

入力電流制限精度の高い3A モノリシック昇降圧スーパー キャパシタ・チャージャ/バランス

特長

- 最大3Aまでプログラム可能な高精度(±2%)平均入力電流制限
- コンデンサの最大電圧制限値をプログラム可能
- アクティブな充電バランス調整により、容量が不揃いのコンデンサを高速充電
- 1個のコンデンサも積層コンデンサも充電
- 入力電圧範囲: 1.73V ~ 5.5V
- 出力電圧範囲: 1.8V ~ 5.5V
- 充電時のV_{OUT}からの静止電流: <2μA
- シャットダウン時の出力切断:
シャットダウン時のI_Qは1μA未満
- パワーグッド・コンパレータ
- 電源障害インジケータ
- 熱特性の改善された20ピン(4mm×5mm×0.75mm) QFNパッケージおよび24ピンTSSOPパッケージ

アプリケーション

- スーパーキャパシタ・ベースのバックアップ電源
- メモリのバックアップ
- サーバ、RAID、RFシステム
- 産業、通信、コンピュータ処理用の各機器

概要

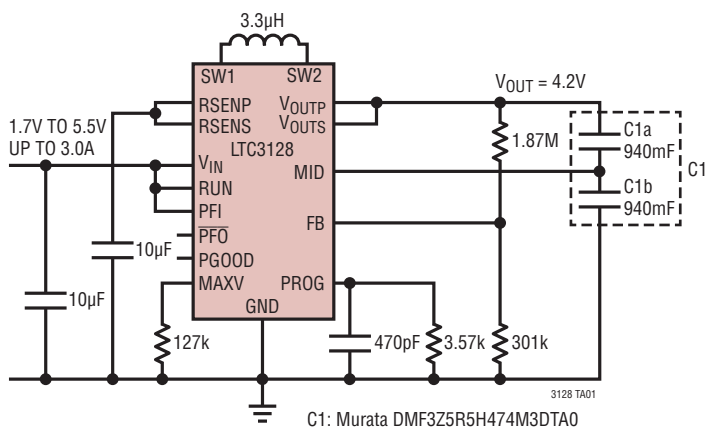
LTC[®]3128は効率の高い昇降圧DC/DCスーパーキャパシタ・チャージャです。このデバイスは、出力電圧より高い、低い、または等しい入力電圧で効率的に動作します。LTC3128は、プログラム可能な高精度平均入力電流制限、アクティブな充電バランス調整、およびプログラム可能な最大コンデンサ電圧の各機能を内蔵しています。LTC3128はこれらの機能を兼ね備えているので、バックアップ電源システムの大容量コンデンサを安全に充電して保護するのに最適です。入力電流制限値および最大コンデンサ電圧は、それぞれ1本の抵抗を使用して設定します。平均入力電流はプログラム可能な0.5A ~ 3Aの範囲で高精度に制御され、個々の最大コンデンサ電圧は1.8V ~ 3.0Vの範囲で設定できます。

LTC3128のその他の特長は、Burst Mode[®]動作時のV_{OUT}からの静止電流が2μA未満、高精度のパワーグッド・インジケータと電源障害インジケータ、および過熱過負荷保護回路です。LTC3128は、熱特性が改善された高さの低い20ピン(4mm×5mm×0.75mm) QFNパッケージおよび24ピンTSSOPパッケージで供給されます。

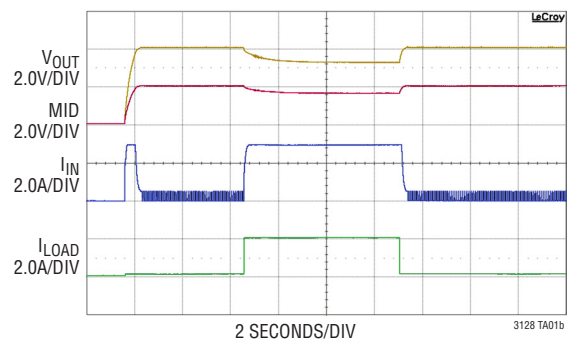
LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technologyおよびリニアのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。PowerPathはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

広い入力電圧範囲(設定された入力電流は3A)、4.2V出力



出力コンデンサ・スタックの充電波形



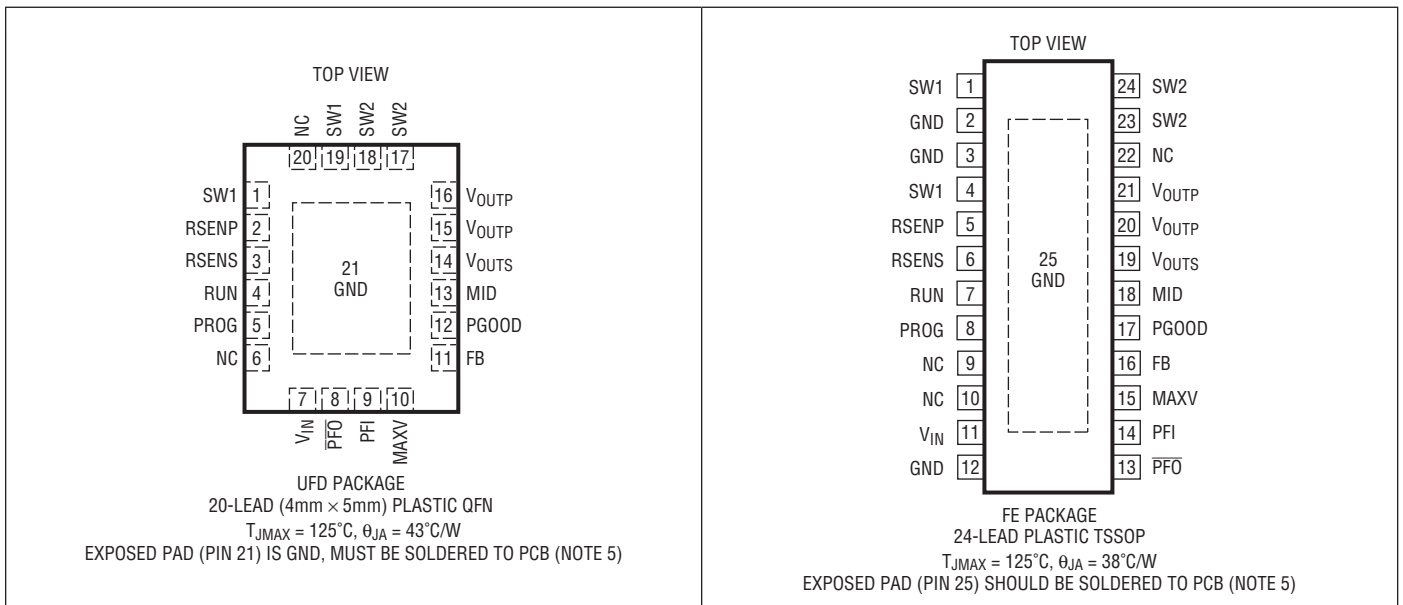
LTC3128

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} 、RSEN _P 、 V_{OUTP} 、MID の電圧	-0.3V ~ 6V	PROG、MAXV、FB、PFI の電圧	-0.3V ~ 6V
RSENS、 V_{OUTS} の電圧	-0.3V ~ 6V	PGOOD、 $\overline{PF0}$ の DC 電流	15mA
RSENS の DC 電流	-4A	動作接合部温度範囲	
SW1、SW2 の DC 電圧	-0.3V ~ 6V	(Note 2、4)	-40°C ~ 125°C
SW1、SW2 パルス (<100ns) 電圧	-1.0V ~ 7V	保存温度範囲	-65°C ~ 150°C
PGOOD、 $\overline{PF0}$ 、RUN の電圧	-0.3V ~ 6V	リード温度 (半田付け、10 秒)	
		FE パッケージのみ	300°C

ピン配置



発注情報

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
LTC3128EUFD#PBF	LTC3128EUFD#TRPBF	3128	20-Lead (4mm x 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3128IUFD#PBF	LTC3128IUFD#TRPBF	3128	20-Lead (4mm x 5mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3128EFE#PBF	LTC3128EFE#TRPBF	LTC3128FE	24-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LTC3128IFE#PBF	LTC3128IFE#TRPBF	LTC3128FE	24-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°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。
 非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、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。
 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/> をご覧ください。

電气的特性

●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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 4.8\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Operating Range		●	1.73		5.5	V
Programmed Output Voltage Range		●	1.8		5.5	V
FB Voltage		●	0.565	0.580	0.590	V
FB Voltage Hysteresis				8.5		mV
FB Input Current	$V_{FB} > 0.590\text{V}$			0.5	2	nA
Switching Frequency	While Charging	●	1.00	1.20	1.40	MHz
Power Good Rising Threshold Voltage	Measured as a % of FB Voltage	●	94.50	96.75	99.00	%FB
Power Good Hysteresis	Measured as a % of FB Voltage			3.6		%
Power Good Voltage Low	$I_{PGOOD} = 5\text{mA}$			200		mV
Power Good Leakage Current	$PGOOD = 5.5\text{V}$			0.1	1	μA
PFI Falling Threshold		●	0.565	0.580	0.590	V
PFI Hysteresis Current	$V_{PFI} < 0.565\text{V}$			0.2		μA
PFI Input Current	$V_{PFI} > 0.590\text{V}$			0.5	2	nA
PFO Voltage Low	$I_{PFO} = 5\text{mA}$			200		mV
PFO Leakage Current	$PFO = 5.5\text{V}$			0.1	1	μA
Maximum Capacitor Voltage – Rising	$R_{MAXV} = 125\text{k}$, -40°C to 125°C (Note 7) $R_{MAXV} = 125\text{k}$, 0°C to 85°C (Notes 6, 7) $R_{MAXV} = 113\text{k}$, -40°C to 125°C (Note 7) $R_{MAXV} = 113\text{k}$, 0°C to 85°C (Notes 6, 7)	●	2.350	2.500	2.650	V
		●	2.400	2.500	2.600	V
		●	2.150	2.260	2.380	V
		●	2.170	2.260	2.350	V
Maximum Capacitor Voltage Hysteresis			120	200		mV
MAXV Pin Current				20		μA
V_{IN} Quiescent Current – Sleep	$V_{RUN} = 3.3\text{V}$, $V_{FB} > 0.590\text{V}$			14		μA
V_{OUT} Quiescent Current – Sleep	$V_{RUN} = 3.3\text{V}$, Not Balancing, $V_{FB} > 0.590\text{V}$ $V_{RUN} = 3.3\text{V}$, Balancing, $V_{FB} > 0.590\text{V}$			1.9		μA
				100		μA
V_{IN} Quiescent Current – Shutdown	$V_{RUN} = 0\text{V}$, Not Including SW Leakage			0.6	1	μA
V_{OUT} Quiescent Current – Shutdown	$V_{RUN} = 0\text{V}$, Not Including SW Leakage			0.4	1	μA
V_{OUT} Quiescent Current – Shutdown	$V_{RUN} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 0\text{V}$, Not Including SW Leakage			0.4	1	μA
V_{IN} Quiescent Current – Active	$V_{RUN} = 3.3\text{V}$ (Note 3)			600		μA
V_{IN} Quiescent Current – UVLO	$V_{RUN} = 1.5\text{V}$, $V_{IN} = 1.5\text{V}$, Not Including SW Leakage			25		μA
V_{OUT} Quiescent Current – UVLO	$V_{RUN} = 1.5\text{V}$, $V_{IN} = 1.5\text{V}$, Not Including SW Leakage			1	2	μA
Input Current Limit	$R_{PROG} = 22.1\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 22.1\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 11\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 11\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 5.49\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 5.49\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 3.57\text{k}$ (Notes 3, 7) $R_{PROG} = 3.57\text{k}$ (Notes 3, 7)	●	489	497	504	mA
		●	475	497	515	mA
		●	985	1000	1015	mA
		●	958	1000	1035	mA
		●	1973	2003	2033	mA
		●	1923	2003	2075	mA
		●	3034	3081	3127	mA
		●	2951	3081	3185	mA

