

# 低バッテリー・コンパレータ付き 昇降圧スイッチト・キャパシタ DC/DCコンバータ

## 特長

- 出力電圧：3.3Vまたは5V
- 入力電圧範囲：2V～10V
- 最大出力電流：50mA
- 3個の外付けコンデンサのみ必要
- ソフト・スタートによりターンオン時の突入電流を制限
- 低動作電流：60 $\mu$ A
- 低シャットダウン電流：10 $\mu$ A
- シャットダウン時に $V_{IN}$ から負荷を切断
- 短絡および過温度保護
- スイッチング周波数：650kHz
- シャットダウン時にも低バッテリー・コンパレータが動作
- SO-8パッケージで供給

## アプリケーション

- バッテリー動作装置
- スマート・カード・リーダー
- ローカル電源
- 携帯用機器
- バッテリー・バックアップ電源

## 概要

LTC<sup>®</sup>1514-3.3/LTC1514-5は、入力電圧の昇圧または降圧によって安定化した出力電圧を生成する、マイクロパワー・スイッチト・キャパシタDC/DCコンバータです。出力電圧は内部抵抗分割器によって、3.3V(LTC1514-3.3)または5V(LTC1514-5)に固定されています。

独自のアーキテクチャにより、 $\pm 4\%$ のレギュレーションを維持しながら、広範な電圧範囲(2V～10V)に対応できます。 $V_{IN}$ と $V_{OUT}$ の電圧差が大きい場合は、追加回路により、過剰な突入電流と出力電圧リップルを防止します。

内蔵の汎用コンパレータはシャットダウン時にも動作しています。コンパレータは柔軟なインタフェースを行うためにオープンドレイン出力を備えています。

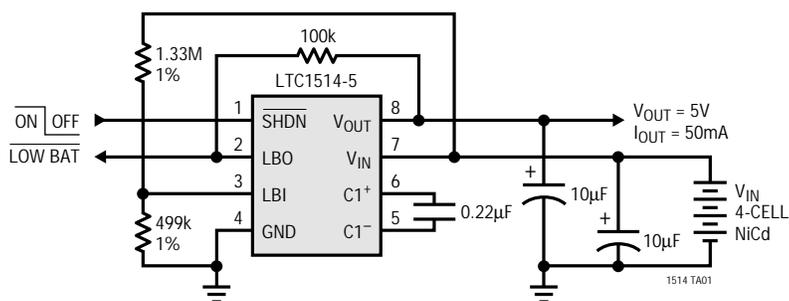
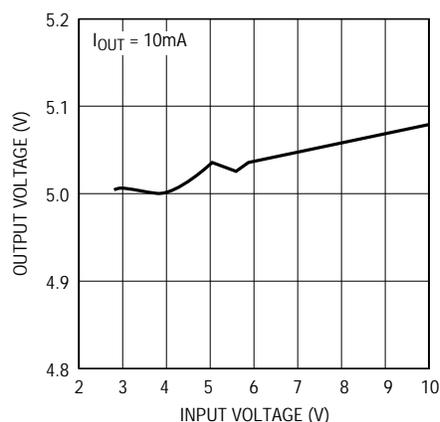
これらのデバイスは、短絡および過温度保護されています。動作電流が非常に低い( $I_{CC} = 60\mu\text{A}$ 標準、シャットダウン時に10 $\mu\text{A}$ )ので、バッテリーの寿命が長くなります。これらのデバイスはSO-8パッケージで供給されます。

 LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。

4

## 標準的応用例

低バッテリー検出器付き5V昇圧/降圧電源


 LTC1514-5出力電圧と  
入力電圧


LT1514 - TA02

## 絶対最大定格

(Note 1)

GNDに対する $V_{IN}$ .....	- 0.3V ~ 12V
GNDに対する $V_{OUT}$ .....	- 0.3V ~ 12V
GNDに対する $\overline{SHDN}$ 、LBI、LBO .....	- 0.3V ~ 12V
$V_{OUT}$ 短絡時間 .....	無限
動作温度範囲	
コマーシャル .....	0 ~ 70
インダストリアル .....	- 40 ~ 85
保存温度範囲 .....	- 65 ~ 150
リード温度(半田付け、10秒) .....	300

