

AVR1315 : XMEGA EEPROMのアクセス

要点

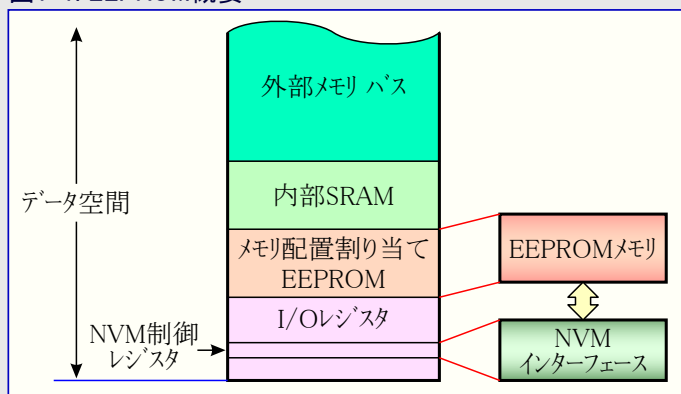
- I/O配置割り当てアクセス
- メモリ配置割り当てアクセス
- 消去/書き込み分離操作支援
- 効率的なページ志向アクセス
- ドライバソースコード内包

1. 序説

本応用記述は素早い準備と行動のための例と共にATMEL® AVR® XMEGA®のEEPROMの基本的な機能を記述します。その上、Cで書かれたドライバインターフェースが含まれています。

注: XMEGA A3/D3/256A 3Bの改訂BについてはAVR1008応用記述をご覧ください。

図1-1. EEPROM概要



2. EEPROM概要

本項はEEPROMの基本的な形態設定任意選択と機能の概要を提供します。そして3.項がレジスタ説明と形成設定詳細とで準備と実行の基本段階を通して流します。

2.1. 不揮発性メモリ制御器

ATMEL AVR XMEGAのEEPROMはソフトウェアからのフラッシュメモリ更新とヒューズや施錠ビットのアクセスにも使用される不揮発性メモリ(NVM)制御器を通してアクセスされます。より多くの詳細についてはデバイスのデータシートまたは「AVR1316:XMEGA 自己プログラミング」応用記述をご覧ください。

NVM制御器はEEPROMを扱うだけではないので、EEPROMに使用する前に(フラッシュメモリ更新のような)他の操作でNVM制御器が多忙でないのを調べるのが重要です。NVM状態(STATUS)レジスタのNVM多忙(NVMBUSY)フラグはNVM制御器が多忙の時に必ず設定(1)されます。

EEPROMアクセスのためのNVM使用はNVM指令の使用を伴います。消去、書き込み、読み込みなどの指令があります。指令発行手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作もその完了を待ってください。
2. NVMアドレス(ADDRn)レジスタと/またはNVMデータ(DATAN)レジスタ内に必要な情報を格納してください。これは後の項で記述されます。
3. NVM指令(CMD)レジスタ内に指令符号を格納してください。
4. 形態設定変更保護(CCP)レジスタ内にI/Oレジスタ保護識票(ビット値\$D8)を格納してください。これは次からの4CPU命令周期間、全ての割り込みを自動的に禁止します。
5. 次からの4CPU命令周期内で、NVM制御レジスタA(CTRLA)のNVM指令実行(CMDEX)ビットを設定(1)してください。
6. その操作はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが解除(0)される時に終了されます。

関連する指令とそれらの使用は後続項で記述されます。

NVM制御レジスタB(CTRLB)のEEPROMメモリ割り当て許可(EEMAPEN)ビットの設定(1)によって、EEPROMアクセスはNVM制御器使用の代わりにデータメモリ空間に割り当てられます。けれども、NVMが内部的に使用されるため、EEPROMアクセス前にNVMが多忙でないことを未だ調べなければなりません。メモリ割り当てアクセスは3.2.項で網羅されます。



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. 8066B-08/10, 8066BJ2-03/14

2.2. 消去と書き込み

EEPROMを更新するには非分離操作と分離操作の2つの方法があります。非分離書き込みでは、EEPROM位置が1操作で消去されて書かれます。分離操作では消去と書き込みが独立した操作です。

