

---

---

**AVR® P4 FEB用服薬警報応用**

---

---

**序説**

著者: Lloyd Clark, Microchip Technology Inc.

AVR® P4現場関連基板(FEB:Field Engagement Board)はAVRマイクロコントローラ(MCU)の電力消費(Power consumption)、ピン数(Pin count)、性能(Performance)、精度(Precision)(P4)を最適化するために二律背反と技術を調べることを使用者に許します。既定により、P4基板上のMCUは服薬警報応用を書かれています。この応用は例えば必要とされる時間に薬を飲むことを思い出させるなど、日毎に4つまでの異なる警報時間を設定することを使用者に許します。警報が起ると、圧電ブザーが警報点滅で連携する脈動音とLEDを生成します。

この資料はP4基板で動く服薬警報応用ソフトウェアの実装を記述します。

**要点**

- ・ 現在時刻と一日当たり4つまでの警報
- ・ 警報は脈動音を生成してLEDを点滅
- ・ 電力最小化技術

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. 関連デバイス	3
1.1. tinyAVR® 1系統	3
2. 服薬警報ソフトウェア概要	3
3. 服薬警報ソフトウェア説明	4
4. Atmel   STARTからのソースコード入手	5
5. 改訂履歴	5
Microchipウェブ サイト	6
お客様への変更通知サービス	6
お客様支援	6
Microchipデバイスコード保護機能	6
法的通知	6
商標	7
DNVによって認証された品質管理システム	7
世界的な販売とサービス	8

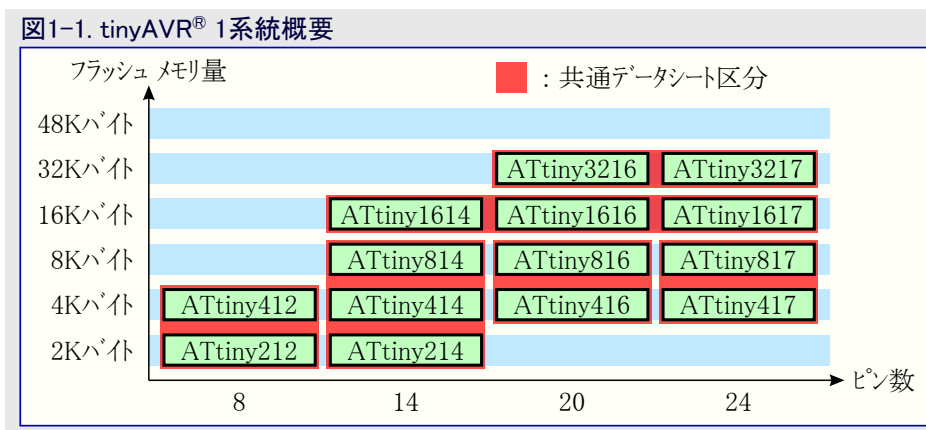
## 1. 関連デバイス

本章はこの応用記述に関連するデバイスを一覧にします。

### 1.1. tinyAVR<sup>®</sup> 1系統

下図はピン数の変種とメモリ量を展開してtinyAVR<sup>®</sup> 1系統を示します。

- これらのデバイスがピン互換で同じまたはより多くの機能を提供するため、垂直方向移植はコード変更なしに上方向に行うことができます。下方向移植はより少ない利用可能ないくつかの周辺機能の実体のためにコード変更が必要かもしれません。
- 左への水平方向移植はピン数、従って利用可能な機能を減らします。