## パッケージ/発注情報

	ORDER PART NUMBER
	LTC1514CS8-3.3 LTC1514CS8-5 LTC1514IS8-3.3 LTC1514IS8-5
	S8 PART MARKING
	15143 151413 15145 151415

ミリタリ・グレードに関してはお問い合わせください。

## 電気的特性

注記がない限り、 $V_{IN} = 2V \sim 10V$ 、 $\overline{SHDN} = 3V$ 、 $C1 = 0.22\mu F$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 10\mu F$  (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$ Operating Voltage	LTC1514-3.3	● 2.0		8	V
	LTC1514-5	● 2.7		10	V
$V_{OUT}$ (LTC1514-3.3)	$2V \leq V_{IN} \leq 8V$ , $I_{OUT} \leq 15mA$	● 3.17	3.3	3.43	V
	$3V \leq V_{IN} \leq 8V$ , $I_{OUT} \leq 50mA$	● 3.17	3.3	3.43	V
$V_{OUT}$ (LTC1514-5)	$2.7V \leq V_{IN} \leq 10V$ , $I_{OUT} \leq 15mA$	● 4.8	5	5.2	V
	$3.3V \leq V_{IN} \leq 10V$ , $I_{OUT} \leq 50mA$	● 4.8	5	5.2	V
$V_{IN}$ Operating Current	$V_{IN} \leq 5V$ , $I_{OUT} = 0$ , $\overline{SHDN} = 3V$	●	60	100	$\mu A$
	$V_{IN} > 5V$ , $I_{OUT} = 0$ , $\overline{SHDN} = 3V$	●	75	120	$\mu A$
$V_{IN}$ Shutdown Current	$\overline{SHDN} = 0V$ , $V_{IN} \leq 5V$	●	10	20	$\mu A$
	$\overline{SHDN} = 0V$ , $V_{IN} > 5V$	●		35	$\mu A$
Output Ripple	Full Load (Note 2)		100		mV <sub>p-p</sub>
Switching Frequency		● 500	650	800	kHz
LBI Trip Point	LBI Ramping Negative	● 1.110	1.145	1.180	V
LBI Trip Point Hysteresis			1		%
LBI Input Current	LBI = 1.145V	● -50		50	nA
LBO $V_{OL}$	$I_{SINK} = 100\mu A$ , $V_{IN} = 3V$	●	0.025	0.4	V
LBO Leakage Current	$V_{LBO} = 5V$ , LBI = $V_{IN}$	● -1		1	$\mu A$
$\overline{SHDN}$ Input Threshold	$V_{IL}$	● 0.4	1		V
	$V_{IH}$	●	1	1.6	V
$\overline{SHDN}$ Input Current	$\overline{SHDN} = V_{IN}$	● -1		1	$\mu A$
	$\overline{SHDN} = 0V$	● -1		1	$\mu A$
$I_{OUT}$ Short-Circuit Current	$V_{OUT} = 0V$	●	12	40	mA
$t_{ON}$	Soft Start Turn-On Time		4		ms

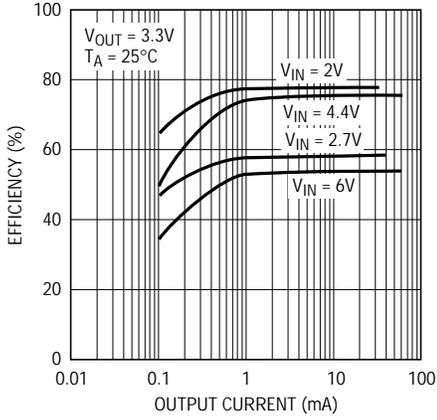
● は全動作温度範囲の規格値を意味する。

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2:  $V_{IN} \geq 8V$ の場合、 $C_{OUT} = 22\mu F$

