

特長

入力電圧電源範囲: 2.3 V~5.5 V

最大出力電流: 500 mA

出力電圧が固定のバージョンと調整可能なバージョンを提供

初期精度: 1%

最大 31 種類の固定出力電圧オプション: 1.75 V~3.3 V

調整可能な出力電圧範囲: 0.8 V~5.0 V

非常に低いドロップアウト電圧: 130 mV

低静止電流: 45 μ A

低シャットダウン電流: 1 μ A 以下

優れた PSRR 性能: 100 kHz で 60 dB

優れた負荷/ライン過渡応答

1.0 μ F の小型セラミック・コンデンサ用に最適化

電流制限機能と熱過負荷保護機能

ロジック制御によるイネーブル

8 ピンのエクスポーズド・パッド付き MSOP または LFCSP パッケージを採用

アプリケーション

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

自動メータ読取り (AMR)

GPS および位置管理ユニット

医療計測機器

負荷点電源

概要

ADP124/ADP125 は低静止電流のロー・ドロップアウト・リニア・レギュレータです。両デバイスは 2.3 V~5.5 V の入力電圧で動作し、最大 500 mA の電流を出力するようにデザインされています。500 mA 負荷で 130 mV とドロップアウト電圧が低いいため効率が向上し、広い入力電圧範囲で動作することができます。

ADP124/ADP125 は、500 mA 負荷での静止電流が 210 μ A と小さいため、バッテリーで動作するポータブル機器向けに最適です。

ADP124 は、1.75 V~3.3 V の 31 種類の固定電圧を出力することができます。ADP125 は調整可能なデバイス・バージョンで、外付け分圧器を使って出力電圧を 0.8 V~5.0 V の範囲で設定することができます。

代表的なアプリケーション回路

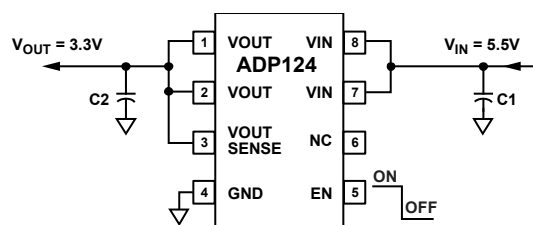


図 1. 固定出力電圧の ADP124

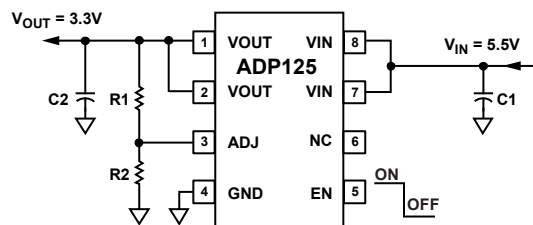


図 2. 調整可能出力電圧の ADP125

ADP124/ADP125 は特に、高性能でスペースに制約があるアプリケーションの要求を満たすように、小型 1 μ F セラミック入力/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ます。

ADP124/ADP125 は、350 μ s の一定なスタートアップ時間を与えるソフトスタート機能を内蔵しています。短絡保護回路と熱過負荷保護回路により、悪条件での損傷を防止します。ADP124/ADP125 は、エクスポーズド・パッド付きの 8 ピン MSOP または LFCSP パッケージを採用しています。標準の MSOP および LFCSP パッケージと比べると、エクスポーズド・パッド付き MSOP および LFCSP パッケージは低い熱抵抗 (θ_{JA}) を持っています。この低い熱抵抗パッケージにより、ADP124/ADP125 はポータブル・アプリケーションの様々な要求を満たすと同時に、ジャンクション温度の上昇が小さくなっています。

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	低電圧ロックアウト機能.....	13
仕様.....	3	イネーブル機能.....	13
推奨コンデンサ仕様.....	4	電流制限および熱過負荷保護.....	14
絶対最大定格.....	5	熱に対する考慮事項.....	14
熱データ.....	5	ジャンクション温度の計算.....	15
熱抵抗.....	5	プリント回路ボード・レイアウトでの考慮事項.....	16
ESDの注意.....	5	外形寸法.....	17
ピン配置およびピン機能説明.....	6	オーダー・ガイド.....	18

改訂履歴

9/10—Rev. 0 to Rev. A

Added 8-Lead LFCSP Package	Throughout
Added Figure 4 and Figure 6 (Renumbered Sequentially).....	6
Changes to Thermal Conditions Section and Table 6	14
Added Table 7.....	14
Changes to Junction Temperature Calculations Section.....	15
Added Figure 44.....	16
Updated Outline Dimensions.....	17
Changes to Ordering Guide	18

12/09—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定がない限り、 $V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V})$ または2.3 V(いずれか大きい方); ADJ と VOUT を接続; $I_{OUT} = 10 \text{ mA}$; $C_{IN} = 1.0 \mu\text{F}$; $C_{OUT} = 1.0 \mu\text{F}$; $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 1.

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
INPUT VOLTAGE RANGE	V_{IN}		2.3		5.5	V
OPERATING SUPPLY CURRENT ¹	I_{GND}	$I_{OUT} = 0 \mu\text{A}$ $I_{OUT} = 0 \mu\text{A}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 1 \text{ mA}$ $I_{OUT} = 1 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 250 \text{ mA}$ $I_{OUT} = 250 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 500 \text{ mA}$ $I_{OUT} = 500 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$		45 60 160 210	105 120 210 280	μA μA μA μA μA μA
SHUTDOWN CURRENT	I_{SD}	EN = GND EN = GND, $T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$		0.1	1	μA μA
OUTPUT VOLTAGE ACCURACY ²	V_{OUT}					
Fixed Output		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ $100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 500 \text{ mA}, V_{IN} = (V_{OUT} + 0.5 \text{ V}) \text{ to } 5.5 \text{ V},$ $T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$	-1 -2		+1 +1.5	% %
Adjustable Output		$I_{OUT} = 10 \text{ mA}$ $100 \mu\text{A} < I_{OUT} < 500 \text{ mA}, V_{IN} = 2.3 \text{ V to } 5.5 \text{ V},$ $T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$	0.495 0.485	0.500 0.500	0.505 0.515	V V
LINE REGULATION	$\Delta V_{OUT}/\Delta V_{IN}$	$V_{IN} = V_{IN} = 2.3 \text{ V to } 5.5 \text{ V}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$	-0.05		+0.05	%/V
LOAD REGULATION ³	$\Delta V_{OUT}/\Delta I_{OUT}$	$I_{OUT} = 1 \text{ mA to } 500 \text{ mA}$ $I_{OUT} = 1 \text{ mA to } 500 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$		0.0005	0.001	%/mA %/mA
ADJ INPUT BIAS CURRENT	ADJ_{I-BIAS}	$2.3 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5 \text{ V}, \text{ ADJ connected to VOUT}$		15		nA
DROPOUT VOLTAGE ⁴	$V_{DROPOUT}$	$I_{OUT} = 10 \text{ mA}, V_{OUT} > 2.3 \text{ V}$ $I_{OUT} = 10 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 250 \text{ mA}, V_{OUT} > 2.3 \text{ V}$ $I_{OUT} = 250 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$ $I_{OUT} = 500 \text{ mA}, V_{OUT} > 2.3 \text{ V}$ $I_{OUT} = 500 \text{ mA}, T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$		3 65 130	5 120 230	mV mV mV mV mV
START-UP TIME ⁵	$t_{START-UP}$	$V_{OUT} = 3.0 \text{ V}$		350		μs
CURRENT LIMIT THRESHOLD ⁶	I_{LIMIT}		550	750	1000	mA
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal Shutdown Threshold	TS_{SD}	T_J rising		150		$^\circ\text{C}$
Thermal Shutdown Hysteresis	TS_{SD-HYS}			15		$^\circ\text{C}$
EN INPUT						
EN Input Logic High	V_{IH}	$2.3 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5 \text{ V}$	1.2			V
EN Input Logic Low	V_{IL}	$2.3 \text{ V} \leq V_{IN} \leq 5.5 \text{ V}$			0.4	V
EN Input Leakage Current	$V_{I-LEAKAGE}$	EN = VIN or GND EN = VIN or GND, $T_J = -40^\circ\text{C to } +125^\circ\text{C}$		0.1	1	μA μA

