

## 特長

- 1個のリチウムイオン・セルから5V/1Aを供給
- 4個のNiCdセルからSEPICモードで5V/800mAを供給
- 固定周波数動作: 600kHz
- 最大34Vの昇圧コンバータ出力
- 重負荷で起動
- 軽負荷時の自動Burst Mode™動作 (LT1308A)
- 軽負荷時に連続スイッチング (LT1308B)
- 低 $V_{CESAT}$  スイッチ: 2Aで300mV
- LT1308とピン互換のアップグレード・デバイス
- シャットダウン時の低消費電流: 1 $\mu$ A (最大)
- 精度が向上したバッテリー低下検出器  
リファレンス: 200mV  $\pm$ 2%
- 8ピンSOおよび14ピンTSSOPパッケージで供給

## アプリケーション

- GSM/CDMA 電話機
- デジタル・カメラ
- LCD バイアス電源
- アンサーバック・ページャ
- GPS レシーバ
- バッテリー・バックアップ電源
- ハンドヘルド・コンピュータ

## 概要

LT<sup>®</sup>1308A/LT1308Bは、1V～10Vの入力電圧で動作するマイクロパワー、固定周波数昇圧DC/DCコンバータです。これらはLT1308の改良版であり、新規設計にはこれらを使用することを推奨します。LT1308Aは、軽負荷時には省電力のBurst Mode動作に自動的に移行し、無負荷での消費電流はわずか140 $\mu$ Aです。LT1308Bは、軽負荷時にもスイッチングを継続し、動作時の消費電流は2.5mAです。両方のデバイスとも、シャットダウン時の消費電流は1 $\mu$ A未満です。

バッテリー低下検出器の精度は、LT1308より大幅に高くなっています。200mVリファレンスは、室温において $\pm$ 2%、全温度範囲において $\pm$ 3%で規定されています。シャットダウン・ピンは、1V以上の電力源に接続されるとデバイスをイネーブルし、LT1308のように $V_{IN}$ に接続する必要はありません。内部 $V_C$ クランプによって過渡応答が改善されているので、スイッチ電圧定格は36Vまで高められ、高出力電圧アプリケーションが可能です。

LT1308A/LT1308Bは8ピンSOパッケージと14ピンTSSOPパッケージで供給されます。

LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。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

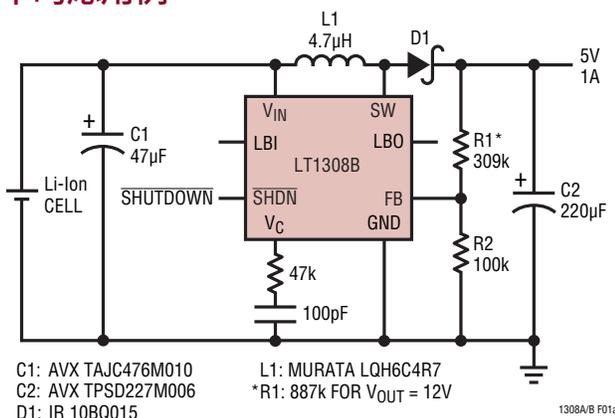
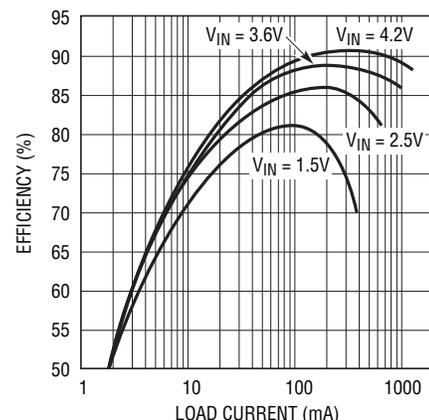


図1. LT1308Bによる1個のリチウムイオン・セルから5V/1AへのDC/DCコンバータ

## コンバータの効率



# LT1308A/LT1308B

## 絶対最大定格 (Note 1)

$V_{IN}$ 、SHDN、LBOの電圧	10V
SWの電圧	-0.4V ~ 36V
FBの電圧	$V_{IN} + 1V$
$V_C$ の電圧	2V
LBIの電圧	-0.1V ~ 1V
FBピンへの流入電流	$\pm 1mA$

動作温度範囲	
コマーシャル	0°C ~ 70°C
拡張コマーシャル (Note 2)	-40°C ~ 85°C
インダストリアル	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	300°C

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LT1308ACS8#PBF	LT1308ACS8#TRPBF	1308A	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1308AIS8#PBF	LT1308AIS8#TRPBF	1308AI	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT1308BCS8#PBF	LT1308BCS8#TRPBF	1308B	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1308BIS8#PBF	LT1308BIS8#TRPBF	1308BI	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT1308ACF#PBF	LT1308ACF#TRPBF	LT1308ACF	14-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°C
LT1308BCF#PBF	LT1308BCF#TRPBF	LT1308BCF	14-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°C
鉛ベース仕様	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LT1308ACS8	LT1308ACS8#TR	1308A	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1308AIS8	LT1308AIS8#TR	1308AI	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT1308BCS8	LT1308BCS8#TR	1308B	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LT1308BIS8	LT1308BIS8#TR	1308BI	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°C
LT1308ACF	LT1308ACF#TR	LT1308ACF	14-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°C
LT1308BCF	LT1308BCF#TR	LT1308BCF	14-Lead Plastic TSSOP	0°C to 70°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。  
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** ●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、コマーシャル・グレードは  $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 1.1\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = V_{IN}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS		
$I_Q$	Quiescent Current	Not Switching, LT1308A		140	240	$\mu\text{A}$		
		Switching, LT1308B		2.5	4	$\text{mA}$		
		$V_{SHDN} = 0\text{V}$ (LT1308A/LT1308B)		0.01	1	$\mu\text{A}$		
$V_{FB}$	Feedback Voltage		●	1.20	1.22	1.24	V	
$I_B$	FB Pin Bias Current	(Note 3)	●		27	80	$\text{nA}$	
	Reference Line Regulation	$1.1\text{V} \leq V_{IN} \leq 2\text{V}$ $2\text{V} \leq V_{IN} \leq 10\text{V}$	●		0.03	0.4	$\%/V$ $\%/V$	
	Minimum Input Voltage			0.92	1	V		
$g_m$	Error Amp Transconductance	$\Delta I = 5\mu\text{A}$		60		$\mu\text{mhos}$		
$A_V$	Error Amp Voltage Gain			100		V/V		
$f_{OSC}$	Switching Frequency	$V_{IN} = 1.2\text{V}$	●	500	600	700	$\text{kHz}$	
	Maximum Duty Cycle		●	82	90		%	
	Switch Current Limit	Duty Cycle = 30% (Note 4)		2	3	4.5	A	
	Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 2\text{A}$ ( $25^\circ\text{C}$ , $0^\circ\text{C}$ ), $V_{IN} = 1.5\text{V}$ $I_{SW} = 2\text{A}$ ( $70^\circ\text{C}$ ), $V_{IN} = 1.5\text{V}$		290	350	330	400	$\text{mV}$ $\text{mV}$
	Burst Mode Operation Switch Current Limit (LT1308A)	$V_{IN} = 2.5\text{V}$ , Circuit of Figure 1		400			$\text{mA}$	
	Shutdown Pin Current	$V_{SHDN} = 1.1\text{V}$	●	2	5	$\mu\text{A}$		
		$V_{SHDN} = 6\text{V}$	●	20	35	$\mu\text{A}$		
		$V_{SHDN} = 0\text{V}$	●	0.01	0.1	$\mu\text{A}$		
	LBI Threshold Voltage		●	196	200	204	$\text{mV}$	
			●	194	200	206	$\text{mV}$	
	LBO Output Low	$I_{SINK} = 50\mu\text{A}$	●		0.1	0.25	V	
	LBO Leakage Current	$V_{LBI} = 250\text{mV}$ , $V_{LBO} = 5\text{V}$	●		0.01	0.1	$\mu\text{A}$	
	LBI Input Bias Current (Note 5)	$V_{LBI} = 150\text{mV}$			33	100	$\text{nA}$	
	Low-Battery Detector Gain			3000		V/V		
	Switch Leakage Current	$V_{LBI} = 5\text{V}$	●		0.01	10	$\mu\text{A}$	

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、インダストリアル・グレードは  $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = V_{IN}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$I_Q$	Quiescent Current	Not Switching, LT1308A	●	140	240	$\mu\text{A}$	
		Switching, LT1308B	●	2.5	4	$\text{mA}$	
		$V_{SHDN} = 0\text{V}$ (LT1308A/LT1308B)	●	0.01	1	$\mu\text{A}$	
$V_{FB}$	Feedback Voltage		●	1.19	1.22	1.25	V
$I_B$	FB Pin Bias Current	(Note 3)	●		27	80	$\text{nA}$
	Reference Line Regulation	$1.1\text{V} \leq V_{IN} \leq 2\text{V}$ $2\text{V} \leq V_{IN} \leq 10\text{V}$	●		0.05	0.4	$\%/V$ $\%/V$
	Minimum Input Voltage			0.92	1	V	
$g_m$	Error Amp Transconductance	$\Delta I = 5\mu\text{A}$		60		$\mu\text{mhos}$	
$A_V$	Error Amp Voltage Gain			100		V/V	
$f_{OSC}$	Switching Frequency		●	500	600	750	$\text{kHz}$

# LT1308A/LT1308B

**電気的特性** ●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、インダストリアル・グレードは  $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 1.2\text{V}$ 、 $V_{SHDN} = V_{IN}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS				
	Maximum Duty Cycle		●	82	90	%				
	Switch Current Limit	Duty Cycle = 30% (Note 4)		2	3	4.5	A			
	Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 2\text{A}$ ( $25^\circ\text{C}$ , $0^\circ\text{C}$ ), $V_{IN} = 1.5\text{V}$ $I_{SW} = 2\text{A}$ ( $85^\circ\text{C}$ ), $V_{IN} = 1.5\text{V}$		290	350	330	400	mV		
	Burst Mode Operation Switch Current Limit (LT1308A)	$V_{IN} = 2.5\text{V}$ , Circuit of Figure 1		400			mA			
	Shutdown Pin Current	$V_{SHDN} = 1.1\text{V}$ $V_{SHDN} = 6\text{V}$ $V_{SHDN} = 0\text{V}$	● ●	2	20	5	35	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$		
	LBI Threshold Voltage		●	196	200	204	193	200	207	mV
	LBO Output Low	$I_{SINK} = 50\mu\text{A}$	●		0.1	0.25		V		
	LBO Leakage Current	$V_{LBI} = 250\text{mV}$ , $V_{LBO} = 5\text{V}$	●		0.01	0.1		$\mu\text{A}$		
	LBI Input Bias Current (Note 5)	$V_{LBI} = 150\text{mV}$			33	100		nA		
	Low-Battery Detector Gain				3000			V/V		
	Switch Leakage Current	$V_{LBI} = 5\text{V}$	●		0.01	10		$\mu\text{A}$		

