

はじめに

電源遮断タイムスタンプとHaltビット

STマイクロエレクトロニクス製シリアルRTCデバイスの多くには、電源遮断タイムスタンプとして知られている機能が搭載されています。1つのレジスタビットであるHalt (HT) がこの機能の制御を行います。これらのデバイスを正しく動作させるには、HTビットに関する3つのポイントを理解することが重要です。

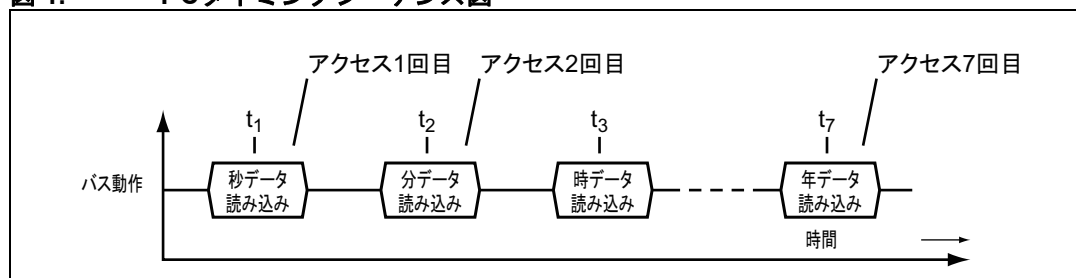
1. 電源投入時には、いずれかのクロックレジスタやカレンダーレジスタに書き込みを行う前 (すなわち、アドレス範囲00h~07hに書き込みを行う前) に、最初に (アドレス0Chのビット6に) 0を書き込んで、HTビットをクリアする必要があります。
2. 最初にHTビットをクリアせずに (電源投入時に) アドレス00h~07hに書き込みを行うと、カウンタが上書きされてしまい、日付と時間が破壊されます。
3. HTビットがクリアされる前にデバイスの読み込みを行うと、電源遮断時間 (M41T82/83/93では、電源遮断前の最後の読み込みまたは書き込みの時間) が返されます。

アドレスの自動インクリメントとクロックデータの整合性

日付と時刻を読み込む際には、シリアルインターフェースのアドレス自動インクリメント機能を必ず使用する必要があります。これによって、ユーザーとカウンタの間で整合性が保たれたデータの転送が保証されます。カウンタから読み込まれた日付と時間の値は、すべて同一時点のものとなります(または、同一時点にカウンタに書き込まれます)。このことは、非クロックレジスタ(フラグやウォッチドッグレジスタなど)にはあてはまりません。アドレス00h~07hのクロックレジスタとカレンダーレジスタのみに適用されます。

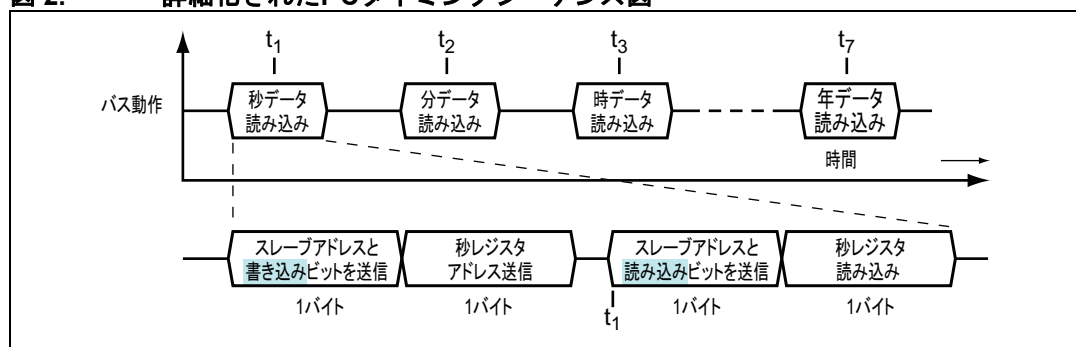
たとえば、自動インクリメントを使用しない場合、複数回のアクセスを用いて時間を読み込む必要があります。最初のアクセスで秒データが読み込まれます。次の転送で分データが読み込まれます。下のタイミング図に示すように、時間と日付の値がすべて読み込まれるまでこれが続きます。

