

PLL、出力トラッキングおよび マーージニングを備えた 20V、6A DC/DC μ Moduleレギュレータ

特長

- 完全なスイッチ・モード電源
- 広い入力電圧範囲: 4.5V~20V
- 標準6AのDC出力電流、8Aのピーク出力電流
- 出力電圧: 0.6V~5V
- 出力電圧トラッキングおよびマーージニング
- リモート・センスによる高精度レギュレーション (LTM4603のみ)
- 標準動作周波数: 1MHz
- PLL周波数同期
- 1.5%のレギュレーション
- 電流フォールドバック保護(起動時にディスエーブル)
- LTM4601とピン互換
- 金仕上げパッド付き鉛フリー (e4) RoHS準拠パッケージ
- 超高速過渡応答
- 電流モード制御
- 入力電圧5V、出力電圧3.3V時の効率: 最大93%
- プログラム可能なソフトスタート
- 出力過電圧保護
- 実装面積が小さく、高さの低い (15mm×15mm×2.82mm) 表面実装LGAパッケージ

アプリケーション

- テレコムおよびネットワーク機器
- サーバー
- 産業用機器
- ポイントオブロード・レギュレーション

概要

LTM[®]4603は完全な6A降圧スイッチ・モードDC/DC μ Module[®]レギュレータで、スイッチング・コントローラ、MOSFET、インダクタ、全てのサポート部品をパッケージに搭載しています。このデバイスは小型(15mm×15mm×2.82mm)の表面実装LGAパッケージで供給されます。LTM4603は4.5V~20Vの入力電圧範囲で動作し、0.6V~5Vの出力電圧範囲が可能で、出力電圧のトラッキングとマーージニングをサポートしています。このような高効率設計により、6Aの連続電流(ピーク電流は8A)を供給します。また、大型の入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。

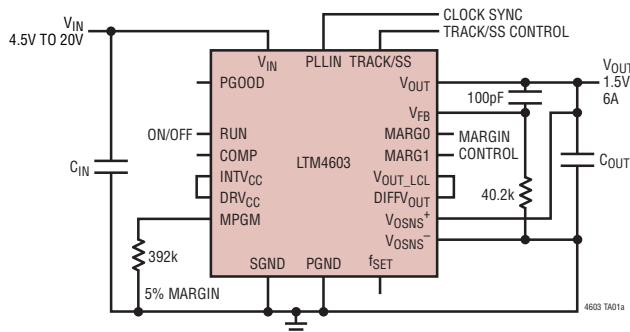
高さの低い(2.82mm)軽量(1.7g)パッケージはPCボード底面の未使用スペースに容易に搭載されるので、高部品密度のポイントオブロード・レギュレーションが可能です。この μ Moduleレギュレータは外部クロックと同期可能なので、望ましくない周波数の高調波を低減することができます。また、PolyPhase[®]動作が可能なので、高い負荷電流を供給できます。

高いスイッチング周波数とアダプティブ・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超高速過渡応答が可能です。内蔵のリモートセンスアンプを使用して、負荷電流と関係なく出力電流を高精度で安定化することができます。このリモート・センス・アンプはLTM4603-1には内蔵されていません。LTM4603/LTM4603-1は、12AのLTM4601/LTM4601-1とピン互換です。

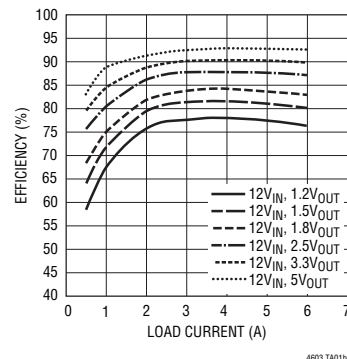
LT、LTG、LTM、Linear Technology、Linearのロゴ、 μ ModuleおよびPolyPhaseはリアテクノロジー社の登録商標です。LTpowerCADはリアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

入力が4.5V~20Vの1.5V/6A電源



12VINでの効率と負荷電流



4603fb

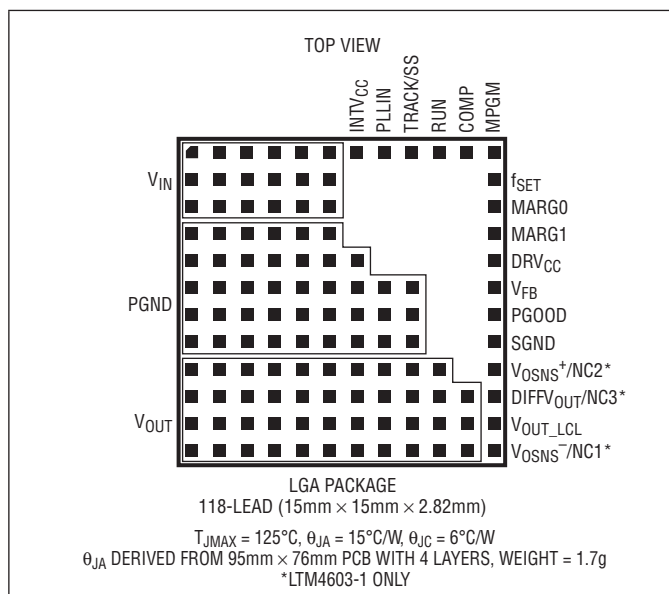
LTM4603/LTM4603-1

絶対最大定格

(Note 1)

INTV _{CC} 、DRV _{CC} 、V _{OUT_LCL} 、V _{OUT} (V _{OUT} ≤ 3.3V、リモートセンスアンプ付き)	-0.3V~6V
PLLIN、TRACK/SS、MPGM、MARG0、MARG1、PGOOD、f _{SET}	-0.3V~(INTV _{CC} + 0.3V)
RUN	-0.3V~5V
V _{FB} 、COMP	-0.3V~2.7V
V _{IN}	-0.3V~20V
V _{OSNS} ⁺ 、V _{OSNS} ⁻	-0.3V~(INTV _{CC} + 0.3V)
動作温度範囲 (Note 2).....	-40°C~85°C
接合部温度.....	125°C
保存温度範囲.....	-55°C~125°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕様	トレイ	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲†
LTM4603EV#PBF	LTM4603EV#PBF	LTM4603V	118-Lead (15mm × 15mm × 2.82mm) LGA	-40°C to 85°C
LTM4603IV#PBF	LTM4603IV#PBF	LTM4603V	118-Lead (15mm × 15mm × 2.82mm) LGA	-40°C to 85°C
LTM4603EV-1#PBF	LTM4603EV-1#PBF	LTM4603V-1	118-Lead (15mm × 15mm × 2.82mm) LGA	-40°C to 85°C
LTM4603IV-1#PBF	LTM4603IV-1#PBF	LTM4603V-1	118-Lead (15mm × 15mm × 2.82mm) LGA	-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。*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。非標準の鉛ベース仕様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。

†Note 2を参照してください。

鉛フリー仕様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。この製品はトレイでのみ供給されます。詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/packaging/> をご覧ください。

電気的特性

●は-40°C~85°Cの温度範囲での規格値を意味する (Note 2)。それ以外はT_A = 25°C、V_{IN} = 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
V _{IN(DC)}	Input DC Voltage		● 4.5		20	V
V _{OUT(DC)}	Output Voltage	C _{IN} = 10μF × 2, C _{OUT} = 2 × 100μF X5R Ceramic V _{IN} = 5V, V _{OUT} = 1.5V, I _{OUT} = 0A V _{IN} = 12V, V _{OUT} = 1.5V, I _{OUT} = 0A	● 1.478	1.5	1.522	V
			● 1.478	1.5	1.522	V

入力の仕様

V _{IN(UVLO)}	Undervoltage Lockout Threshold	I _{OUT} = 0A		3.2	4	V
I _{INRUSH(VIN)}	Input Inrush Current at Start-Up	I _{OUT} = 0A, V _{OUT} = 1.5V V _{IN} = 5V V _{IN} = 12V		0.6		A
				0.7		A

4603fb

電気的特性

●は-40°C~85°Cの温度範囲での規格値を意味する (Note 2)。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的応用例(表紙)の構成による。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$I_{Q(VIN,NOLOAD)}$	Input Supply Bias Current	$V_{IN} = 12\text{V}$, No Switching		3.8		mA	
		$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, Switching Continuous		25		mA	
		$V_{IN} = 5\text{V}$, No Switching			2.5		mA
		$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, Switching Continuous Shutdown, RUN = 0, $V_{IN} = 12\text{V}$			43		mA
				22		μA	
$I_{S(VIN)}$	Input Supply Current	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 6\text{A}$		0.92		A	
		$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $I_{OUT} = 6\text{A}$		1.83		A	
		$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 6\text{A}$		2.12		A	
$INTV_{CC}$	$V_{IN} = 12\text{V}$, RUN > 2V	No Load	4.7	5	5.3	V	

出力の仕様

I_{OUTDC}	Output Continuous Current Range	$V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ (Note 5)		0	6	A
$\frac{\Delta V_{OUT(LINE)}}{V_{OUT}}$	Line Regulation Accuracy	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$, $V_{IN} = 4.5\text{V}$ to 20V	●		0.3	%
$\frac{\Delta V_{OUT(LOAD)}}{V_{OUT}}$	Load Regulation Accuracy	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$ to 6A (Note 5) $V_{IN} = 12\text{V}$, with Remote Sense Amp $V_{IN} = 12\text{V}$, LTM4603-1	●		0.25	%
			●		0.5	%
$V_{OUT(AC)}$	Output Ripple Voltage	$I_{OUT} = 0\text{A}$, $C_{OUT} = 2 \times 100\mu\text{F}$ X5R Ceramic $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$		10		mV_{P-P}
				10		mV_{P-P}
f_S	Output Ripple Voltage Frequency	$I_{OUT} = 3\text{A}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$		1000		kHz
$\Delta V_{OUT(START)}$	Turn-On Overshoot	$C_{OUT} = 200\mu\text{F}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 0\text{A}$, TRACK/SS = 10nF $V_{IN} = 12\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$		20		mV
				20		mV
t_{START}	Turn-On Time	$C_{OUT} = 200\mu\text{F}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$, TRACK/SS = Open, $I_{OUT} = 1\text{A}$ Resistive Load $V_{IN} = 12\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$		0.5		ms
				0.5		ms
ΔV_{OUTLS}	Peak Deviation for Dynamic Load	Load: 0% to 50% to 0% of Full Load, $C_{OUT} = 2 \times 22\mu\text{F}$ Ceramic, 470 μF 4V Sanyo POSCAP $V_{IN} = 12\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$		35		mV
				35		mV
t_{SETTLE}	Settling Time for Dynamic Load Step	Load: 0% to 50% to 10% of Full Load $V_{IN} = 12\text{V}$		25		μs
I_{OUTPK}	Output Current Limit	$C_{OUT} = 2 \times 100\mu\text{F}$ X5R Ceramic $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$		8		A
				8		A
				8		A

リモートセンスアンプ (LTM4603のみ、LTM4603-1ではサポートされていない) (Note 3)

V_{OSNS^+} , V_{OSNS^-} CM Range	Common Mode Input Voltage Range	$V_{IN} = 12\text{V}$, RUN > 2V		0	$INTV_{CC} - 1$	V
$DIFFV_{OUT}$ Range	Output Voltage Range	$V_{IN} = 12\text{V}$, $DIFFV_{OUT}$ Load = 100k		0	$INTV_{CC} - 1$	V
V_{OS}	Input Offset Voltage Magnitude				1.25	mV
AV	Differential Gain			1		V/V
GBP	Gain Bandwidth Product			3		MHz
SR	Slew Rate			2		V/ μs

