

---

## セクション 9. ウォッチドッグ タイマ (WDT) と 省電力モード

---

### ハイライト

本セクションには下記の主要項目を記載しています。

9.1	はじめに .....	9-2
9.2	省電力モード .....	9-2
9.3	ウォッチドッグ タイマ (WDT) .....	9-7
9.4	設計のヒント .....	9-11
9.5	関連アプリケーション ノート .....	9-12
9.6	改訂履歴 .....	9-13

**Note:** ファミリ リファレンス マニュアルの本セクションは、デバイス データシートの内容の補足を目的としています。本セクションの内容は、dsPIC33F/PIC24H ファミリの一部のデバイスには対応していません。

本書の内容がお客様のご使用になるデバイスに対応しているかどうかは、最新デバイス データシート内の「**特殊機能**」と「**省電力機能**」の冒頭の注意書きでご確認ください。

デバイス データシートとファミリ リファレンス マニュアルの各セクションは、マイクロチップ社のウェブサイト (<http://www.microchip.com>) からダウンロードできます。

## 9.1 はじめに

本セクションでは、dsPIC33F/PIC24H が備えるウォッチドッグ タイマ (WDT) と省電力モードについて説明します。dsPIC33/PIC24H ファミリは、ユーザ アプリケーションが性能と消費電力を最適にバランスさせる事ができるように、各種の内蔵機能を備えています。

WDT はソフトウェア障害時にデバイスをリセットします。WDT は、スリープまたはアイドルモードからのデバイスのウェイクアップにも使用できます。

## 9.2 省電力モード

dsPIC33F/PIC24H の省電力機能は下記を含みます。

- システムクロックの管理
- 命令による省電力モード (スリープモードとアイドルモード)
- ハードウェアによる Doze モード
- 周辺モジュールの無効化

### 9.2.1 システムクロックの管理

システムクロック周波数を低減すると、ほぼそれに比例して省電力効果が得られます。dsPIC33F/PIC24H が備える動作中クロック切り換え機能を使用する事により、ユーザ アプリケーションはシステムクロック周波数をダイナミックに変更し消費電力を最適化できます。詳細はセクション7.「オシレータ」(DS70186) 参照してください。

### 9.2.2 命令による省電力モード

dsPIC33F/PIC24H は 2 つの命令による省電力モードを備えます。これらのモードへの切り換えには専用の PWRSAV 命令を使用します。PWRSAV 命令の実行中に割り込みが発生した場合、デバイスが完全にスリープまたはアイドルモードへ切り換わるまで割り込みを保留します。割り込みがウェイクアップ イベントであれば、モード切り換わり後にデバイスをウェイクアップします。

- **スリープモード:** スリープモードでは CPU、システムクロック源、そのシステムクロック源で動作する周辺モジュールが全て停止します。これは、デバイスの最低消費電力モードです。デバイスがスリープモードに切り換わると、リセット制御レジスタ (RCON<3>) 内のスリープからのウェイクアップ フラグビット (SLEEP) がセットされます。
- **アイドルモード:** アイドルモードでは CPU は停止しますが、システムクロック源は動作を続けます。周辺モジュールも動作を続けますが、停止させる事もできます。デバイスがアイドルモードに切り換わると、リセット制御レジスタ (RCON<2>) 内のアイドルからのウェイクアップ フラグビット (IDLE) がセットされます。

SLEEP および IDLE ステータスビットは、パワーオン リセット (POR) 時とブラウンアウト リセット (BOR) 時にクリアされます。これらのビットはソフトウェアでもクリアできます。詳細はセクション8.「リセット」(DS70192) を参照してください。

## セクション 9. ウォッチドッグ タイマ (WDT) と 省電力モード

PWRSV 命令のアセンブリ構文を例 9-1 に示します。

### 例 9-1: PWRSV アセンブリ構文

```
PWRSV #SLEEP_MODE ; Put the device into SLEEP mode  
PWRSV #IDLE_MODE ; Put the device into IDLE mode
```

**Note 1:** SLEEP\_MODE と IDLE\_MODE は、選択したデバイス向けのアセンブラ インクルード ファイルで定義されている定数です。

**2:** スリープモードは I/O ピンの状態を変更しません。

#### 9.2.2.1 スリープモード

スリープモードは最低消費電流状態です。スリープモードの特徴を以下に挙げます。

- プライマリ オシレータ (Posc) と内部高速 RC (FRC) オシレータは停止します。
- オシレータ制御レジスタ (OSCCON<1>) 内のセカンダリ オシレータ イネーブルビット (LPOSCEN) をセットすると、セカンダリ オシレータ (Sosc) は動作を続けます。詳細は **セクション 7. 「オシレータ」** (DS70186) 参照してください。
- ウォッチドッグ タイマが有効な場合、WDT と内部低消費電力 RC (LPRC) オシレータは動作を続けます。詳細は **9.3 「ウォッチドッグ タイマ (WDT)」** を参照してください。
- リセット制御レジスタ (RCON<8>) 内の電圧レギュレータ スリープ中スタンバイビット (VREGS) をクリアすると、内部電圧レギュレータはスリープモード時にスタンバイ状態に切り換わります。スタンバイ状態では、電圧レギュレータの消費電流が低下します。
- システムクロックを使用する周辺モジュールは停止します。
- スリープモード中はシステムクロックが停止するため、フェイルセーフ クロックモニタ (FSCM) は動作しません。

