

### 特長

超低ノイズ: 9  $\mu\text{V rms}$

ノイズ・バイパス・コンデンサが不要

1  $\mu\text{F}$  のセラミック入力および出力コンデンサで安定

最大出力電流: 200 mA

入力電圧範囲: 2.2 V~5.5 V

低静止電流

IGND = 無負荷で 10  $\mu\text{A}$

IGND = 200 mA 負荷で 265  $\mu\text{A}$

低シャットダウン電流: 1  $\mu\text{A}$  以下

低ドロップアウト電圧: 200 mA 負荷で 140 mV

初期精度:  $\pm 1\%$

ライン、負荷、温度に対する精度:  $\pm 2.5\%$

16 種類の固定出力電圧オプション: 1.1 V~3.3 V

PSRR 性能: 10 kHz で 70 dB

電流制限機能と熱過負荷保護

ロジック制御によるイネーブル

EN 入力にプルダウン抵抗を内蔵

5 ピン TSOT パッケージを採用

4 ボール、0.4 mm ピッチの WLCSP パッケージを採用

### アプリケーション

RF、VCO、PLL の電源

携帯電話

デジタル・カメラおよびオーディオ機器

ポータブル型およびバッテリー駆動の装置

ポスト DC/DC レギュレーション

ポータブル医用機器

### 概要

ADP151 は超低ノイズ、ロー・ドロップアウトのリニア・レギュレータであり、2.2 V~5.5 V で動作し、最大 200 mA の出力電流を提供します。200 mA 負荷で 140 mV の低いドロップアウト電圧を持つため、高い効率と広い入力電圧範囲での動作が可能です。

ADP151 では技術革新的回路を採用し、ノイズ・バイパス・コンデンサなしで超低ノイズ性能を実現しているため、ノイズに敏感なアナログおよび RF アプリケーションに最適です。また ADP151 は、PSRR またはラインと負荷の過渡性能を犠牲にすることなく超低ノイズ性能を実現しています。ADP151 の静止電流は 200 mA 負荷で 265  $\mu\text{A}$  (typ) と小さいため、バッテリー駆動のポータブル機器に最適です。

ADP151 の EN 入力には、プルダウン抵抗も内蔵されています。

### 代表的なアプリケーション回路

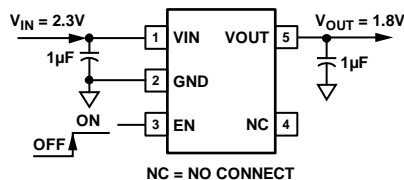


図 1. TSOT ADP151、固定出力電圧 1.8 V

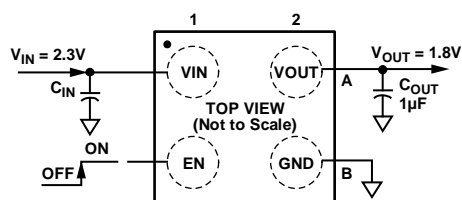


図 2. WLCSP ADP151、固定出力電圧 1.8 V

ADP151 は、1  $\mu\text{F}$ 、 $\pm 30\%$  の小型セラミック入力および出力コンデンサで安定に動作するようにデザインされているため、高性能な省スペース・アプリケーションの要求を満たします。

ADP151 は、1.1 V~3.3 V の 16 種類の固定出力電圧オプションを提供しています。

短絡および熱過負荷保護回路により、不測の条件下での損傷を防止します。ADP151 は小型の 5 ピン TSOT パッケージ、またはハロゲン化合物を使用しない 4 ボールの 0.4 mm ピッチ WLCSP パッケージを採用し、様々なポータブル電源アプリケーションの要求を満たす最小フットプリントのソリューションを提供します。

## 目次

特長.....	1	代表的な性能特性.....	7
アプリケーション.....	1	動作原理.....	11
代表的なアプリケーション回路.....	1	アプリケーション情報.....	12
概要.....	1	コンデンサの選択.....	12
改訂履歴.....	2	イネーブル機能.....	13
仕様.....	3	調整可能な出力電圧動作.....	13
入力コンデンサと出力コンデンサの推奨仕様.....	4	電流制限および熱過負荷保護.....	15
絶対最大定格.....	5	熱に対する考慮事項.....	15
熱データ.....	5	プリント回路ボード・レイアウトでの考慮事項.....	19
熱抵抗.....	5	外形寸法.....	20
ESDの注意.....	5	オーダー・ガイド.....	21
ピン配置およびピン機能説明.....	6		

## 改訂履歴

3/10—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$  または  $2.2 \text{ V}$ (いずれか大きい方)、 $EN = V_{IN}$ 、 $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1 \mu\text{F}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
INPUT VOLTAGE RANGE	$V_{IN}$	$T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	2.2		5.5	V
OPERATING SUPPLY CURRENT	$I_{GND}$	$I_{OUT} = 0 \mu\text{A}$		10		$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 0 \mu\text{A}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			20	$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$		20		$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$		60		$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			90	$\mu\text{A}$
		$I_{OUT} = 200 \text{ mA}$		265		$\mu\text{A}$
SHUTDOWN CURRENT	$I_{GND-SD}$	$EN = GND$		0.2		$\mu\text{A}$
		$EN = GND$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			1.0	$\mu\text{A}$
OUTPUT VOLTAGE ACCURACY						
TSOT	$V_{OUT}$	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	-1		+1	%
	$V_{OUT}$	$V_{OUT} < 1.8 \text{ V}$ $100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 200 \text{ mA}$ , $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ to $5.5 \text{ V}$	-3		+2	%
WLCSP	$V_{OUT}$	$V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$ $100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 200 \text{ mA}$ , $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ to $5.5 \text{ V}$ $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	-2.5		+1.5	%
		$V_{OUT} < 1.8 \text{ V}$ $100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 200 \text{ mA}$ , $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ to $5.5 \text{ V}$ $V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$	-2.5		+2	%
		$100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 200 \text{ mA}$ , $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ to $5.5 \text{ V}$	-2		+1.5	%
REGULATION						
Line Regulation	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = (V_{OUT} + 0.4 \text{ V})$ to $5.5 \text{ V}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	-0.05		+0.05	%/V
Load Regulation (TSOT) <sup>1</sup>	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	$V_{OUT} < 1.8 \text{ V}$				%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$		0.006		%/mA
Load Regulation (WLCSP) <sup>1</sup>	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			0.012	%/mA
		$V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$				%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$		0.003		%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			0.008	%/mA
		$V_{OUT} < 1.8 \text{ V}$				%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$		0.004		%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			0.009	%/mA
		$V_{OUT} \geq 1.8 \text{ V}$				%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$		0.002		%/mA
		$I_{OUT} = 100 \mu\text{A}$ to $200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			0.006	%/mA
DROPOUT VOLTAGE <sup>2</sup>	$V_{DROPOUT}$					
TSOT		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$		10		mV
		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			30	mV
WLCSP		$I_{OUT} = 200 \text{ mA}$		150		mV
		$I_{OUT} = 200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			230	mV
		$I_{OUT} = 200 \text{ mA}$		135		mV
		$I_{OUT} = 200 \text{ mA}$ , $T_J = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$			200	mV

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
START-UP TIME <sup>3</sup>	T <sub>START-UP</sub>	V <sub>OUT</sub> = 3.3 V		180		μs
CURRENT LIMIT THRESHOLD <sup>4</sup>	I <sub>LIMIT</sub>	T <sub>J</sub> = -40°C to +125°C	220	300	400	mA
UNDERVOLTAGE LOCKOUT		T <sub>J</sub> = -40°C to +125°C				
Input Voltage Rising	UVLO <sub>RISE</sub>				1.96	V
Input Voltage Falling	UVLO <sub>FALL</sub>		1.28			V
Hysteresis	UVLO <sub>HYS</sub>			120		mV
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal Shutdown Threshold	TS <sub>SD</sub>	T <sub>J</sub> rising		150		°C
Thermal Shutdown Hysteresis	TS <sub>SD-HYS</sub>			15		°C
EN INPUT						
EN Input Logic High	V <sub>IH</sub>	2.2 V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 5.5 V	1.2			V
EN Input Logic Low	V <sub>IL</sub>	2.2 V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 5.5 V			0.4	V
EN Input Pull-Down Resistance	R <sub>EN</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>EN</sub> = 5.5 V		2.6		MΩ
OUTPUT NOISE	OUT <sub>NOISE</sub>	10 Hz to 100 kHz, V <sub>IN</sub> = 5 V, V <sub>OUT</sub> = 3.3 V		9		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V <sub>IN</sub> = 5 V, V <sub>OUT</sub> = 2.5 V		9		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V <sub>IN</sub> = 5 V, V <sub>OUT</sub> = 1.1 V		9		μV rms
POWER SUPPLY REJECTION RATIO	PSRR					
V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> + 0.5 V		10 kHz, V <sub>IN</sub> = 3.8 V, V <sub>OUT</sub> = 3.3 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		70		dB
		100 kHz, V <sub>IN</sub> = 3.8 V, V <sub>OUT</sub> = 3.3 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		55		dB
		10 kHz, V <sub>IN</sub> = 4.3 V, V <sub>OUT</sub> = 3.3 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		70		dB
		100 kHz, V <sub>IN</sub> = 4.3 V, V <sub>OUT</sub> = 3.3 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		55		dB
		10 kHz, V <sub>IN</sub> = 2.2 V, V <sub>OUT</sub> = 1.1 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		70		dB
		100 kHz, V <sub>IN</sub> = 2.2 V, V <sub>OUT</sub> = 1.1 V, I <sub>OUT</sub> = 10 mA		55		dB

<sup>1</sup> 0.1 mA と 200 mA 負荷の端点での計算を使用。1 mA 以下の負荷に対する負荷レギュレーション性能(typ)については図 6 を参照してください。

<sup>2</sup> ドロップアウト電圧は、入力電圧を公称出力電圧に設定したときの入力電圧—出力電圧間の電位差として定義されます。これは、2.2 V を超える出力電圧に対してのみ適用されます。

<sup>3</sup> スタートアップ時間は、EN の立ち上がりエッジから V<sub>OUT</sub> が公称値の 90% になるまでの時間として定義されます。

<sup>4</sup> 電流制限スレッショールドは、出力電圧が規定 typ 値の 90% に低下する電流値として定義されます。例えば、3.0 V 出力電圧の電流制限スレッショールドは、出力電圧が 3.0 V の 90% すなわち 2.7 V に低下する電流値として定義されます。

## 入力コンデンサと出力コンデンサの推奨仕様

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Minimum Input and Output Capacitance <sup>1</sup>	C <sub>MIN</sub>	T <sub>A</sub> = -40°C to +125°C	0.7			μF
Capacitor ESR	R <sub>ESR</sub>	T <sub>A</sub> = -40°C to +125°C	0.001		0.2	Ω

<sup>1</sup> 最小入力容量と最小出力容量は、全動作範囲で 0.7 μF より大きい必要があります。アプリケーションでの全動作範囲は、最小容量規定値を満たすため、デバイス選択時に考慮する必要があります。X7R タイプと X5R タイプのコンデンサの使用が推奨されます。Y5V コンデンサと Z5U コンデンサはどの LDO にも推奨できません。

## 絶対最大定格

表 2.

