
XMEGA内部RC発振器校正

要点

- ±1%精度での内部RC発振器の校正
- JTAGインターフェース経由で調整可能な内部RC発振器を持つ全てのXMEGA®デバイスを支援
- AVR®プログラミング ツールを用いる校正
- どの動作電圧と温度でも校正
- 製造プログラミング中のファームウェア説明と使用例

序説

この応用記述はXMEGA®デバイスの内部RC発振器の早くて正確な校正方法を記述します。1つ以上の調整可能な内部RC発振器とJTAGインターフェースを持つどのXMEGAでも使用することができる、容易に調整可能校正ファームウェアがAtmel® STARTを通して利用可能です。このルーチンは既知の周波数で参照基準クロック信号を生成してこれを内部RC発振器の周波数と比較するためにAVRプログラミング ツールを使うことに基づきます。

内部RC発振器周波数はデバイスのデータシートで指定された周波数の±1%以内に校正することができます。この機能は外部発振器の使用に比べて大きな柔軟性とかなりの費用節約を提供します。

工場校正は固定の動作電圧と温度、一般的に3Vと85°Cで3実行されます。内部RC発振器の周波数が動作電圧と温度の両方によって影響を及ぼされるため、特定の応用環境に合う条件で二次的な校正を実行することが望まれるかもしれません。この二次的な校正は特定の動作電圧と/または温度に合うように、標準的な校正が提供するものよりも高い精度を得るために実行することができます。

この応用記述で説明される校正法は識票列から工場校正バイトを読んでそれをデバイスのメモリに書き戻すことよりもほんの少しだけ長くかかります。従って、プログラミング時間全体は製造でのプログラミング段階中に校正を実行する時に殆ど影響を及ぼされません。

いくつかのシステムでは、走行時発振器校正を実行することがもっとも有益かもしれません。これは温度範囲全体に渡ってと動作電圧と無関係に正確なシステム クロックを必要とする応用で望ましいかもしれません。その場合、時計用32.768 kHz水晶が信頼と費用効率的な解決策を提供するかもしれません。

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 – 内部RC発振器	3
1.1. クロック選択	3
1.2. 校正付き内部RC発振器概要	3
1.3. 32.768kHz参照基準クロックを用いる走行時校正	3
1.4. 発振器特性	3
2. 校正ファームウェア実装	4
2.1. 校正クロック精度	4
2.2. 校正規約	4
2.3. 発振器校正値を決めるための算法	5
3. 校正クロック周波数の測定	5
4. 校正実行	6
5. Atmel STARTからのソースコード入手	6
6. 改訂履歴	7
Microchipウェブ サイト	8
お客様への変更通知サービス	8
お客様支援	8
Microchipデバイスコード保護機能	8
法的通知	8
商標	9
DNVによって認証された品質管理システム	9
世界的な販売とサービス	10

1. 動作の理屈 – 内部RC発振器

製造に於いて内部RC発振器は大半が3V/85°Cで校正されます。校正中に使用される温度と動作電圧についての情報に関しては個別デバイスに対するデータシートで発振器特性を参照してください。設計が標準工場校正によって提供されるものよりも動作電圧と温度で±1%の精度を必要とする場合、RC発振器の二次的な校正を実行することが可能です。これを行うことにより、どの動作電圧と温度でも±1%内の周波数精度を得ることが可能です。二次的な校正は故に発振器の精度または周波数を改善または逃えるために実行することができます。

1.1. クロック選択

XMEGAのシステムクロック元はソフトウェアから選択可能で、通常動作中に変更することができます。各発振器選択はその発振器の準備が整っているかを調べるためにソフトウェアから読むことができる状態フラグを持ちます。リセット後にXMEGAは校正された内部2MHz RC発振器で走行を始めます。利用可能なクロック任意選択の概要はデータシートで提示されます。

1.2. 校正付き内部RC発振器概要

XMEGAには各々32.768kHz、2MHz、32MHzの公称周波数を持つ工場校正された3つの内部RC発振器があります。2MHzと32MHzの発振器は自動走行時校正が特徴です。工場校正された全ての発振器は主システムクロックとして使用することができます。

