

AVR1314 : XMEGA 実時間計数器の使い方

要点

- 設定可能な周期と警報付きの16ビットRTC
- クロック元任意選択
 - ・ 正確な内部32kHz RC発振器
 - ・ 超低電力内部32kHz RC発振器
 - ・ 外部32kHzクリスタル用発振器
- 節電のための32kHzクロックの1kHz任意選択分周
- 1~1024の係数のRTCクロック前置分周
 - ・ 31 μ s~1秒のタイマ計時

1. 序説

多くの組み込みシステムでは実時間計数器が時間の経緯を保つのに使用されます。これは洗濯機での循環洗濯の時間のような応用機能を計画することができます。それは(不)規則的な間隔で低電力動作からMCUを起動するのにも使用できます。長い時間経過周期を使用できることは、例えば温調、無線応用、感知器/作動部のような応用での電池消費電力を低減します。

本応用記述はXMEGA[®]での16ビット実時間計数器(RTC)の使用を網羅します。

2. 実時間計数器概要

XMEGAのRTCは設定可能な周期時間と単一比較チャネルを持つ16ビットのタイマです。

2.1. レジスタ

RTCの計数、周期、比較の値は全て16ビット値です。データバスが8ビットだけの幅なので、16ビット値を表すために2つのレジスタが使用されます。上位バイトは接尾語“H”で、下位バイトは“L”で参照されます。殆どのコンパイラは16ビットレジスタのシンボル名が使用された時、自動的に16ビットアクセスを扱います。上位と下位の語を個別にアクセスすることも可能です。RTC用の16ビットレジスタはCNT_H/L, PER_H/L, CMP_H/Lです。

2.2. 割り込み

RTCは上昇溢れ割り込みと1つの比較割り込みの2つの割り込みを生成することができます。定期レジスタ(PER)が変更されない限り、上昇溢れ割り込みは固定の周波数を持ちます。これは例えば、LCDでの時計桁更新のための1Hz間隔での割り込みにできます。比較レジスタ(COMP)は周期の変更やタイマの計数レジスタ(CNT)の再設定なしで、可変時間経過割り込みを設定する方法を提供します。

2.3. クロック元

RTCは3つのクロック元からクロック駆動することができます。

- ・ 内部32kHz超低電力(ULP)RC発振器
- ・ 内部32kHz校正付きRC発振器(ULP RCよりもっと正確ですが、もっと電流を引き込みます。)
- ・ 外部32kHz時計用クリスタル発振器(高精度)

消費電力を低減するためにクロックシステムはRTC部署へ供給する前に32kHzクロック元を1kHzに分周することができます。従ってRTCクロック周期は1msまたは31 μ sのどちらかです。RTCクロックはRTCが使用され得る前に許可されなければなりません。クロックシステムの詳細に関してはデータシートとAVR1003応用記述を参照してください。

RTC部署は内部前置分周任意選択を持っています。1024までの前置分周係数が利用可能です。前置分周係数はCTRLレジスタによって制御されます。

RTCに関する最大時間経過周期と時間分解能はRTCクロック周波数によって決められます。速いクロックが使用された場合、これは細かなタイマ分解能を与えますが、かなり短い時間経過周期の犠牲を払います。これに反してクロック周波数が下げられると、時間経過周期をかなり長くできますが、より低い分解能になります。少しの例が次表で与えられます。



8ビット **AVR**[®]
マイクロコントローラ

応用記述

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. 8047A-02/08, 8047AJ4-03/14

表2-1. RTCクロック周波数、時間分解能と時間経過周期

尺度調節されたRTCクロック	タイマ計時分解能	時間経過周期
32.768kHz	31 μ s	2秒
1.024kHz	1ms	64秒
1Hz	1秒	18時間12分

これは超低電力電池応用が休止形態で非常に長い期間を過ごすことを意味します。これは実時間変数を更新するためだけに度々起動する必要がないため、消費電力を低減します。MCUは処理が必要な時にだけ起動します。

