

## 特長

- 離れた場所または内部のダイオード温度をアナログ電圧に変換
- 調整可能な過温度しきい値と低温度しきい値
- 温度に比例した電圧出力
- 離れた場所の温度精度:  $\pm 1^\circ\text{C}$
- 内部の温度精度:  $\pm 2^\circ\text{C}$
- 直列抵抗の相殺回路を内蔵
- オープン・ドレインのアラート出力
- 電源電圧: 2.25V ~ 5.5V
- リファレンス電圧出力: 1.8V
- 静止電流: 200 $\mu\text{A}$
- 3mm×3mmの10ピンDFNパッケージ

## アプリケーション

- 温度のモニタおよび測定
- システムの熱制御
- ネットワーク・サーバ
- デスクトップおよびノートブック・コンピュータ
- 環境モニタリング

## 概要

LTC<sup>®</sup>2996は、調整可能な過温度しきい値と低温度しきい値およびオープン・ドレインのアラート出力を備えた高精度温度センサです。外付けのダイオード・センサの温度またはデバイス自体のダイ温度をアナログ出力電圧に変換すると同時に、ノイズや直列抵抗による誤差を除去します。測定温度は、抵抗分割器によって設定された上限および下限と比較されます。測定温度がしきい値を超えると、デバイスは対応するオープン・ドレインのロジック出力を“L”にしてアラートを通知します。

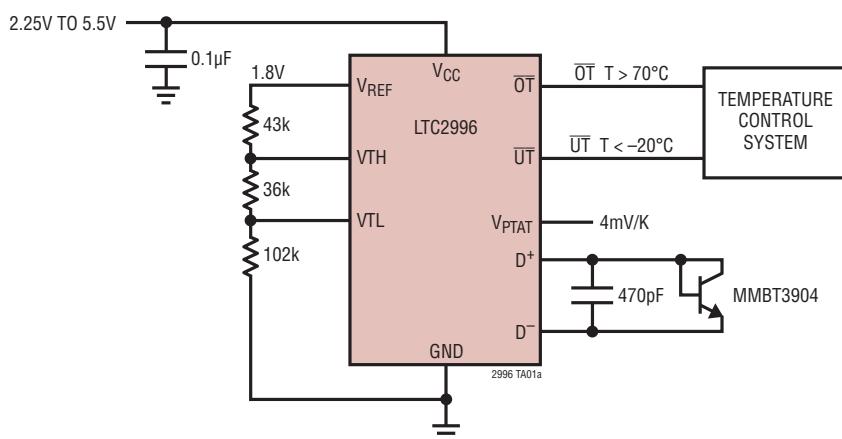
LTC2996では、入手が容易なNPNまたはPNPトランジスタや最新のデジタル装置に組み込まれている温度ダイオードを使用して、 $\pm 1^\circ\text{C}$ という温度精度結果が得られます。1.8Vのリファレンス出力は、しきい値の設定を簡単にするだけでなく、A/Dコンバータのリファレンス入力として使用することができます。

LTC2996は、温度をモニタする高精度で低消費電力の解決策を小型の3mm×3mm DFNパッケージで供給します。

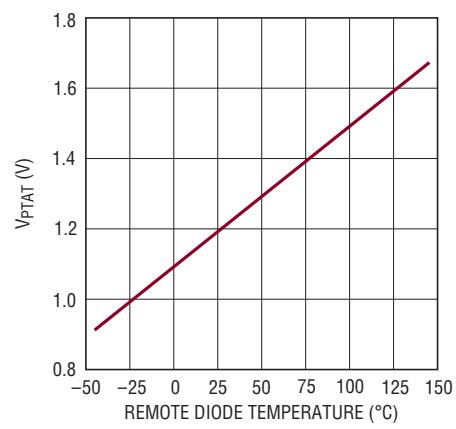
**LTC**、**LT**、**LTC**、**LTM**、**Linear Technology**およびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

## 標準的応用例

過温度しきい値と低温度しきい値を備えた  
リモート温度モニタ



V<sub>PTAT</sub>とリモート・ダイオード  
の温度



## 絶対最大定格

(Note 1, 2)

$V_{CC}$  .....  $-0.3V \sim 6V$

$D^+$ 、 $D^-$ 、 $V_{PTAT}$ 、 $V_{REF}$  .....  $-0.3V \sim V_{CC} + 0.3V$

$OT$ 、 $UT$ 、 $V_{TH}$ 、 $V_{TL}$  .....  $-0.3V \sim 6V$

動作周囲温度範囲

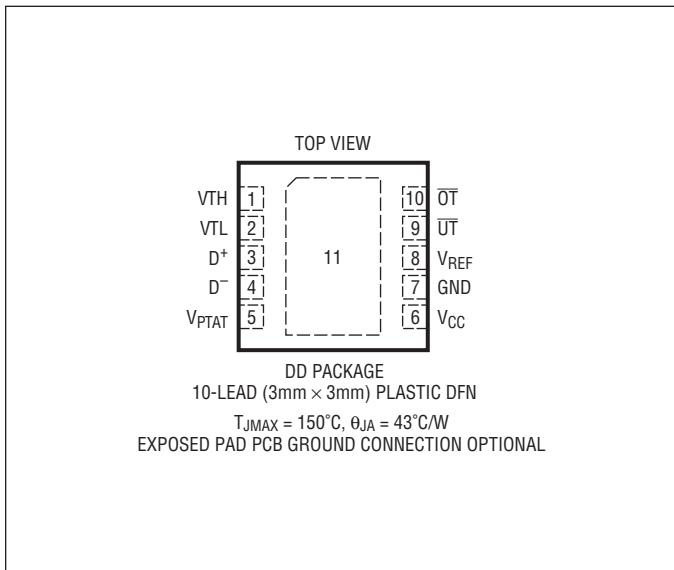
LTC2996C .....  $0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$

LTC2996I .....  $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

LTC2996H .....  $-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

保存温度範囲 .....  $-65^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC2996CDD#PBF	LTC2996CDD#TRPBF	LFQX	10-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$
LTC2996IDD#PBF	LTC2996IDD#TRPBF	LFQX	10-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$
LTC2996HDD#PBF	LTC2996HDD#TRPBF	LFQX	10-Lead (3mm x 3mm) Plastic QFN	$-40^{\circ}C$ to $125^{\circ}C$

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。\* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。  
非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。  
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreel/> をご覧ください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^{\circ}C$  での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{CC}$	Supply Voltage		●	2.25	5.5	V
UVLO	Supply Undervoltage Lockout Threshold	$V_{CC}$ Falling	●	1.7	1.9	2.1
$I_{CC}$	Average Supply Current		●	200	300	$\mu A$

### 温度測定

$V_{REF}$	Reference Voltage	LTC2996	●	1.797	1.8	1.803	V
		LTC2996C		1.795	1.8	1.805	
		LTC2996I, LTC2996H		1.790	1.8	1.808	
	$V_{REF}$ Load Regulation	$I_{LOAD} = \pm 200\mu A, V_{CC} = 3.3V$	●			$\pm 1.5$	mV
	Diode Select Threshold	(Note 3)	●	$V_{CC} - 600$	$V_{CC} - 300$	$V_{CC} - 100$	mV
	Remote Diode Sense Current			-8		-192	$\mu A$

