

AVR[®]機能安全 - ハードウェア使用者の手引き

序説

この資料はATtiny3217マイクロ コントローラ(MCU)に基づくAVR[®]機能安全(Functional Safety)基板のハードウェア使用者の手引きです。基板設計全体とハードウェア機能部についての詳細を与えます。AVR機能安全基板は以下のような安全で信頼に足るATtiny3217の周辺機能と安全機能に基づくファームウェアを容易に実演するために設計されています。

- ウォッチドッグ タイマ (WDT)
- 巡回冗長検査 (CRC)
- 低電圧検出 (BOD)
- 電圧レベル監視器 VLM)
- 電源ONリセット (POR)
- タイマ/カウンタ型 (TCD) 障害検出
- 等級B自己検査



要点

- 鼓動信号を作成するための構成設定可能な注文論理回路(CCL:Configurable Custom Logic)と16ビット タイマ/カウンタA型(TCA)を使うコアから独立した動作
- コアから独立した巡回冗長検査メモリ走査(CRCSCAN:Cyclic Redundancy Check Memory Scan)
- 送風電動機を駆動するための12ビット タイマ/カウンタ型(TCD)を使うコアから独立した動作
- 事象システム(EVSYS)、アナログ比較器(AC)、D/A変換器(DAC)を使うコアから独立したTCD障害処理
- 16ビット タイマ/カウンタB型(TCB)と優先割り込みを使い、少ピン数で多数のLEDを駆動するためのチャーリー多重化(Charlieplexing)技法の使い方
- 窓動作でのコアから独立したウォッチドッグ タイマ(WDT)
- 実時間計数器周期的割り込み(RTC) (PIT)
- ATtiny3217への電圧を調整し、電圧レベル監視部(VLM:Voltage Level Monitor)割り込み、低電圧検出器(BOD:Brown-out Detector)、電源ONリセット(POR:Power-on Reset)を実演するために周辺機能接触制御器(PTC:Peripheral Touch Controller)を使う接触摺動子(Slider)を持つ基板制御器
- プログラミングとデバッグ用の基板上に組み込み済みデバッグ(mEDBG:Mini Embedded Debugger)

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

| | |
|----------------------|----|
| 序説 | 1 |
| 要点 | 1 |
| 1. 概要 | 3 |
| 1.1. 構成図 | 3 |
| 1.2. 基板概要 | 4 |
| 2. 設計資料と関連リンク | 4 |
| 3. 即時開始 | 5 |
| 4. ハードウェア部 | 5 |
| 4.1. 目的対象MCU周辺機能 | 5 |
| 4.2. 基板制御器周辺機能 | 7 |
| 4.3. ミニ組み込みデバッグ実装 | 10 |
| 5. 改訂履歴 | 11 |
| Microchipウェブ サイト | 12 |
| お客様への変更通知サービス | 12 |
| お客様支援 | 12 |
| Microchipデバイスコード保護機能 | 12 |
| 法的通知 | 12 |
| 商標 | 13 |
| DNVによって認証された品質管理システム | 13 |
| 世界的な販売とサービス | 14 |

1. 概要

1.1. 構成図

基板上に次の3つのMCUがあります。

- 目的対象MCU – ATtiny3217:
 - 安全で信頼に足る機能を実演する主MCU
- 基板制御器 – ATtiny1617:
 - 目的対象MCUの安全で信頼に足る機能を起動するための外部状況を模倣
- ミニ組み込みデバッガ:
 - 安全で信頼に足る機能を実演する主MCU

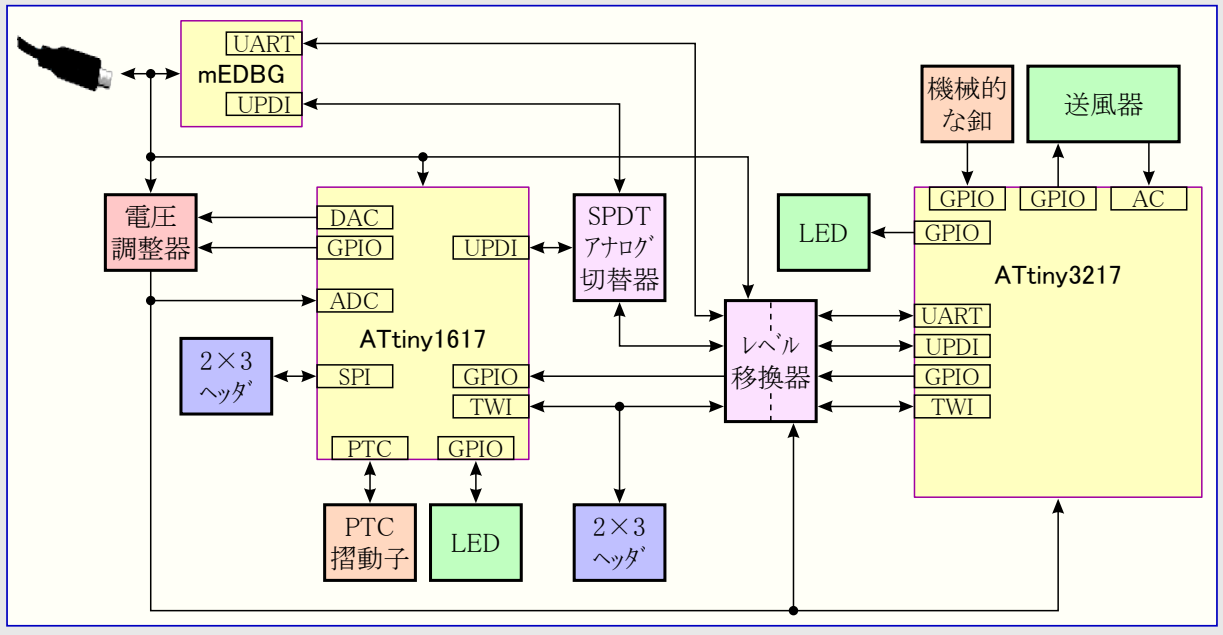
各種の安全で信頼に足る機能に応じて、ハードウェア設計は以下の機能部に分けることができます。