図 1. I²C タイミングシーケンス図



これらの転送については、以下で詳しく説明します。秒データを読み込むために、2回の2バイト転送が順に発生します。最初に、プロセッサはスレーブアドレスと書き込みビットを送信し、その後にレジスタアドレス(01h)が続きます。次に、スレーブアドレスが読み込みビット付きで再送され、秒レジスタが読み込まれます。分データを読み込むために、同じシーケンスが繰り返されますが、レジスタアドレスは異なります(02h)。

図 2. 詳細化されたI²C タイミングシーケンス図

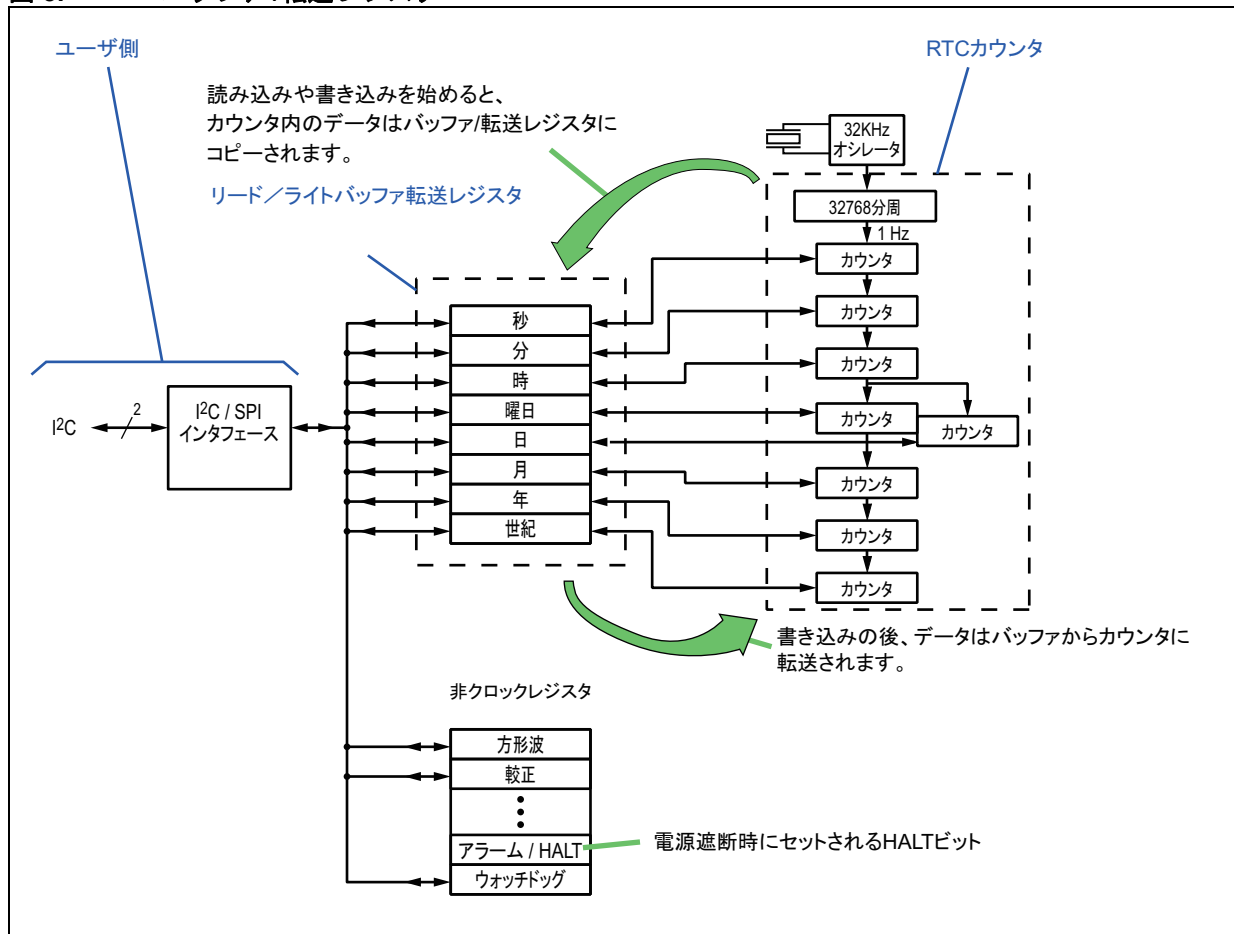


こうして時間を読み込む間、各バイトは異なる時刻のものとなっています。たとえば、秒データは時刻 t_1 、分データは時刻 t_2 のものといった具合です。つまり、秒データ、分データ、時データなどは、それぞれ別の時点で読み込まれることになります。これらには整合性はなく、同一時点のものではありません。

例:ユーザーが23:59:59 (t_1) に読み込みを開始し、秒データとして59を読み込んだ後、(t_2 に) 分データとして59を読み込みます。時データを読み込む前に、RTCはインクリメントして新しい時刻は00:00:00となります。そのため、(t_3 において) 23ではなく00として時データが読み取られます。こうやって、時間を組み立ててなおすと00:59:59となります。この値は、1時間だけずれています。したがって、日付レジスタと時間レジスタはすべて同じ転送で読み込んで、同一時点のものとなるようにするのが適切です。こうすることにより、時間の読み込みに整合性が得られます。

バッファ / 転送レジスタ

