

ステッピングモータを使おう

STEP14 では、ステッピングモータにつながる各端子にパルスを送り、ステッピングモータを回転させます。

ステッピングモータは、プリンタやファックスなどのオフィス機器や、パチンコやスロットなどの遊技機器に使われています。

14.1 ステッピングモータとは

ステッピングモータは、普通の DC モータ等と異なり、単に電源を接続しても回転させることはできません。

ステッピングモータもパルスによって回転するのですが、サーボモータとはパルスの与え方が全く異なります。まずはステッピングモータの構造から学習していきましょう。

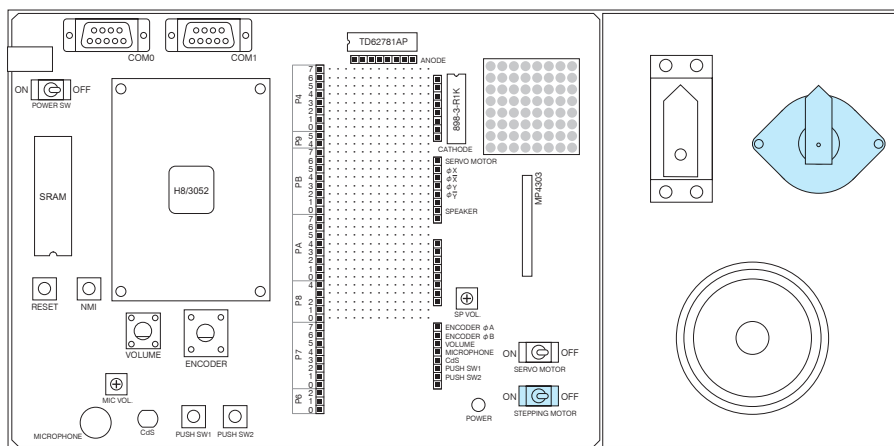


図 14-1 ステッピングモータ

本キットでは主電源とは別に、ステッピングモータ用の電源スイッチがあります。ステッピングモータを駆動するときはスイッチを ON してください。

STEP 14

ステッピングモータを使おう

模式的に書くと、内部構造は図 4-1(A) のようになっていて、中心の永久磁石による回転子と外側のコイルによる固定子で構成されています。

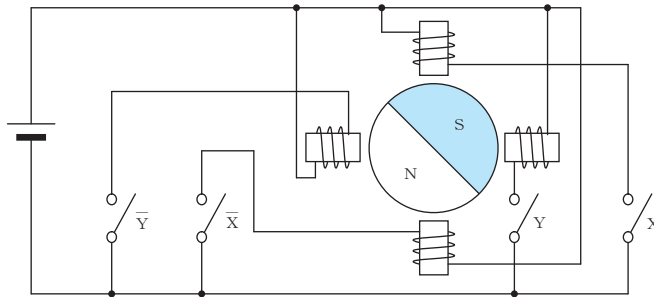


図 14-2 ステッピングモータの模式図

下図は、ステッピングモータの回転原理を表したものです。コイルに電流を流すことで磁力が発生し、この磁力を利用して回転子を回転させていきます。この模式図では1パルスにつき90度ずつ、半時計方向に回転しています。この駆動方法は、ある時点において励磁されているコイルは常に1つの相のみであることから、**1相励磁方式**と呼ばれます。

