

# リファレンス付き ナノパワー・コンパレータ

## 特長

- 超低消費電流 : 0.3 $\mu$ A標準
- リファレンス出力は0.01 $\mu$ Fのコンデンサをドライブ
- 調整可能なヒステリシス
- 広い電源電圧範囲 : 2V ~ 11V
- 入力電圧範囲は負電源まで可能
- リファレンス出力は1mAまでソース可能
- TTL/CMOSコンパチブル出力
- 伝搬遅延 : 60 $\mu$ s (10mVのオーバードライブ)
- クローバ電流なし
- 40mAの連続ソース電流
- LTC1440、MAX921、MAX931とピン・コンパチブル

## アプリケーション

- バッテリ駆動システムのモニタ
- スレッショルド検出器
- ウィンドウ・コンパレータ
- 発振回路

## 概要

LTC®1540はリファレンスを内蔵する超低消費電力シングル・コンパレータです。このコンパレータは全商業温度範囲で0.6 $\mu$ A未満の電源電流、1.182V ± 2%のリファレンス、プログラム可能なヒステリシス、電流をシンクおよびソースできるTTL/CMOS出力を備えています。リファレンス出力は、0.01 $\mu$ Fまでのバイパス・コンデンサを発振を起こさずにドライブすることができます。

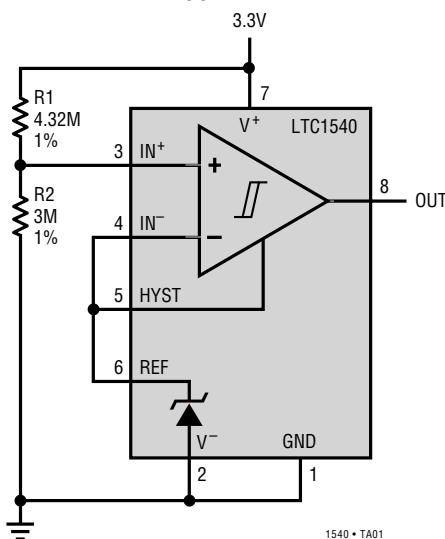
コンパレータは単一2V ~ 11V電源または±1V ~ ±5.5V両電源で動作します。コンパレータ・ヒステリシスは、2つの抵抗とHYSTピンで簡単にプログラム可能です。各コンパレータの入力動作範囲は、負電源から正電源の1.3V以内です。コンパレータの出力段は最大40mAを連続してソース可能です。コンパレータが論理状態を変えたときに一般に発生する交差伝導電流をなくすことにより、電源グリッチを除去しています。

LTC1540は8ピンMSOPおよびSOパッケージで供給されます。

**L**、**LTC**、**LT**はリニアテクノロジー社の登録商標です。

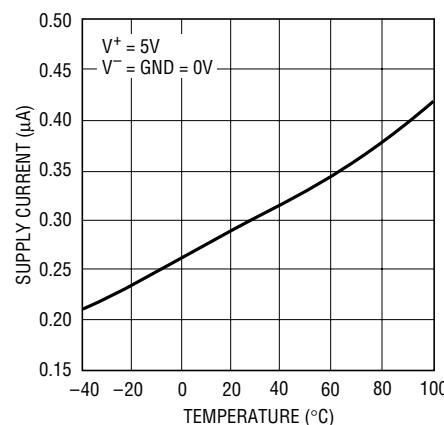
## 標準的応用例

ナノパワー2.9V V<sub>CC</sub>スレッショルド検出器



1540 • TA01

LTC1540電源電流と温度



1540 • TA02

**絶対最大定格**

## 電圧

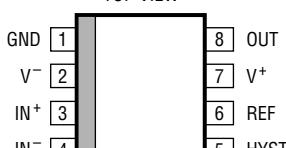
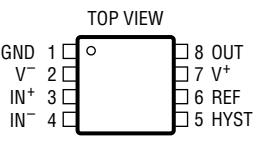
$V^+ \sim V^-$ 、 $V^+ \sim GND$ 、 $GND \sim V^-$ ..... 12V ~ - 0.3V
$IN^+$ 、 $IN^-$ 、HYST ..... ( $V^+ + 0.3V$ )~( $V^- - 0.3V$ )
REF ..... ( $V^+ + 0.3V$ )~( $V^- - 0.3V$ )
OUT ..... ( $V^+ + 0.3V$ )~( $GND - 0.3V$ )

## 電流

$IN^+$ 、 $IN^-$ 、HYST ..... 20mA
REF ..... 20mA
OUT ..... 50mA

OUT短絡時間( $V^+ \leq 5.5V$ ) .....	連続
消費電力 .....	500mW
動作温度範囲	
LTC1540C .....	0 ~ 70
LTC1540I .....	- 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**

