

特長

- 入力電圧より高い、低い、または等しい出力電圧を安定化
- 広い入力電圧範囲: 2.4V ~ 25V、1V未満 ~ 25V (EXTV_{CC} 入力を使用)
- V_{OUT} の電圧範囲: 1V ~ 25V
- 可変出力電圧 (LTC®3130)
- 選択可能な4つの固定出力電圧 (LTC3130-1)
- Burst Mode® 動作での無負荷時の入力電流: 1.2μA (V_{IN} = 12V、V_{OUT} = 5V)
- 降圧モードでの出力電流: 600mA
- ピンで選択可能な850mA/450mAの電流制限 (LTC3130)
- 効率: 最大95%
- ピンで選択可能なBurst Mode動作
- 超低ノイズPWM周波数: 1.2MHz
- 高精度のRUNピンしきい値
- パワーグッド・インジケータ
- プログラム可能な最大電力点制御
- シャットダウン時のI_Q: 500nA
- 熱特性が改善された20ピン3mm×4mm QFNパッケージおよび16ピンMSOPパッケージ

アプリケーション

- 長寿命のバッテリー駆動計器
- 携帯軍用無線
- 低消費電力センサ
- 太陽電池パネルのポスト・レギュレータ/充電器

概要

LTC3130/LTC3130-1は、広い入力電圧および出力電圧の範囲を備える高効率、低ノイズの昇降圧コンバータです。軽負荷時に高い効率で動作させるため、Burst Mode動作を選択して、静止電流をわずか1.6μAに減少させることができます。コンバータの起動は、わずか7.5μWの電源から実現されます。

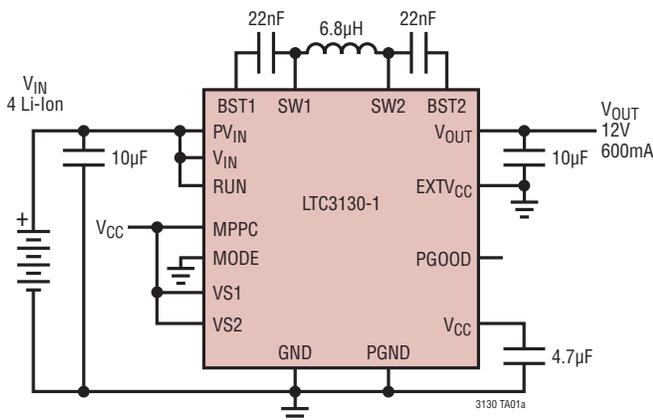
LTC3130/LTC3130-1は、超低ノイズの1.2MHz PWMアーキテクチャを採用しています。このアーキテクチャでは、小型で高さの低いインダクタおよびセラミック・コンデンサを使用できるようにすることで、ソリューションの実装面積を最小限に抑えています。ループ補償回路およびソフトスタート回路を内蔵しているので、外付け部品数を削減し、設計が簡単です。このデバイスは、レギュレータのターンオンを予測可能にする高精度のRUNピンコンパレータしきい値と、太陽電池パネルなどの理想的ではない電源から最大の電力を確実に抽出する最大電力点制御(MPPC)機能を備えています。LTC3130-1は、選択可能な4つの固定出力電圧を提供するために、分圧器を内蔵しています。

その他の機能は、パワーグッド出力、外部V_{CC}入力、サーマル・シャットダウンなどです。

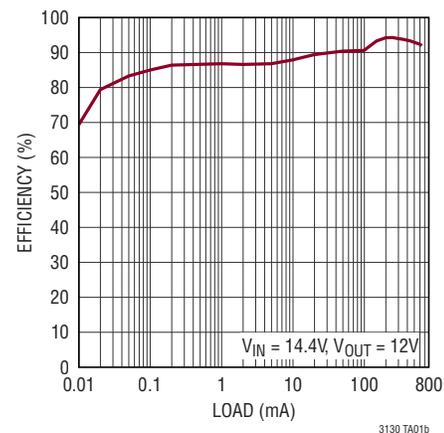
LTC3130およびLTC3130-1は、熱特性が改善された3mm×4mmの20ピンQFNパッケージおよび16ピンMSOPパッケージで供給されます。

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



効率と負荷



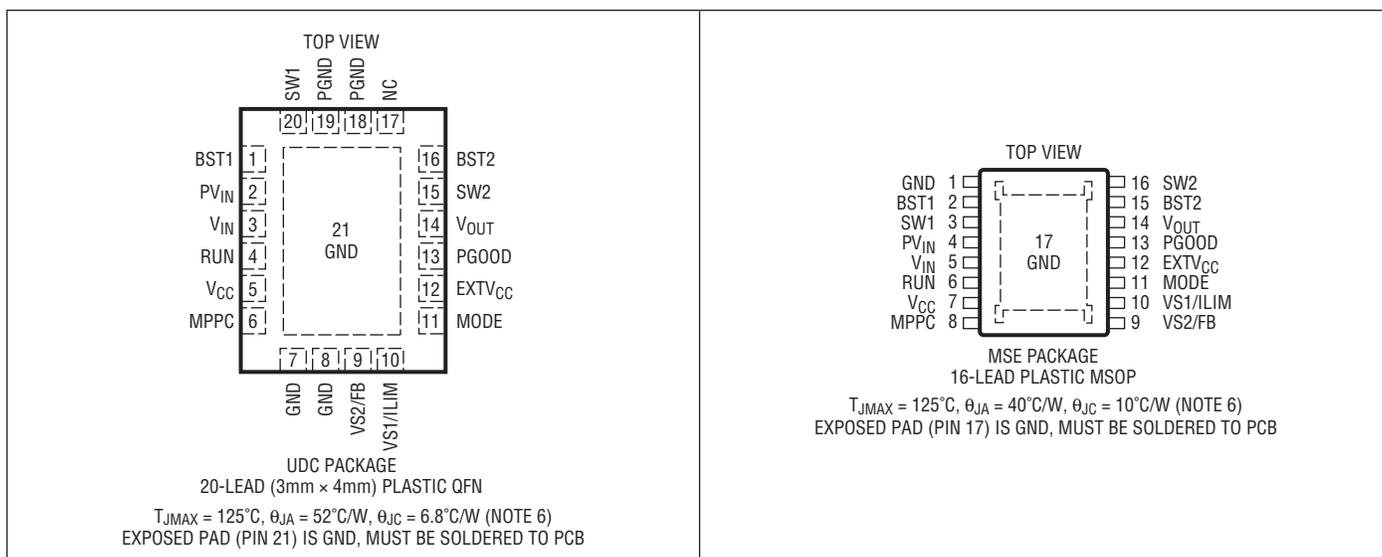
LTC3130/LTC3130-1

絶対最大定格 (Note 1, 8)

PV _{IN} 、V _{IN} 、V _{OUT} の電圧	.....-0.3V ~ 27.5V
EXTV _{CC} の電圧	.....-0.3V ~ 27.5V
BST1、BST2の電圧	..... (SW - 0.3V) ~ (SW + 6V)
RUN、PGOODの電圧	.....-0.3V ~ 27.5V
MODE、MPPC	.....-0.3 ~ 6V
VS1、VS2の電圧(LTC3130-1)	.....-0.3 ~ 6V
ILIM、FBの電圧(LTC3130)	.....-0.3 ~ 6V
PGOODシンク電流	.....12mA

動作接合部温度範囲 (Note 2, 5, 6)	.....-40°C ~ 125°C
保存温度範囲	.....-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	
MSE	.....300°C

ピン配置



発注情報

<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3130#orderinfo>

無鉛仕上げ	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
LTC3130EUDC#PBF	LTC3130EUDC#TRPBF	LGTS	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3130EUDC-1#PBF	LTC3130EUDC-1#TRPBF	LGTT	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3130IUDC#PBF	LTC3130IUDC#TRPBF	LGTS	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3130IUDC-1#PBF	LTC3130IUDC-1#TRPBF	LGTT	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3130EMSE#PBF	LTC3130EMSE#TRPBF	3130	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3130EMSE-1#PBF	LTC3130EMSE-1#TRPBF	31301	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3130IMSE#PBF	LTC3130IMSE#TRPBF	3130	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3130IMSE-1#PBF	LTC3130IMSE-1#TRPBF	31301	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C

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。* 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。
鉛フリー製品の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。
テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/>。
一部のパッケージは、指定販売チャンネルを通じて、#TRMPBFの接尾辞付きで500単位のリールで供給されます。

電気的特性

●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2)。注記がない限り、 $PV_{IN} = V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN} Start-Up Voltage	EXTV _{CC} = 0V	●		2.30	2.40	V
	EXTV _{CC} > 3.15V, RUN > 1.1V	●		0.6	1.0	V
Input Voltage Range	EXTV _{CC} > 3.15V, RUN > 1.1V	●	0.6		25	V
Output Voltage Adjust Range (LTC3130)		●	1.0		25	V
Feedback Voltage (LTC3130)	For External FB Resistor Applications From -40°C to $+85^\circ\text{C}$ (Note 3)	●	0.975	1.000	1.020	V
			0.980	1.000	1.020	V
Feedback Input Current (LTC3130)	FB = 1.1V			0.1	10	nA
Fixed V_{OUT} Voltages (LTC3130-1)	VS1 = VS2 = 0V	●	1.75	1.80	1.85	V
	VS1 = V _{CC} , VS2 = 0V	●	3.20	3.3	3.39	V
	VS1 = 0V, VS2 = V _{CC}	●	4.85	5.0	5.125	V
	VS1 = VS2 = V _{CC}	●	11.64	12.0	12.30	V
V_{IN} Quiescent Current – Shutdown	RUN < 0.2V			500	850	nA
V_{IN} Quiescent Current – UVLO	0.85V < RUN < 0.9V, EXTV _{CC} = 0V			1.4	2.4	μA
V_{IN} Quiescent Current – Burst Mode Operation (Sleeping)	FB > 1.02V (LTC3130), $V_{OUT} > V_{REG}$ (LTC3130-1), MODE = 0V, RUN = V_{IN} , MPPC > 1.05V			1.6	2.7	μA
NMOS Switch Leakage on V_{IN} and V_{OUT}	SW1 = SW2 = 0V, $V_{IN} = V_{OUT} = 25\text{V}$			5	100	nA
NMOS Switch On-Resistance	V _{CC} = 4V			0.35		Ω
Inductor Average Current Limit	LTC3130-1 (Note 4), LTC3130: ILIM = V _{CC} (Note 4)	●	660	850	1200	mA
	LTC3130: ILIM = 0V (Note 4)	●	250	450	650	mA
Inductor Peak Current Limit	LTC3130-1 (Note 4), LTC3130: ILIM = V _{CC} (Note 4)	●	0.9	1.3	1.7	A
	LTC3130: ILIM = 0V (Note 4)	●	0.6	0.85	1.15	A
Maximum Boost Duty Cycle (Percentage of Period SW2 is Low)	LTC3130-1: $V_{OUT} < V_{REG}$ (Note 7), LTC3130: FB < 0.975V (Note 7)	●	91	94	97	%
Minimum Duty Cycle	LTC3130-1: $V_{OUT} > V_{REG}$ (Note 7), LTC3130: FB > 1.02V (Note 7)	●			0	%
Switching Frequency		●	1.00	1.20	1.40	MHz
SW1 and SW2 Minimum Low Time	(Note 3)			70		ns
MPPC Reference Voltage		●	0.95	1.00	1.05	V
MPPC Input Current	MPPC = 5V			1	20	nA
RUN Logic Threshold to Enable Reference		●	0.2	0.6	0.85	V
RUN Threshold to Enable Switching (Rising)	$V_{IN} > 2.4\text{V}$ or EXTV _{CC} > 3.15V	●	1.01	1.05	1.09	V
RUN Threshold Hysteresis		●	90	100	110	mV
RUN Input Current	RUN = 25V			1	30	nA
	RUN = 1V			0.1	5	nA
ILIM Input Logic High	(LTC3130)	●	1.1			V
ILIM Input Logic Low	(LTC3130)	●			0.35	V
ILIM Input Current	(LTC3130) ILIM = 5V			1	20	nA
VS1, VS2 Input Logic High	(LTC3130-1)	●	1.1			V
VS1, VS2 Input Logic Low	(LTC3130-1)	●			0.35	V
VS1, VS2 Input Current	(LTC3130-1) VS1, VS2 = 5V			1	20	nA
MODE Input Logic High		●	1.1			V
MODE Input Logic Low		●			0.35	V
MODE Input Current	MODE = 5V (If RUN is Low or V _{CC} is in UVLO)			1	20	nA
	MODE = 5V (If Switching is Enabled)			1.7	4	μA

LTC3130/LTC3130-1

電気的特性

●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2)。注記がない限り、 $PV_{IN} = V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Soft-Start Time	For Average Inductor Current to Reach Limit		12		ms
V_{CC} Voltage	$(EXTV_{CC} \text{ or } V_{IN}) > 4.7\text{V}$, $RUN > 0.85\text{V}$		4		V
V_{CC} Voltage -- Shutdown	$RUN \leq 0.2\text{V}$		3.25		V
V_{CC} Dropout Voltage ($V_{IN} - V_{CC}$)	$V_{IN} = 3.0\text{V}$, Switching		50	100	mV
V_{CC} Current Limit	$V_{CC} = 0\text{V}$		17	34	mA
V_{CC} UVLO Threshold (Rising)		● 2.20	2.3	2.40	V
V_{CC} UVLO Hysteresis		100	120	135	mV
$EXTV_{CC}$ Enable Threshold		● 2.85	3.0	3.15	V
$EXTV_{CC}$ Enable Hysteresis			260		mV
$EXTV_{CC}$ Input Operating Range		● 3.15		25	V
$EXTV_{CC}$ Quiescent Current – Burst Mode Operation (Sleeping)	$EXTV_{CC} > 3.15\text{V}$, $FB > 1.02\text{V}$ (LTC3130), $MPPC > 1.05\text{V}$ $V_{OUT} > V_{REG}$ (LTC3130-1), $MODE = 0\text{V}$, $RUN > 1.10\text{V}$		1.6	2.5	μA
$EXTV_{CC}$ Quiescent Current – Shutdown	$EXTV_{CC} = 5\text{V}$, $RUN < 0.2\text{V}$		400	750	nA
$EXTV_{CC}$ Current Limit	$V_{CC} = 0\text{V}$, $EXTV_{CC} = 15\text{V}$		32	68	mA
V_{IN} Sleep Current When Powered by $EXTV_{CC}$	$FB > 1.02\text{V}$ (LTC3130), $V_{OUT} > V_{REG}$ (LTC3130-1), $EXTV_{CC} > 3.15\text{V}$, $MODE = 0\text{V}$, $RUN > 1.10\text{V}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $MPPC > 1.05\text{V}$		600		nA
V_{OUT} UV Threshold	Rising	● 0.35	0.7	0.95	V
V_{OUT} UV Hysteresis			55		mV
V_{OUT} Quiescent Current – Shutdown			$\frac{(V_{OUT}-1)}{27}$	$\frac{(V_{OUT})}{17}$	μA
V_{OUT} Quiescent Current – Burst Mode Operation (Sleeping)	$MODE = 0\text{V}$, $FB > 1.02\text{V}$, $MPPC > 1.05\text{V}$		$\frac{(V_{OUT}-1)}{27}$	$\frac{(V_{OUT})}{17}$	μA
PGOOD Threshold, Rising	Referenced to Programmed V_{OUT} Voltage	-7.0	-5.0	-3.0	%
PGOOD Hysteresis	Referenced to Programmed V_{OUT} Voltage		2.5		%
PGOOD Voltage Low	$I_{SINK} = 1\text{mA}$		165	250	mV
PGOOD Leakage	PGOOD = 25V		1	50	nA

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回復不可能な損傷を与える可能性がある。また、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おそれがある。

Note 2: LTC3130/LTC3130-1 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。LTC3130E/LTC3130E-1 は、 $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度で仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC3130I/LTC3130I-1 は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。接合部温度 (T_J) は、周囲温度 (T_A) および電力損失 (P_D) から次の式に従って計算される。

$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA}) \text{ } ^\circ\text{C/W}$$

ここで、 θ_{JA} はパッケージの熱インピーダンスである。これらの仕様を満たす最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗および他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 3: 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行われぬ。

Note 4: 電流測定は出力がスイッチングしていないときに行われる。

Note 5: このデバイスには、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は 165°C を超える。規定された最高動作接合部温度を超える動作が継続すると、デバイスの劣化または故障が生じる恐れがある。

Note 6: パッケージの露出した裏面を PC ボードのグラウンド・プレーンに半田付けしないと、熱抵抗ははるかに大きくなる。

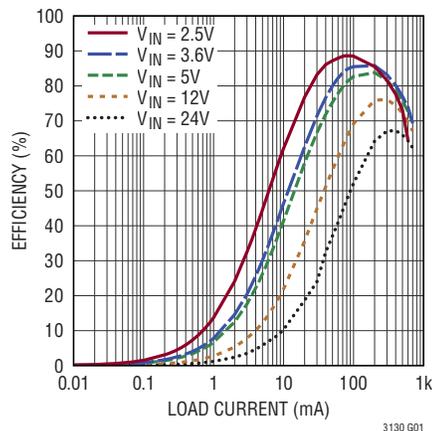
Note 7: スイッチ・タイミングの測定は開ループ・テスト構成で行われる。スイッチ・ピンの電圧がインダクタ電流の大きさと期間に左右される場合、非重複期間の間スイッチ・ピンに電圧差が生じることにより、アプリケーションのタイミングがこれらの値からいくらか変化する可能性がある。

Note 8: 製品のデモボード、またはデータシートやアプリケーションノートに使用または説明されているような良好なレイアウト方法が使用されていれば、絶対最大定格で規定されている DC 制限値を超える電圧トランジェントが SW ピンにかかっても、通常動作が中断されることはない。

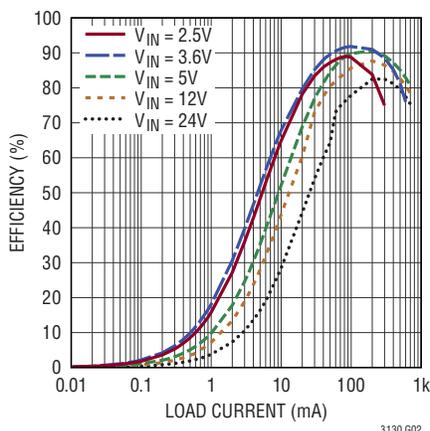
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

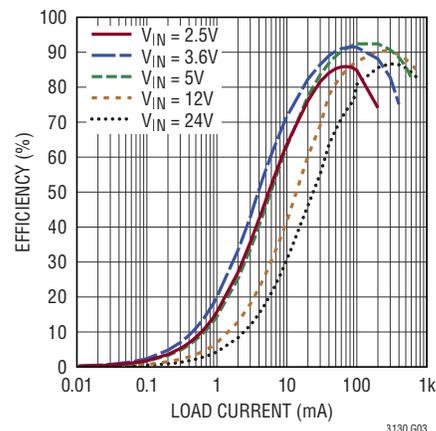
効率、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、PWM モード



