

Report on the Experiment

No. 1

Subject ワンチップマイコン基礎実験II

Date 2020. 12. 23

Weather 晴れ Temp 24 °C Wet 65.5 %

Class E4
Group
Chief
Partner

No 14
Name 小畠 一泰

Kure National College of Technology

1 目的

PIC16F84A を例に「プログラムカウンタの利用」と「割り込み処理」について理解し, 7 セグメント LED の使用方法に習熟することを, また後半では, サウンドを駆動することを目的とする.

2 課題

下記ソースコードを共通部分とし, すべてのソースコードは下記を含むものとする.

コード 1 共通部分

```
1  list p=16F84A
2  #include <p16F84A.inc>
3  __CONFIG _CP_OFF & _WDT_OFF & _PWRTE_ON & _HS_OSC
4
5  ORG 0x000
6
7  bsf STATUS, RP0 ; バンク 0 → 1 に切り替え
8  clrf TRISB      ; TRISB をすべて 0、全ビット出力設定に
9  bcf STATUS, RP0 ; バンク 1 → 0 に切り替え
10
11 clrf PORTB      ; すべて消灯
```

また下記を標準タイマーとし, 明示しない限りこれらも含み使用できるものとする.

コード 2 タイマー

```
1  COUNTER1 EQU 0x0C ; 作業用変数の設定
2  COUNTER2 EQU 0x0D ; 汎用ファイルレジスタ 0Ch から
3
4  WAIT clrf COUNTER1 ; 変数 1 をクリア
5
6  WAIT1
7  clrf COUNTER2      ; 変数 2 をクリア
8  call WAIT2         ; さらにサブルーチンへ
9  decfsz COUNTER1, 1 ; 変数から 1 を引く
10 goto WAIT1         ; 結果が 0 でなければ実行
11 return             ; 結果が 0 ならばスキップしこの行を実行
12
13 WAIT2
14 decfsz COUNTER2, 1 ; サブルーチンのサブルーチン
15 goto WAIT2
16 return
```

コード 3 [課題 1] 表 1 を完成させ, List6 の欠落している部分を補いプログラムを完成させよ

```
1  movlw B'00011111'    ; 下位 5 ビットを 1 に
2  movwf TRISA          ; TRISA に代入、RA0 から RA4 が入力設定に
3  movlw B'00000000'    ; W レジスタにすべて 0 に
4  movwf TRISB          ; TRISB をすべて 0、出力設定に
5  bcf STATUS, RPO      ; バンク 1 → 0 に切り替え
6
7  clrw                 ; W レジスタをクリア
8
9  MAIN
10  bcf STATUS,C         ; C フラグクリア
11  movf PORTA, 0        ; 入力データを W レジスタに転送
12  call SS_Data         ; 7 セグ LED 点灯データ取得ルーチンに
13  movwf PORTB          ; データ表示
14  goto MAIN
15
16  ; 7 セグ LED 点灯データ取得ルーチン
17  SS_Data
18  addwf PCL,1          ; W+PCL (プログラムカウンタの下位) → PCL
19  retlw B'00111111'    ; W = 0 → 左の点灯データを W レジスタが持って帰る
20  retlw B'00000110'    ; W = 1 → 左の点灯データを W レジスタが持って帰る
21  retlw B'01011011'    ; W = 2
22  retlw B'01001111'    ; W = 3
23  retlw B'01100110'    ; W = 4
24  retlw B'01101101'    ; W = 5
25  retlw B'01111101'    ; W = 6
26  retlw B'00000111'    ; W = 7
27  retlw B'01111111'    ; W = 8
28  retlw B'01101111'    ; W = 9
29  retlw B'01110111'    ; W = 10 → "A" のデータを持って帰る
30  retlw B'01111100'    ; W = 11 → "b" のデータを持って帰る
31  retlw B'01011000'    ; W = 12 → "c" のデータを持って帰る
32  retlw B'01011110'    ; W = 13 → "d" のデータを持って帰る
33  retlw B'01111001'    ; W = 14 → "E" のデータを持って帰る
34  retlw B'01110001'    ; W = 15 → "F" のデータを持って帰る
35
36  END
```

コード 4 [課題 2] 各自が自由に割り込み処理を確認するプログラムを作成せよ

```
1 ; 割り込みサブルーチンのみ抜粋 (他は List 7 と同じ)
2 SUB
3     nop
4
5     movlw 0x01
6     andwf PORTB,1 ;PORTB の RB0 以外をクリア
7     call WAIT
8     movlw 0x08     ;RB3 のみ 1
9     addwf PORTB,1 ;W を加算して PORTB に書き、RB4 のみ 1
10    call WAIT
11
12    movlw 0x01
13    andwf PORTB,1
14    call WAIT
15    movlw 0x04     ;RB2 のみ 1
16    addwf PORTB,1
17    call WAIT;
18
19    nop
20    return
```

コード 5 [課題 3] 1kHz のパルス (0.5ms を ON, 0.5ms を OFF) を RA3 に出力するプログラム

```
1     clrf TRISA ;TRISA をすべて 0, 全ビット出力設定に
2     clrf PORTA
3
4 MAIN
5     bsf PORTA, 3 ;RA3 を ON
6     call WAIT    ;0.5ms 待機
7
8     bcf PORTA, 3 ;RA3 を OFF
9     call WAIT    ;0.5ms 待機
10
11    goto MAIN     ; 無限ループ
12
13 WAIT
14     movlw D'249'
15     movwf COUNTER1 ; 変数 1 をクリア
16
17 WAIT1
18     nop
19     nop
20     decfsz COUNTER1, 1 ; 変数から 1 を引く
21     goto WAIT1        ; 結果が 0 でなければ実行
22     return            ; 結果が 0 ならばスキップしこの行を実行
```

