

175°C、広い電源電圧範囲の 2.5V高精度電圧リファレンス

特長

- 出力電圧: 2.5V
- 175°Cで全数テスト済み
- 全誤差: 1%未満(-40°C~175°C)
- 低い熱ヒステリシス: 30ppm(-40°C~175°C)
- 広い電源電圧範囲: 最大36V
- 長期ドリフト: 50ppm/√kHr
- ラインレギュレーション(最大36V): 最大30ppm/V(175°C)
- 低ドロップアウト電圧: 最大120mV(175°C)
- ソース電流: 3mA, シンク電流: 10mA(175°C)
- 負荷レギュレーション: 最大50ppm/mA(175°C)
- 低ノイズ: 1.5ppm_{p-p}(0.1Hz~10Hz)
- サーマルシャットダウン不要
- 動作温度範囲: -40°C~175°C
- 8ピンMSOPパッケージ

アプリケーション

- 石油およびガス探査
- ダウンホール掘削機および計測器
- アビオニクス(航空電子機器)
- 重工業
- 高温動作オートモーティブ

概要

LT[®]6654BXは、最大175°Cの動作ジャンクション温度範囲で仕様規定された、2.5V高精度電圧リファレンスです。LT6654BXは最大36Vの電圧で動作し、-40°C~175°Cの温度範囲で完全に仕様規定されています。バッファ付き出力によって出力電流のソースとシンクが可能であり、出力インピーダンスを低く抑えて高精度の負荷レギュレーションを実現します。これらの特長を組み合わせたLT6654BXは、高温環境のアプリケーションに最適です。

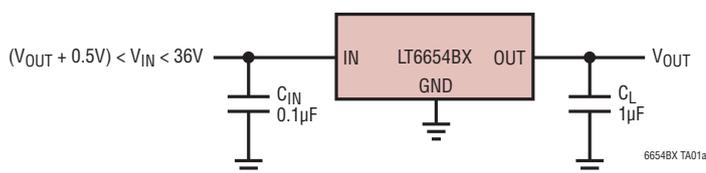
熱ヒステリシスを低く抑えて高精度を確保し、1.5ppm_{p-p}の低ノイズで測定の不確実性を最小限に抑えます。LT6654BXは電流シンクも可能なため、低消費電力の負電圧リファレンスとして、正電圧リファレンスと同じ精度で動作できます。標準タイプのLT6654BHの代表的な性能特性とアプリケーション情報は、LT6654BXにも適用されます。詳細については、LT6654データシートを参照してください。

LT6654BXリファレンスは8ピンMSOPパッケージを採用しています。

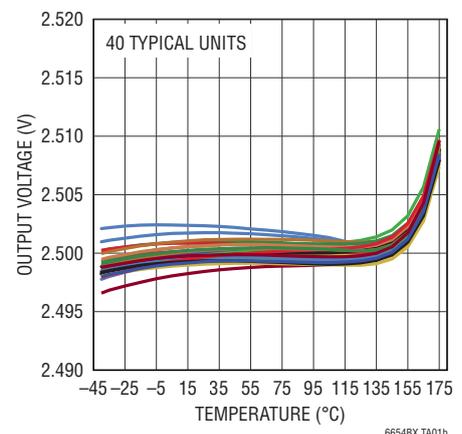
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

175°Cの基本接続



出力電圧の温度ドリフト



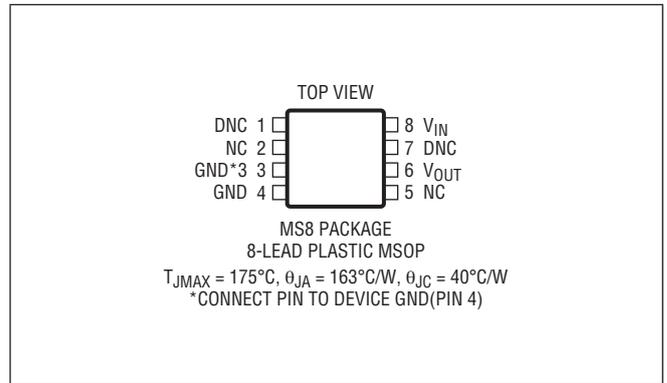
LT6654BX

絶対最大定格

(Note 1)

入力電圧 V_{IN} から GND..... $-0.3V \sim 38V$
出力電圧 V_{OUT} $-0.3V \sim V_{IN} + 0.3V$
出力短絡時間.....無期限
仕様規定されているジャンクション温度範囲
Xグレード (Note 2)..... $-40^{\circ}C \sim 175^{\circ}C$
動作ジャンクション温度範囲
(Note 3)..... $-60^{\circ}C \sim 175^{\circ}C$
保存温度範囲 (Note 4)..... $-65^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ

チューブ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	規定温度範囲
LT6654BXMS8-2.5#PBF	LT6654BXMS8-2.5#TRPBF	LTHCD	8-Lead Plastic MSOP	$-40^{\circ}C$ to $175^{\circ}C$

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

電気的特性

●は規定ジャンクション温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ 、 $I_{OUT} = 0\text{A}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT} + 0.5V$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Accuracy		● -0.10		0.10	%
		-0.43		1.00	%
Output Voltage Temperature Coefficient (Note 6)		●	10	20	ppm/ $^\circ\text{C}$
Line Regulation (Note 7)	$V_{OUT} + 0.5V \leq V_{IN} \leq 36V$	●	1.2	5 30	ppm/V ppm/V
Load Regulation (Note 7)	$I_{OUT(SOURCE)} = 3\text{mA}$	●	3	8 50	ppm/mA ppm/mA
Load Regulation (Note 7)	$I_{OUT(SINK)} = 10\text{mA}$	●	17	35 80	ppm/mA ppm/mA
Dropout Voltage (Note 8)	$V_{IN} - V_{OUT}$, $\Delta V_{OUT} = 0.1\%$ $I_{OUT} = 0\text{mA}$	●		55	mV
		●		120	mV
		●		400	mV
		●		50	mV
Supply Current	No Load	●		350	μA
				600	μA
Output Short-Circuit Current (Note 9)	Short V_{OUT} to GND Short V_{OUT} to V_{IN}			40	mA
				30	mA
Output Voltage Noise (Note 10)	0.1Hz $\leq f \leq 10\text{Hz}$ 10Hz $\leq f \leq 1\text{kHz}$			1.5	ppm _{p-p}
				2.0	ppm _{RMS}
Turn-On Time	0.1% Settling, $C_{LOAD} = 1\ \mu\text{F}$			150	μs
Long-Term Drift of Output Voltage (Note 11)				50	ppm/ $\sqrt{\text{kHr}}$
Hysteresis (Note 12)	$\Delta T = -40^\circ\text{C}$ to 125°C $\Delta T = -40^\circ\text{C}$ to 175°C			26	ppm
				30	ppm