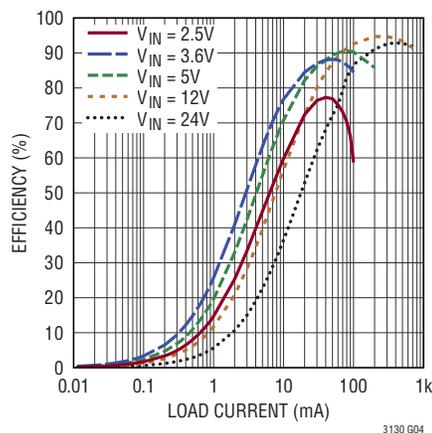
効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、PWM モード



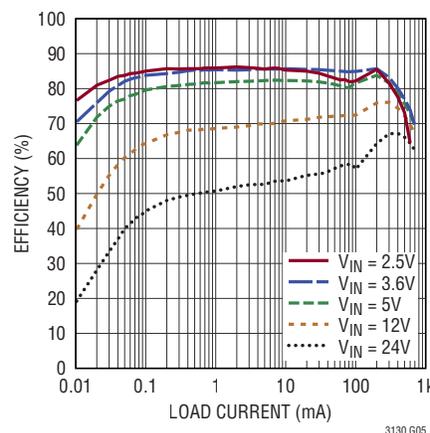
効率、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、PWM モード



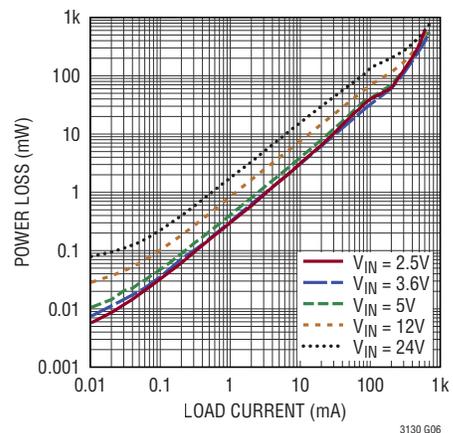
効率、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 、PWM モード



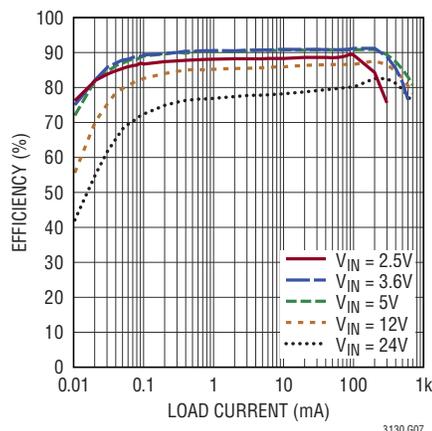
効率、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



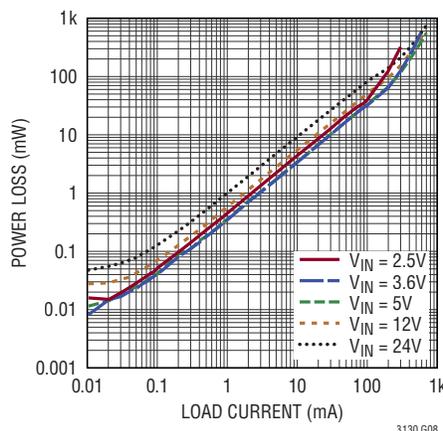
電力損失、 $V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



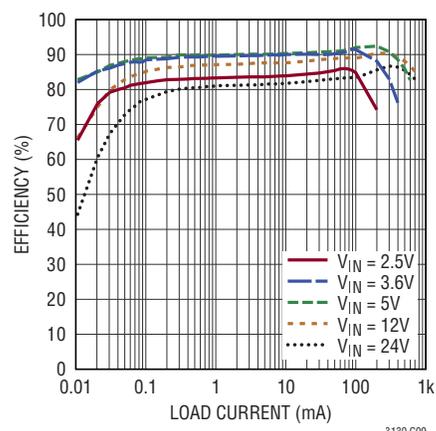
効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



電力損失、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



効率、 $V_{OUT} = 5\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)

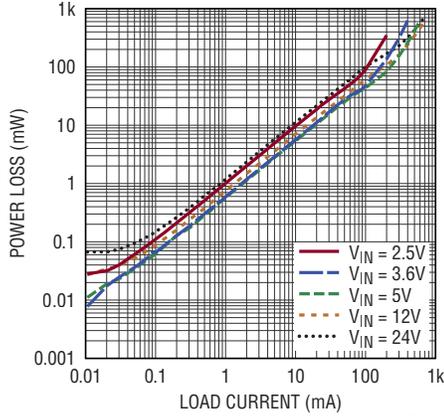


LTC3130/LTC3130-1

標準的性能特性

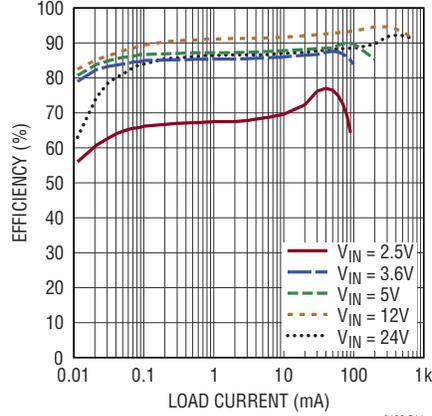
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

電力損失、 $V_{OUT} = 5V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



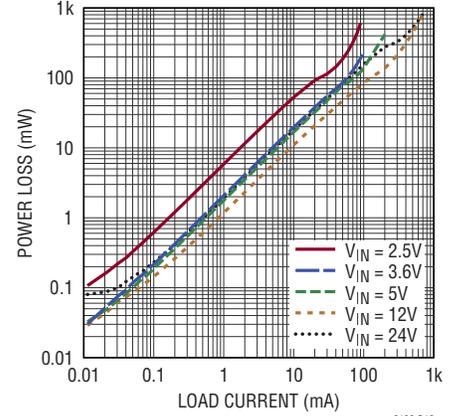
3130 G10

効率、 $V_{OUT} = 12V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



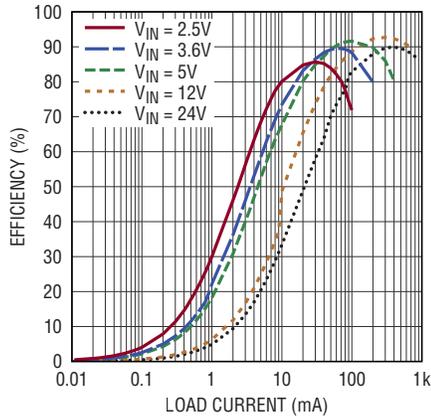
3130 G11

電力損失、 $V_{OUT} = 12V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130-1)



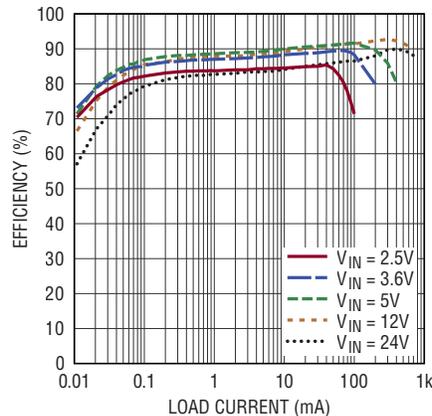
3130 G12

効率、 $V_{OUT} = 8V$ 、
PWM モード (LTC3130)



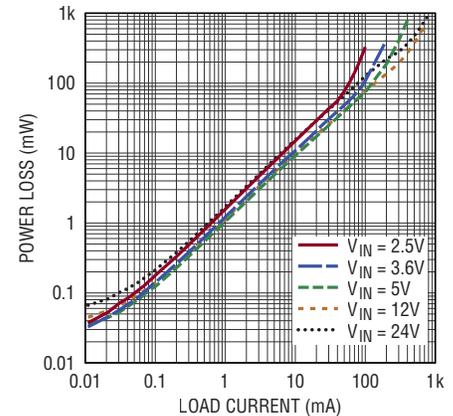
3130 G13

効率、 $V_{OUT} = 8V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130)



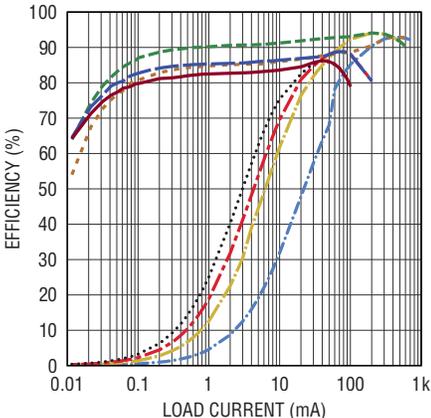
3130 G14

電力損失、 $V_{OUT} = 8V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130)



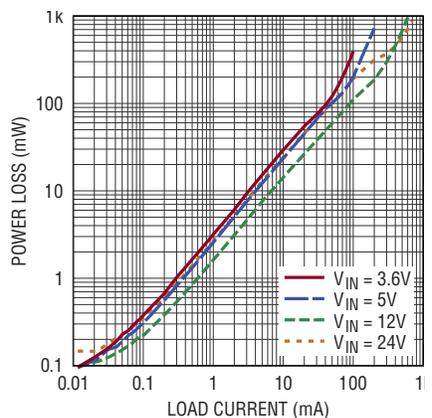
3130 G15

効率、 $V_{OUT} = 15V$ (LTC3130)



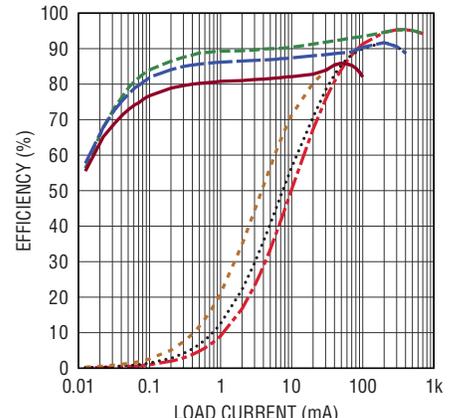
3130 G16

電力損失、 $V_{OUT} = 15V$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130)



3130 G17

効率、 $V_{OUT} = 24V$ (LTC3130)



3130 G18

Burst Mode OPERATION: $V_{IN} = 3.6V$ (red), $V_{IN} = 5V$ (blue), $V_{IN} = 12V$ (green), $V_{IN} = 24V$ (orange)
PWM: $V_{IN} = 5V$ (dotted red), $V_{IN} = 12V$ (dotted blue), $V_{IN} = 24V$ (dotted black)

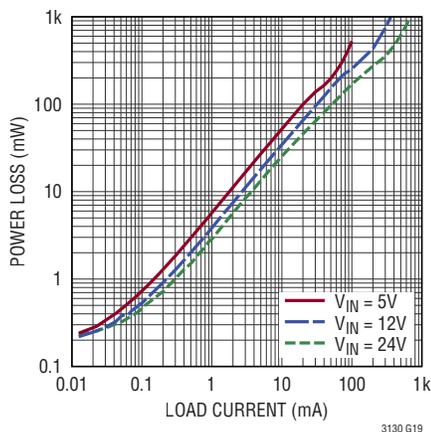
Burst Mode OPERATION: $V_{IN} = 5V$ (red), $V_{IN} = 12V$ (blue), $V_{IN} = 24V$ (green)
PWM: $V_{IN} = 5V$ (dotted orange), $V_{IN} = 12V$ (dotted black), $V_{IN} = 24V$ (dotted red)

3130f

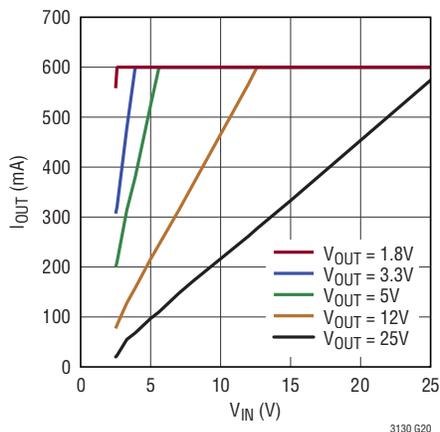
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

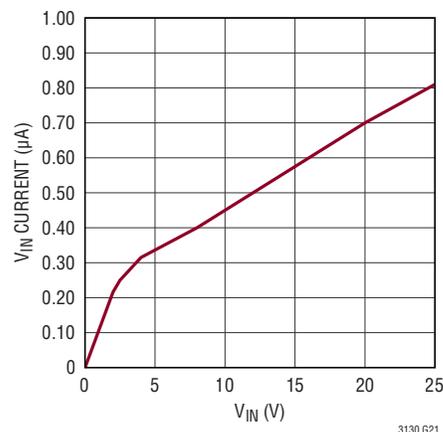
電力損失、 $V_{OUT} = 24\text{V}$ 、
Burst Mode 動作 (LTC3130)



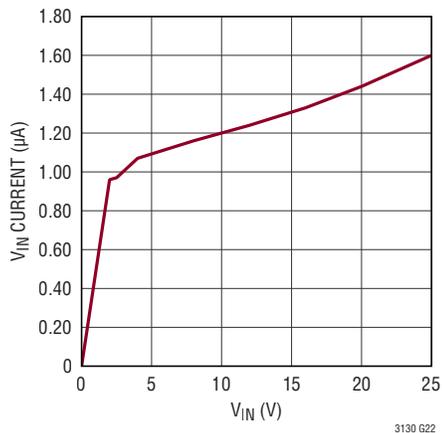
最大出力電流と、 V_{IN} および V_{OUT}



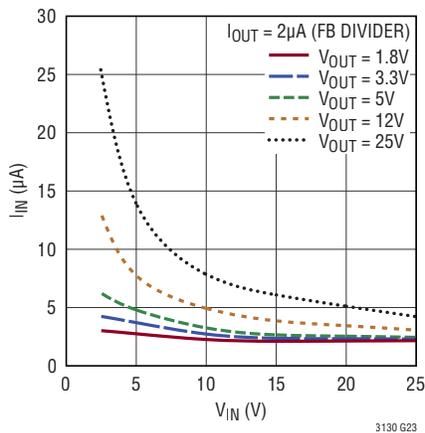
V_{IN} シャットダウン電流と
 V_{IN} (RUN = 0V, EXT V_{CC} = 0V)



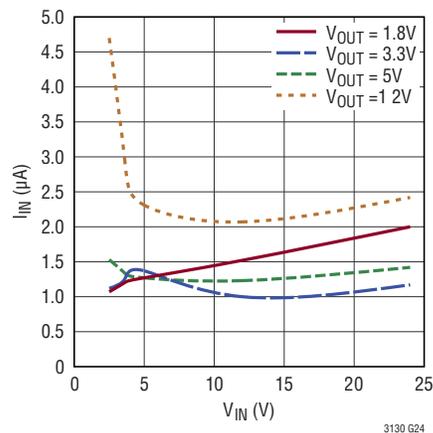
V_{IN} UVLO 電流と V_{IN}
($0.85\text{V} \leq \text{RUN} \leq 1.01\text{V}$ 、
EXT V_{CC} = 0V)



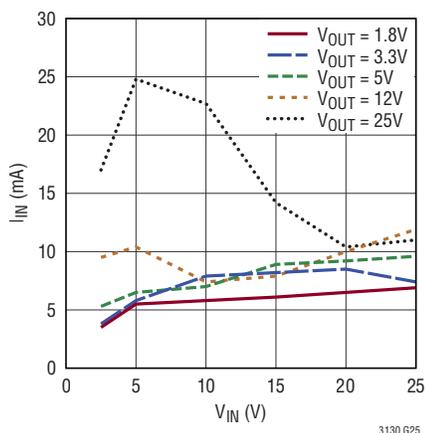
Burst Mode 動作での無負荷入力
電流と、 V_{IN} および V_{OUT} (LTC3130、
MODE = 0V)



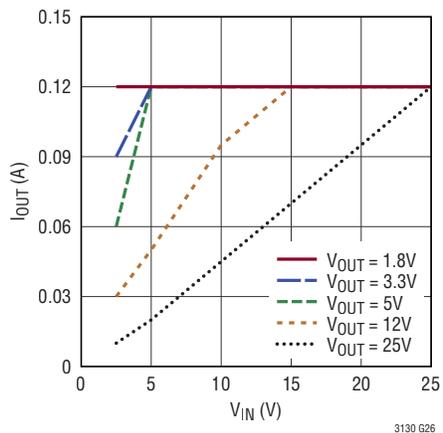
Burst Mode 動作での無負荷入力
電流と、 V_{IN} および V_{OUT} (LTC3130-1、
MODE = 0V)



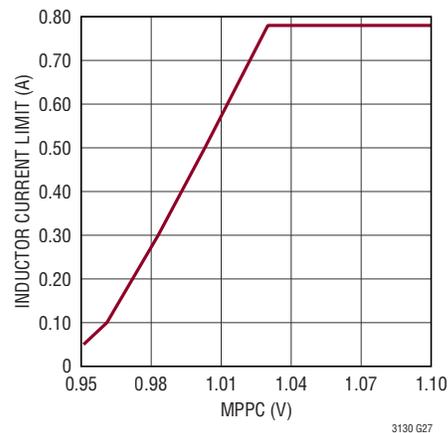
固定周波数での無負荷入力電流
と、 V_{IN} および V_{OUT} (MODE = V_{CC})



Burst Mode 動作、負荷電流しきい
値と、 V_{IN} および V_{OUT} (MODE = 0V)



平均インダクタ電流制限と
MPPC 電圧

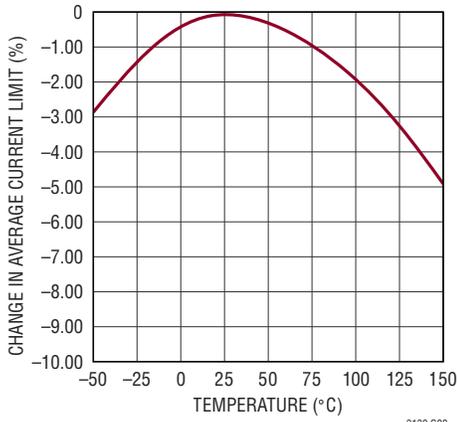


LTC3130/LTC3130-1

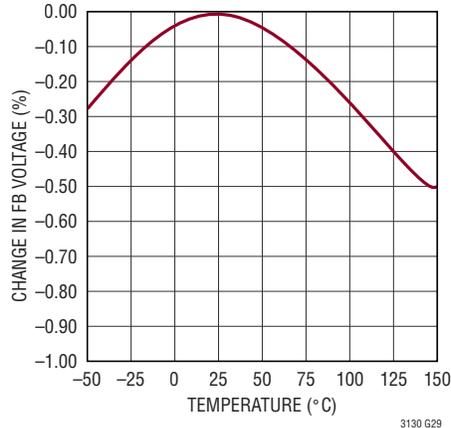
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

