

ThinSOTの600mA 1.2MHzマイクロパワー同期整流式 昇圧コンバータ

特長

- 最大効率：92%
- 単一AAセルから3.3V/100mAを生成
- 低い起動電圧：0.85V
- 1.2MHzの固定周波数スイッチング
- 同期整流器内蔵
- 2.5V～5Vの出力範囲
- 自動バースト・モード[®]動作 (LTC3400)
- 軽負荷で連続スイッチング (LTC3400B)
- ロジック制御のシャットダウン (< 1 μ A)
- アンチリング制御によりEMIを最小化
- 小型の外付け部品
- 高さの低い (1mm) ThinSOT[™]パッケージ

アプリケーション

- ページャ
- MP3プレイヤー
- デジタル・カメラ
- LCDバイアス電源
- 携帯機器
- ワイヤレス受話器
- GPSレシーバ

概要

LTC[®]3400/LTC3400Bは、6ピンThinSOTパッケージで高効率を達成する同期整流式固定周波数昇圧DC/DCコンバータです。単一AAセル入力から3.3V/100mAを供給可能で、NMOSスイッチとPMOS同期整流器を内蔵しています。

スイッチング周波数が1.2MHzと高いので、高さの低い小型インダクタやセラミック・コンデンサを使用することができ、実装面積を最小限に抑えることができます。内部で補償されている電流モードのPWM設計なので、外付け部品数を削減できます。LTC3400は軽負荷時に省電力バースト・モード動作に自動的に移行し、LTC3400Bは軽負荷時に連続スイッチングで動作します。アンチリング制御回路により、不連続モードでインダクタが減衰されるので、EMIが低減されます。さらに、これらのデバイスのシャットダウン電流は1 μ A以下です。

両方のデバイスとも、高さの低い (1mm) ThinSOTパッケージで供給されます。

LT、LTC、LTおよびBurst Modeはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

標準的応用例

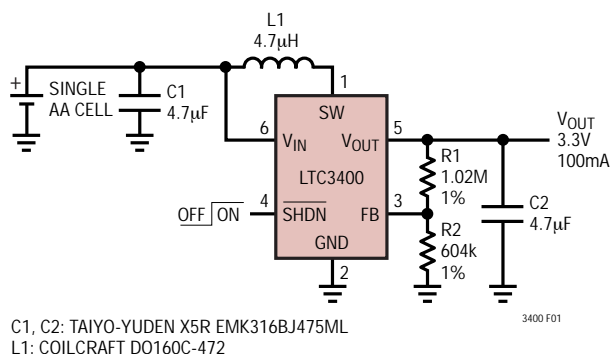
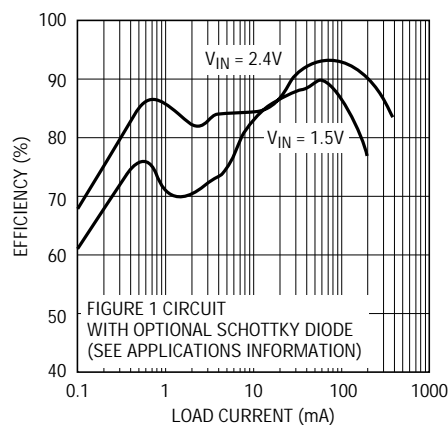


図1. 単一セルからの3.3V同期整流式昇圧コンバータ

効率



3400 F01a

LTC3400/LTC3400B

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 電圧	- 0.3V ~ 6V
SW 電圧	- 0.3V ~ 6V
SHDN、FB 電圧	- 0.3V ~ 6V
V_{OUT}	- 0.3V ~ 6V
動作温度範囲 (Note 2)	- 30 ~ 85
保存温度範囲	- 65 ~ 125
リード温度 (半田付け、10秒)	300

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW SW 1 6 V_{IN} GND 2 5 V_{OUT} FB 3 4 SHDN S6 PACKAGE 6-LEAD PLASTIC SOT-23 $T_{jMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 256^{\circ}C/W$</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC3400ES6 LTC3400BES6
	S6 PART MARKING
	LTWK LTUN

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。別途規定されない限り、 $V_{IN} = 1.2V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Start-Up Voltage	$I_{LOAD} = 1mA$		0.85	1	V
Minimum Operating Voltage	$SHDN = V_{IN}$ (Note 4)		0.5	0.65	V
Output Voltage Adjust Range		2.5		5	V
Feedback Voltage		● 1.192	1.23	1.268	V
Feedback Input Current	$V_{FB} = 1.25V$ (Note 3)		1		nA
Quiescent Current (Burst Mode Operation)	$V_{FB} = 1.4V$ (Note 5), LTC3400 Only		19	30	μA
Quiescent Current (Shutdown)	$V_{SHDN} = 0V$, Not Including Switch Leakage		0.01	1	μA
Quiescent Current (Active)	Measured On V_{OUT}		300	500	μA
NMOS Switch Leakage	$V_{SW} = 5V$		0.1	5	μA
PMOS Switch Leakage	$V_{SW} = 0V$		0.1	5	μA
NMOS Switch On Resistance	$V_{OUT} = 3.3V$ $V_{OUT} = 5V$		0.35 0.20		Ω Ω
PMOS Switch On Resistance	$V_{OUT} = 3.3V$ $V_{OUT} = 5V$		0.45 0.30		Ω Ω
NMOS Current Limit		600	850		mA
Burst Mode Operation Current Threshold	LTC3400 Only (Note 3)		3		mA
Current Limit Delay to Output	(Note 3)		40		ns
Max Duty Cycle	$V_{FB} = 1.15V$	● 80	87		%
Switching Frequency		● 0.95 ● 0.85	1.2 1.2	1.5 1.5	MHz MHz
SHDN Input High		1			V
SHDN Input Low				0.35	V
SHDN Input Current	$V_{SHDN} = 5.5V$		0.01	1	μA

