

特長

- 完全なスイッチ・モード電源
- 広い入力電圧範囲: 4.5V ~ 28V
- 出力電流: 10A (DC)、12A (ピーク値)
- 20A 出力電流用に並列接続した2個のμModule™ DC/DC コンバータ
- 出力電圧範囲: 0.6V ~ 5V
- 出力電圧レギュレーション: 1.5%
- 超高速トランジェント応答
- 電流モード制御
- -55°C ~ 125°C の動作温度範囲 (LTM4600HVMPV)
- 金パッド仕上げの (e4) RoHS 準拠パッケージ
- 最大 92% の効率
- プログラム可能なソフトスタート
- 出力過電圧保護
- オプションの短絡シャットダウン・タイマ
- フットプリントが小さく、高さの低い (15mm × 15mm × 2.82mm) LGA パッケージ

アプリケーション

- 通信機器およびネットワーク機器
- 軍用システムおよび航空電子工学システム
- 産業用機器
- ポイントオプロード・レギュレーション
- サーバ

概要

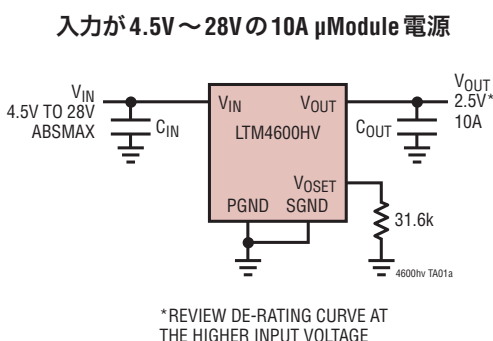
LTM[®]4600HV は完全な 10A、DC/DC 降圧電源で、最大 28V の入力で動作します。スイッチング・コントローラ、パワー FET、インダクタ、およびすべての支持部品がパッケージに搭載されています。LTM4600HV は 4.5V ~ 28V の入力電圧範囲で動作し、1 個の抵抗で設定される 0.6V ~ 5V の出力電圧範囲をサポートします。この高効率デザインは連続で 10A (ピークで 12A) の電流を供給し、電力仕様を満たすのにヒートシンクやエアフローを必要としません。設計を完了するために必要なのは、入力と出力のバルク・コンデンサだけです。

高さの低いパッケージ (2.82mm) なので、プリント回路基板裏面の未使用スペースを利用して、高密度のポイントオプロード・レギュレーションに使用できます。高いスイッチング周波数と適型オン時間電流モード・アーキテクチャにより、安定性を損なうことなく入力および負荷の変動に対するきわめて高速なトランジェント応答が可能です。フォルト保護機能として、無効にできるシャットダウン・タイマ付きの過電圧保護と短絡保護が内蔵されています。内蔵されているソフトスタート・タイマは小さなコンデンサで調節することができます。

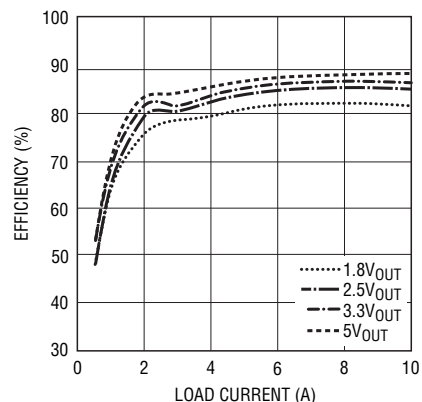
LTM4600HV は小型で (15mm × 15mm) 高さの低い (2.82mm) オーバーモールドのランドグリッドアレイ (LGA) パッケージで供給されます。これは標準的な表面実装装置による自動アセンブリに適しています。LTM4600HV は RoHS に準拠しています。

LT、LT、LTC、LTM、μModule および OPTI-LOOP はリ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



効率と負荷電流 (24V_{IN} (FCB = 0))



4600HV TA01b

4600HVfe

LTM4600HV

絶対最大定格

(Note 1)

FCB、EXTV_{CC}、PGOOD、RUN/SS、V_{OUT}.....-0.3V~6V

V_{IN}、SV_{IN}、f_{ADJ}.....-0.3V~28V

V_{OSET}、COMP.....-0.3V~2.7V

動作温度範囲 (Note 2)

E、I グレード-40°C~85°C

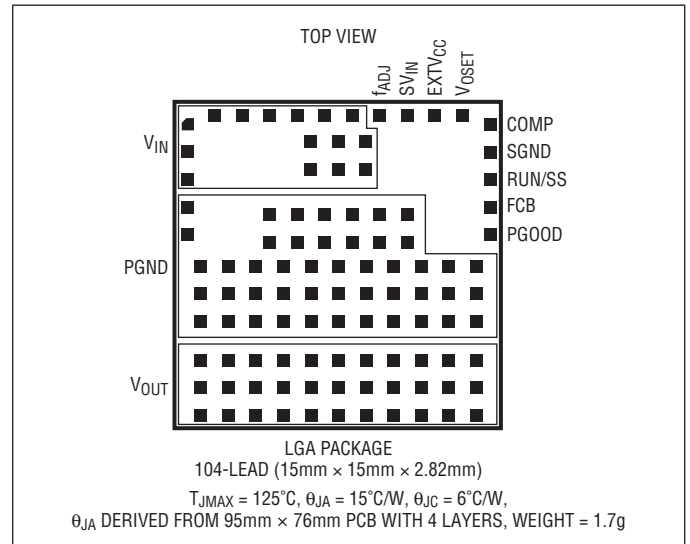
MP グレード.....-55°C~125°C

接合部温度.....125°C

保存温度範囲.....-48°C~125°C

リフロー (ピーク・ボディ) 温度.....245°C

ピン配置



発注情報

製品番号	パッド/ボール仕上げ	製品マーキング		パッケージ	MSL レーティング	温度範囲 (Note 2)
		デバイス	コード			
LTM4600HVEV#PBF	Au (RoHS)	LTM4600HVEV	e4	LGA	3	-40°C to 85°C
LTM4600HVIV#PBF		LTM4600HVIV				-40°C to 85°C
LTM4600HVMPV#PBF		LTM4600HVMPV				-55°C to 125°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。*パッド/ボール仕上げのコードは、IPC/JEDEC J-STD-609による。
- 端子仕上げの製品マーキング: www.linear-tech.co.jp/leadfree

- 推奨される LGA/BGA の PCB アセンブリおよび製造方法: www.linear-tech.co.jp/umodule/pcbassembly
- LGA/BGA パッケージおよびトレイ図面: www.linear-tech.co.jp/packaging

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的アプリケーション(表紙)の構成で外部 $C_{IN} = 120\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 200\mu\text{F}$ のセラミック。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN(DC)}$	Input DC Voltage	Abs Max 28V for Tolerance on 24V Inputs	●	4.5		28	V
$V_{OUT(DC)}$	Output Voltage	FCB = 0V $V_{IN} = 5\text{V}$ or 12V , $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$	●	1.478 1.470	1.50 1.50	1.522 1.530	V V

入力の仕様

$V_{IN(UVLO)}$	Under Voltage Lockout Threshold	$I_{OUT} = 0\text{A}$			3.4	4	V
$I_{INRUSH(VIN)}$	Input Inrush Current at Startup	$I_{OUT} = 0\text{A}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, FCB = 0 $V_{IN} = 5\text{V}$ $V_{IN} = 12\text{V}$ $V_{IN} = 24\text{V}$			0.6 0.7 0.8		A A A
$I_Q(VIN)$	Input Supply Bias Current	$I_{OUT} = 0\text{A}$, EXT V_{CC} Open $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, FCB = 5V $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, FCB = 0V $V_{IN} = 24\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$, FCB = 5V $V_{IN} = 24\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$, FCB = 0V Shutdown, RUN = 0.8V, $V_{IN} = 12\text{V}$			1.2 42 1.8 36 35	75	mA mA mA mA μA
Min On Time					100		ns
Min Off Time					400		ns
$I_S(VIN)$	Input Supply Current	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 10\text{A}$ $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $I_{OUT} = 10\text{A}$ $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 10\text{A}$ $V_{IN} = 24\text{V}$ to 3.3V at 10A , EXT $V_{CC} = 5\text{V}$			1.52 3.13 3.64 1.6		A A A A

出力の仕様

I_{OUTDC}	Output Continuous Current Range (See Output Current Derating Curves for Different V_{IN} , V_{OUT} and T_A)	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ $V_{IN} = 24\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ (Note 3)		0 0		10 10	A A
$\frac{\Delta V_{OUT(LINE)}}{V_{OUT}}$	Line Regulation Accuracy	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$. FCB = 0V, $I_{OUT} = 0\text{A}$, $V_{IN} = 4.5\text{V}$ to 28V	●		0.15	0.3	%
$\frac{\Delta V_{OUT(LOAD)}}{V_{OUT}}$	Load Regulation Accuracy	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$. FCB = 0V, $I_{OUT} = 0\text{A}$ to 10A $V_{IN} = 5\text{V}$ $V_{IN} = 12\text{V}$ (Notes 4, 5)	●			± 1 ± 1.5	% %
$V_{OUT(AC)}$	Output Ripple Voltage	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, FCB = 0V, $I_{OUT} = 0\text{A}$			10	15	mV _{P-P}
fs	Output Ripple Voltage Frequency	FCB = 0V, $I_{OUT} = 5\text{A}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$			850		kHz
t _{START}	Turn-On Time	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 1\text{A}$ $V_{IN} = 12\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$			0.5 0.7		ms ms
ΔV_{OUTLS}	Voltage Drop for Dynamic Load Step	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, Load Step: $0\text{A}/\mu\text{s}$ to $5\text{A}/\mu\text{s}$ $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V, $470\mu\text{F}$ 4V POSCAP, See Table 2			36		mV
t _{SETTLE}	Settling Time for Dynamic Load Step $V_{IN} = 12\text{V}$	Load: 10% to 90% to 10% of Full Load			25		μs
I_{OUTPK}	Output Current Limit	Output Voltage in Foldback $V_{IN} = 24\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$ $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$			17 17 17		A A A

LTM4600HV

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的アプリケーション(表紙)の構成で外部 $C_{IN} = 120\mu\text{F}$ 、 $C_{OUT} = 200\mu\text{F}$ のセラミック。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
制御段							
V_{OSET}	Voltage at V_{OSET} Pin	$I_{OUT} = 0\text{A}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$	●	0.591 0.594	0.6 0.6	0.609 0.606	V V
$V_{RUN/SS}$	RUN ON/OFF Threshold			0.8	1.5	2	V
$I_{RUN(C)/SS}$	Soft-Start Charging Current	$V_{RUN/SS} = 0\text{V}$		-0.5	-1.2	-3	μA
$I_{RUN(D)/SS}$	Soft-Start Discharging Current	$V_{RUN/SS} = 4\text{V}$		0.8	1.8	3	μA
$V_{IN} - SV_{IN}$		$EXTV_{CC} = 0\text{V}$, $FCB = 0\text{V}$			100		mV
I_{EXTVCC}	Current into $EXTV_{CC}$ Pin	$EXTV_{CC} = 5\text{V}$, $FCB = 0\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$			16		mA
R_{FBHI}	Resistor Between V_{OUT} and V_{OSET} Pins				100		$\text{k}\Omega$
V_{FCB}	Forced Continuous Threshold			0.57	0.6	0.63	V
I_{FCB}	Forced Continuous Pin Current	$V_{FCB} = 0.6\text{V}$			-1	-2	μA
PGOOD出力							
ΔV_{OSETH}	PGOOD Upper Threshold	V_{OSET} Rising		7.5	10	12.5	%
ΔV_{OSETL}	PGOOD Lower Threshold	V_{OSET} Falling		-7.5	-10	-12.5	%
$\Delta V_{OSET(HYS)}$	PGOOD Hysteresis	V_{OSET} Returning			2		%
V_{PGL}	PGOOD Low Voltage	$I_{PGOOD} = 5\text{mA}$			0.15	0.4	V

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超す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。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可能性がある。

Note 2: LTM4600HVEは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 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。LTM4600HVIは $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証されている。LTM4600HVMPは $-55^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の温度範囲で保証され、テストされている。

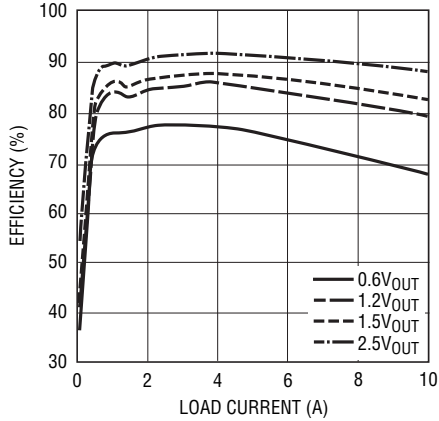
Note 3: 高温での出力電流のディレーティングについては、「熱に関する検討事項と出力電流のディレーティング」セクションを参照。