コード 6 [課題 4] メロディを作成せよ (その 1)

```
1  COUNTER1 EQU 0x0C;
2  COUNTER2 EQU 0x0D;
3  COUNTER3 EQU 0x0E;
4  COUNTER4 EQU 0x0F;
5  COUNTER5 EQU 0x10;
6  COUNTER6 EQU 0x11;
7  COUNTER7 EQU 0x12;
8  COUNTER8 EQU 0x13;
9  COUNTER9 EQU 0x14;
10
11  ORG 0x000
12
13  bsf STATUS, RP0
14  clrf TRISA
15  bcf STATUS, RP0
16  clrf PORTA
17
18  MAIN
19    call PLAY_C
20    call PLAY_D
21    call PLAY_E
22    goto MAIN
23
24  ;==== IF ====
25  PLAY_C
26    clrf COUNTER7
27    call PLAY_C_
28
29  PLAY_D
30    clrf COUNTER8
31    call PLAY_D_
32
33  PLAY_E
34    clrf COUNTER9
35    call PLAY_E_
```

コード 7 [課題 4] メロディを作成せよ (その 2)

```
1  ;==== private methods ====
2  PLAY_C_
3      bsf PORTA, 3
4      call WAIT1
5      bcf PORTA, 3
6      call WAIT1
7      decfsz COUNTER7, 1
8      goto PLAY_C_
9      return
10
11  PLAY_D_
12      bsf PORTA, 3
13      call WAIT4
14      bcf PORTA, 3
15      call WAIT4
16      decfsz COUNTER8, 1
17      goto PLAY_D_
18      return
19
20  PLAY_E_
21      bsf PORTA, 3
22      call WAIT7
23      bcf PORTA, 3
24      call WAIT7
25      decfsz COUNTER9, 1
26      goto PLAY_E_
27      return
28
29  ;==== timer ====
30  ;==== timer - C ====
31  WAIT1
32      movlw D'176'
33      movwf COUNTER1
34
35  WAIT2
36      movlw D'02'
37      movwf COUNTER2
38      call WAIT3
39      decfsz COUNTER1, 1
40      goto WAIT2
41      return
42
43  WAIT3
44      decfsz COUNTER2, 1
45      goto WAIT3
46      return
```

コード 8 [課題 4] メロディを作成せよ (その 3)

```
1  ;==== timer - D ====
2
3  WAIT4
4      movlw D'160'
5      movwf COUNTER3
6
7  WAIT5
8      movlw D'02'
9      movwf COUNTER4
10     call WAIT6
11     decfsz COUNTER3, 1
12     goto WAIT5
13     return
14
15  WAIT6
16     decfsz COUNTER4, 1
17     goto WAIT6
18     return
19
20  ;==== timer - E ====
21
22  WAIT7
23     movlw D'144'
24     movwf COUNTER5
25
26  WAIT8
27     movlw D'02'
28     movwf COUNTER6
29     call WAIT9
30     decfsz COUNTER5, 1
31     goto WAIT8
32     return
33
34  WAIT9
35     decfsz COUNTER6, 1
36     goto WAIT9
37     return
```

3 調査課題

1. PIC16F84A の EEPROM(Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) はレジスタファイル空間に直接マッピングされていないので, 特殊機能レジスタを通じて間接的にアドレスしてリード/ライトします. この使い方 (書き込み, 読み出し) の手順について調べ, プログラム例を示して説明せよ.
2. 7 セグメント LED を 2 桁表示させる方法について, 回路図を”bsch” などを用いて描き, 上位桁に 1, 下位桁に 2 を表示するプログラムを作成せよ.
3. 割り込み条件はいくつもあるが, PIC16F84A に許可されている割り込み条件のうち, 「ポート RB0 からの外部割り込み」「TMR0 カウンタオーバーフロー内部割り込み」, それぞれに対する特殊レジスタの設定について説明せよ.
4. W レジスタの復帰や出力ビットの書き換えにおいて, swapf 命令や addwf 命令を使う理由を述べよ.
5. 今まで実験で行った内容以外の PIC を使用した新しい動作の実験テーマや動作・内容を提案せよ. (例) 押すボタン・回数を指定してロックをかける電子錠など

4 参考文献

- 特集電脳ガジェット'Pi' でラピッド・プログラミング, トランジスタ技術, 2016 年 6 月号 pp.56-128
- PIC 命令一覧表 (<https://www.mlab.im.dendai.ac.jp/~assist/PIC/appendix/instruction/>)
- セラミック発振子 (セラロック) | 村田製作所 (<https://www.murata.com/ja-jp/products/timingdevice/ceralock/basic/summary>)
- 水晶振動子 | マルツオンライン (<https://www.marutsu.co.jp/contents/shop/marutsu/mame/46.html>)
- 第 2 回 水晶を発振器に使う 5 つの理由 - EE Times Japan(<https://eetimes.jp/ee/articles/1011/24/news121.html>)