

オーブン補償、埋め込みツェナー、7.05V電圧リファレンス

特長

- ▶ 7.05Vの極めて安定したシャント型リファレンス
- ▶ 小さな温度係数：0.2 ppm/°C
- ▶ 4ピンTO-46および8端子LCCを採用
- ▶ 10Hz f 1kHzでのリファレンス・ノイズ（代表値）：
1.84μV rms
- ▶ 初期精度範囲：-300mV～+250mV
- ▶ 低いダイナミック・インピーダンス：0.04Ω（TO-46）、
0.011Ω（LCC）
- ▶ TO-46には外部断熱材を供給
- ▶ 従来のLM399（現在はこちらも表面実装技術（SMT）を採用）のアップグレード・パス

ピン配置

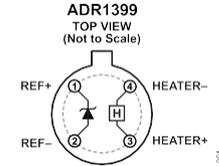
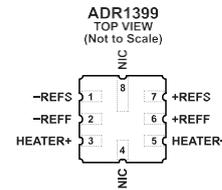


図 1. 4ピンTO-46パッケージ



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED. 102

図 2. 8端子LCCパッケージ

アプリケーション

- ▶ マルチメータ用高精度電圧リファレンス
- ▶ キャリブレーション装置の電圧標準
- ▶ 実験室用計測装置
- ▶ 工業用モニタリングおよび制御用計測器
- ▶ 極めて安定したデータ・コンバータ

概要

ADR1399は、広い範囲の電圧、温度、および静止電流条件において、優れた温度安定性を発揮する高精度シャント型リファレンスです。温度安定化ループが、モノリシック基板上のアクティブ・ツェナーと統合されているため、温度による電圧変動がほとんどありません。サブサーフェス・ツェナー回路は、3mAの静止電流 I_{REF} で仕様規定されており、ノイズを最小限に抑える（1.44μVp-p、0.1Hz～10Hz）と共に、優れた長期安定性（7ppm/√kHr）を実現します。ADR1399は、LM399に比べ出力ダイナミック・インピーダンスが低く（0.08Ω）、リファレンス出力でのシャント抵抗（ R_{SHUNT} ）と電源電圧変動の影響を低減します。

ADR1399の理想的なアプリケーションには、超高安定デジタル電圧計、高精度キャリブレーション装置、繰り返し精度の極めて高いA/Dコンバータ（ADC）などがあります。シンプルな基本的ピン構成を図1に示します。8端子LCCのバージョンには、低いダイナミック・インピーダンスとケルビン検出を可能にするためのフォース・ピンとセンス・ピンが備わっています。

表 1. 関連製品

Model	Output Voltage (V)	Initial Accuracy Range (mV)
ADR1399	7.05	-300 to +250
LTZ1000	7.2	-200 to +300
LM399	6.95	-200 to +350
LT1236	5 and 10	-2.5 to +2.5

Rev. A

文書に関するご意見

テクニカルサポート

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。
※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

目次

特長.....	1	動作時設定温度	11
アプリケーション	1	熱抵抗	11
ピン配置.....	1	フォース・ピンとセンス・ピン.....	11
概要.....	1	アプリケーション情報	13
仕様.....	2	熱電対誤差の回避	13
電気的特性.....	3	シャントのダイナミック・インピーダンスと容量性負荷	13
絶対最大定格.....	4	代表的なアプリケーション.....	13
熱抵抗.....	4	外形寸法	15
ESDに関する注意.....	4	オーダー・ガイド	16
ピン配置とピン機能の説明	5	評価用ボード.....	16
代表的な性能特性	6		
動作原理.....	11		

改訂履歴

3/2022—Rev. 0 to Rev. A

Added 8-Terminal LCC.....	1
Changes to Features Section.....	1
Added Figure 2, Renumbered Sequentially	1
Changes to General Description Section	1
Changes to Change in Reference Voltage with Current Parameter; Dynamic Impedance Parameter; and Heater Supply Current, Still Air Parameter; Table 2.....	3
Changes to Thermal Resistance Section and Table 4.....	4
Added Figure 4 and Table 6, Renumbered Sequentially.....	5
Changes to Figure 6, Figure 7, and Figure 10.....	6
Added Figure 8 and Figure 9	6
Added Figure 11 and Figure 13	7
Changes to Figure 12 Caption	7
Changes to Figure 20 and Figure 22	8
Added Figure 23	9
Added Figure 24 to Figure 26.....	9
Added Figure 29.....	10
Changes to Thermal Resistance Section	11
Added Force and Sense Pins Section.....	11
Changes to Shunt Dynamic Impedance and Capacitive Load Section.....	13
Added Figure 41	14
Updated Outline Dimensions.....	15
Changes to Ordering Guide	16
Changes to Evaluation Boards.....	16

10/2021—Revision 0: Initial Version

仕様

電気的特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 2.

パラメータ	記号	テスト条件/コメント	最小値	代表値	最大値	単位
ZENER REFERENCE VOLTAGE	V_Z	$3\text{mA} \leq I_{\text{REF}} \leq 13\text{mA}$	6.75	7.05	7.30	V
CHANGE IN REFERENCE VOLTAGE WITH CURRENT	ΔV_Z	TO-46、 $3\text{mA} \leq I_{\text{REF}} \leq 13\text{mA}$		0.4	0.8	mV
		LCC		0.11	0.25	mV
DYNAMIC IMPEDANCE	R_Z	TO-46、 $3\text{mA} \leq I_{\text{REF}} \leq 13\text{mA}$		0.04	0.08	Ω
		LCC		0.011	0.025	Ω
TEMPERATURE COEFFICIENT	dV/dT	$I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$ 、ヒータ電圧 (V_H) = 30V、 $T_A = 0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$		0.2	1 ¹	ppm/ $^\circ\text{C}$
REFERENCE NOISE	$e_{N\text{ p-p}}$	$I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$ 、 $0.1\text{Hz} < f < 10\text{Hz}$		0.2		ppm p-p
	$e_{N\text{ rms}}$	$I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$ 、 $0.1\text{Hz} < f < 10\text{Hz}$		1.44		$\mu\text{V p-p}$
	e_N	$10\text{Hz} < f < 1\text{kHz}$		1.84		$\mu\text{V rms}$
	e_N	$I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$ 周波数 = 0.1Hz		200		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		周波数 = 10Hz		65		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
		周波数 = 1kHz		58		nV/ $\sqrt{\text{Hz}}$
LONG-TERM STABILITY	dV_Z/dt	$V_H = 30\text{V}$ 、 $22^\circ\text{C} \leq T_A \leq 28^\circ\text{C}$ 、1000時間、 $I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$		7		ppm/ $\sqrt{\text{kHr}}$
HEATER SUPPLY CURRENT, STILL AIR ²	I_H	TO-46、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_H = 30\text{V}$ 、 $I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$		8.5	15	mA
		$T_A = -55^\circ\text{C}$		21	28 ¹	mA
		LCC、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_H = 30\text{V}$ 、 $I_{\text{REF}} = 3\text{mA}$		20	25	mA
		$T_A = -55^\circ\text{C}$		40		mA
HEATER START-UP CURRENT	I_{HS}	$V_H = 9.5\text{V} \sim 30\text{V}$		110	140	mA
HEATER SUPPLY VOLTAGE	V_H		9.5		40	V
WARM-UP TIME	t_{HOT}	TO-46、LCCソケット使用、 $\pm 0.05\%$ まで、 $V_H = 30\text{V}$		0.1		sec
		$\pm 20\text{ ppm}$ まで		1		sec
		$\pm 10\text{ ppm}$ まで		5		sec

1 設計により確認していますが、100%の出荷テストは行っていません。

2 強制空冷での出荷テストに関連して裏付けられています。

絶対最大定格

表 3.

