

## 特長

- シングル・インダクタ・アーキテクチャにより、出力電圧を上回るまたは下回る入力電圧、また出力電圧と等しい入力電圧が可能
- 広い入力電圧範囲: 4.5V~20V
- 広い出力電圧範囲: 0.8V~16V
- 5Aの標準DC電流 (降圧モードでは12Aの標準DC電流)
- 高効率: 最大98%
- 電流モード制御
- パワーグッド出力信号
- フェーズロック可能な固定周波数: 200kHz~400kHz
- 超高速トランジェント応答
- 電流フォールドバック保護
- 出力過電圧保護
- 高さの低い小型の (15mm×15mm×2.8mm) 表面実装LGAパッケージ

## アプリケーション

- テレコム、サーバおよびネットワーク機器
- 産業用および車載機器
- 高電力バッテリー駆動機器

## 概要

LTM<sup>®</sup>4605は高効率スイッチモード昇降圧電源で、スイッチング・コントローラ、パワーFET、サポート部品をパッケージに搭載しています。LTM4605は4.5V~20Vの入力電圧範囲で動作し、0.8V~16Vの出力電圧範囲を抵抗で設定することができます。このような高効率設計により、昇圧モードで最大5Aの連続電流 (降圧モードで12A) を供給します。また、インダクタ、センス抵抗、バルクの入力および出力コンデンサを使用するだけで設計を完成させることができます。

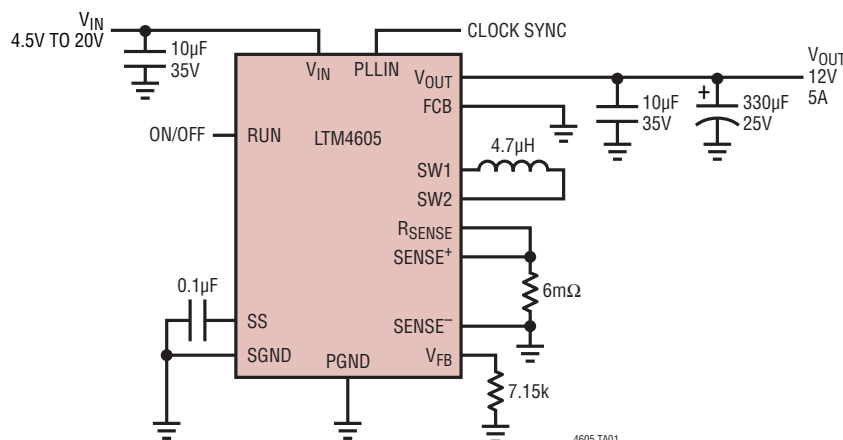
高さの低いパッケージなので、プリント回路基板裏面の未使用スペースを利用して、高密度のポイントオブロード・レギュレーションが可能です。高いスイッチング周波数と電流モード・アーキテクチャにより、入力および負荷の変動に対する高速過渡応答が可能です。LTM4605は外部クロックと同期可能なので、望ましくない周波数高調波を低減することができます。

フォルト保護機能には、過電圧保護、フォールドバック電流保護などがあります。LTM4605は、熱特性が改善された15mm×15mm×2.8mmの小型LGAパッケージで供給されます。LTM4605は無鉛仕上げでRoHSに準拠しています。

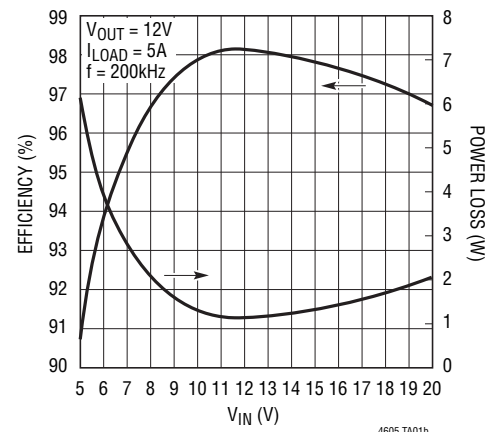
LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linearのロゴ、μModuleおよびPolyPhaseはリアテクノロジ社の登録商標です。No RSENSEはリアテクノロジ社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

入力が4.5V~20Vの12V/5A昇降圧DC/DC μModuleレギュレータ電源



効率および電力損失と  
入力電圧



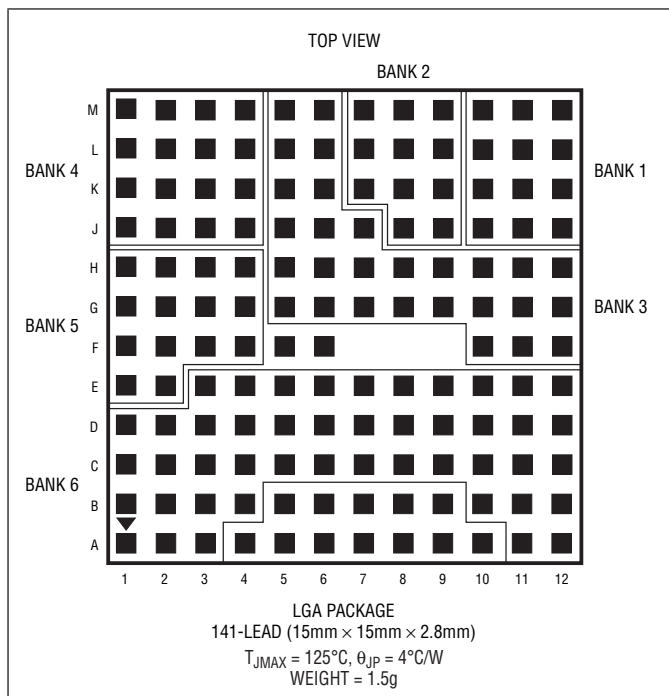
# LTM4605

## 絶対最大定格 (Note 1)

$V_{IN}$ .....	-0.3V~20V
$V_{OUT}$ .....	0.8V~16V
INTV <sub>CC</sub> 、EXTV <sub>CC</sub> 、RUN、SS、PGOOD .....	-0.3V~7V
SW1、SW2 (Note 6) .....	-5V~20V
$V_{FB}$ 、COMP .....	-0.3V~2.4V
FCB、STBYMD .....	-0.3V~INTV <sub>CC</sub>
PLLIN .....	-0.3V~5.5V
PLLFLTR .....	-0.3V~2.7V
動作温度範囲 (Note 2) .....	-40°C~85°C
保存温度範囲 .....	-55°C~125°C

## ピン配置

(「表6. ピン配置」を参照)



## 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	動作範囲 (Note 2)
		デバイス	コード			
LTM8033EV#PBF	Au (RoHS)	LTM8033V	e4	LGA	3	-40°C to 125°C
LTM8033IV#PBF	Au (RoHS)	LTM8033V	e4	LGA	3	-40°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。\* 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。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](http://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](http://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](http://www.linear-tech.co.jp/packaging)

## 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<sub>A</sub> = 25°C (Note 2)、V<sub>IN</sub> = 12Vでの値。標準的応用例 (表紙) の構成による。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
入力の仕様						
V <sub>IN(DC)</sub>	Input DC Voltage		●	4.5	20	V
V <sub>IN(UVLO)</sub>	Undervoltage Lockout Threshold	V <sub>IN</sub> Falling	●	3.4	4	V
I <sub>Q(VIN)</sub>	Input Supply Bias Current			2.8		mA
	Normal	V <sub>RUN</sub> = 0V, V <sub>STBYMD</sub> > 2V		1.6		mA
	Standby	V <sub>RUN</sub> = 0V, V <sub>STBYMD</sub> = Open		35	60	μA
	Shutdown Supply Current					μA

4605fd

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$  (Note 2)、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的応用例(表紙)の構成による。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>出力の仕様</b>						
$I_{OUTDC}$	Output Continuous Current Range (See Output Current Derating Curves for Different $V_{IN}$ , $V_{OUT}$ and $T_A$ )	$V_{IN} = 12\text{V}$ , $V_{OUT} = 5\text{V}$ $V_{IN} = 6\text{V}$ , $V_{OUT} = 12\text{V}$		12 5		A A
$\Delta V_{FB}/V_{FB(NOM)}$	Reference Voltage Line Regulation Accuracy	$V_{IN} = 4.5\text{V to } 20\text{V}$ , $V_{COMP} = 1.2\text{V}$ (Note 3)		0.002	0.02	%/V
$\Delta V_{FB}/V_{FB(LOAD)}$	Load Regulation Accuracy	$V_{COMP} = 1.2\text{V to } 0.7\text{V}$ $V_{COMP} = 1.2\text{V to } 1.8\text{V}$ (Note 3)	● ●	0.15 -0.15	0.5 -0.5	% %

## スイッチ・セクション

M1 $t_r$	Turn-On Time (Note 4)	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		50		ns
M1 $t_f$	Turn-Off Time	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		40		ns
M3 $t_r$	Turn-On Time	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		25		ns
M3 $t_f$	Turn-Off Time	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		20		ns
M2, M4 $t_r$	Turn-On Time	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		20		ns
M2, M4 $t_f$	Turn-Off Time	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		20		ns
$t_{1d}$	M1 Off to M2 On Delay (Note 4)	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		50		ns
$t_{2d}$	M2 Off to M1 On Delay	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		50		ns
$t_{3d}$	M3 Off to M4 On Delay	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		50		ns
$t_{4d}$	M4 Off to M3 On Delay	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		50		ns
Mode Transition 1	M2 Off to M4 On Delay	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		220		ns
Mode Transition 2	M4 Off to M2 On Delay	Drain to Source Voltage $V_{DS} = 12\text{V}$ , Bias Current $I_{SW} = 10\text{mA}$		220		ns
M1 $R_{DS(ON)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	Bias Current $I_{SW} = 3\text{A}$		6.5		m $\Omega$
M2 $R_{DS(ON)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	Bias Current $I_{SW} = 3\text{A}$		8	12	m $\Omega$
M3 $R_{DS(ON)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	Bias Current $I_{SW} = 3\text{A}$		8	12	m $\Omega$
M4 $R_{DS(ON)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	Bias Current $I_{SW} = 3\text{A}$		8	12	m $\Omega$

## 発振器とフェーズロック・ループ

$f_{NOM}$	Nominal Frequency	$V_{PLLFLTR} = 1.2\text{V}$		260	300	330	kHz
$f_{LOW}$	Lowest Frequency	$V_{PLLFLTR} = 0\text{V}$		170	200	220	kHz
$f_{HIGH}$	Highest Frequency	$V_{PLLFLTR} = 2.4\text{V}$		340	400	440	kHz
$R_{PLLIN}$	PLLIN Input Resistance			50			k $\Omega$
$I_{PLLFLTR}$	Phase Detector Output Current	$f_{PLLIN} < f_{OSC}$ $f_{PLLIN} > f_{OSC}$		-15 15			$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$

# LTM4605

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$  (Note 2)、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的応用例(表紙)の構成による。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>制御セクション</b>							
$V_{FB}$	Feedback Reference Voltage	$V_{COMP} = 1.2\text{V}$	●	0.792	0.8	0.808	V
$V_{RUN}$	RUN Pin ON/OFF Threshold			1	1.6	2.2	V
$I_{SS}$	Soft-Start Charging Current	$V_{RUN} = 2.2\text{V}$		1	1.7		$\mu\text{A}$
$V_{STBYMD}(\text{START})$	Start-Up Threshold	$V_{STBYMD}$ Rising		0.4	0.7		V
$V_{STBYMD}(\text{KA})$	Keep-Active Power On Threshold	$V_{STBYMD}$ Rising, $V_{RUN} = 0\text{V}$			1.25		V
$V_{FCB}$	Forced Continuous Threshold			0.76	0.8	0.84	V
$I_{FCB}$	Forced Continuous Pin Current	$V_{FCB} = 0.85\text{V}$		-0.3	-0.2	-0.1	$\mu\text{A}$
$V_{BURST}$	Burst Inhibit (Constant Frequency) Threshold	Measured at FCB Pin			5.3	5.5	V
$DF_{(\text{BOOST}, \text{MAX})}$	Maximum Duty Factor	% Switch M4 On			99		%
$DF_{(\text{BUCK}, \text{MAX})}$	Maximum Duty Factor	% Switch M1 On			99		%
$t_{\text{ON}}(\text{MIN}, \text{BUCK})$	Minimum On-Time for Synchronous Switch in Buck Operation	Switch M1 (Note 5)			200	250	ns
RFBHI	Resistor Between $V_{OUT}$ and $V_{FB}$ Pins			99.5	100	100.5	$\text{k}\Omega$

