

特長

- 広い動作入力電圧範囲: 最大 80V
- 100Vの入力電圧トランジェントに耐える堅牢なアーキテクチャ
- 強力な 1.5Ωドライバによるプルダウン
- 強力な 2.4A ピーク電流ドライバによるプルアップ
- 1000pFの負荷を駆動するときの立ち下がり時間: 7ns
- 1000pFの負荷を駆動するときの立ち上がり時間: 10ns
- 標準的なしきい値の MOSFET を駆動
- ヒステリシスのある TTL/CMOS 互換入力
- 入力のしきい値は電源電圧と無関係
- 低電圧ロックアウト
- 高さの低い (1mm) SOT-23 (ThinSOT)™ および熱特性が改善された 8ピン MSOP パッケージ

アプリケーション

- 通信機器用電源システム
- 分散給電アーキテクチャ
- サーバの電源
- 高密度電源モジュール

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。ThinSOTは、リニアテクノロジー社の商標です。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。6677210を含む米国特許によって保護されています。

概要

LTC®4440は、入力電圧が最大80Vのアプリケーションで動作する高周波ハイサイドNチャンネルMOSFETゲート・ドライバです。LTC4440は100Vの入力電圧トランジェントにも耐え、その間も引き続き動作することができます。強力なドライバ機能により、高いゲート容量をもつMOSFETのスイッチング損失を低減します。LTC4440のプルアップ回路のピーク出力電流は2.4Aで、プルダウン回路の出力インピーダンスは1.5Ωです。

LTC4440は、電源電圧に依存しないTTL/CMOS互換の入力電圧しきい値を特長としており、そのヒステリシスは350mVです。入力ロジック信号はブートストラップされた電源電圧まで内部でレベルシフトされ、最大でグランドより115V高い電圧でも動作できます。

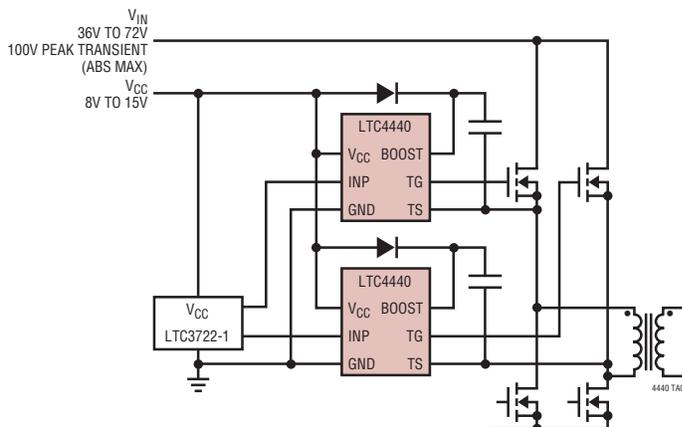
LTC4440はハイサイドとローサイド両方の低電圧ロックアウト回路を内蔵しており、これらの回路は作動すると外付けMOSFETをディスエーブルします。

LTC4440は高さの低い(1mm) SOT-23パッケージまたは熱特性が改善された8ピンMSOPパッケージで供給されます。

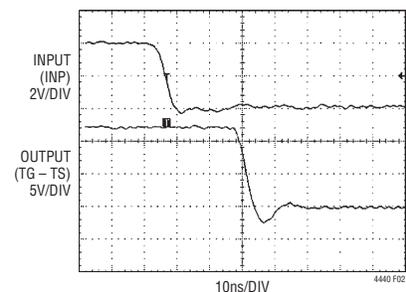
パラメータ	LTC4440	LTC4440-5	LTC4440A-5
最大動作TS	80V	60V	80V
絶対最大TS	100V	80V	100V
MOSFETゲート・ドライブ	8V~15V	4V~15V	4V~15V
V _{CC} UV ⁺	6.3V	3.2V	3.2V
V _{CC} UV ⁻	6.0V	3.04V	3.04V

標準的応用例

同期整流式位相変調フル・ブリッジ・コンバータ



1000pFの容量性負荷をドライブする
LTC4440

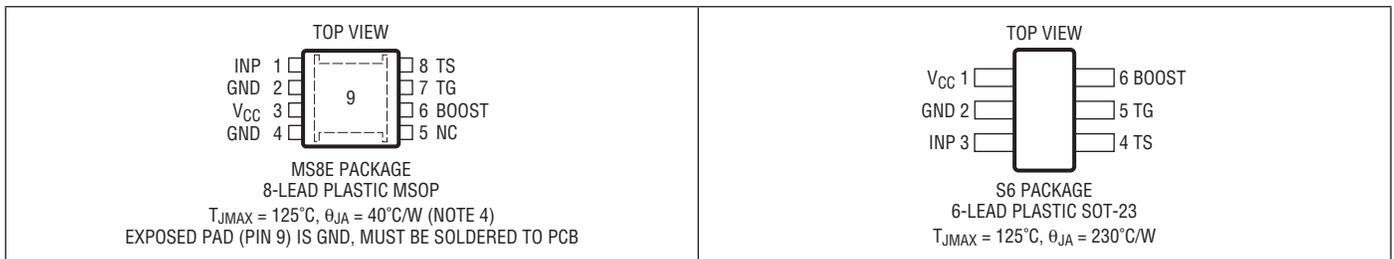


LTC4440

絶対最大定格 (Note 1)

電源電圧		ピーク出力電流 < 1 μ s (TG)	4A
V_{CC}	-0.3V ~ 15V	ドライバ出力 TG (TS 基準)	-0.3V ~ 15V
BOOST - TS	-0.3V ~ 15V	動作周囲温度範囲 (Note 2)	-40°C ~ 85°C
INP 電圧	-0.3V ~ 15V	接合部温度 (Note 3)	125°C
BOOST 電圧 (連続)	-0.3V ~ 95V	保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
BOOST 電圧 (100ms)	-0.3V ~ 115V	リード温度 (半田付け, 10 秒)	300°C
TS 電圧 (連続)	-5V ~ 80V		
TS 電圧 (100ms)	-5V ~ 100V		

ピン配置



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
LTC4440EMS8E#PBF	LTC4440EMS8E#TRPBF	LTF9	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 85°C
LTC4440ES6#PBF	LTC4440ES6#TRPBF	LTZY	6-Lead Plastic SOT-23	-40°C to 85°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/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性

