



注意：この日本語版文書は参考資料としてご利用ください。
最新情報は必ずオリジナルの英語版をご参照願います。

TB3268

CRC-on-Boot の使い方

はじめに

巡回冗長検査(CRC)は、不揮発性メモリ(NVM)の領域でデータ安全性を確認するためによく用いられる誤り検出手段です。多くのセーフティクリティカルアプリケーションにおいては、デバイスのプログラム処理に頼る事なくこの種の検査を実行するためにCRCは有用であり、また必要とされる場合があります。このプログラムメモリからコードが実行される前にCRCを実行する事により、不正なコードが実行されてシステムに問題が生じる事を防ぐ事もできます。

CRC-on-Boot 機能は、これらのアプリケーションを念頭に置いて設計されました。この機能により、デバイス上のNVMの複数領域に対して、プログラム処理に頼る事なくCRCを実行できます。また、誤りが検出された場合、コード実行前にデバイスをリセット状態に保持する事もできます。本書は、各種PIC[®]マイクロコントローラが備える32ビットCRCモジュールのCRC-on-Boot機能に関する情報を提供します。この機能は従来の16ビットCRCモジュールに基づくハードウェアを使うため、PIC16F/PIC18FのCRCモジュールに詳しくない読者には、CRCモジュールの動作とCRC計算に関する一般的知識を得るために『[TB3128 - CRC and Memory Scan on 8-Bit Microcontrollers](#)』を読む事を推奨します。