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

Note 2: 非常に高温では製品寿命が短くなる。これはアレニウスの式によって予測される。

Note 3: 設計上、LT6654BXは -60°C ~ 175°C の動作ジャンクション温度範囲で機能することが確認されている。

Note 4: 規定温度範囲外で保存した場合、ヒステリシスにより出力がシフトすることがある。

Note 5: 示されている温度は、手作業によるリワーク時のピンのハンダ処理の標準的な温度である。IRリフローの詳細な推奨事項については、アプリケーション情報のセクションを参照。

Note 6: 温度係数は出力電圧の最大変化を -40°C ~ 125°C の規定温度範囲で割って測定される。最大出力電圧精度は -40°C ~ 175°C の温度範囲で仕様規定されている。

Note 7: ラインレギュレーションと負荷レギュレーションは、無負荷から規定負荷電流までパルスを使って測定される。ダイ温度の変化による出力の変化は別途考慮に入れる必要がある。

Note 8: 負荷レギュレーション誤差を含まない。

Note 9: LT6654BXは熱保護機能を備えていない。

Note 10: ピークtoピーク・ノイズは、0.1Hzの単極ハイパス・フィルタと10Hzの2極ローパス・フィルタを使って測定される。ピンに対する熱電対の影響を排除するために、ユニットは静止空气中に密閉される。テスト時間は10秒。RMSノイズはシールドされた環境でスペクトラム・アナライザを使って測定される。この環境では、デバイスの実際のノイズを決定するために計測器固有のノイズは除去される。

Note 11: 長期安定性は通常は対数的な特性を持つため、1000時間以後の変化はそれ以前に比べてはるかに小さくなる傾向がある。次の1000時間の全ドリフトは、通常最初の1000時間の全ドリフトの3分の1より小さく、時間の経過と共に引き続きドリフトが減少していく傾向がある。長期安定性は、ボード・アセンブリ時に生じる、ICと基板材料の間の差応力の影響も受ける。

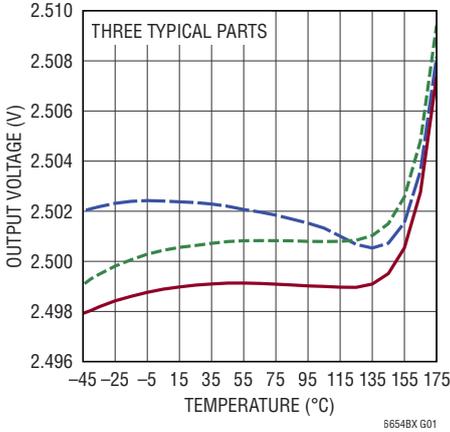
Note 12: 出力電圧のヒステリシスは、ICがそれまで置かれていた温度が高温か低温かによってパッケージ応力が異なるために生じる。出力電圧は常に 25°C で測定されるが、ICには高温または低温の限界値までの温度サイクルが実行され、各サイクル後に測定が行われる。ヒステリシスは、3回の高温または低温の温度サイクルの平均をとって最大出力変化を測定する。計測器が適切に管理された温度(動作温度の20度または30度以内)で保存されている場合、通常はヒステリシスは誤差に大きな影響を与えない。ヒステリシスの代表値は、 25°C →低温→ 25°C または 25°C →高温→ 25°C の順にデバイスの温度環境を変えた場合の最も厳しい条件のデータである(1回の温度サイクルで予め調整済み)。

LT6654BX

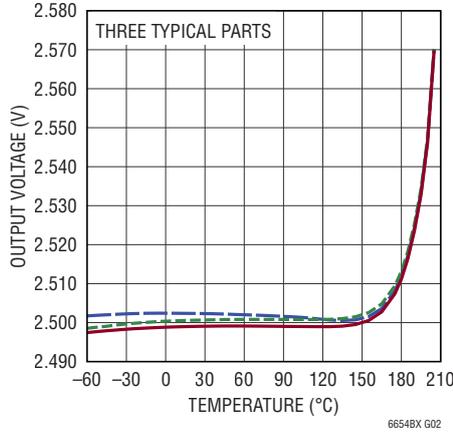
代表的な性能特性

注記がない限り、テスト条件は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ 、 $I_{OUT} = 0\text{A}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT} + 0.5\text{V}$ 。