LTM4603/LTM4603-1

電気的特性

●は-40°C~85°Cの温度範囲での規格値を意味する (Note 2)。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ での値。標準的応用例(表紙)の構成による。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
R_{IN}	Input Resistance	V_{OSNS}^+ to GND		20		k Ω
CMRR	Common Mode Rejection Ratio			100		dB

Control Stage

V_{FB}	Error Amplifier Input Voltage Accuracy	$I_{OUT} = 0\text{A}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$	●	0.594	0.6	0.606	V
V_{RUN}	RUN Pin On/Off Threshold			1	1.5	1.9	V
$I_{TRACK/SS}$	Soft-Start Charging Current	$V_{TRACK/SS} = 0\text{V}$		-1	-1.5	-2	μA
$t_{ON(MIN)}$	Minimum On Time	(Note 4)			50	100	ns
$t_{OFF(MIN)}$	Minimum Off Time	(Note 4)			250	400	ns
R_{PLLIN}	PLLIN Input Resistance				50		k Ω
I_{DRVCC}	Current into DRVCC Pin	$V_{OUT} = 1.5\text{V}$, $I_{OUT} = 1\text{A}$, $DRVCC = 5\text{V}$			20	27	mA
R_{FBHI}	Resistor Between V_{OUT_LCL} and V_{FB}			60.098	60.4	60.702	k Ω
V_{MPGM}	Margin Reference Voltage				1.18		V
V_{MARG0} , V_{MARG1}	MARG0, MARG1 Voltage Thresholds				1.4		V

PGOOD Output

ΔV_{FBH}	PGOOD Upper Threshold	V_{FB} Rising		7	10	13	%
ΔV_{FBL}	PGOOD Lower Threshold	V_{FB} Falling		-7	-10	-13	%
$\Delta V_{FB(HYS)}$	PGOOD Hysteresis	V_{FB} Returning (Note 4)			1.5	3	%
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: LTM4603/LTM4603-1は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTM4603E/LTM4603E-1は、 0°C ~ 85°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°C ~ 85°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。LTM4603/LTM4603-1は -40°C ~ 85°C の動作温度範囲で動作することが保証されている。

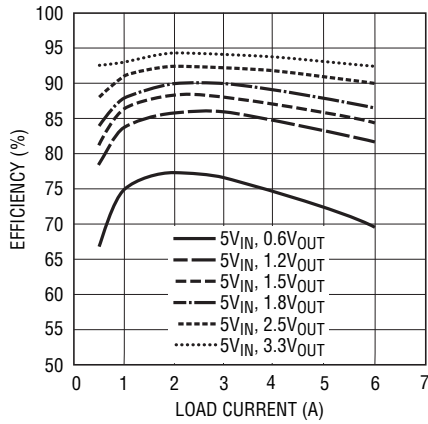
Note 3: $\leq 3.3\text{V}$ の出力に推奨するリモートセンスアンプ

Note 4: ウェハ・レベルでのみ全数テストされる。

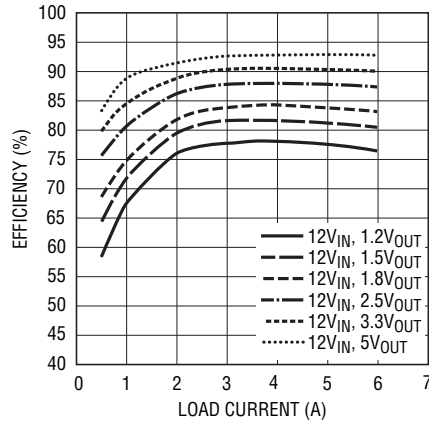
Note 5: 異なる V_{IN} 、 V_{OUT} および T_A の出力電流のディレーティング曲線を参照。

標準的性能特性 (全曲線に関して、図18を参照。)

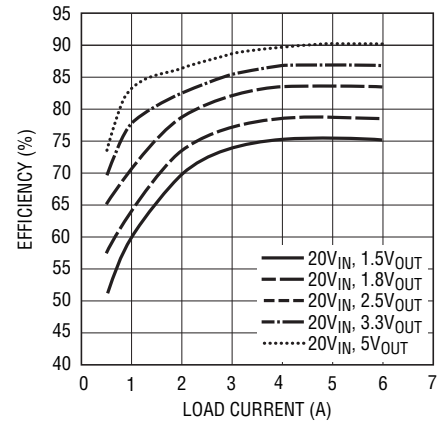
5V_{IN}での効率と負荷電流



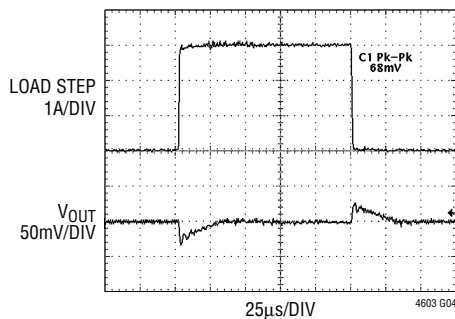
12V_{IN}での効率と負荷電流



20V_{IN}での効率と負荷電流

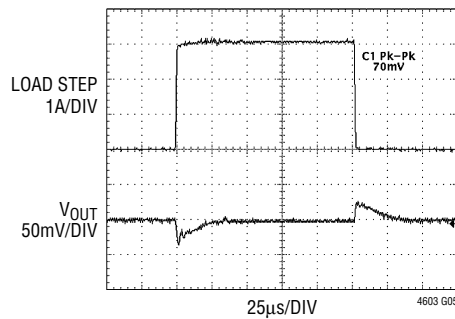


1.2V 過渡応答



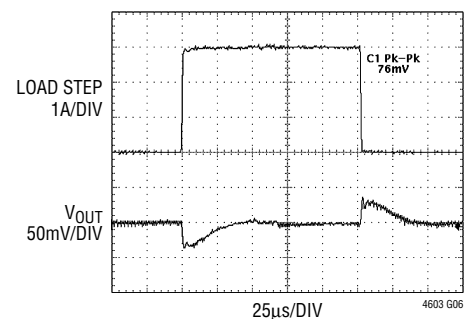
1.2V AT 3A/ μ S LOAD STEP
 C_{OUT} : 1x 22 μ F, 6.3V CERAMIC
 1x 330 μ F, 4V SANYO POSCAP

1.5V 過渡応答



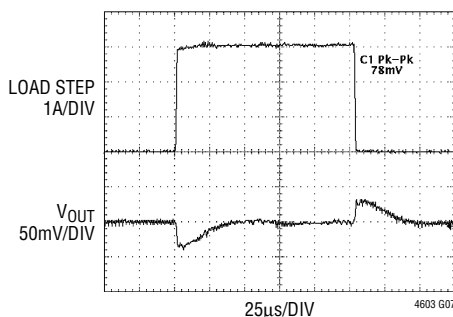
1.5V AT 3A/ μ S LOAD STEP
 C_{OUT} : 1x 22 μ F, 6.3V CERAMIC
 1x 330 μ F, 4V SANYO POSCAP

1.8V 過渡応答



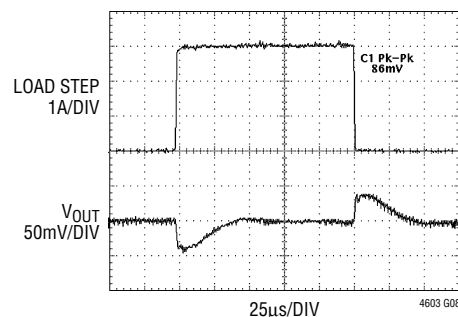
1.8V AT 3A/ μ S LOAD STEP
 C_{OUT} : 1x 22 μ F, 6.3V CERAMIC
 1x 330 μ F, 4V SANYO POSCAP

2.5V 過渡応答



2.5V AT 3A/ μ S LOAD STEP
 C_{OUT} : 1x 22 μ F, 6.3V CERAMIC
 1x 330 μ F, 4V SANYO POSCAP

3.3V 過渡応答

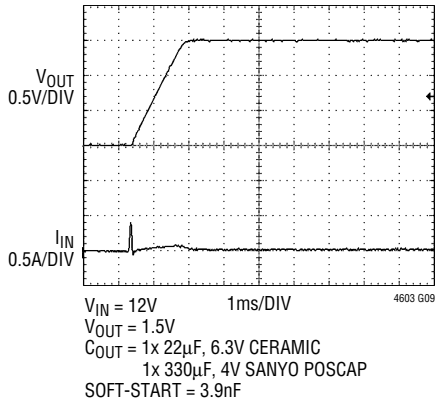


3.3V AT 3A/ μ S LOAD STEP
 C_{OUT} : 1x 22 μ F, 6.3V CERAMIC
 1x 330 μ F, 4V SANYO POSCAP

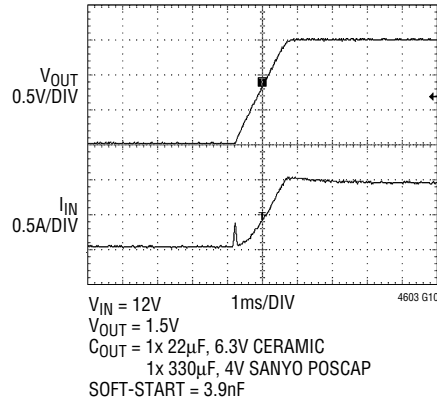
LTM4603/LTM4603-1

標準的性能特性 (全曲線に関して、図18を参照。)

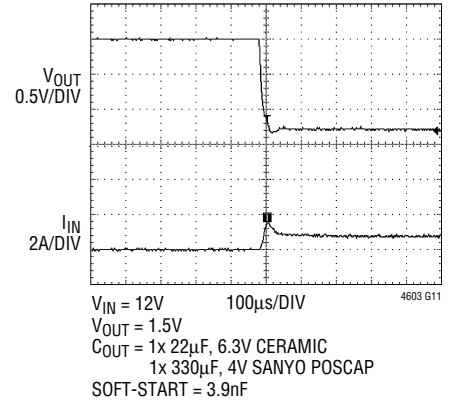
スタートアップ、 $I_{OUT} = 0A$



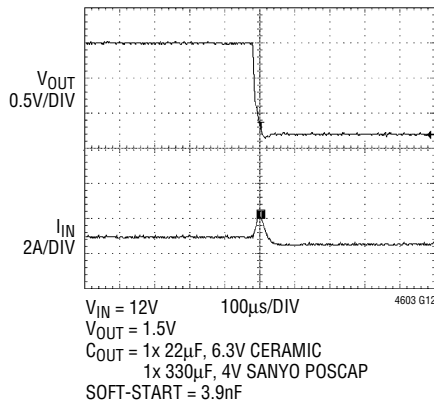
スタートアップ、 $I_{OUT} = 6A$
(抵抗性負荷)