2.4. クロック領域 – 同期されるレジスタと同期されないレジスタ

RTCがCPUと異なるクロックで動作するため、CPUと別の“クロック領域”を持ちます。CPUとRTCがクロック領域の境界を横切って情報を交換するとき、2つのクロック領域間の同期化が必要とされます。この同期化はハードウェア制御です。データがCPUからRTC領域へ転送されるとき、同期化はRTCクロック領域で3クロック周期かかります。RTCクロック領域でクロック周期を参照するとき、それはそれが参照されるRTC部署への尺度未調節のクロック入力です。それは32kHzまたは1kHzです。

RTCからCPU領域への同期化は3CPU周期です。これはCPUクロックが非常に遅くなければ、この方向での同期化の時間を無視してよいことを意味します。

同期化される4つのレジスタは**CTRL**、**CNT**、**PER**、**COMP**です。**PER**レジスタが独立した同期化器を持たず、**PER**の同期化は**CNT**、**CTRL**、**COMP**レジスタの同期化によって起動されることに注意してください。

CPUからRTC領域内への同期化は**CNT**、**COMP**、**PER**レジスタの上位バイト書き込み時に起動されます。下位バイト書き込みは同期化を起動しません。従って新しい値を書く時に正しい順序、先に下位バイトその後上位バイトで、レジスタをアクセスすることが大切です。**PER**レジスタが更新された場合、**PER**値がRTC領域内に同期するために、他のレジスタの1つも更新されなければなりません。この機構はRTCクロックが走行している間に対応する**PER**と**CMP**の値が同じRTC周期で格納され得ることを保証するために、この方法で設計されています。

同期化が完了したかを監視するために**STATUS**レジスタの**SYNCSBUSY**フラグを調査することができます。このフラグは同期化実行中に設定(1)されています。一旦レジスタの同期化が起動されると、同期化が完了されるまでレジスタを再び書くことができないことに注意してください。これは同期化される4つ全てのレジスタに適用します。或る1つのレジスタへの書き込みは他のレジスタへのアクセスを妨げません。

2.5. 休止形態に対する特別な関係

同期化のため、(尺度未調節のクロックでの)4RTCクロック周期毎より多い繰り返しのRTC割り込みによる休止形態からの起動は不可能です。例えば(クロックがRTC部署で前置分されていなくて、)比較周期が3RTCタイマ計時に設定される場合、同期化が2回毎に割り込みを失わせるでしょう。この割り込みが休止からのデバイス起動に使用されたなら、それはまるで休止からの起動が期待した周波数の半分で起きるように観測されるでしょう。これはより高い周波数でRTCに対する適切な時間基準を選択することによって避けることができます。

2.6. 事象システムへのRTC接続

RTCに関して上昇溢れと比較一致で事象を生成することが可能です(事象システムについての詳細に関してはデータシートとAVR1001応用記述を参照してください)。タイマ/カウンタと組み合わせる場合、それは24時間形式タイマに使用することができます。RTCは60秒毎に事象を生成することができます。この“分事象”はタイマ/カウンタへのクロック元として使用され、そしてその回転で60分後に事象システムへ上昇溢れ事象を生成します。その“時事象”は時間の経緯を保持する別のタイマ/カウンタに対するクロックに使用されます。

事象システムがアイドル動作以外の休止形態で動作しないことに注意してください。けれどもアイドルと拡張パワーセーブは周辺機能が許可されていない時の電力消費にかなり類似しています。

2.7. デバッグ動作でのRTC動作

デバッグ動作でコード実行を中断した時にRTCクロックは妨げられます。これは1行実行時に割り込みが継続的に生成されないことを保証します。けれども、RTCクロック元がCPUクロックと非同期なため、1行実行時にRTCのタイミングは影響を及ぼされます。

3. 必要とする使用法

以降の副項はRTCの形態設定と初期化に関する推奨手順を記述します。以下の手順の全てはクロックシステムがRTC部署に対してクロックを供給するように初期設定されているとの仮定です。