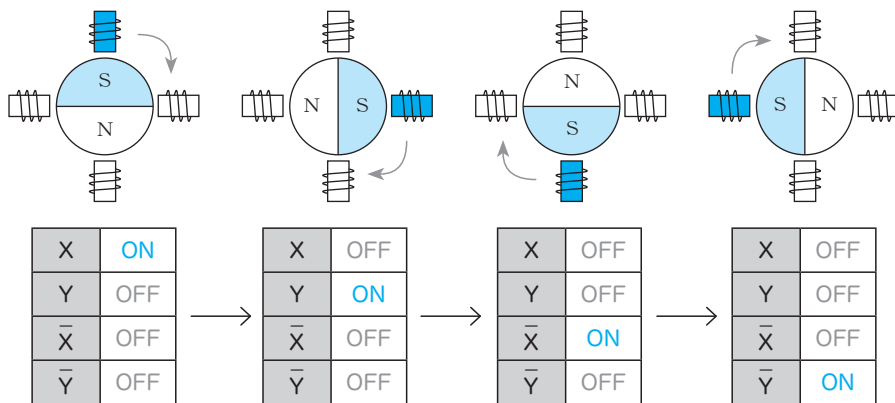


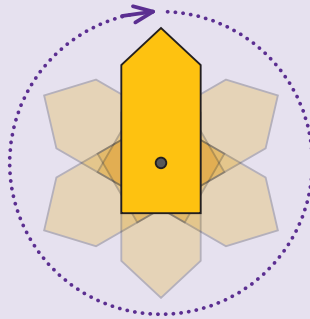
図 14-3 ステッピングモータの回転原理

図 14-3 は、1ステップで90度回転し4ステップで1回転する原理図ですが、本キットに搭載されているステッピングモータは1ステップで**7.5度**回転し、**48ステップ**で1回転する仕様です。

これを踏まえて、ステッピングモータが1回転するようなプログラムを組んでみましょう。

課題 14-1

ステッピングモータを図のように1回転させる。



まずは、ステッピングモータを配線しましょう。

図 14-4 のように追加配線してください。PA₇ はアドレス出力として機能しているので出力端子として使えません。また、 \bar{X} と Y の配線は交差しているので間違えないようにしてください。

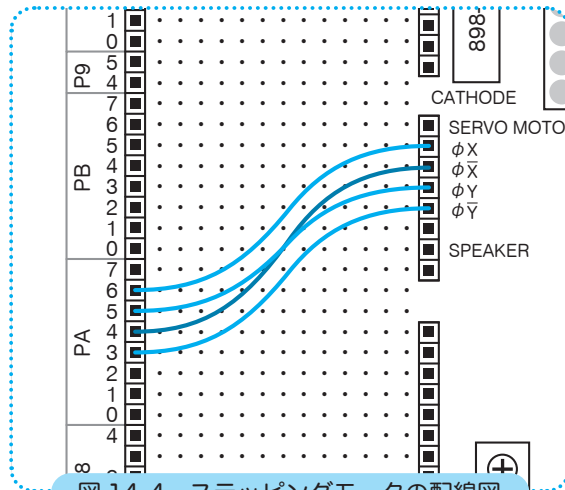


図 14-4 ステッピングモータの配線図

STEP 14

ステッピングモータを使おう

14.2 PADDR

PADDR については STEP13 で説明済みですが、ステッピングモータの接続端子についてま
とめておきます。

PA₆ はφ X、PA₅ はφ Y、PA₄ はφ \bar{X} 、PA₃ はφ \bar{Y} にそれぞれ配線したので、各端子は、図
14-5 のように PADDR のビットに対応していることになります。

ビット:	7	6	5	4	3	2	1	0
	PA7DDR	PA6DDR	PA5DDR	PA4DDR	PA3DDR	PA2DDR	PA1DDR	PA0DDR
設定値:	1	1	1	1	1	1	1	1
使用機器:	—	ステッピングモータ				サーボ	未使用	未使用
ソケット名:	—	X	Y	\bar{X}	\bar{Y}	SERVO MOTOR		

図 14-5 PADDR の設定

ステッピングモータにパルスを送る練習問題を解いてみましょう。

問題 14-2

ステッピングモータを駆動するには、PADR にどのような値を入れればいいで
しょうか？ PADR は PA₆ ~ PA₃ を使います。下記の空欄を埋めてください。

