

# PIC ワンチップマイクロコントローラ (基礎編)

## PIC16F84 マイコンの基礎と応用

### 目次

<b>1章 Embedded コンピュータ</b> .....	<b>2</b>
1-1. 私たちの身近に潜む Embedded コンピュータ.....	2
1-2. エンベデットマイコンの役割.....	4
1-3. ワンチップマイコンとは.....	5
1-4. ワンチップマイコンの問題点.....	5
1-5. ワンチップマイコンとROM.....	7
<b>2章 PIC マイコン</b> .....	<b>10</b>
2-1. PIC マイコン.....	10
2-2. PIC の特徴.....	11
2-3. PIC マイコンのラインアップ.....	11
<b>3章 PIC16F84 のアーキテクチャーと動作</b> .....	<b>16</b>
3-1. PIC16F84 の構造.....	17
3-2. Wレジスタ.....	18
3-3. プログラムメモリ.....	19
メモリマップ.....	19
3-4. データメモリ.....	20
3-5. スタックメモリ.....	20
3-6. 基本的なレジスタ.....	21
3-6-1. プログラムカウンタとPCLATH.....	21
3-6-2. ステータスレジスタ.....	22
3-6-3. ファイルセレクトレジスタとインダイレクトアドレスレジスタ.....	23
STATUS REG.....	23
3-4. I/O ポート.....	24
3-4-1. ポートA.....	26
3-4-2. ポートB.....	26
3-4-3. ポート操作.....	29
3-4-4. ポートの保護.....	29
3-5. タイマ0.....	30
OPTION REG.....	31
3-6. ウォッチドックタイマ.....	34
3-7. 割込機能.....	36
INTCON REG.....	37
3-7-1. ポートB からの外部割込.....	38
3-7-2. ポートB の bit4 ~ bit7 のポート変化割込.....	38

3-7-3. タイマ0 のオーバーフロー割込 .....	39
3-7-4.EEPROM からの書込終了割込 .....	39
3-8. スリープ機能 .....	40
3-8-1. リセット信号の入力 .....	40
3-8-2. 割込信号の発生 .....	40
3-8-3.WDT の作動 .....	40
3-9 . EEPROM .....	42
EECON REG .....	43
<b>4章 PIC マイコンのハードウェア .....</b>	<b>46</b>
4-1. 動作環境 .....	46
4-2. リセット回路 .....	46
4-3. 発振回路 .....	50
4-3-1.RC 発振回路 .....	51
4-3-2.LP 発振回路 .....	52
4-3-3. 水晶発振回路 .....	52
4-3-4. 外部発振回路 .....	53
4-4. 外観とパッケージタイプ .....	54
4-5. プログラムの書き込み .....	55
4-6. コンフィグレーションレジスタとID レジスタ .....	58
<b>5章 PIC マイコンの命令 .....</b>	<b>60</b>
5-1 . PIC マイコンの命令 .....	60
MOVLW Move Literal to W .....	62
MOVF Move f .....	63
MOVWF Move W to f .....	64
SWAPF Swap Nibbles in f .....	65
ADDLW Add Literal and W .....	66
ADDWF Add W and f .....	67
SUBLW Subtract Literal and W .....	68
SUBWF Subtract W from f .....	69
ANDLW AND Literal with W .....	70
ANDWF AND W with f .....	71
IORLW Inclusive OR Literal with W .....	72
IORWF Inclusive OR W with f .....	73
XORLW Exclusive OR Literal with W .....	74
XORWF Exclusive OR W with f .....	75
COMF Complement f .....	76
RLF Rotate Left f through Carry .....	78
RRF Rotate Right f through Carry .....	79
BCF Bit Clear f .....	80

BSF Bit Set f .....	81
BTFSC Bit Test f,Skip if Clear .....	82
BTFSS Bit Test f,Skip if Set .....	83
CLRF Clear f .....	84
CLRW Clear W .....	85
INCF Increment f .....	86
INCFSZ Increment f,Skip if 0 .....	87
DECF Decrement f .....	88
DECFSZ Decrement f,Skip if 0 .....	89
GOTO Unconditional Branch .....	90
CALL Call Subroutine.....	91
RETURN Return from Subroutine .....	92
RETLW Return with Literal in W .....	93
RETFIE Return from interrupt.....	94
NOP No Operation .....	95
CLRWDT Clear Watchdog Timer .....	96
SLEEP SLEEP .....	97
5-2. その他の命令 .....	98
5-2-1. アセンブラの命令 .....	98

## 6章 プログラムの基本的な技法 ..... 100

6-1. プログラム構造とは .....	100
6-2. サブルーチン .....	100
6-3. 判 断 .....	102
6-4. ループ処理 .....	104
6-5. 演算 .....	105
6-6 . PIC 特有の処理 .....	106
6-6-1. ポインタ処理 .....	106
6-6-2. テーブル参照 .....	107
6-6-3. 割込処理 .....	108

