

特徴

- 高性能、低消費Atmel® AVR® XMEGA® 8/16ビット マイクロ コントローラ
- データ メモリと不揮発性プログラム メモリ
 - 実装自己書き換え(ISP)可能な384Kバイト(192K語)フラッシュ メモリ
 - 独立した施錠ビットを持つ8Kバイト(4K語)ブート コード領域
 - 4KバイトのEEPROM
 - 32Kバイトの内部SRAM
- 内蔵周辺機能
 - 2チャンネルのDMA制御器
 - 4チャンネルの事象システム
 - 5つの16ビット タイマ/カウンタ
 - 4つの比較チャンネルまたは捕獲チャンネルを持つ、4つのタイマ/カウンタ
 - 2つの比較チャンネルまたは捕獲チャンネルを持つ、1つのタイマ/カウンタ
 - 1つのタイマ/カウンタでの高分解能拡張
 - 1つのタイマ/カウンタでの新波形拡張
 - 1つのUSB装置インターフェース
 - USB2.0全速(Full-Speed, 12Mbps)と低速(Low-speed, 1.5Mbps)装置適合
 - 完全な構成設定柔軟性を持つ32個のエンドポイント
 - 1つのUSARTに対するIrDA(赤外線通信)支援を持つ、3つのUSART
 - 2重アドレス一致を持つ、2つの2線インターフェース (I²CとSMBus適合)
 - 2つの直列周辺インターフェース(SPI: Serial Peripheral Interface)周辺機能
 - AES暗号エンジン
 - CRC-16(CRC-CCITT)とCRC-32(IEEE 802.3)生成器
 - 独立した発振器を持つ、16ビット実時間計数器
 - 16チャンネル、12ビット、300k採取/秒の1つのA/D変換器
 - 窓比較機能と電流源を持つ、2つのアナログ比較器
 - 全ての汎用I/Oピンでの外部割り込み
 - チップ上の独立した超低電力発振器付きの設定可能なウォッチドッグ タイマ
 - QTouch® ライブラリ支援
 - 容量性接触釦、滑動部、輪
- 特殊マイクロ コントローラ機能
 - 電源ONリセットと設定可能な低電圧検出(BOD)
 - PLLと前置分周器を持つ、内部及び外部のクロック任意選択
 - 設定可能な多段割り込み制御器
 - 5つの休止形態動作
 - プログラミングとデバッグ用インターフェース
 - PDI(Program and Debug Interface)
- I/Oと外圍器
 - 設定可能な50本のI/O線
 - 64リードTQFP、64パッドQFN
- 動作電圧
 - 1.6~3.6V
- 速度性能
 - 0~12MHz/1.6~V
 - 0~32MHz/2.7~V

1. 注文情報

| 注文符号 | フラッシュ | EEPROM | SRAM | 外囲器 (注1,2,3) | 速度(MHz) | 電源電圧 | 温度 |
|-----------------------|-----------|--------|------|--------------|---------|----------|-------------|
| ATxmega384C3-AU | 384KB+8KB | 4KB | 32KB | 64A | 32 | 1.6~3.6V | -40°C~85°C |
| ATxmega384C3-AUR (注4) | | | | | | | |
| ATxmega384C3-MH | 384KB+8KB | 4KB | 32KB | 64Z3 | 32 | 1.6~3.6V | -40°C~105°C |
| ATxmega384C3-MHR (注4) | | | | | | | |
| ATxmega384C3-AN | 384KB+8KB | 4KB | 32KB | 64A | 32 | 1.6~3.6V | -40°C~105°C |
| ATxmega384C3-ANR (注4) | | | | | | | |
| ATxmega384C3-M7 | 384KB+8KB | 4KB | 32KB | 64Z3 | 32 | 1.6~3.6V | -40°C~105°C |
| ATxmega384C3-M7R (注4) | | | | | | | |

注1: このデバイスにはウェハー(チップ単体)形状でも供給できます。詳細な注文情報については最寄りのAtmel営業所へお問い合わせください。

注2: 有害物質使用制限に関する欧州指令(RoHS指令)適合の鉛フリー製品。またハロゲン化合物フリーで完全に安全です。

注3: 外囲器情報については51ページの「外囲器情報」をご覧ください。

注4: テープとリール。

外囲器形式

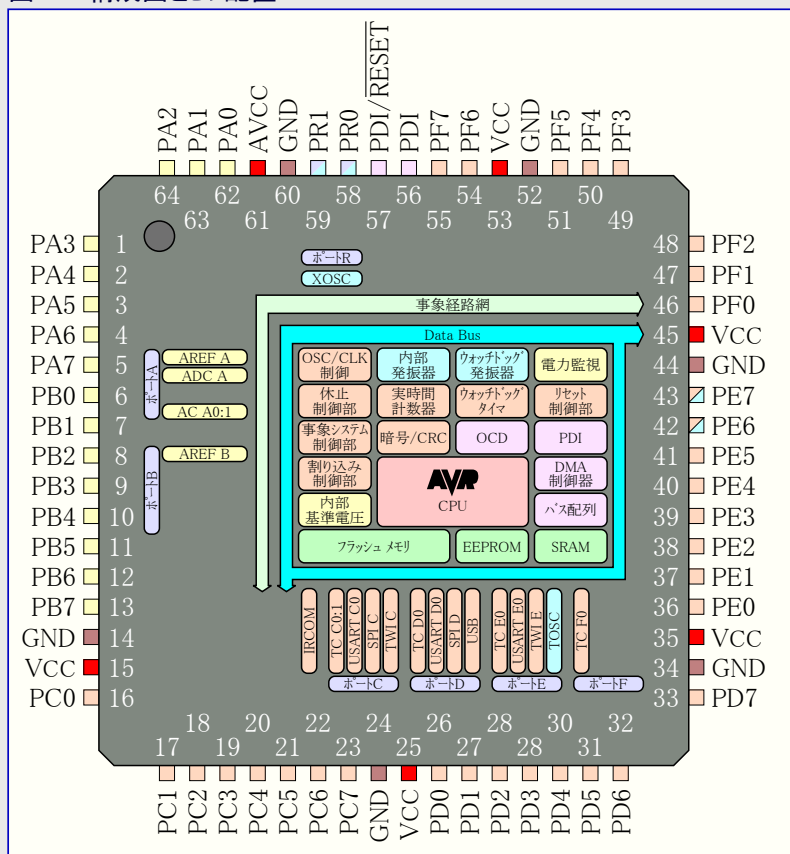
| | |
|-------------|---|
| 64A | 64リード、14×14×1.0mm厚 0.8mmピッチ 薄型プラスチック4方向平板外囲器 (TQFP) |
| 64Z3 | 64パッド、9×9×1.0mm 0.5mmピッチ 7.65×7.65mm露出パッド 4方向平板リードなし外囲器 (鋸歯状VQFN) |

代表的な応用

- ・ 工業制御
- ・ 工場自動化
- ・ 建築制御
- ・ 基板制御
- ・ 白物家電
- ・ 環境制御
- ・ RFとZigBee®
- ・ USB接続性
- ・ 感知器制御
- ・ 光学
- ・ 低電力電池応用
- ・ 電力ツール
- ・ 室内環境制御(HVAC)
- ・ 実用計器
- ・ 医療応用

2. ピン配置/構成図

図2-1. 構成図とピン配置



- 電源
- 接地
- デジタル機能
- アナログ機能
- プログラミング、デバッグ、検査
- 発振器/クリスタルピン
- 汎用入出力

注: 1. ピン配置とピン機能の完全な詳細については44頁の「ピン配置とピン機能」を参照してください。

2. QFN/MLF外圍器底部の大きな中央パッドは良好な機械的安定性を保証するために基板のGNDに半田付けされるべきです。

3. 概要

Atmel AVR XMEGAはAVR強化型RISC構造に基いた、低電力、高性能、豊富な周辺機能の8/16ビット マイクロ コントローラ系列です。単一クロック周期で実行する命令によって、AVR XMEGAデバイスではシステム設計者に対して電力消費対処理速度の最適化を可能とするMHz当たり100万命令に達するCPU単位時間処理能力を達成します。

AVR CPUは32個の汎用作業レジスタを豊富な命令一式に結合します。32個全てのレジスタが算術論理演算器(ALU)へ直接接続され、単一命令でのアクセスを2つの独立したレジスタに許し、単一クロック周期で実行されます。この構造はより大きなコード効率と同時に伝統的な単一累積器やCISCに基づくマイクロ コントローラよりも何倍も速い単位時間処理能力達成に帰着します。

XMEGA C3デバイスは次の機能、実装書き込み可能な書き中の読み(Read-While-Write)能力を持つフラッシュ メモリ、内部のEEPROMとSRAM、2チャンネルのDMA制御器、4チャンネルの事象システム、設定可能な多段割り込み制御器、50本の汎用入出力線、16ビットの実時間計数器(RTC)、比較動作とPWM付きの5つの16ビットタイマ/カウンタ、1つのUSB2.0全速(Full-speed)装置インターフェース、3つのUSART、2つの2線直列インターフェース(TWI)、2つの直列周辺インターフェース(SPI)、AES暗号エンジン、設定可能な利得を持つ1つの16チャンネル 12ビットA/D変換器、窓動作を持つ2つのアナログ比較器(AC)、独立した内部発振器を持つ設定可能なウォッチドッグ タイマ、PLLと前置分周器付きの正確な内部発振器、設定可能な低電圧検出(Brown-Out Detection)を提供します。

プログラミングとデバッグ用の高速2ピン インターフェースのプログラミングとデバッグ インターフェース(PDI)が利用可能です。

XMEGA 384C3デバイスはソフトウェアで選択可能な5つの節電動作を持ちます。アイドル動作はCPUを停止する一方で、SRAM、DMA制御器、事象システム、割り込み制御器と全ての周辺機能に機能の継続を許します。パワーダウン動作はSRAMとレジスタの内容を保存しますが、発振器を停止し、次のTWI、USB再開(resume)またはピン変化の割り込み、またはリセットまで他の全ての機能を禁止します。パワーセーブ動作では非同期実時間計数器が走行を続けて時間の維持を応用に許す一方、デバイスの残りは休止します。スタンバイ動作ではクリスタル発振子/セラミック振動子用発振器が走行を保つ一方、デバイスの残りは休止します。これは低電力消費と組み合わせた外部クリスタルからの非常に速い始動を可能にします。拡張スタンバイ動作では主発振器と非同期計時器の両方が走行を続けます。更なる消費電力低減のため、各個別周辺機能への周辺機能クロックは活動動作とアイドル動作に於いて任意で停止することができます。

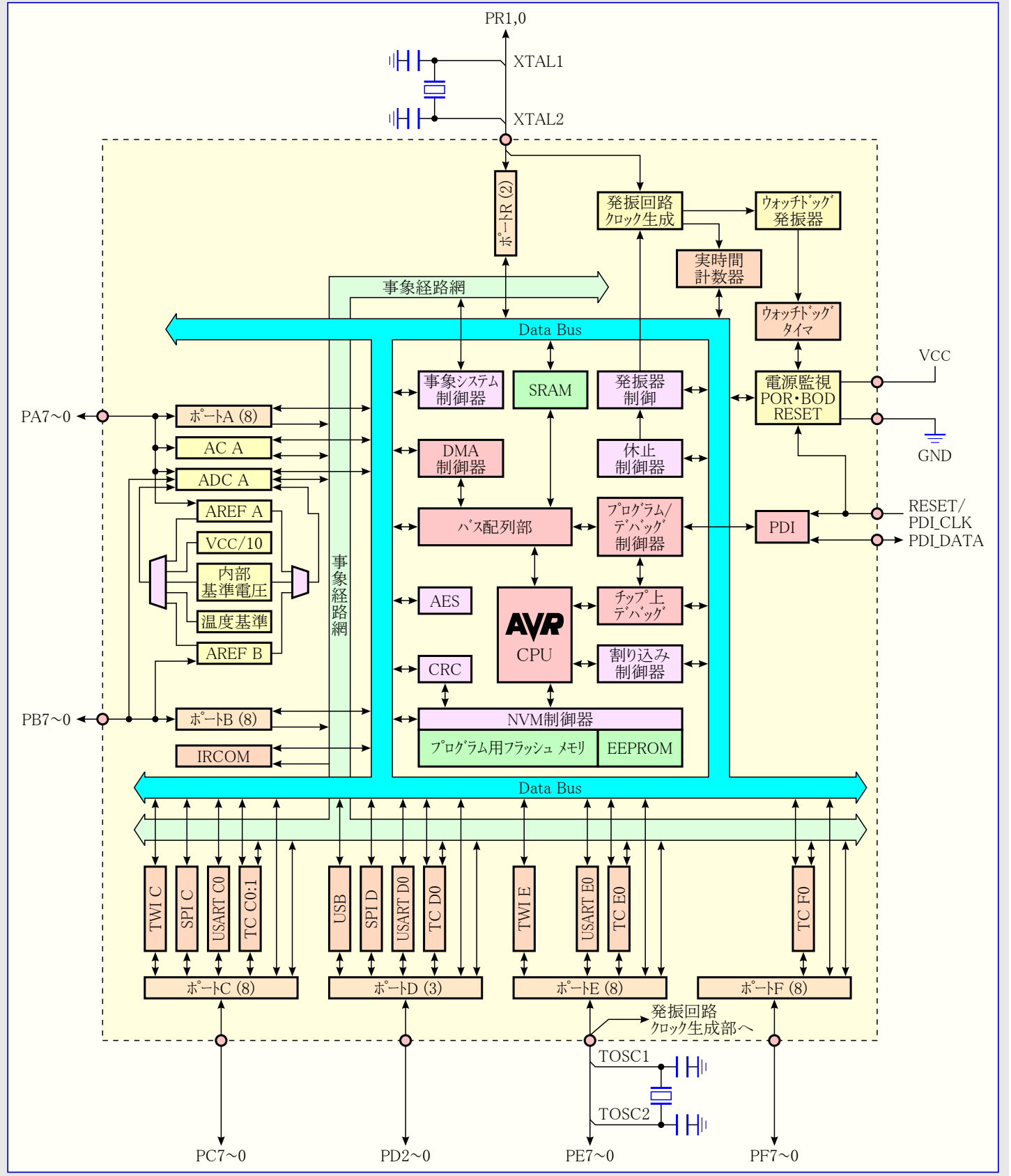
AtmelはAVRマイクロ コントローラへ容量性接触釦、滑動部、輪を組み込むためのQTouchライブラリを提供します。

デバイスはAtmelの高密度不揮発性メモリ技術を使って製造されています。プログラム用フラッシュ メモリはPDIを通して実装書き換えをすることができます。デバイス内で走行するブートローダはフラッシュ メモリに 응용プログラムを取得格納するのにどんなインターフェースをも用いることができます。ブートフラッシュ領域内のブートローダ ソフトウェアは 응용フラッシュ領域が更新されている間も走行を続ける、真の「書き中の読み(Read-While-Write)」動作を提供します。実装自己書き換え可能なフラッシュと8/16ビットRISC CPUの結合により、AVR XMEGAは多くの組み込み応用に対して高い柔軟性と費用効率の解決策を提供する強力なマイクロ コントローラ系列です。

全てのAtmel AVR XMEGAデバイスはCコンパイラ、マクロアセンブラ、プログラム デバッグ/シミュレータ、書き込み器、評価キットを含む、プログラムとシステム開発ツールの完全な揃いで支援されます。

3.1. 構成図

図3-1. XMEGA C3構成図



4. 資料

開発ツール、応用記述、データシートの包括的な1式は<http://www.atmel.com/avr>でのダウンロードに関して利用可能です。

4.1. 推奨読物

- Atmel AVR XMEGA C 手引書
- XMEGA 応用記述

このデバイス データシートは各単位部と周辺機能の短い記述と共にデバイス固有情報だけを含みます。XMEGA C 手引書は単位部と周辺機能を広く深く記述します。XMEGA 応用記述はコード例を含み、単位部と周辺機能を適用する使い方を示します。

全ての資料は www.atmel.com/avr から利用可能です。

5. 容量性接触感知

AtmelのQTouchライブラリはAtmelの殆どのAVRマイクロ コントローラ上の接触感知インターフェース実現の解決策を使うための単一物を提供します。特許権を持つ充電転移信号採取は強力な感知を提供し、接触キーの完全な反発運動報告を含み、そしてキー事象の明白な検出のための隣接キー抑制™(AKS™)技術を含みます。QTouchライブラリはQTouchとQMatrix採取法に関する支援を含みます。

接触感知はAVRマイクロ コントローラ用の適切なAtmel QTouchライブラリをリンクすることによってどの応用にも追加することができます。これは接触チャンネルと感知器を定義するために簡単なAPIの組を用いて行われ、そしてチャンネル情報を取得して接触感知器の状態を決めるために接触感知APIを呼び出します。

QTouchライブラリは無料で以下の場所のAtmelのウェブサイトからダウンロードすることができます。 www.atmel.com/qtouchlibrary 実装の詳細とその他の情報についてはAtmelのウェブサイトからも入手可能な「QTouchライブラリ使用者の手引き」を参照してください。

6. AVR CPU

6.1. 要点

- 8/16ビット高性能Atmel AVR RISC CPU
 - 142命令
 - ハードウェア乗算器
- ALUに直結された32個の8ビットレジスタ
- SRAM内のスタック
- I/Oメモリ空間内でアクセス可能なスタックポインタ
- 16Mバイトまでのプログラムと16Mバイトのデータのメモリを直接アドレス指定
- 16/24ビットレジスタへの真の16/24ビット入出力
- 8、16、32演算に対する効率的な支援
- システム重要特性の構成設定変更保護

6.2. 概要

Atmel AVR XMEGAデバイスは8/16ビットAVR CPUを使います。CPUの主な機能は、コードを実行して全ての計算を実行することです。CPUはメモリ入出力、計算実行、周辺制御、そしてフラッシュメモリ内のプログラムを実行することができます。割り込みの扱いは独立した章で記述され、22頁の「割り込みと設定可能な多段割り込み制御器」を参照してください。

6.3. 構造概要

最大性能と並列化のためにAVR CPUはプログラムとデータに対して独立したメモリとバスを持つハーバード構造を使います。プログラムメモリ内の命令は単一段のパイプラインで実行されます。1つの命令が実行されつつあると同時に、次の命令がプログラムメモリから予め取得されます。これは毎クロック周期で実行される命令を可能にします。全AVR命令の詳細については<http://atmel.com/avr>を参照してください。

算術論理演算部(ALU:Arithmetic Logic Unit)はレジスタ間または定数とレジスタ間の算術と論理の操作を支援します。単一レジスタ操作をALUで実行することもできます。算術操作後、操作の結果についての情報を反映するためにステータスレジスタが更新されます。

ALUは高速入出力レジスタファイルに直接的に接続されます。32×8ビット汎用作業レジスタの全てがレジスタ間またはレジスタと即値間での単一周期算術論理部(ALU)操作を許す単一周期アクセス時間を持ちます。32個中の6つのレジスタは効率的なアドレス計算を許す、プログラムとデータの空間をアドレス指定するための3つの16ビットアドレスポインタとして使うことができます。

メモリ空間は直線状です。データメモリ空間とプログラムメモリ空間は2つの異なるメモリ空間です。

データメモリ空間はI/Oレジスタ、SRAM、外部RAMに分けられます。加えて、データメモリ内にEEPROMをメモリ割り当てすることができます。

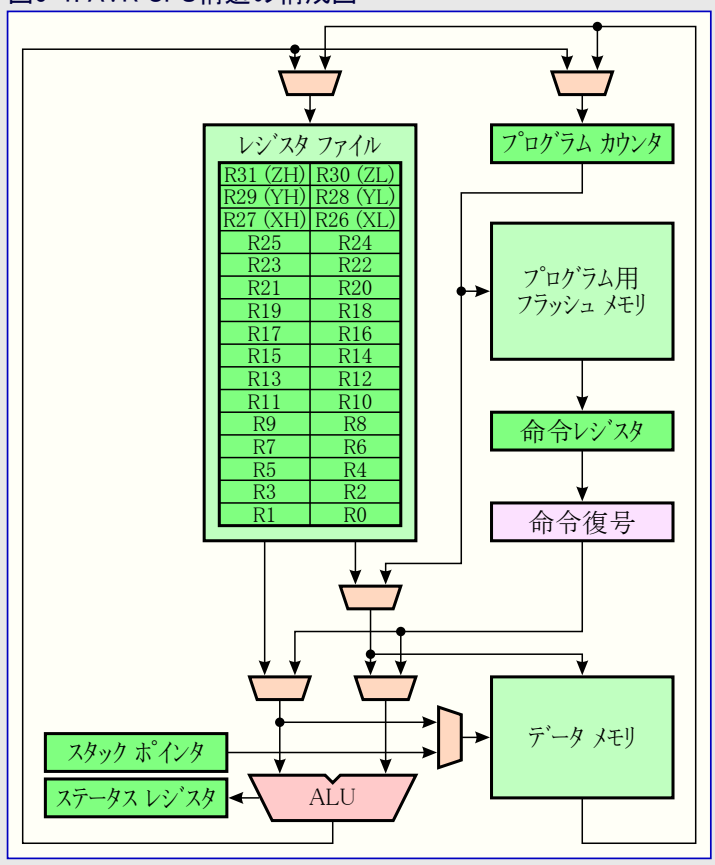
全てのI/Oの状態と制御のレジスタはデータメモリの最下位4Kバイトのアドレスに属します。これはI/Oメモリ空間として参照されます。最下位60アドレスは直接、または\$00~\$3Fのデータ空間位置としてアクセスすることができます。残りは\$0040~\$0FFFに連なる拡張I/Oメモリ空間です。このI/Oレジスタは取得(LD/LDS/LDD)と格納(ST/STS/STD)の命令を用いてデータ空間位置としてアクセスされなければなりません。

SRAMはデータを保持します。SRAMからのコード実行は支援されません。SRAMはAVR構造で支援される5つの異なるアドレス指定形態を通して容易にアクセスすることができます。

\$1000~\$1FFFのデータアドレスはメモリ割り当てEEPROM用に予約されています。

プログラムメモリは応用プログラム領域とブートプログラム領域の2つの領域に分けられます。両領域は書き込みと読み書きの保護のための専用の施錠ビットを持ちます。応用フラッシュメモリの自己プログラミングに使われるSPM命令はブートプログラム領域に属さなければなりません。応用領域は書き込みと読み書きの保護のための独立した施錠ビットを持つ応用表領域を含みます。応用表領域はプログラムメモリ内の不揮発性データの格納を減らすのに使うことができます。

図6-1. AVR CPU構造の構成図



6.4. 算術論理演算器 (ALU)

算術論理演算器(ALU)はレジスタ間またはレジスタと定数間の演算と論理操作を支援します。単一レジスタ操作の実行もできます。ALUは32個の汎用レジスタ全てとの直接接続で動作します。単一クロック周期内で、汎用レジスタ間、またはレジスタと即値間の算術操作が実行されて結果がレジスタ ファイルに書き戻されます。算術または論理の操作後、操作結果についての情報を反映するためにステータスレジスタが更新されます。

ALU操作は、演算、論理、ビット操作の、3つの主な分野に分けられます。8ビットと16ビットの両方の算術演算が支援され、**命令一式**は効率的な32ビット演算の実装を可能にします。ハードウェア乗算器は符号付きと符号なしの両方と固定小数点形式を支援します。

6.4.1. ハードウェア乗算器

乗算器は2つの8ビット数値を16ビットの結果に乗算する能力です。ハードウェア乗算器は符号付と符号なしの整数と固定小数点数の種々の変種を支援します。

- 符号なし整数の乗算
- 符号付き整数の乗算
- 符号付き整数と符号なし整数の乗算
- 符号なし固定小数点数の乗算
- 符号付き固定小数点数の乗算
- 符号付き固定小数点数と符号なし固定小数点数の乗算

乗算は2 CPUクロック周期かかります。

6.5. プログラムの流れ

リセット後、CPUはプログラム用フラッシュ メモリ内の最下位アドレス '\$000000' から命令の実行を始めます。プログラム カウンタ(PC)は取得されるべき次の命令を指示します。

プログラムの流れはアドレス空間全体を直接位置指定できる条件付きと条件なしの分岐(Jump)と呼び出し(Call)命令によって提供されます。殆どのAVR命令は16ビット語形式を用い、一方限られた若干が32ビット形式を使います。

割り込みとサブルーチン呼び出しの間、復帰アドレスのPC (値)がスタックに格納されます。スタックは一般的なデータ用SRAM内に割り当てられ、結果としてスタック容量は総SRAM容量とSRAMの使い方だけによって制限されます。リセット後のスタック ポインタ(SP)は内部SRAM内の最上位アドレスを指し示します。SPIはI/Oメモリ空間で読み書きアクセスが可能で、スタックまたはスタック領域の容易な複数実装を可能にします。データ用SRAMはAVR CPUで支援される5つの異なる位置指定種別を通して容易にアクセスすることができます。

6.6. ステータス レジスタ

ステータスレジスタ(SREG)は最も直前に実行した演算または論理命令の結果についての情報を含みます。この情報は条件付き操作を実行するためにプログラムの流れを変えるのに使えます。ステータスレジスタは「**命令一式手引書**」で詳述されるように、全てのALU操作後に更新されることに注目してください。これは多くの場合でそれ用の比較命令使用の必要をなくし、高速でより簡潔なコードに帰着します。

ステータスレジスタは割り込み処理ルーチン移行時の保存と割り込みからの復帰時の回復が自動的に行われません。これはソフトウェアによって扱われなければなりません。

ステータスレジスタはI/Oメモリ空間でアクセスできます。

6.7. スタックとスタック ポインタ

スタックは割り込みとサブルーチン呼び出し後の復帰アドレスの格納に使われます。一時データの格納にも使えます。スタック ポインタ(SP)レジスタは常にスタックの先頭(注:次に使われるべき位置)を指し示します。これはI/Oメモリ空間でアクセス可能な2つの8ビットレジスタとして実装されます。データは**PUSH**命令と**POP**命令を使ってスタックへ格納とスタックから取得されます。スタックは上位メモリ位置から下位メモリ位置へ増えます。これはスタックへのデータ格納がSPを減らし、スタックからのデータ取得がSPを増すことを意味します。SPはリセット後に自動的に設定され、その初期値は内部SRAMの最上位アドレスです。SPが変更されるなら、それは\$2000番地以上を指し示すように設定されなければならない。そして何れかのサブルーチン呼び出しが実行される前、または割り込みが許可される前に定義されなければなりません。

割り込みまたはサブルーチン呼び出しの間、自動的に復帰アドレスがスタックへ格納されます。復帰アドレスはデバイスのプログラム メモリ量に依存して2または3バイトで有り得ます。128Kバイト以下のプログラム メモリを持つデバイスについては復帰アドレスが2バイトで、故にスタック ポインタは+2/-2されます。128Kバイトを越えるプログラム メモリを持つデバイスについては復帰アドレスが3バイトで、故にSPは+3/-3されます。復帰アドレスは**RETI**命令を使って割り込みから、または**RET**命令を使ってサブルーチン呼び出しから戻る時にスタックから取得されます。

データが**PUSH**命令でスタックに格納される時にSPは-1され、**POP**命令を使ってスタックからデータを取得する時に+1されます。

ソフトウェアからのスタック ポインタ更新時の改変を防ぐため、SPL書き込みは4命令までに対して、または次のI/Oメモリ書き込みまで割り込みを自動的に禁止します。

リセット後、スタック ポインタはSRAMの最高アドレスに初期化されます。12ページの図7-2をご覧ください。

6.8. レジスタ ファイル

レジスタ ファイルは単一クロック周期アクセス時間を持つ32個の8ビット汎用作業レジスタから成ります。レジスタ ファイルは以下の入出力機構を支援します。

- 1つの8ビット出力オペラントと1つの8ビットの結果入力
- 2つの8ビット出力オペラントと1つの8ビットの結果入力
- 2つの8ビット出力オペラントと1つの16ビットの結果入力
- 1つの16ビット出力オペラントと1つの16ビットの結果入力

32個のレジスタの6つはデータ空間のアドレス指定用の3つの16ビット アドレスレジスタ ポインタとして用いることができ、効率的なアドレス計算を許します。3つのアドレス ポインタの1つはプログラム用フラッシュ メモリ内の参照表用のアドレス ポインタとしても用いることができます。

7. メモリ

7.1. 要点

- フラッシュ プログラム メモリ
 - 1つの直線的なアドレス空間
 - 実装書き換え可能(In-System Reprogrammable)
 - 自己プログラミングとブートローダ支援
 - 応用コード用応用領域
 - 応用コードまたはデータ記憶用応用表領域
 - 応用コードまたはブートローダ コード用ブートローダ領域
 - 全領域に対する独立した読み/書き保護施錠ビット
 - 選択可能なフラッシュ プログラム メモリ領域の組み込み高速CRC検査
- データ メモリ
 - 1つの直線的なアドレス空間
 - CPUからの単一周期アクセス
 - SRAM
 - EEPROM
 - ・ バイトまたはページでのアクセスが可能
 - ・ 直接取得/格納に対する任意のメモリ配置割り当て
 - I/Oメモリ
 - ・ 全ての単位部と周辺機能に対する構成設定と状態のレジスタ
 - ・ 全体変数またはフラグ用にビット アクセス可能な4個の汎用I/Oレジスタ
 - バス調停
 - ・ CPU、DMA制御器、他のバス所有者間の決定論的な優先順処理
 - SRAM、EPROM、I/Oメモリのアクセスに対する独立バス
 - ・ CPUとDMA制御器の同時バス アクセス
- 工場書き込みデータ用製品識票列メモリ
 - 各マイクロ コントローラに対するID
 - 各デバイスに対する通番
 - 工場校正された周辺機能用の校正バイト
- 使用者識票列
 - 1つのフラッシュ ページ容量
 - ソフトウェアから読み書き可能
 - チップ消去後も内容保持

7.2. 概要

Atmel AVR構造はプログラム メモリとデータ メモリの主な2つのメモリ空間を持ちます。実行可能コードはプログラム用メモリにだけ属し、一方データはプログラム用メモリとデータ用メモリに格納することができます。データ用メモリはSRAMと不揮発性データ記憶用のEEPROMを含みます。全てのメモリ空間は直線状でメモリバンク切り換えを必要としません。不揮発性メモリ(NVM:Non-Volatile Memory)空間は更なる書き込みと読み書きの操作に対して施錠することができます。これは応用ソフトウェアの無制限なアクセスを防ぎます。

独立したメモリ領域がヒューズ バイトを含みます。これらは重要なシステム機能の構成設定に使われ、外部書き込み器によってのみ書くことができます。

利用可能なメモリ容量形態は2ページの「[注文情報](#)」で示されます。加えて、各デバイスは校正データ、デバイス識別、通番などに関する[フラッシュメモリ識票列](#)を持っています。

7.3. フラッシュ プログラム メモリ

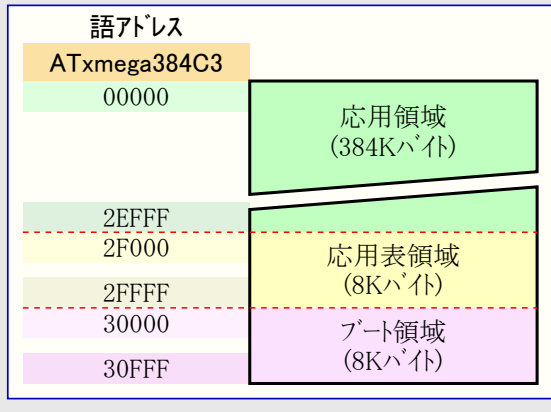
Atmel AVR XMEGAデバイスはチップ上にプログラム記憶用の実装書き換え可能なフラッシュ メモリを含みます。フラッシュ メモリはPDIを通す外部書き込み器またはデバイスで走行する応用ソフトウェアから読み書きアクセスができます。

全てのAVR CPU命令は16または32ビット幅、フラッシュの各アドレス位置は16ビットです。フラッシュ メモリは応用領域とブートローダ領域の2つの主な領域で構成されます。各領域の容量は固定ですが、デバイス依存です。これら2つの領域は独立した施錠ビットを持ち、異なる保護段階を持てます。応用ソフトウェアからフラッシュを書くのに使われるSPM(Store Program Memory)命令はブートローダ領域から実行される時にだけ動作します。

応用領域は独立した施錠設定を持つ応用表領域を含みます。これはプログラム メモリ内の不揮発性データの安全な記憶を許します。

応用表領域とブート領域は一般的な応用ソフトウェアにも使うことができます。

図7-1. フラッシュプログラムメモリ (16進アドレス)



7.3.1. 応用領域 (Application Section)

応用領域は実行可能なアプリケーションコードを格納するのに使われるフラッシュの領域です。応用領域に対する保護段階はこの領域用のブート施錠ビット(ブート施錠ビットA)によって選べます。SPM命令は応用領域から実行することができないので、応用領域はどんなブートローダコードも格納できません。

7.3.2. 応用表領域 (Application Table Section)

応用表領域はデータの格納に使えるフラッシュの応用領域の一部です。容量はブートローダ領域と同じです。応用表に対する保護段階はこの領域用のブート施錠ビット(ブート施錠ビットT)によって選べます。応用領域と応用表領域で異なる保護段階にできることはプログラムメモリの安全なパラメータ記憶を可能にします。この領域がデータ用に使われないなら、ここにアプリケーションコードが存在できます。

7.3.3. ブートローダ領域 (Boot Loader Section)

応用領域がアプリケーションコードの格納に使われる一方、SPM命令がこの領域から実行する時にだけプログラミングを始められるので、ブートローダソフトウェアはブートローダ領域に配置されなければなりません。SPM命令はブートローダ領域それ自身を含むフラッシュ全体をアクセスできます。ブートローダ領域に対する保護段階はブートローダ施錠ビット(ブート施錠ビットB)によって選べます。この領域がブートローダソフトウェア用に使われないなら、ここにアプリケーションコードを格納することができます。

7.3.4. 製品識票列 (Production Signature Row)

製品識票列は工場書き込みデータ用の独立したメモリ領域です。これは発振器やアナログ部のような機能用の構成データを含みます。いくつかの校正值はリセット中に対応する単位部または周辺機能部へ自動的に格納されます。その他の値はソフトウェアで識票列から取得されて対応する周辺機能レジスタに書かれなければなりません。校正条件の詳細については52頁の「電気的特性」を参照してください。

製品識票列は各マイクロコントローラ型式を識別するIDと製造された各デバイスに対する通番も含みます。通番はそのデバイスに対する製品ロット番号、ウェハ番号、ウェハ座標から成ります。利用可能なデバイスに対するデバイスIDは表7-1.で示されます。

製品識票列は消去や書き込みができませんが、応用ソフトウェアと外部書き込み器から読むことができます。

表7-1. デバイスIDバイト

| デバイス | 内容 | | |
|--------------|-------|-------|-------|
| | 第1バイト | 第2バイト | 第3バイト |
| ATxmega384C3 | 1E | 98 | 45 |

7.3.5. 使用者識票列 (User Signature Row)

使用者識票列はアプリケーションソフトウェアと外部の書き込み器から完全にアクセス(読み書き)可能な独立したメモリ領域です。これは1つのフラッシュページ容量で、校正データ、独自の通番や識別番号、乱数の種(素)などのような静的な使用者パラメータ記憶を予定されています。この領域はフラッシュメモリを消去するチップ消去指令によって消去されず、専用の消去指令を必要とします。これは多数回の消去/書き込み操作とチップ上デバッグ作業中のパラメータ記憶を保証します。

7.4. ヒューズと施錠(Lock)ビット

ヒューズは重要なシステム機能を構成設定するのに使われ、外部プログラミングインターフェースから書くことができます。アプリケーションソフトウェアはヒューズを読むことができます。ヒューズは低電圧検出器(BOD:Brown-out Detector)やウォッチドッグのようなリセット元構成設定や始動構成設定に使われます。

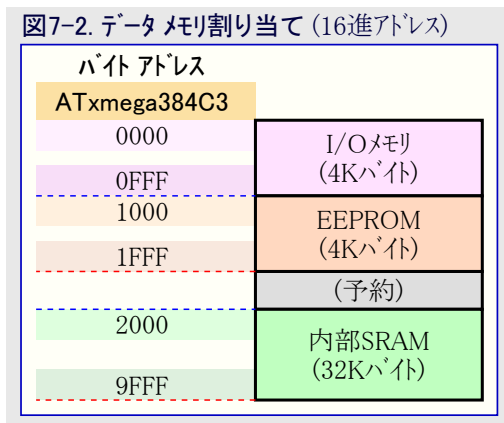
施錠ビットは各種フラッシュ領域の保護段階設定に使われます(換言すると、読み(と/または)書きのアクセスが防止されるべき場合に)。施錠ビットは外部書き込み器とアプリケーションソフトウェアから書けますが、より厳しい保護へだけです。チップ消去が施錠ビットを消去する唯一の方法です。例えばチップ消去中でもフラッシュ内容が保護されることを保証するため、施錠ビットはフラッシュメモリの残りの部分が(完全に)消去された後に消去されます。

非プログラムにされたヒューズと施錠のビットは値1を持ち、一方プログラムにされたヒューズと施錠のビットは値0を持ちます。

ヒューズと施錠ビットの両方はプログラム用フラッシュメモリのように書き換え可能です。

7.5. データメモリ

データメモリはI/Oメモリ、内部SRAM、任意選択のメモリ配置割り当てEEPROMを含みます。データメモリは1つの続いたメモリ領域として構成されます。図7-2をご覧ください。開発を簡単化するため、全てのAtmel AVR XMEGAデバイスでI/Oメモリ、EEPROMとSRAMは常に同じ開始アドレスを持ちます。



7.6. EEPROM

全てのデバイスは不揮発性データ記憶用にEEPROMを持っています。それは独立したデータ空間(既定)でのアドレス指定、または通常のデータ空間にメモリ配置割り当てしてアクセスする、のどちらかにできます。EEPROMはバイトとページの両アクセスを支援します。メモリ配置割り当てEEPROMは高い効率のEEPROM読み込みとEEPROM緩衝部格納を許します。これを行うと、EEPROMは取得と格納の命令を使ってアクセスできます。メモリ配置割り当てEEPROMは常に16進アドレス\$1000で始まります。

7.7. I/Oメモリ

CPUを含む単位部と周辺機能に関する状態と構成設定のレジスタはI/Oメモリ位置を通してアドレス指定できます。全てのI/O位置は取得(LD/LDD/LDS)と格納(ST/STD/STS)命令によってアクセスでき、そしてそれはレジスタファイル内の32個のレジスタとI/Oメモリ間でデータを転送するのに使われます。IN命令とOUT命令は\$0000～\$003F範囲のI/Oメモリ位置を直接アドレス指定できます。アドレス範囲\$0000～\$001Fでは個別ビットの操作と検査の命令が利用できます。

全ての周辺機能と単位部に対するI/Oメモリアドレスは47頁の「[周辺機能単位部アドレス割り当て](#)」で示されます。

7.7.1. 汎用I/Oレジスタ

最下位16個のI/Oメモリアドレスは汎用I/Oレジスタ用に予約されています。これらのレジスタは、それらがSBI,CBI,SBIS,SBIC命令を使って直接ビットアクセスが可能のため、全体変数とフラグの格納に使うことができます。

7.8. データメモリとバス調停

データメモリが4つの独立したメモリの組として構成されるため、異なるバス主権部(CPU、DMA制御器読み、DMA制御器書き、など)が同時に異なるメモリをアクセスし得ます。

7.9. メモリタイミング

I/Oメモリへの読み書きアクセスは1 CPUクロック周期かかります。SRAMへの書き込みは1周期かかり、SRAMからの読み込みは2周期かかります。(DMA)集中読み込みについては新しいデータが毎周期で利用可能です。EEPROMページ設定(書き込み)は1周期かかり、読み込みに対して3周期が必要です。集中読み込みについては新しいデータが毎2周期で利用可能です。命令と命令タイミングのより多くの詳細については命令要約を参照してください。

7.10. デバイスIDと改訂

各々のデバイスは3バイトのデバイスIDを持ちます。このIDはデバイスの製造業者としてのAtmelとデバイス型式を明らかにします。独立した改訂版ID(REVID)レジスタはデバイスの改訂版番号を含みます。

7.11. I/Oメモリ保護

デバイス内のいくつかの機能はいくつかの応用での安全性に大いに関係します。このため、クロック系、[事象システム](#)、[新波形拡張](#)に関連するI/Oレジスタの施錠が可能です。施錠が許可されている限り、全ての関連I/Oレジスタが施錠され、それらは応用ソフトウェアから書くことができません。それら自身の施錠レジスタは構成設定変更保護機構によって保護されます。

7.12. フラッシュメモリとEEPROMのページ容量

プログラム用フラッシュメモリとデータ用EEPROMはページで構成されています。ページはフラッシュメモリに対して語アクセス可能で、EEPROMに対してバイトアクセス可能です。

表7-2はプログラム用フラッシュメモリ構成とプログラムカウンタ(PC)の大きさを示します。フラッシュの消去と書きこみの操作は1ページ毎に実行され、一方フラッシュ読み込みは1バイト毎に行われます。フラッシュアクセスに関してはアドレス指定にZポインタ(Zn~0)が使われます。アドレスの上位側(FPAGE)がページ番号を与え、下位側アドレスビット(FWORD)がページ内の語(位置)を与えます。

表7-2. フラッシュメモリ内のページ数と語数

| デバイス | フラッシュ容量 (バイト) | ページ容量 (語) | FPAGE | FWORD | 応用領域 | | ブート領域 | | PC大きさ (ビット) |
|--------------|------------------|--------------|-------|-------|-------|------|-------|------|----------------|
| | | | | | 容量 | ページ数 | 容量 | ページ数 | |
| ATxmega384C3 | 384K+8K | 256 | Z19~9 | Z8~1 | 384KB | 768 | 8KB | 16 | 18 |

表7-3はEEPROM構成を示します。EEPROMの消去と書きこみの操作は1ページまたは1バイト毎に実行され、一方EEPROM読み込みは1バイト毎に行われます。EEPROMアクセスに関してはアドレス指定にNVMアドレスレジスタ(ADDRn~0)が使われます。アドレスの上位側(E2PAGE)がページ番号を与え、下位側アドレスビット(E2BYTE)がページ内のバイト(位置)を与えます。

表7-3. EEPROM内のページ数とバイト数

| デバイス | EEPROM容量 (バイト) | ページ容量 (バイト) | E2PAGE | E2BYTE | ページ数 |
|--------------|-------------------|----------------|----------|---------|------|
| ATxmega384C3 | 4K | 32 | ADDR11~5 | ADDR4~0 | 128 |

(訳補) フラッシュメモリは応用領域とブート領域が\$000000番地から連続的に配置されています。このため、例えば応用領域が64KBの場合の領域内に於けるZポインタのMSBはZ15ですが、ブート領域分まで含めた全領域に対してはZ16になります。またSPM命令ではフラッシュメモリをページ単位で扱い、ページ内は語単位で扱います。このため、ZポインタのLSB(Z0)は常に無視されます。(E)LPM命令はバイト単位で扱うのでLSB(Z0)も使われます。表7-2のFPAGE及びFWORDのZポインタはSPM命令に対するものです。

8. DMAC – 直接メモリ入出力制御器 (Direct Memory Access Controller)

8.1. 要点

- 最小CPU介在での高速転送を許容
 - データメモリからデータメモリへ
 - データメモリから周辺機能へ
 - 周辺機能からデータメモリへ
 - 周辺機能から周辺機能へ
- 独立した4つのDMAチャンネル
 - 転送起動元
 - 割り込みベクタ
 - アドレス指示種別
- 設定可能なチャンネル優先順
- 単一転送処理で1バイトから16Mバイトまでのデータ
- 複数のアドレス指示種別
 - 静止
 - 増加
 - 減少
- 各終了での転送元と転送先の再設定任意選択
 - 集中
 - 塊
 - 単位処理
- 転送終了での割り込み任意選択
- DMAデータ上のCRCに対するCRC発生器への接続任意選択

8.2. 概要

2チャンネル直接メモリ入出力(DMA)制御器はメモリと周辺機能間でデータを転送することができ、従ってCPUからそれらの作業の負担を取り除きます。それは最小CPU介在での高いデータ転送速度を許し、CPU時間を自由にします。4つのDMAチャンネルは4つまでの独立した平行転送を許します。

DMA制御器はSRAMと周辺機能間、SRAM位置間、周辺機能レジスタ間のデータを直接移動することができます。全ての周辺機能へのアクセスとで、DMA制御器は通信単位部との自動的なデータ転送を扱うことができます。DMA制御器はメモリ配置割り当てEEPROMから読むこともできます。

データ転送は1,2,4,8バイトの継続集中で行われます。それらは1バイトから64Kバイトまでの構成設定可能な量の塊転送を構築します。繰り返し計数は単一転送処理に対して最大16Mバイトまで各塊転送を繰り返すのに使うことができます。転送元と転送先のアドレス指示は静止、増加、減少にすることができます。転送元と/または転送先のアドレスの自動再設定は、各集中転送または塊転送後、転送完了時に行うことができます。応用ソフトウェア、周辺機能と事象がDMA転送を起動することができます。

2つのDMAチャンネルは個別の構成設定と制御設定を持ちます。これには転送元、転送先、転送起動元、転送単位処理量を含みます。それらは個別の割り込み設定を持ちます。割り込み要求は転送単位処理完了時、またはDMA制御器がDMAチャンネルで異常を検出した時に生成することができます。

