

PowerPathを備えた 静止電流が1.6 μ Aの 300mA 低電圧昇降圧コンバータ

特長

- 内蔵されたPowerPath™マネージャによるデュアル入力昇降圧
- 極めて低い起動電圧: 850mV (バックアップ電源なし)、300mV (バックアップ電源あり)
- 一次電池または再充電可能なバックアップ・バッテリーに対応
- V_{OUT} および V_{STORE} をデジタルに選択可能
- 最大電力点制御
- 超低静止電流: 1.6 μ A
- 出力電圧より高い、低い、または等しい V_{IN} または V_{STORE} で安定化される出力
- オプションのバックアップ・バッテリー・トリクル・チャージャ
- バッテリーの保管寿命を維持するセルフ・モードの切断機能
- Burst Mode® 動作
- 高精度のRUNピンしきい値
- パワーグッド出力電圧インジケータ
- 選択可能なピーク電流制限値: 90mA/650mA
- 熱特性が改善された3mm \times 4mmの16ピンQFNパッケージと20ピンTSSOPパッケージ

アプリケーション

- ワイヤレス・センサ・ネットワーク
- 家庭用または事務所用建物の自動化
- 環境発電
- リモート・センサ

概要

LTC®3106は、マルチソース低消費電力システム用に最適化され、自動PowerPath マネージメントを備えた集積度の高い超低電圧昇降圧DC/DCコンバータです。無負荷時に、最大5Vの出力電圧を生成しながら、LTC3106のいずれかの入力電源には1.6 μ Aの電流しか流れません。

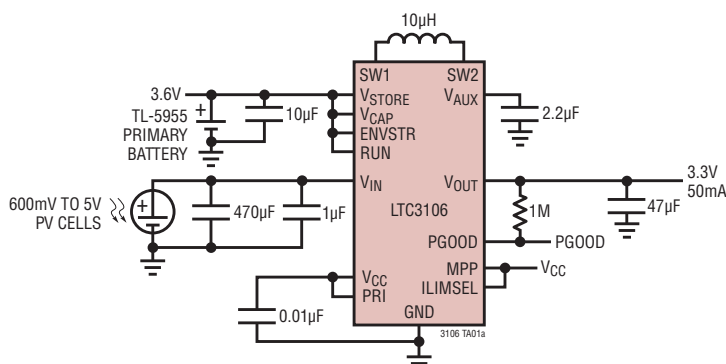
主電源が使用できなくなった場合、LTC3106はシームレスにバックアップ電源に切り替えます。LTC3106は、再充電可能なバッテリーまたは一次電池バッテリーのいずれかに対応することができ、使用可能な余剰エネルギーが存在する場合、バックアップ・バッテリーをトリクル充電できます。オプションの最大電力点制御によって、電源と負荷の間の電力転送を最適化できます。出力電圧およびバックアップ電圧(V_{STORE})はデジタルに設定され、必要な外付け部品を削減します。消費電力ゼロのセルフ・モードによって、バックアップ・バッテリーは、長期間LTC3106に接続されたままでも、充電された状態を維持できます。

その他の特長には、高精度のターンオン電圧、 V_{OUT} 用のパワーグッド・インジケータ、低消費電力アプリケーション用のユーザー選択可能な100mAのピーク電流制限設定、サーマル・シャットダウン、ユーザー選択可能なバックアップ電源と出力電圧などがあります。

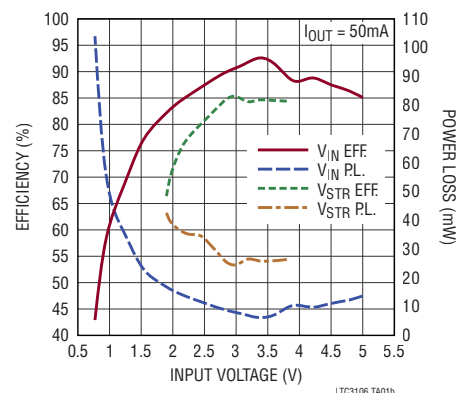
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology、Linearのロゴ、Eterna、およびBurst Modeはリニアテクノロジー社の登録商標です。PowerPathはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。7432695および6366066を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例

一次電池バックアップを備える太陽電池入力



効率と入力電圧



LTC3106

絶対最大定格 (Note 1, 6)

電源電圧

V_{IN} 、 V_{STORE} 、 V_{OUT} 、 V_{CAP}-0.3V ~ 6V
他のすべてのピン.....-0.3V ~ 6V

動作接合部温度範囲

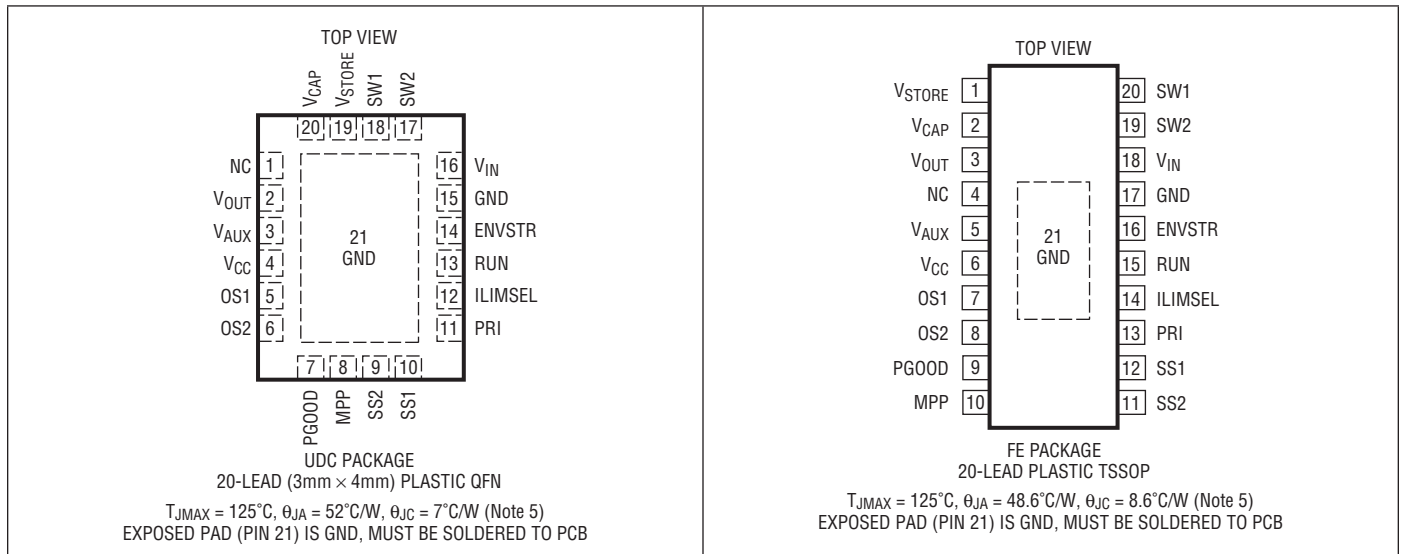
(Note 2, 3).....-40°C ~ 125°C

保存温度範囲.....-65°C ~ 150°C

リード温度 (半田付け、10 秒)

