

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

ハイライト

本セクションには以下の主要項目を記載しています。

9.1	はじめに	9-2
9.2	ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマの制御レジスタ	9-3
9.3	動作	9-6
9.4	割り込みとリセットの生成	9-10
9.5	I/O ピン	9-12
9.6	デバッグモードと省電力モード時の動作	9-12
9.7	リセットの影響	9-12
9.8	関連アプリケーション ノート	9-13
9.9	改訂履歴	9-14

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>) でご覧になれます。

WDT および PWR モジュールの主な特長には下記が含まれます。

- コンフィグレーションまたはソフトウェアによる制御
- タイムアウト期間を設定可能
- スリープまたはアイドルからデバイスを復帰させる事が可能

The diagram illustrates the internal logic of the LPRC oscillator and 25-bit counter. Key components and their connections include:

- Inputs:** PWRTEnable, WDTEnable, LPRC Oscillator, WDTCLR=1, WDTEnable, Wake, WDTEnable, ResetEvent, WDTPS<4:0> (DEVCFG1<20:16>).
- Logic:**
 - PWRTEnable and WDTEnable are ANDed together to produce LPRC Control.
 - LPRC Oscillator, WDTCLR=1, and WDTEnable are ANDed together to produce the Clock signal.
 - Wake, WDTEnable, and ResetEvent are ANDed together to produce the WDTCounterReset signal.
 - The Clock signal is connected to the 25-bit Counter.
 - The WDTCounterReset signal is connected to the 25-bit Counter.
 - The 25-bit Counter outputs a 1:64 Output signal, which is ANDed with PWRTEnable to produce the PWRT signal.
 - The 25-bit Counter outputs a 25-bit signal to a Decoder.
 - The Decoder outputs a signal to a 2-to-1 multiplexer.
 - The 2-to-1 multiplexer selects between DeviceReset (0) and NMI(Wake-up) (1) based on the PowerSave signal.

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

9.2 ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマの制御レジスタ

WDT および PWRT モジュールは下記の特種機能レジスタ (SFR) を備えます。

- **WDTCON: ウォッチドッグ タイマ制御レジスタ**
- **RCON: リセット制御レジスタ**

下表に、WDT および PWRT モジュールに関連するレジスタの要約を示します。この表の後に、各レジスタの詳細な説明を記載しています。

表 9-1: ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマの SFR の要約

名称		Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
WDTCON ^(1,2,3)	31:24	—	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	ON	—	—	—	—	—	—	—
	7:0	—	SWDTPS<4:0>					WDTWINEN	WDTCLR
RCON ^(1,2,3)	31:24	—	—	—	—	—	—	—	—
	23:16	—	—	—	—	—	—	—	—
	15:8	—	—	—	—	—	—	CM ⁽⁴⁾	VREGS ⁽⁴⁾
	7:0	EXTR ⁽⁴⁾	SWR ⁽⁴⁾	—	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR ⁽⁴⁾	POR ⁽⁴⁾

凡例: — = 未実装、「0」として読み出し

- Note 1:** このレジスタに対応するクリアレジスタのアドレスは 0x4 バイト オフセットしています。クリアレジスタは、対応するレジスタの名前の後に「CLR」を追加した名前を持ちます (例: WDTCONCLR)。クリアレジスタの任意のビットに「1」を書き込むと、対応するレジスタの対応するビットがクリアされます。クリアレジスタからの読み出しは無視されます。
- 2:** このレジスタに対応するセットレジスタのアドレスは 0x8 バイト オフセットしています。セットレジスタは、対応するレジスタの名前の後に「SET」を追加した名前を持ちます (例: WDTCONSET)。セットレジスタの任意のビットに「1」を書き込むと、対応するレジスタの対応するビットがセットされます。セットレジスタからの読み出しは無視されます。
- 3:** このレジスタに対応する反転レジスタのアドレスは 0xC バイト オフセットしています。反転レジスタは、対応するレジスタの名前の後に「INV」を追加した名前を持ちます (例: WDTCONINV)。反転レジスタの任意のビットに「1」を書き込むと、対応するレジスタの対応するビットが反転します。反転レジスタからの読み出しは無視されます。
- 4:** これらのビットは WDT または PWRT モジュールには関連しません。このレジスタの完全な説明は、PIC32 ファミリリファレンス マニュアルの**セクション 6. 「リセット」** (DS61118) に記載されている**レジスタ 7-1: 「RCON: リセット制御レジスタ」**を参照してください。