● は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。特に注記がない限り、 $V_{CC} = V_{BOOST} = 12\text{V}$ 、 $V_{TS} = \text{GND} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
メイン電源 (V_{CC})						
I_{VCC}	DC Supply Current Normal Operation UVLO	INP = 0V $V_{CC} < \text{UVLO Threshold (Falling)} - 0.1\text{V}$		250 25	400 80	μA μA
UVLO	Undervoltage Lockout Threshold	V_{CC} Rising V_{CC} Falling Hysteresis	● 5.7 ● 5.4	6.5 6.2	7.3 7.0	V V mV
ブートストラップされた電源 (BOOST - TS)						
I_{BOOST}	DC Supply Current Normal Operation UVLO	INP = 0V $V_{BOOST} - V_{TS} < \text{UVLO}_{\text{HS(FALLING)}} - 0.1\text{V}$, $V_{CC} = \text{INP} = 5\text{V}$		110 86	180 170	μA μA

4440fa

電气的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。特に注記がない限り、 $V_{CC} = V_{BOOST} = 12\text{V}$ 、 $V_{TS} = \text{GND} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
UVLO _{HS}	Undervoltage Lockout Threshold	$V_{BOOST} - V_{TS}$ Rising	● 6.75	7.4	7.95	V
		$V_{BOOST} - V_{TS}$ Falling Hysteresis	● 6.25	6.9	7.60	mV

入力信号 (INP)

V_{IH}	High Input Threshold	INP Ramping High	● 1.3	1.6	2	V
V_{IL}	Low Input Threshold	INP Ramping Low	● 0.85	1.25	1.6	V
$V_{IH} - V_{IL}$	Input Voltage Hysteresis			0.350		V
I_{INP}	Input Pin Bias Current			± 0.01	± 2	μA

出力ゲート・ドライバ (TG)

V_{OH}	High Output Voltage	$I_{TG} = -10\text{mA}$, $V_{OH} = V_{BOOST} - V_{TG}$		0.7		V
V_{OL}	Low Output Voltage	$I_{TG} = 100\text{mA}$	●	150	220	mV
I_{PU}	Peak Pull-Up Current		●	1.7	2.4	A
R_{DS}	Output Pull-Down Resistance		●	1.5	2.2	Ω

スイッチング・タイミング

t_r	Output Rise Time	10% – 90%, $C_L = 1\text{nF}$		10		ns
		10% – 90%, $C_L = 10\text{nF}$		100		ns
t_f	Output Fall Time	10% – 90%, $C_L = 1\text{nF}$		7		ns
		10% – 90%, $C_L = 10\text{nF}$		70		ns
t_{PLH}	Output Low-High Propagation Delay		●	30	65	ns
t_{PHL}	Output High-Low Propagation Delay		●	28	65	ns

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に悪影響を与える可能性がある値。

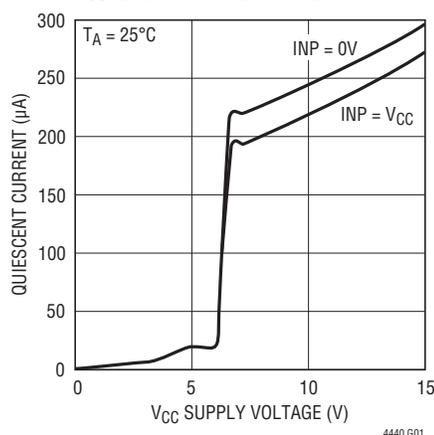
Note 2: LTC4440 は $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ で性能仕様を満たすことを保証。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: T_J は、周囲温度 T_A および電力損失 PD から以下の式で計算される。

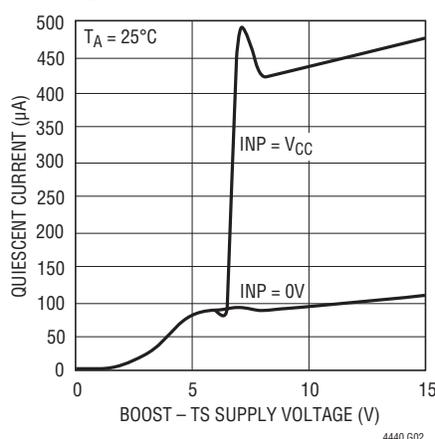
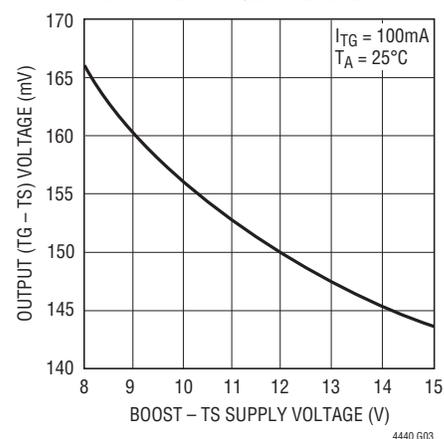
$$T_J = T_A + (PD \cdot \theta_{JA})^\circ\text{C/W}$$