**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:** LT1308ACS8、LT1308ACF、LT1308BCS8、およびLT1308BCFは、インダストリアル温度範囲で性能仕様に適合するように設計され、特性が評価されており、性能仕様に適合すると予想されるが、 $-40^\circ\text{C}$ と $85^\circ\text{C}$ ではテストされない。Iグレード・デバイスは $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で保証されている。

**Note 3:** バイアス電流はFBピンに流れ込む。

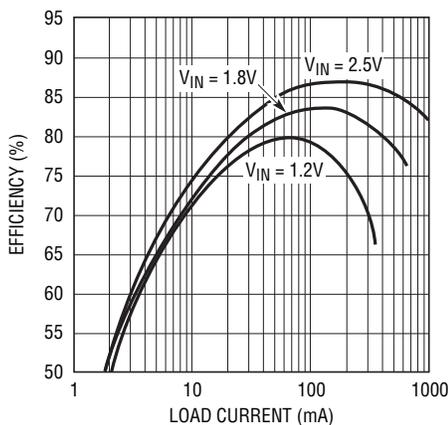
**Note 4:** スイッチ電流制限は設計および静的試験との相関、もしくはそのどちらか一方により保証されている。デューティ・サイクルは、ランプ・ジェネレータにより電流制限に影響を与える（ブロック図を参照）。

**Note 5:** バイアス電流はLBIピンから流れ出す。

**Note 6:** デバイスの4つのGNDピン（ピン4～7）をまとめて結線すること。同様に、デバイスの3つのSWピン（ピン8～10）と、2つの $V_{IN}$ ピン（ピン11、ピン12）をまとめて結線すること。

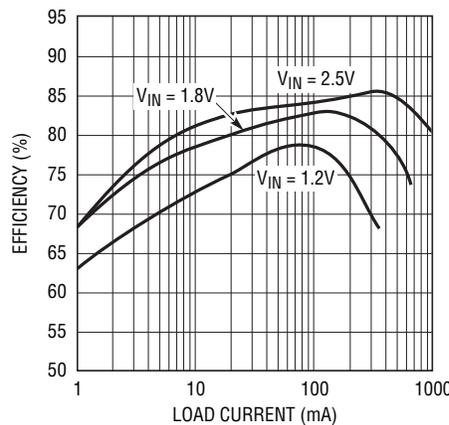
## 標準的性能特性

LT1308Bの3.3V出力効率



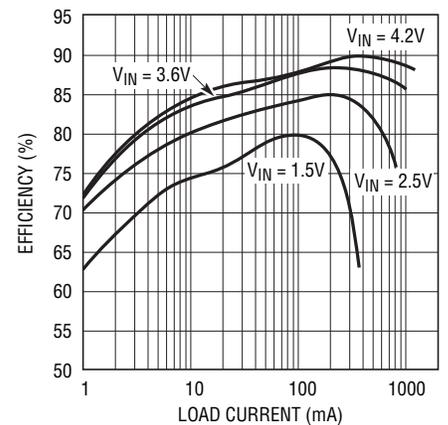
1308A/B 021

LT1308Aの3.3V出力効率



1308A/B 022

LT1308Aの5V出力効率

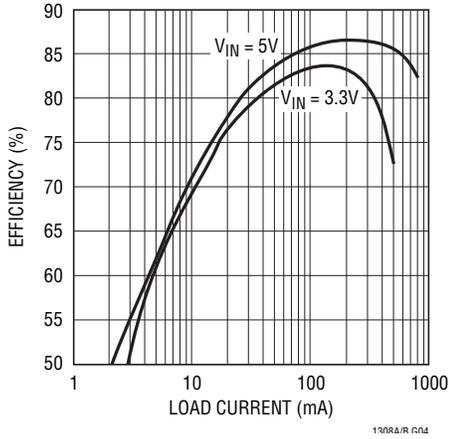


1308A/B 023

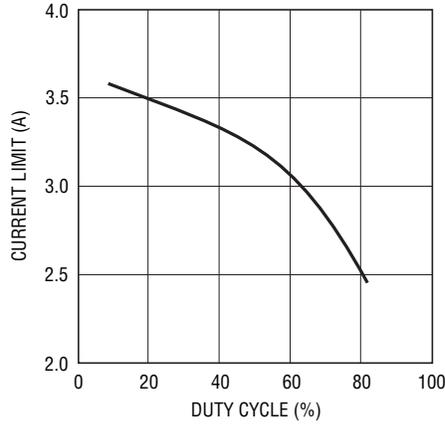
1308abfb

標準的性能特性

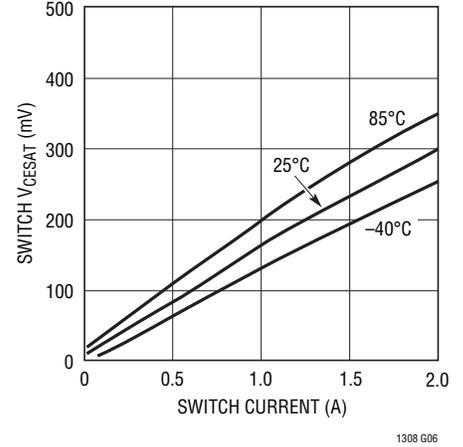
LT1308Bの12V出力効率



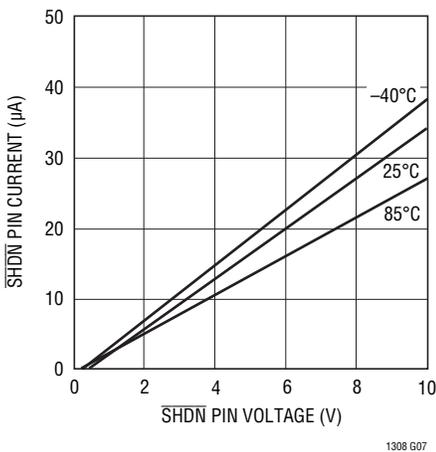
スイッチの電流制限と  
デューティ・サイクル



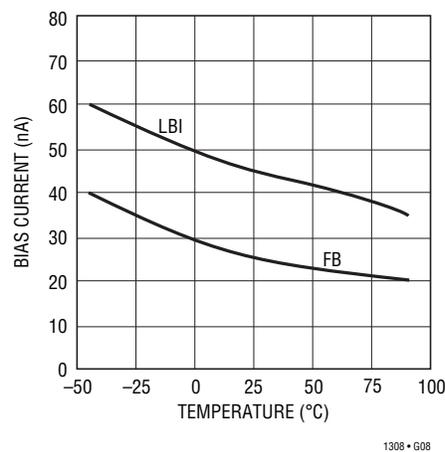
スイッチの飽和電圧と電流



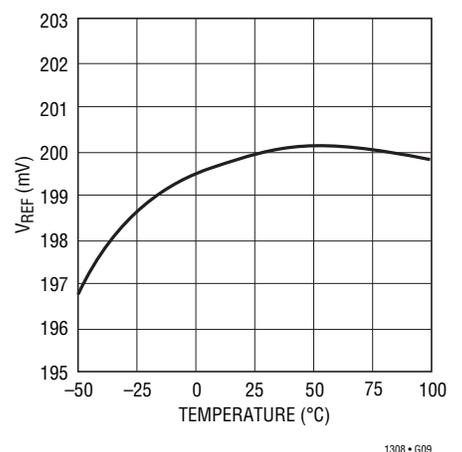
SHDNピンのバイアス電流と電圧



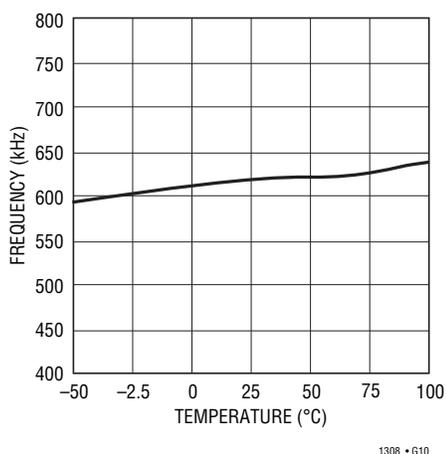
FB、LBIのバイアス電流と温度



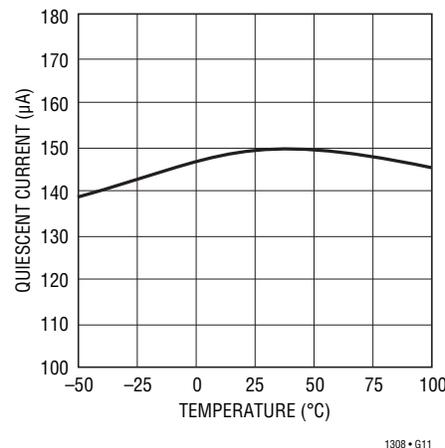
バッテリー低下検出器の  
リファレンス電圧と温度



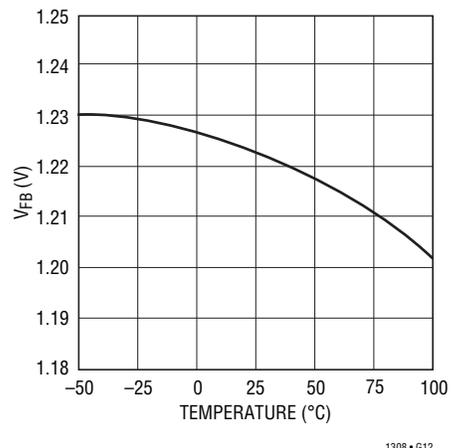
発振器周波数と温度



LT1308Aの消費電流と温度



帰還ピンの電圧と温度



# LT1308A/LT1308B

## ピン機能 (SO/TSSOP)

**V<sub>C</sub> (ピン1/ピン1)** : エラーアンプの補償ピンです。このピンからグラウンドに直列RCを接続します。標準値は47kΩと100pFです。V<sub>C</sub>のトレース面積を最小にしてください。

**FB (ピン2/ピン2)** : 帰還ピン。リファレンス電圧は1.22Vです。ここに抵抗分割器のタップを接続します。FBのトレース面積を最小にしてください。次式に従ってV<sub>OUT</sub>を設定します:

$$V_{OUT} = 1.22V (1 + R1/R2)$$

**SHDN (ピン3/ピン3)** : シャットダウン。このピンを接地すると、スイッチャがオフします。イネーブルするには、1V以上の電圧に接続します。 $\overline{SHDN}$ をV<sub>IN</sub>に接続しなくてもデバイスをイネーブルできます。