電気的特性 ●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$T_{CONV}$	Temperature Update Interval			3.5	5	ms
$K_T$	$V_{PTAT}$ Slope	Ideality Factor $\eta = 1.004$		4		$\text{mV/K}$
	$V_{PTAT}$ Load Regulation	$I_{LOAD} = \pm 200\mu\text{A}$			$\pm 1.5$	$\text{mV}$
$T_{INT}$	Internal Temperature Accuracy	LTC2996C, LTC2996I LTC2996H		$\pm 0.5$	$\pm 1$	$^\circ\text{C}$
			●	$\pm 0.5$	$\pm 2$	$^\circ\text{C}$
			●	$\pm 0.5$	$\pm 3$	$^\circ\text{C}$
$T_{RMRT}$	Remote Temperature Error, $\eta = 1.004$	$0^\circ\text{C}$ to $85^\circ\text{C}$ (Notes 4, 5) $-40^\circ\text{C}$ to $0^\circ\text{C}$ (Notes 4, 5) $85^\circ\text{C}$ to $125^\circ\text{C}$ (Notes 4, 5)		$\pm 0.25$	$\pm 1$	$^\circ\text{C}$
				$\pm 0.25$	$\pm 1.5$	$^\circ\text{C}$
	Temperature Noise			0.15 0.01		$^\circ\text{C}_{\text{RMS}}$ $^\circ\text{C}_{\text{RMS}}/\sqrt{\text{Hz}}$
$T_{VCC}$	Temperature Error vs Supply		●		$\pm 0.5$	$^\circ\text{C/V}$
$T_{RS}$	Series Resistance Cancellation Error	$R_{\text{SERIES}} = 100\Omega$	●	$\pm 0.25$	$\pm 1$	$^\circ\text{C}$

## 温度のモニタリング

$T_{OFF}$	$V_{TH}$ , $V_{TL}$ Offset		●	-3	-1	1	$^\circ\text{C}$
$\Delta T_{\text{HYST}}$	$\bar{OT}$ , $\bar{UT}$ Temperature Hysteresis		●	2	5	10	$^\circ\text{C}$
$I_{IN}$	$V_{TH}$ , $V_{TL}$ , Input Current		●			$\pm 20$	nA

## デジタル出力

$V_{OH}$	High Level Output Voltage, $\bar{OT}$ , $\bar{UT}$	$I = -0.5\mu\text{A}$	●	$V_{CC} - 1.2$		V
$V_{OL}$	Low Level Output Voltage, $\bar{OT}$ , $\bar{UT}$	$I = 3\text{mA}$	●		0.4	V

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

**Note 2:** 注記がない限り、ピンに流れ込む電流はすべて正で、すべての電圧は GND を基準にしている。

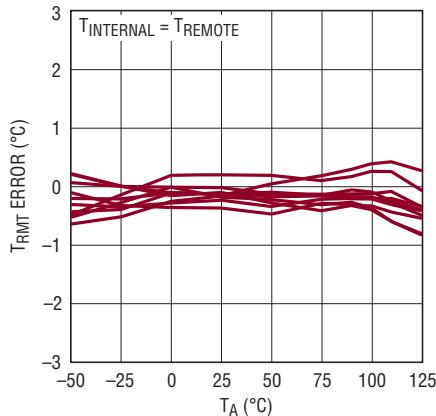
**Note 3:** ピン  $D^+$  の電圧がダイオードで選択されたしきい値を超えると、LTC2996 は内部ダイオード・センサを使用する。

**Note 4:** リモート・ダイオードの温度であり、LTC2996 の温度ではない。

**Note 5:** 設計およびテストとの相関により保証されている。

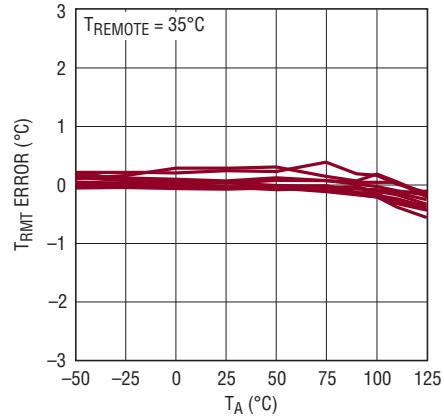
## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 。

LTC2996がリモート・ダイオードと同じ温度の場合の温度誤差



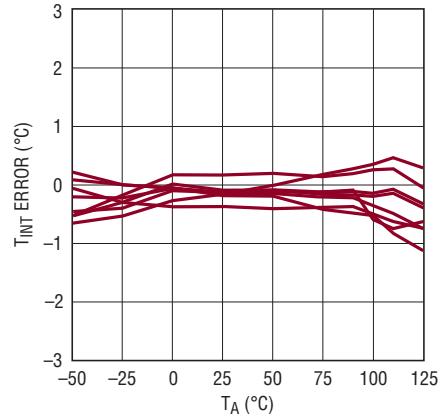
2996 G01

リモート温度誤差と周囲温度



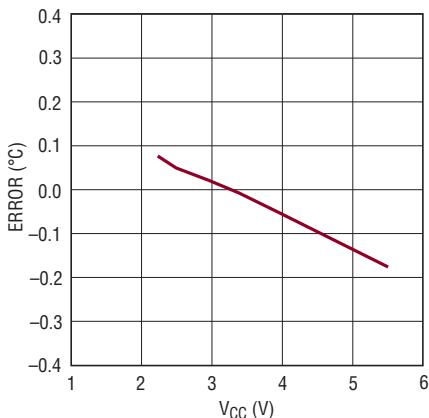
2996 G02

内部温度誤差と周囲温度



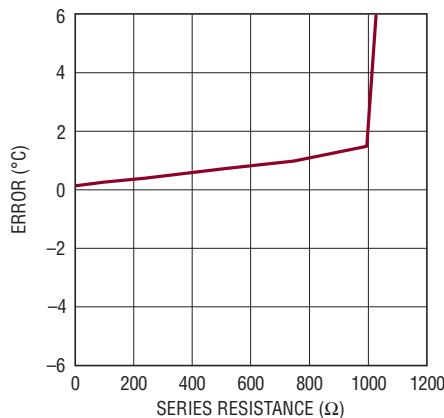
2996 G03

温度誤差と電源電圧



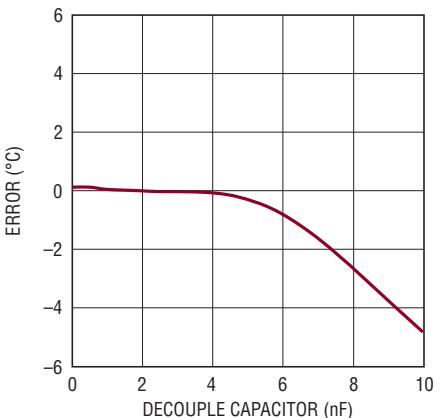
2996 G04

リモート温度誤差と直列抵抗



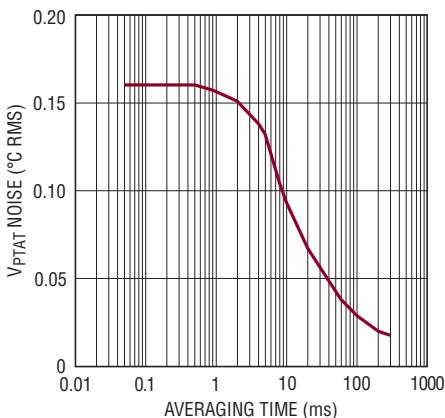
2996 G05

リモート温度誤差と  
DECOPPLE(D<sup>+</sup>-D<sup>-</sup>間)



