

特長

- 動作電源電圧範囲: 1.5V ~ 12V
- 絶対最大定格: 13V
- 無負荷時電源電流: 最大 200μA (5V 時)
- スイッチング周波数を高くするための BOOST ピン (ピン1)
- 開放回路の電圧変換効率: 最小 97%
- 電力変換効率: 最小 95%
- $I_S = 1.5\mu A$ (5V 電源、OSC ピンの電圧が 0V または V^+ の場合)
- ICL7660/LTC1044 の高電圧版

アプリケーション

- 10V 電源から ±10V 電源への変換
- 5V 電源から ±5V 電源への変換
- 高精度の分圧: $V_{OUT} = V_{IN}/2 \pm 20ppm$
- 電圧の通倍: $V_{OUT} = \pm nV_{IN}$
- 電源スプリッタ: $V_{OUT} = \pm V_S/2$
- 自動車アプリケーション
- 9V の AC アダプタ/チャージャを備えたバッテリー・システム

概要

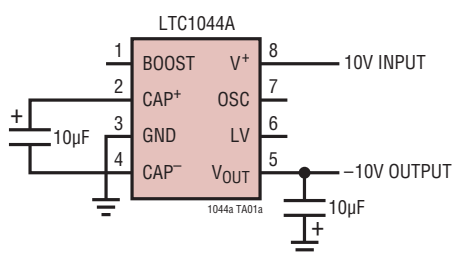
LTC®1044A は、モノリシックの CMOS スイッチトキャパシタ電圧コンバータです。このデバイスは、高い入力電圧 (最大 12V) が必要なアプリケーションで、ICL7660/LTC1044 の代わりに差し替えて使用します。LTC1044A は、インダクタを使用せずにいくつかの変換機能を実現します。入力電圧の反転 ($V_{OUT} = -V_{IN}$)、倍増 ($V_{OUT} = 2V_{IN}$)、分割 ($V_{OUT} = V_{IN}/2$)、または通倍 ($V_{OUT} = \pm nV_{IN}$) が可能です。

特定のアプリケーションでの性能を最適化するため、内部発振器の周波数を 7 倍にする増強機能を備えています。高周波動作では、小型の外付けコンデンサを使用して基板面積を節約できます。内部発振器をディスエーブルして電力を節約することもできます。OSC ピンを GND または V^+ に接続すると、電源電流は 5V 入力時に 1.5μA まで減少します。

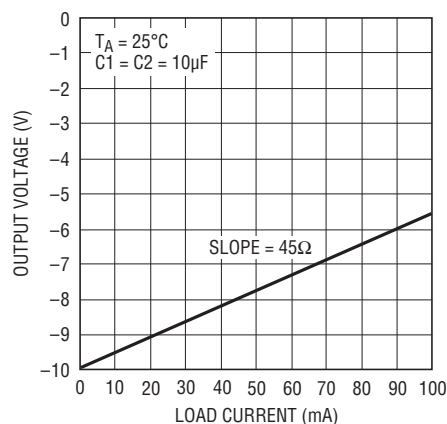
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴは、リニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

10V から -10V を生成



出力電圧と負荷電流 ($V^+ = 10V$)



LTC1044A

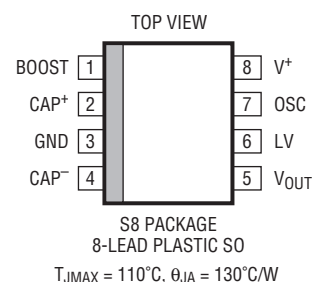
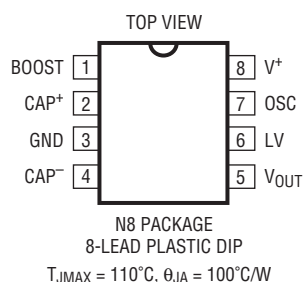
絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧..... 13V
ピン1、6、および7の入力電圧
(Note 2) $-0.3V < V_{IN} < V^+ + 0.3V$
ピン6の電流..... 20 μ A
出力短絡時間
 $V^+ \leq 6.5V$ 連続

動作温度範囲
LTC1044AC $0^{\circ}C \sim 70^{\circ}C$
LTC1044AI $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
保存温度範囲..... $-65^{\circ}C \sim 150^{\circ}C$
リード温度(半田付け、10秒)..... $300^{\circ}C$

ピン配置



ミリタリー・グレード製品については弊社にご相談ください

発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC1044ACN8#PBF	LTC1044ACN8#TRPBF	LTC1044 ACN8	8-Lead Plastic DIP	$0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$
LTC1044AIN8#PBF	LTC1044AIN8#TRPBF	LTC1044 AIN8	8-Lead Plastic DIP	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$
LTC1044ACS8#PBF	LTC1044ACS8#TRPBF	1044A	8-Lead Plastic SO	$0^{\circ}C$ to $70^{\circ}C$
LTC1044AIS8#PBF	LTC1044AIS8#TRPBF	1044AI	8-Lead Plastic SO	$-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$

さら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。
非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。
テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

電氣的特性

●は全動作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、 $V^+ = 5\text{V}$ 、 $C_{\text{osc}} = 0\text{pF}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	LTC1044AC			LTC1044AI			UNITS
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
I_S	Supply Current	$R_L = \infty$, Pins 1 and 7, No Connection $R_L = \infty$, Pins 1 and 7, No Connection, $V^+ = 3\text{V}$		60 15	200		60 15	200	μA μA
	Minimum Supply Voltage	$R_L = 10\text{k}$	●	1.5			1.5		V
	Maximum Supply Voltage	$R_L = 10\text{k}$	●		12			12	V
R_{OUT}	Output Resistance	$I_L = 20\text{mA}$, $f_{\text{osc}} = 5\text{kHz}$	●		100			100	Ω
			●		120			130	Ω
		$V^+ = 2\text{V}$, $I_L = 3\text{mA}$, $f_{\text{osc}} = 1\text{kHz}$	●		310			325	Ω
f_{osc}	Oscillator Frequency	$V^+ = 5\text{V}$, (Note 3)	●	5			5		kHz
		$V^+ = 2\text{V}$	●	1			1		kHz
P_{EFF}	Power Efficiency	$R_L = 5\text{k}$, $f_{\text{osc}} = 5\text{kHz}$		95	98		95	98	%
	Voltage Conversion Efficiency	$R_L = \infty$		97	99.9		97	99.9	%
	Oscillator Sink or Source Current	$V_{\text{OSC}} = 0\text{V}$ or V^+ Pin 1 (BOOST) = 0V Pin 1 (BOOST) = V^+	● ●		3 20			3 20	μA μA

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回復不可能な損傷を与える可能性がある。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。

