

LP2960

LP2960 Adjustable Micropower 0.5A Low-Dropout Regulators



Literature Number: JAJ804

LP2960

0.5A 超低消費電流、可変型低ドロップアウト電圧レギュレータ

概要

LP2960 は待機時消費電流が非常に小さく (1mA 負荷で代表値 450 μ A)、ドロップアウト電圧も極めて低い (1mA の負荷で代表値 12mV、500mA の負荷で代表値 470mV) マイクロパワー電圧レギュレータです。

LP2960 は、低入出力電圧動作領域でも待機時消費電流の増加を抑え、バッテリーの寿命を延ばします。

LP2960 は、LP2953 の優れた特性をすべて兼ね備えており、しかも、より大きな出力電流を特長としています。

出力電圧のレギュレーションが約 5%以上変動した時、コンパレータから Low レベルのエラー・フラグを出力し、警告します。

LP2960 は、バッテリーの逆接続防止機能も備えており、出力に 10 μ F のコンデンサを接続するだけで (5V 出力バージョン) 安定動作をします。

内部基準電圧は、高精度のレギュレーション特性を持つ低温度係数 (T.C.) の基準電圧として、外部応用回路に使用できます。

このデバイスは、16 ピン表面実装パッケージで供給されます。

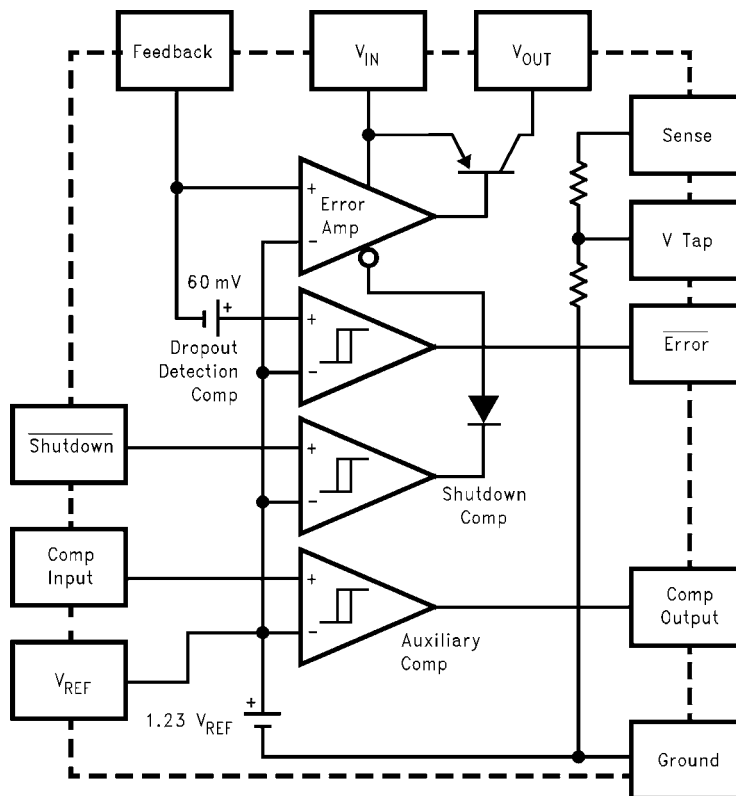
特長

- 出力電圧を 1.23V ~ 29V の範囲で調整可能
- 出力電流 500mA を保証
- 5V と 3.3V の出力電圧バージョン
- 16 ピン SO パッケージ
- 低ドロップアウト電圧
- 低待機時消費電流
- 高精度のライン / ロード・レギュレーション
- 低温度係数
- 過電流制限およびサーマル・リミット
- 論理レベル入力によるシャットダウン機能
- 出力の結線によるスナップ ON/OFF スイッチ動作
- バッテリー逆接続防止機能

アプリケーション

- 高効率のシリーズ・レギュレータ
- 低電圧シャットダウン機能内蔵レギュレータ
- 低ドロップアウト・バッテリー電源用レギュレータ
- 携帯無線電話

ブロック図



絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電氣的信頼性試験方法の規格を参照ください。

保存温度範囲	- 65 ~ + 150
動作接合部温度範囲 LP2960AI/LP2960I	- 40 ~ + 125
リード温度 (ハンダ付け、5 秒)	260

消費電力 (Note 2)

入力電源電圧	- 20V ~ + 30V	内部制限
フィードバック入力電圧 (Note 3)	- 0.3V ~ + 5V	
コンパレータ入力電圧 (Note 4)	- 0.3V ~ + 30V	
コンパレータ出力電圧 (Note 4)	- 0.3V ~ + 30V	
ESD 耐圧 (Note 15)	1.5 kV	

電氣的特性

標準文字表記のリミット値は $T_J = 25$ に対して適用され、太文字表記のリミット値は全動作温度範囲にわたり適用されます。特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $V_{IN} = V_O(NOM) + 1V$ 、 $I_L = 1mA$ 、 $C_{OUT} = 10\mu F$ (5Vバージョン) または $C_{OUT} = 22\mu F$ (3.3Vバージョン) に対して適用されます。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続され、 V_{SD} は 2V です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LP2960AI (Note 14)		LP2960I (Note 14)		Units
				Min	Max	Min	Max	
V_O	Output Voltage (5V Versions)	$1\text{ mA} \leq I_L \leq 500\text{ mA}$	5.0	4.962 4.930	5.038 5.070	4.925 4.880	5.075 5.120	V
	Output Voltage (3.3 Versions)	$1\text{ mA} \leq I_L \leq 500\text{ mA}$	3.3	3.275 3.254	3.325 3.346	3.250 3.221	3.350 3.379	
$\frac{\Delta V_O}{\Delta T}$	Output Voltage Temperature Coefficient	(Note 5)	20		130		160	ppm/°C
$\frac{\Delta V_O}{V_O}$	Output Voltage Line Regulation	$V_{IN} = [V_O(NOM) + 1V]$ to 30V	0.06		0.2 0.5		0.4 0.8	%
$\frac{\Delta V_O}{V_O}$	Output Voltage Load Regulation	(Note 6)	0.08		0.16 0.30		0.20 0.40	%
$V_{IN} - V_O$	Dropout Voltage (Note 7)	$I_L = 1\text{ mA}$	12		30 50		30 50	mV
		$I_L = 100\text{ mA}$	180		250 350		250 350	
		$I_L = 200\text{ mA}$	260		350 450		350 450	
		$I_L = 500\text{ mA}$	470		600 800		600 800	
I_{GND}	Ground Pin Current (Note 8)	$I_L = 1\text{ mA}$	450		600 750		600 750	μA
		$I_L = 100\text{ mA}$	2.6		4.0 5.0		4.0 5.0	mA
		$I_L = 200\text{ mA}$	2.5		8 10		8 10	
		$I_L = 500\text{ mA}$	21		35 40		35 40	
I_{GND}	Ground Pin Current at Dropout (Note 8)	$V_{IN} = V_O(NOM) - 0.5V$ $I_L = 100\mu A$	1.8		3 5		3 5	mA
	Ground Pin Current at Shutdown (Note 8)	$V_{SD} \leq 1.1V$	300		400		400	μA
I_{LIMIT}	Current Limit	$R_L = 0.5\Omega$	1000		1500 1600		1500 1600	mA
$\frac{\Delta V_O}{P_D}$	Thermal Regulation	(Note 10)	0.05		0.2		0.2	%/W

電気的特性 (つづき)

標準文字表記のリミット値は $T_J = 25$ に対して適用され、太文字表記のリミット値は全動作温度範囲にわたり適用されます。特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $V_{IN} = V_O(\text{NOM}) + 1\text{V}$ 、 $I_L = 1\text{mA}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ (5Vバージョン) または $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$ (3.3Vバージョン) に対して適用されます。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続され、 $V_{S/D}$ は 2V です。