PIC32 ファミリ リファレンス マニュアル

レジスタ 9-1: WDTCON: ウォッチドッグ タイマ制御レジスタ

ビット レンジ	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	R/W-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	ON ^(1,2)	—	—	—	—	—	—	—
7:0	U-0	R-y	R-y	R-y	R-y	R-y	R/W-0	R/W-0
	—	SWDTPS<4:0>					WDTWINEN	WDTCLR

凡例:

y = POR 時にコンフィグレーション ビットの値に設定

R = 読み出し可能ビット

W = 書き込み可能ビット U = 未実装ビット、「0」として読み出し

-n = POR 時の値

1 = ビットをセット

0 = ビットをクリア

x = ビットは不定

bit 31-16 **未実装ビット:**「0」として読み出し

bit 15 **ON:** ウォッチドッグ タイマ イネーブルビット^(1,2)

1 = ウォッチドッグ タイマがデバイス コンフィグレーションで有効にされていない場合にウォッチドッグ タイマを有効にする

0 = ウォッチドッグ タイマがソフトウェアで有効にされている場合にウォッチドッグ タイマを無効にする

bit 14-7 **未実装ビット:**「0」として読み出し

bit 6-2 **SWDTPS<4:0>:** デバイス コンフィグレーション ビットからのウォッチドッグ タイマ ポストスケラ値のシャドーコピー

これらのビットは、リセット時に WDTPS<4:0> コンフィグレーション ビットの値に設定されます。

bit 1 **WDTWINEN:** ウォッチドッグ タイマ ウィンドウ イネーブルビット

1 = ウィンドウ付きウォッチドッグ タイマを有効にする

0 = ウィンドウ付きウォッチドッグ タイマを無効にする

bit 0 **WDTCLR:** ウォッチドッグ タイマ リセットビット

1 = 「1」を書き込むと WDT をクリアします

0 = ソフトウェアでこのビットを「0」にクリアする事はできません

Note 1: WDT がデバイス コンフィグレーションまたはソフトウェアによって有効にされている場合、このビットの読み出し値は「1」です。

2: 1:1 の PBCLK 分周比を使っている場合、周辺モジュールの ON ビットをクリアした命令の直後の SYSCLK サイクルでは、その周辺モジュールの SFR に対する読み出しまたは書き込みをユーザ ソフトウェアで実行しないでください。

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

レジスタ 9-2: RCON: リセット制御レジスタ

ビット レンジ	Bit 31/23/15/7	Bit 30/22/14/6	Bit 29/21/13/5	Bit 28/20/12/4	Bit 27/19/11/3	Bit 26/18/10/2	Bit 25/17/9/1	Bit 24/16/8/0
31:24	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
23:16	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0
	—	—	—	—	—	—	—	—
15:8	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R.W-0
	—	—	—	—	—	—	CM ⁽¹⁾	VREGS ⁽¹⁾
7:0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-1
	EXTR ⁽¹⁾	SWR ⁽¹⁾	—	WDTO	SLEEP	IDLE	BOR ⁽¹⁾	POR ⁽¹⁾

凡例:

R = 読み出し可能ビット

W = 書き込み可能ビット U = 未実装ビット、「0」として読み出し

-n = POR 時の値

1 = ビットをセット

0 = ビットをクリア

x = ビットは不定

bit 4 **WDTO:** ウォッチドッグ タイムアウト ビット

1 = デバイスに電源を投入した後またはソフトウェアが最後に WDTO ビットをクリアした後にウォッチドッグ タイマのタイムアウトが発生した

0 = ソフトウェアが WDTO ビットをクリアした後またはデバイスがリセットした後にウォッチドッグ タイマのタイムアウトは発生していない

bit 3 **SLEEP:** スリープイベント ビット

1 = デバイスに電源を投入した後またはソフトウェアが最後に SLEEP ビットをクリアした後にデバイスはスリープモードに移行した

0 = ソフトウェアが SLEEP ビットをクリアした後またはデバイスがリセットした後にデバイスはスリープモードに移行していない

bit 2 **IDLE:** アイドルイベント ビット

1 = デバイスに電源を投入した後またはソフトウェアが最後に IDL ビットをクリアした後にデバイスはアイドルモードに移行した

0 = ソフトウェアが IDLE ビットをクリアした後またはデバイスがリセットした後にデバイスはスリープモードに移行していない

Note 1: これらのビットは、WDT または PWRT モジュールには関連しません。このレジスタの完全な説明は、PIC32 ファミリ リファレンス マニュアルのセクション 6.「リセット」(DS61118) に記載されているレジスタ 7-1:「RCON: リセット制御レジスタ」を参照してください。