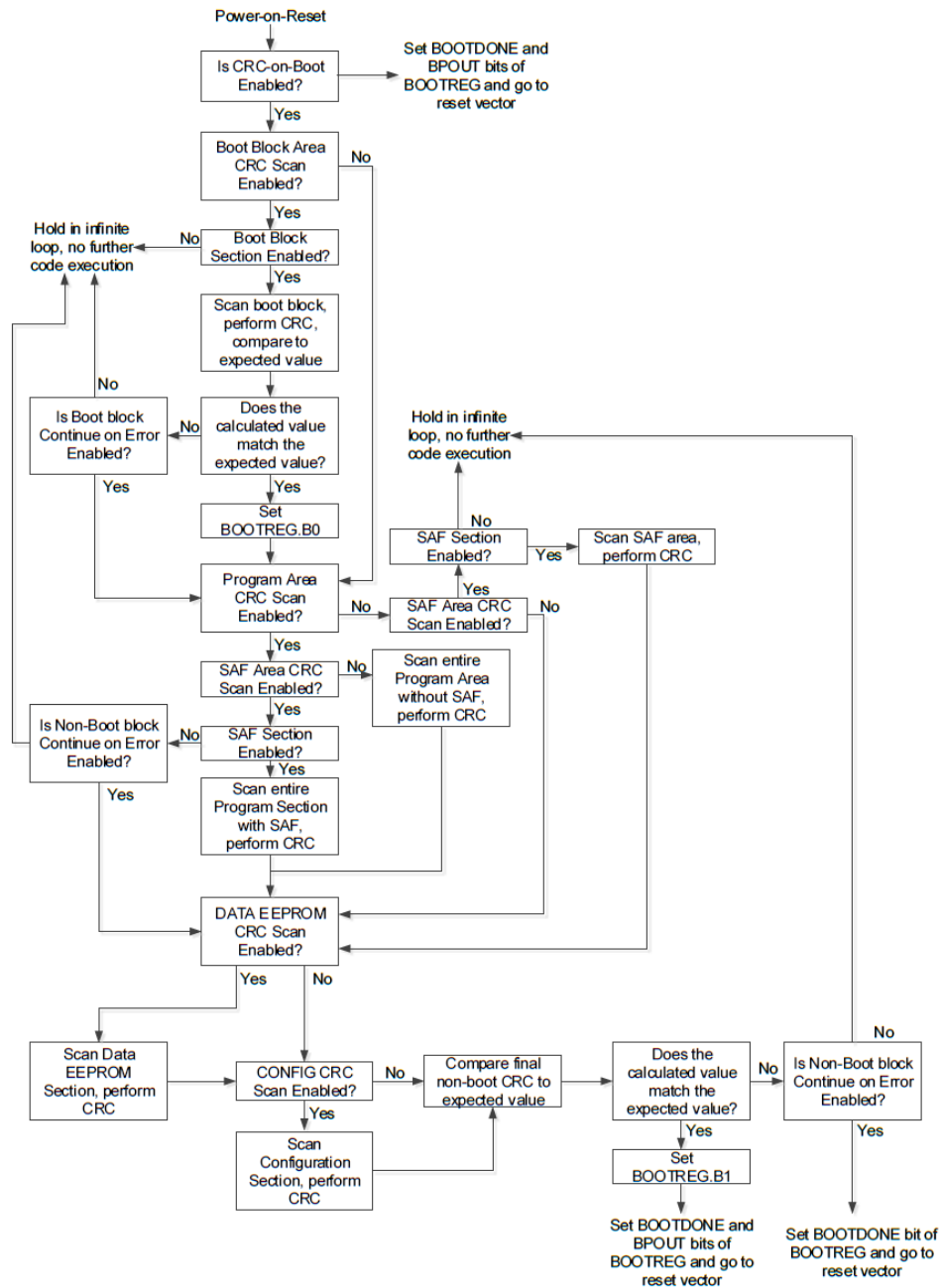
目次

はじめに	1
1. CRC-on-Boot 機能の概要	3
1.1. スキャンされるセグメント	4
1.2. CRC-on-Boot の出力	4
2. CRC モジュール	5
3. CRC-on-Boot の設定	
3.1. スキャン領域の選択と有効化	6
3.2. 出力制御	6
3.3. 多項式、シード、期待値の設定と計算	
4. ユースケース	7
5. まとめ	8
Microchip 社ウェブサイト	9
製品変更通知サービス	9
カスタマサポート	9
Microchip 社のデバイスコード保護機能	9
法律上の注意点	9
商標	10
品質管理システム	10
各国の営業所とサービス	11

1. CRC-on-Boot 機能の概要

マイクロコントローラの CRC-on-Boot 機能は、デバイスが電源投入された後コードが実行される前に、不揮発性メモリの選択された領域に対して CRC を実行します。この機能はコンフィグレーション ワードのみによって設定され、ユーザコードからの介入を一切必要とせずにデバイス上のハードウェアによって実行されます。図 1-1 に、CRC-on-Boot 機能のフローチャートを示します。

図 1-1. CRC-on-Boot 機能のフローチャート



CRC-on-Boot は、スキャンおよび 32 ビット CRC の実行対象となる NVM 内のセクションと、CRC 計算に使われる多項式およびシード値を制御します。この機能はメモリ内で選択された全ての領域をスキャンし、それらの領域内のデータに対して CRC 計算を実行します。CRC-on-Boot は CRC 計算結果を事前に設定された期待値と比較し、各スキャン領域でそれらが一致したかどうかを示します。

1.1 スキャンされるセグメント

CRC-on-Boot は、NVM の以下の 2 つの基本領域をスキャンできます。

- プログラムメモリ ブートセクタ
- 非ブート NVM 領域

非ブート NVM 領域は以下の 4 つのセグメントに分割されます。

- 非ブート プログラムメモリ
- ストレージエリア フラッシュ(SAF)
- データ EEPROM
- コンフィグレーション ワード

これらの 5 つのセグメント(プログラムメモリ ブートセクタと 4 つの非ブート NVM セグメント) に対して個別にスキャンを有効または無効にできます。2 つの基本領域(ブートセクタと非ブート NVM 領域) は、それぞれ独自のコンフィグレーション レジスタセットを使って多項式、シード、期待値を保存します。また、CRC 不一致が検出された事を示すステータスビットと、不一致が検出された時にコード実行を継続するかどうかを指定するコンフィグレーション ビットも、各領域が個別に備えています。

Note: ブート領域の計算が最初に実行されます。このため、`BOOTCOE` ビットがクリアされていない場合、ブートセクションで CRC 不一致が検出されると、非ブートセクションの CRC 計算は実行されません。

1.2 CRC-on-Boot の出力

CRC-on-Boot の動作開始時に、`BOOTREG` レジスタの `BPOUT` ビットがクリアされます。有効にされた全ての CRC 計算結果が期待値と一致した場合、`BPOUT` ビットがセットされ、ユーザコードの実行が開始されます。`BPOUT` ビットは、選択された出力ピンの状態も制御します。すなわち、結果の一致が確認されるまで出力ピンを Low 状態に保持し、一致が確認された時点で出力ピンを High に駆動するか開放します。出力ピンの制御は有効または無効に設定できます。また、出力を複数の出力ピンに割り当てる事ができる他、ピンを通常モードまたはオープンドレイン モードに設定できます。