**GND (ピン4/ピン4、5、6、7)** : グラウンド。ローカル・グラウンド・プレーンに直接接続してください。グラウンド・プレーンが、LT1308と関連する部品をすべて取り囲むようにします。これらのピンに接続されたPCBの銅領域はヒートシンクとしても機能します。TSSOPパッケージの場合、熱移動を最良にするためにすべてのピンをグラウンドの銅領域に接続してください。これによってチップの発熱を最小限に抑えます。

**SW (ピン5/ピン8、9、10)** : スイッチ・ピン。このピンにはインダクタ/ダイオードを接続します。EMIを低く抑えるために、このピンのトレース面積を最小にしてください。TSSOPパッケージの場合、すべてのSWピンをパッケージのところでまとめて結線してください。

**V<sub>IN</sub> (ピン6/ピン11、12)** : 電源ピン。このピンのすぐ近くに、ローカル・バイパス・コンデンサを接続し、直接接地してください。TSSOPパッケージの場合、すべてのV<sub>IN</sub>ピンをパッケージのところでまとめて結線してください。

**LBI (ピン7/ピン13)** : バッテリ低下検出器入力。200mVリファレンス。LBIの電圧は-100mVと1Vの間になければなりません。 $\overline{SHDN}$ ピンを接地した場合、バッテリ低下検出器は機能しません。使用しない場合は、LBIピンをフロート状態にしてください。

**LBO (ピン8/ピン14)** : バッテリ低下検出器出力。オープンコレクタであり、50μAの電流をシンクできます。220kΩのプルアップを推奨します。 $\overline{SHDN}$ が接地されると、LBOはハイ・インピーダンスになります。

ブロック図

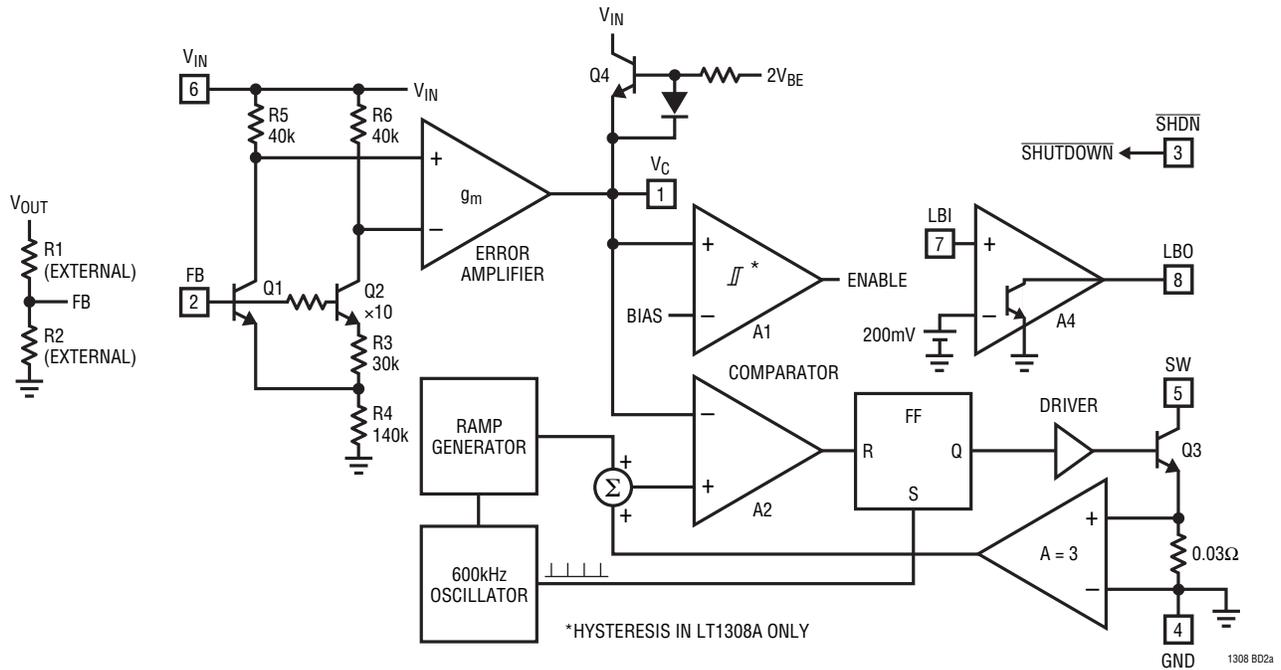


図 2a. LT1308A/LT1308B のブロック図 (SO-8 パッケージ)

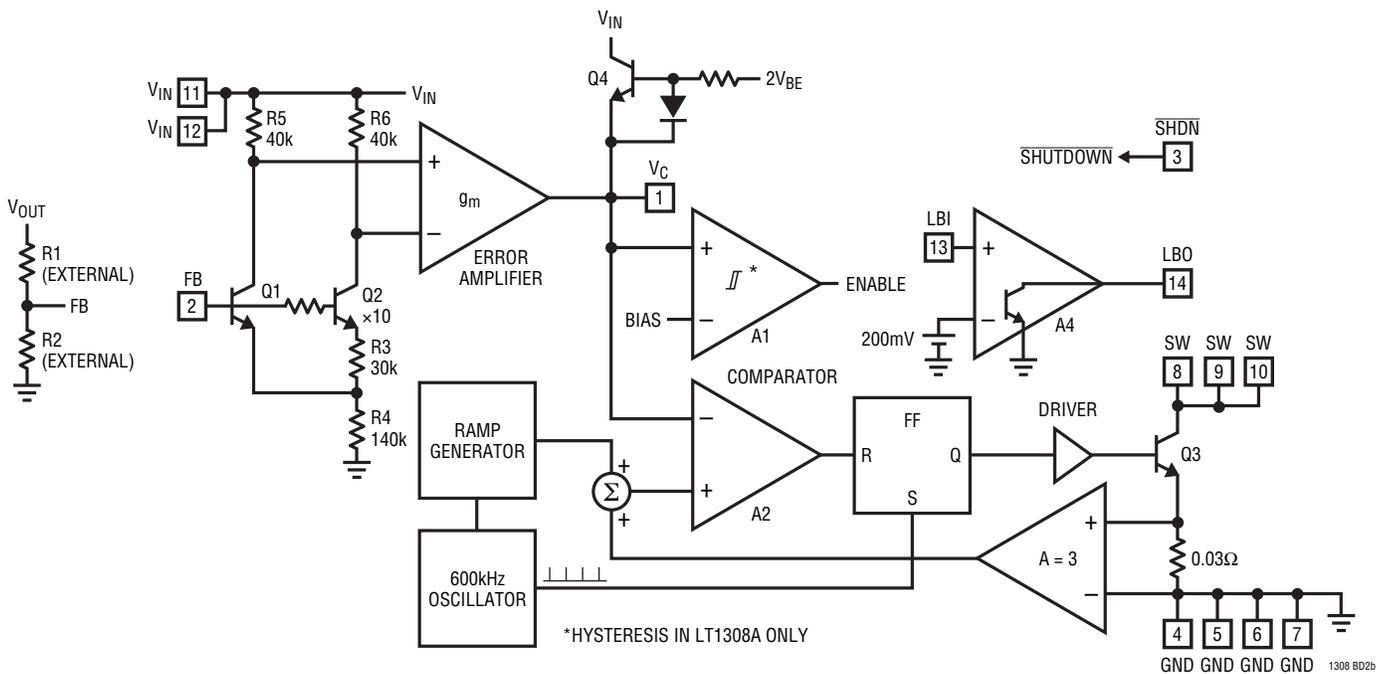


図 2b. LT1308A/LT1308B のブロック図 (TSSOP パッケージ)

## アプリケーション情報

### 動作

LT1308 Aは電流モード固定周波数PWMアーキテクチャとマイクロパワーのBurst Mode動作の組み合わせにより、軽負荷時に高い変換効率を維持します。図2のブロック図を参照すると、動作をよく理解できます。Q1とQ2はバンドギャップ・リファレンスのコアを形成し、そのループはコンバータの出力で閉じられます。VINが1Vの場合、1.22Vの帰還電圧とR5とR6の両端に生じる80mVの電圧降下によって、Q1とQ2のベース・コレクタ接合部が300mVに順バイアスされます。この電圧降下はどちらのトランジスタも飽和させるほど大きくはないため、FBはVINより高い電圧になる可能性があります。負荷が接続されていない場合、FBは1.22Vよりわずかに上昇し、VC（エラーアンプの出力）は低下します。VCがヒステリシスを持つコンパレータA1のバイアス電圧に達すると、A1の出力が“L”になり、入力段、エラーアンプ、バッテリー低下検出器を除くすべての回路をオフします。この状態での全消費電流は140μAです。出力負荷がFB電圧を低下させると、A1の出力が“H”になって、デバイスの残りの部分をイネーブルします。A1の出力が“H”になった後、スイッチ電流は最初約400mAに制限されます。負荷が軽い場合、出力電圧（そしてFB電圧）が上昇し、A1の出力が“L”になってLT1308Aの残りの部分をオフします。低周波数リップル電圧が出力に現れます。リップル周波数は、負荷電流と出力容量によって決まります。このBurst Mode動作は出力を安定化し、デバイスに流れ込む平均電流を低減するので、1mA以下の負荷電流でも高効率を達成します。

出力負荷が十分に増加すると、A1の出力は“H”になったままになり、連続動作を実行します。LT1308Aが連続動作を行っているときは、ピーク・スイッチ電流がVCによって制御され、出力電圧を安定化します。スイッチは各スイッチ・サイクルの始めでオンします。スイッチ電流を表す信号とランプ・ジェネレータ（50%を超えるデューティ・ファクタでの低調波発振を防止するために導入）の合計がVC信号を超えるとコンパレータA2が状態を変えて、フリップフロップをリセットしスイッチをオフします。スイッチ電流が増加すると出力電圧も上昇します。抵抗分割器によって減衰した出力がFBピンに現れ、ループ全体を閉じます。VCピンとグランド間に接続した外付け直列RCネットワークによって周波数補償が行われます。