Symbol	Parameter	Conditions	Typ	LP2960AI (Note 14)		LP2960I (Note 14)		Units
				Min	Max	Min	Max	
e_n	Output Noise Voltage @ $I_L = 100\text{mA}$ (10 Hz–100kHz)	$C_{OUT} = 10\mu\text{F}$	300					μV RMS
		$C_{OUT} = 47\mu\text{F}$	210					
		$C_{OUT} = 47\mu\text{F}$ (Note 11)	130					
V_{REF}	Reference Voltage		1.235	1.220 1.210	1.250 1.265	1.210 1.195	1.260 1.275	V
$\frac{\Delta V_{REF}}{V_{REF}}$	Reference Voltage Line Regulation	(Note 13)	0.05		0.1 0.30		0.2 0.4	%
$\frac{\Delta V_{REF}}{V_{REF}}$	Reference Voltage Load Regulation	$I_{REF} = 0\text{--}200\mu\text{A}$	0.45		0.6 0.9		1.2 1.5	%
$\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta T}$	Reference Voltage Temperature Coefficient	(Note 5)	20					ppm/ $^{\circ}\text{C}$
$I_B(\text{FB})$	Feedback Pin Bias Current		-20		-50 -70		-50 -70	nA
DROPOUT DETECTION COMPARATOR								
I_{OH}	Output HIGH Leakage	$V_{OH} = 30\text{V}$	0.01		1 2		1 2	μA
V_{OL}	Output LOW Voltage	$V_{IN} = V_O(\text{NOM}) - 1\text{V}$ $I_O(\text{COMP}) = 400\mu\text{A}$	125		250 400		250 400	mV
$V_{THR}(\text{max})$	Upper Threshold Voltage	(Note 9)	-60	-80 -100	-35 -25	-80 -100	-35 -25	mV
$V_{THR}(\text{min})$	Lower Threshold Voltage	(Note 9)	-85	-130 -200	-70 -35	-130 -200	-70 -35	mV
HYST	Hysteresis	(Note 9)	25					mV
SHUTDOWN INPUT								
V_{OS}	Input Offset Voltage	(Referred to V_{REF})	± 5	-18 -24	18 24	-18 -24	18 24	mV
HYST	Hysteresis	(Referred to V_{REF})	10					mV
I_B	Input Bias Current	$V_{S/D} = 0\text{--}5\text{V}$	-20	-60 -100	60 100	-60 -100	60 100	nA
$I_{OUT}(\text{S/D})$	Regulator Output Current in Shutdown	(Note 12)	3		12 20		12 20	μA
AUXILIARY COMPARATOR								
V_{OS}	Input Offset Voltage	(Referred to V_{REF})	± 5	-15 -20	15 20	-15 -20	15 20	mV
HYST	Hysteresis	(Referred to V_{REF})	10					mV
I_B	Input Bias Current	$V_{COMP} = 0\text{--}5\text{V}$	-20	-60 -100	60 100	-60 -100	60 100	nA
I_{OH}	Output HIGH Leakage	$V_{OH} = 30\text{V}$ $V_{COMP} = 1.3\text{V}$	0.01		1 2		1 2	μA
V_{OL}	Output LOW Voltage	$V_{COMP} = 1.1\text{V}$ $I_O = 400\mu\text{A}$	125		250 400		250 400	mV

電気的特性 (つづき)

標準文字表記のリミット値は $T_J = 25$ に対して適用され、太文字表記のリミット値は全動作温度範囲にわたり適用されます。特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $V_{IN} = V_O(\text{NOM}) + 1\text{V}$ 、 $I_L = 1\text{mA}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ (5Vバージョン)または $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$ (3.3Vバージョン) に対して適用されます。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続され、 $V_{S/D}$ は 2V です。

Note 1: 「絶対最大定格」とは、デバイスに破壊が発生する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」を超えて動作させているデバイスには「電気的特性」の規格は適用されません。

Note 2: 最大許容消費電力は最大接合部温度 $T_J(\text{max})$ 、接合部・周囲温度間熱抵抗 θ_{J-A} 、周囲温度 T_A の関数です。任意の周囲温度における最大許容消費電力は、次式から求めます。

$$P(\text{max}) = \frac{T_J(\text{max}) - T_A}{\theta_{J-A}}$$

最大許容消費電力を超えると、ダイ温度が上昇してレギュレータはサーマル・シャットダウン状態に入ります。ヒート・シンクと熱抵抗の詳細は「アプリケーション・ヒント」を参照ください。

Note 3: レギュレータの負荷が負電源となるときがある±両電源システムで使用する場合は、出力電圧をグラウンドにダイオード・クランプすることが必要です。

Note 4: 入力電源電圧を超えても構いません。

Note 5: 出力電圧または基準電圧の温度係数は、最悪時の電圧変動を全温度範囲で除算した値として定義されます。

Note 6: 出力電圧のロード・レギュレーションは、低デューティ・サイクルのパルス・テストにより、一定の接合部温度で測定されます。ロード・レギュレーションの測定は、 $100\mu\text{A} \sim 1\text{mA}$ と $1\text{mA} \sim 500\text{mA}$ の 2 つの負荷電流範囲で行われます。温度上昇による出力電圧の変動は、サーマル・レギュレーションの規定項目を参照ください。

Note 7: ドロップアウト電圧は、出力電圧が、1V の入出力電圧差で測定した規定値から 100mV 低下した時の、入出力間電圧差として定義されます。出力電圧の設定値が非常に低い場合は、最低 2V (全温度範囲にわたり 2.3V) の入力電圧が必要です。

Note 8: GND ピンの電流がレギュレータの待機時消費電流になります。入力電源から消費される総電流は、GND ピン電流、出力負荷電流、外部電圧ダイバイダ (使われている場合) に流れる電流の和です。

Note 9: ドロップアウト検出コンパレータのスレッショルド電圧は、公称基準電圧 ($V_{IN} = V_O(\text{NOM}) + 1\text{V}$) の条件で測定された基準電圧 = 1.23V) と FEEDBACK 端子の電圧差となります。出力電圧の変動量で表す場合は、 $V_O/V_{REF} = (R_1 + R_2)/R_2$ で求められるエラーアンプのゲインで乗算してください (「アプリケーション回路」を参照)。

Note 10: サーマル・レギュレーションとは、消費電力が変動してからの時間 T における出力電圧の変動を表し、ロード/ラインレギュレーションの影響を除いた値です。規格値は $T = 10\text{ms}$ で $V_{IN} = V_O(\text{NOM}) + 15\text{V}$ (6W パルス) における 400mA 負荷パルスに対する値です。

Note 11: 出力と FEEDBACK ピンの間に $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサを接続します。

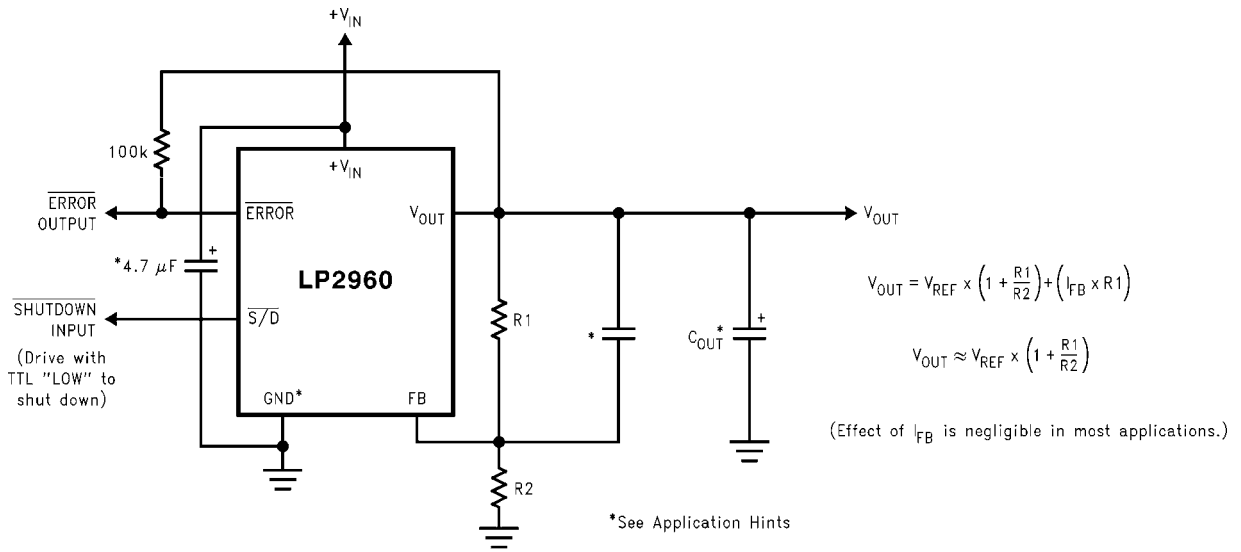
Note 12: $V_{\text{shutdown}} = 1.1\text{V}$ 、 $V_{IN} < 30\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 0\text{V}$ 。