スリープモード時の消費電力を最小限に抑えるには、下記を実施してください。

- I/O ピンの抵抗負荷を駆動しない
- 入力として設定した I/O ピンをフローティング状態にしない
- セカンダリ オシレータ (Sosc) を停止する
- WDT を停止する
- スリープモード時に電圧レギュレータをスタンバイ状態にする

スリープモードを終了すると、オシレータ制御レジスタ (OSCCON<14:12>) 内の現在のオシレータ選択ビット (COSCC<2:0>) が指定するクロック源を使用してデバイスが再起動します。

##### 9.2.2.1.1 スリープモードからのウェイクアップ時の遅延

スリープモードからのウェイクアップ時の遅延を図 9-1 に示します。この遅延は、電圧レギュレータ遅延とオシレータ遅延を含みます。

- **電圧レギュレータ遅延:** 電圧レギュレータがスタンバイ状態から動作状態へ切り換わる時の遅延時間です。この遅延時間は、電圧レギュレータのスタンバイモードを有効にした場合にのみ必要です。
- **オシレータ遅延:** クロックの動作準備が完了するまでに要する遅延時間です。各種クロック源の遅延時間を表 9-1 に示します。詳細は **セクション 7. 「オシレータ」** (DS70186) 参照してください。

図 9-1: スリープモードからのウェイクアップ時の遅延

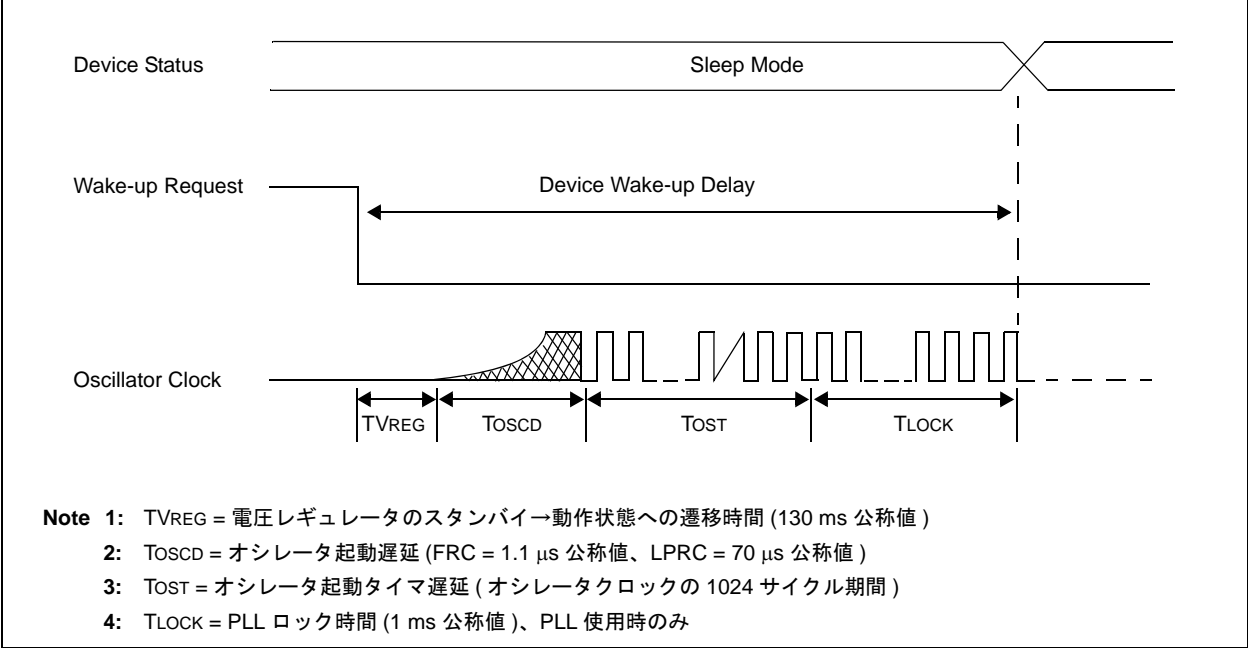


表 9-1: オシレータ遅延

オシレータソース	オシレータ起動遅延	オシレータ起動タイマ	PLL ロック時間	総合遅延時間
FRC, FRCDIV16, FRCDIVN	TOSCD	—	—	TOSCD
FRCPLL	TOSCD	—	TLOCK	TOSCD + TLOCK
XT	TOSCD	TOST	—	TOSCD + TOST
HS	TOSCD	TOST	—	TOSCD + TOST
EC	—	—	—	—
XTPLL	TOSCD	TOST	TLOCK	TOSCD + TOST + TLOCK
HSPLL	TOSCD	TOST	TLOCK	TOSCD + TOST + TLOCK
ECPLL	—	—	TLOCK	TLOCK
SOSC	TOSCD	TOST	—	TOSCD + TOST
LPRC	TOSCD	—	—	TOSCD

