
AVR1310 : XMEGA® ウォッチドッグ タイマの使い方

要点

- ヒューズを通して設定可能なウォッチドッグ制限時間
- ヒューズを通して固定可能なウォッチドッグ設定
- 標準と窓の動作を持つウォッチドッグ
 - 標準動作
 - 8ms～8s間で設定可能な経過(制限)時間周期
 - 窓動作
 - 8ms～8s間で設定可能な閉鎖窓周期
 - 窓動作を使用し、16ms～16s間の総経過(制限)時間周期
- ソースコード例
 - 標準動作と窓動作での動作形態初期化
 - ウォッチドッグの禁止と再設定

序説

著者: Qubo Hu, Microchip Inc.

ウォッチドッグ タイマはシステムがファームウェアやハードウェアでの予期せぬ失敗から回復し得るのを保証するのに使用されます。ウォッチドッグ タイマは正しく使用したなら、プログラム実行での異常を検知してマイクロ コントローラ(MCU)をリセットすることによって応答することができます。これは通常動作が再開できる明確且つ既知の状態にMCUを持ってきます。

XMEGA® AVR®系列は非常に強力な内部ウォッチドッグを提供します。統合した普通のウォッチドッグ タイマはクロック元としてしばしばCPUクロックを使用しますが、XMEGAのウォッチドッグ タイマのクロック元はCPUクロックから独立しています。これは主クロックの異常がウォッチドッグ タイマ動作に影響を及ぼさないことを意味します。

更に、XMEGAのウォッチドッグ タイマは与えられた区間時間経過前にウォッチドッグ タイマがリセットされなければならない**標準動作**を提供し、そしてウォッチドッグ タイマが制限された区間内でリセットされ得る**窓動作**を提供し、ウォッチドッグ タイマが早すぎ(または遅すぎ)でリセットされる場合、システムリセットが起動されます。

ウォッチドッグ タイマ使用についてのより多くの情報は[AN_2551\(AVR132\)応用記述](#)で得られます。

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、Microchip社とは無関係であることを御承知ください。しおりの[はじめに]での内容にご注意ください。

目次

要点	1
序説	1
1. 動作の理屈	3
1.1. 標準動作	3
1.2. 窓動作	3
1.3. 計時器クロック	3
1.4. 制限時間期間	3
1.5. ウォッチドッグ タイマのデジタル タイミング	4
1.6. ウォッチドッグ許可と形態設定タイミング	4
1.7. 意図するウォッチドッグの使い方	5
2. 例	6
2.1. ファイル	6
2.2. Doxygen資料化	6
3. 改訂履歴	6
Microchipウェブ サイト	7
お客様への変更通知サービス	7
お客様支援	7
Microchipデバイス コード保護機能	7
法的通知	7
商標	8
DNVによって認証された品質管理システム	8
世界的な販売とサービス	9

1. 動作の理屈

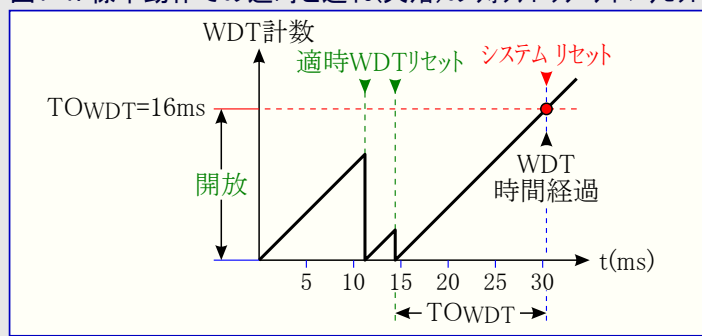
XMEGAのウォッチドッグ タイマが検討され得る前に、いくつかの用語を明らかにすることが重要です。

- ・ウォッチドッグ タイマ(WDT)はタイマが指定した制限時間期間(経過時間区間)よりも早すぎまたは遅すぎでリセットされた場合にシステム リセットを生成するように形態設定することができる周辺機能部署です。
- ・ウォッチドッグ タイマ リセット(WDTリセット)はWDT内のタイマが解除(またはリセット)される時です。これはタイマに再び0からの計時を開始させ、従って制限時間期間を再始動します。
- ・“システム リセット”はAVRマイクロ コントローラがリセット、CPUとI/Oレジスタを既定値にリセットし、アドレス \$0000(またはブート領域)からプログラム実行を再始動する時です。

