

RIVER

リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

RR-3029-C2

アプリケーションマニュアル

施行	2016年	4月	1日
第12版	2021年	4月	23日

リバーエレテック株式会社
RIVER ELETEC CORPORATION

本社
Head office 山梨県韮崎市富士見ヶ丘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

I²C 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
変更記録

No.	日付	頁	変更内容
初版	2016/7/7		初版発行
第 1 版	2016/8/1	49	図中のスレーブアドレスの誤記を修正
第 2 版	2016/8/19	54~	改ページミスによるページずれを修正
第 3 版	2016/9/23		タイトル、ヘッダを変更
第 4 版	2017/1/10	4,44,45,53	温度補償規格 TA:-40~85℃、TB:-40~125℃を追記
		17	3.6 節の表中の誤記を修正
		18	3.8.1 項の表中の誤記を修正
		27	EEPROM 書き込み時の待機条件を追記
		42	時刻精度測定結果の表の誤りを修正
第 5 版	2017/2/1		タイトルを変更
		60	マーキングの説明を改訂
第 6 版	2017/2/3	60	マーキング、ロット略号の詳細を追記
第 7 版	2017/5/8	54	パラメータの表現を統一
第 8 版	2018/3/23	4~57	誤記修正
第 9 版	2018/7/17	35	電源起動時の 1024Hz,32Hz,1Hz の挙動を追記
		38	サーモメータの再起動方法を追記
第 10 版	2019/6/19	21	4.1.1 電源投入シーケンス 注記 1:追記
第 11 版	2019/7/25		C3 パッケージ関連削除
		21	供給電圧 V _{LOW2} →供給電圧が電圧閾値 V _{LOW2}
		61,62,63	10. 構成部材ごとの含有物質と環境情報 を追加
		67	13. コンプライアンス情報 を追加
第 12 版	2021/4/23	64	キャリアテープ寸法公差修正
		67	誤記修正 5000g→5000G、REACH 規制→REACH 規則

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下さい。

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、御了承下さい。

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御相談下さい。

RR-3029-C2

I²C 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...ビット詳細)	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校正	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. 周波数校正パラメータの設定	39
5.3. 周波数校正メソッド	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測定	42
5.4. オプションによる時刻精度の違い	44
5.4.1. 時刻精度 オプション: A	44
5.4.2. 時刻精度 オプション: B	45

6. I ² C インターフェース	46
6.1. I ² C インターフェースの特性	46
6.2. I ² C インターフェースのシステムコンフィグレーション	46
6.3. ビット転送	47
6.4. 開始・停止条件	47
6.5. アクノリッジ	48
6.6. I ² C インターフェースプロトコル	49
6.7. I ² C デバイスのアドレス指定	49
6.8. I ² C インターフェースの読み出し、書き込みデータ転送	50
6.8.1. 書き込みモード時のデータ転送	50
6.8.2. 特定アドレスからのデータ読み出し	51
6.8.3. アドレスを指定しない読み出しモード	52
7. 電気的特性	53
7.1. 絶対最大規格	53
7.2. 周波数特性、時刻精度	53
7.3. 電気的特性詳細	54
7.4. I ² C インターフェースのタイミングチャート	55
8. 使用方法	57
8.1. 推奨リフロープロファイル（鉛フリーはんだ）	58
9. パッケージ	59
9.1. 製品寸法とランド寸法	59
9.2. マーキングと1番端子マーク	60
10. 構成部品ごとの含有物質と環境情報	61
10.1. 構成部位ごとの含有物質	61
10.2. 環境物質分析データ	62
10.3. リサイクル情報	62
10.4. 環境性能	63
11. 包装	64
11.1. キャリアテープ	64
11.2. 1リール当たりの製品数	65
11.3. 12mm テープ用13 インチリール	65
11.4. 12mm テープ用7 インチリール	66
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	67
13. コンプライアンス情報	67

RR-3029-C2

I²C 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

1. 大要

- ・ 32.768kHz音叉型水晶振動子内蔵RTCモジュール
- ・ 全製品、工場校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400kHzのI²C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、5.0 x 3.2 x 1.2 mmサイズの小型パッケージ(10ピン)

1.1. 概要

RR-3029-C2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校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I²Cインターフェースを介して、最大SCLクロックレート400kHz（ファストモード）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の機能に加えて、RR-3029-C2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-3029-C2 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。

- ・ 工場校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。

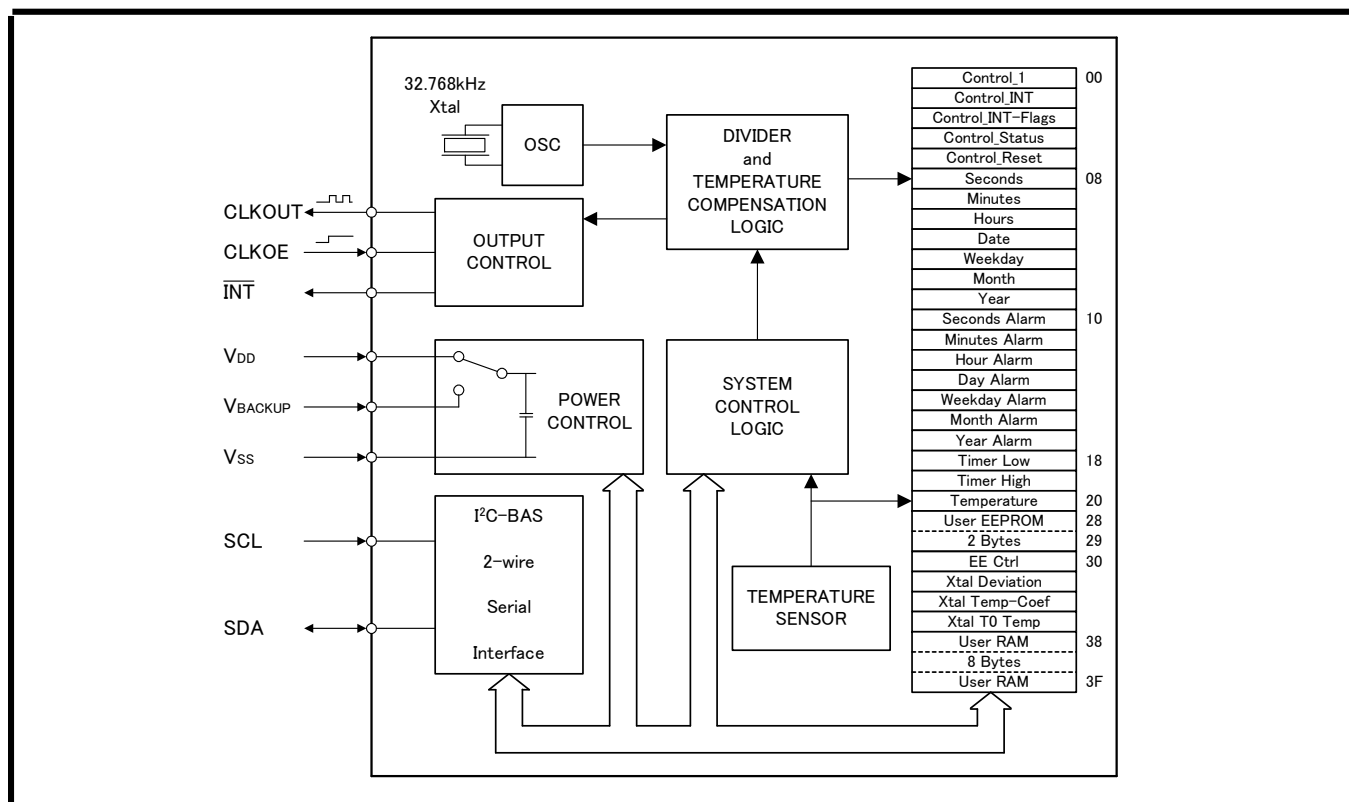
- 車載：カーナビ/ダッシュボード/スピードメータ/エンジン制御/カーステレオ
- 通信：ワイヤレスセンサ、タグ/携帯電話/その他通信設備
- 計測：電気メータ/温度計/スマートメータ/PVコンバータ
- 屋外：ATM/POS/発券システム
- 医療：グルコースメータ/ヘルスモニタリング
- 安全：監視カメラ/セキュリティ
- 民生：ギャンブル用機器/A V機器/白物家電
- 自動化：データロガー/家庭用、工場用自動化システム/流通システム

RR-3029-C2

I²C 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

2. ブロックダイアグラム



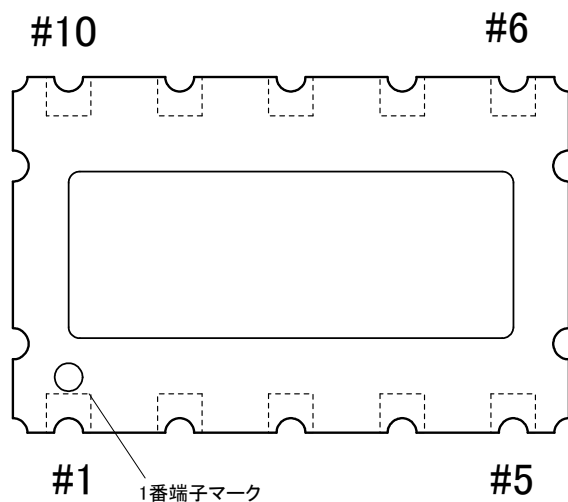
RR-3029-C2

I²C 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

2.1. 端子配置

C2パッケージ:(TOP VIEW)



#1	V_{DD}	#10	CLKOE
#2	CLKOUT	#9	N.C.
#3	N.C.	#8	V_{BACKUP}
#4	SCL	#7	$\overline{INT}$
#5	SDA	#6	V_{SS}

RR-3029-C2

I²C 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

2.2. 端子詳細

記号	端子 #	詳細
V _{DD}	1	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	2	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
N.C.	3	ノンコネクション
SCL	4	I ² C 通信用シリアルクロック入力端子; プルアップ抵抗を接続
SDA	5	I ² C 通信用シリアルデータ入力端子; プルアップ抵抗を接続
V _{SS}	6	グランド端子
INT	7	割り込み出力端子アクティヴ LOW,オープンドレイン
V _{BACKUP}	8	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
N.C.	9	ノンコネクション
CLCOE	10	クロック出力有効化端子: アクティヴ HIGH、この端子に LOW レベル信号が入力されると CLKOUT 無効化

2.3. 機能概要

RR-3029-C2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、デジタル温度補正回路(DTCXO)で正確で工場校正された水晶振動子のパラメータに基づいて適切な校正値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での周波数温度特性を校正しています。

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-3029-C2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400kHzのI²Cインターフェースを備えています。

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。

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。

- 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、温度補正値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

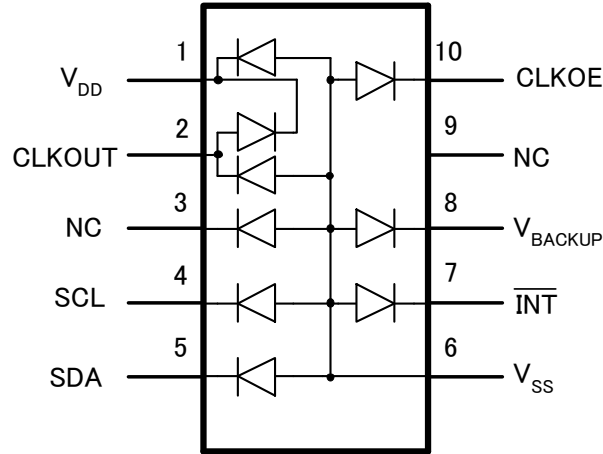
RR-3029-C2

I²C 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

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。

RR-3029-C2

I²C 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

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	SRO N	EER E	TAR	TE	WE
	001	01h	コントロール- 割り込み	X	X	X	SRIE	V2IE	V1IE	TIE	AIE
	010	02h	コントロール- 割り込みフラグ	X	X	X	SRF	V2F	V1F	TF	AF
	011	03h	コントロール- ステータス	EE busy	X	PON	SR	V _{LOW2}	V _{LOW1}	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	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256
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。

RR-3029-C2

I²C 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

3.2. コントロールレジスタの機能

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	SR On	EERE	TAR	TE	WE
	リセット	1	0	0	1	1	0	0	1
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	TD0	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	
5	TD1	01							
		10							
4	SR On	11	セルフリカバリ機能無効化					4.8.節参照	
		0							
3	EERE	1	セルフリカバリ機能有効化					4.3.節参照	
		0	EEPROM 自動リフレッシュ(1 時間毎)無効化						
2	TAR	1	EEPROM 自動リフレッシュ(1 時間毎)有効化					4.4.節参照	
		0	カウントダウンタイマ自動リロード機能無効化						
1	TE	1	カウントダウンタイマ自動リロード機能有効化					4.4.節参照	
		0	カウントダウンタイマ無効化						
0	WE	1	カウントダウンタイマ有効化					4.7.節参照	
		0	時刻カウント用 1Hz クロック無効化						
			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
	リセット	X	X	X	0	0	0	0	0
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	V2F	V1F	TF	AF
	リセット	X	X	X	0 ¹⁾	0	0	0	0
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	V2F	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	V1F	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NTイマ割り込み未検出					4.4.1.項参照	
		1	カウントダウNTイマ値が 0 に到達した時、カウントダウNT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	V _{LOW2}	V _{LOW1}	X	X
	リセット	EEbusy	X	0 ²⁾	0 ³⁾	-	-	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	V _{LOW2}	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	V _{LOW1}	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。

-と書かれたビットはリセット値が定義されておらず、リセットをしても元の値が保持されます。

- 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。

RR-3029-C2

I²C 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

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
	リセット	X	X	X	0	X	X	X	X
ビット	記号	値	説明					参照	
7~5	Unused	X	未使用						
4	SysR	0	システムリセット未実行					4.2.1.項参照	
		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
	リセット	X	-	-	-	-	-	-	-
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						

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
	リセット	X	-	-	-	-	-	-	-
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						

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
	リセット	X	-	-	-	-	-	-	-
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						

RR-3029-C2

I²C 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

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
	リセット	X	X	-	-	-	-	-	-
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。

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
	リセット	X	X	X	X	X	-	-	-
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

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
	リセット	X	X	X	X	X	-	-	-
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。

RR-3029-C2

I²C 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

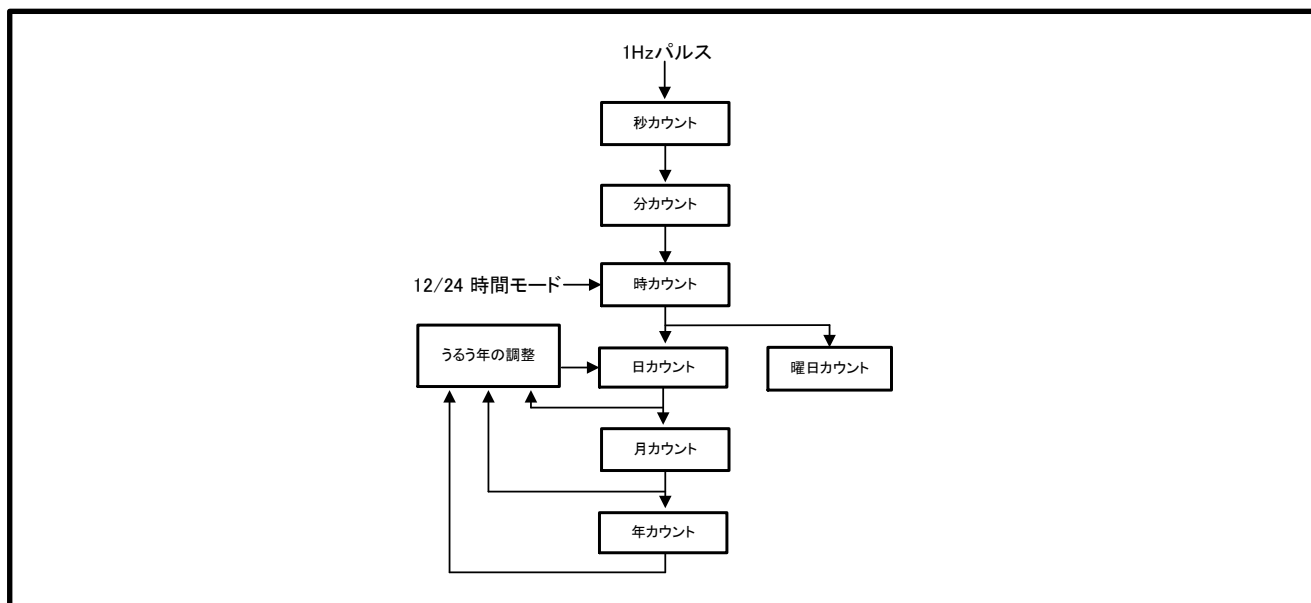
RIVER

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
	リセット	X	-	-	-	-	-	-	-
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。