- リセットレジスタと等級Bの状態
- 動作電圧
- ウォッチドッグ タイマ
- 巡回冗長検査
- 事象システムを使う障害検出

これらの機能部はAVR機能安全基板の表面ではっきりと記されます。より多くの詳細については図1-2を参照してください。

AVR機能安全基板の構成図は下で見ることができます。

図1-1. AVR[®]機能安全基板構成図



1.2. 基板概要

ここはAVR機能安全基板の簡単な概要です。

図1-2. AVR[®]機能安全基板概要 – 表面

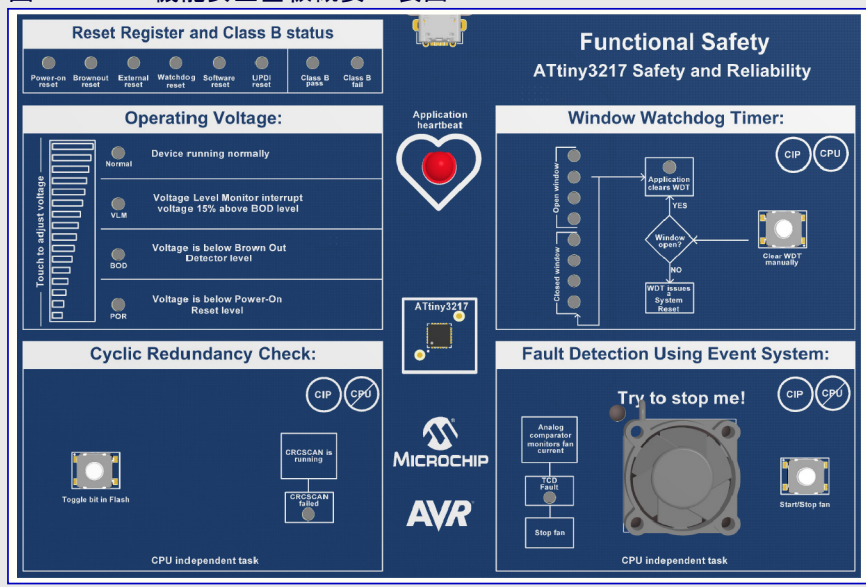
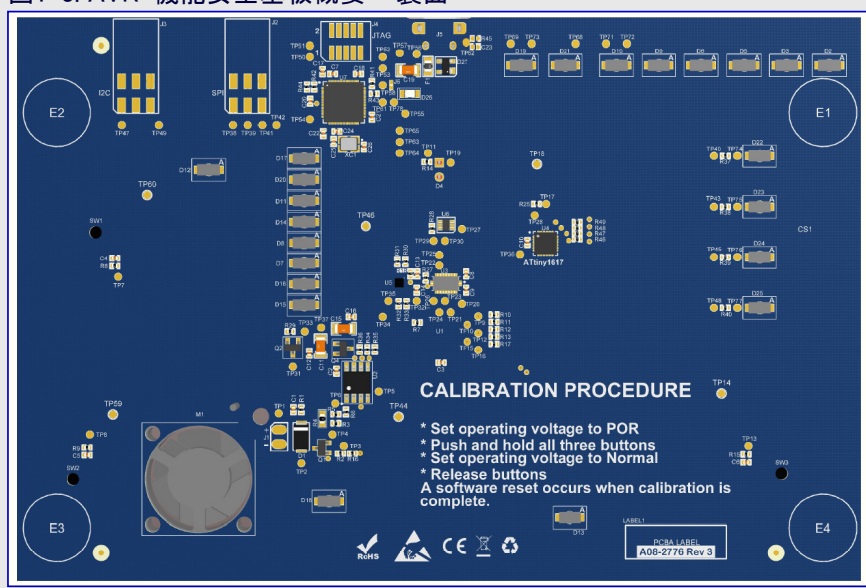


図1-3. AVR[®]機能安全基板概要 – 裏面



2. 設計資料と関連リンク

設計資料と関連リンクは以下のここで入手可能です。

- [AVR機能安全ウェブサイト](#) : 基板情報、最新資料と設計ファイル
- [Microchipダイレクト](#) : オンラインでこの基板を買う場所
- [ATtiny3217ウェブサイト](#) : 目的対象MCU情報、資料と開発ツールなど
- [ATtiny1617ウェブサイト](#) : 基板制御器MCU情報、資料と開発ツールなど

