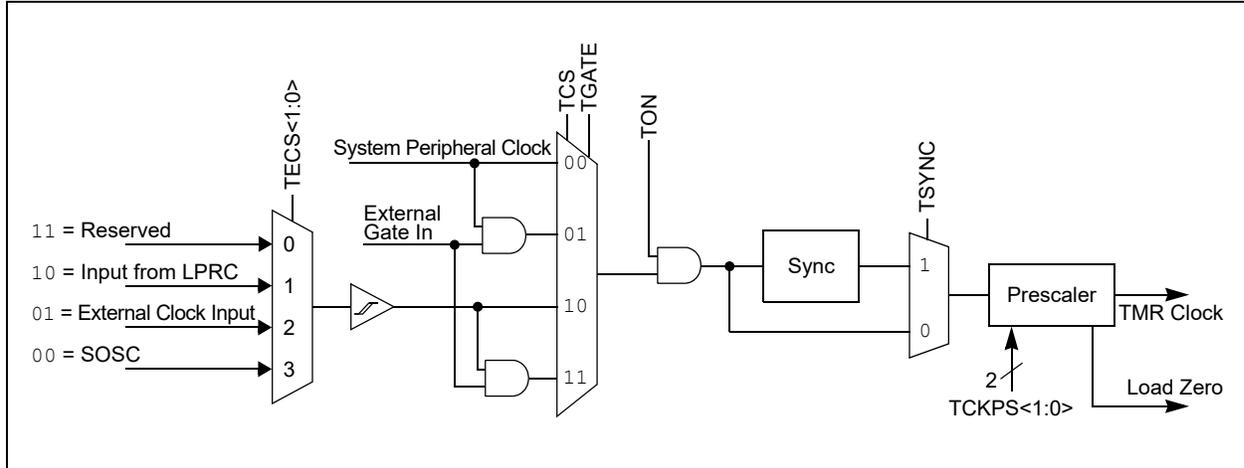

Timer1 モジュール

主な内容

本セクションには以下の主要項目を記載しています。

1.0	はじめに	2
2.0	制御レジスタ	4
3.0	動作モード	9
4.0	割り込み	20
5.0	省電力モードでの動作	21
6.0	各種リセットの影響	21
7.0	関連アプリケーション ノート	22
8.0	改訂履歴	23

図 1-2: Timer1 クロック入力ロジック



dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル

2.0 制御レジスタ

Note: 各 dsPIC33/PIC24 ファミリの各デバイスは1つまたは複数のタイマモジュールを備えます。ピン、制御/ステータスビット、レジスタの名前に含まれる添え字「x」はタイマモジュールの番号を表します。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

各タイマモジュールは以下の SFR(特殊機能レジスタ)を備えた 16 ビットのタイマ/カウンタです。タイマ SFR の要約を表 2-1 に示します。

- **T1CON: Timer1 制御レジスタ**

このレジスタはタイマを制御するための機能を提供します。

- **TMR1: Timer1 レジスタ**

このレジスタはタイマのカウントに使用します。

- **PR1: Timer1 周期レジスタ**

このレジスタは TMR1 の周期カウント値を提供します。

各タイマモジュールには、割り込み制御用に以下のビットも割り当てられます。

- T1IE: IECx 割り込みレジスタの Timer1 割り込みイネーブルビット
- T1IF: IFSx 割り込みレジスタの Timer1 割り込みフラグビット
- T1IP<2:0>: IPCx 割り込みレジスタの Timer1 割り込み優先度ビット

Note: これらのレジスタの詳細は『dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル』の「割り込み」(DS70000600)を参照してください。

表 2-1: Timer1SFR のまとめ

レジスタ名	ビットレンジ	Bit 15	Bit 14	Bit 13	Bit 12	Bit 11	Bit 10	Bit 9	Bit 8	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
T1CON	15:0	TON	—	SIDL	TWDIS	TWIP	PRWIP	TECS1	TECS0	TGATE	—	TCKPS1	TCKPS0	—	TSYNC	TCS	—
TMR1	15:0	TMR1<15:0>															
PR1	15:0	PR1<15:0>															

凡例: — = 未実装、「0」として読み出し

dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル

レジスタ 2-1: T1CON: Timer1 制御レジスタ

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
TON ⁽¹⁾	—	SIDL	TWDIS	TWIP	PRWIP	TECS1	TECS0
bit 15						bit 8	

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	U-0
TGATE	—	TCKPS1	TCKPS0	—	TSYNC	TCS	—
bit 7						bit 0	

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、「0」として読み出し
 -n = POR 時の値 「1」= ビットはセット 「0」= ビットはクリア x = ビットは未知

- bit15 **TON:** Timer1 イネーブルビット ⁽¹⁾
 1 = Timer1 を有効にする
 0 = Timer1 を無効にする
- bit14 **未実装:** 「0」として読み出し
- bit13 **SIDL:** アイドルモード時 Timer1 停止ビット
 1 = デバイスがアイドルに移行すると動作を停止する
 0 = デバイスがアイドルに移行しても動作を継続する
- bit12 **TWDIS:** 非同期 Timer1 書き込みディセーブルビット
 1 = 保留中の書き込み動作が完了するまで TMR1 への書き込みを無視する
 0 = 連続的な書き込みを可能にする (レガシーの非同期タイマ機能)
- bit11 **TWIP:** 非同期 Timer1 書き込み中ステータスビット
非同期タイマモードの場合:
 1 = TMR1 レジスタへの非同期書き込みを実行中
 0 = TMR1 レジスタへの非同期書き込みが完了
同期タイマモードの場合:
 このビットは常に「0」として読み出される。
- bit10 **PRWIP:** 非同期周期書き込み中ステータスビット
 1 = 非同期モードにおける周期レジスタへの書き込みは保留中
 0 = 非同期モードにおける周期レジスタへの書き込みが完了
- bit9-8 **TECS<1:0>:** Timer1 拡張クロック選択ビット
 11 = 予約済み
 10 = 内部 LPRC(低消費電力 RC) オシレータからのクロック入力
 01 = T1CK ピンからの EC(外部クロック) 入力
 00 = SOSOC(セカンダリ オシレータ) ⁽²⁾
- bit7 **TGATE:** Timer1 ゲート付きタイマ イネーブルビット
TCS = 1 の場合:
 このビットを無視
TCS = 0 の場合:
 1 = ゲート付きタイマモードを有効にする
 0 = ゲート付きタイマモードを無効にする
- bit6 **未実装:** 「0」として読み出し

