

# ハイサイド、NチャンネルMOSFET スイッチドライバ

## 概要

MAX1614は、ハイサイドNチャンネルパワーMOSFETを駆動し、ポータブル機器のバッテリーパワースイッチング機能を提供します。NチャンネルパワーMOSFETは通常、サイズ及びコストが同程度のPチャンネルMOSFETに比べてオン抵抗が3分の1となっています。外付部品を必要とせず、内部マイクロパワーレギュレータ及びチャージポンプによってハイサイド駆動出力電圧を生成します。

MAX1614は、ローバッテリー状態の表示、システムマイクロプロセッサへの早期パワーフェイル警報、あるいはバッテリーの負荷からの切断用に使用できる精度1.5%のローバッテリーコンパレータを備えています。これにより、過放電及びバッテリーの損傷を防ぐことができます。内部ラッチにより、極小の消費電流による押釦オン/オフ制御が可能です。オフモードの消費電流は僅か6 $\mu$ Aで、通常動作でも25 $\mu$ A以下となっています。MAX1614は、標準8ピンSOPよりも60%小型の省スペース $\mu$ MAXパッケージで提供されています。

## アプリケーション

ノートブックコンピュータ  
ポータブル機器  
ハンドヘルド計器  
バッテリーパック

## 特長

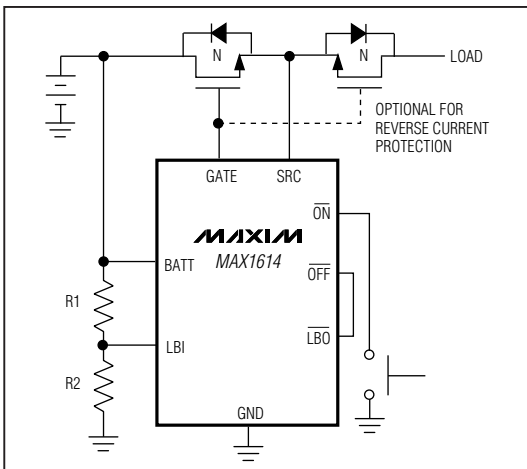
- ◆ 内部オン/オフラッチ
- ◆ ハイサイドNチャンネルパワーMOSFETドライブ
- ◆ 自己消費電流：25 $\mu$ A(max)
- ◆ オフ電流：6 $\mu$ A(max)
- ◆ 外付部品不要
- ◆ 精度1.5%のローバッテリー検出
- ◆ パッケージ：省スペース $\mu$ MAX
- ◆ 入力電圧範囲：5V~26V
- ◆ 単一又は直列MOSFETを駆動
- ◆ 突入電流を低減するターンオン制御

## 型番

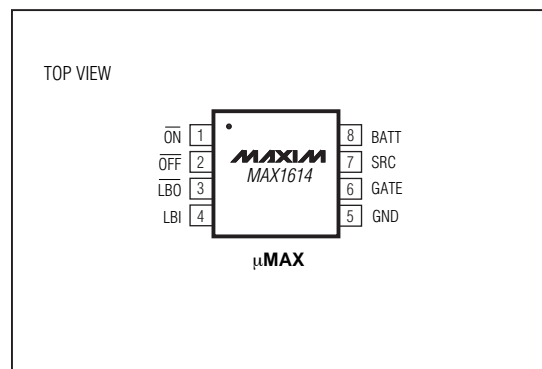
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1614C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX1614EUA	-40°C to +85°C	8 $\mu$ MAX

\*Contact factory for dice specifications.