Note 4: MS8E パッケージの露出した裏面を PC ボードに半田付けしないと、熱抵抗が 40°C/W よりもはるかに大きくなる。

標準的性能特性

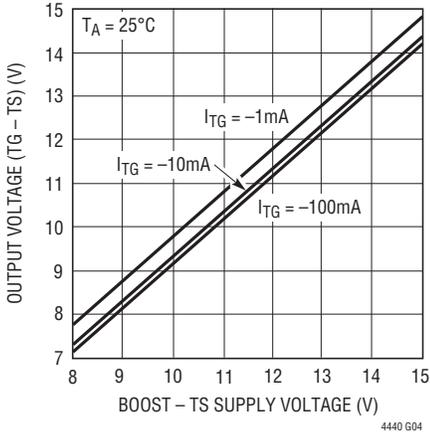
V_{CC} 電源の消費電流と電圧

BOOST – TS 電源の消費電流と電圧

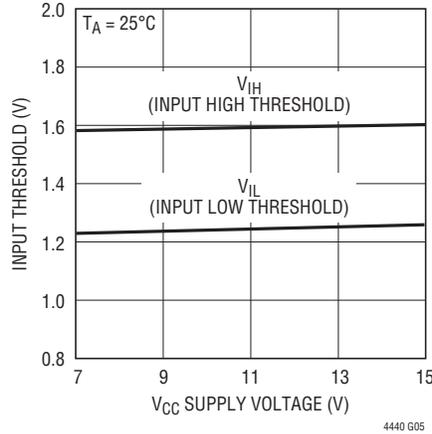
出力“L”電圧 (V_{OL})と電源電圧

標準的性能特性

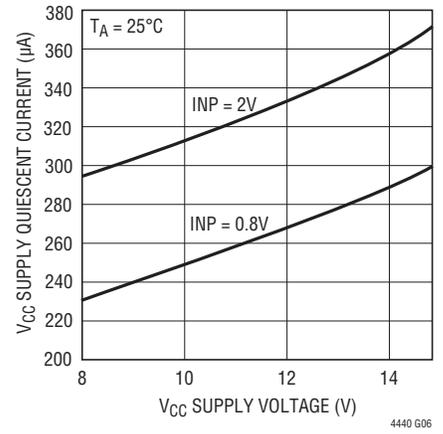
出力“H”電圧 (V_{OH}) と電源電圧



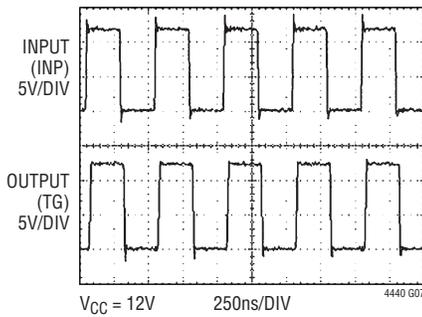
入力スレッシュホールド (INP) と電源電圧



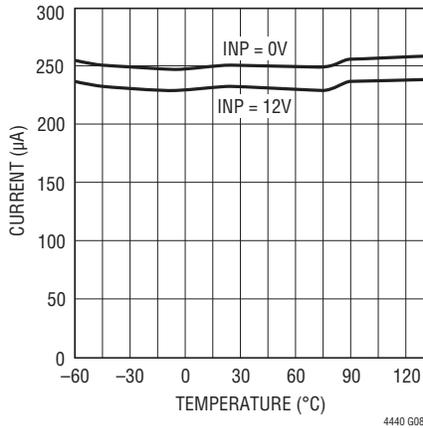
TTL入力レベルにおける V_{CC} 電源電流



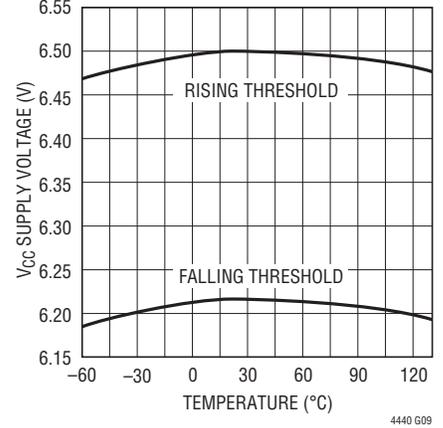
2MHz動作



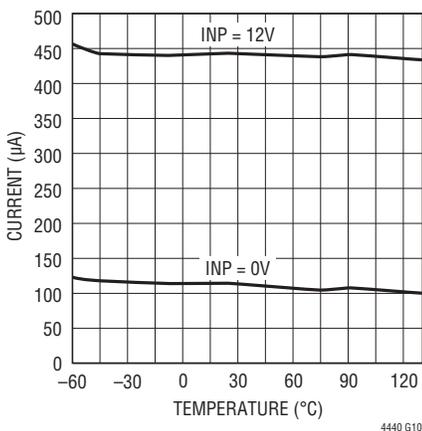
V_{CC} 電源電流 ($V_{CC} = 12\text{V}$) と温度



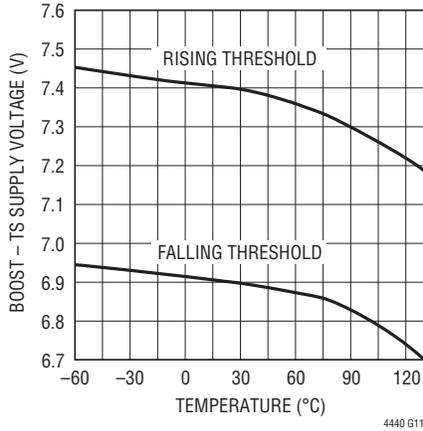
V_{CC} 低電圧ロックアウト・スレッシュホールドと温度



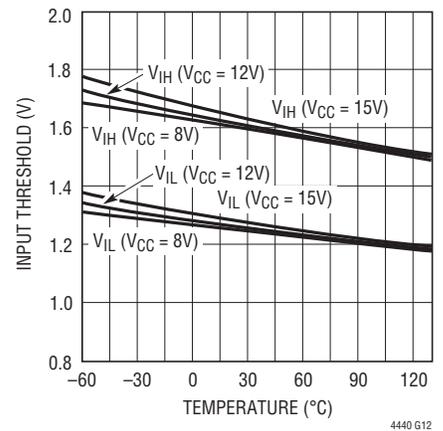
昇圧電源の電流と温度



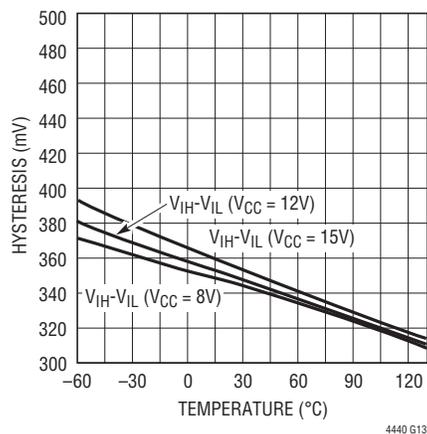
昇圧電源 (BOOST-TS) の低電圧ロックアウト・スレッシュホールドと温度



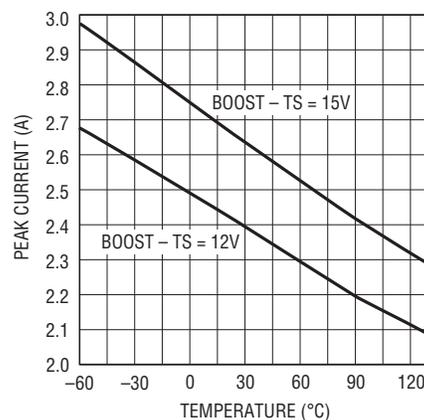
入力スレッシュホールドと温度



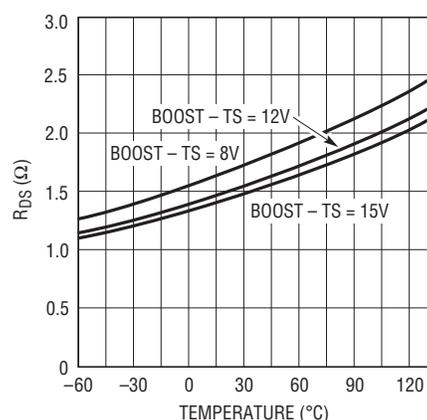
標準的性能特性

入カスレッシュョルドの
ヒステリシスと温度

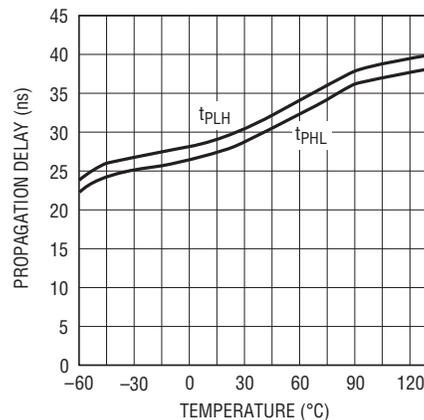
4440 G13

ドライバ(TG)のピーク・プルアップ
電流と温度

4440 G14

出カドライバのプルダウン抵抗と
温度

4440 G15

伝播遅延と温度
(V_{CC} = BOOST = 12V)

4440 G16

ピン機能

SOT-23 パッケージ

V_{CC} (ピン1): チップ電源。このピンは、内部ローサイド回路に電力を供給します。このピンと GND ピン (ピン2) の間に低 ESR のセラミック・バイパス・コンデンサを接続する必要があります。

GND (ピン2): チップ・グランド。

INP (ピン3): 入力信号。GND (ピン2) 基準の TTL/CMOS 互換入力です。

TS (ピン4): トップ (ハイサイド)・ソース接続。

TG (ピン5): 高電流ゲート・ドライバの出力 (トップ・ゲート)。このピンは TS と BOOST の間で振幅します。

BOOST (ピン6): ハイサイドのブートストラップされた電源。このピンと TS (ピン4) の間に外付けコンデンサを接続する必要があります。通常、V_{CC} (ピン1) とこのピンの間にブートストラップ・ダイオードを接続します。このピンでの電圧振幅は V_{CC} - V_D から V_{IN} + V_{CC} - V_D までであり、V_D はブートストラップ・ダイオードの順方向電圧降下です。

4440fa

アプリケーション情報

概要

