

バイパス・トランジスタ付き、 1.5MHz、600mA同期整流式 降圧レギュレータ

2003年1月

特長

- 動的に調整可能な出力：0.3V～3.5V
- 非常に低い消費電流：動作時わずか20 μ A
- 出力電流：600mA
- PチャンネルMOSFETバイパス・トランジスタ
- 高効率：最大96%
- 1.5MHzの固定周波数動作
- ショットキ・ダイオードが不要
- 低ドロップアウト動作：100%デューティ・サイクル
- 入力電圧範囲：2.5V～5V
- シャットダウン・モード時、消費電流が1 μ A以下
- 電流モード動作による優れたラインおよび負荷過渡応答
- 熱保護機能
- 3mm×3mmの8ピンDFNパッケージ

アプリケーション

- WCDMA携帯電話パワー・アンプ
- 無線モデム


概要

LTC[®]3403はWCDMAパワーアンプ・アプリケーション用に最適化された高効率のモノリシック同期整流式降圧レギュレータです。出力電圧は0.3V～3.5Vの範囲で動的にプログラム可能です。V_{OUT}が3.6Vより高いと、内蔵のバイパスPチャンネルMOSFETトランジスタによりV_{OUT}が直接V_{IN}に接続されるので、インダクタによる電力損失がなくなります。選択可能な強制連続モードにより、制御入力に対する高速V_{OUT}応答が可能です。

バースト・モード動作時の消費電流はわずか20 μ Aで、シャットダウン時には1 μ A以下まで低下します。入力電圧範囲が2.5V～5Vなので、1セル・リチウムイオン・バッテリー駆動のアプリケーションに最適です。100%デューティ・サイクルにより、低ドロップアウト動作が可能ですので、携帯システムのバッテリー寿命を延ばすことができます。

スイッチング周波数は内部で1.5MHzに設定されるので、小型の表面実装インダクタやコンデンサを使用できます。内部同期スイッチによって効率が向上し、外付けのショットキ・ダイオードが不要です。

LTC3403は高さの低い13mm×3mmの8ピンDFNパッケージで供給されます。

、LTC、LTはリアテックノロジー社の登録商標です。Burst Modelはリアテックノロジー社の登録商標です。

標準的応用例

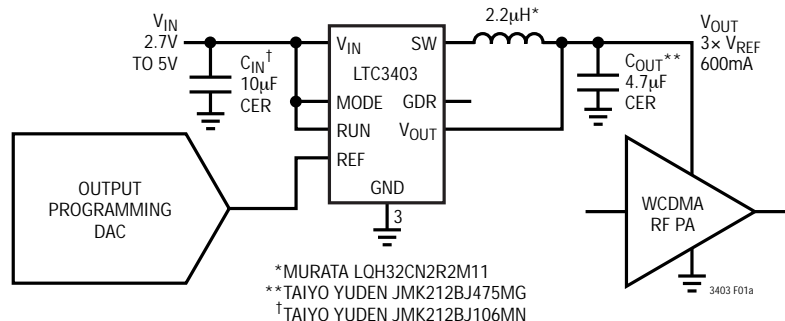


図1a . WCDMAトランスミッタ電源

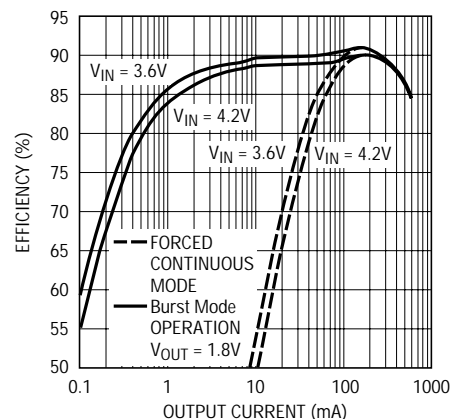


図1b . 効率と出力電流

3403 F01b

絶対最大定格 (Note 1)

入力電源電圧 (< 300 μ s).....	- 0.3V ~ 6V
入力電源電圧 (DC).....	- 0.3V ~ 5.5V
RUN、REF、MODE、V _{OUT} 、GDRの各電圧.....	- 0.3V ~ V _{IN}
SW電圧.....	- 0.3V ~ (V _{IN} + 0.3V)
Pチャンネル・スイッチのソース電流 (DC).....	800mA
Nチャンネル・スイッチのシンク電流 (DC).....	800mA
ピークSWシンク電流とピークSWソース電流.....	1.3A
動作温度範囲 (Note 2).....	- 40 ~ 85
接合部温度 (Note 3).....	125
保存温度範囲.....	- 65 ~ 150

