


高電流マイクロパワー 600kHz同期整流式昇降圧 DC/DCコンバータ

特長

- 出力電圧に比べて高い、低い、または等しい入力で出力を安定化
- インダクタは1個だけ、ショットキー・ダイオードは不要
- 高効率：最大96%
- バースト・モード[®]動作時の消費電流：28 μ A
- 1セル・リチウムイオン・バッテリーで最大1.2Aの連続出力電流
- シャットダウン時に真の出力切断
- 2.4V ~ 5.5Vの入力範囲
- 2.4V ~ 5.25Vの出力範囲
- 600kHzの固定周波数動作
- 同期可能な発振器
- バースト・モード動作または固定周波数動作を選択可能
- シャットダウン時の消費電流：1 μ A未満
- 熱特性が強化された小型12ピン(4mm x 3mm x 0.8mm)DFNパッケージ

アプリケーション

- ハンドヘルド・コンピュータ
- ハンドヘルド機器
- MP3プレーヤ
- デジタル・カメラ

、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
Burst Modeはリニアテクノロジー社の登録商標です。
米国特許番号6404251、6166527

概要

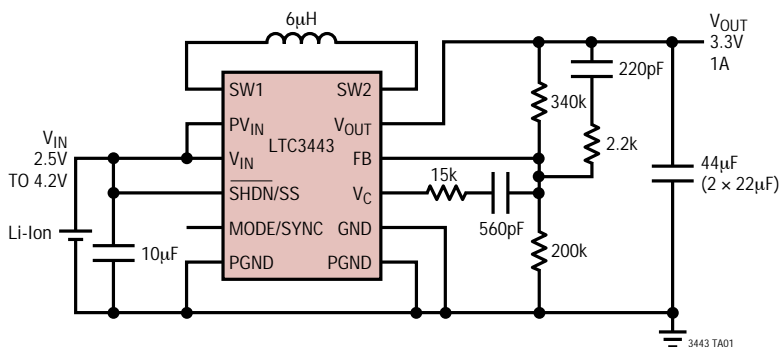
LTC[®]3443は出力電圧を上回るまたは下回る入力電圧でも、また出力電圧に等しい入力電圧でも動作する高効率の固定周波数昇降圧DC/DCコンバータです。従来のLTC3441とピン互換ですが、動作周波数が低く(600kHz)、バースト・モード動作時のV_Cピン・クランプ回路を備えています。このデバイスのトポロジーにはすべての動作モードにわたる連続移行機能が備わっていますので、出力電圧がバッテリー電圧の範囲内にある1セル・リチウムイオンまたはマルチセルのアプリケーションに最適です。

このデバイスには2つの0.10 Ω のNチャネルMOSFETスイッチと2つの0.11 Ω のPチャネルMOSFETスイッチが内蔵されています。外付けのショットキー・ダイオードはオプションで、これを使用して効率を適度に改善することができます。動作周波数は600kHzに内部で設定されますが、最高1.2MHzまで同期可能です。消費電流はバースト・モード動作ではわずか28 μ Aで、携帯用アプリケーションでバッテリー寿命を最大限延ばすことができます。バースト・モード動作はユーザによって制御され、MODE/SYNCピンを“H”にドライブするとイネーブルできます。MODE/SYNCピンを“L”にドライブするか、クロックに接続すると、固定周波数スイッチングがイネーブルされます。

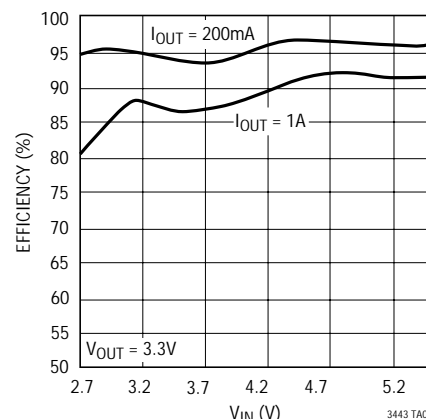
この他に、1 μ Aシャットダウン、ソフトスタート制御、サーマル・シャットダウン、電流制限などの機能も備えています。LTC3443は熱特性の強化された12ピン(4mm x 3mm)DFNパッケージで供給されます。

標準的応用例

リチウムイオン・バッテリーから3.3V/1Aの昇降圧コンバータ



効率とV_{IN}



LTC3443

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 、 V_{OUT} の電圧	- 0.3V ~ 6V
SW1、SW2の電圧	
DC	- 0.3V ~ 6V
パルス < 100ns	- 0.3V ~ 7V
SHDN/SS、MODE/SYNC電圧	- 0.3V ~ 6V
動作温度範囲 (Note 2)	- 40 ~ 85
最高接合部温度 (Note 4)	125
保存温度範囲	- 65 ~ 125

パッケージ/発注情報

<p>DE12 PACKAGE 12-LEAD (4mm × 3mm) PLASTIC DFN</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}C$ $\theta_{JA} = 53^{\circ}C/W$ 1-LAYER BOARD $\theta_{JA} = 43^{\circ}C/W$ 4-LAYER BOARD $\theta_{JC} = 4.3^{\circ}C/W$ EXPOSED PAD IS PGND (PIN 13) MUST BE SOLDERED TO PCB</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC3443EDE
	DE PART MARKING
	3443

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 $T_A = 25$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = V_{OUT} = 3.6V$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Start-Up Voltage		●	2.3	2.4	V	
Output Voltage Adjust Range		●	2.4	5.25	V	
Feedback Voltage		●	1.19	1.22	1.25	V
Feedback Input Current	$V_{FB} = 1.22V$		1	50	nA	
Quiescent Current—Burst Mode Operation	$V_C = 0V$, MODE/SYNC = 3V (Note 3)		28	45	μA	
Quiescent Current—SHDN	SHDN = 0V, Not Including Switch Leakage		0.1	1	μA	
Quiescent Current—Active	MODE/SYNC = 0V (Note 3)		520	900	μA	
NMOS Switch Leakage	Switches B and C		0.1	7	μA	
PMOS Switch Leakage	Switches A and D		0.1	10	μA	
NMOS Switch On Resistance	Switches B and C		0.10		Ω	
PMOS Switch On Resistance	Switches A and D		0.11		Ω	
Input Current Limit		●	2	3.2	A	
Max Duty Cycle	Boost (% Switch C On)	●	70	88	%	
	Buck (% Switch A In)	●	100		%	
Min Duty Cycle		●		0	%	
Frequency Accuracy		●	510	600	690	kHz
MODE/SYNC Threshold		●	0.4	1.4	V	
MODE/SYNC Input Current	$V_{MODE/SYNC} = 5.5V$		0.01	1	μA	
Error Amp AV_{OL}			90		dB	
Error Amp Source Current			14		μA	
Error Amp Sink Current			300		μA	
SHDN/SS Threshold	When IC is Enabled	●	0.4	1	1.4	V
SHDN/SS Threshold	When EA is at Max Boost Duty Cycle		2	2.4	V	
SHDN/SS Input Current	$V_{SHDN} = 5.5V$		0.01	1	μA	