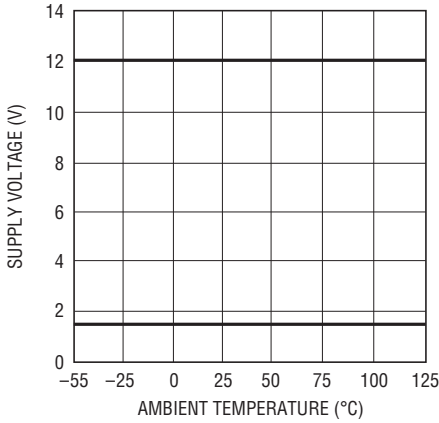
Note 2: 入力端子を V^+ よりも高い電圧またはグランドよりも低い電圧に接続すると、破壊的なラッチアップが生じる恐れがある。LTC1044A を起動する前に、外部電源で動作するソースからの入力を適用しないことが推奨される。

Note 3: f_{osc} は、試験装置の容量性負荷の影響を最小限に抑えるために、 $C_{\text{osc}} = 100\text{pF}$ を使用してテストされる。0pF の周波数は、この 100pF のテスト・ポイントと相関がとられており、デバイスをテスト・ソケットに差し込み、外付けコンデンサを使用しない場合のピン 7 の容量をシミュレートすることを目的とする。

LTC1044A

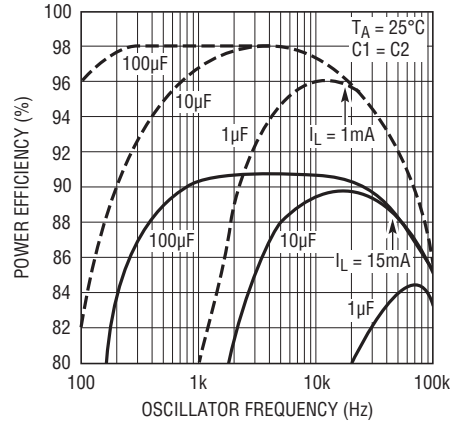
標準的性能特性

動作電圧範囲と温度



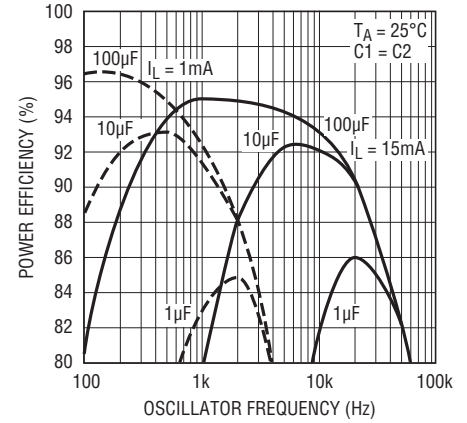
1044a G01

電力効率と発振器周波数
($V^+ = 5V$)



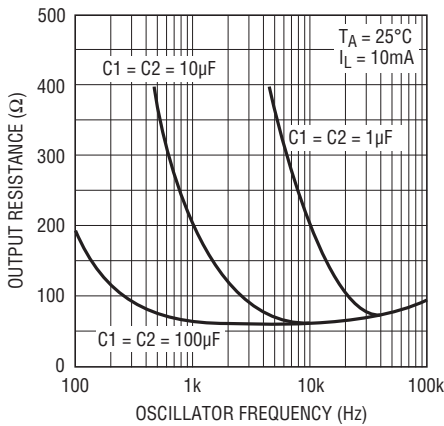
1044a G02

電力効率と発振器周波数
($V^+ = 10V$)



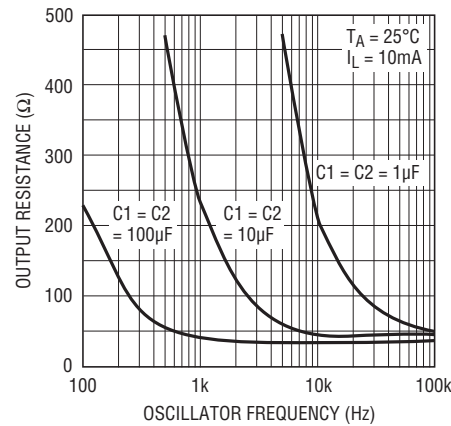
1044a G03

出力抵抗と発振器周波数
($V^+ = 5V$)



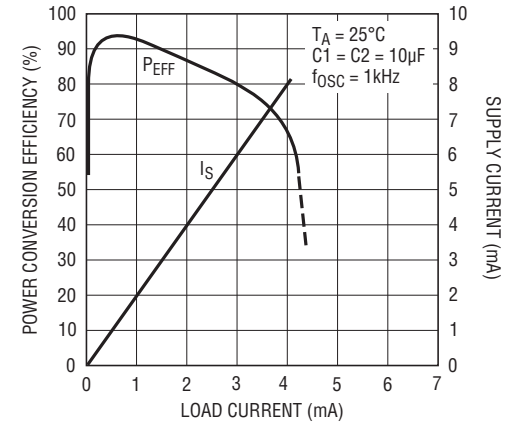
1044a G04

出力抵抗と発振器周波数
($V^+ = 10V$)



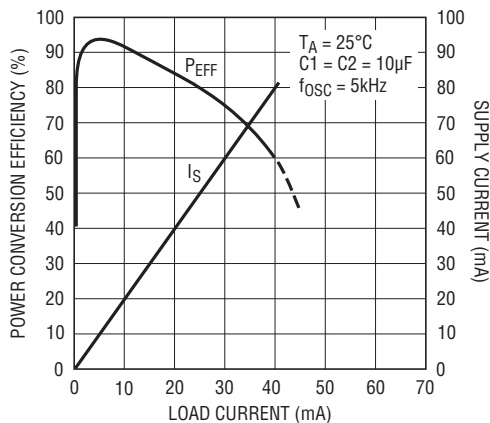
1044a G05

電力変換効率と負荷電流
($V^+ = 2V$)



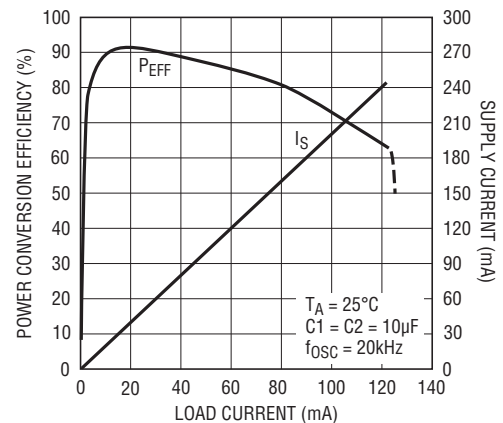
1044a G06

電力変換効率と負荷電流
($V^+ = 5V$)