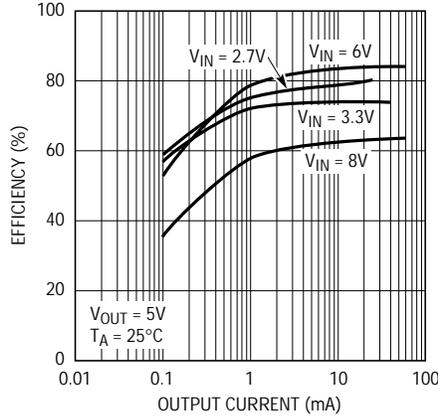
電気的特性

LTC1514-3.3  
効率と出力電流



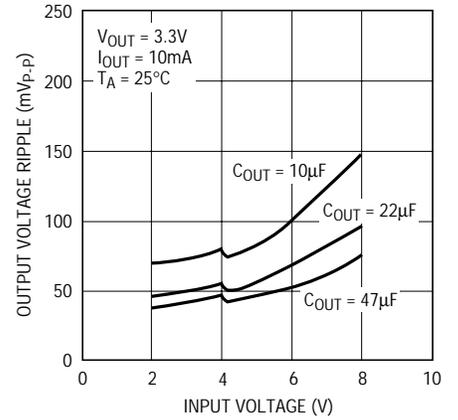
1514 G01

LTC1514-5  
効率と出力電流



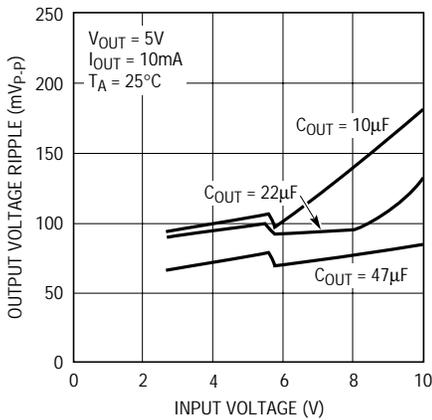
1514 G02

LTC1514-3.3  
出力電圧リップルと入力電圧



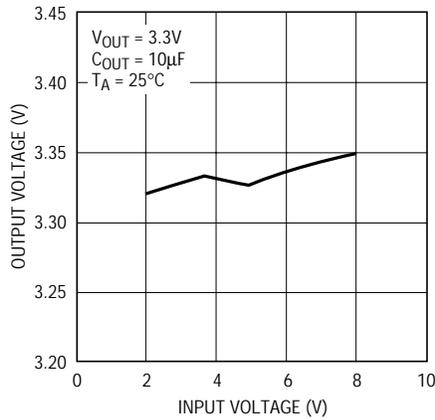
1514 G03

LTC1514-5  
出力電圧リップルと入力電圧



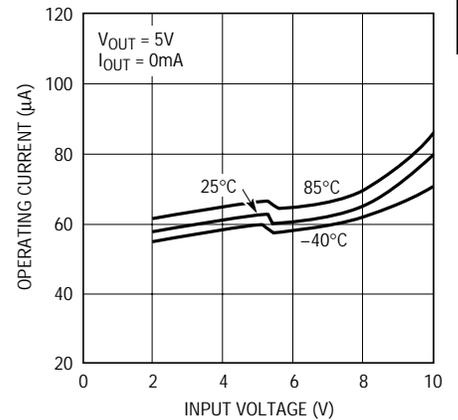
1514 G04

LTC1514-3.3  
出力電圧と入力電圧



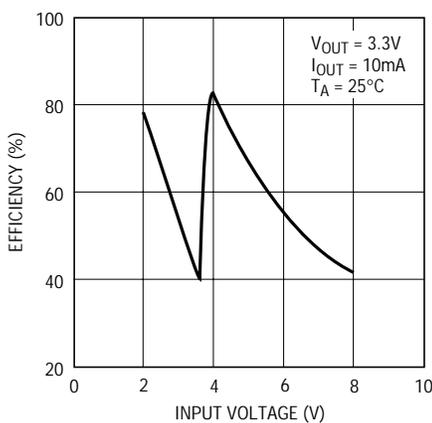
1514 G05

LTC1514-5  
動作電流と入力電圧



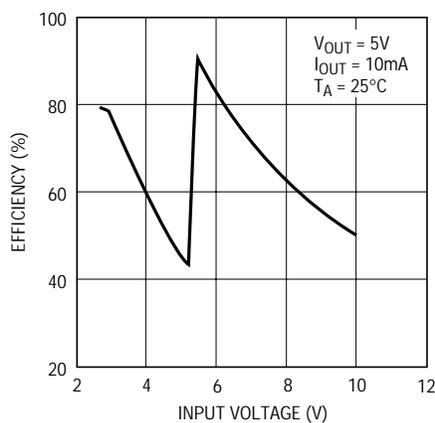
1514 G06

LTC1514-3.3  
効率と入力電圧



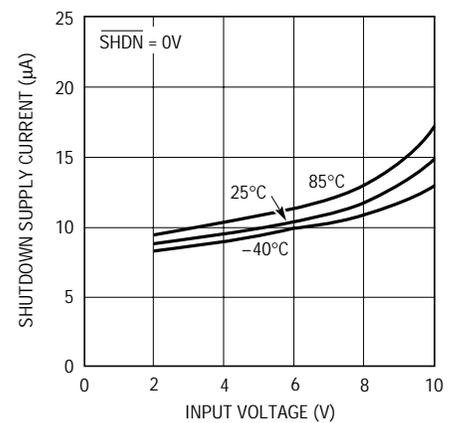
1514 G07

LTC1514-5  
効率と入力電圧



1514 G08