Note 4: テストでは、温度に対する電流のディレーティングが仮定されている。

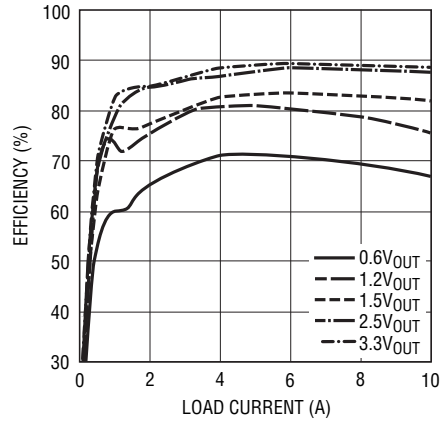
Note 5: 相関により保証されている。

標準的性能特性 (すべての曲線について図21を参照)

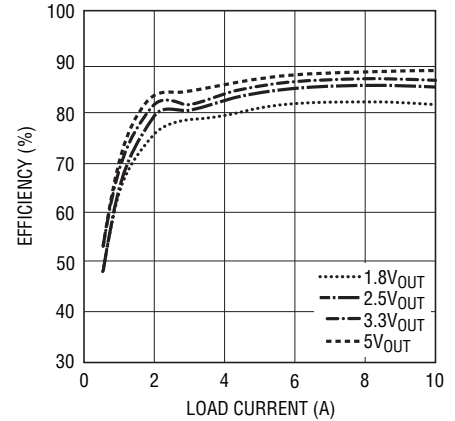
効率と負荷電流 (5V_{IN} (FCB = 0))



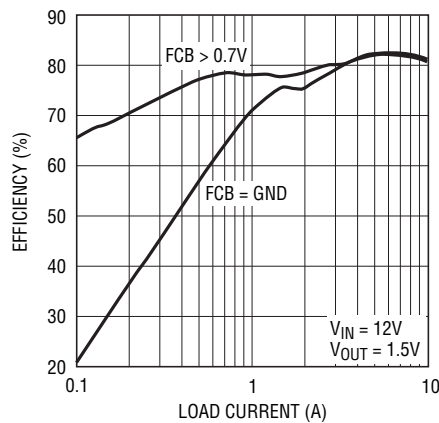
効率と負荷電流 (12V_{IN} (FCB = 0))



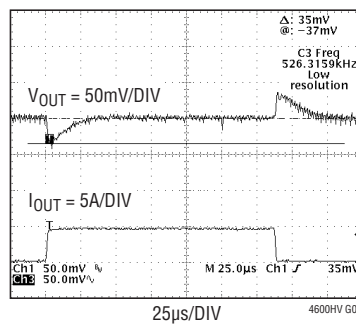
効率と負荷電流 (24V_{IN} (FCB = 0))



効率と負荷電流 (異なるFCBの設定)

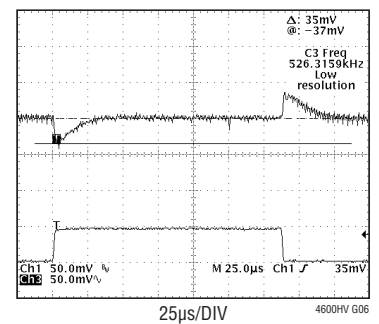


1.2V 過渡応答



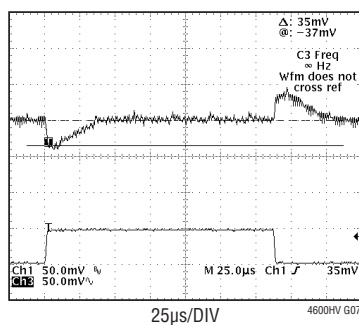
1.2V AT 5A/ μ S LOAD STEP
 $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V CERAMICS
 470 μF 4V SANYO POSCAP
 $C3 = 100\text{pF}$

1.5V 過渡応答



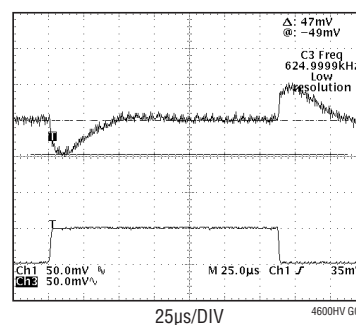
1.5V AT 5A/ μ S LOAD STEP
 $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V CERAMICS
 470 μF 4V SANYO POSCAP
 $C3 = 100\text{pF}$

1.8V 過渡応答



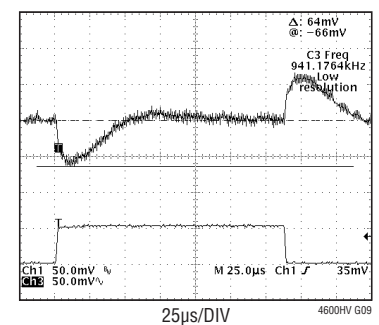
1.8V AT 5A/ μ S LOAD STEP
 $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V CERAMICS
 470 μF 4V SANYO POSCAP
 $C3 = 100\text{pF}$

2.5V 過渡応答



2.5V AT 5A/ μ S LOAD STEP
 $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V CERAMICS
 470 μF 4V SANYO POSCAP
 $C3 = 100\text{pF}$

3.3V 過渡応答

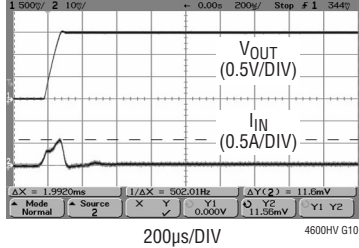


3.3V AT 5A/ μ S LOAD STEP
 $C_{OUT} = 3 \cdot 22\mu\text{F}$ 6.3V CERAMICS
 470 μF 4V SANYO POSCAP
 $C3 = 100\text{pF}$

LTM4600HV

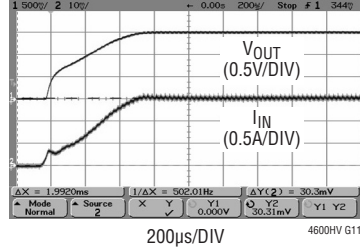
標準的性能特性 (すべての曲線について図21を参照)

スタートアップ、 $I_{OUT} = 0A$



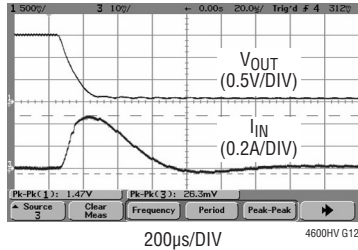
$V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $C_{OUT} = 200\mu F$
 NO EXTERNAL SOFT-START CAPACITOR

スタートアップ、 $I_{OUT} = 10A$
 (抵抗性負荷)



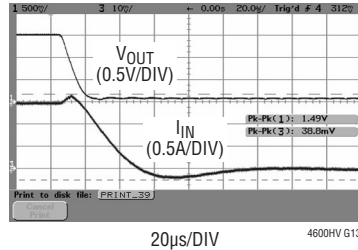
$V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $C_{OUT} = 200\mu F$
 NO EXTERNAL SOFT-START CAPACITOR

短絡保護、 $I_{OUT} = 0A$



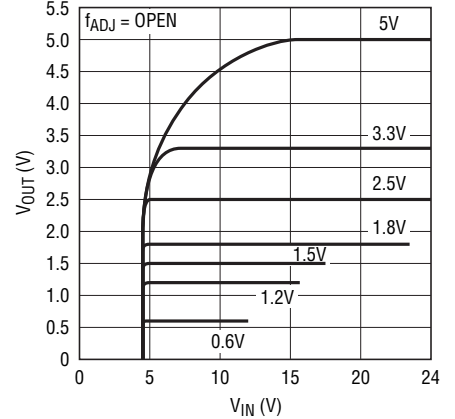
$V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $C_{OUT} = 2 \times 200\mu F / X5R$
 NO EXTERNAL SOFT-START CAPACITOR

短絡保護、 $I_{OUT} = 10A$



$V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $C_{OUT} = 2 \times 200\mu F / X5R$
 NO EXTERNAL SOFT-START CAPACITOR

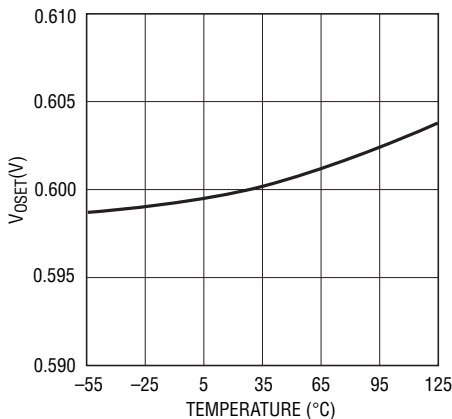
V_{IN} から V_{OUT} への降圧比



SEE FREQUENCY ADJUSTMENT DISCUSSION FOR $12V_{IN}$ TO $5V_{OUT}$ AND $5V_{IN}$ TO $3.3V_{OUT}$ CONVERSION

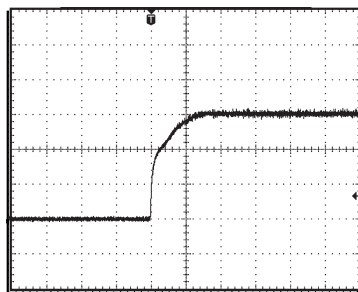
4600HV G14

V_{OSET} と温度



4600HV G15

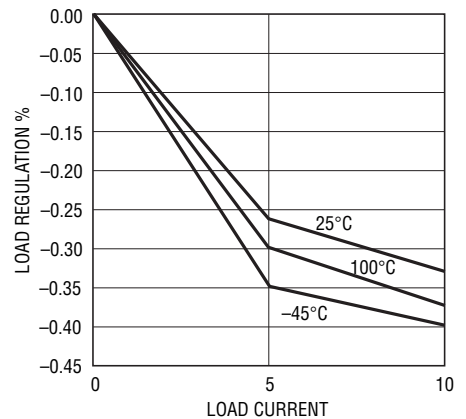
スタートアップ波形、 $T_A = -55^\circ C$



$V_{IN} = 12V$
 $V_{OUT} = 1.5V$
 $I_{OUT} = 10A$

4600HV G16

12V入力負荷レギュレーションと温度



4600HV G17

ピン機能 (ピン配置については「パッケージ」を参照)

V_{IN} (バンク1) : 電源入力ピン。これらのピンと GND ピンのあいだに入力電圧を加えます。入力デカップリング・コンデンサは V_{IN} ピンと GND ピンのあいだに直接配置することを推奨します。

f_{ADJ} (ピン A15) : V_{IN} からこのピンに接続された 110k 抵抗により、ワンショット・タイマの電流が設定され、それによってスイッチング周波数が設定されます。LTM4600HV のスイッチング周波数は標準 850kHz です。グラウンドに接続する外付け抵抗を選択してワンショット・タイマの電流を減らすことにより、スイッチング周波数を下げて、デューティ・サイクルの高い降圧条件に適應させることができます。「アプリケーション」のセクションを参照してください。

SV_{IN} (ピン A17) : 内部 PWM コントローラ用電源。このピンはオープンのままにするか、デカップリング・コンデンサを追加します。

EXTV_{CC} (ピン A19) : コントローラ用外部 5V 電源ピン。オープンまたは接地したままにすると、内部 5V リニア・レギュレータがコントローラと MOSFET ドライバに給電します。入力電圧が高いアプリケーションでは、このピンを外部 5V に接続すると電源モジュールの電力損失が減少します。EXTV_{CC} の電圧は決して V_{IN} を超えないようにします。

VOSET (ピン A21) : 誤差アンプの負入力。このピンは内部で精密 100k 抵抗を介して V_{OUT} に接続されています。VOSET ピンと SGND ピンのあいだに抵抗を追加して、異なった出力電圧をプログラムすることができます。

COMP (ピン B23) : 電流制御スレッシュホールドおよび誤差アンプの補償点。電流コンパレータのスレッシュホールドはこの制御電圧に応じて増加します。電圧範囲は 0V ~ 2.4V で、0.8V がゼロ・センス電圧(ゼロ電流)に対応します。

SGND (ピン D23) : 信号グラウンド・ピン。すべての小信号用部品はこのグラウンドに接続し、このグラウンド自身は PGND に一点接続します。

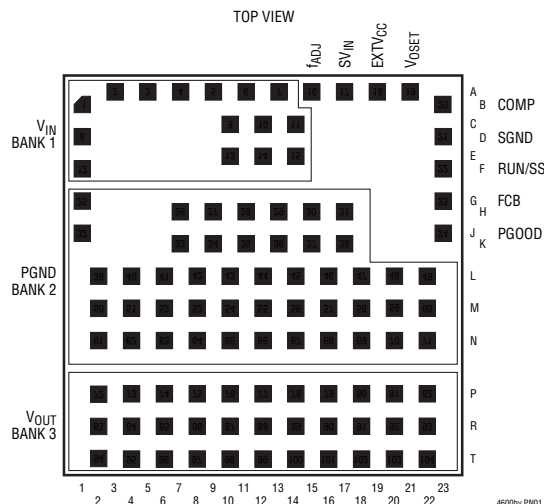
RUN/SS (ピン F23) : 実行制御とソフトスタート制御。このピンを 0.8V より下に強制すると、電源がシャットダウンします。電源モジュールの内部には 1000pF のコンデンサがあり、200μF の出力容量では約 0.7ms のソフトスタート時間を与えます。RUN/SS ピンと SGND ピンのあいだにコンデンサを追加してソフトスタート時間を長くすることができます。このピンと V_{IN} ピンのあいだに抵抗を追加して内部の短絡ラッチオフをディスエーブルすることができます。この抵抗は最小 5μA のプルアップ電流を供給する必要があります。RUN/SS ピンにはグラウンドへの 6V ツェナー・ダイオードが内蔵されています。