TOP VIEW	ORDER PART NUMBER	TOP VIEW		ORDER PART NUMBER
		S8 PACKAGE	MS8 PACKAGE	
	LTC1540CS8 LTC1540IS8			LTC1540CMS8
S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO	S8 PART MARKING	MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP	MS8 PART MARKING	
$T_{JMAX} = 125^\circ C$ , $\theta_{JA} = 175^\circ C/W$	1540 1540I	$T_{JMAX} = 125^\circ C$ , $\theta_{JA} = 250^\circ C/W$	LTCE	

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、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = GND = 0V$ 、 $T_A = 25$ 

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>Power Supply</b>						
$V^+$	Supply Voltage Range		●	2.0	11.0	V
$I_{CC}$	Supply Current	$IN^+ = IN^- = 80mV$ , HYST = REF, C-Grade $IN^+ = IN^- = 80mV$ , HYST = REF, I-Grade	● ●	0.3 0.68 0.71	0.68 0.71	$\mu A$
<b>Comparator</b>						
$V_{OS}$	Comparator Input Offset Voltage	$V_{CM} = 2.5V$ LTC1540CMS8	● ●	$\pm 12$ $\pm 15$ $\pm 16$	$\pm 12$ $\pm 15$ $\pm 16$	mV
$I_{IN}$	Input Leakage Current ( $IN^+$ , $IN^-$ ) Input Leakage Current (HYST)	$V_{IN^+} = V_{IN^-} = 2.5V$	● ●	$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 1.0$ $\pm 1.0$	nA
$V_{CM}$	Comparator Input Common Mode Range		●	$V^-$	$V^+ - 1.3V$	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V^-$ to $V^+ - 1.3V$		0.1	1	mV/V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 2V$ to $11V$		0.1	1	mV/V
$V_{HYST}$	Hysteresis Input Voltage Range		●	REF - 50mV	REF	V
$t_{PD}$	Propagation Delay	$C_{OUT} = 100pF$ Overdrive = 10mV Overdrive = 100mV		60 50		$\mu s$
$V_{OH}$	Output High Voltage	$I_0 = -13mA$	●	$V^+ - 0.4V$		V
$V_{OL}$	Output Low Voltage	$I_0 = 1.8mA$	●		GND + 0.4V	V

# LTC1540

## 電気的特性 注記がない限り、 $V^+ = 5V$ 、 $V^- = GND = 0V$ 、 $T_A = 25$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>Reference</b>								
$V_{REF}$	Reference Voltage	(SO-8) No Load LTC1540CMS8	Commercial Temp Range Industrial Temp Range	● ● ●	1.158 1.152 1.156	1.182 1.182 1.182	1.206 1.212 1.208	V
$\Delta V_{REF}$	Load Regulation	$0 \leq I_{SOURCE} \leq 1mA$ $0 \leq I_{SINK} \leq 10\mu A$		● ●		0.5 0.5	2.5 1.5 5	mV

注記がない限り、 $V^+ = 3V$ 、 $V^- = GND = 0V$ 、 $T_A = 25$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>Power Supply</b>								
$V^+$	Supply Voltage Range			●	2		11	V
$I_{CC}$	Supply Current	$I_{IN^+} = I_{IN^-} = 80mV$ , HYST = REF, C-Grade $I_{IN^+} = I_{IN^-} = 80mV$ , HYST = REF, I-Grade		● ●		0.28 0.64	0.61 0.64	$\mu A$
<b>Comparator</b>								
$V_{OS}$	Comparator Input Offset Voltage	$V_{CM} = 2.5V$ LTC1540CMS8		● ● ●			$\pm 12$ $\pm 15$ $\pm 16$	mV
$I_{IN}$	Input Leakage Current ( $IN^+, IN^-$ ) Input Leakage Current (HYST)	$V_{IN^+} = V_{IN^-} = 1.5V$		● ●		$\pm 0.01$ $\pm 0.02$	$\pm 1$ $\pm 1$	nA
$V_{CM}$	Comparator Input Common Mode Range			●	$V^-$		$V^+ - 1.3V$	V
CMRR	Common Mode Rejection Ratio	$V^-$ to $V^+ - 1.3V$				0.1	1	mV/V
PSRR	Power Supply Rejection Ratio	$V^+ = 2V$ to $11V$				0.1	1	mV/V
$V_{HYST}$	Hysteresis Input Voltage Range			●	REF - 50mV		REF	V
$t_{PD}$	Propagation Delay	$C_{OUT} = 100pF$ Overdrive = 10mV Overdrive = 100mV				70 60		$\mu s$
$V_{OH}$	Output High Voltage	$I_O = -8mA$		●	$V^+ - 0.4V$			V
$V_{OL}$	Output Low Voltage	$I_O = 0.8mA$		●			$GND + 0.4V$	V