継続的な転送を許すため、1つ目が終了された時に2つ目が転送を引き継ぐ、それとその逆のように2つのチャンネルを内部接続することができます。

9. 事象システム

9.1. 要点

- 周辺機能から周辺機能への直接的な通信と合図のためのシステム
- 周辺機能は周辺機能事象へ直接的に送る、受ける、反応が可能
 - CPUとDMAの個別動作
 - 100%予測可能な信号タイミング
 - 短く保証された応答時間
- 4つまでの異なる平行信号経路と構成設定の4つの事象チャンネル
- 事象は殆どの周辺機能、クロック系、ソフトウェアによって送出、そして/または使うことが可能
- 以下の付加機能
 - 直交復号
 - 入出力ピン変化のデジタル濾波
- 活動動作とアイドル動作で作動

9.2. 概要

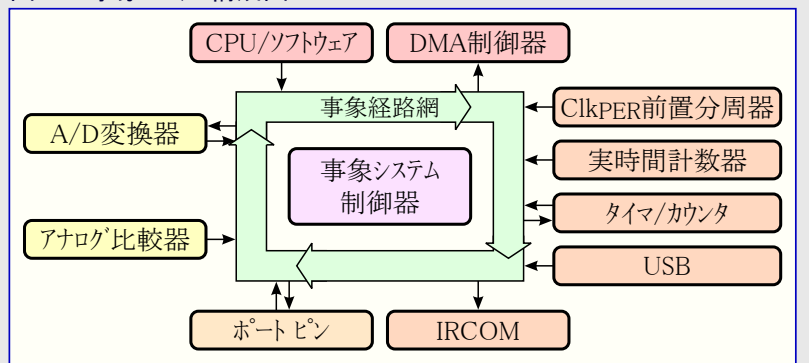
事象システムは周辺機能から周辺機能への直接的な通信と合図のためのシステムです。それは或る周辺機能の変化に別の周辺機能の自動起動活動を許します。これは周辺機能間の短くて予測可能な応答時間のために予測可能な系を提供するように設計されています。それは割り込みやCPU、またはDMA制御器の資源なしで自律の周辺機能制御との相互作用を許し、従って応用コードの複雑さ、大きさ、実行時間を減らすための強力なツールです。それはまた、多数の周辺機能単位部での同期した活動タイミングを許します。

周辺機能の状態変化は事象として参照され、通常、周辺機能に対する割り込み条件に対応します。事象は事象経路網と呼ばれる専用の配線網を用いて他の周辺機能へ直接渡すことができます。周辺機能によって事象がどう配線され、どう使われるかはソフトウェアで構成設定されます。

図9-1は接続された全ての周辺機能の基本構成図を示します。事象システムはA/D変換器、アナログ比較器、入出力ポートピン、実時間計数器、タイマ/カウンタ、IR通信単位部(IRCOM)、USBインターフェースを共に直接的に接続することができます。これは単位転送処理起動(DMA制御器)に使うこともできます。事象はソフトウェアと周辺機能クロックからも生成することができます。

事象配線網は事象がどう配線され、どう使われるかを制御する、ソフトウェアで構成設定可能な4つの多重器から成ります。これらは事象チャンネルと呼ばれ、4つまでの並列事象配線構成設定を許します。最大配線遅れは2周辺機能クロック周期です。事象システムは活動動作とアイドル休止動作の両形態で動きます。

図9-1. 事象システム構成図



10.3. クロック元

クロック元は2つの主な群、内部発振器と外部クロック元に分けられます。クロック元の殆どはソフトウェアから直接的に許可と禁止ができ、一方その他は周辺機能設定に依存して自動的に許可または禁止されます。リセット後にデバイスは2MHz内部発振器からの走行で始動します。既定での他のクロック元、DFLL、PLLはOFFされます。

内部発振器は動作のためにどんな外部部品も必要としません。内部発振器の特性と精度の詳細についてはデバイスのデータシートを参照してください。

10.3.1. 32kHz超低電力発振器

この発振器は概ね32kHzのクロックを提供します。32kHz超低電力(ULP)内部発振器は非常に低い電力のクロック元で、高い精度用には設計されていません。この発振器は1kHz出力を提供する組み込み前置分周器を使います。この発振器はデバイスのどれかの部分に対してクロック元として使われる時に自動的に許可/禁止が行われます。この発振器は**実時間計数器(RTC)**に対するクロック元として選ぶことができます。

10.3.2. 32.768kHz校正付き内部発振器

この発振器は概ね32.768kHzのクロックを提供します。これは公称周波数に近い既定周波数を提供するため、製造中に校正されます。32.768kHz発振器校正(RC32KCAL)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も書けます。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使います。この発振器はシステムクロック、RTC、DFLL基準クロックに対するクロック元として使うことができます。

10.3.3. 32.768kHzクリスタル用発振器

32.768kHzクリスタル用発振器はTOSC1とTOSC2のピン間に接続することができ、専用の低周波数発振器入力回路を許します。TOSC2での低減された電圧振れ幅を持つ低電力動作形態が利用可能です。この発振器はシステムクロック、RTC、DFLL基準クロックに対するクロック元として使うことができます。

10.3.4. 0.4~16MHzクリスタル用発振器

この発振器は0.4~16MHz内全てを含む各周波数範囲に最適化された4つの異なる動作で働けます。

10.3.5. 2MHz走行時校正付き内部発振器

2MHz走行時校正付き内部発振器はリセット後の既定システムクロック元です。これは公称周波数に近い既定周波数を提供するため、製造中に校正されます。温度と電圧の変動に対する補償と発振器精度最適化のため、走行時自動校正にデジタル周波数固定化閉路(DFLL:Digital Frequency Locked Loop)を許可することができます。

10.3.6. 32MHz走行時校正付き内部発振器

32MHz走行時校正付き内部発振器は高周波数発振器です。これは公称周波数に近い既定周波数を提供するため、製造中に校正されます。発振器精度の最適化のための温度と電圧の変動に対する補償のため、走行時自動校正にDFLLを許可することができます。この発振器は30~55MHz間のどの周波数にも調整、校正することができます。製品識票列は発振器が全速(Full-speed)USBクロック元に使われる時に使用を意図される48MHz校正値を含みます。

10.3.7. 外部クロック入力

XTAL1とXTAL2ピンは水晶クリスタルまたはセラミック振動子のどちらに対しても、外部発振器を駆動するのに使えます。XTAL1は外部クロック信号に対する入力としても使えます。TOSC1とTOSC2ピンは32.768kHzクリスタル用発振器駆動専用です。

10.3.8. 1~31の倍率を持つPLL

組み込み位相固定化閉路(PLL)は高周波数システムクロックを生成するのに使うことができます。PLLは使用者選択可能な1~31の倍率を持ちます。前置分周器との組み合わせで、これは全てのクロック元から広範囲の出力周波数を与えます。

11. 電力管理と休止形態動作

11.1. 要点

- 消費電力と機能を調節するための電力管理
- 5つの休止形態動作種別
 - アイドル
 - パワーダウン
 - パワーセーブ
 - スタンバイ
 - 拡張スタンバイ
- 活性とアイドルの動作形態でクロックを禁止して未使用周辺機能をOFFにするための電力削減レジスタ

11.2. 概要

電力消費を応用の必要条件に仕立てるために様々な休止形態動作とクロック開閉が提供されます。これは節電のための未使用単位の停止をAtmel AVR XMEGAマイクロコントローラに許します。

全ての休止形態が利用可能で、活動動作から移行することができます。活動動作ではCPUが応用コードを実行します。デバイスが休止形態動作に移行すると、プログラム実行が停止され、再びデバイスを起動するのに割り込みまたはリセットが使われます。応用コードは何時、どの休止動作形態へ移行するかを決めます。許可された周辺機能からの割り込みと許可された全てのリセット元がマイクロコントローラを休止から活動動作に回復することができます。

加えて、電力削減レジスタはソフトウェアから個別周辺機能へのクロックを停止する方法を提供します。これが行われると、周辺機能の現在の状態は凍結され、その周辺機能からの電力消費はありません。これは活動動作とアイドル動作での消費電力を減らし、休止形態動作だけよりも遥かに細かく調整された電力管理を可能にします。

11.3. 休止形態動作

休止形態動作は節電のためにマイクロコントローラ内の単位部とクロック範囲を停止するのに使われます。XMEGAマイクロコントローラは応用実行中の代表的な機能段に合うように調整された5つの異なる休止形態動作を持ちます。休止形態へ移行するための専用休止命令(SLEEP)が利用できます。休止からデバイスを起動するのに割り込みが使われ、利用可能な割り込み起動元は構成設定された休止形態種別に依存します。許可された割り込みが起こると、デバイスは起動し、SLEEP命令の後の最初の命令から通常のプログラム実行を継続する前に、割り込み処理ルーチンを実行します。起動が起きた時により高い優先権の他の割り込みが保留中の場合、起動割り込みに対する割り込み処理ルーチンが実行される前に、それらの割り込み処理ルーチンがそれらの優先権に従って実行されます。起動後、CPUは実行を開始する前に4クロック周期停止します。

レジスタファイル、SRAM、I/Oレジスタの内容は休止中も維持されます。休止の間にリセットが起きた場合、デバイスはリセットし、リセットベクタから始動して実行します。

11.3.1. アイドル動作

アイドル動作ではCPUと不揮発性メモリが停止されますが(進行中のどのプログラミングも完了されることに注意)、[割り込み制御器](#)、[事象システム](#)と[DMA制御器](#)を含む全ての周辺機能は動作を維持されます。許可されたどの割り込みもデバイスを起動します。

11.3.2. パワーダウン動作

パワーダウン動作では[実時間計数器](#)クロック元を含む全てのクロック元が停止されます。これは走行しているクロックを必要としない非同期単位部だけの動作を許します。MCUを起動できる割り込みは[2線インターフェース アドレス一致割り込み](#)、[非同期ポート割り込み](#)、[USB再開割り込み](#)だけです。

11.3.3. パワーセーブ動作

パワーセーブ動作は1つの例外(以下)を除いて[パワーダウン動作](#)と同じです。実時間計数器が許可されているなら、それは休止中も動作を維持され、デバイスはRTCの上昇溢れまたは比較一致の割り込みのどちらからでも起動することができます。

11.3.4. スタンバイ動作

スタンバイ動作は許可されているシステムクロック元が動作を維持され、一方CPU、周辺機能、RTCのクロックが停止される例外を除いて[パワーダウン動作](#)と同じです。これは起動時間を減らします。

11.3.5. 拡張スタンバイ動作

拡張スタンバイ動作は許可されているシステムクロック元が動作を維持され、一方CPUと周辺機能のクロックが停止される例外を除いて[パワーセーブ動作](#)と同じです。これは起動時間を減らします。

12. システム制御とリセット

12.1. 要点

- リセット元が活性になる時にマイクロコントローラをリセットして初期状態に設定
- 各種状況を網羅する多数のリセット元
 - 電源ONリセット
 - 外部リセット
 - ウォッチドッグリセット
 - 低電圧(Brown-out)リセット
 - PDIリセット
 - ソフトウェアリセット
- 非同期動作
 - リセットにデバイス内のシステムクロックの走行が全く不要
- 応用コードからリセット元を読み取るためのリセット状態レジスタ

12.2. 概要

リセットシステムはマイクロコントローラリセットを発行してデバイスをその初期状態に設定します。これはマイクロコントローラがその電源定格以下で動作するような時に動作が開始または継続しない状況のためです。リセット元が活性(有効)になった場合、デバイスは全てのリセット元がそれらのリセットを開放するまでリセットに移行して保持されます。I/Oピンは直ちにHi-Zにされます。プログラムカウンタはリセットベクタ位置に設定され、全てのI/Oレジスタがそれらの初期値に設定されます。SRAM内容は保持されます。けれども、リセット発生時にデバイスがSRAMをアクセスする場合、アクセスされた位置の内容を保証することはできません。

リセットが全てのリセット元から開放された後、デバイスがリセットベクタアドレスから走行を始める前に、既定発振器が始動され、そして校正されます。既定により、これは最低プログラムアドレス(0)ですが、リセットベクタをブート領域の最低アドレスへ移動することが可能です。

リセット機能は非同期で、故にデバイスをリセットするのにシステムクロックの走行が全く必要とされません。ソフトウェアリセット機能は使用者ソフトウェアからの制御されたシステムリセットの発行を可能にします。

リセット状態(STATUS)レジスタは各リセット元に対する個別の状態フラグを持ちます。これは電源ONリセットで解除(0)され、最後の電源ONからどのリセット元がリセットを発行したかを示します。

12.3. リセットの流れ

何れかのリセット元からのリセット要求は直ちにデバイスをリセットし、その要求が活性(有効)である限り、リセットを維持します。全てのリセット要求が開放されると、再びデバイスが走行を始める前にデバイスは3つの段階を通過して行きます。

- リセット計数器遅延
- 発振器始動
- 発振器校正

この処理中に別のリセット要求が起きると、リセットの流れは最初から始まります。

12.4. リセット元

12.4.1. 電源ONリセット

電源ONリセット(POR)はチップ上の検出回路によって生成されます。PORはVCCが上昇してPOR閾値電圧(V_{POT})に達した時に活性にされ、リセット手順を開始します。

PORはVCCが下降してV_{POT}基準以下に落ちた時にデバイスの電力を正しく落とすのにも活性にされます。

V_{POT}基準はVCC上昇の方がVCC下降よりも高くなります。

12.4.2. 低電圧検出(Brown-Out)リセット

チップ上の低電圧検出(BOD)回路はBODLEVELヒューズによって選ばれる設定可能な基準の固定値と比較することにより、動作中のVCC水準を監視します。禁止されると、BODはチップ消去中とPDIが許可されている時に最低基準を強制されます。

12.4.3. 外部リセット

外部リセット回路は外部RESETピンに接続されています。RESETピンが最小パルス時間 t_{EXT} より長くRESETピン閾値電圧V_{RST}未満に駆動された時に外部リセットが起動されます。リセットはピンがLowに保たれる限り保持されます。リセットピンは内部プルアップ抵抗を内包します。

12.4.4. ウォッチドッグリセット

ウォッチドッグタイマ(WDT)は正しいプログラム動作を監視するためのシステム機能です。WDTが設定された時間経過周期内にソフトウェアからリセットされない場合、ウォッチドッグリセットが起されます。ウォッチドッグリセットは2MHz内部発振器で1~2クロック周期の間、活性(有効)です。より多くの詳細については21頁の「WDT - ウォッチドッグタイマ」をご覧ください。

12.4.5. ソフトウェア リセット

ソフトウェア リセットはリセット制御(CTRL)レジスタのソフトウェア リセット(SWRST)ビットへの書き込みによってソフトウェアからシステム リセットを発行することを可能にします。リセットはそのビット書き込み後、2 CPUクロック周期内で発行されます。ソフトウェア リセットが要求される時からそれが発行されるまではどの命令も実行できません。

12.4.6. プログラミングとデバッグ用インターフェース リセット

プログラミングとデバッグ用インターフェース リセットは外部のプログラミングとデバッグの間中のデバイス リセットに使われる独立したリセット元を含みます。このリセット元はデバッガと書き込み器からだけアクセス可能です。

13. WDT – ウォッチドッグ タイマ

13.1. 要点

- 計時経過時間前に計時器がリセットされない場合にデバイス リセットを発行
- 専用発振器からの非同期動作
- 32kHz超低電力発振器の1kHz出力
- 8msから8sまで11種の選択可能な時間経過周期
- 2つの動作種別
 - 標準動作
 - 窓動作
- 望まれない変更を防ぐための構成設定施錠

13.2. 概要

ウォッチドッグ タイマ(WDT)は正しいプログラム動作を監視するシステム機能です。暴走や停滞コードのような異常状況からの回復を可能にします。WDTはタイマで、予め定義された時間経過周期に構成設定され、許可された時に定期的に走行します。WDTが時間経過周期内にリセットされない場合、WDTはマイクロ コントローラ リセットを発行します。WDTは応用コードからのWDR(Watchdog Timer Reset)命令を実行することによってリセットされます。

窓動作はWDTがリセットされなければならない総時間経過期間内の時間幅または窓の定義を可能にします。WDTが速すぎまたは遅すぎでこの窓の外側でリセットされると、システム リセットが発行されます。標準動作に比べ、これはコード異常が一定のWDR実行を引き起こす状況を捕らえることもできます。

許可されていれば、WDTは活動動作と全ての電力(休止形態)動作で作動します。これは非同期で、CPUと無関係なクロック元で動作し、例え主クロックが停止したとしても、システム リセットを発行するための動作を継続します。

構成設定変更保護機構はWDT設定が事故によって変更され得ないことを保証します。安全性を増すため、WDT設定を固定化するためのヒューズも利用可能です。

14. 割り込みと設定可能な多段割り込み制御器

14.1. 要点

- 短くて予想可能な割り込み応答時間
- 各割り込みに対して独立した構成設定と独立した割り込みベクタ
- 設定可能な多段割り込み制御器
 - 段位と割り込みベクタ アドレスに従った割り込み優先順化
 - 全ての割り込みに対して選択可能な3つの割り込み段位：下位、中位、上位
 - 低位割り込み内での選択可能なラウンド ロビン優先権の仕組み
 - 重大な機能用の遮蔽不可割り込み
- 応用領域またはブート ロード領域に任意選択で配置される割り込みベクタ

14.2. 概要

割り込みは周辺機能の状態変化を合図し、これはプログラム実行の切り換えに使えます。周辺機能は1つ以上の割り込みを持つことができ、その全てが個別に許可され、構成設定されます。割り込みが構成設定されて許可される時に割り込み条件が存在すると、割り込み要求を生成します。設定可能な多段割り込み制御器(PMIC)は割り込み要求の処理と優先順化を制御します。割り込み要求がPMICによって応答されると、プログラム カウンタが割り込みベクタを指示するように設定され、割り込み処理ルーチンを実行できます。

全ての周辺機能はそれらの割り込みに対して、低、中、高の3つの異なる優先段位を選べます。割り込みはそれらの段位とそれらのベクタ アドレスに従って優先順化されます。中位割り込みは低位割り込み処理に割り込みます。高位割り込みは中位と低位の両方の割り込み処理に割り込みます。各段位内では割り込み優先権が割り込みベクタ アドレスから決められ、それは最下位割り込みベクタ アドレスが最高割り込み優先権を持ちます。全ての割り込みが或る一定時間内に処理されるのを保証するために、低位割り込みは任意選択のラウンド ロビン計画機構を持ちます。

遮蔽不可割り込み(NMI)も支援され、システムの重大な機能に使うことができます。

14.3. 割り込みベクタ

割り込みベクタは周辺機能の基準割り込みアドレスと各周辺機能内の特定割り込みに対する変位アドレスの合計です。Atmel AVR XMEGA C3デバイスに関する基準アドレスは表14-1.で示されます。周辺機能で利用可能な各割り込みに対する変位アドレスはXMEGA C3手引書内で各周辺機能に対して記述されます。割り込みを1つだけ持つ周辺機能または単位部については表14-1.で割り込みベクタが示されます。プログラム アドレスは語アドレスです。

表14-1. リセットと割り込みのベクタ

| プログラム アドレス (基準アドレス) | 供給元 | 割り込み内容 |
|------------------------|------------------|--------------------------------|
| \$000000 | RESET | |
| \$000002 | OSCF_INT_vect | クリスタル用発振器停止割り込みベクタ (NMI) |
| \$000004 | PORTC_INT_base | ポートC割り込み基準 |
| \$000008 | PORTR_INT_base | ポートR割り込み基準 |
| \$00000C | DMA_INT_base | DMA制御器割り込み基準 |
| \$000014 | RTC_INT_base | 実時間計数器割り込み基準 |
| \$000018 | TWIC_INT_base | ポートC上の2線インターフェース割り込み基準 |
| \$00001C | TCC0_INT_base | ポートC上のタイマ/カウンタ0割り込み基準 |
| \$000028 | TCC1_INT_base | ポートC上のタイマ/カウンタ1割り込み基準 |
| \$000030 | SPIC_INT_vect | ポートC上の直列周辺インターフェース(SPI)割り込みベクタ |
| \$000032 | USARTC0_INT_base | ポートC上のUSART0割り込み基準 |
| \$00003E | AES_INT_vect | AES割り込みベクタ |
| \$000040 | NVM_INT_base | 不揮発性メモリ割り込み基準 |
| \$000044 | PORTB_INT_base | ポートB割り込み基準 |
| \$000056 | PORTE_INT_base | ポートE割り込み基準 |
| \$00005A | TWIE_INT_base | ポートE上の2線インターフェース割り込み基準 |
| \$00005E | TCE0_INT_base | ポートE上のタイマ/カウンタ0割り込み基準 |
| \$000074 | USARTE0_INT_base | ポートE上のUSART0割り込み基準 |
| \$000080 | PORTD_INT_base | ポートD割り込み基準 |
| \$000084 | PORTA_INT_base | ポートA割り込み基準 |
| \$000088 | ACA_INT_base | ポートA上のアナログ比較器割り込み基準 |
| \$00008E | ADCA_INT_base | ポートA上のA/D変換器割り込み基準 |
| \$00009A | TCD0_INT_base | ポートD上のタイマ/カウンタ0割り込み基準 |
| \$0000AE | SPID_INT_vect | ポートD上の直列周辺インターフェース(SPI)割り込みベクタ |
| \$0000B0 | USARTD0_INT_base | ポートD上のUSART0割り込み基準 |
| \$0000D0 | PORTF_INT_base | ポートF割り込み基準 |
| \$0000D8 | TCF0_INT_base | ポートF上のタイマ/カウンタ0割り込み基準 |
| \$0000FA | USB_INT_base | ポートD上のUSB割り込み基準 |

15. 入出力ポート

15.1. 要点

- 個別構成設定を持つ50本の汎用入出力ピン
- 構成設定可能な駆動部と引き込み設定を持つ出力駆動部
 - コンプリメンタリ
 - ワイヤードAND
 - ワイヤードOR
 - バス保持
 - 反転入出力
- 割り込みと事象を持つ同期と/または非同期の感知付き入力
 - 両端感知
 - 上昇端感知
 - 下降端感知
 - Lowレベル感知
- 入力とワイヤードOR/AND構成設定での任意選択のプルアップとプルダウンの抵抗
- 全休止形態からデバイス起動できる非同期ピン変化感知
- 入出力ポート毎でピン遮蔽を持つ2つのポート割り込み
- ポートピンへの効率的で安全なアクセス
 - 専用の切り換え、解除(0)、設定(1)用レジスタ通ずハードウェア読み-変更-書き
 - 単一操作で複数ピンの構成設定
 - ビットアクセス可能なI/Oメモリ空間へポートレジスタの割り当て
- ポートピンでの周辺機能クロック出力
- ポートピンでの実時間計数器クロック出力
- 事象チャンネルがポートピンで出力可能
- デジタル周辺機能ピンの再割り当て
 - 選択可能なUSART、SPI、タイマ/カウンタの入出力ピン位置

15.2. 概要

1つのポートはピン0~7で最大8つのポートピンから成ります。各ポートピンは構成設定可能な駆動部と引き込み設定を持つ入力または出力として構成設定することができます。それらは選択可能なピン変化条件用の割り込みと事象を持つ同期と非同期の入力感知も実装します。非同期ピン変化感知はクロックが全く動かない形態を含む全ての休止形態からピン変化がデバイスを起こせることを意味します。

全ての機能はピン毎に個別で構成設定可能ですが、単一操作で多数のピンを構成設定することができます。ピンは駆動値と/または引き込み抵抗の構成設定の安全で正しい変更のためのハードウェア読み-変更-書き(RMW)機能を持ちます。1つのポートピンの方向は他のどのピンの方向をも予期せず変更することなく変えることができます。

ポートピン構成設定は他のデバイス機能の入出力選択も制御します。それはポートピンへの周辺機能クロックと実時間クロックの両出力を持つことが可能で、それは外部使用に利用可能です。同じことが外部機能の同期と制御に使える、事象システムからの事象に適用されます。応用の必要性に対するピン配置の最適化のため、USART、SPI、タイマ/カウンタのような他のデジタル周辺機能は選択可能なピン位置に再割り当てすることができます。

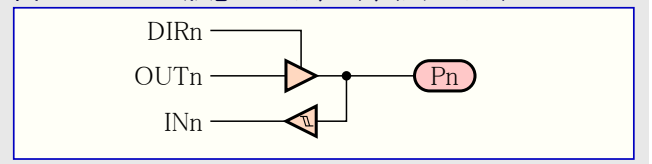
ポートの表記は、PORTA、PORTB、PORTC、PORTD、PORTE、PORTF、PORTGです。

15.3. 出力駆動部

全てのポートピン(Pn)は設定可能な出力構成設定を持ちます。

15.3.1. コンプリメンタリ (プッシュプル)

図15-1. I/Oピン形態 - コンプリメンタリ (プッシュプル)



15.3.2. プルダウン

15.3.3. プルアップ

15.3.4. ハス保持

ハス保持の弱い出力は最後の出力値と同じ論理値を生成します。最後の値が1だったならプルアップとして、最後の値が0だったなら、プルダウンとして働きます。

15.3.5. その他

図15-2. I/Oピン形態 - 入力プルダウン付きコンプリメンタリ

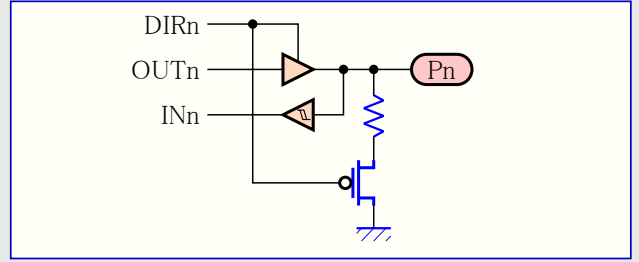


図15-3. I/Oピン形態 - 入力プルアップ付きコンプリメンタリ

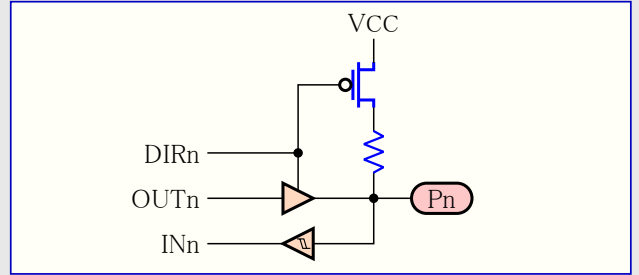


図15-4. I/Oピン形態 - ハス保持付きコンプリメンタリ

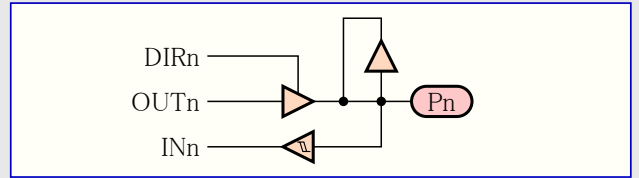


図15-5. 出力形態 - 任意選択プルダウン付きワイヤードOR

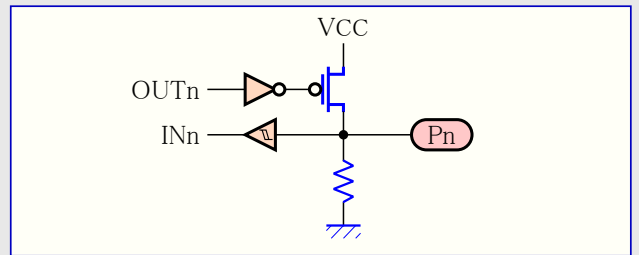
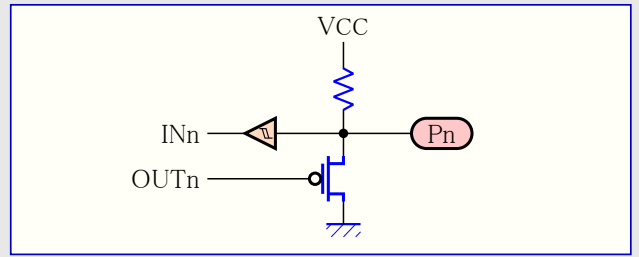


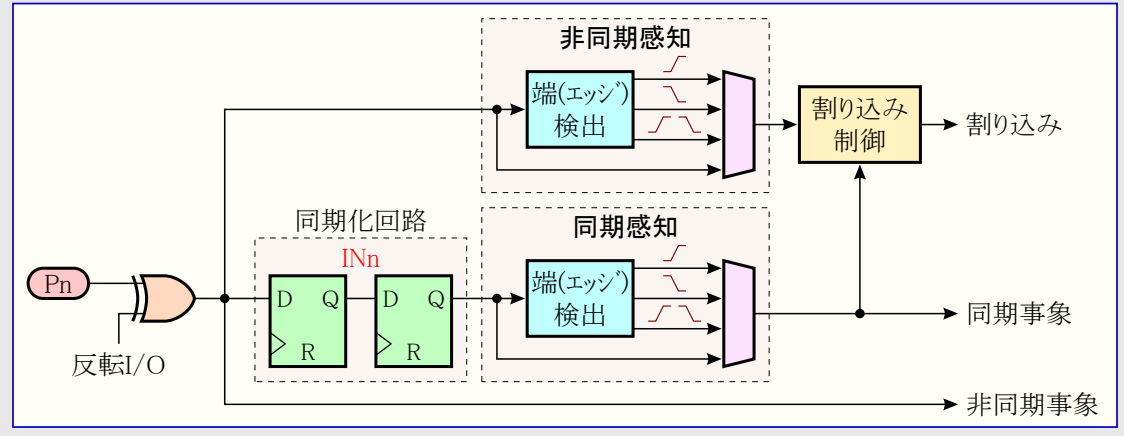
図15-6. 出力形態 - 任意選択プルアップ付きワイヤードAND



15.4. 入力感知

入力感知はポートに対して許可されたクロックに依存して同期または非同期で、この形態は図15-7.で示されます。

図15-7. 入力感知システム概要



ピンが反転I/Oで構成設定されると、ピン値は入力感知前に反転されます。

15.5. 交換ポート機能

殆どのポートピンは汎用I/Oピンであることに加えて交換ピン機能を持ちます。機能交換が許可されると、それは通常ポートピン機能またはピン値を無効にするかもしれません。これは他の周辺機能で必要とするピンが許可または使用ピンに構成設定される時に起きます。周辺機能がどう無効にして、ピンをどう使うかはその周辺機能に関する章で記述されます。44頁の「[ピン配置とピン機能](#)」は周辺機能でどの単位部がピンでの交換機能を許可するのかと、どの交換機能がピンで利用可能かを示します。

16. TC0/1 – 16ビット タイマ/カウンタ0型と1型

16.1. 要点

- 5つの16ビット タイマ/カウンタ
 - 4つの0型タイマ/カウンタ
 - 1つの1型タイマ/カウンタ
 - 各0型タイマ/カウンタから2つの8ビット タイマ/カウンタを許す分割動作形態
- 2つのタイマ/カウンタの縦列接続によって支援される32ビット タイマ/カウンタ
- 4つまでの組み合わせた比較と捕獲(CC)チャネル
 - 0型のタイマ/カウンタに対して4つのCCチャネル
 - 1型のタイマ/カウンタに対して2つのCCチャネル
- 2重緩衝されたタイマ定期間設定
- 2重緩衝された比較と捕獲のチャネル
- 波形生成:
 - 周波数生成
 - 単一傾斜パルス幅変調
 - 2傾斜パルス幅変調
- 捕獲:
 - 雑音消去付き捕獲入力
 - 周波数捕獲
 - パルス幅捕獲
 - 32ビット捕獲入力
- タイマ経過溢れとタイマ異常の割り込み/事象
- CCチャネル当たり1つの比較一致または捕獲の割り込み/事象
- 事象システムと共に以下が使用可能:
 - 直交復号
 - 計数と方向の制御
 - 捕獲
- DMAと共にDMA転送単位処理起動に使用可能
- Hi-Res – 高分解能拡張
 - 周波数と波形の分解能を2ビット(×4)または3ビット(×8)増加
- AWeX – 新波形拡張
 - 設定可能な沈黙時間挿入(DTI)を持つLow側とHigh側の出力
 - 駆動部の安全な禁止のための事象制御された障害保護

16.2. 概要

Atmel AVR XMEGA C3デバイスには5つの柔軟な16ビット タイマ/カウンタ(TC)の組を持ちます。それらの能力には正確なプログラム実行タイミング、周波数と波形の生成、事象管理、デジタル信号の時間と周波数の測定付きの捕獲入力を含みます。2つのタイマ/カウンタは任意選択の32ビット捕獲を持つ32ビット タイマ/カウンタを作成するために縦列接続することができます。

タイマ/カウンタは基本計数器と比較または捕獲(CC)チャネルの組から成ります。基本計数器はクロック周期または事象を計数するのに使えます。これは方向制御とタイミングに使うことができる定期設定を持ちます。CCチャネルは基本計数器と共に、比較一致制御、周波数生成、パルス幅波形変調は勿論、様々な入力捕獲動作を行うのにも使うことができます。タイマ/カウンタは比較または捕獲のどちらの機能にも構成設定できますが、同時に両方を実行することはできません。

タイマ/カウンタは任意選択の前置分周付きの周辺機能クロックまたは事象システムからクロック駆動と計時を行うことができます。事象システムは方向制御と捕獲起動、または動作の同期にも使うことができます。

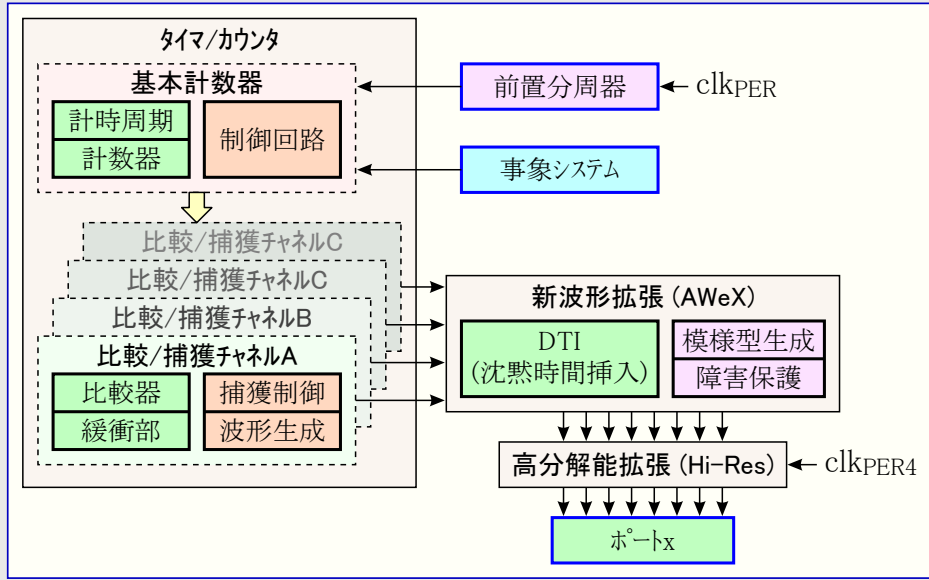
タイマ/カウンタの0型と1型間には2つの違いがあります。タイマ/カウンタ0は4つのCCチャネルを持ち、タイマ/カウンタ1は2つのCCチャネルを持ちます。CCチャネルCとCCチャネルDに関連する全ての情報はタイマ/カウンタ0に対してだけ有効です。タイマ/カウンタ0だけが各々4つの比較チャネルを持つ2つ8ビット タイマ/カウンタに分割する分割動作機能を持ちます。

いくつかのタイマ/カウンタはもっと特殊化された波形と周波数の生成を許すための拡張を持ちます。新波形拡張(AWeX)は電動機制御や他の電力制御応用を意図されています。それは沈黙時間挿入付きのLow側とHigh側の出力は勿論、禁止用の障害保護や外部駆動部切断も許します。ポートピンの向こう側への同期したビット様式を生成することもできます。

新波形拡張はタイマ/カウンタに対して追加のもっと進化した機能の提供を許します。これはタイマ/カウンタ0でだけ利用可能です。より多くの詳細については30頁の「[AWeX – 新波形拡張](#)」をご覧ください。

高分解能(Hi-Res)拡張は周辺機能クロックよりも最大4倍速く走行する内部クロック元を使うことによって、波形出力分解能を4または8倍に増すのに使うことができます。より多くの詳細については31頁の「[Hi-Res – 高分解能拡張](#)」をご覧ください。

図16-1. タイマ/カウンタと密接に関連する周辺機能の概要



ポートCは1つのタイマ/カウンタ0と1つのタイマ/カウンタ1を持ち、ポートD、ポートE、ポートFは各々、1つのタイマ/カウンタ0を持ちます。これらの表記は各々、TCC0(タイマ/カウンタC0)、TCC1、TCD0、TCE0、TCF0です。

17. TC2 – タイマ/カウンタ2型

17.1. 要点

- 8つの8ビット タイマ/カウンタ
 - 4つの下位バイト タイマ/カウンタ
 - 4つの上位バイト タイマ/カウンタ
- 各タイマ/カウンタ2で最大8つの比較チャネル
 - 下位バイト タイマ/カウンタ用の4つの比較チャネル
 - 上位バイト タイマ/カウンタ用の4つの比較チャネル
- 波形生成
 - 単一傾斜パルス幅変調
- 計時器漏れ(アンダーフロー)割り込み/事象
- 下位バイト タイマ/カウンタ用の比較チャネル当たり1つの比較一致割り込み/事象
- 計数制御に対して事象システムとで使用可

17.2. 概要

3つのタイマ/カウンタ2があります。これらは**タイマ/カウンタ0**が分割動作に設定される時に実現されます。これは各々4つの比較チャネルを持つ2つの8ビット タイマ/カウンタのシステムです。これは個別に制御されるデューティ サイクルを持つ8つの構成設定可能なパルス幅変調(PWM:Pulse Width Modulation)を与え、多くのPWMチャネルが必要な応用に意図されています。

2つの8ビット タイマ/カウンタはこのシステムに於いて各々、下位バイトタイマ/カウンタと上位バイトタイマ/カウンタとして参照されます。それらの違いは下位バイト タイマ/カウンタだけが比較一致割り込みと事象を生成するのに使えることです。2つの8ビット タイマ/カウンタは共用されるクロック元と、独立した定期と比較の設定を持ちます。それらは任意選択の前置分周を周辺機能クロックから、または事象システムからクロック駆動と計時をすることができます。計数器は常に下降計数です。

ポートC、ポートD、ポートE、ポートFは各々1つのタイマ/カウンタ2を持ちます。

これらの表記は各々、TCC2(タイマ/カウンタC2)、TCD2、TCE2、TCF2です。

18. AWeX – 新波形生成拡張

18.1. 要点

- 各比較チャネルからの補完出力を持つ波形出力
- 4つの沈黙時間挿入(DTI)部
 - 8ビット分解能
 - 独立したHigh側とLow側の沈黙時間設定
 - 2重緩衝された沈黙時間
 - 任意選択の沈黙時間中の停止計時器
- ポートピンに渡って同期したビット様式を生成する模様型生成部
 - 2重緩衝された模様型生成
 - 任意選択のポートピンに渡る1つの比較チャネル出力の分配
- 瞬時と予め予測可能な障害起動に対する事象制御された障害保護

18.2. 概要

新波形拡張(AWeX)は波形生成(WG)動作でのタイマ/カウンタに追加の機能を提供します。これは主として各種形式の電動機や他の電力制御応用での使用が意図されています。これは外部駆動部の禁止と停止に対して沈黙時間挿入と障害保護を持つLow側とHigh側の出力を許します。ポートピンに渡る同期されたビット模様を生成することもできます。

タイマ/カウンタ0からの波形生成器出力の各々は何れかのAWeX機能が許可される時に出力の補完対に分けられます。これらの出力対はLow側(LS)とHigh側(HS)切り換え間の沈黙時間挿入を持つ、WG出力の非反転LSと反転HSを生成する沈黙時間挿入(DTI)部を通過して行きます。DTI出力はポート無効化設定に従って標準ポート値を無効にします。

模様型生成部はそれが接続されたポートで同期したビット模様の生成に使うことができます。加えて、比較チャネルAからのWG出力は全てのポートピンを無効にして、(そこへ)配給することができます。模様型生成器部が許可されている時はDTI部が迂回されます。

障害保護部は事象システムに接続され、AWeX出力を禁止する障害条件を起動するのをどの事象でも可能にします。事象システムは予測可能で即時の障害反応を保証し、障害起動の選択に於ける柔軟性を与えます。

AWeXはTCC0に対して利用可能です。この表記はAWEXCです。

19. Hi-Res – 高分解能拡張

19.1. 要点

- 波形生成器分解能を最大8倍(3ビット)増加
- 周波数、単一傾斜PWM、2傾斜PWMの生成を支援
- これが同じタイマ/カウンタに使われる時にAWeXを支援

19.2. 概要

高分解能(Hi-Res)拡張はタイマ/カウンタからの波形生成出力の分解能を4または8倍に増やすのに使うことができます。これはタイマ/カウンタに対して周波数、単一傾斜PWM、2傾斜PWMの生成を行うのに使うことができます。これが同じタイマ/カウンタに使われる場合、AWeXと共に使うこともできます。

Hi-Res拡張は4倍周辺機能クロック(clk_{PER4})を使います。システム クロック前置分周器はHi-Res拡張が許可される時に4倍周辺機能クロックがCPUと周辺機能のクロック周波数よりも4倍高くなるように構成設定されなければなりません。

ポートCのタイマ/カウンタに対して許可することができる1つのHi-Res拡張があります。この表記はHIRES_Cです。

20. RTC – 16ビット実時間計数器

20.1. 要点

- 16ビット分解能
- 選択可能なクロック元
 - 32.768kHz外部クリスタル
 - 外部クロック信号
 - 32.768kHz内部発振器
 - 32kHz内部ULP発振器
- 設定可能な前置分周器
- 1つの比較レジスタ
- 1つの定期レジスタ
- 定期上昇溢れでの計数器解除
- 任意選択の上昇溢れと比較一致での割り込み/事象

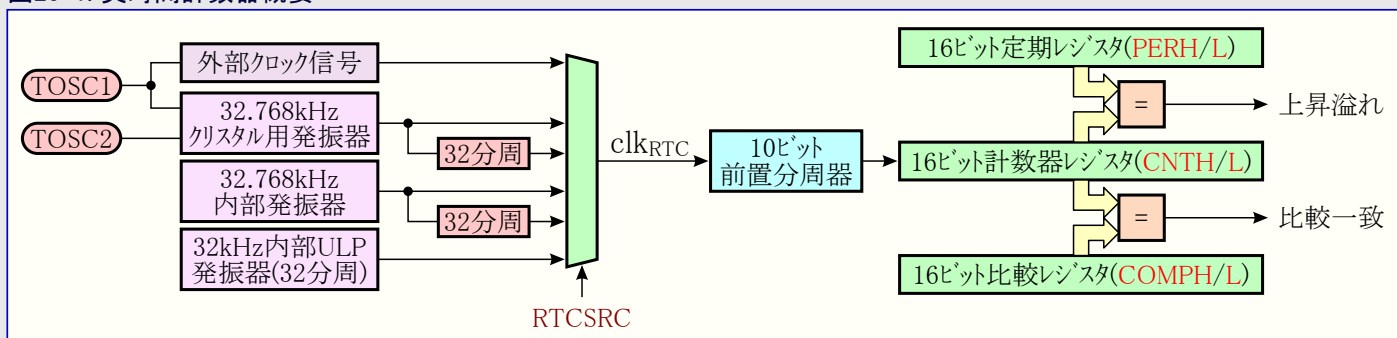
20.2. 概要

16ビット実時間計数器(RTC)は時間の経緯を保つために、低電力休止形態を含み、代表的に継続して走行する計数器です。これは規則的な間隔で休止形態からデバイスを起こしたり、デバイスに割り込むことができます。

基準クロックは代表的に32.768kHzの高精度クリスタルからの1.024kHzで、これは殆ど低電力消費用に最適化された構成設定です。RTCが1msよりも高い分解能を必要とするなら、より速い32.768kHz出力を選ぶことができます。RTCは外部クロック信号、32.768kHz内部発振器、または32kHz内部ULP発振器からもクロック駆動することができます。

RTCは計数器へ至る前に基準クロックを下げる設定可能な10ビットの前置分周器を含みます。広範囲の分解能と時間経過期間を構成設定することができます。32.768kHzのクロック元とで、最大分解能は30.5 μ s、時間経過期間は2000sまでになります。1sの分解能とで、最大時間経過期間は18時間よりも多くなります(65536s)。RTCは計数器が比較レジスタ値と等しい時に比較割り込みや事象、定期レジスタ値と等しい時に上昇溢れ割り込みや事象を生じることができます。

図20-1. 実時間計数器概要



21. USB – 万能直列バス インターフェース

21.1. 要点

- 1つのUSB2.0全速(Full-speed:12Mbps)と低速(Low-speed:1.5Mbps)装置適合インターフェース
- 統合されたチップ上USB送受信部、外部部品不要
- 31までのエンドポイントに対する完全なエンドポイント柔軟性を持つ16のエンドポイント アドレス
 - エンドポイント当たり1つの入力エンドポイント
 - エンドポイント当たり1つの出力エンドポイント
- 選択可能なエンドポイント アドレス転送形式
 - 制御(Control)転送
 - 割り込み(Interrupt)転送
 - 大量(Bulk)転送
 - 等時(Isochronous)転送
- 設定可能なエンドポイント当たりのデータ本体量、最大1023バイト
- 内部SRAM内に配置されたエンドポイント構成設定とデータ緩衝部
 - エンドポイント構成設定データに対する構成設定可能な位置
 - 各エンドポイントのデータ緩衝部に対する構成設定可能な位置
- 以下のための内部SRAMとの組み込み直接メモリ入出力(DMA)
 - エンドポイント構成設定
 - エンドポイント データ読み書き
- より高い単位処理量のためのピンポン動作と2重緩衝動作
 - 単一方向で使われる入力と出力のエンドポイント データ緩衝部
 - 転送中にCPU/DMA制御器がデータ緩衝部を更新可
- 割り込み負荷とソフトウェア介入を減らすための複数パケット転送
 - 1つの継続する転送で転送される最大パケット量を超えるデータ本体
 - パケット転送段階での割り込みまたはソフトウェアの相互作用なし
- 複数エンドポイント使用時の作業の流れ用の転送単位処理完了FIFO
 - 到着先行、処理作業待ち行列先行での完了された全ての転送単位処理の経緯
- システム クロック元と選択に無関係なクロック選択
- 低速USB動作に必要なとされる最小1.5MHzのCPUクロック
- 全速動作に必要なとされる最小12MHzのCPUクロック
- 事象システムへの接続
- USB転送単位処理中のチップ上デバッグの可能性