- Note 1:** TOSCD = オシレータ起動遅延 (FRC: 最大 1.1  $\mu$ s、LPRC: 最大 70  $\mu$ s)  
水晶振動子の起動時間は振動子の特性や負荷容量によって異なります。
- 2:** TOST = オシレータ起動タイマ遅延 (オシレータクロックの 1024 サイクル期間)  
例: 10 MHz 水晶振動子の TOST = 102.4  $\mu$ s、32 kHz 水晶振動子の TOST = 32 ms
- 3:** TLOCK = PLL ロック時間 (1 ms 公称値)、PLL 使用時のみ

### 9.2.2.2 アイドルモード

アイドルモードの特徴を以下に挙げます。

- CPU は命令の実行を停止します。
- システムクロック源は動作を維持します。
- 既定値では、周辺モジュールはシステムクロック源を使用して通常通り動作します。
- 大部分の周辺モジュールは、アイドル時停止制御ビット ( 制御レジスタの bit 13) を使用してアイドルモード中に停止させる事もできます。このビットフィールド名のフォーマットは「xxxSIDL」です (xxx は周辺デバイスのニーモニック名)。詳細は dsPIC33F/PIC24H ファミリー リファレンス マニュアルの関連セクションを参照してください。これらはマイクロチップ社のウェブサイト ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) からダウンロードできます。

アイドルモードを終了すると、CPU はシステムクロックの 8 サイクル以内に命令の実行を開始します。

### 9.2.2.3 スリープおよびアイドルモードからのウェイクアップ

スリープモードとアイドルモードは下記のイベントにより終了します。

- 有効な割り込みイベント
- WDT タイムアウト
- POR、BOR、 $\overline{\text{MCLR}}$  によるリセット

#### 9.2.2.3.1 割り込みによるウェイクアップ

有効な割り込みイベントは、下記のようにデバイスをスリープまたはアイドルモードからウェイクアップします。

- 割り込み優先度が現在の CPU 優先度以下である場合、スリープモードを起動した PWRSAV 命令の次の命令からコード実行を再開します。
- 割り込み優先度が現在の CPU 優先度よりも高い場合、CPU 例外処理を開始します。コード実行は ISR の先頭命令から再開します。

#### 9.2.2.3.2 WDT タイムアウト時のウェイクアップ

WDT を有効にすると、スリープおよびアイドルモードでも WDT は動作を続けます。WDT タイムアウトが発生するとデバイスがウェイクアップし、PWRSAV 命令の次の命令からコード実行を再開します。

WDT タイムアウトによるウェイクアップ イベントが発生すると、リセット制御レジスタ (RCON<4>) 内のウォッチドッグ タイマ タイムアウト フラグビット (WDTO) がセットされます。

#### 9.2.2.3.3 リセット時のウェイクアップ

POR、BOR、 $\overline{\text{MCLR}}$  はデバイスをスリープおよびアイドルモードからウェイクアップし、リセットベクタから実行を開始します。

## 9.2.3 ハードウェアによる Doze モード

消費電力の低減には、クロック速度の変更とアイドルおよびスリープモードの活用が効果的です。ただし、特定条件下ではこの手法が現実的でない場合もあります。下記の影響を考慮する必要があります。

- システムクロック速度を変更すると、周辺通信機能の baud レートが変化して通信エラーの原因となる可能性があります。
- 命令による省電力モード(アイドルモード/スリープモード)はプロセッサのコード実行を停止します。

Doze モードは、上記とは異なる消費電力低減手法を提供します。Doze モードでは、周辺モジュールはシステムクロック周波数で動作し、CPU だけ低速のクロックで動作します。

Doze モードを有効にするには、クロック分周比レジスタ (CLKDIV<11>) 内の Doze モード イネーブルビット (DOZEN) をセットします。周辺モジュールと CPU 間のクロック速度の比は、クロック分周比レジスタ (CLKDIV<14:12>) 内のプロセッサ クロック分周比選択ビット (DOZE<2:0>) で指定します。分周比は 1:1 ~ 1:128 の範囲で 8 段階に設定できます。既定値は 1:1 です。

クロック分周比レジスタ (CLKDIV<15>) 内の割り込み時復帰 (ROI) ビットをセットすると、CPU は全ての割り込みで最速動作へ自動的に復帰します。既定値では、割り込みイベントは Doze モードの動作に影響しません。

<b>Note:</b> Doze モードの開始直前と終了直後に NOP 命令を実行する必要があります。これを怠ると、予期せぬ結果が生じる可能性があります。
--

## 9.2.4 周辺モジュールの無効化

dsPIC33F/PIC24H の全ての周辺モジュール (I/O ポートを除く) は、消費電力を低減するために個別に停止できる制御ビットを備えています。これらのビットは周辺モジュール ディセーブル (PMD) ビットと呼ばれ、ビット名「xxxPMD」を持ちます (上記同様 xxx はモジュールのニック)。これらのビットは、PMDx 特殊機能レジスタ (SFR) 内に格納されています。モジュールを停止するには、そのモジュールの PMD ビットを「1」に設定します。これにより、その周辺モジュールに関連する全ての回路への電力供給とクロック供給が停止します。既定値では、全ての周辺モジュールは動作を継続します。PMD レジスタの詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