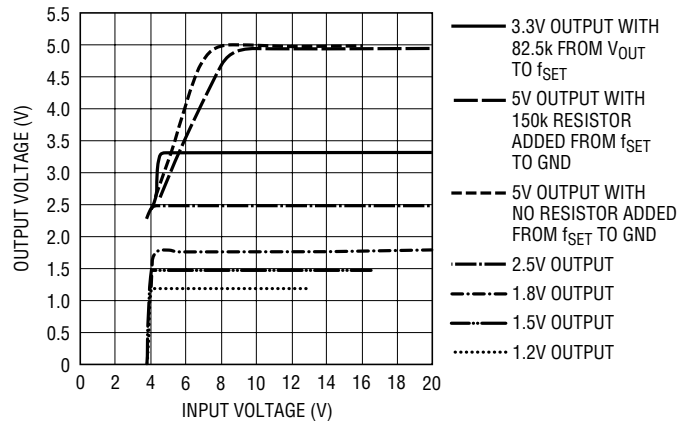
短絡保護、 $I_{OUT} = 0A$



短絡保護、 $I_{OUT} = 6A$



V_{IN} から V_{OUT} への降圧比



4603 G13

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PGNDピンの間に入力電圧を与えます。入力デカップリング・コンデンサはV_{IN}ピンとPGNDピンの間に直接配置することを推奨します。

V_{OUT} (バンク3):電源出力ピン。これらのピンとPGNDピンの間に出力負荷を与えます。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。図15を参照。

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ンド・ピン。

V_{OSNS}⁻ (ピンM12):リモートセンスアンプの(-)入力。このピンはリモート検出ポイントのグランドに接続します。V_{OUT} ≤ 3.3Vにはリモートセンスアンプを使用します。使用しない場合は、INTV_{CC}に接続してください。

NC1 (ピンM12):LTM4603-1の内部接続されていないピン。

V_{OSNS}⁺ (ピンJ12):リモートセンスアンプの(+)入力。このピンはリモート検出ポイントの出力に接続します。V_{OUT} ≤ 3.3Vにはリモートセンスアンプを使用します。使用しない場合は、グランドに接続してください。

NC2 (ピンJ12):LTM4603-1の内部接続されていないピン。

DIFFV_{OUT} (ピンK12):リモートセンスアンプの出力。このピンはV_{OUT_LCL}ピンに接続します。リモートセンスアンプを使用しない場合は、フロート状態のままにしてください。

NC3 (ピンK12):LTM4603-1の内部接続されていないピン。

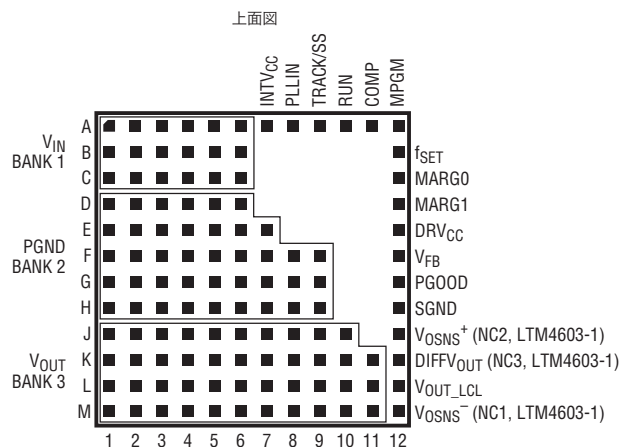
DRV_{CC} (ピンE12):このピンは通常INTV_{CC}に接続し、内部MOSFETドライバに給電します。このピンは能力が約50mAの外部電源または図16に示されている外部回路により6Vまでバイアスすることができます。これにより、モジュール内の電力損失が減少し、高い入力電圧での効率が改善されます。

INTV_{CC} (ピンA7):このピンは5V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A8):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。2Vより上でINTV_{CC}より下のクロックを与えます。「アプリケーション情報」を参照してください。

TRACK/SS (ピンA9):出力電圧トラッキングおよびソフトスタート・ピン。モジュールがマスタ出力として構成設定される場合、ソフトスタート・コンデンサをこのピンからグランドに接続してマスタ・ランプ・レートを制御します。ソフトスタート・コンデンサを使って、スタンドアロン・レギュレータとしてソフトスタートをオンすることができます。スレーブ動作を実行するには、マスタの出力からグランドに抵抗分割器を接続し、分割器の中間点をこのピンに接続します。「アプリケーション情報」を参照してください。

MPGM (ピンA12):プログラム可能なマージニング入力。このピンからグランドへの抵抗により、1.18V/Rに等しい電流が設定されます。この電流に10kΩを掛けると、0.6Vのリファレンス電圧のパーセンテージをミリボルトで表した値に等しくなります。「アプリケーション情報」を参照してください。LTM4603を並列に接続するには、それぞれ個別のMPGM抵抗が必要です。MPGMピンを一緒に結線しないでください。



ピン機能 (ピン配置については「パッケージ寸法」を参照)

f_{SET} (ピンB12): 周波数は内部で1MHzに設定されています。外部抵抗をこのピンからグラウンドに接続して周波数を上げることができます。周波数の調節については「アプリケーション情報」を参照してください。

V_{FB} (ピンF12): 誤差アンプの負入力。このピンは内部で60.4kの精密抵抗を介してV_{OUT_LCL}に接続されています。

V_{FB}ピンとSGNDピンの間に抵抗を追加して、異なる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」を参照してください。

MARGO (ピンC12): このピンはマージニング機能のLSBのロジック入力です。MARG1ピンと一緒に、上方マージン、下方マージン、またはマージンなしのどの条件を適用するか決定します。このピンには50kの内部プルダウン抵抗が備わっています。「アプリケーション情報」を参照してください。

MARG1 (ピンD12): このピンはマージニング機能のMSBのロジック入力です。MARG0ピンと一緒に、上方マージン、下方マージン、またはマージンなしのどの条件を適用するか決定します。このピンには50kの内部プルダウン抵抗が備わっています。「アプリケーション情報」を参照してください。

SGND (ピンH12): 信号グラウンド。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A11): 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、0.7Vがゼロ・センス電圧(ゼロ電流)に対応します。

PGOOD (ピンG12): 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、25 μ sのパワーバッド・マスク・タイマの時間が経過した後、出力電圧がレギュレーション・ポイントの $\pm 10\%$ 以内でない場合グラウンドに引き下げられます。

RUN (ピンA10): 実行制御ピン。1.9Vより高い電圧はモジュールをオンし、1Vより低いときはモジュールをオフします。V_{IN}から抵抗分割器をグラウンドに接続することにより、プログラム可能なUVLO機能を実現することができます。図1を参照してください。このピンはグラウンドへの(グラウンドとの間に)5.1Vのツェナー・ダイオードを備えています。最大ピン電圧は5Vです。RUNピンに流れる電流を1mA未満に制限してください。

V_{OUT_LCL} (ピンL12): リモートセンスアンプをバイパスするには、V_{OUT}を直接このピンに接続します。または、リモートセンスアンプが使われるときはDIFFV_{OUT}をこのピンに接続します。LTM4603-1では、V_{OUT_LCL}をV_{OUT}に接続することができます。LTM4603-1では、V_{OUT}は内部で50 Ω を介してV_{OUT_LCL}に接続されています。

簡略ブロック図

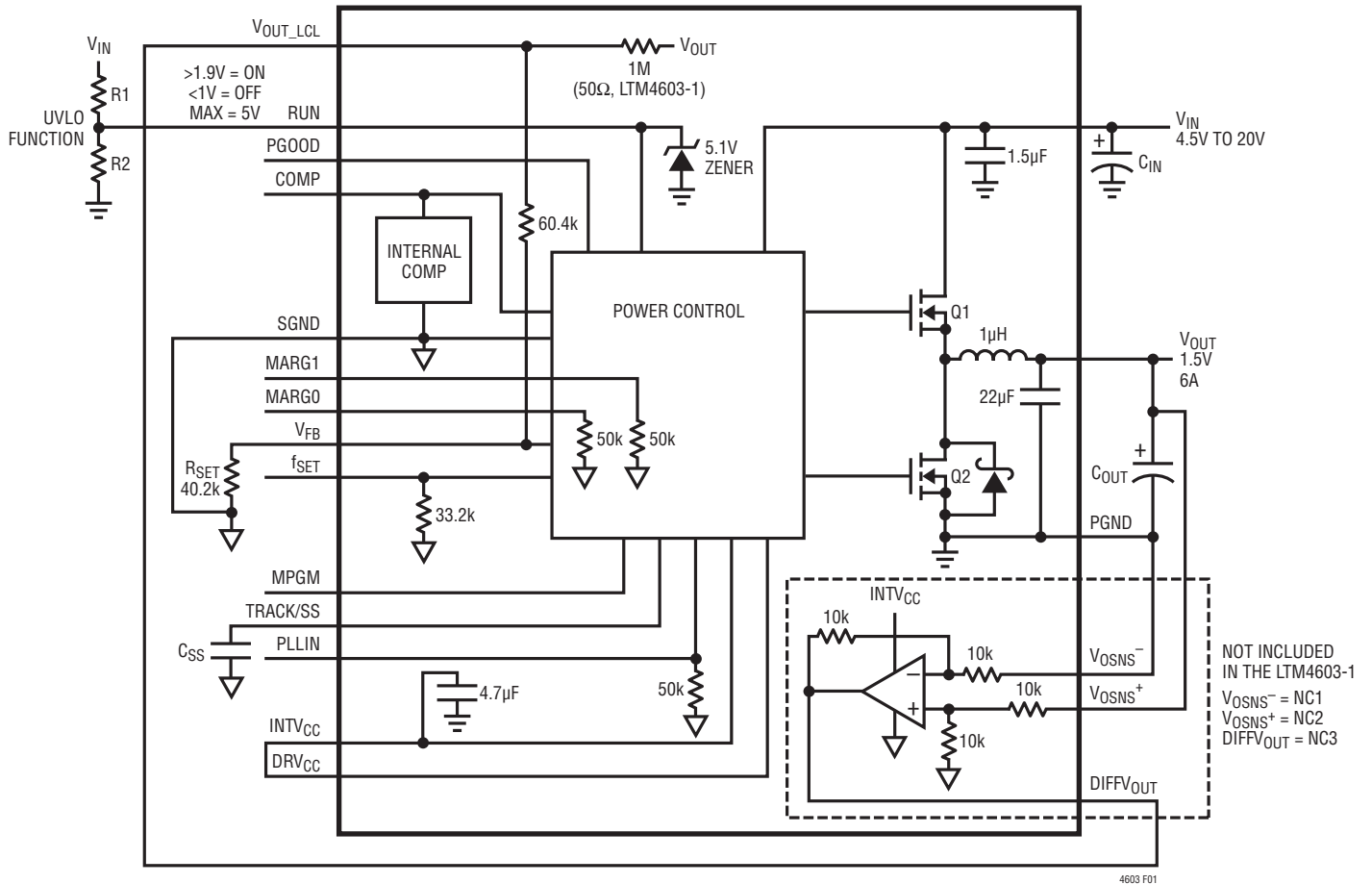


図1. LTM4603/LTM4603-1の簡略ブロック図

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

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 ($V_{IN} = 4.5\text{V} \sim 20\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$)	$I_{OUT} = 6\text{A}$	20			μF
C_{OUT}	外部出力コンデンサの要件 ($V_{IN} = 4.5\text{V} \sim 20\text{V}$, $V_{OUT} = 1.5\text{V}$)	$I_{OUT} = 6\text{A}$	100	200		μF

動作

電源モジュールの概要

LTM4603はスタンダロン非絶縁型スイッチング・モードDC/DC電源です。入力と出力にわずかの外部コンデンサを使って、最大6A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、 $4.5V \sim 20V$ の広い入力電圧で供給します。標準的応用例の回路図を図18に示します。

LTM4603には固定オン時間電流モード・レギュレータと、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が備わっています。最大負荷でのスイッチング周波数は標準1MHz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、全てがセラミック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、LTM4603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行われます。さらに、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ピンを1V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て、Q1とQ2の両方をオフします。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。