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
UNDERVOLTAGE LOCKOUT	UVLO					
Input Voltage Rising	UVLO _{RISE}	T _J = -40°C to +125°C			2.1	V
Input Voltage Falling	UVLO _{FALL}	T _J = -40°C to +125°C	1.5			V
Hysteresis	UVLO _{HYS}	T _A = 25°C		125		mV
OUTPUT NOISE	OUT _{NOISE}	10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 5.5 V, V _{OUT} = 1.2 V		25		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 5.5 V, V _{OUT} = 1.8 V		35		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 5.5 V, V _{OUT} = 2.5 V		45		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 5.5 V, V _{OUT} = 3.3 V		55		μV rms
		10 Hz to 100 kHz, V _{IN} = 5.5 V, V _{OUT} = 4.2V		65		μV rms
POWER SUPPLY REJECTION RATIO (V _{IN} = V _{OUT} + 1V)	PSRR	10 kHz to 100 kHz, V _{OUT} = 1.8 V, 2.5 V, 3.3 V		60		dB

¹ 調整可能電圧出力の場合(ADP125の場合など)の外付け抵抗分圧器回路からの電流は測定したグラウンド電流から減算する必要があります。

² V_{OUT}を直接 ADJへ接続したときの精度。V_{OUT}電圧を外部帰還抵抗により設定すると、調整モードでの絶対精度は使用する抵抗の偏差に依存します。

³ 1 mA と 500 mA 負荷を使用した端点計算を使用。

⁴ 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、2.3 V を超える出力電圧に対してのみ適用されます。

⁵ スタートアップ時間は、EN の立上がりエッジから V_{OUT} が公称値の 90% になるまでの時間として定義されます。

⁶ 電流制限スレッシュホールドは、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。たとえば、3.3 V 出力電圧の電流制限スレッシュホールドは、出力電圧が 3.3 V の 90% すなわち 2.97 V に低下する電流値として定義されます。

推奨コンデンサ仕様

表 2.

Parameter	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Minimum Input and Output Capacitance ¹	CAP _{MIN}	T _A = -40°C to +125°C	0.70			μF
Capacitor ESR	R _{ESR}	T _A = -40°C to +125°C	0.001		1	Ω

¹ 最小入力容量と最小出力容量は、全動作範囲で 0.70 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 コンデンサはこの LDO に推奨できません。

絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
VIN to GND	-0.3 V to +6.5 V
ADJ to GND	-0.3 V to +4 V
EN to GND	-0.3 V to +6.5 V
VOOUT to GND	-0.3 V to VIN
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Ambient Temperature Range	-40°C to +85°C
Operating Junction 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 ADP124/ADP125 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 が規定温度範囲内にあることを保証できません。消費電力が大きいかつ熱抵抗が大きいアプリケーションでは、最大周囲温度を制限する必要があります。

中程度の消費電力で、PCB の熱抵抗が低い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限り、最大周囲温度はこの最大値を超えても問題はありません。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(θ_{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/周囲間の熱抵抗(θ_{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/周囲間の熱抵抗は、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。 θ_{JA} の値は、PCB の材料、

レイアウト、環境条件に依存します。 θ_{JA} の規定値は、4 層の 4 インチ×3 インチ回路ボードに基づいています。ボードの構造については JESD 51-7 を参照してください。

Ψ_{JB} はジャンクション-ボード間サーマル・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 Ψ_{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 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。 Ψ_{JB} は、熱抵抗 θ_{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、 Ψ_{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 Ψ_{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。

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

Ψ_{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

θ_{JA} と Ψ_{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ます。

表 4. 熱抵抗

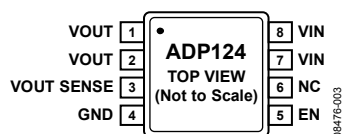
Package Type	θ_{JA}	Ψ_{JB}	Unit
8-Lead MSOP	102.8	31.8	°C/W
8-Lead LFCSP	68.9	44.1	°C/W

ESDの注意



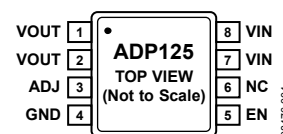
ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能説明



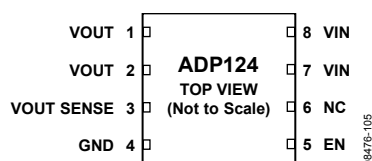
NOTES
1. NC = NO CONNECT.
2. THE EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO GROUND.

図 3.ADP124 固定出力 MSOP のピン配置



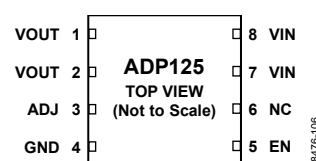
NOTES
1. NC = NO CONNECT.
2. THE EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO GROUND.

図 5.ADP125 調整可能出力 MSOP のピン配置



NOTES
1. NC = NO CONNECT.
2. THE EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO GROUND.

図 4.ADP124 固定出力 LFCSP のピン配置



NOTES
1. NC = NO CONNECT.
2. THE EXPOSED PAD MUST BE CONNECTED TO GROUND.

図 6.ADP125 調整可能出力 LFCSP のピン配置

表 5.ピン機能の説明

ピン番号	記号		説明
	ADP124	ADP125	
1	VOUT	VOUT	レギュレーションされた出力電圧。1 μ F 以上のコンデンサで VOUT を GND へバイパスしてください。
2	VOUT	VOUT	レギュレーションされた出力電圧。1 μ F 以上のコンデンサで VOUT を GND へバイパスしてください。
3	VOUT SENSE	N/A	誤差アンプの帰還ノード。VOUT へ接続します。
	N/A	ADJ	誤差アンプの帰還ノード。VOUT~GND の外付け分圧器の midpoint をこのピンに接続して出力電圧を設定します。
4	GND	GND	グラウンド。
5	EN	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。
6	NC	NC	未接続。このピンは内部で接続されていません。
7	VIN	VIN	レギュレータ入力電源。VIN と GND との間に 1 μ F 以上のコンデンサを接続してバイパスしてください。
8	VIN	VIN	レギュレータ入力電源。VIN と GND との間に 1 μ F 以上のコンデンサを接続してバイパスしてください。
	EPAD	EPAD	エクスポーズド・パッドはグラウンドに接続する必要があります。

代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_{IN} = 3.8\text{ V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{ V}$ 、 $I_{OUT} = 10\text{ mA}$ 、 $C_{IN} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 1.0\text{ }\mu\text{F}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