21.2. 概要

USBインターフェースはUSB2.0全速(Full-speed:12Mbps)と低速(Low-speed:1.5Mbps)の装置の適合インターフェースです。

これは16のエンドポイント アドレスを支援します。全てのエンドポイント アドレスは1つの入力と1つの出力のエンドポイント、計32のエンドポイントを持ちます。各エンドポイント アドレスは完全に構成設定可能で、制御(Control)、割り込み(Interrupt)、大量(Bulk)、等時(Iso-chronous)の4つの転送形式のどれにも構成設定することができます。データ本体量も選択可能で、1023バイトまでのデータ本体を支援します。

専用メモリはUSB単位部に全く配置または含まれません。各エンドポイント アドレスに対する構成設定を保つのと、各エンドポイント用のデータ緩衝部に内部SRAMが使われます。エンドポイント構成設定とデータ緩衝部に使われるメモリ位置は完全に構成設定可能です。割り当てられたメモリの量は使うエンドポイントの数とそれらの構成設定に応じて完全に動的で、USB単位部は組み込み直接メモリ入出力(DMA)を持ちUSB転送単位処理が起こる時にSRAMとデータを読み書きします。

最大単位処理量のため、エンドポイント アドレスはピンポン動作に構成設定することができます。これが行われると、入力と出力のエンドポイントが両方共同方向で使われます。そしてCPUやDMA制御器が1つのデータ緩衝部を読み/書きすると同時にUSB単位部が他方を読み/書きすることができます、その逆もです。これは2重緩衝通信を与えます。

複数パケット転送はソフトウェア介入なしの複数パケットとして転送されるべきエンドポイントの最大パケット容量を超えるデータ本体を許します。これはUSB転送に必要なとされるCPU介入と割り込みを減らします。

低電力動作のため、USB単位部はUSBバスがアイドルで休止条件が与えられた時にマイクロ コントローラをどれかの休止形態に置くことができます。バス再開で、USB単位部はどの休止形態からもマイクロ コントローラを起こすことができます。

ポートDは1つのUSBを持ちます。この表記はUSBです。

22. TWI – 2線インターフェース

22.1. 要点

- 2つの同様のTWI周辺機能
- 双方向2線インターフェース
 - Phillips社I²C適合
 - システム管理バス(SMBus)適合
- バス権利者(主装置)と従装置を支援
 - 従装置動作
 - 単一バス権利者(主装置)動作
 - 複数バス権利者(主装置)環境でのバス権利者(主装置)
 - 複数バス権利者(主装置)調停
- 柔軟な従装置アドレス一致機能
 - ハードウェアでの7ビットと一斉呼び出しのアドレス認証
 - 10ビット アドレス指定支援
 - 2重アドレス一致またはアドレス範囲遮蔽用のアドレス遮蔽レジスタ
 - 無制限のアドレス数のための任意選択ソフトウェア アドレス認証
- パワーダウン動作を含む全休止形態動作で動作可能な従装置動作
- 全休止形態からデバイスを起こすことができる従装置アドレス一致
- 100kHzと400kHzのバス周波数支援
- スレーブ制限された出力駆動部
- バスの雑音とスパイクを消去するための入力濾波器
- 開始条件/再送開始条件とデータビット間の調停を支援(SMBus)
- アドレス解決規約(ARP)に対する支援を許す従装置調停(SMBus)

22.2. 概要

2線インターフェース(TWI)は双方向2線インターフェースです。これはI²Cとシステム管理バス(SMBus)適合です。バス実装に必要な外部ハードウェアは各バス線上の1つのプルアップ抵抗だけです。

バスに接続されたデバイスは主装置または従装置として動作しなければなりません。主装置はバス上の従装置をアドレス指定することによってデータ転送処理を始め、データの送信または受信のどちらを望むかを知らせます。1つのバスは多くの従装置と、バスの制御を取ることができる1つまたは多数の主装置を持つことができます。調停手順は1つよりも多い主装置が同時に送信を試みる場合の優先権を取り扱います。バス衝突を解決するための手法は本質的に規約です。

TWI単位部は主装置と従装置の機能を支援します。主装置と従装置の機能はお互いに分離されており、個別に許可と構成設定ができます。主装置単位部は複数主装置バス動作と調停を支援します。それはホーレート発生器を含みます。100kHzと400kHzの両バス周波数が支援されます。自動起動操作のために迅速指令と簡便動作を許可することができ、ソフトウェアの複雑さを低減します。

従装置単位部はハードウェアでの7ビット アドレス一致と一斉アドレス呼び出しを実装します。10ビット アドレスも支援されます。専用のアドレス遮蔽レジスタは第2のアドレス一致レジスタまたはアドレス範囲遮蔽用のレジスタとして働くことができます。従装置はパワーダウン動作を含む全ての休止形態動作で動作を継続します。これはTWIアドレス一致での全休止形態からのデバイス起動を従装置に許します。代わりにソフトウェアでこれを扱うために、アドレス一致を禁止することが可能です。

TWI単位部は**開始条件**、**停止条件**、バス衝突、バス異常を検出します。バス上の協調損失、異常、衝突、クロック保持も検出され、主装置と従装置の両動作で利用可能な独立した状態フラグで示されます。

デバイスの内部TWI駆動部を禁止して、外部TWIバス駆動部接続に対する4線インターフェースを許可することが可能です。これはデバイスがTWIバスによって使われるのと違うVCC電圧で動作する応用に使うことができます。

ポートCとポートEは各々1つのTWIを持ちます。これらの周辺機能の表記はTWICとTWIEです。

23. SPI – 直列周辺インターフェース

23.1. 要点

- 2つの同様なSPI周辺機能
- 全二重、3線同期データ転送
- 主装置または従装置の動作
- LSB先行またはMSB先行のデータ転送
- 設定可能な7つのビット速度
- 送信終了での割り込み要求フラグ
- データ衝突を示すための上書き発生フラグ
- アイドル休止動作からの起動
- 倍速主装置動作

23.2. 概要

直列周辺インターフェース(SPI)は3線または4線を使う高速同期データ転送インターフェースです。それはAtmel AVR XMEGAデバイスと周辺装置間、または多数のマイクロコントローラ間での高速通信を許します。SPIは全二重通信を支援します。

バスに接続する装置は主装置または従装置として動作しなければなりません。主装置が全てのデータ転送処理を始め、そして制御します。

ポートCとポートDは各々1つのSPIを持ちます。これらの周辺機能の表記は各々、SPICとSPIDです。

24. USART

24.1. 要点

- 3つの同様なUSART周辺機能
- 全二重動作
- 非同期と同期での動作
 - デバイスクロック周波数の1/2までの同期クロック速度
 - デバイスクロック周波数の1/8までの非同期クロック速度
- 5, 6, 7, 8, 9データビットと1, 2停止ビットの直列フレーム支援
- 分数ボーレート発生器
 - どのシステムクロック周波数からも望むボーレートを生成可
 - 一定の周波数で外部発振器不要
- 組み込みの誤り検出と修正の仕組み
 - 奇数/偶数パリティ生成器とパリティ検査
 - データオーバランとフレーミング異常の検出
 - 不正開始ビット検出とデジタル低域通過濾波器を含む雑音濾波
- 以下の独立した割り込み
 - 送信完了
 - 送信データレジスタ空
 - 受信完了
- 複数プロセッサ通信動作
 - 複数デバイスのバス上で特定デバイスをアドレス指定するためのアドレス指定の仕組み
 - アドレス指定されないデバイスで全てのフレームを自動的に無視することが可
- 主装置SPI動作
 - 2重緩衝された動作
 - 構成設定可能なデータ順
 - 周辺機能クロック周波数の1/2までの動作
- IrDA適合パルス変調/復調用赤外線通信(IRCOM)単位部

24.2. 概要

USART(Universal Synchronous and Asynchronous serial Receiver and Transmitter)は高速で柔軟な直列通信単位部です。USARTは非同期と同期の動作と全二重通信を支援します。USARTはSPI主装置での動作形態に構成設定してSPI通信に使うことができます。

通信はフレームに基き、その構造形式は広範囲の規格を支援するように独自設定することができます。USARTは両方向於いて緩衝され、フレーム間のどんな遅延もなしに継続するデータ送信を可能にします。受信と送信の完了に対する独立した割り込みは完全な割り込み駆動通信を許します。フレーミング異常と緩衝部溢れはハードウェアで検知され、独立した状態フラグで示されます。奇数または偶数のパリティ生成とパリティ検査も許可することができます。

クロック生成部はどのシステムクロック周波数からでも広範囲のUSARTボーレートを発生できる分数ボーレート発生器を含みます。これは必要とされるボーレートを達成するために特定周波数を持つ外部クリスタル発振器を使うことの必要を取り去ります。これは同期従装置動作での外部クロック入力も支援します。

USARTが主装置SPI動作に設定されると、全てのUSART特有論理回路は禁止され、送受信緩衝部、移動レジスタ、ボーレート発生器を許可のままにします。ピン制御と割り込み生成は両動作で同じです。レジスタは両動作で使われますが、いくつかの制御設定について機能が異なります。

赤外線通信(IRCOM)単位部は115.2kbpsまでのボーレートに対してIrDA 1.4物理適合パルスの変調と復調の支援を1つのUSARTに対して許可することができます。

ポートC、ポートD、ポートEは各々1つのUSARTを持ちます。これらの周辺機能の表記は各々、USARTC0、USARTD0、USARTE0です。

25. IRCOM – 赤外線通信単位部

25.1. 要点

- 赤外線通信用パルス変調/復調
- 115.2kbpsまでのボーレートに対してIrDA適合
- 選択可能なパルス変調方式
 - 3/16ボーレート周期
 - 固定パルス周期、設定可能な8ビット
 - パルス変調禁止
- 組み込み濾波
- 何れかのUSARTへ接続可能(USARTによる使用)

25.2. 概要

Atmel AVR XMEGAデバイスには115.2kbpsまでのボーレートに対してIrDA適合の赤外線通信単位部です。これはUSARTに対して赤外線パルスの符号化と復号を可能とするためにUSARTに接続することができます。

26. AES暗号エンジン

26.1. 要点

- 新暗号化規格(AES)暗号部
- DES命令
 - 暗号化と解読
 - DES支援
 - 8バイトの塊当たり16 CPUクロック周期の暗号化/解読
- AES暗号部
 - 暗号化と解読
 - 128ビット鍵支援
 - 状態メモリへのXORデータ設定支援
 - 16バイトの塊当たり375クロック周期の暗号化/解読

26.2. 概要

新暗号化規格(AES)は暗号化に使われる主な規格です。これはAES周辺単位部を通して支援され、通信インターフェースとCPUはこれを高速で暗号化された通信と安全なデータ記憶に使うことができます。

AES暗号単位部は128ビット鍵を使う128ビットデータ塊の暗号化と解読を行います。鍵とデータは暗号化/解読が開始される前に単位部内の鍵と状態のメモリに格納されていなければなりません。暗号化/解読が行われる前に375周辺機能クロック周期かかります。その後に暗号化/解読されたデータが読み出すことができ、任意選択の割り込みを生成することができます。AES暗号単位部は暗号化/解読が行われた時の転送起動付きのDMA支援と、状態配列メモリが完全に設定された時の任意選択の暗号化/解読の自動開始も持ちます。

27. CRC – 巡回冗長検査(Cyclic Redundancy Check)生成器

27.1. 要点

- 以下に対する巡回冗長検査(CRC)生成と検査
 - 通信データ
 - フラッシュメモリ内のプログラムまたはデータ
 - SRAMとI/Oメモリ空間内のデータ
- フラッシュメモリ、DMA制御器、CPUとの統合
 - DMAチャネルを通して行うデータでの継続的なCRC
 - フラッシュメモリの全体または選択可能な範囲の自動CRC
 - CPUはI/Oインターフェースを通してデータをCRC生成器に設定可
- 以下にソフトウェア選択可能なCRC生成多項式
 - CRC-16 (CRC-CCITT)
 - CRC-32 (IEEE 802.3)
- 0剰余検出

27.2. 概要

巡回冗長検査(CRC)はデータ内の偶発的な誤りを見つけるのに使われる誤り検出技術調査算法で、これは一般的にデータ送信の正しさを決めるのに使われ、データはデータとプログラムのメモリ内に存在します。CRCは入力としてデータの流れまたはデータの塊を取り、データに追加してチェックサムとして使うことができる16ビットまたは32ビットの出力を生成します。同じデータが後で受信される、または読まれる時に、デバイスまたは応用が計算を繰り返します。新しいCRCの結果が先に計算されたものと一致しなければ、その塊はデータ誤りを含みます。そして応用はこれを検知し、再び送るべきデータの要求または単純に不正なデータを不使用のように、調整的な活動を取るかもしれません。

代表的に、任意長のデータ塊に適用されるnビットCRCはnビットよりも長くないどんな単一の連続誤り(データのnビットよりも多くに及ばないどんな単一の改変)も検出し、より長い全ての連続誤り分の $1-2^{-n}$ を検出します。Atmel AVR XMEGAデバイスのCRC単位部は一般的に使われる2つのCRC生成多項式、CRC-16(CRC=CCITT)とCRC-32(IEEE 802.3)を支援します。

• CRC-16:

生成多項式 : $X^{16}+X^{12}+X^5+1$

16進値 : \$1021

• CRC-32:

生成多項式 : $X^{32}+X^{26}+X^{23}+X^{22}+X^{16}+X^{12}+X^{11}+X^{10}+X^8+X^7+X^5+X^4+X^2+X+1$

16進値 : \$04C11DB7

28. ADC – 12ビット A/D変換器

28.1. 要点

- 1つのA/D変換器
- 12ビット分解能
- 1秒当たり最大30万採取
 - 8ビット分解能で最小2.3μsの変換時間
 - 12ビット分解能で最小3.35μsの変換時間
- 差動とシングルエンドの入力
 - 16のシングルエンド入力
 - 16×4種の利得なし差動入力
 - 8×4種の利得付き差動入力
- 組み込み差動利得段
 - 1/2倍、1倍、2倍、4倍、8倍、16倍、32倍、64倍の利得任意選択
- 単発、連続、走査の変換任意選択
- 3つの内部入力
 - 内部温度感知器
 - AVCCの1/10の電圧
 - 1.1Vハントギャップ電圧
- 内部及び外部の基準電圧任意選択
- 使用者定義閾値の正確な監視用の比較機能
- 任意選択の正確なタイミング用事象起動変換
- 任意選択の変換結果DMA転送
- 任意選択の比較結果での割り込み/事象

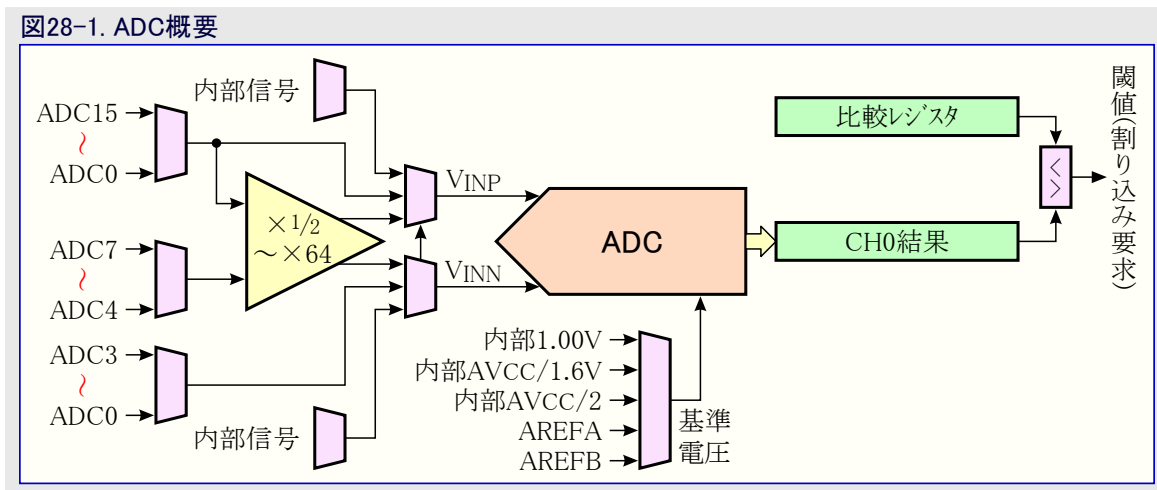
28.2. 概要

A/D変換器(ADC)はアナログ信号をデジタル値に変換します。ADCは12ビット分解能と秒当たり30万(300k)採取(sps)までの変換能力を持ちます。入力選択は柔軟で、シングルエンドと差動の両方の測定を実行することができます。差動測定に対しては動態範囲を拡大するために任意選択の利得段が利用可能です。加えて多数の内部信号入力が利用可能です。ADCは符号付と符号なしの結果を提供できます。

ADC測定はアプリケーションソフトウェアまたはデバイス内の別の周辺機能からやって来る事象のどちらかによって開始することができます。ADC測定はソフトウェアの介入なしで予め予測されたタイミングで開始することができます。変換が行われる時にADCの結果を直接、メモリまたは周辺機能へ移動するのにDMAを使うことが可能です。

内部と外部の両方の基準電圧が使えます。統合された温度感知器がADCとで利用可能です。AVCC/10、ハントギャップ電圧からの出力もADCによって測定することができます。

ADCは必要とされる最小のソフトウェア介入で使用者定義された閾値の正確な監視のための比較機能を持ちます。



ADCは8または12ビットの結果に構成設定することができ、最小変換時間(伝播遅延)を12ビットに対する3.35μsから8ビットの結果に対する2.3μsに減らします。

ADC変換結果は任意選択の'1'または'0'の穴埋めでの左詰めまたは右詰めの調整が提供されます。これは結果が符号付き整数(符号付き16ビット数)として表現される時に計算を簡単にします。

ポートAは1つのADCを持ちます。この周辺機能の表記はADCAです。

29. AC – アナログ比較器

29.1. 要点

- 2つのアナログ比較器
- 選択可能なヒステリシス
 - なし
 - 小
 - 大
- ピンで利用可能なアナログ比較器出力
- 柔軟な入力選択
 - ポート上の全ピン
 - ハントギャップ基準電圧
 - 内部AVCC電圧の64段階に設定可能な分圧器
- 以下での割り込みと事象の生成
 - 上昇端
 - 下降端
 - 切り替わり
- 以下での窓機能割り込みと事象の生成
 - 窓以上の信号
 - 窓内側の信号
 - 窓以下の信号
- 構成設定可能な出力ピン選択を持つ定電流源

29.2. 概要

アナログ比較器(AC)は2つの入力の電圧水準を比較してその比較に基いたデジタル出力を与えます。アナログ比較器は多数の異なる入力変化の組み合わせで割り込み要求や事象を生成するように構成設定できます。

アナログ比較器ヒステリシスは各応用に対して最適な動作を達成するために調節することができます。

入力選択はアナログポートピン、多数の内部信号、64段階の設定可能な分圧器を含みます。アナログ比較器出力の状態は外部デバイスによって使うためにピン上に出力することもできます。

定電流源を許可することができ、選択可能なピン上に出力することができます。これは例えば容量性接触感知応用でコンデンサを充電するのに使われる外部抵抗を置き換えるのに使うことができます。

アナログ比較器は常に各ポート上の対で分類されます。それらはアナログ比較器0(AC0)とアナログ比較器1(AC1)と呼ばれます。それらは同様の動きを持ちますが、独立した制御レジスタを持ちます。対として使うと、それらは電圧水準の代わりに電圧範囲と信号を比較するように窓動作で設定することができます。

ポートAは1つのAC対を持ちます。表記はACAです。

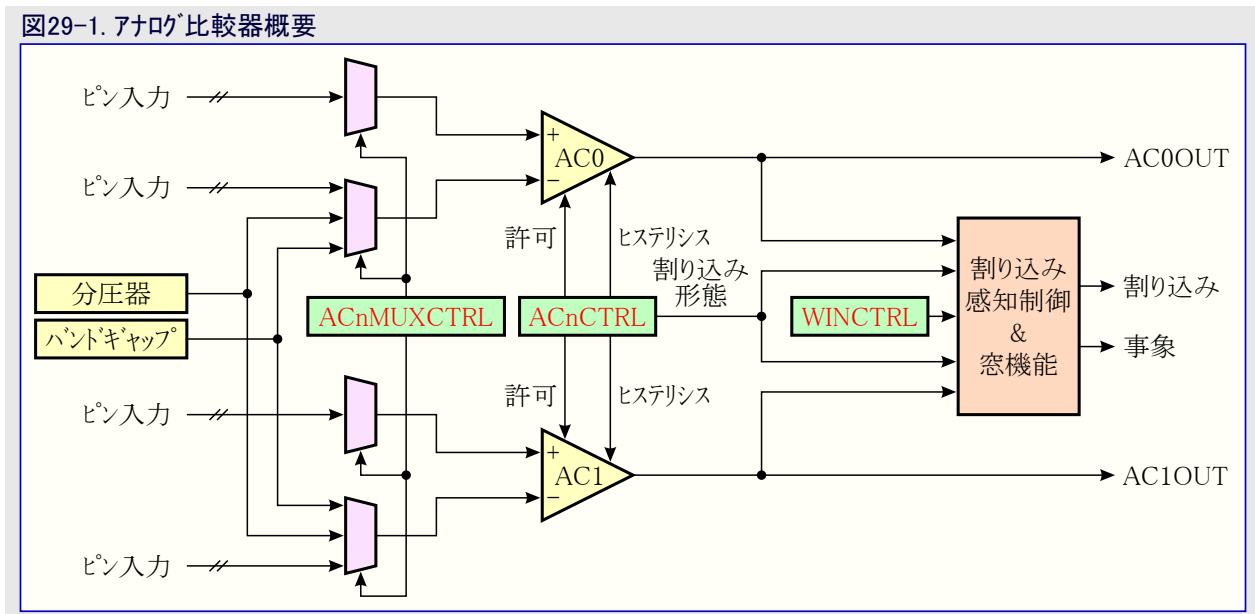
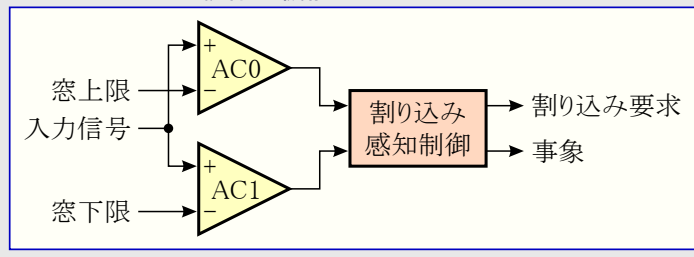


図29-2.で示されるように、窓機能は2つのアナログ比較器の外部入力を接続することによって実現されます。

図29-2. アナログ比較器窓機能



30. プログラミングとデバッグ

30.1. 要点

- プログラミング
 - PDIインターフェースを通す外部プログラミング
 - ・ 高速動作のための最小の規約付随負荷
 - ・ 確かな動作のための組み込みの異常検出と処理
 - 何れかの通信インターフェースを通すプログラミング用のブート ロータ支援
- デバッグ
 - 不干涉、実時間、チップ上デバッグ システム
 - ピン接続を除き、デバイスから必要とされるソフトウェアまたはハードウェアなし
 - プログラムの流れ制御
 - ・ 実行、停止、リセット、1行実行、内側実行、外側実行、カーソルまで実行
 - 無制限数の使用者プログラム中断点(ブレークポイント)
 - 無制限数の使用者データ中断点、以下で中断
 - ・ データ位置読み、書き、または読み書き両方
 - ・ データ位置内容が値と等しいまたは等しくない
 - ・ データ位置内容が値よりも大きいまたは小さい
 - ・ データ位置内容が範囲の内側または外側
 - デバイス クロック周波数での制限なし
- プログラミングとデバッグ用インターフェース(PDI)
 - 外部のプログラミングとデバッグ用の2ピン インターフェース
 - リセット ピンと専用ピンを使用
 - プログラミングまたはデバッグ中にI/Oピンの必要なし

30.2. 概要

プログラミングとデバッグ用インターフェース(PDI)はデバイスの外部プログラミングとチップ上デバッグ用のAtmel専有インターフェースです。

PDIはフラッシュ、EEPROM、ヒューズ、施錠ビット、使用者識別列の不揮発性メモリ(NVM)の高速プログラミングを支援します。

デバッグは不干涉、実時間のデバッグを提供するチップ上デバッグ システムを通して支援されます。これはデバイスピン接続を除いてどんなソフトウェアまたはハードウェアも必要としません。Atmelのツールチェーン使用は完全なプログラムの流れ制御を提供し、プログラムと複雑なデータの無制限数の中断点(ブレークポイント)を支援します。応用デバッグはアセンブラと逆アセンブラ段階からだけでなく、Cまたは他の高位言語ソースコードの段階から行うことができます。

プログラミングとデバッグはPDI物理層を通して行えます。これはクロック入力用のリセットピン(PDI_CLK)とデータ入出力用の他の1つの専用検査ピン(PDI_DATA)を使う2ピン インターフェースです。何れかの外部書き込み器またはチップ上デバッグ/エミュレータがこのインターフェースへ直接的に接続することができます。

31. ピン配置とピン機能

デバイスのピン配置は3頁の「[ピン配置/構成図](#)」で示されます。汎用I/O機能に加え、各ピンは様々な交換機能を持ち得ます。これほどの周辺機能が許可され、そして現実のピンに接続されるかに依存します。ピン機能は同時に1つだけを使うことができます。

31.1. 交換ピン機能の種類

下表は利用可能な全てのピン機能に対する表記とその機能の内容を示します。

31.1.1. 活動/電力供給

| | |
|------|----------|
| VCC | デジタル供給電圧 |
| AVCC | アナログ供給電圧 |
| GND | 接地 |

31.1.2. ホート割り込み機能

| | |
|------|-------------------------------|
| SYNC | 完全な同期と制限された非同期の割り込み機能を持つポートピン |
| ASYN | 完全な同期と完全な非同期の割り込み機能を持つポートピン |

31.1.3. アナログ機能

| | |
|--------|--------------|
| ACn | アナログ比較器入力ピンn |
| ACnOUT | アナログ比較器n出力 |
| ADCn | A/D変換器入力ピンn |
| AREF | アナログ基準電圧入力ピン |

31.1.4. タイマ/カウンタとAWeX機能

| | |
|--------|----------------------------|
| OCnx | タイマ/カウンタn用比較チャンネルx出力 |
| OCnx | タイマ/カウンタn用比較チャンネルx反転出力 |
| OCnxLS | タイマ/カウンタn用比較チャンネルx Low側出力 |
| OCnxHS | タイマ/カウンタn用比較チャンネルx High側出力 |

31.1.5. 通信機能

| | |
|--------|------------------------------|
| SCL | TWI用直列クロック |
| SDA | TWI用直列データ |
| SCLIN | 外部駆動インターフェース許可時のTWI用直列クロック入力 |
| SCLOUT | 外部駆動インターフェース許可時のTWI用直列クロック出力 |
| SDAIN | 外部駆動インターフェース許可時のTWI用直列データ入力 |
| SDAOUT | 外部駆動インターフェース許可時のTWI用直列データ出力 |
| XCKn | USARTn用転送クロック |
| RXDn | USARTn用受信データ |
| TXDn | USARTn用送信データ |
| SS | SPI用従装置選択 |
| MOSI | SPI用主装置出力従装置入力 |
| MISO | SPI用主装置入力従装置出力 |
| SCK | SPI用直列クロック |
| D- | USB用Data- |
| D+ | USB用Data+ |

31.1.6. 発振器、クロック、事象

| | |
|---------|------------|
| TOSCn | 計時器用発振器ピンn |
| XTALn | 発振器用入出力ピンn |
| CLKOUT | 周辺機能クロック出力 |
| EVOUT | 事象チャンネルn出力 |
| RTCCOUT | RTCクロック元出力 |

31.1.7. デバッグ/システム機能

| | |
|----------|-----------------------------|
| RESET | リセットピン |
| PDI_CLK | プログラミングとデバッグ用インターフェースクロックピン |
| PDI_DATA | プログラミングとデバッグ用インターフェースデータピン |

31.2. 交換ピン機能

下表は最初の列でポートの各ピンに対する主/既定の機能、第2列でピン番号、そして残りの列で全ての交換ピン機能を示します。先頭行は何の周辺機能が交換ピン機能を許可して使うかを示します。

より良い柔軟性のため、いくつかの交換機能はそれらの機能に対して選択可能なピン位置も持ち、これはこれが適用される最初の表の下で注記されます。

表31-1. ホートA - 交換機能

| PORTA | ピン番号 | 割り込み | ADCA 利得有/無 正入力 | | ADCA 利得なし 負入力 | ADCA 利得付き 負入力 | ACA 正入力 | ACA 負入力 | ACA 出力 | | REFA | |
|-------|------|-----------|----------------------|--|---------------------|---------------------|------------|------------|-----------|--|------|--|
| GND | 60 | | | | | | | | | | | |
| AVCC | 61 | | | | | | | | | | | |
| PA0 | 62 | SYNC | ADC0 | | ADC0 | | AC0 | AC0 | | | AREF | |
| PA1 | 63 | SYNC | ADC1 | | ADC1 | | AC1 | AC1 | | | | |
| PA2 | 64 | SYNC/ASYN | ADC2 | | ADC2 | | AC2 | | | | | |
| PA3 | 1 | SYNC | ADC3 | | ADC3 | | AC3 | AC3 | | | | |
| PA4 | 2 | SYNC | ADC4 | | | ADC4 | AC4 | | | | | |
| PA5 | 3 | SYNC | ADC5 | | | ADC5 | AC5 | AC5 | | | | |
| PA6 | 4 | SYNC | ADC6 | | | ADC6 | AC6 | | AC1OUT | | | |
| PA7 | 5 | SYNC | ADC7 | | | ADC7 | | AC7 | AC0OUT | | | |

表31-2. ホートB - 交換機能

| PORTB | ピン番号 | 割り込み | ADCA 利得なし 正入力 | | | | | | | | REFB | |
|-------|------|-----------|---------------------|--|--|--|--|--|--|--|------|--|
| PB0 | 6 | SYNC | ADC8 | | | | | | | | AREF | |
| PB1 | 7 | SYNC | ADC9 | | | | | | | | | |
| PB2 | 8 | SYNC/ASYN | ADC10 | | | | | | | | | |
| PB3 | 9 | SYNC | ADC11 | | | | | | | | | |
| PB4 | 10 | SYNC | ADC12 | | | | | | | | | |
| PB5 | 11 | SYNC | ADC13 | | | | | | | | | |
| PB6 | 12 | SYNC | ADC14 | | | | | | | | | |
| PB7 | 13 | SYNC | ADC15 | | | | | | | | | |
| GND | 14 | | | | | | | | | | | |
| AVCC | 15 | | | | | | | | | | | |

表31-3. ホートC - 交換機能

| PORTC | ピン番号 | 割り込み | TCC0 (注1,2) | AWEXC | TCC1 | USARTC0 (注3) | | SPIC (注4) | TWIC | クロック出力 (注5) | 事象出力 (注6) |
|-------|------|-----------|----------------|--------|------|-----------------|--|--------------|------------|----------------|--------------|
| PC0 | 16 | SYNC | OC0A | OC0ALS | | | | | SDA/SDA_IN | | |
| PC1 | 17 | SYNC | OC0B | OC0AHS | | XCK0 | | | SCL/SCL_IN | | |
| PC2 | 18 | SYNC/ASYN | OC0C | OC0BLS | | RXD0 | | | SDA_OUT | | |
| PC3 | 19 | SYNC | OC0D | OC0BHS | | TXD0 | | | SCL_OUT | | |
| PC4 | 20 | SYNC | | OC0CLS | OC1A | | | SS | | | |
| PC5 | 21 | SYNC | | OC0CHS | OC1B | | | MOSI | | | |
| PC6 | 22 | SYNC | | OC0DLS | | | | MISO | | RTCKOUT | |
| PC7 | 23 | SYNC | | OC0DHS | | | | SCK | | CLKOUT | EVOUT |
| GND | 24 | | | | | | | | | | |
| VCC | 25 | | | | | | | | | | |

注1: 全てのTC0のピン割り当ては任意選択でポートの上位ニブルに移動することができます。

注2: TC0がTC2として構成設定された場合、8つ全てのピンがPWM出力として使うことができます。

注3: 全てのUSART0のピン割り当ては任意選択でポートの上位ニブルに移動することができます。

注4: 全てのSPIに対してMOSIとSCKのピンは任意選択で交換することができます。

注5: CLKOUTは任意選択でポートC,D,E間とピン4~7間で移動することができます。

注6: EVOUTは任意選択でポートC,D,E間とピン4~7間で移動することができます。

表31-4. ホード - 交換機能

| PORTD | ピン番号 | 割り込み | TCD0 | | | USARTD0 | | SPID | USB | クロック出力 | 事象出力 |
|-------|------|------------|------|--|--|---------|--|-----------------|-----|--------|-------|
| PD0 | 26 | SYNC | OC0A | | | | | | | | |
| PD1 | 27 | SYNC | OC0B | | | XCK0 | | | | | |
| PD2 | 28 | SYNC/ASYNC | OC0C | | | RXD0 | | | | | |
| PD3 | 29 | SYNC | OC0D | | | TXD0 | | | | | |
| PD4 | 30 | SYNC | | | | | | \overline{SS} | | | |
| PD5 | 31 | SYNC | | | | | | MOSI | | | |
| PD6 | 32 | SYNC | | | | | | MISO | D- | | |
| PD7 | 33 | SYNC | | | | | | SCK | D+ | CLKOUT | EVOUT |
| GND | 34 | | | | | | | | | | |
| VCC | 35 | | | | | | | | | | |

表31-5. ホーTE - 交換機能

| PORTE | ピン番号 | 割り込み | TCE0 | TOSC | | USARTE0 | | | TWIE | クロック出力 | 事象出力 |
|-------|------|------------|------|-------|--|---------|--|--|------------|--------|-------|
| PE0 | 36 | SYNC | OC0A | | | | | | SDA/SDA_IN | | |
| PE1 | 37 | SYNC | OC0B | | | XCK0 | | | SCL/SCL_IN | | |
| PE2 | 38 | SYNC/ASYNC | OC0C | | | RXD0 | | | SDA_OUT | | |
| PE3 | 39 | SYNC | OC0D | | | TXD0 | | | SCL_OUT | | |
| PE4 | 40 | SYNC | | | | | | | | | |
| PE5 | 41 | SYNC | | | | | | | | | |
| PE6 | 42 | SYNC | | TOSC2 | | | | | | | |
| PE7 | 43 | SYNC | | TOSC1 | | | | | | CLKOUT | EVOUT |
| GND | 44 | | | | | | | | | | |
| VCC | 45 | | | | | | | | | | |

表31-6. ホーTF - 交換機能

| PORTF | ピン番号 | 割り込み | TCF0 | | | | | | | | |
|-------|------|------------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|
| PF0 | 46 | SYNC | OC0A | | | | | | | | |
| PF1 | 47 | SYNC | OC0B | | | | | | | | |
| PF2 | 48 | SYNC/ASYNC | OC0C | | | | | | | | |
| PF3 | 49 | SYNC | OC0D | | | | | | | | |
| PF4 | 50 | SYNC | | | | | | | | | |
| PF5 | 51 | SYNC | | | | | | | | | |
| PF6 | 54 | SYNC | | | | | | | | | |
| PF7 | 55 | SYNC | | | | | | | | | |
| GND | 52 | | | | | | | | | | |
| VCC | 53 | | | | | | | | | | |

表31-7. ホーTR - 交換機能

| PORTR | ピン番号 | 割り込み | XTAL | PDI |
|--------------------|------|------|-------|-----------|
| PDI | 56 | | | PDI_DATA |
| \overline{RESET} | 57 | | | PDI_CLOCK |
| PR0 | 58 | SYNC | XTAL2 | |
| PR1 | 59 | SYNC | XTAL1 | |

32. 周辺機能単位部アドレス割り当て

アドレス割り当て表はAtmel AVR XMEGA C3内の各周辺機能と単位部に対する基準アドレスを示します。各周辺機能単位部に対する一覧と完全なレジスタ記述についてはXMEGA C 手引書を参照してください。

表32-1. 周辺機能単位部アドレス割り当て

| 基準アドレス | 名称 | 意味 | 基準アドレス | 名称 | 意味 |
|--------|-----------|-------------------|--------|---------|-------------------|
| \$0000 | GPIO | 汎用I/Oレジスタ | \$0400 | RTC | 実時間計数器 |
| \$0010 | VPORT0 | 仮想ポート0 | \$0480 | TWIC | ポートCの2線インターフェース |
| \$0014 | VPORT1 | 仮想ポート1 | \$04A0 | TWIE | ポートEの2線インターフェース |
| \$0018 | VPORT2 | 仮想ポート2 | \$04C0 | USB | 万能直列バス インターフェース |
| \$001C | VPORT3 | 仮想ポート3 | \$0600 | PORTA | ポートA |
| \$0030 | CPU | CPU | \$0620 | PORTB | ポートB |
| \$0040 | CLK | クロック制御 | \$0640 | PORTC | ポートC |
| \$0048 | SLEEP | 休止制御器 | \$0660 | PORTD | ポートD |
| \$0050 | OSC | 発振器制御 | \$0680 | PORTE | ポートE |
| \$0060 | DFLLRC32M | 32MHz内部RC発振器用DFLL | \$06A0 | PORTF | ポートF |
| \$0068 | DFLLRC2M | 2MHz内部RC発振器用DFLL | \$07E0 | PORTR | ポートR |
| \$0070 | PR | 電力削減 | \$0800 | TCC0 | ポートCのタイマ/カウンタ0 |
| \$0078 | RST | リセット制御器 | \$0840 | TCC1 | ポートCのタイマ/カウンタ1 |
| \$0080 | WDT | ウォッチドッグ タイマ | \$0880 | AWEXC | ポートCの新波形拡張 |
| \$0090 | MCU | MCU制御 | \$0890 | HIRES | ポートCの高分解能拡張 |
| \$00A0 | PMIC | 設定可能な多段割り込み制御器 | \$08A0 | USARTC0 | ポートCのUSART0 |
| \$00B0 | PORTCFG | ポート構成設定 | \$08C0 | SPIC | ポートCの直列周辺インターフェース |
| \$00C0 | AES | AES暗号単位部 | \$08F8 | IRCOM | 赤外線通信単位部 |
| \$00D0 | CRC | CRC単位部 | \$0900 | TCD0 | ポートDのタイマ/カウンタ0 |
| \$0100 | DMA | DMA制御器 | \$09A0 | USARTD0 | ポートDのUSART0 |
| \$0180 | EVSYS | 事象システム | \$09C0 | SPID | ポートDの直列周辺インターフェース |
| \$01C0 | NVM | 不揮発性メモリ(NVM)制御器 | \$0A00 | TCE0 | ポートEのタイマ/カウンタ0 |
| \$0200 | ADCA | ポートAのA/D変換器 | \$0AA0 | USARTE0 | ポートEのUSART0 |
| \$0320 | DACB | ポートBのD/A変換器 | \$0B00 | TCF0 | ポートFのタイマ/カウンタ0 |
| \$0380 | ACA | ポートAのアナログ比較器 | | | |