- Note 1:** 1:1 の PBCLK 分周比を使う場合、周辺モジュールの TON ビットをクリアした命令の直後の SYSCLK サイクルでは、そのモジュールの SFR に対する読み/書きをユーザ ソフトウェアで実行しないでください。
- 2:** 一部のデバイスだけがセカンダリ オシレータを備えています。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

レジスタ 2-1: T1CON: Timer1 制御レジスタ (続き)

bit5-4 **TCKPS<1:0>**: Timer1 入力クロック プリスケール選択ビット

11 = 1:256 のプリスケール値

10 = 1:64 のプリスケール値

01 = 1:8 のプリスケール値

00 = 1:1 のプリスケール値

bit3 **未実装**: 「0」として読み出し

bit2 **TSYNC**: Timer1 外部クロック入力同期選択ビット

TCS = 1 の場合:

1 = 外部クロック入力は同期される

0 = 外部クロック入力は同期されない

TCS = 0 の場合:

このビットを無視

bit1 **TCS**: Timer1 クロック源選択ビット

TECS<1:0> ビットが実装されている場合:

TCS は TECS<1:0> の選択で指定する。

TECS<1:0> ビットが未実装の場合:

1 = T1CK ピンからの外部クロック

0 = 内部周辺モジュール用バスクロック

bit0 **未実装**: 「0」として読み出し

Note 1: 1:1 の PBCLK 分周比を使う場合、周辺モジュールの TON ビットをクリアした命令の直後の SYSCLK サイクルでは、そのモジュールの SFR に対する読み/書きをユーザ ソフトウェアで実行しないでください。

2: 一部のデバイスだけがセカンダリ オシレータを備えています。詳細は各デバイスのデータシートを参照してください。

dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル

レジスタ 2-2: TMR1: Timer1 レジスタ

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
TMR1<15:0>							
bit 15							bit 8

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
TMR1<7:0>							
bit 7							bit 0

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、「0」として読み出し
-n = POR 時の値 「1」= ビットはセット 「0」= ビットはクリア x = ビットは未知

bit15-0 **TMR1<15:0>**: Timer1 カウント レジスタビット

レジスタ 2-3: PR1: Timer1 周期レジスタ

R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PR1<15:8>							
bit 15							bit 8

R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
PR1<7:0>							
bit 7							bit 0

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、「0」として読み出し
-n = POR 時の値 「1」= ビットはセット 「0」= ビットはクリア x = ビットは未知

bit15-0 **PR1<15:0>**: Timer1 周期レジスタビット

3.0 動作モード

3.1 16 ビットモード

dsPIC33/PIC24 ファミリデバイスに実装されている Timer1 モジュールは以下の動作モードをサポートしています。

- 16 ビット同期クロックカウンタ
- 16 ビット同期外部クロックカウンタ
- 16 ビットゲート付きタイマ
- 16 ビット非同期外部カウンタ

各 16 ビットタイマモードは以下のビットによって決まります。

- TCS (T1CON<1>): Timer1 クロック源選択ビット
- TGATE (T1CON<7>): Timer1 ゲート付きタイマ イネーブルビット
- TSYNC (T1CON<2>): Timer1 外部クロック入力同期選択ビット

3.1.1 16 ビットタイマの注意事項

16 ビットタイマを使う場合、以下に注意する必要があります。

- 全てのタイマモジュール SFR はバイト (8 ビット) またはハーフワード (16 ビット) として書き込み可能です。
- 全てのタイマモジュール SFR はバイト (8 ビット) またはハーフワードとして読み出し可能です。

3.2 16 ビット同期クロックカウンタ モード

同期クロックカウンタ モードの動作では以下が可能です。

- 経過時間の計測
- 時間遅延
- 周期的なタイマ割り込み

このモードでは、タイマの入クロック源として内部の PBCLK (周辺モジュールバス クロック) を使います。PBCLK は Timer1 クロック源選択ビット TCS (TxCON<1>) を「0」にクリアする事により選択します。Timer1 外部クロック入力同期選択ビット TSYNC (T1CON<2>) はこのモードでは無視されます。

1:1 のタイマ入クロック プリスケールを使うタイマは、PBCLK と同じタイマクロック レートで動作し、タイマクロックの立ち上がりエッジ毎に TMR1 カウントレジスタをインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、次のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットした後にインクリメントを再開します。このようにしてタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。PR1 周期レジスタ値を 0x0000 に設定すると、次のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタは 0x0000 にリセットしますが、インクリメントは再開しません。

1:N (1:1 以外) のタイマ入力プリスケールを使うタイマは、タイマクロック レート (PBCLK ÷ N) で動作し、TMR1 カウントレジスタはタイマクロックの立ち上がりエッジ N 回毎にインクリメントします。例えば、タイマ入クロック プリスケールが 1:8 である場合、タイマは 8 タイマクロック サイクル毎にインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、N タイマクロック サイクル後に TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットし、その後インクリメントを再開します。このようにしてタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。PR1 周期レジスタ値を 0x0000 に設定すると、次の N 番目のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタ値は 0x0000 にリセットしますが、インクリメントは再開しません。

Timer1 は、TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致した 1/2 タイマクロック サイクル後に (立ち下がりエッジで) タイマイベントを生成します。T1IF はこのイベントの [1 PBCLK + 2 SYSCLK] サイクル以内にセットされ、Timer1 割り込みイネーブルビット T1IE がセットされていれば割り込みが生成されます。