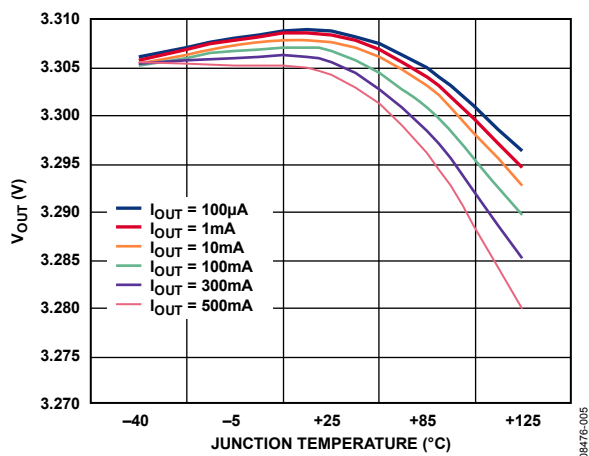


図 7.ジャンクション温度対出力電圧

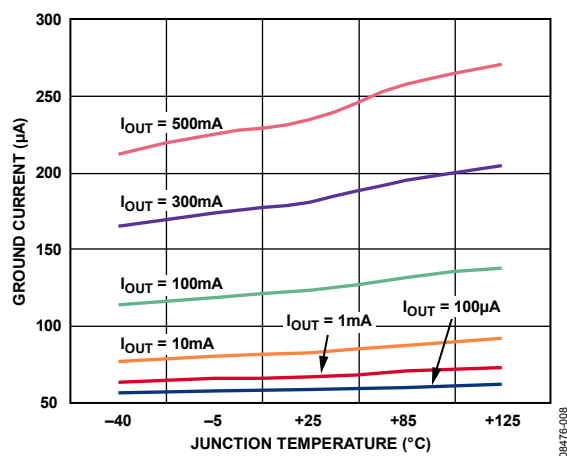


図 10.ジャンクション温度対グラウンド電流

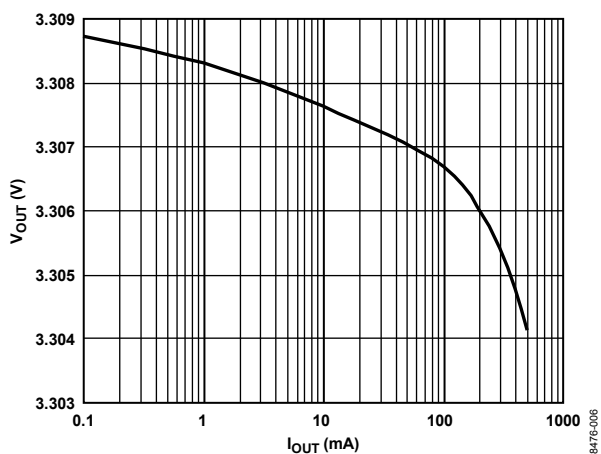


図 8.負荷電流対出力電圧

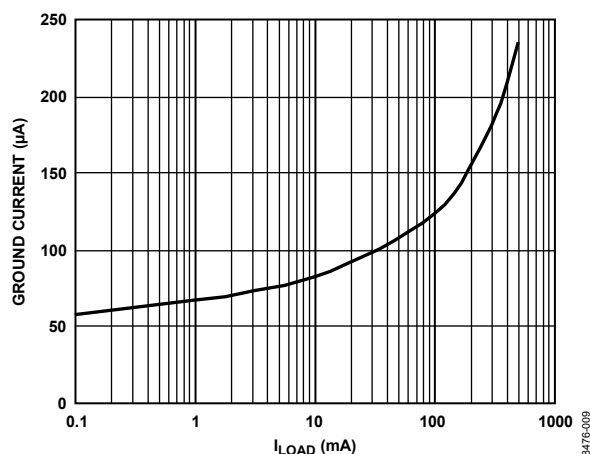


図 11.負荷電流対グラウンド電流

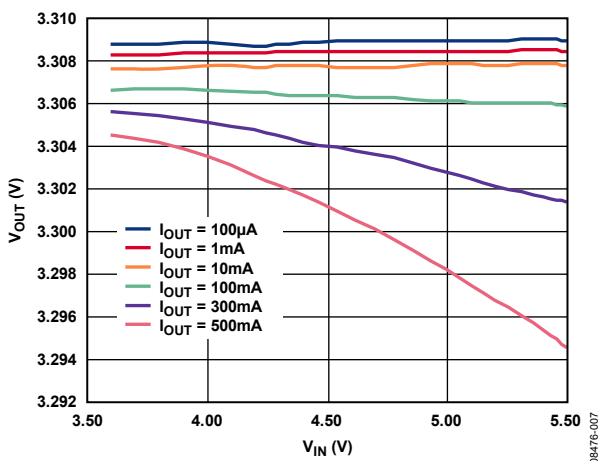


図 9.入力電圧対出力電圧

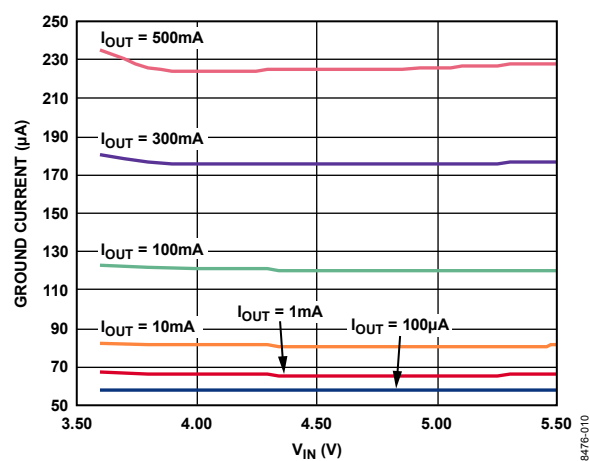


図 12.入力電圧対グラウンド電流

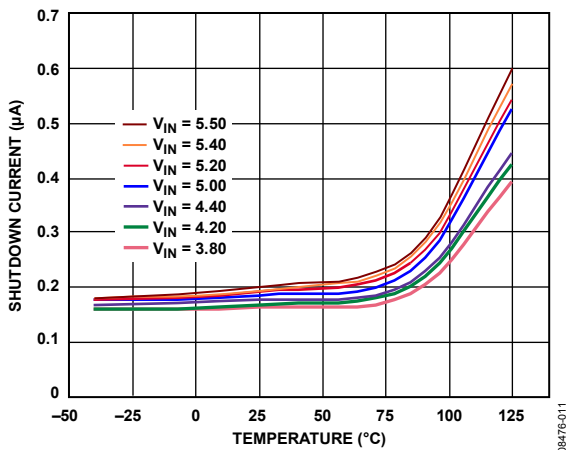


図 13. 様々な入力電圧でのシャットダウン電流の温度特性

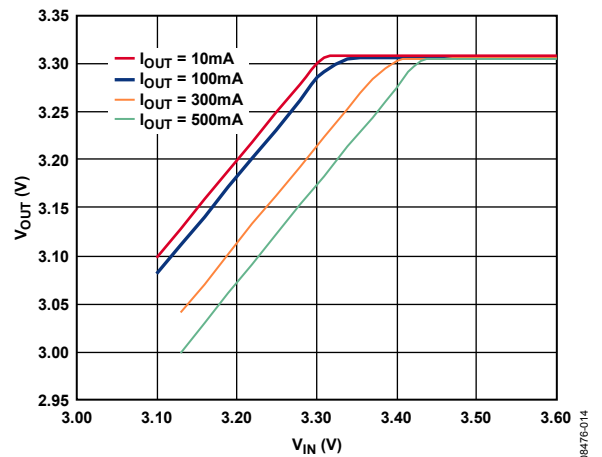


図 16. 入力電圧対出力電圧(ドロップアウト)

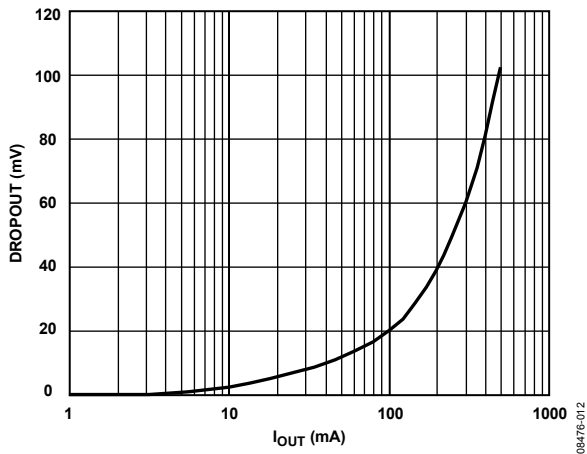


図 14. 負荷電流対ドロップアウト電圧

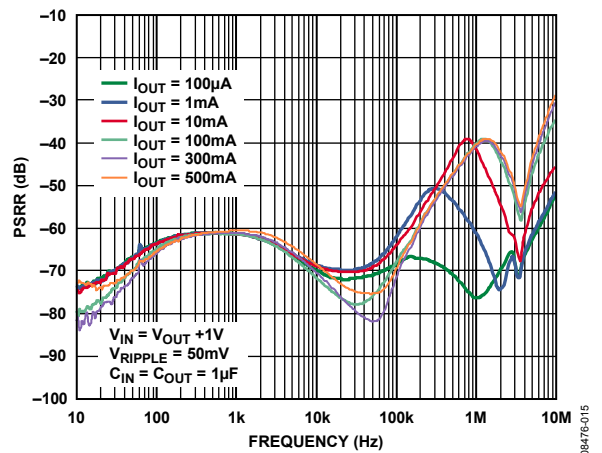


図 17. 電源除去比の周波数特性、VOUT = 2.8 V、VIN = 3.8 V

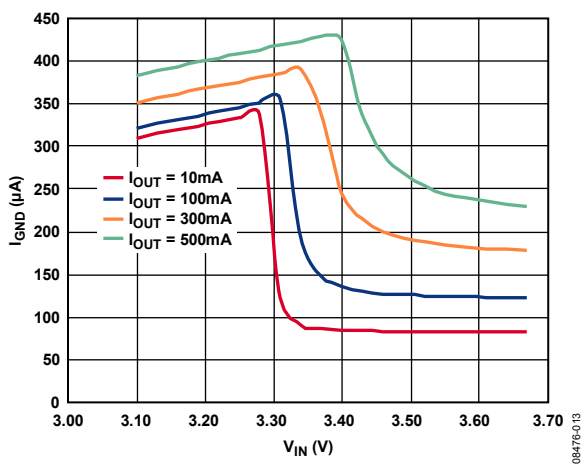


図 15. 入力電圧対グラウンド電流(ドロップアウト)

