

RIVER

リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

RR-3149-C3

アプリケーションマニュアル

施行	2018年	7月	17日
第4版	2024年	11月	18日

リバーエレテック株式会社
RIVER ELETEC CORPORATION

本社
Head office 山梨県韭崎市富士見ヶ丘2丁目1番11号 〒407-8502
2-1-11 Fujimigaoka Nirasaki-Shi Yamanashi 407-8502, Japan
TEL (0551)22-1211 / FAX (0551)22-6645

東京営業所
Tokyo 東京都新宿区西新宿4丁目40番14号 〒160-0023
4-40-14 Nishi-Shinjuku Shinjuku-Ku Tokyo 160-0023, Japan
TEL (03)3377-5444 / FAX (03)3374-2865

大阪営業所
Osaka 大阪府守口市京阪本通1丁目3番2号 守口富士ビル3F 〒570-0083
Moriguchi-Fuji Bldg. 3F 1-3-2 Keihan-Hondoori Moriguchi-Shi Osaka 570-0083, Japan
TEL (06)6998-4888 / FAX (06)6998-4899

変更記録

No.	日付	頁	変更内容
初版	2018/7/17		初版発行
第1版	2019/6/19	21	4.1.1.電源投入シーケンス 注記 1:追記
第2版	2019/7/25	8	2.4.保護回路修正
		57	9.2.マーキングと1番端子マーク ロット詳細追加
		58~61	10.構成部品ごとの含有物質と環境情報追加
		64	13.コンプライアンス情報追加
第3版	2021/4/23	62	キャリアテープ寸法修正
		64	誤記修正 5000g→5000G、REACH 規制→REACH 規則
第4版	2024/11/18	9,11,30,32,33	名称変更 V2F→V21F、V1F→V11F
		9,11,21,22,33,38	名称変更 V _{Low2} →V2F、V _{Low1} →V1F
		17	訂正 アドレス 20h 値 -60~195→-60~194
		18	訂正 アドレス 31h 値 0~127→0~121
		25	訂正 4.2.2. レジスタリセット値一覧 アドレス 03h Bit0,Bit1,Bit6 "X"→"-" アドレス 03h Bit2,Bit3 "-"→0
		33	訂正 コントロール1レジスタ→コントロール_割り込みレジスタ
64	訂正 ホットエアガン温度 300°C→280°C		

本資料に記載された応用回路、プログラム、使用方法は、あくまで参考情報であり、この情報を応用した、第三者の知的財産権ないし、その他の権利侵害あるいは損害について、弊社は一切の責任を負いかねます。

上記のような事態が想定される場合は、別途権利者へご相談ください。

なお製品の仕様については、改良のため予告無く変更される場合がありますので、ご了承ください。

また人命にかかわる製品や、その故障等が社会的に重大な損失を与える製品に使用される際には、必ず事前に弊社までご相談ください。

RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

RIVER

空白

目次

1. 大要	4
1.1. 概要	4
1.2. 用途	4
2. ブロックダイアグラム	5
2.1. 端子配置	6
2.2. 端子機能	7
2.3. 機能概要	7
2.4. 保護回路	8
3. レジスタ構成	8
3.1. レジスタ概要	9
3.2. コントロールページレジスタの機能	10
3.2.1. コントロール_1 (アドレス 00h...ビット詳細)	10
3.2.2. コントロール_割り込み(アドレス 01h...ビット詳細)	10
3.2.3. コントロール_割り込みフラグ(アドレス 02h...ビット詳)	11
3.2.4. コントロール_ステータス (アドレス 03h...ビット詳細)	11
3.2.5. コントロール_リセット(アドレス 04h...ビット詳細)	12
3.3. 時刻・日付ページレジスタの機能	12
3.3.1. 秒、分、時、日、曜日、月、年カウンタレジスタ	12
3.3.2. 時刻・日付カウンタのデータフロー	14
3.4. アラームページレジスタの機能	15
3.4.1. 秒、分、時、日、曜日、月、年アラームレジスタ	15
3.5. タイマページレジスタの機能	17
3.6. 温度ページレジスタの機能	17
3.7. ユーザーEEPROMページレジスタの機能	17
3.8. EEPROMコントロールページレジスタの機能	18
3.8.1. EEPROMコントロール (アドレス 30h...ビット詳細)	18
3.8.2. XTALオフセットレジスタ (アドレス 31h...ビット詳細)	18
3.8.3. XTAL温度係数レジスタ (アドレス 31h...ビット詳細)	18
3.8.4. XTAL頂点温度レジスタ (アドレス 33h...ビット詳細)	19
3.9. RAMデータページレジスタの機能	19
4. 機能詳細	20
4.1. 電源投入、パワーマネジメント、バックアップ電源切り替え	20
4.1.1. 電源投入シーケンス	21
4.1.2. 各機能の起動に必要な最低電圧と低電圧モニタリング	22
4.2. リセット	24
4.2.1. パワーオンリセット、システムリセット、セルフリカバリシステムリセット	24
4.2.2. レジスタリセット値一覧	25
4.3. EEPROMメモリへのアクセス方法	27
4.4. タイマ機能	28
4.4.1. タイマ割り込み	30
4.5. アラーム機能	31
4.5.1. アラーム割り込み	32
4.6. 割り込み出力端子	33
4.7. 時刻・日付有効化機能	34
4.8. セルフリカバリシステム	34
4.9. クロック出力端子CLKOUT	35
5. 周波数精度と周波数温度特性の補正	36
5.1. 音叉型水晶振動子の周波数温度特性	36
5.2. 温度補償の原理	37
5.2.1. サーモメータと温度値	38
5.2.2. 周波数補正パラメータの設定	39
5.3. 周波数補正メソッド	40
5.3.1. 時刻精度の正しい測定方法	41
5.3.2. CLKOUT端子での時刻精度の測定	41
5.3.3. 1Hzの割り込み出力を利用した時刻精度の	42
5.4. オプションによる時刻精度の違い	43
5.4.1. 時刻精度 オプション: A	43
5.4.2. 時刻精度 オプション: B	44

6. SPI インターフェース	45
6.1. SPI インターフェースのシステムコンフィグレーション	45
6.2. SPI インターフェースでのデータ転送.....	47
6.2.1. コマンドバイトの定義.....	47
6.2.2. SPI インターフェースの読み出し、書き込み例.....	48
7. 電気的特性	50
7.1. 絶対最大規格.....	50
7.2. 周波数特性、時刻精度	50
7.3. 電気的特性詳細.....	51
7.4. SPI インターフェースのタイミングチャート.....	52
7.5. SPI インターフェースの動的特性.....	53
8. 使用方法.....	54
8.1. 推奨リフロープロファイル（鉛フリーはんだ）	55
9. パッケージ	56
9.1. 製品寸法とランド寸法.....	56
9.2. マーキングと1番端子マーク	57
10. 構成部品ごとの含有物質と環境情報.....	58
10.1. 構成部位ごとの含有物質.....	58
10.2. 環境物質分析データ	59
10.3. リサイクル情報	60
10.4. 環境性能	61
11. 包装.....	62
11.1. キャリアテープ.....	62
11.2. 1 リール当たりの製品数	62
11.3. 12mm テープ用7 インチリール.....	63
12. 水晶振動子または水晶振動子を内蔵したモジュールの取り扱い注意事項	64
13. コンプライアンス情報	64

1. 大要

- ・ 32.768kHz音叉型水晶振動子内蔵RTCモジュール
- ・ 全製品、工場補正済みの温度補償回路搭載

時刻精度

規格	温度範囲	オプションA	オプションB
TA,TB	25°C	±3 ppm	±3 ppm
TA,TB	0°C ~+ 50°C	±4 ppm	±5 ppm
TA,TB	-10°C ~+ 60°C	±5 ppm	±10 ppm
TA,TB	-40°C ~+ 85°C	±6 ppm	±25 ppm
TB	-40°C ~+125°C	±8 ppm	±30 ppm

- ・ 代表値800nA (@ V_{DD} = 3.0V / Tamb = 25°C)の超低消費電流
- ・ 1.3 - 5.5Vの幅広いクロック動作電圧範囲
- ・ 1.4 - 5.5Vの幅広いインターフェース動作電圧範囲
- ・ TA:-40~85°C、TB:-40~125°Cの広い温度補償範囲
- ・ 最大ビットレート1MHzのSPIシリアルインターフェース
- ・ 年、月、日、曜日、時、分、秒カウンタ搭載
- ・ 幅広い用途に使用できるアラーム、タイマ機能搭載
- ・ 電圧低下ディテクタ、パワーオンリセット機能、セルフリカバリシステム搭載
- ・ トリクルチャージャー付き自動バックアップ電源切り替え機能搭載
- ・ CLKOUT出力周波数切り替え可能(32.768kHz,1024Hz,32Hz,1Hz)
- ・ RoHS指令対応、100%鉛フリー、小型パッケージ(10ピン)
C3: 3.7 x 2.5 x 0.9 mm

1.1. 概要

RR-3149-C3はサーモメータとデジタル温度補償回路(DTCXO)を内蔵した超低消費電流リアルタイムクロック・カレンダーモジュールです。

温度補償回路は、内蔵された32.768kHz音叉型水晶振動子の、25°Cでの周波数偏差と、周波数温度特性から予測される使用温度範囲での周波数変化を工場補正することによって、使用温度範囲を-40~125°Cに拡張しても高い時刻精度を実現することができます。

データはSPIインターフェースを介して、最大SCLクロックレート1MHz（ファーストモード）でシリアルに転送され、内蔵されたレジスタのワードアドレスは、各レジスタのデータの読み出しまたは書き込みを行ってから自動的にインクリメントされます。

年、月、日、曜日、時、分、秒のような基本的なRTCの機能にくわえて、RR-3149-C3は様々な用途に使用できるアラーム、タイマ割り込み機能、CLKOUT周波数選択機能、低電圧ディテクタを備えています。

1.2. 用途

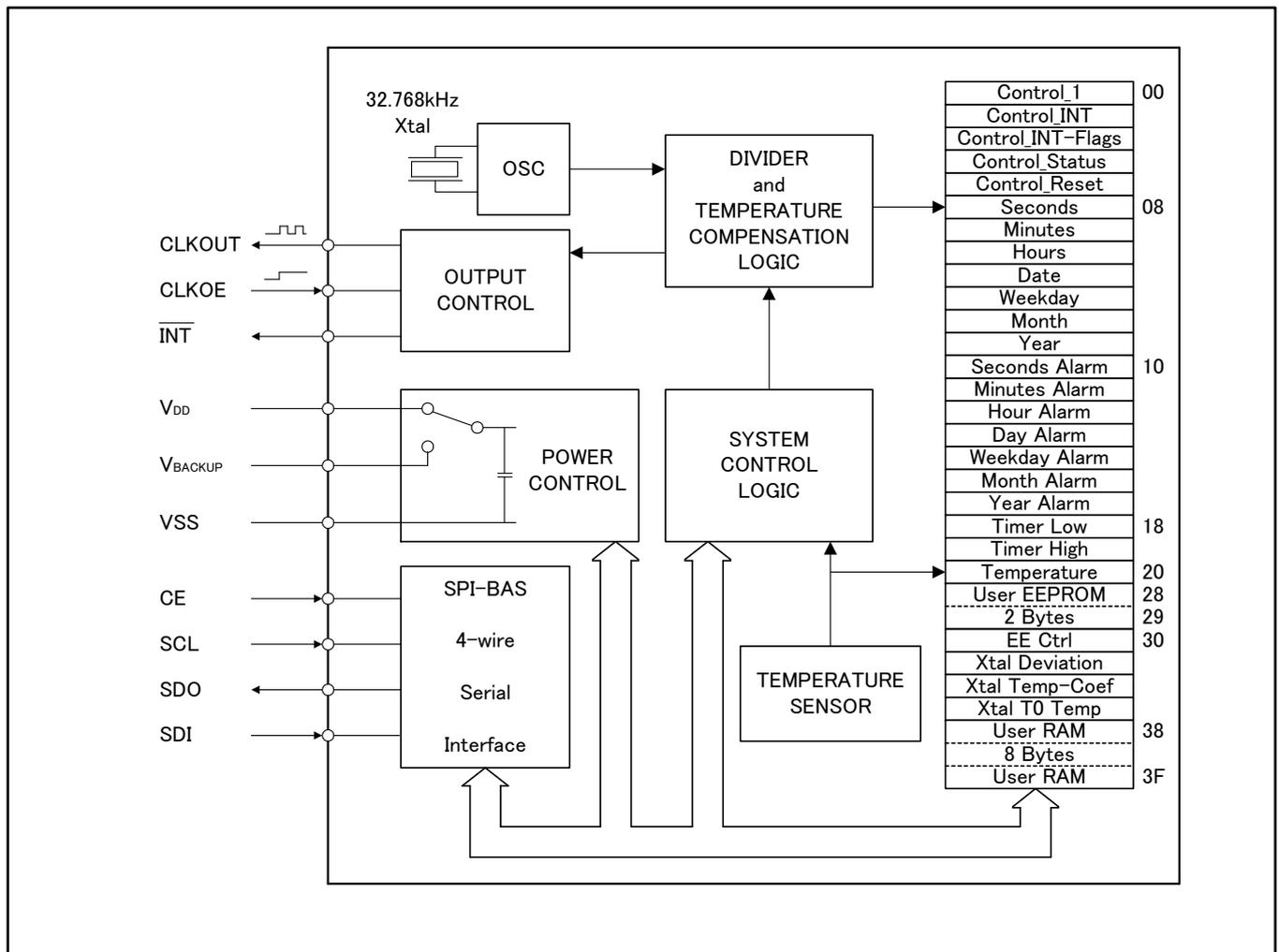
RR-3149-C3 RTCモジュールは小型のセラミックパッケージに突出した性能のキーファンクションを備えています。

- ・ 工場補正済みの温度補償機能
- ・ TA:-40~85°C、TB:-40~125°Cの広い使用温度範囲
- ・ 低消費電流
- ・ 水晶振動子内蔵型の世界最小の温度補償機能付きRTCモジュール

この特徴により、様々な用途にご使用頂くことができます。

- 車載：カーナビ/ダッシュボード/スピードメータ/エンジン制御/カーステレオ
- 通信：ワイヤレスセンサ、タグ/携帯電話/その他通信設備
- 計測：電気メータ/温度計/スマートメータ/PVコンバータ
- 屋外：ATM/POS/発券システム
- 医療：グルコースメータ/ヘルスマニタリング
- 安全：監視カメラ/セキュリティ
- 民生：ギャンブル用機器/A V機器/白物家電
- 自動化：データロガー/家庭用、工場用自動化システム/流通システム

2. ブロックダイアグラム



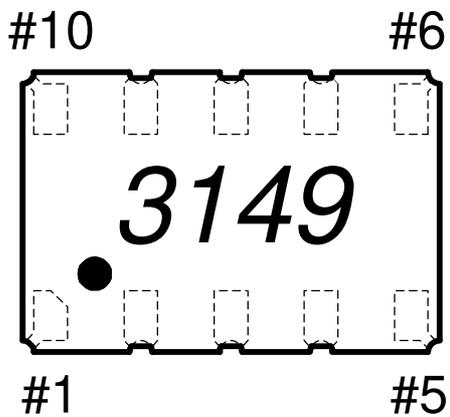
RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



2.1. 端子配置

C3 パッケージ:



#1	CLKOE	#10	SDI
#2	V _{DD}	#9	V _{BACKUP}
#3	CLKOUT	#8	CE
#4	SCL	#7	$\overline{\text{INT}}$
#5	SDO	#6	V _{SS}

2.2. 端子詳細

記号	端子#	詳細
CLCOE	1	クロック出力有効化端子：アクティブ HIGH、この端子に LOW レベル信号が入力されると CLKOUT 無効化
V _{DD}	2	主電源供給端子；電圧変動が発振器に影響を与える可能性があるため、0.01μFのパスコンをデバイスのできるだけ近くに接続
CLKOUT	3	CLKOUT出力端子；CLKOUT出力と割り込み出力を切り替え可能(コントロール_1; ビット7; Clk/Int) CLKOUT 機能時はプッシュプル出力 / 割り込み機能時はオープンドレインでプルアップ抵抗が必要
SCL	4	SPI 通信用シリアルクロック入力端子；CE 端子で無効化されている場合、フロート
SDO	5	SPI 通信用シリアルデータ出力端子；無効化されている場合、ハイインピーダンス。SDI 端子とまとめて双方向ラインとして使用可
V _{SS}	6	グランド端子
INT	7	割り込み出力端子アクティブ LOW,オープンドレイン
CE	8	チップ有効化端子；アクティブ HIGH
V _{BACKUP}	9	バックアップ電源供給端子；バックアップ電源を使用しない時は GND に接続
SDI	10	SPI 通信用シリアルデータ入力端子。CE ビットで無効化されている場合、フロート。SDO 端子とまとめて双方向ラインとして使用可

2.3. 機能概要

RR-3149-C3は温度補正回路を搭載した高精度なリアルタイムクロック・カレンダーモジュールです。内蔵されたサーモメータで温度を測定し、デジタル温度補償回路(DTCXO)により正確で工場補正された水晶振動子のパラメータに基づいて適切な補正值を計算することによって、時刻精度を向上させています。32.768kHzのクロックパルスを加算または減算することによって、25°Cでの時刻精度と使用温度範囲内の周波数温度特性を補正しています。年、月、日、曜日、時、分、秒カウンタといった標準的なRTC機能に加えて、RR-3149-C3は様々な用途に使用できるアラーム・タイマ割り込み機能、クロックアウト周波数の選択機能、電圧低下ディテクタ付きバックアップ電源切り替え回路、ビットレート1MHzのSPIインターフェースを備えています。

このCMOS-ICは、6つのメモリページに分けられた30個の8ビットRAMレジスタを備えており、自動インクリメントの際は、アドレスカウンタは同じメモリページ内を循環します。30個のレジスタは全てアクセス可能な8ビットレジスタとして備えられていますが、機能を割り振られていないビットも存在します。

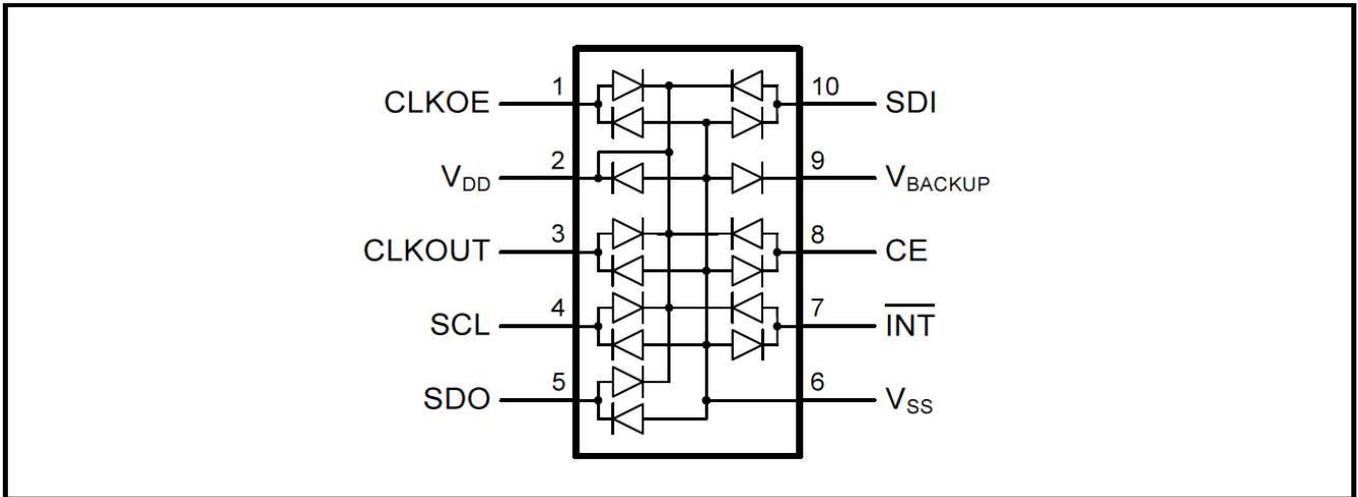
- メモリページ#00 は、コントロールレジスタとして使用される5個のレジスタ（メモリアドレス00h~04h）を備えています。
- メモリページ#01は、時刻・日付カウンタ（秒~年）として使用される7個のレジスタ(メモリアドレス08h~0Eh)を備えています。秒、分、時、日、曜日、月、年レジスタは全てBCD形式で定義されています。時刻・日付カウンタを読み出す場合、読み出し中にカウント値が増加することを避けるために、全てのカウンタがフリーズされます。
- メモリページ#02は、アラーム設定を行う7個のレジスタ(メモリアドレス10h~16h)を備えています。
- メモリページ#03は、タイマ設定を行う2個のレジスタ(メモリアドレス18h,19h)を備えています。
- メモリページ#04は、サーモメータの読み取り値を保持するレジスタ(メモリアドレス20h)を備えています。
- メモリページ#07は、ユーザーRAMとして使用できる8個のレジスタ(メモリアドレス38h~3Fh)を備えています。

加えて、このCMOS-ICは、2つのメモリページに分けられた6個の不揮発な8ビットEEPROMレジスタを備えており、自動インクリメントの際は、アドレスカウンタは同じメモリページ内を循環します。

- EEPROM ページ#05 は、ユーザーEEPROMとして使用できる2個のレジスタ(メモリアドレス28h,29h)を備えています。
- EEPROM ページ#06 は、不揮発コントロールレジスタとして使用される4個のレジスタ(メモリアドレス30h~33h)を備えています。これらのレジスタは、水晶振動子の温度特性、室温での周波数偏差、温度補正值が工場設定済みです（デフォルト値は個別に設定されています）。

高い時刻精度をお望みであれば、これらの工場設定されたレジスタ（メモリアドレス31h~33h）の値を変更しないでください。もし変更する場合は、温度補正機能について十分にご理解頂いた上で行ってください。

2.4.保護回路



3. レジスタ構成

レジスタはメモリページ毎に分類されています。メモリページは上位5ビット（ビット7~3）に割り当てられ、下位3ビット（ビット2~0）でアクセスするレジスタを選択します。30個のRAMレジスタが6つのメモリページに、6個のEEPROMレジスタが2つのメモリページに分けられています。

インターフェースアクセス中、メモリページアドレス（ビット7~3）は固定され、レジスタアドレス（ビット2~0）のみが自動インクリメント中に循環します。

時刻・日付カウンタを読み出す場合、読み出し中にカウンタ値が増加することを避けるために、全てのカウンタがフリーズされます。

クロック・アラームページにあるカウンタレジスタは簡単にお使いいただけるようBCD形式で定義されています。他のレジスタはビット単位または2進数で定義されています。

3.1. レジスタ概要

アドレス			機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ページ	レジスタ	16進数									
Bit7~3	Bit2~0										
コントロール ページ 00000	000	00h	コントロール-1	Clk/ Int	TD1	TD0	SR0n	EERE	TAR	TE	WE
	001	01h	コントロール- 割り込み	X	X	X	SR1E	V21E	V11E	T1E	A1E
	010	02h	コントロール- 割り込みフラグ	X	X	X	SRF	V21F	V11F	TF	AF
	011	03h	コントロール- ステータス	EE busy	X	PON	SR	V2F	V1F	X	X
	100	04h	コントロール- リセット	X	X	X	SysR	X	X	X	X
時刻・日付ペー ジ 00001	000	08h	秒カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
	001	09h	分カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
	010	0Ah	時カウンタ	X	12- 24	20- PM	10	8	4	2	1
	011	0Bh	日カウンタ	X	X	20	10	8	4	2	1
	100	0Ch	曜日カウンタ	X	X	X	X	X	4	2	1
	101	0Dh	月カウンタ	X	X	X	10	8	4	2	1
	110	0Eh	年カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
アラームページ 00010	000	10h	秒アラーム	AE-S	40	20	10	8	4	2	1
	001	11h	分アラーム	AE- Mi	40	20	10	8	4	2	1
	010	12h	時アラーム	AE-H	X	20- PM	10	8	4	2	1
	011	13h	日アラーム	AE-D	X	20	10	8	4	2	1
	100	14h	曜日アラーム	AE- W	X	X	X	X	4	2	1
	101	15h	月アラーム	AE- Mo	X	X	10	8	4	2	1
	110	16h	年アラーム	AE-Y	40	20	10	8	4	2	1
タイマページ 00011	000	18h	タイマ下位	128	64	32	16	8	4	2	1
	001	19h	タイマ上位	128	64	32	16	8	4	2	1
温度ページ 00100	000	20h	温度	128	64	32	16	8	4	2	1
ユーザーEEPROM 00101	000	28h	ユーザー EEPROM	自由にご使用いただける2バイトのEEPROMです。							
	001	29h	ユーザー EEPROM								
EEPROM コントロール ページ 00110	000	30h	EEPROM コントロール	R80k	R20k	R5k	R1k	FD1	FD0	ThE	ThP
	001	31h	X'tal オフセット	Sign	64	32	16	8	4	2	1
	010	32h	X'tal 温度係数	128	64	32	16	8	4	2	1
	011	33h	X'tal 頂点温度	X	X	32	16	8	4	2	1
RAMページ 00111	000	38h	ユーザーRAM	自由にご使用いただける8バイトのRAMです。							
	:	:									
	111	3Fh									