3.2.1 16 ビット同期クロックカウンタの注意事項

タイマ周期は PR1 周期レジスタ内の値によって決まります。タイマ周期を初期化するために、ユーザはタイマ無効時 (TON ビット = 0) にいつでも PR1 周期レジスタに直接書き込む事ができ、タイマ有効 (TON ビット = 1) 時にはタイマー一致 ISR (割り込みサービスルーチン) 内で書き込みます。これ以外の状況でタイマ有効時に周期レジスタに書き込む事は推奨しません。そのような書き込みを行うと、予期しない周期一致が発生する可能性があります。書き込み可能な最大周期値は 0xFFFF です。

PR1 周期レジスタに 0x0000 を書き込むと、TMR1 との一致は発生しても割り込みは生成されません。

3.2.2 16 ビット クロック同期カウンタの初期化手順

タイマを 16 ビット同期タイマモードに設定するには、以下の手順を実行する必要があります。

1. タイマを無効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 0
2. 内部 PBCLK クロック源を選択する : TCS 制御ビット (T1CON<1>) = 0
3. タイマ入力クロック プリスケーラを選択する
4. Timer1 レジスタ TMR1 に値を書き込むかクリアする
5. Timer1 周期レジスタ PR1 に適切な 16 ビット周期値を書き込む
6. 割り込みを使う場合 :
 - a) IFSx レジスタの T1IF 割り込みフラグビットをクリアする
 - b) IPCx レジスタで割り込みの優先度を設定する
 - c) IECx レジスタの T1IE 割り込みイネーブルビットをセットする
7. タイマを有効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 1

例 3-1: 16 ビット クロック同期カウンタのサンプルコード

```
T1CON = 0x0;           // Stop timer and clear control register,  
                       // set prescaler at 1:1, internal clock source  
TMR1 = 0x0;           // Clear timer register  
PR1 = 0xFFFF;        // Load period register  
T1CONbits.TON = 1;    // Start timer
```

3.3 16 ビット同期外部クロックカウンタ モード

同期外部クロックカウンタ モードの動作では以下が可能です。

- 周期的または非周期的パルスのカウント
- 外部クロックをタイマのタイムベースとして使用

Timer1 の場合、外部クロック源を T1CK ピンに接続すると、Timer1 拡張クロック選択ビット TECS<1:0> (T1CON<9:8>) の設定に基づいて選択できます。タイマクロック源選択ビット TCS (T1CON<1>) を「1」にセットすると、外部クロック源からの動作が有効になります。

1:1 のタイマ入力クロック プリスケールを使う Timer1 タイマは、同期後に外部クロックの立ち上がりエッジ毎に TMR1 カウントレジスタをインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。同期後、TMR1 カウントレジスタは外部クロックの次の立ち上がりエッジで 0x0000 にリセットします。するとタイマ割り込みフラグがセットされ、割り込みが有効にされていれば、CPU はタイマ ISR (割り込みサービスルーチン) を実行します。TMR1 カウントレジスタはインクリメントを再開し、タイマが無効になるまで周期一致動作を繰り返します。PR1 周期レジスタ値を 0x0000 に設定すると、次のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタ値は 0x0000 にリセットしますが、インクリメントは再開しません。

1:N (1:1 以外) のタイマ入力プリスケールを使う Timer1 タイマは、タイマクロック レート (外部クロック ÷ N) で動作し、同期後、TMR1 カウントレジスタは外部クロックの立ち上がりエッジ N 回毎にインクリメントします。例えば、タイマ入力クロック プリスケールが 1:8 である場合、タイマは 8 外部クロックサイクル毎にインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、N 外部クロックサイクル後に TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットし、インクリメントを再開します。このようにしてタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。PR1 周期レジスタ値を 0x0000 に設定すると、次の外部クロック サイクルで TMR1 カウントレジスタは 0x0000 にリセットしますが、インクリメントは再開しません。

Timer1 は、TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致した 1/2 タイマクロック サイクル後に (立ち下がりエッジで) タイマイベントを生成します。T1IF はこのイベントの [1 PBCLK + 2 SYSCLK] サイクル以内にセットされ、Timer1 割り込みイネーブルビット T1IE がセットされていれば割り込みが生成されます。

3.3.1 16 ビット同期外部クロックカウンタの注意事項

以下では、16 ビット同期外部クロックカウンタを使う場合に考慮すべき事項について説明します。

同期回路はスリープモード時に無効になるため、同期外部クロック源を使って動作する Timer1 タイマはスリープモード時に動作しません。

1:N (1:1 以外) のタイマ入力プリスケールを使う Timer1 タイマは、TON ビットを「1」にセットしてから TMR1 カウントレジスタがインクリメントし始めるまでに 2 ~ 3 外部クロックサイクルを要します。詳細は [セクション 3.8「タイマレイテンシに関する注意事項」](#) を参照してください。

タイマを同期カウンタモードで動作させる場合、外部入力クロックは特定の最小 HIGH 時間および LOW 時間要件を満たす必要があります。詳細はデバイス データシートの「電氣的特性」を参照してください。

3.3.2 16 ビット同期外部カウンタの初期化手順

タイマを 16 ビット同期クロックカウンタ モードに設定するには、以下の手順を実行する必要があります。

1. タイマを無効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 0
2. 外部クロック源を有効にする : TECS<1:0> ビット (T1CON<9:8>)(デバイスが実装している場合)。
3. クロック選択を有効にする : TCS 制御ビット (T1CON<1>) = 1
4. クロック同期を有効にする : TSYNC 制御ビット (T1CON<2>) = 1
5. タイマ入力クロック プリスケーラを選択する
6. Timer1 レジスタ TMR1 に値を書き込むかクリアする
7. 周期一致を使う場合 :
 - a) Timer1 周期レジスタ PR1 に適切な 16 ビット周期値を書き込む
8. 割り込みを使う場合 :
 - a) IFSx レジスタの T1IF 割り込みフラグビットをクリアする
 - b) IPC1 レジスタで割り込みの優先度を設定する
 - c) IEC1 レジスタの T1IE 割り込みイネーブルビットをセットする
9. タイマを有効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 1

