

## Auto-Polarity、超低電圧 昇圧コンバータ& パワーマネージャ

### 特長

- わずか  $\pm 30\text{mV}$  の低入力電圧で動作
- エネルギー収集のために TEG 両端に必要な温度差が  $\pm 1^\circ\text{C}$  未満
- 独自の Auto-Polarity (自動極性制御) アーキテクチャ
- 完全な環境発電パワーマネージメント・システム
  - 選択可能な  $V_{\text{OUT}}$ : 2.35V、3.3V、4.1V、5V
  - LDO: 2.2V/5mA
  - ロジック制御出力
  - エネルギー蓄積機能により停電中の動作に対応
- パワーグッド・インジケータ
- 小型昇圧トランスを使用
- 小型 20ピン (4mm $\times$ 4mm) QFN または 20ピン SSOP パッケージ

### アプリケーション

- リモートセンサおよび無線電源
- HVAC システム
- 自動計量
- ビルオートメーション
- 予知保全
- 産業用ワイヤレスセンシング

### 概要

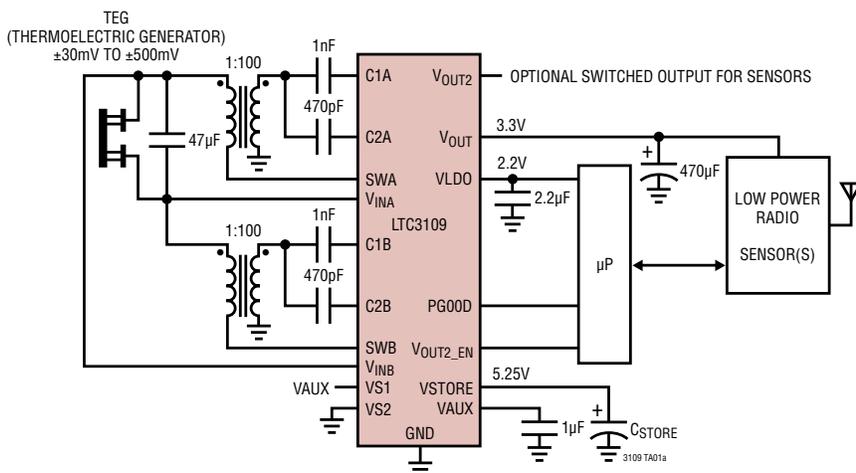
LTC<sup>®</sup>3109 は、TEG (熱電発電機) やサーモパイルなどの超低入力電圧源から余剰エネルギーを収集するのに最適な高集積 DC/DC コンバータです。独自の Auto-Polarity (自動極性制御) 方式\*により、極性に関係なく、わずか 30mV の低入力電圧で動作可能です。

LTC3109 は、小型の昇圧トランスと外付けのエネルギー貯蔵素子を使用して、ワイヤレスセンシングおよびデータ収集向けの完全なパワーマネージメント・ソリューションを実現します。2.2V の LDO は外部のマイクロプロセッサに電力を供給しますが、メイン出力は 4 つの固定電圧のうちの 1 つに設定できます。パワーグッド・インジケータは、メイン出力がレギュレーション規格値内に入っていることを知らせます。もう 1 つの出力はホストによってイネーブルすることができます。蓄電コンデンサ (またはバッテリー) を充電して、入力電圧源が利用できないときに電力を供給することもできます。超低静止電流および高効率により、アプリケーションで利用できる収集エネルギーが最大になります。

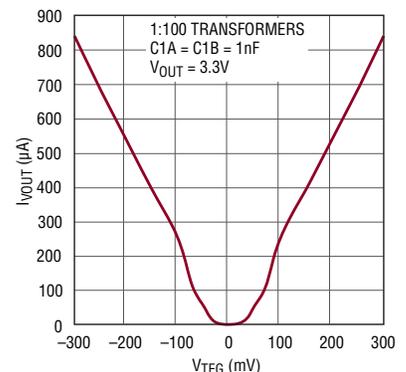
LTC3109 は、熱特性が改善された小型の 20ピン (4mm $\times$ 4mm) QFN パッケージおよび 20ピン SSOP パッケージで供給されます。

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

### 標準的応用例



$V_{\text{OUT}}$  の電流と TEG の電圧



3109 TA01b

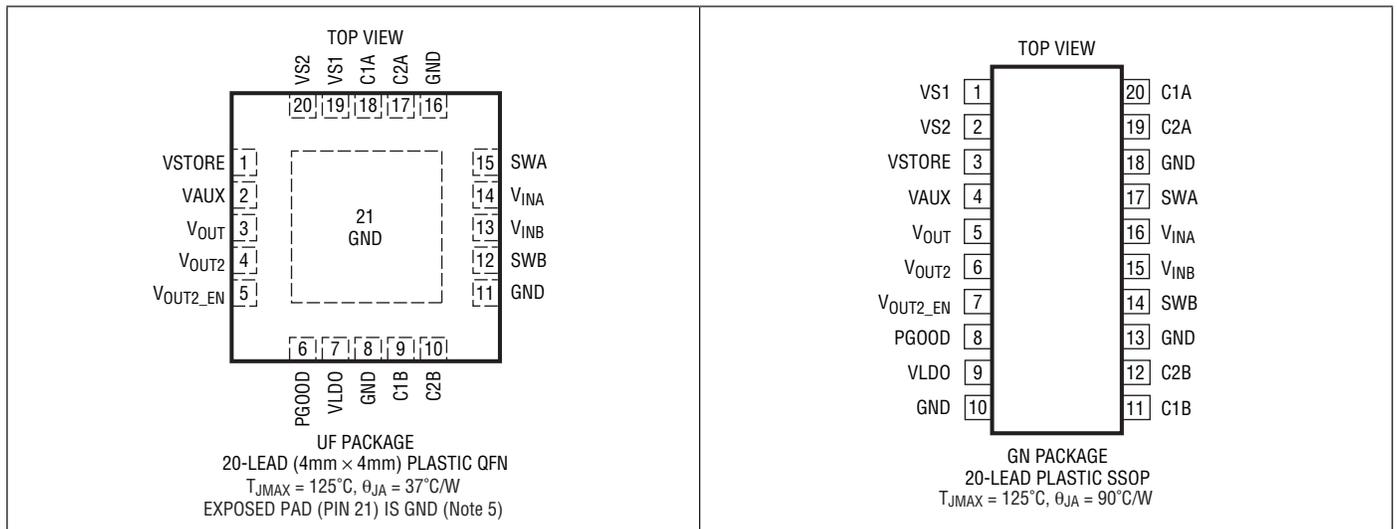
3109fb

# LTC3109

## 絶対最大定格 (Note 1)

SWA、SWB、V <sub>INA</sub> 、V <sub>INB</sub> の電圧.....	-0.3V ~ 2V	VLDO、VSTORE.....	-0.3V ~ 6V
C1A、C1Bの電圧.....	-0.3V ~ 6V	VAUX.....	V <sub>AUX</sub> ≲ 15mA
C2A、C2Bの電圧 (Note 6).....	-8V ~ 8V	動作接合部温度範囲 (Note 2).....	-40°C ~ 125°C
V <sub>OUT2</sub> 、V <sub>OUT2_EN</sub> .....	-0.3V ~ 6V	保存温度範囲.....	-65°C ~ 125°C
VS1、VS2、V <sub>OUT</sub> 、PGOOD.....	-0.3V ~ 6V		

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC3109EUF#PBF	LTC3109EUF#TRPBF	3109	20ピン(4mm × 4mm)プラスチックQFN	-40°C ~ 125°C
LTC3109IUF#PBF	LTC3109IUF#TRPBF	3109	20ピン(4mm × 4mm)プラスチックQFN	-40°C ~ 125°C
LTC3109EGN#PBF	LTC3109EGN#TRPBF	LTC3109GN	20ピン・プラスチックSSOP	-40°C ~ 125°C
LTC3109IGN#PBF	LTC3109IGN#TRPBF	LTC3109GN	20ピン・プラスチックSSOP	-40°C ~ 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、弊社または弊社代理店に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。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。

**電気的特性** ●は全動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値 (Note 2)。  
注記がない限り、VAUX = 5V。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Start-Up Voltage	Using 1:100 Transformer Turns Ratio, VAUX = 0V			±30	±50	mV
No-Load Input Current	Using 1:100 Transformer Turns Ratios, $V_{IN} = 30\text{mV}$ , $V_{OUT2\_EN} = 0\text{V}$ , All Outputs Charged and in Regulation			6		mA
Input Voltage Range	Using 1:100 Transformer Turns Ratios	●	$V_{STARTUP}$		±500	mV
Output Voltage	VS1 = VS2 = GND	●	2.30	2.350	2.40	V
	VS1 = VAUX, VS2 = GND	●	3.234	3.300	3.366	V
	VS1 = GND, VS2 = VAUX	●	4.018	4.100	4.182	V
	VS1 = VS2 = VAUX	●	4.875	5.000	5.10	V
VAUX Quiescent Current	No Load, All Outputs Charged			7	10	μA
VAUX Clamp Voltage	Current Into VAUX = 5mA	●	5.0	5.25	5.55	V
$V_{OUT}$ Quiescent Current	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$ , $V_{OUT2\_EN} = 0\text{V}$			0.2		μA
$V_{OUT}$ Current Limit	$V_{OUT} = 0\text{V}$	●	6	15	26	mA
N-Channel MOSFET On-Resistance	C2B = C2A = 5V (Note 3) Measured from $V_{INA}$ or SWA, $V_{INB}$ or SWB to GND			0.35		Ω
LDO Output Voltage	0.5mA Load On $V_{LDO}$	●	2.134	2.2	2.30	V
LDO Load Regulation	For 0mA to 2mA Load			0.5	1	%
LDO Line Regulation	For VAUX from 2.5V to 5V			0.05	0.2	%
LDO Dropout Voltage	$I_{LDO} = 2\text{mA}$	●		100	200	mV
LDO Current Limit	$V_{LDO} = 0\text{V}$	●	5	12		mA
VSTORE Leakage Current	VSTORE = 5V			0.1	0.3	μA
VSTORE Current Limit	VSTORE = 0V	●	6	15	26	mA
$V_{OUT2}$ Leakage Current	$V_{OUT2} = 0\text{V}$ , $V_{OUT2\_EN} = 0\text{V}$			50		nA
VS1, VS2 Threshold Voltage		●	0.4	0.85	1.2	V
VS1, VS2 Input Current	$V_{S1} = V_{S2} = 5\text{V}$			1	50	nA
PGOOD Threshold (Rising)	Measured Relative to the $V_{OUT}$ Voltage			-7.5		%
PGOOD Threshold (Falling)	Measured Relative to the $V_{OUT}$ Voltage			-9		%
PGOOD $V_{OL}$	Sink Current = 100μA			0.12	0.3	V
PGOOD $V_{OH}$	Source Current = 0		2.1	2.2	2.3	V
PGOOD Pull-Up Resistance				1		MΩ
$V_{OUT2\_EN}$ Threshold Voltage	$V_{OUT2\_EN}$ Rising	●	0.4	1.0	1.3	V
$V_{OUT2\_EN}$ Threshold Hysteresis				100		mV
$V_{OUT2\_EN}$ Pull-Down Resistance				5		MΩ
$V_{OUT2}$ Turn-On Time				0.5		μs
$V_{OUT2}$ Turn-Off Time	(Note 3)			0.15		μs
$V_{OUT2}$ Current Limit	$V_{OUT} = 3.3\text{V}$	●	0.2	0.3	0.5	A
$V_{OUT2}$ Current Limit Response Time	(Note 3)			350		ns
$V_{OUT2}$ P-Channel MOSFET On-Resistance	$V_{OUT} = 5\text{V}$ (Note 3)			1.0		Ω