3. 即時開始

AVR機能安全基板は5.0V USB電圧によって給電されます。基板上的プログラミングとデバッグの機能は同じUSB接続を頼ります。プログラミングとデバッグについてのより多くの情報については「[ミニ組み込みデバッグ実装](#)」を参照してください。

AVR機能安全基板の調査を開始する手順は次のとおりです。

1. [Atmel Studio](#)をダウンロードしてインストールしてください。
2. Atmel Studioを始めてください。
3. PCと基板のUSBポート間をUSBケーブル(標準AをマイクロBまたはマイクロABに)接続してください。

AVR機能安全基板が初めてコンピュータに接続されると、オペレーティングシステムはドライバソフトウェアのインストールを実行します。基板用のドライバはAtmel Studioに含まれます。一旦ドライバが成功裏にインストールされて基板が正しく給電されると、Atmel StudioによってmEDBGツールとして自動的に検出されて認識されます。

既定ファームウェアで基板と使う前に先に基板を校正することが推奨されます。校正手順は[図1-3](#)で示されるように基板の裏側で一覧にされます。

4. ハードウェア部

本章ではハードウェア設計が詳細に記述されます。この基板には3つのMCUがあり、異なるハードウェア周辺機能がそれら周辺に組み込まれ、故に本章はMCUと周辺機能の接続に従って更に3つの部分に分けられます。

4.1. 目的対象MCU周辺機能

ATtiny3217はAVR機能安全基板の目的対象MCUです。この基板で実演される全ての安全性と信頼性の機能はATtiny3217 MCUからです。目的対象MCU周りのハードウェア周辺機能は各種異常状況を起動するように使用者のために設計され、故に安全性と信頼性の各単位部の反応が容易に観察することができます。

4.1.1. チャーリー多重化されたLED

この基板にはチャーリー多重化された19個のLEDがあり、5つの入出力ピンだけで駆動されます。この基板ではこれらのLEDを駆動するのにPC0,PC1,PC2,PC3,PC4が使われます。伝統的なLED接続法と比べて、チャーリー多重化はいくつかの入出力ピンを節約します。理論的に5つの入出力ピンは20個までのLEDを駆動することができます。チャーリー多重化についてのより多くの詳細は<https://en.wikipedia.org/wiki/Charlieplexing>で見つけることができます。