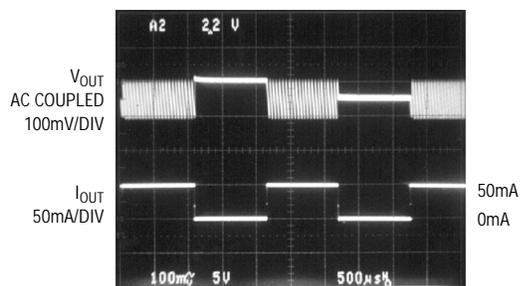
LTC1514-X シャットダウン  
電源電流と入力電圧



1514 G09

## 電気的特性

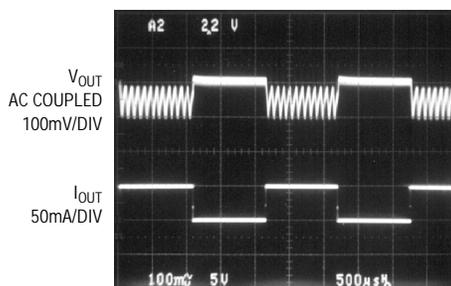
LTC1514-5 降圧モード  
負荷過渡応答



$V_{IN} = 8V, V_{OUT} = 5V, C_{OUT} = 10\mu F, T_A = 25^\circ C$

1514 G10

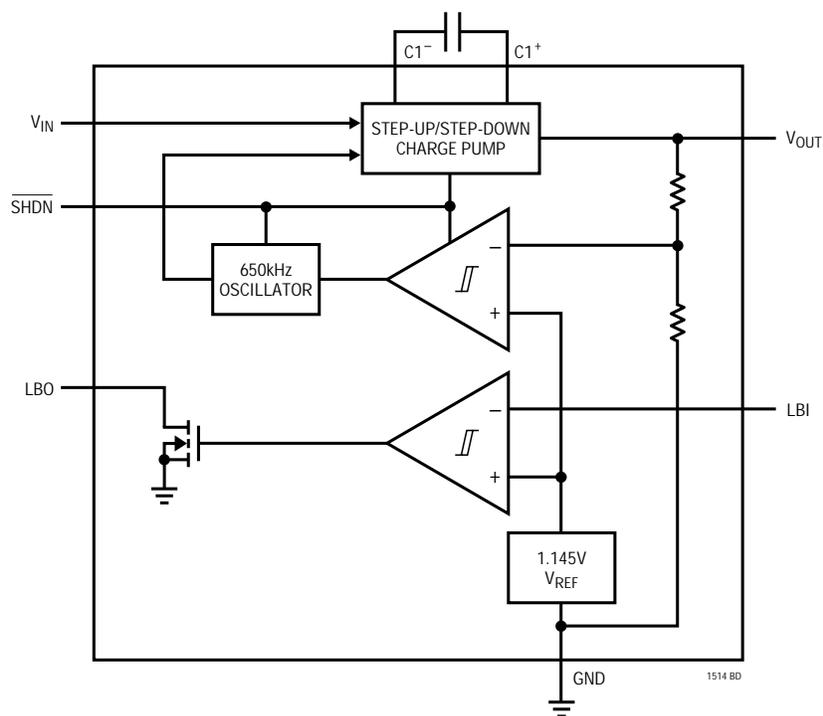
LTC1514-5 昇圧モード  
負荷過渡応答



$V_{IN} = 3.3V, V_{OUT} = 5V, C_{OUT} = 10\mu F, T_A = 25^\circ C$

1514 G11

## ブロック図



1514 BD

## ピン機能

**SHDN (ピン1):** シャットダウン入力。SHDNピンがロジック“L”のとき、シャットダウン・モードになります。ロジック“H”( $V_{SHDN} \geq 1.6V$ )のときは、チャージ・ポンプ・レギュレータがイネーブルされます。 $V_{IN}$ 電圧が高い場合、 $V_{IN}$ の消費電流を大幅に増加させることなく、3VロジックでSHDNピンを制御することができます。SHDNピンを使用しない場合はフロートさせないで、 $V_{IN}$ に接続してください。