## Reference

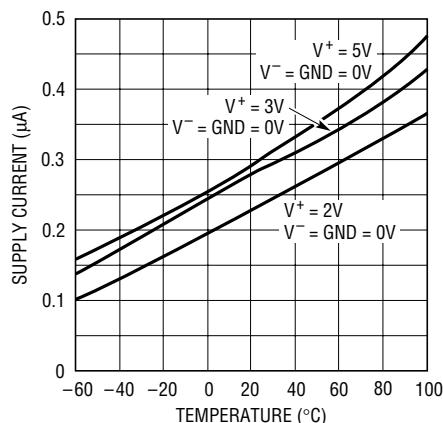
SYMBOL	PARAMETER	(SO-8) No Load LTC1540CMS8	Commercial Temp Range Industrial Temp Range	● ● ●	1.158 1.152 1.156	1.182 1.182 1.182	1.206 1.212 1.208	V
$\Delta V_{REF}$	Load Regulation	$0 \leq I_{SOURCE} \leq 1mA$		●		0.75	3.5	mV
		$0 \leq I_{SINK} \leq 10\mu A$		●		0.5	1.5 5	mV

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。

Note 1 : MS8パッケージ・デバイスは、コマーシャル温度範囲の仕様に適合するように設計されているが、0°Cではテストされていない。

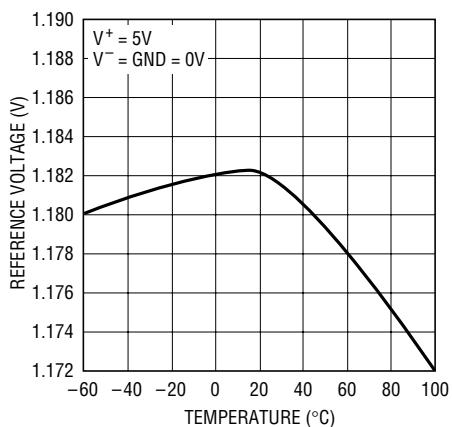
## 標準的性能特性

電源電流と温度



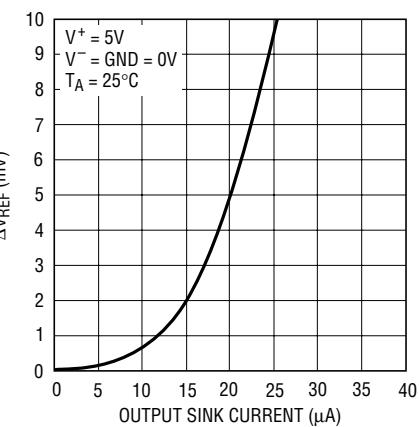
1540 G01

リファレンス電圧  
ロード・レギュレーション(シンク)



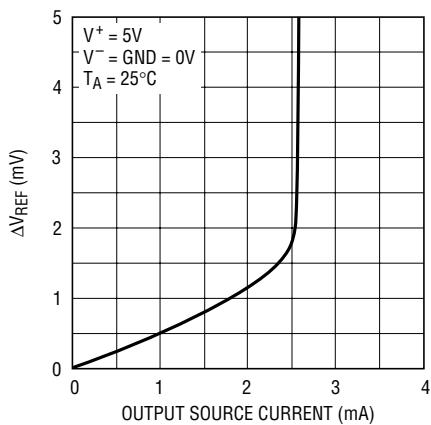
1540 G02

リファレンス電圧  
ロード・レギュレーション(ソース)



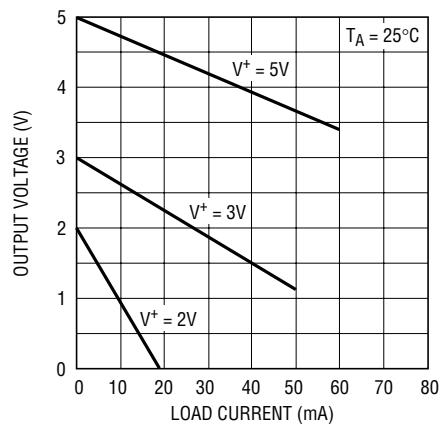
1540 G03

リファレンス電圧  
ロード・レギュレーション(ソース)