LTC3128

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 4.8\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
PROG Pin Gain	Measured at $I_{IN} = 1\text{A}$ (Note 3)		52.7		$\mu\text{A}/\text{A}$
Internal Sense Resistor Value	(Note 6)		50		$\text{m}\Omega$
Peak Inductor Current Limit	(Note 3)	● 5.50	6.5	9.00	A
Linear Inductor Current Limit	(Note 3)	● 4.00	5.0	6.85	A
N-Channel MOSFET Leakage	Switches B and C and E		0.1	5	μA
P-Channel MOSFET Leakage	Switches A and D Switch F		0.1 0.1	5 10	μA μA
N-Channel MOSFET On-Resistance	Switch B Switch C Switch E ($V_{OUT} = 0\text{V}$)		70 80 95		$\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$
P-Channel MOSFET On-Resistance	Switch A Switch D Switch F		45 40 300		$\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$ $\text{m}\Omega$
MID Leakage Current	$V_{MID} = 0\text{V}$, $V_{IN} = 3.3\text{V}$, $V_{SW1} = 3.3\text{V}$		0.1	10	μA
MID Pin Regulation	$V_{OUT} = 4.8\text{V}$	● 2.304	2.400	2.496	V
Active Charge Balancer Enable Threshold	$ V_{OUT}/2 - V_{MID} $		60	118	mV
Active Charge Balancer Hysteresis			60		mV
Active Charge Balancer Peak Current	(Note 3)		400		mA
Active Charge Balancer Valley Current	(Note 3)		50		mA
RUN Input High Threshold Voltage		● 1.2			V
RUN Input Low Threshold Voltage		●		0.3	V
RUN Input Current	RUN = 5.5V		0.01	1	μA

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。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恐れがある。

Note 2: LTC3128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。LTC3128E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。LTC3128Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。

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。 $T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})/W$ 、ここで θ_{JA} はパッケージの熱インピーダンス。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: 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 4: 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 125°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。

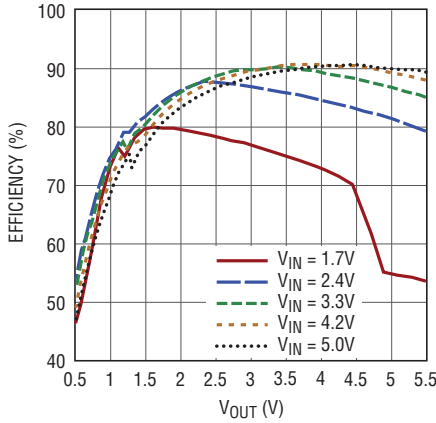
Note 5: パッケージの露出した裏面をPC基板のグランド・プレーンに半田付けしないと、熱抵抗がQFNパッケージでは $43^\circ\text{C}/\text{W}$ よりもはるかに大きくなり、TSSOPパッケージでは $38^\circ\text{C}/\text{W}$ よりもはるかに大きくなる。

Note 6: 設計により保証されている。テストされない。

Note 7: この仕様の精度は、パラメータを設定するために使用される抵抗の精度に直接関係している。

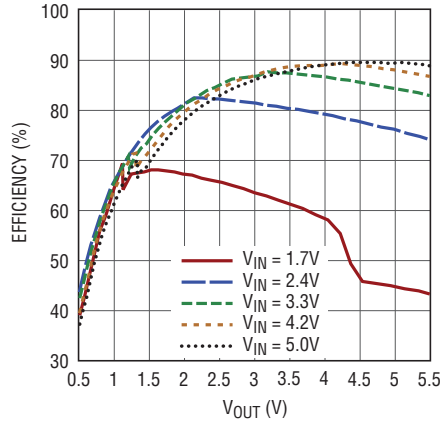
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

効率と V_{OUT} ($I_{IN}=0.5\text{A}$)



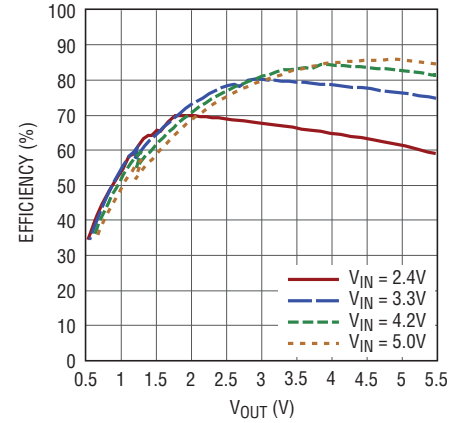
3128 G01

効率と V_{OUT} ($I_{IN}=1.0\text{A}$)



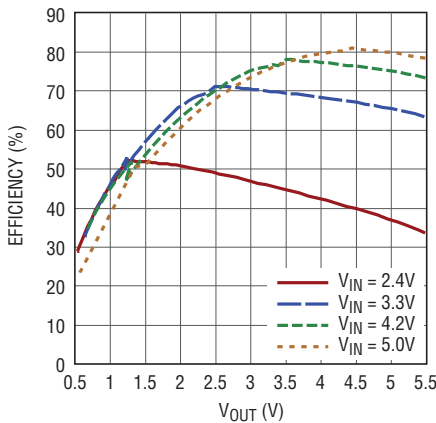
3128 G02

効率と V_{OUT} ($I_{IN}=2.0\text{A}$)



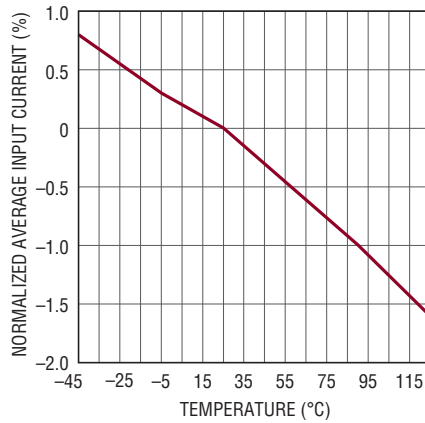
3128 G03

効率と V_{OUT} ($I_{IN}=3.0\text{A}$)



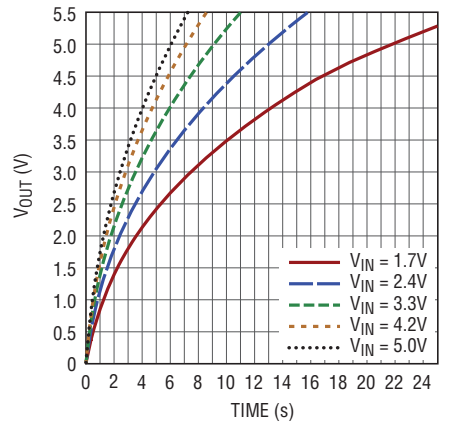
3128 G04

平均入力電流制限と温度
(正規化値)



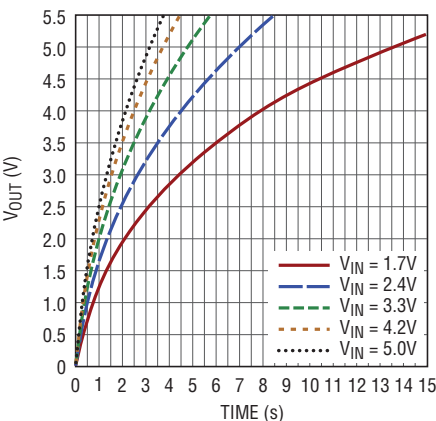
3128 G05

V_{OUT} と充電時間、 $C_{OUT} = 1\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 20\text{m}\Omega$ 、 $I_{IN} = 0.5\text{A}$



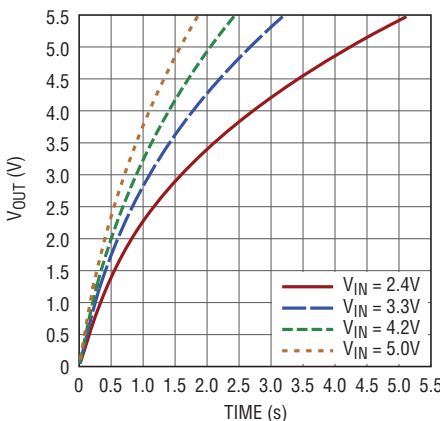
3128 G21

V_{OUT} と充電時間、 $C_{OUT} = 1\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 20\text{m}\Omega$ 、 $I_{IN} = 1.0\text{A}$



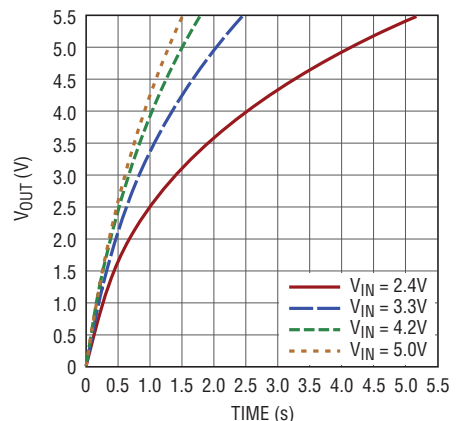
3128 G22

V_{OUT} と充電時間、 $C_{OUT} = 1\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 20\text{m}\Omega$ 、 $I_{IN} = 2.0\text{A}$



3128 G23

V_{OUT} と充電時間、 $C_{OUT} = 1\text{F}$ 、 $R_{ESR} = 20\text{m}\Omega$ 、 $I_{IN} = 3.0\text{A}$

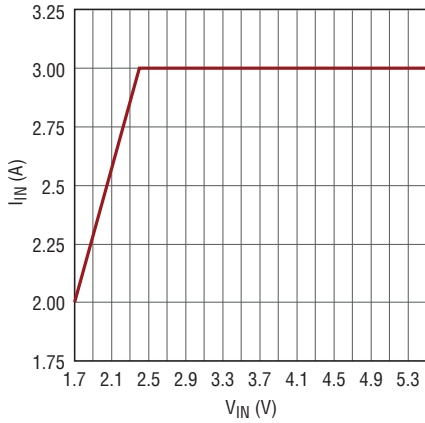


3128 G24

LTC3128

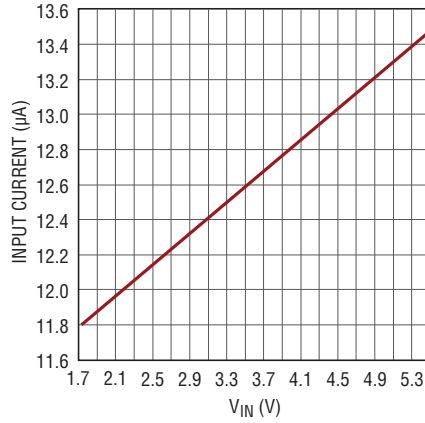
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

設定可能な最大 I_{IN} と V_{IN}



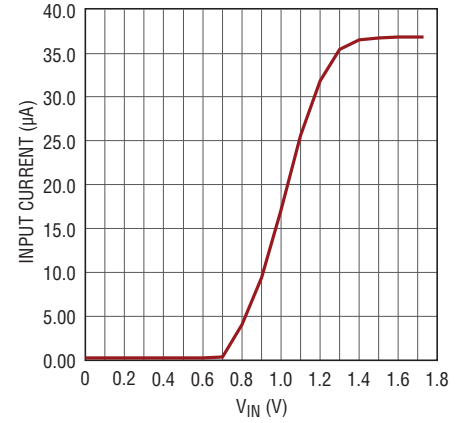
3128 G06

V_{IN} の静止電流と V_{IN}
(Burst Mode 動作のスリープ)



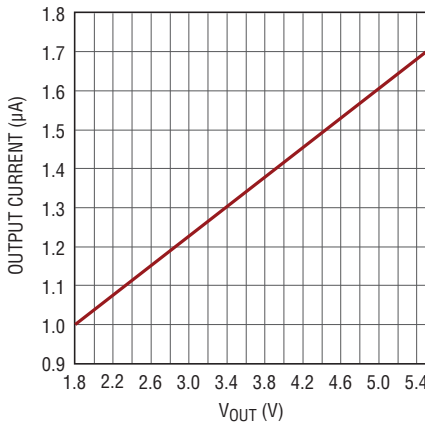
3128 G07

V_{IN} の静止電流と V_{IN} (入力 UVLO)



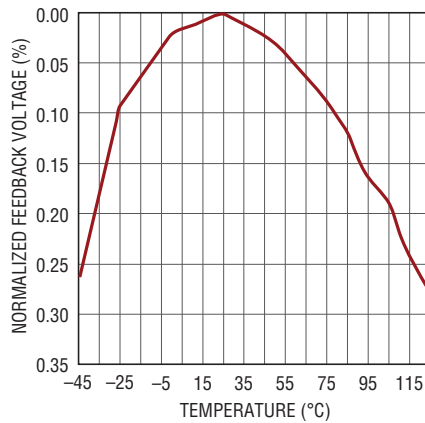
3128 G08

V_{OUT} の静止電流と V_{OUT}
(Burst Mode 動作のスリープ)