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性があります。長期間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ります。

**Note 2:** LTC3109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。LTC3109E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。LTC3109Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の全動作接合部温度範囲で保証されている。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。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。 $T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA}^\circ\text{C/W})$ 、ここで $\theta_{JA}$ はパッケージの熱インピーダンス。

# LTC3109

## 電気的特性

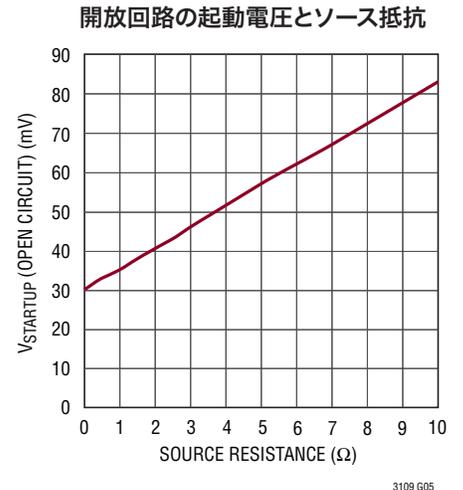
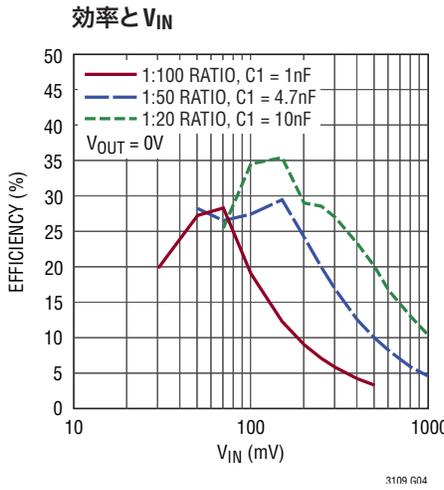
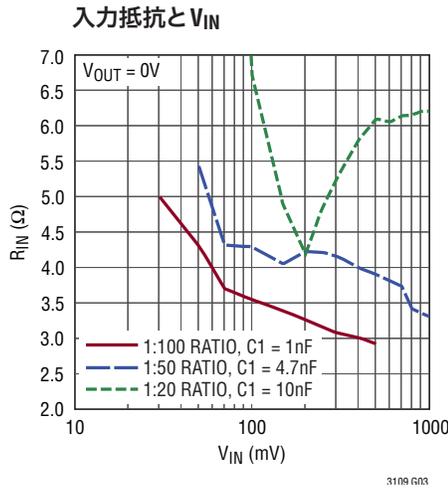
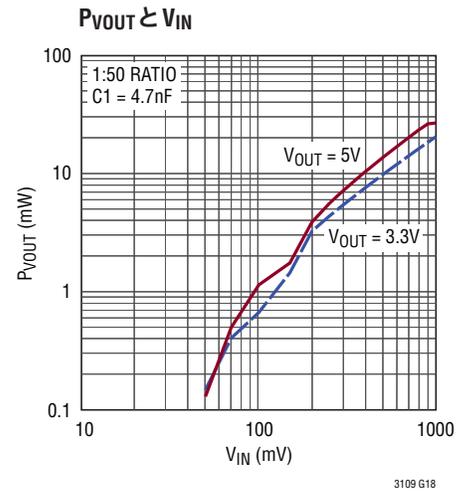
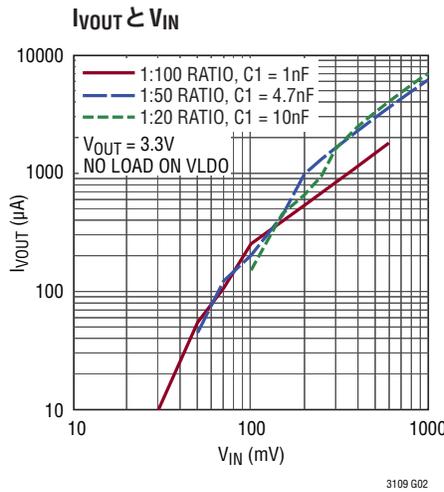
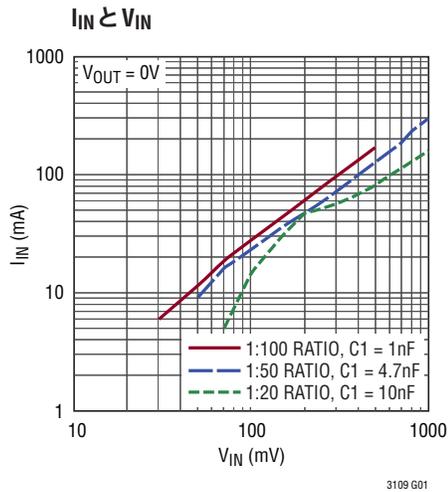
**Note 3:** 仕様は設計によって保証されており、製造時に全数テストは行われない。

**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:** QFN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 $37^{\circ}\text{C}/\text{W}$ よりもはるかに大きくなる。

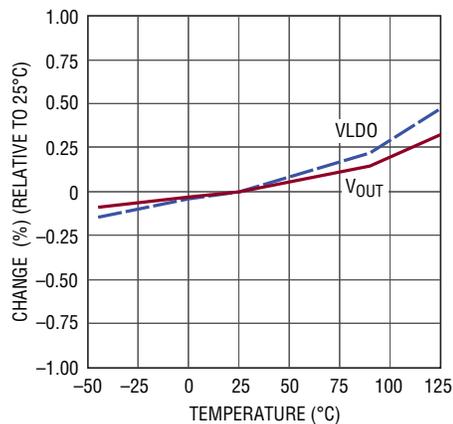
**Note 6:** 絶対最大定格は、DC定格である。示されているアプリケーションの特定の条件では、C2AピンとC2BピンのピークAC電圧は $\pm 8\text{V}$ を超える恐れがある。この振る舞いは正常であり、このピンへ流れ込む電流がカップリング・コンデンサのインピーダンスによって制限されるので許容できる。

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



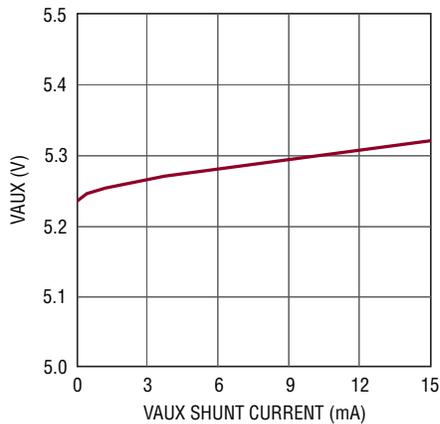
## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

### $V_{OUT}$ および VLDO と温度



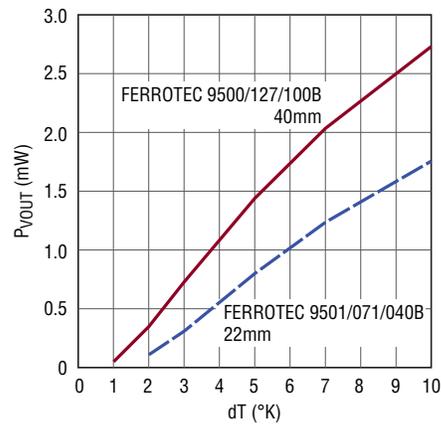
3109 G06

### VAUX のクランプ電圧とシャント電流



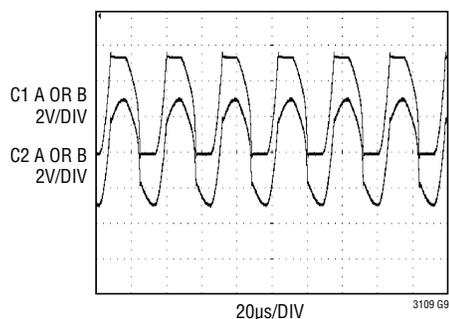
3109 G07

### $P_{VOUT}$ と $dT$ および TEG サイズ、1:100 の比、 $V_{OUT} = 5V$



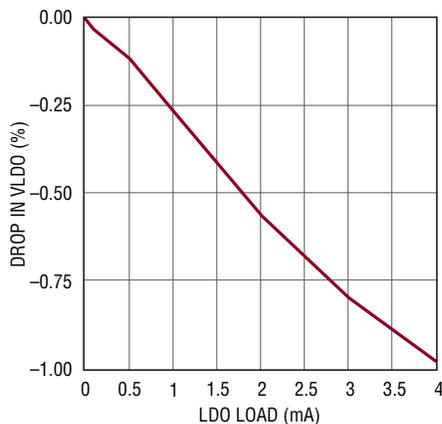
3109 G08

### 共振スイッチング波形



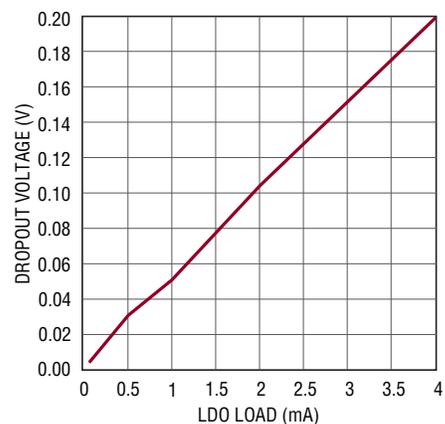
3109 G9

### LDO の負荷レギュレーション



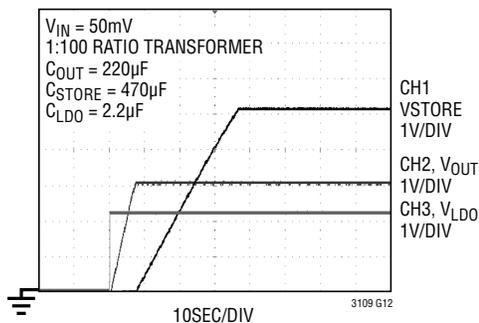
3109 G10

### LDO の損失電圧



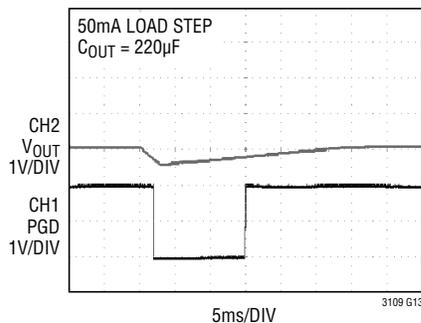
3109 G11

### 起動電圧のシーケンシング



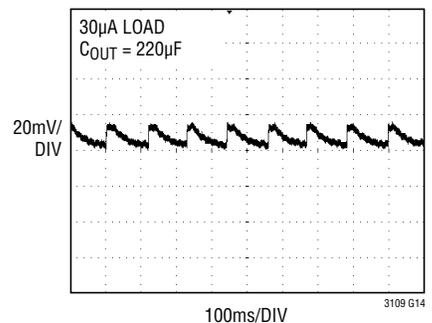
3109 G12

### ステップ負荷の間の $V_{OUT}$ と PGOOD の応答



3109 G13

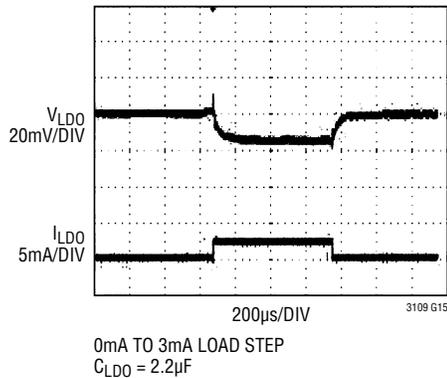
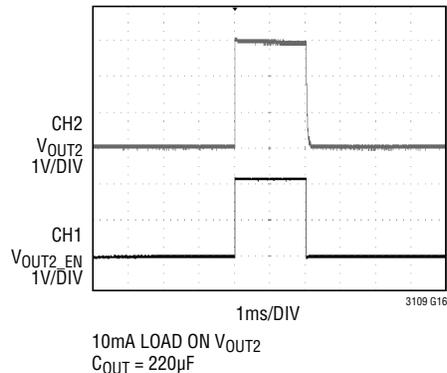
### $V_{OUT}$ のリップル