33. 命令一式要約

| ニーモニック | オペランド | 意味 | 動作 | フラグ | クロック |
|------------------|-------|------------------------|---|-----------------|-------|
| 算術、論理演算命令 | | | | | |
| ADD | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の加算 | $Rd \leftarrow Rd + Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| ADC | Rd,Rr | キャリーを含めた汎用レジスタ間の加算 | $Rd \leftarrow Rd + Rr + C$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| ADIW | Rd,K6 | 即値の語(ワード)長加算 | $RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL + K$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| SUB | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の減算 | $Rd \leftarrow Rd - Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SUBI | Rd,K | 汎用レジスタから即値の減算 | $Rd \leftarrow Rd - K$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SBIW | Rd,K6 | 即値の語(ワード)長減算 | $RdH:RdL \leftarrow RdH:RdL - K$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| SBC | Rd,Rr | キャリーを含めた汎用レジスタ間の減算 | $Rd \leftarrow Rd - Rr - C$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SBCI | Rd,K | 汎用レジスタからキャリーと即値の減算 | $Rd \leftarrow Rd - K - C$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| AND | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の論理積(AND) | $Rd \leftarrow Rd \text{ AND } Rr$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| ANDI | Rd,K | 汎用レジスタと即値の論理積(AND) | $Rd \leftarrow Rd \text{ AND } K$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| OR | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の論理和(OR) | $Rd \leftarrow Rd \text{ OR } Rr$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| ORI | Rd,K | 汎用レジスタと即値の論理和(OR) | $Rd \leftarrow Rd \text{ OR } K$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| EOR | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の排他的論理和(Ex-OR) | $Rd \leftarrow Rd \text{ EOR } Rr$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| COM | Rd | 1の補数(論理反転) | $Rd \leftarrow \$FF - Rd$ | I,T,H,S,0,N,Z,1 | 1 |
| NEG | Rd | 2の補数 | $Rd \leftarrow \$00 - Rd$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SBR | Rd,K | 汎用レジスタの(複数)ビット設定(1) | $Rd \leftarrow Rd \text{ OR } K$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| CBR | Rd,K | 汎用レジスタの(複数)ビット解除(0) | $Rd \leftarrow Rd \text{ AND } (\$FF - K)$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| INC | Rd | 汎用レジスタの増加(+1) | $Rd \leftarrow Rd + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| DEC | Rd | 汎用レジスタの減少(-1) | $Rd \leftarrow Rd - 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| TST | Rd | 汎用レジスタのゼロとマイナス検査 | $Rd \leftarrow Rd \text{ AND } Rd$ | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| CLR | Rd | 汎用レジスタの全0設定(=\$00) | $Rd \leftarrow Rd \text{ EOR } Rd$ | I,T,H,0,0,0,1,C | 1 |
| SER | Rd | 汎用レジスタの全1設定(=\$FF) | $Rd \leftarrow \$FF$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| MUL | Rd,Rr | 符号なし間の乗算 | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$ (U×U) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| MULS | Rd,Rr | 符号付き間の乗算 | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$ (S×S) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| MULSU | Rd,Rr | 符号付きと符号なしの乗算 | $R1:R0 \leftarrow Rd \times Rr$ (S×U) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| FMUL | Rd,Rr | 符号なし間の固定小数点乗算 | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$ (U×U) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| FMULS | Rd,Rr | 符号付き間の固定小数点乗算 | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$ (S×S) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| FMULSU | Rd,Rr | 符号付きと符号なしの固定小数点乗算 | $R1:R0 \leftarrow (Rd \times Rr) \ll 1$ (S×U) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| DES | K4 | データ暗号化/解読 | H=0なら、R15~R0 ← 暗号化(R15~R0,K4) H=1なら、R15~R0 ← 解読(R15~R0,K4) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1,2 |
| 分岐命令 | | | | | |
| RJMP | k | 相対無条件分岐 | $PC \leftarrow PC + k + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| IJMP | | Zレジスタ間接無条件分岐 | $PC \leftarrow Z$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| EIJMP | | 拡張Zレジスタ間接無条件分岐 | $PC \leftarrow \text{EIND}:Z$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| JMP | k | 絶対無条件分岐 | $PC \leftarrow k$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| RCALL | k | 相対サブルーチン呼び出し | $\text{STACK} \leftarrow PC, PC \leftarrow PC + k + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2,3 |
| ICALL | | Zレジスタ間接サブルーチン呼び出し | $\text{STACK} \leftarrow PC, PC \leftarrow Z$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2,3 |
| EICALL | | 拡張Zレジスタ間接サブルーチン呼び出し | $\text{STACK} \leftarrow PC, PC \leftarrow \text{EIND}:Z$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| CALL | k | 絶対サブルーチン呼び出し | $\text{STACK} \leftarrow PC, PC \leftarrow k$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3,4 |
| RET | | サブルーチンからの復帰 | $PC \leftarrow \text{STACK}$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 4,5 |
| RETI | | 割り込みからの復帰 | $PC \leftarrow \text{STACK}$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 4,5 |
| CPSE | Rd,Rr | 汎用レジスタ間比較、一致でスキップ | Rd=Rrなら、 $PC \leftarrow PC + 2\text{or}3$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2,3 |
| CP | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の比較 | $Rd - Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CPC | Rd,Rr | キャリーを含めた汎用レジスタ間の比較 | $Rd - Rr - C$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CPI | Rd,K | 汎用レジスタと即値の比較 | $Rd - K$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SBRC | Rr,b | 汎用レジスタのビットが解除(0)でスキップ | Rr(b)=0なら、 $PC \leftarrow PC + 2\text{or}3$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2,3 |
| SBR | Rr,b | 汎用レジスタのビットが設定(1)でスキップ | Rr(b)=1なら、 $PC \leftarrow PC + 2\text{or}3$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2,3 |
| SBIC | P,b | I/Oレジスタのビットが解除(0)でスキップ | P(b)=0なら、 $PC \leftarrow PC + 2\text{or}3$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2/3,4 |
| SBIS | P,b | I/Oレジスタのビットが設定(1)でスキップ | P(b)=1なら、 $PC \leftarrow PC + 2\text{or}3$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2/3,4 |
| BRBS | s,k | ステータスフラグが設定(1)で分岐 | SREG(s)=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRBC | s,k | ステータスフラグが解除(0)で分岐 | SREG(s)=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BREQ | k | 一致で分岐 | Z=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRNE | k | 不一致で分岐 | Z=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRCS | k | キャリーフラグが設定(1)で分岐 | C=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRCC | k | キャリーフラグが解除(0)で分岐 | C=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRSH | k | 符号なしの≧で分岐 | C=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRLO | k | 符号なしの<で分岐 | C=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRMI | k | -(マイナス)で分岐 | N=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRPL | k | +(プラス)で分岐 | N=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRGE | k | 符号付きの≧で分岐 | (N EOR V)=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRLT | k | 符号付きの<で分岐 | (N EOR V)=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRHS | k | ハーフキャリーフラグが設定(1)で分岐 | H=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRHC | k | ハーフキャリーフラグが解除(0)で分岐 | H=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRTS | k | 一時フラグが設定(1)で分岐 | T=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRTC | k | 一時フラグが解除(0)で分岐 | T=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRVS | k | 2の補数溢れフラグが設定(1)で分岐 | V=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRVC | k | 2の補数溢れフラグが解除(0)で分岐 | V=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRIE | k | 割り込み許可で分岐 | I=1なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |
| BRID | k | 割り込み禁止で分岐 | I=0なら、 $PC \leftarrow PC + K + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1/2 |

| ニーモニック | オペランド | 意味 | 動作 | フラグ | クロック |
|---------|--------|-----------------------|--|-----------------|----------|
| データ移動命令 | | | | | |
| MOV | Rd,Rr | 汎用レジスタ間の複写 | $Rd \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| MOVW | Rd,Rr | 汎用レジスタ対間の複写 | $Rd+1:Rd \leftarrow Rr+1:Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| LDI | Rd,K | 即値の取得 | $Rd \leftarrow K$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| LD | Rd,X | Xレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (X)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,X+ | 事後増加付きXレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (X), X \leftarrow X + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,-X | 事前減少付きXレジスタ間接での取得 | $X \leftarrow X - 1, Rd \leftarrow (X)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| LD | Rd,Y | Yレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Y)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,Y+ | 事後増加付きYレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Y), Y \leftarrow Y + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,-Y | 事前減少付きYレジスタ間接での取得 | $Y \leftarrow Y - 1, Rd \leftarrow (Y)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| LDD | Rd,Y+q | 変位付きYレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Y + q)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| LD | Rd,Z | Zレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,Z+ | 事後増加付きZレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1,2) |
| LD | Rd,-Z | 事前減少付きZレジスタ間接での取得 | $Z \leftarrow Z - 1, Rd \leftarrow (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| LDD | Rd,Z+q | 変位付きZレジスタ間接での取得 | $Rd \leftarrow (Z + q)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| LDS | Rd,k | データ空間(SRAM)から直接取得 | $Rd \leftarrow (k)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1,2) |
| ST | X,Rr | Xレジスタ間接での設定 | $(X) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | X+,Rr | 事後増加付きXレジスタ間接での設定 | $(X) \leftarrow Rr, X \leftarrow X + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | -X,Rr | 事前減少付きXレジスタ間接での設定 | $X \leftarrow X - 1, (X) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| ST | Y,Rr | Yレジスタ間接での設定 | $(Y) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | Y+,Rr | 事後増加付きYレジスタ間接での設定 | $(Y) \leftarrow Rr, Y \leftarrow Y + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | -Y,Rr | 事前減少付きYレジスタ間接での設定 | $Y \leftarrow Y - 1, (Y) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| STD | Y+q,Rr | 変位付きYレジスタ間接での設定 | $(Y + q) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| ST | Z,Rr | Zレジスタ間接での設定 | $(Z) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | Z+,Rr | 事後増加付きZレジスタ間接での設定 | $(Z) \leftarrow Rr, Z \leftarrow Z + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| ST | -Z,Rr | 事前減少付きZレジスタ間接での設定 | $Z \leftarrow Z - 1, (Z) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| STD | Z+q,Rr | 変位付きZレジスタ間接での設定 | $(Z + q) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| STS | k,Rr | データ空間(SRAM)へ直接設定 | $(k) \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| LPM | | プログラム領域からZレジスタ間接での取得 | $R0 \leftarrow (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| LPM | Rd,Z | 同上 (任意のレジスタへ) | $Rd \leftarrow (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| LPM | Rd,Z+ | 同上 (事後増加付き) | $Rd \leftarrow (Z), Z \leftarrow Z + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| ELPM | | プログラム領域から拡張Zレジスタ間接で取得 | $R0 \leftarrow (RAMPZ:Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| ELPM | Rd,Z | 同上 (任意のレジスタへ) | $Rd \leftarrow (RAMPZ:Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| ELPM | Rd,Z+ | 同上 (事後増加付き) | $Rd \leftarrow (RAMPZ:Z), RAMPZ:Z \leftarrow RAMPZ:Z + 1$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 3 |
| SPM | | プログラム領域へZレジスタ間接での設定 | $(Z) \leftarrow R1:R0$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | - |
| SPM | Z+ | 同上 (事後増加(+2)付き) | $(Z) \leftarrow R1:R0, RAMPZ:Z \leftarrow RAMPZ:Z + 2$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | - |
| IN | Rd,P | I/Oレジスタからの入力 | $Rd \leftarrow P$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| OUT | P,Rr | I/Oレジスタへの出力 | $P \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| PUSH | Rr | 汎用レジスタをスタックへ保存 | $STACK \leftarrow Rr$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 (注1) |
| POP | Rd | スタックから汎用レジスタへ復帰 | $Rd \leftarrow STACK$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 (注1) |
| XCH | Z,Rd | RAM位置交換 | $Temp \leftarrow Rd, Rd \leftarrow (Z), (Z) \leftarrow Temp$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| LAS | Z,Rd | RAM位置取得&ビット設定(1) | $Temp \leftarrow Rd, Rd \leftarrow (Z), (Z) \leftarrow Temp \text{ OR } (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| LAC | Z,Rd | RAM位置取得&ビット解除(0) | $Temp \leftarrow Rd, Rd \leftarrow (Z), (Z) \leftarrow (\$FF - Temp) \text{ AND } (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |
| LAT | Z,Rd | RAM位置取得&ビット反転 | $Temp \leftarrow Rd, Rd \leftarrow (Z), (Z) \leftarrow Temp \text{ EOR } (Z)$ | I,T,H,S,V,N,Z,C | 2 |

| ニーモニック | オペランド | 意味 | 動作 | フラグ | クロック |
|----------------|-------|---------------------|---------------------------------------|-----------------|------|
| ビット関係命令 | | | | | |
| SBI | P,b | I/Oレジスタのビット設定(1) | I/O(P,b) ← 1 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CBI | P,b | I/Oレジスタのビット解除(0) | I/O(P,b) ← 0 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| LSL | Rd | 論理的左ビット移動 | Rd(n+1) ← Rd(n), Rd(0) ← 0 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| LSR | Rd | 論理的右ビット移動 | Rd(n) ← Rd(n+1), Rd(7) ← 0 | I,T,H,S,V,0,Z,C | 1 |
| ROL | Rd | キャリーを含めた左回転 | Rd(0) ← C, Rd(n+1) ← Rd(n), C ← Rd(7) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| ROR | Rd | キャリーを含めた右回転 | Rd(7) ← C, Rd(n) ← Rd(n+1), C ← Rd(0) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| ASR | Rd | 算術的右ビット移動 | Rd(n) ← Rd(n+1), n=0~6 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SWAP | Rd | ニブル(4ビット)上位/下位交換 | Rd(7~4) ⇔ Rd(3~0) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| BSET | s | ステータスレジスタのビット設定(1) | SREG(s) ← 1 | I,T,H,S,V,1,Z,C | 1 |
| BCLR | s | ステータスレジスタのビット解除(0) | SREG(s) ← 0 | 0,0,0,0,0,0,0 | 1 |
| BST | Rr,b | 汎用レジスタのビットを一時フラグへ移動 | T ← Rr(b) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| BLD | Rd,b | 一時フラグを汎用レジスタのビットへ移動 | Rd(b) ← T | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SEC | | キャリーフラグを設定(1) | C ← 1 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CLC | | キャリーフラグを解除(0) | C ← 0 | I,T,H,S,V,N,Z,0 | 1 |
| SEN | | 負フラグを設定(1) | N ← 1 | I,T,H,S,V,1,Z,C | 1 |
| CLN | | 負フラグを解除(0) | N ← 0 | I,T,H,S,V,0,Z,C | 1 |
| SEZ | | ゼロフラグを設定(1) | Z ← 1 | I,T,H,S,V,N,1,C | 1 |
| CLZ | | ゼロフラグを解除(0) | Z ← 0 | I,T,H,S,V,N,0,C | 1 |
| SEI | | 全割り込み許可 | I ← 1 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CLI | | 全割り込み禁止 | I ← 0 | 0,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SES | | 符号フラグを設定(1) | S ← 1 | I,T,H,1,V,N,Z,C | 1 |
| CLS | | 符号フラグを解除(0) | S ← 0 | I,T,H,0,V,N,Z,C | 1 |
| SEV | | 2の補数溢れフラグを設定(1) | V ← 1 | I,T,H,S,1,N,Z,C | 1 |
| CLV | | 2の補数溢れフラグを解除(0) | V ← 0 | I,T,H,S,0,N,Z,C | 1 |
| SET | | 一時フラグを設定(1) | T ← 1 | I,1,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| CLT | | 一時フラグを解除(0) | T ← 0 | I,0,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SEH | | ハーフキャリーフラグを設定(1) | H ← 1 | I,T,1,S,V,N,Z,C | 1 |
| CLH | | ハーフキャリーフラグを解除(0) | H ← 0 | I,T,0,S,V,N,Z,C | 1 |
| MCU制御命令 | | | | | |
| NOP | | 無操作 | | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| SLEEP | | 休止形態動作開始 | 休止形態動作参照 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| WDR | | ウォッチドッグタイマリセット | ウォッチドッグタイマ参照 | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |
| BREAK | | 一時停止 | チップ上デバッグ機能専用(デバッグが使用) | I,T,H,S,V,N,Z,C | 1 |

K4, K6, K : 4, 6, 8ビット定数

P : I/Oレジスタ

Rd, Rr : 汎用レジスタ(R0~R31)

X, Y, Z : X, Y, Zレジスタ

b : ビット(0~7)

k : アドレス定数(7,12,16ビット)

q : 符号なし6ビット定数(変位)

s : ステータスフラグ(C,Z,N,V,X,H,T,I)

注1: データメモリアクセスに対する周期数は内部メモリアクセスを仮定し、外部メモリインターフェース経由のアクセスに対しては有効ではありません。(訳補:XMEGA C3系に外部メモリインターフェースはありません。)

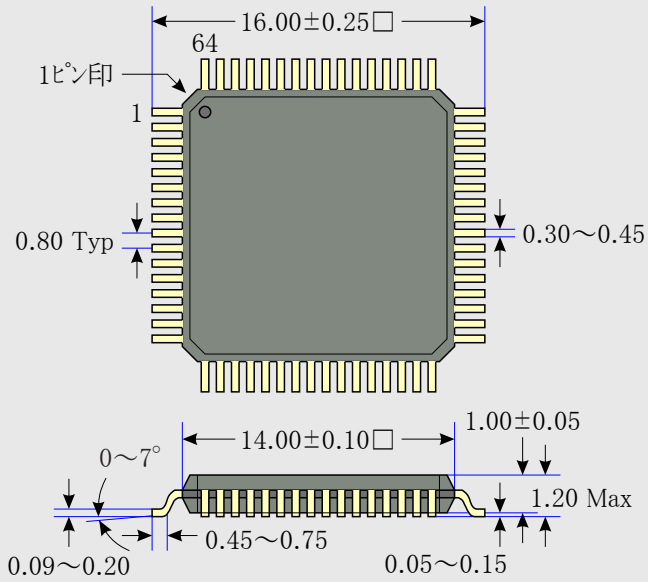
注2: 内部SRAMアクセス時に1つの付加周期が追加されなければなりません。

34. 外圍器情報

34.1. 64A

64リード・0.8mmピッチ プラスティック4方向平板外圍器 (TQFP)

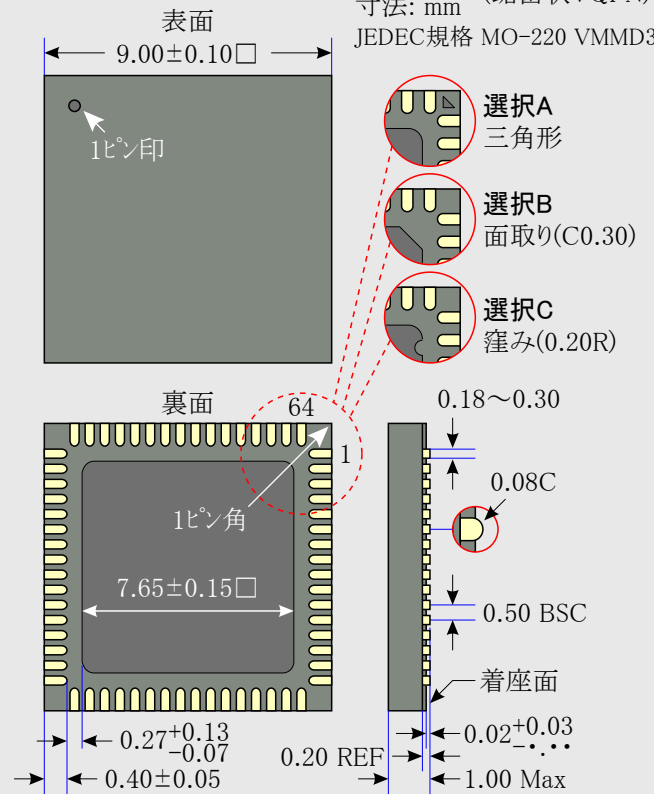
寸法: mm
JEDEC規格 MS-026 AEB



34.2. 64Z3

64パッド・0.5mmピッチ 極薄4方向平板リードなし外圍器

(鋸歯状VQFN)
寸法: mm
JEDEC規格 MO-220 VMMD3



35. 電気的特性

全ての代表値は他の温度条件が与えられていない限り、T=25°Cで測定されています。全ての最小と最大の値は他の条件が与えられていない限り、動作温度と動作電圧に渡って有効です。

35.1. 絶対最大定格

下の表35-1.で一覧にされるそれらを超える負担はデバイスに定常的な損傷を与えます。絶対最大定格は負担の定格を示すためだけのものです、この値または、この仕様書の動作特性で示された値を超える条件で動作することを示すものではありません。長時間の最大定格での使用はデバイスの信頼性を損なう場合があります。

表35-1. 絶対最大定格

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|------------------|----|------|----|---------|----|
| VCC | 電源電圧 | | -0.3 | | 4 | V |
| IVCC | VCCピンへの電流 | | | | 200 | mA |
| IGND | GNDピンの電流出力 | | | | 200 | |
| VPIN | GNDとVCCに対するピン電圧 | | -0.5 | | VCC+0.5 | V |
| IPIN | 入出力ピン吸い込み/吐き出し電流 | | -25 | | 25 | mA |
| TA | 保存温度 | | -65 | | 150 | °C |
| Tj | 接合部温度 | | | | 150 | |

35.2. 全般動作定格

デバイスは保証されて有効であるべきデバイスの他の全ての電気的特性と代表特性のために、表35-2.で一覧にされる定格内で動作しなければなりません。

表35-2. 全般動作条件

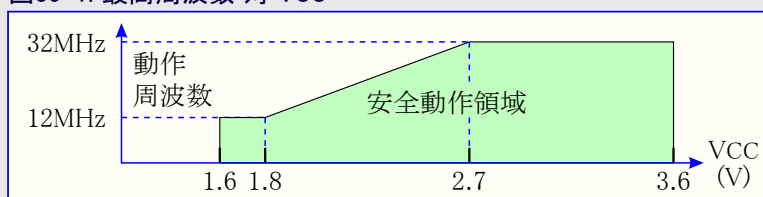
| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|----------|----|------|----|-----|----|
| VCC | 電源電圧 | | 1.60 | | 3.6 | V |
| AVCC | アナログ供給電圧 | | 1.60 | | 3.6 | |
| TA | 保存温度 | | -40 | | 85 | °C |
| Tj | 接合部温度 | | -40 | | 105 | |

表35-3. 動作電圧と周波数

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|--------------------|------------|----------|----|----|----|-----|
| clk _{CPU} | CPUクロック周波数 | VCC=1.6V | 0 | | 12 | MHz |
| | | VCC=1.8V | 0 | | 12 | |
| | | VCC=2.7V | 0 | | 32 | |
| | | VCC=3.6V | 0 | | 32 | |

最高システム周波数は動作電圧に依存します。図35-1.で示されるように周波数対VCC曲線は1.8V<VCC<2.7V間で直線です。

図35-1. 最高周波数 対 VCC



35.3. 消費電流

表35-4. 活動動作と休止動作の消費電流

| シンボル | 項目 | 条件 | | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 | |
|-----------------|-------------------|--|----------|----------|-----|-----|----|-----|
| I _{CC} | 活動動作消費電流 (注1) | 32kHz外部クロック | VCC=1.8V | | 150 | | μA | |
| | | | VCC=3.0V | | 320 | | | |
| | | 1MHz外部クロック | VCC=1.8V | | 410 | | | |
| | | | VCC=3.0V | | 830 | | | |
| | | 2MHz外部クロック | VCC=1.8V | | 660 | 800 | | |
| | | | VCC=3.0V | | 1.3 | 1.8 | | |
| | アイドル動作消費電流 (注1) | 32kHz外部クロック | VCC=1.8V | | 4 | | μA | |
| | | | VCC=3.0V | | 5 | | | |
| | | 1MHz外部クロック | VCC=1.8V | | 50 | | | |
| | | | VCC=3.0V | | 100 | | | |
| | | 2MHz外部クロック | VCC=1.8V | | 100 | 350 | | |
| | | | VCC=3.0V | | 200 | 600 | | |
| I _{CC} | パワーダウン動作消費電流 | 32MHz外部クロック | VCC=3.0V | | 3.3 | 7 | mA | |
| | | | T=25°C | | | 0.2 | | 1.0 |
| | | | | T=85°C | | | | 3.5 |
| | | T=105°C | | | | | | 16 |
| | | 採取動作BODとWDTを許可 | T=25°C | VCC=3.0V | | 1.5 | | 2.0 |
| | | | T=85°C | | | 6 | | 10 |
| | T=105°C | | | | 15 | 27 | | |
| | パワーセーブ動作消費電流 (注2) | ULPクロックでのRTC、採取動作BODとWDTを許可、T=25°C | VCC=1.8V | | 1.4 | | μA | |
| | | | VCC=3.0V | | 1.5 | | | |
| | | 低電力32.768kHz TOSCの1.024kHzでのRTC、T=25°C | VCC=1.8V | | 0.7 | 2 | | |
| | | | VCC=3.0V | | 0.8 | 2 | | |
| | | 低電力32.768kHz TOSCからのRTC、T=25°C | VCC=1.8V | | 0.9 | 3 | | |
| VCC=3.0V | | | | 1.1 | 3 | | | |
| リセット消費電流 | 基台のRESETピンを通る電流 | VCC=3.0V | | 300 | | | | |

注1: 全ての電力削減レジスタは設定(1)。

注2: 最大限度は特性付けに基づき、製造に於いて検査されません。

表35-5. 単位部と周辺機能に関する消費電流

| シンボル | 項目 | 条件 | (注1) | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 | |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------|------|------|----|--|
| ICC | 超低電力(ULP)発振器 | | | | 0.93 | | μA | |
| | 32.768kHz内部発振器 | | | | 27 | | | |
| | 2MHz内部発振器 | | | | 85 | | | |
| | | | 基準として32.768kHz内部発振器でDFLL許可 | | 115 | | | |
| | 32MHz内部発振器 | | | | 240 | | | |
| | | | 基準として32.768kHz内部発振器でDFLL許可 | | 430 | | | |
| | PLL | | 通倍率=20倍,32MHz内部,基準としてDIV4 | | 300 | | | |
| | ウォッチドッグ タイマ | | | | 1 | | | |
| | 低電圧検出器(BOD) | | 継続動作 | | | 140 | | |
| | | | 採取動作,ULP発振器を含む | | | 1.3 | | |
| | 1.00V内部基準電圧 | | | | | 220 | | |
| | 温度感知器 | | | | | 215 | | |
| | A/D変換器(ADC) | | 16k採取/秒, VREF=外部基準 | 電流制限(CURRLIMIT)=低 | | 1.01 | | |
| | | | | 電流制限(CURRLIMIT)=中 | | 0.9 | | |
| 電流制限(CURRLIMIT)=高 | | | | | 0.8 | | | |
| | | 75k採取/秒,VREF=外部基準,電流制限=低 | | | 1.7 | | | |
| | 300k採取/秒,VREF=外部基準 | | | 3.1 | | | | |
| DMA | | I/OレジスタとSRAM間、615Kバイト/s | | | 115 | | | |
| USART | | 9600bps,送受信許可 | | | 9.5 | | | |
| | フラッシュ メモリ/EEPROMプログラミング | | | | 4 | | | |

注1: 全ての項目は周辺機能/単位部の許可/禁止間の消費電力差として測定。他の条件が与えられない限り、全てがVCC=3.0V、前置分周なしでのclkSYS=外部1MHzクロック、T=25°Cでのデータです。

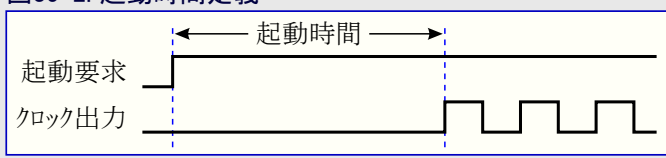
35.4. 休止形態からの起動時間

表35-6. 様々なシステムクロック元での休止形態からのデバイス起動時間

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|---------|---------------------------|----------------|-----|-----|----|----|
| twakeup | アイドル、スタンバイ、拡張スタンバイからの起動時間 | 外部2MHzクロック | | 2.0 | | μs |
| | | 32.768kHz内部発振器 | | 130 | | |
| | | 2MHz内部発振器 | | 2.0 | | |
| | パワーセーブ、パワーダウンからの起動時間 | 32MHz内部発振器 | | 0.2 | | |
| | | 外部2MHzクロック | | 4.5 | | |
| | | 32.768kHz内部発振器 | | 320 | | |
| | 2MHz内部発振器 | | 9.0 | | | |
| | 32MHz内部発振器 | | 5.0 | | | |

注: 起動時間は起動要求が与えられてからピンで周辺機能クロックが利用可能になるまでで、図35-2をご覧ください。全ての周辺機能と単位部はプログラム実行開始に先立って4クロック周期間停止されるCPUを除き、最初のクロック周期から実行を開始します。

図35-2. 起動時間定義



35.5. 入出力ピン特性

入出力ピンはJEDEC LVTTTLとLVCMOS仕様に従い、HレベルとLレベルの入力と出力の電圧限度はこの仕様を反映または超えます。

表35-7. 入出力ピン特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|--------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
| I_{OH} (注1) I_{OL} (注2) | I/Oピン吐き出し/吸い込み電流 | | -15 | | 15 | mA |
| V_{IH} | Highレベル入力電圧 | VCC=2.4~3.6V VCC=1.6~2.4V | 0.7VCC 0.8VCC | | VCC+0.5 VCC+0.5 | |
| V_{IL} | Lowレベル入力電圧 | VCC=2.4~3.6V VCC=1.6~2.4V | -0.5 -0.5 | | 0.3VCC 0.2VCC | |
| V_{OH} | Highレベル出力電圧 | VCC=3.3V VCC=3.0V VCC=1.8V | IOH=-4mA IOH=-3mA IOH=-1mA | 2.6 2.1 1.4 | 2.9 2.6 1.6 | V |
| V_{OL} | Lowレベル出力電圧 | VCC=3.3V VCC=3.0V VCC=1.8V | IOL=8mA IOL=5mA IOL=3mA | | 0.4 0.3 0.2 | 0.76 0.64 0.46 |
| I_{IN} | I/Oピン入力漏れ電流 | T=25°C | | <0.01 | 1 | μA |
| R_P | I/Oピンプル/バス保持 抵抗 | | | 25 | | kΩ |

注1: ポートAとポートBに対する全てのIOHの合計は100mAを超えてはなりません。
 ポートC、ポートD、ポートEに対する全てのIOHの合計は200mAを超えてはなりません。
 ポートFのPF5~0に対する全てのIOHの合計は200mAを超えてはなりません。
 ポートFのPF7,6とポートRとPDIに対する全てのIOHの合計は100mAを超えてはなりません。

注2: ポートAとポートBに対する全てのIOLの合計は100mAを超えてはなりません。
 ポートC、ポートD、ポートEに対する全てのIOLの合計は200mAを超えてはなりません。
 ポートFのPF5~0に対する全てのIOLの合計は200mAを超えてはなりません。
 ポートFのPF7,6とポートRとPDIに対する全てのIOLの合計は100mAを超えてはなりません。

35.6. A/D変換器特性

表35-8. 電源、基準電圧と入力範囲

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|--------------|---------------|--------------------------|---------|-----|----------|-----|
| AVCC | アナログ供給電圧 | | VCC-0.3 | | VCC+0.3 | V |
| VREF | 基準電圧 | | 1 | | AVCC-0.6 | |
| R_{in} | 入力抵抗 | 切り替え | | | 4.5 | kΩ |
| C_{sample} | 入力容量 | 切り替え | | | 5 | pF |
| R_{AREF} | 基準電圧入力抵抗 | (漏れのみ) | | >10 | | MΩ |
| C_{AREF} | 基準電圧入力容量 | 静止負荷 | | 7 | | pF |
| V_{in} | 入力範囲 | | 0 | | VREF | |
| | 変換範囲 | 差動動作、 $V_{inP}-V_{inN}$ | -VREF | | VREF | V |
| | | 符号なしシングルエント動作、 V_{inP} | -ΔV | | VREF-ΔV | |
| ΔV | 固定変位(オフセット)電圧 | | | 200 | | LSB |

表35-9. クロックとタイミング

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|---------------------|--------------|---|------|----|------|--------------------------|
| clk _{ADC} | A/D変換クロック周波数 | 最大は周辺機能クロック周波数の1/4 | 100 | | 1800 | kHz |
| | | 内部信号測定 | 100 | | 125 | |
| f _{clkADC} | 採取(変換)速度 | | 16 | | 300 | |
| f _{ADC} | 採取(変換)速度 | 電流制限(CURRLIMIT)OFF | 16 | | 300 | ksps |
| | | 電流制限(CURRLIMIT)=低(Low) | 16 | | 250 | |
| | | 電流制限(CURRLIMIT)=中(MEDIUM) | 16 | | 150 | |
| | | 電流制限(CURRLIMIT)=高(HIGH) | 16 | | 50 | |
| | 採取時間 | 1/2~32clk _{ADC} 周期の段階で設定可 | 0.28 | | 320 | μs |
| | 変換時間(伝播遅延) | (RES+2)÷2+GAIN・・・計算式 (RES=8または12,GAIN=0~3) | 5.5 | | 10 | clk _{ADC} 周期 |
| | 始動時間 | A/D変換クロック周期 | | 12 | 24 | |
| | ADC安定時間 | 基準電圧または入力形態変更後 | | 7 | 7 | |

表35-10. 精度特性

| シンボル | 項目 | 条件 (注2) | | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 | |
|------|---------------|----------------------------------|---------------------------|---------|------|------|------|------|
| RES | 分解能 | 12ビット分解能 | 差動 | 8 | 12 | 12 | ビット | |
| | | | 符号付きシングル エント ^o | 7 | 11 | 11 | | |
| | | | 符号なしシングル エント ^o | 8 | 12 | 12 | | |
| INL | 積分非直線性誤差 (注1) | 差動動作 | 16ksps | VREF=3V | 0.5 | 1 | LSB | |
| | | | 300ksps | 全VREF | 0.8 | 2 | | |
| | | 300ksps | VREF=3V | 0.6 | 1 | 2 | | |
| | | | 全VREF | 1 | 2 | | | |
| | | 符号なし シングル エント ^o 動作 | 16ksps | VREF=3V | 0.5 | 1 | | 2 |
| | | | 全VREF | 1.3 | 2 | | | |
| DNL | 微分非直線性誤差 (注1) | 差動動作 | 16ksps | VREF=3V | 0.3 | 1 | LSB | |
| | | | 300ksps | 全VREF | 0.5 | 1 | | |
| | | 300ksps | VREF=3V | 0.35 | 1 | 1 | | |
| | | | 全VREF | 0.5 | 1 | | | |
| | | 符号なし シングル エント ^o 動作 | 16ksps | VREF=3V | 0.6 | 1 | | 1 |
| | | | 全VREF | 0.6 | 1 | | | |
| | 変位(オフセット)誤差 | 差動動作 | 300ksps, VREF=3V | | -7 | | mV | |
| | | | 温度変動, VREF=3V | | 0.01 | | mV/K | |
| | | | 動作電圧変動 | | 0.16 | | mV/V | |
| | 利得誤差 | 差動動作 | 外部基準電圧 | | -5 | | mV | |
| | | | AVCC/1.6 | | -5 | | | |
| | | | AVCC/2.0 | | -6 | | | |
| | | | バンドギャップ ^o | | ±10 | | | |
| | | | 温度変動 | | 0.02 | | | mV/K |
| | | 動作電圧変動 | | 2 | | mV/V | | |
| | | 符号なし シングル エント ^o 動作 | 外部基準電圧 | | -8 | | mV | |
| | | | AVCC/1.6 | | -8 | | | |
| | | | AVCC/2.0 | | -8 | | | |
| | | | バンドギャップ ^o | | ±10 | | | |
| 温度変動 | | | 0.03 | | mV/K | | | |
| | 動作電圧変動 | | 2 | | mV/V | | | |

注1: 最大値は特性付けに基づき、製造に於いて検査されず、5~95%の入力範囲に対して有効です。

注2: 他の注記を除き、全ての直線性、変位、利得の誤差値は外部VREFが使われる条件下で有効です。

表35-11. 利得段特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|---------|---------------------|------------|-----|------|----------|-----------------------|
| Rin | 入力抵抗 | 標準動作での切り替え | | 4.0 | | kΩ |
| Csample | 入力容量 | 標準動作での切り替え | | 4.4 | | pF |
| | 信号範囲 | 利得段出力 | 0 | | AVCC-0.6 | V |
| | 伝播遅延 | A/D変換速度 | 1/2 | 1 | 3 | clk _{ADC} 周期 |
| | クロック速度 | ADCと同じ | 100 | | 1800 | kHz |
| | 利得誤差 | 1/2倍、標準動作 | | -1 | | % |
| | | 1倍、標準動作 | | -1 | | |
| | | 8倍、標準動作 | | -1 | | |
| | | 64倍、標準動作 | | 5 | | |
| | (入力基準での)変位(オフセット)誤差 | 1/2倍、標準動作 | | 10 | | mV |
| | | 1倍、標準動作 | | 5 | | |
| | | 8倍、標準動作 | | -20 | | |
| | | 64倍、標準動作 | | -126 | | |

35.7. アナログ比較器特性

表35-12. アナログ比較器特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|--------------------|--------------------|------------------|------|------|------|-----|
| V _{off} | 入力変位(オフセット)電圧 | | | 10 | | mV |
| I _{lk} | 入力漏れ電流 | | | <1.0 | 50 | nA |
| | 入力電圧範囲 | | -0.1 | | AVCC | V |
| | 始動時間 | | | 50 | | μs |
| V _{hyst1} | ヒステリシス(なし設定時) | VCC=1.6~3.6V | | 0 | | mV |
| V _{hyst2} | ヒステリシス(小設定時) | VCC=1.6~3.6V | | 15 | | |
| V _{hyst3} | ヒステリシス(大設定時) | VCC=1.6~3.6V | | 30 | | |
| t _{delay} | 伝播遅延 | VCC=3.0V, T=85°C | | 20 | 90 | ns |
| | | VCC=3.0V, T=85°C | | 17 | | |
| | 64段階分圧器積分非直線性(INL) | | | 0.3 | 0.5 | LSB |
| | 校正後電流源精度 | | | 5 | | % |
| | 電流源校正範囲 | | 4 | | 6 | μA |

35.8. バンドギャップと内部1.0V基準電圧特性

表35-13. バンドギャップと内部1.0V基準電圧特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-------|-------------|------------------|----------------------------|-----|------|----|
| | 始動時間 | ADCの基準電圧として | 1clk _{PER} +2.5μs | | | μs |
| | | ADCまたはACの入力電圧として | | 1.5 | | |
| | バンドギャップ電圧 | | | 1.1 | | V |
| INT1V | 内部1.00V基準電圧 | 校正後, T=85°C | 0.99 | 1 | 1.01 | V |
| | 電圧と温度での変動 | T=85°Cで校正 | | 2 | | % |

35.9. 低電圧検出(Brownout Detection)特性

表35-14. 低電圧検出特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-------|------------|------|------|------|------|----|
| | VCC降下検出基準0 | | 1.60 | 1.62 | 1.72 | V |
| | VCC降下検出基準1 | | | 1.8 | | |
| | VCC降下検出基準2 | | | 2.0 | | |
| | VCC降下検出基準3 | | | 2.2 | | |
| | VCC降下検出基準4 | | | 2.4 | | |
| | VCC降下検出基準5 | | | 2.6 | | |
| | VCC降下検出基準6 | | | 2.8 | | |
| | VCC降下検出基準7 | | | 3.0 | | |
| tBOD | 検出時間 | 継続動作 | | 0.4 | | μs |
| | | 採取動作 | | 1000 | | |
| VHYST | ヒステリシス | | | 1.0 | | % |

注: 値電圧検出(BOD)は85°Cで検出基準0に対して校正され、検出基準0が既定基準です。

35.10. 外部リセット特性

表35-15. 外部リセット特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|---------------|--------------|----|---------|------|----|
| tEXT | 最小リセットパルス幅 | | | 90 | 1000 | ns |
| VRST | リセット閾値電圧 | VCC=2.7~3.6V | | 0.45VCC | | V |
| | | VCC=1.6~2.7V | | 0.45VCC | | |
| RRST | リセットピンプルアップ抵抗 | | | 25 | | kΩ |

35.11. 電源ONリセット特性

表35-16. 電源ONリセット(POR)特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-------|------------------|-------------------|-----|-----|------|----|
| VPOT- | VCC下降POR閾値電圧 (注) | 1V/msよりも速いVCC下降 | 0.4 | 1.0 | | V |
| | | 1V/msまたはより遅いVCC下降 | 0.8 | 1.3 | | |
| VPOT+ | VCC上昇POR閾値電圧 | | | 1.3 | 1.59 | |

注: VPOT-値は低電圧検出(BOD)が禁止される時にだけ有効です。BOD許可時はVPOT-=VPOT+です。

35.12. フラッシュメモリとEEPROMの特性

表35-17. 耐久性とデータ保持力

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|----------|--------|-------------|-------|---------|----|----|
| フラッシュメモリ | 耐久性 | 書き込み/消去繰り返し | 25°C | 10,000 | | 回 |
| | | | 85°C | 10,000 | | |
| | | | 105°C | 2000 | | |
| フラッシュメモリ | データ保持力 | | 25°C | 100 | | 年 |
| | | | 85°C | 25 | | |
| | | | 105°C | 10 | | |
| EEPROM | 耐久性 | 書き込み/消去繰り返し | 25°C | 100,000 | | 回 |
| | | | 85°C | 100,000 | | |
| | | | 105°C | 30,000 | | |
| EEPROM | データ保持力 | | 25°C | 100 | | 年 |
| | | | 85°C | 25 | | |
| | | | 105°C | 10 | | |

表35-18. プログラミング時間

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表(注1) | 最大 | 単位 |
|------|-------------------|--------------------------|----|--------|----|----|
| | チップ消去時間 | 384KBフラッシュとEEPROM(注2)の消去 | | 130 | | |
| | 応用領域消去時間 | 領域消去 | | 6 | | |
| | フラッシュメモリプログラミング時間 | ページ消去 | | 4 | | ms |
| | | ページ書き込み | | 4 | | |
| | | 非分断ページ消去/ページ書き込み | | 8 | | |
| | EEPROMプログラミング時間 | ページ消去 | | 4 | | |
| | | ページ書き込み | | 4 | | |
| | | 非分断ページ消去/ページ書き込み | | 8 | | |

注1: プログラミングは内部2MHz発振器から計時されます。

注2: EESAVEヒューズがプログラム(0)されている場合、EEPROMは消去されません。

35.13. クロックと発振器の特性

35.13.1. 校正付き32.768kHz内部発振器特性

表35-19. 校正付き32.768kHz内部発振器特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|---------|------------------|------|--------|-----|-----|
| | 周波数 | | | 32.768 | | kHz |
| | 工場校正精度 | VCC=3.0V, T=85°C | -0.5 | | 0.5 | % |
| | 使用者校正精度 | | -0.5 | | 0.5 | |

35.13.2. 校正付き2MHz内部発振器特性

表35-20. 2MHz内部発振器特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|-----------|--------------------------|------|------|-----|-----|
| | 周波数範囲 | 電圧と温度に対してDFLLがこの周波数を調整可能 | 1.8 | | 2.2 | MHz |
| | 工場校正周波数 | | | 2.0 | | |
| | 工場校正精度 | VCC=3.0V, T=85°C | -1.5 | | 1.5 | % |
| | 使用者校正精度 | | -0.2 | | 0.2 | |
| | DFLL校正段階量 | | | 0.23 | | |

35.13.3. 校正付き32MHz内部発振器特性

表35-21. 32MHz内部発振器特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|-----------|--------------------------|------|------|-----|-----|
| | 周波数範囲 | 電圧と温度に対してDFLLがこの周波数を調整可能 | 30 | 32 | 55 | MHz |
| | 工場校正周波数 | | | 32 | | |
| | 工場校正精度 | VCC=3.0V, T=85°C | -1.5 | | 1.5 | % |
| | 使用者校正精度 | | -0.2 | | 0.2 | |
| | DFLL校正段階量 | | | 0.24 | | |

35.13.4. 32kHz内部ULP発振器特性

表35-22. 32kHz内部ULP発振器特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|------|---------|------------------|-----|----|----|-----|
| | 工場校正周波数 | | | 32 | | kHz |
| | 工場校正精度 | VCC=3.0V, T=85°C | -12 | | 12 | % |
| | 精度 | | -30 | | 30 | |

35.13.5. 内部位相固定化閉路(PLL)特性

表35-23. 内部PLL特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-----------|-----------|------------------------------|----------|----|-----------|-----|
| f_{IN} | 入力周波数 | 出力周波数は f_{OUT} 以内 | 0.4 | | 64 | MHz |
| f_{OUT} | 出力周波数 (注) | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 20 20 | | 48 128 | |
| | 始動時間 | | | 25 | | μs |
| | 再固定化時間 | | | 25 | | |

注: 最大出力周波数対供給電圧は1.8~2.7V間で直線状で、最大CPU周波数の4倍よりも決して高くすることはできません。

35.13.6. 外部クロック特性

図35-3. 外部クロック駆動波形

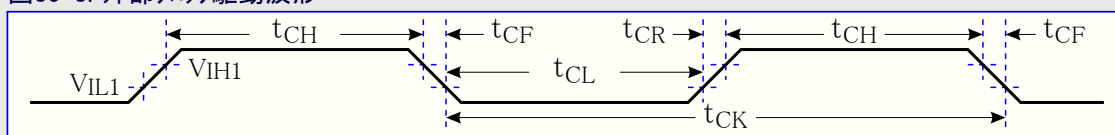


表35-24. 前置分周なしでシステムクロックとして使われる外部クロック

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-----------------|-----------------|------------------------------|--------------|----|----------|-----|
| $1/t_{CK}$ | クロック周波数 (注) | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 0 0 | | 12 32 | MHz |
| t_{CK} | クロック周期 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 83.3 31.5 | | | |
| t_{CH} | クロックHigh時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 30.0 12.5 | | | ns |
| t_{CL} | クロックLow時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 30.0 12.5 | | | |
| t_{CR} | (最大周波数に対する)上昇時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | | | 10 3 | |
| t_{CF} | (最大周波数に対する)下降時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | | | 10 3 | |
| Δt_{CK} | 次周期への周期内変化率 | | | | 10 | % |

注: 最大出力周波数対供給電圧は1.8~2.7V間で直線状で、供給電圧条件を伴う他の全てのパラメータにも同じく適用します。

表35-25. システムクロック用に前置分周器(注1)を持つ外部クロック

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-----------------|-----------------|------------------------------|------------|----|------------|-----|
| $1/t_{CK}$ | クロック周波数 (注2) | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 0 0 | | 90 142 | MHz |
| t_{CK} | クロック周期 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 11 7 | | | |
| t_{CH} | クロックHigh時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 4.5 2.4 | | | ns |
| t_{CL} | クロックLow時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | 4.5 2.4 | | | |
| t_{CR} | (最大周波数に対する)上昇時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | | | 1.5 1.0 | |
| t_{CF} | (最大周波数に対する)下降時間 | VCC=1.6~1.8V VCC=2.7~3.6V | | | 1.5 1.0 | |
| Δt_{CK} | 次周期への周期内変化率 | | | | 10 | % |

注1: システムクロック前置分周器はデバイスに対する最大CPUクロック周波数を超えないように設定されなければなりません。

注2: 最大出力周波数対供給電圧は1.8~2.7V間で直線状で、供給電圧条件を伴う他の全てのパラメータにも同じく適用します。

35.13.7. 外部16MHzクリスタル用発振器とXOSCの特性

表35-26. 外部16MHzクリスタル用発振器とXOSCの特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 | |
|----------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|----|-----|
| | 周期間微動 | XOSCPWR=0,FRQRANGE=0 | | 0 | | ns | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=1,2,3 | | 0 | | | |
| | | XOSCPWR=1 | | 0 | | | |
| | 長期間微動 | XOSCPWR=0,FRQRANGE=0 | | 0 | | ns | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=1,2,3 | | 0 | | | |
| | | XOSCPWR=1 | | 0 | | | |
| | 周波数誤差 | XOSCPWR=0,FRQRANGE=0 | | 0.03 | | % | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=1 | | 0.03 | | | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=2,3 | | 0.03 | | | |
| | | XOSCPWR=1 | | 0.003 | | | |
| | デューティサイクル | XOSCPWR=0,FRQRANGE=0 | | 50 | | % | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=1 | | 50 | | | |
| | | XOSCPWR=0,FRQRANGE=2,3 | | 50 | | | |
| | | XOSCPWR=1 | | 50 | | | |
| RQ | 負インピーダンス | XOSCPWR=0, FRQRANGE=0 | 0.4MHzセラミック,CL=100pF | | 44k | Ω | |
| | | | 1MHzクリスタル,CL=20pF | | 67k | | |
| | | | 2MHzクリスタル,CL=20pF | | 67k | | |
| | | XOSCPWR=0, FRQRANGE=1, CL=20pF | 2MHzクリスタル | | 82k | | |
| | | | 8MHzクリスタル | | 1.5k | | |
| | | | 9MHzクリスタル | | 1.5k | | |
| | | XOSCPWR=0, FRQRANGE=2, CL=20pF | 8MHzクリスタル | | 2.7k | | |
| | | | 9MHzクリスタル | | 2.7k | | |
| | | | 12MHzクリスタル | | 1k | | |
| | | XOSCPWR=0, FRQRANGE=3, CL=20pF | 9MHzクリスタル | | 3.6k | | |
| | | | 12MHzクリスタル | | 1.3k | | |
| | | | 16MHzクリスタル | | 590 | | |
| | | XOSCPWR=1, FRQRANGE=0, CL=20pF | 9MHzクリスタル | | 390 | | |
| | | | 12MHzクリスタル | | 50 | | |
| | | | 16MHzクリスタル | | 10 | | |
| | | XOSCPWR=1, FRQRANGE=1, CL=20pF | 9MHzクリスタル | | 1.5k | | |
| 12MHzクリスタル | | | 650 | | | | |
| 16MHzクリスタル | | | 270 | | | | |
| XOSCPWR=1, FRQRANGE=2,CL=20pF | 12MHzクリスタル | | 1k | | | | |
| | 16MHzクリスタル | | 440 | | | | |
| XOSCPWR=1, FRQRANGE=3,CL=20pF | 12MHzクリスタル | | 1.3k | | | | |
| | 16MHzクリスタル | | 590 | | | | |
| | 等価直列抵抗(ESR) | SF=安全係数 | | | min(RQ)/SF | kΩ | |
| | 始動時間 | XOSCPWR=0, FRQRANGE=0 | 0.4MHzセラミック,CL=100pF | | 1.0 | ms | |
| | | | 2MHzクリスタル,CL=20pF | | 2.6 | | |
| | | XOSCPWR=0, FRQRANGE=2 | 8MHzセラミック,CL=20pF | | 0.8 | | |
| | | | XOSCPWR=0, FRQRANGE=3 | 12MHzセラミック,CL=20pF | | | 1.0 |
| | | | | XOSCPWR=1, FRQRANGE=3 | 16MHzセラミック,CL=20pF | | |
| CXTAL1 | XTAL1ピン寄生容量 | | | 5.9 | | pF | |
| CXTAL2 | XTAL2ピン寄生容量 | | | 8.3 | | | |
| CLOAD | 寄生容量性負荷 | | | 3.5 | | | |