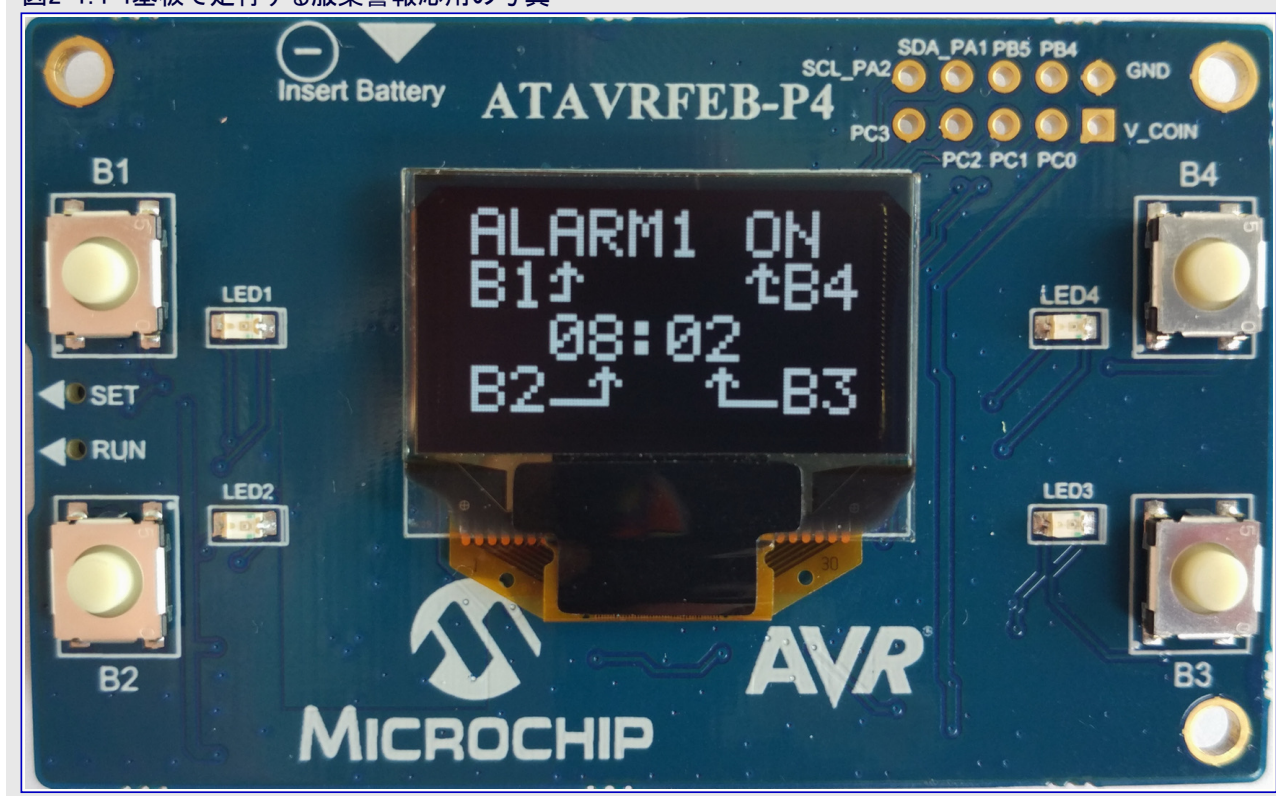


異なるフラッシュメモリ量を持つデバイスは一般的に異なるSRAMとEEPROMの量を持ちます。

## 2. 服薬警報ソフトウェア概要

服薬警報応用は必要とされる時間に薬を飲むことを思い出させるため、毎日最大4つの異なる警報時間を構成設定することを使用者に許します。現在時刻と警報時間を構成設定するため、使用者はSET/RUN摺動スイッチをSET位置に置かなければなりません。下の写真で示されるように、警報を調節するための簡素なインターフェースを実装するために有機光放射ダイオード(OLED:Organic Light-Emitting Diode)表示器と4つの押し釦が使われます。