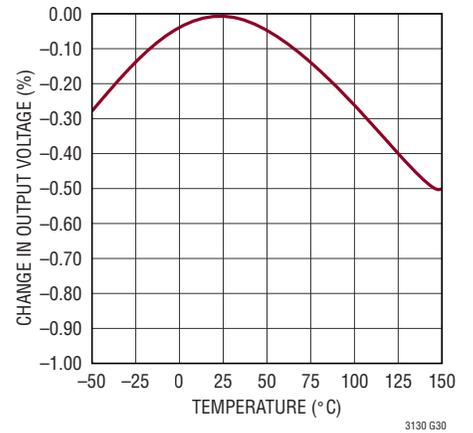
平均電流制限と温度
(25°C に正規化)



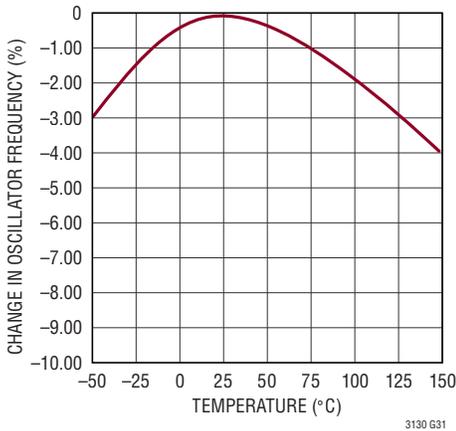
FB電圧と温度
LTC3130 (25°C に正規化)



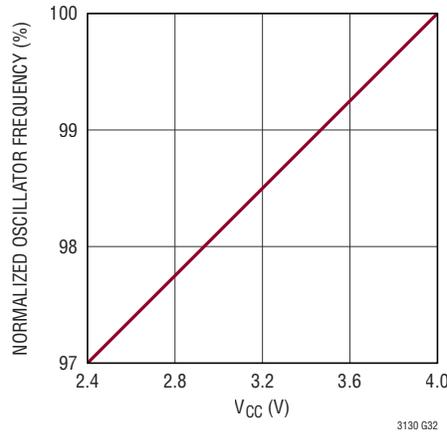
出力電圧と温度
LTC3130-1 (25°C に正規化)



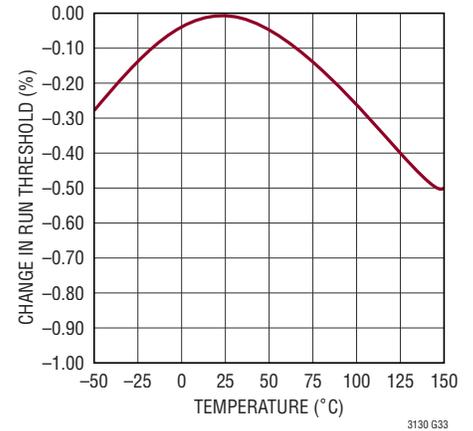
発振器周波数と温度
(25°C に正規化)



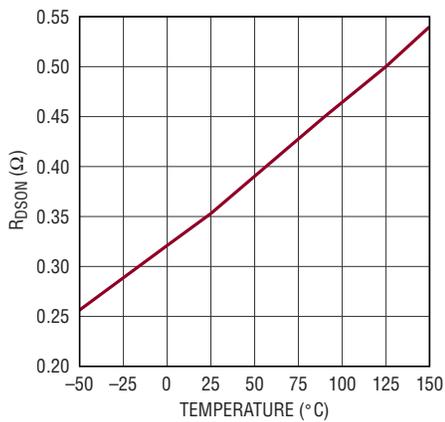
発振器周波数と V_{CC}
($V_{CC} = 4\text{V}$ に正規化)



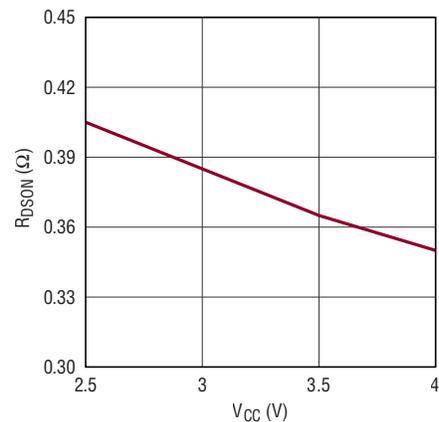
高精度のRUNしきい値と温度
(25°C に正規化)



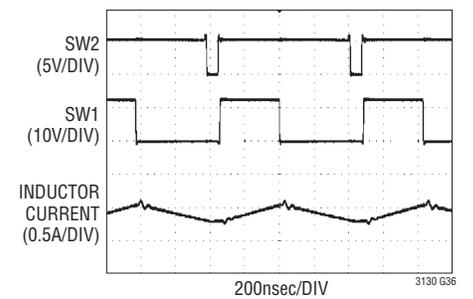
スイッチ $R_{DS(ON)}$ と温度



スイッチ $R_{DS(ON)}$ と V_{CC}



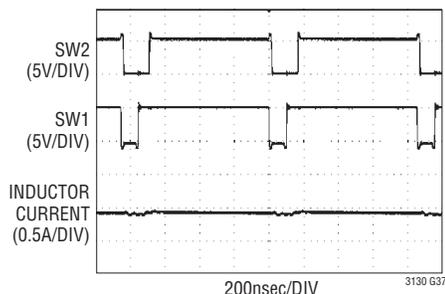
固定周波数のPWM波形
(降圧領域)



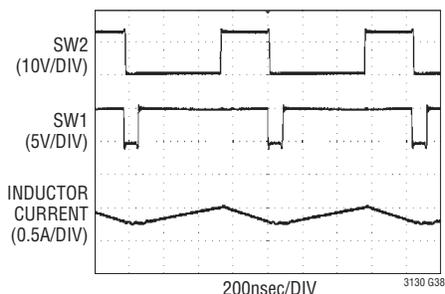
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

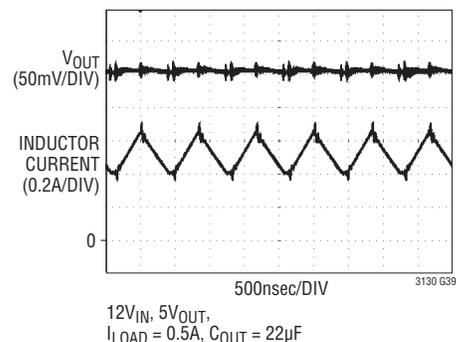
固定周波数のPWM波形
(昇降圧領域)



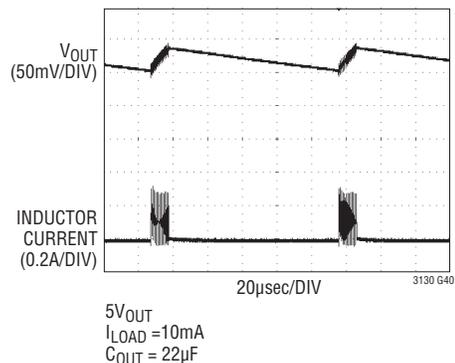
固定周波数のPWM波形
(昇圧領域)



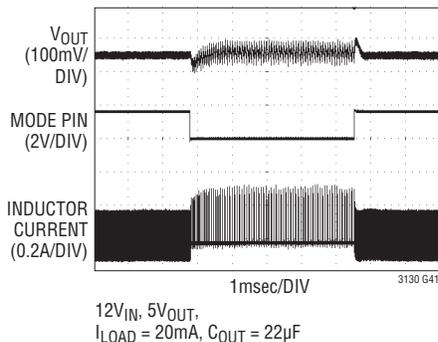
固定周波数出力電圧リップル



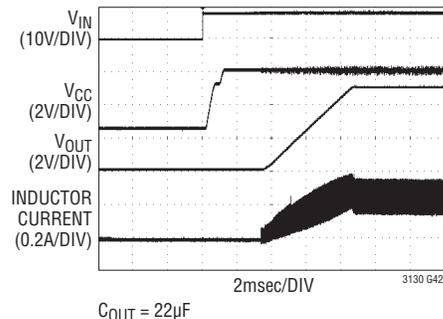
Burst Mode 動作の波形



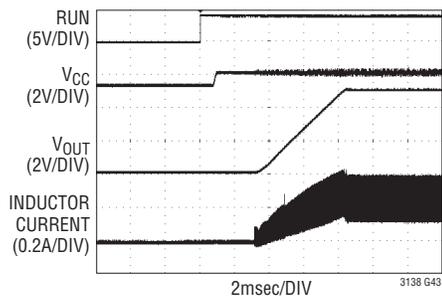
PWM から Burst Mode 動作への
移行



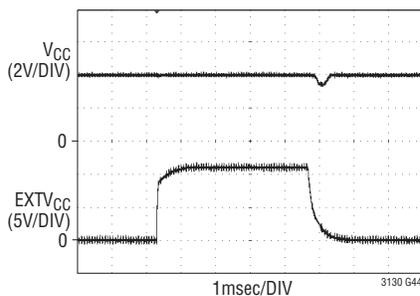
V_{IN} 印加時の起動シーケンス
(RUN を V_{IN} に接続)



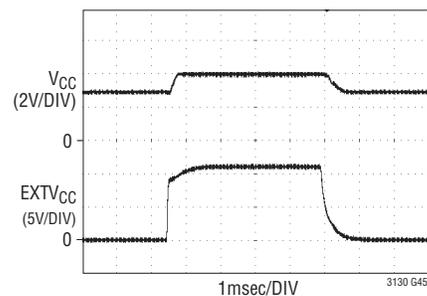
RUN ピン電圧の上昇時の
起動シーケンス ($V_{IN} = 12\text{V}$)



EXTVCC でのステップに対する
 V_{CC} の応答 ($V_{IN} > 4\text{V}$)



EXTVCC でのステップに対する
 V_{CC} の応答 ($V_{IN} = 3\text{V}$)

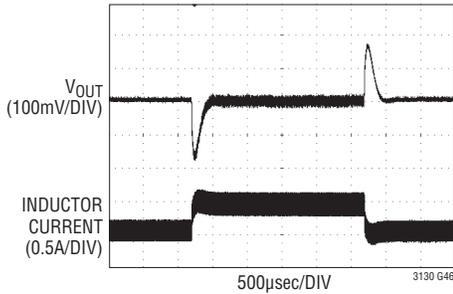


LTC3130/LTC3130-1

標準的性能特性

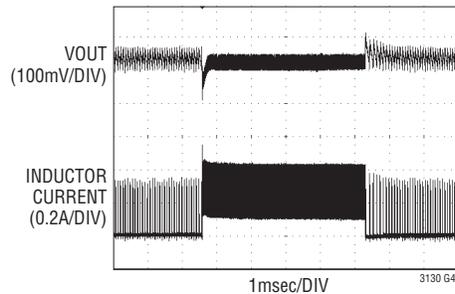
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

固定周波数でのステップ負荷
トランジェント応答



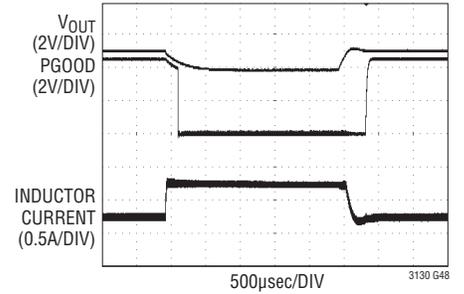
500 μsec /DIV 3130 G46
12V V_{IN} , 5V V_{OUT} ,
50mA to 500mA LOAD STEP
 $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $L = 10\mu\text{H}$

Burst Mode 動作でのステップ負荷
トランジェント応答



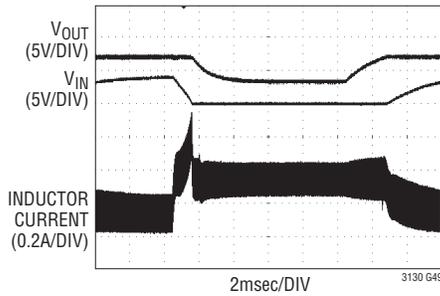
1msec/DIV 3130 G47
12V V_{IN} , 5V V_{OUT} ,
10mA to 250mA LOAD STEP
 $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $L = 10\mu\text{H}$

ステップ過負荷による V_{OUT} の
低下に対するPGOODの応答



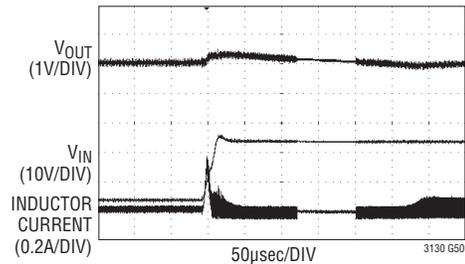
500 μsec /DIV 3130 G48

過負荷に対するMPPCの応答
(V_{MPPC} を V_{IN} で5Vに設定)



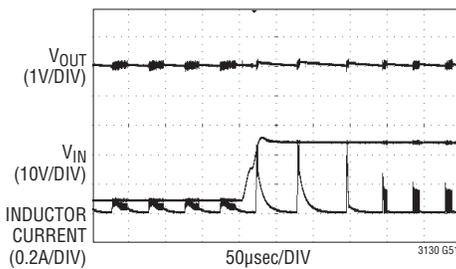
2msec/DIV 3130 G49
 $V_{OC} = 9\text{V}$
 $V_{OUT} = 12\text{V}$
 $R_{IN} = 20\Omega$
 $C_{IN} = 33\mu\text{F}$

固定周波数での V_{IN} 入力ステップ
応答



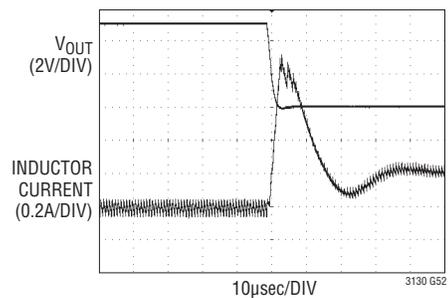
50 μsec /DIV 3130 G50
5V V_{OUT} ,
5V TO 25V V_{IN} STEP,
 $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $L = 10\mu\text{H}$,
LIGHT LOAD

Burst Mode 動作での V_{IN} 入力
ステップ応答



50 μsec /DIV 3130 G51
5V V_{OUT} ,
5V TO 25V V_{IN} STEP,
 $C_{OUT} = 22\mu\text{F}$, $L = 10\mu\text{H}$,
LIGHT LOAD

出力電圧 = 短絡波形



10 μsec /DIV 3130 G52

ピン機能 (QFN/MSOP)

BST1 (ピン1/ピン2) : ハイサイド NMOS ゲート駆動用のブートストラップされるフロート電源。22nF コンデンサを経由して、できるだけデバイスに近づけて SW1 に接続します。

PVIN (ピン2/ピン4) : 昇降圧コンバータの電源入力。このピンとグランド・プレーンとの間に 4.7μF 以上のバイパス・コンデンサを接続します。このコンデンサはできるだけデバイスの近くに配置します。長いリード線を介して給電するか、または高 ESR の電源から給電するときは、より大きなバルク入力コンデンサ (標準で 47μF 以上) が必要になる場合があります。

VIN (ピン3/ピン5) : VCC レギュレータの入力電圧。このピンとグランド・プレーンとの間に最小 1μF のセラミック・デカップリング・コンデンサを接続します。

RUN (ピン4/ピン6) : RUN コンパレータへの入力。このピンの電圧が 1.05V を超えると、コンバータをイネーブルします。このピンを 0.6V (標準) よりも高く引き上げると、コンバータは「スタンバイ・モード」になり、内部リファレンスがイネーブルされますが、デバイスはスイッチングしません。このピンを VIN とグランドの間の抵抗分割器に接続すると、高精度の VIN 起動しきい値を設定できます。コンバータを常時イネーブルするには、RUN を VIN に接続します。詳細については、このデータシートの「動作」セクションを参照してください。

VCC (ピン5/ピン7) : 内部 4V 電圧レギュレータの出力電圧。これは、内部回路用の電源ピンです。4.7μF 以上のセラミック・コンデンサを使用してこの出力をバイパスします。内部レギュレータの電力は、VIN または EXT VCC から供給されます。VCC をバックドライブしないように注意してください。

ピーク負荷電流が 2mA を超えない限り、VCC を使用して外部回路に電力を供給できます。なお、この追加された負荷によって、必要な最小動作 VIN 電圧が、最大 60mV 増加します。

NC (ピン17、QFNのみ) : 不使用。このピンは、接地する必要があります。

MPPC (ピン6/ピン8) : 最大電力点制御設定入力。このピンを VIN とグランドの間の抵抗分割器に接続して、MPPC 機能をイネーブルします。抵抗分割器の電圧が 1.0V (標準) 未満に低下すると、インダクタ電流が減少して、VIN を抵抗分割器によって設定された最小電圧にサーボ制御します。このピンは非常

にノイズの影響を受けやすいため、配線長と浮游容量を最小限に抑えるよう注意してください。MPPC の設定に関する詳細は、このデータシートの「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。この機能が不要な場合は、このピンを VCC に接続します。

GND (ピン7、8、露出パッド・ピン21/ピン1、露出パッド・ピン17) : グランド・ピン。GND と、露出パッドが半田付けされたグランド・プレーンとの間の、短い直接の PCB パスを提供します。露出パッドはプリント回路基板のグランド・プレーンに半田付けする必要があります。露出パッドは、電力のグランド接続として、また熱をダイから外部に放散する手段として役立ちます。

FB (ピン9/ピン9 (LTC3130)) : エラーアンプへの帰還入力。VOUT とグランドの間の抵抗分割器に接続します。出力電圧は、1.0V ~ 25V の範囲で次のように調節できます。

$$V_{OUT} = 1.00V \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (\text{Refer to Figure 2})$$

このピンは非常にノイズの影響を受けやすいため、配線長と浮游容量を最小限に抑えるよう注意してください。FB 分圧器の設定およびオプションのフィードフォワード・コンデンサの使用に関する詳細は、このデータシートの「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

VS2 (ピン9/ピン9 (LTC3130-1)) : 出力電圧選択ピン。このピンをグランドまたは VCC に接続して、出力電圧を設定します (表1を参照)。規定されたしきい値を満たす任意のロジック信号によって、このピンを動的に駆動することもできます。

ILIM (ピン10/ピン10 (LTC3130)) : 250mA または 660mA の平均最小インダクタ電流制限を選択するための設定ピン。「標準的性能特性」セクションの「最大出力電流」のグラフを参照してください。

PWM = “L” (グランド) : 低電流アプリケーションの場合、平均インダクタ電流制限を 250mA (最小) に設定します

ILIM = “H” (VCC に接続) : 平均インダクタ電流制限を 660mA (最小) に設定します

規定されたしきい値を満たす任意のロジック信号によって、このピンを動的に駆動することもできます。

LTC3130/LTC3130-1

ピン機能 (QFN/MSOP)