1.1. 標準動作

WDTは標準動作で使用することができ、これはWDTに対して単一制限時間期間(経過時間区間)が設定される時で、時間経過前にWDTがリセットされなかった場合にWDTはシステム リセットを引き起こします。図1-1.はこれを示します。WDT計数軸に沿った開放範囲は、ウォッチドッグ窓制限時間(TO_{WDTW})終了後までWDTをリセットできない窓動作使用時と異なり、WDTはWDT制限時間(TO_{WDT})終了前にいつでもリセットできることを示します(正確なタイミングの詳細については1.5.項を参照してください。)

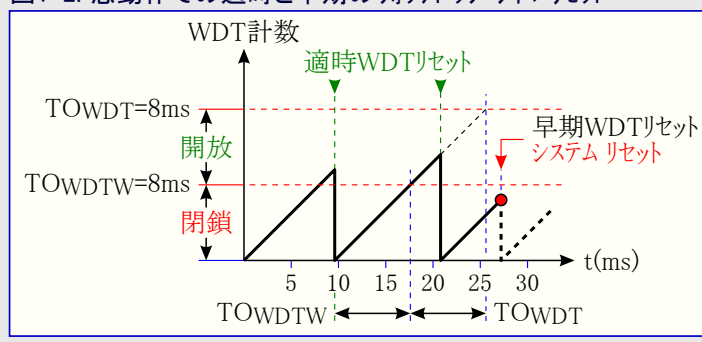
図1-1. 標準動作での適時と遅れ(欠落)のウォッチドッグ タイマ リセット



1.2. 窓動作

WDTが窓動作で使用される時は閉鎖窓制限時間(TO_{WDTW})と標準WDT制限時間期間(経過時間区間)(TO_{WDT})の2つの異なる制限時間期間を使用します。前者はWDTをリセットできない8ms～8sの区間を定義し、この区間でWDTがリセットされると、WDTはシステム リセットを引き起こします。標準WDT制限時間期間も8ms～8sで、WDTをリセットできる(そしてすべき)開放区間の幅を定義します。開放区間は常に閉鎖区間の後に続き、従ってWDT制限時間の総合幅は窓と標準の制限時間の合計になります。窓動作で使用される開放と閉鎖の区間は図1-2.で図解されます。

図1-2. 窓動作での適時と早期のウォッチドッグ タイマ リセット



1.3. 計時器クロック

WDTは内部32kHz超低電力(ULP)RC発振器からの1kHz出力からクロック駆動されます。この発振器はRTC計時器と採取動作で使用される場合の低電圧検出(BOD)回路でも使用され得ます。それらの部署のどれかがULP発振器を使用するように形態設定された場合に、この発振器が走行(動作)します。ULP RC発振器を使用する付加部署を許可することによる追加の消費電流は非常に僅かです。消費電力についてのより多くの情報に関してはデータシートを参照してください。

WDT用のクロックが凄く正確ではないのに注意することが重要です。これは長寿命電池給電応用でもWDTを使用できるように、非常に小さな電力を得る(消費する)ように設計されている事実のためです。低電力発振器の悪傾向は低い精度です。WDT用クロックの代表的な制度は±30%です(クロック精度の正確な情報についてはデータシートを参照してください)。これはクロック周波数が或るデバイスと別のデバイスで変わり得ることに注意しなければならないことを意味します。WDTを使用するソフトウェアの設計時、使用される制限時間期間が開発中に実験室で使用されただけの値でなく、全てのデバイスで有効なことを保証するようにデバイス間の変化が取り扱われなければなりません。

更に、クロック源が温度と供給電圧の全体で変化するかもしれません。けれどもこの変化は±30%のデバイス間変化よりも重要性としては低い値です。この項目のより多くの情報についてはデータシートを参照してください。

1.4. 制限時間期間

WDTは8ms～8sの広範囲の制限時間期間(経過時間区間)を提供します(詳細についてはデータシートを参照してください)。WDT区間とWDT窓区間用の制限時間期間はウォッチドッグ タイマ制御(CTRL)レジスタとウォッチドッグ タイマ窓動作制御(WINCTRL)レジスタに配置されたウォッチドッグ時間経過周期(PER)とウォッチドッグ窓動作時間経過周期(WPER)ビット領域によって制御されます。