Note 13: 基準電圧のライン・レギュレーションの測定は、 $2.5\text{V} < V_{IN} < V_O(\text{NOM}) + 1\text{V}$ 、 $V_O(\text{NOM}) + 1\text{V} < V_{IN} < 30\text{V}$ の 2 つの範囲で行われます。

Note 14: 室温におけるリミット値は製造時に全数試験が行われます。全動作温度範囲におけるすべてのリミット値は、標準統計品質管理 (SQC) 手法を用い、補正データを加味して保証されます。すべてのリミット値は、平均出荷品質レベル (AOQL) の計算に使用されます。

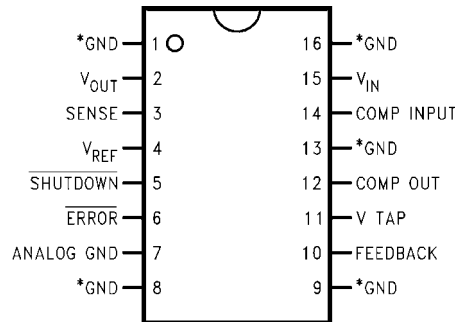
Note 15: ESD は人体に基づき、 200pF コンデンサから $1.5\text{k}\Omega$ を通し各端子に放電させます。

アプリケーション回路



ピン配置図および製品情報

16-Pin Surface Mount Package



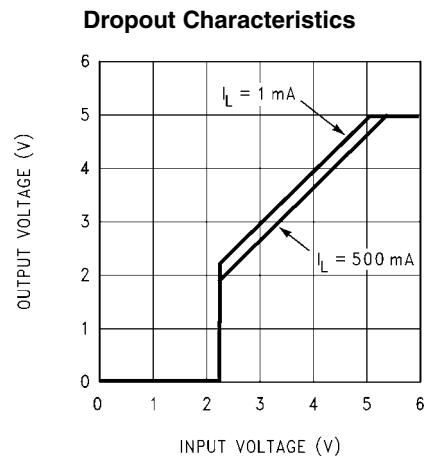
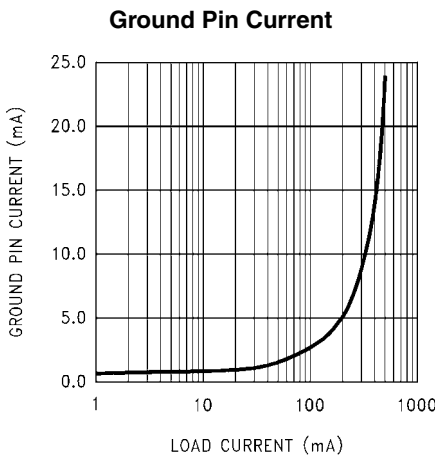
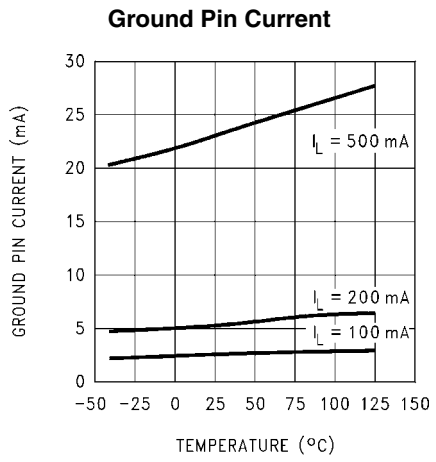
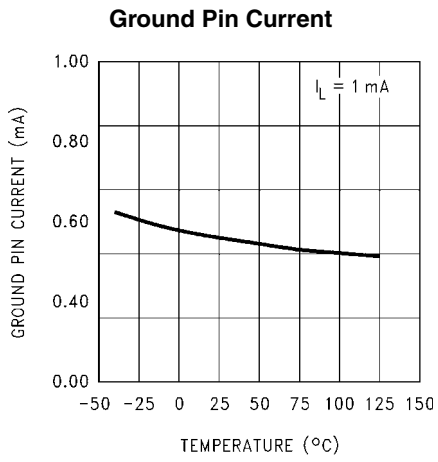
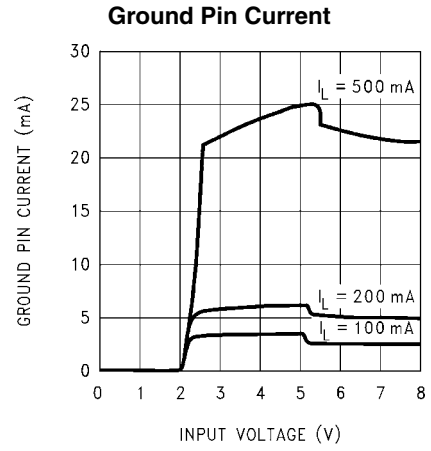
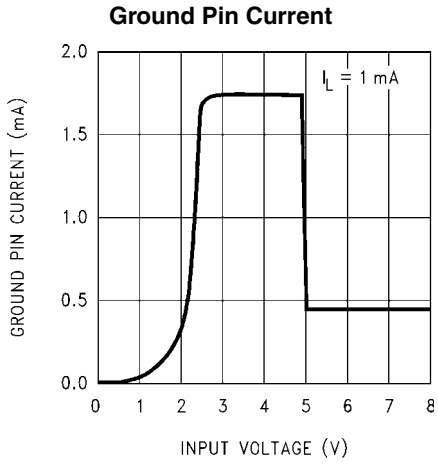
Top View

Order Number LP2960IM-5.0, LP2960AIM-5.0,
 LP2960IM-3.3 or LP2960AIM-3.3
 See NS Package Number M16A

* 電源グラウンドに内部接続

代表的な性能特性

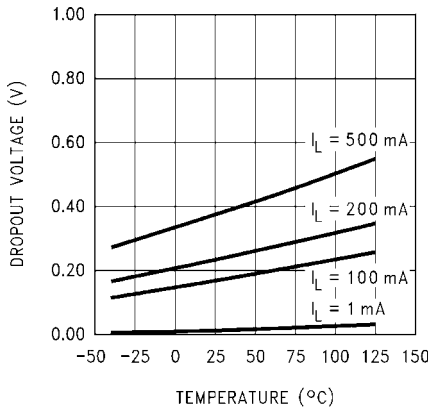
特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $V_{IN} = 6V$ 、 $I_L = 1mA$ 、 $C_{OUT} = 10\mu F$ 。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続 ($V_{S/D} = 2V$ 、 $V_{OUT} = 5V$)。



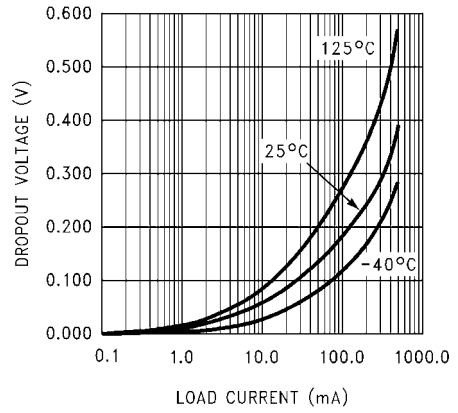
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $V_{IN} = 6\text{V}$ 、 $I_L = 1\text{mA}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ 。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続 ($V_{S/D} = 2\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$)。