	2 進数	16 進数
1 ステップ目	0100 0000	40
2 ステップ目		
3 ステップ目		
4 ステップ目		

答えは p.150

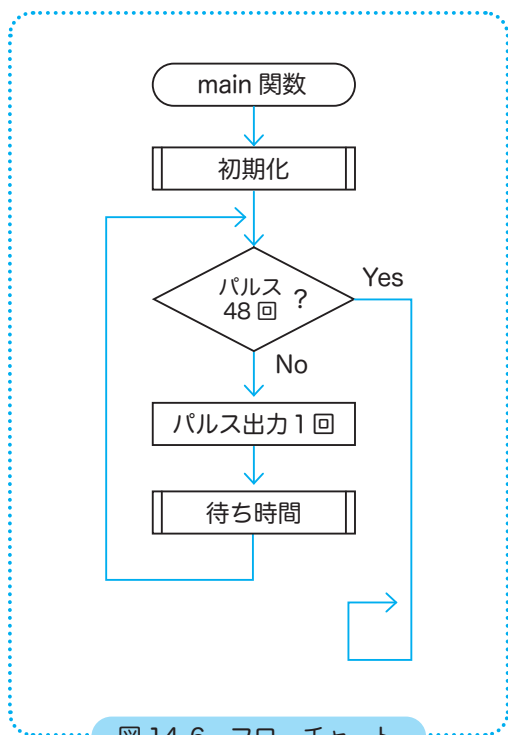


図 14-6 フローチャート

問題 14-2 のような 4 ステップの励磁パターンを 12 回繰り返すと 48 ステップとなり 1 回転することになります。

フローチャートは図 14-6 になります。「初期化」で、問題 14-2 のパルスパターンを配列にして定義しておきましょう。「パルス出力 1 回」で、配列の 4 パターンを繰り返し出力するようにしましょう。「待ち時間」は^{だっちょう}脱調を防ぐためです。脱調とはどんな現象でしょうか。

脱調とは

ステッピングモータは、起動時のパルスが速すぎると動き出しません。また、回転中でもパルスを速くし過ぎるとついていけなくなります。このように制御パルスに追従できなくなることを「脱調」と言います。

脱調を防ぐには、パルス速度を調節する必要があります。ここでは、パルス速度を「待ち時間」で調節しましょう。起動できるパルス速度は、ステッピングモータの仕様によって異なります。本キットで使用するステッピングモータを 1 相励磁で駆動する場合は、周期 10ms 以上のパルスで起動するようにしてください。

STEP 14

ステッピングモータを使おう

ステッピングモータを駆動するために PADR に書き込む値は以下の繰り返しになります。

	2進数	16進数
1 ステップ目	0100 0000	40
2 ステップ目	0010 0000	20
3 ステップ目	0001 0000	10
4 ステップ目	0000 1000	08

プログラム例 14-1

```
08 // パルスパターンの配列
09 int a_stmotor[4] = {0x40, 0x20, 0x10, 0x08};

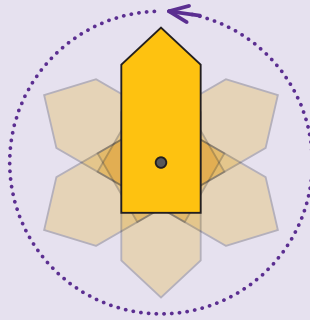
    中略

32 /*
33  * main 関数
34  */
35 int main(void)
36 {
37     initI0(); // 初期化関数の呼び出し
38     int i; // ループに使用する変数
39     int index = 0; // 配列の添え字に使用する変数の初期化
40
41     // ステッピングモータを右回転させる
42     for (i = 0; i < STEP_CNT; i++)
43     {
44         PA.DR.BYTE = a_stmotor[index]; // パルスを送り回転
45
46         index++; // 右回転するように添え字の変更
47
48         // index 値の補正
49         if (index > 3)
50             index = 0;
51
52         waitMs(10); // 脱調防止
53     }
54
55     while (1)
56     ;
57
58     return 0;
59 }
```

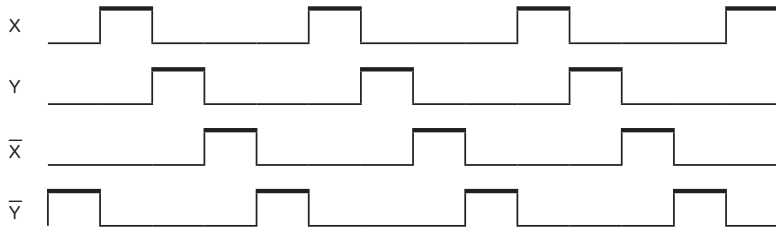
プログラムの待ち時間を短くすると「脱調」を確認できると思います。
ステッピングモータが起動しなかったり、パルスに追従しなくなるでしょうか。

