

AVR1010 : ATMEL AVR XMEGAデバイスの 電力消費最小化

要点

- 休止動作形態
- クロック前置分周と供給元切り替え
- 電力削減レジスタ
- 実時間計数器(RTC)クロック供給元
- デジタル入出力の状態
- ウォッチドッグ
- 低電圧検出器(BOD)
- JTAGインターフェース

1. 序説

ATMEL®のAVR® XMEGA®デバイスは携帯電子機器とその他電池給電応用の両方で必要とされる極めて低い電力消費を達成する能力があります。

可能な最低電力予想に達するには注意を払ういくつかの点、それは電力消費を定義する休止動作形態だけでなく、入出力ピンの状態、許可された周辺機能部の数、その他同様などがあります。

この応用記述はXMEGAデバイスに対して可能な最低電力消費を達成するために何が行われなければならないかを記述します。GCCとIARのEmbedded Workbench®でコンパイルする、コード例も供給されます。

図1-1. XMEGAデバイスはかろうじて測定可能な電力を達成できます。



2. 最小への電力消費低減

多くの要素が電力消費に影響を及ぼしますが、そのいくつかは本質的に他のもの以上に影響を及ぼすでしょう。以下で一覧にされるのは、推奨と考察で最も重要な要素です。

2.1. 動作電圧

電力消費はデバイス供給電圧の2乗に比例し、故に可能な限り低く保たれるべきです。

供給電圧に於ける低減は最大システムクロック周波数に対する限度をより低くし得、故に与えられたコード量を実行するのに必要とする活動動作での時間を増加します。

可能な限りより低い供給電圧を使用することにより、電力消費を最小化してください。

2.2. 活動形態動作

活動動作に於いて、換言すると休止動作が使用されないとき、電力消費はシステムクロック周波数に比例します。これは休止動作が使用されない場合、電力消費を最小化するために、デバイスは可能な最低システムクロック周波数で走行すべきことを意味します。

休止動作が使用されないなら、可能な限り低いクロック周波数を保つことにより、電力消費を最小化してください。



8ビット **AVR**®
マイクロコントローラ

応用記述

暫定

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8267B-12/10, 8267BJ4-03/14

2.3. 休止形態動作

殆どの応用に於いて、電力消費の最小化が望まれますが、主にシステム/製品の高速処理と素早い応答を保証するため、システムクロック周波数の低減は望まれません。このような応用では処理がない時にデバイスを低電力状態にして置くのにATMEL® AVR® XMEGA®の“休止動作”を用いることができます。そして主原則は可能な限り速く動き、可能な限り多く休むことです。可能な限り速く動くことは例えば活動動作で許可される不揮発性メモリのために、静止電力消費の影響を減らします(換言すると、クロック周波数と無関係)。

休止動作での電力消費と周辺機能動作はどの休止動作が使用されるかに依存します。表2-1はXMEGAデバイスで利用可能な各種休止動作の特性を示します。応用はその時に最適な何れかの動作に応じて、動作中に休止動作を切り替えることができます。

表2-1. XMEGAで利用可能な休止動作

休止形態種別	活動クロック範囲			発振器		起動元			
	CPU クロック	周辺 クロック	RTC クロック	システム クロック元	RTC クロック元	非同期ポート 割り込み	TWIアドレス一致 割り込み	RTC 割り込み	その他 割り込み
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	○	○	○	○	○	○	○	○	○

最も一般的に使用される3つの動作形態はアイドル、パワーセーブ、パワーダウンです。

- ・ **アイドル**では、殆どの周辺機能が未だ動作し、ATMEL®のAVR® CPUコアと不揮発性メモリ(フラッシュメモリとEEPROM)だけが停止されます。この動作に於いてDMA制御器と事象システムは未だ活動状態で、例えばCPUが動作していなくても、例えばA/D変換とUSART経由での転送の継続を許します。デバイスは全ての割り込みによって起動復帰することができます。
- ・ **パワーセーブ**では、低周波数実時間クロック(RTC)計時器が未だ走行し、一方CPUと殆どの他の周辺機能は停止されます。RTCは一般的に時間間隔でデバイスを起動復帰するのに使用されます。この休止動作ではシステムクロック元が停止されるので、動作の前にシステムクロックが安定でなければならないため、起動復帰はアイドルよりも少し長い時間がかかります。
- ・ **パワーダウン**は最深の休止動作形態です。この動作では殆どのデバイス周辺機能が停止されます。周辺クロックとRTCの両方が停止されるため、デバイスはこの動作形態から自身で起動復帰することができません。従ってこの動作形態はデバイスを起動復帰するのに外部入力、例えば非同期ピン割り込みやTWIを頼ります。この規則には例外があります。それは電池代替支援部署と32ビットRTCを持つXMEGAです。これらのデバイスのRTCは休止動作に拘らず動作します。