以下の項はXMEGAマイクロコントローラで利用可能な校正付き内部RC発振器の概要を提供します。

1.2.1. 校正付き32.768kHz RC発振器

このRC発振器は概ね32.768kHzのクロックを提供します。発振器がその仕様内で走行することを保証するため、工場校正された値がリセット中に32.768kHz発振器校正レジスタに書かれます。この校正レジスタは発振器周波数の走行時校正のためにソフトウェアから書くこともできます。この発振器は32.768kHz出力と1.024kHz出力の両方を提供する組み込み前置分周器を内蔵します。

1.2.2. 校正付き2MHz RC発振器

このRC発振器は概ね2MHzのクロックを提供します。この発振器は発振器の自動走行時校正のために許可することができるデジタル周波数固定化閉路(DFLL)を内蔵します。発振器がその仕様内で走行することを保証するため、工場校正された値がリセット中に2MHz DFLL校正レジスタに書かれます。この校正レジスタは発振器の手動走行時校正のためにソフトウェアから書くこともできます。

1.2.3. 校正付き32MHz RC発振器

このRC発振器は概ね32MHzのクロックを提供します。この発振器は発振器の自動走行時校正のために許可することができるDFLLを内蔵します。発振器がその仕様内で走行することを保証するため、工場校正された値がリセット中に32MHz DFLL校正レジスタに書かれます。この校正レジスタは発振器の手動走行時校正のためにソフトウェアから書くこともできます。

1.3. 32.768kHz参照基準クロックを用いる走行時校正

XMEGAのクロックシステムは、2MHz RC発振器用に1つと32MHz RC発振器用に1つの2つのDFLLを提供します。DFLLは校正処理用の参照基準として内部32.768kHz RC発振器または外部32.768kHz時計用クリスタルのどちらかを使用するように個別に形態設定することができます。

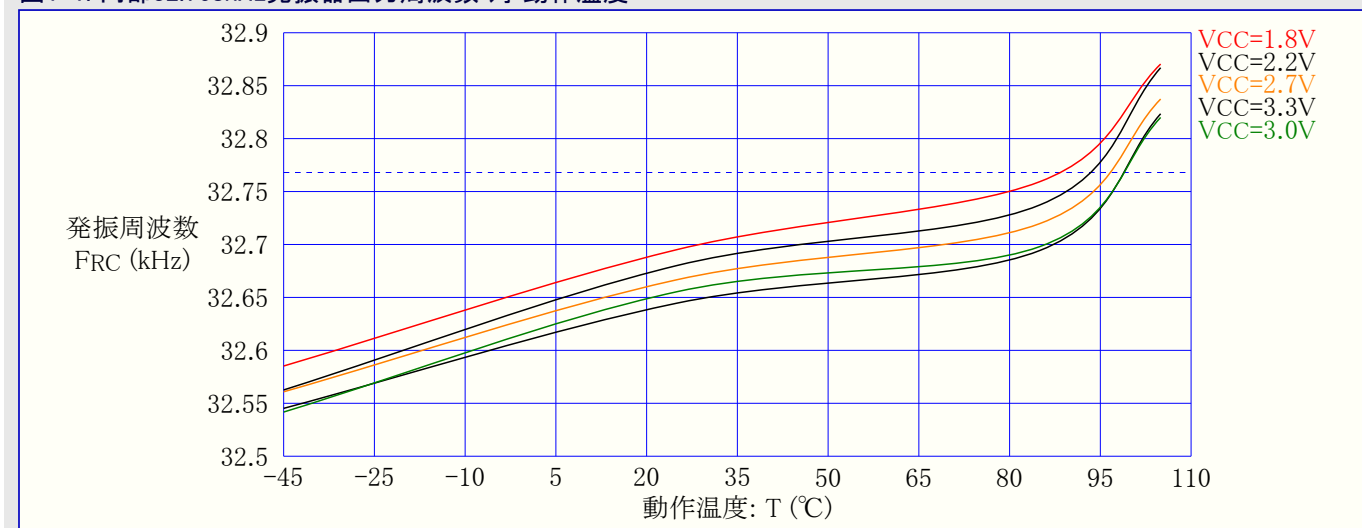
一旦許可されると、DFLLはクロック参照基準に基づいてその発振器の継続的な校正を提供します。休止動作へ移行すると、現在の状態が固定化され、校正繰り返しは休止動作から抜け出す時にそれが停止した場所から再び続けます。

