

MAX31328

水晶発振器とパワー・マネージメント機能を内蔵した ±3.5ppmのI²C RTC

概要

MAX31328は、温度補償付き水晶発振器（TCXO）と水晶を内蔵した低コストで極めて高精度のI²Cリアルタイム・クロック（RTC）です。このデバイスはバッテリー入力機能を備え、デバイスへの主電源が遮断された場合も正確な計時を維持します。水晶発振子を内蔵しているためデバイスの長期的精度が向上し、システムに水晶発振器を外付けする必要がありません。MAX31328は10ピンLGAパッケージを採用しています。

このRTCは、秒、分、時、曜日、日付、月、および年の情報を提供します。31日より少ない月は、月の最後の日付が自動的に調整され、うるう年の補正も行われます。クロックは、24時間形式またはAM/PMインジケータ付きの12時間形式で動作します。2つのプログラマブルな時刻アラームと1つのプログラマブルな方形波出力が可能で、アドレスとデータは、I²C双方向バスを介してシリアルに転送されます。高精度の温度補償付き電圧リファレンスおよびコンパレータ回路は、V_{CC}の状態をモニタして電源障害を検出し、必要に応じて自動的にバックアップ電源に切り替えます。更に、RSTピンは、マイクロプロセッサのリセットを生成するためのプッシュボタン入力としてモニタされます。

アプリケーション

- サーバー
- パワー・メータ
- テレマティクス
- グローバル・ポジショニング・システム

機能と利点

- 極めて正確なRTCが全ての計時機能を完全に管理
 - 秒、分、時、曜日、日付、月、年の情報を含む、全クロック・カレンダー機能（うるう年補正は2100年まで有効）
 - 660nAの低計時用バッテリー電流
 - 計時精度：±3.5ppm
（日差±0.302秒）、-40°C～+85°C
 - 2つの時刻アラーム
 - 温度補償されたプログラマブルな方形波出力
 - 経年変化補正用レジスタ
 - RST出力／プッシュボタン・リセット・バウンス防止入力
 - デジタル温度センサーの精度：±3°C
 - 電源電圧：+2.3V～+5.5V
- ほとんどのマイクロコントローラに接続可能な簡素なシリアル・インターフェース
 - I²Cインターフェース（400kHz）
- 連続的な計時を実現するバッテリーバックアップ入力
 - 低消費電力動作によるバッテリーバックアップ稼働時間の延長
 - 3.3V動作
- 動作温度範囲：-40°C～+85°C
- 5mm × 5mmの10ピンLGAパッケージ

オーダー情報はデータシート末尾に記載しています。

※こちらのデータシートには正誤表が付属しています。当該資料の最終ページ以降をご参照ください。

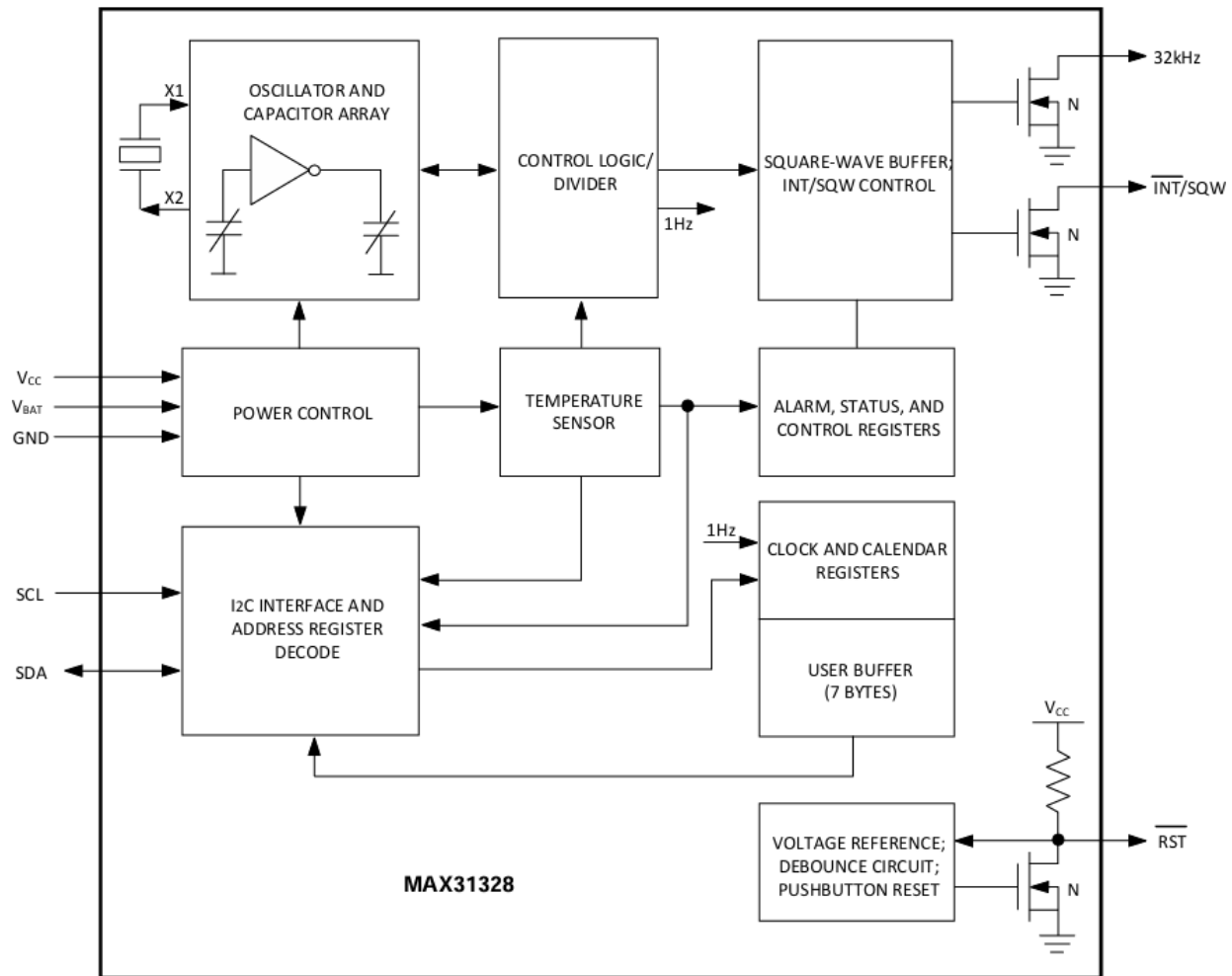
19-100978; Rev 0; 2/21

本データシートは日本語翻訳であり、相違及び誤りのある可能性があります。設計の際は英語版データシートを参照してください。

価格、納期、発注情報についてはMaximのウェブサイト(www.maximintegrated.com/jp)をご覧ください。



簡略化したブロック図



絶対最大定格

ピン電圧範囲 (グランド基準)	-0.3V~+6V	保存温度範囲	-40°C~+85°C
動作温度範囲	-40°C~+85°C	リード温度 (はんだ処理、10s)	+260°C
ジャンクション温度	+125°C	はんだ処理温度 (リフロー、最大2回)	+260°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

電気的特性

(特に指定のない限り、 V_{CC} または $V_{BAT} = +2.3V \sim +5.5V$ 、 $T_A = -40^\circ C \sim +85^\circ C$ 。特に指定のない限り、代表値は、 $V_{CC} = +3.3V$ 、 $V_{BAT} = +3.0V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ での値。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS (Note 1)							
Supply Voltage	V_{CC}			2.3	3.3	5.5	V
	V_{BAT}			2.3	3.0	5.5	
Logic 1 Input (SDA, SCL)	V_{IH}			0.7 x V_{CC}		$V_{CC} + 0.3$	V
Logic 0 Input (SDA, SCL)	V_{IL}			-0.3		0.3 x V_{CC}	V
FREQUENCY AND TIMEKEEPING							
Frequency Stability vs. Temperature	$\Delta f/f_{OUT}$	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$, aging offset = 00h	-40°C to +85°C			±3.5	ppm
Frequency Stability vs. Voltage	$\Delta f/V$				1		ppm/V
Timekeeping Accuracy	Tk_a	$V_{CC} = 3.3V$				±0.302	seconds/day
Aging Performance	$\Delta f/f_0$	Not production tested	First year		±1		ppm
			Ten years		±5		
Temperature Accuracy	Temp	$V_{CC} = 3.3V$ or $V_{BAT} = 3.3V$			±3		°C
GENERAL							
Active Supply Current	I_{CCA}	(Notes 3, 4)	$V_{CC} = +3.3V$			200	μA
			$V_{CC} = 5.5V$			300	
Standby Supply Current	I_{CCS}	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off, (Note 4)	$V_{CC} = 3.3V$			110	μA
			$V_{CC} = 5.5V$			170	
Temperature Conversion Current	$I_{CCSCONV}$	I ² C bus inactive, 32kHz output on, SQW output off	$V_{CC} = 3.3V$			575	μA
			$V_{CC} = 5.5V$			650	
Power-Fail Voltage	V_{PF}			2.45	2.575	2.70	V
Logic 0 Output (32kHz, INT/SQW, SDA)	V_{OL}	$I_{OL} = 3mA$				0.4	V
Logic 0 Output (RST)	V_{OL}	$I_{OL} = 1mA$				0.4	V
Output Leakage (32kHz, INT/SQW, SDA)	I_{LO}	Output high impedance		-1	0	+1	μA