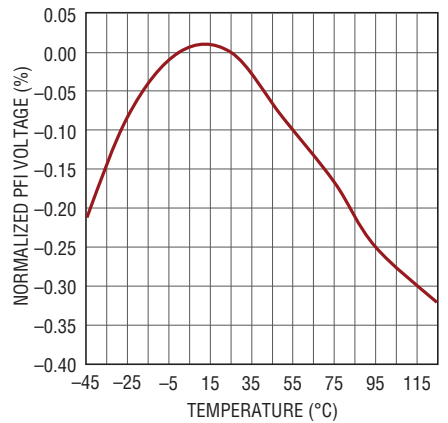
3128 G09

帰還電圧と温度
(正規化値)



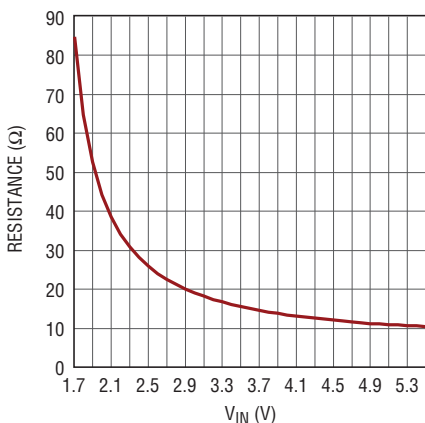
3128 G10

PFI の電圧と温度
(正規化値)



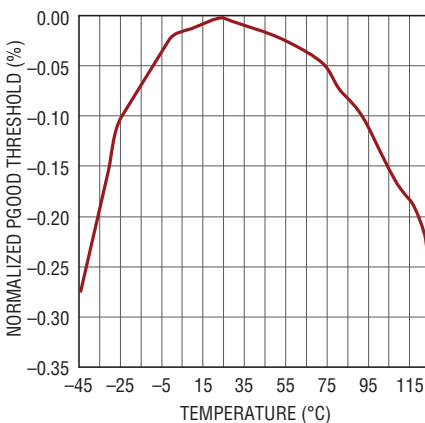
3128 G11

PFO のプルダウン抵抗と V_{IN}



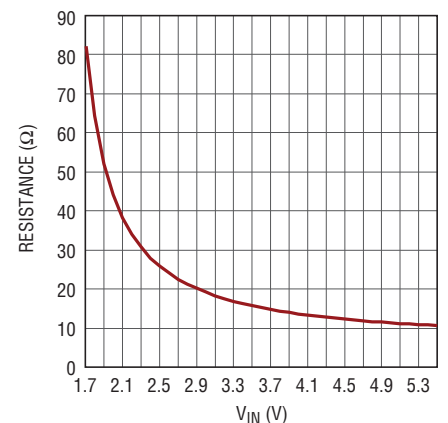
3128 G12

PGOOD のしきい値と温度
(正規化値)



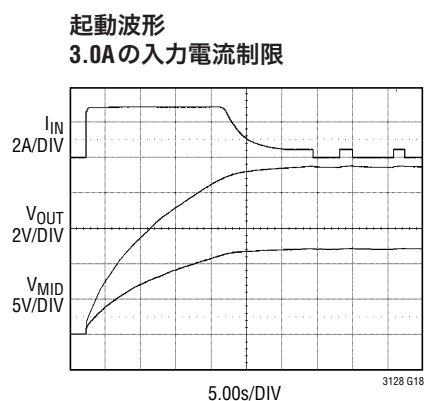
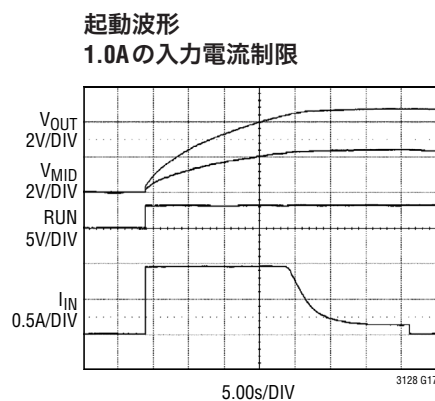
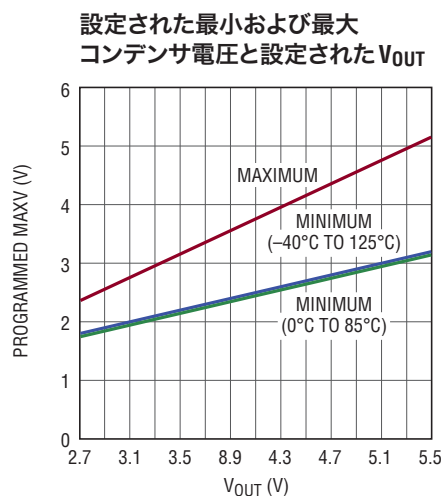
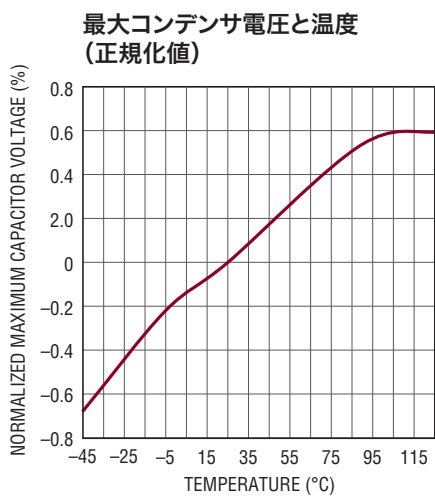
3128 G13

PGOOD のプルダウン抵抗と V_{IN}



3128 G14

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



ピン機能 (QFN/TSSOP)

SW1 (ピン1、19/ピン1、4) : 内部スイッチ A および B が接続されているスイッチ・ピン。インダクタを SW1 から SW2 に接続します。

RSENP (ピン2/ピン5) : 検出抵抗の電力出力。システムの他の負荷をこのピンに接続します。10 μ F 以上のセラミック・コンデンサを RSENP と GND にできるだけ近づけて配置します。

RSENS (ピン3/ピン6) : 検出抵抗の信号入力。このピンを、できるだけ短く幅の広いトレースを使って RSENP に接続します。

RUN (ピン4/ピン7) : ロジックで制御されるシャットダウン入力。

RUN \geq 1.2V : 通常動作
RUN \leq 0.3V : シャットダウン

PROG (ピン5/ピン8) : 平均入力電流制限のしきい値を設定します。PROG と GND の間に抵抗とコンデンサを接続します。部品の値の選択に関しては、以下を参照してください。

R_{PROG} (k Ω) = 11 / I_{LIMIT} (A)
 C_{PROG} (pF) = 1600 / (R_{PROG} (k Ω))

NC (ピン6、20/ピン9、10、22) : 接続されていません。これらのピンはグラウンドに接続する必要があります。

V_{IN} (ピン7/ピン11) : 入力電源ピン。IC の内部 V_{CC} および内部検出抵抗への高電流入力。10 μ F 以上のセラミック・コンデンサをできるだけ V_{IN} と GND に近づけて配置します。

PFO (ピン8/ピン13) : 電源障害出力。これはオープン・ドレイン出力で、モニタ中の電源がプログラムされたしきい値電圧より低いとき電流をシンクします。

PFI (ピン9/ピン14) : 電源障害入力。モニタされる電源からの抵抗分割器のタップをここに接続します。部品の選択に関しては、以下を参照してください。

$V_{PFI(FALLING)}$ (V) = 0.58 \cdot (1 + R4/R3)
 $V_{PFIHYST}$ (V) = R4 \cdot 0.2 μ A

MAXV (ピン10/ピン15) : 各コンデンサの両端の最大コンデンサ電圧を設定します。抵抗を MAXV から GND に接続します。部品の値の選択に関しては、以下を参照してください。1 個のコンデンサだけを充電する場合、このピンをグラウンドに接続します。

R_{MAXV} (k Ω) = 50 \cdot V_{MAXV} (V)

FB (ピン11/ピン16) : 出力電圧帰還ピン。抵抗分割器のタップをここに接続します。出力電圧は 1.8V ~ 5.5V の範囲で調節できます。帰還リファレンス電圧は 0.58V です。

V_{OUT} (V) = 0.58 \cdot (1 + R2/R1)

PGOOD (ピン12/ピン17) : パワーグッド・インジケータ V_{OUT} が設定値の 96.75% より低いときに「L」になるオープン・ドレイン出力です。

MID (ピン13/ピン18) : アクティブ充電バランサの出力。このピンは 2 個の出力コンデンサの結節点に接続します。1 個の出力コンデンサだけを充電する場合、「アプリケーション」のセクションに示されているように、このピンはグラウンドに接続します。

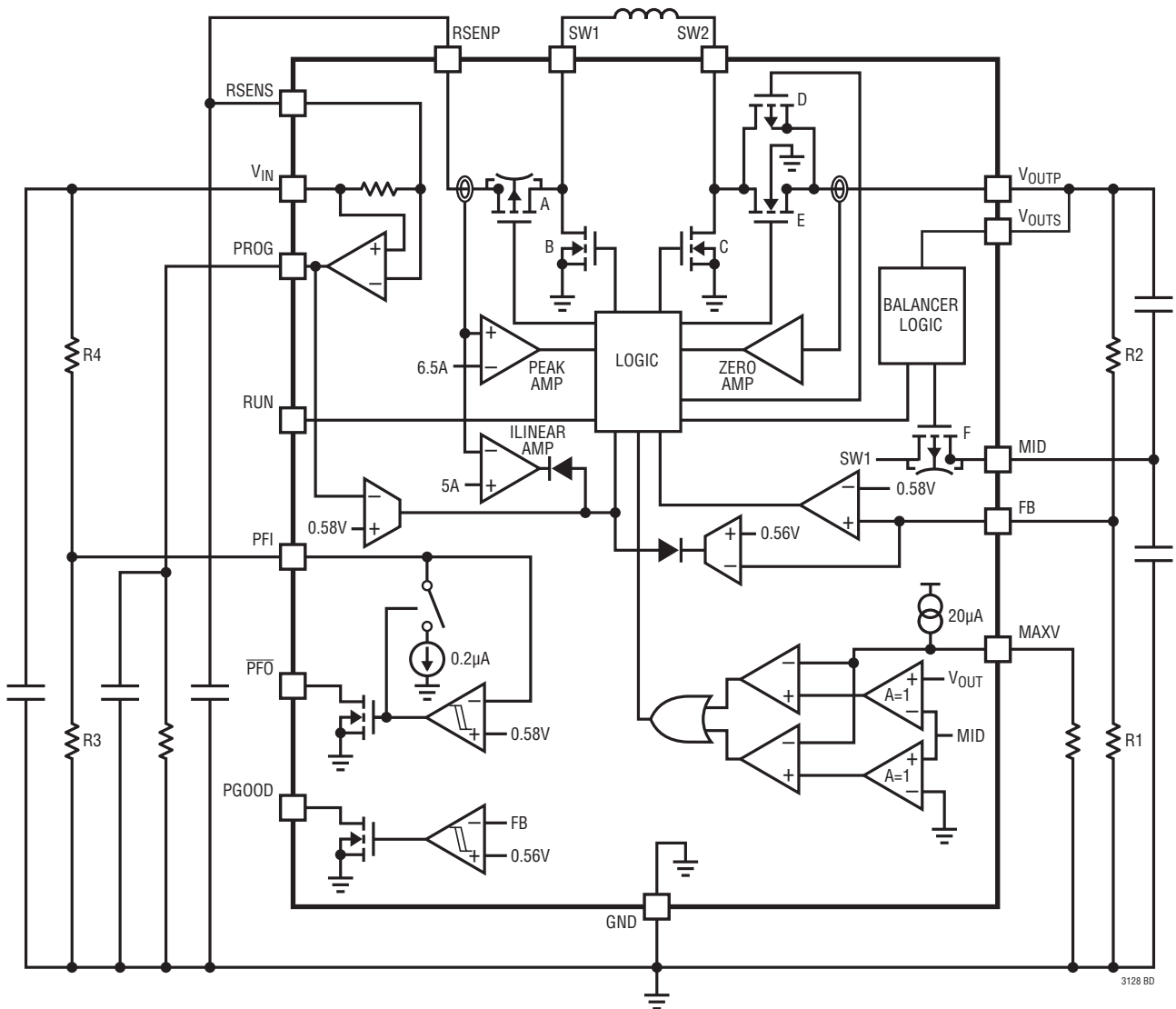
V_{OUTS} (ピン14/ピン19) : 出力検出入力。できるだけ短いトレースを使って、このピンを V_{OUT} コンデンサに接続します。