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.2. コントロールページレジスタの機能

3.2.1. コントロール_1 (アドレス 00h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00h	コントロール 1	Clk/Int	TD0	TD1	SROn	EERE	TAR	TE	WE
ビット	記号	値	説明						参照
7	Clk/Int	0	CLKOUT 端子に割り込み信号を出力						4.9.節参照
		1	CLKOUT 端子に矩形波クロック信号を出力						
6	TD1	00	内部カウントダウンタイマのクロックソース周波数 を選択						4.4.節参照
		01							
5	TD0	10							
		11							
4	SROn	0	セルフリカバリ機能無効化						4.8.節参照
		1	セルフリカバリ機能有効化						
3	EERE	0	EEPROM 自動リフレッシュ(1時間毎)無効化						4.3.節参照
		1	EEPROM 自動リフレッシュ(1時間毎)有効化						
2	TAR	0	カウントダウンタイマ自動リロード機能無効化						4.4.節参照
		1	カウントダウンタイマ自動リロード機能有効化						
1	TE	0	カウントダウンタイマ無効化						4.4.節参照
		1	カウントダウンタイマ有効化						
0	WE	0	時刻カウント用 1Hz クロック無効化						4.7.節参照
		1	時刻カウント用 1Hz クロック有効化						

3.2.2. コントロール_割り込み(アドレス 01h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
01h	コントロール _割り込み	X	X	X	SRIE	V2IE	V1IE	TIE	AIE
ビット	記号	値	説明						参照
7~5	Unused	X	未使用						
4	SRIE	0	セルフリカバリ割り込み無効化						4.8.節参照
		1	セルフリカバリ割り込み有効化						
3	V2IE	0	電圧低下検出閾値割り込み 2(V _{LOW2})無効化						4.1.2.項参照
		1	電圧低下検出閾値割り込み 2(V _{LOW2})有効化						
2	V1IE	0	電圧低下検出閾値割り込み 1(V _{LOW1})無効化						4.1.2.項参照
		1	電圧低下検出閾値割り込み 1(V _{LOW1})有効化						
1	TIE	0	カウントダウンタイマ割り込み無効化						4.4.1.項参照
		1	カウントダウンタイマ割り込み有効化						
0	AIE	0	アラーム割り込み無効化						4.5.1.項参照
		1	アラーム割り込み有効化						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.2.3. コントロール_割り込みフラグ(アドレス 02h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
02h	コントロール_割り込みフラグ	X	X	X	SRF	V2IF	V1IF	TF	AF
ビット	記号	値	説明						参照
7~5	Unused	X	未使用						
4	SRF	0	セルフリカバリ割り込み未検出						4.8.節参照
		1	デットロックの可能性を検出したとき、セルフリカバリ割り込みが発生：割り込みをクリアする時は、フラグをクリア						
3	V2IF	0	電圧低下検出閾値 2(V _{Low2})割り込み未検出						4.1.2.項参照
		1	供給電圧が電圧低下検出閾値 2(V _{Low2})より低下したとき、V _{Low2} 割り込みが発生						
2	V1IF	0	電圧低下検出閾値 1(V _{Low1})割り込み未検出						4.1.2.項参照
		1	供給電圧が電圧低下検出閾値 1(V _{Low1})より低下したとき、V _{Low1} 割り込みが発生						
1	TF	0	カウントダウンタイマ割り込み未検出						4.4.1.項参照
		1	カウントダウンタイマ値が 0 に到達した時、カウントダウンタイマ割り込みが発生						
0	AF	0	アラーム割り込み未検出						4.5.1.項参照
		1	時刻・日付カウント値がアラーム設定値と一致した時アラーム割り込みが発生						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.2.4. コントロール_ステータス (アドレス 03h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
03h	コントロール_ステータス	EEbusy	X	PON	SR	V2F	V1F	X	X
ビット	記号	値	説明						参照
7	EEbusy	0	EEPROM が busy 状態でない						4.3.節参照
		1	EEPROM が書き込み中、または自動リフレッシュ中のとき、フラグをセット						
6	Unused	X	未使用						
5	PON	0	パワーオンリセット未検出						4.1.節参照
		1	電源投入時にフラグをセット。フラグをクリアするために必ず 0 を書き込むこと						
4	SR	0	セルフリカバリリセット、またはシステムリセット未検出						4.2.1.項参照
		1	セルフリカバリリセット、またはシステムリセットが実行された時フラグをセット						
3	V2F	0	供給電圧が電圧低下検出閾値 2(V _{Low2})以上						4.1.節参照
		1	供給電圧が電圧低下検出閾値 2(V _{Low2})未満						
2	V1F	0	供給電圧が電圧低下検出閾値 1(V _{Low1})以上						4.1.節参照
		1	供給電圧が電圧低下検出閾値 1(V _{Low1})未満						
1~0	Unused	X	未使用						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

- 1) セルフリカバリシステムリセットが実行されたのち、SRFフラグが1にセットされます。
- 2) パワーオンリセットが実行されたのち、PONフラグが1にセットされます。
- 3) システムリセットまたはセルフリカバリリセットが実行されたのち、SRフラグが1にセットされます。

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

3.2.5. コントロール_リセット(アドレス 04h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
04h	コントロール_リセット	X	X	X	SysR	X	X	X	X
ビット	記号	値	説明						参照
7~5	Unused	X	未使用						4.2.1.項参照
4	SysR	0	システムリセット未実行						
		1	システムリセット実行時1にセット。システムリスタート後、SysRビットがクリアされ、コントロール_ステータスレジスタ(03h)のSRフラグ(ビット4)がセットされる。						
3~0	Unused	X	未使用						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.3. 時刻・日付ページレジスタの機能

時刻・日付ページレジスタは、簡単にお使いいただくために、BCD形式で定義されています。

3.3.1. 秒、分、時、日、曜日、月、年カウンタレジスタ

秒カウンタレジスタ (アドレス 08h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
08h	秒カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	Unused	X	未使用						
6~0	Seconds	00~59	現在の秒カウント値をBCD形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

分カウンタレジスタ (アドレス 09h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
09h	分カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	Unused	X	未使用						
6~0	Minutes	00~59	現在の分カウント値をBCD形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

時カウンタレジスタ (アドレス 0Ah...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Ah	時カウンタ	X	12/24	20/PM	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	Unused	X	未使用						
6	12/24	0	24時間モード						
		1	12時間モード						
24時間モード									
5~0	Hours	0~23	現在の時カウント値をBCD形式で保持						
12時間モード									
5	20/PM	0	午前						
		1	午後						
4~0	Hours	1~12	現在の時カウント値をBCD形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き

リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

日カウンタレジスタ (アドレス 0Bh...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Bh	日カウンタ	X	X	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~6	Unused	X	未使用						
5~0	Days	01~31	現在の日カウント値を BCD 形式で保持 ¹⁾						

1) 年カウント値が 00 を含む 4 の倍数のとき、2 月 29 日を追加。

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

曜日カウンタレジスタ (アドレス 0Ch...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Ch	曜日カウンタ	X	X	X	X	X	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~3	Unused	X	未使用						
2~0	Weekdays	1~7	現在の曜日カウント値を BCD 形式で保持 ¹⁾						

曜日 ¹⁾	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
日曜	X	X	X	X	X	0	0	1
月曜	X	X	X	X	X	0	1	0
火曜	X	X	X	X	X	0	1	1
水曜	X	X	X	X	X	1	0	0
木曜	X	X	X	X	X	1	0	1
金曜	X	X	X	X	X	1	1	0
土曜	X	X	X	X	X	1	1	1

1) 再設定可能

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

月カウンタレジスタ (アドレス 0Dh...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Dh	月カウンタ	X	X	X	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~5	Unused	X	未使用						
4~0	Months	1~12	現在の曜日カウント値を BCD 形式で保持 ¹⁾						

月	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
1 月	X	X	X	0	0	0	0	1
2 月	X	X	X	0	0	0	1	0
3 月	X	X	X	0	0	0	1	1
4 月	X	X	X	0	0	1	0	0
5 月	X	X	X	0	0	1	0	1
6 月	X	X	X	0	0	1	1	0
7 月	X	X	X	0	0	1	1	1
8 月	X	X	X	0	1	0	0	0
9 月	X	X	X	0	1	0	0	1
10 月	X	X	X	1	0	0	0	0
11 月	X	X	X	1	0	0	0	1
12 月	X	X	X	1	0	0	1	0

1) 年カウント値が 00 を含む 4 の倍数のとき、2 月 29 日を追加。

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

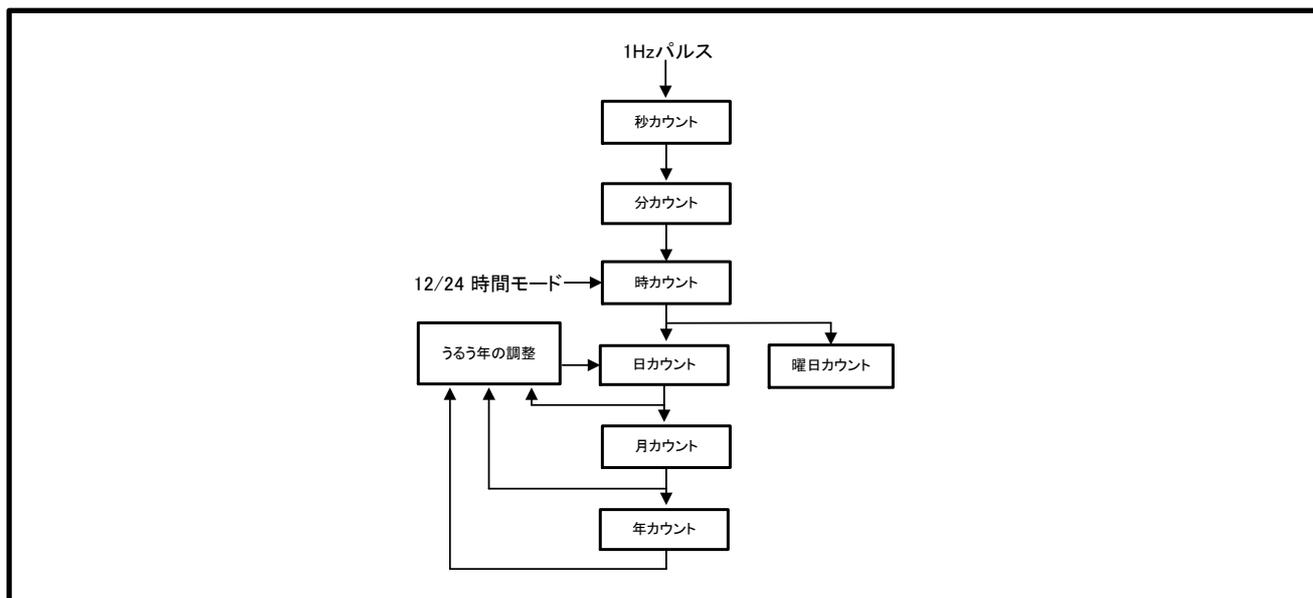
年カウンタレジスタ (アドレス 0Eh...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0Eh	年カウンタ	X	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~6	Unused	X	未使用						
5~0	Years	00~79	現在の年カウント値を BCD 形式で保持 ¹⁾						

1) 年カウント値が 00 を含む 4 の倍数のとき、2 月 29 日を追加。

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.3.2. 時刻・日付カウンタのデータフロー



3.4. アラームページレジスタの機能

アラームページレジスタは、アラーム設定情報を保持します。

これらのレジスタのうち1つ以上に、有効な秒、分、時、日、曜日、月、年データがロードされ、対応するアラーム有効化ビット(AE_X)が1にセットされている時、アラームレジスタの値は現在の時刻・日付ページレジスタの値と比較されます。

全ての有効化されたアラーム設定が初めてマッチングして、アラーム割り込み有効化ビットAIE(コントロール_割り込みレジスタ,ビット0)が1にセットされていた場合、AFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ,ビット0)が1にセットされ、INT端子に割り込み信号が発生します。

対応するアラーム有効化ビットAE_Xが0にセットされているアラームレジスタの値は無視されます。

3.4.1. 秒、分、時、日、曜日、月、年アラームレジスタ

秒アラームレジスタ (アドレス 10h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
10h	秒アラーム	AE_S	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_S	0	秒アラーム無効化						
		1	秒アラーム有効化						
6~0	Seconds Alarm	00~59	秒アラーム値を BCD 形式で保持						

分アラームレジスタ (アドレス 11h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
11h	分アラーム	AE_Mi	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_Mi	0	分アラーム無効化						
		1	分アラーム有効化						
6~0	Minutes Alarm	00~59	分アラーム値を BCD 形式で保持						

時アラームレジスタ (アドレス 12h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
12h	時アラーム	AE_H	X	20/PM	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_H	0	時アラーム無効化						
		1	時アラーム有効化						
6	Unused	X	未使用						
24 時間モード									
5~0	Hours Alarm	0~23	時アラーム値を BCD 形式で保持						
12 時間モード									
5	20/PM	0	午前						
		1	午後						
4~0	Hours Alarm	1~12	時アラーム値を BCD 形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

日アラームレジスタ (アドレス 13h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
13h	日アラーム	AE_D	X	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_D	0	日アラーム無効化						
		1	日アラーム有効化						
6	Unused	X	未使用						
5~0	Days Alarm	1~31	日アラーム値を BCD 形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

曜日アラームレジスタ (アドレス 14h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
14h	曜日アラーム	AE_W	X	X	X	X	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_W	0	曜日アラーム無効化						
		1	曜日アラーム有効化						
6~3	Unused	X	未使用						
2~0	Weekdays Alarm	1~7	曜日アラーム値を BCD 形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

月アラームレジスタ (アドレス 15h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
15h	月アラーム	AE_Mo	X	X	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_Mo	0	月アラーム無効化						
		1	月アラーム有効化						
6~5	Unused	X	未使用						
4~0	Months Alarm	1~12	月アラーム値を BCD 形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

年アラームレジスタ (アドレス 16h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
16h	年アラーム	AE_Y	40	20	10	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	AE_Y	0	年アラーム無効化						
		1	年アラーム有効化						
6~0	Years Alarm	00~79	年アラーム値を BCD 形式で保持						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

3.5. タイマページレジスタの機能

タイマページは16ビットのカウントダウンタイマ値を構成する2つのレジスタを備えています。

カウントダウンタイマ値(アドレス18h/19h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
18h	タイマ値下位	128	64	32	16	8	4	2	1
19h	タイマ値上位	128	64	32	16	8	4	2	1
アドレス	記号	値	説明						参照
18h	Timer low	1~255	カウントダウンタイマ値の下位 8 ビットを 2 進数で保持						
19h	Timer high	0~255	カウントダウンタイマ値の上位 8 ビットを 2 進数で保持						

3.6. 温度ページレジスタの機能

温度ページレジスタはサーモメータでの温度測定結果を-60°C(=0d)から+190°C(=250d)までの範囲で保持します。(0°C=60d)

読み出し・書き込みアクセス中、読み出しエラーを防止するために、温度レジスタの値はキャッシュメモリ中に保持されます。

Theビット(EEPROM_コントロールレジスタ,ビット1)を0にセットしてサーモメータを無効化すると、温度レジスタ(アドレス20h)に書き込みを行うことができます。

温度レジスタ(アドレス20h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
20h	温度	128	64	32	16	8	4	2	1
アドレス	記号	値	説明						参照
20h	Temperature	0~250	現在の温度を 2 進数で保持						

3.7. ユーザーEEPROMページレジスタの機能

ユーザーEEPROMページはお客様自身が自由にお使いいただける2つの不揮発EEPROMレジスタを備えています。

EEPROMレジスタの読み出し/書き込み方法の詳細は4.3節 EEPROMメモリへのアクセス をご参照ください。

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
28h	ユーザーEEPROM	128	64	32	16	8	4	2	1
29h	ユーザーEEPROM	128	64	32	16	8	4	2	1
アドレス	記号	値	説明						参照
28h	User EEPROM	0~255	自由にご使用いただける 2 バイトの EEPROM です。						
29h	User EEPROM	0~255							

3.8. EEPROMコントロールページレジスタの機能

EEPROMコントロールページは4つの不揮発EEPROMレジスタを備えています。

EEPROMコントロールレジスタは、トリクルチャージャー(ビット7~4)、CLKOUT周波数(ビット3~2)、サーモメータ(ビット1~0)の設定ができます。

XTALオフセット、XTAL温度係数、XTAL頂点温度レジスタは工場補正されて、全使用温度範囲にわたって周波数精度を補正するように個別にパラメータを入力しています。

EEPROMレジスタの読み出し/書き込み方法の詳細は4.3節 EEPROMメモリへのアクセスをご参照ください。

3.8.1. EEPROMコントロール (アドレス 30h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
30h	EEPROM コントロール	R80k	R20k	R5k	R1k	FD1	FD0	ThE	ThP
ビット	記号	値	説明						参照
7	R80k	0	トリクルチャージャーに 80kΩ の抵抗を接続しない						4.1.節参照
		1	トリクルチャージャーに 80kΩ の抵抗を接続する						
6	R20k	0	トリクルチャージャーに 20kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャーに 20kΩ の抵抗を接続する						
5	R5k	0	トリクルチャージャーに 5kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャーに 5kΩ の抵抗を接続する						
4	R1k	0	トリクルチャージャーに 1.5kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャーに 1.5kΩ の抵抗を接続する						
3	FD1	00	CLKOUT 出力周波数を選択						4.9.節参照
		01							
2	FD0	10							
		11							
1	ThE	0	サーモメータ無効化						5.2.1 項参照
		1	サーモメータ有効化						
0	ThP	0	温度測定間隔を 1 秒に設定						5.2.1 項参照
		1	温度測定間隔を 16 秒に設定						

3.8.2. XTALオフセットレジスタ (アドレス 31h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
31h	XTAL オフセッ ト	Sign	64	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7	sign	0	符号-。頂点温度での周波数を遅らせる方向にシフト						5.2.2.節参照
		1	符号+。頂点温度での周波数を進ませる方向にシフト						
6~0	XTAL offset ¹⁾	0~121	周波数オフセット補正值						

3.8.3. XTAL温度係数レジスタ (アドレス 31h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
32h	XTAL 温度係数	128	64	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~0	XTAL Coef ¹⁾	0~255	水晶振動子の周波数温度特性の2次温度係数						5.2.2.節参照

1)XTAL温度係数レジスタの値は水晶振動子の温度偏差によって工場で設定されています。高い時刻精度を保つために、このレジスタの値を変更することはご遠慮ください。

3.8.4.XTAL頂点温度レジスタ (アドレス 33h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
33h	XTAL 頂点温度	X	X	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						参照
7~6	Unused	X	未使用						5.2.2.節参照
6~0	XTAL T ₀ ¹⁾	4~67	水晶振動子の周波数温度特性の頂点温度(°C)						

1) XTAL頂点温度レジスタの値は水晶振動子の初期周波数偏差によって工場で設定されています。高い時刻精度を保つために、このレジスタの値を変更することはご遠慮ください。

3.9. RAMデータページレジスタの機能

RAMデータページはお客様ご自身が自由にご使用いただける8個のRAMレジスタを備えています。

ユーザーRAMデータレジスタ(アドレス38h~3Fh...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
38h	ユーザーRAM	128	64	32	16	8	4	2	1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
3Fh	ユーザーRAM	128	64	32	16	8	4	2	1
アドレス	記号	値	説明						参照
38h	User RAM	0~255	自由にご使用いただける8バイトのRAMです。						
:	:	:							
3Fh	User RAM	0~255							

4. 機能詳細

4.1.電源投入、パワーマネジメント、バックアップ電源切り替え

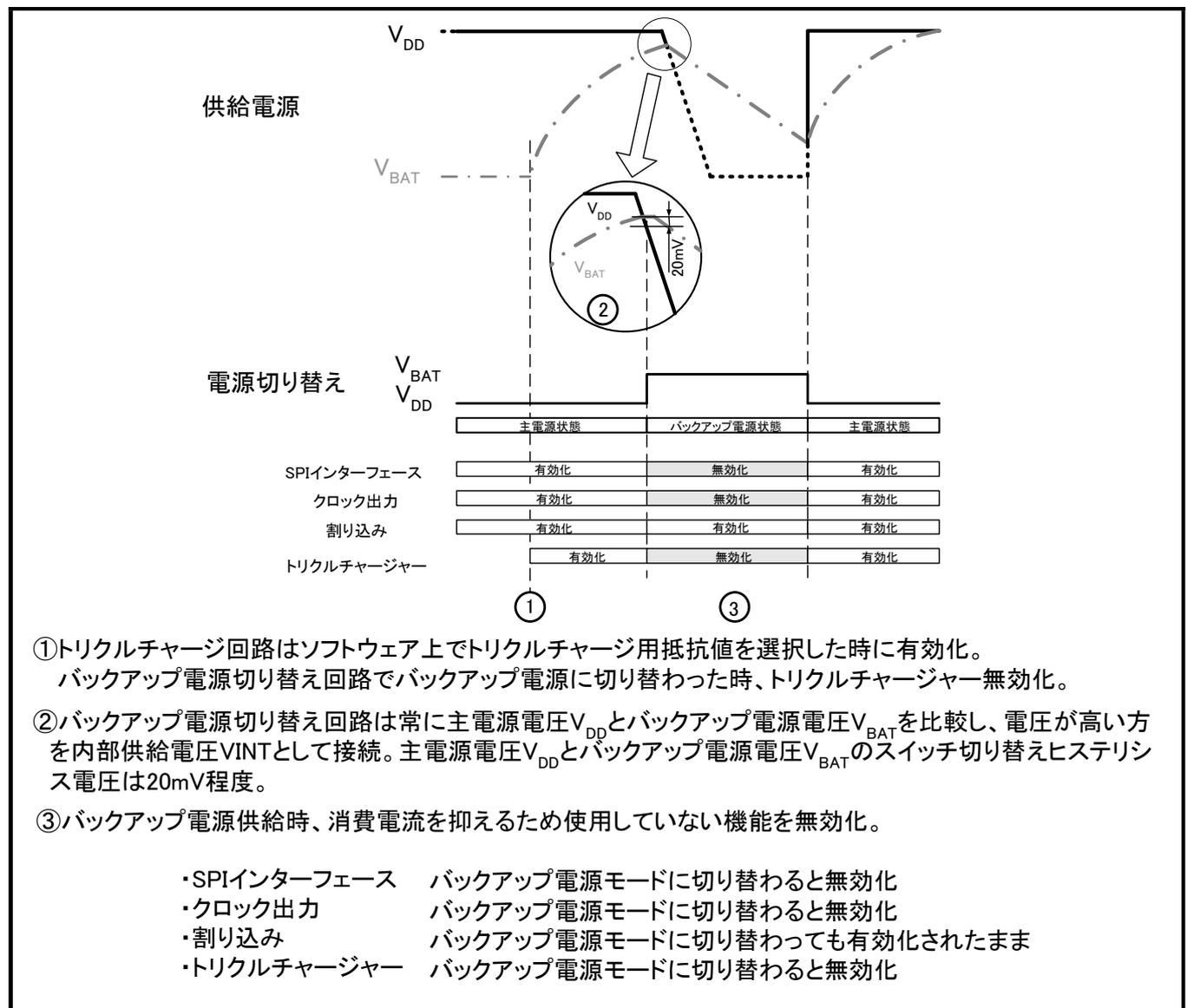
RR-3149-C3は2つの電源供給端子を備えています。

- ・主電源入力端子 V_{DD}
- ・バックアップ電源入力端子 V_{BACKUP}

RR-3149-C3は複数のパワーマネジメント機能を備えています。

- ・主電源からバックアップ電源への自動切り替え機能。スイッチ切り替えヒステリシス20mVでどちらか電圧が高い方が自動的に選択される。
- ・対応するコントロールビットが有効化されたとき、供給電圧が低電圧検出閾値 V_{Low1} , V_{Low2} に達した時に割り込みを発生。
- ・供給電圧が下がったことを検出すると、必要最低限の機能以外を自動的に無効化。
- ・バックアップ電源モード時、インターフェースとCLKOUTが自動的に無効化。
- ・バックアップ電源にバッテリーを使用するかスーパーキャパシタを使用するかによってトリクルチャージャーの設定を変更可能。

