

Real-Time Clock (RTC) シリーズ

# I<sup>2</sup>C BUS Serial Interface

## 高精度誤差補正機能内蔵 RTC

BU9873

### 概要

本機種は CPU への割り込み発生機能を内蔵したリアルタイムクロックです。通信は I<sup>2</sup>C インタフェースで行い、シリアル転送により時刻、カレンダーの各データを CPU に送信します。水晶振動子とのマッチングのずれによる発振周波数の誤差を補正して、時刻を高精度に合わせ込むデジタル方式の時計誤差補正回路を内蔵しています。

### 特長

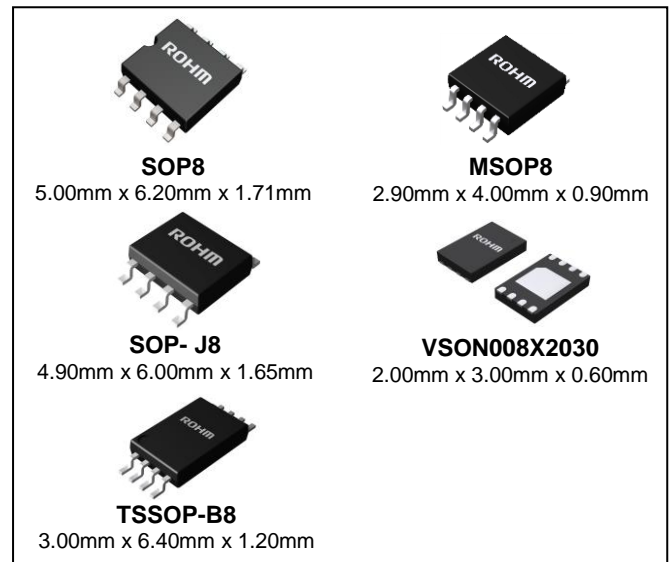
- 通信は、I<sup>2</sup>C インタフェースで行う
- 時刻 (時・分・秒、12/24 時間制の選択可能)
- カレンダー (年・月・日・曜日)
- 割り込み発生機能  
(周期 1 ヶ月～1 秒の選択が可能、INTRB から出力)
- アラーム機能  
(曜日・時・分の設定が可能、INTRB から出力)
- 発振停止検出機能
- 32.768kHz クロック出力  
(出力制御可能、32KOUT から出力)
- ±30 秒アジャスト機能
- 2099 年までのうるう年の自動判別
- 発振安定化容量 (C<sub>G</sub>, C<sub>D</sub>) 内蔵
- 高精度のデジタル方式の時計誤差補正回路内蔵

### 重要特性

■ 計時電源電圧	1.45V～5.5V
■ 計時消費電流 1 (V <sub>DD</sub> =3V、Ta=+25°C)	0.4μA (Typ)
■ 計時消費電流 2 (V <sub>DD</sub> =3V、Ta=-40°C～+85°C)	1.0μA (Max)
■ 動作電源電圧	1.8V～5.5V
■ 動作周波数 1 (V <sub>DD</sub> =1.8V～2.5V)	100kHz (Max)
■ 動作周波数 2 (V <sub>DD</sub> =2.5V～5.5V)	400kHz (Max)

### パッケージ

W (Typ) x D (Typ) x H (Max)



## 基本アプリケーション回路

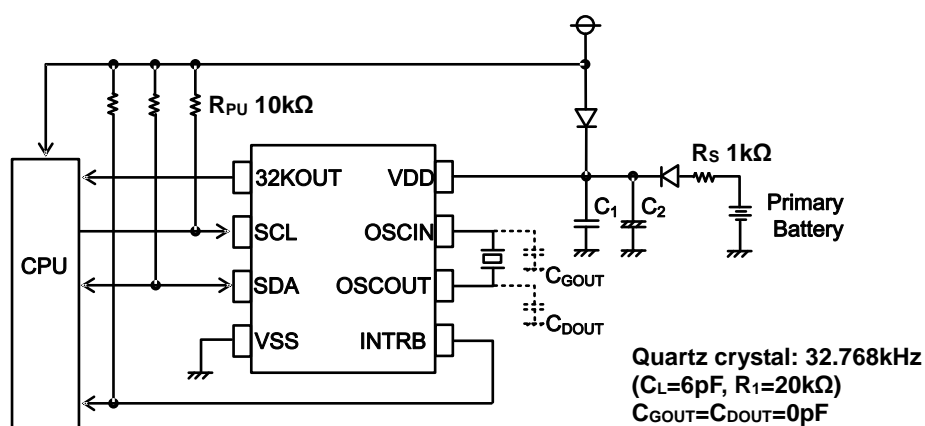


Figure 1. 基本アプリケーション回路（一次電池を使用する場合）

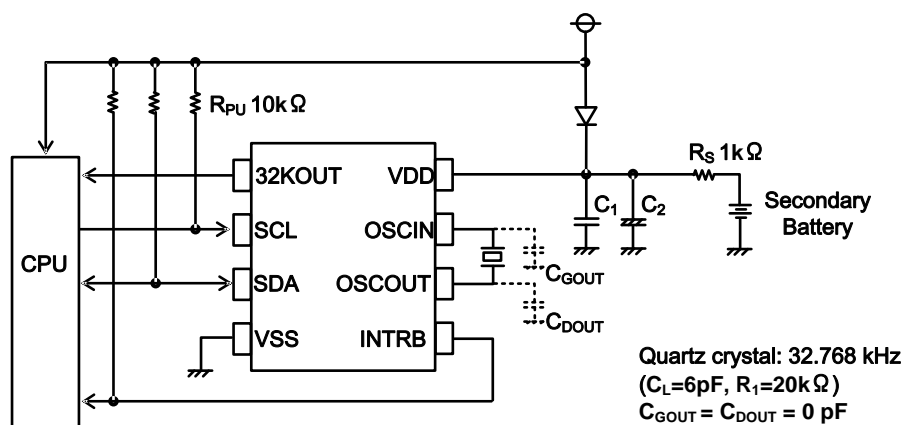


Figure 2. 基本アプリケーション回路（二次電池を使用する場合）

上記回路図は動作を保証するものではありません。実際のアプリケーションで十分な評価のうえ、決定してください。  
また、VDDの立ち上げの際に電源立ち上げの注意を守れるように、必要な場合は電源のディスチャージ回路を設けるなどのアレンジをして使用してください。

端子配置図

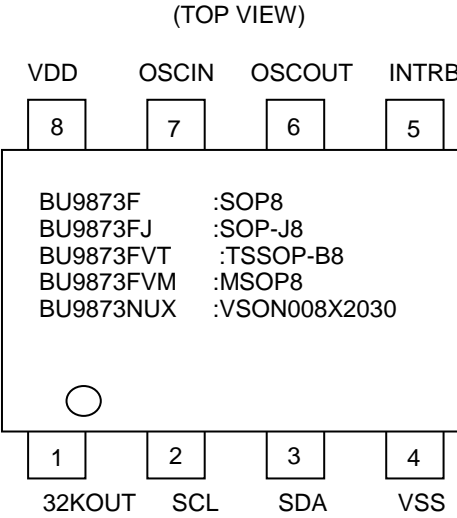


Figure 3. 端子配置図

端子説明

端子 No.	記 号	入出力	機 能
1	32KOUT	出力	32.768kHzのクロックを出力します。レジスタ設定によりオン・オフ制御可能ですが、電源を0Vから立ち上げた時は出力するようになっています。CMOS出力です。
2	SCL	入力	このクロックに同期して、SDA端子よりデータの入出力を行います。
3	SDA	入力/出力	書き込みデータまたは、読み出しデータをSCLに同期して入出力します。出力時は、Nchオープンドレイン出力です。
4	VSS	-	全入出力の基準電圧、0V。
5	INTRB	出力	CPUに対する周期的割り込み、またはアラーム割り込み (Alarm_A、Alarm_B) を出力します。電源を0Vから立ち上げた時はオフ状態になっています。Nchオープンドレイン出力です。
6	OSCOUT	-	32.768kHzの水晶振動子を接続して発振回路を構成します。水晶振動子以外の発振回路構成部品は内蔵しています。
7	OSCIN	-	
8	VDD	-	電源を接続します。

ブロック図

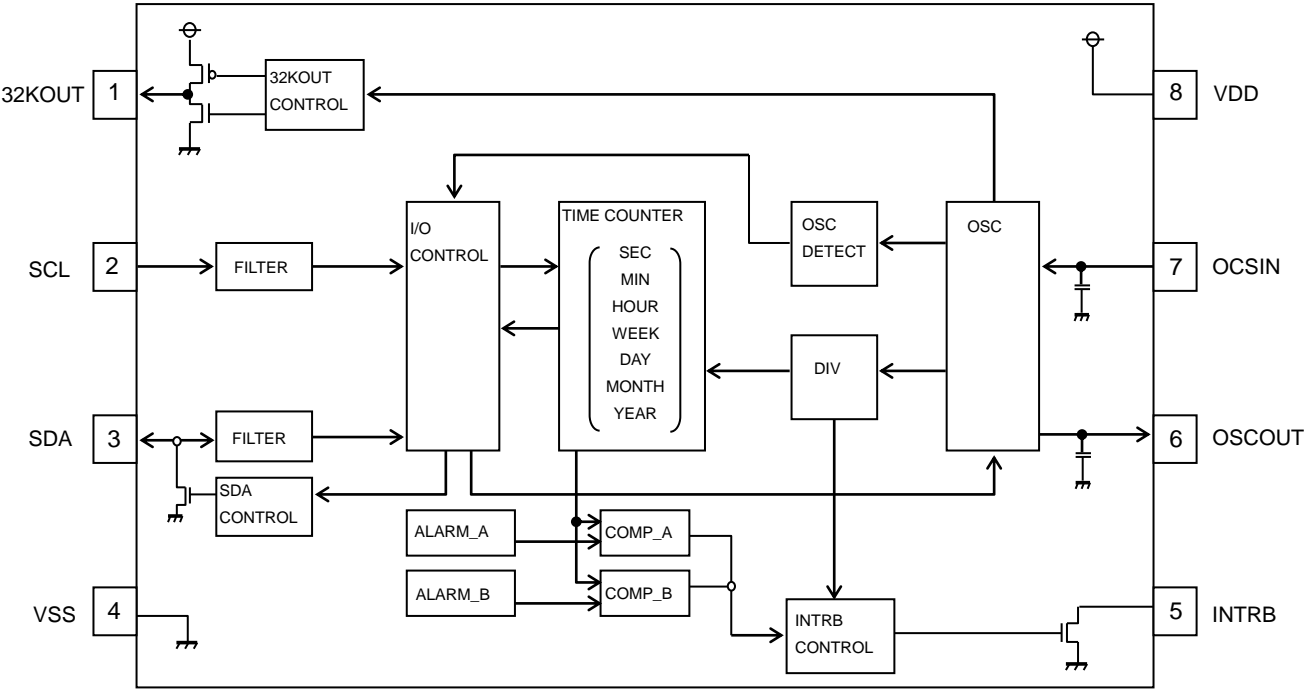


Figure 4. ブロック図

絶対最大定格

項目	記号	定格	単位	備考
印加電圧	V <sub>DD</sub>	-0.3~+6.5	V	
許容損失	P <sub>d</sub>	0.45 (SOP8)	W	Ta=25°C 以上で使用する場合は、1°C につき 4.5mW を減じる。
		0.45 (SOP-J8)		Ta=25°C 以上で使用する場合は、1°C につき 4.5mW を減じる。
		0.33 (TSSOP-B8)		Ta=25°C 以上で使用する場合は、1°C につき 3.3mW を減じる。
		0.31 (MSOP8)		Ta=25°C 以上で使用する場合は、1°C につき 3.1mW を減じる。
		0.30 (VSON008X2030)		Ta=25°C 以上で使用する場合は、1°C につき 3.0mW を減じる。
保存温度範囲	T <sub>stg</sub>	-55~+125	°C	
動作温度範囲	T <sub>opt</sub>	-40~+85	°C	
各端子電圧	-	-0.3~V <sub>DD</sub> +0.3	V	各端子電圧の最大値は 6.5V 以下としてください。 各端子電圧の最小値はパルス幅が 50ns 以下の場合は -0.8V です。

注意：印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を超えた場合は、劣化または破壊に至る可能性があります。  
また、ショートモードもしくはオープンモードなど、破壊状態を想定できません。絶対最大定格を超えるような特殊モードが想定される場合、ヒューズなど物理的な安全対策を施して頂けるようお願いいたします。

動作範囲

項目	記号	定格	単位
動作電源電圧	V <sub>DD</sub>	1.8~5.5	V
計時動作電源電圧	V <sub>CLK</sub>	1.45~5.5	V
入力電圧	V <sub>IN</sub>	0~V <sub>DD</sub>	V

(Note1) 計時最低動作電圧の条件は、C<sub>GOUT</sub> = C<sub>DOUT</sub> = 0 pF、水晶振動子=32.768kHz (C<sub>L</sub> = 6 to 12.5 pF、R<sub>1</sub>の最大値=80KΩ)。

## 電氣的特性 DC

項 目	記号	端子名	規 格 値			単位	条 件
			最小	標準	最大		
Hi 入力電圧	$V_{IH}$	SCL, SDA	$0.7V_{DD}$	—	$V_{DD}+0.3$	V	
Low 入力電圧	$V_{IL}$	SCL, SDA	-0.3	—	$0.3V_{DD}$	V	
Hi 出力電流	$I_{OH}$	32KOUT	—	—	-0.5	mA	$V_{OH}=V_{DD}-0.5V$
Low 出力電流 1	$I_{OL1}$	INTRB, 32KOUT	1	—	—	mA	$V_{OL1}=0.4V$
Low 出力電流 2	$I_{OL2}$	SDA	6	—	—	mA	$V_{OL2}=0.4V$
入力リーク電流	$I_{ILK}$	SCL	-1	—	1	$\mu A$	$V_{IN}=5.5V$ or $V_{SS}$ $V_{DD}=5.5V$
オフ状態出力 リーク電流	$I_{OZ}$	SDA, INTRB, 32KOUT	-1	—	1	$\mu A$	$V_{OUT}=5.5V$ or $V_{SS}$ $V_{DD}=5.5V$
スタンバイ電流 (計時消費電流)	$I_{DD1}$	VDD	—	0.4	0.6	$\mu A$	$V_{DD}=3V$ $T_{opt}=25^{\circ}C$ SCL, SDA=3V $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ 出力=オープン <sup>(Note1)</sup>
	$I_{DD2}$	VDD	—	—	1.0	$\mu A$	$V_{DD}=3V$ $T_{opt}=-40\sim+85^{\circ}C$ SCL, SDA=3V $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ 出力=オープン <sup>(Note1)</sup>
	$I_{DD3}$	VDD	—	—	1.35	$\mu A$	$V_{DD}=5.5V$ $T_{opt}=-40\sim+85^{\circ}C$ SCL, SDA=5.5V $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ 出力=オープン <sup>(Note1)</sup>
内蔵発振容量 1	$C_G$	OSCIN	—	10	—	pF	
内蔵発振容量 2	$C_D$	OSCOU	—	10	—	pF	

特に指定のない限り  $V_{SS}=0V$ ,  $V_{DD}=3V$ ,  $T_{opt}=-40^{\circ}C\sim+85^{\circ}C$ , 水晶振動子=32.768kHz (負荷容量  $C_L=6pF$ 、等価直列抵抗  $R_1=20K\Omega$ )。

(Note1) 出力はオープンでクロックを出力していない状態。

32KOUTより32kHz出力を行っている時の消費電流 (出力無負荷) は、P.7の特性データを参照してください。

## 電気的特性 AC

項目	記号	$V_{DD} \geq 1.8V$			$V_{DD} \geq 2.5V$			単位
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
SCL クロック周波数	$f_{SCL}$	0	—	100	0	—	400	kHz
SCL クロック"L"時間	$t_{LOW}$	4.7	—	—	1.3	—	—	$\mu s$
SCL クロック"H"時間	$t_{HIGH}$	4.0	—	—	0.6	—	—	$\mu s$
スタートコンディションホールド時間	$t_{HD:STA}$	4.0	—	—	0.6	—	—	$\mu s$
ストップコンディション セットアップ時間	$t_{SU:STO}$	4.0	—	—	0.6	—	—	$\mu s$
スタートコンディション セットアップ時間	$t_{SU:STA}$	4.7	—	—	0.6	—	—	$\mu s$
データセットアップ時間	$t_{SU:DAT}$	250	—	—	100	—	—	ns
データ"H"ホールド時間	$t_{HDH:DAT}$	0	—	—	0	—	—	ns
データ"L"ホールド時間	$t_{HDL:DAT}$	35	—	—	35	—	—	ns
SCL 立ち下がり後、 SDA の"L"確定時間	$t_{PL:DAT}$	—	—	2.0	—	—	0.9	$\mu s$
SCL 立ち下がり後、 SDA のオフ確定時間	$t_{PZ:DAT}$	—	—	2.0	—	—	0.9	$\mu s$
SCL、SDA(入力)立ち上がり時間 (Note 1)	$t_R$	—	—	1000	—	—	300	ns
SCL、SDA(入力)立ち下がり時間 (Note 1)	$t_F$	—	—	300	—	—	300	ns
入力フィルタにより 取り除けるスパイク幅	$t_{SP}$	—	—	50	—	—	50	ns

特に指定のない限り、 $V_{SS}=0V$ ,  $T_{opt}=-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$

(Note 1) Not 100% TESTED.