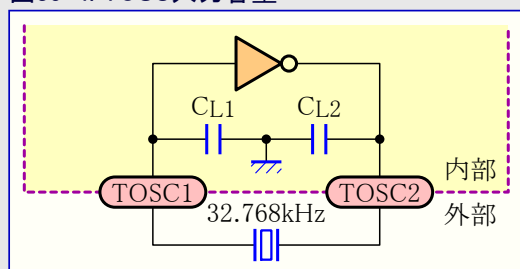
35.13.8. 外部32.768kHzクリスタル用発振器とTOSCの特性

表35-27. 外部32.768kHzクリスタル用発振器とTOSCの特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|----------------------|--------------------|-------------------|----|-----|----|----|
| ESR/R1 | 推奨クリスタル等価直列抵抗(ESR) | クリスタル負荷容量6.5pF | | | 60 | kΩ |
| | | クリスタル負荷容量9.0pF | | | 35 | |
| | | クリスタル負荷容量12.0pF | | | 28 | |
| C _{IN_TOSC} | TOSCピン間入力容量 | 標準形態 | | 3.5 | | pF |
| | | 低電力形態 | | 3.5 | | |
| | 推奨安全係数 | クリスタル特性に合わせた容量性負荷 | 3 | | | |

注: 定義については図35-4をご覧ください。

図35-4. TOSC入力容量



TOSCピン間の寄生容量は、外部容量なし発振時にクリスタルから見えるように直列でCL1+CL2です。

35.14. SPIタイミング特性

図35-5. 主装置動作でのSPIタイミング必要条件

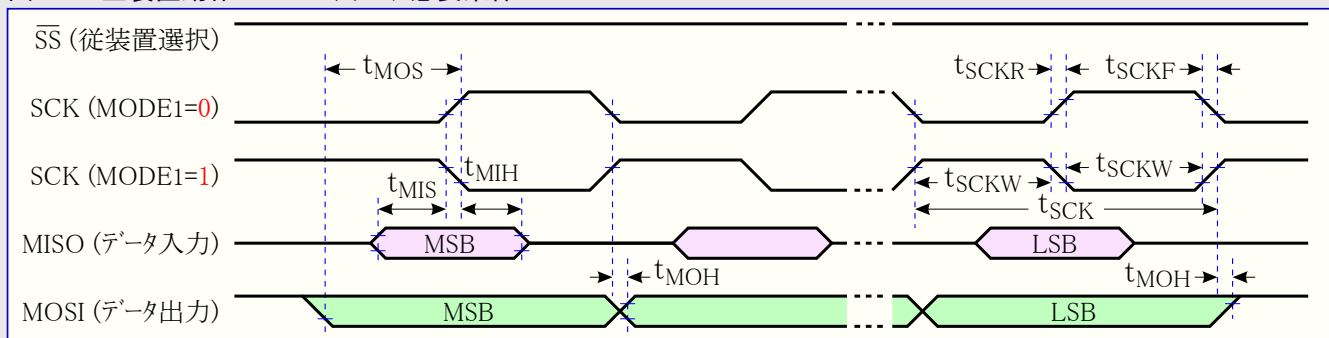


図35-6. 従装置動作でのSPIタイミング必要条件

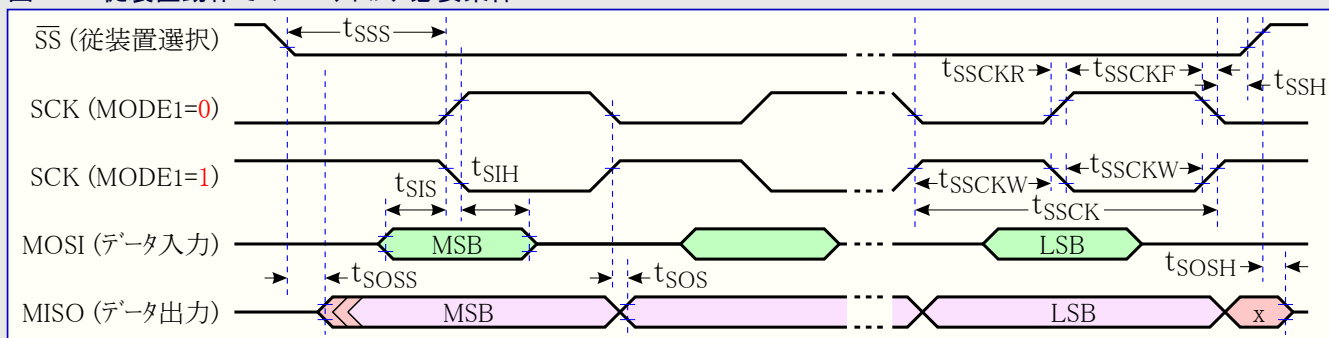


表35-28. SPIタイミング特性と必要条件

| シンボル | 項目 | 動作種別 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|-------------|-------------------------------------|------|---------------------------|------------------|------|----|
| t_{SCK} | SCK周期 | 主装置 | XMEGA C 手引書の表20-3をご覧ください。 | | | |
| t_{SCKW} | SCK High/Low期間 | 主装置 | | $0.5 \times SCK$ | | |
| t_{SCKR} | SCK 上昇時間 | 主装置 | | 2.7 | | |
| t_{SCKF} | SCK 下降時間 | 主装置 | | 2.7 | | |
| t_{MIS} | 入力データ 準備時間 | 主装置 | | 10 | | |
| t_{MIH} | 入力データ 保持時間 | 主装置 | | 10 | | |
| t_{MOS} | SCK 先行端対、出力データ 準備時間 | 主装置 | | $0.5 \times SCK$ | | |
| t_{MOH} | SCKからの出力遅延時間 | 主装置 | | 1 | | |
| t_{SSCK} | SCK周期 | 従装置 | $4 \times t_{clkPER}$ | | | ns |
| t_{SSCKW} | SCK High/Low期間 | 従装置 | $2 \times t_{clkPER}$ | | | |
| t_{SSCKR} | SCK 上昇時間 | 従装置 | | | 1600 | |
| t_{SSCKF} | SCK 下降時間 | 従装置 | | | 1600 | |
| t_{SIS} | 入力データ 準備時間 | 従装置 | 3 | | | |
| t_{SIH} | 入力データ 保持時間 | 従装置 | t_{clkPER} | | | |
| t_{SSS} | SCK 先行端に対する \overline{SS} ↓ 準備時間 | 従装置 | 21 | | | |
| t_{SSH} | SCK 後行端からの \overline{SS} Low 保持時間 | 従装置 | 20 | | | |
| t_{SOS} | SCKからの出力遅延時間 | 従装置 | | 8 | | |
| t_{SOH} | SCKからの出力保持時間 | 従装置 | | 13 | | |
| t_{SOSS} | \overline{SS} ↓ からの出力準備時間 | 従装置 | | 11 | | |
| t_{SOSH} | \overline{SS} ↑ からの出力保持時間 | 従装置 | | 8 | | |

(訳注) 表35-28.の t_{SOH} は図35-6.で対応するシンボル記載がありません。

35.15. 2線インターフェース特性

表35-29は2線直列バスに接続した装置に対する必要条件を記述します。Atmel AVR XMEGAの2線インターフェースは記載条件下に於いて、これらの必要条件を越えるか、または合致します。タイミング シンボルは図35-7を参照してください。

図35-7. 2線インターフェースバス タイミング

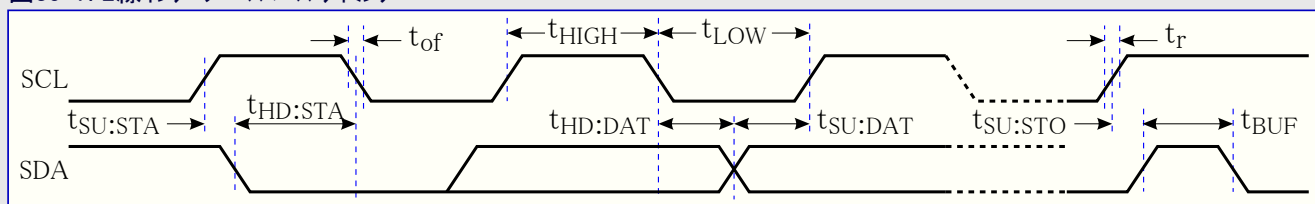


表35-29. 2線直列バス特性

| シンボル | 項目 | 条件 | 最小 | 代表 | 最大 | 単位 |
|--------------|---|--|-------------|----|---------------------|----------|
| V_{IH} | Highレベル入力電圧 | | 0.7VCC | | VCC+0.5 | V |
| V_{IL} | Lowレベル入力電圧 | | -0.5 | | 0.3VCC | |
| V_{hys} | シュミットトリガ入力ヒステリシス電圧 | | ① 0.05VCC | | | |
| V_{OL} | Lowレベル出力電圧 | $I_{OL}=3mA$ | 0 | | 0.4 | ns |
| t_r | SDAとSCL両方の出力上昇時間 | | ① 20+0.1Cb② | | 300 | |
| t_{of} | 出力下降時間($V_{IHmin} \rightarrow V_{ILmax}$) | $10pF < C_b < 400pF$ | ① 20+0.1Cb② | | 250 | ns |
| t_{SP} | 入力濾波による尖頭雑音消去 | | 0 | | 50 | |
| I_i | 入力電流(ピン単位) | $0.1VCC < V_i < 0.9VCC$ | -10 | | 10 | μA |
| C_i | ピン入力容量 | | | | 10 | pF |
| f_{SCL} | SCLクロック周波数 | $f_{PER}^{③} >_{max}$ (16 f_{SCL} , 250kHz) | 0 | | 400 | kHz |
| R_p | プルアップ抵抗値 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | (VCC-0.4V) | | $\frac{100ns}{C_b}$ | Ω |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 3mA | | $\frac{300ns}{C_b}$ | |
| $t_{HD:STA}$ | (再送)開始条件保持時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.0 | | | |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 0.6 | | | |
| t_{LOW} | SCLクロックLowレベル時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.7 | | | μs |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 1.3 | | | |
| t_{HIGH} | SCLクロックHighレベル時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.0 | | | μs |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 0.6 | | | |
| $t_{SU:STA}$ | 再送開始条件準備時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.7 | | | |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 0.6 | | | |
| $t_{HD:DAT}$ | データ保持時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 0 | | 3.45 | |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 0 | | 0.9 | |
| $t_{SU:DAT}$ | データ準備時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 250 | | | ns |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 100 | | | |
| $t_{SU:STO}$ | 停止条件準備時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.0 | | | μs |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 0.6 | | | |
| t_{BUF} | 停止条件→開始条件間バス開放時間 | $f_{SCL} \leq 100kHz$ | 4.7 | | | μs |
| | | $f_{SCL} > 100kHz$ | 1.3 | | | |

① $f_{SCL} > 100kHz$ についてのみ必要とされます。

② C_b は1つのバス信号線の容量(pF)です。

③ f_{PER} は周辺機能クロック周波数です。

36. 代表特性

36.1. 消費電流

36.1.1. 活動動作消費電流

図36-1. 活動動作消費電流 対 周波数 ($f_{SYS}=0\sim 1.0\text{MHz}$ 外部クロック, $T=25^\circ\text{C}$)

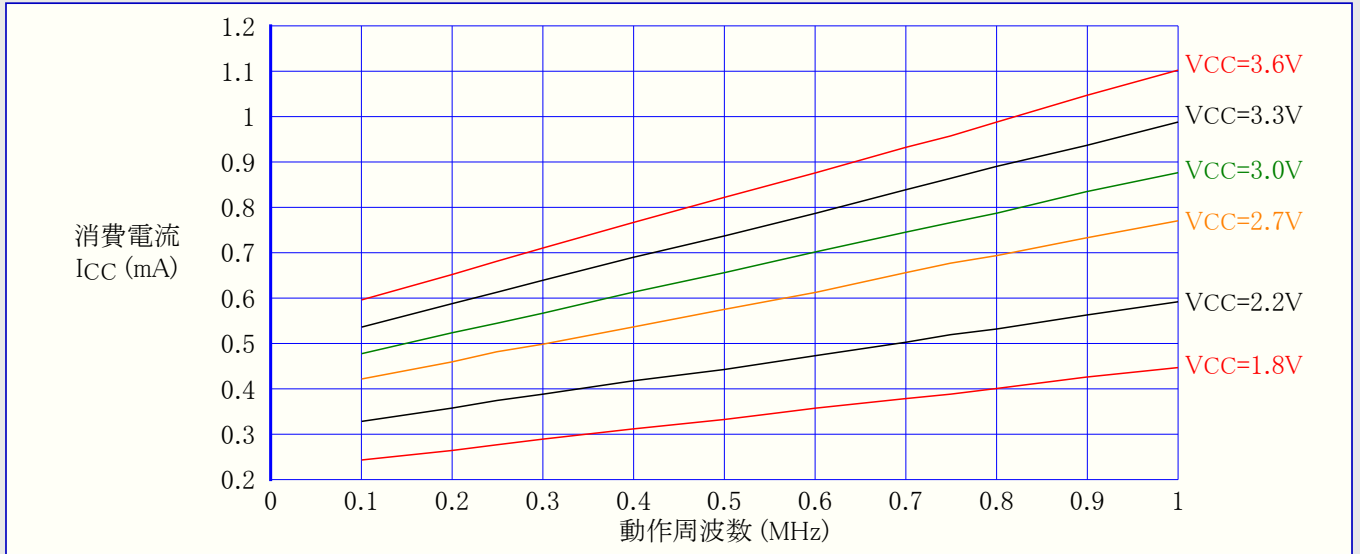


図36-2. 活動動作消費電流 対 周波数 ($f_{SYS}=1\sim 32\text{MHz}$ 外部クロック, $T=25^\circ\text{C}$)

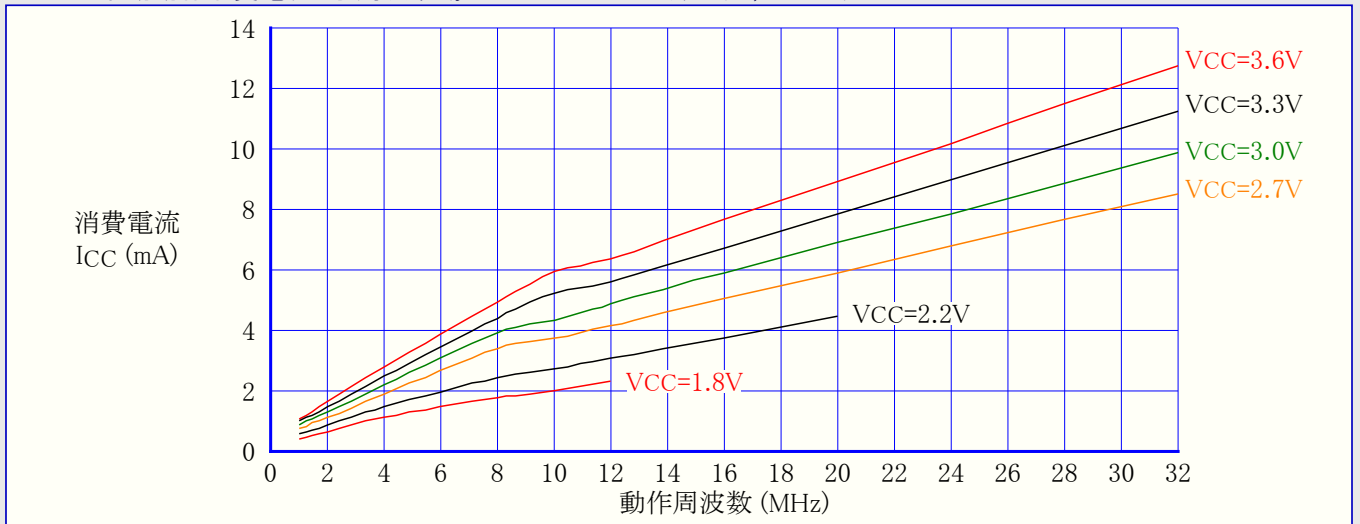


図36-3. 活動動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=32.768\text{kHz}$ 内部発振器)

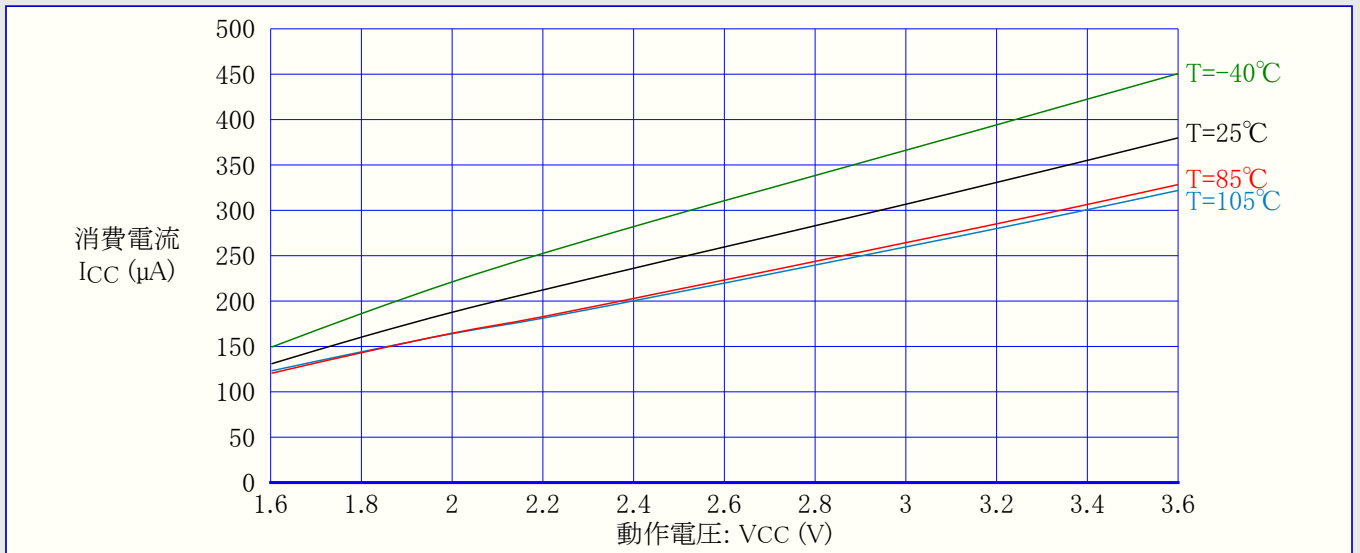


図36-4. 活動動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=1\text{MHz}$ 外部クロック)

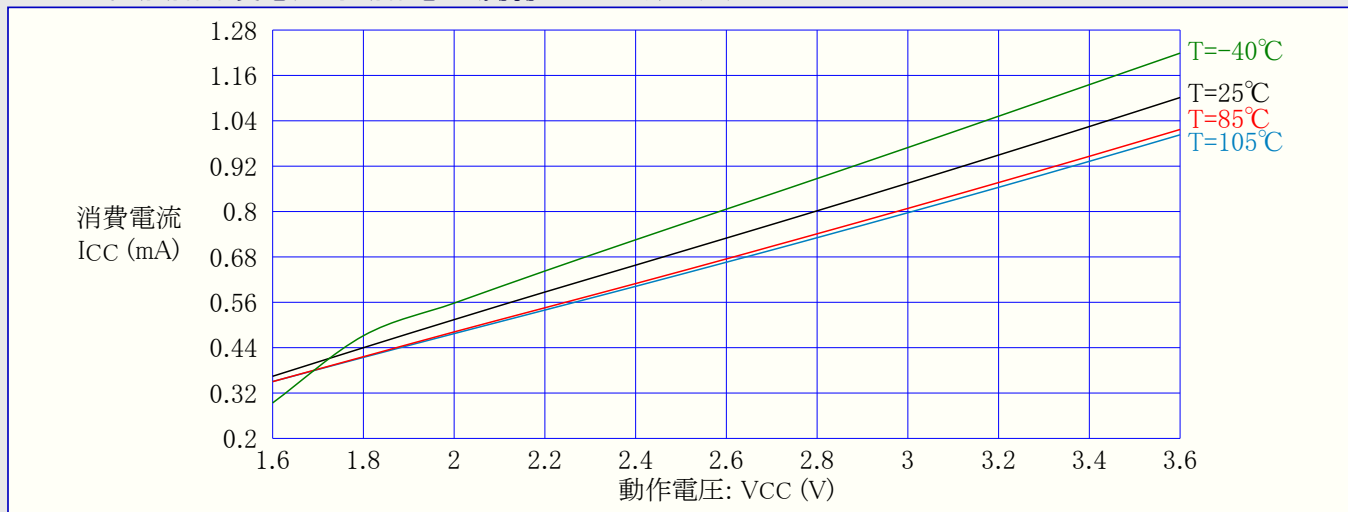


図36-5. 活動動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=2\text{MHz}$ 内部発振器)

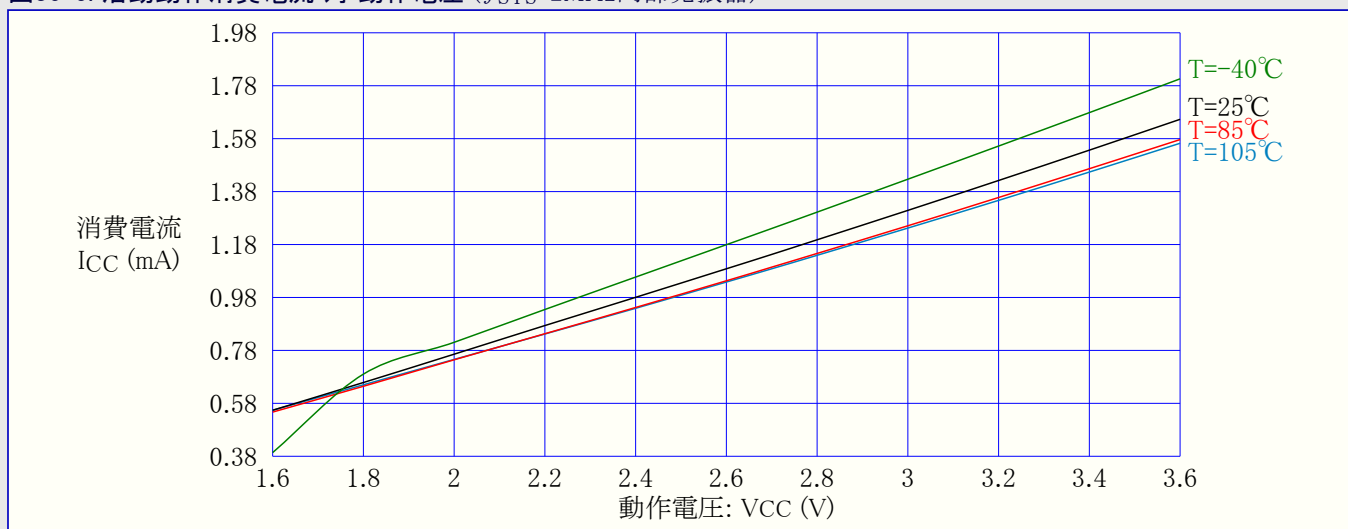


図36-6. 活動動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=8\text{MHz}$ に前置分周した32MHz内部発振器)

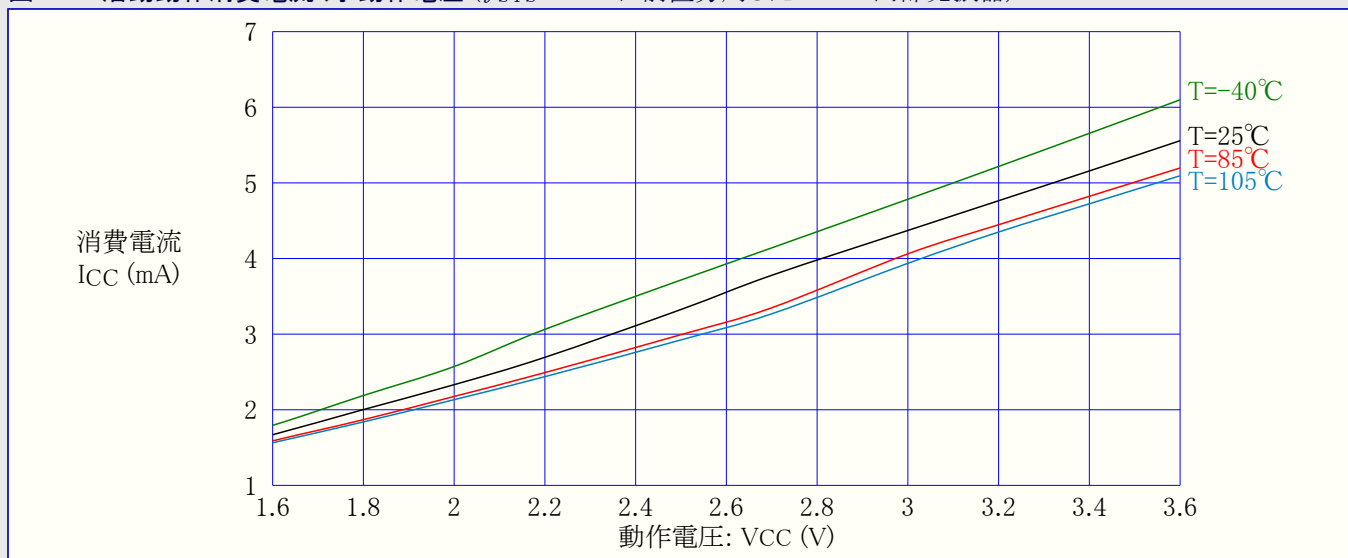
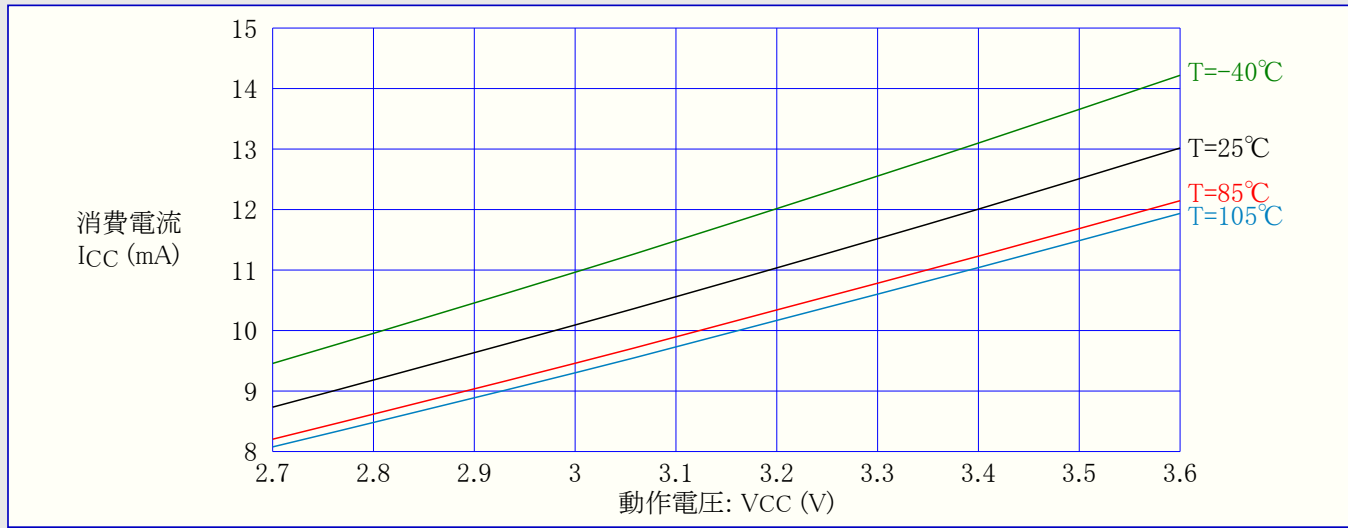


図36-7. 活動動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=32\text{MHz}$ 内部発振器)



36.1.2. アイドル動作消費電流

図36-8. アイドル動作消費電流 対 周波数 ($f_{SYS}=0\sim 1.0\text{MHz}$ 外部クロック, $T=25^\circ\text{C}$)

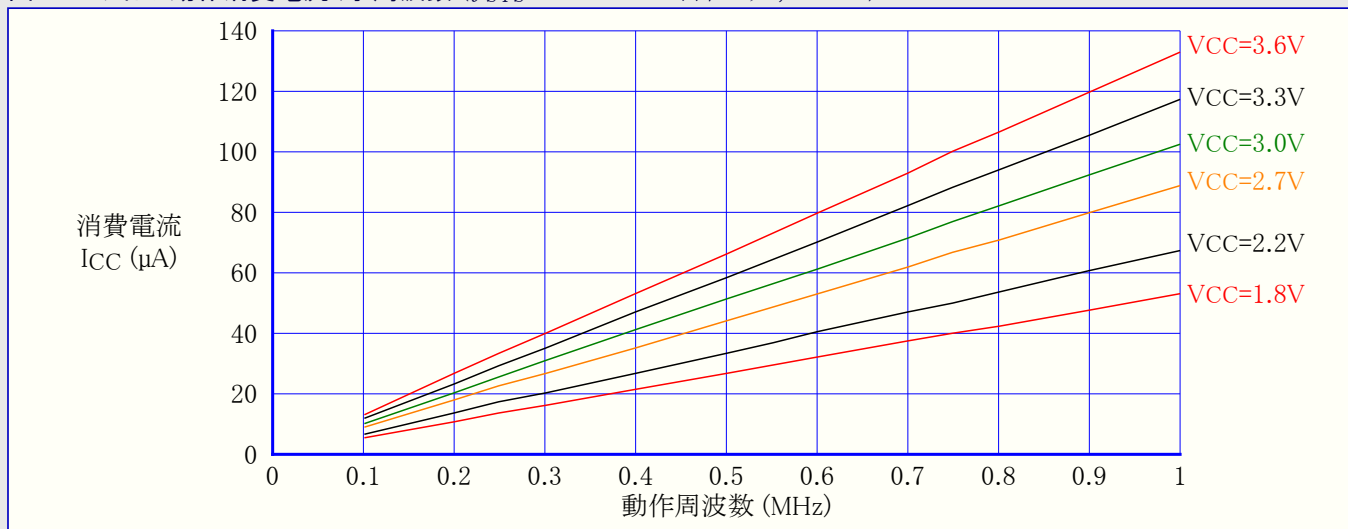


図36-9. アイドル動作消費電流 対 周波数 ($f_{SYS}=1\sim 32\text{MHz}$ 外部クロック, $T=25^\circ\text{C}$)

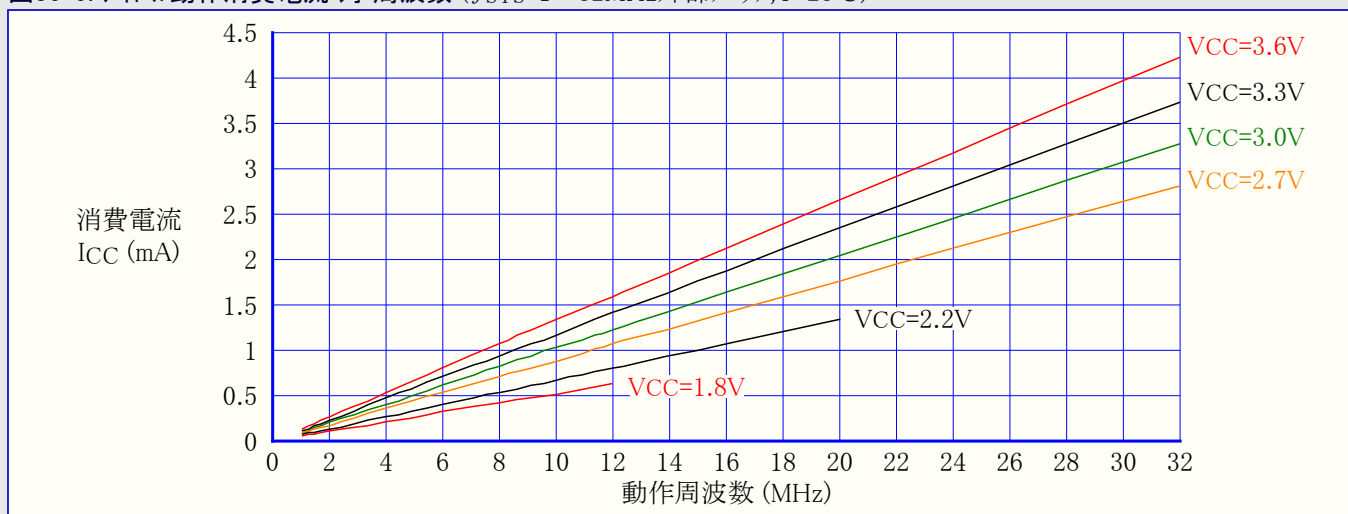


図36-10. アイドル動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=32.768\text{kHz}$ 内部発振器)

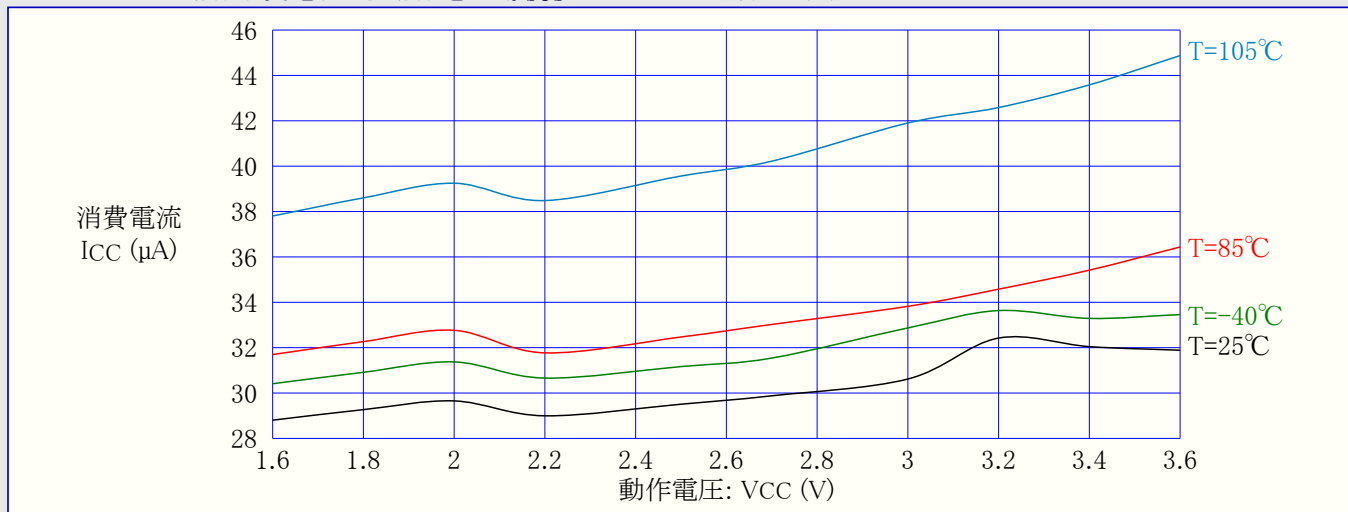


図36-11. アイドル動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=1\text{MHz}$ 外部クロック)

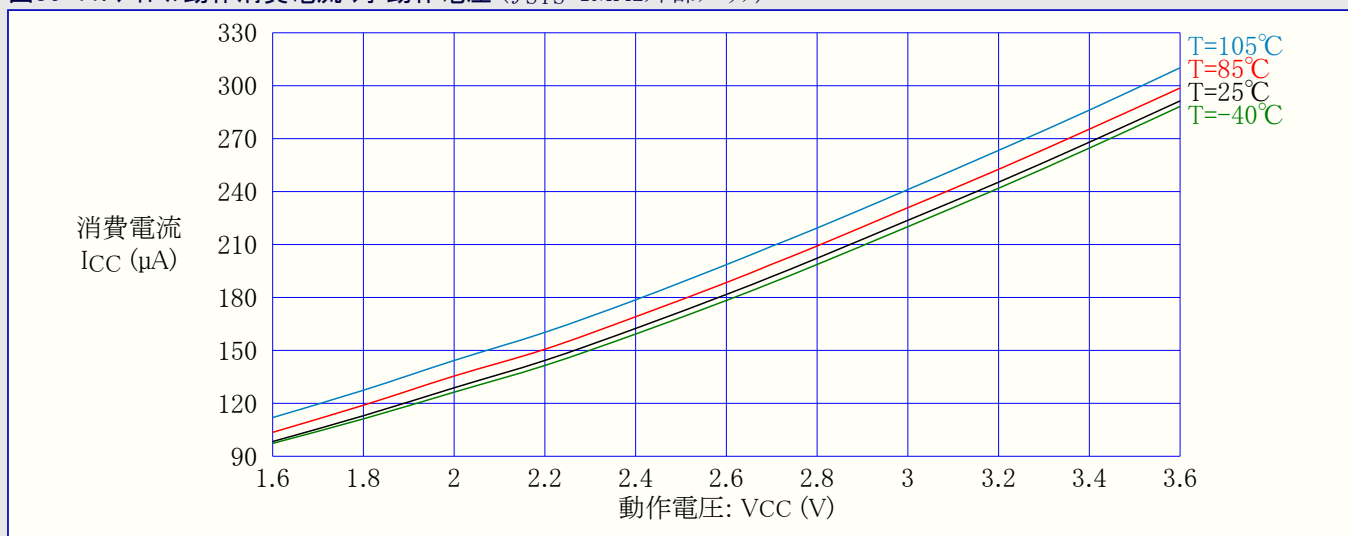


図36-12. アイドル動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=2\text{MHz}$ 内部発振器)

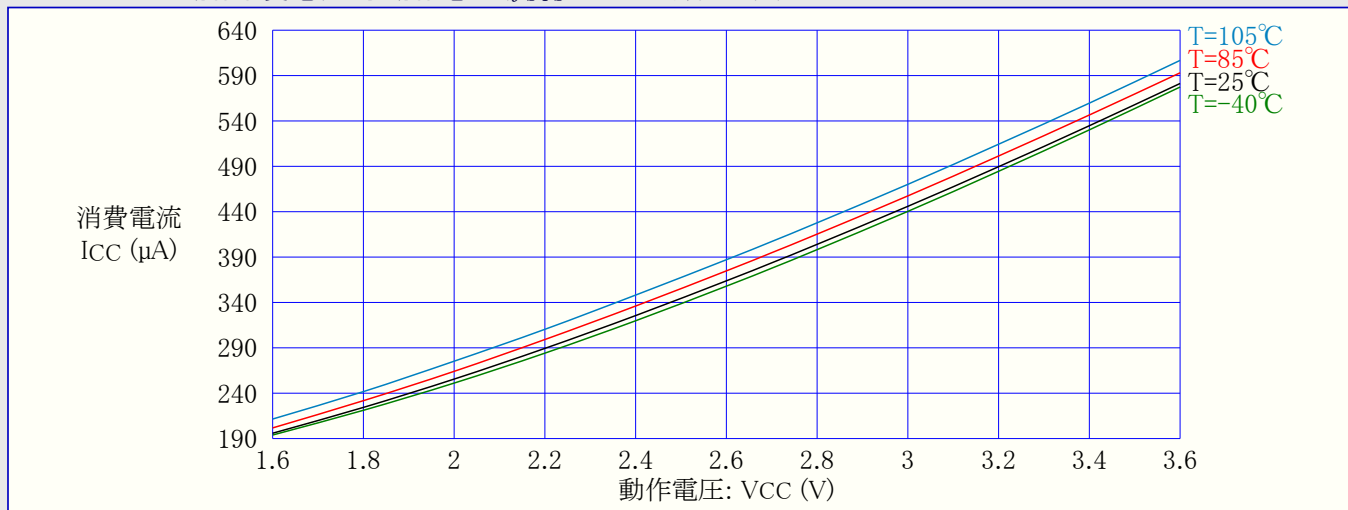


図36-13. アイトル動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=8\text{MHz}$ へ前置分周された32MHz内部発振器)

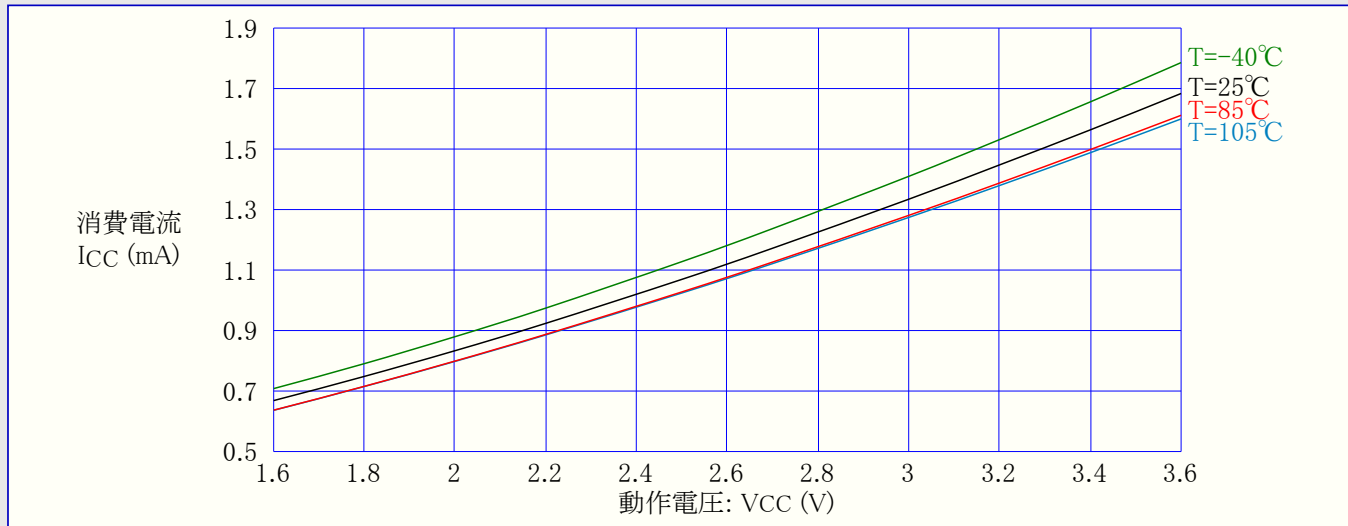
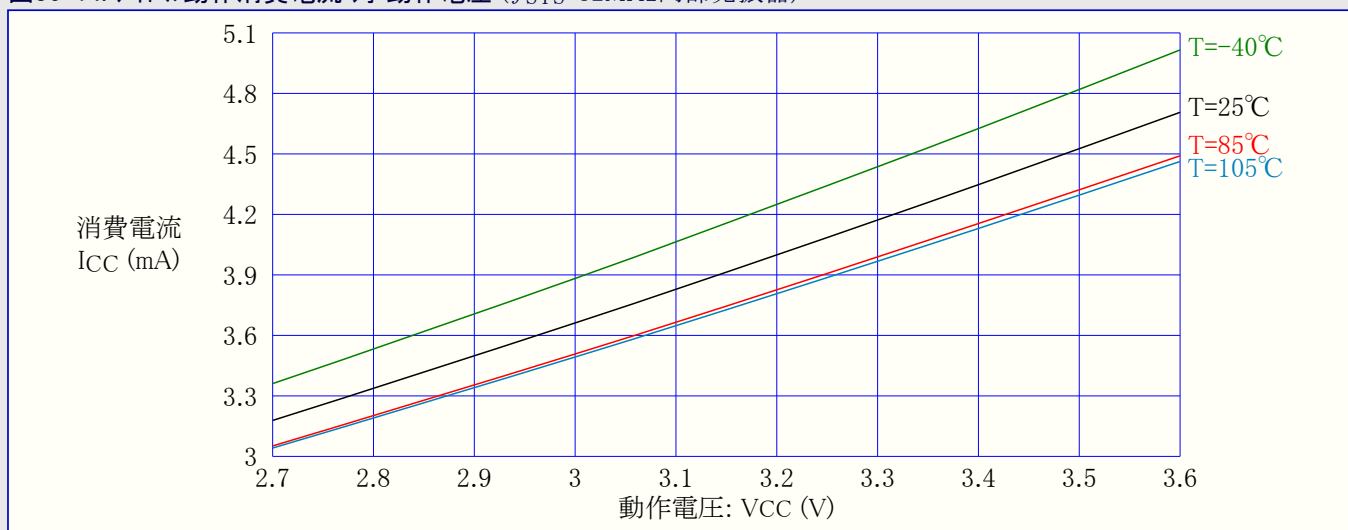


図36-14. アイトル動作消費電流 対 動作電圧 ($f_{SYS}=32\text{MHz}$ 内部発振器)



36.1.3. パワーダウン動作消費電流

図36-15. パワーダウン動作消費電流 対 動作電圧 (全機能禁止)