## 標準動作回路



## ピン配置



# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

MAX1614

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

BATT, SRC to GND.....	-0.3V to +30V	Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ ) $\mu\text{MAX}$ (derate 4.10mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ ) .....	330mW
GATE to SRC.....	-0.3V to +12V	Operating Temperature Range .....	$-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$
GATE to GND.....	-0.3V to +36V	Junction Temperature .....	$+150^\circ\text{C}$
GATE + SRC Sink Current, Continuous .....	2.7mA	Storage Temperature Range .....	$-65^\circ\text{C}$ to $+160^\circ\text{C}$
LBI, LBO, $\overline{\text{ON}}$ , $\overline{\text{OFF}}$ to GND .....	-0.3V to +12V	Lead Temperature (soldering, 10sec) .....	$+300^\circ\text{C}$
LBO Current.....	5mA		

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{\text{BATT}} = 15\text{V}$ ,  $T_A = 0^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
BATT Operating Range		$V_{\text{GATE}} - V_{\text{SRC}} > 3\text{V}$ , SRC = BATT	5		26	V
BATT Shutdown Current	ISHDN	$V_{\text{BATT}} = 26\text{V}$ , $\overline{\text{ON}} = \overline{\text{OFF}} = \text{unconnected}$ , $I_{\text{GATE}} = 0\text{A}$ , device latched off, $V_{\text{LBI}} = 1.5\text{V}$		4	7	$\mu\text{A}$
Quiescent Current	$I_{\text{BATT}} + I_{\text{SRC}}$	$V_{\text{BATT}} = 15\text{V}$ , $\overline{\text{ON}} = \overline{\text{OFF}} = \text{unconnected}$ , $I_{\text{GATE}} = 0\text{A}$ , device latched on, $V_{\text{LBI}} = 1.5\text{V}$ , SRC = BATT		17	30	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{BATT}} = 26\text{V}$ , $\overline{\text{ON}} = \overline{\text{OFF}} = \text{unconnected}$ , $I_{\text{GATE}} = 0\text{A}$ , device latched on, $V_{\text{LBI}} = 1.5\text{V}$ , SRC = BATT		21	40	
<b>INTERNAL CHARGE PUMP</b>						
GATE Drive Voltage	$V_{\text{GS}}$	Measured from GATE to SRC, $V_{\text{BATT}} = 15\text{V}$ , $I_{\text{GATE}} = 0\text{A}$	6.5	8	9.0	V
		Measured from GATE to SRC, $V_{\text{BATT}} = V_{\text{SRC}} = 5\text{V}$ , $I_{\text{GATE}} = 1.5\mu\text{A}$	3			
GATE Drive Output Current		$V_{\text{GATE}} = V_{\text{SRC}} = 15\text{V}$	15		60	$\mu\text{A}$
GATE Discharge Current		$V_{\text{GATE}} = 4\text{V}$ , device latched off	0.5		2	$\text{mA}$
<b>LOW-BATTERY COMPARATOR</b>						
LBI Trip Level	$V_{\text{TH}}$	LBI input falling	1.182	1.20	1.218	V
LBI Trip Hysteresis				$0.02V_{\text{TH}}$		V
Minimum $V_{\text{BATT}}$ for Valid $\overline{\text{LBO}}$		Tested at $V_{\text{LBI}} = V_{\text{BATT}} / 4$		0.9	4	V
LBI Input Current	$I_{\text{LBI}}$	$V_{\text{LBI}} = 1.3\text{V}$			10	$\text{nA}$
$\overline{\text{LBO}}$ Low Voltage	$V_{\text{OL}}$	$I_{\text{SINK}} = 1\text{mA}$			0.4	V
$\overline{\text{LBO}}$ High Leakage	$V_{\text{OH}}$	$V_{\overline{\text{LBO}}} = 11.5\text{V}$			0.5	$\mu\text{A}$
<b>CONTROL INPUTS (<math>\overline{\text{ON}}</math>, <math>\overline{\text{OFF}}</math>)</b>						
Minimum Input Pull-Up Current		Tested at 2V	0.5			$\mu\text{A}$
Maximum Input Pull-Up Current		Tested at 0.6V		1.5	2	$\mu\text{A}$
Input Low Voltage	$V_{\text{IL}}$	$V_{\text{BATT}} = 5\text{V}$			0.6	V
Input High Voltage	$V_{\text{IH}}$	$V_{\text{BATT}} = 26\text{V}$	2.0			V
Minimum Input Pulse Width	$t_{\text{PW}}$	$V_{\text{BATT}} = 5\text{V}$		0.5	1.0	$\mu\text{s}$

# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

MAX1614

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

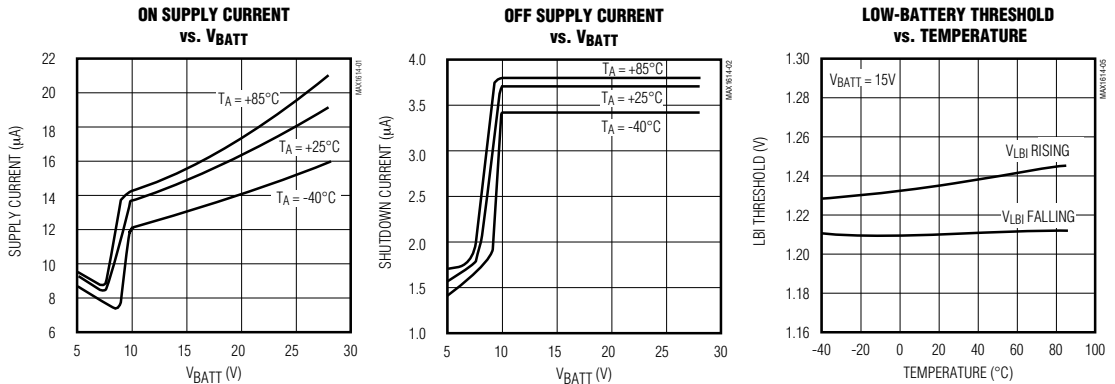
( $V_{BATT} = 15V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
BATT Operating Range		$V_{GATE} - V_{SRC} > 3V$ , $SRC = BATT$	5.0		26	V
BATT Shutdown Current	$I_{SHDN}$	$V_{BATT} = 26V$ , $\overline{ON} = \overline{OFF} = \text{unconnected}$ , $I_{GATE} = 0A$ , device latched off, $V_{LBI} = 1.5V$			8	$\mu A$
Quiescent Current	$I_{BATT} + I_{SAC}$	$V_{BATT} = 26V$ , $\overline{ON} = \overline{OFF} = \text{unconnected}$ , $I_{GATE} = 0A$ , device latched on, $V_{LBI} = 1.5V$			40	$\mu A$
<b>INTERNAL CHARGE PUMP</b>						
GATE Drive Voltage	$V_{GS}$	Measured from GATE to SRC, $V_{BATT} = 15V$ , $I_{GATE} = 0A$	6.5		9.0	V
		Measured from GATE to SRC, $V_{BATT} = 5.25V$ , $I_{GATE} = 1.5\mu A$ , $V_{SRC} = 5.25V$	3			
GATE Drive Output Current		$V_{GATE} = V_{SRC} = 15V$	15		60	$\mu A$
<b>LOW-BATTERY COMPARATOR</b>						
LBI Trip Level	$V_{TH}$	LBI input falling	1.176	1.20	1.224	V

**Note 1:** Specifications to  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design and not production tested.

## 標準動作特性

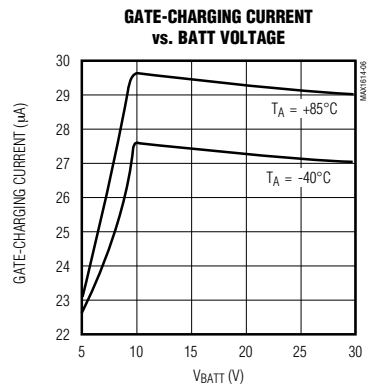
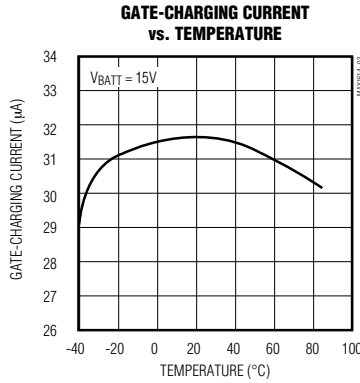
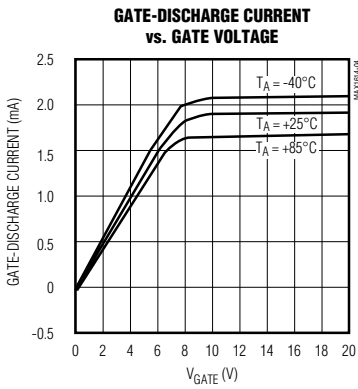
( $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)