LBIピンの電圧が200mVより下になると、バッテリー低下検出器A4のオープンコレクタ出力（LBO）が“L”になります。A4にはヒステリシスがないため、一部のアプリケーションではアンプとして使用できます。SHDNピンを“L”にすると、デバイス全体がディスエーブルされます。コンバータをイネーブルするには、SHDNの電圧が1V以上でなければなりません。LT1308のようにVINに接続する必要はありません。

LT1308BはLT1308Aとは異なり、コンパレータA1にヒステリシスがありません。また、100mA未満のインダクタ電流でスイッチングが可能のように、LT1308BではA1のバイアス・ポイントがより低く設定されています。A1にヒステリシスがないので、軽負荷時でもBurst Mode動作に切り換わることなく、固定周波数でスイッチングを続けます。この結果、効率は低下しますが低周波数の出力電圧リップルはありません。

この2つのデバイスの違いは図3から明らかです。図3の上の2つのトレースは、図1に示す部品を使用して、5V出力に設定されたLT1308A/LT1308B回路の動作を示します。入力電圧は3Vです。負荷電流はどちらの回路とも50mAから800mAまでステップ状に増加します。トレースAでは低周波数Burst Mode動作での電圧リップルが見られますが、トレースBでは見られません。

軽負荷では、LT1308Bは1つおきのサイクル・スキップを開始します。これが発生する負荷ポイントは、インダクタ値を大きくすれば低くできます。しかし、出力リップルはLT1308Aの出力リップルより大幅に低い状態が続きます。さらに、LT1308Bを強制的にマイクロパワー・モードにすることができます。マイクロパワー・モードでは、VCピンから40μA以上をシンクすることにより、消費電流が3mAから200μAに減少します。これによってA1の出力が“L”になり、スイッチングが停止します。

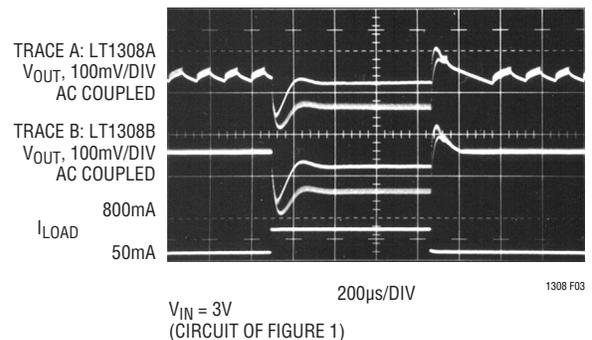


図3. LT1308Aは50mA負荷でのBurst Mode動作時に出力電圧リップルが見れるが、LT1308Bでは見れない。

## アプリケーション情報

10 $\mu$ Fのセラミック出力コンデンサを使用したLT1308Bによる5.5Vから12Vへの昇圧コンバータの波形を図4と図5に示します。図4では、コンバータは連続モードで動作しており、約500mAの負荷電流を供給しています。上段のトレースは出力波形です。出力電圧は、スイッチ・オフ時間の間はインダクタ電流が出力コンデンサに吸いこまれるにつれて上昇し、スイッチがオンの状態では低下します。セラミック・コンデンサはESRが小さいため、この場合のリプル電圧は容量に起因します。中段のトレースはスイッチ電圧の波形です。この電圧は $V_{CESAT}$ と $V_{OUT}$ +ダイオード電圧降下を交互に繰り返します。下段のトレースはスイッチ電流の波形です。スイッチ・サイクルの始めの電流は1.2Aです。スイッチ・オン時間の終了時点では、電流は2Aまで増加しています。この時点でスイッチはオフし、インダクタ電流がダイオードを通過して出力コンデンサに流れ込みます。図5は軽負荷時のコンバータ波形を示しています。この場合、コンバータは不連続モードで動作しています。スイッチ・オフ時間中にインダクタ電流はゼロになり、スイッチ・ノードで若干のリングングが発生します。リングングの周波数は、スイッチ容量、ダイオード容量、およびインダクタンスで決まります。リングングのエネルギーは小さく、その正弦波状の波形は高調波成分がほとんど含まれないことを示しています。スイッチ・ノードでの銅領域の面積を最小化することにより、干渉の問題が発生するのを防ぎます。

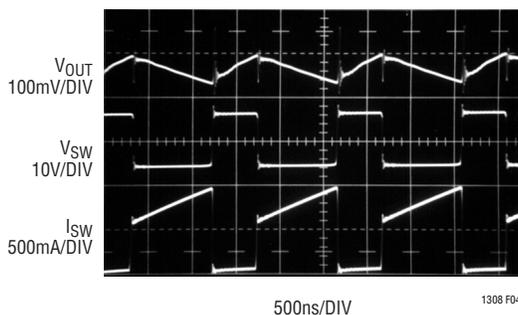


図4. 連続モードでの5Vから12Vへの昇圧コンバータの波形。出力に10 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを使用。

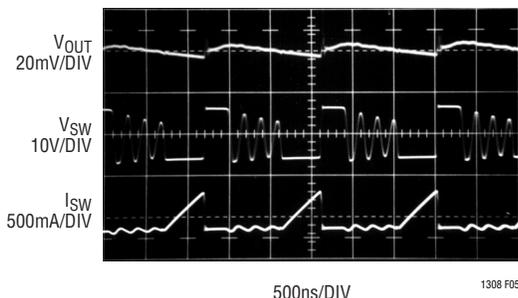


図5. 不連続モードでのコンバータの波形。

## レイアウトのヒント

LT1308A/LT1308Bは電流を高速で切り替えるため、適切な性能を発揮させるには、レイアウトに細心の注意を払う必要があります。**レイアウトが不適切な場合は、規定された性能を得ることができません。**図6にSO-8パッケージを使用した昇圧コンバータの推奨部品配置を示します。PCレイアウトではこれに従ってください。また、スイッチング・ループの直接経路に注意が必要です。入力コンデンサC1はICパッケージの近く(5mm以内)に配置する必要があります。C<sub>IN</sub>とV<sub>IN</sub>の間に10mmほどの短いワイヤまたはPCトレースを配置しても、安定化不能や発振などの問題が発生します。

出力コンデンサC2の負端子は、LT1308A/LT1308Bのグランド・ピンの近くに接続します。これを行うことによって、グランド銅箔でのdI/dtが低減され、高周波スパイクが最小限に抑えられます。グランド・プレーンへのdI/dtの結合を防止するために、DC/DCコンバータのグランドはPC基板のグランド・プレーンに1箇所だけで接続します。

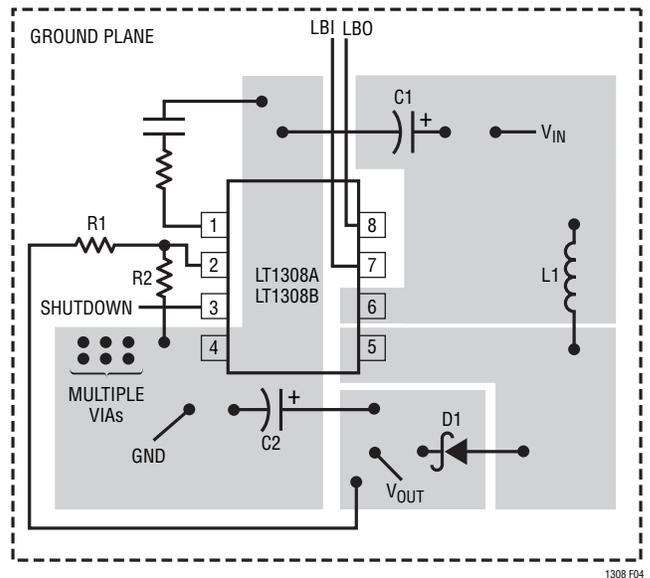


図6. SO-8パッケージを使用した昇圧コンバータ用の推奨部品配置。広いPCトレースを使った直接高電流経路に注意。ピン1(V<sub>C</sub>)とピン2(FB)のトレース面積を最小化。複数のビアを使ってピン4の銅をグランド・プレーンに接続。ビアを1箇所だけに使ってスイッチング電流がグランド・プレーンに流れるのを防止。

図7にTSSOPパッケージを使用した昇圧コンバータの推奨部品配置を示します。部品配置はSO-8パッケージのレイアウトによく似ています。

# LT1308A/LT1308B

## アプリケーション情報

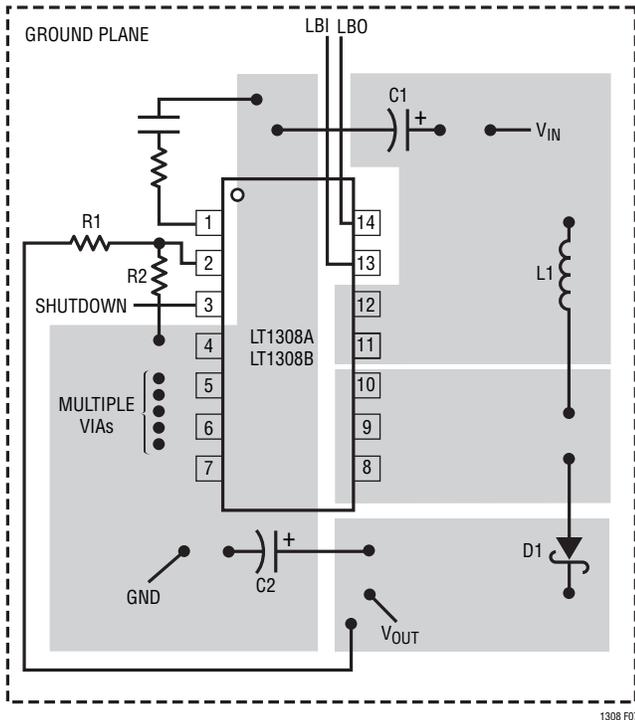


図7. TSSOPパッケージを使用した昇圧コンバータ用の推奨部品配置。配置は図6によく似ている。

SEPIC (Single-Ended Primary Inductance Converter) の回路図を図8に示します。このコンバータ・トポロジーは、出力をまたぐ(出力よりも高いもしくは低い)入力電圧範囲にわたって安定化された出力を生成します。SO-8パッケージによるSEPIC回路の推奨部品配置を図9に示します。