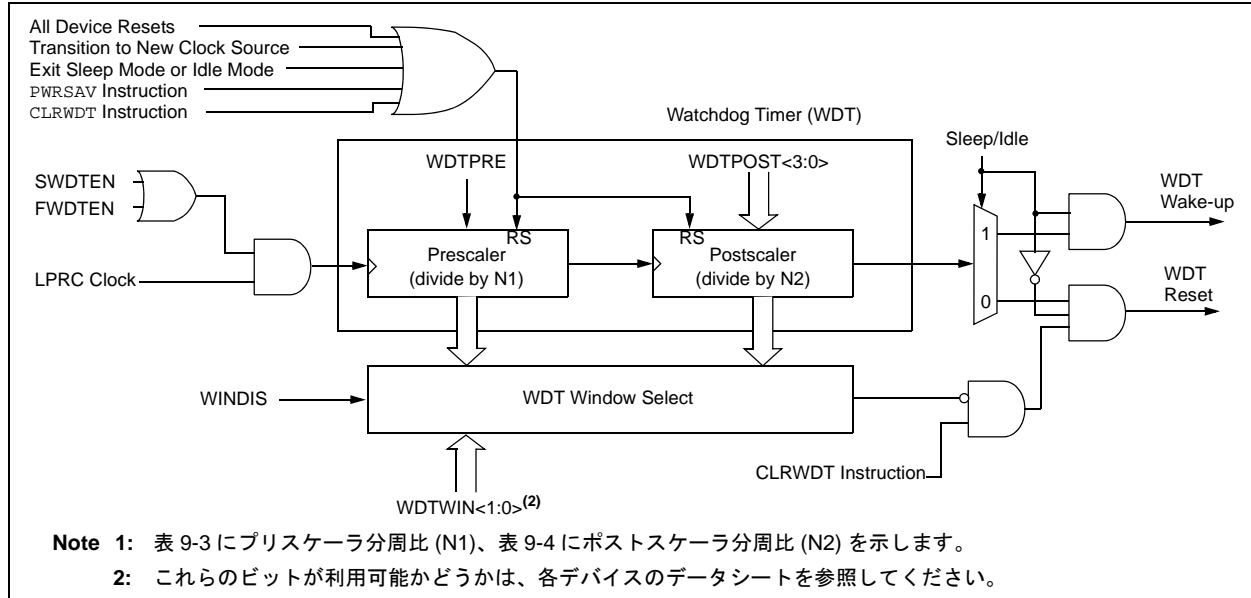
## セクション9. ウォッチドッグ タイマ (WDT) と 省電力モード

### 9.3 ウォッチドッグ タイマ (WDT)

WDT の主目的は、ソフトウェア障害時にデバイスをリセットする事です。WDT は、スリープまたはアイドルモードからのデバイスのウェイクアップにも使用できます。

WDT は、LPRC オシレータからクロック供給を受ける設定可能プリスケラおよびポストスケラを備えます。プリスケラおよびポストスケラ分周比を設定する事により、WDTO 周期を選択します。WDT のブロック図を図 9-2 に示します。

図 9-2: WDT のブロック図



**Note 1:** 表 9-3 にプリスケラ分周比 (N1)、表 9-4 にポストスケラ分周比 (N2) を示します。

**2:** これらのビットが利用可能かどうかは、各デバイスのデータシートを参照してください。

#### 9.3.1 WDT 動作

有効にした WDT は、オーバーフローするかタイムアウトが発生するまでインクリメントします。スリープまたはアイドルモード中を除き、WDT タイムアウトはデバイスをリセットします。WDT タイムアウト リセットを防ぐには、CLRWDT 命令を使用して WDT を周期的にクリアする必要があります。

PWRSAV 命令実行後にデバイスがスリープまたはアイドルモードへ切り換わった時にも、WDT はクリアされます。スリープまたはアイドルモード中に WDT タイムアウトが発生するとデバイスはウェイクアップし、PWRSAV 命令の次の命令からコード実行を再開します。

WDT タイムアウトによるデバイスリセットまたはウェイクアップ イベントが発生すると、リセット制御レジスタ (RCON<4>) 内の WDTO がセットされます。

フラッシュの書き込みまたは消去中にウォッチドッグ タイマリセットが発生すると、ランタイム自己書き込み (RTSP) サイクルが完了するまでリセットを保留します。詳細は dsPIC33F ファミリー リファレンス マニュアルのセクション 5.「フラッシュ プログラミング」(DS70191) を参照してください。

##### 9.3.1.1 WDT の有効化 / 無効化

WDT の有効 / 無効は、WDT コンフィグレーション レジスタ (FWDT<7>) 内のウォッチドッグ タイマ イネーブルビット (FWDTEN) で設定します。FWDTEN ビットをセットすると、WDT は常時動作します。セット状態が既定値です (デバイス消去後の状態)。