図 3. バッファ / 転送レジスタ



シリアルRTCでは、シリアルインターフェース (I²CとSPIのいずれか) を通じてデバイスへのアクセスを行います。RTCの中では、シリアルインターフェースがカウンタに直接アクセスしているわけではありません。その代わりに、一組のバッファ / 転送レジスタがシリアルインターフェースとカウンタの間に位置しています。ユーザーによる読み込みと書き込みによって、バッファ / 転送レジスタとの間でデータが転送されます。

何らかのI²C (またはSPI) 転送を始めると、デバイスはカウンタをバッファ / 転送レジスタにコピーします。こうして日付と時間の読み込んでいる間、レジスタには最新のコピーが置かれています。さらに重要な点としては、すべてのカウンタがレジスタに同時にコピーされることから、それらの中の日付と時間は整合しています。秒データ、分データ、時データなどすべてが同一時点のものとなっています。

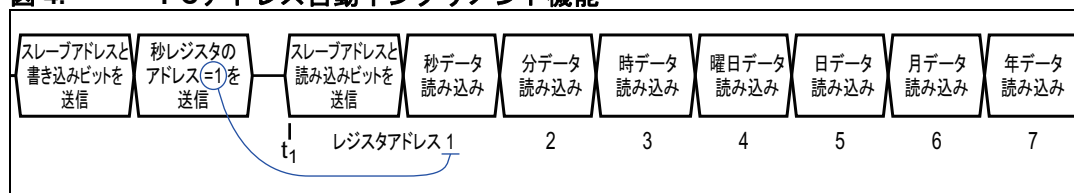
バッファ / 転送レジスタによって、整合性と、データの転送中にカウンタ値はどれもインクリメントされないことが保証されます。

アドレスの自動インクリメント

シリアルインターフェースのアドレス自動インクリメント機能を用いることにより、転送する最初のレジスタのアドレスを指定すると、各データバイトの転送が行われた後に、アドレスポインタが次のレジスタまで自動的にインクリメントされます。したがって、転送中に複数バイトの読み込み（または書き込み）を行おうとした場合、レジスタアドレスポインタは、後続して転送される各バイトに対する正しいアドレスを自動的に指します。