**LBQ (ピン2):** オープン・ドレイン、低バッテリー・コンパレータ出力。このピンは、LBIピンの電圧が内部リファレンス電圧(1.145V標準)より低くなると“L”になります。

**LB (ピン3):** 低バッテリー・コンパレータ入力。このピンの電圧が内部リファレンス電圧(1.145V)と比較されません。LBIピンの電圧が標準1.145V未満のとき、LBO出力は電流をシンクします。低バッテリー・コンパレータと

## ピン機能

1.145Vリファレンスは、シャットダウン時にも動作したままです。

GND(ピン4): グランド。最良の性能を実現するには、グランド・プレーンに接続してください。

C1<sup>-</sup>(ピン5): チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサ、負端子。

C1<sup>+</sup>(ピン6): チャージ・ポンプ・フライング・コンデンサ、正端子。

V<sub>IN</sub>(ピン7): チャージ・ポンプ入力電圧。2V ~ 8V (LTC1514-3.3)または2.7V ~ 10V(LTC1514-5)の範囲にすることができます。最良の性能を実現するには、10μF以上の低ESR抵抗のコンデンサを、可能な限りピンの近くに配置してV<sub>IN</sub>をバイパスしてください。

V<sub>OUT</sub>(ピン8): 安定化出力電圧。出力電圧は内部抵抗分割器を使用して、内部で3.3V(LTC1514-3.3)または5V(LTC1514-5)に設定されます。最高の性能を達成するには、10μF以上の低ESRのコンデンサを、可能な限りピンの近くに配置して、V<sub>OUT</sub>をバイパスしてください。

## アプリケーション情報

### レギュレータ動作

LTC1514-3.3/LTC1514-5のレギュレータ・セクションは、チャージ・ポンプ、リファレンス、コンパレータ、およびいくつかのロジックで構成されています。分圧された出力電圧は内部リファレンス電圧と比較されます。分圧出力電圧がリファレンス電圧以下になると、チャージ・ポンプがイネーブルされ、出力をブーストして安定化状態に戻します。コンパレータのヒステリシスによって、レギュレータのバーストのオンとオフが切り替えられ、約100mVのピーク・ツー・ピーク・リップルが出力に現れます。必要なときだけチャージ・ポンプをイネーブルすることにより、LTC1514-3.3およびLTC1514-5は低出力負荷電流のときに高効率を達成できます。

各デバイスのチャージ・ポンプは独自のアーキテクチャをもち、入力電圧を昇圧または降圧して、安定化出力を生成することができます。内部回路は、V<sub>IN</sub>からV<sub>OUT</sub>の差動電圧をセンスして、チャージ・ポンプの動作モードを制御します。さらに、チャージ・ポンプの実効出力インピーダンスが内部で調整され、大量の突入電流を防止し、広い入力電圧範囲に対応可能になります。入力電圧が出力電圧より低いときには、チャージ・ポンプは昇圧ダブラとして機能します。入力電圧が出力電圧より高いときには、チャージ・ポンプは降圧ゲート制御スイッチとして機能します。

### コンデンサの選択

最高の性能を達成するには、C<sub>IN</sub>とC<sub>OUT</sub>に低ESRのコンデンサを使用して、ノイズやリップルを低減してください。C<sub>IN</sub>およびC<sub>OUT</sub>コンデンサは、セラミックまたはタンタルの容量10μF以上のものでなければなりません。

入力ソース・インピーダンスが非常に低い( $< 0.5 \Omega$ )場合は、C<sub>IN</sub>が必要ないこともあります。C<sub>OUT</sub>のサイズを22μF以上に増やすと、特に高いV<sub>IN</sub>電圧(8V以上)で出力電圧リップルが減少します。容量が0.1μF ~ 0.22μFのフライング・コンデンサC1には、セラミック・コンデンサが推奨されます。出力電流が低いアプリケーションでは、小容量のコンデンサを使用できます。

### 出力リップル

LTC1514-3.3/LTC1514-5の通常の動作ではV<sub>OUT</sub>ピンに電圧リップルが形成されます。出力電圧リップルは安定化を行うのに必要です。センス・コンパレータのヒステリシスおよびチャージ・ポンプ・イネーブル/ディスエーブル回路の伝搬遅延のために、低周波数リップルが存在します。また、主に出力コンデンサのESR(等価直列抵抗)が原因で高周波数リップルも発生します。最大負荷での標準出力リップル(V<sub>IN</sub> < 8V)は、低ESRの10μF出力コンデンサにより100mVp-pに低減されます。V<sub>IN</sub>が8Vを超える必要のあるアプリケーションでは、最大リップルを100mVレンジで維持するために、22μF以上のC<sub>OUT</sub>コンデンサが推奨されます。