図2-1. P4基板で走行する服薬警報応用の写真

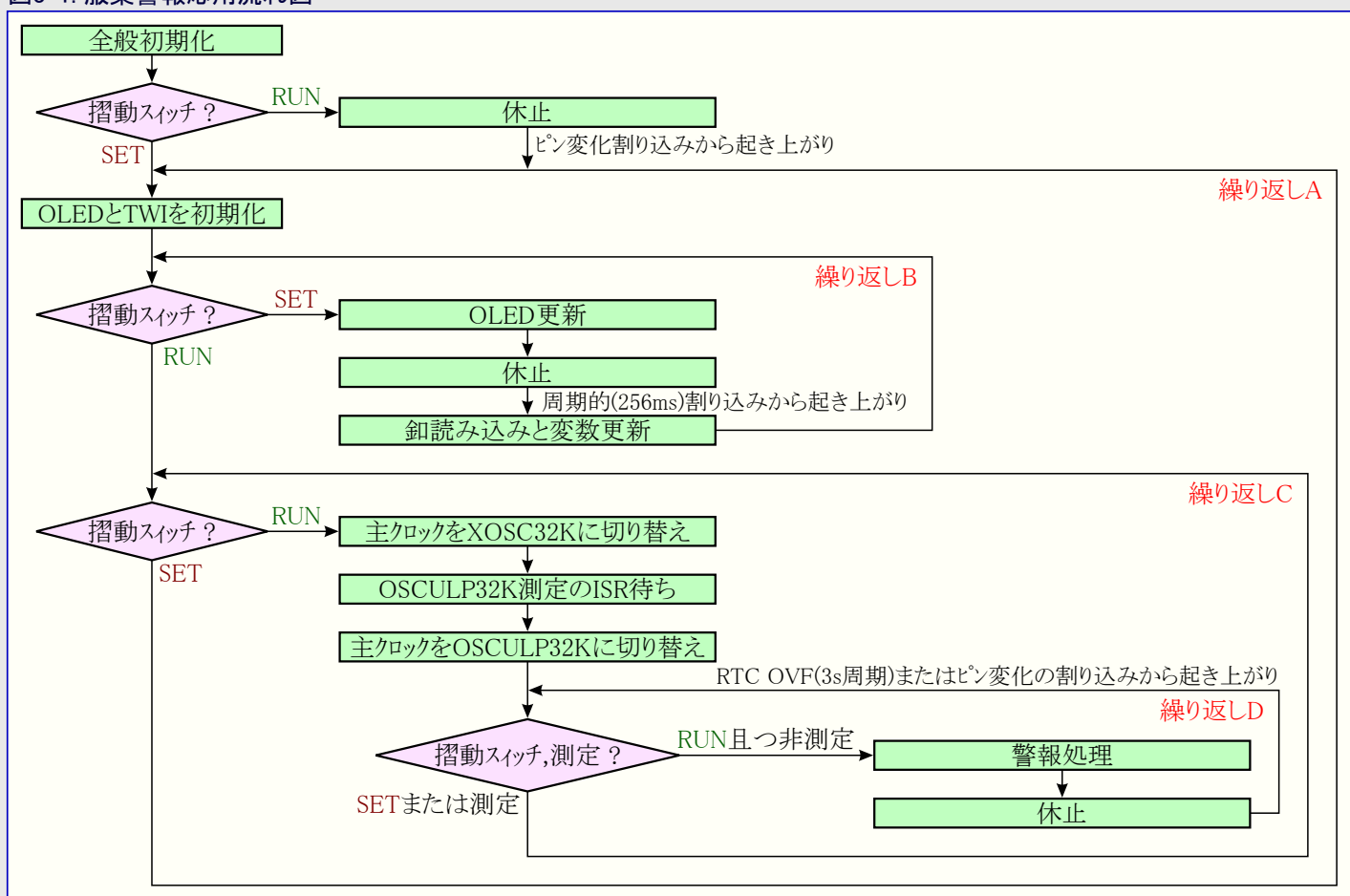


警報構成設定完了後、使用者はSET/RUN摺動スイッチをRUN位置に置き、OLED表示器は電力を浪費しないように停止します。警報が起こると、警報をリセットするために隣接釦が押されるまで、圧電ブザーが脈動音を生成して警報と関連したLEDが点滅します。