V_{OUTP} (ピン15、16/ピン20、21) : 同期整流器の出力。このピンと GND の間に出力フィルタ・コンデンサを接続します。コンデンサの推奨事項については「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。

SW2 (ピン17、18/ピン23、24) : 内部スイッチ C および D が接続されているスイッチ・ピン。SW1 から SW2 にインダクタを接続します。

GND (露出パッド・ピン21/ピン2、3、12、露出パッド・ピン25) : IC および電力グラウンド。電氣的、熱的に十分接合させるため、露出パッドは PCB のグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。

ブロック図



動作

LTC3128は平均入力電流制御付きの昇降圧DC/DCチャージャで、熱特性が改善された4mm×5mm 20ピンQFNパッケージおよび熱特性が改善された24ピンTSSOPパッケージで供給されます。この昇降圧チャージャは、入力電圧に対して出力電圧を高く、低くまたは等しく安定化することができる独自のスイッチング・アルゴリズムを採用しています。R_{DS(ON)}が小さく、ゲート電荷が小さい同期スイッチにより、高効率の変換が行われ、蓄電素子の充電時間を最小にします。

チャージャの動作

LTC3128は固定周波数の平均入力電流PWM制御によって出力コンデンサを充電します。このチャージャは、独自のスイッチング・アルゴリズムにより、インダクタ電流およびループ特性を不連続に変化させることなく、降圧モードと昇圧モードの間を切り替えることができます。昇降圧チャージャのスイッチ・トポロジを図1に示します。2つのスイッチ(DとE)がSW2をV_{OUT}に接続して、出力電圧の全範囲で高い効率を保ちます。

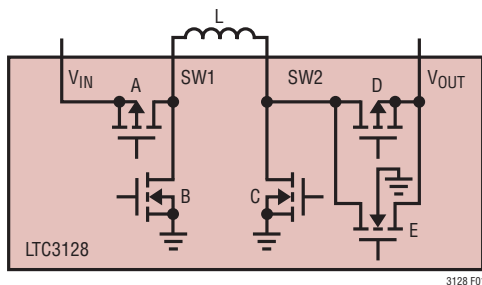


図1. 昇降圧用スイッチのトポロジ

LTC3128は、入力または出力に関係なく、SW1およびSW2の両方が切り替わる連続スイッチング・アルゴリズムを使います。入力電圧が出力電圧よりかなり高いと、昇降圧コンバータは降圧モードで動作します。サイクルごとに、スイッチBおよびCはスイッチング・サイクル全体の最小5%の間オンします。スイッチング・サイクルの残りの時間、スイッチD (V_{OUT}<標準 1.5V)のときはスイッチDおよびEは連続してオンし、スイッチCはオフしたままで、スイッチAおよびBはパルス幅変調されて必要なデューティサイクルを与え、出力レギュレーション電圧を保ちます。入力電圧が低下するか、出力電圧が上昇すると、スイッチAはスイッチング・サイクルの大部分でオンしたままに

なります。入力電圧がさらに低下するにつれ、設定出力電圧を得るためにスイッチCおよびDがパルス幅変調されます。この時点では、コンバータは昇圧モードでだけ動作しています。V_{OUT}が標準 1.5Vを下回ると、スイッチDおよびEが変調されます。これにより、低いV_{OUT}電圧での効率が改善されます。

このスイッチング・アルゴリズムにより、動作モード間のシームレスな移行が行われ、全ての動作モードで平均インダクタ電流、インダクタ電流リップル、およびループの伝達関数の不連続性が除去されます。これらの利点により、従来の4スイッチ昇降圧コンバータに比べて効率と安定性が向上します。

エラーアンプと補償

LTC3128は2つの制御ループを利用します。ヒステリシスをもった電圧ループは、出力がレギュレーション状態にあるか否かを判定し、V_{OUT}がそのプログラムされたレベルに達すると、低静止電流のスリープ状態に入るようにLTC3128を強制します。電圧ループは比例利得制御機能も備えており、V_{OUT}がレギュレーション状態に近づくにつれ、充電電流を減少させます。これは、充電電流が大きいため、またおそらくはコンデンサの等価直列抵抗値(ESR)が高いため、スリープ状態から出たり入ったりを繰り返すチャタリングを防止するのに役立ちます。電流ループは内部で補償されており、プログラムされている入力電流制限に入力電流を強制します。LTC3128は、スリープ状態でもバランス調整中でもないとき、1.2MHzの固定周波数で動作します。

電流制限動作

LTC3128は3つの電流制限回路を備えています。主要な電流制限は正確な平均入力電流制限回路を使い、LTC3128およびR_{SENS}ピンに接続されている他の負荷がソースから引き出す入力電流を、内部50mΩ検出抵抗を介して測定します。LTC3128は、スリープ状態ではないとき、検出抵抗を通して流れる入力電流を制限しようと常に試みます。R_{SENS}から外部へ電流が引き出されると、それに対応して、LTC3128によって供給される充電電流が減少します。R_{SENS}に接続された負荷がプログラムされた量を超えて電流を流すと、LTC3128は充電電流をゼロに減らしますが、外部ソースから流れる電流を制限することはできません。入力電流制限は、抵抗R_{PROG}をPROGからGNDに接続して設定します。この抵抗と

動作

C_{PROG} コンデンサの値は、以下の式を使って計算することができます。

$$R_{\text{PROG}} (\text{k}\Omega) = 11 / I_{\text{LIMIT}} (\text{A})$$

$$C_{\text{PROG}} (\text{pF}) \approx 1600 / (R_{\text{PROG}} (\text{k}\Omega))$$

ここで、 I_{LIMIT} はアンペアで表した平均入力電流制限です。

補助線形電流制限は最大平均インダクタ電流を標準 5.0A に制限します。ピーク・インダクタ電流が 6.5A (標準) に達すると、スイッチ A および C が直ちにオフし、スイッチ B および D がオンします。線形電流制限とピーク電流制限は固定されており、したがって R_{PROG} の値によって影響を受けません。

ゼロ電流コンパレータ

ゼロ電流コンパレータは出力へ供給されるインダクタ電流をモニタし、この電流が約 30mA まで下がると、全てのパワー・スイッチをオフします。これにより、インダクタ電流の極性が反転するのを防止して、軽負荷での効率を改善します。

シャットダウン

RUN ピンを 0.3V より下にすると LTC3128 はシャットダウンし、RUN ピンを 1.2V より上にすると IC の動作がイネーブルされます。RUN は、絶対最大定格値よりも低い値に制限されていれば、 V_{IN} または V_{OUT} より高い値にドライブすることができます。

サーマル・シャットダウン

ダイの温度が 165°C (標準) を超えると、コンバータはディスエーブルされます。全てのパワー・デバイスがオフし、両方のスイッチ・ノードが“L”になります。LTC3128 は、ダイの温度が約 155°C まで下がると (イネーブルされていれば) 再起動します。

温度レギュレータ

非常に大きなコンデンサを高電流で充電しているときデバイスがサーマル・シャットダウンするのを防ぐため、LTC3128 は温度レギュレータを備えています。ダイの温度が 135°C (標準) を超えると、平均電流制限が下げられ、パッケージ内で消費される電力量を減らすのに役立ちます。電流制限は引き続き下げられ、サーマル・シャットダウンの直前にはプログラムされた制

限値の約 30% まで下がります。ダイの温度が 135°C を下回ると電流制限は最高値まで戻ります。熱に関する他の検討事項に関しては、このデータシートの「アプリケーション情報」の「PCB レイアウトの検討事項」のセクションを参照してください。

低電圧ロックアウト

入力電源電圧が 1.60V (標準) を下回ると、LTC3128 はディスエーブルされ、全てのパワー・デバイスがオフします。 V_{IN} が 1.73V を上回ると、LTC3128 は動作を再開します。

電源障害インジケータ

LTC3128 には電源障害インジケータが備わっています。ブロック図を参照すると、コンパレータの非反転入力には内部で 0.58V のリファレンスに接続されており、反転入力には PFI ピンに接続されています。モニタされている電源からグラウンドに抵抗分割器を外付けして、しきい値電圧を設定することができます。PFI の電圧が 0.58V を下回ると、 $\overline{\text{PFO}}$ のオープン・ドレインの N チャネル MOSFET がオンし、ピンを“L”にします。この N チャネル MOSFET は、LTC3128 がシャットダウンしているときオフに強制されます。PFI が 0.58V を下回ると、0.2 μ A のヒステリシス電流がオンし、PFI ピンへ電流をシンクしてヒステリシスを与えます。PFI ピンが 0.58V よりプログラムされたヒステリシスだけ高い電圧を上回ると、 $\overline{\text{PFO}}$ のオープン・ドレインの N チャネル MOSFET がオフします。電源障害インジケータ電圧とヒステリシスは以下のように計算することができます。

$$V_{\text{PFI(FALLING)}} (\text{V}) = 0.58 \cdot (1 + R4/R3)$$

$$V_{\text{PFIHYST}} (\text{V}) = R4 \cdot 0.2\mu\text{A}$$

パワーグッド・インジケータ

LTC3128 にはパワーグッド・インジケータ・コンパレータが備わっています。コンパレータの非反転入力には FB ピンに接続されており、反転入力には内部で 0.56V のリファレンスに接続されています。FB の電圧が約 0.54V を下回ると、PGOOD のオープン・ドレイン N チャネル MOSFET がオンしてこのピンを“L”にします。LTC3128 がシャットダウン状態のとき、この N チャネル MOSFET はオフに強制されます。

動作

最大コンデンサ電圧コンパレータ

LTC3128は出力コンデンサ・スタックの各コンデンサの両端の電圧をモニタします。1つのコンデンサがプログラムされた最大コンデンサ電圧を超えると、LTC3128は出力スタックの充電を停止し、2つのコンデンサの電圧のバランス調整を開始します。それらのコンデンサをバランスさせることができず、フォルト状態が持続すると、出力コンデンサが自己放電してフォルト状態が解消するまで充電を停止します。この状態は、短絡または損傷した出力コンデンサが存在すると生じる可能性があります。最大コンデンサ電圧は1個の抵抗をMAXVからGNDに接続してプログラムします。R_{MAXV}抵抗はMAXVピンに近づけて配置し、ピンの容量を減らします。標準的抵抗値は次式を使って求めることができます。

$$R_{MAXV} (k\Omega) = 50 \cdot V_{MAXV} (V)$$

ここで、V_{MAXV}はコンデンサ両端の最大許容電圧です。計算されたR_{MAXV}の値を使うと、観察されるV_{MAXV}は最大±6%変化する可能性があります。最大コンデンサ電圧コンパレータは、V_{OUT}が約1.5Vを超えるまでイネーブルされません。MAXVピンをグラウンドに接続すると、最大コンデンサ電圧コンパレータとアクティブ充電バランスの両方がディスエーブルされます。1個の出力コンデンサだけを充電し、バランス調整が必要ない場合、MAXVピンをグラウンドに接続します。1個のコンデンサを使用するときは、最大コンデンサ電圧はFBピンを使って設定します。電圧ループが出力コンデンサが過電圧になるのを防ぎます。MIDピンは接地します。「標準的アプリケーション」のセクションに一例が示されているので参照してください。

アクティブ充電バランス

LTC3128には出力コンデンサ・スタックのためのアクティブ充電バランスが備わっています。バランスは、過充電状態のコンデンサと低充電状態のコンデンサのバランスがとれたと判定されるまで、過充電状態のコンデンサから低充電状態のコンデンサへ効率的に電荷を移します。これにより、各コンデンサ両端の電圧を確実にプログラムされた出力電圧の1/2にするので、コンデンサの長期信頼性が確実に高くなり、電力を消