WDTはCTRLまたはWINCTRLへの有効な書き込みアクセスが実行される時にリセットされます(「ウォッチドッグの走行時許可」項で見つかる制御レジスタ書き込みに必要なとされる時間制限手順を参照してください)。

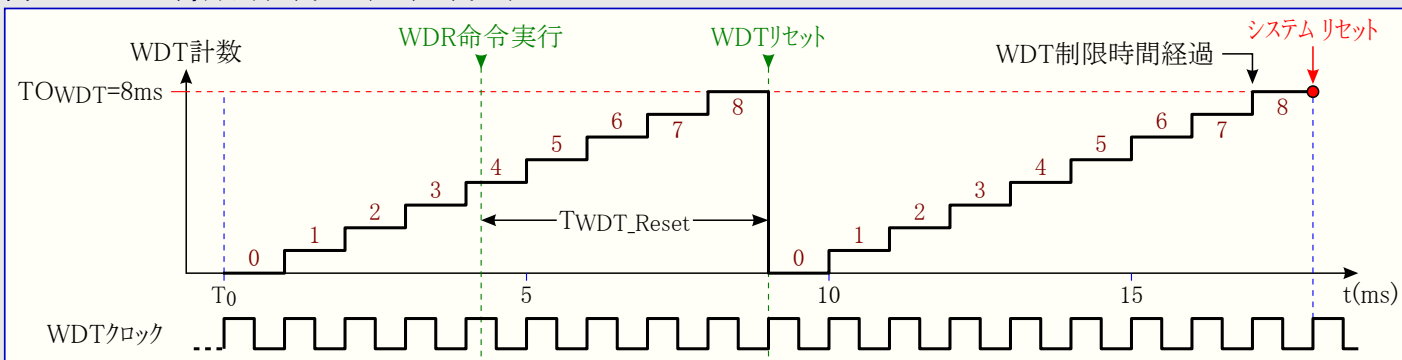
1.5. ウォッチドッグ タイマのデジタル タイミング

WDTはCPUと異なるクロック領域で動作し、WDT使用時に2つの領域間の同期が考慮されるべきです。

WDTを形態設定するのに最大3 WDTクロック周期と3 CPUクロック周期かかります。形態設定(値)がWDT制御レジスタ(CTRLとWINCTRL)に書かれると、新形態は次のクロック端(図1-3.でのWDTクロック上昇端)から、即ち、形態設定書き込み後の4~5ms間(3 WDTクロック周期と3 CPUクロック周期はCPUクロックがどの位の速度で動いているか、と同時にWDTが1kHzのクロック周波数で動いているのに応じて最大4~5msかかります。)で有効になります。これは初期制限時間が指定制限時間よりも最大5ms長いことを意味します。指定制限時間が8msの場合、実際の制限時間は12~13msでしょう。これは窓動作と短い制限時間区間を使用する時に関連します。この特性はWDT特有ではありません。全ての非同期タイマはクロック領域間の同期のためにこの方法で動きます。

また、WDTは制御レジスタへの有効な書き込みアクセスが実行される時にリセットされます(更なる詳細については「ウォッチドッグの走行時許可」項を参照してください)。

図1-3. XMEGAウォッチドッグ タイマのデジタル タイミング



別のタイミング特性はウォッチドッグ タイマ リセット(WDR)命令の実行と実際にWDTをリセットする間の間隔で、クロック領域間の同期の問題です。WDTはWDR命令実行後の第3WDTクロック端でリセットされ(図1-3.の T_{WDT_Reset} をご覧ください)、そしてこれはWDTがWDR命令実行後の4~5ms間にリセットされることを意味します。8msの制限時間区間の使用を考慮すると、最初のWDR命令はウォッチドッグ許可後3ms以内に実行されるべきです。ULP発振器の±30%精度を考慮し、WDR命令は2.1ms以内に実行されなければなりません。続いて起こるWDR命令間の間隔は4.9ms(8ms-1ms(同期不定要素)-30%(精度誤差要素))以下であるべきです。この同期化の影響は制限時間期間が増す時に減らされます。これは非常に厳密なタイミングを必要とする短い制限時間期間との組み合わせで窓動作を使用することを強く示します。

