



AN4497

WPC アプリケーションにおける TA100 の実装

はじめに

著者: Jim Boomer – Microchip Technology Inc.

WPC (Wireless Power Consortium)は、Qi ワイヤレス充電機器の規格化を行う国際組織です。その対象となる製品にはコンシューマ、産業用、車載アプリケーション向けのパワートランスミッタおよびレシーバが含まれます。これにはスタンドアロンで使われる物と最終製品に内蔵される物が含まれます。WPC はワイヤレス充電用トランスミッタおよびレシーバ向けの仕様を策定するのみならず、仕様への準拠性を確認するための試験方法を開発し、その試験設備を使って Qi 要件に対する製品の認証試験を実施します。また、既に運用中の製品が規格への準拠性を維持しているかどうか監視します。

Qi 規格の初期バージョン(1.0 および 1.1)は 5 W 以下の充電しか許容せず、BBP (Baseline Power Profile)と呼ばれます。2015 年に導入された Qi 1.2 規格は認証なしで 15 W までの充電を許容し、EPP (Extended Power Profile)と呼ばれます。バージョン 1.2 では、非認証の充電器から 15 W の充電を受け入れてしまう事によりレシーバが破損する恐れがあります。このため、WPC は 2021 年に Qi 1.3 規格を導入しました。この規格は、充電器が WPC (および WPC が認可した試験機関)によって試験および認証済みである事を検証するために、ハードウェア ベースの片方向認証を要求します。Qi 1.3 パワー トランスミッタ上に置かれたレシーバ(携帯電話等)は、最初に 5 W の充電を受け入れます。その後 X.509 ベースの ECC 非対称認証によってトランスミッタが認証済みの安全な装置である事が確認されると、レシーバは 5 W を越える(レシーバ側の能力に応じて最大 15 W までの)充電を受け入れます。高いセキュリティと信頼性を確保するため、WPC はルート認証局(ルート CA)を設立すると共に、Qi 1.3 EPP をサポートする全てのトランスミッタが WPC によって定義された要件を満たす SSS (Secure Storage Subsystem)を内蔵する事を要求します。全ての Qi 認証済みトランスミッタは、WPC ルート CA によって署名された製造 CA を保有する必要があります。

Microchip 社は、長年にわたる WPC メンバーとして、お客様のトランスミッタおよびレシーバ向けのリファレンスデザインの開発に携わってきました。また、Microchip 社は各種のセキュア デバイスとプロビジョニング サービスを提供する事でセキュリティ面においても主導的な役割を果たしています。このように Microchip 社は Qi 認証仕様を策定した WPC 委員会に積極的に参加し、現在は各種のハードウェア製品とサービスを提供しています。

TA100 は、Qi 認証要件を満たす車載トランスミッタ向けハードウェア SSS です。本書では、WPC 要件に関する重要情報に加えて、Microchip 社のセキュア プロビジョニング サービスと TA100 を使って Qi 認証要件を満たす方法について説明します。

目次

はじめに.....	1
1. WPC 規約.....	3
1.1. WPC 関連の用語集.....	3
1.2. WPC 対応 Microchip 社開発フロー	4
2. TA100 による実装方法.....	5
2.1. TA100 の設定	5
3. Microchip 社のツールサポート.....	7
3.1. ハードウェア ツール	7
3.2. ソフトウェア ツール.....	7
4. その他の Microchip 社製 WPC 製品	9
5. まとめ.....	10
Microchip 社ウェブサイト	11
製品変更通知サービス	11
カスタマサポート	11
Microchip 社のデバイスコード保護機能.....	11
法律上の注意点	11
商標.....	12
品質管理システム	13
各国の営業所とサービス	14

1. WPC 規約

Qi 認証製品を販売する全ての企業は、WPC のメンバーである必要があります。Qi 認証製品として販売される全ての製品は、Qi 規格が指定する検証、試験、認証手順を通過する必要があります。これらの手順を通過しない限り、製品を Qi 準拠または Qi 認証済みと主張する事は許されません。Qi 認証製品の製造者は、WPC の規約に従う必要があります。