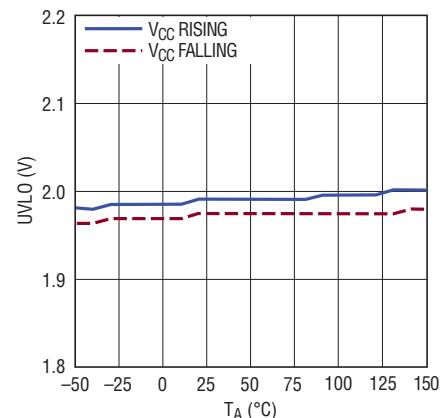
2996 G06

$V_{PTAT}$ のノイズと平均化時間



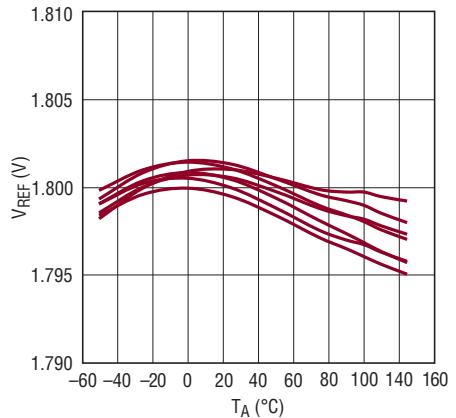
2996 G07

UVLOと温度  
 $V_{CC}$ の上昇時、下降時



2996 G08

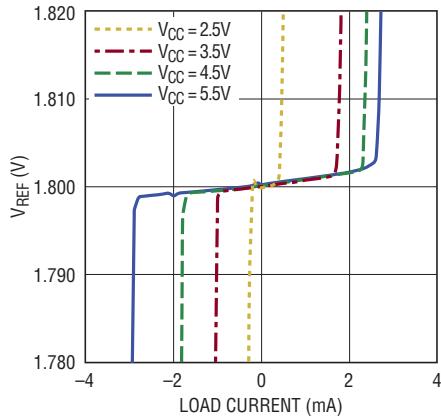
バッファ付きリファレンス電圧と  
温度



2996 G09

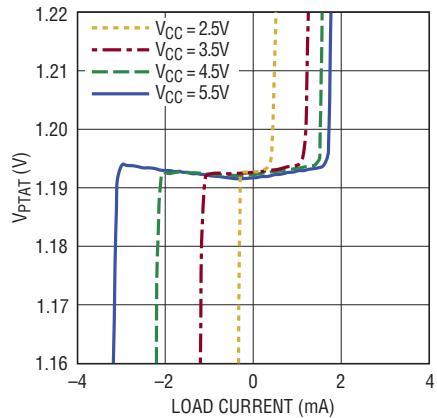
**標準的性能特性** 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ 。

$V_{REF}$ の負荷レギュレーション：  
電圧と電流



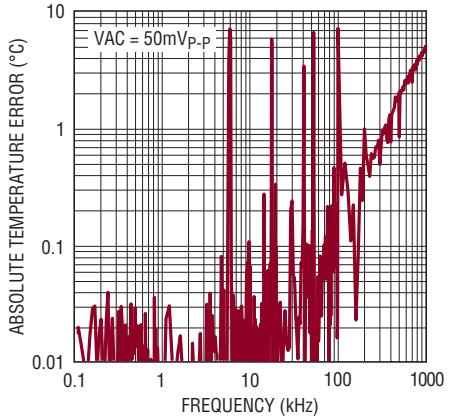
2996 G10

$V_{PTAT}$ の負荷レギュレーション：  
電圧と電流



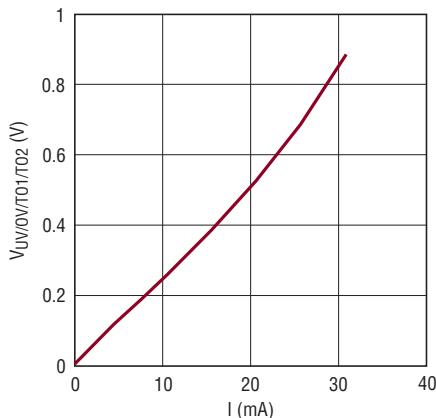
2996 G11

1線リモート温度誤差と  
グランド・ノイズ



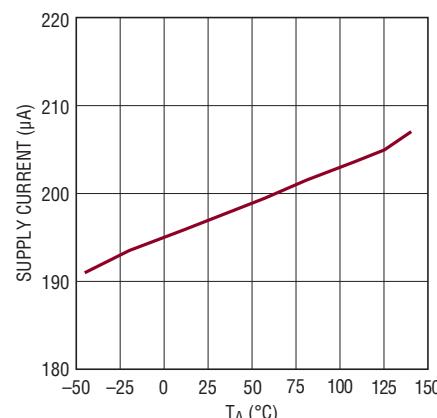
2996 G12

$UT$ および $\bar{OT}$ と出力シンク電流



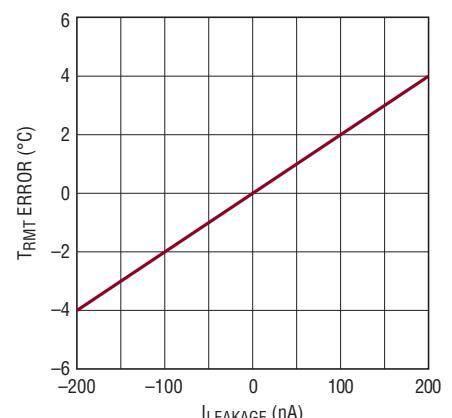
2996 G14

電源電流と温度



2996 G16

リモート温度誤差  $T_{RMT}$  と  $D^+$  の  
漏れ電流(リモート・ダイオードが  
 $25^\circ\text{C}$ )



2996 G17

## ピン機能

**D<sup>+</sup>**: ダイオード検出電流のソース。D<sup>+</sup>はリモート・ダイオード検出電流をソースします。D<sup>+</sup>はリモート・センサ・デバイスのアノードに接続してください。D<sup>+</sup>とD<sup>-</sup>の間に470pFのバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。コンデンサの容量が大きいと、セトリング時間に誤差を生じる可能性があります（「標準的性能特性」参照）。D<sup>+</sup>をV<sub>CC</sub>に接続すると、LTC2996は内部センサの温度を測定します。使用しない場合、D<sup>+</sup>はV<sub>CC</sub>に接続します。

**D<sup>-</sup>**: ダイオード検出電流のシンク。D<sup>-</sup>はリモート・センサ・デバイスのカソードに接続してください。1線リモート温度測定（「アプリケーション情報」を参照）または内部温度検出では、D<sup>-</sup>をGNDに接続します。