リップル電圧の大きさは、いくつかの要因に関係があります。入力電圧が高くなると、充電サイクルごとにC<sub>OUT</sub>に供給される電荷が増えるため、出力リップルも増加します。大きな容量のC1フライング・コンデンサ(> 0.22μF)でも、同じ理由により昇圧モードでリップルが増加します。出力電流が大きい(または出力コンデンサの容量が小さい(10μF以下))あるいはその両方の場合は、出力電圧dV/dtが高くなるためリップルが増加しま

## アプリケーション情報

す。出力ピンに高ESR (ESR > 0.5 )のコンデンサを使用すると、各クロック・サイクルごとに $V_{OUT}$ に高周波電圧スパイクが発生します。

出力電圧リップルを低減する方法がいくつかあります。大容量 $C_{OUT}$ コンデンサ(22 $\mu$ F以上)を使用すれば、大容量(ケース・サイズが大きい)コンデンサに一般的な低 $C_{OUT}$ 充電・放電 $dV/dt$ および低ESRによって、低周波および高周波リップルが低減されます。低ESRのセラミック出力コンデンサによって高周波リップルが低減されますが、高容量コンデンサを選択しない限り、低周波リップルは低減されません。低周波および高周波リップルを低減するため妥当な方法は、 $V_{OUT}$ の1 $\mu$ F ~ 3.3 $\mu$ Fセラミック・コンデンサと並列に10 $\mu$ F ~ 22 $\mu$ Fのタンタル・コンデンサを使用することです。RCまたはLCフィルタを使用して、高周波電圧スパイクを低減することもできます(図1参照)。

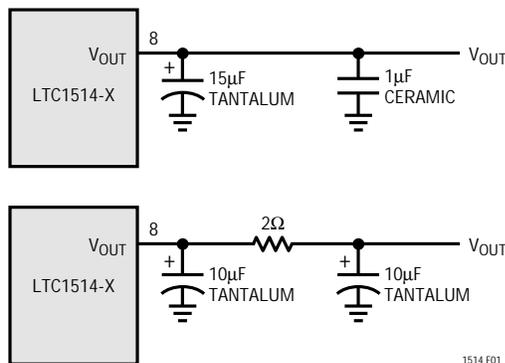


図1. 出力リップルの低減方法

### 突入電流

スイッチト・キャパシタ・レギュレータでは、特に起動時やシャットダウン・モード解放時に、突入電流が問題になります。 $V_{IN}$ (またはブーストされた $V_{IN}$ )から $V_{OUT}$ への電圧差が大きい場合、大部分のチャージ・ポンプは入力電源から大きな電流スパイクを引き込みます。チャージ・ポンプがイネーブルされている間、電流を制限するのはチャージ・ポンプの実効出力インピーダンスだけです。これにより、特に入力電源がローパワーDC/DCコンバータやリニア・レギュレータの場合は、入力電源の安定化が妨害されるおそれがあります。LTC1514-3.3/LTC1514-5は、起動時および $V_{IN}$ から $V_{OUT}$ の電圧差が大きい場合の突入電流を最小限に抑えます。

内部ソフト・スタート回路により、 $V_{OUT}$ が0Vから最終的な安定値まで充電される速度を制御します。 $V_{OUT} = 0V$ から5Vまでの標準起動時間は4msです。これは10 $\mu$ F出力コンデンサでは、わずか12.5mAの実効 $V_{OUT}$ 充電電流に相当します(22 $\mu$ Fでは27.5mA)。起動時に出力電流の負荷が、上記の充電電流に直接追加されることに注意してください。ソフト・スタート回路は、最初の起動時およびシャットダウン・モード解放時に、起動電流を制限します。

$V_{IN}$ (またはブーストされた $V_{IN}$ )から $V_{OUT}$ の電圧差が大きくなると、内部電圧センス回路によってチャージ・ポンプの実効出力インピーダンスが自動的に増加します。この機能により、チャージ・ポンプのイネーブル時に発生する電流スパイクを最小限に抑えることができ、入力および出力リップルの低減に役立ちます。

### 保護機能

LTC1514-Xは、サーマル・シャットダウンおよび短絡保護を備えています。これらのデバイスは接合部温度が約150に達すると、シャットダウン・モードに入り、接合部温度が約140まで下がると動作を再開します。短絡状態( $V_{OUT} < 100mV$ )が存在すると、出力電流は12mA(標準)に制限されます。GNDへの短絡は無限です。LTC1514-Xデバイスは、熱抵抗が低いS-08パッケージ(標準SO-8の150/Wに対して110/W)。これにより、入力電源電圧が高い場合も最大出力電流が可能です。