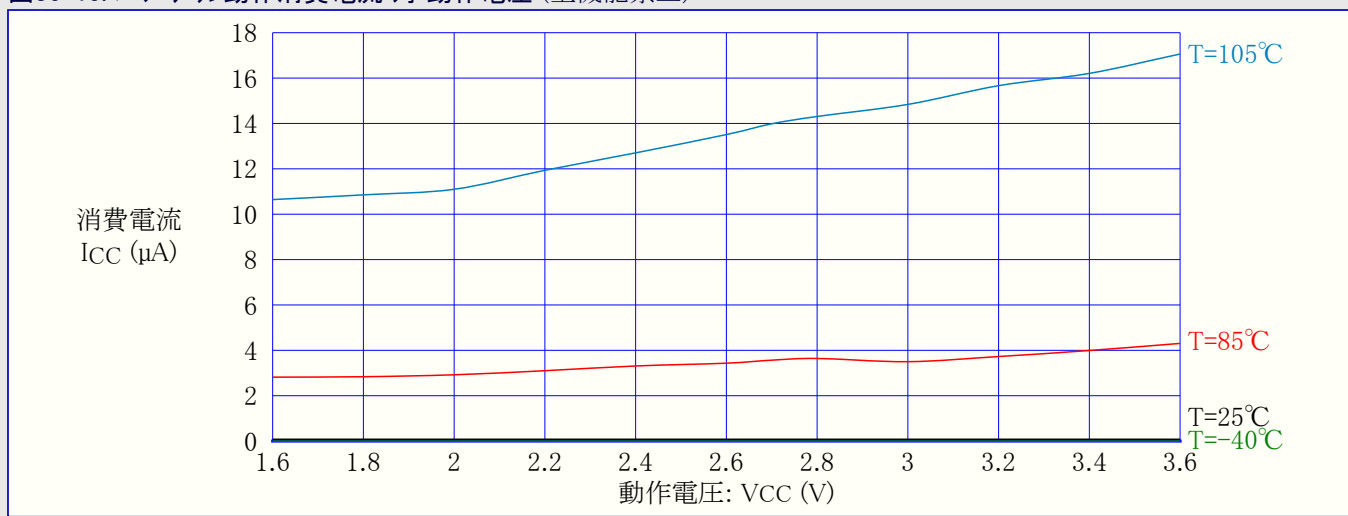


図36-16. パワーダウン動作消費電流 対 動作電圧 (採取動作BOD,WDT許可)

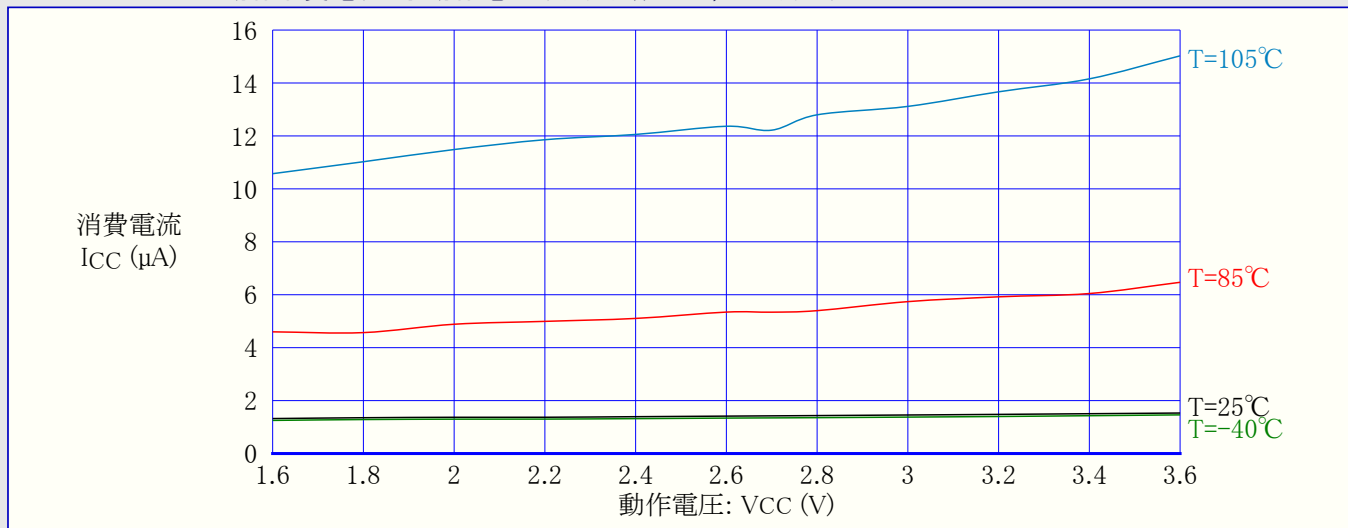
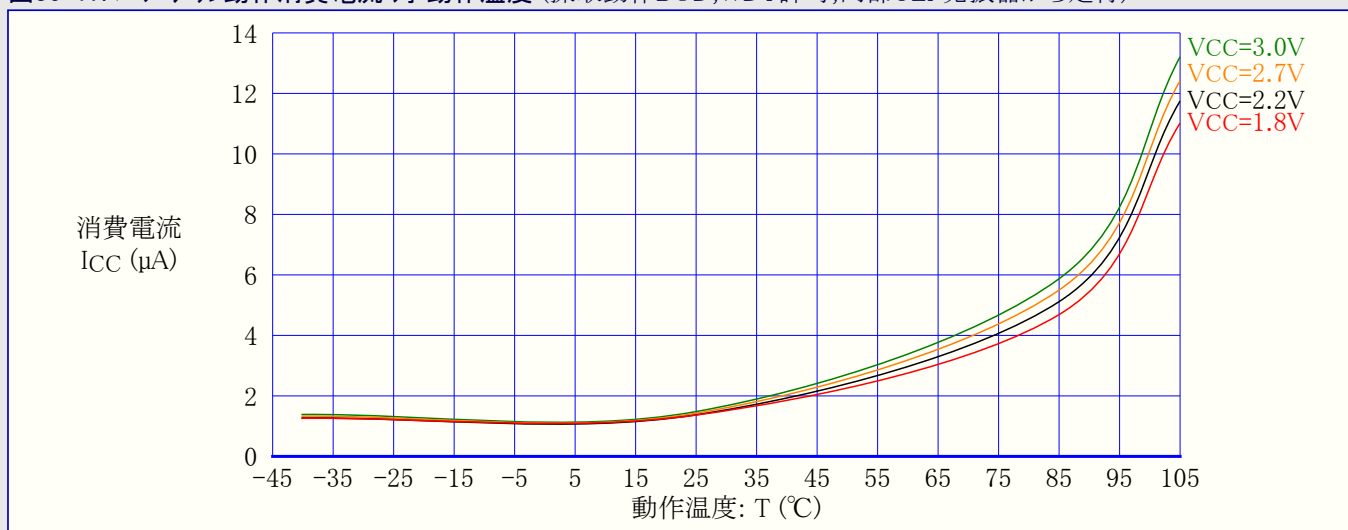


図36-17. パワーダウン動作消費電流 対 動作温度 (採取動作BOD,WDT許可,内部ULP発振器から走行)



36.2. 入出力ピン特性

36.2.1. プルアップ

図36-18. I/Oピンプルアップ抵抗電流 対 入力電圧 (VCC=1.8V)

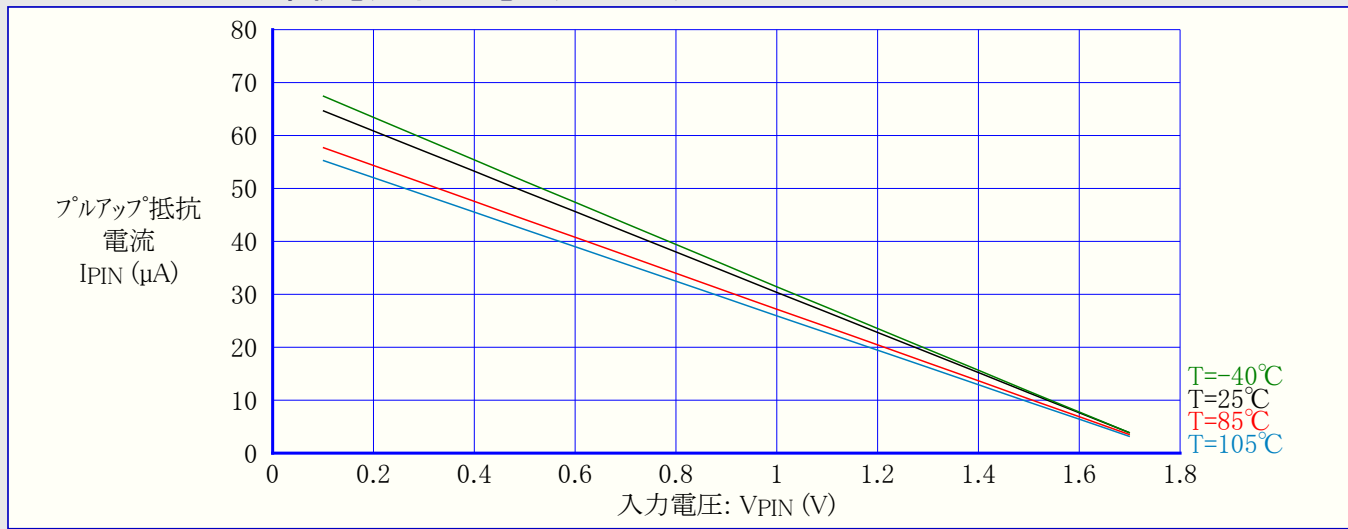


図36-19. I/Oピンプルアップ抵抗電流 対 入力電圧 (VCC=3.0V)

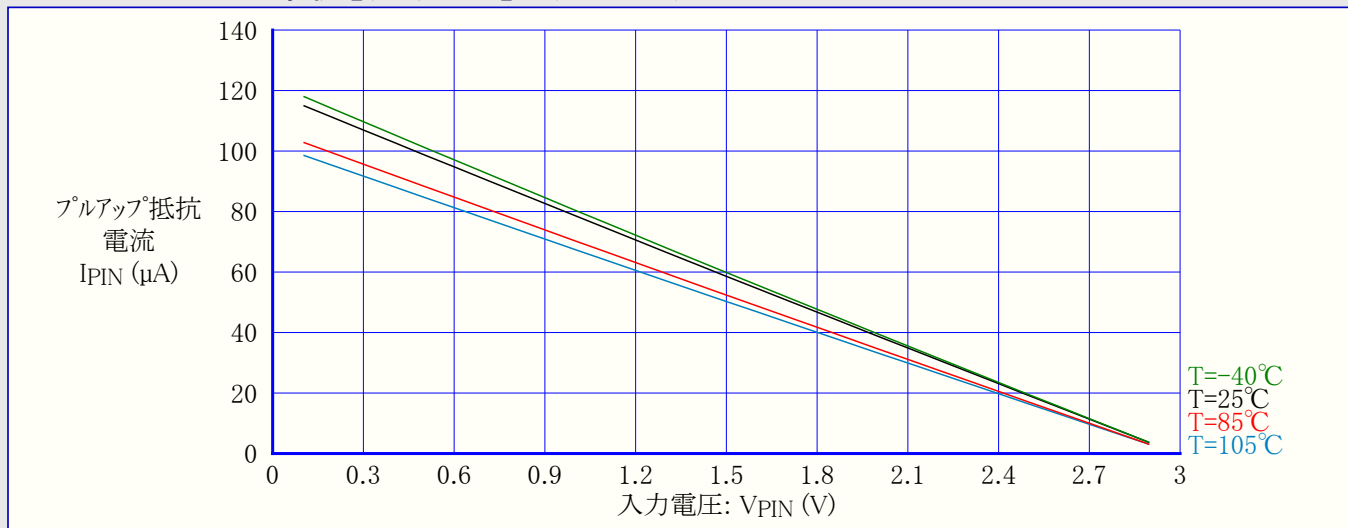
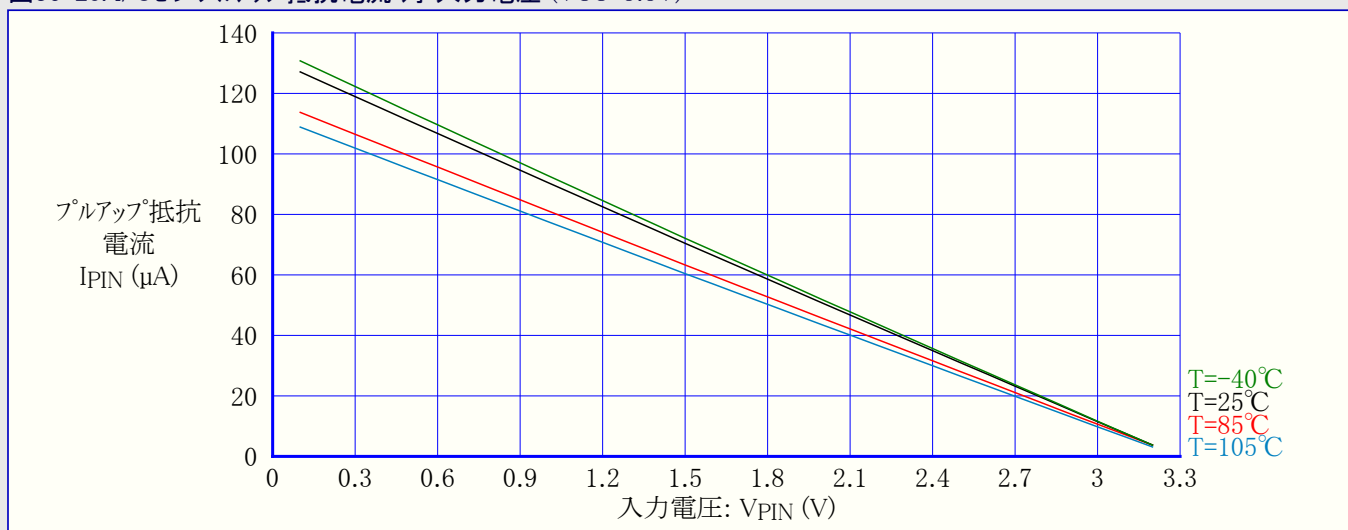


図36-20. I/Oピンプルアップ抵抗電流 対 入力電圧 (VCC=3.3V)



36.2.2. 出力電圧 対 吸い込み/吐き出し電流

図36-21. I/Oピン出力電圧 対 吐き出し電流 (VCC=1.8V)

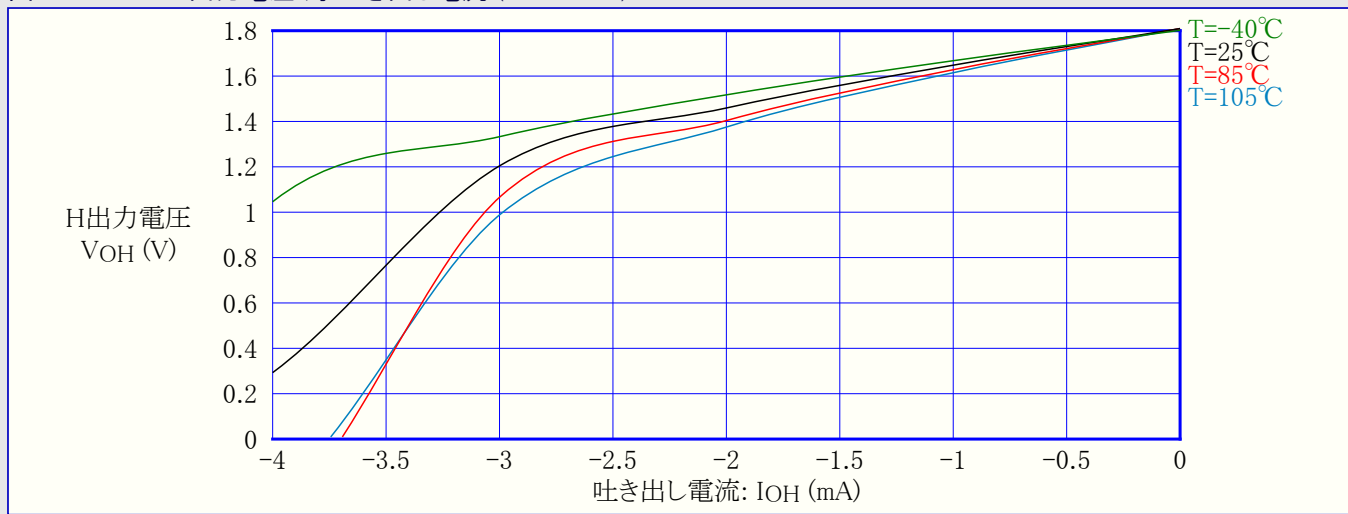


図36-22. I/Oピン出力電圧 対 吐き出し電流 (VCC=3.0V)

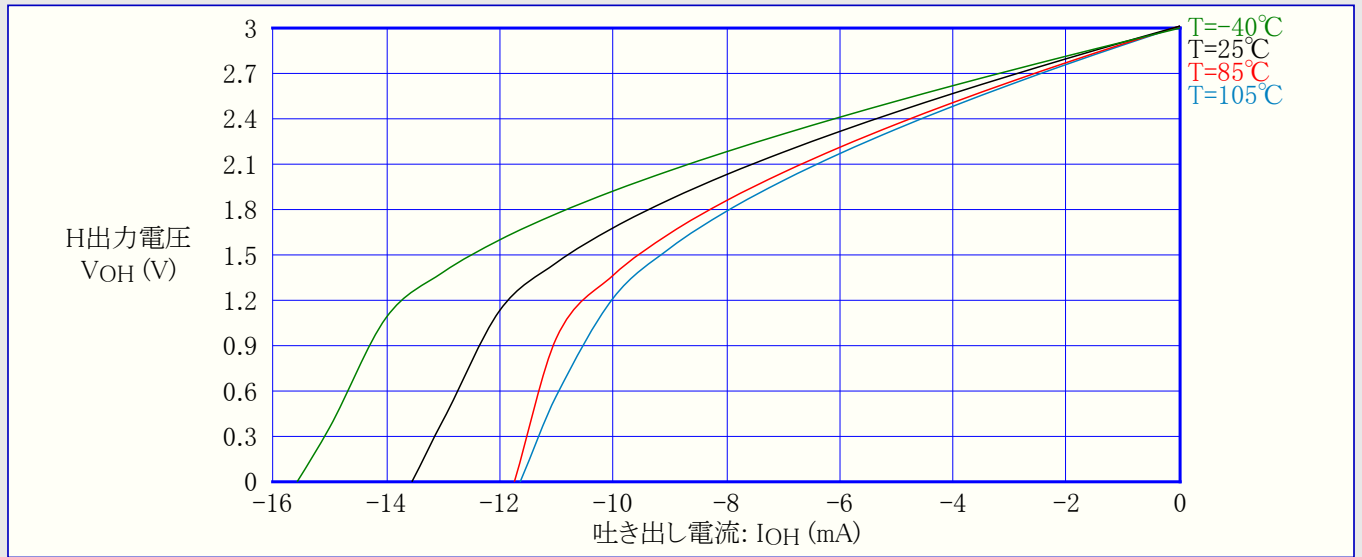


図36-23. I/Oピン出力電圧 対 吐き出し電流 (VCC=3.3V)

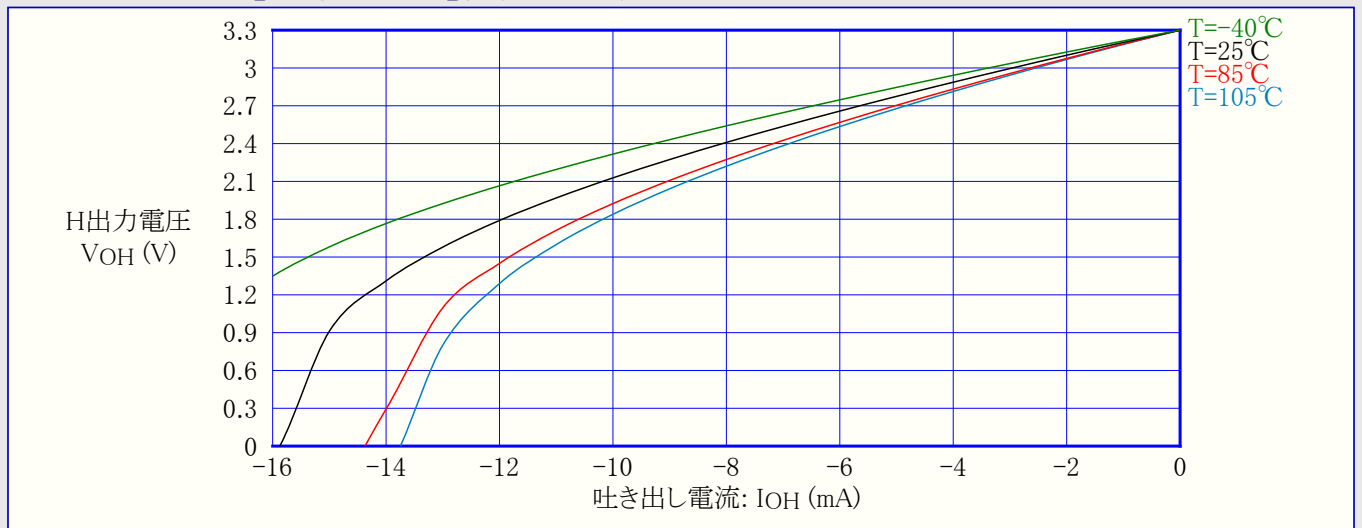


図36-24. I/Oピン出力電圧 対 吸い込み電流 (VCC=1.8V)

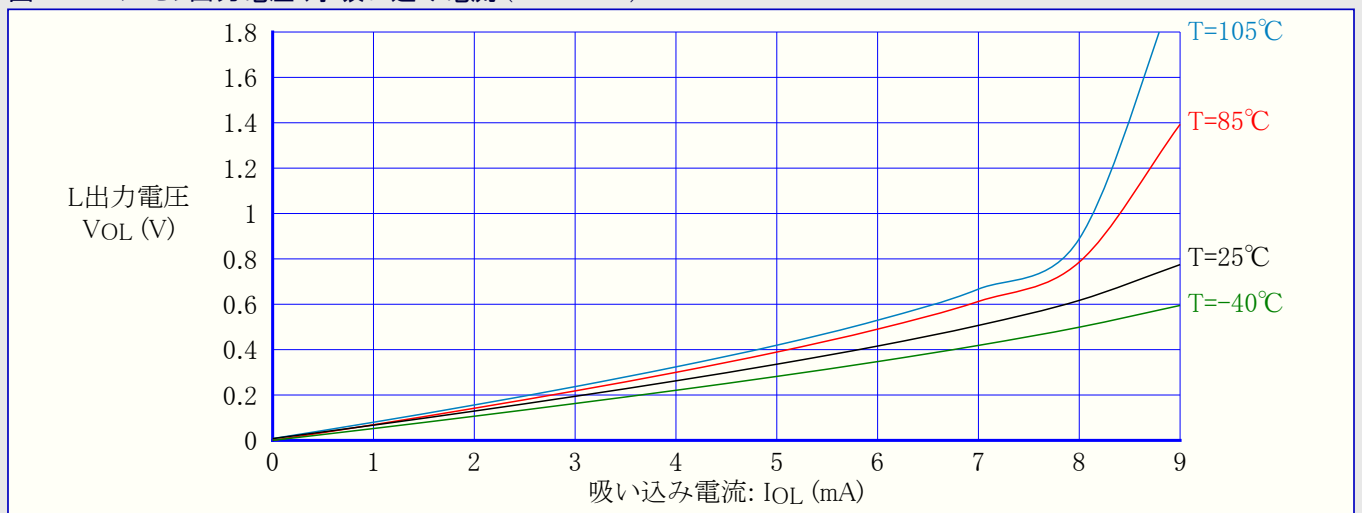


図36-25. I/Oピン出力電圧 対 吸い込み電流 (VCC=3.0V)

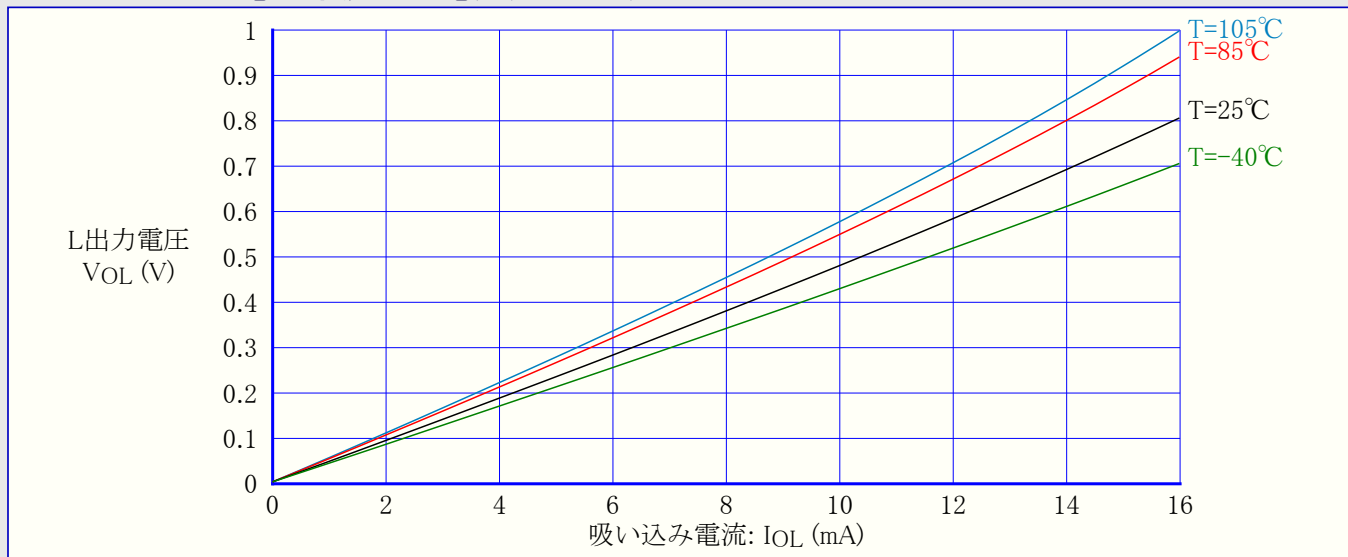
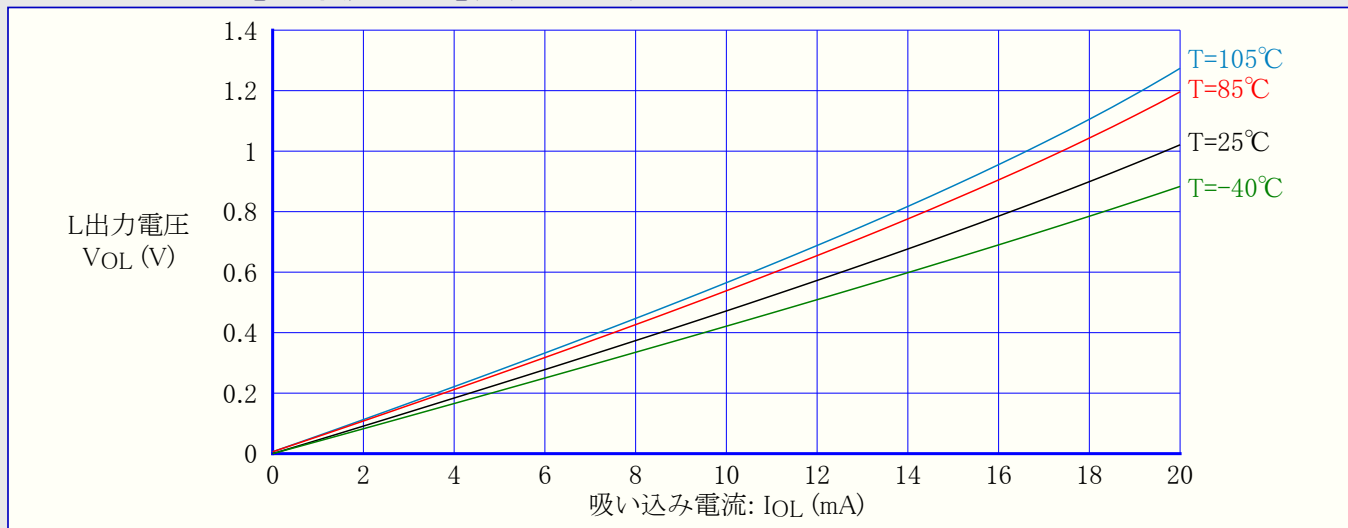


図36-26. I/Oピン出力電圧 対 吸い込み電流 (VCC=3.3V)



36.2.3. 閾値とヒステリシス

図36-27. I/Oピン入力閾値(スレッシュホールド)電圧 対 動作電圧 (VIH, 1読み値)

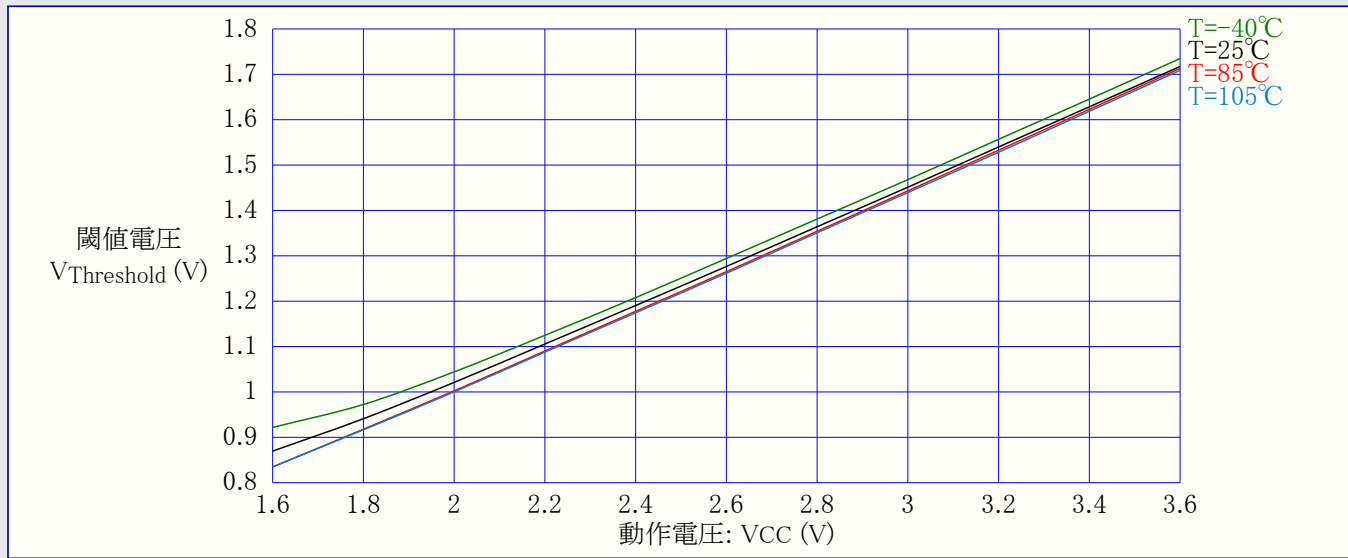


図36-28. I/Oピン入力閾値(スレッショルド)電圧 対 動作電圧 (VIL,0読み値)

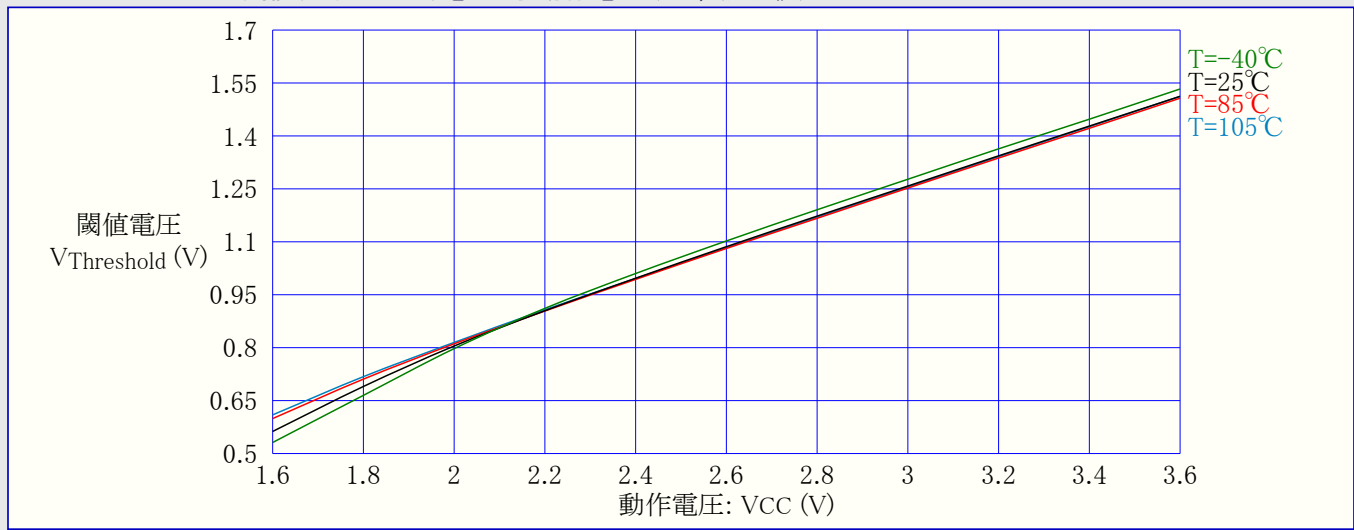
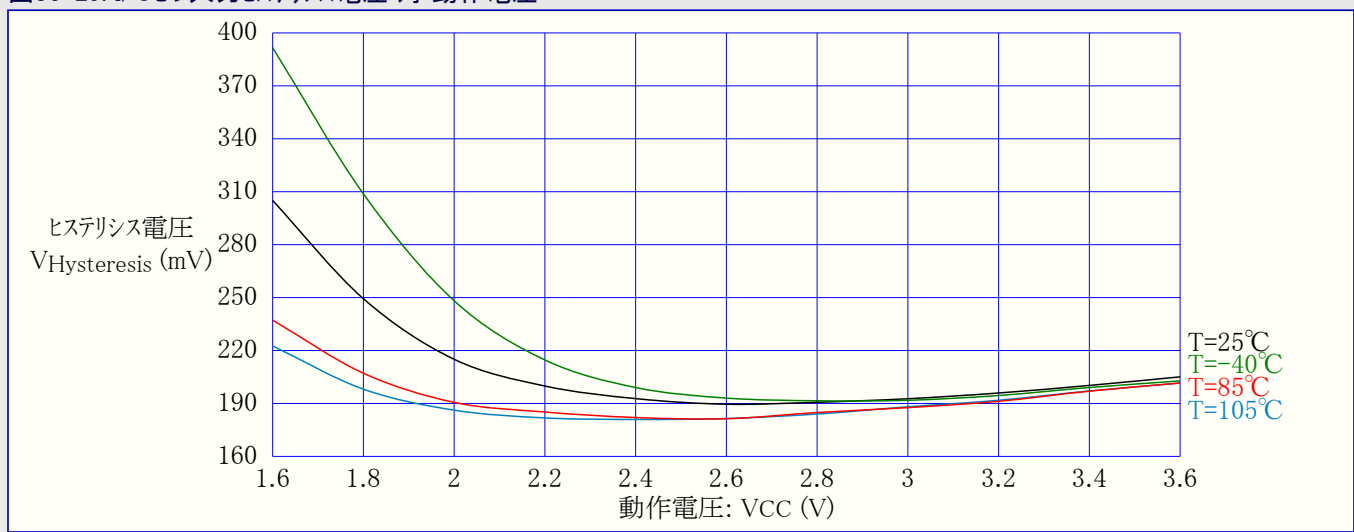


図36-29. I/Oピン入力ヒステリシス電圧 対 動作電圧



36.3. A/D変換器(ADC)特性

図36-30. ADC積分性誤差(INL) 対 外部VREF (T=25°C、VCC=3.6V)

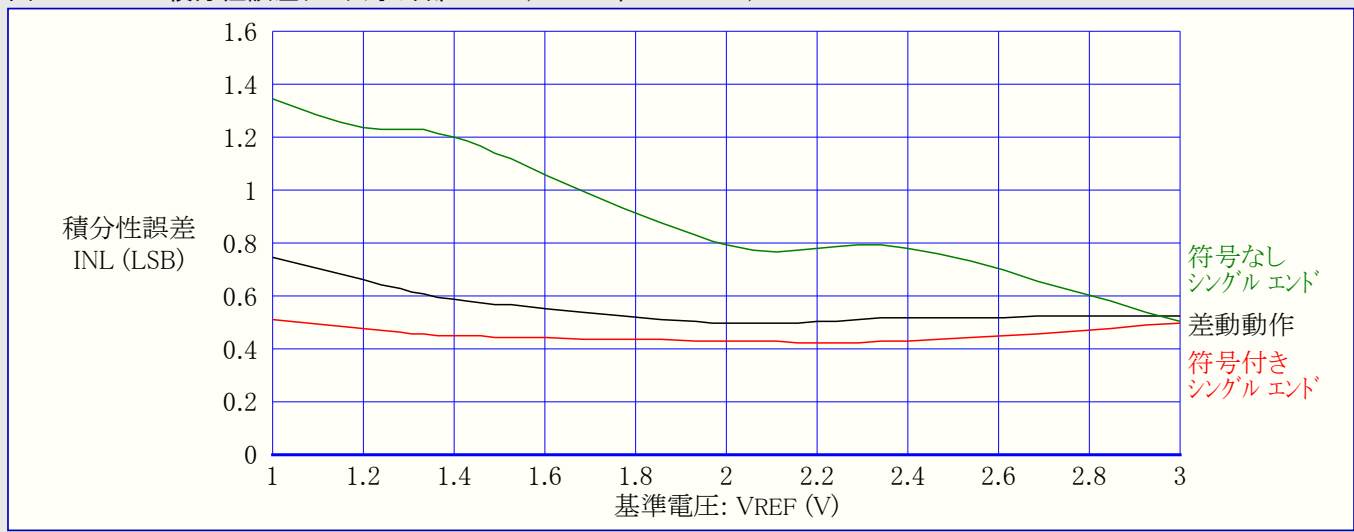


図36-31. ADC積分性誤差(INL) 対 採取速度 (T=25°C、VCC=3.6V、VREF=外部3.0V)

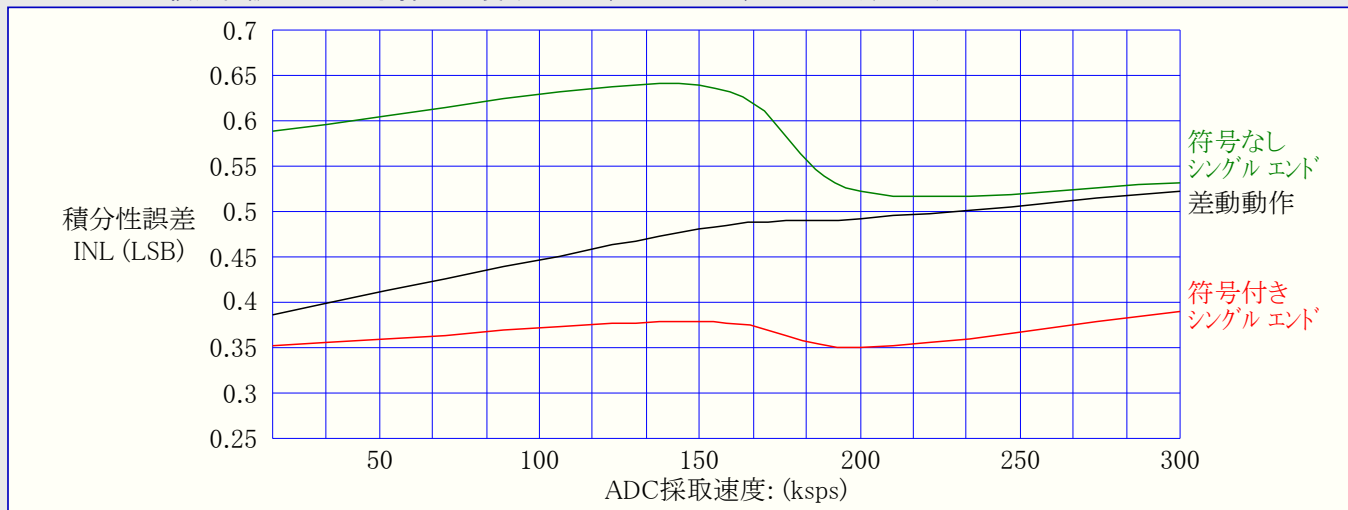


図36-32. ADC積分性誤差(INL) 対 入力符号

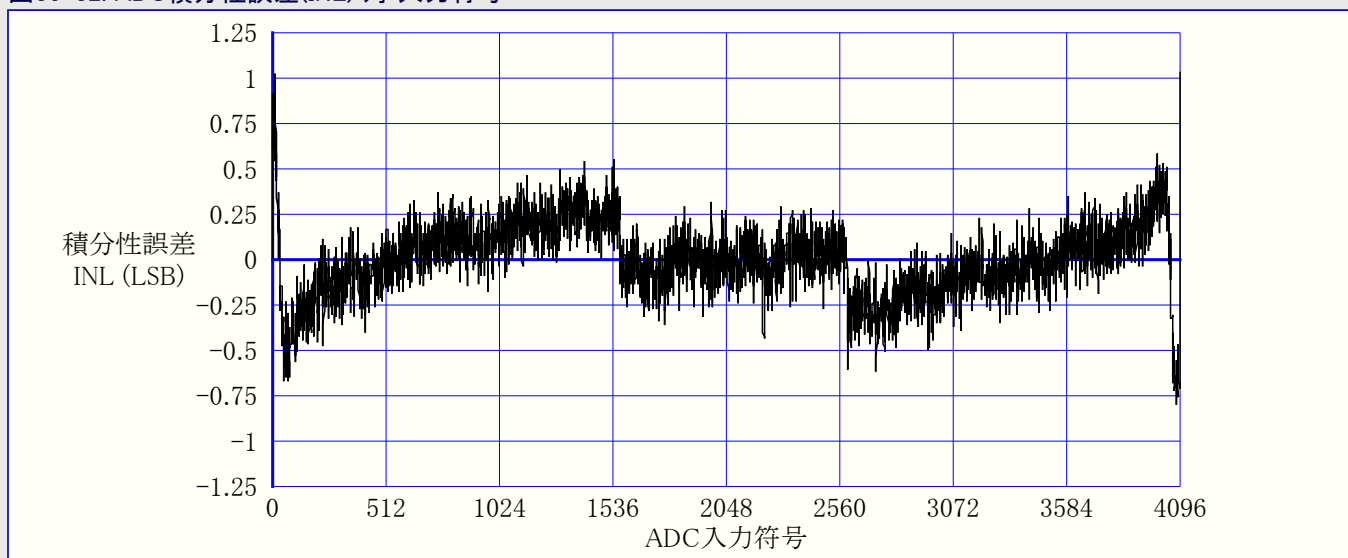


図36-33. ADC微分性誤差(DNL) 対 外部VREF (T=25°C、VCC=3.6V)

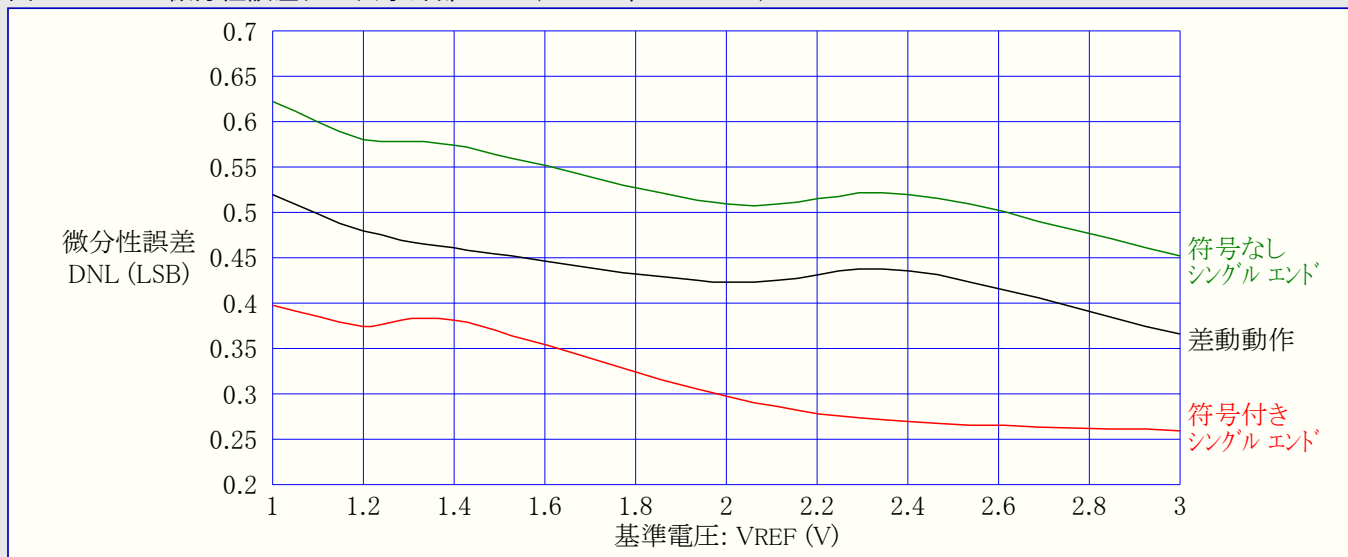


図36-34. ADC微分性誤差(DNL) 対 採取速度 (T=25°C、VCC=3.6V、VREF=外部3.0V)