バックアップ電源自動切り替え時に使用しない機能を自動的に無効化



4.1.1. 電源投入シーケンス

本製品は主電源 V_{DD} とバックアップ電源 V_{BACKUP} の両方から電源を投入できます。

電源投入時、以下の電源投入シーケンスが実行されます：

- 電源自動切り替え回路が主電源電圧 V_{DD} とバックアップ電源電圧 V_{BACKUP} を比較して、電圧が高い方から電源を投入。
- 電源投入時、供給電圧が閾値に達するまではリセット状態を維持。一旦供給電圧が閾値を超えると、リセットが実行され、レジスタに4.2.2項、レジスタリセット値一覧にある値がロードされる。
- リセットが実行されレジスタにレジスタリセット値がロードされた後、PONフラグ（コントロールステータスレジスタ ビット5）が1にセットされる。このあと、このビットに0を書き込んでPONフラグを解除する必要あり。
- 供給電圧が発振器起動電圧に到達すると、500ms以内に32.768kHz音叉型水晶発振器が発振安定状態に入る。
- 32.768kHzクロックが発振安定状態になると、供給電圧をモニタリングするために電圧ディテクタがファーストモードで起動、電圧のモニタリングレートが速いので消費電流がわずかに上昇。
- 供給電圧が閾値電圧 V_{Low2} より上がった時、ファーストモードでの電圧モニタリングが停止し（モニタリングレートが1秒間隔に切り替わる）、EEPROMの読み出しが有効化。
- コンフィグレーションレジスタにEEPROMコントロールページからコンフィグレーションデータがロードされ、V1F,V2Fビットが0にリセットされる。
- Theビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット1)が1にセットされて有効化されている場合、温度測定が行われ、周波数の温度補正值を計算。
- RR-3149-C3の全機能が使用可能になる；正しい時刻・日付情報を対応するレジスタにロードし、PONフラグ(コントロールステータスレジスタ ビット5)に0を書き込んでクリアする必要あり。

注記 1:

電源投入過程中、電圧低下ディテクタは消費電流が多いファーストモードで電圧をモニタリングしています。投入電圧が電圧閾値 V_{Low2} より高くなると、V1F,V2Fフラグがクリアされ、消費電流を抑えるため電圧モニタリングレートが1秒間隔に設定されます。

電源電圧の立ち上がり特性が遅い場合は、V1F及びV2Fフラグがクリアされず温度センサが00hのまま停止となってしまう場合があります。このような場合は、サーモメータと温度補償を動作させる為に必ずV1F及びV2Fフラグをクリアしてご使用ください。

注記 2:

PON,V1F,V2Fフラグの意味の違いにご注意ください。

PON

PONフラグはパワーオンリセット実行後にセットされます。

- 時刻/日付情報が正しくないことを示しています。

V1F

V1Fフラグは、供給電圧が電圧閾値 V_{Low1} より低くなった時にセットされます。

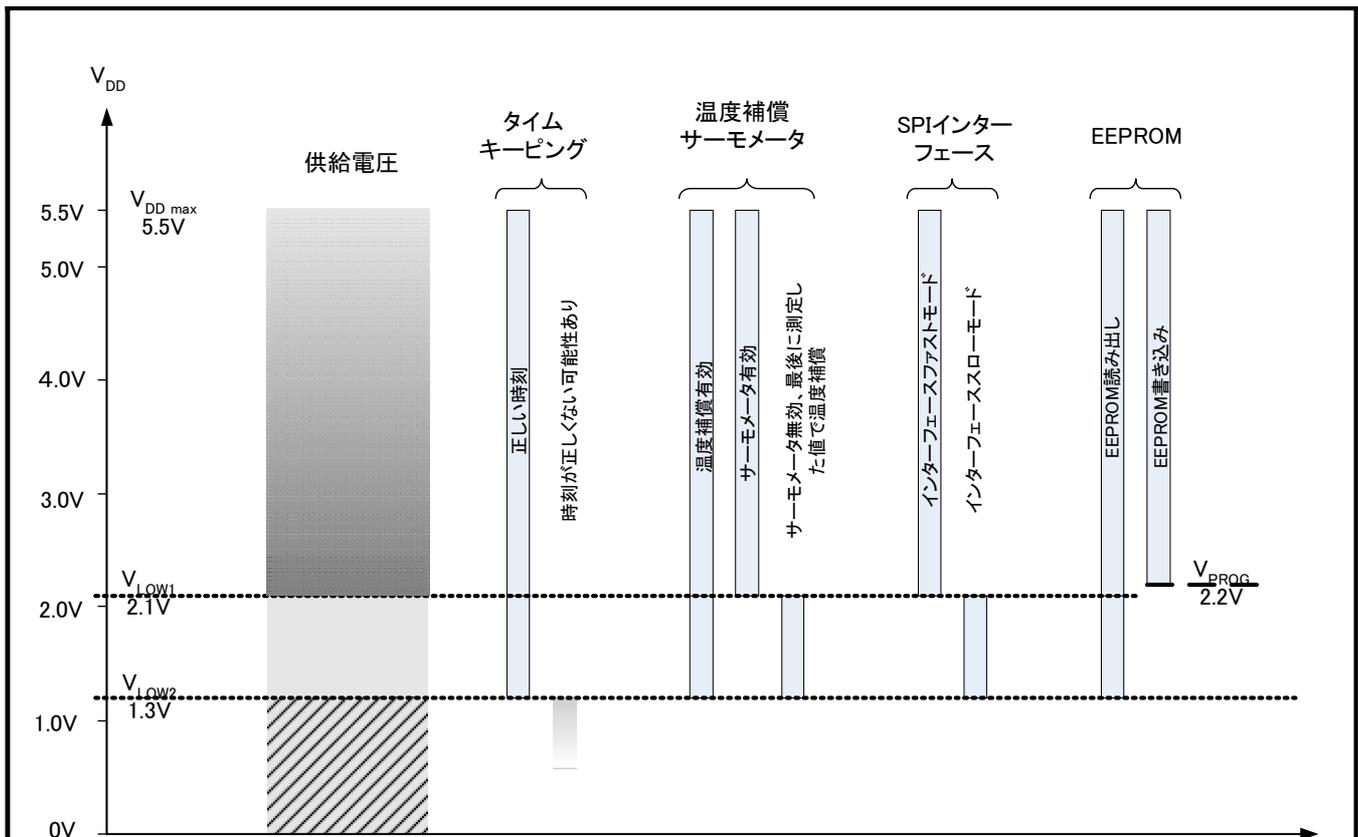
- 電圧低下によりサーモメータが無効化され、最後に測定された温度を元に温度補償を行っているために時刻精度が悪くなっていることを示しています。

V2F

V2Fフラグは、供給電圧 V_{Low2} より下がったときにセットされます。

- 電圧低下により発振器が停止し、時刻/日付情報が正しくなくなっている可能性を示しています。

各機能の起動に必要な最低電圧と低電圧モニタリング



最初に電源投入したとき、RR-3129-C3の全機能を有効化するために、供給電圧を閾値 V_{LOW1} より高くする必要があります。

タイムキーピング機能

時刻・日付を正しくカウントし続けるには、全使用温度範囲で32.768kHz発振器が安全に動作している必要があります。時刻精度は電圧が閾値 V_{LOW2} に下がるまで保証され、それより電圧が下がると32.768kHz発振器が停止して時刻・日付カウントが正しくなくなる可能性があります。

温度補償

周波数校正ユニット(FCU)電圧閾値 V_{LOW2} に下がるまで動作し続けます。サーモメータは電圧閾値 V_{LOW1} より高くなると動作します。供給電圧が電圧閾値 V_{LOW1} より低くなると、自動的にサーモメータが停止し、温度レジスタに最後に保存された温度値を現在の温度として読み出します。周波数校正ユニットは供給電圧が V_{LOW1} より低くなっても、読み出された温度値を元に温度補償をし続けます。サーモメータのフリーズを解除するには、V1F/V2Fフラグをクリアする必要があり、デバイスには2.1V以上の最小電源電圧が必要です。

SPIインターフェース:

SPIインターフェースは電圧閾値 V_{LOW1} に下がるまで最大SCLクロックレートで動作します。供給電圧が V_{LOW1} と V_{LOW2} の間になると、SCLクロックレートを下げて通信を行います。

EEPROMの読み出し、書き込み

EEPROMからの読み出しは供給電圧が閾値 V_{LOW2} に下がるまで可能です。
EEPROMへの書き込みは、最低書き込み可能電圧 V_{PROG} (2.2V)に下がるまで可能です。

4.2. リセット

リセットは以下の3つの方法で実行できます。

- ・パワーオンリセット(電源投入時に自動的にリセット)
- ・システムリセット；ソフトウェアでコマンドを送信してリセット
- ・セルフリカバリシステムリセット；ソフトウェアで有効化され、デットロックが発生している可能性がある場合に自動的にリセット

4.2.1. パワーオンリセット、システムリセット、セルフリカバリシステムリセット

パワーオンリセット:

電源投入時に自動的にリセットが発動します。パワーオンリセットが実行されると、PONフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット5)が1にセットされ、このフラグはあとで0を書き込んでクリアする必要があります。

システムリセット:

システムリセットはSysRビット(コントロール_リセットレジスタ ビット4)に1をセットした時に発動します。システムリセットが実行されると、SRフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット4)が1にセットされ、このフラグはあとで0を書き込んでクリアする必要があります。

通常、電源投入後にソフトウェアによりシステムリセットを実行することを推奨します。

注記:

4.2.2.項のレジスタリセット値をよくお読みください。リセットが実行されたあと、セルフリカバリシステムビットSROn(コントロール1レジスタ ビット4)が1にセットされ、セルフリカバリ割り込み有効化ビットSRIE(コントロール_割り込みレジスタ ビット4)が0にセットされます。

セルフリカバリシステムリセット:

SROnビット(コントロール_1レジスタ ビット4)を1にセットすることでセルフリカバリが有効化されデットロックが発生している可能性を検出した場合、セルフリカバリシステムリセットが発動します。セルフリカバリシステムリセットが実行された時、SRフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット4)が1にセットされ、このフラグはあとで0を書き込んでクリアする必要があります。セルフリカバリシステムリセットが実行されレジスタリセット値が書き込まれた後、SRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)が1にセットされ、このフラグはあとで0を書き込んでクリアする必要があります。

セルフリカバリシステムリセットが実行された場合、SRIEビット (コントロール_割り込みレジスタ ビット4)が1にセットされてセルフリカバリ割り込み機能が有効化されていると、割り込みが発生します。

セルフリカバリ機能は、オンチップのマシンがデットロックに入った時にシステムをリセットする目的で備えられています。この機能はコントロール回路で定期的にリセットされる内部カウンタに基づいています。カウンタが時刻通りにリセットされない場合、デットロックの可能性が検出され、システムリセットが発動します。システムリセットはサーモメータ周期ビットThP(EEPROMコントロールレジスタ ビット0)で設定された温度モニタリング周期または電圧モニタリング周期2周期分後に実行されます(すなわち2秒後または32秒後の最新のもの)。

注記:

4.2.2.項のレジスタリセット値をよくお読みください。リセットが実行されたあと、セルフリカバリシステムビットSROn(コントロール1レジスタ ビット4)が1にセットされ、セルフリカバリ割り込み有効化ビットSRIE(コントロール_割り込みレジスタ ビット4)が0にセットされます。

4.2.2. レジスタリセット値一覧

アドレス			機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ページ	アドレス	16進数									
Bit7~3	Bit2~0										
コントロール ページ 00000	000	00h	コントロール-1	1	0	0	1	1	0	0	1
	001	01h	コントロール- 割り込み	X	X	X	0	0	0	0	0
	010	02h	コントロール- 割り込みフラグ	X	X	X	0 ¹⁾	0	0	0	0
	011	03h	コントロール- ステータス	EE bus y	-	0 ²⁾	0 ³⁾	0 ⁵⁾	0 ⁵⁾	-	-
	100	04h	コントロール- リセット	X	X	X	0	X	X	X	X
時刻・日付ペー ジ 00001	000	08h	秒カウンタ	X	-	-	-	-	-	-	-
	001	09h	分カウンタ	X	-	-	-	-	-	-	-
	010	0Ah	時カウンタ	X	-	-	-	-	-	-	-
	011	0Bh	日カウンタ	X	X	-	-	-	-	-	-
	100	0Ch	曜日カウンタ	X	X	X	X	X	-	-	-
	101	0Dh	月カウンタ	X	X	X	-	-	-	-	-
	110	0Eh	年カウンタ	X	-	-	-	-	-	-	-
アラームページ 00010	000	10h	秒アラーム	AE-S	-	-	-	-	-	-	-
	001	11h	分アラーム	AE- Mi	-	-	-	-	-	-	-
	010	12h	時アラーム	AE-H	-	-	-	-	-	-	-
	011	13h	日アラーム	AE-D	X	-	-	-	-	-	-
	100	14h	曜日アラーム	AE- W	X	X	X	X	-	-	-
	101	15h	月アラーム	AE- Mo	X	X	-	-	-	-	-
	110	16h	年アラーム	AE-Y	-	-	-	-	-	-	-
タイマページ 00011	000	18h	タイマ下位	-	-	-	-	-	-	-	-
	001	19h	タイマ上位	-	-	-	-	-	-	-	-
温度ページ 00100	000	20h	温度	-	-	-	-	-	-	-	
ユーザーEEPROM 00101	000	28h	ユーザー EEPROM	自由にご使用いただける2バイトのEEPROMです。							
	001	29h	ユーザー EEPROM								
EEPROM コントロール ページ 00110	000	30h	EEPROM コントロール	0 ⁴⁾	0 ⁴⁾	0 ⁴⁾	0 ⁴⁾	0 ⁴⁾	0 ⁴⁾	1 ⁴⁾	0 ⁴⁾
	001	31h	X'tal オフセット	工場設定値							
	010	32h	X'tal 温度係数	工場設定値							
	011	33h	X'tal 頂点温度	X	X	工場設定値					
RAMページ 00111	000	38h	ユーザーRAM	自由にご使用いただける8バイトのRAMです。							
	:	:									
	111	3Fh									

Xと書かれたビットは機能が割り当てられていません。

-と書かれたビットはリセット値が定義されておらず、リセット実行後も元の値を維持します。

- 1) セルフリカバリシステムリセットが実行されたのち、SRFフラグが1にセットされます。
- 2) パワーオンリセットが実行されたのち、PONフラグが1にセットされます。
- 3) システムリセットまたはセルフリカバリリセットが実行されたのち、SRフラグが1にセットされます。
- 4) EEPROMコントロールレジスタのデフォルト値は工場で入力されます。データはお客様ご自身で書き換え可能で、電源OFFまたはリセットをしても書き換え値を保持します。
- 5) 電源電圧の立ち上がり特性が遅い場合は、V1F及びV2Fフラグがクリアされず温度センサが00hのまま停止となってしまう場合があります。このような場合は、サーモメータと温度補償を動作させる為に必ずV1F及びV2Fフラグをクリアしてご使用ください。

リセット後、以下のモードが選択されます。

- CLKOUT端子からは、EEPROMコントロールレジスタで定義されたデフォルト値の32.768kHz矩形波が出力。
- タイマ、タイマオートリロードモード無効化。タイマソースクロックは32Hzにセット
- セルフリカバリ機能有効化。
- 1時間ごとのEEPROM自動リフレッシュ有効化。
- 24時間モードを選択。アラーム無効化。
- 全ての割り込み無効化。
- パワーオンリセット時、PONフラグを1にセット、あとで0を書き込んでクリアする必要あり。
- セルフリカバリリセット又はシステムリセット時、SRフラグを1にセット、あとで0を書き込んでクリアする必要あり。

4.3. EEPROMメモリへのアクセス方法

EEPROMメモリはEEPROM自動リフレッシュ機能が実装されており、EEREビット（コントロールレジスタビット3）で制御されています。

自動リフレッシュ機能が有効化されている場合、EEPROMメモリページが1時間に1回自動的にリフレッシュされます。

EEPROMメモリページが書き込み中または自動リフレッシュ中でbusy状態になると、EEbusyビット(コントロールレジスタレジスタビット7)が1にセットされます。

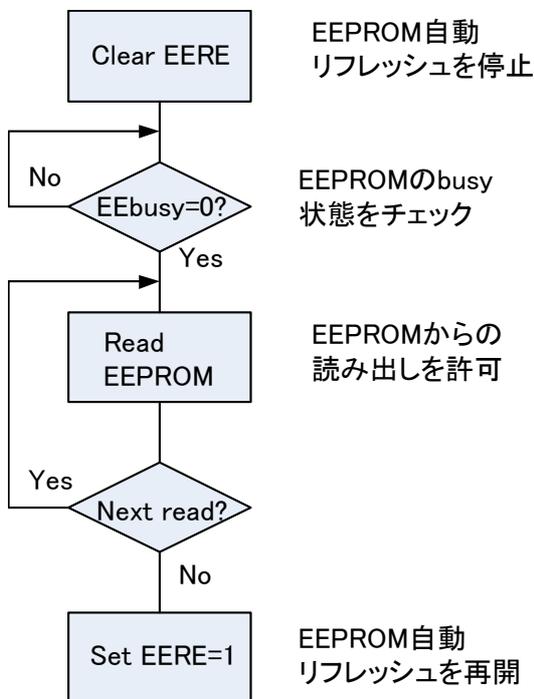
書き込みが終了するとEEbusyビットは0になります。

EEPROMメモリページへは、busy状態でないとき(EEbusy=0のとき)のみアクセスできます。

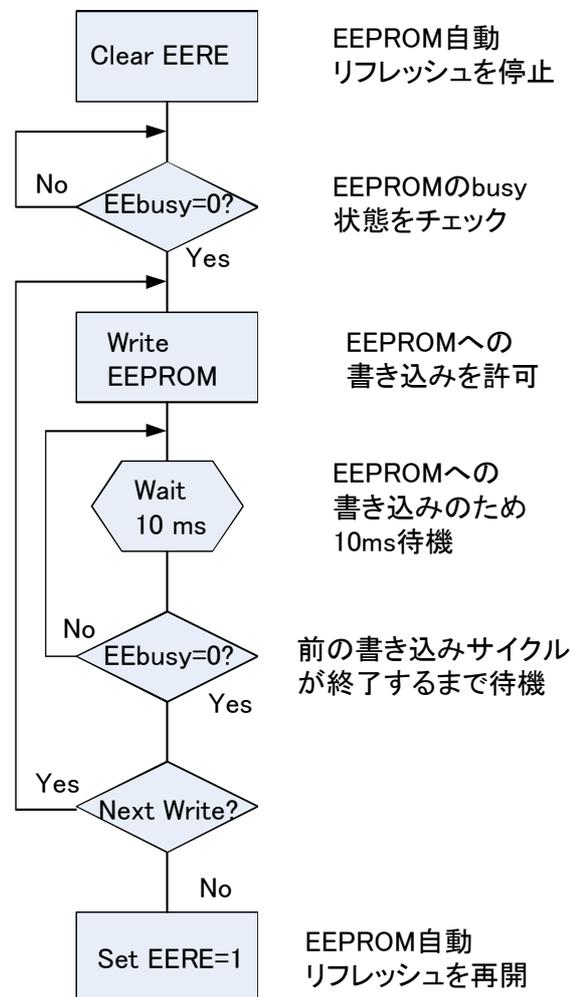
EEPROMの自動リフレッシュ周期と、インターフェースを介しての読み出し/書き込みとの間でアクセスコリジョンを起こさないようにするために特別な手順を踏む必要があります。

- EEREビットを0にセットして、EEPROMへアクセスする前にEEPROM自動リフレッシュを無効化。
- EEPROMがbusy状態でない時にアクセスするために、EEbusyビットが0であることを確認。
- 読み出し、書き込み終了した後で、EEPROM自動リフレッシュを有効化するためにEEREビットを1にセット。
- 内部データ転送のために、EEPROMレジスタに書き込むごとに、EEbusyビットが0であることを確認する前に10msのウェイトタイムを入れてください。

読み出し手順



書き込み手順



注記

EEPROMへ書き込み中は、EEbusyビットが0になるまで、最低供給電圧V_{PROG}=2.2V以上を維持してください。

4.4. タイマ機能

RR-3149-C3は高機能のタイミング機能を簡単に発生させることができる、異なるアラーム、タイマ機能を備えています。

カウントダウンタイマはコントロール₁レジスタでコントロールされます。TEビット(ビット1)でタイマ機能を有効化し、TD0,TD1ビット(ビット5,6)でタイマソースクロックを4つの周波数(32Hz,8Hz,1Hz,0.5Hz)から選択します。タイマはソフトウェアでダウンロードされた、タイマ下位レジスタ(アドレス18h ビット0~7)とタイマ上位レジスタ(アドレス19h ビット0~7)の合計16ビットの2進数nからカウントダウンを開始します。

タイマ値nは1~65535まで設定可能で、nに0をロードするとタイマを停止させる効果があります。タイマカウント値nが0に到達するとタイマのカウントダウンが終了します。

TARビット(コントロール1レジスタ ビット2)をセットすると、タイマ値nが自動的にリロードされ、次のタイマ周期が開始されます。タイマ値nを自動的にリロードすると、タイマソースクロック1周期分タイマ周期が長くなります。このタイマ周期の延長は最初のタイマ周期には影響がありませんが、次のタイマ周期からは長さがタイマソースクロックn+1個分になることを考慮しなければなりません。

TIEビット(コントロール₁レジスタ ビット1)を1にセットすることでカウントダウンタイマ割り込みを発生させることができます。TIEビットが1にセットされてタイマ割り込みが有効化されている場合、タイマのカウントダウンが終了するたびにタイマフラグTF(コントロール₁レジスタ ビット1)がセットされます。割り込み信号はタイマフラグTF(コントロール₁レジスタ ビット1)の設定に従い、TFを0にクリアすることで割り込みをクリアするまで割り込みは発生し続けます。