測定条件 入力パルスレベル: $V_{IL}=0.2 \times V_{DD}$   $V_{IH}=0.8 \times V_{DD}$   
 入力タイミング参照レベル: $0.3 \times V_{DD}/0.7 \times V_{DD}$   
 出力タイミング参照レベル: $0.3 \times V_{DD}/0.7 \times V_{DD}$   
 立ち上がり/立ち下がり時間: $\leq 20ns$

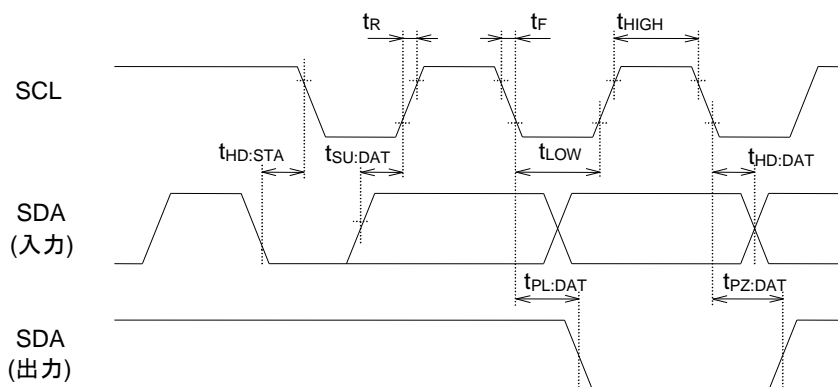


Figure 5. 同期データ入出力タイミング

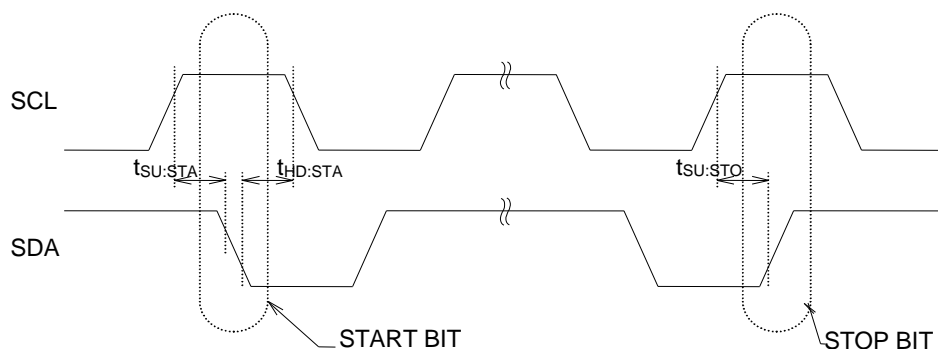


Figure 6. スタート・ストップタイミング

## 特性データ(参考データ)

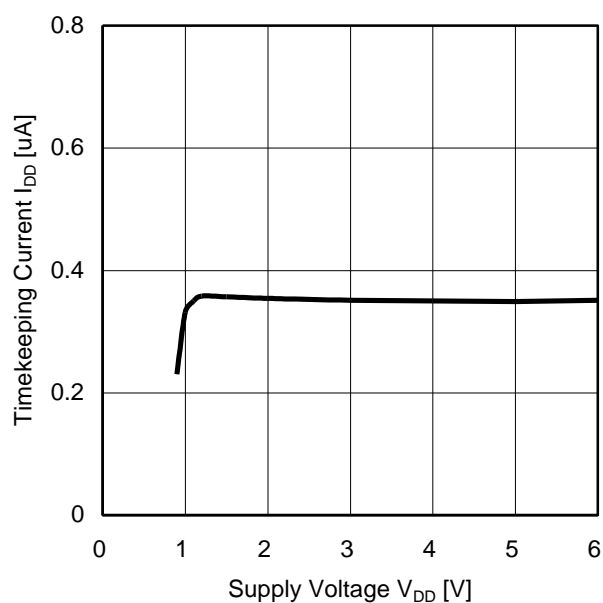


Figure 7. 計時消費電流対電源電圧特性  
(32kHz 出力停止、32KOUT 端子はオープン)  
( $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ ,  $T_{opt}=25^{\circ}C$ )

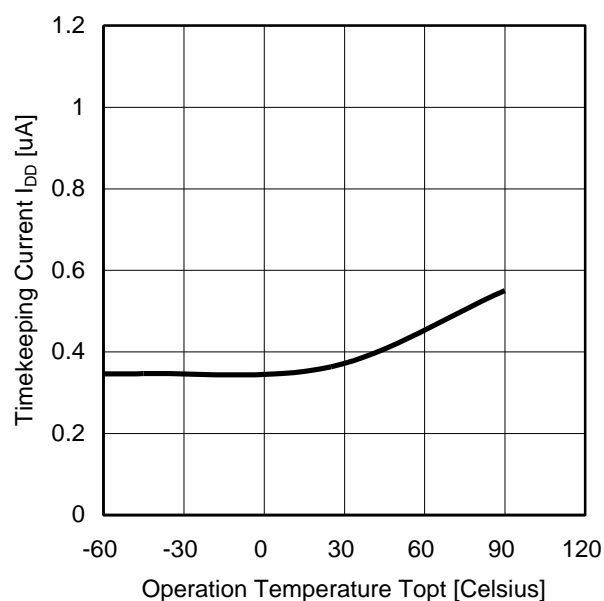


Figure 8. 計時消費電流対温度特性  
(32kHz 出力停止、32KOUT 端子はオープン)  
( $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ ,  $V_{DD}=3V$ )

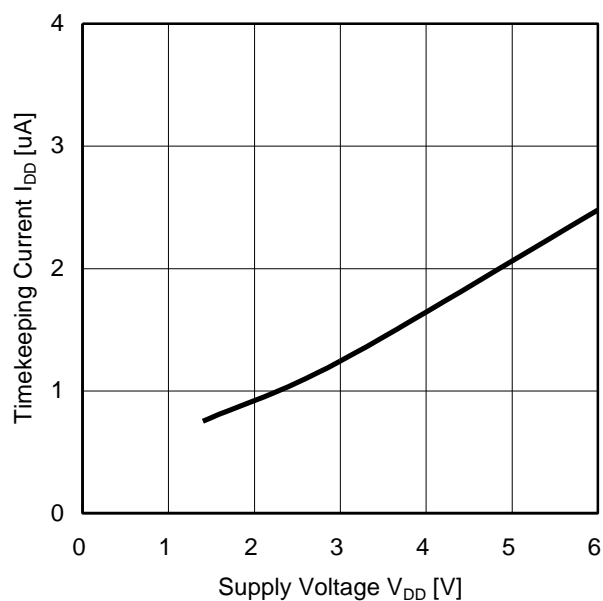


Figure 9. 計時消費電流対電源電圧特性  
(32kHz 出力中、32KOUT 端子はオープン)  
( $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ ,  $T_{opt}=25^{\circ}C$ )

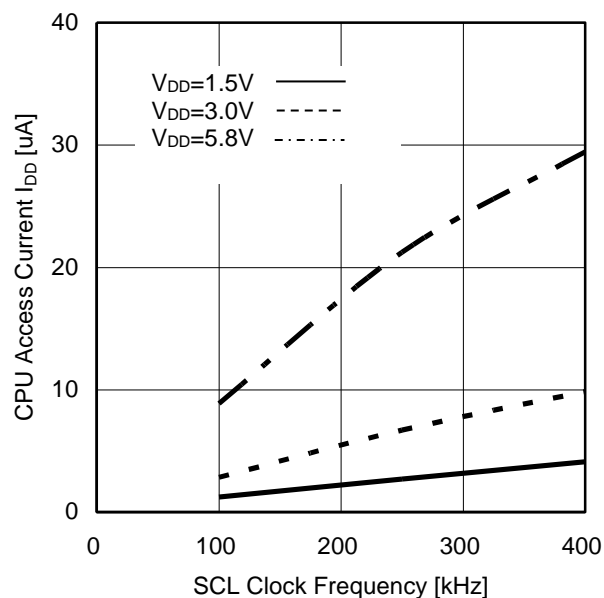


Figure 10. CPU 通信時消費電流対 SCL クロック周波数特性  
(32kHz 出力停止、32KOUT 端子はオープン)  
( $SDA="H"$ ,  $C_{GOUT}=C_{DOUT}=0pF$ ,  $T_{opt}=25^{\circ}C$ )

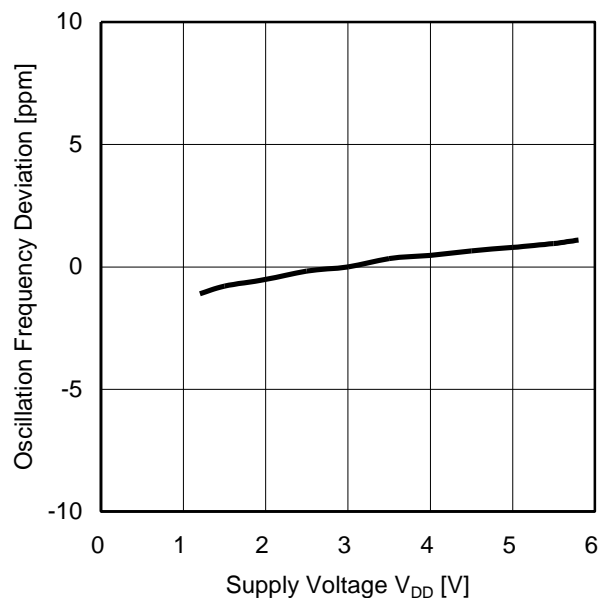


Figure 11. 発振周波数偏差対電源電圧特性  
(V<sub>DD</sub>=3V, T<sub>opt</sub>=25°C が基準)

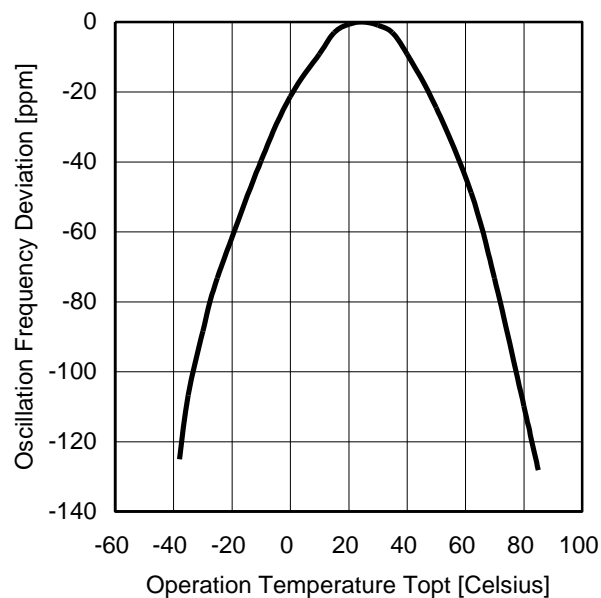


Figure 12. 発振周波数偏差対温度特性  
(V<sub>DD</sub>=3V, T<sub>opt</sub>=25°C が基準)

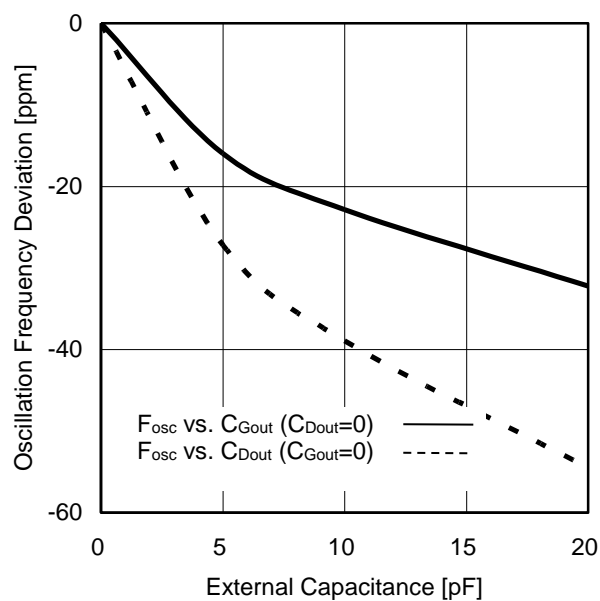


Figure 13. 発振周波数偏差対外付け C<sub>G</sub>, C<sub>D</sub> 特性  
(V<sub>DD</sub>=3V, T<sub>opt</sub>=25°C が基準)

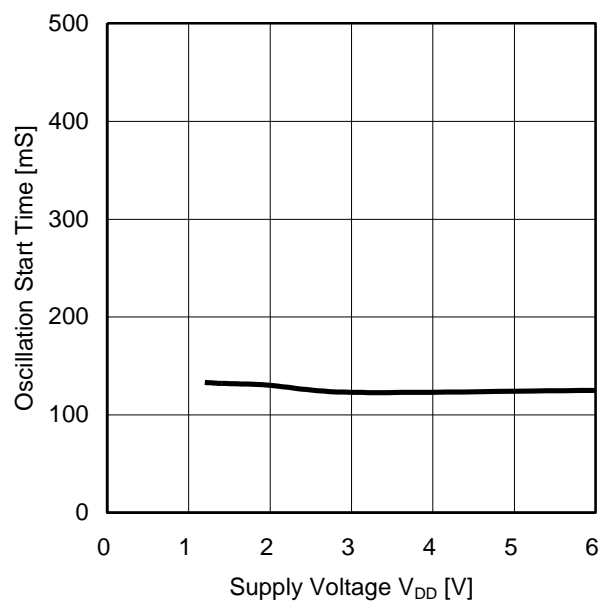


Figure 14. 発振開始時間対電源電圧特性  
(T<sub>opt</sub>=25°C)