FCB (ピン G23) : 強制連続入力。このピンを接地すると、負荷状態に関係なく、強制連続モード動作がイネーブルされます。このピンを 0.63V より高い電圧に接続すると、不連続導通モードがイネーブルされ、軽負荷での高効率動作が実現されます。FCB ピンと SGND ピンのあいだには 4.75K の内部抵抗があります。

PGOOD (ピン J23) : 出力電圧パワーグッド・インジケータ。出力電圧が公称電圧の 10% 以内のとき、PGOOD はオープン・ドレイン出力です。それ以外、このピンはグラウンドに引き下げられます。

PGND (バンク2) : 入力リターンと出力リターンの両方の電源グラウンド・ピン。

V_{OUT} (バンク3) : 電源出力ピン。これらのピンと GND ピンのあいだに出力負荷を接続します。高周波用出力デカップリング・コンデンサをこれらのピンと GND ピンのあいだに直接配置することを推奨します。



4600hvfe

LTM4600HV

簡略ブロック図

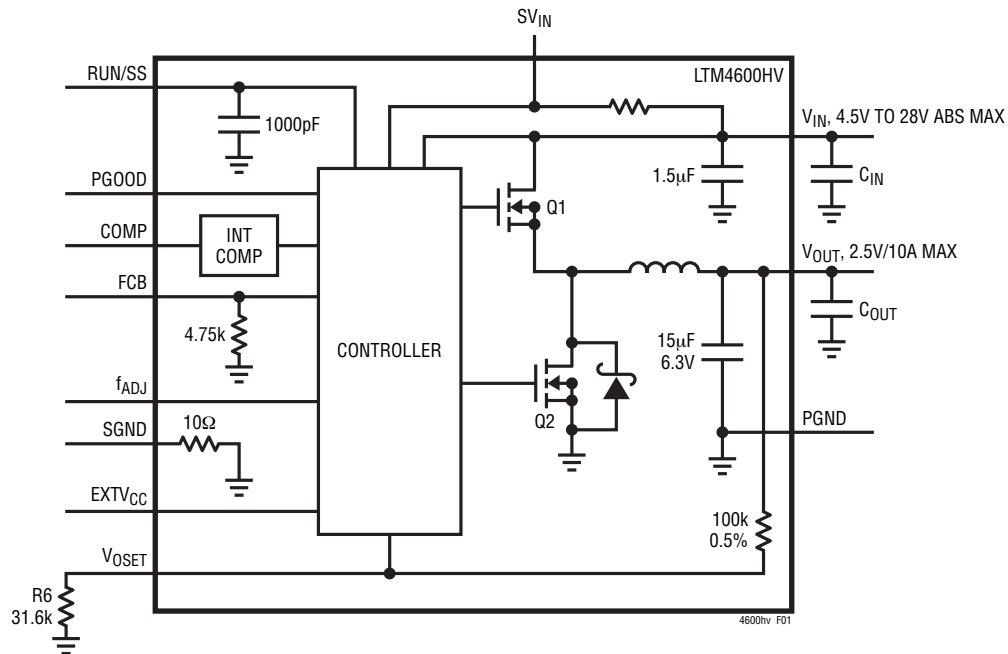


図1. LTM4600HVの簡略ブロック図

デカップリングの要件 $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{IN} = 12\text{V}$ 。図1の構成を使用。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
C_{IN}	External Input Capacitor Requirement ($V_{IN} = 4.5\text{V to } 28\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$)	$I_{OUT} = 10\text{A}$, 2x 10 μF 35V Ceramic Taiyo Yuden GDK316BJ106ML	20			μF
C_{OUT}	External Output Capacitor Requirement ($V_{IN} = 4.5\text{V to } 28\text{V}$, $V_{OUT} = 2.5\text{V}$)	$I_{OUT} = 10\text{A}$, Refer to Table 2 in the アプリケーション情報 Section	100	200		μF

動作

μModule の概要

LTM4600HV はスタンドアロン非絶縁型同期式スイッチング DC/DC 電源です。入力と出力に外付けのバルク・コンデンサを使うだけで、最大 10A の DC 出力電流を供給することができます。このモジュールは、1 個の外付け抵抗によってプログラム可能な $0.6V_{DC} \sim 5.0V_{DC}$ の精密に安定化された出力電圧を供給します。入力電圧範囲は $4.5V \sim 28V$ です。簡略ブロック図を図 1 に、標準的応用回路を図 21 に示します。

LTM4600HV には LTC の固定オン時間電流モード・レギュレータ IC と、高速スイッチング速度のショットキー・ダイオードを一体化した超低 $R_{DS(ON)}$ の FET が含まれています。最大負荷でのスイッチング周波数は標準 850kHz です。電流モード制御と内部帰還ループ補償により、広い範囲の動作条件と、すべてがセラミック (拡張温度範囲の場合は、X5R または X7R) の出力コンデンサであっても、広い範囲の出力コンデンサで、LTM4600HV モジュールは十分な安定性のマージンと十分な過渡性能を備えています。

電流モード制御により、各サイクルごとに高速電流制限がおこなわれます。さらに、 V_{OSET} が下がっているあいだ過電流状態でフォールドバック電流制限をおこないます。また、LTM4600HV には無効にできる短絡ラッチオフが備わっています。内蔵されている過電圧コンパレータと低電圧コンパレータは、出力帰還電圧がレギュレーション・ポイントの上下 $\pm 10\%$ のウィンドウを外れると、オープン・ドレインの PGOOD 出力を“L”に引き下げます。さらに、過電圧状態では内部トップ FET Q1 がオフし、ボトム FET Q2 がオンして過電圧状態が解消するまでオン状態に保たれます。

RUN/SS ピンを“L”に引き下げると、コントローラをシャットダウン状態に強制して、Q1 と Q2 の両方をオフします。このピンを解放すると、内部の $1.2\mu A$ 電流源がソフトスタート・コンデンサを充電することができます。この電圧が $1.5V$ に達すると、コントローラがオンしてスイッチングを開始します。

モジュールは負荷電流が低いとき既定では連続電流モードで動作して、出力電圧リップルを最小にします。FCB ピンを $0.8V$ より上 (ただし $6V$ を超えない) に引き上げると、軽負荷時の効率を上げるため、モジュールを不連続電流モードで動作するようにプログラムすることができます。FCB ピンにはグラウンドに接続された $4.75k$ の抵抗が備わっているため、抵抗を V_{IN} に接続して FCB ピンの電圧を設定することができます。

EXTV_{CC} ピンが接地されるかオープン状態のとき、内蔵 $5V$ リニア・レギュレータがコントローラと MOSFET ゲート・ドライバに給電します。最小 $4.7V$ の外部バイアス電源が EXTV_{CC} ピンに与えられると、内部レギュレータがオフし、内部スイッチが EXTV_{CC} をゲート・ドライバの電圧に接続します。これにより、高い入力電圧でのリニア・レギュレータの電力損失が除去され、コントローラに対する熱ストレスが減少します。EXTV_{CC} ピンの最大電圧は $6V$ です。EXTV_{CC} の電圧は決して V_{IN} の電圧を超えないようにします。また、EXTV_{CC} は V_{IN} より後に印加します。μModule 内の温度を下げるため、 $24V$ 動作には推奨します。

アプリケーション情報

LTM4600HVの標準的応用回路を図21に示します。外付け部品の選択は主に最大負荷電流と出力電圧によって決まります。

出力電圧のプログラミングとマーージニング

LTM4600HVのPWMコントローラには0.6V±1%の内部リファレンス電圧が備わっています。ブロック図に示されているように、100k/0.5%の内部帰還抵抗がV_{OUT}ピンとV_{OSET}ピンを接続しています。V_{OSET}ピンからSGNDピンに抵抗R_{SET}を追加して出力電圧を設定します。

$$V_0 = 0.6V \cdot \frac{100k + R_{SET}}{R_{SET}}$$

標準的出力電圧に対応する1%R_{SET}抵抗の標準値を表1に示します。

表1.

R _{SET} (kΩ)	Open	100	66.5	49.9	43.2	31.6	22.1	13.7
V _O (V)	0.6	1.2	1.5	1.8	2	2.5	3.3	5

電圧マーージニングは、負荷回路にストレスを加えてボードの制御/保護機能を検証し、システムの信頼性を高めるため、製造時のテストで出力電圧をワーストケースの動作範囲へ動的に調節することです。LTM4600HVのマーージニング機能の実装方法を図2に示します。帰還抵抗R_{SET}の他にいくつかの外付け部品が追加されています。マーージニングをディスエーブルするには両方のトランジスタQ_{UP}とQ_{DOWN}をオフします。Q_{UP}がオンしてQ_{DOWN}がオフすると、出力電圧が上のマーージンに設定されます。Q_{DOWN}がオンしてQ_{UP}がオフすると、出力電

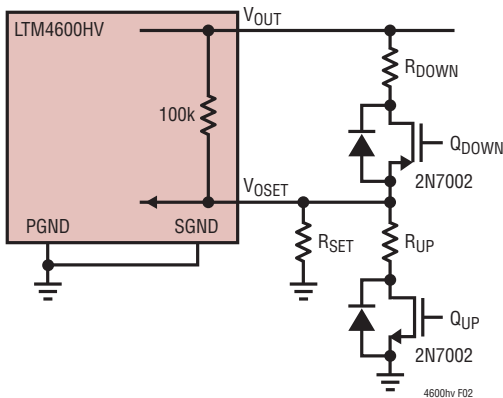


図2. LTM4600HVのマーージニング機能の実装

圧が下のマーージンに設定されます。出力電圧V_Oを±M%上下にマーージニングする必要がある場合、R_{UP}とR_{DOWN}の抵抗値は以下の式から計算することができます。

$$\frac{(R_{SET} \parallel R_{UP}) \cdot V_0 \cdot (1 + M\%)}{(R_{SET} \parallel R_{UP}) + 100k\Omega} = 0.6V$$

$$\frac{R_{SET} \cdot V_0 \cdot (1 - M\%)}{R_{SET} + (100k\Omega \parallel R_{DOWN})} = 0.6V$$

入力コンデンサ

LTM4600HV μModuleは低acインピーダンスのDCソースに接続します。高周波数、低ESR入力コンデンサをモジュールに隣接させて配置する必要があります。図21では、コンバータに流れ込む大きなRMS電流を扱う能力により、バルク入力コンデンサC_{IN}が選択されています。降圧コンバータの場合、スイッチングのデューティ・サイクルは次のように算定することができます。

$$D = \frac{V_0}{V_{IN}}$$

インダクタの電流リップルを考慮しないと、入力コンデンサのRMS電流は次のように算定することができます。

$$I_{CIN(RMS)} = \frac{I_0(MAX)}{\eta\%} \cdot \sqrt{D \cdot (1 - D)}$$

上の式で、η%は電源モジュールの推定効率です。C₁はスイッチャ定格のアルミ電解コンデンサ、OS-CONコンデンサまたは大容量セラミック・コンデンサにすることができます。多くの場合、コンデンサのリップル電流定格はわずか2000時間の寿命時間によって規定されていることに注意してください。このため、入力コンデンサを適当にデレーティングする、つまり要求条件よりも高い温度定格のコンデンサを選択するようにしてください。温度に対するデレーティングの要件に関しては、必ずコンデンサの製造元にお問い合わせください。

図21では、入力コンデンサは高周波用入力デカップリング・コンデンサとして使われています。標準的な10A出力のアプリケーションには、1個か2個のESRが非常に低いX5RまたはX7R(拡張温度範囲の場合)の10μFセラミック・コンデンサを推奨します。このデカップリング・コンデンサはPCBレイアウトでモジュールの入力ピンに直接隣接させて配置して、トレースのインダクタンスと高周波数のACノイズを最小に抑えます。