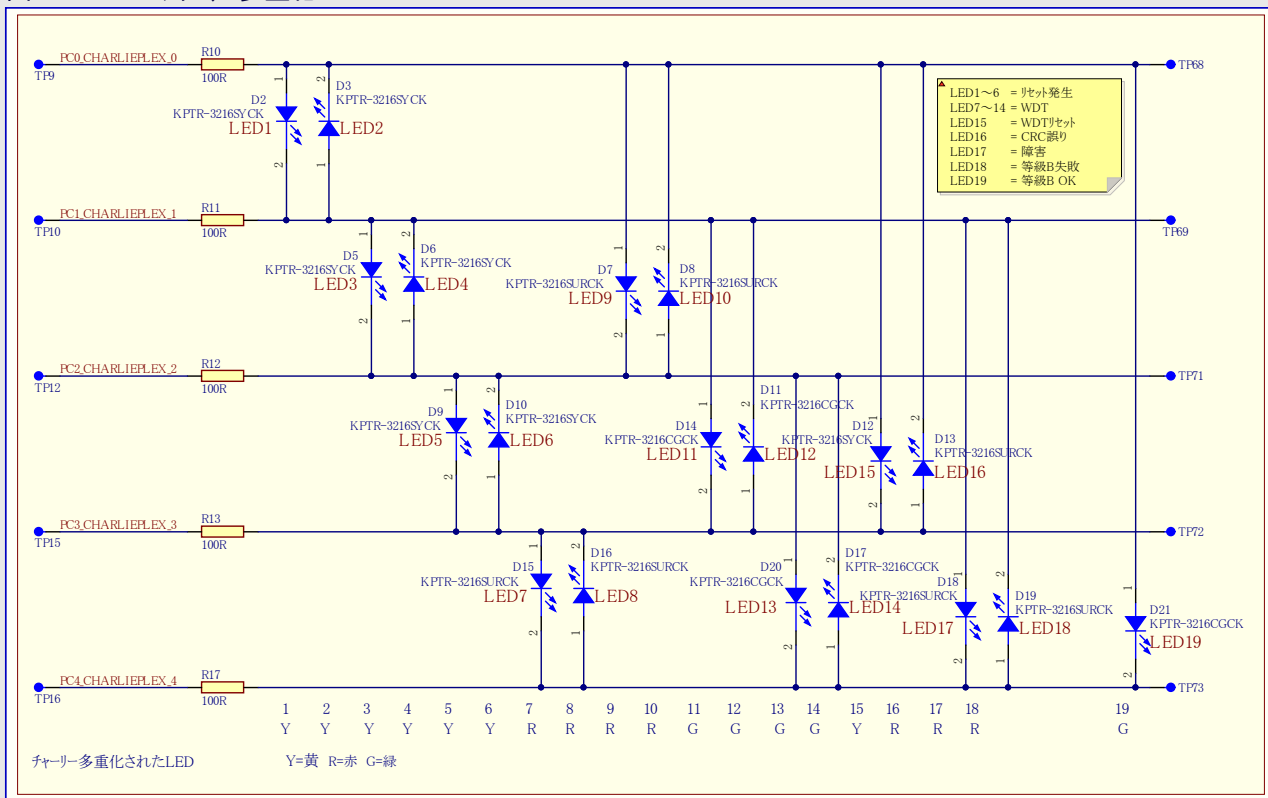
下は19個のLEDの名前とそれらの機能です。

表4-1. チャーリー多重化されたLED

| LED記述 | LED名称 | LED機能 | LED記述 | LED名称 | LED機能 |
|-------|-------|----------------|-------|-------|----------------|
| LED1 | D2 | 電源ONリセット | LED11 | D14 | ウォッチドッグ タイマ表示部 |
| LED2 | D3 | 低電圧(BOD)リセット | LED12 | D11 | ウォッチドッグ タイマ表示部 |
| LED3 | D5 | 外部リセット | LED13 | D20 | ウォッチドッグ タイマ表示部 |
| LED4 | D6 | ウォッチドッグ リセット | LED14 | D17 | ウォッチドッグ タイマ表示部 |
| LED5 | D9 | ソフトウェア リセット | LED15 | D12 | ウォッチドッグ タイマ解消 |
| LED6 | D10 | UPDIリセット | LED16 | D13 | CRCSCAN誤り |
| LED7 | D15 | ウォッチドッグ タイマ表示部 | LED17 | D18 | TCD障害検出 |
| LED8 | D16 | ウォッチドッグ タイマ表示部 | LED18 | D19 | 等級B失敗 |
| LED9 | D7 | ウォッチドッグ タイマ表示部 | LED19 | D21 | 等級B OK |
| LED10 | D8 | ウォッチドッグ タイマ表示部 | | | |

チャーリー多重化されたLEDの回路図が下で示されます。

図4-1. LEDのチャーリー多重化



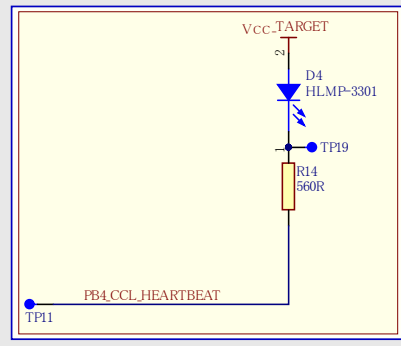
4.1.2. 鼓動LED

この基板には鼓動様式を模倣するLEDがあります。これは鼓動様式がCPUの介在なしにタイマ/カウンタと構成設定可能な注文論理回路(CCL:Configurable Custom Logic)で容易に生成されるように、CCL出力ピンに接続されます。このLEDは接続された入出力ピンがLowの時にONです。

表4-2. 鼓動LED

| ATtiny3217ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|----------|----------------|
| PB4 | 鼓動LED D4 | 代替ピンでのLUT0-OUT |

図4-2. 鼓動LED



4.1.3. 釦

この基板には3つの機械的な釦があります。それらは目的対象MCUの各種活動を起動するのに使われます。それらの機能が右で一覧にされます。

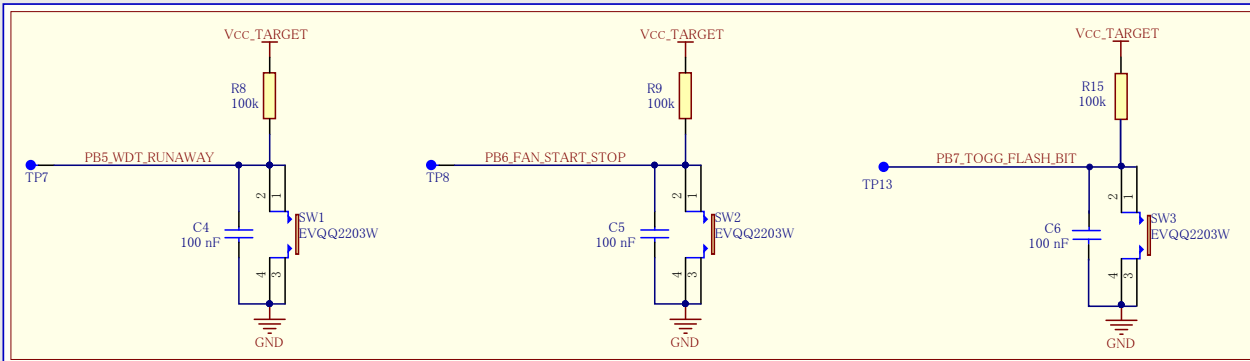
釦はLow活性で実装されます。釦が押されると、接続された入出力ピンでLowレベルが検出されます。

これらの接続が次に示されます。

表4-3. 釦

| ATtiny3217ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|------|----------------|
| PB5 | SW1 | ウォッチドッグ(WDT)解消 |
| PB6 | SW2 | 送風器の開始/停止 |
| PB7 | SW3 | フラッシュメモリビット変更 |