Parameter	Rating
Temperature Stabilizer	40 V
Reverse Breakdown Current	20 mA
Forward Current	1 mA
Reference to Substrate Voltage	-0.1 V
Temperature	
Operating Range	0°C to 70°C
Storage Range	-65°C to +150°C
Lead, Soldering (10 sec)	300°C

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。これはストレス定格のみを定めたものであり、本規格の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを示唆する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ることがあります。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板（PCB）の設計と動作環境に直接関連しています。PCBの熱設計には細心の注意が必要です。

表 4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Unit
TO-46			
2-Layer JEDEC Board	220	Not applicable ¹	°C/W
LCC			
2-Layer JEDEC Board	125	4	°C/W

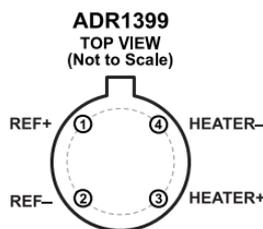
¹ TO-46のケースは、Valoxエンクロージャの下には配置できません。

ESDに関する注意

**ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。**

帯電したデバイスや回路基板は、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。

ピン配置とピン機能の説明

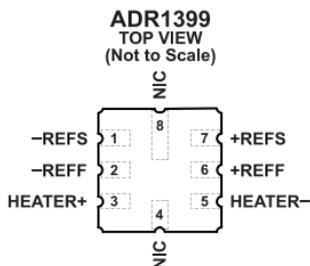


NOTES
1. CASE. SHORTED TO HEATER- AT PIN 4. ☒

図 3. TO-46のピン配置 (TO-46のタブは、プラスチック・エンクロージャ上の突起部により示されています)

表 5. TO-46のピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	REF+	ツェナー・リファレンスの正側 (通常、プルアップ抵抗を配置して入力電圧 (V _{IN}) に接続)。
2	REF-	ツェナー・リファレンスの負側 (通常は接地)。
3	HEATER+	ヒータの正側 (通常15V)。
4	HEATER-	ヒータの負側 (通常は接地または-15V)。
Not applicable	CASE	CASE. ピン4でHEATER-に短絡されています。



NOTES
1. NIC = NOT INTERNALLY CONNECTED. ☒

図 4. LCCのピン配置

表 6. LCCのピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	-REFS	リファレンスの負側センス・ピン。このピンからは2.2mAの電流を流すことができます。-REFSピンでは負のリファレンスを検出します。
2	-REFF	リファレンスの負側フォース・ピン。通常、このピンからは0.8mAの電流が流れます。
3	HEATER+	ヒータの正側電源ピン。
4	NIC	内部接続なし。このピンは内部接続されていません。
5	HEATER-	ヒータの負側電源ピン (基板)。このピンの電圧は他のピン電圧以下にします。
6	+REFF	リファレンスの正側フォース・ピン。通常、全体設定電流I _{REF} = 3mA (公称値) の場合、+REFFには0.8mAの電流が流れ込みます。
7	+REFS	リファレンスの正側センス・ピン。このピンには2.2mAが流れ込みます。+REFSピンで正のリファレンスを検出します。
8	NIC	内部接続なし。このピンは内部接続されていません。

代表的な性能特性

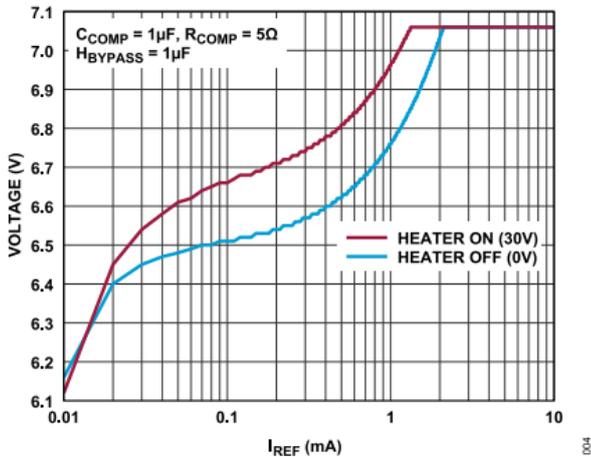


図 5. ツェナー逆特性 (C_{COMP} は補償コンデンサ、 R_{COMP} は補償抵抗、 H_{BYPASS} はHEATER+とHEATER-の間の容量、 I_{REF} はリファレンス電流)