FE パッケージ.....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
LTC3106EUDC#PBF	LTC3106EUDC#TRPBF	LGQH	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3106IUDC#PBF	LTC3106IUDC#TRPBF	LGQH	20-Lead (3mm×4mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LTC3106EFE#PBF	LTC3106EFE#TRPBF	LTC3106FE	20-Lead Plastic TSSOP	-40°C to 125°C
LTC3106IFE#PBF	LTC3106IFE#TRPBF	LTC3106FE	20-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。* 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。

無鉛仕上げ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。

#TRMPBFの接尾辞の付いた一部のパッケージは、指定販売チャネルを通じて500個単位のリールで提供されます。

電氣的特性

●は規定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(Notes 2)。

注記がない限り、レギュレーション状態では $V_{IN}=1.5\text{V}$ 、 $V_{OUT}=3.3\text{V}$ 、 $V_{STORE}=3.6\text{V}$ 、および V_{AUX} 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS	
V _{IN} Start-Up Voltage	Start-Up from V _{IN} , V _{OUT} = V _{AUX} = V _{STORE} = 0V, RUN = V _{IN}	●		0.85	1.2	V	
V _{IN} Maximum Operating Voltage					5.1	V	
V _{IN} Minimum Operating Voltage	V _{STORE} in Operating Voltage Limits, RUN > 0.613V, ENVSTR Pin > 0.8V (Minimum Voltage Is Load Dependent)	●	0.25	0.3	0.35	V	
V _{IN} Minimum No-Load Start-Up Power	Start-Up from V _{IN} , RUN = V _{IN} , V _{OUT} = V _{AUX} = V _{STORE} = 0V			12		μW	
V _{IN} Undervoltage Quiescent Current	Start-Up from V _{IN} , RUN = V _{IN} , V _{OUT} = V _{AUX} = V _{STORE} = 0V	●		1	2	μA	
Shutdown Current – V _{IN}	V _{STORE} = 0V, RUN = 0 T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●		300 300	750 450	nA nA	
Quiescent Current – V _{IN}	Switching Enabled, V _{OUT} in Regulation, Non-Switching	●		0.1	1	μA	
	Switching Enabled, V _{OUT} in Regulation, Non-Switching, T _J = –40°C to 85°C (Note 4)			0.1	0.3	μA	
V _{STORE} Maximum Operating Voltage	PRI = V _{CC} , ENVSTR = V _{STORE}	●			4.3	V	
V _{STORE} Minimum Operating Voltage	V _{OUT} in Regulation, V _{CAP} Shorted to V _{STORE} , PRI = V _{CC} , ENVSTR = V _{STORE}		2.1			V	
V _{STORE} Under Voltage Lockout	PRI = V _{CC} , ENVSTR = V _{STORE}	●	1.730	1.778	1.826	V	
V _{STORE} Operating Voltage (Note 7)	SS1 = 0V, SS2 = 0V	OV UV	● ●	3.90 2.70	4.00 2.78	4.10 2.86	V V
	SS1 = 0V, SS2 = V _{CC}	OV UV	● ●	2.81 1.85	2.90 1.90	2.99 1.95	V V
	SS1 = V _{CC} , SS2 = 0V	OV UV	● ●	2.91 2.08	3.00 2.15	3.08 2.21	V V
	SS1 = V _{CC} , SS2 = V _{CC}	OV UV	● ●	3.90 2.91	4.00 3.00	4.10 3.08	V V
	Output Regulation Voltage	1.8V V _{OUT} Selected T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●	1.75	1.8	1.85	V
				1.755	1.8	1.845	V
	2.2V V _{OUT} Selected T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●	2.14	2.2	2.25	V	
			2.145	2.2	2.245	V	
	3.3V V _{OUT} Selected T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●	3.22	3.3	3.40	V	
			3.23	3.3	3.38	V	
	5V V _{OUT} Selected T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●	4.90	5.0	5.10	V	
			4.92	5.0	5.08	V	
Quiescent Current – V _{AUX}	Enabled, V _{OUT} in Regulation, Non-Switching, T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●		1.6 1.6	3 2.5	μA μA	
Quiescent Current – V _{OUT}	Enabled, V _{OUT} in Regulation, Non-Switching, T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●		0.1 0.1	1 0.3	μA μA	
Quiescent Current – V _{STORE}	Enabled, V _{OUT} in Regulation, Non-Switching, V _{CAP} Shorted to V _{STORE} T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●		0.1	1	μA	
				0.1	0.3	μA	
Shutdown Current – V _{STORE}	V _{IN} = 0V, V _{CAP} Shorted to V _{STORE} , ENVSTR = 0V T _J = –40°C to 85°C (Note 4)	●		0.1 0.1	0.7 0.3	μA μA	
Shelf Mode V _{STORE} Leakage Current	Isolated V _{STORE} , ENVSTR = 0V			0.1	25	nA	
N-Channel MOSFETs – Leakage Current	B and C Switches			0.1	1	μA	
P-Channel MOSFETs – Leakage Current	A1, A2, D1 and D2 Switches			0.1	1	μA	
N-Channel MOSFET B and C Switch R _{DS(ON)}	V _{IN} = 5V			0.5		Ω	
P-Channel MOSFET A1 R _{DS(ON)}	V _{IN} = 5V			0.5		Ω	
P-Channel MOSFET A2 R _{DS(ON)}	V _{STORE} = V _{CAP} = 4.2V			1.9		Ω	
P-Channel MOSFET D1 R _{DS(ON)}	V _{OUT} = 3.3V			0.9		Ω	
P-Channel MOSFET D2 R _{DS(ON)}	V _{STORE} = V _{CAP} = 4.2V			2.9		Ω	

3106f

電氣的特性

●は規定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、レギュレーション状態では $V_{IN} = 1.5\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{STORE} = 3.6\text{V}$ 、および V_{AUX} 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
P-Channel MOSFET AUXSW $R_{DS(ON)}$	$V_{AUX} = 5.4\text{V}$		3		Ω
P-Channel V_{STORE} Isolation MOSFET $R_{DS(ON)}$	$V_{STORE} = 4.2\text{V}$		2		Ω
Peak Current Limit (V_{OUT})	V_{OUT} Powered from V_{IN} , $ILIMSEL > 0.8\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{IN} , $ILIMSEL = 0\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{STORE} , $ILIMSEL > 0.8\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{STORE} , $ILIMSEL = 0\text{V}$	● 530 ● 60 ● 140 ● 60	725 100 200 100		mA mA mA mA
VALLEY Current Limit	V_{OUT} Powered from V_{IN} , $ILIMSEL > 0.8\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{IN} , $ILIMSEL = 0\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{STORE} , $ILIMSEL > 0.8\text{V}$ V_{OUT} Powered from V_{STORE} , $ILIMSEL = 0\text{V}$	● 300 ● 10 ● 30 ● 10	400 44 70 44		mA mA mA mA
Peak Current Limit (V_{STORE} Charging)	V_{STORE} Powered from V_{IN}	● 60	100		mA
PGOOD Threshold	V_{OUT} Falling, Percentage Below V_{OUT}	-11	-9	-7	%
PGOOD Hysteresis	Percentage of V_{OUT}		3		%
PGOOD Voltage Low	$I_{PGOOD} = 100\mu\text{A}$		0.2		V
PGOOD Leakage Current	$V_{PGOOD} = 5\text{V}$		0.1	10	nA
V_{IH} Digital Input High Logic Level	Pins: OS[1:2], SS[1:2], $ILIMSEL$, $ENVSTR$, PRI	● 0.8			V
V_{IL} Digital Input Low Logic Level	Pins: OS[1:2], SS[1:2], $ILIMSEL$, $ENVSTR$, PRI	●		0.3	V
Digital Input Leakage Current	Pin Voltage = 5.2V , Pins: OS[1:2], SS[1:2], $ILIMSEL$, PRI		0.1	10	nA
$ENVSTR$ Input Leakage Current		●	44	80	nA
Auxiliary Voltage Threshold	V_{AUX} Rising		5.2		V
Auxiliary Voltage Hysteresis	V_{AUX} Falling, Restart V_{AUX} Charging		50		mV
MPP Pin Output Current	$V_{MPP} = 0.6\text{V}$	● 1.21	1.5	1.72	μA
MPP Pin Shutdown Current	$V_{MPP} = V_{CC}$		0.1	10	nA
MPP Disable Threshold	Voltage Below V_{CC}		-1	-0.8	V
RUN Threshold - Enable Reference		● 0.15	0.4	0.55	V
Accurate RUN Threshold - Enable Switching from V_{IN}	RUN Pin Voltage Increasing $T_J = -40^\circ\text{C}$ to 85°C (Note 4)	● 0.585 0.591	0.6 0.6	0.615 0.609	V V
Accurate RUN Hysteresis			100		mV
RUN Input Current			0.1	10	nA