(特に指定のない限り、V_{CC}またはV_{BAT} = +2.3V~+5.5V、T_A = -40°C~+85°C。特に指定のない限り、代表値は、V_{CC} = +3.3V、V_{BAT} = +3.0V、T_A = +25°Cでの値。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I _{LI}		-1		+1	μA
$\overline{\text{RST}}$ I/O Leakage	I _{OL}	$\overline{\text{RST}}$ high impedance (Note 5)	-200		+10	μA
V _{BAT} Leakage Current (V _{CC} active)	I _{BATLKG}	V _{BAT} = 3.0V		25	100	nA
BATTERY (V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 2.3V to 5.5V, T_A = -40°C to +85°C, UNLESS OTHERWISE NOTED) (Note 1)						
Active Battery Current	I _{BATA}	$\overline{\text{EOSC}}$ = 0, BBSQW = 0, SCL = 400kHz (Note 4)	V _{BAT} = 3V		70	μA
			V _{BAT} = 5.5V		150	
Timekeeping Battery Current	I _{BATT}	$\overline{\text{EOSC}}$ = 0, BBSQW = 0, EN32kHz = 0, SCL = SDA = 0V or V _{BAT} (Note 4)	V _{BAT} = 3V	660	3000	nA
			V _{BAT} = 5.5V	820	3500	
Temperature Conversion Current	I _{BATTC}	$\overline{\text{EOSC}}$ = 0, BBSQW = 0, SCL = SDA = 0V or V _{BAT}	V _{BAT} = 3V		575	μA
			V _{BAT} = 5.5V		650	
Data Retention Current (Oscillator Stopped and I ² C Inactive)	I _{BATTD}	$\overline{\text{EOSC}}$ = 0, SCL = SDA = 0V, T _A = +25°C			100	nA
AC CHARACTERISTICS						
POWER SWITCH (Figure 2)						
Minimum V _{CC} Fall Time; V _{PF(MAX)} to V _{PF(MIN)}	t _{VCCF}			300		μs
Minimum V _{CC} Rise Time; V _{PF(MIN)} to V _{PF(MAX)}	t _{VCCR}			0		μs
Recovery at Power-Up	t _{REC}	(Note 12)		250	300	ms
GENERAL (V_{CC} = 2.3V to 5.5V or V_{BAT} = 2.3V to 5.5V, V_{BAT} > V_{CC}, T_A = -40°C to +85°C, UNLESS OTHERWISE NOTED) (Note 2)						
SCL Clock Frequency	f _{SCL}				400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}		1.3			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD:STA}	(Note 6)	0.6			μs
Low Period of SCL	t _{LOW}		1.3			μs
High Period of SCL	t _{HIGH}		0.6			μs
Data Hold Time	t _{HD:DAT}	(Note 7) (Note 8)	0		0.9	μs
Data Setup Time	t _{SU:DAT}	(Note 9)	100			ns
START Setup Time	t _{SU:STA}		0.6			μs
Minimum Rise Time of Both SDA and SCL	t _{RMIN}	(Note 10)		20 + 0.1C _B		ns
Maximum Rise Time of Both SDA and SCL	t _{RMAX}			300		ns
Minimum Fall Time for Both SDA and SCL	t _{FMIN}	(Note 11)		20 + 0.1C _B		ns
Maximum Fall Time for Both SDA and SCL	t _{FMAX}			300		ns

(特に指定のない限り、V_{CC}またはV_{BAT} = +2.3V~+5.5V、T_A = -40°C~+85°C。特に指定のない限り、代表値は、V_{CC} = +3.3V、V_{BAT} = +3.0V、T_A = +25°Cでの値。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
STOP Setup Time	t _{SU:STO}		0.6			μs
Maximum Capacitive Load for Each Bus Line	C _B	(Note 10)		400		pF
Capacitance for SDA, SCL	C _{I/O}			10		pF
SCL Spike Suppression	t _{SP}			30		ns
Pushbutton Debounce	PB _{DB}			250		ms
Reset Active Time	t _{RST}			250		ms
Oscillator Stop Flag (OSF) Delay	t _{OSF}	(Note 11)		100		ms
Temperature Conversion Time	t _{CONV}			125	200	ms

Note 1: -40°Cにおける制限値は設計により裏付けられています。出荷テストは行っていません。

Note 2: 全ての電圧はグラウンド基準です。

Note 3: I_{CCA} - 最大周波数400kHzでのSCLクロック

Note 4: 電流は平均の入力電流で、これには温度変換電流も含まれます。

Note 5: RSTピンは、V_{CC}との間に50kΩの内部プルダウン抵抗を備えています。

Note 6: この時間の経過後に最初のクロック・パルスが生成されます。

Note 7: SCLの立下がりエッジの不定領域を越えるために、デバイスは、SDA信号に対して少なくとも300ns (SCL信号のV_{IH(MIN)}基準) のホールド・タイムを内部に設ける必要があります。

Note 8: t_{HD:DAT}が最大値となるのは、デバイスがSCL信号のロー時間 (t_{LOW}) を延長しない場合だけに限る必要があります。

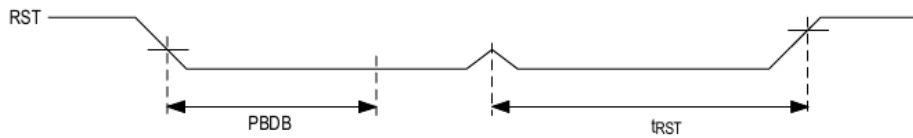
Note 9: 高速モードのデバイスは標準モードのシステムに使用できますが、その場合はt_{SU:DAT} ≥ 250nsという条件を満たす必要があります。これは、デバイスがSCL信号のロー時間を延長しない場合には自動的にあてはまります。このようにデバイスがSCL信号のロー時間を延長しない場合は、SCLラインが解放される1250ns (t_{R(MAX)} + t_{SU:DAT} = 1000 + 250) 前に、次のデータ・ビットをSDAラインに出力する必要があります。

Note 10: C_B: 1本のバス・ラインの合計容量 (pF単位) です。

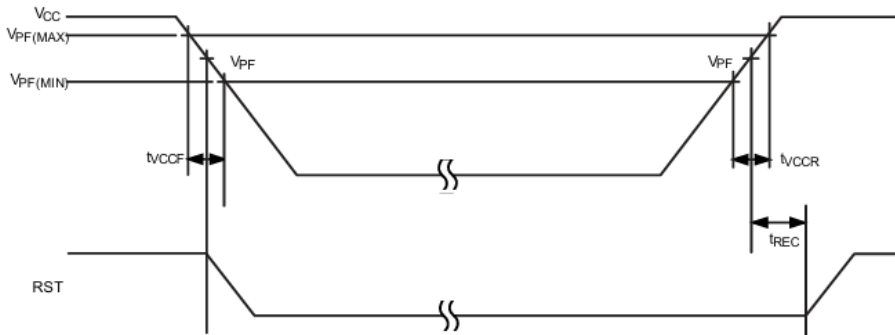
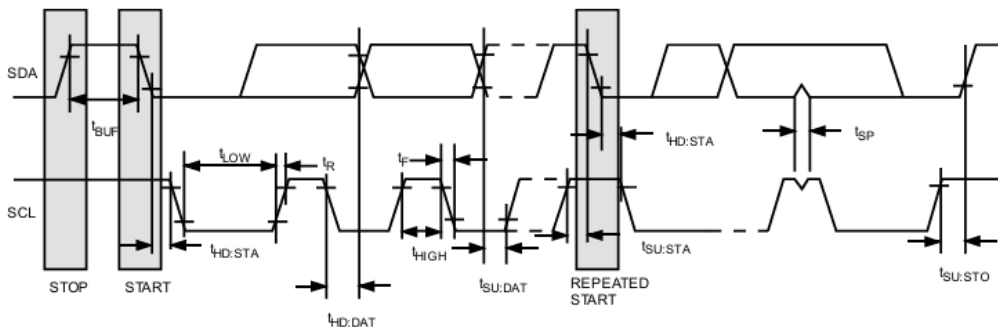
Note 11: パラメータt_{OSF}は、0V ≤ V_{CC} ≤ V_{CC(MAX)}および2.3V ≤ V_{BAT} ≤ 3.4Vの電圧範囲内でOSFフラグをセットするために発振器を停止しなければならない時間です。