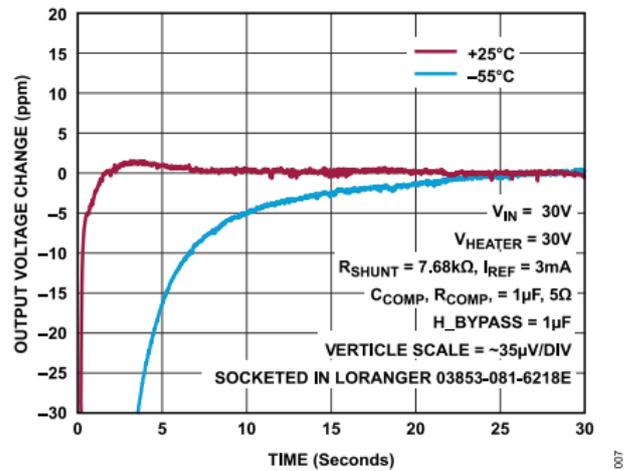


図 8. 安定化時間、LCC

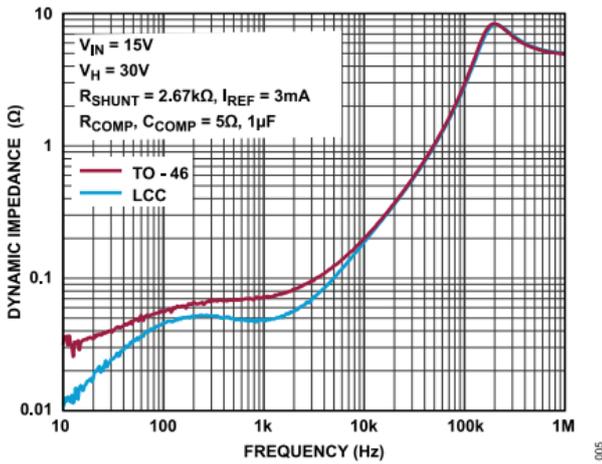


図 6. ダイナミック・インピーダンスと周波数の関係

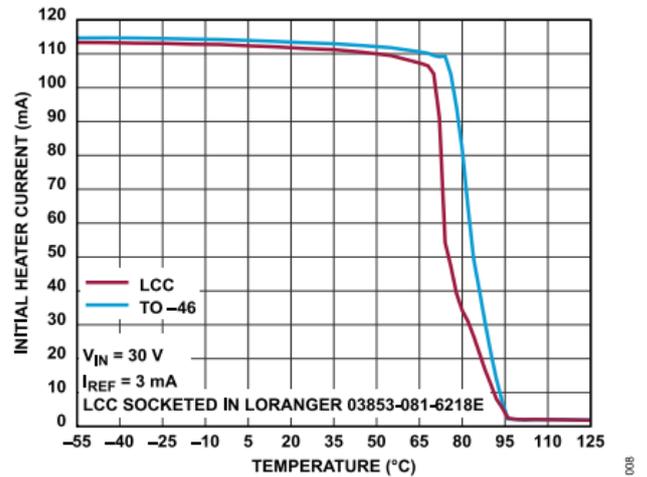


図 9. 初期ヒータ電流と温度の関係

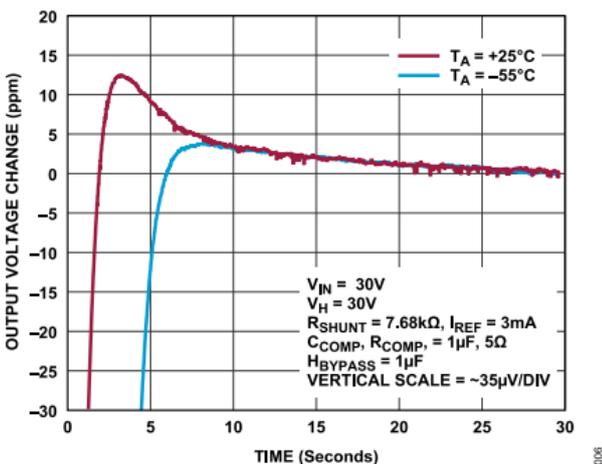


図 7. 安定化時間、TO-46 (V_{REF} はリファレンス電圧)