9.3 動作

WDT を有効にすると、オーバーフローまたは「タイムアウト」が発生するまで WDT が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 タイムアウトが発生するとデバイスはリセットされます。WDT タイムアウト リセットの発生を防ぐには、ユーザ アプリケーションで WDTCLR ビット (WDTCON<0>) をセットする事により、周期的に WDT をクリアする必要があります。

WDT モジュールは、信頼性のために LPRC オシレータを使います。

Note: WDT が有効な時、LPRC オシレータは常に有効です。

9.3.1 動作モード

WDT は 2 つの動作モード (プログラマブル ウィンドウ付きモードとウィンドウなしモード) を備えます。

プログラマブル ウィンドウ付きモードは、ウォッチドッグ ウィンドウ イネーブル (WDTWINEN) ビット (WDTCON<1>) をセットすると有効になります。プログラマブル ウィンドウ付きモードでは、カウンタが WDT 周期の終端に設定されたウィンドウ内である場合にのみ、ソフトウェアで WDT をクリアできます。4 つのウィンドウ サイズ オプションがあります。タイマカウンタ値がオプションごとに定められた値を超えるとこのウィンドウがアクティブになります。ウィンドウがアクティブではない時に WDT のクリアを試みると、デバイスリセットが発生します。ウィンドウなしモードでは、周期一致が発生する前にいつでもソフトウェアで WDT をクリアできます。

9.3.2 WDT の有効化 / 無効化

WDT は、デバイス コンフィグレーションにより有効 / 無効にするか、あるいは WDTCON レジスタ ([レジスタ 9-1](#)) に書き込む事によりソフトウェアで有効 / 無効を制御します。

9.3.3 デバイス コンフィグレーションによる WDT の制御

FWDTEN コンフィグレーション ビットをセットすると、WDT は常時有効になります。WDT 有効時、ON 制御ビット (WDTCON<15>) は「1」が読み出されます。このモードでは、ソフトウェアで ON ビットをクリアできません。どの形態のリセットが発生しても、FWDTWINEN および FWDTEN コンフィグレーション ビットはクリアされません。WDT を無効にするには、デバイスのコンフィグレーションを書き換える必要があります。

Note: 未プログラムのデバイスでは、既定値により WDT は有効です。

プログラマブル ウィンドウ付きモードは、FWDTWINEN コンフィグレーション ビットを使って有効 / 無効にできます。WDT ウィンドウ付きモードのウィンドウ サイズは、FWDTWINSZ コンフィグレーション ビットを使って設定できます。

9.3.4 ソフトウェアによる WDT の制御

FWDTEN コンフィグレーション ビットを「0」設定すると、ソフトウェアで WDT モジュールを有効 / 無効にできます (既定値状態は無効)。このモードの場合、ON ビット (WDTCON<15>) はソフトウェアで制御された WDT のステータスを反映します。「1」は WDT モジュールが有効である事を示し、「0」は無効である事を示します。FWDTWINEN コンフィグレーション ビットを「0」に設定すると、WDT プログラマブル ウィンドウ付きモードをソフトウェアで有効 / 無効にできます。プログラマブル ウィンドウ付きモードは、WDTWINEN ビット (WDTCON<2>) を使って設定できます。このビットを「1」にするとプログラマブル ウィンドウ付きモードは有効、「0」にすると無効です。ウィンドウ サイズは、ソフトウェアでは設定できず、FWDTWINSZ コンフィグレーション ビットで設定する必要があります。