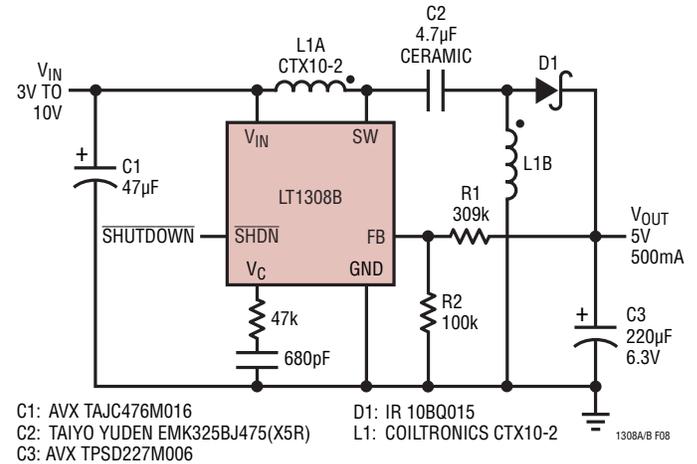


図8. 3V~10Vの入力を5V/500mAの安定化出力に変換するSEPIC (Single-Ended Primary Inductance Converter)コンバータ。

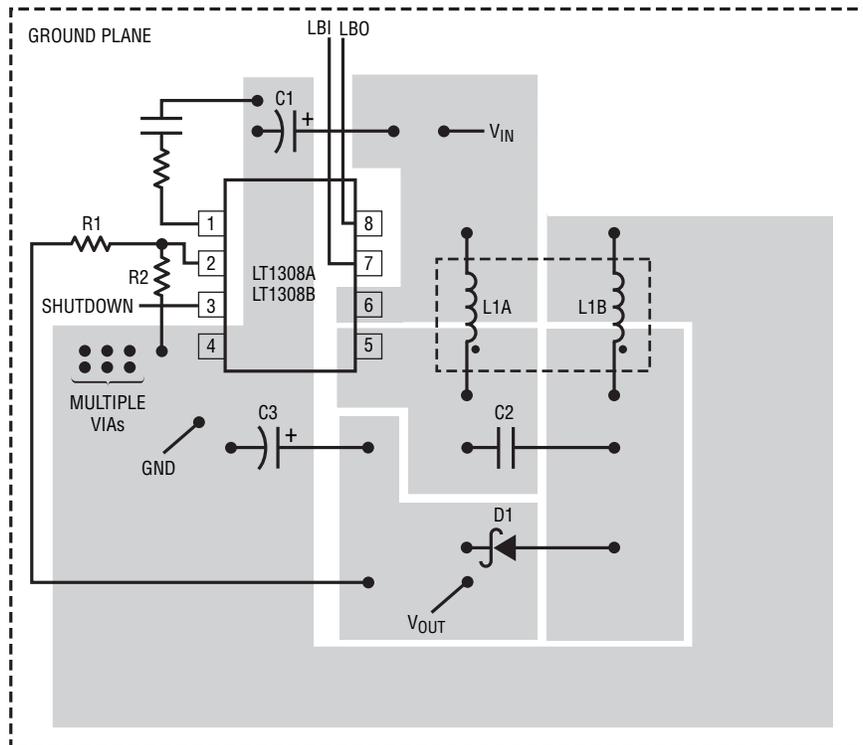


図9. SEPIC用の推奨部品配置

## アプリケーション情報

### SHDN ピン

LT1308A/LT1308BのSHDNピンはLT1308よりも改善されています。このピンは、デバイスをイネーブルするためにV<sub>IN</sub>に接続する必要はなく、必要なのはロジックレベル信号を与えることだけです。SHDNピンの電圧は、V<sub>IN</sub>とは無関係に1V～10Vの範囲で変えることができます。さらに、このピンをフロート状態にすれば接地したのと同じ効果があり、デバイスをシャットダウンして流出電流を1μA以下に減少させることができます。

### バッテリー低下検出器

LT1308A/LT1308Bのバッテリー低下検出器は、LT1308と比較して精度とドライブ能力が改善されています。200mVリファレンスは±2%の精度を持ち、オープンコレクタ出力は50μAをシンク可能です。LT1308A/LT1308Bのバッテリー低下検出器は単純なPNP入力利得段で、オープンコレクタNPN出力を備えています。利得段の負入力は内部で200mVリファレンスに接続されています。正入力はLBIピンです。バッテリー低下検出器として構成することは簡単です。図10に接続構成を詳細に示します。R1およびR2は、LBIピンのバイアス電流が大きな誤差要因にならないよう低い値にする必要があります。R2は100kΩで十分です。200mVリファレンスは、図11に示す方法でも利用することができます。

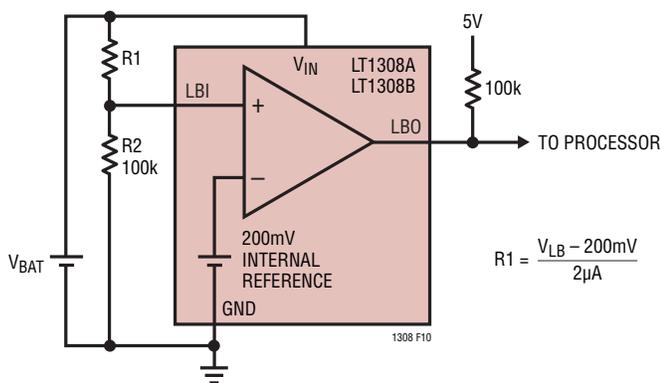


図10. バッテリー低下検出器のトリップ・ポイントの設定

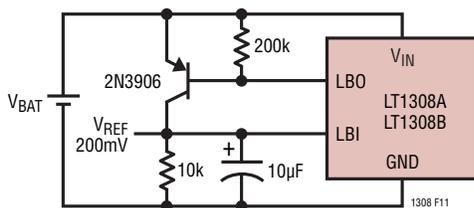


図11. 200mVリファレンスへの利用

バッテリー低下検出器のクロスプロットを図12に示します。195mVから205mVまで変化する入力、LBIピンに与えられ、100kΩのプルアップ抵抗を使用した時のLBO出力波形が表示されています。

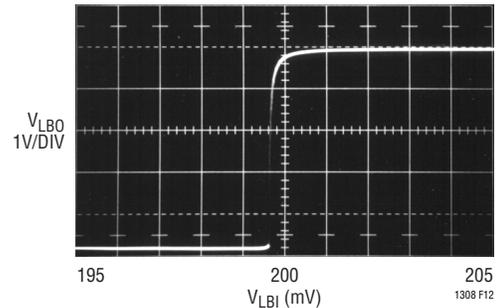


図12. バッテリー低下検出器の入出力特性

### 起動

LT1308A/LT1308Bは、出力から動作電圧を引き出す(「ブートストラッピング」として知られている技法)多くのCMOS DC/DCコンバータとは異なり、重負荷で起動できます。図13は、20Ωの負荷と1.5VのV<sub>IN</sub>の場合の図1の回路の起動波形の詳細を示しています。出力コンデンサが充電されるにつれて、インダクタ電流は3.5Aまで増加します。出力が5Vに達した後、インダクタ電流は約1Aとなります。図14の場合、負荷は5Ωで入力電圧は3Vです。デバイスがイネーブルされた後、出力電圧は500μsで5Vに達します。図15は、10Ω負荷で9V入力で駆動された場合の図5のSEPIC回路の起動波形を示しています。デバイスがイネーブルされてから約1ms後に出力が5Vに達しています。