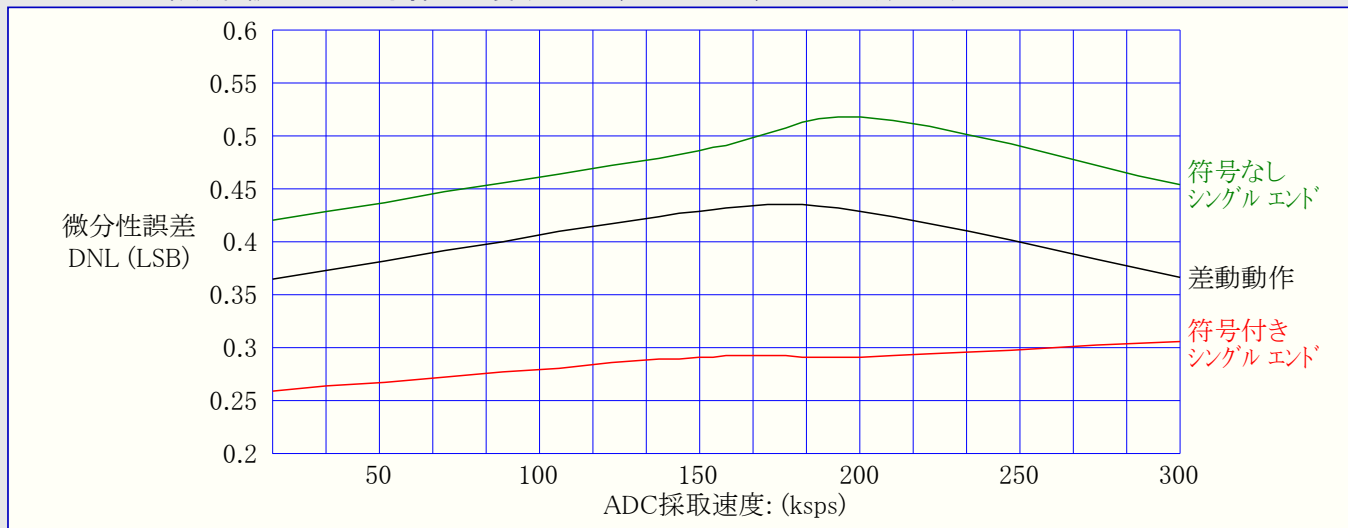


図36-35. ADC微分性誤差(DNL) 対 入力符号

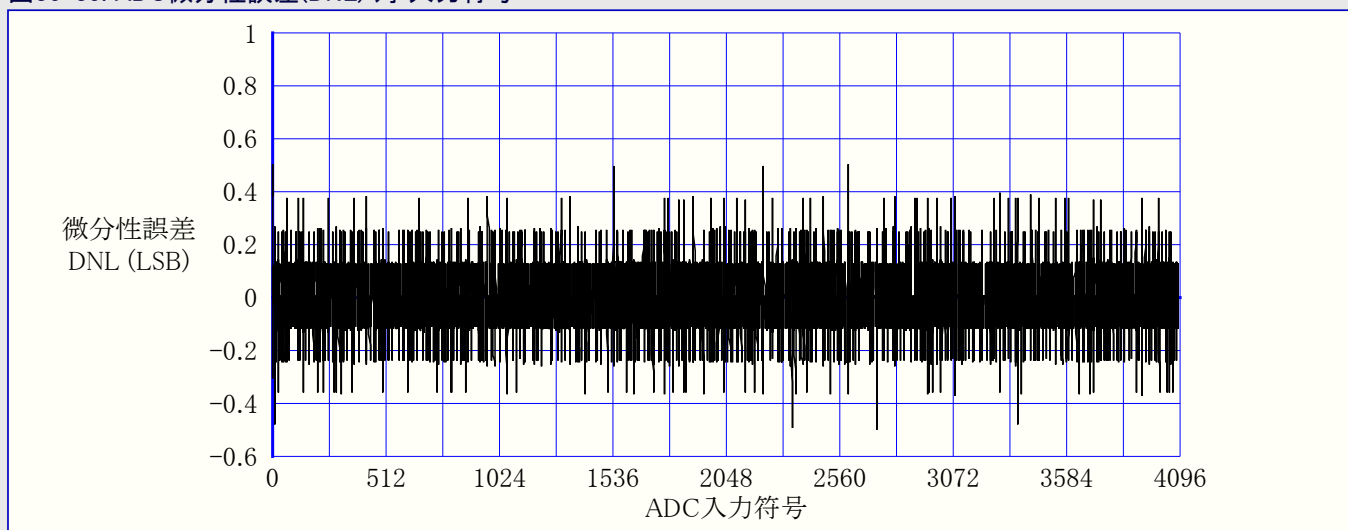


図36-36. ADC利得誤差 対 外部VREF (T=25°C、VCC=3.6V、A/D変換速度=300kSps)

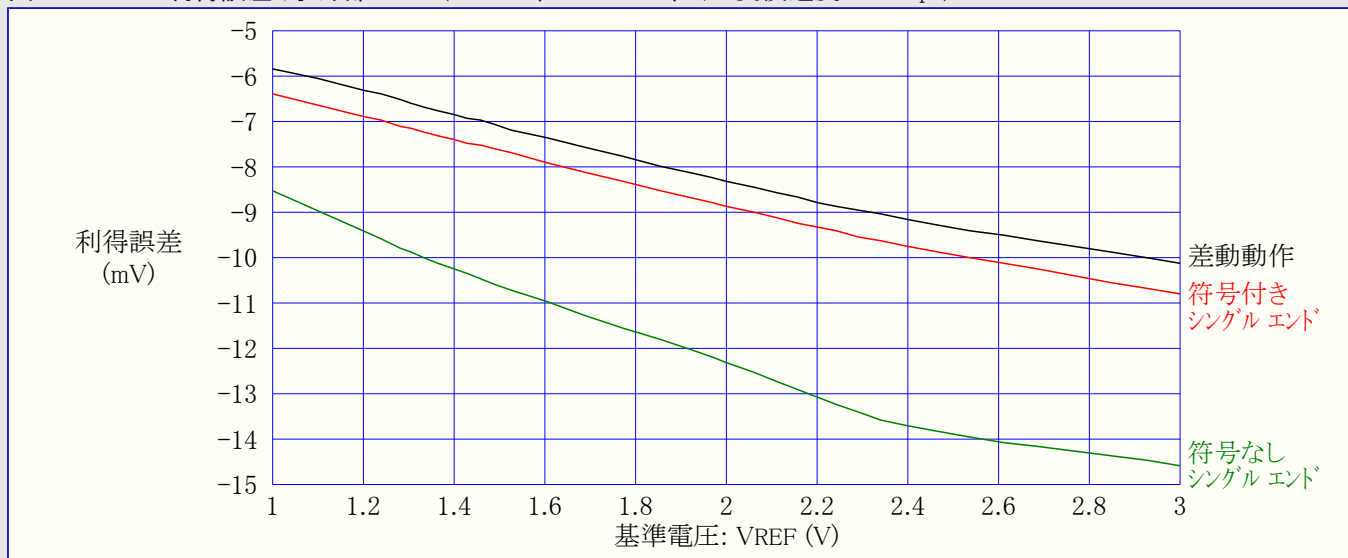


図36-37. ADC利得誤差 対 動作電圧 (T=25°C、VREF=外部1.0V、A/D変換速度=300ksps)

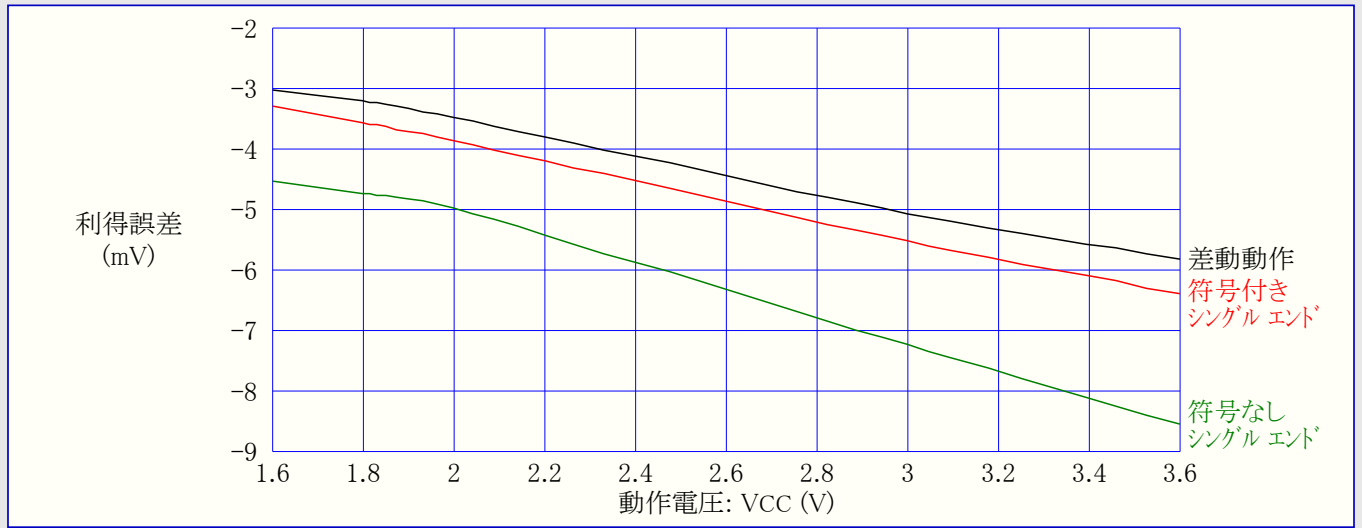


図36-38. ADC変位(オフセット)誤差 対 外部VREF (T=25°C、VCC=3.6V、A/D変換速度=300ksps)

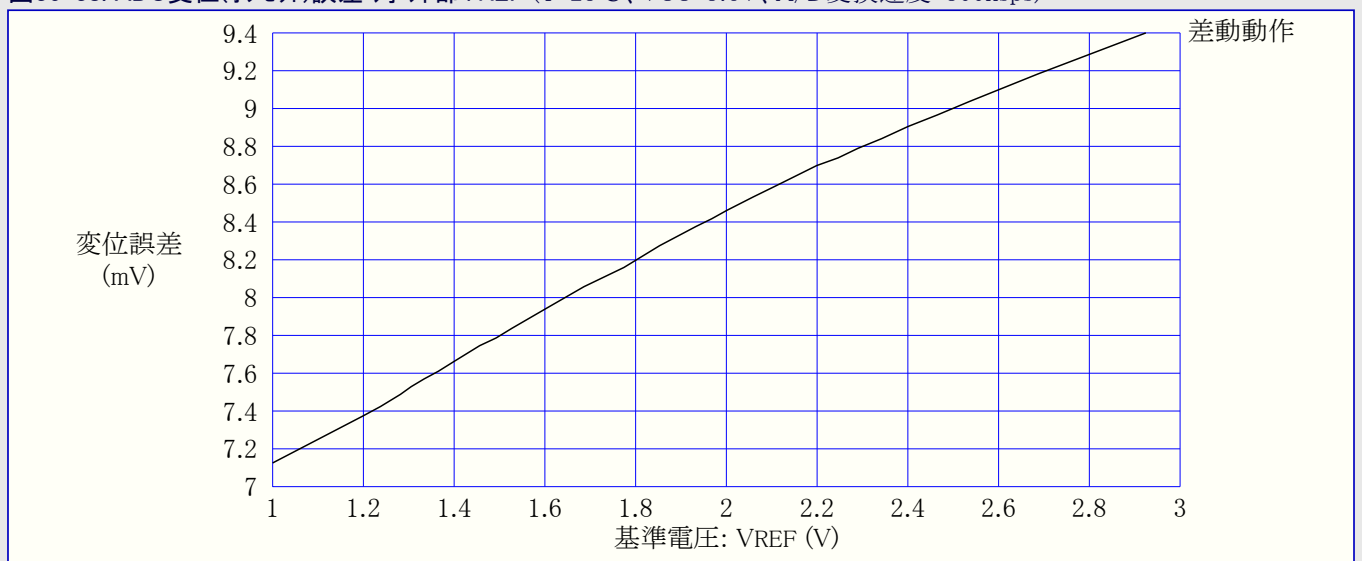


図36-39. ADC利得誤差 対 動作温度 (VCC=3.0V、VREF=外部2.0V)

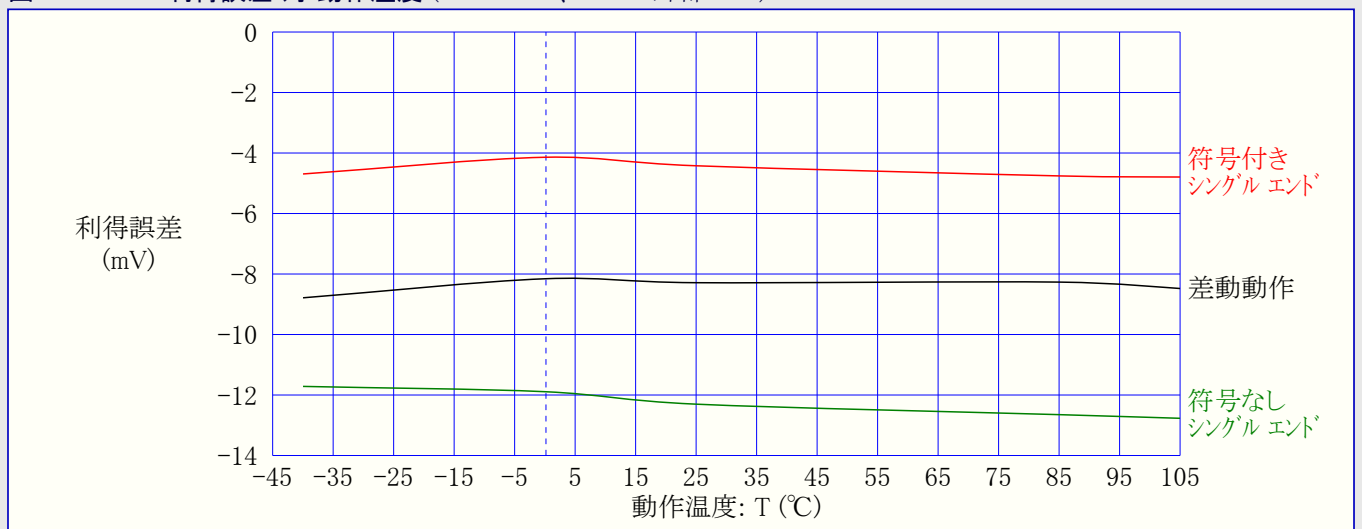
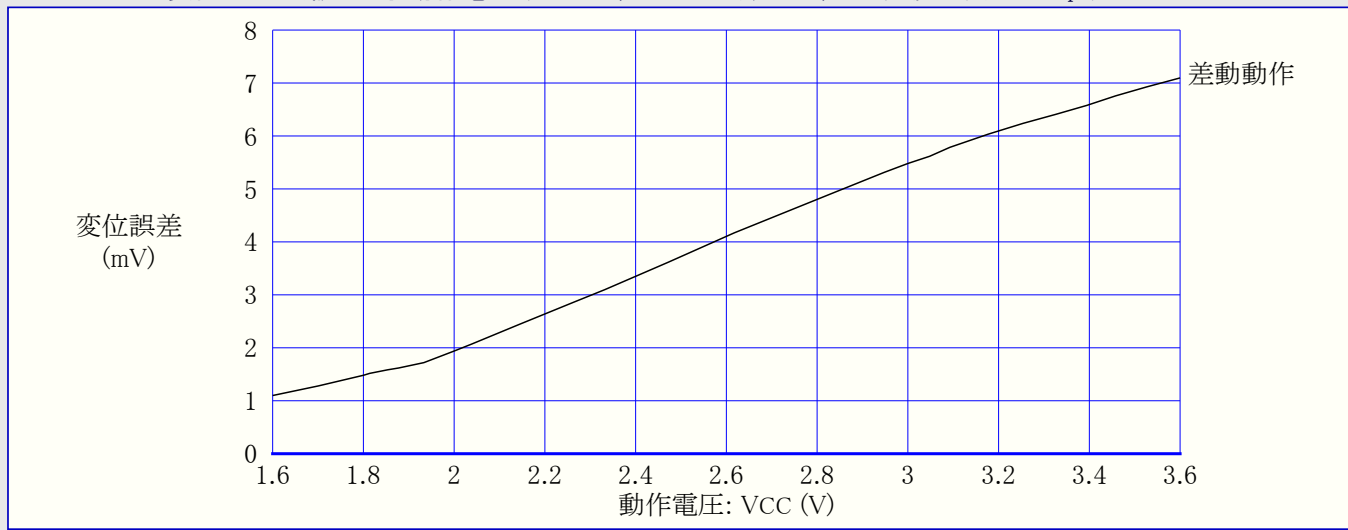


図36-40. ADC変位(オフセット)誤差 対 動作電圧 (T=25°C、VREF=外部1.0V、A/D変換速度=300ksps)



36.4. アナログ比較器特性

図36-41. アナログ比較器(AC)ヒステリシス 対 動作電圧 (ヒステリシス=小)

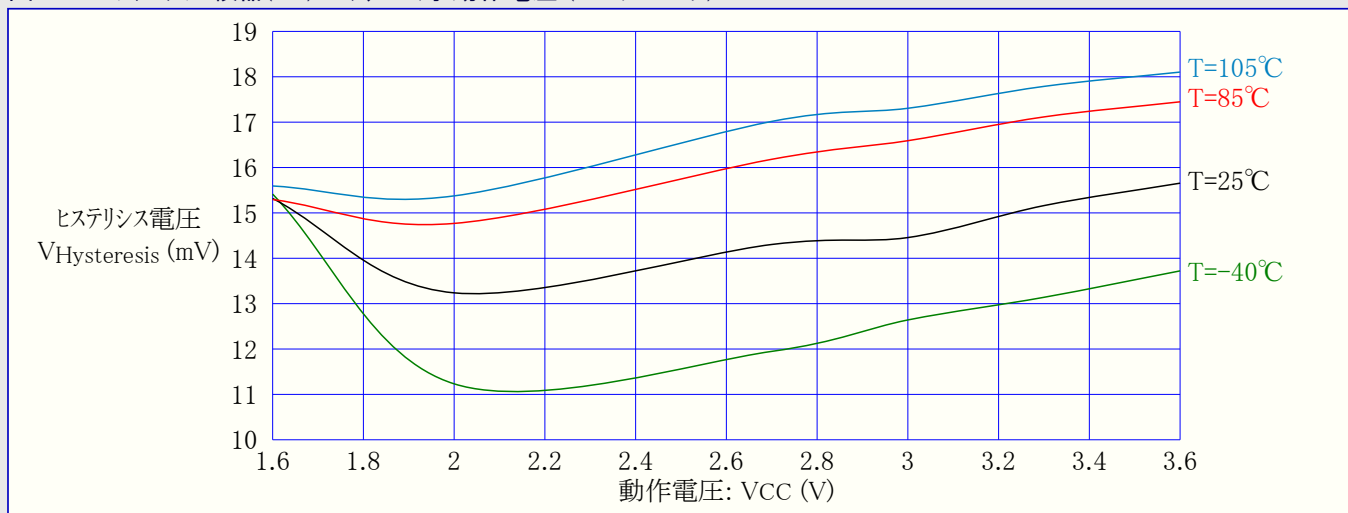


図36-42. アナログ比較器(AC)ヒステリシス 対 動作電圧 (ヒステリシス=大)

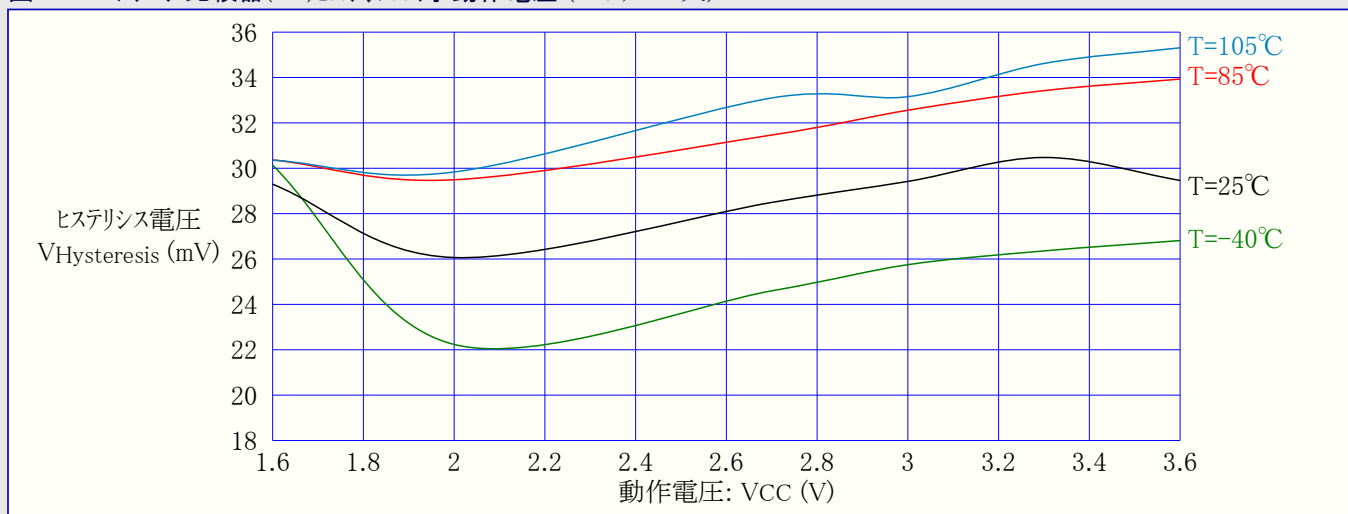


図36-43. アナログ比較器(AC)電流源 対 校正値 (T=25°C)

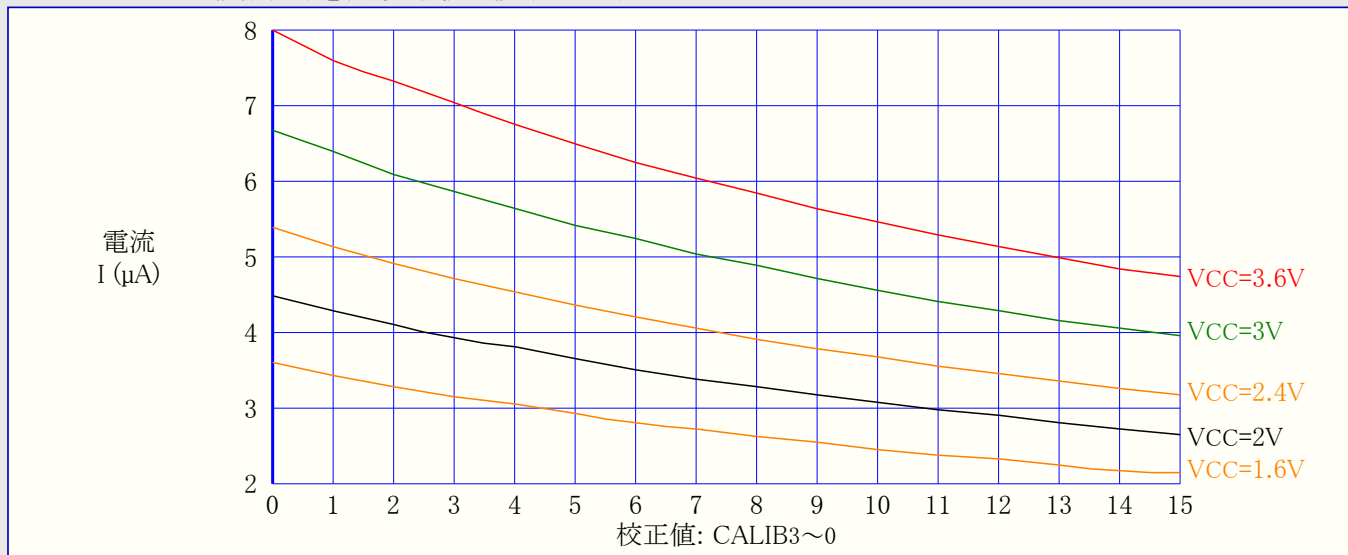
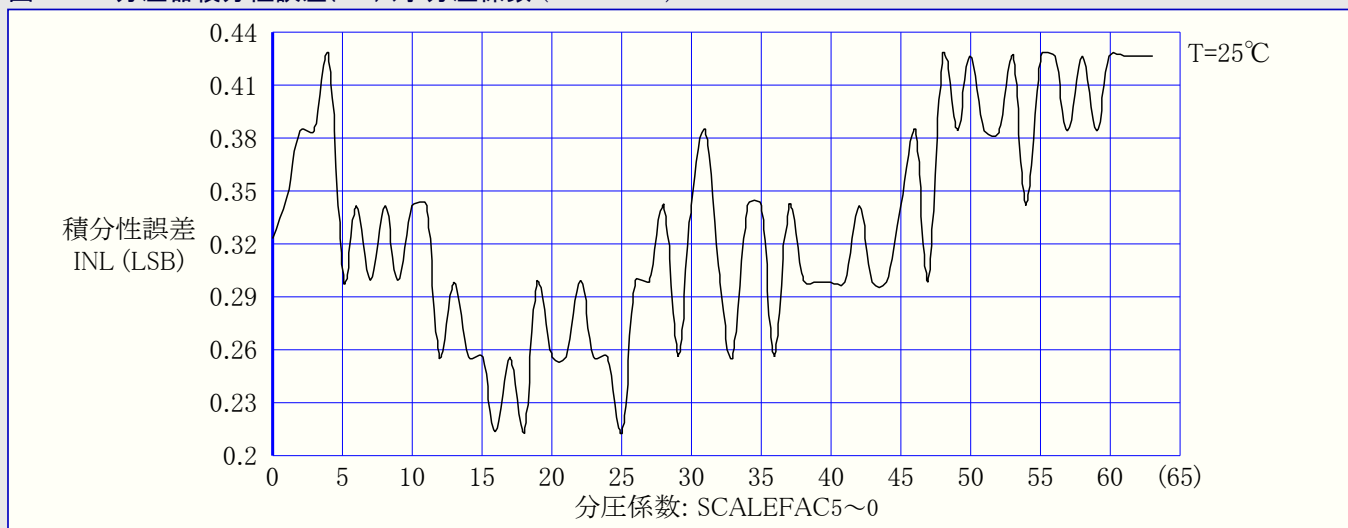
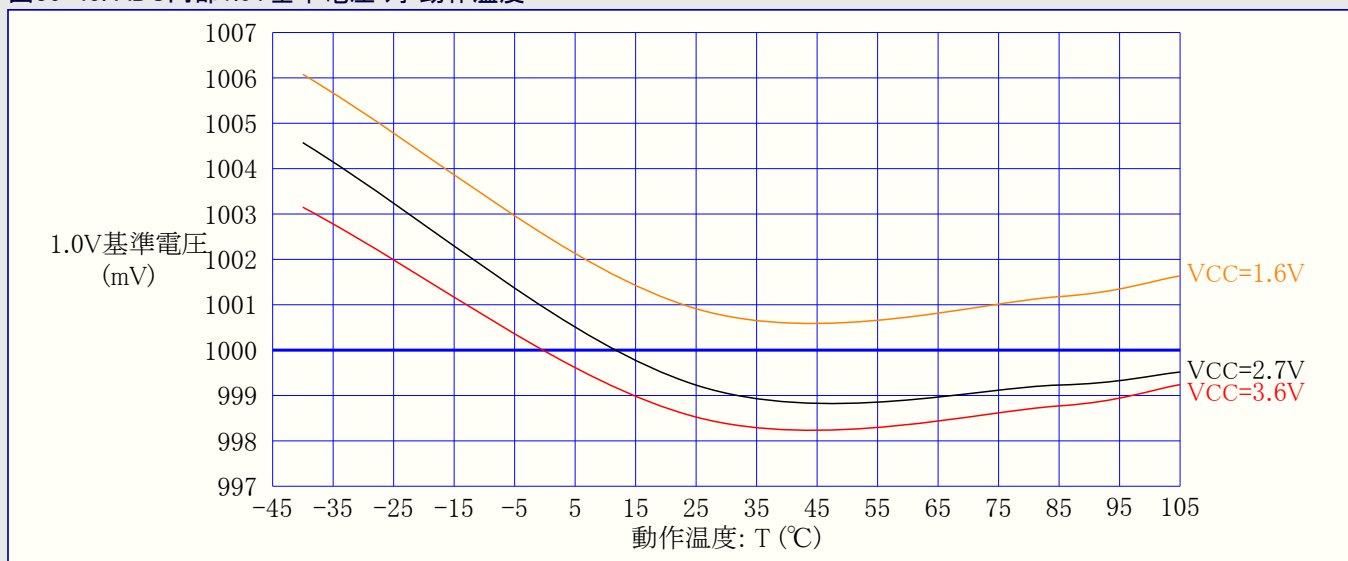


図36-44. 分圧器積分性誤差(INL) 対 分圧係数 (VCC=3.0V)



36.5. 内部1.0V基準電圧特性

図36-45. ADC内部1.0V基準電圧 対 動作温度



36.6. 低電圧検出器(BOD)特性

図36-46. 低電圧検出器(BOD)閾値(スレッシュホールド)電圧 対 動作温度 (検出電圧=1.6V)

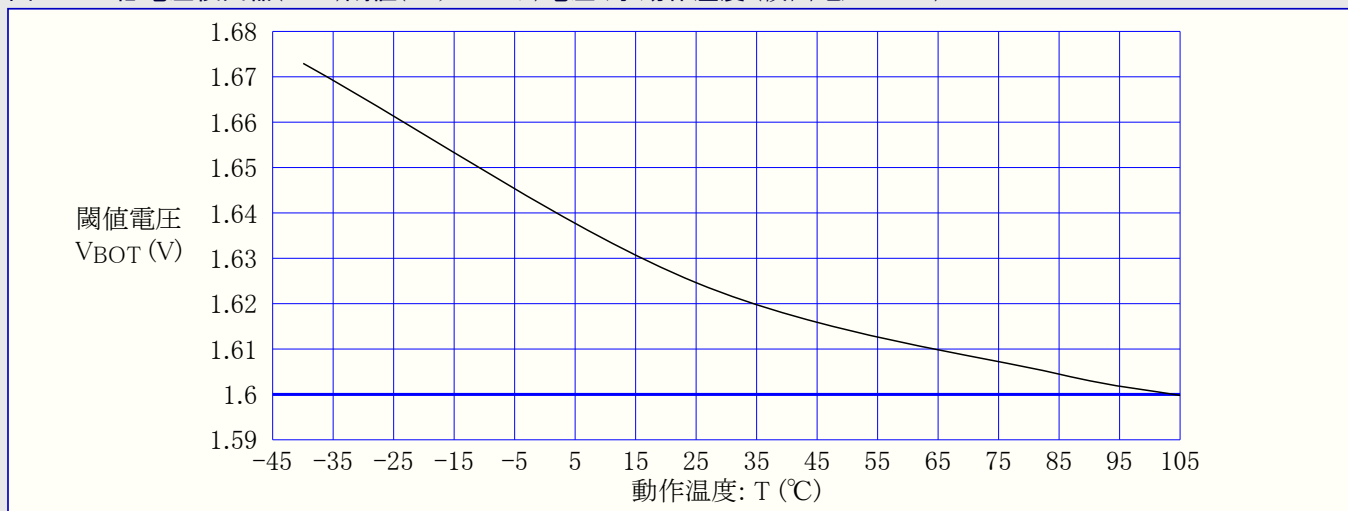
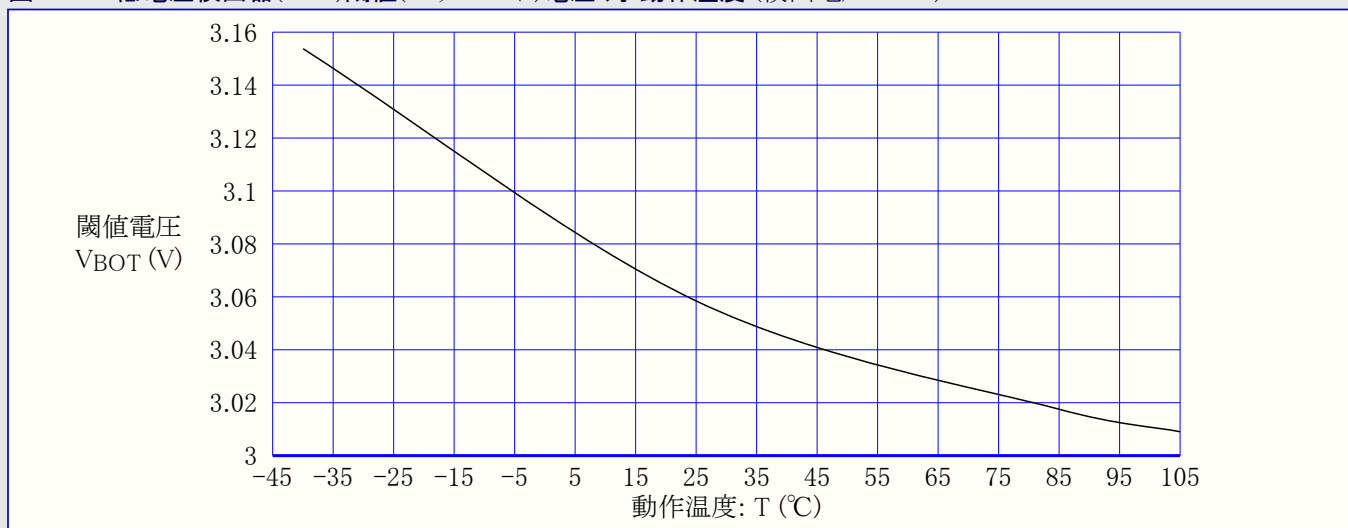


図36-47. 低電圧検出器(BOD)閾値(スレッシュホールド)電圧 対 動作温度 (検出電圧=3.0V)



36.7. 外部リセット特性

図36-48. 最小リセットパルス幅 対 動作電圧

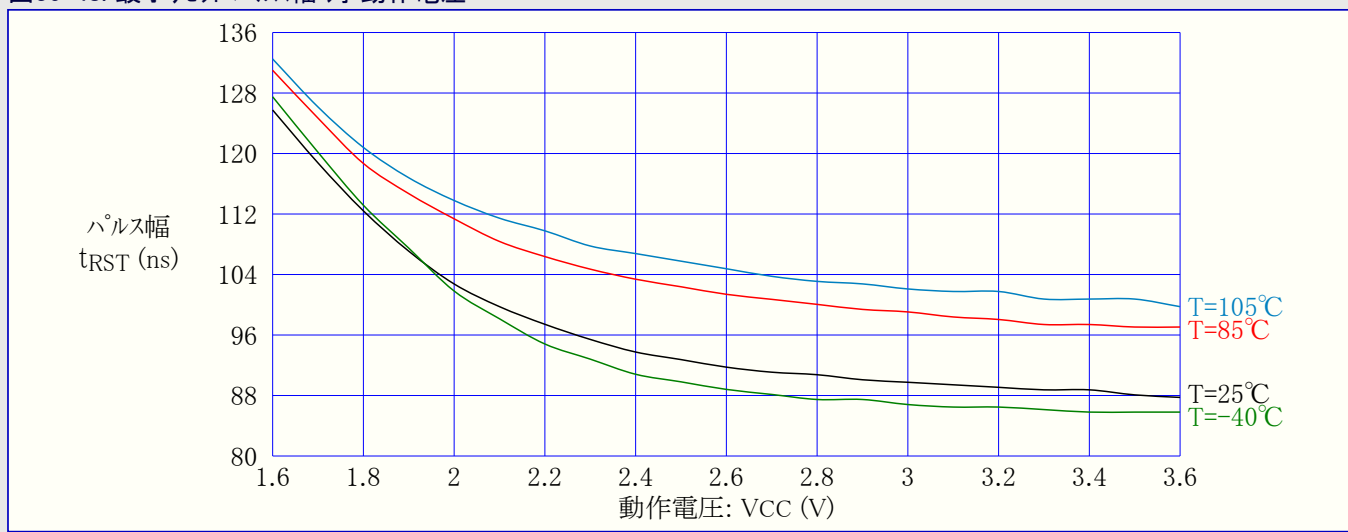


図36-49. リセットピンプルアップ抵抗電流 対 RESETピン入力電圧 (VCC=1.8V)

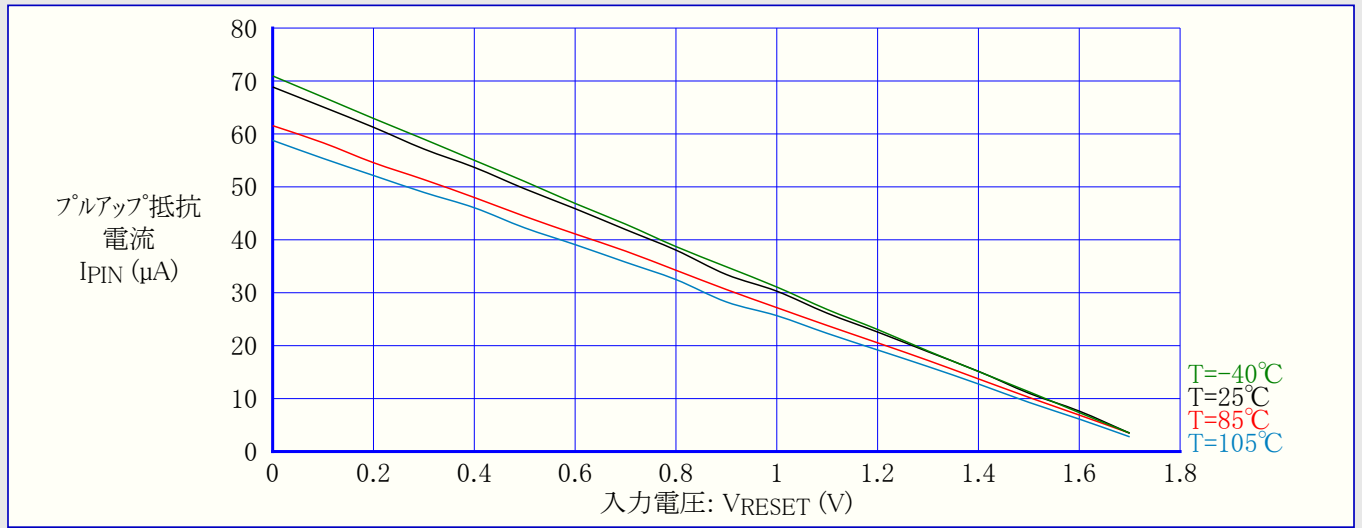


図36-50. リセットピンプルアップ抵抗電流 対 RESETピン入力電圧 (VCC=3.0V)

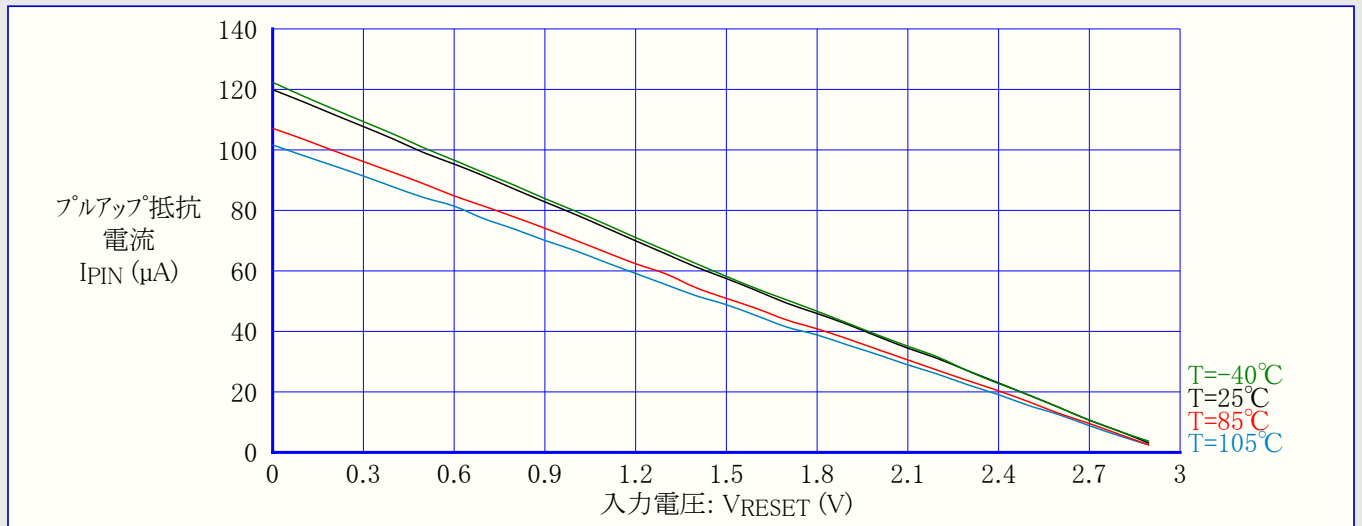


図36-51. リセットピンプルアップ抵抗電流 対 RESETピン入力電圧 (VCC=3.3V)

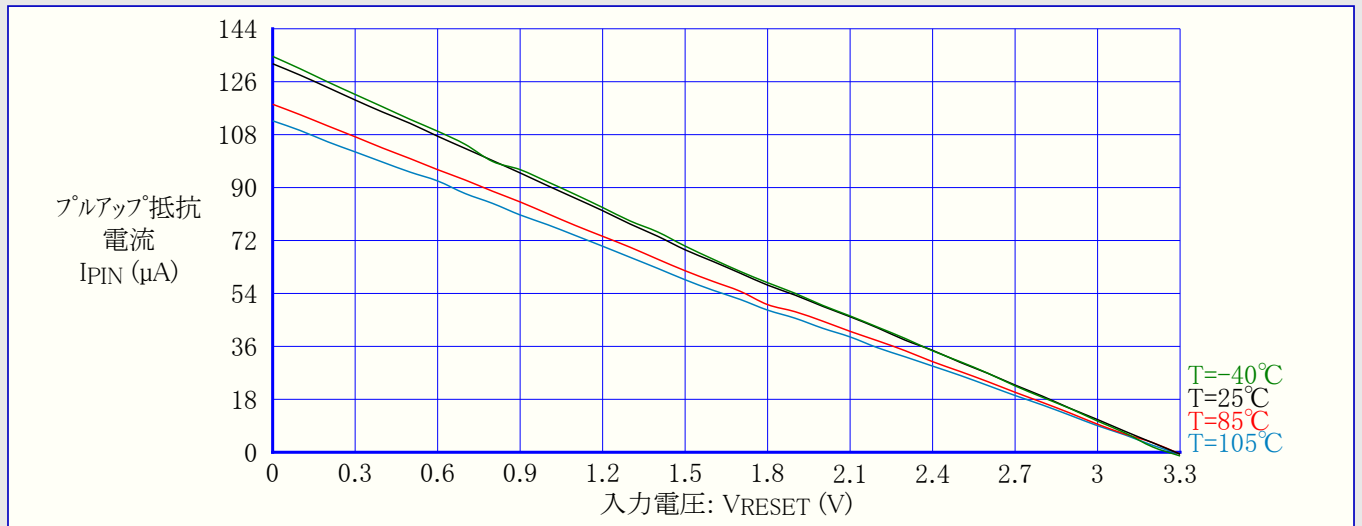
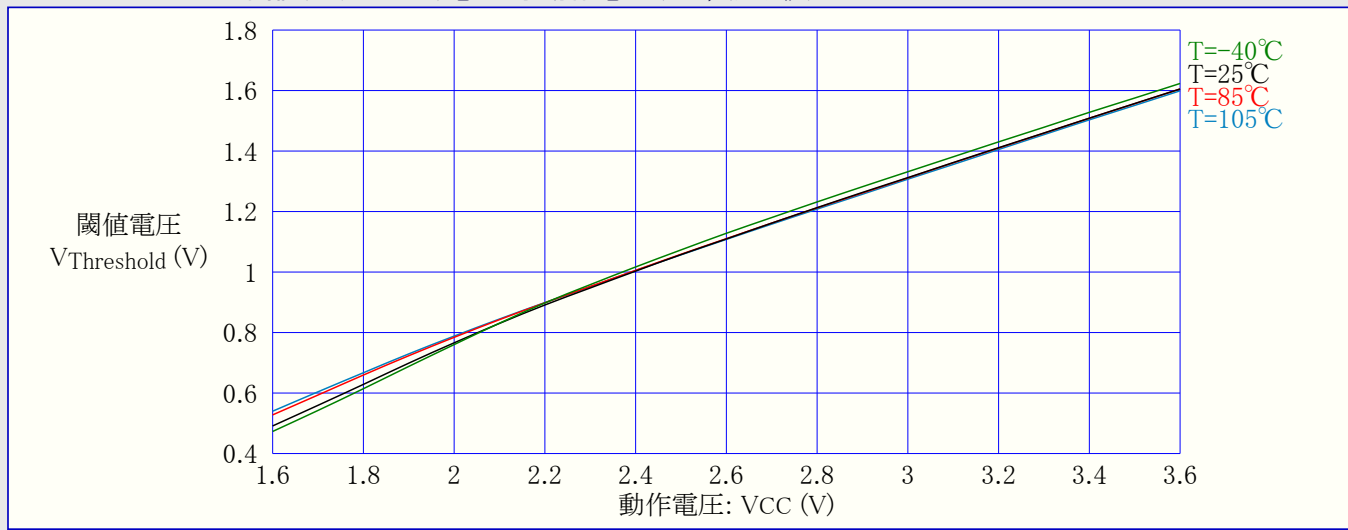