3443f

電気的特性

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。

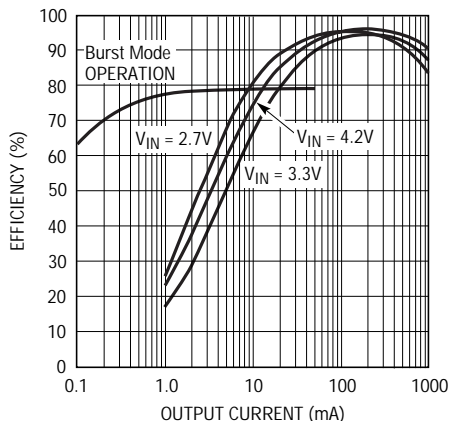
Note 2: LTC3443Eは0 ~ 70 の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。-40 ~ 85 の動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

Note 3: 電流測定は出力がスイッチングしていないときにおこなわれる。

Note 4: このデバイスには短時間の過負荷状態のあいだデバイスを保護するための高温保護機能が備わっている。高温保護機能がアクティブなとき接合部温度は125 を超える。規定された最高動作接合部温度を超えた動作が継続するとデバイスの劣化または故障が生じるおそれがある。

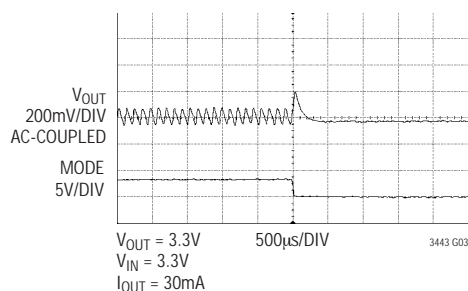
標準的性能特性 (注記がない限り $T_A = 25$)

リチウムイオン・バッテリーから
3.3Vの効率

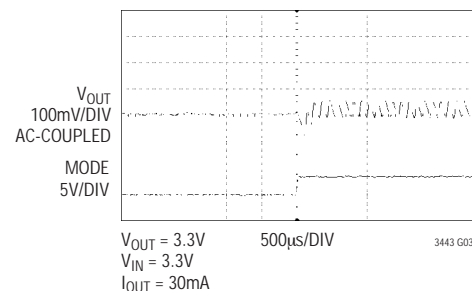


3443 G01

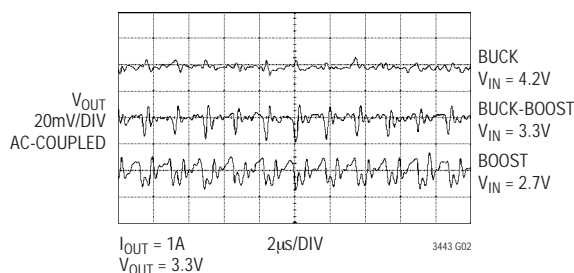
MODE間の過渡応答：パース
ト・モード動作から固定周波数



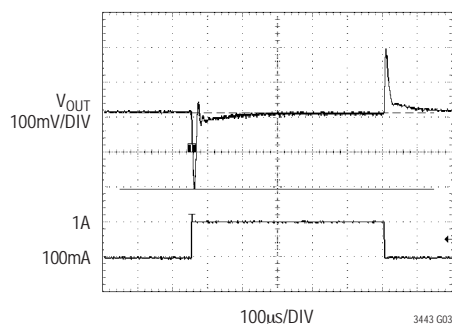
MODE間の過渡応答：固定周波
数からパースト・モード動作



1A負荷での V_{OUT} のリップル

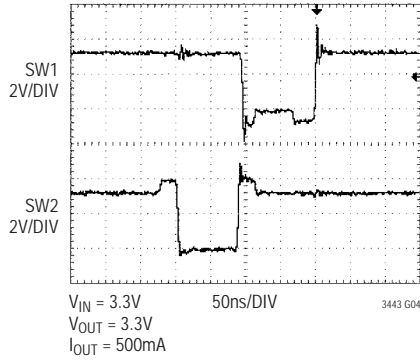


負荷過渡応答、100mAから1A

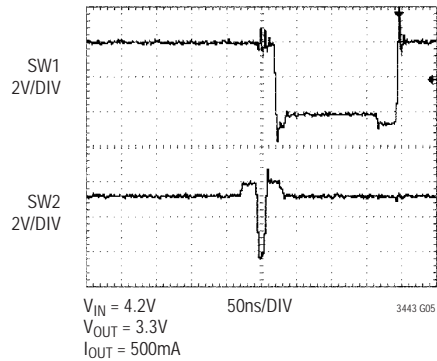


標準的性能特性 (注記がない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$)