カウントダウンタイマ機能のコントロール(アドレス00h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
00h	コントロール 1	Clk/Int	TD1	TD0	SROn	EERE	TAR	TE	WE
	リセット	1	0	0	1	1	0	0	1
ビット	記号	値	説明						
6~5	TD1 TD0	00	タイマソースクロック周波数:32Hz						
		01	タイマソースクロック周波数:8Hz						
		10	タイマソースクロック周波数:1Hz						
		11	タイマソースクロック周波数:0.5Hz						
2	TAR	0	カウントダウンタイマ自動リロード機能無効化						
		1	カウントダウンタイマ自動リロード機能有効化						
1	TE	0	カウントダウンタイマ無効化						
		1	カウントダウンタイマ有効化						

TEビット(コントロール₁レジスタ ビット1)が0にセットされてタイマが停止されている時のみ、タイマソースクロック周波数選択ビットTD0,TD1とタイマ自動リロード有効化ビットTARに書き込みができます。

TEビットが0にセットされてタイマが停止され、TARビットが0にセットされて自動リロードが停止されている時のみ、タイマ下位、タイマ上位レジスタ内のカウントダウンタイマ値を変更することができます。

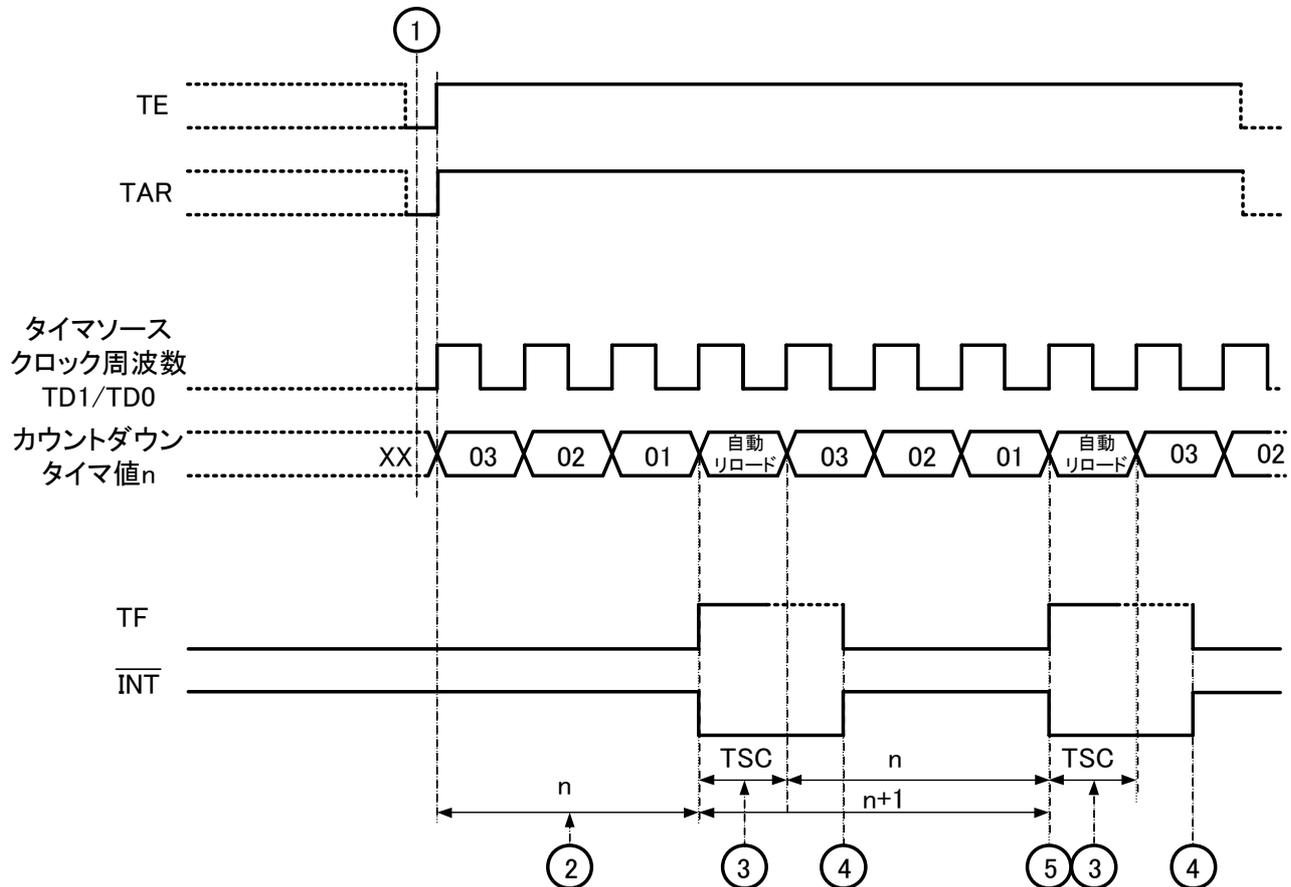
カウントダウンタイマ値(アドレス18h/19h...ビット詳細)

レジスタアドレス18hは、16ビットのカウントダウンタイマ値のうち下位8ビットを保持します。
レジスタアドレス19hは、16ビットのカウントダウンタイマ値のうち上位8ビットを保持します。

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
18h	タイマ値下位	128	64	32	16	8	4	2	1
19h	タイマ値上位	128	64	32	16	8	4	2	1
アドレス	記号	値	説明						
18h	Timer low	xx01~xxFF	カウントダウンタイマ値=n						
19h	Timer high	00xx~FFxx	カウントダウンタイマ周期=n/(タイマソースクロック周波数)						

タイマ自動リロードモードでのカウントダウンタイマ機能の例

この例では、カウントダウンタイマはタイマ値自動リロードモード、カウントダウンタイマ値 $n=3$ に設定されています。タイマ値を自動リロードする間に、タイマソースクロックパルス1個分の時間がカウントダウンタイマ周期に挿入されます。この追加されたタイマソースクロックパルスは、最初のカウントダウンタイマ周期には影響を与えませんが、2回目以降のカウントダウンタイマ周期はタイマソースクロックパルス $n+1$ 個分になります。タイマフラグTFを0にセットするとタイマ割り込み信号がクリアされます。



①TEビットを0にセットしてタイマを無効化している時のみ、タイマソースクロックTD1/TD0を変更できます。
TEビット、TARビットを0にセットしてタイマ、タイマ値オートリロードを無効化している時のみ、タイマ値下位、タイマ値上位レジスタに保持されているカウントダウンタイマ値 n を変更できます。

②最初のタイマ周期 = $\frac{n}{\text{タイマソースクロック周波数}}$

タイマ値自動リロード中にカウントダウンタイマ値 n に追加されるタイマソースクロックパルスは最初のカウントダウンタイマ周期には影響を与えません。

③タイマ値を自動リロードする間に、タイマソースクロックパルス1個分の時間がカウントダウンタイマ周期に挿入されます。

④割り込み信号をリセットするために、TFフラグに0を書き込んでフラグをクリアして下さい。

⑤カウントダウンタイマがタイマ値自動リロードモードになっているとき、1個分の時間がカウントダウンタイマ周期に挿入され、2回目以降のタイマ周期はクロックソースパルス $n+1$ 個分になります。

4.4.1. タイマ割り込み

TIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット1)を1にセットすることでカウントダウンタイマ割り込みを発生させることができます。

TIEビットが1にセットされてタイマ割り込みが有効化されている場合、タイマのカウントダウンが終了するたびにタイマフラグTF(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット1)がセットされます。

割り込み信号はタイマフラグTF(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット1)の設定に従い、TFを0にクリアすることで割り込みをクリアするまで割り込みは発生し続けます。

タイマ割り込みのコントロール(アドレス01h/02h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
01h	コントロール_割り込み	X	X	X	SRIE	V2IE	V1IE	TIE	AIE
ビット	記号	値	説明						
1	TIE	0	TFフラグを無効化、タイマ割り込み発生せず						
		1	TFフラグを有効化、カウントダウンタイマ値nが0に到達してTFフラグが1にセットされた時割り込み発生。						
02h	コントロール_割り込みフラグ	X	X	X	SRF	V2IF	V1IF	TF	AF
ビット	記号	値	説明						
1	TF	0	タイマ割り込み発生せず。						
		1	TIEビットが有効化されていてカウントダウンタイマ値nが0に到達した時割り込み発生、割り込みをクリアするためにはTFフラグをクリアする必要あり						

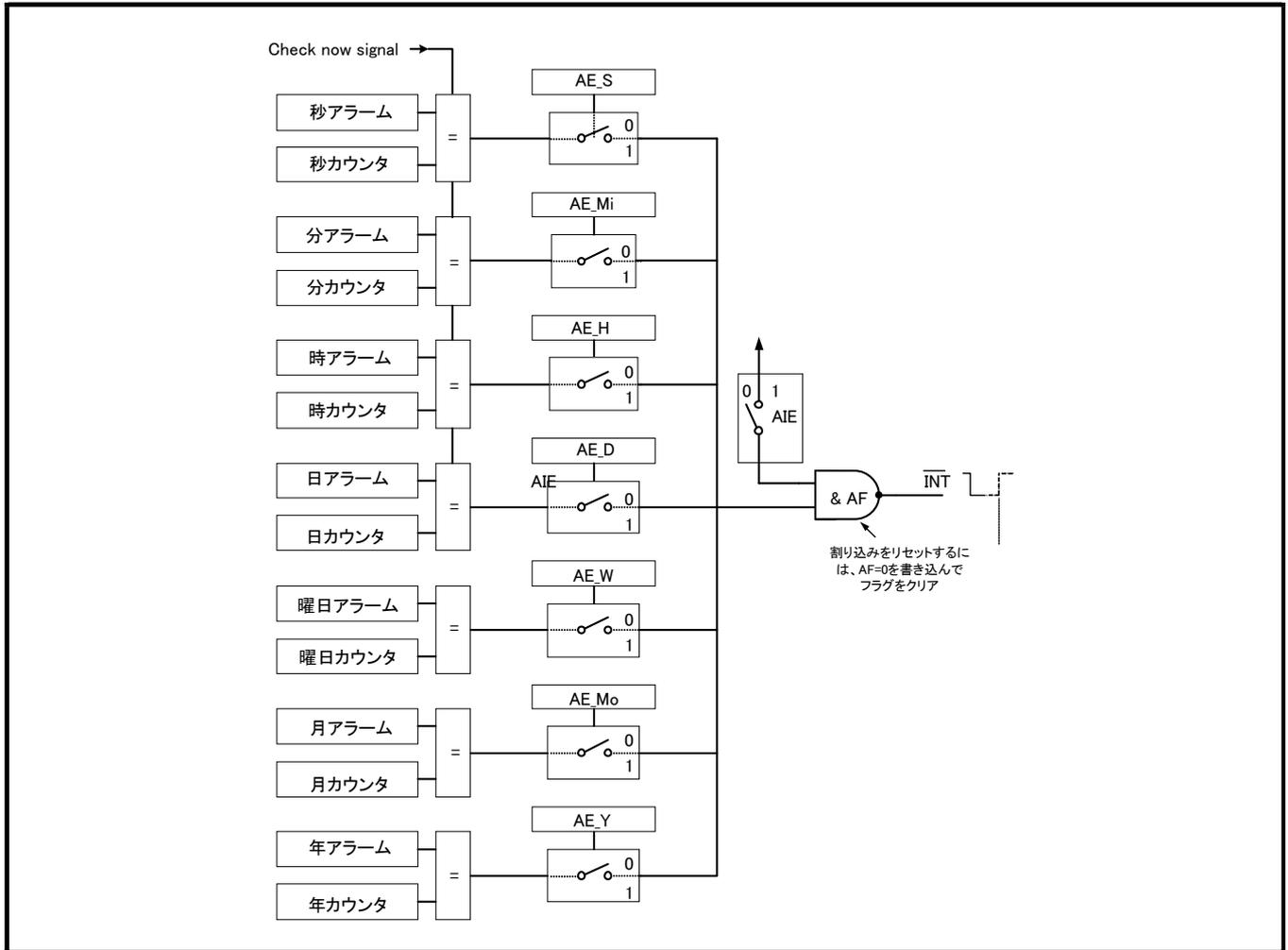
X と書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

4.5. アラーム機能

アラームページ内の全てのアラームレジスタは、ビット7 (AE_x)を1にセットすることでアラームを有効化することができます。AE_xが0にセットされているレジスタのアラーム値は無視されます。

これらのレジスタのうち1つ以上に、有効な秒、分、時、日、曜日、月、年データがロードされ、対応するアラーム有効化ビット(AE_X)が1にセットされている時、アラームレジスタの値は現在の時刻・日付ページレジスタの値と比較されます。

アラーム機能ブロックダイアグラム



4.5.1. アラーム割り込み

AIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット0)を1にセットすることでアラーム割り込みを発生させることができます。

全ての有効化されたアラーム設定が初めてマッチングして、アラーム割り込み有効化ビットAIE(コントロール_割り込みレジスタ,ビット0)が1にセットされていた場合、AFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ,ビット0)が1にセットされ、割り込み信号が発生します。

割り込み信号はアラームフラグAF(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット0)の設定に従い、AFを0にクリアすることで割り込みをクリアするまで割り込みは発生し続けます。

アラームフラグを一旦クリアすると、時刻が一回りしてもう一度アラーム設定値に一致した時のみ、フラグが再度セットされます。

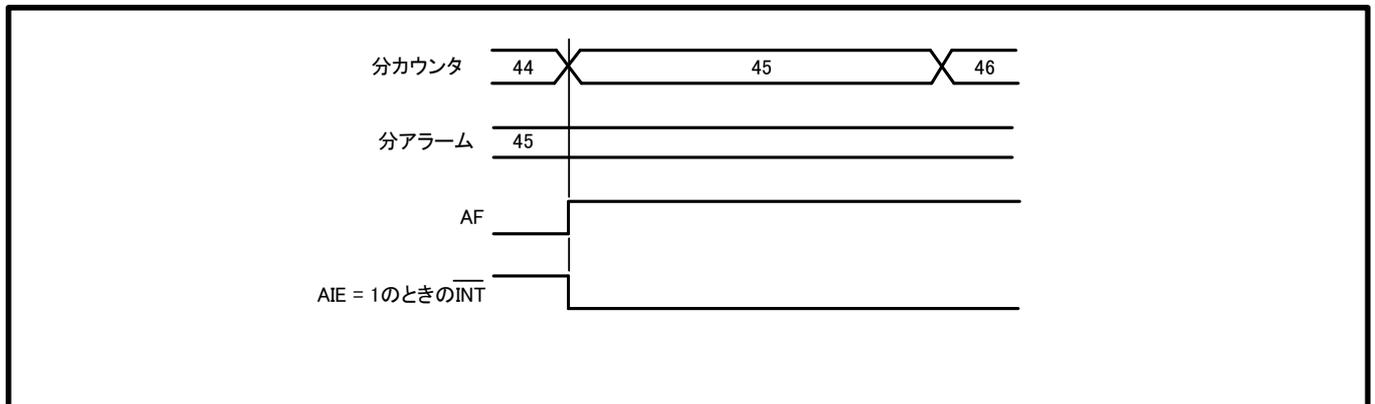
タイマ割り込みのコントロール(アドレス01h/02h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
01h	コントロール_割り込み	X	X	X	SRIE	V2IE	V1IE	TIE	AIE
ビット	記号	値	説明						
0	AIE	0	AFフラグを無効化、アラーム割り込み発生せず						
		1	AFフラグを有効化、全ての有効化されたアラーム設定が初めてマッチングしたとき、AFフラグが1にセットされて割り込みが発生。						
02h	コントロール_割り込みフラグ	X	X	X	SRF	V2IF	V1IF	TF	AF
ビット	記号	値	説明						
0	AF	0	アラーム割り込み発生せず。						
		1	全ての有効化されたアラーム設定が初めてマッチングしたとき、AFフラグが1にセットされる、割り込みをクリアするためにはAFフラグをクリアする必要あり						

Xと書かれたビットには機能は実装されておらず、読み出し時には0を返します。

アラームフラグとアラーム割り込みの例

分アラームのみが有効化されていて45分に設定されている時の例です。AIEビットが有効化されている場合、割り込みはAFフラグ(02h コントロール_割り込みフラグレジスタ)の設定に従います。



4.6. 割り込み出力端子

$\overline{\text{INT}}$ 端子からはアクティブLOWの信号が発生します。

$\overline{\text{INT}}$ 端子はオープンドレイン出力で、 V_{DD} 端子とプルアップ抵抗を介して接続する必要があります。
割り込みは5か所から発生します。

- ・アラーム機能
- ・カウントダウンタイマ機能
- ・電圧閾値 V_{Low1} の検出
- ・電圧閾値 V_{Low2} の検出
- ・システムリセット機能

全ての割り込み信号は対応するフラグ(アドレス02 コントロール_割り込みフラグ ビット4~0)の設定に従います。

アラーム割り込み:

AIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット0)を1にセットすることでアラーム割り込みを発生させることができます。AIEビットが有効化されている場合、 $\overline{\text{INT}}$ 端子はAFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット0)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、AFフラグに0を書き込んでクリアする必要があります、AFフラグをクリアした瞬間に割り込みがクリアされます。

タイマ割り込み:

TIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット1)を1にセットすることでタイマ割り込みを発生させることができます。TIEビットが有効化されている場合、 $\overline{\text{INT}}$ 端子はTFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット1)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、TFフラグに0を書き込んでクリアする必要があります、TFフラグをクリアした瞬間に割り込みがクリアされます。

V_{Low1} 割り込み:

V1IEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット2)を1にセットすることで電圧閾値 V_{Low1} 検出割り込みを発生させることができます。V1IEビットが有効化されている場合、 $\overline{\text{INT}}$ 端子はV1IFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット2)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、V1IFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット2)とV1Fフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット2)に0を書き込んでクリアする必要があります。

V_{Low2} 割り込み:

V2IEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット3)を1にセットすることで電圧閾値 V_{Low2} 検出割り込みを発生させることができます。V2IEビットが有効化されている場合、 $\overline{\text{INT}}$ 端子はV2IFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット3)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、V2IFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット3)とV2Fフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット3)に0を書き込んでクリアする必要があります。

システムリセット割り込み:

SRIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット4)を1にセットすることでシステムリセット割り込みを発生させることができます。SRIEビットが有効化されている場合、 $\overline{\text{INT}}$ 端子はSRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、SRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)とSRフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット4)に0を書き込んでクリアする必要があります。

4.7. 時刻・日付有効化機能

時刻、日付機能有効化ビットWE(コントロール_1レジスタ ビット0)は、時刻カウント用1Hzクロックの有効化、無効化を切り替えます。

パワーオンリセット実行後、WEビットは自動的に1にセットされ、1Hzクロックが有効化されます。WEビットを0にセットすると、時刻カウントがストップされ、時刻・日付レジスタを設定できるようになり、ストップが解放されるまでカウントが進まなくなります。

WEビットを1にセットすると、外部イベントでトリガーされた時刻・日付カウントを正しくスタートさせることができます。

WEビットの設定はCLKOUT端子には影響を与えません。

4.8. セルフリカバリシステム

セルフリカバリシステムは、オンチップのマシンがデットロックに入った時にシステムをリセットする目的で備えられています。

このようなデットロックはEMCの異常のような電気的環境による障害、電源の障害、SPIインターフェースの通信エラー等から引き起こされる可能性があります。

セルフリカバリシステムはコントロール回路で定期的にもリセットされる内部カウンタに基づいています。

カウンタが時刻通りにリセットされない場合、デットロックの可能性が検出され、システムリセットが発動します。

システムリセットはサーモメータ周期ビットThP(EEPROMコントロールレジスタ ビット0)で設定された温度モニタリング周期または電圧モニタリング周期2周期分後に実行されます(すなわち2秒後または32秒後の最新のもの)。

セルフリカバリシステム有効化、無効化の切り替えはEROnビット(コントロール_1レジスタ ビット4)で切り替えられ、パワーオンリセットで4レジスタリセット値(4.4.2項レジスタリセット値一覧参照)がセットされる際に自動的にSROnビットが1にセットされて有効化されます。

セルフリカバリシステムは、SROn(コントロール_1レジスタのビット4)によって有効/無効にされ、電源投入後、レジスタリセット値によって自動的にSROn=1に有効化されます。サーモメータの温度測定間隔はThPビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット0)で定義されます(4.2.2.項レジスタリセット値参照)。

SRIEビットが有効化されている場合、割り込みはSRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)の設定に従います。割り込み信号をクリアするためには、SRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)とSRフラグ(コントロール_ステータスレジスタ ビット4)に0を書き込んでクリアする必要があります。

セルフリカバリリセット又はシステムリセット中、内部ロジックはリセットされレジスタには4.2.2.項で示したようなレジスタリセット値が書き込まれますが、時刻・日付レジスタ、タイマレジスタの値はリセットされません。

セルフリカバリリセット実行後、SRFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット4)が1にセットされ、セルフリカバリリセットが実行されたことを示します。

4.9. クロック出力端子CLKOUT

内部リファレンス周波数は32.768kHz音叉型水晶発振器で発生されます。

CLKOUT端子から発生する矩形波の周波数を選択することができます。32.768kHz,1024Hz,32Hz,1Hzの周波数をシステム用クロック、マイクロコントローラ用クロック、チャージポンプへの入力信号、テスト用クロックとして使用することができます。1024Hz,32Hz または 1Hz の周波数(EEPROM)を選択し、V_{DD} をパワーアップするとCLKOUT 周波数はこれら 有効な周波数が発生するまでの短期間(約 70ms)、 32.768 KHz となります。

選択した周波数のデューティサイクルはコントロールすることはできません。しかし、クロック発生の原理から、32.768kHzを除く全ての周波数のデューティサイクルは50:50になります。

32.768kHzの周波数は発振器から直接出力されるので、補正クロックで補正を行うことができません。

1024,32,1Hzの周波数はプリスケラから発生されるので、補正クロックで補正を行うことができます。

FD1/FD0ビット(EEPROMコントロールレジスタ、ビット2,3)で周波数を選択できます。

Clk/Intビット(コントロール1レジスタ、ビット7)を1にセットすると、CLKOUT端子がプッシュプル出力になり、CLKOE端子で有効化、無効化を切り替えることができます。CLKOE端子にLOWレベル信号が入力され無効化された場合、CLKOUT端子の出力はLOWレベル信号になります。

クロック出力周波数選択EEPROMコントロールレジスタ FD0/FD1 (アドレス 30h...ビット詳細)

アドレス	機能		Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
30h	コントロール 1		R80k	R20k	R5k	R1k	FD1	FD0	ThE	ThP
ビット	3	2	CLKOUT 周波数		デューティサイクル		備考			
	FD1	FD0	Hz		% ¹⁾					
3~2	0	0	32768		40:60~60:40		発振器から直接出力しているので補正不可			
	0	1	1024		50:50		補正の効果あり			
	1	0	32		50:50		補正の効果あり			
	1	1	1		50:50		補正の効果あり			

1) デューティサイクルの定義;%ハイレベル時間:%LOWレベル時間

5. 周波数精度と周波数温度補償

RR-3149-C3は、サーモメータと周波数補正ユニット(FCU)を備えています。

既知である水晶振動子の周波数温度特性と測定した環境温度を元に、周波数補正ユニットFCUは32秒毎に周波数補正値を計算します。周波数校正32.768kHzリファレンスクロックをクロックパルスから加算又は減算して行われ、補正周期は32秒毎です。