XMEGAシステムは短い起動復帰時間が必要とされる時に有用な2つの付加的な休止動作形態も支援します。

- ・ **スタンバイ**、これはシステムクロック元が未だ動作するパワーダウンです。
- ・ **拡張スタンバイ**、これはこれはシステムクロック元が未だ動作するパワーセーブです。

これら2つの休止動作は各々パワーダウンやパワーセーブのように低い電力消費を与えませんが、応用に対して高速応答が重要な場合に有用です。

非同期ポート割り込みとTWIアドレス一致が全休止動作からデバイスを起動復帰できることに注意してください。これらの休止動作形態とそれらの動作についての更なる情報に関してはデバイス手引書を参照してください。

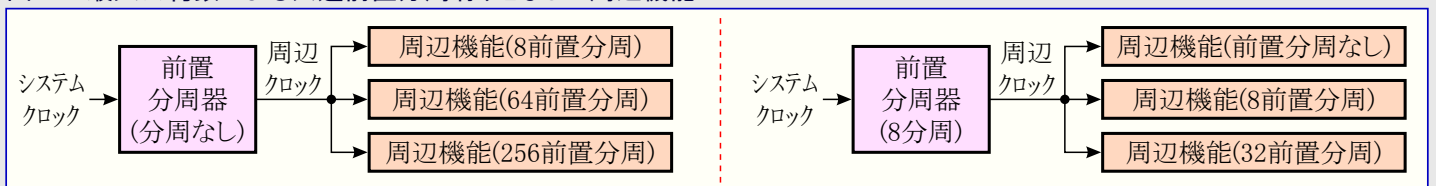
何れの時に於いても許せ得る最深の休止動作を使用し、活動形態で費やされる時間を最小とするために可能な限り速く走行することにより、電力消費を最小化してください。

2.4. クロック前置分周

活動動作で費やされる時間を最小化するために可能な限り速くCPUを走行することが推奨されるとは言え、クロック速度を低減することがより良い場合があります。これらの場合は一般的に一定量の時間がかかる何か、例えば直列通信に対して活動またはアイドルの動作形態での待機を伴います。これらの場合、活動している周辺機能で必要とされるよりも高いCPUと周辺のクロック周波数の生成を避けるべきです。これはクロック信号内に異常を引き起こすことなく変更することができる、クロック前置分周を使用することによって達成されるかもしれません。

多数の周辺機能で前置分周が内部的に行われる場合、クロック分配連結に於いて可能な限り手前の最大公約数で前置分周することによって電力を管理することができます。この原理は図2-1で図解されます。

図2-1. 最大公約数による共通前置分周有りとなしの周辺機能



前置分周はCPUクロックにも影響を及ぼし、計算がより長くなるため、この活動動作に於けるこの共通前置分周実行は常に望まれとは限りません。

特に活動及びアイドルの動作形態での待機時に前置分周を使用することにより、電力消費を最小化してください。

2.5. クロック元切り替え

実際に必要とされるより高いシステムクロック速度の生成は避けるべきです。理想状況に於いて、前置分周は不要です。これはクロック元を切り替えることによって達成することができます。

例として、16MHzへ前置分周する32MHz RC発振器よりも、むしろ参照基準としての2MHz RC発振器でPLLを使用することによる16MHzシステムクロック生成の方を選ぶべきです。外部クロック元も良い選択かもしれませんが、特にそれらがシステムに於いて既に利用可能な場合、従って追加の“費用”なしで行えます。

デバイスに対する起動復帰遅延はシステムクロックにどのクロック元が使用されているのかに依存します。この遅延を減らす1つの方法は、デバイスが休止になり、そして高速応答クロック元で起動復帰するようにクロック元を切り替えることです。