Note 12: この遅延は、発振器がイネーブルされ動作している場合にのみ適用されます。EOSCビットが1の場合は、t_{REC}はバイパスされ、RSTが直ちにハイになります。RSTの状態は、I²Cインターフェース、RTC、TCXOには影響しません。

プッシュボタン・リセットのタイミング図

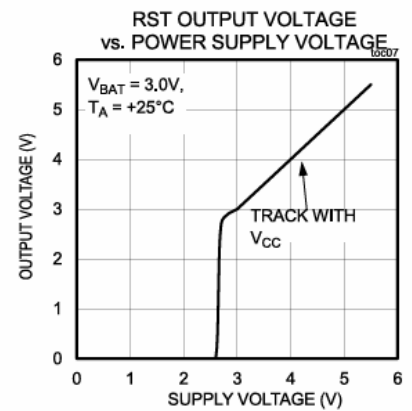
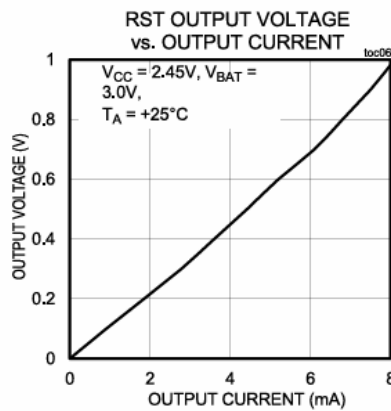
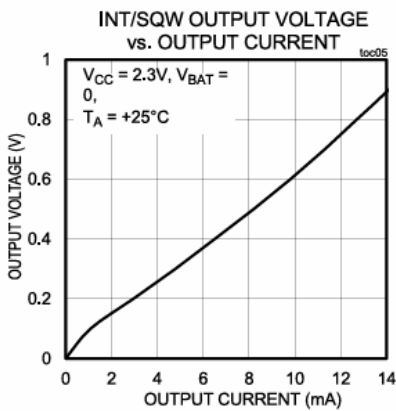
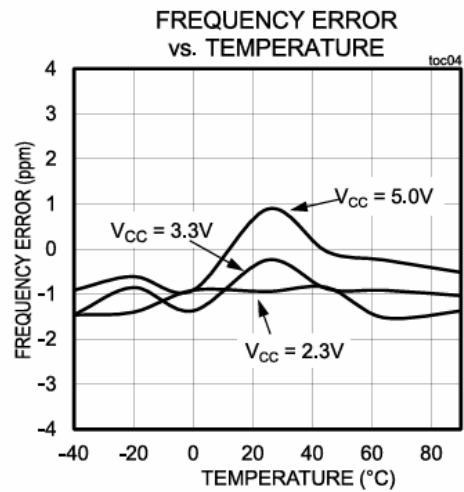
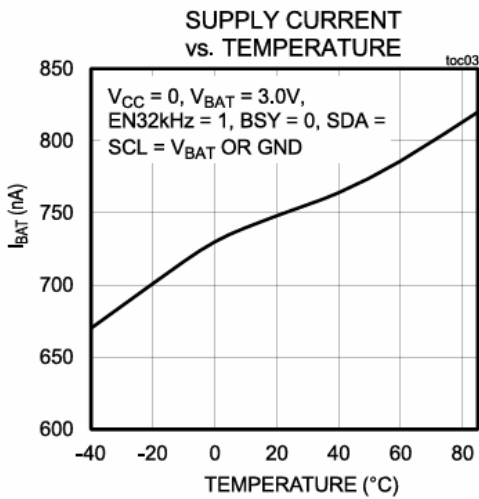
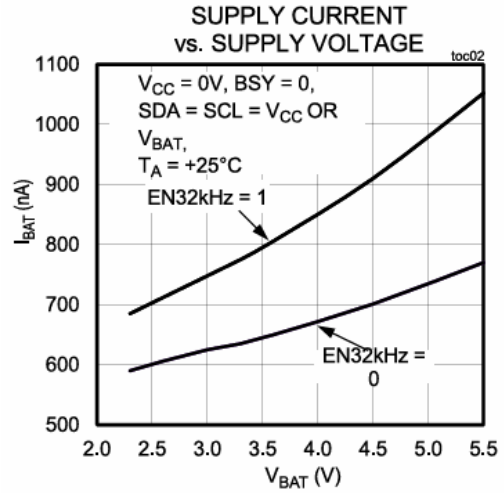
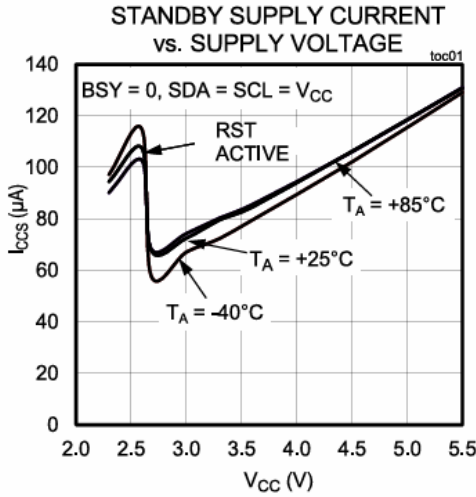


パワースイッチのタイミング図

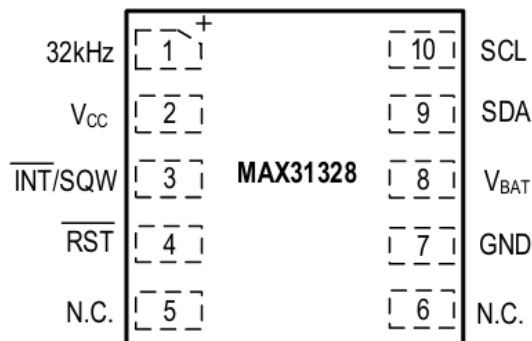
I²Cシリアル・バスでのデータ転送

標準動作特性

(特に指定のない限り、T_A = +25°C、V_{CC} = 3.3V、V_{BAT} = 3.0V)



ピン配置



端子	名称	機能
1	32kHz	32kHzの出力。このオープンドレイン・ピンには外付けのプルアップ抵抗が必要です。イネーブルされている場合、この出力はどちらの電源でも動作します。使用しない場合は、無接続のままにできます。
2	V _{CC}	主電源用DC電源ピン。このピンは、0.1μF~1.0μFのコンデンサでデカップリングする必要があります。使用しない場合は、グラウンドに接続します。
3	INT/SQW	アクティブローの割込み出力または方形波出力。このオープンドレイン・ピンには、5.5V以下の電源に接続した外付けのプルアップ抵抗が必要です。この多機能ピンは、コントロール・レジスタ (0Eh) のINTCNビットの状態が決まります。INTCNがロジック0に設定されている場合、このピンは方形波を出力し、その周波数はRS2ビットとRS1ビットで決まります。INTCNがロジック1に設定されている場合は、計時レジスタといずれかのアラーム・レジスタが一致するとINT/SQWピンがアクティブになります（アラームが有効の場合）。アラーム無効時にこのピンが割込み出力にデフォルトで設定されるのは、電源が最初に印加されたときにINTCNビットがロジック1に設定されるためです。プルアップ電圧は、V _{CC} の電圧に関係なく、最大5.5Vです。使用しない場合、このピンは無接続のままにすることができます。
4	RST	アクティブローのリセット。このピンは、オープンドレイン入出力です。V _{PF} の仕様を基準としたV _{CC} の状態を示します。V _{CC} がV _{PF} を下回ると、RSTピンはローになります。V _{CC} がV _{PF} を超えてからt _{RST} 経過すると、RSTピンは内部プルアップ抵抗によりハイにプルアップされます。アクティブローのオープンドレイン出力には、バウンスが防止されたプッシュボタン入力機能が組み合わさっています。このピンは、プッシュボタン・リセット要求でアクティブにすることができます。V _{CC} との間に公称値50kΩの内部プルアップ抵抗があります。外付けプルアップ抵抗を接続する必要はありません。発振器がディスエーブルされると、t _{REC} はバイパスされ、RSTが直ちにハイになります。
5, 6	N.C.	接続なし。グラウンドに接続する必要があります。
7	GND	グラウンド
8	V _{BAT}	バックアップ電源入力。V _{BAT} 入力を主電源としてこのデバイスを用いる場合、このピンは0.1μF~1.0μFの低リーク・コンデンサを用いてデカップリングする必要があります。V _{BAT} 入力をバックアップ電源としてこのデバイスを用いる場合、コンデンサは不要です。V _{BAT} を使用しない場合は、グラウンドに接続します。
9	SDA	シリアル・データ入出力。このピンは、I ² Cシリアル・インターフェース用のデータ入出力です。このオープンドレイン・ピンには外付けのプルアップ抵抗が必要です。プルアップ電圧は、V _{CC} の電圧に関係なく、最大5.5Vです。
10	SCL	シリアル・クロック入力。このピンは、I ² Cシリアル・インターフェース用のクロック入力であり、シリアル・インターフェースのデータ移動を同期させるために用います。このピンには、V _{CC} の電圧に関係なく、最大5.5Vを使用できます。

