

環境発電(エナジーハーベスト) バッテリー・チャージャを内蔵した ナンパワー昇降圧 DC/DC コンバータ

特長

- 入力プライオリタイザを備えたデュアル入力、シングル出力 DC/DC コンバータ
 環境発電入力: 3.0V ~ 19V の降圧 DC/DC コンバータ
 バッテリー入力: 最大 4.2V の昇降圧 DC/DC コンバータ
- 以下のフロート電圧をプログラム可能な 10mA シャント・バッテリー・チャージャ: 3.45V、4.0V、4.1V、4.2V
- バッテリー電圧低下時に切断
- 超低静止電流: 950nA (無負荷時)
- スーパーキャパシタ・バランサ内蔵
- 出力電流: 最大 50mA
- DC/DC コンバータの出力電圧、降圧コンバータの UVLO、昇降圧コンバータのピーク入力電流をプログラム可能
- 低損失の全波ブリッジ整流器を内蔵
- 入力保護用シャント回路: 最大 25mA ($V_{IN} \geq 20V$)
- 5mm×5mm の QFN-32 パッケージ

アプリケーション

- 環境発電
- バッテリーのバックアップ機能を備えた太陽光発電システム
- 無線 HVAC センサおよびセキュリティ機器
- モバイル資産管理

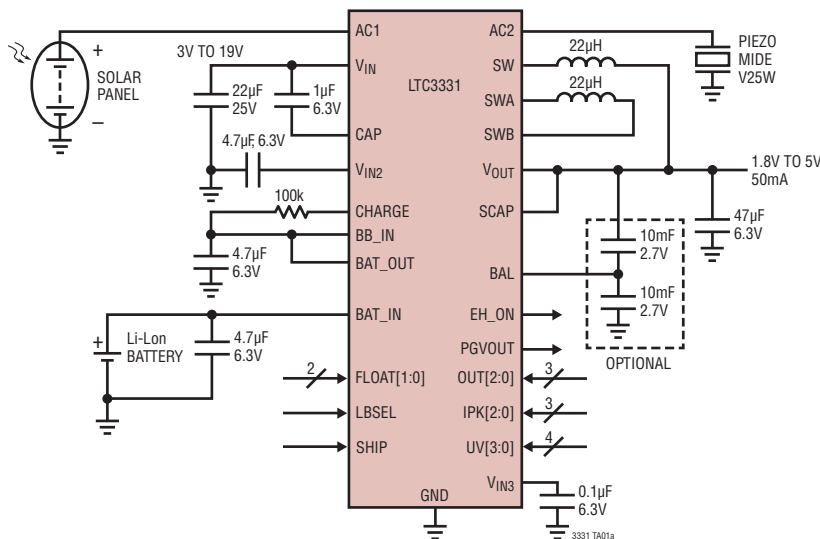
概要

LTC[®]3331 は、高電圧の環境発電(エナジーハーベスト)電源と、充電式バッテリーで動作する昇降圧 DC/DC コンバータを一体化して、代替エネルギー・アプリケーション向けの単一出力電源を構築します。10mA のシャント回路により、収集したエネルギーを使用してバッテリーを簡単に充電できる一方で、バッテリー電圧低下時の切断機能により、バッテリーを深い放電から保護します。内蔵の全波ブリッジ整流器と高電圧の降圧 DC/DC コンバータで構成されている環境発電電源は、圧電、太陽光、または磁気の各エネルギー源からエネルギーを収集します。どちらの DC/DC コンバータも 1 つの出力にエネルギーを供給できます。降圧コンバータが動作するのは収集したエネルギーを利用できるときであり、バッテリーから流れる静止電流をシャント・チャージャに必要な 200nA まで低減するので、バッテリーの寿命が伸びます。昇降圧コンバータが V_{OUT} に電力を供給するのは、収集したエネルギーを利用できないときだけです。

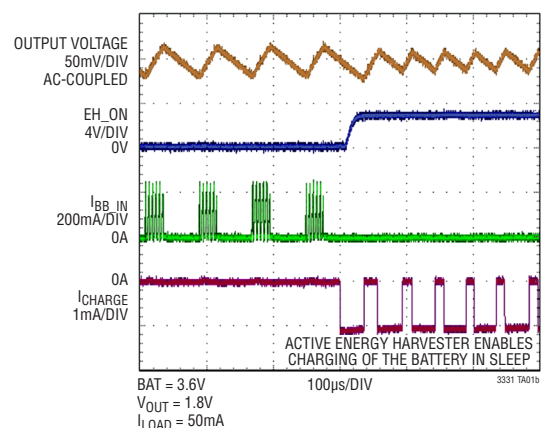
スーパーキャパシタ・バランサも内蔵しているので、出力貯蔵容量の増加に対応できます。入力および出力の両方の電圧および電流の設定は、ピン結線で設定できるロジック入力を介してプログラム可能です。LTC3331 は 5mm×5mm の QFN-32 パッケージで供給されます。

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。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



環境発電エネルギーによるバッテリー充電



LTC3331

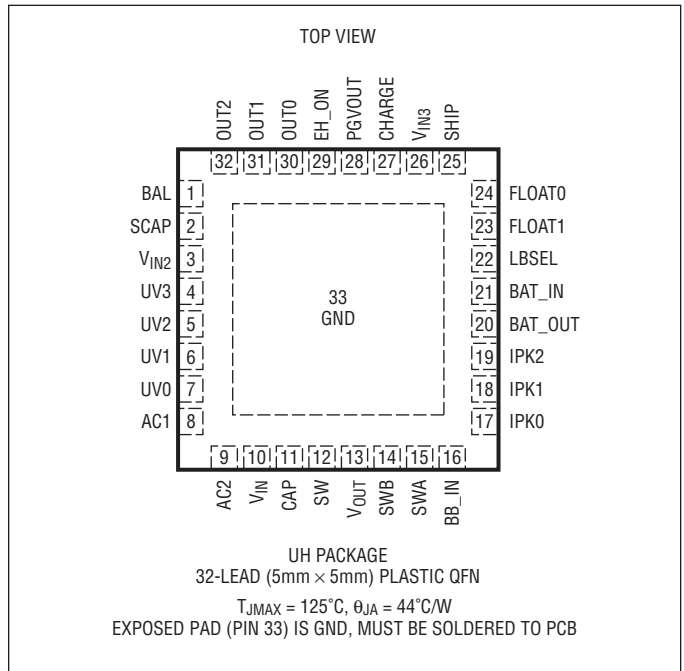
絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN}	低インピーダンスの電源.....	-0.3 ~ 19V*
	供給電流、 $I_{SW} = 0A$	25mA
AC1、AC2		0 ~ V_{IN}
BB_IN、 V_{OUT} 、 V_{IN3} 、BAT_IN、SCAP、PGVOUT、CHARGE、SHIP		-0.3 ~ 6V
BAT_OUT	-0.3V ~ [(BAT_IN + 0.3V) と 6V の低い方]	
V_{IN2}	-0.3V ~ [($V_{IN} + 0.3V$) と 6V の低い方]	
CAP	[-0.3V と ($V_{IN} - 6V$) の高い方] ~ V_{IN}	
BAL	-0.3V ~ (SCAP + 0.3V)	
OUT[2:0]	-0.3V ~ [($V_{IN3} + 0.3V$) と 6V の低い方]	
IPK[2:0]	-0.3V ~ [($V_{IN3} + 0.3V$) と 6V の低い方]	
EH_ON	-0.3V ~ [($V_{IN3} + 0.3V$) と 6V の低い方]	
FLOAT[1:0]	-0.3V ~ [(BB_IN + 0.3V) と 6V の低い方]	
LBSEL	-0.3V ~ [(BB_IN + 0.3V) と 6V の低い方]	
UV[3:0]	-0.3V ~ [($V_{IN2} + 0.3V$) と 6V の低い方]	
I_{AC1} 、 I_{AC2}		±50mA
I_{SWA} 、 I_{SWB} 、 I_{VOUT}		350mA
I_{SW}		500mA
動作接合部温度範囲		
(Note 2、3)		-40°C ~ 125°C
保存温度範囲.....		-65°C ~ 150°C

* V_{IN} には20Vのクランプ回路が内蔵されている

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
LTC3331EUH#PBF	LTC3331EUH#TRPBF	3331	32-Lead (5mm×5mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C
LTC3331IUH#PBF	LTC3331IUH#TRPBF	3331	32-Lead (5mm×5mm) Plastic QFN	-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。* 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/tapeandreeel/> をご覧ください。

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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $BAT_IN = BAT_OUT = BB_IN = 3.6\text{V}$ 、 $SHIP = 0\text{V}$ 、 $SCAP = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{IN}	Buck Input Voltage Range		●		19	V	
V_{BB_IN}	Buck-Boost Input Voltage Range	(Note 7)	●	1.8	5.5	V	
I_{VIN}	V_{IN} Quiescent Current V_{IN} Input in UVLO V_{IN} Input in UVLO Buck Enabled, Sleeping Buck Enabled, Sleeping Buck Enabled, Not Sleeping	$V_{IN} = 2.5\text{V}$, $V_{BB_IN} = 0\text{V}$ $V_{IN} = 16\text{V}$, $V_{BB_IN} = 0\text{V}$ $V_{IN} = 4\text{V}$, $V_{BB_IN} = 0\text{V}$ $V_{IN} = 18\text{V}$, $V_{BB_IN} = 0\text{V}$ $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{BB_IN} = 0\text{V}$, $I_{SW} = 0\text{A}$ (Note 4)		450 800 1300 1800 150	700 1400 2000 2700 225	nA nA nA nA μA	
I_{BB_IN}	BB_IN Quiescent Current (Note 6) BB_IN Input with V_{IN} Active Buck-Boost Enabled, Sleeping Buck-Boost Enabled, Not Sleeping	$V_{BB_IN} = 3.6\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$ $V_{BB_IN} = 3.6\text{V}$, $V_{IN} = 0\text{V}$ $V_{BB_IN} = 3.6\text{V}$, $V_{IN} = 0\text{V}$, $I_{SWA} = I_{SWB} = 0\text{A}$ (Note 4)		200 950 200	300 1500 300	nA nA μA	
I_{VOUT}	V_{OUT} Leakage Current	5V Output Selected, Sleeping		100	150	nA	
	V_{IN} Undervoltage Lockout Thresholds (Rising or Falling)	3V Level Selected	●	2.91	3.00	3.09	V
		4V Level Selected	●	3.88	4.00	4.12	V
		5V Level Selected	●	4.85	5.00	5.15	V
		6V Level Selected	●	5.82	6.00	6.18	V
		7V Level Selected	●	6.79	7.00	7.21	V
		8V Level Selected	●	7.76	8.00	8.24	V
		9V Level Selected	●	8.73	9.00	9.27	V
		10V Level Selected	●	9.70	10.0	10.30	V
		11V Level Selected	●	10.67	11.0	11.33	V
		12V Level Selected	●	11.64	12.0	12.36	V
		13V Level Selected	●	12.61	13.0	13.39	V
		14V Level Selected	●	13.58	14.0	14.42	V
		15V Level Selected	●	14.55	15.0	15.45	V
		16V Level Selected	●	15.52	16.0	16.48	V
	17V Level Selected	●	16.49	17.0	17.51	V	
	18V Level Selected	●	17.46	18.0	18.54	V	
V_{SHUNT}	V_{IN} Shunt Regulator Voltage	$I_{VIN} = 1\text{mA}$	●	19.0	20.0	21.0	V
I_{SHUNT}	Maximum Protective Shunt Current			25		mA	
	Internal Bridge Rectifier Loss ($ V_{AC1} - V_{AC2} - V_{IN}$)	$I_{BRIDGE} = 10\mu\text{A}$ $I_{BRIDGE} = 50\text{mA}$		700 1350	800 1550	900 1750	mV mV
	Internal Bridge Rectifier Reverse Leakage Current	$V_{REVERSE} = 18\text{V}$			20	nA	
	Internal Bridge Rectifier Reverse Breakdown Voltage	$I_{REVERSE} = 1\mu\text{A}$		V_{SHUNT}	30	V	

LTC3331

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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $BAT_IN = BAT_OUT = BB_IN = 3.6\text{V}$ 、 $SHIP = 0\text{V}$ 、 $SCAP = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{OUT}	Regulated Buck/Buck-Boost Output Voltage	1.8V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	1.728	1.806 1.794	1.872	V V
		2.5V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	2.425	2.508 2.492	2.575	V V
		2.8V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	2.716	2.809 2.791	2.884	V V
		3.0V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	2.910	3.010 2.990	3.090	V V
		3.3V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	3.200	3.311 3.289	3.400	V V
		3.6V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	3.492	3.612 3.588	3.708	V V
		4.5V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	4.365	4.515 4.485	4.635	V V
		5.0V Output Selected Sleep Threshold Wake-Up Threshold	● ●	4.850	5.017 4.983	5.150	V V
	PGVOUT Falling Threshold	As a Percentage of V_{OUT} Target (Note 5)	●	88	92	96	%
I_{PEAK_BB}	Buck-Boost Peak Switch Current	250mA Target Selected		200	250	350	mA
		150mA Target Selected		120	150	210	mA
		100mA Target Selected		80	100	140	mA
		50mA Target Selected		40	50	70	mA
		25mA Target Selected		20	25	35	mA
		15mA Target Selected		12	15	21	mA
		10mA Target Selected		8	10	14	mA
		5mA Target Selected		4	5	7	mA
	Available Buck-Boost Current	$I_{PEAK_BB} = 250\text{mA}$		50		mA	
	Buck-Boost PMOS Input and Output Switch On-Resistance	IPK[2:0] = 111		0.8		Ω	
IPK[2:0] = 110			1.0		Ω		
IPK[2:0] = 101			1.4		Ω		
IPK[2:0] = 100			2.4		Ω		
IPK[2:0] = 011			4.5		Ω		
IPK[2:0] = 010			7.3		Ω		
IPK[2:0] = 001			10.7		Ω		
IPK[2:0] = 000			20.5		Ω		
	Buck-Boost NMOS Input and Output Switch On-Resistance	IPK2 = 1		0.6		Ω	
IPK2 = 0			3.9		Ω		

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2)。
 注記がない限り、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $BAT_IN = BAT_OUT = BB_IN = 3.6\text{V}$ 、 $SHIP = 0\text{V}$ 、 $SCAP = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
	PMOS Switch Leakage	Buck/Buck-Boost Regulators	-20		20	nA	
	NMOS Switch Leakage	Buck/Buck-Boost Regulators	-20		20	nA	
	Maximum Buck Duty Cycle	Buck/Buck-Boost Regulators	●	100		%	
I_{PEAK_BUCK}	Buck Peak Switch Current		200	250	500	mA	
	Available Buck Output Current		100			mA	
	Buck PMOS Switch On-Resistance			1.4		Ω	
	Buck NMOS Switch On-Resistance			1.2		Ω	
	Maximum Battery Shunt Current		10			mA	
I_{BAT_IN}	Battery Disconnect Leakage Current	Battery Disconnected SHIP Mode Engaged	-10 -10	0 0	10 10	nA nA	
V_{FLOAT}	Shunt Charger Float Voltage (BAT_OUT Voltage)	FLOAT[1:0] = 00, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 01, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 10, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 11, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$	3.415 3.960 4.059 4.158	3.45 4.0 4.1 4.2	3.485 4.040 4.141 4.242	V V V V	
		FLOAT[1:0] = 00, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 01, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 10, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$ FLOAT[1:0] = 11, $I_{BB_IN} = 1\text{mA}$	● ● ● ●	3.381 3.920 4.018 4.116	3.45 4.0 4.1 4.2	3.519 4.080 4.182 4.284	V V V V
V_{LBD}	Low Battery Disconnect Threshold, BAT_IN Voltage (Falling)	LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 00, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 00, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$	● ● ● ●	1.98 2.43 2.62 3.10	2.04 2.51 2.70 3.20	2.10 2.59 2.78 3.30	V V V V
$V_{LBC_BAT_IN}$	Low Battery Connect Threshold, BAT_IN Voltage (Rising)	LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 00, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 00, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$ LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11, $I_{BAT_IN} = -1\text{mA}$		2.26 2.74 2.91 3.39	2.35 2.85 3.03 3.53	2.44 2.96 3.15 3.67	V V V V
$V_{LBC_BAT_OUT}$	Low Battery Connect Threshold, BAT_OUT Voltage (Rising)	LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 00 LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 00 LBSEL = 0, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11 LBSEL = 1, FLOAT[1:0] = 01, 10, 11			3.02 3.52 3.70 4.20		V V V V
	Battery Disconnect PMOS On-Resistance	BAT_IN = 3.3V, $I_{BAT_IN} = 10\text{mA}$		5		Ω	
	Charge Pin Current	Current Out of CHARGE Pin	●		1 2	mA mA	
	CHARGE Pin Voltage PMOS On-Resistance	2mA Out of CHARGE Pin		60		Ω	
V_{SCAP}	Supercapacitor Balancer Input Range		●	2.5	5.5	V	
I_{SCAP}	Supercapacitor Balancer Quiescent Current	SCAP = 5.0V		150	225	nA	
	Supercapacitor Balancer Source Current	SCAP = 5.0V, BAL = 2.4V		10		mA	
	Supercapacitor Balancer Sink Current	SCAP = 5.0V, BAL = 2.6V		10		mA	

LTC3331

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、 $V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $BAT_IN = BAT_OUT = BB_IN = 3.6\text{V}$ 、 $SHIP = 0\text{V}$ 、 $SCAP = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{BAL}	Supercapacitor Balance Point	Percentage of SCAP Voltage	●	49	50	51	%
V_{IH}	Digital Input High Voltage	Pins:OUT[2:0], SHIP, FLOAT[1:0], LBSEL, IPK[2:0], UV[3:0]	●	1.2			V
V_{IL}	Digital Input Low Voltage	Pins:OUT[2:0], SHIP, FLOAT[1:0], LBSEL, IPK[2:0], UV[3:0]	●			0.4	V
I_{IH}	Digital Input High Current	Pins:OUT[2:0], SHIP, FLOAT[1:0], LBSEL, IPK[2:0], UV[3:0]		0	10		nA
I_{IL}	Digital Input Low Current	Pins:OUT[2:0], SHIP, FLOAT[1:0], LBSEL, IPK[2:0], UV[3:0]		0	10		nA
V_{OH}	PGVOUT, Output High Voltage EH_ON Output High Voltage	BB_IN = 5V, 1μA Out of Pin $V_{IN} = 6\text{V}$, 1μA Out of Pin	● ●	4.0 3.8			V V
V_{OL}	PGVOUT, EH_ON Output Low Voltage	BB_IN = 5V, 1μA into Pin	●		0.4		V

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: LTC3331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。LTC3331Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の範囲で仕様に適合することが保証されている。LTC3331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。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インピーダンス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: T_J は、周囲温度 T_A および電力損失 P_D から次式に従って計算される。
 $T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})$