Note1: 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。

Note2: LTC3400E/LTC3400BE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。- 30 ~ 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。

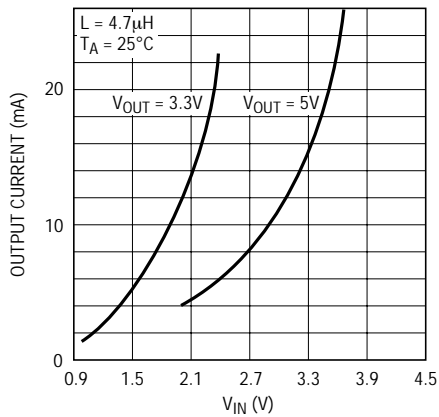
Note3: 仕様は設計によって保証されており、製造時に全数テストはおこなわれない。

Note4: 起動後の最小 V_{IN} 動作は、バッテリーが深い放電状態に入ったとき必要な電力を提供できるかどうかによってだけ制限される。

Note5: バースト・モード動作時の I_Q は V_{OUT} で測定される。この値に V_{OUT}/V_{IN} を掛けると、等価入力(バッテリー)電流が得られる。

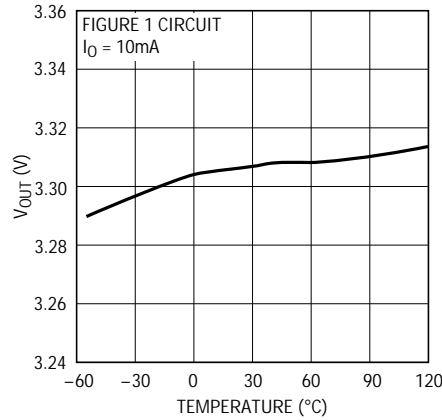
標準的性能特性

出力負荷バースト・モード・スレッシュولدと V_{IN}



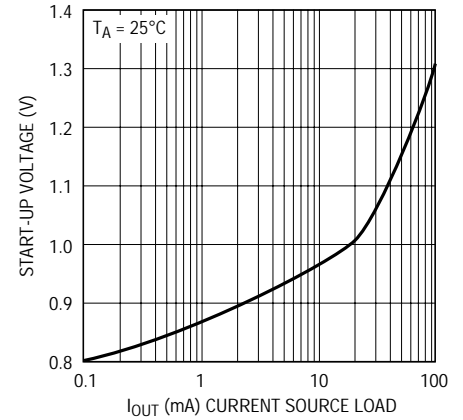
3400 G01

V_{OUT} と温度



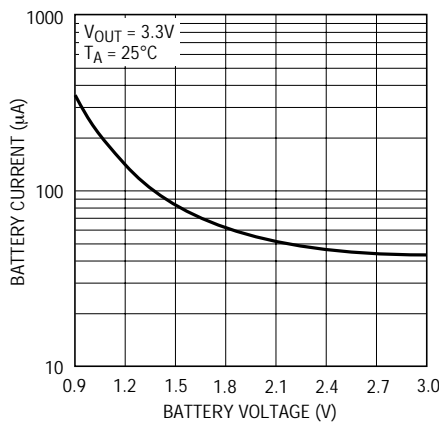
3400 G02

最小起動電圧と負荷電流



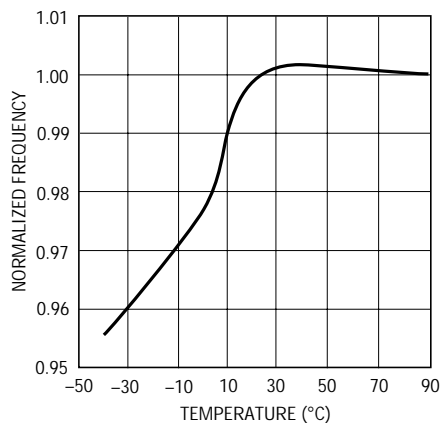
3400 G03

無負荷バッテリー電流と V_{BATT}



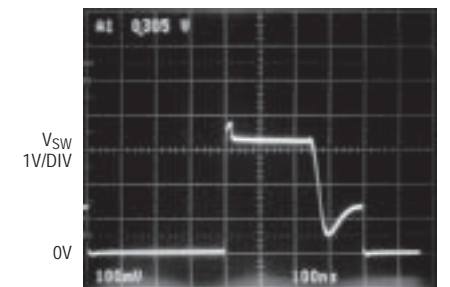
3400 G04

正規化された発振周波数と温度



3400 G05

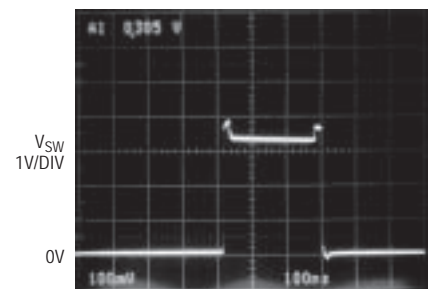
SWピンのアンチリング動作



$V_{IN} = 1.3V$
 $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 10mA$
 $L = 6.8\mu H$
 $C_{OUT} = 4.7\mu F$

3400 G06

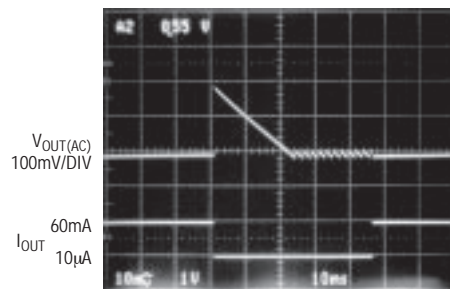
SWピンの固定周波数、連続インダクタ電流動作



$V_{IN} = 1.3V$
 $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 50mA$
 $L = 6.8\mu H$
 $C_{OUT} = 4.7\mu F$

3400 G07

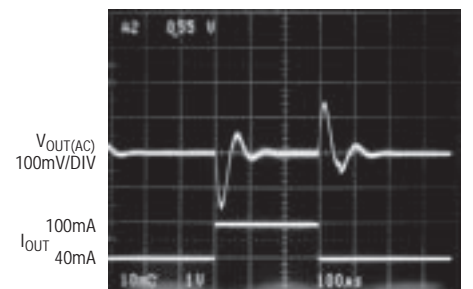
固定周波数とバースト・モード動作



$V_{IN} = 1.3V$
 $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 60mA$ TO $10\mu A$
 $L = 6.8\mu H$
 $C_{OUT} = 4.7\mu F$

3400 G08

V_{OUT} 過渡応答



$V_{IN} = 1.3V$
 $V_{OUT} = 3.3V$
 $I_{OUT} = 40mA$ TO $100mA$
 $L = 6.8\mu H$
 $C_{OUT} = 4.7\mu F$

3400 G09

LTC3400/LTC3400B

ピン機能

SW (ピン1) : スイッチ・ピン。SWとV_{IN}間にインダクタを接続します。オプションのショットキ・ダイオードはSWとV_{OUT}間に接続します。これらのPCBトレースの長さをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くしてEMIと電圧のオーバーシュートを減らします。インダクタ電流がゼロになるか、 $\overline{\text{SHDN}}$ が“L”に引き下げられると、内部の100 アンチリングング・スイッチがSWからV_{IN}に接続されてEMIを抑えます。

GND (ピン2) : 信号と電源のグランド。GNDと、出力コンデンサの(-)側を短いPCBパスで直接接続します。

FB (ピン3) : gm誤差アンプの帰還入力。抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。出力電圧は、2.5V ~ 5Vの範囲で次のように調整できます。