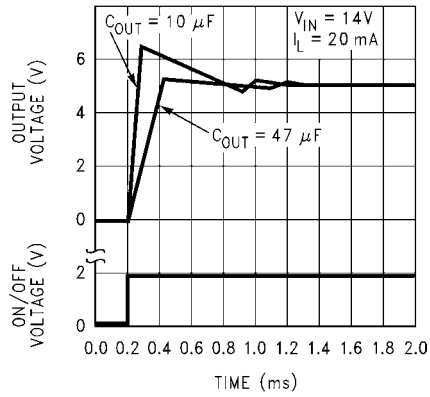
Dropout Voltage vs Temperature



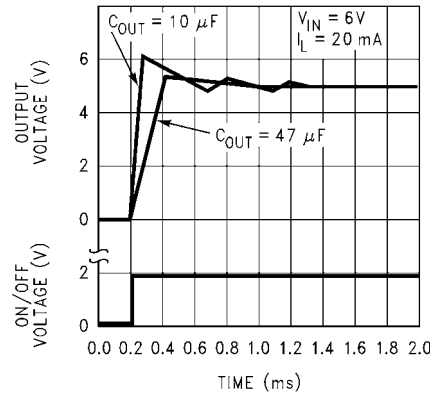
Dropout Voltage vs Load Current



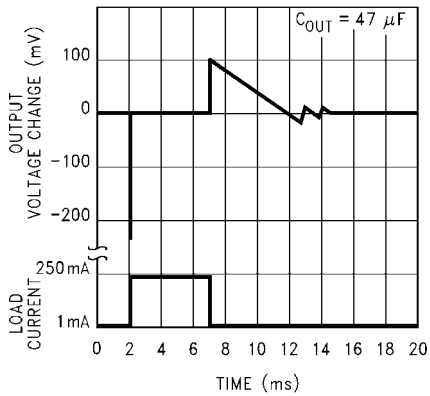
Enable Transient



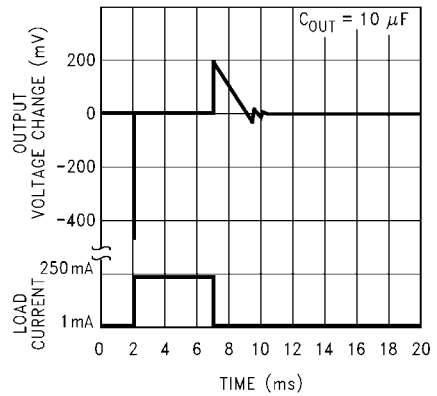
Enable Transient



Load Transient



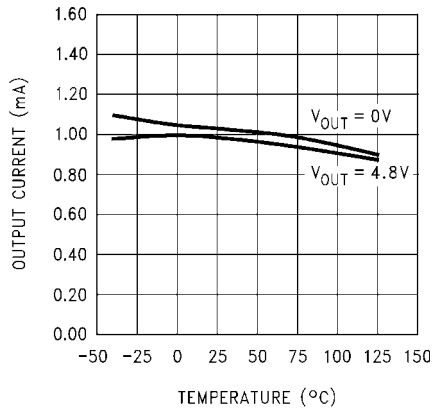
Load Transient



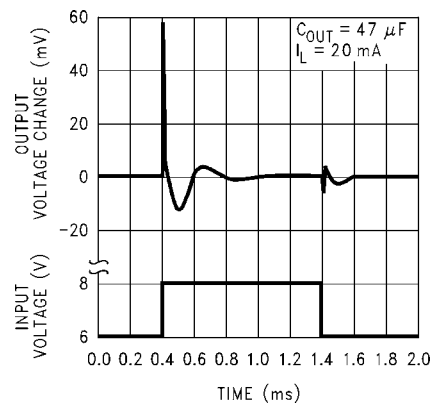
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu F$ 、 $V_{IN} = 6V$ 、 $I_L = 1mA$ 、 $C_{OUT} = 10\mu F$ 。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続 ($V_{S/D} = 2V$ 、 $V_{OUT} = 5V$)。

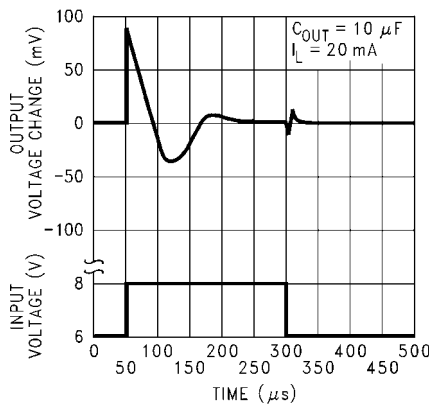
Current Limit vs Temperature



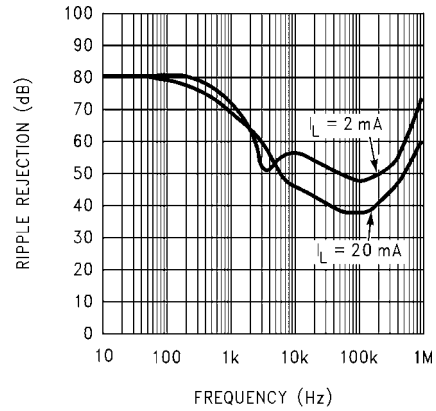
Line Transient Response



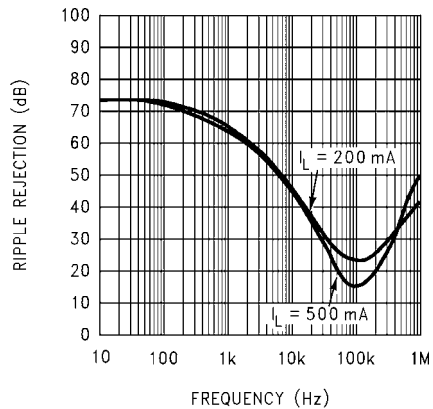
Line Transient Response



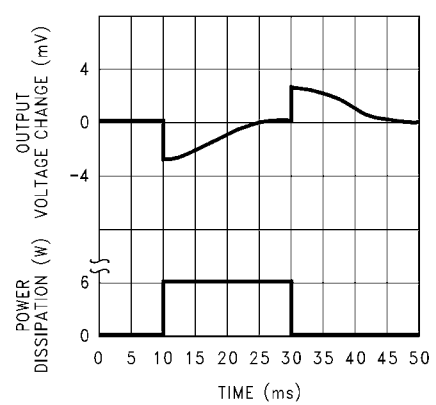
Ripple Rejection



Ripple Rejection



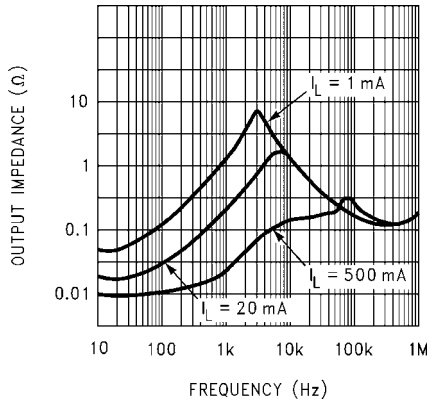
Thermal Regulation



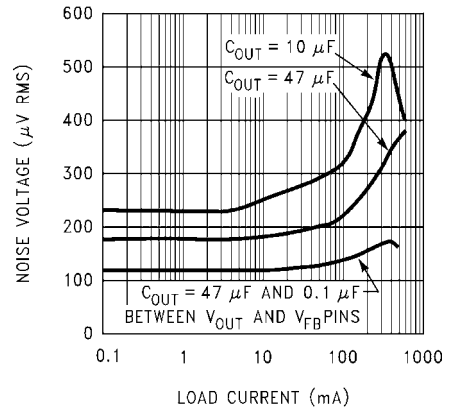
代表的な性能特性 (つづき)

特記のない限り、 $C_{IN} = 4.7\mu\text{F}$ 、 $V_{IN} = 6\text{V}$ 、 $I_L = 1\text{mA}$ 、 $C_{OUT} = 10\mu\text{F}$ 。FEEDBACK ピンは V_{TAP} ピンに接続、出力ピンは SENSE ピンに接続 ($V_{S/D} = 2\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$)。