費するバランス調整抵抗やシャント・レギュレータが不要になります。

アクティブ充電バランスは、MIDピンの電圧が約1.2Vを超えるとイネーブルされます。V_{OUT}がレギュレーション状態に達するか、またはコンデンサの電圧の1つがプログラムされた最大値を超えた場合だけ、LTC3128はスタックをバランスさせようとします。これにより、各コンデンサが過充電にならないように保護しながら、出力スタックをできるだけ速く充電します。このバランスはヒステリシスをもっており、2つのコンデンサがバランス状態から60mV外れるとイネーブルされます。バランスが各コンデンサ両端の電圧を等しくすると、バランスはディスエーブルされます。

アクティブ充電バランスはSW1とSW2の間に接続したインダクタを使って動作し、2個の出力コンデンサの間で効率よく電荷を移動させます。電荷は、内部でMIDピンをSW1に接続するスイッチを介して移動します。MIDピンをSW1に接続すると、LTC3128は、スイッチCおよびDを変調することによって、ボトム・コンデンサからトップ・コンデンサに電荷を移すか、またはトップ・コンデンサから電荷を下方に移すことができます。

V_{MID}がV_{OUT}-V_{MID}より60mV大きいと、インダクタ電流が400mAに達するまでスイッチCおよびFがオンします。スイッチCが次にオフし、インダクタ電流が50mAに達するまでスイッチDがオンします。このスイッチング・サイクルは、V_{MID} = V_{OUT} - V_{MID}になるまで継続します。

V_{OUT}-V_{MID}がV_{MID}より60mV大きいと、インダクタ電流が-400mAに達するまでスイッチDおよびFがオンします。スイッチDが次にオフし、インダクタ電流が-50mAに達するまでスイッチCがオンします。このスイッチング・サイクルは、V_{MID} = V_{OUT} - V_{MID}になるまで継続します。

バランスが動作する周波数はインダクタの値(L)に依存し、次式によって計算することができます。

$$f_{balancer} (MHz) \approx \frac{V_{OUT}}{1.6 \cdot L (\mu H)}$$

アプリケーション情報

LTC3128の標準的アプリケーション回路は、このデータシートの最初のページに記載されています。外付け部品の選択は、個別のアプリケーションに必要な出力電圧、入力電流制限、最大コンデンサ電圧、および V_{OUT} のリプル電圧要件によって決まります。ただし、設計プロセスの基本的ガイドラインと検討事項がこのセクションに示されています。

出力電圧の設定

出力電圧は次式に従って抵抗分割器によって設定します。

$$V_{OUT}(V) = 0.58V \cdot (1 + R2/R1)$$

外付け抵抗分割器は図2に示すように出力に接続します。LTC3128昇降圧チャージャは入力電流モード制御を使い、出力分割器の抵抗値はシステムの安定性には関係しません。大きな抵抗値を使って出力漏れ電流を最小にすることができます。プログラムされている最大コンデンサ電圧はプログラム可能な最大出力電圧に影響を与えません。このプログラムされた最大出力電圧は次式によって計算することができます。

$$V_{OUT(MAX)} = 2 \cdot (V_{MAXV} - 440mV) \quad (-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C)$$

$$V_{OUT(MAX)} = 2 \cdot (V_{MAXV} - 385mV) \quad (0^{\circ}C \sim 85^{\circ}C)$$

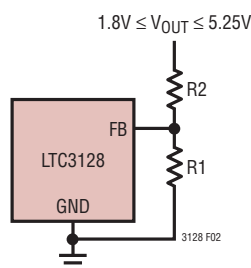


図2. 昇降圧出力電圧の設定

インダクタの選択

高効率を達成するには、昇降圧チャージャに低DCRのインダクタを利用します。インダクタは、飽和定格がワーストケースの平均インダクタ電流にリプル電流の1/2を加えた値より大きいものにする必要があります。これは、起動時または降圧比が大きいとき、インダクタ電流が、プログラムされた入力電流がもっと小さい場合でも、線形電流制限値(最小4.0A)になる

ためです。昇降圧モードのピーク・トゥ・ピーク・インダクタ電流リプルは以下の式から計算することができます。ここで、Lはマイクロヘンリーで表したインダクタンスです。

$$\Delta I_{L,P-P,BUCK}(A) = \frac{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \cdot L \cdot 1.2}$$

$$\Delta I_{L,P-P,BOOST}(A) = \frac{V_{IN}(V_{OUT} - V_{IN})}{V_{OUT} \cdot L \cdot 1.2}$$

スイッチング周波数が1.2MHzなので、LTC3128には小型の表面実装インダクタを使用可能です。2.2μH～4.7μHの範囲のインダクタ値を推奨します。これらの値はインダクタ電流のリプルを低くしますが、LTC3128の安定性に悪影響を与えることはありません。インダクタの値が小さすぎたり大きすぎたりすると、与えられた V_{OUT} に対する安定した入力電圧範囲が制限されます。

高周波用フェライト・コアのインダクタ材料を使用すると、安価な鉄粉タイプを使用した場合に比較して、周波数に依存した電力損失を減らして効率を向上させることができます。 I^2R 電力損失を減らすために、インダクタはDC抵抗値が小さく(約20mΩ以下)、飽和せずにピーク・インダクタ電流を流すことができるものにします。一般に、モールド型チョークコイルやチップ・インダクタは、LTC3128に流れる9.0Aまでの最大ピーク・インダクタ電流に対応できるだけの十分なコア面積を備えていません。インダクタ電流は、入力電流が低くプログラムされていても、起動時の高い降圧比により、5Aより高くなる場合があります。推奨部品とその供給元については、表1およびリファレンス回路を参照してください。

入力コンデンサの選択

LTC3128に使用されるコンデンサの種類と値により入力電圧リプルが決まります。 V_{IN} 、 R_{SENS} および R_{SENP} の各ピンをバイパスするには、等価直列抵抗値(ESR)が小さい、少なくとも10μFの積層セラミック・コンデンサを使う必要があります。

V_{IN} のコンデンサの値により、降圧スイッチング・サイクル時など、与えられた入力電流パルスに対する入力リップルの大きさが直接制御されます。このコンデンサの値を大きくすると入力リップルが小さくなります。

アプリケーション情報

表1. 推奨インダクタ

メーカー	値(μH)	DCR(mΩ)	最大DC電流(A)	サイズ(mm)W × L × H
Coilcraft				
XAL5030-222ME	2.2	13.2	9.2	5.0 × 5.0 × 3.0
XAL5030-332ME	3.3	21.2	8.7	5.0 × 5.0 × 3.0
XAL6030-332ME	3.3	19.9	12.2	6.0 × 6.0 × 3.0
XAL6060-472ME	4.7	13.1	10.5	6.0 × 6.0 × 6.0
Coiltronics				
HC8-2R6-R	2.6	11.4	10.2	10.9 × 10.9 × 4.0
HC8-3R5-R	3.5	16.5	8.5	10.9 × 10.9 × 4.0
HC7-3R9-R	3.9	7.9	10.4	13.0 × 13.8 × 5.5
HC7-4R7-R	4.7	9	9.2	13.0 × 13.8 × 5.5
Sumida				
CDRH10D68RT125NP-2R2NC	2.2	7.1	10.5	10.2 × 10.2 × 6.8
CDRH10D38DHPNP-3R3PC	3.3	13.5	9.25	10.0 × 10.0 × 3.8
CDRH127/HPNP-4R7RC	4.7	18.8	10.8	12.5 × 12.5 × 8.0
TDK				
VLF12060T-2R7N100	2.7	5.3	10	11.7 × 12.0 × 6.0
VLF12060T-3R9N9R0	3.9	7	9	11.7 × 12.0 × 6.0
Würth Elektronik				
744311220	2.2	11.4	9	6.9 × 7.0 × 3.8
744325420	4.2	7.1	11	10.2 × 10.5 × 4.7

積層セラミック・チップ・コンデンサ(MLCC)は一般にESR特性が非常に優れています。密な基板レイアウトと切れ目のないグラウンド・プレーンをMLCCと組み合わせると、非常に良好な性能が得られ、EMI放射が低く抑えられます。いくつかの種類のセラミック・コンデンサを利用できますが、それぞれ特性が大きく異なります。例えば、X7RとX7Sのセラミック・コンデンサは電圧と温度に対する安定性が最も優れています。X5Rセラミック・コンデンサのパッキング密度は高いのですが、定格電圧範囲と定格温度範囲全体での性能は劣ります。Y5Vセラミック・コンデンサは容量値が電圧に対して非常に強い非線形性を示し、温度に対する安定性が劣るので推奨しません。

出力コンデンサの選択

LTC3128は最小合計出力容量が2mFより大きなスーパーキャパシタを充電するように設計されています。一般に、容量が小さいコンデンサほどESRが高くなります。スリープ状態に入ったり出たりするとき、コンデンサのESRによる電圧ステップによって生じる変調を防ぐため、LTC3128はV_{OUT}の充電サイクルの最後の5%の間は充電電流を減らします。スリープ直前の充電サイクルの終わりに、入力電流はプログラムされた値の20%まで減少します。ESRによる垂下を小さくし、プログラムされた出力電圧の1%未満に保とうとすることも重要です。充電

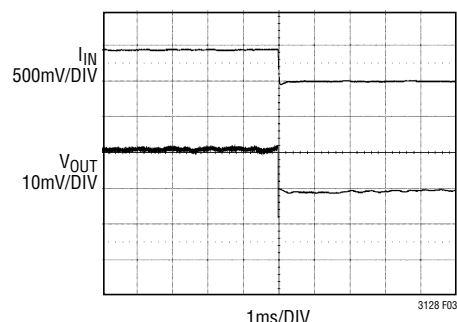
電流がゼロに減少すると、出力電圧のESR成分がゼロになります。V_{OUT}の推奨1%の垂下に対する最大推奨ESRは次のように計算します。

$$(R_{ESR1} + R_{ESR2})(\Omega) \cong \frac{V_{OUT}^2}{(20 \cdot V_{IN} \cdot I_{LIM} \cdot \eta)}$$

ここで、R_{ESR1}、R_{ESR2}は各コンデンサのESR、V_{IN}はチャージャへの入力電圧、I_{LIM}はアンペアで表したプログラムされた入力電流、ηはプログラムされた入力電流の20%で充電時の分数で表したチャージャの効率、およびV_{OUT}はチャージャのプログラムされた出力です。コンデンサのESRがこの計算値より大きいと、充電終了時にスリープ状態に入ったり出たりするチャタリングがいくらか見られます。充電停止時に生じるV_{OUT}の電圧垂下を図3に示します。

合計出力容量値が2mFより大きいとき、または各コンデンサ・スタックあたり4mFより大きいとき、LTC3128は安定です。スーパーキャパシタはセラミック・コンデンサやタンタル・コンデンサより物理的にはるかに大きいので、一般に、チャージャのすぐ近くに配置することができません。レイアウトによるコンデンサのESRへの影響を最小に抑えるには、コンデンサ相互の接続およびICへの接続のためのトレースの幅をできるだけ大きくします。MIDピンのトレースにはバランス調整時に200mA

アプリケーション情報

図3. 充電終了時のV_{OUT}の電圧垂下

の平均電流が流れるだけなのでそれほどクリティカルではありませんが、V_{OUT}のトレースには6Aを超える電流が流れることがあります。デカップリング・コンデンサをできるだけICに近づけてローカルにV_{OUT}からMIDに、またMIDからグラウンドに接続することを推奨します。積層セラミック・コンデンサはESRが極めて低く、実装面積の小さいものが入手できるので出力のデカップリングに最適です。ほとんどのアプリケーションには10μFのデカップリング・コンデンサで十分ですが、無制限にもっと大きな値のものを使用できます。

1個の出力コンデンサを使用する場合、バランス調整が不要ですが、MAXVおよびMIDピンをグラウンドに接続します。これにより、LTC3128がバランスをとろうとするのを防ぎます。LTC3128のヒステリシスのある電圧ループは、出力コンデンサをFBピンによってプログラムされた電圧に安定化して、このコンデンサを保護します。

パルス出力負荷

大きな出力容量を使ってLTC3128の必要とする電流量を減らすことにより、パルス負荷のアプリケーションを支えることができます。与えられたパルス負荷のデューティサイクルに対する最大負荷と最小容量を以下のように計算することができます。

$$I_{\text{LOAD(MAX)}}(\text{A}) = \frac{V_{\text{IN}} \cdot I_{\text{LIM}} \cdot \eta}{D \cdot V_{\text{OUT}}}$$

$$C_{\text{OUT(MIN)}}(\text{F}) =$$

$$\left[I_{\text{PULSE}} - \left(\frac{V_{\text{IN}} \cdot I_{\text{LIM}} \cdot \eta}{V_{\text{OUT}}} - I_{\text{STANDBY}} \right) \right] \cdot \frac{D \cdot t}{V_{\text{DROOP}}}$$

