

*デスクトップ等に保存してからご覧頂くと 右クリックから『前の画面』コマンドが使用
できるため操作性が良くなります。

*『しおり』を表示させてご覧ください。

<RV-3032-C7>

I²C-Bus インターフェース

デジタル温度補償機能付き・

超低消費電流・温度センサ機能搭載

リアルタイムクロックモジュール

<アプリケーションマニュアル>

<日本語訳版(初版)>

原本発行元: Microcrystal AG

原本: 『RV-3032-C7 Application Manual Rev. 1.3 』(英語)

原本発行日: 2023年05月

日本語訳発行: 株式会社多摩デバイス 営業技術部

初版発行日: 2024年02月28日

目次

1. 概要	7
1.1. 製品の概要	8
1.2. アプリケーション事例	8
1.3. 型番指定方法	8
2. ブロックダイアグラム	9
2.1. 端子レイアウト	10
2.2. 端子機能詳細	10
2.3. 機能概要	11
2.4. 保護回路ブロックダイアグラム	12
3. レジスタ構成	13
3.1. レジスタ記号の記載方法	13
3.2. レジスタテーブル	14
3.3. 時刻(1/100秒・秒・分・時間) 設定レジスタ	17
3.4. カレンダー(曜日・日・月・年)設定レジスタ	18
3.5. アラーム設定レジスタ	20
3.6. 繰り返しカウントダウンタイマ設定レジスタ	21
3.7. ステータスレジスタ (フラグビット)	22
3.8. 温度センサ 及び EEF・EEbusy・CLKF・BSFフラグ	23
3.9. 設定(コントロール)レジスタ	25
3.10. タイムスタンプ設定レジスタ	28
3.11. クロック割り込みマスク・レジスタ	29
3.12. 外部イベント入力設定レジスタ	30
3.13. 温度アラーム閾値設定レジスタ	31
3.14. 下限温度検出時タイムスタンプ設定レジスタ	32
3.15. 上限温度検出時タイムスタンプ設定レジスタ	35
3.16. 外部イベント入力時タイムスタンプ設定レジスタ	38
3.17. パスワード設定レジスタ	42
3.18. EEPROMメモリ設定レジスタ	43
3.19. ユーザーRAM メモリ レジスタ	44
3.20. RAMミラーレジスタを備えたEEPROMレジスタ	45
3.20.1. EEPROM パワーマネジメントユニット (PMU) レジスタ	45
3.20.2. EEPROM オフセットレジスタ	46
3.20.3. EEPROM CLKOUT設定レジスタ	47
3.20.4. EEPROM リファレンス温度設定居レジスタ	49
3.20.5. EEPROM パスワードレジスタ	50
3.20.6. EEPROM パスワード有効化レジスタ	51
3.21. ユーザーEEPROM	51
3.22. レジスタリセット初期値	52

4. 各機能詳細	57
4.1. パワーオンリセット (POR).....	57
4.2. バックアップ電源自動切替え機能	58
4.2.1. 電源切り替え機能をディセーブルにする	59
4.2.2. ダイレクト電源切替え (DSM).....	59
4.2.3. レベル電源切替え (LSM).....	60
4.3. チャージポンプ付きトリクルチャージ.....	61
4.4. プログラマブルクロック出力	61
4.4.1. XTALモードクロック出力の周波数の選択.....	62
4.4.2. HFモードクロック出力の周波数の選択.....	62
4.4.3. クロック出力の周波数の変更.....	63
4.4.4. 通常のクロック出力.....	63
4.4.5. 割込み信号イベント発生により開始するクロック出力.....	63
4.4.6. クロック出力開始から割り込み信号出力の間に遅延時間を発生させる(ウェイクアップ).....	64
4.4.7. I ² C通信が終了してからクロック出力が止まるまでの間に遅延時間を発生させる(スリープ).....	64
4.4.8. クロック出力の内部ロジック構成.....	65
4.5. 時刻の設定及び読み込み	66
4.5.1. 時刻の設定	67
4.5.2. 時刻の読み込み	67
4.6. EEPROM の読み込み・書込み	68
4.6.1. パワーオンリセット (POR) リフレッシュ (全ての『設定』EEPROM の値→ RAMへ書込み).....	68
4.6.2. 自動リフレッシュ (全ての『設定』EEPROM の値→ RAMへ書込み)	68
4.6.3. アップデート (全ての『設定』RAM の値→ EEPROMへ書込み)	68
4.6.4. リフレッシュ (全ての『設定』EEPROM の値→ RAMへ書込み)	68
4.6.5. 1バイトのEEPROMへ書込む (EEDATA (RAM) → EEPROMへ書込み).....	69
4.6.6. 1バイトのEEPROMを読み込む (EEPROM → EEDATA (RAM)へ書込み).....	69
4.6.7. EEBUSY ビットについて (EEPROM書込み中を表すビット).....	70
4.6.8. EEFLAG ビットについて (EEPROMへの書込みエラーを表すビット).....	71
4.6.9. EEPROM の読み込み／書込み条件	71
4.6.10. 『設定』レジスタの使い方について	72
4.7. 割り込み信号出力	73
4.7.1. 割り込み信号の出力について	73
4.7.2. 割り込み信号出力の内部構成	74
4.8. 繰り返しカウントダウンタイマ 割り込み信号	77
4.8.1. 繰り返しカウントダウンタイマのダイアグラム.....	77
4.8.2. 繰り返しカウントダウンタイマ割り込み信号の使い方	78
4.8.3. 1回目のカウントダウンタイマ間隔の時間誤差	80
4.9. 定期更新割り込み信号	81
4.9.1. 定期更新割り込み信号のダイアグラム	81

4.9.2. 定期更新割込み信号の使い方.....	82
4.10. アラーム割込み信号.....	83
4.10.1. アラームのダイアグラム	83
4.10.2. アラーム割り込み信号の使い方.....	84
4.11. 外部イベント入力	85
4.11.1. 外部イベント入力ダイアグラム	86
4.11.2. 外部イベント割込み信号の使い方	87
4.11.3. エッジ検出 (ET = 00)	88
4.11.4. フィルタリング (チャタリング除去)を用いたレベル検出 (ET ≠ 00)	88
4.12. 下限温度検出割込	89
4.12.1. 下限温度検出のダイアグラム	90
4.12.2. 下限温度検出割込み信号の使い方.....	91
4.13. 上限温度検出割込み信号.....	92
4.13.1. 上限温度検出のダイアグラム	93
4.13.2. 上限温度検出割込み信号の使い方.....	94
4.14. 自動バックアップ電源切替え割り込み信号.....	95
4.14.1. 自動バックアップ電源切替えのダイアグラム	95
4.14.2. 自動バックアップ電源切替え割込み信号の使い方	96
4.15. パワーオンリセット割り込み信号	97
4.15.1. パワーオンリセットのダイアグラム	97
4.15.2. パワーオンリセット割り込み信号の使い方	98
4.16. 低電圧検出割り込み信号.....	99
4.16.1. 低電圧検出のダイアグラム	99
4.16.2. 低電圧検出割込み信号の使い方.....	100
4.17. タイムスタンプ(外部イベント入力)機能.....	101
4.17.1. 外部イベント入力時のタイムスタンプのスキーム	102
4.18. 下限温度検出時のタイムスタンプ	103
4.18.1. 下限温度検出タイムスタンプ のスキーム	104
4.19. 上限温度検出時のタイムスタンプ	105
4.19.1. 上限温度検出タイムスタンプ のスキーム.....	106
4.20. 温度センサの基準温度の補正	107
4.20.1. 基準温度値の決定方法	107
4.21. 時刻同期.....	109
4.21.1. STOPビット の機能(ソフトウェアベースの時刻同期).....	109
4.21.2. “秒”レジスタへの書込み	111
4.21.3. ESYNビット の機能 (ハードウェアベースの時刻同期).....	112
4.22. ユーザープログラマブル・パスワード	114
4.22.1. 書込み禁止パスワードの設定 及び 解除.....	114
4.22.2. パスワードの変更	115

4.22.3. パスワードロックのフローチャート.....	116
5. デジタル温度保証	117
5.1. 内部各機能で使用する各周波数の温度補正の有無.....	117
5.2. 温度補償の補正值について.....	117
5.3. エージング補正.....	118
5.3.1. オフセット値の決定方法	118
5.3.2. CLKOUT端子出力での周波数精度確認方法	119
5.4. 内部クロックのスキーム	120
6. I ² C インターフェース.....	121
6.1. ビット送信.....	121
6.2. スタート・コンディション / ストップ・コンディション	121
6.3. データの有効性.....	122
6.4. 接続構成	122
6.5. アクノリッジ.....	123
6.6. スレーブ・アドレス	124
6.7. レジスタへの書込み.....	124
6.8. 特定のアドレスの値の読み込み	125
6.9. レジスタの書込み	125
6.10. 電源切り替わり時のI ² C-BUSの動作	126
7. 電気的特性	127
7.1. 絶対最大定格	127
7.2. 電気的特性	128
7.2.1. 温度補正信号の消費電流	130
7.2.2. 動作電圧範囲(～+5.5V)及び温度範囲内(-40～+85°C)での消費電流の Typical値.....	131
7.3. 内蔵 32.768kHz 発振器 及びデジタル温度補償時計の仕様	132
7.3.1. 時刻精度(温度補償)と発振器特性	133
7.3.2. 1Hz時刻基準信号の温度特性例	134
7.3.3. 温度センサの精度の特性例	135
7.4. 起動時のAC特性	136
7.5. 電源バックアップ切替り時及び復帰時のAC特性	138
7.6. I ² Cバス仕様	139
8. 回路接続例	140
8.1. バックアップ電源切り替え無し／かつ外部イベント入力を使用しない場合.....	140
8.2. バックアップに一次電池を使用／かつ外部イベント入力を使用(Active High)する場合.....	141
8.3. バックアップに二次電池を使用／かつ外部イベント入力を使用(Active High)する場合.....	142
8.4. バックアップにセラチャージ TM (全個体電池)を使用／かつ外部イベント入力は不使用の場合.....	143
8.5. バックアップ電源切り替え無し／かつ外部イベント入力を使用する場合(Wake-up & PowerOn Switch).....	144
9. パッケージ	145
9.1. 外形寸法図及び推奨ランドパターン.....	145

9.1.1. サーマルレリーフ設定の推奨	145
9.2. マーキング 及び Pin 1 インデックス	146
10. 構成材料物質 及び 環境情報	147
10.1. 構成部位 及び 構成物質リスト	147
10.2. 環境負荷物質／含有調査結果	148
10.3. 製品リサイクル情報	149
10.4. 環境耐性 及び 最大定格 及び 電極めっき詳細	150
11. リフローはんだ付け条件	151
12. 水晶振動子内蔵モジュールのお取り扱い上の注意	152
13. 梱包仕様(テーピング及び寸法リール)	153
14. コンプライアンス情報	154
15. 改訂履歴	154

RV-3032-C7

DTCXO 温度補償リアルタイムクロックモジュール / I²C-Bus インターフェース

1. 概要

- 32.768kHz 音叉型水晶振動子を内蔵し、かつ高周波クロックも出力可能なRTCモジュールです。
- 1/100秒・秒・分・時間・日・月・年及び曜日の時刻情報を提供します。
- 西暦2000年から2099年までのうるう年を自動補正します。
- メーカー出荷時に高精度デジタル温度補償が設定されています。
- 非常に高精度な時刻精度を提供します。
 - ±2.5 ppm -40 to +85° C
 - ±3.0 ppm -40 to +85° C
 - またレジスタ設定により高い分解能で経年変化補正を行えます。
- 多彩な割り込み信号を設定可能⁽¹⁾
 - 繰り返しカウントダウンタイマ
 - 時刻更新 (毎秒または毎分)
 - アラーム (日・時・分)
 - 外部イベント入力 (タイムスタンプ機能と連動設定が可能)
 - 温度上限 (タイムスタンプ機能と連動設定が可能)
 - 温度下限 (タイムスタンプ機能と連動設定が可能)
 - バックアップ電源自動切替え
 - パワーオンリセット (POR)
 - 低電圧検出 (1.2V Typ / サンプルング間隔: 1秒)
- ユーザーメモリ : RAM=16バイト EEPROM=32バイト
- ミラーRAMを伴ったEEPROM設定レジスタ
- ユーザー設定が可能なパスワード機能 (書き込み保護)
- I²C インターフェース (~ 400 kHzまで)
 - 7ビットスレーブアドレス = 101001b (51h) / 読み込み: A3h ・ 書き込み: A2h
- 周辺機器へのプログラマブルクロック出力
 - XTALモード : 32.768 kHz, 1024 Hz, 64 Hz, 1 Hz
 - HFモード : 8.192 kHz ~ 67.109 MHz (8.192 kHz ステップ)
 - イネーブル・ディセーブル設定可能 / 周波数変更が可能
 - 割り込み信号入力をトリガとした出力開始の設定が可能
 - CLKOUT出力開始の遅延時間を設定可能 (MCUのウェイクアップ用途)
 - CLKOUT出力停止の遅延時間を設定可能 (MCUのスリープモードコマンド用途)
- デジタル温度センサ (サンプルング間隔: 1秒)
 - ±3°C / -40~+85°C
 - ±7°C / +85~+105°C
 - 読み込み・補正設定が可能な12ビット温度センサ (設定分可能: 0.0625°C / 1ステップ)
- チャージポンプ付き (Vbackup > VDD)、及び1.75VのCeraCharge™にも対応したトリクルチャージ機能
- 幅広い時刻保持動作電圧: +1.3~5.5V (温度センサ動作及びデジタル温度補償動作含む)
- 幅広いインターフェース動作時電圧: +1.4~5.5V
- 動作温度範囲: -40~+85°C (拡張温度範囲+85~+105°C / 機能制限あり)
- 超小型コンパクトパッケージ (3.2 × 1.5 × 0.8mm), RoHS対応 / 100%鉛フリー
- 車載規格 AEC-Q200に対応可能

(1) バックアップ電源での動作時にも割り込み信号の出力が可能 (外部イベント検出割り込みは除いて)。

1.1. 製品概要

RV-3032-C7 は内蔵したデジタル温度補償機能による非常に高精度なリアルタイムクロックモジュールです。温度補償調整は メーカーにて通常動作温度範囲にて『±2.5ppm以内 (@-40~+85°C)』に設定されてします(拡張温度範囲@+85~105°Cでは±20ppm 以内)。ユーザーサイドでの設定は不要です。またエージング補正のオフセットを不揮発メモリに設定可能です。また RV-3032-C7 は水晶振動子内蔵として世界最小サイズのパッケージでかつ温度補償タイプとして消費電流が最小のリアルタイムクロックモジュールです。独自の設計により160nA Typ.の超低消費電流を実現しています。

RV-3032-C7 リアルタイムクロックモジュールは、バックアップ電源自動切替え機能、チャージポンプ付きのトリクルチャージ機能、及びRTCモジュールとして全ての機能/カウントダウンタイマ、アラーム、各種の割込み信号、プログラマブルクロック出力(1Hz~67MHzまで)を備えています。内部のEEPROMメモリに各設定値を保持し、かつユーザーメモリも内蔵しています。マイコンとのインターフェースはI2C-bus です。内部レジスタのアドレスポインタは書き込み・読み込み時には自動でインクリメントします。

1.2. アプリケーション

RV-3032-C7 はキーとなる多数の機能を超小型セラミックパッケージに納めたXTAL内蔵のRTCモジュールです。

- メーカー出荷時に温度補償設定されており毎秒温度補正動作を行うため時刻が非常に高精度
- 超低消費電流
- XTAL内蔵として世界最小の 3.2 x 1.5 x 0.8 mm で100%鉛フリーのパッケージ

この優れた機能・特長により様々なアプリケーションに使用することが出来ます。

- 通信機器: IoT機器 / ウェアラブル機器 / ワイヤレスセンサ及びタグ / 端末機器
- 車載機器: M2M / ナビゲーション / トラッキング / ダッシュボード / タコメータ
カーオーディオ / AV機器システム
- メータ機器: 電力メータ / ガス温度メータ / スマートメータ / ソーラーインバータ / メータ機器
- 屋外機器: ATM & POSシステム / 安全監視システム / 券売機
- 医療機器: 血糖値メータ / 各種ヘルスケアモニタリングシステム
- セキュリティ: 防犯カメラ/セキュリティシステム / 電子ドアロック・アクセス / 各種不正防止装置 テレビ・
- 民生機器: セットトップボックス / 白物家電 / スロットマシーン
- FA機器塔: PLC機器 / データロガー / FA機器 / 一般家庭用及び工場用電気製品

1.3. オーダー情報

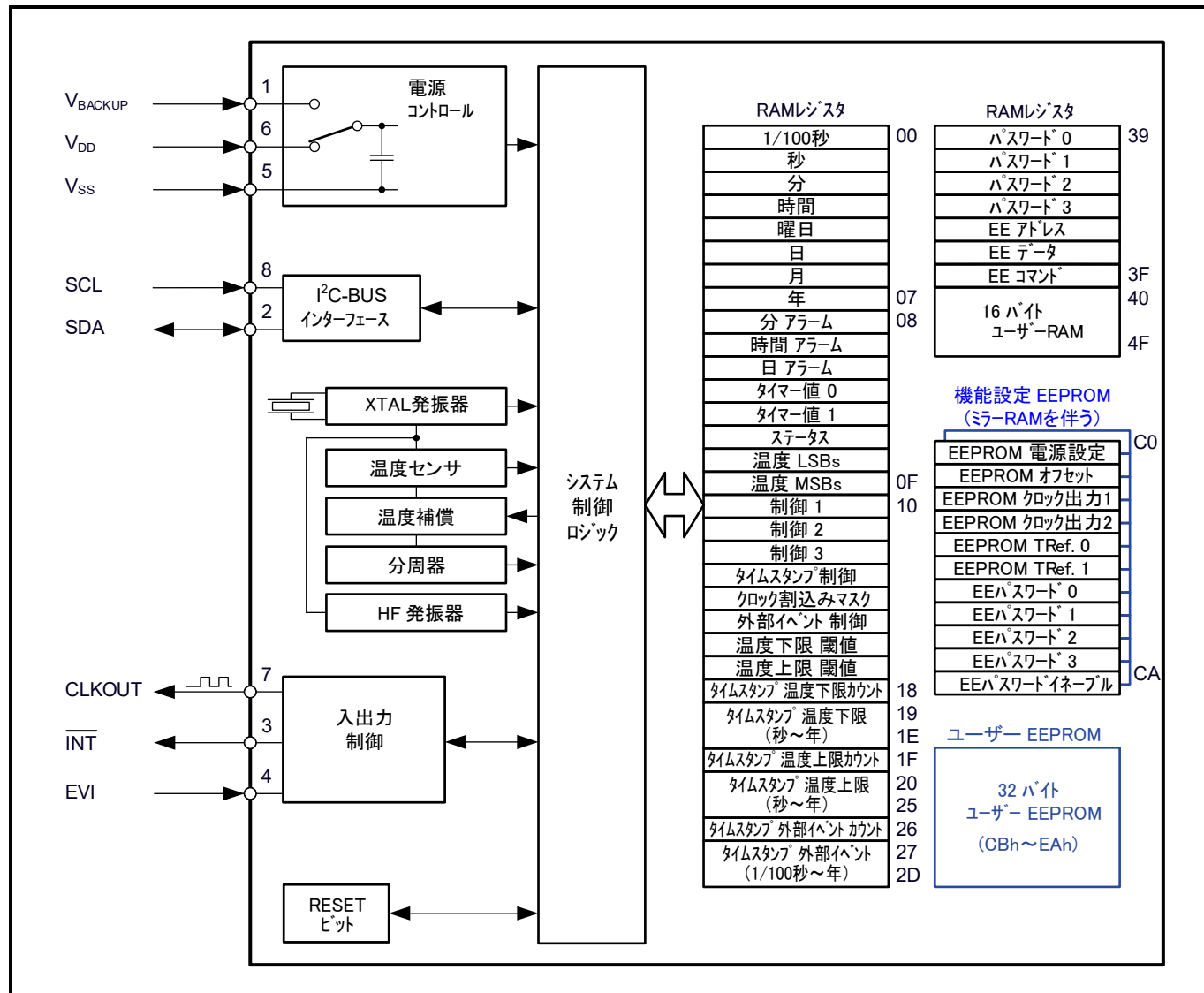
例: RV-3032-C7 TA QC

コード	動作温度範囲
TA (Standard)	-40 ~+85°C 1)

1) 拡張温度範囲: +85~+105°C (機能制限あり)

コード	用途区分
QC (Quality Commercial)	一般産業機器用途
QA (Quality Automotive)	車載用途 (AEC-Q200)

2. ブロック図



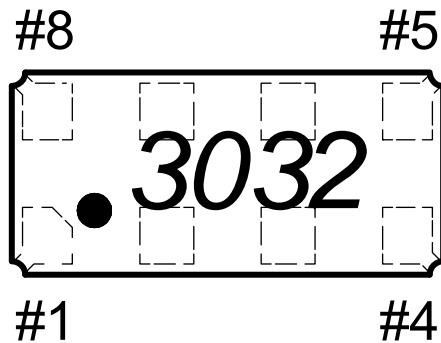
★ ミラーRAMを伴う機能設定EEPROMレジスタは直接レジスタへの書き込み・読み込みは出来ません。アクセスにはEEコマンドでの操作が必要です。
(機能設定後には以下の書き込み操作を必ず行って下さい)

<ミラーRAMから EEPROMへ書き込む場合>

・EEコマンドレジスタ (3Fh) に "00" を書き込んだ後に "11" と書き込む

2.1. 端子レイアウト

RV-3032-C7 パッケージ: (top view)



#1	V _{BACKUP}
#2	SDA
#3	$\overline{\text{INT}}$
#4	EVI
#5	V _{SS}
#6	V _{DD}
#7	CLKOUT
#8	SCL

2.2. PIN DESCRIPTION

記号	Pin #	機能詳細
V _{BACKUP}	1	バックアップ電源入接続端子。 バックアップ電源自動切り替えを行わない場合は 10kΩ 抵抗でGNDへプルダウン接続して下さい。
SDA	2	SDA端子(入出力): オープンドレイン; プルアップ抵抗が必要です。 バックアップ電源での動作時にはディセーブル (ハインピーダンス) になります。
$\overline{\text{INT}}$	3	割り込み信号出力; オープンドレイン; アクティブ=Low, 外部にプルアップ抵抗が必要です。繰返しカウントダウンタイマ/時刻更新/アラーム/温度低下検出/温度上昇検出/外部イベント入力/低電圧検出/バックアップ電源自動切替/パワーオンリセットの各割り込み信号の出力に使用されます。 バックアップ電源での動作時でも割り込み信号を出力します(外部イベント入力は除く)。
EVI	4	外部イベント入力端子: 外部イベント割り込み信号出力及びタイムスタンプ機能に使用されます。バックアップ電源動作時には外部イベント入力はディセーブルになります。バックアップ電源自動切り替えを行わない場合は 10kΩ 抵抗でGNDへプルダウン接続します。V _{BACKUP} には決して接続しないで下さい。(※1)
V _{SS}	5	グランド端子。
V _{DD}	6	VDD電源入力端子。
CLKOUT	7	<p>クロック出力: 1. ノーマル(プッシュプル)、または 2. 割り込み信号出力 を設定可能。</p> <ol style="list-style-type: none"> 通常のクロック出力は NCLKE ビット (EEPROM C0h) によって設定します。NCLKE を 0 (デフォルト) に設定すると、CLKOUT ピンの矩形波出力が有効になります。 NCLKE ビットが 1 に設定されている場合、かつ割り込み駆動クロック出力 (CLKF = 0) によってイネーブルされていない場合には CLKOUT ピンは Low になります。 割り込みクロック出力は割り込みイベントによって発生します。CLKIE ビット (アドレス 11h) が 1 に設定されている場合、クロック割り込みマスクレジスタ (アドレス 14h) で設定した割り込みイベントが発生すると、CLKOUT端子から矩形波出力が開始されます (MCU のウェイクアップ用)。 CLKIE に 0 を書き込むと、CLKOUT 端子からのクロック割り込み信号の新しい割り込みイベントが無効になります。CLKF フラグがクリアされると、CLKOUT端子出力は Low になります。 <ul style="list-style-type: none"> CLKOUT出力発生時の割り込み遅延は、ビット INTDE (アドレス 14h) で有効にできます。(MCU のウェイクアップ用) I²C ストップコンディション 後の CLKOUT スイッチオフ遅延は、CLKD及びCLKDE ビット (レジスタ 14h・15h) によって選択および有効化できます。(MCU がスリープ モードに入る場合)。 <p>OS ビットが 0 (EEPROM C3h) に設定されている場合、FD フィールド (EEPROM C3h) の設定に応じて、CLKOUT端子は 32.768 kHz、1024 Hz、64 Hz、または 1 Hz の矩形波を出力できます。 OS ビットが 1 (EEPROM C3h) に設定されている場合、HFD フィールド (EEPROM C2h および C3h) の設定に応じて、CLKOUT端子は 8192 Hz ~ 67.109 MHz の矩形波を 8192 Hz ステップで出力できます。 この端子を使用しない場合は、フローティングのままにしてください。この端子はプッシュプル出力であるため、電源電圧または GND には接続しないでください。</p>
SCL	8	SCL端子(入力): プルアップ抵抗が必要。バックアップ電源での動作時にはディセーブルになります。

(※1) EVI端子とVDD端子の間に ESDダイオードがあるため。

2.3. 機能概要

RV-3032-C7は、32.768kHz水晶振動子と HF発振器を含む、高精度、超低消費電力のCMOS-ICベースのリアルタイムクロックモジュールです。32.768kHz水晶発振器からの直接出力とHF発振器からの出力周波数は内蔵のデジタル温度補償回路(DTCXO)での温度補償はされていません。工場出荷時の調整された補正値は EEPROM に保存されており、ユーザーはアクセスできません。またユーザーが経年変化を補正するために使用する EEPROM オフセットレジスタも備えています。

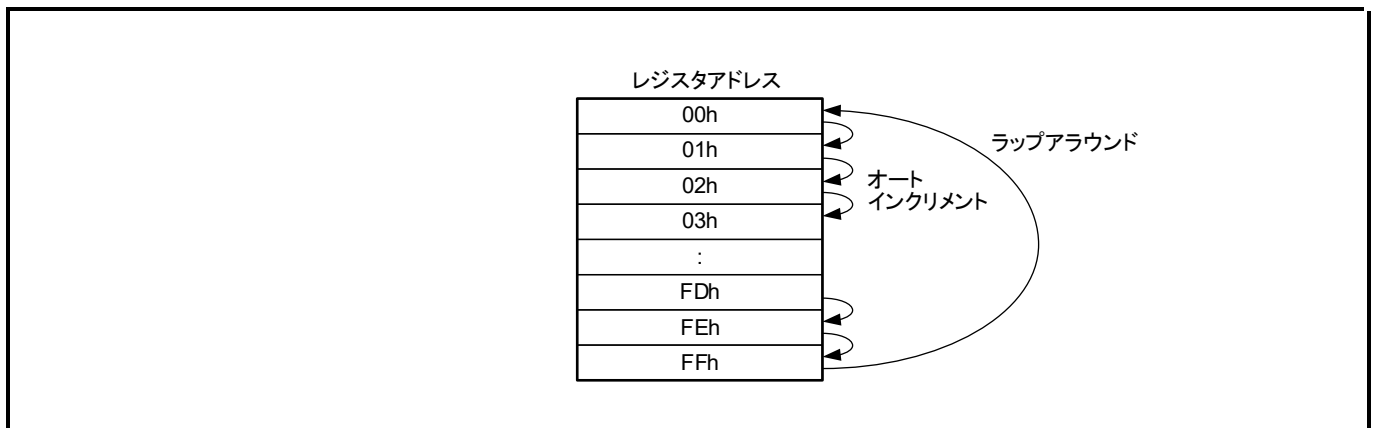
RV-3032-C7には、バックアップ電源自動切替え機能とチャージポンプ付きのトリクル充電機能があります。割り込み信号出力の INT端子は、VBACKUP電源状態でも動作します(外部イベント入力機能を除く)。CLKOUT端子のクロック出力は、I²Cインターフェイス上のコマンドを介して通常に有効にしたり、割り込み信号として使用することもできます。機能構成レジスタは EEPROM に永続的に保存され、対応するミラーRAMにミラーリングされるため、電源が切れた後でも RTC モジュールが正しく再設定されます。不注意による上書きを防止するため、時間レジスタ、制御レジスタ、構成レジスタはユーザーがプログラム可能なパスワードロックをかけることもできます。

RV-3032-C7 は 100 秒、秒、分、時 (24 時間モード)、曜日、日付、月、年 (うるう年補正あり) を含む標準的な時刻・カレンダー機能と、繰返しカウンタダウン タイマ、時刻更新、時刻更新、アラーム、温度低下検出、温度上昇検出、外部イベント入力、電圧低下、バックアップ電源自動切り替え、パワーオンリセットの割り込み信号機能があります。すべてのレジスタは、I²Cバス (2 線式インターフェイス) 経由でアクセスできます。

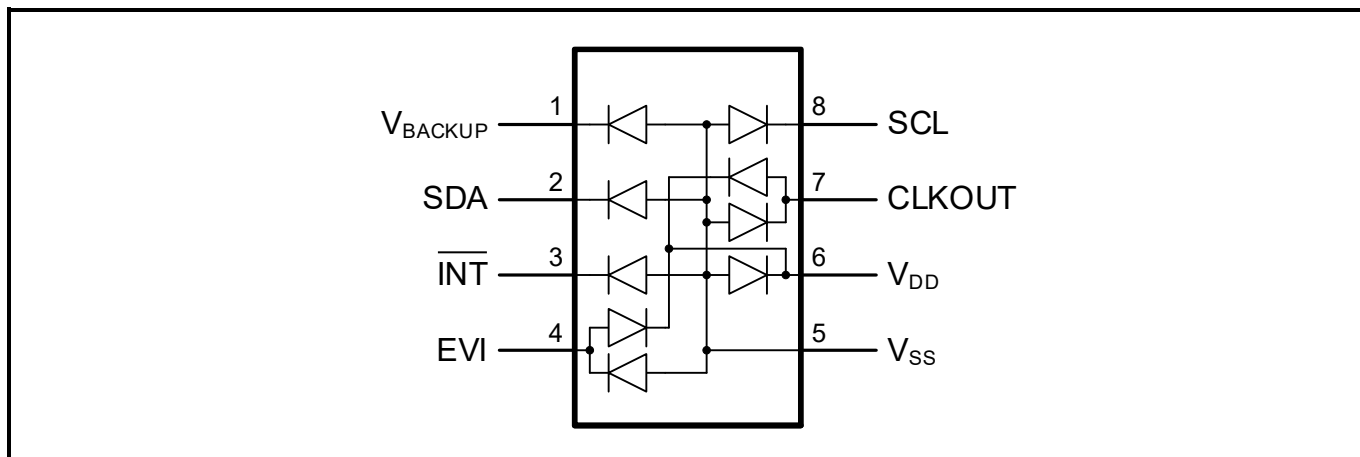
標準の RTC機能に加えて、0.0625°C/ステップの分解能で °C単位で読み取り可能な温度値と調整可能な温度基準値を備えた12ビット温度センサ機能があります。また、外部イベント、温度低下検出、および温度上昇検出の割り込み機能発生時のタイムスタンプ機能もあります。割り込みおよびタイムスタンプ機能は、VBACKUP 電源状態でも動作します (外部イベント機能を除く)。このモジュールは、16バイトのユーザーRAM と 32バイトのユーザー メモリ EEPROM も提供します。アラーム機能が必要な場合は別の RAM バイト (分アラーム、レジスタ 08h) をユーザーRAM として使用でき、繰返しカウンタダウンタイマ が使用されない場合は別のバイト (タイマ値 0、レジスタ 0Bh)、温度閾値の場合はさらに 2 バイトを使用できます。必要ありません (閾値 TLT および THT、レジスタ 16h および 17h)。

RAMレジスタには、レジスタアドレスを選択して、読み込みまたは書き込みのアクセスが可能です。1 回のアクセスで複数の読み取りまたは書き込みを実行でき、アドレスは各バイト後に自動的にインクリメントされます。アドレスが自動インクリメントされると、アドレス FFh からアドレス 00h までラップアラウンドが発生します (下図を参照)。すべてのレジスタとビットが実装されているわけではありません (一部未使用レジスタ・未使用ビットがあります)、すべてのレジスタはアドレス指定可能な8ビットレジスタとして設計されています。

RAMレジスタアドレスのオートインクリメント:



2.4. デバイス保護ブロックダイアグラム



3. レジスタ構成

- アドレス00h～4FhのRAMレジスタには、レジスタアドレスを選択し、読み込みまたは書き込み操作を実行することでアクセスします。1回のアクセスで複数の読み込みまたは書き込みを実行でき、アドレスは各バイトの後に自動的にインクリメントされます。
- アドレスC0h～CAhの構成レジスタは、EEPROMに記憶され、RAMにミラーリングされます。RAMミラーの場合、1回のアクセスで複数の読み込みまたは書き込みを実行でき、アドレスは各バイトの後に自動的にインクリメントされます。
- 汎用ビットとしてアドレスCBh～EAhに32バイトの不揮発性ユーザメモリEEPROMがあります。

以下の表に各レジスタの機能をまとめています。

3.1. レジスタ記号の記載方法

この表は、このマニュアル内のレジスタの機能の記載方法を示しています。

記載方法 (Conv.)	機能
R	読み込み専用。このレジスタへの書き込みは効果がありません。
W	書き込み専用。読み込むとき0を返します。
R/WP	読み込み:常に読み取り可能。書き込み:パスワードで書き込み保護できます。
WP	書き込み専用。読み込むとき0を返します。パスワードで書き込み保護できます。
*WP	EEPWLレジスタ:RAMミラーは書き込み専用です。読み込むと0を返します。 ロック解除するとEEPROMを読み込むことができます。
Prot.	保護されています。このレジスタへの書き込みは無効です。

3.2. レジスタテーブル

パワーオンリセット (POR) 後、全てのレジスタは「レジスタリセット値」の項の表の値にセットされます。

レジスタ定義: RAMレジスタ / アドレス00h~25h: ※ アドレスをクリックすると各レジスタの詳細説明ページに移動します。

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
00h	100 th 秒	R	80	40	20	10	8	4	2	1	
01h	秒	R/WP	○	40	20	10	8	4	2	1	
02h	分	R/WP	○	40	20	10	8	4	2	1	
03h	時間	R/WP	○	○	20	10	8	4	2	1	
04h	週	R/WP	○	○	○	○	○	4	2	1	
05h	日	R/WP	○	○	20	10	8	4	2	1	
06h	月	R/WP	○	○	○	10	8	4	2	1	
07h	年	R/WP	80	40	20	10	8	4	2	1	
08h	分 アラーム	R/WP	AE_M	40	20	10	8	4	2	1	
09h	時間 アラーム	R/WP	AE_H	○	20	10	8	4	2	1	
0Ah	日 アラーム	R/WP	AE_D	○	20	10	8	4	2	1	
0Bh	タイマー値 0	R/WP	128	64	32	16	8	4	2	1	
0Ch	タイマー値1	R/WP	○	○	○	○	2048	1024	512	256	
0Dh	ステータス(フラグ)	R/WP	THF	TLF	UF	TF	AF	EVF	PORF	VLF	
0Eh	温度 LSBs	R/WP	TEMP [3:0]				EEF	EEbusy	CLKF	BSF	
0Fh	温度 MSBs	R	TEMP [11:4]								
10h	制御(コントロール) 1	R/WP	-	-	GP0	USEL	TE	EERD	TD		
11h	制御(コントロール) 2	R/WP	-	CLKIE	UIE	TIE	AIE	EIE	GP1	STOP	
12h	制御(コントロール) 3	R/WP	-	-	-	BSIE	THE	TLE	THIE	TLIE	
13h	タイムスタンプ設定	R/WP	-	-	EVR	THR	TLR	EVOW	THOW	TLOW	
14h	クロック割り込みマスク	R/WP	CLKD	INTDE	CEIE	CAIE	CTIE	CUIE	CTHIE	CTLIE	
15h	外部イベント制御	R/WP	CLKDE	EHL	ET		○	○	○	ESYN	
16h	TLow 閾値	R/WP	TLT								
17h	THigh 閾値	R/WP	THT								
18h	タイムスタンプ TLow カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1	
19h	タイムスタンプ TLow 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1	
1Ah	タイムスタンプ TLow 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1	
1Bh	タイムスタンプ TLow 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1	
1Ch	タイムスタンプ TLow 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1	
1Dh	タイムスタンプ TLow 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1	
1Eh	タイムスタンプ TLow 年	R	80	40	20	10	8	4	2	1	
1Fh	タイムスタンプ THigh カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1	
20h	タイムスタンプ THigh 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1	
21h	タイムスタンプ THigh 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1	
22h	タイムスタンプ THigh 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1	
23h	タイムスタンプ THigh 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1	
24h	タイムスタンプ THigh 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1	
25h	タイムスタンプ THigh 年	R	80	40	20	10	8	4	2	1	

○ 読み込みのみ。常に 0。
 - 機能のないビット。読み込むと 0 を返します。

レジスタ定義: RAMレジスタ / アドレス26h~FFh: ※ アドレスをクリックすると各レジスタの詳細説明ページに移動します。

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
26h	タイムスタンプEVI カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1
27h	タイムスタンプEVI 1/100秒	R	80	40	20	10	8	4	2	1
28h	タイムスタンプEVI 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1
29h	タイムスタンプEVI 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1
2Ah	タイムスタンプEVI 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1
2Bh	タイムスタンプEVI 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1
2Ch	タイムスタンプEVI 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1
2Dh	タイムスタンプEVI 年	R	80	40	20	10	8	4	2	1
2Eh ~ 38h	予備レジスタ	Prot.	RESERVED							
39h	パスワード 0	W	PW [7:0]							
3Ah	パスワード 1	W	PW [15:8]							
3Bh	パスワード 2	W	PW [23:16]							
3Ch	パスワード 3	W	PW [31:24]							
3Dh	EE アドレス	R/WP	EEADDR							
3Eh	EE データ	R/WP	EEDATA							
3Fh	EE コマンド	WP	EECMD							
40h ~ 4Fh	ユーザーRAM (16 バイト)	R/WP	16 バイトユーザーRAM							
50h ~ BFh	予備レジスタ	Prot.	RESERVED							
CBh ~ FFh	予備レジスタ	Prot.	RESERVED							

○ 読み込みのみ。常に0。

※ アドレスをクリックすると各レジスタの詳細説明ページに移動します。

レジスタ定義 : (ミラーRAMを伴う) 機能設定EEPROMレジスタ / アドレス: C0h ~ CAh:

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C0h	EEPROM 電源設定	R/WP	-	NCLKE	BSM		TCR		TCM	
C1h	EEPROM オフセット	R/WP	PORIE	VLIE	OFFSET					
C2h	EEPROM クロック出力 1	R/WP	HFD [7:0]							
C3h	EEPROM クロック出力 2	R/WP	OS	FD	HFD [12:8]					
C4h	EEPROM 温度リファレンス 0	R/WP	TREF [7:0]							
C5h	EEPROM 温度リファレンス 1	R/WP	TREF [15:8]							
C6h	EEPROM パスワード 0	*WP	EEPW [7:0]							
C7h	EEPROM パスワード 1	*WP	EEPW [15:8]							
C8h	EEPROM パスワード 2	*WP	EEPW [23:16]							
C9h	EEPROM パスワード 3	*WP	EEPW [31:24]							
CAh	EEPROM パスワード 有効化	WP	EEPWE							

— : 機能のないビット。読み込むと0を返します。
 * WP : EEPWレジスタ:RAMミラーは書き込み専用です。読み込むと0を返します。
 ロック解除するとEEPROMを読み込むことができます。

レジスタ定義 : ユーザEEPROMレジスタ / アドレス: CBh ~ EAh:

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CBh ~ EAh	ユーザEEPROM (32 バイト)	R/WP	32バイト 不揮発性 ユーザEEPROM							

3.3. 時刻レジスタ

00h - 1/100秒 レジスタ

このレジスタは、1/100のカウンタを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 99 になります。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00h	1/100秒	R	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	100 th Seconds	00~99	BCD フォーマットの 100 分の 1 秒のカウンタ値です。 STOP ビットが 1 に設定されている場合、または秒レジスタに書き込みを行った場合、または EVI端子での外部イベント検出の場合に ESYN ビットが 1 の場合に、1/100秒レジスタの値は 00 にクリアされます (「時刻同期」を参照)。							

01h - 秒 レジスタ

このレジスタは、秒数を BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 になります。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
01h	秒	R/WP	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	Seconds	00~59	BCD フォーマットの秒数を保持します。 秒レジスタに書き込むと、1/100レジスタレジスタは 00 にクリアされます (ESYN ビット機能と同様)。STOP ビットが 1 の場合、1 Hzクロックが停止するため、秒レジスタの値は停止します (時刻同期を参照)。							

02h - 分 レジスタ

このレジスタは、分を BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 になります。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
02h	分	R/WP	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	Minutes	00~59	BCDフォーマットでの分の時刻情報。							

03h - 時間 レジスタ

このレジスタは、分をBCDフォーマットで保持します。値は00～23になります。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
03h	時間	R/WP	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	Hours	00～23	BCDフォーマットでの時間の時刻情報。							

3.4. カレンダー・レジスタ

04h - 曜日 レジスタ

このレジスタは現在の曜日を保持します。各値は、ユーザーによって割り当てられた1つの曜日を表します。値の範囲は0～6です。2000年～6カウント後に0に戻る単純な3ビットカウンタです。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
04h	曜日	R/WP	○	○	○	○	○	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:3	○	0	読み込みのみ。常に0。							
2:0	Weekday	0～6	曜日のカウンタ値。							
Weekday			Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
曜日カウンタ 1 - 初期値			0	0	0	0	0	0	0	0
曜日カウンタ 2								0	0	1
曜日カウンタ 3								0	1	0
曜日カウンタ 4								0	1	1
曜日カウンタ 5								1	0	0
曜日カウンタ 6								1	0	1
曜日カウンタ 7								1	1	0

05h - 日付 レジスタ

このレジスタは現在の日をBCDフォーマットにて保持します。値の範囲は01～31です。2000年～2099年までのうるう年を自動補正します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
05h	日付	R/WP	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	1
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	Date	01～31	日付のBCDフォーマットの値を保持します。初期値=01(01は有効な値です)							

06h - 月 レジスタ

このレジスタはBCDフォーマットでの現在の月の値を保持します。値の範囲は 01 ~ 12 です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
06h	月	R/WP	○	○	○	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	1
Bit	Symbol	Value	Description							
7:5	○	0	読み込みのみ。常に0。							
4:0	Month	01~12	BCDフォーマットの現在の月の値を保持します。							
Months			Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1月 - 初期値			0	0	0	0	0	0	0	1
2月						0	0	0	1	0
3月						0	0	0	1	1
4月						0	0	1	0	0
5月						0	0	1	0	1
6月						0	0	1	1	0
7月						0	0	1	1	1
8月						0	1	0	0	0
9月						0	1	0	0	1
10月						1	0	0	0	0
11月						1	0	0	0	1
12月						1	0	0	1	0

07h - 年 レジスタ

このレジスタはBCDフォーマットでの現在の年の値を保持します。値の範囲は 00 ~ 99 です。
2000年~2099年までのうるう年を自動補正します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
07h	年	R/WP	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	Year	00~99	BCDフォーマットの現在の年の値を保持します。初期値=00。							

3.5. アラーム・レジスタ

08h - 分アラーム

このレジスタは、分アラーム有効ビット AE_M の設定と、分のアラーム値を BCDフォーマットで保持します。値の範囲は 00 ~ 59 です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
08h	分アラーム	R/WP	AE_M	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	AE_M		分アラーム有効化ビット。AE_H および AE_D とともにアラームを有効にします (アラーム割り込みの使用を参照)。							
		0	分アラームが有効 - 初期値							
		1	分アラームが無効							
6:0	Minutes Alarm	00~59	BCDフォーマットで分アラームの値を保持							

09h - 時間アラーム

このレジスタは、時間アラーム有効ビット AE_H の設定と、時間のアラーム値を BCDフォーマットで保持します。値の範囲は 00 ~ 23 です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
09h	時間アラーム	R/WP	AE_H	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	AE_H		時間アラーム有効化ビット。AE_M および AE_D とともにアラームを有効にします。(アラーム割り込みの使用を参照)							
		0	時間アラームが有効 - 初期値							
		1	時間アラームが無効							
6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	Hours Alarm	00~23	BCDフォーマットで時間アラームの値を保持							

0Ah - 日付アラーム

このレジスタは、日付アラーム有効ビット AE_D の設定と、日付のアラーム値を BCDフォーマットで保持します。値の範囲は 01 ~ 31 です。2000年~2099年までの うるう年を自動補正します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Ah	日付アラーム	R/WP	AE_D	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	AE_D		日付アラーム有効化ビット。AE_M および AE_H とともにアラームを有効にします。(アラーム割り込みの使用を参照)							
		0	日付アラームが有効 - 初期値。							
		1	日付けアラームが無効。							
6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	Date Alarm	01~31	BCDフォーマットで日付アラームの値を保持 付アラームを使用する場合は、無効な値(00)を置き換える必要があります。有効な値(01~31)を指定します。(1)							
(1) デフォルト値 AE_D = 0 = 有効、Date = 01 (有効)、および Date Alarm = 00h (無効) であるため、初期設定の状態では POR 後にアラームは生成されません。										

3.6. 繰返しカウントダウンタイマ・レジスタ

0Bh – タイマー値 0

このレジスタでは、繰返しカウントダウンタイマの 12 ビットタイマ値 (プリセット値) の下位 8 ビットを設定します。このタイマ値は、ゼロになるとカウントダウンタイマに自動的にリロードされます。これにより、一定間隔の繰返しカウントダウンタイマ割り込みが可能になります (以下の計算を参照)。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Bh	タイマー値 0	R/WP	128	64	32	16	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	Timer Value 0	00h to FFh	バイナリ形式 (下位 8 ビット) の繰返しカウントダウンタイマのタイマー値 (繰返しカウントダウンタイマの使用を参照)。読み込むと、現在の値ではなく、プリセット値のみが返されます。繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能を使用しない場合は、レジスタ 0Bh を RAM バイトとして使用できます。							

0Ch – タイマー値 1

このレジスタでは、繰返しカウントダウンタイマの 12 ビット タイマ値 (プリセット値) の上位 4 ビットを設定します。このタイマー値は、ゼロに達すると、カウントダウンタイマに自動的にリロードされます。これにより、一定間隔の繰返しカウントダウンタイマ割り込みが可能になります (以下の計算を参照)。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Ch	タイマー値 1	R/WP	○	○	○	○	2048	1024	512	256
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:4	○	0	読み込みのみ。常に 0。							
3:0	Timer Value 1	0h to Fh	バイナリ形式 (上位 4 ビット) の繰返しカウントダウンタイマのタイマー値 (繰返しカウントダウンタイマの使用を参照)。読み込むと、現在の値ではなく、プリセット値のみが返されます。							

カウントダウンタイマ時間の計算:

$$\text{カウントダウン時間} = \frac{\text{タイマー値}}{\text{タイマ基準周波数}}$$

3.7. ステータス(フラグ)レジスタ

0Dh - ステータス(フラグ)レジスタ

このレジスタは、さまざまな割り込みイベントの発生や内部データの問題を検出するために使用されます。フラグレジスタは、読み取り/クリアのみが可能です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0		
0Dh	ステータス(フラグ)	R/WP	THF	TLF	UF	TF	AF	EVF	PORF	VLF		
	リセット値		0	0	0	0	0	X	1	0		
Bit	Symbol	Value	Description									
7	THF	温度上昇検出フラグ (温度上昇割り込み機能を参照)										
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、設定された温度上限しきい値 THT を超える発生を示しています。値 1 はユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。 ⁽¹⁾ THR ビットに 1 を書き込むと、THF も 0 にクリアされます。											
6	TLF	温度低下検出フラグ (温度低下割り込み機能を参照)										
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、設定された温度上限しきい値 TLT を下回る温度の発生を示しています。値 1 はユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。 ⁽¹⁾ TLF ビットに 1 を書き込むと、TLR も 0 にクリアされます。											
5	UF	定期時刻更新フラグ (「定期時刻更新割り込み機能」を参照)										
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、定期時刻更新割り込みイベントの発生を示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。											
4	TF	繰返しカウントダウンタイマーフラグ (「周繰返しカウントダウンタイマー割り込み機能」を参照)										
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、繰返しカウントダウン タイマー割り込みイベントの発生を示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。											
3	AF	アラームフラグ (アラーム割り込み機能を参照)										
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、アラーム割り込みイベントの発生を示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。ヒント: フラグは現在時刻が設定時刻と一致する増加時のみ設定されます (時刻が等しくなっている間に発生するものではありません)。											
2	EVF	外部イベントフラグ (「外部イベント割り込み機能」を参照)										
		X	リセット値 X は POR 時の EVI ピンの電圧に依存するため、初期設定でビットに 0 を書き込みクリアする必要があります。POR 時は EHL = 0 となるため、Low レベルは外部イベント割り込みと見なされます。X = 1 の場合は、EVI ピンで LOW レベルが検出されました事を示します。X = 0 の場合は、EVI ピンで LOW レベルが検出されていません。									
		0	イベントの検出無し									
1	事前に 0 に設定されている場合は、外部イベントの発生を示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。											
1	PORF	パワーオンリセットフラグ (パワーオンリセット割り込み機能を参照)										
		0	VDD 電源状態の間に VPOR (0.9 V) を下回る状態は検出されていません。									
1	事前に 0 に設定されている場合、VDD 電源状態で VPOR (0.9 V) 以下からの VDD 起動(POR)が発生したことを示します。デバイス内のデータは無効になっているため、全てのレジスタを初期化・再設定する必要があります。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。電源投入時 (POR)、値は 1 に設定されます。このフラグを使用するには、最初に 0 を書き込む必要があります。											
0	VLF	電圧低下フラグ (電圧低下割り込み機能を参照)										
		0	V _{LOW} (VDD または V _{BACKUP}) を下回る内部電圧の電圧降下は検出されません。電源投入 (POR) 時に、VLF フラグは自動的に 0 にクリアされます。									
1	事前に 0 に設定されている場合、V _{LOW} (通常 1.2 V) を下回る電圧降下を示します。サンプリング周波数は 1Hz です。デバイス内のデータは無効ではなくなる可能性があるため、すべてのレジスタを初期化・再設定する必要があります。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。内部電圧が V _{LOW} を下回る場合、温度補償は停止し、CLKOUT は LOW になり、I ² C インターフェイスは無効になります (VDD < 1.4 V)。											

(1) THF フラグと TLF フラグは、0Dh ステータスレジスタが 0 または 1 を使用して書き込まれるたびに常にリセットされます。

3.8. 温度レジスタ

0Eh – 温度 下位ビット(小数部分)

このレジスタは、温度値 TEMP [11:0] の 4 つの最下位ビット (LSB) を 2 の補数形式 (小数部) で保持します。このレジスタは、さまざまな割り込みイベントの発生や内部データの信頼性の問題を検出するためにも使用されます。

フラグ (EEF、CLKF、BSF) は読み取り/クリアのみ可能です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
0Eh	温度 LSBs	R/WP	TEMP [3:0]				EEF	EEbusy	CLKF	BSF	
	リセット値		0h → Xh				0	1 → 0	0	0	
Bit	Symbol	Value	Description								
7:4	TEMP [3:0]	0h to Fh	2 の補数形式の温度値 TEMP [11:0] の小数部分。(読み取り専用) 前回測定した内部温度の値を保存します。1/16 = 0.0625°C という高い測定分解能が可能になります。次頁の表を参照してください(「温度リファレンスの調整」の項も参照)。 内部温度の検知自体は毎秒自動的に行われます。POR の 1 秒後、最初の温度値 (Xh) が利用可能になります。 ヒント: レジスタ温度 MSB の整数部分 TEMP [11:4] は、TLow および THigh のしきい値と自動的に比較されます(「温度しきい値レジスタ」を参照)。								
3	EEF	EEPROM メモリ書き込みアクセス失敗フラグ (EEF フラグを参照)									
		0	前回の書き込みアクセスは成功しています。								
		1	事前に 0 に設定されている場合は、VDD が VDD:EEF (1.3 V) を下回ったために EEPROM 書き込みアクセスが失敗したことを示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。								
2	EEbusy	EEPROM メモリビジーステータスビット (読み取り専用) (EEBUSY ビットを参照)									
		0	転送は完了しています。								
		1	EEPROM が現在読み取りまたは書き込み要求を処理中であり、現在のコマンドが終了するまでそれ以降のコマンドを無視することを示します。電源投入時 (POR)、自動でリフレッシュされます。この最初のリフレッシュの時間は tPREFR = ~66 ミリ秒です。リフレッシュの終了後、EEbusy は自動的に 0 にクリアされます。								
1	CLKF	クロック出力割り込みフラグ (「割り込み制御クロック出力」を参照)									
		0	イベントの検出無し								
		1	事前に 0 に設定されている場合は、CLKOUT 端子からの割り込み駆動クロック出力の発生を示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。								
0	BSF	バックアップ電源切替えフラグ (自動バックアップ電源切り替え機能を参照)									
		0	バックアップ電源切替えは検出されていません。電源投入 (POR) 時に、このフラグは自動的に 0 にクリアされます。バックアップ電源切替え機能が無効な場合 (BSM フィールド = 00 または 11)、BSF は常にロジック 0 です。								
		1	あらかじめ 0 に設定されている場合は、主電源 VDD から VBACKUP への切り替えが発生したことを示します。RTC モジュールが VDD 電源状態の間に、値 1 はビットに 0 を書き込むことでクリアできます。								

0Fh - 温度 上位ビット(整数部分)

このレジスタは、温度値 TEMP [11:0] の 8 つの最上位ビット (MSB) を 2 の補数形式 (整数部分) で保持します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Fh	温度 MSBs	R	TEMP [11:4]							
	リセット値		00h → XXh							
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TEMP [11:4]	00h to FFh	2 の補数形式の温度値 TEMP [11:0] の整数部分 (読み取り専用)。 測定された内部温度の最後の値を 1°C (整数) の分解能で 2 の補数形式で保存します。下表を参照してください (「温度基準調整」も参照)。 内部温度の検知自体は毎秒自動的に行われます。 パワーオンリセット (POR) の 1 秒後から最初の温度値 (XXh) が利用可能になります。TEMP [11:4] 値は、T _{Low} および T _{High} しきい値と自動的に比較されます (「温度しきい値レジスタ」を参照)。							

温度とデータの関係:

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Eh	温度 下位ビット	R/WP	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	EEF	EEbusy	CLKF	BSF
0Fh	温度 上位ビット	R	Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

12ビット温度の例:

TEMP [11:0] の値	16進法表示	10進法表示	符号付き 10 進数 (2の補数)	温度 °C (*)
0111'1111'1111	7FF	2047	2047	127.9375
0110'1001'0000	690	1680	1680	105
0101'0101'0000	550	1360	1360	85
0100'1011'0000	4B0	1200	1200	75
0011'0010'0000	320	800	800	50
0001'1001'0000	190	400	400	25
0000'0001'0000	010	16	16	1
0000'0000'0100	004	4	4	0.25
0000'0000'0001	001	1	1	0.0625
0000'0000'0000 (default)	000	0	0	0
1111'1111'1111	FFF	4095	-1	-0.0625
1111'1111'1100	FFC	4092	-4	-0.25
1111'1111'0000	FF0	4080	-16	-1
1110'0111'0000	E70	3696	-400	-25
1101'1000'0000	D80	3456	-640	-40
1000'0000'0000	800	2048	-2048	-128

(1) °C 単位の温度値 = 符号付き 10 進数 / 16 = 符号付き 10 進数 × 0.0625。
 1°C 未満の分解能が必要な場合は、温度 LSB バイト (TEMP [3:0]) を読み取る必要はありません。
 温度センサは、RV-3032-C7 モジュールの動作温度 (-40 ~ +105 °C) の範囲外では動作させないでください。

注: 温度 LSB および温度 MSB レジスタはブロッキング / シャドウイングを認識しません。

有効な 12 ビットの温度値を取得するには、TEMP [11:0] 値を 1 Hz チック (時刻クロック) の直後、または 1 Hz チックの 1 ミリ秒以上前までに読み取る必要があります (または TEMP [11:0] 値を 2 回読み取り比較する方法もあります)。

3.9. 制御(コントロール)レジスタ

10h - 制御(コントロール)1

このレジスタは、時刻更新割り込み機能の秒または分の指定と、繰返しカウントダウンタイマの動作の選択及びタイマ周波数の設定に使用されます。機能設定レジスタのオートリフレッシュ機能の無効化/有効化の設定にも使用されます。

(読み込み: 常に読み込み可/書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
10h	制御(コントロール)1	R/WP	-	-	GP0	USEL	TE	EERD	TD	
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	-	0	未実装ビット。読み込むと 0 を返します。							
5	GP0	0 or 1	汎用レジスタビット。							
4	USEL	時刻更新割り込み選択ビット。 時刻更新割り込み機能の秒更新または分更新を指定します。 (時刻更新割り込み機能を参照) STOP ビットが 1 に設定されると、割り込み機能が停止します。秒レジスタに書き込みがあった場合、または EVI 端子で外部イベントが検出された場合に ESYN ビットが 1 となっている場合、現在の時刻更新期間の長さは影響を受けます(「時間同期」の項を参照)。								
		0	秒時刻更新(自動クリア時間 $t_{RTN2} = 500$ ms)。- 初期値							
		1	分の時刻更新(自動クリア時間 $t_{RTN2} = 15.6$ ms)。							
3	TE	繰返しカウントダウンタイマ有効化ビット。このビットは、繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能の開始/停止設定を制御します。 (「繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能」を参照)。								
		0	繰返しカウントダウンタイマを停止 - 初期値							
		1	繰返しカウントダウンタイマを開始(タイマ値レジスタに設定されたプリセット値からカウントダウンが開始されます。)							
2	EERD	EEPROM メモリリフレッシュ無効化ビット。1 の場合、EEPROM メモリからの機能設定レジスタのオートリフレッシュが無効になります。 (「オートリフレッシュ(すべての機能設定EEPROM → RAM)」を参照)。								
		0	リフレッシュが有効になっています。機能設定レジスタ内のすべてのデータは、EEPROM に保存されているデータによって 24 時間ごとに日付変更時(午前 0 時前の最後の 1 秒の始まり)に更新されます。このオートリフレッシュの時間は $t_{AREFR} = \sim 3.5$ ミリ秒です。リフレッシュは、RTC が V_{BACKUP} 電源ではなく、 $V_{DD} \geq V_{LOW}$ の場合にのみアクティブになります。- 初期値							
		1	オートリフレッシュは無効(ディセーブル)。							
1:0	TD	タイマクロック周波数の選択。繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能のカウントダウンクロック周波数を設定します。この設定により、自動リセット時間 t_{RTN1} も決まります。下表を参照してください(「繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能」も参照)。 クロックソースが秒更新(1 Hz)または分更新(1/60 Hz)に設定されている場合、カウントダウンと割り込みの両方のタイミングはクロック更新のタイミングと調整されますが、最大ジッターは 30.5 μ s です。 STOP ビットが 1 に設定されると、割り込み機能が停止します。秒レジスタが書き込まれた場合、または EVI 端子で外部イベントを検出した場合に ESYN ビットが 1 に設定されている場合は、現在のカウントダウン期間の長さは影響を受けます(「時間同期」の項を参照)。								
		00 to 11								
TD 設定値	タイマ周波数	カウントダウン時間	自動リセット(クリア)時間 t_{RTN1}				STOP ビット			
00	4096 Hz - Default value	244.14 μ s	122 μ s				STOP ビットが 1 に設定されると、割り込み機能が停止します(「時刻同期」の項も参照)。			
01	64 Hz	15.625 ms	7.813 ms							
10	1 Hz	1 s								
11	1/60 Hz	60 s								