**露出パッド**: 露出パッドは開放のままにするか、またはGNDに半田付けして熱的結合を良好にすることができます。

**GND**: デバイスのグランド。

**UT**: 低温度ロジック出力。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TL</sub>ピンのしきい値電圧を下回るとGNDに引き下げられるオープン・ドレインのロジック出力です。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TL</sub>ピンのしきい値電圧を超える場合、UTピンを“H”にするために20mVのヒステリシスを追加する必要があります。UTピンはV<sub>CC</sub>への400kΩの弱いプルアップを備えており、外部プルアップを使ってV<sub>CC</sub>より上に引き上げることができます。使用しない場合、UTピンを開放のままにしておきます。

**OT**: 過温度ロジック出力。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TH</sub>ピンのしきい値電圧を上回るとGNDに引き下げられるオープン・ドレインのロジック出力です。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TH</sub>ピンのしきい値電圧を下回る場合、OTピンを“H”にするために20mVのヒステリシスを追加する必要があります。OTピンはV<sub>CC</sub>への400kΩの弱いプルアップを備えており、外部プルアップを使ってV<sub>CC</sub>より上に引き上げることができます。使用しない場合、OTピンを開放のままにしておきます。

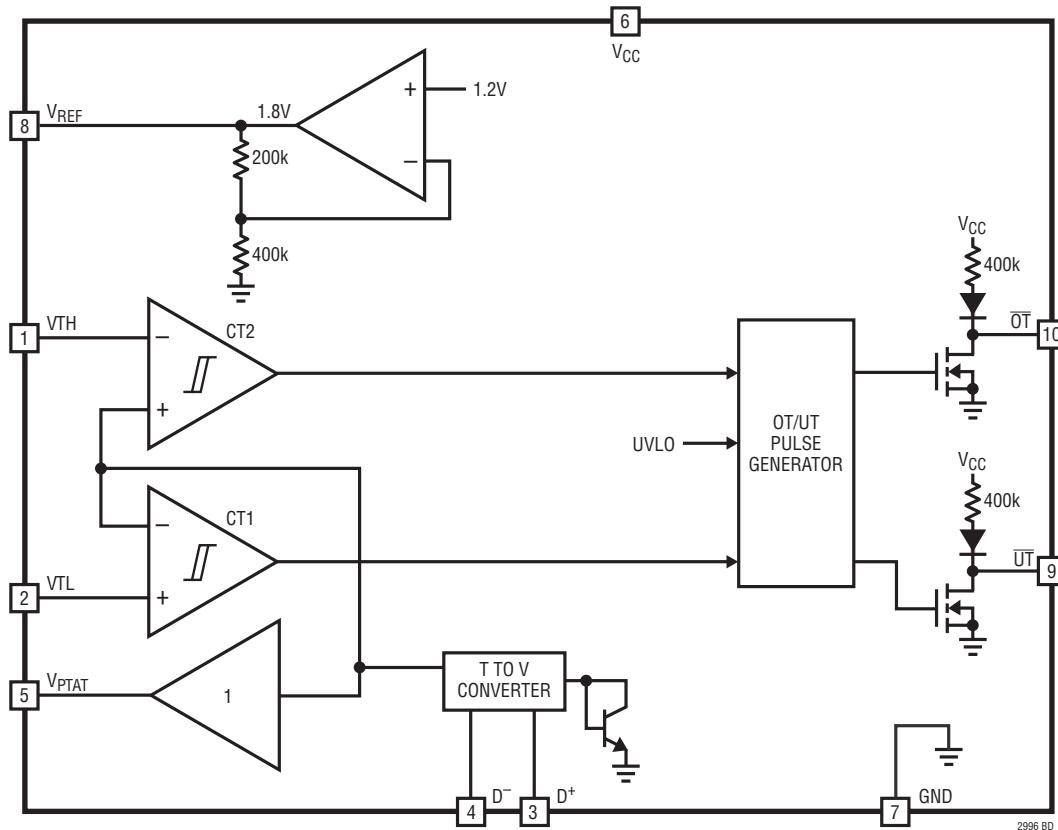
**V<sub>PTAT</sub>**: 絶対温度電圧出力に比例する出力。このピンの電圧はセンサの絶対温度に比例します。V<sub>PTAT</sub>は、最大±200μAの負荷電流と最大1000pFの容量性負荷をドライブすることができます。負荷容量が大きい場合、V<sub>PTAT</sub>と負荷の間に1kΩを挿入して安定性を保証します。電源電圧が低電圧ロックアウトしきい値を下回ると、V<sub>PTAT</sub>は“L”に引き下げられます。

**V<sub>REF</sub>**: 電圧リファレンスの出力。V<sub>REF</sub>は1.8Vのリファレンス電圧を供給します。V<sub>REF</sub>は、最大±200μAの負荷電流と最大1000pFの容量性負荷をドライブすることができます。負荷容量が大きい場合、V<sub>REF</sub>と負荷の間に1kΩを挿入して安定性を保証します。使用しない場合、V<sub>REF</sub>を開放のままにします。

**V<sub>TL</sub>**: 温度しきい値「下側」。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TL</sub>の電圧を下回ると、UTは“L”に引き下げられます。使用しない場合、V<sub>TL</sub>をGNDに接続します。

**V<sub>TH</sub>**: 温度しきい値「上側」。V<sub>PTAT</sub>がV<sub>TH</sub>の電圧を上回ると、OTは“L”に引き下げられます。使用しない場合、V<sub>TH</sub>をV<sub>CC</sub>に接続します。

## ブロック図



## 動作

### 概要

LTC2996は、内部ダイオードまたはリモート・ダイオードの絶対温度に比例するバッファされた電圧( $V_{PTAT}$ )を供給し、この電圧を内蔵リファレンス( $V_{REF}$ )からの外付け抵抗分割器によって設定可能なしきい値と比較します。

リモート温度測定では通常、ダイオードが接続されたトランジスタを温度センサとして使用するので、ディスクリートNPNデバイス(MMBT3904など)またはマイクロプロセッサやFPGAに組み込まれたデバイスをリモート・センサとして使用することができます。

### ダイオード温度センサ

温度測定は、複数のテスト電流を使って内部ダイオードまたは外部ダイオードの電圧を測定することによって行われます。ダイオードの電圧  $V_D$  とダイオードの電流  $I_D$  の関係は、次式のケルビン単位で表される絶対温度  $T$  に対して解くことができます。

$$T = \frac{q}{\eta \cdot k} \cdot \frac{V_D}{\ln\left(\frac{I_D}{I_S}\right)}$$

ここで、 $I_S$  は  $10^{-13} A$  程度のプロセス依存係数、 $\eta$  はダイオードの理想係数、 $k$  はボルツマン定数、 $q$  は電子電荷です。この式から、温度と電圧の間に相関があり、プロセス依存変数  $I_S$  に依存することが分かります。2つの異なる電流( $I_{D1}$  および  $I_{D2}$ )

で同じダイオード( $I_S$  の値が同じ)を測定すると、 $I_S$  に依存しない式が得られます。

$$T = \frac{q}{\eta \cdot k} \cdot \frac{V_{D2} - V_{D1}}{\ln\left(\frac{I_{D2}}{I_{D1}}\right)}$$

### 直列抵抗のキャンセル

リモート・ダイオードと直列接続された抵抗は、各テスト電流での測定電圧を上げるので正の温度誤差の要因になります。加算した電圧は次のとおりです。

$$V_D + V_{ERROR} = \eta \frac{kT}{q} \cdot \ln\left(\frac{I_D}{I_S}\right) + R_S \cdot I_D$$