認証が必要な Qi 1.3 準拠製品の場合、追加の規約が要求されます。認証を必要とする製品を製造するには、Qi 認証済み製造者として認可される必要があります。認証が必要な製品は、ECC P-256 秘密鍵を安全に保存するための SSS を備える必要があります。WPC Qi 1.3 認証仕様の定義に従い、製品のセキュリティ適合性はサードパーティによって評価される必要があります。SSS を提供する企業は、認可された WPC Qi 製造 CA である必要があります。Microchip 者は、SSS の要件を満たす各種製品を提供しており、TA100 はその中の 1 つです。Microchip 社は WPC によって認可された製造 CA です。

Qi 製品の製造者には Qi 認証済みプロバイダから SSS を選定する責任があり、製造 CA にはその製造者が WPC の規約に従っている事を確認する責任があります。

1.1 WPC 関連の用語集

以下の用語の説明は、WPC Qi 認証規格に関する理解を助けるために記載しています。以下の内容は WPC 規格書内の情報に基づきますが、いかなる場合も規格書に記載されたオリジナルの内容が優先されます

パワーレシーバ	パワー トランスミッタによって充電される装置です。この装置は、認証または充電制御のためにパワー トランスミッタと通信します。
パワー トランスミッタ	パワーレシーバと通信してパワーレシーバに電力を供給するための装置です。パワー トランスミッタはセキュア ストレージ サブシステムを内蔵します。
Qi	WPC によって策定された携帯型機器向けワイヤレス充電に関する規格の名称です。
RSID (Revocation Sequential Identifier)	RSID は WPC デバイスユニット証明書に保存される一意 ID です。この ID を使ってパワー トランスミッタを一意に識別し、それが非準拠である場合にトランスミッタの高電力動作を停止するか完全に動作を停止して安全な運用ができるようにします。
SSS (Secure Storage Subsystem)	ワイヤレス パワー トランスミッタを認証するためのセキュリティ情報を保存するストレージ デバイスです。これはセキュア エLEMENT またはセキュア暗号デバイスであると見なせます。
WPC (Wireless Power Consortium)	Qi 規格に関連するワイヤレス充電の全ての側面を定義し、Qi 製品の認可および認証を行う標準化団体です。Qi に準拠するパワー トランスミッタおよびレシーバを製造するには WPC のメンバーである必要があります。WPC の詳細は、以下の WPC ウェブサイトを参照してください。 www.wirelesspowerconsortium.com/
WPC 製造者	WPC によって認証済み WPC パワー トランスミッタの製造を認可された企業または団体です。全ての WPC 製造者は WPC 製造者契約に署名する必要があります。
WPC 製造 CA	WPC によって WPC パワー トランスミッタ内で使用するセキュア ストレージ サブシステムの製造を認可された製造者です。Microchip 社は認可された製造 CA です。
WPC ルート認証局	WPC 証明書チェーンの起点です。全ての WPC 製造証明書は、WPC ルート認証局によって署名されます
WPC スロット	WPC 認証仕様書は、スロットを「WPC 証明書チェーンを保持する要素」として定義しています。WPC 認証仕様書では 4 つのスロット (スロット 0~3) が使用可能とされ、スロット 0 は必ず WPC 証明書チェーンを保持する必要がある、必要に応じてスロット 1 も WPC 証明書チェーンとして使う事ができます。スロット 2 および 3 のフォーマットは定義されておらず、オプションの独自拡張用に提供されます。

WPC スロット ダイジェスト	WPC スロットに保存された証明書チェーン全体の 32 バイト ダイジェストです。ホストシステムによってこのダイジェストを保存する事で、認証プロセスを迅速化できます。
--------------------	---

1.2 WPC 対応 Microchip 社開発フロー

以下では、WPC に詳しくないお客様または Qi 1.3 認証済み WPC パワー トランスミッタを初めて開発するお客様向けに、標準的な開発フローについて説明します。