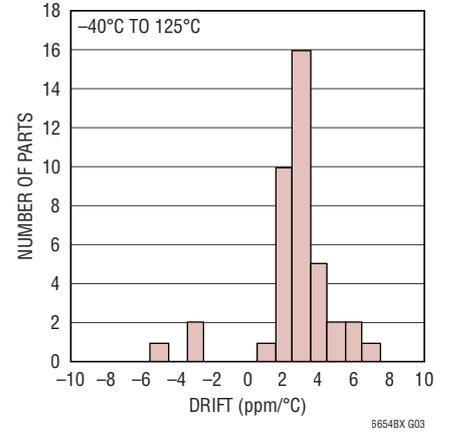
2.5V 出力電圧の温度ドリフト



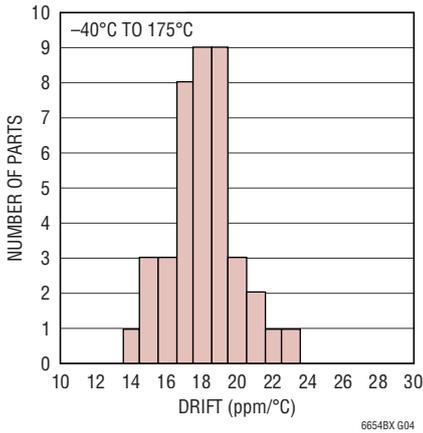
2.5V 出力電圧の温度範囲を広げた温度ドリフト



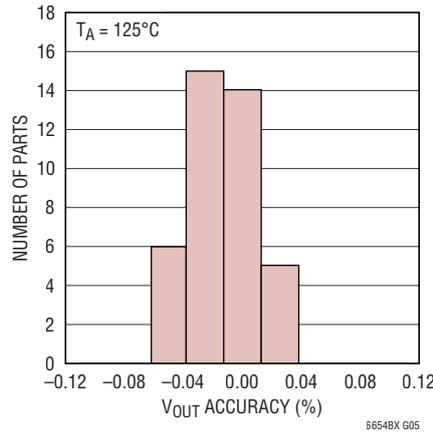
2.5Vでの温度ドリフトの分布



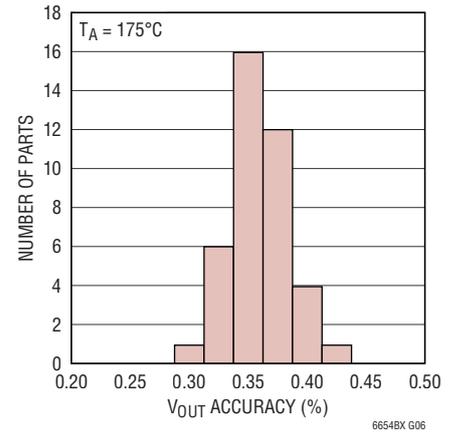
2.5Vでの温度ドリフトの分布



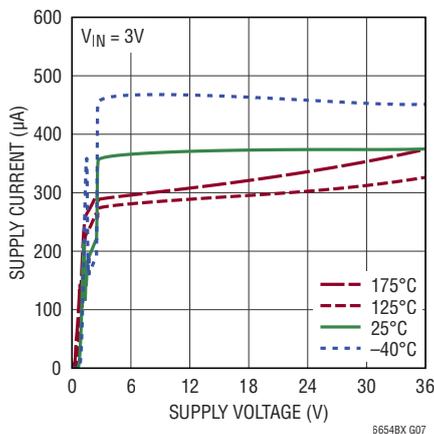
2.5V V_{OUT} の分布



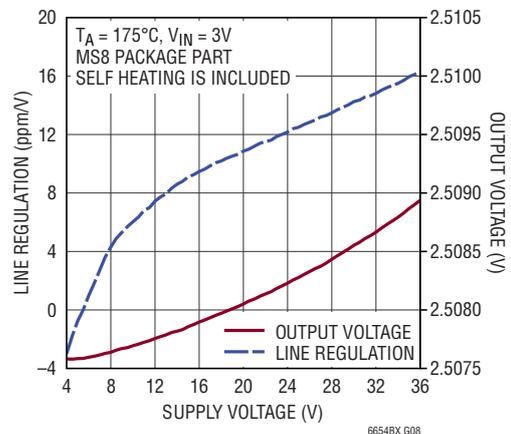
2.5V V_{OUT} の分布



2.5Vでの電源電流と電源電圧



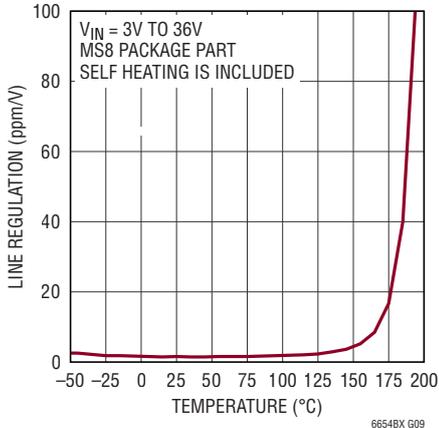
2.5Vでのライン・レギュレーションと電源電圧



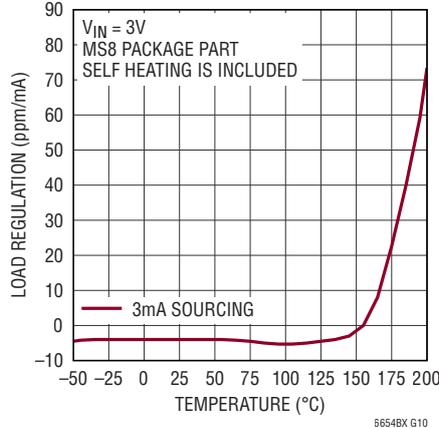
代表的な性能特性

注記がない限り、テスト条件は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ 、 $I_{OUT} = 0\text{A}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT} + 0.5\text{V}$ 。

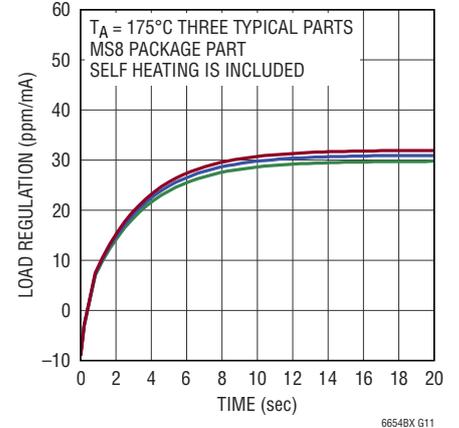
2.5Vでのライン・レギュレーションと温度



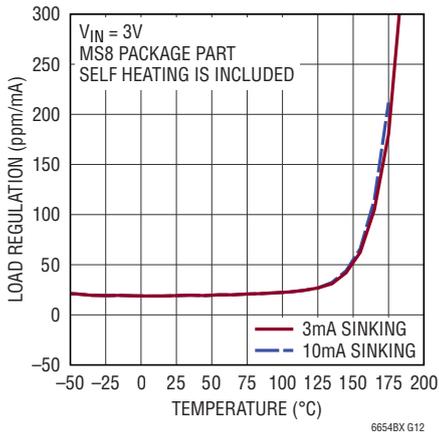
2.5Vでの負荷レギュレーション (ソース)と温度



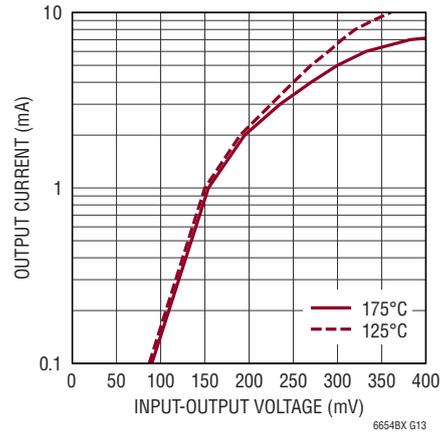
2.5Vでの負荷レギュレーション (ソース)と時間



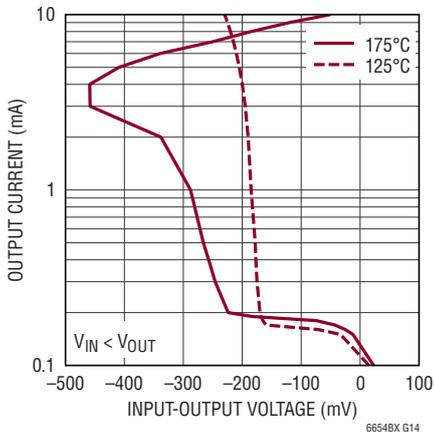
2.5Vでの負荷レギュレーション (シンク)と温度



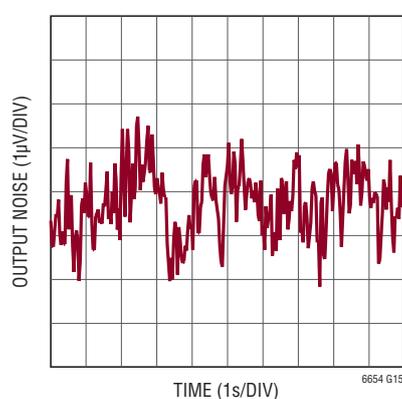
2.5V $V_{IN}-V_{OUT}$ 間の最小電圧差 (ソース)