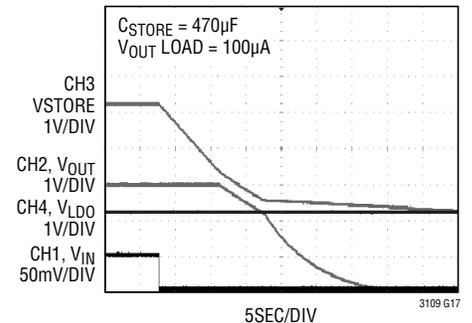
3109 G14

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

LDOのステップ負荷に対する応答

イネーブル入力と  $V_{OUT2}$ 

蓄電コンデンサによる動作



## ピン機能 (QFN/SSOP)

**VSTORE (ピン1/ピン3)** : 蓄電コンデンサまたはバッテリーのための出力。大容量の蓄電コンデンサをこのピンからGNDに接続して、入力電圧が失われたときにシステムに給電することができます。それは最大VAUXクランプ電圧まで充電されます。使わない場合、このピンはオープンのままにするか、VAUXに接続します。

**VAUX (ピン2/ピン4)** : 内部整流回路の出力およびデバイスの $V_{CC}$ 。VAUXを少なくとも $1\mu\text{F}$ の容量でグラウンドにバイパスします。アクティブ・シャント・レギュレータがVAUXを $5.25\text{V}$ (標準)にクランプします。

**$V_{OUT}$  (ピン3/ピン5)** : コンバータのメイン出力。このピンの電圧はVS1およびVS2によって選択される電圧に安定化されます(表1を参照)。このピンは蓄電コンデンサまたは再充電可能なバッテリーに接続します。高電流パルス負荷は、このピンに接続した蓄電コンデンサから給電する必要があります。

**$V_{OUT2}$  (ピン4/ピン6)** : コンバータのスイッチ付き出力。このピンはスイッチされる負荷に接続します。この出力は、 $V_{OUT\_EN}$ が“H”にドライブされるまでオープンです。その後、 $1\Omega$ のPMOSスイッチを介して $V_{OUT}$ に接続されます。使わない場合、このピンはオープンのままにするか、 $V_{OUT}$ に接続します。

**$V_{OUT2\_EN}$  (ピン5/ピン7)** :  $V_{OUT2}$ のイネーブル入力。このピンが“H”にドライブされると $V_{OUT2}$ がイネーブルされます。このピンには、内部 $5\text{M}\Omega$ プルダウン抵抗が備わっています。使わない場合、このピンはオープンのままにするか、接地することができます。

**PGOOD (ピン6/ピン8)** : パワーグッド出力。 $V_{OUT}$ が設定値の7.5%以内のとき、このピンは $1\text{M}\Omega$ の抵抗を介してLDOの電圧まで引き上げられます。 $V_{OUT}$ が設定値の9%を下回ると、PGOODは“L”になります。このピンは、最大 $100\mu\text{A}$ の電流をシンクできます。

**VLDO (ピン7/ピン9)** :  $2.2\text{V}$  LDOの出力。 $2.2\mu\text{F}$ 以上のセラミック・コンデンサをこのピンからGNDに接続します。使わない場合、このピンはVAUXに接続します。

**GND (ピン8、11、16、露出パッドのピン21/ピン10、13、18)** : グラウンド・ピン。これらのピンは、グラウンド・プレーンに直接接続してください。露出パッドは、別のグラウンド接続として、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。

**VS2 (ピン20/ピン2)** :  $V_{OUT}$ セレクト・ピン2。このピンをグラウンドまたはVAUXに接続して、出力電圧を設定します(表1を参照)。

**VS1 (ピン19/ピン1)** :  $V_{OUT}$ セレクト・ピン1。このピンをグラウンドまたはVAUXに接続して、出力電圧を設定します(表1を参照)。

表1. ピンVS1とピンVS2を使用した安定化電圧

VS2	VS1	$V_{OUT}$
GND	GND	2.35V
GND	VAUX	3.3V
VAUX	GND	4.1V
VAUX	VAUX	5.0V

## ピン機能 (DFN/SSOP)

**C1B (ピン9/ピン11)** : チャネルB用のチャージ・ポンプと整流回路の入力。コンデンサをこのピンから「B」昇圧トランスの2次巻線に接続します。推奨されるコンデンサの値については「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。

**C1A (ピン18/ピン20)** : チャネルA用のチャージ・ポンプと整流回路の入力。コンデンサをこのピンから「A」昇圧トランスの2次巻線に接続します。推奨されるコンデンサの値については「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。

**G2B (ピン10/ピン12)** : SWB用のゲート駆動回路の入力。コンデンサをこのピンから「B」昇圧トランスの2次巻線に接続します。推奨されるコンデンサの値については「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。

**G2A (ピン17/ピン19)** : SWA用のゲート駆動回路の入力。コンデンサをこのピンから「A」昇圧トランスの2次巻線に接続します。推奨されるコンデンサの値については「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。

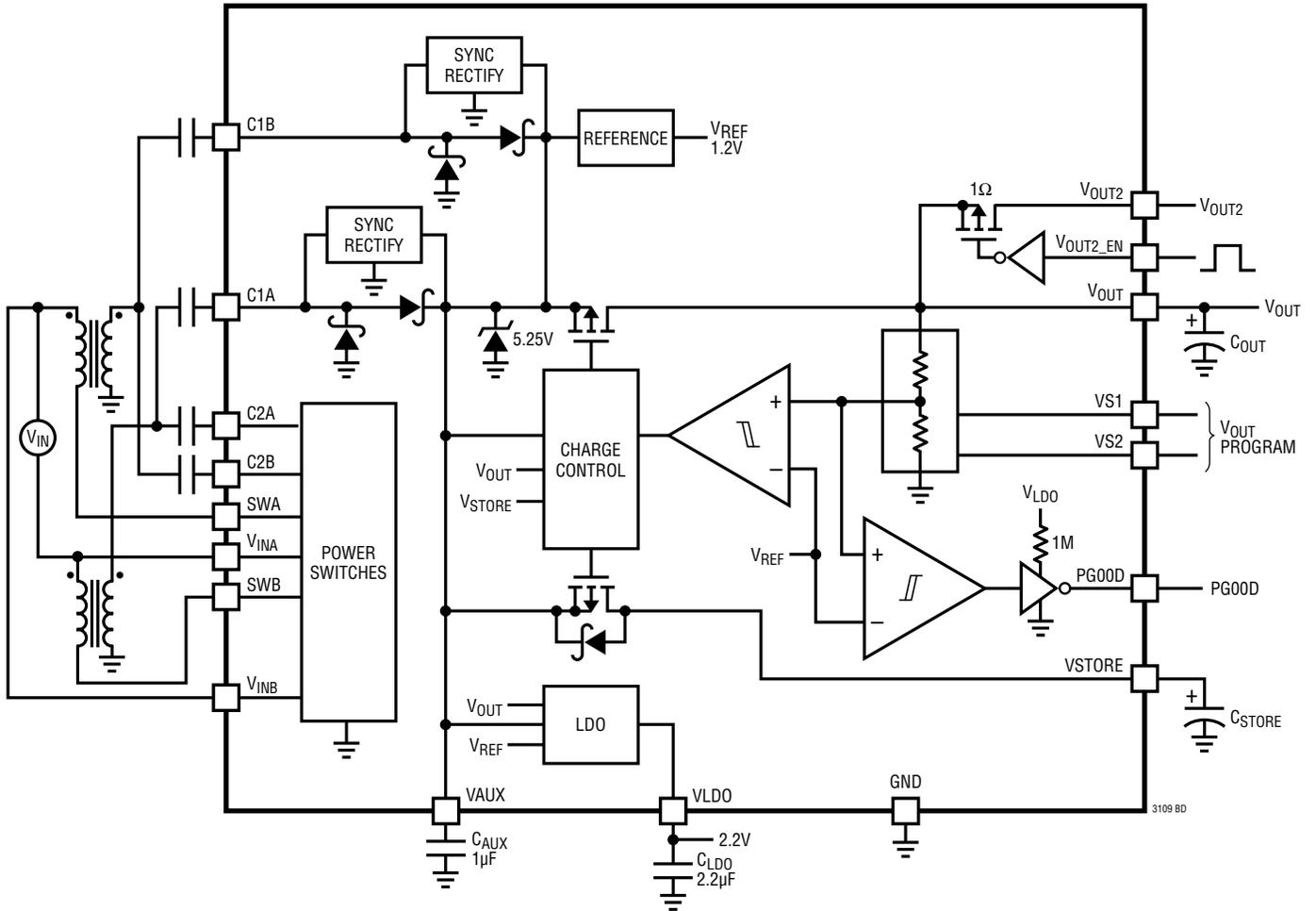
**SWA (ピン15/ピン17)** : チャネルA用の内部Nチャネル・スイッチへの接続。このピンは「A」トランスの1次巻線に接続します。

**SWB (ピン12/ピン14)** : チャネルB用の内部Nチャネル・スイッチへの接続。このピンは「B」トランスの1次巻線に接続します。

**VINA (ピン14/ピン16)** : チャネルA用の内部Nチャネル・スイッチへの接続。このピンは、入力電圧源の片側に接続します（「標準的応用例」を参照）。

**VINB (ピン13/ピン15)** : チャネルB用の内部Nチャネル・スイッチへの接続。このピンは、入力電圧源のもう一方の側に接続します（「標準的応用例」を参照）。

## ブロック図



## 動作 (ブロック図を参照)

LTC3109は、2つの小型の外部昇圧トランスを使って、いずれの極性の入力電圧でも動作可能な、超低入力電圧の昇圧DC/DCコンバータおよびパワーマネージャを構成するように設計されています。この独自の機能により、熱電発電機(TEG)の温度差の極性が任意(または不明)であるアプリケーションにおいて、TEGからエネルギーを捕集できます。また、低レベルのACソースでも動作できます。従来のバッテリー電力が利用しにくかったり実際的でないため、代わりに余剰エネルギーを捕集してシステム電力を発生する、低消費電力のワイヤレス・センサなどのアプリケーションに最適です。

LTC3109は、平均消費電力は非常に低いが、高い負荷電流パルスが間欠的に必要となることがあるシステムで、複数出力の充電と安定化を管理するように設計されています。これはワイヤレス・センサ・アプリケーションに特徴的であり、測定やデータ送信を行うため回路がパワーアップするときの送信パルス時を除く大半の時間は消費電力が非常に低くなります。

また、LTC3109を使用すると、TEGや低レベルACソースから捕集したエネルギーを使って、標準的コンデンサ、スーパーキャパシタまたは再充電可能バッテリーをトリクル充電できます。