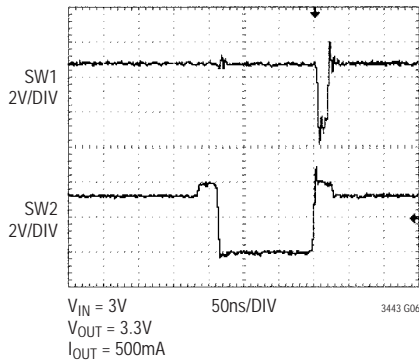
降圧/昇圧モードのスイッチ・ピン



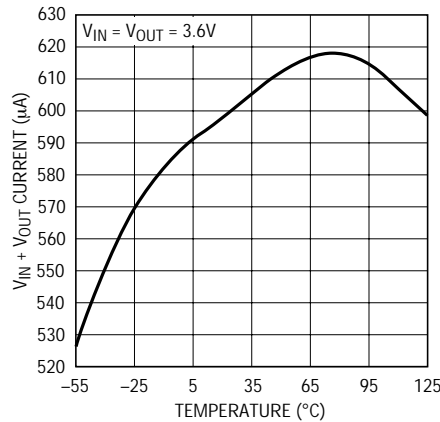
降圧/昇圧モードに入るスイッチ・ピン



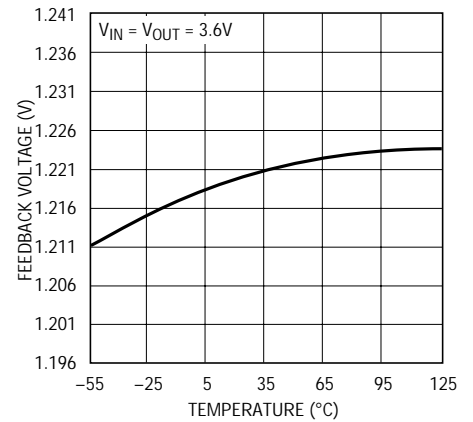
昇圧モードに入る前のスイッチ・ピン



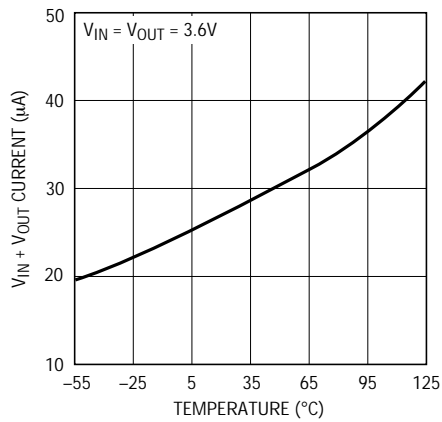
アクティブ消費電流



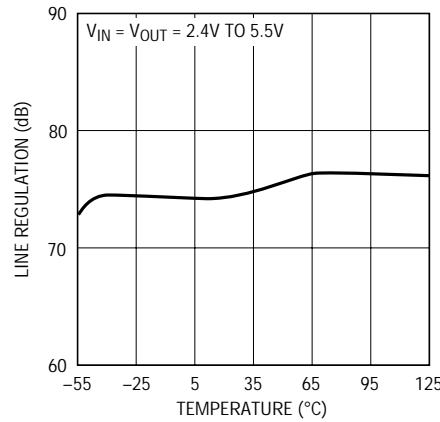
帰還電圧



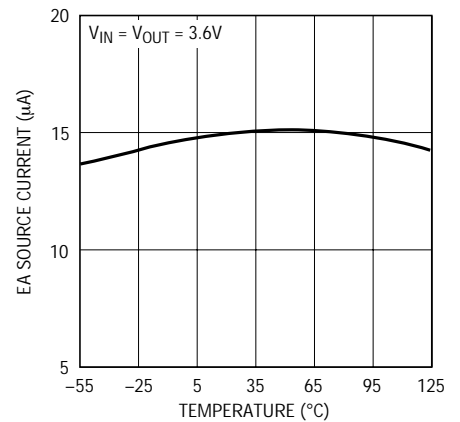
バースト・モードの消費電流

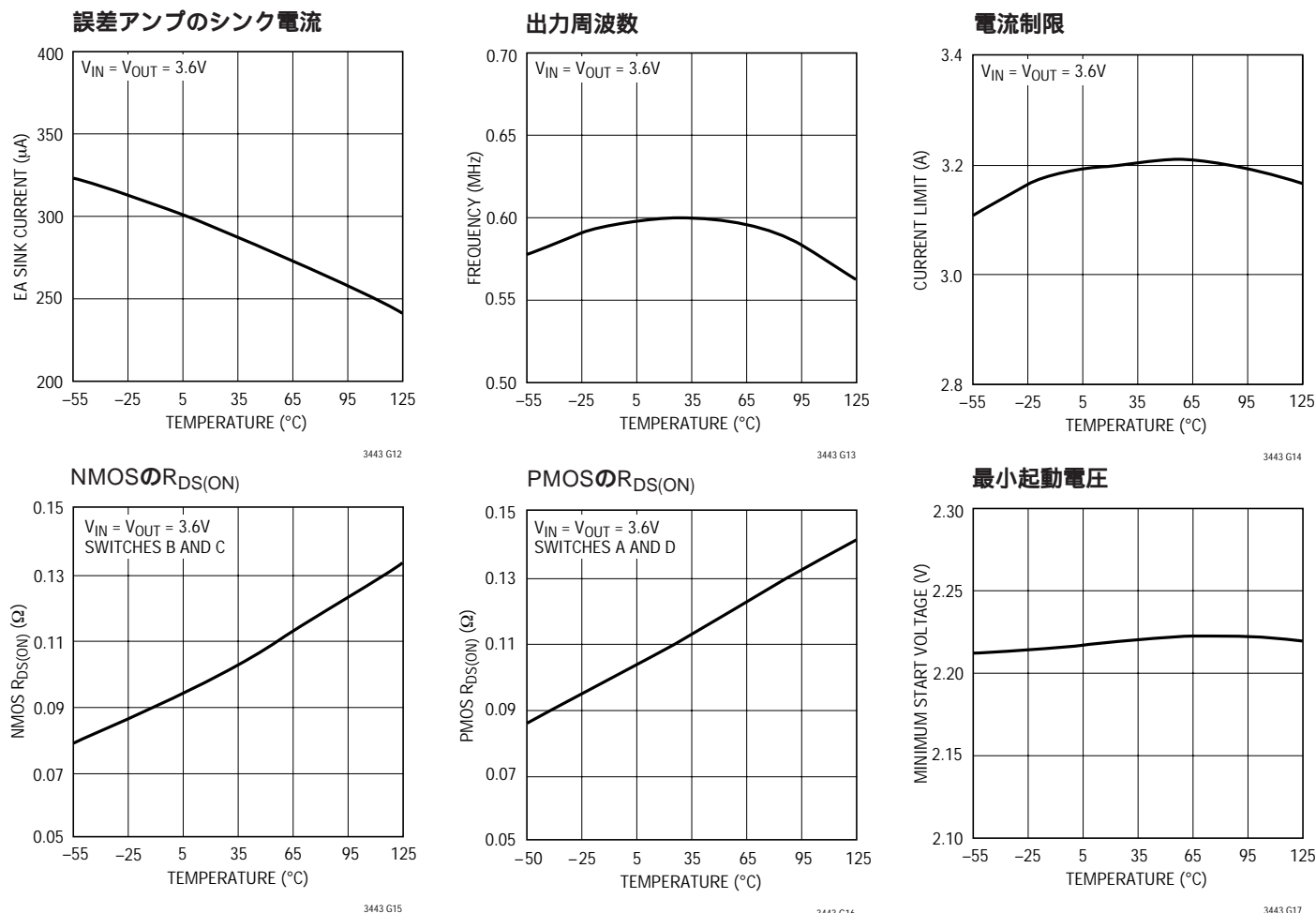


帰還電圧ライン・レギュレーション



誤差アンプのソース電流



標準的性能特性 (注記がない限り $T_A = 25$)

ピン機能

SHDN/SS (ピン1) : ソフト・スタートとシャットダウンの組合せ。印加された電圧が0.4Vより低いとデバイスはシャットダウンします。デバイスをイネーブルするには $>1.4V$ に接続し、誤差アンプがソフト・スタートによってクランプされないようにするには $>2.4V$ に接続します。シャットダウンのコマンド信号からこのピンへ接続されたRCにより V_C ピンの立上り時間が制限されてソフト・スタート機能が実現されます。

GND (ピン2) : デバイスの信号グランド。

PGND (ピン3、6、13露出パッド) : 内部NMOSパワー・スイッチの電源グランド。最適な熱性能を得るには露出パッドをPCBのグランドに半田付けする必要があります。