DFLLが禁止される場合、DFLLが再び許可されて校正処理が継続するまで、発振器に対する現在の校正値が引き続き有効です。より多くの情報についてはデバイスのデータシートと「AVR1003:XMEGAのクロックシステムの使い方」応用記述を参照してください。

1.4. 発振器特性

内部32.768kHz RC発振器の特有周波数は動作している温度と電圧に依存します。この依存性の例はATxmega128A1Uマイクロコントローラ上の内部32,768kHz RC発振器の出力周波数を示す図1-1で見られます。図から見られるように、周波数は温度増加で増え、動作電圧増加で僅かに減少します。これらの特性はデバイス毎に変わります。特定デバイスでの詳細についてはそのデータシートを参照してください。

図1-1. 内部32.768kHz発振器出力周波数 対 動作温度



調整可能な32.768kHz RC発振器を持つ全てのXMEGAデバイスには発振器周波数を調整するために32.768kHz内部発振器校正(RC32KCAL)レジスタを持ちます。RC32KCALの値増加は周波数での増加に帰着します。この情報は与えられた周波数に合わせるために最良の校正値を探す時、大いに関連します。

全てのXMEGAデバイスでの2つの組み込みDFLLは2MHzと32MHzの内部発振器の精度を改善するために使用することができます。参照基準クロック元は内部32.768kHz RC発振器または外部32.768kHz時計用クリスタルを選ぶことができます。それは2MHzと32MHzの内部発振器の精度が参照基準クロックの精度によって決められることを意味します。DFLLが許可されると、各発振器クロック周期を計数し、各参照基準クロック端に対して、計数器値が参照基準クロックと発振器周波数間の一定の理想関係性と比較されます。内部発振器が速すぎたり遅すぎたりする場合、DFLLは発振器周波数を僅かに調整するために対応するDFLL校正レジスタを1つ減少または増加します。詳細についてはXMEGA手引書を参照してください。

RC発振器の基本的な特性を知ること、RC発振器を±1%の精度でどの動作電圧とどの温度でも与えられた周波数に校正する効率的な校正ルーチンを作ることが可能です。

2. 校正ファームウェア実装

本章は一般的な校正規約だけでなく校正算法の流れ全体も記述します。この規約はJTAGインターフェースのTDIとTDOのピンを利用し、殆どの検査やプログラミングのツールに適応することができます。これはPCBに装着されたデバイスと最終製品用製造環境での校正ルーチン実行を容易にします。

Atmel ICEプログラミング/デバッグツールは記述される校正ルーチンを支援し、Atmel ICEとAtmel Studioを組み合わせる応用例はAtmel SATRTを通して入手可能です。

2.1. 校正クロック精度

校正の精度は外部校正クロックの精度に大きく依存します。AVRツールによって生成される校正クロック周波数は変わるかもしれません。従って、JTAGのTDIピン上の信号の正確な周波数を測定して、main.cファイルで対応する参照基準クロック周波数を更新することが重要です。振動子が動作電圧と温度の両方に依存するため、校正クロックの周波数はこれらのパラメータが校正中の条件と等しい時に測定されるべきです。

2.2. 校正規約

基本的な概念はプログラミングツールが校正クロック(Cクロック)を生成してデバイスがその内部RC発振器を校正するための参照基準としてこれを使うことです。デバイスが校正を完了してしまうと、TDO線でツールに”OK”を合図します。

校正を始めるのに先立って、校正クロック信号の正確な周波数が測定されて校正ファームウェアに提供されなければなりません。この信号は概ね32kHzの公称周波数を持ちます。

XMEGAデバイスはTDI線上の内部プルアップ抵抗を許可すべきで、プログラミングツールはTDO1線上のプルアップ抵抗を許可すべきです。あいにく、プログラミングツールは多くの場合で後ろがレベル変換器で、故にデバイスは雑音が校正を不正にしそうにないこと保証するためにTDO線をHighに設定すべきです。