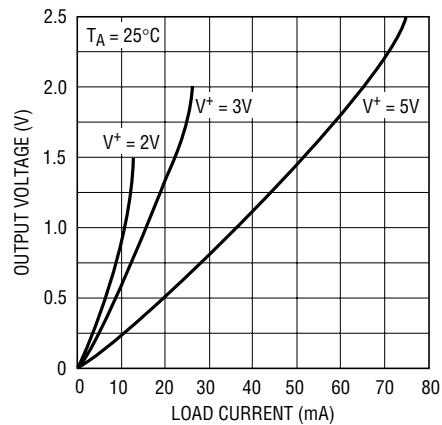
1540 G04

コンパレータ出力電圧“H”  
と負荷電流



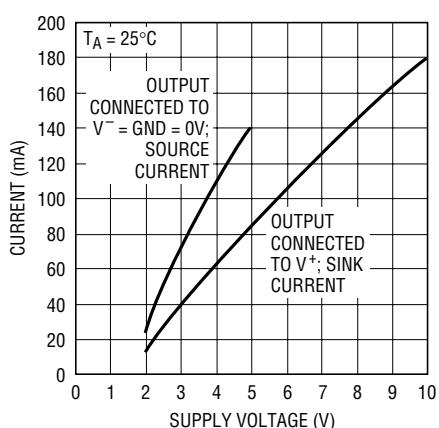
1540 G05

コンパレータ出力電圧“L”  
と負荷電流



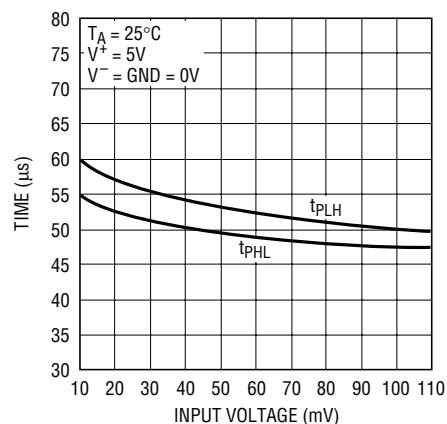
1540 G06

コンパレータ短絡電流と電源電圧



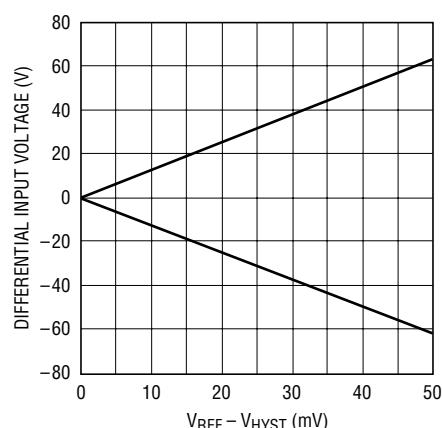
1540 G07

コンパレータ応答時間  
と入力オーバドライブ



1540 G08

ヒステリシス制御



1540 G09

## ピン機能

GND( ピン1 ): グランド。単一電源動作では $V^-$ に接続します。

$V^-$ ( ピン2 ): 負電源。電位はGNDより負にしてください。単一電源動作の場合はグランドに接続します。

$IN^+$ ( ピン3 ): コンパレータの非反転入力。 $V^-$ から $V^+ - 1.3V$ の同相入力電圧範囲、入力電流は25 pAで標準10pAです。

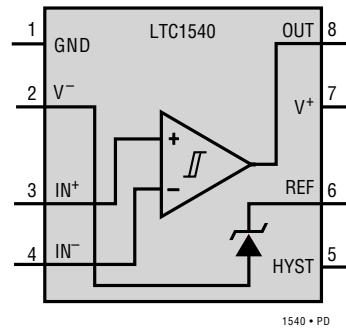
$IN^-$ ( ピン4 ): コンパレータの反転入力。 $V^-$ から $V^+ - 1.3V$ の同相入力電圧範囲、入力電流は25 pAで標準10pAです。

HYST( ピン5 ): ヒステリシス入力。使用しない場合はREFに接続します。入力電圧範囲は $V_{REF}$ から $V_{REF} - 50mV$ です。

REF( ピン6 ): リファレンス出力。 $V^-$ を基準に1.182Vです。25 pAで最大1mAをソースし、最大10μAをシンク可能です。発振を起こさずに0.01μFバイパス・コンデンサをドライブします。

$V^+$ ( ピン7 ): 正電源の動作電圧は2V ~ 11Vです。

OUT( ピン8 ): コンパレータCMOS出力。GNDから $V^+$ に振幅します。出力は最大40mAをソースし、5mAをシンク可能です。



## アプリケーション情報

LTC1540は1.182Vリファレンス内蔵のナノパワー・コンパレータです。プログラム可能なヒステリシス、広い電源範囲( 2V ~ 11V )、最大0.01μFコンデンサを発振を起こさないでドライブするリファレンス性能などの特長を備えています。コンパレータのCMOS出力は最大40mAをソース可能で、ロジック状態が切り換わるときに一般に発生する電源電流グリッチが除去されています。

### 電源

このコンパレータは単一2V ~ 11V電源で動作します。LTC1540はコンパレータ出力段用に独立したグランドを備えており、 $\pm 1V$  ~  $\pm 5.5V$ の両電源での動作が可能です。また、 $V^-$ をGNDに接続すると、単一電源での動作が可能になります。コンパレータ出力が1mA以上ソースする必要がある場合、または電源のソース・インピーダンスが高い場合は、0.1μFコンデンサで $V^+$ をバイパスしなければなりません。

### コンパレータ入力

コンパレータ入力は、負電源( $V^-$ )から正電源( $V^+$ )の最大1.3V以内まで振幅可能です。入力を300mVだけ $V^-$ または $V^+$ より低くまたは高くしても損傷を受けません。また、標準の入力リーコンデンサはわずか±10pAです。