SW1 (ピン4) : 内部スイッチのAとBが接続されているスイッチ・ピン。インダクタをSW1からSW2に接続します。オプションでショットキー・ダイオードをこのSW1

からグランドに接続することができます。EMIを抑えるためにトレース長を短くしてください。

SW2 (ピン5) : 内部スイッチのCとDが接続されているスイッチ・ピン。オプションでショットキー・ダイオードをSW2から V_{OUT} に接続することができます($V_{OUT} > 4.3V$ の場合に必要です)。EMIを抑えるためにトレース長を短くしてください。

MODE/SYNC (ピン7) : バースト・モードの選択と発振器の同期。

MODE/SYNC = "H" : バースト・モード動作をイネーブルします。デバイスがエネルギーを出力に供給しているあいだ、サイクル毎にインダクタのピーク・インダクタ電流は0.8Aに達してからゼロ電流に戻ります。バースト・モード動作では可変周波数動作となり、軽負荷時の効率が大幅に向上します。このピンが" L "にドライブされるまでバースト・モード動作が継続します。

3443f

LTC3443

ピン機能

MODE/SYNC = “ L ”: バースト・モード動作をディスエーブルし、低ノイズの固定周波数動作を継続します。

MODE/SYNC = 外部クロック(CLK): 内部発振器の同期とバースト・モード動作のディスエーブル。デバイスの同期をとるには100ns ~ 2µsのクロック・パルス幅と1.38MHz ~ 2.4MHzのクロック周波数(所期の周波数の2倍)が必要です。

$$f_{osc} = f_{SYNC}/2$$

V_{OUT} (ピン8): 同期整流器の出力。フィルタのコンデンサをV_{OUT}からGNDに接続します。セラミック・バイパス・コンデンサをできるだけV_{OUT}ピンとGNDピンに近づけて配置することを推奨します。

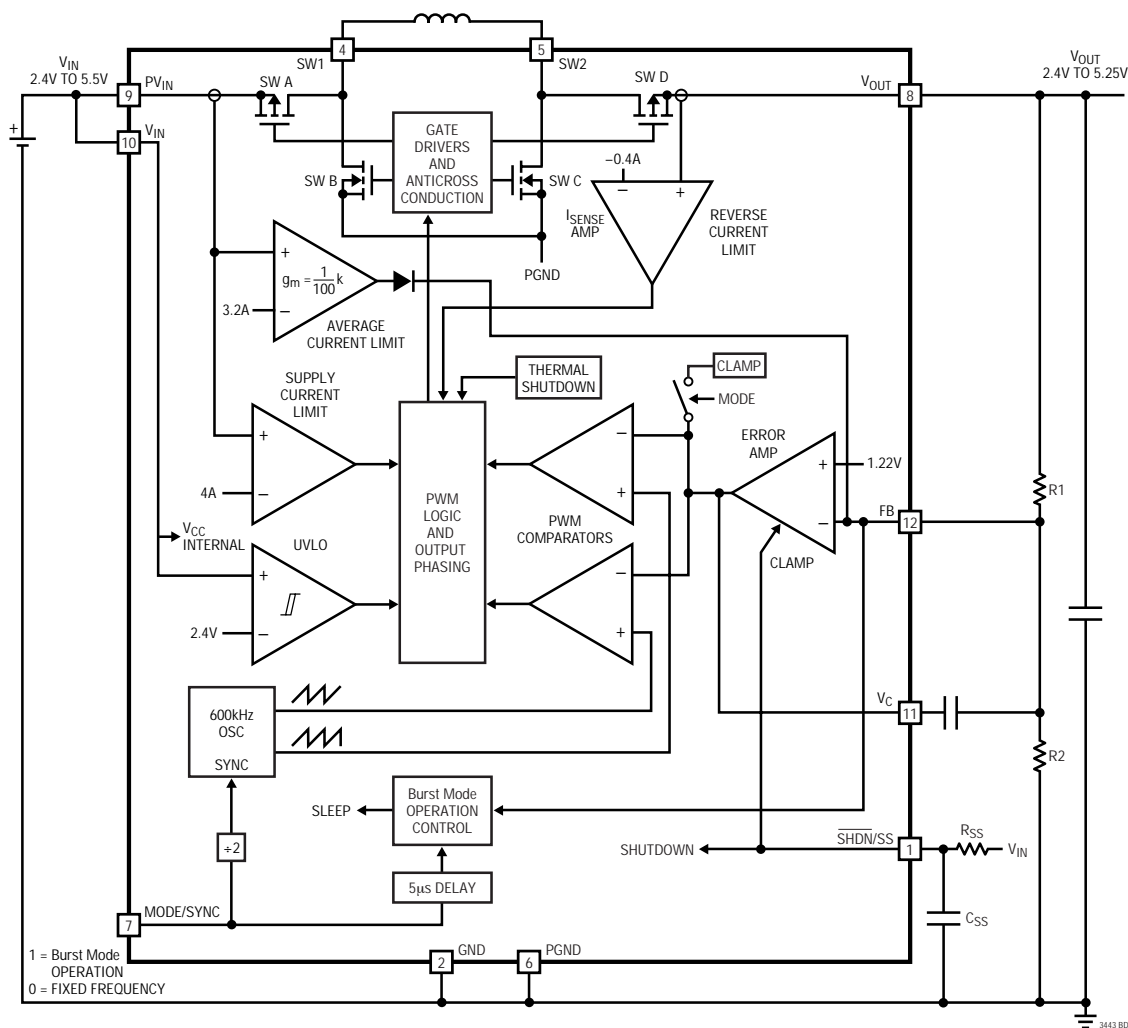
PV_{IN} (ピン9): パワー-V_{IN}電源ピン。10µFのセラミック・コンデンサをできるだけPV_{IN}ピンとPGNDピンに近づけて配置することを推奨します。

V_{IN} (ピン10): 入力電源ピン。デバイスの内部回路用V_{CC}。

V_C (ピン11): 誤差アンプの出力。ループ補償のため、周波数補償ネットワークをこのピンからFBピンに接続します。ガイドラインとして、「帰還ループの補償」のセクションを参照してください。

FB (ピン12): 帰還ピン。ここに抵抗分割器のタップを接続します。出力電圧は2.4V ~ 5.25Vの範囲で調節できます。帰還リファレンス電圧は標準で1.22Vです。

ブロック図



3443f

動作

LTC3443は携帯用計測器などのアプリケーション向けの高効率の低ノイズ電源を提供します。LTC独自のトポロジが使われているので、出力スイッチの位相を適切に調整することにより、出力電圧に比べて高い、低い、または等しい入力電圧を使用することができます。V_Cピンに現われる誤差アンプの出力電圧によりスイッチの出力デューティ・サイクルが決まります。V_Cピンはフィルタのかかった信号なので、スイッチング周波数よりはるか下の周波数も除去します。同期スイッチはR_{DS(ON)}が小さくゲート電荷が少ないので、高い効率で高周波数パルス幅変調制御が実現されます。同期スイッチのDとBのそれぞれの両端にショットキー・ダイオードを接続する必要はありませんが、接続すればブレイク・ビフォア・メイク時間(標準15ns)中の電圧降下が小さくなります。ショットキー・ダイオードを追加するとピーク効率が通常1%~2%向上します。バースト・モード動作に入ってデバイスの消費電流が28 μ Aと低くなる軽負荷時に高い効率が得られます。