FWDT 内の WDT ビットを無効にした場合、ユーザアプリケーションはリセット制御レジスタ (RCON<5>) 内の WDT ソフトウェア イネーブル / ディスエーブルビット (SWDTEN) を設定する事により WDT を有効にできます。

SWDTEN 制御ビットは、全てのデバイスリセット時にクリアされます。ユーザアプリケーションは、このビットを使用して重要なコードセグメントに対してのみ WDT を有効にする事により、省電力効果を最大にできます。

**Note:** WDT コンフィグレーション レジスタ (FWDT) の値は、デバイス プログラミング中に書き込みます。WDT コンフィグレーション レジスタの詳細はセクション 25.「デバイス設定」(DS70194) を参照してください。

## 9.3.1.2 WDT ウィンドウ

WDT は、オプションとしてウィンドウモードを備えます。このモードを有効にするには、WDT コンフィグレーション レジスタ (FWDT<6>) 内のウォッチドッグ タイマ ウィンドウ イネーブルビット (WINDIS) を設定します。ウィンドウモード (WINDIS = 0) では、WDTO 周期中の許容ウィンドウ内で WDT をクリアする必要があります (図 9-3 ~ 図 9-6 参照)。WDT を許容ウィンドウより前でクリアすると、リセットが即座に発生します。

ウィンドウモードは、コードの重要部分の実行が異常に速すぎたり遅すぎたりした時にデバイスをリセットしたい場合に効果的です。表 9-2 に、ウィンドウ オプションの全ての設定を示します。

表 9-2: ウィンドウビット オプション

WDTWIN<1:0>	許容ウィンドウ幅
このビットを実装していないデバイス	25%
11	25%
10	37.50%
01	50%
00	75%

図 9-3: WDT ウィンドウ : WDTWIN<1:0> = 11 または WDTWIN<1:0> ビットを実装していないデバイス

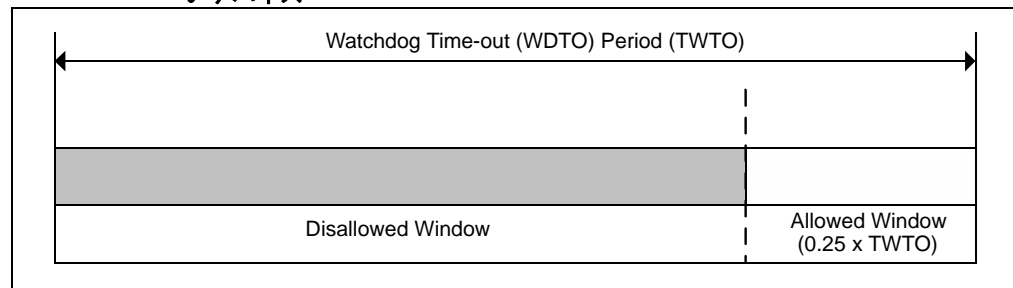


図 9-4: WDT ウィンドウ : WDTWIN<1:0> = 10

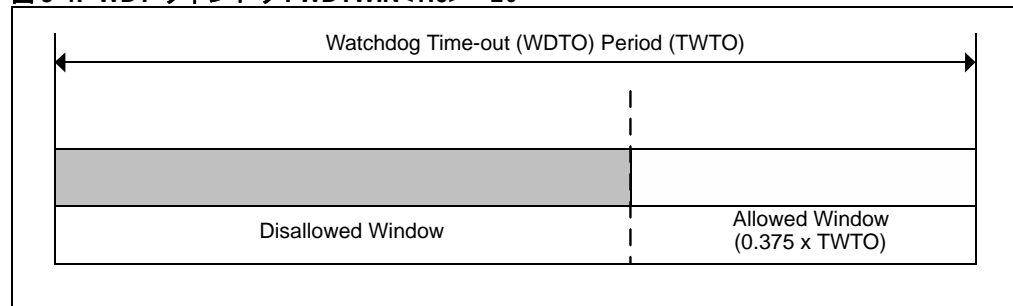
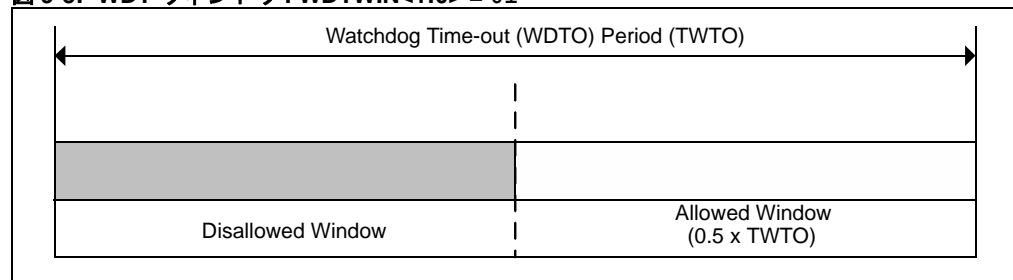