図4-3. 釘



4.1.4. 送風器

この基板に小さなDC送風器が取り付けられています。これは入出力ピン制御経由のMOSFETによって駆動されます。送風器の電動機電流はMCP6002演算増幅器によって増幅され、AT3217アナログ比較器(AC)入力に帰還されます。電流が安全値を超える(例えば、送風器の電動機がそこで指を置かれることによって停止を強制される)場合、送風器制御信号はタイマ/カウンタD型(TCD)の障害制御機能によって直ちに停止されます。各種入力動作形態に従って、障害検出はCPUの介在なしにTCD出力を予め定義された状態にします。

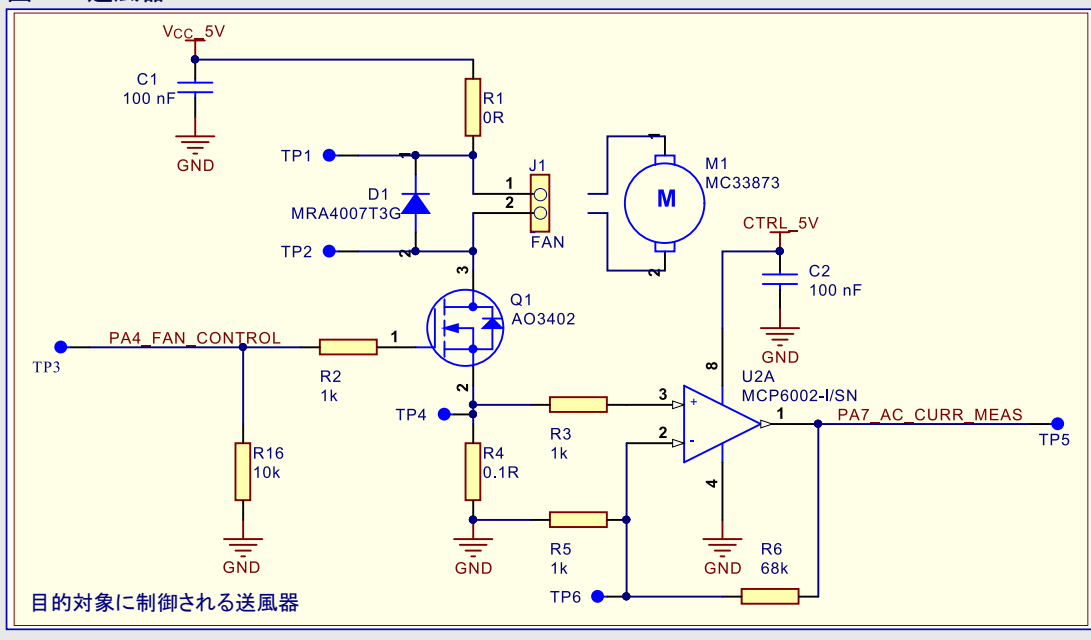
送風器制御ピンと電流検出ピン接続の詳細と共に右の表を見てください。

下は送風器制御回路図です。

表4-4. 送風器制御

| ATtiny3217ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|-------------|----------|
| PA4 | 送風器MOSFET制御 | TCD0のWOA |
| PA7 | 送風器電流検出 | AC0正入力 |

図4-4. 送風器



4.2. 基板制御器周辺機能

基板制御器の目的は目的対象MCUの安全性と信頼性の各種機能を起動するための各種外部状況を模倣することです。これらはこれを容易にするために基板制御器周りに構築されたいくつかのハードウェア部です。この基板では基板制御器としてATtiny1617が使われます。

4.2.1. 可変目的対象電圧

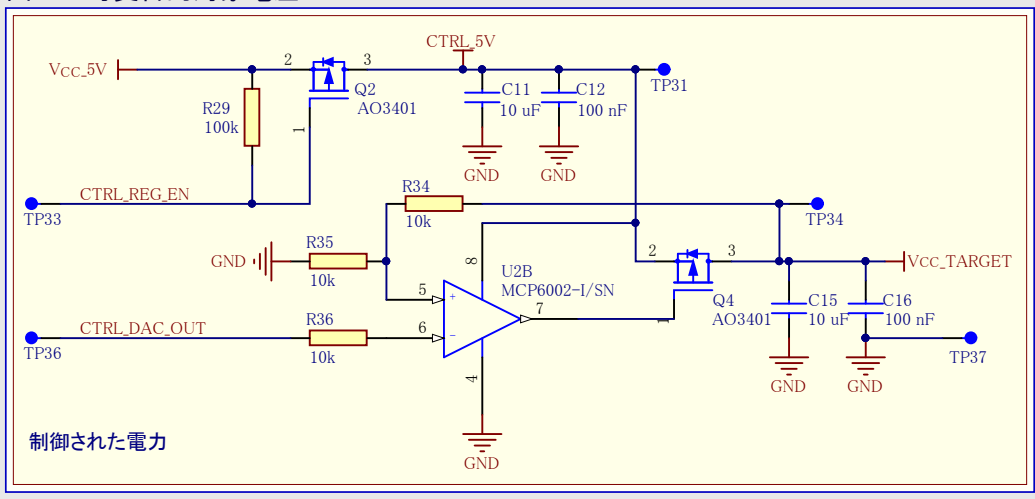
目的対象MCUのVCCを生成するために簡単な可変電圧回路が設計されています。理想的にはMOSFETのON抵抗が0Ωと見做される場合に0~5V間変わります。基板制御器のATtiny1617はこの可変で何津のON/OFFと出力水準を制御します。ピン機能が右で一覧にされます。