課題 14-2

ステッピングモータを左周りに1回転させる



右回転



左回転

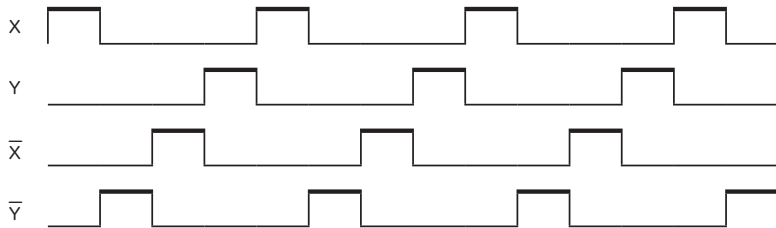


図 14-7 回転方向とパルスパターン

図 14-7 を見比べると分かると思いますが、ステッピングモータの右回転と左回転はパルスを送る端子の順番を変えるだけです。

では、ステッピングモータが左回転するプログラム 14-3 を組んでみましょう。

STEP 14

ステッピングモータを使おう

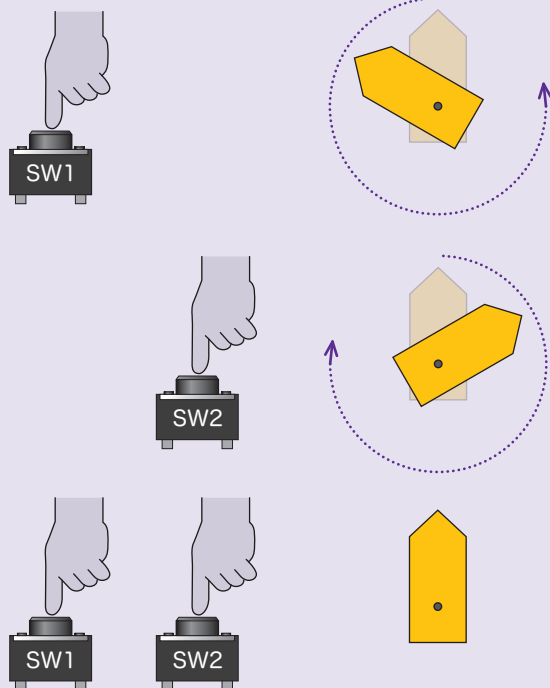
課題 14-3

SW1 のみ押されている間、左回転。

SW2 のみ押されている間、右回転。

SW1 と SW2 を放したときや同時に押したときは停止。

停止は、中央位置ではなく即時停止で OK。



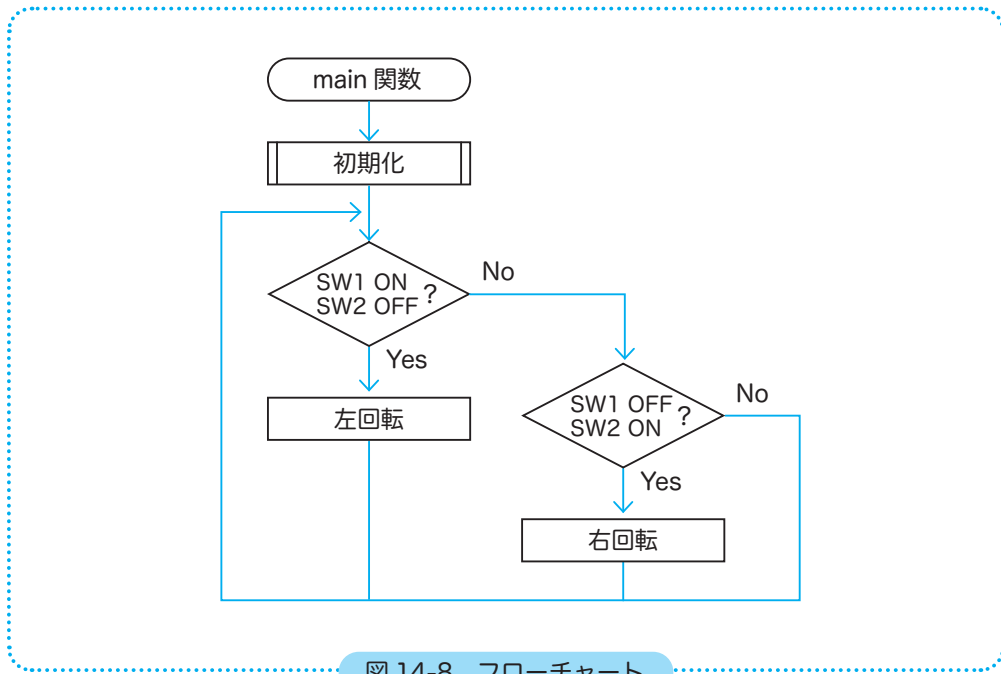
問題 14-2 のような 4 ステップの励磁パターンを 12 回繰り返すと 48 ステップとなり 1 回転することになります。