## 内部 $V_{CC}$ レギュレータ

$INTV_{CC}$	Internal $V_{CC}$ Voltage	$V_{IN} > 7\text{V}$ , $V_{EXTVCC} = 5\text{V}$	●	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_{LDO}/V_{LDO}$	Internal $V_{CC}$ Load Regulation	$I_{CC} = 0\text{mA}$ to $20\text{mA}$ , $V_{EXTVCC} = 5\text{V}$			0.3	2	%
$V_{EXTVCC}$	EXT $V_{CC}$ Switchover Voltage	$I_{CC} = 20\text{mA}$ , $V_{EXTVCC}$ Rising	●	5.4	5.6		V
$\Delta V_{EXTVCC}(\text{HYS})$	EXT $V_{CC}$ Switchover Hysteresis				300		mV
$\Delta V_{EXTVCC}$	EXT $V_{CC}$ Switch Drop Voltage	$I_{CC} = 20\text{mA}$ , $V_{EXTVCC} = 6\text{V}$			60	150	mV

## 電流検出セクション

$V_{\text{SENSE}}(\text{MAX})$	Maximum Current Sense Threshold	Boost Mode Buck Mode	● ●	-95	160 -130	190 -150	mV mV
$V_{\text{SENSE}}(\text{MIN}, \text{BUCK})$	Minimum Current Sense Threshold	Discontinuous Mode			-6		mV
$I_{\text{SENSE}}$	Sense Pins Total Source Current	$V_{\text{SENSE}}^- = V_{\text{SENSE}}^+ = 0\text{V}$			-380		$\mu\text{A}$

## PGOOD

$\Delta V_{FBH}$	PGOOD Upper Threshold	$V_{FB}$ Rising		5.5	7.5	10	%
$\Delta V_{FBL}$	PGOOD Lower Threshold	$V_{FB}$ Falling		-5.5	-7.5	-10	%
$\Delta V_{FB}(\text{HYS})$	PGOOD Hysteresis	$V_{FB}$ Returning			2.5		%
$V_{PGL}$	PGOOD Low Voltage	$I_{PGOOD} = 2\text{mA}$			0.2	0.3	V
$I_{PGOOD}$	PGOOD Leakage Current	$V_{PGOOD} = 5\text{V}$				1	$\mu\text{A}$

**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。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:** LTM4605E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。LTM4605Iは $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で保証されている。

**Note 3:** LTM4605は帰還ループを使って $V_{COMP}$ を規定電圧にサーボ制御し、そのときの $V_{FB}$ を測定してテストされる。

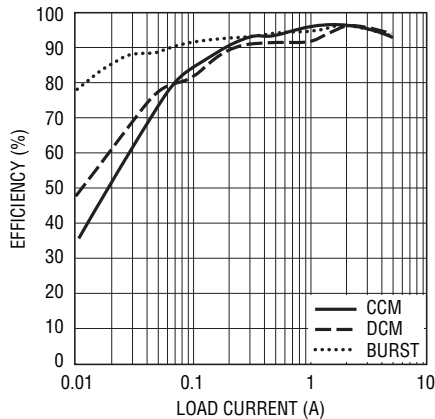
**Note 4:** ターンオン時間とターンオフ時間は10%と90%のレベルを使用して測定する。遷移遅延時間は50%レベルを使って測定する。

**Note 5:** ウェハ・レベルでのみ全数テストされる。

**Note 6:** SW1とSW2における $-5\text{V}$ の絶対最大定格は過渡条件下のみの値である。

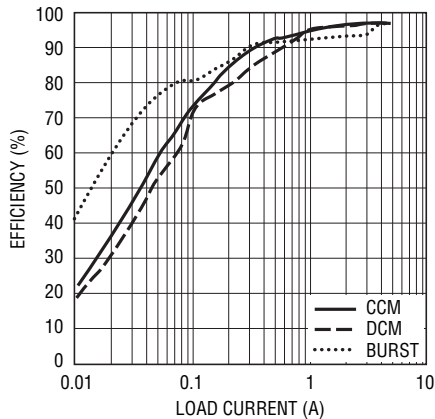
標準的性能特性 (図16を参照。)

効率と負荷電流  
6VINから12VOUT



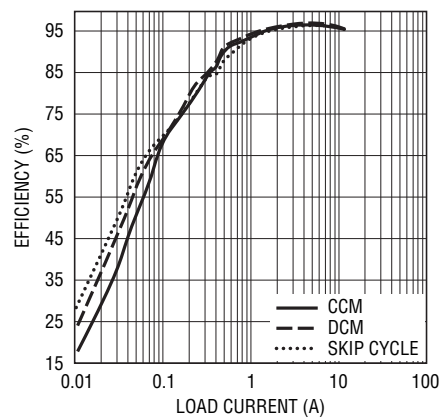
4605 G01

効率と負荷電流  
12VINから12VOUT



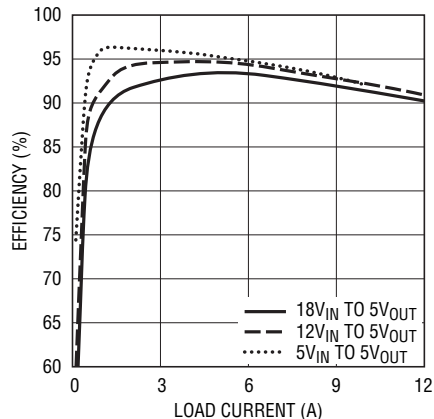
4605 G02

効率と負荷電流  
18VINから12VOUT



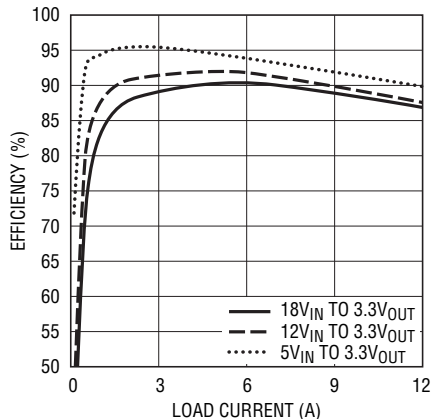
4605 G03

効率と負荷電流  
3.3μHインダクタ (CCM)



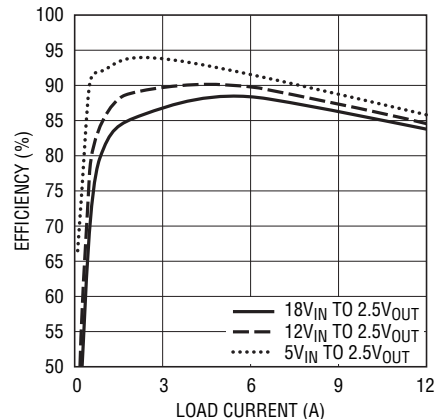
4605 G04

効率と負荷電流  
1.5μHインダクタ (CCM)



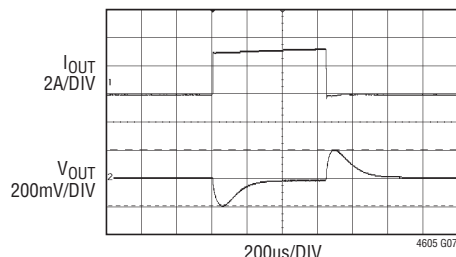
4605 G05

効率と負荷電流  
1.5μHインダクタ (CCM)



4605 G06

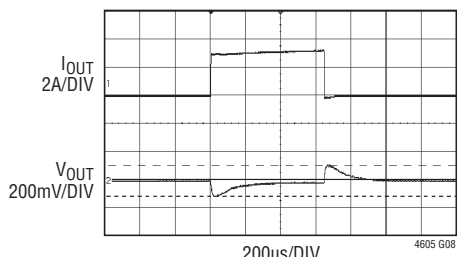
6VINから12VOUTの過渡応答



4605 G07

負荷ステップ: CCMで0Aから3A  
出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

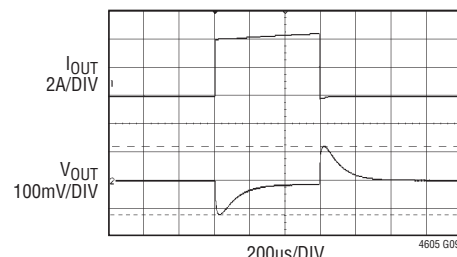
12VINから12VOUTの過渡応答



4605 G08

負荷ステップ: CCMで0Aから3A  
出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

18VINから12VOUTの過渡応答

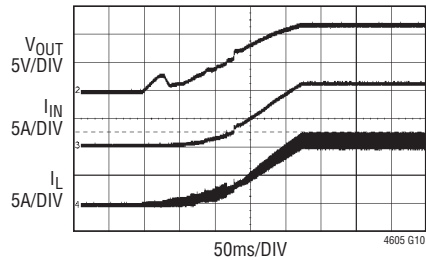


4605 G09

負荷ステップ: CCMで0Aから4A  
出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

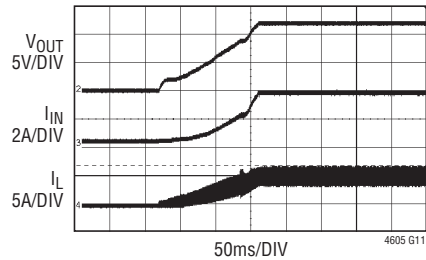
## 標準的性能特性

**6V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>の起動 (I<sub>OUT</sub> = 5A)**



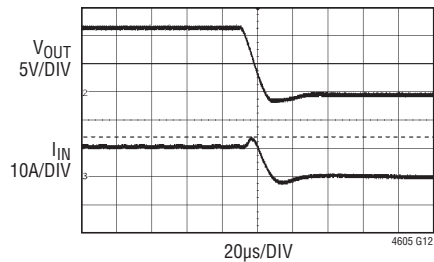
0.22μFソフトスタート・コンデンサ  
出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

**18V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>の起動 (I<sub>OUT</sub> = 5A)**



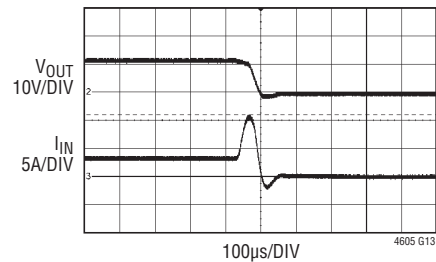
0.22μFソフトスタート・コンデンサ  
出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

**6V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>の短絡 (I<sub>OUT</sub> = 5A)**



出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

**18V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>の短絡 (I<sub>OUT</sub> = 5A)**



出力コンデンサ: 4×22μFセラミック・コンデンサおよび  
2×180μF電解コンデンサ  
2×15mΩセンス抵抗

## ピン機能

**V<sub>IN</sub> (バンク1)**: 電源入力ピン。これらのピンとPGNDピンの間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<sub>IN</sub>ピンとPGNDピンの間に直接配置することを推奨します。