Note 4: 動作時の電源電流は、スイッチング周波数で供給されるゲート電荷によって増加する。

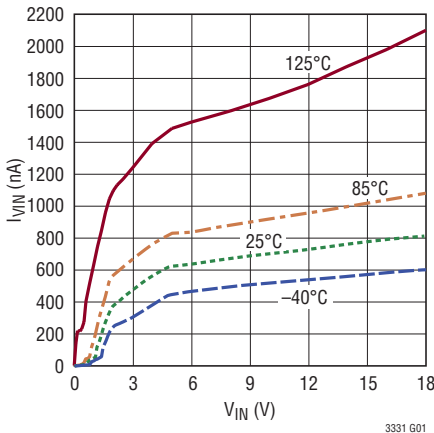
Note 5: PGVOUTの上昇しきい値はスリープしきい値と等しい。 V_{OUT} の規格値を参照。

Note 6: どのアプリケーションでもBAT_OUTはBB_INに接続しなければならないので、これらの静止電流には、BAT_OUTピンの内部抵抗分割器による電流が含まれる。

Note 7: 設定されたフロート電圧、ならびに、低電圧バッテリーの切断および接続のための選択されたしきい値により、昇降圧コンバータの動作電圧はさらに狭い範囲に制限される。

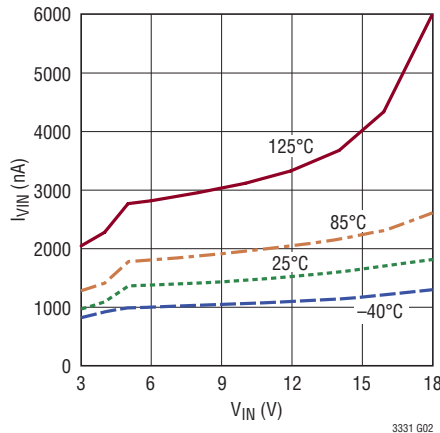
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

UVLO状態での V_{IN} の静止電流と V_{IN} 電圧



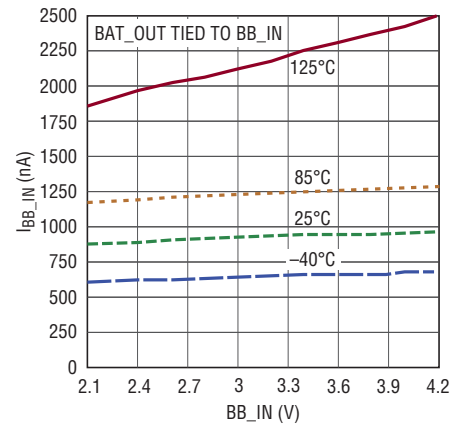
3331 G01

スリープ状態での V_{IN} の静止電流と V_{IN} 電圧



3331 G02

スリープ状態での昇降圧コンバータの静止電流と BB_IN 電圧

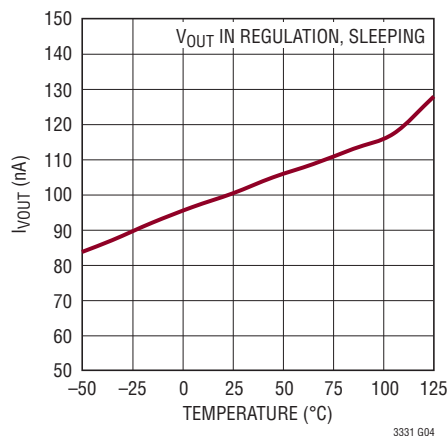


3331 G03

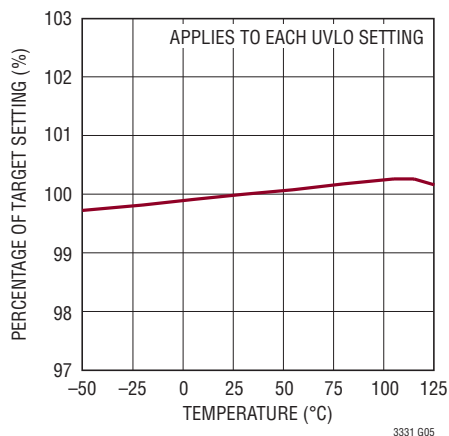
3331fa

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

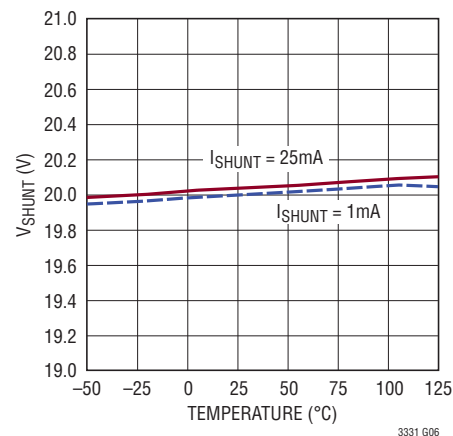
V_{OUT} の静止電流と温度



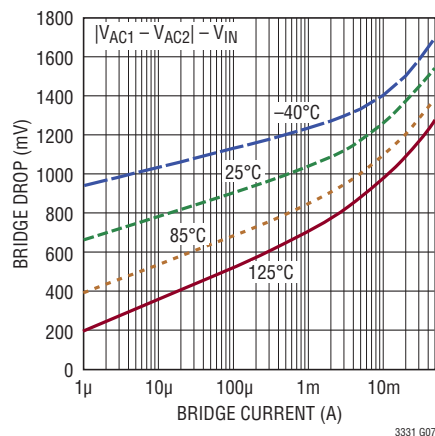
UVLO しきい値と温度



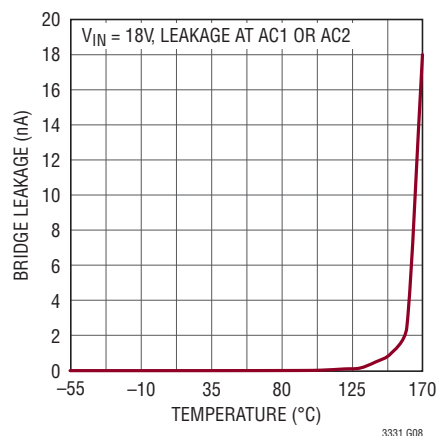
V_{SHUNT} と温度



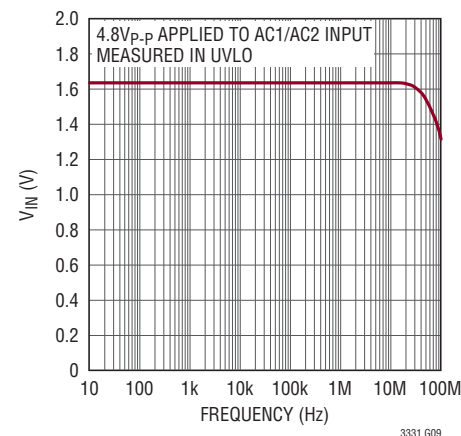
ブリッジ整流器の全電圧降下量とブリッジ電流



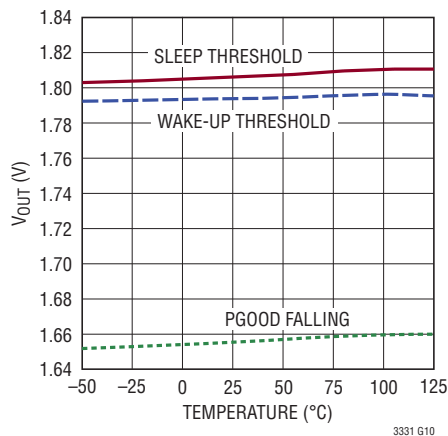
ブリッジの漏れ電流と温度



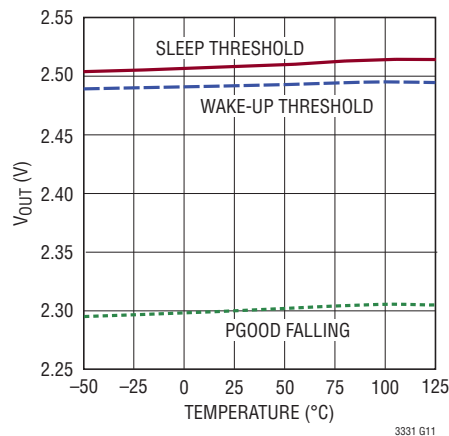
ブリッジの周波数応答



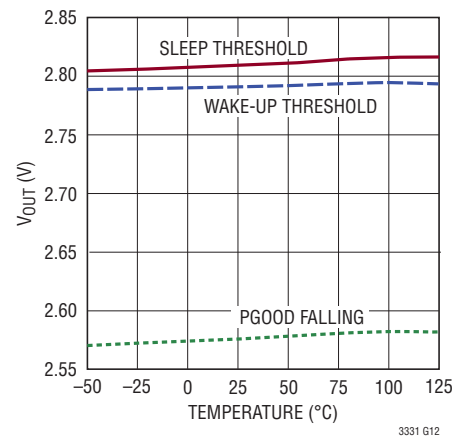
1.8V 出力と温度



2.5V 出力と温度



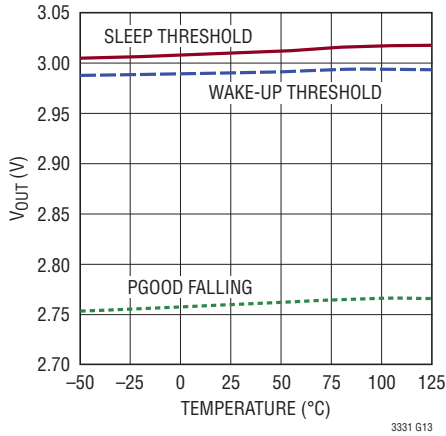
2.8V 出力と温度



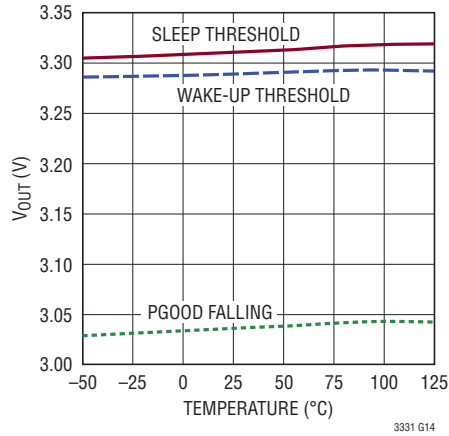
LTC3331

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

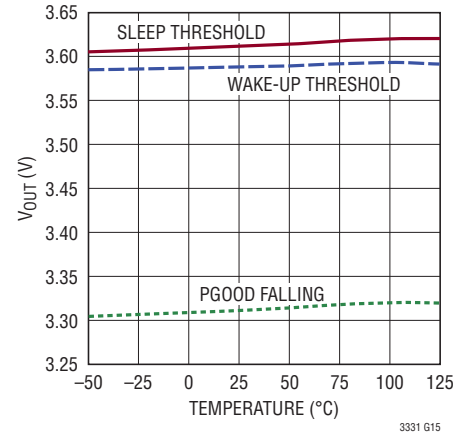
3V出力と温度



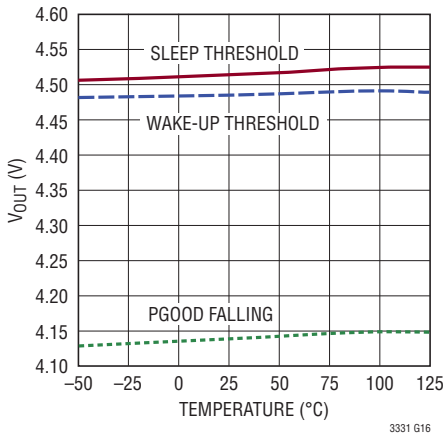
3.3V出力と温度



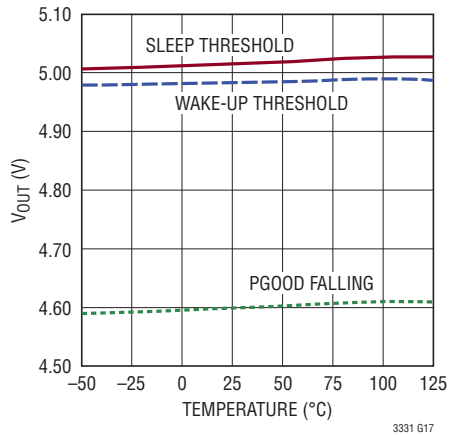
3.6V出力と温度



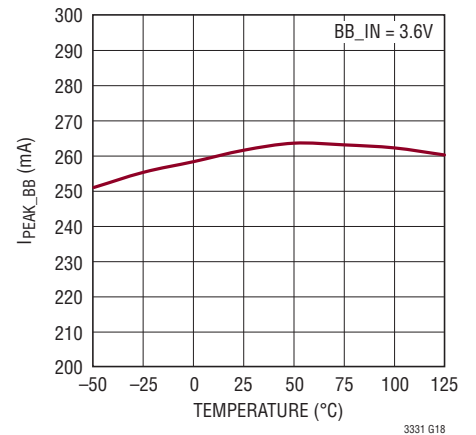
4.5V出力と温度



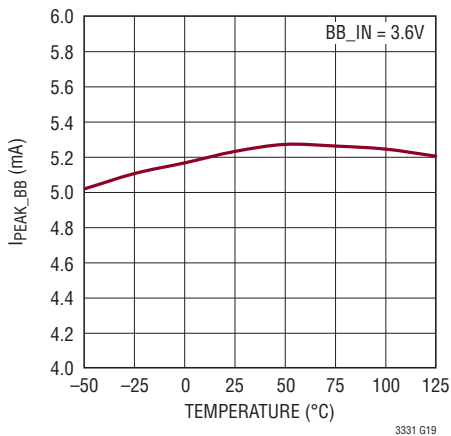
5V出力と温度



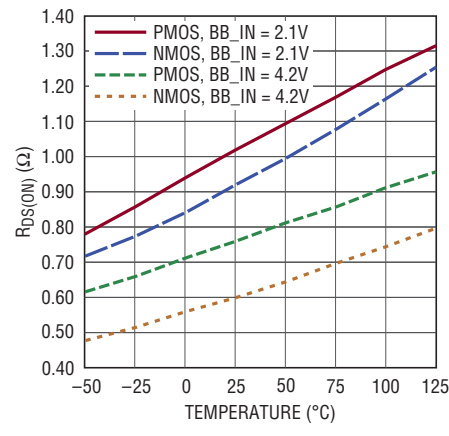
昇降圧コンバータのピーク電流と温度、250mA設定



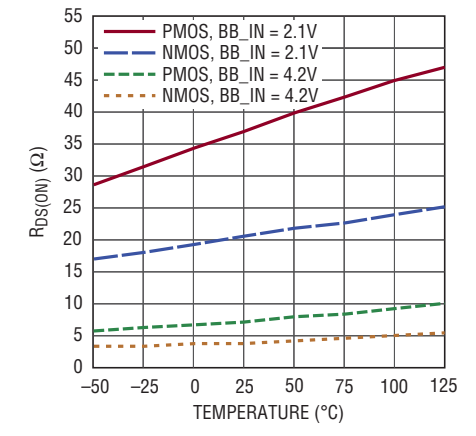
昇降圧コンバータのピーク電流と温度、5mA設定



昇降圧コンバータのPMOS/NMOSのRDS(ON)と温度、250mA設定



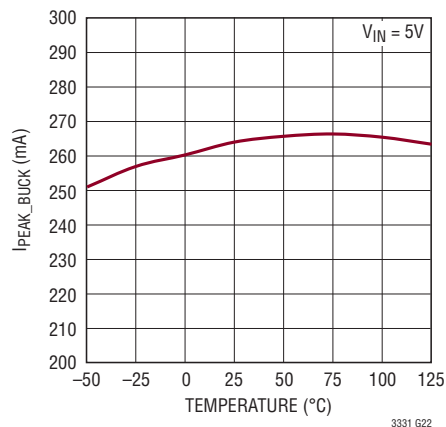
昇降圧コンバータのPMOS/NMOSのRDS(ON)と温度、5mA設定



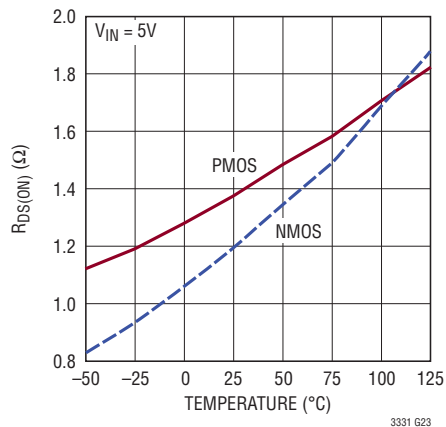
3331fa

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

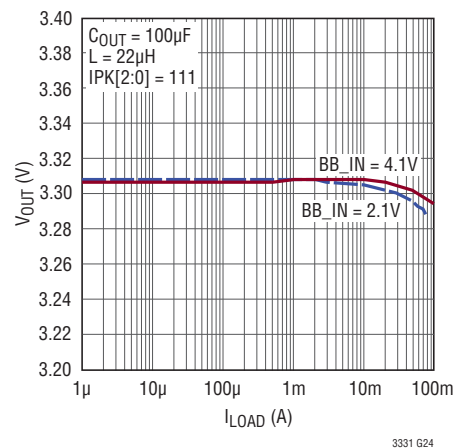
降圧コンバータのピーク電流と温度



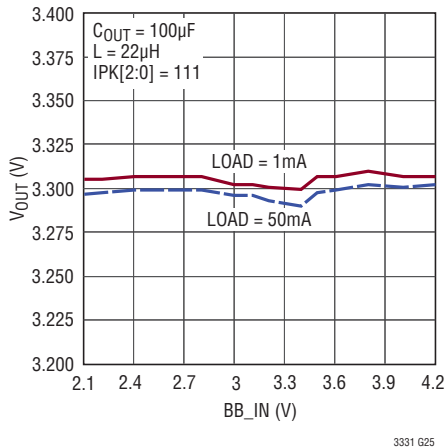
降圧コンバータのPMOS/NMOSの $R_{DS(ON)}$ と温度



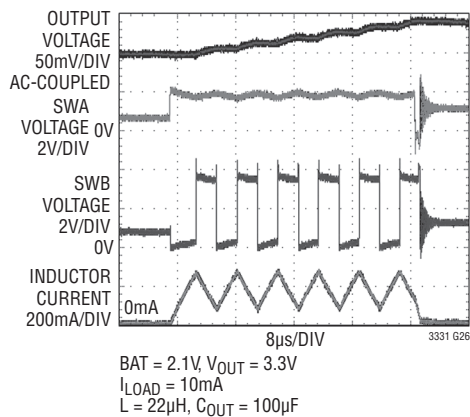
昇降圧コンバータの負荷レギュレーション、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



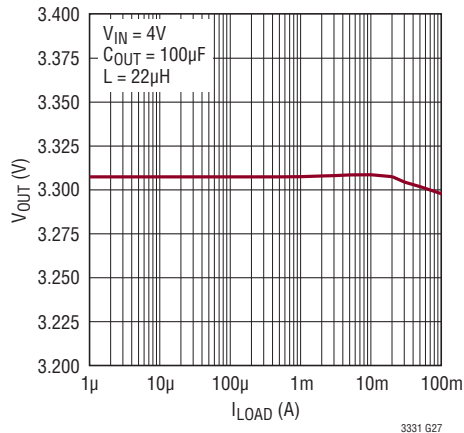
昇降圧コンバータの入力レギュレーション、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