Parameter	Rating
VIN to GND	-0.3 V to +6.5 V
VOOUT to GND	-0.3 V to VIN
EN to GND	-0.3 V to +6.5V
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Junction Temperature Range	-40°C to +125°C
Operating Ambient Temperature Range	-40°C to +125°C
Soldering Conditions	JEDEC J-STD-020

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

### 熱データ

絶対最大定格は、組み合わせではなく個別に適用されます。ジャンクション温度を超えると ADP151 は損傷を受けることがあります。周囲温度をモニタしても、 $T_J$  が規定温度範囲内であることを保証できません。消費電力が大きくかつ熱抵抗が大きいアプリケーションでは、最大周囲温度を下げる必要があります。

中程度の消費電力と低い PCB 熱抵抗を持つアプリケーションでは、ジャンクション温度が規定値内にあるかぎり、より高い最大周囲温度でも動作させることが可能となります。デバイスのジャンクション温度( $T_J$ )は、周囲温度( $T_A$ )、デバイス消費電力( $P_D$ )、パッケージのジャンクション—周囲間熱抵抗( $\theta_{JA}$ )に依存します。

最大ジャンクション温度( $T_J$ )は、次式を使って周囲温度( $T_A$ )と消費電力( $P_D$ )から計算されます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA})$$

パッケージのジャンクション—周囲間熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ )は、4 層ボードを使用したモデルと計算に基づいています。ジャンクション—周囲間熱抵抗は、アプリケーションとボード・レイアウトに強く依存します。最大消費電力が大きいアプリケーションでは、ボードの熱デザインに注意が必要です。 $\theta_{JA}$ の値は、PCBの材料、レイアウト、環境条件に依存します。 $\theta_{JA}$ の規定値は、4 層 4 インチ×3 インチの回路ボードに基づいています。ボードの構造については JESD51-7 と JESD51-9 を参照してください。その他の情報については、[www.analog.com](http://www.analog.com)から提供しているアプリケーション・ノー

トAN-617「MicroCSP™ Wafer Level Chip Scale Package」を参照してください。

$\Psi_{JB}$  はジャンクション—ボード間のサーマル・キャラクタライゼーション・パラメータであり、単位は°C/W です。パッケージの  $\Psi_{JB}$  は、4 層ボードを使ったモデルと計算に基づいています。JESD51-12「Guidelines for Reporting and Using Electronic Package Thermal Information」には、サーマル・キャラクタライゼーション・パラメータは熱抵抗と同じではないと記載されています。 $\Psi_{JB}$  は、熱抵抗  $\theta_{JB}$  の場合のように 1 つのサーマル・パスではなく、複数のパスを通過する電力成分を表します。したがって、 $\Psi_{JB}$  サーマル・パスには、パッケージ上面からの対流、パッケージからの放射、実際のアプリケーションで  $\Psi_{JB}$  を有効にしているファクタが含まれます。最大ジャンクション温度( $T_J$ )は、次式を使ってボード温度( $T_B$ )と消費電力( $P_D$ )から計算されます。

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB})$$

$\Psi_{JB}$  の詳細については、JESD51-8 と JESD51-12 を参照してください。

### 熱抵抗

$\theta_{JA}$  と  $\Psi_{JB}$  はワーストケース条件で規定されます。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で規定します。

表 3.熱抵抗

Package Type	$\theta_{JA}$	$\Psi_{JB}$	Unit
5-Lead TSOT	170	43	°C/W
4-Ball, 0.4 mm Pitch WLCSP	260	58	°C/W

### ESDの注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置およびピン機能説明

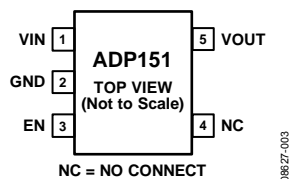


図 3.5 ピン TSOT のピン配置

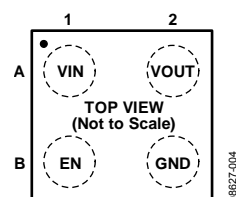


図 4.4 ボール WLCSP のピン配置

表 4. ピン機能の説明

ピン番号		記号	説明
TSOT	WLCSP		
1	A1	VIN	レギュレータ入力電源。VIN と GND との間に 1 $\mu$ F 以上のコンデンサを接続してバイパスしてください。
2	B2	GND	グラウンド。
3	B1	EN	イネーブル入力。EN をハイ・レベルにするとレギュレータがターンオンし、ロー・レベルにするとレギュレータがターンオフします。自動スタートアップの場合は、EN と VIN を接続します。
4	—	NC	未接続。内部で接続されていません。
5	A2	VOUT	レギュレーションされた出力電圧。1 $\mu$ F 以上のコンデンサで VOUT を GND へバイパスしてください。

## 代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 5\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ 、 $I_{OUT} = 1\text{ mA}$ 、 $C_{IN} = C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