$$V_{\text{OUT}} = 1.23\text{V} \cdot [1 + (R1/R2)]$$

$\overline{\text{SHDN}}$ (ピン4) : ロジック制御のシャットダウン入力。

$\overline{\text{SHDN}}$ = “H” : 通常の自走動作。1.2MHzの標準動作周波数。

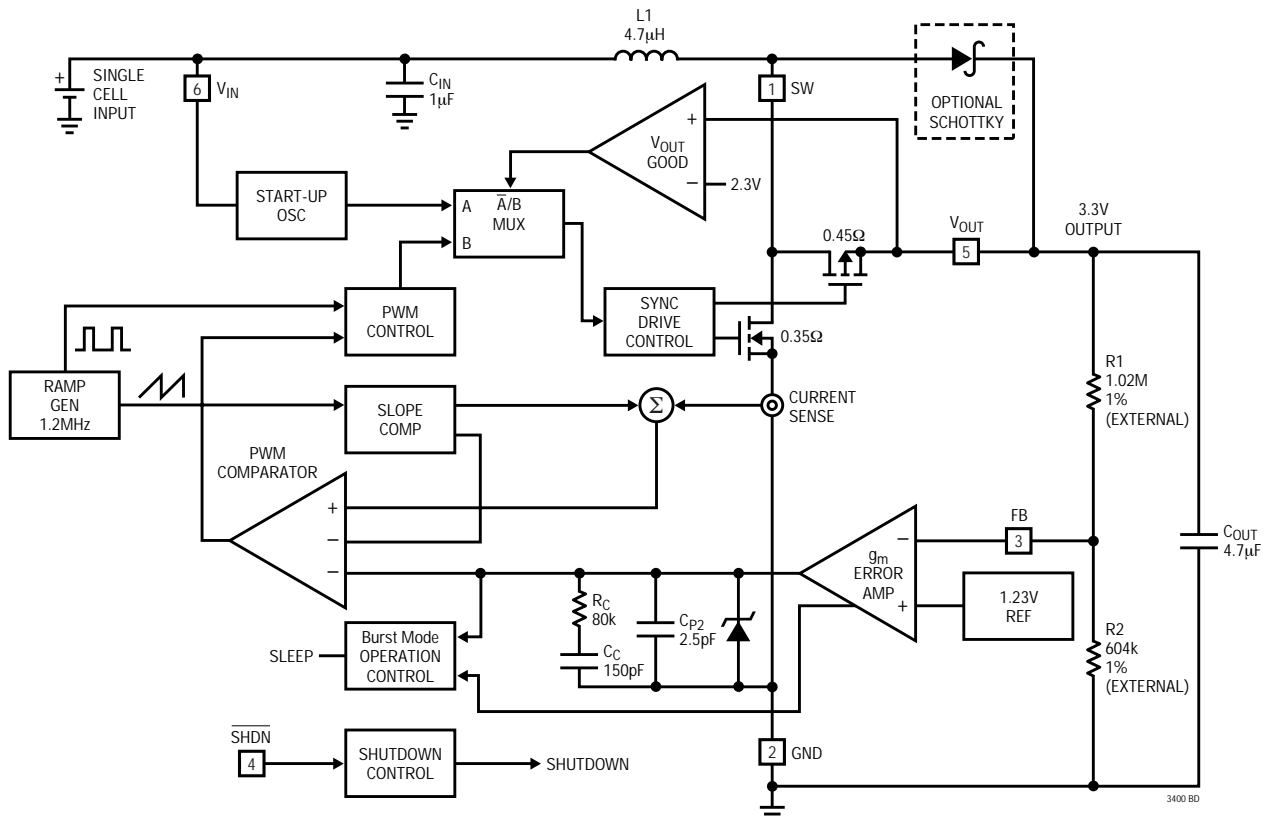
$\overline{\text{SHDN}}$ = “L” : シャットダウン時消費電流 : < 1 μ A。
SWとV_{IN}間に100 Ω を接続します。

通常、 $\overline{\text{SHDN}}$ は1Mのプルアップ抵抗を介してV_{IN}に接続します。

V_{OUT}(ピン5) : 出力電圧センス入力および内部同期整流器MOSFETのソース。バイアスはV_{OUT}から供給されます。V_{OUT}からフィルタ・コンデンサまでのPCBトレースの長さをできるだけ短くし、幅をできるだけ広くします。V_{OUT}は、内部PMOSのボディ・ダイオードにより、シャットダウン時にはV_{IN} - 0.6Vに保たれます。

V_{IN} (ピン6) : バッテリ入力電圧。デバイス起動バイアスをV_{IN}から供給されます。V_{OUT}がV_{IN}を超えると、バイアスはV_{OUT}から供給されます。したがって、一度起動すると、動作は完全にV_{IN}に依存しなくなります。動作は出力電力レベルとバッテリーの内部直列抵抗によってだけ制限されます。

ブロック図



3400f

動作

LTC3400/LTC3400Bは1.2MHz同期整流式昇圧コンバータで、6ピンのThinSOTパッケージで供給されます。1V以下の入力電圧でも動作可能で、固定周波数の電流モードPWM制御機能を備えており、ラインと負荷のレギュレーションが非常に優れています。R_{DS(ON)}とゲート電荷の低い内部MOSFETスイッチを使って、広い負荷電流範囲で高い効率を維持します。3つの異なる動作モードの詳細について、以下説明します。ブロック図を参照すると、動作をよく理解できます。

低電圧での起動

LTC3400/LTC3400Bは0.85V以上の標準V_{IN}電圧で起動します。低電圧起動回路は内部NMOSスイッチを、850mA(標準)の最大ピーク・インダクタ電流まで制御し、起動時に約1.5μsのオフ時間を与え、デバイスが出力負荷に対応できるようにします。V_{OUT}が2.3Vを超すと、起動回路は無効になり、通常の固定周波数PWM動作が開始されます。このモードでは、LTC3400/LTC3400BはV_{IN}に依存しないで動作し、出力電圧の安定化に影響を与えることなく、バッテリーは10分の数ボルト垂下することができるので、動作時間が延長されます。出力に十分なエネルギーを供給するバッテリーの能力がアプリケーションの制限要因となります。

