



# nanoPower プッシュボタン・オン/オフ・コントローラおよび バッテリー・フレッシュネス・シール

MAX16169

## 概要

MAX16169 は超低消費電力のプッシュボタン・オン/オフ・コントローラで、スイッチ・バウンス防止機能およびラッチ機能を内蔵しています。このデバイスは、メカニカル・スイッチからのノイズの多い入力を受け付け、クリーンな、ラッチされた出力を生成すると共に、PB\_IN/PB\_INのスイッチ閉時間がバウンス防止時間を超えたことに反応して、ワンショットの割込み出力も生成します。PB\_IN/PB\_INのスイッチ閉時間がシャットダウン時間を超えると、より長いワンショット割込み出力が生成されます。MAX16169 のファミリには 2 種類のデバイスがあり、1 つはシャットダウン時間以上のより長いスイッチ閉によってラッチ出力がデアサートされ、他の 1 つはラッチ出力がアサートされたままになります。詳細については、表 1 を参照してください。

MAX16169 は+1.3V~+5.5V の電源範囲で動作し、消費電流は 40nA 未満であるため、低消費電力アプリケーションにおいてバッテリーの消耗を最小限に抑えたり、バッテリーの「フレッシュネス・シール」として使用したりすることができます。堅牢なスイッチ入力 (PB\_IN/PB\_IN) は±60V のレベルに対応し、±40kV の ESD 保護機能を備えているため、過酷な環境での使用が可能です。ラッチ出力は、レギュレータを制御するロジック信号として、または負荷電流が低いときに負荷を直接電源に接続するスイッチとして機能し、30mV 未満の電圧降下で 200mA の出力電流を提供します。個別のINT出力により、有効なプッシュボタン信号が検出されるたびにシステム割込みが可能です。非同期CLR入力を用いると、外部信号でラッチ出力を強制的にオフ状態にできます。

MAX16169 は-40°C~+125°C の温度範囲で動作し、6 ピン μDFN (マイクロ・デュアルフラット・リードなし) パッケージ (2mm × 2mm) で提供されます。

## アプリケーション

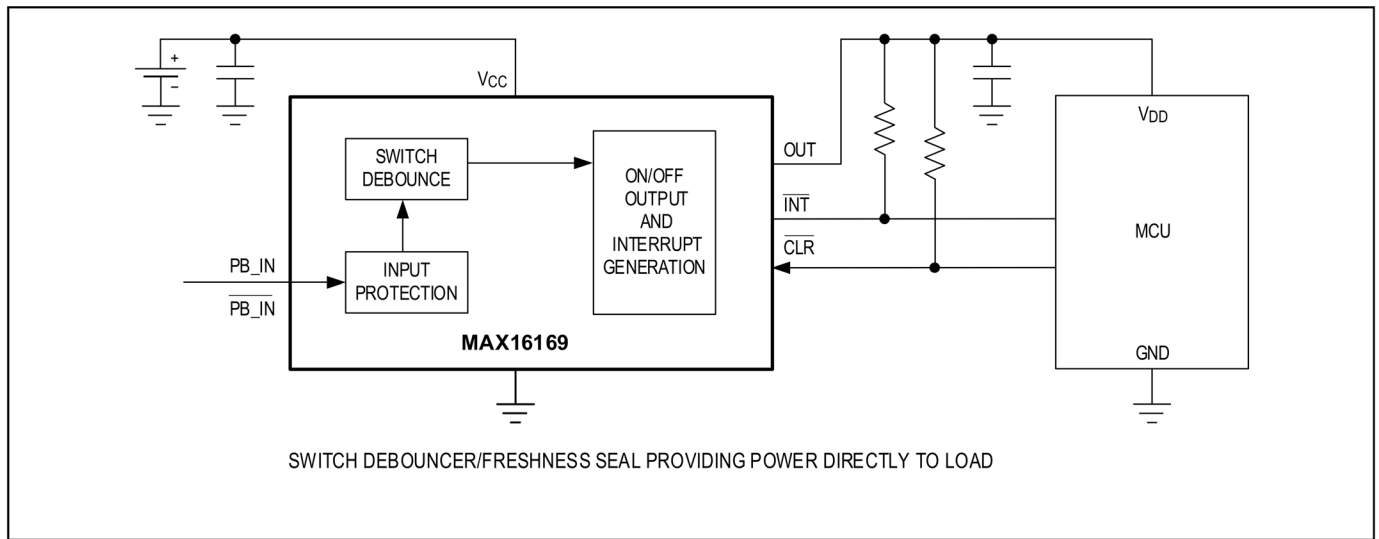
- 携帯型医療機器
- 携帯型計測器
- ハンドヘルド民生用電子機器
- 産業用機器
- モノのインターネット (IoT) デバイス
- 使い捨て低消費電力電子機器
- アセット・トラッキング・デバイス