2.5V $V_{IN}-V_{OUT}$ 間の最小電圧差 (シンク)



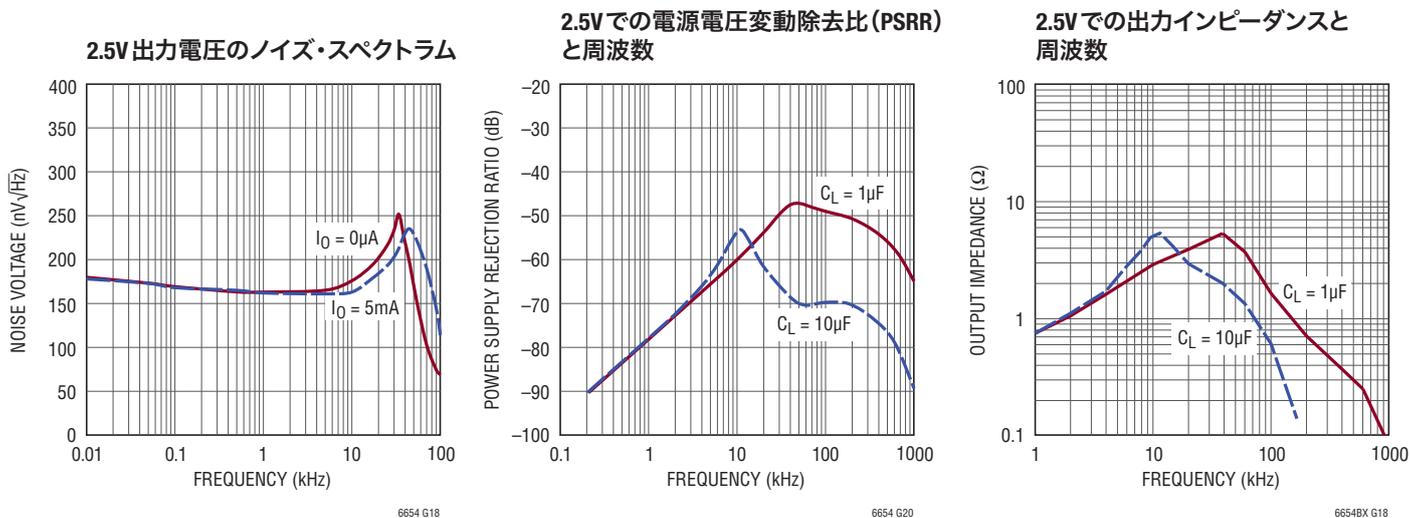
2.5Vでの出力ノイズ (0.1Hz~10Hz)



LT6654BX

代表的な性能特性

注記がない限り、テスト条件は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $C_{IN} = 0.1\ \mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 1\ \mu\text{F}$ 、 $I_{OUT} = 0\text{A}$ 、 $V_{IN} = V_{OUT} + 0.5\text{V}$ 。



ピン機能

DNC (ピン1, 7): 接続なし。このピンから V_{IN} または GND への流れ電流は最小限に抑えます。基板の汚染による流れ電流を最小限に抑えるために、このピンを V_{OUT} に接続される金属製リングで囲みます。

NC (ピン2, 5): 内部では未接続。 V_{IN} 、 V_{OUT} 、または GND に接続するか、フロート状態にすることができます。

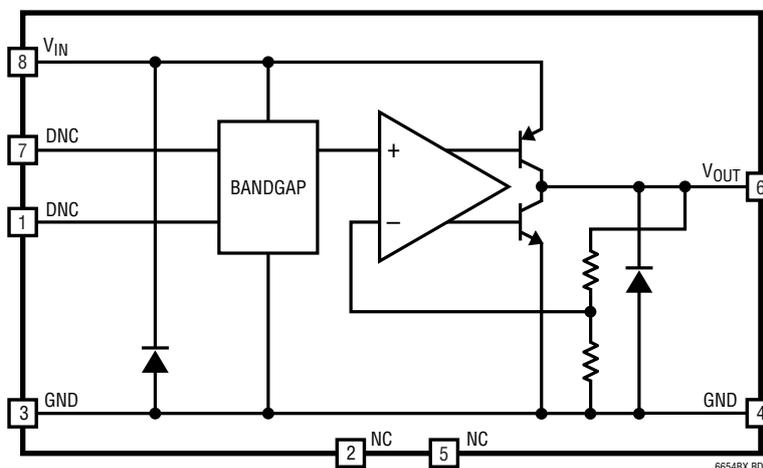
GND (ピン3): 内部機能。このピンはピン4に近接したGNDに接続する必要があります。

GND (ピン4): デバイスの主グラウンド。ピン3と負荷グラウンドは、ピン4にスター接続します。

V_{OUT} (ピン6): V_{OUT} ピン。安定した動作のために $1\ \mu\text{F}$ 以上の出力コンデンサが必要です。

V_{IN} (ピン8): 電源。 $0.1\ \mu\text{F}$ 以上のコンデンサを使って V_{IN} を GND にバイパスします。

ブロック図



アプリケーション情報

バイパス・コンデンサと負荷コンデンサ

LT6654BXMS8は -40°C ~ 175°C の範囲で動作し、 -40°C ~ 125°C の規定温度範囲内でLT6654BHS6とほぼ同じ性能を発揮します。LT6654BXリファレンスは、MS8 8ピンMSOPパッケージを採用しています。

LT6654BX電圧リファレンスには $0.1\mu\text{F}$ 以上の入力バイパス・コンデンサが必要です。ただし、軽負荷には、近くの他の部品のバイパスで十分です。 V_{IN} が 30V を超える高電圧アプリケーションでは、グラウンドへの過渡的な出力短絡により、最大入力電圧定格を超える入力過渡電圧が発生する可能性があります。この最も厳しい条件を防ぐために、 $10\mu\text{s}$ (すなわち、 10Ω と $1\mu\text{F}$)のRC入力ライン・フィルタの使用を推奨します。

このリファレンスには、動作を安定させるための出力コンデンサも必要です。最適出力容量はほとんどのアプリケーション

で $1\mu\text{F}$ ですが、もっと大きな値でも問題ありません。このコンデンサは、出力が最終値に達するまでのターンオン・セトリング・タイムに影響を与えます。図1と図2は、それぞれ 25°C と 175°C での、 $0.1\mu\text{F}$ の入力バイパス・コンデンサと $1\mu\text{F}$ の負荷コンデンサを使用したLT6654BX (出力電圧 2.5V)のターンオン・タイムを示しています。図3と図4は、それぞれ 25°C と 175°C での、同じコンデンサを使用したLT6654BXの V_{IN} 上の 0.5V の過渡電圧に対する出力応答を示しています。図5のテスト回路を使用して、様々な負荷電流での安定性を測定できます。 $R_{\text{L}} = 1\text{k}$ では、電圧を 1V ステップにすると電流は 1mA ステップになります。図6と図7は、それぞれ 25°C と 175°C での $\pm 0.5\text{mA}$ の負荷に対する応答を示しています。図8と図9は、それぞれ 25°C と 175°C でのソース電流ステップに対する出力応答です。図10と図11は、それぞれ 25°C と 175°C でのシンク電流ステップに対する出力応答です。