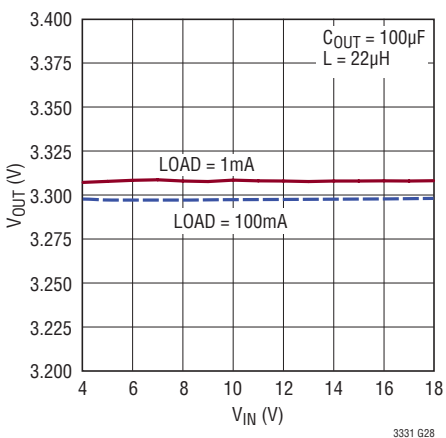
昇降圧コンバータのスイッチング波形



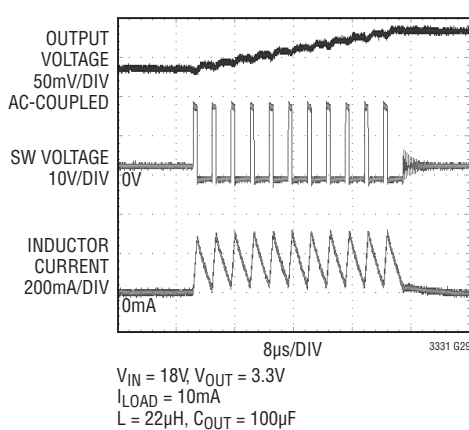
降圧コンバータの負荷レギュレーション、 3.3V



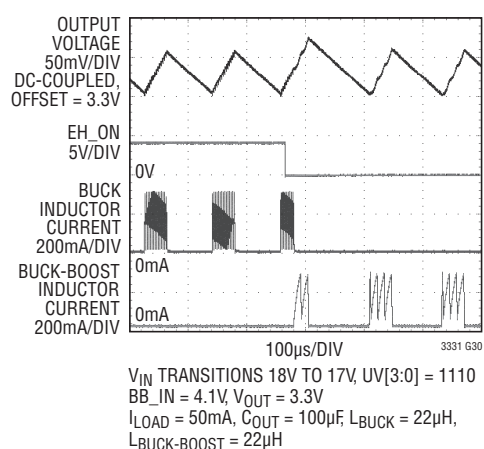
降圧コンバータの入力レギュレーション、 3.3V



降圧コンバータのスイッチング波形

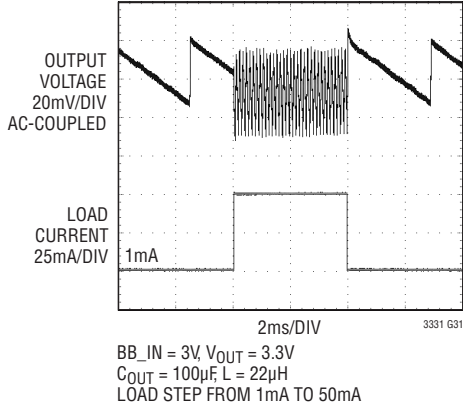


プライオリタイザの降圧から昇降圧への遷移

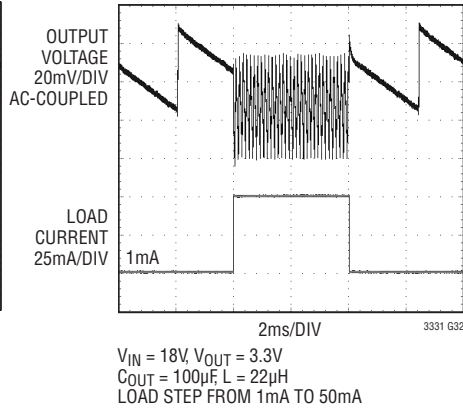


標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

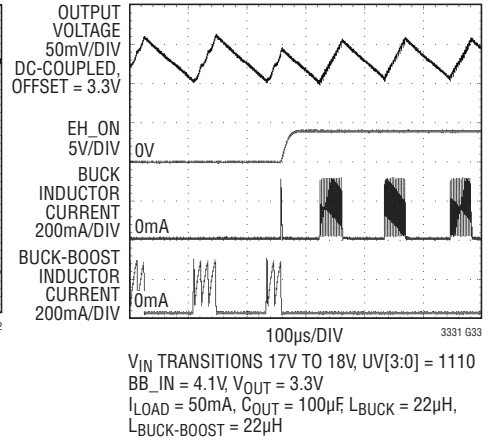
昇降圧コンバータの 負荷ステップ応答



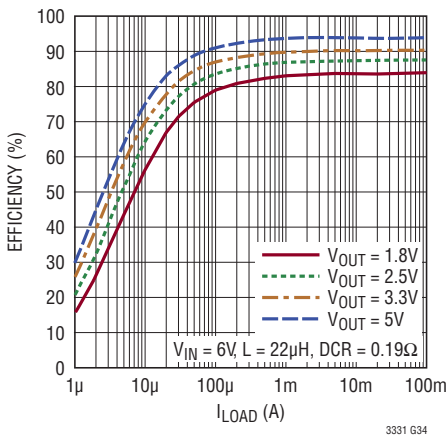
降圧コンバータの 負荷ステップ応答



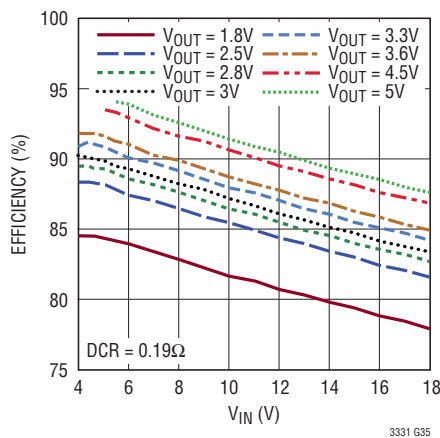
プライオリタイザの昇降圧から 降圧への遷移



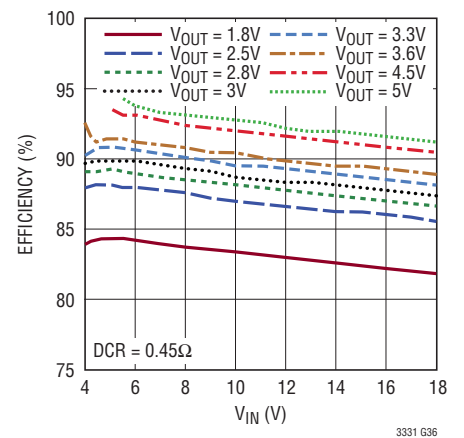
降圧コンバータの効率と I_{LOAD}



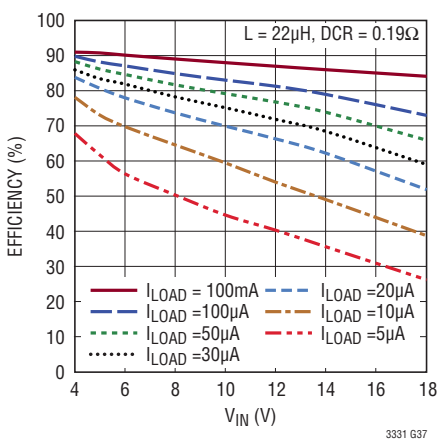
降圧コンバータの効率と V_{IN} 電圧 ($I_{LOAD} = 100mA, L = 22\mu\text{H}$)



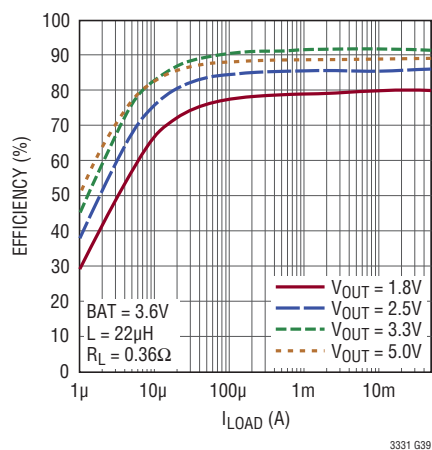
降圧コンバータの効率と V_{IN} 電圧 ($I_{LOAD} = 100mA, L = 100\mu\text{H}$)



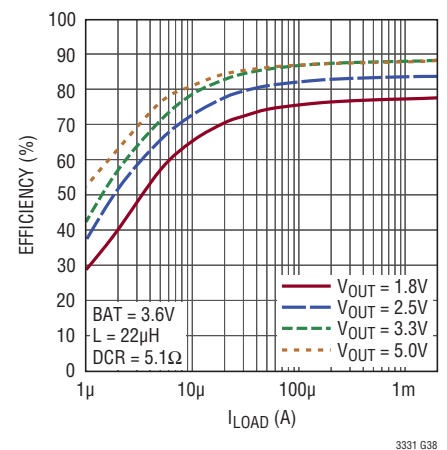
降圧コンバータの効率と V_{IN} 電圧 ($V_{OUT} = 3.3V$)



昇降圧コンバータの効率と $I_{LOAD}, 250mA$ の I_{PEAK} 設定

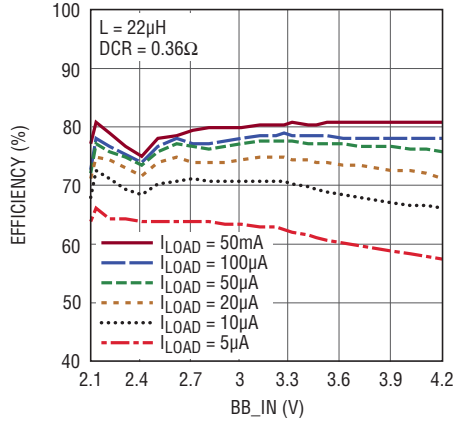


昇降圧コンバータの効率と $I_{LOAD}, 5mA$ 設定



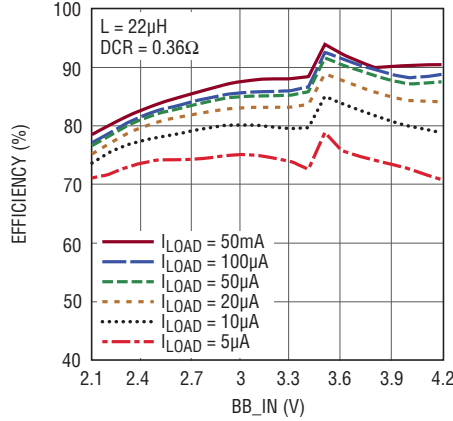
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、 250mA の I_{PEAK} 設定)



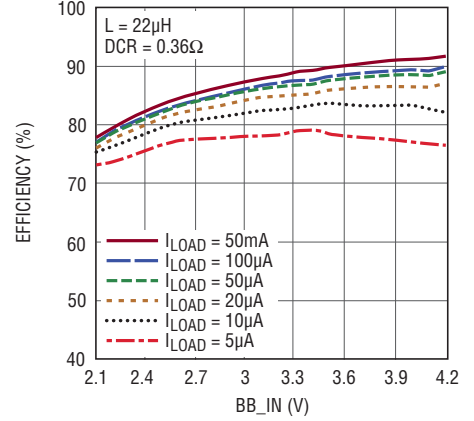
3331 G40

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 250mA の I_{PEAK} 設定)



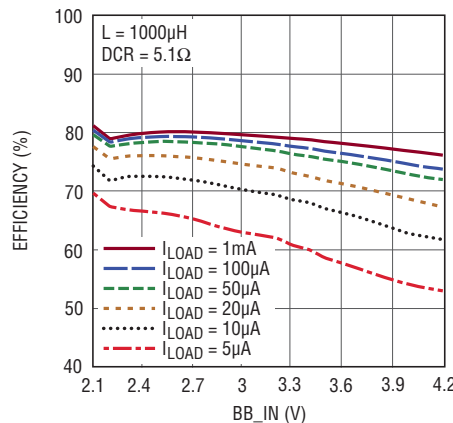
3331 G41

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 250mA の I_{PEAK} 設定)



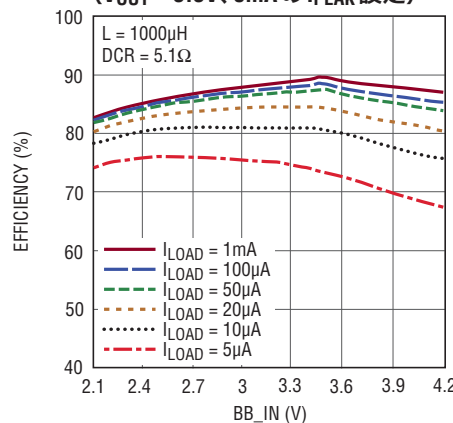
3331 G42

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 1.8\text{V}$ 、 5mA の I_{PEAK} 設定)



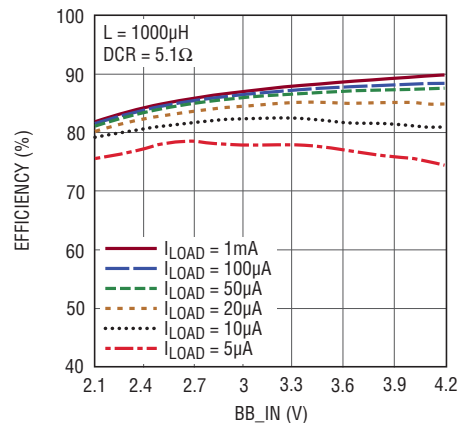
3331 G43

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 5mA の I_{PEAK} 設定)



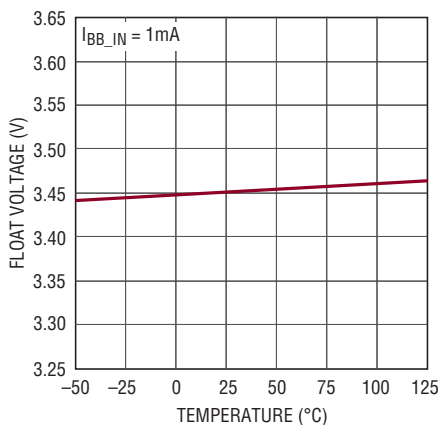
3331 G44

昇降圧コンバータの効率と
BB_INピンの電圧
($V_{OUT} = 5\text{V}$ 、 5mA の I_{PEAK} 設定)