## 利点と特長

- 超低電流による省電力
  - 40nA (最大) のスタンバイ電流 (I<sub>SB</sub>)
  - V<sub>CC</sub> 範囲: 1.3V~5.5V
- ノイズの多いスイッチのバウンス防止
  - バウンス防止時間: 50ms と 2 秒のオプション
  - シャットダウン・タイミング時間: 8 秒および 16 秒
- 柔軟な構成によってもたらされる設計の選択肢
  - ラッチ出力で 200mA の負荷電流を供給し、電圧降下は 30mV 未満
  - スwitch閉ごとのワンショットINT出力
  - INTタイミング・オプション: 8ms、32ms、64ms、128ms
  - アクティブローまたはアクティブハイのプッシュボタン入力
  - 2mm × 2mm、6 ピン μDFN
- 堅牢な機能により最終機器の信頼性が向上
  - プッシュボタン入力は最大±60V に対応
  - 人体モデル (HBM) に基づく静電放電 (ESD) からの保護: ±40kV

型番はデータシート末尾に記載されています。

## 標準アプリケーション回路図



## 目次

概要	1
アプリケーション	1
利点と特長	1
標準アプリケーション回路図	2
絶対最大定格	4
パッケージ情報	4
6ピン $\mu$ DFN	4
電気的特性	5
標準動作特性	7
ピン配置	8
6ピン $\mu$ DFN	8
端子説明	8
ブロック図	9
詳細	9
動作	9
堅牢なスイッチ入力	11
$\pm 40\text{kV}$ の ESD 保護	11
人体モデル	11
アプリケーション情報	12
負荷への電力供給	12
型番	12

**絶対最大定格**

V <sub>CC</sub> ~GND.....	-0.3V~+6V	保存温度範囲 .....	-40°C~+150°C
PB_IN/PB_IN~GND.....	-60V~+60V	はんだ処理温度 (リフロー) .....	+260°C
CLR、INT、OUT~GND.....	-0.3V~+6V	連続消費電力 (多層基板)	
動作温度範囲.....	-40°C~+125°C	6ピン $\mu$ DFN (T <sub>A</sub> = +70°C、+70°C を超えると	
ジャンクション温度.....	+150°C	4.50mW/°C でディレーティング) .....	357.8mW

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。

**パッケージ情報****6ピン  $\mu$ DFN**

Package Code	L622+1C
Outline Number	21-0164
Land Pattern Number	90-0004
<b>Thermal Resistance, Four Layer Board:</b>	
Junction-to-Ambient ( $\theta_{JA}$ )	223.6°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ )	122°C/W

最新のパッケージ外形図とランド・パターン (フットプリント) に関しては、[www.analog.com/packages](http://www.analog.com/packages) で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は RoHS 対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面は RoHS 状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC 規格 JESD51-7 に記載の方法で 4 層基板を使用して求めたものです。パッケージの熱に対する考慮事項の詳細については、[www.analog.com/thermal-tutorial](http://www.analog.com/thermal-tutorial) を参照してください。

## 電気的特性

( $V_{CC} = V_{MIN} \sim V_{MAX}$ ,  $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 、動作温度範囲および対応する電源電圧範囲にわたる限界値は、製品テストと特性評価によって裏付けられています。代表値は  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$  および  $V_{CC} = +3.3\text{V}$  での値です。)