フローチャートは図 14-6 になります。

「初期化」で、問題 14-2 のパルスパターンを配列にして定義しておきましょう。

「パルス出力 1 回」で、配列の 4 パターンを繰り返し出力するようにしましょう。

「待ち時間」は脱調防止用です。



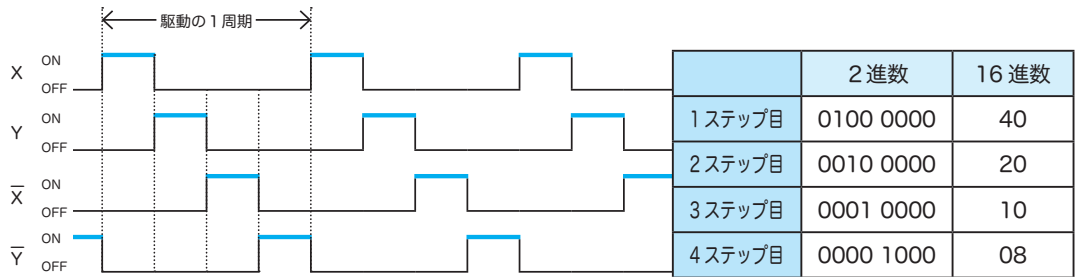
プログラム例 14-3

```
36  /*
37  * main 関数
38  */
39  int main(void)
40  {
41      initI0(); // 初期化関数の呼び出し
42      int index = 0; // 配列の添え字に使用する変数の初期化
43
44      while (1)
45      {
46          // SW1 が ON かつ SW2 が OFF ならば、左回転
47          if (SW1_ON && SW2_OFF)
48          {
49              PA.DR.BYTE = a_stmotor[index]; // パルスを送り回転
50
51              index--; // 左回転するように添え字の変更
52
53              // index 値の補正
54              if (index < 0)
55                  index = 3;
56
57              waitMs(10); // 脱調防止
58          }
59          // SW1 が OFF かつ SW2 が ON ならば、右回転
60          else if (SW1_OFF && SW2_ON)
61          {
62              PA.DR.BYTE = a_stmotor[index]; // パルスを送り回転
63
64              index++; // 右回転するように添え字の変更
65
66              // index 値の補正
67              if (index > 3)
68                  index = 0;
69
70              waitMs(10); // 脱調防止
71          }
72      }
73
74      return 0;
75  }
```

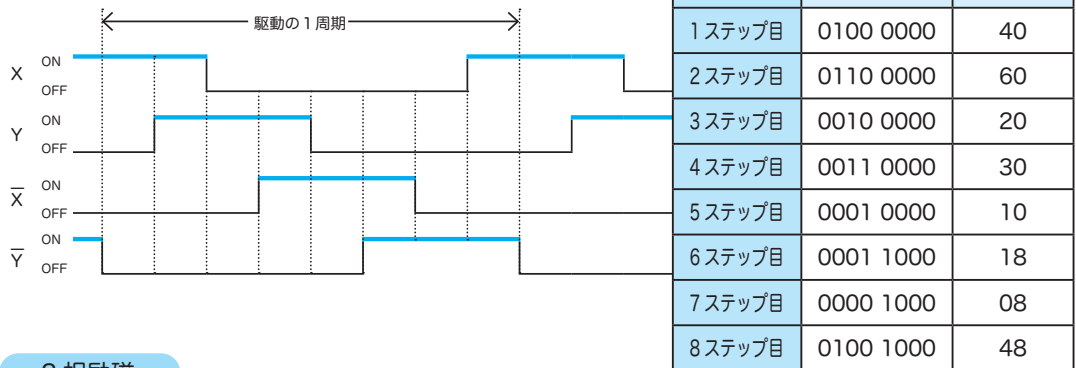
今回使ったステッピングモータの駆動方式はすべて1相励磁でした。

1相励磁は単純ですが、4つあるコイルのうち常時1つのコイルしか使っておらず、ステッピングモータの性能を十分に発揮することができません。他ので1-2相励磁、2相励磁と呼ばれる励磁方式も紹介しておきます。それぞれの駆動パターンを波形で表すと以下の通りです。プログラムで違いを確かめてみるといいでしょう。

1 相励磁



1-2 相励磁



2 相励磁