低ノイズ固定周波数動作

発振器：動作周波数は内部で1.2MHzに設定されています。

誤差アンプ：誤差アンプは内部補償されたトランスコンダクタンス・タイプ(電流出力)で、トランスコンダクタンス(gm) = 33マイクロシーメンスです。内部の1.23Vリファレンス電圧がFBピンの電圧と比較され、誤差アンプの出力に誤差信号が発生します。V_{OUT}からグランドへの電圧分割器は、次式に従って、出力電圧をFB経由で2.5V ~ 5Vにプログラムします。

$$V_{OUT} = 1.23V \cdot [1 + (R1/R2)]$$

電流センス：NMOSスイッチ電流を表す信号はスロープ補償に加算されます。この加算された信号が誤差アンプ出力と比較され、PWMのためのピーク電流制御コマンドを出力します。ピーク・スイッチ電流は入力電圧や出力電圧とは無関係に約850mAに制限されます。電流信号は40nsのあいだ消去され、ノイズ除去を向上させます。

ゼロ電流コンパレータ：ゼロ電流コンパレータは出力へのインダクタ電流をモニタし、この電流が約20mAに下がると同期式整流器をシャットオフします。これにより、インダクタ電流が極性を反転させるのを防止し、軽負荷での効率を改善します。

アンチリングング制御：アンチリングング制御回路は、LとC_{SW}(SWピンの容量)によって形成される共振回路を減衰させることにより、インダクタ電流がゼロになるときのSWピンの高周波リングングを防止します。

バースト・モード動作

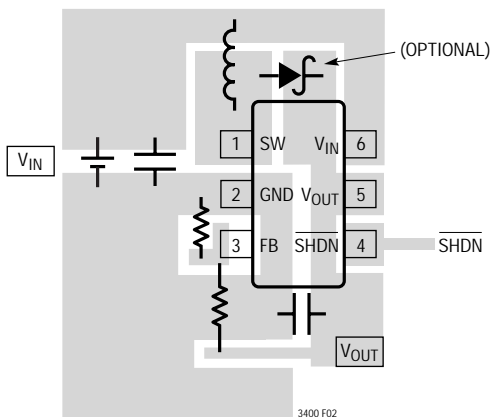
携帯用機器は低電力またはスタンバイ・モードで長時間経過することが多く、特定の機能が有効になったときだけ、高電力消費状態に切り替わります。この種の製品のバッテリー寿命を改善するには、広い出力電力範囲で電力コンバータの効率を高く維持する必要があります。中負荷や重負荷での高効率に加えて、LTC3400には自動バースト・モード動作が備わっており、軽負荷での電力コンバータの効率を改善します。内部でプログラムされたスレッシュホールドよりも出力負荷電流が低くなると、バースト・モード動作が開始されます(標準的性能特性の「出力負荷バースト・モード・スレッシュホールドとV_{IN}」のグラフを参照してください)。一旦開始されると、バースト・モード動作の回路はデバイスの大部分をシャットダウンし、出力電圧をモニタするのに必要な回路だけを動作状態に保ちます。これはスリープ状態と呼ばれます。スリープ状態では、LTC3400は出力コンデンサから19μAしか流さず、効率を大幅に改善します。出力電圧が公称値から1%ほど垂下すると、LTC3400は覚醒し、通常のPWM動作を開始します。出力コンデンサは再充電され、出力負荷がスリープ・スレッシュホールドより下に留まると、LTC3400はスリープ状態に戻ります。この間欠的PWM、つまりバースト動作の頻度は負荷電流に比例します。つまり、負荷電流がバースト・スレッシュホールドよりさらに低くなるにつれ、LTC3400がターンオンする頻度は少なくなります。負荷電流がバースト・スレッシュホールドを超すと、LTC3400は連続PWM動作をシームレスに再開します。LTC3400Bはバースト・モード動作を使わず、軽負荷でも連続動作を行い、軽負荷での効率を犠牲にして低周波数の出力電圧リップルを除去します。

LTC3400/LTC3400B

アプリケーション情報

PCBレイアウトのガイドライン

LTC3400/LTC3400Bは高速で動作するので、ボードのレイアウトに細心の注意が必要です。レイアウトに注意を払わないと記載されているとおりの性能を得られません。図2に推奨部品配置を示します。グランド・ピンの銅面積を大きくすると、チップの温度を下げるのに役立ちます。別のグランド・プレーンを備えた多層基板が理想ですが、絶対必要だというわけではありません。



推奨部品配置。高電流を流すトレースは真っ直ぐにする。FBピンの面積は小さくする。バッテリーへのリードの長さは短くする。

図2 . 単層基板の推奨部品配置。

部品の選択

インダクタの選択

LTC3400/LTC3400Bのスイッチング周波数は1.2MHzと高速なので、これらには小型表面実装インダクタとチップ・インダクタを利用することができます。3.6V以下のアプリケーションには最小3.3μHのインダクタンス値が必要で、3.6Vを超す出力電圧には4.7μHが必要です。大きな値のインダクタンスでは、インダクタ・リップル電流が減るので、出力電流能力を増やすことができます。インダクタンスが10μHを超すと、サイズが大きくなるだけで、出力電流能力はほとんど改善されません。