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
	リセット	AE_S	-	-	-	-	-	-	-
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
	リセット	AE_Mi	-	-	-	-	-	-	-
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
	リセット	AE_H	X	-	-	-	-	-	-
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						

RR-3029-C2

I²C 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

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
	リセット	AE_D	X	-	-	-	-	-	-
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						

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
	リセット	AE_W	X	X	X	X	-	-	-
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						

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
	リセット	AE_Mo	X	X	-	-	-	-	-
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						

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
	リセット	AE_Y	-	-	-	-	-	-	-
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						

RR-3029-C2

I²C 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

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
	リセット	-	-	-	-	-	-	-	-
19h	タイマ値上位	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256
	リセット	-	-	-	-	-	-	-	-
アドレス	記号	値	説明						参照
18h	Timer low	1~65535	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		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(=00h)から+195°C(=FFh)までの範囲で保持します。(0°C=3Ch)

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
	リセット	-	-	-	-	-	-	-	-
アドレス	記号	値	説明						参照
20h	Temperature	-60~+195	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
	リセット	-	-	-	-	-	-	-	-
29h	ユーザーEEPROM	128	64	32	16	8	4	2	1
	リセット	-	-	-	-	-	-	-	-
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。						4.3.節参照
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(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校正されて、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
	デフォルト値	0 ¹⁾	0 ¹⁾	0 ¹⁾	0 ¹⁾	0 ¹⁾	0 ¹⁾	1 ¹⁾	0 ¹⁾
ビット	記号	値	説明					参照	
7	R80k	0	トリクルチャージャに 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に 80kΩ の抵抗を接続する						
6	R20k	0	トリクルチャージャに 20kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャに 20kΩ の抵抗を接続する						
5	R5k	0	トリクルチャージャに 5kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャに 5kΩ の抵抗を接続する						
4	R1k	0	トリクルチャージャに 1.5kΩ の抵抗を接続しない						
		1	トリクルチャージャに 1.5kΩ の抵抗を接続する						
3	FD0	00	CLKOUT 出力周波数を選択					4.9.節参照	
2	FD1	10							
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						

1)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た値を保持します。

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
	デフォルト値	工場設定値							
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⁾	0～127	周波数オフセット校正值						

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。

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
	デフォルト値	工場設定値							
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	

I²C 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

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。

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
	デフォルト値	工場設定値							
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お使いいただける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							

RR-3029-C2

I²C 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

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

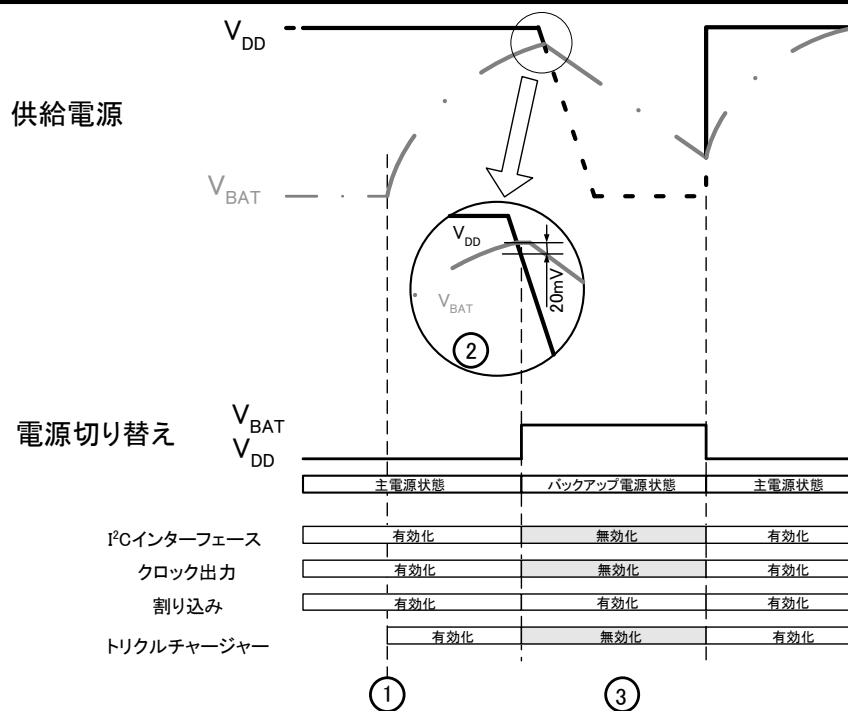
RR-3029-C2は2つの電源供給端子を備えています。

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

RR-3029-C2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



- ①トリクルチャージ回路はソフトウェア上でトリクルチャージ用抵抗値を選択した時に有効化。
バックアップ電源切り替え回路でバックアップ電源に切り替わった時、トリクルチャージャー無効化
- ②バックアップ電源切り替え回路は常に主電源電圧V_{DD}とバックアップ電源電圧V_{BAT}を比較し、電圧が高い方を内部供給電圧V_{INT}として接続。主電源電圧V_{DD}とバックアップ電源電圧V_{BAT}のスイッチ切り替えヒステリシス電圧は20mV程度
- ③バックアップ電源供給時、消費電流を抑えるため使用していない機能を無効化
- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| ・I ² Cインターフェース | バックアップ電源モードに切り替わると無効化 |
| ・クロック出力 | バックアップ電源モードに切り替わると無効化 |
| ・割り込み | バックアップ電源モードに切り替わっても有効化されたまま |
| ・トリクルチャージャー | バックアップ電源モードに切り替わると無効化 |

RR-3029-C2

I²C 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

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、レジスタ値に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、V_{Low1},V_{Low2}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、周波数の温度補正値を計算。
- ・ RR-3029-C2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、V_{Low1},V_{Low2}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、V_{Low1}及びV_{Low2}フラグがクリアされず温度センサが00hのまま停止とに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V_{Low1}及びV_{Low2}フラグをクリアしてご使用ください。

注記 2:

PON,V_{Low1},V_{Low2}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。

V_{Low1}

V_{Low1}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。

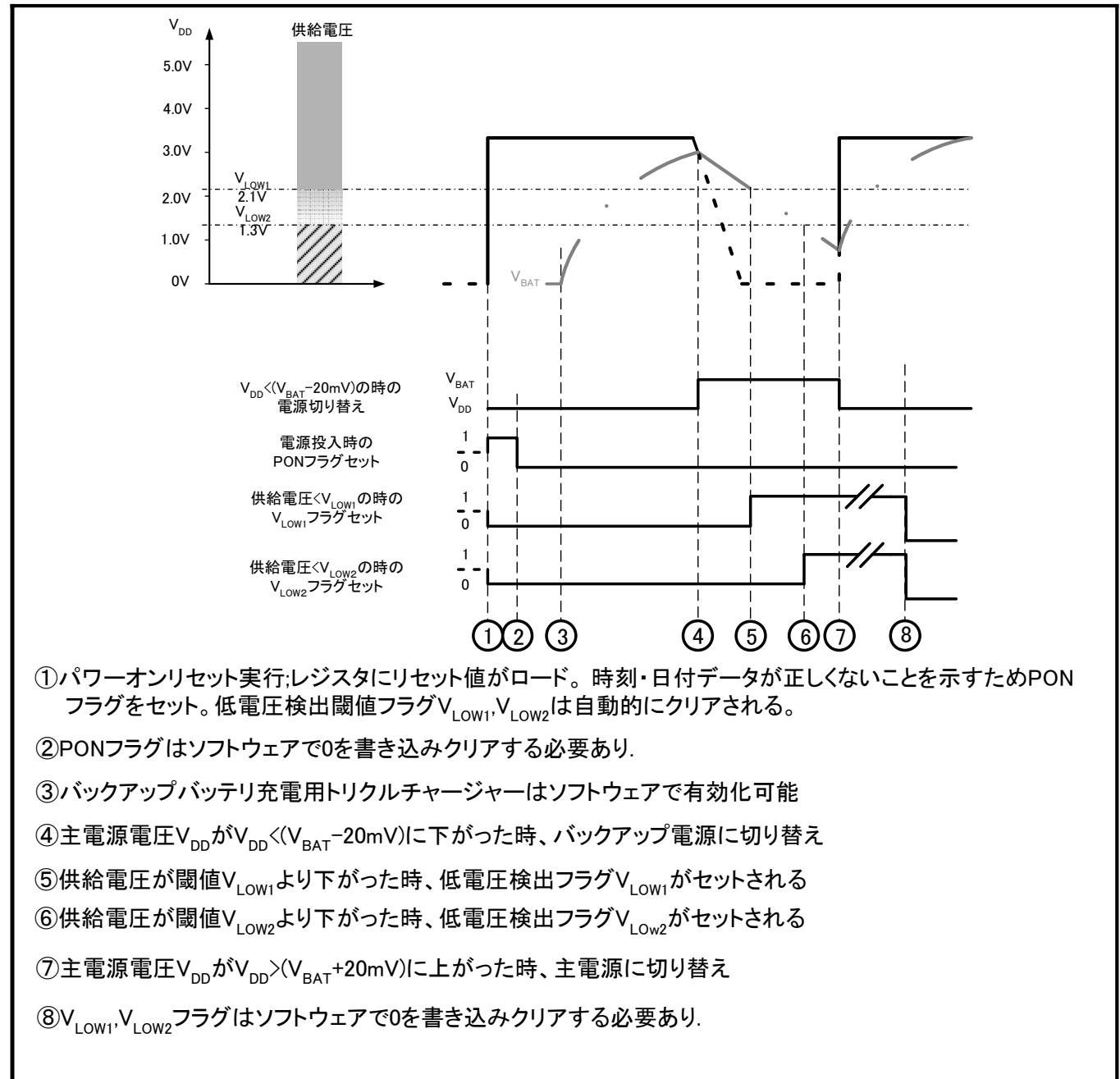
- ・ 電圧低下によりサーモメータが無効化され、最後に測定された温度を元に温度補償を行っているために時刻精度が悪くなっていることを示しています。

V_{Low2}

V_{Low2}フラグは、供給電圧が電圧閾値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。

電源投入シーケンス、低電圧モニタリング、バックアップ電源切り替えの例



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

RR-3029は供給電圧と電圧閾値 V_{LOW1} , V_{LOW2} を定期的に比較する低電圧ディテクタを備えています。

低電圧が検出されると、対応するフラグ V_{LOW1} , V_{LOW2} が1にセットされます。

必要最低限の機能以外は無効化されます。

電源投入中、電圧ディテクタがファストモードで電圧をモニタリングします。

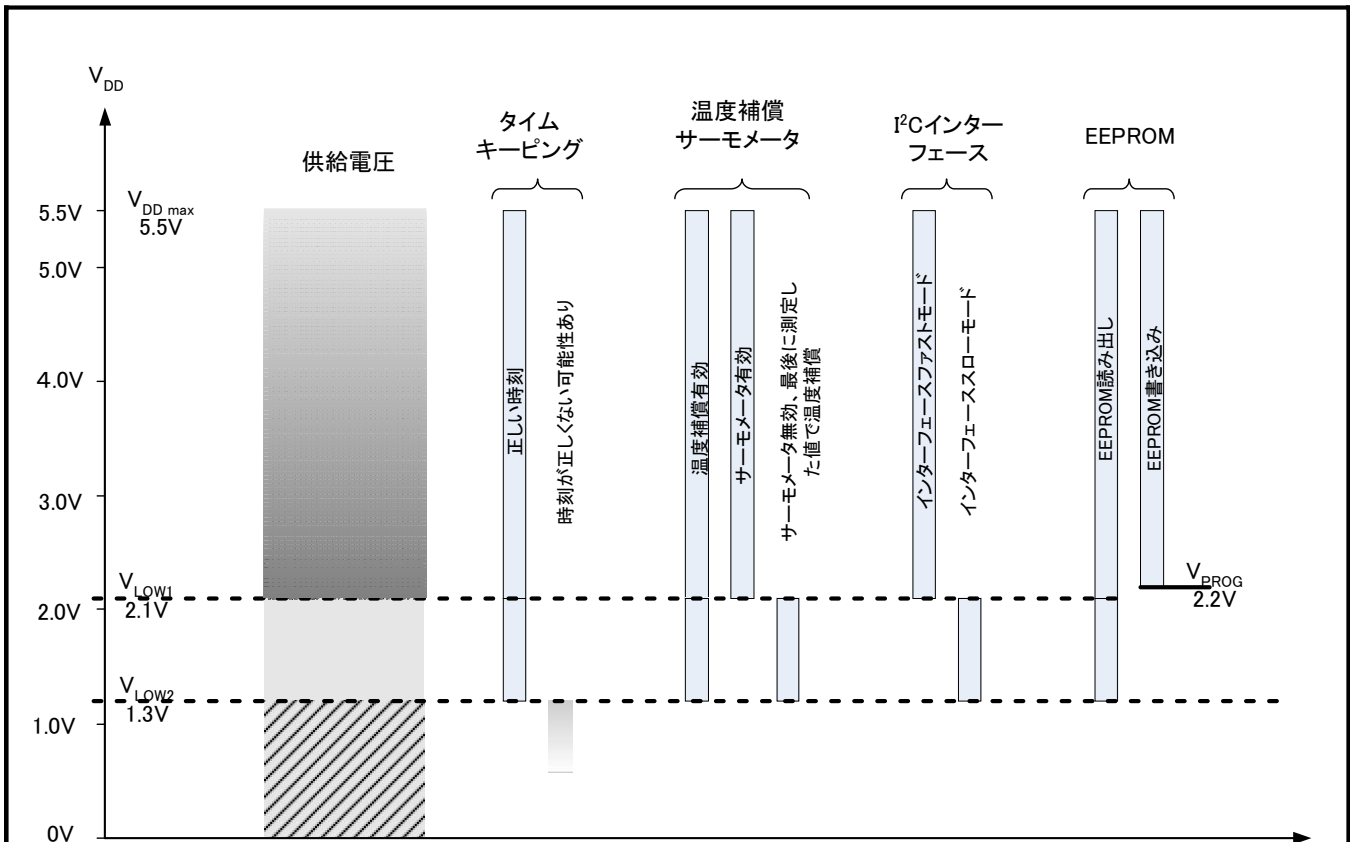
もし、供給電圧が電圧閾値 V_{LOW2} を超えたとき、 V_{LOW1} 、 V_{LOW2} フラグがクリアされ、低電圧モニタリングレートが1秒間隔にセットされます。電源電圧の立ち上がり特性が遅い場合は、 V_{LOW1} 及び(又は) V_{LOW2} フラグがクリアされず温度センサが00hのまま停止となってしまう場合があります。このような場合は、サーモメータと温度補償を動作させる為に必ず V_{LOW1} 及び V_{LOW2} フラグをクリアしてご使用ください。

RR-3029-C2

I²C 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

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-3029-C2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、読みだされた温度値を元に温度補償をし続けます。再度サーモメータを動作させる為に、 V_{LOW1}/V_{LOW2} フラグをクリアし最低電圧2.1V以上を供給してください。

I²Cインターフェース:

I²C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:

4.4.2.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より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(例、2~32秒後)

注記:

4.4.2.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	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	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	X	0 ²⁾	0 ³⁾	-	-	X	X
	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	X	-	-	-	-	-	-
	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の入力されます。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た値を保持します。

RR-3029-C2

I²C 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

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(コントロールステータスレジスタ ビット7)が1にセットされます。