1. PTMFG (Power Transmitter Manufacturer)になる事を望む製造業者は、WPC のメンバーに加入する必要があります。
 - a. 会員資格(メンバーシップ)は以下のメールアドレスで申請できます。
membership@wirelesspowerconsortium.com
 - b. 会員資格には 2 種類あり、委員会への参加および議決権を持つ正会員と、製造権のみを有し四半期ごとの会員会議にのみ参加可能なアダプタ会員を選択できます。
 - c. 製造業者は、少なくとも WPC の Qi Ecosystem の会員になる必要があります。
2. PTMFG は、PTMC (Power Transmitter Manufacturers Code)を取得する必要があります。
 - 新しい PTMC の申請方法は、PRMC@wirelesspowerconsortium.com に問い合わせてください。
3. PTMFG は「WIRELESS POWER CONSORTIUM, INC.AUTHORIZED MANUFACTURER AGREEMENT」に署名する必要があります。
 - a. [こちら](#)から参考用に契約書のコピーを入手できます。お客様の法務部による検討用にお使いください。
 - b. 署名の準備が整ったら、メールにて WPC に「**Company Specific Agreement**」を請求します。
アドレス: membership@wirelesspowerconsortium.com
 - c. メールにはお客様の会社情報、連絡先、署名者の情報を記載してください。
4. PTMFG は、認証試験用に製品を提出する意思がある旨を WPC に表明します。
 - a. WPC は、PTMFG に一意の Qi ID を割り当てます。
 - b. WPC のオンライン書式「[Reserving a Qi ID for Future Use](#)」に記入する事により、Qi ID を予約する事ができます。
5. PTMFG は、Microchip 社を WPC 製造 CA として選定した事を、PTMC と Qi ID を明記して WPC (membership@wirelesspowerconsortium.com)にメールで知らせる必要があります。
6. お客様は TA100 を使った製品の開発を始めます。
7. お客様は、プロビジョニング済み TA100 SSS 向けの Microchip Sales Force サポートケースを作成します。
8. お客様は、サポートチケットシステムを通して PTMC と Qi ID を Microchip 社に提供します。
9. それらの情報に基づき、Microchip 社は WPC と一緒にお客様のオーナーシップを確認します。
10. 確認が取れた後、Microchip 社は適切な証明書を生成し、製造証明書に対する証明書署名要求を WPC ルート CA と一緒にセットアップします。
 - a. 現在、WPC は署名手続きを各月の第 3 木曜日にのみ受け付けています。この日程は変更される場合があります。ため、WPC に次回の予定日を確認してください。
 - b. 上記の全ての情報は、署名手続きの前の週(その月の第 2 週)に Microchip 社に提供する必要があります。
11. 署名手続きが完了した後に、Microchip 社は特定数量の検証用デバイスをお客様に提供します。お客様は、それらのデバイスが正しくプログラミングされ、お客様の要求を全て満たしているか評価します。
12. お客様は、検証用デバイスを承認する事を Microchip 社に通知します。
13. お客様は WPC による認証および検証試験を完了します。
14. 認証試験が正常に完了した後に、お客様は必要数量の量産用デバイスを Microchip 社に要求できます。

2. TA100 による実装方法

TA100 は、JIL の「高」評価に基づいて WPC によって認可された SSS です。本デバイスは SERMA Safety and Security により解析されました。詳細は Microchip 社正規代理店にお問い合わせください。TA100 の能力は、単に WPC パワー トランスミッタ向け SSS サブシステムとして機能するために必要な能力を大幅に上回ります。このため、WPC パワー トランスミッタ向け認証機能に加えて、車載システム向けの各種セキュリティ機能を同じ TA100 に実装できます。それらの追加機能は本書の範囲外です。本書では、TA100 を使って WPC パワー トランスミッタ アプリケーションを実装するために必要な内容に焦点を合わせて説明します。

パッケージオプション

WPC アプリケーション向けには、以下の 3 種類のパッケージ オプションが利用できます。

- TA100 8 ピン SOIC パッケージ(SPI インターフェイス内蔵)
- TA100 8 ピン SOIC パッケージ(I²C インターフェイス内蔵)
- TA100 24 ピン 4x4 mm VQFN パッケージ(I²C および SPI インターフェイスの両方を内蔵) (どちらか 1 つのインターフェイスを選択して使用可能)