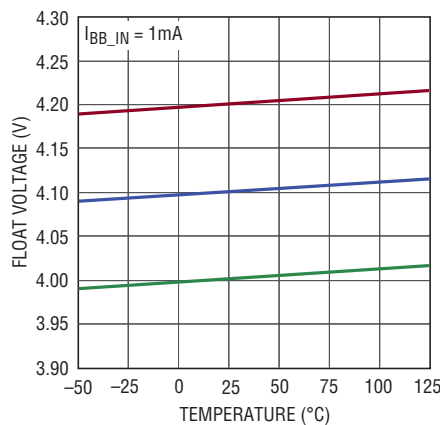
3331 G45

3.45Vのフロート電圧と温度



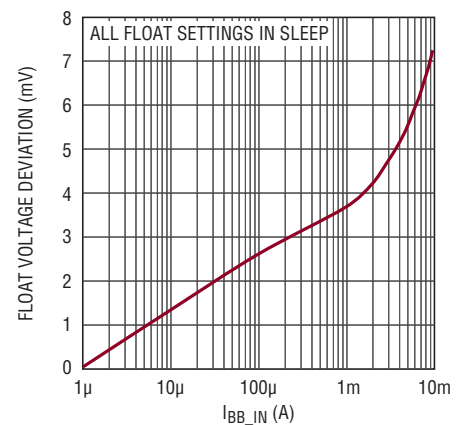
3331 G46

4V、4.1V、4.2Vの
フロート電圧と温度



3331 G47

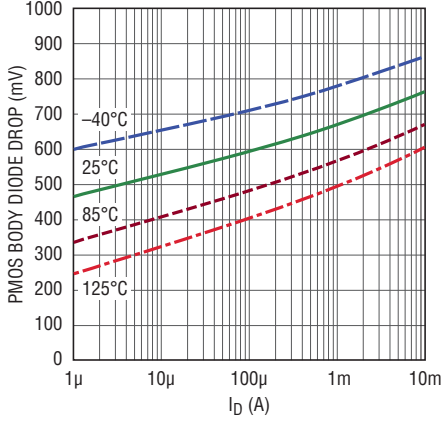
シャント・バッテリー・チャージャの
フロート電圧の負荷レギュレーション



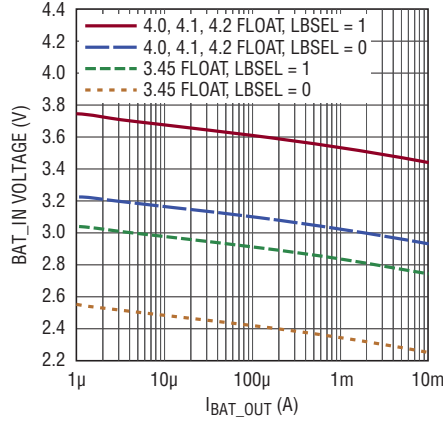
3331 G48

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

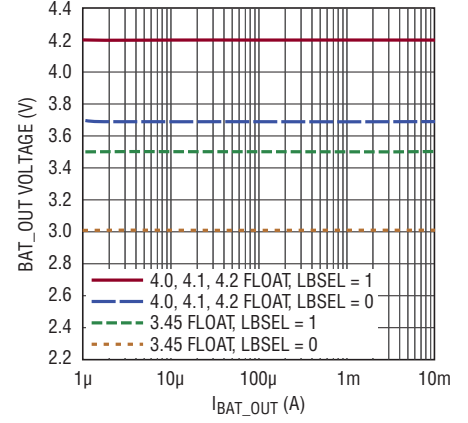
切断用PMOSのボディー・ダイオードの電圧降下と電流



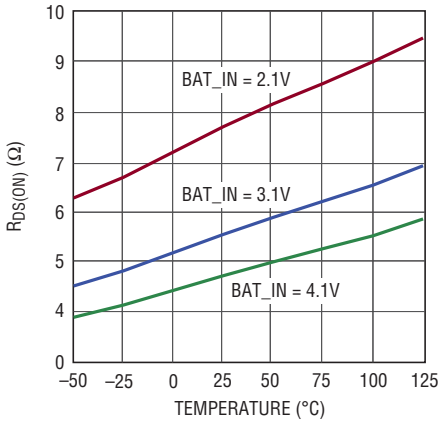
BAT_INピンでのバッテリー接続電圧と I_{BAT_OUT}



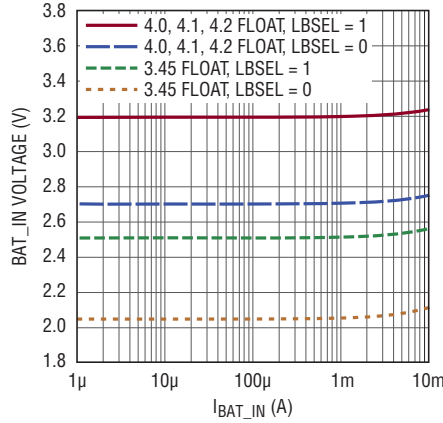
BAT_OUTピンでのバッテリー接続電圧と I_{BAT_OUT}



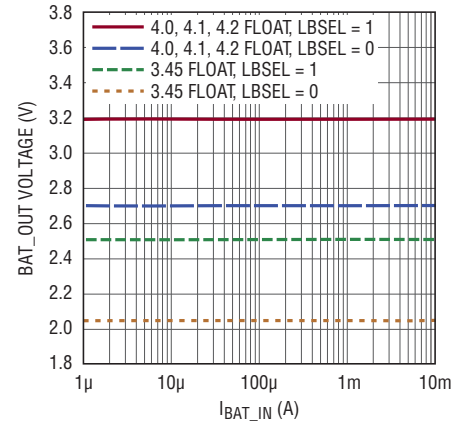
切断用PMOSの $R_{DS(ON)}$ と温度



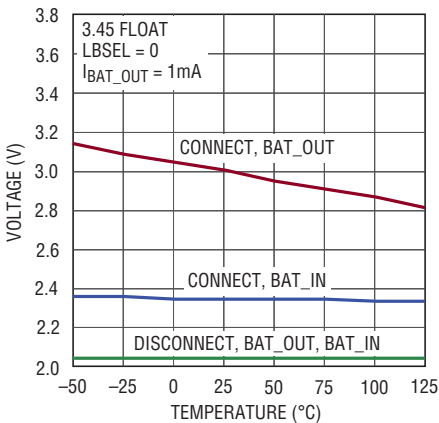
BAT_INでのバッテリー切断電圧と I_{BAT_IN}



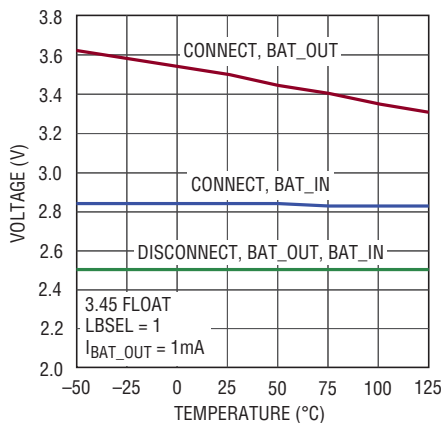
BAT_OUTでのバッテリー切断電圧と I_{BAT_IN}



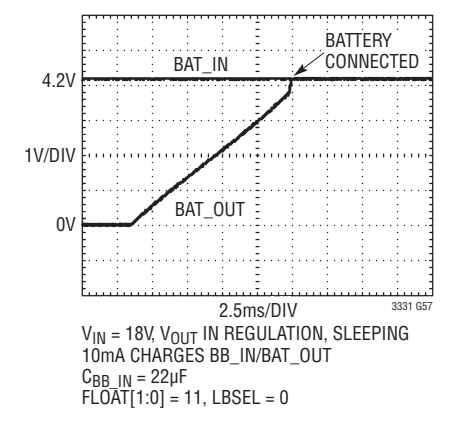
バッテリー接続/切断と温度



バッテリー接続/切断と温度

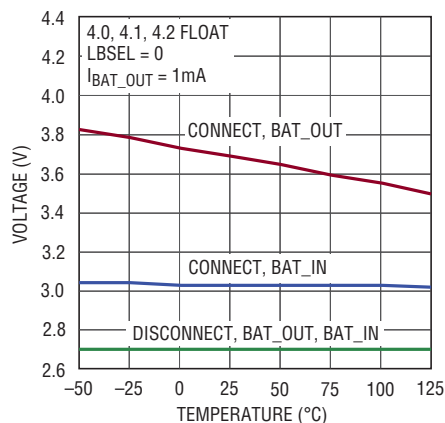


バッテリー接続のトランジェント



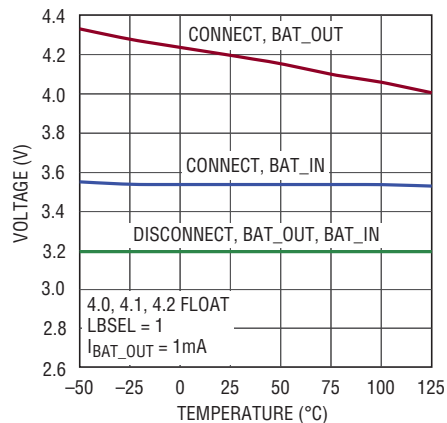
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

バッテリー接続/切断と温度



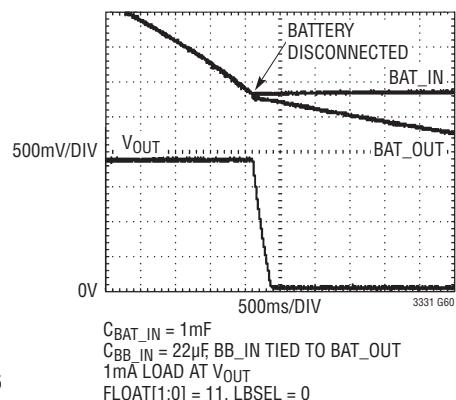
3331 G58

バッテリー接続/切断と温度

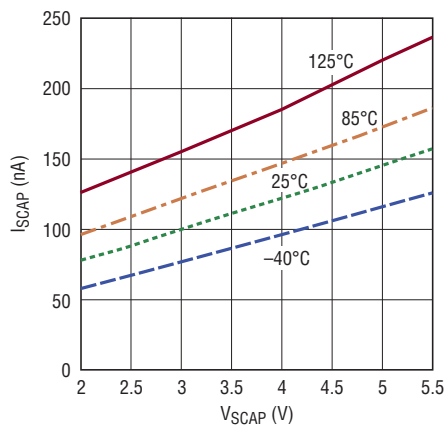


3331 G59

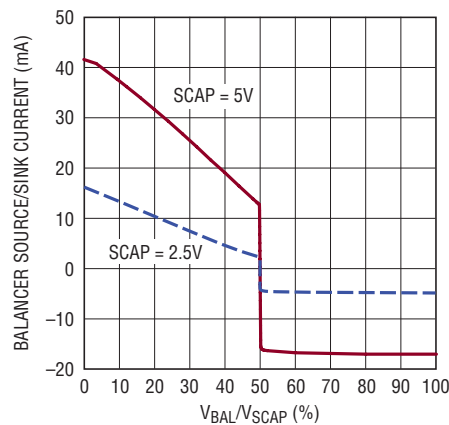
バッテリー接続のトランジェント



3331 G60

スーパーキャパシタ・バランスの
静止電流と V_{SCAP} 

3330 G61

スーパーキャパシタ・バランスの
ソース/シンク電流

3330 G62

ピン機能

BAL (ピン1) : スーパーキャパシタの平衡点。BALピンには積み重ねた2つのスーパーキャパシタの共通ノードを接続します。最大10mAの平衡電流(ソース/シンク)を供給できます。バランスと関連の静止電流をディスエーブルするには、BALピンとともにSCAPピンをGNDに接続します。

SCAP (ピン2) : スーパーキャパシタ・バランスの電源および入力。平衡機能を作動させるには、2つの直列スーパーキャパシタの高電位側をSCAPピンに接続し、中点をBALピンに接続します。バランスと関連の静止電流をディスエーブルするには、SCAPピンとともにBALピンをGNDに接続します。

V_{IN2} (ピン3) : 降圧コンバータのNMOSスイッチのゲート駆動電圧の役割を果たす内部低電圧レール。4.7µF(以上)のコンデンサをV_{IN2}ピンとGNDの間に接続します。このピンを外部システム・レールとして使用することは想定していません。

UV3、UV2、UV1、UV0 (ピン4、5、6、7) : 降圧スイッチング・レギュレータのUVLO選択ビット。“H”にするピンをV_{IN2}に接続するか“L”にするピンをGNDに接続して、目的のUVLO上昇時しきい値および下降時しきい値を選択します(表4参照)。UVLO下降時しきい値は、選択されているV_{OUT}のレギュレーション・レベルより高くする必要があります。フロート状態にしないでください。

3331fa

ピン機能

AC1 (ピン8) : 圧電素子、別の AC 電源、または電流制限 DC 電源の入力接続 (AC2 ピンと併用して差動 AC 入力を実現)。

AC2 (ピン9) : 圧電素子、別の AC 電源、または電流制限 DC 電源の入力接続 (AC1 ピンと併用して差動 AC 入力を実現)。

V_{IN} (ピン10) : 整流入力電圧。このピンに接続するコンデンサは、降圧コンバータのエネルギー貯蔵器および入力電源として機能します。V_{IN} ピンの電圧は、内部で最大 20V (標準) にクランプされます。

CAP (ピン11) : 降圧コンバータの PMOS スイッチのゲート駆動電圧の役割を果たす、V_{IN} ピンの電圧を基準にした内部レール。CAP ピンと V_{IN} ピンの間に 1μF (以上) のコンデンサを接続します。このピンを外部システム・レールとして使用することは想定していません。

SW (ピン12) : 降圧スイッチング・レギュレータのスイッチ・ノード。このノードと V_{OUT} ピンの間に 22μH 以上の外付けインダクタを接続します。

V_{OUT} (ピン13) : 降圧または昇降圧スイッチング・レギュレータから得られる安定化出力電圧。

SWB (ピン14) : 昇降圧スイッチング・レギュレータのスイッチ・ノード。このノードと SWA ピンの間に外付けインダクタ (値は表3) を接続します。

SWA (ピン15) : 昇降圧スイッチング・レギュレータのスイッチ・ノード。このノードと SWB ピンの間に外付けインダクタ (値は表3) を接続します。

BB_IN (ピン16) : 昇降圧スイッチング・レギュレータの入力。正しく動作させるには、BB_IN を BAT_OUT に接続する必要があります。

IPK0, IPK1, IPK2 (ピン17, 18, 19) : 昇降圧スイッチング・レギュレータの I_{PEAK_BB} 選択ビット。“H”にするピンを V_{IN3} に接続するか“L”にするピンを GND に接続して、目的の I_{PEAK_BB} を選択します (表3 参照)。フロート状態にしないでください。

BAT_OUT (ピン20) : これはバッテリー切断スイッチの出力側です。昇降圧レギュレータに電力を供給するためには、BAT_OUT を BB_IN に接続する必要があります。

BAT_IN (ピン21) : バックアップ・バッテリーの入力、および、バッテリー切断スイッチの入力側。バッテリーが切り離されると、BAT_IN に流れる静止電流は 10nA 未満になります。

LBSEL (ピン22) : 低電圧バッテリー切断選択ピン。LBSEL を“H”にして BB_IN に接続するか“L”にして GND に接続することで、

低電圧バッテリーの切断レベルを選択します。表2を参照してください。フロート状態にしないでください。

FLOAT1, FLOAT0 (ピン23, 24) : フロート電圧選択ピン。“H”にして BB_IN に接続するか“L”にして GND に接続することで、3.45V、4.0V、4.1V または 4.2V のバッテリー・フロート電圧を選択します (表2 参照)。フロート状態にしないでください。

SHIP (ピン25) : シップ・モードを選択する入力。SHIP ピンを最小 1.2V の電圧に接続すると、シップ・モードが選択されます。シップ・モードでは、バッテリー切断スイッチが強制的にオフになり、バッテリーの流出電流が確実にゼロになります。フロート状態にしないでください。

V_{IN3} (ピン26) : プライオリタイザが使用する内部低電圧レール。IPK[2:0] ピンおよび OUT[2:0] ピンのロジック“H”リファレンス。V_{IN3} ピンと GND の間に 0.1μF のコンデンサを接続します。このピンを外部システム・レールとして使用することは想定していません。

CHARGE (ピン27) : バッテリーの充電をイネーブルするには、CHARGE ピンから BAT_OUT と BB_IN の共通ノードに抵抗を接続します。CHARGE ピンを制御することにより、出力がレギュレーション状態にあり、降圧コンバータがスリープ・モードにあるときに、環境発電入力からの余剰エネルギーを供給します。

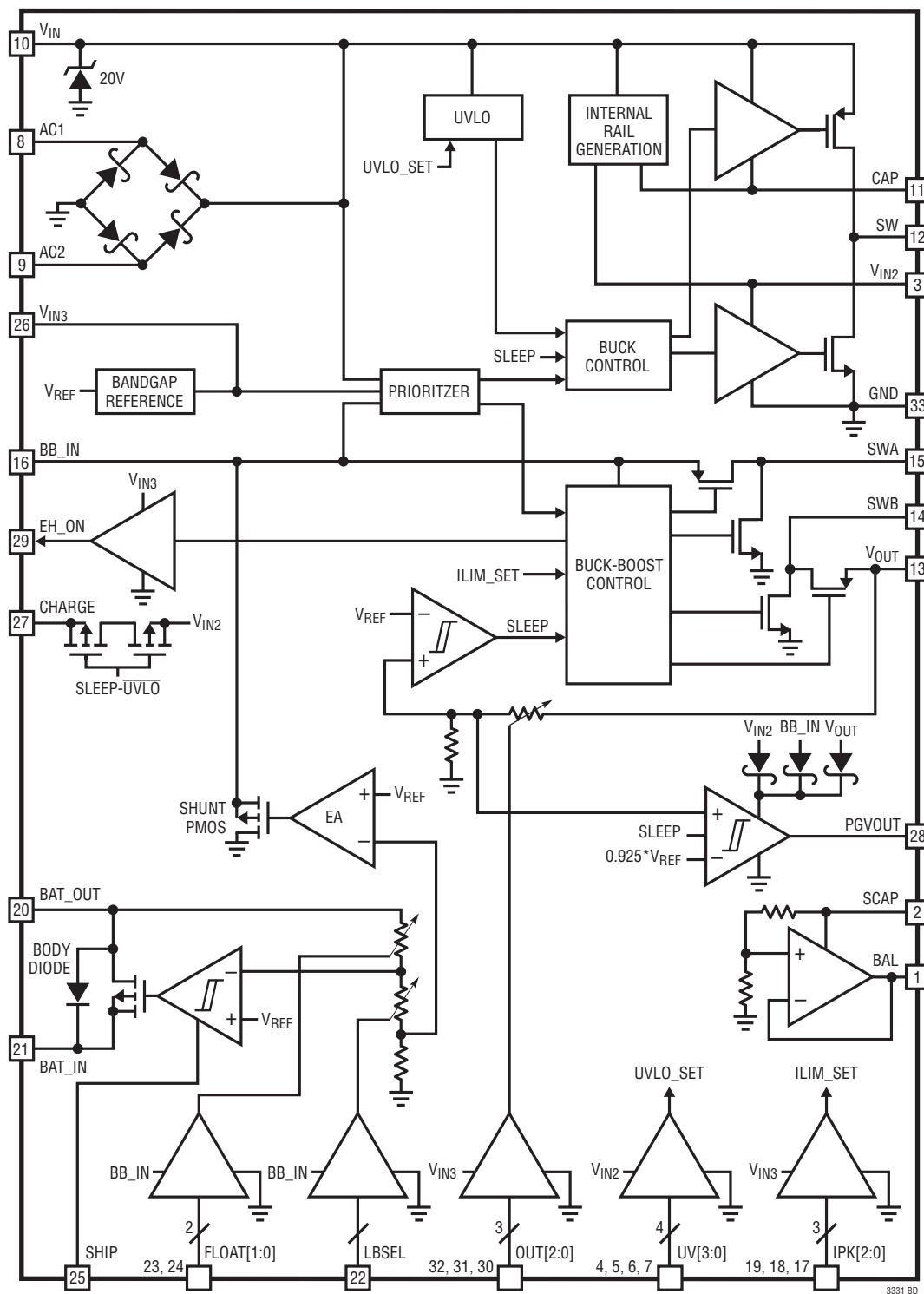
PGVOUT (ピン28) : V_{OUT} のパワーグッド出力ピン。内部の最大レールを基準にしたロジック・レベル出力 (「動作」参照)。PGVOUT ピンが“H”になった場合は、V_{OUT} ピンの電圧がレギュレーション状態 (V_{OUT} = スリープ・モードの上昇時しきい値) に達していることを示しています。PGVOUT ピンは V_{OUT} ピンの電圧がレギュレーション設定点の 92% (標準) に下がるまで“H”のままです。

EH_ON (ピン29) : スwitchング・レギュレータの状態。V_{IN3} ピンの電圧を基準にしたロジック・レベル出力。EH_ON ピンは降圧スイッチング・レギュレータを使用しているとき (環境発電入力) は“H”になります。昇降圧スイッチング・レギュレータを使用しているとき (バッテリー入力) は“L”になります。

OUT0, OUT1, OUT2 (ピン30, 31, 32) : V_{OUT} ピンの電圧の選択ビット。“H”にするピンを V_{IN3} に接続するか“L”にするピンを GND に接続して、目的の V_{OUT} を選択します (表1 参照)。フロート状態にしないでください。

GND (露出パッド・ピン33) : グランド。露出パッドは、LTC3331 の直下に配置した複数のビアにより、プリント回路基板の第2層の連続したグランド・プレーンに接続する必要があります。

ブロック図



動作

動作モード

以下の4つの表では、LTC3331でのプログラム可能なすべての設定を詳しく示します。

表1. 出力電圧の選択

OUT2	OUT1	OUT0	V _{OUT}
0	0	0	1.8V
0	0	1	2.5V
0	1	0	2.8V
0	1	1	3.0V
1	0	0	3.3V
1	0	1	3.6V
1	1	0	4.5V
1	1	1	5.0V

表2. フロート電圧の選択

LBSEL	FLOAT1	FLOAT0	フロート電圧	接続	切断
0	0	0	3.45V	2.35	2.04
0	0	1	4.0V	3.03	2.70
0	1	0	4.1V	3.03	2.70
0	1	1	4.2V	3.03	2.70
1	0	0	3.45V	2.85	2.51
1	0	1	4.0V	3.53	3.20
1	1	0	4.1V	3.53	3.20
1	1	1	4.2V	3.53	3.20

表3. I_{PEAK_BB}の選択

IPK2	IPK1	IPK0	I _{LIM}	L _{MIN}
0	0	0	5mA	1000μH
0	0	1	10mA	470μH
0	1	0	15mA	330μH
0	1	1	25mA	220μH
1	0	0	50mA	100μH
1	0	1	100mA	47μH
1	1	0	150mA	33μH
1	1	1	250mA	22μH

表4. UVLOの選択

UV3	UV2	UV1	UV0	UVLO 上昇時	UVLO 下降時
0	0	0	0	4V	3V
0	0	0	1	5V	4V
0	0	1	0	6V	5V
0	0	1	1	7V	6V
0	1	0	0	8V	7V
0	1	0	1	8V	5V
0	1	1	0	10V	9V
0	1	1	1	10V	5V
1	0	0	0	12V	11V
1	0	0	1	12V	5V
1	0	1	0	14V	13V
1	0	1	1	14V	5V
1	1	0	0	16V	15V
1	1	0	1	16V	5V
1	1	1	0	18V	17V
1	1	1	1	18V	5V

動作

概要

LTC3331は降圧スイッチング・レギュレータと昇降圧スイッチング・レギュレータを組み合わせ、バッテリーのバックアップ機能を備えた環境発電(エナジーハーベスト)ソリューションを実現します。これらのコンバータ(レギュレータ)は、バッテリーまたは環境発電エネルギーが供給可能かどうかに応じて使用するコンバータを選択するプライオリタイズによって制御されます。環境発電エネルギーを供給できる場合は降圧コンバータが起動し、昇降圧コンバータはオフになります。内蔵の10mAシャント・バッテリー・チャージャと低電圧バッテリー切断機能により、バックアップ・バッテリーを充電可能であるため、バッテリーの寿命を大幅に延長できます。オプションのスーパーキャパシタ・バランスにより、出力での大量エネルギー貯蔵が可能なので、多様な負荷要件に対応できます。