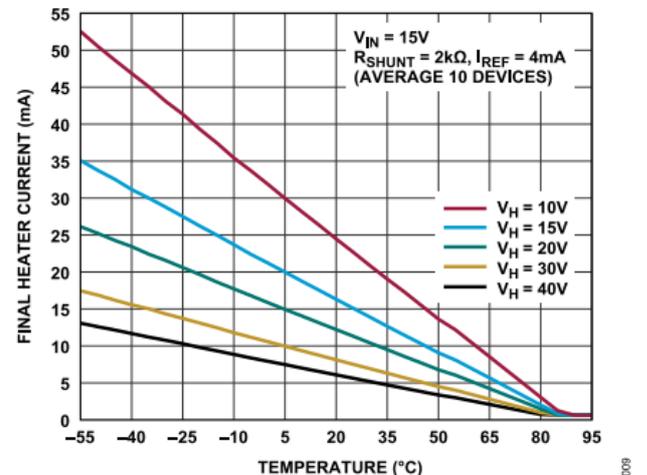


図 10. 異なるヒータ電圧での最終ヒータ電流と温度の関係、TO-46

代表的な性能特性

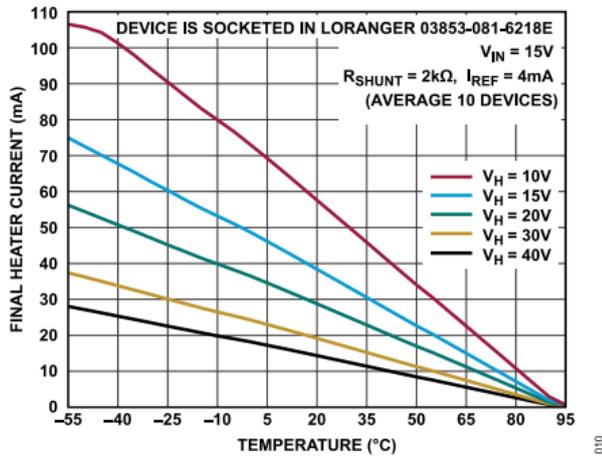


図 11. 異なるヒータ電圧での最終ヒータ電流と温度の関係、LCC

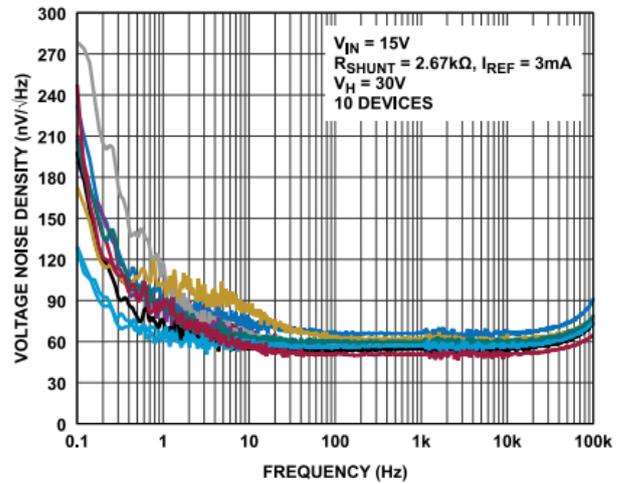


図 14. ヒータ・オン時のツェナーのノイズ・スペクトル

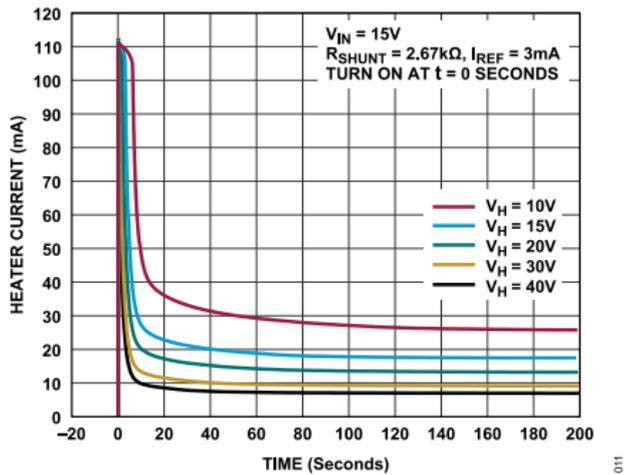


図 12. ヒータ電流と時間の関係、TO-46

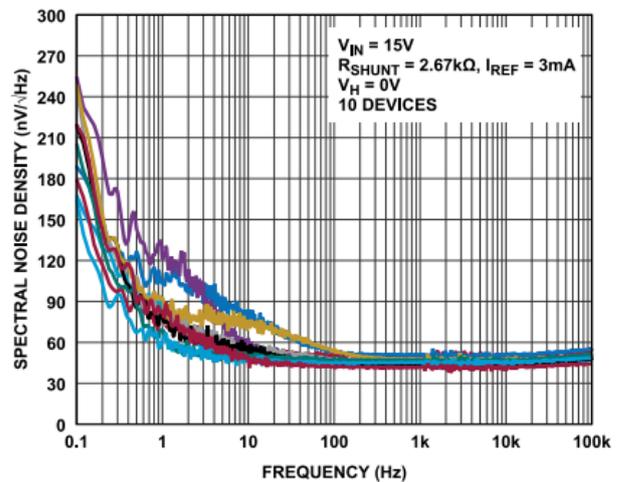


図 15. ヒータ・オフ時のツェナーのノイズ・スペクトル

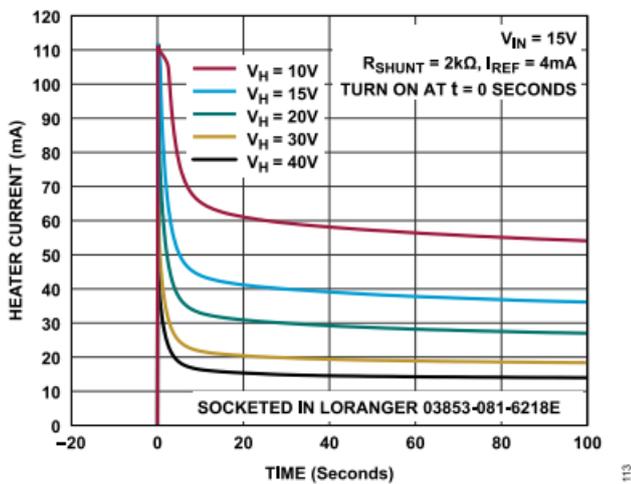


図 13. ヒータ電流と時間の関係、LCC

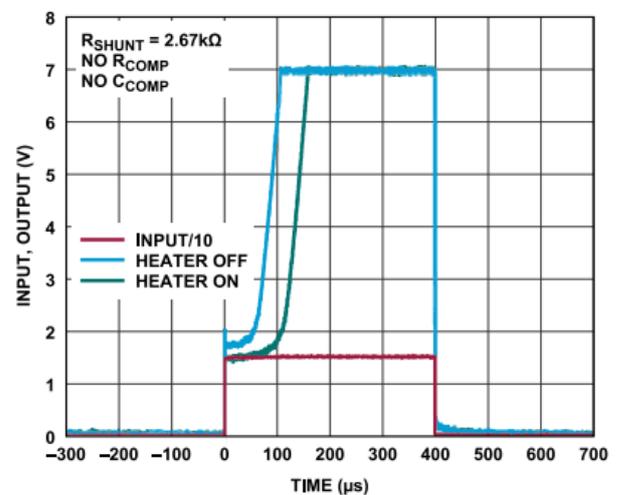


図 16. 応答時間、R_{COMP}またはC_{COMP}なし

代表的な性能特性

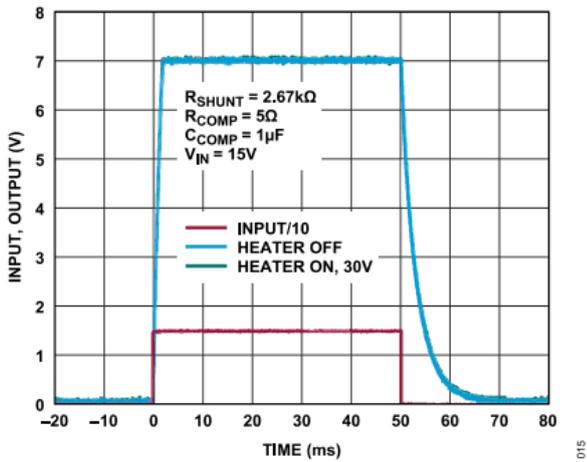


図 17. 応答時間、 R_{COMP} および C_{COMP} あり

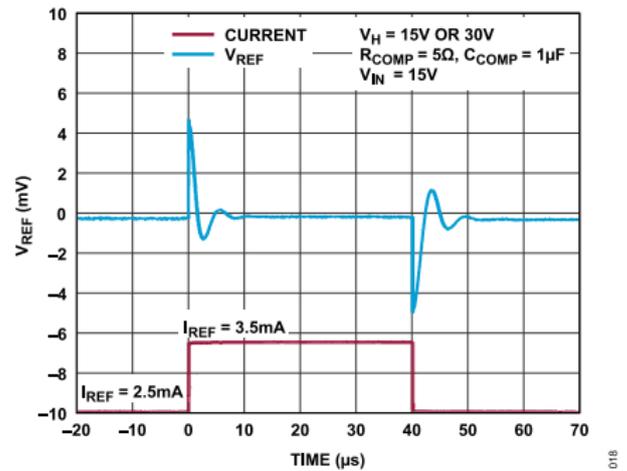


図 20. 1mAの負荷ステップ応答、 $R_{COMP} = 5\Omega$ 、 $C_{COMP} = 1\mu F$