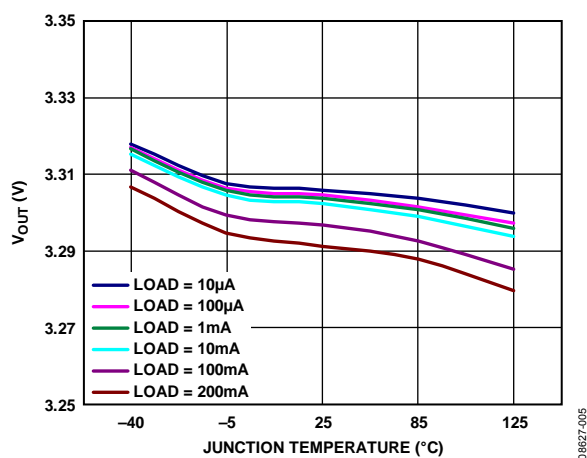


図 5. ジャンクション温度対出力電圧

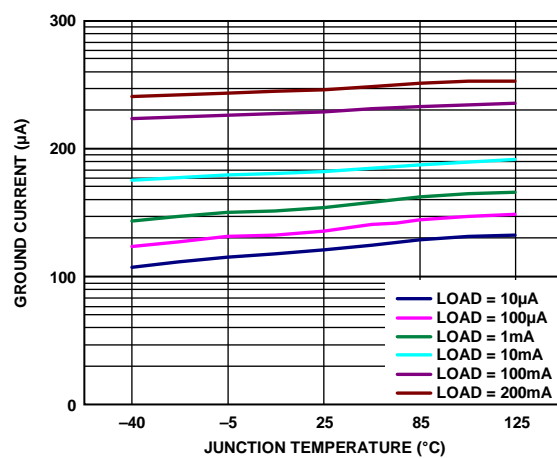


図 8. ジャンクション温度対グラウンド電流

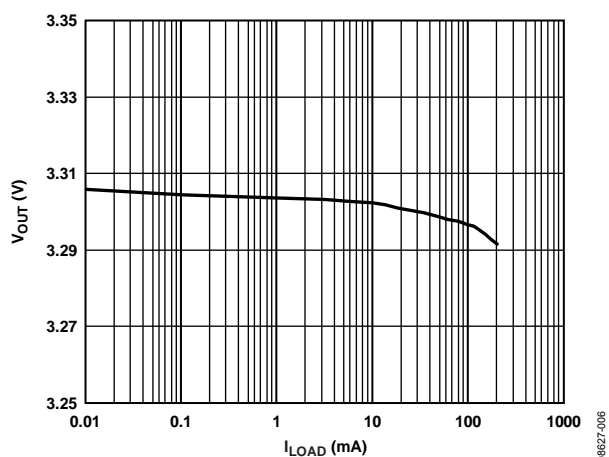


図 6. 負荷電流対出力電圧

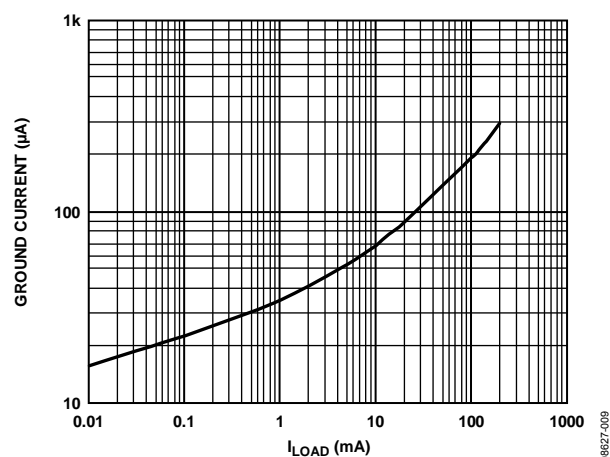


図 9. 負荷電流対グラウンド電流

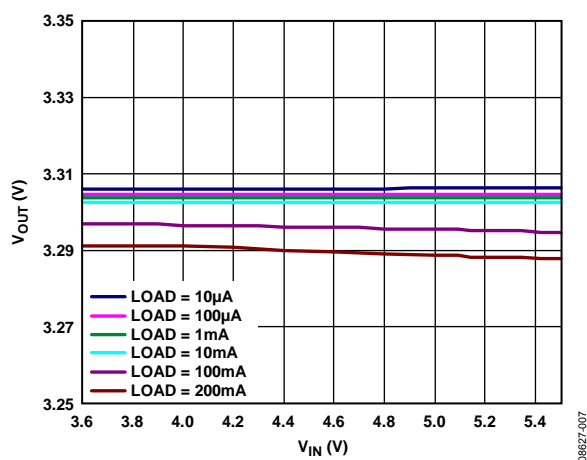


図 7. 入力電圧対出力電圧

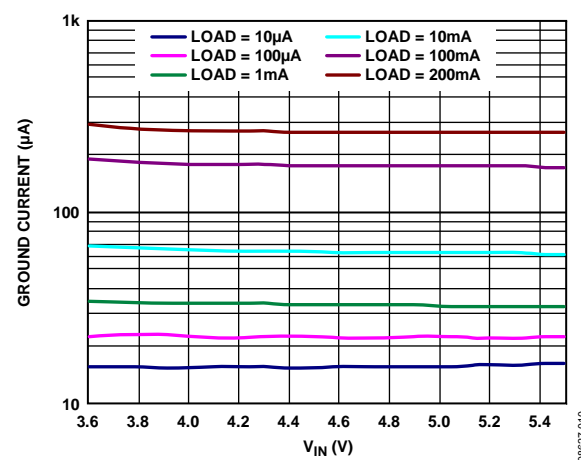


図 10. 入力電圧対グラウンド電流

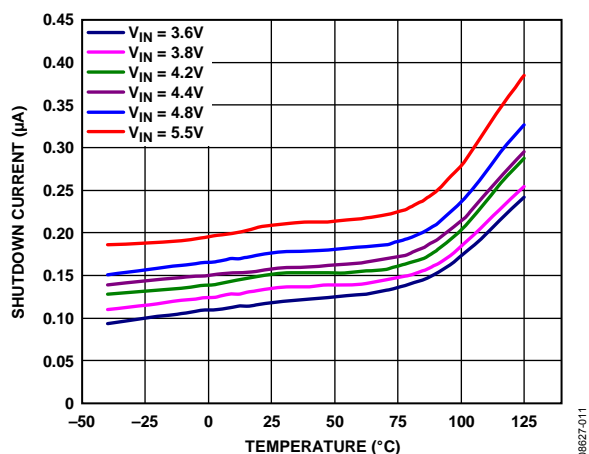


図 11. 様々な入力電圧でのシャットダウン電流の温度特性

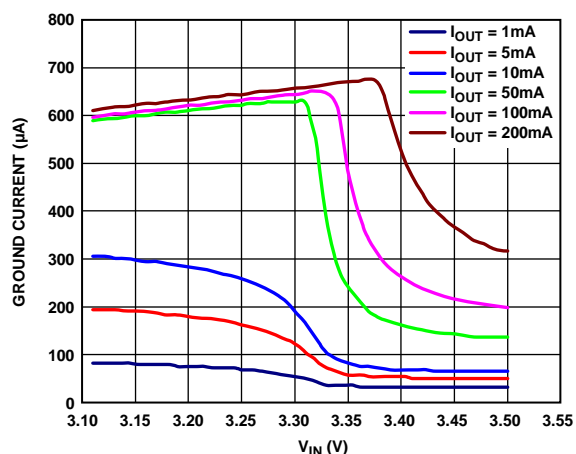


図 14. ドロップアウトでの入力電圧 対 グラウンド電流

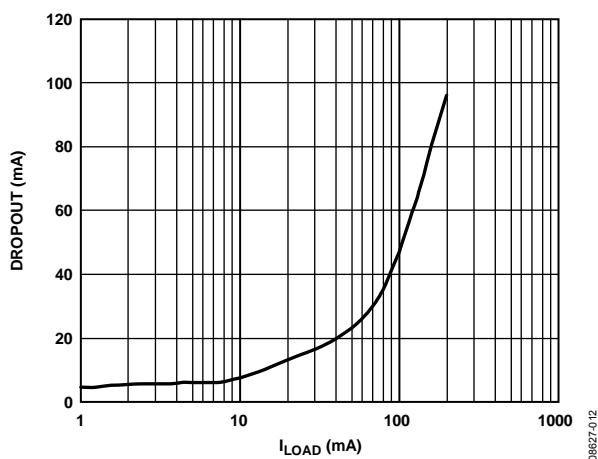


図 12. 負荷電流対ドロップアウト電圧

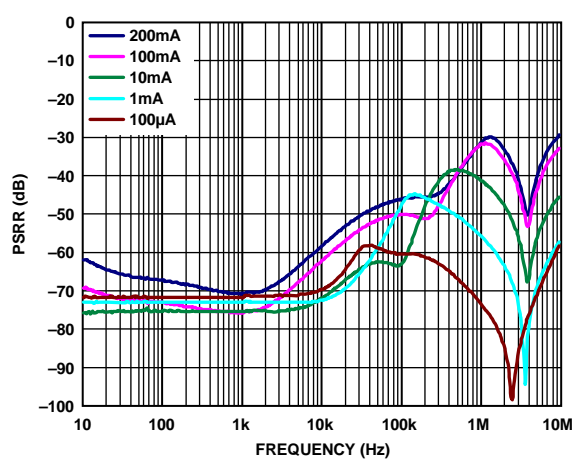


図 15. 電源除去比の周波数特性、V<sub>OUT</sub> = 1.2 V

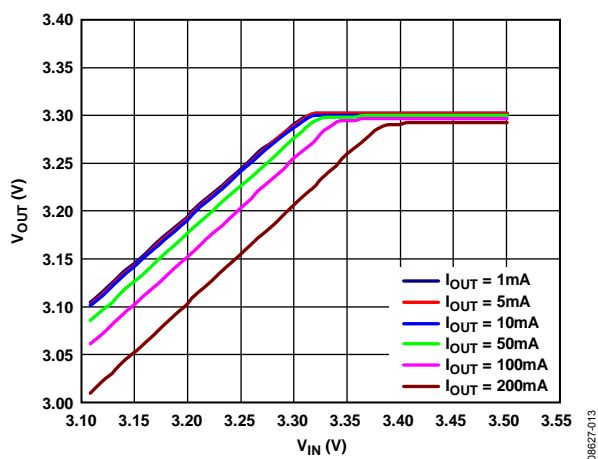


図 13. 入力電圧対出力電圧(ドロップアウト時)

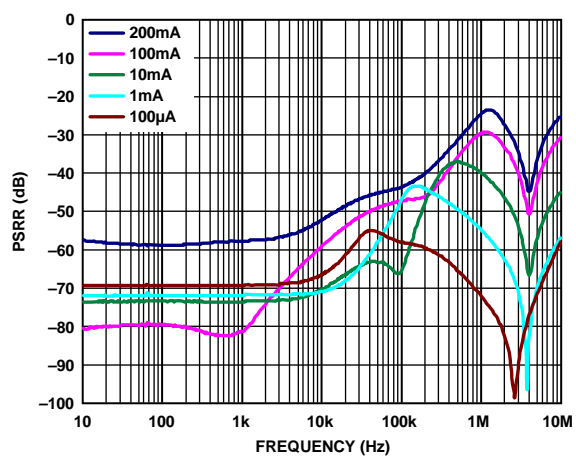


図 16. 電源除去比の周波数特性、V<sub>OUT</sub> = 2.8 V



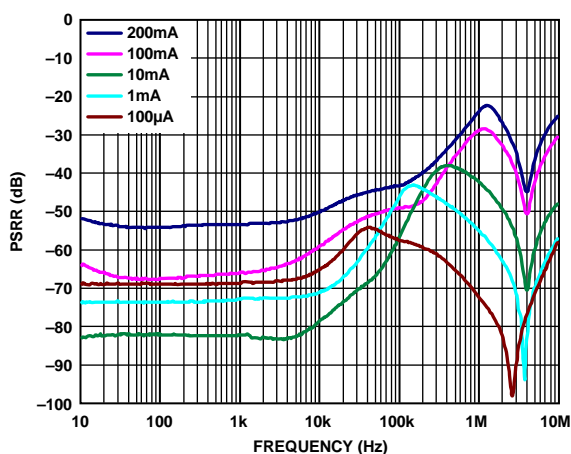


図 17.電源除去比の周波数特性、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$

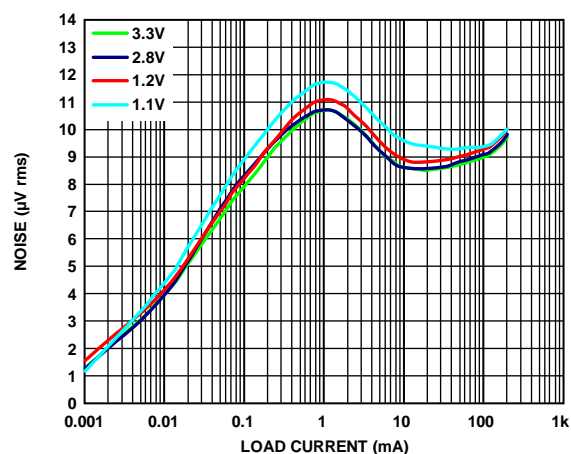


図 20.さまざまな出力電圧での負荷電流対出力ノイズ  
 $V_{IN} = 5\text{ V}$ 、 $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$