LTC4440は、低電圧制御信号とハイサイド・ゲート・ドライバ間のトランスを必要とせずにグラウンド基準の低電圧デジタル入力信号を受信して、ドレイン電圧がグラウンドより最大100Vまで上昇する可能性があるハイサイドのNチャネル・パワーMOSFETをドライブすることができます。LTC4440は、通常は入力電源電圧 (V_{IN}) が最大80Vのアプリケーションで動作しますが、入力電源100V、100msの過渡に耐え、過渡時も動作を継続可能です。

LTC4440の強力な出力ドライバにより、遷移時間と共に増加するパワーMOSFETのスイッチング損失が低減されます。LTC4440は、12Vのブートストラップされた電源電圧 $V_{BOOST-TS}$ を使用して、10nsの立上り時間と7nsの立下り時間で、1nFの負荷をドライブできます。

入力段

LTC4440は、低電圧デジタル信号で標準パワーMOSFETをドライブ可能なTTL/CMOS互換入力スレッシュホールドを採用しています。LTC4440には、入力バッファをバイアスする電圧レギュレータが内蔵されているので、入力スレッシュホールド ($V_{IH} = 1.6V$, $V_{IL} = 1.25V$) が V_{CC} の変動に左右されることはありません。 V_{IH} と V_{IL} の間には350mVのヒステリシスがあるので、スイッチング遷移時のノイズによる誤ったトリガが回避されます。ただし、特に高周波数、高電圧のアプリケーションでは、このピンがいかなるノイズもピックアップしないように注意する必要があります。LTC4440の入力バッファは入力インピーダンスが高く入力電流を無視できるので、入力に必要なドライブ回路が簡素化されます。

出力段

LTC4440の出力段の簡易化したものを図3に示します。プルダウン・デバイスはNチャネルMOSFET (N1)、プルアップ・デバイスはNPNバイポーラ接合トランジスタ (Q1) です。出力は、低い方のレール (TS) から正電源レール (BOOST) のNPN V_{BE} ($\sim 0.7V$) まで振幅します。 $R_{DS(ON)}$ がゲート・オーバードライブ電圧 ($V_{GS} - V_{TH}$) に反比例する外付けパワーMOSFETをドライブする際には、この電圧振幅が大きいことが重要になります。

プルダウン (N1) 抵抗が 1.5Ω のとき、LTC4440のピーク・プルアップ (Q1) 電流は2.4Aです。“H” から “L” への信号遷移中にパワーMOSFETのゲート容量を放電するには、N1が低インピーダンスである必要があります。LTC4440によってパ

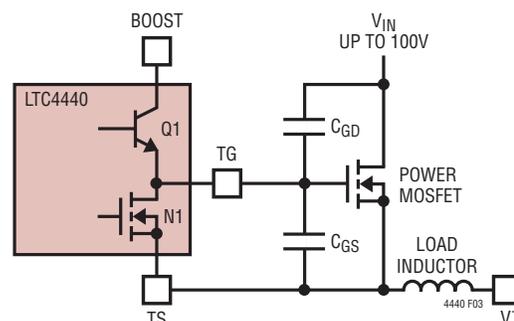


図3: スイッチング時のTGから見た容量

ワーMOSFETのゲートが引き下げられる (N1を介してゲートがソースに対して短絡状態になると、ソース (TS) がその負荷 (インダクタまたはレジスタなど) によって引き下げられます。ソース/ゲート電圧のスルー・レートにより、ゲートドレイン間容量 (C_{GD}) を介してMOSFETのゲートに電流が戻ります。MOSFETドライバに十分なシンク電流容量がない場合 (低出力インピーダンス)、パワーMOSFETの C_{GD} を介する電流がMOSFETをオンに戻してゲートをすぐに引き上げます。

LTC4440を使用してローサイドMOSFETをドライブする場合にも同様のシナリオが存在します。LTC4440によってローサイド・パワーMOSFETのゲートが引き下げられると、ドレイン電圧がその負荷 (インダクタまたはレジスタなど) によって引き上げられます。ドレイン電圧のスルー・レートにより、ゲートドレイン間容量を介してMOSFETのゲートに電流が戻ります。MOSFETドライバに十分なシンク電流能力がない場合 (低出力インピーダンス)、パワーMOSFETの C_{GD} を介する電流がMOSFETをオンに戻してゲートをすぐに引き上げます。