VS1 (ピン10/ピン10 (LTC3130-1)) : 出力電圧選択ピン。このピンをグランドまたはV_{CC}に接続して、出力電圧を設定します (表1を参照)。規定されたしきい値を満たす任意のロジック信号によって、このピンを動的に駆動することもできます。

表1. LTC3130-1のV_{OUT}の設定

VS2	VS1	V _{OUT}
0	0	1.8V
0	V _{CC}	3.3V
V _{CC}	0	5.0V
V _{CC}	V _{CC}	12V

MODE (ピン11/ピン11) : モード選択ピン。

MODE = “L” (グランド) : 自動 Burst Mode 動作をイネーブ
ルします

MODE = “H” (V_{CC}に接続) : 固定周波数のPWMの動作

規定されたしきい値を満たす任意のロジック信号によって、このピンを動的に駆動することもできます。スイッチング動作がイネーブされたときにMODEがフロート状態になるのを防ぐために、内部にはMODEに接続された3M Ω のプルダウン抵抗が存在します。

EXTV_{CC} (ピン12/ピン12) : 内部V_{CC}レギュレータの2番目の入力。このピンは、V_{OUT}または3V~25Vの別の電圧に接続できます。この入力を使用されると、この入力はデバイスに電力を供給し、降圧アプリケーションにおいてV_{IN}に流れる静止電流を低減し、コンバータは、1V以下に低下したV_{IN}電圧から動作できます。このピンをV_{OUT}のデカップリング・コンデンサに直接接続しない限り、このピンには4.7 μ Fのデカップリング・コンデンサを推奨します。このピンを使用しない場合、接地してください。

PGOOD (ピン13/ピン13) : オープン・ドレイン出力。この出力は、FB (LTC3130) またはV_{OUT} (LTC3130-1) がレギュレーション電圧よりも極端に低下した場合に、グランドに引き下げられます。このピンから正電源にプルアップ抵抗を接続します。V_{IN} またはEXTV_{CC}に電源電圧が存在する場合、シャットダウン時またはUVLOの発生時に、このピンが強制的に“L”になることに注意してください。

V_{OUT} (ピン14/ピン14) : コンバータの出力電圧。このピンとグランド・プレーン間に4.7 μ F以上のセラミック・コンデンサを接続します。詳細については、このデータシートの「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

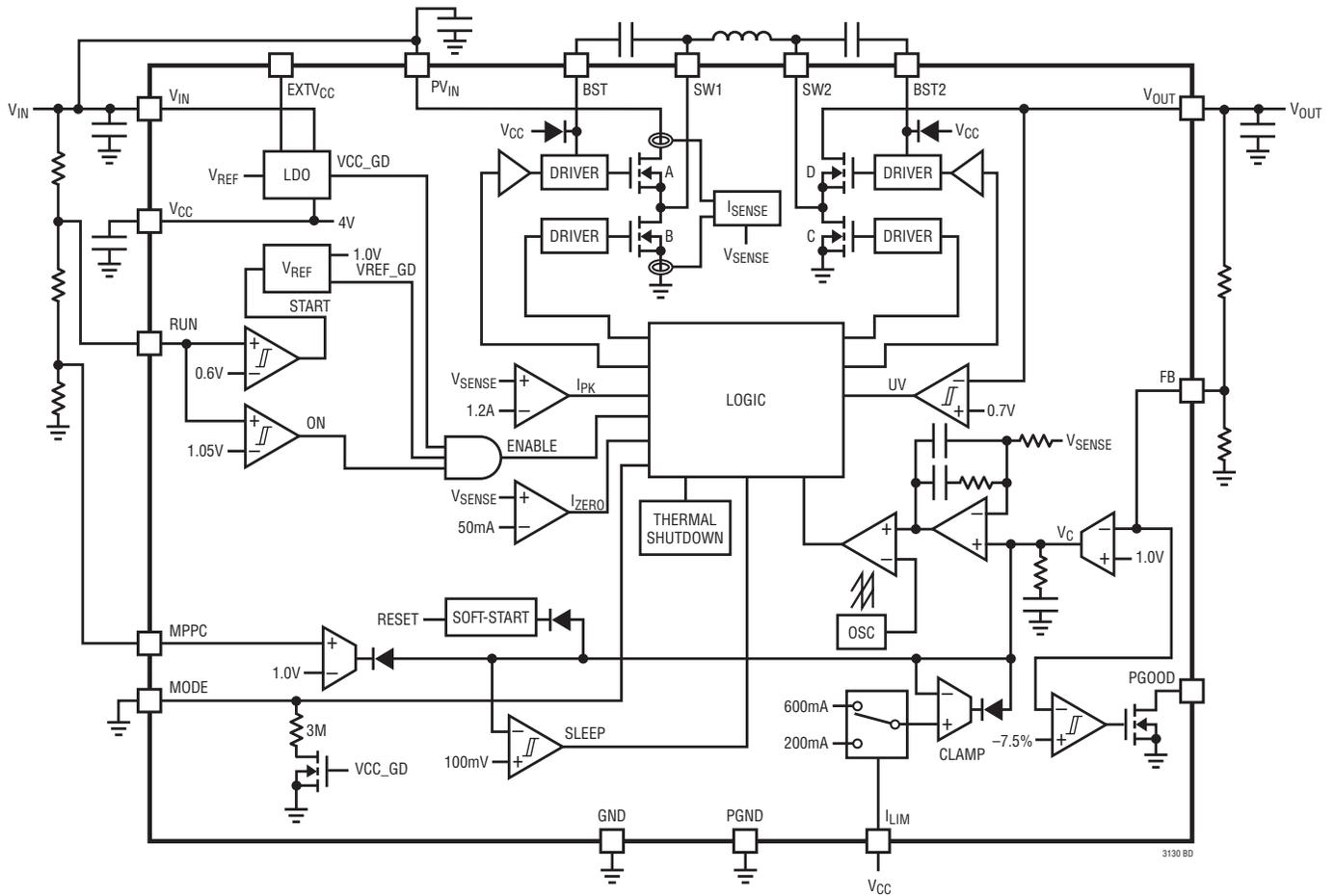
BST2 (ピン16/ピン15) : ハイサイドNMOSゲート駆動用のブートストラップされるフロート電源。22nFコンデンサを経由して、できるだけデバイスに近づけてSW2に接続します。

SW2 (ピン15/ピン16) : スイッチ・ピン。インダクタの片側に接続します。EMIと寄生抵抗を減らすために、PCBトレースの長さはできるだけ短く、また、できるだけ広くしてください。

PGND (ピン18、19/ピン1) : 電源グランド。PGNDとグランド・プレーン間で、短い直接のPCBパスを提供します。

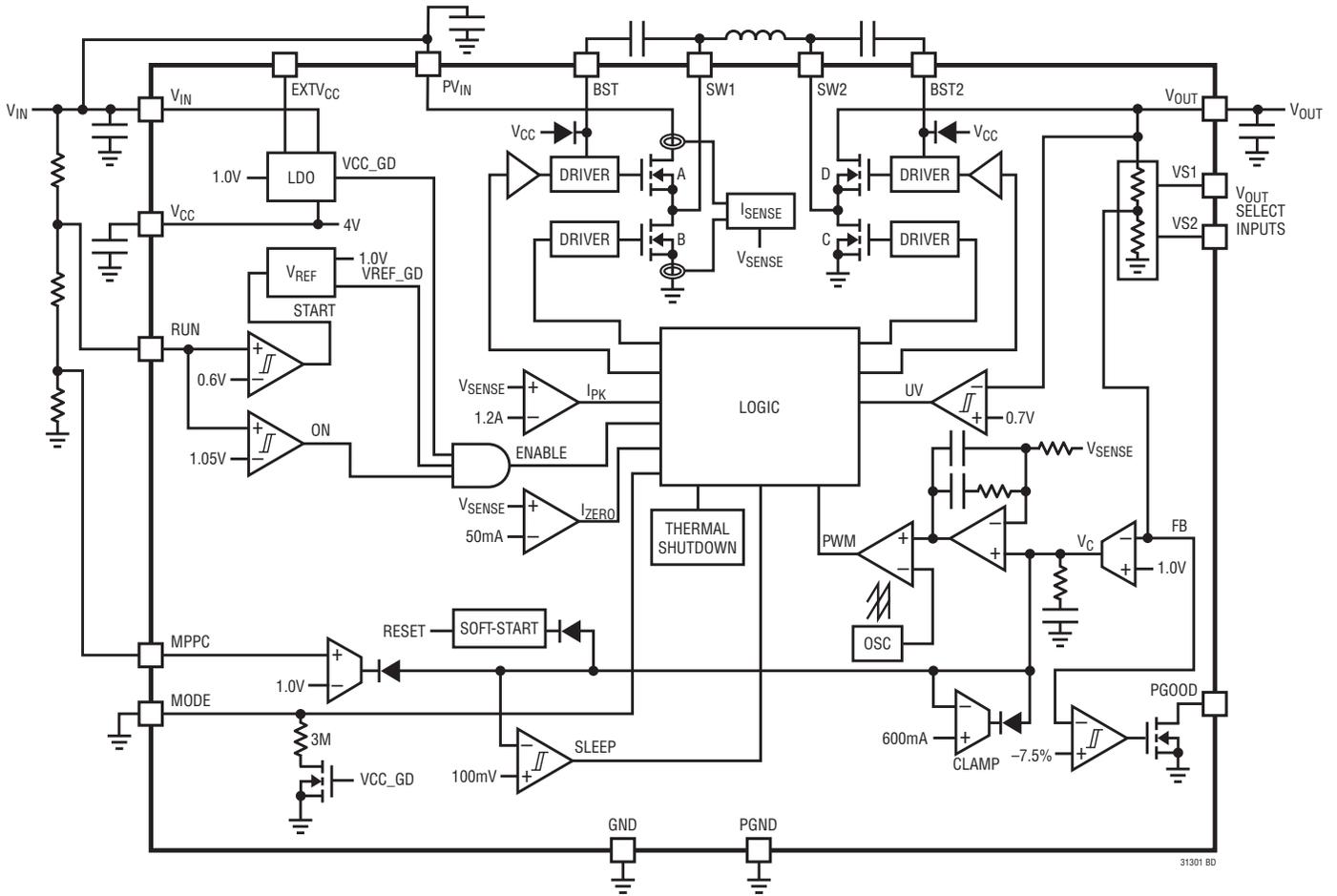
SW1 (ピン20/ピン3) : スイッチ・ピン。インダクタの片側に接続します。EMIと寄生抵抗を減らすために、PCBトレースの長さはできるだけ短く、また、できるだけ広くしてください。

LTC3130のブロック図



LTC3130/LTC3130-1

LTC3130-1のブロック図



動作

はじめに

LTC3130/LTC3130-1は、静止電流が $1.6\mu\text{A}$ 、モノリシック、電流モードの昇降圧DC/DCコンバータで、 0.6V (起動する場合は 2.4V) $\sim 25\text{V}$ の広い入力電圧範囲で動作し、最大 600mA を負荷に供給します。LTC3130は、 $1\text{V}\sim 25\text{V}$ のいずれかで V_{OUT} を設定するためのFBピンを備えており、LTC3130-1は、2つのデジタル設定ピンを使用して選択できる固定されたユーザー選択可能な4つの出力電圧を特徴としています。内部の低 $R_{\text{DS(ON)}}$ Nチャネル電力スイッチによってソリューションの複雑さを低減し、効率を最大化します。独自のスイッチ制御アルゴリズムにより、昇降圧コンバータは、入力電圧が出力電圧を上回るまたは下回る、あるいは出力電圧と等しい場合でも、出力電圧レギュレーションを維持します。昇圧動作モードと降圧動作モードの間ではシームレスに移行して、過渡電流やサブハーモニック・スイッチングが発生しません。そのためこのデバイスは、ノイズの影響を受けやすいアプリケーションにとって理想的な製品です。LTC3130/LTC3130-1は、 1.2MHz の固定公称スイッチング周波数で動作し、ソリューションの小型化と高効率との間での理想的なトレードオフを提供します。電流モード制御によって、固有の入力線間電圧の除去、簡易的な補償、および高速負荷トランジェント応答を行います。

LTC3130/LTC3130-1はBurst Mode機能を備えており、MODEピンによってこの機能を選択できます。Burst Mode動作では、電圧レギュレーションの維持に必要なときのみコンバータを動作させることによって、負荷が軽い状態で極めて高い効率を実現します。Burst Modeでの静止電流は、わずかに $1.6\mu\text{A}$ です。Burst Mode動作が選択された場合、コンバータは、負荷が大きくなると自動的に固定周波数PWMモードに切り替わります(さまざまな入力電圧および出力電圧でのモードの遷移点については、標準的性能特性のグラフを参照してください)。アプリケーションが、全ての負荷状態で極端に低いノイズを必要とする場合、MODEピンを“H”に引き上げることによって、連続PWM動作を選択することもできます。

負荷がある状態で V_{IN} がユーザー設定しきい値未満に低下するほど十分な電流がコンバータに流れるのを防ぐために、MPPC(最大電力点制御)機能も提供されています。この機能は、太陽電池などのさまざまな理想的ではない電源から動作する場合に、コンバータの入力電圧を、最大電力を抽出するための設定可能な点にサーボ制御します。

LTC3130/LTC3130-1は、ヒステリシス付きの高精度RUNコンパレータしきい値も備えています。これによって、ユーザー設定した V_{IN} 電圧しきい値で、昇降圧DC/DCコンバータをオン/オフできます。これらの集積度の高いモノリシック・コンバータは、広い電圧範囲、 $1.6\mu\text{A}$ のBurst Mode電流、およびプログラム可能なRUNピンとMPPCピンを備え、多岐にわたるアプリケーションに適しています。

PWMモードの動作

LTC3130/LTC3130-1は、MODEピンが“H”の場合(または、コンバータの負荷電流が高いためにMODEが“L”の状態でもPWMモード動作が強制された場合)、内部補償平均電流モード制御ループを使用して、 1.2MHz の固定PWMモードで動作します。PWMモードでは、出力電圧リップルが最小限に抑えられ、低ノイズのスイッチング周波数スペクトラムが生成されます。独自のスイッチング・アルゴリズムにより、全ての動作モードにわたって動作モード間をシームレスに移行し、平均インダクタ電流、インダクタ・リップル電流、およびループの伝達関数の不連続性を除去します。これらの利点により、従来の昇降圧コンバータに比べて効率が向上し、ループの安定性が改善され、出力電圧リップルが小さくなります。

4個のNチャネルDMOSスイッチ、およびこれらの関連ゲート・ドライバで構成される電力段のトポロジーを図1に示します。PWMモードの動作では、入力および出力の電圧に関係なく、両方のスイッチ・ピンがサイクルごとに遷移します。内部の制御ループ・コマンドにตอบสนองして、内部のパルス幅変調器がスイッチの適正なデューティ・サイクルを生成し、出力電圧のレギュレーションを維持します。

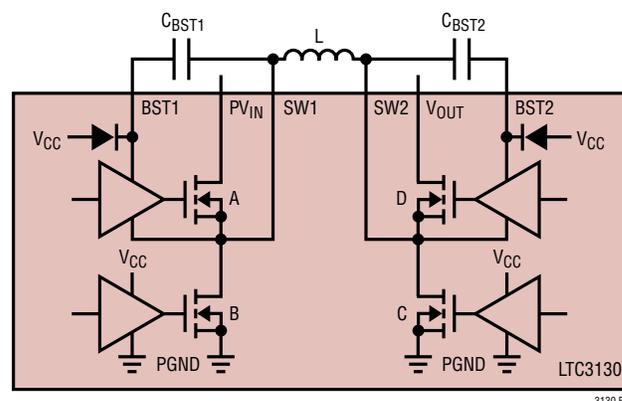


図1. 電力段の回路図

動作

高い入力電圧から低い出力電圧に降圧する場合、コンバータが降圧モードで動作し、スイッチの最小“L”時間(標準 70ns)を除き、全スイッチング・サイクルの間スイッチDがオンのままになります。スイッチが“L”である間、スイッチCがオンになって強制的にSW2を“L”にし、浮動コンデンサC_{BST2}を充電します。これによって、BST2で、スイッチDのゲート・ドライバの電源レールが確実に維持されます。スイッチAとスイッチBのデューティ・サイクルは、降圧モードで出力電圧レギュレーションを維持するように調整されます。

入力電圧が出力電圧より低いと、コンバータは昇圧モードで動作します。スイッチAは、スイッチの最小“L”時間(標準 70ns)を除き、全スイッチング・サイクルの間オンのままになります。スイッチが“L”である間、スイッチBがオンになって強制的にSW1を“L”にし、浮動コンデンサC_{BST1}を充電します。これによって、BST1で、スイッチAのゲート・ドライバの電源レールが確実に維持されます。スイッチCとスイッチDのデューティ・サイクルが調整されて、昇圧モードでの出力電圧レギュレーションが維持されます。

発振器

LTC3130/LTC3130-1は、内部発振器によって、1.2MHzの公称固定周波数で動作します。これによって、小型の外付け部品を使用しながらDC/DCコンバータの効率を最大化できます。

電流モード制御

LTC3130/LTC3130-1は、平均電流モード制御をパルス幅変調器で使用します。電流モード制御(平均方式とよく知られたピーク方式の両方)には、簡易的なループ補償、負荷トランジェントに対する高速応答、固有の線間電圧の除去などの、他の制御方式よりも優れたメリットがあります。

ブロック図を参照すると、高利得の内部で補償される相互コンダクタンス電圧エラーアンプが、FBピンに接続された分圧器を介して(LTC3130)、または内部のV_{OUT}分圧器を介して(LTC3130-1)、V_{OUT}をモニタします。電流モード制御ループは、エラーアンプ出力を使用してインダクタ電流レベルを適正に制御します。内部補償平均電流アンプの反転入力、イン

ダクタ電流検出回路に接続されます。平均電流アンプの出力が発振器のランプと比較され、コンパレータの出力が、スイッチ・ピンのデューティ・サイクルのサイクルごとの制御に使用されます。

電圧エラーアンプは、必要に応じて電流コマンドに調整してV_{OUT}をレギュレーション状態で維持します。そのため電圧エラーアンプは、外側の電圧レギュレーション・ループを制御します。平均電流アンプは、電圧エラーアンプの指示どおりにインダクタ電流を調整します。一般に平均電流アンプは、内部電流ループ・アンプと呼ばれます。

平均電流モード制御方式は、平均電流アンプを積分器として構成することによってピーク電流の代わりに平均電流を制御する点を除き、ピーク電流モード制御に似ています。この違いによって、ピーク電流モード制御に備わる大部分のメリットを生かしながら、ピークを除去してピーク電流モード制御に特有の電流エラーを平均化します。