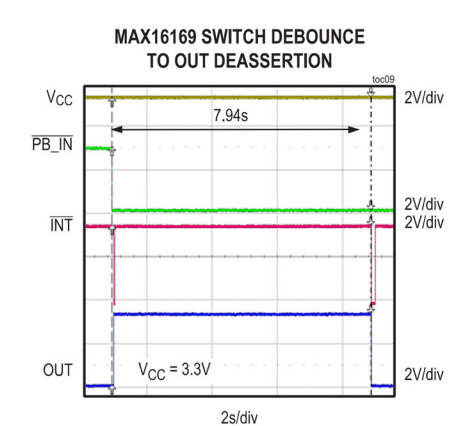
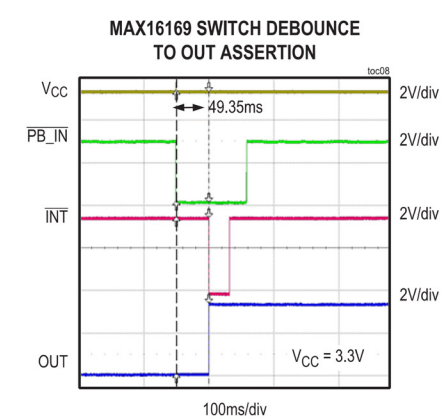
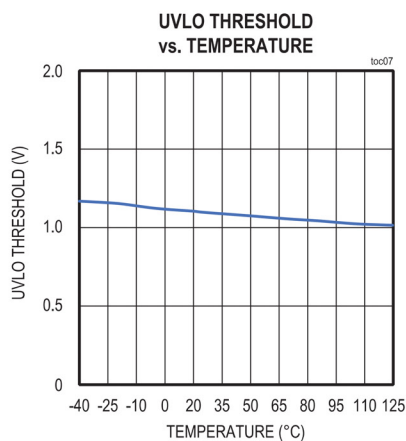
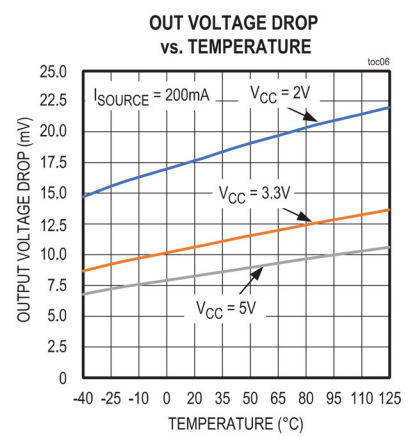
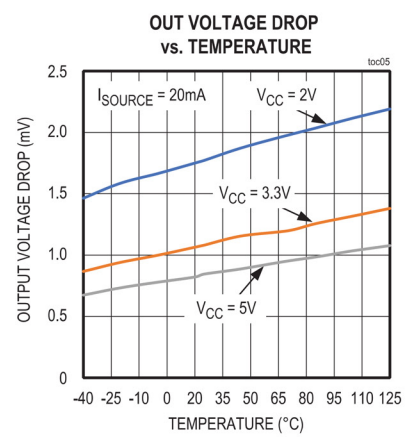
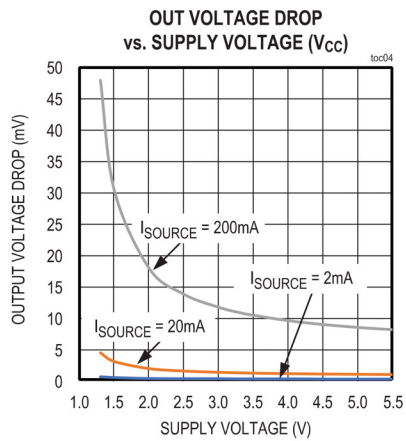
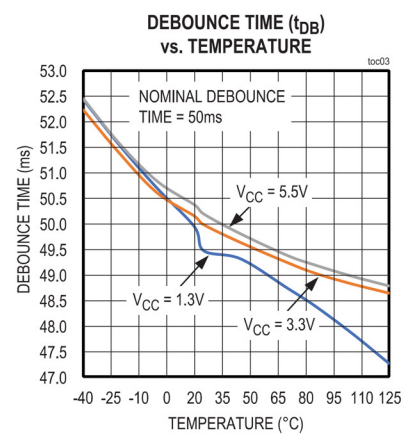
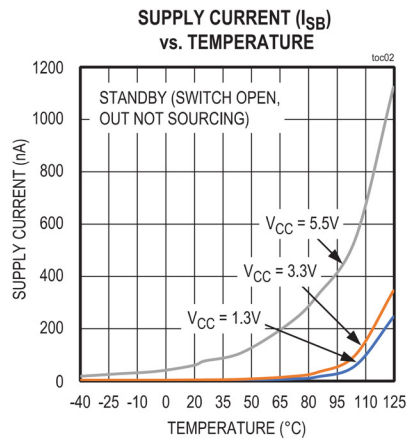
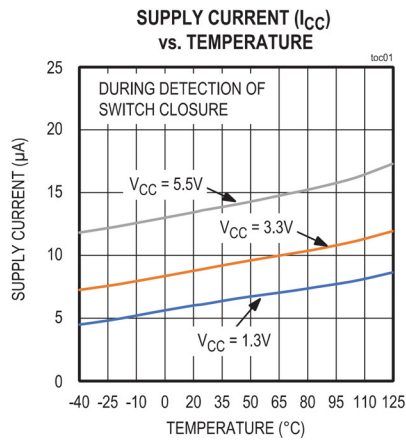
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range	$V_{CC}$		1.3		5.5	V
Power Supply Current	$I_{SB}$	$V_{CC} = 3.3\text{V}$ , OUT not asserted, PB_IN/PB_IN not connected. $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$		2	40	nA
		$V_{CC} = 3.3\text{V}$ , OUT not asserted, PB_IN/PB_IN not connected. $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$		2	80	nA
Power Supply Current	$I_{CC}$	During PB_IN/PB_IN detection or $\overline{\text{INT}}$ assertion		10	30	$\mu\text{A}$
	$I_{SB\_UVLO}$	$V_{CC} < 1.3\text{V}$ , $I_{OUT} = 0$ , PB_IN/PB_IN not connected, $\overline{\text{CLR}}$ not asserted		1	5	$\mu\text{A}$
Timing Accuracy		Deviation from the nominal value of debounce time ( $t_{DB}$ ), shutoff time ( $t_{SO}$ ), and interrupt time ( $t_{INT}$ )	-20	$\pm 5$	+20	%
Input High Voltage	$V_{IH}$	$\overline{\text{CLR}}$ and PB_IN/PB_IN	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ to $5.5\text{V}$	70		% $V_{CC}$
			$V_{CC} = 1.3\text{V}$ to $2.7\text{V}$	80		
Input Low Voltage	$V_{IL}$	$\overline{\text{CLR}}$ and PB_IN/PB_IN			30	% $V_{CC}$
Minimum Input High Time Detected		PB_IN		50		ms
Minimum Input Low Time Detected		$\overline{\text{PB\_IN}}$		50		ms
PB_IN/PB_IN Hysteresis				100		mV
PB_IN Pulldown Resistance		$0 < V_{PB\_IN} < V_{CC}$	1000	1400	2000	k $\Omega$
PB_IN Pullup Resistance		$0 < V_{\overline{\text{PB\_IN}}} < V_{CC}$	1000	1400	2000	k $\Omega$
PB_IN/PB_IN Input Current	$I_{IN}$	$V_{PB\_IN} = \pm 60\text{V}$ $V_{\overline{\text{PB\_IN}}} = \pm 60\text{V}$	-170		+170	$\mu\text{A}$
PB_IN/PB_IN Voltage Range		Continuous; $0\text{V} \leq V_{CC} \leq 5\text{V}$	-60		+60	V
		Transient; $0\text{V} \leq V_{CC} \leq 5.5\text{V}$	-60		+60	
$\overline{\text{CLR}}$ Input Current	$I_{CLR}$		-10	$\pm 1$	+10	nA
$\overline{\text{CLR}}$ Falling Edge to OUT Low Propagation Delay	$t_{CO}$	$R_L = 10\text{k}\Omega$ , $C_L = 100\text{pF}$		200		ns
$\overline{\text{CLR}}$ Lockout Time		The period following the rising edge of OUT during which transitions on $\overline{\text{CLR}}$ are ignored	$1.6 \times t_{INT}$	$2 \times t_{INT}$	$2.4 \times t_{INT}$	ms
OUT Output Voltage	$V_{OL}$	$V_{CC} = 3.3\text{V}$ , $I_{SINK} = 1.6\text{mA}$			0.4	V
		$V_{CC} = 1.3\text{V}$ , $I_{SINK} = 200\mu\text{A}$			0.2	