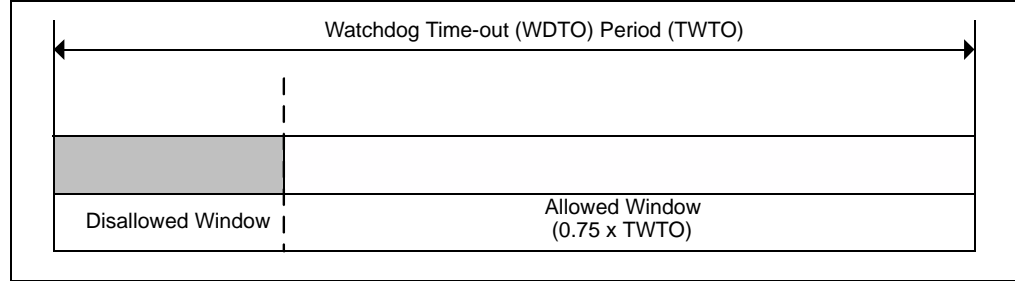
図 9-5: WDT ウィンドウ : WDTWIN<1:0> = 01





## セクション 9. ウォッチドッグ タイマ (WDT) と 省電力モード

図 9-6: WDT ウィンドウ : WDTWIN<1:0> = 00



### 9.3.2 WDTO 周期の選択

プリスケラおよびポストスケラ分周比を設定する事により、WDTO 周期を選択します。プリスケラ分周比は、WDT コンフィグレーション レジスタ (FWDT<4>) 内のウォッチドッグ タイマ プリスケラ ビット (WDTPRE) で指定します。

可変プリスケラ分周比で WDT プリスケラ出力周波数を低減する事により、タイムアウト周期を延長できます。ポストスケラ分周比は、WDT コンフィグレーション レジスタ (FWDT<3:0>) 内のウォッチドッグ タイマ ポストスケラ ビット (WDTPOST<3:0>) で指定します (1:1 ~ 1:32,768 の範囲で 16 段階に設定可能)。

WDT タイムアウト値は、式 9-1 により求められます。

式 9-1: WDT タイムアウト周期

$$T_{WTO} = (N1) \times (N2) \times (T_{LPRC})$$

$N1$  = プリスケラ分周比 (表 9-3 参照)

$N2$  = ポストスケラ分周比 (表 9-4 参照)

$T_{LPRC}$  = LPRC クロック周期

**Note:** WDT タイムアウト周期は、LPRC オシレータ周波数 (32 kHz 公称値) を基準とします。LPRC 周波数の温度および電圧依存性については、各デバイスのデータシートを参照してください。

表 9-3 と表 9-4 に WDT プリスケラおよびポストスケラ分周比の設定を示します。

表 9-3: WDT プリスケラ分周比の設定

プリスケラ設定 (WDTPRE)	プリスケラ分周比 (N1)
0	32
1	128

表 9-4: WDT ポストスケラ分周比の設定

ポストスケラ設定 (WDTPOST<3:0>)	ポストスケラ分周比 (N2)
0000	1
0001	2
0010	4
0011	8
0100	16
0101	32
0110	64
0111	128
1000	256
1001	512
1010	1024
1011	2048
1100	4096
1101	8192
1110	16384
1111	32768

### 9.3.3 WDT のリセット

WDT は下記の状況でリセットされます。

- デバイスリセット時
- PWRSAV 命令実行時 ( すなわちスリープまたはアイドルモードへの切り換わり時 )
- ソフトウェアによる WDT 起動時
- クロック切り換え完了時
- CLRWDT 命令実行時 ( ただし WINDIS が「0」の場合には WDT タイムアウト周期中の許容ウィンドウ内で実行のこと )

### 9.3.4 スリープモードまたはアイドルモード中の WDT 動作

WDT を有効にすると、スリープおよびアイドルモードでも WDT は動作を続けます。WDT タイムアウトが発生するとデバイスがウェイクアップし、PWRSAV 命令の次の命令からコード実行を再開します。

WDT を使用すると、デバイスをスリープモードから周期的にウェイクアップしてシステム ステータスのチェックと必要な動作を実行できるため、低消費電力システムに効果的です。この場合、SWDTEN ビットが非常に便利です。通常動作中は WDT を無効にし (FWDTEN = 0)、スリープモードへ切り換わる前に SWDTEN ビット (RCON<5>) で WDT を有効にできます。

### 9.4 設計のヒント

- 質問 1:**           メインソフトウェア ループに CLRWDT 命令を挿入したのにデバイスがリセットされます。
- 回答:**           CLRWDT 命令を含むソフトウェア ループが WDT の仕様最小値 ( 代表値ではない ) を満たしている事を確認してください。また、割り込み処理時間を考慮しているか確認してください。
- 質問 2:**           スリープモードまたはアイドルモードへ切り換える前にソフトウェアで何をすべきですか。
- 回答:**           デバイスをウェイクアップさせる割り込み要因のイネーブルビットをセットします。さらに、その割り込み要因がデバイスをウェイクアップできる事を確認してください。割り込み要因によっては、スリープモード時に機能しない場合があります。
- デバイスをアイドルモードに切り換える場合、各周辺モジュールの「アイドル時停止」制御ビットも適切に設定します。これらの制御ビットにより、個々の周辺モジュールをアイドルモード中に動作させるかどうかを指定します。詳細は本書の関連項目を参照してください。
- 質問 3:**           スリープモードまたはアイドルモードからデバイスをウェイクアップした周辺モジュールを特定する方法を教えてください。
- 回答:**           有効になっている各割り込み要因の割り込みフラグビットをポーリングする事により、ウェイクアップを発生した要因を特定できます。