次の例では、レジスタアドレスポインタは秒レジスタアドレスに初期化されています (1)。その後の読み込みでは、まず秒データの値が転送された後に、アドレスポインタがインクリメントされています。続いて分データが転送され、日付と時間のレジスタの転送がすべて完了するまで続きます。この処理は、連続シリアルバス転送1回分として実行されています。

図 4. I²Cアドレス自動インクリメント機能



この機能を使用すると、バッファ転送レジスタのすべてのバイトが時刻 t_1 にカウンタからコピーされた後に、整合のとれた日付および時間の値としてシフトアウトされます。

こうしてバッファ / 転送レジスタとアドレスの自動インクリメント機能を組み合わせることで、どの時間に転送が行われたとしても、整合のとれた日付および時間の読み込みと書き込みが可能となります。たとえ転送中にカウンタがインクリメントされた場合でも、シフトインまたはシフトアウトされる値はバッファ / 転送レジスタからのものであり、インクリメントするカウンタによる影響は受けません。

書き込み

書き込みと読み込みのどちらでも、あらゆる転送の開始時点でカウンタはバッファ / 転送レジスタにコピーされます (Haltビットが0の場合)。したがって、書き込みデータがバッファ / 転送レジスタへのシフトを開始すると、コピーしたばかりの日付と時間がそのデータで上書きされます。書き込みサイクルの最後に、バッファ / 転送レジスタはすべてカウンタにコピーバックされます。日付と時間のデータの中の1バイトだけが変更されている場合には、該当するカウンタにはその新しい値がロードされますが、それ以外のすべてのカウンタには、シリアル転送の開始時である数ミリ秒前に保持していたものと同じ値がロードされます。

つまり、ユーザーによって1バイトだけの書き込みが行われたにも関わらず、すべてのカウンタに対してバッファ / 転送レジスタからの更新が行われています。1つのカウンタは新たに書き込まれた値を受信しますが、それ以外のカウンタは、転送開始時点である数ミリ秒前にそこからコピーされたものと同じ値を受信します。手短かに言えば、カウンタの値はバッファ / 転送レジスタにコピーされてから修正が行われ、その後にカウンタにコピーバックされています。

Haltビット

Haltビット (HT、アドレス0Chのビット6) が1であるときには、読み込みサイクルや書き込みサイクルの開始時のバッファ/転送レジスタへのカウンタの自動コピーは必ず停止します。したがって、HTビットに1を書き込むと、バッファ転送/レジスタは、HTに書き込みが行われた時点の日付と時間のままとなります。その後、日付と時間を読み込むと、いつも同じ値が返ります。これによって、HT=1の場合には、読み込み/書き込みシーケンスの開始時にカウンタはバッファ/転送レジスタにコピーされません。HTに1が書き込まれた時点のまま保持されます。

電源遮断時に V_{CC} が低下し、RTCがバックアップモードに切り替わると、HTビットは自動的に1にセットされます (下記のM41T82/83/93に述べたような場合を除く)。

電源遮断タイムスタンプ

バッテリースイッチオーバーを備えたRTCの大多数では、電源遮断時に時刻/日付カウンタはバッファ転送/レジスタにコピーされます。こうして、電源遮断の時刻はバッファ転送/レジスタにそのまま保持されています。電源復帰時に電源供給が停止していた時間の長さを知る必要のあるアプリケーションでは、電源遮断時刻を読み込んで現在時刻と比較し、デバイスがバックアップモードにあった時間の長さを求めることができます。

M41T82 / 83 / 93

M41T82/83/93 RTC製品では、電源遮断時に日付と時間は保存されません。したがって、 V_{CC} が低下してHTビットがセットされると、バッファ転送/レジスタには、実際の電源遮断時刻ではなく、電源遮断の前に行った最後のアクセスの時間が格納されています。