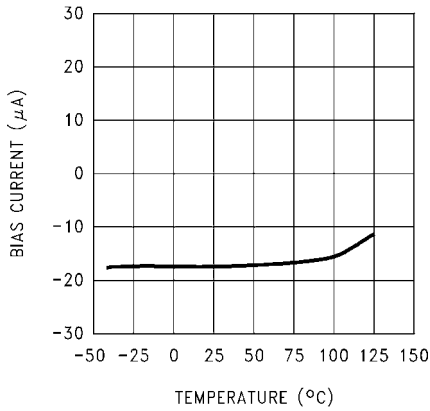
Output Impedance



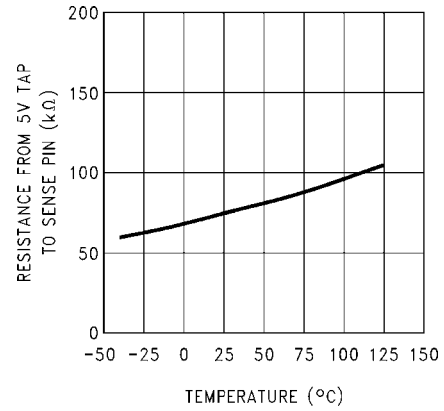
Output Noise Voltage



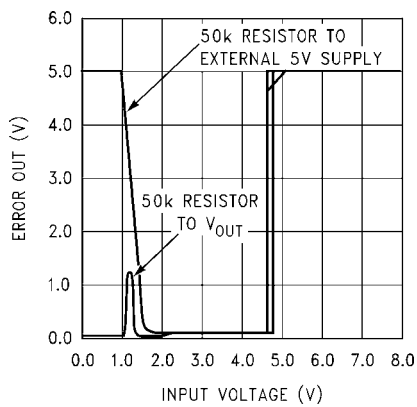
Feedback Bias Current



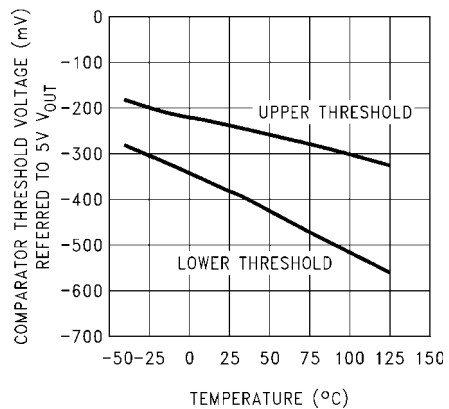
Divider Resistance



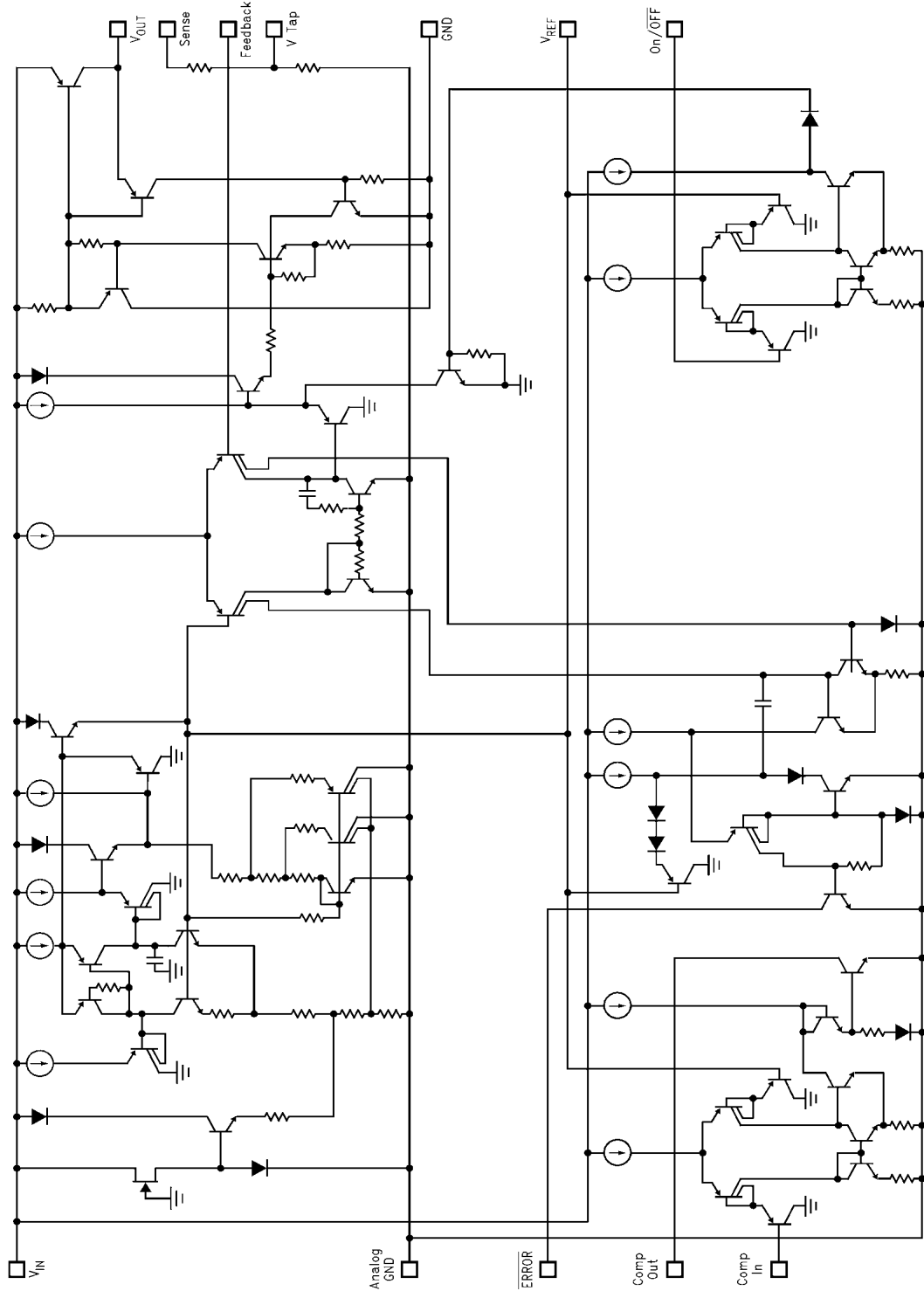
Error Output Voltage vs Input Voltage



Dropout Detection Comparator Threshold Voltage



等価回路



アプリケーション・ヒント

外付けコンデンサ

LP2960 では、入力側と出力側にバイパス・コンデンサが必要で、バイパス・コンデンサを付加しないとデバイスが発振します。

入力の V_{IN} ピンとグラウンド間に、4.7 μF 以上の容量のコンデンサを接続してください。LP2960 と入力側のバイパス・コンデンサの間隔が 1 インチ以上離れている場合は、安定動作を確保するためにコンデンサの容量を 22 μF に増やしてください。 V_{OUT} ピンとグラウンド間にもバイパス・コンデンサを接続しますが、必要とするコンデンサの最小容量値は出力電圧によって異なります。

安定動作のために、出力側のバイパス・コンデンサとして、出力電圧が 5V の場合は 10 μF 以上の容量のコンデンサ、3.3V の場合は 22 μF 以上のコンデンサが必要です。

ESR に関する制約：LP2960 で使用するコンデンサは、安定動作を確保するうえで、全動作温度範囲にわたり ESR 値が 0.7 以下のものを選ぶ必要があります。

一般に、アルミ電解コンデンサの ESR 値は 25 で規定されているだけで、全温度範囲における最大値を反映していません。

アルミ電解コンデンサの ESR は低温で著しく増加するため（-30 では 25 の値より 30 倍またはそれ以上）、低周囲温度のアプリケーションで使用する場合は、発振問題を起こすことがあります。この種の用途には、固体タンタル・コンデンサが適しています。

FEEDBACK ピンにおける（基板レイアウトの）浮遊容量も、レギュレータの不安定動作を招く一因になります。この浮遊容量に起因する発振は、出力電圧設定抵抗に非常に大きな値のものを用いた場合に発生しやすくなります。

出力ピンと FEEDBACK ピンの間に 100pF のコンデンサを付加するか、出力コンデンサの容量を 22 μF 以上にすれば、この発振問題を解決できます。

最小負荷

LP2960 では、適切なレギュレーションを行うために十分な出力負荷を、固定出力電圧時には内部抵抗ダイバダにより確保しています。外部抵抗で出力電圧を設定する場合は、外部抵抗ダイバダに 5 μA の最小電流が流れるようにしてください。

「電気的特性」に記載のテスト条件欄に最小負荷電流を規定しています。この負荷電流の値を使用し、これらのテスト・リミット値の相関を行うことが必要です。

出力電圧の設定

LP2960 における固定出力電圧は、内部抵抗ダイバダを用い、出力ピンと SENSE ピンの接続、FEEDBACK ピンと V_{TAP} (タップ電圧) ピンの接続により設定します。