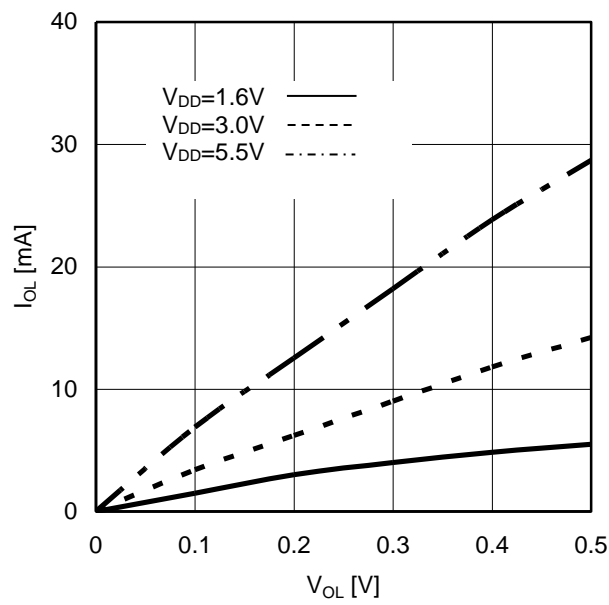


Figure 15. INTRB 端子の  $I_{OL}$  対  $V_{OL}$  特性  
( $T_{opt}=25^{\circ}\text{C}$ )

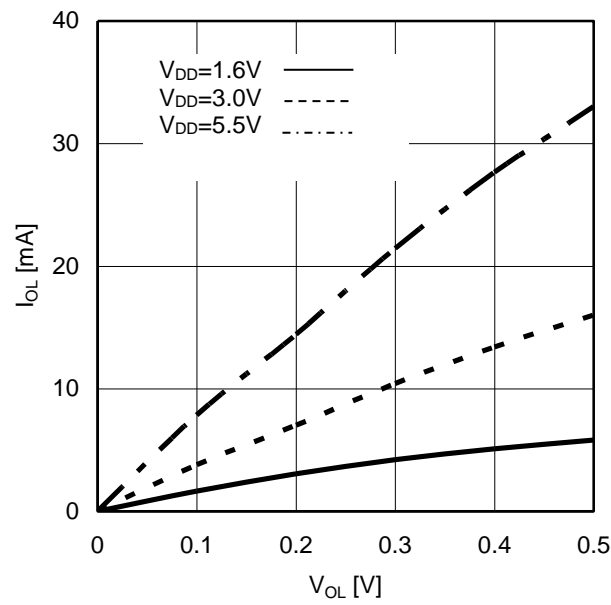


Figure 16. SDA 端子の  $I_{OL}$  対  $V_{OL}$  特性  
( $T_{opt}=25^{\circ}\text{C}$ )

## 機能説明

以下の順で機能を説明します。

1. インタフェース
2. 内部レジスタのアドレス構成
3. 時計・カレンダー機能
4. デジタル式時計誤差補正機能
5. アラーム割り込み機能
6. 定周期割り込み機能
7. TESTビット
8.  $\pm 30$ 秒アジャスト機能
9. 発振停止検出機能
10. 32kHzクロック出力機能

## 1. インタフェース

本機種は、SDA（データ）とSCL（クロック）の2つの信号線によりI<sup>2</sup>C BUSのインタフェースで、データの読み出し、書き込みを行います。

SDA端子の出力部はオープンドレインになっており、回路基板上でプルアップ抵抗を付加することで、電源電圧の異なるCPUとの接続が可能です。

### 1-1. I<sup>2</sup>C BUS のデータ通信

I<sup>2</sup>C BUSのデータ通信はスタートコンディション入力で始まり、ストップコンディション入力で終了します。データは必ず8ビット長になり、各8ビットの後には必ずアクノリッジが必要になります。

I<sup>2</sup>C BUSはシリアルデータ（SDA）とシリアルクロック（SCL）の2本の通信線によってバスに接続された複数のデバイス間でデータ伝達を行います。このデバイスには、クロックを生成し、通信開始・終了を制御する「マスター」と各デバイス固有に持つアドレスによって制御される「スレーブ」があります。RTCは、「スレーブ」になります。また、データ通信中にバスにデータ出力を行うデバイスを「トランスミッタ」、受信するデバイスを「レシーバ」と呼びます。

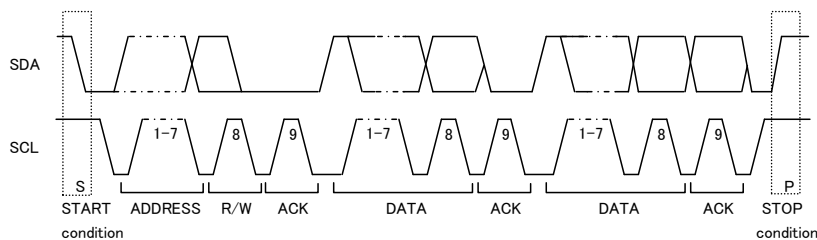


Figure 17. データ転送タイミング

### 1-2. スタートコンディション (スタートビットの認識)

各々の命令を実行する前に、SCLがHighとなっている時に、SDAがHighからLowへ立ち下がるようなスタートコンディション（スタートビット）を入力することが必要です。

このICは、常にSDA及びSCLラインがスタートコンディション（スタートビット）となっているかどうか検出していますので、この条件を満たさない限り、どのような命令も実行致しません。

### 1-3. ストップコンディション (ストップビットの認識)

各々の命令を終了するには、SCLがHighとなっている時に、SDAがLowからHighに立ち上がるようなストップコンディション(ストップビット)を入力することが必要です。

### 1-4. アクノリッジ (ACK 信号)

このアクノリッジ信号 (ACK信号) は、データ転送が正常に行われたかどうかを示すためのソフトウェアの取り決めです。マスターでもスレーブでも、トランスミッタ (送信) 側のデバイス (書き込み命令、読み出し命令のスレーブアドレス入力時は、 $\mu$ -COM、読み出し命令のデータ出力時は、このIC)は、8ビットのデータの出力後にバスを開放するようになっています。

レシーバ (受信) 側のデバイス (書き込み命令、読み出し命令のスレーブアドレス入力時は、このIC、読み出し命令のデータ出力時は、 $\mu$ -COM) では、9クロックサイクルの期間中、SDAをLowとし、8ビットデータを受信したというアクノリッジ信号(ACK信号)を出力します。

このICは、スタートコンディションとスレーブアドレス (8ビット) を認識した後、アクノリッジ信号を出力します。

ライト動作中は、各々の8ビットデータ (ワードアドレス及びライトデータ) 受信毎に、アクノリッジ信号を出力します。

リード動作中は、8ビットデータ (リードデータ) を出力し、アクノリッジ信号を検出します。アクノリッジ信号が検出され、且つマスター ( $\mu$ -COM) 側からストップコンディションが送られて来ない場合には、このICはデータの出力を継続します。アクノリッジ信号が検出されない場合には、このICはデータ転送を中断し、ストップコンディション (ストップビット) を認識して、リード動作を終了します。そして、ICは待機状態に入ります。

### 1-5. データ書き込み命令

スタートコンディションを入力します。

その後、7ビットのスレーブアドレスを入力します。本機種のスレーブアドレスは (0110010) です。その後、データの転送方向を表すR/WビットにLowを入力します。

次の1バイトで内部アドレスポインタ (4ビット) と転送フォーマット (4ビット) を入力します。書き込みの場合、転送フォーマットは (0000) を入力します。3バイト目は2バイト目で書き込んだ内部アドレスポインタで指定したアドレスへ書き込むデータを入力します。4バイト目以降は自動的に内部アドレスポインタがインクリメントされます。ただし、内部アドレスポインタがFhの時は次のバイトの転送で0h になります。

データ書き込み例 (内部アドレスEh~Fhに書き込みを行う場合)

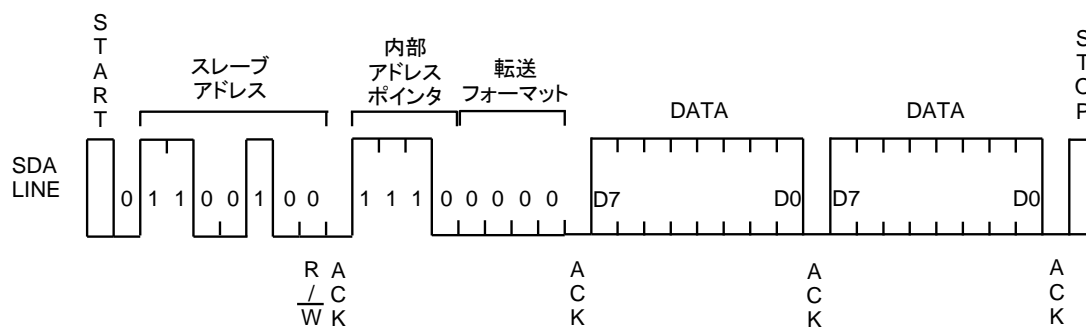


Figure 18. データ書き込み命令

### 1-6. データ読み出し命令

内部レジスタのデータを読み出すには、3つの方法があります。

#### 1-6-1. 内部アドレスポインタを指定してから読み出しする方法

データ書き込みのフローを使用して、内部アドレスポインタと転送フォーマットを指定した後、スタートコンディションを再度入力します。

その後、7ビットのスレーブアドレスを入力して、データの転送方向を表すR/Wビットにhighを入力します。次のバイトから指定した内部アドレスポインタのデータが出力されます。ACKのタイミングでlowを入力すると、次のアドレスのデータが出力されます。読み出しを終了するには、ACKのタイミングでhighを入力した後に、ストップコンディションを入力します。

内部アドレスポインタはストップコンディションが入力されるとFhにリセットされるため、この方法を使用する場合は、読み出し終了までは、ストップコンディションを入力することはできません。

データ読み出し例1 (内部アドレス2h から3h までのデータを読み出す場合)

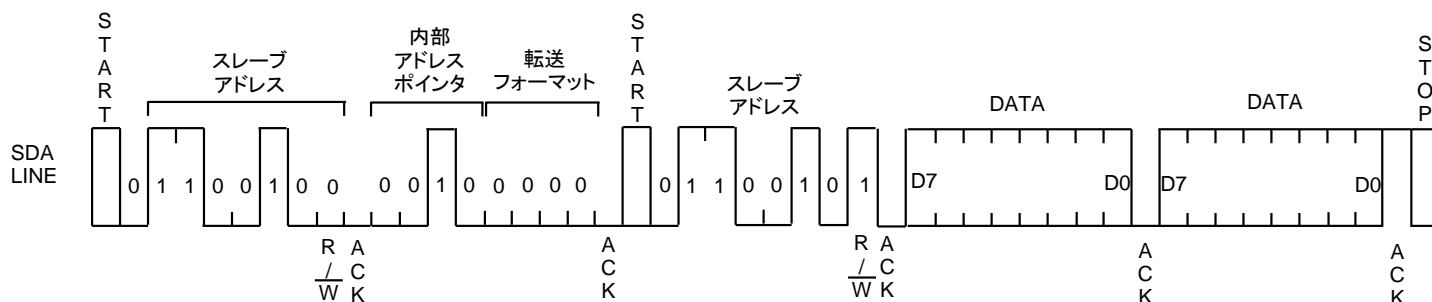


Figure 19. データ読み出し命令 1

### 1-6-2. 内部アドレスポインタを指定してから転送フォーマットの変更により読み出しする方法

データ書き込みのフローを使用して、内部アドレスポインタを指定した後に、転送フォーマットに (0100) を指定します。次のバイトから指定した内部アドレスポインタのデータが出力されます。ACKのタイミングでlowを入力すると、次のアドレスのデータが出力されます。読み出しを終了するには、ACKのタイミングでhighを入力した後に、ストップコンディションを入力します。

データ読み出し例2 (内部アドレスEh から1h までのデータを読み出す場合)

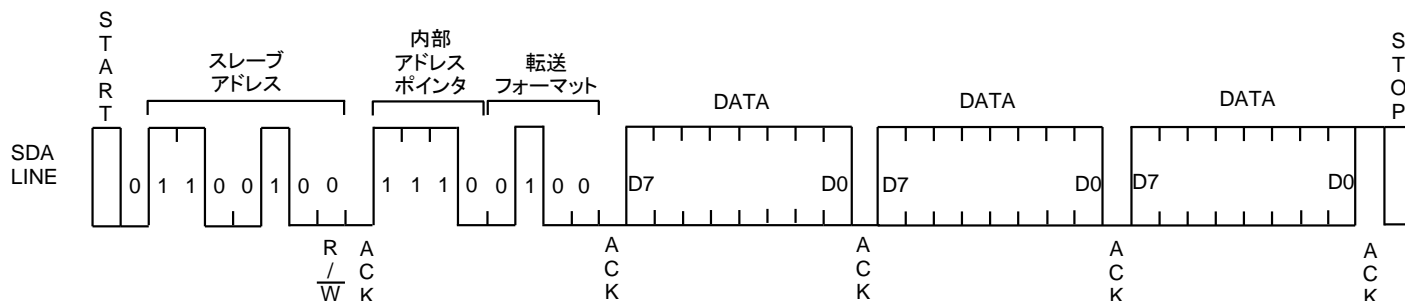


Figure 20. データ読み出し命令 2

### 1-6-3. 内部アドレスポインタを指定せずアドレスFhから読み出しする方法

スタートコンディションを入力します。

その後、7ビットのスレーブアドレスを入力します。その後、データの転送方向を表すR/Wビットにhighを入力します。次のバイトからアドレスFhのデータが出力されます。ACKのタイミングでlowを入力すると、次のアドレスのデータが出力されます。読み出しを終了するには、ACKのタイミングでhighを入力した後に、ストップコンディションを入力します。

ストップコンディションによって内部アドレスポインタはFhになっていますので、この方法は内部アドレスFhから読み出しをスタートする場合にのみ有効になります。

データ読み出し例3 (内部アドレスFh から3h までのデータを読み出す場合)

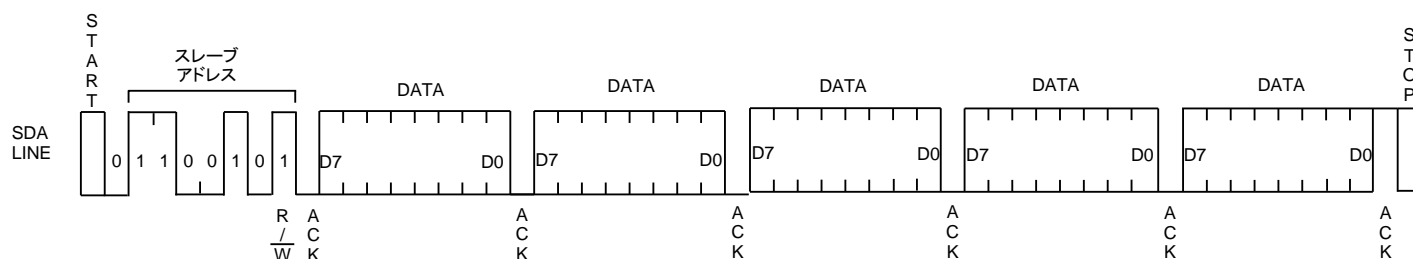


Figure 21. データ読み出し命令 3

### 1-7. RTCアクセスの注意点

RTCにアクセスする際に、誤読み出しや、誤書き込みを防ぐために2つに機能があります。

#### 時刻桁上げのホールド機能

時刻の桁上げ時に時刻の読み出しや書き込みを行った時、誤読み出しや誤書き込みが起ることを防ぐために、スタートコンディションからストップコンディションまでの間、時計を一時的にホールドさせます。この間に時刻の繰り上がりがあった場合は、その補正をストップコンディション発生後約61  $\mu$ s以内に行います。