環境発電電源

環境発電電源は、圧電素子または代替AC電源を直接インタフェース接続し、入力電圧を整流して、環境発電エネルギーを外付けコンデンサに蓄えながら安定化出力電圧を維持する目的で設計された、超静止電流の電源です。内蔵の保護シャント・レギュレータを介して、余剰入力電力を徐々に低減することもできます。環境発電電源は、内部ブリッジ整流器、低電圧ロックアウト回路、同期整流式降圧DC/DCコンバータで構成されています。

内部ブリッジ整流器

AC1およびAC2の差動入力を介してアクセスできる内蔵の全波ブリッジ整流器は、圧電素子から得られるAC電源を整流します。整流出力は V_{IN} ピンのコンデンサに蓄積されるので、降圧コンバータのエネルギー貯蔵器として使用できます。このブリッジ整流器の全電圧降下量は、標準的な圧電発生電流(約10 μ A)では約800mVですが、最大50mAを流す能力を備えています。ブリッジの両側をシングルエンドのAC入力またはDC入力として独立して動作させることができます。

降圧コンバータの低電圧ロックアウト(UVLO)

V_{IN} ピンの電圧がUVLOの上昇時しきい値より高くなると、降圧コンバータがイネーブルされ、電荷は入力コンデンサから出力コンデンサに移送されます。入力コンデンサの電圧が不足してUVLO下降時しきい値より低くなると、降圧コンバータは

ディスエーブルされます。これらのしきい値は表4に従って設定できます。UVLO上昇時しきい値の範囲は4V~18Vであり、ヒステリシスの大小も選択できます。これにより、入力電源のピーク電力点付近でのUVLO範囲のプログラミングが可能になります。UVLO時の静止電流がきわめて低い(標準450nA)ので、低電力の電源から発電する必要がある場合でも入力コンデンサにエネルギーを蓄積することができます。

内部レールの生成(CAP、 V_{IN2} 、 V_{IN3})

2つの内部レール(CAPおよび V_{IN2})は V_{IN} から生成され、降圧コンバータの高電位側PMOSと低電位側NMOSをそれぞれ駆動するために使用されます。さらに、 V_{IN2} レールはUVLOしきい値の選択ビットUV[3:0]のロジック“H”として機能します。 V_{IN2} レールはGND電位より4.8V高い電圧で安定化しますが、CAPレールは V_{IN} ピンの電圧より4.8V低い電圧で安定化します。これらを外部レールとして使用することは想定していません。バイパス・コンデンサはCAPピンおよび V_{IN2} ピンに接続され、降圧スイッチを駆動するためのエネルギー貯蔵器として機能します。 V_{IN} が4.8Vより低いときは、 V_{IN2} が V_{IN} と等しく、CAPピンの電圧はGND電位に保たれます。 V_{IN} 、 V_{IN2} 、CAPの各ピンの電圧の理想的な関係を図1に示します。

V_{IN3} は、降圧および昇降圧コンバータが使用する内部レールです。LTC3331が降圧コンバータを動作させると、 V_{IN3} は V_{IN2} よりショットキ・ダイオードの電圧降下分だけ低くなります。昇降圧コンバータを動作させると、 V_{IN3} はBB_INピンの電圧と等しくなります。

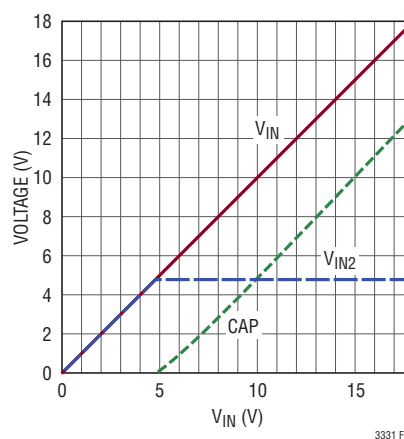


図1. V_{IN} 、 V_{IN2} 、およびCAPピンの電圧の理想的な関係

動作

降圧動作

降圧コンバータはヒステリシス電圧のアルゴリズムを使用して、 V_{OUT} 検出ピンからの内部帰還電圧によって出力を制御します。降圧コンバータは、レギュレーション点よりわずかに高い値までインダクタを介して出力コンデンサを充電します。この充電を行うには、内部PMOSスイッチを介してインダクタ電流を I_{PEAK_BUCK} まで増加させ、その後内部NMOSスイッチを介して 0mA まで減少させます。これにより、エネルギーを出力コンデンサに効率的に供給します。ランプ・レートは V_{IN} 、 V_{OUT} 、およびインダクタ値によって決まります。降圧コンバータは、出力電圧がレギュレーション状態になると、スリープ・コンパレータで出力電圧をモニタする低静止電流のスリープ状態になります。このスリープ状態の間、負荷電流は出力コンデンサによって供給されます。出力電圧がレギュレーション点より低くなると、降圧コンバータが起動してサイクルが繰り返されます。安定化出力を供給するというこのヒステリシス方式は、FETのスイッチングに伴う損失を低減し、軽負荷時に出力を維持します。降圧コンバータは、スイッチングしているときは最小 100mA の平均負荷電流を供給します。 V_{OUT} は、出力電圧選択ビット $OUT[2:0]$ により $1.8\text{V} \sim 5\text{V}$ の範囲内で設定できます(表1参照)。

出力がスリープしきい値に達したことをスリープ・コンパレータが検出したとき、降圧コンバータはサイクルの途中の状態、電流がまだインダクタを流れていることがあります。通常は同期スイッチが両方ともオフになり、インダクタ内の電流はNMOSのボディ・ダイオードを流れて自然に流れた後ゼロになりますが、NMOSスイッチはオン状態が維持され、NMOSがオフになった場合にボディ・ダイオード内で生じると想定される導通損失が防止されます。スリープ・コンパレータが作動したときにPMOSがオンしている場合、電流を減少するためにNMOSは直ちにオンします。NMOSがオンすると、そのオン状態は電流がゼロに達するまで維持されます。

降圧コンバータがスイッチングしているときの静止電流はスリープ時の静止電流よりかなり大きくなりますが、それでも平均インダクタ電流のごく一部に過ぎないので、ほとんどの負荷条件で高い効率が得られます。降圧コンバータが動作するのは入力コンデンサに十分なエネルギーが蓄積されているときだけなので、コンバータが出力にエネルギーを移すのに要する時間は、エネルギーを蓄積する時間よりもはるかに短くなります。このように、降圧動作時の静止電流は長期間での平均値なので、全平均静止電流は小さくなります。この機能は、少量の環境エネルギーを発電する電源に適應しています。

昇降圧コンバータ

昇降圧コンバータは降圧コンバータと同じヒステリシス電圧アルゴリズムを使用して、同じスリープ・コンパレータで出力(V_{OUT})を制御します。昇降圧コンバータの動作モードは、降圧、昇降圧、昇圧の3つです。内部のモード・コンパレータが BB_IN ピンと V_{OUT} ピンの電圧に基づいて動作モードを決定します。昇降圧コンバータの4つの内部スイッチを図2に示します。各モードでは、インダクタ電流が I_{PEAK_BB} まで増加しますが、この値は $IPK[2:0]$ ビットによってプログラム可能であり、その範囲は $5\text{mA} \sim 250\text{mA}$ です(表3参照)。

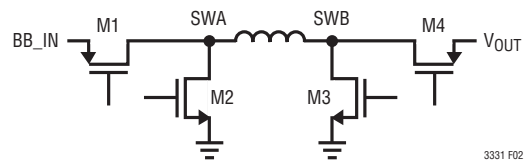


図2. 昇降圧パワー・スイッチ

降圧モードでは、M4は常時オンでM3は常時オフです。インダクタ電流はM1を流れて I_{PEAK_BB} まで増加し、M2を流れて 0mA まで減少します。昇圧モードでは、M1は常時オンでM2は常時オフです。昇圧モードでは V_{OUT} ピンの電圧が BB_IN ピンの電圧より高いので、インダクタ電流はM3がオンのとき I_{PEAK_BB} まで増加し、M4がオンのとき 0mA まで減少します。昇降圧モードは、M1が常時オンでM2が常時オフという点で昇圧モードと非常に似ています。 BB_IN ピンの電圧が V_{OUT} ピンの電圧より低い場合、インダクタ電流はM3を流れて I_{PEAK_BB} まで増加します。M4がオンするとインダクタを流れる電流は減少し始めます。ただし、 BB_IN ピンの電圧は V_{OUT} ピンの電圧に近づき、M1とM4のオン抵抗は有限なので、電流ランプは指数関数的減衰を示し、 V_{OUT} に供給される平均電流は減少します。このため、昇降圧モードでは電流しきい値を $I_{PEAK_BB}/2$ と低めに設定して、負荷に流す平均電流を高く維持します。昇降圧モードで BB_IN ピンの電圧が V_{OUT} ピンの電圧より高い場合、インダクタ電流はさらに I_{PEAK_BB} まで増加し、 $I_{PEAK_BB}/2$ まで減少します。インダクタを流れる電流の最終値は $(V_{IN} - V_{OUT}) / (R_{ON1} + R_{ON4})$ なので、 BB_IN ピンの電圧が V_{OUT} ピンの電圧より高い場合はインダクタ電流がさらに減少する可能性があります。 BB_IN ピンの電圧がちょうど $I_{PEAK_BB}/2 \cdot (R_{ON1} + R_{ON4})$ だけ V_{OUT} ピンの電圧より高い場合、インダクタ電流は $I_{PEAK_BB}/2$ のしきい値に到達せず、スイッチM1およびM4は常時オン状態を維持します。 BB_IN ピンの電圧が高い場合、モード・コンパレータはコンバータを降圧モードに切り替えます。M1およびM4は、 BB_IN ピンの電圧が $V_{OUT} + I_{PEAK_BB} \cdot (R_{ON1} + R_{ON4})$ になるまでオンのま

動作

ます。この時点でインダクタを流れる電流は I_{PEAK_BB} と等しく、 I_{PEAK_BB} コンパレータが作動して M1 がオフになり M2 がオンになるので、インダクタ電流は I_{ZERO} まで減少して、昇降圧モードから降圧モードへの移行が完了します。

V_{OUT} のパワーグッド

V_{OUT} の出力電圧に対してパワーグッド・コンパレータが用意されています。このコンパレータが初めて“H”になると、LTC3331 はスリープ・モードになり、V_{OUT} の電圧がレギュレーション状態に達したことを示します。V_{OUT} の値がレギュレーション値の 92% (標準) まで低下すると、コンパレータは“L”に切り替わります。PGV_{OUT} 出力は内部レールを基準にしており、V_{IN2} ピンの電圧、BB_{IN} ピンの電圧、および (V_{OUT} ピンの電圧よりショットキ・ダイオードの順方向電圧降下分だけ低い電圧) のうち、最も高い電圧が内部レール電圧として生成されます。

シャント・バッテリー・チャージャ

LTC3331 は信頼性の高い低静止電流のシャント・バッテリー・チャージャを備えているため、環境発電エネルギーでバッテリーを容易に充電することができます。低電圧バッテリー切断機能により、設定されたレベルで昇降圧入力からバッテリーを切断するので、バッテリーが過放電しないように保護することができます。

このチャージャを使用するには、バッテリーを BAT_{IN} ピンに接続します。内蔵の低電圧バッテリー切断用 PMOS スイッチが BAT_{IN} ピンと BAT_{OUT} ピンの間に接続されています。正しく動作させるには、BAT_{OUT} ピンを BB_{IN} ピンに接続する必要があります。V_{IN} ピンと BAT_{OUT} ピンの間、または CHARGE ピンと BAT_{OUT} ピンの間に充電抵抗を接続すると、バッテリー電圧が低電圧バッテリー接続しきい値を超えるまで、切断用 PMOS のボディー・ダイオードを介してバッテリーを充電することができます。一般に、PMOS がオンすると、バッテリーと入力デカップリング・コンデンサの容量に応じて、BAT_{OUT} と BB_{IN} の共通ノードの電圧が V_{BAT_IN} まで上昇または低下します。いったん PMOS がオンになると、充電電流は充電抵抗、バッテリー電圧、充電源の電圧によって決まります。

バッテリー電圧がフロート電圧に近づくと、LTC3331 はバッテリーから電流をシャントするので、充電電流が減少します。LTC3331 は最大 10mA をシャントすることができます。FLOAT[1:0] ピンを介して 3.45V、4.0V、4.1V、または 4.2V のフロート電圧を設定することができます (表 2 参照)。

V_{IN} ピンまたは CHARGE ピンに抵抗を接続することで充電を行うことができます。CHARGE ピンと V_{IN2} ピンの間に接続されている一対の背面接続された内部 PMOS スイッチがオンするのは、環境発電用の降圧コンバータがスリープ状態にあるときだけです。このように、バッテリーの充電が発生するのは、余剰の環境発電エネルギーを利用可能なときだけです。バッテリーの充電よりも V_{OUT} 出力が優先されます。このピンから供給される充電電流は、V_{IN2} の LDO の強度によって制限され、この電流を制限するためには適切な充電抵抗を選択する必要があります。結合された内部充電スイッチのオン抵抗は約 60Ω です。もっと大きな電流で充電するには、直接 V_{IN} に抵抗を接続します。V_{IN} から充電する場合は、バッテリーが常に充電されていることとなります。V_{OUT} 出力を供給できるだけの電力が確実に使用可能であるように注意を払う必要があります。

低電圧バッテリーの切断/接続: LBD/LBC

低電圧バッテリー切断 (V_{LBD}) および低電圧バッテリー接続 (V_{LBC}) の電圧レベルは、LBSEL ピンと FLOAT[1:0] ピンによって設定されます (表 2 参照)。「ブロック図」に示すように、BAT_{IN} の電圧が V_{LBD} を下回ると、PMOS スイッチをオフすることによってバッテリーが BAT_{OUT} と BB_{IN} の共通ノードから切り離されます。この切断機能により、リチウムイオン・バッテリーが深い放電によって永続的損傷を受けるのを防ぎます。BAT_{OUT} と BB_{IN} の共通ノードからバッテリーを切り離すことにより、負荷と LTC3331 の静止電流によってバッテリーがさらに放電するのを防ぎます。

バッテリーを切り離すと BAT_{OUT} と BB_{IN} の共通ノードの電圧はグラウンドに向かって低下します。入力電源が再び接続されると、バッテリーは切断用 PMOS の内部ボディー・ダイオードを介して充電されます。PMOS を確実にオンさせるには、入力電源電圧を V_{LBC_BAT_OUT} より高くします。入力電源電圧が V_{LBC_BAT_OUT} に達すると、PMOS がオンして、BAT_{OUT} と BB_{IN} の共通ノードを BAT_{IN} に接続します。バッテリーが切り離されているとき、BAT_{IN} ピンの電圧は PMOS のボディー・ダイオードを介して間接的に検出されます。したがって、V_{LBC_BAT_IN} は充電電流と接合部温度に応じて変化します。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。

低電圧バッテリーの選択

低電圧バッテリーの切断電圧レベルは、フロート電圧の各設定値に応じて、LBSEL ピンによって設定されます。LBSEL ピンにより、バッテリーの動作時間と最大寿命のトレードオフを行うこ

動作

とができます。バッテリー切断しきい値を低くすると、バッテリーを切り離す前に十分に放電させることによって動作時間を最大限に延ばすことができます。逆に、低電圧バッテリー切断しきい値を上げると、バッテリーを切り離れた後に大きな容量が残り、バッテリーの寿命が長くなります。動作時間を最大にするには、LBSELをGNDに接続します。寿命を延ばすには、LBSELをBAT_OUTとBB_INの共通ノードに接続します。大きなピーク電流が生じることが予測される場合、低い切断しきい値を一時的に選択することができます。これにより、バッテリーの直列抵抗に対して負荷が作用してBAT_OUTとBB_INの共通ノードの電圧を一時的に低下させるときに、バッテリーを早く切断しすぎないようにします。

シップ・モード

バッテリーを手動で切断するシップ・モードがあります。このモードは、出荷時など、環境発電可能なエネルギーが長期間得られないような状況でバッテリーが放電するのを防ぐのに役立つ可能性があります。SHIPピンを“H”にすると、シップ・モードになります。低電圧バッテリー切断用のPMOSがオフし、BAT_INピンに接続されたバッテリーがBAT_OUTとBB_INの共通ノードから切り離されます。BAT_OUTとBB_INの共通ノードの電圧を保持するための環境発電可能なエネルギーが存在しない場合、その電圧は急落します。通常、シップ・モードになっているときは、BB_INの静止電流が1 μ A増加します。

シップ・モードを解除するには、SHIPピンを“L”にします。シップ・モードでBB_INの電圧が急落していた場合は、シップ・モードを解除した後、BB_INの電圧をLBCのしきい値より高くして、バッテリーを再び接続する必要があります。この再接続は手動もしくは環境発電の充電源によって行うことができます。環境発電可能なエネルギーによってBAT_OUTとBB_INの共通ノードの電圧がLBCしきい値より高い値に維持されていた場合は、バッテリーが直ちに接続されます。

プライオリタイザ

LTC3331の入力プライオリタイザは、環境発電入力とバッテリー入力のどちらを使用してV_{OUT}ピンに電力を供給するかを決定します。バッテリーが昇降圧コンバータに電力を供給していて、発電エネルギーによってV_{IN}のUVLO上昇時遷移が生じる場合、プライオリタイザは昇降圧コンバータを遮断して降圧コンバータを導通させ、V_{OUT}のレギュレーションを維持するスムーズな切り替えを調整します。

環境発電可能なエネルギーがなくなると、プライオリタイザはまずBB_INの電圧を調べます。BB_INの電圧が1.8Vより高い場合、プライオリタイザはレギュレーションを維持しながら再度昇降圧コンバータに切り換えます。BB_INの電圧が1.8Vより低い場合、昇降圧コンバータはイネーブルされないため、環境発電可能なエネルギーが再び供給されるまでV_{OUT}を支えることはできません。バッテリーが接続されている場合は、フロート電圧とLBSELピンのどの組み合わせに対してもBB_INの電圧が1.8Vより高くなります。バッテリーが切断されている場合は、BB_INの電圧は1.8V未満まで低下し、環境発電可能なエネルギーがなくなっても、プライオリタイザは昇降圧コンバータへの切り替えを行いません。バッテリーが昇降圧コンバータに電力を供給している間に消耗して切断された場合、再び環境発電エネルギーが利用可能になるまで、プライオリタイザがV_{IN}ピンに切り替えることはありません。

BB_INピンまたはV_{IN}ピンを接地すると、入力電圧が動作に十分な高さである場合は、プライオリタイザによって他方の入力を動作させることができます。UVLOでの規定の静止電流が有効になるのは、V_{IN}入力電圧の立ち上がり時と、出力電圧のレギュレーションをバッテリーが引き継いだときです。UVLO状態に入ったときにバッテリー電圧が1.8Vより低く、プライオリタイザが昇降圧コンバータをイネーブルしない場合、V_{IN}ピンの静止電流は数百nA増加します。