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与えるおそれがある。

Note 2: LTC3106 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。LTC3106E は、 0°C ~ 85°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°C ~ 125°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学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC3106I は -40°C ~ 125°C の全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。

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

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

Note 3: このデバイス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を備えている。この保護機能が動作しているときは、接合部温度が最大定格を超えている。最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうか、またはデバイスに永続的損傷を与える恐れがある。

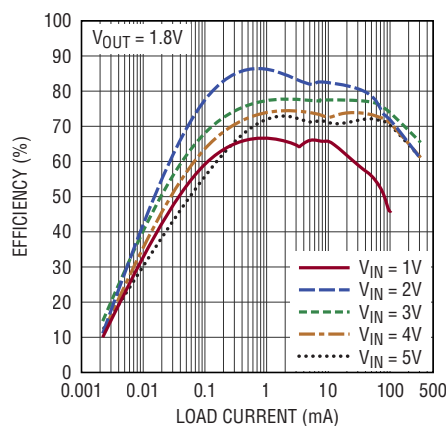
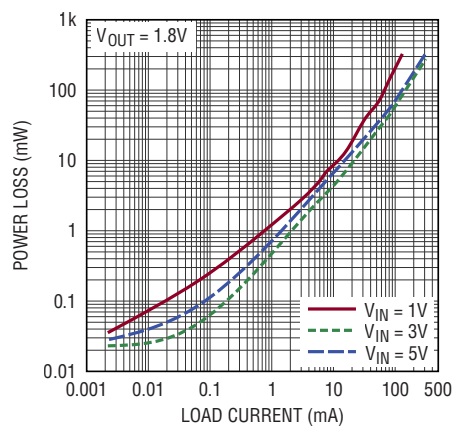
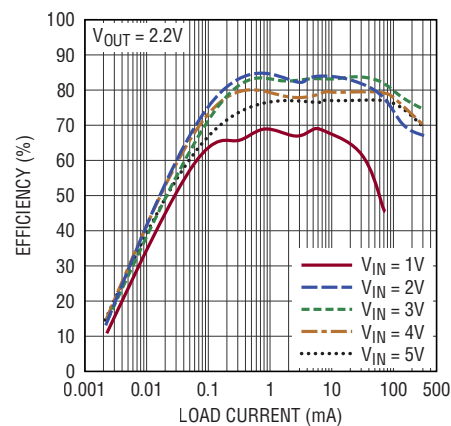
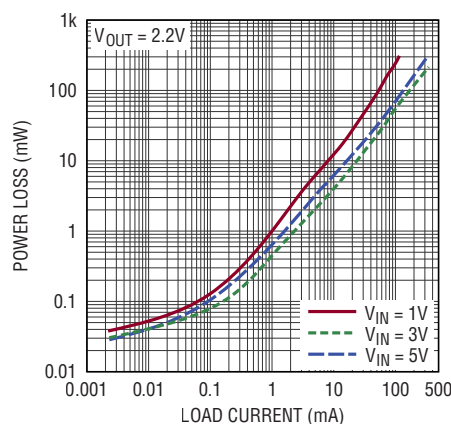
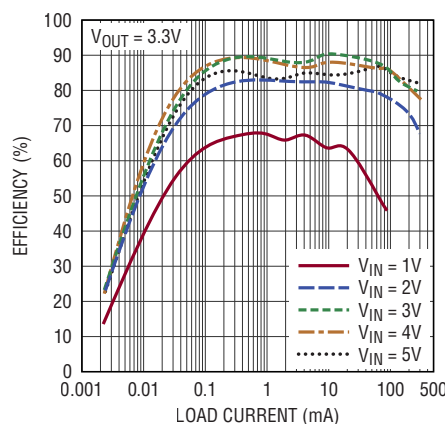
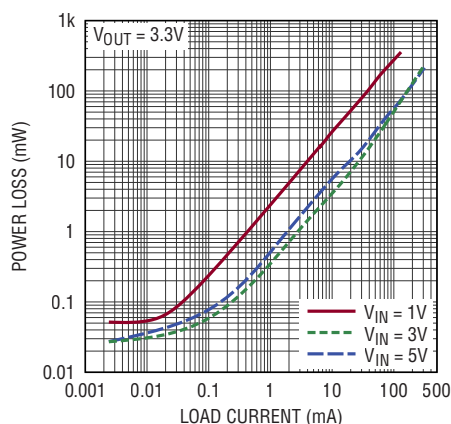
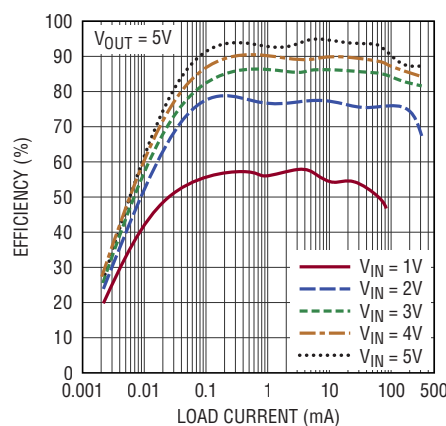
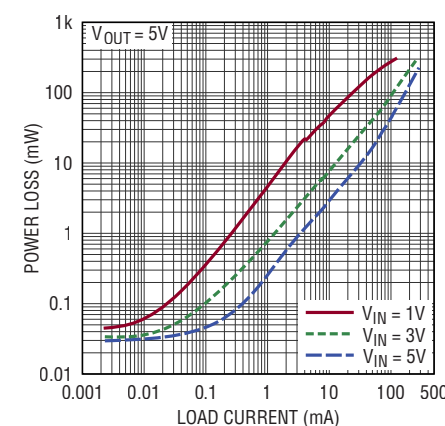
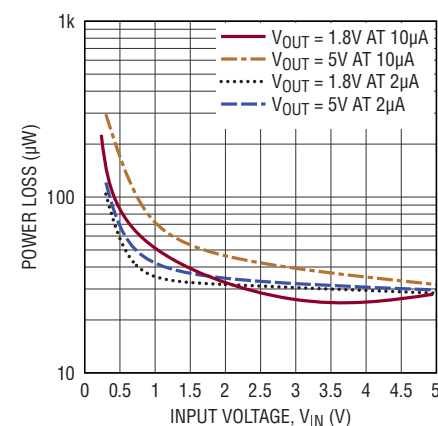
Note 4: 仕様は設計によって保証されており、製造時に全数テストは行われない。