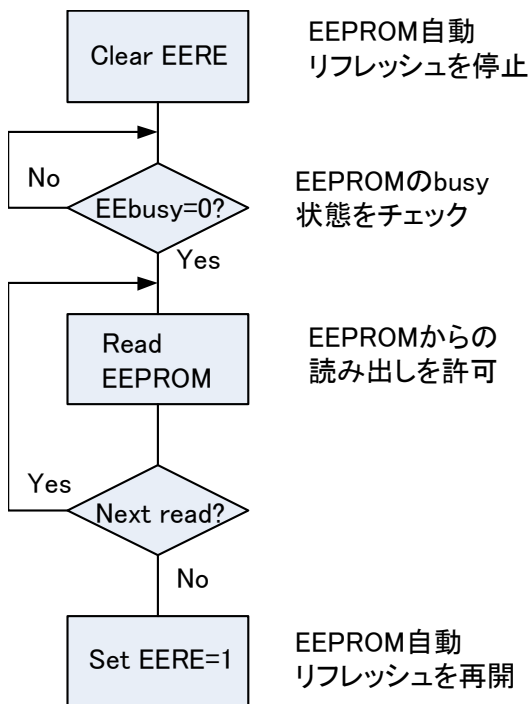
書き込みが終了するとEEbusyビットは0になります。

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。

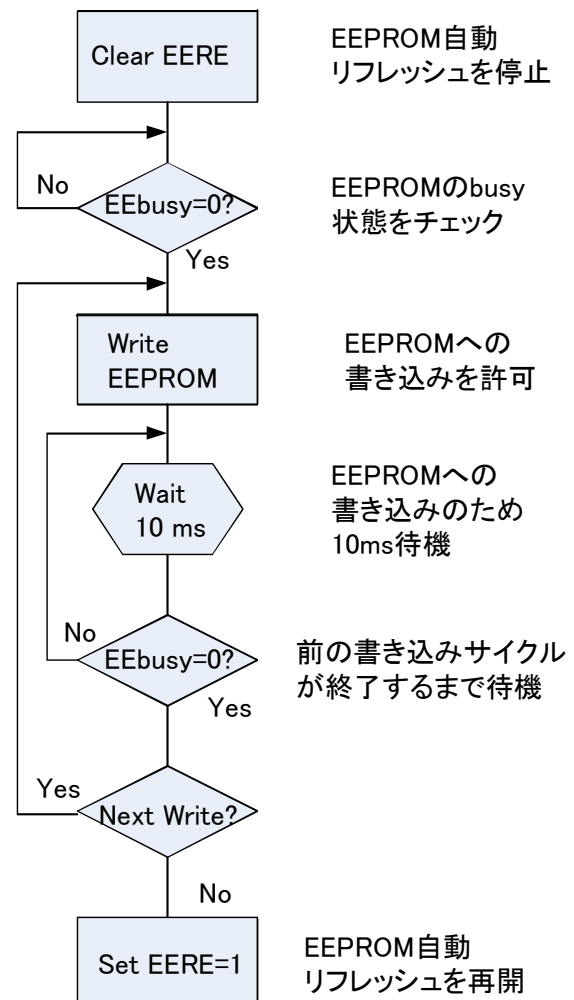
EEPROMの自動リフレッシュ周期と、インターフェースを介しての読み出し/書き込みとの間でアクセスコリジョンを起こさないようにするために特別な手順を踏む必要があります。

- ・ 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下さい。

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以上を維持して下さい。

RR-3029-C2

I²C 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

4.4. タイマ機能

RR-3029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。

タイマカウンタ値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_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。

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	TD0	TD1	SR On	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	TD0 TD1	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。

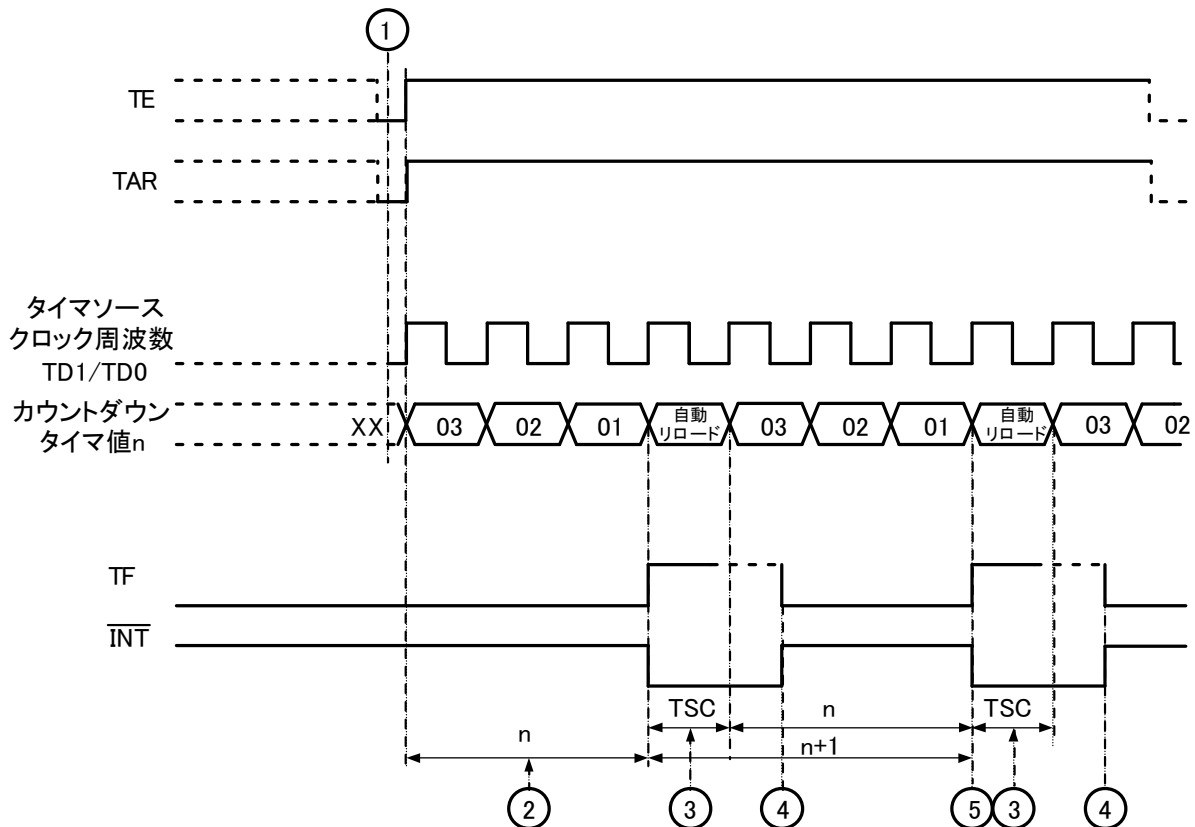
レジスタアドレス19hは、16ビットのカウントダウンタイマ値のうち上位8ビットを保持します。

16ビット全体で設定可能なカウントダウンタイマ値は1~65535です。

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	32768	16384	8192	4096	2048	1024	512	256
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	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	V2F	V1F	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						

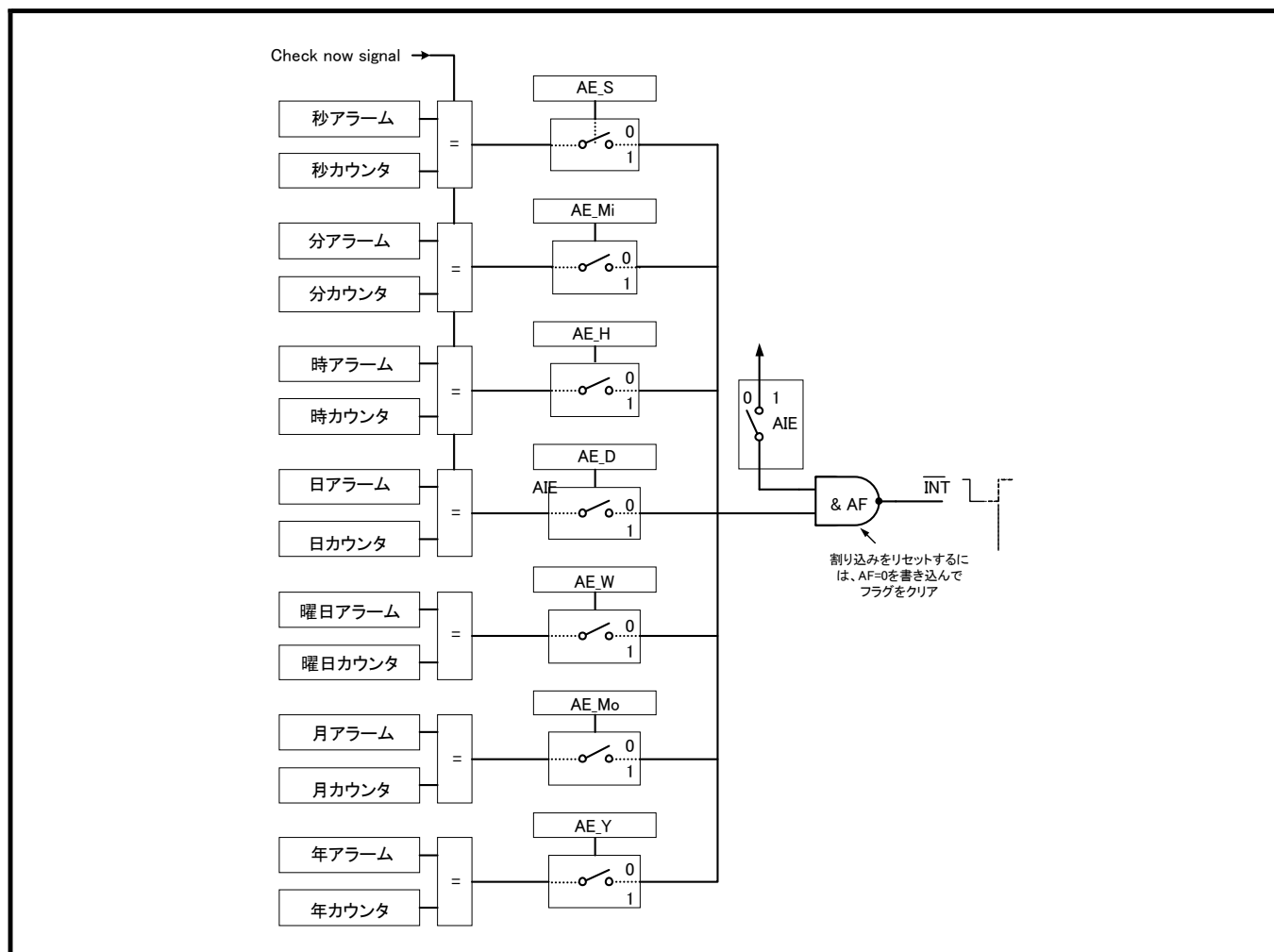
Xと書かれたビットは定義されておらず、読み込み時常に0に戻る

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にセットされている場合、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。

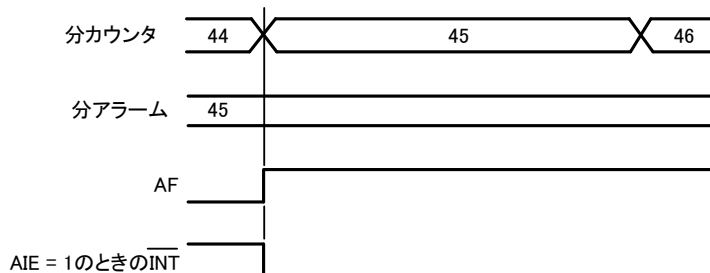
タイマ割り込みのコントロール(アドレス01h/02h...ビット詳細)

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	V2F	V1F	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と書かれたビットは定義されておらず、読み込み時常に0に戻る

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

INT端子からはアクティヴLOWの信号が発生します。

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нта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_1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、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、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_1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、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、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_1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、INT端子はV1F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、V1F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V_{LOW1}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_1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、INT端子はV2F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、V2F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V_{LOW2}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_1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、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、時刻カウンタ用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、時刻カウンタがストップされ、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タ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・日付カウンタ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の異常のような電氣的環境による障害、電源の障害、I²C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(例、2~32秒後)

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。

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。

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、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前の短期間(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、校正パルスで校正を行うことができません。

1024,32,1Hzの周波数はブリスケーラから発生されるので、校正パルスで校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。

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	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		60:40 又は 40:60		発振器から直接出力しているので 校正不可			
	0	1	1024		50:50		校正の効果あり			
	1	0	32		50:50		校正の効果あり			
	1	1	1		50:50		校正の効果あり			

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

RR-3029-C2

I²C 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

5. 周波数精度と周波数温度特性の校正

RR-3029-C2は、サーモメータと周波数校正ユニット(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、周波数校正ユニットFCUは32秒毎に周波数校正値を計算します。周波数校正は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、校正周期は32秒毎です。

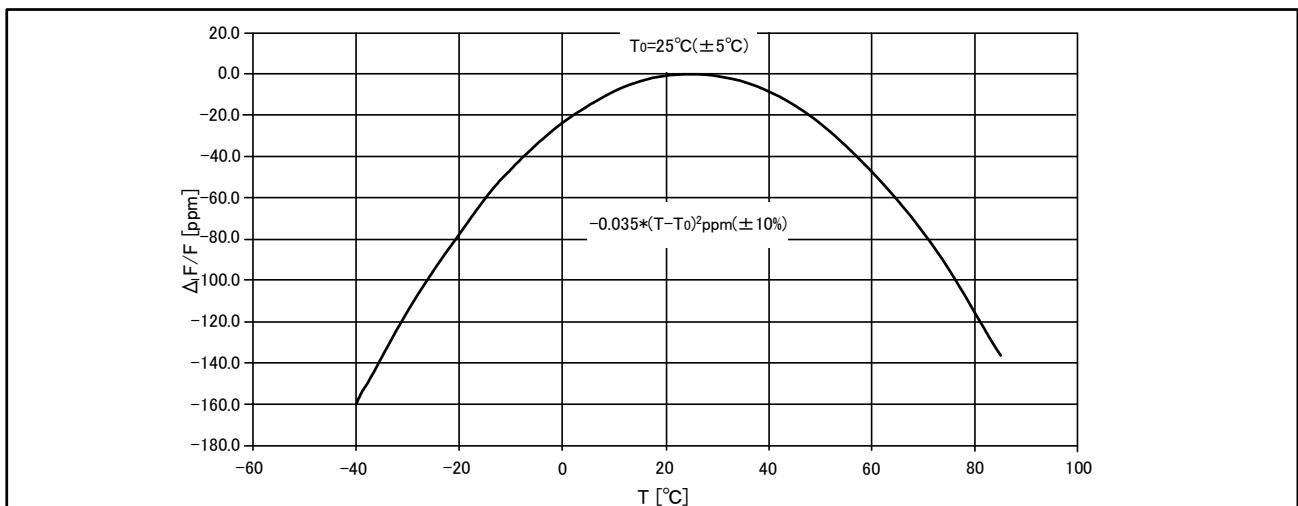
周波数校正のための全てのパラメータは工場で設定されているため、お客様ご自身の手で値を変更することをご遠慮ください。

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 $\pm 20\text{ppm}$
- XTAL T_0 :水晶振動子の頂点温度 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
- 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 T_0 と温度二次係数 β で特定されます。