WDTがシステムリセットを引き起こす場合、換言すると時間経過によって、システムリセットは後続する最初のWDTクロック端で起きます(図1-3.をご覧ください)。これはWDT制限時間期間終了の1ms後にシステムリセットが起きることを意味します。これは通常問題を引き起こしませんが、ピンの論理値を監視することによってウォッチドッグ制限時間期間測定を試みる場合に知って置くことは有用です。実際のWDTクロック周波数を判定するより良い方法は、ULP発振器によってクロック駆動され得るXMEGA実時間計数器(RTC)を使用することです。

上で言及された条件の全てはWDT標準動作制限時間とWDT窓動作制限時間の両方に適用します。

1.6. ウォッチドッグ許可と形態設定タイミング

WDTは以下の2つの方法のどちらかで形態設定と許可ができます。

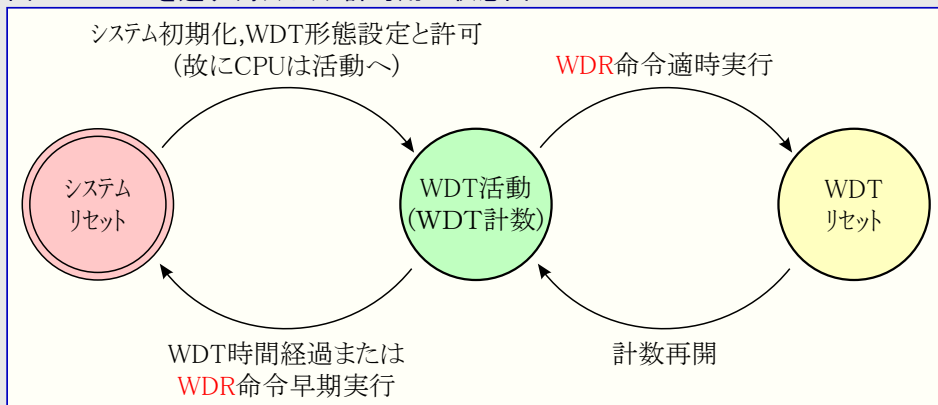
- ・システムリセットを抜け出す前に指定設定をAVRに格納させるヒューズを通して、または、
- ・走行時にWDTを許可することができ、これはWDT走行時にファームウェアが望む設定をWDT制御レジスタに書くことを意味します。

1.6.1. ヒューズでのウォッチドッグ許可

WDTは標準動作と窓動作に対応するヒューズを書くことによってシステムリセット間で自動的に初期化することができます。これらのヒューズはウォッチドッグ タイマ制限時間期間とWDT閉鎖窓の幅の両方を決め、始動でのWDT許可に使用することができます。WDTを制御するヒューズについてのより多くの情報に関してはデータシートを参照してください。

注: 窓動作使用時の正しいタイミングを保証するように実行時に許可できる利点のため、窓動作はヒューズを通して許可することができません。

図1-4. ヒューズを通すウォッチドッグ許可用の状態図



最大の保護を提供するため、意識的または偶然のどちらでも実行時中にWDTを禁止できないことを保証する、ウォッチドッグ施錠(WDL OCK)ヒューズをプログラム(0)することが可能です。

これはシステム障害が(ファームウェアで)走行時にウォッチドッグ許可を損なうかもしれないことを考慮する場合に望ましくなり得ます。

1.6.2. ウォッチドッグの走行時許可

或る応用では休止形態での絶対的な最小化のために電力消費を低減するのにWDTを禁止することを必要とされ得ます。これは長寿命電池給電応用の場合であり得ます。CPU活動期間でWDTを使用し、休止形態で使用しないことが望ましい場合、例えそれがウォッチドッグによって提供される保護を減らすかもしれないとしても、WDTの許可と禁止をすることが便利です。