プライオリタイザがV_{IN}入力を選択すると、BB_IN入力の電流は減少して200nAになります。ただし、BB_INピンの電圧がV_{IN2}ピンの電圧より高い場合は、内部でのレベルシフト動作により、V_{IN}ピンの静止電流の一部がBB_INピンに流れます。これによる影響があるのは、バッテリー電圧のごく一部の範囲とUVLO設定だけです。

デジタル出力EH_ONが“L”になるのはプライオリタイザがBB_IN入力を選択した場合であり、“H”になるのはプライオリタイザがV_{IN}入力を選択した場合です。EH_ON出力の電圧はV_{IN3}ピンの電圧を基準にしています。

スーパーキャパシタ・バランス

静止電流が150nAのスーパーキャパシタ・バランスが内蔵されており、積み重ねた2つのスーパーキャパシタのバランスをとります。通常は入力(SCAP)をV_{OUT}に接続して、V_{OUT}でのエネルギー貯蔵量をスーパーキャパシタによって増やすことができますようにします。BALピンを2つのスーパーキャパシタ

アプリケーション情報

の中間に接続し、10mAのソース電流およびシンク電流を流してBALピンの電圧をSCAPピンの電圧の半分の値に安定化することができます。バランスをディスエーブルして付随する静止電流を止めるには、SCAPピンとBALピンをグランドに接続します。

LTC3331は、ワイヤレス・センサ・システムに給電しながらバッテリーを充電するために、さまざまな代替エネルギー源から発電できます。LTC3331の超低静止電流により、わずか数 μA の電流を発生するエネルギー源からの発電が容易になります。内蔵のブリッジ整流器は、圧電AC電源または電磁AC電源に適しているだけでなく、太陽発電機や熱電発電機などのDC電源に対する逆接続保護機能も提供します。LTC3331は、環境発電入力とバッテリー入力を継ぎ目なく切り替えることにより、V_{OUT}ピンの出力に絶え間なく電力を供給します。

環境発電可能なエネルギーを利用できる場合、そのエネルギーはブリッジ整流器を介して移され、V_{IN}のコンデンサに蓄積されます。低静止電流のUVLOモードにより、コンデンサの電圧をUVLO上昇時しきい値の設定値へ向けて上昇させることができます。電圧がこのレベルまで高くなると、降圧コンバータがオンしてエネルギーをV_{OUT}へ移します。エネルギーが移されるにつれて、V_{IN}の電圧はUVLO下降時しきい値まで減少することがあります。この状況が生じると、降圧コンバータはオフし、昇降圧コンバータがオンしてバッテリー入力から負荷に電力を供給する一方で、より多くのエネルギーが発電されます。降圧コンバータが動作しているとき、BB_INピンに流れる静止電流は、シャント・バッテリー・チャージャに必要な200nAに減少します。

LTC3331は、消費電力の平均値は低いが、課題を完遂するためにとどき高い消費電力が集中的に必要なワイヤレス・システムに最適です。こうした電力消費集中期の発生デューティ・サイクルが低く、集中期に必要な全エネルギーを集中期と集中期の間に蓄積できる場合は、環境発電装置が出力を完全に維持できます。集中期の発生頻度を高くする必要があるか、環境発電可能なエネルギーがなくなった場合は、バッテリーが使用されます。十分なエネルギーを利用できる場合は、環境発電電源はその出力を停止し、低静止電流のスリープ状態になります。この場合、余剰エネルギーを使ってバッテリーを充電することができます。

圧電環境発電

歪みに応じて電圧および電流を発生する圧電変換器を使用して環境振動エネルギーから発電することができます。一般的な圧電素子は、PZT（チタン酸ジルコン酸鉛）セラミック、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）ポリマー、またはその他の複合材料です。セラミック圧電素子は、セラミックの結晶構造が圧縮されると圧電効果を示し、内部の双極子の運動によって電圧が発生します。長鎖分子で構成されるポリマー素子は、分子が互いに反発しあうので、曲げられると電圧が発生します。セラミックは多くの場合、圧力が直接加わる条件で使われますが、ポリマーは通常、片持ち梁として使用されます。

さまざまな圧電素子が普及しており、多種多様な開放電圧および短絡電流が発生します。通常、開放電圧および短絡電流は、図3に示すように得られる振動エネルギーとともに増加します。圧電素子は直列または並列に配置して、所望の開放電圧を実現できます。

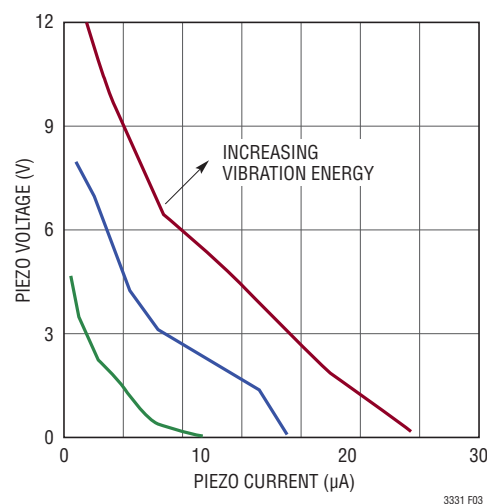


図3. 圧電素子システムT220-A4-503Xの標準的な圧電負荷曲線

圧電素子は、与えられた振動レベルに対応する開放電圧のおよそ半分で動作すると、最も多くの電力を発生します。この電圧にまたがるようにUVLO範囲をプログラムすることにより、圧電素子をピーク電力点付近で動作させることができます。AC1入力とAC2入力の上に圧電素子を接続する通常の構成の他に、圧電素子はAC1またはAC2のいずれかのピンとグランドの間に接続できます。これによって得られる構成は図4に示すようなダブラーで、ここでは圧電素子の固有容量が倍増容量として使用されます。

アプリケーション情報

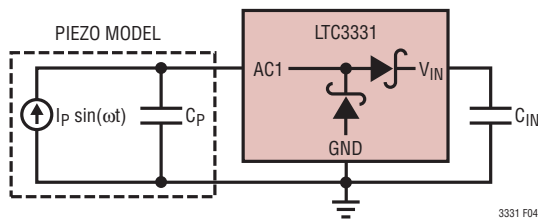


図4. LTC3331 電圧 doubler 構成

AC2とグランドの間に2番目の圧電素子を接続することができます。これが役立つのは、システム内に存在する共振周波数を2番目の圧電素子と1番目の圧電素子とで異なる値に機械的に調整した場合です。圧電素子とdoublerの組み合わせによって最大の電力伝送を実現するには、UVLO範囲を圧電素子の開放電圧に設定します。

圧電素子は表5に示すメーカーから供給されています。

表5. 圧電素子のメーカー

Advanced Cerametrics	www.advancedcerametrics.com
Piezo Systems	www.piezo.com
Measurement Specialties	www.meas-spec.com
PI (Physik Instrumente)	www.pi-usa.us
MIDE Technology Corporation	www.mide.com
Morgan Technical Ceramics	www.morganelectroceramics.com

電磁環境発電

もう1つの代替AC電源は電磁振動環境発電装置です。この装置内では、コイルの内側で振動する磁石によってコイル内にAC電圧とAC電流が誘導され、その後LTC3331によって整流と環境発電が行われます。振動は周囲とシステムの間にも存在しても、ばね荷重スイッチ内のようなインパルスで発生させてもかまいません。

太陽光発電

LTC3331は、ブリッジ整流器を使用して太陽電池パネルの逆接続保護を実現できるので、太陽光発電が可能です。太陽電池は、降り注ぐ光の量に比例した電流を発生します。数レベルの光で照らされた太陽電池パネルの電流と電圧の関係を図5に示します。太陽電池が定電流デバイスから定電圧デバイスに移行する、各曲線の屈曲部付近で最大電力が出力されます。幸いにも、ピーク電力点は照度によって大きくは変化しないので、大部分の照度条件では、パネルがピーク電力点付近で動作するように適切なUVLO範囲を選択できます。

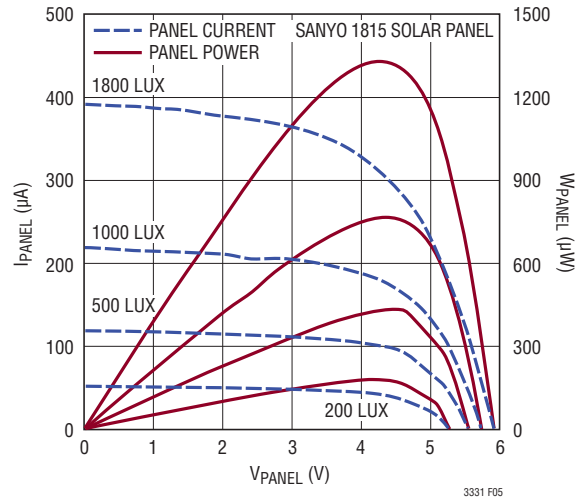


図5. 標準的な太陽電池パネル特性

2つの太陽電池パネルをLTC3331に接続できます。1つはAC1ピンとグランドの間で、もう1つはAC2ピンとグランドの間です。パネルはそれぞれ別々の方向に向けて、別々の角度から光を取り込むか、太陽の動きに応じて日中の異なる時間に光を取り込むことができます。選択したUVLO範囲が両方のパネルに最適となるように、パネルは類似製品にしてください。

BB_IN/BAT_OUT、BAT_IN、V_IN、およびV_OUTのコンデンサ

正しく動作させるには、昇降圧コンバータの入力であるBB_INピンをBAT_OUTピンに接続する必要があります。BAT_OUTピンは、低電圧バッテリー切断スイッチの出力側です。BAT_OUTとBB_INの共通ノードのためのバイパス・コンデンサを選択する際は、このスイッチの直列抵抗を考慮に入れる必要があります。GNDとの間に4.7μF以上のコンデンサを接続します。I_{PEAK_BB}の設定値が高くなると、BAT_OUTとBB_INの共通ノードの電圧を平滑化するためにコンデンサの値を大きくしなければならない場合があります。その目的は、昇降圧コンバータへの入力電流を平均化して、BAT_OUTとBB_INの共通ノードでの電圧垂下を最小限に抑えることです。

BAT_INピンにも1μF以上のバイパス・コンデンサを接続できます。バッテリーの直列抵抗が高い場合は、トランジェントを処理するためにコンデンサの容量を大きくした方が望ましいことがあります。

アプリケーション情報

V_{IN} に接続する降圧コンバータの入力コンデンサと V_{OUT} のコンデンサは大幅に変化する可能性があるため、入力および出力での環境発電エネルギーの蓄積が必要かどうかに応じて、環境発電電源の使用が最適になるように選択する必要があります。コンデンサに蓄積されたエネルギーはコンデンサの電圧の2乗に比例して増加するので、入力にエネルギーを蓄積すると、高い入力電圧を活用できます。出力での蓄積は、降圧コンバータが供給できる100mAより大きな負荷トランジェントを処理するために必要な場合があります。

入力コンデンサおよび出力コンデンサは、出力電力を必要な時間にわたって供給するのに十分なエネルギーを蓄積できる大きさにする必要があります。十分なエネルギーが蓄積されるために、負荷トランジェント時に降圧コンバータがUVLO立ち下がりしきい値に達しない場合、バッテリー電流は常に0となります。負荷トランジェントの間隔をあけて、アプリケーションの要求に応えるのに必要な平均電力が環境発電電源から供給可能な電力以下になるようにすると、バッテリーの寿命を大幅に長くすることができます。 V_{IN} のコンデンサは、 V_{IN} に常に存在する最大電圧に耐えられる定格のコンデンサにしてください。

以下の式を使用することにより、所望の持続時間にわたって出力の電力要件を満たす入力コンデンサの大きさを決めることができます。

$$P_{LOAD} t_{LOAD} = \frac{1}{2} \eta C_{IN} (V_{IN}^2 - V_{UVLOFALLING}^2)$$

$$V_{UVLOFALLING} \leq V_{IN} \leq V_{SHUNT}$$

ここで、 η は入力電圧範囲での降圧コンバータの平均効率であり、 V_{IN} は降圧コンバータがスイッチングを開始したときの入力電圧です。通常、 V_{IN} はUVLOの上昇しきい値になります。この式では、低い方のPGOODしきい値に達するまで負荷電流によって出力コンデンサを放電できるので、この式は必要な入力コンデンサを過大評価する場合があります。この式では、入力電源による充電の影響はこの時間内では無視できることも前提としています。

降圧コンバータまたは昇降圧コンバータのスリープ時間は、負荷電流と V_{OUT} コンデンサの容量により異なります。スリープ時間は、負荷電流が増加するにつれて、または出力コンデンサの容量が減少するにつれて減少します。スリープのヒステリシス電圧範囲(DC)は1.8V出力では $\pm 6mV$ であり、出力電圧の設定値に応じて直線的に拡大/縮小します(3.6V設定で

は $\pm 12mV$ など)。これは、理想的にはスリープ時間が次式によって決定されることを意味しています。

$$t_{SLEEP} = C_{OUT} \frac{12mV \cdot \frac{V_{OUT}}{1.2V}}{I_{LOAD}}$$

この式は100 μF 以上の出力コンデンサでは正確ですが、出力コンデンサの容量が減少して10 μF に近づくにつれ、内部スリープ・コンパレータでの遅延時間に加えて負荷電流自体の影響により、 V_{OUT} の電圧がDCしきい値を通過することがあります。これにより、スリープ時間が長くなり、 V_{OUT} のリプルが増加します。 V_{OUT} のリプルが望ましくないレベルまで増加する可能性があるため、10 μF 未満のコンデンサは推奨しません。100mAを超えるトランジェント負荷電流が必要な場合は、さらに大容量のコンデンサを出力に使用してください。このコンデンサは負荷状態時に連続して放電するので、次式に示すように V_{OUT} の電圧降下を許容できる容量にすることができます。

$$C_{OUT} = (V_{OUT}^+ - V_{OUT}^-) \frac{I_{LOAD} - I_{DC/DC}}{t_{LOAD}}$$

ここで、 V_{OUT}^+ はPGOODが“H”になったときの V_{OUT} の値であり、 V_{OUT}^- は V_{OUT} の許容可能な下限値です。 $I_{DC/DC}$ は、降圧コンバータまたは昇降圧コンバータから供給される平均電流です。インダクタ電流は最大250mAまで増加し、最小0まで減少するので、降圧コンバータが出力に供給する標準の平均電流は125mAです。昇降圧コンバータが供給する電流は動作モードと I_{PEAK_BB} の設定値により異なります。降圧モードでは、供給可能な電流は $I_{PEAK_BB}/2$ です。昇降圧モードと昇圧モードでは、供給可能な電流が V_{IN} と V_{OUT} の比にも依存します。

$$\text{昇降圧モードの場合: } I_{DC/DC} = \frac{3}{4} I_{PEAK_BB} \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

$$\text{昇圧モードの場合: } I_{DC/DC} = \frac{1}{2} I_{PEAK_BB} \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

C_{OUT} には標準の表面実装セラミック・コンデンサを使用できますが、一部のアプリケーションでは漏れ電流の少ないアルミ電解コンデンサやスーパーキャパシタの方が適していることがあります。これらのコンデンサは、Vishay、Illinois Capacitor、AVX、CAP-XXなどのメーカーから入手できます。

アプリケーション情報

CAP、VIN2、およびVIN3のコンデンサ

VINとCAPの間には1μF以上のコンデンサを接続する必要があります。VIN2とGNDの間には4.7μFのコンデンサを接続する必要があります。これらのコンデンサは降圧スイッチング時に内部レールを保持し、内部レール発生回路を補償します。VINの電圧が6Vより低い値に制限されるアプリケーションでは、図6に示すようにCAPピンをGNDに接続してVIN2ピンをVINに接続できます。このシナリオでは、オプションの5.6V ツェナー・ダイオードをVINに接続してVINをクランプすることができます。クランピング電圧より低い電圧でのツェナー・ダイオードの漏れ電流は、LTC3331の静止電流に匹敵するとみなす必要があります。この回路ではVIN2およびCAPにコンデンサが必要ないので、2つの部品を節約して、1つのVINコンデンサの電圧定格を下げるすることができます。

VIN3とグラウンドの間には0.1μFのバイパス・コンデンサを接続する必要があります。VIN3は、降圧コンバータと昇降圧コンバータの両方に共有される内部レールです。この電圧をシステム・レールとして使用することは想定していません。この電圧はIPK[2:0]およびOUT[2:0]デジタル入力のロジック“H”リファレンス・レベルとして使用します。アプリケーションでこれらのピンを動的に駆動する場合は、外部インバータが必要になることがあります。その場合は外部インバータがVIN3をレールとして使用する必要があります。ただし、VIN3には過剰な負荷をかけないように注意する必要があります。こうしたロジック回路の静止電流は最小限に抑えるようにしてください。VIN3ピンの出力抵抗は標準で15kΩです。

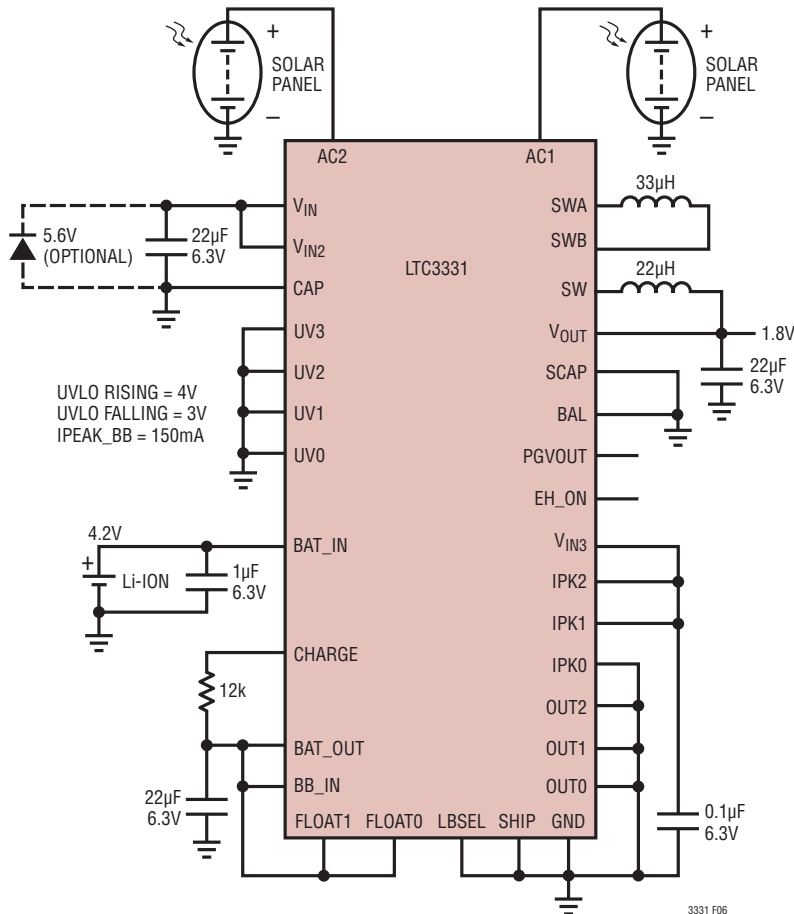


図6. 部品点数の少ない低電圧太陽発電装置 (VIN < 6V)