WPC 証明書チェーンスロット

WPC 認証規格は、最大で 4 つの証明書チェーンを許容します。WPC スロット 0 および 1 は WPC 証明書チェーン専用に提供され、WPC 認証仕様書の最新バージョンで完全に定義されています。この仕様書は、WPC メンバーにのみ提供されます。WPC 認証の実装には WPC スロット 0 のみが必要です。WPC スロット 1 は完全なオプションです。

WPC スロット 2 および 3 は、製造者独自の証明書チェーン用に提供され、製造者独自の仕様と方法で使う事ができます。これらの証明書チェーンは、パワー トランスミッタからアクセスされるという点でその実装方法が制限されますが、フォーマットは規定されません。

現在の実装事例の大多数は WPC スロット 0 のみを使います。詳細は [2.1. 「TA100 の設定」](#) を参照してください。

2.1 TA100 の設定

以下では、WPC 認証をサポートするために必要な最小限の推奨設定について説明します。WPC ユースケースを単独で使う場合と他のユースケースと組み合わせる場合では、全体的な設定が異なります。

TA100 WPC ハンドル

WPC スロット 0 認証をサポートするには全部で 5 つのハンドルが必要です。

表 2-1. TA100 WPC スロット 0 ハンドル

ハンドル名	ハンドル ID	目的	機能の説明
WpcCARootDigest	0x8050	ルート ダイジェスト ハンドルは WPC ルート証明書のダイジェストを保存します。これは全てのデバイスで共通です。	• 常に読み出し可能 • 書き込み後にロック可能 • 削除不可能
WpcDevicePrivateKey_0	0x8051	これは ECC P-256 秘密鍵です。この鍵は Microchip 社によって自動的に生成され、デバイスごとに一意です。	• 永久に読み出し不可能 • 永久に書き込み不可能 • 認証セッションなしで常に使用可能 • ロック可能 • 削除不可能

.....続き

ハンドル名	ハンドル ID	目的	機能の説明
WpcSignerCertData_0	0x8600	製造者に関連付けられた署名者証明書です。これはその製造者の全ての製品内では共通であり、製造者によって異なります。この証明書のフォーマットは、WPC 認証仕様書内の定義に従う必要があります。	- 常に読み出し可能 - 書き込み後にロック可能
WpcDeviceCertData_0	0x8601	デバイス証明書はデバイスを一意に識別し、特定の単一デバイスに対してのみ有効です。この証明書のフォーマットは、WPC 認証仕様書内の定義に従う必要があります。	- 常に読み出し可能 - 書き込み後にロック可能 - 削除不可能
WpcChainDigest_0	0x8602	WPC スロット 0 チェーン ダイジェストは、WPC スロット 0 証明書チェーン全体の SHA-256 ダイジェストです。このダイジェストを使う事で、WPC 認証を迅速に行えます。このダイジェストは SSS ごとに一意です。	- 常に読み出し可能 - 書き込み後にロック可能 - 削除不可能

Note: 変更されたデータによって DoS (Denial-of-Service)攻撃が発生する事を防ぐため、全てのスロットは設定後にロックする事を推奨します。



注意: スロット 0 以外の WPC スロットのサポートに関しては、どのような機能が利用可能なのか Microchip 社正規代理店にお問い合わせください。

その他の設定オプション

スタンドアロン WPC 認証デバイス向けに以下の設定を推奨します。これらのオプションは、TPDS ツールに含まれる TA コンフィグレータ ツールを使って選択できます。複数のユースケースを組み合わせるデバイスでは、これらの設定は異なる可能性があります。