**V<sub>OUT</sub> (バンク5)**: 電源出力ピン。これらのピンとPGNDピンの間に出力負荷を接続します。出力デカップリング・コンデンサはこれらのピンとPGNDピンの間に直接配置することを推奨します。

**PGND (バンク6)**: 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。

**SW1, SW2 (バンク4、バンク2)**: スイッチ・ノード。パワー・インダクタをSW1とSW2の間に接続します。

**R<sub>SENSE</sub> (バンク3)**: センス抵抗ピン。このピンからPGNDにセンス抵抗を接続します。

**SENSE<sup>+</sup> (ピンA4)**: 電流検出コンパレータと逆電流検出コンパレータへの正入力です。

**SENSE<sup>-</sup> (ピンA5)**: 電流検出コンパレータと逆電流検出コンパレータへの負入力です。

**EXTV<sub>CC</sub> (ピンF6)**: 外部V<sub>CC</sub>入力。EXTV<sub>CC</sub>が5.7Vを超えると、コントローラとゲート・ドライブがEXTV<sub>CC</sub>から電力供給を受けるように、内部スイッチがこのピンをINTV<sub>CC</sub>に接続し、内部レギュレータをシャットダウンします。このピンは7Vを超えないようにし、EXTV<sub>CC</sub> < V<sub>IN</sub>とします。

**INTV<sub>CC</sub> (ピンF5)**: 内部6Vレギュレータの出力。このピンは6V内部レギュレータのデカップリングを追加するために使います。

**PLLIN (ピンB9)**: 位相検出器への外部クロック同期入力。このピンは内部でSGNDに50k抵抗で終端されています。フェーズロック・ループはコントローラのボトム・ゲート信号の立上りをPLLIN信号の立上りエッジに同期させます。

**PLLFLTR (ピンB8)**: フェーズロック・ループのローパス・フィルタをこのピンに接続します。このピンは、外部のAC電圧またはDC電圧を使って内部発振器の周波数を設定するのも使えます。詳細については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**SS (ピンA6)**: ソフトスタート・ピン。ソフト・スタートは、コントローラの電流制限を徐々に増加させることによって、入力電源のサージ電流を低減します。

**STBYMD (ピンA10)**: LDO制御ピン。コントローラがシャットダウンするとき内部LDOを有効に保つかどうか決定します。詳細は「動作」のセクションを参照してください。STBYMDピンをグラウンドに引き下げると、SSピンが内部でグラウンドに引き下げられ、コントローラの起動をディスエーブルするので、コントローラをオフする単一の制御ピンが与えられます。内部デカップリング・コンデンサがこのピンに接続されています。

**V<sub>FB</sub> (ピンB6)**: 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<sub>OUT</sub>に接続されています。V<sub>FB</sub>ピンとSGNDピンの間に抵抗を追加して、異なった出力電圧をプログラムすることができます。「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**FCB (ピンA9)**: 強制連続制御入力。このピンに加えられる電圧により、モジュールの動作モードが設定されます。加えられた電圧が0.8Vより低いと、強制連続電流モードが有効になります。このピンがフロート状態になることが許容されると、昇圧動作ではBurst Mode動作が有効になり、降圧動作ではスキップ・サイクル・モードが有効になります。このピンをINTV<sub>CC</sub>に接続すると、降圧動作でも昇圧動作でも固定周波数不連続電流モードが有効になります。「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

**SGND (ピンA7)**: 信号グラウンド・ピン。このピンは出力コンデンサのポイントでPGNDに接続します。

**COMP (ピンB7)**: 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です。

**PGOOD (ピンB5)**: 出力電圧パワーグッド・インジケータ。オープン・ドレインのロジック出力で、出力電圧がレギュレーション・ポイントの±7.5%以内ないとグラウンドに引き下げられます。

**RUN (ピンA8)**: 実行制御ピン。電圧が1.6Vより低いとモジュールをオフします。モジュールのRUNピンとSGNDの間には100k抵抗が接続されています。このピンには6Vを超える電圧を印加しないでください。「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

## 簡略ブロック図

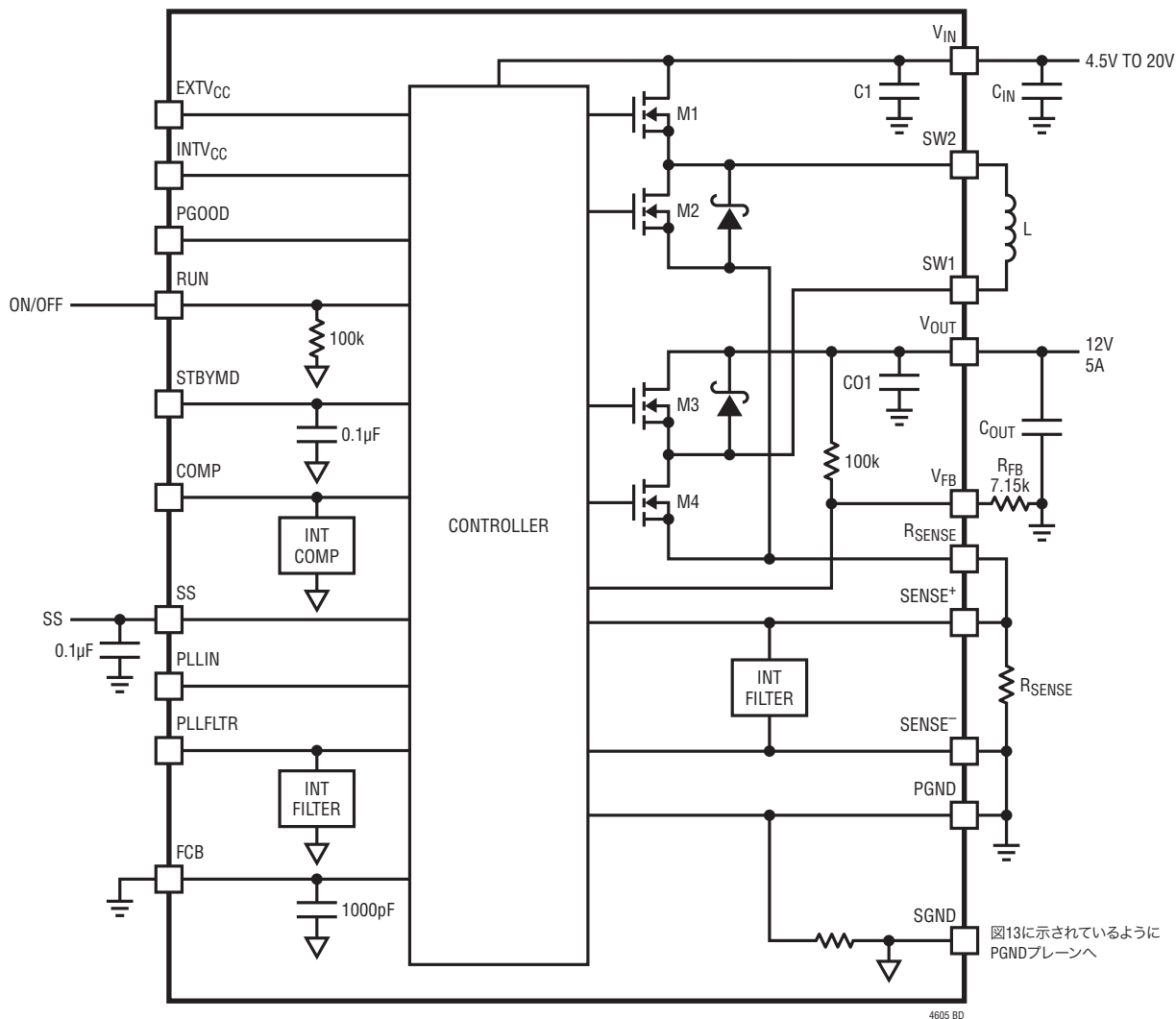


図1. LTM4605の簡略ブロック図

### デカップリングの要件 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。図1の構成設定を使用。

記号	パラメータ	条件	MIN	TYP	MAX	UNITS
$C_{IN}$	外部入力コンデンサの要件 ( $V_{IN} = 4.5\text{V} \sim 20\text{V}$ , $V_{OUT} = 12\text{V}$ )	$I_{OUT} = 5\text{A}$	10			$\mu\text{F}$
$C_{OUT}$	外部出力コンデンサの要件 ( $V_{IN} = 4.5\text{V} \sim 20\text{V}$ , $V_{OUT} = 12\text{V}$ )	$I_{OUT} = 5\text{A}$	200	300		$\mu\text{F}$



## 動作

### 電源モジュールの概要

LTM4605は非絶縁型昇降圧DC/DC電源です。センス抵抗、インダクタおよびいくつかの外部入力コンデンサと外部出力コンデンサを追加するだけで、4.5V～20Vの広い入力範囲にわたって0.8V～16Vの広い範囲の出力電圧を供給することができます。1個の外部抵抗によってプログラム可能な精密に安定化された出力電圧を供給します。標準的応用例の回路図を図16に示します。

LTM4605には集積化された電流モード昇降圧コントローラ、および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。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、広い範囲の出力コンデンサで、LTM4605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。LTM4605の動作周波数は、PLLFLTRピンの電圧を設定することにより、200kHz～400kHzで調節することができます。代わりに、周波数をPLLINピンからの入力クロック信号によって同期させることができます。標準スイッチング周波数は400kHzです。

LTM4605では、軽負荷でBurst Mode動作とスキップ・サイクル・モード動作をイネーブルして効率を改善することができますが、固定周波数アプリケーションでは強制連続モード動作と不連続モード動作が使われます。過電流状態で $V_{FB}$ が低下するとフォールドバック電流制限が作動します。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、出力帰還電圧が安定化ポイントの上下±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。RUNピンを1.6Vより下に引き下げると、コントローラをシャットダウン状態に強制します。

外部バイアス電源をEXTV<sub>CC</sub>ピンに与えると、内部リニア・レギュレータの電力損失が減少するので効率が改善されます。このことは特に高い入力電圧範囲で当てはまります。

## アプリケーション情報

LTM4605の標準的応用回路を図16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。特定のアプリケーションの外部コンデンサの具体的な要件に関しては、表3を参照してください。

### 出力電圧のプログラミング

PWMコントローラには0.8V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の内部帰還抵抗が $V_{OUT}$ ピンと $V_{FB}$ ピンを一緒に接続しています。 $V_{FB}$ ピンからSGNDピンに抵抗 $R_{FB}$ を追加して出力電圧を設定します。

$$V_{OUT} = 0.8V \cdot \frac{100k + R_{FB}}{R_{FB}}$$

表1.  $R_{FB}$ 抵抗 (0.5%) と多様な出力電圧

$V_{OUT}$	0.8V	1.5V	2.5V	3.3V	5V	6V
$R_{FB}$	Open	115k	47.5k	32.4k	19k	15.4k
$V_{OUT}$	8V	9V	10V	12V	15V	16V
$R_{FB}$	11k	9.76k	8.66k	7.15k	5.62k	5.23k

### 動作周波数の選択

LTM4605は内部発振器のコンデンサによって決まる固定スイッチング周波数の電流モード制御アーキテクチャを使います。この内部コンデンサは、固定電流にPLLFLTRピンに加えられた電圧に比例する電流を加えた電流で充電されます。

## アプリケーション情報

PLLFLTRピンを接地して周波数を200kHzまで下げることができ、あるいは2.4Vに接続して約400kHzに上げることができます。PLLFLTRをオープンにしておくと、PLLFLTRピンは低くなり、発振器はその最小周波数に強制されます。

PLLFLTRピンに加えられた電圧と周波数のグラフを図2に示します。動作周波数が高くなるとゲート電荷損失が増加し、効率が低下します。最大スイッチング周波数は約400kHzです。