T_0 : 頂点温度 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$

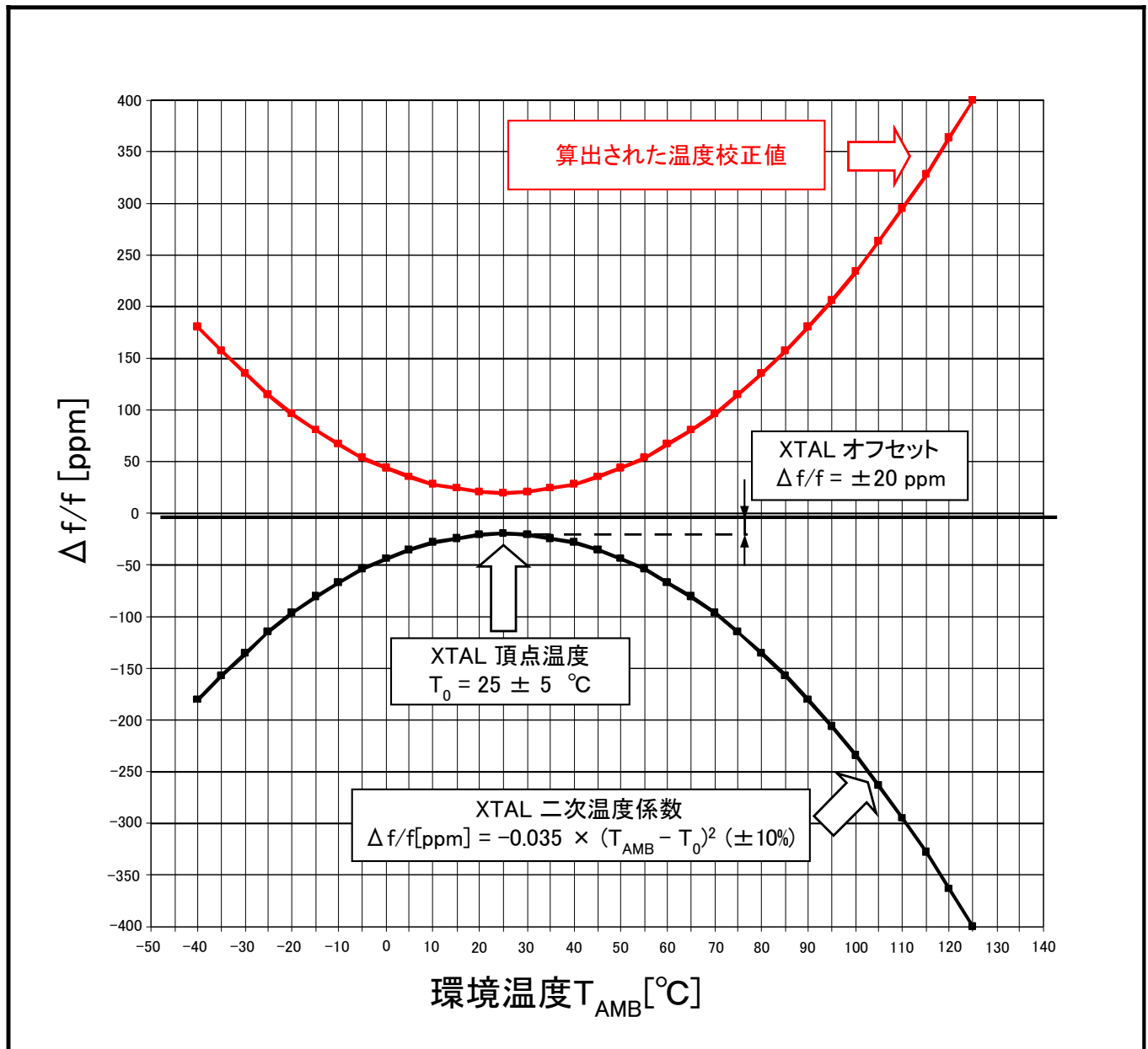
β : 温度二次係数 $-0.035 \text{ ppm} * (T-T_0)^2 \pm 10\%$

5.2.温度補償の原理

周波数校正ユニット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 $\pm 20\text{ppm}$
- ・ XTAL T_0 ：水晶振動子の頂点温度 $25^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$
- ・ 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校正値の計算



注記:

32.768kHz周波数は時刻校正値によって調整されます。

校正自体は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回の校正周期は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。

V_{Low1}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。V_{Low1} 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. 周波数校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校正用レジスタに正しいパラメータを入力する必要があります。

警告：これらのパラメータは工場で既に入力済みです。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
	デフォルト値	工場設定値							
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	周波数オフセット校正值						

- 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、周波数校正ユニット(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校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
	デフォルト値	工場設定値							
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とはご遠慮ください。

XTAL温度係数レジスタの値は、周波数校正ユニット(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校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。

RR-3029-C2

I²C 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

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
	デフォルト値	工場設定値							
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をご遠慮ください

XTAL頂点温度レジスタの値は、周波数校正ユニット(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校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。

$$\text{XTAL } T_0[\text{レジスタ値: 整数}(0\sim 63)] = \text{Xtal}_{\text{TURNOVER TEMP } T_0}[\text{頂点温度の実測値: } ^\circ\text{C}] - 4$$

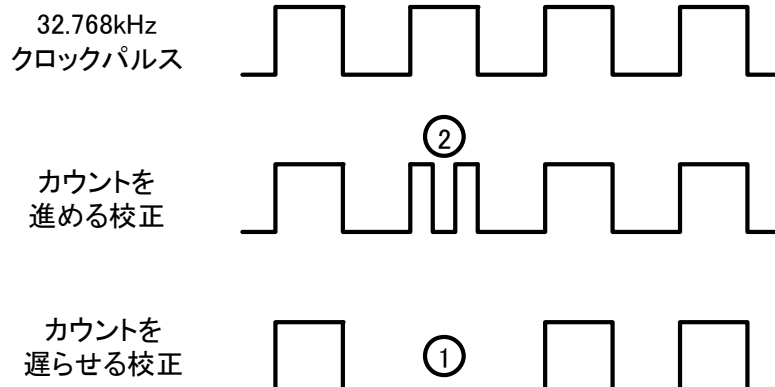
例: レジスタに21dを入力すると、頂点温度は25°Cになります。

5.3. 周波数校正メソッド

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

校正は、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。

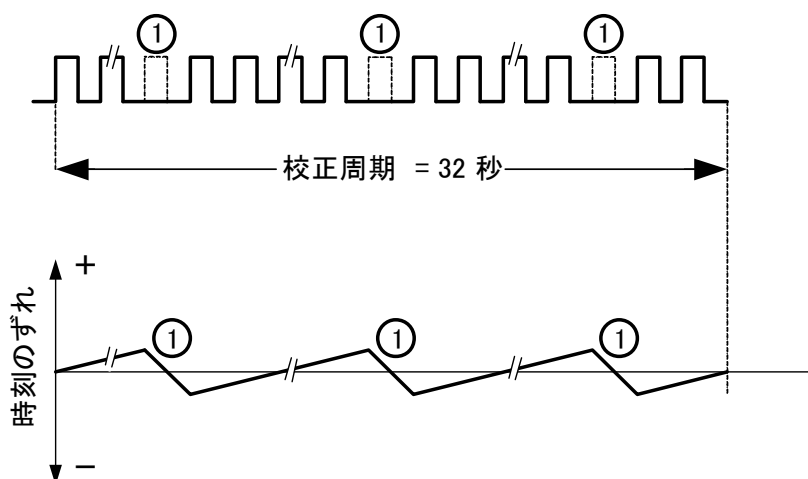
時刻を進めるためにリファレンスパルスが加算され、遅らせるために補正パルスが減算されます。



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

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



①校正周期=32秒: 校正周期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。

RR-3029-C2

I²C 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

校正パルスの効果:

- ・ 32.768kHzCLKOUT出力：効果なし。この周波数は校正されません。
- ・ 1024 / 32 / 1 HzCLKOUT出力：効果あり。これらの周波数は校正されます。
- ・ 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校正されます。
- ・ 時刻/日付カウンタ：効果あり。時刻/日付カウンタが校正されます。

5.3.1. 時刻精度の正しい測定方法

校正パルスを加算または減算させて1秒パルスの長さを変化させることによって校正をおこなっているため、32秒間の校正周期の間に1秒パルスの周期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秒間の校正周期が完了するまで測定を続ける必要があります。

校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校正ユニットFCUの時刻精度測定方法は、CLKOUT端子で校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

校正された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(校正周期 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。

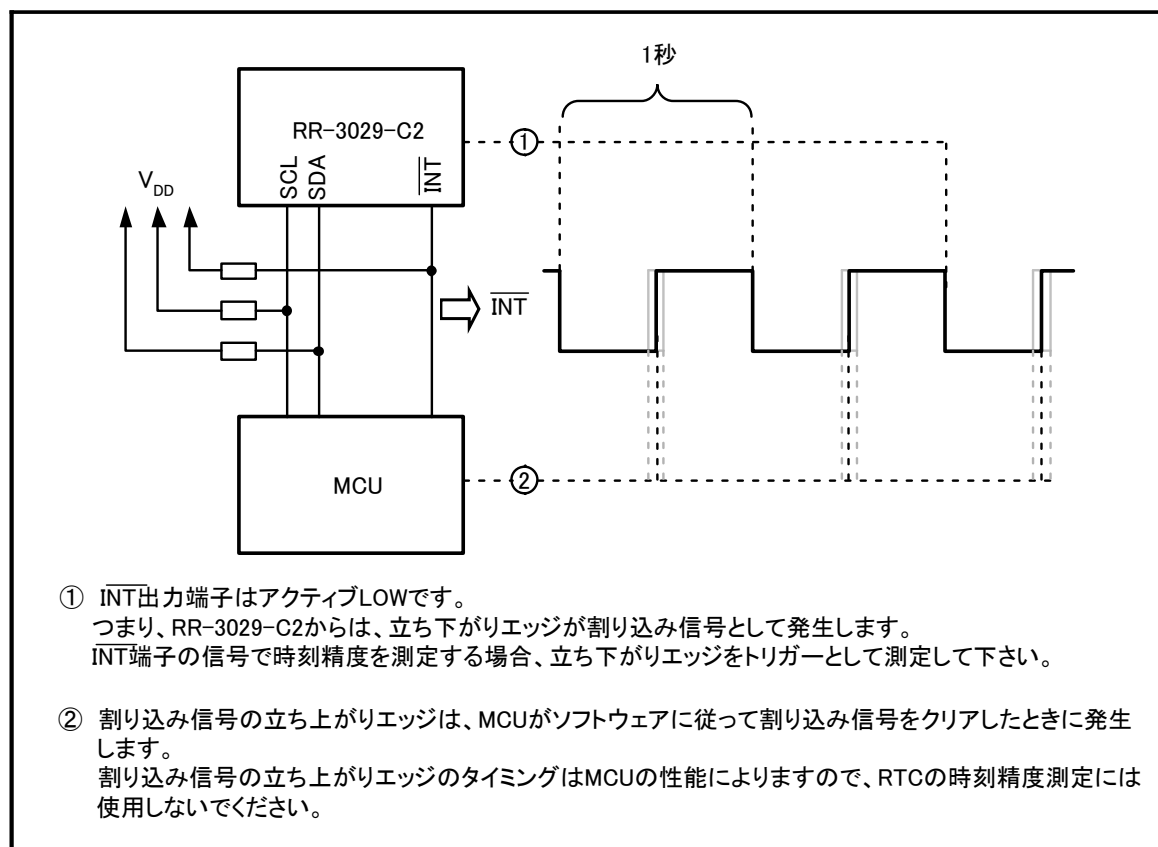
- ・TD1ビット0,TD0ビットを1(コントロール_1レジスタ ビット5,6)にセットし、タイマソースクロックを8Hzに設定
- ・タイマ下位レジスタを07h,タイマ値上位レジスタを00hにセットし、カウントダウンタイマ値nを7に設定
- ・TIEビット(コントロール_割り込みレジスタ ビット1)を1にセットし、タイマを有効化
- ・TARビット(コントロール_1レジスタ ビット2)を1にセットしてタイマ自動リロードモードを有効化
- ・TEビット(コントロール_1レジスタ ビット1)を1にセットしてタイマを有効化

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(校正周期1周期分)に設定



RR-3029-C2

I²C 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
・立ち下がりエッジをトリガーに設定

RIVER

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校正

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では製品個別で校正を行っています

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校正

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校正

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校正

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校正

RR-3029-C2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。

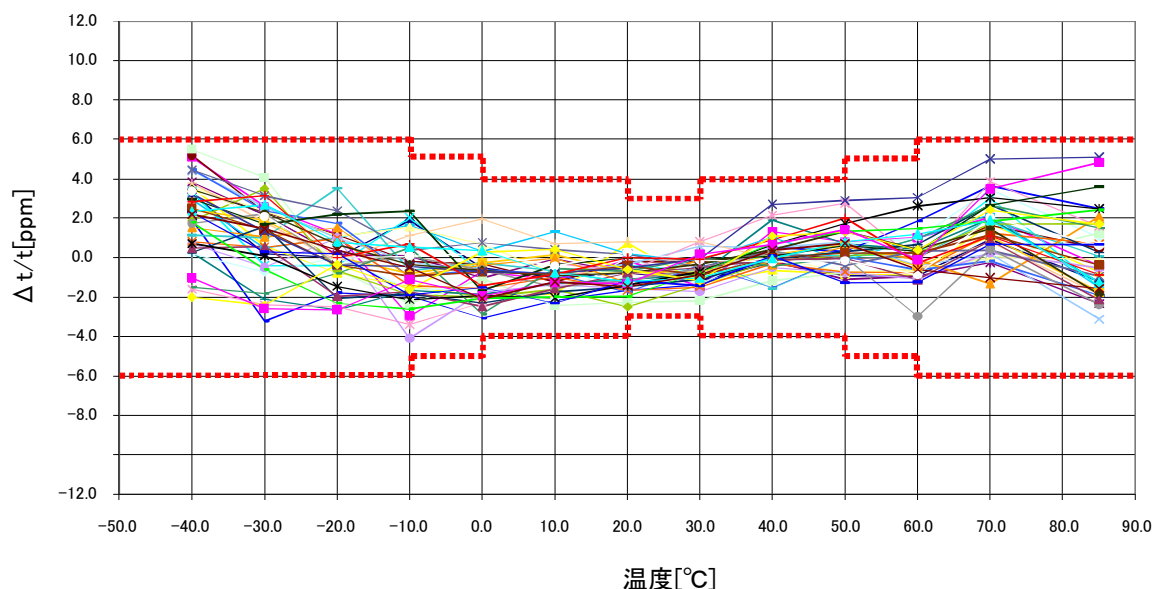
各温度に対して、校正値を個別に計算して、校正用EEPROMレジスタに工場で個別に書き込んでいます。

下図は30個の個別に校正されたRR-3029(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



RR-3029-C2

I²C 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

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での周波数偏差の校正のみ個別で行い、頂点温度と二次温度係数は平均的な値を使用して校正しています。

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校正

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校正

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校正

サーモメータ誤差 : サーモメータの精度 25°Cでの温度誤差を用いて校正

RR-3029-C2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校正しています。

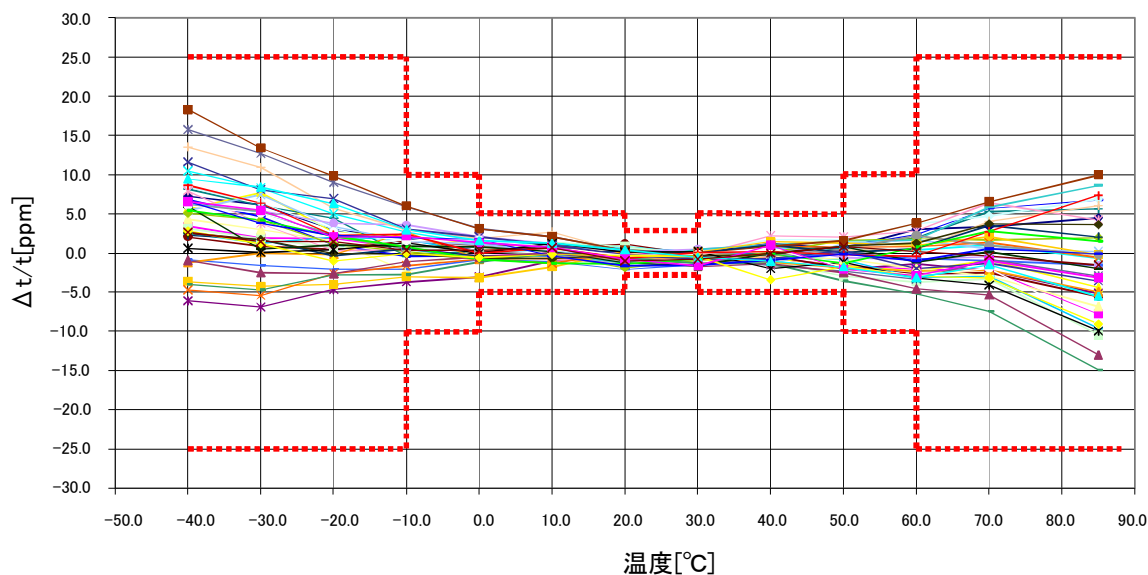
各温度に対して、代表的な校正値を計算して、校正用EEPROMレジスタに工場で個別に書き込んでいます。