11h - 制御(コントロール) 2

このレジスタは、CLKOUT端子からの割り込み制御クロック出力の有効化ビット、INT端子からの割り込み信号出力の有効化ビット、時刻・カレンダー動作の停止/開始のステータスを制御するビット (STOPビット) があります。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
11h	制御(コントロール) 2	R/WP	-	CLKIE	UIE	TIE	AIE	EIE	GP1	STOP
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	-	0	未実装ビット。読み込むと0を返します。							
6	CLKIE	0	割り込み制御クロック出力が無効 - 初期値							
		1	1 に設定すると、クロック割り込みマスク (レジスタ 14h) およびレジスタ EEPROM クロック出力 1、および EEPROM クロック出力 2 (C2h および C3h) でのクロック設定に従って、割り込み発生時にCLKOUT端子からクロック出力が自動で出力開始します。この機能は、VBACKUP電源状態では無効になります。(VDD 電源状態に戻ったときのクロック出力)。							
5	UIE	0	時刻更新割り込みイネーブルビット (「時刻更新割り込み機能」を参照)							
		1	時刻更新イベントが発生すると、INT端子で割り込み信号が生成され、UF フラグがセットされます。INT端子からの割り込み信号は、 $t_{RTN2} = 500 \text{ ms}$ (秒更新) 後、または $t_{RTN2} = 15.6 \text{ ミリ秒}$ (分更新) 後に自動的にクリアされます。(1)							
4	TIE	0	繰返しカウントダウンタイム割り込み有効化ビット (「繰返しカウントダウンタイム割り込み機能」を参照)							
		1	繰返しカウントダウン タイムイベントが発生すると、INT端子から割り込み信号出力が生成されます。割り込み信号は以下の時間で自動的にクリアされます $t_{RTN1} = 122 \mu\text{s}$ (TD=00) または $t_{RTN1} = 7.813 \text{ ms}$ (TD = 01、10、11) 後。(1)							
3	AIE	0	アラーム割り込み有効化ビット (「アラーム割り込み機能」を参照)							
		1	アラーム イベントが発生すると、INT端子に割り込み信号が生成されます。INT端子の信号は、AF フラグが 0 にクリアされる まで保持されます。(自動クリアなし) (1)							
2	EIE	0	外部イベント割り込み有効化ビット (「外部イベント割り込み機能」と「割り込みスキーム」を参照)							
		1	外部イベント入力が発生すると、INT端子に割り込み信号が生成されます。INT端子の信号は、EVF フラグが 0 にクリアされる まで保持されます。(自動クリアなし) (1)							
1	GP1	0 or 1	汎用レジスタ・ビット。							
0	STOP	0	STOPビット。このビットはソフトウェアベースの時間調整 (同期) に使用されます。 (「STOPビット機能」を参照)。							
		1	STOPビットの動作無し - 初期値 クロック プリスケーラーの周波数をの4096 Hz から 1 Hz を停止してリセットし、1/100 秒レジスタは 00 にリセットされます。 現在記憶されているかもしれない 1 Hz 更新 (1チック) もリセットされます。 ・次の機能が停止します: 時刻・カレンダー、アラーム、クロック出力、タイマー・クロック、時刻更新クロック、EVI入力フィルタ、温度測定、温度補償動作、THT および TLT 値との温度比較動作 (『時刻同期』も参照)。 外部イベント割り込み機能はまだ動作していますが、有用なデータを提供できません。							

(1) CLKOUT端子出力開始の割り込み遅延は、INTDE ビットをセットすることで有効にできます。

12h - 制御(コントロール) 3

このレジスタは、温度検出の有効化と、INT端子の割り込みイベント出力を制御するために使用されます。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
12h	制御(コントロール) 3	R/WP	-	-	-	BSIE	THE	TLE	THIE	TLIE	
	Reset		0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	Symbol	Value	Description								
7:5	-	0	未実装ビット。読み込むと 0 を返します。								
4	BSIE	バックアップ電源切替え割り込みイネーブルビット (「バックアップ電源切替え機能」及び「バックアップ電源切替え割り込み機能」を参照)									
		0	バックアップ電源切替えのイベントが発生しても割り込み信号は出力しません。信号出力時に1→0に変更されると割り込み信号はクリアされます。- 初期値								
1		外部イベント入力が発生すると、INT端子に割り込み信号が生成されます。INT端子の信号は、BSF フラグが 0 にクリアされるまで保持されます。(自動クリアなし) (1)									
3	THE	温度上昇検出有効化ビット (「温度上昇検出割り込み機能」を参照)									
		0	高温検出機能が 無効 - 初期値								
1		プログラム可能な温度上限しきい値による高温検出と、対応するタイムスタンプ機能を有効にします。TEMP [11:4] > THT になり高温検出されると、イベントが 1 秒ごとに生成されます。									
2	TLE	温度低下有効化ビット (「温度低下検出割り込み機能」を参照)									
		0	温度低下検出機能が 無効 - 初期値								
1		プログラム可能な温度上限しきい値による温度低下検出と、対応するタイムスタンプ機能を有効にします。TEMP [11:4] < TLT になり温度低下が検出されると、イベントが 1 秒ごとに生成されます。									
1	THIE	温度上昇割り込み有効化ビット (「温度上昇検出割り込み機能」及び「割り込みスキーム」を参照)									
		0	温度上昇検出のイベントが発生しても割り込み信号は出力しません。また信号出力時に1→0に変更されると割り込み信号はクリアされます。- 初期値								
1		温度上昇が検出されると、INT端子に割り込み信号が生成されます。INT端子の信号は、THF フラグが 0 にクリアされるまで保持されます (自動クリアなし)。(1) (2)									
0	TLIE	温度低下検出割り込み有効化ビット (「温度低下検出割り込み機能」及び「割り込みスキーム」を参照)									
		0	温度低下検出のイベントが発生しても割り込み信号は出力しません。また信号出力時に1→0に変更されると割り込み信号はクリアされます。- 初期値								
1		温度低下が検出されると、INT端子に割り込み信号が生成されます。INT端子の信号は、TLF フラグが 0 にクリアされるまで保持されます (自動クリアなし)。(1) (2)									
(1) CLKOUT端子出力開始の割り込み遅延は、INTDE ビットをセットすることで有効にできます。											
(2) THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。											

3.10. タイムスタンプ制御レジスタ

13h - タイムスタンプ制御

このレジスタでは、タイムスタンプの値を保持します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
13h	タイムスタンプ制御	R/WP	○	○	EVR	THR	TLR	EVOW	THOW	TLOW	
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0	
Bit	Symbol	Value	Description								
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。								
5	EVR	タイムスタンプ EVI リセットビット (「タイムスタンプ EVI 機能」を参照)									
		0	無効 - 初期値。								
4	THR	タイムスタンプ THigh リセットビット (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)									
		0	無効 - 初期値。								
3	TLR	タイムスタンプ TLow リセットビット (タイムスタンプ TLOW 機能を参照)									
		0	無効 - 初期値。								
2	EVOW	タイムスタンプ EVI 上書きビット。TS EVI レジスタの上書き機能を制御します。 (TS EVI 1/100 秒から TS EVI 年)。 TS EVI カウント レジスタは、上書きビット EVOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。(「タイムスタンプ EVI 機能」を参照)									
		0	最初に発生したイベントのタイムスタンプが記録されて EVI レジスタに残ります。- 初期値 最初のイベント検出機能を初期化または再初期化するには、EVR ビットに 1 を書き込み、すべての TS EVI レジスタをクリアする必要があります (EVI 端子 = HIGH の場合には、POR も同じ効果があります)。 (注記)タイムスタンプ EVI 機能では、TS EVI カウント レジスタでのみ最初または最後のイベントの検出を判断します。そのため、TS EVI カウント レジスタが 255 から 0 にオーバーフローすると、次のイベントが初回の値になります。 (「タイムスタンプ EVI 機能のスキーム」も参照)。								
1	THOW	タイムスタンプ THigh 上書きビット。TS THigh レジスタの上書き機能を制御します。 (TS THigh 秒から TS THigh 年まで)。TS THigh Count レジスタは、上書きビット THOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。 (「温度上昇検出タイムスタンプ機能」を参照)									
		0	最初に発生したイベントのタイムスタンプが記録され、TS THigh レジスタに残ります。- 初期値 最初のイベント検出機能を初期化または再初期化するには、THR ビットに 1 を書き込み、すべての TS THigh レジスタをクリアする必要があります (POR も同じ効果があります)。								
0	TLOW	タイムスタンプ TLow 上書きビット。TS TLow レジスタの上書き機能を制御します。 (TS TLow 秒から TS TLow 年)。TS TLow Count レジスタは、上書きビット TLOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。 (「高温度低下検出タイムスタンプ機能」を参照)									
		0	最初に発生したイベントのタイムスタンプが記録され、TS TLow レジスタに残ります。- 初期値 最初のイベント検出機能を初期化または再初期化するには、TLR ビットに 1 を書き込み、すべての TS TLow レジスタをクリアする必要があります (POR は同じ効果があります)。								
			1	最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録され、TS TLow レジスタが上書きされます。							

3.11. クロック割り込みマスク・レジスタ

14h - クロック割り込みマスク

このレジスタは、I²C ストップ・コンディション後の クロック出力・オフ遅延と、クロック出力・オン後の割り込み遅延を有効にするために使用されます。またクロック割り込みの各割り込みイベントへの紐づけを設定します。ビットを 1 に設定すると、対応する割り込みイベントが選択されます（複数の割り込みイベントを選択できます）。電源投入後（パワーオンリセット後）は、割り込みイベントは選択無しになっています（「割り込みスキーム」および「クロック出力スキーム」を参照）。

（読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
14h	クロック割り込みマスク	R/WP	CLKD	INTDE	CEIE	CAIE	CTIE	CUIE	CTHIE	CTLIE
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	CLKD		I ² C ストップコンディション後のクロック出力・スイッチオフの遅延値選択ビット。 EVI 制御レジスタの CLKDE ビットが 1 に設定されている場合にのみ適用されます。 （「I ² C ストップ・コンディション後の CLKOUT オフ遅延」を参照）							
		0	遅延時間 = Typ. 値で $t_{2C,CLK} = 1.4 \text{ ms}$ 。 - 初期値							
		1	遅延時間 = Typ. 値で $t_{2C,CLK} = 75 \text{ ms}$ 。							
6	INTDE		クロック出力・オン後の割り込み遅延有効ビット。EEPROM PMU レジスタの NCLKE ビットが 1 に設定されている場合 (CLKOUT が直接イネーブルされていない状態)、および CEIE、CAIE、CTIE、CUIE、CTHIE、または CTLIE によってイネーブルされた割り込み にのみ有効です（「クロック出力・オン後の割り込み遅延」を参照）。							
		0	遅延時間無し - 初期値。							
		1	1/256 秒 ~ 3/512 秒 $\approx 3.9 \text{ ms} \sim 5.9 \text{ ms}$ の遅延時間 $t_{CLK,INT}$ を有効にします。							
5	CEIE		EVI 割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の EI 信号 が選択されます ⁽¹⁾							
4	CAIE		アラーム割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の AI 信号 が選択されます ⁽¹⁾							
3	CTIE		繰返しカウンタダウンタイム割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の TI 信号 が選択されます ⁽¹⁾ TD = 00 (4096 Hz) が選択されている場合、割り込み遅延は追加されません。							
2	CUIE		時刻更新割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の UI 信号 が選択されます ⁽¹⁾							
1	CTHIE		温度上昇検出割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の THI 信号 が選択されます ⁽¹⁾							
0	CTLIE		温度低下検出割り込み時のクロック出力 有効化ビット							
		0	無効 - 初期値。							
		1	有効。内部の TLI 信号 が選択されます ⁽¹⁾							

⁽¹⁾ CLKOUT オン後の割り込み遅延は、INTDE ビットをセットすることでアクティブにできます。

3.12. EVI (外部イベント入力) 制御レジスタ

15h – EVI (外部イベント入力) 制御

このレジスタは、EVI端子のイベント検出を制御します。EHL ビットに応じてハイレベルまたはローレベル（または立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジ）での検出を設定します。さらに、ET フィールドでサンプリング時間 t_{SP} を選択することにより、デジタルグリッチフィルタリングを EVI 信号に適用できます（チャタリング対策）。さらに、このレジスタは、I²C ストップ・コンディション後の CLKOUT オフ遅延のイネーブル ビットと外部イベント同期ビットが含まれます。

（読み込み: 常に読み込み可／書き込み: パスワードロックが可能）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
15h	EVI 制御	R/WP	CLKDE	EHL	ET		○	○	○	ESYN
	リセット機能		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	CLKDE	クロック出力スイッチ・オフ I ² C ストップ・コンディション後の遅延 有効化ビット								
		0	無効 - 初期値。							
		1	スイッチ・オフ遅延が有効。遅延時間 $t_{12C,CLK}$ はクロック割り込みマスクレジスタの CLKD ビットで選択できます。							
6	EHL	外部イベント入力 High/Low レベル (立上がり/立下りエッジ) 検出の選択 (「外部イベント割り込み機能」を参照)								
		0	立下りエッジ (ET = 00) またはローレベル (ET ≠ 00) を EVI ピンの外部イベントとみなされます。 - 初期値							
		1	立上りエッジ (ET = 00) またはハイレベル (ET ≠ 00) を EVI ピンの外部イベントとみなされます。							
5:4	ET	イベントフィルタリング時間の設定。EVI 信号のサンプリングにより、EVI 端子入口にデジタルフィルタリングを適用します。 (「外部イベント割り込み機能」を参照)								
		00	フィルタリング無し / エッジ検出 - 初期値。							
		01	サンプリング周期 $t_{SP} = 3.9 \text{ ms}$ (256 Hz)。エッジとレベルの検出。							
		10	サンプリング周期 $t_{SP} = 15.6 \text{ ms}$ (64 Hz)。エッジとレベルの検出。							
		11	サンプリング周期 $t_{SP} = 125 \text{ ms}$ (8 Hz)。エッジとレベルの検出。							
3:1	○	0	読み込みのみ。常に0。							
0	ESYN	外部イベント (EVI) 同期ビット。このビットは、ハードウェアベースの時刻同期に使用されます (「ESYN ビット機能」を参照)。								
		0	無効 - 初期値。							
		1	EVI 端子での外部イベント検出の場合、4096 Hz ~ 1 Hz のクロックプリスケアラ周波数がリセットされ、1/100 秒レジスタが 00 にリセットされます。現在記憶されている 1 Hz チックの更新もリセットされます。外部イベントが発生すると、常にタイムスタンプ EVI が最初に作成され、次に 1/100 秒レジスタが 00 にクリアされます。 イベント検出後、ESYN ビットは自動的に 0 にリセットされます。1 の場合、イベントが発生する前に ESYN ビットを 0 にリセットすることで同期機能をキャンセルできます。							

3.13. 温度しきい値設定レジスタ

16h - 低温しきい値の設定

このレジスタでは、ユーザーは温度 MSB レジスタの TEMP [11:4] 値と比較される温度下限しきい値 TLT を設定できます。TLT は、TEMP [11:4] と同じ 2 の補数形式で保存されます（「温度レジスタ」を参照）。

（読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
16h	低温しきい値	R/WP	TLT							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TLT	-128 to 127	TEMP [11:4] と同様の 2 の補数形式の 1°C ステップの温度下限しきい値。内部温度の整数部分 TEMP [11:4] がこの値と自動で比較されます。TEMP [11:4] < TLT の場合、イベントが生成されます。（「温度レジスタ」、「温度低下割り込み機能」、および「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照）。							

17h - 高温しきい値の設定

このレジスタでは、ユーザーは温度 MSB レジスタの TEMP [11:4] 値と比較される温度上限しきい値 THT を設定できます。THT は、TEMP [11:4] と同じ 2 の補数形式で保存されます（温度レジスタを参照）。

（読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
17h	高温しきい値	R/WP	THT							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	THT	-128 to 127	TEMP [11:4] と同様の 2 の補数形式での 1°C ステップの温度上限しきい値。内部温度の整数部分 TEMP [11:4] がこの値と自動で比較されます。TEMP [11:4] > THT の場合、イベントが生成されます。（「温度レジスタ」、「温度上昇割り込み機能」、および「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照）。							

3.14. タイムスタンプ TLOW レジスタ

7バイトのタイムスタンプ TLow レジスタ (タイムスタンプ TLow カウント、タイムスタンプ TLow 秒から TS TLow 年まで)。(タイムスタンプ TLow 機能を参照)。

18h - タイムスタンプ TLow カウント

このレジスタは 温度低下イベント (TEMP [11:4] < TLT) の発生数が標準バイナリ形式で記録されます。値の範囲は 0 ~ 255 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
18h	タイムスタンプ TLow カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS TLow Count	0 to 255	温度低下イベントの発生数。バイナリ形式。オーバーフローが発生した場合、カウンタは再び 00h から始まります。 ・ビット TLE = 0 で イベントのカウントは停止します。 ・ビット TLE = 1 で、イベントのカウントは動作します。 TS TLow Count レジスタは、上書きビット TLOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow カウント レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。							

19h - 秒・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『秒』のタイムスタンプを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
19h	タイムスタンプ TLow 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS TLow Seconds	00 to 59	BCDフォーマットにて秒の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Secondsレジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。							

1Ah - 分・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『分』のタイムスタンプを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Ah	タイムスタンプ TLow 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS TLow Minutes	00 to 59	BCDフォーマットにて分の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントの分のタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Minutesレジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。							

1Bh - 時間・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『時間』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は00～23です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Bh	タイムスタンプ TLow 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS TLow Hours	00 to 23	BCDフォーマットにて時間の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Hours レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。							

1Ch - 日・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『日』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は01～31です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Ch	タイムスタンプ TLow 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS TLow Date	01 to 31	BCDフォーマットにて日の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Date レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。 POR 後または TLR ビットによるリセット後の値 00 は、温度低減タイムスタンプが記録されるときに有効な値 (01～31) に置き換えられます。							

1Dh - 月・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『月』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は01～12です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Dh	タイムスタンプ TLow 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:5	○	0	読み込みのみ。常に0。							
4:0	TS TLow Month	01 to 12	BCDフォーマットにて月の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Date レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。 POR 後または TLR ビットによるリセット後の値 00 は、温度低減タイムスタンプが記録されるときに有効な値 (01～12) に置き換えられます。							

1Eh - 年・タイムスタンプ TLow

このレジスタは、温度低下時の『年』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は00～99です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Eh	タイムスタンプTLow 年	R	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS TLow Year	00 to 99	BCDフォーマットにて年の温度低下タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット TLE = 1)、TLOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ TLow リセットビット TLR に 1 が書き込まれると、TS TLow Hoursレジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ TLOW 機能」を参照)。							

3.15. タイムスタンプ THIGH レジスタ

7バイトのタイムスタンプ TLow レジスタ (タイムスタンプ THigh カウント、タイムスタンプ THigh 秒から TS THigh 年まで)。
(タイムスタンプ THigh 機能を参照)

1Fh - タイムスタンプ THigh カウント

このレジスタは 温度上昇イベント (TEMP [11:4] > THT) の発生数が標準バイナリ形式で記録されます。
値の範囲は 0 ~ 255 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1Fh	タイムスタンプ THigh カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS THigh Count	0 to 255	温度上昇イベントの発生数。バイナリ形式。オーバーフローが発生した場合、カウンタは再び 00h から始まります。 ・ビット THE = 0 で イベントのカウンタは停止します。 ・ビット THE = 1 で、イベントのカウンタは動作します。 TS THighCount レジスタは、上書きビット THOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。タイムスタンプ TLHigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh カウント レジスタは 00h にリセットされます。 (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)							

20h - 秒・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『秒』のタイムスタンプを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
20h	タイムスタンプ THigh 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS THigh Seconds	00 to 59	BCDフォーマットにて秒の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Seconds レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。							

21h - 分・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『分』のタイムスタンプを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
21h	タイムスタンプ THigh 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS THigh Minutes	00 to 59	BCDフォーマットにて分の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Minutes レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。							

22h - 時間・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『時間』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は00～23です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
22h	タイムスタンプ THigh 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS THigh Hours	00 to 23	BCDフォーマットにて時間の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Hours レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。							

23h - 日・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『日』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は01～31です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
23h	タイムスタンプ THigh 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS THigh Date	01 to 31	BCDフォーマットにて日の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Date レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。 POR 後または THR ビットによるリセット後の値 00 は、温度低温タイムスタンプが記録されるときに有効な値 (01 ~ 31) に置き換えられます。							

24h - 月・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『月』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は01～12です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
24h	タイムスタンプ THigh 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:5	○	0	Read only. Always 0.							
4:0	TS THigh Month	01 to 12	BCDフォーマットにて月の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Month レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。 POR 後または THR ビットによるリセット後の値 00 は、温度低温タイムスタンプが記録されるときに有効な値 (01 ~ 12) に置き換えられます。							

25h - 年・タイムスタンプ THigh

このレジスタは、温度上昇時の『年』のタイムスタンプをBCDフォーマットで保持します。値は00～99です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
25h	タイムスタンプTHigh 年	R	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS THigh Year	00 to 99	BCDフォーマットにて年の温度上昇タイムスタンプを保持します。有効に設定されている場合 (ビット THE = 1)、THOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが記録されます。 タイムスタンプ THigh リセットビット THR に 1 が書き込まれると、TS THigh Year レジスタは 00h にリセットされます (「タイムスタンプ THIGH 機能」を参照)。							

3.16. 外部イベントタイムスタンプ・レジスタ

8つの外部イベントタイムスタンプ・レジスタ（外部イベントTS・カウント、及び外部イベントTS 1/100秒 から外部イベントTS 年まで）（「外部イベントタイムスタンプ」を参照）。

26h - 外部イベントタイムスタンプ・カウント

このレジスタは EVI 端子の外部イベント入力の発生数をバリナリフォーマットで保持します。値の範囲は 0 ~ 255 です。

（読み込みのみ。書き込みは無効）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
26h	タイムスタンプEVI カウント	R	128	64	32	16	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	X
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS EVI Count	0 to 255	<p>EVI 端子入力の外部イベントの発生数。バイナリコードで記録されます。オーバーフローが発生した場合にはカウンタは再び 00h から始まります。TS EVI Count レジスタは、上書き EVOW ビットの設定に関係なく、常にイベントをカウントします。</p> <p>TS EVI Countレジスタは、タイムスタンプ EVI リセットビット:EVR に 1 が書き込まれると 00h にリセットされます（タイムスタンプ EVI 機能を参照）。リセット値 X は、POR 時の EVI ピンの電圧によって異なります。POR 時は EHL = 0 となるため、Lowレベルは外部イベント割り込みと見なされません。</p> <p>X = 1 の場合、EVI ピンで LOW レベルが検出されています。</p> <p>X = 0 の場合、EVI ピンで LOW レベルは未検出です。</p>							

27h - 外部イベントタイムスタンプ・1/100秒レジスタ

このレジスタは『1/100 秒』の外部イベントタイムスタンプを BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 99 です。

（読み込みのみ。書き込みは無効）

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
27h	タイムスタンプ EVI 1/100秒	R	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS EVI 100 th Seconds	00 to 99	<p>外部イベント タイムスタンプの『1/100 秒』の値をBCDフォーマットにて保持します。EVOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプ値が保持されます。</p> <p>タイムスタンプ EVI リセットビット:EVR に 1 が書き込まれると、タイムスタンプEVI 1/100 秒レジスタは 00h にリセットされます（タイムスタンプ EVI 機能を参照）。</p>							

28h - 外部イベントタイムスタンプ・秒レジスタ

このレジスタは『秒』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
28h	タイムスタンプEVI: 秒	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS EVI Seconds	00 to 59	『秒』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。EVOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。 タイムスタンプ EVI リセットビット: EVR に 1 が書き込まれると、TS EVI Seconds レジスタは 00h にリセットされます (タイムスタンプ EVI 機能を参照)。							

29h - 外部イベントタイムスタンプ・分レジスタ

このレジスタは『分』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 59 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
29h	タイムスタンプEVI: 分	R	○	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	○	0	読み込みのみ。常に0。							
6:0	TS EVI Minutes	00 to 59	『分』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。EVOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。 タイムスタンプ EVI リセットビット: EVR に 1 が書き込まれると、TS EVI Minutes レジスタは 00h にリセットされます (タイムスタンプ EVI 機能を参照)。							

2Ah - 外部イベントタイムスタンプ・時間レジスタ

このレジスタは『時間』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。値は 00 ~ 23 です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2Ah	タイムスタンプEVI: 時間	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS EVI Hours	0 to 23	『時間』の外部イベントタイムスタンプ値を BCDフォーマットで保持します。EVOW ビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。 タイムスタンプ EVI リセットビット: EVR に 1 が書き込まれると、TS EVI Hours レジスタは 00h にリセットされます (タイムスタンプ EVI 機能を参照)。							

2Bh - 外部イベントタイムスタンプ・日レジスタ

このレジスタは『日』の外部イベントタイムスタンプ値をBCDフォーマットで保持します。値は01～31です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2Bh	タイムスタンプEVI: 日	R	○	○	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	X
Bit	Symbol	Value	Description							
7:6	○	0	読み込みのみ。常に0。							
5:0	TS EVI Date	01 to 31	<p>『日付』の外部イベントタイムスタンプの値をBCDフォーマットにて保持します。EVOWビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。</p> <p>タイムスタンプEVIリセットビット:EVRに1が書き込まれると、TS EVI Dateレジスタは00hにリセットされます(タイムスタンプEVI機能を参照)。</p> <p>リセット値Xは、POR時のEVI端子の電圧によって異なります。PORではEHL=0であるため、ローレベルは外部イベント割り込みとみなされ、外部イベントのタイムスタンプが記録されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・X=1の場合、EVIピンでLOWレベルが検出されています。 ・X=0の場合、EVIピンでLOWレベルは未検出です。 <p>パワーオンリセット(POR)後(EVI端子=HIGHの場合)、またはEVRビットによるリセット後の値00は、外部イベントタイムスタンプが記録されると有効な値(01～31)に置き換えられます。</p>							

2Ch - 外部イベントタイムスタンプ・月レジスタ

このレジスタは『月』の外部イベントタイムスタンプ値をBCDフォーマットで保持します。値は01～12です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2Ch	タイムスタンプEVI: 月	R	○	○	○	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	X
Bit	Symbol	Value	Description							
7:5	○	0	読み込みのみ。常に0。							
4:0	TS EVI Month	01 to 12	<p>『月』の外部イベントタイムスタンプの値をBCDフォーマットにて保持します。EVOWビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。</p> <p>タイムスタンプEVIリセットビット:EVRに1が書き込まれると、TS EVI Monthレジスタは00hにリセットされます(タイムスタンプEVI機能を参照)。</p> <p>リセット値Xは、POR時のEVI端子の電圧によって異なります。PORではEHL=0であるため、ローレベルは外部イベント割り込みとみなされ、外部イベントのタイムスタンプが記録されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・X=1の場合、EVIピンでLOWレベルが検出されています。 ・X=0の場合、EVIピンでLOWレベルは未検出です。 <p>パワーオンリセット(POR)後(EVI端子=HIGHの場合)、またはEVRビットによるリセット後の値00は、外部イベントタイムスタンプが記録されると有効な値(01～12)に置き換えられます。</p>							

2Dh - 外部イベントタイムスタンプ・年レジスタ

このレジスタは『年』の外部イベントタイムスタンプ値をBCDフォーマットで保持します。値は00～99です。

(読み込みのみ。書き込みは無効)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
2Dh	タイムスタンプEVI:年	R	80	40	20	10	8	4	2	1
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TS EVI Year	00 to 99	<p>『年』の外部イベントタイムスタンプの値をBCDフォーマットにて保持します。EVOWビットの設定に応じて、最初または最後に発生したイベントのタイムスタンプが保持されます。</p> <p>タイムスタンプEVIリセットビットEVRに1が書き込まれると、TS EVI Yearレジスタは00hにリセットされます(タイムスタンプEVI機能を参照)。</p>							

3.17. パスワードレジスタ

電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{\text{PREFR}} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、パスワード PWレジスタは 00h にリセットされます。パスワード機能が有効になっている場合 (EEPWE = 255)、各レジスタ (時間、制御、ユーザー RAM、機能設定 EEPROM、およびユーザー EEPROM レジスタ) に書き込むには、正しい 32 ビットのパスワードをパスワード PWレジスタに書き込む必要があります。32ビットのパスワード PW は、EEPW レジスタの RAMミラー内の 32 ビットと照合されます (「EEPROM パスワード レジスタ」を参照)。

39h - パスワード 0

32ビットパスワードの中の『0~7 ビット』。

(書込みのみ。読み込むと 0 を返します)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
39h	パスワード 0	W	PW [7:0]							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	PW [7:0]	00h to FFh	32ビットパスワードの中の『0~7 ビット』。							

3Ah - パスワード 1

32ビットパスワードの中の『8~15 ビット』。

(書込みのみ。読み込むと 0 を返します)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Ah	パスワード 1	W	PW [15:8]							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	PW [15:8]	00h to FFh	32ビットパスワードの中の『8~15 ビット』。							

3Bh - パスワード 2

32ビットパスワードの中の『16~24 ビット』。

(書込みのみ。読み込むと 0 を返します)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Bh	パスワード 2	W	PW [23:16]							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	PW [23:16]	00h to FFh	32ビットパスワードの中の『16~23 ビット』。							

3Ch - パスワード 3

32ビットパスワードの中の『24~31 ビット』。

(書込みのみ。読み込むと 0 を返します)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Ch	パスワード 3	W	PW [31:24]							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	PW [31:24]	00h to FFh	32ビットパスワードの中の『24~31 ビット』。							

3.18. EEPROMメモリ制御(コントロール)レジスタ

・『EEPROMメモリの読み込み・書き込み』も参照下さい。

3Dh - EEアドレス

このレジスタは、1つの EEPROM メモリバイトの読み込みまたは書き込みに使用されるアドレスを保持します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Dh	EEアドレス	R/WP	EEADDR							
	リセット値		1	1	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEADDR	00h to FFh	EEPROM メモリの 1 バイトの直接読み取りまたは書き込み用のアドレス。 (初期値 = C0h) デフォルトのアドレス C0h は、機能設定EEPROM レジスタ最初部分のアドレス (EEPROM PMU) を指します。							

3Eh - EEデータ

このレジスタは、1つの EEPROM メモリバイトから読み込まれた、または書き込まれるデータを保持します。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Eh	EE データ	R/WP	EEDATA							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEDATA	00h to FFh	直接読み取りまたは EEPROM メモリ 1 バイトへの直接書き込みのデータ。 (初期値 = 00h)							

3Fh - EE コマンド

全ての (読み取り/書き込み可能な) 『ミラーRAMを伴う 機能設定 EEPROM レジスタ』を更新、またはリフレッシュしたり、1つの EEPROMメモリバイトから読み取りまたは書き込みを行う場合には、このレジスタへの書き込みが必要です。

このコマンドの操作の前に、オートリフレッシュ機能を無効にし (EERD = 1)、ビジー ステータス ビット EEbusy が最後の転送が終了したことを示している必要があります (EEbusy = 0)。EEF フラグは、EEPROM 書き込みアクセスの失敗検出に使用できます。11h、12h、21h、または 22h 以外の他の値は入力しないでください。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
3Fh	EE コマンド	WP	EECMD							
	リセット値		0	0	0	0	0	0	0	0

Bit	Symbol	Value	Description
7:0	EECMD		EEPROM メモリ用のコマンド (『EEPROM 読み取り/書き込み』を参照) 11h、12h、21h、または 22h 以外の他の値は入力しないでください。
		11h	更新 (すべての機能設定ミラーRAM → EEPROM へ)。 『11h』の値を書き込むと、すべての『機能設定ミラーRAM』(アドレス C0h ~ CAh) のデータが、対応する『機能設定EEPROM』バイトに書き込まれます (保存されます)。「機能設定レジスタの使用」の項も参照してください。
		12h	リフレッシュ (すべての機能設定EEPROM → ミラーRAM へ)。 『12h』の値を書き込むと、すべての『機能設定EEPROM』からデータが読み取られ、対応する『機能設定ミラーRAM』(アドレス C0h ~ CAh) にコピーされます。設定値はRAM バイトが書き込まれるとすぐにアクティブになります。
		21h	1つの EEPROM バイトに書き込みます (EE DATA レジスタ → EEPROM へ)。 21h の値を書き込むと、EEDATA (RAM) バイトのデータが、EEADDR バイトで指定されたアドレスを持つ EEPROM バイトに書き込まれます (保存されます)。(『機能設定EEPROM』(アドレス C0h ~ CAh)、および『ユーザー EEPROM』(アドレス CBh ~ EAh) にて)
22h	EEPROM の 1 バイトを読み取ります (EEPROM → EEDATA レジスタ へ)。 22h の値を書き込むと、EEADDR バイトで指定されたアドレスを持つ EEPROM バイトからのデータが読み取られ、EEDATA (RAM) バイトにコピーされます。(『機能設定EEPROM』(アドレス C0h ~ CAh)、および『ユーザー EEPROM』(アドレス CBh ~ EAh) にて)		

3.19. ユーザーRAMレジスタ

40h ~ 4Fh - ユーザーRAM

汎用RAM目盛りとして 16 バイトのユーザー RAM を使用出来ます。システム ステータス バイトをメモリしておくなどのために使用できます。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
40h to 4Fh	ユーザーRAM	R/WP	16 バイトユーザーRAMメモリ。初期値は 00h							

3.20. ミラーRAMを伴う 機能設定EEPROM レジスタ

全ての 機能設定 EEPROM レジスタ (C0h ~ CAh)は EEPROM にメモリされ、RAMレジスタ にミラーリングされます。機能は、ミラーRAMレジスタバイトに値が書き込まれるとすぐにアクティブになります (「機能設定レジスタの使用」を参照)。

3.20.1. EEPROM 電源切替設定レジスタ

C0h - EEPROM 電源設定 (PMU)

このレジスタでは、電源切替機能、チャージポンプ付きトリクルチャージャの設定を行います。またNCLKE ビットも含まれています (「プログラマブル クロック出力」を参照)。電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{\text{PREFR}} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、EEPROM PMU レジスタ値が EEPROM から対応する RAM ミラーにコピーされます。出荷時のデフォルト値は 00h に設定されています。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C0h	EEPROM 電源切替	R/WP	-	NCLKE	BSM		TCR		TCM	
	出荷時の初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	-	0	未使用ビット。読み込むと 0 を返します。							
6	NCLKE	0	クロック出力停止設定ビット (「プログラマブルクロック出力」の項を参照) (クロック出力のタイミング同期の有効/無効)							
		1	CLKOUT出力は有効になっています - 出荷時の初期値。 CLKOUT端子は LOW(出力停止) / (クロック割り込み出力ビット (CLKF = 0) によって有効化されていない場合) (「割り込み制御」も参照)							
5:4	BSM	電源切替モード設定 (「バックアップ電源切替機能」、「バックアップ電源切替割り込み機能」、及び「チャージポンプ付きトリクル充電」の項を参照) EEPROMへの読み取り/書き込みを行うには、BSM フィールドを 00 または 11 に設定してバックアップ電源切替機能を無効にする必要があります。 (EEPROM の読み込み/書き込み条件)を参照)								
		00	電源切替が無効。 - 出荷時の初期値。							
		01	ダイレクト 電源切替モード (DSM) に設定されます。 VDD < VBACKUP の場合に電源が切り替わります。 (PMU は、より高い電圧 (VDD または VBACKUP) を選択します)。							
		10	レベルスイッチングモード (LSM) に設定されます。 VDD < V _{TH:LSM} (2.0 V)、かつ V _{BACKUP} > V _{TH:LSM} (2.0 V) の場合に電源が切り替わります。VDD < V _{TH:LSM} (2.0 V) の場合、PMU は DSM モードになります。							
11	電源切替が無効。									
3:2	TCR	トリクルチャージ機能の保護抵抗設定 (チャージポンプ付きトリクルチャージ機能を参照)								
		00	トリクルチャージ抵抗: 0.6 kΩ - 出荷時初期値。							
		01	トリクルチャージ抵抗: 2 kΩ							
		10	トリクルチャージ抵抗: 7 kΩ							
11	トリクルチャージ抵抗: 12 kΩ									
1:0	TCM	トリクルチャージモード 設定 (チャージポンプ付きトリクルチャージ機能を参照)								
		00	トリクルチャージ が オフ - 出荷時初期値。							
		01	TCM 1.75 V <ul style="list-style-type: none"> ダイレクト切替モード時 (BSM = 01) は、V_{DD}電圧が選択されます。 レベル切替モード時 (BSM = 10) は、内部レギュレータの1.75V_{Typ.}の電圧が選択されます。(セラチャージ™ モード)⁽¹⁾ 							
		10	TCM 3.0 V <ul style="list-style-type: none"> レベル切替モード時 (BSM = 10) は、内部チャージポンプの3.0V_{Typ.}の電圧が選択されます。⁽¹⁾ 							
11	TCM 4.5 V <ul style="list-style-type: none"> レベル切替モード時 (BSM = 10) は、内部チャージポンプの4.5V_{Typ.}の電圧が選択されます。⁽¹⁾ 									

(1) LSM モード (BSM = 10) では、TCM電圧レベル 1.75 V、3.0 V、及び4.5 V は、VDD > V_{TH:LSM} (最大 2.2 V) の場合にのみ生成されます。

3.20.2. EEPROM オフセット レジスタ

C1h - EEPROM オフセット

このレジスタは、周波数の経年変化補正のための OFFSETフィールドと、パワーオンリセット割り込み及び電圧低下割り込み出力を有効にするための PORIE ビットおよび VLIE ビットがあります。

電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、EEPROM オフセット レジスタ値が EEPROM から対応する ミラーRAM にコピーされます。出荷時の初期値は 00h に設定されています。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C1h	EEPROM オフセット	R/WP	PORIE	VLIE	OFFSET					
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	PORIE	パワーオンリセット(POR) 割り込みイネーブルビット (「パワーオンリセット割り込み機能」を参照)								
		0	パワーオンリセット(POR)が発生しても割り込み信号を出力しない、または 0 にするとINT端子からのPOR割り込み信号がクリアされます。- 出荷時の初期値							
1		パワーオンリセットが発生すると、INT端子から割り込み信号が生成されます。この割り込み信号はPORFフラグが 0 にクリアされるまで保持されます。(自動クリアなし)。								
6	VLIE	電圧低下割り込み有効化ビット (「電圧低下割り込み機能」を参照)								
		0	電圧低下イベントが発生しても割り込み信号を出力しない、または 0 にするとINT端子からの電圧低下割り込み信号がクリアされます。- 出荷時の初期値							
1		電圧低下イベントが発生すると、INT端子から割り込み信号が生成されます。この割り込み信号は、VLF フラグが 0 にクリアされるまで保持されます。(自動クリアなし)								
5:0	OFFSET	-32 to +31	周波数オフセットの設定値。-32 ~ +31 の調整ステップの範囲を持つ 2 の補数です (最大補正範囲は約 $\pm 7.4 \text{ ppm}$)。1 LSB の補正値は $1/(32768 \times 128) = 0.2384 \text{ ppm}$ に相当します。出荷時初期値は 0 です。(「経年変化補正」を参照)。							
OFFSET	符号なし 10 進数		符号付き 10 進数 (2の補数)		オフセット値 ppm ^(*)					
011111	31		31		7.391					
011110	30		30		7153					
:	:		:		:					
000001	1		1		0.238					
000000 (default)	0		0		0.000					
111111	63		-1		-0.238					
111110	62		-2		-0.477					
:	:		:		:					
100001	33		-31		-7.391					
100000	32		-32		-7.629					

(*) 小数点以下5桁で計算($1/(32768 \times 128) = 0.23842 \text{ ppm}$)
CLKOUT 端子出力を測定した周波数偏差からOFFSET 値を計算し、その値をEEPROM オフセット レジスタに書き込むことによって補正できます (「エイジング補正」を参照)。

3.20.3. EEPROM クロック出力-1・EEPROM クロック出力-2 レジスタ

レジスタ EEPROM クロック出力 1 および EEPROM クロック出力 2 は、出力周波数を設定する値 HFD [12:0]、OSビットおよび FD フィールドを保持します。電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{\text{PREFR}} = \sim 66 \text{ ms}$ の経過後、EEPROM クロック出力-1 および EEPROM クロック出力-2 の値が EEPROM から対応する ミラー RAM にコピーされます。

CLKOUT 端子からプログラマブルクロックを直接出力させるには、NCLKE ビットを 0 (EEPROM C0h) に設定する場合と、割り込み機能 (CLKF = 1) によってアクティブする場合があります (「プログラマブル クロック出力」を参照)。

C2h – EEPROM クロック出力 1

このレジスタは、HFD 値の下位 8 ビットを保持します。出荷時のデフォルト値は 00h (8192 Hz) です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C2h	EEPROM クロック出力-1	R/WP	HFD [7:0]							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	HFD [7:0]	00h to FFh	HF モードでの CLKOUT 周波数選択 (下位 8 ビット)。次ページの表を参照してください。							

C3h – EEPROM クロック出力 2

このレジスタは、発振モード選択ビット、FD 値、および HFD 値の上位 5 ビットを保持します。出荷時のデフォルト値は 00h (XTAL 選択、32.768 kHz) です。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C3h	EEPROM クロック出力-2	R/WP	OS	FD		HFD [12:8]				
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7	OS	0 1	発振器モードの選択 (同期オシレーター変更)							
			0 XTAL モードを選択 - 出荷時の初期値 1 HFモードを選択							
6:5	FD	00 to 11	XTAL モードでの CLKOUT 周波数の選択。下表を参照してください。							
4:0	HFD [12:8]	00000 to 11111	HF モードでの CLKOUT 周波数選択 (上位 5 ビット)。次ページの表を参照してください。							
FD 設定値	XTAL モードでの CLKOUT 周波数の選択		STOP ビットの影響							
00	32.768 kHz - 出荷時の初期値		影響なし							
01	1024 Hz ^{(1) (2)}		STOP ビット = 1 の場合、クロック出力は停止します。 CLKOUT は HIGH または LOW のままです。 ⁽³⁾							
10	64 Hz ^{(1) (2)}									
11	1 Hz ^{(1) (2)}									
<p>(1) 1024 Hz ~ 1 Hz のクロック信号は補正信号の影響を受ける可能性があります (「温度補償」及び「エイジング補正」を参照)。 (2) 秒レジスタへの書き込み時、または ESYN ビットを 1 と設定している際に EVI 端子での外部イベントが検出された場合は、その時の 1024 Hz ~ 1 Hz クロック信号の現在パルス幅が影響を受けます。 (3) 1024 Hz、64 Hz、1 Hz は STOP ビットにより同期して ON/OFF します。</p>										

HFD (13ビット), 8.192 kHz ~ 67.109 MHz (8.192 kHzステップ)

HFD [12:0] 設定値	HFD (10 進数)	HFD + 1	CLKOUT周波数選択 (HF モード) = (HFD+1) × 8.192 kHz	STOP ビット の影響
0000000000000	0	1	8.192 kHz - 出荷時の初期値	影響なし ^{(1) (2)}
0000000000001	1	2	16.384 kHz	
0000000000010	2	3	24.576 kHz	
:	:	:	:	
1100011001011	6347	6348	52.002816 MHz	
:	:	:	:	
1111111111110	8190	8191	67.100672 MHz	
1111111111111	8191	8192	67.108864 MHz	

- (1) HF モード のクロックパルス は 補償パルスの影響を受けません (「温度補償」および「エージング補正」はありません)。
(2) 秒レジスタへの書き込み時、または ESYN ビットを 1 と設定している際に EVI 端子にて外部イベント「が検出された場合にも、HF モード のクロックパルス は影響を受けません。

3.20.4. EEPROM 温度基準値 (TReference) 設定レジスタ

EEPROM TReference 0 レジスタ および EEPROM TReference 1 レジスタ は、0Eh および 0Fh レジスタ の読み取り可能な温度値 TEMP を校正するために使用される BCDフォーマットの16 ビットの温度リファレンス値:TREF です。TREF は、計算できる校正ステップを設定します。各ステップでの偏差は 0.0078125°Cです。TREF値は工場出荷時に設定されていますが、ユーザーが変更することも可能です(「温度基準値の調整」を参照)。

C4h - EEPROM 温度基準値 0 (TReference 0)

このレジスタは、16 ビット TREF 値の下位 8 ビットを保持します。TREF 値は工場出荷時に設定されていますが、ユーザーが変更することも可能です。電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、EEPROM の TReference 0 値が EEPROM から対応する ミラーRAMにコピーされます。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C4h	EEPROM 温度基準値 0	R/WP	TREF [7:0]							
	出荷時初期値		工場出荷時に設定済み							
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TREF [7:0]	00h to FFh	温度基準値 (TREF 値) の下位 8 ビット							

C5h - EEPROM 温度基準値 1 (TReference 1)

このレジスタは、16 ビット TREF 値の上位 8 ビットを保持します。TREF 値は工場出荷時に設定されていますが、ユーザーが変更することも可能です。電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、EEPROM の TReference 1 値が EEPROM から対応する ミラーRAMにコピーされます。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C5h	EEPROM 温度基準値 1	R/WP	TREF [15:8]							
	出荷時初期値		工場出荷時に設定済み							
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	TREF [15:8]	00h to FFh	温度基準値 (TREF 値) の上位 8 ビット							

3.20.5. EEPROM パスワード レジスタ

電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、32 ビットの EEPROM パスワード レジスタ 0～3 は EEPROM から対応する ミラーRAM にコピーされます。出荷時の初期値は 00h に設定されています。

C6h - EEPROM パスワード 0

* 32 ビット EEPROM パスワードのビット 0 ～ 7。

(EEPW レジスタ (*WP) はパスワードで書き込み保護できます。RAM ミラーは書き込み専用で、読み出すと0を返します。ロックが解除されている場合はEEPROM を読み取ることができます)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C6h	EEPROM パスワード 0	*WP	EEPW [7:0]							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEPW [7:0]	00h to FFh	32 ビット EEPROM パスワードのビット 0 ～ 7。							

C7h - EEPROM パスワード 1

* 32 ビット EEPROM パスワードのビット 8 ～ 15。

(EEPW レジスタ (*WP) はパスワードで書き込み保護できます。RAM ミラーは書き込み専用で、読み出すと0を返します。ロックが解除されている場合はEEPROM を読み取ることができます)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C7h	EEPROM パスワード 1	*WP	EEPW [15:8]							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEPW [15:8]	00h to FFh	32 ビット EEPROM パスワードのビット 8 ～ 15。							

C8h - EEPROM パスワード 2

* 32 ビット EEPROM パスワードのビット 16 ～ 23。

(EEPW レジスタ (*WP) はパスワードで書き込み保護できます。RAM ミラーは書き込み専用で、読み出すと0を返します。ロックが解除されている場合はEEPROM を読み取ることができます)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C8h	EEPROM パスワード 2	*WP	EEPW [23:16]							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEPW [23:16]	00h to FFh	32 ビット EEPROM パスワードのビット 16 ～ 23。							

C9h - EEPROM パスワード 3

* 32 ビット EEPROM パスワードのビット 24 ～ 32。

(EEPW レジスタ (*WP) はパスワードで書き込み保護できます。RAM ミラーは書き込み専用で、読み出すと0を返します。ロックが解除されている場合はEEPROM を読み取ることができます)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C9h	EEPROM パスワード 3	*WP	EEPW [31:24]							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEPW [31:24]	00h to FFh	32 ビット EEPROM パスワードのビット 24 ～ 32。							

3.20.6. EEPROM パスワード有効化 レジスタ

電源投入後、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ が経過すると、パスワード有効化フィールド EEPWE の設定値が EEPROM から対応する ミラーRAM にコピーされます。出荷時の初期値は 00h に設定されています。

CAh - EEPROM パスワード有効化 レジスタ

(RAM ミラーは書き込み専用で、読み出すと0を返します)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CAh	EEPROM パスワード有効化	WP	EEPWE							
	出荷時初期値		0	0	0	0	0	0	0	0
Bit	Symbol	Value	Description							
7:0	EEPWE		EEPROM パスワード有効化							
		0 to 254	パスワード機能は無効です。 255 以外の値を書き込むと、パスワード機能は無効になります。 出荷時初期値は 00h です。							
		255	パスワード機能が有効です。 値 255 を書き込む場合は、パスワードレジスタ (39h ~ 3Ch) を使用して 32 ビット パスワードを入力できます。							

3.21. ユーザーEEPROM

CBh to EAh - ユーザー EEPROM

汎用ストレージ用に 32 バイトのユーザー EEPROM が備えられています。

(読み込み: 常に読み込み可 / 書き込み: パスワードロックが可能)

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CBh to EAh	ユーザーEEPROM	R/WP	32バイトの不揮発性ユーザーEEPROM - 出荷時初期値は00h。							

3.22. レジスタリセット値

リセット値 (RAMレジスタ) アドレス 00h to 25h:

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
00h	1/100秒	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
01h	秒	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
02h	分	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
03h	時間	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
04h	曜日	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
05h	日	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	1	
06h	月	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	1	
07h	年	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
08h	分 アラーム	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
09h	時間 アラーム	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
0Ah	日 アラーム	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
0Bh	タイマー値 0	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
0Ch	タイマー値 1	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
0Dh	ステータス(フラグ)	R/WP	0	0	0	0	0	X	1	0	
0Eh	温度 LSBs	R/WP	0h → Xh				0	1 → 0	0	0	
0Fh	温度 MSBs	R	00h → XXh								
10h	制御1(コントロール 1)	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
11h	制御1(コントロール 2)	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
12h	制御3(コントロール 32)	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
13h	タイムスタンプ制御	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
14h	クロック割り込みマスク	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
15h	外部イベント入力制御	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
16h	TLow 下限温度閾値	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
17h	THigh 上限温度閾値	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0	
18h	タイムスタンプ TLow カウント	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
19h	タイムスタンプ TLow 秒	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Ah	タイムスタンプ TLow 分	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Bh	タイムスタンプ TLow 時間	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Ch	タイムスタンプ TLow 日	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Dh	タイムスタンプ TLow 月	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Eh	タイムスタンプ TLow 年	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
1Fh	タイムスタンプ THigh カウント	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
20h	タイムスタンプ THigh 秒	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
21h	タイムスタンプ THigh 分	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
22h	タイムスタンプ THigh 時間	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
23h	タイムスタンプ THigh 日	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
24h	タイムスタンプ THigh 月	R	0	0	0	0	0	0	0	0	
25h	タイムスタンプ THigh 年	R	0	0	0	0	0	0	0	0	

X = 未実装ビット、または条件により値が決まるビット。

リセット値 (RAMレジスタ) アドレス 26h to FFh:

Address	Function	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
26h	タイムスタンプ EVI カウント	R	0	0	0	0	0	0	0	X
27h	タイムスタンプ EVI 1/100秒	R	0	0	0	0	0	0	0	0
28h	タイムスタンプ EVI 秒	R	0	0	0	0	0	0	0	0
29h	タイムスタンプ EVI 分	R	0	0	0	0	0	0	0	0
2Ah	タイムスタンプ EVI 時間	R	0	0	0	0	0	0	0	0
2Bh	タイムスタンプ EVI 日	R	0	0	0	0	0	0	0	X
2Ch	タイムスタンプ EVI 月	R	0	0	0	0	0	0	0	X
2Dh	タイムスタンプ EVI 年	R	0	0	0	0	0	0	0	0
2Eh to 38h	予備レジスタ	Prot.	00h							
39h	パスワード 0	W	0	0	0	0	0	0	0	0
3Ah	パスワード 1	W	0	0	0	0	0	0	0	0
3Bh	パスワード 2	W	0	0	0	0	0	0	0	0
3Ch	パスワード 3	W	0	0	0	0	0	0	0	0
3Dh	EE アドレス	R/WP	1	1	0	0	0	0	0	0
3Eh	EE データ	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0
3Fh	EE コマンド	WP	0	0	0	0	0	0	0	0
40h to 4Fh	ユーザーRAM (16 バイト)	R/WP	00h							
50h to BFh	予備レジスタ	Prot.	00h							
CBh to FFh	予備レジスタ	Prot.	00h							

X = 未実装ビット、または条件により値が決まるビット。

工場出荷初期値、ミラーRAMを伴う 機能設定 EEPROM アドレス C0h to CAh:

Address	機能	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
C0h	EEPROM電源切替	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C1h	EEPROM オフセット	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C2h	EEPROM クック出力-1	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C3h	EEPROM クック出力-2	R/WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C4h	EEPROM 温度基準値 0	R/WP	工場出荷時に設定済み							
C5h	EEPROM 温度基準値 1	R/WP	工場出荷時に設定済み							
C6h	EEPROM パスワード* 0	*WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C7h	EEPROM パスワード* 1	*WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C8h	EEPROM パスワード* 2	*WP	0	0	0	0	0	0	0	0
C9h	EEPROM パスワード* 3	*WP	0	0	0	0	0	0	0	0
CAh	EEPROM パスワード有効化	WP	0	0	0	0	0	0	0	0

工場出荷初期値; ユーザーEEPROM, アドレス CBh to EAh:

Address	機能	Conv.	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
CBh to EAh	ユーザーEEPROM (32 バイト)	R/WP	00h							

RV-3032-C7 の電源投入後のリセット値 (RAM) と出荷時のデフォルト値 (EEPROM) は機能別に分類されています。

・ RAM レジスタ/リセット初期値値 早見表:

時刻 (hh:mm:ss.00)	=	00:00:00.00	(1/100秒= 読み込みのみ)
年月日 (YY-MM-DD)	=	00-01-01	
曜日	=	0	
タイムスタンプ TLow カウント	=	0	(読み込みのみ)
タイムスタンプ TLow 時刻	=	00:00:00	(読み込みのみ) hh:mm:ss
タイムスタンプ TLow 年月日	=	00-00-00	(読み込みのみ) YY-MM-DD
タイムスタンプ THigh カウント	=	0	(読み込みのみ)
タイムスタンプ THigh 時刻	=	00:00:00	(読み込みのみ) hh:mm:ss
タイムスタンプ THigh 年月日	=	00-00-00	(読み込みのみ) YY-MM-DD
タイムスタンプ EVI カウント	=	X	(読み込みのみ)
		(X = 1 の場合は LOWレベルを検出。それ以外は X = 0)	
タイムスタンプ EVI 時刻	=	00:00:00.00	(読み込みのみ) hh:mm:ss.00
タイムスタンプ EVI 年月日	=	00-XX-XX	(読み込みのみ) YY-MM-DD
		(XX-XX = 01-01 の場合は EVI端子で LOWレベル検出。それ以外は XX-XX = 00-00)	
アラーム機能	=	無効。AE_D ビットは 0 で有効だが、日アラーム値の初期値が無効な値: 00h であるため。	
タイマー機能	=	無効。タイマ基準周波数の初期値 = 4096 Hz。	
時刻更新	=	無効。初期値は秒更新割り込みの設定。	
温度値 TEMP	=	000h → XXXh (読み込みのみ)	
温度低下検出閾値	=	無効。TLow 閾値 = 0 °C	
温度上昇検出閾値	=	無効。THigh 閾値 = 0 °C	
外部イベント機能	=	立下りエッジ検出 (外部イベント入力 = EVI端子)	
温度低下タイムスタンプ	=	無効。初回のイベント発生 of 値を残す設定。	
温度上昇タイムスタンプ	=	無効。初回のイベント発生 of 値を残す設定。	
外部イベントタイムスタンプ	=	無効。初回のイベント発生 of 値を残す設定。	
電源切替割り込み	=	無効。(有効にするには EEPROMレジスタの項を参照)	
割り込み機能	=	無効。(ミラーRAMレジスタで有効化) 機能設定 EEPROM レジスタの項を参照	
EEPROMメモリリフレッシュ	=	有効。	
EEbusy ステータスビット	=	1 → 0 (t _{PREFR} = ~66 ms の間は1、その後は自動的に 0 にクリアされます) (読み込みのみ)	
STOPビットの機能	=	無効。(プリスケアラの停止無し)	
ESYNビットの機能	=	無効。(外部イベント入力による時刻同期無し)	
THF フラグ	=	0	
TLF フラグ	=	0	
UF フラグ	=	0	
TF フラグ	=	0	
AF フラグ	=	0	
EVF フラグ	=	X (X = 1 の場合は EVI端子で LOWレベル検出, それ以外は X = 0)	
PORF フラグ	=	1 (ビットに 0 を書き込むとクリアできます)	
VLF フラグ	=	0	
EEF フラグ	=	0	
CLKF フラグ	=	0	
BSF フラグ	=	0	
クロック割り込み信号	=	無効。いずれの割り込みにも設定なし。クロック出力遅延: 無効、遅延時間: t _{12C:CLK} = 1.4 ms 選択, 割り込み遅延無し	
パスワード PW	=	00000000h (書込みのみ)	
EE アドレス	=	C0h (EEPROM PMUのアドレスを指定)	
EE データ	=	00h	
EE コマンド	=	00h (書込みのみ)	
ユーザーRAM	=	00h (16 バイト)	

機能設定 EEPROM レジスタ(ミラーRAMを伴う): 出荷時初期値

バックアップ電源切替機能	=	無効。	(バックアップ電源切替割込み信号は 前頁RAM の表を参照)
パワーオンリセット割込み	=	無効。	
低電圧検出割込み	=	無効。	
割込み信号	=	無効。	(EEPROMレジスタで有効化を設定します。前頁RAM の表も参照)
トリクルチャージ	=	無効。	トリクルチャージ抵抗 :TCR = 0.6 k Ω の設定。
周波数オフセット値	=	0 (6 bits)	
クロック出力	=	有効。	XTALモード選択、F = 32.768 kHz。
温度基準値	=	工場設定値 (16 bits)。	(ユーザーでの再設定が可能)
EEPROM パスワード EEPROM	=	00000000h (書込みのみ)	(EEPROMはロックされていない場合は読み込み可)
EEPROM パスワード有効化	=	無効。	(書込みのみ)

User EEPROM, 出荷時初期値:

ユーザー EEPROM (32 バイト) = 00h

4. 機能詳細の解説

4.1. パワーオンリセット (POR)

パワーオンリセット (POR) は起動時に実行されます (「パワーオン リセット割り込み機能」を参照)。カウンタレジスタを含むすべての RAM レジスタはリセット値に初期化され、ミラーRAM レジスタを備えた『機能設定 EEPROM レジスタ』はプリセットされた初期値に設定されます。電源投入時に、『機能設定 EEPROM レジスタ』の値にて、対応するミラーRAM の値が自動的にリフレッシュされます。この最初のリフレッシュの時間は $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ です (「レジスタ リセット値の概要」を参照)。

パワーオンリセットフラグ :PORF が 1 となっている場合は、VDD 電源状態で VPOR 立下りエッジしきい値 (TYP 0.95 V) 以下からの VDD 起動が発生し、それによってデバイスのパワーオンリセット (POR) が実行されたことを示します。PORF 値 1 は、時刻情報が正しくなくなっていることを示します。値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます。

PORIE ビット (EEPROM C1h) がセットされ、PORF フラグが事前にクリアされている場合、パワーオンリセットの発生時に INT 端子から割り込み信号を出力させることができます (「パワーオン リセット割り込み機能」を参照)。

(ヒント:) INT 端子から POR 割り込みを発生させるには、実際には PORF フラグをリセットする必要はありません。フラグは、VDD が VPOR (TYP 0.95 V) を下回ると自動的にリセットされ、起動時に VDD が VPOR 立上りエッジしきい値 (TYP 1.0 V) を超えると再びセットされるためです。いずれの場合も POR 割り込みが発生します。

4.2. 自動バックアップ電源切替機能

ハードウェアの定義:

- RV-3032-C7 の2つの電源入力端子
 - V_{DD} 主電源の入力端子
 - V_{BACKUP} バックアップ電源の入力端子
- V_{TH,LSM} (2.0 V Typ.) --- レベル切替モード時の電源切り替りのしきい電圧.
- デバウンス ロジックにより電源切替機能が V_{BACKUP} から V_{DD} に戻る時の V_{DD} のゆらぎをフィルタリングするデバウンス時間 t_{DEB} を持たせます。I²C アクセスは、デバウンス時間 t_{DEB} 後の V_{DD} 電源状態 (および V_{DD} ≥ 1.4 V の場合) で再び可能になります。
 - t_{DEB} MAX = 1 ms : 内部電圧が常に V_{LOW} (通常 1.2 V) を超えていた場合 / VLF = 0。
 - t_{DEB} MAX = 1000 ms : 内部電圧が V_{LOW} (通常 1.2 V) と V_{POR} (最大 1.05 V) の間の場合 / VLF = 1。
「電源バックアップおよびリカバリの AC 電気特性」も参照してください。

バックアップ電源切替モード:

RV-3032-C7 には 3 つのバックアップ電源切替モードがあります。モードの選択は、機能設定 EEPROM の BSM フィールドにて設定できます。EEPROM 電源切替 レジスタを参照してください。

- BSM = 00 電源切替が無効(出荷時初期値)。「バックアップ電源切替無効」を参照。
- BSM = 01 ダイレクト電源切替 モード(DSM)。「ダイレクト電源切替モード (DSM)」を参照。
* V_{DD} < V_{BACKUP} の場合、V_{DD} → V_{BACKUP}へ電源が切り替ります。
- BSM = 10 レベル電源切替 モード(DSM)。「レベル電源切替モード (DSM)」を参照。
* V_{BACKUP} > V_{TH,LSM} (2.0 V typ.) かつ V_{DD} < V_{TH,LSM} (typical 2.0 V) の場合は、V_{DD} → V_{BACKUP}へ電源が切り替ります。
* V_{DD} < V_{TH,LSM} (2.0 V typ.) の場合は 自動的にダイレクト電源切替モード (DSM) になります。
- BSM = 11 電源切替が無効。「バックアップ電源切替無効」を参照。

機能概要:

* V_{DD}電源からV_{BACKUP}電源へ切り替わるときのシーケンス:

- バックアップ電源切替フラグ: BSF がセットされます。「バックアップ電源切替割り込み機能」を参照してください。
* BSIE = 1 (レジスタ 12h) としている場合は、割り込み信号がは INT端子から出力され、BSF が 0 にクリアされない限り残ります (V_{DD} 電源状態に戻るとクリアできます)。
* BSIE = 0 の場合は 割り込み信号は生成されません。
- I²C バスインターフェイスは自動的に無効になり (高インピーダンス)、リセットされます。
- 外部イベント入力機能は無効になっています。
- CLKOUT端子出力はLOWで一定になります。

* V_{BACKUP} の電源状態でのシーケンス:

- 温度センサと温度補償動作は継続します。
- INT端子の割り込み出力は引き続き機能します。V_{BACKUP}動作時も割り込みを使用する場合は、INT端子をV_{BACKUP}へプルアップする必要があります。
- クロック割り込みマスクレジスタ (14h) で選択された以前に設定された割り込みを使用して、CLKOUT端子のクロック出力を自動的に有効にすることができます (V_{DD} 電源状態に戻ったときのクロック出力)。
(「バックアップ電源切替割り込み機能」を参照)
- T_{Low} / T_{High} タイム スタンプ機能は引き続き動作します (タイムスタンプレジスタは、V_{DD} 電源状態に戻った時に)
- 外部イベント入力機能は無効になっているため、外部イベント (EVI) 入力のタイム スタンプ機能は動作しません。

4.2.1. 電源切り替え “無し” とする場合

BSM フィールド (EEPROM C0h) を 00 または 11 に設定すると電源切替え機能は無効になります。(BSM = 00 が出荷時の初期値です)

1. 単一電源の場合に設定します (デバイスは常に VDD 電源状態です)。電源は VDD 端子 から供給され、VBACKUP 端子は 10 kΩ の抵抗で VSS にプルダウン接続する必要があります。バックアップ電源切替えフラグ: BSF は常に 0 になります。
2. VDD がオフで VBACKUP が存在しており、デバイスがバックアップ (IBACKUP = 0 nA) から電流を引き込むことができない場合に使用されます。VBACKUP 端子 の バックアップソースは、デバイスが主電源 VDD から再び電源投入されてバックアップ 電源切替えモードが選択されるまでは スタンバイ モード になります (「代表特性」も参照)。そのためデバイスがメイン電源 (VDD) 供給が無い状態で、最初にバックアップ電源 (VBACKUP) 端子 に電源された場合には 電源切替えは発生せず、電源切替え機能は自動的にスタンバイ モード (I_{BACKUP} = 0 nA) になります。

4.2.2. ダイレクト切替モード (DMS)

ダイレクト切替モードにする場合は BSM = 01 (EEPROM C0h) に設定します。

- VDD > VBACKUP の時、内部の動作電源は V_{DD} になります。
- VDD < VBACKUP の時、内部の動作電源は V_{BACKUP} になります。

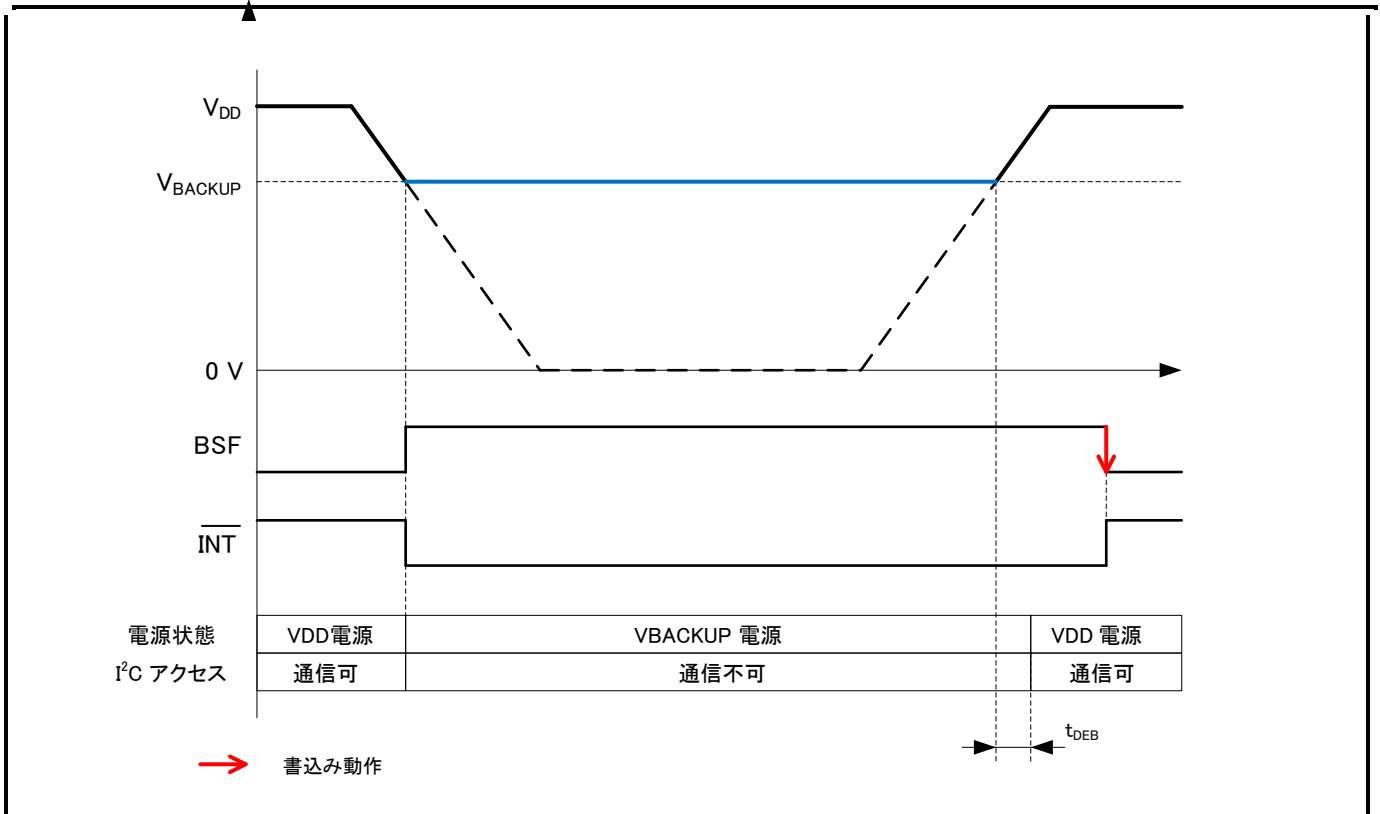
ダイレクト切替モードは、VDD 電圧 が VBACKUP 電圧よりも高いことが確実な場合に使用できます。

- これは、チャージ ポンプ=無効になっている内部トリクル充電機能を介して V_{BACKUP} の充電式バックアップ電源 (スーパーキャパシタなど) を充電する場合に当てはまります。V_{BACKUP} で到達する充電電圧は常に電源電圧 VDD より低くなります。
- V_{BACKUP} のバックアップ ソースが、供給電圧 VDD に等しいかそれに近い値の一次電池では ダイレクト切替モード は使用しないでください。例えば、新しい 3 V リチウム コイン型電池の電圧は最大 3.6 V のため、VDD = 3.0V または 3.3 V では、不要なバックアップ電源切替えが発生する可能性があります。

「動作特性表」と「代表特性」も参照してください。電源切替機能が無効の状態から ダイレクト切替モード (DMS) に切り替わる際には 最大で t_{SWA} = 2 ms 必要になりますのでご注意ください。

『ダイレクト 切替モード』での電圧動作:

バックアップ電源切替/バックアップ電源切替割り込みが有効/BSIE = 1 (レジスタ 12h):



4.2.3. レベル切替モード (LSM)

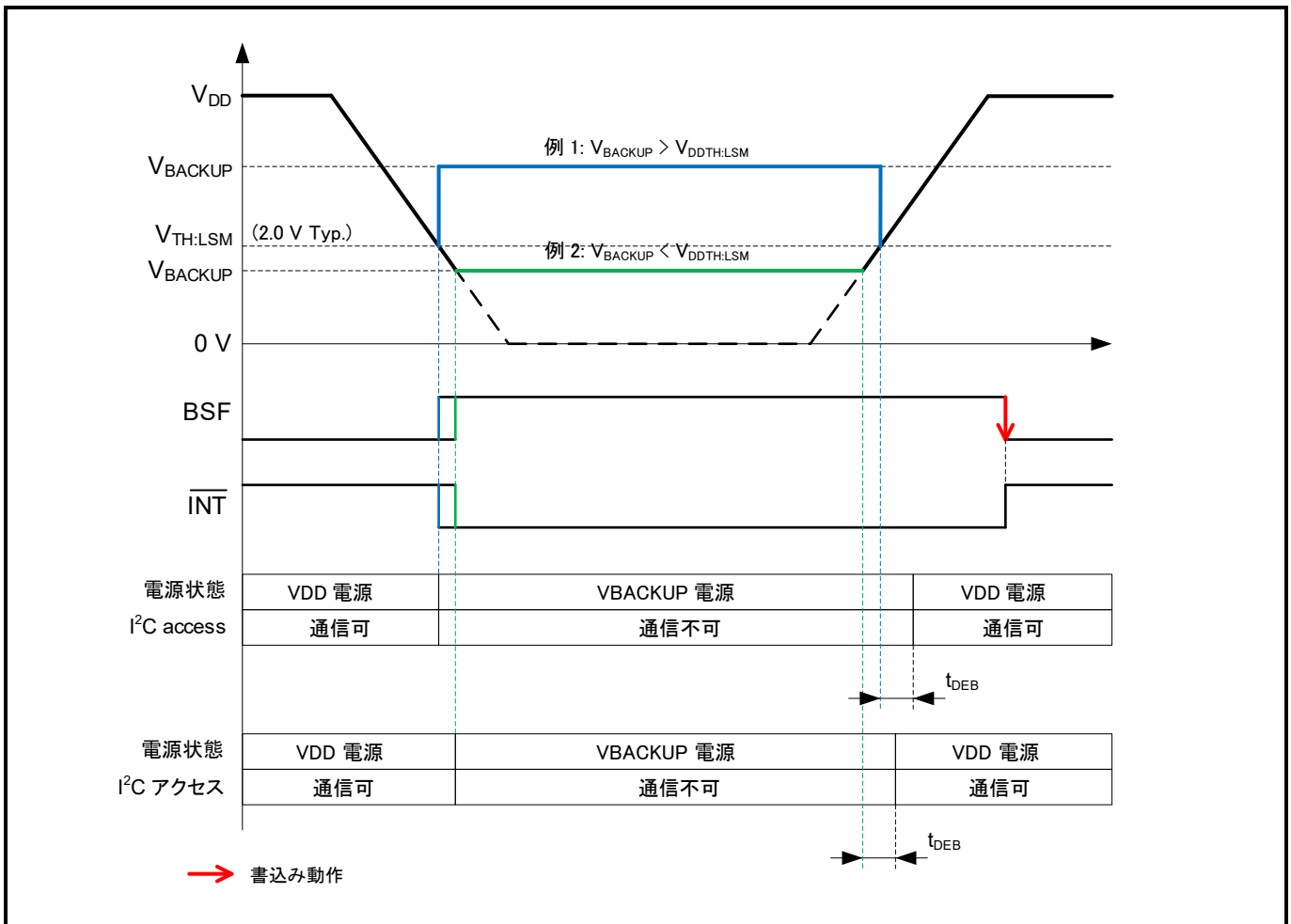
レベル切替モードにする場合は BSM = 10 (EEPROM C0h) に設定します。

- $V_{DD} > V_{TH:LSM}$ (typical 2.0 V) の時、内部の動作電源は VDD になります。
- $V_{BACKUP} > V_{TH:LSM}$ (typical 2.0 V) 及び $V_{DD} < V_{TH:LSM}$ (typical 2.0 V) の時は、内部の動作電源は VBACKUP になります。
- $V_{DD} < V_{TH:LSM}$ (typical 2.0 V) の時はモジュールは自動的に DSM モードになります。
(「ダイレクト切替モード (DSM)」を参照)

レベル切替モードでは VDD がモニタリングされ、しきい値電圧 $V_{TH:LSM} = 2.0\text{ V Typ.}$ ($I_{DD:LSM} = 230\text{ nA Typ.}$) と比較されるため、消費電力はダイレクト切替モード (DSM) と比較してわずかに増加します。「動作特性表」と「代表特性」も参照してください。電源切替え無効の状態からレベル切替モードに切り替える際には、最大で $t_{SWA} = 10\text{ ms}$ 必要になりますのでご注意ください。

『レベル切替モード』での電圧動作:

バックアップ電源切替/バックアップ電源切替割り込みが有効/BSIE = 1 (レジスタ 12h):



4.3. チャージポンプ付きトリクルチャージ機能

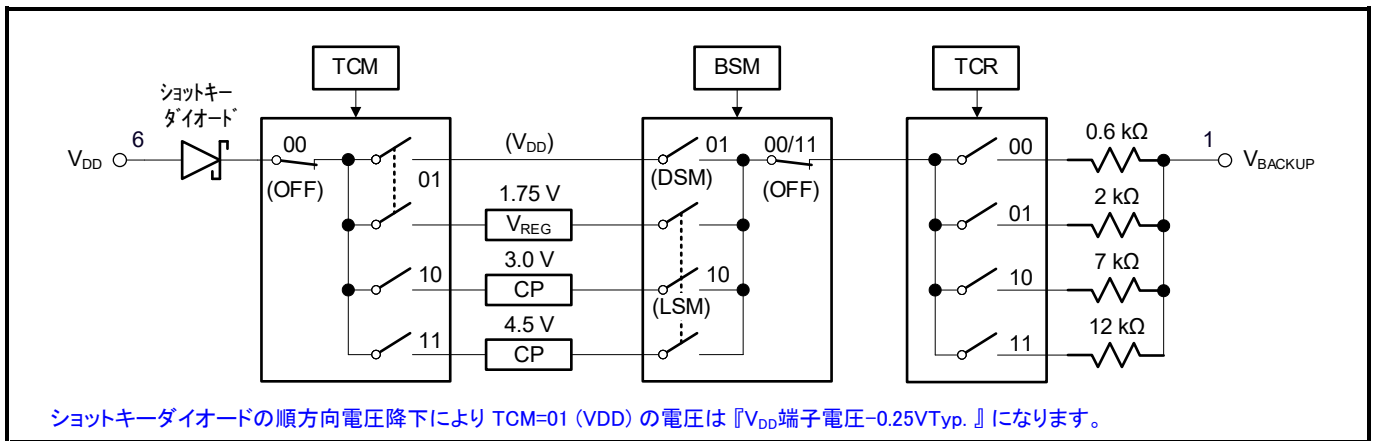
V_{BACKUP}端子をサポートするデバイスには VBACKUP 端子に接続されたバッテリーまたはスーパーキャパシタの充電を可能にするチャージポンプを備えたトリクルチャージ機能が含まれています。

- V_{DD}端子に接続された電源から直接充電
- 内部安定化電圧 TCM = 1.75 V による充電 (TDK の CeraCharge™ 用)
- 内部チャージポンプ電圧 TCM = 3.0 V または TCM = 4.5 V のいずれかでの充電。以下の図を参照。

レジスタ EEPROM C0h では、チャージポンプ付きトリクルチャージャーを TCM フィールド (出荷時の初期値は「トリクルチャージャー=オフ」) と、直列の電流制限抵抗を選択するための TCR フィールド (出荷時の初期値は 0.6 kΩ) を設定できます。順方向電圧降下が 0.25 V のショットキーダイオードが充電経路に挿入されています。内部チャージポンプ電圧は、スーパーキャパシタを使用する場合に効果的です。これにより、キャパシタを V_{DD} よりも高い電圧にて充電できるようになります。外付け部品は必要ありません。

トリクルチャージ電圧レベル (1.75 V、3.0 V または 4.5 V) は レベル切替モード(LSM) (BSM = 10) が選択されていて V_{DD} > V_{TH}:LSM (最大 2.2 V) の場合にのみ使用可能です。

チャージポンプ付きトリクルチャージ機能:



TCM = 00 の場合、及び電源切替機能が無効になっている場合 (BSM = 00 または 11)、またはデバイスが V_{BACKUP} 電源状態にある場合、トリクルチャージ機能は無効になります。

4.4. プログラマブルクロック出力

発振器選択ビット OS (EEPROM C3h) にて XTAL モードまたは HF モードを選択できます。

XTAL モード (OS ビット = 0) では、CLKOUT 出力は4 つの周波数から選択できます。周波数の選択は FD フィールド (EEPROM C3h) で行います。

- 32.768 kHz; Xtal 発振器から直接出力。温度補償やオフセット補償はありません。
- 1024 Hz, 64 Hz, 1 Hz; Xtal発振器からの分周出力。常に温度補償動作の影響があり、ユーザーが設定可能な EEPROM オフセット値 (EEPROM C1h) による経年変化補正が行われます。

HF モード (OS ビット = 1) では、8192 Hz から 67.109 MHz までの周波数を 8192 Hz ステップで CLKOUT 端子から出力でき、周波数の選択は HFD フィールド (EEPROM C2h および C3h) で設定出来ます。

- 周波数は温度補償されず、オフセット補正もされません。

周波数出力は、I²C バス インターフェイス コマンド (通常動作時) を介して直接制御することも、クロックを供給して外部システムをウェイクアップできるように割り込み信号として出力することもできます。

CLKOUT は、CLKOUT の機能設定とは無関係に、V_{BACKUP} 電源状態では V_{SS} レベル一定 (クロック出力=オフ) になります。

パワーオンリセット(POR)の後、ミラーRAMを備えた『機能設定 EEPROM』の出荷時の初期値が変更されていない場合は FD = 00、OS = 0 (EEPROM C3h)、NCLKE = 0 (EEPROM C0h) であるため、32.768kHz が CLKOUT 端子から出力されます。これらのパワーオンリセット(POR) 値をカスタマイズする場合は、『機能設定 EEPROM』の値を変更することで行えます。

(「EEPROM の読み込み／書き込み」を参照)

4.4.1. XTALモードでのクロック出力周波数の選択

OS = 0 (EEPROM C3h) の場合、プログラム可能な XTAL発振器の矩形波出力が CLKOUT端子出力 で利用可能です。動作は FD フィールド (EEPROM C3h) によって設定されます。32.768 kHz (出荷時の初期値) から 1 Hz までの周波数を生成して、システムクロック、マイクロコントローラクロック、チャージポンプへの入力、または水晶発振器のキャリブレーションとして使用できます。

CLKOUT端子は、プッシュプル出力で、電源投入時には有効になっています (出荷時の初期値)。CLKOUT は、割り込み機能 (CLKIE = 0 および CLKF = 0) によって有効化されていない場合に、NCLKE ビットを 1 に設定することによって無効にできます。無効の場合は LKOUT端子は L_{OW} になります。

STOP ビット機能は、クロック出力の周波数によって CLKOUT 出力に影響を与える可能性があります。STOP = 1 の場合、1024 Hz、64 Hz、または 1 Hz のクロック出力が停止します (詳細は「ストップビットの機能」を参照)。秒レジスタに値を書き込んだ場合、または EVI 端子での外部イベント検出の場合に ESYN ビットが 1 の時には、1024 Hz ~ 1 Hz のクロックパルスの現在の周期期間が影響を受けます。

XTALモードでのクロック出力周波数の選択:

FD の値	XTAL モードのクロック出力周波数の選択	STOPビットの影響
00	32.768 kHz – 出荷時の初期値	影響なし
01	1024 Hz ⁽¹⁾ ⁽²⁾	STOP ビット = 1 の時、クロック出力は停止。 CLKOUT端子 出力は HIGH または LOW. ⁽³⁾
10	64 Hz ⁽¹⁾ ⁽²⁾	
11	1 Hz ⁽¹⁾ ⁽²⁾	

(1) 1024 Hz ~ 1 Hz のクロックパルスは補償パルスの影響を受ける可能性があります。
(「温度補償」及び「エージング補正」を参照)
(2) 1024 Hz ~ 1 Hz のクロックパルスの現在の周期は、秒レジスタへの書き込み時、または EVI ピンでの外部イベント検出の場合に ESYN ビットが 1 のときに影響を受けます。

4.4.2. HF (High Frequency) モード CLKOUT周波数の選択

OS = 1 (EEPROM C3h) とすると、プログラマブルの HFモードの矩形波クロックをCLKOUT 端子から出力出来ます。動作は HFD フィールド (EEPROM C2h および C3h) によって制御されます。8192 Hz から 67.109 MHz までの周波数を8192 Hz ステップで生成し、システムクロック、マイコンクロック、またはチャージポンプへの入力として使用できます。

CLKOUT端子は、電源投入時に有効になるプッシュプル出力です (出荷時の初期値)。クロック出力は、割り込み機能 (CLKIE = 0 および CLKF = 0) によってイネーブル設定にされていない場合は、NCLKE ビットを 1 に設定することでディセーブルにできます。無効の場合、CLKOUT ピンは L_{OW} になります。

HFモード・クロック周波数の選択:

HFD [12:0] の値	HFD の10進法の値	HFD + 1の値	HFモードのクロック周波数 = (HFD + 1) × 8.192 kHz	STOPビットを 設定した際の影響
0000000000000	0	1	8.192 kHz – 出荷時初期値	影響なし ⁽¹⁾ ⁽²⁾
0000000000001	1	2	16.384 kHz	
0000000000010	2	3	24.576 kHz	
:	:	:	:	
1100011001011	6347	6348	52.002816 MHz	
:	:	:	:	
1111111111110	8190	8191	67.100672 MHz	
1111111111111	8191	8192	67.108864 MHz	

(1) HF モードからのクロックパルスは補償パルスの影響を受けません (温度補償および経年変化補正はありません)。
(2) HF モードのクロックパルスの現在のパルス幅は、秒レジスタへの書き込み時、または EVI ピンでの外部イベント検出の場合にも ESYN ビットが 1 となっている場合には影響を受けません。

4.4.3. CLKOUT周波数の切替え

2通りのケースについて、1つは事前に選択した周波数のオン/オフの切り替え、もう1つは CLKOUT が有効になっているときの周波数の変更についてです。

CLKOUT のオン・オフ (FD、HFD、OS は変更なし):

- NCLKEビットで設定する場合 / タイミング同期のオン・オフ
 - FD = 1024 Hz, オフ遅延時間は 0 から最大1パルス分 (967 μ s)
 - FD = 32768 Hz, オン遅延時間は 600 μ s, オフ遅延時間は約 400 μ s
 - HFD の周波数ではオン遅延時間は 2.5 ms, オフ遅延時間は 400 μ s
- CLKFフラグで設定する場合 / タイミング同期のオン・オフ / NCLKEでの設定と同じ動作になります

CLKOUT周波数を OSビットで変更する場合 (FD と HFD は変更しない, CLKOUT出力はオン):

- FD \rightarrow HFDの場合: タイミング同期は変わります。約350 μ s間に変更前の周波数 \rightarrow 2.3 ms の間 CLKOUT端子 = Low、その後、設定後の周波数で出力します。
- HFD \rightarrow FD の場合: タイミング同期は変わります。約300 μ s間に変更前の周波数 \rightarrow 650 μ s の間 CLKOUT端子 = Low、その後、設定後の周波数で出力します。

ヒント: OS ビット (C3h/EEPROMレジスタ) を変更する際に、同時に周波数を変更しないでください。

FD または HFD ビットでCLKOUT 周波数を変更する場合 (OS は変更せず、CLKOUT 出力はオン):

- FD (XTALモード) の場合 … 周波数は即座に切り替わります。
- HFD (HF モード) の場合 … 周波数は即座に切り替わります。ただし変更直後の周波数は最初の数ミリ秒の間は安定しないため、一旦 CLKOUT出力を停止してオフの間に周波数変更を設定し、再度CLKOUTを出力させる手順が推奨されます (例えば、NCLKEビットを使用するなど)。

4.4.4. 通常のクロック出力

通常のクロック出力は、NCLKE ビット (C0h/EEPROMレジスタ) によって制御されます。NCLKE を 0 (デフォルト) に設定すると、CLKOUT端子からのクロック出力が有効になります。NCLKE ビットが 1 に設定されている場合、割り込み駆動クロック出力 (CLKF = 0) によってイネーブルされていない限り、CLKOUT端子は Low (出力オフ) になります。

4.4.5. 割り込み制御クロック出力

割り込み制御クロック出力を使用する場合は、NCLKE (EEPROM C0h) を 1 に設定します (これによりクロック出力が直接出力されるものではありません)。CLKIE ビット (11h) が 1 に設定されている場合、クロック割り込みマスクレジスタ 14h (CEIE、CAIE、CTIE、CUIE、CTHIE、または CTLIE) で選択された割り込みが発生すると、フラグ CLKF がセットされ、CLKOUT端子のクロック出力が許可されます。この機能により、クロックを出力することで外部システム(MCU)をウェイクアップさせることができます。

CLKIE に 0 を書き込むと、CLKOUT端子からの新しいクロック出力割り込みは無効になりますが、クロック出力割り込みが出力している間は (CLKF フラグがセットされている)、CLKIE ビットの操作ではアクティブな周波数出力は停止されません。CLKF フラグがクリアされると、CLKOUT端子出力は LOW になります。

- CLKOUT 出力の割り込み信号の遅延設定は、ビット INTDE (14h) で有効にできます。MCU をウェイクアップするときに使用します。「CLKOUT オン後の割り込み遅延」を参照してください。
- I²C ストップコンディション後の CLKOUT端子出力の停止の遅延設定は、CLKD および CLKDE ビット (レジスタ 14h および 15h) によって選択および有効化できます。MCU が自身をスリープモードにしたい場合に使用されます。「I²C ストップコンディション後の CLKOUT オフ遅延の設定」を参照してください。MCU が再度ウェイクアップするための有用な割り込み機能が有効 (イネーブル) になっていない場合、MCU がスリープモードのままになってしまう可能性がありますので、注意してください。

4.4.6. CLKOUT ON後の割り込み遅延の設定

割り込み制御クロック出力を使用する場合、CLKOUT出力オン後の割り込み遅延は INTDE ビット(14h) で有効にできます。MCU をウェイクアップするときに使用します。

NCLKE ビット (C0h/EEPROM レジスタ) が 1 (CLKOUT が直接イネーブルされていない) に設定されている場合、および 14hレジスタにて必要なクロック出力ビット(CEIE、CAIE、CTIE、CUIE、CTHIE、または CTLIE) が有効になっている場合、すべての有効になっている割り込み機能に適用されます。

- INTDE = 0 の場合、遅延時間は追加されません (初期値)。
- INTDE = 1 の場合、1/256 秒~3/512 秒 \approx 3.9 ms~5.9 ms の遅延時間 $t_{CLK:INT}$ が追加されます。

※ TD = 00 (4096 Hz) が選択されている場合、繰返しカウンタダウンタイム割り込み機能 (CTIE = 1) では遅延を設定できないことに注意してください。その他の設定 TD = 01、10、11 (64 Hz、1 Hz、1/60 Hz) では、遅延を適用できます。

4.4.7. I²C ストップコンディション後の CLKOUT オフ遅延

割り込み制御クロック出力を使用する場合、I²C ストップコンディション後の CLKOUT出力の スイッチオフ遅延は、CLKD および CLKDE ビット (14h および 15h レジスタ) によって選択および有効化できます。MCU が自身をスリープモードにした場合に使用されます。

注意: MCU が再びウェイクアップする有効な割り込み機能が有効になっていないと、MCU がスリープモードのままになる可能性があります。

CLKD ビットにて次の 2 つの遅延値のいずれかを選択することができます :

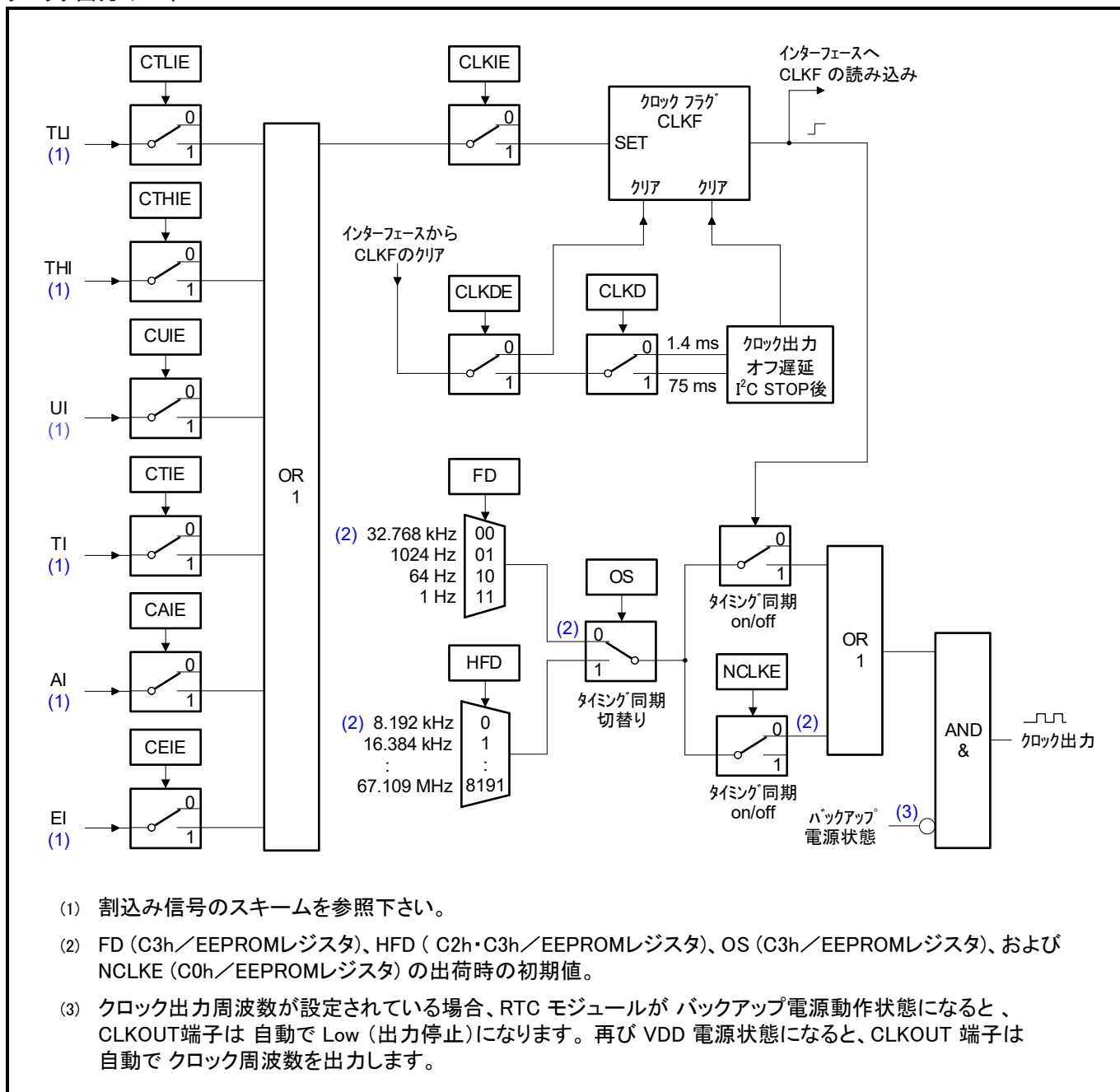
- CLKD = 0 の場合、遅延時間 :time $t_{I2C:CLK}$ = 1.4 ms Typ. (初期値)。
- CLKD = 1 の場合、遅延時間 : $t_{I2C:CLK}$ = 75 ms Typ.

I²C ストップコンディション後の CLKOUT出力オフ遅延を有効にするには、CLKDE ビットを 1 に設定します :

- CLKDE = 0 の場合、遅延時間は追加されません (初期値)。
- CLKDE = 1 の場合、遅延が有効になります。遅延時間は CLKD ビットにて設定します。

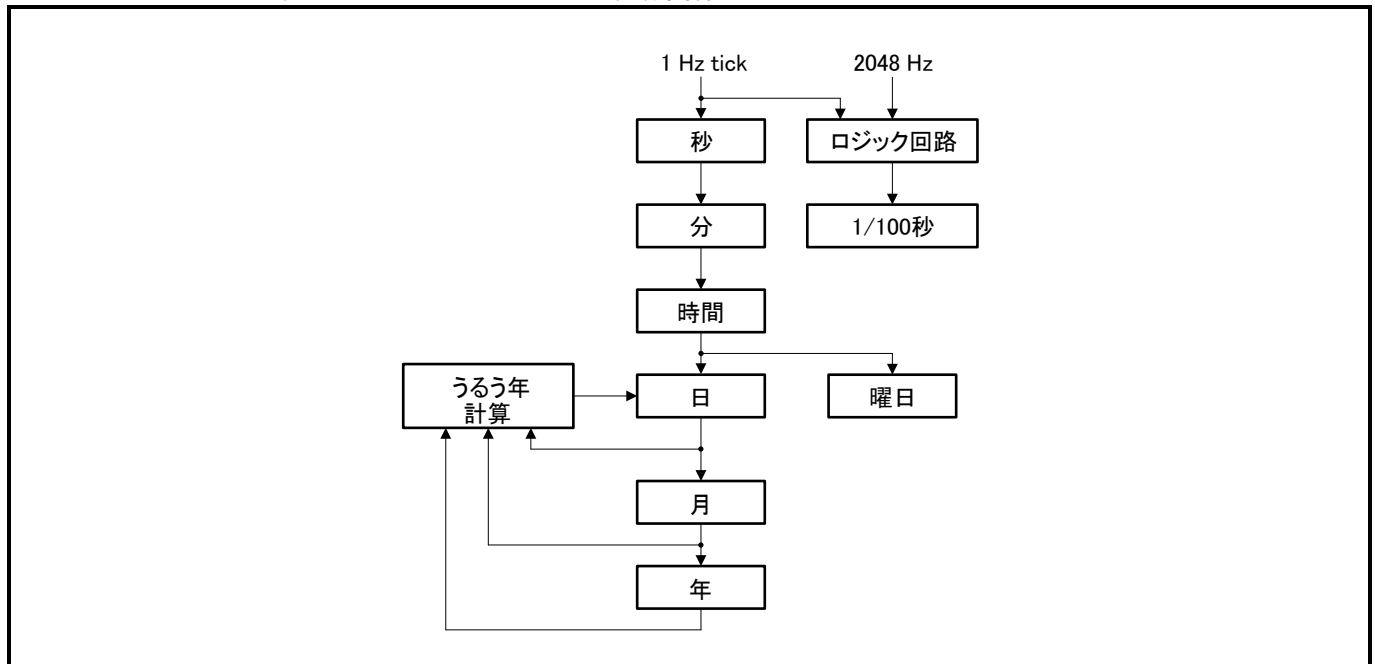
4.4.8. クロック出力のスキーム

クロック出力のスキーム：



4.5. 時刻の設定と読み込み

1 Hz クロック チックから始まるデータフローとデータの依存関係:

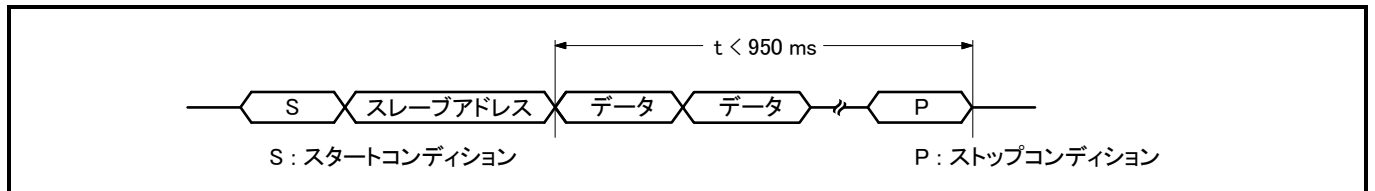


950 ミリ秒未満の RTCレジスタへの I²C 読み取り/書き込みのアクセス中、RV-3032-C7 の時計カウンタ (時刻およびカレンダー レジスタ 01h ~ 07h) はブロックされます (ただし 100 秒レジスタ: 00h はブロックされません)。この間、時計カウンタの増分 (1 Hzチック) は、一貫したデータ値を保つために保留されます。保留時間中に発生した 1 つのカウンタ増分 (最大 1 Hz チック) はメモリされて、I²Cストップコンディションの後に実施されます。

<例外> 保留時間中に STOP ビットに 0 から 1 が書き込まれた場合、または ESYN = 1 の外部イベントの場合、または秒レジスタに値が書き込まれた場合、現在記憶されている可能性のある 1 Hz更新 (1Hzチック) がリセットされ、4096Hz~1 Hz のプリスケーラ周波数がリセットされます。プリスケーラをリセットすると、後続のすべての機能 (クロックとカレンダー、XTAL モードのクロック出力、タイマクロック、時刻更新割り込み信号、温度検知、および EVI 入力フィルタ) の現在のクロック周期の長さに影響します (「時刻同期」の項を参照下さい)。

I²C 読み取り/書き込みアクセスが 950 ミリ秒 (t < 950 ms) 以内に終了すると、時間カウンタは I²C ストップコンディション後に保留が解除され、読み込みまたは書き込みアクセス中に発生した時間カウンタをインクリメントする保留中の要求が正しく実行されて、最大 1 つの 1 Hz ティックを処理できます。(次の図を参照)。

読み取り/書き込み操作のアクセス時間:



この方法では、読み込みまたは書き込みアクセスは一度に行うことが非常に重要です。つまり、秒レジスタから年レジスタまでの時刻・カレンダーの設定または読み取りを 1 回のアクセスで行う必要があります。この方法に従わない場合、時間が破損してしまう可能性があります。

<ヒント> 1/100秒レジスタ が 時間カウンタ の変わり目の一部として読み取られた場合 (または 1/100秒の値が 00 または 99 のいずれかである場合)、2回の読み取り値が同じ値であることが確認されるまで、全ての時間レジスタを2~3回読み取りすることで、時刻の正しいことが保証されます。

4.5.1. 時刻の設定 (書き込み)

アクセス時間が 950 ミリ秒未満の RTC レジスタへの I²C 読み込み/書き込みのアクセス中、時間カウンタ (1/100 秒レジスタを除く) はブロックされます。I²C ストップ・コンディションの後、記憶された 1 Hz チックがある場合は実行されます。秒レジスタに書き込みを行うと、1/100秒レジスタの値は 00 にクリアされますので注意してください。

・レジスタをブロックすることのアドバンテージ:

- I²C 書き込みアクセス中に 時刻レジスタ と カレンダー レジスタへの誤った書き込みを防止します。
(書き込みアクセス中に時間レジスタがインクリメントされません)
- 書き込み後、記憶された 1 Hz チックが 1 つ処理されて時刻・カレンダーレジスタが更新されます。
- 読み取りは必要ありません。書き込まれたデータは整合性があります。

I²C 書き込みアクセスが 950 ms 以上かかった場合、I²C バス インターフェイス は内部のバス タイムアウト機能によってリセットされます。この場合、前の時間カウンタ値が維持され、保留中の 1 Hz チックが実行され、クロック カウンタの増分 (1 Hz チック) は正常に動作し続けます。通信の再開は、再度 スタート・コンディションの送信から始まります。I²C の自動インクリメント・アドレス ポインタは、I²C ストップ・コンディションやタイムアウト後の強制的な内部停止によってリセットはされることはありません。

・時刻を設定するには 2 つの方法があります:

1. 秒レジスタを含む時刻レジスタを設定した場合、現在記憶されている 1 Hz の更新がリセットされ、プリスケアラ周波数が 4096 Hz から 1 Hz にリセットされます (同期します)。
2. 秒レジスタを使用せずに時間レジスタを設定した場合、書き込みアクセス中に記憶された 1 Hz チックがある場合は実行されます。古いタイミング同期は持続します。

・**注:** タイムカウンターを同期するために秒レジスタに書き込む代わりに、STOP ビット機能または ESYN ビット機能を適用することが出来ます。どちらの関数も秒レジスタの値を変更することなくプリスケアラ周波数を 4096 Hz から 1 Hz にリセットします (「時刻同期」の項を参照)。

4.5.2. 時刻の読み込み

アクセス時間が 950 ミリ秒未満の RTC レジスタへの I²C 読み込み/書き込みのアクセス中、時間カウンタ (1/100 秒レジスタを除く) はブロックされます。I²C ストップ・コンディションの後、記憶された 1 Hz チックがある場合は実行されます。

レジスタをブロックすることのアドバンテージ:

- I²C 読み取りアクセス中の 時刻 およびカレンダー レジスタの誤った読み取りを防止します (読み取りアクセス中に時間レジスタがインクリメントされません)。
- 読み込み後、記憶された 1 Hz チックが 1 つ処理されて時刻・カレンダーレジスタが更新されます。
- 再度の読み取りは必要ありません。書き込まれたデータは整合性があります。

I²C 読み込みアクセスが 950 ms 以上かかった場合、I²C バス インターフェイスは 内部バス タイムアウト機能によってリセットされます。この場合、その後に読み取られるすべてのデータは値 FFh となり、保留中の 1 Hz チックが実現され、クロック カウンタの増分 (1 Hz チック) は正常に動作し続けます。通信の再開は、再度 スタート・コンディション の送信から始まります。

I²C の自動インクリメント・アドレス ポインタは、I²C ストップ・コンディション や タイムアウト後の強制的な内部停止によってリセットはされることはありません。

4.6. EEPROM の読み込み／書き込み

EEPROM 読み取り/書き込み機能に関連しているレジスタとビットは以下です。

- EEアドレス (3Dh) (EEPROMメモリ制御レジスタを参照)
- EEデータ (3Eh) (EEPROMメモリ制御レジスタを参照)
- EE コマンド (3Fh) (EEPROMメモリ制御レジスタを参照)
- EEフラグ及び EEBusyステータスビット(温度レジスタ、0Eh - 温度 LSB を参照)
- EERD ビット (制御レジスタ、10h - 制御 1 を参照)

4.6.1. POR リフレッシュ (パワーオンリセット・リフレッシュ) (すべての機能設定EEPROM → ミラーRAM)

パワーオン リセット (POR) 時のすべての 機能設定 EEPROMレジスタの自動読み取り:

- 電源投入時に、機能設定 EEPROM 内の値による機能設定ミラー RAM 値のリフレッシュが自動的に実行されます (「レジスタ リセット値の概要」を参照)。
- この最初のリフレッシュの時間は $t_{PREFR} = \sim 66$ ミリ秒です。
- 温度レジスタの EEBusy ビット (0Eh) により、リフレッシュのステータスを監視できます。

4.6.2. オート・リフレッシュ (すべての機能設定EEPROM → 機能設定ミラーRAM)

すべての 機能設定 EEPROMレジスタの自動読み取り:

- 機能設定データの整合性を保つために、機能設定ミラーRAM のすべてのデータは、24 時間ごとに日付の変わり目 (午前 0 時前の最後の 1 秒の始まり) に機能設定 EEPROM 内のデータによってリフレッシュされます。
- このオート・リフレッシュの時間は $t_{AREFR} = \sim 1.4$ ミリ秒です。
- オート・リフレッシュは、RV-3032-C7 が VBACKUP 電源状態ではなく、EERDビット (EEPROMメモリ・リフレッシュ無効化ビット) によって無効になっていない場合にのみアクティブになります。
- (ヒント) オートリフレッシュがすぐに実行されないタイミングの場合には、EEPROM アクセス前に必ずしもオートリフレッシュをオフ (EERD = 1) にする必要はありません。例えば 現在の RTC 時間が 午前1 時の場合など。

4.6.3. アップデート(更新) (すべての機能設定ミラーRAM → 機能設定EEPROM)

すべての 機能設定 EEPROMレジスタに書き込み: (「機能設定レジスタの使用」も参照)

- EEPROM に保存されている構成の変更を開始する前に、制御 1 レジスタの EERD 制御ビットに 1 を書き込んで、EEPROM からの ミラーRAMレジスタの自動リフレッシュを無効にします。
- 次に 新しい設定を機能設定ミラーRAM レジスタに書き込みます。そして新しい機能設定全体がミラーRAMレジスタに書き込まれた状態で、**コマンド 11h をレジスタ EECMD (3Fh) に書き込むと、EEPROM へ設定値がコピーされます。**
- 更新時間は $t_{UPDATE} = \sim 46$ ミリ秒です。
- EEPROMのアップデートが終了した後で (EEbusy = 0)、EERD ビットに 0 を書き込むことで、レジスタのオート・リフレッシュを再度有効にすることができます。
- 温度レジスタの EEフラグ (0Eh) は、EEPROM 書き込みアクセスの失敗検出に使用できます。

4.6.4. リフレッシュ (すべての機能設定EEPROM → 機能設定ミラーRAM)

すべての 機能設定 EEPROMレジスタを読み取り:

- EEPROM に保存されている構成の読み取りを開始する前に、制御 1 レジスタの EERD 制御ビットに 1 を書き込んで、EEPROM からの ミラーRAMレジスタの自動リフレッシュを無効にします。
- 次に 実際の構成を機能設定EEPROMレジスタから読み取ることができます。レジスタ EECMD にコマンド 12h を書き込むと、RAM への構成のコピーが開始されます。
- このリフレッシュ時間は、 $t_{REFR} = \sim 1.4$ ミリ秒です。
- 各機能は RAM バイトが書き込まれるとすぐにアクティブになります。
- リフレッシュが終了した後に (EEbusy = 0)、EERD ビットに 0 を書き込むことで、レジスタのオート・リフレッシュを再度有効にすることができます。

4.6.5. 特定の1つの EEPROMバイトへの書き込み (EEDATA (ミラーRAM) → EEPROM)

機能設定 EEPROM またはユーザー EEPROM レジスタの 1 つの EEPROM バイトに書き込む場合:

- EEPROM に保存されている設定の書き込みを開始する前に、制御 1 レジスタの EERD 制御ビットに 1 を書き込んで、EEPROM からの ミラーRAMレジスタの自動リフレッシュを無効にします。
- EEPROM に 1 バイトを書き込むには、データを書き込む必要があるアドレスを EEADDR レジスタに入力し、書き込むデータを EEDATA レジスタに入力してから、コマンド 21h を EECMD レジスタに書き込みむと EEPROM への書き込みを開始します。
- EEPROM の 1 バイトに書き込む時間は、 $t_{WRITE} = \sim 4.8$ ミリ秒です。
- EEPROMのアップデートが終了した後で (EEbusy = 0)、EERD ビットに 0 を書き込むことで、レジスタのオート・リフレッシュを再度有効にすることができます。
- 温度レジスタの EEF フラグ (0Eh) は、EEPROM 書き込みアクセスの失敗検出に使用できます。

4.6.6. 特定の1つのEEPROMバイトの読み取り (EEPROM → EEDATA (ミラーRAM))

機能設定EEPROM レジスタまたはユーザー EEPROM レジスタから 1 つの EEPROM バイトを読み取ります。

- EEPROM に保存されている設定の読み込みを開始する前に、制御 1 レジスタの EERD 制御ビットに 1 を書き込んで、EEPROM からの ミラーRAMレジスタの自動リフレッシュを無効にします。
- EEPROM から 特定の1 バイトを読み取るには、読み取るアドレスを EEADDR レジスタに入力し、コマンド 22h を EECMD レジスタに書き込み、その結果の値を EEDATA レジスタから読み取ることができます。
- EEPROM の 1 バイトを読み取るのにかかる時間は、 $t_{READ} = \sim 1.1$ ミリ秒です。
- EEPROMレジスタの読み込みが終了した後で (EEbusy = 0)、EERD ビットに 0 を書き込むことで、レジスタのオート・リフレッシュを再度有効にすることができます。

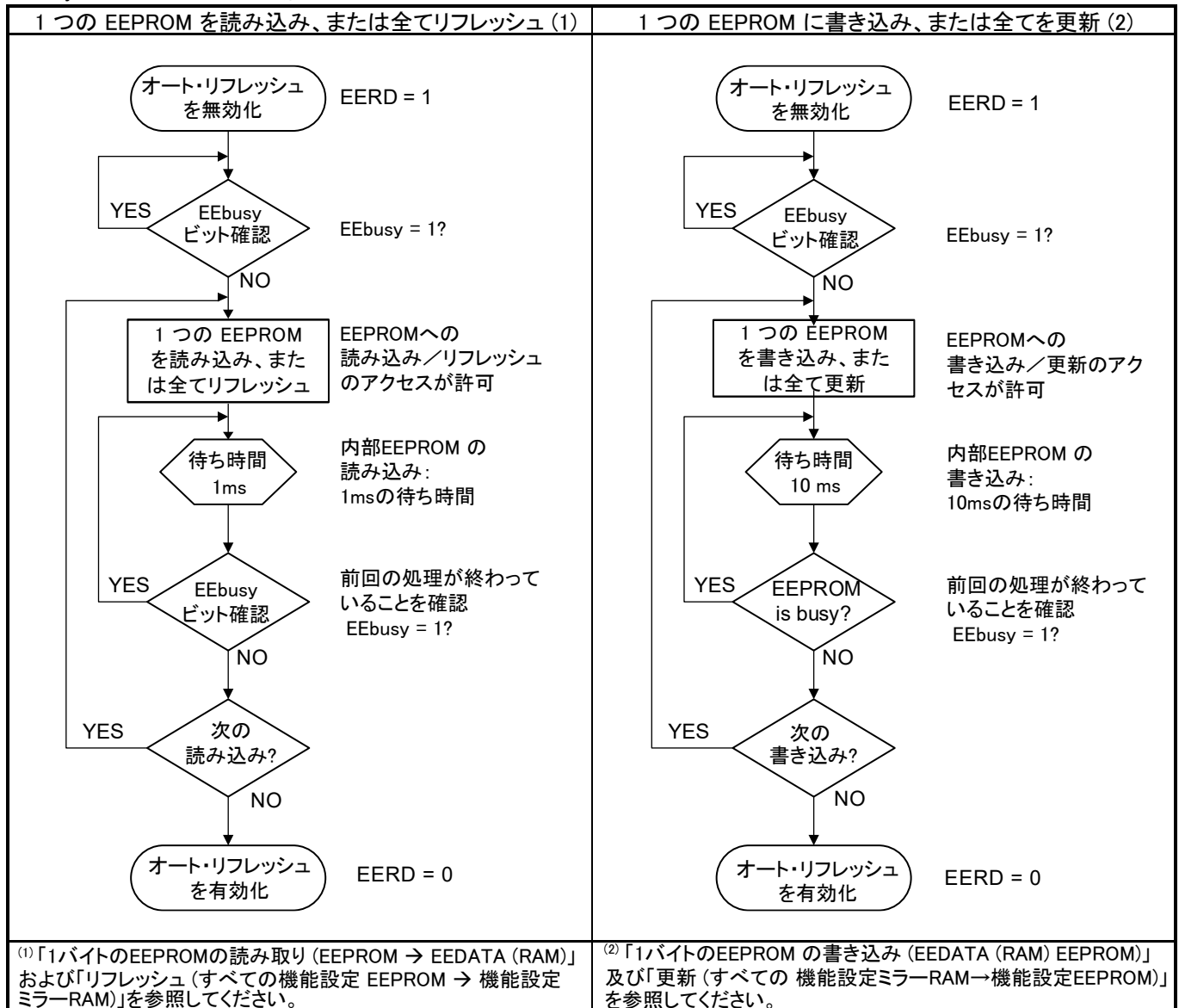
4.6.7.EE busy ビット

EEbusyステータスビット(温度 LSB レジスタ : 0Eh/Bit :2) がセットされている場合は、EEPROM が現在読み取りまたは書き込み要求を処理中であり、現在のコマンドが終了するまでそれ以降のコマンドを無視することを示します。電源投入時にはリフレッシュ(EEPROM→ミラーRAMへの書き込み)が自動的に実行されます。この最初のリフレッシュの時間は $t_{PREFR} \sim 66$ ミリ秒です。最初のリフレッシュが終わると、EEbusy ビットは自動的に 0 にクリアされます。EEbusy ステータスビットがクリアされていると、EEPROM 転送が完了したことを示します。

RTC内部の EEPROM オート・リフレッシュ (EERD = 0) とインターフェイスを介した外部からのEEPROM 読み取り/書き込みアクセスとの衝突を防ぐために、次の手順を適用する必要があります。

- EERD = 1にセット EEPROMへアクセスする前に オートリフレッシュを無効にします。
- EEbusy = 0を確認 EEPROM へのアクセスは EEbusy=0 の時に行います。
- EEPROMへ書き込み 書き込みの場合はEEPROM レジスタに書込む毎に 例えば10 ミリ秒待ってから、EEbusy=0 かどうかを確認してデータ転送を許可します(読取りの場合は 1 ミリ秒待ちます)。
- EERD = 0 にセット 読取り/書き込みアクセスの終了時にEEPROM オートリフレッシュを有効にすることをお勧めします。

EEbusy bit のフローチャート(例):



注: 上記のEEPROM 書き込み手順全体で最小電源電圧 $V_{DD.WRITE} = 1.6 V$ が必要です。
(EEbusy = 0になるまで)

4.6.8.EEF フラグビット

EEFフラグ（温度LSBレジスタ:0Eh/Bit:3）がセットされている場合は、電源電圧VDDが $V_{DD:EEF}$ を下回ったためにEEPROM書き込みアクセスが失敗したことを示しています。 $V_{DD:EEF}$ が『+1.5V以下』になっています。EEFフラグビットの値1はユーザーが0を書き込むまで保持されます。

このフラグはEEPROMの読み込みのアクセスに関する情報は提供しないので注意してください。

4.6.9.EEPROMの読み込み/書き込み 条件

EEPROMの読み込み/書き込み中にVDD電源が低下した場合、デバイスはVBACKUPへの切り替えが発生するまで動作し通信を続けます(DSMまたはLSMモードの場合)。この時間中の動作は推奨されません。VDD障害が検出されたらすぐにすべてのI²C通信を停止する必要があります。

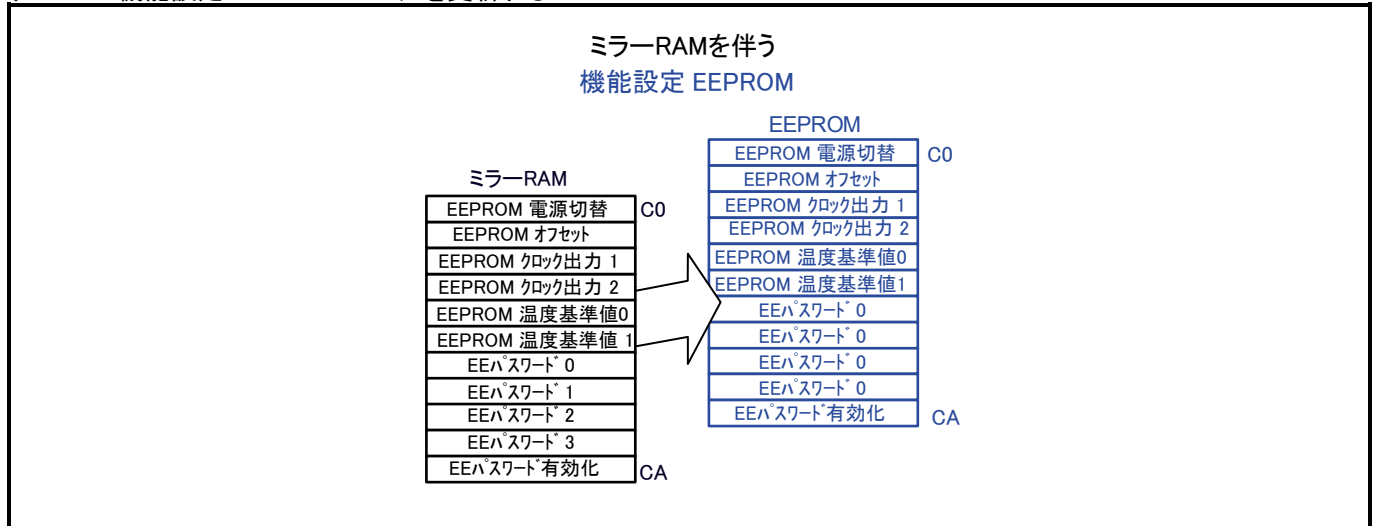
EEPROMにデータが書き込まれている間は、VDDは最小書き込み電圧 $V_{DD:WRITE} = 1.6\text{ V}$ 以上である必要があります。VDDがこの電圧を下回ると、デバイスに書き込まれたデータが破損します。
(EEFフラグビットは $VDD < V_{DD:EEF}$ の場合にセットされます)

EEPROMに書き込むには、バックアップ電源自動切替え回路を主電源VDDに戻す必要があります。
(「自動バックアップ電源切替え機能」も参照してください)

4.6.10. 機能設定レジスタの使い方(アップデートの必要性)

アドレス C0h ~ CAh のミラーRAMレジスタで 機能設定 EEPROM レジスタを使用する一番良い方法は、最初にミラーRAM にてすべての機能設定を行ってから、EEPROM更新(アップデート)のコマンドを用いて、すべての機能設定 EEPROM を更新することです。

すべての 機能設定EEPROMレジスタ を更新する:



パスワードによる書き込み保護を有効/無効にする方法、および参照パスワードを変更する方法については「ユーザープログラマブルパスワード(構成レジスタ C6h ~ CAh)」セクションを参照してください。

機能設定レジスタ C0h ~ C5h:

- EEPROM 電源切替レジスタ/C0h - EEPROM PMU
- EEPROM オフセット・レジスタ/C1h - EEPROM Offset
- EEPROM クロック出力-1 レジスタ/C2h - EEPROM Clkout 1
- EEPROM クロック出力-2 レジスタ/C2h - EEPROM Clkout 2
- EEPROM 温度基準値0 レジスタ/C4h - EEPROM TReference 0
- EEPROM 温度基準値1 レジスタ/C5h - EEPROM TReference 1