パッケージ/発注情報

	ORDER PART NUMBER
	LTC3403EDD
	DD PART MARKING
	LAAX

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT_A = 25 °Cでの値。注記がない限り、V_{IN} = 3.6V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V _{OUT}	Regulated Output Voltage	V _{REF} = 1.1V, MODE = V _{IN}	●	3.23	3.3	3.37	V
		V _{REF} = 0.1V, MODE = V _{IN}	●	0.25	0.3	0.35	V
ΔV _{OUT}	Output Voltage Line Regulation	V _{IN} = 2.5V to 5V	●	0.1	0.4	%/V	
I _{PK}	Peak Inductor Current	V _{IN} = 3V, V _{REF} = 0.9V		0.70	1	1.25	A
V _{LOADREG}	Output Voltage Load Regulation			0.7		%	
V _{IN}	Input Voltage Range		●	2.5	5	V	
I _S	Input DC Operating Current Burst Mode Operation Forced Continuous Mode Operation Shutdown	MODE = 0V, SW = Open		20	35		μA
		MODE = V _{IN} , SW = Open		1.5	2.5		mA
		V _{RUN} = 0V, V _{IN} = 5.5V		0.1	1		μA
f _{OSC}	Oscillator Frequency	V _{REF} ≥ 0.25V	●	1.2	1.5	1.8	MHz
		V _{REF} ≤ 0.1V		550	700	850	kHz
V _{REF}	Bypass PFET Turn-Off Threshold	V _{REF} = \bar{A}		1.167	1.2		V
	Bypass PFET Turn-On Threshold	V _{REF} = \bar{A}		1.21	1.26		V
R _{PFET}	R _{DS(ON)} of P-Channel FET	I _{SW} = 100mA, Wafer Level I _{SW} = 100mA, DD Package		0.3	0.4		Ω
R _{NFET}	R _{DS(ON)} of N-Channel FET	I _{SW} = -100mA, Wafer Level I _{SW} = -100mA, DD Package		0.3	0.4		Ω
R _{BYPASS}	R _{DS(ON)} of Bypass P-Channel FET	I _{OUT} = 100mA, V _{IN} = 3V, Wafer Level I _{OUT} = 100mA, V _{IN} = 3V, DD Package		0.15	0.18		Ω
I _{LSW}	SW Leakage	V _{RUN} = 0V, V _{SW} = 0V or 5V, V _{IN} = 5V		±0.01	±1		μA
I _{LBYP}	Bypass PFET Leakage	V _{OUT} = 0V, V _{IN} = 5V, V _{REF} = 0V		±0.01	±1		μA
V _{RUN}	RUN Threshold		●	0.3	1	1.5	V
I _{RUN}	RUN Input Current		●	±0.01	±1		μA
V _{MODE}	MODE Threshold		●	0.3	1.5	2	V
I _{MODE}	MODE Input Current		●	±0.01	±1		μA
I _{REF}	REF Input Current		●	±0.01	±1		μA

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: LTC3403Eは、0 ~ 70 °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 ~ 85 °Cの動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統

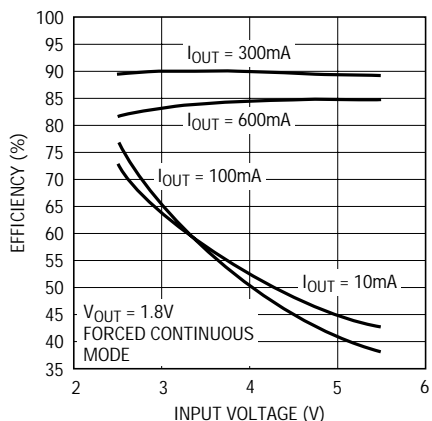
計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: T_Jは周囲温度T_Aおよび消費電力P_Dから次式にしたがって計算される。

$$LTC3403: T_J = T_A + (P_D)(43^\circ\text{C/W})$$

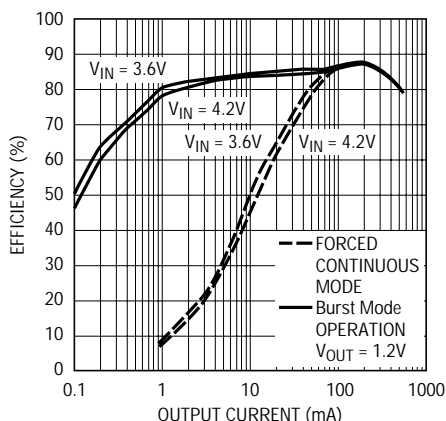
標準的性能特性 (図1a.から)