LTC2996は、キャンセル電圧  $V_{CANCEL}$  を差し引くことにより、センサ信号からこの誤差の項を除去します。抵抗抽出回路は、1つの追加電流測定を使って測定経路の直列抵抗を求めます。抵抗の正しい値が決まると、 $V_{CANCEL}$  が  $V_{ERROR}$  に等しくなります。これで、温度から電圧へのコンバータの入力信号には直列抵抗による誤差がなくなります。

LTC2996は最大数百オームの直列抵抗をキャンセルすることができます(「標準的性能特性」の曲線を参照)。直列抵抗をさらに大きくすると、キャンセル電圧が飽和します。

## アプリケーション情報

### 温度測定

各変換の前に、D<sup>+</sup>に接続された電圧コンパレータが、LTC2996を外部モードまたは内部モードに自動的に設定します。D<sup>+</sup>をV<sub>CC</sub>に接続すると、内部モードがイネーブルされ、V<sub>PTAT</sub>がダイ温度を示します。V<sub>D<sup>+</sup></sub>がV<sub>CC</sub>より（標準で）300mV以上低い場合、LTC2996は外部センサが接続されているとみなします。

LTC2996は異なるテスト電流でセンサ・ダイオードを継続的に測定し、V<sub>PTAT</sub>ピンのセンサの絶対温度に比例する電圧を発生します。V<sub>PTAT</sub>の電圧は3.5msごとに更新されます。

V<sub>PTAT</sub>の利得は、内部ダイオードおよび理想係数が1.004のリモート・ダイオードの測定に対して4mV/Kに調整されます。

$$T_{KELVIN} = \frac{V_{PTAT}}{4mV/K} \quad (\eta = 1.004)$$

理想係数が1.004と異なる外部センサが使用される場合、V<sub>PTAT</sub>の利得は実際の理想係数(η<sub>ACT</sub>)と1.004の比によって調整されます。これらの場合、外部センサの温度はV<sub>PTAT</sub>から次式によって計算できます。

$$T_{KELVIN} = \frac{V_{PTAT}}{4mV/K} \cdot \frac{1.004}{\eta_{ACT}}$$

セルシウス温度はケルビン温度から次のように求めることができます。

$$T_{CELSIUS} = T_{KELVIN} - 273.15$$

### 外部センサの選択

LTC2996は、製造時に理想係数が1.004になるように調整されており、これは一般的なMMBT3904 NPNトランジスタで標準的な値です。半導体の純度とウェハーレベルの加工によってデバイス間のばらつきが本質的に制限されているので、これらのデバイスは、メーカの間で標準0.5°C以下の温度誤差で置き換え可能になります。推奨メーカのいくつかを表2に示します。

表2. 温度センサとして使用する推奨トランジスタ

メーカー	製品番号	パッケージ
Fairchild Semiconductor	MMBT3904	SOT-23
Central Semiconductor	CMBT3904	SOT-23
Diodes Inc.	MMBT3904	SOT-23
On Semiconductor	MMBT3904LT1	SOT-23
NXP	MMBT3904	SOT-23
Infineon	MMBT3904	SOT-23
Rohm	UMT3904	SC-70

ディスクリートの2端子ダイオードは一般に理想係数が1.004よりかなり大きいので、リモート検出デバイスとしては推奨できません。また、MOSトランジスタは必要な電流と温度の相関がないので適していません。さらに、金ドープ・トランジスタ（低ベータ）、高周波トランジスタ、および高電圧トランジスタはリモート検出デバイスとしては避けるべきです。

### 外部センサの接続

外部センサのアノードはピンD<sup>+</sup>に接続する必要があります。最高の外部ノイズ耐性を引き出すためには、カソードをD<sup>-</sup>に接続します。

センサ電圧の温度1°C当たりの変化は数百マイクロボルトになるので、電気的ノイズを最小限に抑える必要があります。D<sup>+</sup>とD<sup>-</sup>を470pFのコンデンサを使ってLTC2996の近くでバイパスし、外部ノイズを抑えます。最高のノイズ耐性を引き出すための推奨するシールドとPCBトレースへの配慮を図1に示します。

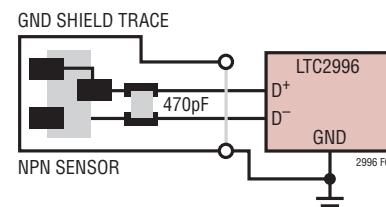


図1.PCBの推奨レイアウト

D<sup>+</sup>に漏れ電流が生じると、リモート温度測定の精度に影響を与えます。100nAの漏れ電流が生じると、2°Cの誤差が追加されます（「標準的性能特性」を参照）。

## アプリケーション情報

バイパス・コンデンサを1nFより大きくすると、異なる測定電流のセトリング時間に誤差が生じることにより、温度測定に誤差が生じることに注意してください(「標準的性能特性」を参照)。

LTC2996は測定経路の直列抵抗を補償するので、センサとデバイスの間に数メータの距離があつても高精度のリモート温度測定が可能です。センサとLTC2996の間のケーブル長はD<sup>+</sup>とD<sup>-</sup>の間に生じる相互容量によってのみ制限されます。この容量があると測定精度が低下します(「標準的性能特性」を参照)。

たとえば、50pF/mのCAT6ケーブルは約20m以下に保つて1nF以下の容量を維持します。

配線を節約するため、以下に示すように、リモート・センサのカソードをリモートGNDに接続し、D<sup>-</sup>をローカルGNDに接続することもできます。

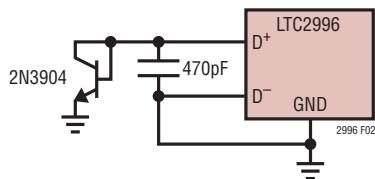


図2.1 線リモート温度検出

LTC2996の温度測定は、複数のテスト回路のダイオード電圧間の差にのみ依存します。したがって、リモートGNDとローカルGNDの間のDCオフセットが300mVより小さいと、温度測定の精度に影響を与えません。センサのカソードはシステム内の多少のグランド・シフトには対応できるので、センサから温度をモニタする対象(シャント抵抗やコイルなど)まで良好な熱結合を必要とするアプリケーションでは有利です。カソードとD<sup>-</sup>の間の電位差がDC成分だけでなくAC成分も含んでいる場合には注意する必要があります。6kHz(±20%)の奇数倍近くのノイズは測定アルゴリズムによって増幅され、温度測定のDCオフセットに変換されます(「標準的性能特性」を参照)。

LTC2996は最大±4kVの静電気放電(ESD、人体モデル)に耐えることができます。ESDがこの電圧を超えると、デバイスが損傷するか、またはD<sup>+</sup>やD<sup>-</sup>の漏れ電流が増加することによってリモート・センサの測定精度が低下するなどのデバイスの劣化を生じる可能性があります。

大きなESD衝撃に対して検出入力を保護するため、グランドとの間にTVSダイオードを接続して外部保護を追加することができます(図3)。外部センサの測定精度を低下させないように、容量が小さく漏れ電流が少ないダイオードを選択するようしてください(「標準的性能特性」の曲線を参照)。