制御された可変電圧回路が次に示されます。

表4-5. 可変目的対象電圧

| ATtiny1617ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|------------|-------|
| PA6 | 可変電圧水準制御 | DAC出力 |
| PA7 | 電圧ON/OFF制御 | I/O出力 |

図4-5. 可変目的対象電圧



4.2.2. 接触摺動子

接触摺動子は使用者入力を容易にするためにこの基板に実装されていますこれはATtiny1617の周辺機能接触制御器(PTC:Peripheral Touch Controller)単位部に基きます。この基板では4つの自己容量性感知部(Y線)で接触摺動子が実装されます。PTC接触の使い方についての更なる情報に関してはQTouch[®]構成単位化ライブラリ使用者の手引きと接触用語の用語集を参照してください。既定ファームウェアでこの摺動子は「可変目的対象電圧」の出力電圧を制御するのに使われます。

接触摺動子の接続が右で示されます。

表4-6. 接触摺動子

| ATtiny1617ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|-----------|--------|
| PC0 | 接触摺動子感知部1 | PTC Y6 |
| PC1 | 接触摺動子感知部2 | PTC Y7 |
| PC2 | 接触摺動子感知部3 | PTC Y8 |
| PC3 | 接触摺動子感知部4 | PTC Y9 |

図4-6. 接触摺動子

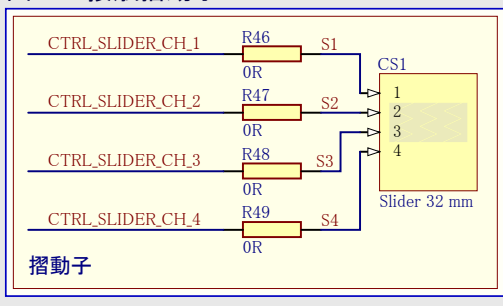
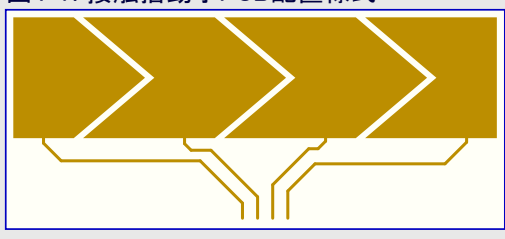


図4-7. 接触摺動子PCB配置様式



4.2.3. 状態LED

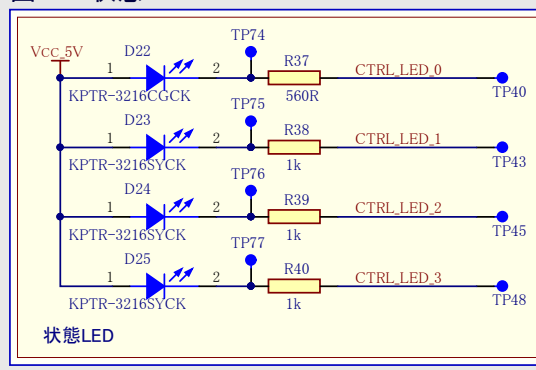
「可変目的対象電圧」で記述される目的対象MCU電圧を表示するために基板制御器によって4つのLEDが制御されます。4つの目的対象MCU電圧の区分があります。これらのLEDはLow活性に設計されています。

回路図は右で示されます。

表4-7. 状態LED

| ATtiny1617ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|------|-------------|
| PB2 | D22 | 標準電圧 |
| PB3 | D23 | BODレベルの15%上 |
| PB4 | D24 | BODレベル以下 |
| PB5 | D25 | PORレベル以下 |