効率と入力電圧



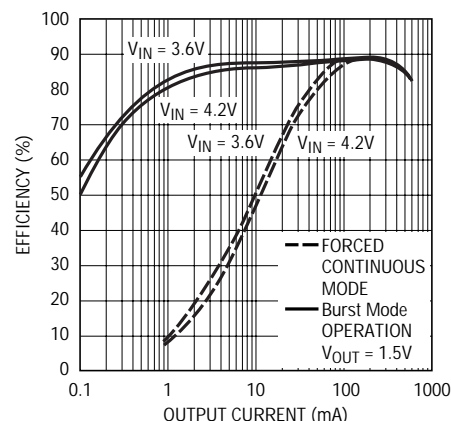
3403 G01

効率と出力電流



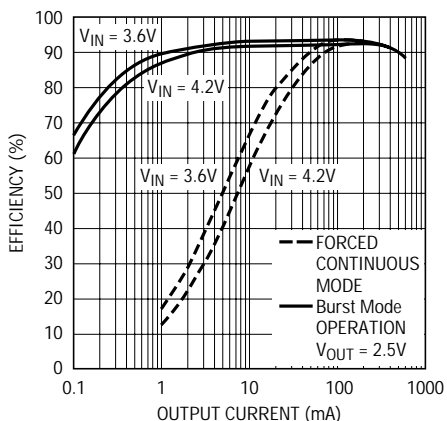
3403 G02

効率と出力電流



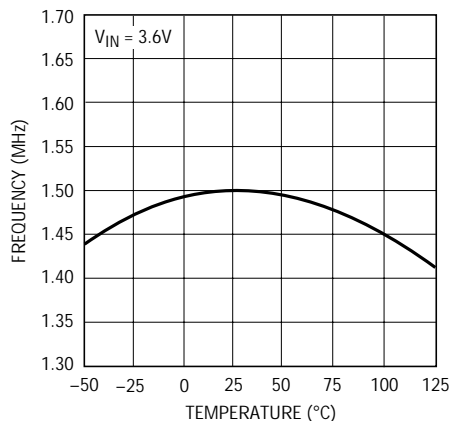
3403 G03

効率と出力電流



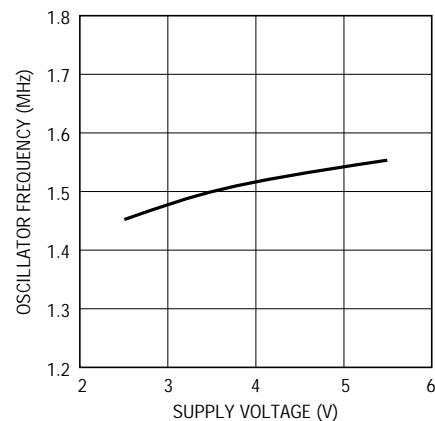
3403 G04

発振器周波数と温度



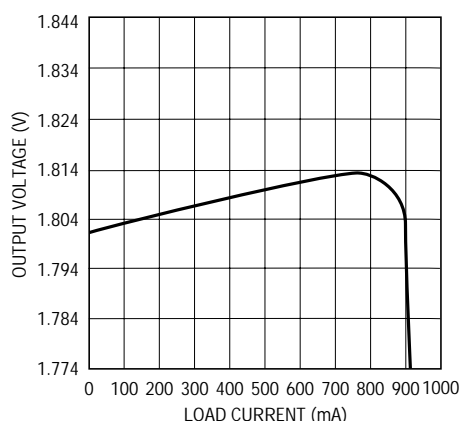
3403 G05

発振器周波数と電源電圧



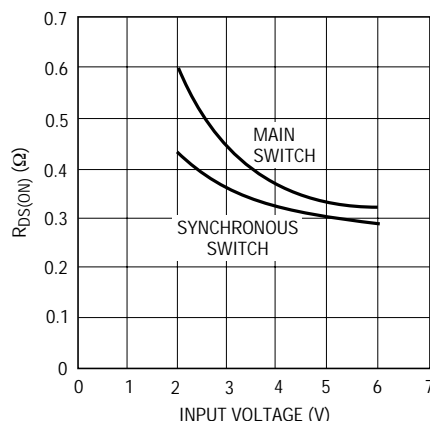
3403 G06

出力電圧と負荷電流



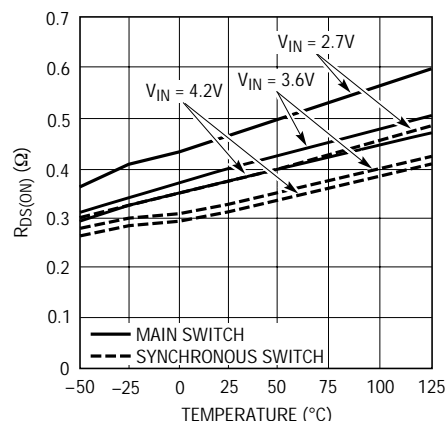
3403 G07

$R_{DS(ON)}$ と入力電圧



3403 G08

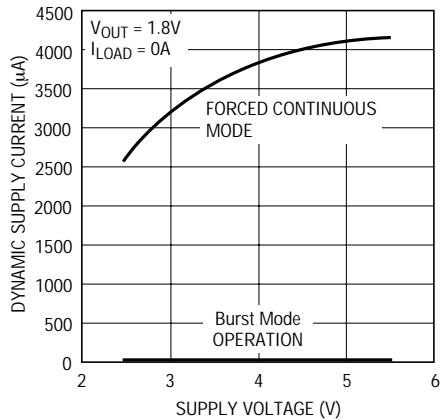
$R_{DS(ON)}$ と温度



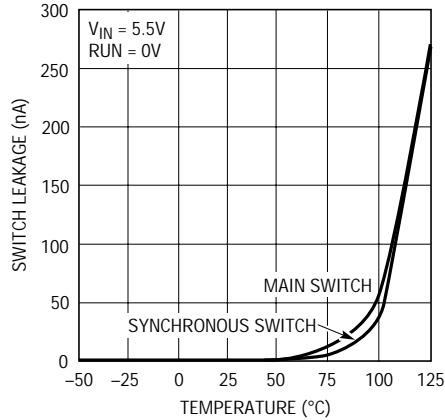
3403 G09

標準的性能特性 (図1a.から)