アプリケーション情報

出力コンデンサ

LTM4600HVは低出力電圧リップル用に設計されています。バルク出力コンデンサ C_{OUT} は、出力電圧リップルと過渡の必要条件を満たすのに十分低い等価直列抵抗(ESR)のものが選択されます。 C_{OUT} には低ESRのタンタル・コンデンサ、低ESRのポリマー・コンデンサまたはセラミック・コンデンサ(X5RまたはX7R)を使うことができます。出力にすべてセラミック・コンデンサを使う場合、標準的容量は200 μ Fです。内部で最適化されたループ補償により、すべてセラミック・コンデンサを使ったアプリケーションで安定性に十分なゆとりが得られます。出力リップルや動的過渡スパイクをさらに減らす必要がある場合、システム設計者によって出力フィルタを追加する必要があるかもしれません。特定の出力容量に対する5A/ μ sの過渡のあいだのそれぞれの出力電圧の垂下、ピーク・トゥ・ピークの変動および回復時間については、表2の出力容量のマトリックスを参照してください。

フォルト状態: 電流制限と過電流フォールドバック

LTM4600HVには電流モード・コントローラが備わっており、定常状態の動作時だけでなく、過渡においても本来的にサイクルごとにインダクタ電流を制限します。

過負荷状態が発生したとき電流をさらに制限するため、LTM4600HVにはフォールドバック電流制限機能が備わっています。出力電圧が50%以上低下すると、最大出力電流はその最大電流リミット値の約1/6に次第に低下します。

V_{IN} から V_{OUT} への降圧比

与えられた入力電圧で実現可能な V_{IN} から V_{OUT} への最大降圧比には制限があります。これらの制限は、「 V_{IN} から V_{OUT} への降圧比」とタイトルの付いた「標準的性能特性」の曲線に示されています。さらに熱的デレーティングが必要となる可能性があることに注意してください。このデータシートの「熱に関する検討事項と出力電流のデレーティング」のセクションを参照してください。

RUN/SSピンを使ったソフトスタートとラッチオフ

RUN/SSピンは、ソフトスタート用タイマおよび過電流ラッチオフだけでなく、LTM4600HVをシャットダウンする手段を与えます。RUN/SSピンを0.8Vより下に引き下げると、LTM4600HVを低消費電流($I_Q \leq 75\mu$ A)のシャットダウン状態にします。このピンを解放すると、内部の1.2 μ A電流源がタイミング・コンデンサ C_{SS} を充電することができます。LTM4600HVの内部では、1000pFのコンデンサがRUN/SSピンからグランドに接続されています。RUN/SSピンからグランドに外部コンデンサ C_{SS_EXT} が接続されていると、起動するまでの遅延時間はおよそ次のようになります。

$$t_{DELAY} = \frac{1.5V}{1.2\mu A} \cdot (C_{SS_EXT} + 1000pF)$$

RUN/SSピンの電圧が1.5Vに達すると、RUN/SSピンの全ソフトスタート容量によって制限された最大出力インダクタ電流がクランプされた状態でLTM4600HVの内部スイッチが動作します。RUN/SSピンの電圧が3Vに上昇すると、インダクタ電流のソフトスタート・クランピングが解除されます。

LTM4600HV

アプリケーション情報

表2. 出力電圧応答と部品のマトリックス * (図21を参照)

標準的測定値

C _{OUT1} VENDORS	PART NUMBER	C _{OUT2} VENDORS	PART NUMBER
TDK	C4532X5R0J107MZ (100μF, 6.3V)	SANYO POSCAP	6TPE330MIL (330μF, 6.3V)
TAIYO YUDEN	JMK432BJ107MU-T (100μF, 6.3V)	SANYO POSCAP	2R5TPE470M9 (470μF, 2.5V)
TAIYO YUDEN	JMK316BJ226ML-T501 (22μF, 6.3V)	SANYO POSCAP	4TPE470MCL (470μF, 4V)
TAIYO YUDEN	JMK316BJ226ML-T501 (22μF, 6.3V)	SANYO POSCAP	6TPD470M (470μF, 6.3V)

V _{OUT} (V)	C _{IN} (CERAMIC)	C _{IN} (BULK)	C _{OUT1} (CERAMIC)	C _{OUT2} (BULK)	C _{COMP}	C3	V _{IN} (V)	DROOP (mV)	PEAK TO PEAK (mV)	RECOVERY TIME (μs)	LOAD STEP (A/μs)
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	5	35	68	25	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	5	35	70	20	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	5	40	80	20	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	5	49	98	20	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	35	68	25	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	12	35	70	20	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	12	40	80	20	5
1.2	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	12	49	98	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	5	36	75	25	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	5	37	79	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	5	44	84	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	5	61	118	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	36	75	25	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	12	37	79	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	12	44	89	20	5
1.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	12	54	108	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	5	40	81	30	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	5	44	88	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	5	46	91	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	5	62	128	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	40	81	30	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 2.5V	NONE	100pF	12	44	85	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	12	44	91	20	5
1.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	12	62	125	20	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	5	48	103	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	5	56	113	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	5	57	116	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	5	60	115	25	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	48	103	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	51	102	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	12	56	113	30	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	12	70	159	25	5
2.5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 6.3V	NONE	100pF	24	56	112	30	5
2.8	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 6.3V	NONE	100pF	24	50	100	30	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	7	64	126	30	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	7	66	132	30	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	7	82	166	35	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	7	100	200	25	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	1 × 100μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	52	106	30	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 4V	NONE	100pF	12	64	129	35	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	2 × 100μF 6.3V	330μF 6.3V	NONE	100pF	12	64	126	30	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	12	76	144	25	5
3.3	2 × 10μF 35V	150μF 35V	3 × 22μF 6.3V	470μF 6.3V	NONE	100pF	24	74	149	30	5
5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	15	188	375	25	5
5	2 × 10μF 35V	150μF 35V	4 × 100μF 6.3V	NONE	NONE	100pF	20	159	320	25	5

* 拡張温度範囲の場合は、X7Rを推奨。

アプリケーション情報

コントローラが起動し、出力コンデンサが充電するのに十分な時間が経過した後、 C_{SS} は短絡タイマとして使われます。RUN/SSピンが4Vを超えるまで充電された後、出力電圧が安定化電圧の75%より下まで低下すると、短絡が発生したとみなされます。すると、 $1.8\mu\text{A}$ の電流によって C_{SS} が放電し始めます。RUN/SSピンが3.5Vに低下するまでフォルト状態が続くと、コントローラは両方のパワーMOSFETをオフし、コンバータを永続的にシャットダウンします。動作を再開するには、RUN/SSピンをアクティブにグランドまで引き下げる必要があります。

C_{SS} が4Vのスレッシュホールドに達するまでに出力が確実に安定化するように、ソフトスタート・タイミング・コンデンサ C_{SS} を十分大きくすることが、過電流保護タイマにとって必要です。これは一般に出力容量、出力電圧および負荷電流特性に依存します。外付けソフトスタート・コンデンサの最小値は次式から算定できます。

$$C_{SS_EXT} + 1000\text{pF} > \frac{C_{OUT} \cdot V_{OUT}}{10\text{kV}}$$

一般に $0.1\mu\text{F}$ あれば十分過ぎるほどです。

負荷電流は短絡時に電流モード・コントロールと電流フォールドバック回路によって既に制限されていますので、とりわけ出力に大容量が存在するか、または起動時に大電流が負荷に流れる場合、過電流ラッチオフ動作は常に必要であるとも望ましいとも限りません。このラッチオフ機能は、RUN/SSピンへの $5\mu\text{A}$ より大きく $80\mu\text{A}$ よりは小さいプルアップ電流によって無効にすることができます。この追加電流によってフォルト時に C_{SS} の放電が防がれ、さらにソフトスタート時間が短縮されます。ラッチオフを無効にする簡単な方法として、RUN/SSピンから V_{IN} に抵抗を1個接続します。どんなプルアップ・ネットワークも、RUN/SSを4Vの最大ラッチオフ・スレッシュホールドよりも上に保つことができなければならず、 $4\mu\text{A}$ の最大放電電流にうちかつことができなければなりません。プルアップ抵抗を使用すると、起動前の遅延時間はおよそ次のようになります。

$$t_{\text{DELAY}} = -R_{\text{RUN/SS}} \cdot (C_{\text{SS_EXT}} + 1000\text{pF}) \cdot \ln \left(1 - \frac{1.5\text{V}}{V_{\text{IN}} + (1.2\mu\text{A} \cdot R_{\text{RUN/SS}})} \right)$$

起動時および短絡時の V_{RUN} の概念図を図3に示します。

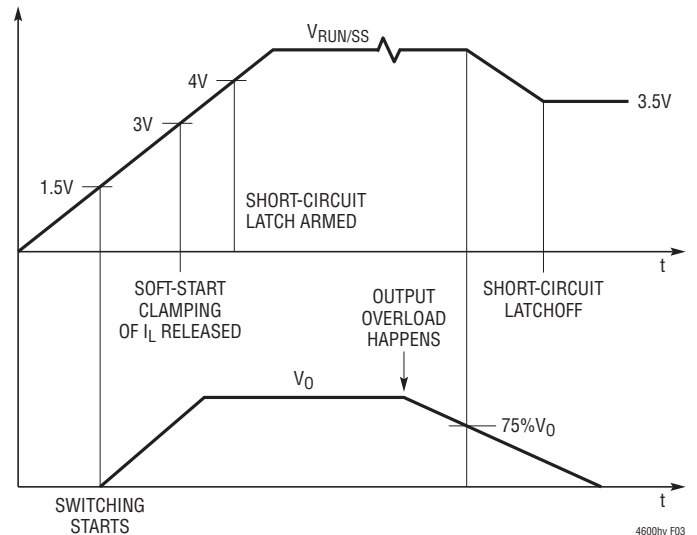


図3. 起動時および短絡保護時のRUN/SSピンの電圧

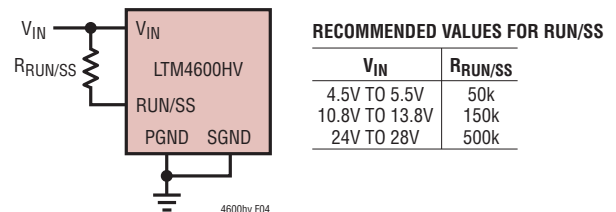


図4. V_{IN} に接続したプルアップ抵抗による短絡ラッチオフの無効化

アプリケーション情報

イネーブル

図5に示されているように、RUN/SSピンはロジックでドライブすることができます。この機能により、LTM4600HVはリモートでオン/オフすることができます。 $\overline{\text{ON}}$ 信号は出力電圧のシーケンスを制御することもできます。

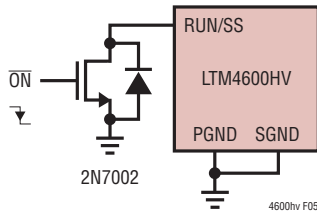


図5. 外部ロジックを使ったイネーブル回路

出力電圧のトラッキング

出力電圧のトラッキングが必要なアプリケーションでは、LTC2923のような電源トラッキング・コントローラによって複数のLTM4600HVモジュールをプログラムすることができます。LTC2923を使った標準的な回路を図6に示します。 V_O の立上りと立下りの同時トラッキング、レシオメトリック・トラッキングおよびオフセット・トラッキングを異なった抵抗値の組を使って実装することができます。詳細については、LTC2923のデータシートを参照してください。

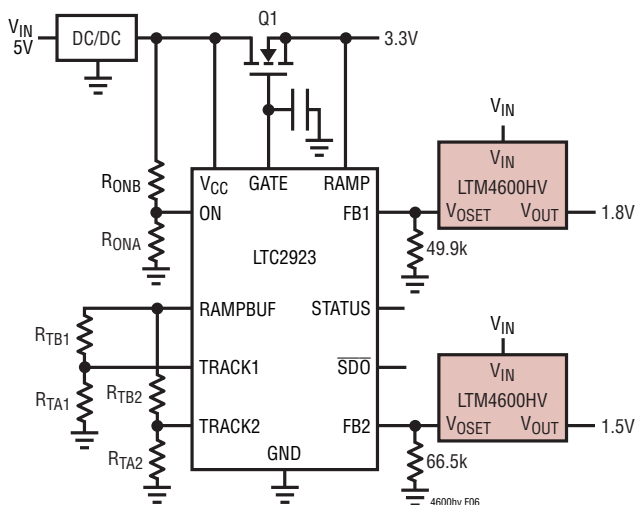


図6. LTC2923コントローラを使った出力電圧トラッキング

EXTV_{CC}の接続

内部低ドロップアウト・レギュレータは、制御回路とFETドライブに電力を供給する5V電源を与えます。したがって、システムに5V電源レールがなければ、LTM4600HVは V_{IN} から直接電力供給を受けられます。LDOからのゲート・ドライブ電流は約18mAです。内部LDOの電力消費は次のように計算されます。

$$P_{LDO_LOSS} = 18\text{mA} \cdot (V_{IN} - 5\text{V})$$

LTM4600HVは外部ゲート・ドライブ電圧ピンEXTV_{CC}も備えています。システムに5Vレールがあれば、EXTV_{CC}ピンを外部の5Vレールに接続することを推奨します。EXTV_{CC}ピンが4.7Vを超えているときは常に内部5V LDOはシャットオフし、内部の50mAのPチャンネル・スイッチがEXTV_{CC}を内部5Vに接続します。EXTV_{CC}ピンが4.5Vより下に下がるまで、内部5VはEXTV_{CC}から供給されます。6Vを超す電圧はEXTV_{CC}に印加しないで、EXTV_{CC} < V_{IN} となるようにしてください。EXTV_{CC}の可能な接続方法を以下にまとめて列挙します。