LTC3400/LTC3400Bのおよその出力電流能力とインダクタンス値の関係は次式で与えられ、図3に図示されています。

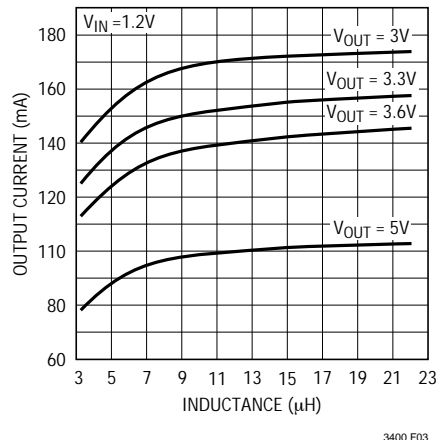


図3 . 90%効率をベースにした最大出力電流とインダクタンス

$$I_{OUT(MAX)} = \eta \cdot \left(I_P - \frac{V_{IN} \cdot D}{f \cdot L \cdot 2} \right) \cdot (1 - D)$$

ここで、

η = 推定効率

I_P = ピーク電流制限値 (0.6A)

V_{IN} = 入力(バッテリー)電圧

D = 定常状態のデューティ比 = $(V_{OUT} - V_{IN})/V_{OUT}$

f = スイッチング周波数(標準1.2MHz)

L = インダクタンス値

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。高周波用フェライト・コアのインダクタ素材は、安価な鉄粉タイプに比べて、周波数に依存した電力損失を減らして効率を上げます。インダクタは、 I^2R 電力損失を減らすために、ESR(巻線の直列抵抗)が低く、また飽和せずにピーク・インダクタ電流を流すことができなければなりません。モールド型チョークコイルやチップ・インダクタは、LTC3400/LTC3400Bで見られる850mAのピーク・インダクタ電流に対応するのに十分なコアを一般に持っていません。放射ノイズを抑えるために、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てください。推奨部品と供給元については、表1を参照してください。

アプリケーション情報

表1. 推奨インダクタ

PART	L (μ H)	MAX DCR m Ω	HEIGHT (mm)	VENDOR	
CDRH5D18-4R1	4.1	57	2.0	Sumida (847) 956-0666 www.sumida.com	
CDRH5D18-100	10	124	2.0		
CDRH3D16-4R7	4.7	105	1.8		
CDRH3D16-6R8		170	1.8		
CR43-4R7	4.7	109	3.5		
CR43-100	10	182	3.5		
CMD4D06-4R7MC	4.7	216	0.8		
CMD4D06-3R3MC	3.3	174	0.8		
DS1608-472	4.7	60	2.9		Coilcraft (847) 639-6400 www.coilcraft.com
DS1608-103	10	75	2.9		
DO1608C-472	4.7	90	2.9		
D52LC-4R7M	4.7	84	2.0	Toko (408) 432-8282 www.tokoam.com	
D52LC-100M	10	137	2.0		
LQH3C4R7M24	4.7	195	2.2	Murata www.murata.com	

出力コンデンサと入力コンデンサの選択

出力電圧リップルを下げるため、低ESR(等価直列抵抗)のコンデンサを使います。多層セラミック・コンデンサはESRが非常に小さく、実装面積の小さいものが入手できるので最適です。ほとんどのアプリケーションでは2.2 μ F ~ 10 μ Fの出力コンデンサで十分です。最大22 μ Fまでの大きな値を使って、非常に低い出力電圧リップルと改善された過渡応答を得ることもできます。10 μ Fを超える出力コンデンサの場合、許容できる位相マージンを保つために追加の位相リード・コンデンサが必要になるか

もしれません。X5R誘電体とX7R誘電体は広い電圧範囲と温度範囲にわたって容量を保持するので、素材として適しています。

低ESR入力コンデンサは入力スイッチング・ノイズを減らし、バッテリーから流れるピーク電流を減らします。セラミック・コンデンサは入力デカップリング用に最適で、デバイスにできるだけ近づけて配置します。実際上どんなアプリケーションでも4.7 μ Fの入力コンデンサで十分です。もっと大きな値を使うこともでき、制限はありません。セラミック・コンデンサのメーカーをいくつか表2に示します。全セラミック部品の詳細についてはメーカーに直接お問い合わせください。

表2. コンデンサ・メーカー

SUPPLIER	PHONE	WEBSITE
AVX	(803) 448-9411	www.avxcorp.com
Murata	(714) 852-2001	www.murata.com
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com