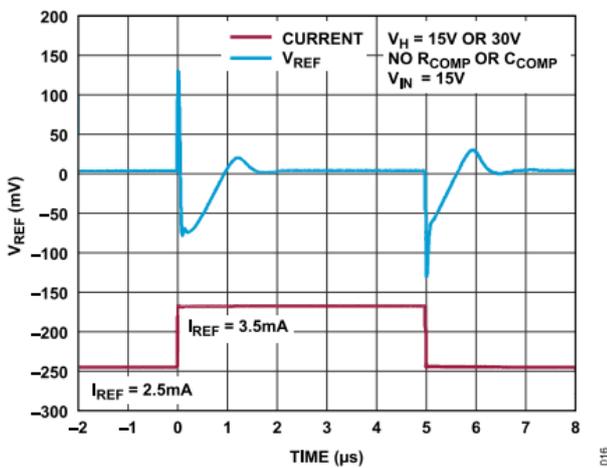


図 18. 1mAの負荷ステップ応答、 R_{COMP} または C_{COMP} なし

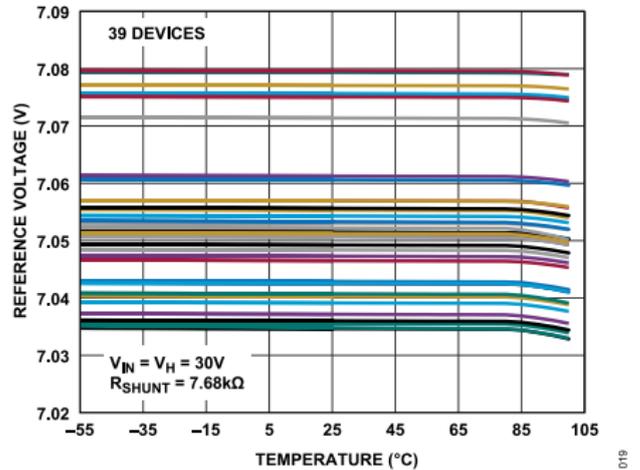


図 21. 39個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、TO-46

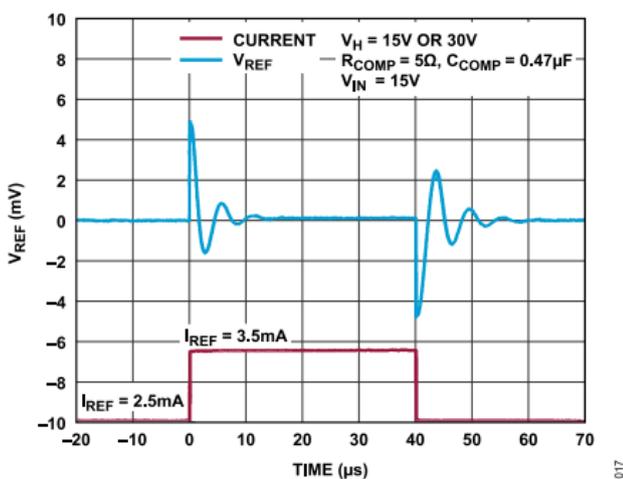


図 19. 1mAの負荷ステップ応答、 $R_{COMP} = 5\Omega$ 、 $C_{COMP} = 0.47\mu F$

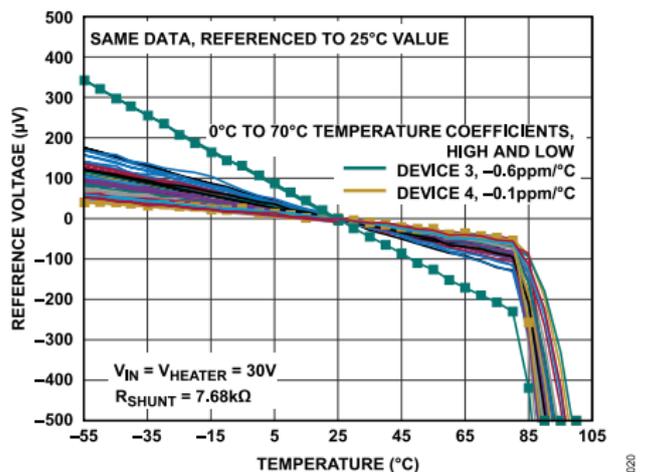


図 22. 39個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、TO-46、25°Cの値を基準

代表的な性能特性

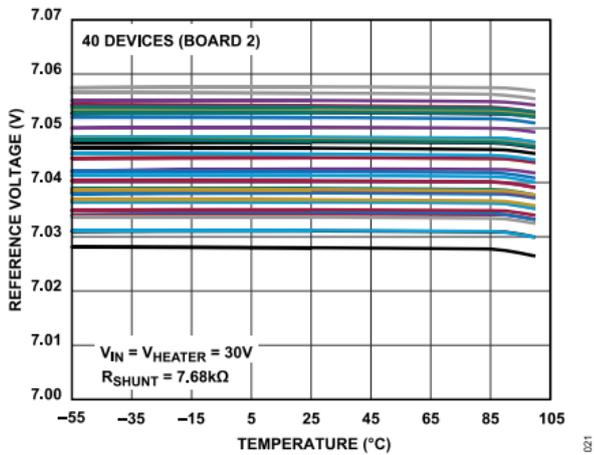


図 23. 40個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、LCC

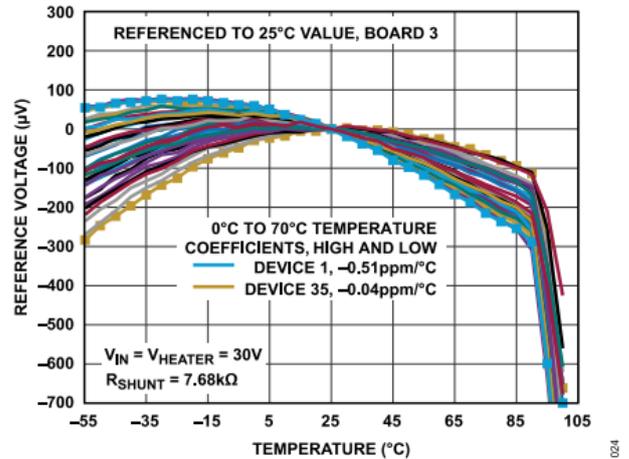


図 26. 40個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、LCC、25°Cの値を基準（ボード3）