DRV_{CC}ピンがINTV_{CC}に接続されていると、内蔵5Vリニア・レギュレータが内部ゲート・ドライバに給電します。5V外部バイアス電源をDRV_{CC}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。

LTM4603はオフセットが非常に低い非常に精密な差動リモートセンスアンプを備えています。これは負荷の出力電圧を非常に精密に測定します。MPGM、MARG0、MARG1の各ピンは、電圧マーキングをサポートするのに使われます。マージンのパーセンテージはMPGMピンによってプログラムされ、MARG0とMARG1はマーキングを選択します。

PLLINピンはデバイスを外部クロックの周波数に同期させます。TRACK/SSピンは電源トラッキングとソフトスタートのプログラミングに使用されます。

アプリケーション情報

LTM4603の標準的応用回路を図18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2を参照してください。

V_{IN}からV_{OUT}への降圧比

与えられた入力電圧に従って、実現可能なV_{IN}からV_{OUT}への最大降圧比には制約があります。これらの制約は、「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。さらに熱的ディレーティングが適用され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ィレーティング」のセクションを参照してください。

出力電圧のプログラミングとマージニング

PWMコントローラには0.6V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、1Mと60.4kの0.5%内部帰還抵抗がV_{OUT}ピンとV_{FB}ピンを相互に接続しています。V_{OUT_LCL}ピンは1M抵抗と60.4k抵抗の間に接続されています。1M抵抗は、V_{OUT_LCL}ピンが出力に接続されていないとき、またはリモートセンスアンプの出力がV_{OUT_LCL}に接続されていないとき、出力の過電圧状態に対して保護するのに使われています。これらの場合、出力電圧は既定で0.6Vになります。V_{FB}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。

$$V_{OUT} = 0.6V \frac{60.4k + R_{SET}}{R_{SET}}$$

表1. R_{SET}の標準1%抵抗値とV_{OUT}

R _{SET} (kΩ)	Open	60.4	40.2	30.1	25.5	19.1	13.3	8.25
V _{OUT} (V)	0.6	1.2	1.5	1.8	2	2.5	3.3	5

MPGMピンは、内部10k抵抗をそれに掛けると、マージニングのための0.6Vリファレンス・オフセットを設定する電流をプログラムします。1.18VリファレンスをMPGMピンのR_{PGM}抵抗で割って、この電流がプログラムされます。V_{OUT(MARGIN)}を次のように計算します。

$$V_{OUT(MARGIN)} = \frac{\%V_{OUT}}{100} \cdot V_{OUT}$$

ここで、%V_{OUT}は望みのV_{OUT}マージンのパーセンテージ、

V_{OUT(MARGIN)}はボルトで表したマージンの大きさです。

$$R_{PGM} = \frac{V_{OUT}}{0.6V} \cdot \frac{1.18V}{V_{OUT(MARGIN)}} \cdot 10k$$

ここで、R_{PGM}はMPGMピンからグラウンドに接続する抵抗の値です。

マージニング電圧V_{OUT(MARGIN)}は、MARG0ピンとMARG1ピンの状態によって決められる公称出力電圧に足されるか、または公称出力電圧から差し引かれます。下の真理値表を参照してください。

MARG1	MARG0	モード
LOW	LOW	マージンなし
LOW	HIGH	上方マージン
HIGH	LOW	下方マージン
HIGH	HIGH	マージンなし

入力コンデンサ

LTM4603モジュールは低ACインピーダンスのDCソースに接続します。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18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、10μFのセラミック入力コンデンサが選択されています。100μF入力バルク・コンデンサはオプションです。この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。

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推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電流は次のように推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、η%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ィレーティングする、あるいは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。ディレー

4603fb

アプリケーション情報

テイ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。

図18では、10 μ Fのセラミック・コンデンサが高周波用入力デカップリング・コンデンサとして一緒に使われています。標準的な6A出力のアプリケーションには、ESRが非常に低いX5RまたはX7Rの10 μ Fセラミック・コンデンサ2個を推奨します。これらのデカップリング・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。2A~3AのRMSリップル電流には一般に各10 μ Fセラミック・コンデンサで十分です。RMS電流定格については、セラミック・コンデンサのカタログを参照してください。

並列接続した複数のLTM4603デバイスを使ったマルチフェーズ動作は、相互に挟み込んだレギュレータ動作により、実効入力RMSリップル電流を減少させます。詳細な説明が「アプリケーションノート77」に与えられています。位相数の関数としての入力コンデンサのリップル電流の要件については、図2を参照してください。同図は、DC負荷電流に対するRMSリップル電流の比を、デューティ・サイクルおよび並列位相数の関数として与えています。対応するデューティ・サイクルと位相数を選択すると、正しいリップル電流値に到達します。たとえば、2フェーズ並列のLTM4603のデザインは、12V入力から10A/2.5V出力を供給します。デューティ・サイクルは、DC = 2.5V/12V = 0.21です。2位相の曲線の比は0.21のデューティ・サイクルで約0.25です。10AのDC負荷電流に対するRMSリップル電流のこの0.25の比は、外部入力コンデンサの約2.5Aの入力RMSリップル電流に等しくなります。

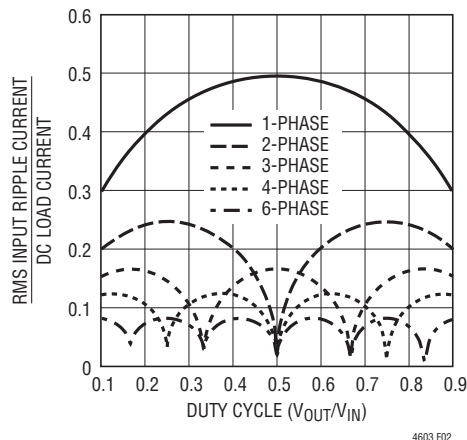


図2. 正規化された入力RMSリップル電流と1~6個のモジュール(フェーズ)のデューティ・サイクル

出力コンデンサ

LTM4603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等価直列抵抗(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。出力に全てセラミック・コンデンサを使う場合、標準的容量は200 μ Fです。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、システム設計者が出力フィルタの追加を要求するかもしれません。異なる出力電圧と、2.5A/ μ sの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2に示します。表は過渡性能を最良にする合計等価ESRと合計バルク容量の最適値を与えています。

並列接続した複数のLTM4603デバイスを使ったマルチフェーズ動作は、相互に挟み込んだレギュレータ動作により、実効出力リップル電流を減少させます。たとえば、12Vから2.5Vのマルチフェーズ・デザインの各LTM4603のインダクタ電流は「インダクタのリップルとデューティ・サイクル」(図3)から読み取ることができます。低デューティ・サイクルおよび高出力電圧での大きなリップル電流は、外部抵抗をf_{SET}からグラウンドに接続して周波数を上げることにより減らすことができます。DC = 2.5V/12V = 0.21のデューティ・サイクルを選ぶと、21%デューティ・サイクルで2.5V出力のインダクタ・リップル電流は図3で約3Aになります。

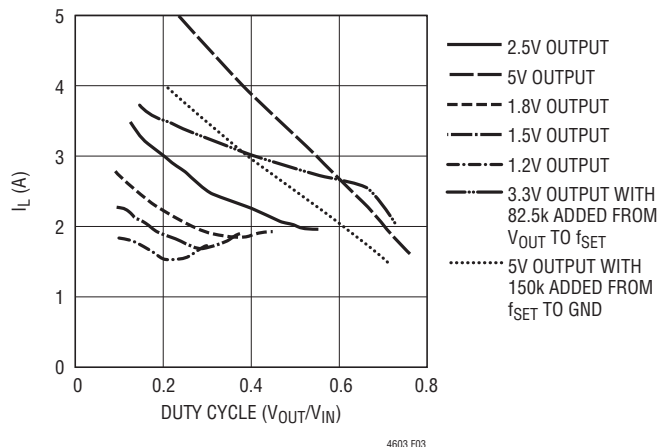
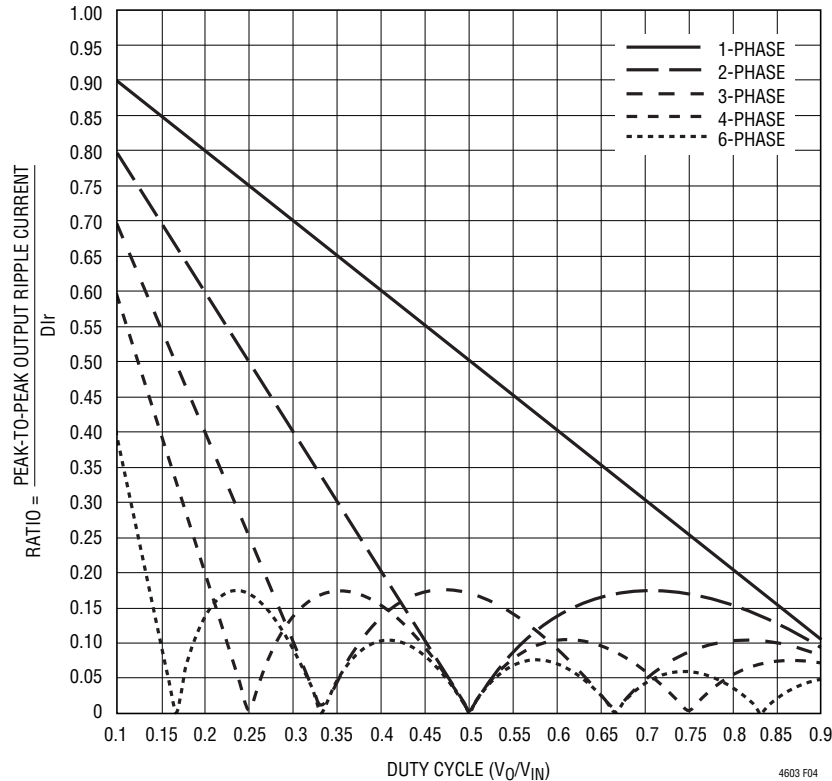


図3. インダクタのリップル電流とデューティ・サイクル

アプリケーション情報

図4. 正規化された出力リップル電流とデューティ・サイクル ($D_{lr} = V_0 T/L_i$)

インダクタ電流に対するピーク・トゥ・ピーク出力リップル電流の比を、デューティ・サイクルおよび並列位相数の関数として図4に示します。対応するデューティ・サイクルと位相数を選択すると、正しい出力リップル電流比の値に到達します。21%のデューティ・サイクルで2フェーズ動作を選択すると、比は0.6です。3Aのインダクタ・リップルに対する出力リップル電流のこの0.6の比は、8Aの実効出力リップル電流に等しくなります。並列位相の関数としての出力リップル電流の削減の詳しい説明に関しては、「アプリケーションノート77」を参照してください。

出力電圧リップルには2つの成分があり、バルク容量の大きさと等価直列抵抗 (ESR) に関係しています。したがって、出力電圧リップルは既知の実効出力リップル電流を使って計算することができます。式は、 $\Delta V_{OUT(P-P)} \approx (\Delta I_L / (8 \cdot f \cdot m \cdot C_{OUT}) + ESR \cdot \Delta I_L)$ となります。ここで、 f は周波数、 m は並列位相数です。この計算手順は弊社の LTpowerCAD™ を使って容易に実行することができます。

フォールト状態: 電流制限と過電流フォールドバック

LTM4603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、過渡応答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、LTM4603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に徐々に低下します。