Note: 無効にされた全ての CRC 計算は、計算結果が期待値と一致したのと同様に扱われます。

2. CRC モジュール

CRC-on-Boot 機能は 32 ビット CRC モジュールを使って CRC 計算を実行します。多項式とシードの値(CRCXOR と CRCACC) は、対応するコンフィグレーション ワードから読み込まれます。ブートセクションの場合、BCRCPOL コンフィグレーション レジスタの値が CRCXOR レジスタに読み込まれ、BCRCSEED コンフィグレーション レジスタの値が CRCACC レジスタに読み込まれます。その他のセクションの場合、CRCPOL コンフィグレーション レジスタの値が CRCXOR レジスタに読み込まれ、CRCSEED コンフィグレーション レジスタの値が CRCACC レジスタに読み込まれます。ブートセクションとアプリケーションおよび SAF セクションに対しては、以下が適用されます。

- CRC 入力データは 16 ビットに設定される(CRCCON2 = 0x0F)
- 多項式は 32 ビットに設定される(CRCCON1 = 0x1F)
- CRC は左シフトする(MSb 先頭、SHIFTM = 0)
- アキュムレータは「0」で拡張される(ACCM = 1)

EEPROM とコンフィグレーション ワードに対するスキャンでは、CRC 入力データが 8 ビット(CRCCON2 = 0x07) に設定されますが、その他の CRC 設定は上記と同じです。

スキャン対象として選択される領域は、CRC-on-Boot の内部および外部の各種要因によって決まります。3 つの主要セクション (ブート、プログラムメモリ、SAF) は外部要因の影響を受けます。これら 3 つのセクションはもともと NVM 内の連続した 1 つの領域であり、サイズの異なるセクションに分割されているだけです。ブートセクションのスキャン範囲は、BOOTSIZ コンフィグレーション ビットによって設定されたサイズに一致するよう調整され、プログラムメモリ セクションのスキャン範囲もこれに応じて調整されます。プログラムメモリ セクションは、SAF セクションのスキャンが有効にされていなければプログラムメモリの最後までスキャンされます。SAF セクションのスキャンを有効にする場合、SAF セクション自体を別の設定で有効にしておく必要があります。データ EEPROM のスキャンは、メモリのデータ EEPROM セクション全体をスキャンします。コンフィグレーション ワードのスキャンは、非ブートセクションの期待値を格納した 4 つのコンフィグレーション バイトを除く全てのコンフィグレーション バイトをスキャンします(期待値の 4 バイトをスキャンすると処理が不可能になるため)。

Note:

1. 有効にされていないメモリ セクションに対してスキャンを有効にした場合(例: SAFEN が無効であるのに SAF セクションに対するスキャンを有効にした場合)、CRC-on-Boot はそのセクションを期待値不一致として扱います。
2. CRC-on-Boot は、デバイスの RSTOSC コンフィグレーション ビットによって選択されたクロックを使います。このため、源クロックを低速クロック(32K LFINTOSC または 32K SOSC 入力源)に設定した場合、CRC-on-Boot の実行時間は不必要に長くなる可能性があります。省電力化等の理由によりデバイスを低速クロックで動作させる必要がある場合、RSTOSC コンフィグレーション ビットをより高速なクロックに設定しておき、ユーザコードの開始時点で低速クロックに切り換える事により、この問題に対処できます。そうする事で、CRC-on-Boot を妥当な時間内で完了させた後にデバイスを低速で動作させる事ができます。

3. CRC-on-Boot の設定

3.1 スキャン領域の選択と有効化

CRC-on-Boot 機能は、 $\overline{\text{BOOTPOR}}$ コンフィグレーション ビットをクリアする事により有効にします。メモリ内の各セクションのスキャンは $\overline{\text{CFGSCEN}}$ 、 $\overline{\text{DATSCEN}}$ 、 $\overline{\text{SAFSCEN}}$ 、 $\overline{\text{APPSCEN}}$ 、 $\overline{\text{BOOTSCEN}}$ コンフィグレーション ビットにより有効にします。既定値設定では、不一致が検出された時点でモジュールはデバイスの動作を停止させます。COE または $\overline{\text{BOOTCOE}}$ ビットをクリアするとこの機能は無効になり、不一致が検出されてもデバイスは動作を継続します。各セクション (ブートまたは非ブートセクション) のスキャン完了時に、 $\overline{\text{BOOTREG}}$ 内の対応するビット (B0 または B1) がセットまたはクリアされる事により、各セクションが CRC 検査に合格したか否かが示されます。