WDT ON 制御ビットをセットする事により、ソフトウェアで WDT が有効になります。ON 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。このビットは、スリープモードからの復帰時またはアイドルモードの終了時にはクリアされません。ソフトウェアで WDT を制御すると、重要なコードセグメントで WDT を有効にし、重要ではないセグメントで WDT を無効にできるため、最大限の省電力化を図れます。このビットを使うと、デバイスが動作している時は WDT を無効にして WDT サービスを不要にし、デバイスをアイドルまたはスリープモードに移行させる前に WDT を有効にする事により、移行後に WDT を使ってデバイスを復帰させる事もできます。例 9-1 に、WDT の初期化とサービスのサンプルコードを示します。

例 9-1: WDT の初期化とサービスのサンプルコード

```
//This code fragment assumes the WDT was not enabled by the device configuration
// The Postscaler value must be set with the device configuration

WDTCONSET = 0x8000;          // Turn on the WDT

main
{
    WDTCONSET = 0x01;          // Service the WDT
    ...User code goes here ...
}
```

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

9.3.4.1 ウォッチドッグ タイマのプログラマブル ウィンドウ

ウィンドウサイズは、FWDTWINSZ および WDTPS コンフィグレーション ビットで指定します。プログラマブル ウィンドウ付きモード (WDTWINEN = 1) では、ウィンドウサイズ コンフィグレーション ビット (FWDTWINSZ<1:0>) の設定に基づいて WDT をクリアする必要があります (図 9-3 参照)。これらのビットの設定は以下の通りです。

- 11 = WDT 周期の 25% を WDT ウィンドウとする
- 10 = WDT 周期の 37.5% を WDT ウィンドウとする
- 01 = WDT 周期の 50% を WDT ウィンドウとする
- 00 = WDT 周期の 75% を WDT ウィンドウとする

許容ウィンドウよりも前で WDT をクリアすると、システムリセットが即座に発生します。

ウィンドウ付きモードは、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。

図 9-2: ウィンドウ付き WDT

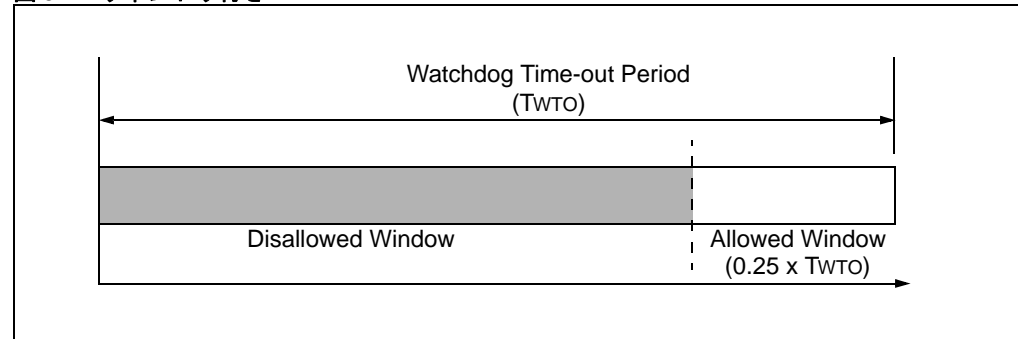
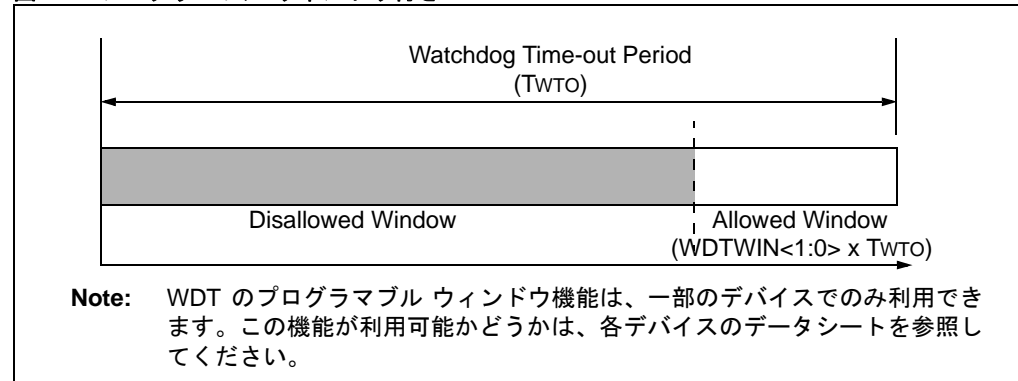