- パッケージ オプション: 8 ピン SOIC (SPI 内蔵)、8 ピン SOIC (I²C 内蔵)、24 ピン VQFN (I²C および SPI 内蔵) を選択できます。
- 24 ピン VQFN を使う場合、ACE (Advanced Crypto Engine)インターフェイス値として I²C または SPI のどちらかを選択します。WPC 認証ユースケースでは Fast Crypto Engine インターフェイスを使う事はできません。
- Microchip 社は、お客様を一意に識別するためのグループ番号値を提供します。
- I²C インターフェイスを使う場合、お客様は 7 ビットの I²C アドレスを指定する必要があります。TA100 の既定値アドレスは 0x17 です。
- 認証動作には時間を要するため、アイドルタイマを無効にする事を推奨します。認証動作が完了した後は、Power 命令を使ってデバイスをスリープさせる事ができます。
- GPIO 信号は動作に不要であるため、それらの信号は既定値状態のままにする事を推奨します。
- 全てのピンをプルアップ設定(既定値状態)のままにします。
- 使わない全ての機能は、無効にしておく事を推奨します。

3. Microchip 社のツールサポート

Microchip 社は、WPC パワー トランスミッタ向け SSS を提供するのみならず、初期開発から試作を経て量産にいたる全ての段階でお客様の開発を支援するためにハードウェアおよびソフトウェア ツール群とサービスを提供しています。

3.1 ハードウェア ツール

TA100 を使ったアプリケーションの開発には、各種のハードウェア ツールが役立ちます。本書に記載していないツールについては、Microchip 社ウェブサイトをご覧ください。

DM320118 – CryptoAuthentication™ Trust プラットフォーム

[DM320118](#) は ATSAM21E18A マイクロコントローラ、ATECC608B-TNGTLS および ATECC608B-TFLXTLS/ATECC608B-TCSTM Trust デバイス(各 1 個ずつ)、USB ハブ、mikroBUS™コネクタ、オンボード デバッグを備えたコンパクトな開発システムです。このキットと Trust Platform Design Suite ツールを組み合わせることで、TA100 向けの各種ユースケースを実装できます。このキットを MPLAB® X または Microchip Studio Design 環境で使う事により、その他のアプリケーションも開発できます。TA100 をこのキットに接続するには、mikroBUS 互換ソケットボードが必要です。

AC164167 – TA100 8 ピン SOIC ソケットボード

[AC164167](#) TA100 SOIC ソケットボードは、TA100 の I²C 内蔵バージョンと SPI 内蔵バージョンの両方をサポートします。ボード上のジャンパ設定により、どちらかのインターフェイス向けに設定できます。ソケットボードにプロトタイプ デバイスは付属しません。デバイスは別途入手する必要があります。

EV39Y17A – TA100 24 ピン VQFN ソケットボード

[EV39Y17A](#) TA100 VQFN ソケットボードは、I²C と SPI の両方を内蔵した 24 ピン VQFN パッケージの TA100 をサポートします。このボードでは、GPIO 信号もサポートされます。ソケットボードにプロトタイプ デバイスは付属しません。デバイスは別途入手する必要があります。

3.2 ソフトウェア ツール

Microchip 社は、お客様のアプリケーション開発を支援するために以下のソフトウェア ツールを提供しています。これらのツールは、Microchip 社のプロビジョニング システムと互換のフォーマットで設定情報を提供します。TA100 に関連するこれらのツールの一部には NDA (秘密保持契約)が必要です。

Trust Platform Design Suite

実装手順を簡素化するため、Microchip 社は Trust Platform Design Suite (TPDS)ツールを開発しました。これらのツールは、コンセプト段階から量産段階までお客様の開発を支援します。これらのツールを使うと、TA100 のコンフィグレーションと定義済みアクセスポリシーによる制約内で、特定のアプリケーションを実装するために必要なトランザクション ダイアグラムとコードを開発できます。これらのツールの詳細は、Microchip 社ウェブサイトの [Trust Platform](#) 製品ページでご覧になれます。

TA Configurator ツール

TA Configurator ツールは Trust Platform Design Suite の一部であり、TA100 専用に設計された設定支援ツールです。シンプルな GUI を使って TA100 の全ての設定が行えます。このツールを使って設定ファイルを保存しておき、後で読み出して変更する事ができます。この設定ファイルは、量産用デバイスのセキュア プロビジョニング用にプロビジョニング システムへの入力として使われます。