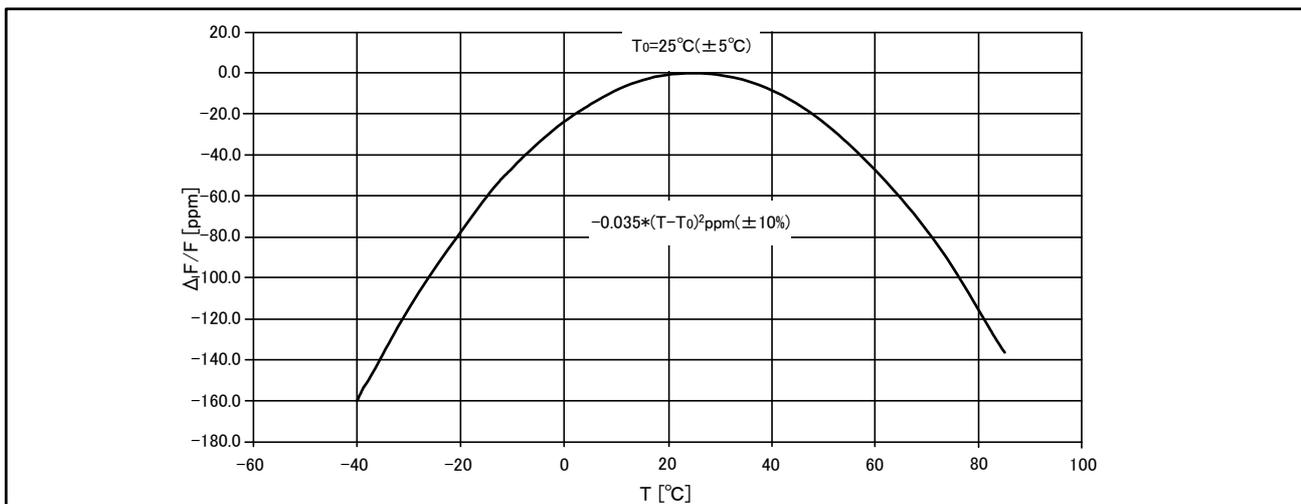
周波数補正のための全てのパラメータは工場で設定されているため、お客様ご自身の手で値を変更することはご遠慮ください。

リアルタイムクロックの時刻精度に影響を与える周波数誤差

- XTAL オフセット：水晶振動子の25°Cでの周波数誤差±20ppm
- XTAL T₀:水晶振動子の頂点温度 25°C ±5°C
- XTAL 温度係数: 水晶振動子の周波数温度特性曲線の温度係数 $-0.035 \text{ ppm} * (T-T_0)^2 \pm 10\%$

5.1.音叉型水晶振動子の周波数温度特性

32.768kHz音叉型水晶振動子の代表的な周波数温度特性



上図は32.768kHz音叉型水晶振動子の周波数温度特性を示しています。

この二次曲線の形状は頂点温度T₀と温度二次係数βで特定されます。

T₀: 頂点温度 25°C ±5°C

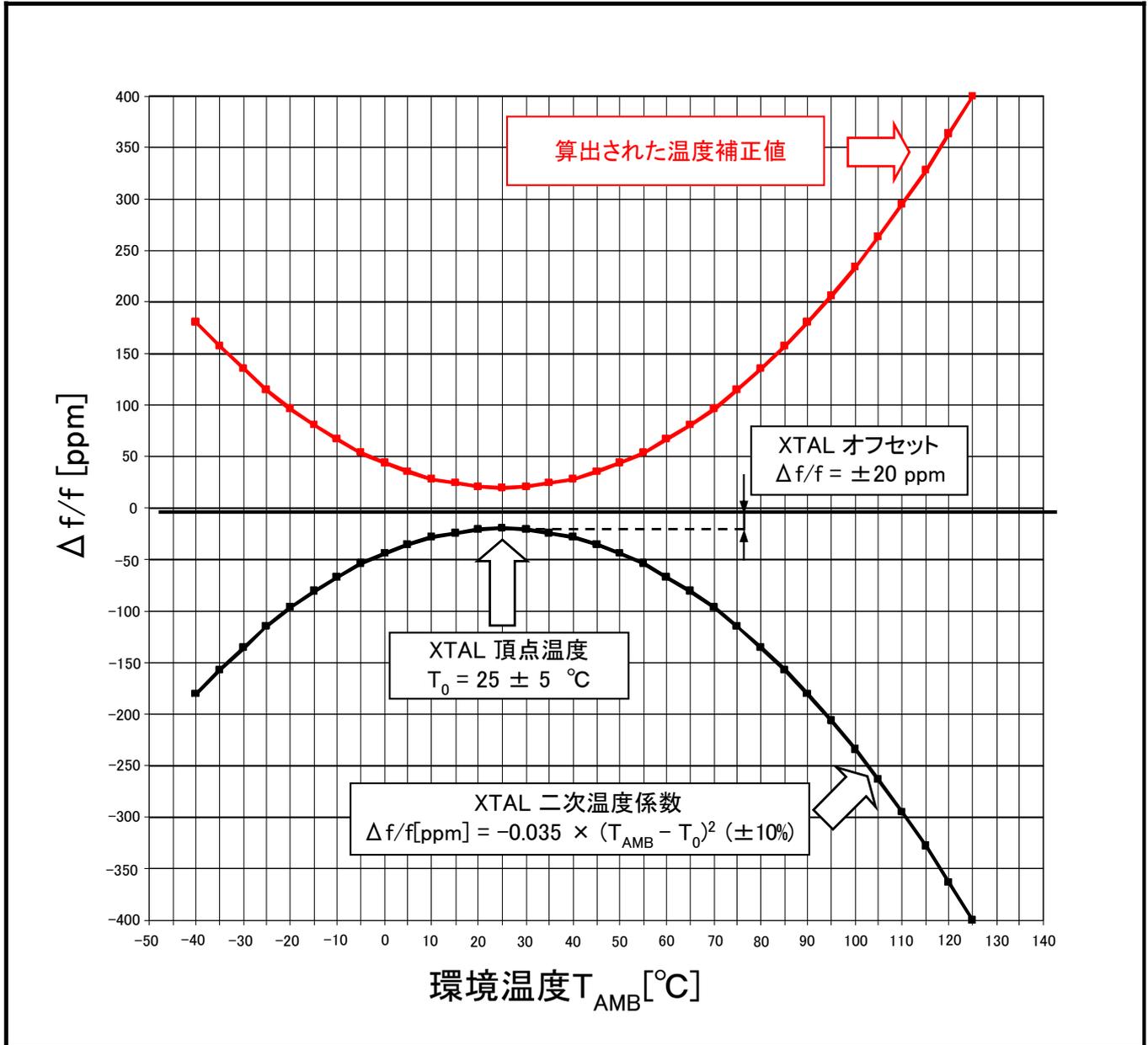
β: 温度二次係数 $-0.035 \text{ ppm} * (T-T_0)^2 \pm 10\%$

5.2.温度補償の原理

周波数補正ユニットFCUは、32秒毎に、個別のデバイスのデータに基づいて周波数補正値を計算します。

- XTAL オフセット：水晶振動子の25°Cでの周波数誤差±20ppm
- XTAL T₀：水晶振動子の頂点温度 25°C ±5°C
- XTAL 温度係数：水晶振動子の周波数温度特性曲線の温度係数 $-0.035 \text{ ppm} \cdot (T-T_0)^2 \pm 10\%$
- 温度：測定された環境の温度

予測される周波数変化と時刻補正値の計算



注記:

32.768kHz周波数は時刻補正値によって調整されます。
補正自体は32.768kHzリファレンスクロックを加算または減算して行われます。
1回の補正周期は32秒です。

5.2.1. サーモメータと温度値

サーモメータの機能はThPビット、ThEビット（EEPROMコントロールレジスタ ビット1,0）でコントロールされています。

EEPROMコントロールレジスタでのサーモメータのコントロール(アドレス30h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
30h	EEPROM コントロール	R80k	R20k	R5k	R1k	FD1	FD0	ThE	ThP
ビット	記号	値	説明						
1	ThE	0	サーモメータ無効化						
		1	サーモメータ有効化						
0	ThP	0	温度測定間隔を 1 秒に設定						
		1	温度測定間隔を 16 秒に設定						

測定した温度値はアドレス20hの温度レジスタに保存されます。

測定した温度は-60°C(=00h)から+195°C(=FFh)の範囲の2進数で定義されています。

例：0°Cは3Chに相当します。

サーモメータは1ステップ当たり1°Cの分解能で、-40°Cから+125°Cの温度範囲で±4°C程度の誤差があります。

V1Fビットが1にセットされた場合、サーモメータは自動的に無効化され、温度レジスタには無効化される直前の値が保存され、この値をもとに周波数補正が行われます。V1F が="1"にセットされた時、サーモメータを再起動するため電源電圧は 2.1V 以上でなければならず、フラグ V1F および/または V2F はソフトウェアで0にクリアが必要です。

実際の温度値はアドレス20hの温度レジスタから読み出すことができます。

外部から温度値をアドレス20hの温度レジスタに書き込むためには、ThEビットを0にセットしてサーモメータを無効化する必要があります。

温度値 (アドレス20h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
20h	温度	128	64	32	16	8	4	2	1
温度	温度値(16進数)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
-60°C	00h	0	0	0	0	0	0	0	0
-59°C	01h	0	0	0	0	0	0	0	1
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
0°C	3Ch	0	0	1	1	1	1	0	0
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
194°C	FEh	1	1	1	1	1	1	1	0
195°C	FFh	1	1	1	1	1	1	1	1

5.2.2. 周波数補正パラメータの設定

高い時刻精度を実現するために、EEPROMコントロールページの対応するレジスタに正しいパラメータを保存する必要があります。

警告：これらのパラメータは工場ですでに入力済みです。お客様自身の手で値を変更しないでください。

XTAL オフセット (address 31h...bits description)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
31h	XTAL オフセット	Sign	64	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						
7	sign	0	符号-。頂点温度での周波数を遅らせる方向にシフト						
		1	符号+。頂点温度での周波数を進ませる方向にシフト						
6~0	XTAL offset ¹⁾	0~127	周波数オフセット補正值						

1) XTALオフセットレジスタの値は水晶振動子の初期周波数偏差によって工場で設定されています。高い時刻精度を保つために、このレジスタの値を変更することはご遠慮ください。

XTALオフセットレジスタの値は、周波数補正ユニット(FCU)で、水晶振動子の周波数温度特性の頂点温度(XTAL T₀)において、32.768kHzクロックの内部周波数誤差を補正するために使用されます。

XTALオフセットレジスタの値は以下の計算式で算出されます。

$$\text{XTAL Offset [レジスタ値 : 整数(0~+127)]} = \text{Xtal}_{\text{OFFSET}}[\text{実際のオフセット量 : ppm}] \times 1.05$$

例: レジスタ値に63dを入力すると、周波数が60ppmマイナス側にシフトします。

XTAL温度係数レジスタ (アドレス 32h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
32h	XTAL 温度係数	128	64	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						
7~0	XTAL Coef ¹⁾	0~255	水晶振動子の周波数温度特性の2次温度係数						

1) XTAL温度係数レジスタの値は水晶振動子の初期周波数偏差によって工場で設定されています。高い時刻精度を保つために、このレジスタの値を変更することはご遠慮ください。

XTAL温度係数レジスタの値は、周波数補正ユニット(FCU)で、32.768kHzクロックの周波数温度特性の2次温度係数による内部周波数誤差を補正するために使用されます。

XTAL温度係数レジスタの値は以下の計算式で算出されます。

$$\text{XTAL Coef [レジスタ値 : 整数(0~255)]} = \text{Xtal}_{\text{TEMPERATURE COEFFICIENT}}[2 \text{ 次温度係数の実測値: ppm/}^{\circ}\text{C}^2] \times 4096 \times 1.05$$

例: レジスタに151dを入力すると、二次温度係数は-0.035になります。

頂点温度レジスタ (アドレス 33h...ビット詳細)

アドレス	機能	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
33h	XTAL 頂点温度	X	X	32	16	8	4	2	1
ビット	記号	値	説明						
7~6	Unused	X	未使用						
6~0	XTAL T ₀ ¹⁾	0~63	水晶振動子の周波数温度特性の頂点温度(°C)						

1) XTAL頂点温度レジスタの値は水晶振動子の初期周波数偏差によって工場で設定されています。高い時刻精度を保つために、このレジスタの値を変更することはご遠慮ください。

XTAL頂点温度レジスタの値は、周波数補正ユニット(FCU)で、32.768kHzクロックの周波数温度特性の頂点温度T₀による内部周波数誤差を補正するために使用されます。

XTAL頂点温度レジスタの値は以下の計算式で算出されます。

$$\text{XTAL T}_0[\text{レジスタ値 : 整数(0~63)}] = \text{Xtal}_{\text{TURNOVER TEMP T}_0}[\text{頂点温度の実測値: }^{\circ}\text{C}] - 4$$

例: レジスタに21dを入力すると、頂点温度は25°Cになります。

5.3. 周波数補正メソッド

周波数補正ユニットFCUは、時刻精度を保つために32秒毎に補正ファクターを計算します。

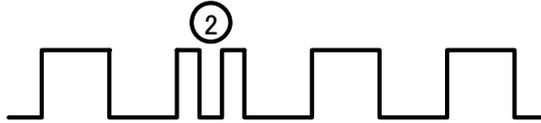
補正は、周波数ディバイダチェーンの最初の段階で32.768kHzの補正パルスをクロックパルスから加算または減算して行われるので、1秒カウントの長さを変化させることができます。

時刻を進めるためにリファレンスパルスが加算され、遅らせるために補正パルスが減算されます。

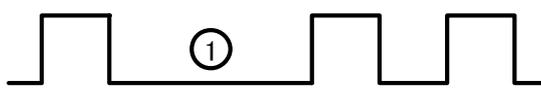
32.768kHz
クロックパルス



カウントを
進める補正

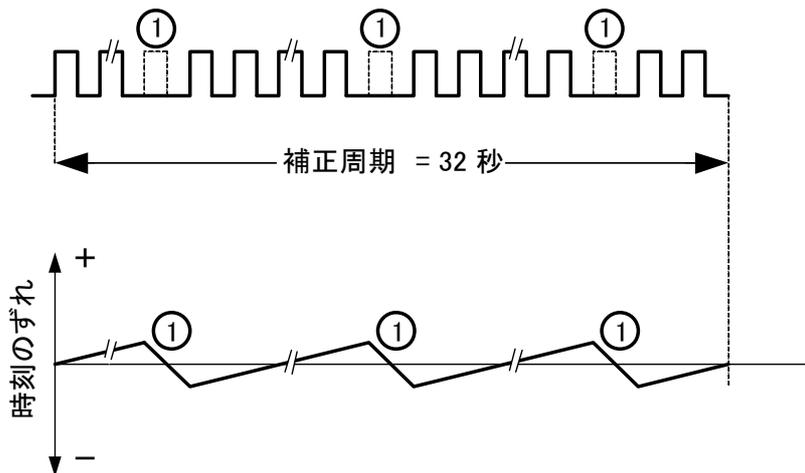


カウントを
遅らせる補正



- ① 32.768kHzクロックが進んでいる場合: クロックパルスを減らして補正を行いRTCを校正
- ② 32.768kHzクロックが遅れている場合: クロックパルスを増やして補正を行いRTCを校正

各補正周期は32秒ごとです。補正周期が1回完了するごとにクロックが補正されます。
32秒の補正周期の間に、補正クロック1個あたり約1ppm時刻を補正します。



- ① 補正周期=32秒: 補正周期32秒の間に、予測された32.768kHzリファレンスパルスの誤差を補正するために、指定された数の32.768kHzクロックパルスが周期的に減算(又は加算)される。

- ・ 32.768kHzCLKOUT出力：効果なし。この周波数は補正されません。
- ・ 1024 / 32 / 1 HzCLKOUT出力：効果あり。これらの周波数は補正されます。
- ・ タイマ/割り込み出力：効果あり。内部タイマソースクロックが補正されます。
- ・ 時刻/日付カウンタ：効果あり。時刻/日付カウンタが補正されます。

5.3.1. 時刻精度の正しい測定方法

補正クロックを加算または減算させる方法で1秒の長さを変化させることによって補正をおこなっているため、32秒間の補正周期の間に1秒の長さがばらついている可能性があります。

RTCの時刻精度を正しく測定するためには、32秒間の補正周期が完了するまで測定を続ける必要があります。

補正周期より短い時間測定を行った場合、エラーが引き起こされ、測定結果にずれが生じていることを考慮する必要があります。

測定方法の誤りによる時刻精度測定結果のずれ

測定時間	測定分解能	測定結果のずれ	日差換算
1 秒	± 1 clock (32.768 kHz)	± 30.5 ppm	± 2.7 秒/日
2 秒	± 1 clock (32.768 kHz)	± 15.3 ppm	± 1.3 秒/日
4 秒	± 1 clock (32.768 kHz)	± 7.7 ppm	± 0.7 秒/日
8 秒	± 1 clock (32.768 kHz)	± 3.9 ppm	± 0.4 秒/日
32秒	± 1 clock (32.768 kHz)	正しい時刻精度測定値	

5.3.2. CLKOUT端子での時刻精度の測定

もっとも簡単な周波数補正ユニットFCUの時刻精度測定方法は、CLKOUT端子で補正された周波数を測定することです。

温度補償を有効化：

- ・ ThPビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット0)を0にして、温度測定間隔を1秒にセット
- ・ ThEビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット1)を1にして、サーモメータを有効化

補正されたCLKOUT出力周波数を選択：

- ・ FD1/FD0ビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット3,2)を選択して、CLKOUT出力周波数を1024Hzまたは1Hzにセット

測定装置とセットアップ:

- ・ Agilent A53132Aユニバーサルカウンタのような適切な周波数カウンタを使用
- ・ 周波数を測定し、測定した周波数精度から時刻精度を計算するため、測定周波数とゲートタイムを32秒(補正周期 1 周期分)に設定

5.3.3. 1Hzの割り込み出力を利用した時刻精度の測定

内部カウントダウンタイマは $\overline{\text{INT}}$ 端子から1Hzのテスト用シグナルを発生させることができます。しかし、この方法はCLKOUT端子を使用するよりも複雑なので、下記注意事項をよく読み間違えないよう注意してください。

温度補償を有効化：

- ThPビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット0)を0にして、温度測定間隔を1秒にセット。
- ThEビット(EEPROM_コントロールレジスタ ビット1)を1にして、サーモメータを有効化。

カウントダウンタイマと1Hzの割り込み出力を利用した正しい設定方法:

- TEビット(コントロール_1レジスタ ビット1)を0にセットしてタイマを無効化。
- TARビット(コントロール_1レジスタ ビット2)を0にセットしてタイマ自動リロードモードを無効化。

タイマソースクロックとカウントダウンタイマ値を変更するために、一旦タイマとタイマ自動リロードモードを無効化する必要があります。

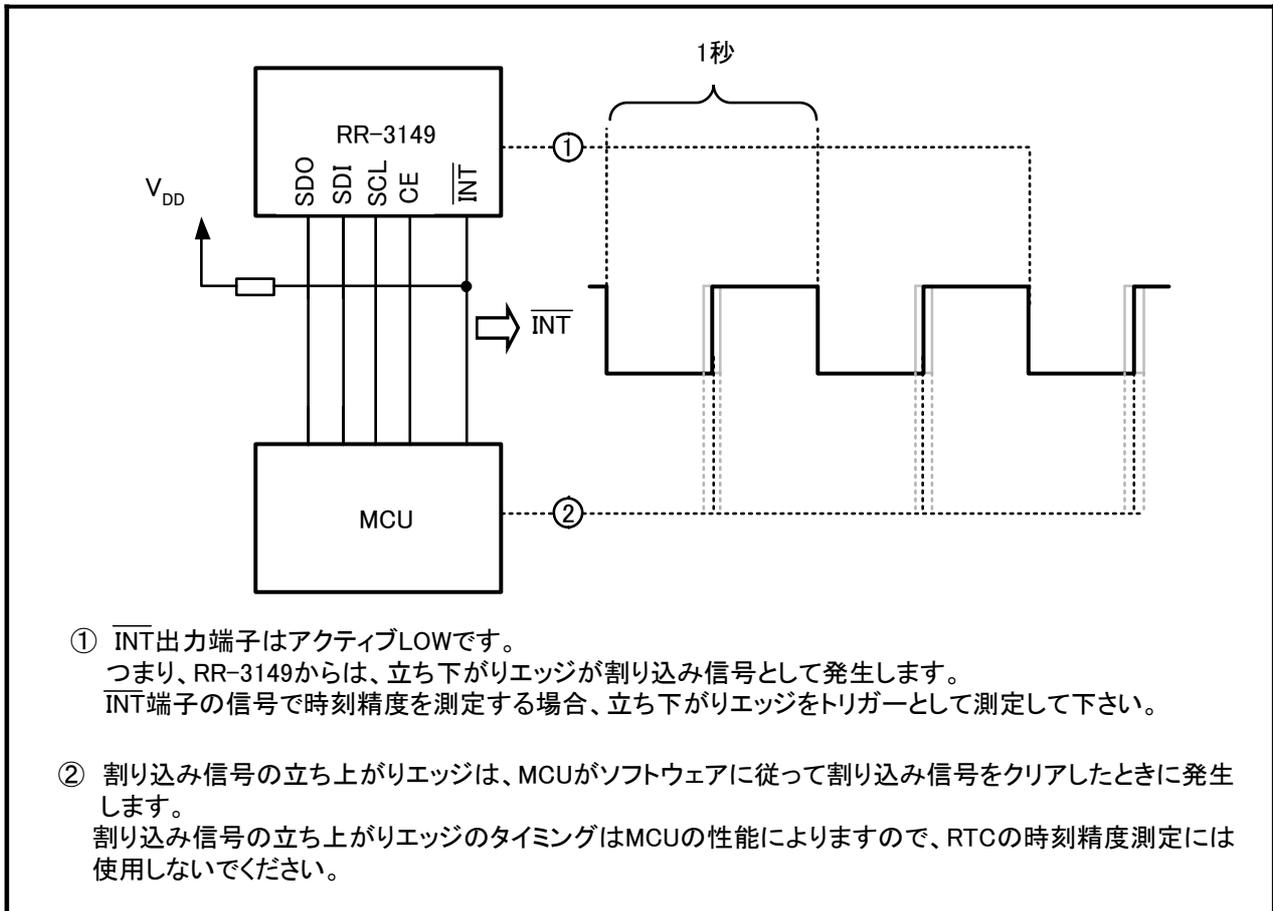
- TD1ビット0,TD0ビットを1(コントロール_1レジスタ ビット5,6)にセットし、タイマソースクロックを8Hzに設定。
- タイマ下位レジスタを07h,タイマ値上位レジスタを00hにセットし、カウントダウンタイマ値nを7に設定。
- TIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット1)を1にセットし、タイマを有効化。
- TARビット(コントロール_1レジスタ ビット2)を1にセットしてタイマ自動リロードモードを有効化。
- TEビット(コントロール_1レジスタ ビット1)を1にセットしてタイマを有効化。

割り込み信号をクリアするためのMCUソフトウェアドライバの準備:

- MCUでTFフラグ(コントロール_割り込みフラグレジスタ ビット1)に1をセットして、割り込み信号をクリア。

測定装置とセットアップ:

- Agilent A53132Aユニバーサルカウンタのような適切な周波数カウンタを使用。
- 周波数を測定し、測定した周波数精度から時刻精度を計算するため、測定周波数とゲートタイムを32秒(補正周期1周期分)に設定。
- 立ち下がりエッジをトリガーに設定。