1044a G07

電力変換効率と負荷電流
($V^+ = 10V$)

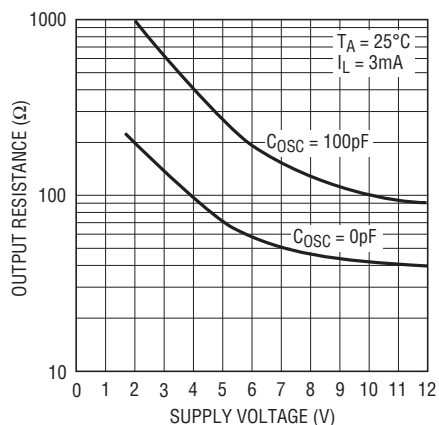
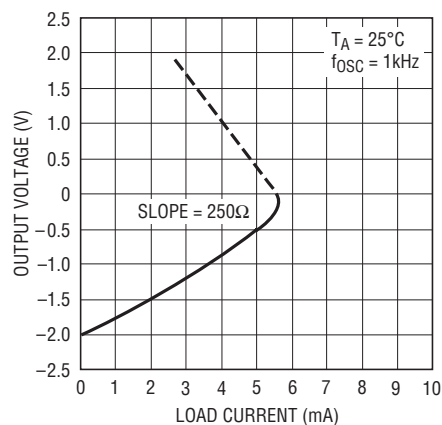
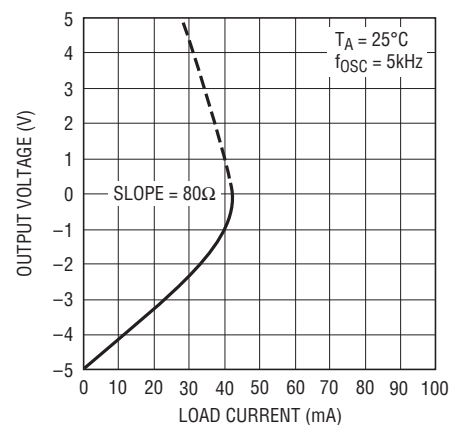
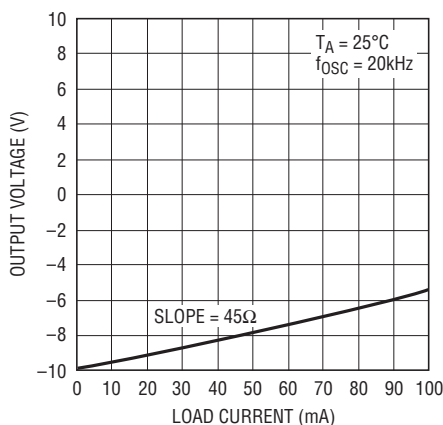


1044a G08

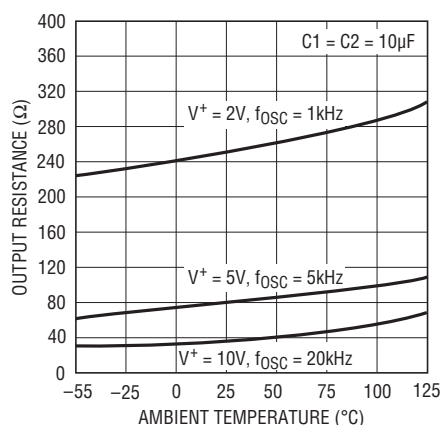
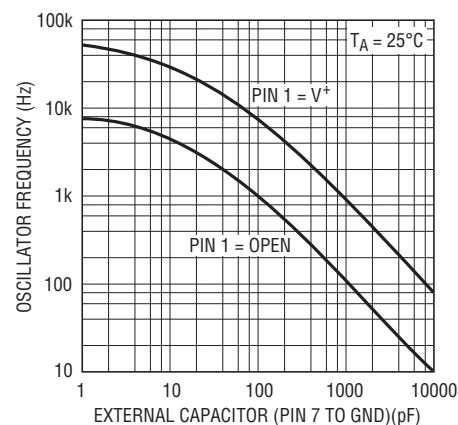
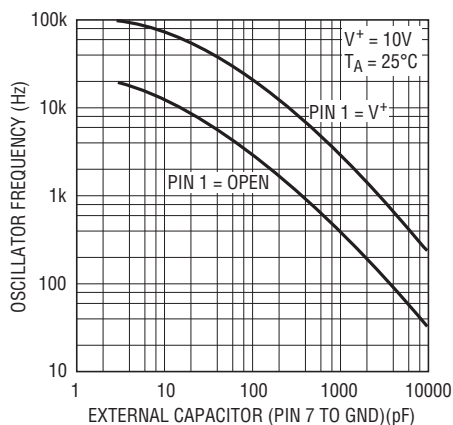
1044afa

標準的性能特性

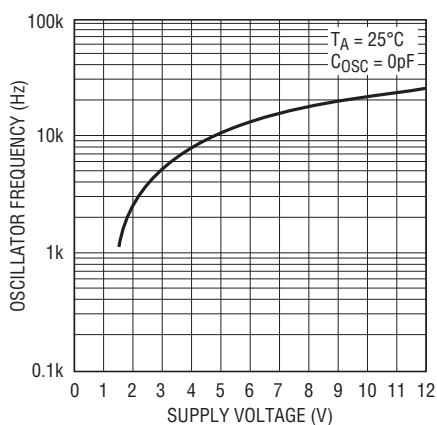
出力抵抗と電源電圧

出力電圧と負荷電流 ($V^+ = 2V$)出力電圧と負荷電流 ($V^+ = 5V$)出力電圧と負荷電流 ($V^+ = 10V$)

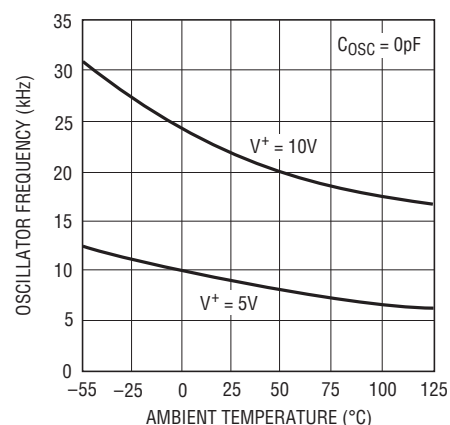
出力抵抗と温度

 C_{osc} の関数としての発振器周波数 ($V^+ = 5V$) C_{osc} の関数としての発振器周波数 ($V^+ = 10V$)