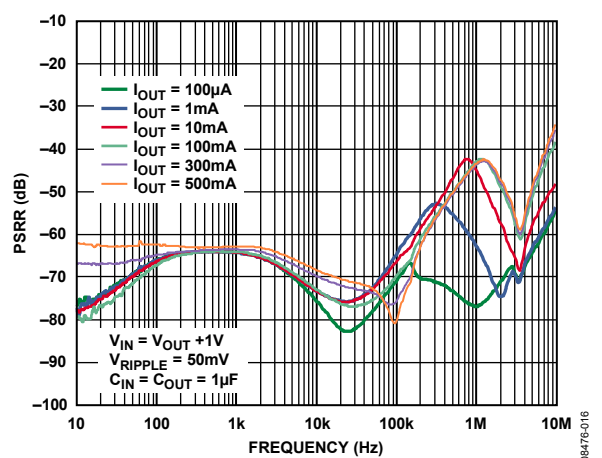


図 18. 電源除去比の周波数特性、VOUT = 3.3 V、VIN = 4.3 V

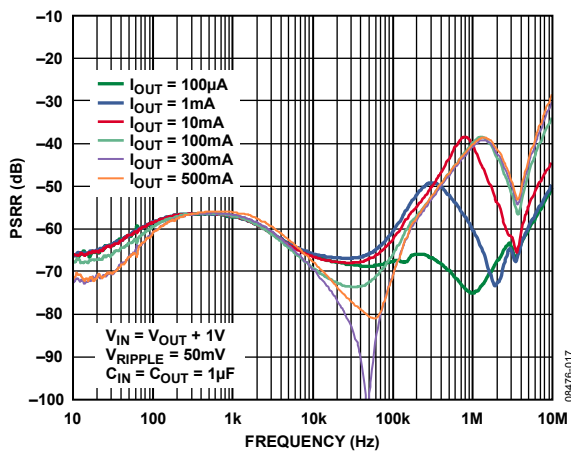


図 19.電源除去比の周波数特性、 $V_{OUT} = 4.2V$ 、 $V_{IN} = 5.2V$

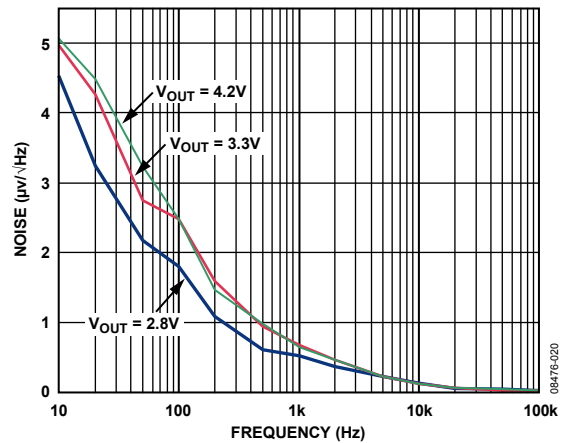


図 22.出力ノイズ・スペクトル、 $V_{IN} = 5V$

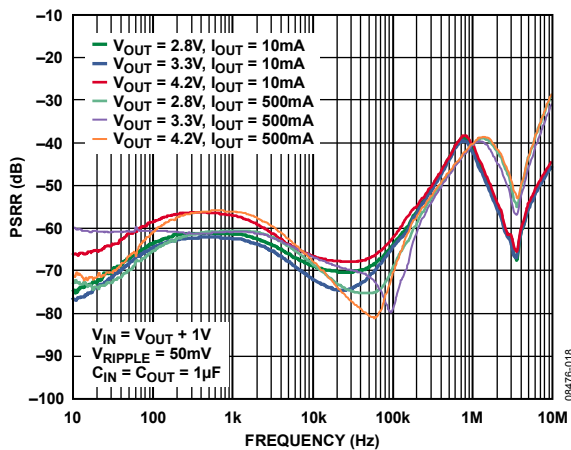


図 20.様々な出力電圧と負荷電流での電源除去比の周波数特性

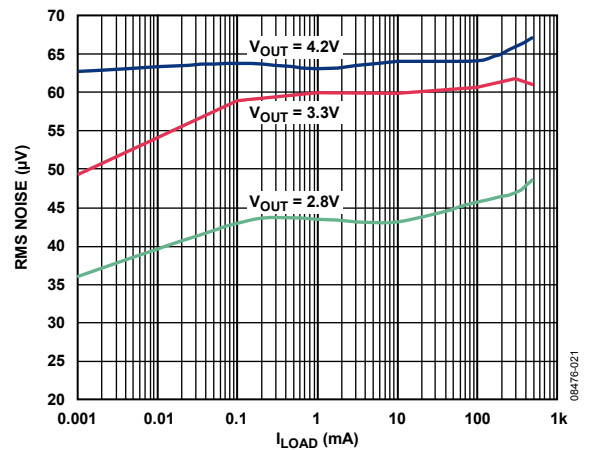


図 23.様々な出力電圧での負荷電流対出力ノイズ、 $V_{IN} = 5V$

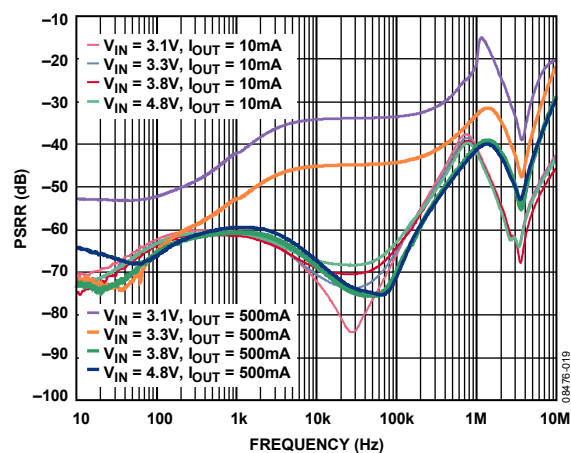


図 21.ヘッドルーム電圧 ($V_{IN} - V_{OUT}$)対電源除去比、 $V_{OUT} = 2.8V$

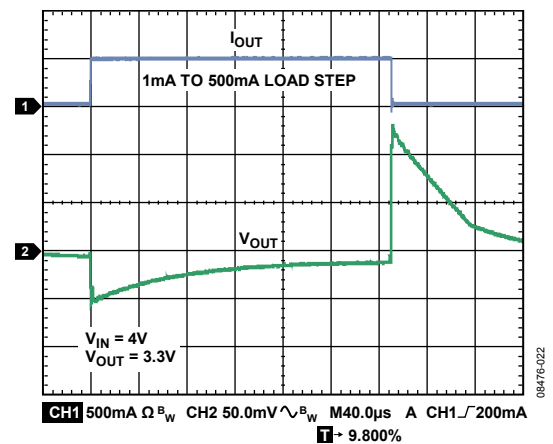


図 24.負荷過渡応答、 $C_{OUT} = 1\mu F$

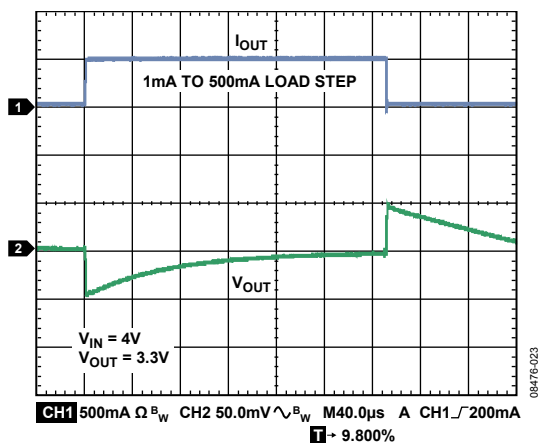


図 25. 負荷過渡応答、 $C_{OUT} = 4.7 \mu\text{F}$

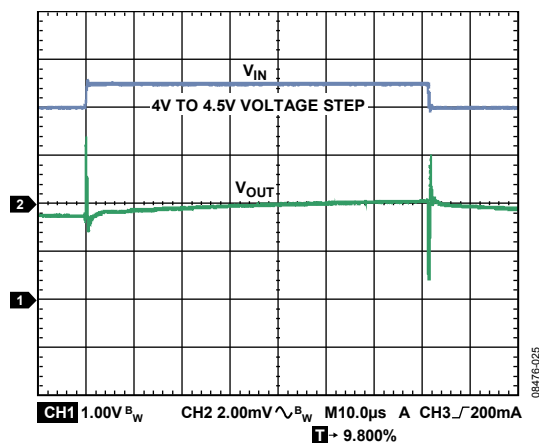


図 27. ライン過渡応答、負荷電流 = 500 mA

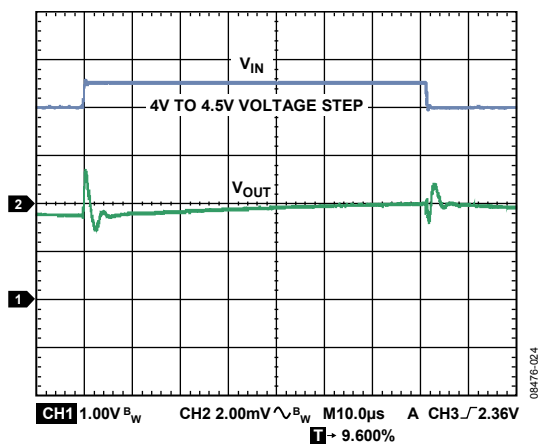


図 26. ライン過渡応答、負荷電流 = 1 mA

動作原理

ADP124/ADP125 は低静止電流ロー・ドロップアウト・リニア・レギュレータであり、2.3 V～5.5 V で動作して最大 500 mA の電流を出力することができます。ADP124/ADP125 は、フル負荷での静止電流が 210 μ A (typ) と小さいため、バッテリーで動作するポータブル機器向けに最適です。シャットダウン消費電流は 100 nA (typ) です。

ADP124/ADP125 は 1 μ F の小型セラミック・コンデンサを使用するように最適化されているため、優れた過渡性能を提供します。

内部的には、ADP124/ADP125 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・デバイスを經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。

調整可能なADP125 では、0.8 V～5.0 V の電圧範囲を出力します。出力電圧は 2 本の外付け抵抗の比で設定されます(図 2 参照)。デバイスは、ADJ ピンの電圧をグラウンドに対して 0.5 V に維持するように出力を制御します。そうすると、R1 の電流は 0.5 V/R2 と等しくなり、R1 の電流はR2 の電流とADJ ピンのバイアス電流との和になります。ADJ ピンのバイアス電流は 25°C で 15 nA で、R1 からADJ ピンへ流れます。

出力電圧は次式で計算することができます。

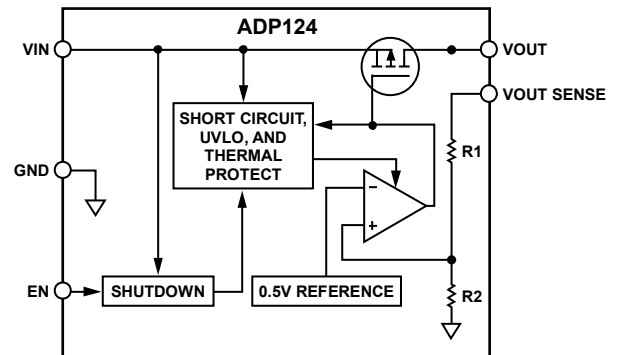
$$V_{OUT} = 0.5 V(1 + R1/R2) + (ADJ_{L-BIAS})(R1)$$