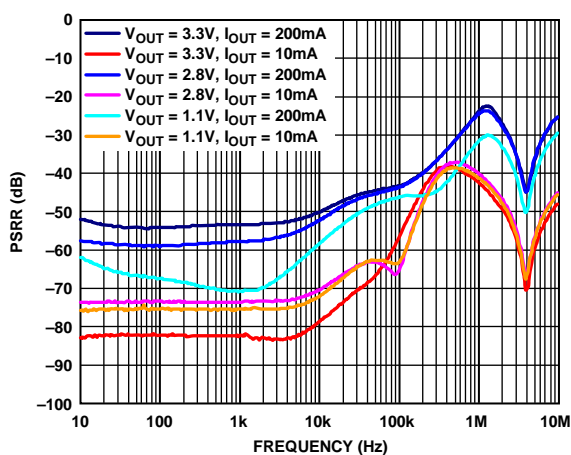


図 18.さまざまな出力電圧と負荷電流での  
電源除去比 (PSRR)の周波数特性

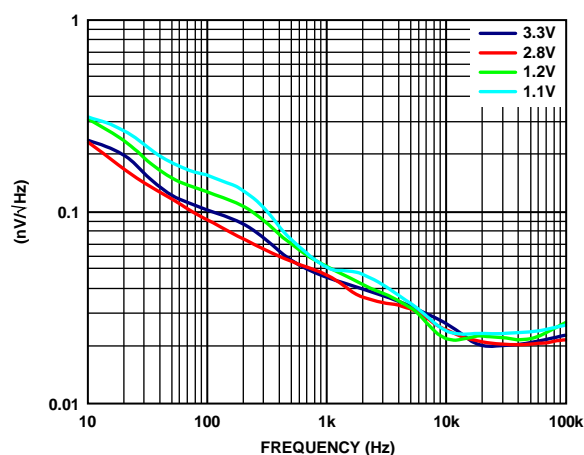


図 21.出力ノイズ・スペクトル  
 $V_{IN} = 5\text{ V}$ 、 $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ 、 $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$

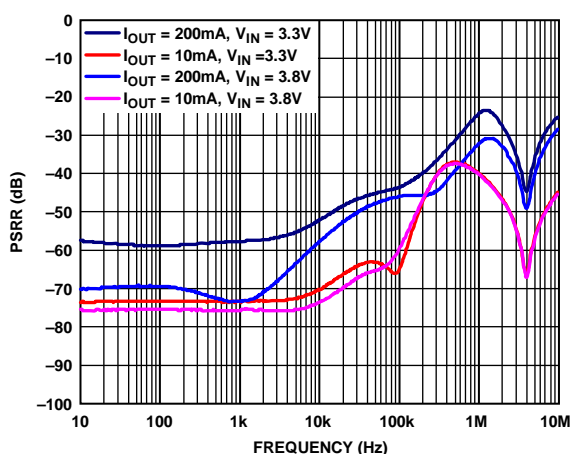


図 19.さまざまな電圧と負荷電流での  
電源除去比 (PSRR)の周波数特性、 $V_{OUT} = 2.8\text{ V}$

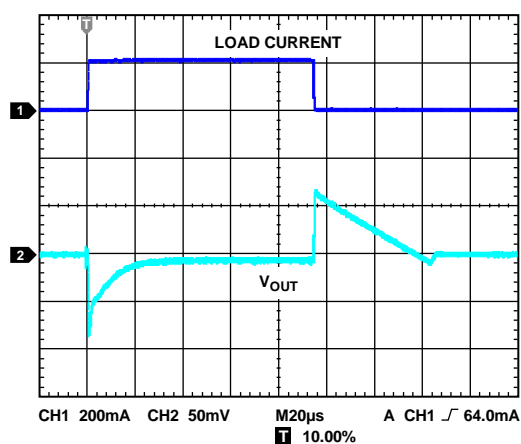


図 22.負荷過渡応答  
 $C_{IN}$ 、 $C_{OUT} = 1\text{ }\mu\text{F}$ 、 $I_{LOAD} = 1\text{ mA} \sim 200\text{ mA}$

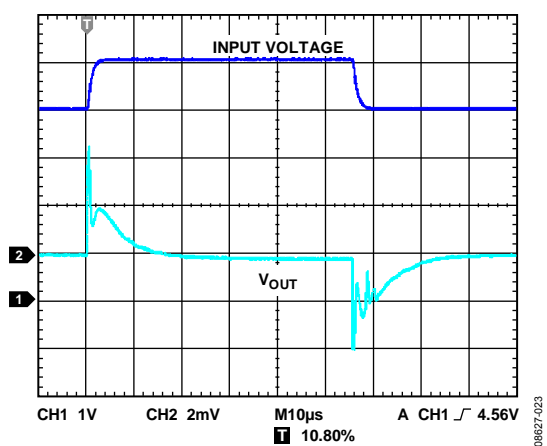


図 23.ライン過渡応答  
 $C_{IN}$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 、 $I_{LOAD} = 200 \text{ mA}$

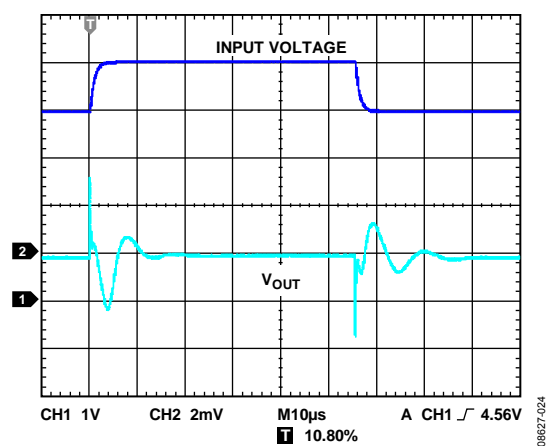


図 24.ライン過渡応答  
 $C_{IN}$ 、 $C_{OUT} = 1 \mu F$ 、 $I_{LOAD} = 1 \text{ mA}$

## 動作原理

ADP151 は超低ノイズ、低静止電流、ロー・ドロップアウトのリニア・レギュレータであり、2.2 V～5.5 V で動作し、最大 200 mA の出力電流を提供します。ADP151 のフル負荷での静止電流は 265  $\mu\text{A}$  (typ) と小さいため、バッテリー駆動のポータブル機器に最適です。シャットダウン消費電流は 200 nA (typ) です。

ADP151 では革新的な技術を採用して、ノイズ・バイパス・コンデンサなしで、ノイズに敏感なアナログおよび RF アプリケーションに対して優れたノイズ性能を提供します。また ADP151 は、小型の 1  $\mu\text{F}$  セラミック・コンデンサの使用に対しても最適化されています。

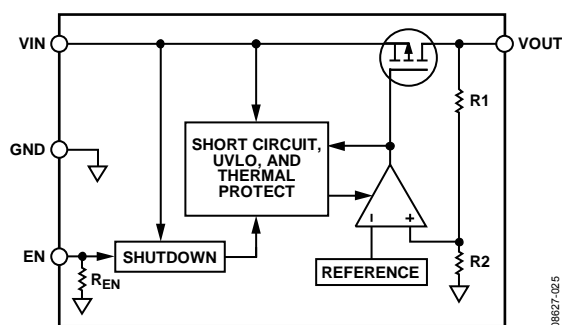


図 25.内部ブロック図

内部的には、ADP151 は、リファレンス電圧、誤差アンプ、帰還分圧器、PMOS パス・トランジスタから構成されています。出力電流は、誤差アンプから制御される PMOS パス・デバイスを経由して供給されます。誤差アンプは、リファレンス電圧と出力からの帰還電圧を比較して、その差を増幅します。帰還電圧がリファレンス電圧より低い場合、PMOS デバイスのゲート電位が低くなるので、通過する電流が大きくなり、出力電圧が上昇します。帰還電圧がリファレンス電圧より高い場合は、PMOS デバイスのゲート電位が高くなるので、通過する電流が小さくなり、出力電圧が低下します。

EN 入力の内部プルダウン抵抗により、このピンが未接続にされたとき入力をロー・レベルに維持します。

ADP151 は、1.1 V～3.3 V の 16 種類の出力電圧オプションを提供しています。ADP151 では EN ピンを使って、通常の動作状態で VOUT ピンをイネーブル/ディスエーブルします。EN をハイ・レベルにすると VOUT がオンになり、ロー・レベルにすると VOUT がオフになります。自動スタートアップの場合は、EN と VIN を接続することができます。

## アプリケーション情報

### コンデンサの選択

#### 出力コンデンサ

ADP151 は、小型で省スペースのセラミック・コンデンサで動作するようにデザインされていますが、実効直列抵抗(ESR)値に注意すれば一般的に使用されているコンデンサで動作することもできます。出力コンデンサのESRは、LDO制御ループの安定性に影響を与えます。ADP151 の安定性のためには、1 Ω以下のESRを持つ最小 1 μFのコンデンサの使用が推奨されます。負荷電流の変化に対する過渡応答も出力容量の影響を受けます。大きな値の出力容量を使用すると、負荷電流の大きな変化に対するADP151 の過渡応答を向上させることができます。図 26 に、1 μFの出力容量値に対する過渡応答を示します。

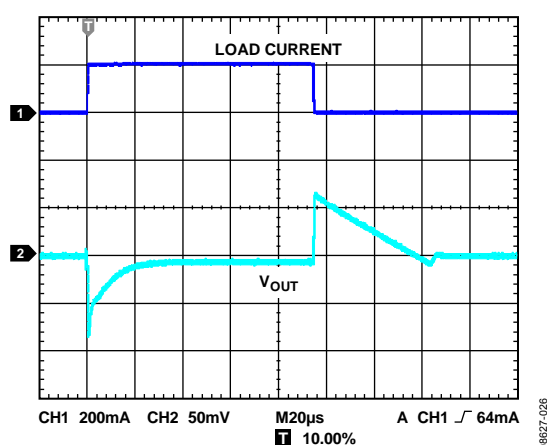


図 26. 出力過渡応答、 $C_{OUT} = 1 \mu F$

#### 入力バイパス・コンデンサ

VIN ピンと GND の間に 1 μF のコンデンサを接続すると、PCB レイアウトに対する回路感度を小さくすることができます。特に入力パターンが長い、ソース・インピーダンスが高い場合に大きく低下します。1 μF より大きい出力容量が必要な場合は、出力容量に合わせて入力コンデンサを大きくすることが推奨されます。

#### 入力コンデンサと出力コンデンサの特性

最小容量と最大 ESR 条件を満たすかぎり、ADP151 で任意の高品質セラミック・コンデンサを使うことができます。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使って製造されて、各々は温度と加えられる電圧に対して異なる動作をします。コンデンサは、必要とされる温度範囲と DC バイアス条件に対して最小容量を保証する十分な誘電体を持っている必要があります。電圧定格 6.3 V または 10 V の X5R 誘電体または X7R 誘電体の使用が推奨されます。Y5V 誘電体と Z5U 誘電体は温度特性と DC バイアス特性が十分でないため推奨されません。