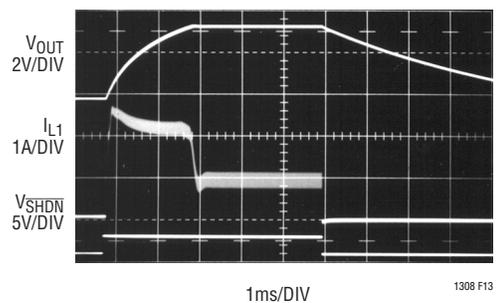


図13. 図1の5V昇圧コンバータ。1.5V入力、20Ω負荷での起動。

## アプリケーション情報

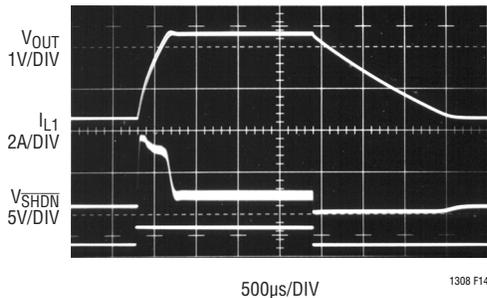


図14. 図1の5V昇圧コンバータ。  
3V入力、5Ω負荷での起動。

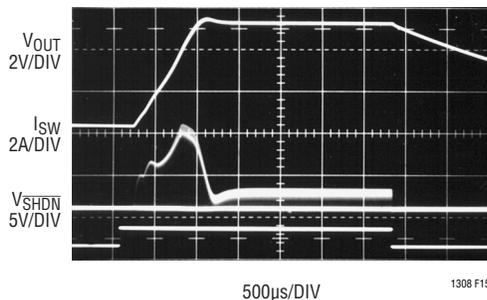


図15. 9V入力、10Ω負荷での5V SEPICの起動。

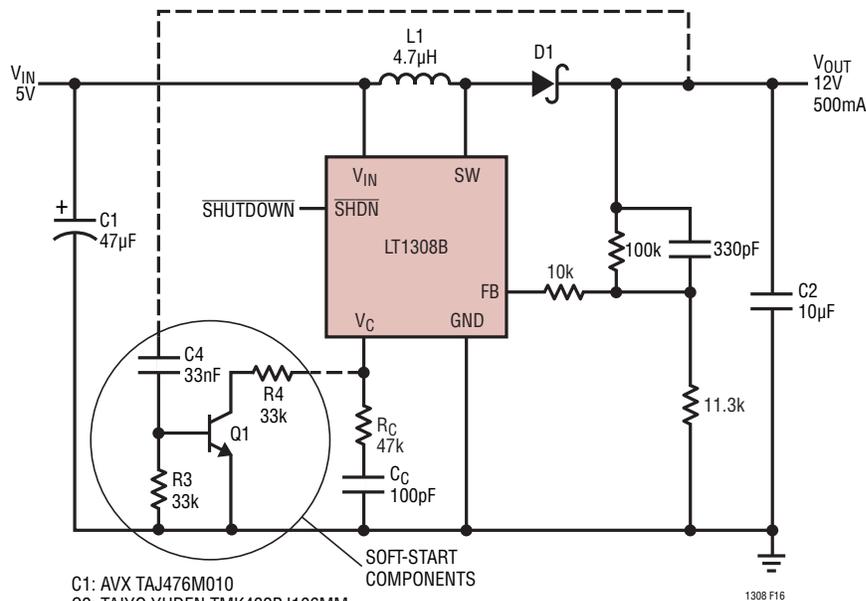
### ソフトスタート

起動時に電流制限値付近の電流で動作することはLT1308A/LT1308Bにとって好ましくない場合があります。たとえば、アル

カリ電池で構成されるバッテリーで駆動される場合がそれにあたります。突入電流が大きな内部電圧降下を生じて、バッテリー低下インジケータを起動させてしまう可能性があるからです。プログラム可能なソフトスタート機能を、4つのディスクリート部品を使用して実現することができます。LT1308Bを使用した5Vから12Vへの昇圧コンバータ回路の詳細を図16に示します。C4はV<sub>OUT</sub>を微分して、V<sub>OUT</sub>が上昇するにつれて電流をR3に流します。この電流が0.7V/33k、つまり21µAを超えると、電流がQ1のベースに流れ込みます。次いでQ1のコレクタがV<sub>C</sub>ピンから電流を引き出し、帰還ループを形成します。この場合、V<sub>OUT</sub>の勾配は以下の式で制限されます。

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta t} = \frac{0.7V}{33k \cdot C4}$$

C4 = 33nFの場合、V<sub>OUT</sub>/tは640mV/msに制限されます。図16の回路での起動波形を図17に示します。ソフトスタート回路が実装されていない場合、突入電流は3Aにも達します。この回路は約250µsで最終出力電圧に到達します。ソフトスタート回路の部品を追加することにより、インダクタ電流は図18に示すように1A以下に抑えられますが、出力が最終電圧に到達するまでの時間は約15msまで増加します。C4の値を調整することにより、望ましい任意のスルーレートを得ることができます。



- C1: AVX TAJ476M010
- C2: TAIYO YUDEN TMK432BJ106MM
- D1: IR 10BQ015
- L1: MURATA LQH6C4R7
- Q1: 2N3904

図16. ソフトスタート用部品 Q1、C4、R3、および R4 を使用した 5V から 12V への昇圧コンバータ。

アプリケーション情報

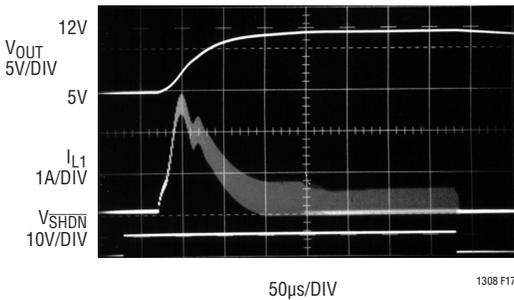


図17. 図16の回路でソフトスタート用部品がない場合の起動波形。

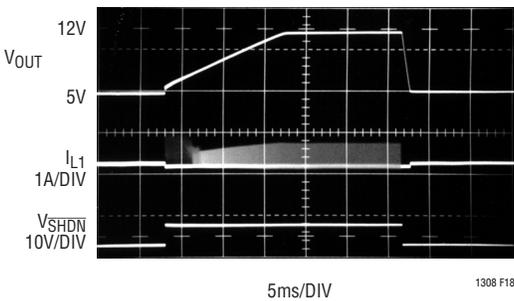


図18. 図16の回路でソフトスタート用部品が追加された場合の起動波形。

部品の選択

ダイオード

ON Semiconductor の MBR5130 と International Rectifier の 10BQ015 が優れた性能を発揮することが分かっています。V<sub>OUT</sub> が 30V を超えるアプリケーションでは、MBRS140 または 10BQ040 などの 40V ダイオードを使用してください。

高さに制限があるアプリケーションの場合、MBRM120 を使用することも可能です。この部品は高さが僅か 1mm であり、MBRS130 と同じ性能を提供します。

インダクタ

LT1308A/LT1308B で使用するのに適したインダクタは、次の 2 つの条件を満たさなければなりません。まず、インダクタは 50% ~ 60% 以上のインダクタンスの減少なしで、3A 以上の過渡電流および起動電流をサポートするだけでなく、2A の定常状態電流を処理できなければなりません。次に、銅損失を最小限に抑えるために、インダクタの直流抵抗 (DCR) を 0.05Ω

以下にする必要があります。ほとんどのアプリケーションでは、許容されるインダクタンス値は 2µH ~ 20µH の範囲で、4.7µH のインダクタンスがベストです。低い値のインダクタは、電流能力が同じ場合は高い値のインダクタより物理的形狀が小さくなります。

LT1308A/LT1308B のアプリケーション回路で優れた性能を発揮することが分かっているいくつかのインダクタを表 1 に示します。このリストに記載した部品は一例にすぎません。

表1

販売元	製品番号	値	電話番号
Murata	LQH6C4R7	4.7µH	770-436-1300
Sumida	CDRH734R7	4.7µH	847-956-0666
Coiltronics	CTX5-1	5µH	561-241-7876
Coilcraft	LPO2506IB-472	4.7µH	847-639-6400

コンデンサ

等価直列抵抗 (ESR) は、コンデンサ、特に出力コンデンサを選択する際に主要な問題となります。

LT1308A/LT1308B の回路で使用するように指定された出力コンデンサは、ESR が低く、特に電源アプリケーション用に設計されています。昇圧コンバータの出力電圧リップルは、ESR にスイッチ電流を掛けた値に等しくなります。AVX の TPSD227M006 220µF タンタル・コンデンサの性能は、図3を参照して評価することができます。負荷電流が 800mA のとき、ピーク・スイッチ電流は約 2A となります。出力電圧リップルは約 60mV<sub>p-p</sub> なので、出力コンデンサの ESR は 60mV/2A、つまり 0.03Ω となります。セラミック・コンデンサを並列に接続すれば、リップルをさらに低減できます。

LT1308A/LT1308B のアプリケーション回路で優れた性能を発揮することが分かっているいくつかのコンデンサを表 2 に示します。このリストに記載した部品は一例にすぎません。

表2

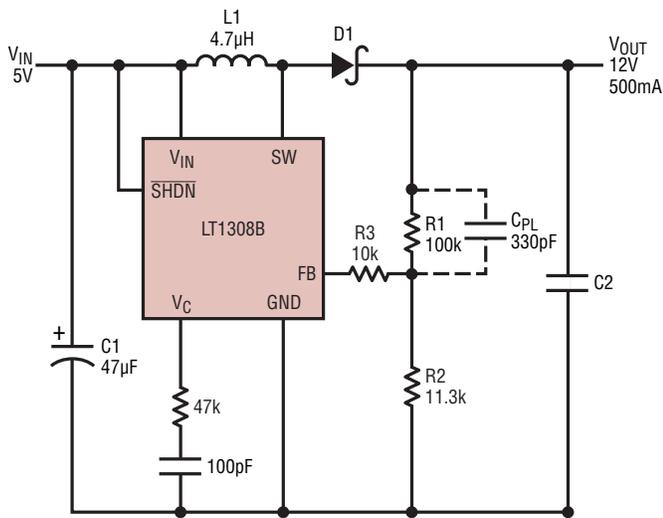
販売元	シリーズ	製品番号	値	電話番号
AVX	TPS	TPSD227M006	220µF, 6V	803-448-9411
AVX	TPS	TPSD107M010	100µF, 10V	803-448-9411
Taiyo Yuden	X5R	LMK432BJ226	22µF, 10V	408-573-4150
Taiyo Yuden	X5R	TMK432BJ106	10µF, 25V	408-573-4150

## アプリケーション情報

### セラミック・コンデンサ

積層セラミック・コンデンサは、小型で、低価格、そしてESRがほぼゼロであるため、よく使用されています。ループの安定性を考慮すれば、LT1308A/LT1308Bの回路でセラミック・コンデンサをうまく使用することができます。タンタル・コンデンサはかなりのESRを持っているため、レギュレータ・ループ内で「ESRによるゼロ」が生じます。このESRによるゼロはループの安定性に有益です。セラミック・コンデンサのESRは大きくないため、これを使用した場合はESRによるゼロは生じません。しかし、LT1308A/LT1308Bは外部補償ピン(V<sub>C</sub>)を備えているため、部品の値は安定性が得られるように調整することができます。また、以下に詳しく説明するように、位相リード・コンデンサを使用して負荷ステップ応答を最適なレベルに調整することも可能です。

C2にタンタルまたはセラミック・コンデンサを使用した5Vから12Vへの昇圧コンバータ回路を図19に示します。入力コンデンサは、最小限のコンデンサ要件が満たされている限り、ループの安定性にはほとんど影響しません。位相リード・コンデンサC<sub>PL</sub>は帰還抵抗R1と並列に接続します。出力に47μFのタンタル・コンデンサを使用した場合に、負荷電流が50mAから500mAにステップ変化したときの出力電圧の負荷ステップ応答波形を図20に示します。位相リード・コンデンサがない場合、リングングが生じており、位相マージンが小さいことを示唆しています。C<sub>PL</sub>が追加された場合の、同じ負荷電流のステップ変化に対する応答の波形は図21のようになります。



C1: AVX TAJC476M010  
 C2: AVX TPSD476M016 (47μF) OR  
 TAIYO YUDEN TMK432BJ106MM (10μF)  
 D1: IR 10BQ015  
 L1: MURATA LQH6C4R7

図19. 5Vから12Vへの昇圧コンバータ

位相マージンが若干回復され、応答が改善されています。次に出力コンデンサC2を10μFのX5R誘電体のセラミック・コンデンサで置き換えた場合を示します。図22は、C<sub>PL</sub>がない場合の負荷ステップ応答波形を示します。出力電圧はタンタル・コンデンサの場合よりも早くセトリングしていますが、かなりのリングングが生じており、やはり位相マージンが小さいことを示唆しています。図23は10μFの出力コンデンサとC<sub>PL</sub>を使用した場合の負荷ステップ応答波形を示します。応答波形はクリーンであり、目立ったリングングは生じていません。セラミック・コンデンサは、ESRが極めて小さいためにスイッチング周波数でのリップルを小さくするという利点があります。V<sub>C</sub>ピンの直列RCと並列にC<sub>PL</sub>を接続することにより、セラミック出