R1 の値は 200 k Ω より小さくして、ADJ ピンのバイアス電流から発生する、出力電圧の誤差を小さくする必要があります。例えば、R1 と R2 を各々 200 k Ω とすると、出力電圧は 1.0 V になります。25°C での ADJ ピン・バイアス電流を 15 nA (typ) とすると、ADJ ピンのバイアス電流から発生する出力電圧誤差は 3 mV すなわち 0.3% となります。

シャットダウンでは、出力がターンオフして分圧器電流が 0 になることに注意してください。

ADP124/ADP125 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 がハイ・レベルのとき VOUT がターンオンし、EN がロー・レベルのとき、

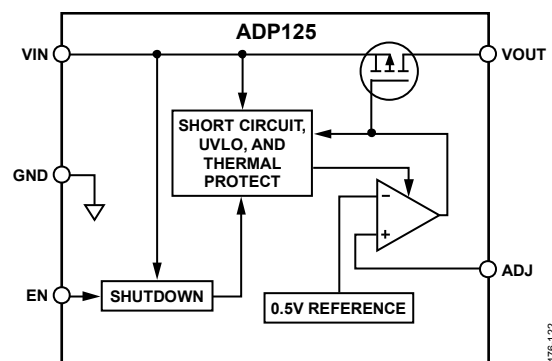
VOUT がターンオフします。自動スタートアップの場合は、EN と VIN を接続することができます。



NOTES
1. R1 AND R2 ARE INTERNAL RESISTORS, AVAILABLE ON THE ADP124 ONLY.

08476-121

図 28. ADP124 の内部ブロック図 (固定出力)



08476-122

図 29. ADP125 の内部ブロック図 (調整可能出力)

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

ADP124/ADP125 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。ADP124/ADP125 の安定性のためには、 $1\ \Omega$ 以下の ESR を持つ最小 $0.70\ \mu\text{F}$ 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、負荷電流の動的な変化に対する ADP124/ADP125 の過渡応答を向上させることができます。図 30 と図 31 に、それぞれ $1\ \mu\text{F}$ と $4.7\ \mu\text{F}$ の出力容量値に対する過渡応答を示します。

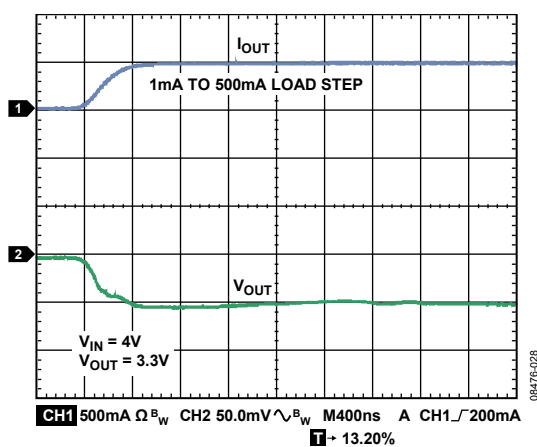


図 30. 出力過渡応答、 $C_{\text{OUT}} = 1\ \mu\text{F}$

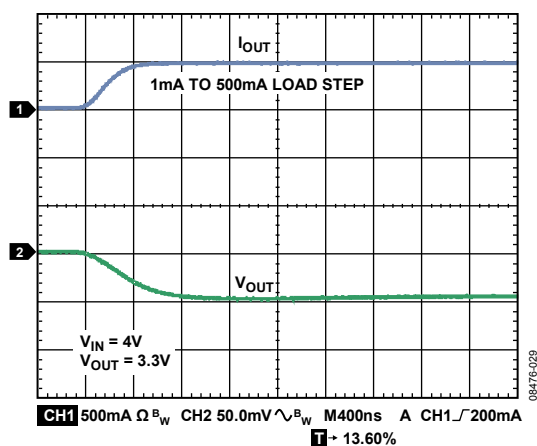


図 31. 出力過渡応答、 $C_{\text{OUT}} = 4.7\ \mu\text{F}$

入力バイパス・コンデンサ

VIN ピンと GND の間に $1\ \mu\text{F}$ のコンデンサを接続すると、特に入力パターンが長いカソード・インピーダンスが高い場合に、プリント回路ボード (PCB) のレイアウトに対する回路の感受性を小さくすることができます。 $1\ \mu\text{F}$ 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 の条件を満たすかぎり、ADP124/ADP125 で任意の高品質セラミック・コンデンサを使用することができます。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適切な誘電体を持っている必要があります。電圧定格 $6.3\ \text{V}$ または $10\ \text{V}$ の X5R 誘電体または X7R 誘電体の使用が推奨されます。ただし、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すべての LDO に推奨されません。