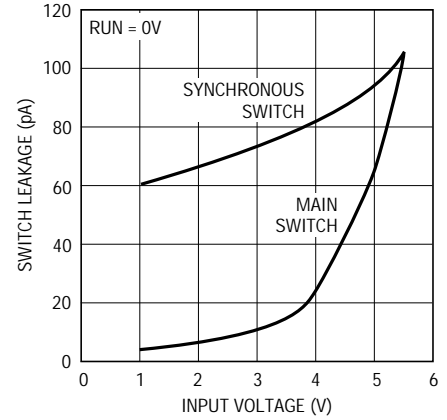
ダイナミック電源電流と電源電圧



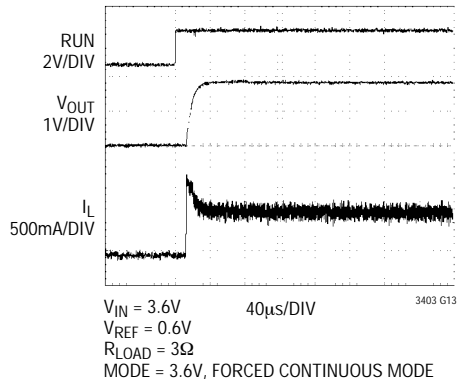
スイッチのリークと温度



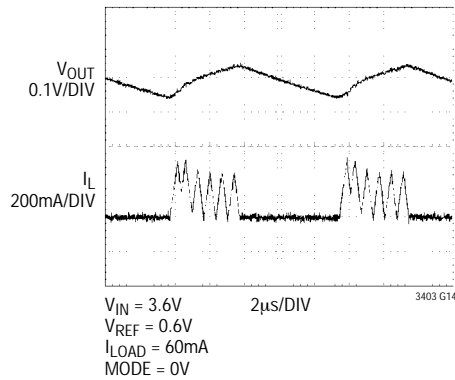
スイッチのリークと入力電圧



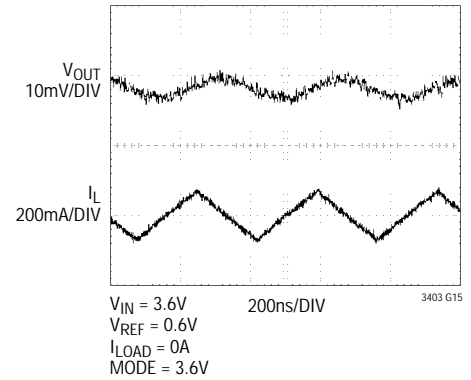
シャットダウンから起動



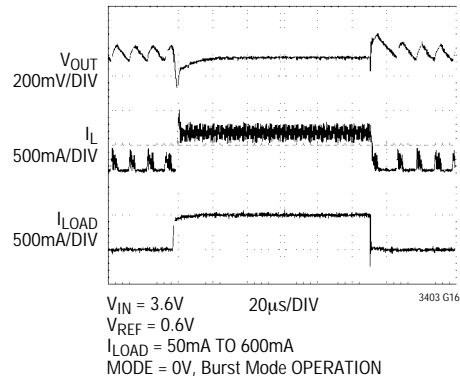
バースト・モード動作



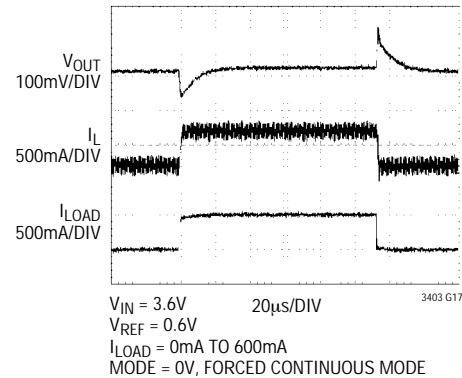
強制連続モード



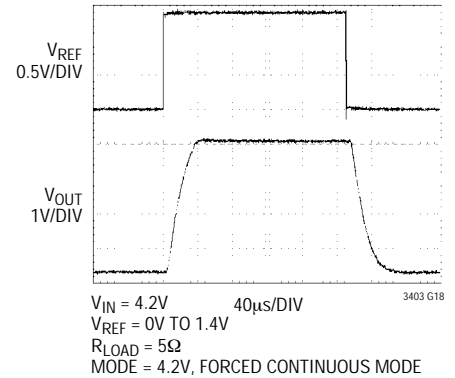
負荷ステップに対する応答



負荷ステップに対する応答



REF過渡



ピン機能