Note 5: パッケージの露出した裏面を PC ボードに半田付けしないと、熱抵抗が大きくなる。

Note 6: デモボード、またはデータシートに使用または説明されているような良好なレイアウト方法が使用されていれば、絶対最大定格で規定されている DC 制限値を超える電圧トランジェントが SW ピンにかかっても、通常動作が中断されることはない。

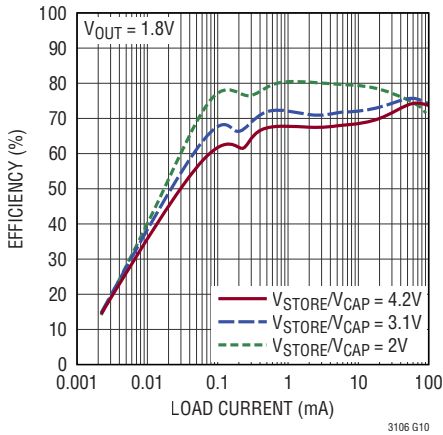
Note 7: $PRI = GND$ である場合、 V_{IN} から余剰エネルギーを使用できる間は、 V_{STORE} での充電が可能。0V に近い値および UV に近い値は、LTC3106 によって制御される最大充電レベルおよび最大放電レベルである。

Note 8: デバイスの電氣的特性の一部は、標準的な動作条件とは異なる可能性のある開ループ・テスト構成で測定される。それらの動作条件の違いは、パラメータの精度にとって重要ではなく、動作に影響を与えない。

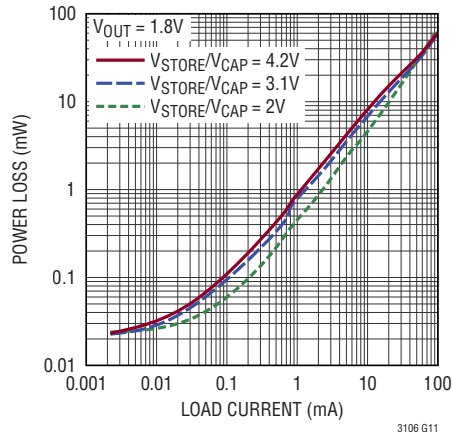
標準的性能特性 注記がない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 V_{IN} の効率と負荷電流 V_{IN} 電力損失と負荷電流 V_{IN} の効率と負荷電流 V_{IN} 電力損失と負荷電流 V_{IN} の効率と負荷電流 V_{IN} 電力損失と負荷電流 V_{IN} の効率と負荷電流 V_{IN} 電力損失と負荷電流軽負荷時の電力損失と入力電圧 (V_{IN})

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

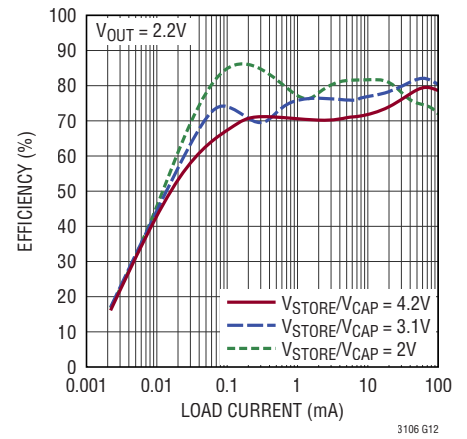
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ の効率と負荷電流



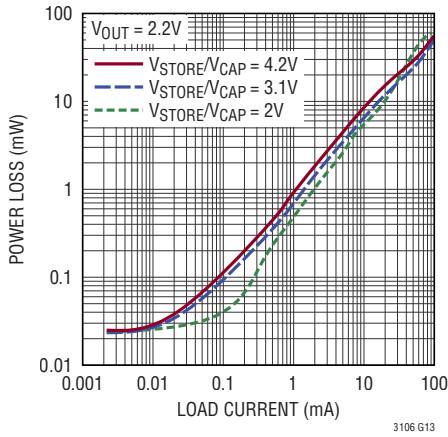
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ 電力損失と負荷電流



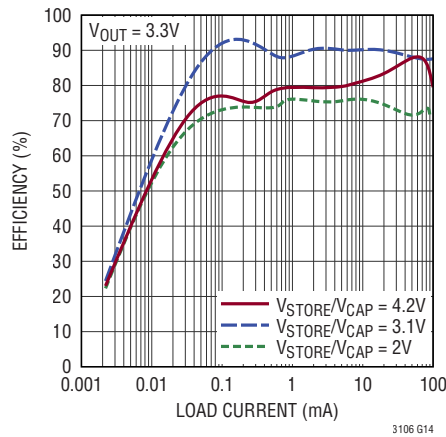
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ の効率と負荷電流



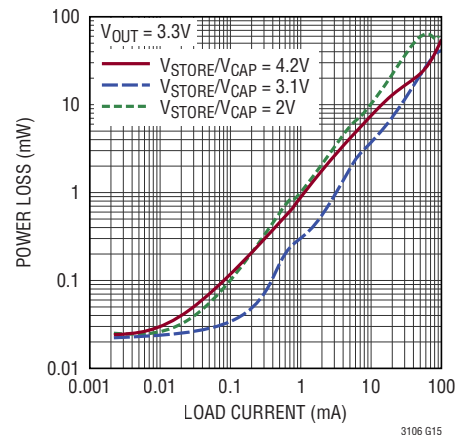
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ 電力損失と負荷電流



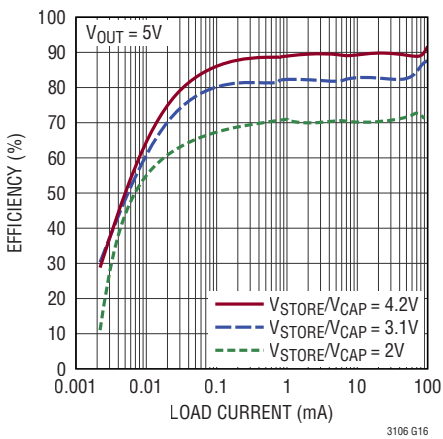
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ の効率と負荷電流



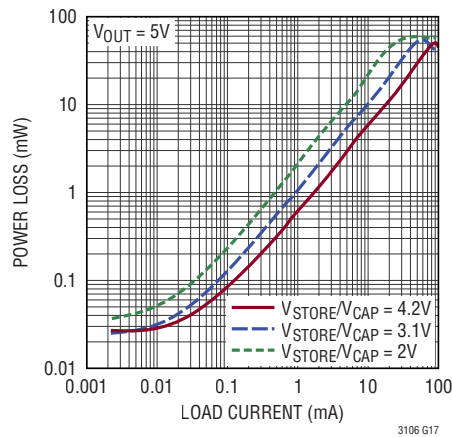
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ 電力損失と負荷電流