TA CAL

Microchip 社のスタンドアロン セキュリティ デバイスは、Microchip 社の CryptoAuthentication™ライブラリ(CAL)によりサポートされます。CryptoAuthLib は、Microchip 社の CryptoAuthentication デバイスファミリをサポートするソフトウェア ライブラリです。TPDS ツールを使うにはこのライブラリが必要です。このライブラリは、各種命令およびユースケース向けに必要な API 呼び出しを実装します。

このライブラリは、多くの Microchip 社製マイクロコントローラで簡単に動作させる事ができますが、HAL (Hardware Abstraction Layer)を介して他のマイクロコントローラ(他社製品を含む) 向けに容易に拡張できます。

4. その他の Microchip 社製 WPC 製品

TA100 は、認証機能を実装した WPC 車載パワー トランスミッタ向けに Microchip 社が推奨する SSS です。このデバイスは、パワー トランスミッタのセキュリティ機能にのみ対応します。Microchip 社は、車載用のみならず産業用および商業宇宙アプリケーション向けのセキュリティ デバイスも提供しています。どのデバイスでも、WPC 規約に準拠するための基本的な手順は同じです。Microchip 社は、SSS のみならず、WPC Qi パワー トランスミッタ リファレンス デザイン向けの完全なシステム ソリューションも提供しています。これらのソリューションは dsPIC33C デバイスファミリに基づき、認証動作の要不要によらず利用可能です。

Microchip 社の 15 W WPC ワイヤレス パワーソリューション

Microchip 社の 15 W 車載向けパワー トランスミッタ リファレンス デザインは dsPIC33CK256MP506 マイクロコントローラに基づきます。デバイスは AEC-Q100 グレード 1 の品質要件を満たす必要があります。このリファレンス デザインは、各種 Microchip 社製デバイス(CAN FD トランシーバ、LDO/スイッチ、ゲートドライバ、オペアンプ、温度センサ等)を使って実装された完全なソリューションを提供します。Microchip 社は、Qi 仕様 v 1.3 を実装すると共に信頼性と効率に優れた FOD (Foreign Object Detection)をサポートするリファレンス ソフトウェアを提供しています。このリファレンス デザインでは TA100 を使って認証機能を実装しますが、ECC608-TFLXWPC を使って実装する事もできます。詳細は、[「15W Multi-Coil Wireless Power Transmitter」](#) リファレンス デザインを参照してください。

ECC608-TFLXWPC

[ECC608-TFLXWPC](#) は、Microchip CryptoAuthentication TrustFLEX 製品に属します。ECC608-TFLXWPC は、非車載アプリケーション向けの SSS です。このデバイスは WPC スロット 0 をサポートし(WPC スロット 1 は制限付きでサポート)、セキュア TLS インフラストラクチャを追加で提供可能です。ECC608-TFLXWPC は、Trust Platform Design Suite ユースケースに組み込まれています。

5. まとめ

Microchip 社は多年にわたる WPC の活動的メンバーであり、パワーレシーバおよびパワー トランスミッタ リファレンス デザインを提供しています。Qi 仕様バージョン 1.3 における認証機能の定義および具現化を支援するため、Microchip 社は自社のセキュリティ技術を WPC 規格に提供しました。Microchip 社の秀でたセキュリティ技術と Trust 製品ソフトウェアツールは、生産規模の大小に関係なく WPC 認証トランスミッタ市場のお客様に大いにお役立ていただけます。

Microchip 社の TA100 SSS は、車載向け WPC 認証トランスミッタの要件を満たします。Microchip 社は WPC の認可を受けた製造 CA であり、WPC との初期手続きから試作および製造段階まで、お客様の全ての開発業務をお手伝いいたします。

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、通常の条件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。
- 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。

法律上の注意点

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用する事ができます。それ以外の方法でこの情報を使用する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、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、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。

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、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maXStylus、maXTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzer、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 は米国および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、IntelliMOS、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、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、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、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、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、NVM Express、NVMe、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、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国および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、Trusted Time はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、米国以外の国における Microchip Technology Inc.の子会社である Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG の登録商標です。

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: 978-1-6683-0257-6

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