クロック速度を減らすのに前置分周だけを頼るよりもむしろクロック元切り替えにより、電力消費を最小化してください。

2.6. 起動復帰遅延

デバイスがアイドルよりも深い(2つのスタンバイ動作を除く)休止動作形態から起動復帰するとき、システムクロック元はCPUが動作を開始する前に安定でなければなりません。これは選択したクロック元に依存するどれかの短い遅延を持ち込みます。内部RC発振器または外部クロックが使用される場合、始動遅延は6周期です。これはRC発振器始動時間に加えてです。XTAL発振器が使用される場合、始動遅延は設定可能です。周波数安定度が求められる場合、各々セラック発振子に対して1,000周期、水晶結晶に対して16,000周期が推奨されます。これは発振子と負荷容量に依存する発振器始動時間に加えてです。

加えて、起動復帰後に割り込み処理ルーチン(ISR: Interrupt Service Routine)が実行を開始する前に13周期の最小遅延があります。これは例えばプログラムカウンタがスタックに押し込まれてISRへ飛ぶためです。

始動遅延の間の電力消費はアイドルでの電力消費に近く、故に“役に立たない”電力の典型を示します。従って可能なら、できるだけ稀に起動復帰し、むしろデバイスが起動復帰する時はいつも「それ以上のことをする」ことが推奨されます。

起動復帰遅延を最小化にして電力を管理するには、RC発振器または外部クロック元を使用して可能な限り稀に起動復帰させてください。

2.7. 電力削減レジスタ

殆どの周辺機能と内部部署は活動動作とアイドル休止動作でそれらが引き込む電力を避けるため、個別に停止することができます。これは周辺機能クロック領域からそれらを切断させる電力削減レジスタ(PRR)のそれら各々のビットを設定(1)することによって行われます。有効な電力削減のために、それらのPRRビットを設定(1)する前にそれらの各々の制御レジスタ経由で部署と周辺機能を禁止することが必要とされます。いくつかの部署はそれらのPRRビット解除(0)後に再初期化されなければなりません。より多くの情報についてはデータシート手引書の個別PRRビットについての項を参照してください。

パワーセーブとパワーダウンでは、周辺クロック領域が禁止されるため、部署はPRRと無関係に停止されます。

電力消費を最小化するには、未使用の周辺機能と部署を禁止するためにPRRを使用してください。

2.8. RTCクロック元

アイドル、パワーセーブ、拡張スタンバイの使用に関する理由の1つはそれらの休止動作でRTCとそのクロックが活動することです。RTCは一般的に時間間隔でデバイスを起動復帰するのに用いられます。

殆どのATMEL® AVR® XMEGA系統に関して、RTCをクロック駆動するのに、外部32kHz結晶、内部32kHz RC発振器、内部32kHz超低電力(ULP)発振器の3つの異なる発振器を使用することができます。全ての場合に於いて、前置分周された1kHzクロック信号が利用可能で、電力消費低減のために使用されるべきです。外部32kHz結晶用発振器に関しては、特別な低電力動作も利用可能です(X32KLPM)。

X32KLPM許可で外部32kHz結晶を使用することが推奨されます。これはULPよりも低い電力消費と内部RC発振器よりも未だ高い精度を与えます。この発振器はこのような低周波数が受け入れ可能なら、システムクロック元としても使用されるかもしれません。

表2-2. クロック元によるRTCに関する消費電流と精度の例

発振器	精度 (注3)	消費電流 (注1,3)
内部32kHz超低電力(ULP)発振器	±30%	1µA
内部32kHz RC発振器	±1%	30µA
外部32kHz結晶用発振器(TOSC) (注2)	±0.001% (10ppm)	0.6µA

注1: 動作電圧=3Vでの値

注2: 例えば結晶の品質に依存

注3: 正確な値と条件についてはデータシートを参照してください。ここで挙げた値は指針としての意味だけです。

電池代替支援部署と32ビットRTCを持つATMEL® AVR® XMEGA系統に対しては32kHz結晶用発振器だけがクロック元として使用できます。これらのデバイスに於いてRTCは休止と無関係に走行のままにされます。