5.4. オプションによる時刻精度の違い

5.4.1. 時刻精度 オプション:A

オプション A: 全温度範囲にわたって製品個別で補正

全使用温度範囲にわたって時刻精度を可能な限り最適化するため、オプションAでは製品個別で補正を行っています。

XTAL オフセット: 25°Cでの周波数偏差 個別に水晶振動子の周波数偏差を測定して補正

XTAL 頂点温度: 周波数温度特性の頂点温度 個別に温度試験を行って補正

XAL 温度係数: 周波数温度特性の二次温度係数 個別に温度試験を行って補正

サーモメータ誤差: サーモメータの精度 個別に温度試験を行って補正し、XTALパラメータに組み込む

RR-3149-C3オプションAの全製品は、全温度範囲にわたって時刻精度を最適化するため、サーモメータと水晶振動子の特性を全温度範囲にわたって個別に測定しています。

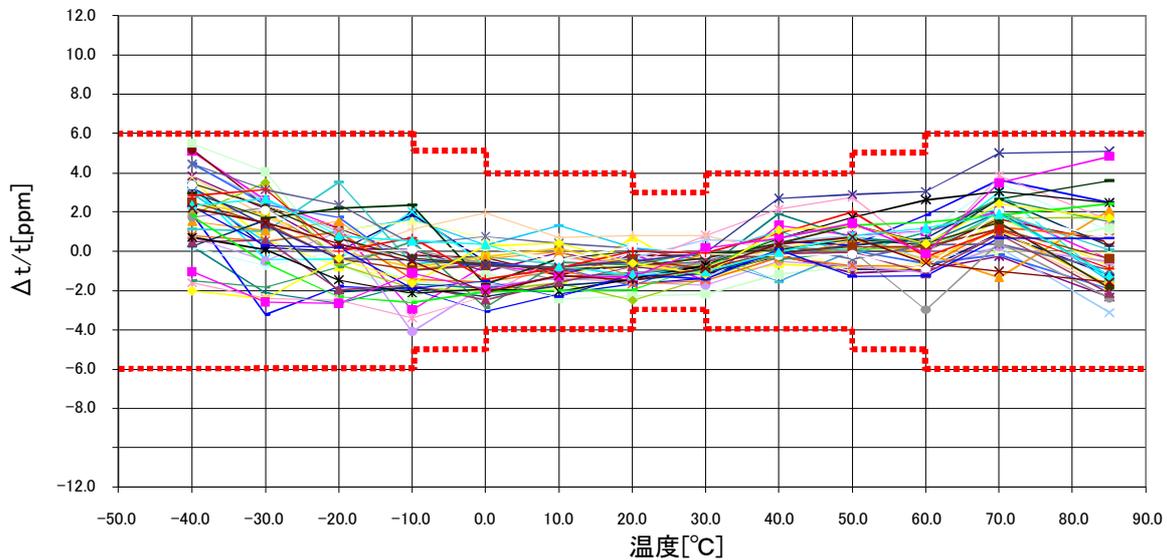
各温度に対して、補正値を個別に計算して、対応するEEPROMレジスタに工場個別に書き込んでいます。

下図は30個の個別に補正されたRR-3149-C3(オプションA)をリフロー実装後に各温度での時刻精度を測定したもので、赤い破線はオプションAの時刻精度の仕様です。

温度補償範囲はTA:-40~85°C、TB:-40~125°Cまでです。

オプションA

規格	温度範囲	時刻精度	日差
TA,TB	25°C	±3 ppm	±0.26秒/日
TA,TB	0°C ~+ 50°C	±4 ppm	±0.35秒/日
TA,TB	-10°C ~+ 60°C	±5 ppm	±0.44秒/日
TA,TB	-40°C ~+ 85°C	±6 ppm	±0.52秒/日
TB	-40°C ~+125°C	±8 ppm	±0.70秒/日



5.4.2. 時刻精度 オプション:B

オプションB: 製品に代表的なパラメータを入力して補正

オプションBは時刻精度の最適化とコストのトレードオフを考慮して設計されています。
オプションBの製品は、25°Cでの周波数偏差の補正のみ個別で行い、頂点温度と二次温度係数は平均的な値を使用して補正しています。
オプションBの製品は低コストでそれなりに高い時刻精度を実現しています。

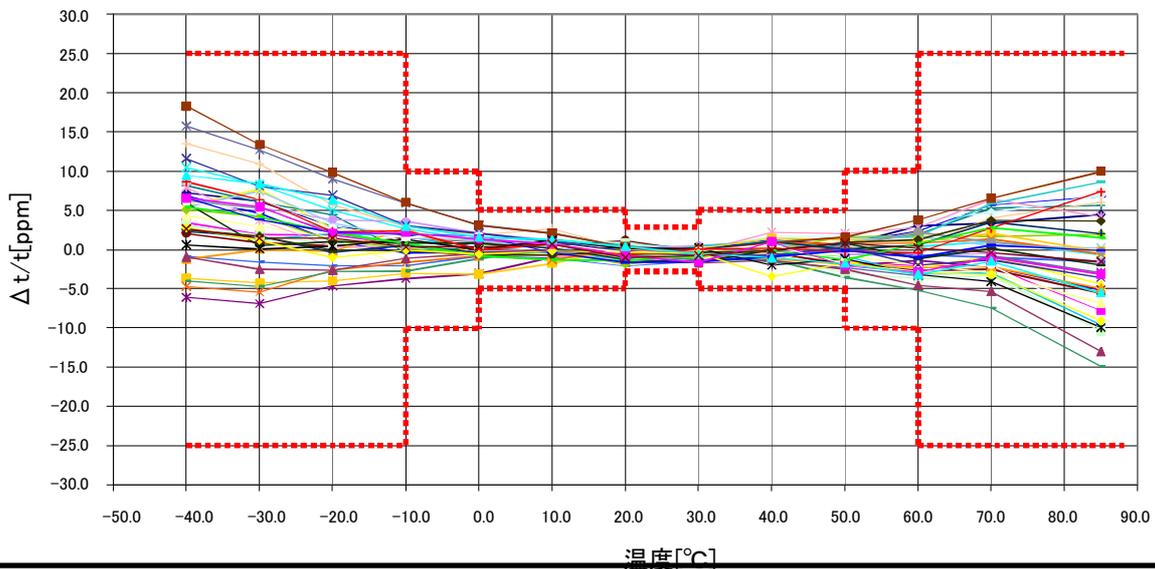
XTAL オフセット : 25°Cでの周波数偏差 個別に水晶振動子の周波数偏差を測定して補正
XTAL 頂点温度 : 周波数温度特性の頂点温度 代表的な頂点温度を用いて補正
XAL 温度係数 : 周波数温度特性の二次温度係数 代表的な二次温度係数を用いて補正
サーモメータ誤差 : サーモメータの精度 25°Cで個別に取得され、XTALパラメータに個別に組み込まれた補正值

RR-3149-C3オプションBは、ロット毎などサンプル別に温度特性を測定し、その値を元に温度センサ及び水晶振動子の温度特性を補正しています。
各温度に対して、代表的な補正值を計算して、補正用EEPROMレジスタに工場個別に書き込んでいます。
下図は30個の個別に補正されたRR-3149-C3(オプションB)をリフロー実装後に各温度での時刻精度を測定したもので、赤い破線はオプションBの時刻精度の仕様です。

温度補償範囲はTA:-40~85°C、TB:-40~125°Cまでです。

オプションB

規格	温度範囲	時刻精度	日差
TA,TB	25°C	±3 ppm	±0.26秒/日
TA,TB	0°C ~+ 50°C	±5 ppm	±0.44秒/日
TA,TB	-10°C ~+ 60°C	±10 ppm	±0.87秒/日
TA,TB	-40°C ~+ 85°C	±25 ppm	±2.17秒/日
TB	-40°C ~+125°C	±30 ppm	±2.60秒/日



6.SPI インターフェース

SPIインターフェースはマスタと1つあるいは複数のスレーブデバイスを接続しています。データは4線式(3線式)SPIバスを介して送受信されます。

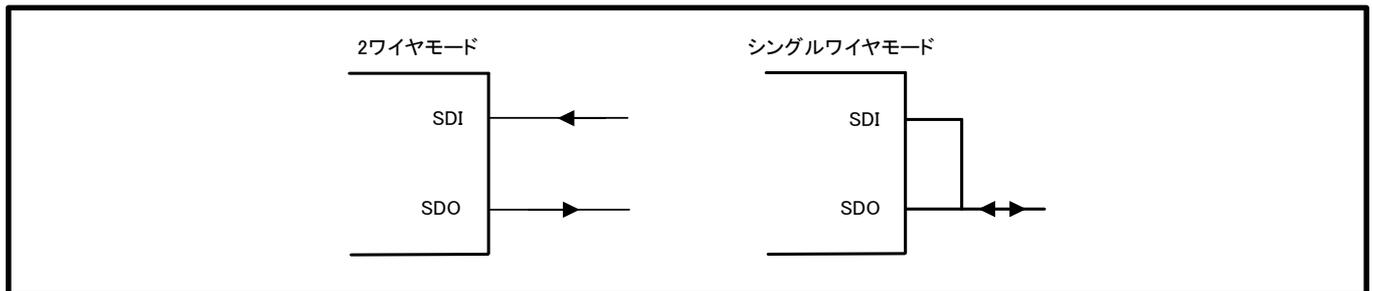
4つのラインの内訳は、チップ有効化(CE)、シリアルクロック(SCL)、シリアルデータ出力(SDO)、シリアルデータ入力(SDI)です。

チップ有効化信号はデータの転送を有効化するために使用されます。データラインの入力端子(SDI)と出力端子(SDO)が2つのラインに分かれていますが、これらのラインは双方向ラインとして1ラインにまとめることができます。

6.1.SPI インターフェースシステムのコンフィグレーション

記号	機能	説明
SCL	シリアルクロック入力端子	CE端子がLOWレベルの時、入力はフロート
SDI	シリアルデータ入力端子	CE端子がLOWレベルの時、入力はフロート、SCLの立ち上がりエッジで入力データをサンプリング
SDO	シリアルデータ出力端子	プッシュプル出力 ($V_{SS} \sim V_{DD}$ の電圧で駆動) が駆動していない時、ハイインピーダンスSDI端子とシングルワイヤのデータラインとして接続可能、SCL端子の立下りエッジで出力データに切り替え
CE	チップ有効化信号入力端子	アクティブHIGH。この端子を常にHIGHに設定することはできません。内部で100k Ω のプルダウン抵抗と接続。この端子がLOWレベルの時、インターフェースがリセットされます。

SDI,SDO端子のコンフィギュレーション



注記:

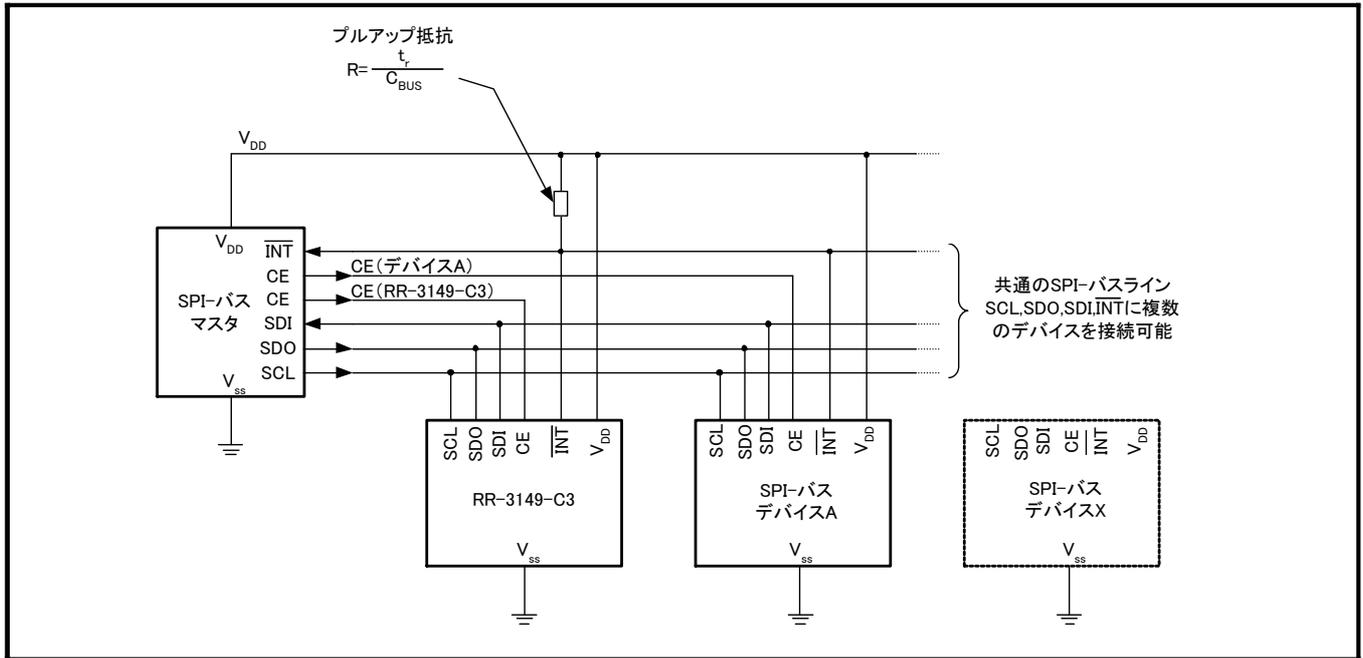
データラインの入力端子(SDI)と出力端子(SDO)が2つのラインに分かれていますが、これらのラインは双方向ラインとして1ラインにまとめることができます。

RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



アプリケーションダイアグラム



6.2. SPI インターフェースでのデータ転送

データ転送はアクティブHIGHのチップ有効化信号CEでコントロールされています。

データ転送はマスタでRR-3149-C3のチップ有効化信号をHIGHにすることで開始されます。

SPIバスでデータ転送が開始された時、時刻、日付、アラーム、タイマ、温度レジスタのデータがキャッシュメモリに保存されます。

読み出し/書き込み時、データはこのキャッシュメモリから供給されます。

読み出しエラーを防止するためキャッシュメモリのデータはSPIバスのデータ転送が終了するまで保存されます。

マスタによってCE信号がLOWレベルに下げられた時、キャッシュメモリに保存されたデータが対応する時刻、日付、アラーム、タイマ、温度レジスタに戻されます。

各データ転送はバイト単位で行われ、最上位ビットから順に転送されます。

最初に転送されるバイトは、最初にアクセスして読み出し、書き込みを行うレジスタを指定するコマンドバイトです。

SCLクロックパルスが1個送信されるにつき1バイトのデータが転送されます。

データはSCLクロックの立ち上がりエッジでサンプリングされ、SCLクロックの立ち下がりエッジで内部に転送されます。

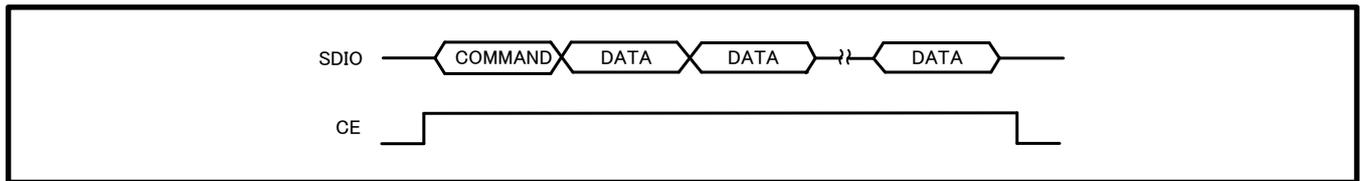
アイドルモードでは、SCL端子からはLOWレベル信号を出力します。

レジスタアドレスは、バイト単位でデータが転送される度に同じメモリページ内で自動インクリメントされます。

データ転送が終了するまでページアドレスは固定され、同じページ内でデータ転送を続けます。従って、データ新しいデータ転送が実行される前にCE端子信号をLOWレベルに戻す必要があります。

データ転送はマスタでRR-3149-C3のチップ有効化信号をLOWにすることで終了されます。

データ転送概略図

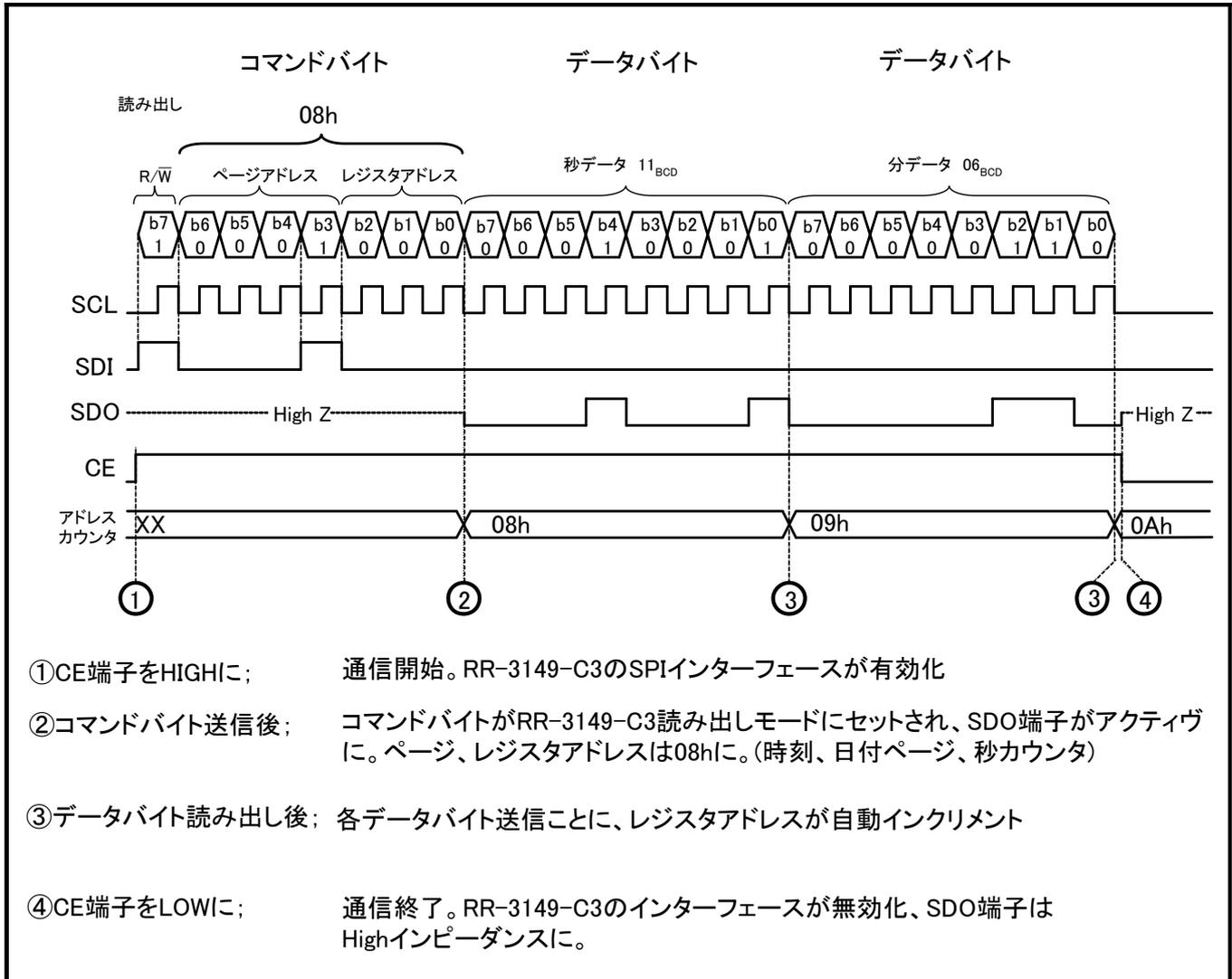


6.2.1. コマンドバイトの定義

	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
コマンドバイト	R/W	PA	PA	PA	PA	RA	RA	RA
ビット	記号	値	説明					
7	R/W	データの読み出し、書き込みを選択						
		0	書き込み					
		1	読み出し					
6:3	PA	-0xxx	ページアドレス；転送されないページアドレスのビット7は内部で0にセットされる					
2:0	RA	000~111	レジスタアドレス：範囲外の値が書き込まれた場合無効					

6.2.2. SPIインターフェースの読み出し、書き込み例

シリアルバス読み出し例 (秒カウンタレジスタ(アドレス08h)と分カウンタレジスタ(アドレス09h)の読み出し)

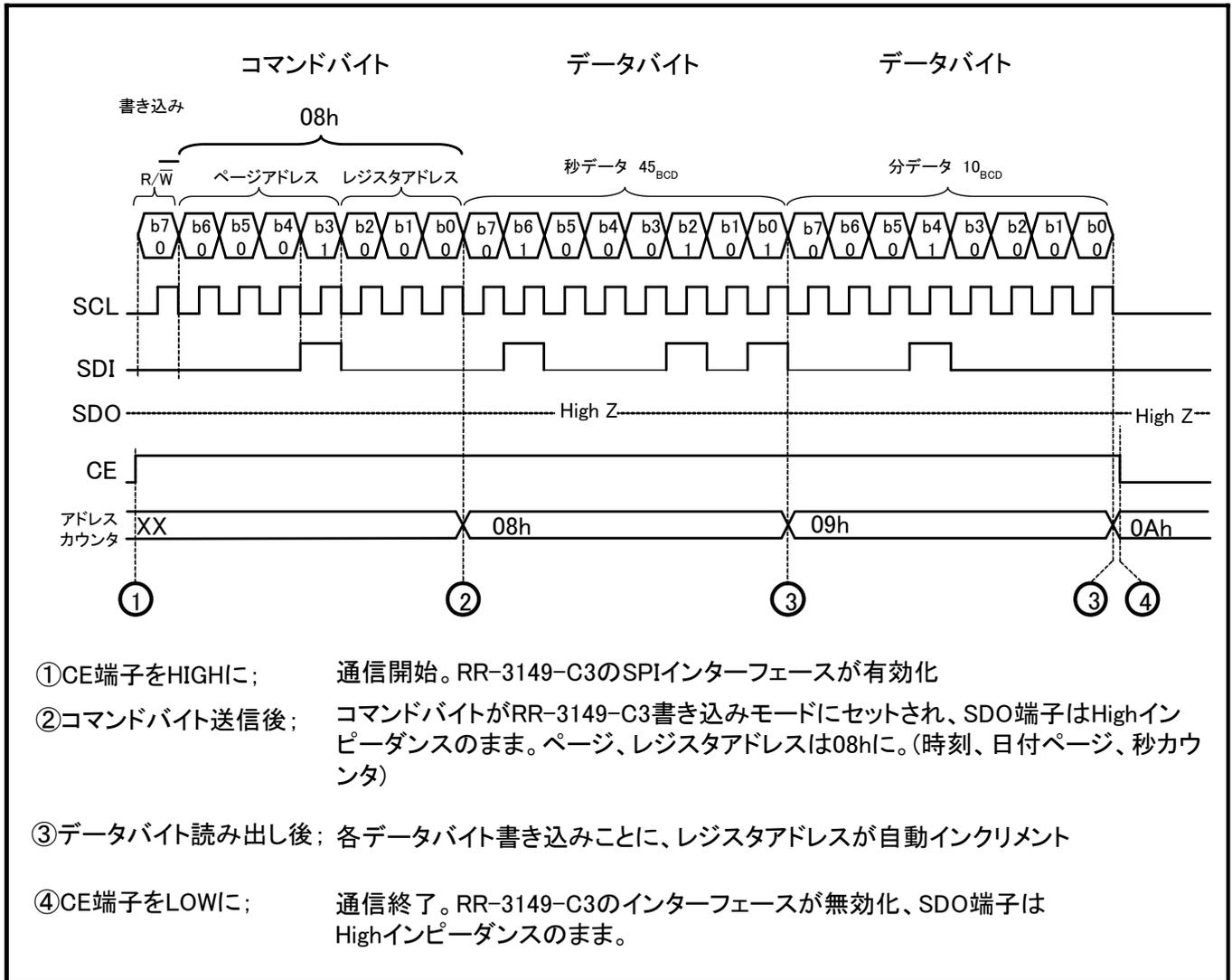


注記:

この例では、秒カウンタ、分カウンタレジスタを読み出しています。SDI端子とSDO端子は接続されていません。この場合SDI端子を未接続にせず、常にHIGH又はLOWで駆動させておく必要があります。

SDI端子を未接続にした場合、消費電流が増加します。転送時間が200ns程度であれば問題はありません。

シリアルバス書き込み例 (秒カウンタレジスタに45秒、分カウンタレジスタに10分を書き込み)



注記:

この例では、秒カウンタ、分カウンタレジスタに書き込みをしています。SDI端子とSDO端子は接続されていませんが、書き込みモードなので、通信中は、SDOラインはHighインピーダンスを保ちます。

7. 電気的特性

7.1. 絶対最大規格

IEC60134に準拠した絶対最大規格

パラメータ	記号	条件	最小値	最大値	単位
主電源電圧	V _{DD}	>GND/<V _{DD}	GND-0.3	+6.0	V
主電源電流	I _{DD} ; I _{SS}	V _{DD} 端子	-50	+50	mA
入力電圧	V _I	入力端子	GND-0.3	V _{DD} +0.3	V
出力電圧	V _O	INT,CLKOUT	GND-0.5	V _{DD} +0.5	V
直流入力電流	I _I		-10	+10	mA
直流出力電流	I _O		-10	+10	mA
総消費電力	P _{TOT}		-	300	mW
静電耐圧	V _{ESD}	HBM ¹⁾	-	±2000	V
		MM ²⁾	-	±300	V
ラッチアップ電流	I _{LU}	全端子間 ³⁾	-	200	mA
使用温度範囲	T _{OPR}		-40	+125	°C
保存温度範囲	T _{STO}	製品単体で保存	-55	+125	°C

1) 適応規格；人体モデル（HBM）、JESD22-A114準拠

2) 適応規格；マシンモデル（MM）、JESD22-A115準拠

3) 適応規格；ラッチアップ試験JESD78準拠

上表の絶対最大規格より大きな負荷をかけると、製品にダメージを与える恐れがあります。

絶対最大規格の範囲外の条件にさらされると、信頼性に影響が出る、あるいは不具合を引き起こす恐れがあります。

7.2. 周波数特性、時刻精度

V_{DD}= 3.0 V; V_{SS}= 0 V; T_{amb}= +25°C; f_{osc}= 32.768 kHz

パラメータ	記号	条件	代表値	最大値	単位	
32.768kHz 水晶発振器の特性						
周波数精度	ΔF/F	T _{amb} = +25°C V _{DD} = 3.0 V	±10	±20	ppm	
周波数電圧特性	ΔF/(FΔV)	T _{amb} = +25°C V _{DD} = 1.4 V ~ 5.5 V	±0.5	±1.0	ppm/V	
周波数温度特性	ΔF/T _{OPR}	T _{OPR} = -40~125°C V _{DD} = 3.0 V	-0.035 * (T _{OPR} -T ₀) ² (±10%)		ppm	
頂点温度	T ₀		+25	+20~ +30	°C	
初年度最大経時変化	ΔF/F	T _{amb} = +25°C	-	±3	ppm	
発振器起動電圧	V _{START}	T _{amb} = +25°C t _{START} < 10s	1.0	-	V	
発振器起動時間	t _{START}	T _{amb} = -40~85°C	0.5	3	s	
		T _{amb} = -40~125°C	1	3		
クロック出力デューティサイクル	δ _{CLKOUT}	T _{amb} = +25°C F _{CLKOUT} = 32.768kHz	50	40/60	%	
DTXO デジタル温度補償機能を使用した時の時刻精度						
オプション A の時刻精度	Δt/t	TA,TB	T _{amb} = +25°C	±1	±3	ppm
		TA,TB	T _{amb} = 0~50°C	±2	±4	
		TA,TB	T _{amb} = -10~65°C	±3	±5	
		TA,TB	T _{amb} = -40~85°C	±4	±6	
		TB	T _{amb} = -40~125°C	±5	±8	
オプション B の時刻精度	Δt/t	TA,TB	T _{amb} = +25°C	±1	±3	ppm
		TA,TB	T _{amb} = 0~50°C	±3	±5	
		TA,TB	T _{amb} = -10~65°C	±5	±10	
		TA,TB	T _{amb} = -40~85°C	±10	±25	
		TB	T _{amb} = -40~125°C	±15	±30	

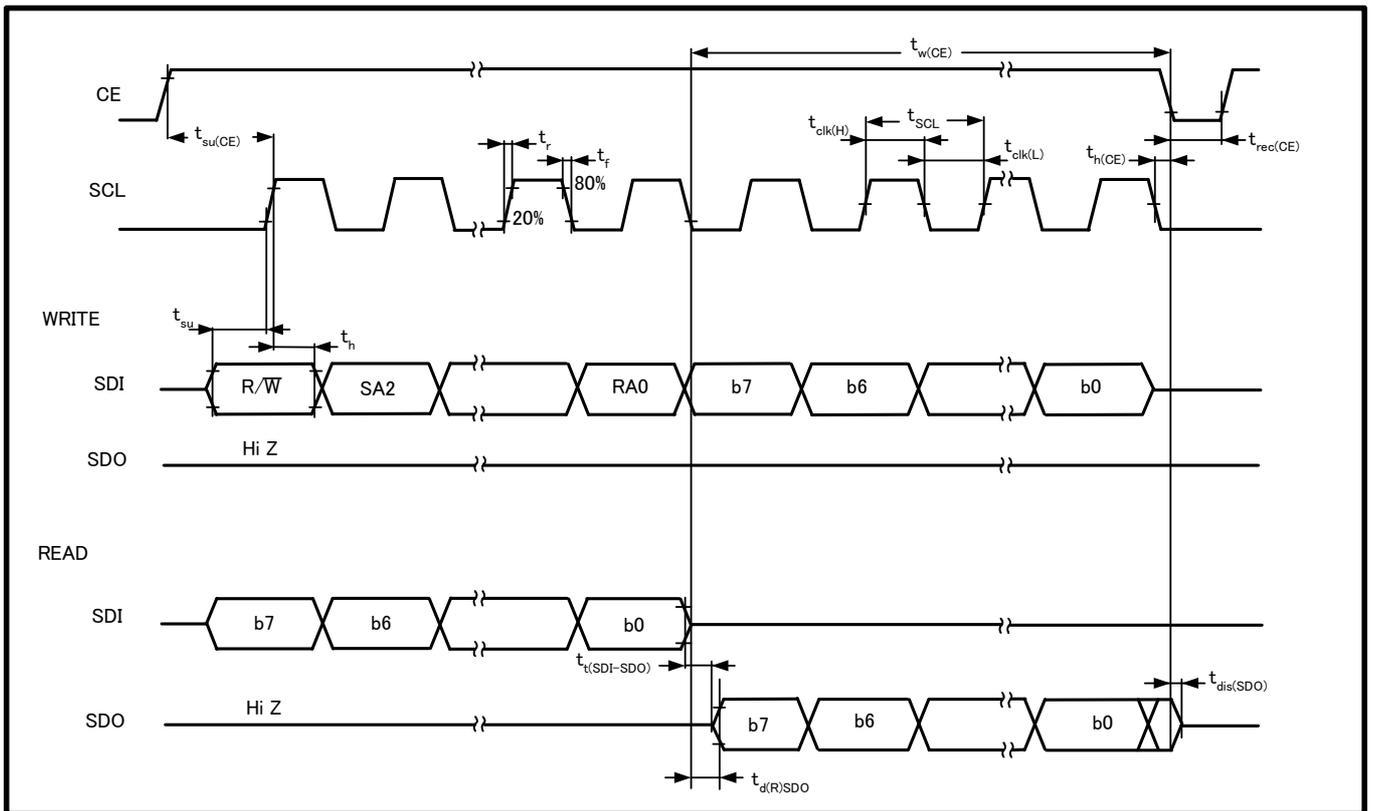
7.3. 電气的特性詳細

V_{DD}= 1.4 V to 5.5 V; V_{SS}= 0 V; T_{amb}= -40°C to +125°C; f_{osc}= 32.768 kHz

パラメータ	記号	条件	最小値	代表値	最大値	単位
供給側						
主電源電圧	V _{DD}	タイムキーピングモード SPI バススピード低下	1.4	-	5.5	V
		SPI バスフルスピード	3.0	-	5.5	V
最低検出供給電圧	V _{LOW1}	T _{amb} = -40~125°C	1.8	-	2.1	V
最低検出供給電圧	V _{LOW2}	T _{amb} = -40~125°C	1.0	-	1.4	V
電源切り替え電圧ヒステリシス	V _{HYST}	V _{DD} to V _{BACK} = 3.0V	-	20	-	mV
消費電流 SPI バス非動作 CLKOUT 端子無効 V _{BACK} =0 または V _{DD} =0	I _{DD} (V _{BACK} =0) または I _{BACK} (V _{DD} =0)	V _{DD} = 1.4 V T _{amb} = -40~85°C	-	0.6	1.5	μA
		V _{DD} = 1.4 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	4.6	μA
		V _{DD} = 3.3 V T _{amb} = -40~85°C	-	0.8	2.0	μA
		V _{DD} = 3.3 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	5.2	μA
		V _{DD} = 5.0 V T _{amb} = -40~85°C	-	0.9	2.2	μA
		V _{DD} = 5.0 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	5.5	μA
消費電流 SPI バス非動作 CLKOUT 端子無効	I _{DD}	SCL=200kHz, V _{DD} = 1.4 V T _{amb} = -40~85°C	-	-	14	μA
		SCL=200kHz, V _{DD} = 1.4 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	18	μA
		SCL=1MHz, V _{DD} = 3.3 V T _{amb} = -40~85°C	-	-	50	μA
		SCL=1MHz, V _{DD} = 3.3 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	55	μA
		SCL=1MHz, V _{DD} = 5.0 V T _{amb} = -40~85°C	-	-	65	μA
		SCL=1MHz, V _{DD} = 5.0 V T _{amb} = -40~125°C	-	-	75	μA
消費電流 SPI バス非動作 CLKOUT=32.768kHz C _{LOAD} =7.5pF	I _{DD32K}	V _{DD} = 5.0 V	-	2.5	3.4	μA
		V _{DD} = 3.3 V	-	1.5	2.2	μA
		V _{DD} = 1.4 V	-	1.1	1.6	μA
入力側						
LOW レベル入力電圧	V _{IL}	V _{DD} = 1.4 V ~ 5.0V	-	-	20% V _{DD}	V
HIGH レベル入力電圧	V _{IH}	SCL, SDI, CLKOE, CE 端子	80% V _{DD}	-	-	V
入力端子漏洩電流	I _{LI}	T _{amb} = -40~85°C	-1	-	+1	μA
		T _{amb} = -40~125°C	-1.5	-	+1.5	μA
入力端子容量 ³⁾	C _I		-	-	7	pF
出力側						
HIGH レベル出力電圧	V _{OH}	V _{DD} = 1.4 V; I _{OH} =0.1mA	1.0	-	-	V
		V _{DD} = 3.3 V; I _{OH} =1.5mA	2.7	-	-	
		V _{DD} = 5.0 V; I _{OH} =2.0mA	4.5	-	-	
LOW レベル出力電圧	V _{OL}	V _{DD} = 1.4 V; I _{OL} =0.4mA	-	-	0.2	V
		V _{DD} = 3.3 V; I _{OL} =1.5mA	-	-	0.25	
		V _{DD} = 5.0 V; I _{OL} =5.0mA	-	-	0.8	
HIGH レベル出力電流	I _{OH}	V _{OH} =4.5V/V _{DD} =5V	-	-	2.0	mA
LOW レベル出力電流	I _{OL}	V _{OL} =0.8V/V _{DD} =5V	-	-	-5.0	mA
出力端子漏洩電流	I _{LO}	V _O =V _{DD} 又は V _{SS} T _{amb} = -40~85°C	-1	0	+1	μA
		V _O =V _{DD} 又は V _{SS} T _{amb} = -40~125°C	-1.5	0	+1.5	

パラメータ	記号	条件	最小値	代表値	最大値	単位
EEPROM の特性						
読み出し電圧	V _{READ}	T _{amb} =-40~125°C	1.4	-	-	V
プログラム電圧	V _{PROG}	T _{amb} =-40~125°C	2.2	-	-	V
EEPROM プログラム時間	t _{PROG}	T _{amb} =-40~125°C ユーザーEEPROM1 バイト	-	-	35	ms
EEPROM プログラム時間	t _{PROG}	T _{amb} =-40~125°C EEPROM コントロール 1 バイト	-	-	100	ms
EEPROM プログラム時間	t _{PROG}	T _{amb} =-40~125°C EEPROM コントロール 2~4 バイト	-	-	135	ms
EEPROM 限界書き込み回数	Cy _{rewrite}	V _{DD} to V _{BACK} = 3.0V	5000	-	-	サイクル
トリクルチャージャーの特性						
電流制限抵抗値 V _{DD} =5.0V V _{BACK} =3.0V	R80k	T _{amb} =25°C		80		kΩ
	R20k	T _{amb} =25°C		20		
	R5k	T _{amb} =25°C		5		
	R1.5k	T _{amb} =25°C		1.5		
サーモメータの特性						
サーモメータの精度	T _E	T _{amb} =-40~85°C		±4		°C
		T _{amb} =-40~125°C		±6		

7.4.SPIインターフェースのタイミングチャート



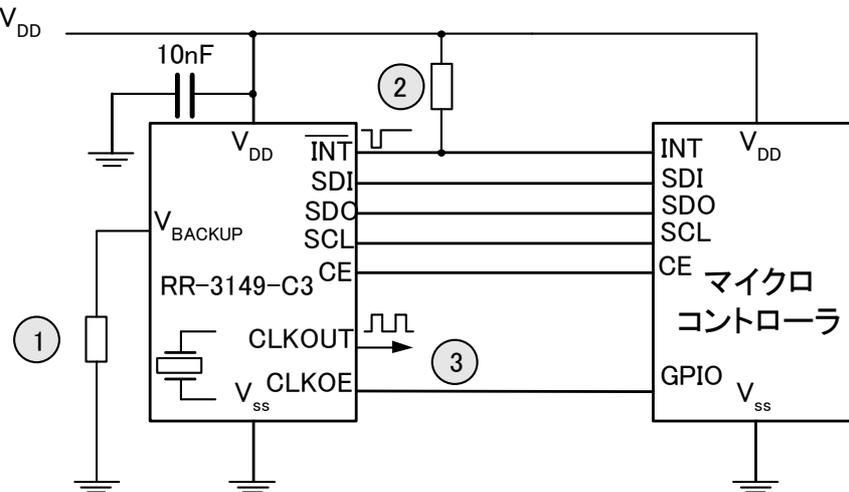
7.5.SPI インターフェースの動的特性

$V_{SS} = 0V$; $T_{amb} = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$. 全てのタイミング値は、動作電源電圧範囲内で有効であり、 V_{SS} から V_{DD} への入力電圧スイングで V_{IL} と V_{IH} を基準にしています。

パラメータ	記号	説明	$V_{DD} = 1.4V$		$V_{DD} = 1.8V$		$V_{DD} = 3.3V$		$V_{DD} = 5.0V$		単位
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
SCL クロック周波数	$f_{clk(SCL)}$		-	0.2	-	0.6	-	1.0	-	1.0	MHz
SCL 時間	t_{SCL}		5	-	1.7	-	1	-	1	-	μs
クロック HIGH 時間	$t_{clk(H)}$		1500	-	700	-	400	-	400	-	ns
クロック LOW 時間	$t_{clk(L)}$		1500	-	700	-	400	-	400	-	ns
SCL 立ち上がり時間	t_r		-	800	-	800	-	200	-	200	ns
SCL 立ち下がり時間	t_f		-	800	-	800	-	200	-	200	ns
CE セットアップ時間	$t_{su(CE)}$		100	-	100	-	100	-	100	-	ns
CE ホールド時間	$t_h(CE)$		500	-	300	-	200	-	200	-	ns
CE リカバリ時間	$t_{rec(CE)}$		400	-	300	-	200	-	200	-	ns
CE パルス幅	$t_w(CE)$	サブアドレス受信後	-	0.49	-	0.49	-	0.49	-	0.49	s
SDI セットアップ時間	t_{su}		20	-	20	-	20	-	20	-	ns
SDI ホールド時間	t_h		500	-	300	-	200	-	200	-	ns
SDO 読み出し遅延時間	$t_{d(R)SDO}$	Bus 負荷容量=50pF	-	1300	-	650	-	350	-	350	ns
SDO 無効化時間	$t_{dis(SDO)}$	Bus 自体の負荷容量による回路のRC時定数	-	200	-	100	-	50	-	50	ns
SDI-SDO 間の遷移時間	$t_{t(SDI-SDO)}$	バスコンフリクト防止用	0	-	0	-	0	-	0	-	ns

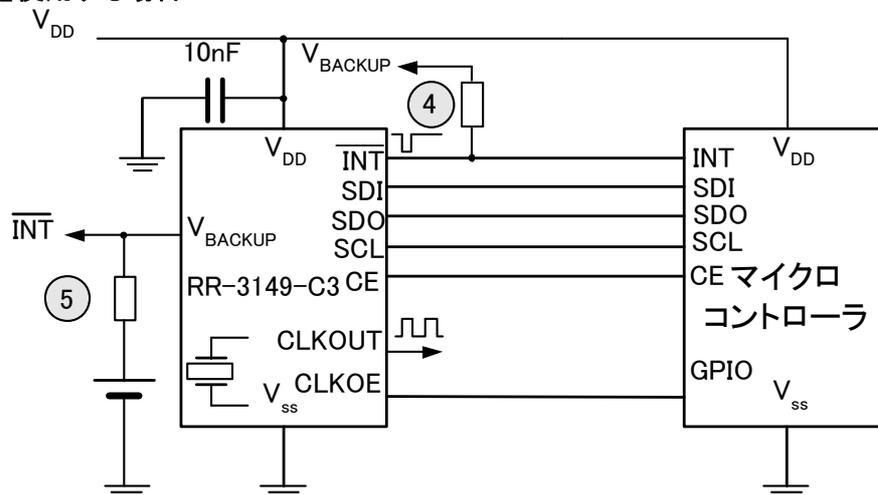
8. 使用方法

バックアップ電源を使用しない場合



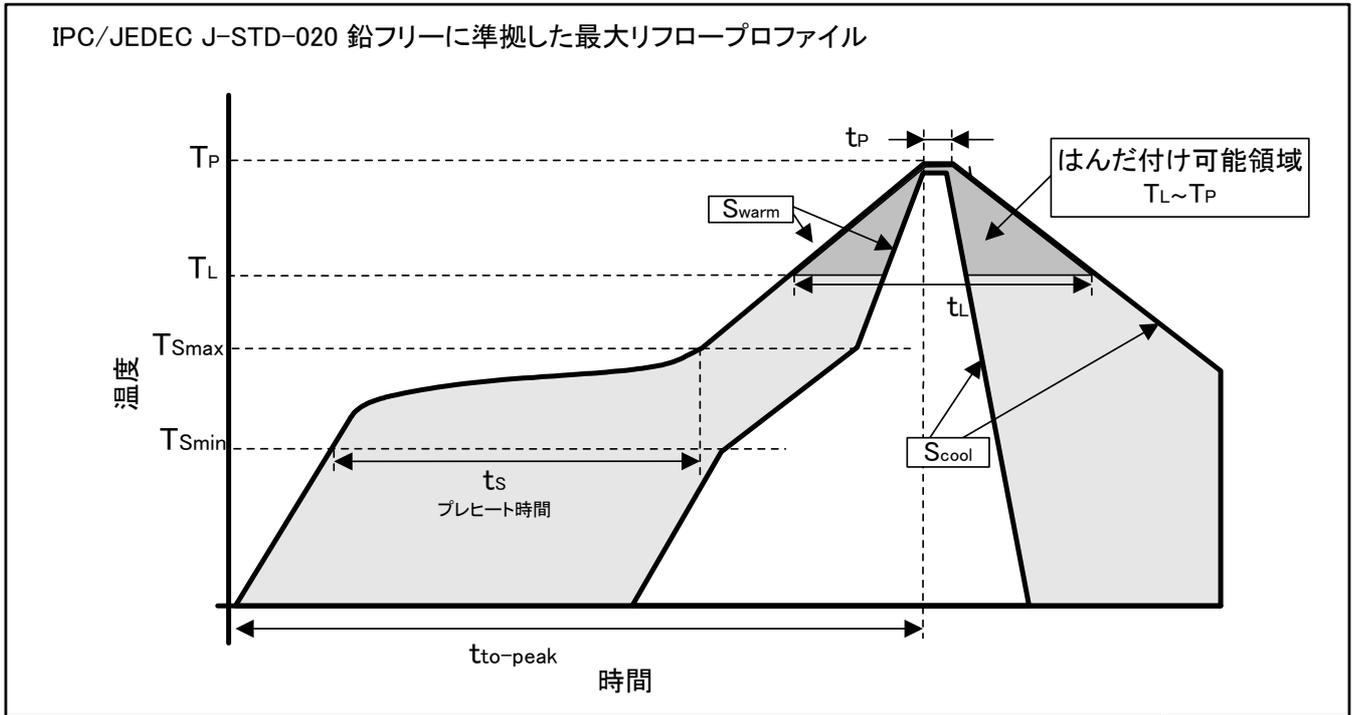
- ① RR-3149-C3にバックアップ電源を接続しない場合、 V_{BACKUP} 端子を10k Ω の抵抗を介してGNDに接続してください。
- ② \overline{INT} 端子のプルアップ抵抗は直接主電源に接続してください。
- ③ CLKOEにHIGHレベル信号が入力されているとCLKOUT端子が有効化されます。CLKOE端子をプルアップ抵抗を介して主電源に接続するか、マイクロコントローラで常にHIGHレベル信号を送信することで、クロック出力を常に有効化することができます。クロック出力が必要ない場合は、CLKOE端子をプルダウン抵抗を介してGNDに接続しCLKOUT端子を無効化してください。

バックアップ電源を使用する場合



- ④ RR-3149-C3にバックアップ電源としてスーパーキャパシタやリチウム電池を使用する場合、割り込み信号はバックアップ電源供給時にも発生されます。従って、 \overline{INT} 端子はプルアップ抵抗を介してVBACKUP端子と接続してください。
- ⑤ リチウム電池を使用する場合、バッテリー電流を制限し、はんだ付け不良で電源供給端子同士がショートしてしまった場合のダメージを避けるため100~1000 Ω の保護抵抗を接続してください。

8.1. 推奨リフロープロファイル (鉛フリーはんだ)



温度プロファイル	記号	規格	単位
平均ランプ温度上昇レート	S_{warm}	~3	°C/秒
ランプ温度下降レート	S_{cool}	~6	°C/秒
頂点温度到達時間	$t_{to-peak}$	~8	分
プレヒート			
プレヒート開始温度	T_{Smin}	150	°C
プレヒート終了温度	T_{Smax}	200	°C
プレヒート時間 ($T_{Smin} \sim T_{Smax}$)	t_s	60~180	秒
はんだ融点とはんだ付け可能時間			
はんだ融点	T_L	217	°C
はんだ付け可能時間	t_L	60~150	秒
頂点温度と保持時間			
頂点温度	T_P	260	°C
頂点温度保持時間	t_p	20~40	秒

RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

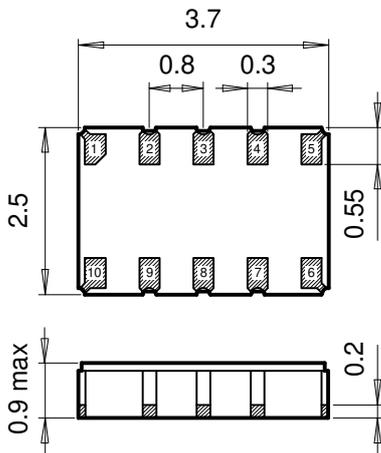
9. パッケージ

9.1. 製品寸法とランド寸法



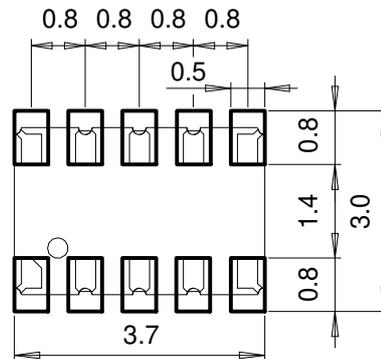
RR-3149-C3 パッケージ

パッケージ寸法(底面より):



金属リッドはVss(6番ピン)に接続

推奨半田パッドレイアウト:



公差: 特に規定がない場合 +/- 0.1 mm

全ての寸法はmmの標準値です。

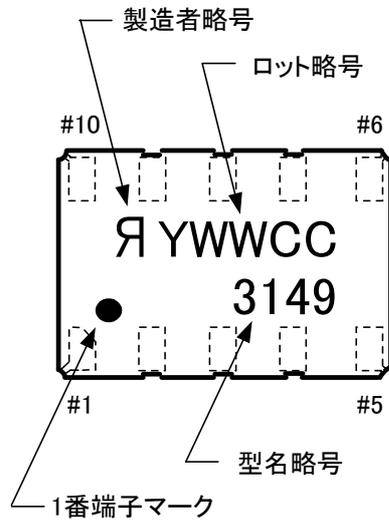
RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



9.2. マーキングと1番端子マーク

レーザーマーキングRR-3149-C3パッケージ:(上面から)



ロット略号 詳細

Y: 西暦下1桁(0~9)

WW: 週番号(01~53)(ISO8601準拠)

CC: 社内管理番号(A0~Z9)

RR-3149-C3

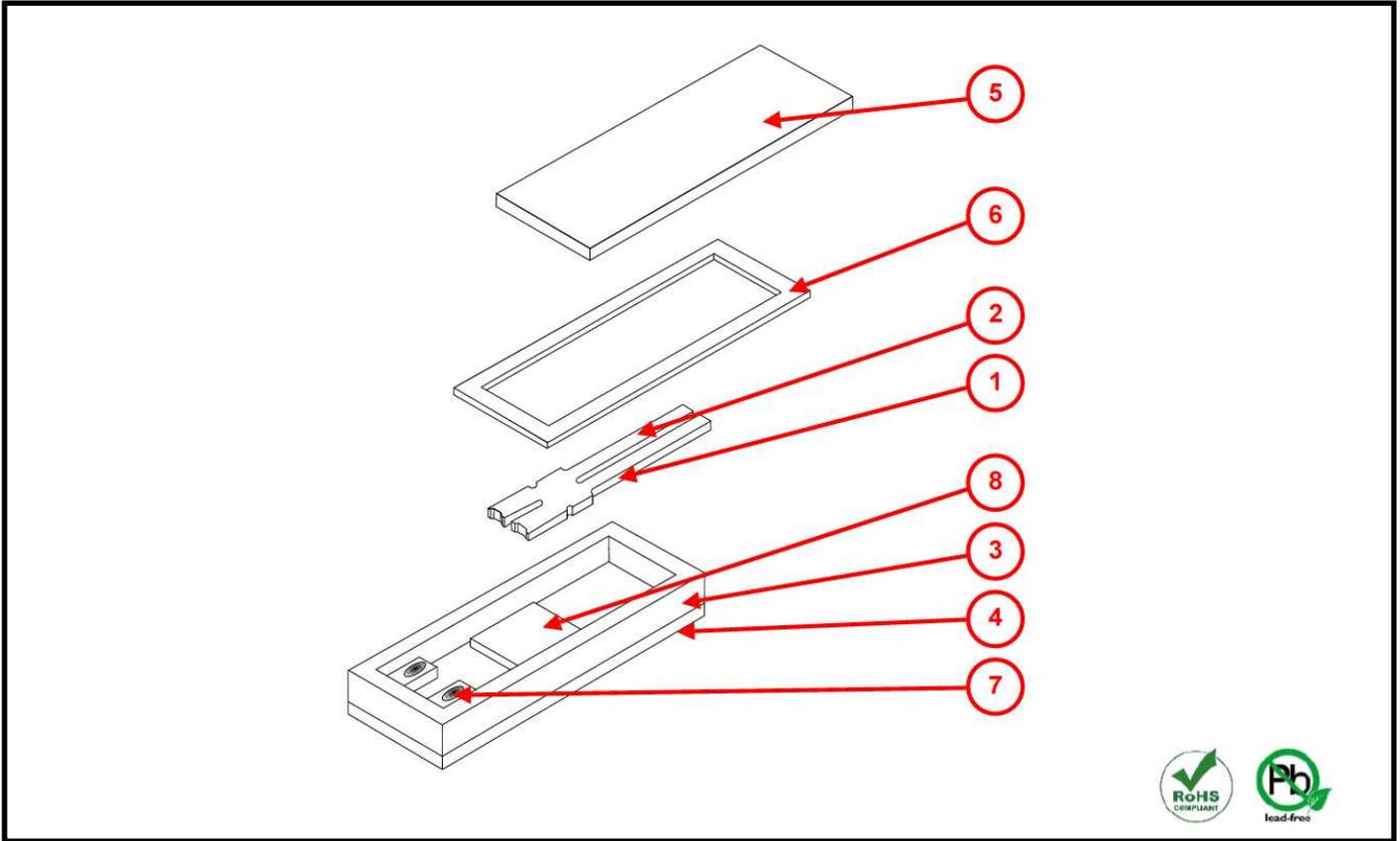
SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



10.構成部品ごとの含有物質と環境情報

10.1.構成部位ごとの含有物質

IPC-1752 に準拠した均質部位ごとの含有物質



No.	構成部品	材料名	重量		成分	CAS No.	備考
			(mg)	(%)			
1	水晶片	水晶片	0.32	100	SiO ₂	14808-60-7	
2	電極	Cr+Au	0.01	6	Cr	7440-47-3	
				94	Au	7440-57-5	
3	ケース	セラミックケース	15.65	100	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
4	端子	内部及び外部端子	0.38	80	W	7440-33-7	タングステン
				15	Ni	7440-02-0	Ni めっき
				5	Au(0.5μm)	7440-57-5	Au めっき
5	金属リッド	コバールリッド	6.91	95	Fe53Ni29Co18	Fe:7439-89-6 Ni:7440-02-0 Co:7440-48-4	コバール
				4.95	Ni	7440-02-0	Ni めっき
				0.05	Au	7440-57-5	Au めっき
6	封止用はんだ	Au-Sn はんだ	1.00	80	Au80/Sn20	Au:7440-57-5	
				20		Sn:7440-31-5	
7	導電性接着剤	銀フィラー+シリコン樹脂	0.09	88	Ag	7440-22-4	
				12	シリコン樹脂	68083-19-2	ジメチルビニル末端ポリマ
				0	石油蒸留物	64742-47-8	製品には残留せず。
8	CMOS IC	Si 基板+金バンプ	0.64	80	Si	7440-21-3	
				20	Au	7440-57-5	
製品総重量			25.0				

10.2.環境物質分析データ

IPC-1752 に準拠した均質部位ごとの分析データ

No.	構成部品	材料名	RoHS						ハロゲン				フタレート			
			Pb	Cd	Hg	Cr ⁺⁶	PBB	PBDE	F	Cl	Br	I	BBP	DBP	DEHP	DINP
1	水晶片	水晶片	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
2	電極	Cr+Au	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
3	ケース	セラミック	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
4	端子	内部及び外部 端子	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	金属リッド	コバールリッド +メッキ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	封止用はんだ	Au-Sn はんだ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
7	導電性接着剤	銀フィラー +シリコーン樹脂	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	CMOS IC	シリコン +金バンプ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
検出限界			2ppm				5ppm		50ppm				0.003%			0.01%

nd=not detectable(検出限界未満)

試験条件：

RoHS IEC 62321-5:2013 準拠
ハロゲン BS EN 14582:2007 準拠
フタレート EN 14372 準拠

検出限界 2ppm (PBB/PBDE: 5ppm)
検出限界 50ppm
検出限界 0.003% (DINP 0.01%)

10.3. リサイクル情報

IPC-1752 に準拠したリサイクル情報

物質の重さは合算で、製品全体の重さ 25.0mg に対する比率を計算しています。

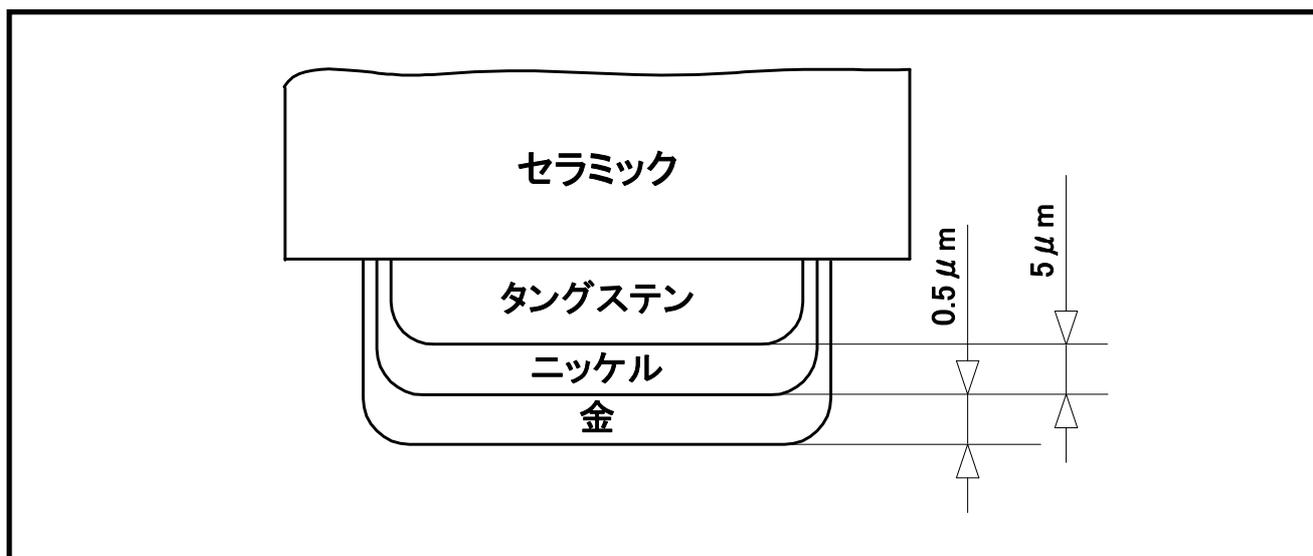
物質名	No.	構成部品名	重量		化学式	CAS No.	備考
			(mg)	(%)			
水晶	1	水晶片	0.32	1.28	SiO ₂	14808-60-7	
クロム	2	電極	0.0006	0.002	Cr	7440-47-3	
アルミナ	3	ケース	15.65	62.60	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
金	2	電極	0.96	3.84	Au	7440-57-5	
	4	端子					
	5	金属リッド					
	6	封止					
8	CMOS IC						
タングステン	4	端子	0.30	1.22	W	7440-33-7	
ニッケル	4	端子	0.40	1.60	Ni	7440-02-0	
	6	金属リッド					
コバルト	5	金属リッド	6.56	26.26	Fe53Ni29Co18	Fe:7439-89-6 Ni:7440-02-0 Co:7440-48-4	
スズ	6	封止	0.20	0.80	Sn	7440-31-5	
銀	7a	導電性接着剤	0.079	0.32	Ag	7440-22-4	
シリコーン樹脂	7b	導電性接着剤	0.011	0.04	シリコーン	68083-19-2	ジメチルビニル 末端ポリマ
石油蒸留物	7c	導電性接着剤	0	0	石油蒸留物	64742-47-8	製品には残留せず
シリコン	8	CMOS IC	0.51	2.05	Si	7440-21-3	
製品総重量			25.0	100			

10.4.環境性能

パッケージ	詳細
SON-10	Small Outline Non-leaded (SON), セラミックパッケージ、メタルリッド

パラメータ	規格	条件	評価
製品総重量			25.0mg
保存温度		製品単体での保存	-55~125°C
耐湿レベル(MSL)	IPC/JEDEC J-STD-020D		MSL1

電極の表面処理：



RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



11. 包装

11.1. キャリアテープ

(JIS C 0806-3 に準拠)

12mmキャリアテープ:

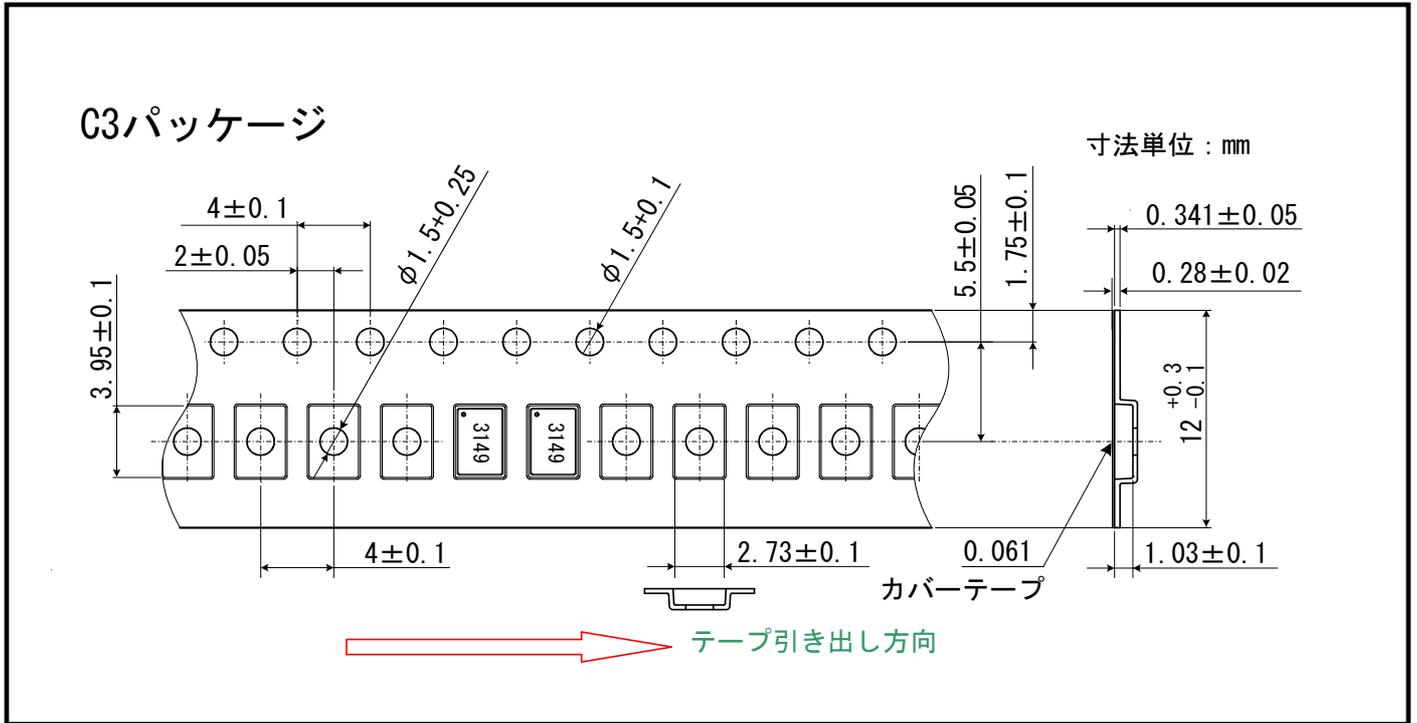
材質: 導電性ポリカーボネート

カバーテープ:

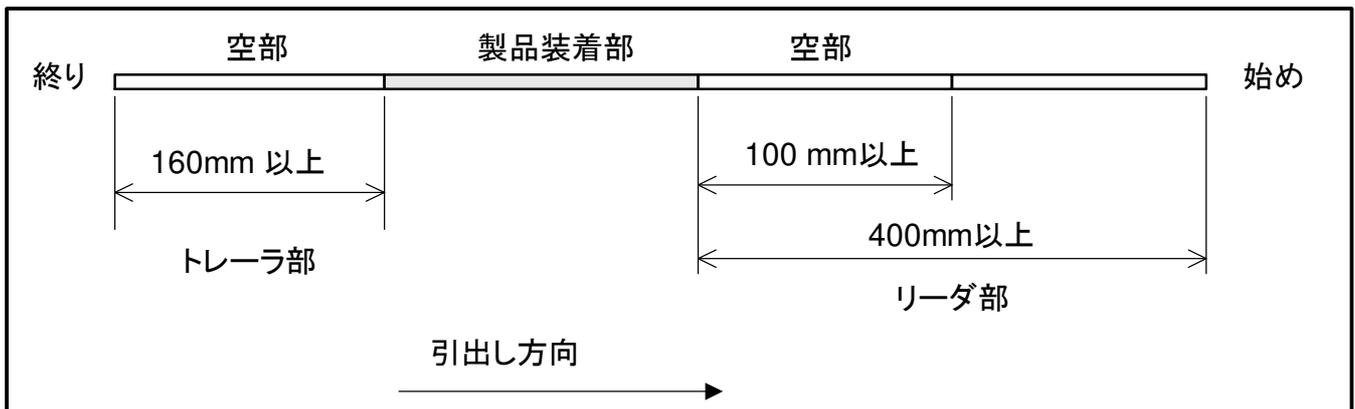
母材: ポリプロピレン、3M™ユニバーサルカバーテープ 厚み0.061mm

接着剤:

感圧性ポリマー



終端処理



11.2. 1 リール当たりの製品数

C3 パッケージ:

リール

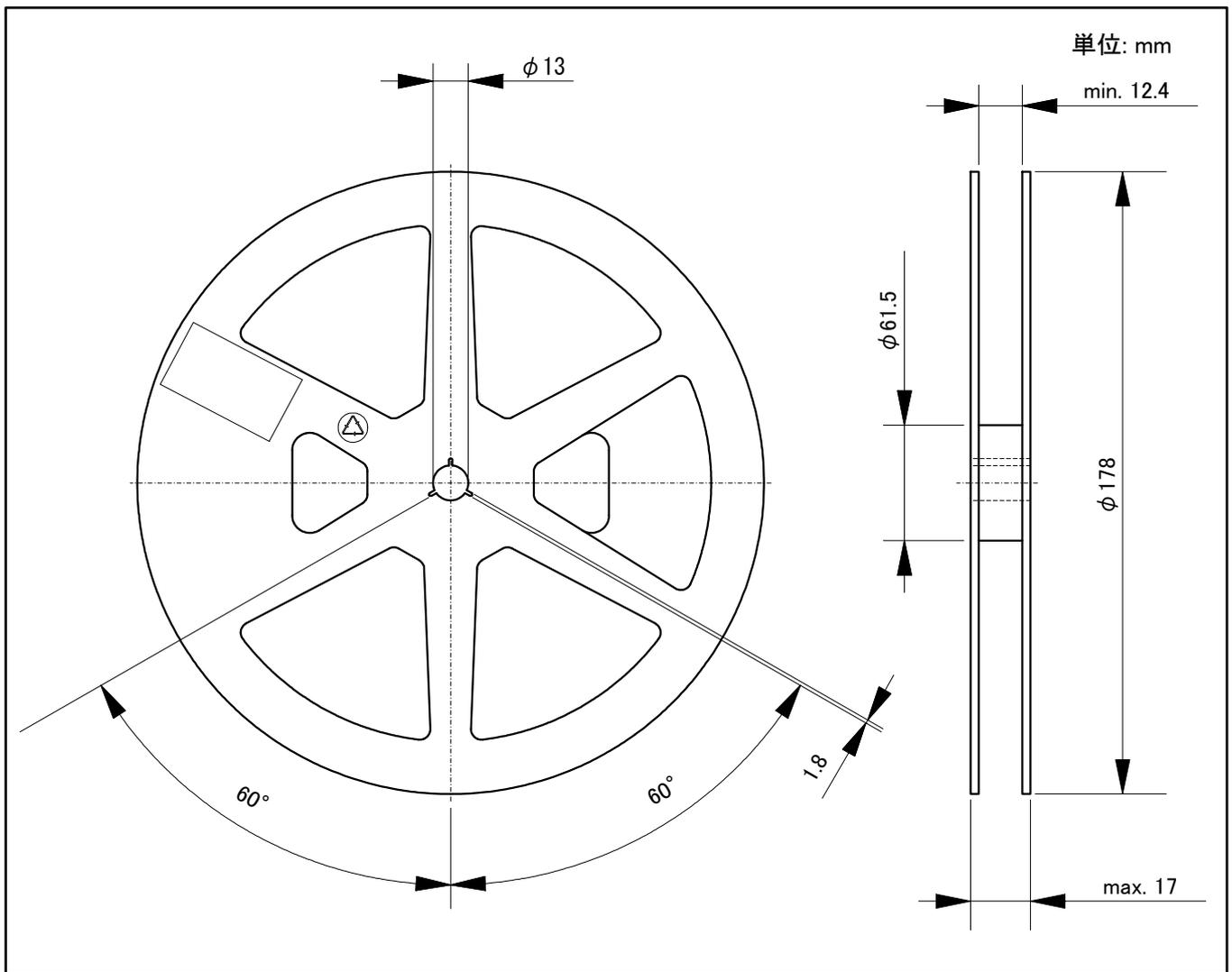
直径	材料	1 リール当たりの製品数
178mm	プラスチック、ポリスチロール	1,000
178mm	プラスチック、ポリスチロール	3,000

RR-3149-C3

SPI インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール



11.3. 12mm テープ用 7 インチリール



リール

直径	材料
178mm	プラスチック、ポリスチロール

12. 水晶振動子または水晶振動子を内蔵したモジュールの取り扱い注意事項

内蔵されている音叉型水晶振動子は純粋な水晶の結晶でできています。パッケージ内部の空洞は、水晶片を空気、水分その他の影響から遠ざけるために、真空状態で密封しています。

衝撃、振動

水晶振動子乃至モジュールに過度の機械的衝撃、振動を与えないでください。リバーエレテックでは5000G/0.3ms以下の衝撃を保証しています。下記のような状況では衝撃、振動による故障が発生する可能性があります。

PCB基板の切断

基板搭載工程の最後にはたいていPCB基板は電動のこぎりで切断されます。電動のこぎりはPCB基板に32.768kHzに近い基本波または高調波の振動を発生することがあります。この場合、水晶片が共鳴して破壊されます。電動のこぎりのスピードを発振周波数から避けるように設定してください。

超音波洗浄

超音波洗浄機を使用して洗浄することを避けてください。超音波洗浄は水晶片と機械的に共鳴して水晶片にダメージを与える可能性があります。

過加熱、リワーク時の高熱処理:

パッケージへの過加熱を避けてください。パッケージは金80%-スズ20%合金製リングで封止されています。この合金の融点は280°Cです。封止リングを280°C以上に上げると、金属封止が溶け、キャビティが真空であるため、エアダクトを形成しながらキャビティ内部に吸い込まれます。ホットエアガンの設定が280°C以上になるとこの状況が発生します。

取り外す際は以下の手順で行ってください。

- 270°Cに設定したホットエアガンを使用してください。
- 温度設定可能なはんだごてを2つ使用して、設定を270°Cとし、両サイドから全てのはんだ付け部を同時に加熱できる特別なこて先を当てて、はんだが液化した時にピンセットで取り外してください。

13. コンプライアンス情報

RR-3149-C3はRoHS指令及びREACH規則に準拠していることをリバーエレテックは宣言します。詳しい資料が必要な場合は弊社担当までお問い合わせください。