( $V_{CC} = V_{MIN} \sim V_{MAX}$ 、 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 、動作温度範囲および対応する電源電圧範囲にわたる限界値は、製品テストと特性評価によって裏付けられています。代表値は  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$  および  $V_{CC} = +3.3\text{V}$  での値です。)

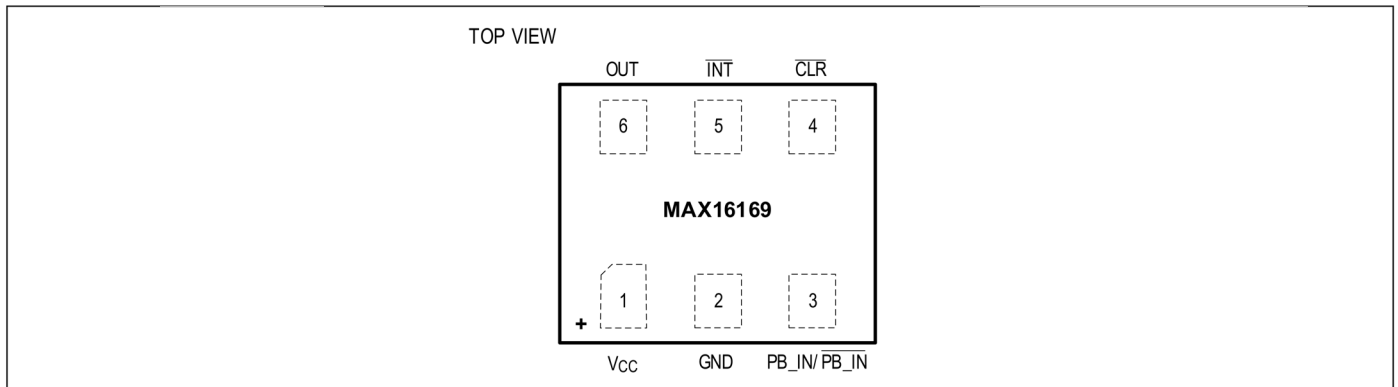
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
OUT Output Voltage	$V_{OH}$	$V_{CC} = 3.3\text{V}$ , $I_{SOURCE} = 200\text{mA}$	$V_{CC} - 0.03$			V
		$V_{CC} = 2.0\text{V}$ , $I_{SOURCE} = 2\text{mA}$	$V_{CC} - 0.01$			
		$V_{CC} = 1.3\text{V}$ , $I_{SOURCE} = 500\mu\text{A}$	$V_{CC} - 0.01$			
$\overline{\text{INT}}$ Output Voltage	$V_{OL\_INT}$	$V_{CC} = 3.3\text{V}$ , $I_{SINK} = 1\text{mA}$			0.2	V
		$V_{CC} = 1.3\text{V}$ , $I_{SINK} = 200\mu\text{A}$			0.2	
$\overline{\text{INT}}$ Leakage Current			-10	$\pm 1$	+10	nA
Interrupt Pulse Duration	$t_{INT}$	Beginning at $t_{DB}$	25.6	32	38.4	ms
		Beginning at the end of $t_{SO}$	102.4	128	153.6	
PB_IN/ $\overline{\text{PB\_IN}}$ ESD Protection		Human Body Model		$\pm 40$		kV

標準動作特性

(特に指定のない限り、 $V_{CC} = +3.3V$ 、 $T_A = 25^{\circ}C$ 。)