### コンパレータ出力

コンパレータ出力はGNDから $V^+$ まで振幅し、両電源でのTTL互換性を保証します。消費電流をナノアンペアのオーダーに抑えながら、出力は最大40mAをソースし、最大5mAをシンクすることができます。出力段は遷移中にクローバ・スイッチ電流を発生しないため、電源ピンを通した寄生帰還を抑えるのに役立ちます。

### 電圧リファレンス

内部バンドギャップ電圧リファレンスは、 $V^-$ より1.182V高くなっています。リファレンスの精度は0 ~ 70 ppmで±2.0%です。5V電源で最大1mAをソースし、最大10μAをシンクすることができます。リファレンスは発振することなく、最大0.01μFのバイパス・コンデンサをドライブできます。また、直列抵抗を挿入すれば、最大10μFの容量値まで使用できます( 図1 )。

図2に決定的なダンピングを達成するための各コンデンサ値に対する所要抵抗値を示します。リファレンスをバイパスすれば、 $V^+$ でのグリッチやリファレンス負荷過渡信号がリファレンス出力電圧を乱すのを防ぐことによって、コンパレータが誤ってトリップするのを防ぐのに役立ちます。

## アプリケーション情報

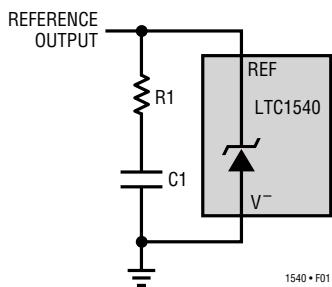


図1. リファレンス出力のダンピング

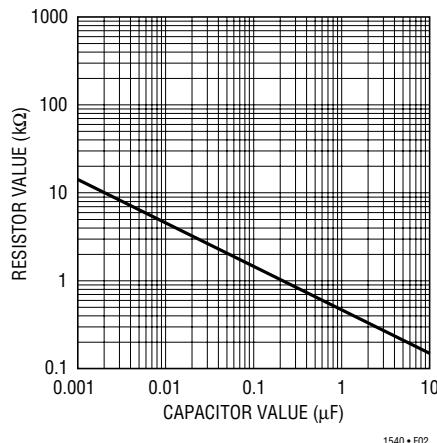


図2. ダンピング抵抗とバイパス・コンデンサ値

$V^+$  ピンに矩形波を印加したときのバイパスされたりファレンスの出力を図3に示します。抵抗R2とR3は10mVのヒステリシスを設定し、R1はリファレンスの応答を減衰させます。コンパレータの出力はトリップしないことに注意してください。

低電壓動作： $V^+ = 1.6V$

保証されている最小動作電圧は2V( または  $\pm 1V$  )です。全電源電圧が2Vより低くなるにつれ、性能が低下し、電源電流も低下します。電源電圧が低いと、コンパレータの出力ドライブが低下し、伝搬遅延が増加します。 $V_{REF}$ と $V_{OS}$ も、やや悪化します。有効な入力電圧の範囲は負電源から正電源より0.9V低い電位までです。2V以下の動作が予測される試作品は、全温度範囲および全電源電圧範囲でテストしてください。電源電流が増加するため、1.5V以下の動作は推奨しません( 図4 )。