3.2 出力制御

出力ピンは $\overline{\text{ODCON}}$ 、 $\overline{\text{BPEN}}$ 、 $\overline{\text{BOOTPINSEL}}$ コンフィグレーション ビットにより設定します。 $\overline{\text{BPEN}}$ ビットは出力ピンを有効または無効にし、 $\overline{\text{BOOTPINSEL}}$ ビットはモジュール出力に割り当てるピンを選択し、 $\overline{\text{ODCON}}$ ビットは出力ピンの動作モードを制御します (通常モード = High/Low 双方向に信号を駆動、または、オープンドレイン モード = Low 方向にのみ駆動)。出力ピンのレベル (High/Low) は、 $\overline{\text{BOOTREG}}$ レジスタの $\overline{\text{BPOUT}}$ ビットによって決まります。このビットは計算終了後に CRC-on-Boot によって自動的に適切なレベルに設定されますが、 $\overline{\text{BOOTPINSEL}}$ ビットで選択したピンをソフトウェアで手動制御する事もできます。

Note: $\overline{\text{BPEN}}$ ビットがクリアされている場合、 $\overline{\text{BOOTPINSEL}}$ によって選択されたピンは完全に CRC-on-Boot によって制御され、そのピンを他の目的 (GPIO、PPS、アナログ機能) で使う事はできなくなります。

表 3-1. CRC-on-Boot 出力ピンの選択

$\overline{\text{BPEN}}$	$\overline{\text{BOOTPINSEL}}$	出力ピン
1	x	なし
0	00	RA4
0	01	RA2
0	10	RC4
0	11	RC5

3.3 多項式、シード、期待値の設定と計算

CRC-on-Boot を有効にした場合、全てのパワーオン リセット (POR) イベント時に CRC-on-Boot が実行されます。計算完了後にユーザコードが実行される場合 (すなわち、期待値と一致したか、不一致であっても Continue on Error (不一致時動作継続) 機能が有効である場合)、 $\overline{\text{BOOTREG}}$ 内の $\overline{\text{BOOTDONE}}$ ビットがセットされます。このビットがセットされると、非 POR リセットイベント時に CRC-on-Boot は実行されず、即座にユーザコードが実行されます。しかし、非 POR リセットイベント時も CRC 計算を実行する必要がある場合、このビットをクリアする事で、以降の既定のリセット要因によるリセット時に CRC-on-Boot を実行させる事ができます。

多項式およびシード値は、前述の通り、対応するコンフィグレーション バイトから直接取得され、CRC モジュール内の対応するバイトに書き込まれます。CRC 計算の詳細は『[TB3128 - CRC and Memory Scan on 8-bit Microcontrollers](#)』を参照してください。期待値は、スキャン/検査されるメモリ領域の既知の内容から計算する必要があります。期待値は対応するコンフィグレーション レジスタに書き込まれます。ブートセクションの CRC 計算結果は $\overline{\text{BCRCRES}}$ レジスタと比較され、非ブートセクションの CRC 計算結果は $\overline{\text{CRCRES}}$ レジスタと比較されます。

4. ユースケース

CRC-on-Boot の各種ユースケース向けの設定例を以下に示します。例 4-1 は、プログラムメモリのブートセクタまたは SAF セクタが存在しない場合の例です。このケースでは、アプリケーション メモリ領域のみがスキャンされ、出力はオープンドレインに設定された RA2 ピンに割り当てられます(エラー共用端子)。誤りが検出された時にデバイスは動作を停止し、システム全体がリセット状態に保持されます(セーフティ クリティカル システム向け)。

例 4-2 は、プログラムメモリのブートセグメントとアプリケーション セグメントをスキャンする場合の例です。ブートセグメント内で誤りが検出された場合、誤りは訂正できないため、デバイスの動作は停止します。しかし、アプリケーション セグメント内で誤りが検出された場合、ブートセグメントはアプリケーション セグメント内の誤りを解決できるようにする余地があります。

例 4-3 は、データ EEPROM のみをスキャンする場合の例です。全ての誤りはアプリケーション コードの開始時点で処理できます。出力機能も誤り検出時の動作停止機能も不要であるため、それらの機能はどちらも無効にされません。