発振器周波数と電源電圧

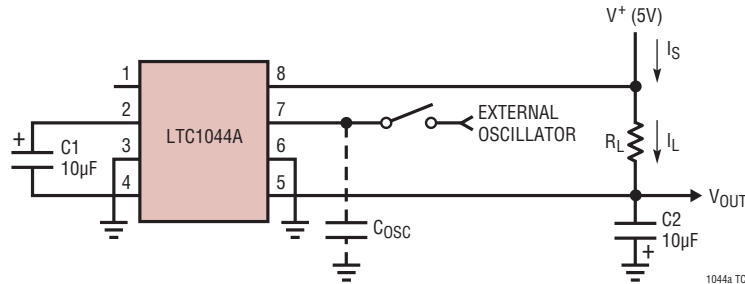


発振器周波数と温度



LTC1044A

テスト回路



アプリケーション情報

動作原理

基本的なスイッチトキャパシタの構成ブロックを参照すると、LTC1044Aの動作原理を理解するのに役に立ちます。

図1において、スイッチが左の位置にある場合、コンデンサC1が電圧V1に充電されます。C1の総電荷は、 $q1 = C1V1$ になります。次に、スイッチを右に移動すると、C1は電圧V2に放電されます。この放電後に、C1の電荷は $q2 = C1V2$ になります。電荷がソース(V1)から出力(V2)に移動していることに注意してください。移動する電荷の量は次式で得られます。

$$\Delta q = q1 - q2 = C1(V1 - V2)$$

スイッチが1秒あたりf回オン/オフする場合、単位時間あたりの電荷の移動(電流)は、次式で得られます。

$$I = f \cdot \Delta q = f \cdot C1(V1 - V2)$$

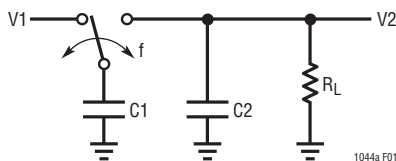


図1. スwitchトキャパシタの構成ブロック

電圧とインピーダンスの等価性の観点で書き換えると、次のようになります。

$$I = \frac{V1 - V2}{\frac{1}{f \cdot C1}} = \frac{V1 - V2}{R_{EQUIV}}$$

新しい変数 R_{EQUIV} が、 $R_{EQUIV} = 1/(f \cdot C1)$ と定義されています。したがって、スイッチトキャパシタ・ネットワークの等価回路は、図2に示すようになります。

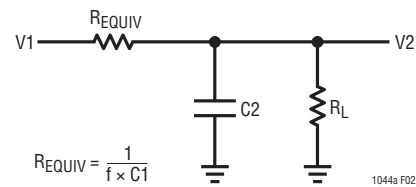


図2. スwitchトキャパシタの等価回路

図3を参照すると、LTC1044Aのスイッチング動作が基本的なスイッチトキャパシタの構成ブロックと同じであることがわかります。この単純な理論は、有限なスイッチ・オン抵抗と出力電圧リップルを追加すると、正確ではありませんが、デバイスの動作を直感的に表します。

たとえば、電力変換効率を周波数の関数(標準的なグラフを参照)として調べる場合、この単純な理論によってLTC1044Aの動作を説明できます。損失、つまり効率は、出力インピーダンスによって設定されます。周波数が減少すると、出力インピーダンスが最終的に $1/(f \cdot C1)$ の項によって決まり、電力効率が低下します。電力効率と周波数の標準的なグラフは、さまざまなコンデンサ値でのこの効果を示しています。

なお、周波数が増加した場合にも、この電力効率は低下します。これは、各スイッチング・サイクルで有限な電荷が失われることに起因する内部スイッチング損失によって発生します。単位サイクルあたりのこの電荷損失にスイッチング周波数を掛けると、電流損失になります。高周波数では、この損失が大きくなり、電力効率が低下し始めます。

アプリケーション情報

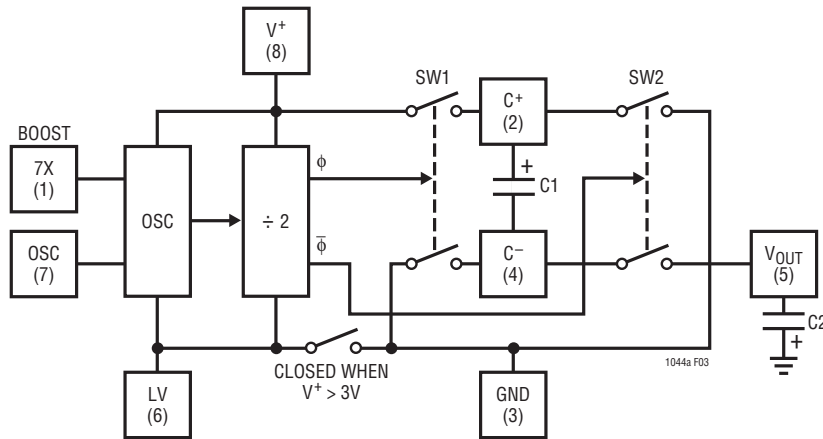


図3. LTC1044A スイッチトキャパシタ電圧コンバータのブロック図

LV (ピン6)

LTC1044Aの内部ロジックは、 V^+ とLV (ピン6)の間で動作します。 V^+ が3V以上の場合、内部スイッチはLVをGND (ピン3)に短絡します。 V^+ が3V未満の場合は、LVピンをGNDに接続する必要があります。 V^+ が3V以上の場合、LVピンをGNDに接続するか、フロートのままにできます。

OSC (ピン7)およびBOOST (ピン1):

スイッチング周波数を上昇または低下させたり、外部ソースから駆動することができます。図4は、発振器回路の機能図を示しています。

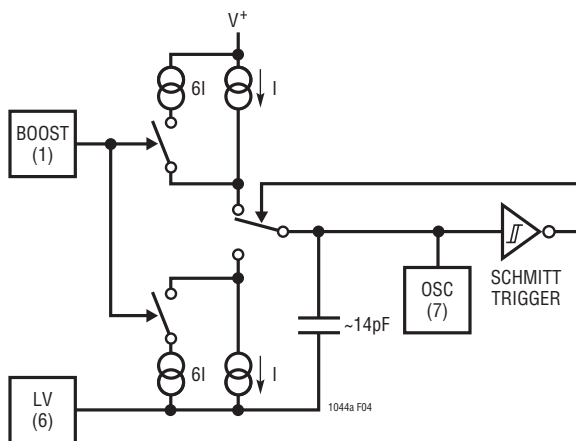


図4. 発振器

BOOSTピン (ピン1)を V^+ に接続することによって、充電電流と放電電流が増加し、周波数が約7倍に増加します。周波数が増えると、高負荷電流の場合の出力インピーダンスとリップルが減少します。