- EXTV_{CC}をグランドに接続します。内部5V LDOは常に内部5Vレギュレータから電力を供給されます。
- EXTV_{CC}を外部電源に接続します。内部LDOはシャットオフされます。MOSFETゲート・ドライブの必要条件(標準5V)を満たす高効率電源により、全体の効率を上げることができます。この接続方法では、EXTV_{CC}の電圧が V_{IN} ピンの電圧より決して高くならないことが要求されます。
- EXTV_{CC}は $V_{IN} > 20\text{V}$ の場合に推奨されます。

不連続動作とFCBピン

FCBピンは、インダクタ電流が反転するとき内部のボトムMOSFETがオン状態に留まるかどうかを決定します。このピンからグランドに接続された4.75kの内部プルダウン抵抗があります。軽負荷時の既定の動作モードは強制連続(PWM)電流モードです。このモードでは、出力電圧リップルが最小になります。

アプリケーション情報

軽負荷時の効率が重要なアプリケーションでは、FCBピンを0.6Vのスレッシュホールドより高い電圧に接続すると不連続動作がイネーブルされ、インダクタ電流が反転するとボトムMOSFETはオフします。したがって、導通損失が最小になり、軽負荷時の効率が改善されます。その代わりに、軽負荷でコントローラがサイクルをスキップして出力電圧リップルが増加する可能性があります。

負荷を分担する並列動作

10Aを越す出力電流を供給するため、複数のLTM4600HVモジュールを並列に接続することができます。並列に使用する2個のモジュールに必要な相互接続を図7に示します。OPTI-LOOP™電流モード制御により、モジュールのあいだで適正な電流分担がなされ、熱ストレスが均衡します。並列に接続した複数のLTM4600HVの新しいフィードバックの式は次のとおりです。

$$V_{OUT} = 0.6V \cdot \frac{100k + R_{SET}}{R_{SET}}$$

ここでNは並列に接続したLTM4600HVの個数です。

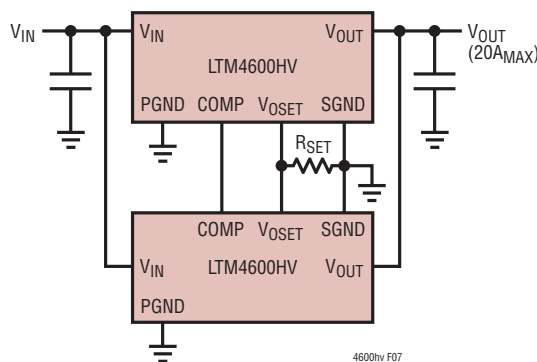


図7. 負荷分担をおこなう並列接続した2個のμModule

熱に関する検討事項と出力電流のディレーティング

図8と図15の電力損失の曲線は、図9～図14、および図16～図19の負荷電流ディレーティング曲線と関連付けて、多様なヒートシンクを使ったモジュールの θ_{JA} を概算することができます。サーマルモデルはベンチテストのいくつかの温度測定とサーマルモデル解析から得られます。サー

マルモデルとディレーティング曲線の分析が「アプリケーションノート103」で詳細に説明されています。表3と表4に、注記された条件の等価 θ_{JA} がまとめられています。これらの等価 θ_{JA} パラメータは測定値と相関がとれており、エアフローによって改善されます。ディレーティング曲線ではケース温度が100°C以下に保たれています。このため、上面と底面にヒートシンクを付けた全モジュールで4Wの最大電力消費が可能で、 θ_{JC} がおおよそ6°C/W～9°C/Wのモジュールの上面を通して2Wの電力消費が可能です。これはデバイスの接合部で合計124°Cに相当します。

安全性に関する検討事項

LTM4600HVモジュールでは V_{IN} と V_{OUT} が絶縁されていません。内部にヒューズはありません。必要なら、最大入力電流の2倍の定格の低速溶断ヒューズを使って各ユニットを致命的損傷から保護します。

レイアウトのチェックリスト/例

LTM4600HVは高度に一体化されていますので、PCBボードのレイアウトが非常に簡単で容易です。ただし、電気的性能と熱的性能を最適化するにはいくつかのレイアウト上の配慮が依然として必要です。

- V_{IN} 、PGNDおよび V_{OUT} を含む高電流経路には大きなPCB銅エリアを使います。PCBの導通損失と熱ストレスを最小に抑えるのに役立ちます。
- 入力と出力の高周波用セラミック・コンデンサを V_{IN} 、PGNDおよび V_{OUT} の各ピンに隣接させて配置し、高周波ノイズを最小に抑えます。
- ユニットの下に専用の電源グランド・レイヤを配置します。
- ビアの導通損失を最小に抑え、モジュールの熱ストレスを減らすため、トップ・レイヤと他の電源レイヤのあいだの相互接続に多数のビアを使います。
- 充填ビアでない限り、パッドの上に直接ビアを置かないでください。
- 信号ピンに接続された部品には、別のSGNDグランド銅エリアを使います。SGNDとPGNDをユニットの下で接続します。

推奨レイアウトの良い例を図20に示します。

アプリケーション情報

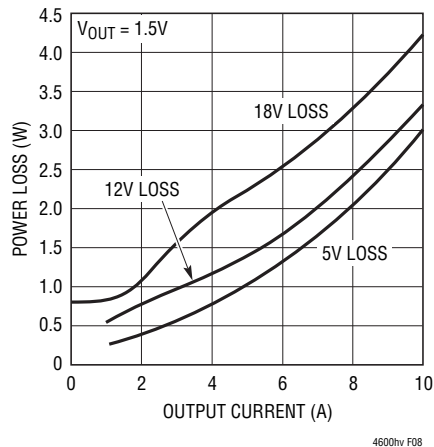


図8. 1.5V電力損失曲線と負荷電流

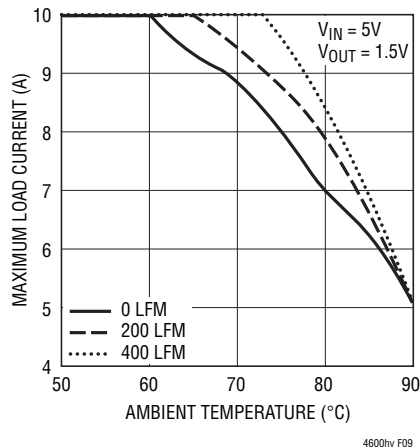


図9. ヒートシンクなし

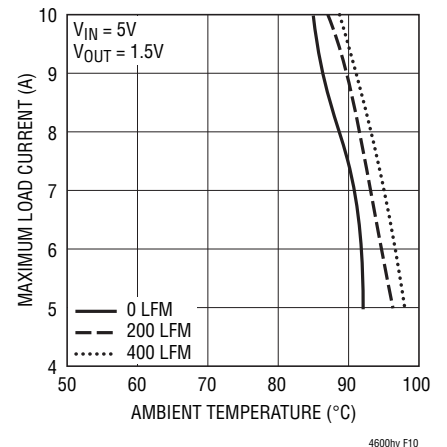


図10. BGA用ヒートシンク

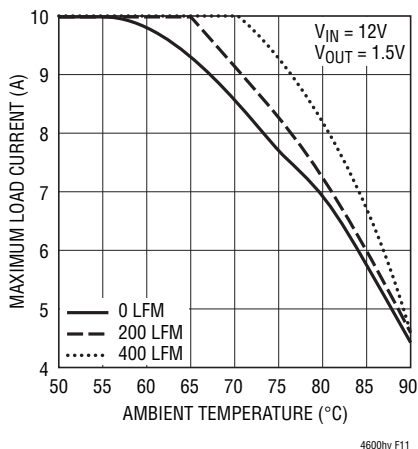


図11. ヒートシンクなし

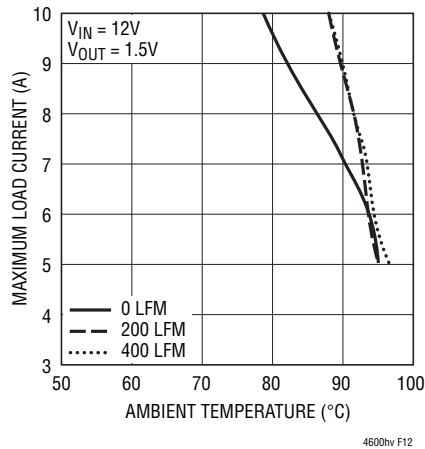


図12. BGA用ヒートシンク

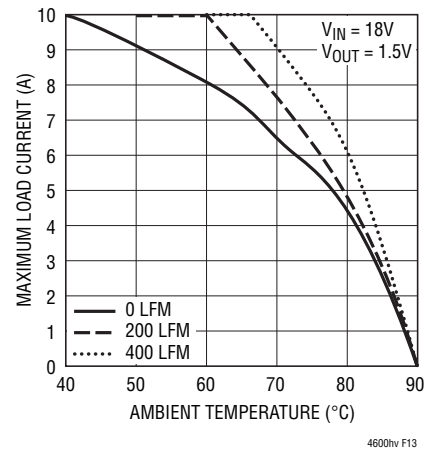


図13. ヒートシンクなし

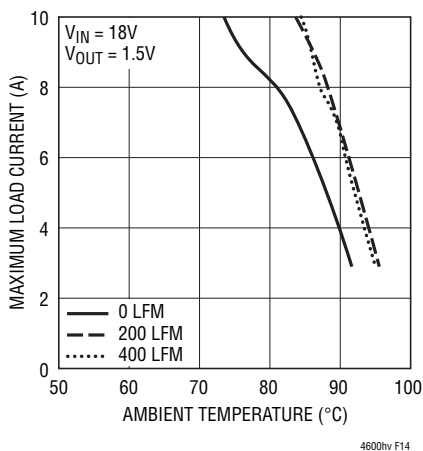


図14. BGA用ヒートシンク

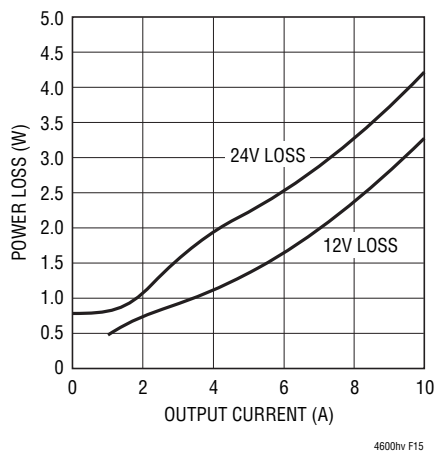


図15. 3.3V電力損失曲線と負荷電流

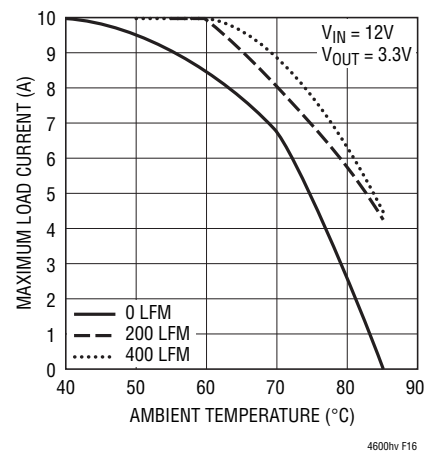


図16. ヒートシンクなし

アプリケーション情報

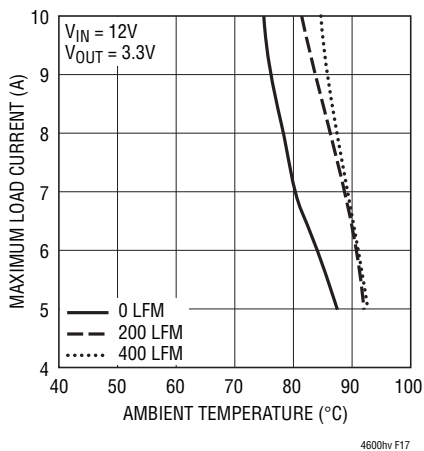


図 17. BGA用ヒートシンク

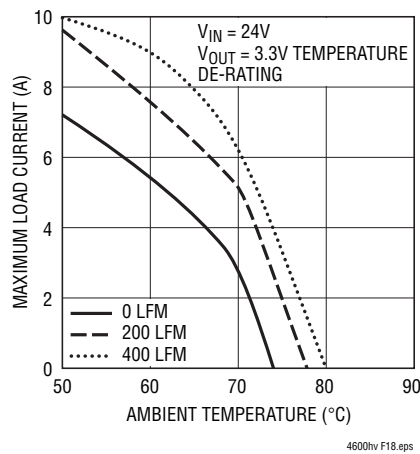


図 18. ヒートシンクなし

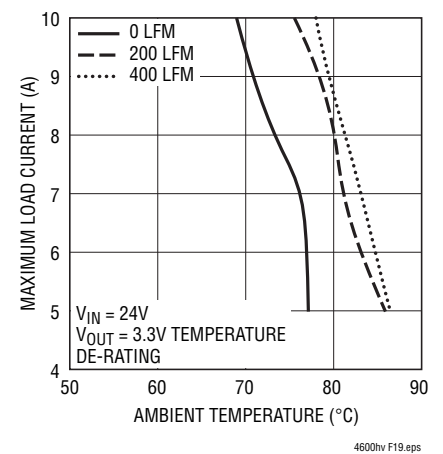


図 19. BGA用ヒートシンク

表 3. 1.5V 出力

DERATING CURVE	V_{IN} (V)	POWER LOSS CURVE	AIR FLOW (LFM)	HEAT SINK	θ_{JA} ($^{\circ}C/W$)
Figures 9, 11, 13	5, 12, 18	Figure 8	0	None	15.2
Figures 9, 11, 13	5, 12, 18	Figure 8	200	None	14
Figures 9, 11, 13	5, 12, 18	Figure 8	400	None	12
Figures 10, 12, 14	5, 12, 18	Figure 8	0	BGA Heat Sink	13.9
Figures 10, 12, 14	5, 12, 18	Figure 8	200	BGA Heat Sink	11.3
Figures 10, 12, 14	5, 12, 18	Figure 8	400	BGA Heat Sink	10.25