機能設定の編集手順 (例: パスワードによる書き込み保護が有効な場合 (EEPWE = 255))。

1. パスワード PW (PW = EEPW) を入力して、書き込み保護のロックを解除します。
2. EERD = 1 に設定してオート・リフレッシュを無効にします。
3. レジスタ C0h ~ C5h (RAM) の機能設定を編集します。
4. EECMD = 11h に設定して EEPROM を更新します (全ての機能設定ミラーRAM → EEPROM)。
5. EERD = 0 に設定してオート・リフレッシュを有効にします。
6. 正しくないパスワード(PW) を入力し (PW ≠ EEPW) デバイスをロックします

注:) 機能設定レジスタの ミラーRAMレジスタは アクティブゾーンを定義します。通常はあまり考えられないケースですが、もしEEPROMにのみ設定を書き込んだ場合は、設定した機能はすぐにはアクティブになりません。この場合は、リフレッシュ(PORリフレッシュ、オート・リフレッシュ、またはソフトウェアによるリフレッシュ)が発生すると設定した機能はアクティブになります。

注:) 特定のテストを実行する場合には、ミラーRAM へ設定を書き込むだけで十分です。ミラーRAM への設定のみの場合は、リフレッシュ (POR リフレッシュ、オート・リフレッシュ、またはソフトウェアによるリフレッシュ) が発生すると設定が失われます。

4.7. 割込み信号出力

INT端子の割込み出力のは、9つの異なる機能によってトリガーできます。

- 繰返しカウントダウンタイマ
- 時刻更新（秒または分）
- アラーム機能
- 外部イベント入力
- 温度低下検出
- 温度上昇検出
- バックアップ電源切替え
- パワーオンリセット
- 低電圧検出

INT端子からの割込み信号は、VBACKUP 電源状態でも動作します（無効になっている外部イベント入力機能は除く）。

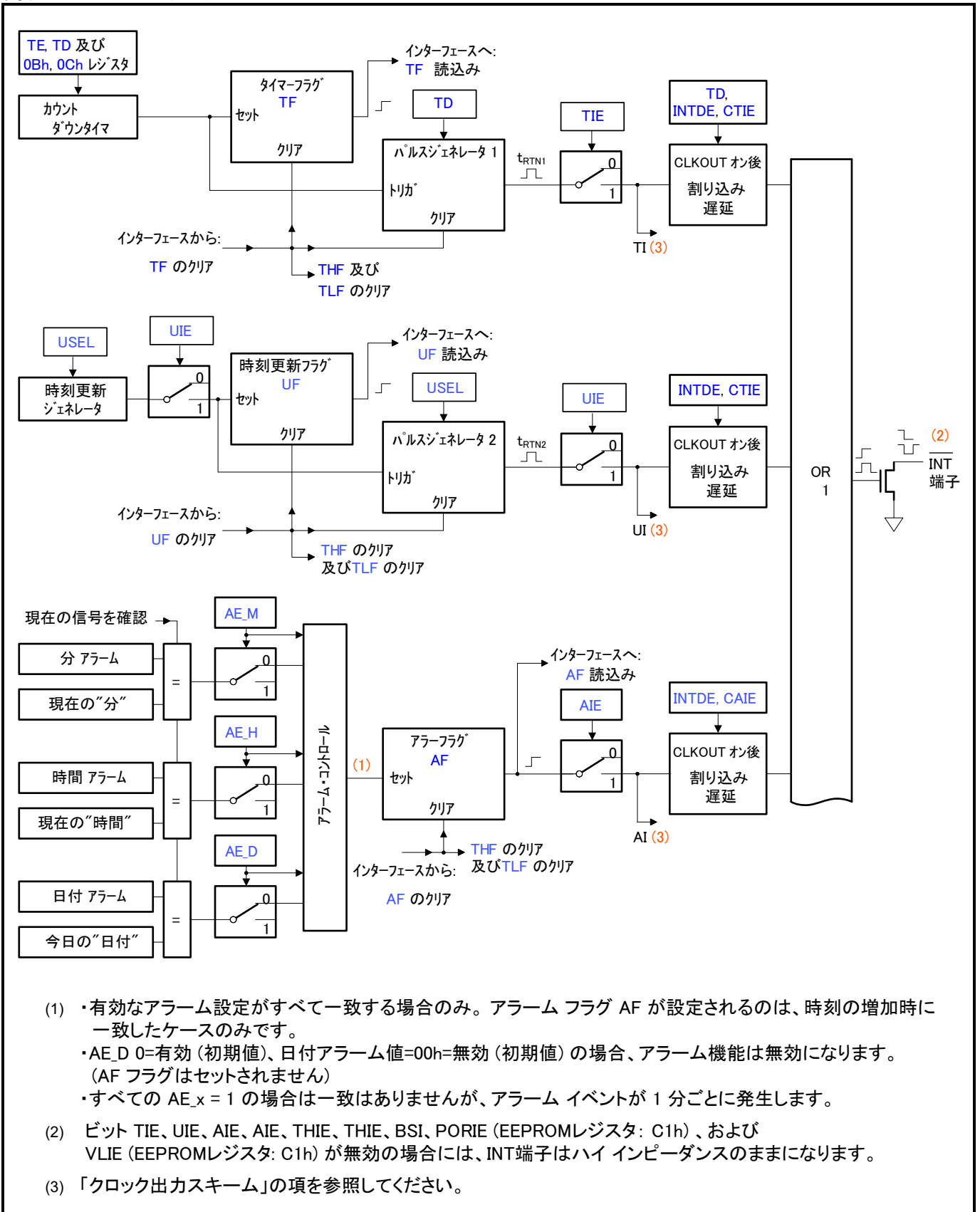
4.7.1. 割込み信号の出力／未出力（ポーリング制御）

INT端子からは9種類の割込み信号を出力することができます。これらの割込み機能の演算結果を出力します。割込み信号がMCUで検出された場合（INT端子が府のパルスを生ずるかローレベルになっている時）、MCUからTF、UF、AF、TLF、THF EVF、VLF、BSF、PORF フラグを読み取り、どの割込みイベントが発生したかを確認します。

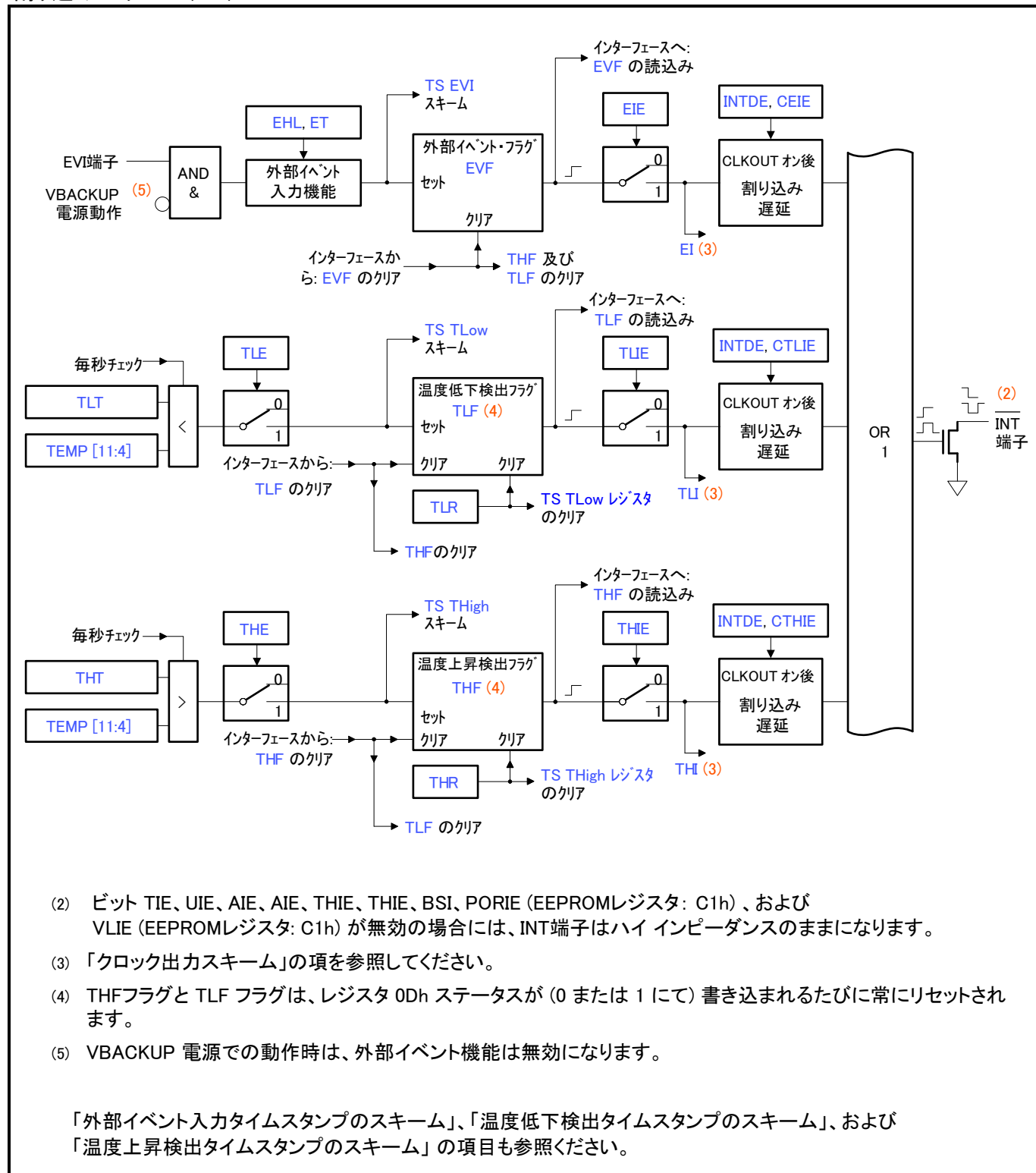
割込みイベントの発生時にINT端子がLowレベルに変化しないようにする（割込み信号が出力しないようにする）には、TIE、UIE、AIE、EIE、TLIE、THIE、BSIE、PORIE、およびVLIEビットをクリアします。PORIEビット、およびVLIEビットはEEPROMレジスタ:C1hにあります。INT端子からの割込みを出力せずにイベントが発生したかどうかを確認するために、ソフトウェアにてTF、UF、AF、EVF、TLF、THF、BSF、PORF、およびVLFの割込みフラグを読み取ることができます（ポーリング制御）。

4.7.2. 割り込み信号スキーム

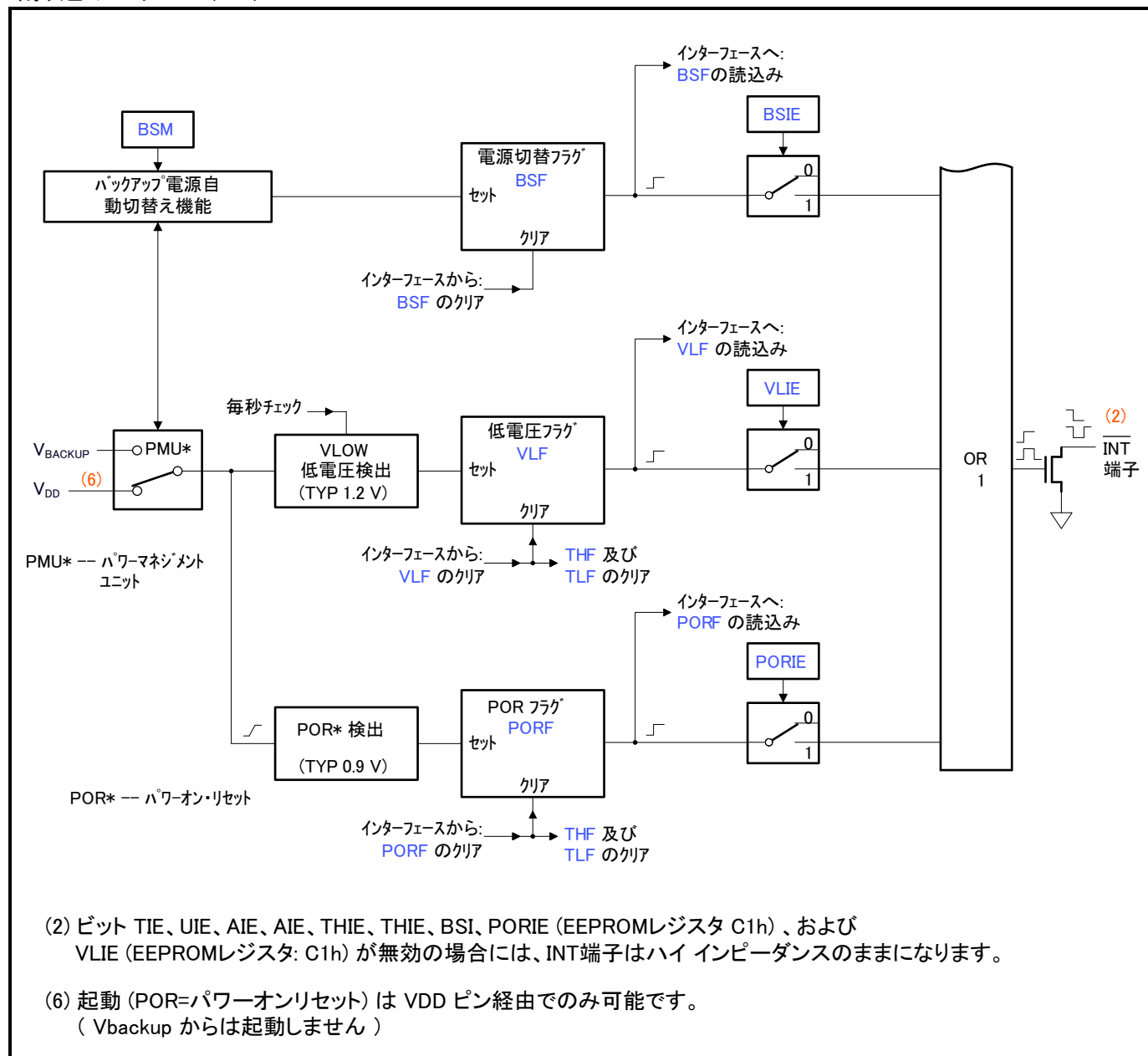
割り込みスキーム (1/3) :



割り込みスキーム (2/3) :



割り込みスキーム (3/3) :



4.8. 繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能

繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能は、244.14 μ s ~ 4095 分の範囲で設定された任意の周期で定期的に割り込みイベントが発生します。

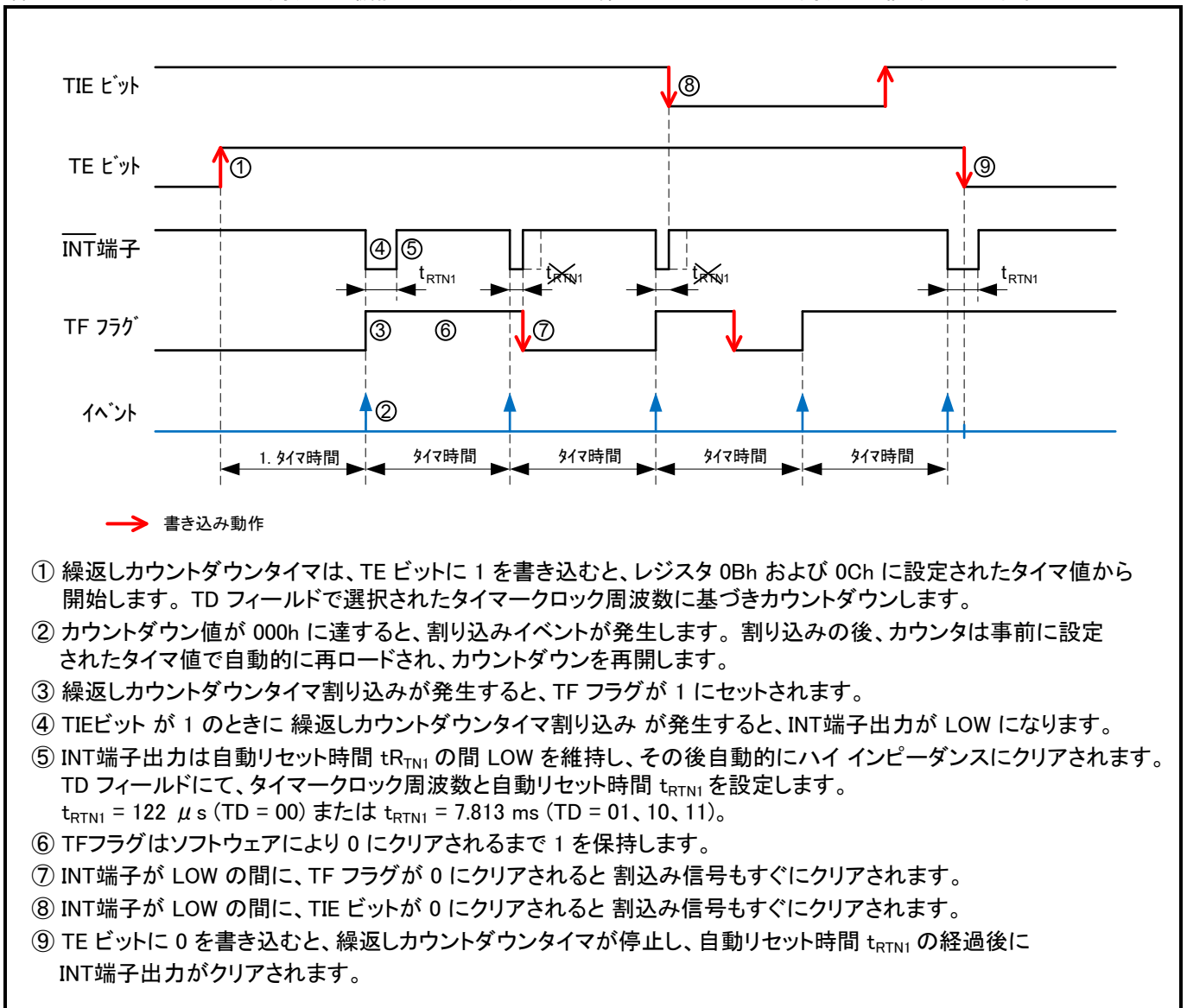
カウントダウンタイマを開始する場合、最初のカウントダウン期間のみ僅かに値が不定になります。最初のカウントダウンタイマ時間の不正確さの量は、選択したソース クロックによって異なります（「最初のタイマー時間」を参照）。割り込みイベントが発生すると、INT端子がLowレベルになり、イベントが発生したことを示すTFフラグが1にセットされます。INT端子の出力は、制御2 レジスタの TIEビットが 1 に設定されている場合にのみ有効です。INT端子のローレベル出力信号は、自動リセット時間 t_{RTN1} の後に自動的にクリアされるか、またはTFフラグが0と書き込まれてクリアされるとキャンセルされます。

- TD = 00 の場合: $t_{RTN1} = 122 \mu$ s
- TD = 01, 10, 11 の場合 : $t_{RTN1} = 7.813$ ms

ビット TIE が 1 に設定されると、内部カウントダウン タイマ割り込みパルス (TI) を使用して、CLKOUT端子のクロック出力を自動的に出力開始させることができます。「プログラマブル クロック出力」を参照してください。

4.8.1. 繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能のダイアグラム

繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能のダイアグラム: INT端子 (TIE = 1) からの割り込み信号出力の例。



4.8.2. 繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能の使い方

繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能に関連しているレジスタ、フィールド、ビット は以下です。

- タイマー値 0 レジスタ (0Bh) (繰返しカウントダウンタイマ・レジスタを参照)
- タイマー値 1 レジスタ (0Ch) (繰返しカウントダウンタイマ・レジスタを参照)
- TF フラグ (ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dhを参照)
- TE ビット及び TD フィールド (制御(コントロール)1 レジスタ/10hを参照)
- TIEビット (11h - 制御(コントロール) 2 レジスタ/11h を参照)
- INTDE 及び CTIEビット (クロック割り込みマスク・レジスタ/14h を参照)

「割り込み制御クロック出力」も参照してください。

繰返しカウントダウンタイマのタイマ設定を入力する前に、INT端子から不用意な割り込みを防ぐために、TIEビットとTEビットに“0”を書き込むことをお勧めします。タイマ基準周波数・選択フィールド TD にて、繰返しカウントダウンタイマのカウントダウン周期(基準クロック)を設定します(4つの選択肢から設定)。

STOPビットが“1”に設定されると、割り込み機能が停止します。秒レジスタへの書き込みの際、またはESYNビットが“1”と設定している状態でEVI端子で外部イベント検出された際には、現在のカウントダウン時間の長さに影響があります(時刻同期の項を参照)。また、繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能を使用しない場合には、タイマ値 0 レジスタ (0Bh) を RAM バイトとして使用できます。

繰返しカウントダウンタイマ割り込み機能および割り込み制御クロック出力機能を開始する手順:

1. ビット TE、TIE、TF を 0 に初期化します。この手順によりINT端子での不用意な割り込みを防ぎます。
2. タイマ基準周波数を選択し、対応する値を TD フィールドに書き込みます。
3. タイマ基準周波数に基づいてカウントダウン時間を選択し、対応するタイマ値をタイマー値 0 レジスタ(0Bh) およびタイマー値 1 レジスタ(0Ch) に書き込みます。下表を参照ください。
4. INT端子でハードウェア割り込みを取得する場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、TIE ビットを“1”に設定します。
5. 割り込み制御クロック出力を有効にする場合は、CTIE ビットを“1”に設定します。
6. CLKOUT出力= オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを“1”に設定します。
7. TE ビットを“0”から“1”に設定して、繰返しカウントダウンタイマを開始します。
 カウントダウンは、アドレス 10h /Bit: 0 が転送された後の SCL 信号の立ち上がりエッジで開始されます。
 開始タイミングを示す次頁の図を参照してください。

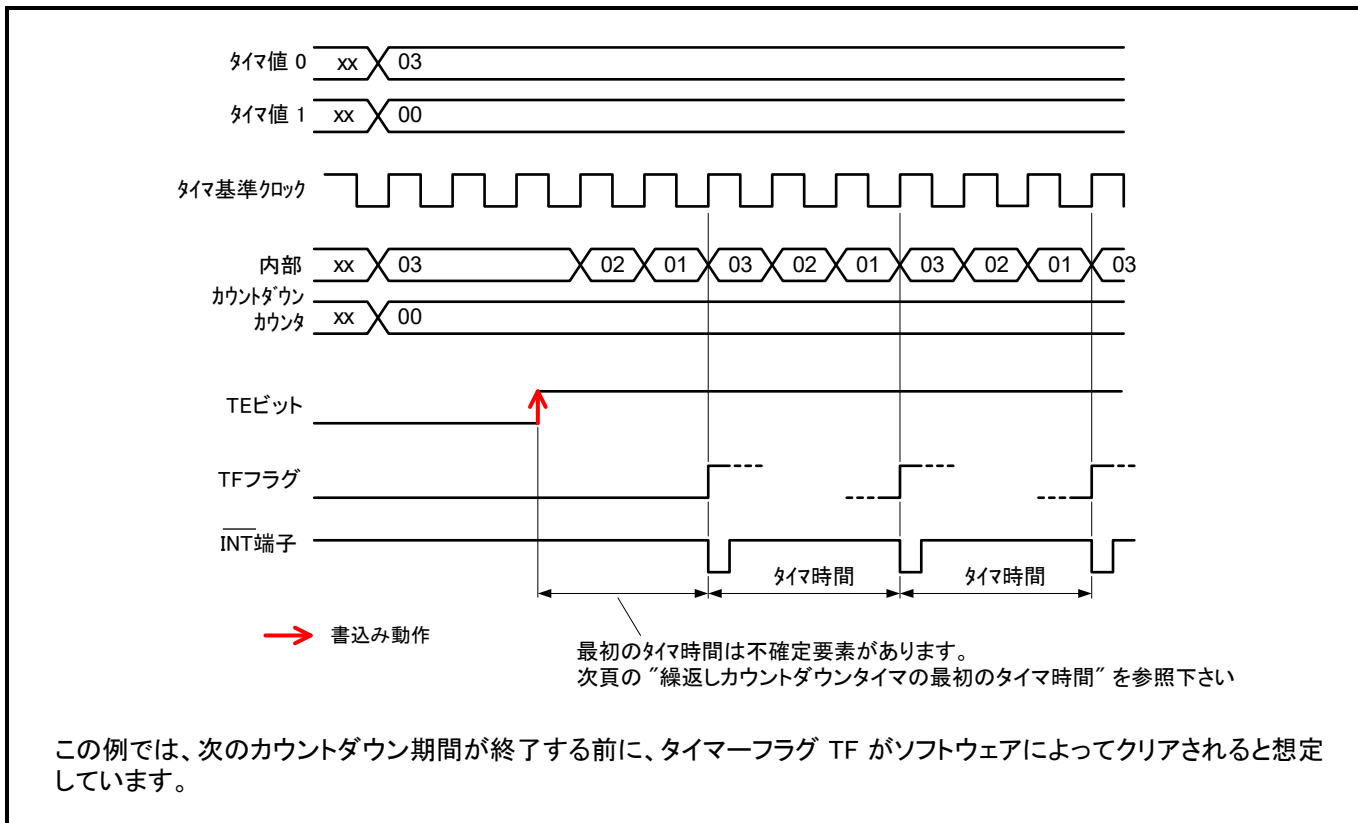
カウントダウン時間 (秒):

$$\text{カウントダウン時間} = \frac{\text{タイマ値}}{\text{タイマ基準周波数}}$$

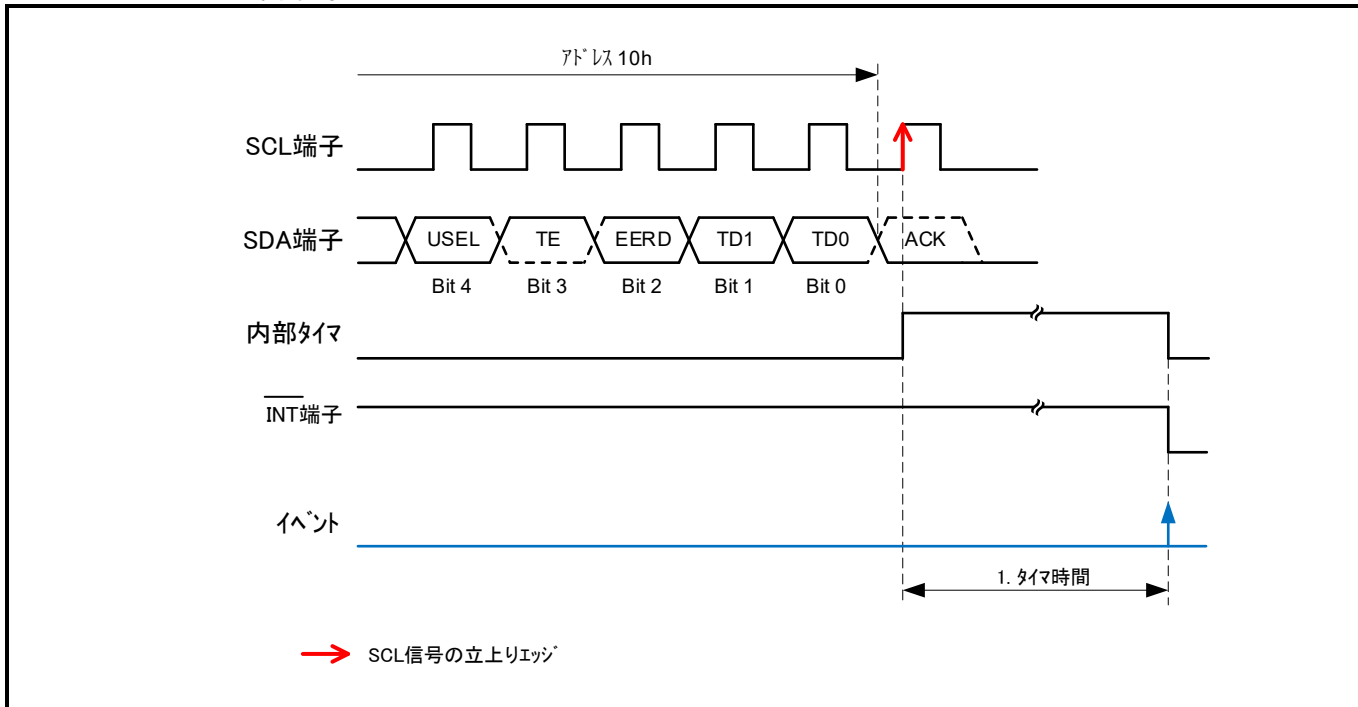
カウントダウン時間:

タイマ値 (0Bh 及び 0Ch)	カウントダウン時間:			
	TD = 00 (4096 Hz)	TD = 01 (64 Hz)	TD = 10 (1 Hz)	TD = 11 (1/60 Hz)
0	-	-	-	-
1	244.14 μs	15.625 ms	1 s	1 min
2	488.28 μs	31.25 ms	2 s	2 min
:	:	:	:	:
41	10.010 ms	640.63 ms	41 s	41 min
205	50.049 ms	3.203 s	205 s	205 min
410	100.10 ms	6.406 s	410 s	410 min
2048	500.00 ms	32.000 s	2048 s	2048 min
:	:	:	:	:
4095 (FFFh)	0.9998 s	63.984 s	4095 s	4095 min

標準的なカウントダウンタイマの動作:



カウントダウンタイマの開始時のタイミングチャート:



4.8.3. 繰返しカウントダウンタイマの最初のタイマ時間

TFフラグがセットされると、このモードが有効の設定になっている場合には INTの割り込み信号が生成されます。割り込み信号の制御方法については、「割り込み信号出力」のセクションを参照してください。

繰返しカウントダウンタイマの最初のタイマ時間は不確定要素があります。この不確定性は、起動コマンドを送るインターフェース・クロックとタイマ基準周波数は同期していないために発生します。後続のタイマ時間にはそのような誤差は発生しません。最初のタイマ時間の誤差量は、選択したタイマ基準周波数によって異なります。下表を参照ください。

タイマー値 n の最初のタイマ時間 ⁽¹⁾ :

TD 値	タイマ基準周波数	1回目のタイマ時間		2回目以降のタイマ時間
		最小値	最大値	
00	4096 Hz	$n \times 244 \mu\text{s} + 61 \mu\text{s}$	$(n + 1) \times 244 \mu\text{s} + 61 \mu\text{s}$	$n \times 244 \mu\text{s}$
01	64 Hz	$n \times 15.625 \text{ ms}$	$(n + 1) \times 15.625 \text{ ms}$	$n \times 15.625 \text{ ms}$
10	1 Hz	$n \times 1 \text{ s}$	$(n + 1) \times 1 \text{ s}$	$n \times 1 \text{ s}$
11	1/60 Hz	$n \times 60 \text{ s}$	$(n + 1) \times 60 \text{ s}$	$n \times 60 \text{ s}$

⁽¹⁾ 有効なタイマ値 n は 1~4095 です。タイマー値が 0 に設定されている場合は カウントダウン タイマは開始しません。

各カウントダウンの終了時に、タイマ機能 は 繰返しカウントダウン タイマ・フラグ (ステータス レジスタの TFビット) をセットします。TF フラグはコマンドによってのみクリアできます。割り込み信号出力が有効の設定になっていると、INT端子から割り込み信号が出力されます。

タイマー値 (タイマー値 0 およびタイマー値 1) を読み込むと、現在の残りのタイマ数値ではなく、設定した値が返されます。

4.9. 時刻更新・割り込み信号

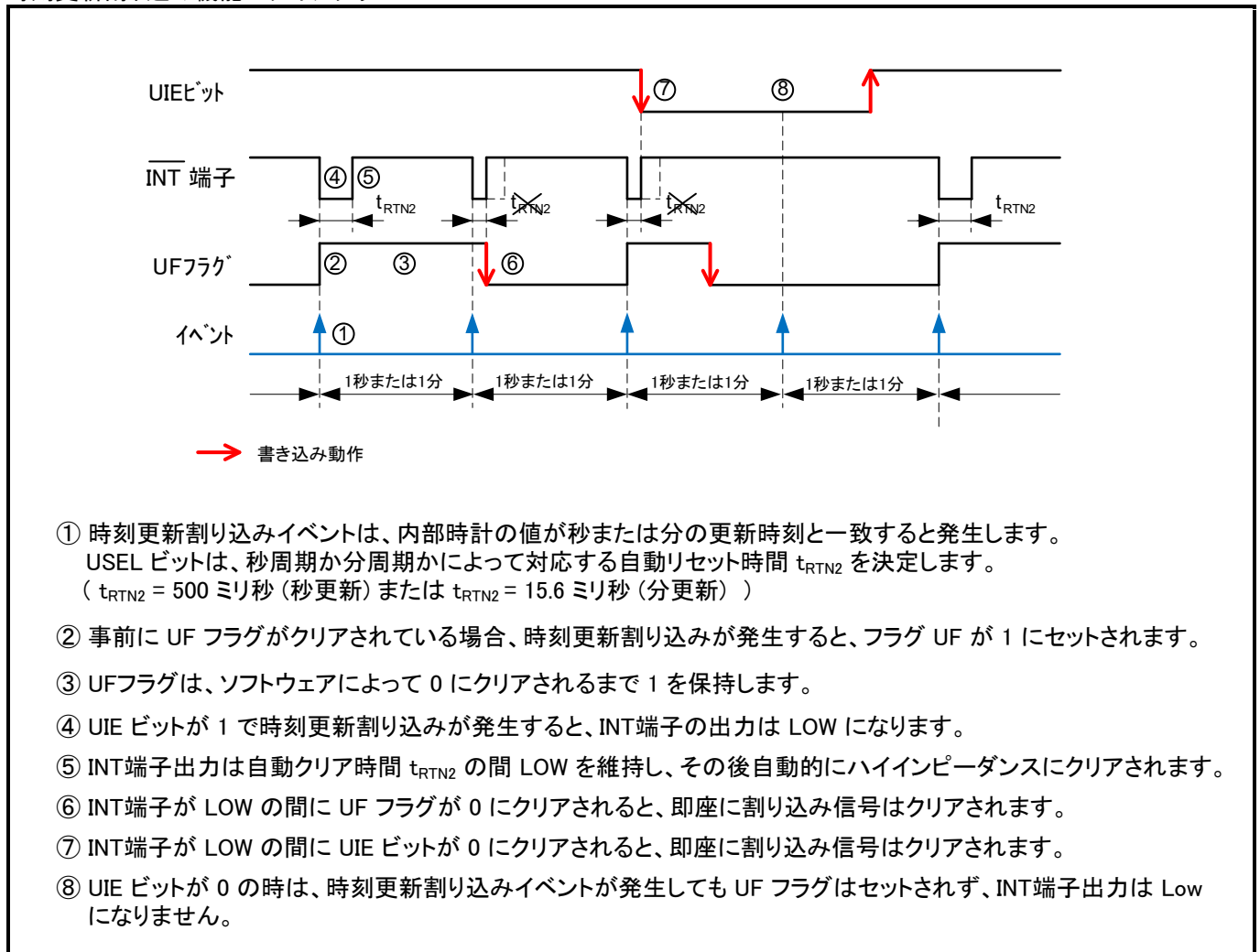
時刻更新割り込み機能は、USELビットで1秒または1分の更新時間を選択し定期的に割り込みイベントを生成します。割り込みイベントが発生すると、INT端子がLowレベルになり、UFフラグが1にセットされてイベントが発生したことを示します。INT端子の出力は、制御2レジスタのUIEビットが1に設定されている場合にのみ有効です。INT端子のLowレベル出力信号は、自動クリア時間 t_{RTN2} 経過後に自動的にクリアされるか、UFフラグが0にクリアされるか、UIEビットが0にクリアされるとクリアされます。

- USEL = 0 (秒更新) の場合 : $t_{RTN2} = 500 \text{ ms}$
- USEL = 1 (分更新) の場合 : $t_{RTN2} = 15.6 \text{ ms}$

UIEビットが1に設定されると、RTC内部の時刻更新割り込みパルス (UI) を使用して、CLKOUT端子のクロック出力を自動的にイネーブルにすることができます。「プログラマブルクロック出力」を参照してください。

4.9.1. 時刻更新割り込みのダイアグラム

時刻更新割り込み機能のダイアグラム:



4.9.2. 時刻更新割り込み信号の使い方

時間更新割り込み、および割り込み制御クロック出力機能に関連しているビットは以下になります。

- UF フラグ (ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dh)
- USEL ビット (制御(コントロール) 1 レジスタ, 10h)
- UIE ビット (制御(コントロール) 2 レジスタ, 11h)
- INTDE 及び CUIE ビット (クロック割り込みマスクレジスタ, 14h)

「割り込み制御クロック出力」も参照してください。

設定を入力する前に、INT端子からの不用意な割り込み出力を防ぐために、UIE ビットに 0 を書き込むことをお勧めします。STOP ビットが 1 に設定されると割り込み機能が停止します。また秒レジスタに書き込むか、または ESYN ビットが 1 に設定されている時に EVI 端子での外部イベントが検出された場合には、現在の時刻更新期間の長さに影響があります。(「時刻同期」の項を参照して下さい)。

時刻更新割り込み、および割り込み制御クロック出力機能を使用する手順は次のとおりです。

1. UIE ビットと UF ビットを 0 に初期化します。
2. 秒更新または分更新かを選択し、対応する値を USEL ビットに書き込みます。
3. INT端子からのハードウェア割り込みによる時刻更新割り込み機能を有効にする場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、UIE ビットを 1 に設定します。
4. 時刻更新割り込み発生時のクロック出力を有効にする場合は、CUIE ビットを 1 に設定します。
5. CLKOUT オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを 1 に設定します。
6. 最初の割り込みは、次のイベント (秒または分の更新) の後に発生します。

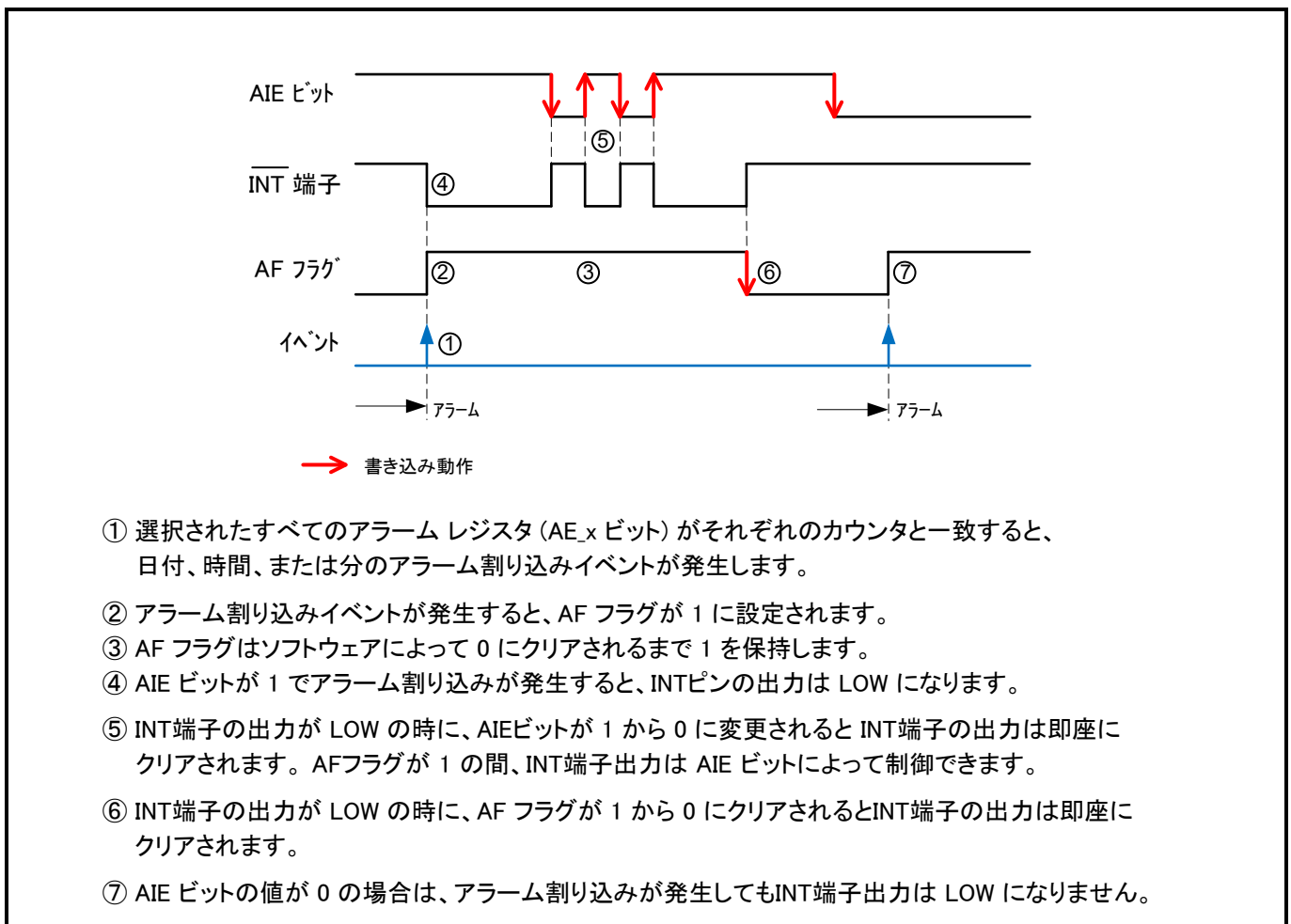
4.10. アラーム割り込み機能

アラーム割り込み機能は、日付、時、分の設定などのアラーム設定に対して割り込みを発生させます。割り込みイベントが発生すると、INT端子がLowレベルになり、AFフラグが1にセットされ、イベントが発生したことを示します。INT端子からの出力は、制御(コントロール) 2 レジスタの AIE ビットが 1 に設定されている場合にのみ有効です。

ビット AIE が 1 に設定されている場合、RTC内部のアラーム割り込み信号 (AI) を使用して、CLKOUT端子のクロック出力を自動的にイネーブルにすることができます。「プログラマブル クロック出力」の項を参照してください。

4.10.1. アラーム機能のダイアグラム

アラーム割り込み機能のダイアグラム:



4.10.2. アラーム割り込み機能の使い方

アラーム割り込み、および割り込み制御クロック出力機能に関連しているビット及びレジスタは以下です。

- 分レジスタ (02h) (時刻レジスタの項を参照)
- 時間レジスタ (03h) (時刻レジスタの項を参照)
- 日付レジスタ (05h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 分アラームレジスタ 及び AE_M ビット (08h) (アラームレジスタの項を参照)
- 時間アラームレジスタ 及び AE_H ビット (09h) (アラームレジスタの項を参照)
- 日付アラームレジスタ 及び AE_D ビット (0Ah) (アラームレジスタの項を参照)
- AFフラグ (ステータスレジスタ, 0Dh)
- AIE ビット (制御(コントロール) 2 レジスタ, 11h)
- INTDE 及び CAIE ビット (クロック割り込みマスクレジスタ, 14h)

「割り込み制御クロック出力」の項も参照してください。

設定を入力する前に、INT端子からの不用意な割り込み出力を防ぐために、UIE ビットに 0 を書き込むことをお勧めします。STOP ビットが 1 に設定されると割り込み機能が停止します。また秒レジスタに書き込むか、または ESYN ビットが 1 に設定されていて EVI 端子での外部イベントが検出された時には、現在の時刻更新期間の長さは影響を受けます。

(「時刻同期」の項を参照)

アラーム割り込み機能を使用しない場合、アラームレジスタの1バイト (08h) を RAMバイトとして使用できます。この場合は必ず AIE ビットに 0 を書き込んでください。AIE ビットの値を 1 としたままアラームレジスタを RAM レジスタとして使用している場合には、意図せずINT端子が Low レベルになる可能性があります。

アラーム割り込みおよび割り込み制御クロック出力機能を使用する手順は次の通りです。

1. AIE ビットと AF ビットを 0 に初期化します。
2. 希望するアラーム設定をレジスタ 08h ~ 0Ah に書き込みます。
3つのアラームイネーブルビット: AE_M、AE_H、AE_D にて、アラーム割り込みを有効にするレジスタを選択します。
下表を参照してください。
3. アラーム発生時のクロック出力を有効にする場合は、CAIE ビットを 1 に設定します。
4. CLKOUT端子出力の オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを 1 に設定します。
5. INT端子でハードウェア割り込みを出力する場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、AIE ビットを 1 に設定します。

アラーム割り込み:

アラームイネーブル・ビット			アラームイベントの発生
AE_D	AE_H	AE_M	
0	0	0	分、時間、日付 が一致 (月に1回) ^{(1) (2)} - 初期値
0	0	1	時間、日付 が一致 (月に1回) ^{(1) (2)}
0	1	0	分、日付 が一致 (月に1回、毎時間) ^{(1) (2)}
0	1	1	日付 が一致 (月に1回) ^{(1) (2)}
1	0	0	分、時間 が一致 (1日に1回) ⁽¹⁾
1	0	1	時間 が一致 (1日に1回) ⁽¹⁾
1	1	0	分 が一致 (1時間に1回) ⁽¹⁾
1	1	1	毎分 ⁽³⁾

(1) AE_x ビット (x = D, H または M)

AE_x = 0 : アラームが有効

AE_x = 1 : アラームが無効

(2) AE_D = 0 = 有効 (デフォルト)、日付アラーム値 = 00h = 無効 (デフォルト) の場合、アラーム機能は無効になります。
(AF フラグはセットされません)。

(3) すべての AE_x = 1 の場合は、時刻の一致はありませんが アラーム イベントが 1 分ごとに発生します。

4.11. 外部イベント入力割り込み

外部イベント割り込みを使用する場合は、EIEビットにてイネーブルにします。タイムスタンプ EVI 機能は、VBACKUP 電源状態の場合を除いて常に動作しています。ET フィールドを使用すると、EVI 入力イベントをエッジ検出、またはフィルタリングを使用したエッジおよびレベル検出のいずれかに設定でき、EHLビットを使用してアクティブ エッジ・レベルを設定できます。VBACKUP 電源状態では、外部イベント機能は無効になります。

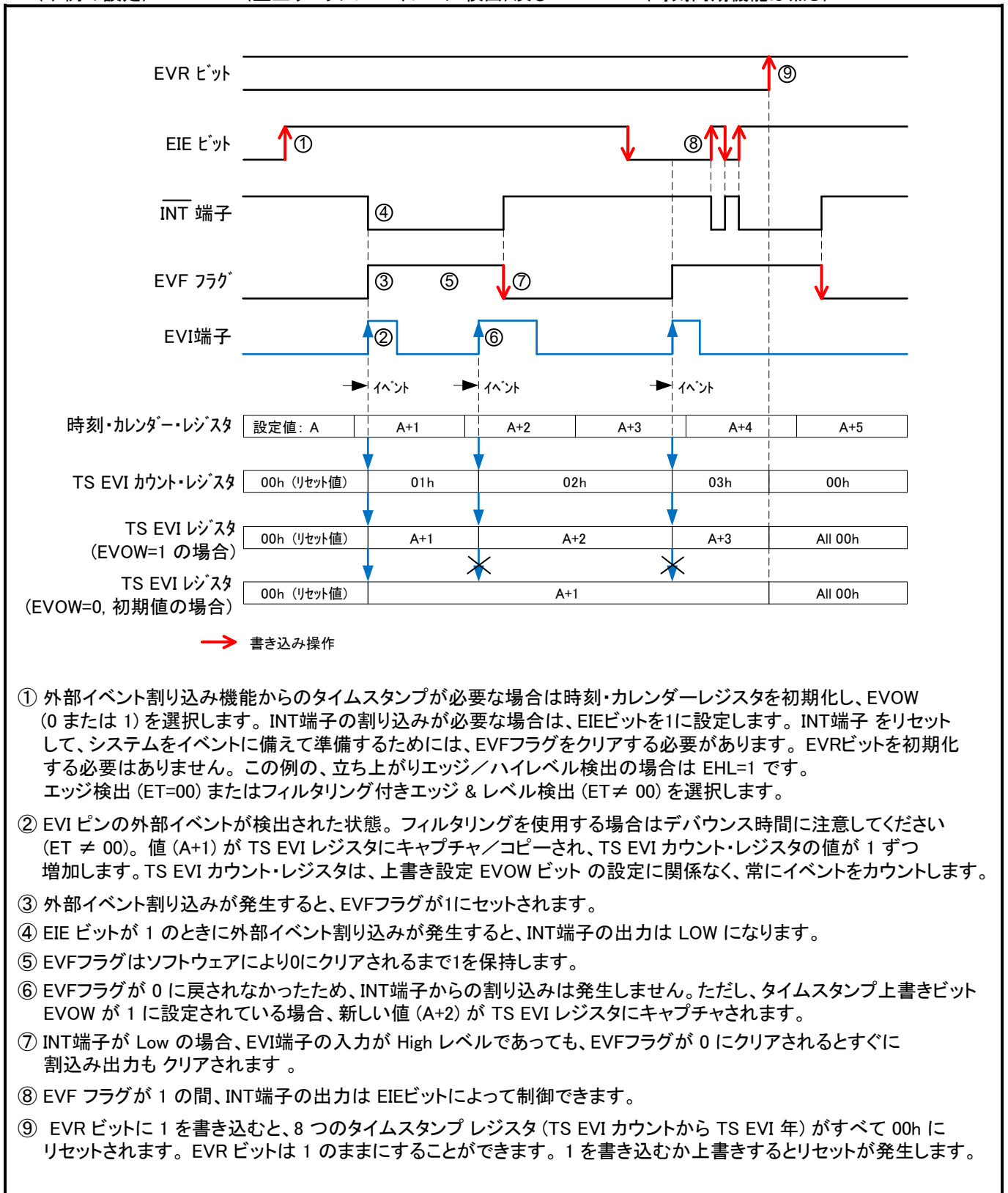
外部イベント入力が有効に設定されていて（EIE=1で、事前に EVFフラグが 0 にクリアされている）、EVI端子の外部イベントが検出されると、時刻及びカレンダーレジスタがキャプチャされてタイムスタンプ EVIレジスタにコピーされます。またINT端子出力から割り込み信号が発生し、EVFフラグが 1 に設定されて、外部イベントが発生したことを示します。

ビット EIE が 1 に設定されていると、外部イベント割り込みの内部信号 (EI) を使用して、CLKOUT 端子のクロック出力を自動的にイネーブルにすることができます。「プログラマブル クロック出力」の項を参照してください。

4.11.1. 外部イベント入力割り込み機能のダイアグラム

外部イベント入力割り込み機能のダイアグラム：

(下例の設定) EHL = 1 (立上りエッジ/ハイレベル検出) 及び ESYN = 0 (時刻同期機能は無し)



4.11.2. 外部イベント入力割り込み機能の使い方

外部イベント入力割り込み、および割り込み制御クロック出力機能に関連しているビットは以下になります。

- 1/100秒 レジスタ (00h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 秒レジスタ (01h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 分レジスタ (02h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 時間レジスタ (03h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 日付レジスタ (05h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 月レジスタ (06h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 年レジスタ (07h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- TS EVI カウント レジスタ (26h) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 1/100秒 レジスタ (27h) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 秒 レジスタ (28h) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 分 レジスタ (29h) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 時間 レジスタ (2Ah) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 日付 レジスタ (2Bh) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 月 レジスタ (2Ch) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- TS EVI 年 レジスタ (2Dh) (外部イベントタイムスタンプの項を参照)
- EVFフラグ (ステータス(フラグ))レジスタ, 0Dh)
- EIE ビット (制御(コントロール) 2 レジスタ, 11h)
- EVR 及び EVOW ビット (タイムスタンプ制御レジスタ, 13h)
- INTDE 及び CEIE ビット (クロック割り込みマスクレジスタ, 14h)
- EHLビット, ETフィールド, ESYN ビット (EVI 制御レジスタ, 15h)

「割り込み制御クロック出力」の項も参照してください。

設定を入力する前に、INT端子からの不用意な割り込み出力を防ぐために、UIEビットに 0 を書き込むことをお勧めします。STOPビットが1に設定されても割り込み機能は引き続き動作しますが、1Hzチックが停止し、また1/100秒レジスタが 00 にリセットされるため、有用なデータを提供できません。秒レジスタに書き込むとき、または EVI ピンでの外部イベント検出の場合に ESYN ビットが 1 のとき、次のアラーム割り込みまでの時間の長さに影響があります (「時刻同期」の項を参照)。

外部イベント割り込み、EVI タイムスタンプ、および割り込み制御クロック出力機能を使用する手順は次のとおりです。

1. EIEビット を 0 に初期化します。
2. EVFフラグ を 0 にクリアします。
3. EHL ビットを 0 または 1 に設定して、EVI 端子の『立ち下がリエッジ/ロー レベル』、または『立ち上がりエッジ/ハイ レベル』のいずれかの検出設定 を選択します。
4. エッジ検出 (ET = 00) またはフィルタリング付きレベル検出 (ET ≠ 00) を選択します。
5. 最後に発生したイベントを記録する必要がある場合には EVOW ビットを 1 に設定するとTS EVI レジスタはイベント発生の際に上書きされます。
《ヒント》TS EVI カウント レジスタは、上書きビット EVOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。
6. EVR ビットに 1 を書き込み、すべてのタイムスタンプ EVI レジスタを 00h にリセットします。
EVR ビットはリセットする必要はありません。
7. 外部イベント発生時のクロック出力を有効にする場合は、CEIE ビットを 1 に設定します。
「クロック出力スキーム」の項も参照してください。
8. CLKOUT 出力オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを 1 に設定します。
9. INT端子からハードウェア割り込みを出力する場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、EIE ビットを 1 に設定します。

4.11.3. エッジ検出 (ET = 00)

立ち上がりエッジ検出 と 割り込み出力の例:

設定 : EHL = 1, ET = 00, EIE = 1.

- ① EVI端子にて立ち上がりエッジが検出されると、EVFフラグが 1 に設定され、INT端子出力が LOW になります。
- ② INT端子が LOW の時に、EVFフラグが 0 にクリアされると、EVI端子入力が Hレベルであっても、すぐに割り込み信号がクリアされます。

4.11.4. フィルタリングによるレベル検出 (ET ≠ 00)

ハイレベル検出(立ち上がりエッジとハイレベル) と 割り込み出力の例:

設定: EHL = 1, ET ≠ 00, EIE = 1.