立上り/立下り時間

通常、パワーMOSFETはコンバータでの電力損失の大部分を占めるので、オンやオフを迅速に行うことが重要です。それにより、リニア領域での遷移時間が最小限に抑えられます。LTC4440は、10nsの立上り時間と7nsの立下り時間で、1nFの負荷をドライブできます。

LTC4440の立上り時間および立下り時間は、Q1とN1のピーク電流容量によって決定します。Q1とN1をドライブするプリドライバは非重複の遷移手法を使用し、交差導通電流を最小限に抑えます。N1はQ1がオンする前に完全にオフし、またその逆も同様です。

アプリケーション情報

電力損失

適正な動作と長期に渡る信頼性を確保するため、LTC4440は最大定格を超える温度で動作させてはなりません。パッケージの接合部温度は以下の式で計算できます。

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

ここで、

T_J = 接合部温度

T_A = 周囲温度

PD = 電力損失

θ_{JA} = 接合部-周囲間熱抵抗

電力損失は、以下のようにスタンバイ電力損失とスイッチング電力損失からなります。

$$PD = P_{STDBY} + P_{AC}$$

ここで、

P_{STDBY} = スタンバイ電力損失

P_{AC} = ACスイッチング損失

LTC4440のスタンバイ中の消費電流はごくわずかです。 $V_{CC} = 12V$ および $V_{BOOST-TS} = 12V$ でのDC電力損失は $(250\mu A + 110\mu A)(12V) = 4.32mW$ だけです。

ACスイッチング損失は、出力容量性負荷損失および遷移状態損失からなります。容量性負荷損失は、主にスイッチング時の負荷容量の充電と放電に必要な大きなAC電流に起因します。純粋な容量性負荷 C_{OUT} をドライブする出力ドライバの負荷損失は以下のようになります。

$$\text{負荷容量性電力} = (C_{OUT})(f)(V_{BOOST-TS})^2$$

ドライバ出力から見たパワーMOSFETのゲート容量は、スイッチング時の V_{GS} 電圧レベルに従って変動します。MOSFETの容量性負荷の電力損失は、ゲート電荷 Q_G を使用して計算できます。MOSFETの V_{GS} の値(この場合は V_{CC})に相当する Q_G の値は、製造元の Q_G と V_{GS} の曲線から容易に求めることができます。

$$\text{負荷容量性電力 (MOS)} = (V_{BOOST-TS})(Q_G)(f)$$

遷移状態電力損失は、ドライバの内部ノード容量の充電と放電に必要なAC電流と内部ゲートの交差導通電流の両方に起因します。

低電圧ロックアウト (UVLO)

LTC4440は、 V_{CC} 電源とブートストラップされた電源 $V_{BOOST-TS}$ をモニタするローサイドとハイサイドの低電圧ロックアウト検出器を備えています。 V_{CC} が6.2Vを下回ると、内部バッファがディスエーブルされ、出力ピンOUTがTSにプルダウンされます。 $V_{BOOST-TS}$ が6.9Vを下回ると、OUTがTSにプルダウンされます。両方の電源が低電圧になると、OUTがTSにプルダウンされ、チップが低電流モードに入り、 V_{CC} から約25 μA 、BOOSTから約86 μA の電流が流れます。

バイパスとグラウンド

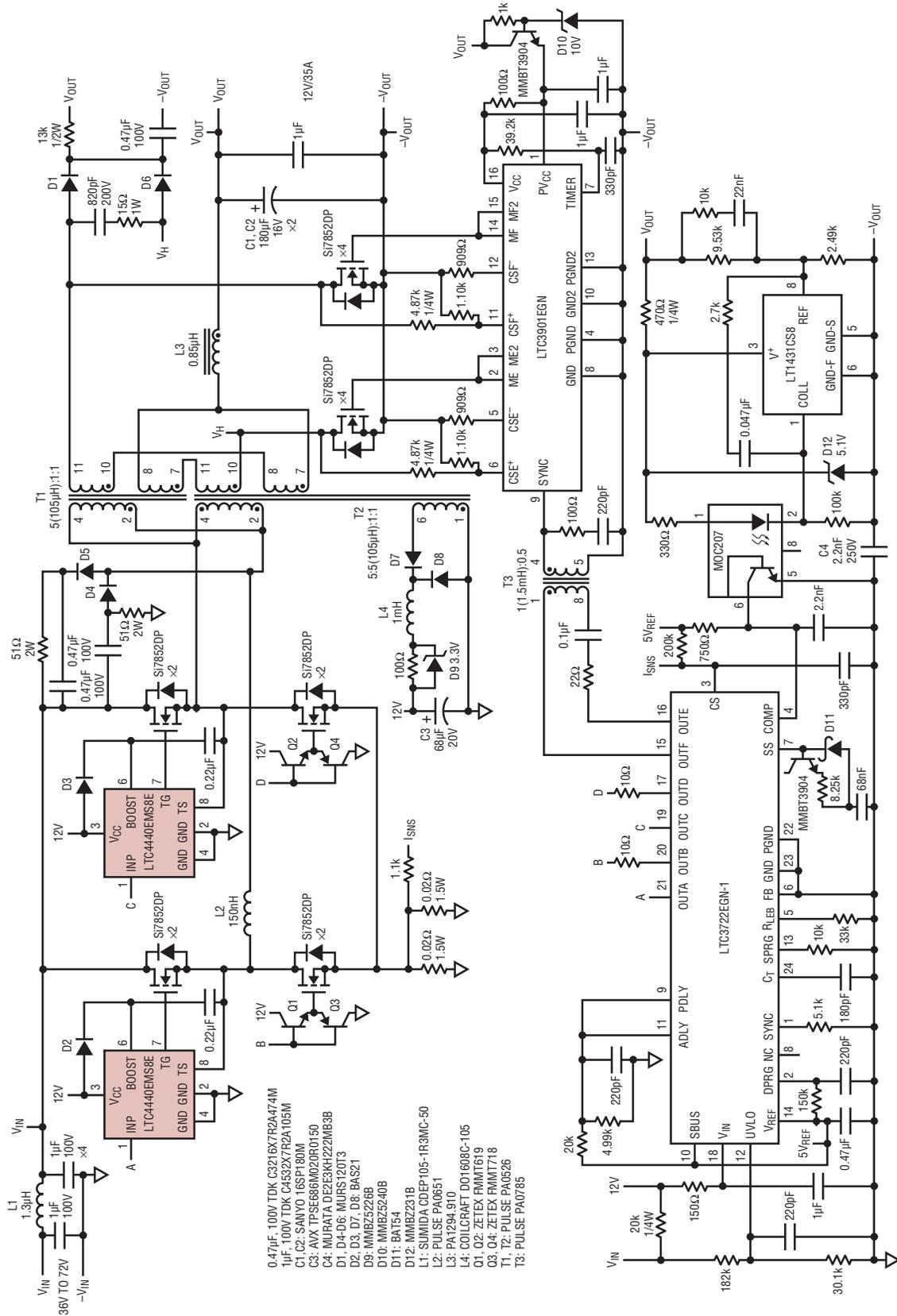
LTC4440では、高速スイッチング(ナノ秒単位)が行われ、大きなAC電流(アンペア単位)が流れるので、 V_{CC} 電源と $V_{BOOST-TS}$ 電源を適正にバイパスする必要があります。不注意な部品配置やPCBトレース配線を行うと、過度なリンギングやアンダーシュート/オーバーシュートが生じる可能性があります。