図 9-3: プログラマブル ウィンドウ付き WDT



9.3.5 省電力モード時の WDT の動作

有効にされた WDT はスリープまたはアイドルモード中でも動作を続けます。WDT モジュールを使ってスリープまたはアイドルモードからデバイスを復帰させる事ができます。省電力モード中に WDT がタイムアウトすると、ノンマスカブル割り込み (NMI) が生成され、WDTO ビット (RCON<4>) がセットされます。NMI は実行を CPU 起動アドレスへジャンプしますが、レジスタまたは周辺モジュールをリセットしません。デバイスがスリープ中であった場合、SLEEP ステータスビット (RCON<3>) もセットされます。デバイスがアイドル中であった場合、IDOLE ステータスビット (RCON<2>) もセットされます。これらのビットにより、起動コードで復帰前のモードを判定する事ができます。

9.3.6 復帰の時間遅延

スリープ中に WDT イベントが発生してからコード実行が始まるまでに時間遅延が発生します。この遅延期間は、使用するオシレータの起動時間とパワーアップ タイマ遅延 (有効にした場合のみ) で構成されます。

スリープモードからの復帰とは異なり、アイドルモードからの復帰では時間遅延は発生しません。システムクロックはアイドルモード中でも動作を続けるため、復帰時の起動遅延は不要です。

9.3.7 WDT のリセット

WDT は下記によりクリアされます。

- 全てのデバイスリセット
- 通常動作中の WDTCONSET = 0x01 命令またはこれに等価な命令
- DEBUG コマンドの実行
- 割り込みによるアイドルまたはスリープからの復帰

Note: デバイスが省電力モードに移行する際に WDT はリセットされません。省電力モードへ移行する前に WDT モジュールをサービスする必要があります。

9.3.8 WDT 周期の選択

WDT のクロック源には、公称周波数 32 kHz の内部 LPRC オシレータを使います。これにより、WDT の公称タイムアウト周期 (TWDT) は 1 ms となります (ポストスケーラを使わない場合)。

Note: LPRC オシレータの周波数は WDT モジュールのタイムアウト周期に直接影響します。LPRC オシレータの周波数はデバイスの動作電圧と温度の影響により変化します。LPRC のクロック周波数の仕様値については、各デバイス データシートを参照してください。

9.3.9 WDT ポストスケーラ

WDT は 5 ビットのポストスケーラを備え、タイムアウト周期を幅広く選択できます。このポストスケーラは 1:1 ~ 1:1048576 の分周比を提供します (表 9-2 参照)。このポストスケーラを使うと 1 ms ~ 1048.576 s (公称値) のタイムアウト周期が得られます。

ポストスケーラ設定は、DEVCFG1 レジスタの WDTPS<4:0> コンフィグレーション ビットを使って選択します。WDT のタイムアウト周期は下記のように計算します。

式 9-1: WDT タイムアウト周期の計算

$$WDT \text{ 周期} = 1 \text{ ms} \cdot 2^{\text{ポストスケーラ}}$$

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

表 9-2: WDT タイムアウト周期とポストスケラ設定の関係^(1,2)

WDTPS<4:0>	ポストスケラ比	タイムアウト周期 (ウィンドウ付きモード)	タイムアウト周期 (プログラマブル ウィンドウ付きモード) ⁽³⁾
00000	1:1	1 ms	0.75 ms
00001	1:2	2 ms	1.5 ms
00010	1:4	4 ms	3 ms
00011	1:8	8 ms	6 ms
00100	1:16	16 ms	12 ms
00101	1:32	32 ms	24 ms
00110	1:64	64 ms	48 ms
00111	1:128	128 ms	96 ms
01000	1:256	256 ms	192 ms
01001	1:512	512 ms	384 ms
01010	1:1024	1.024s	0.768s
01011	1:2048	2.048s	1.536s
01100	1:4096	4.096s	3.072s
01101	1:8192	8.192s	6.144s
01110	1:16384	16.384s	12.228s
01111	1:32768	32.768s	24.576s
10000	1:65536	65.536s	49.152s
10001	1:131072	131.072s	98.304s
10010	1:262144	262.144s	196.608s
10011	1:524288	524.288s	393.216s
10100	1:1045876	1048.576s	786.432s