図 32 に、 $0402\ 1\ \mu\text{F}$ 、 $10\ \text{V}$ の X5R コンデンサについて容量対コンデンサ電圧バイアス特性を示します。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、 $-40^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$ の温度範囲で $\pm 15\%$ であり、パッケージ・サイズまたは電圧定格の関数になっていません。

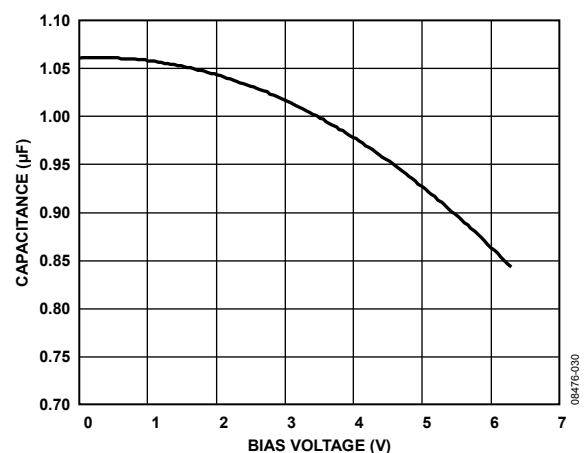


図 32. コンデンサ電圧バイアス特性対容量

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。

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

ここで、

C_{EFF} は動作電圧での実効容量。

C は定格容量値。

TEMPCO は最悪時のコンデンサ温度係数です。

TOL は最悪時の部品許容誤差です。

この例では、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 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。コンデンサ (TOL)の偏差は 10%、Cは図 32のグラフから 4.2 Vで 0.94 μF とします。

これらの値を式 1 に代入すると、

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

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、温度と許容偏差に対する LDO の最小容量条件を満たします。

ADP124/ADP125 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。

低電圧ロックアウト機能

ADP124/ADP125 には、入力電圧が約 2 V を下回ったとき、すべての入力と出力をディスエーブルする低電圧ロックアウト回路が内蔵されています。この回路は、ADP124/ADP125 の入力と出力がパワーアップ時に予測可能な方法で動作することを保証します。

イネーブル機能

ADP124/ADP125 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 33 に示すように、EN の電圧上昇がアクティブ・スレッシュホールドを超えると、VOUT がターンオンします。逆に、EN の電圧下降が非アクティブ・スレッシュホールドを下回ると、VOUT がターンオフします。

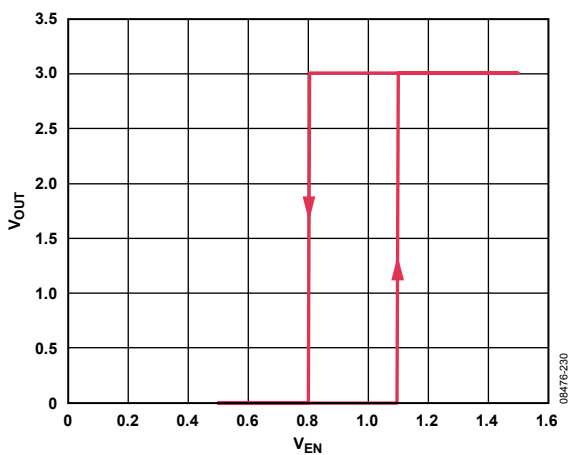


図 33.一般的な EN ピンの動作

図 33 に示すように、EN ピンにはヒステリシスが付いています。このヒステリシスは、EN ピンがスレッシュホールド・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・スレッシュホールドは VIN 電圧から発生されます。このため、これらのスレッシュホールドは入力電圧の変化により変動します。図 34 に、VIN 電圧が 2.3 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・スレッシュホールド (typ 値) を示します。

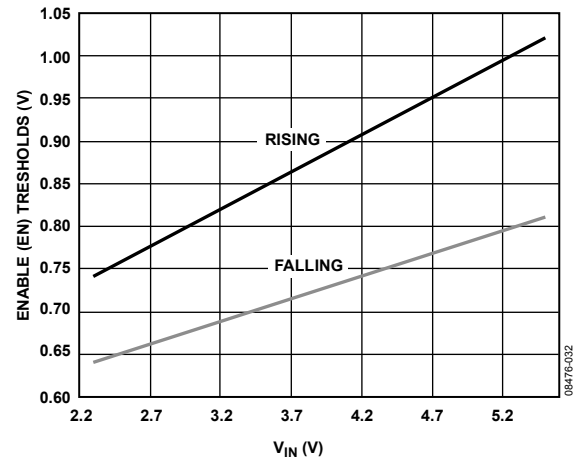


図 34. EN ピン・スレッシュホールド (typ 値) 対入力電圧

ADP124/ADP125 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。2.8 V オプションでのスタートアップ時間は、EN アクティブ・スレッシュホー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 350 μs です。図 35 に示すように、スタートアップ時間は出力電圧の設定に依存するため、出力電圧が高くなると少し大きくなります。

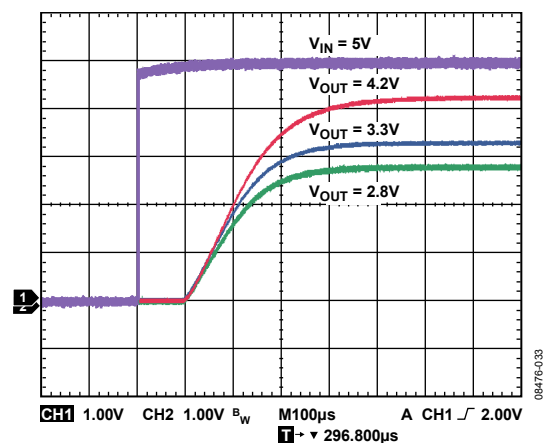


図 35. スタートアップ時間 (typ)

電流制限および熱過負荷保護

ADP124/ADP125 は、電流と熱の過負荷に対する保護回路により、大きな消費電力による損傷から保護されています。ADP124/ADP125 は、出力負荷が 750 mA (typ) に到達したとき、電流を制限するようにデザインされています。出力負荷が 750 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。

VO_{UT} が GND へ短絡するケースを考えます。まず、ADP124/ADP125 は電流を制限するため、750 mA だけが短絡に流れます。自己発熱によりジャンクション温度が 150°C を超えると、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 750 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、750 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

信頼度の高い動作を保証するためには、ADP124/ADP125 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 (θ_{JA}) などがあります。 θ_{JA} の値は、パッケージ組み立てで使用される材料とパッケージ GND ピンが PCB へハンダ付けされる際の銅の量に依存します。表 6 に、PCB の銅サイズに対する 8 ピン MSOP パッケージの θ_{JA} 値 (typ) を示します。

表 7 に、8 ピン MSOP と 8 ピン 3 mm × 3 mm LFCSP パッケージの Ψ_{JB} 値を示します。

表 6. 規定 PCB 銅サイズに対する θ_{JA} 値 (typ)

Copper Size (mm ²)	θ_{JA} (°C/W)	
	MSOP	LFCSP
25	108.6	177.8
100	75.5	138.2
500	42.5	79.8
1000	34.7	67.8
6400	26.1	53.5

表 7. Ψ_{JB} 値 (typ)

Ψ_{JB} (°C/W)	
MSOP	LFCSP
31.7	44.1

ADP124/ADP125 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。したがって、ジャンクション温度の式は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 36 ~ 図 41 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。