表 4. 3.3V 出力

DERATING CURVE	V_{IN} (V)	POWER LOSS CURVE	AIR FLOW (LFM)	HEAT SINK	θ_{JA} ($^{\circ}C/W$)
Figures 16, 18	12, 24	Figure 15	0	None	15.2
Figures 16, 18	12, 24	Figure 15	200	None	14.6
Figures 16, 18	12, 24	Figure 15	400	None	13.4
Figures 17, 19	12, 24	Figure 15	0	BGA Heat Sink	13.9
Figures 17, 19	12, 24	Figure 15	200	BGA Heat Sink	11.1
Figures 17, 19	12, 24	Figure 15	400	BGA Heat Sink	10.5

アプリケーション情報

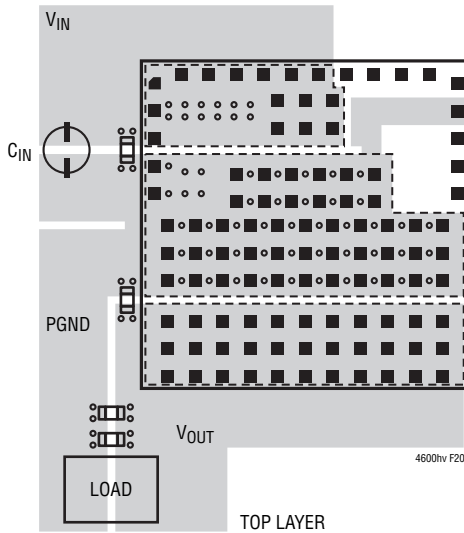
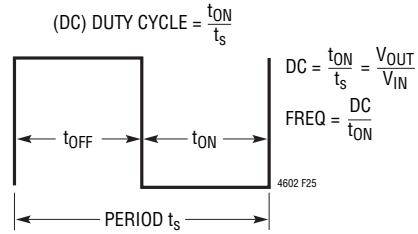


図20. 推奨PCBレイアウト

LTM4600HV の周波数の調整

LTM4600HVはほとんどの入力条件と出力条件で一般に850kHzで動作するように設計されています。この制御アーキテクチャは、オン時間が一定の谷電流モード制御を採用しています。f_{ADJ}ピンは一般に開放状態にしておくか、オプションで1000pFのコンデンサを使ってデカップリングします。スイッチング周波数は動作範囲にわたって出力リップル・ノイズを一定に保つように最適化されています。動作周波数を設定する数式は、プログラム可能な一定オン時間の付近に設定されます。このオン時間は、プログラム可能な電流が10pFのオンボード・コンデンサに流れることによって生成されます。これによって、2.4Vクランプまでの出力電圧に等しい電圧スレッシュホールドと比較されるランプが形成されます。このI_{ON}電流は、V_{IN}からf_{ADJ}までの間に110kのオンボード抵抗を接続すると、I_{ON} = (V_{IN} - 0.7V)/110kになります。オン時間はt_{ON} = (V_{OUT}/I_{ON}) • 10pFに等しくなり、また、t_{OFF} = t_s - t_{ON}になります。周波数はFreq. = DC/t_{ON}に等しくなります。I_{ON}電流はV_{IN}に比例し、レギュレータのデューティ・サイクルはV_{IN}に反比例するので、V_{IN}を低下させてデューティ・サイクルを調整する場合、降圧レギュレータは比較的一定の周波数を維持します。オン時間は、2.4VクランプまでV_{OUT}に比例します。これによって、2.4Vまでの出力電圧が異なっても周波数は比較的一定になります。下記の波形に示すように、レギュレータのスイッチング周期はオン時間とオフ時間から構成されます。オン時間はt_{ON} = (V_{OUT}/I_{ON}) • 10pFに等しくなり、また、t_{OFF} = t_s - t_{ON}になります。周波数はDC/t_{ON}に等しくなります。



LTM4600HVの最小オン時間(t_{ON})は100ナノセカンド、最小オフ時間(t_{OFF})は400ナノセカンドです。V_{OUT}の関数としてのランプ・スレッシュホールドの2.4Vクランプによって、3.3V出力と5V出力でのスイッチング周波数がV_{OUT}/2.4Vの比率で増加します。これは、V_{OUT}が2.4Vを超えると実際、オン時間が増加しなくなるためです。したがって、公称スイッチング周波数が850kHzの場合、周波数 = (DC/t_{ON})であるので、スイッチング周波数は、3.3V出力では約1.2MHzまで、5V出力では約1.7MHzまで増加します。スイッチング周波数が1.2MHzまで増加すると、周期t_sが約833ナノセカンドまで減少し、1.7MHzではスイッチング周期が約588ナノセカンドまで減少します。5Vから3.3Vへの変換や12Vから5Vへの変換などの高デューティ・サイクルに適応させる必要がある場合、スイッチング周波数を下げることによって、400nsの最小オフ時間の違反を低減することができます。総スイッチング周期はt_s = t_{ON} + t_{OFF}であるので、t_{OFF}は400nsの最小オフ時間を下回ります。f_{ADJ}ピンからグラウンドに抵抗を1本接続すると、オン時間ジェネレータからの電流をシャントできるので、オン時間を長くし、スイッチング周波数を低くすることが可能になります。12Vから5V、ならびに5Vから3.3Vの変換について、スイッチング周波数を下げてこれらの降圧変換に適応させることを以下に説明します。

12Vから5Vへの場合の周波数設定の式:

$$I_{ON} = (V_{IN} - 0.7V)/110k; I_{ON} = 103\mu A$$

$$\text{周波数} = (I_{ON}/[2.4V \cdot 10pF]) \cdot DC = 1.79MHz;$$

$$DC = \text{デューティ・サイクル、}$$

$$\text{デューティ・サイクルは } (V_{OUT}/V_{IN})$$

$$t_s = t_{ON} + t_{OFF}, t_{ON} = \text{オン時間、}$$

$$t_{OFF} = \text{スイッチング周期のオフ時間; } t_s = 1/\text{周波数}$$

t_{OFF}は400nsより大きくなければなりません。つまりt_s - t_{ON} > 400nsとなります。

$$t_{ON} = DC \cdot t_s$$

12Vから5Vの場合、1MHzの周波数、つまり1μsの周期が選択されます。

アプリケーション情報

$$t_{ON} = 0.41 \cdot 1\mu s \cong 410ns$$

$$t_{OFF} = 1\mu s - 410ns \cong 590ns$$

t_{ON} と t_{OFF} は適切なガードバンドをもって最小値より上になります。

周波数 = $(I_{ON}/[2.4V \cdot 10pF]) \cdot DC$ を使って、 $I_{ON} = (1MHz \cdot 2.4V \cdot 10pF) \cdot (1/0.41) \cong 58\mu A$ について解きます。12V 入力から計算された I_{ON} 電流は $103\mu A$ だったので、 f_{ADJ} からグランドへの抵抗 = $(0.7V/15k) = 46\mu A$ となります。 $103\mu A - 46\mu A = 57\mu A$ により、12V から 5V への高いデューティ・サイクルの変換のための適切な周波数範囲のための適切な I_{ON} 電流が設定されます。入力電圧範囲は 9V ~ 16V に制限されます。 f_{ADJ} の 15k なしに、高い入力電圧を使うことができます。16V より上ではインダクタ・リップル電流が高くなりすぎ、9V より下では 400ns の最小オフ時間が制限されます。

5V から 3.3V の場合の周波数設定の式:

$$I_{ON} = (V_{IN} - 0.7V)/110k; I_{ON} = 39\mu A$$

$$\text{周波数} = (I_{ON}/[2.4V \cdot 10pF]) \cdot DC = 1.07MHz;$$

DC = デューティ・サイクル、

デューティ・サイクルは (V_{OUT}/V_{IN})

$t_S = t_{ON} + t_{OFF}$ 、 t_{ON} = オン時間、 t_{OFF} = スイッチング周期のオフ時間; $t_S = 1/\text{周波数}$

t_{OFF} は 400ns より大きくなければなりません。つまり $t_S - t_{ON} > 400ns$ となります。

$$t_{ON} = DC \cdot t_S$$

5V から 3.3V の場合、約 450kHz の周波数、つまり $2.22\mu s$ の周期が選択されます。4.5V ~ 7V の入力では、周波数範囲はおおよそ 450kHz ~ 650kHz です。

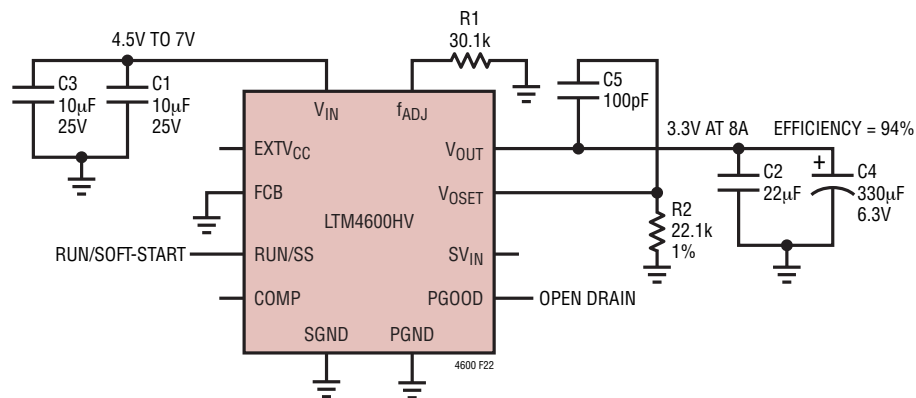
$$t_{ON} = 0.66 \cdot 2.22\mu s \cong 1.46\mu s$$

$$t_{OFF} = 2.22\mu s - 1.46\mu s \cong 760ns$$

t_{ON} と t_{OFF} は適切なガードバンドをもって最小値より上になります。

周波数 = $(I_{ON}/[2.4V \cdot 10pF]) \cdot DC$ を使って、 $I_{ON} = (450kHz \cdot 2.4V \cdot 10pF) \cdot (1/0.66) \cong 16\mu A$ について解きます。5V 入力から計算された I_{ON} 電流は $39\mu A$ だったので、 f_{ADJ} からグランドへの抵抗 = $(0.7V/30.1k) = 23\mu A$ となります。 $39\mu A - 23\mu A = 16\mu A$ により、5V から 3.3V への高いデューティ・サイクルの変換のための適切な周波数範囲のための適切な I_{ON} 電流が設定されます。入力電圧範囲は 4.5V ~ 7V に制限されます。 f_{ADJ} の 30.1k なしに、高い入力電圧を使うことができます。7V より上ではインダクタ・リップル電流が高くなりすぎ、4.5V より下では 400ns の最小オフ時間が制限されます。