低電力動作に於いて外部結晶での1kHzでRTCをクロック駆動することにより、電力消費を最小化してください。

2.9. デジタル入出力ピンの状態

全てのデジタル入出力ピンはハードウェアの衝突を避けるために既定で浮きです。けれども、ピンがデジタル入力緩衝器を持つので、突発的な内部切り替えと漏れを避けるため、入出力ピンのレベルが上手く定義されるのを保証することが重要です。浮き入出力によって引き起こされる漏れは相対的に小さく、主に休止動作形態で注目すべきですが、ピンの状態がHighまたはLowのどちらかであることを保証することによって最小化することができます。

ピンがアナログ源に接続されている場合、例えば入力として形態設定されていなくても、そのピンのデジタル入力緩衝器は禁止されるべきです。これは個別ポートに対するポートxピン形態設定(PINnCTRL)レジスタの使用によって行われます。この形態設定を行う方法の情報についてはデバイス手引書を参照してください。

電力消費を最小化するには、全ての未使用ピンでプルアップまたはプルダウンを許可し、アナログ源に接続されたピンのデジタル入力緩衝器を禁止してください。

2.10. 仮想ポートレジスタ

活動動作形態で費やす時間を最小化するために、仮想ポートレジスタを使用することができます。これは4つまでの入出力ポートに関してデータ方向(DIR)、データ入力値(IN)、データ出力値(OUT)、割り込み要求フラグ(INTFLAGS)のレジスタに対するIN、OUTやビット操作のようなI/Oメモリ特定命令での単一周期アクセスを許します。

電力消費を最小化するには、入出力ポートのアクセスに仮想ポートレジスタを用いてください。

2.11. 汎用I/Oレジスタ

活動動作形態で費やす時間を最小化するための別な方法は変数の記憶に汎用I/O(GPIO)レジスタを使用することです。これもまたI/Oメモリ特定命令での単一周期アクセスの可能性のためです。

GPIOレジスタは揮発性(volatile)として定義され、故に或る場合に於いて、これらのレジスタに格納された変数を操作する時に一時変数が使用されるべきであることに注意してください。

電力消費を最小化するには、変数記憶用に汎用I/O(GPIO)レジスタを使用してください。

2.12. ウォッチドッグ

ウォッチドッグは基本的に独立したクロック元を持つ計時器です。許可されたなら、休止動作形態での電力消費に寄与するでしょう。ウォッチドッグは1kHzに前置分周された内部32kHz超低電力(ULP)発振器だけによってクロック駆動することができます。

電力消費を最小化するには、ウォッチドッグを禁止してください。

2.13. 低電圧検出器(BOD)

低電圧検出器(BOD:Brown Out Detector)の目的はデバイスが低すぎる電圧で動かないのを保証することです。デバイスが常に仕様内で動くのを保証するために内部BODを使用することが強く推奨されます。

けれども、休止動作中のデバイスは“動かない”、またはむしろコードを実行しません。この理由に関し、BODは活動/休止と(他の)休止動作に対して独立して形態設定することができます。これはBODに対して活動とアイドルの動作形態でだけ許可されることを許します。BODの全ての形態設定はデバイスのヒューズで行われます。

更なる電力消費低減のため、BODは採取動作で走行できます。採取速度はそれが前置分周されたULP発振器からクロック駆動されるものとして、概ね1kHzです。BODはこの動作に於いて採取間の電圧一時低下を検出することができず、故に電池給電のように緩やかに変化する動作電圧の応用でだけ使用されるべきです。

電力消費を低減するには、BODを禁止、またはより良い、休止動作中の間に禁止してください。動作電圧で緩やかな変化だけのようなら、採取動作を使用してください。

2.14. JTAGインターフェースとチップ上デバッグ

JTAGインターフェースはプログラミングとデバッグに使用されますが、最終製品の動作中で何の機能も持ちません。チップ上デバッグ(OCD)機能が許可された場合に、これはクロック駆動され、休止動作の間で活性です。従ってOCDとJTAGインターフェースはそれが必要とされないなら、禁止されるべきです。

OCDはヒューズで禁止でき、一方JTAGインターフェースはヒューズとソフトウェアの両方で禁止することができます。JTAGインターフェースがリセットで再許可されるため、ソフトウェアでのJTAG禁止はデバイスが再プログラミングできることを保証します。