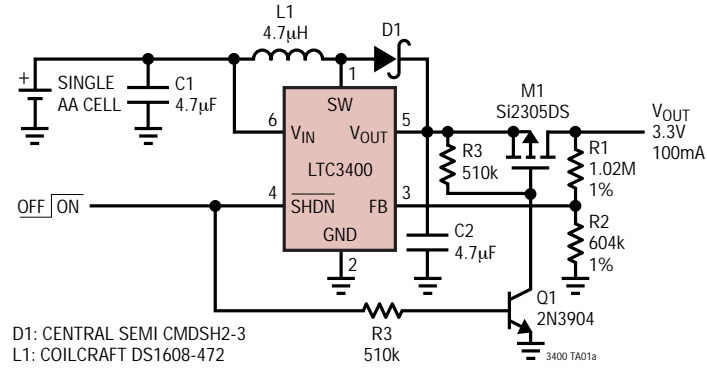
出力ダイオード

出力電圧が4.5V以上の場合、MBR0520L、CMD5H2-3、1N5817または相当品のショットキ・ダイオードを使います。ショットキ・ダイオードは、同期整流器がターンオンするまでの間、出力電流を流します。回復時間が遅いと効率が損われるため、通常の整流ダイオードは使用しないでください。出力電圧が4.5Vより低い場合、ショットキ・ダイオードはオプションですが、コンバータの高率を2% ~ 3%ほど上げます。