例 3-2: 16 ビット外部クロック同期カウンタのサンプルコード

```
T1CON = 0x0;           // Stop timer and clear control register
T1CON = 0x0106;        // Set prescaler at 1:1, external clock source
TMR1 = 0x0;           // Clear timer register
PR1 = 0xFFFF;         // Load period register
T1CONbits.TON = 1;    // Start timer
```

3.4 16 ビットゲート付きタイマモード

ゲート付き動作は T1CK ピンに供給される信号の立ち上がりエッジで始まります。TMR1 カウントレジスタは外部ゲート信号が HIGH を維持する間インクリメントします。ゲート付き動作は T1CK ピンに供給される信号の立ち下がりエッジで終わります。Timer1 の割り込みフラグ T1IF がセットされます。

このモードでは、タイマの入カクログ源として内部の PBCLK(周辺モジュールバス クロック) を使います。PBCLK は TCS 制御ビット (T1CON<1>) を「0」にクリアする事により選択します。Timer1 タイマは周辺モジュールバス クロックへの同期を自動的に提供します。このため、Timer1 外部クログ入力同期選択ビット TSYNC (T1CON<2>) はこのモードでは無視されます。ゲート付きタイマモードでは、T1CK ピンに供給される信号を使って入カクログをゲート処理します。ゲート付きタイマモードは、TGATE 制御ビット (T1CON<7>) を「1」にセットすると有効になります。

1:1 のタイマ入カクログ プリスケールを使う Timer1 タイマは、PBCLK と同じタイマクログ レートで動作し、タイマクログの立ち上がりエッジ毎に TMR1 カウントレジスタをインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、次のタイマクログ サイクルで TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットした後にインクリメントを再開します。このようにしてゲート信号の立ち下がりエッジが発生するか TON をクリア (T1CON<15> = 0) する事でタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。タイマ周期一致が発生しても、タイマは割り込みを生成しません。

1:N (1:1 以外) のタイマ入カプリスケールを使う Timer1 タイマは、タイマクログ レート (PBCLK ÷ N) で動作し、TMR1 カウントレジスタはタイマクログの立ち上がりエッジ N 回毎にインクリメントします。例えば、タイマ入カクログプリスケールが 1:8 である場合、タイマは 8 タイマクログ サイクル毎にインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、N タイマクログ サイクル後に TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットし、インクリメントを再開します。このようにしてゲート信号の立ち下がりエッジが発生するか TON をクリア (T1CON<15> = 0) する事でタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。タイマ周期一致が発生しても、タイマは割り込みを生成しません。

ゲート信号で立ち下がりエッジが発生するとカウント動作は終了し、タイマイベントが生成されます。ゲート信号立ち下がりエッジの [1 PBCLK + 2 SYSCLK] システムクログ サイクル後に Timer1 割り込みフラグビット (T1IF) がセットされます。TMR1 カウントレジスタは 0x0000 にリセットされません。ゲート入力の次の立ち上がりエッジで TMR1 カウントレジスタをゼロから開始したい場合、明示的にリセットする必要があります。

タイマカウントの分解能はタイマクログ周期に直接関係します。タイマ入カクログ プリスケールが 1:1 である場合、タイマクログの周期は 1 TPBCLK(周辺モジュールバス クログ サイクル) です。タイマ入カクログ プリスケールが 1:8 である場合、タイマクログ周期は周辺モジュールバス クログサイクルの 8 倍です。

3.4.1 特殊ゲート付きタイマモードの注意事項

以下では、特殊ゲート付きタイマモードを使う場合に考慮すべき事項について説明します。

Note: Timer1 クログ源選択ビット (TCS) を外部クログ源 (TCS = 1) に設定している場合、ゲート付きタイマモードは有効になりません。ゲート付きタイマモードの動作を有効にするには、内部クログ源 (TCS = 0) を選択する必要があります。

1:N (1:1 以外) のタイマ入カプリスケールを使う Timer1 タイマは、TON ビットを「1」にセットしてから TMR1 カウントレジスタがインクリメントし始めるまでに 2 ~ 3 タイマクログ サイクルを要します。詳細は [セクション 3.8「タイマレイテンシに関する注意事項」](#) を参照してください。ゲートのパルス幅要件の詳細は各デバイス データシート内の「電気的特性」を参照してください。

3.4.2 16 ビット ゲート付きタイマの初期化手順

タイマを 16 ビットゲート付きタイマモードに設定するには、以下の手順を実行する必要があります。

1. タイマを無効にする : TON 制御ビット (TxCON<15>) = 0
2. 内部 PBCLK クロック源を選択する : TCS 制御ビット (TxCON<1>) = 0
3. ゲート付きタイマモードを有効にする : TGATE 制御ビット (T1CON<7>) = 1
4. プリスケーラを選択する
5. Timer1 レジスタ TMR1 をクリアする
6. Timer1 周期レジスタ PR1 に適切な 16 ビット周期値を書き込む
7. 割り込みを使う場合 :
 - a) IFSx レジスタの T1IF 割り込みフラグビットをクリアする
 - b) IPCx レジスタで割り込みの優先度を設定する
 - c) IECx レジスタの T1IE 割り込みイネーブルビットをセットする
8. タイマを有効にする : TON 制御ビット (TxCON<15>) = 1

例 3-3: 16 ビットゲート付きタイマのサンプルコード

```
T1CON = 0x0;          // Stop timer and clear control register
T1CON = 0x0080;       // Gated Timer mode, prescaler at 1:1, internal clock source
TMR1 = 0x0;          // Clear timer register
PR1 = 0xFFFF;        // Load period register with 16-bit match value
T1CONbits.TON = 1;   // Start timer
```

