

## PSoC マイコン活用講座

変調のしくみからスイッチングによる  
振幅変調の実験まで

### 第8回 AM送信機の製作(前編)

桑野 雅彦  
Masahiko Kuwano

#### マイコンと無線通信

##### ● データ通信の伝送媒体

マイコンどうし、あるいはマイコンとホスト(PCなど)とのデータ通信は、伝送媒体で分類することにより、有線式(EIA-232やUSBなど)と無線式(無線LAN, 赤外線通信など)に分けることができます。

マイコンを使った工作例を見ると、大部分が有線式であり、無線式では赤外線が使われていることもありますが、電波を使った例はごくわずかです。

電波を扱う場合、シリアル・ポートの場合のEIA-232ドライバ/レシーバや、赤外線通信の場合のLED、フォト・トランジスタのように簡単に送受信するためのデバイスが少なく、モジュールを用意したり、専用回路を組まなければなりません。

しかし、ケーブルが不要で、壁などの障害物があっても通信が行えることは大きな利点と言えるでしょう。

##### ● 電波を使った無線データ通信の普及

近年、特に携帯機器とPCとの接続やPCとネットワークとの接続などで、ケーブルをつないだり向きを合わせたりという煩わしさがなく、電波を利用した無線式が広く利用されています。

サイプレス セミコンダクターでも、ワイヤレスUSBチップや、PSoCにワイヤレス・モデム機能を内蔵させたPSoCを提供しています。

インテルやNECエレクトロニクスなども、UWB

(Ultra Wide Band)を利用してUSBを無線化し、3m以内なら480 Mbps、10mでも110 Mbpsでの伝送を実現しようとしています。

また、IEEE1394もUWBで無線化しようという動きがあるなど、比較的手軽に無線通信が行えそうな環境が整いつつあるとも言えるでしょう。

マイコンにUSBインターフェースをもつものがさほど珍しいものでなくなったように、今後マイコン間の無線通信もあたりまえのものになっていくのかもしれない。

##### ● PSoCでAMワイヤレス・マイクを作る

今回は、このような将来を夢見ながら、無線遊びの原点とも言える出力周波数1MHzのAM送信機(AMワイヤレス・マイク)を作ってみることにしました。

また、単なるAMだけではなく、キャリアを抑圧した方式(DSB)も作ってみました。DSBは通常のAMラジオではモガモガと変な音になるだけですが、ゼネラル・カバレッジ受信機能のあるアマチュア無線機や昔はやったBCLラジオなどによく付いていたBFO(Beat Frequency Oscillator)を使うと聞くことができます。

#### PSoCで電波を出す

##### ● デジタル・ブロックを使ったAM帯周波数の生成はたやすいこと

出力周波数は1MHzなので、テスト用受信機にはAMラジオが利用できます。AMラジオは、受信された信号がそのまま音になって聞こえるので、送信側がうまく動いているかどうかの確認も容易です。

1MHzという周波数は、無線LANの数GHzなどという周波数に比べるとまさしく桁違いの低さで、PSoCの内蔵発振器でも24MHz、遅いと感じるSCブロックのスイッチング周波数でさえ最高2MHz(供給するのは8MHz)です。確かに、PSoCのアナログ・ブロックが主な対象としている数十kHz程度と比べ

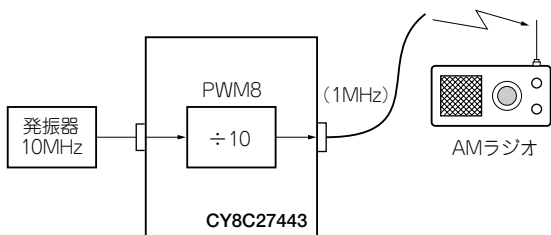


図7-1 PSoCを使った電波の生成実験

るとずいぶん高いようですが、デジタル・ブロックで何気なく使っている周波数と比べればたいしたことはありません。

例えば、PWM モジュールを使って AM ラジオで受信できる周波数を作り出すことは簡単なことです。実際、PSoC に限らず、デジタル回路が動作しているそばに AM ラジオを近づけると、いろいろな音の雑音が聞こえます。