図 27 に、0402、1 μF、10 V の X5R コンデンサについてバイアス電圧対容量特性を示します。コンデンサの電圧安定性は、コンデンサのサイズと電圧定格の影響を大きく受けます。一般に、コンデンサのパッケージが大きいほど、または電圧定格が大きいほど、優れた安定性を示します。X5R 誘電体の温度変動は、 $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$  の温度範囲で約  $\pm 15\%$  であり、パッケージまたは電圧定格の関数になっていません。

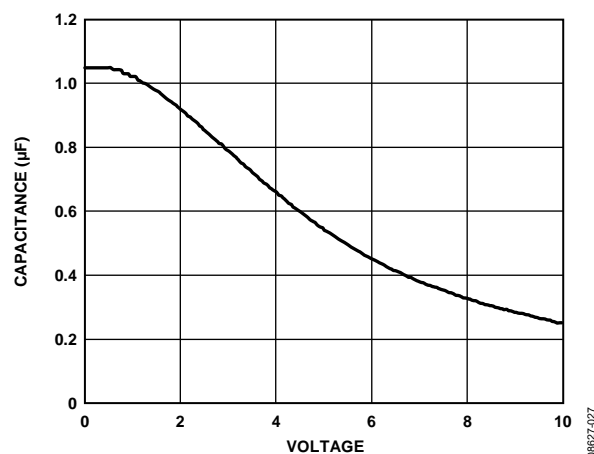


図 27. 電圧対容量特性

式 1 を使うと、温度、部品偏差、電圧に対するコンデンサの変動を考慮した、ワーストケース容量を求めることができます。

$$C_{EFF} = C_{BIAS} \times (1 - TEMPCO) \times (1 - TOL) \quad (1)$$

ここで、

$C_{BIAS}$  は動作電圧での実効容量。

$TEMPCO$  はワーストケースのコンデンサ温度係数。

$TOL$  はワーストケースの部品偏差。

この例では、 $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$  でのワーストケース温度係数 ( $TEMPCO$ ) を、X5R 誘電体では 15% と想定しています。図 27 に示すように、コンデンサの偏差 ( $TOL$ ) は 10%、かつ 1.8 V で  $C_{BIAS} = 0.94 \mu F$  としています。

これらの値を式 1 に代入すると、

$$C_{EFF} = 0.94 \mu F \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.1) = 0.719 \mu F$$

したがって、この例で選択したコンデンサは、選択した出力電圧で、温度と偏差に対する LDO の最小容量条件を満たします。

ADP151 の性能を保証するためには、コンデンサ動作に対する DC バイアス、温度、偏差の影響を各アプリケーションごとに評価することが不可欠です。

## イネーブル機能

ADP151 ではENピンを使って、通常の動作状態でVOUTピンをイネーブル/ディスエーブルします。図 28 に示すように、ENの電圧がアクティブ・スレッシュォルドを超えると、VOUTがターンオンします。ENの電圧が非アクティブ・スレッシュォルドを下回ると、VOUTがターンオフします。

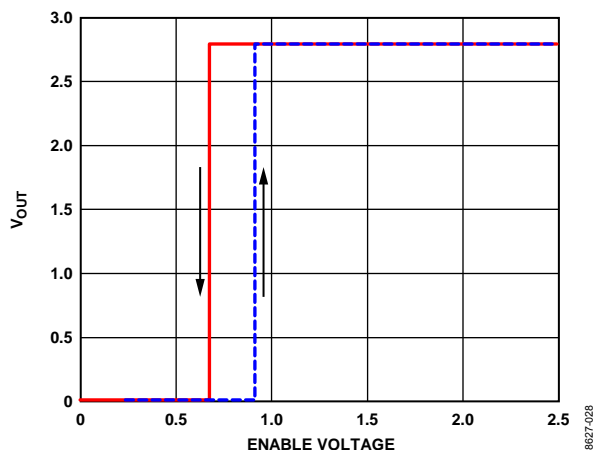


図 28.一般的な ADP151 EN ピンの動作

図 28 に示すように、ENピンにはヒステリシスがあります。このヒステリシスは、ENピンがスレッシュォルド・ポイントを通過するときにノイズにより発生するオン/オフ発振を防止します。

ENピンのアクティブ/非アクティブ・スレッシュォルドはVIN電圧から発生されます。このため、これらのスレッシュォルドは入力電圧の変化により変動します。図 29 に、入力電圧が 2.2 Vから 5.5 Vまで変化するときのENのアクティブ/非アクティブ・スレッシュォルド(typ値)を示します。

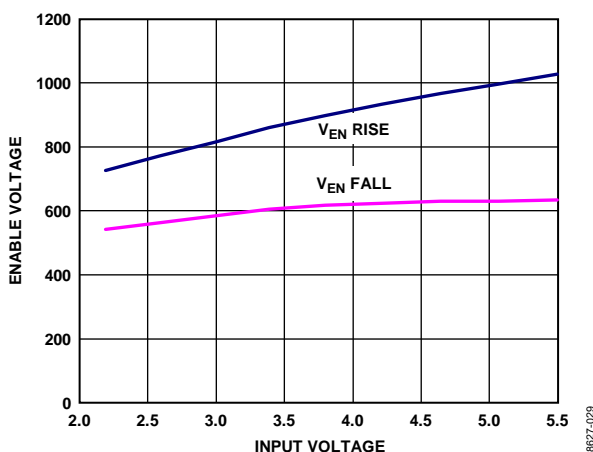


図 29.入力電圧対 EN ピン・スレッシュォルド(typ 値)

ADP151 では内部ソフト・スタート機能を使って、出力をイネーブルしたときの突入電流を制限しています。3.3 V オプションでのスタートアップ時間は、EN アクティブ・スレッシュォルドを通過してから出力が最終値の 90% に到達するまでとして約 160  $\mu$ sです。図 30 に示すように、スタートアップ時間は出力電圧設定値に依存します。

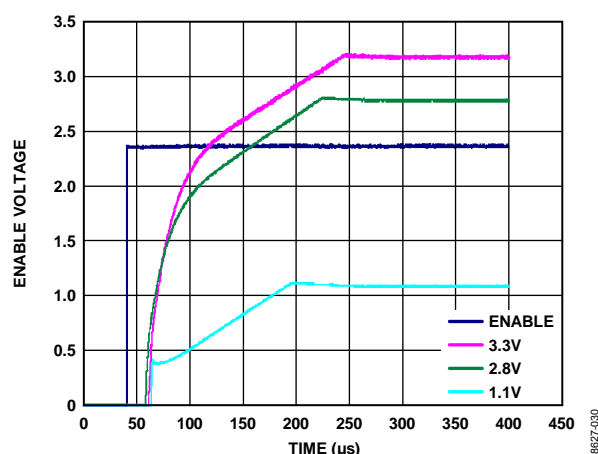


図 30.代表的なスタートアップ動作

## 調整可能な出力電圧動作

ADP151 の独自のアーキテクチャのため、調整可能なバージョンのシリコン上での実現は困難ですが、レギュレータ回路の静止電流が大きくなる犠牲を払うと、調整可能なレギュレータを実現することができます。

ADP151 および同様の LDO は、出力電圧  $V_{OUT}$  が GND ピンを基準として  $V_{OUT}$  ピンに出力されるようにデザインされています。GND ピンが 0 V 以外の電圧 (たとえば  $V_{OFFSET}$ ) の場合、ADP151 の出力電圧は  $V_{OUT} + V_{OFFSET}$  になります。この動作を利用すると、ADP151 の大部分の特性を維持したまま調整可能な ADP151 回路を実現することができます。

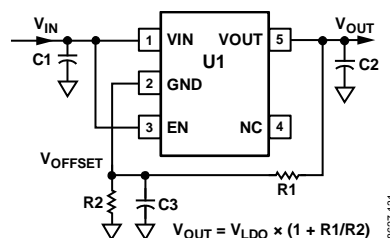


図 31. ADP151 を使用した調整可能な LDO

図 31 に示す回路は、ADP151 を使用した調整可能な LDO の一例です。R2 に既知の電流を流すことにより、安定な  $V_{OFFSET}$  電圧が発生されます。R2 を流れる電流は、R1 両端の電圧により決定されます。この R1 の電圧は  $V_{OUT}$  と GND との間の電圧により設定されるため、R2 を流れる電流が一定となり、 $V_{OFFSET}$  は安定します。

ADP151 のグラウンド電流  $I_{GND}$  の、負荷による変動の影響を小さくするため、R1 をできるだけ小さくする必要があります。R2 を流れる電流を予想最大グラウンド電流の少なくとも 20 倍以上にすることも必要です。

4 V の LDO 回路を実現するときには、R2 値を小さくするため ADP151 の 3.3 V バージョンを使用することから始めます。 $V_{OUT} = 4$  V であるため、 $V_{OFFSET} = 0.7$  V かつ R2 の電流 = 7 mA とする必要があります。したがって、 $R1 = 3.3$  V / 7 mA = 471  $\Omega$  となります。470  $\Omega$  の標準値での誤差は 1% 以下です。コンデンサ C3 は LDO の安定のために必要で、値は 1  $\mu$ F が適しています。

図 32~図 36 に、4 V LDO 回路の代表的な性能を示します。

この 4 V LDO 回路のノイズ性能は、3.3 V での同じ LDO より約 1  $\mu$ V の低下で済みます。これは、この回路の出力ノイズが外付け部品ではなく、ほぼこの LDO のみで決定されるためです。この小さな違いは、R2 を流れる LDO グラウンド電流で発生するノイズに起

因していると考えられます。R2 を小さく維持すると、このノイズ成分は無視できるようになります。

この 4 V 回路の PSRR は、500 mV のヘッドルームを持つ 3.3 V LDO より 10 dB も低下します。これは LDO のグラウンド電流が入力電圧によりある程度変化するためで、これにより、 $V_{OFFSET}$  が変調されて、レギュレータの PSRR が小さくなります。ヘッドルームを 1 V に増やすと、PSRR 性能はほぼ固定出力 LDO の性能に戻ります。