## 9.5 関連アプリケーション ノート

本セクションに関連するアプリケーション ノートの一覧を下に記載します。一部のアプリケーション ノートは dsPIC33F/PIC24H 製品ファミリ向けではありません。ただし概念は共通しており、変更が必要であったり制限事項が存在するものの利用が可能です。本モジュールに関連する最新のアプリケーション ノートは以下の通りです。

タイトル	アプリケーション ノート番号
PIC® マイクロコントローラによる低消費電力設計	AN606

**Note:** dsPIC33F/PIC24H デバイス ファミリ向けのアプリケーション ノートとサンプルコードはマイクロチップ社のウェブサイト ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) でご覧になれます。

### 9.6 改訂履歴

#### リビジョン A

本書の初版

#### リビジョン B (2010 年 3 月)

このリビジョンでの変更内容は以下通りです。

- dsPIC33F および PIC24H の各ファミリ リファレンス マニュアルをセクション 9.「ウォッチドッグ タイマ (WDT) と省電力モード」として本書に統合
- テーブル
  - バイナリ表記のポストスケール設定値を更新 (表 9-4)
- Note
  - 本書の冒頭 (9.1「はじめに」の前) にファミリ リファレンス マニュアルの一連のセクションとデータシートの活用方法に関する情報を追加
  - 9.2.3「ハードウェアによる Doze モード」に Doze モード中の NOP 命令の実行に関する注釈を追加
- 上記に加えて、表現および体裁の変更等、本書全体の細部を修正

#### リビジョン C (2010 年 7 月)

このリビジョンでの変更内容は以下の通りです。

- WDT ブロック図 (図 9-2) を更新
- 9.3.1「WDT 動作」に 1 段落を追加
- 表 9-2: ウィンドウビット オプションを追加
- 図 9-3 を交換、図 9-4 ~ 図 9-6 を追加
- 文章および体裁の変更等、本書全体の細部を修正

NOTE:

マイクロチップ社製デバイスのコード保護機能に関して次の点にご注意ください。

- マイクロチップ社製品は、該当するマイクロチップ社データシートに記載の仕様を満たしています。
- マイクロチップ社では、通常の条件ならびに仕様に従って使用した場合、マイクロチップ社製品のセキュリティレベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- しかし、コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在する事もまた事実です。弊社の理解ではこうした手法は、マイクロチップ社データシートにある動作仕様書以外の方法でマイクロチップ社製品を使用する事になります。このような行為は知的所有権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- マイクロチップ社は、コードの保全性に懸念を抱くお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- マイクロチップ社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、マイクロチップ社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。マイクロチップ社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。マイクロチップ社のコード保護機能の侵害は、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著作物に不正なアクセスを受けた場合は、デジタル ミレニアム著作権法の定めるところにより損害賠償訴訟を起こす権利があります。

本書に記載されているデバイス アプリケーション等に関する情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。マイクロチップ社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。マイクロチップ社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。マイクロチップ社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途にマイクロチップ社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、マイクロチップ社は擁護され、免責され、損害を受けない事に同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、マイクロチップ社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

## 商標

マイクロチップ社の名称と Microchip ロゴ、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ ロゴ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、rfPIC、UNI/O は、米国およびその他の国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。


FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、Embedded Control Solutions Company は、米国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、mTouch、Octopus、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA は、米国およびその他の国におけるマイクロチップ・テクノロジー社の登録商標です。

SQTP は、米国におけるマイクロチップ・テクノロジー社のサービスマークです。

その他、本書に記載されている商標は各社に帰属します。

© 2010, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

 本書は再生紙を使用しています。

ISBN: 978-1-60932-504-6

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM**  
**CERTIFIED BY DNV**  
**== ISO/TS 16949:2002 ==**

マイクロチップ社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州)の本部、設計部およびウェハー製造工場としてカリフォルニア州とイダホのデザインセンターが ISO/TS-16949:2002 認証を取得しています。マイクロチップ社の品質システムプロセスおよび手順は、PIC®MCU および dsPIC®、DSCs、KEELOQ® コードホッピングデバイス、シリアルEEPROM、マイクロペリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。さらに、開発システムの設計と製造に関するマイクロチップ社の品質システムは ISO 9001:2000 認証を取得しています。

## 各国の営業所とサービス

### 北米

#### 本社

2355 West Chandler Blvd.  
Chandler, AZ 85224-6199  
Tel:480-792-7200  
Fax:480-792-7277  
技術サポート :  
<http://support.microchip.com>  
URL:  
[www.microchip.com](http://www.microchip.com)