LTC4440から最適な性能を得るには以下のようにします。

- V_{CC} ピンとGNDピンの間およびBOOSTピンとTSピンの間に、バイパス・コンデンサをできる限り近づけて接続します。リードはできる限り短くしてリード・インダクタンスを低減する必要があります。
- 低インダクタンス、低インピーダンスのグラウンド・プレーンを使用し、あらゆるグラウンドに起因する降下や浮遊容量を低減します。LTC4440は2Aを上回るピーク電流を切り替えるので、グラウンドに起因するいかなる降下が生じても信号の品質が劣化する点に注意してください。
- 電源/グラウンド配線の引き回しを注意深く設計します。大きな負荷のスイッチング電流がどこから入りどこへ流れて行くのかを把握します。入力ピンと出力電力段のグラウンド・リターン・パスは分離させておきます。
- ドライバの出力ピンと負荷の間の銅トレースは、短く幅を広くします。
- MS8Eパッケージを使用する場合、LTC4440パッケージ裏面の露出パッドは必ずボードに半田付けします。2500mm²の1オンス両面銅ボードに正しく半田付けすると、LTC4440の熱抵抗は約40°C/Wになります。パッケージ裏面の露出パッドと銅ボード間の熱接触が良好でないと、40°C/Wよりはるかに大きな熱抵抗になります。

標準的応用例

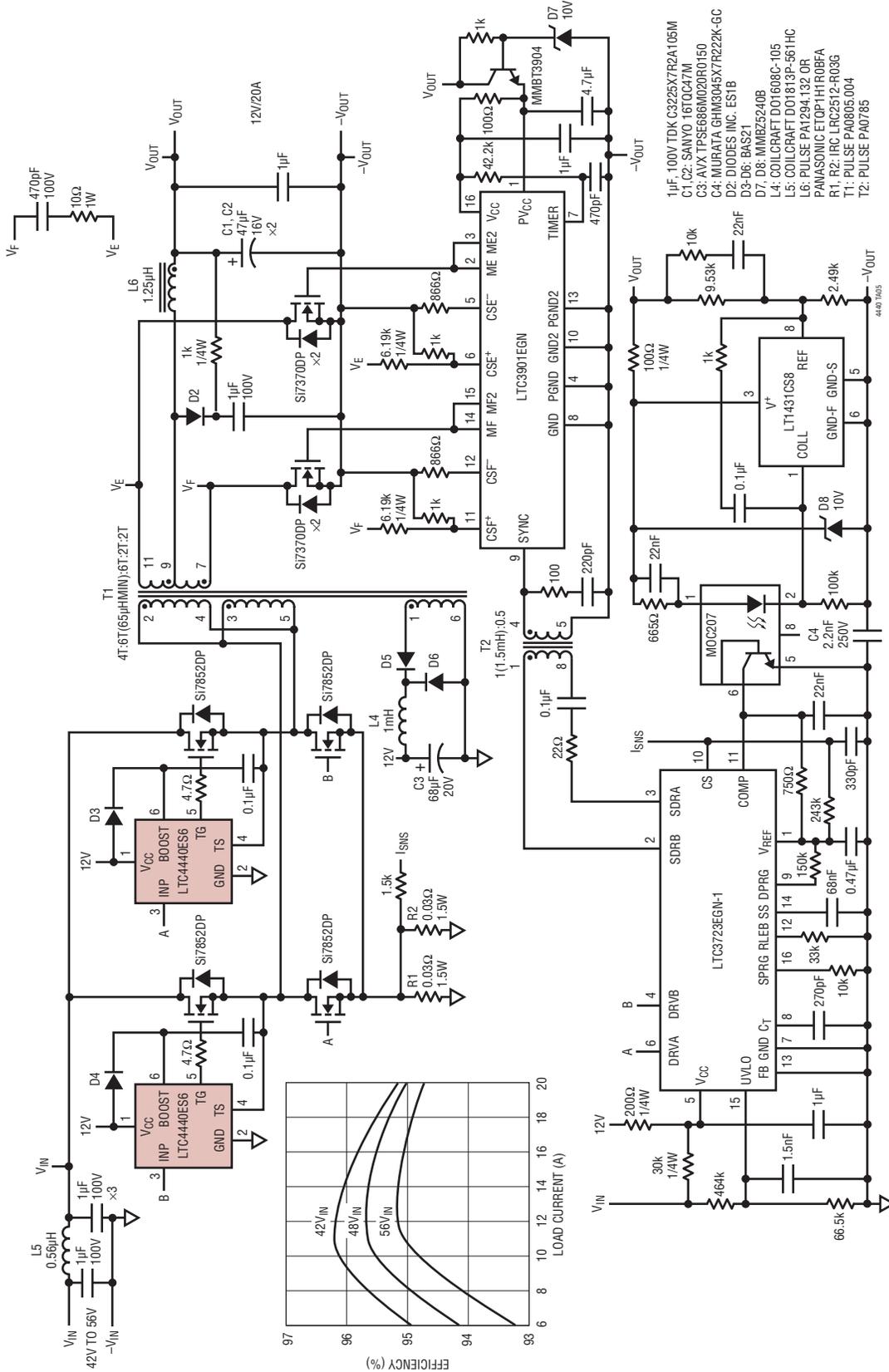
LTC3722/LTC4440による420W、36V~72VIN、12V/35A出力の絶縁フル・ブリッジ電源