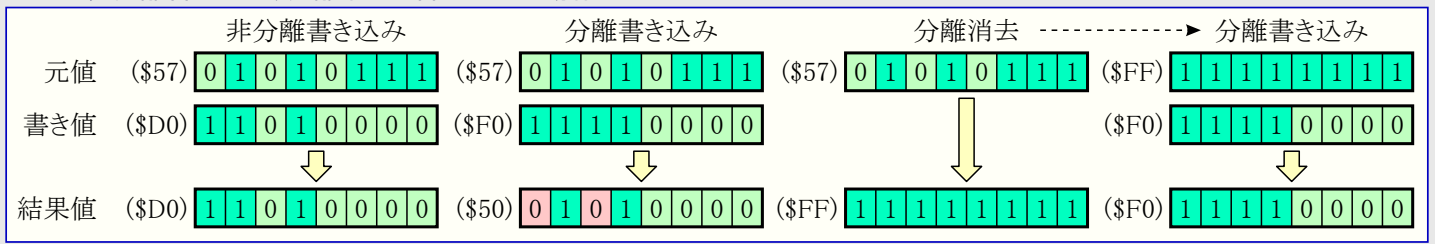
EEPROM位置消去時、全ビットが論理1に設定されます。その後分離書き込みは選択したビットを論理0にプログラミングすることができます。最初に論理1へ消去してその後選択したビットに論理0を書く非分離書き込みと異なり、分離書き込み操作はビットを0から1に変更することができません。これは異なる値での複数書き込みがその間でその位置が消去されない場合に、結局全位置が論理0になりつつある結果に終わります。これは既存値と書き込み値間の(正)論理AND操作と同様です。

非分離書き込みは1つの消去または1つの書き込みの時間の概ね倍の時間がかかります。従って、予め(例えば初期化の間に)EEPROM位置を消去することによって、時間を節約するのに使用することができます。例えば、応用が電力低下検知時に極めて重要なデータの保存を必要とする場合、分離書き込みは非分離書き込みよりも短い時間で済みます。

分離書き込みに関する他の有用な応用は、特に頻繁にEEPROM位置を更新する応用に対してEEPROMの耐久性を増すことです。EEPROM位置が消去されなければならない場合以外、EEPROM位置が消去されない仕組みを実装することによって、分離操作機能はEEPROMの耐久性増加に用いることができます。より多くの詳細については「AVR101:高耐久性EEPROM記憶」応用記述を参照してください。

消去操作と書き込み操作の違いは操作前後のバイト値と共に下の図2-1.で図解されます。

図2-1. 非分離書き込み、分離消去と書き込みの動作



2.3. ページ一時緩衝部

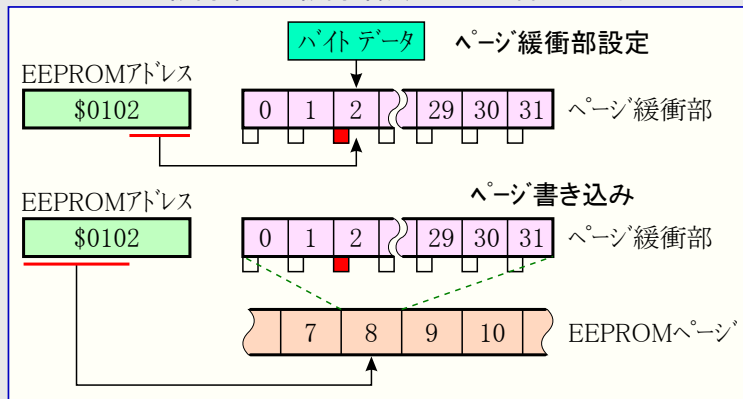
EEPROMはページで構成され、消去と書き込みの両動作はページで操作されます。ページ容量はメモリ容量に依存し、デバイスのデータシートで与えられます。消去と書き込みの操作はアクセスされるべきページ内のバイトと、書き込み操作に対してはデータ自身の両方を保持するのにページ一時緩衝部を使用します。

実際の書き込み操作は2つの操作、(1)ページ緩衝部へのデータ格納と(2)EEPROMのページへのデータ書き込みから成ります。ページ緩衝部への設定時、ページ緩衝部内のバイトを選択するのにEEPROMアドレスの下位部分が使用され、一方上位部分は無視されます。ページの書き込みまたは消去時、アドレスの上位部分がページを選択し、一方下位部分は無視されます。