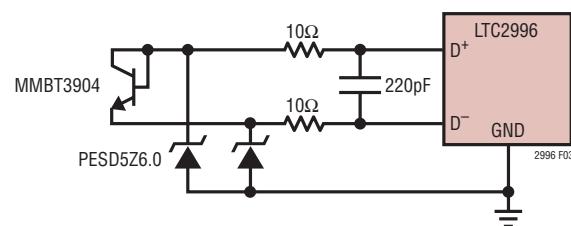


図3.TVSダイオードを使用したESD耐性の強化

実装時にデバイスの極性に影響されないようにケーブルを接続するため、図4に示すように、2本のケーブルの端に極性が逆の2個のセンサ・トランジスタを使用することができます。

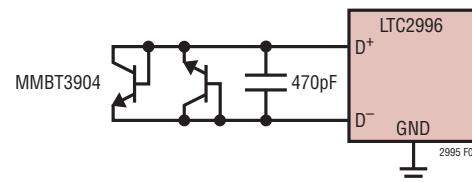


図4.極性に影響されないリモート・ダイオード・センサ

この場合も、2個目のトランジスタの漏れ電流が測定精度を低下させないように注意が必要です。

## アプリケーション情報

### 出力ノイズのフィルタリング

V<sub>PTAT</sub>の出力には通常、0.6mV RMS (0.25°C RMS) のノイズが生じます。低ノイズが要求されるアプリケーションでは、デジタルまたはアナログの平均化を出力に適用することができます。次式に従って平均化時間を選択します。

$$t_{AVG} = \left( \frac{0.01 [^{\circ}\text{C}\sqrt{\text{Hz}}]}{T_{NOISE}} \right)^2$$

ここで、 $t_{AVG}$  は平均化時間、 $T_{NOISE}$  は望みの温度ノイズ(単位: °C RMS)です。たとえば、望みのノイズ特性が 0.01°C RMS の場合、平均化時間を 1 秒に設定します。「標準的性能特性」を参照してください。

### 温度のモニタリング

LTC2996 は、V<sub>PTAT</sub> の電圧を V<sub>TH</sub> ピンおよび V<sub>TL</sub> ピンの電圧と絶えず比較し、過温度(OT) または低温度(UT) 状態を検出します。V<sub>TH</sub> コンパレータの出力はオープン・ドレイン・ロジック出力ピン  $\overline{OT}$  をドライブし、V<sub>TL</sub> コンパレータの出力はオープン・ドレイン・ロジック出力ピン  $\overline{UT}$  をドライブします。V<sub>PTAT</sub> の電圧は、各出力ピンが “L” になる前に、3.5msごとに 5 回連続して温度が更新される間、しきい値を超える必要があります。V<sub>PTAT</sub> の電圧が、20mV のヒステリシスが追加されたしきい値と交差すると、各出力ピンは 1 回更新された後に “H” になります。

### 温度モニタの設計例

LTC2996 は、内部センサの温度が 0°C を下回るか 90°C を超えるとアラートを出力するように設定することができます。内部センサを選択するために D<sup>+</sup> ピンを V<sub>CC</sub> に接続します。V<sub>TL</sub> と V<sub>TH</sub> の電圧は以下のように設定されます。

$$V_{TL} = (0K + 273.15K) \cdot 4 \frac{mV}{K} = 1.093V$$

$$V_{TH} = (90K + 273.15K) \cdot 4 \frac{mV}{K} = 1.453V$$

V<sub>PTAT</sub> が 1.093V を下回ると、 $\overline{UT}$  は “L” に引き下げられます。温度が再び上昇して V<sub>PTAT</sub> が 1.093V に 20mV のヒステリシスを加えた電圧に達すると、 $\overline{UT}$  は再度 “H” になります。したがって、V<sub>PTAT</sub> が 1.453V に達して温度が 90°C まで上昇すると  $\overline{OT}$  が “L” になり、V<sub>PTAT</sub> が再び 1.433V を下回ると  $\overline{OT}$  が “H” になります。

### 温度のしきい値

V<sub>TL</sub> および V<sub>TH</sub> のしきい値電圧は、図 5 に示すように、1.8V のリファレンス電圧 (V<sub>REF</sub>) と抵抗分割器を使って設定できます。

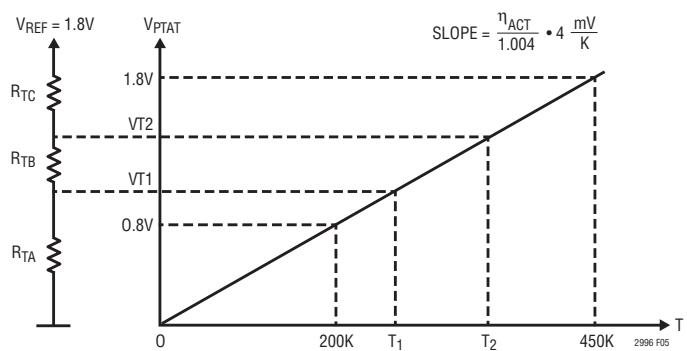


図 5. 温度のしきい値

以下の設計手順を使って抵抗分割器の大きさを決定することができます。

1. しきい値電圧を次のように計算します。

$$V_{TL} = T1 \cdot 4 \frac{mV}{K} \cdot \frac{\eta_{ACT}}{1.004}$$

$$V_{TH} = T2 \cdot 4 \frac{mV}{K} \cdot \frac{\eta_{ACT}}{1.004}$$

## アプリケーション情報

ここで、 $\eta_{ACT}$ は外部センサが使用される場合の実際の理想係数を示し、T1とT2はケルビンを単位とする所望のしきい値温度です。

2. 抵抗分割器を流れる望みの電流( $I_{REF}$ )を求めるために必要なVTLしきい値が得られるように、 $R_{TA}$ を選択します。

$$R_{TA} = \frac{VTL}{I_{REF}}$$

3. 望みの $VTH$ しきい値が得られるように、 $R_{TB}$ を選択します。

$$R_{TB} = \frac{VTH - VTL}{I_{REF}}$$

4. 最後に、次式によって $R_{TC}$ を決定します。

$$R_{TC} = \frac{1.8V - VTH}{I_{REF}}$$

前に説明した $VTL = 0^\circ\text{C}$ 、 $VTH = 90^\circ\text{C}$ 、望みのリファレンス電流が $10\mu\text{A}$ の温度モニタの例では、 $R_{TA}$ 、 $R_{TB}$ 、および $R_{TC}$ に必要な値は以下のように計算できます。