- Note 1:** 上表以外の全てのビットの組み合わせは、ポストスケラが「10100」に設定された場合と同じ動作になります。
- 2:** 上表の各周期値は 32 kHz (公称値) の入力クロックに基づきます。
- 3:** この場合、FWDTWINSZ = 00 です。WDT ウィンドウは選択した WDT 周期の 75% です。

9.4 割り込みとリセットの生成

WDT がタイムアウトすると、NMI またはデバイスリセットが発生します。どちらのイベントが発生するかは、デバイスの省電力モードによって決まります。PWRT は割り込みまたはリセットを生成しません。

9.4.1 ウォッチドッグ タイマリセット

デバイスがスリープまたはアイドルモード中ではない時に WDT モジュールがタイムアウトすると、デバイスリセットが生成されます。CPU のコード実行はデバイスリセット ベクタへジャンプし、レジスタと周辺モジュールはそれぞれのリセット値に戻されます。

WDT リセットを検出するには、WDTO ビット (RCON<4>)、SLEEP ビット (RCON<3>)、IDLE ビット (RCON<2>) を確認する必要があります。WDTO ビットが「1」であれば、そのイベントは WDT タイムアウトによって発生したという事がわかります。次に SLEEP および IDLE ビットを確認する事により、WDT イベントが発生した時のデバイスの状態 (動作中、スリープ中、アイドル中のどれか) を判定できます。

9.4.2 ウォッチドッグ タイマ NMI

スリープまたはアイドルモード中に WDT モジュールがタイムアウトすると、NMI が生成されます。NMI により、CPU のコード実行はデバイスリセット ベクタへジャンプします。NMI はデバイスリセットと同じベクタを使いますが、レジスタと周辺モジュールはリセットされません。

WDT による省電力モードからの復帰を検出するには、WDTO ビット (RCON<4>)、SLEEP ビット (RCON<3>)、IDLE ビット (RCON<2>) を確認する必要があります。WDTO ビットが「1」であれば、そのイベントは WDT タイムアウトによって発生したという事がわかります。次に SLEEP および IDLE ビットを確認する事により、WDT イベントがスリープまたはアイドルのどちらのモードで発生したのかを判定できます。

イベントが WDT による復帰であった事を判定した後に、起動コード内で割り込みからの復帰命令 (RETFIE) を使う事により、スリープモード中の WDT タイムアウトを割り込みのように機能させる事ができます。これにより、コード実行は、デバイスを省電力モードへ移行させた WAIT 命令の次のオペコードを使って再開します (例 9-2 参照)。

例 9-2: WDT イベントの原因を判定するためのサンプルコード

```
// sample code to determine the cause of a WDT event

// Unlock the OSCCON register
SYSKEY = 0x12345678;           //write invalid key to force lock
SYSKEY = 0xAA996655;           //write Key1 to SYSKEY
SYSKEY = 0x556699AA;           //write Key2 to SYSKEY
// OSCCON is now unlocked

OSCCONSET = 0x10;               // set power save mode to Sleep

// Alternate relock code in 'C'
SYSREG = 0x33333333;
// OSCCON is relocked

WDTCONSET = 0x8000;             //Enable WDT

while (1)
{
    ... user code ...

    WDTCONSET = 0x01;           // service the WDT
    asm volatile ( "wait" );    // put device into selected power-saving mode

    // code execution will resume here after wake

    ... user code ...
}

// The following code fragment is at the top of the device start-up code

if (( RCON & 0x18 ) == 0x18)
{
    // The WDT caused a wake from sleep
    asm volatile ( "eret" );    // return from interrupt
}

if (( RCON & 0x14 ) == 0x14)
{
    // The WDT caused a wake from idle
    asm volatile ( "eret" );    // return from interrupt
}

if (( RCON & 0x10 ) == 0x10)
{
    // WDT timed out (device may have been awake or may have been in Sleep/Idle mode)
}
```

9.4.3 WDT イベント発生時のデバイス ステータスの判定

WDT リセットを検出するには、WDTO ビット (RCON<4>)、SLEEP ビット (RCON<3>)、IDLE ビット (RCON<2>) を確認する必要があります。WDTO ビットが「1」であれば、そのイベントは WDT タイムアウトによって発生したという事がわかります。次に SLEEP および IDLE ビットを確認する事により、WDT イベントが発生した時のデバイスの状態 (動作中、スリープ中、アイドル中のどれか) を判定できます。後続の WDT イベントの要因をソフトウェアが正しく判定できるようにするために、ユーザは割り込みサービスルーチン (ISR) 内で WDTO、SLEEP、IDLE ビットをクリアする必要があります。