#### アクセスの自動解除機能

スタートコンディションが発生してから0.5秒から1.0秒経過するとアクセスを自動解除します。その際、時計の一時ホールドを解除し、アドレスポインタをFhにセットし、CPUからのアクセスを強制終了します（ストップコンディションを受け取ったのと同じ動作をします。：I<sup>2</sup>C BUSインタフェースからの自動復帰機能）。

したがって、1回のアクセスは0.5秒以内に終了させる必要があります。自動復帰機能により、時刻の読み出し中などにシステムが突然ダウンしてSCLがストップしても時刻の遅れは発生しません。

また、スタートコンディション発生後、ストップコンディションが発生する前にスタートコンディションが発生しても、2回目のスタートコンディションは「再送条件」とみなされます。そのため、1回目のスタートコンディションから0.5秒から1.0秒経過すると本機種へのアクセスを自動解除する機能が働きます。

自動復帰機能が働いてからもなおアクセスを行うと、書き込み時はアクノリッジ信号が出なくなり、読み出し時はFFhが出力されるようになります。

RTC へのアクセスは以下のことに注意点する必要があります。

- (1) 時刻の読み出し、書き込みがスタートして終了するまでストップコンディションを発生させない。

悪い例

(スタートコンディション) → (秒読み出し) → (分読み出し) → (ストップコンディション) →  
(スタートコンディション) → (時読み出し) → (ストップコンディション)

読み出しを始めた時、時刻がPM5時59分59秒だったとします。たまたま秒、分を読み出している最中にPM6時00分00秒になったとします。この時点で秒の桁上げはホールドされているため時刻は5時59分59秒が読めます。

その後、ストップコンディションが入力されたことによって、ホールドしていた秒の桁上げを行い、時刻はPM6時00分00秒になります。

その後、時の桁を読み出すと、時の桁は6時になります。読み出された結果はPM6時59分59秒になり、誤った時刻が読み出されてしまいます。

- (2) 1回の時刻の読み出し/書き込みは0.5秒以内に行う。

- (3) ストップコンディションから次のスタートコンディションまで62  $\mu$ s以上時間を空ける。本機種はこの間に一時的にホールドした桁上げを行います。

## 2. 内部レジスタのアドレス構成

	内部アドレス				内 容	データ							
	A3	A2	A1	A0		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	秒カウンタ	— (Note1)	S <sub>40</sub>	S <sub>20</sub>	S <sub>10</sub>	S <sub>8</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>1</sub>
1	0	0	0	1	分カウンタ	—	M <sub>40</sub>	M <sub>20</sub>	M <sub>10</sub>	M <sub>8</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub>
2	0	0	1	0	時カウンタ	—	—	H <sub>20</sub> P/AB	H <sub>10</sub>	H <sub>8</sub>	H <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>1</sub>
3	0	0	1	1	曜日カウンタ	—	—	—	—	—	W <sub>4</sub>	W <sub>2</sub>	W <sub>1</sub>
4	0	1	0	0	日カウンタ	—	—	D <sub>20</sub>	D <sub>10</sub>	D <sub>8</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub>
5	0	1	0	1	月カウンタ	—	—	—	MO <sub>10</sub>	MO <sub>8</sub>	MO <sub>4</sub>	MO <sub>2</sub>	MO <sub>1</sub>
6	0	1	1	0	年カウンタ	Y <sub>80</sub>	Y <sub>40</sub>	Y <sub>20</sub>	Y <sub>10</sub>	Y <sub>8</sub>	Y <sub>4</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>
7	0	1	1	1	時計誤差補正レジスタ	—	F <sub>6</sub>	F <sub>5</sub>	F <sub>4</sub>	F <sub>3</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>0</sub>
8	1	0	0	0	Alarm_A (分レジスタ)	—	AM <sub>40</sub>	AM <sub>20</sub>	AM <sub>10</sub>	AM <sub>8</sub>	AM <sub>4</sub>	AM <sub>2</sub>	AM <sub>1</sub>
9	1	0	0	1	Alarm_A (時レジスタ)	—	—	AH <sub>20</sub> AP/AB	AH <sub>10</sub>	AH <sub>8</sub>	AH <sub>4</sub>	AH <sub>2</sub>	AH <sub>1</sub>
A	1	0	1	0	Alarm_A (曜日レジスタ)	—	AW <sub>6</sub>	AW <sub>5</sub>	AW <sub>4</sub>	AW <sub>3</sub>	AW <sub>2</sub>	AW <sub>1</sub>	AW <sub>0</sub>
B	1	0	1	1	Alarm_B (分レジスタ)	—	BM <sub>40</sub>	BM <sub>20</sub>	BM <sub>10</sub>	BM <sub>8</sub>	BM <sub>4</sub>	BM <sub>2</sub>	BM <sub>1</sub>
C	1	1	0	0	Alarm_B (時レジスタ)	—	—	BH <sub>20</sub> BP/AB	BH <sub>10</sub>	BH <sub>8</sub>	BH <sub>4</sub>	BH <sub>2</sub>	BH <sub>1</sub>
D	1	1	0	1	Alarm_B (曜日レジスタ)	—	BW <sub>6</sub>	BW <sub>5</sub>	BW <sub>4</sub>	BW <sub>3</sub>	BW <sub>2</sub>	BW <sub>1</sub>	BW <sub>0</sub>
E	1	1	1	0	制御レジスタ 1	AALE	BALE	—	—	TEST (Note4)	CT <sub>2</sub>	CT <sub>1</sub>	CT <sub>0</sub>
F	1	1	1	1	制御レジスタ 2	—	—	12B/24	ADJ (Note2) XSTP (Note3)	CLENB	CTFG	AAFG	BAFG

(Note1) — のデータは、書き込み無効で、読み出し時はデータ0が読み出されます。

(Note2) 内部アドレスFhのADJ/XSTPビットに、1を書き込む場合、ADJ = 1となります。0を書き込む場合、XSTP = 0となります。（ただし、正常発振中に限る。）それぞれに反対のデータ（ADJ = 0、XSTP = 1）を書き込むことはできません。読み出しデータはXSTPの値になります。

(Note3) 内部アドレスFhのXSTP = 1（発振停止中）の場合は、F<sub>6</sub>～F<sub>0</sub>、CT<sub>2</sub>～CT<sub>0</sub>、AALE、BALE、CLENBはリセットされて0になります。

(Note4) 内部アドレスEhのTESTビットは出荷テストのためのビットです。必ずTEST = 0で使用してください。万が一TEST = 1に誤書き込みした場合も、ストップコンディションが入力されるとTEST = 0にリセットされます。

### 3. 時計・カレンダー機能

本機種の時計レジスタは西暦の下二桁から秒の単位までのデータを持っています。  
それぞれのレジスタは以下のアドレスに割り当てられ、BCDコードで構成されています。

秒カウンタ（内部アドレス0h）  
分カウンタ（内部アドレス1h）  
時カウンタ（内部アドレス2h）  
曜日カウンタ（内部アドレス3h）  
日カウンタ（内部アドレス4h）  
月カウンタ（内部アドレス5h）  
年カウンタ（内部アドレス6h）

#### 3-1. 時計カウンタ（秒カウンタ、分カウンタ、時カウンタ）について

表示はBCDコードです。

秒カウンタ 00～59でカウント値が00に戻る時に、分カウンタへ桁上げ

分カウンタ 00～59でカウント値が00に戻る時に、時カウンタへ桁上げ

時カウンタ 00～23でカウント値が00に戻る時に、日カウンタ及び、曜日カウンタへ桁上げ（24時間制の場合）

存在しない時刻が書き込まれた場合、桁上げの際に誤動作の原因になるため、正しい値に書き直して使用してください。

時カウンタは、12B/24ビット（内部アドレスFh）の値によって12時間制表示と24時間制表示を選択することができます。

12時間計 ・ 24時間計選択ビット

12B/24	設 定 内 容
0	午前、午後を表示する 12 時間計
1	24 時間計

時間桁表示表

24 時間制	12 時間制	24 時間制	12 時間制
00	12 (AM12)	12	32 (PM12)
01	01 (AM 1)	13	21 (PM 1)
02	02 (AM 2)	14	22 (PM 2)
03	03 (AM 3)	15	23 (PM 3)
04	04 (AM 4)	16	24 (PM 4)
05	05 (AM 5)	17	25 (PM 5)
06	06 (AM 6)	18	26 (PM 6)
07	07 (AM 7)	19	27 (PM 7)
08	08 (AM 8)	20	28 (PM 8)
09	09 (AM 9)	21	29 (PM 9)
10	10 (AM10)	22	30 (PM10)
11	11 (AM11)	23	31 (PM11)

12時間計・24時間計の設定は時刻データの書き込み前に行ってください。

#### 3-2. 曜日カウンタについて

曜日表示は7進アップカウントです。 $(W_4, W_2, W_1) = (0, 0, 0) \rightarrow (0, 0, 1) \rightarrow \dots \rightarrow (1, 1, 0) \rightarrow (0, 0, 0)$

曜日とカウント値の対応は、自由に設定してください。（例：日曜日=0,0,0など）

$(W_4, W_2, W_1) = (1, 1, 1)$  は、書き込まないでください。

#### 3-3. カレンダーカウンタ（日カウンタ、月カウンタ、年カウンタ）について

オートカレンダー機能により、桁表示（BCDコード）は、

日桁 1～31（1、3、5、7、8、10、12月）

1～30（4、6、9、11月）

1～29（2月 うるう年）

1～28（2月 通常年）

カウント値が1に戻る時に月カウンタへ桁上げ

月カウンタ 1～12で、カウント値が1に戻る時に年カウンタへ桁上げ

年カウンタ 00～99で、00、04、08、…、92、96がうるう年となります。

存在しない年月日が書き込まれた場合、桁上げの際に誤動作の原因になるため、正しい値に書き直して使用してください。



### 3-4. うるう年の自動判定

うるう年の自動判別機能を内蔵しています。うるう年は、以下のように定義されます。

- 西暦年が4で割り切れる年はうるう年
- 西暦年が100で割り切れる年は平年
- 西暦年が400で割り切れる年はうるう年
- 西暦2000年はうるう年、2100年はうるう年ではありません。

本機種の年桁は下2桁のみであり、上位2桁のカウンタを持っておりません。

下2桁が4の倍数の時、自動的にうるう年と認識します。

そのため、下2桁が00年 (2000年もしくは2100年) の場合は、うるう年として判定します。

この結果、2099年までのうるう年が自動判別可能です。

## 4. デジタル式時計誤差補正機能

本機種は発振回路容量C<sub>G</sub>、C<sub>D</sub>を内蔵しており、外付けで水晶振動子を接続するだけで発振回路を構成できます。しかし、水晶振動子、RTC、基板の寄生容量などのばらつきによって、ぴったり32,768Hzで発振できるわけではありません。

そのため、高精度の時計を実現したい場合は、誤差補正機能を使用する必要があります。この機能を使用することで、補正值を設定した温度環境で±1.5ppmの時計誤差を実現することができます。温度が変わると水晶振動子の温度依存性の分、誤差が増加します。

誤差補正の精度は約3ppmステップで、最大約±189ppmまでの範囲で補正することができます。

以下のようなシステムに応用が可能です。

- ・システムに温度センサ内蔵が存在している場合、温度の変動に合わせて、時計誤差補正值を設定し直すことにより、温度変化に依存しない高精度の時計の実現が可能です。

- ・季節毎の温度情報をシステムに記憶しておき、各季節でその温度情報に従った時計誤差補正值を使用することで、年間通して高精度な時計の実現が可能です。

### 4-1. 機能の概要

本機種は、発振器で生成されたクロックパルスを32,768回カウントする毎に一度、秒への桁上げが行われます。発振周波数が32,768Hzでない場合は、周波数とカウント数が一致しないため、時計に誤差が生じてしまいます。その誤差を補正するのが、この機能になります。

この機能は設定値に応じてカウント数を、32,768回から±2回(±3.05ppm)のステップで、最大±124回 (±189.2ppm) の範囲で変更することができます。このカウント数の変更は1分の間に3回だけ、秒桁が00、20、40秒となった時に行われます。

1分の間に3回、つまり20秒に一度クロックを2回カウント数を増やすと、 $2/(32,768 \times 20) = 3.051\text{ppm}$ となり、およそ3ppm時計を遅らせる効果があります。同様に2回カウント数を減らすと、3ppm進ませる効果があります。

したがって、時計誤差を約±1.5ppm以内の精度まで調整可能です。ただし、この機能により補正されるのは時計自身の計時だけです。発振周波数の補正が行われるわけではないので、32kHzクロック出力には補正がかかりません。

時計誤差補正機能は時計誤差補正レジスタ (内部アドレス7h) に補正值を設定して使用します。

時計誤差補正レジスタ値はF<sub>6</sub>ビットでカウント数を増やすか、減らすかを決定します。

F<sub>6</sub>ビットが0の時は  $((F_5, F_4, F_3, F_2, F_1, F_0) - 1) \times 2$  だけカウント値を増やします。

F<sub>6</sub>ビットが1の時は  $((F_5, F_4, F_3, F_2, F_1, F_0) + 1) \times 2$  だけカウント値を減らします。(F<sub>x</sub>はF<sub>x</sub>の補数)

(F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (\*, 0, 0, 0, 0, 0, \*) の時はカウント値に変化はありません。

例1:

(F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (0, 0, 0, 0, 1, 1, 1) の時、秒桁が00、20、40の時、カウント値が32,768 + (7 - 1) × 2 = 32,780になる。(時計を遅らせる)

例2:

(F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (0, 0, 0, 0, 0, 0, 1) の時、秒桁が00、20、40の時、カウント値は32,768のまま変化なし

例3:

(F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (1, 1, 1, 1, 1, 1, 0) の時、秒桁が00、20、40の時、カウント値は32,768 + (-2) × 2 = 32,764になる。(時計を進ませる)

## 4-2. 設定値の決め方

時計誤差補正の設定値を決めるには以下の式で算出できます。

## 場合1:

発振周波数<sup>(Note1)</sup> > ターゲット周波数<sup>(Note2)</sup> の時 (時刻が進んでいる時)

$$\begin{aligned} \text{設定値}^{(\text{Note3})} &= \frac{(\text{発振周波数} - \text{ターゲット周波数} + 0.1)}{\text{発振周波数} \times 3.051 \times 10^{-6}} \\ &\div (\text{発振周波数} - \text{ターゲット周波数}) \times 10 + 1 \end{aligned}$$

(Note1) 発振周波数:

常温の時に、32KOUT 端子から出力されるクロックの周波数。

(Note2) ターゲット周波数:

合わせ込みを狙う周波数。32.768kHzの水晶の温度特性は常温で最も高い周波数になるのが一般的なので、このターゲット周波数を32768.00Hz~32768.10Hz (32768Hzに対し+3.05ppm) 程度にされることを推奨します。ただし、この値は使用機器の想定される環境や場所などによっても異なります。

(Note3) 設定値:

最終的にF<sub>6</sub>~F<sub>0</sub>に書き込む値。この値は7ビットの符号化2進数で表されています。

## 計算例

発振周波数=32768.85Hz、ターゲット周波数=32768.05Hzの場合で計算すると、

$$\begin{aligned} \text{設定値} &= (32768.85 - 32768.05 + 0.1) / (32768.85 \times 3.051 \times 10^{-6}) \div (32768.85 - 32768.05) \times 10 + 1 \\ &= 9.001 \div 9 \end{aligned}$$

となり (F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (0, 0, 0, 1, 0, 0, 1)を入力します。