$$R_{TA} = \frac{1.093V}{10\mu\text{A}} = 109.3\text{K}$$

$$R_{TB} = \frac{1.453V - 1.093V}{10\mu\text{A}} = 36\text{K}$$

$$R_{TC} = \frac{1.8V - 1.453V}{10\mu\text{A}} = 34.7\text{K}$$

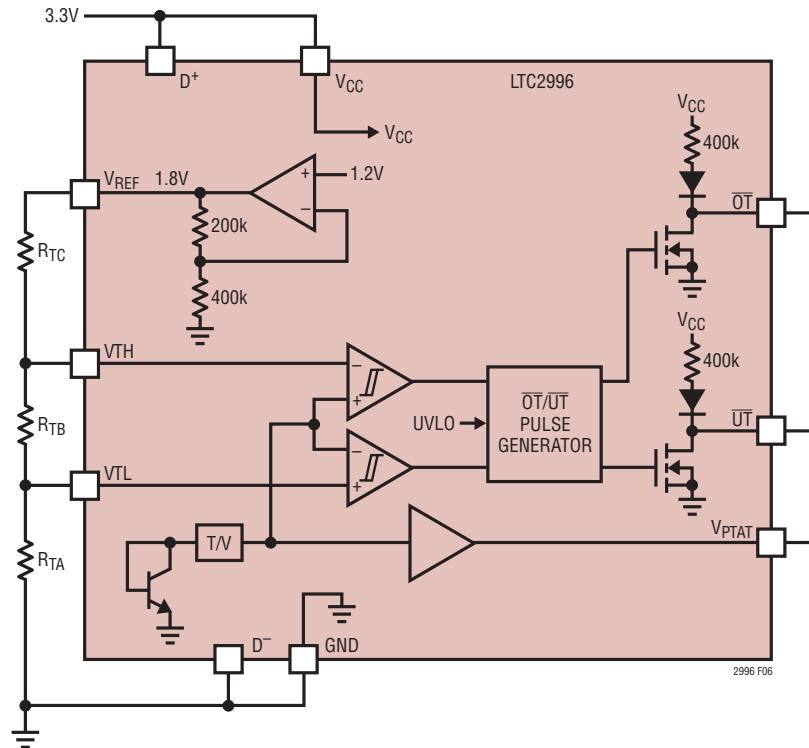
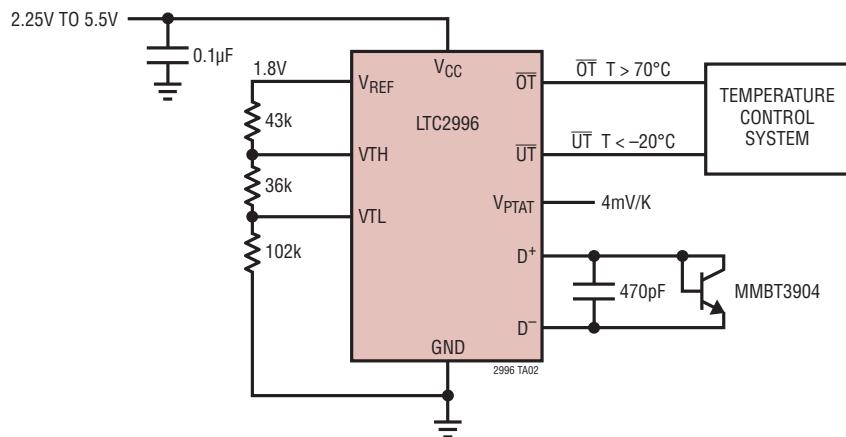