容量を増やしてピン7に負荷をかけると、周波数が減少します。BOOST (ピン1)をピン7の外付けコンデンサと併用することによって、広い範囲で周波数を選択できます。

外部周波数ソースからのLTC1044Aの駆動は、図5に示すように、ピン7を駆動し、BOOSTピンをオープンのままにすることで、簡単に実現できます。ピン7からの出力電流は、ロジック・ゲートがこの電流を駆動できるように、小電流 (標準で0.5 μ A) になっています。CMOSロジック・ゲートは、広い電源電圧範囲 (3V~15V)で動作可能であり、内部シュミット・トリガ (図4を参照)を駆動するのに十分な電圧振幅を備えているため、これを使用することを推奨します。5Vアプリケーションの場合は、外付けプルアップ抵抗を追加するだけで、TTLロジック・ゲートを使用できます (図5を参照)。

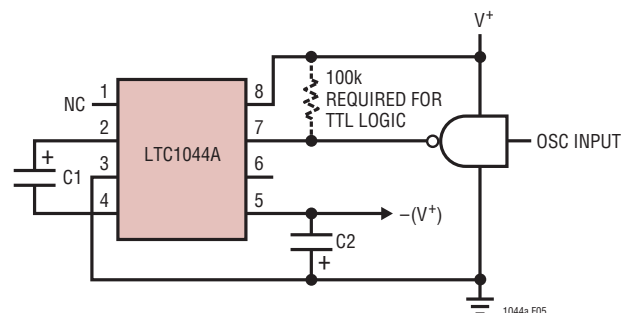


図5. 外部クロック

アプリケーション情報

コンデンサの選択

外付けコンデンサC1およびC2は重要ではありません。これらは一致している必要はなく、高品質であったり、厳しい許容誤差を持つ必要もありません。コストとサイズのみを考慮して、アルミ電解コンデンサまたはタンタル電解コンデンサを選択することを推奨します。

負電圧コンバータ

図6に、使用可能な正電源から負電源を供給する標準的な接続を示します。この回路は、外付けダイオードを**必要とせず**、全温度範囲および電源範囲で動作します。図に示したLVピン（ピン6）は、接地されていますが、 $V^+ \geq 3V$ の場合、**フロート状態**にすることができます。これは、 $V^+ \geq 3V$ の場合、LVが内部でグランド（ピン3）に切り替えられるためです。

この回路の出力電圧（ピン5）特性は、 80Ω の抵抗に直列に接続されたほぼ理想的な電圧源の特性になります。 80Ω の出力インピーダンスは、次の2つの項から成ります。

1. 等価スイッチトキャパシタ抵抗（「動作原理」を参照）
2. MOSスイッチのオン抵抗に関する項

発振器周波数が10kHz、C1が10 μ Fでは、最初の項は次のようになります。

$$R_{EQUIV} = \frac{1}{(f_{OSC}/2) \cdot C1}$$

$$= \frac{1}{5 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6}} = 20\Omega$$

上の R_{EQUIV} の式は容量性リアクタンスの式($X_C = 1/\omega C$)ではなく、 2π の項を含んでいないことに注意してください。

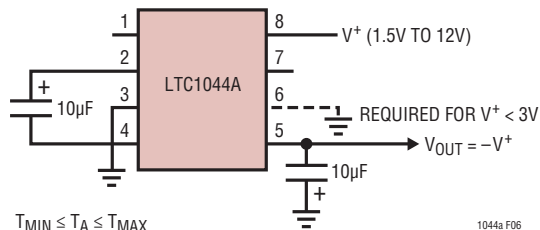


図6. 負電圧コンバータ

出力抵抗の正確な式は極めて複雑ですが、コンデンサの主な効果は、出力抵抗および電力効率と周波数の標準的なグラフに明確に示されています。C1 = C2 = 10 μ Fの場合、出力インピーダンスは、 $f_{OSC} = 10kHz$ での 60Ω から、 $f_{OSC} = 1kHz$ での 200Ω に増加します。 $1/(f \cdot C)$ の項がスイッチ・オン抵抗の項と比較して大きくなると、出力抵抗は $1/(f \cdot C)$ のみによって決まります。

電圧の2倍化

図7に、2個のダイオードを使用した容量性電圧ダブラを示します。5Vの入力では、出力は無負荷時に9.93Vになり、10mAの負荷時に9.13Vになります。10Vの入力では、出力は無負荷時に19.93Vになり、10mAの負荷時に19.28Vになります。

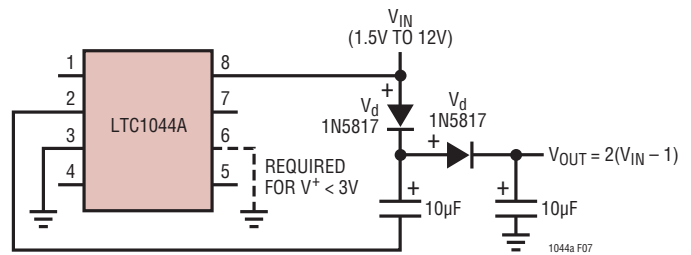


図7. 電圧ダブラ

超高精度分圧器

超高精度分圧器を図8に示します。図に示した0.002%の精度を実現するには、負荷電流を100nA未満に維持する必要があります。ただし、精度をわずかに落とせば、負荷電流を増やすことができます。

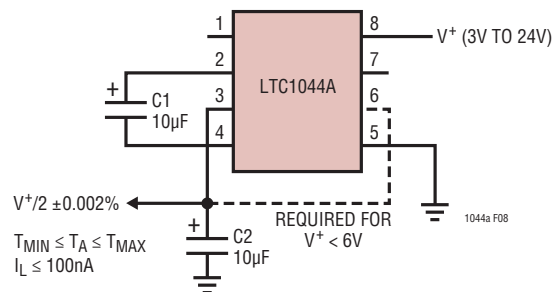


図8. 超高精度分圧器

アプリケーション情報

バッテリー・スプリッタ

多くのシステムで共通して必要になるのは、1つのバッテリーまたは1つの電源システムから(+)電源と(-)電源を取得することです。電流要件が小さい場合、図9に示す回路がシンプルなソリューションになります。この回路は、それぞれ入力電圧の1/2に等しい対称的な±出力電圧を供給します。出力電圧は、両方ともピン3を基準にします(出力同相電圧)。ピン8およびピン5間の入力電圧が6V未満の場合、点線で示すように、ピン6もピン3に接続する必要があります。