ここで、I_{STANDBY}はアンペアで表した出力の連続負荷電流、I_{PULSE}はI_{STANDBY}に加わったアンペアで表したパルス負荷電流、I_{LIM}はアンペアで表したプログラムされた平均電流、ηはLTC3128コンバータの効率、Dは負荷パルスのデューティサイクル、およびTは秒で表した負荷パルスの周期です。大きなパルス負荷のための出力スーパーキャパシタを選択するとき、パルス電流の大きさと持続時間、および垂下電圧の仕様によって選択します。出力電圧垂下には、コンデンサのESRと、サイクルごとにコンデンサに保存される電荷の両方が影響を与えます。パルス負荷とESRによる垂下は次式によって計算します。

$$V_{\text{DROOP,LOAD}}(\text{V}) =$$

$$\frac{\left[I_{\text{PULSE}} - \left(\frac{V_{\text{IN}} \cdot I_{\text{LIM}} \cdot \eta}{V_{\text{OUT}}} - I_{\text{STANDBY}} \right) \right] \cdot D \cdot T}{C_{\text{OUT,TOTAL}}(\text{F})}$$

$$V_{\text{DROOP,ESR}}(\text{V}) =$$

$$\left[I_{\text{PULSE}} - \left(\frac{V_{\text{IN}} \cdot I_{\text{LIM}} \cdot \eta}{V_{\text{OUT}}} - I_{\text{STANDBY}} \right) \right] \cdot (R_{\text{ESR1}} + R_{\text{ESR2}})$$

ここで、I_{STANDBY}はアンペアで表した出力の連続負荷電流、I_{PULSE}はI_{STANDBY}に加わったアンペアで表したパルス負荷電流、I_{LIM}はアンペアで表したプログラムされた平均電流、Dは負荷パルスのデューティサイクル、およびTは秒で表した負荷パルスの周期です。

合計出力電圧垂下は次式で求められます。

$$V_{\text{DROOP}}(\text{V}) = V_{\text{DROOP,LOAD}} + V_{\text{DROOP,ESR}}$$

出力電圧垂下を低く抑えるには、ESRを小さくし、容量を大きくする必要があります。LTC3128に適したスーパーキャパシタを表2と「標準的応用例」の回路図に示します。

アプリケーション情報

表2. 推奨されるスーパーキャパシタとウルトラキャパシタ

メーカー	値 (F)	ESR (mΩ)	電圧 (V)	温度範囲 (C)	サイズ (mm) W × L × H
Murata Electronics DMF3R5R5L334M3DTA0 DMF3Z5R5H474M3DTA0	0.33 0.47	60 40	4.2 (5.5 Peak) 4.2 (5.5 Peak)	-30 to 70 -30 to 70	14.0 × 21.0 × 2.5 14.0 × 21.0 × 3.2
Tecate TPL-10/10X30F TPL-25/16X26F TPL-100/22X45F TPLE-25/16X26F TPLE-100/22X45F TPLS-400/35X60F	10 25 100 25 100 400	85 42 15 42 15 12	2.7 2.7 2.7 2.3 2.3 2.7	-40 to 65 -40 to 65 -40 to 65 -40 to 85 -40 to 85 -40 to 65	10.0 × 10.0 × 30.0 16.0 × 16.0 × 26.0 22.0 × 22.0 × 45.0 16.0 × 16.0 × 26.0 22.0 × 22.0 × 45.0 35.0 × 35.0 × 60.0
AVX BZ015A503Z_B BZ015A104Z_B	0.05 0.1	160 80	5.5 5.5	-20 to 70 -20 to 70	28.0 × 17.0 × 4.1 28.0 × 17.0 × 6.7
CAP-XX HS206F HS230	0.6 1.2	70 50	5.5 5.5	-40 to 85 -40 to 85	39.0 × 17.0 × 2.5 39.0 × 17.0 × 3.8
Cooper Bussmann A1635-2R5475-R M1325-2R5905-R HV1860-2R7107-R	4.7 9 100	25 20 10	2.5 2.5 2.7	-25 to 70 -40 to 60 -40 to 65	16.0 × 16.0 × 35.0 13.0 × 13.0 × 26.0 18.0 × 18.0 × 60.0
Illinois Capacitor 506DER2R5SLZ 357DER2R5SEZ	50 100	30 12	2.5 2.5	-40 to 70 -40 to 70	18.0 × 18.0 × 60.0 35.0 × 35.0 × 60.0
Maxwell BCAP0005 BCAP0100T01	5 100	170 15	2.7 2.7	-40 to 65 -40 to 65	10.0 × 10.0 × 20.0 22.0 × 22.0 × 45.0
Taiyo Yuden PAS2026FR2R5504 PAS0815LS2R5105 LIC2540R3R8207	0.5 1 200	55 70 50	2.5 2.5 2.2 to 3.8	-25 to 60 -25 to 70 -25 to 70	26.0 × 20.0 × 0.9 8.0 × 8.0 × 15.0 25.0 × 25.0 × 40.0

最大コンデンサ電圧とバランス調整

スーパーキャパシタの使用寿命は、定格電圧、定格温度、定格寿命、実際の動作電圧、および動作温度によって決まります。スーパーキャパシタの寿命を延ばすには、動作電圧と温度を最大定格から下げます。Illinois Capacitor¹とMaxwell²のWebサイトにはそれらのコンデンサの寿命計算のためのページが用意してあります。

それぞれのコンデンサの推奨ディレーティング電圧を使うと、寿命が延びます。出力がレギュレーション状態に達すると、LTC3128は各コンデンサの電圧を $V_{OUT}/2$ に保ちます。充電中の出力コンデンサの1つの過電圧を防ぐため、最大コンデンサ電圧コンパレータが連続して出力スタックをモニタします。1つのコンデンサがプログラムされた最大コンデンサ電圧

を超えると、LTC3128は直ちにスタックの充電を停止します。1つのコンデンサがその最大電圧を超え、MIDピンの電圧が1.2Vより大きいと、LTC3128はコンデンサの電圧をバランスさせます。そうでなければ、一般に外部負荷や漏れ電流によって最大コンデンサ電圧を超えた状態が解消するまで、LTC3128は充電を停止します。出力がレギュレーション状態のとき2つのコンデンサが60mV以上バランスを外すか、または最大電圧が生じるといつでも、LTC3128は出力コンデンサ・スタックのバランス調整を開始します。

充電中に最大コンデンサ電圧フォルトがトリガされる可能性は、出力コンデンサがどれだけよく整合しているかで決まります。最大コンデンサ電圧はLTC3128を強制して充電を停止させることができるだけで、他の条件に依存して、コンデンサをバランスさせようと試みます。

Note 1 : <http://www.illinoiscapacitor.com/tech-center/life-calculators.aspx>

Note 2 : http://www.maxwell.com/products/ultracapacitors/docs/APPLICATIONNOTE1012839_1.PDF

アプリケーション情報

特にセルのバランスがとれているとき、微小電流(標準 $2\mu\text{A}$ 未満)が V_{OUT} から流れます。 V_{OUT} をそのプログラムされたレギュレーション値より上に引っ張る可能性のある電流源を制限するように注意する必要があります。この状態ではLTC3128はレギュレーションを維持できないからです。スーパーキャパシタに過電圧を与える外部漏れ電流の可能性がある場合、それらを保護する対策をとる必要があります。

PCBレイアウトに関する検討事項

LTC3128は大きな電流を高い周波数でスイッチングします。ノイズのない安定した動作を保証するには、PCBレイアウトに特別に注意が必要です。LTC3128の入力と出力の電力は大きいので、かなりの量の銅およびグランド・プレーンを使った4層PCBを強く推奨します。そうでないと、低い周囲温度で温度レギュレータがプログラムされた入力電流を下げ始める可能性があり、デバイスがサーマル・シャットダウンに入るのを防げないことがあります。

LTC3128の評価ボードは推奨レイアウトと部品配置を示しています。図4～図9に部品配置と配線を示します。LTC3128の評価ボードはリニアテクノロジーのWebサイトから入手できます。PCBのレイアウトと使用される銅の量はLTC3128の θ_{JA} に直接影響を与えます。示されている評価ボードのレイアウトでのLTC3128の θ_{JA} は $20^{\circ}\text{C}/\text{W}$ です。銅がもっと薄く、銅面積がもっと小さいと、あるいは使用されるビアの数がもっと少な

いと、この数値は大きくなります。以下の事項はLTC3128のレイアウトのガイドラインを与えます。

1. 回路全体の下に切れ目のないグランド・プレーンを使う(その下には他のトレースがない)
2. 全てのデカップリング・コンデンサをLTC3128の近くに配置する(これにより、寄生インダクタンスが小さくなる)
3. 各デカップリング・コンデンサのGNDパッドに隣接させて2個ないし3個のローカル・グランド・ビアを使う
4. LTC3128の露出パッドの下に最大数のGNDビアを配置する(熱抵抗を減らすため)
5. グランドに接続されている各部品に隣接させてローカルGNDビアを配置する
6. FBとMAXVのノードを短く保つ(分圧抵抗をピンの近くに配置する)

LTC3128は、過熱状態による損傷からLTC3128を保護するように設計されている温度レギュレータを備えています。温度レギュレータは入力電流制限を減少させてダイの温度が 135°C を超えるのを防ごうとしますが、それができないと、LTC3128は最終的には 165°C でサーマル・シャットダウン状態に入ります。LTC3128の接合部温度が再度 135°C まで下がると、入力電流制限は影響を受けなくなります。