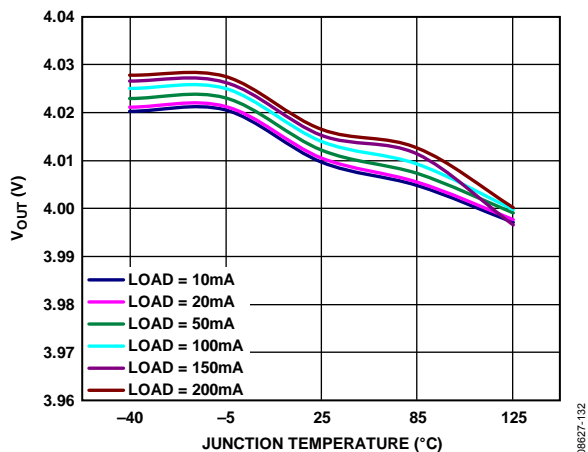


図 32. 4 V LDO 回路、温度に対する代表的な負荷レギュレーション

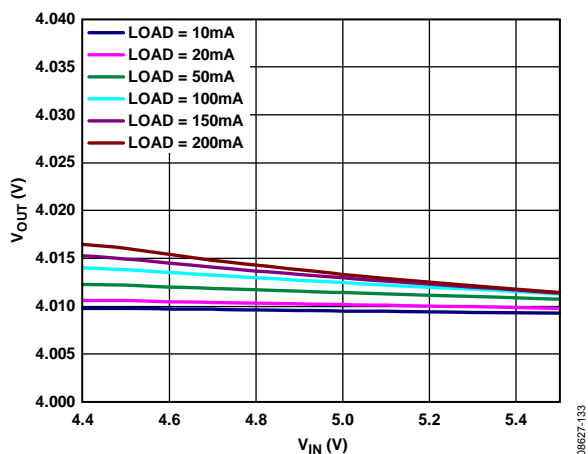


図 33. 4 V LDO 回路  
負荷電流に対する代表的なライン・レギュレーション

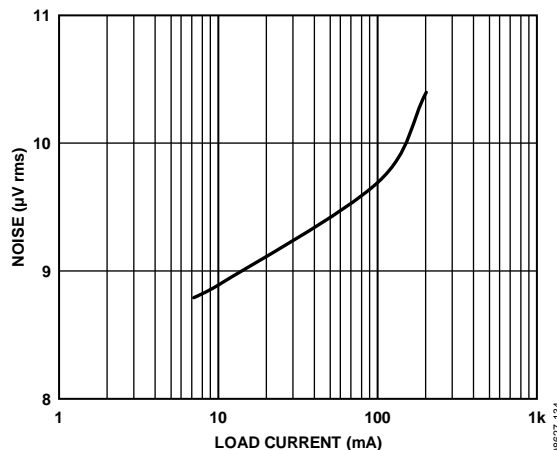


図 34. 4 V 負荷回路  
代表的な RMS 出力ノイズ、10 Hz~100 kHz

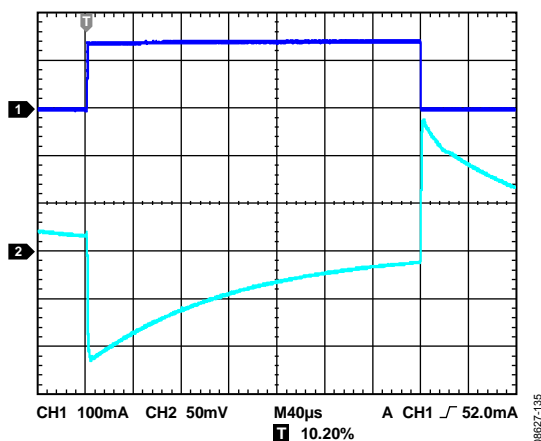


図 35. 4 V 負荷回路  
代表的な PSRR 対負荷電流  
1 V ヘッドルーム

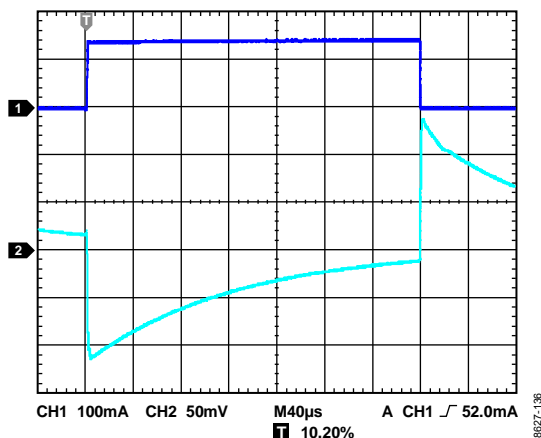


図 36. 4 V 負荷回路  
代表的な PSRR 対負荷電流  
500 mV ヘッドルーム

## 電流制限および熱過負荷保護

ADP151 は、大きな消費電力により発生する損傷から電流と熱の過負荷に対する保護回路により保護されています。ADP151 は、出力負荷が 300 mA (typ)に到達したとき、電流を制限するように設計されています。出力負荷が 300 mA を超えると、出力電圧を下げ、一定の電流限界値を維持します。

ジャンクション温度を最大 150°C (typ)に制限する熱過負荷保護機能も内蔵しています。極限状態(周囲温度が高く、消費電力が大きい)で、ジャンクション温度が 150°C を超え始めると、出力がターンオフされて、出力電流がゼロになります。ジャンクション温度が 135°C を下回ると、出力が再びターンオンして、出力電流が公称値に戻ります。

VOUT がグラウンドへ短絡するケースを考えてみましょう。まず、ADP151 は短絡電流が 300 mA を超えないように電流を制限します。ジャンクションの自己発熱が大きくなると温度が 150°C を超えるので、サーマル・シャットダウンが起動されて、出力がターンオフされ、出力電流がゼロになります。ジャンクション温度が 135°C を下回ると、出力がターンオンして短絡に 300 mA が流れて、再びジャンクション温度が 150°C を超えます。135°C と 150°C の間のこの熱的発振により、300 mA と 0 mA の間の電流発振が発生して、出力に短絡が残っている間この発振が続きます。

電流制限機能と熱過負荷保護機能は、偶発的な過負荷状態に対してデバイスを保護することを目的としています。信頼度の高い動作を得るためには、外部からデバイス消費電力を制限して、ジャンクション温度が 125°C を超えないようにする必要があります。

## 熱に対する考慮事項

大部分のアプリケーションでは、ADP151 の効率がいため、大きな発熱はありませんが、周囲温度が高く、かつ電源電圧と出力電圧の差が大きいアプリケーションでは、パッケージの発熱が大きくなって、チップのジャンクション温度が最大ジャンクション温度 125°C を超えるようになります。

ジャンクション温度が 150°C を超えると、コンバータはサーマル・シャットダウンします。永久的な損傷を防止するため、ジャンクション温度が 135°C を下回るまで回復しません。したがって、すべての条件で信頼度の高い性能を保証するためには、アプリケーションの熱解析が非常に重要です。式 2 に示すように、チップのジャンクション温度は、周囲温度と電力消費によるパッケージの温度上昇の和です。

信頼度の高い動作を保証するためには、ADP151 のジャンクション温度が 125°C を超えないようにする必要があります。ジャンクション温度をこの最大値より低く維持するためには、ジャンクション温度の変化に寄与するパラメータを知っておく必要があります。これらのパラメータとしては、周囲温度、パワー・デバイスの消費電力、ジャンクション—周囲間の熱抵抗( $\theta_{JA}$ )などがあります。 $\theta_{JA}$  値は、パッケージ材料とパッケージ GND ピンと PCB をハンダ接続する際の銅の量に依存します。

表 5 に、種々の PCB 銅サイズに対する 5 ピン TSOT と 4 ボール WLCSP パッケージの  $\theta_{JA}$  値 (typ) を示します。表 6 に、5 ピン TSOT と 4 ボール WLCSP の  $\Psi_{JB}$  値 (typ) を示します。

表 5.  $\Psi_{JA}$  値 (typ)

Copper Size (mm <sup>2</sup> )	$\theta_{JA}$ (°C/W)	
	TSOT	WLCSP
0 <sup>1</sup>	170	260
50	152	159
100	146	157
300	134	153
500	131	151

<sup>1</sup> デバイスは最小サイズのピン・パターンにハンダ付け。

表 6.  $\Psi_{JB}$  値 (typ)

モデル	$\Psi_{JB}$ (°C/W)
TSOT	43
WLCSP	58

ADP151 のジャンクション温度は次式で計算できます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (2)$$

ここで、

$T_A$  は周囲温度。

$P_D$  はチップの消費電力で、次式で与えられます。

$$P_D = [(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] + (V_{IN} \times I_{GND}) \quad (3)$$

ここで、

$I_{LOAD}$  は負荷電流。

$I_{GND}$  はグラウンド電流。

$V_{IN}$  と  $V_{OUT}$  は、それぞれ入力電圧と出力電圧。

グラウンド電流による消費電力は小さいため無視できます。このため、次のように簡単になります。

$$T_J = T_A + \{[(V_{IN} - V_{OUT}) \times I_{LOAD}] \times \theta_{JA}\} \quad (4)$$

式 4 に示すように、与えられた周囲温度に対して、ジャンクション温度が 125°C を超えないようにするため、入力と出力間の電位差、連続負荷電流、最小銅サイズ条件が PCB に対して存在します。図 37 ~ 図 50 に、様々な周囲温度、負荷電流、 $V_{IN}$ — $V_{OUT}$  間電位差、PCB 銅面積に対するジャンクション温度計算を示します。

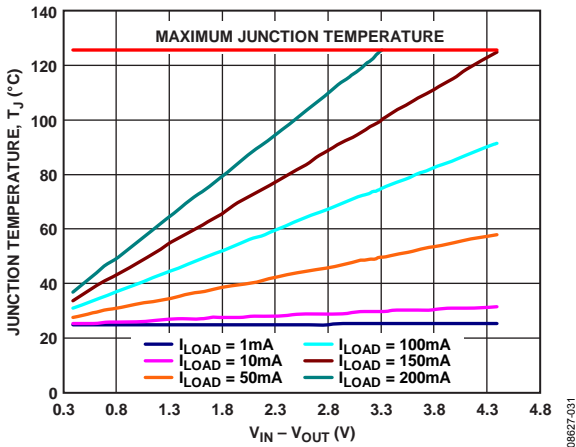


图 37.WLCSP、PCB 銅面積 = 500 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 25^\circ C$