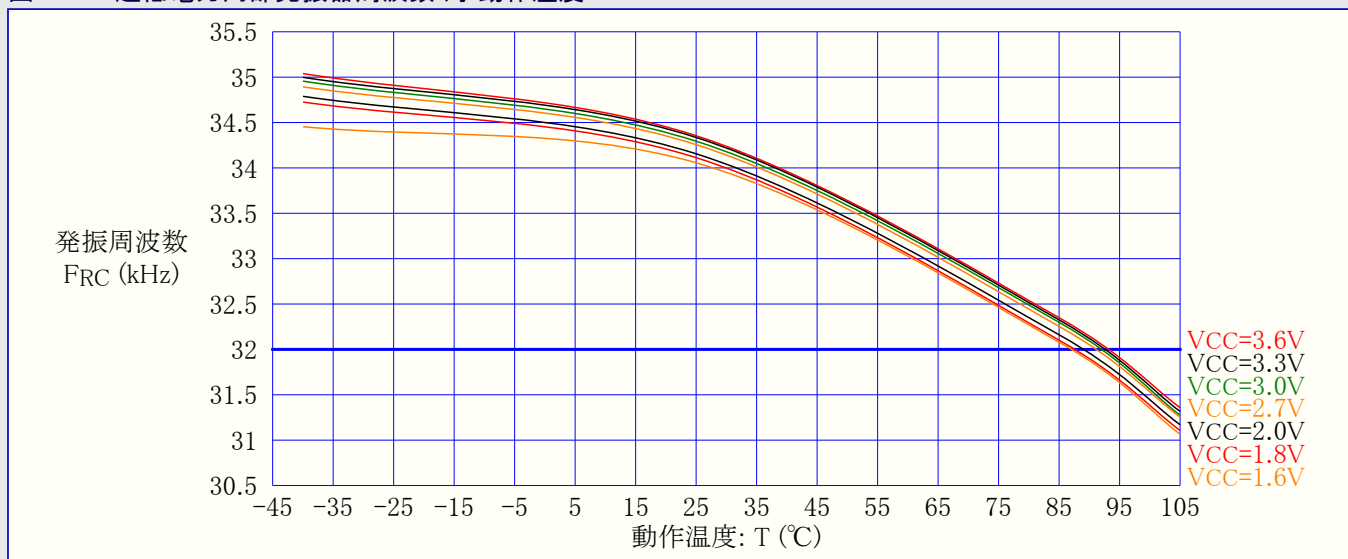
図36-52. RESET入力閾値(スレッショルド)電圧 対 動作電圧 (VIH,1読み値)



36.8. 発振器特性

36.8.1. 超低電力内部発振器

図36-53. 超低電力内部発振器周波数 対 動作温度



36.8.2. 32.768kHz内部発振器

図36-54. 32.768kHz内部発振器周波数 対 動作温度

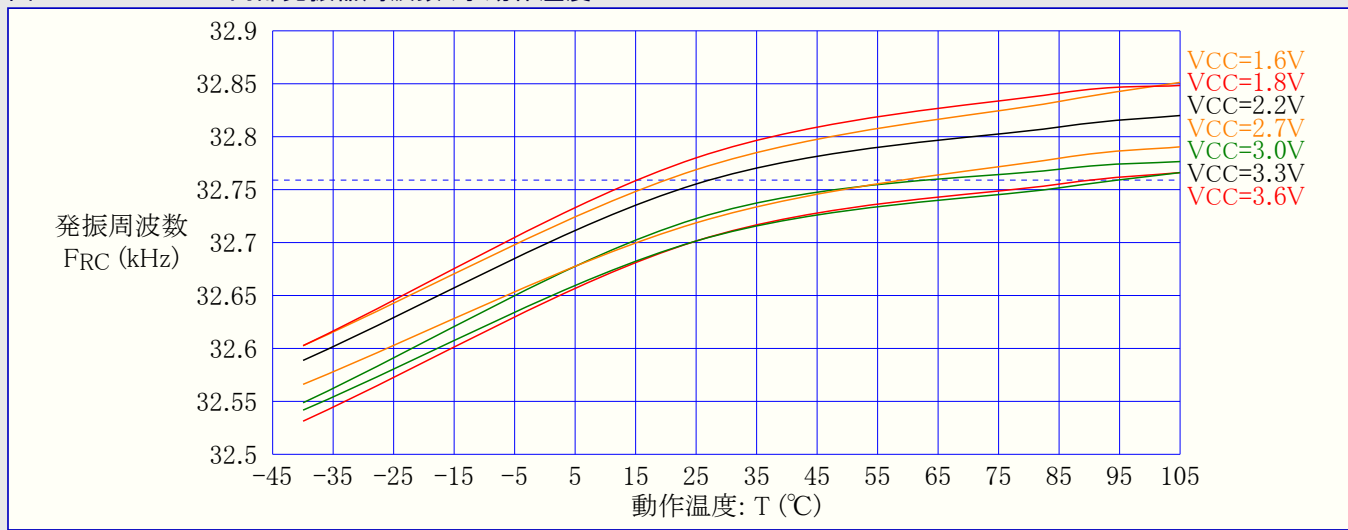
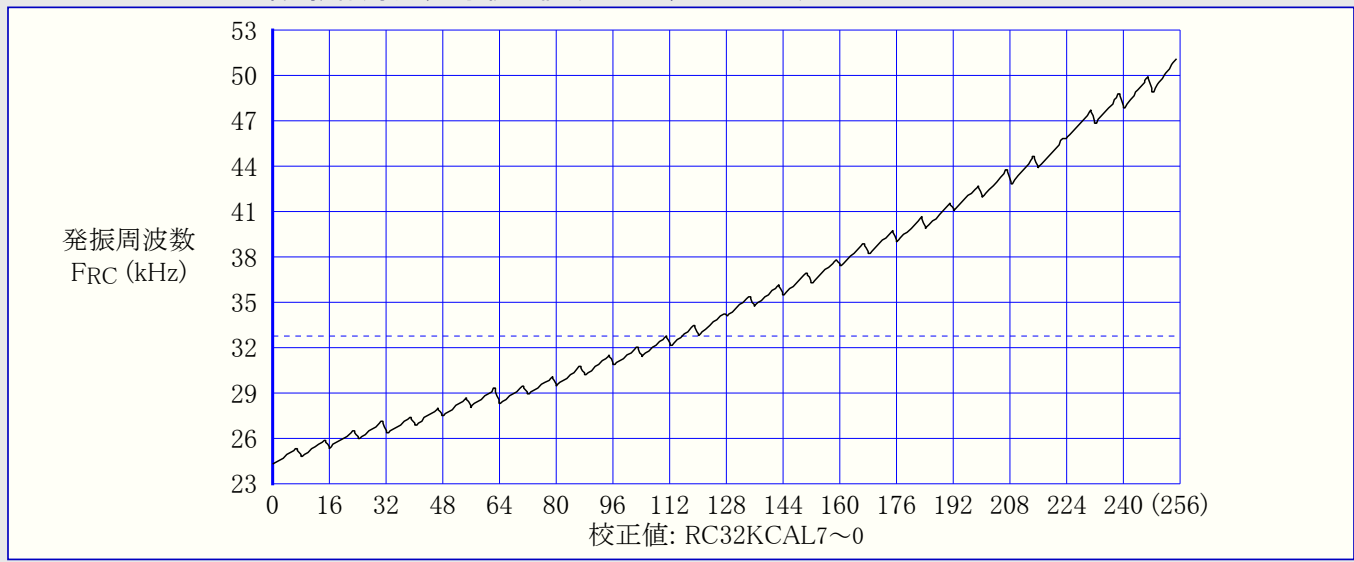


図36-55. 32.768kHz内部発振器周波数 対 校正値 (T=25°C、VCC=3.0V)



36.8.3. 2MHz内部発振器

図36-56. 2MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (DFLL禁止)

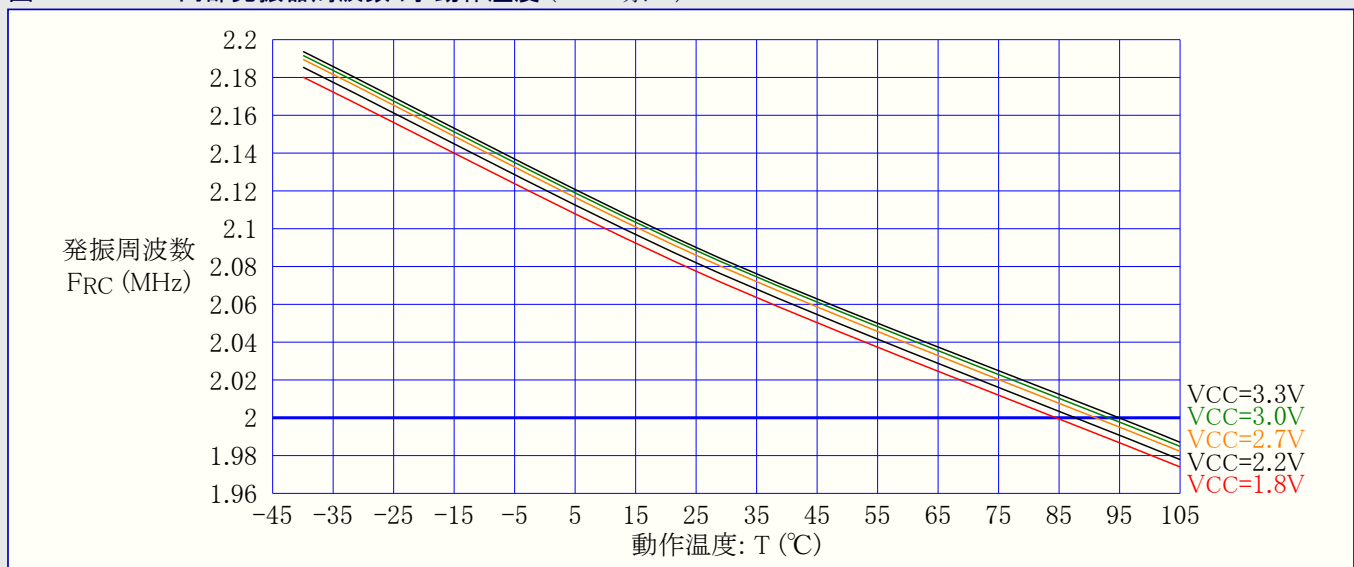


図36-57. 2MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (32.768kHz内部発振器からでDFLL許可)

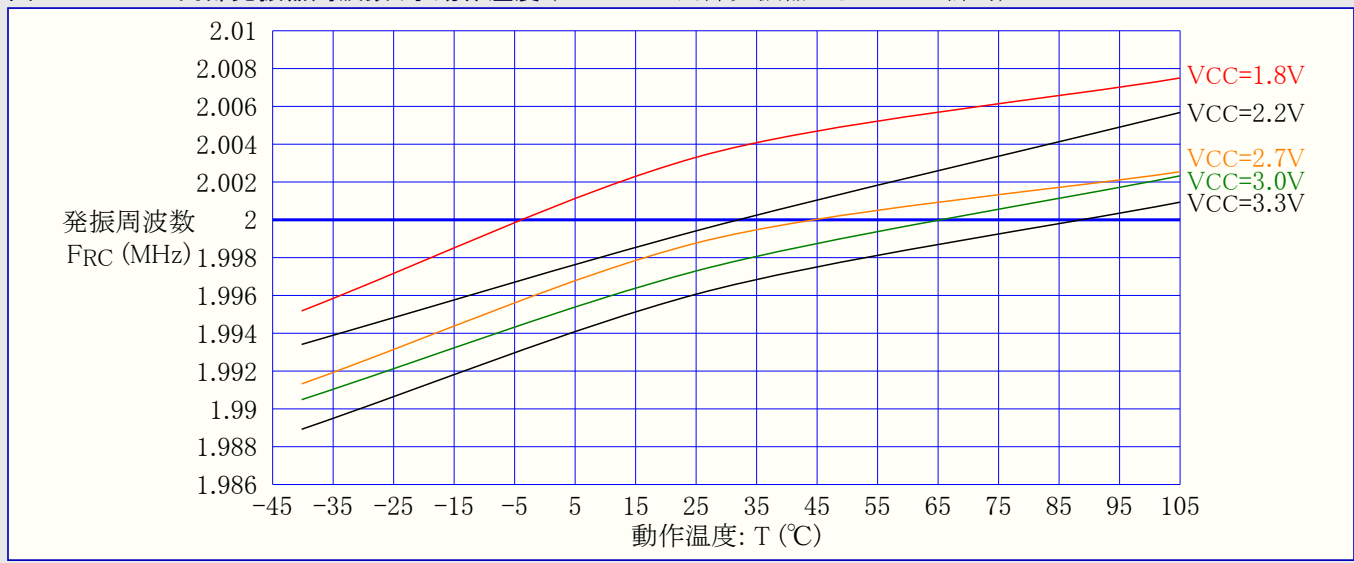
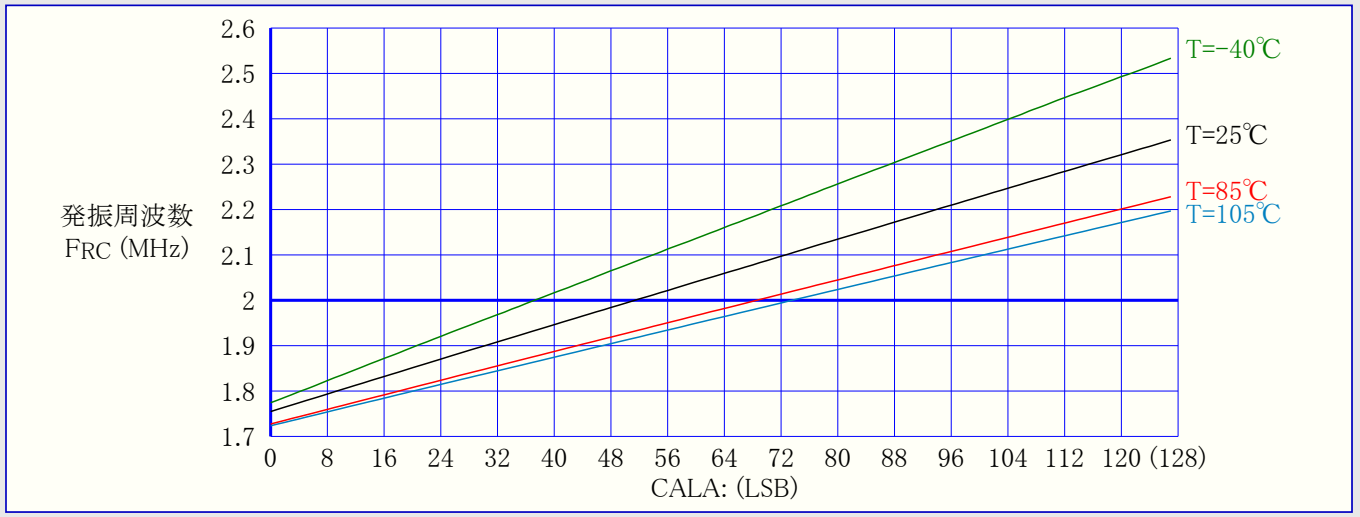


図36-58. 2MHz内部発振器周波数 対 CALA校正值 (VCC=3.0V)



36.8.4. 32MHz内部発振器

図36-59. 32MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (DFLL禁止)

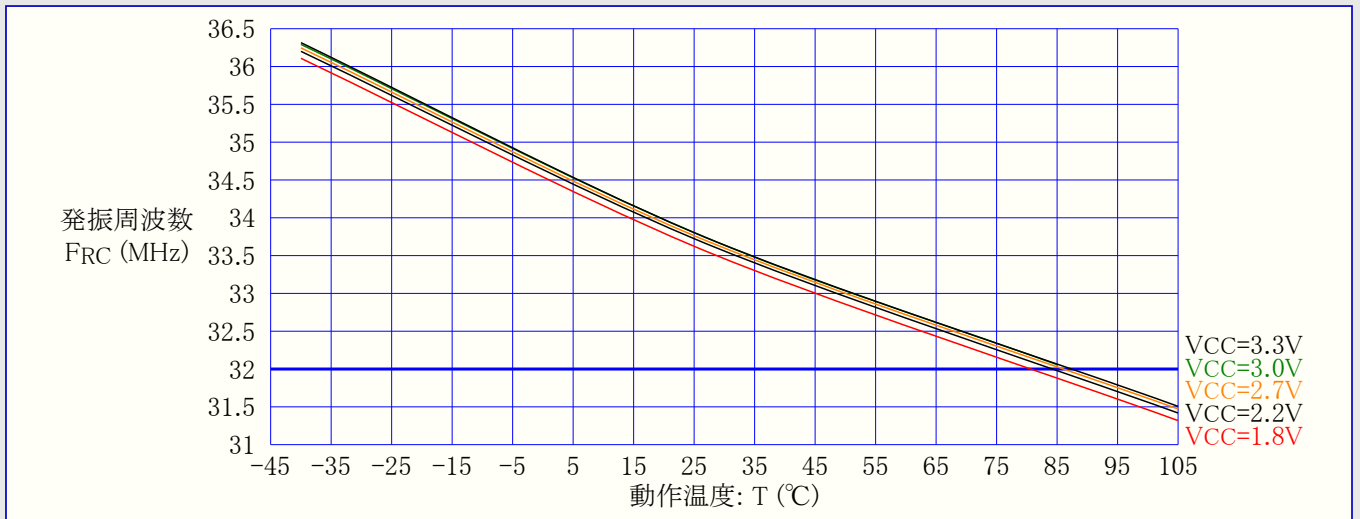


図36-60. 32MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (32.768kHz内部発振器からDFLL許可)

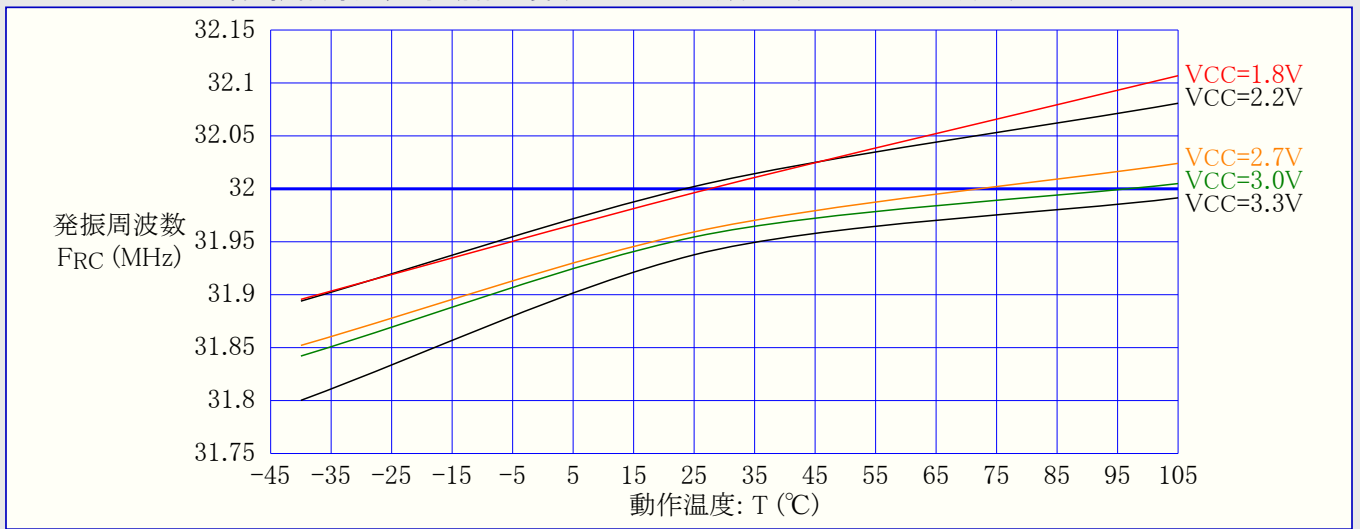


図36-61. 32MHz内部発振器CALA校正段階変量 (VCC=3.0V)

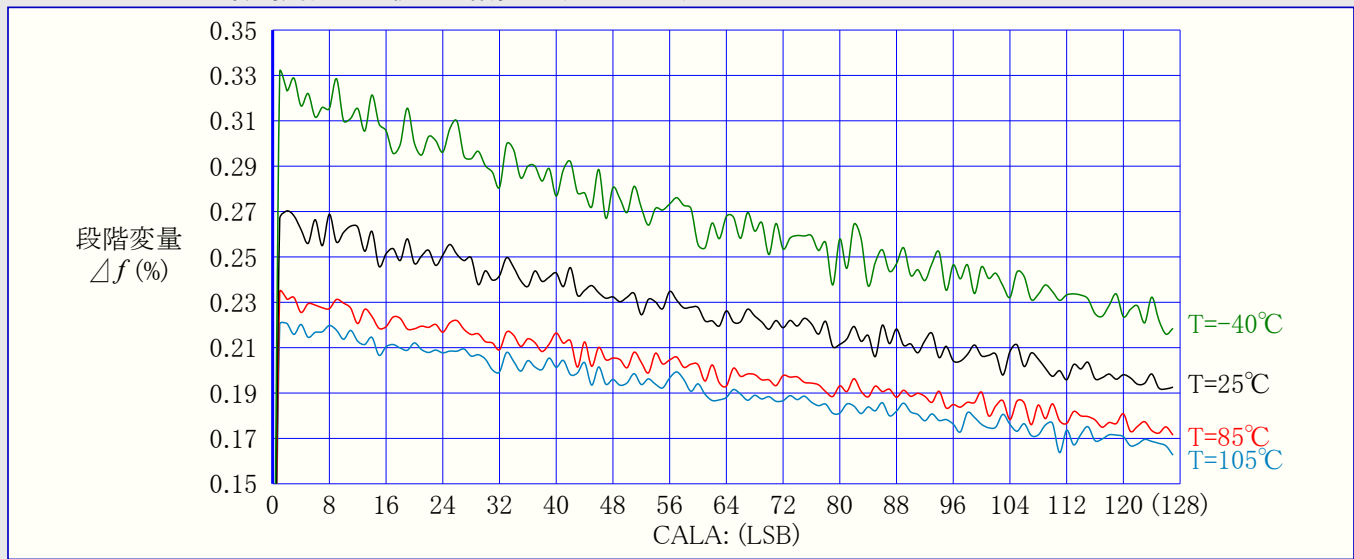
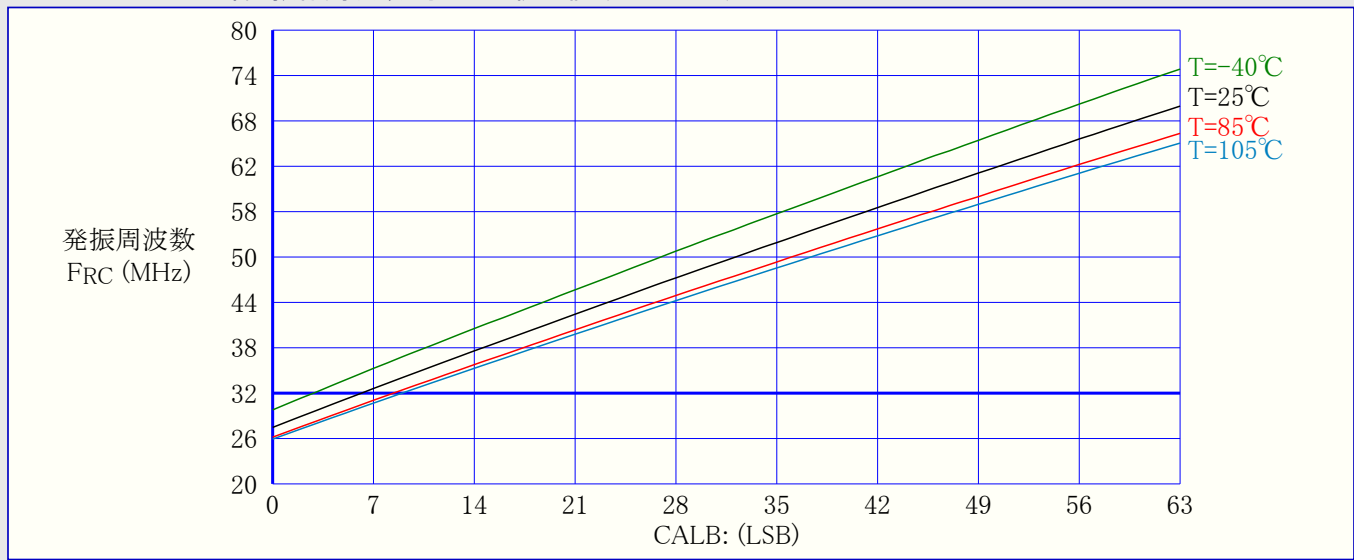


図36-62. 32MHz内部発振器周波数 対 CALB校正値 (VCC=3.0V)



36.8.5. 48MHzに校正された32MHz内部発振器

図36-63. 48MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (DFLL禁止)

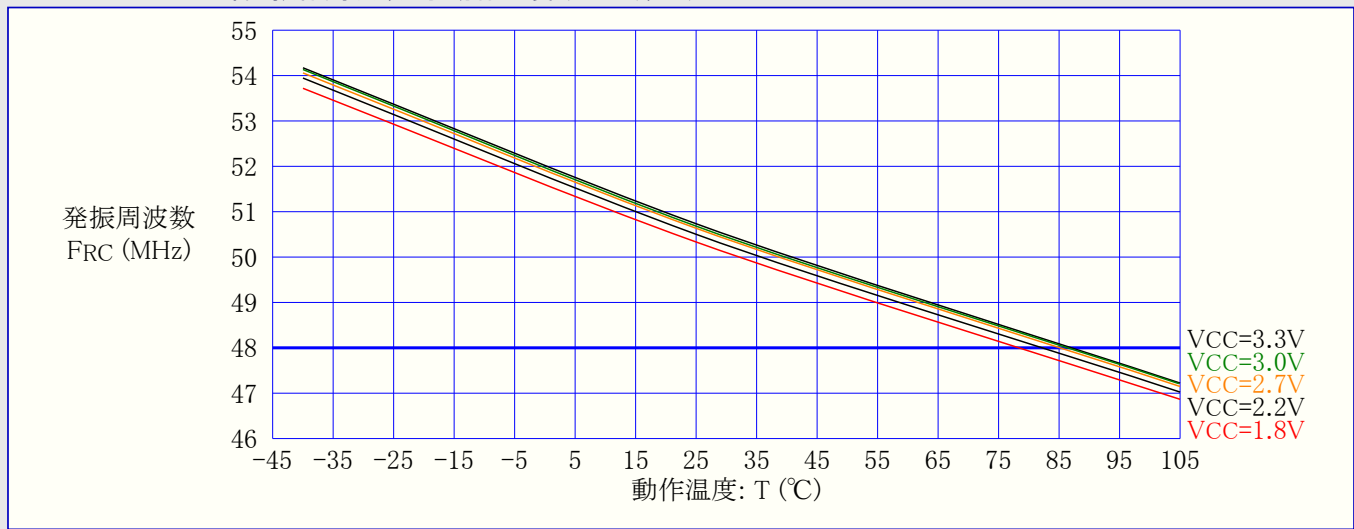
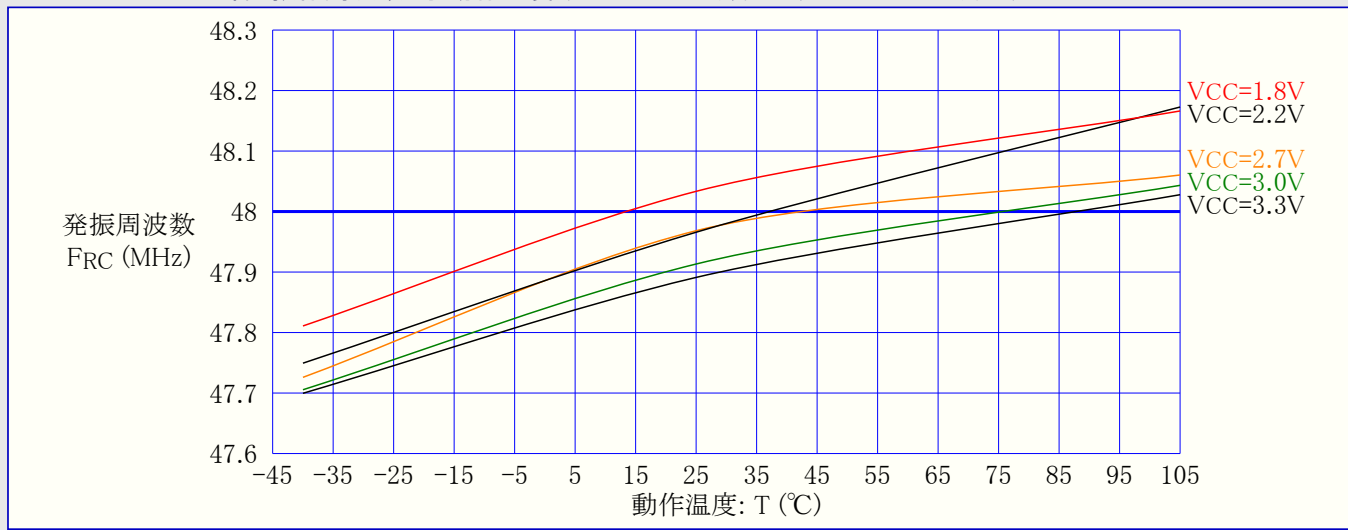


図36-64. 48MHz内部発振器周波数 対 動作温度 (32.768kHz内部発振器からDFLL許可)



36.9. 2線インターフェース特性

図36-65. SDA保持時間 対 動作温度

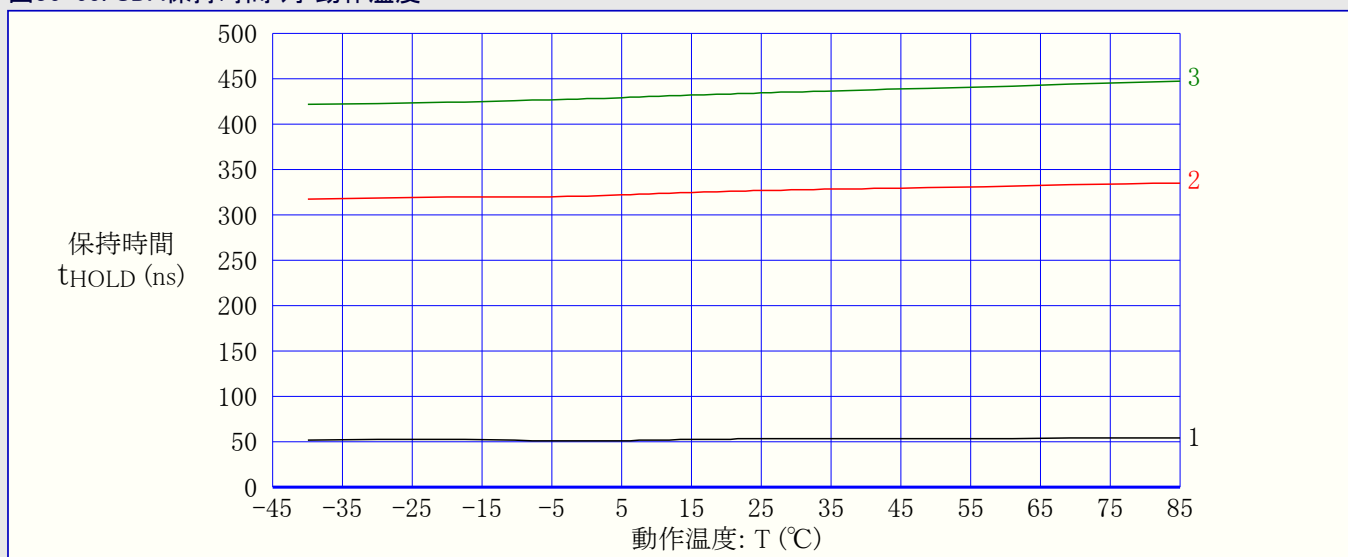
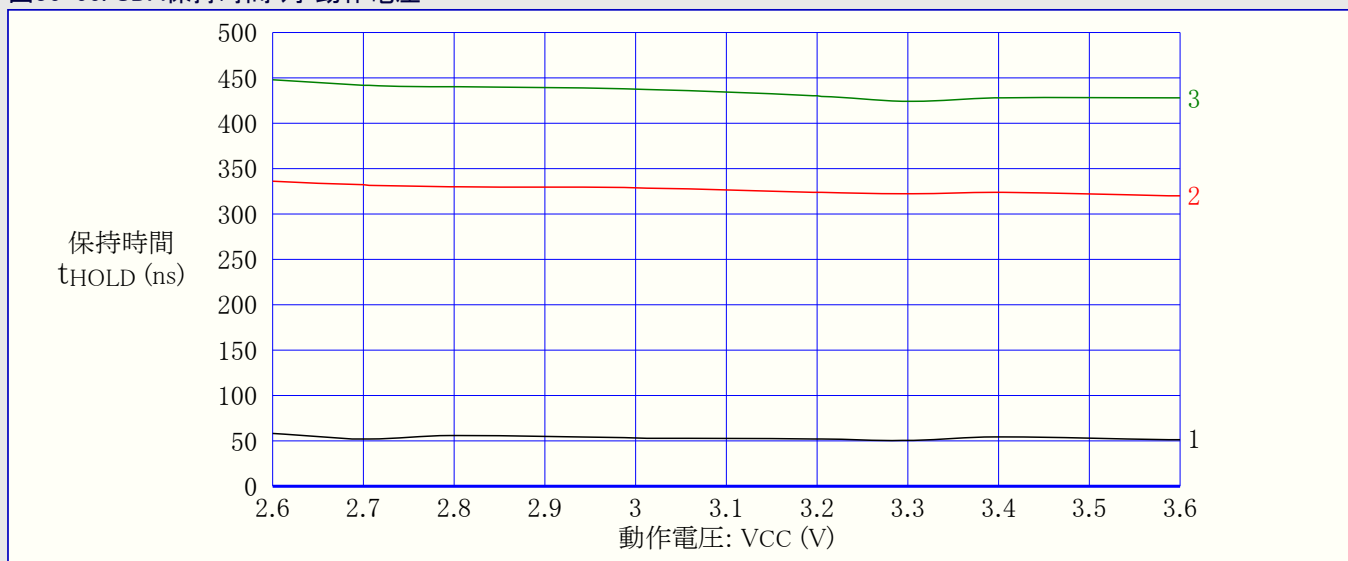
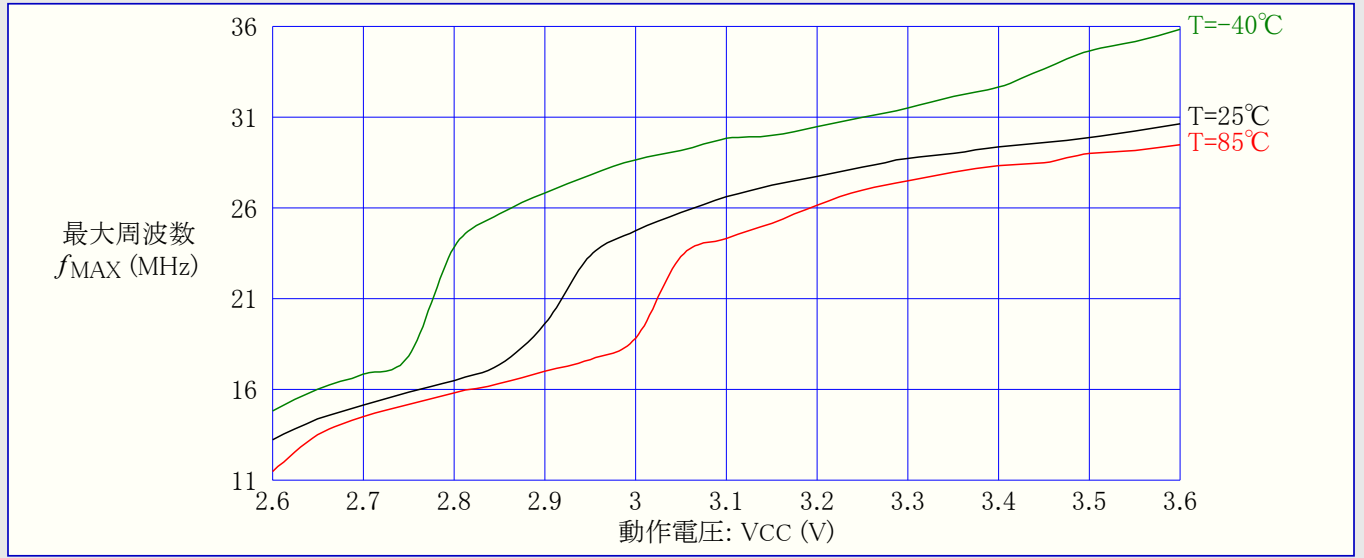


図36-66. SDA保持時間 対 動作電圧



36.10. PDI特性

図36-67. 最大PDI周波数 対 動作電圧



37. 障害情報

37.1. ATxmega384C3改訂B

- 温度感知器が校正されていない

B

1. 温度感知器が校正されていない (B)

温度感知器工場校正が実行されていません。

対策/対処

ありません。

38. データシート改訂履歴

本章での頁番号参照が本文書を参照されることに注意してください。本章での改訂の参照は文書改訂を参照しています。

38.1. 8361A – 2012年2月

1. 初版

38.2. 8361B – 2012年3月

1. 編集上の更新
2. Atmelの新しいデータシート雛形を使用

38.3. 8361C – 2012年4月

1. 代表特性で65頁の図36-1.と図36-2.、66頁の図36-3.と図36-4.の4つの図を更新

38.4. 8261D – 2013年7月

1. 88頁の改訂Bに「温度感知器未校正」障害情報を追加

38.5. 8261E – 2014年7月

1. 2頁の「注文情報」を更新。ATxmega384C3の105°C品注文符号追加
2. 40頁の「ADC – 12ビットA/D変換器」と41頁の「AC – アナログ比較器」でVCCをAVCCに変更
3. 53頁の表35-4.を更新。全機能禁止と、WDTと採取BOD許可に対するT=105°C用パワーダウン消費電流(I_{CC})を追加
4. 58頁の表35-17.を更新。T=55°Cを削除してT=85°CとT=105°Cを含むように表を更新
5. 61頁の表35-25.で16MHzクリスタル用発振器とXOSC特性に対してESRの情報を追加
6. TWI電气的特性: 64頁の表35-28.でデータ準備時間(t_{SU;DAT})の単位をμsからnsに変更
7. 65頁の「代表特性」: 105°C特性を追加

38.6. 8261F – 2014年11月

1. 雛形に従って更新

38.7. 8261G – 2015年6月

1. 51頁の「外圍器情報」を更新。「64Z3」図を正しい図に置換

目次

| | | | |
|-----------------------------|----|---------------------------------|----|
| 特徴 | 1 | 15. 入出力ポート | 24 |
| 1. 注文情報 | 2 | 15.1. 要点 | 24 |
| 2. ピン配置/構成図 | 3 | 15.2. 概要 | 24 |
| 3. 概要 | 4 | 15.3. 出力駆動部 | 24 |
| 3.1. 構成図 | 5 | 15.4. 入力感知 | 26 |
| 4. 資料 | 6 | 15.5. 交換ポート機能 | 26 |
| 4.1. 推奨読み物 | 6 | 16. TC0/1 – 16ビット タイマ/カウンタ0型と1型 | 27 |
| 5. 容量性接触感知 | 6 | 16.1. 要点 | 27 |
| 6. AVR CPU | 7 | 16.2. 概要 | 27 |
| 6.1. 要点 | 7 | 17. TC2 – タイマ/カウンタ2型 | 29 |
| 6.2. 概要 | 7 | 17.1. 要点 | 29 |
| 6.3. 構造概要 | 7 | 17.2. 概要 | 29 |
| 6.4. 算術論理演算器 (ALU) | 8 | 18. AWeX – 新波形拡張 | 30 |
| 6.5. プログラムの流れ | 8 | 18.1. 要点 | 30 |
| 6.6. ステータスレジスタ | 8 | 18.2. 概要 | 30 |
| 6.7. スタックとスタックポインタ | 8 | 19. Hi-Res – 高分解能拡張 | 31 |
| 6.8. レジスタファイル | 9 | 19.1. 要点 | 31 |
| 7. メモリ | 10 | 19.2. 概要 | 31 |
| 7.1. 要点 | 10 | 20. RTC – 16ビット実時間計数器 | 32 |
| 7.2. 概要 | 10 | 20.1. 要点 | 32 |
| 7.3. フラッシュプログラムメモリ | 10 | 20.2. 概要 | 32 |
| 7.4. ヒューズと施錠ビット | 11 | 21. USB – 万能直列バスインターフェース | 33 |
| 7.5. データメモリ | 12 | 21.1. 要点 | 33 |
| 7.6. EEPROM | 12 | 21.2. 概要 | 33 |
| 7.7. I/Oメモリ | 12 | 22. TWI – 2線インターフェース | 34 |
| 7.8. データメモリとバス調停 | 12 | 22.1. 要点 | 34 |
| 7.9. メモリタイミング | 12 | 22.2. 概要 | 34 |
| 7.10. デバイスIDと改訂 | 12 | 23. SPI – 直列周辺インターフェース | 35 |
| 7.11. I/Oメモリ保護 | 12 | 23.1. 要点 | 35 |
| 7.12. フラッシュメモリとEEPROMのページ容量 | 13 | 23.2. 概要 | 35 |
| 8. DMAC – 直接メモリ入出力制御器 | 14 | 24. USART | 36 |
| 8.1. 要点 | 14 | 24.1. 要点 | 36 |
| 8.2. 概要 | 14 | 24.2. 概要 | 36 |
| 9. 事象システム | 15 | 25. IRCOM – 赤外線通信単位部 | 37 |
| 9.1. 要点 | 15 | 25.1. 要点 | 37 |
| 9.2. 概要 | 15 | 25.2. 概要 | 37 |
| 10. システムクロックとクロック選択 | 16 | 26. AES暗号エンジン | 38 |
| 10.1. 要点 | 16 | 26.1. 要点 | 38 |
| 10.2. 概要 | 16 | 26.2. 概要 | 38 |
| 10.3. クロック元 | 17 | 27. CRC – 巡回冗長検査生成器 | 39 |
| 11. 電力管理と休止形態動作 | 18 | 27.1. 要点 | 39 |
| 11.1. 要点 | 18 | 27.2. 概要 | 39 |
| 11.2. 概要 | 18 | 28. ADC – 12ビット A/D変換器 | 40 |
| 11.3. 休止形態動作 | 18 | 28.1. 要点 | 40 |
| 12. システム制御とリセット | 19 | 28.2. 概要 | 40 |
| 12.1. 要点 | 19 | 29. AC – アナログ比較器 | 41 |
| 12.2. 概要 | 19 | 29.1. 要点 | 41 |
| 12.3. リセットの流れ | 19 | 29.2. 概要 | 41 |
| 12.4. リセット元 | 19 | 30. プログラミングとデバッグ | 43 |
| 13. WDT – ウォッチドッグタイマ | 21 | 30.1. 要点 | 43 |
| 13.1. 要点 | 21 | 30.2. 概要 | 43 |
| 13.2. 概要 | 21 | 31. ピン配置とピン機能 | 44 |
| 14. 割り込みと設定可能な多段割り込み制御器 | 22 | 31.1. 交換ピン機能の種類 | 44 |
| 14.1. 要点 | 22 | 31.2. 交換ピン機能 | 45 |
| 14.2. 概要 | 22 | 32. 周辺機能単位部アドレス割り当て | 47 |
| 14.3. 割り込みベクタ | 22 | | |

| | |
|-----------------------------------|----|
| 33. 命令一式要約 | 48 |
| 34. 外圍器情報 | 51 |
| 34.1. 64A | 51 |
| 34.2. 64Z3 | 51 |
| 35. 電気的特性 | 52 |
| 35.1. 絶対最大定格 | 52 |
| 35.2. 全般動作定格 | 52 |
| 35.3. 消費電流 | 53 |
| 35.4. 休止形態からの起動時間 | 54 |
| 35.5. 入出力ピン特性 | 55 |
| 35.6. A/D変換器特性 | 55 |
| 35.7. アナログ比較器特性 | 57 |
| 35.8. ハントキャップと内部1.0V基準電圧特性 | 57 |
| 35.9. 低電圧検出(Brownout Detection)特性 | 58 |
| 35.10. 外部リセット特性 | 58 |
| 35.11. 電源ONリセット特性 | 58 |
| 35.12. フラッシュメモリとEEPROMの特性 | 58 |
| 35.13. クロックと発振器の特性 | 59 |
| 35.14. SPIタイミング特性 | 63 |
| 35.15. 2線インターフェース特性 | 64 |
| 36. 代表特性 | 65 |
| 36.1. 消費電流 | 65 |
| 36.2. 入出力ピン特性 | 70 |
| 36.3. A/D変換器(ADC)特性 | 74 |
| 36.4. アナログ比較器特性 | 78 |
| 36.5. 内部1.0V基準電圧特性 | 79 |
| 36.6. 低電圧検出器(BOD)特性 | 80 |
| 36.7. 外部リセット特性 | 80 |
| 36.8. 発振器特性 | 82 |
| 36.9. 2線インターフェース特性 | 86 |
| 36.10. PDI特性 | 87 |
| 37. 障害情報 | 88 |
| 37.1. ATxmega384C3改訂B | 88 |
| 38. データシート改訂履歴 | 89 |
| 38.1. 8361A – 2012年2月 | 89 |
| 38.2. 8361B – 2012年3月 | 89 |
| 38.3. 8361C – 2012年4月 | 89 |
| 38.4. 8361D – 2013年7月 | 89 |
| 38.5. 8361E – 2014年7月 | 89 |
| 38.6. 8361F – 2014年11月 | 89 |
| 38.7. 8361G – 2015年6月 | 89 |

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Adjacent Key Suppression®, AKS®, AVR®, Enabling Unlimited Possibilities®, XMEGA®, QTouch®とその他は米国および他国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

安全重視、軍用、車載応用のお断り: Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2022.

本データシートはAtmelのATxmega384C3英語版データシート(改訂8361G-06/2015)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。

汎用入出力ポートの出力データレジスタとピン入力、対応関係からの理解の容易さから出力レジスタと入力レジスタで統一表現されています。一部の用語がより適切と思われる名称に変更されています。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。