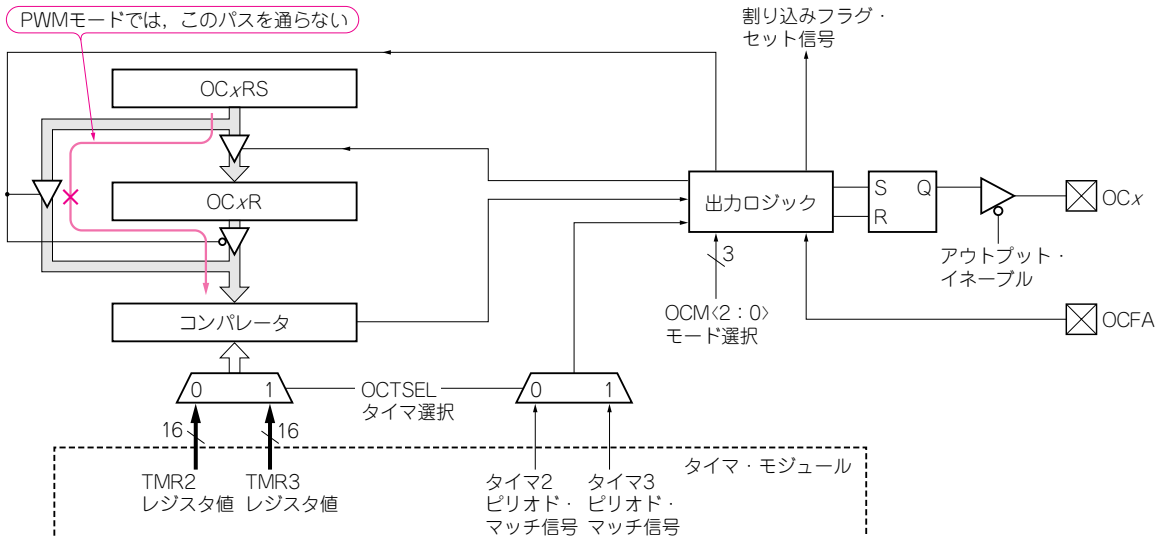


図2 アウトプット・コンペア・モジュールの構造

ルが二つ備わっており、それぞれ別な動作が可能です。

アウトプット・コンペアには三つの動作モードがあります。以下ではOC_xRというように、xやy(xは1または2、yは2または3)を使ってモジュールの番号を表します。適宜読み替えてください。

● シングル比較一致モード

設定値OC_xRとタイマ値TMR_yを比較して、一致したら

- OC_x端子を“L”から“H”にする
- OC_x端子を“H”から“L”にする
- OC_x端子をトグルする

のいずれかを行うモードです。TMR_y = OC_xRとなったタイミングから2命令サイクル後に割り込みを発生できます。

● デュアル比較一致モード

このモードはOC_xRとOC_xRSという二つの設定値をもち、TMR_yとの関係がOC_xR < TMR_y ≤ OC_xRSのときにOC_x端子を“H”に保ちます。TMR_y = OC_xRSとなったタイミングから2命令サイクル後に割り込みを発生できます。また、このパルスは1回だ

け出力するか繰り返し出力するかを選べます。

● PWMモード

TMR_yと設定値OC_xRを比較してPWM信号を得るモードです。このモードについて、以下で詳しく説明します。

■ PWMモードでのアウトプット・コンペアの動作

● アウトプット・コンペア・モジュールの構造

構造図を図2に示します。アウトプット・コンペア・モジュールはタイマ2またはタイマ3と連携して動作します。どちらと連携するかはOC_xCONレジスタのOCTSELビットで決まり、‘0’のときはタイマ2、‘1’のときはタイマ3と連携します。

PWMモードではOC_xRレジスタはバッファとして動作し、タイマが0に戻るタイミングでOC_xRSレジスタの値がOC_xRレジスタにコピーされます。OC_xRの値はプログラムから直接書き換えできません。これは不正なパルス出力を防ぐため、OC_xRS経由でパルス幅の設定を行います。

コンパレータはOC_xRとTMR_yの値を比較するも

ビット割り当て											
ビット11	ビット10	ビット9	ビット8	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0
アウトプット・コンペア1用セカンダリ・レジスタの値											
アウトプット・コンペア1 メイン・レジスタの値											
-	-	-	-	-	-	-	OCFLT	OCTSEL	OCM<2:0>		
アウトプット・コンペア2用セカンダリ・レジスタの値											
アウトプット・コンペア2 メイン・レジスタの値											
-	-	-	-	-	-	-	OCFLT	OCTSEL	OCM<2:0>		