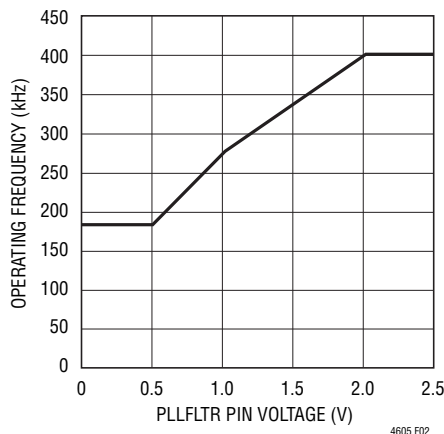


図2. 周波数とPLLFLTRピンの電圧

### 周波数同期

LTM4605は、PLLFLTRピンの電圧を直接調整する代わりに、PLLINピンを介して外部ソースに同期することもできます。このパワー・モジュールには電圧制御発振器と位相検出器で構成されるフェーズロック・ループが内蔵されています。これにより、外部クロック信号の立上りエッジにロックするようにMOSFETをオンすることができます。PLLINピンのクロックを検出してフェーズロック・ループをオンするのにパルス検出回路が使われています。クロック入力のパルス幅は少なくとも400ns、振幅は2V必要です。同期周波数は、PLLFLTRの0V～2.4VのDC電圧入力に対応して、200kHz～400kHzの範囲で変化します。レギュレータの起動時、フェーズロック・ループ機能はディスエーブルされます。

### 低電流動作

低出力電流動作での効率を改善するため、LTM4605はFCBピンにロジック入力を受け入れることにより、降圧と昇圧の両方の動作で3つのモードを提供します。異なった動作モードを表2に示します。

表2. 異なった動作モード

FCBピン	降圧	昇圧
0V～0.75V	強制連続モード	強制連続モード
0.85V～ $V_{INTVCC}-1V$	スキップ・サイクル・モード	Burst Mode動作
> 5.3V	固定周波数のDCM	固定周波数のDCM

FCBピンの電圧が0.8Vより低いとき、コントローラは連続PWM電流モードの同期スイッチング・レギュレータとして振る舞います。FCBピンの電圧が( $V_{INTVCC}-1V$ )より低いが、0.85Vよりは高いとき、 $V_{INTVCC}$ は6Vとなり、コントローラは昇圧動作ではBurst Mode動作に入り、降圧動作ではスキップ・サイクル・モードに入ります。昇圧動作時、負荷電流が予め定められた最小出力電流レベルより低いとBurst Mode動作になります。MOSFETが数サイクルの間オンし、その後、負荷電流に応じて変わる「スリープ」期間が続きます。降圧動作の間、スキップ・サイクル・モードによって最小正インダクタ電流レベルが設定されます。このモードでは、出力負荷電流が最大設計負荷の1%より下がると、出力電圧を維持するためにいくつかのサイクルがスキップされます。

FCBピンがINTV<sub>CC</sub>に接続されていると、コントローラは固定周波数の不連続電流モード(DCM)になります。昇圧動作では、出力電圧が十分高いと、コントローラは1サイクルだけ連続電流降圧モードに入ることができ、インダクタ電流を放電します。それに続くサイクルで、コントローラはDCM昇圧動作を再開します。降圧動作では、予め設定された最小負インダクタ電流レベルに達すると、固定周波数不連続電流モードがオンします。非常に軽い負荷では、この固定周波数動作はBurst Mode動作やスキップ・サイクルほど効率的ではありませんが、低ノイズの固定周波数動作が得られます。

### 入力コンデンサ

昇圧モードでは入力電流が連続しているため、最小の入力コンデンサだけが必要です。ただし、降圧モードでは入力電流が不連続なので、入力の方角波電流をフィルタする必要性に基づいて入力コンデンサ $C_{IN}$ が選択されます。

## アプリケーション情報

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。

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

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。

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

上の式で、 $\eta$ は電源モジュールの推定効率です。 $C_{IN}$ 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温度と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。デレーティングの要件に関しては、必ずコンデンサ・メーカーにお問い合わせください。

### 出力コンデンサ

昇圧モードでは、この不連続電流は入力から出力にシフトしますので、出力コンデンサ $C_{OUT}$ は出力電圧リップルを減少させることができなければなりません。

昇圧モードと降圧モードでは、バルク容量の充放電による定常リップルは以下の式で与えられます。

$$V_{RIPPLE,BOOST} = \frac{I_{OUT(MAX)} \cdot (V_{OUT} - V_{IN(MIN)})}{C_{OUT} \cdot V_{OUT} \cdot f}$$

$$V_{RIPPLE,BUCK} = \frac{V_{OUT} \cdot (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{8 \cdot L \cdot C_{OUT} \cdot V_{IN(MAX)} \cdot f^2}$$

ESR(実効直列抵抗)両端の電圧降下による定常リップルは以下の式で与えられます。

$$V_{ESR,BUCK} = \Delta I_L(MAX) \cdot ESR$$

$$V_{ESR,BOOST} = I_L(MAX) \cdot ESR$$

LTM4605は低出力電圧リップル用に設計されています。 $C_{OUT}$ として定義されているバルク出力コンデンサは、出力電圧リップルと過渡の要件を満たすのに十分低いESRのものを選択します。 $C_{OUT}$ 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・コンデンサを使うことができます。ESRおよびRMS電流処理の要件を満たすため、複数のコンデンサを並列に配置することができます。標準的容量は300 $\mu$ Fです。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。異なる出力電圧と、電流過渡での電圧の垂下やオーバーシュートを最小に抑えるための出力コンデンサの一覧を表3に示します。

### インダクタの選択

インダクタは主に必要なリップル電流と動作周波数によって決まります。インダクタ電流リップル $\Delta I_L$ は一般に最大インダクタ電流の20%~40%に設定されます。インダクタの設計では、連続モードのワーストケースは以下のように考えられます。

$$L_{BOOST} \geq \frac{V_{IN} \cdot (V_{OUT(MAX)} - V_{IN})}{V_{OUT(MAX)} \cdot f \cdot I_{OUT(MAX)} \cdot \text{Ripple}\%}$$

$$L_{BUCK} \geq \frac{V_{OUT} \cdot (V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{V_{IN(MAX)} \cdot f \cdot I_{OUT(MAX)} \cdot \text{Ripple}\%}$$

ここで、

$f$ は動作周波数(Hz)

Ripple%は許容インダクタ電流リップル(%)

$V_{OUT(MAX)}$ は最大出力電圧(V)

$V_{IN(MAX)}$ は最大入力電圧(V)

$V_{OUT}$ は出力電圧(V)

$I_{OUT(MAX)}$ は最大出力負荷電流(A)

$I^2R$ 損失を減らすため、インダクタはDC抵抗が小さく、飽和せずにピーク・インダクタ電流を流すことができるものにします。放射ノイズを抑えるには、トロイド、壺型コア、またはシールドされたボビン・インダクタを使用します。異なるそれぞれの場合の推奨インダクタに関しては表3を参照してください。

## アプリケーション情報

### R<sub>SENSE</sub>の選択と最大出力電流

R<sub>SENSE</sub>は必要なインダクタ電流に基づいて選択します。降圧モードのインダクタの最大谷電流は昇圧モードのインダクタのピーク電流よりずっと低いので、降圧モードと昇圧モードでは異なるセンス抵抗を使うことを推奨します。

電流コンパレータのスレッシュホールドにより、昇圧モードのピーク・インダクタ電流と、降圧モードのインダクタの最大谷電流が設定されます。昇圧モードでは、許容される最大平均負荷電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT(MAX,BOOST)} = \left( \frac{160mV}{R_{SENSE}} - \frac{\Delta I_L}{2} \right) \cdot \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

ここで、 $\Delta I_L$ はインダクタのピーク・トゥ・ピーク・リップル電流です。

降圧モードでは、許容される最大平均負荷電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT(MAX,BUCK)} = \frac{130mV}{R_{SENSE}} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

昇圧モードの電流センスR<sub>SENSE</sub>の最大値は次のとおりです。

$$R_{SENSE(MAX,BOOST)} = \frac{2 \cdot 160mV \cdot V_{IN}}{2 \cdot I_{OUT(MAX,BOOST)} \cdot V_{OUT} + \Delta I_L \cdot V_{IN}}$$

降圧モードの電流センスR<sub>SENSE</sub>の最大値は次のとおりです。

$$R_{SENSE(MAX,BUCK)} = \frac{2 \cdot 130mV}{2 \cdot I_{OUT(MAX,BUCK)} - \Delta I_L}$$

計算されたセンス抵抗に20%~30%のマージンを与えることを一般に推奨します。異なるそれぞれのアプリケーションの推奨センス抵抗に関しては表3を参照してください。

### ソフトスタート

SSピンはレギュレータをソフトスタートさせる手段を与えます。このピンに接続されたコンデンサが出力電圧のランプ・レートを設定します。1.7 $\mu$ Aの電流源が外部のソフトスタート・コンデンサを充電します。これは内部リファレンスと出力電圧のランプを制御します。合計ソフトスタート時間は次のように推定できます。

$$t_{SOFTSTART} = \frac{2.4V \cdot C_{SS}}{1.7\mu A}$$

RUNピンが1.6Vより下に下がると、ソフトスタート・ピンがリセットするので、レギュレータが再度イネーブルされるとき適切なソフトスタートの制御が可能になります。電流フォールドバックと強制連続モードはソフトスタートの間ディスエーブルされます。ソフトスタート機能を使って出力のランプアップ時間を制御することもできるので、別のレギュレータを簡単にトラッキングすることができます。SSピンには6Vを超える電圧を印加しないでください。

### 実行イネーブル

電源モジュールをイネーブルするにはRUNピンを使います。このピンはロジック入力でドライブすることができ、6Vを超えてはいけません。

RUNピンは、抵抗を入力電源からRUNピンに接続することにより、低電圧ロックアウト(UVLO)機能としても使うことができます。式は次のようになります。

$$V_{UVLO} = \frac{R + 100k}{100k} \cdot 1.6V$$

### パワーグッド機能

PGOODピンはオープン・ドレインのピンで、有効な出力電圧の安定化をモニタするのに使うことができます。このピンは安定化ポイントの周り $\pm 7.5\%$ をモニタし、マーージングを使ってトラッキングします。

### COMPピン

このピンは外部補償のピンです。モジュールはほとんどの出力電圧に対して既に内部で補償されています。他の制御ループの最適化のためにはSPICEモデルが利用できます。

### フォルト状態: 電流制限と過電流フォールドバック

LTM4605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サイクルごとにインダクタ電流を制限します。表3を参照してください。

過負荷状態が発生したとき電流をさらに制限するため、LTM4605にはフォールドバック電流制限機能が備わっています。

## アプリケーション情報

出力が70%以上低下すると、最大出力電流は昇圧モードではその最大電流リミット値の約30%に、降圧モードでは約40%に次第に低下します。

### スタンバイ・モード (STBYMD)

スタンバイ・モード (STBYMD) ピンにより、起動とスタンバイの動作モードをいくつか選択できます。このピンをグランドに引き下げると、SSピンが内部でグランドに引き下げられ、コントローラの起動を防止するので、コントローラをオフするのに単一の制御ピンが与えられます。このピンをオープンにしておくかコンデンサでグランドにデカップリングすると、SSピンに内部で起動電流が与えられるので、コントローラを外部からオンすることが可能になります。このピンが1.25Vを超える電圧に接続されていると、コントローラがシャットダウンしているときでも (RUNピンの電圧 < 1.6V) 内部レギュレータ (INTV<sub>CC</sub>) がオンします。このモードでは、内蔵の6Vリニア・レギュレータがキーボード・コントローラなどのキープ・アライブ機能に電力を供給することができます。