注: 休止形態で他の部署(BODとRTC)がULP発振器を使用している場合、WDTをONのままにして置くことによって費やされる追加の消費電流は極僅かです。

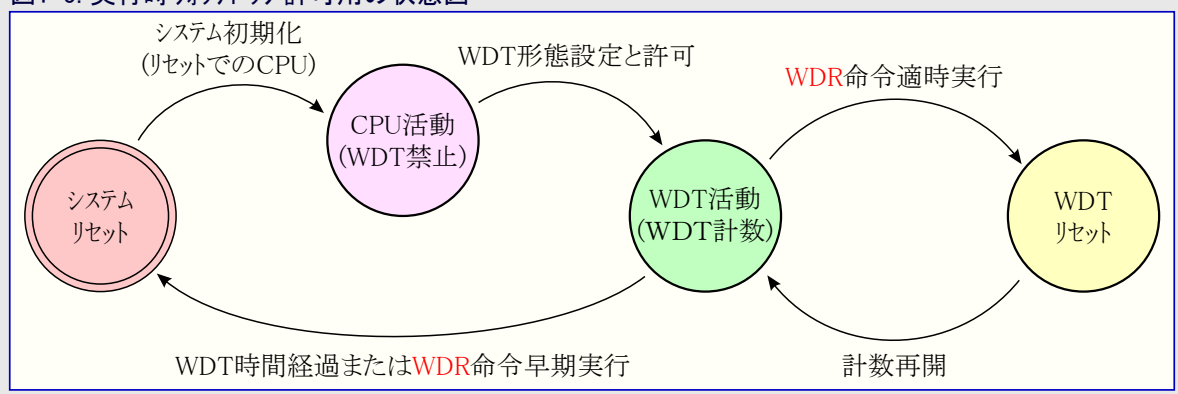
実行時のWDT許可または制限時間期間変更には時間制限手順が使用されなければなりません。時間制限手順は或るレジスタへのアクセスを制御する形態設定変更保護(CCP)レジスタを伴います。CCPへの識票(\$D8)書き込み後、次の4命令周期内にWDTを再設定することができます。割り込みによって時間制限手順が無効にならないことを保証するため、これらの4命令周期期間、全体割り込みが自動的に禁止されます。

注: この制限時間がクロック周期ではなく、命令周期で与えられ、従ってDMA転送はこのタイミングに影響を及ぼしません。DMA転送は命令周期として数えられず、CPUによって実行される命令だけが数えられます。

CCPへの識票(\$D8)書き込み後の4命令周期内で、WDT制御(CTRLとWINCTRL)レジスタは変更することができます。そのように行うための手順はデータシートで指定され、それをどう行うかの例はこの応用記述のコード例で得られます。

注: ウォッチドッグ施錠(WDLOCK)ヒューズが設定されている間はWDTまたはWDT窓動作の形態設定変更が不可能ですが、WDT窓動作の許可/禁止は可能です。

図1-5. 実行時ウォッチドッグ許可用の状態図



1.7. 意図するウォッチドッグの使い方

WDTはハードウェアまたはファームウェアで扱われない不測の障害をシステムが持つ場合、または外部的な妨害がシステムに失敗を引き起こす場合にその日の出来事の救済をもくろんでいます。良く使われるWDTは最終使用者が殆ど気付かないシステムリセットを生成することができます。時々動作状態に戻るために毎回電源のOFF/ONを必要とする製品と対比してこれを見ると、その違い、最終使用者がその製品で満足かどうかは明らかであるべきです。

一般にファームウェアの主繰り返し内の何処かでWDTリセット(WDR命令)を発行することが推奨されます。割り込み処理ルーチンがファームウェアの多くの部分の正しい実行を確認する一連のフラグを調べるのでなければ、割り込み処理ルーチン内でWDTをリセットしてはなりません。これらの単純な規則に従うなら、WDTの誤使用は困難です。

WDT窓動作はWDTリセットタイミングのもと厳密な制御を伴うので、標準動作よりも僅かに大きい挑戦的な使い方です。窓動作でのWDTは主繰り返し内の何処かでリセットされるべきで、割り込み処理ルーチン内でのリセットはそれが閉鎖窓保護を損なうので決して行ってはなりません。閉鎖窓は主繰り返し(または主繰り返しの補助部分)の最小予定時間を定義するので、主繰り返しの部分が実行されない場合、または関数呼び出しからの早い抜け出しが起きた場合を見つけるのに使用することができます。例についてはEEPROMへの値書き込みの予定時間が4msのように、或る手法または他のソフトウェア障害が早すぎる操作終了を引き起こす時です。けれども、それが数μsで完了(フラグ検査失敗)した場合、後続するWDTリセットは早すぎで起きます。別の例は異常なプログラム実行を引き起こす、スタック戻りまたはスタックポイントそれ自身の不正です。

良好な保護を提供する窓動作の他の状況は、WDR命令が繰り返して実行される繰り返しでコード実行が停止された場合です。WDTリセットが予想よりもっと頻繁に起きた場合、WDTは障害が起きたと見做して動作状態に戻すためにシステムをリセットします。