ソフトスタートとトラッキング

TRACK/SSピンは、レギュレータをソフトスタートさせる手段と、別の電源をトラッキングさせる手段のどちらをも与えます。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。1.5 μ A電流源が外部ソフトスタート・コンデンサを0.6V内部電圧リファレンスにマージンのデルタを足す、または差し引いた値の80%に充電します。

アプリケーション情報

これにより内部リファレンスと出力電圧のランプが制御されます。合計ソフトスタート時間は次のように推定できます。

$$t_{\text{SOFTSTART}} = 0.8 \cdot (0.6V \pm V_{\text{OUT(MARGIN)}}) \cdot \frac{C_{\text{SS}}}{1.5\mu\text{A}}$$

RUNピンが1.5Vより下に下がるとTRACK/SS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時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。

出力電圧のトラッキング

出力電圧のトラッキングはTRACK/SSピンを使って外部でプログラムすることができます。出力は別のレギュレータをトラッキングしながら立ち上がることも、立ち下がることもできます。マスタ・レギュレータの出力が、スレーブ・レギュレータの帰還分割器と同じ外部抵抗分割器によって分割される同時トラッキングの例を図5に示します。トラッキングがうまく動作するには、マスタ出力がスレーブ出力より大きくなければなりません。同時出力トラッキングの特性を図6に示します。

比例トラッキングは、いくつかの簡単な計算とマスタのTRACK/SSピンに適用されるスルーレート値によって実行できます。TRACK/SSピンの制御範囲は0V~0.6Vです。マスタのTRACK/SSピンのスルーレートは、次のようにマスタの出力スルーレート(単位:ボルト/時間)に一致します。式は次のようになります。

$$\frac{\text{MR}}{\text{SR}} \cdot 60.4\text{k} = R_T$$

ここで、MRはボルト/時間で表したマスタの出力スルーレート、SRはスレーブのスルーレートです。同時トラッキングが必要な場合には、MRとSRが等しくなるのでRTBは60.4kに等しくなります。RBは次式から求められます。

$$R_B = \frac{0.6V}{\frac{V_{\text{FB}}}{60.4\text{k}} + \frac{V_{\text{FB}}}{R_{\text{FB(Slave)}}} - \frac{V_{\text{TRACK}}}{R_{\text{TB}}}}$$

ここで、VFBはレギュレータの帰還電圧リファレンスで、VTRACKは0.6Vです。

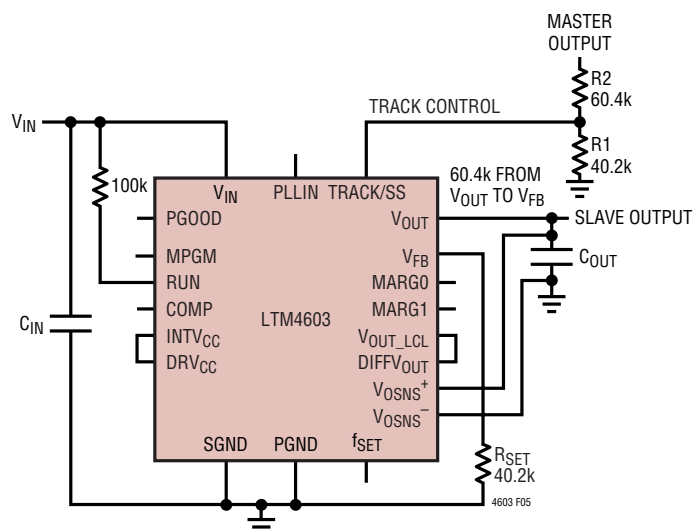


図5. 同時トラッキングの回路図

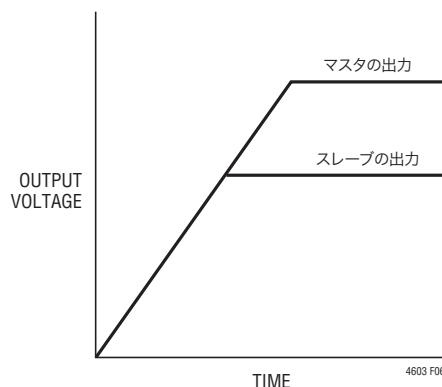


図6. 同時出力トラッキングの特性

比例トラッキングでは、スレーブ・レギュレータ用に異なるスルーレートが必要になる場合があります。SRがMRより低いときのRTを求めることができます。マスタの出力より先にスレーブの出力電圧が最終値に達するように、スレーブ電源はスルーレートが十分高速なものを選択するようにします。

たとえば、MR = 1.5V/msおよびSR = 1.2V/msの場合、RT = 75kになります。RBを求めると51.1kに等しくなります。

トラッキングやシーケンシングが不要なアプリケーションでは、単にTRACK/SSピンをINTVCCに接続し、RUNによってオン/オフを制御できるようにします。RUNピンがそのしきい値を下回るか、またはVINが低電圧ロックアウトしきい値を下回ると、TRACK/SSは“L”に引き下げられます。

アプリケーション情報

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。このピンにはグラウンドへの内部5.1Vツェナー・ダイオードが備わっています。このピンは5Vを超えないロジック入力でドライブすることができます。

RUNピンは、抵抗分割器を入力電源から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。

$$V_{UVLO} = \frac{R1+R2}{R2} \cdot 1.5V$$

簡略ブロック図(図1)を参照してください。

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±10%をモニタし、マージニ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。ほとんどのアプリケーションの要件に対して表2が与えられています。制御ループの最適化のためにLTpowerCADが与えられます。

PLLIN

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。そのため、内部トップMOSFETのターンオンを外部クロックの立上りエッジにロックすることができます。周波数範囲は1MHzの動作周波数の周り±30%です。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。クロックのパルス幅は少なくとも400ns、振幅は2V必要です。PLLINピンは、ピンの近くに配置されているロジック・ゲートのような低インピーダンス電源からドライブされる必要があります。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。

INTV_{CC}とDRV_{CC}の接続

内部低損失レギュレータは、制御回路と内部パワーMOSFETをドライブするDRV_{CC}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、LTM4603はV_{IN}から直接電力供給を受けられません。LDOからのゲート・ドライブ電流は約20mAです。内部

LDOの電力損失は次のように計算されます。

$$PLDO_LOSS = 20mA \cdot (V_{IN} - 5V)$$

LTM4603は外部ゲート・ドライバ電圧ピンDRV_{CC}も備えています。システムに5Vレールがあれば、DRV_{CC}ピンを外部の5Vレールに接続することを推奨します。このことは特に高い入力電圧で当てはまります。DRV_{CC}ピンには6Vを超える電圧を印加しないでください。5V出力を使って、図16に示されている外部回路を介してDRV_{CC}ピンに給電することができます。

モジュールの並列動作

LTM4603デバイスは本来電流モードで制御されるデバイスです。並列モジュールは電流分担が非常に優れています。これは、デザインの上昇温暖気流をバランスさせます。電圧帰還の式は、モジュールを並列接続すると変数nを使って次のように変化します。

$$V_{OUT} = 0.6V \frac{\frac{60.4k}{n} + R_{FB}}{R_{FB}}$$

あるいは同等に、

$$R_{FB} = \frac{60.4k}{\frac{n}{\frac{V_{OUT}}{0.6V}} - 1}$$

nは並列に接続したモジュールの個数です。

熱に関する検討事項と出力電流のディレーティング

図7と図8の電力損失の曲線は、図9～図12、および図13～図14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}を概算するのに利用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熱に関する「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の最大電力損失を許容し、θ_{JC}がおよそ6°C/W～9°C/Wのモジュールの上面を通して2Wの電力損失を許容します。これはデバイスの接合部で合計124°Cに相当します。

アプリケーション情報

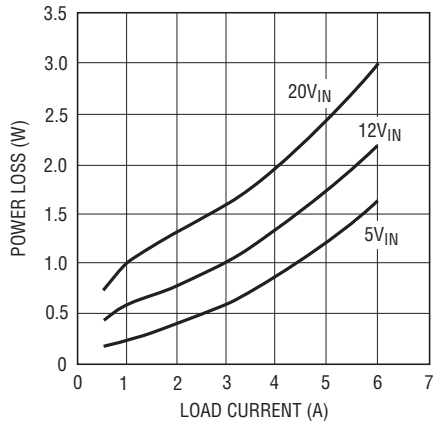


図7. 1.5Vの電力損失

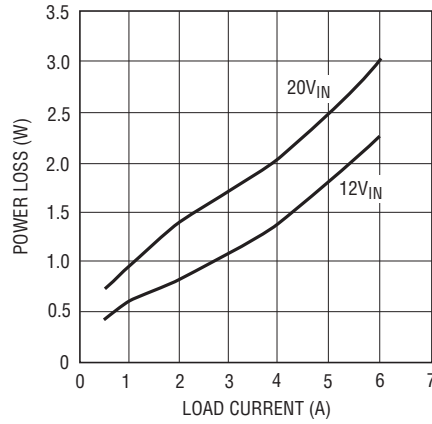


図8. 3.3Vの電力損失

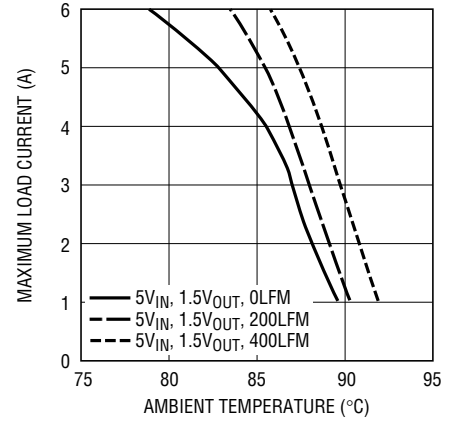


図9. ヒートシンクなし (5V_{IN})

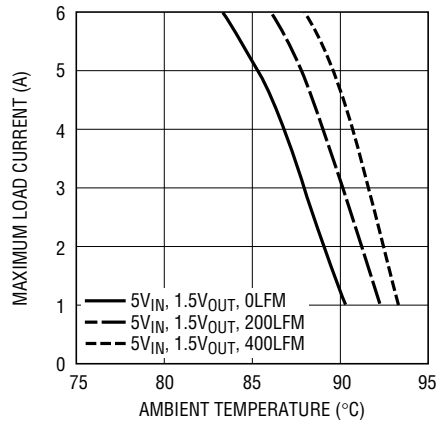


図10. BGAヒートシンク (5V_{IN})

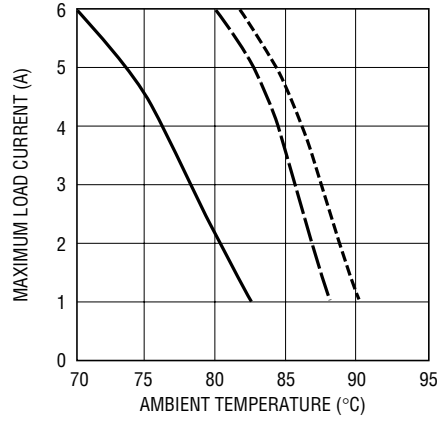


図11. ヒートシンクなし (12V_{IN})

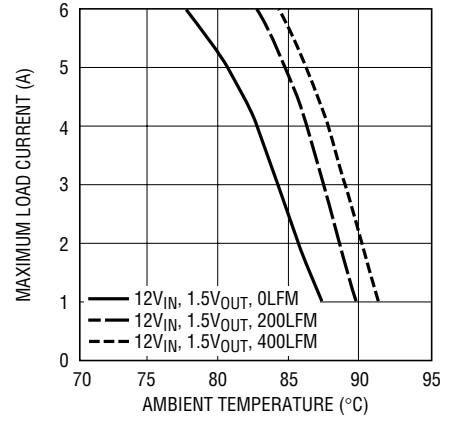


図12. BGAヒートシンク (12V_{IN})