## 場合2:

発振周波数=ターゲット周波数の時 (時刻に進み遅れがない時)

(F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (\*, 0, 0, 0, 0, 0, \*)を入力します。

この場合補正は行いません。

## 場合3:

発振周波数 < ターゲット周波数の時 (時刻が遅れている時)

$$\begin{aligned} \text{設定値} &= \frac{(\text{発振周波数} - \text{ターゲット周波数})}{\text{発振周波数} \times 3.051 \times 10^{-6}} \div (\text{発振周波数} - \text{ターゲット周波数}) \times 10 \end{aligned}$$

## 計算例

発振周波数=32763.95Hz、ターゲット周波数=32768.05Hzの場合で計算すると、

$$\begin{aligned} \text{設定値} &= (32763.95 - 32768.05) / (32763.95 \times 3.051 \times 10^{-6}) \div (32763.95 - 32768.05) \times 10 \\ &= -41.015 \div -41 \end{aligned}$$

-41を7ビットの符号付2進数で表現するには128 (80h)から41 (29h) を引き算します。

この場合には、80h-29h=57hとなり (F<sub>6</sub>, F<sub>5</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>0</sub>) = (1, 0, 1, 0, 1, 1, 1) を入力します。

この例のように時計が遅れている時の補正値は80hからの距離になります。

## 5. アラーム割り込み機能

本機種は曜日、時、分が設定した値と一致した時、INTRB端子から割り込み信号を出力するアラーム機能を持っています。2系統 (Alarm\_A、Alarm\_B) の設定値が設定可能で、それぞれ設定した時刻に割り込み信号を出力します。曜日の設定は、曜日毎にアラームのオン、オフ設定が可能で、毎日でも特定の曜日でもアラームを出すことができます。それぞれのアラームの系統毎にレジスタで状態をモニタすることも可能です。

### 5-1. アラーム割り込みの使用方法

アラーム割り込みを発生させたい時間を設定します。Alarm\_Aレジスタ (内部アドレス8hからAh)、Alarm\_B レジスタ (内部アドレスBhからDh) の2系統に設定することができます。それぞれに対して曜日、時間、分を設定することができます。

Alarm\_A とAlarm\_B は同じ機能なため、Alarm\_A を例に説明します。

	内部アドレス				内 容	データ							
	A3	A2	A1	A0		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
8	1	0	0	0	Alarm_A (分レジスタ)	—	AM <sub>40</sub>	AM <sub>20</sub>	AM <sub>10</sub>	AM <sub>8</sub>	AM <sub>4</sub>	AM <sub>2</sub>	AM <sub>1</sub>
9	1	0	0	1	Alarm_A (時レジスタ)	—	—	AH <sub>20</sub> AP/ AB	AH <sub>10</sub>	AH <sub>8</sub>	AH <sub>4</sub>	AH <sub>2</sub>	AH <sub>1</sub>
A	1	0	1	0	Alarm_A (曜日レジスタ)	—	AW <sub>6</sub>	AW <sub>5</sub>	AW <sub>4</sub>	AW <sub>3</sub>	AW <sub>2</sub>	AW <sub>1</sub>	AW <sub>0</sub>

時レジスタのD5は、12時間表示時にAP/AB です。(AM時0、PM時1) 24時間表示時にAH20です。(時の10位桁)

アラーム割り込み機能を使用する場合は、あり得ないアラーム時分を設定しないでください。時刻が設定と一致しないため、割り込みは発生しません。

曜日レジスタのAW0からAW6は、曜日カウンタ (W4, W2, W1) = (0, 0, 0) ~ (1, 1, 0) に対応します。

AW0からAW6 が全部0の時は、割り込み出力されません。

### アラーム時刻の設定例

アラーム 設定時刻日	曜 日							12時間表示				24時間表示			
	日 AW0	月 AW1	火 AW2	水 AW3	木 AW4	金 AW5	土 AW6	10 時	1 時	10 分	1 分	10 時	1 時	10分	1 分
毎日 午前0時00分	1	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0
毎日 午前1時30分	1	1	1	1	1	1	1	0	1	3	0	0	1	3	0
毎日 午前11時59分	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	9	1	1	5	9
月～金 午後0時0分	0	1	1	1	1	1	1	3	2	0	0	1	2	0	0
日曜 午後1時30分	1	0	0	0	0	0	0	2	1	3	0	1	3	3	0
月水金 午後11時59分	0	1	0	1	0	1	0	3	1	5	9	2	3	5	9

上表のAW0～AW6と曜日の対応は一例で、必ずしもこの通りである必要はありません。

アラームを発生させたい時間を設定した後に、イネーブルをオンにします。

イネーブルをオンにするには、AALE、BALE (内部アドレス Eh) にデータ 1 を設定します。

### Alarm\_A, Alarm\_Bイネーブルビット

AALE, BALE	設 定 内 容
0	Alarm_A (Alarm_B) 一致動作無効
1	Alarm_A (Alarm_B) 一致動作有効

デフォルト値

## 5-2. アラーム割り込みの出力について

アラーム割り込み出力はINTRB端子から出力されます。割り込み出力時はINTRB=Lowです。  
また、AAFG、BAFGビット (内部アドレスFh) の値をモニタすることで、状態を確認することができます。

Alarm\_A (Alarm\_B) フラグビット

AAFG, BAFG	設 定 内 容	デフォルト値
0	設定値と時刻の一致を未検出	
1	設定値と時刻の一致を検出	

各アラームの設定値と時刻の一致を検出すると1になります。このときINTRB=Lowが出力されます。

割り込み出力を停止するには、このAAFG、BAFGビットに0を書き込みます。INTRB =Hi (オフ) となります。1の書き込みの時は何も起こりません。AALE、BALEに0を書き込んで、イネーブルをオフにしても出力を停止することができます。INTRBとAAFG (BAFG) ビットの出力波形は逆論理になっています。

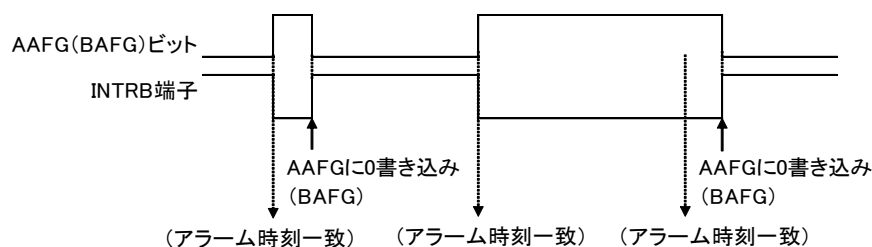


Figure 22. AAFG (BAFG) と INTRB の出力関係

一度、設定値と時刻の一致を検出すると、AAFG (BAFG) は0を書き込まないかぎり1が保持されます。

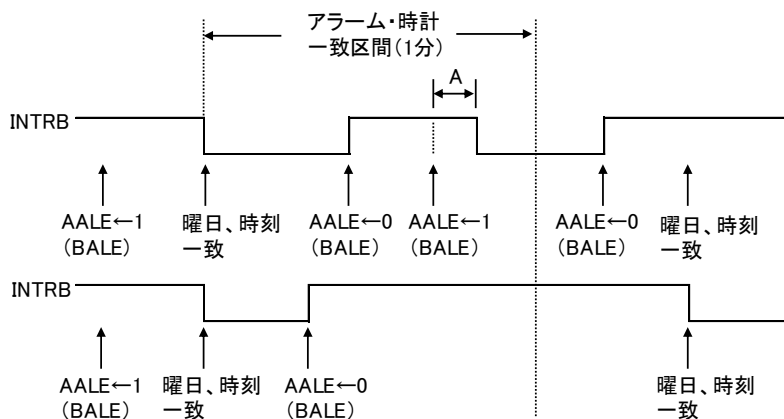


Figure 23. AALE (BALE) ビット、AAFG (BAFG) ビットとINTRBの出力タイミング

5-3. INTRB端子の出力について

アラーム割り込み以外にも定周期割り込みがINTRB端子から出力されます。  
そのため3種類の割り込みが出力されることになります。  
複数の出力が同時に出力される場合、その出力は両者のNOR波形になります。

例： Alarm\_A とAlarm\_B をINTRB 端子から出力させた場合 (AAFG (BAFG) ビットと出力波形は逆論理になっています。)

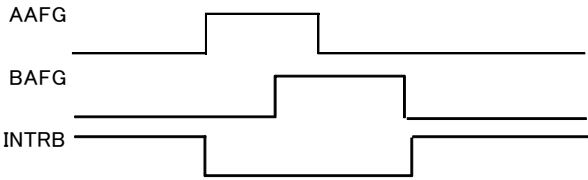


Figure 24. AAFGとBAFGとINTRBの出力関係

このようなケースでどちらの出力波形が端子から出力されているかはフラグレジスタを読むことにより確認可能です。

	フラグビット	イネーブルビット
Alarm_A	AAFG (内部アドレス Fh の D1)	AALE (内部アドレス Eh の D7)
Alarm_B	BAFG (内部アドレス Fh の D0)	BALE (内部アドレス Eh の D6)
定周期割り込み	CTFG (内部アドレス Fh の D2)	CT <sub>2</sub> = CT <sub>1</sub> = CT <sub>0</sub> = 0 でディスエーブル (内部アドレス Eh の D2~D0)

## 6. 定周期割り込み機能

本機種はアラーム割り込み以外に、CPUに対する一定周期の割り込み機能を持っています。割り込み信号は、パルスモード(2Hz、1Hz)と、レベルモード(毎秒、毎分、毎時、毎月)から選択することができます。レジスタで端子の状態をモニタすることが可能です。

### 6-1. 定周期割り込み機能の使用方法

定周期割り込み選択ビット (内部アドレスEh) に値を設定することで、割り込み機能を使用することができます。

CT2	CT1	CT0	設 定 内 容		デフォルト値
			波形モード	周期と立ち下がりタイミング	
0	0	0	—	オフ	デフォルト値
0	0	1	—	“L” 固定	
0	1	0	パルスモード	2Hz (Duty50%)	
0	1	1	パルスモード	1Hz (Duty50%)	
1	0	0	レベルモード	1 秒に 1 度 (秒カウントアップと同時に)	
1	0	1	レベルモード	1 分に 1 度 (毎分 00 秒)	
1	1	0	レベルモード	1 時間に 1 度 (毎時 00 分 00 秒)	
1	1	1	レベルモード	1 月に 1 度 (毎月1 日午前00 時00 分00 秒)	

(1) パルスモード：2Hz、1Hzのクロックパルス (Duty50%) を出力します。秒のカウントアップと出力立ち下がりエッジは約92μsずれているため、出力の立ち下がりに同期して時刻を読み出すと、リアルタイムクロックの計時時刻に比べて、見かけ上約1秒遅れた時刻が読み出される場合があります。

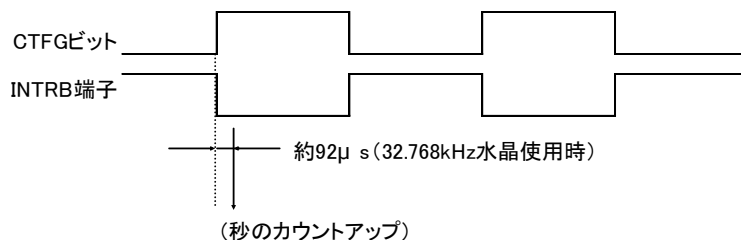


Figure 25. パルスモードのCTFGとINTRBの出力関係

(2) レベルモード：割り込み周期として1秒、1分、1時間、1ヶ月を選択可能です。各割り込み周期の秒のカウントアップに同期して、割り込み出力が出力されます。一度、割り込みが出力されたら、割り込みフラグのCTFGビットに0を書き込んでリセットするまで、割り込み出力は維持されます。

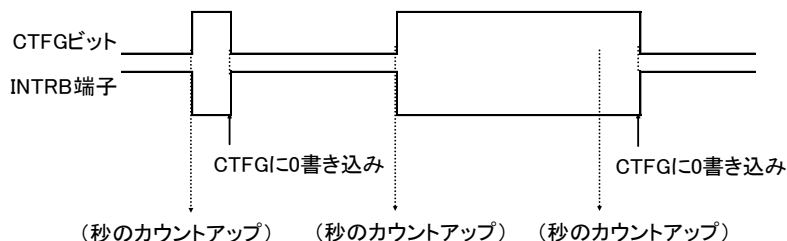


Figure 26. レベルモードのCTFGとINTRBの出力関係

(3) 時計誤差補正回路使用時は、20秒に1回定周期割り込みの周期が変化します。

パルスモード：出力パルスがlowの区間が最大±3.784ms増減します。例えば1Hzで出力する場合、Dutyが50±0.3784%になります。

レベルモード：1秒間の周期が最大±3.784ms増減します。

## 6-2. 定周期割り込みの出力

割り込み出力はINTRB端子から出力されます。アラーム割り込み機能もINTRB端子から出力されるため、同時に機能を使用する場合は、両者のNORが出力されます。

また、CTFGビット (内部アドレスFh) のデータを読み出すことで、INTRB端子の状態をモニタすることができます。

定周期割り込みフラグビット

CTFG	設 定 内 容
0	定周期割り込み出力オフ (Hi)
1	定周期割り込み出力オン (Low)

デフォルト値

CTFGビットは、定周期割り込みがレベルモードの時に0のみ書き込みが可能で、0を書き込むとオフとなります。1の書き込みはできません。1を書き込もうとしても、何も起こりません。

## 7. TESTビット

テスト用ビットは、弊社が出荷時に使用するテスト用のビットです。0にして使用してください。

間違っても1にセットしても、ストップビットが入力されると0にリセットされます。

テスト用ビット

TEST	設 定 内 容
0	通常動作モード
1	テストモード

デフォルト値

## 8. ±30秒アジャスト機能

±30秒アジャストビット

ADJ	設 定 内 容
0	通常動作
1	秒桁合わせ

デフォルト値

秒以下のカウントと秒カウンタをリセットする場合にこの機能を使用します。

ADJビット (内部アドレスFh) に1を書き込むことで、

(1) 00秒～29秒表示の時→ 秒以下のカウンタリセットし、秒桁を00秒にします。

(2) 30秒～59秒表示の時→ 秒以下のカウンタリセットし、秒桁を00秒にして、分桁を+1します。

秒桁の補正は、ADJ書き込み後、約122μs以内に行われます。このビットは書き込み専用で、読み出しはできません。

## 9. 発振停止検出機能

本機種は発振停止検出回路と、それを記憶するレジスタを内蔵しています。そのレジスタがXSTPビット (内部アドレスFh) です。これを確認することで、電源が0Vから立ち上がったのか、バックアップされていたのが判別できます。時計データが信頼できるのかを確認することができます。

発振停止検出ビット

XSTP	設 定 内 容
0	正常発振状態
1	発振停止検出時

デフォルト値

0Vからの電源オン後または電源電圧低下などで一度発振が停止すると1になり、発振再開後も維持されます。パワーオン後、または電源電圧低下による時計・カレンダーデータの有効無効判定に応用可能です。電源オン後はデータを書き込んで、XTSPビットを0にして使用してください。

このビットが1になった時、F<sub>6</sub>~F<sub>0</sub>、CT<sub>2</sub>~CT<sub>0</sub>、AALE、BALE、CLENBの各ビットはリセットされて0になります。この結果、INTRB は出力を停止し、32KOUTは32kHzクロックを出力します。

発振停止検出動作の誤検出防止を行うためにも、以下の点に注意して使用してください。

- (1) V<sub>DD</sub>瞬断の防止
- (2) 水晶発振部結露の防止
- (3) 発振部への基板上でのノイズ防止
- (4) 各端子へ最大定格以上の電圧印加の防止