詳細

MAX31328は、温度補償付きの32kHz水晶発振器（TCXO）で駆動されるシリアルRTCです。TCXOは安定した正確なリファレンス・クロックを供給し、-40°C~+85°CにおいてRTCを年±2分以内の精度に維持します。TCXOの周波数は、32kHzピンで出力されます。RTCは、2つのプログラマブル時刻アラームと1つのプログラマブル方形波出力を備えた低消費電力クロック／カレンダーです。INT/SQWは、アラーム条件による割込み信号、または方形波出力のいずれかを供給します。クロック／カレンダーは、秒、分、時、曜日、日付、月、および年の情報を提供します。31日より少ない月については月の最後の日付が自動的に調整され、うるう年の補正も行われます。クロックは、24時間形式またはAM/PMインジケータ付きの12時間形式で動作します。内部レジスタには、I²Cバス・インターフェースを介してアクセスできます。温度補償付き電圧リファレンスおよびコンパレータ回路は、V_{CC}のレベルをモニタして電源障害を検知し、必要に応じてバックアップ電源に自動的に切り替えます。RSTピンは、外部プッシュボタン機能を備え、電源障害が発生した場合のインジケータとして作用します。

MAX31328の主な要素をブロック図に示しています。この8個のブロックは、TCXO、電源制御、プッシュボタン・リセット機能、RTCの4つの機能グループに分けられます。これらの各動作について以下に説明します。

32kHz TCXO

温度センサー、発振器、制御ロジックがTCXOを形成しています。コントローラは、内蔵温度センサーの出力を読み出し、ルックアップ・テーブルを使用して必要な容量を決定し、経時変化補正を追加し、内蔵の容量選択レジスタを設定します。経時変化補正の変更を含む新しい値は、温度値の変更が生じた場合、または、ユーザ始動の温度変換が完了した場合にのみ、読み込まれます。温度変換は最初にV_{CC}に印加したときに行われ、その後は64秒ごとに1回行われます。

電源制御

この機能は、温度補償付き電圧リファレンスとV_{CC}レベルをモニタするコンパレータ回路によって実現されます。V_{CC}がV_{PF}を超えると、デバイスはV_{CC}から給電されます。V_{CC}がV_{PF}より低くてもV_{BAT}より高ければ、MAX31328はV_{CC}から給電されます。V_{CC}がV_{PF}より低く、V_{BAT}よりも低い場合は、デバイスはV_{BAT}から給電されます。表1を参照してください。

表1. 電源制御

SUPPLY CONDITION	ACTIVE SUPPLY
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V _{BAT}
$V_{CC} < V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V _{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} < V_{BAT}$	V _{CC}
$V_{CC} > V_{PF}, V_{CC} > V_{BAT}$	V _{CC}

バッテリーを温存するために、V_{BAT}が初めてデバイスに印加されたときには、V_{CC}がV_{PF}を超えるか、有効なI²Cアドレスがデバイスに書き込まれるまで、発振器は起動しません。発振器の代表的な起動時間は1秒未満です。V_{CC}が印加されてから、または有効なI²Cアドレスが書き込まれてから約2秒後、デバイスは温度測定を行い、計算した補正を発振器に適用します。ひとたび発振器が動作すると、有効な電源（V_{CC}またはV_{BAT}）がある限り動作し続け、デバイスは64秒ごとに温度を測定し、発振器周波数を補正し続けます。最初の給電時（V_{CC}）、または有効なI²Cアドレスがデバイスに書き込まれたとき（V_{BAT}）、時刻と日付のレジスタは01/01/00 01 00:00:00（DD/MM/YY DOW HH:MM:SS）にリセットされます。

V_{BAT}の動作

引き出されるV_{BAT}電流の量に影響する動作モードがいくつかあります。デバイスがV_{BAT}から給電され、シリアル・インターフェースがアクティブな場合、アクティブなバッテリー電流I_{BATA}が引き出されます。シリアル・インターフェースがアクティブでない場合は、平均温度変換電流I_{BATT}を含む計時電流（I_{BATT}）が用いられます（詳細については、アプリケーション・ノート3644：Power Considerations for Accurate Real-Time Clocksを参照）。システムが周期的な大きな電流パルスに対応すると同時に、有効な電圧レベルを維持できなくてはならないため、温度変換電流I_{BATT}が仕様規定されています。データ保持電流I_{BATTDR}は、発振器が停止した場合（EOSC = 1）にデバイスが引き出す電流です。このモードを使用すると、エンド・システムが顧客への出荷を待っている間など、時刻と日付の情報を維持する必要がない場合に、バッテリー条件を最小限に抑えることができます。

プッシュボタン・リセット機能

MAX31328は、 $\overline{\text{RST}}$ 出力ピンに接続されるプッシュボタン・スイッチを備えています。リセット・サイクルにない場合、MAX31328は $\overline{\text{RST}}$ 信号の立下がりエッジを継続的にモニタします。エッジ遷移が検出されると、MAX31328は $\overline{\text{RST}}$ をローにプルダウンしてスイッチのバウンスを防止します。内部タイマーが所定時間(PB_{DB})経過すると、MAX31328は $\overline{\text{RST}}$ ラインのモニタリングを続けます。 $\overline{\text{RST}}$ ラインが依然としてローの場合、MAX31328は連続的にラインをモニタして立上がりエッジを探します。リリースが検出されると、MAX31328は $\overline{\text{RST}}$ ピンをローに引き下げ、 t_{RST} の間、ローを保持します。 $\overline{\text{RST}}$ は、電源障害状態を通知するためにも使用されます。 V_{CC} が V_{PF} 未満の場合、内部電源障害信号が生成され、それによって $\overline{\text{RST}}$ ピンがローに引き下げられます。 V_{CC} が V_{PF} より高いレベルに戻っても、ピンは、電源が安定化できるよう、約250ms(t_{REC})の間ローを保持します。 V_{CC} が印加されたときに発振器が動作していない場合(電源 $\overline{\text{RST}}$ 制御のセクションを参照)、 t_{REC} はバイパスされ、 $\overline{\text{RST}}$ は直ちにハイになります。 $\overline{\text{RST}}$ 出力のアサートは、プッシュボタンによる場合でも電源障害検出による場合でも、MAX31328の内部動作には影響しません。

リアルタイム・クロック

TCXOからのクロック源を用いて、RTCは、秒、分、時、曜日、日付、月、および年の情報を提供します。31日より少ない月については月の最後の日付が自動的に調整され、うるう年の補正も行われます。クロックは、24時間形式またはAM/PMインジケータ付きの12時間形式で動作します。クロックにより、2つのプログラマブル時刻アラーム機能と1つのプログラマブル方形波出力機能が可能になります。 $\overline{\text{INT}}/\text{SQW}$ ピンは、アラーム条件による割込みを生成するか、方形波信号を出力します。どちらを選択するかは、INTCNビットで制御します。

クロックおよびカレンダー

時刻およびカレンダーの情報は、該当するレジスタ・バイトを読み出すことによって取得します。レジスタ・マップにRTCレジスタの説明があります。時刻およびカレンダーのデータは、該当するレジスタ・バイトへ書き込みを行うことによって設定または初期化されます。時刻レジスタとカレンダー・レジスタの内容は2進化10進(BCD)フォーマットです。MAX31328は12時間モードと24時間モードのいずれかで動作できます。時間レジスタのビット6が、12時間モードまたは24時間モードの選択ビットとして定義されています。ハイの場合、12時間モードが選択されます。12時間モードでは、ビット5がAM/PMビットとなり、ロジックハイでPMになります。24時間モードでは、ビット5が20時間ビット(20~23時)となります。年レジスタが99から00にオーバーフローすると、世紀ビット(月レジスタのビット7)がトグルします。

曜日レジスタは午前零時にインクリメントします。曜日に対応する値はユーザ定義ですが、シーケンシャルでなければなりません(つまり、例えば1が日曜日に対応する場合は2が月曜日に対応)。非論理的な時刻と日付が入力された場合の動作は予測できません。

時刻レジスタと日付レジスタへの読み出しまたは書き込みを行う場合、2次(ユーザ)バッファを用いると内部レジスタの更新時のエラーを防止できます。時刻レジスタと日付レジスタの読み出しでは、START条件時や、レジスタ・ポインタのゼロへのロールオーバー時にユーザ・バッファが内部レジスタに同期されます。時刻情報は、クロックが動作し続けている間にこれらの2次レジスタから読み出されます。それによって、読み出し中に主要なレジスタが更新された場合でも、レジスタを再読み出しする必要がなくなります。