下図は30個の個別に校正されたRR-3029-C2(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



RR-3029-C2

I²C 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

6.I²C インターフェース

I²Cインターフェースは双方向、つまり、異なるICまたはモジュールと2ライン通信します。
双方向通信に使われる2つのラインは、シリアルデータライン (SDA) とシリアルクロックライン (SCL) です。

6.1.I²C インターフェースの特性

SDA,SCL 端子は複数のデバイスを接続できるようオープンドレインのインターフェースになっています。
どちらのラインも、プルアップ抵抗を介して主電源の+極に接続してください。

6.2. I²Cインターフェースのシステムコンフィグレーション

複数のデバイスをI²Cバスに接続できるので、I²C仕様のデバイスは他のデバイスと相互に通信するための固有の番号を持っています。

データ転送はインターフェースがbusy状態でないときにのみ行われます。

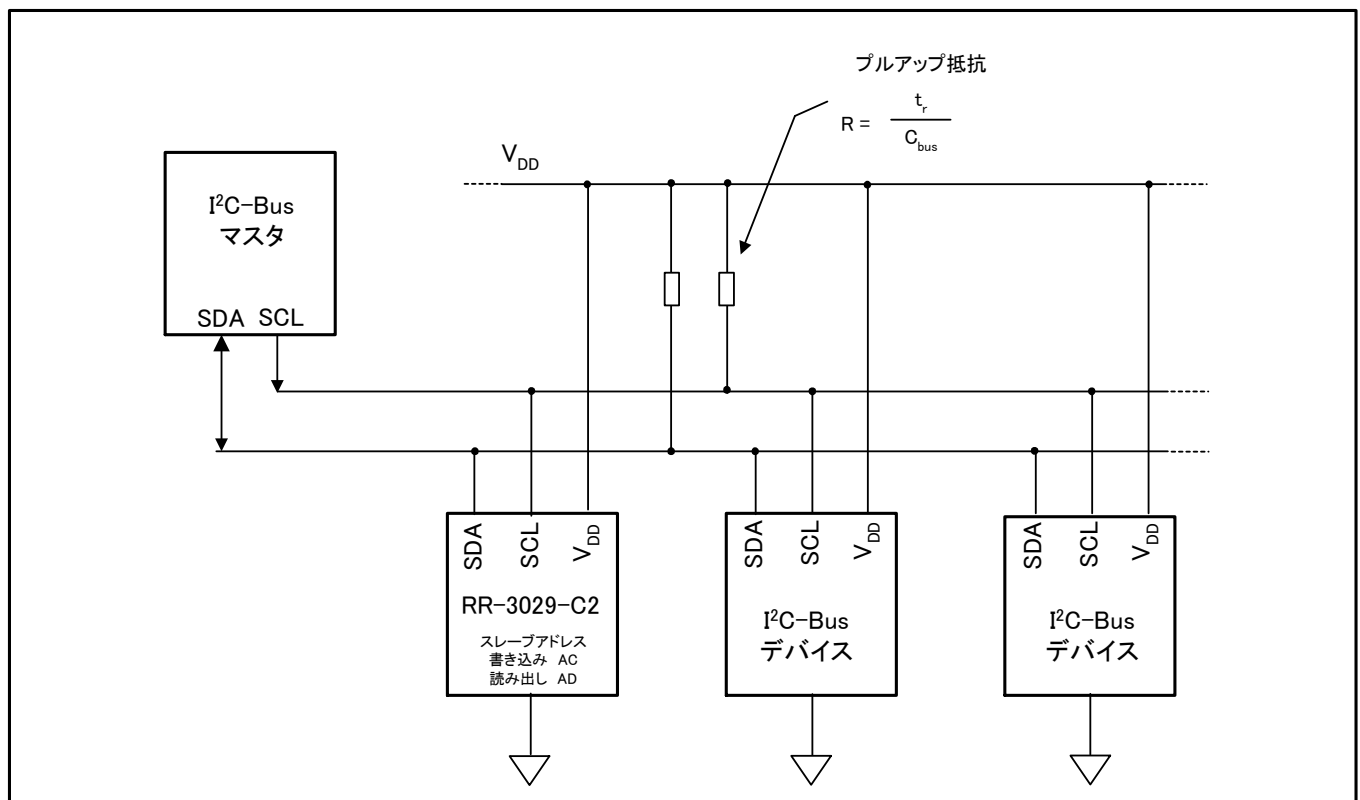
I²Cバスを制御するデバイスをマスタと呼び、マスタに制御されるデバイスはスレーブと呼びます。

命令を発信するデバイスをトランスミッタと呼び、命令を受け取るデバイスをレシーバと呼びます。

通信はマスタによって制御されます。データ転送を開始するために、マスタは開始条件を送信し、全データ転送時間にわたってSCLクロックを発生させます。I²Cバス上にデータが転送される前に、まず受信側のデバイスのアドレスを指定する必要があります。アドレス指定は常に開始条件送信後の最初のバイトで送信され、最上位ビットから順番に送信されます。マスタが停止条件を送信することでデータ転送を終了します。

RR-3029-C2は、スレーブレシーバもしくはスレーブトランスミッタとして機能します。クロック信号SCLは入力専用ですが、データ信号SDAは双方向信号です。

アプリケーションダイアグラム



RR-3029-C2

I²C 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

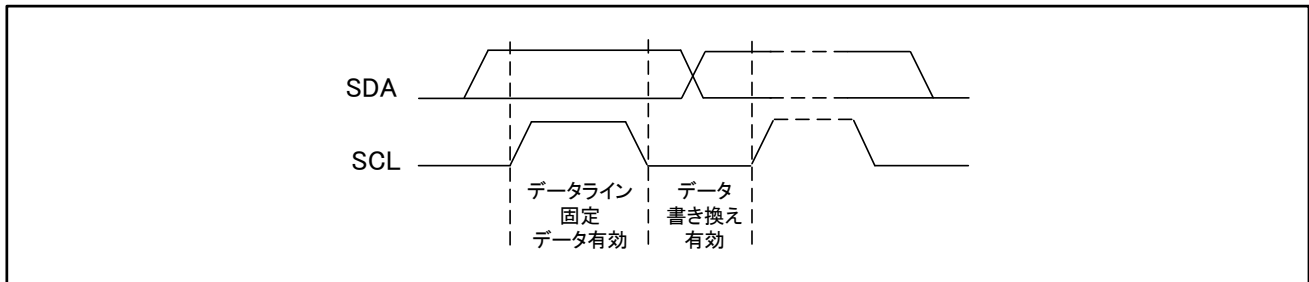
6.3. ビット転送

各クロックパルスにつき一つのデータビットが転送されます。

SDAラインのデータは、クロックパルスがHIGH状態の間は固定で、このときのデータライン内の変化は制御信号として認識されます。

クロックパルスがLOW状態の間にデータ変更が行われます（下図参照）

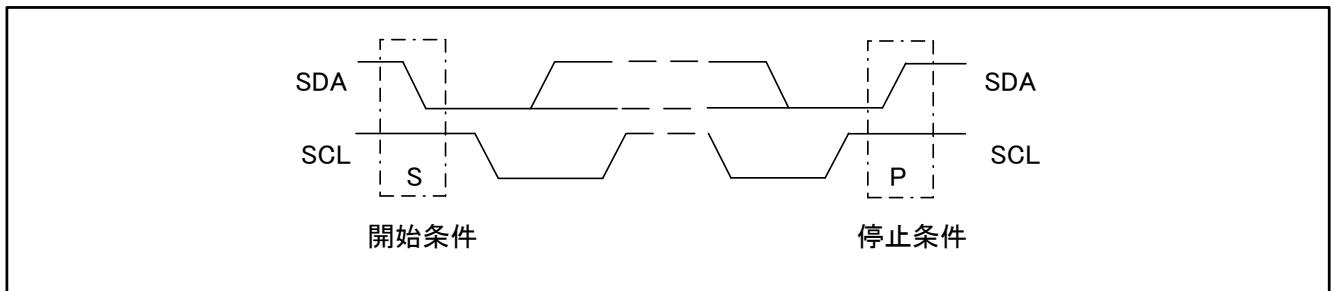
ビット転送：



6.4. 開始・停止条件

RR-3029-C2 のシリアル通信は、開始条件を送信することで始まり、停止条件を送信することで終わります。

開始・停止条件：



バスが **busy** 状態でなければ、データラインとクロックラインは HIGH の状態を保ちます。

クロックラインが HIGH のままで、データラインが HIGH から LOW に切り替わる時を、開始条件 (S) と定義します。

クロックラインが HIGH のままで、データラインが LOW から HIGH に切り替わる時を、停止条件 (P) と定義します。（上図参照）

このデバイスでは、再開条件は使用できません。開始条件を送信する前に必ず停止条件を送信する必要があります。

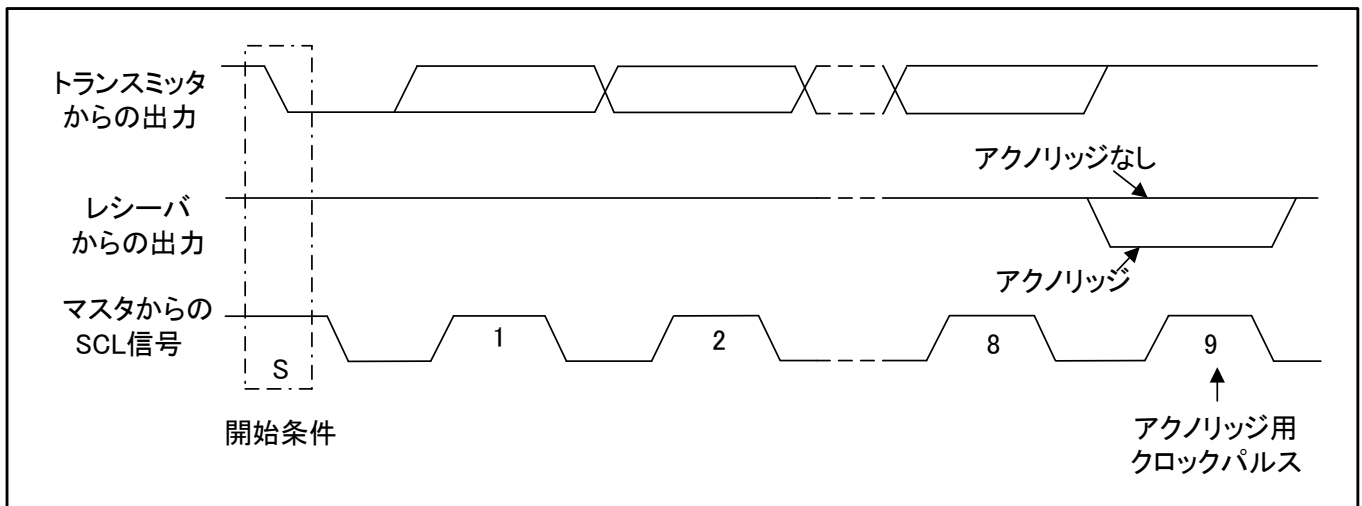
6.5. アクノリッジ

開始条件と停止条件の間にトランスミッタからレシーバに転送されるデータ長は無制限です。1バイト（8ビット）ごとにアクノリッジが1個つきます。

- 呼び出されたスレーブレシーバは各バイトを受信した後に一つのアクノリッジを発生します。
- マスタレシーバも同様に、スレーブトランスミッタがクロック出力した各バイトを受信した後、一つのアクノリッジを発生します。
- レシーバは、クロックパルスを認識する間SDAラインをプルダウンするので、関連するアクノリッジクロックパルスがHIGHの間、SDAラインはLOWになります。（セットアップ時間とホールド時間を含む）
- スレーブからクロック出力された最終バイトにアクノリッジを追加しないことによって、マスタレシーバはトランスミッタにデータの終わりを知らせます。
この動作の中で、マスタが停止条件を発生させることができるように、トランスミッタはデータラインをHIGHのまま保持します。

I²C バスのアクノリッジ過程は下図を参照してください。

I²C バスのアクノリッジ過程：



RR-3029-C2

I²C 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

6.6. I²C インターフェースプロトコル

I²Cバス上にデータが転送される前に、まず受信側のデバイスのアドレスを指定する必要があります。アドレス指定は常に開始条件送信後の最初のバイトで送信されます。

RR-3029-C2 のシリアル通信は、開始条件を送信することで始まり、停止条件を送信することで終わります。開始条件が検出されると、時刻・日付、アラーム、タイマ、温度コンテンツのコピーがキャッシュメモリに保存されます。

読み出し・書き込み中、データはこのキャッシュメモリから供給されます。

読み出しの失敗を回避するため、停止条件が送信されて通信が終了するまでキャッシュメモリのデータは保存されます。

書き込み終了後の停止条件で通信が終了した時、キャッシュメモリ内で変更されたコンテンツが対応する時刻・日付、アラーム、タイマ、温度レジスタに戻されます。

6.7. I²C デバイスのアドレス指定

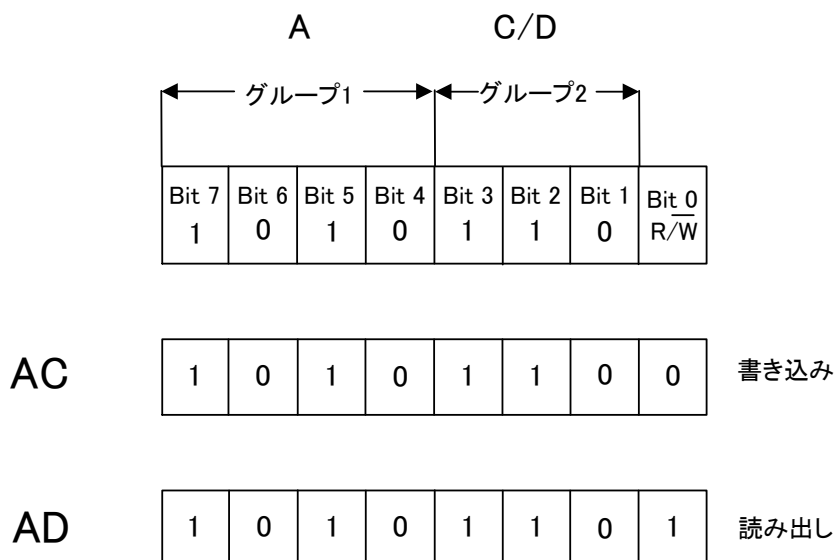
RR-3029-C2は開始条件の後の最初のバイトでアドレス指定されます。最初の7ビットがスレーブアドレスで、最後の1ビットで書き込み、読み出しを指定します。

RR-3029-C2には以下の2つのスレーブアドレスが割り当てられています。

書き込み: ACh, (R/W = 0) (10101100)

読み出し: ADh, (R/W = 1) (10101101)

RR-3029-C2の
スレーブアドレス



RR-3029-C2

I²C 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

6.8. I²C インターフェースの読み出し、書き込みデータ転送

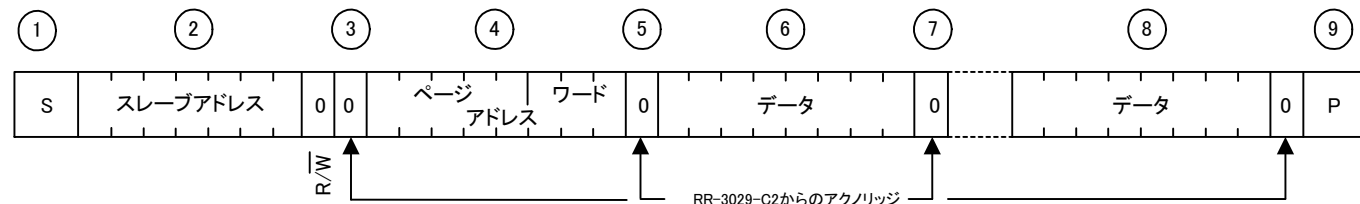
RR-3029-C2のシリアル通信は開始条件を送信することで始まります。最初のバイトで8ビットのRR-3029-C2のスレーブアドレスが送信され、その最下位ビットはデータを読み出すか書き込むかを決定するR/Wビットとなっています。