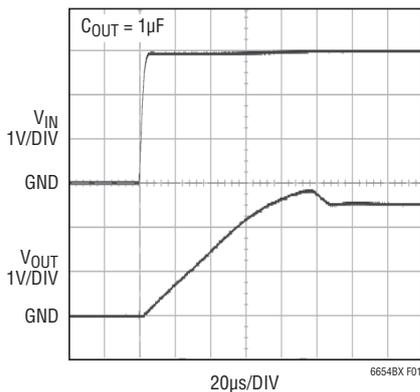


図1. 25°C でのLT6654BX-2.5のターンオン特性

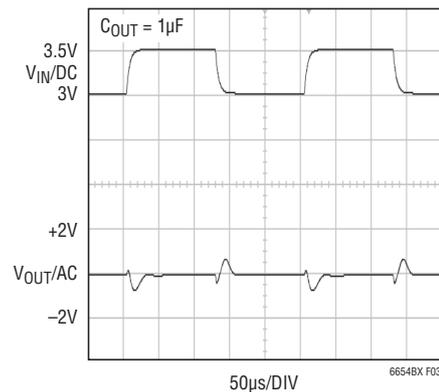


図3. 25°C での V_{IN} の 0.5V リップルに対する出力応答

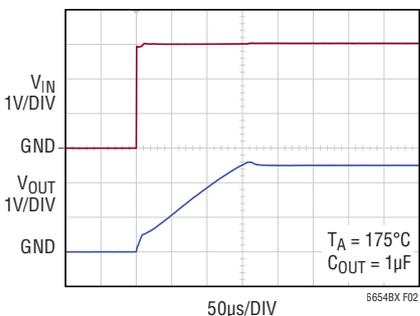


図2. 175°C でのLT6654BX-2.5のターンオン特性

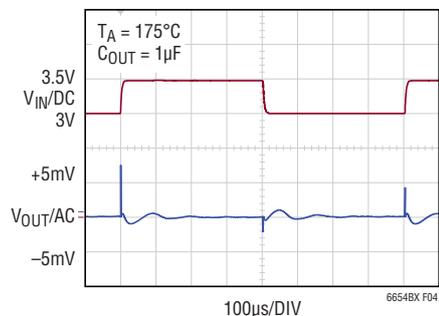


図4. 175°C での V_{IN} の 0.5V リップルに対する出力応答

アプリケーション情報

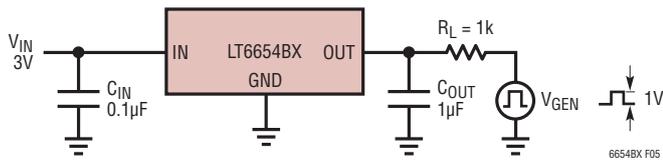


図5. 負荷電流応答時間のテスト回路

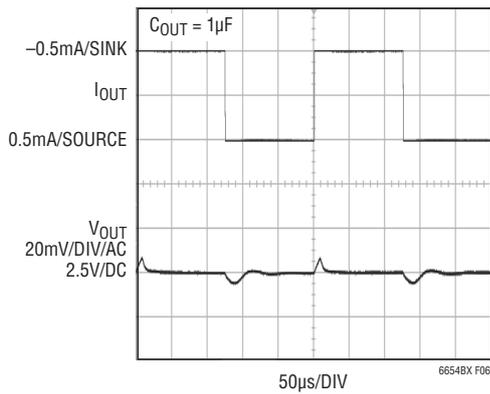


図6. 25°Cで0.5mAをソースおよびシンクしているLT6654BX-2.5

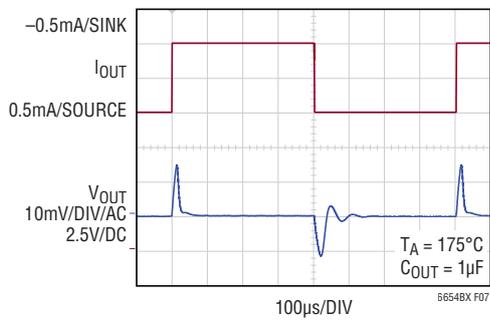


図7. 175°Cで0.5mAをソースおよびシンクしているLT6654BX-2.5

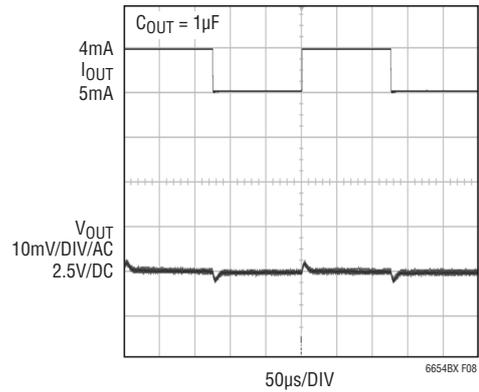


図8. 25°Cで4mA～5mAをソースしているLT6654BX-2.5

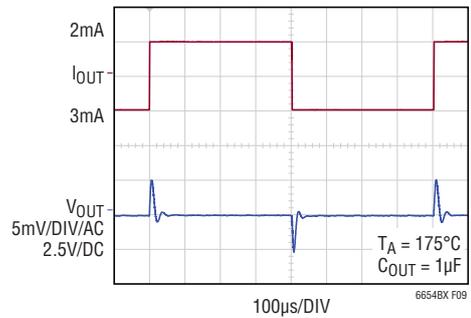


図9. 175°Cで2mA～3mAをソースしているLT6654BX-2.5

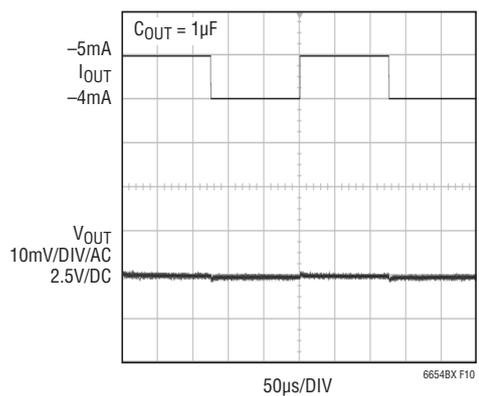


図10. 25°Cで4mA～5mAをシンクしているLT6654BX-2.5

アプリケーション情報

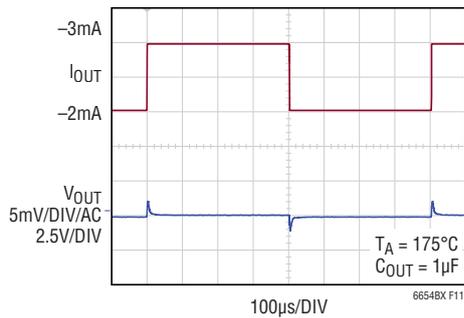


図 11. 175°C で 2mA ~ 3mA をシンクしている LT6654BX-2.5

正電圧動作または負電圧動作

LT6654BX は、このデータシートの最初のページに示した直列接続以外に、負電圧リファレンスとしても動作できます。図 12 の回路は、負電圧動作用に構成された LT6654BX を示しています。この構成では、LT6654BX の内部回路をバイアスするために、VIN (ピン 8) に正電圧が必要です。この電圧は R1 を使って電流制限し、出力の PNP トランジスタがオンして接地された出力を駆動するのを防ぐ必要があります。C1 により、負荷過渡応答時に安定性が得られます。この接続では、正接続した LT6654BX と同じ精度と温度係数が維持されます。

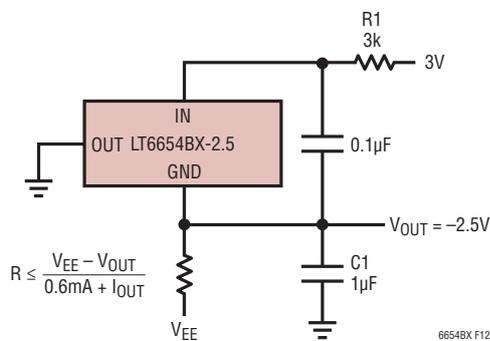


図 12. LT6654BX-2.5 を使用した -2.5V リファレンスの構成

長期ドリフト