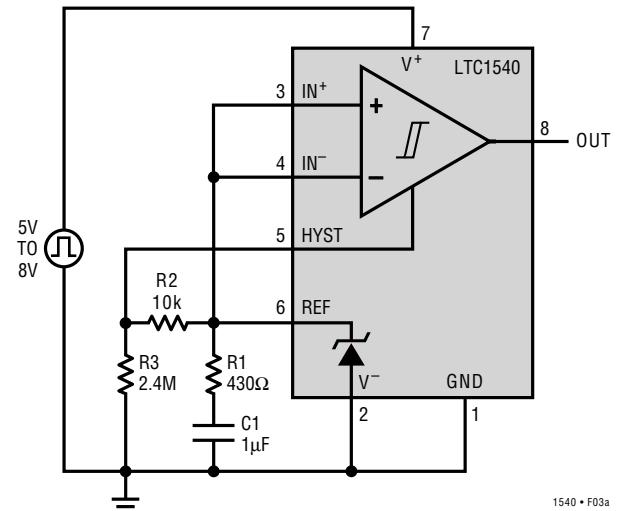


図3a. 電源過渡テスト回路

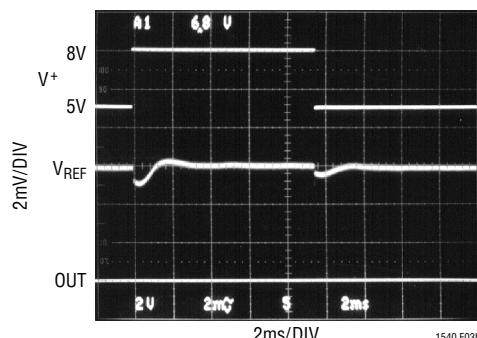


図3b. 電源過渡の除去

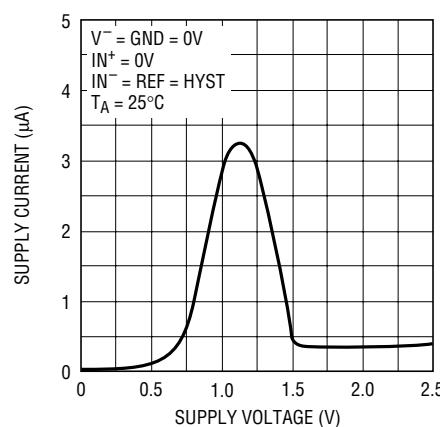


図4 電源電流による電源電圧

## アプリケーション情報

### ヒステリシス

REFピンとHYSTピンの間に抵抗( R1 )を接続し、HYSTからV<sup>-</sup>に2本目の抵抗( R2 )を接続すれば、LTC1540にヒステリシスをもたせることができます( 図5 )。

上側および下側のスレッショルド電圧の差、つまりヒステリシス電圧幅( V<sub>HB</sub> )は、REFピンとHYSTピン間の電圧差の2倍になります。

さらにヒステリシスを追加すると、下位スレッショルドが低下するのと同じ量だけ上位スレッショルドが上昇します。REFピンとHYSTピンとの間で許容される最大電圧は50mVで、100mVの最大ヒステリシス電圧幅を生

じます。ヒステリシス幅は15%まで変化する可能性があります。ヒステリシスが不要な場合は、HYSTピンをREFに短絡してください。I<sub>REF</sub>範囲の許容値は0.1μA ~ 5μAです。したがって、R2に2.4Mを選択すれば、R1( k<sub>Ω</sub> ) = V<sub>HB</sub>( mV )となります。

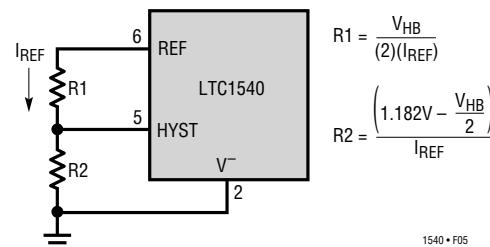


図5. プログラム可能なヒステリシス

## 標準的応用例

### レベル検出器

図6に示すように、LTC1540はナノパワー・レベル検出器として使用するのに最適です。R1とR2はV<sub>IN</sub>から非反転コンパレータ入力までの分割器を形成します。R3とR4はヒステリシス電圧を設定し、R5とC1はリファレンス出力をバイパスします。以下の設計手順を使用して部品値を選択することができます：

1. V<sub>IN</sub>電圧トリップ・レベルを選択します。この例では4.65Vです。
2. 所要抵抗分割比を計算します。

$$\text{比率} = V_{REF}/V_{IN}$$

$$\text{比率} = 1.182V/4.65V = 0.254$$

3. 入力V<sub>HBIN</sub>での所要ヒステリシス電圧幅を選択します。この例では60mVです。コンパレータ入力V<sub>HB</sub>を基準とするヒステリシス電圧幅を計算します。