5Vから3.3V/8A

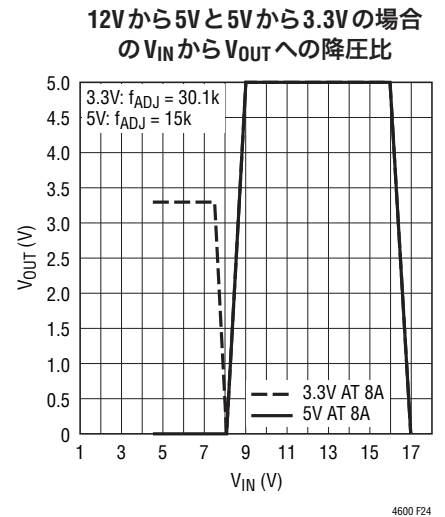
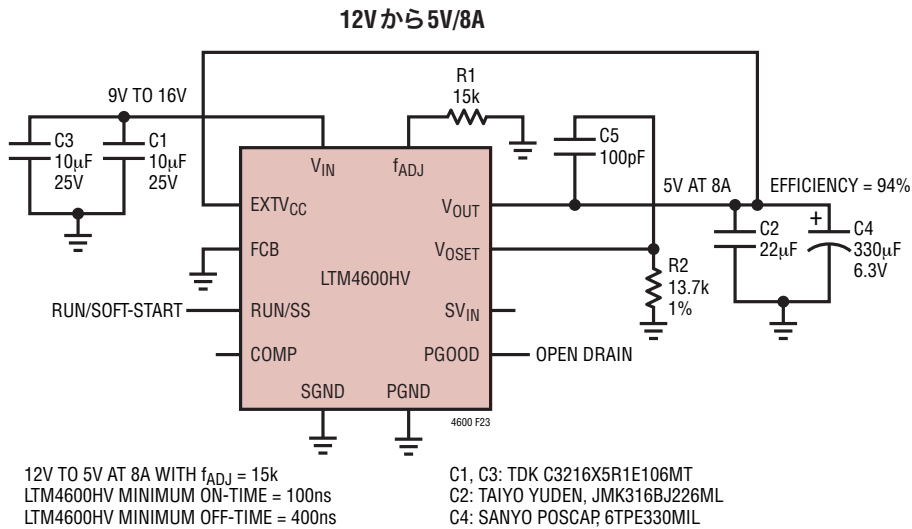


5V TO 3.3V AT 8A WITH $f_{ADJ} = 30.1k$
LTM4600HV MINIMUM ON-TIME = 100ns
LTM4600HV MINIMUM OFF-TIME = 400ns

C1, C3: TDK C3216X5R1E106MT
C2: TAIYO YUDEN, JMK316BJ226ML
C4: SANYO POSCAP, 6TPE330MIL

LTM4600HV

アプリケーション情報



標準的応用例

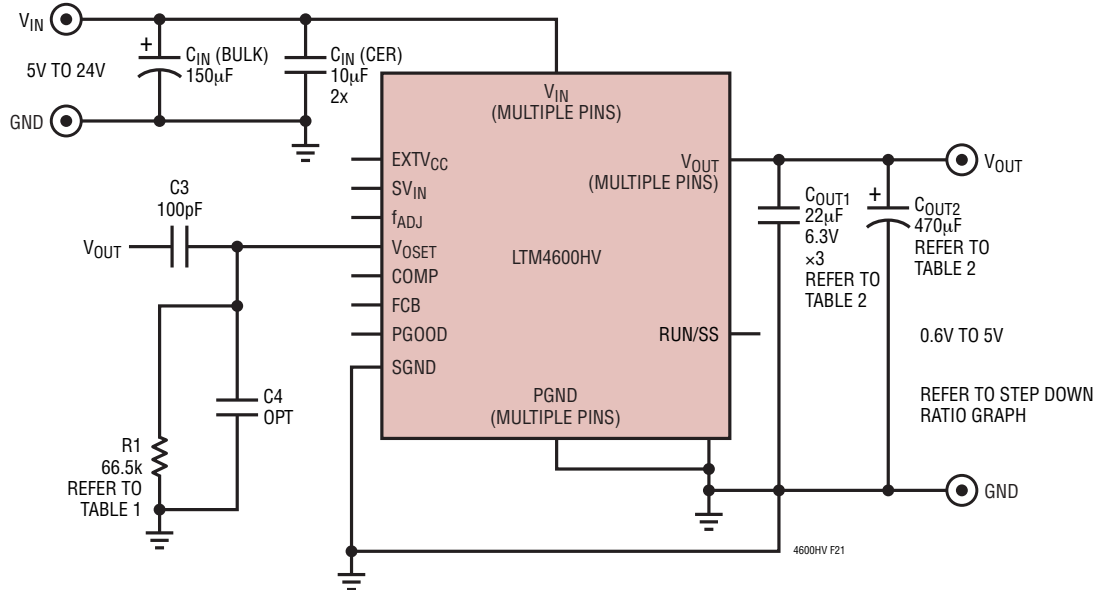
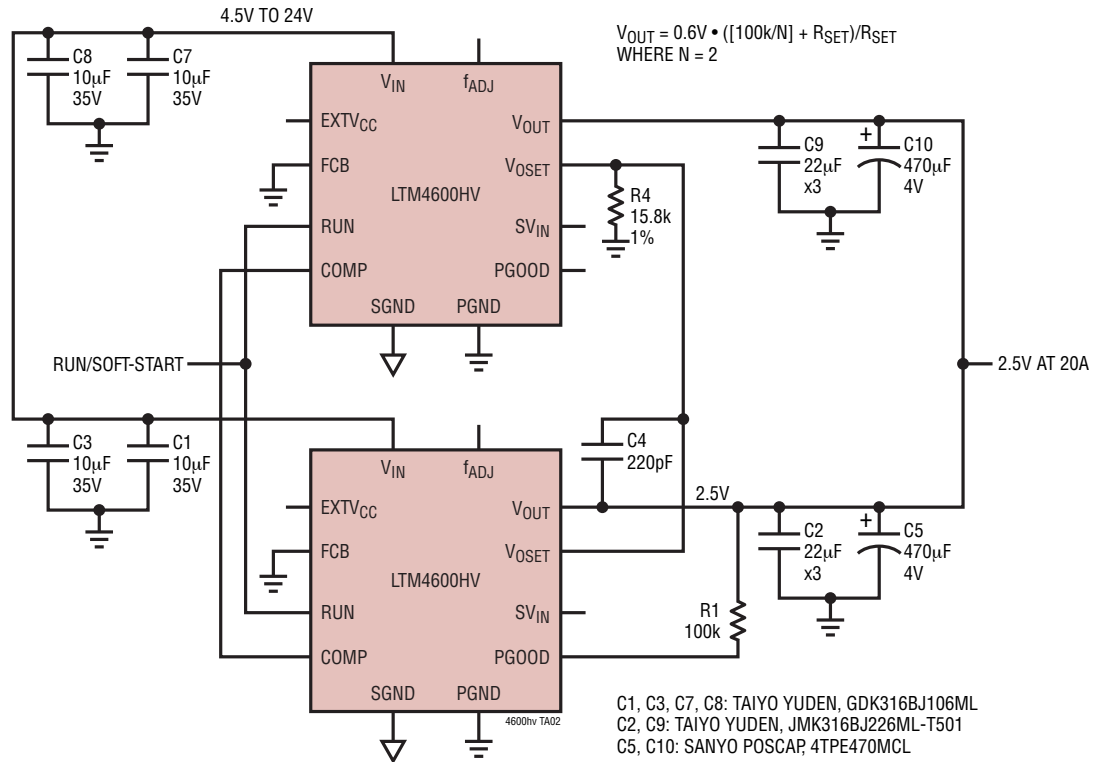


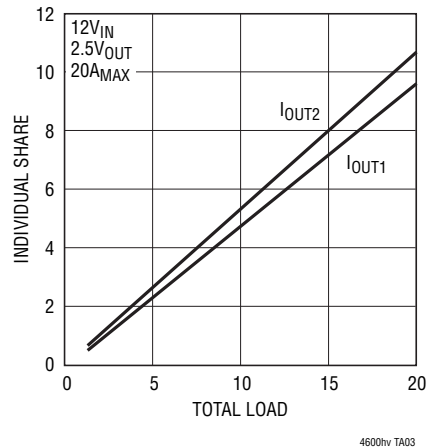
図21. 標準的応用例、5V～24Vの入力、0.6V～5Vの出力、最大10A

標準的応用例

並列動作と負荷分担



2個のLTM4600HVモジュールの
あいだの電流分担

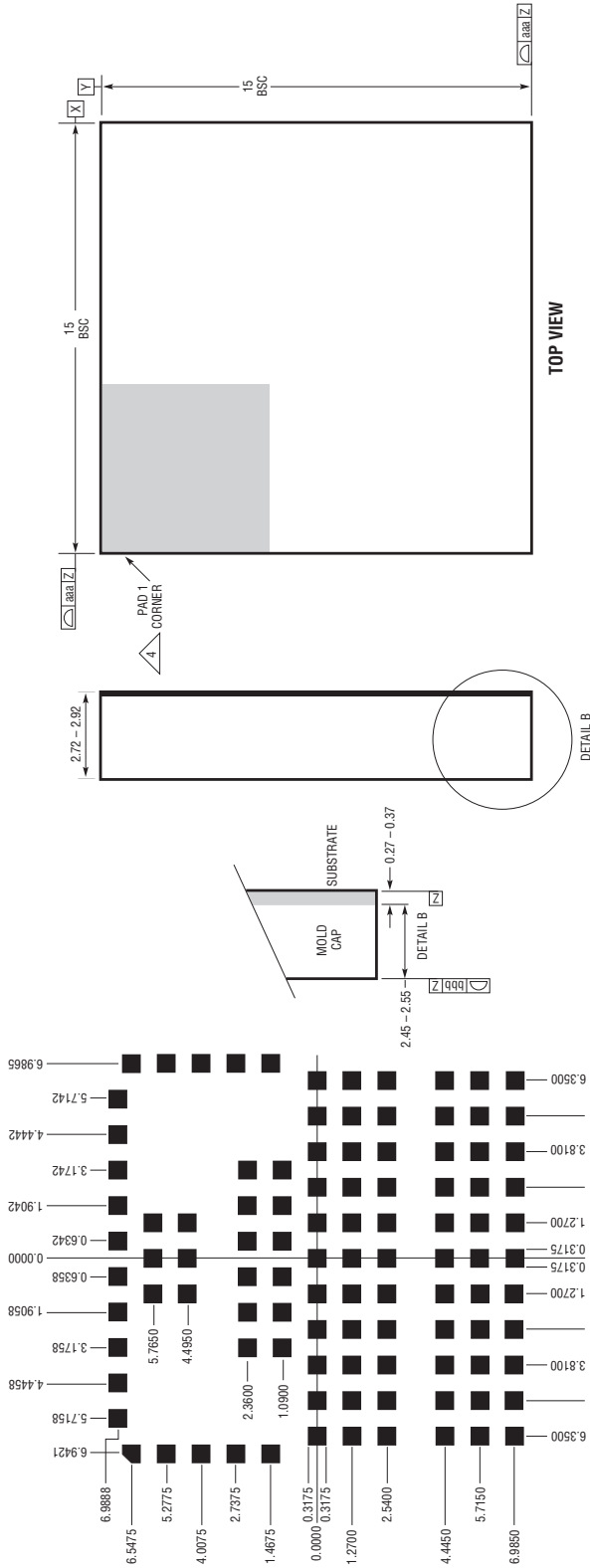


LTM4600HV

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/> をご覧ください。

LGA Package 104-Lead (15mm x 15mm x 2.82mm) (Reference LTM DWG # 05-05-1800 Rev C)

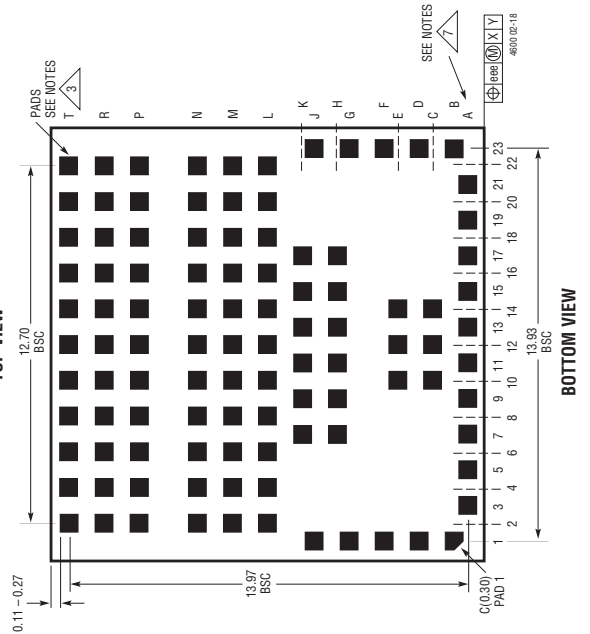


NOTES:

1. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M-1994 による
2. すべての寸法はミリメートル
3. ランドの指定は JESD M0-222, SPP-010 による
4. パッド #1 の識別マークの詳細はオプションだが、示された領域内になければならない。パッド #1 の識別はマーキングまたは、ノッチを刻んだ斜角つきパッドにする
5. 主ターム-Z はシーティングプレーン
6. パッドの総数 : 104
7. パッケージの行と列のラベルは、µModule 製品間で異なります。各パッケージのレイアウトを十分にご確認ください