下の図2-2.はページ緩衝部内に1バイトが格納され、その後その緩衝部がEEPROMのページに書かれる例を示します。この図は設定された緩衝部位置が付箋を付けられ、故にどのバイト位置が書かれる必要があるかをページ緩衝部が知っていることを示します。

ページ消去操作については緩衝部内で付箋付けされたバイトがEEPROM内で消去されるだけです。後で書き込みを行う予定でないなら、バッファ内の実際の値は重要ではありません。

図2-2. 32バイト緩衝部での緩衝部設定とページ書き込み例



一旦バイトが緩衝部内に設定されてしまうと、NVM状態(STATUS)レジスタのEEPROMページ緩衝部設定中(EELoad)フラグが設定(1)されます。このビットは緩衝部が破棄されるか、またはページ書き込み(非分離または分離の書き込み)が実行されるかのどちらかまで設定(1)に留まります。ページ緩衝部を破棄するにはNVM制御器にEEPROMページ緩衝部消去指令(バイト値\$36)を発行してください。消去と書き込みの指令は3.1.項で網羅されます。

複数バイトが同じ緩衝部位置に格納(設定)された場合、その結果値はページ書き込み操作中に起こると同様に、既存データと新しい値との正論理ANDであることに注意してください。

2.4. DMAの考慮

同一応用でEEPROMとDMAを使用するとき、CPUがどれかの休止形態の時にDMA制御器がEEPROMをアクセスできないことを考慮すべきです。休止形態中にアクセスが試みられた場合、その進行中のDMA転送は中止されます。より多くの情報については「AVR1304: XMEGA DMA制御器の使い方」応用記述を参照してください。

2.5. 割り込みの考慮

同一応用でEEPROMと割り込みを使用するとき、以下が考慮されるべきです。

- EEPROMページ緩衝部内容を不正にしないよう注意してください。ページ緩衝部設定時、割り込み処理がページ緩衝部をアクセスしないことを確認してください。または割り込み処理がページ緩衝部をアクセスするなら、同時に応用の他の部分がページ緩衝部をアクセスしないことを確認してください。
- NVM操作終了時を検知するのにNVM多忙(NVMBUSY)フラグを継続的にポーリングする代わりに、NVM割り込み制御(INTCTRL)レジスタのEEPROM操作可割り込みレベル(EELVL)ビット領域で適切な割り込みレベルを設定することによってEEPROM割り込みを許可することが可能です。対応する割り込み処理はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが設定(1)されていない時に必ず呼び出されます。例えばこれは割り込み制御EEPROM更新の実装に使用することができます。割り込みのより多くの情報は「AVR1305:XMEGAの割り込みと設定可能な多段割り込み制御器」応用記述で得られます。

3. 始める前に

本項はXMEGAのEEPROMでの実験とでの準備と実行に対する基本段階を簡単に片付けます。必要なレジスタが関連ビット設定と共に記述されます。

3.1. I/O割り当てアクセス

I/O割り当てアクセスは全てのEEPROMアクセスがNVM制御器のI/Oレジスタ使用とNVM指令発行で行われることを意味します。

3.1.1. EEPROM読み込み

EEPROM位置を読む手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
2. 望むEEPROMバイトアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
3. NVM制御器にEEPROM読み込み指令(バイト値\$06)を発行してください。
4. CPUは2クロック周期停止し、その後にデータがNVMデータレジスタ0(DATA0)で利用可能になります。NVM多忙(NVMBUSY)フラグの解除(0)待機は必要ありません。

この操作はメモリ割り当てEEPROMアクセスが許可されている場合に支援されません。

3.1.2. EEPROMページ緩衝部設定

ページ一時緩衝部内にバイトを格納する手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
2. NVM指令(CMD)レジスタ内にEEPROMページ緩衝部格納(設定)指令(バイト値\$33)を格納してください。
3. 望むEEPROMバイトアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
4. バイトデータをNVMデータレジスタ0(DATA0)に格納してください。これが緩衝部格納操作を自動的に起動します。これはNVM制御レジスタA(CTRLA)のNVM指令実行(CMDEX)ビットを設定(1)する必要がない指令です。この操作の間、CPUは1クロック周期停止します。