GDR (ピン1) : MOSFETゲート・ドライバ。小型の外部PチャンネルMOSFETをドライブします。

V_{IN} (ピン2) : 主電源ピン。10 μ F以上のセラミック・コンデンサを使ってGND(ピン3)の近くにデカップリングする必要があります。

GND (ピン3) : グランド・ピン。

SW (ピン4) : インダクタへのスイッチ・ノードの接続。このピンは内部メイン・パワーMOSFETスイッチと同期パワーMOSFETスイッチのドレインに接続されています。

RUN (ピン5) : 実行制御入力。このピンを1.5Vより上に強制すると、デバイスがイネーブルされます。このピンを0.3Vより下に強制すると、デバイスがシャットダウンされます。シャットダウン時にはすべての機能がディス

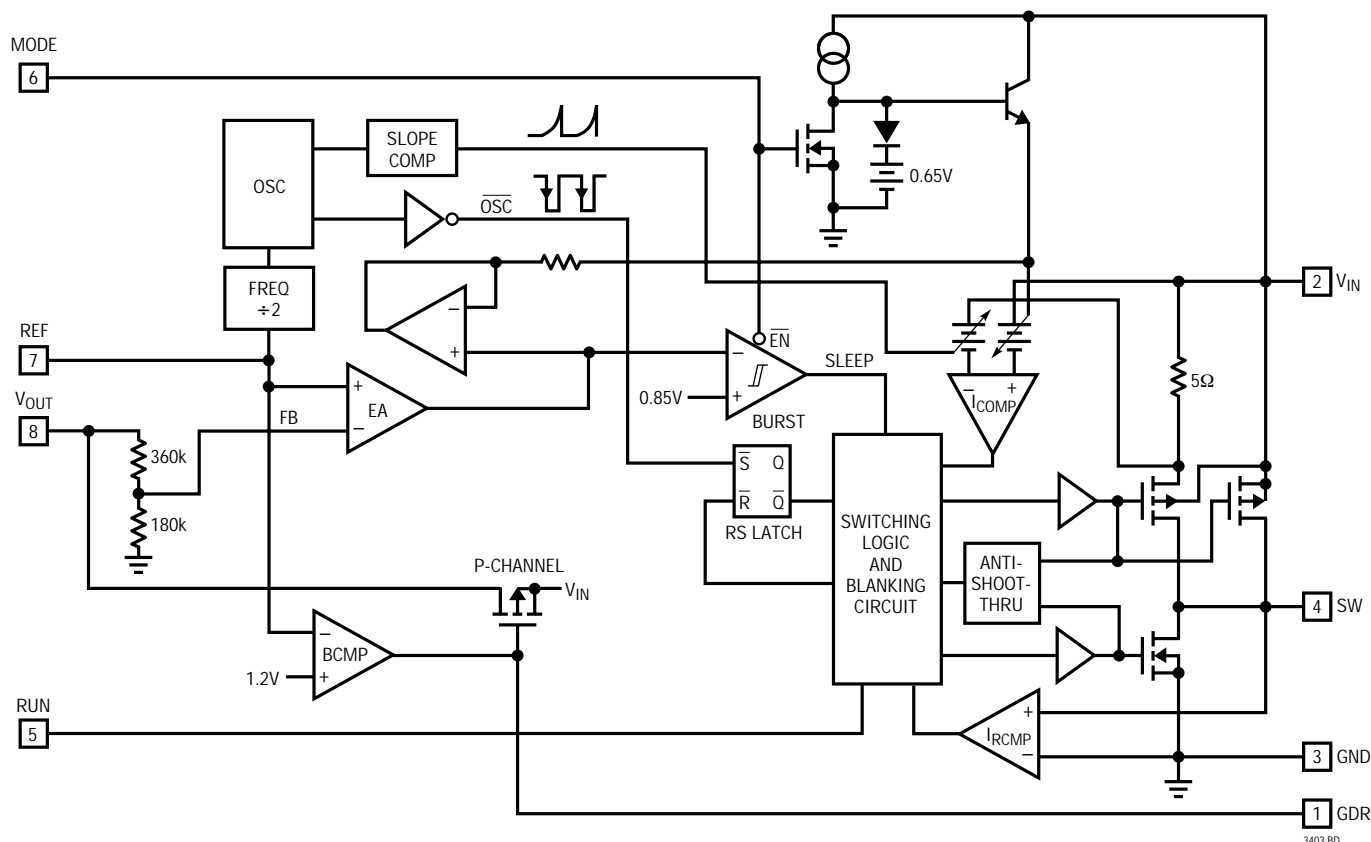
エーブルされ、電源電流は1 μ A以下になります。RUNはフロート状態にしないでください。