$$V_{HB} = (V_{HBIN} \times \text{比率})$$

$$V_{HB} = (60mV \times 0.254)$$

$$V_{HB} = 15.24mV$$

4. R3とR4の値を選択してヒステリシスを設定します。

$$R4 = 2.4M$$

$$R3(k\Omega) = 15k, V_{HB}(mV) = 15mV$$

5. R1とR2の値を選択してトリップ点を設定します。

$$R1 = \frac{V_{REF}}{I_{BIAS}} = \frac{1.182V}{1\mu A} = 1.18M$$

$$R2 = R1 \left[ \frac{V_{IN}}{V_{REF} + \frac{V_{HB}}{2}} - 1 \right]$$

$$R2 = 1.18M \left[ \frac{4.65V}{1.182V + \frac{15mV}{2}} - 1 \right]$$

$$R2 = 3.40M$$

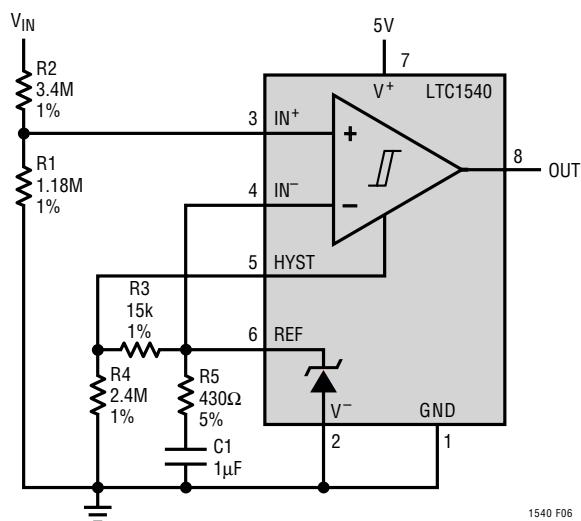


図6. グリッチのないヒステリシス付きレベル検出器

## 標準的応用例

### 3.3V出力低ドロップアウト・リニア・レギュレータ

LTC1540は、マイクロパワー( $V_{IN} = 5V$ のとき $I_Q = 5.5\mu A$ )低ドロップアウト・リニア・レギュレータとして接続することができます(図7)。出力が“L”になるとQ1がターンオンし、電流が流れ出力コンデンサC1を充電することができます。R4、Q1、およびQ2によって形成されたローカル・フィードバックは、5V入力からC1への定電流源を形成します。R4、R1およびQ2の $V_{BE}$ は、出力がグランドに短絡した場合には電流を制限します。C2は出力のリップルを低減し、R2-R3フィードバック分圧器は出力電圧を確定します。

### 自動パワーオフ電源

時限式自動パワーオフ機能を持つ30mA電源の回路を図8

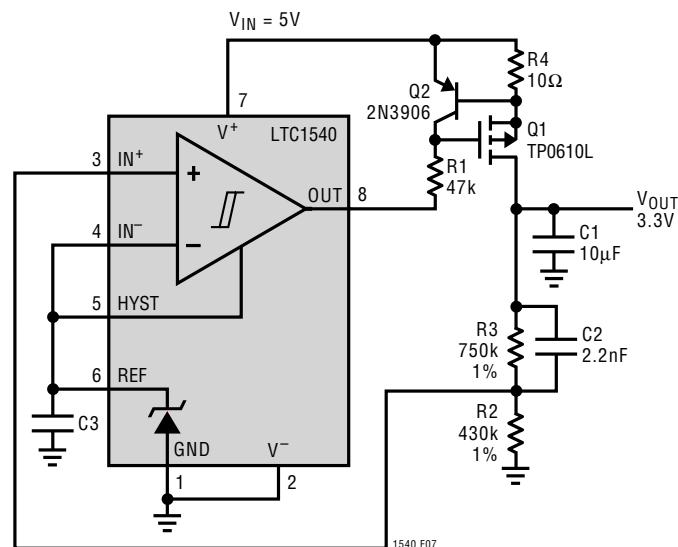


図7. 3.3V出力低ドロップアウト・リニア・レギュレータ

に示します。コンパレータ出力はスイッチ電源出力です。負荷を10mAにすると、標準で( $V_{BAT} - 0.17V$ )の電圧を供給します。 $V_{BAT} = 5V$ のとき、回路全体に流れる消費電流はわずか $0.8\mu A$ です。3つの抵抗で構成されている分圧器は、コンパレータ用に50mVのヒステリシスをプログラムし、 $IN^+$ 電圧を200mVに設定します。これで、 $IN^+$ トリップ・スレッショルドは約150mVとなります。

また、RC時定数により、パワーダウンが起こる前のOUTピンの最大パワーオン時間が決まります。この時間は次式で概算できます。

$$t = 4.6RC \text{ (秒)}$$

実際の時間は、コンデンサのリーク電流と $IN^+$ ピンでの入力電流の両方に応じて変化します。

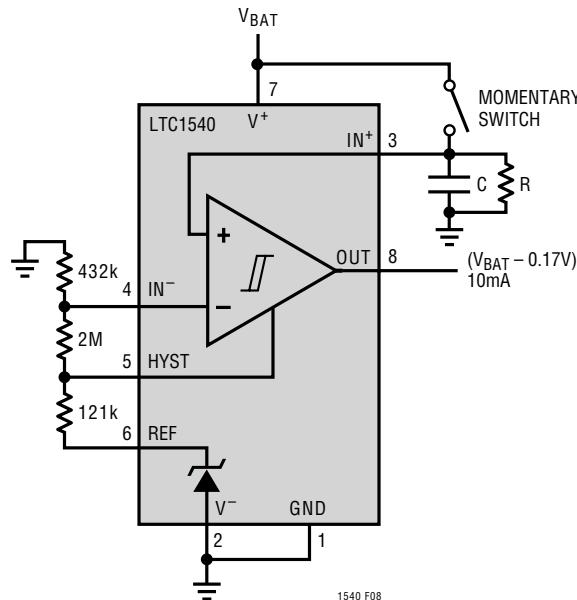


図8. 自動パワーオフ・スイッチは $0.8\mu A$ の消費電流で動作

## 標準的応用例

### 低バッテリ検出器

LTC1540の低バッテリ検出器としての使用方法を図9に示します。 $V_{BAT} = 2V$ での消費電流はわずか $1.4\mu A$ です。この回路は2セルのNiCdバッテリから給電します。バッテリを完全に消耗すると、 $V_{BAT}$ ピンは1.6Vまで低下することがあります。LTC1540の電気的特性により動作が

保証されるのは最小2Vの電源電圧ですが、1.6Vの電源でも動作します。ただし、 $V_{REF}$ や $V_{OS}$ のように電源電圧が低くなると悪化するパラメータもあります。入力電圧範囲は正電源より0.9V低い電位から負電源までです。