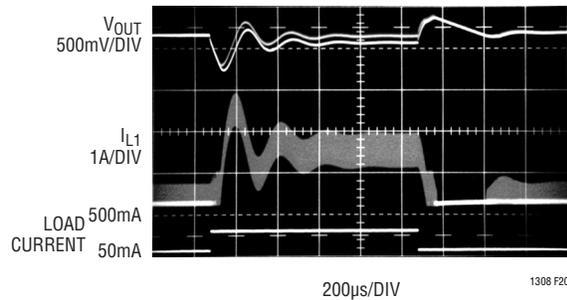


図20. 47μFのタンタル出力コンデンサを使用した場合の、LT1308Bを使った5Vから12Vへの昇圧コンバータの負荷ステップ応答

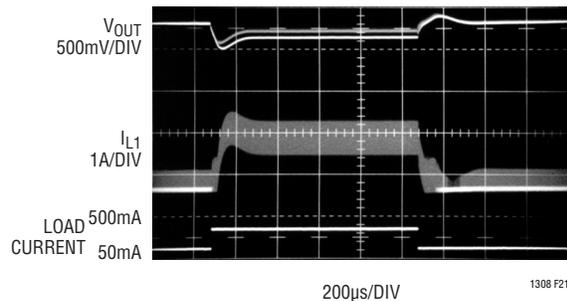


図21. 47μFのタンタル出力コンデンサと位相リード・コンデンサC<sub>PL</sub>を使用した場合の負荷ステップ応答

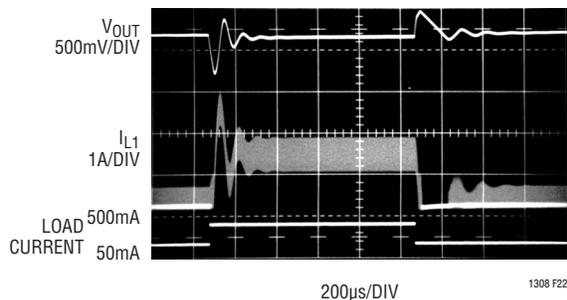


図22. 10μFのX5Rセラミック出力コンデンサを使用した場合の負荷ステップ応答

アプリケーション情報

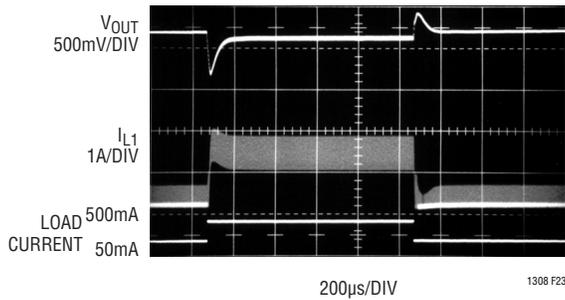


図23. 10µFのX5Rセラミック出力コンデンサとC<sub>pl</sub>を使用した場合の負荷ステップ応答

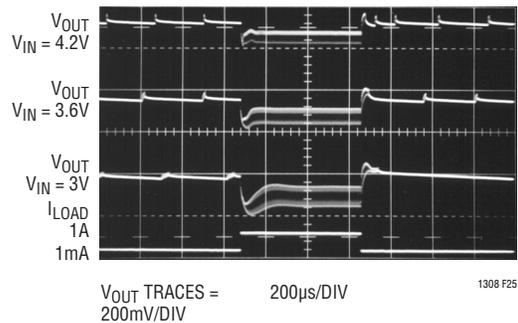


図25. LT1308Aを使ったリチウムイオン・セルから5Vへの昇圧コンバータの1A負荷ステップに対する過渡応答

カコンデンサを使用した場合の応答を最適化するようにループ応答を調整することができます。

GSM および CDMA 電話機

LT1308A/LT1308Bは、GSMまたはCDMA電話機のRFパワー段に電力を供給するために、1個のリチウムイオン・セルから5Vに変換するのに適しています。LT1308A/LT1308Bはエラーアンプの改良によって、外部補償値を低減でき、LT1308より高速な過渡応答が得られます。図24の回路(図1と同じものですが、参考のために再掲載)は、1個のリチウムイオン・セルから5V/1A出力を供給します。図25は、4.2V、3.6V、および3VのVINで動作するLT1308Aの過渡応答の詳細を示しています。10mA負荷ではBurst Mode動作でのリップル電圧が見られます。図26は同じ条件でのLT1308Bの過渡応答を示します。10mA負荷でBurst Modeのリップルがないことに注目してください。

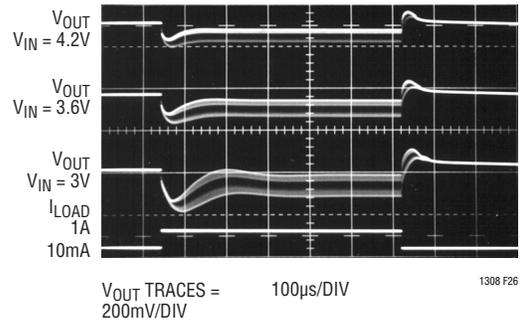


図26. LT1308Bを使ったリチウムイオン・セルから5Vへの昇圧コンバータの1A負荷ステップに対する過渡応答

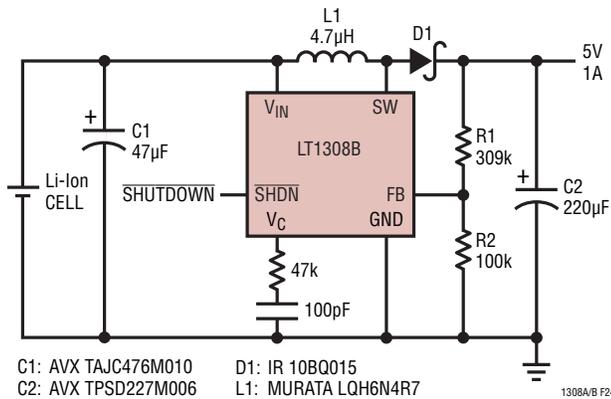
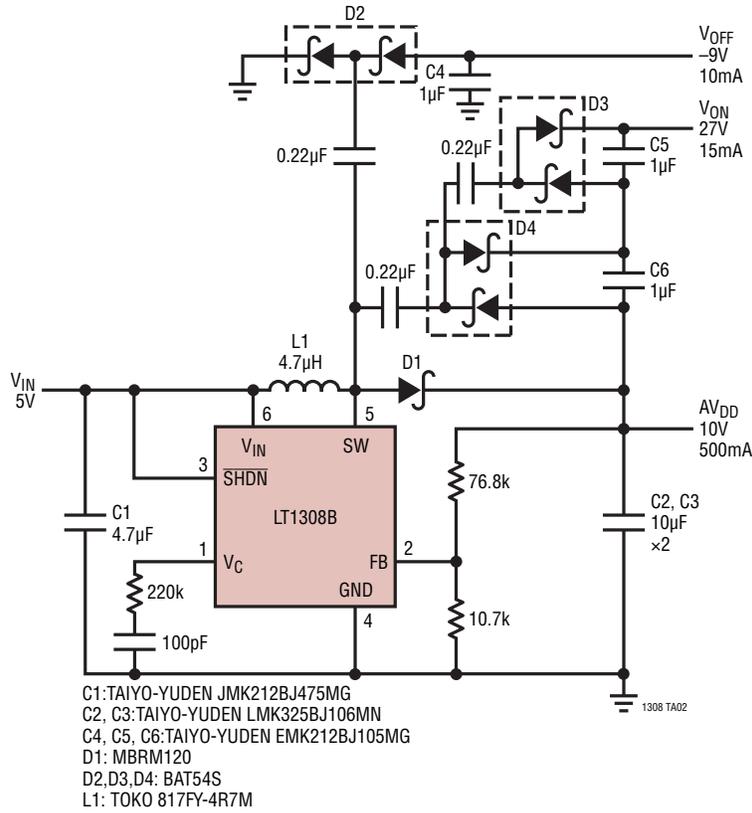