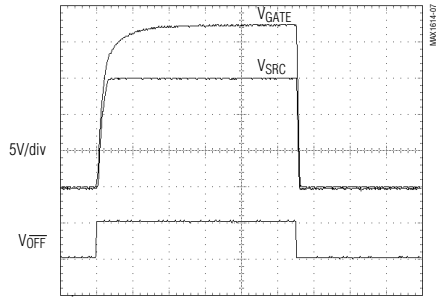
# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

## 標準動作特性(続き)

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)



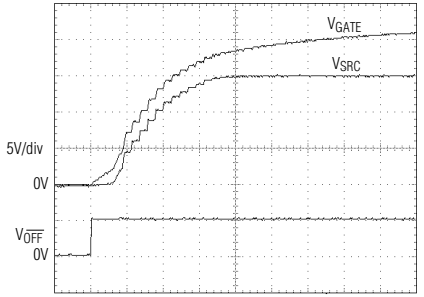
### GATE AND SOURCE TRANSITIONS FOR TYPICAL MOSFET LOAD



SI9936 MOSFETS  
 $I_{LOAD} = 1\text{A}$   
 $ON = GND$

1ms/div

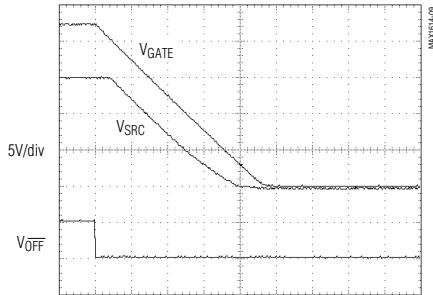
### GATE TURN-ON TRANSITION FOR TYPICAL MOSFET LOAD



SI9936 MOSFETS  
 $I_{LOAD} = 1\text{A}$   
 $C_{ISS} = 400\text{pF}$   
 $ON = GND$

100µs/div

### GATE TURN-OFF TRANSITION FOR TYPICAL MOSFET LOAD



SI9936 MOSFETS  
 $I_{LOAD} = 1\text{A}$   
 $C_{ISS} = 400\text{pF}$   
 $ON = GND$

20µs/div

# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

MAX1614

## 端子説明

端子	名称	機能
1	$\overline{\text{ON}}$	オン/オフラッチへのSET入力。 $\overline{\text{OFF}}$ がハイの状態では $\overline{\text{ON}}$ をパルス的にローにすると、外部MOSFETがターンオンします。 $\overline{\text{ON}}$ と $\overline{\text{OFF}}$ の両方がローの場合、素子はオフになります。
2	$\overline{\text{OFF}}$	オン/オフラッチへのRESET入力。 $\overline{\text{ON}}$ がハイの状態では $\overline{\text{OFF}}$ をパルス的にローにすると、外部MOSFETがターンオフします。 $\overline{\text{ON}}$ と $\overline{\text{OFF}}$ の両方がローの場合、素子はオフになります。
3	$\overline{\text{BO}}$	オープンドレイン、ローバッテリーコンパレータ出力。 $V_{\text{LBI}}$ がトリップポイントよりも低いと、 $\overline{\text{BO}}$ がローになります。
4	LBI	ローバッテリーコンパレータ入力。 $V_{\text{LBI}}$ が1.20V(typ)よりも低くなると $\overline{\text{BO}}$ は、ローになります。BATT、LBI及びGNDの間に分圧器を接続して、バッテリー低電圧トリップスレシヨルドを設定してください(標準動作回路を参照)。
5	GND	システムグラウンド
6	GATE	ゲートドライブ出力。外部NチャネルMOSFETのゲートに接続してください。MAX1614がオフのときに、GATEは能動的にGNDに引き下げられます。
7	SRC	ソース入力。外部NチャネルMOSFETのソースに接続してください。MAX1614がオフのときに、SRCは能動的にGNDに引き下げられます。
8	BATT	バッテリー入力。5V~26Vのバッテリー電圧に接続してください。