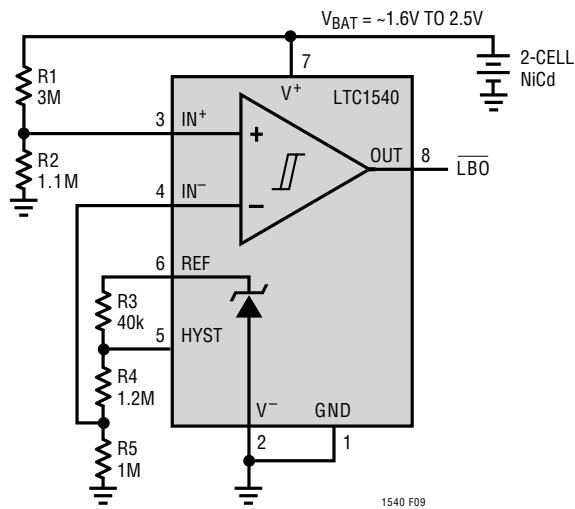


図9. 低バッテリ検出器は最小1.6Vまで動作

## 標準的応用例

### RFフィールド・ディテクタ

445MHzでテストされたフィールド・ディテクタの全回路を図10に示します。伝送ラインを使用し、ディテクタ・ダイオード(1N5712)を1/4波長ホイップ・アンテナにマッチングさせます。0.23λ波長の伝送ライン部は、ダイオードの接合容量1pF(350 )をアンテナの下部における仮想ショートに変換します。同時に、受信したアンテナ電流をダイオードで電圧ループに変換し、優れた感度を与えます。

整流された出力はLTC1540コンパレータによってモニタされます。内部リファレンスを使用して、反転入力でのスレッショルドを約18mVに設定します。コンパレータ出力の立上りエッジはワンショットをトリガし、一時的にアンサー・バックおよびその他のパルス動作をインペブルにします。

全電源電流は400nAです。モノリシック・ワンショットの中で、CD4047を流れる過渡電流は最小です。

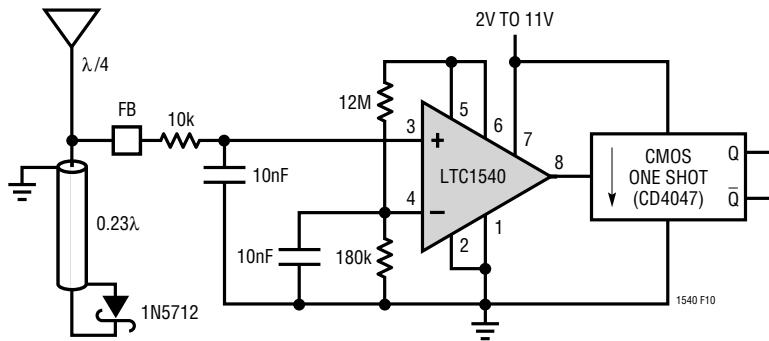


図10. ナノパワー・フィールド・ディテクタ

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT®1178/LT1179	デュアル/クワッド17μA高精度単一電源オペアンプ	最大 $V_{OS}$ 70μV、最大 $I_{BIAS}$ 5nA
LT1351	シャットダウンを備えた、250μA、3MHz、200V/μsシングル・オペアンプ	あらゆる容量性負荷に対し安定してドライブ可能なC-Load™オペアンプ
LT1352/LT1353	デュアル/クワッド250μA、3MHz、200V/μsオペアンプ	あらゆる容量性負荷に対し安定してドライブ可能なC-Loadオペアンプ
LTC1440	1%のリファレンス内蔵のマイクロパワー・コンパレータ	リファレンス1.182V ± 1%、入力オフセット ± 10mV( 最大 )
LTC1443/LTC1444/ LTC1445	1%リファレンスを内蔵したマイクロパワー・クワッド・コンパレータ	LTC1443は1.182Vのリファレンスを内蔵、LTC1444/LTC1445は1.221Vのリファレンスと調整可能なヒステリシスを内蔵
LTC1474	低消費電流、高効率降圧コンバータ	待機電流10μA、効率92%、省スペースの8ピンMSOPパッケージ
LT1495	最大1.5μA、高精度レール・トゥ・レール入力および出力のデュアル・オペアンプ	最大 $V_{OS}$ 375μV、 $I_{BIAS}$ 250pA、 $I_{OS}$ 25pA
LT1521	超低消費電流、シャットダウン機能付き300mA低ドロップアウト・レギュレータ	ドロップアウト電圧0.5V、消費電流12μA、可変出力、固定出力3V、3.3Vおよび5V
LT1634	マイクロパワー高精度シャント電圧リファレンス	1.25V、2.5V、4.096V、5V出力、動作電流10μA、初期精度0.05%、最大ドリフト25ppm/、SO-8、MSOPおよびTO-92パッケージ

C-Loadはリニアテクノロジー社の商標です。