校正手順は以下の段階から成ります。

1. ツールはデバイスに校正ファームウェアを書いてリセット線を開放します。
2. デバイスでMCU制御(MCUCR)レジスタのJTAG禁止(JTAGD)ビットが1を書かれます。
3. プログラミングツールによってTDI線上に校正クロックが印加されます。
4. デバイスが校正クロックを検出すると、精度基準に合う32.768kHz内部発振器校正(RC32KCAL)レジスタ値を見つけるために2分法が使用されます。校正が失敗の場合、TDO線がLowに設定され、プログラムの流れは段階7.へ行きます。

- 発振器校正バイトがEEPROMに書かれます。
- TDI線がデバイスによって8回/4周期交互切り替えされます。TDO線の交互切り替えはTDI線(Cクロック)でのクロックの下降端で実行されますが、5~10 CPU周期遅らされます。
- JTAGインターフェースが再許可され、デバイスは無限繰り返しへ行きます。
- デバイスがチップ消去からEEPROM保護(EESAVE)ヒューズを持たない場合、ツールは校正ファームウェアがフラッシュメモリから消去されてしまった時に後で再格納するために、EEPROMから校正バイトを読み戻さなければなりません。デバイスがEESAVEヒューズを持つなら、フラッシュメモリの消去がEEPROMも消去しないようにこのヒューズを設定(1)することができます。

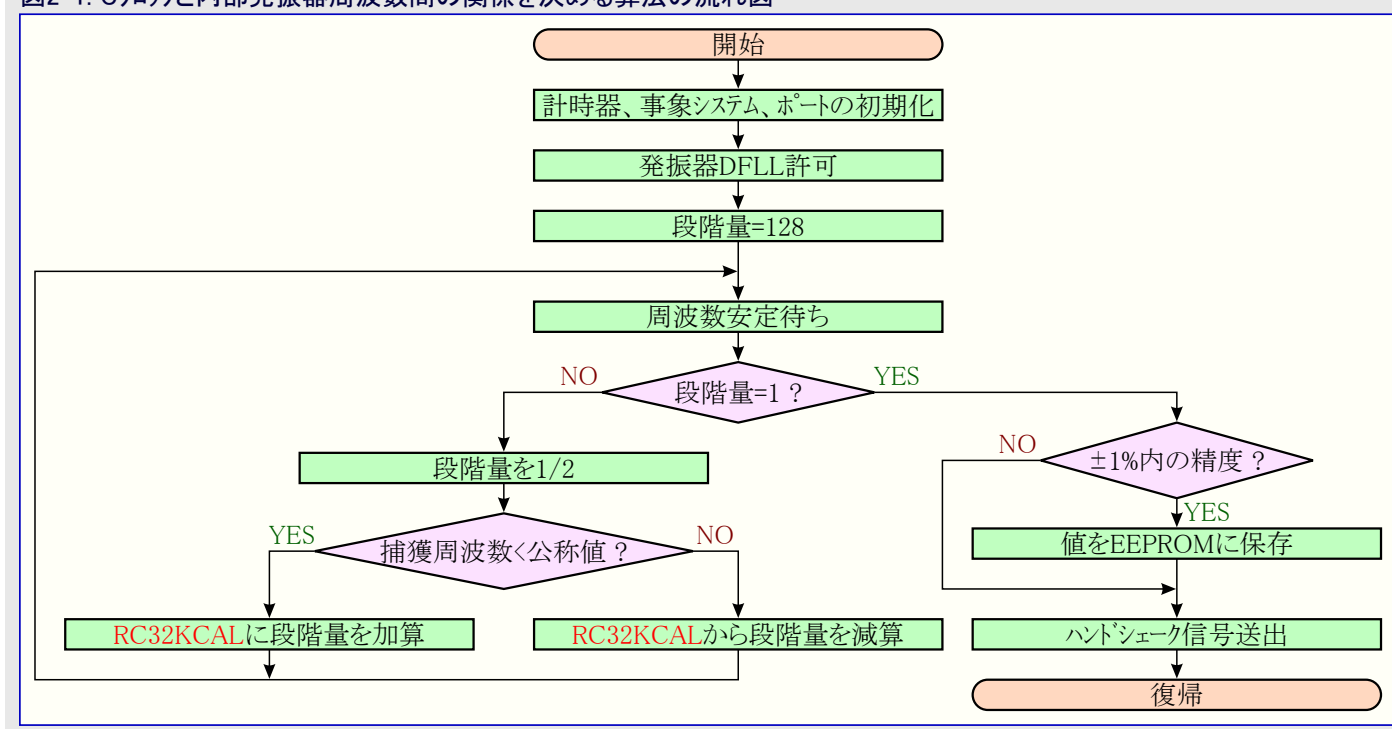
注: 走行時にEEPROMまたはフラッシュメモリから校正レジスタへ校正バイトを複写するのが必要なことに注意してください。従って、これ用のルーチンは最終ファームウェアで実装されなければなりません。