また、2 本の外部抵抗を用い、基準電圧 1.23V から最大定格電圧 30V までの任意の値に出力電圧を設定できます（「アプリケーション回路」を参照）。

出力電圧の計算式は次の通りです。

$$V_{OUT} = V_{REF} \times (1 + R1/R2) + (I_{FB} \times R1)$$

V_{REF} は 1.23V の基準電圧、 I_{FB} は FEEDBACK ピンのバイアス電流（代表値 - 20nA）です。レギュレータが無負荷で動作する必要が有る場合、推奨の最小負荷電流 5 μA を流すため、R2 の最大値は 240k とになります。（「最小負荷」の項を参照）。

より高精度の出力電圧を得るためには、R2 の値を 100k に選択すると、 I_{FB} によって生じる V_{OUT} の誤差を 0.17%まで抑えられますが、抵抗ダイバダに流れる電流が 12 μA まで増加します。ただし、待機時消費電流の代表値は 450 μA であるため、この R2 に流れる電流の増加分は無視できます。

ドロップアウト電圧

レギュレータのドロップアウト電圧は、1V の入出力電圧差で測定した出力電圧を規準にして、出力電圧の低下が 100mV 以内での最小入出力間電圧差として定義されます。ドロップアウト電圧は、出力電圧の設定値とは無関係です。

出力のアイソレーション

LP2960 の出力をアクティブな電圧源（バッテリーなど）に接続している場合、大電流がバッテリーから LP2960 の出力端子に流れ込むのを防ぐために、入力をグラウンドに短絡することは避けてください。

出力をバッテリーに接続した状態で、入力がフローティング状態になっていると、出力端子に僅かな電流（数 mA）が流れ込みます。バッテリーから LP2960 の出力に流れ込む「逆」電流は、出力とバッテリー間にブロック・ダイオードを挿入すると防止できます。

出力ノイズの低減

LP2960 を基準電圧源として使用する場合、出力の AC ノイズの低減を要求されることがあります。この場合、出力容量を大きくしてレギュレータの帯域幅を狭める方法がありますが、ノイズ特性を効果的に改善するためには出力容量をかなり大きくする必要があり、あまり効率的とはいえません。

別な方法として、R1 の両端にバイパス・コンデンサを接続すれば、さらに効果的にノイズを低減できます（「アプリケーション回路」を参照）。

R1 と並列に 0.1 μF のコンデンサを接続すると、回路の高周波ゲインが “1” に下がり、出力ノイズ電圧（RMS 値）が 210 μV から 130 μV （代表値）に減少します（10Hz ~ 100kHz 帯域幅における試験測定時）。

さらにこの場合、出力ノイズは出力電圧に比例して増加しないので、高出力設定電圧では、ノイズ比率を大幅に低減できます。

重要： 0.1 μF のコンデンサを使用し、LP2960 の AC ゲインを “1” に下げる場合は、出力コンデンサの容量を 33 μF 以上にしてレギュレータの安定動作を確保する必要があります。

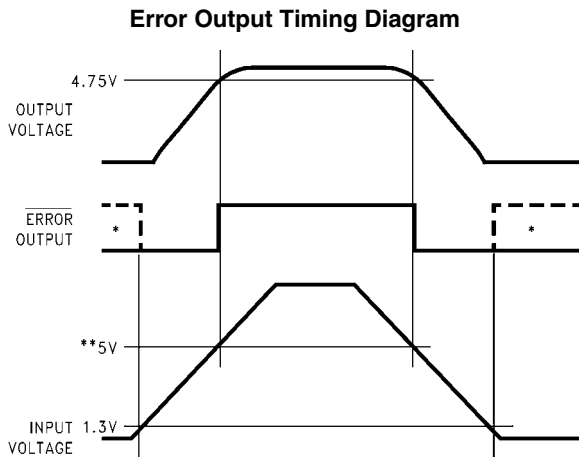
ドロップアウト検出コンパレータ

このコンパレータは、出力電圧のレギュレーションが約 5%以上変動した時、ERROR 出力から Low レベルの電圧を出力します。この “5%” は、コンパレータの内部オフセット電圧 60mV ÷ 基準電圧 1.23V（1 ページの「ブロック図」を参照）から得られる数値です。

この検出レベルは、出力電圧の設定値に関係なく、常に「通常値マイナス 5%」範囲内に維持されます。レギュレーション動作領域から外れた状態は、低入力電圧、過電流制限、熱的制限（サーマル・リミット）によって生じます。

次ページに、レギュレータの出力電圧、ERROR 出力、入力電圧間におけるタイミング図を示します。このタイミング図では、5V 設定の出力電圧に対し、入力電圧を上下に変動させています。

アプリケーション・ヒント (つづき)



* シャットダウン・モードの場合、 $\overline{\text{ERROR}}$ 出力は、外部電源にプルアップされていると High レベルになります。この誤動作を避けるために、 $\overline{\text{ERROR}}$ 出力はレギュレータ自身の出力にプルアップしてください。

** 正確な値はドロップアウト電圧に依存します。(「アプリケーション・ヒント」を参照)

$\overline{\text{ERROR}}$ 信号は、入力電圧 V_{IN} が約 1.3V を超えると Low レベルになり、 V_{IN} が約 5V になると High レベル(この場合、出力電圧 $V_{\text{OUT}} = 4.75\text{V}$)になります。ドロップアウト電圧は負荷に依存するので、入力検出電圧は負荷電流により変動します(ただし、出力検出電圧は変動しません)。

コンパレータは、外部プルアップ抵抗の接続に必要なオープン・コレクタ出力を備えています。このプルアップ抵抗は、レギュレータの出力または他の電源に接続します。

プルアップ抵抗は、最適な動作を確保するためにレギュレータの出力に接続します。外部の 5V 電源に接続した場合、 V_{IN} が 1.3V 以下に低下した時に、コンパレータから “High” 状態の不正なエラー・フラグが出力されます(“Error Output Timing Diagram” を参照)。

プルアップ抵抗の値を選択する際は、400 μA の出力シンク電流がバッテリーの消費電力に加わることに注意してください。プルアップ抵抗の推奨値は 100k ~ 1M の範囲です。なお、コンパレータ出力 (COMPOUT) を使用しない場合、このプルアップ抵抗は不要です。

大容量の出力コンデンサを使用していると、 V_{IN} が約 1.3V の時に、不正な論理 “H” レベルの電圧が生成される場合があります。この時、 $\overline{\text{ERROR}}$ 出力はハイ・インピーダンス状態になり、エラー・フラグ電圧がプルアップ電圧まで上がります。プルアップ抵抗を V_{OUT} に接続しても、エラー・フラグ電圧は 1.2V (論理 “H”) まで上がり、不正な $\overline{\text{ERROR}}$ 出力がレギュレーション状態を示すことがあります。

これを防ぐために、 $\overline{\text{ERROR}}$ 出力を 2 本の抵抗ダイバイダ (推奨抵抗値: 10k) で分圧してください。こうすると、上記の誤動作状態が生じても論理 “L” を保持し、正常な動作でも有効な論理 “H” 状態を確保できます。

補助コンパレータ

LP2960 は独立した補助コンパレータを備えており、その反転入力には 1.23V の基準電圧に接続されています。この補助コンパレータの出力はオープン・コレクタ構成であり、ドロップアウト検出コンパレータと類似の電気的特性を持っています。また、外部接続用に非反転入力端子も備えています。

SHUTDOWN 入力

SHUTDOWN 入力論理 “L” レベル (< 1.2V) になると、レギュレータの出力がシャットダウンします。

誤動作を防ぐために、SHUTDOWN 入力をアクティブ終端する必要があります。オープン・コレクタ回路でドライブする場合は、SHUTDOWN 入力とレギュレータの入力間にプルアップ抵抗 (推奨値: 20k ~ 100k) を接続してください。

アクティブに Low または High レベルにプルアップするデバイス (オペアンプなど) で SHUTDOWN 入力をドライブする場合は、プルアップ抵抗は必要ありませんが、使用してもレギュレータ動作に影響はありません。