正しい動作を保証するために必要な補償成分が注意深く選択されて、LTC3130/LTC3130-1内に組み込まれています。

インダクタ電流検出と最大平均出力電流

電流モード制御に必要な電流制御ループの一部として、LTC3130/LTC3130-1は、昇降圧コンバータのインダクタ電流を測定する一対の電流検出回路を備えています。

電圧エラーアンプの出力(V_C)は、内部で高精度のしきい値にクランプされます。平均インダクタ電流は、V_Cに比例します。そのため、クランプ・レベルは、内部電流ループによってプログラム可能な最大平均インダクタ電流を設定します。電流検出アンプの利得を考慮すると、最大平均インダクタ電流は、約850mA(標準)になります(LTC3130の場合、ILIMピンが“H”に引き上げられると仮定して、最小660mA)。降圧モードでは、出力電流は次式のようにインダクタ電流I_Lの90%にほぼ等しくなります(電流が出力に供給されないBスイッチおよびCスイッチの強制された“L”時間のため)。

$$I_{OUT(BUCK)} \approx 0.9 \cdot I_L$$

動作

昇圧モードでは、出力電流は次式によって平均インダクタ電流とデューティ・サイクルに関連付けられます。

$$I_{OUT(BOOST)} \approx I_L \cdot \left(\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} \right) \cdot \eta$$

昇圧モードでの出力電流が V_{IN}/V_{OUT} の昇圧比によって減少するため、降圧モードでの定格出力電流は、昇圧モードのときよりも常に大きくなります。また、昇圧モードの動作では、降圧モードと比較して、規定された出力電流に対してより高いインダクタ電流が必要になるため、昇圧モードでの効率 (η) は通常、電力スイッチでの $I_L^2 \cdot R_{DS(ON)}$ の損失が大きくなることによって低下します。これによって、昇圧モードでの出力電流能力がさらに低下します。ただし、どちらの動作モードでも、ピーク電流モード制御とは異なり、インダクタのピーク・トゥ・ピーク・リップル電流は、出力電流能力の決定において大きな役割を果たしません。

LTC3130/LTC3130-1 は、平均インダクタ電流を測定して制御します。そのため、インダクタのリップル電流の大きさは、同等のピーク電流モードのコンバータとは対照的に、最大電流能力に対してあまり影響しません。LTC3130/LTC3130-1 は、降圧モードのほとんどの状態で、600mA 以上を負荷に供給できます。詳細については「標準的性能特性」を参照してください。前述のように昇圧モードでは、出力電流能力は昇圧率に関連します。例えば、 V_{IN} が 5V、出力電圧が 15V のアプリケーションの場合、LTC3130/LTC3130-1 は最大 150mA (標準) を負荷に供給できます。出力電流能力の詳細については、標準的性能特性のセクションを参照してください。

V_{OUT} の設定 (LTC3130)

LTC3130 の出力電圧は、 V_{OUT} とグラウンドの間で外付け抵抗分割器を使用し、そのタップを FB ピンに接続して、次式に従って設定します (図 2 を参照)。

$$V_{OUT} = 1.00V \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2} \right) \quad (\text{Refer to Figure 2})$$

出力電圧は、1.0V ~ 25V の任意の電圧に設定できます。

オプションのフィードフォワード・コンデンサを $R1$ (図 2 を参照) と並列に追加して、Burst Mode リップルを減らし、電圧ループのトランジェント応答を改善することができます。標準のフィードフォワード・コンデンサの値は、次の式によって計算できます。

$$C_{FF} \text{ (pF)} = \frac{40}{R1 \text{ (Meg)}}$$

電圧ループの帯域幅が高い一部のアプリケーションでは、抵抗をフィードフォワード・コンデンサと直列に接続して追加すると、高周波利得を制限する効果があることがわかっています。この値は重要ではなく、約 $R1/20$ の抵抗値が一般に推奨されます。

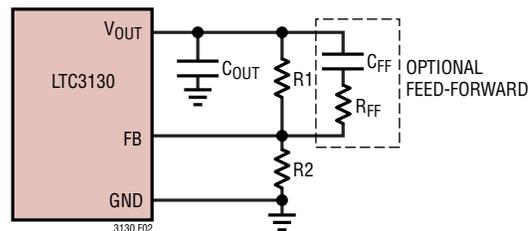


図 2. V_{OUT} 帰還抵抗分割器 (オプションのフィードフォワード・コンデンサを示す)

V_{OUT} 設定ピン (LTC3130-1)

LTC3130-1 は、高精度の内部電圧分割器を V_{OUT} に備えているため、大きな値の外付け帰還抵抗を必要としません。これによって 2 つの外付け部品が不要になるだけでなく、非常に大きな抵抗値を使用することによる無負荷静止電流を最小に抑えます。非常に大きな抵抗値は、外部で使用された場合、 V_{OUT} にレギュレーション・エラーを引き起こすノイズや基板リーク電流の影響のため、実用的ではありません。この分割器のタップ点は、VS1 ピン、および VS2 ピンを使用して 4 つの固定出力電圧のうちのいずれかを設定することによって、デジタル的に選択します。

表 1 に従って VS1 ピンおよび VS2 ピンを接地するか、 V_{CC} に接続して、目的の出力電圧を選択できます。これらのピンは、ピンの規定ロジック・レベルが満たされ、ピンの絶対最大定格を超えない限り、外部ロジック信号から動的に駆動することもできます。

動作

VS1またはVS2を、V_{CC}電圧よりも低いロジック“H”に駆動すると、VSピンごとにV_{CC}から流れる電流が最大1μA増加する可能性があることに注意してください。これは、シャットダウン時またはV_{CC}がUVLOしきい値よりも低い場合、発生しません。その場合、これらの入力はディスエーブルされ、追加電流は流れません。

表 1. LTC3130-1 の V_{OUT} の設定

VS2	VS1	V _{OUT}
0	0	1.8V
0	V _{CC}	3.3V
V _{CC}	0	5.0V
V _{CC}	V _{CC}	12V

ILIM しきい値の設定 (LTC3130のみ)

LTC3130は、ILIMピンによって設定される2つの平均電流制限設定を備えています。ILIMが“H”に引き上げられた(V_{CC}に接続された)場合、平均インダクタ電流制限は660mA(最小)に制限されます。ILIMピンが“L”に引き下げられた(グラウンドに接続された)場合、平均インダクタ電流制限は250mA(最小)に減少します。この設定を低消費電力アプリケーションで使用すると、電源から流れる最大電流(600mAの最大電流制限設定で過剰な電圧低下が発生する可能性がある)を減らしたり、最大出力電流を簡単に減らすことができます。

V_{OUT}の低電圧制限およびフォールドバック電流制限

LTC3130/LTC3130-1は、短絡した出力への電力損失を低減するために、フォールドバック電流制限機能を備えています。V_{OUT}が0.7V(標準)未満になると、平均電流制限が通常値の約半分に減少します。LTC3130のILIMピンを“L”に設定した場合、平均インダクタ電流制限は既に半分にカットされており、低電圧の発生時にそれ以上減少しません。

過負荷ピーク電流制限

LTC3130/LTC3130-1は、ピーク過負荷電流(I_{PEAK})コンパレータおよびゼロ電流(I_{ZERO})コンパレータを備えています。インダクタ電流が1.3A(標準)の最大しきい値を超えた場合、I_{PEAK}電流コンパレータは、スイッチング・サイクルの残りの期間、スイッチAをオフにします。この大きさのインダクタ電流レ

ベルは、出力短絡などのフォルト中、あるいは場合によっては大きな負荷または入力電圧トランジェントの発生時の数サイクルの間、発生する場合があります。これは、サイズが正しくないインダクタに起因する過剰なインダクタ・リップル電流(またはインダクタの飽和)が存在する場合にも発生する可能性があるということに注意してください。

なお、V_{OUT}も0.7V未満(標準)である(出力が短絡したことを示す)間にピーク電流制限に達すると、ソフトスタート・サイクルがトリガされます。

I_{ZERO}コンパレータ

LTC3130/LTC3130-1は、I_{ZERO}コンパレータ回路による、出力負荷が軽い場合のほぼ不連続なインダクタ電流動作を特徴とします。PWMモードでの逆電流の大きさを制限することによって、低ノイズ動作と軽負荷時の効率向上との間のバランスを実現しています。I_{ZERO}のしきい値は、PWMモードではほぼゼロ電流レベルに設定されます。その結果、逆電流の大きさは、コンパレータの伝搬遅延のために、インダクタンス値と出力電流の関数になります。一般的に、出力電圧が高く、インダクタ値が低いほど、ピーク逆電流は大きくなります。

自動Burst Mode動作(MODEピンが“L”)では、通常はインダクタに逆電流が発生しないように、I_{ZERO}のしきい値が増大します。これによって、負荷が軽いときの効率を最大化します。

ソフトスタート中は、プリバイアスされた出力へ起動する際にV_{OUT}の放電を防ぐために、(MODEピンの設定に関わらず)逆電流も抑制されるということに注意してください。

Burst Mode動作

MODEピンを“H”に保つと、LTC3130/LTC3130-1は自動Burst Mode動作に設定されます。その結果、昇降圧DC/DCコンバータは、規定された最小出力負荷を超えると通常の連続PWMスイッチングで動作し、この出力負荷レベルを下回ると自動的に省電力Burst Mode動作に移行します。V_{IN}とV_{OUT}のさまざまな組み合わせに対するBurst Mode移行しきい値の決定については、このデータ・シートの標準的性能特性のセクションを参照してください。

動作

MODEが“L”で出力負荷が軽い場合、出力電圧が公称レギュレーション・レベルに達すると、LTC3130/LTC3130-1はスタンバイ・ステートまたはスリープ・ステートに移行します。スリープ・ステートではPWMのスイッチングが停止し、デバイスの必須でない機能が全てパワーダウンして、コンバータの静止電流がわずか1.6 μ A (標準)に大幅に低下します。これによって、出力負荷が軽い場合に全体的な電力変換効率が大きく向上します。スリープ中はコンバータが動作していないため、出力電圧は、出力負荷電流と出力コンデンサの値によって決まる率で緩やかに減少します。出力電圧がわずかに減少すると、LTC3130/LTC3130-1が始動して通常のPWMスイッチング動作を再開し、V_{OUT}の電圧が以前のレベルに回復するまで動作します。負荷が非常に軽い場合、コンバータは、V_{OUT}を回復するために数サイクルの間スイッチするだけですみ、長時間スリープすることができます。これによって、効率が大幅に向上します。負荷が降圧移行しきい値を超えて突然増加した場合、デバイスは自動的に連続PWM動作を再開し、再び負荷が減少するまで動作します。

なお、ソフトスタートが実行されて、MPPCピンが1.05Vを超え、V_{OUT}がレギュレーション電圧の95%に達するまで、Burst Mode動作は抑制されます。

ソフトスタート

LTC3130/LTC3130-1のソフトスタート回路によって、初期電源投入時の入力電流トランジェントと出力電圧オーバーシュートが最小限に抑えられます。ソフトスタートに必要なタイミング・コンポーネントがデバイスの内部に存在し、約12msの公称平均電流制限のソフトスタート期間を発生させます。内部のソフトスタート回路によって、エラーアンプの出力が緩やかに立ち上がります。この立ち上がりの間、最大平均インダクタ電流も、ゼロから始まって緩やかに増加します。RUNピンの電圧が高精度のRUNピンしきい値を下回るか、V_{CC}がUVLOしきい値を下まるか、サーマル・シャットダウンが発生するか、V_{OUT}が0.7V (標準)未満の間にピーク電流制限が発生した場合、ソフトスタートがリセットされます。

なお、平均電流制限がソフトスタートされているため、V_{OUT}の立ち上がり時間は負荷に依存し、通常は12ms未満になります。

V_{CC}レギュレータとEXTV_{CC}入力

内部低ドロップアウト・レギュレータ(LDO)は、V_{IN}から、または有効なEXTV_{CC}電圧が存在する場合はEXTV_{CC}から、公称4VのV_{CC}レールを生成します。V_{CC}レールは、LTC3130/LTC3130-1の内部制御回路とゲート・ドライバに電力を供給します。V_{CC}レギュレータは、シャットダウン時にもイネーブルされますが、より低い電圧に安定化します。V_{CC}レギュレータには電流制限による保護機能が搭載されており、V_{CC}レールの偶発的な短絡に対して保護します。V_{CC}は、デバイスの近くに配置した4.7 μ Fのセラミック・コンデンサでデカップリングする必要があります。

起動時に、デバイスは、V_{IN}またはEXTV_{CC}のいずれか高い方を選択し、V_{CC}を生成します。V_{CC}が上昇時UVLOしきい値を超えると、EXTV_{CC}が3.0V (標準)を超えている場合はEXTV_{CC}が引き続き使用され、そうでない場合はV_{IN}が使用されます。これにより、(有効なEXTV_{CC}電圧が存在するアプリケーションにおいて)低いV_{IN}電源からの起動が可能になるとともに、V_{IN}がV_{CC}よりも極めて高くなる可能性のあるアプリケーションでの、起動後のLDO電力損失を最小限に抑えます。

EXTV_{CC}入力を使用すると、EXTV_{CC}が最小3.0V～最大25Vの動作範囲内に保たれている限り、コンバータは1V未満のV_{IN}電圧から動作できます。降圧アプリケーションでEXTV_{CC}をV_{OUT}に接続すると、V_{IN}から流れる入力電流も減少し、それによって、特に軽負荷時にコンバータの効率が向上します。

バッテリーまたは別の電源レールなどの独立した電源を使用してEXTV_{CC}に電力を供給する場合、デバイスは、(RUNピンが1.05Vより高く保たれていると仮定して)25Vから(理論的には)0Vまで低下した入力電圧で起動して動作できます。実際は、最小V_{IN}電圧能力はアプリケーション固有であり、コンバータの必要な出力電圧および出力電流によって決定されます。極めて低い入力電圧では効率が急速に低下するため、実用的なV_{IN}制限は、電源の抵抗が低く、V_{OUT}への昇圧比が、制限されたデューティ・サイクルを生じないと仮定して、通常は約0.6Vになります。出力電圧および電流能力とV_{IN}については、「標準的性能特性」のグラフを参照してください。

使用しない場合、EXTV_{CC}を接地してください。

動作

低電圧ロックアウト (UVLO)

V_{CC}のUVLOコンパレータの下降時電圧しきい値は2.175V (標準)です。V_{CC}の電圧がこのしきい値を下回ると、V_{CC}が2.30V (標準)を超えるまでデバイスの動作はディスエーブルされます。

したがって、有効な電圧源がEXTV_{CC}に存在しない場合、起動するためのデバイスの最小V_{IN}は2.30V (標準)です。

なお、V_{CC}がUVLOしきい値を超えるまで、デバイスは低静止電流状態 (標準で1.4μA)のままになります。これにより、非常に弱い電源からの起動が容易になります。

RUNピンのコンパレータ

RUNがロジックしきい値 (標準で0.6V)を超えて駆動された場合、内部電圧リファレンスおよびPGOOD回路がイネーブルされます (V_{CC}が2.30V (標準)より高いことを仮定)。RUNの電圧がさらに増加してRUNコンパレータの高精度上昇しきい値 (標準1.05V)を超えると、昇降圧コンバータの全ての機能がイネーブルされ、起動シーケンスが開始されます。RUNピンのコンパレータには100mVのヒステリシスがあるため、このピンの電圧が0.95V未満に低下すると、動作が抑制されます。

そのため、図3に示すオプションの抵抗分割器を追加することにより、RUNピンを使用して、プログラム可能なオンしきい値とオフ (UVLO)しきい値を設定できます。この機能を利用して、設定された入力電圧を下回るバッテリー放電を最小限に抑えたり、非常に低い電流源から間欠モードでコンバータを動作させたりできます。

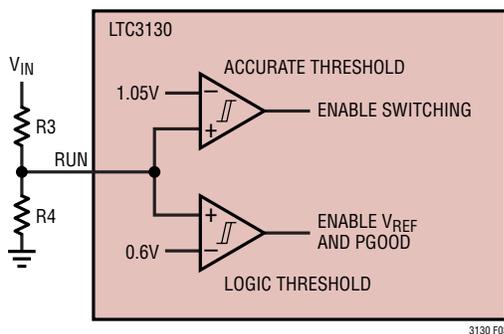


図3. RUNピンの高精度コンパレータ

RUNが高精度コンパレータの下降時しきい値を下回ると、昇降圧コンバータはスイッチングを停止しますが、V_{CC}レギュレータと制御回路は給電されたままです。この状態では、標準のV_{IN}静止電流はわずか1.4μAになり、デバイスを完全にシャットダウンしてV_{IN}の電流を500nA (標準)に減らすには、RUNを必ず0.2Vの最小ロジックしきい値よりも下げる必要があります。

入力電源が存在する場合、RUNをV_{IN}に直接接続してデバイスを継続的にイネーブルすることができます。RUNの電圧が25Vの絶対最大定格の範囲内にある限り、RUNをV_{IN}またはV_{OUT}より高く駆動できることにも注意してください。

コンバータは、RUNの電圧が1.05V (標準)を超えるとイネーブルされます。したがって、V_{IN}のオン電圧しきい値は、次の式から得られます。

$$V_{IN(TURNON)} = 1.05V \cdot \left(1 + \frac{R3}{R4}\right)$$

コンバータがイネーブルされると、RUNコンパレータは100mVの内部ヒステリシスを備えているため、オフしきい値は次のようになります。

$$V_{IN(TURNOFF)} = 0.95V \cdot \left(1 + \frac{R3}{R4}\right)$$

RUNコンパレータは比較的ノイズの影響を受けにくいように設計されていますが、PCBレイアウト、R3とR4の非常に大きな抵抗値、またはノイズを発生する部品への近接が原因で、ノイズ・ピックアップが不可避となり、デバイスのオンとオフが中断される問題が生じる場合があります。そのような場合、R4の両端に小型のフィルタ・コンデンサを追加できます。

PGOODコンパレータ

LTC3130/LTC3130-1は、FB (LTC313) またはV_{OUT} (LTC3130-1)が設定された値から7.5% (標準)を超えて低下した場合に“L”に引き下げられる、オープンドレインPGOOD出力を備えています。V_{OUT}が設定された値から5% (標準)以内に上昇すると、外付けプルアップ抵抗が接続されている場合、内部のPGOODのプルダウンがオフになり、PGOODが“H”になります。内部フィルタが、V_{OUT}での一時的な過渡電流によるPGOODの有害なトリップを防止します。

アプリケーション情報

LTC3130-1の標準的なアプリケーション回路を、このデータ・シートの最初のページに示しています。このデータシートの「標準的応用例」のセクションに示したLTC3130-1とLTC3130の両方に関して、多くのその他のアプリケーション例があります。

外付け部品を適切に選択するには、アプリケーションごとにそのデバイスに必要な性能に基づいて、PCBの面積、入力/出力電圧範囲、出力電圧リップル、トランジェント応答、必要な効率、熱に関する検討、コストなどのトレードオフに配慮します。ここでは、外付け部品の選択とアプリケーション回路の設計に役立ついくつかの基本的ガイドラインと検討事項について説明し、さらにアプリケーション回路の例を示します。