電源供給が停止していた時間の長さを知る必要のあるアプリケーションでは、RTCを定期的に読み込むことで、この問題を回避できます。たとえば、毎分1回RTCを読み込むようにソフトウェアが構成されている場合、電源遮断時に、バッファ転送/レジスタには実際の電源遮断時刻から1分以内の日付と時刻の値が格納されています。それ以上の分解能を必要とするアプリケーションでは、RTCをより短い周期で読み込むことができます。

HTビットがセットされている状態での書き込み

RTC日付/時間レジスタのいずれかのアドレスに対する書き込みが発生した場合には (00h~07h)、RTCカウンタに8レジスタすべてが必ずコピーバックされます。1バイトに書き込みがあったか、複数バイトに書き込みがあったかを問わず、8バイトすべてがカウンタにコピーバックされます。この動作は、日付と時間のアドレス00h~07hのみに適用されます。

HTビットがセットされていると、バッファ転送/レジスタには電源遮断時刻 (M41T82/83/93では、最終アクセス時刻) が格納されています。これら8個のアドレスのいずれかに書き込みが発生すると、電源遮断時刻 (または最終アクセス時刻) がカウンタにコピーバックされます。これによって、電源遮断時にはRTCが動作を停止しているかのように見える効果を生みます。

ユーザーは、日付/時間レジスタ (00h~07h) のいずれかに書き込みを行う前にHTビットを必ずクリアして、この種のデータ破壊を防ぐ必要があります。

Stopビット (ST)

オシレータが停止したものと判断された場合には、オシレータ停止ビット (ST、アドレス1のビット7) をセットしてからクリアすることを推奨します。こうすることでオシレータに電流が追加で短時間注入され、始動しやすくなります。OFビット (オシレータ故障状態ビット) がセットされているときや、デバイスに初めて電源を投入するときなど、オシレータが動作していない場合に限り、このキックスタート機能の使用を推奨します。