2. 例

本応用記述はCで実装された基本的なウォッチドッグ タイムドライバの一括ソースコードを含みます。

このウォッチドッグ タイムドライバが高性能コードでの使用に対して意図されていないことに注意してください。それはXMEGAウォッチドッグ タイマでの始めを得るためのライブラリとして設計されています。タイミングとコード量が重要な応用開発については、ウォッチドッグ タイムレジスタに直接アクセスすべきです。より多くの詳細についてはドライバのソースコードとデバイスのデータシートを参照してください。

2.1. ファイル

一括ソースコードは次のファイルから成ります。

- ・ `wdt_driver.c` : ウォッチドッグ タイムドライバ ソース ファイル
- ・ `wdt_driver.h` : ウォッチドッグ タイムドライバ ヘッダ ファイル
- ・ `wdt_example.c` : ドライバを使用するコード例

利用可能なドライバ インターフェース関数とそれらの使用の完全な概要についてはソースコードの資料を参照してください。

2.2. Doxygen資料化

全てのソースファイルはDoxygenを使用する自動資料生成用に準備されています。Doxygenは特別なキーワードを使用してソースコードを分析することによって、ソースコードから資料を作成するツールです。Doxygenについてのより多くの詳細に関しては<http://www.doxygen.org>を訪ねてください。予めコンパイルされたDoxygen資料は本応用記述に伴うソースコードと共に供給され、ソースコードフォルダの`readme.html`ファイルから利用可能です。

3. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
8234A	2007年3月	初版資料公開
8234B	2009年4月	情報なし
8234B	2015年2月	1.3.項でのバグ修正。雛形更新
AN2654A	2018年2月	「1.5. ウォッチドッグ タイマのデジタル タイミング」項でのバグ修正。応用記述をMicrochip SDL形式へ変換。Microchip AN2654でAtmel 8034Cを置き換え。

Microchipウェブ サイト

Microchipは<http://www.microchip.com/>で当社のウェブ サイト経由でのオンライン支援を提供します。このウェブ サイトはお客様がファイルや情報を容易に利用可能にする手段として使用されます。お気に入りのインターネット ブラウザを用いてアクセスすることができ、ウェブ サイトは以下の情報を含みます。

- **製品支援** – データシートと障害情報、応用記述と試供プログラム、設計資源、使用者の手引きとハードウェア支援資料、最新ソフトウェア配布と保管されたソフトウェア
- **一般的な技術支援** – 良くある質問(FAQ)、技術支援要求、オンライン検討グループ、Microchip相談役プログラム員一覧
- **Microchipの事業** – 製品選択器と注文の手引き、最新Microchip報道発表、セミナーとイベントの一覧、Microchip営業所の一覧、代理店と代表する工場

お客様への変更通知サービス

Microchipのお客様通知サービスはMicrochip製品を最新に保つのに役立ちます。加入者は指定した製品系統や興味のある開発ツールに関連する変更、更新、改訂、障害情報がある場合に必ず電子メール通知を受け取ります。

登録するには<http://www.microchip.com/>でMicrochipのウェブ サイトをアクセスしてください。”Support”下で”Customer Change Notification”をクリックして登録指示に従ってください。

お客様支援

Microchip製品の使用者は以下のいくつかのチャネルを通して支援を受け取ることができます。

- 代理店または販売会社
- 最寄りの営業所
- 現場応用技術者(FAE:Field Application Engineer)
- 技術支援

お客様は支援に関してこれらの代理店、販売会社、または現場応用技術者(FAE)に連絡を取るべきです。最寄りの営業所もお客様の手助けに利用できます。営業所と位置の一覧はこの資料の後ろに含まれます。

技術支援は<http://www.microchip.com/support>でのウェブ サイトを通して利用できます。

Microchipデバイスコード保護機能

Microchipデバイスでの以下のコード保護機能の詳細に注意してください。

- Microchip製品はそれら特定のMicrochipデータシートに含まれる仕様に合致します。
- Microchipは意図した方法と通常条件下で使用される時に、その製品系統が今日の市場でその種類の最も安全な系統の1つであると考えます。
- コード保護機能を破るのに使用される不正でおそらく違法な方法があります。当社の知る限りこれらの方法の全てはMicrochipのデータシートに含まれた動作仕様外の方法でMicrochip製品を使用することが必要です。おそらく、それを行う人は知的財産の窃盗に関与しています。
- Microchipはそれらのコードの完全性について心配されているお客様と共に働きたいと思います。
- Microchipや他のどの半導体製造業者もそれらのコードの安全を保証することはできません。コード保護は当社が製品を”破ることができない”として保証すると言ったことを意味しません。