### 3. 服薬警報ソフトウェア説明

服薬警報応用のための流れ図が下図で示されます。

図3-1. 服薬警報応用流れ図



P4基板に電池が挿入された後、ソフトウェアは全般的な初期化を実行することによって開始します。応用によって必要とされるポートと周辺機能は構成設定されます。簡単な始動検査のため、赤LEDが50ms間ONに切り替わり、圧電プーサーが短い掃引を生成するために5ms間、4kHzの信号で駆動されます。

次に、それがRUNまたはSETの位置かを判断するためにP4基板の摺動スイッチが調べられます。スイッチがRUN位置なら、デバイスはピン変化割り込みによって起こされるまでスタンバイ(STANDBY)休止動作へ行きます。一旦スイッチがSET位置になると、CPUはOLEDと2線インターフェース(TWI)の初期化で始まる永久繰り返し(流れ図での繰り返しA)に移行します。TWIはOLEDにデータを送るのに使われます。

OLEDとTWIが初期化されてしまった後、ソフトウェアは摺動スイッチの位置を調べることによって始まる繰り返し(流れ図での繰り返しB)へ移行します。摺動スイッチがRUN位置なら、コードはこの繰り返しから脱出してコードの別領域を続けます。一方、摺動スイッチがSET位置の場合、ソフトウェアは繰り返しBに留まります。この繰り返しにはOLED表示器と4つの押し釦を用いて警報/時刻の設定インターフェースを実行する責任があります。

繰り返しBは警報設定、現在時刻などを格納するいくつかの変数に基づいてOLED表示器を更新します。全ての変数は静的乱アクセスメモリ(SRAM)です。その後、デバイスは256msの期間で周期的な割り込みによって起こされるまで休止へ行きます。割り込み後、押し釦が読まれてそれによって警報/時刻の変数が更新され、その後、プログラムの流れは繰り返しBの始めへ戻って続行します。

繰り返しBを抜け出すと、繰り返しCへ移行します。繰り返しCは摺動スイッチの位置の調査によって開始します。摺動スイッチがSET位置なら、コードはこの繰り返しを脱出して繰り返しAの始めに戻って続行します。摺動スイッチがRUN位置の場合、ソフトウェアは繰り返しCに留まります。

繰り返しCには時刻の経緯を保つ責任があります。適切な時間でそれらをONまたはOFFに切り替えることによって警報を処理する責任もあります。これは主クロックを外部32.768kHzクリスタル用発振器(XOSC32K)に切り替えることによって開始します。割り込み処理ルーチンは内部超低電力32kHz発振器(OSCULP32K)の周波数を正確に測定するのにXOSC32Kとタイマ/カウンタ(TCB)周辺機能を使います。これはXOSC32Kの付加的な電力消費なしで時間の経緯を保つのに使うことができるようにOSCULP32Kを校正する方法です。測定完了後、主クロックはOSCULP32Kに切り替え戻され、XOSC32Kは禁止されます。

次に、RUN/SETスイッチが調べられ、測定(measure)変数が調べられます。(measure変数は新しい発振器測定が15分毎に起動されるように割り込み処理ルーチンで更新されます。)摺動スイッチが未だRUN位置で、別の発振器測定の時間でなければ、警報が調べられて処理されます。その後、デバイスはスタンバイ(STANDBY)休止動作に置かれます。

周期的な(3秒の)実時間計数器(RTC:Real-Time Counter)割り込みまたはピン変化割り込みのどちらかによってデバイスが起こされると、流れは摺動スイッチとmeasure変数が調べられる**繰り返しD**の先頭へ戻ります。摺動スイッチがSET位置か、またはmeasure変数が別の発振器測定が必要とされることを示す場合、流れは**繰り返しC**の先頭へ戻ります。さもなければ、流れは**繰り返しD**に留まります。