低ノイズ固定周波数動作

発振器

動作周波数は製造時に600kHzに調整されます。発振器はMODE/SYNCピンに与えられる外部クロックに同期させることができます。周波数が所期のスイッチング周波数の2倍でパルス幅が少なくとも100nsのクロックを与えます。発振器の同期範囲は690kHz~1.2MHz(同期周波数は1.38MHz~2.4MHz)です。

誤差アンプ

誤差アンプは電圧モード増幅器です。ループ補償用部品はコンバータを安定化するためこのアンプの周囲に配置します。SHDN/SSピンは誤差アンプの出力(V_Cピン)をクランプしてソフト・スタート機能を実現します。

電源電流の制限

電流が標準4Aを超えると電流制限アンプがPMOSスイッチAをオフします。スイッチ電流制限の前に、平均電流制限アンプ(標準3.2A)がFBピンに電流を流し込んで出力電圧を下げます。出力までの電流アンプの遅延は標準で50nsです。

逆電流の制限

逆電流制限アンプは出力からスイッチDを通して流れるインダクタ電流を監視します。負のインダクタ電流が標準-400mAを超すとデバイスはスイッチDをオフします。

出力スイッチの制御

4つの内部スイッチがインダクタ、V_{IN}、V_{OUT}、およびGNDにどのように接続されているかを簡略化して図1に示します。LTC3443の動作領域を内部制御電圧V_{CI}の関数として図2に示します。V_{CI}電圧は誤差アンプの出力(V_Cピン)をレベル・シフトした電圧です(図5を参照)。出力スイッチは適切に位相が制御されるので動作モード間の移行は連続的におこなわれ、フィルタ処理されるのでユーザーには見えません。V_{IN}がV_{OUT}に近づくと降圧/昇圧領域に達し、そこでは4スイッチ領域の導通時間は通常150nsです。図1と図2を参照しながらさまざまな動作領域について説明します。

降圧領域(V_{IN} > V_{OUT})

このモードのあいだスイッチDは常にオンしており、スイッチCは常にオフしています。内部制御電圧(V_{CI})が電圧V1より高いと、出力Aはスイッチングを開始します。スイッチAのオフ時間のあいだ同期スイッチBは時間の残りの部分でオンになります。

動作

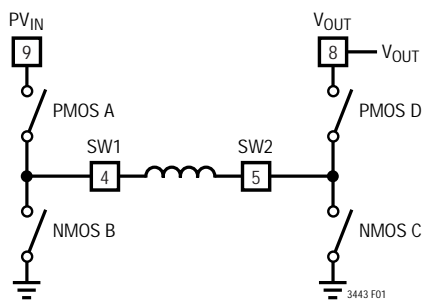


図1．出力スイッチの簡略図

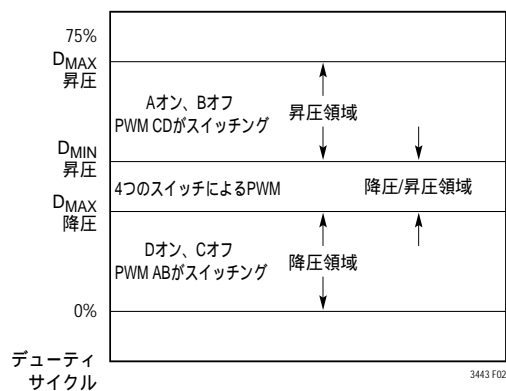


図2．スイッチの制御と内部制御電圧 V_{CI}

動作

スイッチAとスイッチBは通常の同期式降圧レギュレータと同様に交互に動作します。制御電圧が上昇するにつれ、降圧モードのコンバータの最大デューティ・サイクルが(次式で与えられる) D_{MAX_BUCK} に達するまでスイッチAのデューティ・サイクルが増加します。

$$D_{MAX_BUCK} = 100 - D_{4SW} \%$$

ここで、 D_{4SW} は4スイッチ領域のデューティ・サイクル(%)です。

$$D_{4SW} = (150\text{ns} \cdot f) \cdot 100 \%$$

ここで、 f は動作周波数(Hz)です。

この点を越すと4スイッチ領域(つまり降圧/昇圧領域)に達します。

降圧/昇圧領域、つまり4スイッチ領域 (V_{IN} が V_{OUT} にほぼ等しい)

内部制御電圧 (V_{CI}) が電圧 V_2 を超すとスイッチ・ペアADはデューティ・サイクル D_{MAX_BUCK} のあいだオン状態を保ち、スイッチ・ペアACがフェーズインを開始します。スイッチ・ペアACがフェーズインするにつれ、スイッチ・ペアBDはフェーズアウトします。 V_{CI} 電圧が電圧 V_3 で降圧/昇圧範囲の端に達すると、スイッチ・ペアACはスイッチ・ペアBDを完全にフェーズアウトして、昇圧フェーズがデューティ・サイクル D_{4SW} で開始されます。

4スイッチ領域が開始される入力電圧 (V_{IN}) は次式で与えられます。

$$V_{IN} = \frac{V_{OUT}}{1 - (150\text{ns} \cdot f)} V$$

4スイッチ領域の終点は次式で与えられます。

$$V_{IN} = V_{OUT}(1 - D) = V_{OUT}(1 - 150\text{ns} \cdot f) V$$

昇圧領域 ($V_{IN} < V_{OUT}$)

このモードのあいだスイッチAは常にオンしており、スイッチBは常にオフしています。内部制御電圧 (V_{CI}) が電圧 V_3 より高いと、スイッチ・ペアCDは交互にスイッチして昇圧された出力電圧を供給します。この動作は同期式昇圧レギュレータでは一般的です。コンバータの最大デューティ・サイクルは標準88%に制限されており、 V_{CI} が V_4 を超すとこのリミット値に達します。

バースト・モード動作

バースト・モード動作時にはデバイスは出力が安定化されるまでエネルギーを供給し、安定化されたらスリープ・モードに入ります。スリープ・モードでは出力はオフしており、デバイスはわずか $28\mu\text{A}$ しか消費しません。このモードでは、負荷電流に応じて変化する周波数成分が出力リップルに含まれます。