V_{CC} コンデンサの選択

LTC3130/LTC3130-1のV_{CC}出力は、低ドロップアウト・リニア・レギュレータによってV_{IN}またはEXTV_{CC}から生成されます。V_{CC}レギュレータはさまざまな出力コンデンサで安定して動作するように設計されています。ほとんどのアプリケーションでは、少なくとも4.7μFの低ESRコンデンサを使用する必要があります。このコンデンサをできるだけV_{CC}ピンの近くに配置し、できるだけ短い配線を介してV_{CC}ピンとグラウンドに接続する必要があります。V_{CC}は、レギュレータの出力であり、デバイスの制御回路、ゲート・ドライバ、および昇圧レール充電ダイオードのための内部電源ピンでもあります。

インダクタの選択

LTC3130/LTC3130-1のアプリケーション回路に使用されるインダクタの選択により、供給可能な最大出力電流、コンバータの帯域幅、インダクタ電流リップルの大きさ、および全体変換効率が決まります。インダクタはDC直列抵抗が小さくなければなりません。つまり、出力電流能力と効率は妥協することになります。インダクタ値を大きくするとインダクタ電流リップルが減少しますが、ピーク電流モード制御と同様に出力電流能力が増えません。ケース・サイズが一定の場合、インダクタの値が大きいほど、DC直列抵抗が大きくなる傾向もあります。これは、効率に悪影響を与えます。また、インダクタの値が大きいと、昇圧モードで動作するときに、右半面(RHP)ゼロ周

波数が低下します。これによって、ループの安定性が損なわれる場合があります。LTC3130/LTC3130-1のほぼ全てのアプリケーション回路は、V_{IN}およびV_{OUT}に応じてインダクタ値が3.3μH~15μHの範囲にある場合に最高の性能を発揮します。降圧モード専用のアプリケーションは、右半面ゼロ周波数の影響を受けないため、より大きなインダクタ値を使用できます。一方、ほとんどの昇圧モードのアプリケーションは、昇圧比の大きさに応じて、この範囲の下限のインダクタンスを使用する必要があります。

インダクタ値に関わらず、最悪の平均インダクタ電流にリップル電流の1/2を加えた値よりも大きくなるように、飽和電流定格を選択する必要があります。各動作モードのピーク・トゥ・ピーク・インダクタ電流リップルは以下の式から計算することができます。ここで、fはスイッチング周波数(1.2MHz)、Lはインダクタンス(μH単位)、t_{LOW}はスイッチ・ピンの最小“L”時間(μs単位)です。スイッチ・ピンの最小“L”時間は、0.07μs(標準)です。

$$\Delta I_{L(P-P)(BUCK)} = \frac{V_{OUT}}{L} \left(\frac{V_{IN} - V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \left(\frac{1}{f} - t_{LOW} \right) \text{ Amps}$$

$$\Delta I_{L(P-P)(BOOST)} = \frac{V_{IN}}{L} \left(\frac{V_{OUT} - V_{IN}}{V_{OUT}} \right) \left(\frac{1}{f} - t_{LOW} \right) \text{ Amps}$$

降圧モードではデューティ・サイクルが最小(V_{IN}が最大)のとき、昇圧モードではデューティ・サイクルが50%(V_{OUT} = 2・V_{IN})のときに、最悪のピーク・トゥ・ピーク・インダクタ・リップル電流が発生することに注意してください。例えば、V_{IN}(最小) = 2.5V、V_{IN}(最大) = 15V、V_{OUT} = 5V、L = 10μHの場合、電圧が両極端(降圧時はV_{IN}が15V、昇圧時はV_{IN}が2.5V)のときに、ピーク・トゥ・ピーク・インダクタ・リップルは、次のようになります。

降圧 = 251mA(ピーク・トゥ・ピーク)

昇圧 = 94mA(ピーク・トゥ・ピーク)

インダクタの適切な飽和電流定格を選択するには、インダクタ・リップル電流の1/2を、予想される最大平均インダクタ電流に加える必要があります。

アプリケーション情報

コア損失を最小限に抑え、平均電流制限に達する前に高いインダクタ電流リップルがピーク電流制限を作動させるのを防ぐために、 ΔI_L が500mA P-P未満のインダクタ値を選択する必要があります。電流制限よりも十分に低い電流で動作する負荷の場合、さらに高いインダクタ・リップルが許容され、さらに低いインダクタ値を使用できます。

負荷トランジェント中にインダクタが飽和する可能性を防ぐために、全てのアプリケーションに、1200mA以上の飽和電流定格を備えるインダクタを推奨します(ただし、LTC3130のILIMピンが“L”に設定された場合を除きます。その場合、定格が650mAのインダクタを使用できます)。

なお、昇圧モードの場合、特に大きな昇圧比では、多くの場合、出力電流能力は電力段の総抵抗損失によって制限されます。これらの損失には、スイッチ抵抗、インダクタのDC抵抗、およびPCBの配線抵抗が含まれます。高いDC抵抗(DCR)を持つインダクタは、標準的性能特性のセクションや標準的応用例の回路で示された最大出力電流能力を低下させる可能性があるため、使用しないようにしてください。

指針としては、インダクタのDCRを、350m Ω (標準)の電力スイッチ抵抗よりも大幅に小さくする必要があります。ただし、唯一の例外は、LTC3130/LTC3130-1の電流供給能力よりも非常に小さい最大出力電流を持つアプリケーションです。一般的には、0.05 Ω ~0.15 Ω の範囲のDCRを持つインダクタを推奨します。DCRの値が小さいほど、サイズを犠牲にして効率が向上します。一方、DCRの値が大きいほど、物理的に小さなインダクタを使用できますが、効率が(通常は数%)低下します。

インダクタのコア材と種類により、所定の電流定格でのインダクタのサイズと価格が異なります。シールドされた構造は、他の回路との干渉の可能性を最小限に抑えるので一般に適しています。インダクタの種類を選択は、価格、サイズ、および特定のアプリケーションのEMIに対する要件に依存します。

LTC3130/LTC3130-1のアプリケーションに最適な、各メーカーのさまざまなインダクタ・ファミリのサンプルを表2に示します。ただし、示されたファミリ内の全てのインダクタ値が適切であるとは限らないため、電流定格およびDC抵抗の必要な特定の値を確認してください。

表2. 推奨インダクタ

VENDOR	部品番号ファミリ
Coilcraft coilcraft.com	EPL3015, LPS3314, LPS4012, LPS4018, XFL3012, XFL4020, MSS4020
Coiltronics cooperindustries.com	SD3814, SD3118, SD52
Murata murata.com	LQH43P, LQH44P
Sumida sumida.com	CDRH2D18, CDRH3D14, CDRH3D16, CDRH4D14
Taiyo-Yuden t-yuden.com	NR3012T, NR3015T, NRS4012T, NR4018T
TDK tdk.com	VLF252015MT, VLF302510MT, VLF302512MT, VLS3015ET, VLCF4018T, VLCF4020T, SPM4012T
Toko tokoam.com	DB318C, DB320C, DEM2815C, DEM3512C, DEM3518C
Würth we-online.com	WE-TPC 2818, WE-TPC 3816

ガイドラインとして、表3に、異なる出力電圧範囲に対して推奨する最大インダクタ値および最小出力コンデンサ値を示します。これらの値は、インダクタ・サイズを最小限に抑えるとともに、コンバータの負荷の範囲全体にわたってループの安定性を保証するように選択されました。

表3. 推奨するインダクタおよび出力コンデンサの値

V _{OUT} (V)	L _{MAX} (μH)	推奨する最小出力容量(μF)	
		LTC3130-1/LTC3130 フィードフォワード あり	LTC3130 PWM、フィードフォワード なし
1–2.4	4.7	40	20
2.5–3.9	6.8	30	15
4–6.5	10	20	10
6.6–14	15	20	10
14–25	15	10	5

入力電圧範囲および発生するインダクタ電流リップルに応じて、多くのアプリケーションがさらに低いインダクタ値を使用できることに注意してください。さらに低いインダクタ値により、ループの安定性を損なうことなく、さらに小さい出力コンデンサ値も使用できるようになります。

アプリケーション情報

出力コンデンサの選択

出力電圧リップルを最小限に抑えるには、有効直列抵抗 (ESR) の低い 10 μ F 以上の出力コンデンサを、昇降圧コンバータの出力に接続する必要があります。積層セラミック・コンデンサは ESR が小さく、実装面積の小さいものが入手できるので最適です。十分大きな値のコンデンサを選択して出力電圧リップルを許容レベルに下げます。コンデンサの ESR と ESL (有効直列インダクタンス) を無視すると、ピーク・トゥ・ピーク出力電圧リップルは以下の式で計算することができます。ここで、f は周波数 (1.2MHz)、C_{OUT} は容量 (μ F)、t_{LOW} はスイッチ・ピンの最小“L”時間 (0.07 μ s)、I_{LOAD} は出力電流 (アンペア) です。

$$\Delta V_{P-P(BUCK)} = \frac{I_{LOAD} t_{LOW}}{C_{OUT}} \text{ Volts}$$

$$\Delta V_{P-P(BOOST)} = \frac{I_{LOAD}}{f C_{OUT}} \left(\frac{V_{OUT} - V_{IN} + t_{LOW} f V_{IN}}{V_{OUT}} \right) \text{ Volts}$$

前述の式より、出力電圧リップルは、負荷電流とともに増加し、降圧モードよりも昇圧モードの方が一般に大きくなるのがわかります。なお、これらの式は、インダクタ電流から出力へ不連続に生じる電圧リップルのみを考慮しています。これらの式により、ある程度の大きさの負荷電流でのリップルについてはかなり正確な概算値が出ますが、出力電圧リップルがインダクタ電流リップルに左右される非常に軽負荷時の出力電圧リップルは小さめの概算値となります。

出力容量の両端に生じる出力電圧リップルに加えて、出力コンデンサの内部抵抗の両端にも出力電圧リップルが生じます。ESR によって生じる出力電圧リップルは出力コンデンサの直列抵抗に比例し、次式で与えられます。ここで、RESR は出力コンデンサの直列抵抗、他の全ての項は前述のとおりです。

$$\Delta V_{P-P(BUCK)} = \frac{I_{LOAD} R_{ESR}}{1 - t_{LOW} f} \cong I_{LOAD} R_{ESR} \text{ Volts}$$

$$\Delta V_{P-P(BOOST)} = \frac{I_{LOAD} R_{ESR} V_{OUT}}{V_{IN} (1 - t_{LOW} f)}$$

$$\cong I_{LOAD} R_{ESR} \left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \text{ Volts}$$

LTC3130/LTC3130-1 のほとんどのアプリケーションでは、10 μ F ~ 47 μ F の範囲の出力コンデンサは問題なく動作します。Burst Mode 動作での出力リップルや、大きなステップ負荷によって発生する過渡電流を最小限に抑えるために、22 μ F 以上の値を推奨します。

入力コンデンサの選択

PV_{IN} ピンは全インダクタ電流を流し、V_{IN} ピンはデバイスの内部制御回路に電力を供給します。入力電圧リップルを最小限に抑えてデバイスに適切な動作をさせるため、少なくとも 4.7 μ F の値の低 ESR バイパス・コンデンサを PV_{IN} ピンにできるだけ近づけて配置します。V_{IN} ピンは、1 μ F のセラミック・コンデンサをこのピンの近くに配置してバイパスし、一次 V_{IN} デカップリング・コンデンサの「静かな側」にケルビン接続する必要があります。V_{IN} ピンを PV_{IN} ピンに直接接続しないでください。

長いリード線を介して給電するか、大きな抵抗を持つ電源から給電するときは、より大きな値の追加バルク入力コンデンサが必要になる場合があります。これは、一般的に推奨されません。このようなアプリケーションでは、4.7 μ F のセラミック・コンデンサと並列に 47 μ F ~ 100 μ F の低 ESR コンデンサを接続すると、高性能で低コストのソリューションが得られます。

MPPC 機能を使用するアプリケーションの場合、22 μ F 以上の C_{IN} コンデンサの値を推奨します。さらに大きな値を無制限で使用できます。

アプリケーション情報

推奨する入力および出力コンデンサのタイプ

LTC3130/LTC3130-1の入力と出力のフィルタに使用するコンデンサは、低ESRであり、スイッチング・コンバータが発生するAC電流に対応した定格である必要があります。これはデバイスの適切な動作を維持し、出力電圧リップルを減らすのに重要です。それらのアプリケーションに最適なコンデンサには、積層セラミック、低ESRタンタル、OS-CON、POSCAPなど多くのタイプがあります。さらに、低ESRおよび高AC電流向けに設計された固体アルミ有機ポリマー・コンデンサなどの特定のタイプの電解コンデンサがあり、これらも一部のLTC3130/LTC3130-1のアプリケーションに最適です。

コンデンサの種類を選択は、主にサイズ、リーク電流、およびコストの間のトレードオフによって決まります。バックアップ電力のアプリケーションでは、入力コンデンサや出力コンデンサとして、ファラッド単位の容量値を持つスーパー・コンデンサまたはウルトラ・コンデンサを使用する場合があります。これらのアプリケーションでの選択基準は、電圧リップルが関係しないことを除き、一般的に同じです。

コンデンサによっては、高いDCリーク電流を示すため、Burst Mode動作での非常に低い静止電流を要求するアプリケーションでは、検討対象から除外される場合があります。なお、ウルトラ・コンデンサは、かなり高いESRを持つ場合があります。そのため、4.7 μ F (最小)のセラミック・コンデンサをデバイスのピンに近づけて並列に接続することを推奨します。

コンデンサのDCバイアスの影響に注意する

スイッチング・コンバータのアプリケーションには、小型、低ESR、および低リーク電流であることから、多くの場合セラミック・コンデンサが使用されます。ただし、電力アプリケーション用のセラミック・コンデンサの多くは、コンデンサのDCバイアス電圧が上昇するに従って、容量が定格値から大きく減少します。小型表面実装コンデンサをその最大定格電圧の1/2で動作させると、容量がその定格値から50%以上低下することも珍しくありません。この効果は、コンデンサの公称値が同じ場合、ケース・サイズが大きくなるに従って通常は減少します。そのため、アプリケーションの動作電圧で意図する容量を実現させるため、多くの場合、通常必要とされるよりも大きな値

の容量や、高い電圧定格のコンデンサを使用する必要があります。LTC3130/LTC3130-1の広い動作範囲と温度で最高の性能を発揮するように、X5RおよびX7Rの誘電体タイプを推奨します。アプリケーション回路で意図する容量が実現することを確認するため、コンデンサ・メーカーの容量対DCバイアス電圧の曲線を必ず参照してください。

プログラム可能なRUN機能を使用した極端に弱い電源からの動作

プログラム可能なRUNピンの別のアプリケーションは、このピンを使用して極端に弱い電流源から「間欠」モードでコンバータを動作させることです。これによって、マイクロアンペアの出力電流しか生成できず、MPPCピンを使用したとしても通常の定常状態の動作を維持するには弱すぎる電源からの動作を可能にします。LTC3130/LTC3130は、イネーブルされるまでは、 V_{IN} から1.4 μ A (標準)のみを取り込みます。そのため、RUNピンを設定して、 V_{IN} が設定された電圧レベルに達するまではデバイスがディスエーブル状態を維持するようにします。この方法では、入力電源がマイクロアンペアの電流しか供給できない場合でも、 V_{IN} がRUNピンの分割器によって設定されたオンしきい値に達するまで、入力ストレージ・コンデンサをトリクル充電できます。その後、 V_{IN} がオフしきい値よりも低下するまで、コンバータに給電して V_{OUT} を立ち上げるために、入力コンデンサに蓄積された電荷を使用して、コンバータがイネーブルされます。 V_{IN} がオフしきい値よりも低下した時点でコンバータがオフになり、このプロセスが繰り返されます。

この方法によって、室内照明を使用する小型薄膜太陽電池のような弱い電源からコンバータを動作させることが可能になります。コンバータはBurst Modeで動作しますが、出力コンデンサを充電して、無線センサ・アプリケーションなどで低デューティ・サイクルの負荷に電力を供給したり、バッテリーをトリクル充電したりするには十分です。さらに、入力電圧が、分割器によって決められた固定電圧で(UVLOヒステリシスによって設定される10%のリップルを伴って)サイクルすることに注意してください。これによって、高インピーダンスの電源が、最大電力転送のために最適に設定された電圧の近くで動作することを可能にします。

アプリケーション情報

これらの「トリクル充電」アプリケーションでは、通常はより大きい入力コンデンサが必要になります。使用できる定常状態の入力電力がV_{OUT}を維持できるように、V_{OUT}での負荷が極端に軽い場合、入力コンデンサは、V_{IN}が下降時UVLOしきい値未満に放電する前に、V_{OUT}をレギュレーション状態にするのに十分な電荷を容易に蓄積する必要があります(単一の「バースト」でV_{OUT}を充電し、V_{OUT}のレギュレーションを維持することが目標であると仮定します)。その場合、C_{IN}に必要な最小値を、次式で決定できます。

$$C_{IN(MIN)} > \frac{C_{OUT} \cdot V_{OUT}^2}{\left(\eta \left(V_{IN}^2 - (0.9 \cdot V_{IN}^2)\right)\right)}$$

ここで、V_{IN}は設定された上昇時UVLOしきい値、ηはV_{IN}とV_{OUT}が与えられた場合の平均変換効率です。C_{OUT}コンデンサが大きいほど、大きいC_{IN}コンデンサを充電する必要があります。

C_{IN}コンデンサをV_{IN}の上昇時UVLOしきい値まで充電するのに必要な時間(0Vから開始)は、次式で与えられます。

$$t_{CHARGE} (SEC) = \frac{C_{IN} (\mu F) \cdot V_{IN(UVLO)}}{(I_{CHARGE} (\mu A) - 1.4 \mu A - I_{LEAK} (\mu A))}$$

ここで、I_{LEAK}は、設定されたV_{IN}のUVLO電圧での入力コンデンサのリーク電流(μA)です。

特定の期間、パルス負荷が発生している間、V_{OUT}がレギュレーション状態に留まる必要があるアプリケーションの場合、必要な入力コンデンサ値は、設定されたV_{IN}とV_{OUT}、および出力負荷電流の期間と大きさによって、次式に従って決定されます。

$$C_{IN(MIN)} > \frac{I_{OUT} \cdot V_{OUT} \cdot 2 \cdot t}{\left(\eta \left(V_{IN}^2 - (0.9 \cdot V_{IN}^2)\right)\right)}$$

ここで、C_{IN}はμF単位、I_{OUT}は期間t(ミリ秒)の間の平均負荷電流(mA)です。V_{IN}は設定された上昇時UVLOしきい値、ηはV_{IN}とV_{OUT}が与えられた場合の平均変換効率です。この計算は、V_{OUT}コンデンサが既に充電されており、負荷パルスの前後でのV_{OUT}での負荷が、使用可能な定常状態の入力電力によって維持できるほど十分に低いということを仮定しています。