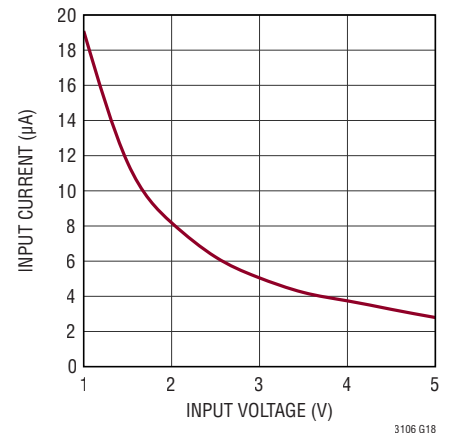
$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ の効率と負荷電流



$V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$ 電力損失と負荷電流

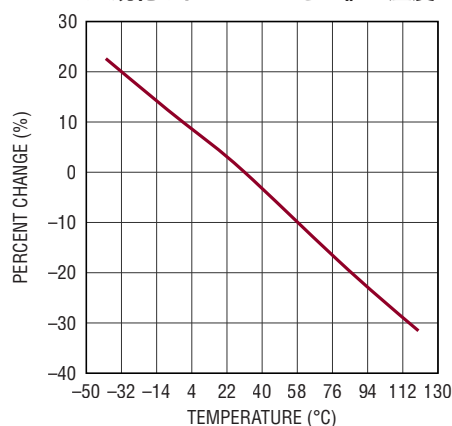
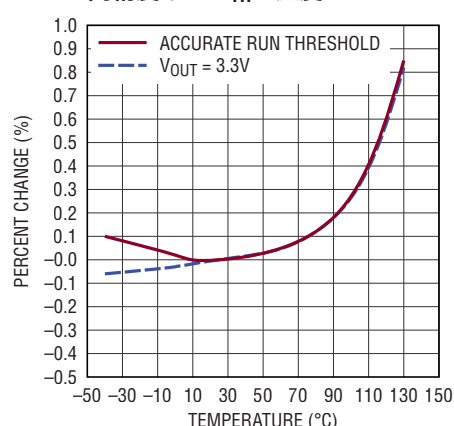
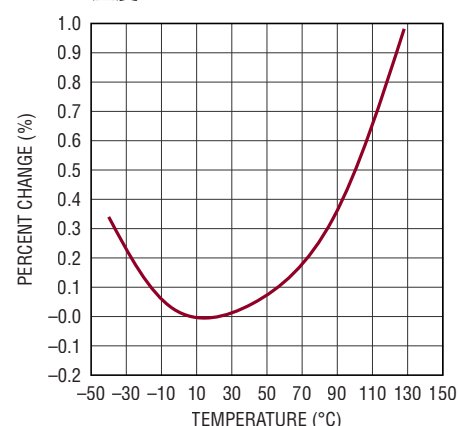
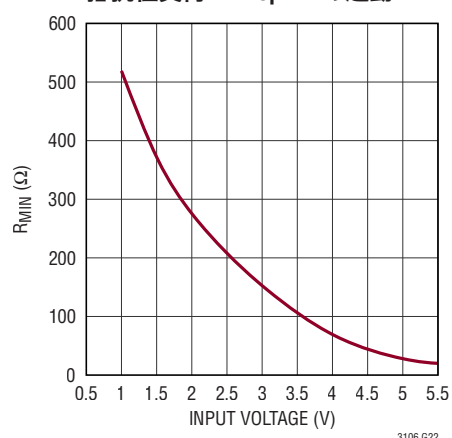
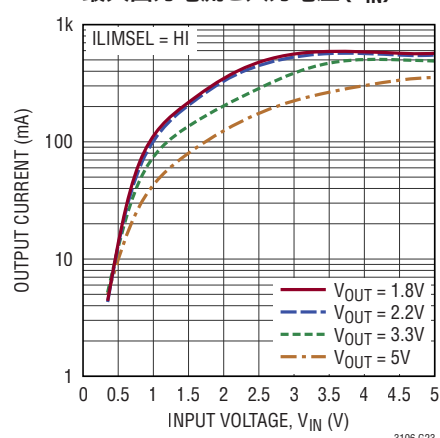
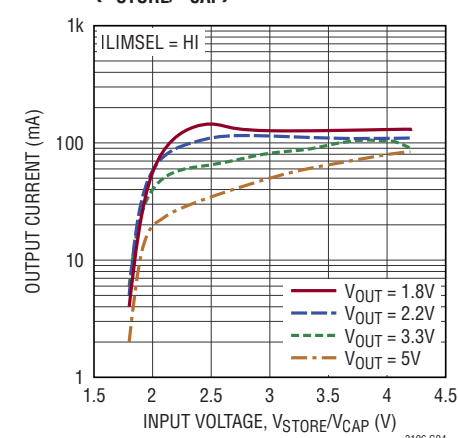
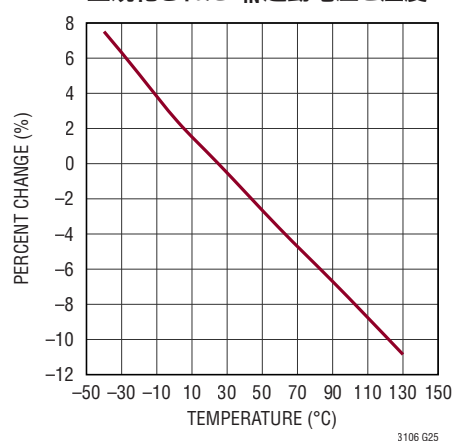
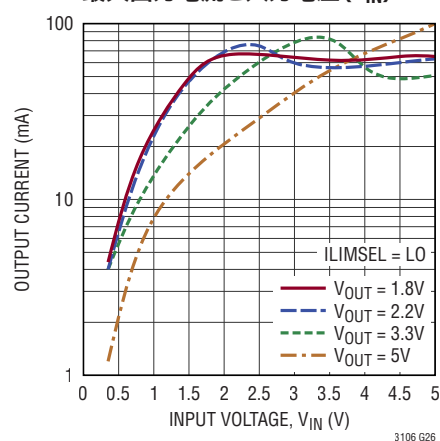
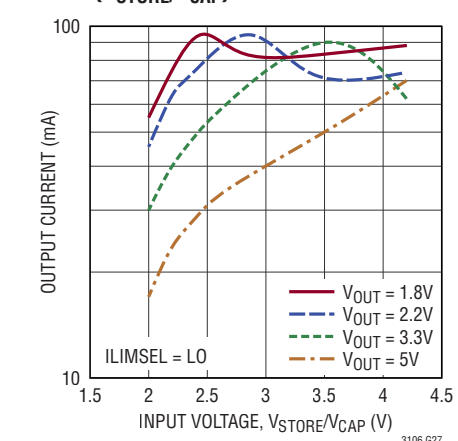