### INTV<sub>CC</sub>とEXTV<sub>CC</sub>

内部Pチャネル低ドロップアウト・レギュレータは、V<sub>IN</sub>電源ピンからINTV<sub>CC</sub>ピンに6Vを発生します。INTV<sub>CC</sub>はモジュール内の制御デバイスと内部回路に電力を供給します。

LTM4605は外部電源電圧ピンEXTV<sub>CC</sub>も備えています。EXTV<sub>CC</sub>に印加された電圧が5.7Vを超えると内部レギュレータがオフし、内部スイッチがEXTV<sub>CC</sub>ピンをINTV<sub>CC</sub>ピンに接続し、それによって内部に電力が供給されます。EXTV<sub>CC</sub>に印加された電圧が5.5Vを超えている限り、スイッチは閉じたままです。これにより、MOSFETドライバと制御回路への電力は (5.7V < V<sub>OUT</sub> < 7V) のときは出力から供給し、出力が安定化されていないとき (始動時、短絡時など) は内部レギュレータから供給することができます。EXTV<sub>CC</sub>スイッチを経由して規定値以上の電流が必要な場合は、EXTV<sub>CC</sub>ピンとINTV<sub>CC</sub>ピンの間に外部ショットキー・ダイオードを挿入することができます。必ずEXTV<sub>CC</sub> ≤ V<sub>IN</sub>となるようにします。

EXTV<sub>CC</sub>の可能な3つの接続方法を次のリストにまとめておきます。

1. EXTV<sub>CC</sub>をオープンのままにします (または接地します)。こうすると、INTV<sub>CC</sub>はわずかな効率低下を代償に内部6Vレギュレータから電力を供給されます。

2. EXTV<sub>CC</sub>をV<sub>OUT</sub>に直接接続します (5.7V < V<sub>OUT</sub> < 7V)。これは6Vレギュレータでは通常の接続であり、効率が最も高くなります。

3. EXTV<sub>CC</sub>を外部電源に接続します。5.5V～7Vの範囲の外部電源が利用でき、MOSFETゲート・ドライブ条件に適合すれば、これを使用してEXTV<sub>CC</sub>に電力を供給することができます。

### 熱に関する検討事項と出力電流のデレーティング

異なるアプリケーションでは、LTM4605は多様な熱環境で動作します。最大出力電流は環境の熱条件によって制限されます。信頼性の高い動作を保証するため、十分温度を下げます。冷却が制限されている場合、周囲温度、エアフロー、入力/出力条件、および信頼性向上の必要性を検討して、出力電流の適切なデレーティングが必要です。

図5と図6の電力損失曲線を図7～図12の負荷電流デレーティング曲線と一緒に使って、モジュールのθ<sub>JA</sub>を概算することができます。列のタイトルがヒートシンクなしとBGAヒートシンク付きを区別しています。負荷電流デレーティング曲線のそれぞれは、増加した周囲温度の関数として最大負荷電流を下げ、パワー・モジュールの最大接合部温度を最大115°Cに保ちます。これにより、125°Cより低い最大動作温度で有効な安全マージンが与えられます。正しい出力電圧に対応するそれぞれのデレーティング曲線と電力損失曲線を使って該当する条件のおよそのθ<sub>JA</sub>を求めることができます。

## 設計例

### 降圧モード動作

設計例として、入力電圧V<sub>IN</sub> = 12V～20V、V<sub>OUT</sub> = 12Vおよびf = 400kHzを使います。

400kHzの周波数ではPLLFLTRピンを2.4V以上に設定し、連続電流モード動作ではFCBをグランドに接続します。図14に示されているように分圧器が使われる場合、下の抵抗R3が1kを超えないようにすることを推奨します。

## アプリケーション情報

出力電圧を12Vに設定するには、 $V_{FB}$ ピンからグランドへの抵抗 $R_{FB}$ を次のように選択します。

$$R_{FB} = \frac{0.8V \cdot 100k}{V_{OUT} - 0.8V} \approx 7.15k$$

適切なインダクタを選択するには、異なる入力電圧での電流リップルを知る必要があります。実際の動作領域でのワーストケースを考慮してインダクタを選択します。降圧モードで最大出力電力 $P$ が150Wであれば、最大インダクタ電流 $I_L$ に対する電流リップル $\Delta I_L$ の比を次のように求めることができます。

$$\frac{\Delta I_L}{I_L} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT}) \cdot V_{OUT}^2}{V_{IN} \cdot L \cdot f \cdot P}$$

インダクタの値(1.5 $\mu$ H、2.5 $\mu$ H、3.3 $\mu$ Hおよび4.7 $\mu$ H)に基づく、異なった入力電圧での電流リップル比を図3に示します。全ての入力で30%のリップル電流比が必要であれば、3.3 $\mu$ Hのインダクタを選択することができます。

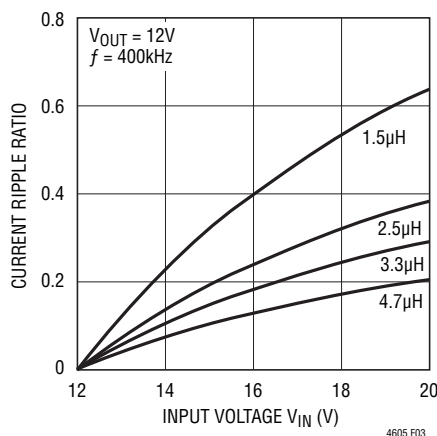


図3. 降圧モードの異なった入力での電流リップル比

降圧モードでは、センス抵抗の選択は最大出力電流および130mVの許容最大検出スレッショルドに基づいています。

$$R_{SENSE} = \frac{2 \cdot 130mV}{2 \cdot (P / V_{OUT}) - \Delta I_L}$$

約30%の安全マージンを考慮して、8m $\Omega$ のセンス抵抗を選択することができます。

入力コンデンサには、最大RMS電流を扱えるサイズの低ESRコンデンサを使います。入力コンデンサはモジュールに隣接させて配置する必要があります。図14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、10 $\mu$ Fのセラミック入力コンデンサが選択されています。100 $\mu$ Fのバルク・コンデンサは、長い誘導性のリードやトレースによって入力ソース・インピーダンスが損なわれる場合にだけ必要です。

出力コンデンサには、出力電圧リップルと過渡要件により、低ESRのコンデンサが必要です。ESRが出力リップルを支配すると仮定すると、出力リップルは次のようになります。

$$\Delta V_{OUT(P-P)} = ESR \cdot \Delta I_L$$

出力コンデンサに合計約5m $\Omega$ の低ESRを選択すると、20Vの入力電圧で3.5Aの電流リップルでは、17.5mVの最大出力リップルが生じます。

## 昇圧モード動作

昇圧モード動作では、入力電圧 $V_{IN} = 5V \sim 12V$ 、 $V_{OUT} = 12V$ および $f = 400kHz$ を使います。

PLLFLTRピンと $R_{FB}$ を降圧モードと同様に設定します。

昇圧モードで最大出力電力 $P$ が60W、モジュールの効率 $\eta$ が約95%であれば、最大インダクタ電流 $I_L$ に対する電流リップル $\Delta I_L$ の比を次のように求めることができます。

$$\frac{\Delta I_L}{I_L} = \frac{(V_{OUT} - V_{IN}) \cdot V_{IN}^2 \eta}{V_{OUT} \cdot L \cdot f \cdot P}$$

インダクタの値(1.5 $\mu$ H、2.5 $\mu$ H、3.3 $\mu$ Hおよび4.7 $\mu$ H)に基づく、異なった入力電圧での電流リップル比を図4に示します。全ての入力で30%のリップル電流比が必要であれば、3.3 $\mu$ Hのインダクタを選択することができます。

## アプリケーション情報

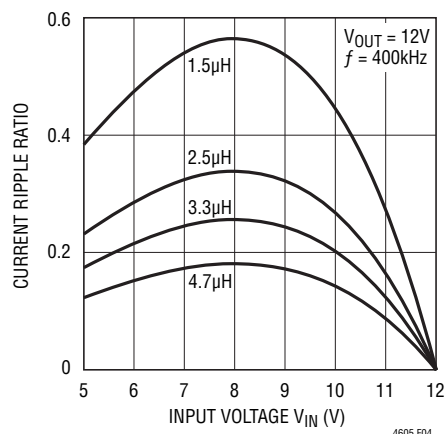


図4. 昇圧モードの異なった入力での電流リップル比

昇圧モードでは、センス抵抗の選択は最大入力電流および160mVの許容最大検出スレッシュホールドに基づいています。

$$R_{\text{SENSE}} = \frac{2 \cdot 160\text{mV}}{2 \cdot \frac{P}{\eta \cdot V_{\text{IN(MIN)}}} + \Delta I_L}$$

約30%の安全マージンを考慮して、7mΩのセンス抵抗を選択することができます。

入力コンデンサの場合、昇圧モードでは連続入力電流なので最大RMS電流を処理するのに最小のコンデンサしか必要ありません。100µFのコンデンサは、長い誘導性のリードやトレースによって入力のソース・インピーダンスが損なわれる場合にだけ必要です。

昇圧モードの出力コンデンサは方形波電流をフィルタする必要があるため、降圧モードと同じ出力リップルを達成するためにもっと大きなコンデンサが予想されます。ESRが出力リップルを支配すると仮定すると、出力リップルは次のようになります。

$$\Delta V_{\text{OUT(P-P)}} = \text{ESR} \cdot I_{\text{L(MAX)}}$$

出力コンデンサに合計約5mΩの低ESRを選択すると、5Vの入力電圧で14Aのピークインダクタ電流では、70mVの最大出力リップルが生じます。

## 広い入力モード動作

5V～20Vの広い入力範囲が必要ならば、モジュールは異なる動作モードで動作します。入力電圧V<sub>IN</sub> = 5V～20V、V<sub>OUT</sub> = 12Vおよびf = 400kHzであれば、降圧または昇圧モードの設計のワーストケースを考慮する必要があります。したがって、最大出力電力は60Wに制限されます。センス抵抗は7mΩのものが選択され、入力コンデンサは降圧モードの設計と同じで、出力コンデンサは昇圧モードの設計が使われます。広い入力モードの設計では、最大出力リップルは通常昇圧モードで生じるので、リップルの設計要件を満たすのに、降圧モードでは(インダクタ電流の最大150%までの)もっと大きなインダクタ・リップル電流が許容されます。こうして、広い入力モードでは3.3µHのインダクタが選択されます。合計ESRが約5mΩであれば、最大出力リップル電圧は依然として70mVです。

さらに、広い入力モード動作で使われるセンス抵抗の値は小さいので、モジュールが降圧モードで動作するとき、電流制限が非常に高くなる可能性があります。

## 安全性に関する検討事項

LTM4605モジュールではV<sub>IN</sub>とV<sub>OUT</sub>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、各ユニットを致命的損傷から保護するため、最大入力電流の2倍の定格の低速溶断ヒューズを使う必要があります。

# LTM4605

## アプリケーション情報

表3. 標準的部品 (f = 400kHz)

C <sub>OUT1</sub> VENDORS	PART NUMBER	C <sub>OUT2</sub> VENDORS	PART NUMBER
TDK	C4532X7R1E226M (22μF, 25V)	Sanyo	16SVP180MX (180μF, 16V)
INDUCTOR VENDORS	PART NUMBER	R <sub>SENSE</sub> VENDORS	PART NUMBER
Toko	FDA1254	Vishay	Power Metal Strip Resistors WSL1206-18
Sumida	CDEP134, CDEP145	Panasonic	Thick Film Chip Resistors ERJ12