長期ドリフトは高温加速試験を基にして外挿することはできません。この誤った手法で得られるドリフト値は非常に楽観的な値です。長期ドリフトを決定できる唯一の方法は、知りたい期間の全体にわたって測定することです。実際のアプリケーションと同様の PC 基板にハンダ処理された 40 個のデバイスを使って、LT6654BX のドリフト・データを集めています。基板を TA = 35°C の恒温室に置き、出力を定期的的にスキャンして 8.5 桁の DVM で測定しました。長期ドリフト曲線を図 13 に示します。これらのドリフトは、最初の 1000 時間を過ぎるとかなり小さくなります。

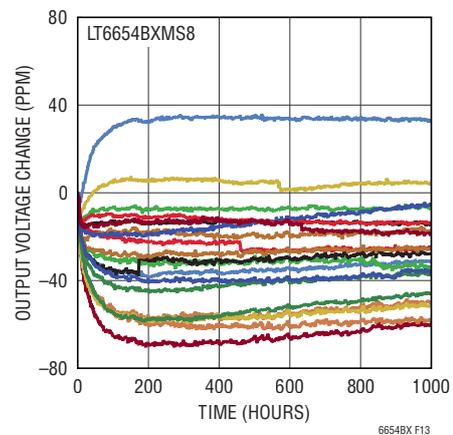


図 13. LT6654BX-2.5 の長期ドリフト

消費電力

LT6654BX の許容消費電力は、周囲温度、VIN、負荷電流およびパッケージによって決まります。LT6654BX パッケージの熱抵抗 (θJA) は 163°C/W です。8 ピン MSOP パッケージの許容消費電力と温度の関係を示す曲線を図 14 に示します。入力電圧と出力電流によって決まる、LT6654BX-2.5 の標準的な消費電力を図 15 に示します。図 16 に、デバイスから供給できる最大安定化出力電流を示します。図に示すように、

アプリケーション情報

$V_{IN} = 36V$ および $T_A = 175^\circ C$ では、少なくとも $2mA$ の最大安定化出力電流を供給できます。 $25^\circ C$ では、 $V_{IN} = 36V$ の規定制限值の範囲内で動作し、 $10mA$ をソースする場合、 LT6654BX-2.5 の消費電力は約 $356mW$ です。回路設計時には、最大ジャンクション温度を超えないように注意する必要があります。最高の性能を得るには、ジャンクション温度を $175^\circ C$ 以下に保つ必要があります。 LT6654BX は熱保護機能を備えていません。これにより、デバイスは非常に高温で動作できます。しかし、いかなる条件においても最大消費電力を超えないようにする必要があります。高温での動作の結果、性能が変化することがあります。

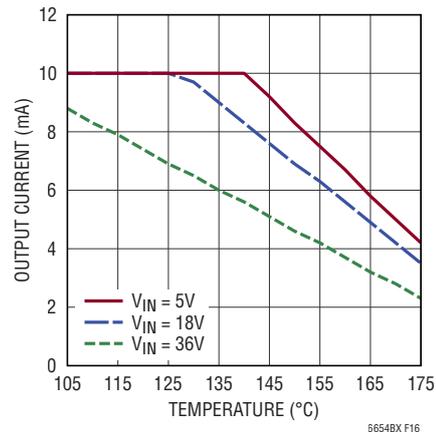


図 16. 許容される最大安定化出力電流 (ソース)

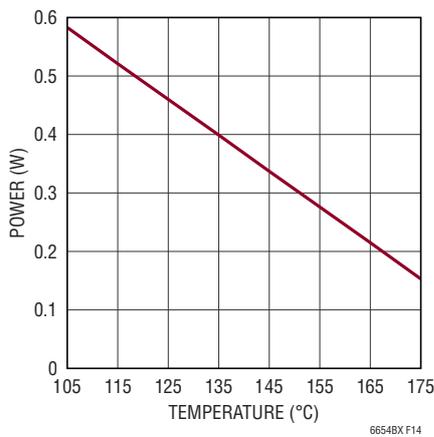


図 14. LT6654BX の最大許容消費電力

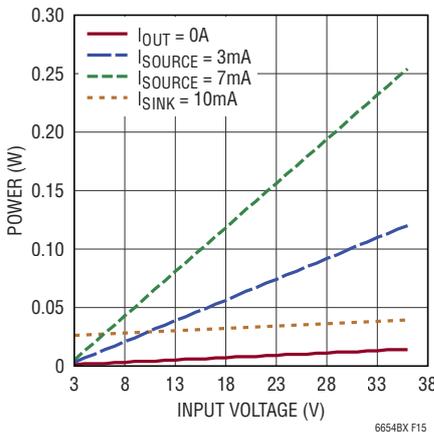


図 15. LT6654BX の標準消費電力

ヒステリシス

ヒステリシスのデータを図 17 と図 18 に示します。図 17 は電気的特性の表の Note 12 に従って測定した統計的ヒステリシス・データを示しています。図 18 は、 $25^\circ C \rightarrow 175^\circ C \rightarrow 25^\circ C$ の順に温度を変化させた場合の 3 つのデバイスの標準連続ヒステリシスを示しています。 LT6654BX は比較的大きな電力を消費できます。例えば、 $36V$ の入力電圧と $10mA$ のソース電流が LT6654BX-2.5 に与えられた場合、消費電力は $PD = 348mW$ になり、これによってダイ温度は $105^\circ C$ 上昇します。これによりジャンクション温度が $175^\circ C$ を超え、熱ヒステリシスのために出力がシフトする可能性があります。