SHUTDOWN 入力を使用しない場合は、SHUTDOWN 入力をレギュレータの入力に直接接続すると、プルアップ抵抗が不要になり、コスト削減につながります。

重要: 「絶対最大定格」に示すように、SHUTDOWN 入力の電圧レベルはグラウンドから - 0.3V 以内でなければならず、SHUTDOWN 入力をレギュレータの入力に直接接続すると、レギュレータの入力保護用のバッテリー逆接続防止機能が使用不能になります。

この機能をアプリケーションで使用する場合は、SHUTDOWN 入力ピンとレギュレータの入力間にプルアップ抵抗を接続してください。

グラウンドの接続

各接続図に示すように、GND ピンは回路の大電流グラウンド・ポイントに結線することが必要です。

GND ピンは、グラウンド電流の送出と放熱効果(「ヒート・シンクの条件」の項を参照)を高めるために、リードフレームを介してダイのサブストレートに電気的に接続されています。

表面実装 (M) パッケージでは、ANALOG GND ピンも別に設けてあり、これはレギュレータの基準電圧回路のダイのグラウンド・ポイントです。

SENSE ピンと共に ANALOG GND ピンを使用すれば、リモート・センシングが可能になり、プリント基板のパターンに生じる抵抗と電流による出力電圧の誤差をなくせます。

重要: レギュレータを作動させるためには、回路のいずれかのグラウンド・ポイントに ANALOG GND ピンを接続する必要があります。

リモート・センシング機能が不要の場合は、ANALOG GND ピンを隣接の GND ピンに結線してもかまいません。

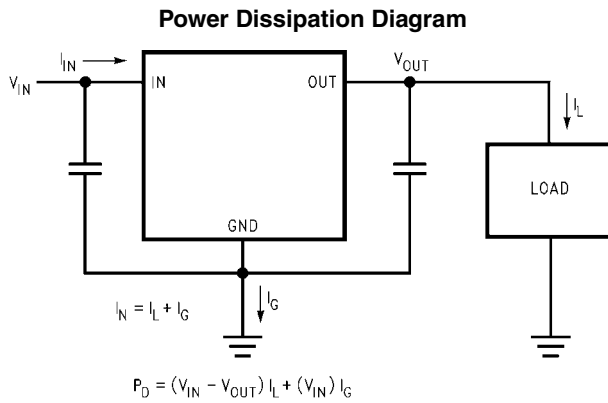
ヒート・シンクの条件

アプリケーションの最大消費電力と最大周囲温度によっては、プリント基板にヒート・シンクを設ける必要があります。ただし、どのような条件で LP2960 を使用するにせよ、接合部温度は「絶対最大定格」の項に示す制限範囲内になければなりません。

ヒート・シンクが必要かどうかは、まず、レギュレータの消費電力 P_{D} を計算し、判断します。

下記のブロック図は、レギュレータ回路内の各電圧および電流の流れを表し、レギュレータの消費電力 P_{D} の計算式も示します。

アプリケーション・ヒント (つづき)



次に、次式から最大許容上昇温度 $T_R(max)$ を求めます。

$$T_R(max) = T_J(max) - T_A(max)$$

$T_J(max)$ は最大許容接合部温度 (125 °C)、 $T_A(max)$ はアプリケーションにおける最大環境周囲温度です。

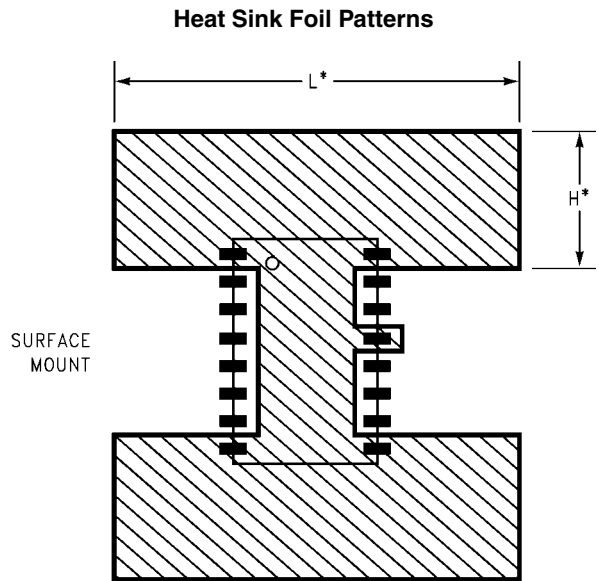
上記の式から $T_R(max)$ と P_D の各値を求めた後、接合部・周囲温度間熱抵抗 ($J - A$) の最大許容値を求めます。

$$(J - A) = T_R(max) / P_D$$

LP2960 では、ヒート・シンクとしてプリント基板の銅箔パターンを用います。ダイの熱はリードフレームを介して伝わり、プリント基板にハンダ付けされている複数個のピンから放出されます。

特に GND ピンは、ダイが実装されている内部リードフレームに接続されており、より効率的な放熱効果を備えています。

次に、DIP および表面実装パッケージ用ヒート・シンクの代表的な銅箔パターンを示します。



* FOR BEST RESULTS, USE $L = 2H$

下表に、サイズの異なる銅箔パターン (1 オンス = 35 ミクロン厚の銅箔) のプリント基板で測定した各パッケージごとの ($J - A$) 値を示します。

Package	L (in.)	H (in.)	J - A (°C / W)
DIP	1	0.5	50
	2	0.2	52
Surface Mount	1	0.5	72
	2	0.2	74

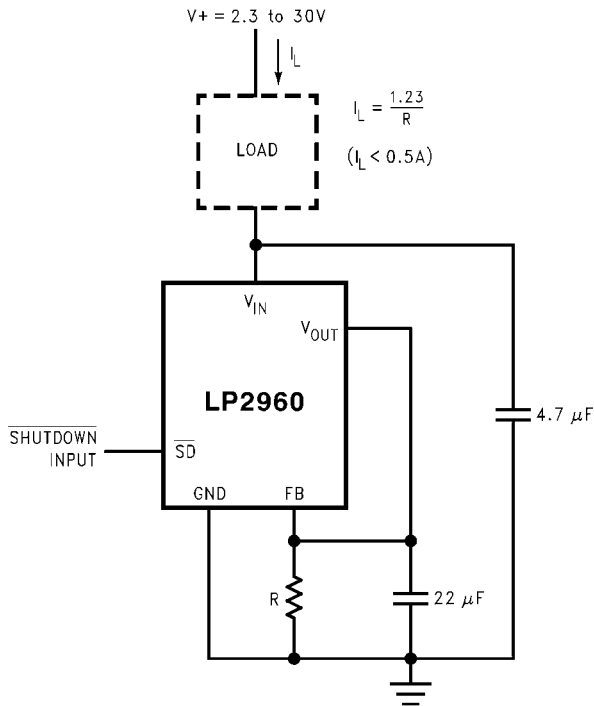
最良のヒート・シンク効果 (最小の ($J - A$)) を得るためには、ヒート・シンク・エリアにハンダ・レジストを露出させた銅層を形成し、そこから周囲大気に放熱させます。

ヒート・シンクとして多層基板の内部銅層を用いる場合は、基板が絶縁材として働き、放熱を妨げるため ($J - A$) が増大します。

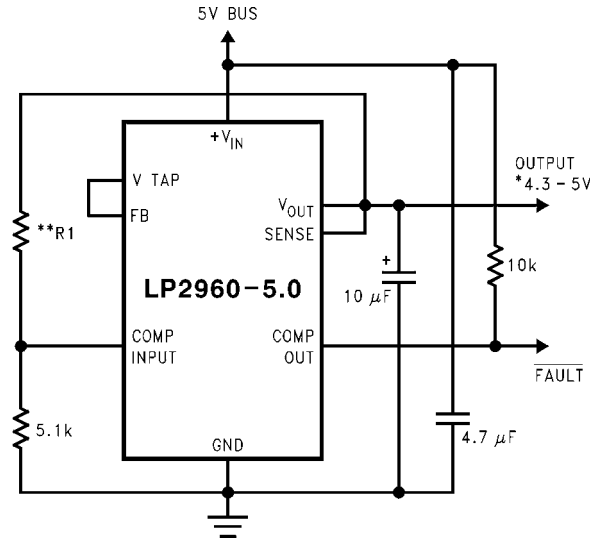
また、基板上の空気流を増やしても、ヒート・シンクと同じ大きな放熱効果が得られます。