チャタリング除去デジタルフィルタの サンプリング期間:

- ET = 01, $t_{SP} = 3.9 \text{ ms}$
- ET = 10, $t_{SP} = 15.6 \text{ ms}$
- ET = 11, $t_{SP} = 125.0 \text{ ms}$

- ① 前回のサンプリングパルスから今回のサンプリングパルスまでの間に立上りエッジが検出。
- ② 前のサンプリング周期で立上りエッジが検出され、次のサンプリング周期で EVIピンの安定した High レベルが検出されると、EVF フラグが 1 に設定されて INT端子出力が LOW になります。
遅延時間 t_{DELAY} の長さは $1t_{SP}$ と $2t_{SP}$ の間です。
- ③ INT端子出力が LOW の時にEVFフラグが 0 にクリアされると、すぐに割り込み信号はクリアされます。
- ④ その後のEVI端子の安定したハイレベル期間には 割り込みはトリガされません。

4.12. 温度低下検出 割り込み機能

制御ビット TLE および TLIE によって温度低下割り込みおよびタイムスタンプ TLow 機能は有効になります。TEMP [11:4] 値と比較される『温度下限しきい値』TLT はレジスタ 16h で設定します。

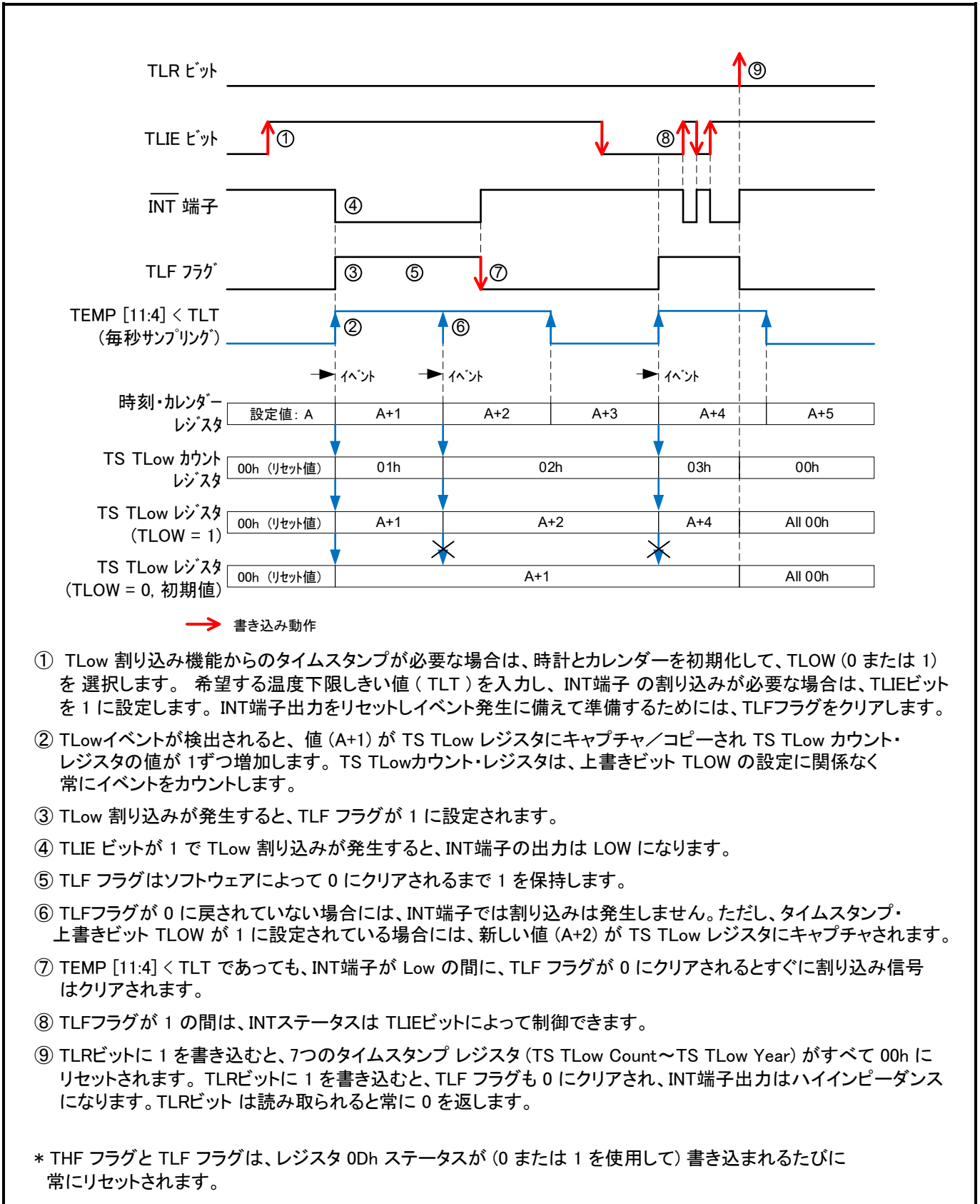
温度低下検出割り込み機能が有効 (TLE=1 および TLIE=、および TLF フラグが事前に 0 にクリアされている状態) で、TEMP [11:4] < TLT が検出 (自動温度測定は 1 秒に 1 回実行されます) されると、時刻・カレンダーレジスタがキャプチャされてタイムスタンプ TLow レジスタにコピーされます。また INT 端子から割り込み信号が出力され、TLF フラグが 1 に設定されることで温度低下イベントが発生したことを示します。

THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

TLIEビット が 1 に設定されると、温度低下イベント割り込みのRTCの内部信号 (TLI) を使用して、CLKOUT端子からのクロック出力を自動的にイネーブルにすることができます。「プログラマブル クロック出力」の項を参照してください。

4.12.1. 温度低下検出割り込み機能のダイアグラム

温度低下割り込み機能のダイアグラム。温度低下検出が有効になっている例 (TLE = 1):



4.12.2. 温度低下検出割り込み機能の使い方

温度低下検出割り込み機能、および割り込み制御クロック出力機能 に関連するレジスタとビットは以下です。

- 秒レジスタ (01h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 分レジスタ (02h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 時間レジスタ (03h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 日付レジスタ (05h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 月レジスタ (06h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 年レジスタ (07h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- TLow 温度閾値 レジスタ (16h) (温度閾値レジスタの項を参照)
- TS TLow カウントレジスタ (18h) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 秒レジスタ (19h) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 分レジスタ (1Ah) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 時間レジスタ (1Bh) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 日付レジスタ (1Ch) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 月レジスタ (1Dh) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TS TLow 年レジスタ (1Eh) (温度低下タイムスタンプの項を参照)
- TLF フラグ (ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dh)
- TLE 及び TLIE ビット (制御(コントロール)3 レジスタ, 12h)
- TLR 及び TLOW ビット (タイムスタンプ制御レジスタ, 13h)
- INTDE 及び CEIE ビット (クロック割り込みマスクレジスタ, 14h)

「割り込み制御クロック出力」の項も参照してください。

設定入力する前には、INT端子からの不用意な割り込み出力を防ぐために、TLE 及び TLIE ビットに 0 を書き込むことを推奨します。STOP ビット値が 1 となっている間は、1 Hz チックが停止し、温度測定、温度補償動作、および TLT 値との温度比較が停止するため、温度低下割り込み機能は新しいデータを提供できません。秒レジスタを書き込むか、または ESYN ビットが 1 となっている時にEVI 端子にて外部イベント入力検出された場合、時刻同期し 1/100秒レジスタは 00 にリセットされます(「時刻同期」の項を参照)。

温度低下割り込み機能を使用しない場合には、TLow しきい値レジスタ (16h) を RAM バイトとして使用できます。この場合は、必ず TLE、及びTLIE ビットには必ず 0 を書き込んでください (TLE、TLIE ビットの値が 1 の状態で TLow しきい値レジスタを RAM レジスタとして使用すると、意図せず INT端子が Low レベルになる可能性があります)。

温度低下割り込み、TLow タイムスタンプ、および割り込み制御クロック出力機能を使用する手順:

1. TLE ビットと TLIE ビットを 0 に初期化します。
2. TLFフラグを 0 にクリアします。
3. 温度下限しきい値 TLT を入力します。
4. 最後に発生したイベントを記録する必要がある場合は、TS TLow レジスタが上書きされる設定にするため TLOW ビットを 1 に設定します。TS TLow カウント・レジスタは、上書きビット TLOW の設定に関係なく、常にイベント発生数をカウントします。
5. TLR ビットに 1 を書き込み、すべてのタイムスタンプ TLow レジスタを 00h にリセットします。このリセットにより、TLF フラグも自動的に 0 にリセットされます。TLR ビットは読み出すと常に 0 を返します。
6. 温度低下割り込み発生時のクロック出力を有効にする場合は、CTLIE ビットを 1 に設定します。「クロック出力スキーム」も参照してください。
7. CLKOUT 端子出力オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを 1 に設定します。
8. INT端子からハードウェア割り込みを出力する場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、TLIE ビットを 1 に設定します。
9. TLE ビットを 0 から 1 に設定して、温度低下検出を開始します。

THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.13. 温度上昇検出 割り込み機能

温度上昇検出割り込み、およびタイムスタンプ THigh 機能は、制御ビット THE および THIE にて有効に設定します。TEMP [11:4] 値と比較される温度上限しきい値 THT は、レジスタ 17h で設定します。

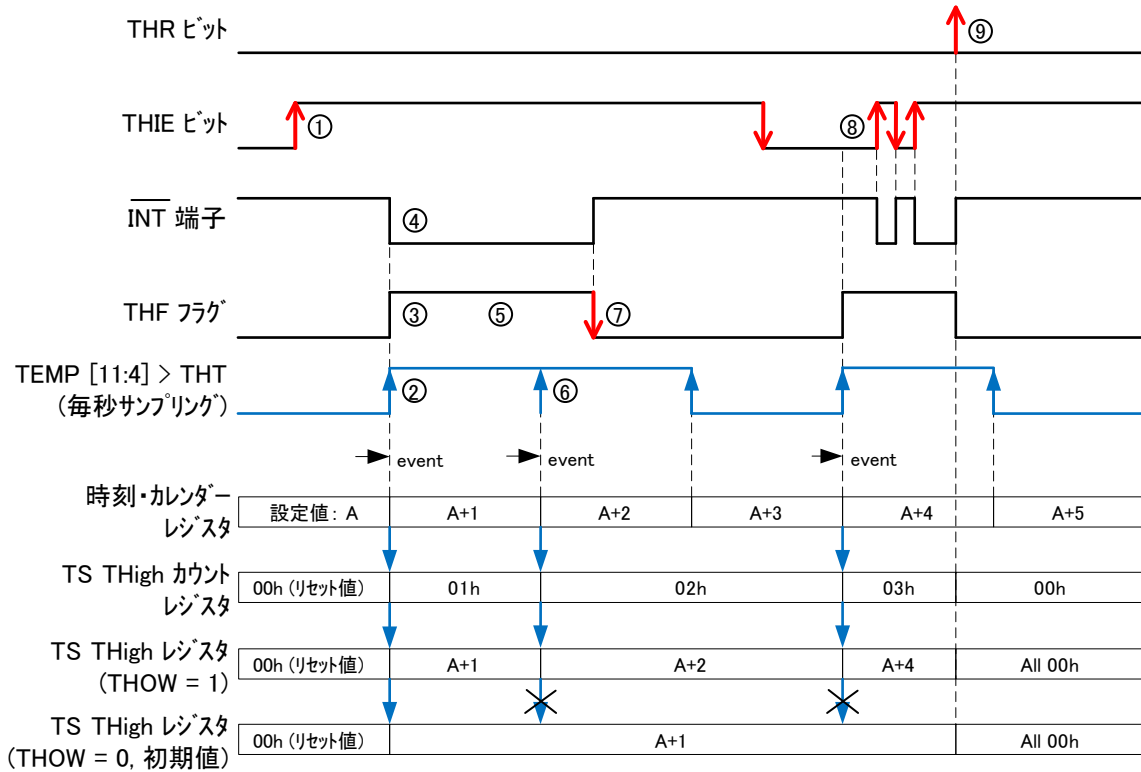
温度上昇検出割り込みが有効になっている場合 (THE = 1 および THIE = 1 で、THFフラグは事前に 0 にクリアされている状態)、TEMP [11:4] > THT が検出されると (温度測定は自動で 毎秒実行されます)、時刻 及び カレンダーレジスタがキャプチャされてタイムスタンプ THigh レジスタにコピーされます。また、INT端子から割り込みが発行され、THFフラグが 1 に設定されて、高温イベントが発生したことを示します。

THF フラグと TLF フラグは、0Dh ステータスレジスタ が (0 または 1 に) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

THIE ビット が 1 に設定されると、温度上昇イベント割り込みの内部信号 (THI) を使用して、CLKOUT端子のクロック出力を自動的にイネーブルにすることができます。「プログラマブル クロック出力」の項を参照してください。

4.13.1. 温度上昇検出割り込み機能 のダイアグラム

温度上昇割り込み機能のダイアグラム。温度上昇検出が有効になっている例 (THE = 1):



→ 書き込み動作

- ① THigh 割り込み機能からのタイムスタンプが必要な場合は、時計とカレンダーを初期化して、THOW (0または 1) を選択します。希望する温度下限しきい値 (THT) を入力し、INT端子の割り込みが必要な場合は、THIEビットを 1 に設定します。INT端子出力をリセットしてイベント発生に備えて準備するためには、TLFフラグをクリアします。
- ② THigh イベントが検出されると、値 (A+1) が TS THigh レジスタにキャプチャ/コピーされ TS THigh カウントレジスタの値が 1 ずつ増加します。TS TLow カウントレジスタは、上書きビット THOW の設定に関係なく常にイベントをカウントします。
- ③ THigh 割り込みが発生すると、THF フラグが 1 に設定されます。
- ④ THIE ビットが 1 で THigh 割り込みが発生すると、INT端子の出力は LOW になります。
- ⑤ THF フラグはソフトウェアによって 0 にクリアされるまで 1 を保持します。
- ⑥ THF フラグが 0 に戻されていない場合には、INT端子では割り込みは発生しません。ただし、タイムスタンプ・上書きビット THOW が 1 に設定されている場合には、新しい値 (A+2) が TS TLow レジスタにキャプチャされます。
- ⑦ TEMP [11:4] > THT であっても、INT端子が Low の間に、THF フラグが 0 にクリアされるとすぐに割り込み信号はクリアされます。
- ⑧ THF フラグが 1 の間は、INTステータスは THIE ビットによって制御できます。
- ⑨ THR ビットに 1 を書き込むと、7つのタイムスタンプレジスタ (TS THigh Count ~ TS THigh Year) がすべて 00h にリセットされます。THR ビットに 1 を書き込むと、THF フラグも 0 にクリアされ、INT端子出力はハイインピーダンスになります。THR ビットは読み取られると常に 0 を返します。

* THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.13.2. 温度上昇検出割り込み機能 の使い方

温度上昇検出割り込み機能、および割り込み制御クロック出力機能 に関連するレジスタとビットは以下です。

- 秒レジスタ (01h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 分レジスタ (02h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 時間レジスタ (03h) (時刻レジスタ の項を参照)
- 日付レジスタ (05h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 月レジスタ (06h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- 年レジスタ (07h) (カレンダーレジスタの項を参照)
- THigh 温度閾値 レジスタ (17h) (温度閾値レジスタの項を参照)
- TS THigh カウントレジスタ (1Fh) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 秒レジスタ (20h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 分レジスタ (21h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 時間レジスタ (22h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 日付レジスタ (23h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 月レジスタ (24h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- TS THigh 年レジスタ (25h) (温度上昇タイムスタンプの項を参照)
- THF フラグ (ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dh)
- THE 及び THIE ビット (制御(コントロール) 3 レジスタ, 12h)
- THR 及び THOW ビット (タイムスタンプ制御レジスタ, 13h)
- INTDE 及び CEIE ビット (クロック割り込みマスクレジスタ, 14h)

「割り込み制御クロック出力」の項も参照してください。

設定入力する前には、INT端子からの不用意な割り込み出力を防ぐために、TLE 及び TLIE ビットに 0 を書き込むことを推奨します。STOP ビット値が 1 となっている間は、1 Hz チックが停止し、温度測定、温度補償動作、および THT 値との温度比較が停止するため、温度上昇割り込み機能は新しいデータを提供できません。秒レジスタを書き込むか、または ESYN ビットが 1 となっている時にEVI 端子にて外部イベント入力検出された場合、時刻同期し 1/100秒レジスタは 00 にリセットされます(「時刻同期」の項を参照)。

温度低下割り込み機能を使用しない場合には、THigh しきい値レジスタ (17h) を RAM バイトとして使用できます。この場合は、必ず THE、及びTHIE ビットには必ず 0 を書き込んでください (THE、THIE ビットの値が 1 の状態で THighしきい値レジスタを RAM レジスタとして使用すると、意図せず INT端子が Low レベルになってしまう可能性があります)。

温度上昇割り込み、THigh タイムスタンプ、および割り込み制御クロック出力機能を使用する手順:

1. THE ビットと THIE ビットを 0 に初期化します。
2. THFフラグを 0 にクリアします。
3. 温度上限しきい値 THT を入力します。
4. 最後に発生したイベントを記録する必要がある場合は、TS THigh レジスタが上書きされる設定にするため、THOW ビットを 1 に設定します。TS THigh カウント・レジスタは、上書きビット THOW の設定に関係なく、常にイベント発生数をカウントします。
5. THR ビットに 1 を書き込み、すべてのタイムスタンプ THigh レジスタを 00h にリセットします。このリセットにより、THF フラグも自動的に 0 にリセットされます。THR ビットは読み出すと常に 0 を返します。
6. 温度上昇割り込み発生時のクロック出力を有効にする場合は、CTHIE ビットを 1 に設定します。「クロック出力スーム」も参照してください。
7. CLKOUT 端子出力オン後の割り込み遅延を有効にする場合は、INTDE ビットを 1 に設定します。
8. INT端子からハードウェア割り込みを出力する場合、または割り込み制御クロック出力機能を使用する場合は、THIE ビットを 1 に設定します。
9. THE ビットを 0 から 1 に設定して、温度上昇検出を開始します。

THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1にて) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.14. バックアップ電源切替え割り込み機能

バックアップ電源切替え割り込み機能は、BSM フィールド (EEPROM C0h) が 01 (DSM) または 10 (LSM) に設定されている時に、VDD 電源から VBACKUP 電源への切替えが発生すると、割り込みイベントを生成します。

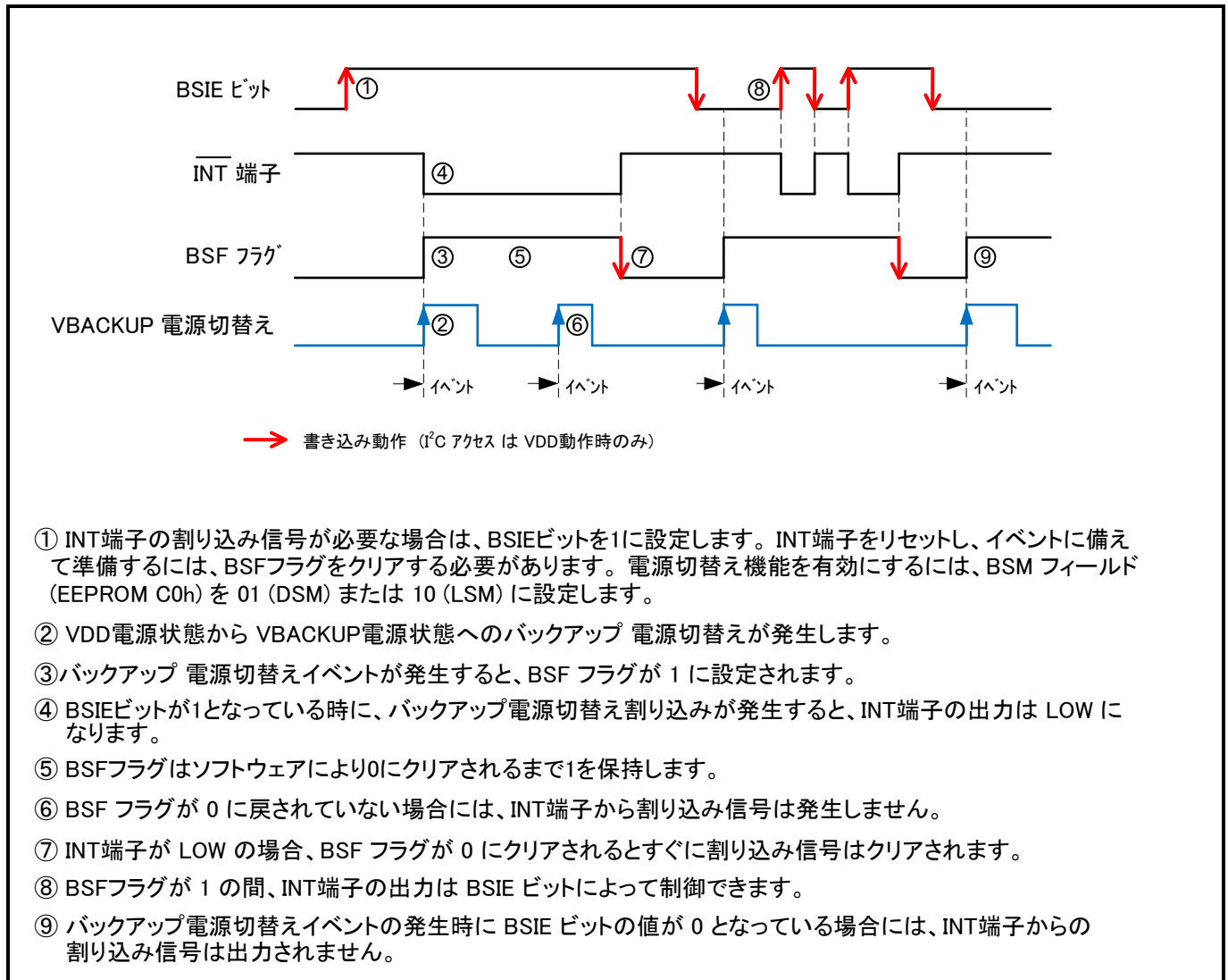
バックアップ電源切替え割り込み機能が有効 (BSIE = 1 で、BSF フラグが事前に 0 にクリアされている) でバックアップ電源切替えが検出された場合、INT 端子から割り込み信号が発出され、さらに BSF フラグが 1 にセットされて、バックアップ電源切替えが発生したことを示します。

デバウンス ロジックにより、電源切替え機能が VBACKUP から VDD に戻るときに VDD 発振 (電圧の揺らぎ) をフィルタリングするデバウンス時間 t_{DEB} を設けられています。I²C 通信は、デバウンス時間 t_{DEB} 後の VDD 電源状態 (および VDD ≥ 1.4 V の場合) から再びアクセス可能になります。

- t_{DEB} 最大値 ① = 1 ms, 内部電圧が常に V_{LOW} (通常 1.2 V) を超えていた場合。VLF = 0。
- t_{DEB} 最大値 ② = 1000 ms, 内部電圧が V_{LOW} (通常 1.2 V) と V_{POR} (最大 1.05 V) の間の場合。VLF = 1。
「電源バックアップおよびリカバリの AC 電気特性」の項も参照してください。

4.14.1. バックアップ電源切替え割り込み機能のダイアグラム

バックアップ電源切替え割り込み機能のダイアグラム:



4.14.2. バックアップ電源切替え割り込み機能の使い方

バックアップ電源切替え割り込み機能に関連したビット及びフィールドは以下です。

- BSFフラグ (温度レジスタ/温度 下位ビット, 0Eh)
- BSIE ビット (制御(コントロール) 3 レジスタ, 12h)
- BSM フィールド (EEPROM 電源設定 (PMU)レジスタ, C0h)

「EEPROM 読み取り/書き込み」の項も参照してください。

設定入力する前に、INT端子からの不用意な割り込み信号を防ぐために、BSIE ビットに 0 を書き込むことをお勧めします。

バックアップ電源切替え割り込み機能の設定手順:

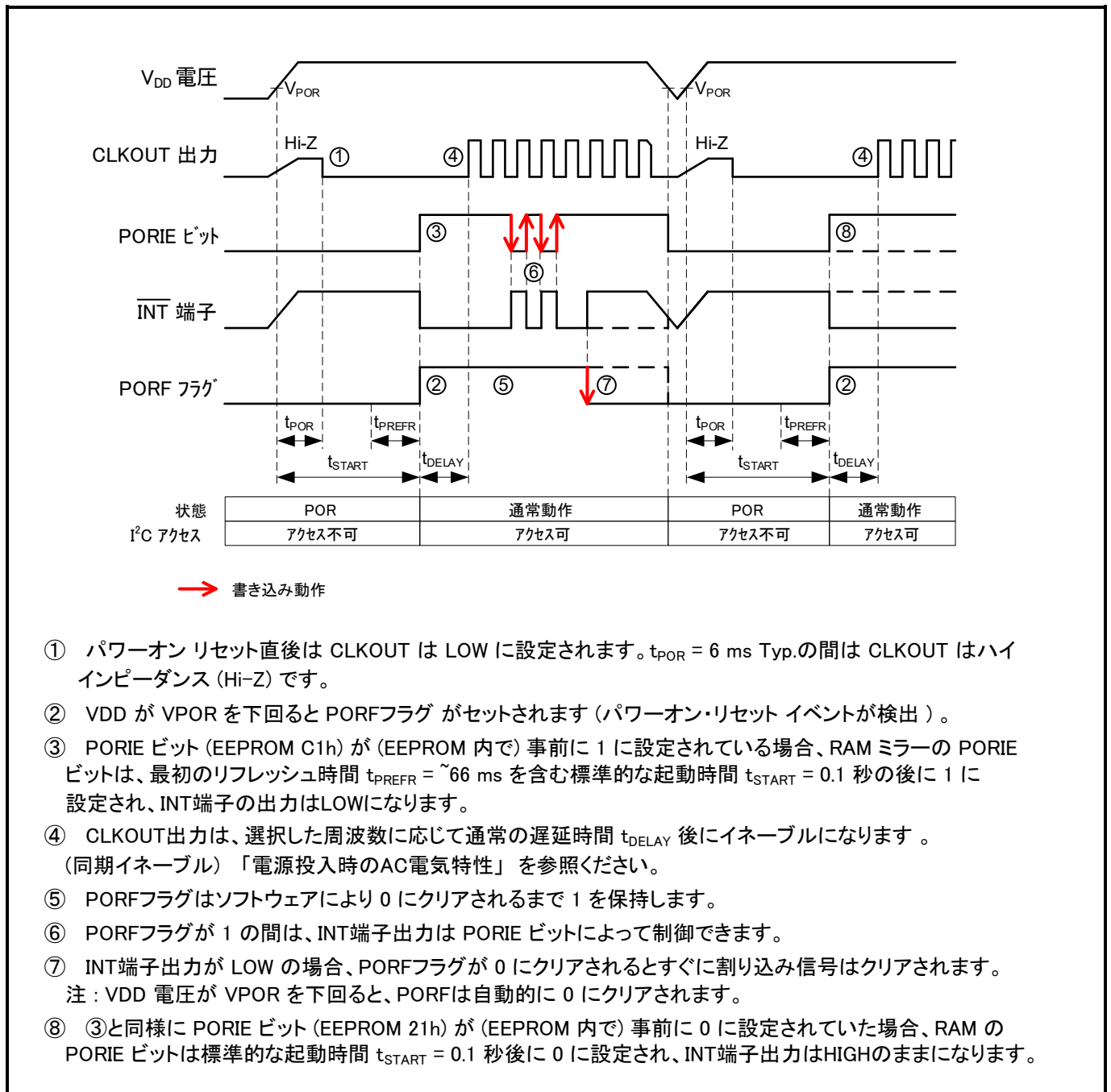
1. BSIEビット を 0 に初期化します。
2. BSFフラグ を 0 にクリアします。
3. バックアップ 電源切替えモード (DSM または LSM) を選択し、BSM フィールドに対応する値を書き込みます。
4. INT端子からハードウェア割り込みを取得したい場合は、BSIE ビットを 1 に設定します。

4.15. パワーオン・リセット (POR) 割り込み機能

パワーオン・リセット割り込み機能は、PORIE 制御ビット (EEPROM C1h) によって設定します。PORIE ビットは、ミラーRAM レジスタ だけでなく EEPROM レジスタ にも事前に設定する必要があります (「EEPROM 読み取り/書き込み」を参照)。パワーオン・リセット割り込み機能を設定している場合は、VDD 電源の状態 で VPOR (0.95 V Typ.) より低い電圧からの VDD 起動が検出されると、PORF フラグが 1 にセットされ、パワーオン・リセットが発生したことを示します。PORIE ビットが 1 に設定してある場合は、INT 端子から割り込み信号が出力されます。デバイス内の時刻などのデータは無効になっているため、すべてのレジスタは初期化する必要があります。PORF フラグの値 1 は、ユーザーが 0 を書き込みクリアするまで保持されます。「電源投入時の AC 電気特性」もご参照ください。

4.15.1. パワーオン・リセット (POR) 割り込み機能のダイアグラム

パワーオン リセット割り込み機能のダイアグラム： パワーオン・リセット割り込みと CLKOUT が有効になっている例。



4.15.2. パワーオン・リセット (POR) 割り込み機能 の 使い方

パワーオン・リセット (POR) 割り込み機能に関連するレジスタ及びビットは以下です。

- PORF フラグ (ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dh)
- PORIE ビット (EEPROM オフセットレジスタ, C1h)

「EEPROM の読み取り／書き込み」の項も参照してください。

※ PORIE ビットは、ミラーRAMレジスタ ではなく EEPROM レジスタに事前に設定する必要があります。

パワーオン・リセット割り込み機能を使用する手順は次の通りです：

1. 1. 次回のパワーオンリセット イベント発生時に INT端子からハードウェア割り込みを出力する場合は、EEPROMで PORIE ビットを 1 に設定します。「EEPROM の読み取り／書き込み」に準じた手順で設定します。
2. 最初の割り込みは、次の PORイベント発生後に信号を出力します。

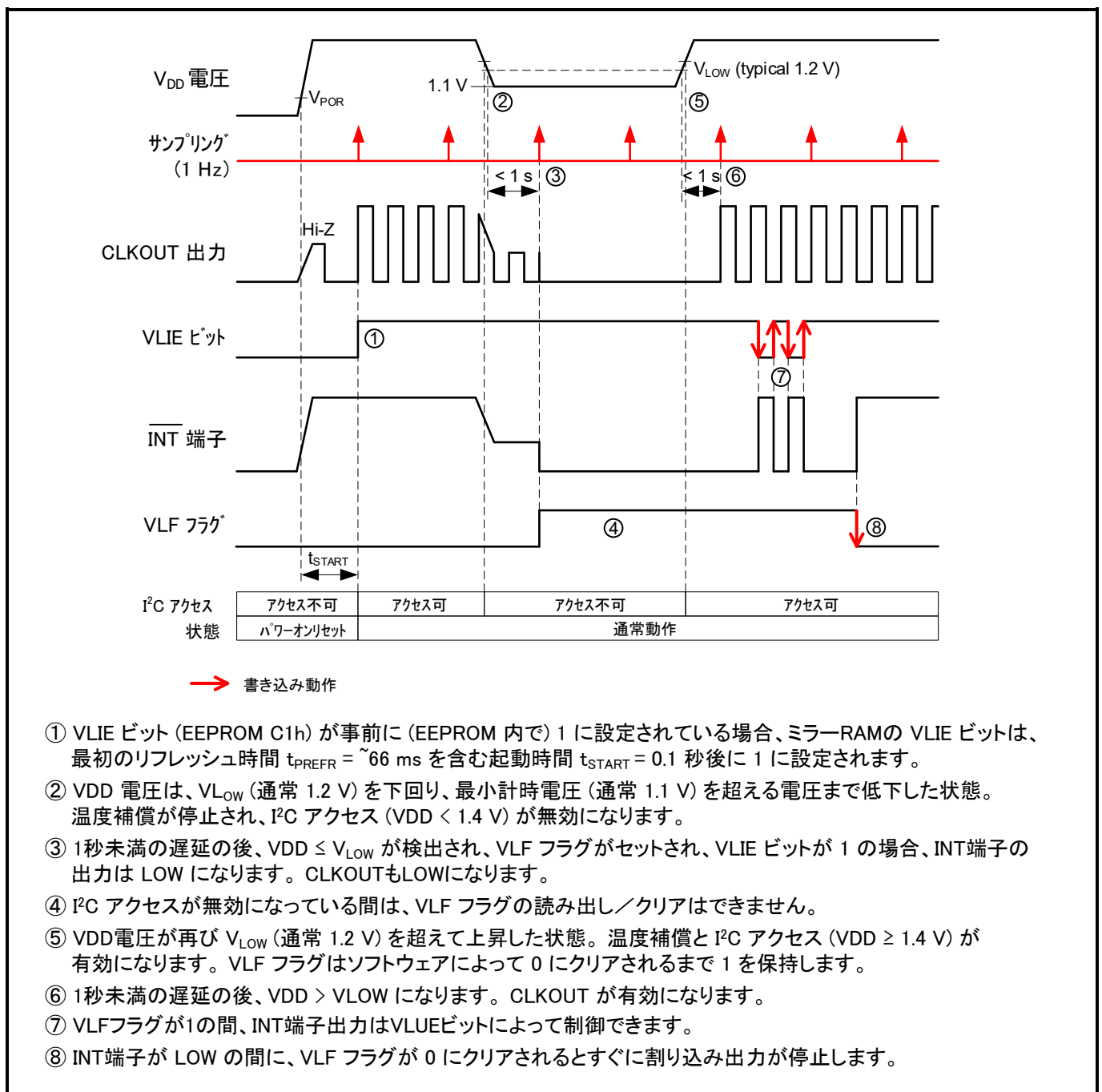
4.16. 電圧低下割り込み機能

電圧低下割り込み機能は、 V_{LOW} (通常 1.2 V) を下回る内部電源電圧の電圧降下が発出されたときに割り込みイベントを生成します。サンプリングの周期は 1Hz(1秒)です。内部電圧 (VDD または VBACKUP) が V_{LOW} を下回ると、温度補償は停止し、CLKOUT 出力は LOW になり、 I^2C インターフェイスは無効になります ($VDD < 1.4 V$)。電圧低下割り込み機能有効化ビット VLIE は EEPROM レジスタ C1h にあります。

電圧低下割り込み機能が有効 (VLIE = 1 および VLF フラグが以前に 0 にクリアされている) になっている場合、 V_{LOW} を下回る電圧降下が発出されると、INT 端子から割り込み信号が出力し、VLF フラグが 1 に設定されて電圧 Low イベントが発生したことを示します。VLF 値 1 は、デバイス内のデータがすでに有効ではない可能性があり、すべてのレジスタを再初期化する必要があることを示します。この VLF 値 1 は、ユーザーが 0 を書き込むまで保持されます (自動クリアはされません)。

4.16.1. 電圧低下割り込み機能のダイアグラム

電圧低下割り込み機能のダイアグラム: CLKOUT出力 が有効になっている例。



4.16.2. 電圧低下割り込み機能の使い方

電圧低下割り込み機能に関連するビット以下です：

- VLF フラグ（ステータス(フラグ)レジスタ, 0Dh）
- VLIE ビット（EEPROM オフセットレジスタ, C1h）

「EEPROM の読み込み／書き込み」の項も参照してください。

設定を行う前に、INT端子からの不用意な割り込み信号出力を防ぐため VLIEビットに 0 を書き込むことをお勧めします。

電圧低下割り込み機能を使用する手順：

1. VLIE ビット を 0 に初期化します。
2. VLF フラグ を 0 にクリアします。
3. INT端子からハードウェア割り込みを出力する場合は、VLIE ビットを 1 に設定します。

アプリケーションノート: 電圧低下割り込み機能は、遅い電圧低下レート (例: $< 0.1 \text{ V/s}$) のみを検出できるため、バッテリー電圧低下または寿命 (EOL) のインジケータとして使用されます。電圧低下割り込み信号は、INT端子より割り込み信号として出力できます。

- 起動時のパワーオンリセット時に、VLF フラグは自動的に 0 にクリアされます。起動時間が誤って長くなりすぎると、 V_{POR} と V_{LOW} の間の電圧で低電圧が誤検出される可能性があります。(VLF フラグがセットされます)
- 内部電圧 (V_{DD} または V_{BACKUP}) をモニタするサンプリング周波数は 1 Hz です (毎秒サンプリング)。
- 電圧低下割り込み機能は、速い電圧低下の検出には使用できないのでご注意ください。

急激な電圧変化の例（ V_{DD} 電源状態と CLKOUT出力の動作の関係）：

- V_{DD} 電圧が『 $V_{\text{DD}} > V_{\text{LOW}}$ 』から『 $V_{\text{DD}} \leq V_{\text{POR}}$ 』に急激に低下した場合は、内部電圧モニタリングのサンプリングは追いつかないため、電圧低下割り込み信号は発生しません（VLF フラグがセットされません）。このような電圧低下時には CLKOUT出力はすぐにオフになります。
- V_{DD} 電圧が『 $V_{\text{DD}} \leq V_{\text{POR}}$ 』から『 $V_{\text{DD}} > V_{\text{LOW}}$ 』にまで急速に再び上昇した場合にも、内部電圧モニタリングのサンプリングは追いつかないため、電圧低下割り込み信号は発生しません（VLF フラグがセットされません）。このような電圧上昇時には CLKOUT出力は 1Hzサンプリングは待たずにすぐにオンになります。

4.17. 外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能

外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能はVBACKUP 電源動作時以外は常に動作しています。EVI 端子で外部イベント入力検出されると、時刻レジスタ と カレンダーレジスタ が キャプチャされて、外部イベント入力タイムスタンプ・レジスタにコピーされます。

EVOW ビット = 0、EVR ビット = 1 と設定し、TS EVI レジスタが事前に 0 に初期化されている場合は、最初の1つのイベントのタイムスタンプがそのまま残ります。EVOW ビットが 1 に設定されていると、最後に発生したイベントのタイムスタンプが、TS EVI レジスタ (TS EVI 1/100 秒から TS EVI 年) に上書きされて記録されます。TS EVI カウントレジスタは、上書きビット EVOW の設定に関係なく、常にイベント発生数をカウントします。

EVR ビットに1 を書き込むと、8 つのタイムスタンプ EVIレジスタ (TS EVI カウントから TS EVI 年) がすべて『00h』にリセットされます。EVRビットは 1 のままにすることができます。1 を書き込むか上書きするとリセットされます。

<ヒント> EVI 端子 = HIGH の場合、すべてのタイムスタンプ EVI レジスタも パワーオンリセット (POR) 時に『00h』にリセットされます。外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能を使用する前に、EVR ビットに 1 を書き込むことを推奨します。

STOP ビットが 1 にセットされている間は、割り込み機能は引き続き動作しますが、1 Hz チック (時計を進めるクロック) が停止し、1/100秒レジスタが 00 にリセットされるため、有効なデータを提供できません。秒レジスタに書き込むか、または ESYN ビットが 1 に設定されている時に EVI 端子での外部イベント入力検出された時に、時刻が同期され、1/100 秒レジスタが 00 にリセットされます (ESYN ビット機能は最初に外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能を実行し、その後1/100 秒レジスタをクリアします) (時刻同期の項を参照)。

外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能の設定手順:

1. EIEビットを 0 に初期化します。
2. EVOW (0 または 1) を選択し、EVF フラグをクリアします。
3. EVR ビットに 1 を書き込むと、すべてのタイムスタンプ EVI レジスタが 00h にリセットされます。EVR は1のままにしておいても影響はありません (それ以上のリセットは発生しません)。<ヒント> EVF フラグは EVR ビット機能によってはリセットされません。
4. 外部イベント入力割り込み機能を初期化します。

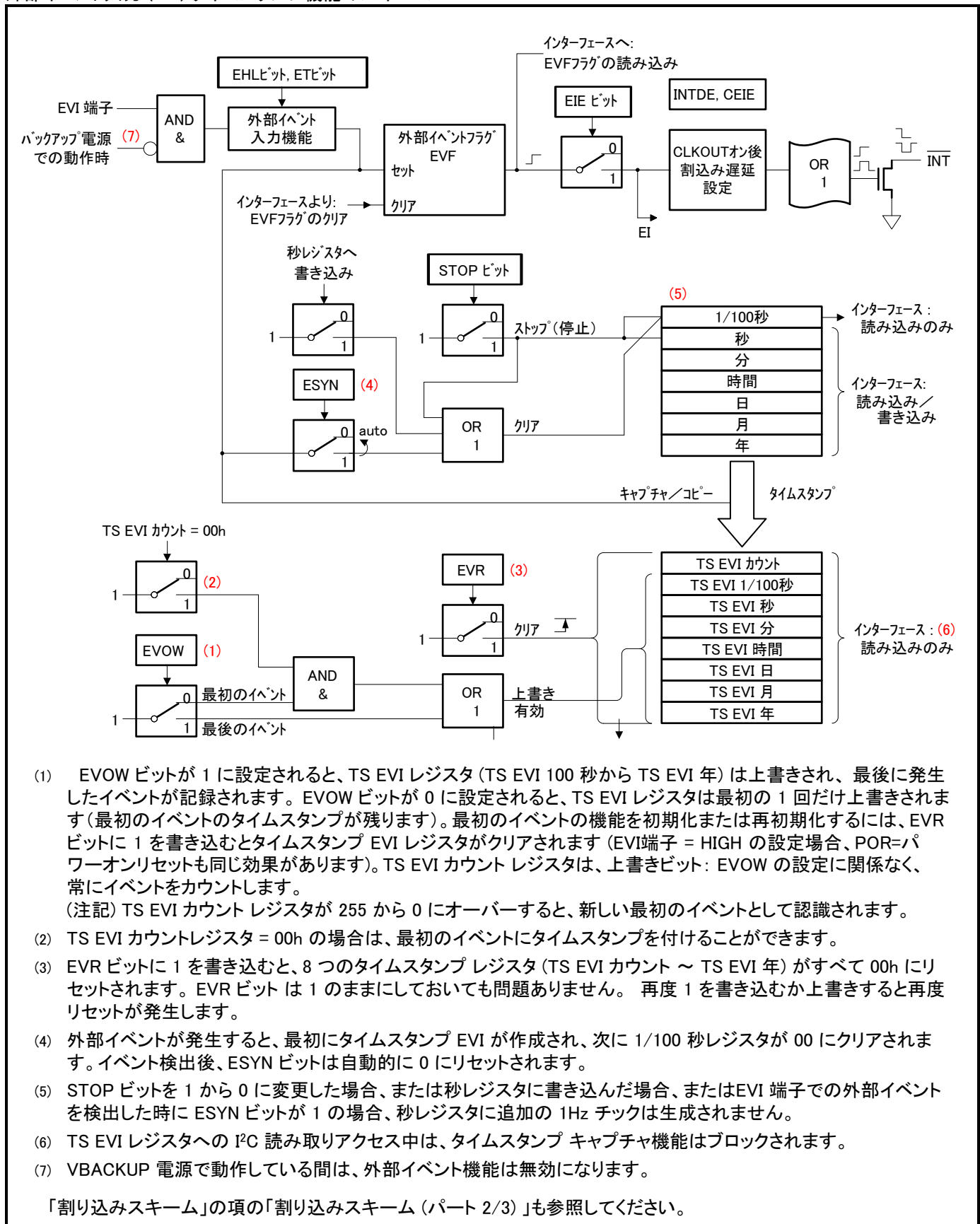
ヒント: EIE ビットが 1 に設定されている場合、外部イベント検出されるとINT端子から割り込み信号が出力されます。また、EVFフラグは 1 に設定されて、外部イベントが発生したことを示します。

<注意>

タイムスタンプ EVI 機能の場合、TS EVI カウントレジスタのみで最初または最後のイベント (EVOW) の検出を判別するため、TS EVI カウントレジスタが 255 から 0 にオーバーフローした時 (256回目、511回目など) は、常に新しい最初のイベントとして認識されます。(「外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能のスキーム」も参照下さい)

4.17.1. 外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能のスキーム

外部イベント入力 (EVI) タイムスタンプ機能のスキーム:



4.18. 温度低下タイムスタンプ (T_{LOW}) 機能

温度低下 タイムスタンプ T_{Low} 機能は、制御ビット TLE によって有効に設定されます。

TEMP [11:4] < TLT (=設定した閾値温度) が検出された場合 (自動温度測定は間隔は毎秒)、時刻・カレンダー レジスタがキャプチャされ、タイムスタンプ T_{Low} レジスタにコピーされます。TLOW ビットが 0 に設定されている場合、タイムスタンプ T_{Low} の各レジスタを TLR ビットに 1 を書き込むことで事前に 0 に初期化していると、1 つの (最初の) イベントのみが記録されます。TLOW ビットが 1 に設定されている場合は、最後に発生したイベントが記録され、TS T_{Low} レジスタ (TS T_{Low} 秒から TS T_{Low} 年) はイベントの発生毎に上書きされます。TS T_{Low} カウント レジスタは、上書きビット T_{LOW} の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。

TLR ビットに 1 を書き込むと、7 つのタイムスタンプ レジスタ (TS T_{Low} カウント から TS T_{Low} 年まで) がすべて 00h にリセットされ、TLF フラグは自動的に 0 にクリアされます。TLR ビットは読み出されると常に 0 を返します。

(ヒント) すべてのタイムスタンプ T_{Low} レジスタも POR (パワーオンリセット) 時に 00h にリセットされます。

タイムスタンプ T_{Low} 機能を使用する前に、TLR ビットに 1 を書き込むことを推奨します。

STOP ビットの値が 1 の場合、時刻を進める 1 Hz チックが停止し、温度測定、温度補償、および TLT 値との温度比較が停止するため、温度低下割り込み機能は新しいデータを提供できません。秒レジスタに値を書き込むか、または ESYN ビットを 1 と設定している時に EVI 端子での外部イベントが検出された場合には、時刻が同期され、1/100秒レジスタは 00 にリセットされます (「時刻同期」を参照)。

温度低下タイムスタンプ 機能を使用する手順 :

1. TLE ビットと TLIE ビットを 0 に初期化します。
2. TLOW (0 または 1) を選択し、TLF フラグをクリアします (または次の手順で自動的に行われます)。
3. TLR ビットに 1 を書き込み、すべてのタイムスタンプ T_{Low} レジスタを 00h にリセットします。TLF フラグは、TLR ビットに 1 を書き込むと自動的に 0 にクリアされます。TLR ビットは読み込むと常に 0 を返します。
4. 温度低下割り込み機能を初期化します。
5. TLE ビットを 1 に設定して、タイムスタンプ T_{Low} 機能を有効にします。

(ヒント) TLIE ビットが 1 に設定されている場合には、INT 端子からの割り込み信号が出力されます。

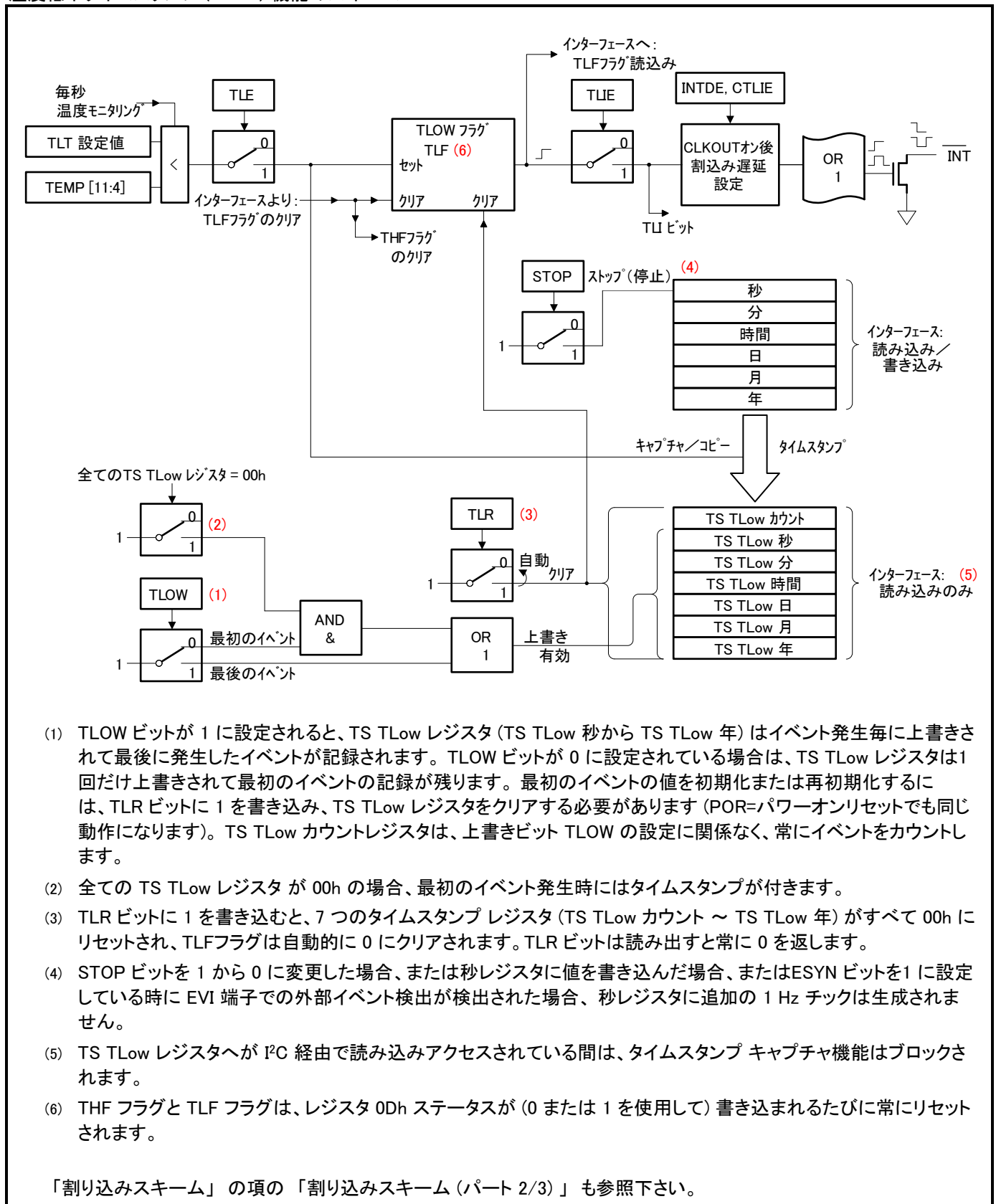
TLF フラグは 1 に設定され、温度低下イベントが発生したことを示します。

(ヒント) タイムスタンプ T_{Low} 機能の場合、すべての TS T_{Low} レジスタが最初または最後のイベントを検出します (TLOW)。すべての TS T_{Low} レジスタが 00h の場合は、最初のイベント発生時に TS T_{Low} レジスタに時刻がキャプチャ・コピーされます。次頁の「温度低下タイムスタンプ のスキーム」も参照してください。

THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.18.1. 温度低下タイムスタンプ (TLOW) 機能のスキーム

温度低下タイムスタンプ (TLOW) 機能のスキーム:



- (1) TLOW ビットが 1 に設定されると、TS TLow レジスタ (TS TLow 秒から TS TLow 年) はイベント発生毎に上書きされて最後に発生したイベントが記録されます。TLOW ビットが 0 に設定されている場合は、TS TLow レジスタは 1 回だけ上書きされて最初のイベントの記録が残ります。最初のイベントの値を初期化または再初期化するには、TLR ビットに 1 を書き込み、TS TLow レジスタをクリアする必要があります (POR=パワーオンリセットでも同じ動作になります)。TS TLow カウントレジスタは、上書きビット TLOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。
- (2) 全ての TS TLow レジスタ が 00h の場合、最初のイベント発生時にはタイムスタンプが付きます。
- (3) TLR ビットに 1 を書き込むと、7 つのタイムスタンプ レジスタ (TS TLow カウント ~ TS TLow 年) がすべて 00h にリセットされ、TLF フラグは自動的に 0 にクリアされます。TLR ビットは読み出すと常に 0 を返します。
- (4) STOP ビットを 1 から 0 に変更した場合、または秒レジスタに値を書き込んだ場合、または ESYN ビットを 1 に設定している時に EVI 端子での外部イベント検出が検出された場合、秒レジスタに追加の 1 Hz チックは生成されません。
- (5) TS TLow レジスタへが I²C 経由で読み込みアクセスされている間は、タイムスタンプ キャプチャ機能はブロックされます。
- (6) THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.19. 温度上昇タイムスタンプ (T_{HIGH}) 機能

温度上昇 タイムスタンプ T_{HIGH} 機能は、制御ビット THE によって有効に設定されます。

TEMP [11:4] > THT (=設定した閾値温度) が検出された場合 (自動温度測定は間隔は毎秒)、時刻・カレンダー レジスタがキャプチャされ、タイムスタンプ THigh レジスタにコピーされます。THOW ビットが 0 に設定されている場合、タイムスタンプ THigh の各レジスタを TLR ビットに 1 を書き込み 事前に 0 に初期化されていると、1 つの (最初の) イベントのみが記録されます。THOW ビットが 1 に設定されている場合は、最後に発生したイベントが記録され、TS THigh レジスタ (TS THigh 秒から TS THigh 年) はイベントの発生毎に上書きされます。TS THigh カウント レジスタは、上書きビット THOW の設定に関係なく、常にイベントをカウントします。

THR ビットに 1 を書き込むと、7 つのタイムスタンプ レジスタ (TS THigh カウント から TS THigh 年まで) がすべて 00h にリセットされ、THF フラグは自動的に 0 にクリアされます。THR ビットは読み出されると常に 0 を返します。

(ヒント) すべてのタイムスタンプ THigh レジスタも POR (パワーオンリセット) 時に 00h にリセットされます。

タイムスタンプ T_{HIGH} 機能を使用する前に、THR ビットに 1 を書き込むことを推奨します。

STOP ビットの値が 1 の場合、時刻を進める 1 Hz チックが停止し、温度測定、温度補償、および THT 値との温度比較が停止するため、温度上昇り込み機能は新しいデータを提供できません。秒レジスタに値を書き込むか、または ESYN ビットを 1 と設定している時に EVI 端子での外部イベントが検出された場合には、時刻が同期され、1/100秒レジスタは 00 にリセットされます (「時刻同期」を参照)。

温度上昇タイムスタンプ機能を使用する手順 :

1. THE ビットと THIE ビットを 0 に初期化します。
2. THOW (0 または 1) を選択し、THF フラグをクリアします (または次の手順で自動的に行われます)。
3. THR ビットに 1 を書き込み、すべてのタイムスタンプ THigh レジスタを 00h にリセットします。THF フラグは、THR ビットに 1 を書き込むと自動的に 0 にクリアされます。THR ビット は読み込むと常に 0 を返します。
4. 温度上昇割り込み機能を初期化します。
5. THE ビットを 1 に設定して、タイムスタンプ THigh 機能を有効にします。

(ヒント) THIE ビットが 1 に設定されている場合には、INT端子からの割り込み信号が出力されます。

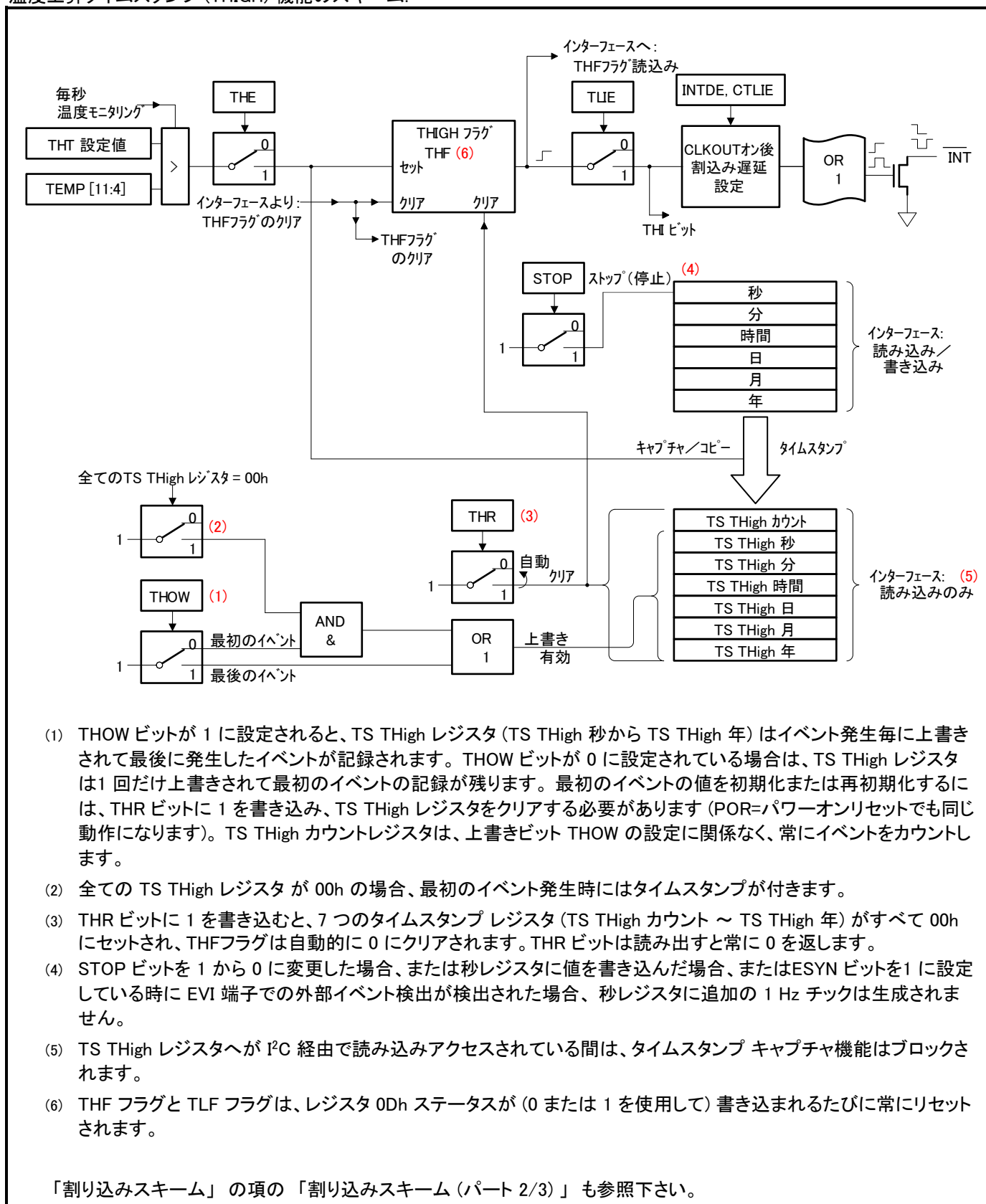
THFフラグは 1 に設定され、温度上昇イベントが発生したことを示します。

(ヒント) タイムスタンプ TH_{IGH} 機能の場合、すべての TS TH_{IGH} レジスタが最初または最後のイベントを検出します (THOW)。すべての TS TH_{IGH} レジスタが 00h の場合は、最初のイベント発生時に TS TH_{IGH} レジスタに時刻が キャプチャ・コピーされます。次頁の「温度低上昇タイムスタンプ のスキーム」も参照してください。

THF フラグと TLF フラグは、レジスタ 0Dh ステータスが (0 または 1 を使用して) 書き込まれるたびに常にリセットされます。

4.19.1. 温度上昇タイムスタンプ (THIGH) 機能のスキーム

温度上昇タイムスタンプ (THIGH) 機能のスキーム:



4.20. 温度基準値の調整

16 ビット温度基準値 TREF を使用して、デジタル温度計の温度値 TEMP を校正できます。TREF の調整は純粋にデジタルで行われ、温度計の直線曲線を垂直方向に上下にシフトする効果のみがあります。これは 1 点設定であり、通常は PCB はんだ付け後の温度変動補償のために室温で行われます。TREF の変更は、RTC の温度補償には影響しません。

TREF 値には、最小調整ステップ (1 LSB) $\pm 1/128 = \pm 0.0078125^\circ \text{C}$ の 2 の補数が含まれます。事前設定された (工場校正された) TREF 値は、ユーザー変更が可能です (EEPROM 温度リファレンスレジスタを参照)。摂氏 ($^\circ\text{C}$) への変換とその逆の変換については、次の特別な式にて行います。

4.20.1. TEF値を決定する方法

温度基準値 TREF に関連するレジスタとフィールドは以下になります。

- TEMP [3:0] フィールド (温度レジスタ / 0Eh - 温度下位ビット / 小数部分)
- TEMP [11:4] フィールド (温度レジスタ / 0Fh - 温度上位ビット / 整数部分)
- TREF [7:0] フィールド (EEPROM 温度基準値 (TReference) 設定レジスタ / C4h - 温度基準値 下位 8ビット)
- TREF [15:8] フィールド (EEPROM 温度基準値 (TReference) 設定レジスタ / C5h - 温度基準値 上位 8ビット)

「EEPROM の読み込み/書き込み」の項も参照してください。

16 ビット TREF 値から $^\circ\text{C}$ 単位の TREF 値への変換とその逆の変換の計算式 (次頁の表も参照):

$$\cdot \text{温度基準値 } (^\circ\text{C}) = \left(\frac{\text{TREF}}{128} - 0.5 \right) ^\circ\text{C}$$

$$\cdot \text{TREF} = \left(\text{温度基準値 } (^\circ\text{C}) + 0.5^\circ\text{C} \right) \times \frac{128}{^\circ\text{C}}$$

新規に 16 ビット温度基準値 TREF を設定する手順 :

1. 室温で外部の温度測定デバイスを使用して正確な温度測定 T_{target} ($^\circ\text{C}$) を実行し、同時に RTC の温度レジスタの 12 ビット TEMP 値を読み取ります。 T_{target} ($^\circ\text{C}$) の測定センサは、RTC にできるだけ近づける必要があります。
2. 12 ビットの TEMP 値を $^\circ\text{C}$ 単位の TEMP 値に変換します (「温度レジスタ」を参照)。
3. 温度差 $\Delta T = T_{\text{target}} - \text{TEMP}$ (全て $^\circ\text{C}$) を計算します。
4. 16 ビット TREF 値を読み込みます。
5. TREF 値を $^\circ\text{C}$ 単位に変換します (上記の式を参照)。
6. 新しい $\text{TREF} = \text{TREF} + \Delta T$ をすべて $^\circ\text{C}$ 単位で計算します。
7. 新しい TREF 値 ($^\circ\text{C}$) を 16 ビットの TREF 値に変換します (上記の式を参照)。
8. 新しい TREF 値をレジスタに書き込みます。

計算例 :

1. 外部温度センサでの特定値が『 26°C 』、RTC の温度レジスタ TEMP の値が『384d』だった場合
2. TEMP 値を $^\circ\text{C}$ に換算 / $\text{TEMP} = 384/16 = 24^\circ\text{C}$
3. 温度誤差を計算 / $\Delta T = T_{\text{target}} - \text{TEMP} = 26^\circ\text{C} - 24^\circ\text{C} = +2^\circ\text{C}$
4. TREF 値を読み込み / $\text{TREF} = 3059d$
5. TREF 値を $^\circ\text{C}$ に換算 / $\text{TREF} = (3059/128 - 0.5)^\circ\text{C} = 23.3984375^\circ\text{C}$
6. 新しい TREF 値を $^\circ\text{C}$ で計算 / 新しい $\text{TREF} (^\circ\text{C}) = \text{以前の TREF} + \Delta T = 23.3984375^\circ\text{C} + 2^\circ\text{C} = 25.3984375^\circ\text{C}$
7. N 新しい TREF 値を 16 ビットに変換 / (新しい $\text{TREF} (^\circ\text{C}) + 0.5^\circ\text{C}$) $\times 128 / ^\circ\text{C} = (25.3984375^\circ\text{C} + 0.5^\circ\text{C}) \times 128 / ^\circ\text{C} = 3315d$
8. 新しい TREF 値 = 3315d (レジスタに書き込む値)

TREF値 (16ビット) の例:

TREF [15:0] 値	16進数	10進数	(符号付き 10 進数)	基準温度(°C)
0001'0001'1100'0000	11C0	4544	4544	35
0001'0001'1011'1111	11BF	4543	4543	34.9921875
:	:	:	:	:
0000'1100'1100'0001	0CC1	3265	3265	25.0078125
0000'1100'1100'0000	0CC0	3264	3264	25
0000'1100'1011'1111	0CBF	3263	3263	24.9921875
:	:	:	:	:
0000'0111'1100'0001	07C1	1985	1985	15.0078125
0000'0111'1100'0000	07C0	1984	1984	15

(*) 基準温度値 (°C) = (符号付き 10 進数 / 128) - 0.5 = (符号付き 10 進数 × 0.0078125) - 0.5。

TREF 値 (2 の補数値) は室温値の校正に使用されるものであり、特別な温度オフセットを設定するためのものではありません。
したがって、例の範囲は正の範囲のみであり、+15° C ~ +35° C のみです。

4.21. 時刻同期の機能 (タイミング同期)

RV-3032-C7 の時刻同期を行う方法は3通りあります。

- ① STOP ビットを使用して 1 Hzチックを完全に停止してから再始動する
- ② 秒レジスタに値を書き込む
- ③ ESYN ビットを使用して外部信号に同期する、の3通りです。