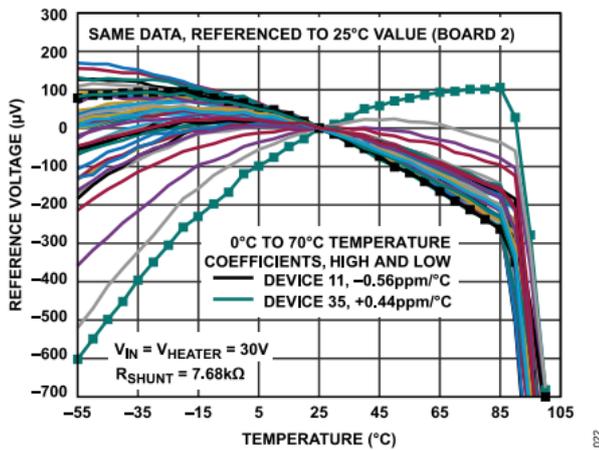


図 24. 40個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、LCC、25°Cの値を基準

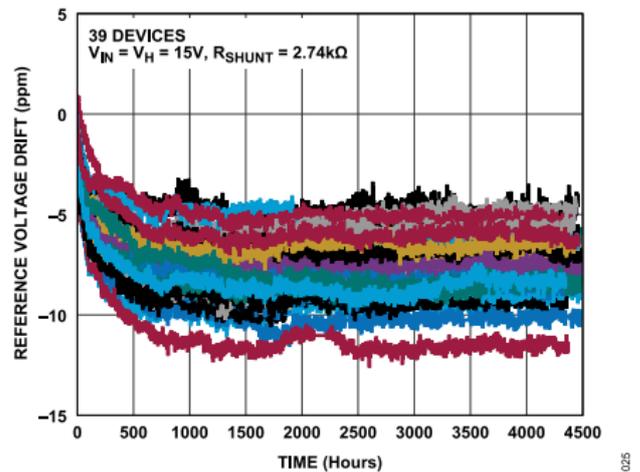


図 27. リファレンス電圧の長時間ドリフト

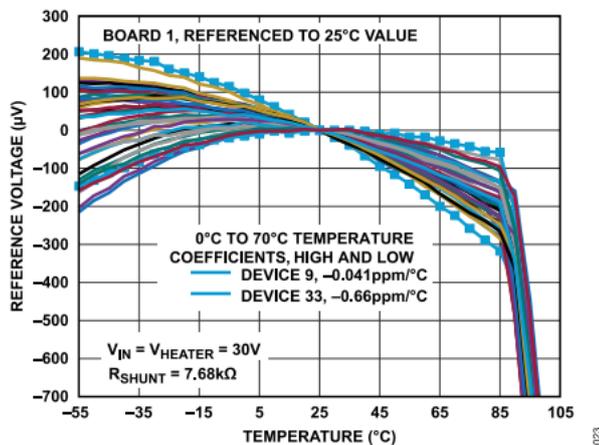


図 25. 40個のデバイスについてのリファレンス電圧と温度の関係、LCC、25°Cの値を基準（ボード1）

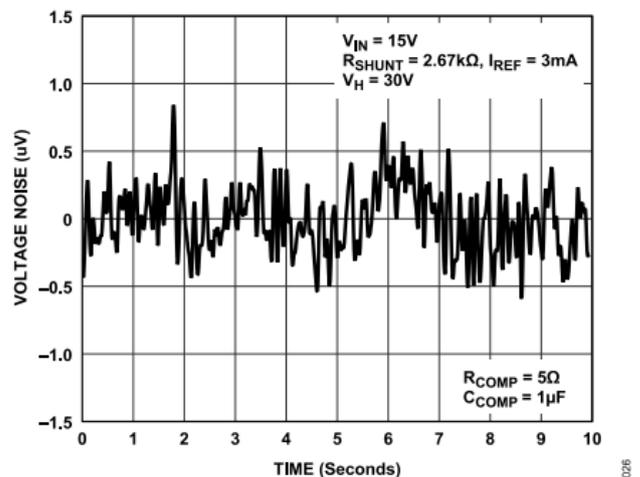


図 28. 0.1Hz~10Hzでのピークtoピーク・ノイズ

代表的な性能特性

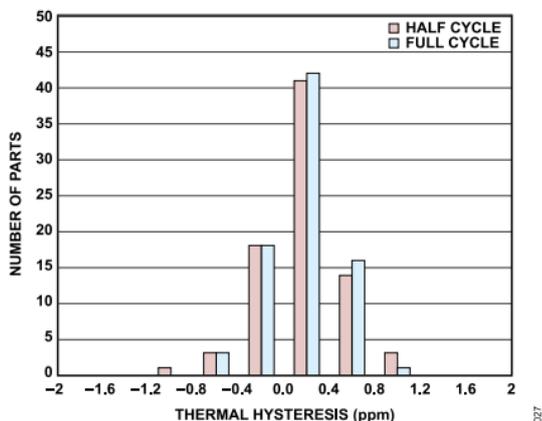


図 29. TO-46のヒステリシス、0°C~70°C、ヒータ・オン

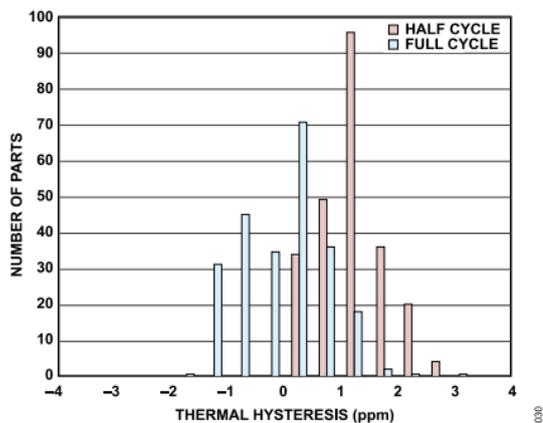


図 32. LCCのヒステリシス、0°C~70°C、ヒータ・オン

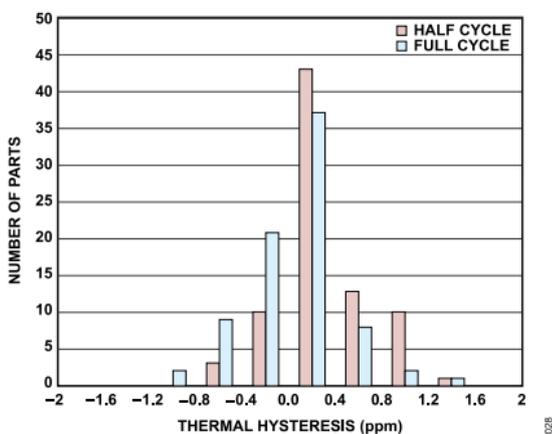


図 30. TO-46のヒステリシス、0°C~70°C、ヒータ・オフ

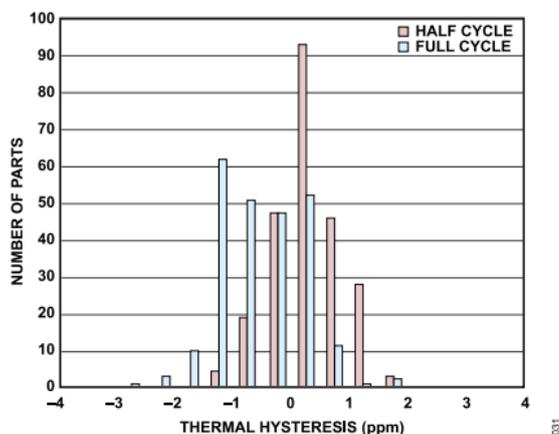


図 33. LCCのヒステリシス、0°C~70°C、ヒータ・オフ

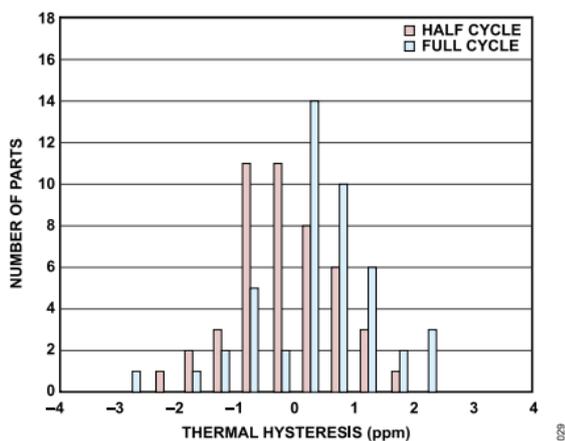


図 31. TO-46のヒステリシス、-40°C~+125°C、ヒータ・オフ

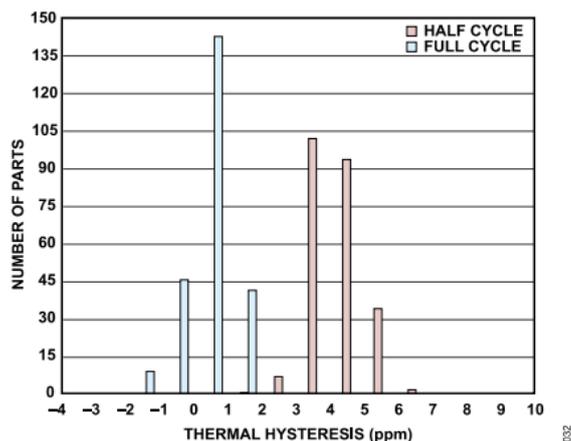


図 34. LCCのヒステリシス、-40°C~+125°C、ヒータ・オフ

動作原理

動作時設定温度

ADR1399は、温度係数が約 $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$ のベース・エミッタ電圧（VBE）を持つNPNトランジスタと直列に、温度係数が約 $+2\text{mV}/^\circ\text{C}$ の埋め込みツェナー・ダイオードを備えています。この正の温度係数と負の温度係数を組み合わせることで、形式上は全体温度係数が $0\text{mV}/^\circ\text{C}$ となります。ADR1399の内部には、2つのオペアンプ・サーボ・ループがあります。一方のオペアンプ・ループは、ツェナー電流とVBE電流の比が一定で、合計電流は外付けのプルアップ抵抗または電流源によって設定されます。もう一方のオペアンプ・ループは、デバイスのダイ温度を約 95°C の設定温度（調整不可）に維持し、動作温度が外部の周囲温度変動の影響を受けないようにします。システム全体が、単純な4ピン・ハーメチック・シールドTO-46パッケージで提供され、プラスチック断熱材の内部に配置されています。そのため、周囲の温度変動の影響を受けず、必要なヒータ電力を節約できます。周囲温度が設定温度を超えた場合、チップの温度制御はオープン・ループとなり、デバイスの温度除去能力が低下し、それと同時に周囲温度の高い状態が継続します。

外部電源とプルアップ抵抗だけで動作するADR1399は、簡単に使用することができます。ただし、このデバイスは極めて高安定であるため、外付けの熱電対やIR降下により全体的な性能が低下しないよう注意が必要です。例えば、ヒータ電流が非常に大きくなる可能性があるため、ヒータ電流経路はツェナーのセンス経路と共有しないでください。更に、デバイス・ピンがボードに差し込まれる部分やリファレンス電圧が接続される部分など、金属的接合が形成される場所では、接続が確実に行われ熱勾配が等しくなるようにしてください。寄生熱電対効果により、温度係数が $1\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ から $40\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ まで簡単に増加する場合があります。熱電ポテンシャルに関する詳細については、アプリケーション・ノート86、研究所標準グレードのドリフト $0.1\text{ppm}/^\circ\text{C}$ 20ビットDACを参照してください。