コード保護は常に進化しています。Microchipは当社製品のコード保護機能を継続的に改善することを約束します。Microchipのコード保護機能を破る試みはデジタル ミレニアム著作権法に違反するかもしれません。そのような行為があなたのソフトウェアや他の著作物に不正なアクセスを許す場合、その法律下の救済のために訴権を持つかもしれません。

法的通知

デバイス応用などに関してこの刊行物に含まれる情報は皆さまの便宜のためにだけ提供され、更新によって取り換えられるかもしれません。皆さまの応用が皆さまの仕様に合致するのを保証するのは皆さまの責任です。Microchipはその条件、品質、性能、商品性、目的適合性を含め、明示的にも黙示的にもその情報に関連して書面または表記された書面または黙示の如何なる表明や保証もありません。Microchipはこの情報とそれの使用から生じる全責任を否認します。生命維持や安全応用でのMicrochipデバイスの使用は完全に購入者の危険性で、購入者はそのような使用に起因する全ての損害、請求、訴訟、費用からMicrochipを擁護し、補償し、免責にすることに同意します。他に言及されない限り、Microchipのどの知的財産権下でも暗黙的または違う方法で許認可は譲渡されません。

商標

Microchipの名前とロゴ、Microchipロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BeaconThings、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、Heldo、JukeBlox、KeeLoq、KeeLoqロゴ、Kleer、LANCheck、LINK MD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、MOST、MOSTロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32ロゴ、Prochip Designer、QTouch、RightTouch、SAM-BA、SpyNIC、SST、SSTロゴ、SuperFlash、tinyAVR、UNI/O、XMEGAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、mTouch、Precision Edge、Quiet-Wireは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、BodyCom、chipKIT、chipKITロゴ、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNetロゴ、Mindi、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PureSilicon、QMatrix、RightTouchロゴ、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、View Sense、WiperLock、Wireless DNA、ZENAは米国と他の国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの商標です。

SQTPは米国に於けるMicrochip Technology Incorporatedの役務標章です。

Silicon Storage Technologyは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の登録商標です。

GestICは他の国に於けるMicrochip Technology Inc.の子会社であるMicrochip Technology Germany II GmbH & Co. KGの登録商標です。

ここで言及した以外の全ての商標はそれら各々の会社の所有物です。

© 2018年、Microchip Technology Incorporated、米国印刷、不許複製

DNVによって認証された品質管理システム

ISO/TS 16949

Microchipはその世界的な本社、アリゾナ州のチャンドラーとテンペ、オレゴン州グラシャムの設計とウェハー製造設備とカリフォルニアとインドの設計センターに対してISO/TS-16949:2009認証を取得しました。当社の品質システムの処理と手続きはPIC[®] MCUとdsPIC[®] DSC、KEELOQ符号飛び回りデバイス、直列EEPROM、マイクロ周辺機能、不揮発性メモリ、アナログ製品用です。加えて、開発システムの設計と製造のためのMicrochipの品質システムはISO 9001:2000認証取得です。

日本語© HERO 2018.

本応用記述はMicrochipのAN2654応用記述(DS00002654A-2018年2月)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。

世界的な販売とサービス

米国	亜細亜/太平洋	亜細亜/太平洋	欧州
本社 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: http://www.microchip.com/support ウェブアドレス: www.microchip.com アトランタ Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 オースチン TX Tel: 512-257-3370 ホストン 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 サンホセ CA Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 カナダ - トロント Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	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 - 香港特別行政区 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 - 廈門 Tel: 86-592-2388138 中国 - 珠海 Tel: 86-756-3210040	インド - ハンガロール Tel: 91-80-3090-4444 インド - ニューデリー Tel: 91-11-4160-8631 インド - フネー 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	オーストラリア - ウェルズ 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 - ガルピング Tel: 49-8931-9700 ドイツ - ハーン Tel: 49-2129-3766400 ドイツ - ハイムブロン Tel: 49-7131-67-3636 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 - ハドバ Tel: 39-049-7625286 オランダ - デルネン Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 ノルウェー - トロンハイム Tel: 47-7289-7561 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 - イェテボリ 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 - ウォーキングム Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820