代わりに、プログラミングとデバッグにPDIインターフェースを使用することができます。この場合、JTAGインターフェースは全く必要とされず、ヒューズによって禁止することができます。PDIインターフェースも全休止動作形態で動きます。

電力消費を最小化するには、OCDとJTAGインターフェースを禁止してください。

2.15. フラッシュメモリとEEPROMの電力削減動作形態

ATMEL® AVR® XMEGA®の不揮発性メモリ(NVM:Non-Volatile Memory)ではフラッシュメモリとEEPROMに対して電力削減動作形態を許可することが可能です。これらの動作形態ではEEPROMと現在未使用のフラッシュメモリの領域(換言すると、応用領域か、またはブート領域)は活動動作形態に於いて、丁度それらがどれかの休止動作形態のように電力を落とされます。これらの電力削減動作形態は休止での電力消費に影響を及ぼしません。

CPUが電力削減動作形態ONの不揮発性メモリのアクセスを試みる場合、CPUはそのメモリが再活性化される間、アイドル休止からの起動復帰に対応する時間の間、停止されます。

注: フラッシュメモリ電力削減動作形態と休止に関連する障害(エラー)があります。影響されるデバイスに関し、対策は休止へ移行する前にフラッシュメモリ電力削減動作を禁止し、そして起動復帰で再びそれを許可することです。休止での電力削減はこれによって影響を及ぼされません。

活動動作形態に於ける電力消費を最小化するには、フラッシュメモリとEEPROMに対する電力削減動作を許可してください。

2.16. EEPROMへの書き込み

EEPROMに1バイトよりも多く書かれる場合、バイト単位書き込みを行うよりもむしろEEPROMページバッファを使用すべきです。これはEEPROMへのページ全体書き込みにかかるのが丁度1バイト書き込みと同じ長さ(時間)かかるためです。例えば、2バイトが書かれる場合、バイト単位書き込みは必要な2倍の長さかかります。EEPROM書き込みの間、消費電流も増加し、これは“2重の報い”を生じます。

電力消費を最小化するには、バイト単位よりもむしろページ単位EEPROM書き込みを用いてください。

3. コード例

この応用記述と共に6つのコード例が出荷されます。これらに対する主コードファイルは以下の通りです。

```
xmega_power_consumption.c
xmega_sleep_example.c
xmega_rtc32_power_consumption.c
xmega_rtc32_sleep_example.c
xplain_power_consumption.c
xplain_sleep_example.c
```

これらは以下のような3つの異なる構成を予定されています。

- 入出力ピン浮きのままの標準XMEGA
- 電池代替支援、32ビットRTC、32kHzクリスタルだけが接続されたXMEGA(例えばA3B系列)
- Xplain評価基板(ATxmega128A1)

これらの構成間の違いはRTCドライブとクロック元と、Xplain評価基板に対するいくつかの特定の操作です。

標準構成に関し、RTCに対するクロック元としてULPが使用されます。32kHzクリスタルは他の構成で使用されます。32ビットRTCの操作に関して後者が必須なことに注意してください。

3.1. 電力消費

全てのpower_consumption.c例は時間間隔で各種休止動作形態を通して単純に進みます。これは各種ATMEL® AVR® XMEGA®デバイスに対する電力消費の簡単な検証を許すことが予定されています。コードは各々で8秒間留まり、以下の動作形態を通して進みません。

- 活動動作
- アイドル動作
- パワーセーブ動作
- パワーダウン動作

パワーダウン動作からデバイスを起動復帰するのに外部割り込みが必要とされるため、デバイスはパワーダウン動作に留まることに注意してください。

3.2. 休止の例

全てのsleep_example.c例は“コード骨子”として予定されています。既定でのデバイスは5秒間隔で起動復帰され、0.5秒間活動動作を維持され、そしてパワーセーブまたはパワーダウンの動作形態で休止に置かれます。使用者は自身の応用のために本例で構築するかもしれません。

4. 休止管理部

4.1. 目的

この応用記述に対して休止管理部が実装されています。休止の中央制御は多数のファームウェア部署から成る应用到いて必要で、それらの状態や活動レベルに依存して異なる休止動作形態を必要とします。さもなければ、ファームウェア部署が互いの動作を粉砕する危険を犯すでしょう。