### 共振発振器

LTC3109は、MOSFETスイッチを使用して、外部昇圧トランスと小型カップリング・コンデンサを使用していずれの入力極性でも動作可能な共振昇圧発振器を形成しています。これにより、わずか30mVの入力電圧を十分高く昇圧し、他の回路に給電する複数の安定化電圧を与えることができます。発振周波数はトランスの2次巻線のインダクタンスによって決まり、標準で10kHz～100kHzの範囲です。わずか30mVの入力電圧では、巻数比が約1:100のトランスを推奨します。もっと高い入力電圧で動作する場合は、この比を小さくすることができます。トランスの選択に関する詳細については、「アプリケーション情報」を参照してください。

### チャージポンプと整流器

トランスの2次巻線で発生したAC電圧は、(2次巻線からピンC1AまたはC1Bに接続された)外部チャージポンプ・コンデンサとLTC3109内部の整流器を使用して昇圧され、整流されます。この整流回路は、VAUXピンに電流を供給し、外部のVAUXコンデンサとその他の出力に電荷を供給します。

### VAUX

LTC3109内部のアクティブ回路はVAUXから給電され、このVAUXは最低1μFのコンデンサでバイパスする必要があります。VAUXが2.5Vを超えると、メインV<sub>OUT</sub>が充電を開始することができます。

内部シャント・レギュレータは、VAUXの最大電圧を標準5.25Vに制限します。それは、コンバータに負荷がないとき、または入力ソースが負荷に必要な量より多くの電力を発生しているとき、VAUXに流れ込む余分な電流をグラウンドにシャントします。この電流は、最大で15mAに制限する必要があります。

### 電圧リファレンス

LTC3109には、出力電圧の正確な安定化のための高精度マイクロパワー・リファレンスが内蔵されています。このリファレンスはVAUXが2Vを超えると直ちにアクティブになります。

### 同期整流器

VAUXが2Vを超えると、各内部整流ダイオードに並列に接続された同期整流器がピンC1AとピンC1Bの入力電圧を整流する役割を引き継いで、効率を改善します。

### 低損失リニア・レギュレータ(LDO)

LTC3109は低電流LDOを内蔵しており、低消費電力のプロセッサやデバイスに給電するための安定化された2.2V出力を供給します。LDOは、VAUXかV<sub>OUT</sub>のいずれか電圧の高い方によって給電されます。これにより、V<sub>OUT</sub>の蓄電コンデンサがまだ充電中であっても、VAUXが2.3Vまで充電されると

## 動作 (ブロック図を参照)

LDOを直ちにアクティブにすることができます。LDOの出力にステップ負荷が生じたとき、メインV<sub>OUT</sub>の蓄電コンデンサから電流を供給できます。LDOは、安定性のために2.2μFのセラミック・コンデンサを必要とします。制限なしにもっと大きなコンデンサの値を使うことができますが、全ての出力が充電するのにかかる時間が長くなります。LDOの出力は最小5mAに電流制限されています。

### V<sub>OUT</sub>

V<sub>OUT</sub>のメイン出力電圧はVAUX電源から充電され、ユーザーによって、電圧セレクト・ピンVS1とVS2を使用して4つの安定化電圧の1つに設定されます(表2を参照)。VS1とVS2のロジックしきい値電圧は標準0.85Vですが、これらをグランドまたはVAUXに接続することを推奨します。

表2

VS2	VS1	V <sub>OUT</sub>
GND	GND	2.35V
GND	VAUX	3.3V
VAUX	GND	4.1V
VAUX	VAUX	5V

出力電圧が安定化された値をわずかに下回ると、VAUXが2.5Vより高い限り、充電電流がイネーブルされます。V<sub>OUT</sub>が適切な値に達すると、充電電流がオフします。その結果V<sub>OUT</sub>に生じるリップルは、一般にピーク・トゥ・ピークで20mV未満となります。

VS1とVS2によって制御されるプルアップ可能な内部抵抗分割器によってV<sub>OUT</sub>を設定するため、ノイズを拾いやすく基板のリークの影響を受けやすい非常に高い値の外部抵抗は不要です。

標準的なアプリケーションでは、蓄電コンデンサ(一般に数100マイクロファラッド)をV<sub>OUT</sub>に接続します。VAUXが2.5Vを超えると直ちに、V<sub>OUT</sub>コンデンサをその安定化電圧まで充電できます。コンデンサの充電に利用可能な電流は入力電圧とトランスの巻数比に依存しますが、標準約15mAに制限されます。入力電圧が非常に低い場合、この電流は1μA～1000μAの範囲になることに注意してください。

### PGOOD

パワーグッド・コンパレータは、V<sub>OUT</sub>の電圧をモニタします。PGOODピンは、LDO電圧への弱いプルアップ(1MΩ)を備えたオープン・ドレイン出力です。V<sub>OUT</sub>が設定された電圧の7.5%以内まで充電されると、PGOOD出力が“H”になります。V<sub>OUT</sub>が設定された値の9%を下回ると、PGOODは“L”になります。PGOOD出力はマイクロプロセッサや他のデバイスのI/Oをドライブするように設計されており、LEDなどの高電流負荷をドライブすることは意図されていません。また、PGOODは他の回路とのワイヤOR構成でも“L”にすることができます。

### V<sub>OUT2</sub>

V<sub>OUT2</sub>は、V<sub>OUT2\_EN</sub>ピンを使ってホストによってオン/オフ可能な出力です。イネーブルされると、V<sub>OUT2</sub>は1ΩのPチャネルMOSFETスイッチを介してV<sub>OUT</sub>に接続されます。ホスト・プロセッサによって制御されるこの出力を使って、低消費電力のスリープやシャットダウン機能を備えていないセンサやアンプなどの外部回路に給電できます。V<sub>OUT2</sub>を使うと、それらの回路が必要とするときだけ給電できます。

V<sub>OUT2</sub>のデカップリング容量を最小にすると、高速でオン/オフを切り替えることができるので、ワイヤレス・センサ/トランスミッタなどのアプリケーションでパルス時間を短くすることができます。したがって、デューティ・サイクルを小さくすることができます。V<sub>OUT2</sub>のコンデンサが小さいと、V<sub>OUT2</sub>がイネーブルされるたびにコンデンサの充電で消費されるエネルギーも最小に抑えられます。

V<sub>OUT2</sub>は電流制限回路を備えており、ピーク電流を標準0.3Aに制限します。

V<sub>OUT2</sub>のイネーブル入力のしきい値は標準1Vで、100mVのヒステリシスがあり、ロジックとの互換性があります。V<sub>OUT2\_EN</sub>(このピンは5MΩの内部プルダウン抵抗を備えている)が“L”の場合、V<sub>OUT2</sub>はオフします。V<sub>OUT2\_EN</sub>を“H”にドライブすると、V<sub>OUT2</sub>出力がオンします。

V<sub>OUT2\_EN</sub>が“H”のとき、V<sub>OUT2</sub>の電流制限回路はV<sub>OUT</sub>から余分に8μAの静止電流を引き出すことに注意してください。この追加電流がアプリケーションとコンデンサのサイズ決定に

## 動作 (ブロック図を参照)

与える影響は無視できます。というのは、イネーブルされたときの  $V_{OUT2}$  出力の負荷は  $8\mu A$  より何桁も大きい可能性が高いからです。

### VSTORE

VSTORE 出力を使うと、大容量の蓄電コンデンサ、または再充電可能なバッテリーを充電できます。  $V_{OUT}$  が安定化状態に達すると、VSTORE 出力により VAUX のクランプ電圧 (標準  $5.25V$ ) まで充電可能となります。また、入力ソースが失われたとき、もしくは  $V_{OUT}$ 、 $V_{OUT2}$ 、LDO の各出力によって要求される電流を供給できないとき、VSTORE の蓄電素子を使用してシステムに給電できます。

VAUX が VSTORE を下回ると、LTC3109 は自動的に蓄電素子から電流を引き出します。大容量の蓄電コンデンサを充電するには、利用可能な入力エネルギーと  $V_{OUT}$  および VLDO の負荷状態に応じて、長い時間を要する可能性があることに注意してください。

VSTORE の出力で利用可能な最大充電電流は約  $15mA$  に制限されているので、入力電圧が失われたとき、エネルギー蓄積のための NiCd バッテリまたは NiMH バッテリを VSTORE を使用して安全にトリクル充電できます。

VSTORE は、高いパルス負荷電流を  $V_{OUT}$  に供給することはできないことに注意してください。  $V_{OUT}$  のパルス負荷はすべて、 $V_{OUT}$  の蓄電コンデンサで扱う必要があります。

### 短絡保護

LTC3109 のすべての出力は電流制限されており、グランドへの短絡から保護されます。

### 出力電圧のシーケンシング

出力の標準的充電および電圧シーケンシングを示すタイミング図を図 1 に示します。注記：横軸 (時間) は実際の長さではなく、出力電圧が立ち上がる相対的順序を示すためのものです。

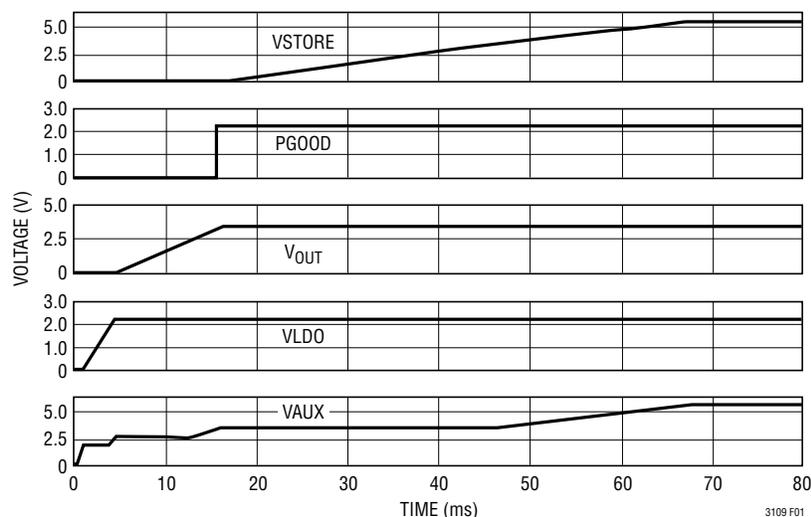


図 1. 出力電圧のシーケンシング  
( $V_{OUT}$  を  $3.3V$  に設定した状態)。時間は実際の長さではない

## アプリケーション情報

### はじめに

LTC3109は、非常に低い入力電圧源からエネルギーを捕集して利用可能な出力電圧に変換し、マイクロプロセッサ、ワイヤレス・トランスミッタおよびアナログ・センサに給電するように設計されています。そのアーキテクチャは、入力電圧の極性が不明あるいは反転することがあるアプリケーション専用に設計されています。このAuto-Polarity (自動極性制御)機能により、このデバイスは温度差の極性が任意のTEGを使用するエネルギー捕集アプリケーションに最適です。

一般に、ワイヤレス・センサなどのアプリケーションでは、入力電圧源が生成可能なレベルよりはるかに高い電圧のピーク電力が要求されます。LTC3109は長時間かけてエネルギーを蓄積して管理し、データを収集して送信するための短い電力パルスを可能にするように設計されています。パルス間の総出力エネルギーがパルスとパルス間の捕集時間中に蓄電される平均ソース電力を上回らないように、十分低いデューティ・サイクルでパルスが発生する必要があります。多くのアプリケーションでは、パルスとパルス間のこの時間は数秒、数分、または数時間です。

$V_{OUT}$ が安定化状態に達すると、PGOOD信号を使ってスリープ状態のマイクロプロセッサまたは他の回路をイネーブルし、送信パルスのために十分なエネルギーが利用可能であることを知らせることができます。