MODE (ピン6) : モード・セレクト入力。強制連続モードを選択するには、このピンを V_{IN} に接続します。このピンをグランドに接続すると、バースト・モード動作が選択されます。このピンはフロート状態にしないでください。

REF (ピン7) : 外部リファレンス入力。出力電圧をREFに与えられた電圧の3倍に制御します。 $V_{REF} > 1.2V$ のときにはバイパスMOSFETをターンオンします。

V_{OUT} (ピン8) : 出力電圧帰還ピン。外部基準電圧と比較するため、内部抵抗分割器が出力電圧を1/3に分割します。Pチャンネル・バイパスMOSFETのドレインはこのピンに接続されています。

機能図



3403 BD

3403i

動作 (機能図を参照)

メイン制御ループ

LTC3403は、固定周波数、電流モード降圧アーキテクチャを使用しています。メイン(PチャンネルMOSFET)スイッチ、同期(NチャンネルMOSFET)スイッチおよびバイパス(PチャンネルMOSFET)スイッチが内蔵されています。通常動作時は、サイクルごとに発振器がRSラッチをセットすると内部のメイン・スイッチがターンオンし、電流コンパレータ(I_{COMP})がこのRSラッチをリセットするとターンオフします。 I_{COMP} がRSラッチをリセットするピーク・インダクタ電流は、誤差アンプEAの出力によって制御されます。負荷電流が増加すると、外部リファレンスに対して帰還電圧FBがわずかに減少し、それによって平均インダクタ電流が新しい負荷電流と等しくなるまでEAアンプの出力電圧が上昇します。メイン・スイッチがオフしているあいだ、同期スイッチは次のクロック・サイクルが始まるまでターンオンします。

強制連続モードでは、インダクタ電流は絶えずサイクルします。このモードでは、出力電圧は、必要に応じて電流をソースまたはシンクすることにより、外部基準電圧に迅速に応答することができます。

バースト・モード動作

LTC3403はバースト・モード動作が可能で、この場合、内部パワー・スイッチは負荷需要に応じて間欠的に動作します。

バースト・モード動作では、インダクタのピーク電流は出力負荷に関係なく約200mAに設定されます。各バーストは、軽負荷時の数サイクルから、中負荷時の短いスリープ間隔を伴うほとんど連続的サイクリングに至るまで継続可能です。これらのバーストの間では、パワー・スイッチと不要の回路はターンオフされ、消費電流は20 μ Aに減少します。このスリープ状態では、負荷電流は唯一出力コンデンサから供給されます。出力電圧が垂下するにつれ、EAアンプの出力が上昇してスリープ・スレッシュホールドを超え、BURSTコンパレータをトリップしてトップ・スイッチをターンオンします。この過程が負荷需要に依存した速度で繰り返されます。