## 10. 32kHzクロック出力機能

本機種は32kHzクロックパルスを32KOUT端子から出力する機能を持っています。

デフォルトでは出力モードに設定されていますが、レジスタによりオン、オフの制御可能です。制御にはCLENB (内部アドレスFh) を使用します。

オフの場合、出力はハイインピーダンスになります。出力端子は、CMOSのPush-pullです。

32kHzクロック出力ビット

CLENB	設 定 内 容
0	32kHz クロック出力有効
1	32kHz クロック出力無効

デフォルト値

このビットを0にすると水晶振動子と同じ周波数のクロックが出力されます。この周波数は時計誤差補正機能によって補正されません。オフの場合は、出力はハイインピーダンスになります。出力端子は、CMOSのPush-pullです。

CLENB の制御と32KOUT端子の出力のタイミングは下図のようになります。

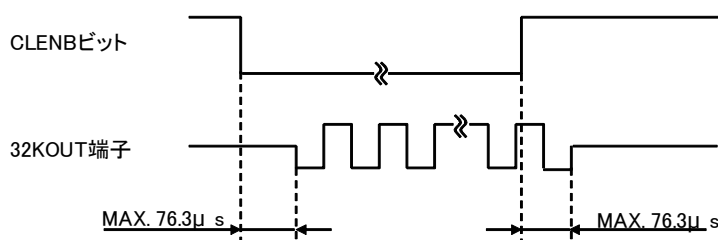


Figure 27. CLENBと32KOUTの出力関係



## 応用回路

## 1. 水晶振動子

水晶振動子は32.768 kHzを使用してください。

水晶振動子の基本特性値として、 $R_1$ （等価直列抵抗：発振しやすさの目安）と $C_L$ （負荷容量：発振周波数の目安）があります。BU9873はそれぞれ以下の値を推奨値とします。

- $R_1$ の最大値は80k $\Omega$ まで。
- $C_L$ は6～12.5pFまで。

水晶発振の安定性は、基板の浮遊容量と外付けの発振容量( $C_{Gout}$  and  $C_{Dout}$ )にも影響を受けます。

$C_L$ は6～8pFを推奨しますが、それ以上大きい値でもP17のデジタル式時計誤差補正機能を用いて、使用することができます。

2. プルアップ抵抗  $R_{PU}$ 

## (1) SDA 端子と INTRB 端子のプルアップ抵抗

SDA と INTRB は NMOS オープンドレインとなっておりますのでプルアップ抵抗が必要です。この抵抗値( $R_{PU}$ )は、本 IC を制御するマイコンなどの  $V_{IL}$ 、 $I_L$  及び本 IC の  $V_{OL-IOL}$  特性より適切な値を選択してください。 $R_{PU}$  が大きいと動作周波数が制限されます。 $R_{PU}$  が小さいほど、動作消費電流が増加します。

(a)  $R_{PU}$  の最大値

$R_{PU}$  の最大値は以下の要因で決定されます。

- $R_{PU}$  と SDA のバスラインの容量(CBUS)で決定される SDA の立ち上がり時間が  $t_R$  以下であること。  
また SDA の立ち上がり時間が遅くなっても AC タイミングを満たしていること。
- SDA バスに'H'を出力している時のバスにつながるデバイスの入力リークの合計( $I_L$ )と  $R_{PU}$  で決まるバスの電位  
Ⓐ がマイコンと RTC の入力'H'レベル( $V_{IH}$ )を推奨ノイズマージン 0.2  $V_{CC}$  を含めて充分確保できること。

$$V_{CC} - I_L R_{PU} - 0.2 V_{CC} \geq V_{IH}$$

$$\therefore R_{PU} \leq \frac{0.8 V_{CC} - V_{IH}}{I_L}$$

例)  $V_{CC}=3V$   $I_L=10\mu A$   $V_{IH}=0.7 V_{CC}$  の時  
(a)より

$$\begin{aligned} \therefore R_{PU} &\leq \frac{0.8 \times 3 - 0.7 \times 3}{10 \times 10^{-6}} \\ &\leq 30 \text{ [k}\Omega\text{]} \end{aligned}$$

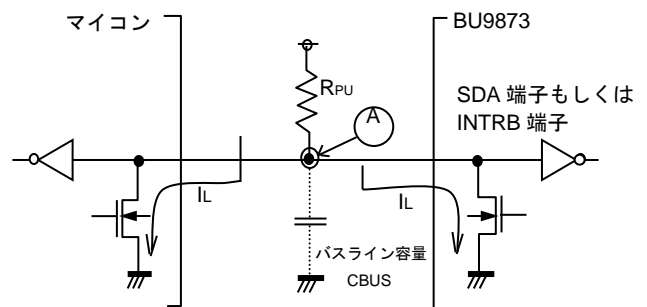


Figure 28. I/O 回路図

(b)  $R_{PU}$  の最小値

$R_{PU}$  の最小値は以下の要因で決定されます。

(b-1) IC が LOW を出力した時に、 $V_{OLMAX}=0.4V$   $I_{OLMAX}=1mA$  を満たすこと

$$\frac{V_{CC} - V_{OL}}{R_{PU}} \leq I_{OL}$$

$$\therefore R_{PU} \geq \frac{V_{CC} - V_{OL}}{I_{OL}}$$

(b-2)  $V_{OLMAX}=0.4V$  がマイコン、RTC の入力Lレベル( $V_{IL}$ )を推奨ノイズマージン  $0.1 V_{CC}$  を含めて確保できること

$$V_{OLMAX} \leq V_{IL} - 0.1 V_{CC}$$

例)  $V_{CC}=3V$ 、 $V_{OL}=0.4V$ 、 $I_{OL}=1mA$ 、マイコン、RTC の  $V_{IL}=0.3 V_{CC}$  の時  
(b-1)より

$$\therefore R_{PU} \geq \frac{3-0.4}{1 \times 10^{-3}}$$

$$\geq 2.6 \quad [k\Omega]$$

$$\text{また } V_{OL} = 0.4 \quad [V]$$

$$V_{IL} = 0.3 \times 3$$

$$= 0.9 \quad [V]$$

より、(b-2)の条件を満たしている。

#### (2) SCL 端子のプルアップ抵抗

CMOS 出力ポートで SCL 制御を行っている場合は動作上必要ありませんが、SCL がHi-Zとなるタイミングがある場合は、プルアップ抵抗を付けてください。プルアップ抵抗は、マイコンの出力ポートのドライブ能力との兼ね合いで数  $k\Omega$ ～数十  $k\Omega$  を推奨します。

### 3. バイパスコンデンサ $C_1$ と $C_2$

バイパスコンデンサはICの間近に配置し、高周波用 $C_1$ （推奨値:数pF～数100pF）と低周波用 $C_2$ （推奨値:0.1 $\mu F$ ）を並列に入れてください。

## 入出力等価回路図

入力回路

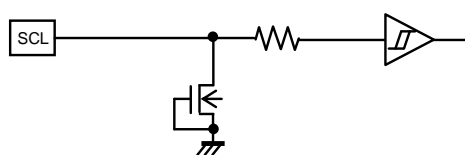


Figure 29. 入力回路 (SCL)

入出力回路

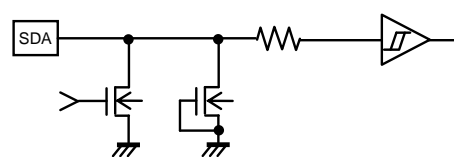


Figure 30. 入出力回路 (SDA)

出力回路

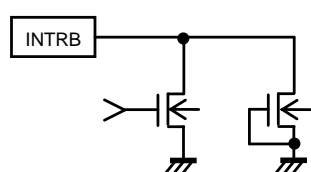


Figure 31. 出力回路 (INTRB)

出力回路

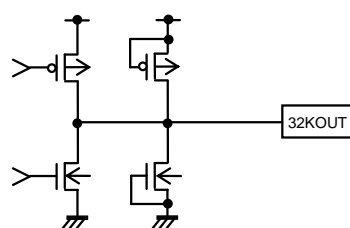


Figure 32. 出力回路 (32KOUT)

## 使用上の注意

## 1. 電源の逆接続について

電源コネクタの逆接続により LSI が破壊する恐れがあります。逆接続破壊保護用として外部に電源と LSI の電源端子間にダイオードを入れる等の対策を施してください。

## 2. 電源ラインについて

基板パターンの設計においては、電源ラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。その際、デジタル系電源とアナログ系電源は、それらが同電位であっても、デジタル系電源パターンとアナログ系電源パターンは分離し、配線パターンの共通インピーダンスによるアナログ電源へのデジタル・ノイズの回り込みを抑止してください。グラウンドラインについても、同様のパターン設計を考慮してください。

また、LSI のすべての電源端子について電源ーグラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、電解コンデンサ使用の際は、低温で容量ぬけが起こることなど使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

## 3. グラウンド電位について

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。また実際に過渡現象を含め、グラウンド端子以外のすべての端子がグラウンド以下の電圧にならないようにしてください。

## 4. グラウンド配線パターンについて

小信号グラウンドと大電流グラウンドがある場合、大電流グラウンドパターンと小信号グラウンドパターンは分離し、パターン配線の抵抗分と大電流による電圧変化が小信号グラウンドの電圧を変化させないように、セットの基準点で 1 点アースすることを推奨します。外付け部品のグラウンドの配線パターンも変動しないよう注意してください。グラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。

## 5. 熱設計について

万一、許容損失を超えるようなご使用をされますと、チップ温度上昇により、IC 本来の性質を悪化させることにつながります。本仕様書の絶対最大定格に記載しています許容損失は、70mm x 70mm x 1.6mm ガラスエポキシ基板実装時、放熱板なし時の値であり、これを超える場合は基板サイズを大きくする、放熱用銅箔面積を大きくする、放熱板を使用する等の対策をして、許容損失を超えないようにしてください。

## 6. 動作条件について

この範囲であればほぼ期待通りの特性を得ることができる範囲です。電気特性については各項目の条件下において保証されるものです。

## 7. ラッシュカレントについて

IC 内部論理回路は、電源投入時に論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、グラウンドパターン配線の幅、引き回しに注意してください。

## 8. 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用では、まれに誤動作する可能性がありますのでご注意ください。

## 9. セット基板での検査について

セット基板での検査時に、インピーダンスの低いピンにコンデンサを接続する場合は、IC にストレスがかかる恐れがあるので、1 工程ごとに必ず放電を行ってください。静電気対策として、組立工程にはアースを施し、運搬や保存の際には十分ご注意ください。また、検査工程での治具への接続をする際には必ず電源を OFF にしてから接続し、電源を OFF にしてから取り外してください。

## 10. 端子間ショートと誤装着について

プリント基板に取り付ける際、IC の向きや位置ずれに十分注意してください。誤って取り付けした場合、IC が破壊する恐れがあります。また、出力と電源及びグラウンド間、出力間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

## 11. 未使用の入力端子の処理について

CMOS トランジスタの入力は非常にインピーダンスが高く、入力端子をオープンにすることで論理不定の状態になります。これにより内部の論理ゲートの p チャネル、n チャネルトランジスタが導通状態となり、不要な電源電流が流れます。また 論理不定により、想定外の動作をすることがあります。よって、未使用の端子は特に仕様書上でうたわれていない限り、適切な電源、もしくはグラウンドに接続するようにしてください。

## 12. 各入力端子について

LSI の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的に形成されます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因となり得ます。したがって、入力端子にグラウンドより低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分注意してください。また、LSI に電源電圧を印加していない時、入力端子に電圧を印加しないでください。さらに、電源電圧を印加している場合にも、各入力端子は電源電圧以下の電圧もしくは電気的特性の保証値内としてください。

## 13. 電源立ち上げ時の注意

電源立ち上がり時は、IC 内部回路及びセットが不安定な低電圧領域を通過して  $V_{DD}$  が立ち上がるため IC の内部が完全にリセットされずに誤動作を起こす恐れがあります。これを防ぐために電源立ち上げ時リセット回路を内蔵しています。その動作を確実なものにするために、電源立ち上がり時には以下の条件を守ってください。

- (1) SDA='H' かつ SCL='L' or 'H' としてください。
- (2) リセット回路を動作させるための、 $t_R$ ,  $t_{OFF}$ ,  $V_{bot}$  の条件を満たすように、電源を立ち上げてください。そのために、必要であれば電源のディスチャージ回路を設けるなどしてください。

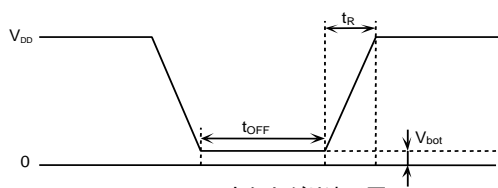


Figure 33. 立ち上がり波形図

$t_R$ ,  $t_{OFF}$ ,  $V_{bot}$  の条件

$t_R$	$t_{OFF}$	$V_{bot}$
10ms 以下	10ms 以上	0.3V 以下
100ms 以下	10ms 以上	0.2V 以下

- (3) SDA, SCL が 'Hi-Z' にならないようにしてください。

発注形名情報

B

U

9

8

7

3

x

x

x

—

x

x

x

x

品名

パッケージ

F : SOP8

FVT : TSSOP-B8

NUX : VSON008X2030

FJ : SOP-J8

FVM : MSOP8

G

空白

: ハロゲンフリー対応

: ハロゲンフリー非対応

例外として、VSON008X2030 パッケージは、空白でもハロゲンフリー対応となります

T

空白

: 100% Sn 対応

: 100% Sn 対応

包装、フォーミング仕様

E2

TR

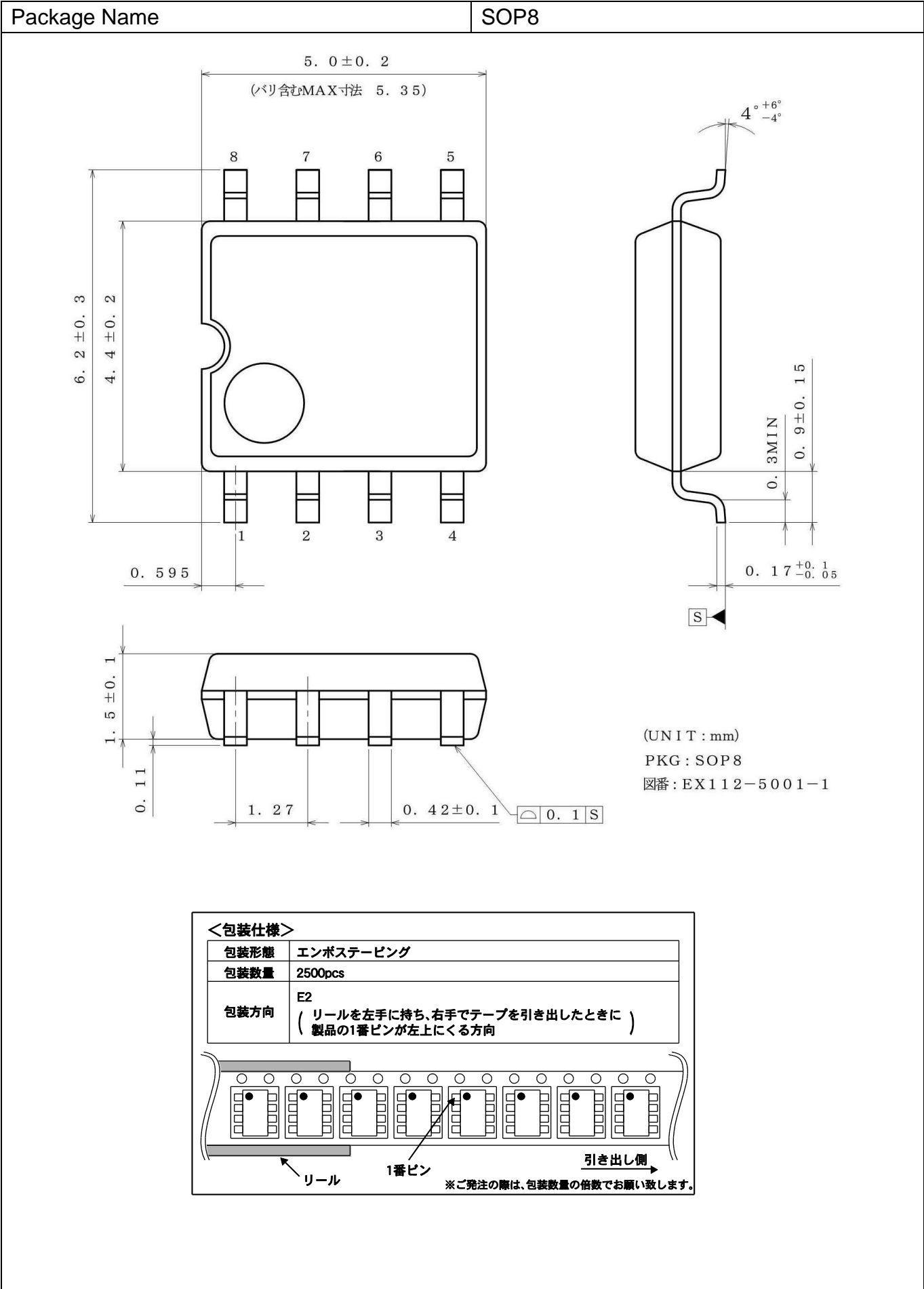
: リール状エンボステーピング (SOP8, SOP-J8, TSSOP-B8)