9.4.4 WDT イベント以外による省電力モードからの復帰

デバイスが割り込みによって省電力モードから復帰する際に WDT はクリアされます。これにより、デバイスを復帰させた割り込みの後ですぐに無用な WDT イベントが発生しないよう、WDT による次のデバイスリセットが発生するまでの時間が延長されます。

9.5 I/O ピン

内部電圧レギュレータを有効にすると PWRT は無効になります。内部電圧レギュレータを備えていないデバイスでは、PWRT は常に有効です。内部電圧レギュレータを備えたデバイスでは、VREG ピンをグラウンドに接続してレギュレータを無効にすると PWRT は有効になります。

9.6 デバッグモードと省電力モード時の動作

9.6.1 省電力モード時の WDT の動作

WDT を使ってスリープまたはアイドルモードからデバイスを復帰させる事ができます。省電力モード中でも WDT は動作し続けます。このため、WDT タイムアウトを使ってデバイスを復帰させる事ができます。これにより、WDT がタイムアウトするか別の割り込みがデバイスを復帰させるまで、デバイスをスリープモードに留めておく事ができます。

復帰後すぐにデバイスがスリープまたはアイドルモードに再移行しない場合、デバイスリセットを防ぐために、WDT を無効にするか周期的にクリアする必要があります。

9.6.2 スリープモード時の WDT の動作

有効にされた WDT はスリープモード中でも動作を続けます。WDT を使ってスリープモードからデバイスを復帰させる事ができます。スリープモード中に WDT がタイムアウトすると、NMI が生成され、WDTO ビット (RCON<4>) がセットされます。NMI は実行を CPU 起動アドレスへジャンプしますが、レジスタまたは周辺モジュールをリセットしません。SLEEP ステータスビット (RCON<3>) がセットされ、デバイスがスリープモードであった事を示します。これらのビットにより、起動コードで復帰前のモードを判定する事ができます。

9.6.3 アイドルモード時の WDT の動作

WDT を有効にしている場合、WDT はアイドルモード中でも動作を続けます。WDT を使ってアイドルモードからデバイスを復帰させる事ができます。アイドルモード中に WDT がタイムアウトすると、NMI が生成され、WDTO ビット (RCON<4>) がセットされます。NMI は実行を CPU 起動アドレスへジャンプしますが、レジスタまたは周辺モジュールをリセットしません。IDLE ステータスビット (RCON<2>) がセットされ、デバイスがスリープモードであった事を示します。これらのビットにより、起動コードで復帰前のモードを判定する事ができます。

9.6.4 復帰時の時間遅延

WDT タイムアウトからコードの実行が始まるまでの遅延は、省電力モードごとに異なります。スリープ中に WDT イベントが発生した場合、コード実行が始まるまでに時間遅延が発生します。この遅延期間は、使用するオシレータの起動時間と PWRT 遅延 (有効な場合のみ) で構成されます。

スリープモードからの復帰とは異なり、アイドルモードからの復帰では時間遅延は生じません。システムクロックはアイドルモード中でも動作を続けるため、復帰時の起動遅延は不要です。

9.6.5 デバッグモード時の WDT の動作

デバッグモードでは WDT は常に停止します。従ってタイムアウトは発生しません。

9.7 リセットの影響

全ての形式のデバイスリセットは WDT をクリアします。リセットが発生すると、WDTCON レジスタは既定値に戻され、デバイス コンフィグレーションで WDT を有効にしていなければ、WDT は無効になります。

Note: デバイスリセット後、WDT ON ビット (WDTCON<15>) は FWDTEN ビット (DEVCFG1<23>) の状態を反映します。

セクション 9. ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ

9.8 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 PIC32 デバイス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。ウォッチドッグ タイマとパワーアップ タイマ 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
現在、関連するアプリケーション ノートはありません。	N/A

Note: PIC32 ファミリ向けのその他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) をご覧ください。

9.9 改訂履歴

リビジョン A (2007 年 10 月)

本書の初版

リビジョン B (2007 年 10 月)

機密扱いのステータスを解除して内容を更新

リビジョン C (2008 年 4 月)