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 Ψ_{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。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。

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

ジャンクション温度の計算

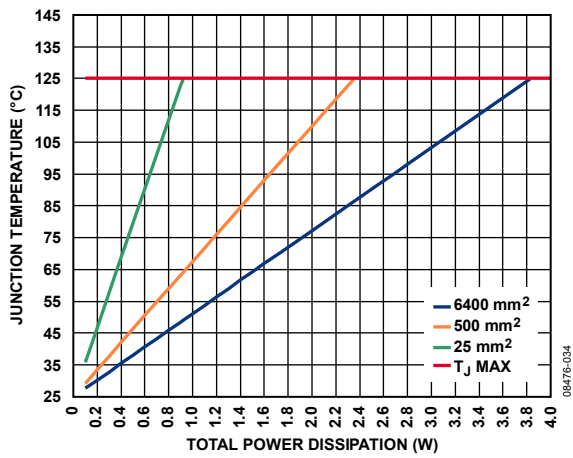


図 36. 様々な銅面積での消費電力対ジャンクション温度、MSOP、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

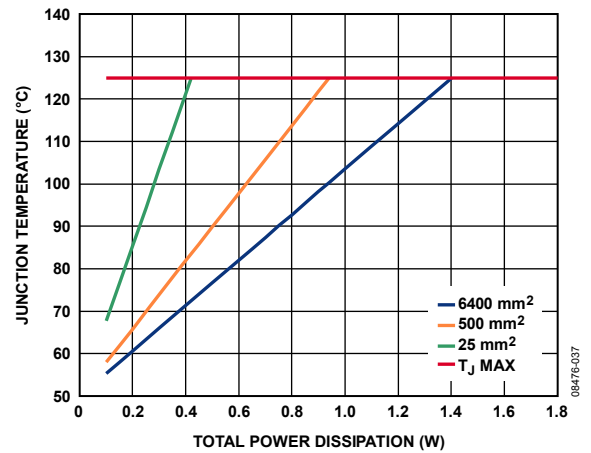


図 39. 様々な銅面積での消費電力対ジャンクション温度、LFCSP、 $T_A = 50^\circ\text{C}$

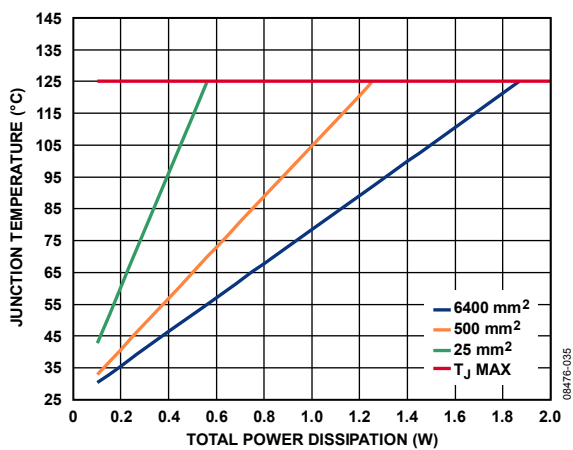


図 37. 様々な銅面積での消費電力対ジャンクション温度、LFCSP、 $T_A = 25^\circ\text{C}$

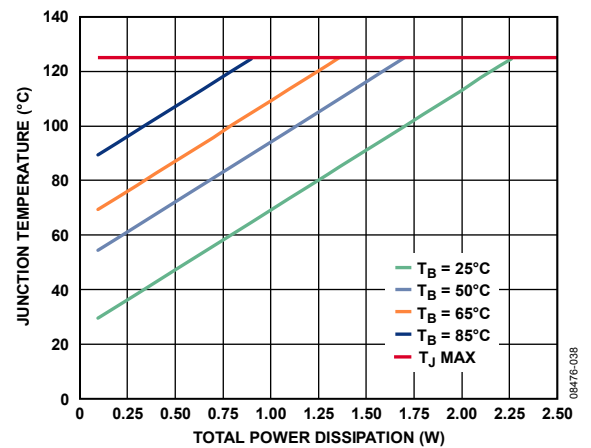


図 40. 様々なボード温度での消費電力対ジャンクション温度、MSOP パッケージ

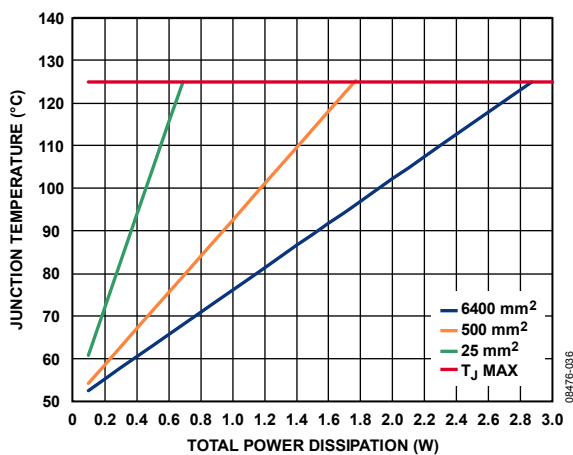


図 38. 様々な銅面積での消費電力対ジャンクション温度、MSOP、 $T_A = 50^\circ\text{C}$

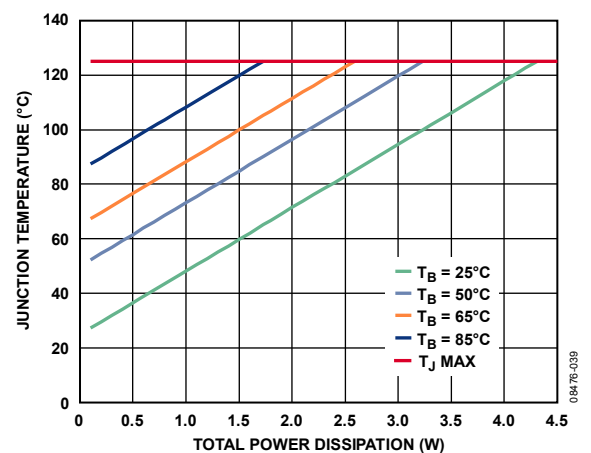


図 41. 様々なボード温度での消費電力対ジャンクション温度、LFCSP パッケージ

プリント回路ボード・レイアウトでの考慮事項

ADP124/ADP125 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 6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、出力コンデンサは VOUT ピンと GND ピンのできるだけ近くに、それぞれ配置する必要があります。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。