無負荷での入力電流と入力電圧



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

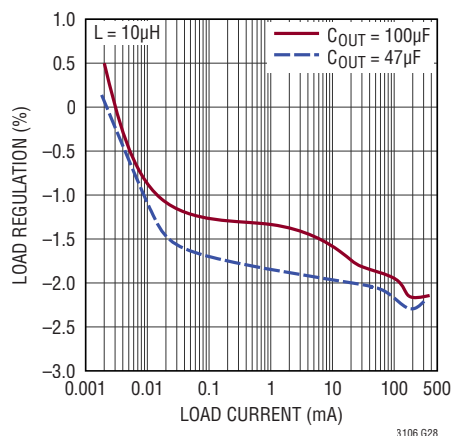
正規化された RUN しきい値と温度

正規化された V_{OUT} 、
高精度な RUN_{TH} と温度正規化された入力電圧 UVLO と
温度抵抗性負荷 $L = 10\mu\text{H}$ への起動最大出力電流と入力電圧 (V_{IN})最大出力電流と入力電圧
($V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$)正規化された V_{IN} 起動電圧と温度最大出力電流と入力電圧 (V_{IN})最大出力電流と入力電圧
($V_{\text{STORE}}/V_{\text{CAP}}$)

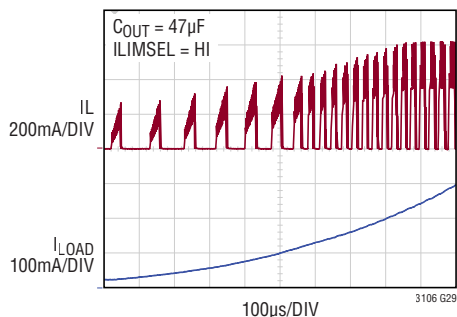
LTC3106

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

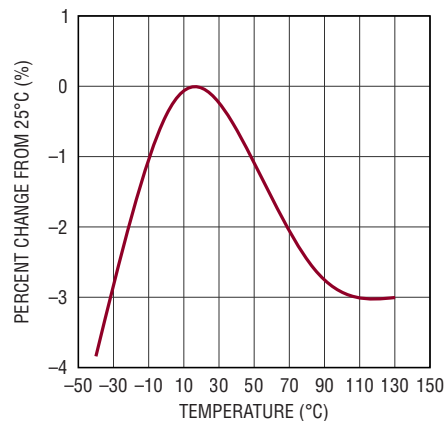
正規化された出力電圧
レギュレーションと負荷電流



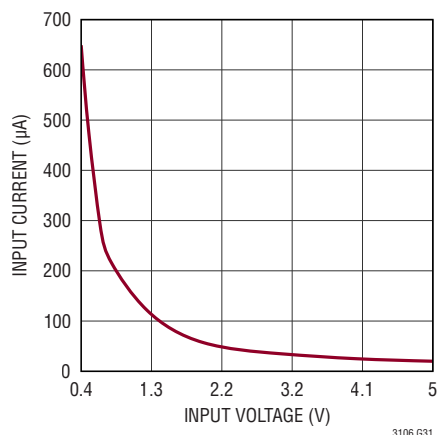
インダクタ電流と負荷電流



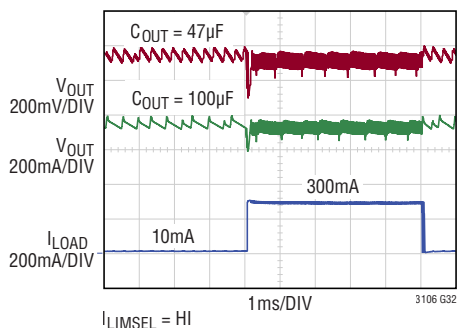
正規化されたMPP出力と温度



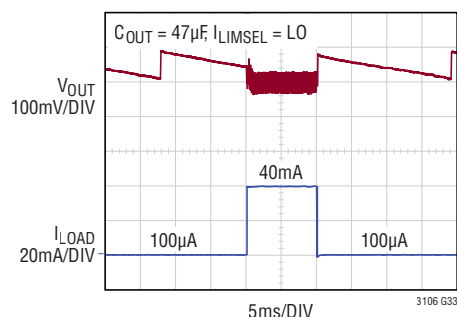
無負荷での入力電流と入力電圧
(MPPはイネーブル)



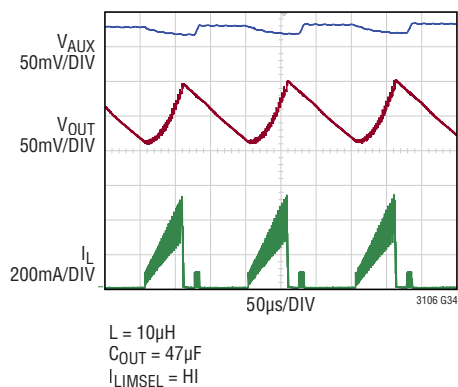
5VIN 入力/3.3VOUT 出力の
負荷ステップ (10mA ~ 300mA)



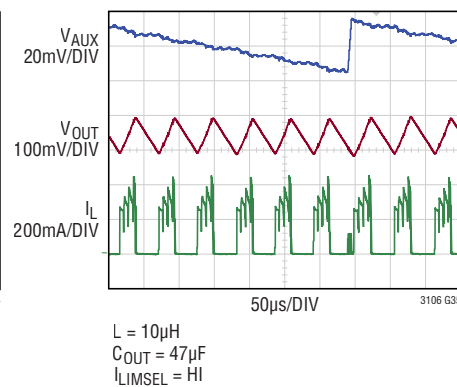
5VIN 入力/3.3VOUT 出力の
負荷ステップ (100µA ~ 40mA)



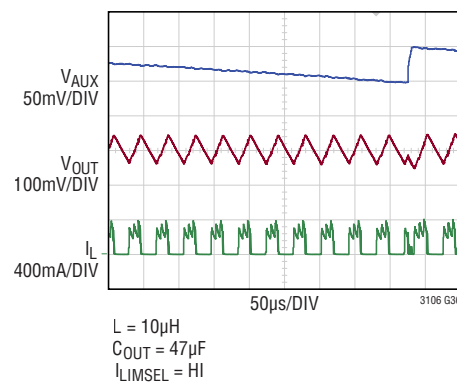
$V_{IN} = 1.5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、
100mAでの昇圧モード