例えば、V_{OUT}が5Vで、5msの期間の25mAのパルス負荷があり、V_{IN}に12Vの上昇時UVLOしきい値が設定されている場合、必要な最小C_{IN}コンデンサは、85%の変換効率を仮定して、53.7μFになります。そのため、68μFの入力コンデンサを推奨します。

V_{IN}に流れる電流を最小に抑えるために高い抵抗値(MΩ単位)のRUNピンの分割器を使用するときに、分割器の下側の抵抗の両端で小型ノイズ・フィルタ・コンデンサを使用して、ノイズがRUNコンパレータを誤ってトリップするのを防止することが必要になる場合があります。入力電圧が所望のV_{IN}しきい値を下回って大幅に低下するほどの長時間の遅延を導入しないようにするために、このコンデンサの値を最小にする必要があります(10pFでもよい)。なお、V_{IN}のデカップリング・コンデンサの値を大きくして、V_{IN}のホールドアップ時間を増やすことによって、この影響を最小限に抑えることができます。

EXTV_{CC}の入力の使用

このデータシートの「動作」セクションで説明されているように、LTC3130/LTC3130-1は、デバイスにV_{CC}を供給するために使用できるEXTV_{CC}入力を備えており、V_{IN}がV_{CC}のUVLOしきい値を下回り、1V未満にまで低下するアプリケーションでの起動または動作あるいはその両方を可能にします。

EXTV_{CC}入力への給電に使用できる可能性のある電源には、V_{OUT}(V_{OUT}が3.15V以上に設定された場合、および起動するためにV_{IN}が2.4V以上になる場合)、またはシステムで使用できる独立した電圧レールがあり、あるいはバッテリーもあります。

EXTV_{CC}電圧の要件は、3.0V(標準)以上になること、および25Vの絶対最大定格です。6mA以上の電流を供給する必要があります。EXTV_{CC}の電源がデバイスにあまり近くない場合、EXTV_{CC}ピンで4.7μF以上のデカップリング・コンデンサを使用することを推奨します。

バッテリーを使用してEXTV_{CC}に電力を供給する場合、固定周波数モードの定常状態で連続動作するバッテリーの寿命は、次式で推定できます。

$$\text{バッテリー寿命(時間)} = \text{バッテリー容量(mA-Hr)} / 6\text{mA}$$

アプリケーション情報

例えば、2600mA-Hr (2.6A-Hr) の容量を持つ3.6Vバッテリーは、約433時間(約18日のみ)の間、固定周波数モードで連続的にデバイスに給電できます。ただし、デバイスが軽負荷時にBurst Mode動作になる場合は、恐らくバッテリー寿命の時間が(負荷に応じて)数桁の大きさに伸びます。これは、デバイスがスリープ状態のときの電流要求がわずか1.6 μ A(標準)になるためです。シャットダウン状態では、流れる電流はわずか0.5 μ A(標準)になります。

V_{OUT} がバッテリー電圧よりも高く、3.6V以上になるアプリケーションの場合、バッテリーと2個のショットキ・ダイオードを使用して、デバイスを低い V_{IN} で起動させることができます。起動後に、デバイスは V_{OUT} から電力を供給されます。そのため、バッテリーには、定常状態の電流が流れなくなります。その場合、バッテリー寿命が(連続固定周波数動作でも)保管寿命に近づくことができます。シャットダウン状態では、バッテリーからは約0.5 μ Aの電流が流れます。この構成の例を図5に示します。

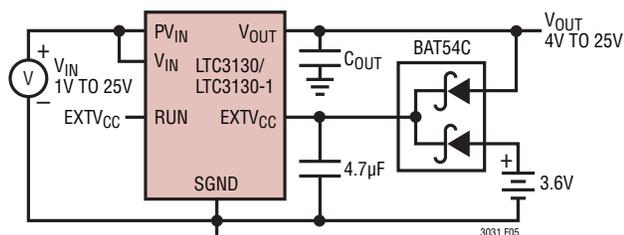


図5. 低い V_{IN} からの起動専用のバッテリーの使用

起動時に、 V_{CC} がまだUVLO状態にある場合、デバイスは V_{IN} または $EXTV_{CC}$ のいずれか高い方を選択し、($EXTV_{CC}$ が3.0Vより低い場合でも) V_{CC} に電力を供給します。ただし、起動後に V_{CC} が上昇時UVLOしきい値を超えて上昇した場合、デバイスは、 $EXTV_{CC}$ が3.0V(標準)を超えている場合のみ $EXTV_{CC}$ 入力を使用して V_{CC} に電力を供給することを選択します。これは、より高い電圧を V_{IN} で使用できる場合に極めて低い電圧で $EXTV_{CC}$ を使用するのを避けるために行われます。

そのため、デバイスが、起動時に $EXTV_{CC}$ を使用すること、起動後に V_{CC} の電源として V_{IN} を使用することとの間で切り替わるという状況になる場合があります。ただし、 V_{IN} がUVLOしきい値未満になると、 V_{CC} が低下し、再び $EXTV_{CC}$ を使用するようになります。このサイクルは、 V_{IN} がUVLO下降しきい値を下回り、 $EXTV_{CC}$ が2.4VのUVLO上昇しきい値よりも高いが3.0Vより低い場合にのみ発生します

(RUNピンの電圧が高精度の上昇しきい値を超えて、デバイスがイネーブルされます)。この間、デバイスが、UVLO状態になってからUVLO状態を終了するときに、スイッチングの開始を定期的に試みるということに注意してください。 $EXTV_{CC}$ が3.0Vより高く保たれた場合に、これが発生します。

V_{IN} と $EXTV_{CC}$ の電圧が、このシナリオが発生するような電圧になるアプリケーションでは、RUNピンを使用して $EXTV_{CC}$ 入力をモニタし、 $EXTV_{CC}$ が3.15Vを下回った場合に必ず動作を抑制できます。この例を図6に示します。

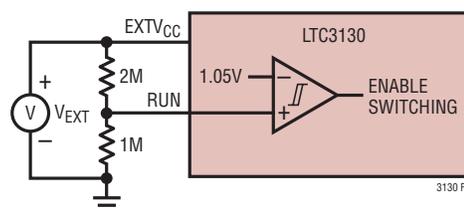


図6. $EXTV_{CC}$ の最小電圧を3.15Vに設定するためのRUNピンの使用

MPPC電圧の設定

既に説明したように、LTC3130/LTC3130-1は、比較的に高いソース抵抗を持つ電圧源から動作する場合に性能を最適化する、MPPC機能を備えています。MPPC機能は、 V_{IN} からの外付け電圧分器を使用して、必要なときに平均インダクタ電流を制御し、ユーザーが設定した最小入力電圧を維持します。図3を参照してください。

$$V_{IN(MPPC)} = 1.0V \cdot \left(1 + \frac{R5}{R6}\right)$$

これは、太陽電池パネルがオープン回路電圧の約75%で動作するとき最大電力転送点が発生するため、太陽電池用コンバータなどのアプリケーションで役立ちます。例えば、5Vのオープン回路電圧を持つ太陽電池パネルから動作する場合、最大電力転送点は、出力電圧が約3.75Vになるような負荷が太陽電池パネルにかかった時点になります。図4を参照すると、 $R5$ に対して2M Ω の値、 $R6$ に対して732kの値を選択した場合、MPPC機能は、最大入力電流を調整して V_{IN} を3.73V(標準)以上に維持するように設定されます。なお、太陽電池パネルが、アプリケーションが必要とする電力よりも大きい電力を供給できる場合、設定されたMPPC点を超えて入力電圧が上昇します。これは、入力電圧が25Vを超えない限り問題ありません。

アプリケーション情報

非常に大きな抵抗値(数百オーム以上)を持つ弱い入力電源の場合、電源が供給できるよりも多くの電流をLTC3130/LTC3130-1が取り込んで、 V_{IN} がUVLOしきい値よりも低下することがあります。そのようなアプリケーションの場合は、前述したように、プログラム可能なRUN機能を使用することを推奨します。

MPPC補償と利得

MPPCを使用する場合、入力電圧制御ループの利得と位相に影響を与えるいくつかの変数があります。それらは主に、入力容量、MPPCの抵抗分割器の比率、および V_{IN} のソース抵抗です。アプリケーション回路の設計を簡単にするために、LTC3130/LTC3130-1のMPPC制御ループは、比較的に低い利得で設計されています。そのため、22 μ F以上の V_{IN} コンデンサを使用している場合、通常、外付けMPPCループ補償は不要です。

MPPCピンから内部制御電圧への利得は約10であり、平均インダクタ電流への内部制御電圧の利得は約1です。そのため、MPPCピンでの60mVの変化は、デバイスの最大電流能力に近い、平均インダクタ電流の約600mAの変化をもたらします。そのため、設定された入力電圧は、デバイスの全電流範囲(負荷が必要とされる電流よりも大きい場合がある)にわたって約6%の範囲内に維持されます。

小型太陽電池パネルの供給元

LTC3130/LTC3130-1での使用に適した小型太陽電池パネル(モジュールまたは太陽電池アレイと呼ぶ場合もあります)を製造するメーカーの一覧を、表4に示します。

表4. 小型太陽電池パネル・メーカー

Sanyo	panasonic.net
PowerFilm	powerfilmsolar.com
Ixys Corporation	ixys.com
G24 Innovations	gcell.com

熱に関する検討事項

LTC3130/LTC3130-1のパワー・スイッチは、内部電流制限しきい値までの電流で連続的に動作するように設計されています。ただし、高電流レベルで動作しているときは、デバイス内部でかなりの熱が発生する可能性があります。そのため、デバイスから熱を除去する方法を提供し、LTC3130/LTC3130-1が最大定格出力電流を供給できるようにするため、デバイスの温度環境に関して注意深く検討する必要があります。特に、QFNパッケージとMSEパッケージの両方の露出ダイアタッチ・パッドをPCB上の銅層に半田付けし、デバイス・パッケージからの熱伝導が最大になるようにします。これは、デバイス・パッケージの下のダイアタッチ・パッド接続から、大きな銅の面を備える他のPCB層へ、複数のビアを使用することによって実現できます。これらの概念を取り入れた標準的な基板レイアウトを、図7に示します。

このデータシートの他の場所に記載されているように、 V_{IN} の高いアプリケーションでは、EXTV_{CC}ピンを使用してV_{CC}の電力損失項を大幅に低減し、ダイ温度を下げ、効率を向上することができます。

デバイスのダイ温度が約165°Cを超えると、過熱シャットダウンが作動して、全てのスイッチングが停止します。ダイ温度が約10°C冷却されるまで、デバイスはディスエーブルされたままになります。動作を再開するのに十分なほどデバイスのダイ温度が冷却されると、過熱シャットダウン状態から滑らかに回復するために、ソフトスタート回路が再起動されます。

V_{IN} および V_{OUT} の低いアプリケーション

3V未満の入力電圧から動作する必要があり、出力電圧が1.8V以下であり、ただし重い負荷で動作するアプリケーションでは、SW2と V_{OUT} の間にショットキ・ダイオードを追加すると、大きな効果が得られます。そのようなアプリケーションには、MBR0530または同等のダイオードを推奨します。

アプリケーション情報

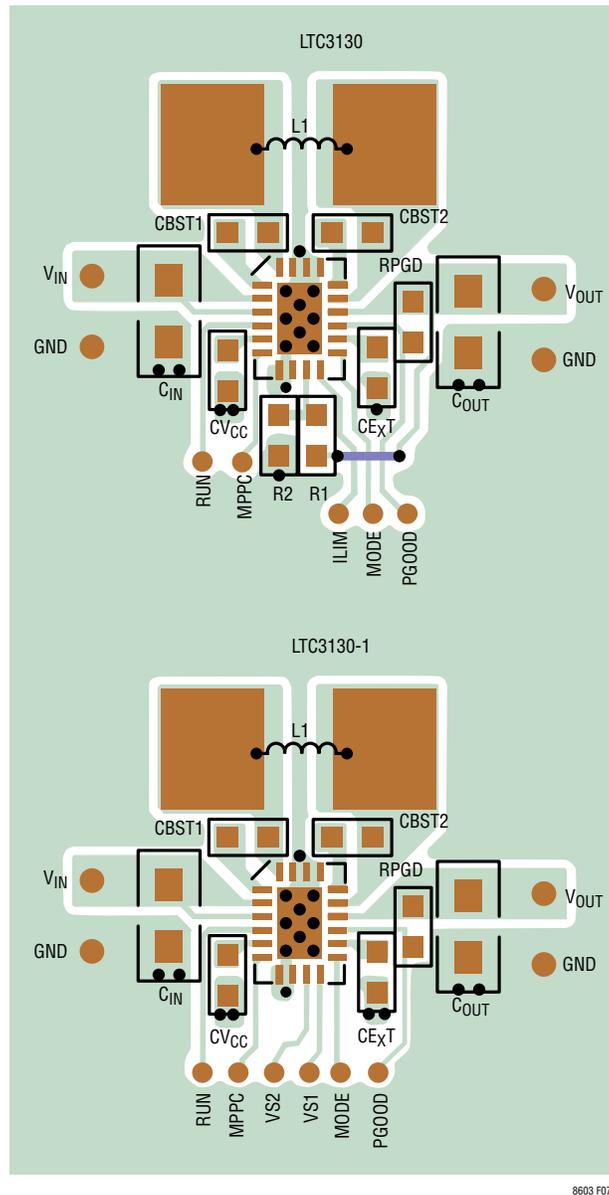
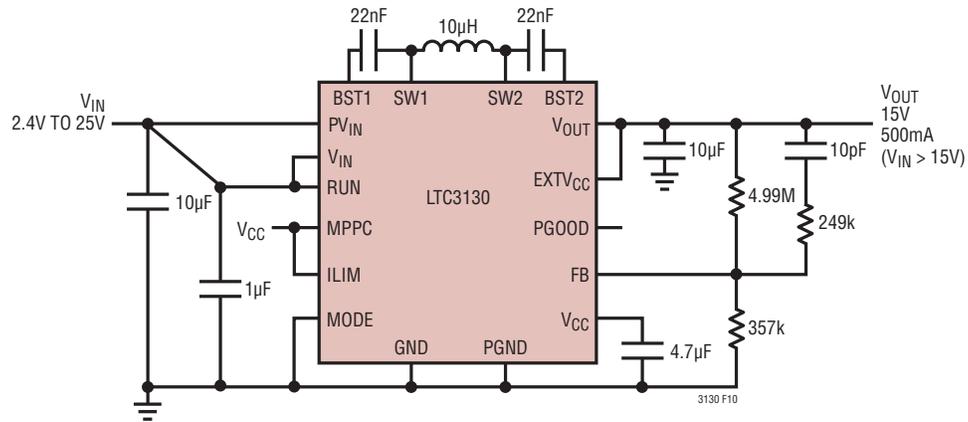
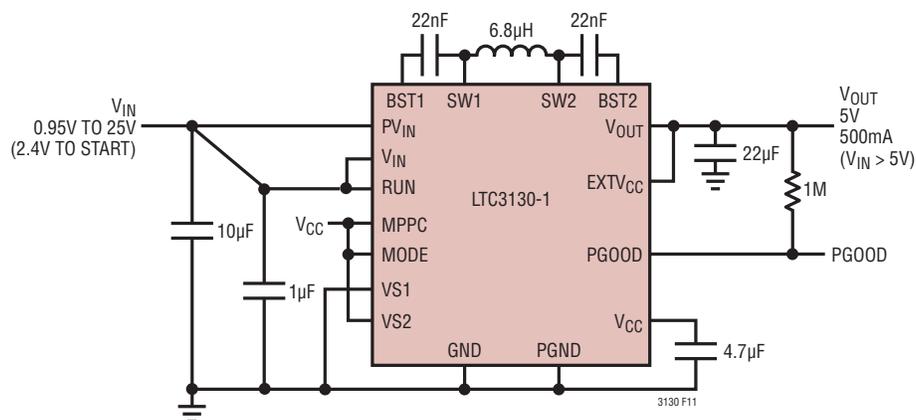


図7. 標準的な2層プリント基板レイアウト(QFNパッケージを示す)

アプリケーション情報

図10. Burst Mode動作を備える V_{IN} の範囲が広い15Vコンバータ図11. 低ノイズ、 V_{IN} の範囲が広い5Vコンバータ

アプリケーション情報

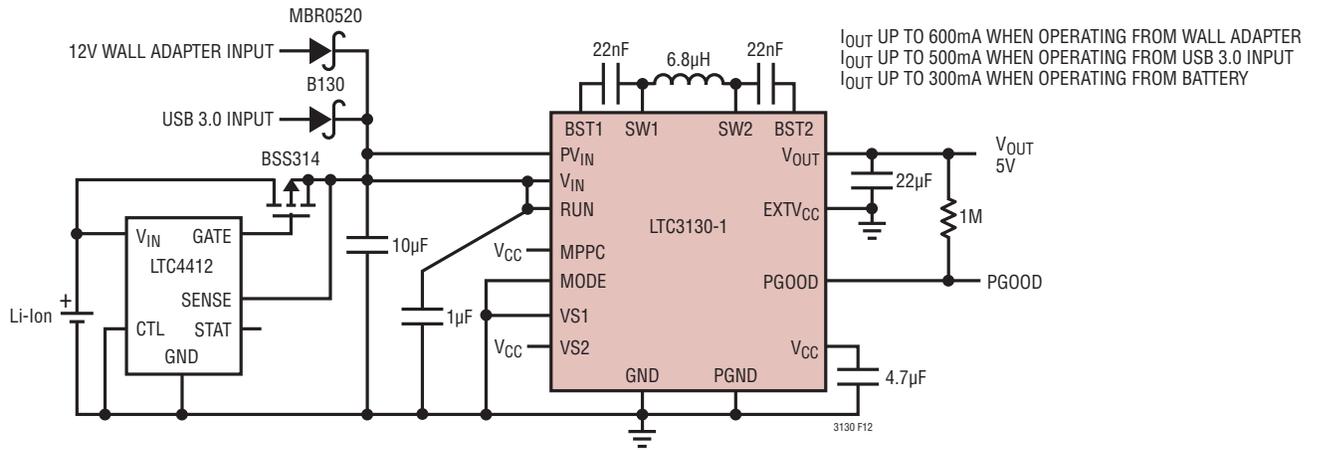


図 12. LTC4412 PowerPath™ コントローラを使用する複数 V_{IN}/5V 出力アプリケーション

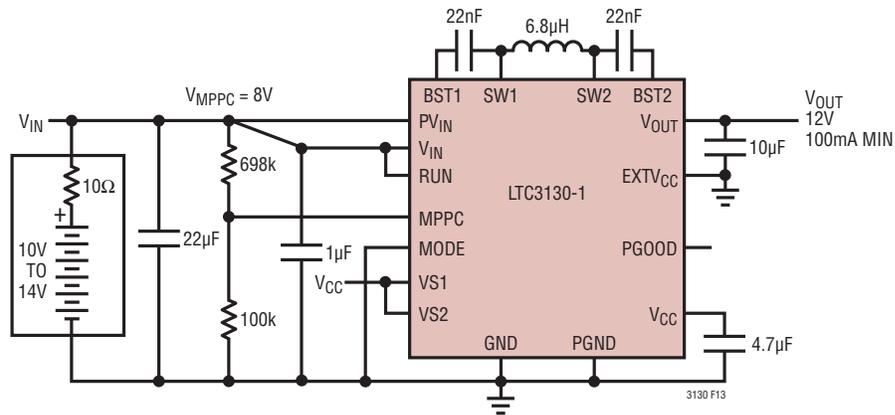
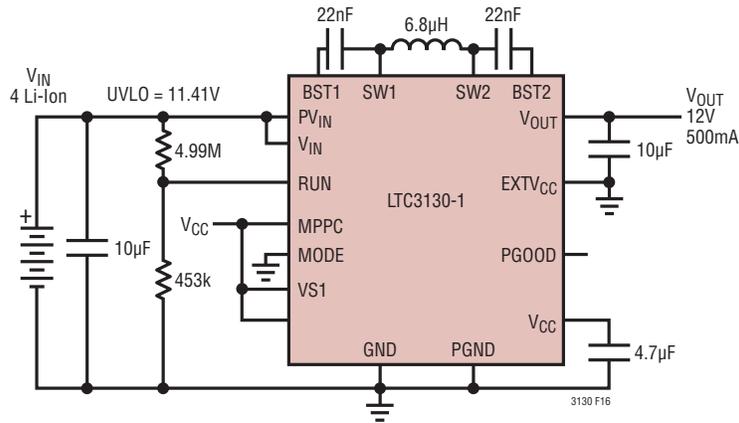


図 13. MPPC 機能を使用して電流制限のある電源から最小 V_{IN} を維持する 12V コンバータ

LTC3130/LTC3130-1

標準的応用例



*D1 IS REQUIRED WHEN USING THE MSOP PACKAGE.