## 7章 プログラミング ..... 110

7-1. プログラムの開発手順.....	110
7-2 . MPLAB をダウンロードする .....	112
7-3.MPLAB のインストール .....	114
7-4.MPLAB の起動 .....	115
7-5. プログラムを書いてみる.....	115
7-6.MPASM アセンブラの書式 .....	117
7-7. アセンブラをかける.....	119
7-8. シミュレーションを試してみる .....	122
7-9. スティミュラスを使う.....	126

<b>8章 PIC16F84 を動かしてみる</b> .....	<b>130</b>
8-1.PICの周辺ハードウェア .....	130
8-1-1.電源回路 .....	130
8-1-2.リセット回路 .....	131
8-1-3.発振回路 .....	132
8-2.回路の組立 .....	132
8-3.PICにプログラムを書き込む .....	135
8-4.PICを動かしてみる.....	138
8-5.プログラムで実験 .....	140
8-5-1.タイマ0の動作 .....	140
8-5-2.PD/TOビットを調べる .....	141
8-5-3.スイッチの認識.....	143
8-5-4.スイッチのクリックを捕らえる.....	144
8-5-5.ブザーを鳴動させるプログラム .....	145
8-5-6.電話のベルのような音を鳴らす .....	146
8-5-7.モールス信号の自動送信 .....	148
8-5-8.メロディー演奏プログラム .....	151
8-5-9.メトロノームプログラム.....	154
8-5-10.シリアル通信送信プログラム .....	157
8-5-11.シリアル通信受信プログラム .....	159

# PIC ワンチップマイクロコントローラ（応用編）

## PIC16F877 マイコンの基礎と応用

### 目次

<b>1章 PIC16F877 の概要</b> .....	<b>2</b>
1-1. PIC16F877 の概要 .....	2
1-2. PIC16F8xx シリーズ .....	5
<b>2章 ハードウェア</b> .....	<b>8</b>
2-1. 動作環境 .....	8
2-2. リセット回路 .....	9
2-3. 発振回路 .....	14
2-3-1. RC 発振回路 .....	15
2-3-2. LP 発振回路 .....	15
2-3-3. 水晶発振回路 .....	15
2-3-4. 外部発振回路 .....	16
2-4. 外観とパッケージタイプ .....	17
2-5. コンフィグレーションレジスタとID レジスタ .....	19
4-6-1. 低電圧プログラミング .....	20
<b>3章 PIC16F877 のアーキテクチャーと動作</b> .....	<b>22</b>
3-1. PIC16F877 の構造 .....	23
3-2. Wレジスタ .....	24
3-3. プログラムメモリ .....	25
プログラムメモリマップ .....	25
3-4. データメモリ .....	26
データメモリマップ .....	27
3-5. スタックメモリ .....	28
3-6. 基本的なレジスタ .....	29
3-6-1. プログラムカウンタとPCLATH .....	29
3-6-2. ステータスレジスタ .....	31
STATUS REG .....	31
3-6-3. ファイルセレクトレジスタとインダイレクトアドレスレジスタ .....	32
3-6-4. パワーコントロールレジスタ .....	33
PCON REG .....	33
3-7. I/O ポート .....	34
3-7-1. ポートA .....	36
3-7-2. ポートB .....	37
3-7-3. ポートC .....	38
3-7-4. ポートD .....	39
TRISE REG .....	40

3-7-5. ポートE .....	40
3-7-6. ポート操作 .....	41
3-7-7. ポートの保護 .....	41
3-8. 割込機能 .....	42
INTCON REG .....	43
PIR1,2 REG .....	44
PIE1,2 REG .....	45
3-8-1. ポートB からの外部割込 .....	46
3-8-2. ポートB の bit4 ~ bit7 のポート変化割込 .....	46
3-8-3. タイマ0 のオーバフロー割込 .....	47
3-8-4. EEPROM からの書込終了割込 .....	47
3-8-5. パラレル通信機能割込 .....	48
3-8-6. A/D コンバータ変換終了割込 .....	48
3-8-7. シリアル通信受信割込 .....	48
3-8-8. シリアル同期通信割込 .....	48
3-8-9. コンペア1,2 割込 .....	48
3-8-10. タイマ1 のオーバフロー割込 .....	48
3-8-11. タイマ2 のコンペアマッチ割込 .....	49
3-8-12. バス衝突割込 .....	49
3-8-13. 割込処理プログラム .....	49
3-9. スリープ機能 .....	50
3-9-1. リセット信号の入力 .....	50
3-9-2. 割込信号の発生 .....	50
3-9-3. WDT の作動 .....	50
PIC 命令一覧表 .....	52