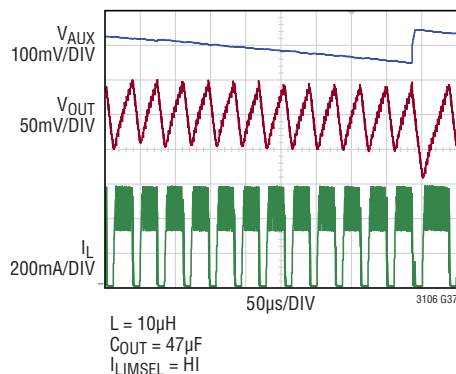
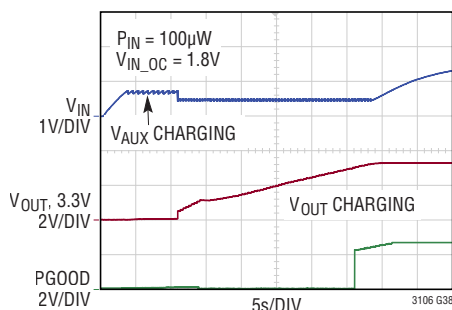
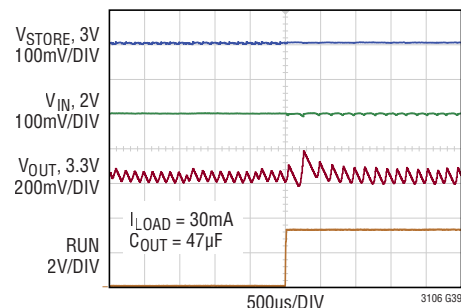
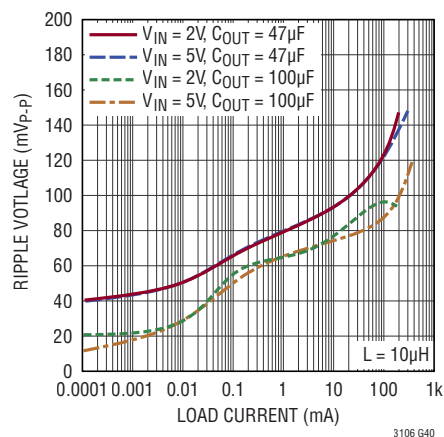
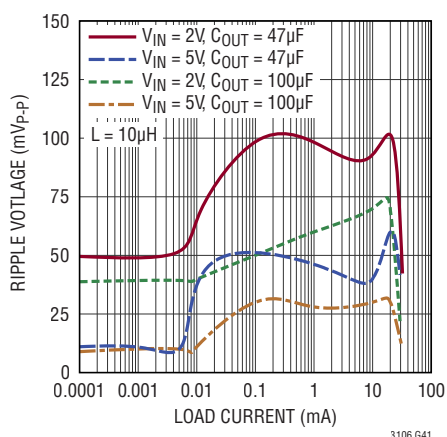
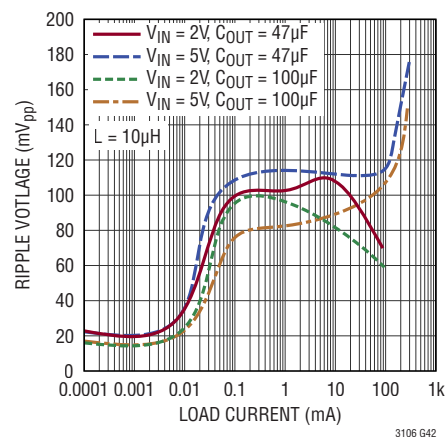
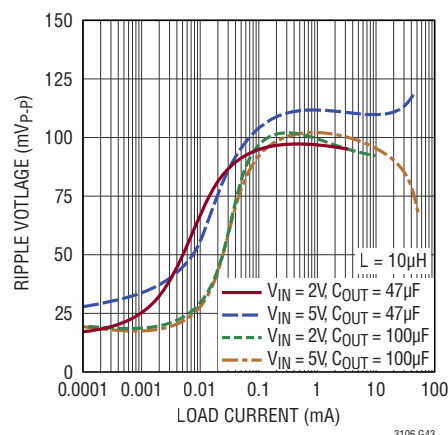
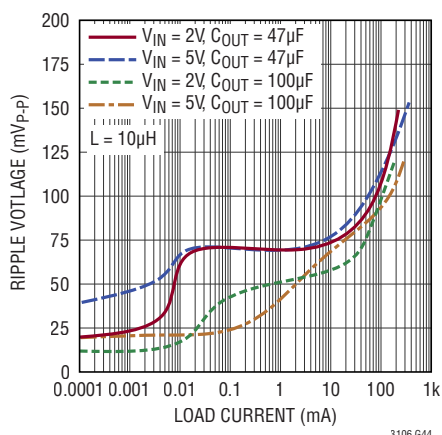
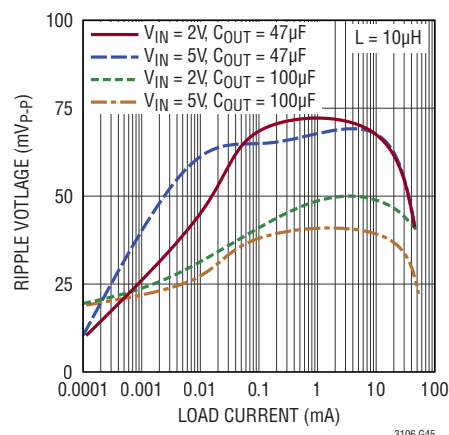


$V_{IN} = 3.5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、
100mAでの昇降圧モード



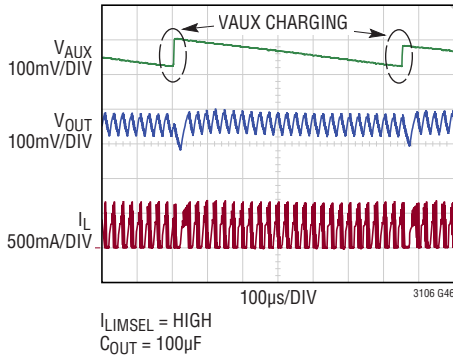
$V_{IN} = 4.3\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$ 、
100mAでの降圧モード



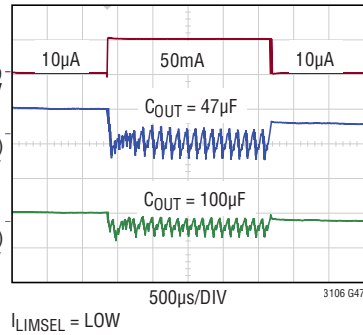
標準的性能特性 注記がない限り $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。 $V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, 300mA での降圧モード無負荷での低消費電力電源
 $V_{STORE} = 0\text{V}$, $V_{IN} = \text{RUN}$ からの起動 V_{STORE} から V_{IN} への切り替え3.3V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "H")3.3V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "L")5V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "H")5V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "L")1.8V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "H")1.8V 出力電圧リップルと負荷電流
($ILIMSEL$ は "L")

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

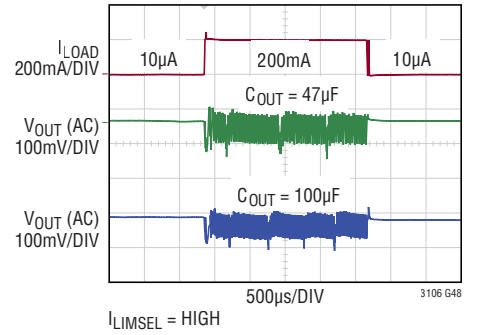
出力電圧リップル
(5Vの V_{IN} 、3.3Vの V_{OUT} 、200mA)



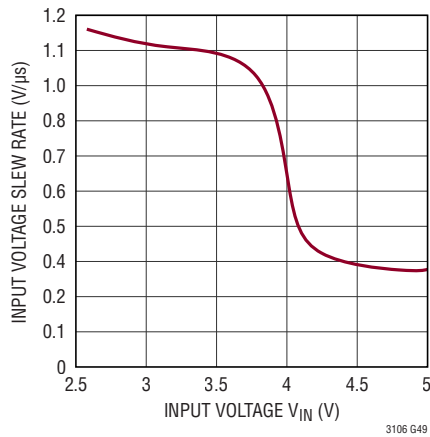
5V V_{IN} 入力/1.8V V_{OUT} 出力の
負荷ステップ (10μA ~ 50mA)