3.5 非同期クロックカウンタ モード

タイマの非同期クロックカウンタ動作モードはスリープモード中も動作でき、周期レジスタ一致時に割り込みを生成してプロセッサをスリープまたはアイドルモードから復帰させる事ができます。

Timer1 は外部クロック源を使って非同期カウンタモードで動作できます。外部クロック源は T1CK ピンに接続すると、Timer1 拡張クロック選択ビット $TECS<1:0>$ (T1CON<9:8>) の設定に基づいて選択できます。タイマクロック源選択ビット TCS (T1CON<1>) を「1」にセットすると、外部クロック源からの動作が有効になります。このモードでは TSYNC ビット (T1CON<2>) を 0 にセットして外部クロック同期を無効にする必要があります。

1:1 のタイマ入力クロック プリスケールを使う Timer1 は、供給される外部クロックと同じレートで動作し、タイマクロックの立ち上がりエッジ毎に TMR1 カウントレジスタをインクリメントします。タイマは TMR1 カウントレジスタ値が Timer1 PR1 周期レジスタ値に一致するまでインクリメントします。一致すると、次のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタが 0x0000 にリセットした後にインクリメントを再開します。このようにしてタイマが無効になるまで周期一致を繰り返します。PR1 周期レジスタ値を 0x0000 に設定すると、次のタイマクロック サイクルで TMR1 カウントレジスタ値は 0x0000 にリセットしますが、インクリメントは再開しません。

Timer1 は、TMR1 カウントレジスタ値が PR1 周期レジスタ値に一致した時にタイマイベントを生成します。Timer1 割り込みフラグビット T1IF は、このイベントの [1 PBCLK + 2 SYSCLK] システムクロック サイクル以内にセットされます。Timer1 割り込みイネーブルビットがセット (T1IE = 1) されていれば、割り込みが生成されます。

3.5.1 非同期モード TMR1 読み / 書き動作

このモードの場合、Timer1 は非同期動作するため、TMR1 カウントレジスタに対して読み / 書きするには、非同期クロック源と内部 PBCLK 周辺モジュールバス クロックを同期させる必要があります。Timer1 が備える非同期タイマ書き込みディセーブル ビット (TWDIS) と非同期タイマ書き込み中ステータスビット (TWIP) は、Timer1 が有効な時に TMR1 カウントレジスタに安全に書き込むための 2 つの方法を提供します。これらのビットは同期クロックカウンタ モードには影響しません。

1 つめの方法は、レガシーの Timer1 書き込みモード (TWDIS ビット = 0) を使います。この場合、TMR1 カウントレジスタに安全に書き込めるかどうかを判定するために、TWIP ビットをポーリングする事を推奨します。TWIP = 0 の場合、TMR1 カウントレジスタに対して次の書き込み動作を安全に実行できます。TWIP = 1 の場合、TMR1 カウントレジスタに対する前回の書き込み動作はまだ同期中であるため、次の書き込み動作は TWIP = 0 になるまで待機する必要があります。

2 つめの方法は、新しい Timer1 書き込みモード (TWDIS ビット = 1) を使います。TMR1 カウントレジスタに対する書き込みはいつでも実行できます。しかし、TMR1 カウントレジスタに対する前回の書き込み動作がまだ同期中である場合、後続の書き込み動作は全て無視されます。

TMR1 レジスタに対して書き込みを実行すると、値がレジスタに同期書き込みされるまでに 2 ~ 3 非同期外部クロックサイクルを要します。

Note: 直後に TWIP と TWDIS に対して通常のチェック手順を実行しない場合、Timer1 を非同期モードに設定する前に TMR1 カウントレジスタに対する書き込みを実行する必要があります。

TMR1 カウントレジスタから読み出す際は、TMR1 カウントレジスタ内の現在の非同期値と読み出し動作によって返される同期値の間で 2 PBCLK サイクルの遅延が生じます。言い換えれば、読み出し値は TMR1 カウントレジスタ内の実際の値から常に 2 PBCLK サイクル遅れるという事です。