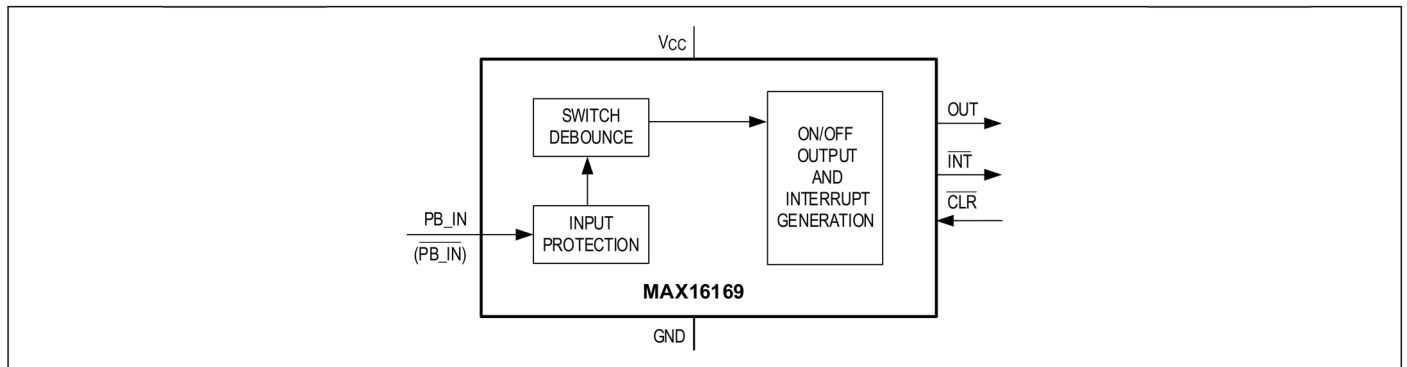
## ピン配置

6 ピン  $\mu$ DFN

## 端子説明

ピン	名称	説明
1	V <sub>CC</sub>	電源入力。0.1 $\mu$ F のコンデンサでグラウンドにバイパスしてください。
2	GND	グラウンド。
3	PB_IN/ PB_IN	プッシュボタン入力。PB_INは内部で V <sub>CC</sub> にプルアップされています。PB_IN をバウンス防止時間 (t <sub>DB</sub> ) より長い期間ローに保つと、OUT がハイにラッチされ、INT にワンショットのパルスが生成されます。MAX16169 の PB_IN スイッチがシャットダウン時間より長く閉になると、より長いワンショットのパルスが INT に生成されます。タイミング・オプション A の場合は、MAX16169 はスイッチの閉時間がシャットダウン時間を超過するとラッチ出力をデアサートします。タイミング・オプション B/C の場合は、MAX16169 はラッチ出力をデアサートしません。
4	CLR	クリア入力。CLR をローに引き下げると、ラッチされた OUT の信号をデアサートします。CLR がローにプルダウンされたときに OUT が既にデアサートされていれば、OUT の状態は変化しません。
5	INT	アクティブロー、オープン・ドレインの割込み/リセット出力。INT はワンショットの出力パルスです。バウンス防止時間 (t <sub>DB</sub> ) より長い期間 PB_IN がハイ (PB_IN がロー) に保たれると、INT が割込みタイムアウト時間だけアサートされます。INT は、V <sub>CC</sub> より高くプルアップされているときも含め、デアサートされている間は高インピーダンスです。
6	OUT	アクティブハイのプッシュプル・ラッチ出力。OUT はハイのときには V <sub>CC</sub> に接続されます。

## ブロック図



## 詳細

MAX16169 はプッシュボタン・オン/オフ・コントローラで、スイッチ・バウンス防止機能およびシステム電源制御用のラッチ出力を備えています。スイッチが閉じて  $\overline{\text{PB\_IN}}$  をハイ ( $\overline{\text{PB\_IN}}$  をロー) にプルし、バウンス防止時間 ( $t_{\text{DB}}$ ) 以上の期間安定した状態を続けると、OUT がハイにアサートされます。 $\overline{\text{CLR}}$  をローにドライブすると OUT はデアサートされます。MAX16169 のファミリには 2 種類のデバイスがあり、1 つはシャットダウン時間以上のより長いスイッチ閉によってラッチ出力がデアサートされ、他の 1 つはラッチ出力がアサートされたままになります。バウンス防止されたスイッチ閉操作ごとにワンショットの  $\overline{\text{INT}}$  出力が発生します。 $t_{\text{DB}}$ 、 $t_{\text{SO}}$  などのタイミングの長さを示す値の詳細については、表 1 を参照してください。

表 1. MAX16169 の入力タイミング特性

TIMING OPTION*	DEBOUNCE TIME ( $t_{\text{DB}}$ )	SHUTDOWN PERIOD ( $t_{\text{SO}}$ )	INTERRUPT PERIOD (SWITCH CLOSURE > $t_{\text{DB}}$ )	INTERRUPT PERIOD (SWITCH CLOSURE > $t_{\text{SO}}$ )	SWITCH CLOSURE > $t_{\text{SO}}$
A	50ms	8s	32ms	128ms	OUT deasserts
B	2s	16s	32ms	128ms	OUT stays asserted
C	50ms	16s	32ms	128ms	OUT stays asserted