: リール状エンボステーピング (MSOP8, VSON008X2030)

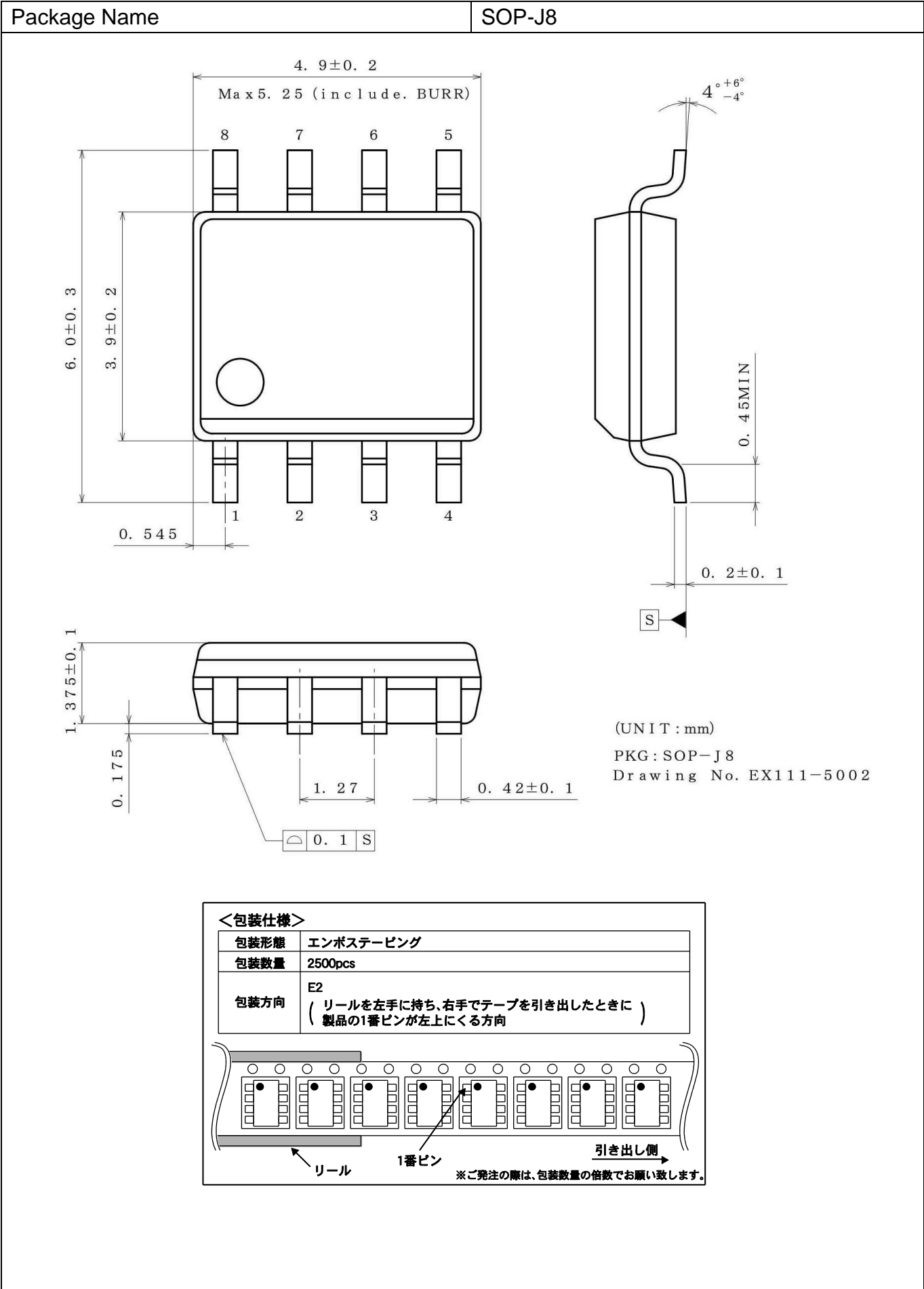
ラインアップ

パッケージ		Orderable Part Number		備考	
Type	Quantity				
SOP8	Reel of 2500	BU9873F	-GTE2	ハロゲンフリー対応	100% Sn 対応
SOP-J8		BU9873FJ	-GTE2	ハロゲンフリー対応	100% Sn 対応
TSSOP-B8	Reel of 3000	BU9873FVT	-GE2	ハロゲンフリー対応	100% Sn 対応
MSOP8	Reel of 3000	BU9873FVM	-GTTR	ハロゲンフリー対応	100% Sn 対応
VSON008X2030	Reel of 4000	BU9873NUX	-TTR	ハロゲンフリー対応	100% Sn 対応