4.21.1. STOPビットの機能

STOP ビット機能は、ソフトウェアベースでの時刻同期 (RTC内部のタイミング同期) に使用されます。

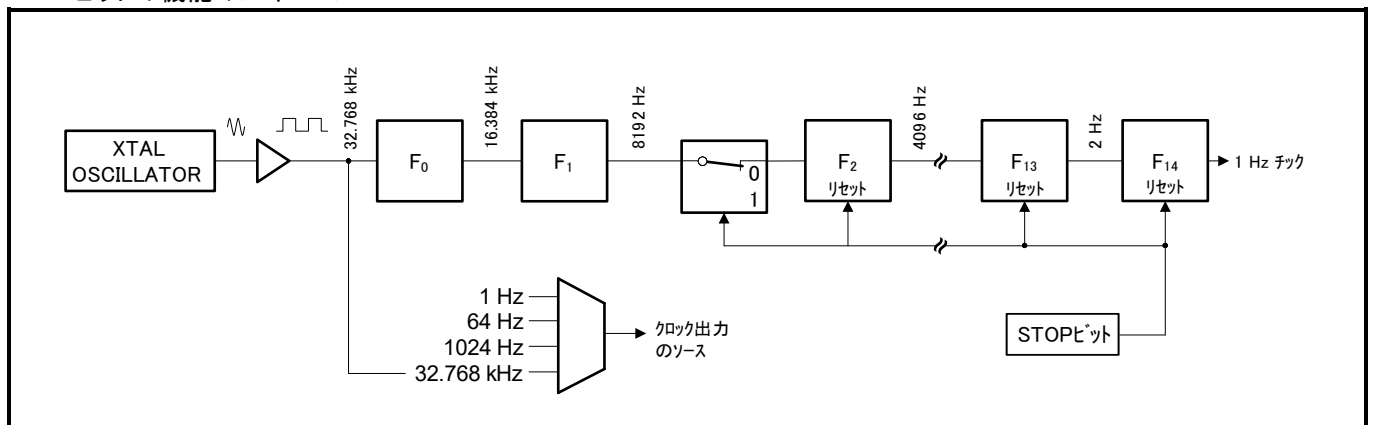
STOP ビットが 1 に設定されると、下図の 4096 Hz から 1 Hz までのクロックプリスケアラの周波数が停止、およびリセットされるため、1 Hz チックは生成されず、現在 メモリされている可能性のある 1 Hz の更新 (秒更新) もリセットされます。また 1/100 秒レジスタも 00 にリセットされます。

下図のプリスケアラの上段はリセットも停止もせず (8192 Hzより上部)、I²C インターフェイスのSCLクロックとRTCの内部クロックは同期していないので、リセット後 (STOP ビットを 1 から 0 に設定した後) の最初の 1 Hz の時間長さは 1 秒よりも 0~244 μs 短くなります。プリスケアラを停止してリセットすると、後続のすべての機能 (時刻・カレンダー、アラーム、クロック出力、タイマー クロック、時刻更新割り込み、EVI 入力フィルタと温度測定、温度補償、THT および TLT 値との温度比較) は停止します。外部イベント割り込み機能 は動作していますが、有効なデータは提供できません。

なお STOP ビット機能は 32.768 kHz の CLKOUT出力には影響しません。

(「XTALモードでのクロック出力周波数の選択」の項も参照下さい)。

STOPビットの機能のスキーム:

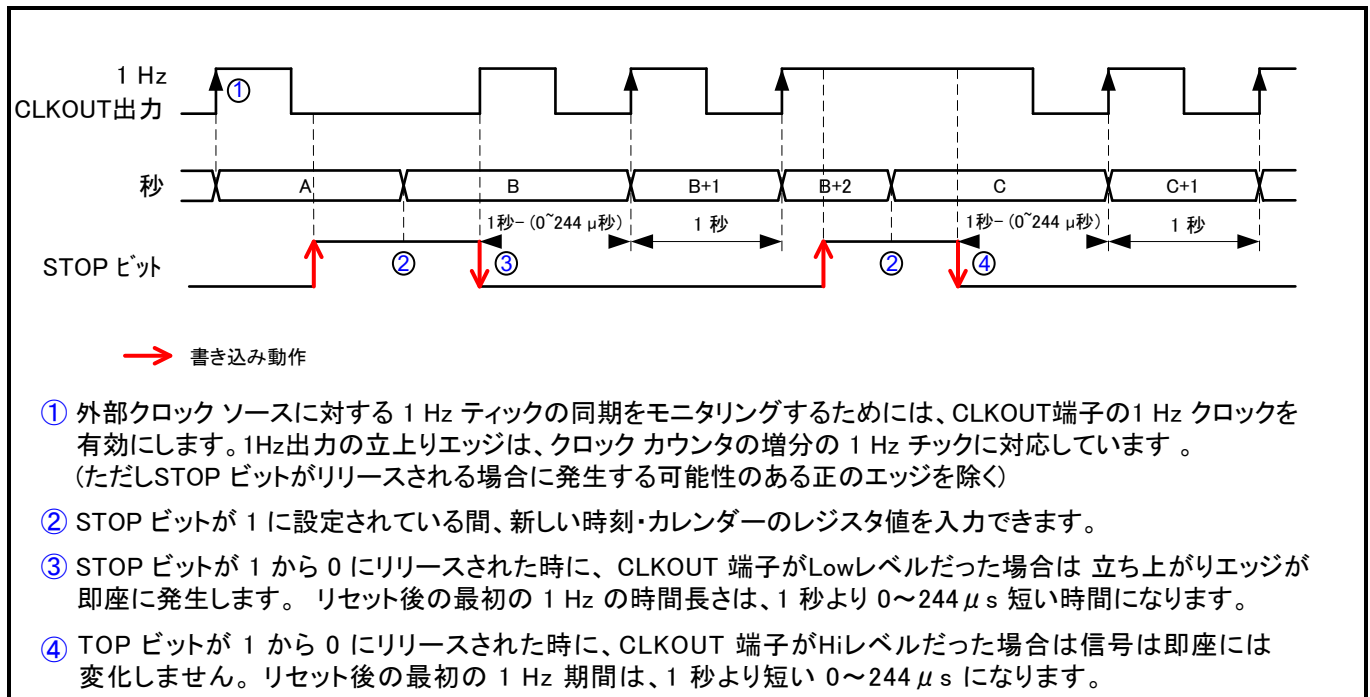


STOP ビットが 1 にセットされている 間は、時間レジスタを設定できますが STOP ビットが解放されるまで時刻は進みません。

STOP ビット機能を使用した時刻・カレンダー値の設定手順 :

1. 時刻設定中にタイマーが更新されないように、STOP ビットを 1 に設定します。
2. 設定しようとしている時刻・カレンダーの値 (年、月、日、曜日、時、分、秒) をレジスタに書き込みます。STOP ビットを 1 に設定すると、1/100 秒レジスタは自動的に 00 にクリアされます。
3. STOP ビットを 0 に解放して、RTC内部の時刻回路をスタートさせます。
4. 最初の 1 Hz は、制御 (コントロール) 2 レジスタ (11h) への書き込み後の RV-3032-C7 からの I²C アクノリッジ信号から開始されます。

STOP ビット 機能のタイミングチャート :



4.21.2. 秒レジスタへの書き込みについて

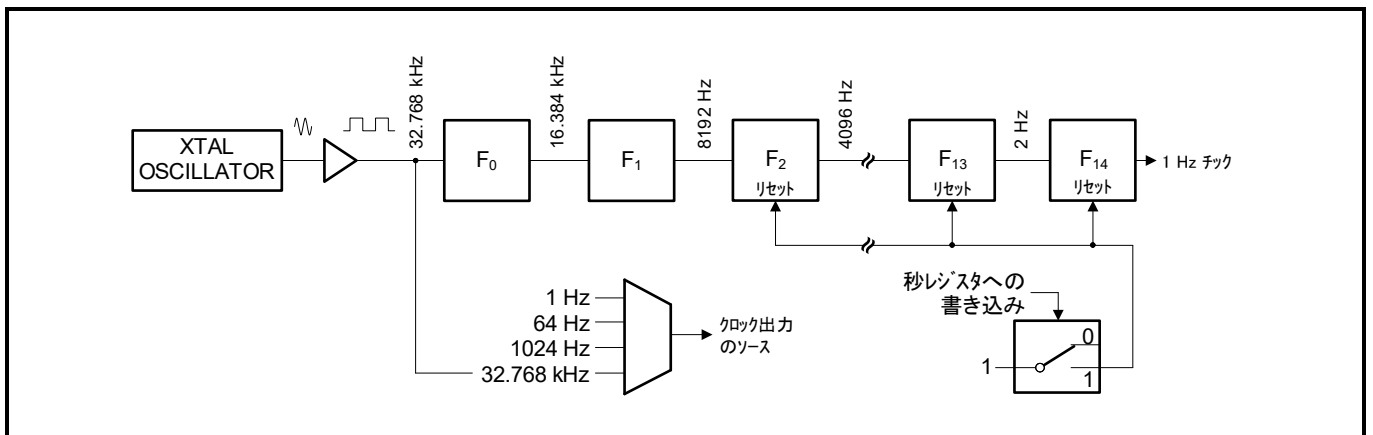
秒レジスタへの書き込みは、ソフトウェアベースの正確かつ安全な時刻タイミングの開始にも使用されます。(ソフトウェアベースの時刻同期)。

秒レジスタに値を書き込むと、4096 Hz から 1 Hz までのクロック プリスケアラ周波数がリセットされ、現在記憶されている 1 Hz (1秒) の更新もリセットされます。1/100秒 レジスタ の値は 00 にリセットされます。下図のプリスケアラの8192 Hzより上段はリセットも停止もしません。また I²C インターフェイスのSCLクロックと、RTCの内部クロックは同期していないため、リセット後(STOP ビットを 1 から 0 に設定した後)の最初の 1 Hz の時間長さは 1 秒よりも0~244 μs 短くなります。

プリスケアラを停止してリセットすると、後続の関連するすべての機能(時刻・カレンダー、クロック出力、タイマー クロック、時刻更新割り込み、EVI 入力フィルター、温度測定)は影響を受けます。また秒レジスタへの書き込みは 32.768 kHz の CLKOUT出力 には影響しません。

(「XTALモードでのクロック出力周波数の選択」の項も参照下さい)

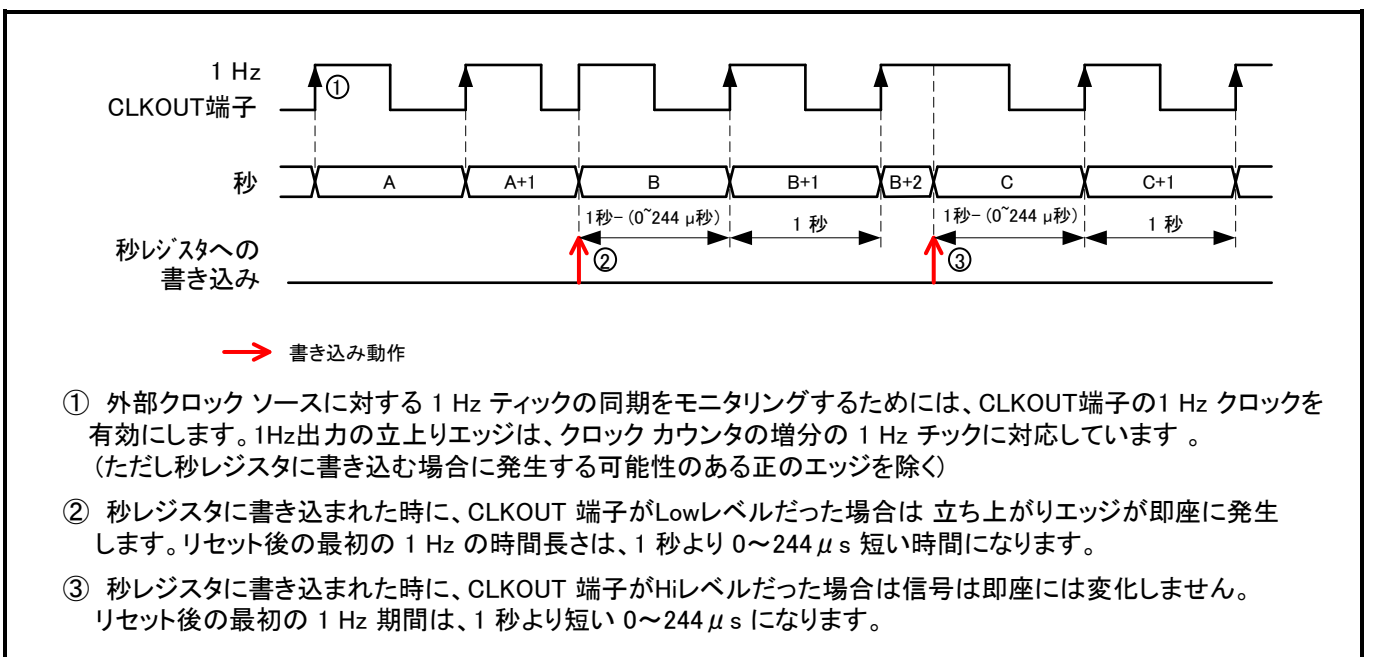
秒レジスタが書き込まれた時のリセットされる クロック プリスケアラ のスキーム:



秒レジスタへの書き込み時のリセット機能を使用して時刻・カレンダーを設定する方法:

1. 設定する時刻・カレンダーの値 をレジスタ(秒、分、時、曜日、日、月、年)に書き込みます。(I²Cタイムアウト時間=950 ミリ秒以内で書き込みを終えます)
2. 最初の 1 Hz チック は、制御(コントロール) 2 レジスタ(11h) への書き込み後の RV-3032-C7 からのI²C アクノリッジ信号から開始されます。

秒レジスタへの書き込み時のリセット機能のタイミング:



4.21.3. ESYN ビットの 機能

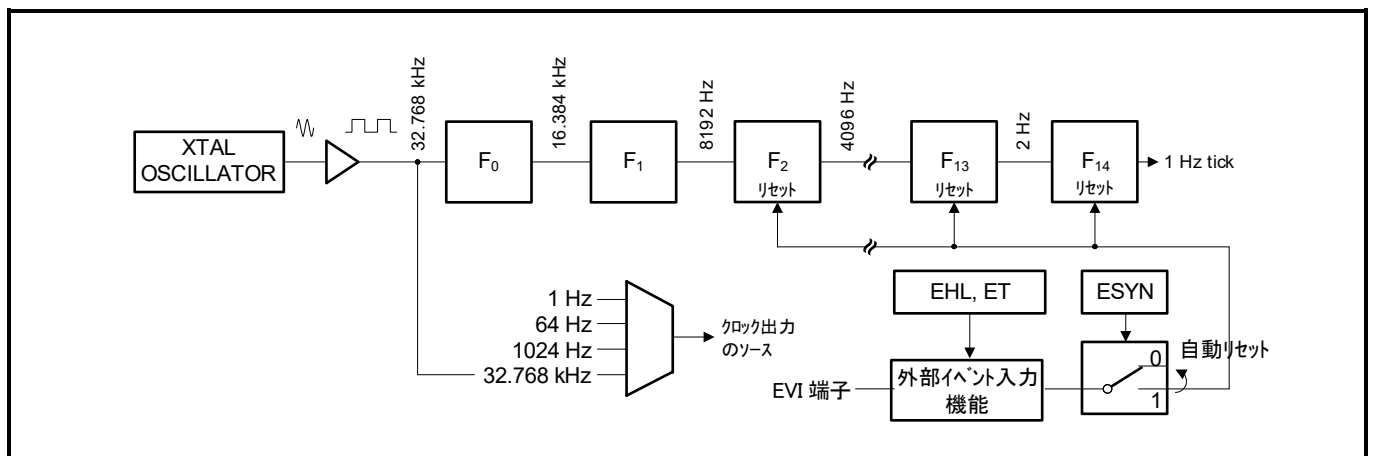
外部イベント (EVI) 同期ビット ESYN は、外部イベント入力によってトリガーされる高精度の時刻同期に使用されます。

(ハードウェアベースの時刻同期)

ESYN ビットが 1 に設定されていて、EVI 端子で外部イベントが検出された場合、4096 Hz から 1 Hz までのクロック プリスケアラ周波数がリセットされ、現在記憶されている 1 Hz の更新もリセットされます。1/100 秒レジスタの値も 00 にリセットされます。プリスケアラ上段(8192Hzより上)はリセットされず、I²C インターフェイスのSCLクロックとRTCの内部クロックは同期していないので、リセット後(STOP ビットを 1 から 0 に設定した後)の最初の 1 Hz の時間長さは 1 秒よりも0~244 μ s 短くなります。プリスケアラをリセットすると、後続のすべての関連する機能(時刻・カレンダー情報、XTAL CLKOUT出力、タイマー クロック、時刻更新割り込み、温度検出、および EVI 入力フィルター)の現在のクロック周期の長さに影響します。イベント検出後、ESYN ビットは自動的に 0 にリセットされます。

外部トリガによる時刻同期は、32.768 kHz の CLKOUT には影響しません(「XTAL CLKOUT 周波数選択」の項も参照)。

ESYN ビット の機能のスキーム:



EVI 端子での外部イベント入力に同期して時刻・カレンダー情報を設定する手順:

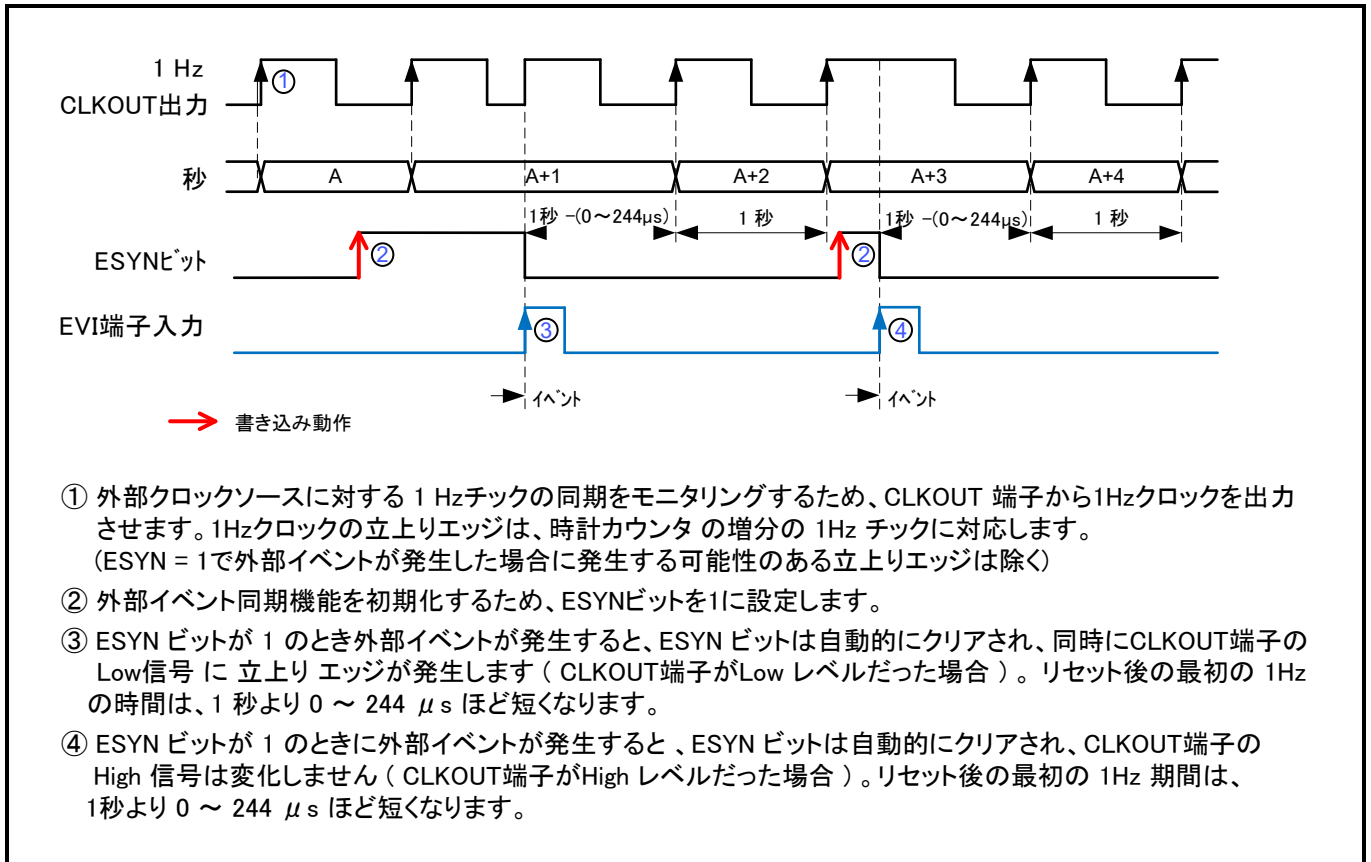
1. ESYN ビットを 1 に設定し、「外部イベント割り込みの使い方」の内容の通り外部イベント入力機能を初期化します。
2. INT端子の割り込み信号が外部イベント入力によってトリガーされると、目的の時刻・カレンダーの値を各レジスタ(年、月、日、曜日、時、分、秒)に書き込みます。1/100秒レジスタは自動的に 00 にクリアされます。秒レジスタに書き込むと、時間が再び同期します(ソフトウェアベースの時刻同期)。
3. イベント検出後、ESYN ビットは自動的に 0 にリセットされます。

「外部イベント割り込み機能」の項も参照してください。

(ヒント) ESYN ビット機能は、最初にタイムスタンプ EVI を実行し、次に 1/100秒レジスタをクリアします。

(ヒント) ESYN が 1 の場合、ESYN ビットを 0 にリセットすることで、いつでも同期機能をキャンセルできます。

ESYN ビット機能のタイミングチャート :



4.22. ユーザープログラマブル パスワード

電源投入直後、 $t_{PREFR} = \sim 66 \text{ ms}$ の起動後のリフレッシュ時間経過後に、パスワード PW レジスタ (RAM 39h ~ 3Ch) は 00h にリセットされ、またEEPWE (EEPROM/CAh) の値と EEPROM パスワード EEPW レジスタ (EEPROM/C6h ~ C9h) の値は EEPROM から対応する ミラーRAM にコピーされます。

このパスワード機能を有効にすると、各機能のレジスタ (時刻・カレンダー/制御(コントロール)/ユーザーRAM/機能設定 EEPROM/ユーザーEEPROM、などパスワードロックが可能なレジスタ : WPで定義) への書き込みを行う際には、最初に4つ(8ビットの値×4つ = 32ビット) のパスワードが必要になります。32ビットのパスワード PW は、EEPW レジスタのミラーRAM に格納されている32ビットの値と比較されます (「パスワードレジスタ」「EEPROM パスワードレジスタ」および「EEPROM パスワード有効化レジスタ」を参照下さい)。

注意 : 使用可能なパスワードの数は、 $232 \approx 4.3 \times 10^9 = 43$ 億です。

4.22.1. パスワードロックの有効化/無効化

EEPWE レジスタ (EEPROM CAh) に 255 を書き込んで書き込み保護機能を有効にした場合でも、EEPROM レジスタを除くすべてのレジスタを読み出すことは可能です。EEPROM レジスタは、EEアドレス (3Dh) および EE コマンドレジスタ (3Fh) に書き込むことができないため、読み取ることはできません。パスワードロック機能が有効になっていない場合は、対応するすべてのレジスタの読み取りおよび書き込みが可能です。

パスワードロック機能が有効になっている場合は、RAM レジスタへの書き込みや EEPROM レジスタへの読み書きを行う前に、まず正しい32ビットパスワード PW (PW = EEPW) を書き込む (ロック解除) 必要があります。

書き込みのアクセスが終了した後に、再度パスワードロックを有効にする場合は、意図的に間違ったパスワード (PW ≠ EEPW) をパスワード PW レジスタに書き込むことで、パスワードロックします。以下の手順と、116頁のフローチャートを参照してください。

パスワードロックを『有効化』する手順:

1. 起動後の初期状態 (POR) で WPレジスタはパスワードロックされていない場合 (EEPWE ≠ 255)。参照パスワードは EEPW のミラーRAM (アドレス C6h ~ C9h) に保存されています。
2. EERD = 1 に設定してオートリフレッシュを無効にします。
3. EEPWE = 255 (ミラーRAM アドレス/ CAh) を入力してパスワードロック機能を有効にします。
4. 正しいパスワード PW (PW = EEPW) をパスワードレジスタ (39h~3Ch) に入力して、パスワードロックを解除します (RAMアドレス / 39h~3Ch)。
5. EECMD に『11h』を書き込むことにより、EEPROM (全ての機能設定ミラーRAMレジスタ → EEPROMレジスタ) を更新します。
6. EERD = 0 に設定してオートリフレッシュを有効に戻します。
7. 意図的に間違ったパスワード PW (PW ≠ EEPW) をパスワードレジスタ (39h~3Ch) に入力して、デバイスをロックします。
8. 上記で手順にて、各WPレジスタはパスワードロック(書き込み保護)されています (EEPWE = 255)

パスワードロックを『無効化(解除)』する手順:

1. 起動後の初期状態 (POR) で WPレジスタはパスワードロックされている場合 (EEPWE = 255) 参照パスワードは EEPW のミラーRAM (アドレス C6h ~ C9h) に保存されています。
2. 正しいパスワード PW (PW = EEPW) をパスワードレジスタ (39h~3Ch) に入力して、書き込み保護 (RAM アドレス 39h ~ 3Ch) のロックを解除します。
3. EERD = 1 に設定してオートリフレッシュを無効にします。
4. EEPWE ≠ 255 (ミラーRAM アドレス/ CAh) を入力してパスワードロック機能を無効にします。
5. EECMD に『11h』を書き込むことにより、EEPROM (全ての機能設定ミラーRAMレジスタ → EEPROMレジスタ) を更新します。
6. EERD = 0 に設定してオートリフレッシュを有効にします。
7. 上記で順にて、各WPレジスタはパスワードロックが解除されます (EEPWE ≠ 255)

(ヒント) EEPROMパスワード/EEPWレジスタ内の参照パスワード値は、パスワードロックされていない場合に、EEPROM 1 バイト読み取りコマンド (EEコマンドレジスタ/3Fh に『22h』を書き込む) で読み取ることができます。この方法は、パスワードロック機能が有効になる前に EEPWレジスタにどのパスワードが書き込まれているか不明である場合に便利です。EEPW レジスタからのミラーRAMレジスタの値は読み取ることはできません。

4.22.2. パスワードの変更

新しいパスワードを設定するには、Wレジスタが書き込み保護されている場合には、ユーザーはまず現在の(正しい)パスワード PW (PW = EEPW) をパスワードレジスタ (39h ~ 3Ch) に入力し、次に全て『1』になる値を除く新しい値を設定します。EEPWE レジスタ (EEPROM/ CAh) に『値 ≠ 255』を設定してパスワードロックを解除し、新しい参照パスワード EEPW を EEPROMレジスタ C6h ~ C9h に書き込みます。その後、EEPWEレジスタ (CAh) にすべて 1 (値 = 255) を書き込み、パスワード機能を有効にします。以下の手順と 116頁のフローチャートを参照してください。

パスワード機能が有効になっている場合にパスワードを変更する手順 (EEPWE = 255):

1. 起動後の初期状態 (POR) で Wレジスタはパスワードロックされている場合 (EEPWE = 255) 変更前の参照パスワードが EEPW のミラーRAM (アドレス C6h ~ C9h) に保存されています。
2. 現在の正しいパスワード PW (PW = EEPW) を入力して、パスワードロック (RAM アドレス 39h ~ 3Ch) を解除します。
3. EERD = 1 に設定してオートリフレッシュを無効にします。
4. EEPWE ≠ 255 (ミラー RAM アドレス/ CAh) を入力してパスワードロック機能を無効にします。
5. EEPW レジスタ (ミラーRAMアドレス/ C6h ~ C9h) に新しい参照パスワードを設定します。
6. EEPWE = 255 (ミラーRAM アドレス/ CAh) を入力してパスワード機能を有効にします。
7. 新しい正しいパスワード PW (PW = EEPW) を入力して、パスワードロック (RAM アドレス 39h ~ 3Ch) を解除します。
8. EECMDレジスタに『11h』を書き込むことにより、EEPROM を更新します。
(全ての機能設定 RAMレジスタ → EEPROMレジスタ)
9. EERD = 0 に設定してオートリフレッシュを有効にします。
10. 間違ったパスワード PW (PW ≠ EEPW) を RAMアドレス 39h ~ 3Ch に入力してデバイスをロックします。
11. 上記の手順にて、各Wレジスタは EEPROMパスワード EEPW に保存された新しい参照パスワードにてロック (書き込み保護)されます。

パスワード機能が無効の場合にパスワードを変更する手順 (EEPWE ≠ 255):

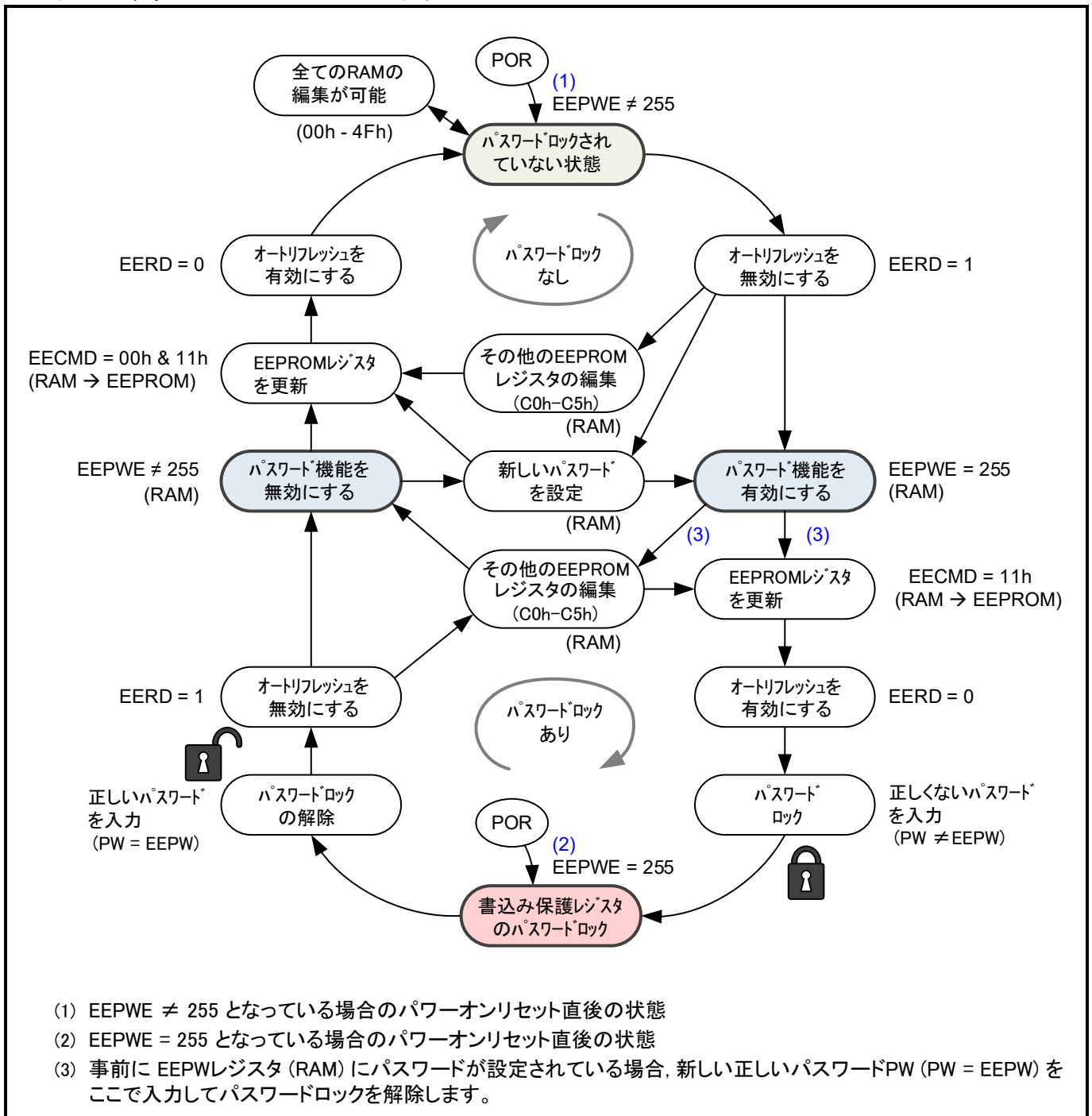
1. 起動後の初期状態 (POR) で Wレジスタはパスワードロックされていない場合 (EEPWE ≠ 255)。変更前の参照パスワードが EEPW のミラーRAM (アドレス C6h ~ C9h) に保存されています。
2. EERD = 1 に設定してオートリフレッシュを無効にします
3. EEPW レジスタ (ミラーRAMアドレス/ C6h ~ C9h) に新しい参照パスワードを設定します。
4. EECMDレジスタに『11h』を書き込みEEPROM を更新します。
(全ての機能設定 RAMレジスタ → EEPROMレジスタ)
5. EERD = 0 に設定してオートリフレッシュを有効にします。
6. 上記の手順にて、新しい参照パスワードがEEPROMパスワード EEPW に保存されます。

EEPROMパスワード EEPW = 00000000h は実際のパスワードではないことに注意してください。これは パワーオンリセット (POR) 後のパスワード PW も 00000000h (PW = EEPW) であり、POR リフレッシュ (EEPWE = 255) 後にパスワードロック機能が有効になっているにもかかわらず、PWレジスタのロックが解除されているためです。

4.22.3. パスワードロックのフローチャート

以下のフローチャートは、ユーザーパスワードによるレジスタの書き込み保護の有効化と無効化のプログラミング、および書き込み保護が有効または無効になっている場合のユーザーパスワードとその他の機能設定EEPROMレジスタ(C0h~C5h)の変更についての説明です。この例では、EEPROM更新コマンド(EECMDレジスタに『11h』を書き込む)を適用して、すべての『機能設定ミラーRAMレジスタ』(C0h~C5h)から対応する『機能設定EEPROMレジスタ』にデータを書き込み(保存)します。「EEPROM設定レジスタの使用法」の項も参照してください。

ユーザープログラマブルパスワードのフローチャート:



5. 温度補償（高精度D-TCXO）について

5.1. XTALモードでの周波数

・内部水晶発振器の32.768 kHz :

32.768 kHz の内部水晶クロック発振器 は温度補償されていません。上に凸の二次曲線状の周波数偏差を伴う負の温度係数により、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の標準動作温度範囲全体では、最大 -150 ppm の変化が生じる可能性があります。 $+105^{\circ}\text{C}$ では、周波数が -225 ppm 変化する可能性があります ($-40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ の拡張動作範囲の場合)。すべてのデバイスの 32.768 kHz 発振器周波数は、 25°C で ± 50 ppm (百万分率) の周波数偏差内にて出荷時にテストされています。

・4096 Hz ~ 64 Hz の周波数:

これらの周波数は、 $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の標準温度範囲で ± 2.5 ppm、 $+85^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ の拡張温度範囲で ± 20 ppm の時間精度でデジタル温度補償されます。分周器ユニットの 16.384 kHz のクロックは、32.768 kHz のパルスを加算または減算することによって変更されます。32.768kHzのパルスは、温度補償アルゴリズムによって計算された値に従って加算または減算されます。デジタル補償方法(クロックパルスの加算および減算)は、以下に示すデジタル補償された周波数のサイクル間ジッターに影響を与えます。

- 4096 Hz (繰返しカウントダウンタイマ割り込み)
- 1024 Hz (CLKOUT出力)
- 100 Hz (外部イベント割り込み)
- 64 Hz (CLKOUT出力 及び 繰返しカウントダウンタイマ割り込み)

経年変化補正は、OFFSET 値を使用して行うことができます(「経年変化補正」を参照)。

・1Hz出力 及び 時刻・カレンダー :

1Hzクロック出力は温度補償されており、デジタル粗補償とデジタル微調整の両方を使用します。時刻精度と周波数精度は $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ の標準温度範囲で 1Hz 周期ごとに ± 2.5 ppm、 $+85^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ の拡張温度範囲で ± 20 ppm です。温度補償アルゴリズムは、約 0.1 ppm の分解能で 1Hz 周期ごとに調整します。この精密で正確な 1Hz クロックは、後続のすべての時刻およびカレンダー レジスタをインクリメントするために使用されます。(「時間精度と温度特性」の項を参照下さい)。

経年変化の補正は、OFFSET 値を使用して行うことができます(「経年変化補正」を参照)。

5.2. 温度補償の値

各デバイスは工場ですべての温度範囲にわたって温度補償の調整がなされており、個々の補償値はデジタル温度補償ユニット(DTCU)のEEPROMに保存されています。このEEPROMにはユーザーはアクセスできません。

5.3. 経年変化の補正

OFFSET値によりエージング調整 や 精度の調整が可能です。補正は純粋にデジタルで行われ、時間対温度の曲線を垂直方向に上下にシフトする効果のみがあります。対温度特性には影響しません。OFFSET 値には、-32 ~ +31 の調整ステップの範囲の 2 の補数が含まれます。最小補正ステップ (1LSBの分解能) は、 $\pm 1 / (32768 \times 128) = \pm 0.2384$ ppm です。最大の補正範囲は 約 ± 7.4 ppm です。符号付きオフセット値 OFFSET は、測定された周波数の実際のオフセット値に対応します。このフィールドにはユーザーがアクセスできます。
(「EEPROM オフセットレジスタ」の項を参照下さい)。

5.3.1. オフセット (OFFSET) 値の決定方法

OFFSET 値を決定する手順:

1. 補正が行われないようにするために、OFFSET フィールドを 0 に設定します。
2. CLKOUT端子の出力を『1Hz』に設定します。
3. CLKOUT端子出力の周波数 (Fmeas) を Hz 単位で測定します。
(「CLKOUT ピンでの時間精度の測定」を参照してください)
4. 必要なオフセット値を『ppm単位』で計算します。
・ $P_{\text{Offset}} = (F_{\text{meas}} - 1) \times 1'000'000$
5. オフセット値をOffset の ステップ数に換算します。
・ $\text{Offset} = P_{\text{Offset}} / (1 / (32768 \times 128)) = P_{\text{Offset}} / (0.2384)$
6. $\text{Offset} > 31$ の場合は、周波数が高すぎて補正できません。
7. $0 \leq \text{Offset} \leq 31$ の場合は、OFFSET = 『Offset』を設定します。
8. $-32 \leq \text{Offset} \leq -1$ の場合は、OFFSET = 『Offset + 64』を設定します。
9. $\text{Offset} < -32$ の場合は、周波数が低すぎて補正できません。

計算例:

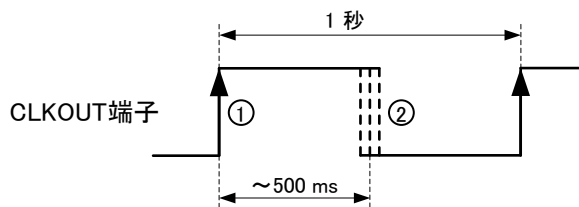
- 1 Hz クロックの出力にて、1.0000012 Hz が測定された場合。
オフセットは +0.0000012 Hz になりますので、 $+ 0.0000012 \text{ Hz} / 10^{-6} \text{ Hz} = +1.2$ ppm です。
プラスのオフセット値は次のように計算されます。
 $+ 1.2 \text{ ppm} \div 0.2384 \text{ ppm} = +5.03$ 、四捨五入された整数部分は『+5』です。
2 進数では『OFFSET = 000101』になります。
- 1Hz クロックの出力にて、0.9999949 Hz が測定された場合。
オフセットは -0.0000051 Hz になりますので、 $- 0.0000051 \text{ Hz} / 10^{-6} \text{ Hz} = -5.1$ ppm です。
負のオフセット値は次のように計算されます。
 $- 5.1 \text{ ppm} / 0.2384 \text{ ppm} = -21.39$ 、四捨五入された整数部分は『-21』です。
マイナスの符号なしの値は、 $- 21 + 64 = 『+43』$ になります。
2 進数では『OFFSET = 101011』になります。

5.3.2. CLKOUT端子出力での時間精度の測定

デジタル温度補償ユニット (DTCU) の時間精度を検証する最も簡単な方法は、CLKOUT端子出力で補償された 1Hz 周波数を測定することです。1Hz のクロック周波数には、デジタル微調整機能を備えたデジタル温度補償クロックが含まれており、デバイスの全体的な時間精度を表します。

1. CLKOUT 端子出力で 1 Hz 周波数を選択します。
 - a. OS ビット (EEPROM/C3h) を 0 に設定して、XTAL モード を選択します。
 - b. 1 Hz を選択するには、FD フィールド (EEPROM C3h) を 11 に設定します。
 - c. CLKOUT端子のクロック出力を直接有効にするには、NCLKE ビットを 0 に設定します。
2. 測定機器と設定
 - a. 高精度ユニバーサル カウンタを使用して、CLKOUT ピンの 1 Hz の時間精度を測定します。
 - b. 出力信号の立ち上がりエッジでトリガーします (ゲート時間 \geq 1 秒)。立ち上がりエッジで測定された各 1 Hz クロックは、デジタル温度補償ユニット (DTCU) の時間精度を表します。

CLKOUT端子での 1 Hz の時間精度 (ハイブリッド信号):

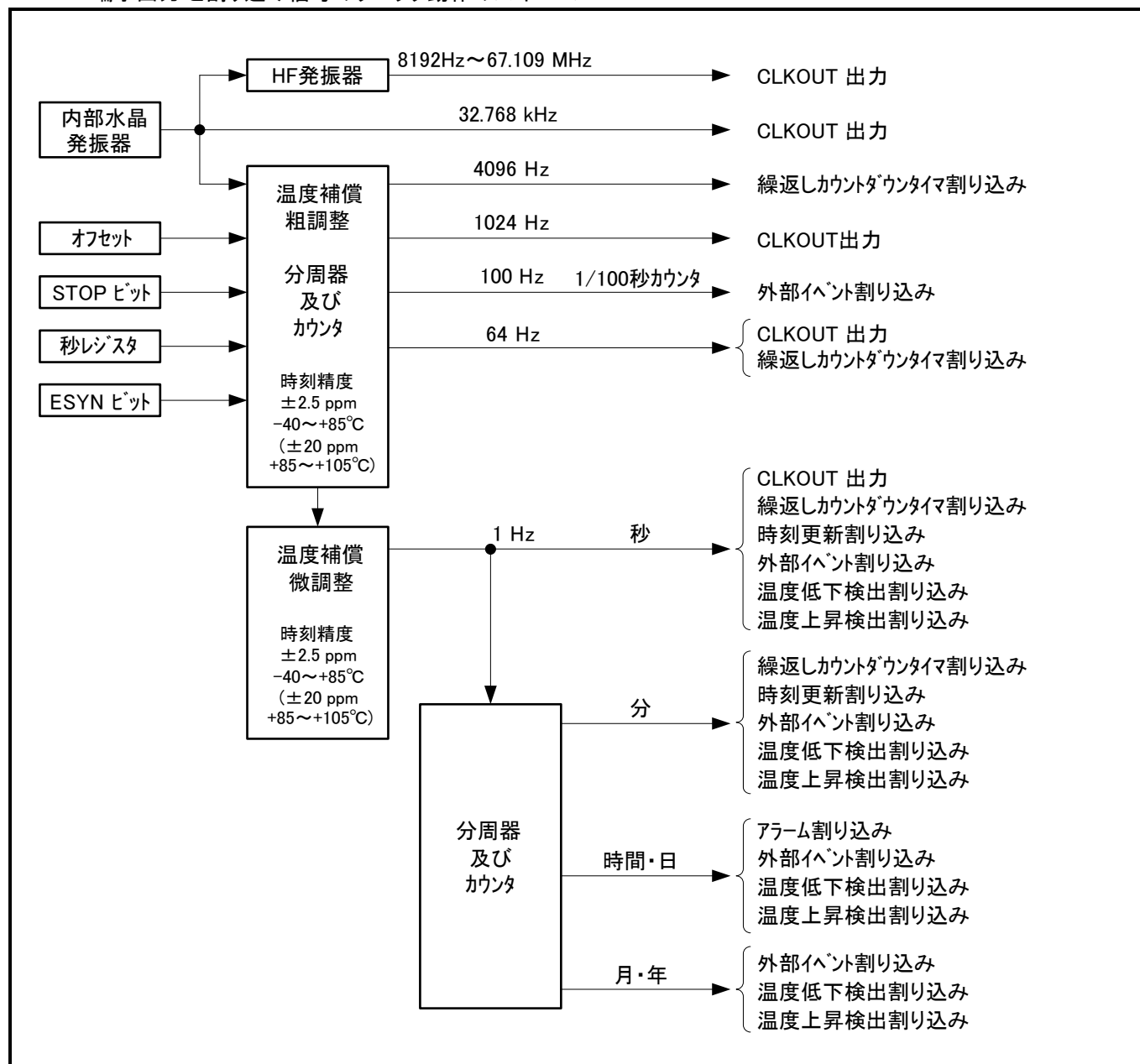


- ① CLKOUT 出力 の立ち上がりエッジ
時間精度を測定する場合、CLKOUT 信号の立ち上がりエッジでトリガすることが必須です。温度補償アルゴリズムは、約 0.1 ppm の分解能で 1 Hz 周期ごとに調整します。
- ② CLKOUT 出力 の立下りエッジ
CLKOUT 端子からの出力信号の立ち下がりエッジは、RV-3032-C7 が約 500 ミリ秒後に信号をクリアすると生成されます。立下りエッジは 32.768 kHz 水晶発振によって作成されるため、時間精度のテストには使用しないでください。

INT端子信号の立ち上がりエッジと立ち下りエッジは 32.768kHz水晶発振のクロック信号によって生成されるため、時刻更新割り込み機能 (1秒または 1分間隔)、および、その他の割り込み機能は、短期間の時間精度測定には使用できないのでご注意ください。

5.4. クロック動作のスキーム

CLKOUT端子出力 と割り込み信号のクロック動作のスキーム:



6. I²C インターフェース

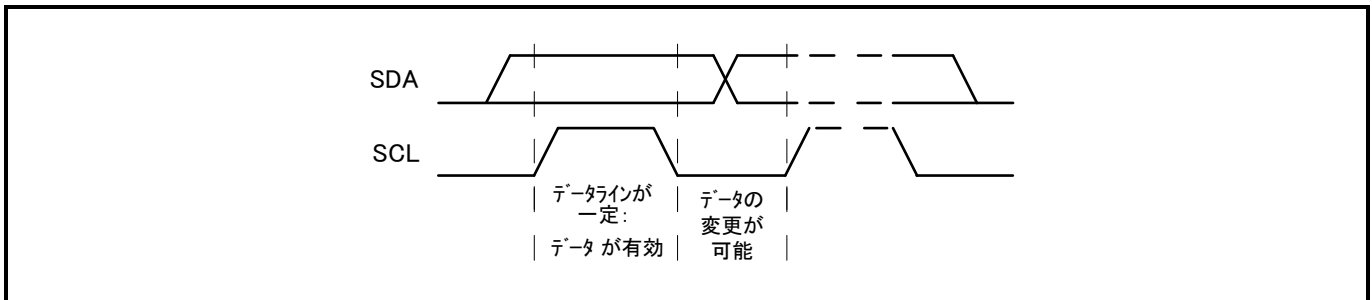
I²C インターフェースは ICとモジュール間の双方向の2ワイヤ通信です。RV-3028-C7の I²C通信速度は、ファーストモードの 400kHzに対応しており、アドレスは A4h / A5h です。I²C インターフェースは2つの信号線で構成されており、双方向のデータライン(SDA)とクロックライン(SCL) からなります。2つの信号線はプルアップ抵抗を介して+電源に接続されて使用されます。データ転送はインターフェースラインが他で使われていない場合のみ行えます。

6.1. ビット送信

1つのクロックパルスにつき1つのデータを送信できます。SDAデータラインは、SCLクロックラインがHighの間に一定であることで有効なデータと認識されます。SDAデータは SCLクロック が Lowの間のみ変更できます。

(下図を参照)

ビット送信図:

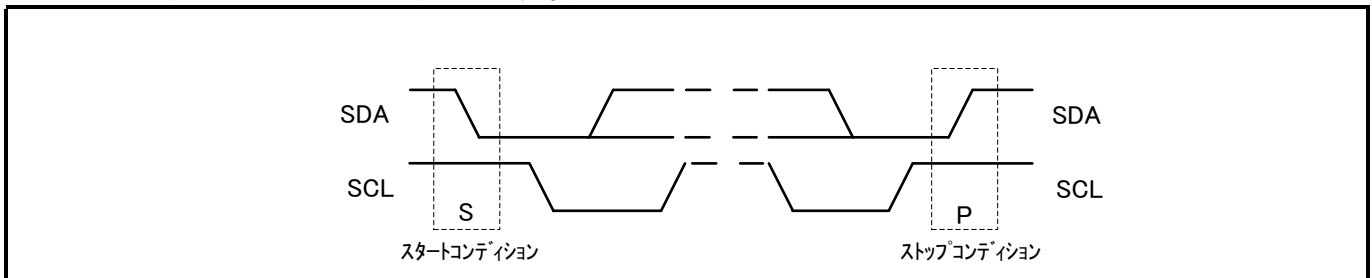


6.2. スタートコンディション・ストップコンディション

バスが非動作のときは、SDAラインとSCLラインは両方とも HIGH のままです。データラインが HIGH→LOWへ遷移し、クロックが HIGH の場合に、スタートコンディション (S) として定義されます。SDAラインがLOW →HIGHへ遷移した時にクロックHIGH の状態を ストップコンディション(P) として定義されます。

(下図を参照)

スタートコンディション・ストップコンディションの定義:



最初の スタートコンディションの後、ストップコンディションの前に再度発生する スタートコンディションは『リピート・スタートコンディション』と呼ばれ、通常のストップコンディションとそれに続く通常のスタートコンディションとまったく同じように機能します。

注記:

RV-3032-C7 RTCモジュールと通信する場合、スタートコンディションの送信から ストップ コンディションの送信までの一連の通信は 950ms 以内に行う必要があります。

この一連の通信に 950ms 以上の時間がかかると、RV-3032-C7 のバスタイムアウト機能により、I²Cバスインターフェースが自動的にクリアされスタンバイモードになります。このオートクリア動作中、およびオートクリア動作後の通信は、書き込み/読み込みともに無効になりますのでご注意ください。通信が無効の場合、書き込み時はアクノリッジが発生せず、読み込み時には 値: FFh が読み出されます。

通信の再開は、再度 スタートコンディションの転送から始まります。

I²C自動インクリメント アドレスポインタは、I²C ストップコンディション及び、タイムアウト後の強制的な内部停止によってもリセットされません。

6.3. データの有効性

スタートコンディションの後、SDA は SCL が High の間は一定になります。SDAデータは、SCL が Low の間でのみに変更することが出来ます。データの1ビットごとに1つのクロックパルスがあります。各データ転送は、スタートコンディションで開始され、ストップコンディションで終了します。スタートコンディションとストップコンディションの間で転送されるデータバイト数に制限はありません（ただし転送時間は950ミリ秒を超えてはなりません）。データはバイト単位で送信され、レシーバは9番目のビットでアクノリッジ応答します。

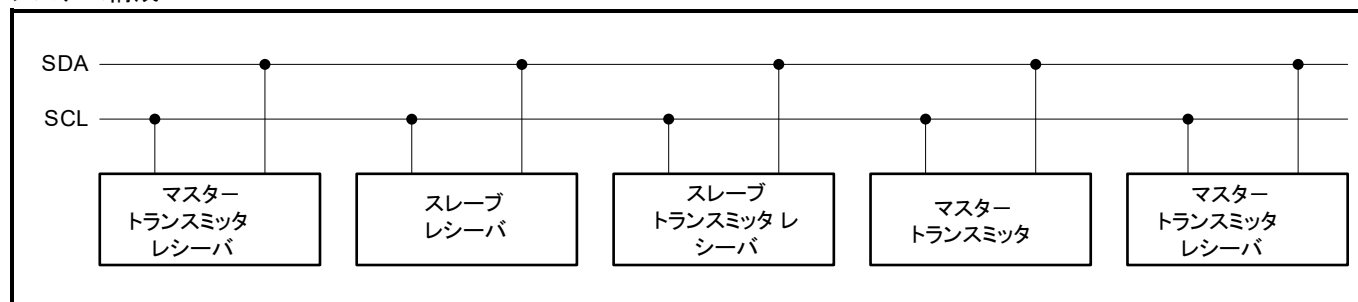
6.4. システム構成

複数のデバイスをI2Cバスに接続できるため、すべてのI2Cバスデバイスには、個別のアドレス指定を可能にする固定・固有のデバイス番号が組み込まれています。

I2Cバスを制御するデバイスが『マスター』です。マスターによって制御されるデバイスは『スレーブ』です。メッセージを生成するデバイスは『トランスミッタ』です。メッセージを受信するデバイスが『レシーバ』です。RV-3032-C7はスレーブ・レシーバまたはスレーブ・トランスミッタとして機能します。

I2Cバス上でデータが送信される際には、レシーバのデバイス・アドレスが最初に指定されます。アドレス指定は常に、スタートコンディションの後に送信される最初のバイトで送信されます。SCLクロックは入力信号のみ、SDAデータは双方向ラインです。

システム構成：

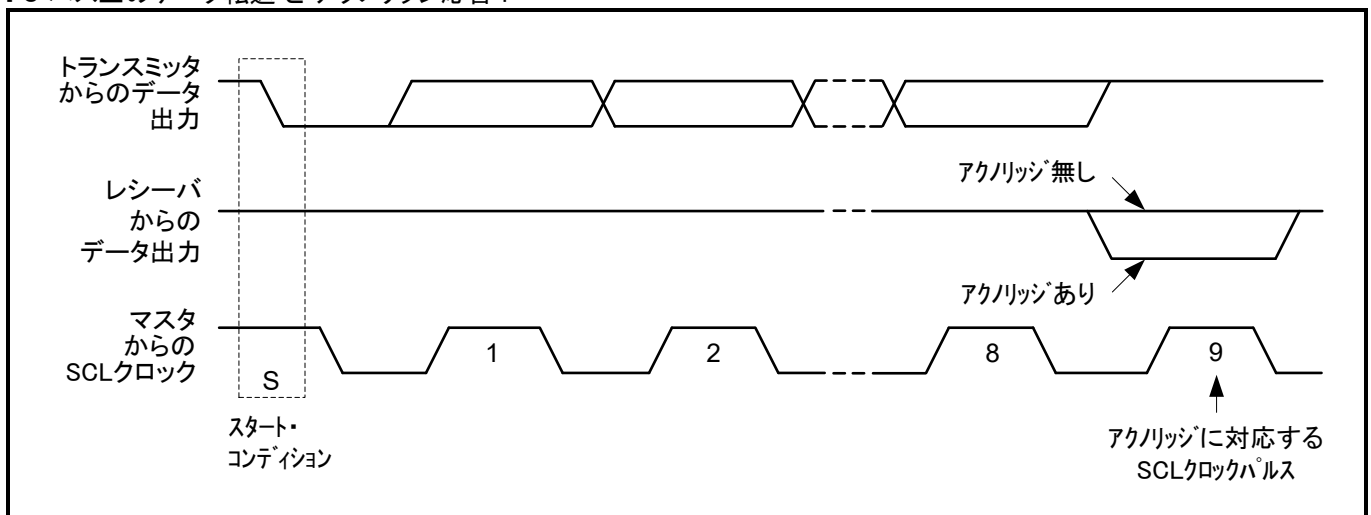


6.5. アクノリッジ

スタートコンディションとストップコンディションの間で、トランスミッタからレシーバに転送されるデータバイト数は無制限です（ただし転送時間は950ミリ秒を超えてはなりません）。
8ビットの各バイトの後にはアクノリッジが続きます。

- ・ アドレス指定されたスレーブ・レシーバは、各バイトの受信後にアクノリッジを生成する必要があります。
- ・ また、マスター・レシーバもまた、スレーブ・トランスミッタからの各バイトの受信後にアクノリッジを生成する必要があります。
- ・ アクノリッジを行うデバイスは、アクノリッジに対応する SCLクロックパルスの HIGH の間 SDA ラインが LOW で一定になるように SDAラインをプルダウンする必要があります（セットアップ時間とホールド時間を考慮する必要があります）。
- ・ マスター・レシーバはスレーブ・トランスミッタから送信されたデータの終わりにアクノリッジを返さないことでデータ転送を終了させます。この時にスレーブ・トランスミッタはマスター・レシーバがストップ・コンディションを生成出来るように SDAラインを High に保っておく必要があります。

I²C バス上のデータ転送とアクノリッジ応答：



6.6. スレーブアドレス

I²C バス上の RV-3032-C7 の 7 ビットのスレーブ アドレスは 1010001b (51h) です。I²C バスの スレーブアドレスバイトの全体を次の表に示します。

スレーブアドレス							R/W	データ送信
Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	
1	0	1	0	0	0	1	1 (R)	A3h (読み込み)
							0 (W)	A2h (書き込み)

スタートコンディションの後、I²Cスレーブアドレス を RV-3032-C7 デバイスに送信する必要があります。このビットは、次の 1バイトまたは複数バイトのデータ転送の方向を決めます。7 ビットのアドレスは MSBファーストで送信されます。このアドレスが 1010001b (51h) の場合は RV-3032-C7 が選択され、8 番目のビットは読み取り (= 1) または書き込み (= 0) 操作を示し (結果は A3h または A2h)、RV-3032-C7 は アクノリッジ を返します。RV-3032-C7 は他のアドレス値の場合はデータ送信を無視しアクノリッジ応答しません。

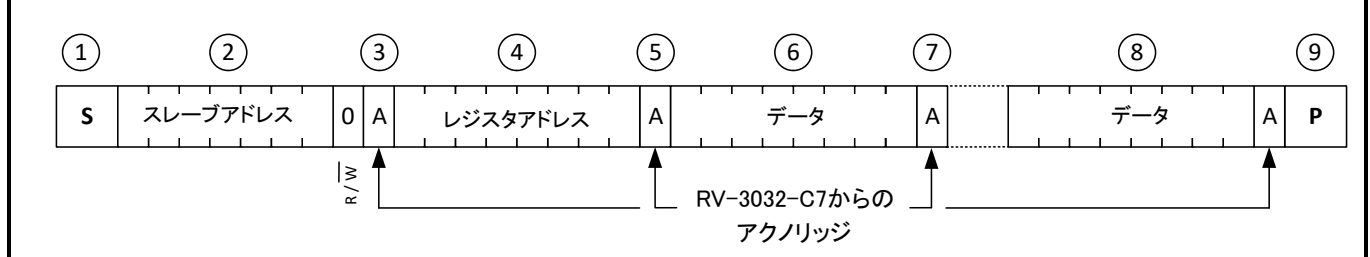
書き込み動作の場合は、次のデータ転送の ストップコンディションまたは スタートコンディションを送信することでデータ転送が終了します。

6.7. 書き込み動作

マスターはスレーブ・レシーバにアドレスの指定をします。レジスタアドレスは 8ビットで指定されます。1バイトのデータ書き込み後はレジスタアドレスは自動的に1つインクリメントされます。

マスターから RV-3032-C7 の任意のレジスタにデータを書き込む場合 :

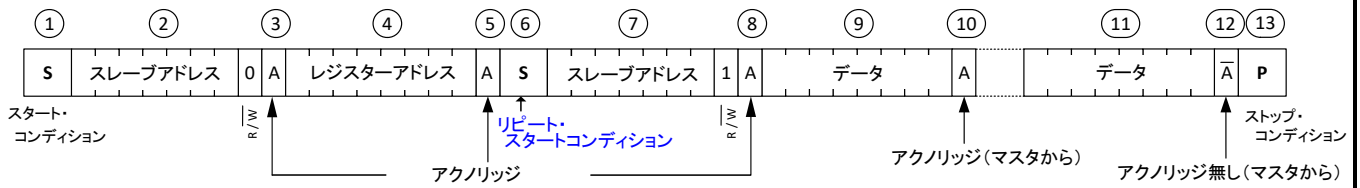
- 1) マスターからスタート・コンディションを生成します。
- 2) マスターからスレーブアドレスを送信します (RV-3032-C7のアドレス =A2h, R/W=0: 書き込み)。
- 3) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
- 4) マスターから RV-3032-C7 のレジスタアドレスが送信されます。
- 5) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
- 6) マスタは 4)で指定したレジスタに書き込むデータを送信します
- 7) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
- 8) 6), 7) は必要に応じて繰り返します。
RV-3032-C7のレジスタアドレスは自動でインクリメントされます。
- 9) マスターがストップ・コンディションを生成します。