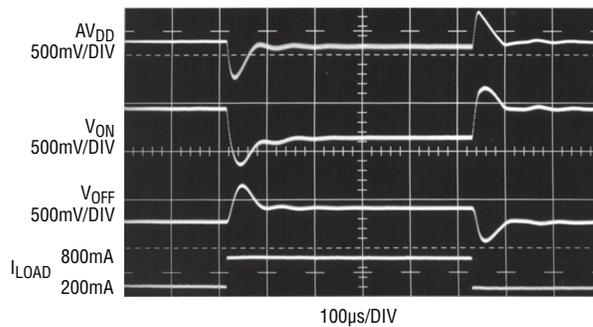
図24. 1Aを供給するリチウムイオン・セルから5Vへの昇圧コンバータ

## 標準的応用例

### トリプル出力 TFTLCD バイアス電源

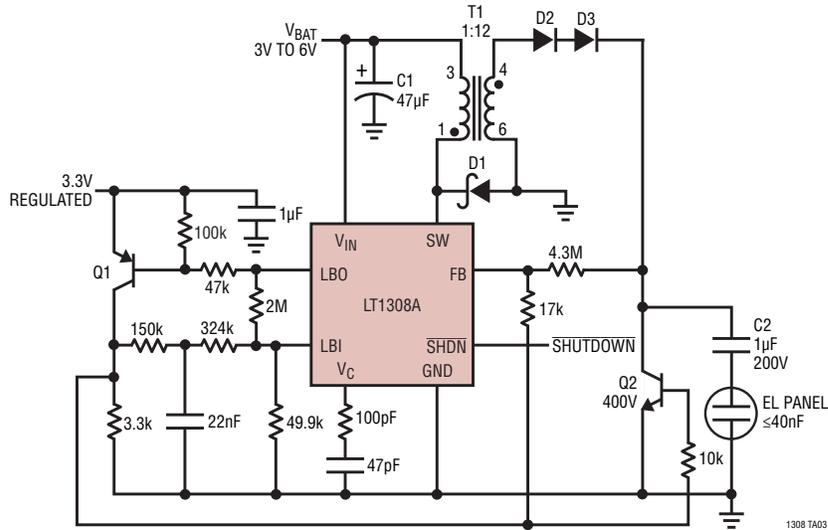


### TFTLCD バイアス電源の過渡応答



標準的応用例

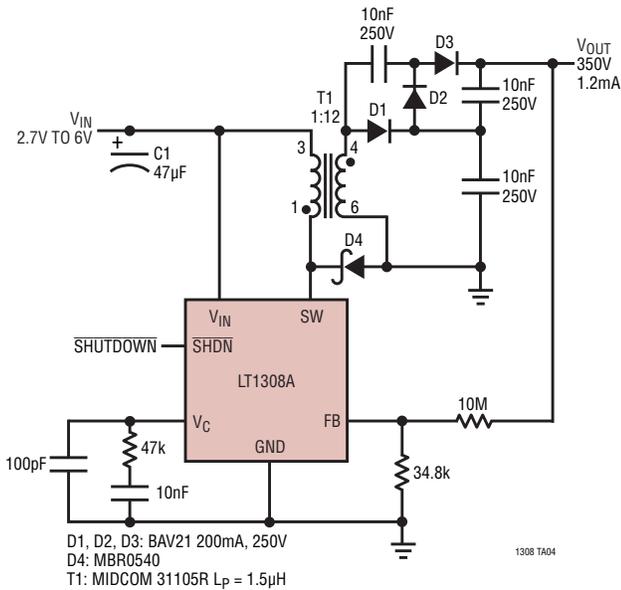
40nF ELパネル・ドライバ



- C1: AVX TAJC476M010  
 C2: VITRAMON VJ225Y105KXCAT  
 D1: BAT54  
 D2, D3: BAV21  
 Q1: MMBT3906  
 Q2: ZETEX FCX458  
 T1: MIDCOM 31105

1308 TA03

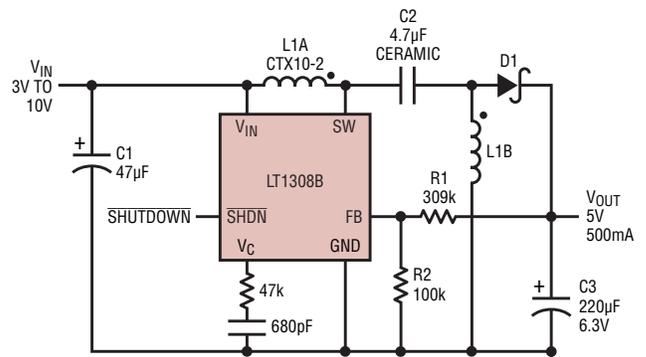
350V/1.2mAの高電圧電源



- D1, D2, D3: BAV21 200mA, 250V  
 D4: MBR0540  
 T1: MIDCOM 31105R  $L_p = 1.5\mu H$

1308 TA04

3V~10Vの入力を5V/500mAの安定化出力に変換する  
SEPICコンバータ



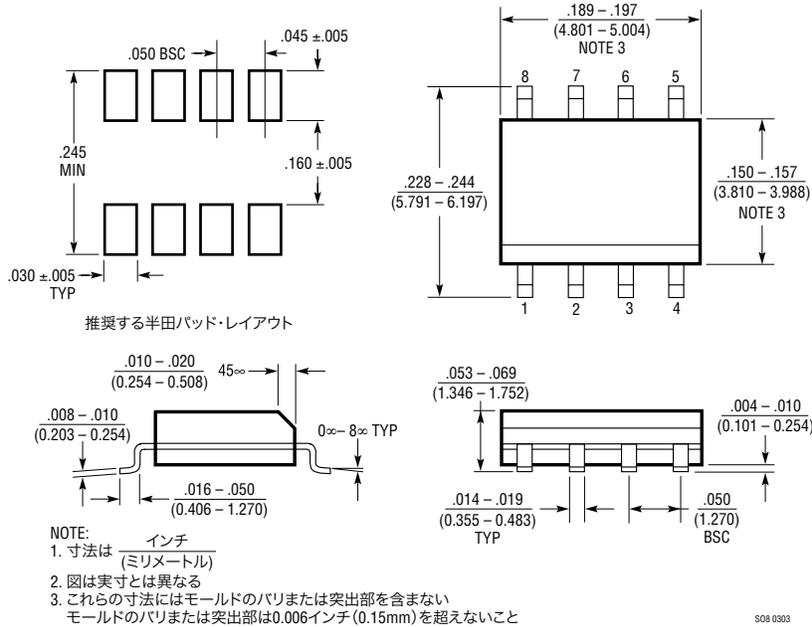
- C1: AVX TAJC476M016  
 C2: TAIYO YUDEN EMK325BJ475(X5R)  
 C3: AVX TPSD227M006  
 D1: IR 10BQ015  
 L1: COILTRONICS CTX10-2

1308A/B TA05

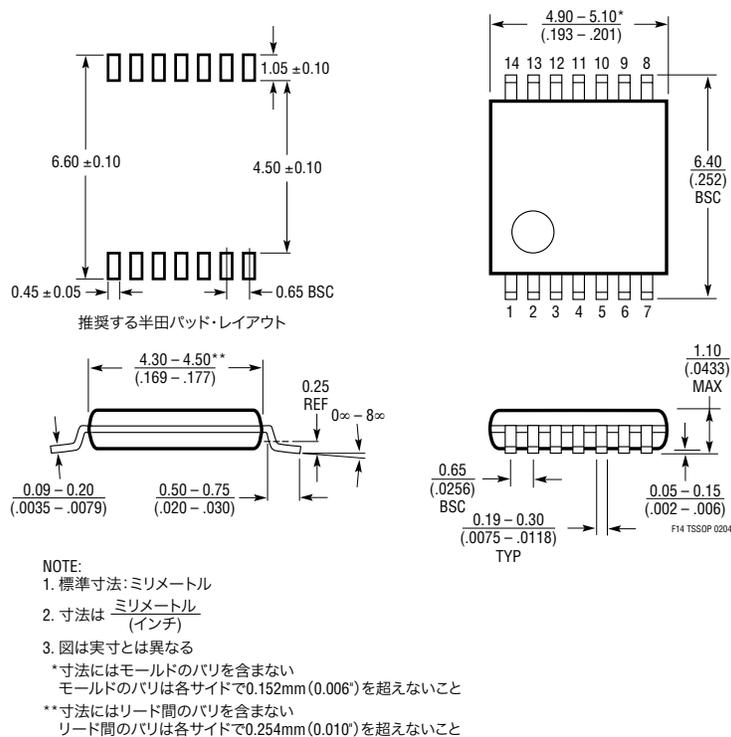
# LT1308A/LT1308B

## パッケージ

### S8パッケージ 8ピン・プラスチック・スモール・アウトライン(細型0.150インチ) (Reference LTC DWG # 05-08-1610)



### Fパッケージ 14ピン・プラスチック TSSOP (4.4mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1650)



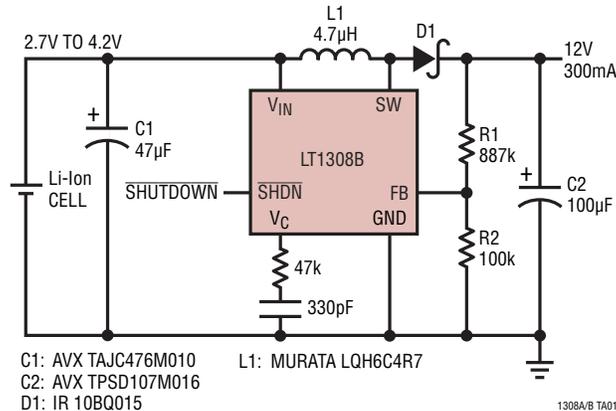
**改訂履歴** (改訂履歴はRev Bから開始)

REV	日付	概要	ページ番号
B	12/10	Fパッケージを廃止	2

# LT1308A/LT1308B

## 標準的応用例

リチウムイオン・セルから12V/300mAを出力する昇圧DC/DCコンバータ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1302	高出力電流マイクロパワー DC/DC コンバータ	2Vから5V/600mA、2A内部スイッチ、 $I_Q$ :200mA
LT1304	2セル・マイクロパワー DC/DC コンバータ	5V/200mA、シャットダウン時にもアクティブなバッテリー低下検出器
LT1307/LT1307B	1セル、マイクロパワー、600kHz PWM DC/DC コンバータ	1セルから3.3V/75mA、MSOPパッケージ
LT1316	プログラム可能な電流制限機能付き Burst Mode 動作 DC/DC コンバータ	最小1.5V、ピーク電流制限を精密制御
LT1317/LT1317B	マイクロパワー、600kHz PWM DC/DC コンバータ	$I_Q$ :100µA、最小1.5Vの $V_{IN}$ で動作
LTC <sup>®</sup> 1474	マイクロパワー降圧 DC/DC コンバータ	94%の効率、 $I_Q$ :10µA、9Vから5V/250mAを出力
LTC1516	2セルから5Vへの安定化チャージ・ポンプ	$I_Q$ :12µA、インダクタなし、3V入力から5V/50mAを出力
LTC1522	マイクロパワー、5Vチャージ・ポンプ DC/DC コンバータ	安定化された5V±4%の出力電圧、3V入力から20mA
LT1610	1セル・マイクロパワー DC/DC コンバータ	1Vから3V/30mAを出力、1.7MHzの固定周波数
LT1611	5ピン SOT-23 パッケージの1.4MHz反転スイッチング・レギュレータ	5V入力から-5V/150mAを出力、小型 SOT-23 パッケージ
LT1613	5ピン SOT-23 パッケージの1.4MHzスイッチング・レギュレータ	4.4V入力から5V/200mAを出力、小型 SOT-23 パッケージ
LT1615	5ピン SOT-23 パッケージのマイクロパワー昇圧 DC/DC コンバータ	$I_Q$ :20µA、36V、350mA スイッチ
LT1617	SOT-23 パッケージのマイクロパワー反転 DC/DC コンバータ	$V_{IN}$ = 1V ~ 15V、 $V_{OUT}$ : -34V まで
LTC1682	低ノイズ LDO 付きダブラー・チャージ・ポンプ	可変または固定 3.3V、5V 出力、出力ノイズ: 60µV <sub>RMS</sub>
LT1949	600kHz、1A スイッチ PWM DC/DC コンバータ	1.1A、0.5Ω、30V の内部スイッチ、最小 1.5V の $V_{IN}$
LT1949-1	1.1MHz、1A スイッチ DC/DC コンバータ	LT1949 の 1.1MHzバージョン

1308abfb