外形寸法図と包装・フォーミング仕様

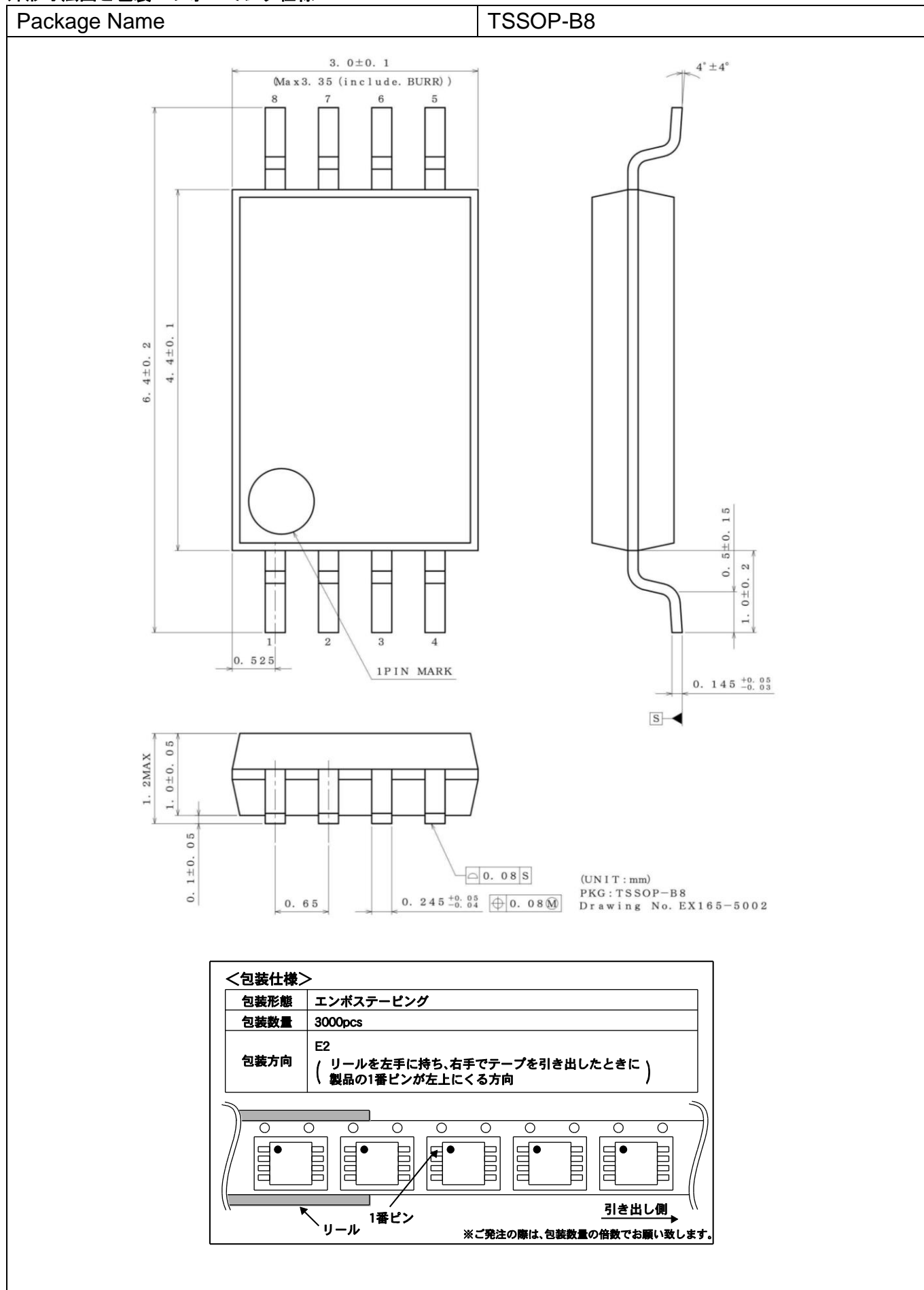


外形寸法図と包装・フォーミング仕様

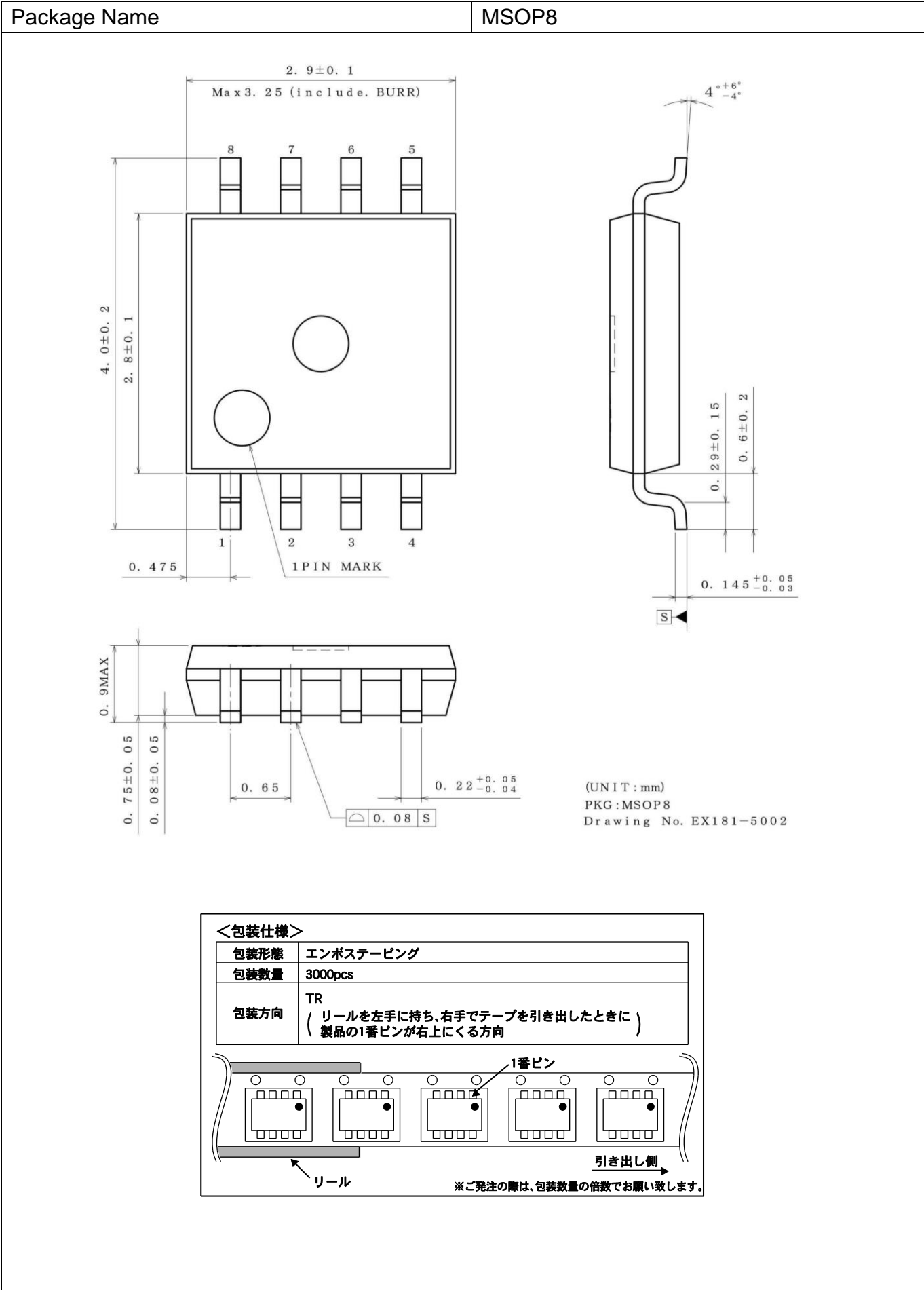




## 外形寸法図と包装・フォーミング仕様

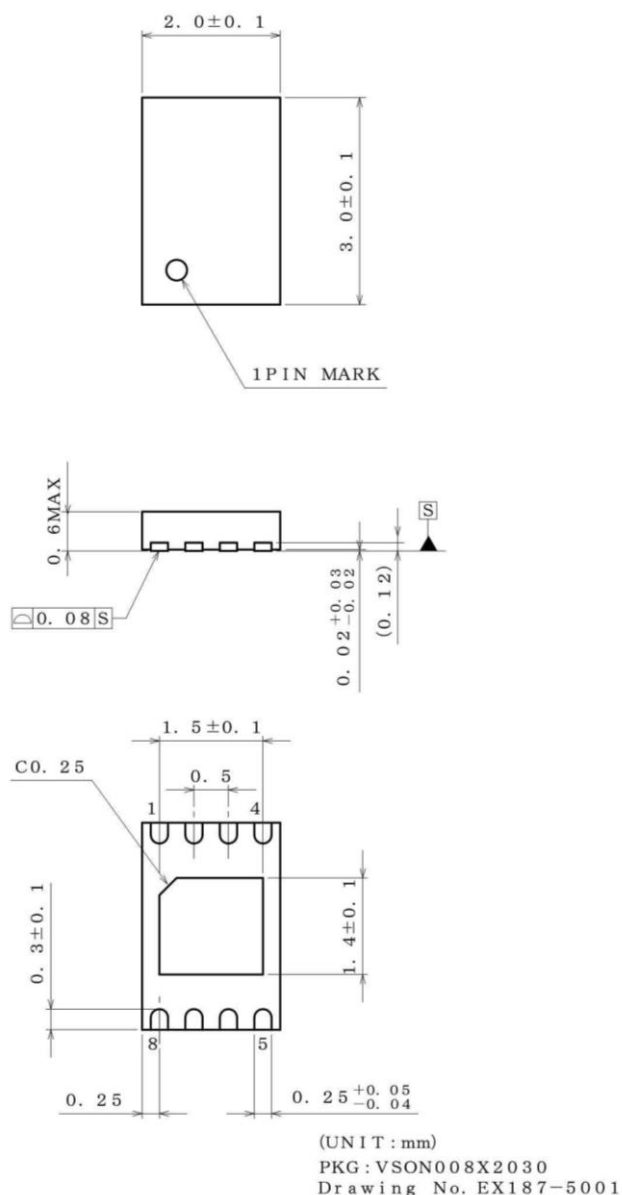


外形寸法図と包装・フォーミング仕様



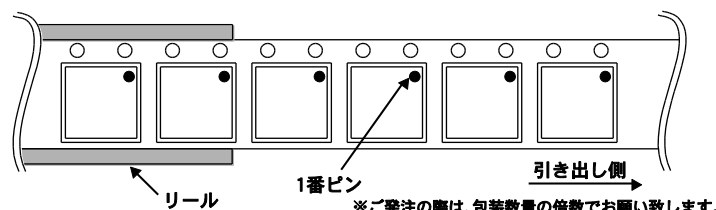
## 外形寸法図と包装・フォーミング仕様

Package Name	VSON008X2030
--------------	--------------

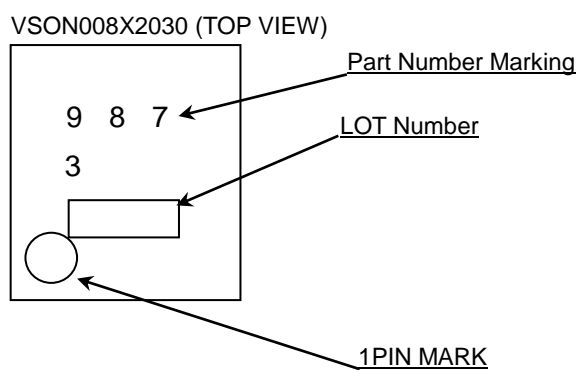
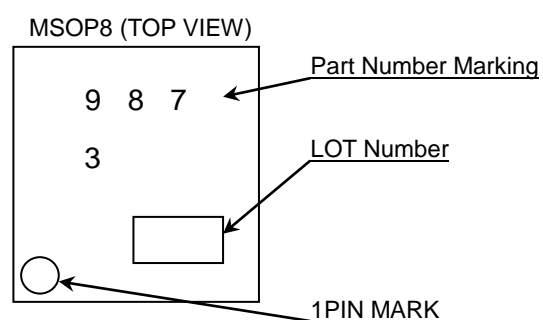
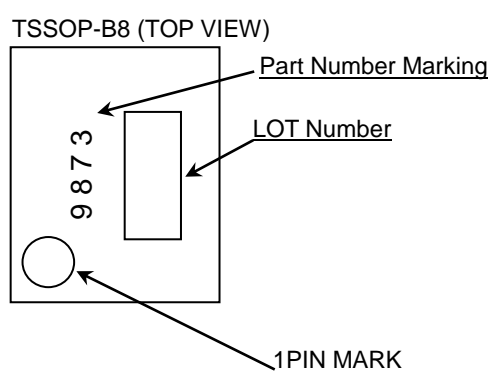
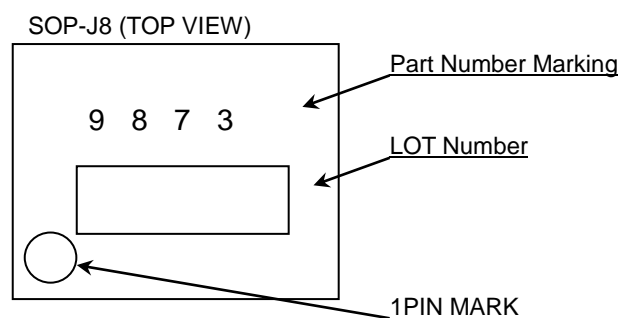
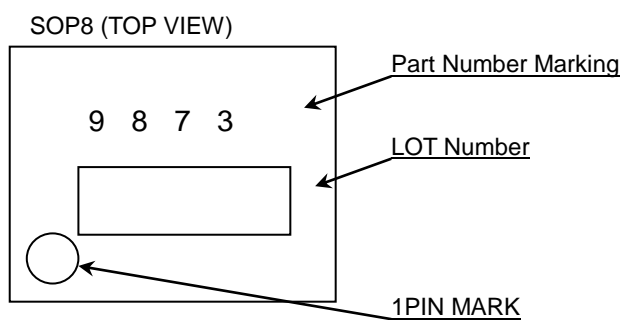


＜包装仕様＞

包装形態	エンボステーピング
包装数量	4000pcs
包装方向	TR ( リールを左手に持ち、右手でテープを引き出したときに 製品の1番ピンが右上にくる方向 )



## 標印図



## 改訂履歴

日付	Revision	変更内容
2013.09.13	001	新規作成
2018.01.26	002	<p>P.2 基本アプリケーション回路に、コメント追加。</p> <p>P.3 TOP VIEW のコメント追加。</p> <p>P.4 動作範囲から推奨を削除。Topr を Topt に訂正。</p> <p>P.4 Figure 4 に結線を追加。</p> <p>P.5 項目名をスタンバイ電流(計時消費電流)に訂正。</p> <p>P.6 <math>V_{CC}</math> を <math>V_{DD}</math> に訂正。</p> <p>P.10 6 と 7 の内容が入れ違いになっていたのを訂正。</p> <p>P.12 <math>R/W</math> を <math>\overline{R/W}</math> に訂正。</p> <p>P.13 <math>R/W</math> を <math>\overline{R/W}</math> に訂正。</p> <p>P.14 時刻を 5 時 59 分 59 秒に訂正。</p> <p>P.17 余分に記載されていた <math>F_6</math> と <math>/F_6</math> を削除。</p> <p>P.18 設定値を (*, 0, 0, 0, 0, 0, *) に訂正。10-6 を <math>10^{-6}</math> に訂正。</p> <p>P.20 AAFG を AAFG(BAFG)に訂正。Figure 23.を訂正。</p> <p>P.22 オフ(“H”)をオフに訂正。</p> <p>P.23 アジャスト説明の表を追加。</p> <p>P.25 INTRB 端子の情報を追加。EEPROM を RTC に訂正。</p> <p>P.26 3mA を 1mA に訂正。EEPROM を RTC に訂正。</p> <p>P.28 動作条件から推奨を削除。</p> <p>P.29 電源立ち上げ時の注意のコメントを修正。</p>

# ご注意

## ローム製品取扱い上の注意事項

1. 本製品は一般的な電子機器（AV 機器、OA 機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器等）への使用を意図して設計・製造されております。したがって、極めて高度な信頼性が要求され、その故障や誤動作が人の生命、身体への危険もしくは損害、又はその他の重大な損害の発生に関わるような機器又は装置（医療機器<sup>(Note 1)</sup>、輸送機器、交通機器、航空宇宙機器、原子力制御装置、燃料制御、カーアクセサリを含む車載機器、各種安全装置等）（以下「特定用途」という）への本製品のご使用を検討される際は事前にローム営業窓口までご相談くださいますようお願い致します。ロームの文書による事前の承諾を得ることなく、特定用途に本製品を使用したことによりお客様又は第三者に生じた損害等に関し、ロームは一切その責任を負いません。

(Note 1) 特定用途となる医療機器分類

日本	USA	EU	中国
CLASS III	CLASS III	CLASS II b	Ⅲ類
CLASS IV		CLASS III	

2. 半導体製品は一定の確率で誤動作や故障が生じる場合があります。万が一、かかる誤動作や故障が生じた場合であっても、本製品の不具合により、人の生命、身体、財産への危険又は損害が生じないように、お客様の責任において次の例に示すようなフェールセーフ設計など安全対策をお願い致します。
  - ①保護回路及び保護装置を設けてシステムとしての安全性を確保する。
  - ②冗長回路等を設けて単一故障では危険が生じないようにシステムとしての安全を確保する。
3. 本製品は、一般的な電子機器に標準的な用途で使用されることを意図して設計・製造されており、下記に例示するような特殊環境での使用を配慮した設計はなされておられません。したがって、下記のような特殊環境での本製品のご使用に関し、ロームは一切その責任を負いません。本製品を下記のような特殊環境でご使用される際は、お客様におかれまして十分に性能、信頼性等をご確認ください。
  - ①水・油・薬液・有機溶剤等の液体中でのご使用
  - ②直射日光・屋外暴露、塵埃中でのご使用
  - ③潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 等の腐食性ガスの多い場所でのご使用
  - ④静電気や電磁波の強い環境でのご使用
  - ⑤発熱部品に近接した取付け及び当製品に近接してビニール配線等、可燃物を配置する場合。
  - ⑥本製品を樹脂等で封止、コーティングしてのご使用。
  - ⑦はんだ付けの後に洗浄を行わない場合（無洗浄タイプのフラックスを使用される場合は除く。ただし、残渣については十分に確認をお願いします。）又は、はんだ付け後のフラックス洗浄に水又は水溶性洗浄剤をご使用の場合
  - ⑧本製品が結露するような場所でのご使用。
4. 本製品は耐放射線設計はなされておられません。
5. 本製品単体品の評価では予測できない症状・事態を確認するためにも、本製品のご使用にあたってはお客様製品に実装された状態での評価及び確認をお願い致します。
6. パルス等の過渡的な負荷（短時間での大きな負荷）が加わる場合は、お客様製品に本製品を実装した状態で必ずその評価及び確認の実施をお願い致します。また、定常時での負荷条件において定格電力以上の負荷を印加されますと、本製品の性能又は信頼性が損なわれるおそれがあるため必ず定格電力以下でご使用ください。
7. 電力損失は周囲温度に合わせてディレーティングしてください。また、密閉された環境下でご使用の場合は、必ず温度測定を行い、最高接合部温度を超えていない範囲であることをご確認ください。
8. 使用温度は納入仕様書に記載の温度範囲内であることをご確認ください。
9. 本資料の記載内容を逸脱して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## 実装及び基板設計上の注意事項

1. ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残渣により本製品の性能又は信頼性への影響が考えられますので、事前にお客様にてご確認ください。
2. はんだ付けは、表面実装製品の場合リフロー方式、挿入実装製品の場合フロー方式を原則とさせていただきます。なお、表面実装製品をフロー方式での使用をご検討の際は別途ロームまでお問い合わせください。  
その他、詳細な実装条件及び手はんだによる実装、基板設計上の注意事項につきましては別途、ロームの実装仕様書をご確認ください。

## **応用回路、外付け回路等に関する注意事項**

1. 本製品の外付け回路定数を変更してご使用になる際は静特性のみならず、過渡特性も含め外付け部品及び本製品のバラツキ等を考慮して十分なマージンをみて決定してください。
2. 本資料に記載された応用回路例やその定数などの情報は、本製品の標準的な動作や使い方を説明するためのもので、実際に使用する機器での動作を保証するものではありません。したがって、お客様の機器の設計において、回路やその定数及びこれらに関連する情報を使用する場合には、外部諸条件を考慮し、お客様の判断と責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様又は第三者に生じた損害に関し、ロームは一切その責任を負いません。

## **静電気に対する注意事項**

本製品は静電気に対して敏感な製品であり、静電放電等により破壊することがあります。取り扱い時や工程での実装時、保管時において静電気対策を実施のうえ、絶対最大定格以上の過電圧等が印加されないようにご使用ください。特に乾燥環境下では静電気が発生しやすくなるため、十分な静電対策を実施ください。（人体及び設備のアース、帯電物からの隔離、イオナイザの設置、摩擦防止、温湿度管理、はんだごてのこて先のアース等）

## **保管・運搬上の注意事項**

1. 本製品を下記の環境又は条件で保管されますと性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を与えるおそれがありますのでこのような環境及び条件での保管は避けてください。
  - ①潮風、Cl<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S、NH<sub>3</sub>、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>等の腐食性ガスの多い場所での保管
  - ②推奨温度、湿度以外での保管
  - ③直射日光や結露する場所での保管
  - ④強い静電気が発生している場所での保管
2. ロームの推奨保管条件下におきましても、推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性に影響を与える可能性があります。推奨保管期限を経過した製品は、はんだ付け性を確認したうえでご使用頂くことを推奨します。
3. 本製品の運搬、保管の際は梱包箱を正しい向き（梱包箱に表示されている天面方向）で取り扱ってください。天面方向が遵守されずに梱包箱を落下させた場合、製品端子に過度なストレスが印加され、端子曲がり等の不具合が発生する危険があります。
4. 防湿梱包を開封した後は、規定時間内にご使用ください。規定時間を経過した場合はベーク処置を行ったうえでご使用ください。

## **製品ラベルに関する注意事項**

本製品に貼付されている製品ラベルに2次元バーコードが印字されていますが、2次元バーコードはロームの社内管理のみを目的としたものです。

## **製品廃棄上の注意事項**

本製品を廃棄する際は、専門の産業廃棄物処理業者にて、適切な処置をしてください。

## **外国為替及び外国貿易法に関する注意事項**

本製品は外国為替及び外国貿易法に定める規制貨物等に該当するおそれがありますので輸出する場合には、ロームにお問い合わせください。

## **知的財産権に関する注意事項**

1. 本資料に記載された本製品に関する応用回路例、情報及び諸データは、あくまでも一例を示すものであり、これらに関する第三者の知的財産権及びその他の権利について権利侵害がないことを保証するものではありません。
2. ロームは、本製品とその他の外部素子、外部回路あるいは外部装置等（ソフトウェア含む）との組み合わせに起因して生じた紛争に関して、何ら義務を負うものではありません。
3. ロームは、本製品又は本資料に記載された情報について、ロームもしくは第三者が所有又は管理している知的財産権その他の権利の実施又は利用を、明示的にも黙示的にも、お客様に許諾するものではありません。ただし、本製品を通常の用法にて使用される限りにおいて、ロームが所有又は管理する知的財産権を利用されることを妨げません。

## **その他の注意事項**

1. 本資料の全部又は一部をロームの文書による事前の承諾を得ることなく転載又は複製することを固くお断り致します。
2. 本製品をロームの文書による事前の承諾を得ることなく、分解、改造、改変、複製等しないでください。
3. 本製品又は本資料に記載された技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用、あるいはその他軍事用途目的で使用しないでください。
4. 本資料に記載されている社名及び製品名等の固有名詞は、ローム、ローム関係会社もしくは第三者の商標又は登録商標です。

**一般的な注意事項**

1. 本製品をご使用になる前に、本資料をよく読み、その内容を十分に理解されるようお願い致します。本資料に記載される注意事項に反して本製品をご使用されたことによって生じた不具合、故障及び事故に関し、ロームは一切その責任を負いませんのでご注意願います。
2. 本資料に記載の内容は、本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。本製品のご購入及びご使用に際しては、事前にローム営業窓口で最新の情報をご確認ください。
3. ロームは本資料に記載されている情報は誤りがないことを保証するものではありません。万が一、本資料に記載された情報の誤りによりお客様又は第三者に損害が生じた場合においても、ロームは一切その責任を負いません。