SYMBOL	TOLERANCE
aaa	0.15
bbb	0.10
eee	0.15

SUGGESTED SOLDER PAD LAYOUT TOP VIEW



LGA 104 1112 REV C

4600hvfe

パッケージ

ピン配置表
(ピン番号によって整理)

PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME
A1 -	B1 VIN	C1 -	D1 VIN	E1 -	F1 VIN	G1 PGND	H1 -
A2 -	B2 -	C2 -	D2 -	E2 -	F2 -	G2 -	H2 -
A3 VIN	B3 -	C3 -	D3 -	E3 -	F3 -	G3 -	H3 -
A4 -	B4 -	C4 -	D4 -	E4 -	F4 -	G4 -	H4 -
A5 VIN	B5 -	C5 -	D5 -	E5 -	F5 -	G5 -	H5 -
A6 -	B6 -	C6 -	D6 -	E6 -	F6 -	G6 -	H6 -
A7 VIN	B7 -	C7 -	D7 -	E7 -	F7 -	G7 -	H7 PGND
A8 -	B8 -	C8 -	D8 -	E8 -	F8 -	G8 -	H8 -
A9 VIN	B9 -	C9 -	D9 -	E9 -	F9 -	G9 -	H9 PGND
A10 -	B10 -	C10 VIN	D10 -	E10 VIN	F10 -	G10 -	H10 -
A11 VIN	B11 -	C11 -	D11 -	E11 -	F11 -	G11 -	H11 PGND
A12 -	B12 -	C12 VIN	D12 -	E12 VIN	F12 -	G12 -	H12 -
A13 VIN	B13 -	C13 -	D13 -	E13 -	F13 -	G13 -	H13 PGND
A14 -	B14 -	C14 VIN	D14 -	E14 VIN	F14 -	G14 -	H14 -
A15 fADJ	B15 -	C15 -	D15 -	E15 -	F15 -	G15 -	H15 PGND
A16 -	B16 -	C16 -	D16 -	E16 -	F16 -	G16 -	H16 -
A17 SVIN	B17 -	C17 -	D17 -	E17 -	F17 -	G17 -	H17 PGND
A18 -	B18 -	C18 -	D18 -	E18 -	F18 -	G18 -	H18 -
A19 EXTVCC	B19 -	C19 -	D19 -	E19 -	F19 -	G19 -	H19 -
A20 -	B20 -	C20 -	D20 -	E20 -	F20 -	G20 -	H20 -
A21 VOSET	B21 -	C21 -	D21 -	E21 -	F21 -	G21 -	H21 -
A22 -	B22 -	C22 -	D22 -	E22 -	F22 -	G22 -	H22 -
A23 -	B23 COMP	C23 -	D23 SGND	E23 -	F23 RUN/SS	G23 FCB	H23 -

PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME
J1 PGND	K1 -	L1 -	M1 -	N1 -	P1 -	R1 -	T1 -
J2 -	K2 -	L2 PGND	M2 PGND	N2 PGND	P2 VOUT	R2 VOUT	T2 VOUT
J3 -	K3 -	L3 -	M3 -	N3 -	P3 -	R3 -	T3 -
J4 -	K4 -	L4 PGND	M4 PGND	N4 PGND	P4 VOUT	R4 VOUT	T4 VOUT
J5 -	K5 -	L5 -	M5 -	N5 -	P5 -	R5 -	T5 -
J6 -	K6 -	L6 PGND	M6 PGND	N6 PGND	P6 VOUT	R6 VOUT	T6 VOUT
J7 -	K7 PGND	L7 -	M7 -	N7 -	P7 -	R7 -	T7 -
J8 -	K8 -	L8 PGND	M8 PGND	N8 PGND	P8 VOUT	R8 VOUT	T8 VOUT
J9 -	K9 PGND	L9 -	M9 -	N9 -	P9 -	R9 -	T9 -
J10 -	K10 -	L10 PGND	M10 PGND	N10 PGND	P10 VOUT	R10 VOUT	T10 VOUT
J11 -	K11 PGND	L11 -	M11 -	N11 -	P11 -	R11 -	T11 -
J12 -	K12 -	L12 PGND	M12 PGND	N12 PGND	P12 VOUT	R12 VOUT	T12 VOUT
J13 -	K13 PGND	L13 -	M13 -	N13 -	P13 -	R13 -	T13 -
J14 -	K14 -	L14 PGND	M14 PGND	N14 PGND	P14 VOUT	R14 VOUT	T14 VOUT
J15 -	K15 PGND	L15 -	M15 -	N15 -	P15 -	R15 -	T15 -
J16 -	K16 -	L16 PGND	M16 PGND	N16 PGND	P16 VOUT	R16 VOUT	T16 VOUT
J17 -	K17 PGND	L17 -	M17 -	N17 -	P17 -	R17 -	T17 -
J18 -	K18 -	L18 PGND	M18 PGND	N18 PGND	P18 VOUT	R18 VOUT	T18 VOUT
J19 -	K19 -	L19 -	M19 -	N19 -	P19 -	R19 -	T19 -
J20 -	K20 -	L20 PGND	M20 PGND	N20 PGND	P20 VOUT	R20 VOUT	T20 VOUT
J21 -	K21 -	L21 -	M21 -	N21 -	P21 -	R21 -	T21 -
J22 -	K22 -	L22 PGND	M22 PGND	N22 PGND	P22 VOUT	R22 VOUT	T22 VOUT
J23 PGOOD	K23 -	L23 -	M23 -	N23 -	P23 -	R23 -	T23 -

LTM4600HV

パッケージ

ピン配置表
(ピン番号によって整理)

PIN NAME		PIN NAME		PIN NAME		PIN NAME	
G1	PGND	P2	V _{OUT}	A3	V _{IN}	A15	f _{ADJ}
H7	PGND	P4	V _{OUT}	A5	V _{IN}	A17	SV _{IN}
H9	PGND	P6	V _{OUT}	A7	V _{IN}	A19	EXTV _{CC}
H11	PGND	P8	V _{OUT}	A9	V _{IN}	A21	V _{OSET}
H13	PGND	P10	V _{OUT}	A11	V _{IN}	B23	COMP
H15	PGND	P12	V _{OUT}	A13	V _{IN}	D23	SGND
H17	PGND	P14	V _{OUT}	B1	V _{IN}	F23	RUN/SS
J1	PGND	P16	V _{OUT}	C10	V _{IN}	G23	FCB
K7	PGND	P18	V _{OUT}	C12	V _{IN}	J23	PGOOD
K9	PGND	P20	V _{OUT}	C14	V _{IN}		
K11	PGND	P22	V _{OUT}	D1	V _{IN}		
K13	PGND	R2	V _{OUT}	E10	V _{IN}		
K15	PGND	R4	V _{OUT}	E12	V _{IN}		
K17	PGND	R6	V _{OUT}	E14	V _{IN}		
L2	PGND	R8	V _{OUT}	F1	V _{IN}		
L4	PGND	R10	V _{OUT}				
L6	PGND	R12	V _{OUT}				
L8	PGND	R14	V _{OUT}				
L10	PGND	R16	V _{OUT}				
L12	PGND	R18	V _{OUT}				
L14	PGND	R20	V _{OUT}				
L16	PGND	R22	V _{OUT}				
L18	PGND	T2	V _{OUT}				
L20	PGND	T4	V _{OUT}				
L22	PGND	T6	V _{OUT}				
M2	PGND	T8	V _{OUT}				
M4	PGND	T10	V _{OUT}				
M6	PGND	T12	V _{OUT}				
M8	PGND	T14	V _{OUT}				
M10	PGND	T16	V _{OUT}				
M12	PGND	T18	V _{OUT}				
M14	PGND	T20	V _{OUT}				
M16	PGND	T22	V _{OUT}				
M18	PGND						
M20	PGND						
M22	PGND						
N2	PGND						
N4	PGND						
N6	PGND						
N8	PGND						
N10	PGND						
N12	PGND						
N14	PGND						
N16	PGND						
N18	PGND						
N20	PGND						
N22	PGND						

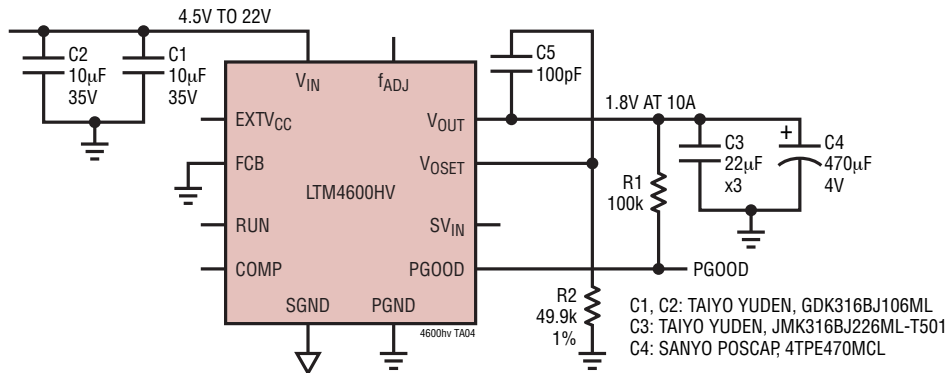
改訂履歴 (改訂履歴は Rev E から開始)

Rev	日付	概要	ページ番号
E	5/14	リフロー温度を追加。	2
		「発注情報」の表を更新。	2
		Note を更新。	4
		「ソフトスタートとラッチオフ」のセクションを更新。	11、13

LTM4600HV

標準的応用例

1.8V、10Aレギュレータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM4649	16VIN、10A、降圧µModuleレギュレータ	4.5V ≤ VIN ≤ 16V、0.6V ≤ VOUT ≤ 3.3V、PLL入力、リモート検出アンプ、VOUTトラッキング、9mm×15mm×4.92mm BGAパッケージ
LTM4641	先進の入力および負荷保護機能を備えた38VIN、10A、降圧µModuleレギュレータ	4.5V ≤ VIN ≤ 38V、0.6V ≤ VOUT ≤ 6V、各フォルト(出力過電圧、入力過電圧、入力低電圧、過熱)に対する調整可能な作動検出しきい値、15mm×15mm×5.01mm BGAパッケージ
LTM4633	16VIN、トリプル10A、降圧DC/DCµModuleレギュレータ	4.7V ≤ VIN ≤ 16V、0.8V ≤ VOUT1,2 ≤ 1.8V、0.8V ≤ VOUT3 ≤ 5.5V、PLL入力、VOUTソフトスタート/電圧トラッキング、PGOOD、内部温度モニタ、15mm×15mm×5.01mm BGAパッケージ
LTM4627	20VIN、15A DC/DC降圧µModuleレギュレータ	4.5V ≤ VIN ≤ 20V、0.6V ≤ VOUT ≤ 5V、PLL入力、出力電圧トラッキング、リモート検出アンプ、15mm×15mm×4.32mm LGAパッケージと15mm×15mm×4.92mm BGAパッケージ
LTM4611	1.5VIN(MIN)、15V、降圧DC/DCµModuleレギュレータ	1.5V ≤ VIN ≤ 5.5V、0.8V ≤ VOUT ≤ 5V、PLL入力、リモート検出アンプ、出力電圧トラッキング、15mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM4613	EN55022クラスB準拠の36VIN、8A DC/DC降圧µModuleレギュレータ	5V ≤ VIN ≤ 36V、3.3V ≤ VOUT ≤ 15V、PLL入力、出力電圧トラッキングおよびマーキング、15mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM8061	入力電流制限をプログラム可能な32V、2A、降圧µModuleバッテリー・チャージャ	1セルまたは2セルのリチウムイオンまたはリチウムポリマー・バッテリー・スタックと互換(4.1V、4.2V、8.2Vまたは8.4V)、4.95V ≤ VIN ≤ 32V、充電終了方式: C/10または調整可能なタイマ、NTC抵抗によるモニタ入力、9mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM8045	最大出力電流が700mAで反転またはSEPIC構成のµModule DC/DCコンバータ	2.8V ≤ VIN ≤ 18V、±2.5V ≤ VOUT ≤ ±15V、同期可能、反転構成時にデイレティングや制御入力のロジック・レベル・シフトが不要、6.25mm×11.25mm×4.92mm BGAパッケージ
LTM8048	LDOポスト・レギュレータ付き、1.5W、725VDC電氣的絶縁型µModuleコンバータ	3.1V ≤ VIN ≤ 32V、2.5V ≤ VOUT ≤ 12V、1mVp-p出力リップル、絶縁型トランスを内蔵、9mm×11.25mm×4.92mm BGAパッケージ
LTC2977	8チャンネルPMBusパワー・システム・マネージャ	TUE:0.25%、16ビットADC、電圧/温度のモニタおよび監視
LTC2974	4チャンネルPMBusパワー・システム・マネージャ	TUE:0.25%、16ビットADC、電圧/電流/温度のモニタおよび監視

This product contains technology licensed from Silicon Semiconductor Corporation. Silicon Semiconductor® 4600hvfe