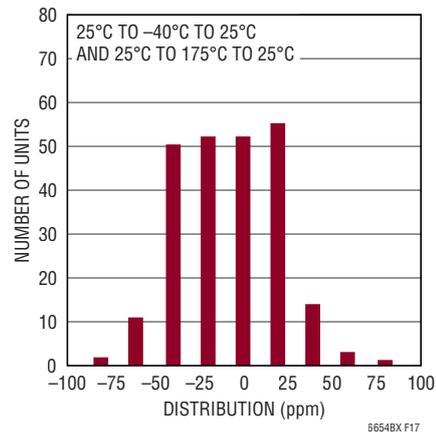


図 17. LT6654BX MS8 の熱ヒステリシス ($-40^\circ C$ および $175^\circ C$)

アプリケーション情報

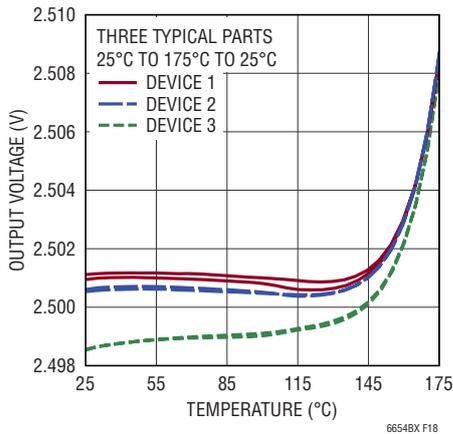


図 18. LT6654BX MS8の熱ヒステリシス (25°Cから175°C)

PC基板レイアウト

PC基板への表面実装電圧リファレンスのハンダ処理によって生じる機械的応力により、出力電圧のシフトと温度係数の変化が発生することがあります。これら2つの変化の間には相関関係はありません。例えば、電圧はシフトするが温度係数は変化しないことがあります。応力に関連するシフトの影響を低減するには、PC基板の短辺の近くまたは隅の方にリファレンスを取り付けます。更に、デバイスの両側で基板に切れ目を入れることができます。コンデンサはLT6654BXの近くに配置します。パターン抵抗が大きいと負荷レギュレーションに直接影響を与えるため、GNDとV_{OUT}のパターンはできるだけ短くして、I・R電圧降下を最小限に抑えます。

IRリフローによるシフト

LT6654BXのパッケージを構成している素材ごとに膨張率と収縮率が異なるため、IRリフロー工程後に出力電圧がシフトすることがあります。鉛フリーのハンダのリフロー・プロファイルは250°Cを超える温度に達し、鉛ベースのハンダの場合よりかなり高くなります。標準的な鉛フリーIRリフローのプロファイルを図19に示します。対流式リフロー炉を使う場合に同様のプロファイルが見られます。このリフロー工程を3回通過したLT6654BXデバイスは、図20に示すように、出力電圧が平均0.004%負の方向にシフトする分、出力電圧の標準偏差が大きくなります。出力電圧は最大0.03%シフト

する可能性があります、IRリフロー後のLT6654の全体的ドリフトが大きく変化することはありません。

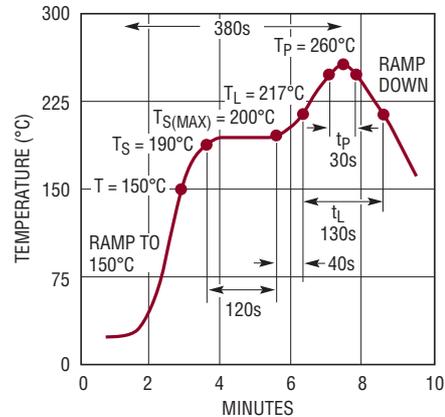


図 19. 鉛フリーのリフロー・プロファイル

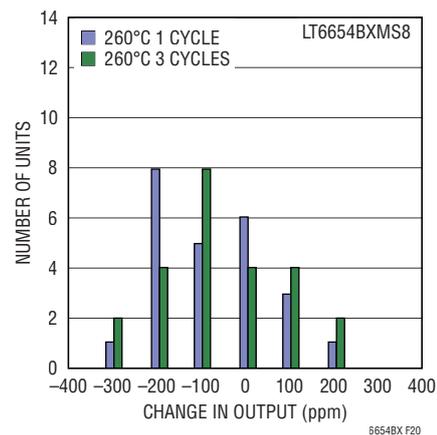


図 20. IRリフローによる出力電圧のシフト

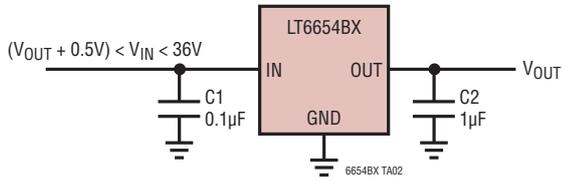
湿度に対する感度

プラスチック・モールド剤は湿気を吸収します。相対湿度が変化すると、プラスチック・パッケージ材料がダイの内側に与える圧力の大きさが変わります。これにより、電圧リファレンスの出力がわずかに変化する(通常は100ppm程度)可能性があります。