### 低バッテリー・コンパレータ

内部低バッテリー・コンパレータは、 $1.145 \pm 3\%$ でトリップします(LBIランプが負)。このコンパレータがより高い電圧でトリップするようにプログラムするには、抵抗分割器を外付けすれば簡単に行えます(図2を参照)。低

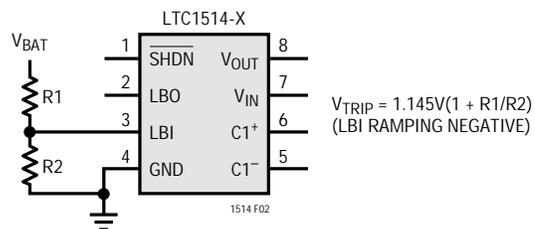


図2. 低バッテリー・コンパレータのトリップ電圧のプログラミング

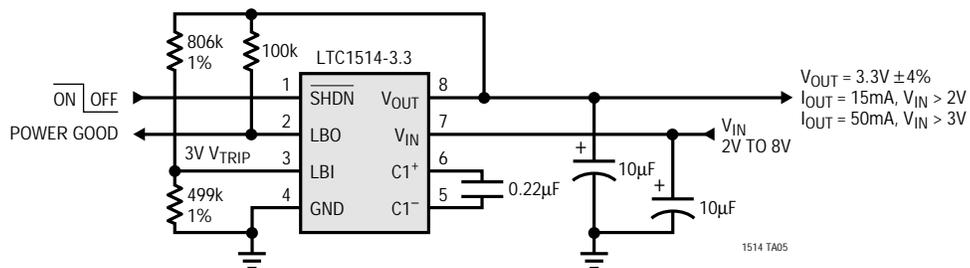
## アプリケーション情報

バッテリー・コンパレータはシャットダウン時にもアクティブに維持されるので、バッテリー電圧が低くなりすぎたときに、電源をシャットダウンして、バッテリーが過放電するのを防止することができます。オープンドレ

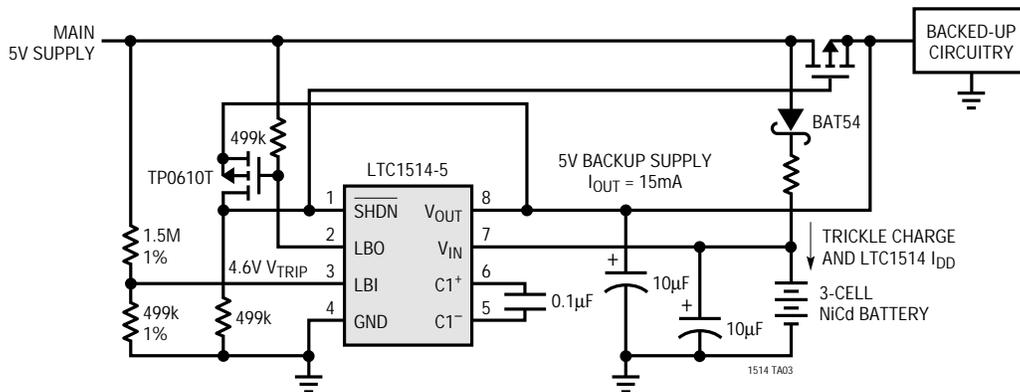
イン・コンパレータ出力により、LBO出力と外部ロジックの間に柔軟なインタフェースを可能にします。50k~1Mの範囲のLBOプルアップ抵抗が推奨されます。