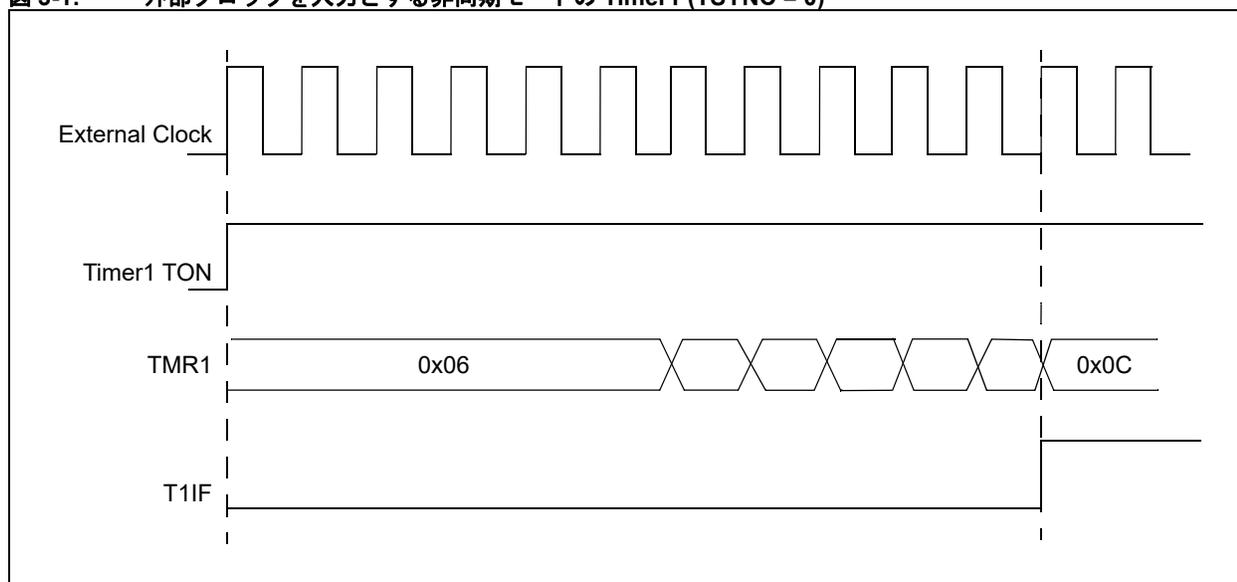
3.5.2 非同期クロックカウンタの注意事項

以下では、非同期クロックカウンタ モードを使う場合に考慮すべき事項について説明します。外部クロック源を入力に使うって TSYNC ビット (T1CON<2>) が 0 の場合、Timer1 は有効になってもカウントをすぐに始めません。この制限は、Timer1 レジスタにオフセット値をプリセットするか、TSYNC ビットを「1」にセットする事で回避できます。プリセット値は経験から 6 と決めました。

図 3-1 に上記のシナリオを示します。Timer1 が有効になった後 6 番目のクロックパルスまでタイマ 1 レジスタはカウントを始めません。12 番目のクロックパルス後にタイマ周期一致が発生し、Timer1 割り込みフラグ (T1IF) がセットされます。詳細は[セクション 3.8「タイマレインに関する注意事項」](#)を参照してください。

非同期カウンタモードで使う場合、外部入力クロックは特定の最小 HIGH 時間および LOW 時間要件を満たす必要があります。詳細は各デバイス データシートの「電気的特性」を参照してください。

図 3-1: 外部クロックを入力とする非同期モードの Timer1 (TSYNC = 0)



3.5.3 非同期外部クロックカウンタの初期化手順

タイマを 16 ビット非同期カウンタ モードに設定するには、以下の手順を実行する必要があります。

1. タイマを無効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 0
2. 外部クロック源を有効にする : TECS<1:0> ビット (T1CON<9:8>)(デバイスが実装している場合)。
3. 外部クロック選択を有効にする : TCS 制御ビット (T1CON<1> = 1)
4. クロック同期を無効にする : TSYNC 制御ビット (T1CON<2>) = 0
5. プリスケーラを選択する
6. Timer1 レジスタ TMR1 に値を書き込むかクリアする
7. 周期一致を使う場合、Timer1 周期レジスタ PR1 に適切な 16 ビット一致値を書き込む
8. 割り込みを使う場合 :
 - a) IFSx レジスタの T1IF 割り込みフラグビットをクリアする
 - b) IPCx レジスタで割り込みの優先度を設定する
 - c) IECx レジスタの T1IE 割り込みイネーブルビットをセットする
9. タイマを有効にする : TON 制御ビット (T1CON<15>) = 1

例 3-4: 16 ビット非同期カウンタモードのサンプルコード

```
/* 16-bit Asynchronous Counter Mode Example */  
  
T1CON = 0x0;          // Stops the Timer1 and resets the control register  
TMR1 = 0x0;          // Clear timer register  
T1CON = 0x0102;      // Set prescaler 1:1, external clock, asynchronous mode  
PR1 = 0xFFFF;       // Load period register  
T1CONbits.TON = 1;  // Start timer
```

3.6 タイマのプリスケーラ

Timer1 タイマでは、入力クロック (周辺モジュールバス クロックまたは外部クロック) のプリスケールを 1:1、1:8、1:64、1:256 のいずれかに設定できます (TCKPS<1:0> ビット (T1CON<5:4>) で選択)。

以下のいずれかが発生するとプリスケーラ カウンタはクリアされます。

- TMR1 レジスタへの書き込み
- Timer1 の無効化 (TON ビット (T1CON<15>) = 0)
- 全てのタイプのデバイスリセット

3.7 T1CON、TMR1、PR1 レジスタへの書き込み

TON ビット (T1CON<15>) を「0」にクリアすると Timer1 モジュールは無効になり電力の供給が停止するため、消費電力を最小限に抑える事ができます。

予測できないタイマ挙動を防ぐため、T1CON レジスタビットまたはタイマ入力クロック プリスケーラに書き込む前にタイマを無効にする事を推奨します。TON ビットへの「1」の書き込みと T1CON レジスタ内の他のビットへの書き込みを 1 つの命令で行うと、タイマが異常動作する可能性があります。

PR1 周期レジスタへの書き込みはモジュールが動作中であっても可能です。しかし、予期せぬ周期一致の発生を防ぐため、タイマ有効 (TON ビット = 1) 時の PR1 周期レジスタへの書き込みは推奨しません。

TMR1 カウントレジスタへの書き込みはモジュールが動作中であっても可能です。バイト書き込みを実行する際は以下に注意してください。

- タイマがインクリメントしている時にタイマの下位バイトに書き込んでも、タイマの上位バイトには影響しません。タイマの下位バイトに 0xFF を書き込むと、この書き込みの次のタイマカウントクロックで下位バイトは 0x00 にロールオーバーし、タイマ上位バイトへのキャリーが発生します。
- タイマがインクリメントしている時にタイマの上位バイトに書き込んでも、タイマの下位バイトには影響しません。上位バイトに書き込んだ時に下位バイトの値が 0xFF であった場合、次のタイマカウントクロックで下位バイトからのキャリーが発生し、上位バイトはインクリメントします。

また、TMR1 カウントレジスタへの書き込みもモジュールの動作中に可能です。非同期クロックモードの動作については[セクション 3.5.1 「非同期モード TMR1 読み / 書き動作」](#)を参照してください。

1 命令で TMR1 レジスタにワード、ハーフワード、バイトのいずれかとして書き込みを行うと、その命令サイクルでの TMR1 レジスタのインクリメントは抑止されます (インクリメントしません)。