V <sub>IN</sub> (V)	V <sub>OUT</sub> (V)	R <sub>SENSE</sub> (0.5W RATING)	Inductor (μH)	C <sub>IN</sub> (CERAMIC)	C <sub>IN</sub> (BULK)	C <sub>OUT1</sub> (CERAMIC)	C <sub>OUT2</sub> (BULK)	I <sub>OUT(MAX)</sub> * (A)
5	2.5	2x 16mΩ 0.5W	1	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
12	2.5	2x 18mΩ 0.5W	1.5	2x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
5	3.3	2x 18mΩ 0.5W	1	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
12	3.3	2x 18mΩ 0.5W	1.5	2x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
12	5	2x 18mΩ 0.5W	2.2	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
20	5	2x 18mΩ 0.5W	2.5	2x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	1x 180μF 16V	12
5	8	2x 14mΩ 0.5W	1.5	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 180μF 16V	8
12	8	2x 18mΩ 0.5W	2.2	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
20	8	2x 18mΩ 0.5W	3.3	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
5	10	2x 16mΩ 0.5W	2.2	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 180μF 16V	6
15	10	2x 18mΩ 0.5W	2.2	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
20	10	2x 18mΩ 0.5W	3.3	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
6	12	2x 14mΩ 0.5W	2.2	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 180μF 16V	6
16	12	2x 16mΩ 0.5W	2.2	2x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
20	12	2x 18mΩ 0.5W	3.3	3x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 180μF 16V	12
5	16	2x 15mΩ 0.5W	3.3	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 150μF 20V	3.5
8	16	2x 14mΩ 0.5W	3.3	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 150μF 20V	6
12	16	2x 12mΩ 0.5W	2.2	None	150μF 35V	4x 22μF 25V	2x 150μF 20V	10
20	16	2x 18mΩ 0.5W	2.2	2x 10μF 25V	150μF 35V	2x 22μF 25V	2x 150μF 20V	12

INDUCTOR MANUFACTURER	WEBSITE	PHONE NUMBER
Sumida	www.sumida.com	408-321-9660
Toko	www.toko.com	847-297-0070

SENSING RESISTOR MANUFACTURER	WEBSITE	PHONE NUMBER
Panasonic	www.panasonic.com/industrial/components	949-462-1816
KOA	www.koaspeer.com	814-362-5536
Vishay	www.vishay.com	800-433-5700

\*最大負荷電流は、自然対流環境の室温でのリアテクノロジーのデモ用ボードDC1198Aに基づいています。基板のレイアウトが良くない設計では最大負荷電流が減少することがあります。



標準的応用例 電力損失には全ての外部部品が含まれる

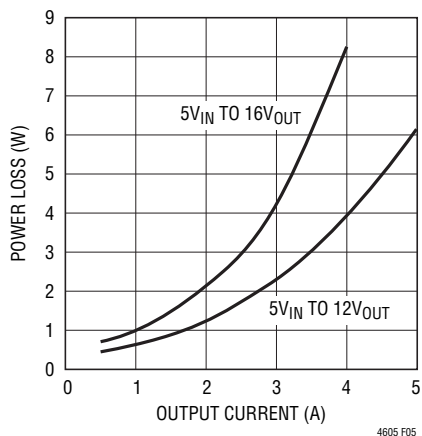


図5. 5V<sub>IN</sub>の電力損失

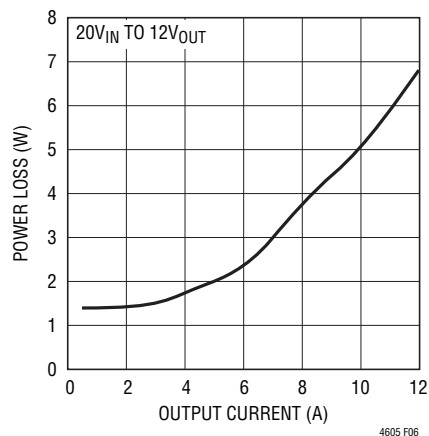


図6. 20V<sub>IN</sub>の電力損失

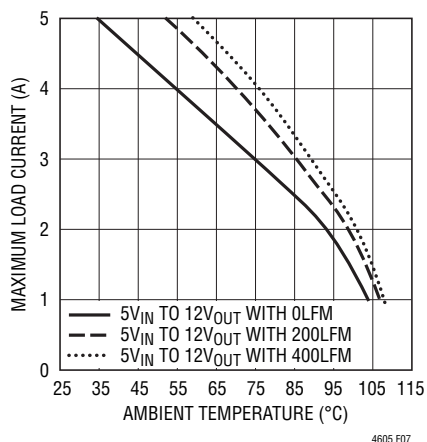


図7. 5V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>、ヒートシンクなし

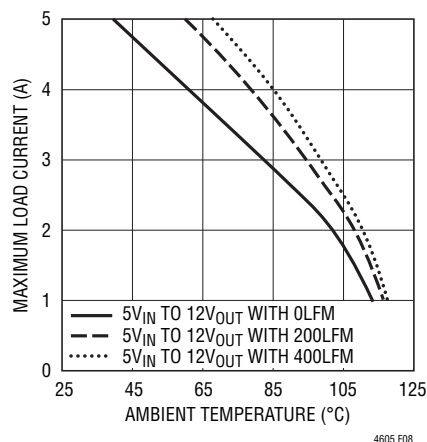


図8. 5V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>、ヒートシンク付き

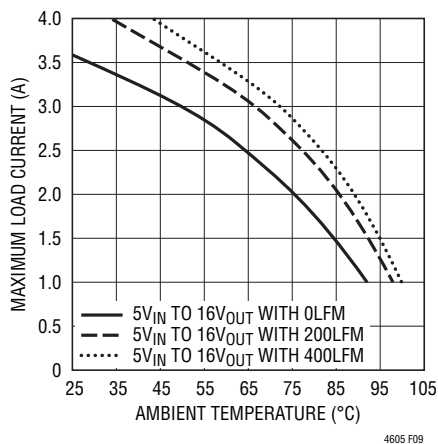


図9. 5V<sub>IN</sub>から16V<sub>OUT</sub>、ヒートシンクなし

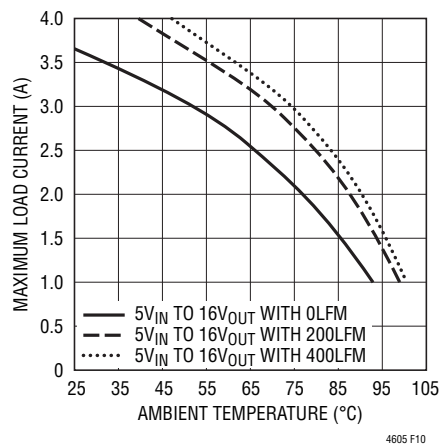


図10. 5V<sub>IN</sub>から16V<sub>OUT</sub>、ヒートシンク付き

## 標準的応用例 電力損失には全ての外部部品が含まれる

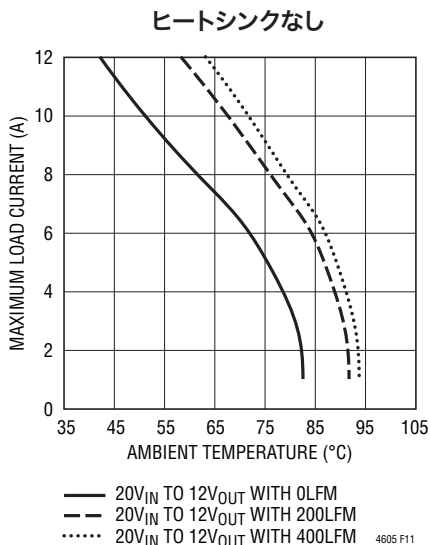


図11. 20V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>、ヒートシンクなし

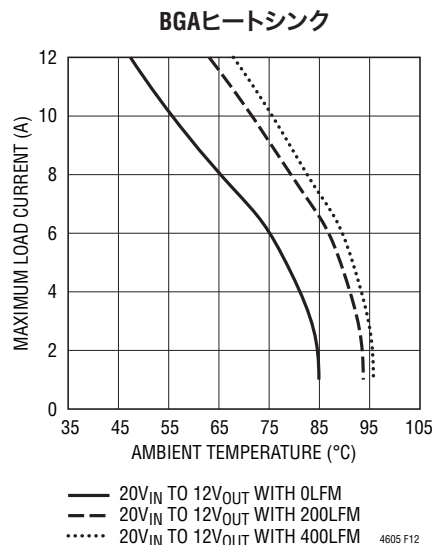


図12. 20V<sub>IN</sub>から12V<sub>OUT</sub>、ヒートシンク付き

表4. 5V出力

DERATING CURVE	V <sub>IN</sub> (V)	POWER LOSS CURVE	AIR FLOW (LFM)	HEAT SINK	θ <sub>JA</sub> (°C/W)*
Figure 7, 9	12, 16	Figure 5	0	None	11.2
Figure 7, 9	12, 16	Figure 5	200	None	8.3
Figure 7, 9	12, 16	Figure 5	400	None	7.2
Figure 8, 10	12, 16	Figure 5	0	BGA Heat Sink	10.7
Figure 8, 10	12, 16	Figure 5	200	BGA Heat Sink	7.7
Figure 8, 10	12, 16	Figure 5	400	BGA Heat Sink	6.6

表5. 20V入力で12V出力

DERATING CURVE	V <sub>IN</sub> (V)	POWER LOSS CURVE	AIR FLOW (LFM)	HEAT SINK	θ <sub>JA</sub> (°C/W)*
Figure 11	20	Figure 6	0	None	8.2
Figure 11	20	Figure 6	200	None	5.8
Figure 11	20	Figure 6	400	None	5.3
Figure 12	20	Figure 6	0	BGA Heat Sink	7.6
Figure 12	20	Figure 6	200	BGA Heat Sink	5.3
Figure 12	20	Figure 6	400	BGA Heat Sink	4.8

HEAT SINK MANUFACTURER	PART NUMBER	PHONE NUMBER
Wakefield Engineering	LTN20069	603-635-2600

\* 接合部から周囲への熱抵抗θ<sub>JA</sub>の結果はDC1198Aのデモ用ボードに基づいています。したがって、ボードの最大温度が接合部温度(これはほとんどの場合μModuleの内部です)として扱われ、全ての部品による電力損失が計算に算入されています。ボードの設計が良くないとθ<sub>JA</sub>が増加することがあることは言及しておく必要があります。

## アプリケーション情報

### レイアウトのチェックリスト/例

LTM4605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。

- $V_{IN}$ 、 $R_{SENSE}$ 、 $SW1$ 、 $SW2$ 、 $PGND$ および $V_{OUT}$ を含む高電流経路にはPCBの大きな銅領域を使います。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。
- $SENSE^-$ と $SENSE^+$ のリードはPCの最小トレース間隔で一緒に配線します。検出ラインが(スイッチ・ノイズなど)ノイズの大きい領域を通過しないようにします。

- 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間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グランド銅領域を使います。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13に示します。