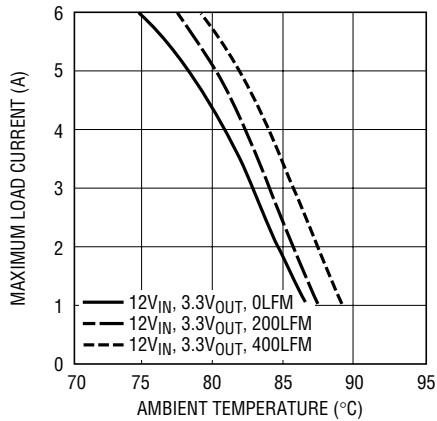


図13. ヒートシンクなし (12V_{IN}, 3.3V_{OUT})

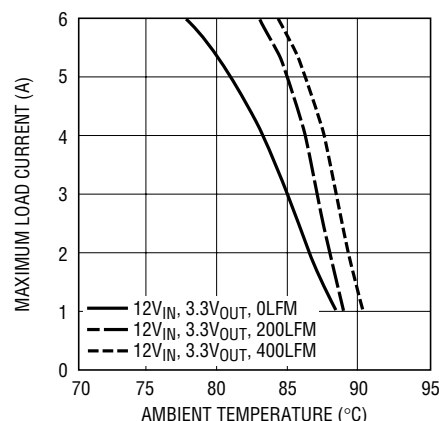


図14. BGAヒートシンク (12V_{IN}, 3.3V_{OUT})

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18を参照)

標準的測定値

C _{OUT1} VENDORS	PART NUMBER	C _{OUT2} VENDORS	PART NUMBER
TAIYO YUDEN	JMK316BJ226ML-T501 (22 μ F, 6.3V)	SANYO POSCAP	6TPE220MIL (220 μ F, 6.3V)
TAIYO YUDEN	JMK325BJ476MM-T (47 μ F, 6.3V)	SANYO POSCAP	2R5TPE330M9 (330 μ F, 2.5V)
TDK	C3225X5R0J476M (47 μ F, 6.3V)	SANYO POSCAP	4TPE330MCL (330 μ F, 4V)

V _{OUT} (V)	C _{IN} (CERAMIC)	C _{IN} (BULK)	C _{OUT1} (CERAMIC)	C _{OUT2} (BULK)	V _{IN} (V)	DROOP (mV)	PEAK TO PEAK (mV)	RECOVERY TIME (μ s)	LOAD STEP (A/ μ s)	R _{SET} (k Ω)
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	5	34	68	30	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	5	22	40	26	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	5	20	40	24	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	5	32	60	18	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	34	68	30	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	12	22	40	26	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	12	20	39	24	3	60.4
1.2	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	12	29.5	55	18	3	60.4
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	5	35	70	30	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	5	25	48	30	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	5	24	47.5	26	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	5	36	68	26	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	35	70	30	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	12	25	48	30	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	12	24	45	26	3	40.2
1.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	12	32.6	61.9	26	3	40.2
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	5	38	76	37	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	5	29.5	57.5	30	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	5	28	55	26	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	5	43	80	26	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	38	76	37	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 2.5V	12	28	55	30	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	12	27	52	26	3	30.1
1.8	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	12	36.4	70	26	3	30.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	5	38	78	40	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 4V	5	37.6	74	34	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	5	39.5	78.1	28	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	5	66	119	12	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	38	78	40	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	34.5	66.3	34	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	12	35.8	68.8	28	3	19.1
2.5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	12	50	98	18	3	19.1
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	7	42	86	40	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 4V	7	47	89	32	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	7	50	94	28	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	7	75	141	14	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 22 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	42	86	40	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	1 \times 47 μ F 6.3V	330 μ F 4V	12	47	88	32	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	2 \times 47 μ F 6.3V	220 μ F 6.3V	12	50	94	28	3	13.3
3.3	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	12	69	131	22	3	13.3
5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	15	110	215	20	3	8.25
5	2 \times 10 μ F 25V	150 μ F 35V	4 \times 47 μ F 6.3V	NONE	20	110	217	20	3	8.25

LTM4603/LTM4603-1

アプリケーション情報

表3. 1.5V出力

ディレーティング曲線	V _{IN} (V)	電力損失曲線	エアフロー (LFM)	ヒートシンク	θ _{JA} (°C/W)
図9、図11	5, 12	図7	0	なし	15.2
図9、図11	5, 12	図7	200	なし	14
図9、図11	5, 12	図7	400	なし	12
図10、図12	5, 12	図7	0	BGAヒートシンク	13.9
図10、図12	5, 12	図7	200	BGAヒートシンク	11.3
図10、図12	5, 12	図7	400	BGAヒートシンク	10.25

表4. 3.3V出力

ディレーティング曲線	V _{IN} (V)	電力損失曲線	エアフロー (LFM)	ヒートシンク	θ _{JA} (°C/W)
図13	12	図8	0	なし	15.2
図13	12	図8	200	なし	14.6
図13	12	図8	400	なし	13.4
図14	12	図8	0	BGAヒートシンク	13.9
図14	12	図8	200	BGAヒートシンク	11.1
図14	12	図8	400	BGAヒートシンク	10.5

ヒートシンク・メーカー

Aavid Thermalloy

Part No: 375424B00034G

Phone: 603-224-9988

アプリケーション情報

安全性に関する検討事項

LTM4603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、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。

レイアウトのチェックリスト/例

LTM4603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間の相互接続に多数のビアを使います。

- パッドの上に直接ビアを置かないでください。
- ビアをパッドに置く場合、ビアを充填する必要があります。
- 必要なら格子間ビア配置も使うことができます。
- 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15に示します。

周波数の調節

LTM4603はほとんどの入力条件で一般に1MHzで動作するように設計されています。 f_{SET} ピンは一般に開放状態にしておきます。スイッチング周波数はほとんどの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。1MHzのスイッチング周波数と400nsの最小オフ時間により、 $5V_{IN}$ から $3.3V_{OUT}$ のような高いデューティ・サイクルでの動作が制限され、 $20V_{IN}$ から $5V_{OUT}$ のような低いデューティ・サイクルのアプリケーションでは過度のインダクタ・リップルが生じることがあります。 $5V_{OUT}$ と $3.3V_{OUT}$ のドロップアウト曲線は、もっと低い入力電圧の動作またはもっと高い入力電圧の動作を可能にするため外部抵抗を f_{SET} ピンに追加して修正されます。

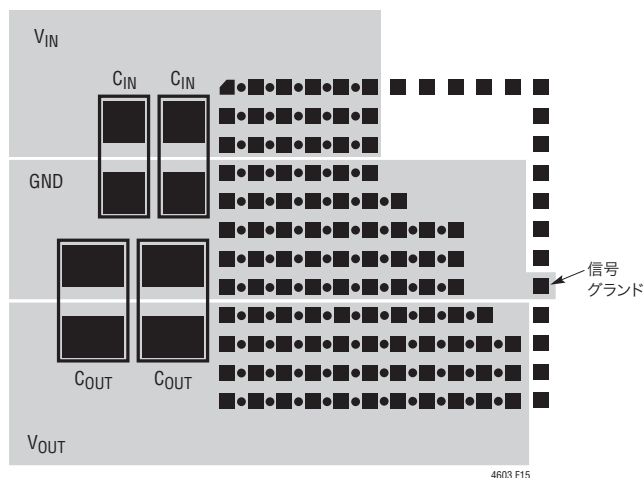


図15. 推奨レイアウト

アプリケーション情報

5V出力の例

LTM4603の最小オン時間 = 100ns;

$t_{ON} = [(V_{OUT} \cdot 10\text{pF})/I_{fSET}]$ 、 V_{OUT} が4.8Vを超える場合は4.8Vとする

LTM4603の最小オフ時間 = 400ns;

$t_{OFF} = t - t_{ON}$ 、ここで $t = 1/\text{周波数}$

デューティ・サイクル = t_{ON}/t または V_{OUT}/V_{IN}

周波数設定の式:

$I_{fSET} = (V_{IN}/(3 \cdot R_{fSET}))$ 、20V動作では、 $I_{fSET} = 201\mu\text{A}$ 、 $t_{ON} = [(4.8 \cdot 10\text{pF})/I_{fSET}]$ 、 $t_{ON} = 239\text{ns}$ 、ここで内部 R_{fSET} は33.2kです。周波数 = $(V_{OUT}/(V_{IN} \cdot t_{ON})) = (5\text{V}/(20 \cdot 239\text{ns})) \sim 1\text{MHz}$ です。高い入力電圧ではインダクタ両端の電圧が大きくなるため、インダクタ・リップル電流が高くなります。これは、25%のデューティ・サイクルで約5Aとして、「インダクタのリップル電流とデューティ・サイクル」のグラフに示されています。外部抵抗を f_{SET} からグラウンドに追加してスイッチング周波数を上げることにより、高い入力電圧でインダクタ・リップル電流を下げるができます。3Aのリップル電流が選択されているので、合計ピーク電流は3Aリップル電流の1/2を出力電流に加えたものです。5V出力の電流は5Aに制限されているので、合計ピーク電流は6.5A以下です。これは7Aの規定ピーク値以下です。150kの抵抗が f_{SET} からグラウンドに接続されており、150kと33.2kの並列組合せは27.2kに等しくなります。27.2kと20Vの入力電圧を使って I_{fSET} を計算すると245 μA に等しくなります。これは196nsの t_{ON} に相当します。これは、20Vから5Vへの変換の場合、スイッチング周波数を1MHzから約1.28MHzに増加させます。最小オン時間は20V入力で100nsを超えます。スイッチング周波数は入力条件と出力条件の全体にわたりほぼ一定なので、400nsの最小オフ時間により、低い方の入力電圧範囲は1.28MHz動作では10Vに制限されます。式： $t_{ON} = (V_{OUT}/V_{IN}) \cdot (1/\text{周波数})$ は382nsのオン時間と400nsのオフ時間に相当します。「 V_{IN} から V_{OUT} の降圧比」の曲線は、150k抵抗をグラウンドに接続した1.28MHz動作の10V～20Vの動作範囲と、 f_{SET} をフロートさせた場合の8V～16Vの動作を反映しています。これらの修正がなされているのは、5V出力の設計で、インダクタ・リップル電流を制限し、400nsのオフ時間を維持しながら、入力電圧範囲を広げるためです。

3.3V出力の例

LTM4603の最小オン時間 = 100ns;

$t_{ON} = [(V_{OUT} \cdot 10\text{pF})/I_{fSET}]$

LTM4603の最小オフ時間 = 400ns;

$t_{OFF} = t - t_{ON}$ 、ここで $t = 1/\text{周波数}$

デューティ・サイクル (DC) = t_{ON}/t または V_{OUT}/V_{IN}

周波数設定の式:

$I_{fSET} = [V_{IN}/(3 \cdot R_{fSET})]$ 、20V動作では、 $I_{fSET} = 201\mu\text{A}$ 、 $t_{ON} = [(3.3 \cdot 10\text{pF})/I_{fSET}]$ 、 $t_{ON} = 164\text{ns}$ 、ここで内部 R_{fSET} は33.2kです。周波数 = $[V_{OUT}/(V_{IN} \cdot t_{ON})] = [3.3\text{V}/(20 \cdot 164\text{ns})] \sim 1\text{MHz}$ です。最小オン時間と最小オフ時間は164nsと836nsで規定内です。ただし、3.3V出力回路に4.5Vを入力する場合、400nsの最小オフ時間の仕様、 $t_{ON} = 733\text{ns}$ 、周波数 = 1MHz、 $t_{OFF} = 267\text{ns}$ を満たしません。