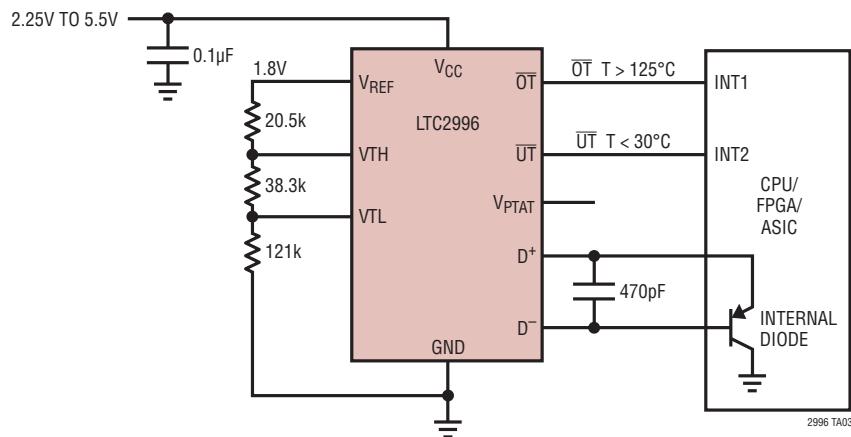
図6. 内部温度のモニタリング

## アプリケーション情報

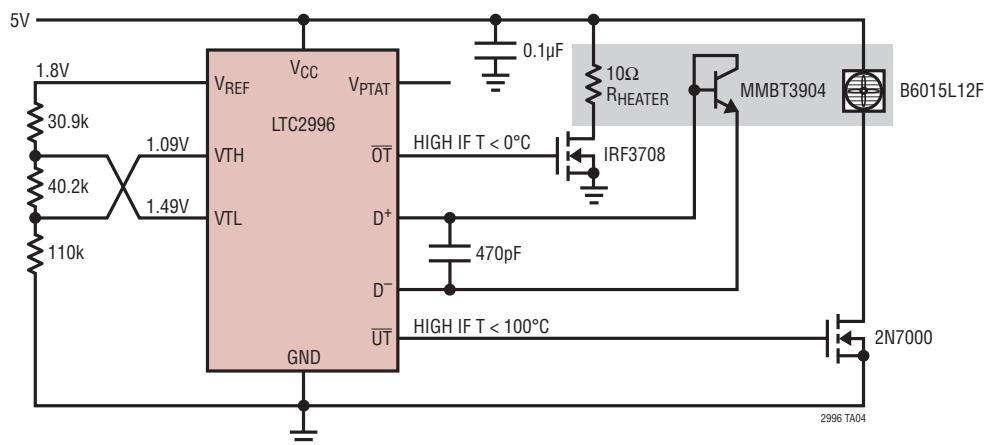
## 過温度しきい値と低温度しきい値を備えたリモート温度モニタ



## ASIC/FPGA/プロセッサの温度モニタ

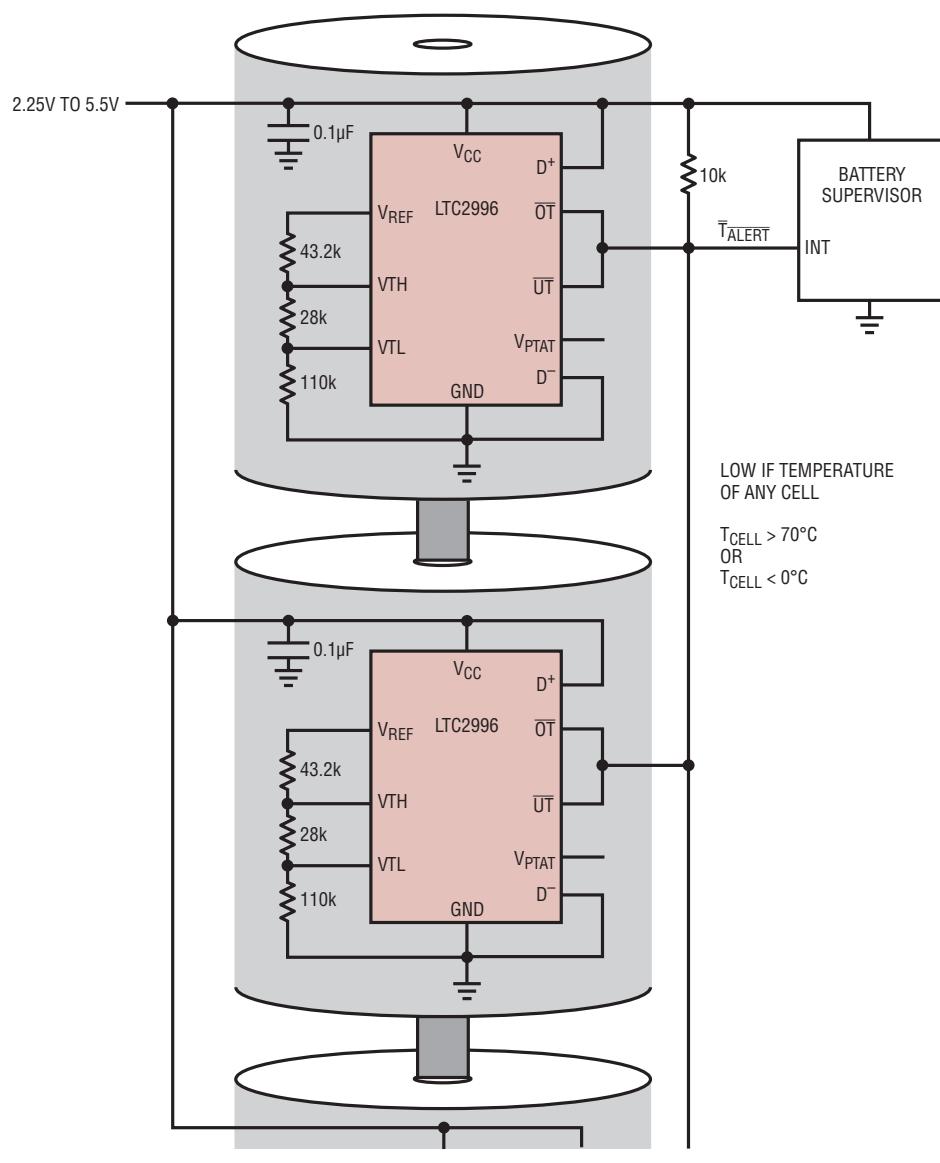


## アナログ・ヒーター・コントローラ



## 標準的應用例

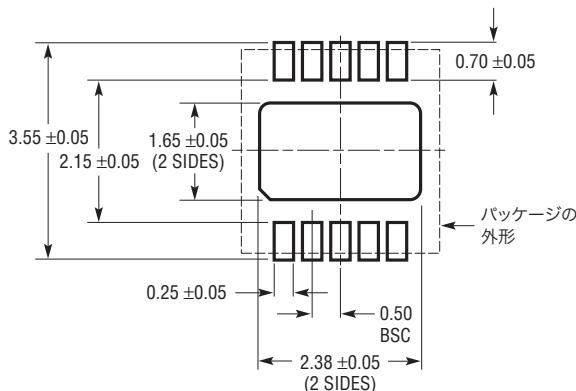
## バッテリ・スタック温度の監視回路



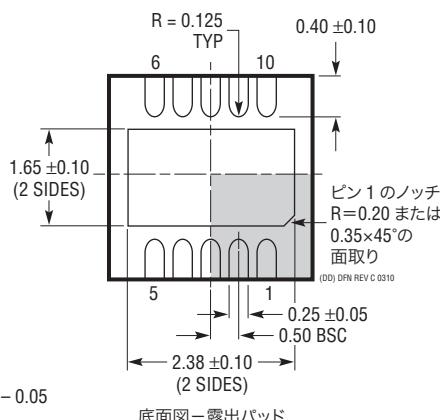
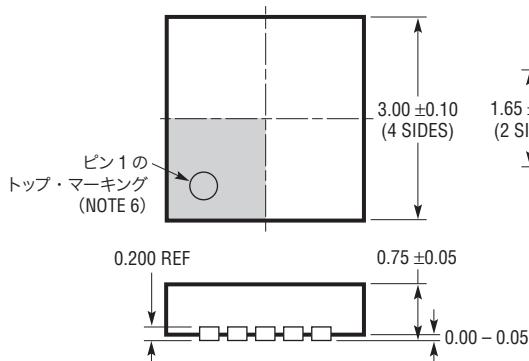
## パッケージ

最新のパッケージ図については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

DD パッケージ  
10 ピン・プラスチック DFN(3mm×3mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1699 Rev C)



推奨する半田パッドのピッチと寸法

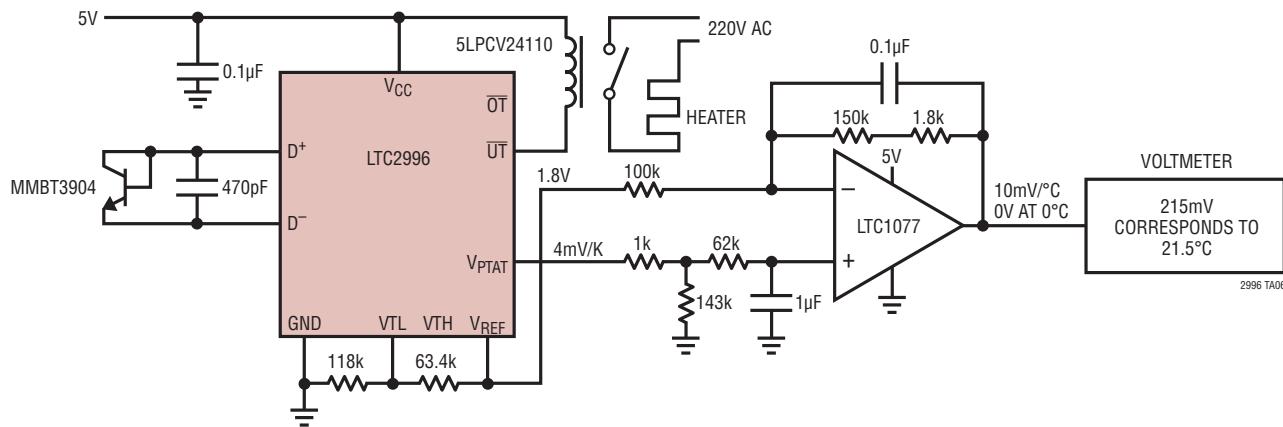


## NOTE:

1. 図は JEDEC のパッケージ外形 MO-229 のバリエーション(WEED-2)になる予定  
バリエーションの指定の現状については LTC の Web サイトのデータシートを参照
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージの底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

## 標準的応用例

セルシウス温度計と20°C～25°Cのサーモスタット



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2990	I <sup>2</sup> Cインターフェース搭載のクワッド電圧、電流、温度モニタ	電圧、電流、内部温度、2つのリモート・ダイオード温度を種々の組み合わせで測定、±0.5°C(標準)の精度、0.06°Cの分解能、I <sup>2</sup> Cインターフェース
LTC2991	I <sup>2</sup> Cインターフェース搭載のオクタル電圧、電流、温度モニタ	電圧、電流、内部温度、4つのリモート・ダイオード温度を種々の組み合わせで測定、±0.7°C(標準)の精度、0.06°Cの分解能、I <sup>2</sup> Cインターフェース、PWM出力
LTC2995	アラート出力付き温度センサおよび電圧モニタ	温度と2つの電圧をモニタ、調整可能なしきい値、オープン・ドレインのアラート出力、1.8Vの内蔵リファレンスを使って温度に比例した電圧を出力、±1°C(最大)の精度
LTC2997	リモート/内部温度センサ	リモート・センサまたは内部ダイオード温度をアナログ電圧に変換、1.8Vリファレンス内蔵、±1°C(最大)の精度
LTC1077	マイクロパワー、単一電源の高精度オペアンプ	60µAの電源電流、40µVのオフセット、低ノイズ