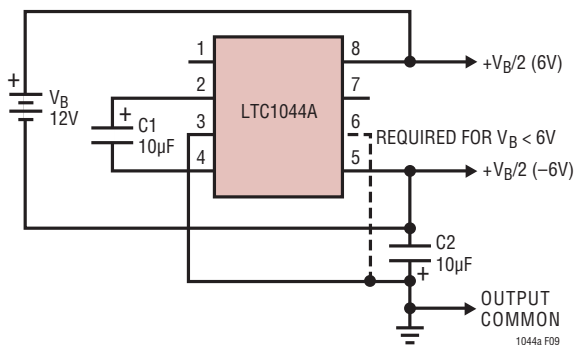


図9. バッテリー・スプリッタ

出力抵抗を減らすための並列化

LTC1044Aのその他の柔軟性を、図10および11に示します。

図10に、実効出力抵抗を減らすために並列に接続された2つのLTC1044Aを示します。ただし、出力抵抗が $1/(f \cdot C1)$ によって決まる場合、コンデンサのサイズ(C1)を増やすか、周波数を増やした方が、この図のように回路を並列化するよりも効果があります。

図11では、2つのLTC1044Aの**スタック**を使用して、さらに高い電圧を供給しています。回路図に示すように、2番目のLTC1044Aのピン8の接続をスイッチで切り替えることによって、負電圧ダブルまたは負電圧トリプルのどちらかを実現できます。使用可能な出力電流は、製品の個別の電力変換効率と昇圧比によって決定または減少します。

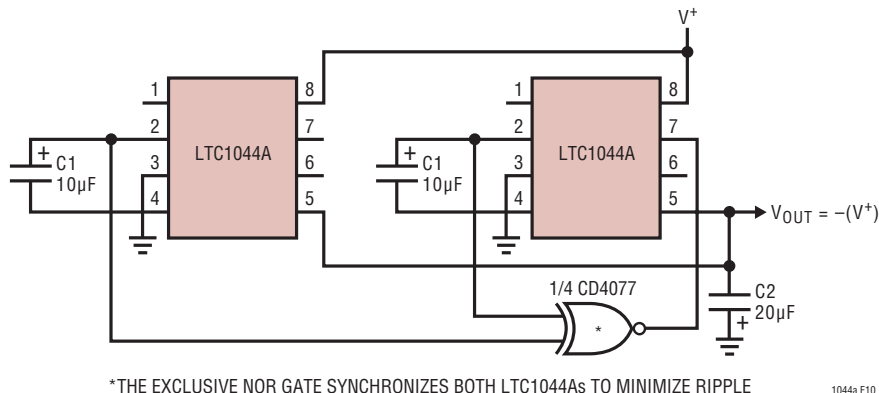


図10. 出力抵抗を減らすための並列化

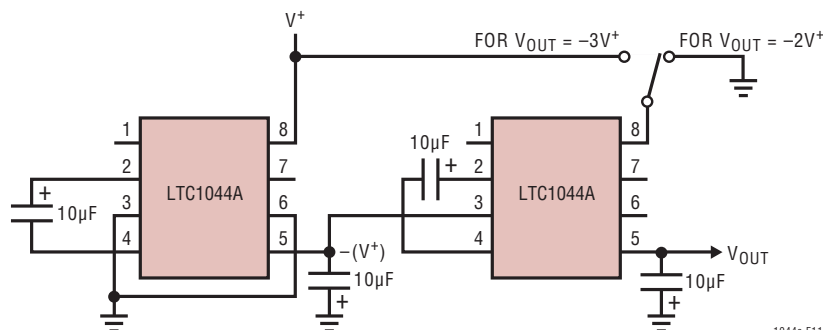
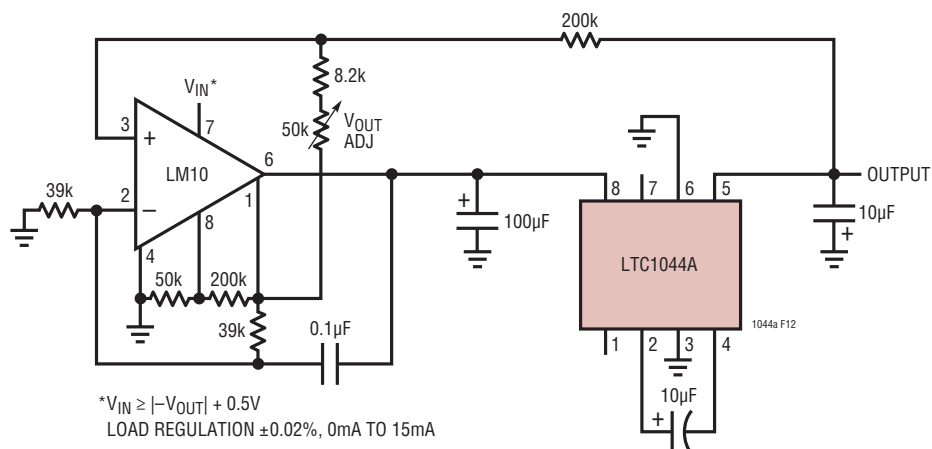