カウントダウン・チェーンは、秒レジスタに書き込みが行われるたびにリセットされます。書き込み転送は、MAX31328からのアクノレッジ時に生じます。ロールオーバーの問題を避けるため、ひとたびカウントダウン・チェーンがリセットされると、残りの時刻レジスタと日付レジスタへは、1秒以内に書き込む必要があります。発振器が既に動作している場合に1Hzの方形波出力がイネーブルされると、この出力は、秒データの転送後500msしてからハイに遷移します。

アラーム

MAX31328には、2つの時刻/日付アラームが組み込まれています。アラーム1はレジスタ07h~0Ahへの書き込みによってセットできます。アラーム2はレジスタ0Bh~0Dhへの書き込みによってセットできます。アラームは、(コントロール・レジスタのアラーム・イネーブル・ビットとINTCNビットで)アラーム一致条件時に $\overline{\text{INT}}/\text{SQW}$ 出力をアクティブにするようプログラムできます。各時刻/日付アラーム・レジスタのビット7はマスク・ビットです(表2)。各アラームのマスク・ビットが全てロジック0のときは、計時レジスタの値が時刻/日付レジスタに保存された対応値に一致した場合のみアラームが発生します。アラームは、秒、分、時間、曜日、または日付ごとに繰り返すようプログラムすることもできます。可能な設定を表2に示します。表に示されていない設定にすると、動作が非論理的になります。

DY/DTビット（アラーム曜日/日付レジスタのビット6）は、そのレジスタのビット0~5に保存されたアラーム値が曜日と月の日付のどちらを表すかを制御します。DY/DTにロジック0が書き込まれた場合は、月の日付と条件が一致した場合にアラームが生成されます。DY/DTにロジック1が書き込まれた場合は、曜日と条件が一致した場合にアラームが生成されます。

RTCレジスタの値がアラーム・レジスタの設定と一致した場合、対応するアラーム・フラグ「A1F」または「A2F」ビットがロジック1に設定されます。対応するアラーム割込みイネーブル「A1IE」または「A2IE」もロジック1に設定され、INTCNビットがロジック1に設定されている場合、アラーム条件によってINTSQW信号がアクティブになります。一致は、時刻レジスタと日付レジスタの1秒に1回の更新時にテストされます。

表2. アラーム・マスク・ビット

DY/DT	ALARM REGISTER MASK BITS (BIT 7)				ALARM RATE
	A1M4	A1M3	A1M2	A1M1	
X	1	1	1	1	Alarm once per second
X	1	1	1	0	Alarm when seconds match
X	1	1	0	0	Alarm when minutes and seconds match
X	1	0	0	0	Alarm when hours, minutes, and seconds match
0	0	0	0	0	Alarm when date, hours, minutes, and seconds match
1	0	0	0	0	Alarm when day, hours, minutes, and seconds match

DY/DT	ALARM REGISTER MASK BITS (BIT 7)			ALARM RATE
	A2M4	A2M3	A2M2	
X	1	1	1	Alarm once per minute (00 seconds of every minute)
X	1	1	0	Alarm when minutes match
X	1	0	0	Alarm when hours and minutes match
0	0	0	0	Alarm when date, hours, and minutes match
1	0	0	0	Alarm when day, hours, and minutes match

I²Cインターフェース

V_{CC}またはV_{BAT}のどちらかが有効なレベルにあれば、I²Cインターフェースにはいつでもアクセス可能です。MAX31328に接続されたマイクロコントローラがV_{CC}の停止やその他のイベントによってリセットした場合、例えば、MAX31328からデータを読み出しているときにマイクロコントローラがリセットするなど、マイクロコントローラとMAX31328のI²C通信が非同期になる可能性があります。マイクロコントローラがリセットした場合、SDAがハイ・レベルになっていることが確認されるまで、シリアル・クロック（SCL）をトグルすることでMAX31328のI²Cインターフェースを既知の状態に置くことができます。その時点で、マイクロコントローラはSCLがハイの間にSDAをローにプルダウンしてSTART条件を発生させる必要があります。

I²Cシリアル・データ・バス

MAX31328は、双方向のI²Cバスおよびデータ転送プロトコルをサポートしています。データをバスに送信するデバイスは、トランスミッタと定義され、データを受信するデバイスはレシーバーと定義されます。メッセージを制御するデバイスはマスタと呼ばれます。マスタによって制御されるデバイスはスレーブです。バスは、SCLを生成し、バス・アクセスを制御し、START条件とSTOP条件を生成するマスタ・デバイスによって制御される必要があります。MAX31328は、I²Cバスではスレーブとして動作します。バスとの接続は、SCL入力とオープンドレインSDA I/Oラインを通じて行われます。バス仕様においては、標準モード（最大100kHzのクロック・レート）と高速モード（最大400kHzのクロック・レート）が定義されています。MAX31328は両方のモードで機能します。

以下のバス・プロトコルが定義されています（図1）。

- データ転送を開始できるのは、バスがビジーでない場合のみです。
- データ転送中、クロック・ラインがハイのときは常にデータ・ラインが安定したままであることが必要です。クロック・ラインがハイの間にデータ・ラインに変化があると、制御信号と解釈されます。

したがって、以下のバス状態が定義されます。

バス・ノット・ビジー：データ・ラインとクロック・ラインのどちらもハイのままです。

データ転送の開始：クロック・ラインがハイのときにデータ・ラインの状態がハイからローに変化すると、START条件となります。

データ転送の停止：クロック・ラインがハイのときにデータ・ラインの状態がローからハイに変化すると、STOP条件となります。

データ有効：START条件後、クロック信号がハイになっている間データ・ラインが安定している場合、データ・ラインの状態はデータが有効であることを表します。ライン上のデータの変更は、クロック信号がローの間に行わなくてはなりません。1ビットのデータにつき1クロック・パルスです。

各データ転送は、START条件で始まり、STOP条件で終了します。START条件とSTOP条件の間に転送されるデータ・バイトの数には制限がなく、マスタ・デバイスによって決まります。情報はバイト単位で転送され、各レシーバーは、9番目のビットでアクノレッジします。

アクノレッジ：各レシーバー・デバイスは、アドレス指定されると、各バイトの受信後にアクノレッジを生成する必要があります。マスタ・デバイスは、このアクノレッジ・ビット用に追加の1クロック・パルスを生成する必要があります。

アクノレッジを行うデバイスは、アクノレッジ関連のクロック・パルスのハイ期間中SDAラインがローで安定するように、アクノレッジ・クロック・パルスの間SDAラインをプルダウンする必要があります。もちろん、セットアップ・タイムとホールド・タイムを考慮する必要があります。マスタは、スレーブからクロック・アウトされた最後のバイトに対するアクノレッジ・ビットを生成しないことで、スレーブにデータの終了を通知しなくてはなりません。この場合、マスタがSTOP条件を生成できるように、スレーブはデータ・ラインをハイのままにしておく必要があります。

図2および図3に、I²Cバス上でのデータ転送を詳しく示します。R/Wビットの状態に応じて、以下の2種類のデータ転送が可能です。

マスタ・トランスミッタからスレーブ・レシーバーへのデータ転送。マスタによって伝送される最初のバイトは、スレーブ・アドレスです。次に、多数のデータ・バイトが続きます。スレーブは、受信バイトごとにアクノレッジ・ビットを返します。データは最上位ビット（MSB）ファーストで転送されます。

スレーブ・トランスミッタからマスタ・レシーバーへのデータ転送。最初のバイト（スレーブ・アドレス）はマスタによって伝送されます。次いでスレーブがアクノレッジ・ビットを返します。その次に、多数のデータ・バイトがスレーブによりマスタへ伝送されます。マスタは、最後のバイトを除く全てのバイトを受信した後、アクノレッジ・ビットを返します。最後のバイトを受信すると、ノット・アクノレッジを返します。

マスタ・デバイスは、全てのシリアル・クロック・パルスおよびSTART条件とSTOP条件を生成します。転送は、STOP条件または反復START条件で終了します。反復START条件は、次のシリアル転送の始まりでもあるためバスは解放されません。データは最上位ビット（MSB）ファーストで転送されます。