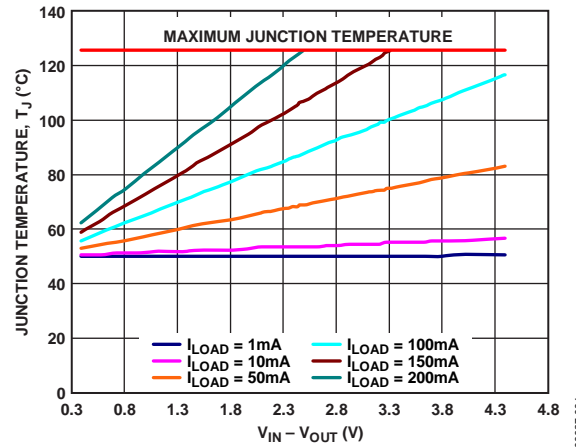


图 40.WLCSP、PCB 銅面積 = 500 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 50^\circ C$

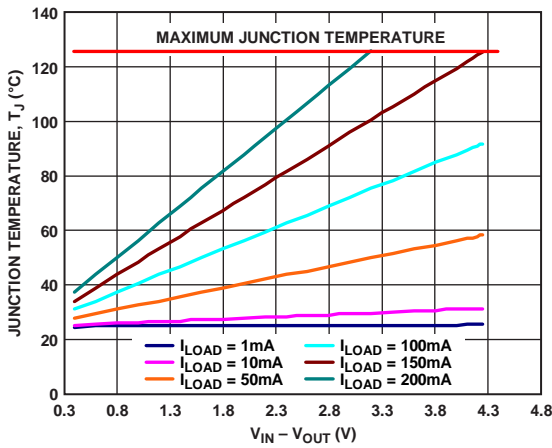


图 38.WLCSP、PCB 銅面積 = 100 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 25^\circ C$

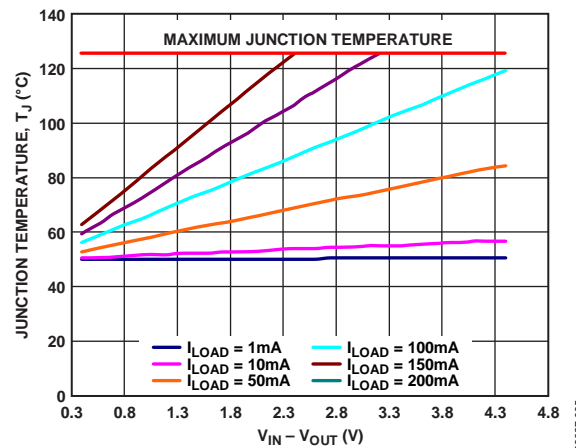


图 41.WLCSP、PCB 銅面積 = 100 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 50^\circ C$

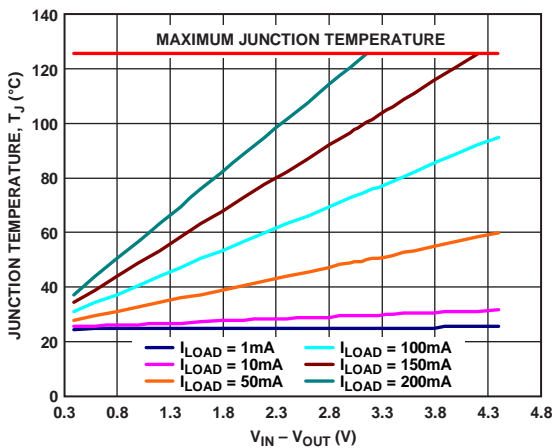


图 39.WLCSP、PCB 銅面積 = 50 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 25^\circ C$

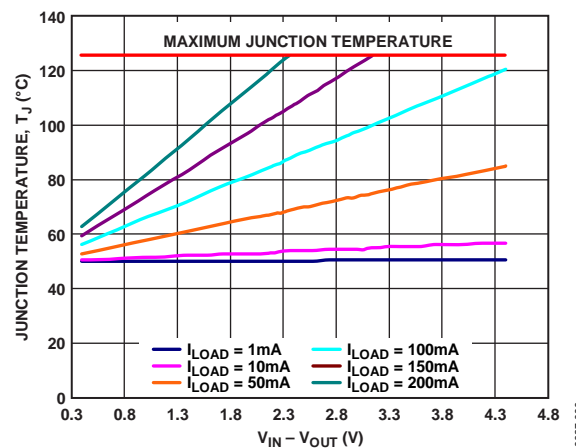


图 42.WLCSP、PCB 銅面積 = 50 mm<sup>2</sup>、 $T_A = 50^\circ C$



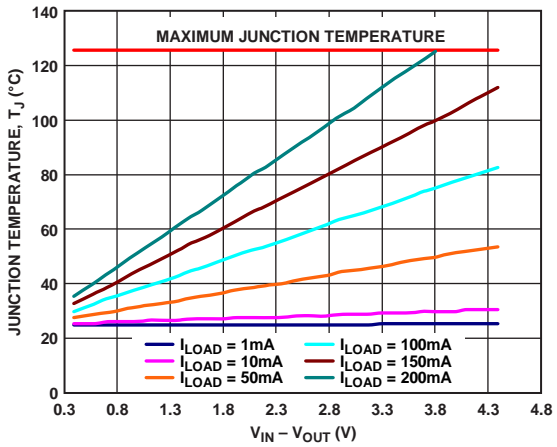


图 43. TSOT、PCB 銅面積 = 500 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 25°C

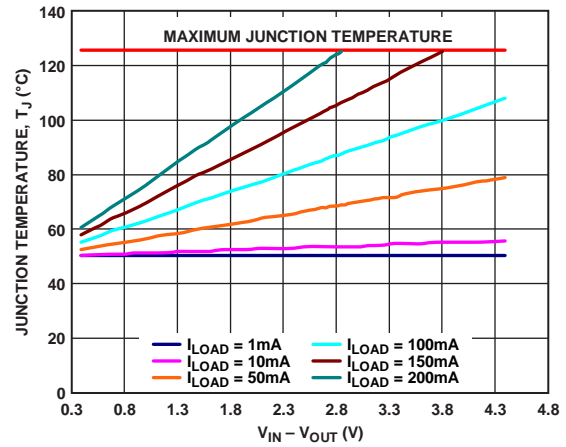


图 46. TSOT、PCB 銅面積 = 500 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 50°C

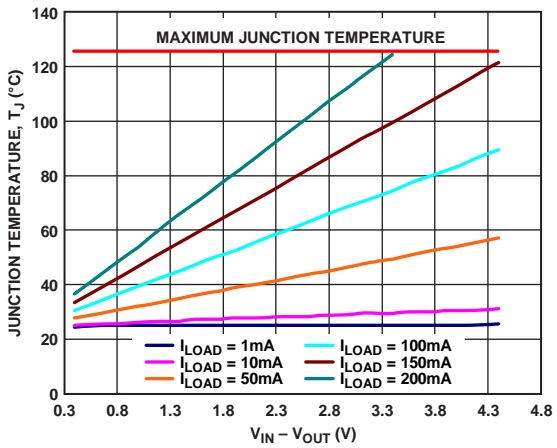


图 44. TSOT、PCB 銅面積 = 100 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 25°C

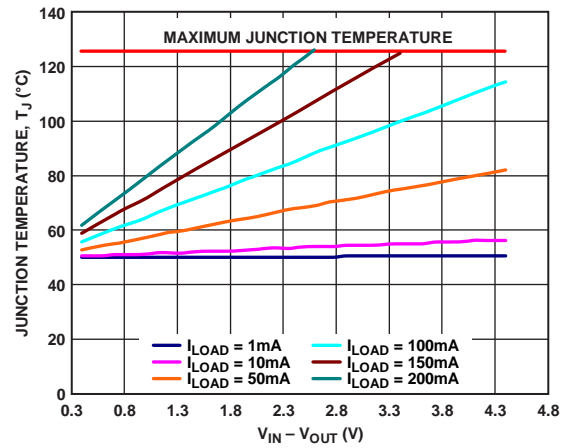


图 47. TSOT、PCB 銅面積 = 100 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 50°C

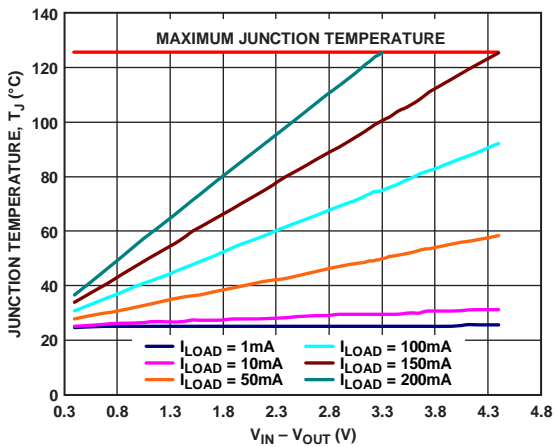


图 45. TSOT、PCB 銅面積 = 50 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 25°C

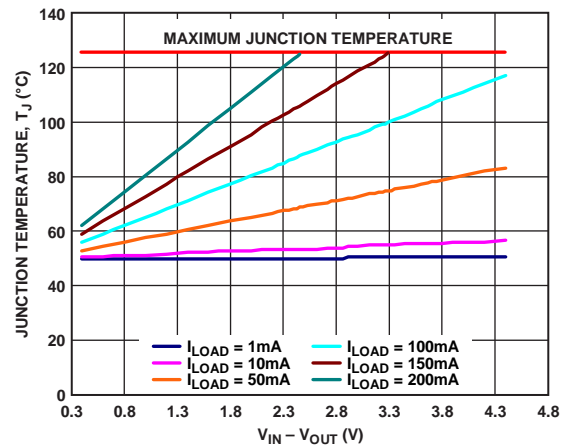


图 48. TSOT、PCB 銅面積 = 50 mm<sup>2</sup>、T<sub>A</sub> = 50°C

ボード温度が既知の場合、サーマル・キャラクタライゼーション・パラメータ $\Psi_{JB}$ を使ってジャンクション温度上昇を計算することができます(図 49 と 図 50 参照)。最大ジャンクション温度( $T_J$ )は、次式を使ってボード温度( $T_B$ )と消費電力( $P_D$ )から計算されます。

$$T_J = T_B + (P_D \times \Psi_{JB}) \quad (5)$$

4 ボール WLCSP パッケージ の代表的な  $\Psi_{JB}$  値は  $58^\circ\text{C}/\text{W}$  で、5 ピン TSOT パッケージの値は  $43^\circ\text{C}/\text{W}$  です。