## 詳細

MAX1614は、内部モノリシックチャージポンプ及び低ドロップアウトリアレギュレータを使用し、NチャネルMOSFETハイサイドスイッチを完全に駆動するために必要な8Vの $V_{\text{GS}}$ 電圧を供給します(図1)。チャージポンプは、通常30 $\mu\text{A}$ の電流を供給し、800pFのゲート容量を400 $\mu\text{s}$ で充電します( $V_{\text{BATT}} = 15\text{V}$ )。ターンオン時間を遅くするには、GATEピンとSRCピンの間に小さなコンデンサを取り付けてください。オフ時にはGATE及びSRCはローに引き下げられ、800pFのゲート容量を通常80 $\mu\text{s}$ で放電します。

MAX1614は、独立のオン/オフ制御入力を提供しています( $\overline{\text{ON}}$ 及び $\overline{\text{OFF}}$ )。  $\overline{\text{ON}}$ 及び $\overline{\text{OFF}}$ は、それぞれ内部フリップフロップのSET及びRESET入力に接続しています。(  $\overline{\text{OFF}} = \text{ハイ}$ で)  $\overline{\text{ON}}$ がパルス的にローになると、内部チャージポンプがターンオンし、GATEはSRCより8V高い電圧に達します。これにより、外部MOSFETがターンオンされます。チャージポンプは、 $\overline{\text{OFF}}$ がパルス的にローになるまで外部MOSFETへのゲート駆動電圧を保持します。 $\overline{\text{OFF}}$ がパルス的にローになると、内部チャージポンプはターンオフして、GATEは内部スイッチを通じてグラウンドに放電します。ターンオン時間を遅くするには、小さなコンデンサを追加してください。

## アプリケーション情報

### $\overline{\text{ON}}$ / $\overline{\text{OFF}}$ を3V又は5Vロジックに接続

$\overline{\text{ON}}$ 及び $\overline{\text{OFF}}$ は、最大2 $\mu\text{A}$ のプルアップ電流ソースに内部接続されています(図1)。 $\overline{\text{ON}}$ 及び $\overline{\text{OFF}}$ のオープン回路電圧範囲は、7V~10.5V(公称8.5V)です。電流ソースは比較的弱いので、低電圧(例えば3V又は5V)で

駆動されるロジックに $\overline{\text{ON}}$ 及び $\overline{\text{OFF}}$ を直接接続しても、これらのピンを駆動しているゲート出力がハイのときに少なくとも2 $\mu\text{A}$ をシンクできる場合は問題ありません。

MAX1614のシャットダウン機能は、押釦オン/オフスイッチ1個で動作するように設計されていますが、ゲート1個で駆動することもできます。 $\overline{\text{ON}}$ をGNDに接続し、 $\overline{\text{OFF}}$ を直接駆動してください(図2)。

### 最大スイッチングレート

MAX1614は、高速スイッチングアプリケーション用ではありません。むしろ負荷電流の変化率  $di/dt$  を制限するように設計されています。最大スイッチングレートはターンオン時間で制限されていますが、このターンオン時間はチャージポンプの出力電流とGATEの全容量( $C_{\text{GATE}}$ )の関数です。「標準動作特性」のゲート充電電流対 $V_{\text{BATT}}$ のグラフを使って、ターンオン時間を外部MOSFETのゲート容量の関数として計算してください。ターンオフ時間はターンオン時間に比べて小さいため、最大スイッチングレートは約 $1/t_{\text{ON}}$ です。