3.1.1. 初期化 (RTC未走行時)

1. **PER**レジスタ書き込みによって周期値を書いてください。
2. 計数値と比較一致値(**CNT**と**COMP**)を書いてください。
3. 上昇溢れと比較一致の割り込みに対して割り込みレベルを設定してください。
4. **CTRL**レジスタでクロック前置分器器選択を設定してください。

3.1.2. 再初期化 (RTC走行時)

1. 前置分周器を解除(=0)することによってRTCクロックを止めてください。
2. SYNCBUSYフラグの解除(0)まで待ってください。
3. PERレジスタ書き込みによって周期値を書いてください。
4. 計数値と比較一致値(CNTとCOMP)を書いてください。
5. 上昇溢れと比較一致の割り込みに対して割り込みレベルを設定してください。
6. CTRLレジスタでクロック前置分器器選択を設定してください。

3.1.3. RTC周期変更

1. SYNCBUSYフラグの解除(0)まで待ってください。
2. PERレジスタ書き込みによって周期値を書いてください。
3. CNTまたはCOMPのどちらかのレジスタを書いてください。

3.1.4. 計数値または比較一致値の変更

1. SYNCBUSYフラグの解除(0)まで待ってください。
2. CNTまたはCOMPのどちらかのレジスタを書いてください。

3.1.5. 休止形態移行

1. SYNCBUSYフラグの解除(0)まで待ってください。
2. 休止形態へ移行してください。

4. ドライバ実装

本応用記述はCで実装された基本ドライバと共に一括ソースコードを含みます。

このドライバが周辺機能部署使用法の一般例として高い可読性であるべく書かれていることに注意してください。応用でドライバを使用する場合、関数呼び出し回数を減らすために、それを必要とする場所へコードの関連部分を複写することが望まれるかもしれません。これはコードの速度向上とコード量の低減の両方になるでしょう。

4.1. ファイル

ソースコード一括は3つのファイルから成ります。

- `rtc_driver.c` : ドライバ ソース ファイル
- `rtc_driver.h` : ドライバ ヘッダ ファイル
- `rtc_example.c` : ドライバ 使用例

利用可能なドライバ インターフェース関数とそれらの使用の完全な概要についてはソースコードの資料を参照してください。

4.2. Doxygen資料化

全てのソースファイルはDoxygenを使用する自動資料生成用に準備されています。Doxygenは特別なキーワードを使用してソースコードを分析することによって、ソースコードから資料を作成するツールです。Doxygenについてのより多くの詳細に関しては<http://www.doxygen.org>を訪ねてください。予めコンパイルされたDoxygen資料は本応用記述に伴うソースコードと共に供給され、ソースコードフォルダの[readme.html](#)ファイルから利用可能です。



本社

Atmel Corporation

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

国外営業拠点

Atmel Asia

Unit 1-5 & 16, 19/F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2245-6100
FAX (852) 2722-1369

Atmel Europe

Le Krebs
8, Rue Jean-Pierre Timbaud
BP 309
78054 Saint-Quentin-en-
Yvelines Cedex
France
TEL (33) 1-30-60-70-00
FAX (33) 1-30-60-71-11

Atmel Japan

104-0033 東京都中央区
新川1-24-8
東熱新川ビル 9F
アトメル ジャパン株式会社
TEL (81) 03-3523-3551
FAX (81) 03-3523-7581

製品窓口

ウェブサイト

www.atmel.com

技術支援

avr@atmel.com

販売窓口

www.atmel.com/contacts

文献請求

www.atmel.com/literature

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、または利益の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。

© Atmel Corporation 2008. 全権利予約済 ATMEL®、ロゴとそれらの組み合わせ、AVR®とその他はATMEL Corporationの登録商標、XMEGA®とその他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。

© HERO 2014.

本応用記述はATMELのAVR1314応用記述(doc8047.pdf Rev.8047A-02/08)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。