デバイスが出力にエネルギーを供給しているあいだにピーク電流は標準で 800mA に等しくなり、インダクタ電流はサイクルごとにゼロ電流で終了します。このモードでの標準最大平均出力電流は次式で与えられます。

$$I_{OUT(MAX)BURST} \approx \frac{0.2 \cdot V_{IN}}{V_{OUT} + V_{IN}} A$$

バースト・モード動作はユーザーによって制御され、MODE/SYNCピンを“H”にするとイネーブルされ、“L”にするとディスエーブルされます。

バースト・モード動作のピーク効率は固定周波数のピーク効率よりも低くなります。これは、デバイスがフルタイムの4スイッチ・モードに入り、図3と図4に示されているように(出力に供給するとき)インダクタ電流が不連続になるためです。バースト・モード動作では制御ループが非直線的であり、制御モードを決定するのに誤差アンプからの制御電圧を利用することができませんので、降圧/昇圧機能を維持するのにフルタイムの4スイッチ・モードが必要です。1mA未満での効率は主にピーク効率ではなく消費電流によって支配されます。これは次式で与えられます。

$$\text{Efficiency Burst} \approx \frac{(\eta_{bm}) \cdot I_{LOAD}}{25\mu\text{A} + I_{LOAD}}$$

ここで、 (η_{bm}) はバースト・モード動作では標準80%です。

動作

ソフト・スタート

ソフト・スタート機能はシャットダウン機能と組み合わせられています。SHDN/SSピンが標準1Vより上に引き上げられるとデバイスはイネーブルされますが、EAの

デューティ・サイクルはV_Cピンによってクランプされます。この機能の詳細図を図5に示します。

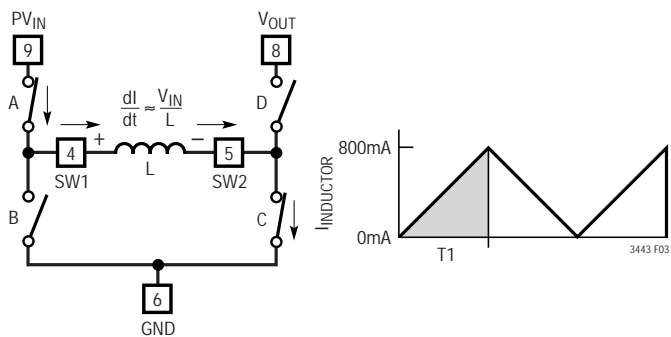


図3 . パースト・モード動作時のインダクタ充電サイクル

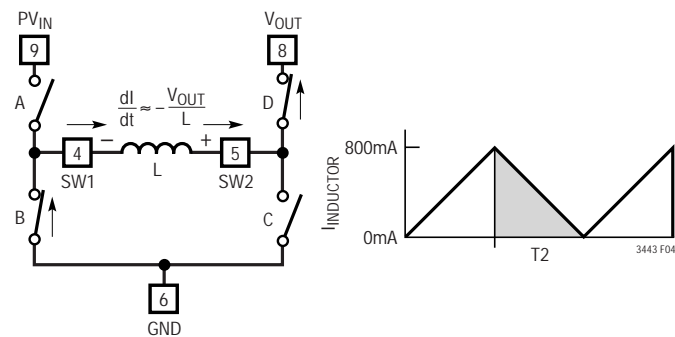


図4 . パースト・モード動作時のインダクタ放電サイクル

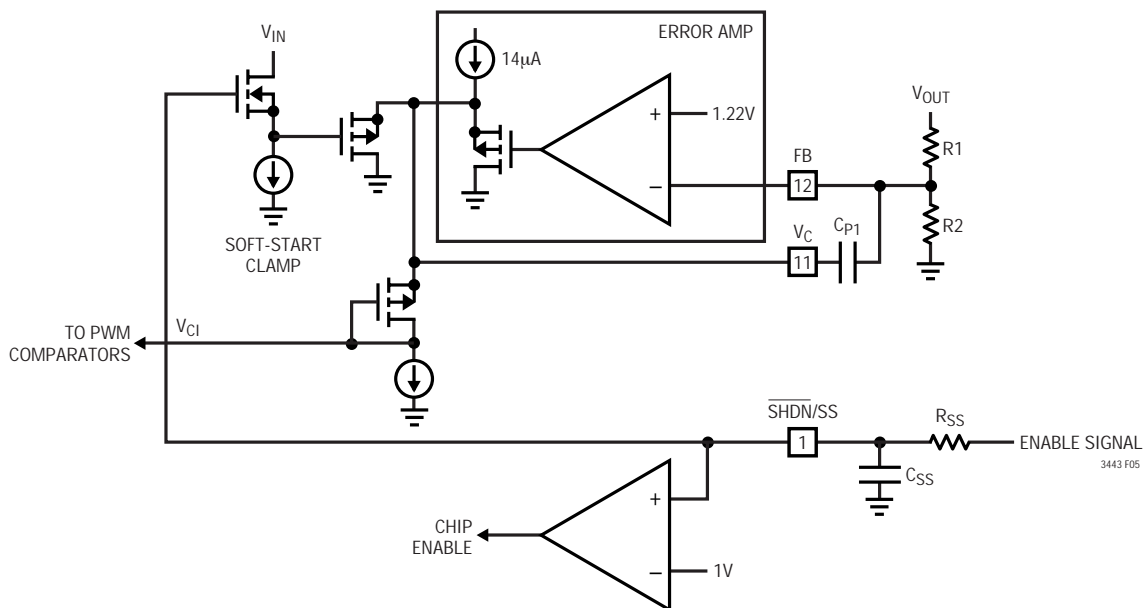


図5 . ソフト・スタート回路

アプリケーション情報

部品の選択

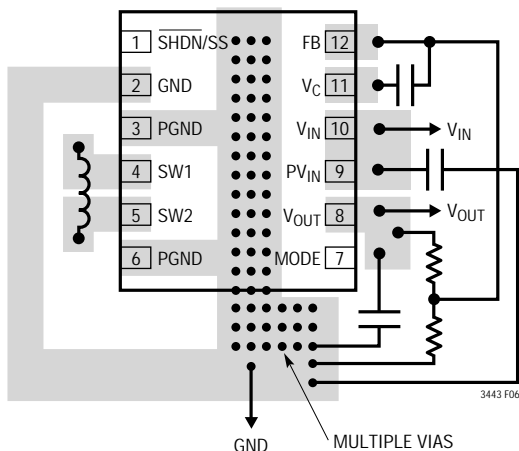


図6．推奨部品配置。高電流を流すトレースは直接接続にする。FBピンとVCピンのトレース面積を小さくする。バッテリーへのリード線の長さを短くする。V_{OUT}とV_{IN}のセラミック・コンデンサをデバイスのピンに近づけて配置する