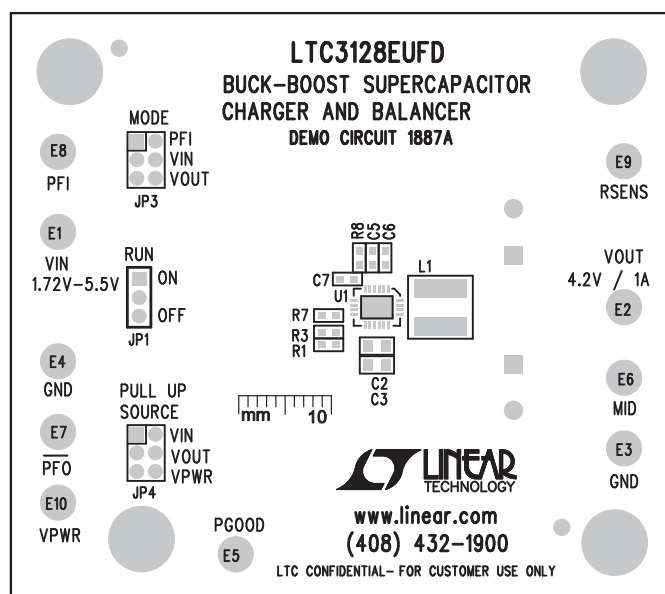


図4. LTC3128の評価ボードの上面シルクスクリーン

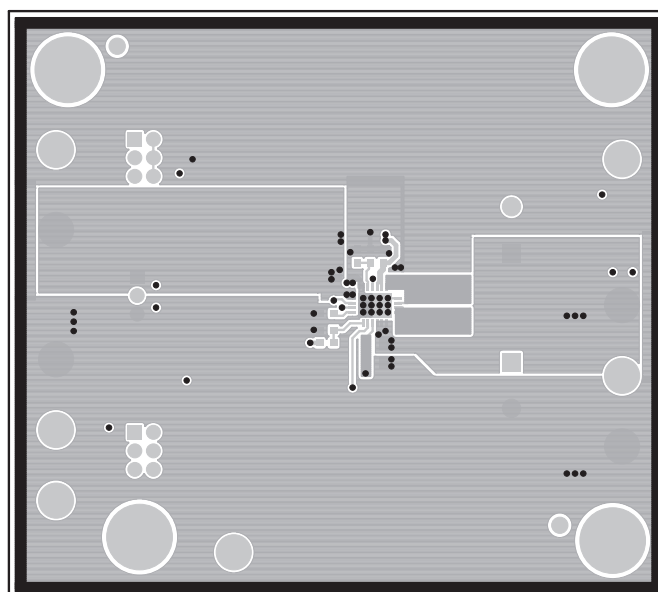


図5. LTC3128の評価ボードの上面メタル

アプリケーション情報

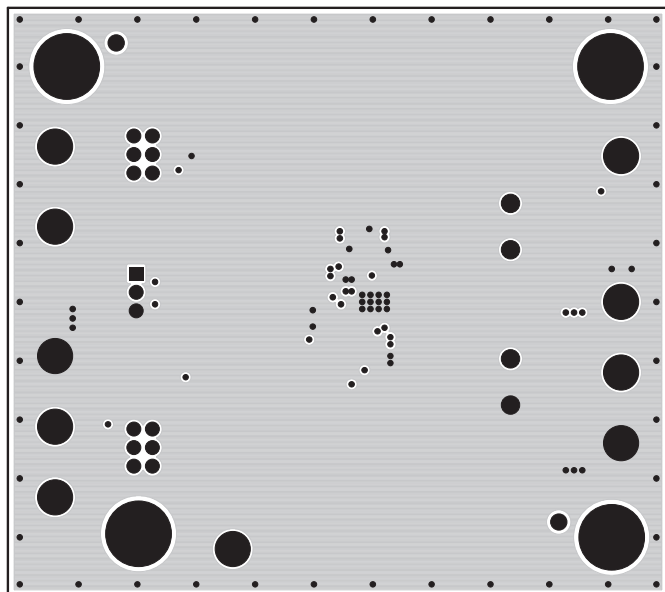


図6. LTC3128の評価ボードの第2層メタル

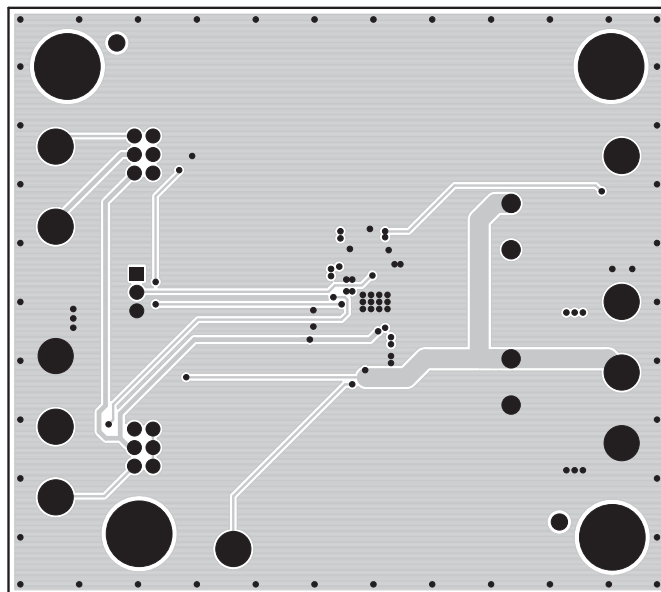


図7. LTC3128の評価ボードの第3層メタル

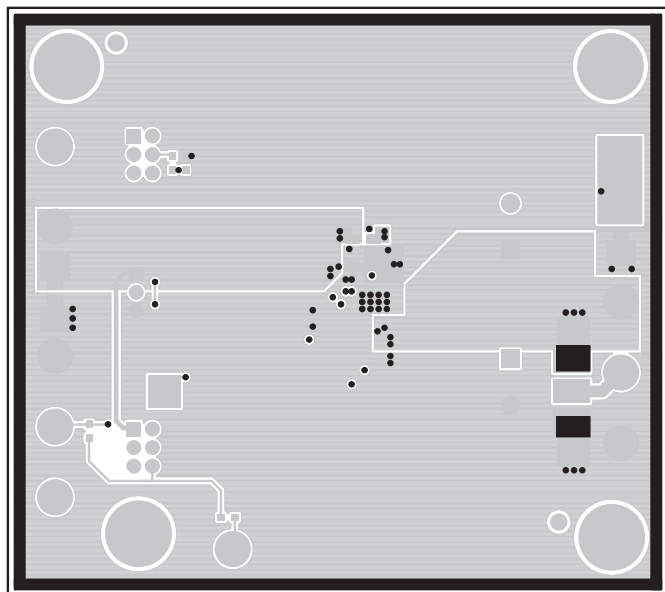


図8. LTC3128の評価ボードの裏面メタル

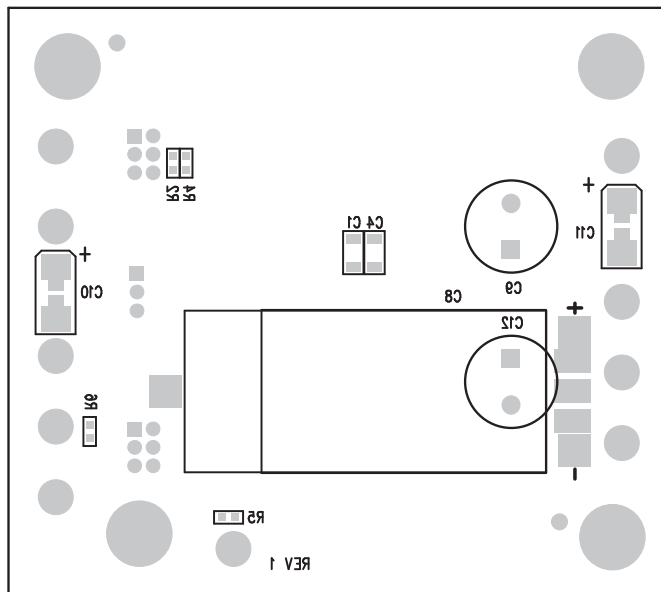
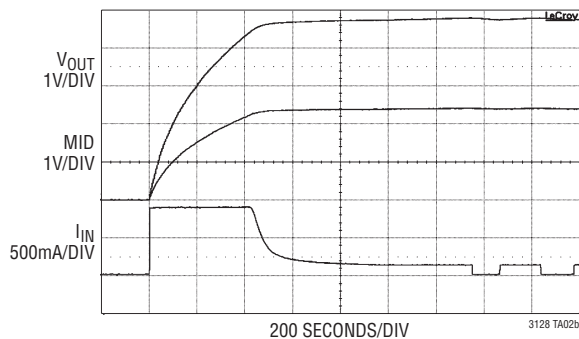
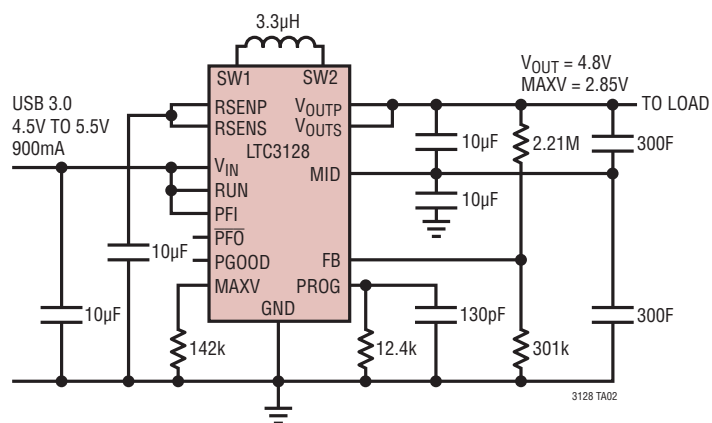


図9. LTC3128の評価ボードの裏面シルクスクリーン

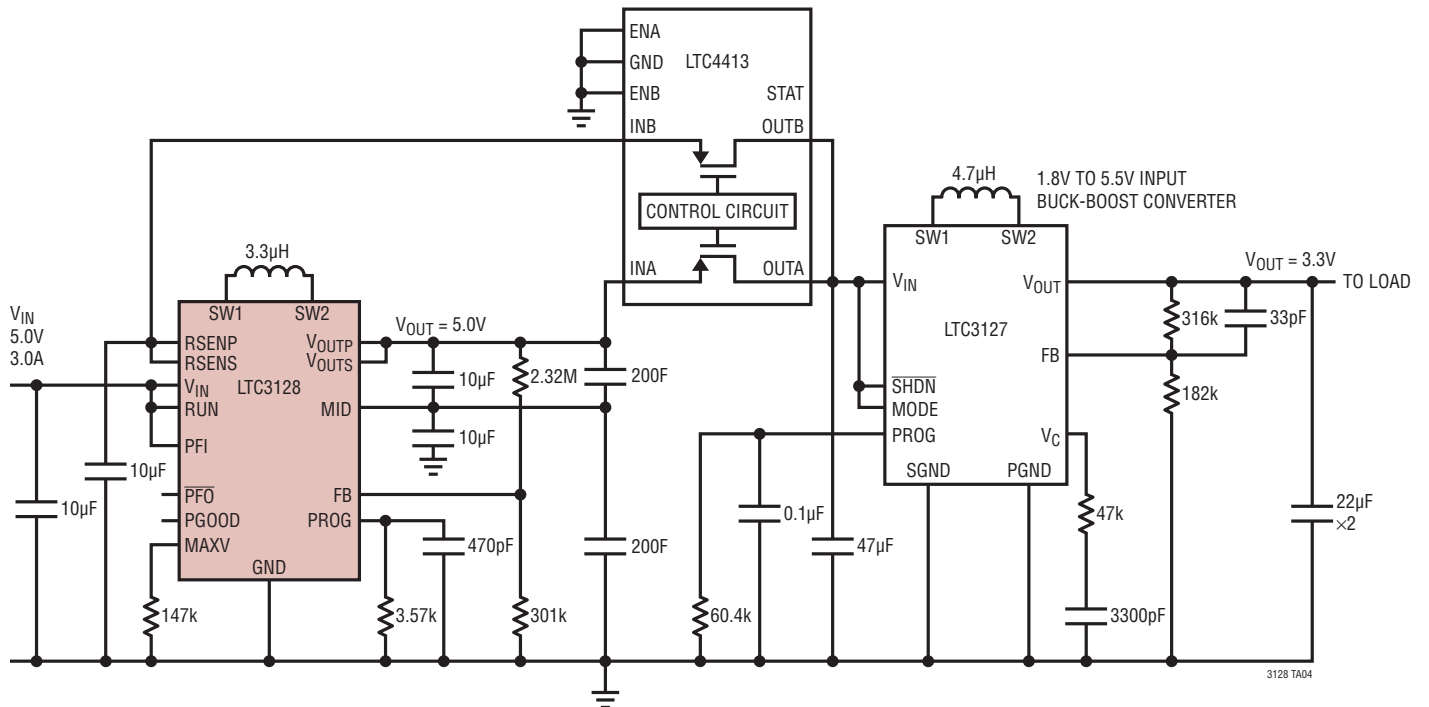
標準的応用例

USB 3.0 (設定された入力電流は 900mA) から給電される 4.8V バックアップ電源

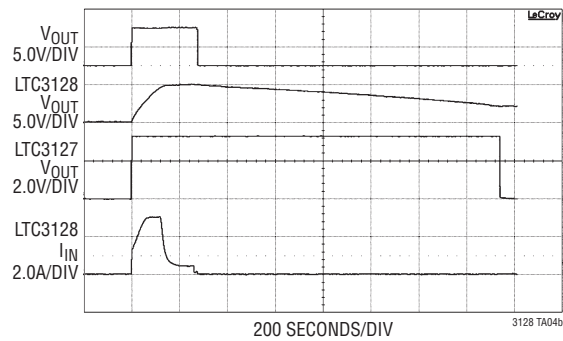


標準的応用例

停電時運転継続機能付き 5.0V ~ 3.3V コンバータ

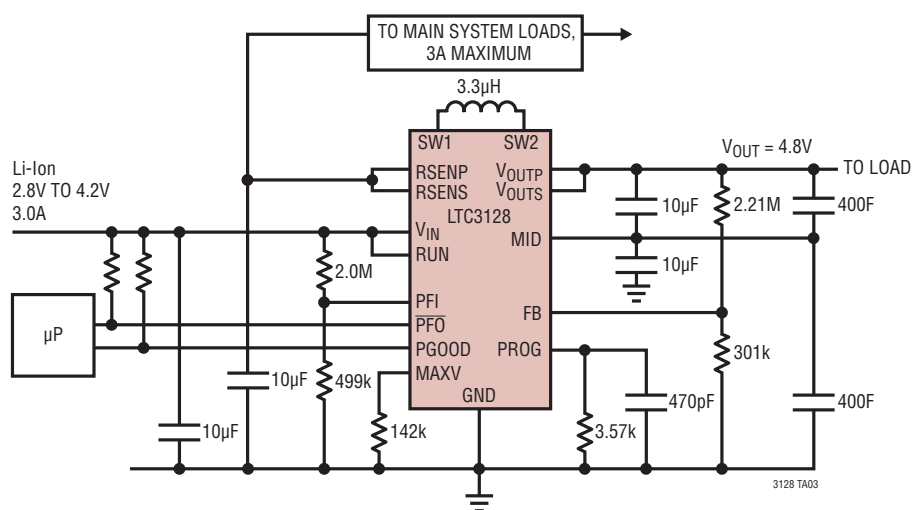


THIS CIRCUIT WILL PROVIDE THE 3.3V OUTPUT WHILE SUPERCAPACITORS ARE DISCHARGING FROM 5V DOWN TO 1.8V. THE LARGE DELTA FROM 5V DOWN TO 1.8V ALLOWS 87% OF STORED ENERGY IN THE SUPERCAPACITORS TO BE UTILIZED