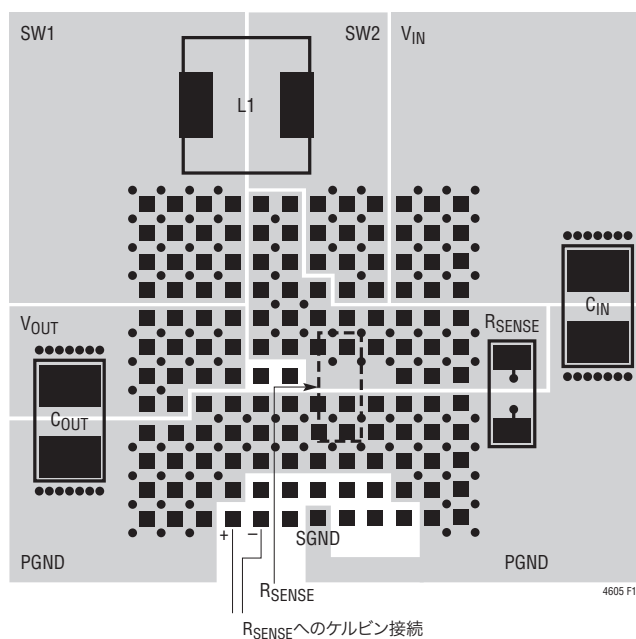


図13. 推奨PCBレイアウト

## 標準的応用例

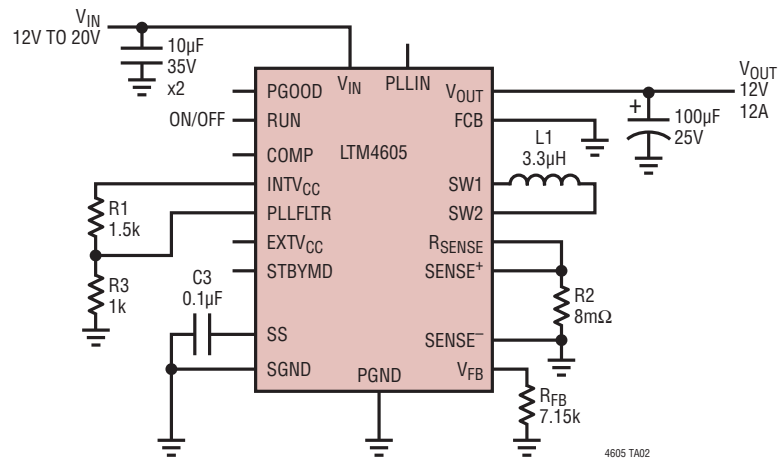


図14. 12V~20Vの入力の降圧モード動作

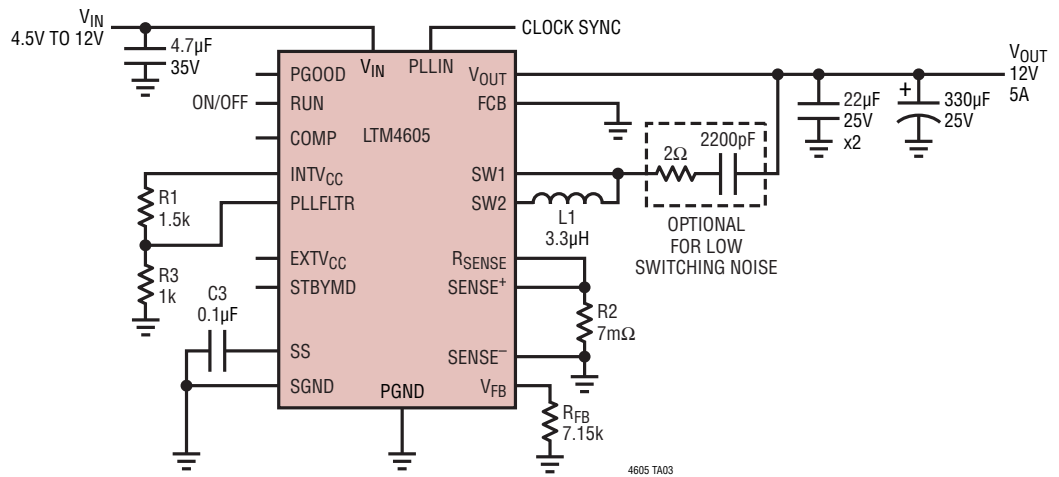


図15. 4.5V~12Vの入力のBurst Mode動作

## 標準的応用例

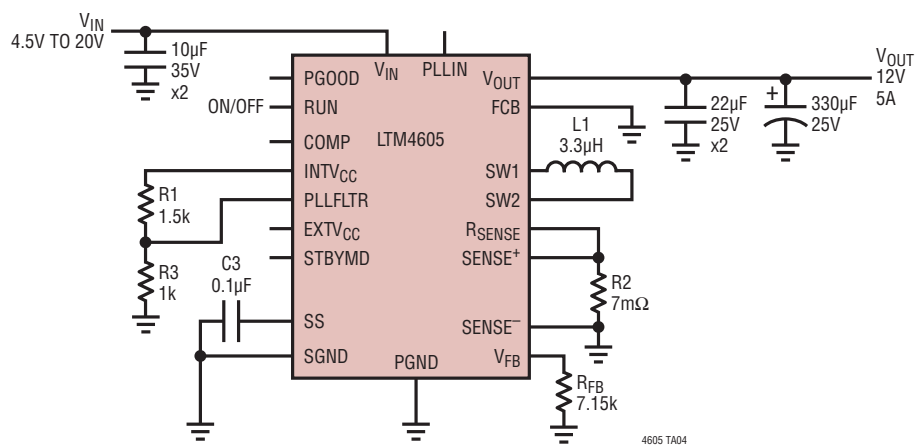


図16. 4.5V~20V入力、12V/5A出力の、広い入力モード

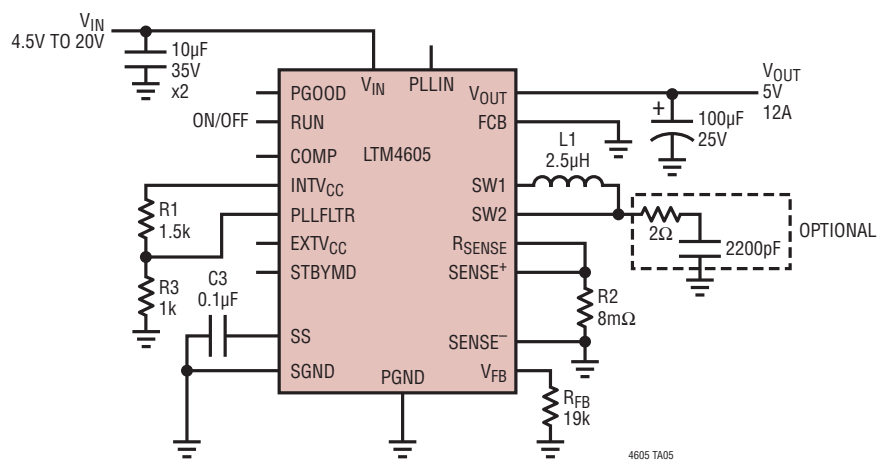


図17. 低スイッチング・ノイズ(オプション)の5V/12Aデザイン

## 標準的応用例

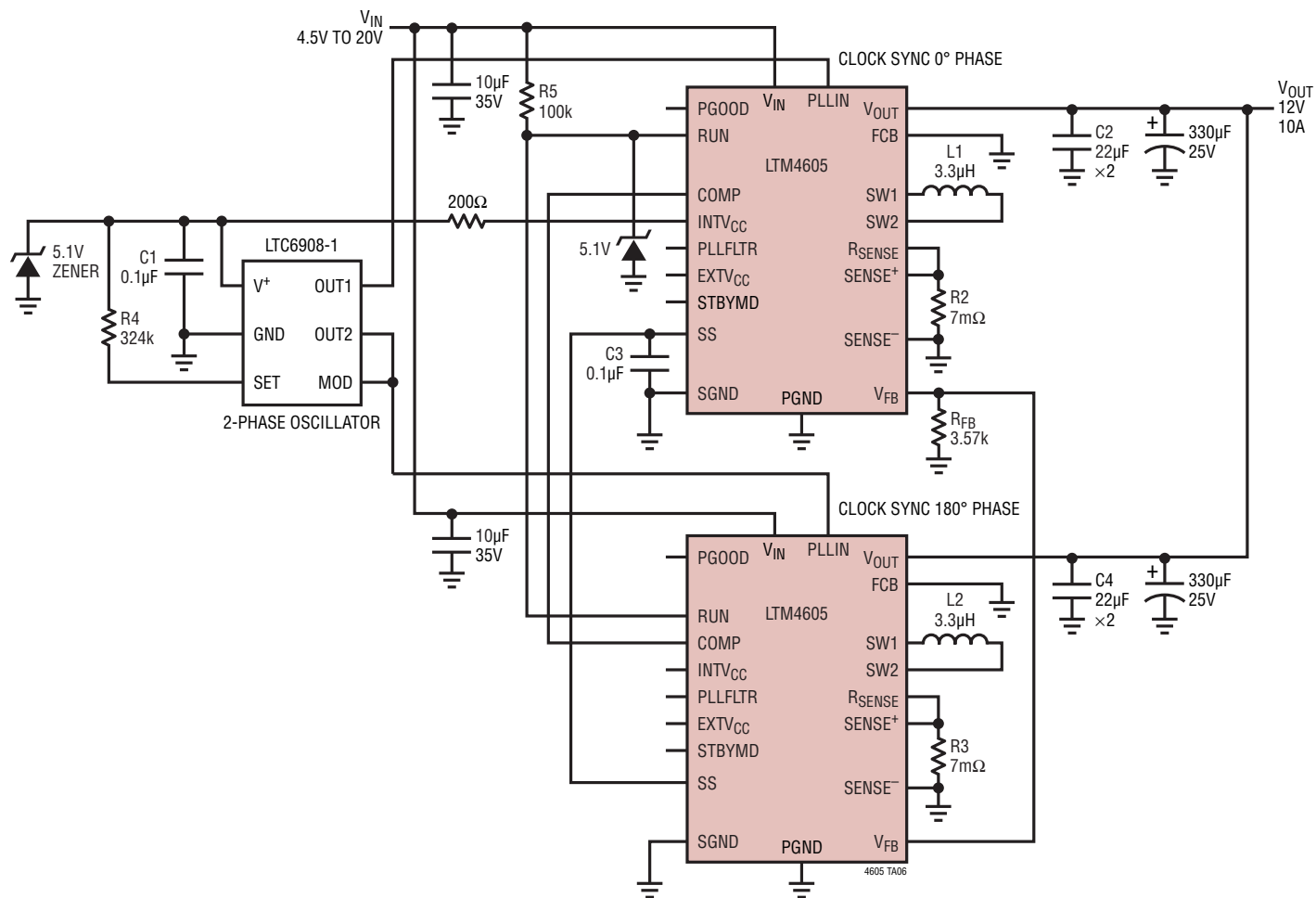


図18. 2フェーズ並列の12V/10Aデザイン

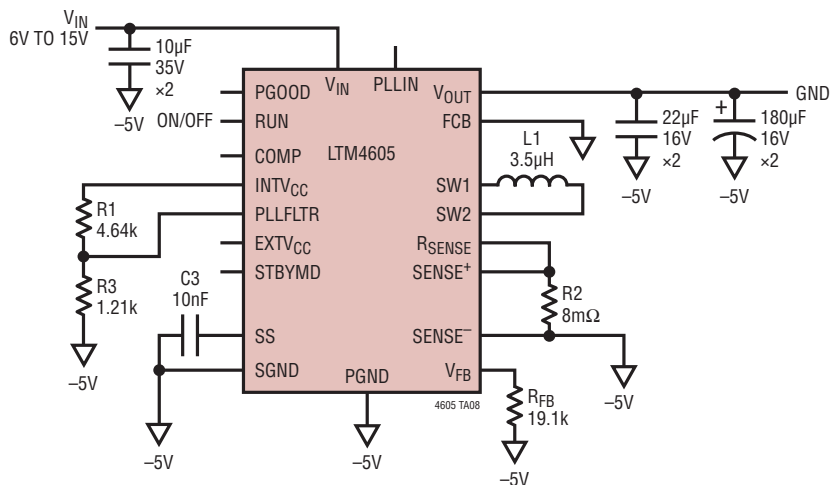
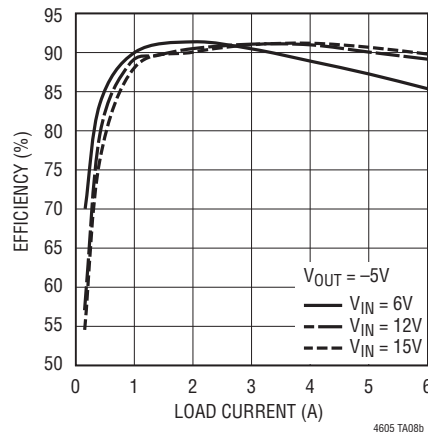