インダクタの選択

LTC3443は高い周波数で動作するので小型表面実装インダクタを使用できます。インダクタ電流リップルは一般に最大インダクタ電流(I_P)の20%～40%に設定されます。与えられたリップルに対してインダクタンスの項は以下のように与えられます。

$$L > \frac{V_{IN(MIN)}^2 \cdot (V_{OUT} - V_{IN(MIN)}) \cdot 100}{f \cdot I_{OUT(MAX)} \cdot \%Ripple \cdot V_{OUT}^2} H,$$

$$L > \frac{V_{OUT} \cdot (V_{IN(MAX)} - V_{OUT}) \cdot 100}{f \cdot I_{OUT(MAX)} \cdot \%Ripple \cdot V_{IN(MAX)}} H$$

ここで、f = 動作周波数(Hz)

%Ripple = 許容インダクタ電流リップル(%)

V_{IN(MIN)} = 最小入力電圧(V)

V_{IN(MAX)} = 最大入力電圧(V)

V_{OUT} = 出力電圧(V)

I_{OUT(MAX)} = 最大出力負荷電流

高効率を実現するには、フェライトなどの高周波用コア材のインダクタを選択して、コア損失を減らします。I²R損失を減らすため、インダクタはESR(等価直列抵抗)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。モールド型チョークコイルやチップ・インダクタのコアは一般に1A～2Aの範囲のピーク・インダクタ電流を担うのに十分ではありません。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。製造元については表1を参照してください。

表1．インダクタのベンダー情報

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEB SITE
Coilcraft	(847) 639-6400	(847) 639-1469	www.coilcraft.com
Coiltronics	(561) 241-7876	(561) 241-9339	www.coiltronics.com
Murata	USA: (814) 237-1431 (800) 831-9172	USA: (814) 238-0490	www.murata.com
Sumida	USA: (847) 956-0666 Japan: 81(3) 3607-5111	(847) 956-0702 81(3) 3607-5144	www.japanlink.com/ sumida

出力コンデンサの選択

コンデンサのバルク値はサイクルごとにコンデンサの充電によって生じるリップルを減らすように設定します。充電による定常リップルは以下の式で与えられます。

$$\%Ripple_Boost = \frac{I_{OUT(MAX)} \cdot (V_{OUT} - V_{IN(MIN)}) \cdot 100}{C_{OUT} \cdot V_{OUT}^2 \cdot f} \%$$

$$\%Ripple_Buck = \frac{I_{OUT(MAX)} \cdot (V_{IN(MAX)} - V_{OUT}) \cdot 100}{C_{OUT} \cdot V_{IN(MAX)} \cdot V_{OUT} \cdot f} \%$$

ここで、C_{OUT} = 出力フィルタ・コンデンサ(F)

出力容量はコンバータの過渡応答を処理するために通常何倍も大きくします。目安として、所期の過渡応答を維持するには、コンバータのユニティゲインの帯域幅に対する動作周波数の比だけ出力容量を上記の計算値から増やす必要があります。

アプリケーション情報

リップルの他の成分は出力コンデンサのESR(等価直列抵抗)によって生じます。

出力電圧リップルを下げるには低ESR(等価直列抵抗)のコンデンサを使います。表面実装アプリケーションには、太陽誘電のセラミック・コンデンサ、AVX TPSシリーズのタンタル・コンデンサ、または三洋電機のPOSCAPを推奨します。

入力コンデンサの選択

V_{IN} ピンはデバイスの電源電圧なので、少なくとも4.7 μ Fの低ESRバイパス・コンデンサを使うことを推奨します。

表2. コンデンサのベンダー一覧

SUPPLIER	PHONE	FAX	WEB SITE
AVX	(803) 448-9411	(803) 448-1943	www.avxcorp.com
Sanyo	(619) 661-6322	(619) 661-1055	www.sanyovideo.com
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	(408) 573-4159	www.t-yuden.com

オプションのショットキー・ダイオード

同期スイッチのBとDの両端にショットキー・ダイオードを接続する必要はありませんが($V_{OUT} < 4.3V$)、接続すればNMOSからPMOSに遷移する際のブレイク・ピフォア・メイク時間(標準15ns)中の電圧降下が小さくなり、効率が改善されます。Phillips PMEG2010EAあるいは同等のショットキー・ダイオードを使用してください。通常の整流ダイオードは回復時間が遅くて効率が低下するので使用しないでください。出力電圧が4.3Vを越すアプリケーションでは、SW2から V_{OUT} にショットキー・ダイオードが必要です。

出力電圧 < 2.4V

LTC3443は最低0.4Vの出力電圧の降圧コンバータとして動作可能です。ショットキー・ダイオードを使わなくても動作するように、このデバイスは最小2.4Vで規定されています。同期スイッチDは V_{OUT} から電力を供給され、低い出力電圧では $R_{DS(ON)}$ が増加するので、出力への導通経路を与えるためSW2から V_{OUT} にショットキー・ダイオードが必要です。

出力電圧 > 4.3V

4.3Vを越す出力電圧にはSWから V_{OUT} にショットキー・ダイオードが必要です。ピンとトレースの寄生インダクタンスによるSW2のピーク電圧を減らすため、このダイオードはピンにできるだけ近づけて配置する必要があります。

入力電圧 > 4.5V

過負荷や短絡を生じるおそれのある、入力電圧が4.5Vを越すアプリケーションでは、SW1ピンとGNDのあいだに2 Ω /1nFの直列スナバが必要です。ショットキー・ダイオードもSW1と V_{IN} のあいだにできるだけピンに近づけて追加します。入力電圧がさらに高い場合、 V_{IN} のバイパスが重要になりますので、セラミック・バイパス・コンデンサもできるだけ V_{IN} ピンとGNDピンの近くに必要です。

動作周波数の選択

出力スイッチのGATE電荷によって生じる追加の消費電流は以下の式で与えられます。

$$\text{降圧: } 800e^{-12} \cdot V_{IN} \cdot f$$

$$\text{昇圧: } 400e^{-12} \cdot V_{IN} + V_{OUT} \cdot f$$

$$\text{降圧/昇圧: } f \cdot (1200e^{-12} \cdot V_{IN} + 400e^{-12} \cdot V_{OUT})$$

ここで、 f = スイッチング周波数です。

帰還ループの補償

LTC3443には電圧モードのPWM制御回路が内蔵されています。出力利得の制御は動作領域(降圧、昇圧、降圧/昇圧)に従って変化しますが、通常は15を超えることはありません。出力フィルタは次式で与えられる2ポール応答特性を示します。

$$f_{\text{FILTER_POLE}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L} \cdot C_{\text{OUT}}} \text{ Hz}$$

ここで、 C_{OUT} は出力フィルタ・コンデンサです。

アプリケーション情報

出力フィルタのゼロは次式で与えられます。

$$f_{\text{FILTER_ZERO}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{ESR}} \cdot C_{\text{OUT}}} \text{Hz}$$