例 4-1. アプリケーション コードのみスキャン、RA2 ピン(オープンドレイン)で出力、誤り検出時にデバイスは停止

```
CONFIG7=0xFF //Debug disabled, SAF disabled, Boot Block Disabled
CONFIG9=0xCD //Output pin is enabled and open-drain, and on pin RA2
CONFIG11=0x7B //CRC-on-Boot enabled, Application section enabled
```

例 4-2. ブートコードとアプリケーション コードの両方をスキャン、ブートでの誤り検出時にデバイスは停止、アプリケーションでの誤り検出時にデバイスは動作を継続

```
CONFIG7=0xF4 //Debug disabled, SAF disabled, Boot Block enabled, 16 kW Boot
Block
CONFIG9=0xEC //Output pin is enabled and drives both high and low on pin RA4
CONFIG11=3A //CRC-on-Boot enabled, Continue on Error for Non-Boot enabled,
Application scan enabled
//Boot scan enabled, Continue on Error for Boot disabled
```

例 4-3. データ EEPROM のみスキャン、誤り検出時にデバイスは動作を継続

```
CONFIG7=0xF4 //Debug disabled, SAF disabled, Boot Block enabled, 16 kW Boot
Block)
CONFIG9=0xEC //Output pin is enabled and drives both high and low on pin RA4)
CONFIG11=3A //CRC-on-Boot enabled, Continue on Error for Non-Boot enabled,
Application scan enabled
//Boot scan enabled, Continue on Error for Boot disabled)
```

5. まとめ

巡回冗長検査(CRC)は、PIC マイクロコントローラ上の不揮発性メモリ(NVM)のデータ安全性を検証するために一般的に用いられます。CRC-on-Boot は、8 ビット PIC マイクロコントローラ上の一部の 32 ビット CRC モジュールが備える機能であり、アプリケーション コードに頼る事なくスキャンとデータ安全性の検証を可能とします。本書では、CRC-on-Boot の主要機能の概要と、使用時の問題を回避するための注意点について説明しました。また、各種ユースケースとそれらの設定方法を記載しました。

Microchip 社ウェブサイト

Microchip 社はウェブサイト(www.microchip.com)を通してオンライン サポートを提供しています。当ウェブサイトでは、お客様に役立つ情報やファイルを簡単に見つけ出せます。以下を含む各種の情報をご覧になれます。

- **製品サポート** - データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **技術サポート** - FAQ(よく寄せられる質問)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッション グループ、Microchip 社のデザイン パートナー プログラムおよびメンバーリスト
- **ご注文とお問い合わせ** - 製品セレクトと注文ガイド、最新プレスリリース、セミナー/イベントの一覧、お問い合わせ先(営業所/正規代理店)の一覧

製品変更通知サービス

Microchip 社の製品変更通知サービスは、お客様に Microchip 社製品の最新情報をお届けする配信サービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

<http://www.microchip.com/pcn> にアクセスし、登録手続きをしてください。

カスタマサポート

Microchip 社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用になれます。

- 正規代理店
- 技術サポート

サポートは販売代理店にお問い合わせください。各地の営業所もご利用になれます。本書の最後のページに各国の営業所の一覧を記載しています。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用になれます。 www.microchip.com/support

Microchip 社のデバイスコード保護機能

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、通常の場合ならびに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。
- 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、こうした手法は全て Microchip 社データシートにある動作仕様書以外の方法で Microchip 社製品を使用する事です。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。
- Microchip 社はコードの保全性に懸念を抱いているお客様と連携して対応策に取り組んでまいります。
- 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歩しています。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。Microchip 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。

法律上の注意点

本書に記載されているデバイス アプリケーション等の情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって無効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。

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、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。Microchip 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。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、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。

商標

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

APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、FlashTec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、Vite、WinPath、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、BlueSky、BodyCom、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、EtherGREEN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、KleerNet、KleerNet ロゴ、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、SAM-ICE、Serial Quad I/O、SMART-I.S.、SQI、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA、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 Inc.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。

© 2024, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-3317-4

品質管理システム

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。

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

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

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:45-4485-5910
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:49-7131-72400

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 - パドヴァ

Tel:39-049-7625286

オランダ - ドリュエーン

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 - ウォーキングム

Tel:44-118-921-5800
Fax:44-118-921-5820