6.8. 任意のアドレスからのデータの読み込み

マスタから RV-3032-C7 の任意のアドレスのデータを読み込む場合：

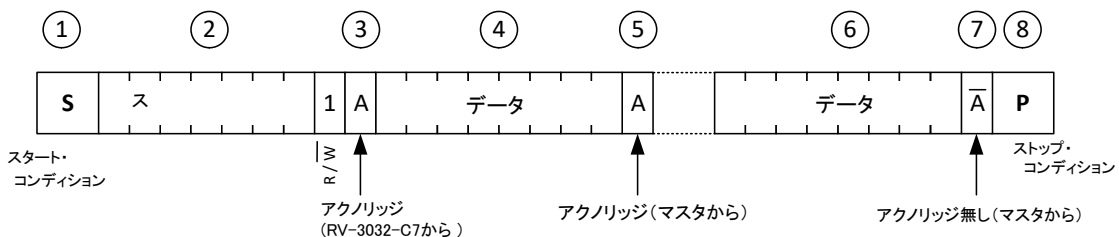
- 1) マスタからスタート・コンディションを生成します。
- 2) マスタからスレーブアドレスを送信します(RV-3032-C7のアドレス =A2h, R/W= 0: 書込み)。
- 3) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
- 4) マスタから RV-3032-C7のレジスタアドレスが送信されます。
- 5) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
- 6) マスタからリポート・スタートコンディションを送信します。
(または一旦ストップ・コンディションを送信してからスタート・コンディションを送信します)
- 7) マスタからスレーブアドレスを送信します(RV-3032-C7のアドレス =A2h, R/W= 1: 読み込み)。
- 8) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
この時点でマスタはレシーバとなり スレーブ (RV-3032-C7) がトランスミッタになります。
- 9) スレーブ (RV-3032-C7) は ステップ: 4) で指定されたアドレスのデータを送信します。
- 10) マスタからアクノリッジを返します。
- 11) ステップ 9) ,10) を 必要に応じて繰り返し行います。
RV-3032-C7 のレジスタアドレスは自動でインクリメントされます。
- 12) マスタ及びスレーブ はスレーブ・トランスミッタ (RV-3032-C7) から送信された最後のデータバイトに対してアクノリッジを返さないことでデータ通信を終了します。この時スレーブ・トランスミッタは、マスタがストップ・コンディションを生成できるように、SDAラインを HIGH に保っておく必要があります。
- 13) マスタがストップコンディションを生成してデータ通信を終了します。



6.9. 読み込み動作

マスタからレジスタアドレスの指定をせずにデータを読み込む場合：

- 1) マスタからスタート・コンディションを生成します。
- 2) マスタからスレーブアドレスを送信します (RV-3032-C7のアドレス : A2h, R/W=1: 読み込み)。
- 3) RV-3032-C7 からアクノリッジを返します。
この時点でマスタはレシーバとなり スレーブ (RV-3032-C7) がトランスミッタになります。
- 4) RV-3032-C7 は前回最後にアクセスされたレジスタアドレスの次のアドレスからのデータを送信します。
- 5) マスタからアクノリッジを返します。
- 6) ステップ: 4) と 5) を 必要に応じて繰り返し行います。
RV-3032-C7 のレジスタアドレスは自動でインクリメントされます。
- 7) マスタ・レシーバ は スレーブ・トランスミッタ (RV-3032-C7) から送信された最後のデータバイトに対してアクノリッジを返さないことでデータ通信を終了します。この時スレーブ・トランスミッタ (RV-3032-C7) はマスタがストップ・コンディションを生成できるように、SDAラインを Hiに保っておく必要があります。
- 8) マスタがストップコンディションを生成してデータ通信を終了します。



6.10. バックアップ電源切り替わり時の I²C バスの動作

RV-3032-C7がVBACKUP電源での動作状態の間は、電力を節約するために I²C バスインターフェイスは自動的に無効になり(ハイインピーダンス)セットされます。そのため、I²C インターフェイス通信は、電源がVDD から VBACKUP に切り替わる前に終了する必要があります。バス通信が正しく完了できなかった場合、I²C の読み込み/書き込みデータの整合性は保証されません。

I²C 通信が制御されない方法で終了した場合、デバイスが VBACKUP 電源状態から VDD 電源状態に戻った後、ストップコンディション・コンディション と、それに続いて スタート・コンディション を送信して、I²C バスインターフェイスを再初期化する必要があります。

(注記)

デバウンスロジックの機能により、バックアップ電源切替え機能で VBACKUP→VDD に戻る際に VDD 発振をフィルタリングするデバウンス時間 t_{DEB} がありますのでご注意ください。I²C アクセスは、デバウンス時間 t_{DEB} 後の VDD 電源状態 (および $VDD \geq 1.4 V$ の場合) で再び可能になります。

- $t_{DEB} \text{ MAX}$: VLF = 0 の場合 (内部電圧が常に V_{LOW} :1.2V Typ. 以上) = 1 ミリ秒
- $t_{DEB} \text{ MAX}$: VLF = 1 の場合 (内部電圧が V_{LOW} :1.2V Typ. と V_{POR} : 1.05 V Max の間) = 1000 ミリ秒

「電源バックアップおよびリカバリの AC 電気特性」も参照してください。

7. 電気的特性

7.1. 絶対最大定格

下表に絶対最大定格を示します。

絶対最大最大定格 (IEC 60134に基づく) :

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
V _{DD}	供給電圧		-0.3		6.0	V
V _I	入力電圧	入力端子	-0.3		V _{DD} +0.3	V
V _O	出力電圧	出力端子	-0.3		V _{DD} +0.3	V
I _I	入力電流		-10		10	mA
I _O	出力電流		-10		10	mA
V _{ESD}	静電耐圧	HBM ⁽¹⁾			±2000	V
		CDM ⁽²⁾			±500	V
I _{LU}	ラッチアップ電流	Jedec ⁽³⁾			±100	mA
T _{OPR}	動作温度範囲		-40		+85 ⁽⁴⁾	°C
T _{STO}	保存温度範囲		-55		+125	°C
T _{PEAK}	リフロー最大温度	JEDEC J-STD-020C			+265	°C

(1) HBM: 人体モデル JS-001 に準拠。

(2) CDM: チャージデバイスモデル JEDEC JS-002 に準拠。

(3) ラッチアップテスト: JESD78, Class I (room temperature), level A (100 mA) に準拠

(4) 制限付きで +85° C ~ +105° C の拡張動作温度範囲をサポートします。

7.2. DC特性

条件: 温度範囲 = $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ (特に記載の無い場合), $V_{DD} = 1.4 \sim 5.5\text{V}$, TYP 値は $+25^{\circ}\text{C} / V_{DD} = +3.0\text{V}$ にて

動作特性表:

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
電源項目						
V_{DD}	VDD 電源電圧 $T_{OPR} = -40 \sim +105^{\circ}\text{C}$	時刻保持モード ⁽¹⁾	1.3		5.5	V
		最小時刻保持電圧 ⁽¹⁾	1.0		1.3	
		発振開始電圧 V_{START}	1.3			
		I ² C-bus 動作電圧 (100 kHz)	1.4		5.5	
		I ² C-bus 動作電圧 (400 kHz)	2.0		5.5	
V_{BACKUP}	VBackup 電源電圧 $T_{OPR} = -40 \sim +105^{\circ}\text{C}$	時刻保持動作 ⁽¹⁾	1.3		5.5	V
		最小時刻保持電圧 ⁽²⁾	1.0		1.3	
V_{LOW}	低電圧検出 (VLF flag) ⁽³⁾	内部動作電圧 (V_{DD} または V_{BACKUP}), (1 Hz サンプリング)	1.1	1.2	1.3	V
I_{DD}	VDD 電源電流 / 時刻保持モード I ² C-bus 非動作, CLKOUT 出力オフ, 平均電流 ⁽⁴⁾	$V_{DD} = 1.3\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$		160	210	nA
		$V_{DD} = 3.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$		160	210	
		$V_{DD} = 5.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$		165	220	
		$V_{DD} = 1.3\text{V}, -40 \text{ to } +85^{\circ}\text{C}$			700	
		$V_{DD} = 3.0\text{V}, -40 \text{ to } +85^{\circ}\text{C}$			750	
		$V_{DD} = 5.0\text{V}, -40 \text{ to } +85^{\circ}\text{C}$			900	
I_{DD-EXT}	VDD 電源電流 / 時刻保持モード I ² C-bus 非動作, CLKOUT 出力 オフ, 平均電流 ⁽⁴⁾ , 拡張温度範囲にて	$V_{DD} = 1.3\text{V}, +85 \text{ to } +105^{\circ}\text{C}$			1300	nA
		$V_{DD} = 3.0\text{V}, +85 \text{ to } +105^{\circ}\text{C}$			1400	
		$V_{DD} = 5.0\text{V}, +85 \text{ to } +105^{\circ}\text{C}$			1800	
I_{DD-I2C}	VDD 電源電流 / I ² C 読み・ 書き込み動作中, CLKOUT 出力 オフ ⁽⁵⁾	$V_{DD} = 1.4\text{V}, \text{SCL} = 100\text{kHz}$		2	15	μA
		$V_{DD} = 3.0\text{V}, \text{SCL} = 400\text{kHz}$		5	40	
		$V_{DD} = 5.0\text{V}, \text{SCL} = 400\text{kHz}$		7	60	
I_{TSP}	温度センサ動作時ピーク電流 (I_{DD} または I_{BACKUP})	Typical duration: $t_{TSP} = 1.3\text{ms}$		14	60	μA
I_{DD-DSM}	VDD 電源電流 / ダイレクト 切替モード, I ² C-bus 非動作, CLKOUT 出力オフ	$V_{DD} = 3.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C},$ $V_{BACKUP} < V_{DD}$		165	260	nA
I_{DD-LSM}	VDD 電源電流 / レベル切替 モード, I ² C-bus 非動作, CLKOUT 出力オフ	$V_{DD} = 3.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$		190	300	
$I_{BACKUP-DSM}$	VBACKUP 動作電流, ダイレクト 切替モード,	$V_{BACKUP} = 3.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C},$ $V_{DD} < V_{BACKUP}$		165	260	nA
$I_{BACKUP-LSM}$	VBACKUP 動作電流, レベル 切替モード,	$V_{BACKUP} = 3.0\text{V}, T_A = 25^{\circ}\text{C},$ $V_{DD} < V_{TH-LSM} (2.0\text{V})$		170	270	
$\Delta I_{DD-CK32}$	CLOCKOUT 出力時 追加電流 ⁽⁶⁾	$V_{DD} = 3.0\text{V}, F_{CLKOUT} = 32.768$ kHz, $C_L = 10\text{pF}$		1		μA
$\Delta I_{DD-CK1024}$		$V_{DD} = 3.0\text{V}, F_{CLKOUT} = 1024\text{Hz},$ $C_L = 10\text{pF}$		30		
$\Delta I_{DD-CK64}$		$V_{DD} = 3.0\text{V}, F_{CLKOUT} = 64\text{Hz},$ $C_L = 10\text{pF}$		2		
ΔI_{DD-CK1}		$V_{DD} = 3.0\text{V}, F_{CLKOUT} = 1\text{Hz},$ $C_L = 10\text{pF}$		0.03		
<p>(1) 時刻保持モードでのすべての機能が動作可能。</p> <p>(2) 時刻保持は動作, RAMレジスタの値は保持, V_{LOW} (低電圧検出) サンプリングは動作, 温度センサ及び温度補償動作は停止, CLKOUT出力は LOW(オフ), I²C インターフェースはディセーブル ($V_{DD} < 1.4\text{V}$)。</p> <p>(3) VLFフラグは内部電圧が V_{LOW} (typical 1.2 V) を下回ったことを示します。時刻などの情報は無効になり、再設定が必要です。</p> <p>(4) 全ての入出力は 0 V または V_{DD} です。</p> <p>(5) SCL/SDA は 2.2 kΩ プルアップ抵抗にてVDDに接続 (外部周辺機器およびプルアップ抵抗電流を除く)。SDA と SCL を除く、他のすべての入力 は 0 V または VDD にて。 テスト条件: 連続バースト読み取り/書き込み、『55h』のデータパターン、各データバイト間は 25 μs、各バスピンの負荷 = 20 pF。</p> <p>(6) CLKOUT が有効な場合、追加される V_{DD} 供給電流: ΔI_{DD} は以下で計算できます。 $\Delta I_{DD} = CL \times V_{DD} \times f_{OUT}$, (計算例) $\Delta I_{DD} = 10\text{pF} \times 3.0\text{V} \times 32,768\text{Hz} = 980\text{nA} \approx 1\mu\text{A}$</p>						

条件: 温度範囲 = $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ (特に記載の無い場合), $V_{DD} = 1.4 \sim 5.5\text{V}$, TYP 値は $+25^{\circ}\text{C} / V_{DD} = +3.0\text{V}$ にて

動作特性表 (前頁からの続き):

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
入力項目						
V_{IH}	入力 High レベル	$V_{DD} = 1.4\text{V to } 5.5\text{V}$ Pins: SCL, SDA, EVI	0.8 V_{DD}			V
V_{IL}	入力 Low レベル		0.2 V_{DD}			
I_{ILEAK}	入力リーク電流	$V_{SS} \leq V_I \leq V_{DD}$ $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$			± 0.5	μA
C_I	入力容量	$V_{DD} = 3.0\text{V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $f = 1\text{MHz}$			7	pF
出力項目						
V_{OH-CLK}	クロック出力/Highレベル CLKOUT $\leq 32.768\text{kHz}$, 最大負荷 = 15 pF	$V_{DD} = 1.4\text{V} \sim < 2.7\text{V}$, $I_{OH} = -0.1\text{mA}$ $V_{DD} \geq 2.7\text{V}$, $I_{OH} = -1.0\text{mA}$	0.9 V_{DD}			V
V_{OL-CLK}	クロック出力/Lowレベル CLKOUT $\leq 32.768\text{kHz}$, 最大負荷 = 15 pF	$V_{DD} = 1.4\text{V} \sim < 2.7\text{V}$, $I_{OL} = 0.1\text{mA}$ $V_{DD} \geq 2.7\text{V}$, $I_{OL} = 1.0\text{mA}$			0.1 V_{DD}	
V_{OH-CLK}	クロック出力/Highレベル CLKOUT $> 32.768\text{kHz} \sim 52\text{MHz}$, 最大負荷 = 10 pF	$V_{DD} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$, $I_{OH} = -2.0\text{mA}$	0.9 V_{DD}			
V_{OL-CLK}	クロック出力/Lowレベル CLKOUT $> 32.768\text{kHz} \sim 52\text{MHz}$, 最大負荷 = 10 pF	$V_{DD} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$, $I_{OL} = 2.0\text{mA}$			0.1 V_{DD}	
t_r, t_f	CLKOUT 立上り/立下り時間 0.1 $V_{DD} \leftrightarrow 0.9 V_{DD}$ $V_{DD} = 2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$	$F_{CLKOUT} \leq 32.768\text{kHz}$, 負荷 = 15 pF $32.768\text{kHz} < F_{CLKOUT} \leq 52\text{MHz}$, 負荷 = 10 pF		60	100	ns
V_{OL}	LOW レベル出力電圧 SDA 及び INT 端子	$V_{DD} = 1.4\text{V}$, $I_{OL} = 2.0\text{mA}$ $V_{DD} = 2.0\text{V}$, $I_{OL} = 3.0\text{mA}$ $V_{DD} = 5.0\text{V}$, $I_{OL} = 3.0\text{mA}$			0.4 0.4 0.3	V
I_{OLEAK}	出力リーク電流 SDA 及び INT 端子	$V_{SS} \leq V_O \leq V_{DD}$ $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$			± 0.5	μA
C_{OUT}	出力容量	$V_{DD} = 3.0\text{V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $f = 1\text{MHz}$			7	pF
C_L	CLKOUT/負荷容量 (C_{OUT} 含めず)	$F_{CLKOUT} \leq 32.768\text{kHz}$ $32.768\text{kHz} < F_{CLKOUT} \leq 52\text{MHz}$			15 10	pF
δ_{CLKOUT}	CLKOUT/Duty比	$V_{DD} \geq 2.7\text{V}$, $F_{CLKOUT} \leq 52\text{MHz}$		50 \pm 10		%
パワーオンリセット (POR)						
V_{POR}	電圧降下時の閾値	PORFフラグがクリア (全てのRAM データがリセット))	0.9	0.95	1.0	V
	電圧上昇時の閾値	PROF フラグがセット ⁽⁷⁾	0.95	1.0	1.05	V
$V_{HYS-VPOR}$	V_{POR} detection hysteresis	立下りエッジ - falling edge		50		mV
チャージポンプつきトリクルチャージ機能						
TCM 1.75 V	レギュレート電圧 (CeraCharge™ モード)	$V_{DD} > V_{THLSM}$ (maximum 2.2 V), レベル切替モード (BSM = 10)	1.6	1.75	1.9	V
TCM 3.0 V	チャージポンプ電圧		2.75	3.0	3.25	
TCM 4.5 V			4.1	4.5	4.9	
TCR 0.6 k Ω	充電電流制限抵抗	$V_{DD} = 5.0\text{V}$, $V_{BACKUP} = 3.0\text{V}$, 内部のショットキーダイオードの 漏れ電流も含めて	0.4	0.6	0.8	k Ω
TCR 2 k Ω			1.6	1.9	2.2	
TCR 7 k Ω			5.6	6.9	8.6	
TCR 12 k Ω			9.5	11.8	13.3	
V_F	ショットキーダイオード電圧降下			0.25		V
電源切り替え (「電源バックアップおよびリカパリの AC 電気特性」も参照下さい)						
$V_{HYS-DSM}$	電源切替ヒステリシス ダイレクト切替えモード	電源切替の閾値電圧 $\geq 1.5\text{V}$, V_{DD} 電圧降下 = $\pm 1\text{V/ms}$ $T_{OPR} = -40 \sim +85^{\circ}\text{C}$	50	60	130	mV
V_{THLSM}	電源切替ヒステリシス レベル切替えモード	V_{DD} 降下電圧閾値 V_{THLSM}	1.8	2.0	2.2	V
V_{HYSLSM}	電源切替ヒステリシス レベル切替えモード	電源切替の電圧 = 3.0V, V_{DD} 電圧降下 = $\pm 1\text{V/ms}$ $T_{OPR} = -40 \sim +85^{\circ}\text{C}$	80	100	200	mV

(7) PORF が 1 にセットされている場合は、一部またはすべての RAM レジスタがリセットされています (内部電圧が 0.9 V 未満に低下)。この場合はデータは無効です。

条件: 温度範囲= -40°C~+85°C (特に記載の無い場合), VDD = 1.4~5.5V, TYP 値は+ 25°C/VDD=+3.0V にて

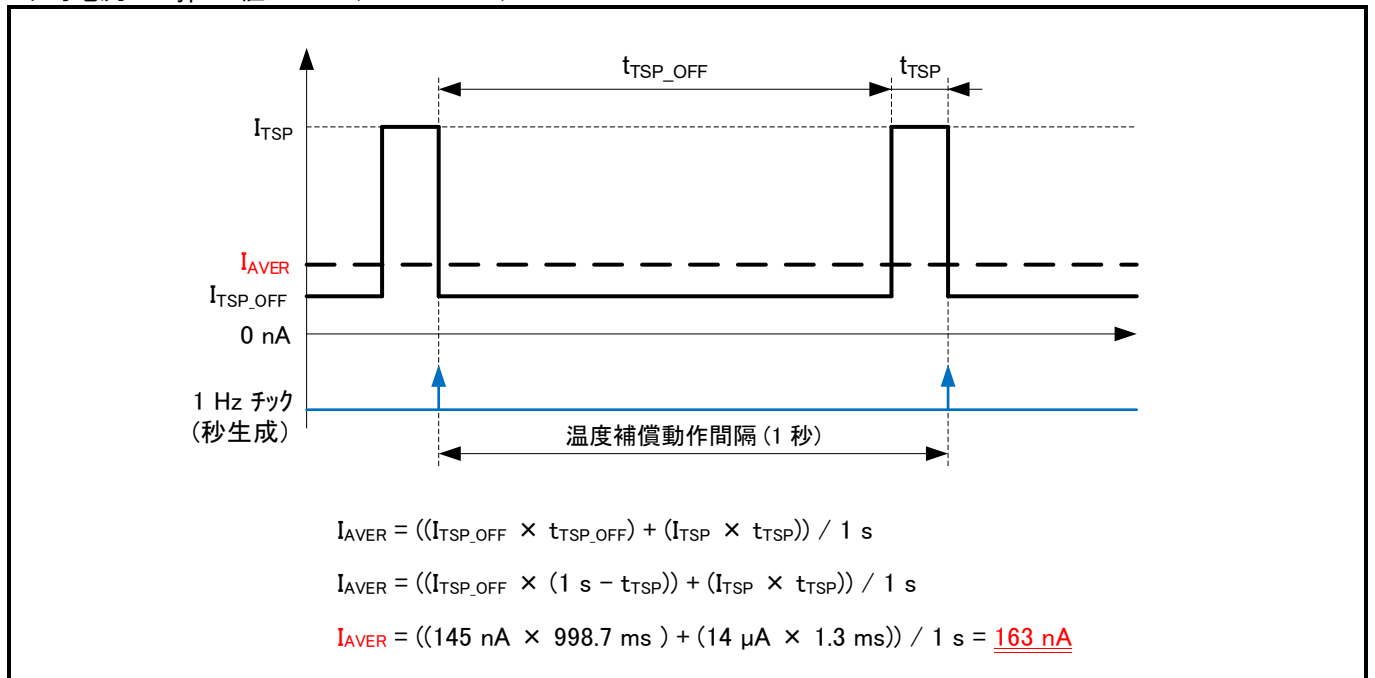
動作特性表 (前頁からの続き2):

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
EEPROM の電気的特性						
V _{DD-READ}	読み込み時 VDD 電圧 (PORリフレッシュ及びオートリフレッシュ)	VDD 電源動作	1.3			V
	読み込み時 VDD 電圧 (リフレッシュ及び読み込み時) (I ² C使用時)		1.4			
V _{DD-WRITE}	書き込み時 VDD 電圧		1.6			
V _{DD-EEF}	EEPROM 書き込みエラー検出 (EEF flag)				1.5	V
t _{PREFR}	POR リフレッシュ時間 (1)	電源投入時		~66		ms
t _{AREFR}	オートリフレッシュ時間 (1)	24時間ごと, EERD = 0		~1.4		
t _{UPDATE}	更新時間 (1) (EEPROM→RAM)	EECMD = 11h		46		
t _{REFR}	リフレッシュ時間 (1) (RAM→EEPROM)	EECMD = 12h		1.4		
t _{WRITE}	1バイトのEEPROM への書き込み (1)	EECMD = 21h	1.2	4.8	9	
t _{READ}	1バイトのEEPROM の読み込み (1)	EECMD = 22h		1.1		
n _{CYCLE}	書き込みサイクル耐久性 (2)	V _{DD} = 3.0 V, T _A = 25° C	10'000			サイクル
		V _{DD} = 5.5 V, T _A = 85° C	100			
t _{RET}	データ保持時間 (2)	T _A = 55° C	10			年

(1) EEBusyステータスビットが 0 にリセットされるまでの時間。
 (2) 間接テストによる保証。

7.2.1.温度補償動作と消費電流

平均電流の Typical値 = I_{AVER} (I_{DD} or I_{BACKUP}):

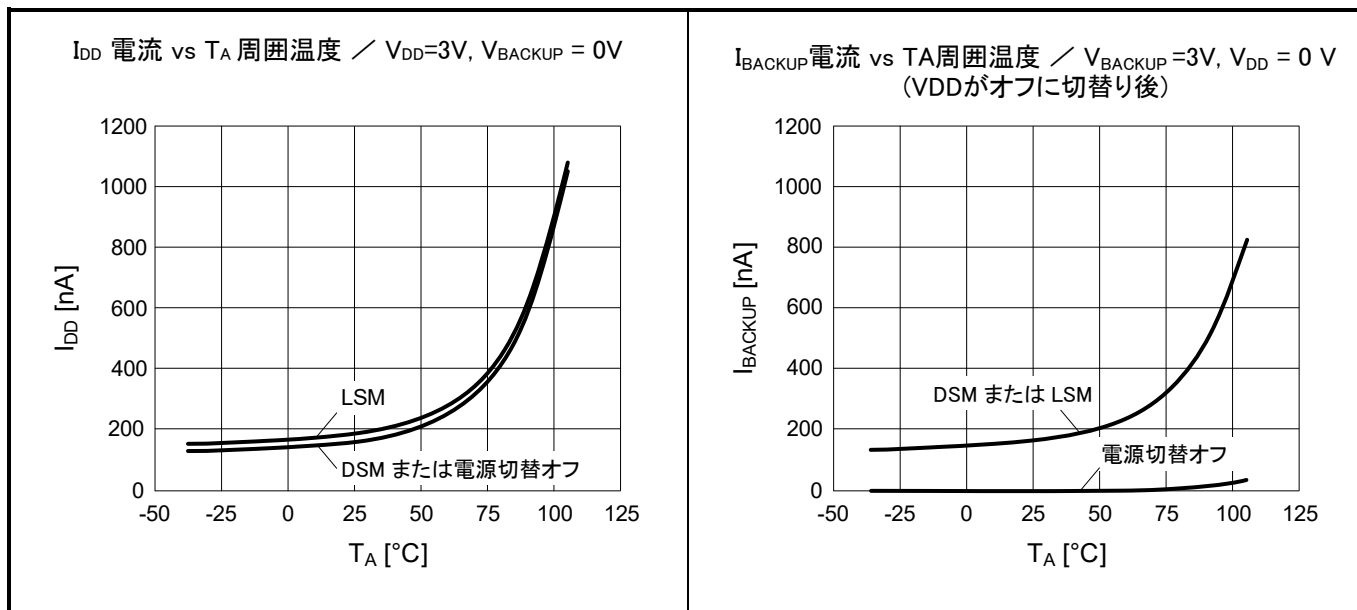
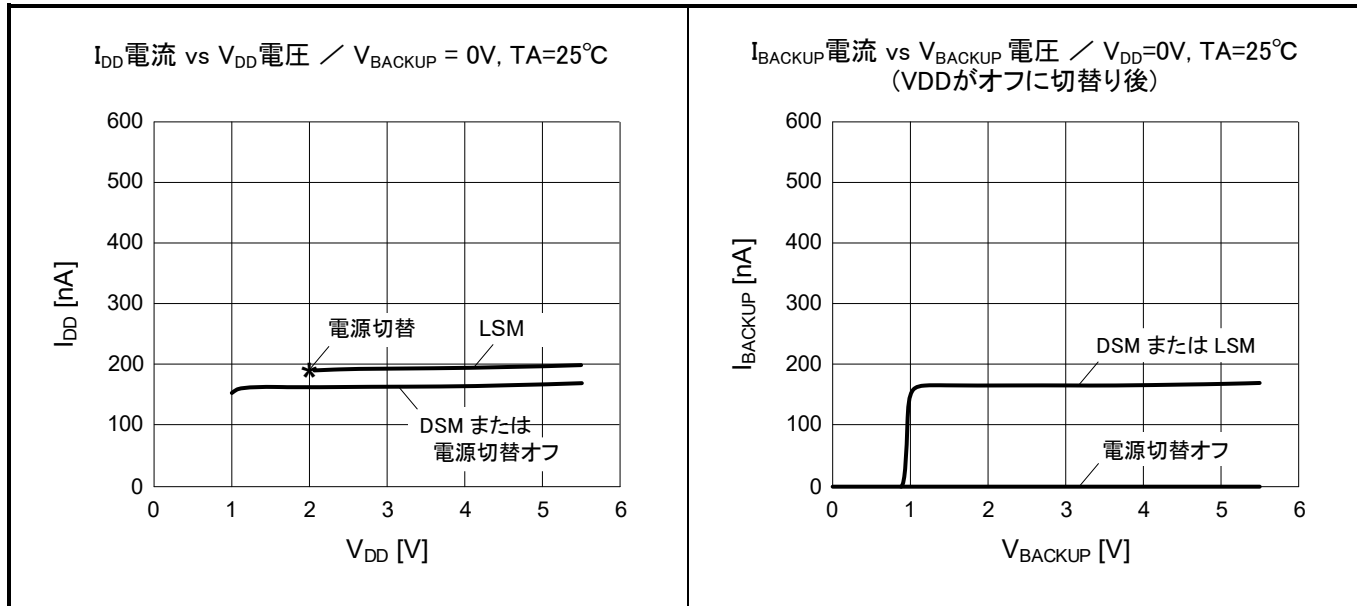


- 温度補償動作時間 : t_{TSP}
- 温度補償非動作時間 : t_{TSP,OFF}
- 温度補償動作時電流 : I_{TSP}
- 温度補償非動作時電流 : I_{TSP,OFF}
- 温度補償動作を含めた平均電流 : I_{AVER}

7.2.2. 代表特性

ダイレクト電源切替モード (DSM) / レベル切替モード (LSM) / 電源切替無しの場合の代表特性。

条件：I²C-bus 非動作, CLKOUT出力無し



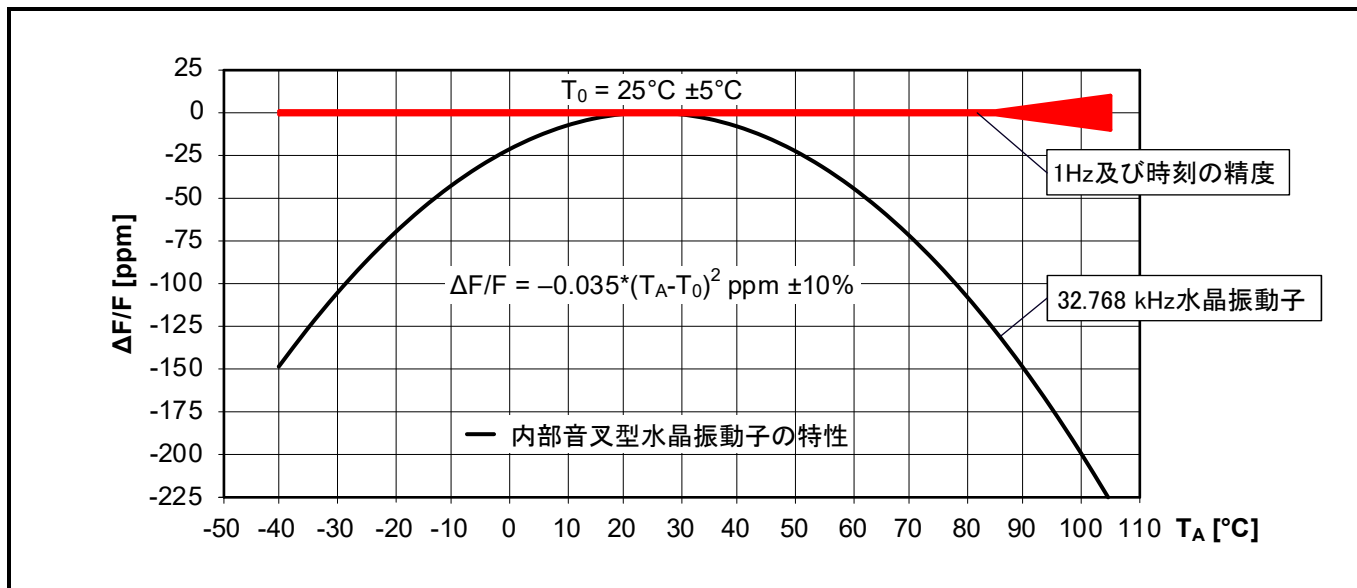
7.3. 内部水晶発振器特性

条件: 温度範囲= $-40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$ (特に記載の無い場合), $V_{DD} = 1.4 \sim 5.5\text{V}$, TYP 値は $+25^{\circ}\text{C} / V_{DD} = +3.0\text{V}$ にて。

発振器特性表:

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
水晶発振器特性						
F	中心周波数			32.768		kHz
t_{START}	発振起動時間 $V_{DD} = 3.0\text{V}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ $T_A = -40 \sim +105^{\circ}\text{C}$		0.1	0.5	s
V_{START}	発振起動電圧	$T_A = -40 \sim +105^{\circ}\text{C}$	1.3			V
$\Delta f/V$	周波数 vs 電源電圧変動	$V_{DD} = 1.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		0.5	1	ppm/V
V_{DDR}	V_{DD} 立上りスルーレート (動作保持スルーレート)	$V_{DD} = 1.1\text{V} \sim 3.6\text{V}$ $V_{DD} = 3.6\text{V} \sim 5.5\text{V}$			5	V/ μs
V_{DDF}	V_{DD} 立下りスルーレート (動作保持スルーレート)	$V_{DD} = 5.5\text{V} \sim 1.1\text{V}$			2	
δ_{CLKOUT}	CLKOUT Duty サイクル	$V_{DD} = 1.1\text{V} \sim 5.5\text{V}$ $F_{\text{CLKOUT}} = 32.768\text{kHz}$		50 \pm 10		%
内部水晶振動子の特性						
$\Delta F/F$	常温周波数偏差	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$			± 50	ppm
$\Delta F/F_{\text{TOPR}}$	周波数 vs 温度特性	$T_{\text{OPR}} = -40 \text{ to } +105^{\circ}\text{C}$ $V_{DD} = 3.0\text{V}$		$-0.035^{\text{ppm}/^{\circ}\text{C}^2} (T_{\text{OPR}} - T_0)^2 \pm 10\%$		ppm
T_0	頂点温度			$+25 \pm 5$		$^{\circ}\text{C}$
$\Delta F/F$	経年変化(初年度)	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$, $V_{DD} = 3.0\text{V}$			± 3	ppm
デジタル温度補償水晶発振器の特性						
$\Delta t/t$	補正済みの時刻精度 OFFSET = 0 (出荷時初期値) 1Hz CLKOUT出力の立上りエッジ にて測定	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		± 1	± 2.5	ppm
		$T_A = +85^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$		± 0.09	± 0.22	s/day
$\Delta t/t$	1Hzオフセット調整範囲 ・最小調整範囲 ・最大調整範囲	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$	± 0.2384		$+7.391 / -7.629$	ppm
$\Delta t/t$	オフセット分解能 (最小調整範囲 $\div 2$)	工場出荷時に調整済み	-0.1192		+0.1192	ppm
ΔT	温度センサ精度調整値 TREF = 事前設定済み (工場出荷時調整)	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +85^{\circ}\text{C}$		± 1	± 3	$^{\circ}\text{C}$
		$T_A = +85^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$			± 7	
ΔT	TREF値: 最小調整範囲 (LSB)	$T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$		± 0.0078125		$^{\circ}\text{C}$
$\Delta T/V$	温度センサ値 vs 電圧変動	$V_{DD} = 1.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ $T_A = 25^{\circ}\text{C}$		0.1		$^{\circ}\text{C}/\text{V}$

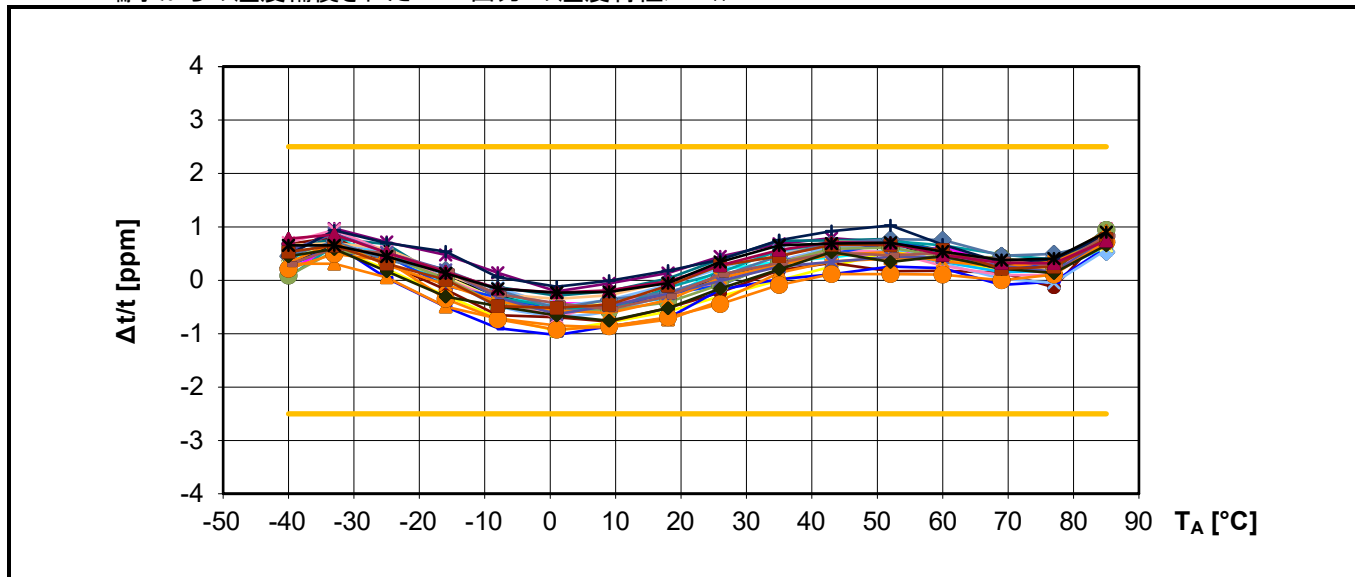
7.3.1. 時刻精度と 内部水晶振動子の温度特性



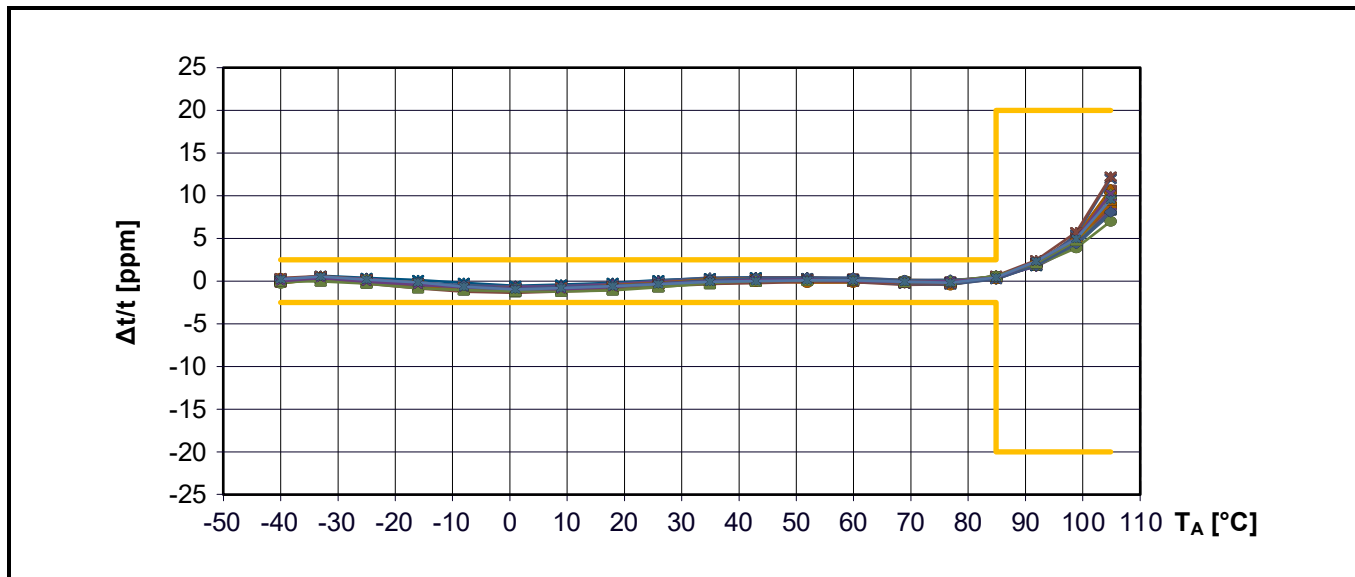
7.3.2. 時刻精度 (1Hz精度) の特性例

次の曲線は、OFFSET = 0 (出荷時のデフォルト値) の特性例です。
 垂直方向の微調整は、OFFSET 値を設定することによって調整できます (「エージング補正」を参照)。

CLKOUT端子からの温度補償された 1 Hz出力 の温度特性 / $T_A = -40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$:



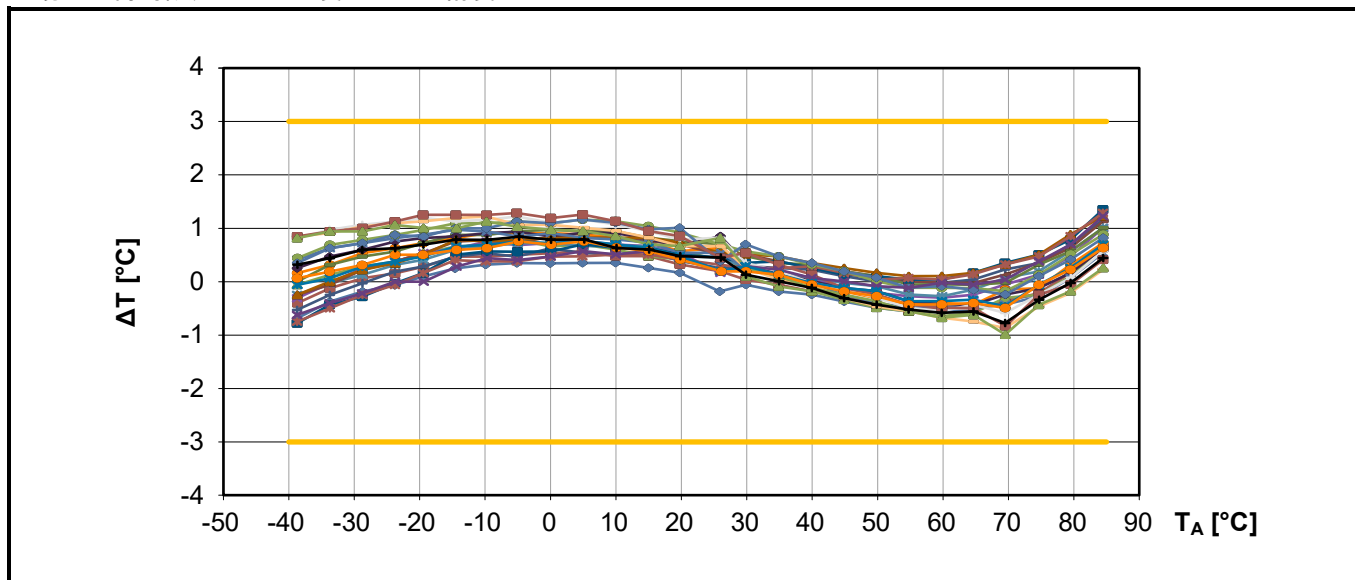
CLKOUT端子からの温度補償された 1 Hz出力 の温度特性 / $T_A = -40^\circ\text{C} \sim +105^\circ\text{C}$ (拡張温度範囲):



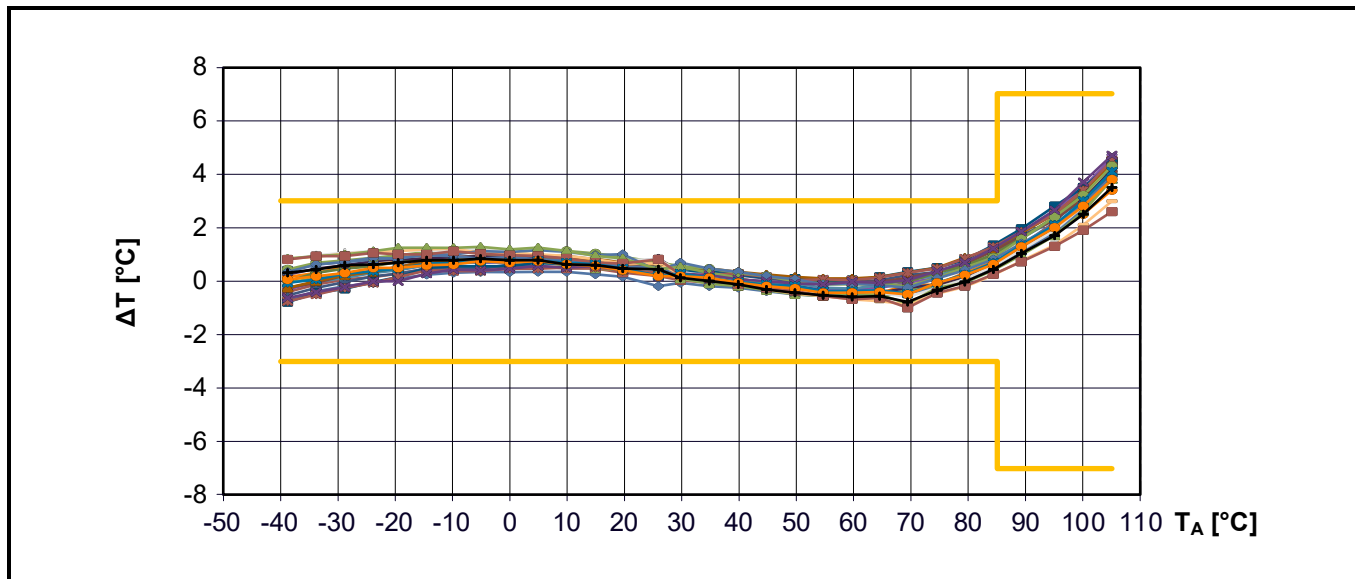
7.3.3 内部温度センサの精度の特性例

以下のグラフは、事前設定された（工場で校正された）TREF 値の設定にて測定されています。垂直方向の微調整は、新しい TREF 値を設定することによって調整できます（「温度基準の調整」の項を参照）。この測定では、RTC モジュールは VDD 電源状態にあり、I²C 経由にて TEMP 値（0Eh/Bit7:4）を読み取ることができます。

工場出荷時設定された温度センサの精度 / T_A = -40°C ~ +85°C :



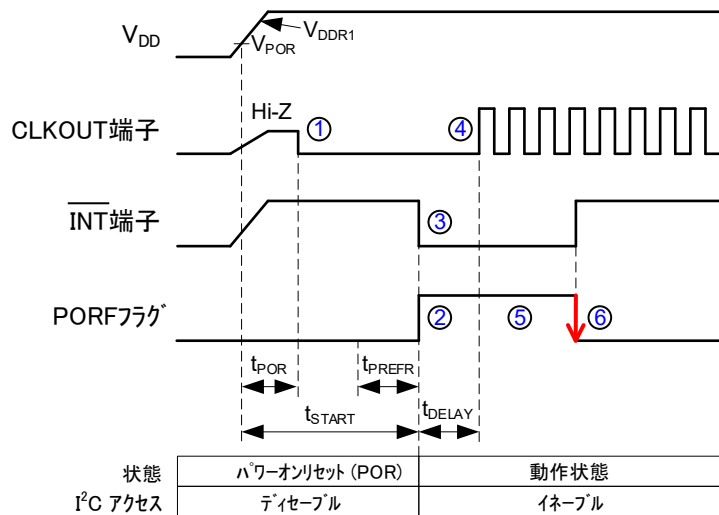
工場出荷時設定された温度センサの精度 / T_A = -40°C ~ +105°C (拡張温度範囲):



7.4. 電源起動時のAC特性

次の図は、CLKOUT端子出力の電源投入時の AC 電気特性を示しています。CLKOUT 端子からのクロック出力信号は、主に NCLKE ビット (EEPROM C0h)、OS ビット、FD および HFD フィールド (EEPROM C1h) によって制御されます。「プログラマブル クロック出力」および「パワーオン リセット 割り込み機能」の項も参照してください。

起動時の AC 電気的特性 : パワーオンリセット割り込み信号と CLKOUT出力 が有効になっている例。



→ 書き込み動作

- ① パワーオンリセット後、 t_{POR} (6 msTyp.) の間 CLKOUT端子 はハイ インピーダンス (Hi-Z) になった後に LOW にセットされます。
- ② V_{DD} が V_{POR} を下回ると PORFフラグがセットされます (パワーオンリセット イベントが検出されました)。
- ③ PORIE ビット (EEPROM/C1h) が事前に (EEPROM 内で) 1 に設定されている場合、ミラーRAM の PORIE ビットは、最初のリフレッシュ時間 $t_{PREFR} = \sim 66$ ms を含む 標準的な 起動時間 $t_{START} = 0.1$ 秒の後に 1 に設定されます。INT端子の出力は LOW になり、割り込み信号を出力します。
- ④ NCLKE ビット (EEPROM C0h)、OS ビット、FD および HFD フィールド (EEPROM C1h) の設定に応じて、CLKOUT ピンは次の信号を駆動できます。
 - ・ 32.768 kHz (出荷時のデフォルト値)、1024 Hz、64 Hz または 1 Hz、
または HFD 周波数 (8.192 kHz ステップで 8.192 kHz ~ 67.109 MHz) の方形波。
 - ・ NCLKE ビットが 1 の場合、CLKOUT 信号は LOW レベルに設定されます (CLKF = 0 の場合)。
- ⑤ PORF フラグはソフトウェアによって 0 にクリアされるまで 1 のままです。
- ⑥ INT端子出力がLOWの場合、PORF フラグが 0 にクリアされるとすぐにステータスが変化します。(割り込み信号がクリアされます)

条件: 温度範囲= $-40^{\circ}\text{C} \sim +105^{\circ}\text{C}$ (特に記載の無い場合), $V_{DD} = 1.3 \sim 5.5\text{V}$, TYP 値は $+25^{\circ}\text{C} / V_{DD} = +3.0\text{V}$ にて。

電源起動時のAC特性:

記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
V_{DDRI}	VDD立上りスルーレート パワーオンリセット(POR)		10		55	V/ms
t_{POR}	パワーオンリセット時間			6	10	ms
t_{START}	内部発振器起動時間 ($V_{DD} = 3.0\text{V}$) (1)	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$		0.1	0.5	s
V_{START}	内部発振器起動開始電圧		1.3			V
t_{PREFR}	起動時オートリフレッシュ時間			66		ms
t_{DELAY}	CLKOUT有効化遅延時間 (タイミング同期が有効の場合)	FD = 32768 Hz		0.95		ms
		FD = 1024 Hz		1.28		
		FD = 64 Hz		6.65		
		FD = 1 Hz		999		
		HFD = 1.007616 MHz (HFDの場合の例として)		2.8		

(1) $V_{DD} \geq 1.4\text{V}$ の場合, ソフトウェアにより I²C アクノリッジ応答をチェックすることで, 電源投入後に I²C インターフェイスがアクティブになったことを最短で確認できます。または, POR 割り込みが有効な場合には, これを使用して I²C インターフェイスが有効になったことを確認出来ます。

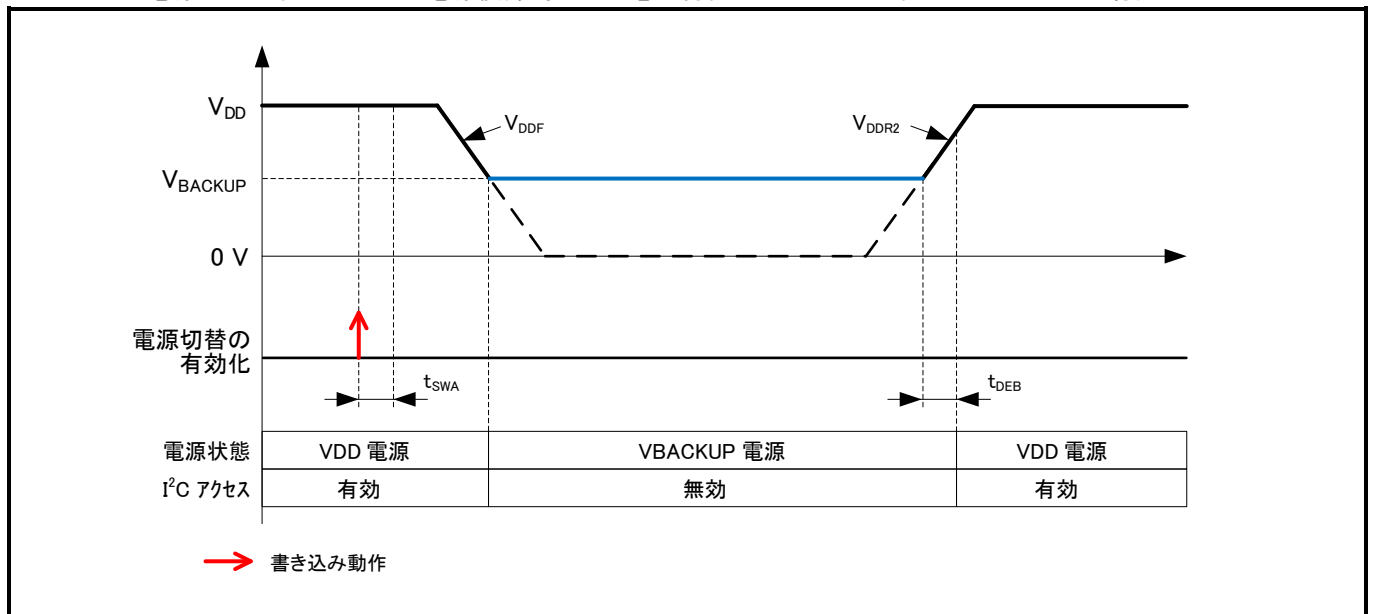
7.5. 電源バックアップおよびリカバリの AC 電気特性

V_{LOW} (1.3 V以下) を下回る内部電圧 (V_{DD} または V_{BACKUP}) の電圧降下が検出されない限り、RV-3032-C7 は時刻保持モードになり、正常動作します。

内部電圧が V_{LOW} を下回った場合でも、最小時刻保持範囲 (1.05V以上) ($V_{POR MAX}$) 内にある場合には、内部時計は動作し、RAMレジスタ値は保持され、 V_{LOW} サンプリングは動作しますが、温度検出と温度補償動作は停止し、CLKOUT端子出力は LOW になり、I²C インターフェイス ($V_{DD} < 1.4 V$) は無効になります。この場合はデータはすでに有効ではない可能性があるため、すべてのレジスタを再設定する必要があります。

1. CLKOUT 機能を使用する場合は、有効な V_{DD} 範囲 ($1.3 V < V_{DD} \leq 5.5 V$) を選択します。「電圧低下割り込み機能のダイアグラム」も参照してください。
2. スルーレート V_{DDF} および V_{DDR2} が仕様を満たしていることを確認します。
3. これらの必要な仕様がシステムで満たされているかどうかを確認します。

バックアップ電源への切替りおよび主電源復帰時の AC電気特性：ダイレクト切替モード (DSM) の場合



条件: 温度範囲 = -40°C ~ +105°C (特に記載の無い場合)

バックアップ電源への切替りおよび主電源復帰時の AC電気特性：

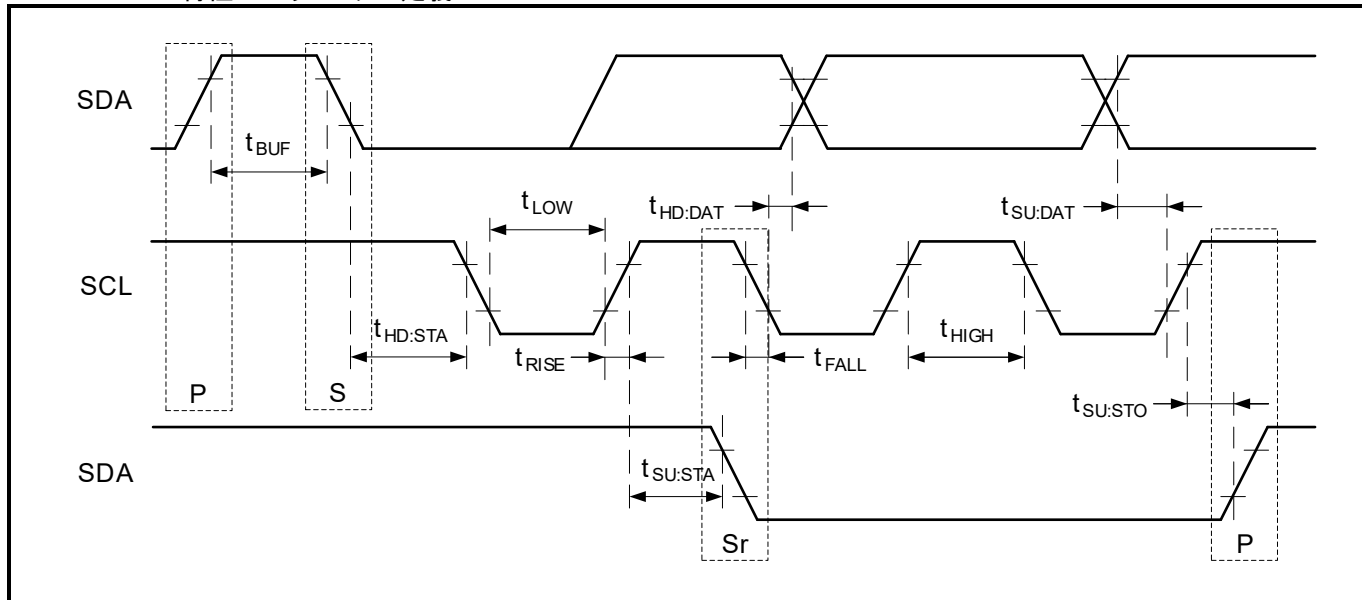
記号	項目	条件	MIN	TYP	MAX	単位
t_{SWA}	バックアップ切替機能 起動時間	電源切替モードの切替り時間 (DSMモード)			2	ms
		電源切替モードの切替り時間 (LSMモード)			10	
V_{DDF}	V_{DD} 電圧降下スルーレート				550	V/ μ s
V_{DDR2}	V_{DD} 電圧上昇スルーレート	1.5 V \rightarrow V_{DD} への上昇			400	V/ μ s
t_{DEB}	VBACKUP から VDD に復帰する 場合の、VDD デバウンス ロジック のデバウンス時間	内部電圧が常に V_{LOW} (1.2 V Typ.) 以上。 VLF = 0.			1	ms
		I内部電圧が V_{LOW} (1.2 V Typ.) と V_{POR} (1.05 V 以下) の間の 場合。 VLF = 1. (1)			1000	

(1) VLF フラグがセットされている場合、内部電圧低下有無の確認(検出閾値 V_{LOW} (1.2 V Typ.))に 1 Hz サンプリングが使用されるため、デバウンス時間 t_{DEB} には最大 1 秒かかることがあります。 $V_{DD} \geq 1.4 V$ の場合、ソフトウェアにて I²C アクノリッジ応答をチェックすることで、I²C インターフェイスが再びアクティブになる最短時間を確認できます。

7.6. I²C-BUS 仕様

下図及び下表は、I²C-BUSの AC特性の説明資料です。

I²C-BUS の AC特性のパラメータの定義：



条件: 温度範囲= -40°C~+85°C

I²C-BUS の AC特性：

記号	項目	VDD ≥ 1.4 V		VDD ≥ 2.0 V		単位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
f _{SCL}	SCL 入力周波数	0	100	0	400	kHz
t _{LOW}	SCL Lowレベル時間	4.7		1.3		μs
t _{HIGH}	SCL Hiレベル時間	4.0		0.6		μs
t _{RISE}	SDA 及び SCL立上り時間		1000		300	ns
t _{FALL}	SDA 及び SCL立下り時間		300		300	ns
t _{HD:STA}	スタート・コンディション保持時間	4.0		0.6		μs
t _{SU:STA}	スタート・コンディション セットアップ時間	4.7		0.6		μs
t _{SU:DAT}	SDA セットアップ時間	250		100		ns
t _{HD:DAT}	SDA 保持時間	0		0		μs
t _{SU:STO}	ストップ・コンディション保持時間	4.0		0.6		μs
t _{BUF}	バスフリー時間	4.7		1.3		μs