### 入力電圧源

LTC3109は、ペルチェセル(熱電発電機)や低レベルACソースなど、多数の低入力電圧源で動作することができます。特定のアプリケーションに必要な最小入力電圧はトランスの巻数比、必要な負荷電力、および電圧源の内部DC抵抗(ESR)に依存します。ESRソースが小さいほど、低い入力電圧で動作することができ、出力電力能力が高くなります。

トランスの特定の巻数比に対して、過度に高い2次電圧とシャント・レギュレータ内の電力損失を避けるため、推奨最大電圧が存在します。最大入力電圧と巻数比の積が50を超えないことを推奨します。

ソースのESRと(数100mAに達することがある)ピーク1次スイッチング電流によって生じる大きな電圧垂下とリップルを防ぐため、低ESRのデカップリング・コンデンサがDC入力ソース

の両端に必要なことに注意してください。入力電圧の極性は問わないため、セラミック・コンデンサを推奨します。

### ペルチェセル(熱電発電機)

ペルチェセルは、並行する2枚のセラミック・プレートの間に挟まれた、多数の直列接続されたP-N接合で構成されています。ペルチェセルは多くの場合それらの入力にDC電圧を加えることにより冷却器として使用されますが、2枚のプレートの温度が異なる場合のゼーベック効果を利用してDC出力電圧を発生することもできます。

このように使用されるとき、ペルチェセルは熱電発電機(TEG)と呼ばれます。出力電圧の極性はTEGプレート間の温度差の極性に依存します。出力電圧の大きさはプレート間の温度差の大きさに比例します。

LTC3109の設計は定電圧能力を備えているので、任意の極性のわずか $1^{\circ}$ の温度差を持つ標準的なTEGで動作させることができ、2つの表面の間、または表面と周囲温度の間に温度差が存在するアプリケーションでエネルギーを捕集するのに最適です。ほとんどのTEGの内部抵抗(ESR)は $1\Omega \sim 5\Omega$ のため、適正な電力転送が可能です。図2の曲線は、(任意の極性の)温度差が $20^{\circ}\text{C}$ の範囲で、ESRが $2\Omega$ の標準的なTEGの開放回路の出力電圧と最大転送電力を示しています。

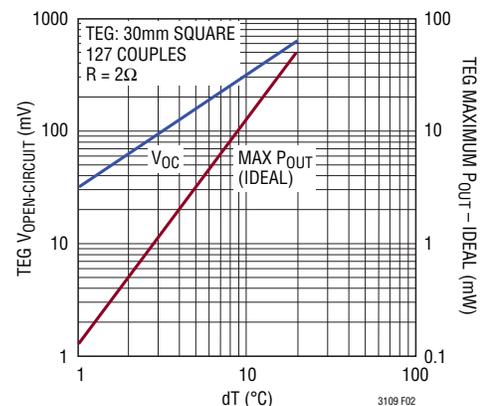


図2. 熱電発電機(TEG)として動作するペルチェセルの標準的性能

## アプリケーション情報

### TEGの負荷の整合

LTC3109は、「標準的性能特性」の曲線に示されているように)入力電圧、トランスの巻数比、C1AとC2Aのコンデンサ値に依存して、 $2\Omega \sim 10\Omega$ の入力抵抗(負荷)を示すように設計されています。特定の巻数比では、入力電圧が低下するにつれて入力抵抗が増加します。この特長により、LTC3109は、標準的なTEGのようにソース抵抗が数 $\Omega$ のソースからの電力転送を最適化することができます。ソース抵抗が低いほど、負荷がかけられた状態で入力電圧が高くなるため、常に大きな出力電流能力を与えることに注意してください。

表3. ペルチェセルのメーカー

CUI Inc www.cui.com
Ferrotec www.ferrotec.com/products/thermal/modules/
Fujitaka www.fujitaka.com/pub/peltier/english/thermoelectric_power.html
Hi-Z Technology www.hi-z.com
Kryotherm www.kryotherm
Laird Technologies www.lairdtech.com
Micropelt www.micropelt.com
Nextreme www.nextreme.com
TE Technology www.tetech.com/Peltier-Thermoelectric-Cooler-Modules.html
Tellurex www.tellurex.com/

表4. 推奨するTEGのサイズごとの部品番号

メーカー	15mm	20mm	30mm	40mm
CUI Inc. (Distributor)	CP60133	CP60233	CP60333	CP85438
Ferrotec	9501/031/030 B	9501/071/040 B	9500/097/090 B	9500/127/100 B
Fujitaka	FPH13106NC	FPH17106NC	FPH17108AC	FPH112708AC
Kryotherm			TGM-127-1.0-0.8	LCB-127-1.4-1.15
Laird Technology			PT6.7.F2.3030.W6	PT8.12.F2.4040.TA.W6
Marlow Industries		RC3-8-01	RC6-6-01	RC12-8-01LS
Tellurex	C2-15-0405	C2-20-0409	C2-30-1505	C2-40-1509
TE Technology	TE-31-1.0-1.3	TE-31-1.4-1.15	TE-71-1.4-1.15	TE-127-1.4-1.05

### 単極アプリケーション

LTC3109は、別々の場所にある2つのTEGなど、2つの独立した単極電圧源によって動作するよう構成することもできます。この構成では、いずれか、または両方のソースから同時にエネルギーを捕集できます。例については、「標準的応用例」を参照してください。

また、LTC3109は、1つの昇圧トランスを使用して、その $V_{IN}$ ピンとSWピンを接合することで、1つの単極ソースで動作するよう構成することもできます。このようにして、非常に低い抵抗ソースからも、最大のエネルギーを抽出できます。この構成の例と性能曲線については、図3を参照してください。

### ペルチェセル(TEG)電源

ペルチェセルは10mm平方から50mm平方を超えるまで様々なサイズと電力能力で提供されています。それらの高さは一般に2mmから5mmです。ペルチェセルのメーカーのリストを表3に、いくつかの推奨する製品番号を表4に示します。

### 部品の選択

#### 昇圧トランス

昇圧トランスの巻数比により、コンバータが起動するのに入力電圧がどのくらいまで低くすることができるかが決まります。Auto-Polarity (自動極性制御)アーキテクチャのため、同一の昇圧トランスを2つ使用する必要があります。ただし、TEGの温度降下が一方の極で大きく異なる場合には異なる比を使用する場合があります。

## アプリケーション情報

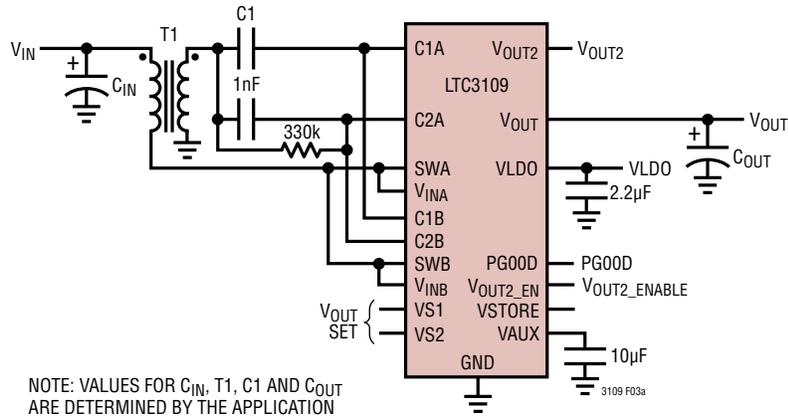
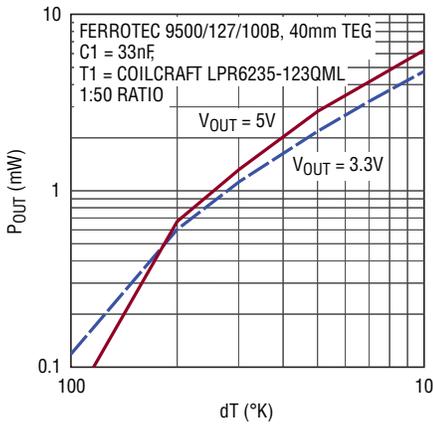


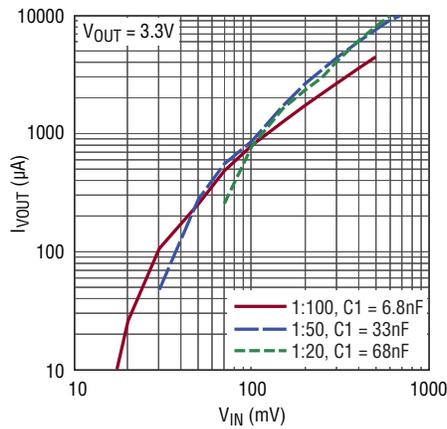
図3. 単極アプリケーション

単極構成における標準的な  $P_{OUT}$  と  $dT$



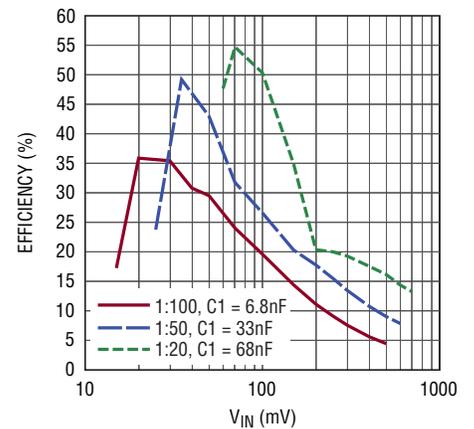
3109 F03f

単極構成における標準的な  $I_{VOUT}$  と  $V_{IN}$



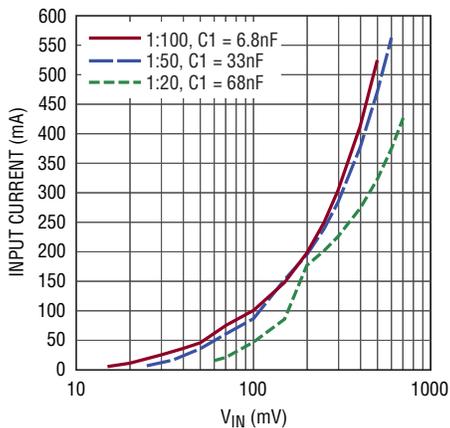
3109 F03b

単極構成における標準的な 効率と  $V_{IN}$



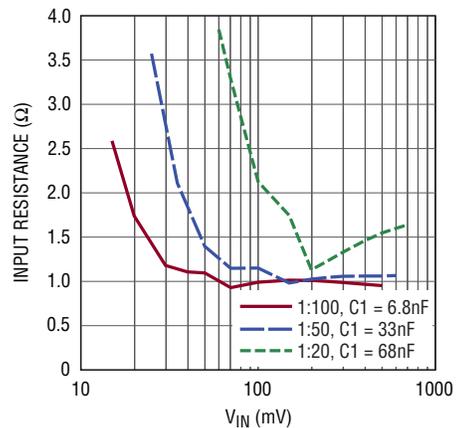
3109 F03c

単極構成における入力電流と  $V_{IN}$



3109 F03d

単極構成における  $R_{IN}$  と  $V_{IN}$



3109 F03e

## アプリケーション情報

1:100の1次対2次巻数比を使うと、起動電圧をわずか30mVにすることができます。性能に影響を与える他の要因は、トランス巻線の抵抗と巻線のインダクタンスです。DC抵抗が高いほど効率が低下し、起動電圧が高くなります。2次巻線のインダクタンスにより、次式に従って発振器の共振周波数が決まります。

$$\text{Freq} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_{\text{SEC}} \cdot C}} \text{ Hz}$$