## 4章 周辺機能 ..... 54

4-0. 周辺機能 .....	54
4-1. タイマ0 とウォッチドックタイマ .....	55
4-1-1. タイマ0 .....	55
OPTION REG .....	55
4-1-2. ウォッチドックタイマ .....	59
4-2. タイマ1 .....	60
4-2-1. タイマ1 の基本機能 .....	60
T1CON REG .....	61
4-2-2. コンペア機能 .....	63
CCP1,2 REG .....	64
4-2-3. タイマ1 を使用したタイマ割込 .....	65
4-2-4. キャプチャ機能 .....	67
4-3. タイマ2 .....	70
4-3-1. タイマ2 の基本機能 .....	70
4-3-2. タイマ2 コンペア機能 .....	71
T2CON REG .....	71
4-3-3. PWM 機能 .....	73

4-4.A/D コンバータ.....	76
ADCON0 REG .....	78
ADCON1 REG .....	79
4-5. 非同期・同期シリアル通信 .....	81
4-5-1. 非同期シリアル通信 .....	81
ボーレートの設定 .....	81
TXSTA REG .....	83
RCSTA REG .....	83
通信データフォーマット.....	84
通信動作 .....	84
端末アドレス機能 .....	88
4-5-2. 同期シリアル通信 .....	91
TXSTA REG .....	92
RCSTA REG .....	92
4-6 . フラッシュメモリ.....	95
4-6-1.EEPROM.....	95
EECON1,2 REG .....	95
4-6-1. プログラムメモリ .....	97
4-7. 装置内通信 SPI 通信機能 .....	98
SSPSTAT REG .....	99
SSPCON REG .....	100
4-8. 装置内通信 I2C 通信機能 .....	107
4-8-1. バスの動作 .....	108
SSPCON REG .....	109
SSPCON2 REG .....	110
SSPSTAT REG .....	111
4-8-2. マスタモード .....	112
4-8-3. スレーブモード .....	117
4-8-4.10bit アドレス指定 .....	120
4-8-5. マルチマスタシステムにおけるバスの衝突 .....	120
4-8-6.I2C 応用プログラム .....	122
4-9. 装置内通信 PSP 通信機能 .....	126
TRISE REG .....	127

## **5章 PIC16F877 を動かしてみる..... 130**

5-1.MK165のハードウェア .....	130
5-1-1.MK165の概要 .....	130
5-1-2. 搭載できるPIC .....	130
5-1-3. 供給電源 .....	131
5-1-4. リセット回路 .....	132
5-1-5. クロック発振.....	132
5-1-6. 拡張入力ポート.....	132
5-1-7. オープンコレクタ出力ポート・8LED.....	133
5-1-8. スイッチ・ロータリエンコーダ.....	134
5-1-9. 4桁 7セグメントLED表示 .....	134

5-1-10. プザー .....	135
5-1-11. 電力制御 .....	136
5-1-12.D/A 変換 .....	136
5-1-13. 内蔵 A/D コンバータ .....	137
5-1-14. 非同期シリアル通信 .....	137
5-1-15.EEPROM .....	137
5-2.MK165 の組立と調整 .....	139
5-2-1. 組立 .....	139
5-2-2. 調整 .....	139
5-2-3. インストール .....	139
5-3. ダウンローダの使い方 .....	140
5-3-1. 各ボタンの機能と操作 .....	141
5-3-2. プログラムの入力とダウンロード操作手順 .....	142
5-3-3. ダウンロードできるユーザプログラム .....	142
5-4. いろいろなプログラム .....	144
5-4-1. 7セグメントLED の表示プログラム 1 .....	144
5-4-2. 7セグメントLED の表示プログラム 2 .....	144
5-4-3.PWM によるパワーデバイスの制御 .....	146
5-4-4.D/A コンバータのインタフェース .....	148
5-4-5.D/A コンバータで絵を描く .....	150
5-4-6. ロータリエンコーダのインタフェース .....	152
5-4-7. デジタル時計を作る .....	154
<b>6章 C コンパイラの利用 .....</b>	<b>158</b>
6-1.C コンパイラ .....	158
6-2.CCS C コンパイラ .....	158
6-3.PCW を使用したプログラムの作成とコンパイル .....	159
6-3-1. プロジェクトを使用したプログラム作成 .....	159
6-3-2. プロジェクトを使用しないプログラム作成 .....	162
6-3-3. プログラムの入力とコンパイル .....	162
6-4. MPLAB によるC プログラムのシュミレーション .....	164
6-5. PIC への書込 .....	166
6-6. C コンパイラによるプログラム .....	167
6-6-1. プザーとLED 表示のプログラム .....	167
6-6-2. シリアル通信のプログラム .....	168
6-6-3.7 セグメントLED 表示のプログラム .....	169
6-6-4. 浮動小数点の演算 .....	170
6-6-5.LCD 表示のプログラム .....	172
6-6-6.PWM プログラム .....	173
6-6-7. ストップウォッチプログラム .....	176
6-7.CCS-C コンパイラの簡単マニュアル .....	178
組込関数一覧表 ( 目的検索 ) .....	180
MK164 を使用したプログラム開発 .....	182