### ゲート容量の追加

チャージポンプは、モノリシックの内部コンデンサを使用して外部MOSFETゲートを充電します。通常、外部MOSFETのゲート容量はタンクコンデンサとして十分な容量になっています。MOSFETがMAX1614からかなり離れている場合は、GATEピンとSRCピンの間にローカルバイパスコンデンサ(100pF typ)を配置してください。ターンオン時間を遅くする場合は、GATEとSRCの間に小さなコンデンサを追加してください。

# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

MAX1614

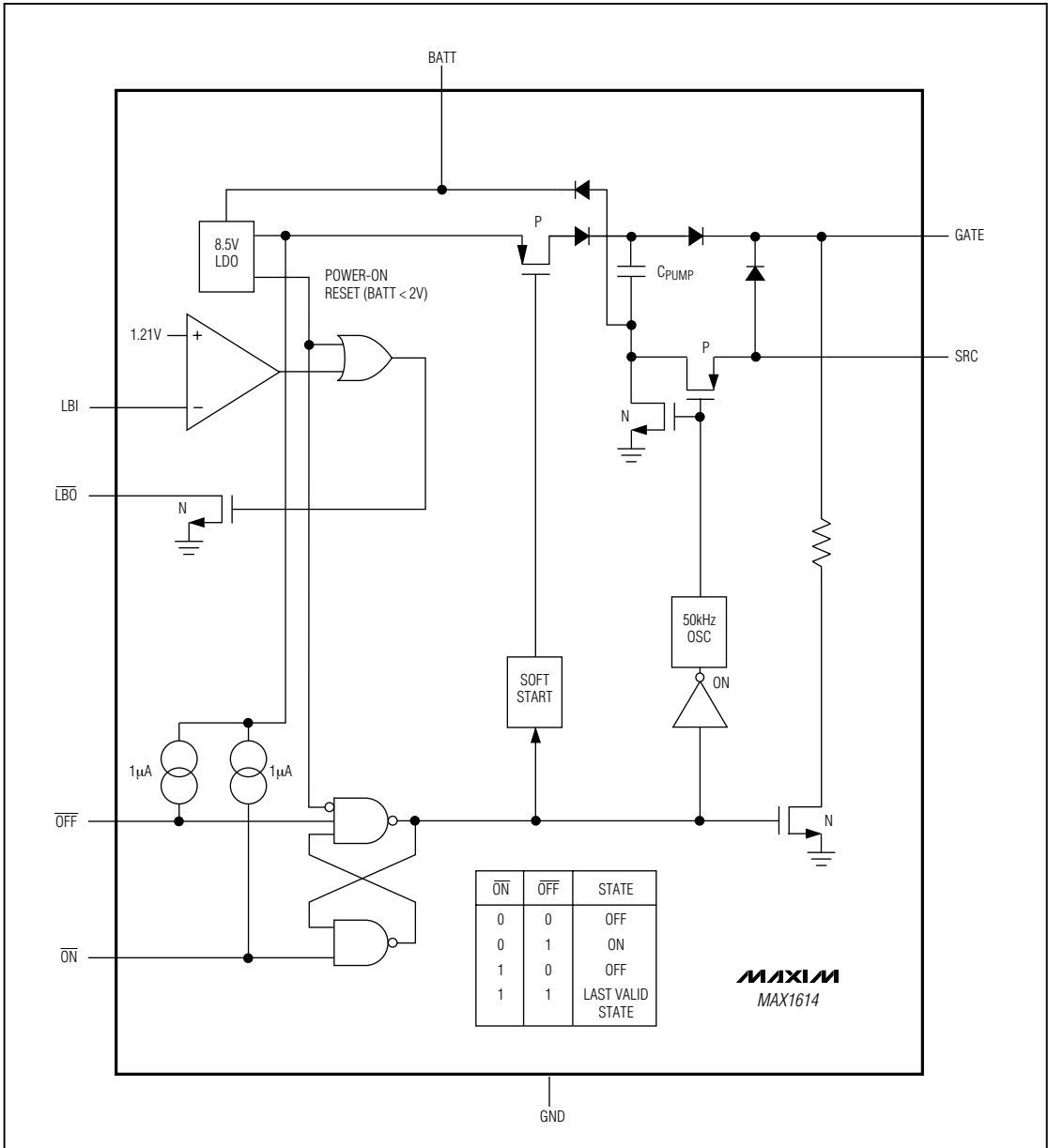


図1. ファンクションダイアグラム

# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

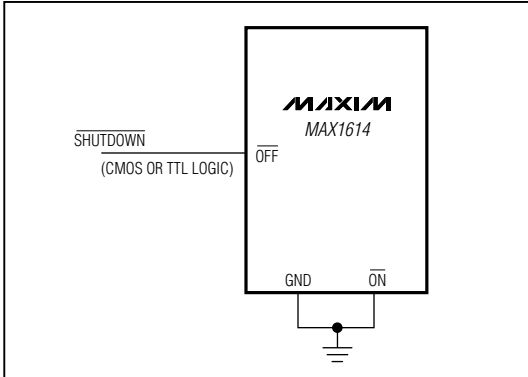


図2. 1線式シャットダウン制御

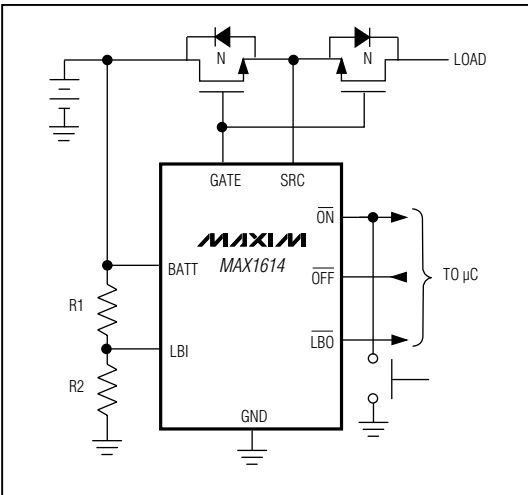


図3. 押釦1個のオン/オフ制御

## 押釦スイッチ1個でオン/オフ制御

MAX1614はオンとオフの入力が独立であるため、外付MOSFETの制御に対する融通性に優れています。 $\overline{\text{ON}}$ ピン及びマイクロコントローラ( $\mu\text{C}$ )に押釦スイッチを接続すると、シングルボタン制御になります。 $\overline{\text{OFF}}$ ピンをもう1つの $\mu\text{C}$  I/Oピンに接続してください。初めてボタンを押すと、MAX1614は自動的にターンオンし、この信号は $\mu\text{C}$ にも検出されます。2度めにボタンを押すと、 $\mu\text{C}$ はラップアラウンドして $\overline{\text{OFF}}$ ピンをローに引き下げ、MAX1614をターンオフします(図3)。