MAX31328は次の2つのモードで動作できます。

- **スレーブ・レシーバー・モード (MAX31328書込みモード)**：シリアル・データおよびクロックがSDAとSCLを介して受信されます。各バイトの受信後、アクノレッジ・ビットが送信されます。START条件とSTOP条件はシリアル転送の開始と終了として認識されます。アドレス認識は、スレーブ・アドレスおよび方向ビットの受信後、ハードウェアによって行われます。スレーブ・アドレス・バイトは、マスタがSTART条件を生成した後、最初に受信するバイトです。スレーブ・アドレス・バイトは、7ビットのMAX31328のアドレス（1101000）とそれに続く方向ビット（R/W）（書込みの場合は0）で構成されています。スレーブ・アドレス・バイトを受信してデコードした後、MAX31328はSDAにアクノレッジを出力します。MAX31328がスレーブ・アドレスと書込みビットをアクノレッジした後、マスタはMAX31328に1ワードのアドレスを送信します。それにより、MAX31328にレジスタ・ポイントが設定され、MAX31328はその転送をアクノレッジします。次に、マスタは、ゼロ・バイト以上のデータを送信し、MAX31328はバイトを受信するたびにアクノレッジします。レジスタ・ポイントは、データ・バイトが転送されるたびにインクリメントします。マスタがSTOP条件を生成すると、データの書込みは終了します。
- **スレーブ・トランスミッタ・モード (MAX31328読出しモード)**：最初のバイトは、スレーブ・レシーバー・モードの場合と同じように受信され処理されます。しかし、このモードの場合、方向ビットは転送方向が逆であることを示します。シリアル・クロックがSCLに入力されている間、MAX31328によってシリアル・データがSDAに送信されます。START条件とSTOP条件はシリアル転送の開始と終了として認識されます。アドレス認識は、スレーブ・アドレスおよび方向ビットの受信後、ハードウェアによって行われます。スレーブ・アドレス・バイトは、マスタがSTART条件を生成した後、最初に受信するバイトです。スレーブ・アドレス・バイトは、7ビットのMAX31328のアドレス（1101000）とそれに続く方向ビット（R/W）（読出しの場合は1）で構成されています。スレーブ・アドレス・バイトを受信してデコードした後、MAX31328はSDAにアクノレッジを出力します。次いで、MAX31328は、レジスタ・ポイントが指すレジスタ・アドレスで始まるデータの送信を開始します。読出しモードの開始前にレジスタ・ポイントが書き込まれていない場合、読み出される最初のアドレスは、レジスタ・ポイントに最後に保存されたアドレスになります。読出しを終了するには、MAX31328が「ノット・アクノレッジ」を受信する必要があります。

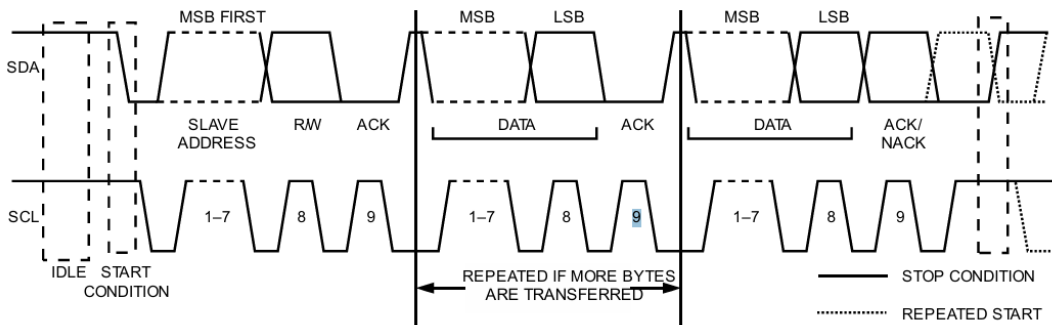


図1. I²Cデータ転送の概要

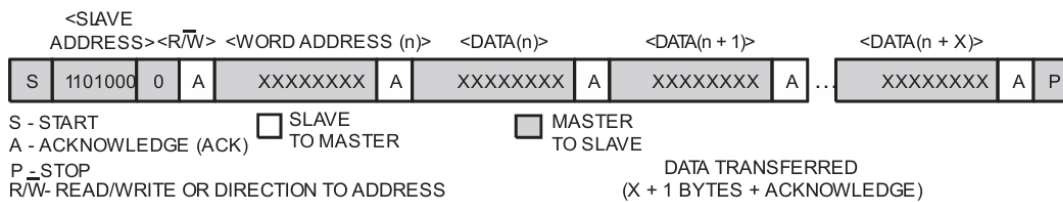


図2. データ書き込み：スレーブ・レシーバー・モード

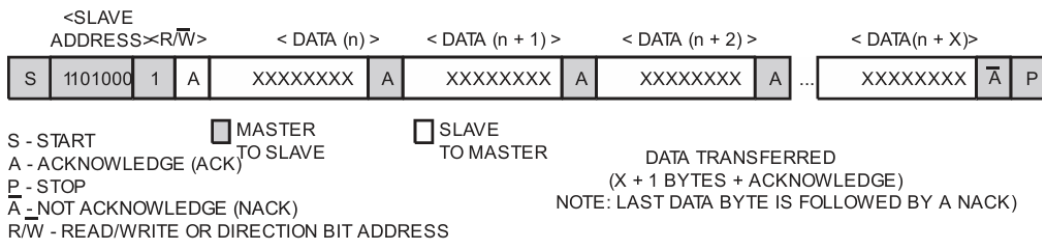


図3. データ読出し：スレーブ・トランスミッタ・モード

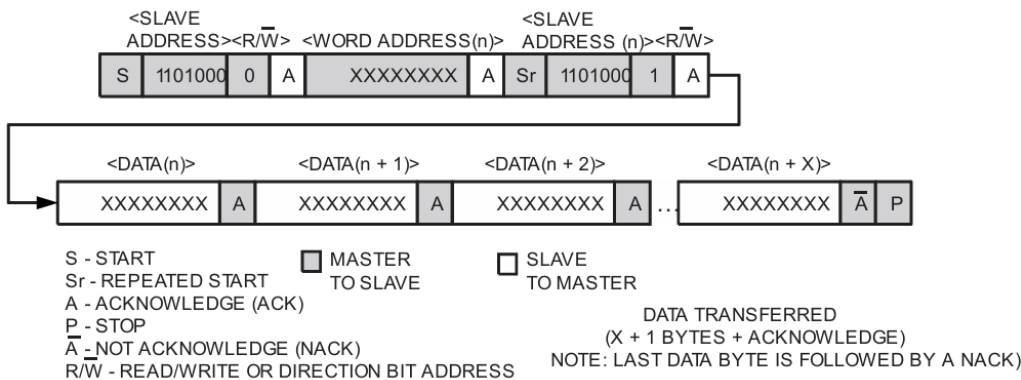


図4. データ書き込み／読出し（ポインタに書き込んで、その後に読出し）：スレーブ受信および送信

レジスタ・マップ

RC28のレジスタ・マップ

ADDRESS	NAME	MSB							LSB
REGBLK									
0x00	Seconds[7:0]	–	sec_10[2:0]			seconds[3:0]			
0x01	Minutes[7:0]	–	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
0x02	Hours[7:0]	–	f_24_12	hr20_AM_ PM	hour_10	hour[3:0]			
0x03	Day[7:0]	–	–	–	–	–	day[2:0]		
0x04	Date[7:0]	–	–	date_10[1:0]		date[3:0]			
0x05	Month[7:0]	century	–	–	month_10	month[3:0]			
0x06	Year[7:0]	year_10[3:0]			year[3:0]				
0x07	Alm1_sec[7:0]	A1M1	sec_10[2:0]			seconds[3:0]			
0x08	Alm1_min[7:0]	A1M2	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
0x09	Alm1_hrs[7:0]	A1M3	f_24_12	AM_PM_h r20	hr_10	hour[3:0]			
0x0A	Alm1day_date[7:0]	A1M4	DY_DT	date_10[1:0]		day_date[3:0]			
0x0B	Alm2_min[7:0]	A2M2	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
0x0C	Alm2_hrs[7:0]	A2M3	f_24_12	AM_PM_h r20	hr_10	hour[3:0]			
0x0D	Alm2day_date[7:0]	A2M4	DY_DT	date_10[1:0]		day_date[3:0]			
0x0E	Control[7:0]	EOSC	BBSQW	CONV	RS[1:0]		INTCN	A2IE	A1IE
0x0F	Status[7:0]	OSF	–	–	–	EN32kHz	BSY	A2F	A1F
0x10	Aging Offset[7:0]	Sign	Data[6:0]						
0x11	Temp_MSB[7:0]	Sign	Data[6:0]						
0x12	Temp_LSB[7:0]	Data[1:0]		–	–	–	–	–	–

レジスタの詳細

Seconds (0x0) : 秒レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	sec_10[2:0]			seconds[3:0]			
Reset	–							
Access Type	–	Write, Read			Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
sec_10	6:4	10の倍数で表したRTCの秒
seconds	3:0	RTCの秒

Minutes (0x1) : 分レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
Reset	–							
Access Type	–	Write, Read			Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
min_10	6:4	10の倍数で表したRTCの分
minutes	3:0	RTCの分

Hours (0x2) : 時間レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	–	f_24_12	hr20_AM_PM	hour_10	hour[3:0]			
Reset	–							
Access Type	–	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
f_24_12	6	12時間または24時間形式でRTCを設定	0x0 : 24時間形式 0x1 : 12時間形式
hr20_AM_PM	5	12時間形式では、AM/PMインジケータとして機能します。 24時間形式では、20の倍数で表したRTCの時間値です (BCD)。	0x0 : 12時間形式でAMを指示 0x1 : 12時間形式でPMを指示
hour_10	4	10の倍数で表したRTCの時間	
hour	3:0	RTCの時間	