解決策

低い入力電圧ではスイッチング周波数を下げ、高いデューティ・サイクルを可能にして4.5Vの入力電圧で400nsの最小オフ時間を満たすようにします。オフ時間は100nsのガードバンドを付けて約500nsにします。(3.3V/4.5V)のデューティ・サイクル = $\sim 73\%$ です。周波数 = $(1 - \text{DC})/t_{OFF}$ 、つまり $(1 - 0.73)/500\text{ns} = 540\text{kHz}$ です。スイッチング周波数は、4.5Vの入力、 $t_{ON} = \text{DC}/\text{周波数}$ (つまり1.35 μs)では540kHzに下げることがあります。 f_{SET} ピンの電圧は V_{IN} の1/3、 I_{fSET} 電流は内部33.2kで45 μA に等しくなります。 I_{fSET} 電流は540kHz動作では24 μA にする必要があります。抵抗を V_{OUT} から f_{SET} に接続して、 f_{SET} ピンから流れ出す実効 I_{fSET} 電流を24 μA に下げることができます。 f_{SET} ピンは4.5V/3 = 1.5V、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、したがって、82.5kの抵抗は21 μA を f_{SET} ノードにソースし、 I_{fSET} 電流を24 μA に下げます。これは、3.3V出力への降圧変換のための540kHz動作および4.5V～20V入力の動作を可能にします。この入力範囲にわたり、周波数が540kHz～1.2MHzで変化します。これにより、入力範囲にわたって5Aの実効出力電流が与えられます。

アプリケーション情報

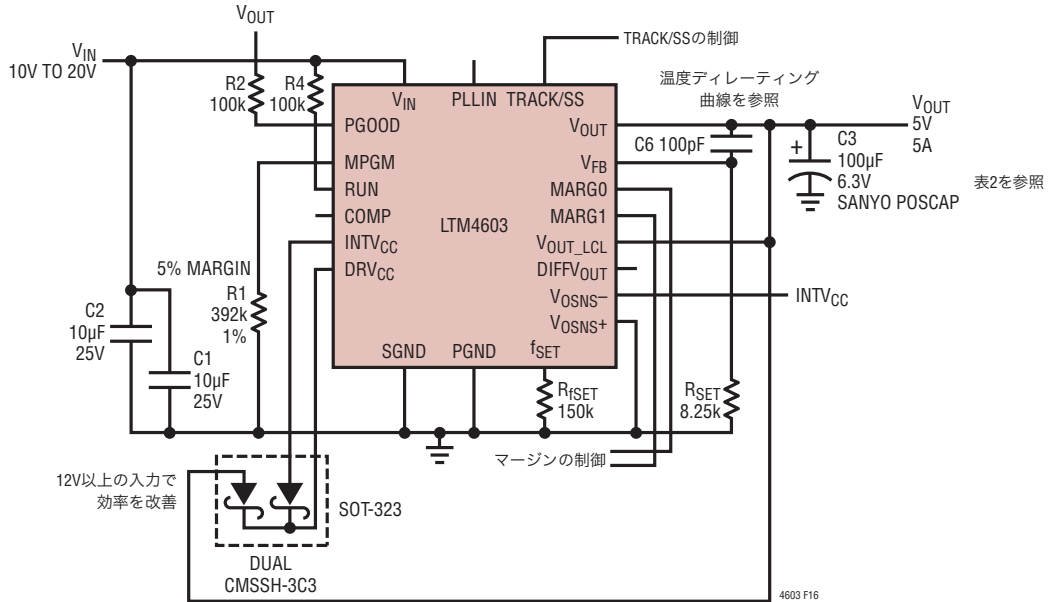


図16. 差動アンプなしの5V/5Aデザイン

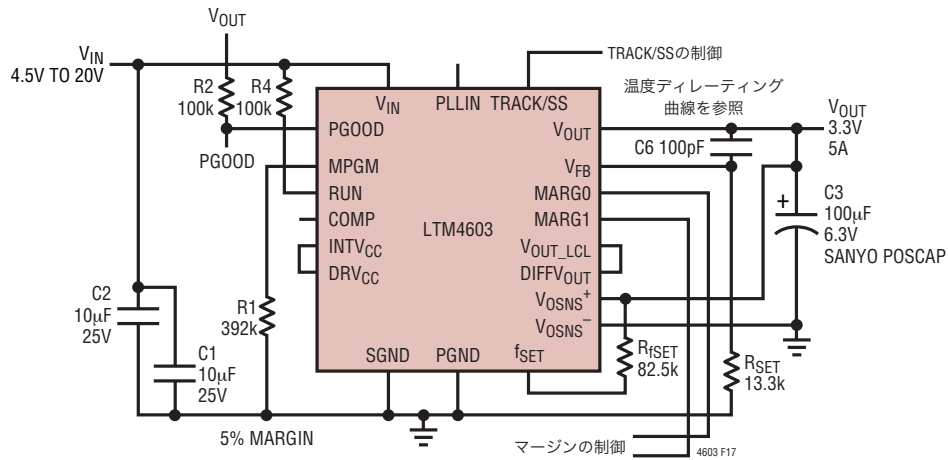


図17. 3.3V/5Aのデザイン

LTM4603/LTM4603-1

アプリケーション情報

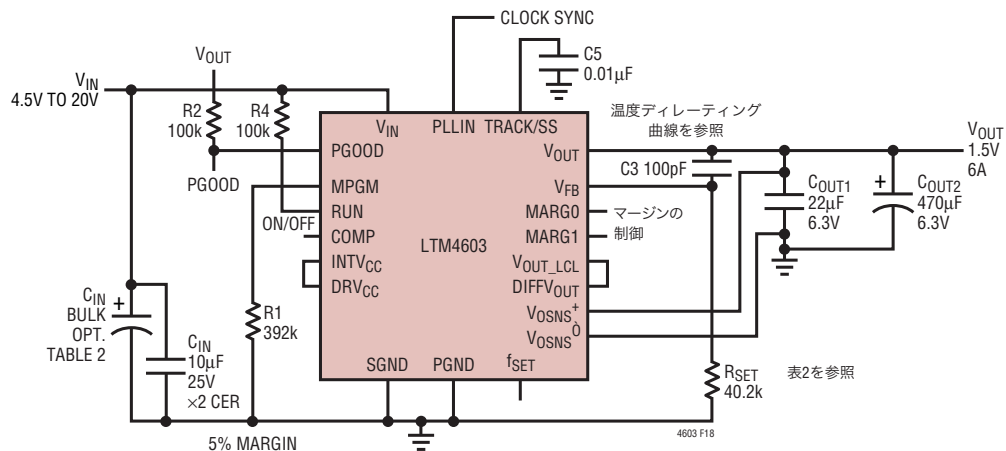


図18. 4.5V~20VIN、1.5V/6Aの標準的デザイン

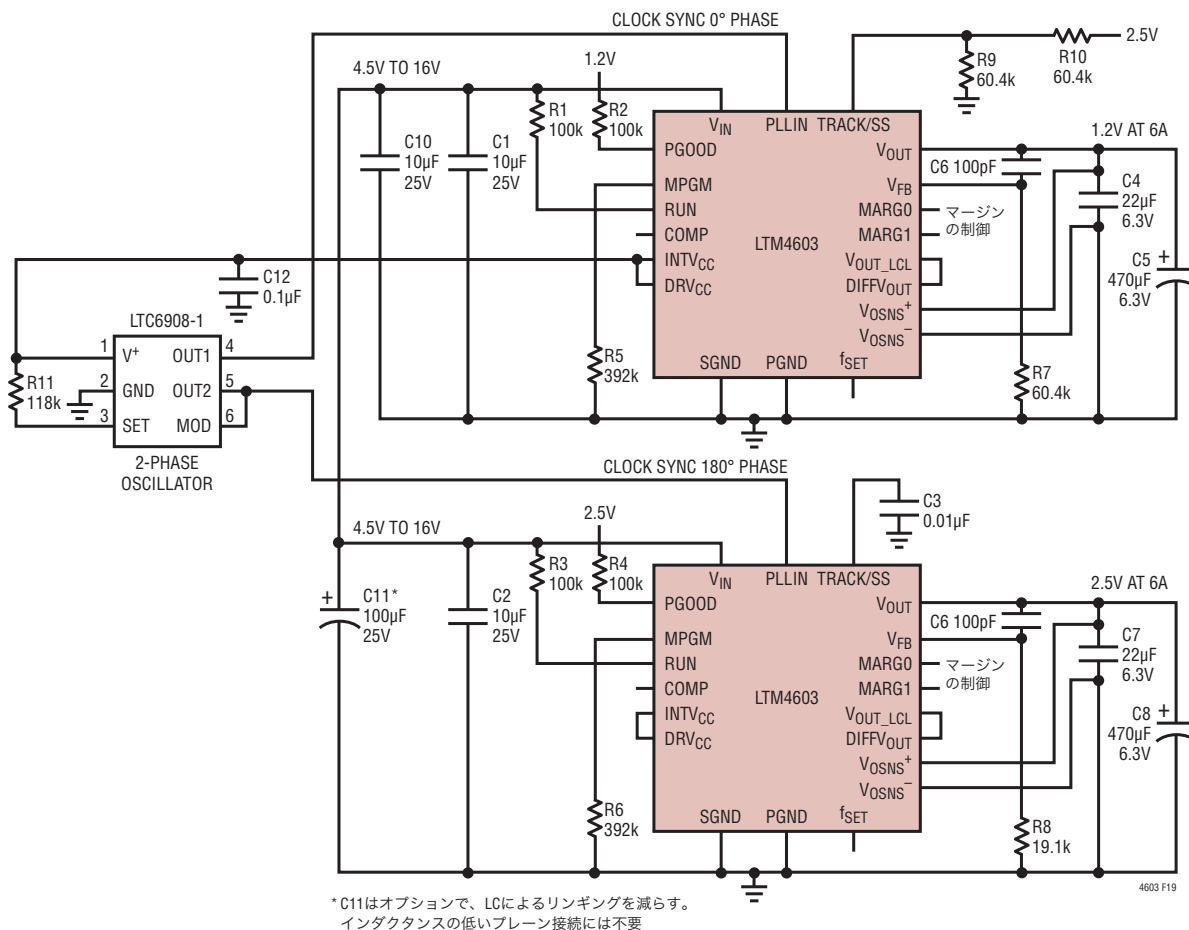
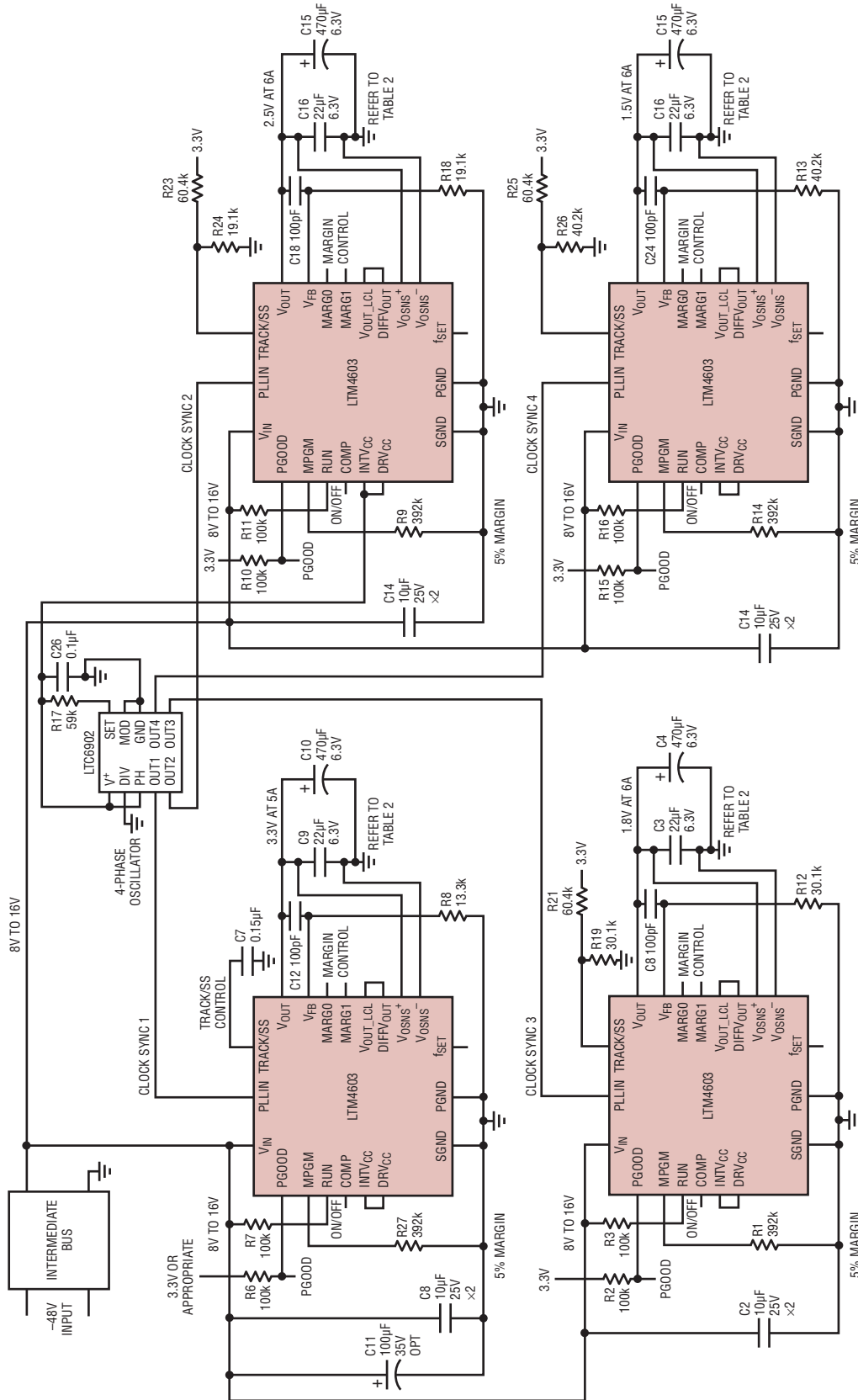