殆どの時間をRTCをクロック駆動するために動くOSCULP32Kだけでデバイスをスタンバイ(STANDBY)休止動作に保つことによって電力消費はソフトウェアで最小にされます。デバイスはRTC割り込みを処理するために3秒毎に短い間隔の間、休止動作を去らなければならず、またOSCULP32K周波数の新しい測定を実行するために15分毎にも休止動作を去らなければなりません。周波数を測定を実行するためにXOSC32Kは15分毎に数秒間だけ走行し、そうでなければ、これは禁止され、電力を消費しません。ハードウェアに於いて、P4基板は摺動スイッチがRUN位置の時にOLED表示器の電力を切断することによって電力消費を最小にします。

全ての変数がSRAMに格納されるため、電池が取り外される、または使い尽くされた時に警報設定は保持されません。

## 4. 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)を通して応用コードの構成設定を許すウェブに基づくAtmel | STARTを通して利用可能です。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

服薬警報P4 (Pillbox Alarm P4)

- [http://start.atmel.com/#example/Atmel:pillbox\\_alarm\\_p4:1.0.0::Application:Pillbox\\_Alarm\\_P4](http://start.atmel.com/#example/Atmel:pillbox_alarm_p4:1.0.0::Application:Pillbox_Alarm_P4):

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プロジェクト構成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.atzip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使用者の手引きを開き、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使用者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構成設定部内の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。

## 5. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
A	2017年12月	初版資料公開
B	2018年10月	編集上の更新: tinyAVR® 1系統デバイス概要図を更新

## 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<sup>®</sup> MCUとdsPIC<sup>®</sup> 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.