図4-8. 状態LED



4.2.4. レベル移換器

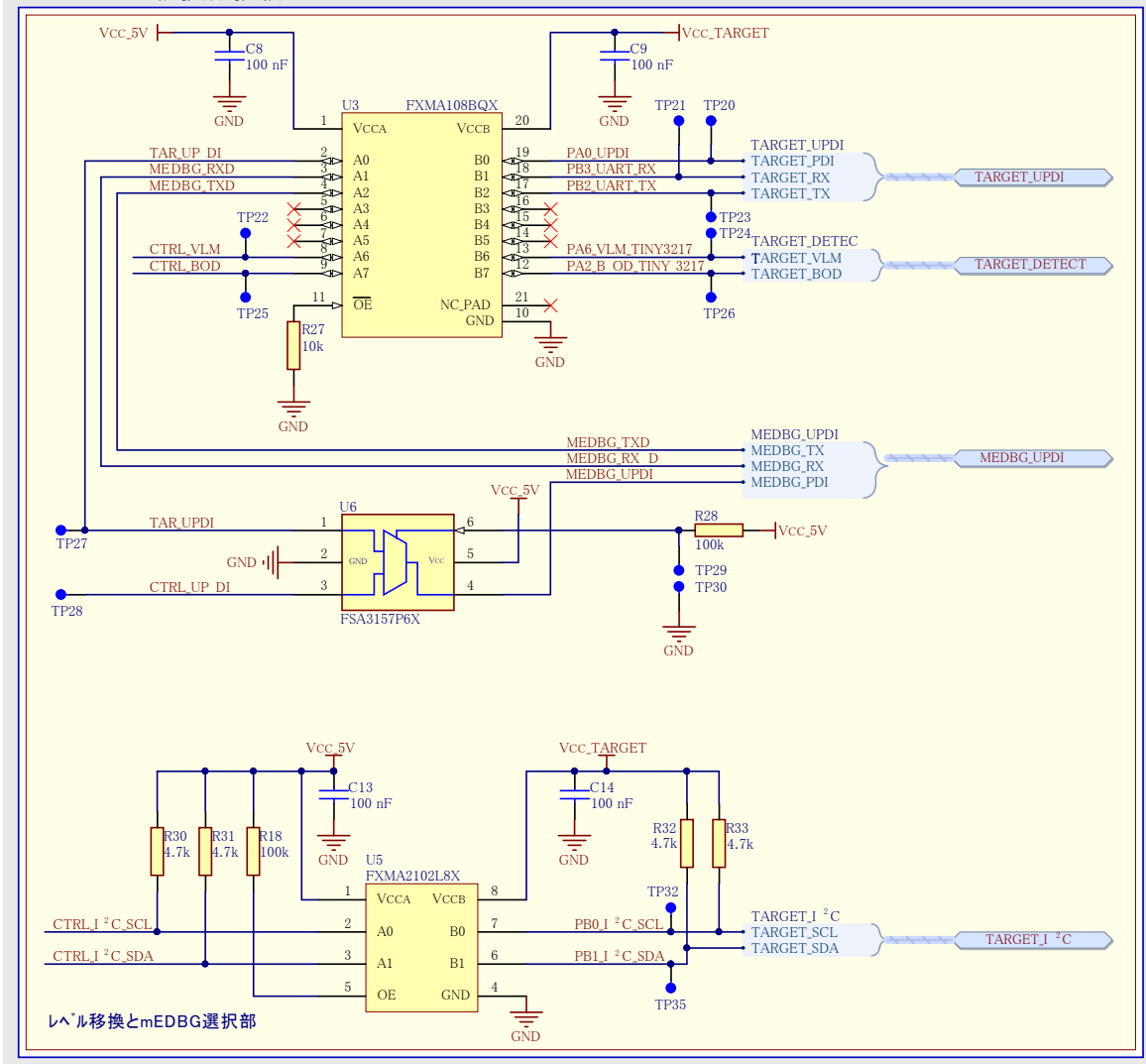
目的対象MCUの電圧が基板制御器によって制御されるため、それらの間の電圧が異なるかもしれません。レベル移換器はそれらが異なる電圧下で動く時に互いに通信することができるのを保証するために使われます。UPDIピンとmEDBG USARTピンはレベル移換器経由でも接続され、従って目的対象MCUはどの動作電圧下でもプログラミングとデバッグをすることができます。右のピンがレベル移換器経由で接続されます。

より多くの詳細については右表を参照してください。

表4-8. レベル移換器経由ピン接続

| ATtiny1617ピン | ATtiny3217ピン | mEDBGピン | ピン機能 |
|--------------|--------------|---------|----------------------|
| PB0 | PB0 | - | I ² C SCL |
| PB1 | PB1 | - | I ² C SDA |
| PB6 | PA6 | - | 目的対象BOD表示器 |
| PB7 | PA2 | - | 目的対象VLM表示器 |
| - | PB2 | PD2 | UART Tx |
| - | PB3 | PD3 | UART Rx |
| - | PA0 | PE6 | mEDBG UPDI |

図4-9. レベル移換器接続



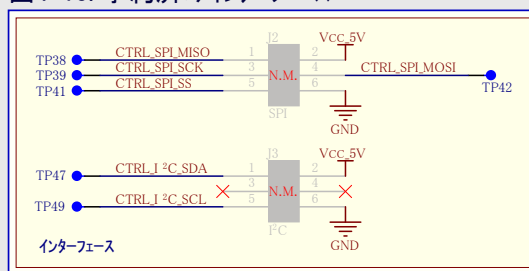
4.2.5. 予約済みインターフェース

SPIとI²Cのピンは2つの未実装ヘッダでも予約されます。使用者はそのような機能が必要な場合にそれらを便利に使うことができます。

表4-9. 予約済みインターフェース

| ATtiny1617ピン | ピン機能 | 注釈 |
|--------------|----------------------|--------------------------|
| PA1 | SPI MOSI | |
| PA2 | SPI MISO | 基板制御器 |
| PA3 | SPI SCK | SPIインターフェース |
| PA4 | SPI SS | |
| PB0 | I ² C SCL | 基板制御器 |
| PB1 | I ² C SDA | I ² Cインターフェース |

図4-10. 予約済みインターフェース



4.3. ミニ組み込みデバッグ実装

AVR機能安全基板では目的対象MCUをプログラミングとデバッグの容易な方法としてミニ組み込みデバッグ(mEDBG:Mini Embedded Debugger)が使われます。これはホストPCと直列通信するための仮想COMポートが特徴です。Atmel StudioはmEDBGに対して前処理部として使うことができます。