アプリケーション情報

インダクタの選択

降圧コンバータは、標準的なアプリケーションでは22 μ Hのインダクタで機能するよう最適化されています。インダクタの値を大きくすると、PMOSスイッチのオン時間が長くなり、ゲート電荷損失が低減して効率が改善されるので、高電圧アプリケーションにメリットがあります。DC電流の定格が500mAより大きいインダクタを選択してください。インダクタのDCRは損失源なので、効率に影響を及ぼします。価格、大きさ、DCR間の交換条件を評価する必要があります。

昇降圧コンバータは、I_{PEAK_BB}の設定値が250mAの場合は最小22 μ Hのインダクタで機能するよう最適化されています。その他の7種類のI_{PEAK_BB}設定値では、I_{PEAK_BB}の選択値が減少するのに応じてインダクタの値を増加させます。そうすることにより、4つの昇降圧スイッチの必要な最小オン時間が維持されます。I_{PEAK_BB}の各設定値での昇降圧コンバータの最小インダクタ値を表3に示します。インダクタの値を大きくすると効率を高くすることができます。選択したI_{PEAK}の値よりI_{SAT}の定格値が50%以上大きいインダクタを選択します。降圧コンバータと昇降圧コンバータの両方に適したいくつかのインダクタを表6に示します。

表 6. LTC3331用の推奨インダクタ

製品番号	L (μ H)	メーカー	サイズ (mm) (L×W×H)	IDCの最大値 (mA)	DCRの最大値 (Ω)
744043102 LPS5030-105ML LPS4018-105ML LPS3314-105ML B82442T1105K050	1000	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft Coilcraft EPCOS	4.8×4.8×2.8 5.51×5.51×2.9 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	80 110 98 99 150	7 5.1 18 31 9.5
744043471 LPS4018-474ML LPS3314-474ML B82442T147K050	470	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft EPCOS	4.8×4.8×2.8 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	125 160 110 240	2.6 7.8 12 4.73
744042331 LPS4018-334ML LPS3314-334ML B82442T1334K050	330	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft EPCOS	4.8×4.8×1.8 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	130 190 110 280	4.5 5.9 9.3 3.29
744042221 LPS4018-224ML LPS3314-224ML B82442T1224K050	220	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft EPCOS	4.8×4.8×1.8 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	160 260 160 330	3.2 3.7 6 2.2
744031101 LPS4018-104ML LPS3314-104ML B82442T1104K050	100	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft EPCOS	3.8×3.8×1.65 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	180 360 230 510	2.4 1.4 2.75 0.99
744031470 LPS4018-473ML LPS3314-473ML B82442T1473K050	47	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft EPCOS	3.8×3.8×1.65 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 5.6×5×5	250 550 330 700	1 0.65 1.4 0.519
744031330 LPS4018-333ML LPS3314-333ML 1070BS-330ML B82442T1333K050	33	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft Toko EPCOS	3.8×3.8×1.65 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 3.2×3.2×2 5.6×5×5	320 640 380 230 840	0.66 0.42 0.92 0.61 0.36
744031220 LPS5030-223ML LPS4018-223ML LPS3314-223ML 1070AS-220M B82442T1223K050	22	Würth Elektronik Coilcraft Coilcraft Coilcraft Toko EPCOS	3.8×3.8×1.65 5.51×5.51×2.9 3.9×3.9×1.7 3.3×3.3×1.3 3.2×3.2×2 5.6×5×5	360 750 800 450 410 1040	0.45 0.19 0.36 0.72 0.64 0.238
744029220 1069BS-220M	22	Würth Elektronik Toko	2.8×2.8×1.35 3.2×3.2×1.8	300 290	0.97 0.495

3331fa

アプリケーション情報

スーパーキャパシタ・バランス

スーパーキャパシタをV_{OUT}で使用する場合は、内蔵のスーパーキャパシタ・バランスを使用して、スーパーキャパシタのバランスを±10mAのバランス電流で調整できます。スーパーキャパシタの供給メーカー・リストを表7に示します。

表7. スーパーキャパシタのメーカー

CAP-XX	www.cap-xx.com
NESS CAP	www.nesscap.com
Maxwell	www.maxwell.com
Bussman	www.cooperbussman.com
AVX	www.avx.com
Illinois Capacitor	www.illcap.com
Tecate Group	www.tecategroup.com

バッテリー電源と環境発電電源を継ぎ目なく併用することにより、LTC3331は環境発電アプリケーションでスーパーキャパシタを使用することができます。バッテリーは、スーパーキャパシタに初めて電圧が印加されたとき、拡散電流の影響に打ち勝つために必要な初期電流を供給します。その後は、初期電流より少ない安定状態の漏れ電流および平均負荷電流を環境発電電源がサポートできます。

デジタル入力およびデジタル出力のまとめ

LTC3331には、ピン結線で設定できるデジタル・ロジック入力が14あり、デジタル・ロジック出力が2つあります。これらの入出力ピンと参照先のレールを表8にまとめています。

表8. デジタル・ピンのまとめ

入力ピン	ロジック“H”のレベル
UV[3:0]	V _{IN2}
IPK[2:0]	V _{IN3}
OUT[2:0]	V _{IN3}
FLOAT[1:0], LBSEL	BAT_OUT = BB_IN
SHIP	≥ 1.2V
出力ピン	ロジック“H”のレベル
PGVOUT	MAX (BB_IN, V _{IN2} , V _{OUT})
EH_ON	V _{IN3}

バッテリーに関する検討事項

シャント・バッテリー・チャージャは、1セル・リチウムイオンやLiFePO₄など、利用可能なレベルに対応する充電終了電圧をもつバッテリーで動作するように設計されています。いくつかのバッテリーとそれらの容量および等価直列抵抗(ESR)を表9に示します。ESRにより、負荷電流の振幅とESRの積に相当する垂下がBAT_OUTとBAT_INに生じます。バッテリー自体に十分な容量があっても、この垂下によって低電圧バッテリー切断がトリガされる可能性があります。BAT_OUTに適切なバイパス・コンデンサを追加することにより、低デューティ・サイクルの大きな負荷トランジエントがBAT_OUTをプルダウンするのを防ぎます。BB_INにバイパス・コンデンサを接続し、BB_INをBAT_OUTに接続して昇降圧コンバータをバイパスすれば、十分かもしれません。

表9. 低容量のリチウムイオン・バッテリーおよび薄膜バッテリー

メーカー	製品名	容量	抵抗	V _{MIN}
CYMBET	CBC012	12μAh	5k to 10k	3.0V
CYMBET	CBC050	50μAh	1500Ω to 3k	3.0V
GM Battery	GMB031009	8mAh	10Ω to 20Ω	2.75V
GS NanoTech	N/A	500μAh	40Ω	3.0V
Power Stream	LIR2032	40mAh	0.6Ω	3.0V

バッテリーの充電

CHARGEピンを使ったバッテリー充電機能により、環境発電電源がスリープ状態にあるときのみバッテリーを充電することができます。この機能は、バッテリーよりもV_{OUT}出力を優先します。CHARGEピンが供給できる電流は2mAに制限され、適切な電流制限抵抗を選択して使用します。次式を使ってこの抵抗の値を算出します。

$$R_{\text{CHARGE}} = \frac{4.8\text{V} - V_{\text{LBD}} - 60\Omega}{I_{\text{CHARGE}}}$$

ここで、4.8VはCHARGEピンに電力を供給するV_{IN2}のLDOの出力であり、V_{LBD}は選択された低電圧バッテリー切断しきい値、60ΩはCHARGEピンのPMOSの抵抗、I_{CHARGE}は所望の充電電流です。2mAに近い大きな充電電流が必要な場合は、V_{IN2}のコンデンサを大きくすることでトランジエント特性を改善することができます。

アプリケーション情報

より大きな充電電流を利用できるアプリケーションでは、 V_{IN} に接続された抵抗または図7の回路を使って、最大10mAをバッテリーに供給することができます。図7の回路では、環境発電電源がスリープ状態にあるときだけ、CHARGEピンを使った充電が可能です。さらに大きな充電電流を必要とするアプ

リケーションでは、LTC4071 シャント・バッテリー・チャージャをLTC3331のBB_INピンに接続して使用します。

LTC3331のシステム・ソリューション

LTC3331は、リニアテクノロジーの他の低静止電流集積回路と組み合わせてマルチレール・システムを形成することができます。5V出力からLTC3388-3に電力を供給しているLTC3331を図8に示します。LTC3388-3(800nA降圧コンバータ)は、ここでは V_{OUT} ピンをグラウンドに接続し、GNDピンを-5V安定化出力に接続することにより、-5Vのレールを発生するよう構成されています。結果は、バッテリーのバックアップ機能を備えた±5Vの環境発電電源です。

高効率バッテリー駆動降圧コンバータ

バッテリーの電圧がLTC3331の安定化出力より常に高い場合、バッテリー駆動の昇降圧コンバータは常に降圧モードで動作します。この場合には、通常SWAとSWBの間に配置されるインダクタをSWAから V_{OUT} へ直接接続して、昇降圧コンバータの内部スイッチM4をバイパスすることができます(図9)。こうすると、コンバータでの導通損失を低減して、負荷が高いときの効率を改善することができます。

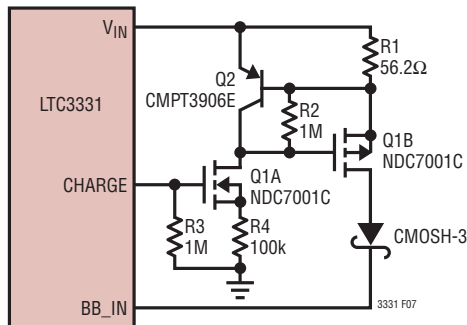


図7

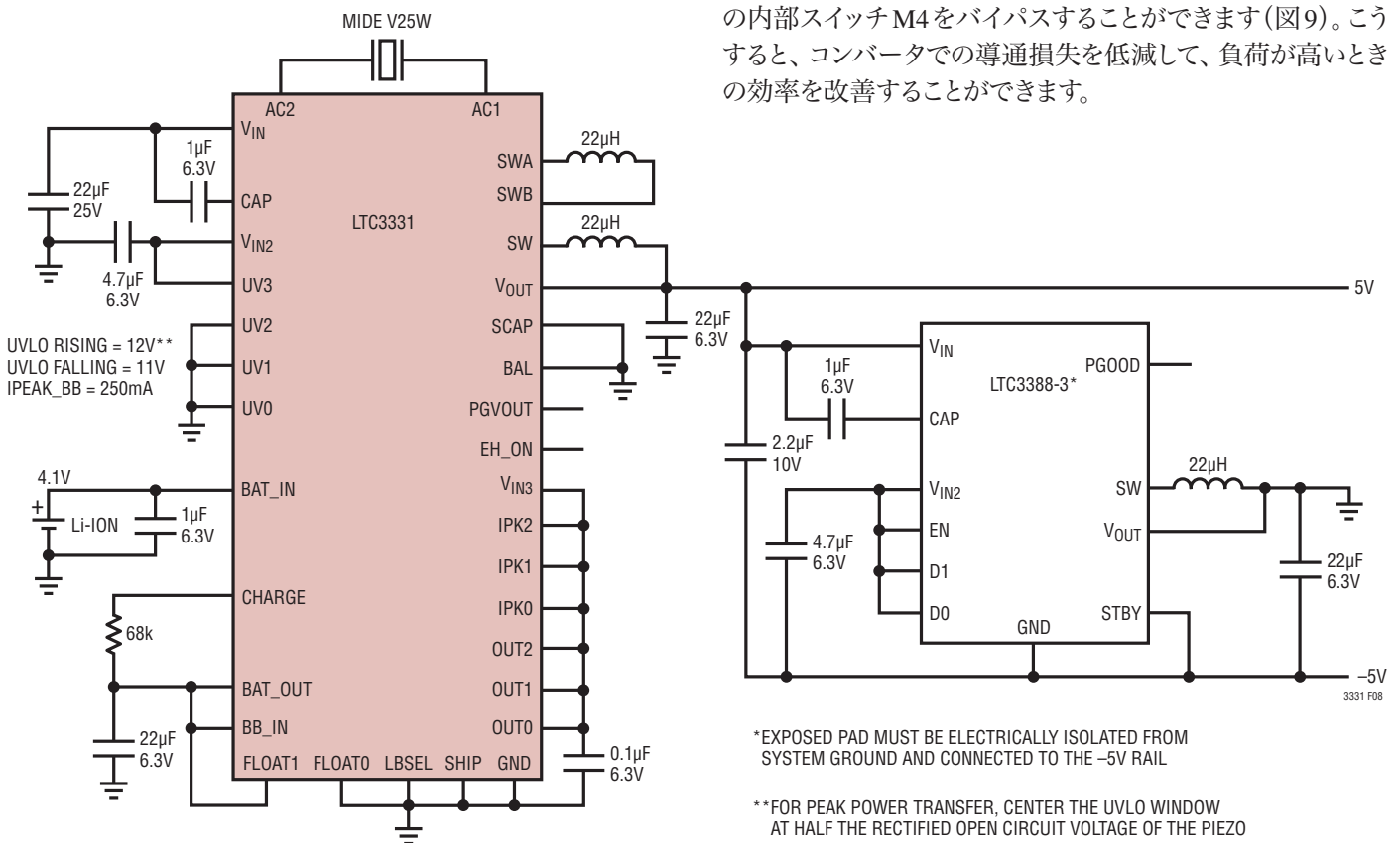


図8. ±5Vのデュアル電源

アプリケーション情報

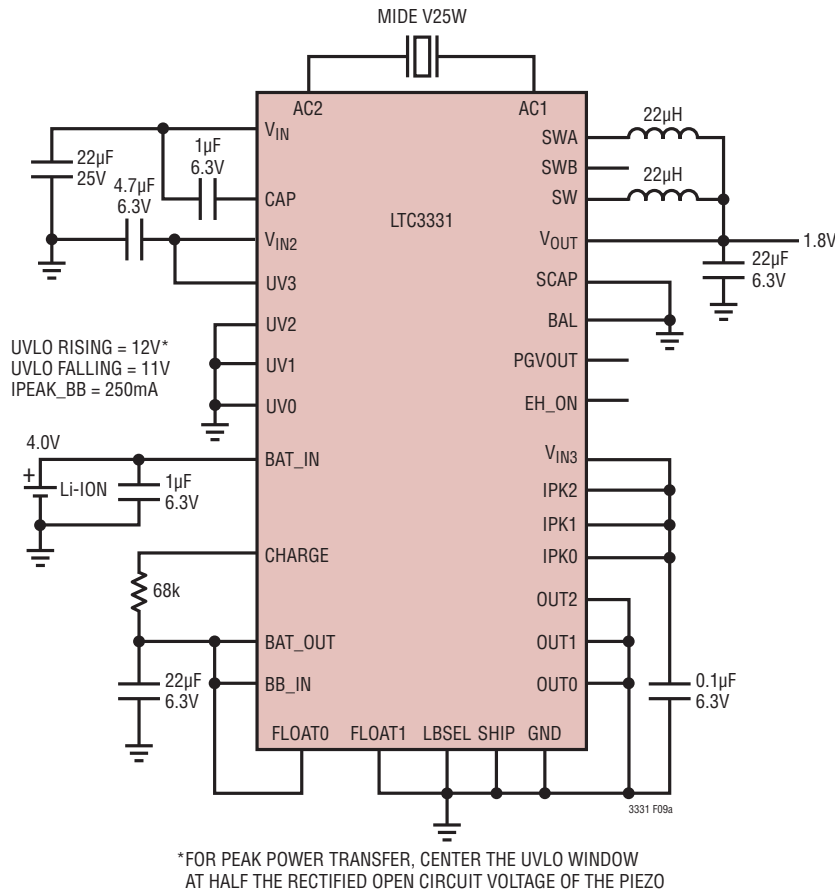


図9a. 高効率バッテリー駆動降圧レギュレータ

代替電源

LTC3331は多種多様な入力電源に対応できます。4本の3.9k電流制限抵抗と直列にして120V RMSのAC電源に接続されたLTC3331の内部ブリッジ整流器を図10に示します。この回路では10mAのピーク電流が発生し、LTC3331のシャント・レギュレータが V_{IN} を20Vに保持します。この電流は抵抗値を小さくすれば増加させることができます。シャント・レギュレータのシンク電流能力は25mAであり、ブリッジの定格は50mAだからです。電流が25mAを超える場合は、オプションの外付けツェナー・ダイオード(図示)が必要なことがあります。トランスを使用して電圧を降下させ、電流制限抵抗での電力損失を低減することもできます。3.3kの充電抵抗を使用すると、バッテリーは V_{IN} から約5mAで充電されます。これは高電圧アプリケーションなので、電源部品、中間電圧部品、および任意の高電圧部品間の最小間隔は、該当するUL規格に基づいて維持する必要があります。一般的なオフライン・アプリケーションについては、UL規格1012を参照してください。

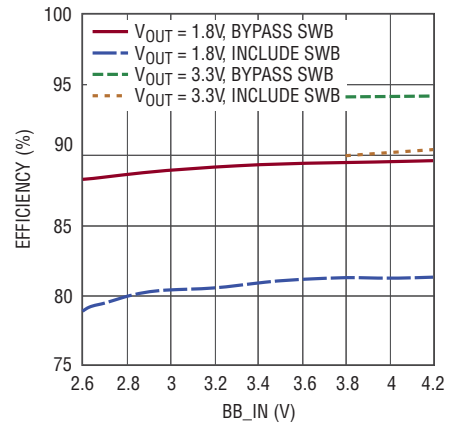


図9b. 通常の昇降圧構成とSWBバイパス構成との効率比較

標準的な蛍光灯室内照明の近くに銅パネルを配置して、照明の周囲の電界から容量性の発電を行うアプリケーションを図11に示します。放射の周波数は磁気安定器の電源周波数の2倍になりますが、照明に電子安定器が使用されている場合は、それより高くなる可能性があります。AC電圧のピーク値および供給可能な全エネルギーは、使用したパネルのサイズとパネルから照明の電界までの近さに応じて増減します。

また、図12に示すように、LTC3331は緩く結合された調整済み共振タンクで構成されたトランスミッタとレシーバを使用することにより、ワイヤレスでエネルギーを収集してバッテリーを充電することもできます。

アプリケーション情報

オフライン回路には、危険で人命にかかわる電位差が生じます。作業を進める前に、オフライン回路の組み立て、試験、および使用時には注意が必要であると警告しておきます。これらの回路の作業時や接続時には最大限の注意が必要です。繰り返します。オフライン回路には、危険なAC電源に接続された高電位の電位が含まれるので、注意してください。オフライン回路で行うすべての試験は、オフライン回路の入力とAC電源の間に絶縁トランスを接続して行う必要があります。オフライン回路を使用するか組み立てる作業者は、試験装置をオフライン回路に接続するときにこの注意を遵守し、感電を防ぐ必要があります。繰り返します。いかなる試験装置を接続する場合も、オフライン回路の入力とAC電源の間に絶縁トランスを接続する必要があります。