\*発売時期については弊社にお問い合わせください。

## 動作

MAX16169 は +1.3V ~ +5.5V の電源電圧で動作し、OUT がデアサートされていて  $\overline{\text{PB\_IN}}/\overline{\text{PB\_IN}}$  が未接続のときの消費電流は 40nA 未満です。OUT がデアサートされているときは常に  $\overline{\text{CLR}}$  の状態は無視されます。OUT がアサートされた後、 $\overline{\text{INT}}$  期間の 2 倍の時間まで  $\overline{\text{CLR}}$  は引き続き無視されます。低消費電力アプリケーション（出力電流が最大約 200mA）では、OUT で負荷の直接駆動が可能です。この場合は電圧降下を最小限に抑えることができます。バウンス防止処理後のスイッチ閉ごとに  $\overline{\text{INT}}$  がアサートされます。 $t_{\text{SO}}$  より長くスイッチが閉になると、公称の  $\overline{\text{INT}}$  期間の 4 倍長い時間  $\overline{\text{INT}}$  がアサートされます。この  $\overline{\text{INT}}$  の長時間化は、特定の機能の実行やシャットダウン・プロセスの起動用のシステムへの通知に使用できます。この延長された  $\overline{\text{INT}}$  期間より長くスイッチを閉にしても、 $\overline{\text{INT}}$  は再アサートされず、 $\overline{\text{INT}}$  期間が延長されることもありません。

$V_{\text{CC}}$  が最初に供給されたとき（例えばバッテリーが最初に取り付けられたとき）、OUT はデアサートされます。

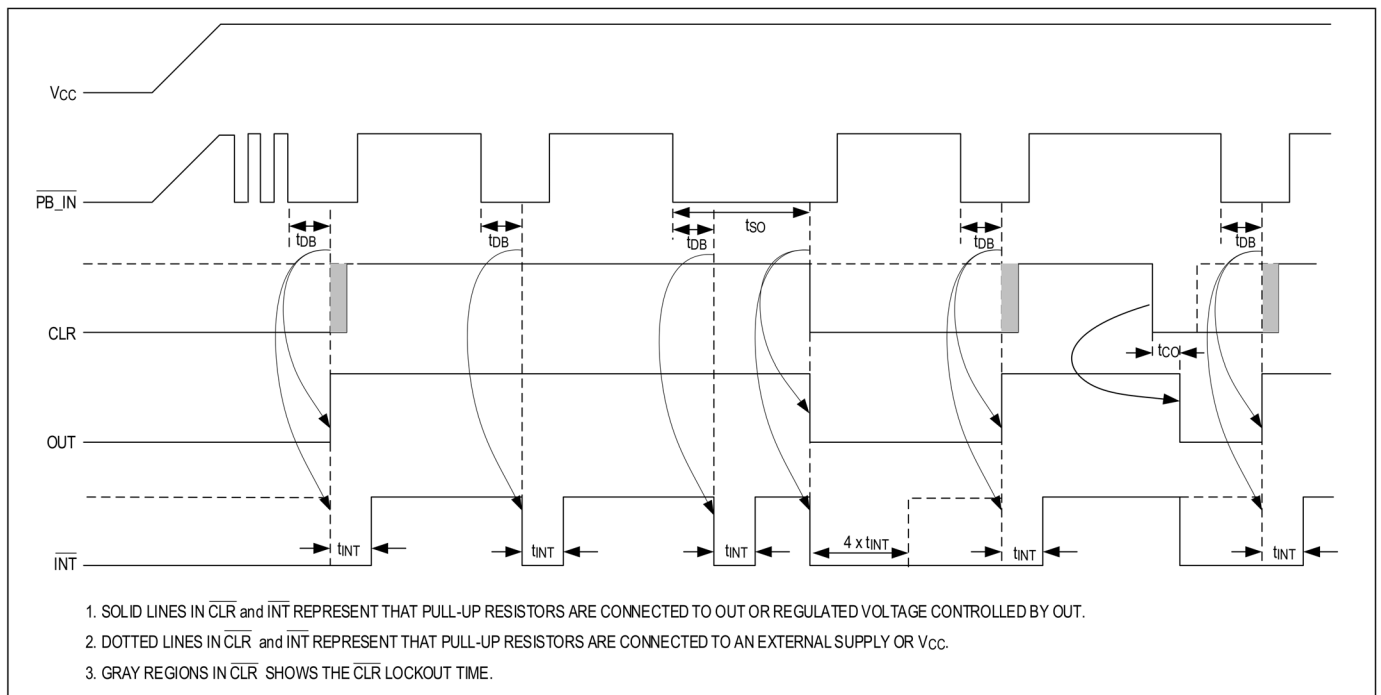


図 1. 長いボタン押下 ( $t_{so}$ ) によって OUT がデアサートされている MAX16169 のタイミング図 ( $\overline{\text{PB\_IN}}$  入力の例)

$\overline{\text{PB\_IN}}/\overline{\text{PB\_IN}}$  に非常に短いハイ期間 (約 50ms 未満) があっても無視され、スイッチの高速なバウンスでバウンス防止ロジックが中断されることはありませんが、有効な短い押下とリリースがあればバウンス防止がリセットされます。図 1 は MAX16169 のタイミング・オプション A のタイミング図を示しています。  $t_{DB}$  より長いスイッチ閉期間があると OUT がアサートされます。  $t_{so}$  より長い期間スイッチが閉になると OUT がデアサートされ、  $\overline{\text{INT}}$  に延長割込みが発生します。代表的には、図 1 に示すように、  $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  は OUT もしくは OUT で制御される安定化電圧でプルアップされます。したがって、OUT がデアサートされている間は  $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  はローにプルダウンされます。  $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  は、変動しない電源電圧でプルアップされている場合、OUT がデアサートされている間は水平の破線のように振る舞います。