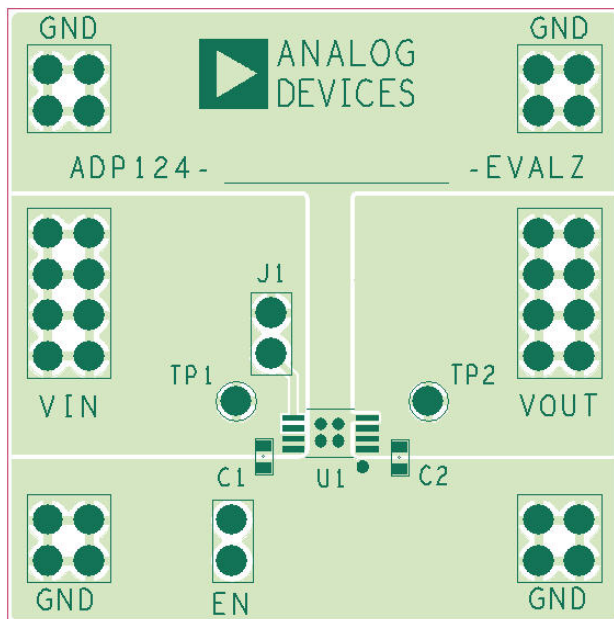


図 42. ADP124 MSOP の PCB レイアウト例

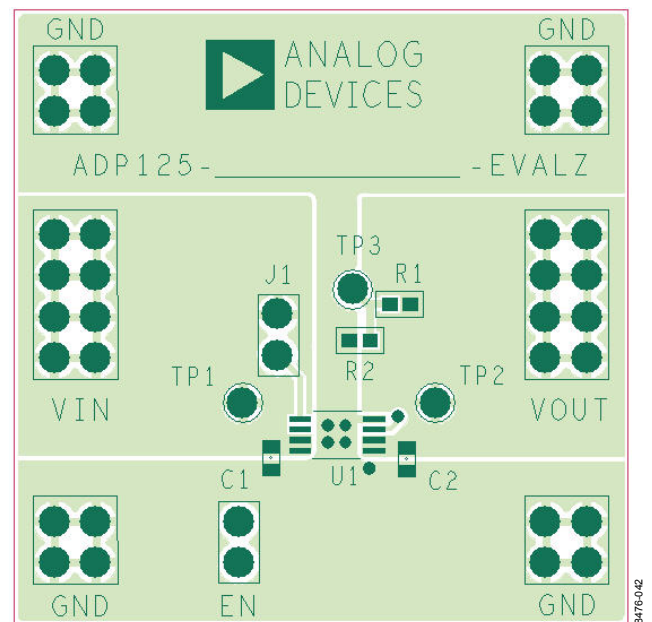


図 43. ADP125 MSOP の PCB レイアウト例

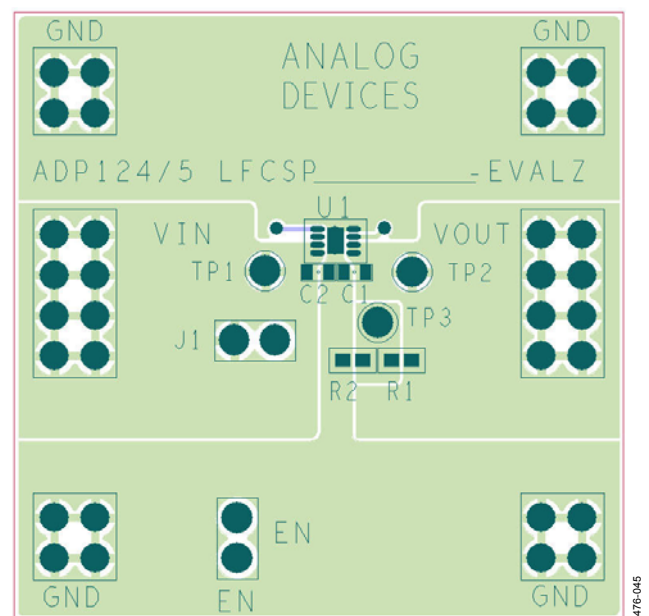


図 44. ADP124/ADP125 LFCSP の PCB レイアウト例

外形寸法

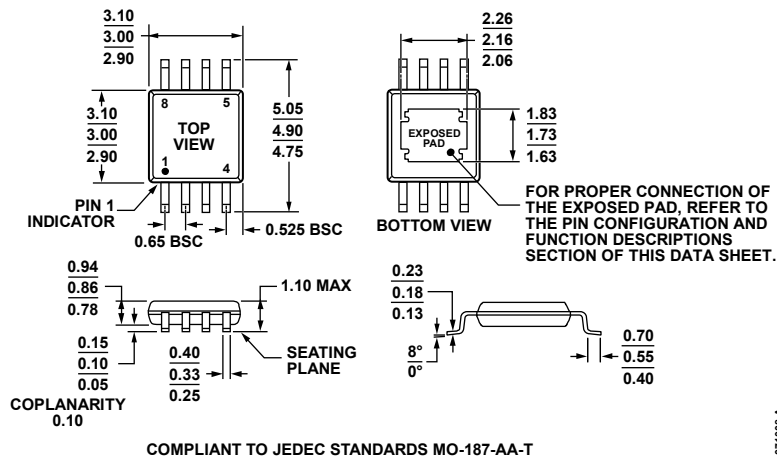


図 45. エクスポート・パッド付き 8 ピン・ミニモールド・アウトライン・パッケージ [MINI_SO_EP] (RH-8-1)
寸法: mm

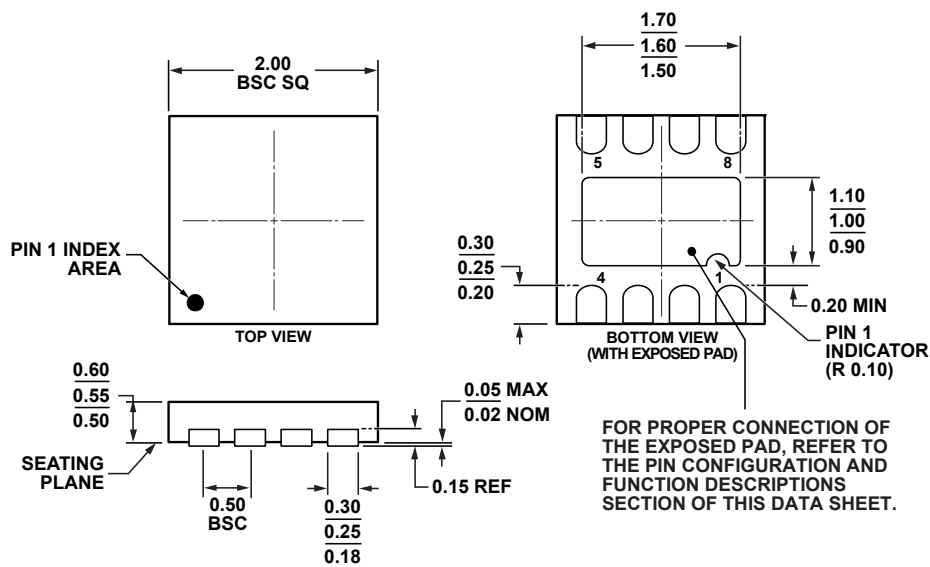


図 46.8 ピン・リードフレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP_UD]
2 mm × 2 mm ボディ、超薄型、デュアルリード (CP-8-8)
寸法: mm

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range (T _J)	Output Voltage (V) ²	Package Description	Package Option	Branding
ADP124ARHZ-1.8-R7	-40°C to +125°C	1.8	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	37
ADP124ARHZ-2.5-R7	-40°C to +125°C	2.5	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	3T
ADP124ARHZ-2.7-R7	-40°C to +125°C	2.7	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	3U
ADP124ARHZ-2.8-R7	-40°C to +125°C	2.8	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	3Z
ADP124ARHZ-2.85-R7	-40°C to +125°C	2.85	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	40
ADP124ARHZ-2.9-R7	-40°C to +125°C	2.9	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	41
ADP124ARHZ-3.0-R7	-40°C to +125°C	3.0	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	49
ADP124ARHZ-3.3-R7	-40°C to +125°C	3.3	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	4F
ADP124ACPZ-1.8-R7	-40°C to +125°C	1.8	8-Lead LFCSP_UD	CP-8-8	LHH
ADP124ACPZ-2.8-R7	-40°C to +125°C	2.8	8-Lead LFCSP_UD	CP-8-8	LHJ
ADP124ACPZ-3.0-R7	-40°C to +125°C	3.0	8-Lead LFCSP_UD	CP-8-8	LHK
ADP124ACPZ-3.3-R7	-40°C to +125°C	3.3	8-Lead LFCSP_UD	CP-8-8	LHL
ADP125ACPZ-R7	-40°C to +125°C	0.8 to 5.0 (Adjustable)	8-Lead LFCSP_UD	CP-8-8	LHM
ADP125ARHZ-R7	-40°C to +125°C	0.8 to 5.0 (Adjustable)	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	38
ADP125ARHZ	-40°C to +125°C	0.8 to 5.0 (Adjustable)	8-Lead MINI_SO_EP	RH-8-1	38
ADP124-3.3-EVALZ		3.3	MSOP Evaluation Board		
ADP125-EVALZ		Adjustable	MSOP Evaluation Board		
ADP124CP-3.3-EVALZ		3.3	LFCSP Evaluation Board		
ADP125CP-EVALZ		Adjustable	LFCSP Evaluation Board		
ADP124RHZ-REDYKIT			REDYKIT		

¹ Z = RoHS 準拠製品。² 1.75 V ~ 3.3 V の最大 31 種類の固定出力電圧オプションを提供しています。その他の電圧オプションについては、最寄りのアナログ・デバイセズにお尋ねください。