4440 TAB

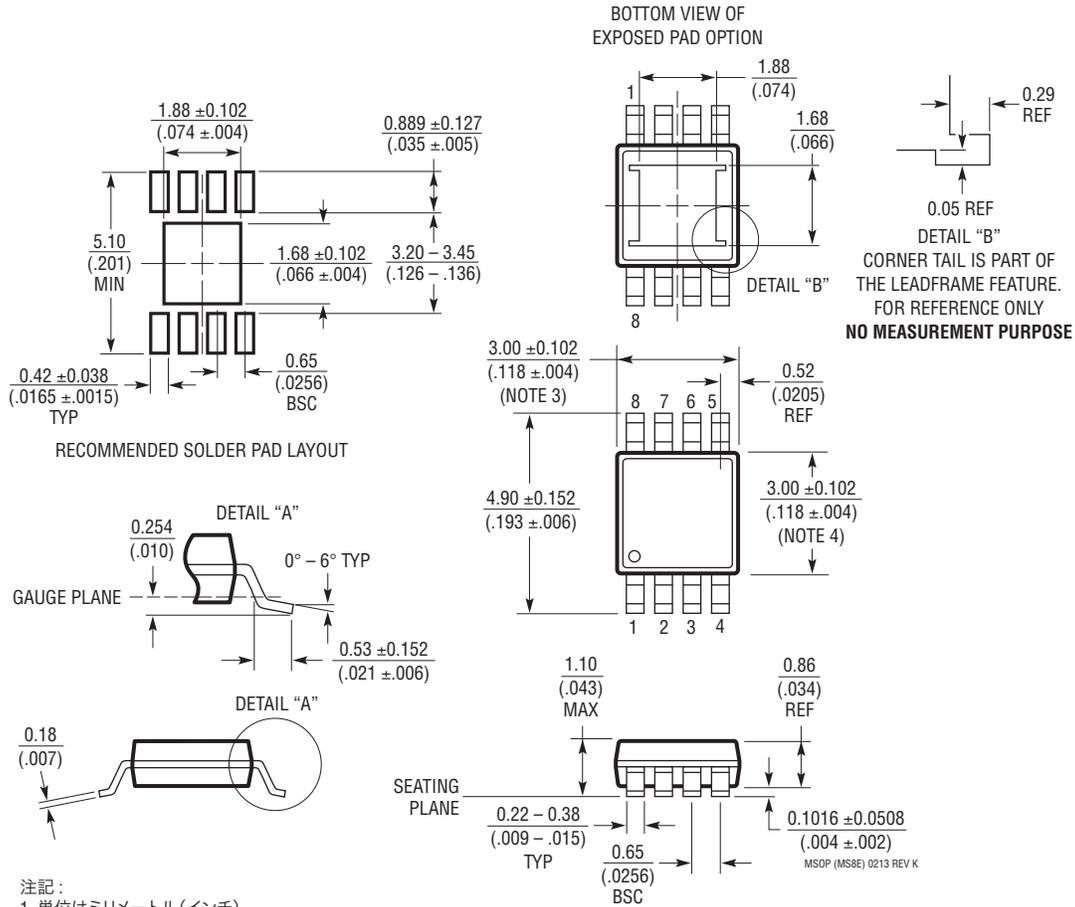
標準的応用例

LTC3723-1による240W、42V~56V_{IN}、12V/20A出力の絶縁型1/4ブリック(2.3"×1.45")



パッケージ

MS8E Package
8-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
 (Reference LTC DWG # 05-08-1662 Rev K)

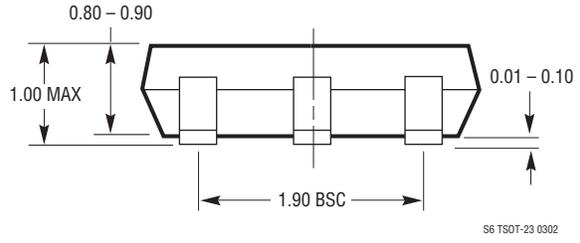
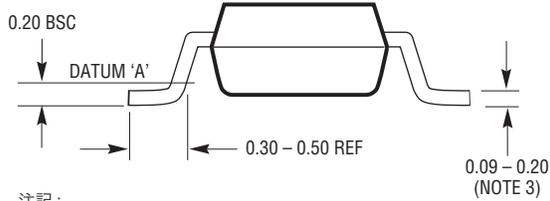
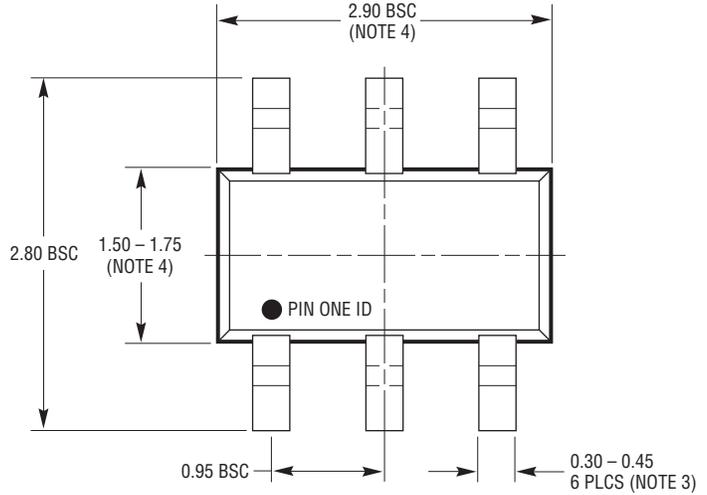
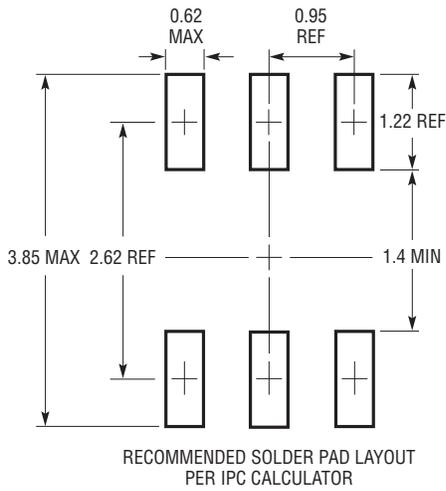


注記:

1. 単位はミリメートル(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 $0.152\text{mm} (.006)$ 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 $0.152\text{mm} (.006)$ を超えないこと
5. リードの平坦度(成形後のリードの底面)は最大 $0.102\text{mm} (.004)$ であること
6. 露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
 露出パッドのモールドのバリは、各サイドで $0.254\text{mm} (.010)$ を超えないこと

パッケージ

S6 Package 6-Lead Plastic TSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1636)



- 注記:
 1. 単位はミリメートル
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 寸法にはメッキを含む
 4. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない
 5. モールドのバリは 0.254mm を超えないこと
 6. JEDEC パッケージ参照番号は MO-193

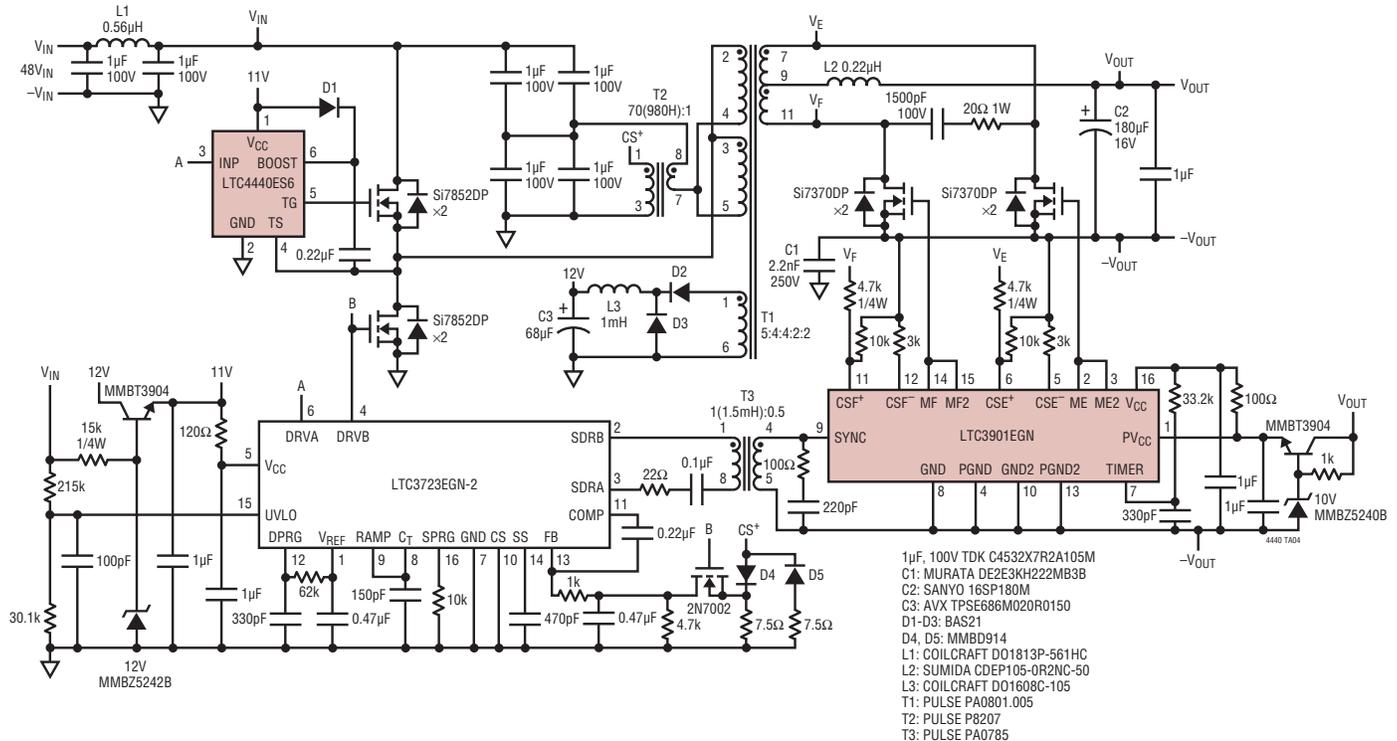
S6 TSOT-23 0302

改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	1013	比較表を追加。	1

標準的応用例

LTC3723-2/LTC4440/LTC3901の240W、42V ~ 56V_{IN}、12V出力の無調整ハーフブリッジコンバータ



関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC1155	チャージ・ポンプ内蔵デュアル・マイクロパワー・ハイ/ローサイド・ドライバ	4.5V ~ 18Vの電源範囲
LT [®] 1161	保護機能付きクワッド・ハイサイドMOSFETドライバ	8V ~ 48Vの電源範囲、 $t_{ON} = 200\mu s$ 、 $t_{OFF} = 28\mu s$
LTC1163	1.8V ~ 6Vのトリプル・ハイサイドMOSFETドライバ	1.8V ~ 6Vの電源範囲、 $t_{ON} = 95\mu s$ 、 $t_{OFF} = 45\mu s$
LT1339	高電力同期整流式DC/DCコントローラ	最大60Vの電流モード動作、デュアルNチャネル同期整流式ドライブ
LTC1535	絶縁RS485トランシーバ	ライン・トランシーバとロジック・レベル・インタフェースの間に2500V _{RMS} の絶縁
LTC1693ファミリ	高速デュアルMOSFETドライバ	1.5Aのピーク出力電流、 $4.5V \leq V_{IN} \leq 13.2V$
LT3010/LT3010-5	50mA、3V ~ 80V低損失マイクロパワー・レギュレータ	低消費電流(30μA)、小型(1μF)セラミック・コンデンサで安定
LT3430	高電圧、3A、200kHz降圧スイッチング・レギュレータ	最大60Vの入力電圧、0.1Ωのパワー・スイッチ内蔵、電流モード・アーキテクチャ、16ピン露出パッドTSSOPパッケージ
LTC3722-1/LTC3722-2	同期整流式デュアル・モード・位相変調フル・ブリッジ・コントローラ	適応型ゼロ電圧スイッチング、高出力電力レベル(キロワット単位まで)
LTC3723-1/LTC3723-2	同期整流式プッシュプルPWMコントローラ	電流モードまたは電圧モードのプッシュプル・コントローラ
LTC3900	フォワード・コンバータ用の同期整流器ドライバ	プログラム可能なタイム・アウト、逆インダクタ電流の検知
LTC3901	プッシュプルおよびフル・ブリッジ・コンバータ用の2次側同期ドライバ	プログラム可能なタイム・アウト、逆インダクタ電流の検知
LTC4441	6A MOSFETドライバ	5V ~ 8Vで調整可能なゲート・ドライブ、 $5V \leq V_{IN} \leq 28V$