シンプルなローバッテリー切断/新バッテリー再接続回路  
度重なる過放電又はセルの逆挿入による二次電池の損傷を防ぐために、シンプルな低電圧切断回路を使用した方が良い場合があります。「標準動作回路」はバッテリー電圧が必要な最小バッテリー電圧( $V_{\text{LOW BATT}}$ )よりも低くなると、MAX1614をターンオフしてバッテリーを負荷から切り離します。最小バッテリー電圧は次式で得られます。 $V_{\text{LOW BATT}} = (R1 + R2) / R2 \times V_{\text{TH}}$ で、 $V_{\text{TH}}$ はLBI入力スレッショルド(1.20V typ)です。新しいセルを挿入したりバッテリーを再充電した場合は、 $\mu\text{C}$ 又は押釦によって負荷を再び接続します。

## $\overline{\text{LBO}}$ を使用して早期パワーフェイル割込を発生

多くのアプリケーションでは、電源が落下しつつあることを知らせる早期警報が必要です。この警報によって、マイクロプロセッサ( $\mu\text{P}$ )は電源がダウンする前に「システム保護」機能(メモリのその時の設定の保存等)を実行できます。LBIをバッテリーの両端の抵抗分圧器に接続し、 $\overline{\text{LBO}}$ を $\mu\text{P}$ の割込(NMI)に接続してください。レギュレーションが劣化し始めるポイントまでバッテリー電圧が下がったときに $\overline{\text{LBO}}$ がローになるように、スレッショルドを設定してください(図4)。 $V_{\text{LOW BATT}} = (R1 + R2) / R2 \times V_{\text{TH}}$ で、 $V_{\text{TH}}$ はLBI入力スレッショルド(1.20V typ)です。システム保護が完了した時点で、 $\mu\text{P}$ は $\overline{\text{OFF}}$ をローに引き下げることにより負荷をターンオフできます。