本応用記述はMicrochipのAN2607応用記述(DS00002607B-2018年10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
<b>本社</b> 2355 West Chandler Blvd. Chandler, AZ 85224-6199 Tel: 480-792-7200 Fax: 480-792-7277 技術支援: <a href="http://www.microchip.com/support">http://www.microchip.com/support</a> ウェブアドレス: <a href="http://www.microchip.com">www.microchip.com</a> <b>アトランタ</b> Duluth, GA Tel: 678-957-9614 Fax: 678-957-1455 <b>オースチン TX</b> Tel: 512-257-3370 <b>ホストン</b> Westborough, MA Tel: 774-760-0087 Fax: 774-760-0088 <b>シカゴ</b> Itasca, IL Tel: 630-285-0071 Fax: 630-285-0075 <b>ダラス</b> Addison, TX Tel: 972-818-7423 Fax: 972-818-2924 <b>デトロイト</b> Novi, MI Tel: 248-848-4000 <b>ヒューストン TX</b> Tel: 281-894-5983 <b>インディアナポリス</b> Noblesville, IN Tel: 317-773-8323 Fax: 317-773-5453 Tel: 317-536-2380 <b>ロサンゼルス</b> Mission Viejo, CA Tel: 949-462-9523 Fax: 949-462-9608 Tel: 951-273-7800 <b>ローリー NC</b> Tel: 919-844-7510 <b>ニューヨーク NY</b> Tel: 631-435-6000 <b>サンホセ CA</b> Tel: 408-735-9110 Tel: 408-436-4270 <b>カナダ - トロント</b> Tel: 905-695-1980 Fax: 905-695-2078	<b>オーストラリア - シドニー</b> Tel: 61-2-9868-6733 <b>中国 - 北京</b> Tel: 86-10-8569-7000 <b>中国 - 成都</b> Tel: 86-28-8665-5511 <b>中国 - 重慶</b> Tel: 86-23-8980-9588 <b>中国 - 東莞</b> Tel: 86-769-8702-9880 <b>中国 - 広州</b> Tel: 86-20-8755-8029 <b>中国 - 杭州</b> Tel: 86-571-8792-8115 <b>中国 - 香港特別行政区</b> Tel: 852-2943-5100 <b>中国 - 南京</b> Tel: 86-25-8473-2460 <b>中国 - 青島</b> Tel: 86-532-8502-7355 <b>中国 - 上海</b> Tel: 86-21-3326-8000 <b>中国 - 瀋陽</b> Tel: 86-24-2334-2829 <b>中国 - 深圳</b> Tel: 86-755-8864-2200 <b>中国 - 蘇州</b> Tel: 86-186-6233-1526 <b>中国 - 武漢</b> Tel: 86-27-5980-5300 <b>中国 - 西安</b> Tel: 86-29-8833-7252 <b>中国 - 廈門</b> Tel: 86-592-2388138 <b>中国 - 珠海</b> Tel: 86-756-3210040	<b>インド - ハンガロール</b> Tel: 91-80-3090-4444 <b>インド - ニューデリー</b> Tel: 91-11-4160-8631 <b>インド - フネー</b> Tel: 91-20-4121-0141 <b>日本 - 大阪</b> Tel: 81-6-6152-7160 <b>日本 - 東京</b> Tel: 81-3-6880-3770 <b>韓国 - 大邱</b> Tel: 82-53-744-4301 <b>韓国 - ソウル</b> Tel: 82-2-554-7200 <b>マレーシア - クアラルンプール</b> Tel: 60-3-7651-7906 <b>マレーシア - ペナン</b> Tel: 60-4-227-8870 <b>フィリピン - マニラ</b> Tel: 63-2-634-9065 <b>シンガポール</b> Tel: 65-6334-8870 <b>台湾 - 新竹</b> Tel: 886-3-577-8366 <b>台湾 - 高雄</b> Tel: 886-7-213-7830 <b>台湾 - 台北</b> Tel: 886-2-2508-8600 <b>タイ - バンコク</b> Tel: 66-2-694-1351 <b>ベトナム - ホーチミン</b> Tel: 84-28-5448-2100	<b>オーストラリア - ウェルズ</b> Tel: 43-7242-2244-39 Fax: 43-7242-2244-393 <b>デンマーク - コペンハーゲン</b> Tel: 45-4450-2828 Fax: 45-4485-2829 <b>フィンランド - エスポー</b> Tel: 358-9-4520-820 <b>フランス - パリ</b> Tel: 33-1-69-53-63-20 Fax: 33-1-69-30-90-79 <b>ドイツ - ガルピング</b> Tel: 49-8931-9700 <b>ドイツ - ハーン</b> Tel: 49-2129-3766400 <b>ドイツ - ハイムブロン</b> Tel: 49-7131-67-3636 <b>ドイツ - カールスルーエ</b> Tel: 49-721-625370 <b>ドイツ - ミュンヘン</b> Tel: 49-89-627-144-0 Fax: 49-89-627-144-44 <b>ドイツ - ローゼンハイム</b> Tel: 49-8031-354-560 <b>イスラエル - ラーナナ</b> Tel: 972-9-744-7705 <b>イタリア - ミラノ</b> Tel: 39-0331-742611 Fax: 39-0331-466781 <b>イタリア - ハドバ</b> Tel: 39-049-7625286 <b>オランダ - デルネン</b> Tel: 31-416-690399 Fax: 31-416-690340 <b>ノルウェー - トロンハイム</b> Tel: 47-72884388 <b>ポーランド - ワルシャワ</b> Tel: 48-22-3325737 <b>ルーマニア - ブカレスト</b> Tel: 40-21-407-87-50 <b>スペイン - マドリッド</b> Tel: 34-91-708-08-90 Fax: 34-91-708-08-91 <b>スウェーデン - イェテボリ</b> Tel: 46-31-704-60-40 <b>スウェーデン - ストックホルム</b> Tel: 46-8-5090-4654 <b>イギリス - ウォーキングム</b> Tel: 44-118-921-5800 Fax: 44-118-921-5820