2.3. 発振器校正值を決めるための算法

校正クロック(Cクロック)と内部RC発振器の周波数を比較するのにタイマ/カウンタを使用することができます。これが調整可能なRC発振器を持つ殆どのXMEGAデバイスに存在するため、16ビットタイマ/カウンタC0(TCC0)が推奨されます。考え方はXMEGAの事象システムを用いてCクロックの周波数を捕獲して、その周波数を予め定義した限度と比べることで、Cクロックの正確な周波数は応用によって既知と仮定され、Cクロックに従ってRC32KCAL校正值を調整することによって内部RC発振器の周波数を調整することができます。

最適な発振器校正值を決めるために勧められる算法が図2-1の流れ図で記述されます。

図2-1. Cクロックと内部発振器周波数間を決める算法の流れ図



3. 校正クロック周波数の測定

正確な結果を提供する校正ルーチンのため、校正クロック信号の正確な周波数は外部的に測定されて校正ファームウェアに提供されるべきです。これを達成する基本的な方法は校正クロックにオシロスコープを接続して測定した値を単にファームウェアソースコードに含めることです。

校正クロック信号は校正中にJTAGのTDIピンで送出されるべきです。その周波数を測定するには、後で目的対象デバイスにJTAGインターフェースを接続するのに使用されるツールで単に校正作業を始めてください。校正ファームウェアは目的対象デバイスでの走行を必要とされません。このクロック信号はその後にオシロスコープや他の測定装置によって捕らえられるのに足るだけ充分長く利用可能であるべきです。校正クロック信号の周波数は32kHz範囲であるべきです。

校正ファームウェアが目的対象デバイスで走行していない場合、校正命令は異常メッセージを返すべきで、現時点でこれは無視することができます。

校正手順は以下の方法で開始することができます。

- JTAGインターフェースを用いて選んだプログラミングツールを目的対象デバイスに接続してください。
- プログラミングツールをAtmel Studio 7.0が動いているコンピュータに接続して目的対象デバイスに通電してください。
- Atmel StudioでTools(ツール)⇒Command Prompt(コマンドプロンプト)を選ぶことによってコマンド行を開いてください。
- コマンドプロンプトで校正を始めるために以下の命令を動かしてください。

```
atprogram -t [tool] -d [device] calibrate
```

例: `atprogram -t atmelice -d atxmega128a1u calibrate`

注: 資料と利用可能な任意選択を表示するには引数なしで `atprogram` を走らせてください。 `atprogram` ツールは Atmel® Studio インストールパスから `atbackend` フォルダで直接アクセスすることができます。

4. 校正実行

校正手順を始めるのにコマンド行ツールの `atprogram` が使用されます。この応用は Atmel Studio 7.0 のインストールに含まれ、必要とされる校正クロック信号を生成するために支援される AVR プログラミング ツールに接続します。校正成功で、 `atprogram` ツールは EEPROM から結果の発振器校正バイトを読むのにも使用することができます。

以下のプログラミング ツールが校正規約を支援します。

- Atmel ICE
- Power Debugger
- JTAGICE3

校正手続きに対する事前必要条件は次のとおりです。

- 正確な校正クロック周波数が測定されてしまっている。
- 目的対象が校正ファームウェアを書かれていて、正確な校正クロック周波数と共に提供されている。

校正手順は以下の方法で始めることができます。

1. JTAG インターフェースを用いて選んだプログラミング ツールを目的対象デバイスに接続してください。
2. プログラミング ツールを Atmel Studio 7.0 が動いているコンピュータに接続して目的対象デバイスに通電してください。
3. Atmel Studio で **Tools** (ツール) ⇒ **Command Prompt** (コマンド プロンプト) を選ぶことによってコマンド行を開いてください。
4. コマンド プロンプトで校正を始めるために以下の命令を動かしてください。

```
atprogram -t [tool] -d [device] calibrate
```