4.3.1. ミニ組み込みデバッグ

AVR機能安全基板は基板上プログラミング用のミニ組み込みデバッグ(mEDBG)を含みます。mEDBGはデバッグと仮想COMポートの2つのインターフェースを持つ複合USB装置です。

Atmel Studioと共にmEDBGデバッグインターフェースはATtiny3217をプログラミングすることができます。AVR機能安全基板ではmEDBGとATtiny3217間にUPDIインターフェースが接続されます。

仮想COMポートはATtiny3217上のUARTに接続され、端末ソフトウェアを通して目的対象応用と通信する容易な方法を提供します。これは可変ボーレート、パリティ、停止ビットの設定を提供します。

注: ATtiny3217上の設定は端末ソフトウェアで与えられる設定と一致しなければなりません。

情報: mEDBGの仮想COMポートはATtiny3217に接続されUARTピンを許可するためにデータ端末準備可(DTR:Data Terminal Ready)信号を設定するような端末ソフトウェアが必要です。DTR信号が許可されなければ、mEDBGのUARTピンはCOMポートを使用不可にするHi-Z(トライステート)を維持されます。DTR信号はいくつかの端末ソフトウェアによって自動的に設定されますが、目的対象端末に於いて手動で許可されなければならないかもしれません。

mEDBGはAVR機能安全基板上の1つの状態LEDを制御します。右表は各種動作形態でLEDがどう制御されるかを示します。

表4-10. mEDBG LED制御

| 動作形態 | 状態LED |
|---------|------------------------------------|
| 電力投入 | LEDが短く点灯 |
| 通常動作 | LEDは不点灯 |
| プログラミング | 活動表示器: LEDはmEDBGでのプログラミング/デバッグ時に点滅 |

4.3.2. UPDIインターフェース

統一プログラム/デバッグインターフェース(UPDI:Unified Program and Debug Interface)は目的対象との通信に1つのピンを使います。mEDBGとMCU間の実際のUPDI線の接続は「UPDI選択」によって決められます。

4.3.2.1. UPDI選択

この基板では目的対象MCUのATtiny3217と基板制御器のATtiny1617の両方が同じプログラムとデバッグのインターフェース(UPDI)を使います。これは基板上のプログラミングとデバッグ用チップのmEDBGによって支援されます。UPDI線をこれら2つのMCUに切り替えるのにUPDI選択回路が使われます。既定により、mEDBG UPDIインターフェースはATtiny3217に接続されます。ATtiny1617のプログラミングとデバッグを行うには使用者によってハードウェアが変更されなければなりません。

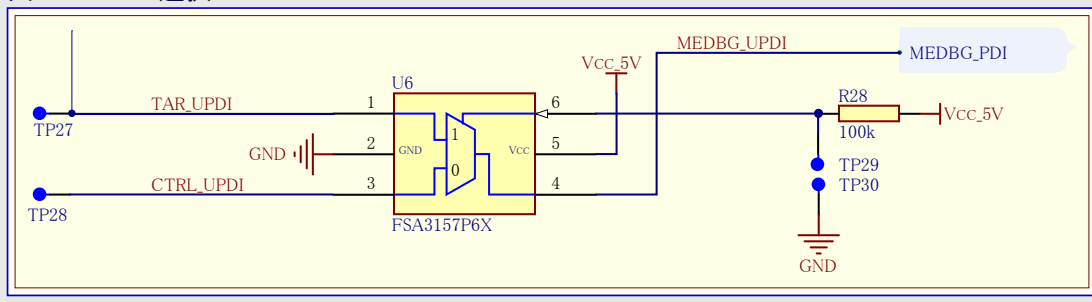
表4-11. UPDIインターフェース

| ATtiny3217 | ATtiny1617 | 機能 |
|------------|------------|------------|
| PA0 (既定設定) | PA0 | UPDI/RESET |

表4-12. UPDI選択

| UPDI線目標 | ハードウェア接続 | 注釈 |
|------------|---------------|----------|
| ATtiny3217 | TP29とTP30回路開放 | 既定 |
| ATtiny1617 | TP29とTP30回路短絡 | 使用者による変更 |

図4-11. UPDI選択



4.3.3. 仮想COMポート

ミニ組み込みデバッグ(mEDBG)はATtiny3217のUARTピンを使うことによって仮想COMポート交換器として働きます。目的対象MCUがmEDBGと違う電圧で動くかもしれないため、ピンは「レベル移換器」経由で接続されます。

表4-13. 仮想COMポート

| ATtiny3217ピン | ピン機能 | mEDBGピン機能 |
|--------------|---------|--------------|
| PB2 | UART Tx | mEDBG CDC Rx |
| PB3 | UART Rx | mEDBG CDC Tx |

5. 改訂履歴

| 資料改訂 | 日付 | 注釈 |
|-------------|---------|--------|
| DS40002013A | 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われます。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われる時に、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わ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製品を使うことが必要です。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う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、Mcirochipロゴ、AnyRate、AVR、AVRロゴ、AVR Freaks、BitCloud、chipKIT、chipKITロゴ、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、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、CodeGuard、CryptoAuthentication、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、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certifiedロゴ、MPLAB、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、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 2020.

本使用者の手引きはMicrochipのAVR[®]機能安全 – ハードウェア使用者の手引き(DS40002013A-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: 47-72884388 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 |