LTC3400/LTC3400B

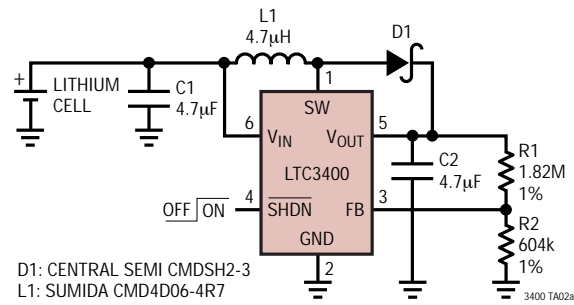
標準的応用例

単一セルからの3.3V同期整流式昇圧コンバータ、
シャットダウン時には負荷を切り離す

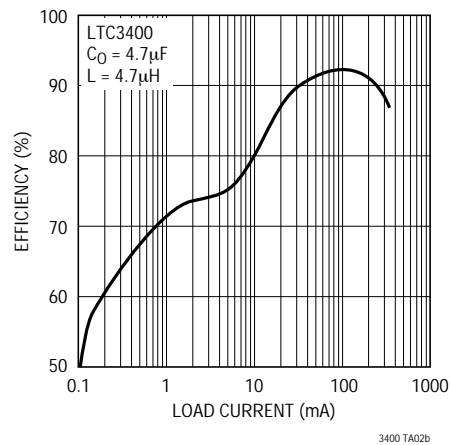


標準的応用例

単一リチウムイオン・セルからの5V、250mA

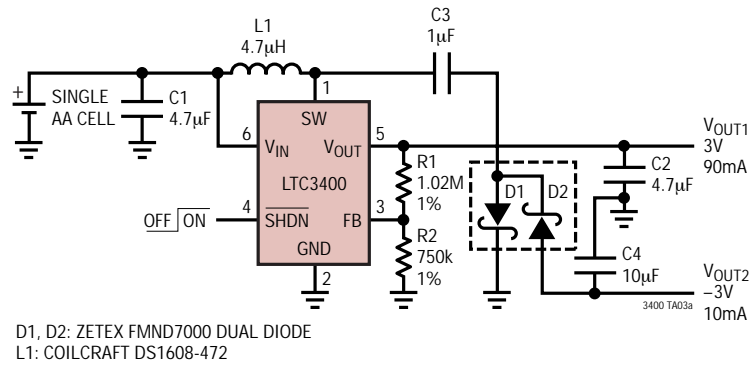


3.6Vから5Vの効率



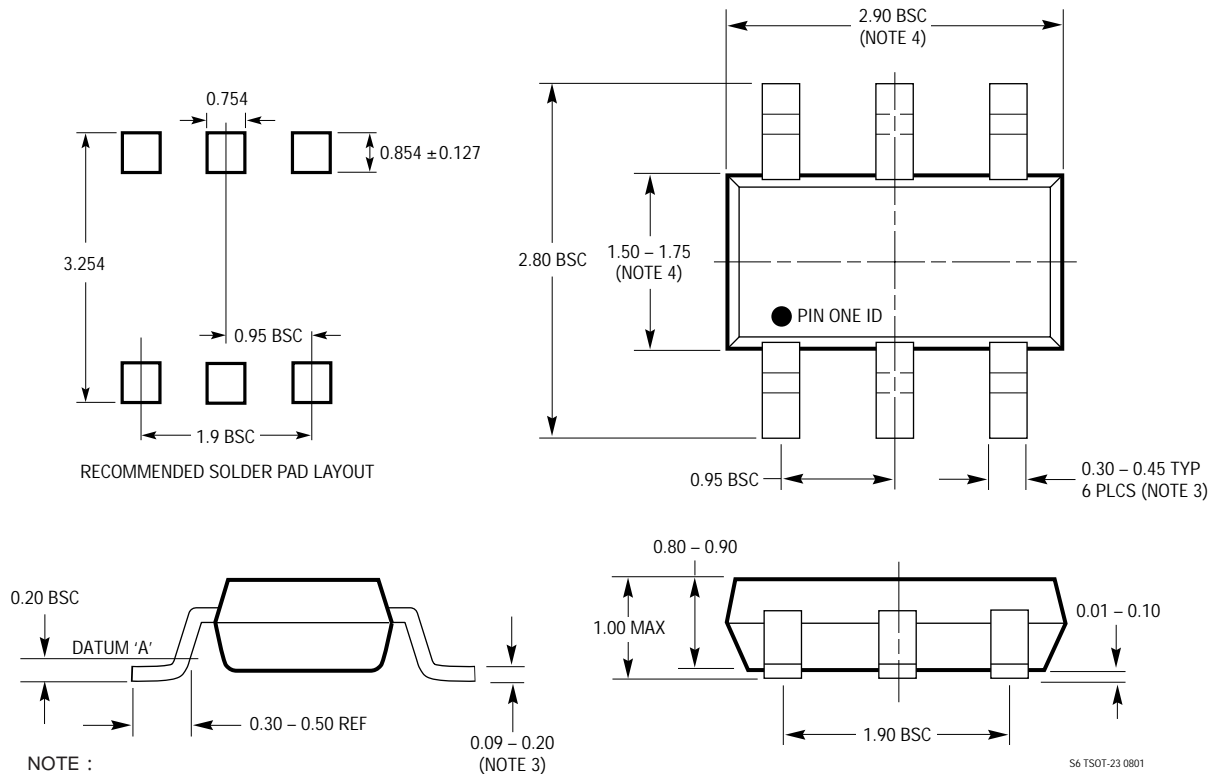
標準的応用例

単一セルAAセルから ±3V同期整流式昇圧コンバータ



パッケージ寸法

S6パッケージ、
6ピン・プラスチックSOT-23
(Reference LTC DWG # 05-08-1636)



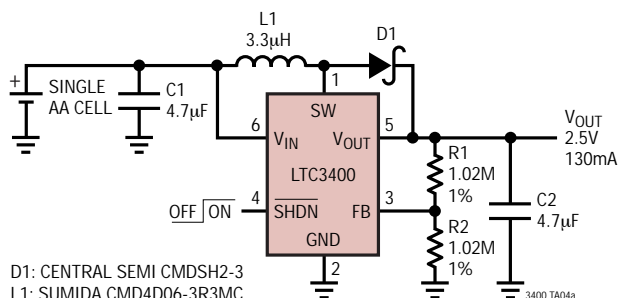
NOTE :

1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法には半田を含む
4. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない
5. モールドのバリは0.254mmを越えてはならない
6. JEDECパッケージ参照番号はMO-193

S6 TSOT-23 0801

標準的応用例

単一AAセルからの2.5V同期整流式昇圧コンバータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1308A/LT1308B	高電流、マイクロパワー、1セル動作600kHz DC/DCコンバータ	単一リチウムイオン・セルで5V/1A、 V_{OUT} は34Vまで
LT1613	1.4MHz、1セル動作DC/DCコンバータ、ThinSOT	V_{IN} は最小1.1V、単一セルから3V/30mA