ステータスを「Preliminary」に変更、U-0 を r-x に変更

リビジョン D (2008 年 6 月)

レジスタ 29-1 の bit 14 を変更、レジスタ 29-26 と 29-27 の下の Note を変更、例 29-1 および 29-9 を変更、予約済みビットを「Maintain as」から「Write」へ変更、ON ビット (RTCCON レジスタ) に Note を追加

リビジョン E (2010 年 11 月)

このリビジョンでの変更内容は以下の通りです。

- 9.3.7 「WDT のリセット」に、DEBUG 命令の実行によってウォッチドッグ タイマをクリアできる旨の記述を追加
- 補足文書に関する情報を記載した注釈を本書の冒頭に追加
- レジスタ 9-2 内の網掛けしたビット名に関する Note を追加
- 表 9-1 に、WDTCON および RCON レジスタに関連付けられたクリア、セット、反転レジスタに関する Note を追加
- レジスタ 9-1 および 9-2 の記述を変更
- 下記のレジスタを削除
 - RCONCLR、RCONSET、RCONINV
 - WDTCONCLR、WDTCONSET、WDTCONINV
 - DEVCFG1
- 本書全体で、FWDTPS ビットを WDTPS ビットとして更新
- 文章および体裁の変更等、本書全体の細部を修正

リビジョン F (2012 年 10 月)

このリビジョンでの変更内容は以下の通りです。

- SFR の要約表に WDTWINEN ビットとウォッチドッグ タイマ制御レジスタを追加 (表 9-1 と [レジスタ 9-1](#) 参照)
- ウォッチドッグ タイマ制御レジスタ ([レジスタ 9-1](#)) で、SWDTPS<4:0> ビットのリセット値の定義を更新
- WDTCON および RCON レジスタ ([レジスタ 9-1](#)、[レジスタ 9-2](#)) のクリア、セット、反転レジスタに関する Note を削除
- RCON レジスタ ([レジスタ 9-2](#)) の Note 1 を更新
- ウィンドウ付きモードの動作を明確にするために [9.3 「動作」](#) を更新
- ウィンドウ付きモードの動作に関する情報を記載した [9.3.1 「動作モード」](#) を追加
- ウィンドウ付きモードの動作に関する情報を記載した [9.3.2 「WDT の有効化 / 無効化」](#) と [9.3.3 「デバイス コンフィグレーションによる WDT の制御」](#) を更新
- ウィンドウ付きモードの設定に関する情報を記載した [9.3.4.1 「ウォッチドッグ タイマのプログラマブル ウィンドウ」](#) を追加
- [表 9-2](#): 「WDT タイムアウト周期とポストスケール設定の関係」に新しい項目列「タイムアウト周期 (プログラマブル ウィンドウ付きモード)」を追加
- 9.8 「設計のヒント」を削除
- 表現および体裁の変更等、本書全体の細部を修正

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

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、商品性、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、損害をう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、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ ロゴ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² ロゴ、rfPIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、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、MTP、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。

Silicon Storage Technology は、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。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT ロゴ、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB 認証ロゴ、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、REAL ICE、rfLAB、Select Mode、SQL、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA、Z-Scale 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。

GestIC と ULPP は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG (マイクロチップ・テクノロジー社の子会社) の登録商標です。

その他、本書に記載されている商標は各社に帰属します。

©2012, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-62076-552-4

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
＝ ISO/TS 16949 ＝

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そしてカリフォルニア州とインドのデザインセンターが ISO/TS-16949:2009 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[®] DSC、KEELOQ[®] コードホッピングデバイス、シリアル EEPROM、マイクロベリフェラル、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://www.microchip.com/support>
URL:
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

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel:317-773-8323
Fax:317-773-5453

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:86-10-8569-7000
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 - 杭州
Tel:86-571-2819-3187
Fax:86-571-2819-3189

中国 - 香港 SAR
Tel:852-2943-5100
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:86-755-8864-2200
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 - 大阪
Tel:81-66-152-7160
Fax:81-66-152-9310

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:886-3-5778-366
Fax:886-3-5770-955

台湾 - 高雄
Tel:886-7-213-7828
Fax:886-7-330-9305

台湾 - 台北
Tel:886-2-2508-8600
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 - ドリューネン
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