ここで、 $L_{\text{SEC}}$ は1つの2次巻線のインダクタンス、 $C$ はその2次巻線の負荷容量です。これは、トランスの2次巻線のシャント容量に並列に接続されたピンC2AまたはC2Bの入力容量（それぞれ標準70pF）で構成されます。推奨する共振周波数の範囲は10kHz～100kHzです。共振周波数は、負荷状態の影響も受けることに注意してください。いくつかの推奨トランスについては、表5を参照してください。

表5. 推奨するトランス

メーカー	標準の起動電圧	製品番号
Coilcraft www.coilcraft.com	25mV	LPR6235-752SML (1:100 ratio)
	35mV	LPR6235-123QML (1:50 ratio)
	85mV	LPR6235-253PML (1:20 ratio)
Würth www.we-online	25mV	74488540070 (1:100 Ratio)
	35mV	74488540120 (1:50 Ratio)
	85mV	74488540250 (1:20 Ratio)

## 外部チャージポンプ整流器の利用

LTC3109の同期整流器は、低電圧アプリケーションで一般的な低周波数、低電流動作に最適化されています。共振発振器周波数が100kHzを超えるアプリケーション、巻数比が1:20未満のトランスを使用するアプリケーション、またはC1AおよびC1Bのコンデンサ値が68nFを超えるアプリケーションでは、外部チャージポンプ整流器(1N4148または1N914または同等品)を推奨します。例については、「標準的応用例」の回路を参照してください。ショットキー整流器は、順方向電圧が低く、最小起動電圧が高くなるので使用しないようにします。

## C1のコンデンサ

各トランスの2次巻線から対応するC1AピンとC1Bピンに接続されたチャージポンプ・コンデンサは、コンバータの入力抵抗と最大出力電流能力に影響を与えます。1:100の比のトランスを使って非常に低い入力電圧で動作するときは、一般に、1nFの最小値を推奨します。コンデンサの値を2.2nF～10nFにすると、入力電圧が高いときに大きな出力電流が得られますが、コンデンサの値が大きいと、低入力電圧または高抵抗のソースで動作するときに性能が低下することがあります。入力電圧が高く巻数比が小さい場合、C1コンデンサの値を大きくして出力電流能力を上げることができます。与えられた巻数比に対する推奨値については、「標準的応用例」の例を参照してください。

## C2のコンデンサ

C2のコンデンサは、ピンC2AとC2Bをそれぞれのトランスの2次巻線に接続します。ほとんどのアプリケーションでは、470pFのコンデンサ値が推奨されます。これより小さいコンデンサ値では最小起動電圧が高くなる傾向があり、これより大きなコンデンサ値では効率が低下することがあります。

C1とC2のコンデンサは、最大入力電圧にトランスの巻数比を掛けた値よりも大きな定格電圧を持つ必要があることに注意してください。

## V<sub>OUT</sub>とV<sub>STORE</sub>のコンデンサ

パルス負荷が生じるアプリケーションでは、V<sub>OUT</sub>のコンデンサの大きさは、パルス負荷がオンするとき必要な電流を供給できる値にします。必要なコンデンサの値は、負荷電流(I<sub>LOAD</sub>)、負荷パルスの持続時間(t<sub>PULSE</sub>)、アプリケーションが許容できるV<sub>OUT</sub>電圧垂下の大きさ(ΔV<sub>OUT</sub>)によって定められます。コンデンサの定格は、VS1とVS2によって選択されたV<sub>OUT</sub>の電圧に合わせて規定する必要があります。

$$C_{\text{OUT}} (\mu\text{F}) \geq \frac{I_{\text{LOAD}} (\text{mA}) \cdot t_{\text{PULSE}} (\text{ms})}{\Delta V_{\text{OUT}} (\text{V})}$$

## アプリケーション情報

負荷のパルスとパルス間にV<sub>OUT</sub>がコンデンサを再充電するのに十分なエネルギーが入力電圧源から利用できる必要があることに注意してください(設計例1で説明します)。負荷パルスのデューティ・サイクルが減少すると、少ない入力エネルギーで動作が可能になります。

VSTOREコンデンサは、入力電圧が失われたときにエネルギー蓄電を提供するため、非常に大きな値に(数千マイクロファラッド、さらには数ファラッドにさえ)することができます。このコンデンサは、(V<sub>OUT</sub>の設定には関係なく)標準5.25VのVAUXクランプ電圧まで充電可能なので、保持コンデンサはそれが使用される温度で少なくとも5.5Vの動作電圧定格があるものにします。

VSTORE入力は、高いパルス負荷電流をV<sub>OUT</sub>に供給するようには設計されていません。VSTOREからV<sub>OUT</sub>への電流経路は、最大約26mAに制限されています。

VSTOREコンデンサの大きさは、次式を使って決定できます。

$$C_{\text{STORE}} \geq \frac{(7\mu\text{A} + I_Q + I_{\text{LDO}} + (I_{\text{PULSE}} \cdot t_{\text{PULSE}} \cdot f)) \cdot t_{\text{STORE}}}{5.25 - V_{\text{OUT}}}$$

ここで、7μAはLTC3109の静止電流、I<sub>Q</sub>はパルスとパルス間のV<sub>OUT</sub>の負荷、I<sub>LDO</sub>はパルスとパルス間のLDOの負荷、I<sub>PULSE</sub>はパルス時の総負荷、t<sub>PULSE</sub>はパルスの持続時間、fはパルスの周波数、t<sub>STORE</sub>は必要な総蓄電時間、V<sub>OUT</sub>は必要な出力電圧です。設定された出力電圧が5Vの場合、VSTOREコンデンサはV<sub>OUT</sub>にメリットのある蓄電時間を提供できないことに注意してください。

損失やコンデンサの充電時間を最小に抑えるため、V<sub>OUT</sub>とVSTOREに使用するすべてのコンデンサは、低リークのものにします。推奨する蓄電コンデンサについては、表6を参照してください。

表6. 推奨する蓄電コンデンサ

メーカー	部品番号/シリーズ
AVX www.avx.com	BestCap Series TAJ and TPS Series Tantalum
Cap-XX www.cap-xx.com	GZ Series
Cooper/Bussman www.bussmann.com/3/PowerStor.html	KR Series P Series
Vishay/Sprague www.vishay.com/capacitors	Tantamount 592D 595D Tantalum

電圧バランス抵抗を必要とする蓄電コンデンサは、抵抗に定常状態電流が流れるので推奨されないことに注意してください。

## PCBレイアウトのガイドライン

共振コンバータの低めのスイッチング周波数と使用される電力レベルが低いことにより、PCBのレイアウトは多くの他のDC/DCコンバータの場合ほど厳しくはありません。ただし、考慮すべきいくつかの事項があります。

回路は非常に低い入力電圧で動作する可能性があるため、V<sub>IN</sub>への接続、トランスの1次側、LTC3109のSWピン、V<sub>IN</sub>ピン、GNDピンは、浮遊抵抗による電圧降下を最小に抑え、最大500mAの電流を流せるように設計します。1次巻線の導通経路のどんな小さな電圧降下も効率を下げ、起動電圧とコンデンサの充電時間を増加させます。

また、LTC3109の出力で利用可能な充電電流は小さいため、出力電圧ピンのどんなリーク電流源も最小に抑える必要があります。基板レイアウトの一例を図4に示します。

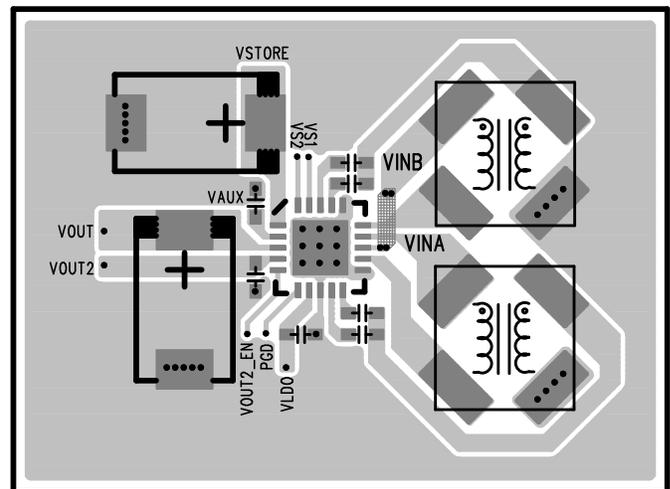


図4.2層PC基板の部品配置の例(QFNパッケージ)。注: VSTOREとVOUTのコンデンサのサイズはアプリケーションに依存する

## アプリケーション情報

### 設計例 1

この設計例では、ワイヤレス・センサトランスミッタなどのパルス負荷のアプリケーションのV<sub>OUT</sub>に必要な蓄電コンデンサの値の計算方法を説明します。これらのタイプのアプリケーションでは、大半の時間は負荷は非常に小さく(その間、回路は低消費電力のスリープ状態になります)、負荷電流のパルスが間欠的に送信バーストの間発生します。

V<sub>OUT</sub>の蓄電コンデンサが送信パルスの間負荷をサポートし、パルスとパルス間のスリープ時間が長いので、LTC3109が(入力電圧源または蓄電コンデンサのいずれかによって)エネルギーを蓄積してコンデンサを再充電できます。LTC3109からの特定の出力電流に対して、負荷パルスが発生させることができる最大レートを計算する方法も示します。

この例では、V<sub>OUT</sub>は3.3Vに設定され、送信パルス間の最大許容電圧垂下は10% (0.33V)です。送信パルスの持続時間は5ms、パルス時の合計平均電流の要件は20mAです。これらの要件が与えられた場合、V<sub>OUT</sub>に必要な最小容量は次のようになります。

$$C_{OUT} (\mu\text{F}) \geq \frac{20\text{mA} \cdot 5\text{ms}}{0.33\text{V}} = 303\mu\text{F}$$

この式では、コンデンサのESRの出力電圧垂下に対する影響は無視されていることに注意してください。セラミック・コンデンサや低ESRタンタル・コンデンサの場合、これらの負荷電流ではESRの影響は無視できます。ただし、特にケースサイズの小さいセラミック・コンデンサの電圧係数には注意してください。これにより、DCバイアスが印加されたときの実効容量が大きく減少することがあります。

この場合、標準値の330μFをC<sub>OUT</sub>に使用できます。V<sub>OUT</sub>、V<sub>OUT2</sub>、およびVLDOのすべての出力の電流はパルス時にV<sub>OUT</sub>からくる必要があるため、負荷電流はV<sub>OUT</sub>、V<sub>OUT2</sub>、およびVLDOの合計電流であることに注意してください。VSTOREのコンデンサからの電流寄与は、パルスとパルス間にそれを再充電することができない可能性があるため考慮されません。また、LTC3109から捕集される充電電流は、パルス時の負荷電流の大きさに比べると無視できると仮定されています。

負荷パルスが発生できる最大レートを計算するには、使用する入力電圧源において、LTC3109のV<sub>OUT</sub>ピンからどれだけの充電電流を利用可能かを知らなければなりません。この数字は、コンバータの効率に影響を与える多くの要因があるので、経験的に求めるのが最善です。また、パルスとパルス間のスリープ状態間のV<sub>OUT</sub>の合計負荷電流がどれだけであるかも知る必要があります。これには、蓄電コンデンサのリーク電流など他の全ての損失も含める必要があることに注意してください。