標準的応用例

補助コンバータ付きスーパーキャパシタ・バックアップ(設定された入力電流は3A)



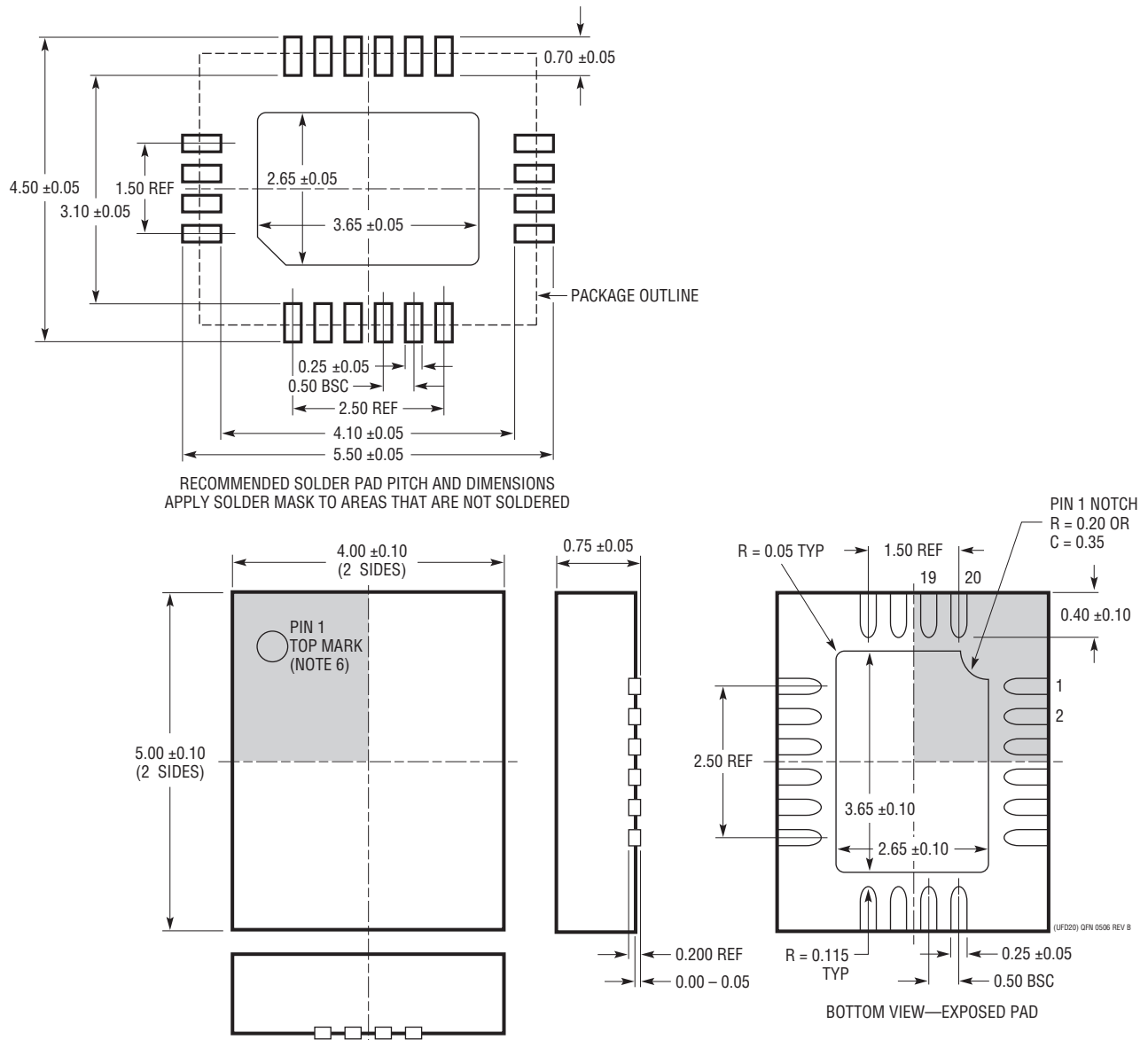
THIS SUPERCAPACITOR BACKUP CIRCUIT WILL DRAW ONLY THE CURRENT THAT IS LEFT OVER FROM THE 3A OF INPUT CURRENT CONSUMED BY MAIN LOADS IN THE SYSTEM

3128 TA03

パッケージ

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

UFD Package
20-Lead Plastic QFN (4mm × 5mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1711 Rev B)

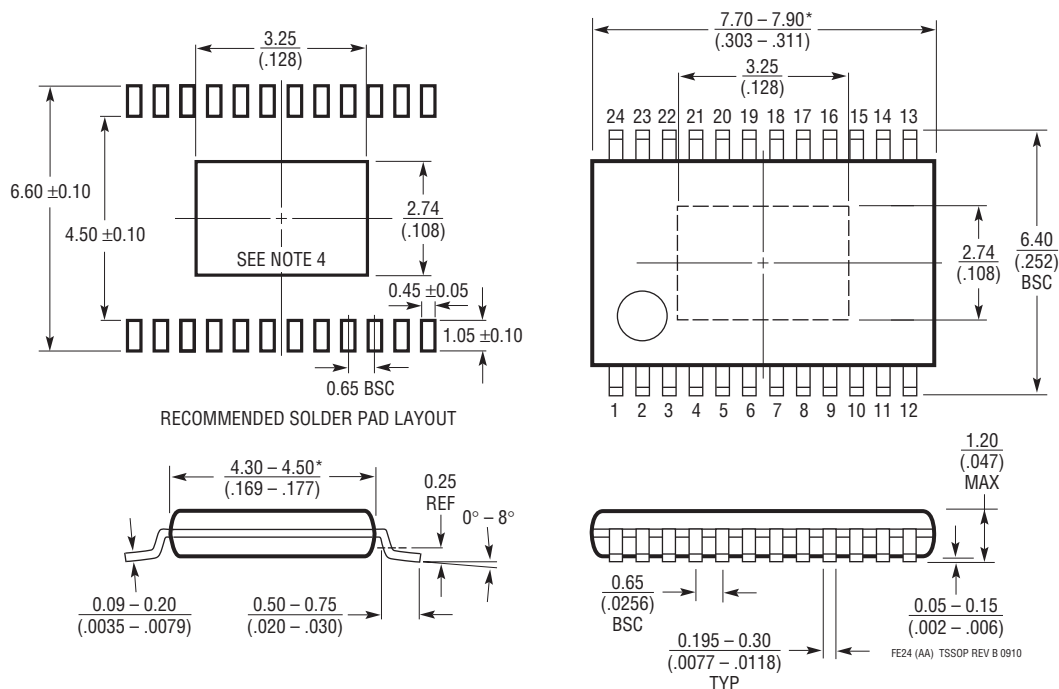


- 注記：
1. 図は JEDEC パッケージ外形 MO-220 のバリエーション (WXXX-X) にするよう提案されている
 2. 図は実寸とは異なる
 3. すべての寸法はミリメートル
 4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
 モールドのバリは(もしあれば)各サイドで 0.15mm を超えないこと
 5. 露出パッドは半田メッキとする
 6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

パッケージ

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

FE Package
24-Lead Plastic TSSOP (4.4mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1771 Rev B)
Exposed Pad Variation AA



注記:

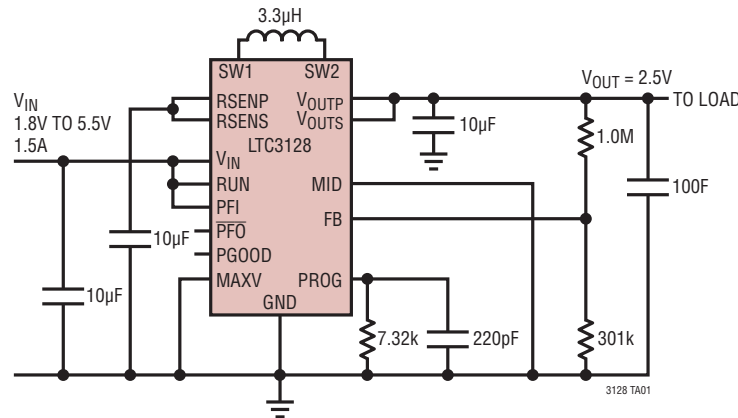
- 標準寸法: ミリメートル
- 寸法は $\frac{\text{ミリメートル}}{\text{(インチ)}}$
- 図は実寸とは異なる

4. 露出パッド接着のための推奨最小 PCB メタルサイズ

- * 寸法にはモールドのバリを含まない。
 モールドのバリは各サイドで 0.150mm (0.006^*)を超えないこと

標準的応用例

出力コンデンサ1個のアプリケーション(設定された入力電流は1.5A)



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3225/ LTC3225-1	150mA スーパーキャパシタ・チャージャ	直列に接続された2個のスーパーキャパシタを低ノイズ固定周波数で充電。自動セル・バランスングにより、充電時のスーパーキャパシタの過電圧を防止。充電電流をプログラム可能(最大150mA)。セルごとに2.4Vまたは2.65Vの安定化電圧を選択可能(LTC3225)、セルごとに2Vまたは2.25Vの安定化電圧を選択可能(LTC3225-1)。2mm×3mm DFNパッケージ
LTC3226	バックアップ PowerPath™コントローラ付き2セル・スーパーキャパシタ・チャージャ	1×/2× 自動セル・バランスング付きマルチモード・チャージャ。内蔵の2A LDOによるバックアップ電源。16ピン3mm×3mm QFNパッケージ
LTC3625/ LTC3625-1	自動セル・バランスング付き、1A 高効率2セル・スーパーキャパシタ・チャージャ	直列に接続された2個のスーパーキャパシタを高効率で昇圧/降圧充電。自動セル・バランスングにより、充電時のスーパーキャパシタの過電圧を防止。プログラム可能な充電電流:最大500mA(1個のインダクタ)、1A(2個のインダクタ)。VIN = 2.7V ~ 5.5V、セルごとに2.4Vまたは2.65Vの安定化電圧を選択可能(LTC3625)。セルごとに2Vまたは2.25Vの安定化電圧を選択可能(LTC3625-1)、無負荷での低消費電流:23µA。12ピン3mm×4mm DFNパッケージ
LTC3606B	平均入力電流制限付き800mA (IOUT)同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、VIN:2.5V ~ 5.5V、VOUT(MAX) = 0.6V、IQ = 420µA、ISD < 1µA、3mm×3mm DFN-8パッケージ
LTC4425	電流制限理想ダイオード付きスーパーキャパシタ・チャージャ	2セル直列スーパーキャパシタ・スタック用定電圧リニア・チャージャ。VIN:リチウムイオン/ポリマー・バッテリー、USBポート、または2.7V ~ 5.5Vの電流制限電源。充電電流:2A、自動セル・バランスング、静止電流:20µA、シャットダウン電流:<2µA。高さの低い12ピン3mm×3mm DFNパッケージまたは12ピンMSOPパッケージ
LTC3127	入力電流制限をプログラム可能な1A 昇降圧コンバータ	効率:96%、±4% 精度の平均入力電流制限、VIN:1.8V ~ 5.5V、VOUT = 1.8V ~ 5.25V、IQ = 35µA、DFNパッケージ
LTC3125	入力電流制限を調整可能な1.2A (IOUT)、1.6MHz同期整流式昇圧DC/DCコンバータ	94%の効率、VIN:1.8V ~ 5.5V、VOUT(MAX) = 5.25V、IQ = 15µA、ISD < 1µA、2mm×3mm DFN-8パッケージ