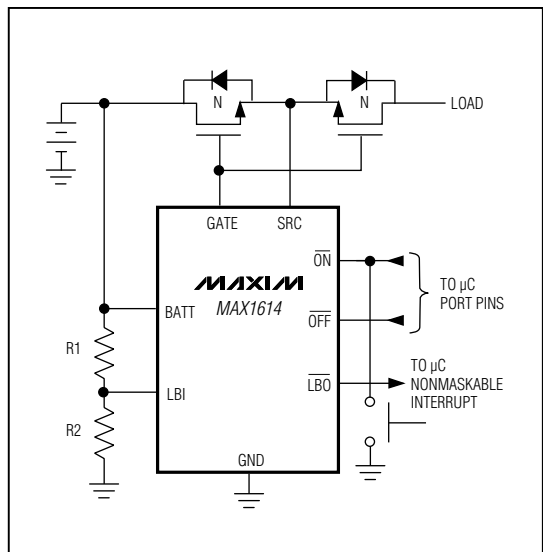


図4.  $\overline{\text{LBO}}$ を使用して早期パワーフェイル割込を発生

# ハイサイド、NチャネルMOSFET スイッチドライバ

## ローバッテリーコンパレータのヒステリシスの増加

MAX1614は、ローバッテリー検出用に2%のヒステリシスを備えたコンパレータを内蔵しています。ローバッテリーコンパレータ用に2%以上のヒステリシスが必要で、 $\overline{\text{LBO}}$ がOFFに接続されている場合は、図5の回路を使用してヒステリシスを追加してください。図5の回路では、 $\overline{\text{LBO}}$ がNチャネルMOSFETを制御し、このMOSFETがR2を短絡してトリップポイントに正のフィードバックを付加します。これはOFFでの1 $\mu\text{A}$ のプルアップを負荷で引き下げないために必要です(図1)。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 264

SUBSTRATE CONNECTED TO GND

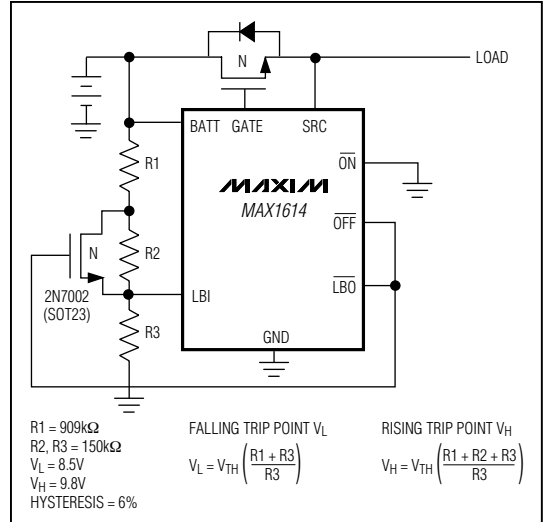


図5. バッテリ切断回路のヒステリシスを増加

## パッケージ

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.036	0.044	0.91	1.11
A1	0.004	0.008	0.10	0.20
B	0.010	0.014	0.25	0.36
C	0.005	0.007	0.13	0.18
D	0.116	0.120	2.95	3.05
E	0.116	0.120	2.95	3.05
e	0.0256		0.65	
H	0.188	0.198	4.78	5.03
L	0.016	0.026	0.41	0.66
α	0°	6°	0°	6°

21-0036D

**8-PIN μMAX  
MICROMAX SMALL-OUTLINE  
PACKAGE**

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

8 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600**