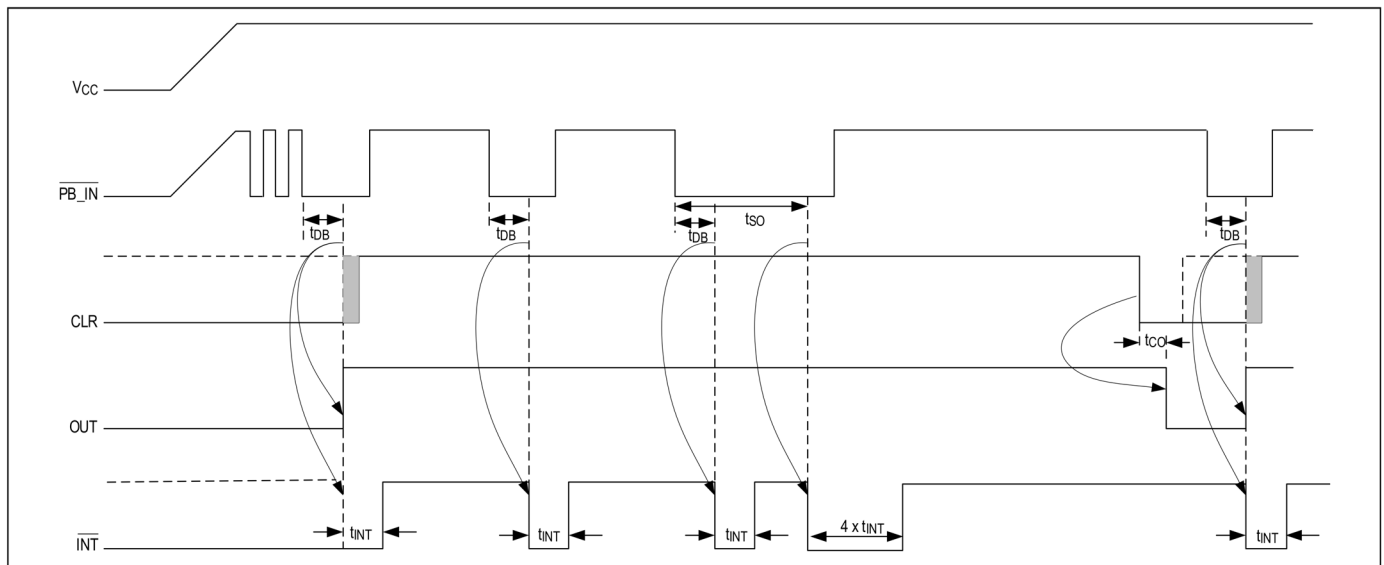


図 2. 長いボタン押下 ( $t_{so}$ ) によって OUT がアサートされたままになっている MAX16169 のタイミング図 ( $\overline{\text{PB\_IN}}$  入力の例)

図 2 は、MAX16169 のタイミング・オプション B/C の場合のタイミング図を示しています。t<sub>DB</sub> より長い期間スイッチが閉じると OUT がアサートされます。t<sub>SO</sub> より長い期間スイッチが閉じたとき、OUT はデアサートされませんが、延長割込みが発生します。代表的には、図 2 に示すように、 $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  は OUT もしくは OUT で制御される安定化電圧でプルアップされます。したがって、OUT がデアサートされている間は  $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  はローにプルダウンされます。 $\overline{\text{INT}}$  と  $\overline{\text{CLR}}$  は、変動しない電源電圧でプルアップされている場合、OUT がデアサートされている間は水平の破線のように振る舞います。

### 堅牢なスイッチ入力

スイッチ入力 (PB\_IN/ $\overline{\text{PB\_IN}}$ ) には、損傷につながるようなフォルト状態への対応として過電圧クランプ・ダイオードが備えられています。スイッチの入力電圧は、グラウンドに対し  $\pm 60\text{V}$  の範囲の振幅があっても安全です。

### $\pm 40\text{kV}$ の ESD 保護

取扱い時や組立て時に発生しうる静電放電から保護するため、全てのピンに ESD 保護構造が組み込まれています。更に、MAX16169 では、スイッチ入力を  $\pm 40\text{kV}$  の ESD に対して損傷なく保護できる、静電気に対する保護能力が追加されています。ESD 保護の試験は様々な方法で実施されますが、この製品では人体モデルを使用して  $\pm 40\text{kV}$  の保護に対する特性評価を行っています。

### 人体モデル

図 3 は人体モデルを示し、図 4 は低いインピーダンスに向けて放電するときの電流波形を示しています。このモデルでは 100pF のコンデンサを使用し、測定対象の ESD 電圧まで充電した後、1.5k $\Omega$  の抵抗を介してテスト対象デバイスに向けて放電します。