## 標準的応用例

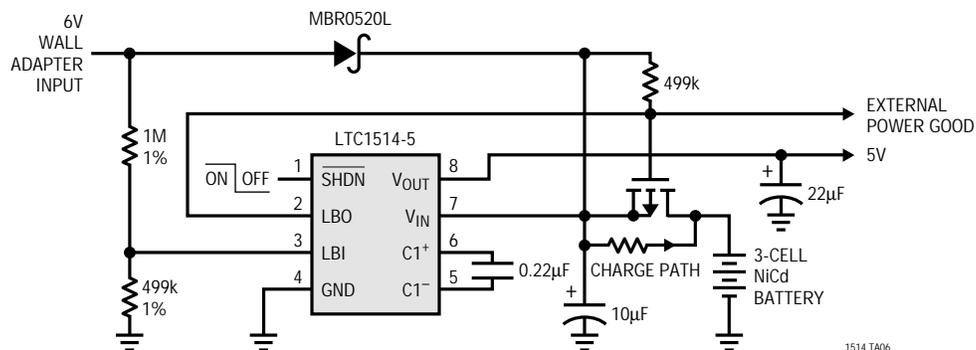
パワー・グッド出力付き3.3V昇圧/降圧電源



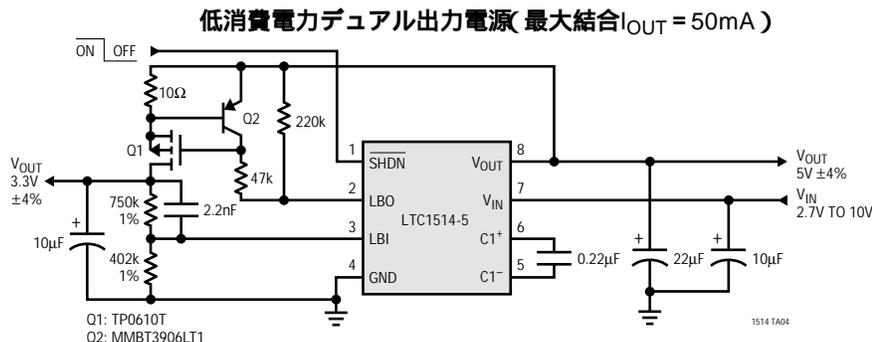
自動切替え付き逆電流なしの低消費電力バッテリー・バックアップ電源



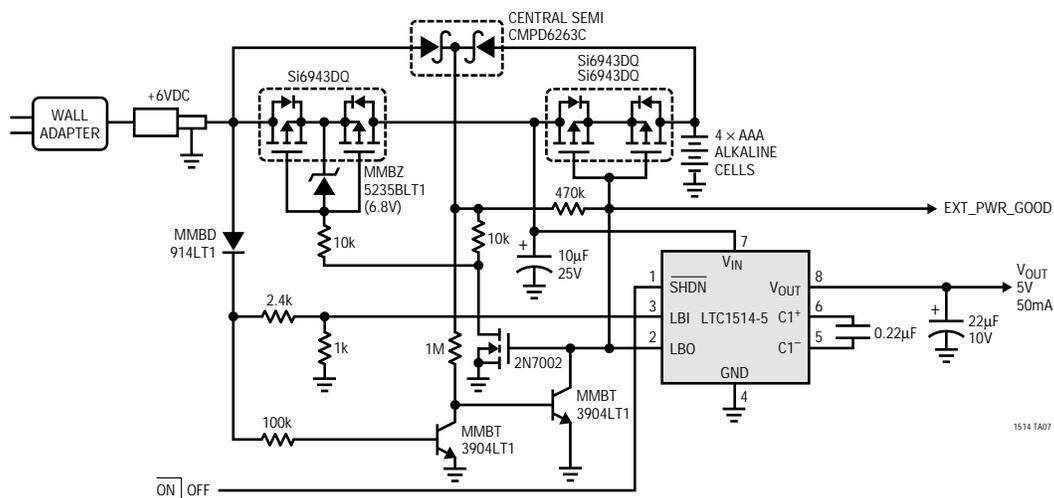
バッテリー/外部電源自動切替えレギュレータ



## 標準的応用例



### 入力自動切換え付き昇降圧電源



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1515シリーズ	昇降圧スイッチト・キャパシタDC/DCコンバータ、リセット付き	$V_{IN} 2V \sim 10V$ 、 $3.3V$ 、 $5V$ 、およびADJバージョン、 $I_{OUT}$ 最大 $50mA$
LTC1516	マイクロパワー、安定化 $5V$ チャージ・ポンプDC/DCコンバータ	$I_{OUT} = 20mA$ ( $V_{IN} \geq 2V$ ) $I_{OUT} = 50mA$ ( $V_{IN} \geq 3V$ )
LTC1517-5	マイクロパワー、安定化 $5V$ チャージ・ポンプDC/DCコンバータ	LTC1522と同じ性能でシャットダウン機能なし、SOT-23パッケージ
LTC1522	マイクロパワー、安定化 $5V$ チャージ・ポンプDC/DCコンバータ	8ピンMSOP、消費電流 $6\mu A$ 、 $I_{OUT} = 20mA$
LTC1555/LTC1556	SIM電源およびレベル変換器	昇降圧SIM電源およびレベル変換器
LTC660	$100mA$ CMOS電圧コンバータ	電圧損失の少ない $15V$ から $-5V$ への変換