LT1615	マイクロパワー昇圧DC/DCコンバータ、ThinSOT	$I_Q = 20\mu A$ 、シャットダウン電流: $1\mu A$ 、 V_{IN} : 最小1V
LT [®] 1618	1.4MHz昇圧DC/DCコンバータ、電流制限付き	1.5Aスイッチ、1.6V ~ 18Vの入力範囲、入力または出力の電流制限
LT1619	高効率昇圧DC/DCコントローラ	1Aゲート・ドライブ、1.1V ~ 20V入力、ゲート・ドライブ用に別個の V_{CC}
LTC1872	ThinSOT昇圧DC/DCコントローラ	50kHz、2.5V ~ 9.8V入力
LT1930/LT1930A	1.2MHz/2.2MHz、DC/DCコンバータ、ThinSOT	$V_{IN} = 2.6V \sim 16V$ 、3.3V入力から5V/450mA
LT1932	定電流昇圧LEDドライバ	白色LEDを8個までドライブ、ThinSOTパッケージ
LT1946/LT1946A	1.2MHz/2.7MHz昇圧DC/DCコンバータ	1.5A、36V内部スイッチ、8ピンMSOPパッケージ
LT1949	600kHz、1AスイッチPWM DC/DCコンバータ	1A、0.5、30V内部スイッチ、 V_{IN} : 最小1.5V、シャットダウン時に低バッテリー検知機能が動作
LTC3401	1A、3MHzマイクロパワー同期式昇圧コンバータ	1Aスイッチ、プログラム可能な周波数、10ピンMSOPパッケージ
LTC3402	2A、3MHzマイクロパワー同期式昇圧コンバータ	2Aスイッチ、プログラム可能な周波数、10ピンMSOPパッケージ
LTC3423	1A、3MHzマイクロパワー同期式昇圧コンバータ	1Aスイッチ、低出力電圧用に別個のバイアス・ピン
LTC3424	2A、3MHzマイクロパワー同期式昇圧コンバータ	2Aスイッチ、低出力電圧用に別個のバイアス・ピン