Days (0x3) : 曜日レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	-	-	-	-	-	day[2:0]		
Reset	-	-	-	-	-	0b001		
Access Type	-	-	-	-	-	Write, Read		

ビットフィールド	ビット	説明
day	2:0	RTCの曜日

Date (0x4) : 日付レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	-	-	date_10[1:0]		date[3:0]			
Reset	-	-						
Access Type	-	-	Write, Read		Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
date_10	5:4	10の倍数で表したRTCの日付
date	3:0	RTCの日付

Month (0x5) : 月レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	century	-	-	month_10	month[3:0]			
Reset		-	-					
Access Type	Write, Read	-	-	Write, Read	Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
century	7	世紀ビット	0x0 : 現在の世紀の年 0x1 : 次の世紀の年
month_10	4	10の倍数で表したRTCの月	
month	3:0	RTCの月	

Year (0x6) : 年レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	year_10[3:0]				year[3:0]			
Reset								
Access Type	Write, Read				Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
year_10	7:4	10の倍数で表したRTCの年
year	3:0	RTCの年

Alm1_sec (0x7) : アラーム1の秒レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A1M1	sec_10[2:0]			seconds[3:0]			
Reset								
Access Type	Write, Read	Write, Read			Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
A1M1	7	秒に対応するアラーム1のマスク・ビット
sec_10	6:4	10の倍数で表したアラーム1の秒
seconds	3:0	アラーム1の秒

Alm1_min (0x8) : アラーム1の分レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A1M2	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
Reset								
Access Type	Write, Read	Write, Read			Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
A1M2	7	分に対応するアラーム1のマスク・ビット
min_10	6:4	10の倍数で表したアラーム1の分
minutes	3:0	アラーム1の分

Alm1_hrs (0x9) : アラーム1の時間レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A1M3	f_24_12	AM_PM_hr20	hr_10	hour[3:0]			
Reset	0b0	0b0	0b0	0b0	0x0			
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
A1M3	7	時間に対応するアラーム1のマスク・ビット	
f_24_12	6	12時間または24時間形式でアラーム1を設定	0x0 : 24時間形式 0x1 : 12時間形式
AM_PM_hr20	5	12時間形式では、AM/PMインジケータとして機能します。24時間形式では、20の倍数で表したアラーム1の時間です (BCD)。	0x0 : 12時間形式でAMを指示 0x1 : 12時間形式でPMを指示
hr_10	4	10の倍数で表したアラーム1の時間	
hour	3:0	アラーム1の時間	

Alm1day_date (0xA) : アラーム1の曜日/日付レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A1M4	DY_DT	date_10[1:0]		day_date[3:0]			
Reset	0b0	0b0	0b00		0x0			
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read		Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
A1M4	7	曜日/日付に対応するアラーム1のマスク・ビット	
DY_DT	6		0x0 : 日付が一致したときにアラーム 0x1 : 曜日が一致したときにアラーム
date_10	5:4	10の倍数で表したアラーム1の日付	
day_date	3:0	アラーム1の曜日/日付	

Alm2_min (0xB) : アラーム2の分レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A2M2	min_10[2:0]			minutes[3:0]			
Reset	0b0	0b000			0x0			
Access Type	Write, Read	Write, Read			Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明
A2M2	7	分に対応するアラーム2のマスク・ビット
min_10	6:4	10の倍数で表したアラーム2の分
minutes	3:0	アラーム2の分

Alm2_hrs (0xC) : アラーム2の時間レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A2M3	f_24_12	AM_PM_hr20	hr_10	hour[3:0]			
Reset	0b0	0b0	0b0	0b0	0x0			
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
A2M3	7	時間に対応するアラーム2のマスク・ビット	
f_24_12	6	12時間または24時間形式でアラーム1を設定	0x0 : 24時間形式 0x1 : 12時間形式
AM_PM_hr20	5	12時間形式では、AM/PMインジケータとして機能します。 24時間形式では、20の倍数で表したアラーム1の時間です (BCD)。	0x0 : 12時間形式でAMを指示 0x1 : 12時間形式でPMを指示
hr_10	4	10の倍数で表したアラーム2の時間	
hour	3:0	アラーム2の時間	

Alm2day_date (0xD) : アラーム2の曜日/日付レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	A2M4	DY_DT	date_10[1:0]		day_date[3:0]			
Reset	0b0	0b0	0b00		0x0			
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read		Write, Read			

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
A2M4	7	曜日/日付に対応するアラーム2のマスク・ビット	
DY_DT	6	このビットは、曜日または日付が一致するとアラームを選択します。	0x0 : 日付が一致したときにアラーム 0x1 : 曜日が一致したときにアラーム
date_10	5.4	10の倍数で表したアラーム2の日付	
day_date	3:0	アラーム2の曜日/日付	

Control (0xE) : コントロール・レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	EOSC	BBSQW	CONV	RS[1:0]		INTCN	A2IE	A1IE
Reset	0x0	0x0	0x0	0x3		0x1	0x0	0x0
Access Type	Write, Read	Write, Read	Write, Read	Write, Read		Write, Read	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
EOSC	7	発振器をイネーブル デバイスがV _{CC} で動作している場合、発振器は常にイネーブルされています。	0x0 : 発振器をイネーブル 0x1 : 発振器をディスエーブル (V _{BAT} の場合のみ)
BBSQW	6	バッテリーのバックアップによる方形波のイネーブル	0x0 : V _{CC} < V _{PF} の場合、INT/SQWピンは高インピーダンスになります 0x1 : INTCN = 0かつV _{CC} < V _{PF} の場合、INT/SQWピンで方形波がイネーブルされます
CONV	5	温度変換 このビットを1に設定すると、温度センサーが温度をデジタル・コードに変換し、TCXOアルゴリズムを実行して容量アレイを発振器に合うよう更新します。これが生じるのは、変換がまだ進行していない場合に限りです。ユーザは、コントローラに新しいTCXOの実行を開始させる前に、ステータス・ビットBSYをチェックする必要があります。ユーザ始動の温度変換は、内部の64秒ごとの更新サイクルには影響しません。ユーザ始動の温度変換は、約2msの間、BSYビットには影響しません。CONVビットは、書き込みが行われてから変換が終了し、CONVとBSYの両方が0になるまで、1のままです。CONVビットは、ユーザ始動の変換の状態をモニタする場合に用いる必要があります。	0x0 0x1 : 温度を変換しTCXOアルゴリズムを実行
RS	4:3	SQW周波数の選択	0x0 : 1Hz 0x1 : 1.024kHz 0x2 : 4.096kHz 0x3 : 8.192kHz
INTCN	2	割込みコントロール	0x0 : 方形波がINT/SQWピンに出力されます。 0x1 : アラームの割込みがINT/SQWピンに出力されます。
A2IE	1	アラーム2の割込みイネーブル	0x0 : アラーム2の割込みをディスエーブル 0x1 : アラーム2の割込みをイネーブル
A1IE	0	アラーム1の割込みイネーブル	0x0 : アラーム1の割込みをディスエーブル 0x1 : アラーム1の割込みをイネーブル

Status (0xF) : ステータス・レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	OSF	-	-	-	EN32kHz	BSY	A2F	A1F
Reset	0x1	-	-	-	0x1			
Access Type	Read Only	-	-	-	Write, Read	Read Only	Write, Read	Write, Read

ビットフィールド	ビット	説明	デコード
OSF	7	発振器停止フラグ このビットがロジック1になっている場合、発振器が停止しているか、あるいは一定期間停止したことを示し、これを利用して計時データの有効性を判定できます。このビットは発振器が停止すると常にロジック1にセットされます。OSFビットがセットされる状態の例は次のとおりです。1) 初めて電源が投入された場合。2) V _{CC} およびV _{BAT} の電圧が発振器をサポートするのに不十分な場合。3) バッテリ・バックアップ・モード時にEOSCビットがオフになっている場合。4) 水晶発振器に外部からの影響がある場合（ノイズ、リークなど）。	0x0 0x1：発振器が停止しているか、あるいは一定期間停止していたことを示します
EN32kHz	3	32kHz出力をイネーブル	0x0：32kHzピンが高インピーダンス状態になります 0x1：32.768kHzの方形波が32kHzピンに出力されます
BSY	2	ビジー・フラグ このビットは、TCXO機能を実行していてビジーであることを示します。温度センサーへの変換信号がアサートされるとロジック1になり、その後デバイスが1分間のアイドル状態になるとクリアされます。	
A2F	1	アラーム2のフラグ アラーム2フラグ・ビットがロジック1の場合、時刻がアラーム2レジスタに一致したことを示します。A2IEビットがロジック1で、INTCNビットがロジック1に設定されている場合、INT/SQWピンもアサートされます。A2Fはロジック0に書き込まれるとクリアされます。このビットはロジック0にのみ書き込みできます。ロジック1に書き込もうとしても、値は変わりません。	
A1F	0	アラーム1のフラグ アラーム1フラグ・ビットがロジック1の場合、時刻がアラーム1レジスタに一致したことを示します。A1IEビットがロジック1で、INTCNビットがロジック1に設定されている場合、INT/SQWピンもアサートされます。A1Fはロジック0に書き込まれるとクリアされます。このビットはロジック0にのみ書き込みできます。ロジック1に書き込もうとしても、値は変わりません。	