熱抵抗

ADR1399は、約 95°C に設定された自動ヒータを内蔵しています。TO-46は、リファレンスが空気流にさらされないよう、小型のプラスチック・シールドに収められて出荷されます。工場で行ったTO-46へのエア・シールドにより、シールドのないTO-46に比べ、正味の実効熱抵抗は低下します。熱抵抗を増加させる手法としては、デバイスに接触する強固な銅プレーンを縮小することや、リードに沿ってデバイスを基板面から約 1cm 上昇させることなどがあります。

基板の裏面にあるグラウンドを綾目状に加工することでも、強固なグラウンド・プレーンに比べ熱抵抗が増加します。LCCバージョンのヒータ電力は、TO-46バージョンによりも3倍から4倍増加します。ヒータ電力を低減するには、銅をデバイス近くの内層から遠ざけ、最下層には綾目状のグラウンドを使用します。切れ目を入れる方法（アプリケーション・ノート82、電圧リファレンスの理解と応用）は、元々は基板が曲げられた場合にリファレンスはその影響を受けないようにすることを目的としたものですが、熱抵抗を増加することにも役立ちます。銅を遠ざけること、下側のグラウンド層を綾目状にすること、および切れ目を入れた（等温の）島状領域を設けることを組み合わせることで、加熱されたリファレンスからPCBが過剰な熱を引き出すことのないようにできます。組み立て後は、外部にエンクロージャを設けることや断熱を施すことで、放熱を抑制し電力の浪費を防ぐことができます。

フォース・ピンとセンス・ピン

LCCのバージョンでは、4本のピンが追加されています。そのうち2本は内部接続されておらず（NIC）、他の2本はアクティブなリファレンスをシャントの上下でフォース・アクションとセンス・アクションに分割します。フォース・ピン（+REFFおよび-REFF）はオペアンプ出力と同様の作用をし、センス・ピン（+REFSおよび-REFS）は出力を検出して帰還ループを閉じるという点で、オペアンプの帰還ピンと同様の作用をします。ただし、オペアンプと異なる点もあり、例えば、センス・ピンには 2.2mA のバイアス電流が流れます。これはどのオペアンプ入力よりも桁違いに大きな値です。また、オペアンプは多くの場合、出力ノードが正しい電圧となるように設計されるのに対し、ADR1399はセンス・ノードがほぼ正確な電圧となるよう設計されています。例えば、+REFFピンと+REFSピンの間に一定の抵抗がある場合、その抵抗で生じるIR降下は、約 $10\text{pA}/\text{rtHz}$ の電流ノイズによって生成されるIRノイズを含め、すべて+REFFピンに伝達され、+REFSピンには生じません。リファレンス電圧を最も正確に読み出すには、+REFSピンと-REFSピンでリファレンス電圧を検出し、フォース・ピンでは検出しないことが必要です。

ADR1399は、通常 3mA および $3\text{mA}\sim 10\text{mA}$ の範囲で特性評価されています。 3mA のうち 2.2mA が+REFSピンに割り当てられます。 2.2mA は+REFSピンに流れ込み、-REFSピンから流れ出ます。 3mA の残りの 0.8mA は、+REFFピンに流れ込み、-REFFピンから流れ出ます。 10mA の場合、センス・ピンは 2.2mA のままで、残りの 7.8mA がフォース・ピンによって調整されます。

動作原理

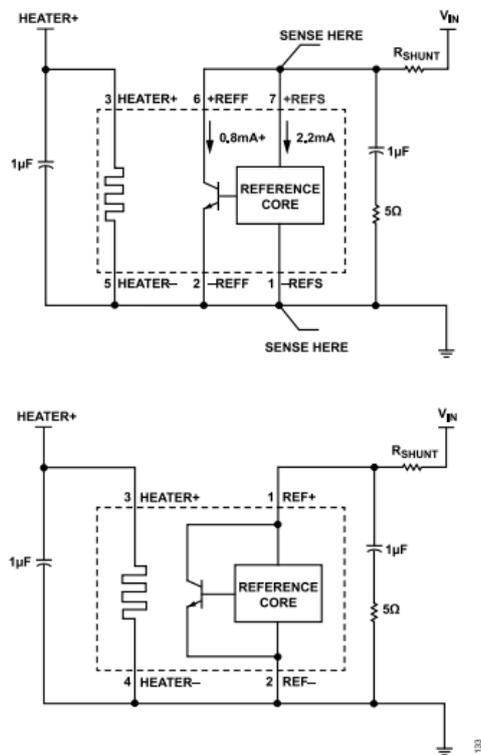


図35. LCCとTO-46のブロック図

アプリケーション情報

熱電対誤差の回避

熱電対効果は、2種の異質な金属が接合を形成する際に発生します。例えば、TO-46パッケージのピンの材質はKovarTMであり、PCBの設計においては通常、銅のパターンへのハンダ処理が必要です。Kovarと銅の接合では $35\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ の熱電対電圧が発生するとされていますが、これはADR1399の代表的な温度係数の約25倍の大きさです。熱電対による電圧誤差を最小限に抑えるには、重要なピンと直列に配置された接合部の温度が、帰還経路の対応する接合部と同じ温度になるようにします。そのため、ADR1399のTO-46バージョンでは、ツェナー・ピンがPCBに接触する2点での温度勾配を避ける必要があります。

シャントのダイナミック・インピーダンスと容量性負荷

ADR1399では、LM399に比べ、出力されるシャントのダイナミック・インピーダンスが低減しています。これは、さほど重要でない改良点として見過ごされがちですが、電源の変動や R_{SHUNT} のドリフトが存在する場合にも高い安定性が必要であることを考えると、ADR1399の低ダイナミック・インピーダンスには利点があります。

例えば、3mAの電流を流す15V電源の電源電圧が0.1%変動した時に、 $2.67\text{k}\Omega$ の R_{SHUNT} を通じてADR1399に及ぼす影響を考えてみます。新たに加わった電源電圧により $5.6\mu\text{A}$ の電流が余分に流れることになり、ADR1399のTO-46バージョンでダイナミック・インピーダンスが $40\text{m}\Omega$ の場合、リファレンス電圧が $0.22\mu\text{V}$ 増加します。LM399で同じ電源電圧シフトが生じ、 0.5Ω (代表値) のダイナミック・インピーダンスに流れた場合は、 $2.8\mu\text{V}$ ものリファレンス・シフトが発生します。このように、ダイナミック・インピーダンスの改善によって、最も重要なシャント・リファレンス出力電圧の高い安定性を維持することが可能になります。同様に、 R_{SHUNT} 値の変化による影響についても計算できます。