ここで、 R_{ESR} はコンデンサの等価直列抵抗です。

昇圧モードで面倒なのは右半平面 (RHP) のゼロで、次式で与えられます。

$$f_{\text{RHPZ}} = \frac{V_{\text{IN}}^2}{2 \cdot \pi \cdot I_{\text{OUT}} \cdot L \cdot V_{\text{OUT}}} \text{Hz}$$

ループ利得は通常RHPゼロ周波数より前でロールオフします。

簡単なタイプIの補償ネットワークを組み込んでループを安定化することができますが、代償として帯域幅が減少し、過渡応答速度が低下します。適切な位相マージンを確保するには、ループはLCのダブル・ポールより1桁下の周波数でクロスオーバーする必要があります。

タイプIの補償を備えた誤差アンプのユニティゲイン周波数は次式で与えられます。

$$f_{\text{UG}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_{\text{P1}}} \text{Hz}$$

ほとんどのアプリケーションでは出力フィルタのコンデンサを小さくできるように過渡応答の改善を必要とします。帯域幅を広げるにはタイプIIIの補償が必要です。ダブル・ポール応答を補償するには2つのゼロが必要です。

$$f_{\text{POLE1}} \approx \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 32e^3 \cdot R_1 \cdot C_{\text{P1}}} \text{Hz}$$

これはきわめてDCに近い値です。

$$f_{\text{ZERO1}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_Z \cdot C_{\text{P1}}} \text{Hz}$$

$$f_{\text{ZERO2}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_1 \cdot C_{\text{Z1}}} \text{Hz}$$

$$f_{\text{POLE2}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot R_Z \cdot C_{\text{P2}}} \text{Hz}$$

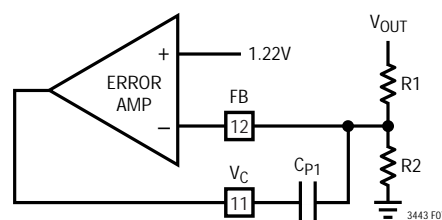


図7. タイプIの補償を備えた誤差アンプ

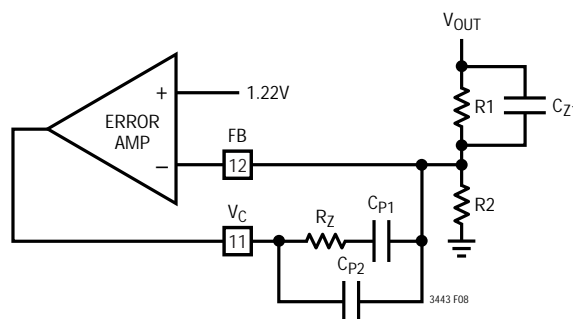
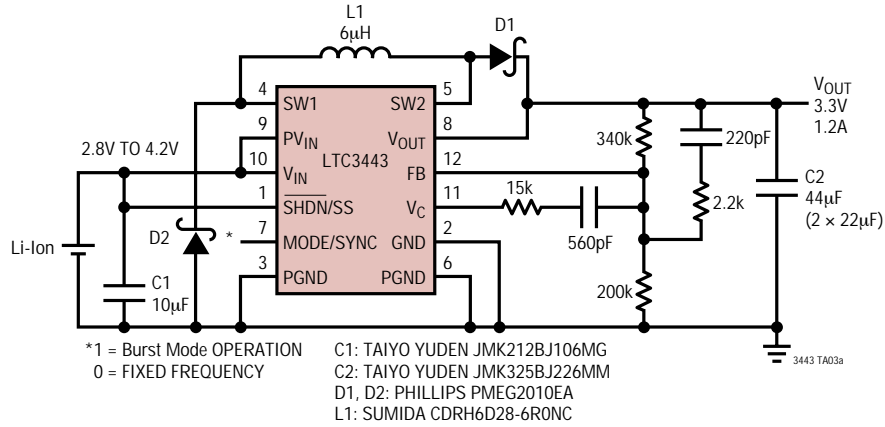


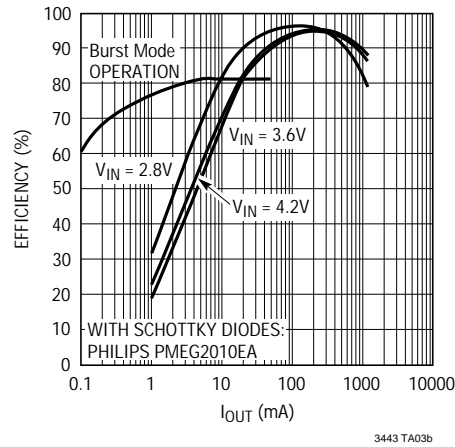
図8. タイプIIIの補償を備えた誤差アンプ

標準的応用例

リチウムイオン・バッテリーから3.3V/1.2Aへのコンバータ



効率と負荷



LTC3443

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT [®] 1613	550mA (I_{SW})、1.4MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V_{IN} : 0.9V ~ 10V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 34V、 I_Q = 3mA、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT TM
LT1616	500mA (I_{OUT})、1.4MHz、高効率降圧DC/DCコンバータ	高効率、 V_{IN} : 3.6V ~ 25V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.25V、 I_Q = 1.9mA、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT
LTC1776	500mA (I_{OUT})、200kHz、高効率降圧DC/DCコンバータ	高効率、 V_{IN} : 7.4V ~ 40V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 1.24V、 I_Q = 3.2mA、 I_{SD} < 30 μ A、N8、S8
LTC1877	600mA (I_{OUT})、550kHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.7V ~ 10V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 10 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、MS8
LTC1878	600mA (I_{OUT})、550kHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.7V ~ 6V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 10 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、MS8
LTC1879	1.2A (I_{OUT})、550kHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.7V ~ 10V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 15 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、TSSOP16
LT1930/LT1930A	1A (I_{SW})、1.2MHz/2.2MHz、高効率昇圧DC/DCコンバータ	V_{IN} : 2.6V ~ 16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 34V、 I_Q = 5.5mA、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT
LTC3405/LTC3405A	300mA (I_{OUT})、1.5MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.7V ~ 6V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 20 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT
LTC3406/LTC3406B	600mA (I_{OUT})、1.5MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.6V、 I_Q = 20 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、ThinSOT
LTC3407	600mA (I_{OUT}) × 2、1.5MHzデュアル同期整流式降圧DC/DCコンバータ	96%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.6V、 I_Q = 40 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、10ピンMS
LTC3411	1.25A (I_{OUT})、4MHz、同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 60 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、10ピンMS
LTC3412	2.5A (I_{OUT})、4MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 60 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、TSSOP16E
LTC3440	600mA (I_{OUT})、2MHz同期式昇降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 2.5V、 I_Q = 25 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、10ピンMS
LTC3441	高電流マイクロパワー1MHz同期整流式昇降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V ~ 5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 2.5V、 I_Q = 25 μ A、 I_{SD} < 1 μ A、DFN

ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。