これは、デジタル回路から電波が出ていることにはかなりません。通常ならば不要輻射として邪魔者扱いされるのですが、今回はこれを積極的に使おうというわけです。

### ● デジタル・ブロックを使った電波の生成実験

理屈どおりうまくいくか試してみましょう。PSoC のピンに短いリード線をつけて、ここに 1 MHz のクロックを出すようにしておきます。横に AM ラジオを持ってきてチューニングを調整してみると、確かに 1000 kHz 付近で何やら大きなレベルで受信できていることがわかります。

アマチュア無線機のゼネラル・カバレッジ機能で 30 Hz から 30 MHz までフル・カバーできるものを使って受信してみても、1,000 MHz のところでメータが大きく振れて確かに電波が出ていることがわかります。

PSoC への電源供給を ON/OFF したり、アンテナを動かしてみると確かに連動して ON/OFF したりレベルが変わるので、確かに発信源は PSoC です。

音がかなり汚かったのが気になったのですが、これはどうやら電源のリプルと内蔵発振回路が PLL を使っていることからくるジッタ (PLL に付きものの周波数の細かな変動) の影響のようでした。試しに、電池駆動にして、図 7-1 のように水晶発振器を使ってみたところ、かなりすっきりした音になりました。

## 電波にデータを乗せる方法

### ● 変調と復調

電波を生成できたので、後はここに音声やデータを乗せればよいわけです。送信側では発信する電波などに送りたい情報に応じた変化を与えて、受信側ではこの変化を取り出して元の情報を再生するというわけです。

このような情報を乗せるために使われる媒体のことを「キャリア」とも呼び、音声などの情報を乗せることを「変調」、逆に送られてきたものから元の信号を復元することを「復調」、または「検波」と呼んでいます。

つまり、通信はキャリアとなるものに変調をかけ、受信側ではその変調されたものを検波して、元の信号

を復元するという作業を行うわけです。

赤外線通信ならば赤外線がキャリアとなりますし、超音波を使った通信ならば、超音波がキャリアということになります。

### ● 振幅変調, 周波数変調, 位相変調

通信の媒体として電波を使うときの変調として一般的なものは、次の 3 要素のうちいずれか一つを変化させるというものです。

- 振幅
- 周波数
- 位相

それぞれ、振幅変調 (AM : Amplitude Modulation)、周波数変調 (FM : Frequency Modulation)、位相変調 (PM : Phase Modulation) と呼ばれています。

式で表せば、キャリア信号  $Y(t)$  を、

$$Y(t) = A \sin(\omega t + \phi)$$

と表したとき、 $A$  を変えるのが振幅変調、 $\omega$  を変えるのが周波数変調、 $\phi$  を変えるのが位相変調ということになります。

それぞれの変調方法で矩形波を信号として入力したときに、キャリアがどのように変化するかを簡単に図にしたのが図 7-2 です。

### ● AM : 振幅変調

AM ではキャリアの幅が変化します。キャリアが ON/OFF するだけというのも一種の振幅変調と言ってよいでしょう。AM の場合、入力信号のレベルが大きいく所では振幅を大きくする正変調と逆に小さくす

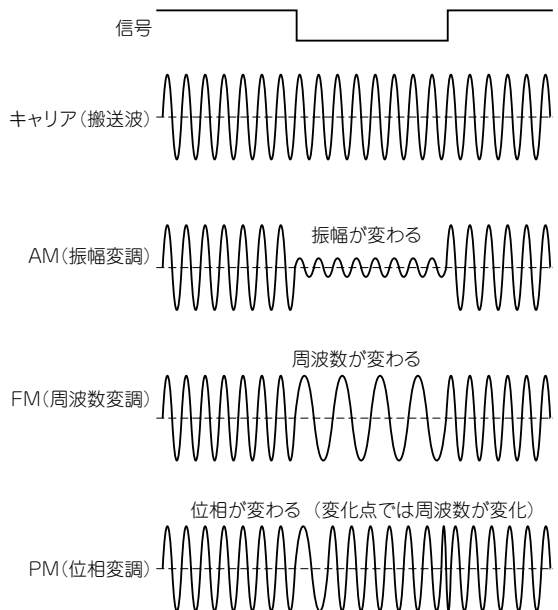


図 7-2 基本的な変調方式と波形