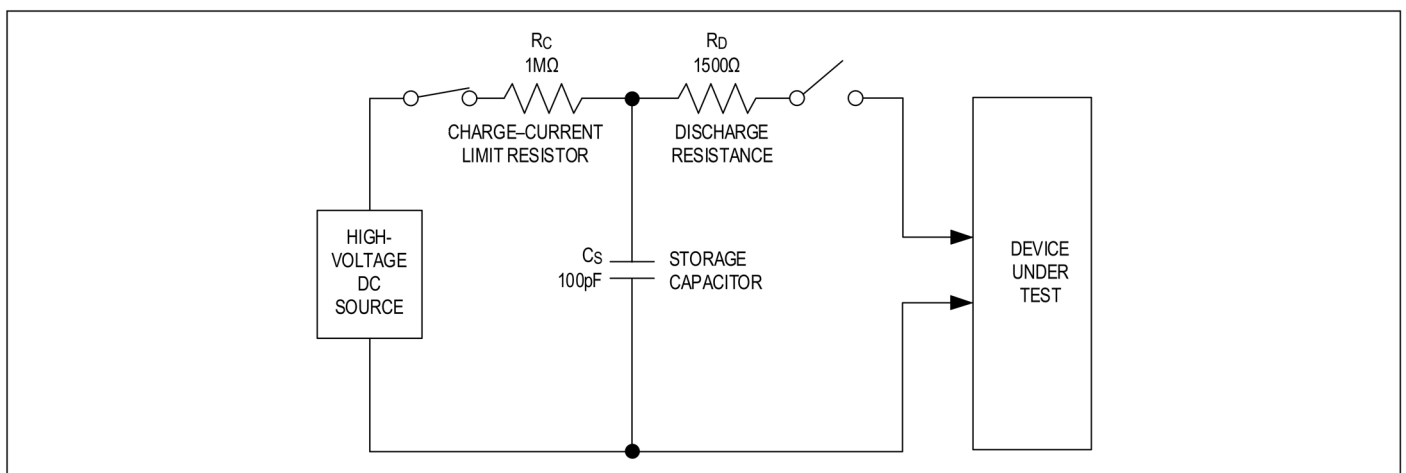


図 3. 人体モデルによる ESD 試験モデル

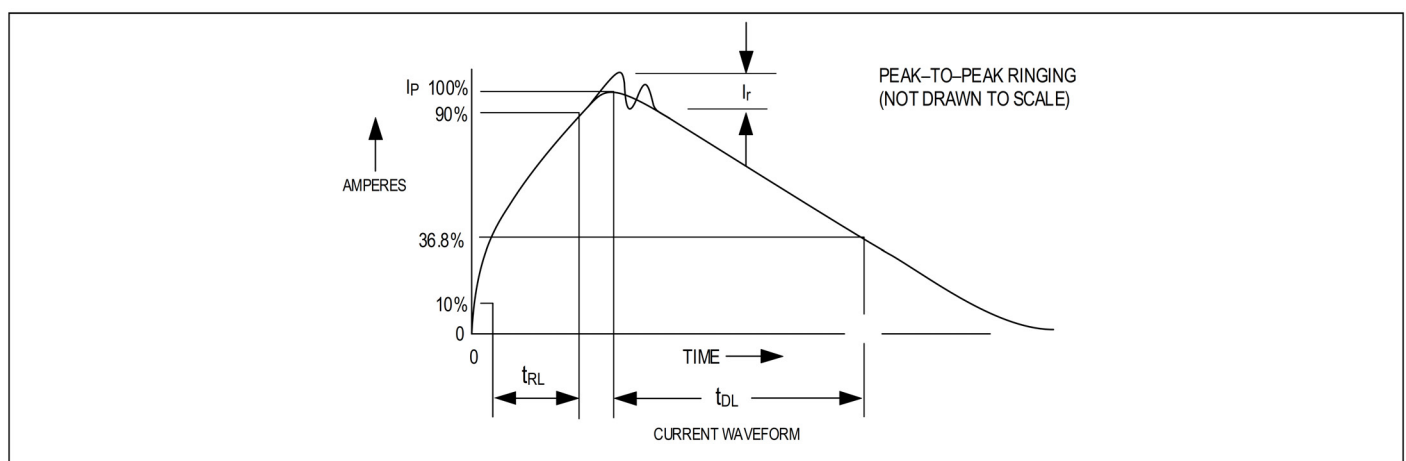


図 4. 人体モデルの電流波形

## アプリケーション情報

## 負荷への電力供給

ほとんどのポータブル・システムの負荷は OUT で駆動できます。回路の供給電流が 200mA であるとき、V<sub>CC</sub> から OUT への電圧降下は 30mV 未満です。標準アプリケーション回路図は OUT から負荷に直接電力を供給する場合を示しています。

## 型番

PART NUMBER	DEBOUNCE TIME (t <sub>DB</sub> )	SHUTDOWN PERIOD (t <sub>SO</sub> )	INTERRUPT PERIOD (SWITCH CLOSURE > t <sub>DB</sub> )	INTERRUPT PERIOD (SWITCH CLOSURE > t <sub>SO</sub> )	SWITCH CLOSURE > t <sub>SO</sub>	PB POLARITY	PACKAGE
MAX16169AALTA+/ MAX16169AALTA+T	50ms	8s	32ms	128ms	OUT deasserts	$\overline{\text{PB\_IN}}$	μDFN

全てのデバイスは-40°C~+125°Cの動作温度範囲にわたり仕様規定されています。

+は鉛 (Pb) フリー/RoHS 準拠のパッケージであることを示します。

T = テープ&リール。

計画中の製品の供給体制については弊社にお問い合わせください。

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	11/23	初版発行	-