6.8.1. 書き込みモード時のデータ転送

- ・最初のバイトで、マスタがRR-3029-C2を書き込みモードでアドレス指定
- ・次のバイトでページ、ワードアドレスを指定。上位5ビットがメモリページを固定するアドレス、下位3ビットが自動インクリメントするアドレス
- ・その次のバイトで、ページ、ワードアドレスに書き込むデータを送信
- ・1バイト読み出しまたは書き込みされた後、ワードアドレスが同じメモリページ内で自動的にインクリメント。アクノリッジを受信しなかった場合、アドレスの自動インクリメントは実行されず、同じアドレスにデータが書き込まれる。

書き込みモード時のデータ転送例

- ① マスタが開始条件を送信
- ② マスタがスレーブアドレス ACh(RR-3029-C2 用) ; R/ $\bar{W}$ ビットは 0 (書き込みオペレーション) を送信
- ③ RR-3029-C2 からアクノリッジ
- ④ マスタが RR-3029-C2 にページ・ワードアドレスを送信
- ⑤ RR-3029-C2 からアクノリッジ
- ⑥ マスタがステップ④で指定したアドレスに書き込みデータを送信
- ⑦ RR-3029-C2 からアクノリッジ
- ⑧ 必要ならステップ⑥と⑦を繰り返し。RR-3029-C2 のアドレスは同じメモリページ内で自動的に 1 ずつ増加 (インクリメント) される
- ⑨ マスタが停止条件を送信



RR-3029-C2

I²C 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

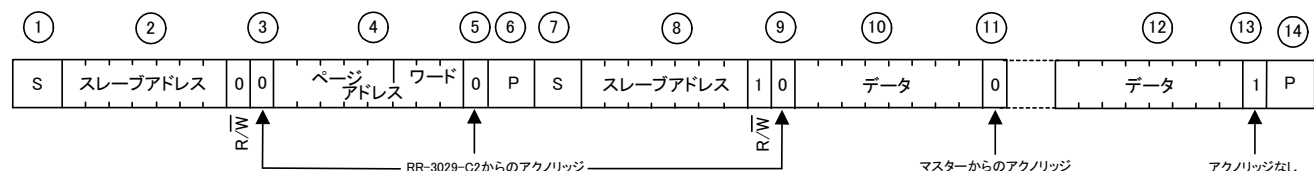
RIVER

6.8.2. 特定アドレスからのデータ読み出し

- ・最初のバイトで、マスタがRR-3029-C2を書き込みモードでアドレス指定
- ・次のバイトでページ、ワードアドレスを指定。上位5ビットがメモリページを固定するアドレス、下位3ビットが自動インクリメントするアドレス
- ・停止条件を送信してI²Cインターフェースを停止
- ・開始条件を送信してI²Cインターフェースを再び起動
- ・次のバイトで、マスタがRR-3029-C2を読み出しモードでアドレス指定
- ・その後、RR-3029-C2が、マスタに指定されたページ・ワードアドレスのデータを最初のバイトで送信。
同じメモリページ内で、ワードアドレスは1つずつ自動インクリメント。
アクノリッジが受信されない場合、マスタから停止条件が送信される。

特定アドレスからのデータ読み出し例

- ① マスタが開始条件を送信
- ② マスタがスレーブアドレス ACh (RR-3029-C2 用) ; R/ $\bar{W}$ ビットは 0 (書き込みオペレーション) を送信
- ③ RR-3029-C2 からアクノリッジ
- ④ マスタが RR-3029-C2 にページ・ワードアドレスを送信
- ⑤ RR-3029-C2 からアクノリッジ
- ⑥ マスタが停止条件を送信
- ⑦ マスタが開始条件を送信
- ⑧ マスタがスレーブアドレス ADh (RR-3029-C2 用) ; R/ $\bar{W}$ ビットは 1 (読み込みオペレーション) を送信
- ⑨ RR-3029-C2 からアクノリッジ。
ここで、マスタがレシーバ、スレーブがトランスミッタとなる。
- ⑩ スレーブがテップ④で指定したページ・ワードアドレスにデータを送信
- ⑪ マスタからアクノリッジ
- ⑫ 必要ならばステップ⑩と⑪を繰り返す。
RR-3029-C2 のアドレスは同じメモリページ内で自動的に 1 ずつ増加される (自動インクリメント)
- ⑬ レシーバとしてアドレス指定されたマスタはスレーブトランスミッタから送信された最終バイトのアクノリッジが発生されないことによって、データ送信を終了できる。
この動作の中で、マスタが停止条件を発生させることができるように、スレーブトランスミッタはデータラインを HIGH のまま保持する。
- ⑭ マスタが停止条件を送信



RR-3029-C2

I²C 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

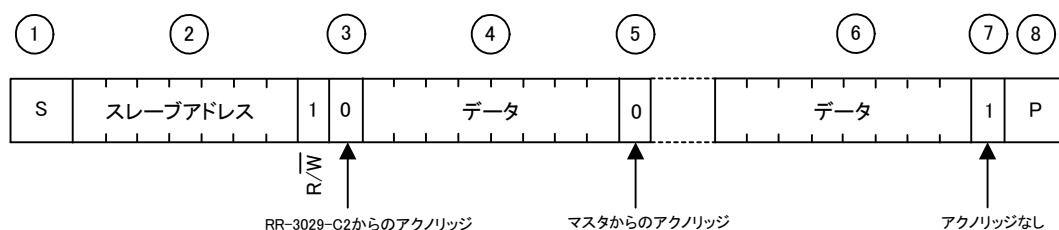
RIVER

6.8.3. アドレスを指定しない読み出しモード

- ・最初のバイトで、マスタがRR-3029-C2を読み出しモードでアドレス指定
- ・スレーブがトランスミッタとなり、最後に読み出した次のページ・ワードアドレスからデータを送信
- ・1バイト読み出し後、アクノリッジが受信されない場合、マスタから停止条件が送信される。

アドレスを指定しない読み出し例

- ① マスタが開始条件を送信
- ② マスタがスレーブアドレスADh(RR-3029-C2用) ; R/ $\bar{W}$ ビットは1 (読み込みオペレーション) を送信
- ③ RR-3029-C2からアクノリッジ。
ここで、マスタがレシーバ、スレーブがトランスミッタとなる。
- ④ RR-3029-C2が最後にアクセスしたアドレスの次のアドレスからデータを送信
- ⑤ マスタからアクノリッジ
- ⑥ 必要ならステップ④と⑤を繰り返す。
RR-3029-C2 のアドレスは同じメモリページ内で自動的に 1 ずつ増加される (自動インクリメント)
- ⑦ レシーバとしてアドレス指定されたマスタはスレーブトランスミッタから送信された最終バイトのアクノリッジが発生されないことによって、データ送信を終了できる。
この動作の中で、マスタが停止条件を発生させることができるように、スレーブトランスミッタはデータラインをHIGHのまま保持する。
- ⑧ マスタが停止条件を送信



RR-3029-C2

I²C 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

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	最小値	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} = 1.4 V ~ 5.5 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}	At 25°C F _{CLOCKOUT} =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} = -10~60°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} = -10~60°C	±5	±10	
		TA,TB T _{AMB} = -40~85°C	±10	±25	
		TB T _{AMB} = -40~125°C	±15	±30	

RR-3029-C2

I²C 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

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 I ² C バススピード低下	1.4	-	5.5	V
		I ² C 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℃	1.8	-	2.1	V
最低検出供給電圧	V _{LOW2}	T _{amb} =-40~125℃	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 I ² C バス無効 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℃	-	0.6	1.5	μA
		V _{DD} = 1.4 V T _{amb} =-40~125℃	-	-	4.6	μA
		V _{DD} = 3.3 V T _{amb} =-40~85℃	-	0.8	2.0	μA
		V _{DD} = 3.3 V T _{amb} =-40~125℃	-	-	5.2	μA
		V _{DD} = 5.0 V T _{amb} =-40~85℃	-	0.9	2.2	μA
		V _{DD} = 5.0 V T _{amb} =-40~125℃	-	-	5.5	μA
消費電流 I ² C バス有効 CLKOUT 端子無効	I _{DD}	V _{DD} = 1.4 V,SCL=100kHz T _{amb} =-40~85℃	-	-	12	μA
		V _{DD} = 1.4 V,SCL=100kHz T _{amb} =-40~125℃	-	-	15	μA
		V _{DD} = 3.3 V,SCL=400kHz T _{amb} =-40~85℃	-	-	35	μA
		V _{DD} = 3.3 V,SCL=400kHz T _{amb} =-40~125℃	-	-	40	μA
		V _{DD} = 5.0 V,SCL=400kHz T _{amb} =-40~85℃	-	-	50	μA
		V _{DD} = 5.0 V,SCL=400kHz T _{amb} =-40~125℃	-	-	60	μA
消費電流 I ² C バス無効 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 SCL, SDA, CLKOE 端子	-	-	20% V _{DD}	V
HIGH レベル入力電圧	V _{IH}		80 %V _{DD}	-	-	V
入力端子漏洩電流	I _{LI}	T _{amb} =-40~85℃	-1	-	+1	μA
		T _{amb} =-40~125℃	-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℃	-1	0	+1	μA
		V _O =V _{DD} 又は V _{SS} T _{amb} =-40~125℃	-1.5	0	+1.5	

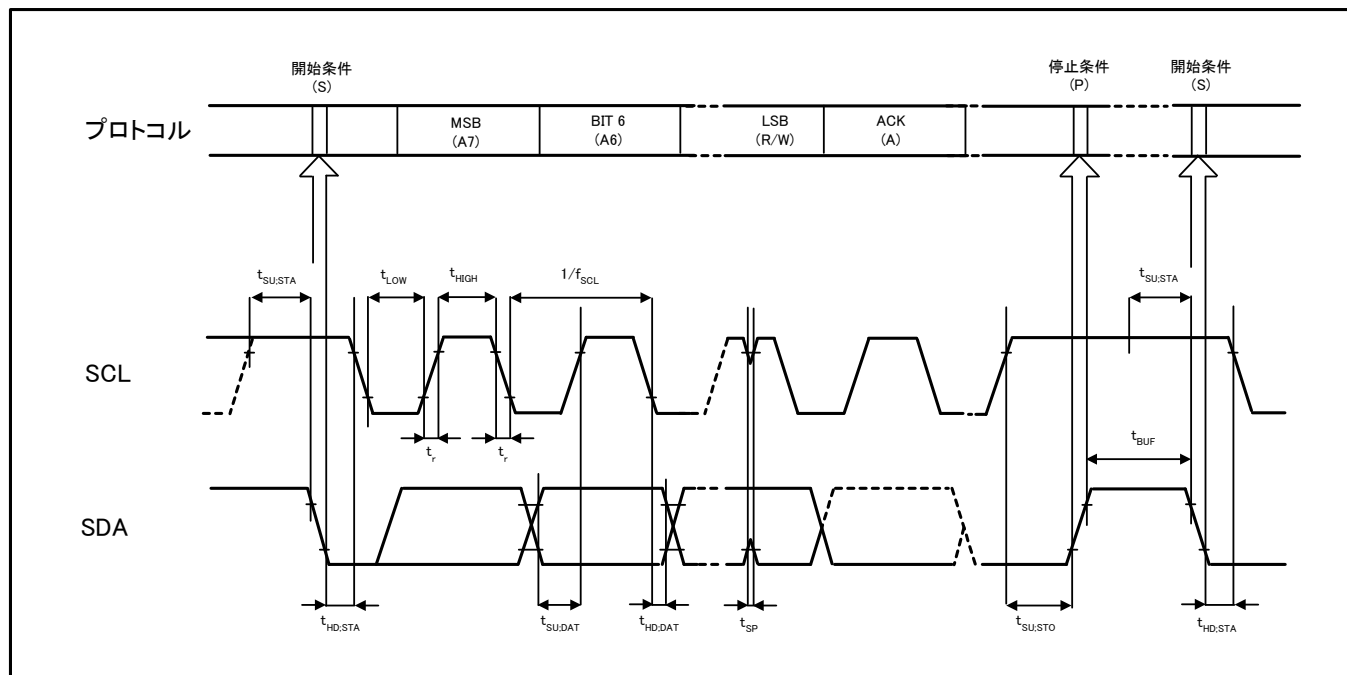
RR-3029-C2

I²C 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

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℃	1.4	-	-	V
プログラム電圧	V _{PROG}	T _{amb} =-40~125℃	2.2	-	-	V
EEPROM プログラム時間	t _{PROG}	T _{amb} =-40~125℃ ユーザーEEPROM1 バイト	-	-	35	ms
EEPROM プログラム時間	t _{PROG}	T _{amb} =-40~125℃ 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℃ EEPROM コントロール 2~4 バイト	-	-	135	ms
EEPROM 限界書き込み回数	C _{yrewrite}	V _{DD} to V _{BACK} = 3.0V	5000	-	-	サイクル
トリクルチャージャの特性						
電流制限抵抗値 V _{DD} =5.0V V _{BACK} =3.0V	R80k	T _{amb} =25℃		80		kΩ
	R20k	T _{amb} =25℃		20		
	R5k	T _{amb} =25℃		5		
	R1.5k	T _{amb} =25℃		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℃		±4		℃
		T _{amb} =-40~125℃		±6		

7.4.I²Cインターフェースのタイミングチャート



RR-3029-C2

I²C 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

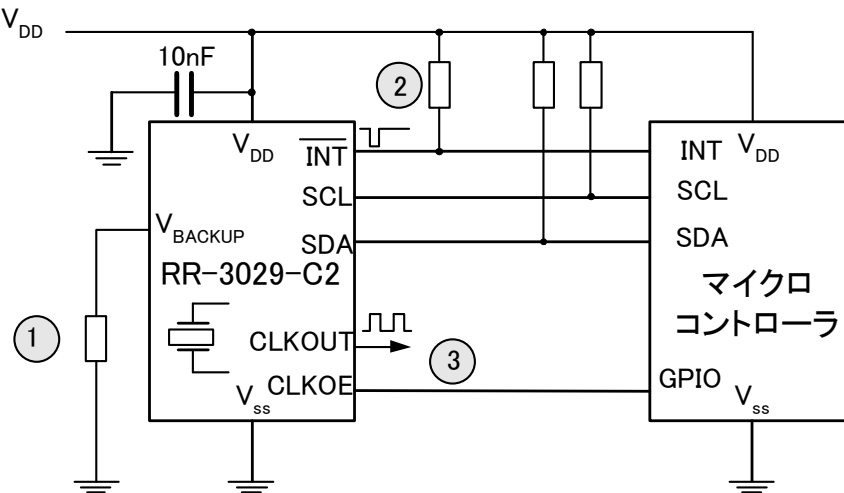
RIVER

V_{SS}= 0 V; T_{amb}= -40°C ~ +125°C. 全てのタイミング仕様は起動電圧、起動環境温度範囲で有効であり、立ち上がり、立ち下がりエッジ上で入力電圧が最大電圧の 30%、70%になったときを基準にしています。