図19. 正入力から-5V負出力のコンバータによる降圧モード動作

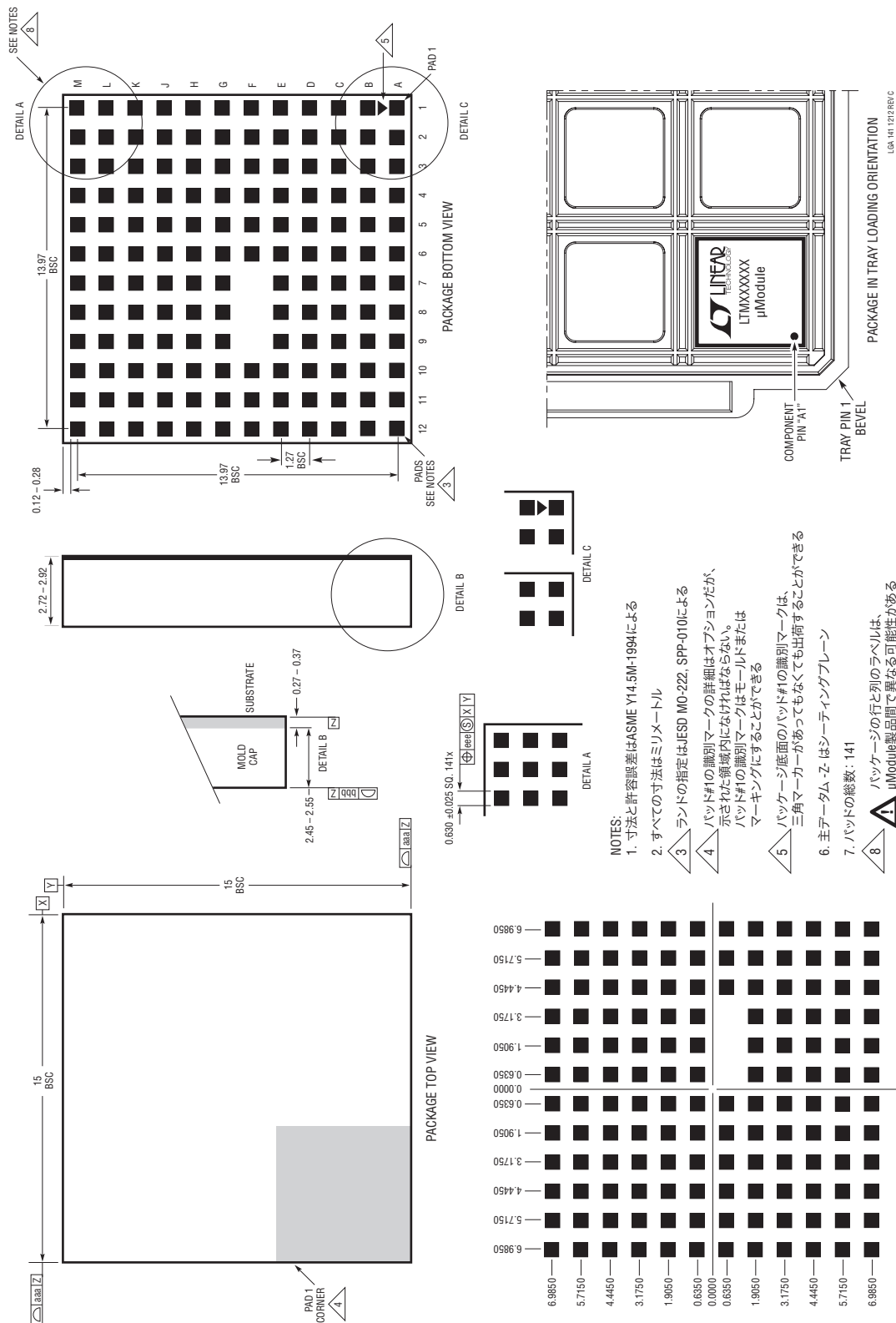
効率と負荷



# 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 141-Lead (15mm × 15mm × 2.82mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1815 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 MO-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ぬ。パッド#1の識別マークはモールドまたはマーキングにすることができ
  5. パッケージ底面のパッド#1の識別マークは、三角マークがあってもなくとも出荷することができる
  6. 主データム-Zはシーティングプレーン
  7. パッドの総数: 141
  8. パッケージの行と列のラベルは、μModule製品間で異なる可能性がある。各パッケージのレイアウトを確認すること

記号	許容誤差
aaa	0.15
bbb	0.10
eee	0.05

表6. ピン配置  
(ピン番号によって整理)

PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME	PIN NAME
A1 PGND	C1 PGND	E1 V <sub>OUT</sub>	G1 V <sub>OUT</sub>	J1 SW1	L1 SW1
A2 PGND	C2 PGND	E2 V <sub>OUT</sub>	G2 V <sub>OUT</sub>	J2 SW1	L2 SW1
A3 PGND	C3 PGND	E3 PGND	G3 V <sub>OUT</sub>	J3 SW1	L3 SW1
A4 SENSE <sup>+</sup>	C4 PGND	E4 PGND	G4 V <sub>OUT</sub>	J4 SW1	L4 SW1
A5 SENSE <sup>-</sup>	C5 PGND	E5 PGND	G5 R <sub>SENSE</sub>	J5 R <sub>SENSE</sub>	L5 R <sub>SENSE</sub>
A6 SS	C6 PGND	E6 PGND	G6 R <sub>SENSE</sub>	J6 R <sub>SENSE</sub>	L6 R <sub>SENSE</sub>
A7 SGND	C7 PGND	E7 PGND	G7 R <sub>SENSE</sub>	J7 R <sub>SENSE</sub>	L7 SW2
A8 RUN	C8 PGND	E8 PGND	G8 R <sub>SENSE</sub>	J8 SW2	L8 SW2
A9 FCB	C9 PGND	E9 PGND	G9 R <sub>SENSE</sub>	J9 SW2	L9 SW2
A10 STBYMD	C10 PGND	E10 PGND	G10 R <sub>SENSE</sub>	J10 V <sub>IN</sub>	L10 V <sub>IN</sub>
A11 PGND	C11 PGND	E11 PGND	G11 R <sub>SENSE</sub>	J11 V <sub>IN</sub>	L11 V <sub>IN</sub>
A12 PGND	C12 PGND	E12 PGND	G12 R <sub>SENSE</sub>	J12 V <sub>IN</sub>	L12 V <sub>IN</sub>
B1 PGND	D1 PGND	F1 V <sub>OUT</sub>	H1 V <sub>OUT</sub>	K1 SW1	M1 SW1
B2 PGND	D2 PGND	F2 V <sub>OUT</sub>	H2 V <sub>OUT</sub>	K2 SW1	M2 SW1
B3 PGND	D3 PGND	F3 V <sub>OUT</sub>	H3 V <sub>OUT</sub>	K3 SW1	M3 SW1
B4 PGND	D4 PGND	F4 V <sub>OUT</sub>	H4 V <sub>OUT</sub>	K4 SW1	M4 SW1
B5 PGOOD	D5 PGND	F5 INTV <sub>CC</sub>	H5 R <sub>SENSE</sub>	K5 R <sub>SENSE</sub>	M5 R <sub>SENSE</sub>
B6 V <sub>FB</sub>	D6 PGND	F6 EXT <sub>V</sub> <sub>CC</sub>	H6 R <sub>SENSE</sub>	K6 R <sub>SENSE</sub>	M6 R <sub>SENSE</sub>
B7 COMP	D7 PGND	F7 -	H7 R <sub>SENSE</sub>	K7 SW2	M7 SW2
B8 PLLFLTR	D8 PGND	F8 -	H8 R <sub>SENSE</sub>	K8 SW2	M8 SW2
B9 PLLIN	D9 PGND	F9 -	H9 R <sub>SENSE</sub>	K9 SW2	M9 SW2
B10 PGND	D10 PGND	F10 R <sub>SENSE</sub>	H10 R <sub>SENSE</sub>	K10 V <sub>IN</sub>	M10 V <sub>IN</sub>
B11 PGND	D11 PGND	F11 R <sub>SENSE</sub>	H11 R <sub>SENSE</sub>	K11 V <sub>IN</sub>	M11 V <sub>IN</sub>
B12 PGND	D12 PGND	F12 R <sub>SENSE</sub>	H12 R <sub>SENSE</sub>	K12 V <sub>IN</sub>	M12 V <sub>IN</sub>

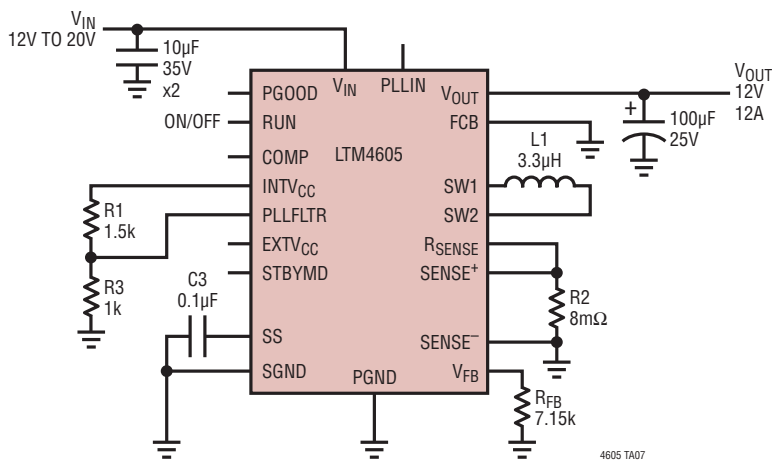


## 改訂履歴 (改訂履歴はRev Cから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	01/11	「絶対最大定格」セクションを更新 「電気的特性」セクションを更新 「ピン機能」セクションのFCBピンの説明を更新 「ブロック図」を更新 「アプリケーション情報」セクションを更新 図3と図4に文章追加 図18を更新 図19を新規追加 「関連製品」セクションを更新	2 2、3、4 7 8 9、10 14、15 22 22 26
D	04/14	「発注情報」の表を更新 回路図を更新	2 20~22

## 標準的応用例

12V~20V入力での降圧モード動作



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2900	可変リセット・タイマ付きクワッド電源モニタ	4個の電源をモニタ;可変リセット・タイマ
LTC2923	電源トラッキング・コントローラ	上昇下降両方のトラッキング;電源シーケンス制御
LTC3780	36V昇降圧コントローラ	同期整流式動作、単一インダクタ
LTC3785	10V昇降圧コントローラ	同期整流式、No RSENSE™、 $2.7V \leq V_{IN} \leq 10V$ 、 $2.7V \leq V_{OUT} \leq 10V$
LTM4600	10A DC/DC µModuleレギュレータ	基本の10A DC/DC µModuleレギュレータ
LTM4601/ LTM4601A	12A DC/DC µModuleレギュレータ、PLL、出力トラッキング/マージニングおよびリモート検出付き	同期可能、48AまでのPolyPhase®動作、LTM4601-1バージョンにはリモート検出なし
LTM4618	6A DC/DC µModuleレギュレータ、PLL、出力トラッキング/マージニングおよびリモート検出付き	同期可能、PolyPhase動作
LTM4604A	4A低電圧DC/DC µModuleレギュレータ	$2.375V \leq V_{IN} \leq 5V$ 、 $0.8V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、9mm×15mm×2.3mmパッケージ
LTM4608A	8A DC/DC µModuleレギュレータ	$2.7V \leq V_{IN} \leq 5.5V$ 、 $0.6V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、PLL、トラッキング