LTC3109で利用できる充電電流が150μA、スリープ状態でV<sub>OUT</sub>とVLDOに流れる合計電流は、コンデンサのリーク電流も含めて17μAであると仮定します。さらに、V<sub>OUT</sub>のコンデンサには330μFの値を使います。最大送信レートは(一般に非常に短い送信パルスの持続時間を無視すると)次式で与えられます。

$$T = \frac{330\mu\text{F} \cdot 0.33\text{V}}{150\mu\text{A} - 17\mu\text{A}} = 0.82\text{sec or } f_{\text{MAX}} = 1.2\text{Hz}$$

したがって、この応用例では、回路は0.82秒ごとに20mAの5msの送信パルスをサポートすることができます。

数秒(または数分、または数時間)ごとに送信する必要があるだけのシステムでは、スリープまたはスタンバイ電流が小さい限り、必要な平均充電電流は極めて小さいと判断することができます。上記の例で利用できる充電電流がわずか21μAであったとしても、スリープ電流が5μAのみであれば、7秒ごとにパルスを送信できます。

以下の式を使うと、LDOの出力コンデンサとV<sub>OUT</sub>のコンデンサを0Vから最初に充電するのに要する時間を計算できます。この場合も、LTC3109から利用できる充電電流を知る必要があります。この計算では、LDOの出力コンデンサは2.2μFと仮定されています。

$$t_{LDO} = \frac{2.2\text{V} \cdot 2.2\mu\text{F}}{I_{\text{CHG}} - I_{\text{LDO}}}$$

150μAの充電電流を利用でき、(プロセッサがスリープ状態のときの)LDOの負荷が5μAであれば、LDOが安定化状態に達するのに要する時間はわずか33msになります。

## アプリケーション情報

V<sub>OUT</sub>が充電され、安定化状態に達するのにかかる時間は、V<sub>OUT</sub>が3.3Vに設定され、C<sub>OUT</sub>が330μFであると仮定したとき、次の式で計算できます。

$$t_{VOUT} = \frac{3.3V \cdot 330\mu F}{I_{CHG} - I_{VOUT} - I_{LDO}} + t_{LDO}$$

150μAの充電電流を利用でき、V<sub>OUT</sub>とVLDOの両方の負荷が5μAの場合、最初の通電後にV<sub>OUT</sub>が安定化状態に達するのにかかる時間は7.81秒となります。

### 設計例2

ほとんどのパルス負荷のアプリケーションでは、負荷電流パルスの持続時間、大きさ、および周波数は既知の固定された値です。これらの場合、平均負荷をサポートするためにLTC3109に要求される平均充電電流を計算する必要があり、次式によって簡単に計算できます。

$$I_{CHG} \geq I_Q + \frac{I_{PULSE} \cdot t_{PULSE}}{T}$$

ここで、I<sub>Q</sub>は負荷パルスと負荷パルスの間にV<sub>OUT</sub>とVLDOによって外部回路に供給されるスリープ電流(出力コンデンサのリーク電流を含む)で、I<sub>PULSE</sub>はパルス時の総負荷電流、t<sub>PULSE</sub>は負荷パルスの持続時間、Tはパルスの周期(実質的にはパルスとパルス間の時間)です。

この例では、I<sub>Q</sub>は5μA、I<sub>PULSE</sub>は100mA、t<sub>PULSE</sub>は5ms、Tは1時間です。LTC3109に要求される平均充電電流は次の通りです。

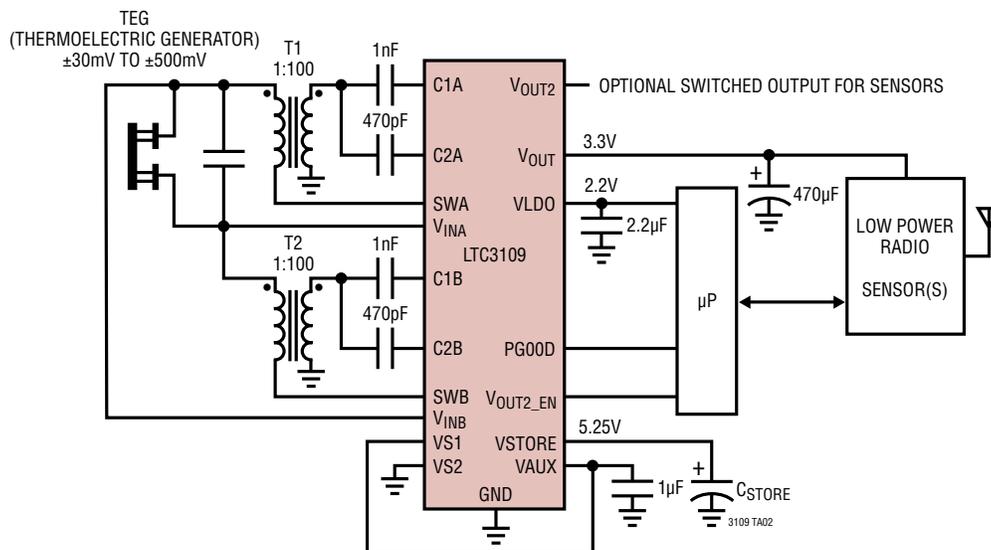
$$I_{CHG} \geq 5\mu A + \frac{100mA \cdot 0.005sec}{3600sec} = 5.14\mu A$$

したがって、LTC3109がわずか5.14μAより大きな充電電流を供給できる入力電圧を持つ場合、アプリケーションは、1時間ごとに5ms持続する100mAのパルスをサポートできます。送信のデューティ・サイクルが非常に小さい(0.00014%)ため、5μAのスリープ電流がこの例の支配的要素であると判断できます。3.3VのV<sub>OUT</sub>の場合、このアプリケーションが必要とする平均電力は(コンバータの損失を含めないで)わずか17μWであることに注意してください。

LTC3109から供給できる充電電流は、V<sub>OUT</sub>コンデンサのサイズ決定に影響を与えず、V<sub>OUT</sub>のコンデンサは最大許容パルス・レートに影響しないことに留意します。

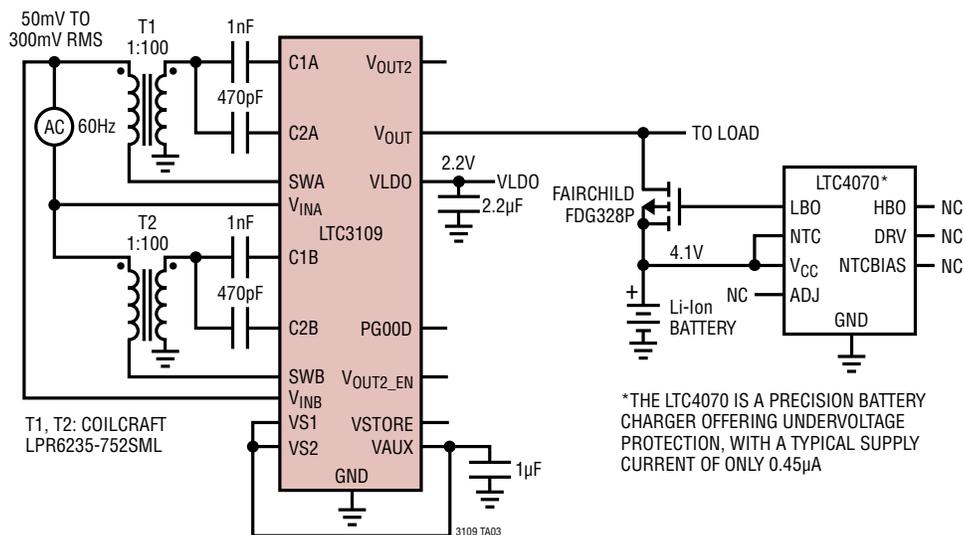
標準的応用例

任意の極性のわずかな温度差で動作するエネルギー・ハーベスタ



T1, T2: COILCRAFT LPR6235-752SML

低レベルの AC 入力から動作するリチウムイオン・バッテリー・チャージャと LDO

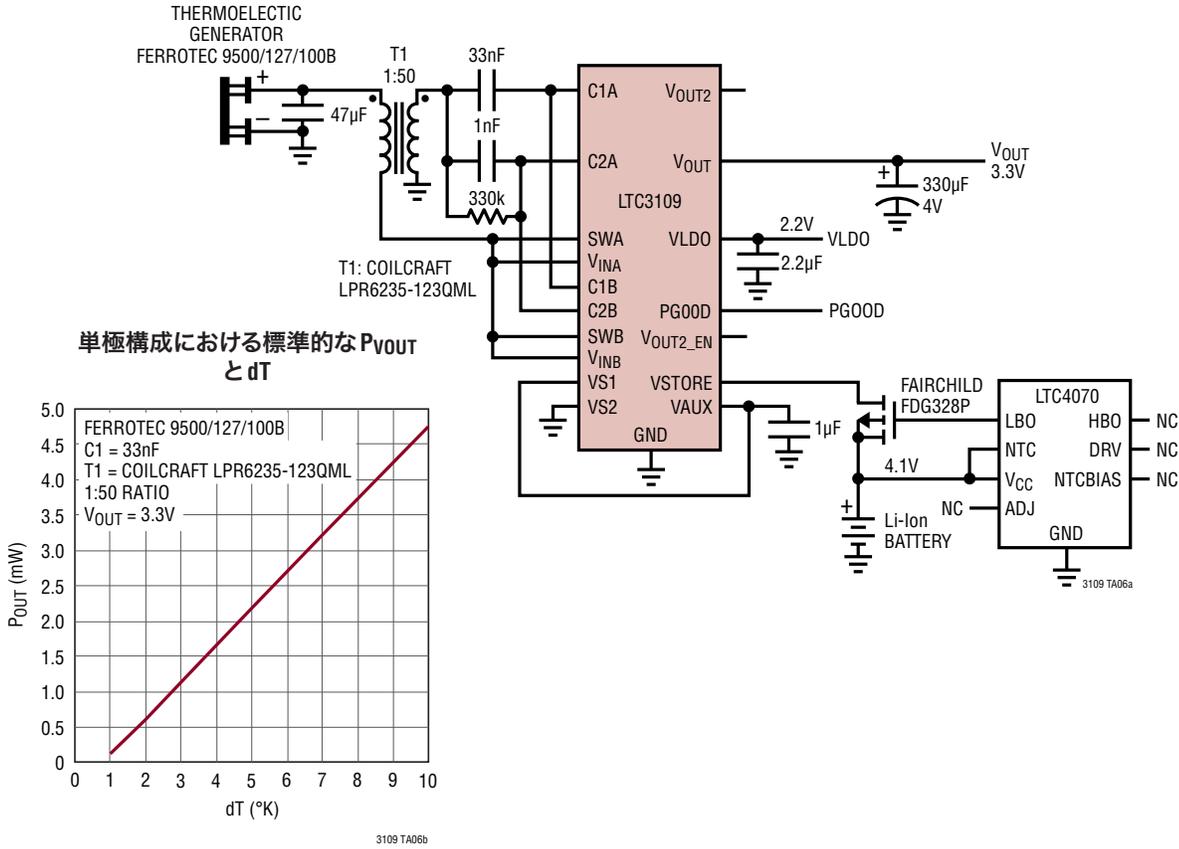


T1, T2: COILCRAFT LPR6235-752SML

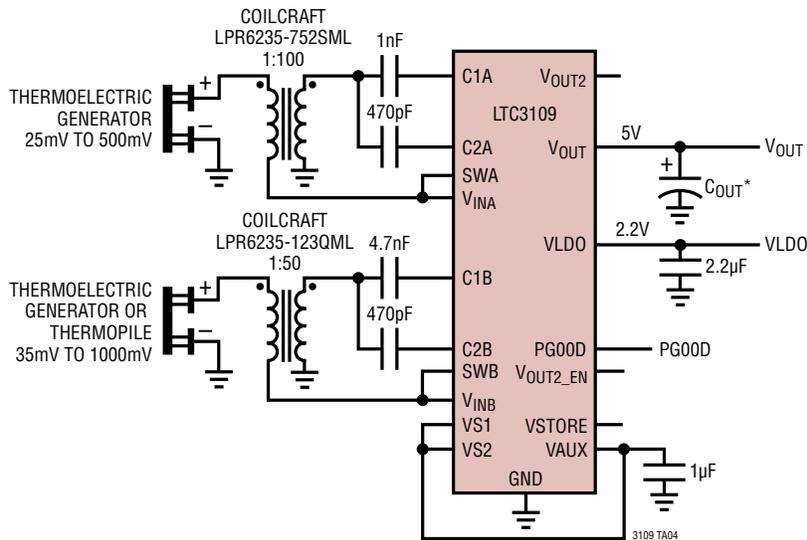
\*THE LTC4070 IS A PRECISION BATTERY CHARGER OFFERING UNDERVOLTAGE PROTECTION, WITH A TYPICAL SUPPLY CURRENT OF ONLY 0.45μA