S = スタートコンディション, Sr = リピート・スタートコンディション, P = ストップコンディション

(注記)

RV-3032-C7 へのアクセスは、アクセス後のスタートコンディション送信からストップコンディション送信までの通信は 950ms 以内に完了する必要があります。

950msを超えた場合は、I²C バスインターフェイスはタイムアウト機能によってリセットされます。

8. 回路接続例（ケース別／5つの接続例）

8.1. バックアップ電源無し／および 外部イベント入力を使用しない 場合：

・この接続のポイント：

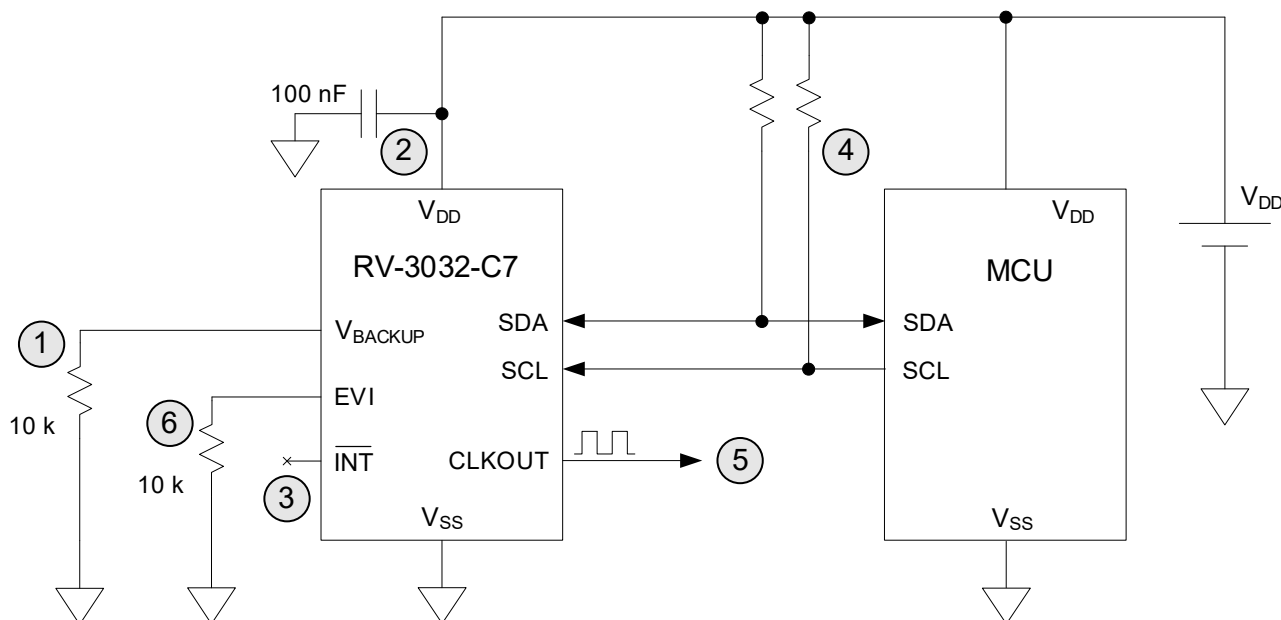
- バックアップ電源無し / 割り込み出力を使用しない
- 最小の消費電流 (160nA Typ. @+3.0V / @+25°C)
- CLKOUTの設定をメモリに保存するために EEPROMレジスタへの書き込み動作をします (3Fhアドレスに『11』と書き込みます)

・レジスタの設定：

0. 以下のレジスタの赤記載部分を変更します(黒数字はメーカー出荷初期値のまま)

1.	C0h レジスタ	0	1	0	0	0	0	0	0	NCLKE → CLKOUT出力をオフ
	C2h レジスタ	X	X	X	X	X	X	X	X	HFD → HFモードでの周波数選択
	C3h レジスタ	OS	FD	HFD[12:8]						OS → モードの選択
		X	X	X	X	X	X	X	X	FD → XTALモードの周波数選択 HFD → HFモードでの周波数選択

2. CLKOUT 設定 (C0h, C2h 及び C3h) をEEPROMに書き込みます (4.6.3項の手順にて)。



- ① バックアップ電源切替機能は、初期値では無効(オフ)になっています。V_{BACKUP}端子は使用しない場合にはフローティング状態のままにはせず、10 kΩ 抵抗を介して V_{SS} に接続して下さい。
- ② デバイスのなるべく近くに 100 nF のデカップリング コンデンサを接続します。
- ③ 割り込み信号は、初期値は無効になっています。PORIE および VLIE も 初期値は無効です。INT端子はオープンドレインのため、使用しない場合はオープンのもままで構いません。
- ④ I²C ラインの SCL、SDA はオープンドレインのため、V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ⑤ 周波数 32.768 kHz (1) の CLKOUT は初期値で有効になっています。CLOCKOUT出力を使用しない場合は、無効にして消費電流を最小限に抑えます (NCLKE = 1 および CLKF = 0)。
- ⑥ 外部イベント機能は、V_{DD} 電源状態では常にアクティブになります。EVI 入力端子を使用しない場合はフローティング状態のままにはせず、10 kΩ 抵抗を介して V_{SS} に接続して下さい。この例 (EVI から V_{SS}) では、パワーオンリセット時に『EVF フラグ』が設定されることに注意してください。

(1) CLKOUT端子出力は、XTALモードで32.768 kHz (出荷時のデフォルト値) / 1024 Hz / 64 Hz / 1 Hz、または HFモードで 8192 Hz ~ 67.109 MHz の周波数を 8192 Hz ステップで選択可能です。

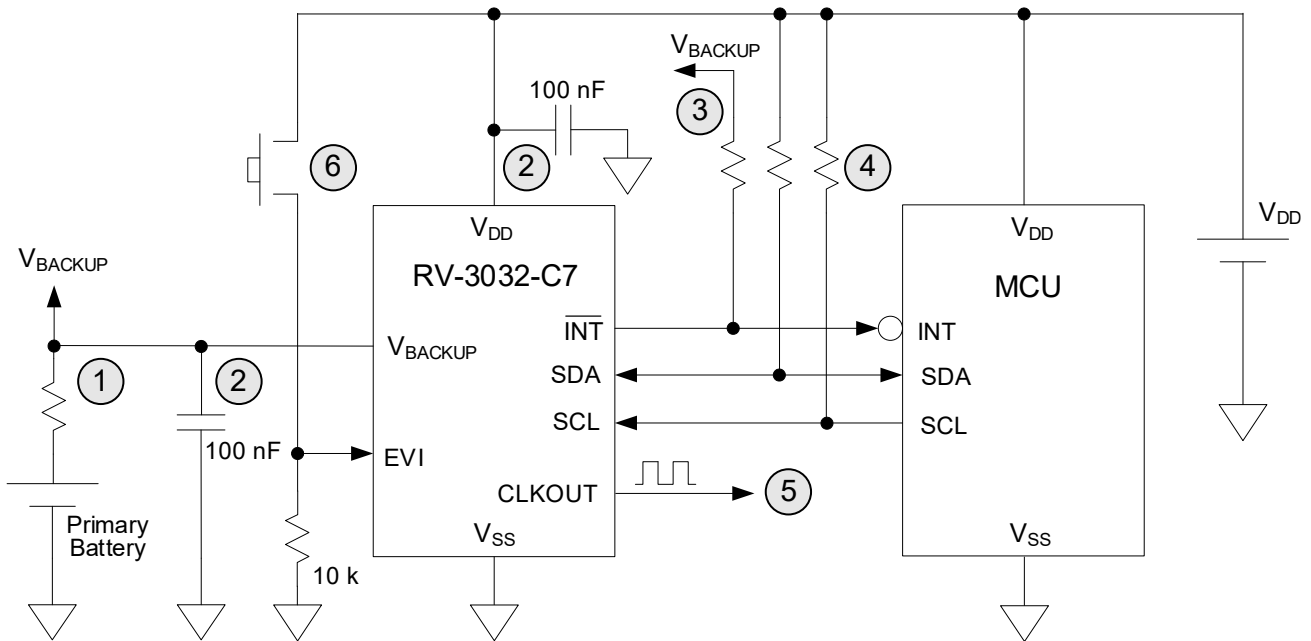
8.2. 一次電池のバックアップ電源 / 外部イベント入力を使用 (アクティブ = Highの設定)

・この接続のポイント :

- バックアップ電源が一次電池のためトリクルチャージャーは無効にします。
- レベル切替モード (LSM) に設定します。電源切り替わりの閾値電圧は(VTH:LSM = 2.0 V)。
- 電源切替の設定を EEPROM に保存するために機能設定EEPROMレジスタへの書き込み動作をします。
- この例ではEVI 端子への入力は、立ち上りエッジ、またはハイレベル電圧にて検出される設定です。

・レジスタの設定:

0.	以下のレジスタの赤記載部分を変更します(黒数字はメーカー出荷初期値のまま)									
1.	11h レジスタ	0	0	0	0	0	1	0	0	EIE → 外部イベント割り込みを有効に
	15h レジスタ		EHL	ET						EHL → EVI端子入力『High』検出設定
		0	1	X	X	0	0	0	0	ET → EVI端子入力フィルタリング設定
C0h レジスタ		NCLKE	BSM		TCR		TCM		BSM → レベル切替モード(LSM)	
	0	X	1	0	0	0	0	0	TCM → トリクルチャージ無効の設定	
2.	電源切替え、及びCLKOUT 設定 (C0h) をEEPROMに書き込みます (4.6.3項の手順にて)。									



- ① 万一のはんだ付けエラー発生により電源端子間のショートが発生した場合の損傷を防ぐために、100 ~ 1000 Ω の保護抵抗を一次電池の手前に挿入してください。
- ② デバイスのなるべく近くに 100 nF のデカップリング コンデンサを接続します。
- ③ INT端子割り込み信号は、デバイスが V_{BACKUP} 電源で動作している場合にも出力させることができます。V_{BACKUP} 電源での動作時に割り込み信号を使用する場合には、INT端子の信号プルアップ抵抗をV_{BACKUP}側に接続します。
- ④ I²C ラインの SCL、SDA はオープンドレインのため、V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ⑤ CLKOUT は V_{BACKUP} 電源での動作時は自動で無効になります。V_{DD} 電源状態で使用しない場合は CLKOUT を無効にして消費電流を最小限に抑えます (NCLKE = 1 及び CLKF = 0)
- ⑥ タンパー (改ざん) 検出の外部イベント入力信号 (EVI端子入力) の立ち上がりエッジまたはハイレベルを検出する場合の接続です。EVI 端子入力は、VSSにも10 kΩ でプルダウン接続し、フローティング状態にならないようにします。

8.3. 二次電池または電気二重層コンデンサを使用 / 外部イベント入力を使用(アクティブ =Low) の設定

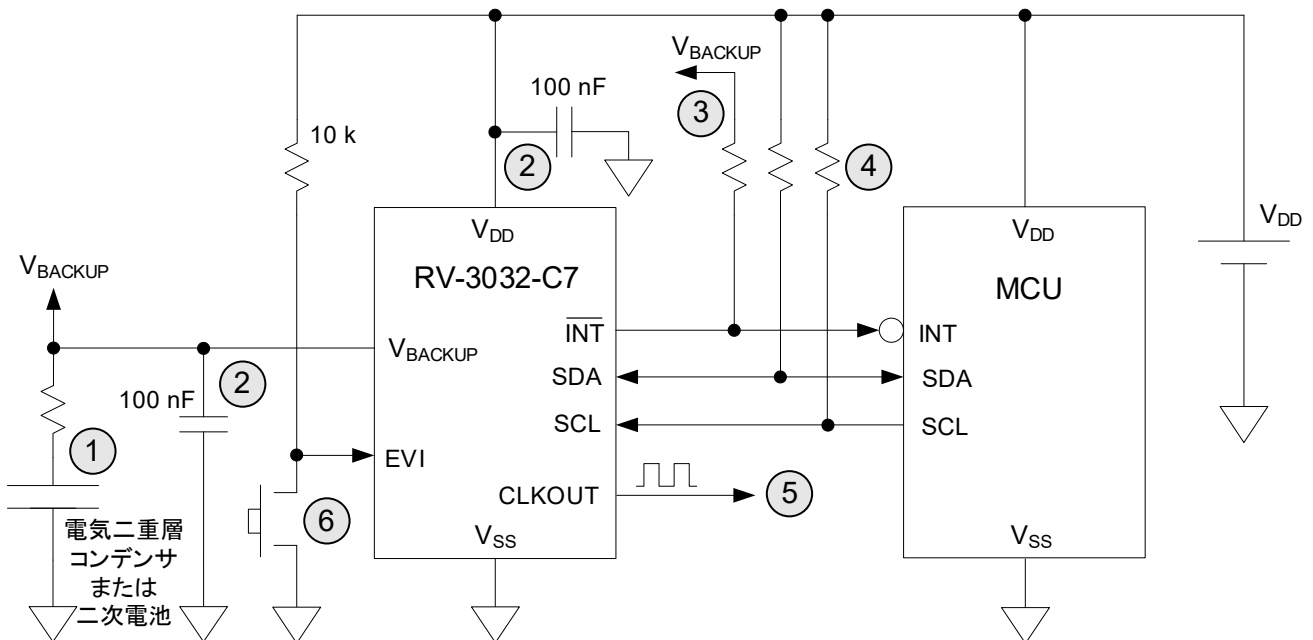
・この接続のポイント:

- バックアップ電源として二次電池、電気二重層コンデンサ、またはMLCCを使用
- 電気二重層コンデンサまたはMLCCの場合はダイレクト切替モード (DSM) に設定 (二次電池の場合は レベル切替モード=LSM に設定)
- バックアップ電源はトリクルチャージャーにて充電する設定
- 電源切替の設定をメモリに保存するために機能設定EEPROMレジスタへの書き込み動作をします。

・レジスタの設定:

(3Fhアドレスに『11』と書き込みます)

0.	以下のレジスタの赤記載部分を変更します(黒数字はメーカー出荷初期値のまま)									
1.	11h レジスタ	0	0	0	0	0	1	0	0	EIE → 外部イベント割り込みを有効に
	15h レジスタ		EHL	ET						EHL → EVI端子入力『Low』検出設定
		0	0	X	X	0	0	0	0	ET → EVI端子入力フィルタリング設定
C0h レジスタ		NCLKE	BSM		TCR		TCM		BSM → ダイレクト切替モード(DSM)	
	0	X	0	1	X	X	X	X	TCR → トリクルチャージの設定 TCM → トリクルチャージモードの設定	
2.	電源切替、及びCLKOUT 設定 (C0h) をEEPROMに書き込みます (4.6.3項の手順にて)。									



- ① 低コストの MLCC (*), 電気二重層コンデンサ (例: 1 ファラッド)、または二次リチウム電池(LMR)。(充電電圧についてはバッテリーメーカーの仕様に従ってください)
二次リチウム電池を使用する場合は、実装エラーなどによる電源端子間のショートが発生した場合の損傷を防ぐために100~1000Ωの保護抵抗を挿入して下さい。
- ② デバイスのなるべく近くに 100 nF のデカップリング コンデンサを接続します。
- ③ INT端子割り込み信号は、デバイスが V_{BACKUP} 電源で動作している場合にも出力させることができます。V_{BACKUP} 電源での動作時に割り込み信号を使用する場合には、INT端子の信号プルアップ抵抗をV_{BACKUP}側に接続します。
- ④ I²C ラインの SCL、SDA はオープンドレインのため、V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ⑤ CLKOUT は V_{BACKUP} 電源での動作時は自動で無効になります。V_{DD} 電源状態で使用しない場合はCLKOUT を無効にして消費電流を最小限に抑えます (NCLKE = 1 及び CLKF = 0)。
- ⑥ 外部イベント入力信号 (EVI端子入力) は立ち下がりエッジまたはローレベルを検出する場合の接続です。EVI 端子入力は、V_{DD}にも10 kΩ でプルダウン接続し、フローティング状態にならないようにします。

(*)注記: 通常、低コストの MLCC はごく短時間(数分)の電源バックアップに使用され、電気二重層コンデンサはより長期間(数日から数週間)の電源バックアップに使用されます。

8.4. セラチャージ™ 全個体電池を使用 / 外部イベント入力を使用しない 設定

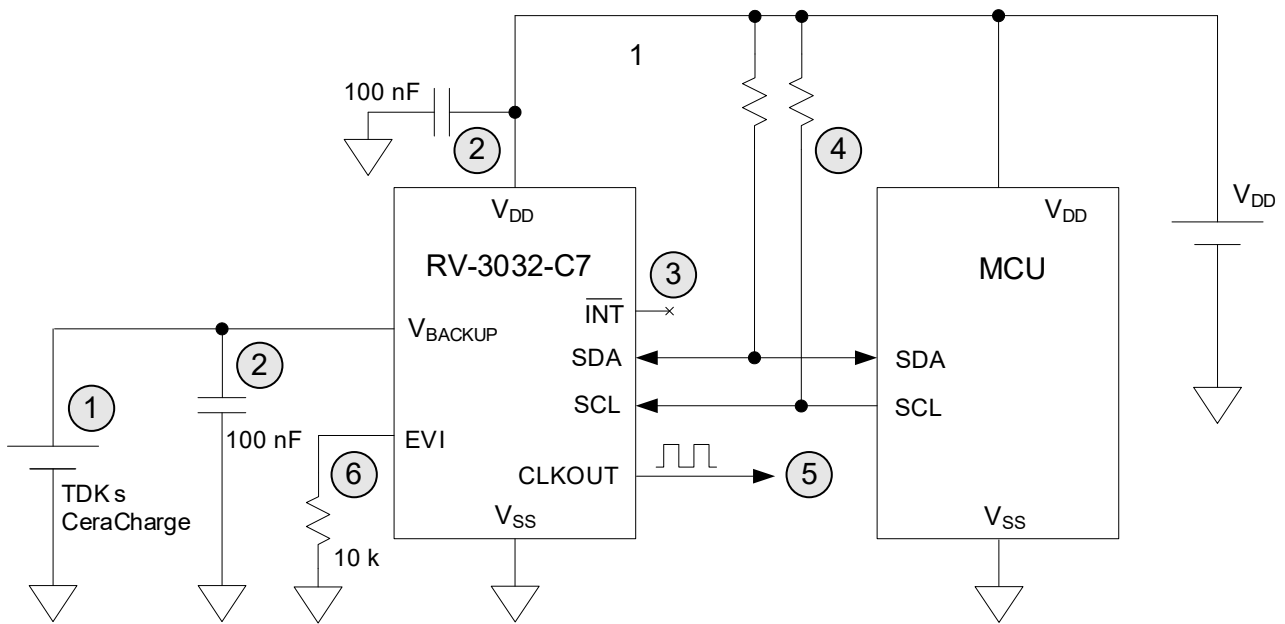
・この接続のポイント：

- TDK／セラチャージ™ - 再充電可能な全個体電池をバックアップ電源として使用。
- レベル切替モード(LSM) ($V_{TH,LSM} = 2.0\text{ V}$)、トリクルチャージモード(TCM)を『1.75V』に設定。
- セラチャージ™ は チャージポンプ付きのトリクルチャージ機能で一定電圧で充電。
- 電源切替の設定をメモリに保存するために機能設定EEPROMレジスタへの書き込み動作をします。

(3Fhアドレスに『11』と書き込みます)

・レジスタの設定：

0.	以下のレジスタの赤記載部分を変更します(黒数字はメーカー出荷初期値のまま)								
1.	C0h レジスタ		NCLKE	BSM	TCR	TCM			BSM → レベル切替モード(LSM) 設定 TCR → 12 kΩ のチャージ抵抗を設定 TCM → 1.75 V の充電電圧を設定
		0	X	1	0	1	1	0	1
2.	電源切替、及びCLKOUT 設定 (C0h)をEEPROMに書き込みます(4.6.3項の手順にて)。								



- ① セラチャージ™ への最初の充電(1)は、はんだ付け実装後に行われる必要があります。極性は初回充電時に適用されます。最大電流: $< 200\ \mu\text{A}$ (終了電流: $< 10\ \mu\text{A}$)。計算上の最大電流: $1.75\text{ V} / 12\ \text{k}\Omega = 146\ \mu\text{A}$ 。
設定: BSM = LSM モード、TCR = 12 kΩ、TCM = 1.75 V。
- ② デバイスのなるべく近くに 100 nF のデカップリング コンデンサを接続します。
- ③ 割り込み信号は初期値ではディセーブルです。PORIE ビットおよび VLIE ビットも 初期値はディセーブルです。INT端子はオープンドレインです。使用しない場合はオープンのままでも構いません。
- ④ I²C ラインの SCL端子、SDA端子はオープンドレインです。V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ⑤ CLKOUT は V_{BACKUP} 電源での動作時は自動でオフになります。V_{DD}電源状態でCLOCK出力を使用しない場合はCLKOUT をオフにして消費電流を最小限に抑えます (NCLKE = 1 及び CLKF = 0)。
- ⑥ 外部イベント機能は、V_{DD} 電源状態では常にアクティブになります。EVI 入力端子を使用しない場合はフローティング状態のままにはせず、10 kΩ 抵抗 を介して V_{SS} に接続して下さい。また、この例 (EVI をV_{SS}にプルダウン接続) では、パワーオンリセット時に『EVF フラグ』が セットされることにご注意ください。

(1) CeraCharge™ は通常、電気二重層コンデンサよりも長いバックアップ時間 (数日から数週間) に使用されます。こちらを参照下さい。 <https://www.tdk-electronics.tdk.com/en/ceracharge>.

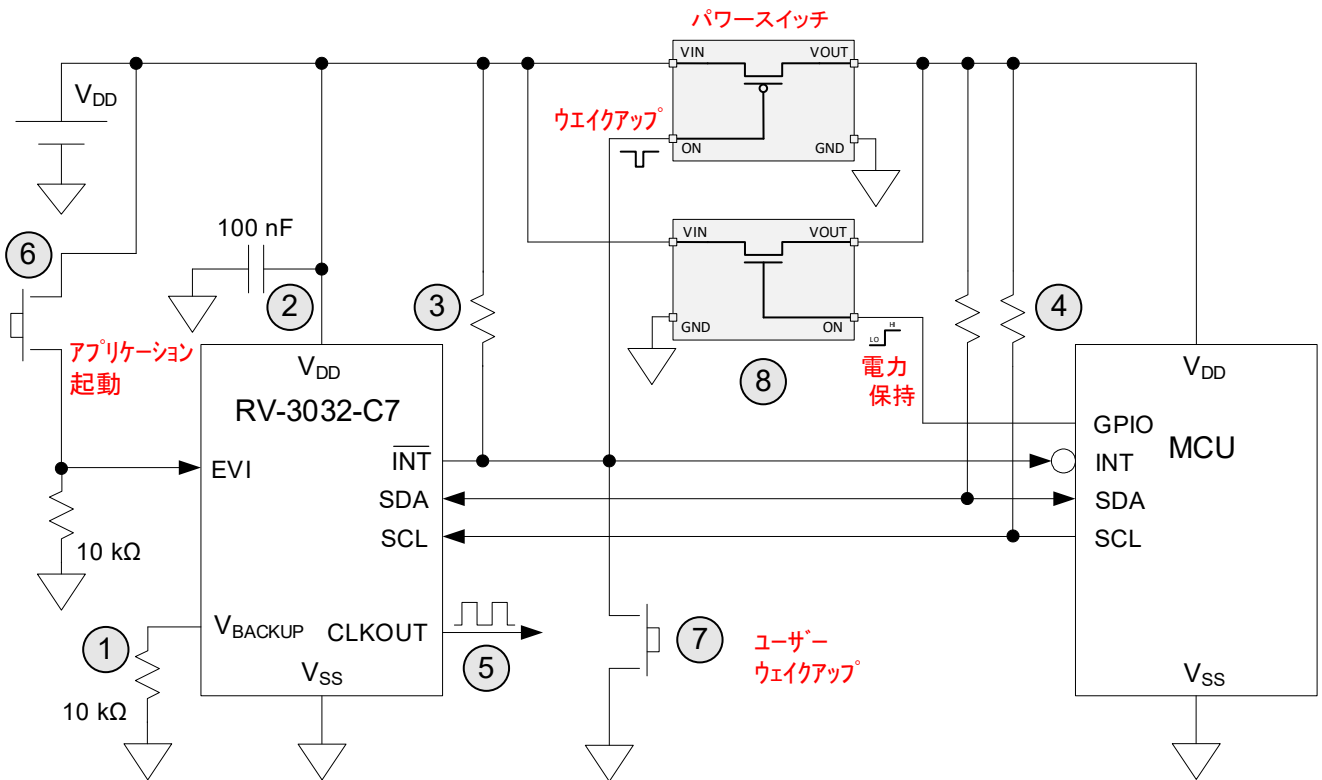
8.5. バックアップ電源無し / 外部イベント入力を使用 (ウエイクアップ及びパワースイッチ)

・この接続のポイント:

- バックアップ電源無し / 最小の消費電流 (160 nA typ.)
- 外部イベント入力を有効に設定しパワースイッチにウエイクアップ信号を送る
- MCUはほとんどの期間アイドルモードで RTCからパワースイッチへの割り込み信号でウエイクアップする
- MCU はタスクが完了するまでは供給電圧を保持し、タスク終了後は自身の供給電圧を遮断します。

・レジスタの設定:

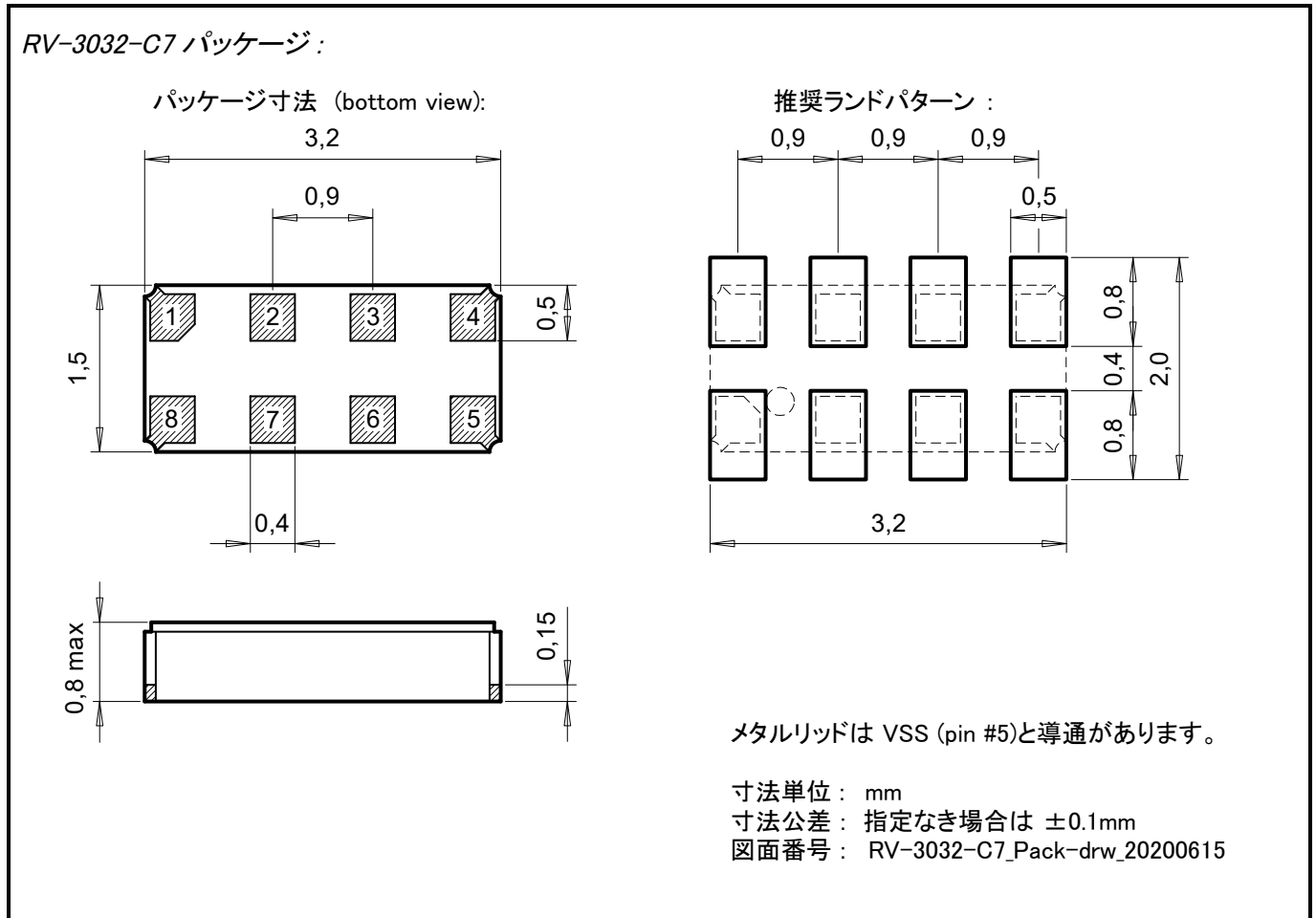
0.	以下のレジスタの赤記載部分を変更します (黒記載部はメーカー出荷初期値のまま)									
1.	10h レジスタ	0	0	0	0	0	1	0	0	EIE → 外部イベント割り込みを有効に
	15h レジスタ		EHL	ET						EHL → EVI端子入力『High』検出設定
		0	1	X	X	0	0	0	0	ET → EVI端子入力フィルタリング設定



- ① バックアップ電源切替え機能はデフォルトでは無効です。電源切替えを使用しない場合、V_{BACKUP}端子はフローティング状態のままにせず、10 kΩ 抵抗を介して V_{SS} に接続して下さい。
- ② デバイスのなるべく近くに 100 nF のデカップリング コンデンサを接続します。
- ③ INT端子はオープンドレイン出力のため、V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ④ I²C ラインの SCL、SDA はオープンドレインのため、V_{DD} へのプルアップ抵抗が必要です。
- ⑤ CLKOUT出力 を無効にして消費電流を最小限に抑えます (NCLKE = 1 及び CLKF = 0)。
- ⑥ タンパー (改ざん) 検出の外部イベント入力信号 (EVI端子入力) の立ち上がりエッジまたはハイレベルを検出する場合の接続は、ウエイクアップ信号としても使用できます。EVI 端子入力は、V_{SS} にも10 kΩ でプルダウン接続し、フローティング状態にならないようにします。
- ⑦ ユーザーまたは手動のウエイクアップ、常時利用可能です。例えば、RTCモジュール とシステムを設定するための最初のシステム電源投入用などに用いることが出来ます。
- ⑧ RTC との I²Cインターフェイス通信を完了するために、MCU は GPIO経由で電力保持して電源を維持します。MCU はタスクの最後に GPIO = Low に設定することで自身の電源電圧を遮断します。

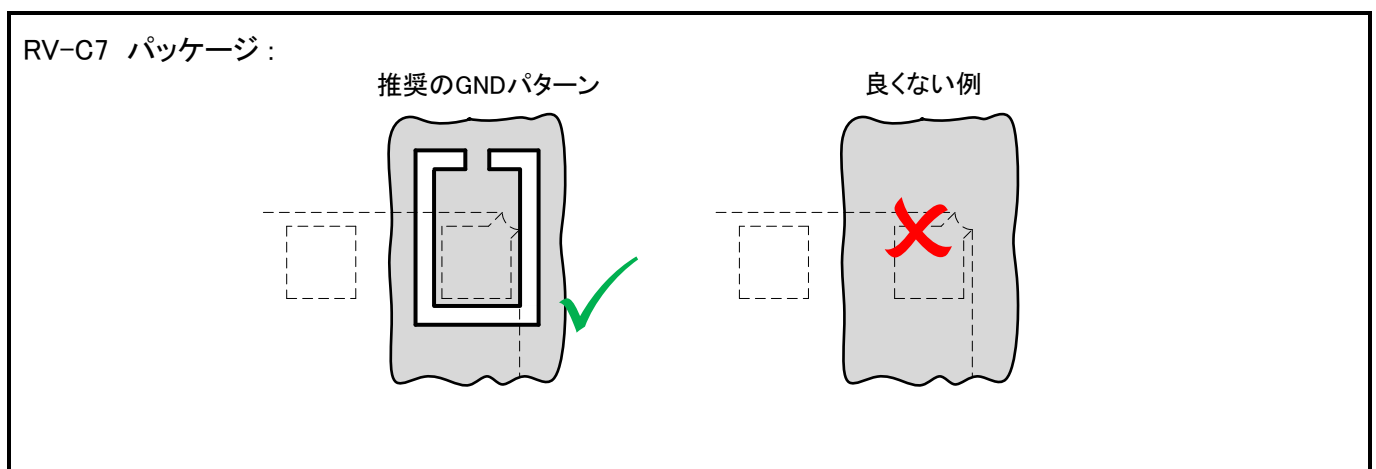
9. パッケージ

9.1. 外形寸法及び推奨ランドパターン (寸法単位:m/m)



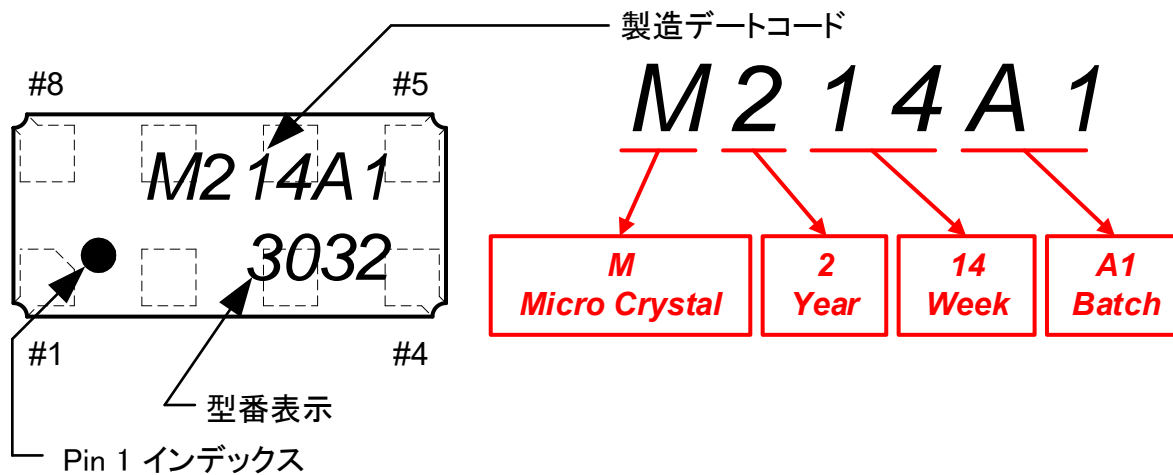
9.1.1. GND端子部のサーマルレリーフ設定の推奨

VSS端子を基板のGND層に接続する部分はサーマルレリーフを設定することを推奨します。



9.2. マーキング 及び Pin 1 インデックスマーク

表示 = レーザーマーキング RV-3032-C7 Package: (top view)

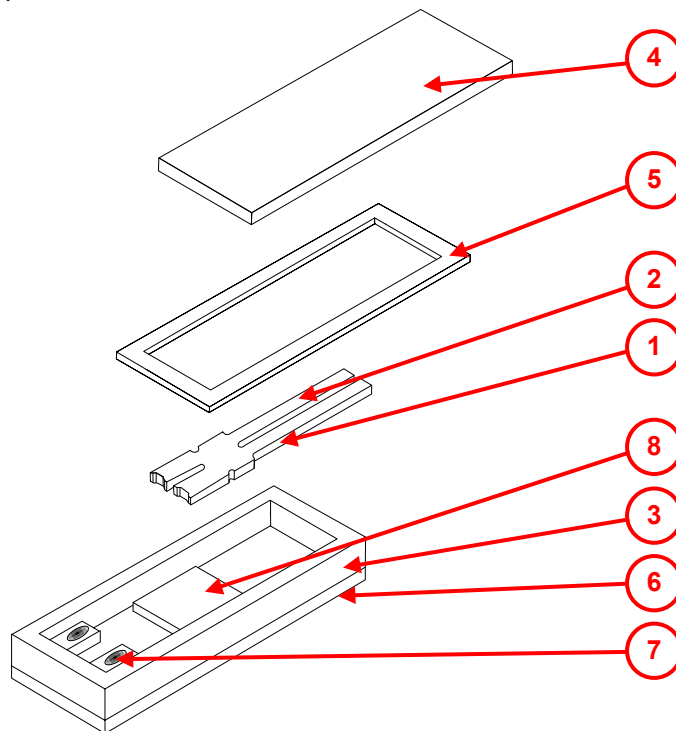


10. 構成物質と環境資料情報

10.1. 構成部位 及び 構成物質リスト

IPC-1752 に基づく含有物質リスト :

構成部位 / RV-3032-C7:



(概略図)



No.	部位名称	内容	質量		化学物質名	CAS No.	備考
			(mg)	(%)			
1	振動子	クォーツ	0.13	100%	SiO ₂	14808-60-7	
2	振動子電極	Cr, Au	0.01	6%	Cr	Cr: 7440-47-3	
				94%	Au	Au: 7440-57-5	
3	ハウジング	セラミック	6.90	100%	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
4	メタルリッド	コバルト Ni めっき Au めっき	2.67	95%	Fe53Ni29Co18	Fe: 7439-89-6 Ni: 7440-02-0 Co: 7440-48-4	メタルリッド
				4.95%	Ni	Ni: 7440-02-0	Niメッキ
				0.05%	Au	Au: 7440-57-5	Auメッキ
5	シーリング	はんだフォーム	0.54	80%	Au80 / Sn20	Au: 7440-57-5	
				20%		Sn: 7440-31-5	
6	電極	内部及び外部電極	0.38	80%	Mo	Mo: 7439-98-7	モリブデン(下地)
				15%	Ni	Ni: 7440-02-0	Niめっき(中間)
				5%	Au 0.5 micron	Au: 7440-57-5	Auめっき(表面)
7	接着剤	導電性接着剤	0.09	88%	Ag	Ag: 7440-22-4	
				12%	Siloxanes and silicones	68083-19-2	
				0%	Distillates, petroleum hydrotreated	64742-47-8	
8	CMOS IC	シリコン Auパンプ	0.64	90%	Si	Si: 7440-21-3	
				10%	Au	Au: 7440-57-5	
		部品質量	11.4				

10.2. 環境負荷物質／含有調査結果

IPC-1752 standard に基づく環境負荷物質含有調査情報：

No.	部位名称	内容	RoHS						ハロゲン				フタル酸エステル			
			Pb	Cd	Hg	Cr+6	PBB	PBDE	F	Cl	Br	-	BBP	DBP	DEHP	DINP
1	振動子	クォーツ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	振動子電極	Cr, Au	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	ハウジング	セラミック	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	メタルリード	コバールリード 及び めっき	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	シーリング	はんだフォーム	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	電極	内部及び外部電極	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	接着剤	導電性接着剤	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	CMOS IC	シリコン 及び Auバンプ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	MDL[ppm]	検出限界	2		8	5	50				50					

nd (not detected = 未検出) = “検出限界” (MDL) 以下

試験方法：

RoHS

- Pb, Cd
- Hg
- Cr(VI)
- PBB / PBDE

参照テスト方法：

- IEC 62321-5:2013
- IEC 62321-4:2013 + AMD1:2017
- IEC 62321-7-2:2017
- IEC 62321-6:2015

MDL: 2 ppm

MDL: 2 ppm

MDL: 8 ppm

MDL: 5 ppm

ハロゲン

試験方法は BS EN 14582:2016 に準拠

MDL: 50 ppm

フタル酸エステル

試験方法は IEC 62321-8:2017 に準拠

MDL: 50 ppm

10.3. 製品リサイクル情報

IPC-1752 に基づく生産リサイクル関連情報。

各構成部位の質量は製品質量: 11.4 mg をもとに計算された値です。

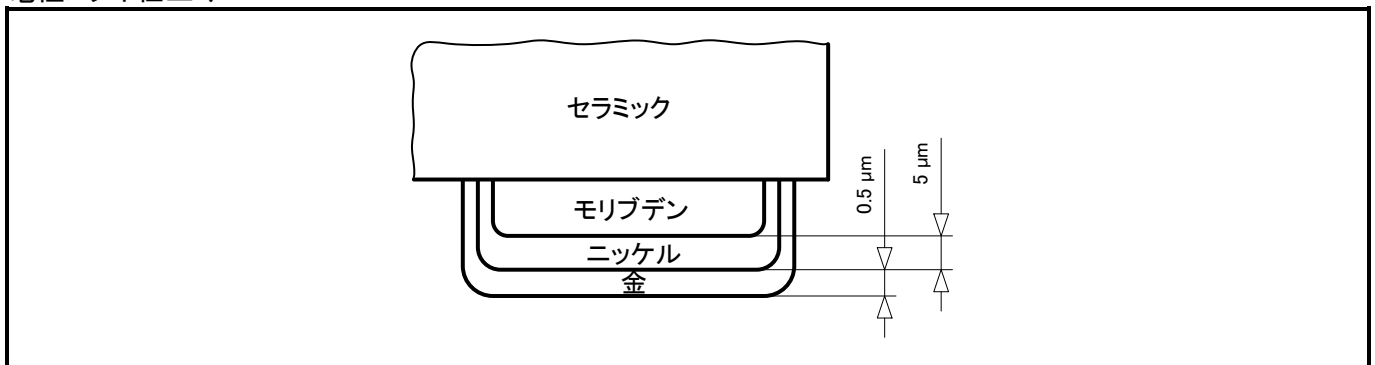
物質名	No.	部位名称	物質質量		化学物質名	CAS No.	備考
			(mg)	(%)			
Quartz Crystal	1	振動子	0.13	1.14	SiO ₂	14808-60-7	
Chromium	2	電極	0.0006	0.005	Cr	Cr: 7440-47-3	
Ceramic	3	ハウジング	6.90	60.74	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
Gold	2 4 5 6 8	振動子電極 メタルリッド シーリング 内部及び外部電極 CMOS IC	0.53	4.63	Au	Au: 7440-57-5	
Tin	5	シーリング	0.11	0.95	Sn	Sn: 7440-31-5	
Nickel	4 6	メタルリッド内部及 び外部電極	0.19	1.67	Ni	Ni: 7440-02-0	
Molybdenum	6	内部及び外部電極	0.3	2.68	Mo	Mo: 7439-98-7	
Kovar	4	メタルリッド	2.53	22.33	Fe53Ni29Co18	Fe: 7439-89-6 Ni: 7440-02-0 Co: 7440-48-4	
Silver	7a	導電性接着剤	0.079	0.7	Ag	Ag: 7440-22-4	
Siloxanes and silicones	7b	導電性接着剤	0.011	0.10	Siloxanes and silicones	68083-19-2	ビニル末端ポリジメチルシロキサン
Distillates	7c	導電性接着剤	0	0	Distillates	64742-47-8	水素化精製軽質留油。製品表面には表れない用途
Silicon	8	CMOS IC	0.58	5.07	Si	Si: 7440-21-3	
合計製品質量			11.4	100			

10.4. 環境耐性 / 最大定格 / 電極めっき詳細

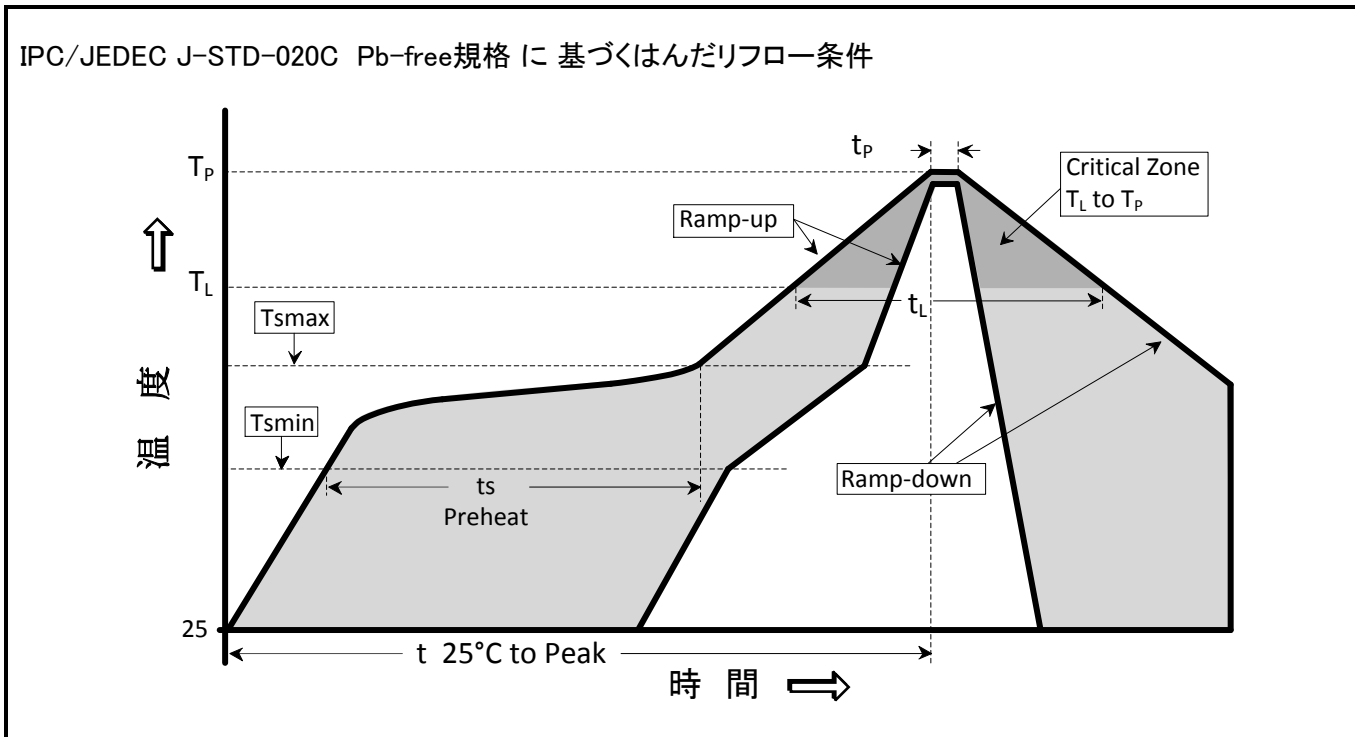
パッケージ	内容
SON-8 (DFN-8)	小型リードレス (SON) 密閉セラミックパッケージ・メタルリッド

項目	規格・指令	条件	値
製品質量			11.4 mg
保存温度範囲		部品単体での保存にて	-55 ~ +125 °C
保管湿度レベル (MSL)	IPC/JEDEC J-STD-020D		MSL1
FIT 数 / MTBF			お問合せ下さい

電極メッキ仕上げ :



11. リフローはんだ付け条件



温度プロファイル	記号	条件	単位
ランブアップ温度傾斜	($T_{s_{max}}$ to T_p)	3°C / 秒 以下	°C / 秒
ランブダウン温度傾斜	T_{cool}	6°C / 秒 以下	°C / 秒
室温からピーク温度までの時間	$T_{to-peak}$	8 分 以下	分
プリヒート			
プリヒート温度下限	$T_{s_{min}}$	150	°C
プリヒート温度上限	$T_{s_{max}}$	200	°C
プリヒート時間	t_s	60 - 180	秒
はんだ融解時間			
はんだ融解温度	T_L	217	°C
はんだ融解時間	t_L	60 - 150	秒
ピーク温度			
ピーク温度	T_p	260	°C
ピーク温度時間(ピーク温度-5°Cまでの時間)	t_p	20 - 40	秒

- ・リフロー実装は『温風リフロー』(または蒸気リフロー)が推奨されます。
- ・『赤外リフロー』はホットスポット発生によりデバイス故障の原因になる可能性があるため推奨されません。

12. 水晶振動子を搭載した製品のお取り扱い上の注意点

内蔵されている水晶振動子は水晶結晶の二酸化珪素を母材とした薄い素板です。パッケージ内のキャビティは水晶振動子が空気抵抗、及び湿度、異物などの影響を受けないように真空状態に密閉されています。

■ 振動及び衝撃について:

水晶デバイスに過度の衝撃や振動を与えないようご注意ください。マイクロクリスタルでは〈5000g/0.3ms 以内〉でのご使用を推奨します。

特に実装時における以下の特別な場合にモジュールの故障を引き起こす衝撃や振動が発生する可能性がありますのでご注意ください。

多面付け基板の場合、部品実装後に行う基板分割の工程で、ルーターによる振動が基本波または高調波で 32.768KHz に近くなることもあり、その振動によりモジュール内部の水晶素板を破損する可能性があります。基板分割加工の際には、振動が基本波または高調波で 32.768KHz 近くにならない様にルーターの速度を調整するようご注意ください。

超音波洗浄 につきましては、このモジュールに対しては行わないようにして下さい。超音波振動により内部の水晶素板が破損する可能性があります。

■ 過度の加熱、リワーク、高温放置:

過度にパッケージを加熱しないようご注意ください。モジュールのパッケージは金すず合金 (80%:20%) でシーリングされています。この金すず合金の融点は『280℃』のため、パッケージの温度が『280℃』以上になるとメタルシール部分が溶解して内部の真空気密がリークしてしまうため製品の故障につながります。

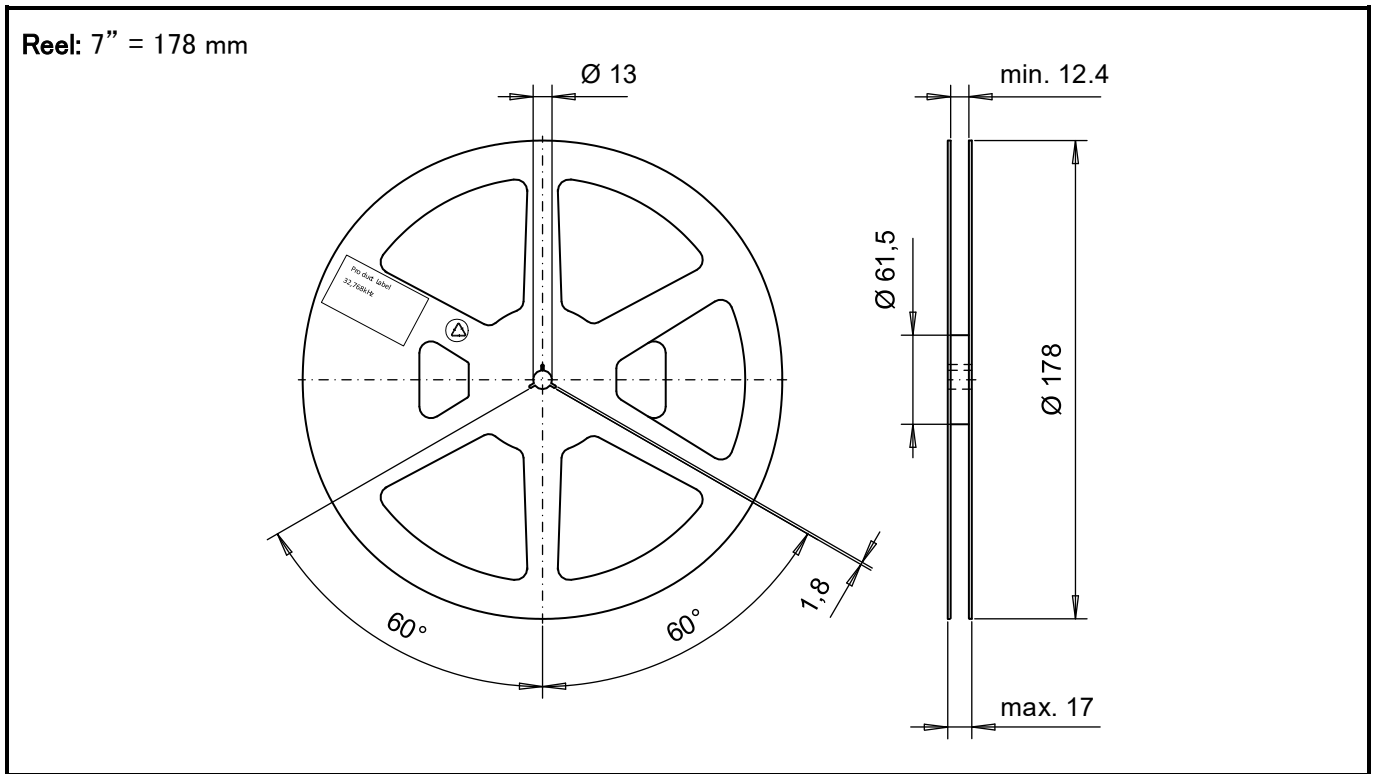
特にホットエアガンの設定温度が『280℃』以上の場合は故障しやすくなります。

リワークの場合は以下の方法を推奨します:

- ホットエアガンを使用する場合は設定温度を『270℃』として下さい。
- はんだ小手を2本使用し、小手先の温度を『270℃』に設定し、片側の端子をメッキ線などでブリッジさせて、全てのはんだが溶けたところをピンセットで取り上げて下さい。

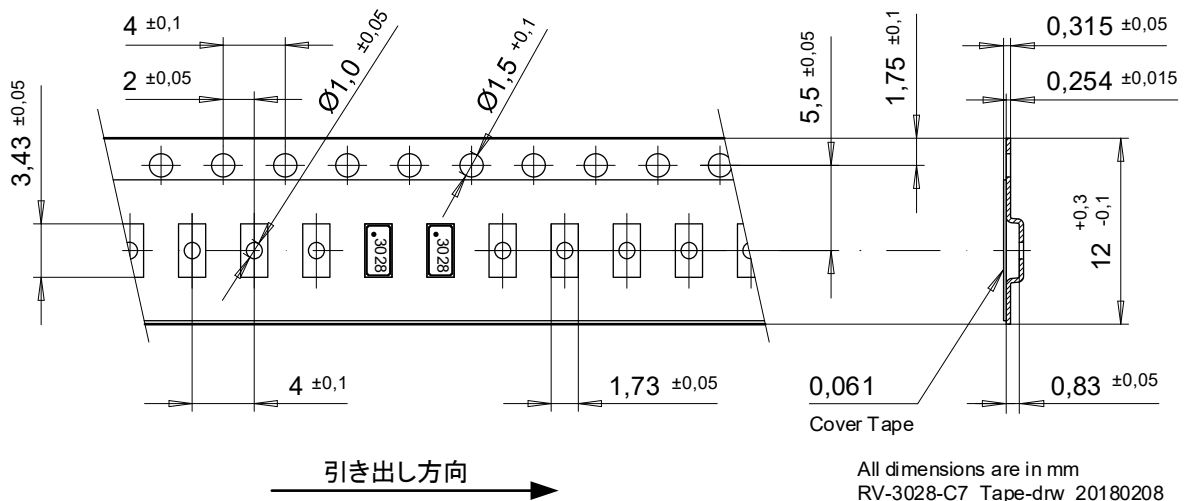
ただしリワーク時に故障は発生しやすく、かつ外観での故障は判断できないため、なるべく一度基板から取り外したものは製品に使用されないことをお勧めします。

13. テーピング・リール 図面



キャリアテープ

- ・材質: 導電性ポリカーボネイト
- ・テープ幅: 12 mm
- ・先端部及び終端部: 300 mm 以上の空テープ



カバーテープ

- ・テープ: ポリオレフィン, 3M™ Universal Cover Tape (UCT)
- ・接着剤タイプ: 感圧接タイプ, Synthetic Polymer Thickness: 0.061 mm
- ・剥がれ方: 中央部が剥がれて, 両側面はキャリアテープに残ります。

14. コンプライアンス情報

RV-3032-C7の標準品は“EU RoHS Directive”及び“EU REACH Directives”に適合しています。環境資料につきましてはマイクロクリスタルのウェブサイトでも掲載しています。

[CoC Environment RV-Series.pdf](#)

15. 改訂履歴（英語原版）

Date	Revision #	Revision Details
June 2020	1.0	First release
August 2020	1.1	Added Operating RV-3032-C7 With CeraCharge™ Backup Battery, 8.1.1.
November 2022	1.2	Clarified and corrected various specifications Adapted schemes, diagrams and application circuits Added extended temperature range specifications, +85°C to +105°C Adapted limit values and methods in accordance with the latest standards, 10.2. Added new disclaimer, 15.
May 2023	1.3	Corrected that EVI function is disabled in VBACKUP Power state, 1., 2.2., 2.3. 3.22., 4.2., 4.7., 4.11., 4.17., 8.1. and 8.4. Added that EVI pin should not be tied to V _{BACKUP} , 2.2. Adjusted TCM 3.0 V and 4.5 V values, 3.20.1, 4.3. and 7.2.

<免責事項／原文>

The information contained in this document is believed to be accurate and reliable. However, Micro Crystal assumes no responsibility for any consequences resulting from the use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties, which may result from its use. In accordance with our policy of continuous development and improvement, Micro Crystal reserves the right to modify specifications mentioned in this publication without prior notice and as deemed necessary.

Any use of Products for the manufacture of arms is prohibited. Customer shall impose that same obligation upon all third-party purchasers.

Without the express written approval of Micro Crystal, Products are not authorized for use as components in safety and life supporting systems as well as in any implantable medical devices. The unauthorized use of Products in such systems / applications / equipment is solely at the risk of the customer and such customer agrees to defend and hold Micro Crystal harmless from and against any and all claims, suits, damages, cost, and expenses resulting from any unauthorized use of Products.

No licenses to patents or other intellectual property rights of Micro Crystal are granted in connection with the sale of Micro Crystal products, neither expressly nor implicitly. In respect of the intended use of Micro Crystal products by customer, customer is solely responsible for observing existing patents and other intellectual property rights of third parties and for obtaining, as the case may be, the necessary licenses.



A COMPANY OF THE  SWATCH GROUP

Micro Crystal AG
Muehlestrasse 14
CH-2540 Grenchen
Switzerland

Phone +41 32 655 82 82
sales@microcrystal.com
www.microcrystal.com

<免責事項／訳文>

この文書に含まれる情報は正確で信頼できるものであると考えられます。ただし Microcrystal 社は、そのような情報の使用から生じるいかなる結果や、その使用から生じる可能性のある第三者の特許またはその他の権利の侵害についても責任を負いません。継続的な開発と改善により、Microcrystal社は必要に応じて予告なしにこの資料に記載されている仕様を変更する場合があります。

武器の製造のために製品を使用することは禁止されています。お客様は、すべての第三者購入者にも同じ義務を課すものとします。

Microcrystal社 の書面による明示的な承認がない限り、製品は、安全システムおよび生命維持システム、および埋め込み型医療機器のコンポーネントとして使用することは許可されていません。

Micro Crystal の承認の無しにこのようなシステム / アプリケーション / 機器に製品を使用された場合のあらゆる請求、訴訟、損害賠償、費用のリスクについて Microcrystal 社は一切の責任を負いかねます。

明示的にも黙示的にも、Microcrystal社製品の販売に関連して、Microcrystal 社 の特許またはその他の知的財産権のライセンスは付与されません。お客様によるマイクロクリスタル製品の使用目的に関しまして、お客様は第三者の既存の特許およびその他の知的財産権を遵守し、ライセンス取得が必要な場合にはお客様が単独で責任を負います。

原本発行元: Microcrystal AG

原本:『RV-3032-C7 Application Manual Rev. 1.3 』(英語)

原本発行日:2023年05月

日本語訳発行元:株式会社多摩デバイス

日本語発行日: 2024年 02月29日 初版発行

<日本語訳版改訂・訂正履歴>

•2024年02月28日 初版発行

株式会社多摩デバイス 営業技術部

〒214-0001 川崎市多摩区菅1-4-11

(TEL) 044-945-8028 (FAX)044-945-8486

(URL) <https://tamadevice.co.jp>

(E-Mail) info@tamadevice.co.jp

※ 日本語版作成に当たって原本英語版から追記や変更・削除を行っている部分があります。作製作成に際しては細心の注意を払っておりますが、万一内容につきまして疑問点がございましたら、上記連絡先まで直接お問合せ頂きます様、お願い申し上げます。