4.2. 操作

休止管理部は`sleepmgr.c`、`sleepmgr.h`、`config_sleepmgr.h`に属し、以下の4つの関数経由でアクセスすることができます。

```
void SLEEPMGR_Init(void);
void SLEEPMGR_Lock(SLEEPMGR_mode_t mode);
void SLEEPMGR_Unlock(SLEEPMGR_mode_t mode);
void SLEEPMGR_Sleep(void);
```

使用に先立って、正しい動作を保証するために休止管理部は初期化されなければなりません。

そして施錠の使用によって許容可能な休止動作の経緯を保ちます。これはコンパイル時に定義されている、1対1で休止動作の一覧に対応する値の単純な一覧です。ファームウェア部署はデバイスを“深すぎる”休止動作、換言すると部署動作で妨害する動作形態に置くことから休止管理部を防ぐため、休止動作を個別に施錠と開錠(施錠値を増加/減少)できます。

休止管理部がデバイスを休止に置くことを要求されると、先頭の非0値に関して施錠全体を検索します。そしてデバイスは対応するこの施錠の動作形態で休止に置かれます。その結果として、施錠の順番はより深い休止動作が後で来るようにならねばなりません。初期化後に施錠なしが設定された場合、休止管理部は最深休止動作を既定にします。施錠をこの検索中の変更から防ぐため、割り込みが禁止されます。どの保留割り込みも即座にデバイスを再び起動復帰させます。

応用の主繰り返しは図4-1.で示されるように、デバイスを休止に置くことを休止管理部に要求する責任を持つべきです。

休止管理部がデバイスを休止に置くことに従事している間に割り込みが起きた場合、それは直ちに再び起動復帰して対応する割り込み処理ルーチン(ISR)を実行します。そしてデバイスを再び休止に置くために休止管理部が供給される前に施錠が設定されるのを保証するために、施錠のどんな更新もISR内で起きなければなりません。ISRの一般的な例は図4-2.で示されます。

ファームウェア部署がその作業と共に実行されるか、またはそれが違う休止動作で施錠するかのどちらかの時に、休止動作も開錠されていなければならないことに注意してください。

休止動作の一覧は`config_sleepmgr.h`で定義されます。既定での休止管理部は以下の(一覧にされた順での)動作形態を支援します。

- ・ アイドル - `SLEEPMGR_IDLE`
- ・ 拡張スタンバイ - `SLEEPMGR_ESTDBY`
- ・ パワーセーブ - `SLEEPMGR_SAVE`
- ・ スタンバイ - `SLEEPMGR_STDBY`
- ・ パワーダウン - `SLEEPMGR_DOWN`

あなたの応用が全ての休止動作を必要としないのなら、メモリと実行時間の両方を節約するために一覧は変更されるべきです。一覧の変更方法の情報については形態設定ファイル(`config_sleepmgr.h`)を参照してください。

5. 低電力初期化

利便性のため、全ての周辺機能/部署を禁止して、利用可能な全ての入出力ピンのプルアップを許可する関数が含まれます。これはフラッシュメモリとEEPROMの電力削減動作形態を除き、VCCとGND以外に何も接続されていない時にATMEL® AVR® XMEGA®を最低電力消費に置きます。

`LOWPOWER_Init()`関数は異なるXMEGA系列(A1,A3,A3B,A4)の全てを支援し、`lowpower.c`、`lowpower.h`、`lowpower_macros.h`に属します。

この関数が浮き入出力ピンのXMEGAを予定しているため、他の構成での測定のためにいくつかの独自形態設定が必要かもしれません。実際のコード例については`lowpower_macro.h`を参照してください。