パラメータ 1)	記号	条件	最小値	最大値	単位
SCL クロック周波数	f _{SCL}	V _{DD} ≥ 1.4V	-	100	kHz
		V _{DD} ≥ 1.8V	-	300	
		V _{DD} ≥ 3.0V	-	400	
開始条件セットアップ時間	t _{SU;STA}	V _{DD} ≥ 1.4V	50	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	30	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	20	-	
開始条件保持時間	t _{HD;STA}	V _{DD} ≥ 1.4V	0.2	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V			
		V _{DD} ≥ 3.0V			
データセットアップ時間	t _{SU;DAT}	V _{DD} ≥ 1.4V	100	-	ns
		V _{DD} ≥ 1.8V	80	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	50	-	
データ保持時間	t _{HD;DAT}	V _{DD} ≥ 1.4V	50	-	ns
		V _{DD} ≥ 1.8V	30	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	20	-	
データ有効時間	t _{VD;DAT}	V _{DD} ≥ 1.4V	4.0	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	1.5	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	1.2	-	
データアクノリッジ有効時間	t _{VD;ACK}	V _{DD} ≥ 1.4V	3.5	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	1.1	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	0.9	-	
停止条件のセットアップ時間	t _{SU;STO}	V _{DD} ≥ 1.4V	50	-	ns
		V _{DD} ≥ 1.8V	30	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	20	-	
停止条件から開始条件までのバスフリー時間	t _{BUF}	V _{DD} ≥ 1.4V	1.0	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	0.5	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	0.4	-	
SCL クロックの LOW レベル時間	t _{LOW}	V _{DD} ≥ 1.4V	4.5	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	1.7	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	1.3	-	
SCL クロックの HIGH レベル時間	t _{HIGH}	V _{DD} ≥ 1.4V	0.6	-	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	0.5	-	
		V _{DD} ≥ 3.0V	0.4	-	
SDA,SCL 信号の立ち上がり時間	t _r	V _{DD} ≥ 1.4V	-	1.0	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	-	0.3	
		V _{DD} ≥ 3.0V	-	0.2	
SDA,SCL 信号の立ち下がり時間	t _f	V _{DD} ≥ 1.4V	-	0.4	μs
		V _{DD} ≥ 1.8V	-	0.3	
		V _{DD} ≥ 3.0V	-	0.2	
入力フィルタが制御するスパイクパルス幅	t _{SP}			50	ns
SDA,SCL I/O 端子の負荷容量	C _{I/O}			10	pF
各バスラインの負荷容量	C _b			200	pF

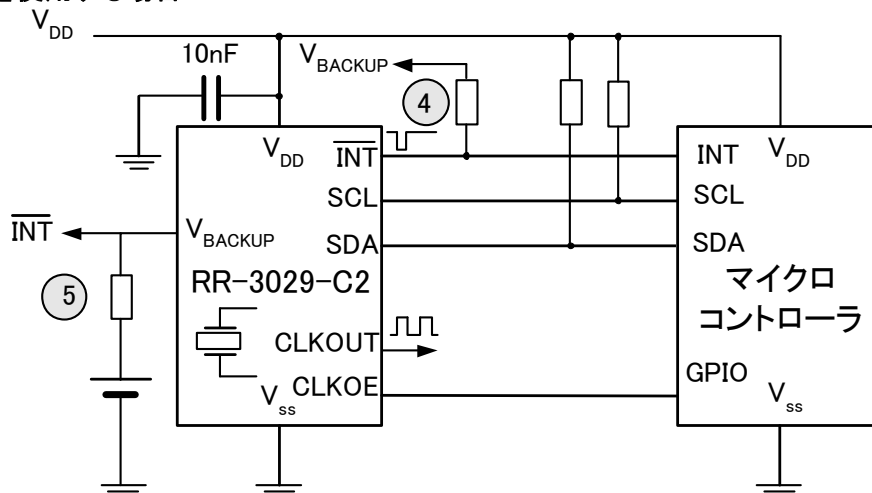
8. 使用方法

バックアップ電源を使用しない場合



- ① RR-3029-C2にバックアップ電源を接続しない場合、
V_{BACKUP}端子を10kΩの抵抗を介してGNDに接続して下さい。
- ② INT端子のプルアップ抵抗は直接主電源に接続して下さい。
- 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端子を無効化して下さい。

バックアップ電源を使用する場合

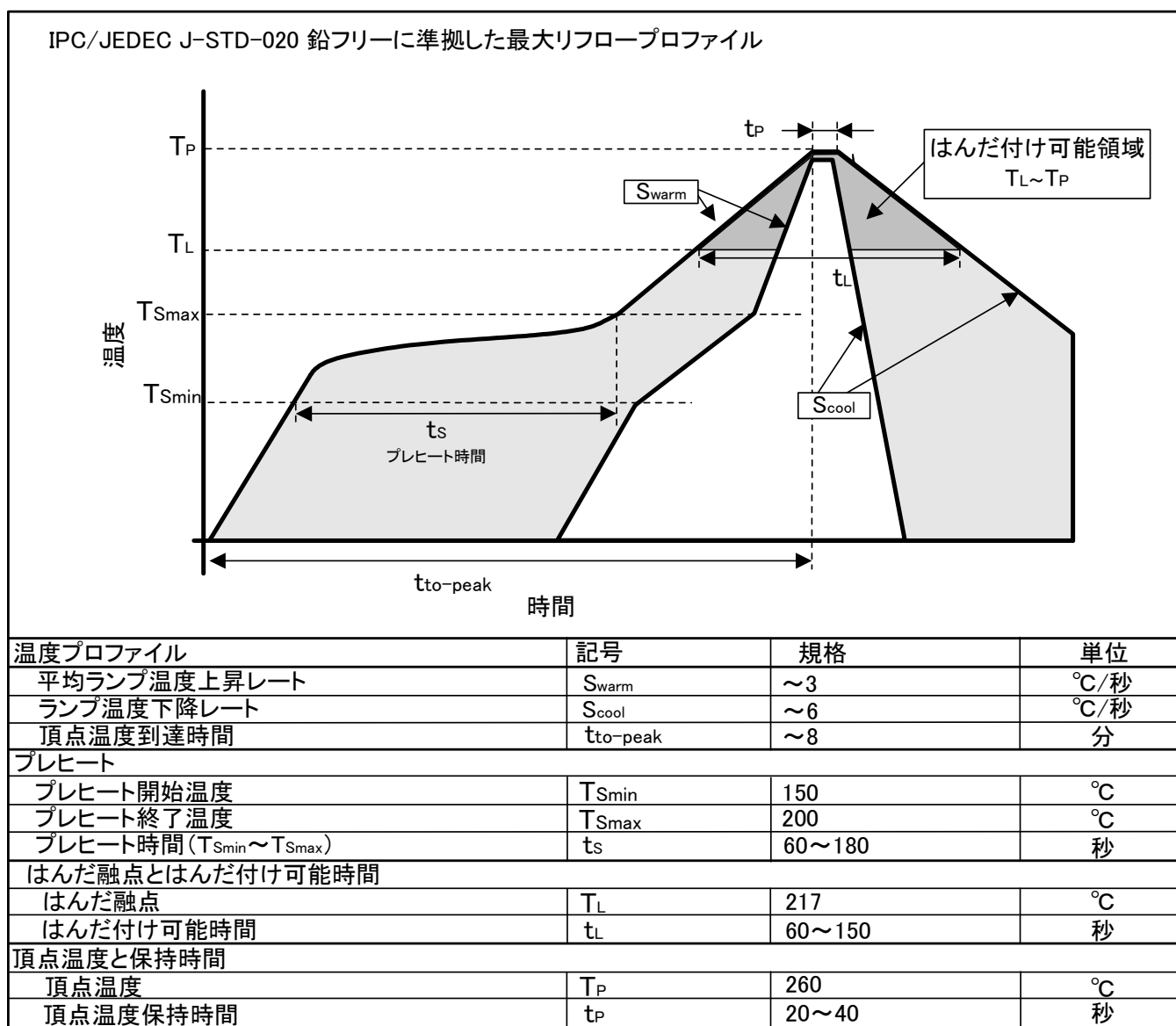


- ④RR-3029-C2にバックアップ電源としてスーパーキャパシタやリチウム電池を使用する場合、割り込み信号はバックアップ電源供給時にも発生されます。従って、INT端子はプルアップ抵抗を介してVBACKUP端子と接続して下さい。
- ⑤リチウム電池を使用する場合、バッテリー電流を制限し、はんだ付け不良で電源供給端子同士がショートしてしまった場合のダメージを避けるため100～1000Ωの保護抵抗を接続して下さい。

I²C 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

8.1. 推奨リフロープロファイル（鉛フリーはんだ）



RR-3029-C2

I²C 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

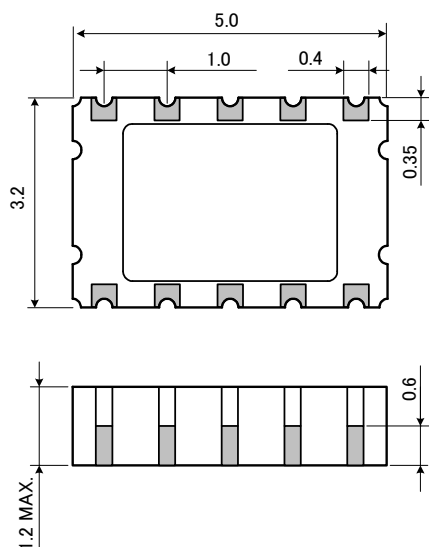
9. パッケージ

9.1. 製品寸法とランド寸法

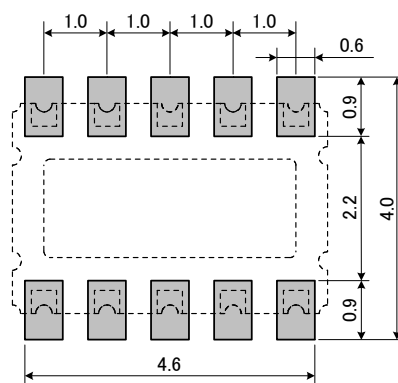
C2パッケージ:

単位:mm

製品寸法(BOTTOM VIEW)



ランド寸法



公差:特に指定がない場合±0.1mm

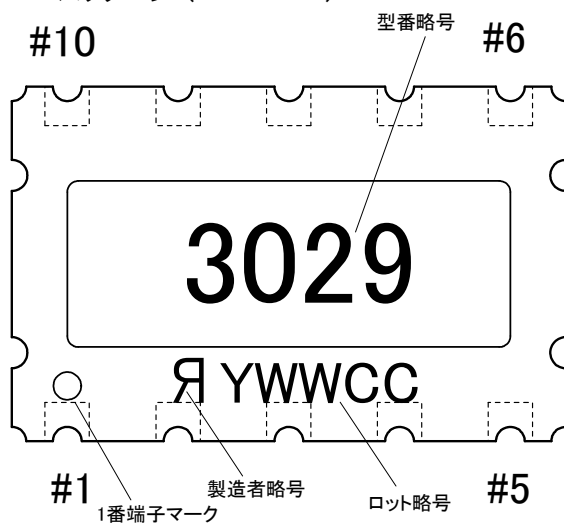
RR-3029-C2

I²C 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

9.2. マーキングと1番端子マーク

C2パッケージ:(TOP VIEW)



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-3029-C2

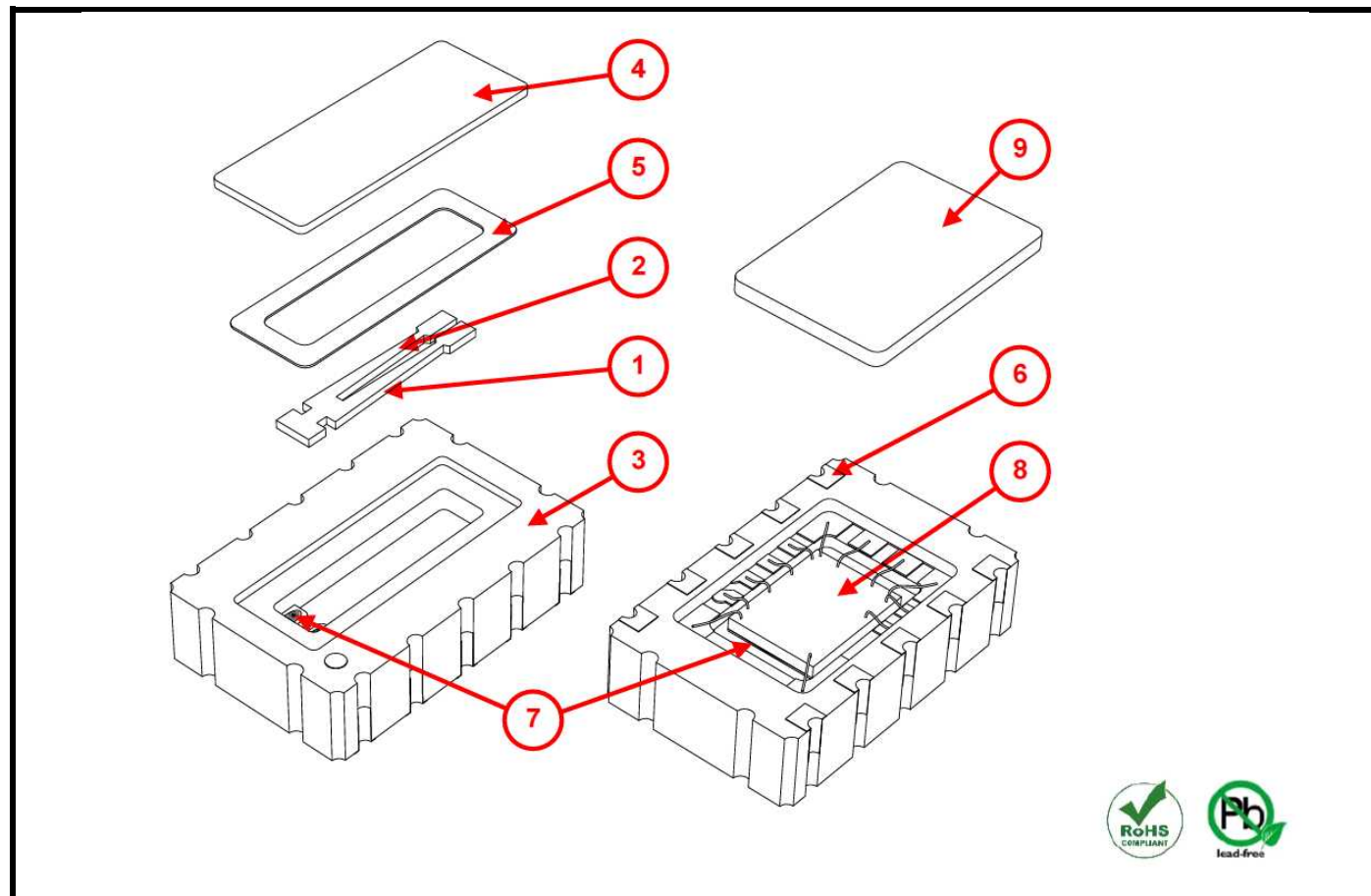
I²C インターフェース広範囲温度補償機能付き
リアルタイムクロック/カレンダーモジュール

RIVER

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	0.54	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	44.35	100	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
4	リッド	ガラス	1.40	100	SiO ₂	99439-28-8	
5	封止用はんだ	Au-Sn はんだ	0.90	80	Au80/Sn20	Au:7440-57-5	
				20		Sn:7440-31-5	
6	ケース電極	内部及び外部端子	6.31	80	W	7440-33-7	タングステン
				15	Ni	7440-02-0	Ni めっき
				5	Au(0.3 μm)	7440-57-5	Au めっき
7	導電性接着剤	銀フィラー+ エポキシ	0.15	70	Ag	7440-22-4	
				30	エポキシ	129915-35-1	
8	CMOS IC	シリコン ワイヤ ボンディング	0.91	93	Si	7440-21-3	
				7	Au	7440-57-5	
9	樹脂モールド	エポキシ樹脂	3.73	100	エポキシ	25068-38-6	
製品総重量			58.3				