## 標準的応用例

### バッテリー・バックアップに充電する単極エネルギー・ハーベスタ



### いずれかまたは両方の TEG から 5V と 2.2V を生成するデュアル入力エネルギー・ハーベスタ (固定された極性の異なる温度で動作)

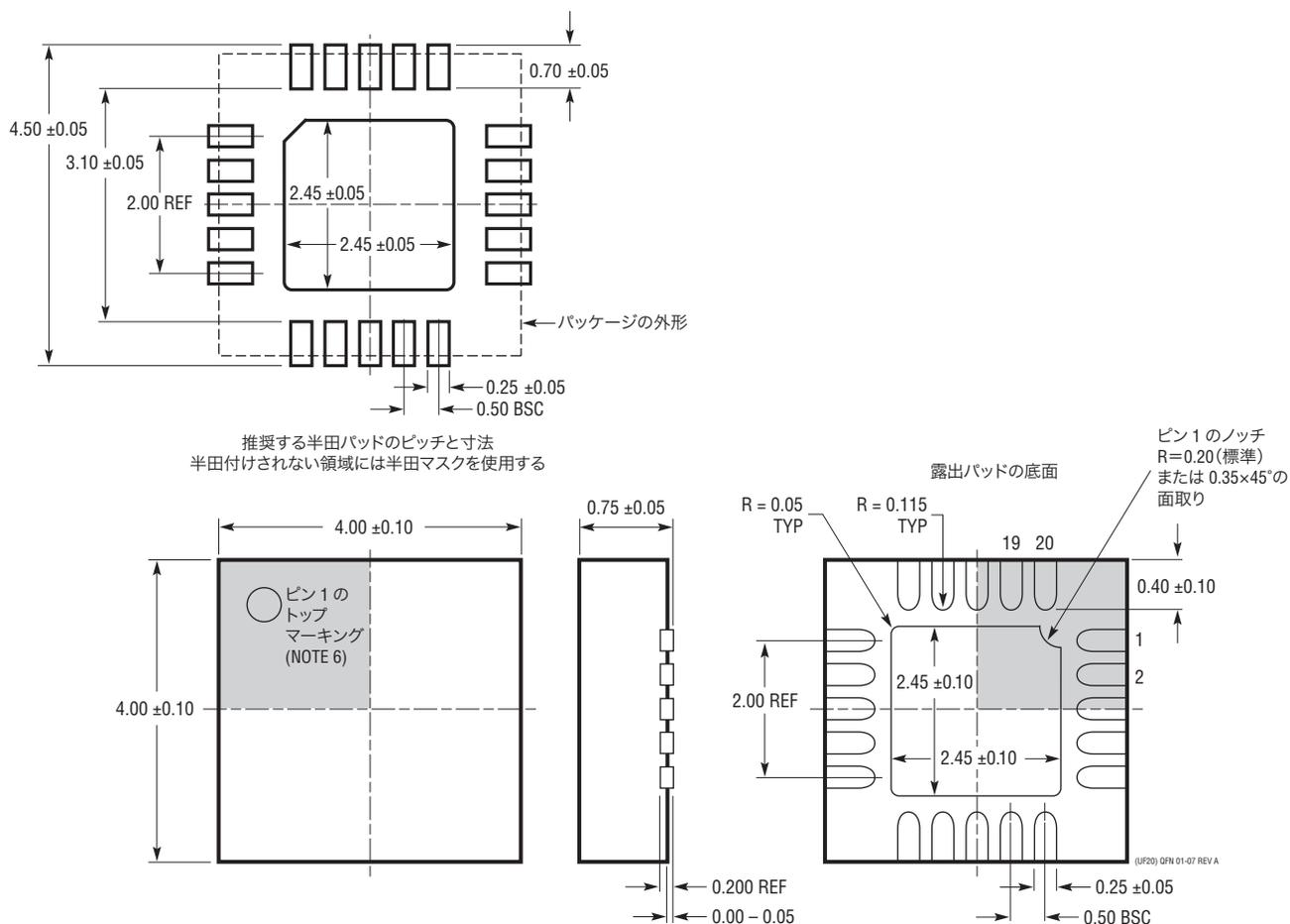


\*THE VALUE OF THE  $C_{OUT}$  CAPACITOR IS DETERMINED BY THE LOAD CHARACTERISTICS

## 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。

**UF Package**  
**20-Lead Plastic QFN (4mm × 4mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1710 Rev A)



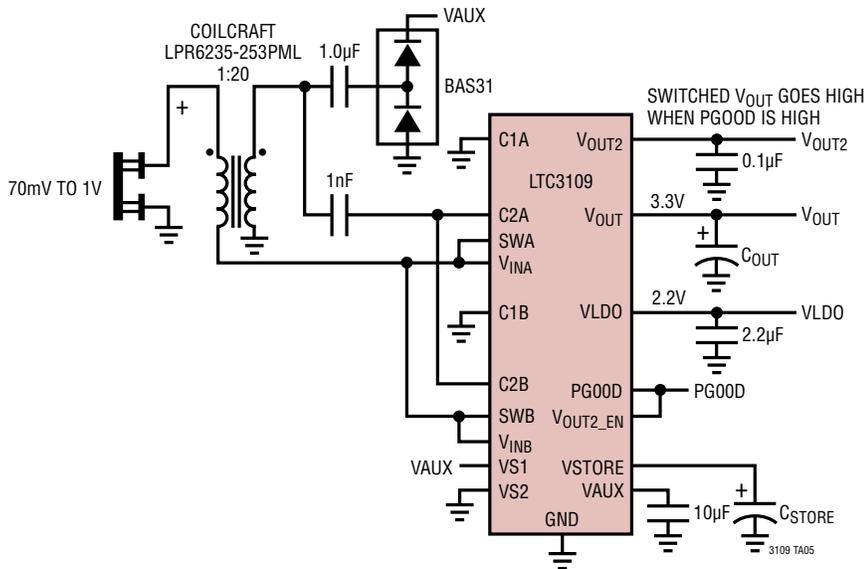


## 改訂履歴

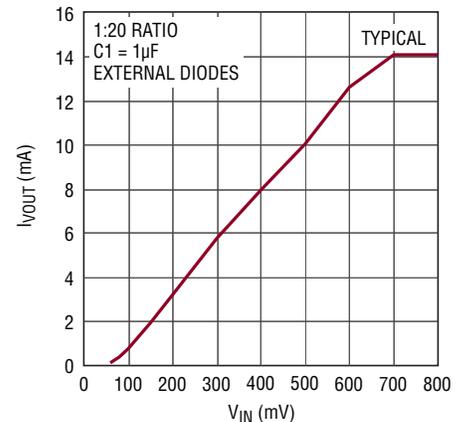
REV	日付	概要	ページ番号
A	06/12	表5にメーカー情報を追加。	15
B	08/13	Würthのトランスの製品番号を変更。	15

## 標準的応用例

低抵抗/高電流入力向け単極TEGエネルギー・ハーベスタ  
外部チャージポンプ整流器の利用

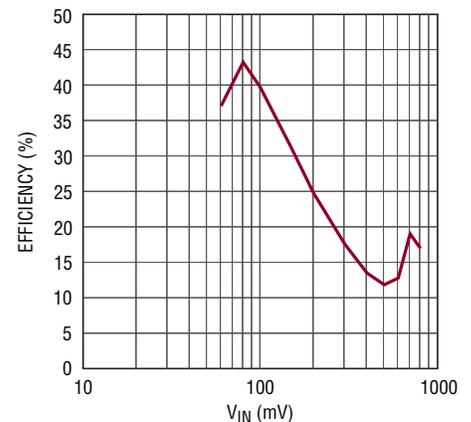


I<sub>OUT</sub>とV<sub>IN</sub>



3109 TA05b

効率とV<sub>IN</sub>



3109 TA05c

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3108/ LTC3108-1	超低電圧昇圧コンバータおよびパワーマネージャ	V <sub>IN</sub> : 0.02V ~ 1V, V <sub>OUT</sub> = 2.2V, 2.35V, 3.3V, 4.1V, 5V, I <sub>Q</sub> = 6µA, 4mm×3mm DFN-12, SSOP-16, LTC3108-1: V <sub>OUT</sub> = 2.2V, 2.5V, 3V, 3.7V, 4.5V
LTC4070	マイクロパワー・シャント・バッテリー・チャージャ	1%のフロート電圧精度、50mAの最大シャント電流、V <sub>OUT</sub> = 4.0V, 4.1V, 4.2V, I <sub>Q</sub> = 450nA, 2mm×3mm DFN-8, MSOP-8
LTC1041	バング・バング・コントローラ	V <sub>IN</sub> : 2.8V ~ 16V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = Adj, I <sub>Q</sub> = 1.2mA, I <sub>SD</sub> < 1µA, SO-8パッケージ
LT1389	ナノパワー高精度シャント電圧リファレンス	V <sub>OUT(MIN)</sub> = 1.25V, I <sub>Q</sub> = 0.8µA, SO-8パッケージ
LT1672/LT1673/ LT1674	シングル/デュアル/クワッド精度2µAレール・トゥ・レール・オペアンプ	SO-8, SO-14およびMSOP-8パッケージ
LT3009	3µAのI <sub>Q</sub> 、20mAのリニア・レギュレータ	V <sub>IN</sub> : 1.6V ~ 20V, V <sub>OUT(MIN)</sub> : 0.6V ~ Adj, 1.2V, 1.5V, 1.8V, 2.5V, 3.3V, 5V ~ Fixed, I <sub>Q</sub> = 3µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 2mm×2mm DFN-8およびSC70パッケージ
LTC3588-1	高効率降圧コンバータ内蔵の圧電発電モジュール	V <sub>IN</sub> : 2.7V ~ 20V, V <sub>OUT(MIN)</sub> : 1.8V, 2.5V, 3.3V, 3.6Vに固定, I <sub>Q</sub> = 0.95µA, 3mm×3mm DFN-10およびMSOP-10Eパッケージ
LT8410/LT8410-1	マイクロパワー・25mA/8mA低ノイズ昇圧コンバータ、ショットキー・ダイオード内蔵、出力切断付き	V <sub>IN</sub> : 2.6V ~ 16V, V <sub>OUT(MIN)</sub> = 40V <sub>MAX</sub> , I <sub>Q</sub> = 8.5µA, I <sub>SD</sub> < 1µA, 2mm×2mm DFN-8パッケージ

3109fb