しかし、ダイナミック・インピーダンスを低減した場合、トレードオフとして直接容量性負荷に対する感度が上昇します。LM399は広範な容量性負荷に対し安定です。ADR1399は直接容量性負荷が数百pFを超えるとリングングを始め、 10nF では直ちに発振します。ADR1399は、図36～図41に示すように、約 5Ω および $1\mu\text{F}$ の直列外部補償ネットワークに対し最適化されています (代表的なアプリケーションのセクションを参照)。ADR1399に過剰な容量を加えて従来の設計をアップデートし、直列の 5Ω を追加しない場合、可能であれば容量を 1nF 未満に低減してください。ADR1399に直接作用するもうひとつの単一受動素子は、 $10\mu\text{F}$ のタンタル・コンデンサです。これはインピーダンス・アナライザで直列抵抗が 5Ω 未満であると測定される場合であっても有効です。

ADR1399の8端子LCCバージョンでは、新しいフォース・ピンとセンス・ピンを含め、ダイナミック・インピーダンスはより低い値となっています。 $+REFF$ と $+REFS$ 、 $-REFF$ と $-REFS$ をそれぞれ短絡して、 $\pm REFS$ ピンで検出を行う場合、ダイナミック・インピーダンスは大きさが $11\text{m}\Omega$ となり、低周波数では位相が 180° 反転し、DCでは $-11\text{m}\Omega$ となります。

代表的なアプリケーション

図36～図41に、単電源、両電源、バッファ付きリファレンス、正リファレンスを使用する負のヒータ電源、および低ノイズ動作用の並列リファレンスのための基本的な接続方法を示します。

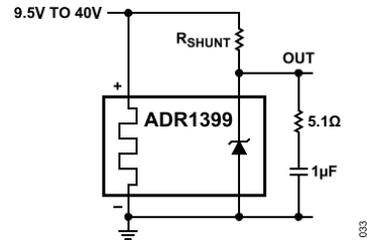


図 36. 単電源動作

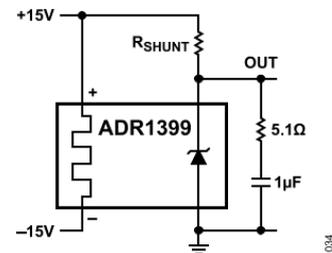


図 37. 両電源動作

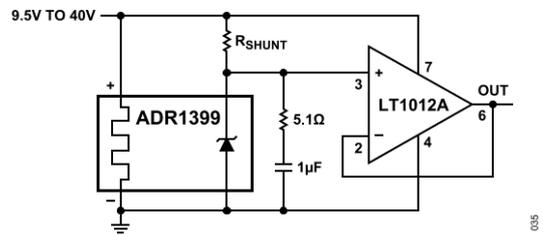


図 38. バッファ付き動作

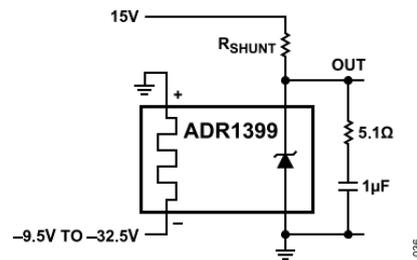


図 39. 正リファレンスを使用する負のヒータ電源

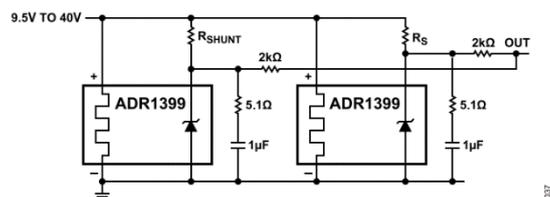


図 40. 低ノイズ動作のための並列リファレンス

アプリケーション情報

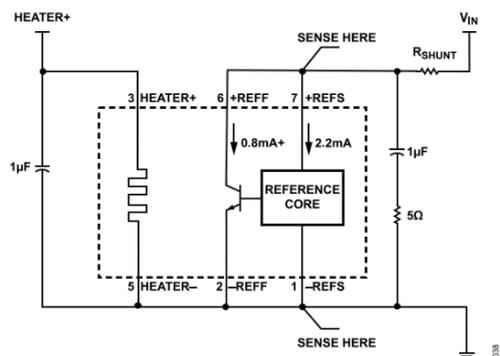
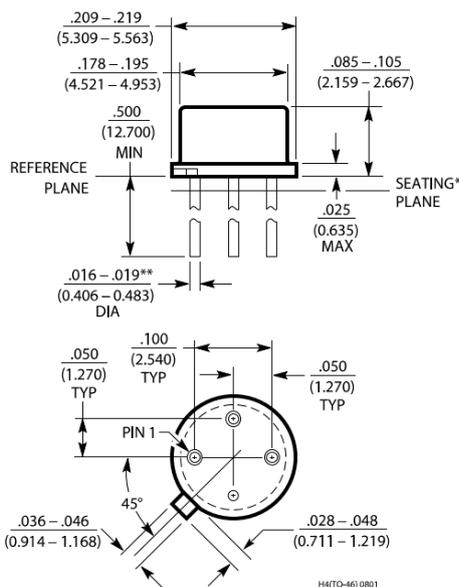


図 41. フォース/センス・ピンを備えるLCCを使用した基本的な接続図

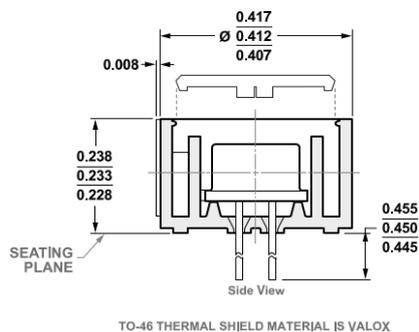
外形寸法



* LEAD DIAMETER IS UNCONTROLLED BETWEEN THE REFERENCE PLANE AND .050" BELOW THE REFERENCE PLANE
 ** FOR SOLDER DIP LEAD FINISH, LEAD DIAMETER IS $\frac{.016-.024}{(0.406-0.610)}$

図 42. 4ピン・メタル・ヘッダ・パッケージ [TO-46]
 (05-08-1341)

寸法：インチ（括弧内はmm）、側面図および底面図



TO-46 THERMAL SHIELD MATERIAL IS VALOX

図 43. 4ピンTO-46の熱シールド
 寸法：インチ

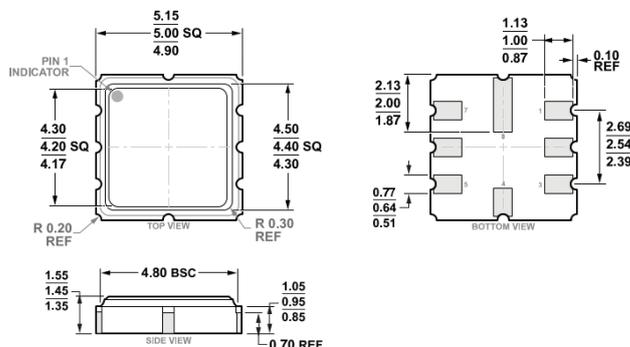


図 44. 8端子セラミック・リードレス・チップ・キャリア [LCC]
 (E-8-2)

寸法：mm

外形寸法

更新：2021年12月11日

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADR1399KHZ	0°C to +70°C	4-Lead TO-46	05-08-1341
ADR1399KEZ	0°C to +70°C	8-Terminal LCC	E-8-2

1 Z = RoHS準拠製品。

評価用ボード

Model ¹	Description
ADR1399E-EBZ	Evaluation Board for the ADR1399, LCC Package
ADR1399H-EBZ	Evaluation Board for the ADR1399, TO Package

1 Z = RoHS準拠製品。