#### アトランタ

Duluth, GA  
Tel:678-957-9614  
Fax:678-957-1455

#### ボストン

Westborough, MA  
Tel:774-760-0087  
Fax:774-760-0088

#### シカゴ

Itasca, IL  
Tel:630-285-0071  
Fax:630-285-0075

#### クリーブランド

Independence, OH  
Tel:216-447-0464  
Fax:216-447-0643

#### ダラス

Addison, TX  
Tel:972-818-7423  
Fax:972-818-2924

#### デトロイト

Farmington Hills, MI  
Tel:248-538-2250  
Fax:248-538-2260

#### ココモ

Kokomo, IN  
Tel:765-864-8360  
Fax:765-864-8387

#### ロサンゼルス

Mission Viejo, CA  
Tel:949-462-9523  
Fax:949-462-9608

#### サンタクララ

Santa Clara, CA  
Tel:408-961-6444  
Fax:408-961-6445

#### トロント

Mississauga, Ontario,  
Canada  
Tel:905-673-0699  
Fax:905-673-6509

### アジア / 太平洋

#### アジア太平洋支社

Suites 3707-14, 37th Floor  
Tower 6, The Gateway  
Harbour City, Kowloon  
Hong Kong  
Tel:852-2401-1200  
Fax:852-2401-3431

#### オーストラリア - シドニー

Tel:61-2-9868-6733  
Fax:61-2-9868-6755

#### 中国 - 北京

Tel:86-10-8528-2100  
Fax:86-10-8528-2104

#### 中国 - 成都

Tel:86-28-8665-5511  
Fax:86-28-8665-7889

#### 中国 - 重慶

Tel:86-23-8980-9588  
Fax:86-23-8980-9500

#### 中国 - 香港 SAR

Tel:852-2401-1200  
Fax:852-2401-3431

#### 中国 - 南京

Tel:86-25-8473-2460  
Fax:86-25-8473-2470

#### 中国 - 青島

Tel:86-532-8502-7355  
Fax:86-532-8502-7205

#### 中国 - 上海

Tel:86-21-5407-5533  
Fax:86-21-5407-5066

#### 中国 - 瀋陽

Tel:86-24-2334-2829  
Fax:86-24-2334-2393

#### 中国 - 深圳

Tel:86-755-8203-2660  
Fax:86-755-8203-1760

#### 中国 - 武漢

Tel:86-27-5980-5300  
Fax:86-27-5980-5118

#### 中国 - 西安

Tel:86-29-8833-7252  
Fax:86-29-8833-7256

#### 中国 - 厦門

Tel:86-592-2388138  
Fax:86-592-2388130

#### 中国 - 珠海

Tel:86-756-3210040  
Fax:86-756-3210049

### アジア / 太平洋

#### インド - バンガロール

Tel:91-80-3090-4444  
Fax:91-80-3090-4123

#### インド - ニューデリー

Tel:91-11-4160-8631  
Fax:91-11-4160-8632

#### インド - プネ

Tel:91-20-2566-1512  
Fax:91-20-2566-1513

#### 日本 - 横浜

Tel:81-45-471-6166  
Fax:81-45-471-6122

#### 韓国 - 大邱

Tel:82-53-744-4301  
Fax:82-53-744-4302

#### 韓国 - ソウル

Tel:82-2-554-7200  
Fax:82-2-558-5932 または  
82-2-558-5934

#### マレーシア - クアラルンプール

Tel:60-3-6201-9857  
Fax:60-3-6201-9859

#### マレーシア - ペナン

Tel:60-4-227-8870  
Fax:60-4-227-4068

#### フィリピン - マニラ

Tel:63-2-634-9065  
Fax:63-2-634-9069

#### シンガポール

Tel:65-6334-8870  
Fax:65-6334-8850

#### 台湾 - 新竹

Tel:886-3-6578-300  
Fax:886-3-6578-370

#### 台湾 - 高雄

Tel:886-7-536-4818  
Fax:886-7-536-4803

#### 台湾 - 台北

Tel:886-2-2500-6610  
Fax:886-2-2508-0102

#### タイ - バンコク

Tel:66-2-694-1351  
Fax:66-2-694-1350

### ヨーロッパ

#### オーストリア - ヴェルス

Tel:43-7242-2244-39  
Fax:43-7242-2244-393

#### デンマーク - コペンハーゲン

Tel:45-4450-2828  
Fax:45-4485-2829

#### フランス - パリ

Tel:33-1-69-53-63-20  
Fax:33-1-69-30-90-79

#### ドイツ - ミュンヘン

Tel:49-89-627-144-0  
Fax:49-89-627-144-44

#### イタリア - ミラノ

Tel:39-0331-742611  
Fax:39-0331-466781

#### オランダ - ドリュウネン

Tel:31-416-690399  
Fax:31-416-690340

#### スペイン - マドリッド

Tel:34-91-708-08-90  
Fax:34-91-708-08-91

#### イギリス - ウォーキンガム

Tel:44-118-921-5869  
Fax:44-118-921-5820