図 16. Burst Mode 動作および V_{IN} UVLO を備える 12V コンバータ

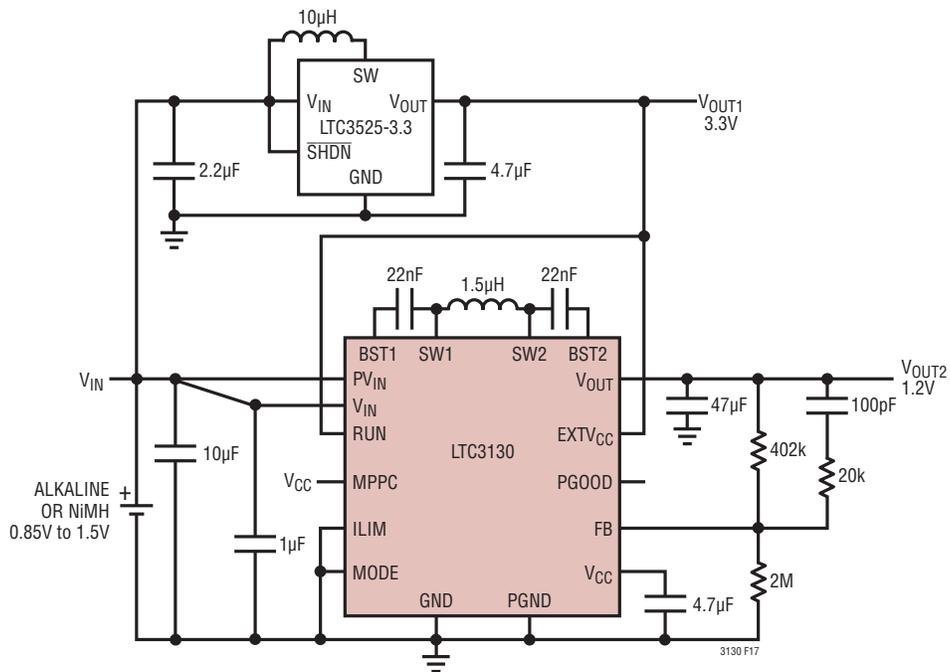


図 17. 単一セル、1.2V/200mA 昇降圧コンバータ
LTC3525-3.3 を使用して $EXTV_{CC}$ のバイアス電源を供給

標準的応用例

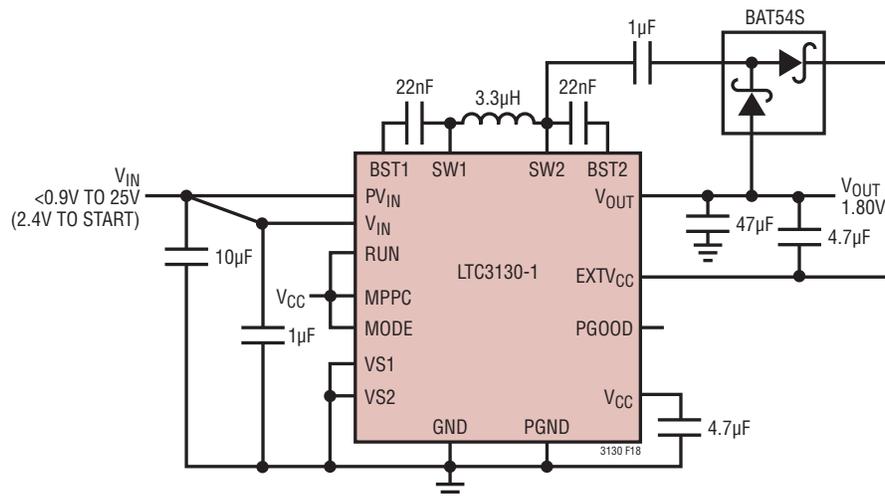


図 18. V_{IN} の範囲が広い低ノイズの 1.8V コンバータ、チャージポンプを使用して $EXTV_{CC}$ 電源を生成

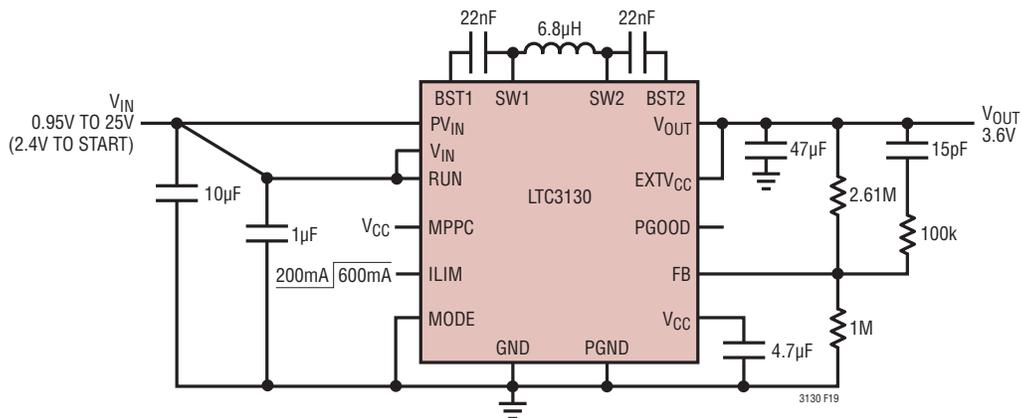


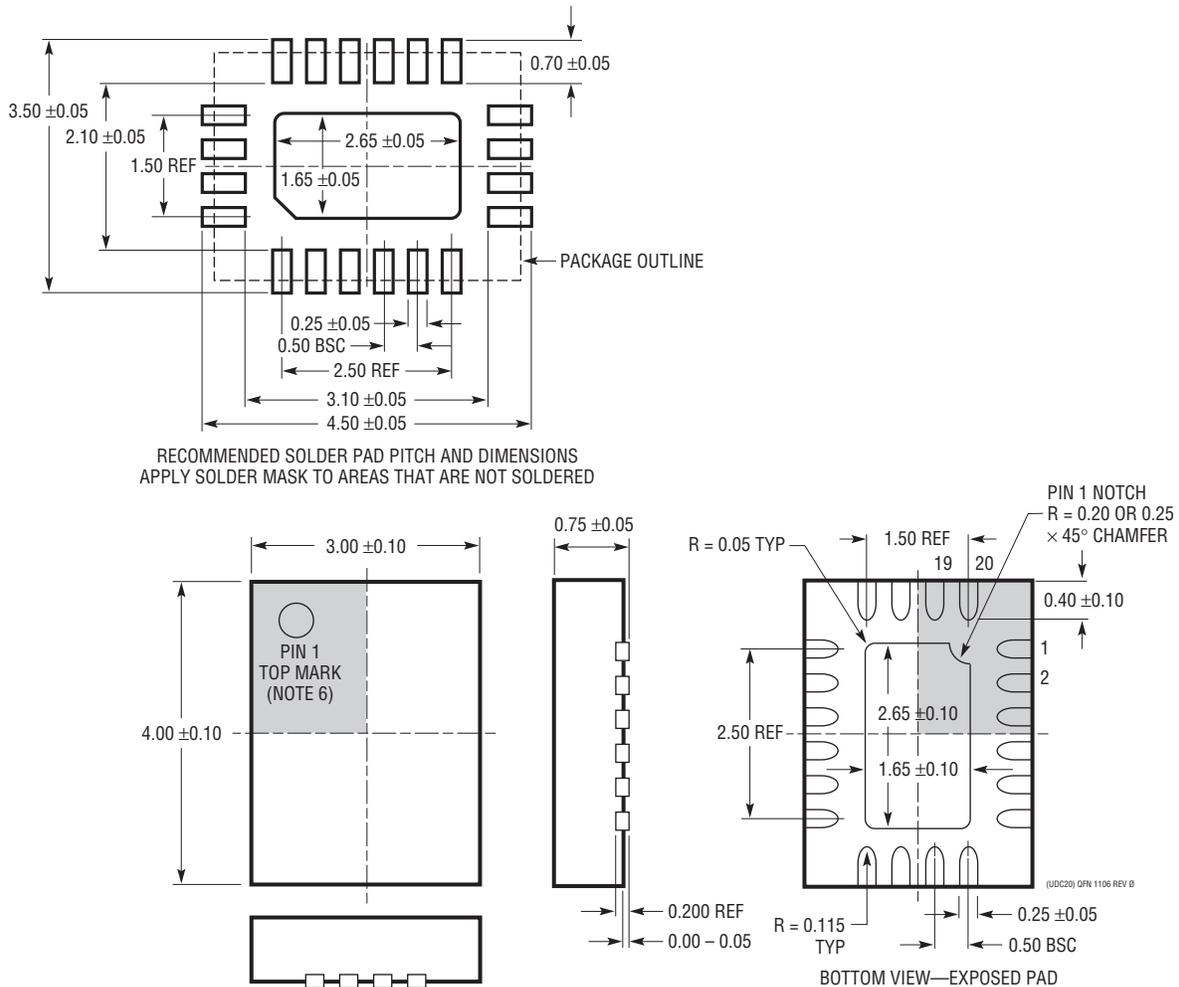
図 19. V_{IN} の範囲が広い 3.6V コンバータ、2つの設定される電流制限レベルを備える

LTC3130/LTC3130-1

パッケージの寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3130#packaging> を参照してください。

UDC Package
20-Lead Plastic QFN (3mm × 4mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1742 Rev 0)



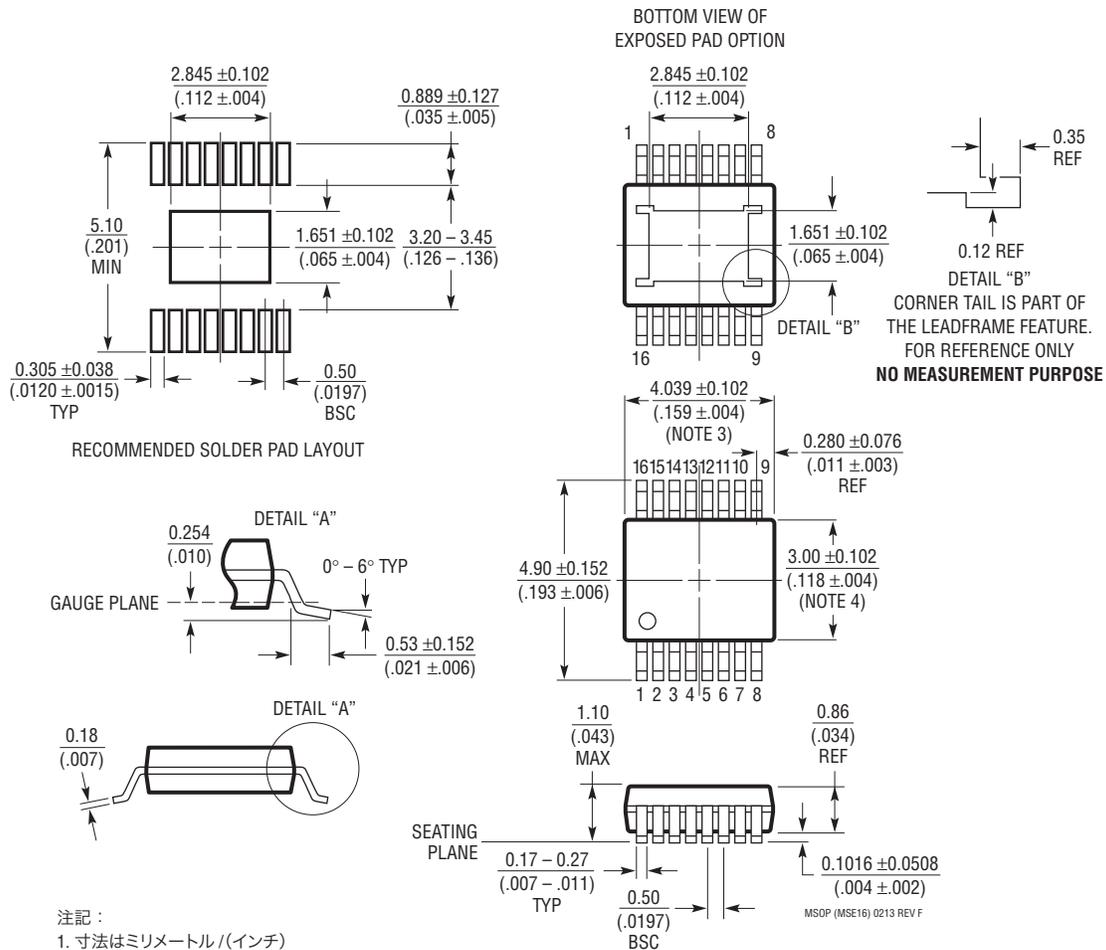
注記:

1. 図は JEDEC のパッケージ外形ではない
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. 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
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

パッケージの寸法

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3130#packaging> を参照してください。

MSE Package
16-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
 (Reference LTC DWG # 05-08-1667 Rev F)



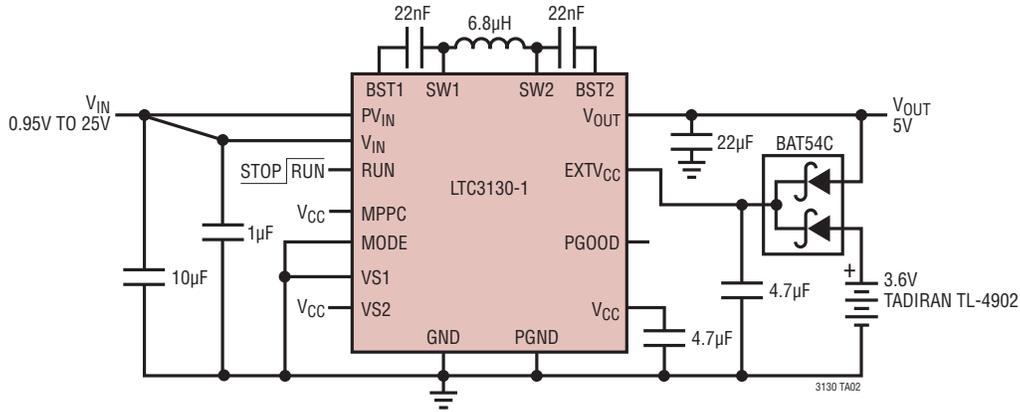
注記：

1. 寸法はミリメートル/（インチ）
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まないリード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
5. リードの平坦度（整形後のリードの底面）は最大 0.102mm (0.004") であること
6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含む E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm

LTC3130/LTC3130-1

標準的応用例

V_{IN} の範囲が広い5Vコンバータ、小型一次バッテリーを使用して1V未満の V_{IN} での起動を保証
ほぼゼロの定常状態のバッテリー電流を使用して、最大10年のバッテリー寿命を実現



関連製品

デバイス名	概要	V_{IN} の範囲(V)	V_{OUT} の範囲(V)	I_Q (μ A)	パッケージ
LTC3129/LTC3129-1	15V、200mA、1.2MHz、効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	2.42V ~ 15V	1.4V ~ 15.75V	1.3 μ A	3mm×3mm QFN-16/MSOP-16Eパッケージ
LTC3115-1/LTC3115-2	40V、2A、2MHz、効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	2.7V ~ 40V	2.7V ~ 40V	30 μ A	4mm×5mm DFN-16/TSSOP-20Eパッケージ
LTC3114-1	40V、1A、1.2MHz、効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	2.2V ~ 40V	2.7V ~ 40V	30 μ A	3mm×5mm DFN-16/TSSOP-16Eパッケージ
LTC3112	15V、2.5A、750kHz、効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	2.7V ~ 15V	2.7V ~ 14V	50 μ A	4mm×5mm DFN-16/TSSOP-20Eパッケージ
LTC3531	5.5V、200mA、600kHzモノリシック同期整流式昇降圧	1.8V ~ 5.5V	2V ~ 5V	16 μ A	3mm×3mm DFN-8/ThinSOTパッケージ
LTC3122	15V、2.5A、3MHz、効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	1.8V ~ 5.5V	2.2V ~ 15V	25 μ A	3mm×4mm DFN-12/MSOP-12Eパッケージ
LTC3113	5V、3A、2MHz、効率が96%のモノリシック同期整流式昇降圧	1.8V ~ 5.5V	1.8V ~ 5.5V	40 μ A	4mm×5mm DFN-16/TSSOP-20Eパッケージ
LTC3118	デュアル入力18V、2A、1.2MHz、PowerPath制御を備える効率が95%のモノリシック同期整流式昇降圧	2.2V ~ 18V	2.2V ~ 18V	50 μ A	4mm×5mm QFN-24/TSSOP-28Eパッケージ
LTC3111	1.5A (I_{OUT})、15V同期整流式昇降圧DC/DCコンバータ	2.5V ~ 15V	2.5V ~ 15V	49 μ A	3mm×4mm DFN-14/MSOP-16パッケージ

3130F