図4-1. 提案するmain()での休止管理部の使用

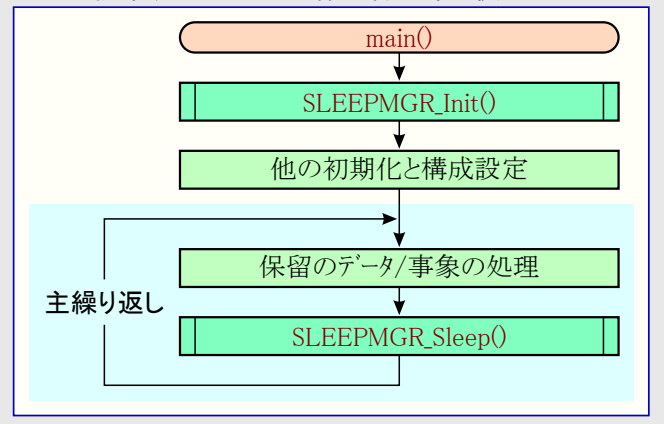
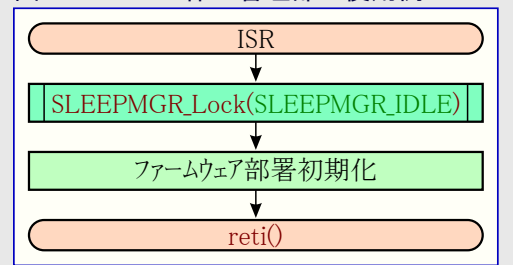


図4-2. ISRでの休止管理部の使用例



6. 測定構成設定

供給されたコード例はXplain基板、またはデバイスにVCC、GNDと選択で外部クリスタルだけが接続される(入出力ピンは浮きのままの)構成設定のどちらかでの電流測定を予定されています。構成設定がこれらと違う場合、ピンの形態設定を変更する必要があるかもしれません。特別な考慮は以下で注記されます。

6.1. Xplain基板

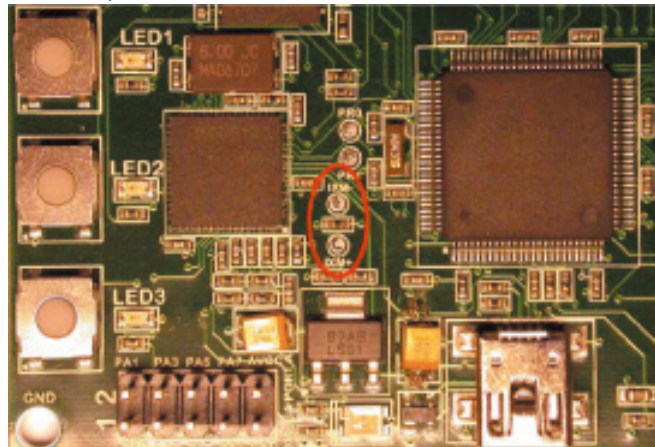
Xplain評価基板で測定するには、電力消費を低減するのに以下の変更が必要です。

- 基板から全てのジャンパを取り去ってください。
- PORTQのピン3でプルダウンを許可してください(音響増幅器禁止)。
- PORTBのピン1で入力緩衝器を禁止してください(可変抵抗器)。

後ろの2点はXpalin特定コード例で行われます。Xplain基板は電力消費を最小化するためにRTCのクロック駆動に使用される32kHzクリスタルが特徴です。

電流測定はIXM+とIXM-と名付けられた点間に電流計を接続することによって行われます。これらの測定点間に配置された分路は取り去られなければなりません。測定点と分路の位置は図6-1.で示されます。

図6-1. Xplain基板上のIXMと分路の位置



6.2. 32ビットRTCを持つXMEGA

電池代替支援部署と32ビットRTCを持つATMEL® AVR® XMEGA®はRTC用のクロック元として外部32kHzクリスタル用発振器だけを許します。従ってこのクリスタルは時間間隔で起動復帰するのが可能なように接続されなければなりません。



Atmel Corporation

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
USA
TEL (+1)(408) 441-0311
FAX (+1)(408) 487-2600
www.atmel.com

Atmel Asia Limited

Unit 01-5 & 16, 19F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
HONG KONG
TEL (+852) 2245-6100
FAX (+852) 2722-1369

Atmel Munich GmbH

Business Campus
Parking 4
D-85748 Garching b. Munich
GERMANY
TEL (+49) 89-31970-0
FAX (+49) 89-3194621

Atmel Japan

141-0032 東京都品川区
大崎1-6-4
新大崎勸業ビル 16F
アトメル ジャパン合同会社
TEL (+81)(3)-6417-0300
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2010 Atmel Corporation. 全権利予約済

ATMEL®、ロゴとそれらの組み合わせ、それとその他はATMEL Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。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のウェブサイトに位置する販売の条件と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。

© HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR1010応用記述(doc8267.pdf Rev.8267B-12/10)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。