図19. 同時トラッキング機能付き、2フェーズ、2.5Vと1.2V出力 (6A)

標準的応用例

4フェーズ、4出力(3.3V、2.5V、1.8Vおよび1.5V)、同時トラッキング付き



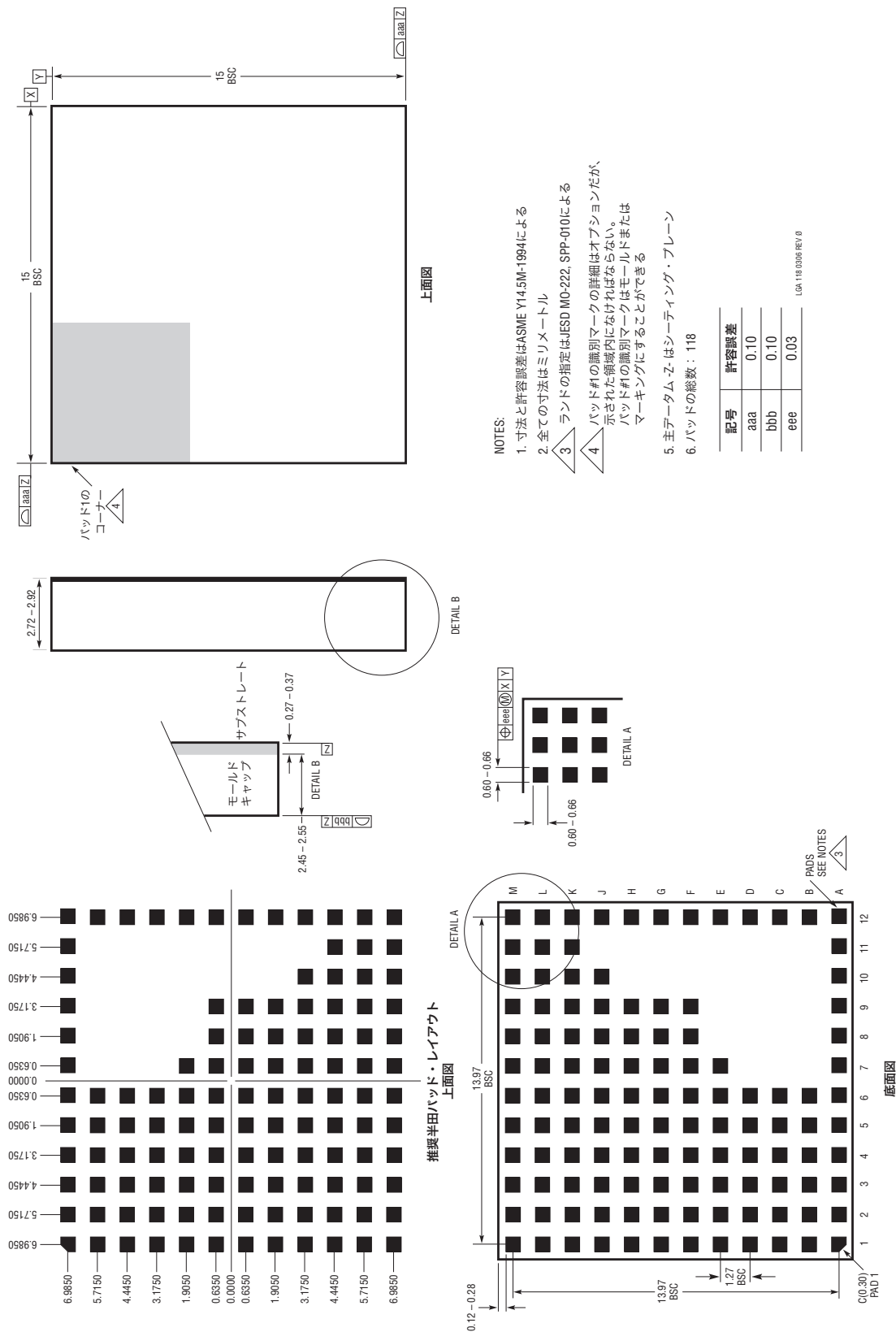
LTM4603/LTM4603-1

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パッケージ 118ピン(15mm×15mm)

(Reference LTM DWG # 05-05-1801 Rev.0)



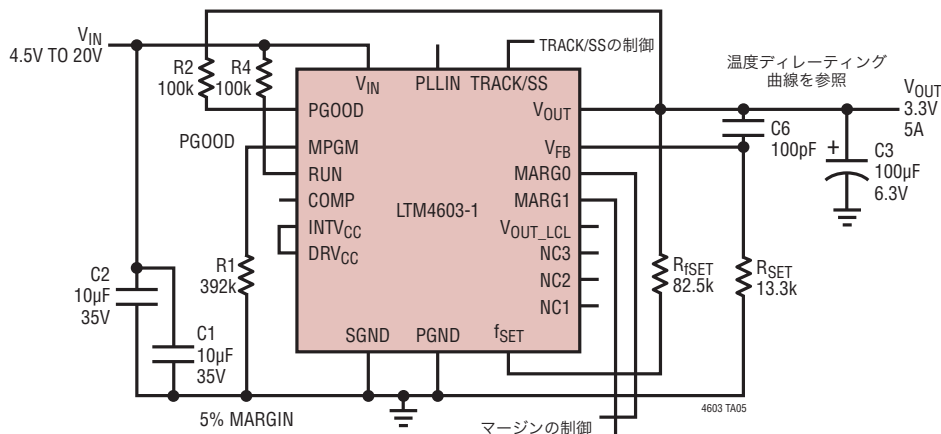
改訂履歴 (改訂履歴はRev Bから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
B	8/11	Note 2のテスト・パラメータを更新	4
		リモートセンスアンブ・ピンの使用法を更新	7
		fSETピンの説明を更新	8
		簡略ブロック図の更新	9
		トラッキングのアプリケーションに情報を追加	14
		「周波数の調節」セクションと式を更新	19、20
		回路例を更新	22、23
		パッケージの写真を追加	26
		「関連製品」情報の更新	26

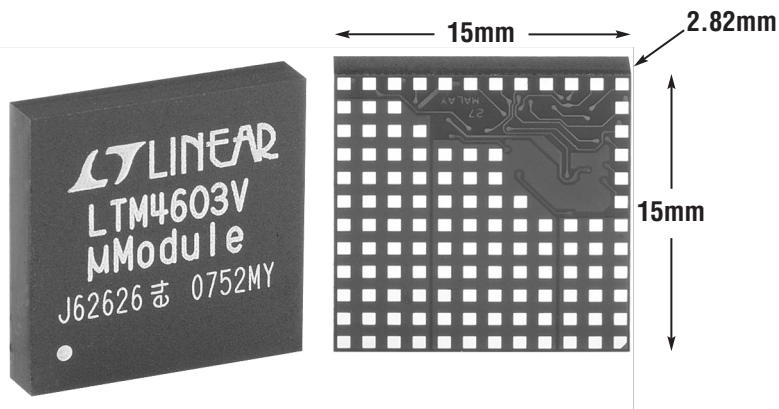
LTM4603/LTM4603-1

標準的応用例

3.3V/5A、LTM4603-1(リモートセンスアンプなし)



パッケージの写真



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTM4628	デュアル8Aまたはシングル26A出力のDC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.6V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、リモートセンスアンプ、内部温度検出出力、15mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM4627	20V、15A、DC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.6V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、PLL入力、リモートセンスアンプ、 V_{OUT} トラッキング、15mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM4618	26V、6A、DC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.8V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、PLL入力、 V_{OUT} トラッキング、9mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM4606	28V、6A、EN55022 クラスB認定のDC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.6V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、PLL入力、 V_{OUT} トラッキングおよびマージニング、15mm×15mm×2.82mm LGAパッケージ
LTM4601AHV	28V、12A、DC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.6V \leq V_{OUT} \leq 5V$ 、PLL入力、リモートセンスアンプ、 V_{OUT} トラッキングおよびマージニング、15mm×15mm×2.82mm LGAパッケージ
LTM8025	36V _{IN} 、3A、DC/DC μ Moduleレギュレータ	$0.8V \leq V_{OUT} \leq 24V$ 、CLK入力、9mm×15mm×4.32mm LGAパッケージ
LTM6908	50kHz~10MHz デュアル出力発振器	90°または180°の出力間位相シフト、オプションのスペクトル拡散周波数変調、2mm×3mm DFNパッケージ

46031b