RR-3029-C2

I²C 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

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			
			P b	C d	H g	C r + 6	P B B	P B D E	F	C l	B r	I	B B P	D B P	D E H P	D I N P
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	リッド	ガラス	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
5	封止用はんだ	AuSn はんだ	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
6	ケース電極	内部及び外部端子	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 +エポキシ樹脂	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
8	CMOS IC	シリコン+ワイヤボンディング	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
9	樹脂モールド	エポキシ樹脂	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	検出限界	2ppm (PBB/PBDE: 5ppm)
ハロゲン	BS EN 14582:2007 準拠	検出限界	50ppm
フタレート	EN 14372 準拠	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 58.3mg 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		成分	CAS No.	備考
			(mg)	(%)			
水晶	1	水晶片	0.54	0.93	SiO ₂	14808-60-7	
クロム	2	電極	0.0006	0.001	Cr	7440-47-3	
アルミナ	3	ケース	44.35	76.07	Al ₂ O ₃	1344-28-1	
金	2	電極	1.11	1.90	Au	7440-57-5	
	5	封止用はんだ					
	6	ケース電極					
	8b	CMOS IC					
スズ	5	封止用はんだ	0.18	0.31	Sn	7440-31-5	
ニッケル	6	ケース電極	0.95	1.62	Ni	7440-02-0	
タングステン	6	ケース電極	5.05	8.66	W	7440-33-7	
ガラス	4	リッド	1.40	2.40	SiO ₂	99439-28-8	
銀	7a	導電性接着剤	0.105	0.18	Ag	7440-22-4	
エポキシ	7b	導電性接着剤	0.045	0.08	エポキシ	129915-35-1	
シリコン	8a	CMOS IC	0.58	1.45	Si	7440-21-3	
エポキシ樹脂	9	樹脂モールド	3.73	6.40	エポキシ	25068-38-6	
製品総重量			58.3	100			

RR-3029-C2

I²C 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

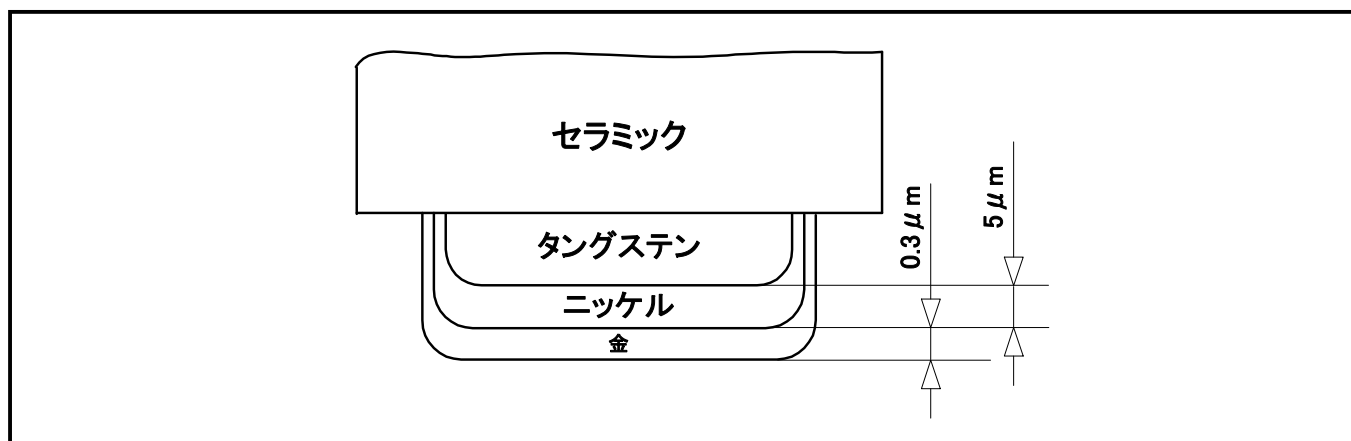
RIVER

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、ガラスリッド

パラメータ	規格	条件	評価
製品総重量			58.3mg
保存温度		製品単体での保存	-55~125℃
耐湿レベル(MSL)	IPC/JEDEC J-STD-020D		MSL1

電極の表面処理：



RR-3029-C2

I²C 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

11. 包装

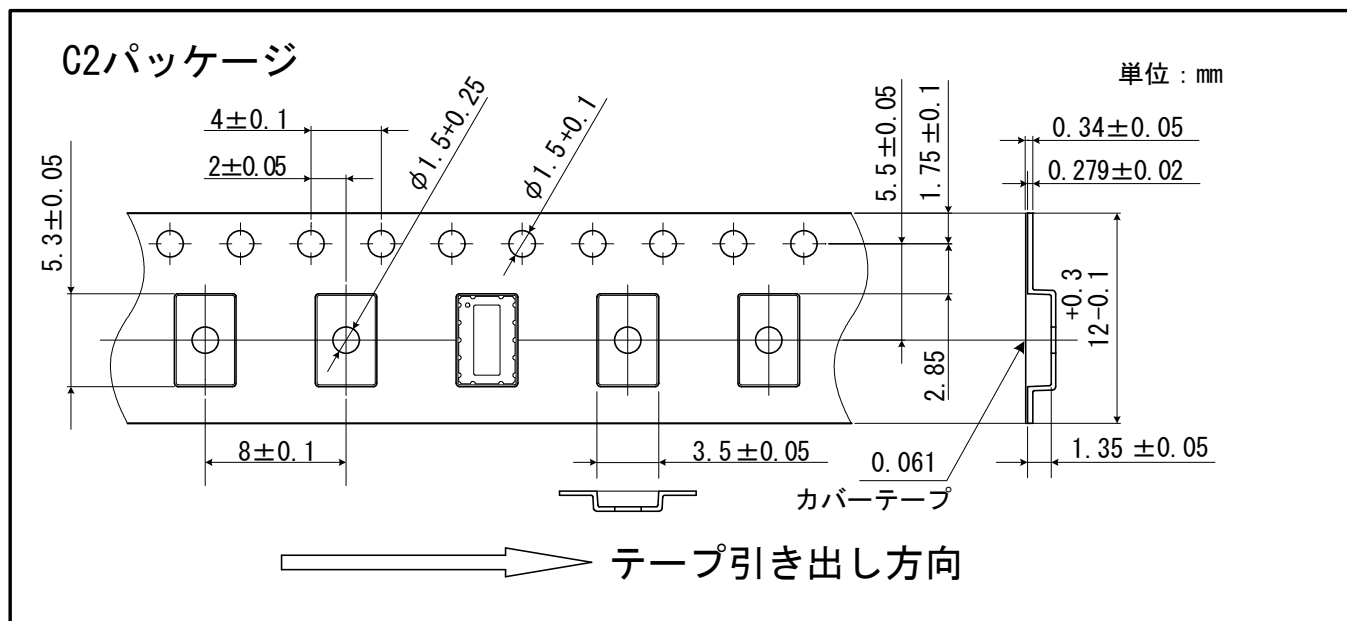
11.1. キャリアテープ

(JIS C 0806-3 に準拠)

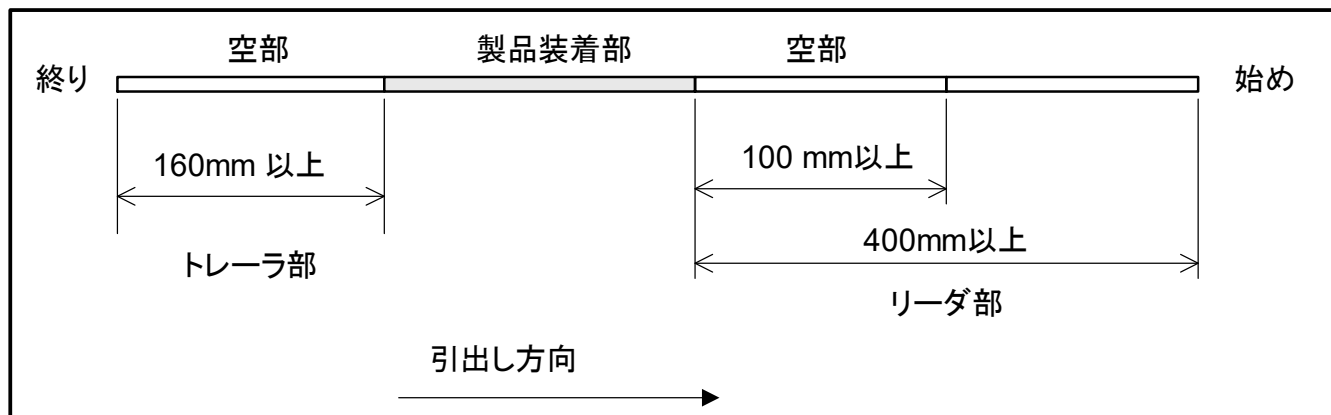
12mmキャリアテープ：材質：導電性ポリカーボネート

カバーテープ：母材：ポリプロピレン、3MTM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



端処理



RR-3029-C2

I²C 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

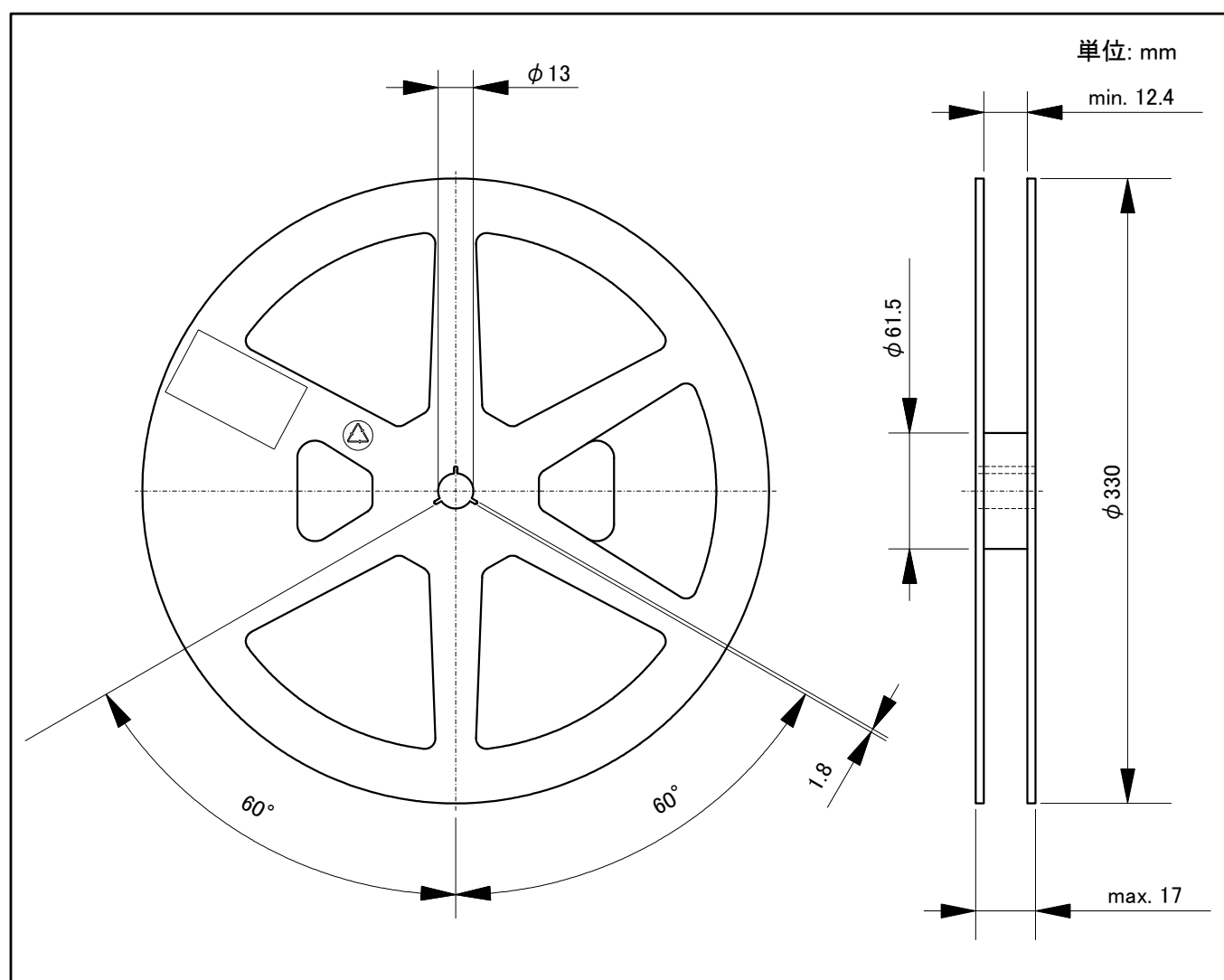
RIVER

11.2. 1 リール当たりの製品数

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
330mm	プラスチック、ポリスチロール	5,000

11.3. 12mm テープ用 13 インチリール



リール

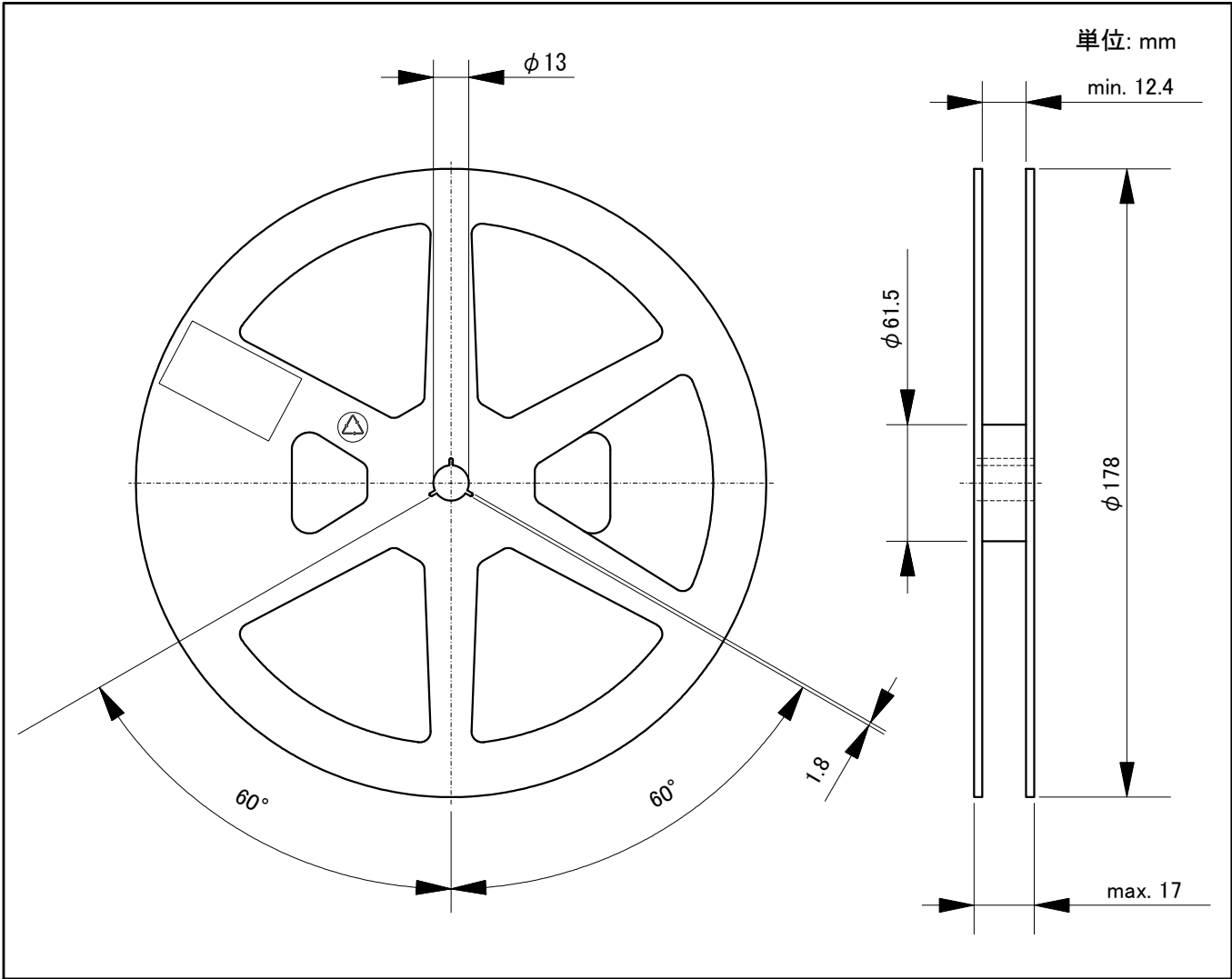
直径	材料
330mm	プラスチック、ポリスチロール

RR-3029-C2

I²C 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

11.4. 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

RR-3029-C2

I²C 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

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300°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下さい。
- 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-3029-C2 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。