例: `atprogram -t atmelice -d atxmega128a1u calibrate`

校正成功で、命令は以下のようなメッセージを返します。

```
Oscillator calibration sequence succeeded (発振器校正手順成功)
```

5. 必要なら、 `atprogram` の `read` (読み込み) 命令で EEPROM から結果の校正バイトを読むことができます。 ATxmega128A1U で 5 つの発振器校正バイトが EEPROM の 0 ページで 0 ~ 4 バイトに格納される場合、これは望む出力形式と共に命令で指定されるべきです。

例: `atprogram -t atmelice -i jtag -xr -d atxmega128a1u read -ee -o 0 -s 5 --format hex`

この命令から予期される出力と形式は次のとおりです。

```
Firmware check OK (ファームウェア調査OK)
400A400D89
```

5 つのバイトは最下位アドレスで格納されたバイトで始まる 16 進形式で出力されます。バイトが以下の順、 [DFLLRC32M.CALA],[DFLLRC32M.CALB],[DFLLRC2M.CALA],[DFLLRC2M.CALB],[OSC.RC32KCAL] なら、最初の値の \$40 は DFLLRC32M.CALA の値を表します。ここで説明された値は単なる例です。

注: `atprogram` ツールは読み込み命令の結果を直接ファイルに書くことも支援します。

注: 資料と利用可能な任意選択を表示するには引数なしで `atprogram` を走らせてください。 `atprogram` ツールは Atmel® Studio インストールパスから `atbackend` フォルダで直接アクセスすることができます。

5. Atmel | START からのソースコード取得

コード例は画像使用者インターフェース (GUI) を通じて応用コードの形態設定を許すウェブに基づく Atmel | START を通じて利用可能です。コードは下の直接コード例リンクまたは Atmel | START 先頭頁の **BROWSE EXAMPLES** (例検索) 鉤経由 Atmel Studio 7.0 と IAR Embedded Workbench® の両方に対してダウンロードすることができます。

Atmel | START ウェブ ページ : <http://microchip.com/start>

コード例

- XMEGA 内部 RC 発振器校正 (XMEGA Internal RC Oscillator Calibration)
 - http://start.atmel.com/#example/Atmel:xmega_internal_rc_oscillator_calibration:1.0.0::Application:XMEGA_Internal_RC_Oscillator_Calibration:

例プロジェクトについての詳細と情報に関しては Atmel | START で **User guide** (使用者の手引き) を押下してください。 **User guide** 鉤は Atmel | START プロジェクト形態設定部内の一覧画面でプロジェクト名をクリックすることにより、例閲覧部で見つけることができます。

Atmel Studio

DOWNLOAD SELECTED EXAMPLE (選んだ例をダウンロード) をクリックすることにより、 Atmel | START で例閲覧部から Atmel Studio 用 .a **tz** ip ファイルとしてコードをダウンロードしてください。 Atmel | START 内からファイルをダウンロードするには、 **EXPORT PROJECT** (プロジェクトをエクスポート) に続いて **DOWNLOAD PACK** (一括ダウンロード) をクリックしてください。

ダウンロードした .atzip ファイルをダブル クリックしてください。プロジェクトが Atmel Studio 7.0 に導入されます。

IAR Embedded Workbench

IAR Embedded Workbenchでプロジェクトをインポートする方法の情報についてはAtmel | STARTユーザーの手引きを開き、[Using Atmel Start Output in External Tools](#)(外部ツールでAtmel START出力を使用)と[IAR Embedded Workbench](#)を選んでください。Atmel | STARTユーザーの手引きへのリンクは共に頁の右上隅に置かれたAtmel | START先頭頁から[About](#)(これについて)またはプロジェクト形態設定部内の[Help And Support](#)(手助けと支援)をクリックすることによって見つけることができます。

6. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
A	2018年2月	初版資料公開

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
- **Microship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しません。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AN2644応用記述(DS00002644A-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。



MICROCHIP

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 - マドリード 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