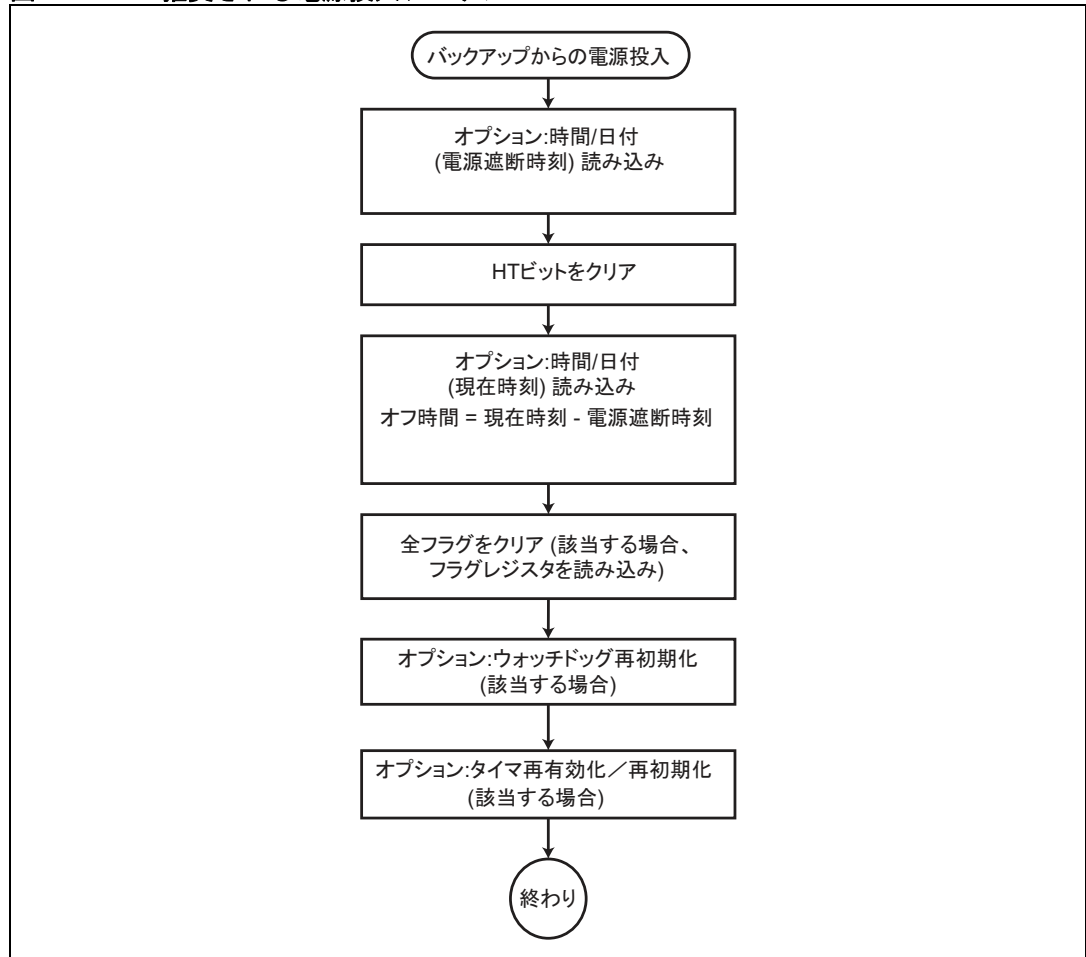
バックアップモードからの電源投入時に、デバイスをキックスタートする必要があると判断された場合には、まずHTビットをクリアしてからSTビットをセットする必要があります。STビットは秒レジスタの一部であるため、STビットへの書き込みによってバッファ転送/レジスタがカウンタにコピーされます。HTビットが電源遮断からセットされたままである場合、バッファ転送/レジスタには電源遮断時刻が格納されています。したがって、HTビットがセットされた状態でデバイスをキックスタートすると、日付/時間カウンタが上書きされます。

さらに、秒レジスタの一部であるSTビットは、秒データと一緒に格納されていることに注意してください。すなわち、STビットをトグルする場合には、秒レジスタにリードモディファイライトシーケンスを実装する必要があります。

推奨される電源投入シーケンス

次のフローチャートに、電源投入後のRTCアクセス方法の1つを示します。これにより、HTビットに伴う問題が全て回避されます。

図 5. 推奨される電源投入シーケンス



改版履歴

表 1. 文書改版履歴

日付	版	変更内容
2004年6月	1	初版リリース
2012年5月2日	2	全面的に書き直し、タイトルを更新

表 2. 日本語版改版履歴文書改版履歴

日付	版	変更内容
2016年3月1日	1	日本語版 初版リリース

重要なお知らせ（よくお読み下さい）

STMicroelectronics NV およびその子会社（以下、ST）は、ST製品及び本書の内容をいつでも予告なく変更、修正、改善、改定及び改良する権利を留保します。購入される方は、発注前にST製品に関する最新の関連情報を必ず入手してください。ST製品は、注文請書発行時点で有効なSTの販売条件に従って販売されます。

ST製品の選択並びに使用については購入される方が全ての責任を負うものとします。購入される方の製品上の操作や設計に関してSTは一切の責任を負いません。

明示又は黙示を問わず、STは本書においていかなる知的財産権の実施権も許諾致しません。

本書で説明されている情報とは異なる条件でST製品が再販された場合、その製品についてSTが与えたいかなる保証も無効となります。

STおよびSTロゴはSTMicroelectronicsの商標です。その他の製品またはサービスの名称は、それぞれの所有者に帰属します。

本書の情報は本書の以前のバージョンで提供された全ての情報に優先し、これに代わるものです。

© 2016 STMicroelectronics - All rights reserved