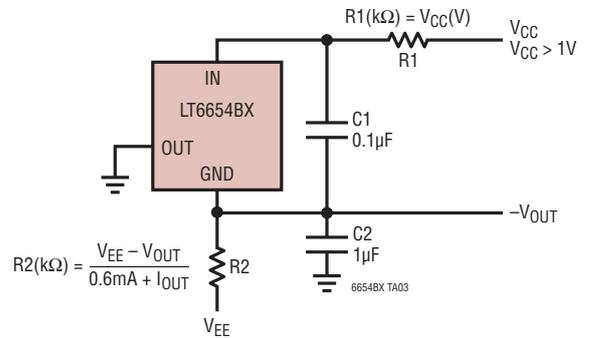
LT6654BX

標準的応用例

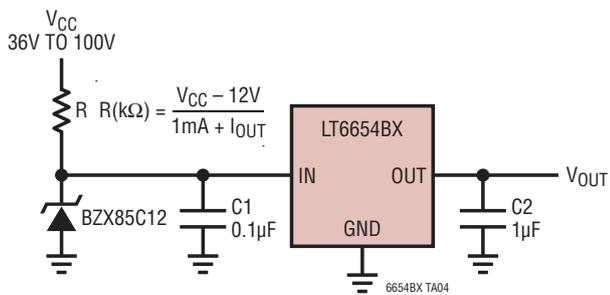
正電圧リファレンス



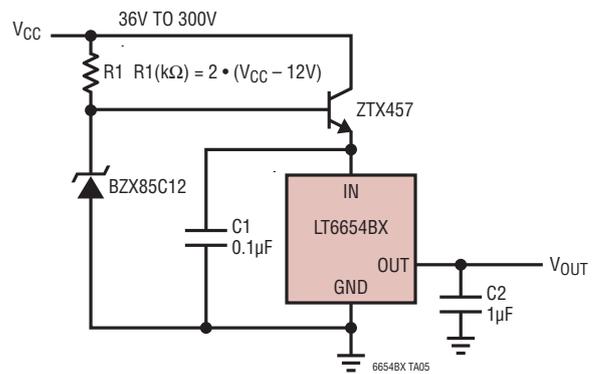
負電圧リファレンス



電源電圧範囲を広げた小電流リファレンス

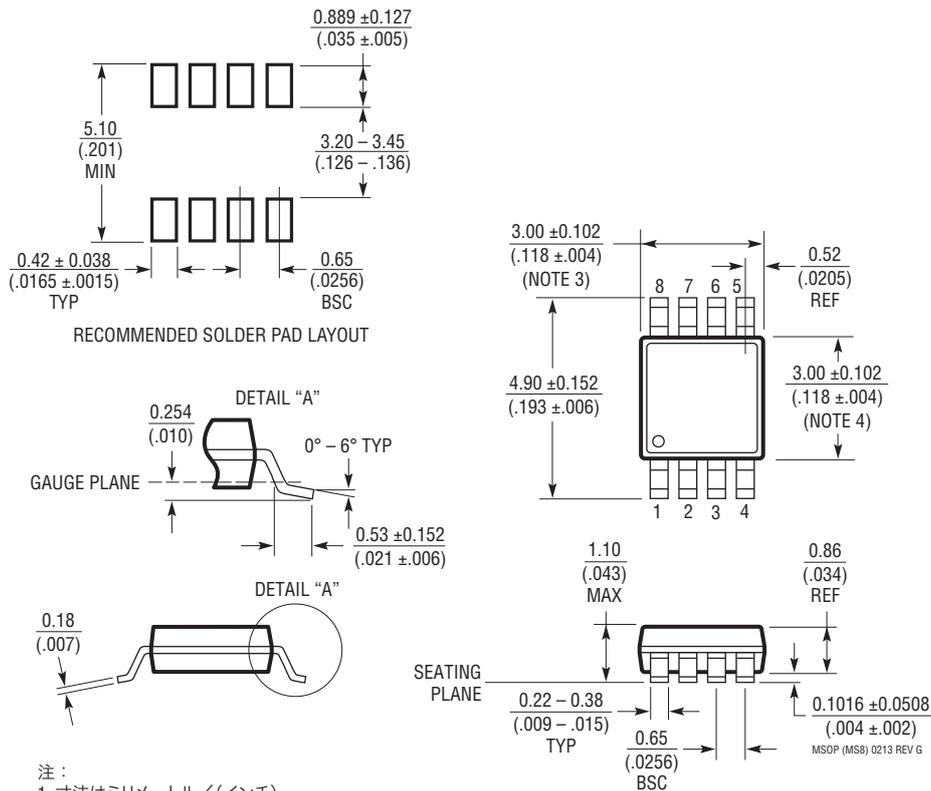


電源電圧範囲を広げた大電流リファレンス



パッケージ

MS8 Package
8-Lead Plastic MSOP
 (Reference LTC DWG # 05-08-1660 Rev G)

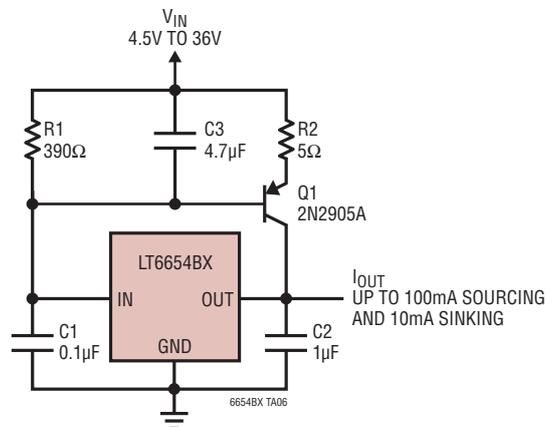


注：

1. 寸法はミリメートル／(インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006 インチ) を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006 インチ) を超えないこと
5. リードの平坦度 (整形後のリードの底面) は最大 0.102mm (0.004 インチ) であること

標準的応用例

175°Cでの昇圧出力電流



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT6654	高精度、高電圧、高出力駆動電圧リファレンス・ファミリ	最大0.05%、36V電源、±10mAをシンク/ソース、最大ドリフト10ppm/°C、-40°C~125°Cで動作
ADR225	高温、マイクロパワー2.5Vリファレンス	175°Cおよび210°C動作、10mAをソース、電源電流:30μA、-40°C~175°Cで10ppm/°C
AD7981	高温、16ビット、600kSPS PulSAR® ADC	S/N比91dB、2.5V電源、600kSPSで2.25mW、-55°C~175°C(10ピンMSOP)
LT6107	高温電流検出アンプ	入力電圧:2.7V~36V、250μVオフセット、-55°C~150°C
LT1007X	高温、高電圧オペアンプ	200°C動作、±15V電源、低ノイズ
LT1210X	高温電流帰還アンプ	1.0A、スルー・レート:900V/μs、35MHz、-40°C~175°C
LT6203X	高温デュアル・オペアンプ	100MHz、ノイズ:1.9nV/√Hz、レールtoレールの入出力、-40°C~175°C
LTC®6652	高精度、低ドリフト、低ノイズのバッファ付きリファレンス	最大0.5%、最大5ppm/°C、ノイズ:2.1ppm-p(0.1Hz~10Hz) -40°C、25°C、および125°Cで全数テスト済み
LTC6655	高精度、低ノイズのリファレンス	最大2ppm/°C、ノイズ:650nVp-p(0.1Hz~10Hz) -40°C、25°C、および125°Cで全数テスト済み
LT6657	低温度係数、低ノイズ、高電圧リファレンス	最大1.5ppm/°C、40V電源、ノイズ:0.8ppmRMS、-40°C~125°C
LT6658	高精度、大電流、低ノイズのリファレンス	出力電流:200mA、デュアル出力、36V電源、-40°C~125°C