代表的なアプリケーション

Low T.C. Current Sink



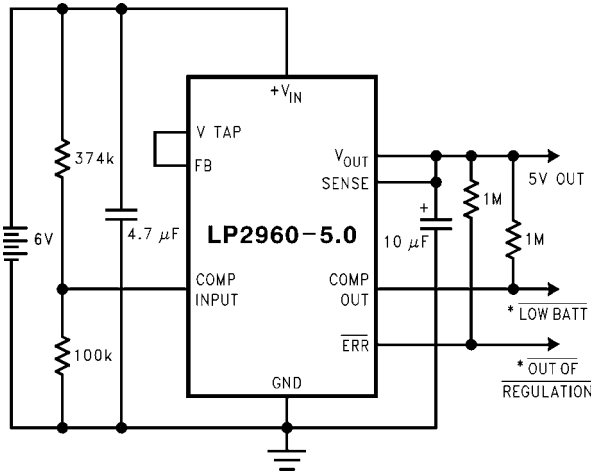
5V Bus Current Limiter with Load Fault Indicator



* 出力電圧は「(+ V_{IN}) - (ドロップアウト電圧)」に等しくなります。この値は出力電流によって変わります。電流制限は最大 1000mA (代表値) です。

** 必要なフォルト電流値に対応する出力電圧で、コンパレータの入力電圧が 1.23V になるように R1 を選択してください。

5V Regulator with Error Flags for Low BATTERY and OUT OF REGULATION

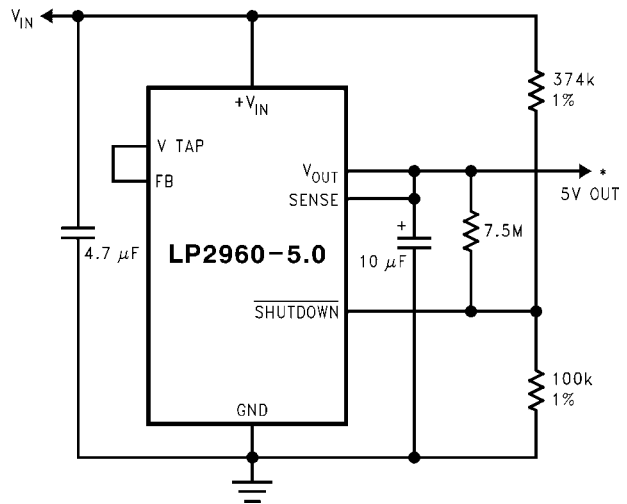


* 理論回路またはマイクロプロセッサのコントロール入力ピンに接続してください。

LOW BATT のエラー・フラグは、バッテリーが約 5.8V にまで低下したことを警告します。エラー信号の出力時には、バッテリーを再充電するか、消費電力の大きなハードウェアをパワーダウンすることが必要です。この時点では、出力電圧はレギュレーション状態にあります。

OUT OF REGULATION のエラー・フラグは、バッテリーが直に、完全放電することを警告します。このエラー信号は、パワーダウン・シーケンスの開始にも使用できます。

5V Regulator with Snap-ON/Snap-OFF Feature and Hysteresis



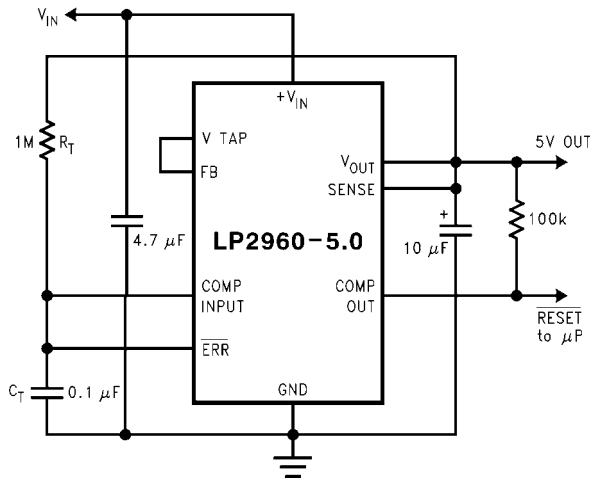
* V_{IN} = 5.87V でターンオン

V_{IN} = 5.64V でターンオフ

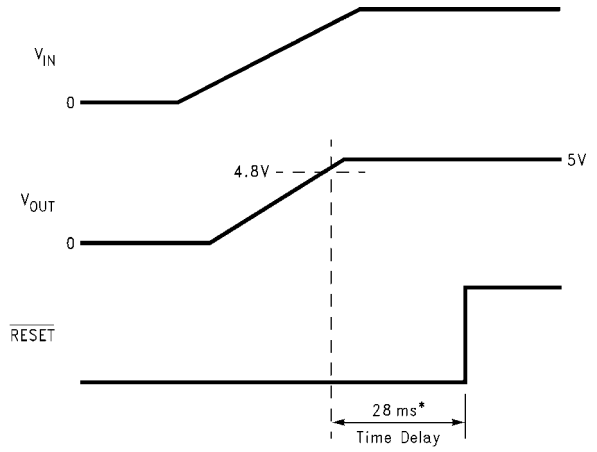
(回路に記載の構成部品値に適用)

代表的なアプリケーション (つづき)

5V Regulator with Timed Power-On Reset

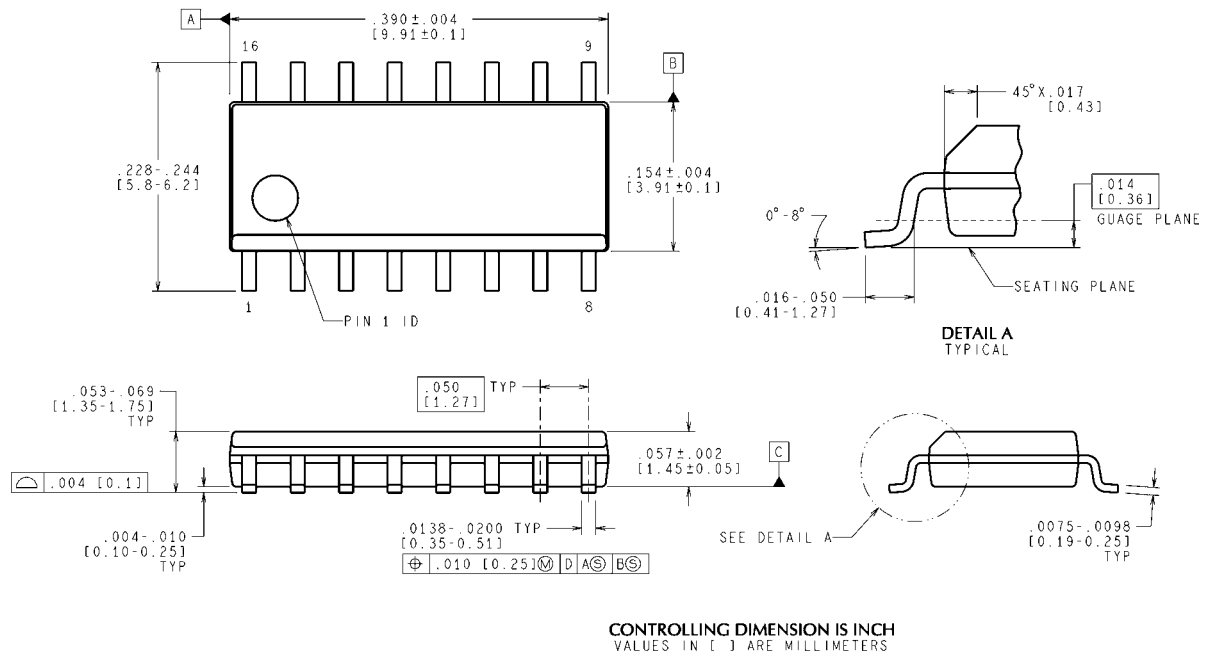


Timing Diagram for Timed Power-On Reset



* $R_T = 1 \text{ Meg}$, $C_T = 0.1 \mu\text{F}$

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



M16A (Rev J)

Order Number LP2960IM-5.0, LP2960AIM-5.0,
LP2960IM-3.3 or LP2960AIM-3.3
NS Package Number M16A

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2005 National Semiconductor Corporation
製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは是認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されてもありません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されてもありません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上