出力電圧の制御

出力電圧はREF入力を使って動的に0.3V~3.5Vの範囲でプログラムできます。REFから V_{OUT} への利得は内部で3に設定されているので、対応するREFの入力範囲は0.1V~1.167Vになります。外部のDACを使ってREFをドライブすることにより、動作中に V_{OUT} を変調することができます。

REFが1.2Vを超えると内部のバイパスPチャンネルMOSFETが V_{IN} を V_{OUT} に接続するので、インダクタとメイン・スイッチ両端の電圧降下が劇的に減少します。

ドロップアウト動作

LTC3403は V_{OUT} が入力電圧に等しいか、それより高い電圧に強制されるとドロップアウト動作に入ります。ドロップアウト動作の間、メイン・スイッチはオンしたままで、100%のデューティ・サイクルで動作します。REFの電圧が1.2Vより低いと、ドロップアウト動作であってもバイパスPチャンネルMOSFETはOFFのままです。このときの出力電圧は、入力電圧からメイン・スイッチとインダクタの電圧降下を差し引いた電圧になります。

細かいことですが、重要なことは、低い入力電源電圧では、Pチャンネル・スイッチの $R_{DS(ON)}$ が増加することです(「標準的性能特性」を参照)。したがって、LTC3403が低い入力電圧で(つまり100%デューティ・サイクルで)使用されるとき電力消費を計算する必要があります(「アプリケーション情報」のセクションの「熱に関する検討事項」を参照)。

低電源電圧動作

LTC3403は入力電源電圧が2.5Vまで下がっても動作しますが、この低電圧では最大許容出力電流が減少します。いくつかの出力電圧に対する、入力電圧の関数としての最大出力電流の減少の様子を図2に示します。

動作 (機能図を参照)

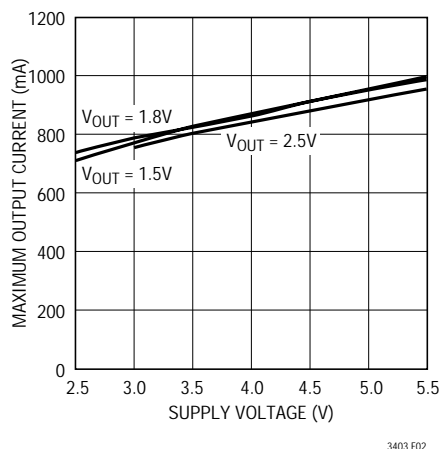


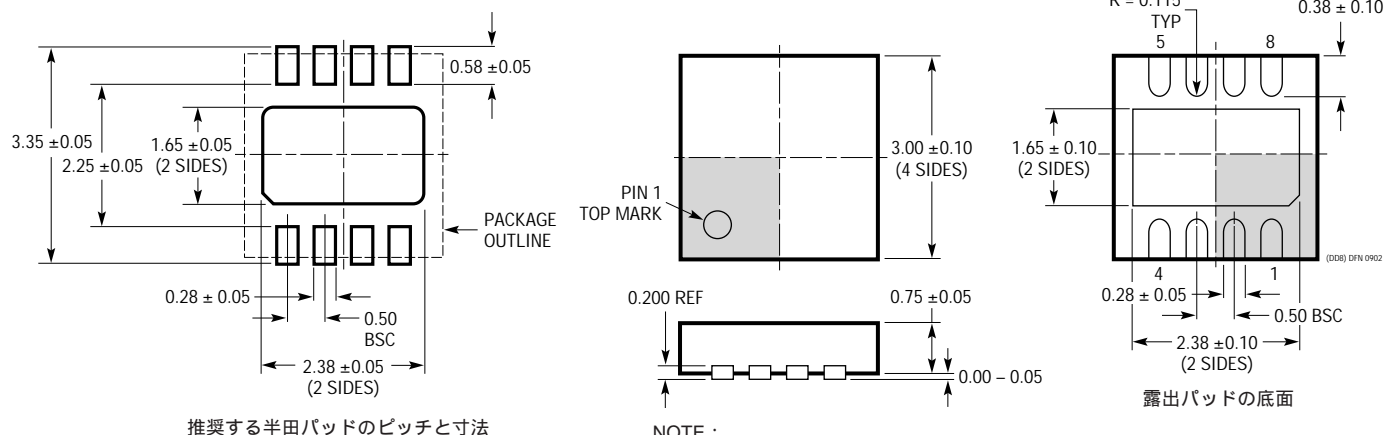
図2. 最大出力電流と入力電圧

スロープ補償とインダクタのピーク電流

スロープ補償により、高いデューティ・サイクルでの低調波発振が防止されるので、固定周波数アーキテクチャの安定性が得られます。これは、40%を越すデューティ・サイクルのインダクタ電流信号に補償ランプを追加することにより内部的に実現されます。その結果、一般に40%を越すデューティ・サイクルでは最大インダクタ・ピーク電流が減少します。ただし、LTC3403には特許出願中の方式が使用されており、この補償ランプを相殺するので、すべてのデューティ・サイクルにわたって最大インダクタ・ピーク電流は影響を受けません。