Aging Offset (0x10) : 経時変化オフセット・レジスタ

経時変化オフセット・レジスタは、ユーザが提供した値を用いて容量アレイ・レジスタのコードを加減します。コードは、2の補数でエンコードされ、ビット7は符号ビットを表します。1LSBは、水晶ピンの容量アレイに加える、または外す1個の小さいコンデンサを表します。経時変化オフセット・レジスタの容量値は、デバイスが温度補償ごとに計算した容量値に加算されるか、その容量値から減算されます。オフセット・レジスタは、通常の温度変換時（以前の変換から温度が変化した場合）、あるいは手動ユーザ変換時（CONVビットをセット）に、容量アレイに追加されます。32kHz出力周波数への経時変化レジスタの影響を即座に調べるには、計時変化レジスタが変化するたびに手動変換を開始する必要があります。経時変化値が正の場合、アレイに容量を追加し、発振器周波数を低下させます。負の値の場合は、アレイから容量を減じ、発振器周波数を増加させます。LSBあたりのppmの変化は温度ごとに異なります。周波数と温度の関係を表す曲線は、このレジスタで使用される値だけシフトされます。+25°Cの場合、1LSBで通常約0.1ppmの周波数変化が生じます。経時変化レジスタを使用することは、電気的特性の表で定義された精度を実現するのに必要というわけではありませんが、これを使用すると所定温度での経時変化を補償するのに役立ちます。温度変化に対して、このレジスタが精度に及ぼす影響については、標準動作特性のセクションのグラフを参照してください。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Sign	Data[6:0]						
Reset								
Access Type	Write, Read	Write, Read						

ビットフィールド	ビット	説明
Sign	7	
Data	6:0	

Temp_MSB (0x11) : 温度レジスタ

温度は、分解能が0.25°Cの10ビット・コードで表され、11hおよび12hの場所でアクセスできます。温度は2の補数フォーマットでエンコードされます。整数部を表す上位8ビットは11hの場所にあり、小数部を表す下位2ビットは、12hの場所の上位ニブルにあります。例えば、00011001 01b = +25.25°Cです。電源がリセットされると、これらのレジスタは0°Cのデフォルト温度に設定され、コントローラは温度変換を開始します。温度は、V_{CC}に初めて印加したとき、あるいはV_{BAT}にI²Cアクセスが行われたときに読み出され、以降は64秒ごとに読み出されます。温度レジスタは、ユーザ始動の変換ごと、および64秒ごとの変換後に更新されます。温度レジスタは読み出し専用です。

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Sign	Data[6:0]						
Reset								
Access Type	Write, Read	Write, Read						

ビットフィールド	ビット	説明
Sign	7	
Data	6:0	

Temp_LSB (0x12) : 温度レジスタ

BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
Field	Data[1:0]	-	-	-	-	-	-	-
Reset		-	-	-	-	-	-	-
Access Type	Write, Read	-	-	-	-	-	-	-

ビットフィールド	ビット	説明
Data	7:6	

アプリケーション情報

電源のデカップリング

デバイス使用時に最良の結果が得られるようにするには、V_{CC}電源やV_{BAT}電源を0.1μFや1.0μFのコンデンサでデカップリングします。可能ならば、高品質のセラミック表面実装コンデンサを用います。表面実装部品は、リード線のインダクタンスを最小限に抑えて性能を向上させます。また、セラミック・コンデンサは一般にデカップリング・アプリケーションに適した高周波応答性を備えています。

バッテリー動作時の通信が不要な場合は、V_{BAT}のデカップリング・コンデンサを割愛できます。

オープンドレイン出力の使用

$\overline{\text{INT}}/\text{SQW}$ 出力と32kHz出力はオープンドレインなので、ロジックハイの出力レベルを実現するには外付けのプルアップ抵抗が必要です。プルアップ抵抗の値は通常、10kΩです。

SDAおよびSCLのプルアップ抵抗

SDAはオープンドレイン出力で、ロジックハイのレベルにするには外付けのプルアップ抵抗が必要です。このデバイスはクロック・サイクル・ストレッチを使わないので、SCLには、プルアップ抵抗付きのオープンドレイン出力、またはCMOS出力ドライバ（ブッシュプル）を使うマスタを使用できます。

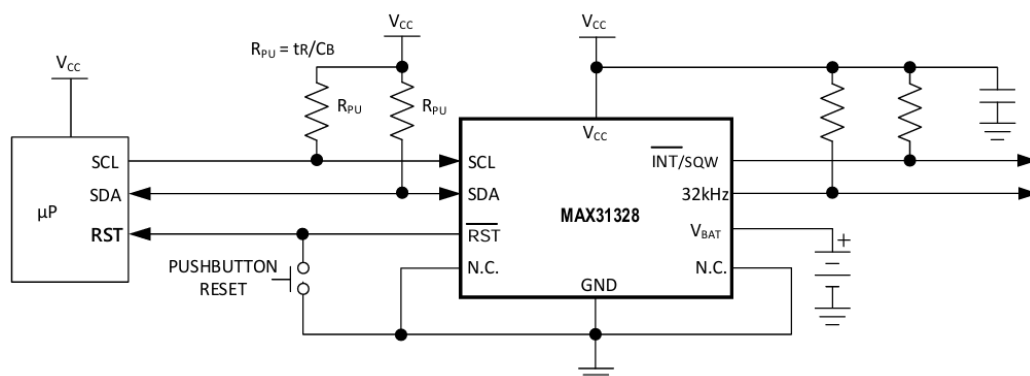
取り扱い、PCBレイアウト、アセンブリ

MAX31328パッケージには、音叉型水晶振動子が含まれています。ピックアンドプレイス機器を使用できますが、過剰な衝撃を与えることのないよう注意が必要です。水晶の損傷を防ぐため、超音波洗浄は避けてください。

グランド・プレーンがパッケージと信号ラインの間に配置されていない限り、信号パターンをパッケージ下には配線しないでください。全てのN.C.ピンはグランドに接続する必要があります。

湿度の影響を受けやすいパッケージが、工場にて乾燥パックされて出荷されます。パッケージ・ラベルに記載されている取り扱い方法に従って、リフロー時の損傷を防ぐ必要があります。感湿性部品（MSD）の分類とリフロー・プロファイルについては、IPC/JEDEC J-STD-020規格を参照してください。リフローにさらされるのは、最大2回までに制限されています。

標準アプリケーション回路



オーダー情報

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PIN-PACKAGE
MAX31328NELB+	-40°C to +85°C	10-LGA
MAX31328NELB+T	-40°C to +85°C	10-LGA

+ = 鉛 (Pb) フリー/RoHS準拠のパッケージ

T = テープ&リール

パッケージ情報

[LGA]

Package Code	L1055M+1
Outline Number	21-100481
Land Pattern Number	91-100169
Thermal Resistance, Multi-Layer Board:	
Junction-to-Ambient (θ_{JA})	145.45 °C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	66.67 °C/W

パッケージの最新の外形情報およびランドパターン（フットプリント）については、www.maximintegrated.com/packagesを参照してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は、RoHSステータスのみを示しています。パッケージ図面には異なるサフィックスが表示される場合がありますが、図面はRoHSステータスに関係なくパッケージに固有のものです。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC仕様JESD51-7に記載の方法により、4層基板を用いて求めたものです。パッケージの熱的考察の詳細については、www.maximintegrated.com/thermal-tutorialを参照してください。

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	2/21	市場投入のためのリリース	-



Maxim Integratedは完全にMaxim Integrated製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maxim Integratedは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。「Electrical Characteristics (電気的特性)」の表に示すパラメータ値(min、maxの各制限値)は、このデータシートの他の場所で引用している値より優先されます。

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2024年9月24日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。

なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2024年9月24日

製品名：MAX31328

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：8頁、表内 端子番号3番の機能欄、上から4行目

【誤】

「INTCN がロジック 0 に設定されている場合、このピンは方形波を出力し、その周波数は RS2 ビットと RS1 ビット で決まります。」

【正】

「INTCN がロジック 0 に設定されている場合、このピンは方形波を出力し、その周波数は Control [7:0] レジスタ内の RS[1:0] ビットで決まります。」

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2024年9月24日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。
なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2024年9月24日

製品名：MAX31328

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：8頁、表内 端子番号4番の機能欄、上から2行目

【誤】

「VCCがVPFを超えてから t_{RST} 経過すると、・・・」

【正】

「VCCがVPFを超えてから t_{REC} 経過すると、・・・」