データレジスタへの書き込みはそれが操作自体を起動するので最後に行われなければならないことが重要です。他の段階の順番は重要ではありません。

この操作はメモリ割り当てEEPROMアクセスが許可されている場合に支援されません。

3.1.3. 非分離EEPROMページ書き込み(消去と書き込み)

ページを消去して予め用意されたページ緩衝部のデータを書く手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
2. 更新されるべきページ内のEEPROMアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
3. NVM制御器にEEPROMページ消去&書き込み指令(バイト値\$35)を発行してください。
4. この操作はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが解除(0)された時に終了されます。

格納(設定)された緩衝部位置だけがEEPROMのページで更新されます。

3.1.4. EEPROMページ消去

何も書くことなしにページを消去する手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
2. 消去されるべきページ内のEEPROMアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
3. NVM制御器にEEPROMページ消去指令(バイト値\$32)を発行してください。
4. この操作はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが解除(0)された時に終了されます。

格納(設定)された緩衝部位置だけがEEPROMのページで消去されます。従って、EEPROMのページから消去を望むバイトに対応する全ての緩衝部位置に仮バイトが格納(設定)されるべきです。

3.1.5. 分離EEPROMページ書き込み(書き込みのみ)

既に消去されたページに予め用意されたページ緩衝部のデータを書く手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
 2. 更新されるべきページ内のEEPROMアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
 3. NVM制御器にEEPROMページ書き込み指令(バイト値\$34)を発行してください。
 4. この操作はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが解除(0)された時に終了されます。
- 格納(設定)された緩衝部位置だけがEEPROMのページで更新されます。

3.2. メモリ割り当てアクセス

メモリ割り当てアクセスはEEPROMの読み込みとページ緩衝部格納(設定)の操作がデータ空間に割り当てられることを意味します。これはEEPROMデータがデータメモリ内の位置を単に読むことによって読めることを意味します。XMEGA A1システムに関して、メモリ割り当てEEPROMはアドレス\$1000から始まります。

ページ緩衝部格納(設定)も単にデータメモリへ書くことです。けれども、緩衝部の破棄と、ページの消去と書き込みはI/O割り当てアクセスのように未だNVM制御器を通して行われなければなりません。また、EEPROMアクセス時、NVM制御器は準備可(非多忙)でなければなりません。

メモリ割り当てアクセスを使用して非分離書き込みを実行するのに必要な手順は次の通りです。

1. 直前のどのNVM操作も終了するのを待ってください。
2. 1つのEEPROMページ内に留まる間、データ空間に直接書くことによってページ緩衝部を格納(設定)してください。
3. 更新されるべきページ内のEEPROMアドレスをNVMアドレス(ADDRn)レジスタに格納してください。
4. NVM制御器にEEPROMページ消去&書き込み(非分離書き込み)指令(バイト値\$35)を発行してください。
5. この操作はNVM多忙(NVMBUSY)フラグが解除(0)された時に終了されます。

この手続きは消去と分離書き込みの操作と同様です。要するに、データ読み込みとページ緩衝部格納(設定)がメモリ割り当てアクセスによって置換されます。残りはI/O割り当てアクセスと同じです。より多くの詳細については本応用記述のコード例を参照してください。

4. ドライバ実装

本応用記述はCで実装された基本的なEEPROMドライバの一括ソースコードを含みます。それはIAR Embedded Workbench®コンパイラで書かれています。

このEEPROMドライバが高性能コードでの使用に対して意図されていないことに注意してください。それはEEPROMでの始めを得るためのライブラリとして設計されています。タイミングとコード量が重要な応用開発については、EEPROM(NVM)レジスタに直接アクセスすべきです。より多くの詳細についてはドライバのソースコードとデバイスのデータシートを参照してください。

4.1. ファイル

一括ソースコードは次のファイルから成ります。

- `eprom_driver.c` : EEPROMドライバソースファイル
- `eprom_driver.h` : EEPROMドライバヘッダファイル
- `eprom_example.c` : EEPROMドライバを使用するコード例

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 2010. 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AVR1315応用記述(doc8066.pdf Rev.8066B-08/10)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。