図11. 高電圧を得るためのスタック

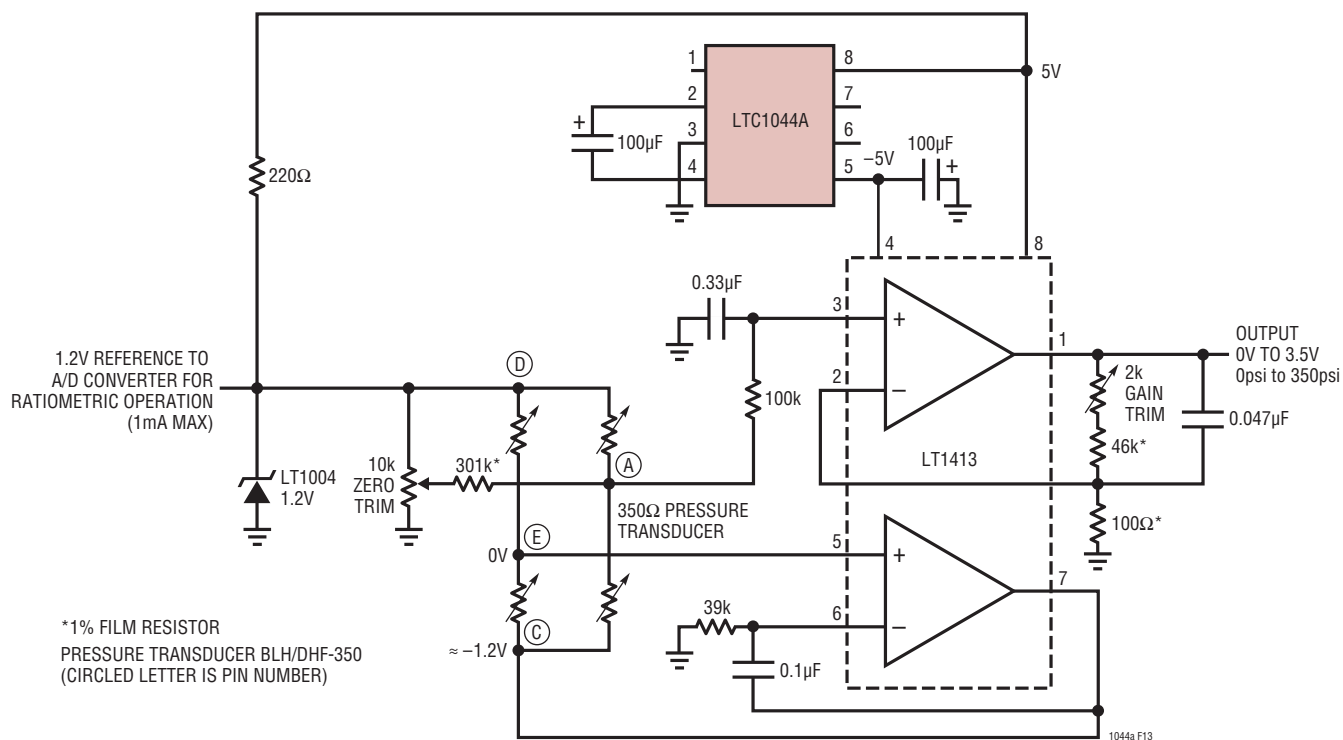
LTC1044A

標準的応用例

低出力インピーダンス電圧コンバータ

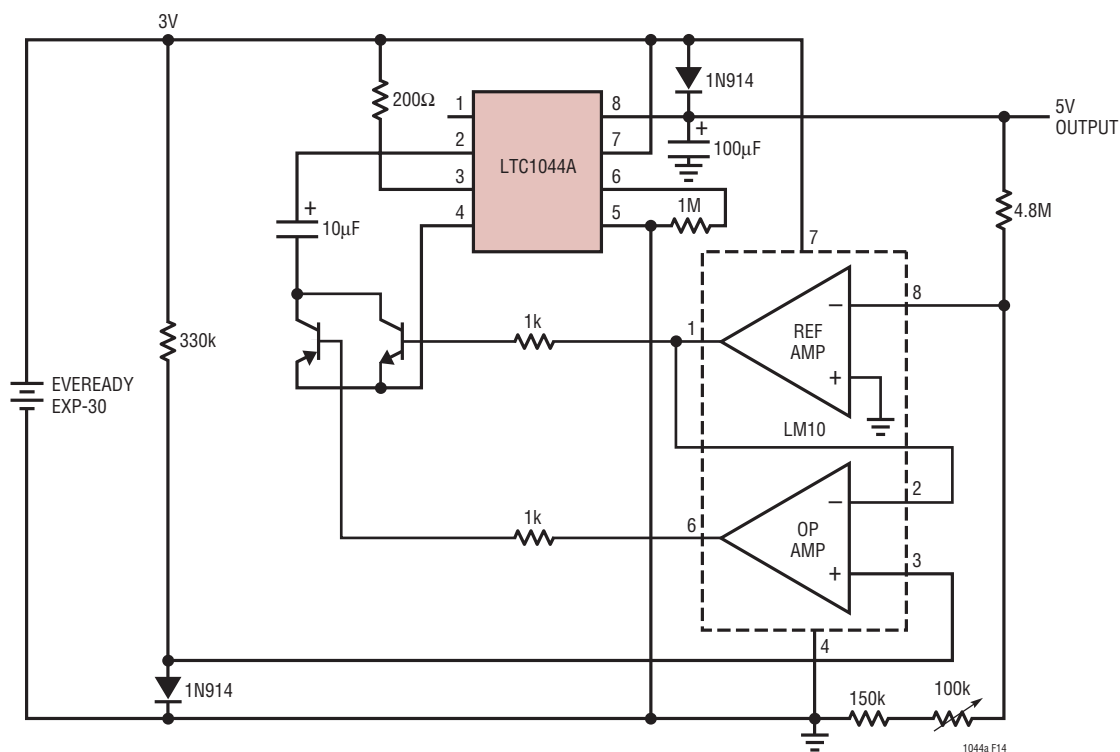


単一5Vストレイン・ゲージ・ブリッジ・シグナル・コンディショナ

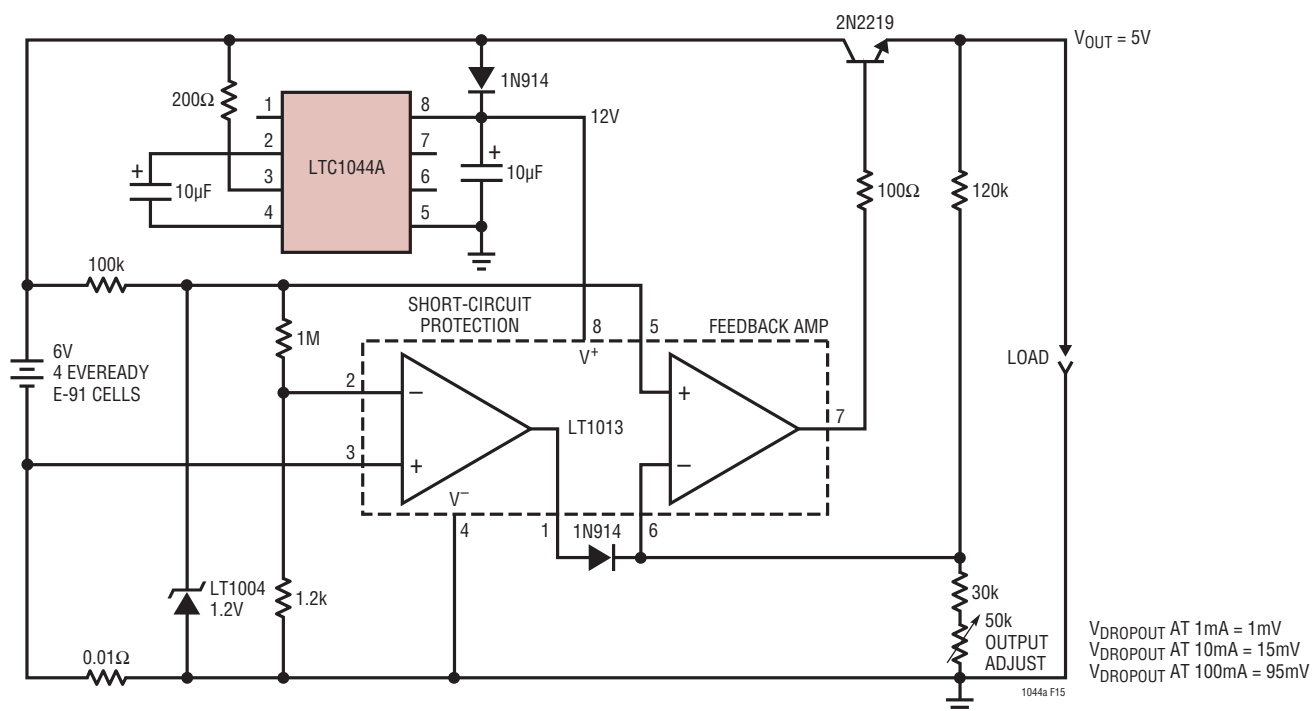


標準的応用例

3Vから5Vへの安定化出力コンバータ



低ドロップアウト5Vレギュレータ

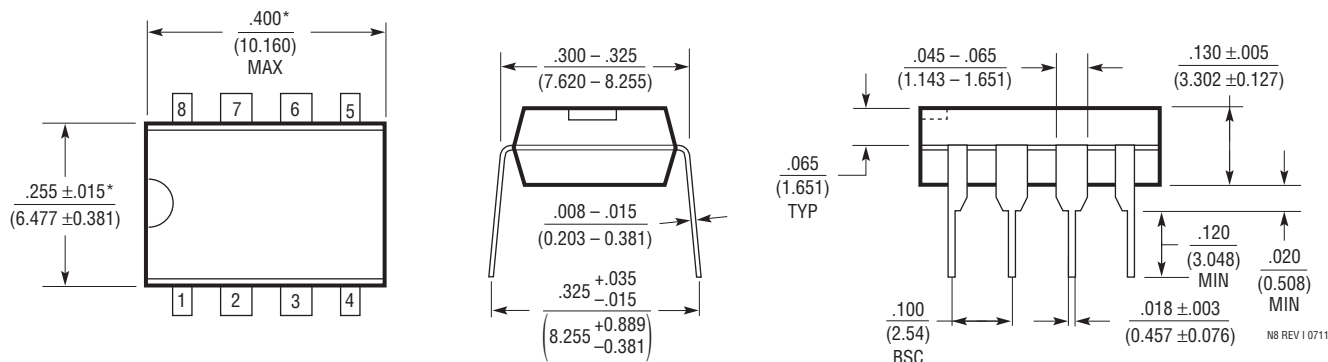


LTC1044A

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

N Package 8-Lead PDIP (Narrow .300 Inch) (Reference LTC DWG # 05-08-1510 Rev I)

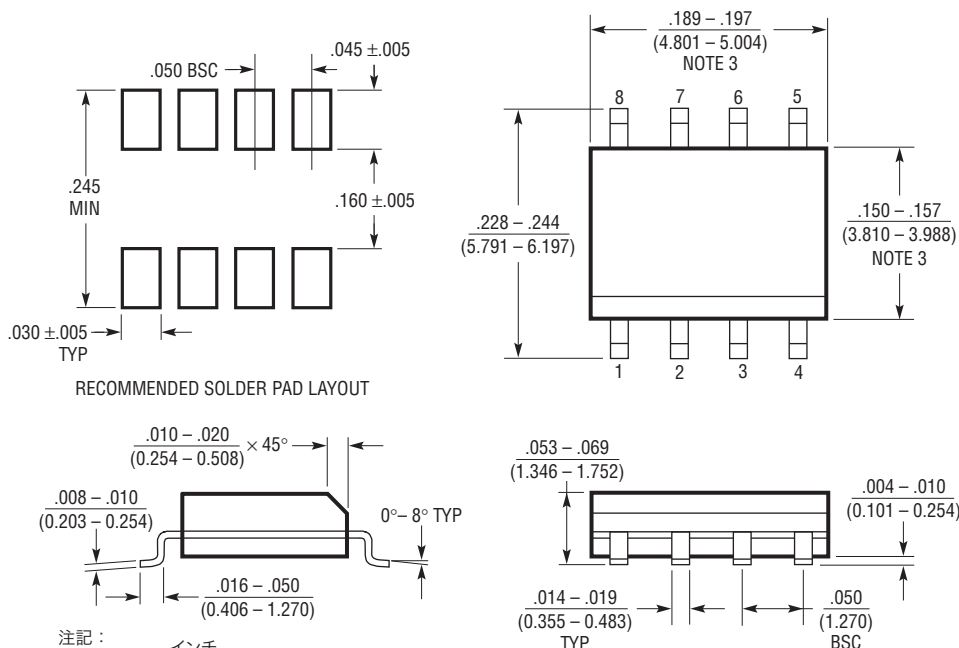


注記:

1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$

* これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない
モールドのバリまたは突出部は 0.010^* (0.254mm) を超えないこと

S8 Package 8-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch) (Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



注記:

1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{ミリメートル}}$

2. 図は実寸とは異なる