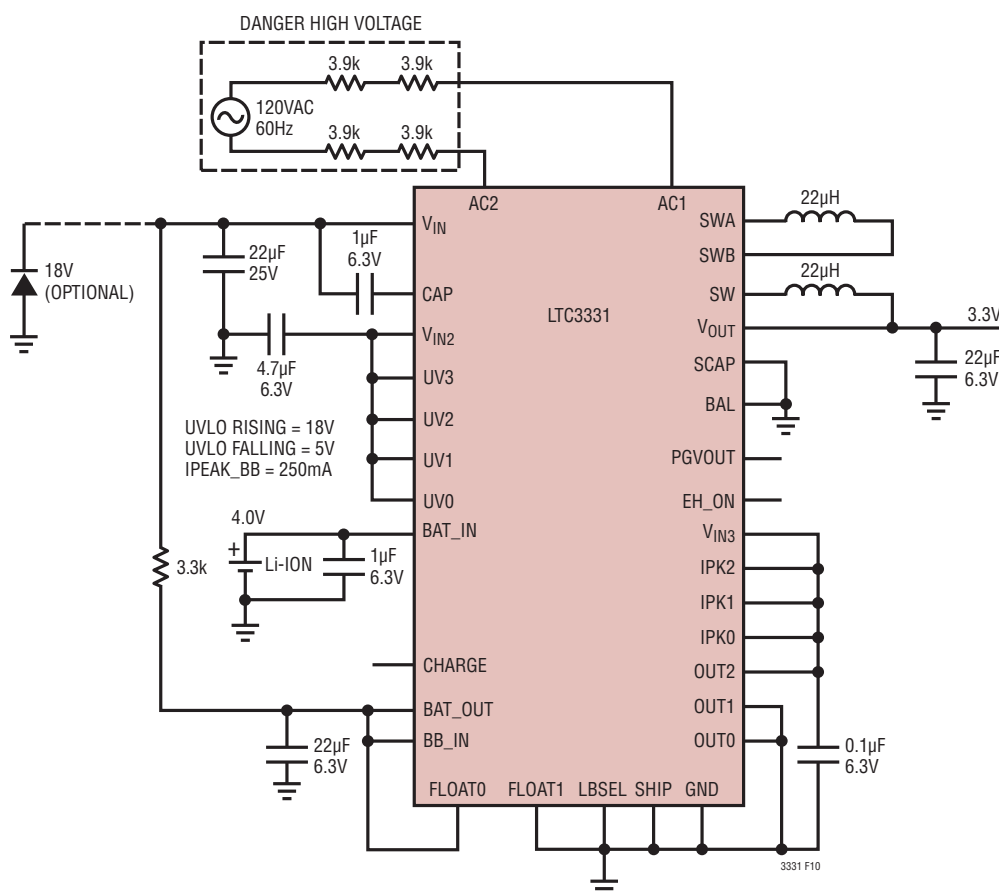


図10. AC電源駆動の5V UPS

EH_ONを使用したV_{OUT}の設定

EH_ON出力は、環境発電入力またはバッテリーのどちらが出力に電力を供給しているかを示します。このデータシートの最終ページのアプリケーションでは、OUT2入力に接続されたEH_ON出力を示しています。EH_ONが“L”のとき、出力は2.5Vに設定されるので、バッテリーが出力に電力を供給します。環境発電を使用可能な場合、EH_ONは“H”であり、出力は3.6Vに設定されて、環境発電エネルギーの蓄積量増加が

可能になります。環境発電入力なくなると、出力はもう一度2.5Vに設定され、昇降圧コンバータはスリープ状態になり、出力が放電されて復帰しきい値に達するまでスリープ状態が続きます。環境発電入力が一時的に失われても3.6Vの蓄電エネルギーで十分乗り切れる場合は、バッテリーの消費電流だけがスリープ状態での静止電流になります。

アプリケーション情報

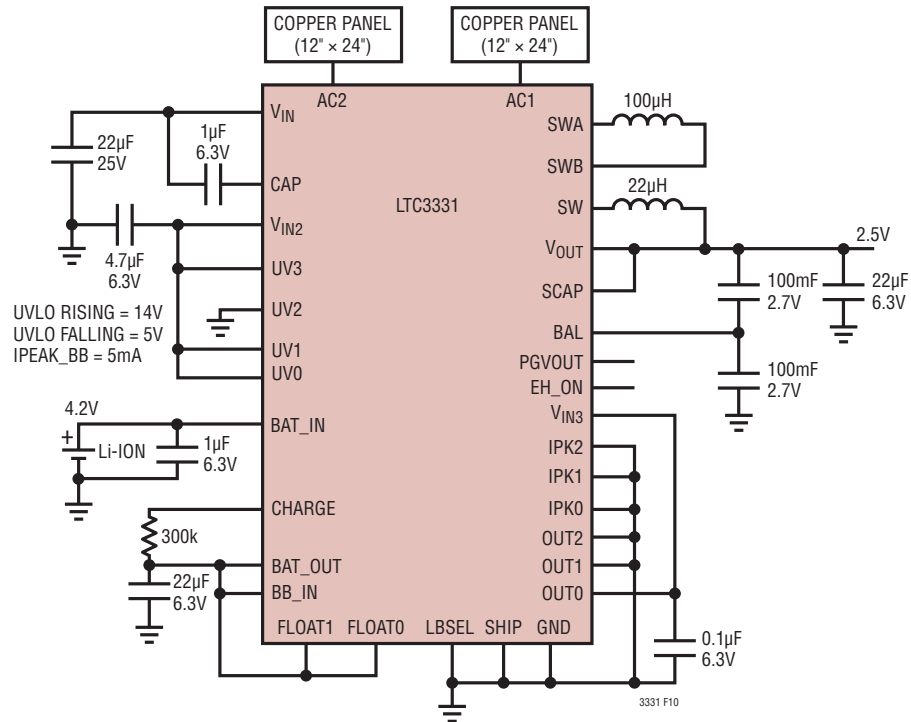


図 11. 電界を利用した環境発電装置

アプリケーション情報

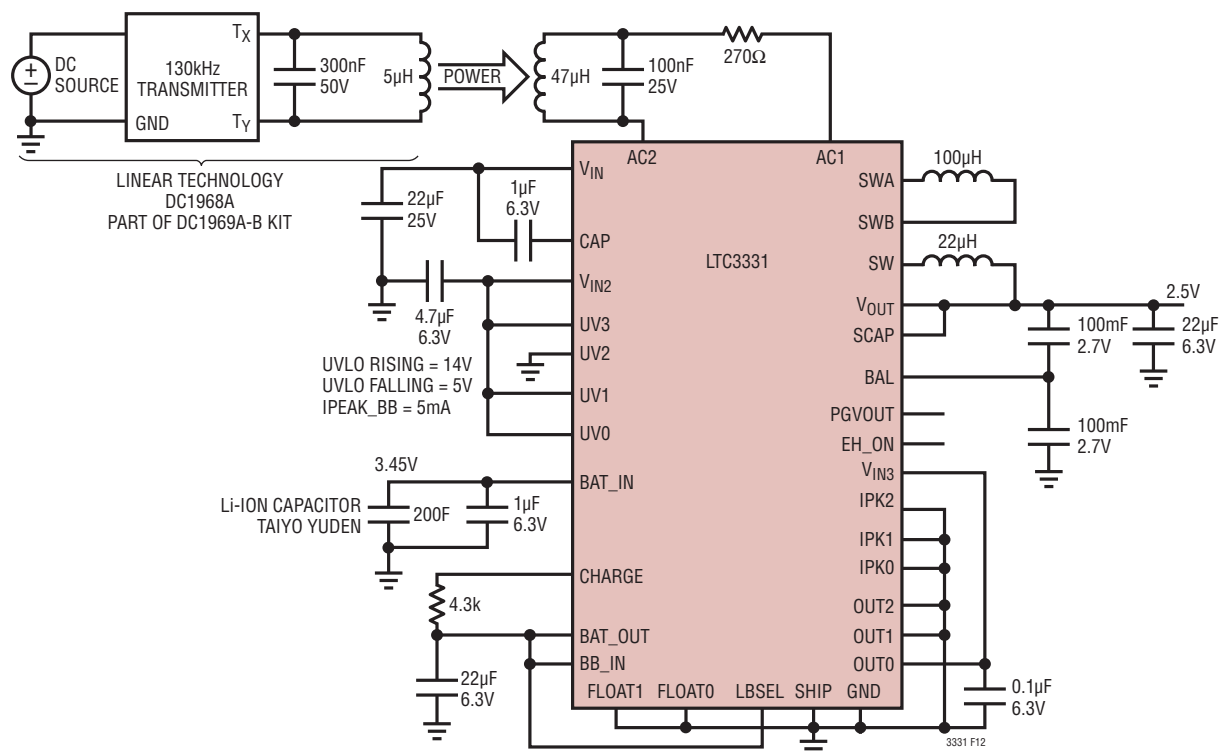
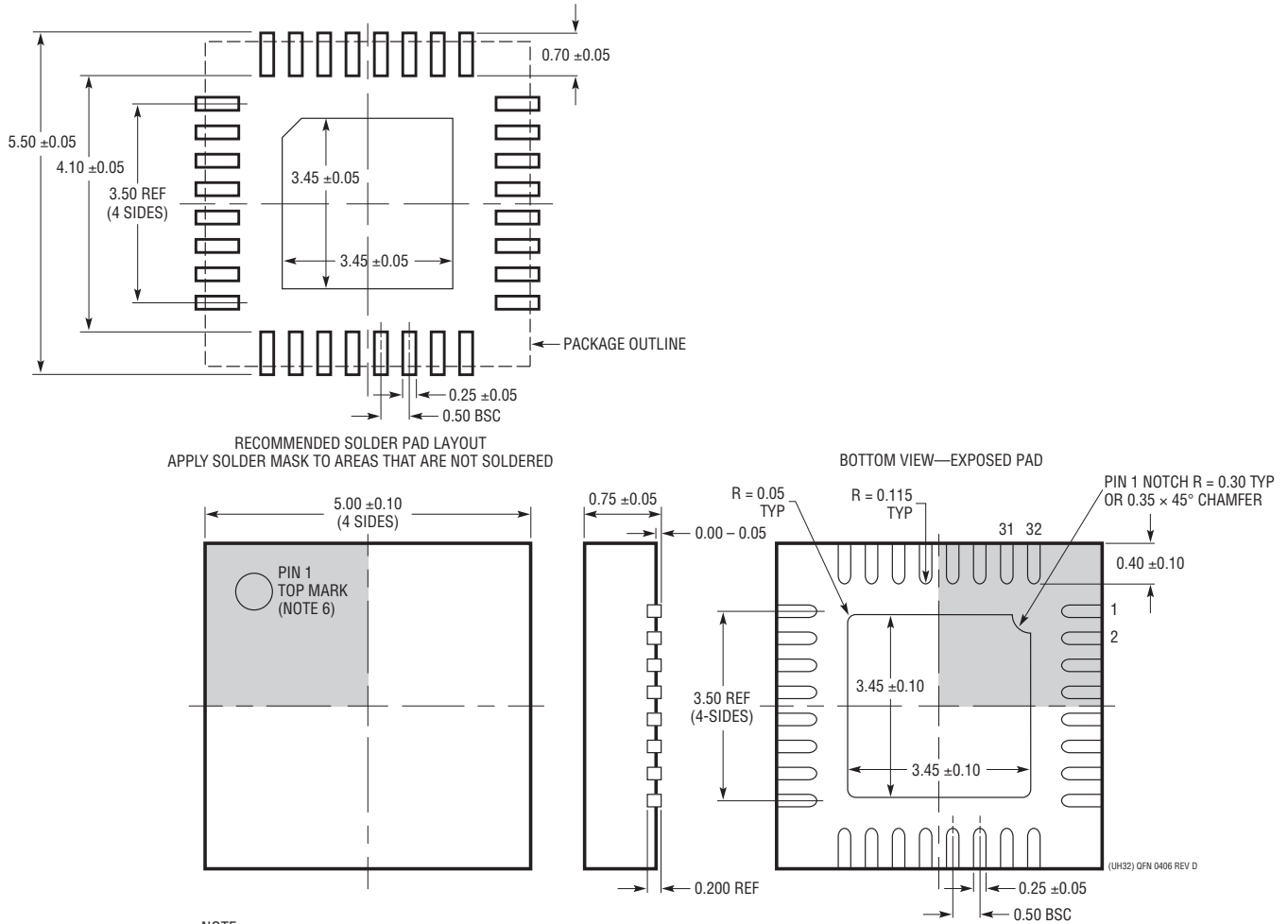


図12. ワイヤレス・バッテリー・チャージャ

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。

UH Package
32-Lead Plastic QFN (5mm × 5mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1693 Rev D)



- NOTE:
- 図は JEDEC のパッケージ外形 MO-220 のバリエーション (WHHD-(X)) に含めるよう提案されている (承認待ち)
 - 図は実寸とは異なる
 - すべての寸法はミリメートル
 - 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 0.20mm を超えないこと
 - 露出パッドは半田メッキとする
 - 網掛け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

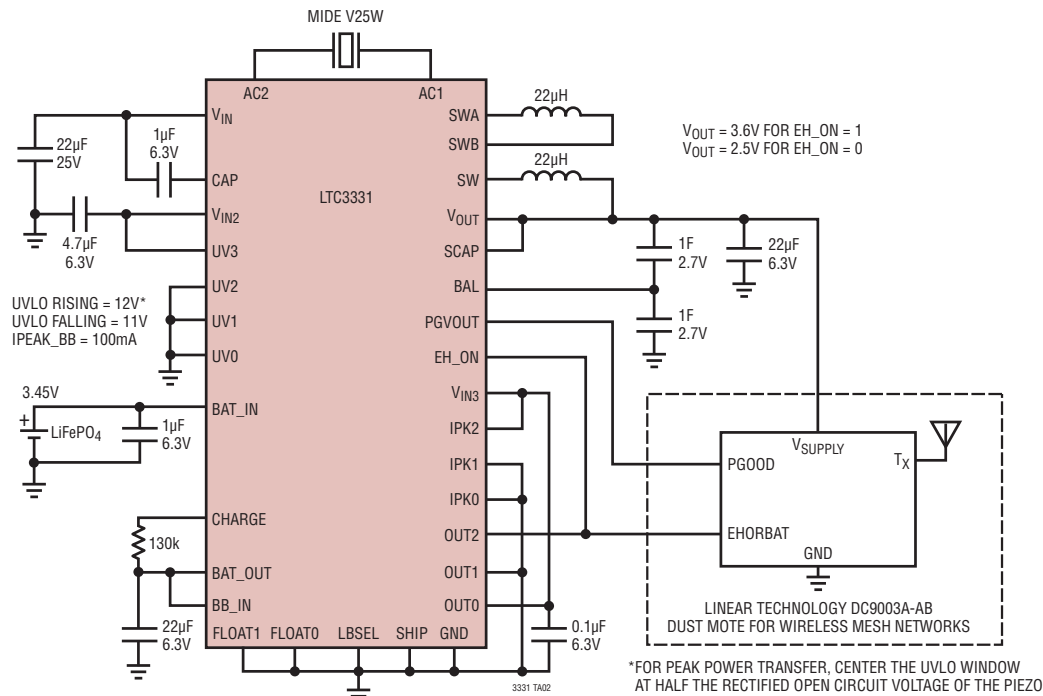
改訂履歴

Rev	日付	概要	ページ番号
A	7/14	「関連製品」リストのLTC3330のI _Q を明確化。	34

LTC3331

標準的応用例

出力のスーパーキャパシタにエネルギーを貯蔵するワイヤレス・メッシュ・ネットワーク用のUPSシステム



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3330	環境発電(エナジーハーベスト)バッテリー寿命延長回路を内蔵したナノパワー昇降圧DC/DCコンバータ	V_{IN} : 2.7V ~ 20V, BAT : 1.8V ~ 5.5V, I_Q : 750nA, 5mm×5mm QFN-32パッケージ
LTC3588-1/ LTC3588-2	出力電流が最大100mAのナノパワー環境発電(エナジーハーベスト)電源	V_{IN} : 2.7V ~ 20V, V_{OUT} : 固定 1.8V ~ 5V, I_Q = 950nA, I_{SD} = 450nA, MSOP-10, 3mm×3mm DFN-10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_{REF} : 1.25V, 2.25V, 4.096V, I_Q = 800nA, I_{SD} < 1µA, SO-8パッケージ
LTC1540	リファレンス付きナノパワー・コンパレータ	V_{IN} : 2V ~ 11V, I_Q = 0.3µA, I_{SD} < 1µA, 3mm×3mm DFN-8パッケージ
LT3009	I_Q が3µAの20mA低ドロップアウト・レギュレータ	V_{IN} : 1.6V ~ 20V, V_{OUT} : 0.6V, 固定出力電圧: 1.2V ~ 5V, I_Q = 3µA, I_{SD} < 1µA, SC-70-8, 2mm×2mm DFN-8パッケージ
LTC3105	最大電力点制御と250mVでの起動を特長とする400mA昇圧コンバータ	V_{IN} : 0.2V ~ 5V, V_{OUT} : 最大5.25V, I_Q = 22µA, I_{SD} < 1µA, 3mm×3mm DFN-10, MSOP-12パッケージ
LTC3108	超低電圧昇圧コンバータおよびパワーマネージャ	V_{IN} : 0.02V ~ 1V, V_{OUT} : 固定 2.35V ~ 5V, I_Q = 7µA, I_{SD} < 1µA, TSSOP-16, 3mm×4mm DFN-12パッケージ
LTC3109	Auto-Polarity, 超低電圧昇圧コンバータ&パワーマネージャ	V_{IN} : 0.03V ~ 1V, V_{OUT} : 固定 2.35V ~ 5V, I_Q = 7µA, I_{SD} < 1µA, SSOP-20, 4mm×4mm QFN-20パッケージ
LTC3388-1/ LTC3388-3	20V/50mA高効率ナノパワー降圧レギュレータ	V_{IN} : 2.7V ~ 20V, V_{OUT} : 固定 1.1V ~ 5.5V, I_Q = 720nA, I_{SD} = 400nA, MSOP-10, 3mm×3mm DFN-10パッケージ
LTC4070	50mAマイクロパワー・シャント・リチウムイオン・チャージャ	$V_{OUT(MIN)}$: 4V, 4.1V, 4.2V, I_Q = 450nA, I_{SD} = 45nA, MSOP-8, 2mm×3mm DFN-8パッケージ
LTC4071	PowerPath™制御機能を備えた50mAマイクロパワー・シャント・リチウムイオン・チャージャ	$V_{OUT(MIN)}$: 4V, 4.1V, 4.2V, I_Q = 450nA, I_{SD} = 45nA, MSOP-8, 2mm×3mm DFN-8パッケージ
LTC3129/ LTC3129-1	マイクロパワーの200mA同期整流式昇降圧DC/DCコンバータ	V_{IN} : 2.42V ~ 15V, V_{OUT} : 1.4V ~ 15V, I_Q = 1.3µA, I_{SD} = 10nA, MSOP-16E, 3mm×3mm QFN-16パッケージ

3331fa