パッケージ寸法

DDパッケージ
8ピン・プラスチックDFN (3mm × 3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1698)



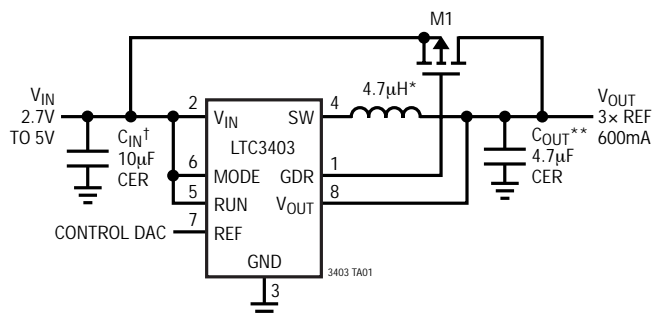
推奨する半田パッドのピッチと寸法

NOTE :

1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインMO-229のバリエーション (WEED-1)になる予定
2. すべての寸法はミリメートル
3. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
4. 露出パッドは半田メッキとする

標準的応用例

外付けバイパスMOSFET付き高効率降圧コンバータ



*MURATA LQH3C2R4M74
 **TAIYO YUDEN JMK212BJ475MG
 †TAIYO YUDEN JMK212BJ106MN

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1616	1.4MHz、600mA降圧DC/DC コンバータ	V_{IN} : 3.6V ~ 25V、 $I_Q = 1.9mA$ 、ThinSOT™パッケージ
LTC1701	1MHz、500mA (I_{OUT}) 降圧DC/DC コンバータ	V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、固定オフ時間、 $I_Q = 135\mu A$ 、ThinSOTパッケージ
LTC1767	1.5A、1.25MHz降圧スイッチング・レギュレータ	V_{IN} : 3V ~ 25V、 $I_Q = 1mA$ 、MS8/Eパッケージ
LTC1779	550kHz、250mA (I_{OUT}) 降圧スイッチング・レギュレータ	V_{IN} : 2.5V ~ 9.8V、 $I_Q = 135\mu A$ 、ThinSOTパッケージ
LTC1877	550kHz、600mA (I_{OUT}) 同期整流式降圧レギュレータ	V_{IN} : 2.65V ~ 10V、 $I_Q = 10\mu A$ 、MS8パッケージ
LTC1878	550kHz、600mA (I_{OUT}) 同期整流式降圧レギュレータ	V_{IN} : 2.65V ~ 6V、 $I_Q = 10\mu A$ 、MS8パッケージ
LTC3404	1.4MHz、600mA (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ	最大95%の効率、 V_{IN} : 2.65V ~ 6V、 $I_Q = 10\mu A$ 、MS8パッケージ
LTC3405/LTC3405A LTC3405A-1.5 LTC3405A-1.8	1.5MHz、300mA (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ	最大95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $I_Q = 20\mu A$ 、固定出力電圧可、ThinSOTパッケージ
LTC3406 LTC3406-1.5 LTC3406-1.8	1.5MHz、600mA (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ、バースト・モード動作	最大95%の効率、自動バースト・モード動作有効、固定出力電圧可、ThinSOTパッケージ
LTC3406B LTC3406B-1.5 LTC3406B-1.8	1.5MHz、600mA (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ、バースト・モード動作無効	最大95%の効率、パルス・スキップ・モード有効、固定出力電圧可、ThinSOTパッケージ
LTC3411	4MHz、1.25A (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ	最大95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $I_Q = 60\mu A$ 、MS10パッケージ
LTC3412	4MHz、2.5A (I_{OUT}) 同期整流式モノリシック降圧レギュレータ	最大95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $I_Q = 60\mu A$ 、TSSOP16パッケージ
LTC5505	ダイナミック・レンジが>40dBの出力パツファ付きRF電力検出器、ThinSOTパッケージ	300MHz ~ 3GHz、温度補償、LTC5505-1: - 28dBm ~ 18dBm、LTC5505-2: - 32dBm ~ 12dBm、 $V_{CC} = 2.7V \sim 6V$

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。