3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない
モールドのバリまたは突出部は 0.006^* (0.15mm) を超えないこと

4. ピン 1 は斜めのエッジかへこみのいずれか

S08 REV G 0212

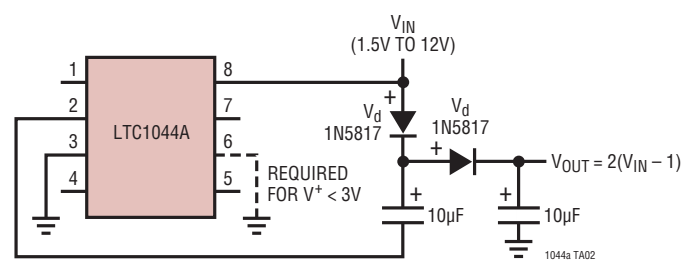
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	4/14	「超高精度電圧分圧器」のセクションで0.0002%を0.002%に変更	8

LTC1044A

標準的応用例

2個のダイオードを使用した容量性電圧ダブル



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3240-3.3/ LTC3240-2.5	3.3V/2.5V 昇圧/降圧チャージポンプ・DC/DC コンバータ	V_{IN} : 1.8V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 3.3V/2.5V、 I_Q = 65µA、 I_{SD} < 1µA、(2mm×2mm) DFN パッケージ
LTC3245	入力電圧範囲の広い低ノイズの250mA 昇降圧チャージポンプ	V_{IN} : 2.7V ~ 38V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 5V、 I_Q = 20µA、 I_{SD} = 4µA、12ピンMSおよび(3mm×4mm) DFN パッケージ
LTC3255	入力電圧範囲の広い50mA 降圧チャージポンプ	V_{IN} : 4V ~ 48V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 12.5V、 I_Q = 16µA、10ピンMSOPおよび(3mm×3mm) DFN パッケージ