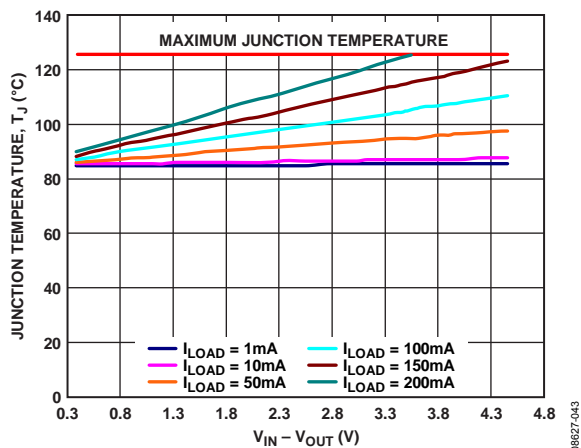


図 49.WLCSP、 $T_A = 85^\circ\text{C}$

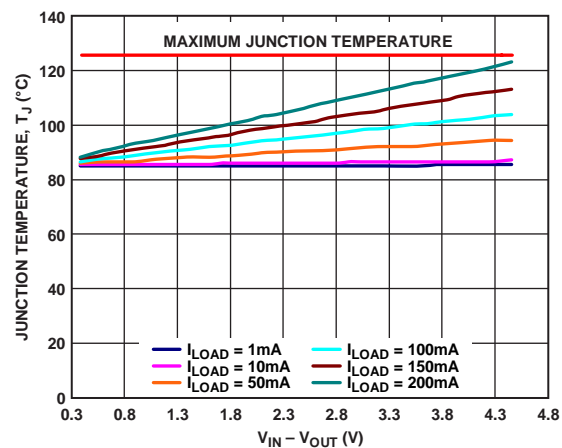


図 50.TSOT、 $T_A = 85^\circ\text{C}$

## プリント回路ボード・レイアウトでの考慮事項

ADP151 のピンに接触する銅の量を増やすとパッケージからの放熱を改善することができますが、表 5 に示すように、限界点に到達して、それ以上銅サイズを増やしても熱放散を大きく改善できません。

入力コンデンサは VIN ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置します。出力コンデンサは VOUT ピンと GND ピンのできるだけ近くに配置します。0402 または 0603 サイズのコンデンサと抵抗を使うと、面積が制限されているボード上で最小のフットプリント・ソリューションが実現できます。

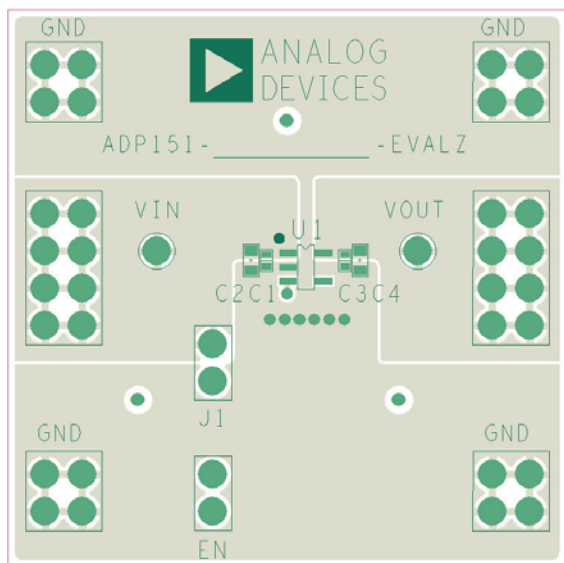


図 51. PCB レイアウトの例、TSOT

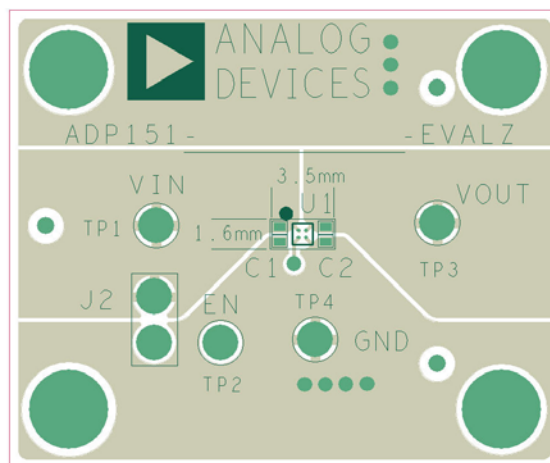
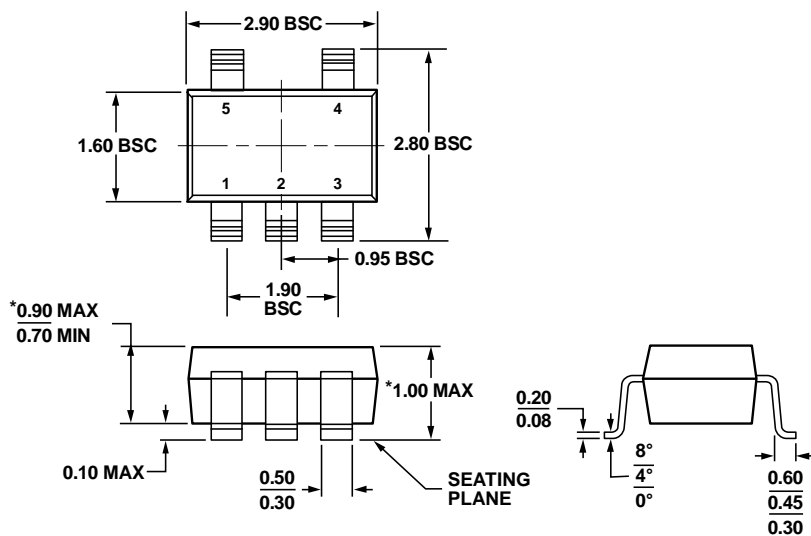


図 52. PCB レイアウトの例、WLCSP

## 外形寸法



\*COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-193-AB WITH THE EXCEPTION OF PACKAGE HEIGHT AND THICKNESS.

100708-A

図 53.5 ピン薄型スモール・アウトライン・トランジスタ・パッケージ[TSOT] (UJ-5)

寸法: mm

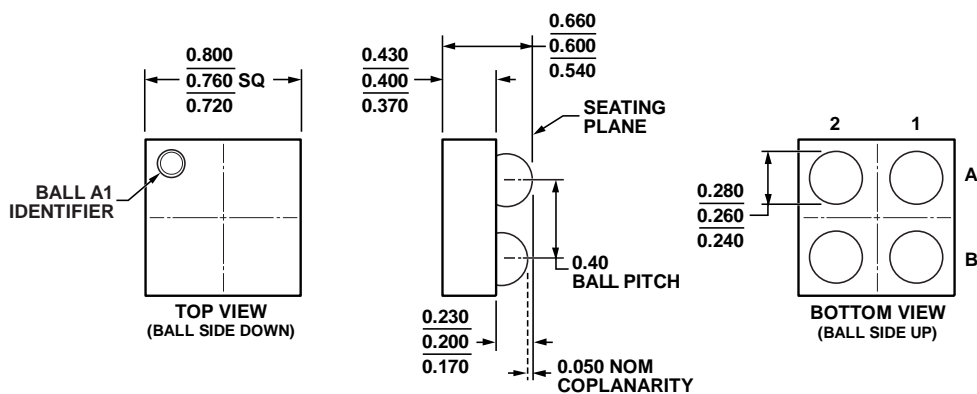


図 54.4 ボール・ウェハー・レベル・チップ・スケール・パッケージ[WLCSP] (CB-4-3)

寸法: mm

011509-A

## オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	Output Voltage (V) <sup>2</sup>	Package Description	Package Option	Branding
ADP151ACBZ-1.2-R7	-40°C to +125°C	1.2	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4R
ADP151ACBZ-1.5-R7	-40°C to +125°C	1.5	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4S
ADP151ACBZ-1.8-R7	-40°C to +125°C	1.8	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4T
ADP151ACBZ-2.5-R7	-40°C to +125°C	2.5	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4U
ADP151ACBZ-2.75-R7	-40°C to +125°C	2.75	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4V
ADP151ACBZ-2.8-R7	-40°C to +125°C	2.8	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4X
ADP151ACBZ-2.85-R7	-40°C to +125°C	2.85	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4Y
ADP151ACBZ-3.0-R7	-40°C to +125°C	3.0	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	4Z
ADP151ACBZ-3.3-R7	-40°C to +125°C	3.3	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	50
ADP151ACBZ-2.1-R7	-40°C to +125°C	2.1	4-Ball WLCSP	CB-4-3 <sup>3</sup>	5E
ADP151AUJZ-1.2-R7	-40°C to +125°C	1.2	5-Lead TSOT	UJ-5	LF6
ADP151AUJZ-1.5-R7	-40°C to +125°C	1.5	5-Lead TSOT	UJ-5	LF7
ADP151AUJZ-1.8-R7	-40°C to +125°C	1.8	5-Lead TSOT	UJ-5	LF8
ADP151AUJZ-2.5-R7	-40°C to +125°C	2.5	5-Lead TSOT	UJ-5	LF9
ADP151AUJZ-2.8-R7	-40°C to +125°C	2.8	5-Lead TSOT	UJ-5	LFG
ADP151AUJZ-3.0-R7	-40°C to +125°C	3.0	5-Lead TSOT	UJ-5	LFH
ADP151AUJZ-3.3-R7	-40°C to +125°C	3.3	5-Lead TSOT	UJ-5	LFJ

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。

<sup>2</sup> その他の電圧オプションについては、お近くのアナログ・デバイセズの営業所または販売代理店にお問い合わせください。

<sup>3</sup> このパッケージ・オプションにはハロゲン化合物は含まれていません。