モジュールを無効にしても TMR1 カウントレジスタはゼロにリセットされません。

3.8 タイマレイテンシに関する注意事項

Timer1 モジュールは内部 PBCLK(周辺モジュール用バスクロック) または EC(外部クロック) を使えます。その際、タイマ動作のレイテンシに配慮する必要があります。これらのレイテンシは読み書き動作を実行してから最初の効果が現れるまでの時間遅延を表します (表 3-1 参照)。

全てのクロック同期モードにおいて、T1CON、TMR1、PR1 レジスタに対する読み書きは、メイン SYSCLK クロックドメインと Timer1 モジュールクロックドメイン間のデータの同期を必要としません。従って動作は即時に発生します。しかし、Timer1 が非同期クロックモードで動作している場合、TMR1 カウントレジスタからの読み出しは同期のために 2 PBCLK サイクルを要し、TMR1 カウントレジスタへの書き込みは同期のために 2 ~ 3 タイマクロック サイクルを要します。

例として、Timer1 が非同期クロック源を使っている場合に TMR1 レジスタの読み出し動作を実行すると、このデータを TMR1 カウントレジスタに同期するために 2 PBCLK(周辺モジュールバスクロック) を要します。従って、TMR1 の読み出し値は実際の TMR1 カウントから常に 2 PBCLK サイクル遅れます。

加えて、外部クロック源を使っている場合、TON ビット (T1CON<15>) を「1」にセットしてからタイマがインクリメントし始めるまでに 2 ~ 3 外部クロックサイクルを要します。

割り込みフラグレイテンシは、タイマイベントが発生してからタイマ割り込みフラグがアクティブになるまでの遅延を表します。

表 3-1: Timer1 のレイテンシ

動作	PBCLK 内部クロック	同期 外部クロック	非同期外部クロック
TON = 1 (タイマの有効化)	0 PBCLK	2 ~ 3 TMRCLKCY	2 ~ 3 TMRCLKCY
TON = 0 (タイマの無効化)	0 PBCLK	2 ~ 3 TMRCLKCY	2 ~ 3 TMRCLKCY
PR1 の読み出し	0 PBCLK	0 PBCLK	0 PBCLK
PR1 の書き込み	0 PBCLK	0 PBCLK	0 PBCLK
TMR1 の読み出し	0 PBCLK	0 PBCLK	2 PBCLK
TMR1 の書き込み	0 PBCLK	0 PBCLK	2 ~ 3 TMRCLKCY
割り込みフラグ INTF = 1	1 PBCLK + 2 ~ 3 SYSCLK	1 PBCLK + 2 ~ 3 SYSCLK	(TMRCLKCY ÷ 2) + 2 ~ 3 SYSCLK

凡例: TMRCLKCY = 同期または非同期外部タイマクロック サイクル

4.0 割り込み

Timer1 モジュールは、動作モードに応じて周期一致時または外部ゲート信号の立ち下がりエッジで割り込みを生成できます。

以下のいずれかの条件が成立すると T1IF ビットがセットされます。

- Timer1 モジュールがゲート付きタイマモード以外で動作している時に TMR1 カウントが対応する PR1 レジスタ値に一致した。
- Timer1 モジュールがゲート付きタイマモード動作している時にゲート信号の立ち下がりエッジを検出した。

T1IF ビットはソフトウェアでクリアする必要があります。

Timer1 モジュールを割り込み要因として有効にするには、Timer1 割り込みイネーブルビット (T1IE) をセットする必要があります。

Timer1 割り込み優先度ビット (T1IP<2:0>)。

Note: PR1 レジスタに「0」を書き込んだ状態でタイマを有効にすると、特殊な状況が発生します。この場合、割り込みは生成されません。

4.1 割り込みの設定

Timer1 モジュールは専用の割り込みフラグビット (T1IF) と対応する割り込みイネーブル/マスクビット (T1IE) を備えています。

タイマモジュールがゲート付きタイマモード以外で動作している場合、タイマカウントが対応する周期レジスタ値に一致すると T1IF ビットがセットされます。タイマモジュールがゲート付きタイマモードで動作している場合、ゲート信号の立ち下がりエッジを検出した時に T1IF ビットがセットされます。T1IF ビットは、対応する T1IE ビットの状態に関係なくセットされます。必要に応じてソフトウェアで T1IF ビットをポーリングできます。

T1IE ビットは、T1IF ビットがセットされた時の割り込みコントローラの挙動を定義します。T1IE ビットをクリアすると、対応するイベントが発生しても割り込みコントローラは CPU 割り込みを生成しません。T1IE ビットをセットすると、T1IF ビットがセットされた時に割り込みコントローラは CPU に対して割り込みを生成します (後述の優先度に従う)。

割り込みをサービスするユーザ ソフトウェア ルーチンは、サービスルーチンを完了する前に適切な割り込みフラグビットをクリアする必要があります。

Timer1 モジュールの割り込み優先度は T1IP<2:0> ビットで設定します。このビットは、その割り込みをどの優先度グループに割り当てるのかを指定します。各優先度グループは 7(最優先) から 0(割り込みを生成しない) の優先度を持ちます。ある割り込みをサービスしている時に、より高い優先度グループに属する割り込みが発生した場合、サービス中の割り込みは保留されます。

有効にされている割り込みが発生すると、CPU はその割り込みに割り当てられたベクタへジャンプします。割り込みのベクタ番号がそのまま自然優先順位となります。CPU はジャンプ先のベクタアドレスからコードの実行を始めます。このベクタアドレスから始まるユーザコードは任意のアプリケーション動作を実行し、T1IF 割り込みフラグをクリアした後に終了する必要があります。割り込みとベクタアドレス テーブルの詳細は、『dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル』の「割り込み」(DS70000600) を参照してください。

5.0 省電力モードでの動作

5.1 スリープモード時のタイマ動作

デバイスがスリープモードに移行すると、SYSCLK(システムクロック)とPBCLK(周辺モジュールバスクロック)は無効になります。

Timer1 タイマは外部クロック源を使って非同期動作できます。このため、スリープモード中でもTimer1 モジュールは動作を継続できます。

Timer1 モジュールをスリープモード時に動作させるには、以下の設定が必要です。

- Timer1 モジュールを有効にする : TON ビット (T1CON<15>) = 1
- Timer1 のクロック源として外部クロックを選択する : TCS ビット (T1CON<1>) = 1
- 非同期カウンタモードを有効にする : TSYNC ビット (T1CON<2>) = 0

上記の条件を全て満たすと、Timer1 はスリープモード中でもカウントを継続し、タイマ周期一致を検出します。タイマと周期レジスタが一致すると T1IF ステータスビットがセットされます。T1IE ビットがセットされており、かつ割り込み優先度が現在の CPU 優先度よりも高い場合、デバイスはスリープまたはアイドルモードから復帰し、Timer1 割り込みサービスルーチンを実行します。

Timer1 割り込みに割り当てられている優先度が現在の CPU 優先度以下である場合、CPU は復帰しないまま、デバイスはアイドルモードに移行します。

5.2 アイドルモード時のタイマ動作

デバイスがアイドルモードに移行してもシステムクロック源は動作を続けますが、CPU はコード実行を停止します。オプションの設定によって、Timer1 モジュールをアイドルモード時にも動作させる事ができます。

アイドルモード時に Timer1 モジュールが停止するか通常動作を続けるかは、SIDL ビット (T1CON<13>) の設定によって決まります。SIDL = 0 の場合、Timer1 モジュールはアイドルモード時にも動作を継続します。SIDL = 1 の場合、Timer1 モジュールはアイドルモード時に停止します。

6.0 各種リセットの影響

6.1 デバイスリセット

全ての Timer1 レジスタはデバイスリセット時にそれぞれのリセット状態に戻されます。

6.2 POR(パワーオンリセット)

全ての Timer1 レジスタは POR(パワーオンリセット)時にそれぞれのリセット状態に戻されます。

6.3 ウォッチドッグタイマリセット

全ての Timer1 レジスタはウォッチドッグタイマリセット時にそれぞれのリセット状態に戻されます。

dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル

7.0 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 ノートの一覧を以下に記載します。一部のアプリケーション ノートは dsPIC33/PIC24 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。Timer1 モジュールに関連する現在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: dsPIC33/PIC24 ファミリ関連のアプリケーション ノートとサンプルコードは Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) でご覧になれます。

8.0 改訂履歴

リビジョン A (2016 年 7 月)

本書は初版です。

リビジョン B (2018 年 6 月)

フッタに表記していた Advance Information のウォーターマークを削除しました。

dsPIC33/PIC24 ファミリ リファレンス マニュアル

Note:

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 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。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 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、Microchip 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化しています。Microchip 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。

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。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。その他のサポートは Microchip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services> をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 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、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 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 Microchip 社の製品を使う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、Microchip 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。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 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。

Microchip 社の品質管理システムについては www.microchip.com/quality をご覧ください。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzor、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PICKtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2022, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries.

All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-0244-6

各国の営業所とサービス

南北アメリカ

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

オースティン、TX
Tel: 512-257-3370

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

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

デトロイト
Novi, MI
Tel: 248-848-4000

ヒューストン、TX
Tel: 281-894-5983

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453
Tel: 317-536-2380

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
Tel: 951-273-7800

ローリー、NC
Tel: 919-844-7510

ニューヨーク、NY
Tel: 631-435-6000

サンノゼ、CA
Tel: 408-735-9110
Tel: 408-436-4270

カナダ - トロント
Tel: 905-695-1980
Fax: 905-695-2078

アジア/太平洋

オーストラリア - シドニー
Tel: 61-2-9868-6733

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重慶
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 東莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 広州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 香港 SAR
Tel: 852-2943-5100

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青島
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 瀋陽
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 蘇州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武漢
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦門
Tel: 86-592-2388138

中国 - 珠海
Tel: 86-756-3210040

アジア/太平洋

インド - バンガロール
Tel: 91-80-3090-4444

インド - ニューデリー
Tel: 91-11-4160-8631

インド - プネ
Tel: 91-20-4121-0141

日本 - 大阪
Tel: 81-6-6152-7160

日本 - 東京
Tel: 81-3-6880-3770

韓国 - 大邱
Tel: 82-53-744-4301

韓国 - ソウル
Tel: 82-2-554-7200

マレーシア - クアラルンプール
Tel: 60-3-7651-7906

マレーシア - ペナン
Tel: 60-4-227-8870

フィリピン - マニラ
Tel: 63-2-634-9065

シンガポール
Tel: 65-6334-8870

台湾 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

台湾 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

タイ - バンコク
Tel: 66-2-694-1351

ベトナム - ホーチミン
Tel: 84-28-5448-2100

欧州

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: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

フィンランド - エスポー
Tel: 358-9-4520-820

フランス - パリ
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ガーヒンク
Tel: 49-8931-9700

ドイツ - ハーン
Tel: 49-2129-3766400

ドイツ - ハイムブロン
Tel: 49-7131-72400

ドイツ - カールスルーエ
Tel: 49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

ドイツ - ローゼンハイム
Tel: 49-8031-354-560

イスラエル - ラーナナ
Tel: 972-9-744-7705

イタリア - ミラノ
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

イタリア - バドヴァ
Tel: 39-049-7625286

オランダ - ドリュエネン
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

ノルウェー - トロンハイム
Tel: 47-7288-4388

ポーランド - ワルシャワ
Tel: 48-22-3325737

ルーマニア - ブカレスト
Tel: 40-21-407-87-50

スペイン - マドリッド
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

スウェーデン - ヨーテボリ
Tel: 46-31-704-60-40

スウェーデン - ストックホルム
Tel: 46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキンガム
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820