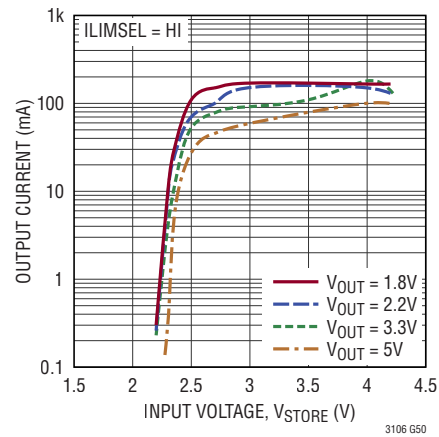
5V V_{IN} 入力/1.8V V_{OUT} 出力の
負荷ステップ (10μA ~ 200mA)



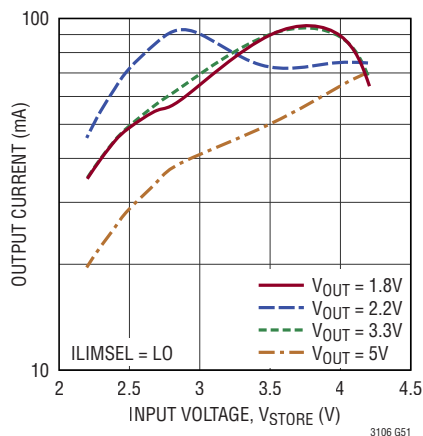
最大スルーレートと入力電圧



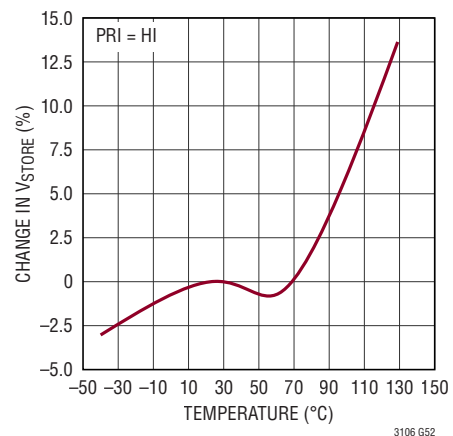
最大出力電流と入力電圧
(V_{STORE} シェルフ・モード)



最大出力電流と入力電圧
(V_{STORE} シェルフ・モード)



正規化された平均最小動作
 V_{STORE} と温度



ピン機能 (QFN/TSSOP)

NC (ピン1/ピン4) : 接続なし。これらのピンは内部で電氣的に接続されていません。PCBのグランドに接続するか、フロートのままにすることができます。

V_{OUT} (ピン2/ピン3) : プログラム可能な出力電圧。22 μ F以上の低ESRコンデンサを、できるだけデバイスに近づけてGNDに接続します。コンデンサのサイズは、出力電圧リップルおよび負荷電流の要件に応じて増やすことができます。

V_{AUX} (ピン3/ピン5) : 補助電圧。このピンは、内部回路のみに電力を供給するために生成される電圧レールです。2.2 μ F以上のセラミック・コンデンサを、できるだけデバイスに近づけてGNDに接続します。アプリケーションの起動要件に応じて、さらに大きいコンデンサを使用することもできます。大きいコンデンサを使用する場合は、V_{OUT}とV_{AUX}のコンデンサ値の比率を、10:1以上に維持します。

V_{CC} (ピン4/ピン6) : 内部電源レール。負荷を与えないでください。内部回路に電力を供給し、設定入力をバイアスするためにのみ使用されます。できるだけデバイスの近くに配置した0.1 μ Fのセラミック・コンデンサでデカップリングします。

OS1, OS2 (ピン5、6/ピン7、8) : V_{OUT}選択設定入力。このピンをグランドまたはV_{CC}に接続して、表1に従って出力電圧を設定します。

PGOOD (ピン7/ピン9) : パワーグッド・インジケータ。V_{OUT}が設定された電圧から8%低下した場合にグランドに引き下げられるオープンドレイン出力。シャットダウン状態では、PGOODピンはアクティブにグランドに引き下げられません。“H”に引き上げられた場合、PGOODピンは、デバイスがイネーブルされてから3.5msが経過するまでフロート状態で“H”になり、有効になりません。

MPP (ピン8/ピン10) : 最大電力点制御用の設定点入力。MPPコンパレータの有効化ポイントを設定するには、MPPとGNDの間に抵抗を接続します。MPP回路をディスエーブルするには、MPPをV_{CC}ピンに直接接続します。

SS1, SS2 (ピン10、9/ピン12、11) : V_{STORE}選択設定入力。このピンをグランドまたはV_{CC}に接続して、表2に従ってV_{STORE}電圧範囲を設定します。PRIが“L”の場合にのみ有効です。PRIが“H”の場合、両方のピンをグランドに接続します。

PRI (ピン11/ピン13) : 一次電池イネーブル入力。再充電不可の一次電池を使用できるようにし、V_{STORE}ピンの充電機能をディスエーブルする場合、このピンをV_{CC}に接続します。PRI = V_{CC}の場合、SS[1:2]は無視されます。二次電池を使用し、充電機能をイネーブルする場合は、このピンをGNDに接続します。

ILIMSEL (ピン12/ピン14) : 電流制限入力選択。自動電力調整機能をディスエーブルし、最小のピーク電流で動作する場合、このピンをGNDに接続します。自動電力調整機能をイネーブルし、より高いピーク・インダクタ電流で動作する場合は、このピンをV_{CC}に接続します。

RUN (ピン13/ピン15) : デバイスをイネーブルし、独自のV_{IN}低電圧しきい値を設定するための入力。RUNピンには2つのしきい値があります。400mVより高い電圧(標準)を印加すると、デバイスの特定の内部機能がイネーブルされます。高精度のRUNしきい値が600mVに設定され、入力としてV_{IN}をイネーブルします。このピンをV_{IN}に接続するか、V_{IN}からの外付け抵抗分割器に接続して、高精度の低電圧しきい値を生成します。このピンを600mVを超える電圧に接続すると、V_{IN}からの600mV未満の電圧で動作可能になります。高精度のRUNピンのしきい値には、50mVのヒステリシスが内部で設定されます。

ENVSTR (ピン14/ピン16) : V_{STORE}イネーブル入力。V_{STORE}をバックアップ入力としてイネーブルする場合、このピンをV_{STORE}に接続します。このピンを接地すると、バックアップ入力電源としてのV_{STORE}の使用を無効にします。

GND (ピン15/ピン17およびピン21露出パッド) : 内部の電氣的グランド接続および定格熱性能を実現するために、PCBのグランドに接続します。

V_{IN} (ピン16/ピン18) : 主電源入力。10 μ F以上のコンデンサを使用してデカップリングします。ソース・インピーダンスおよび負荷の要件に応じて、入力コンデンサの値を大幅(100 μ F以上)に増やすことができます。大きいコンデンサを使用する場合は、1 μ F以上のセラミック・コンデンサを、できるだけV_{IN}ピンの近くに配置する必要もあります。

SW1, SW2 (ピン18、17/ピン20、19) : 昇降圧コンバータのスイッチ・ピン。SW1ピンとSW2ピンの間にインダクタを接続します。

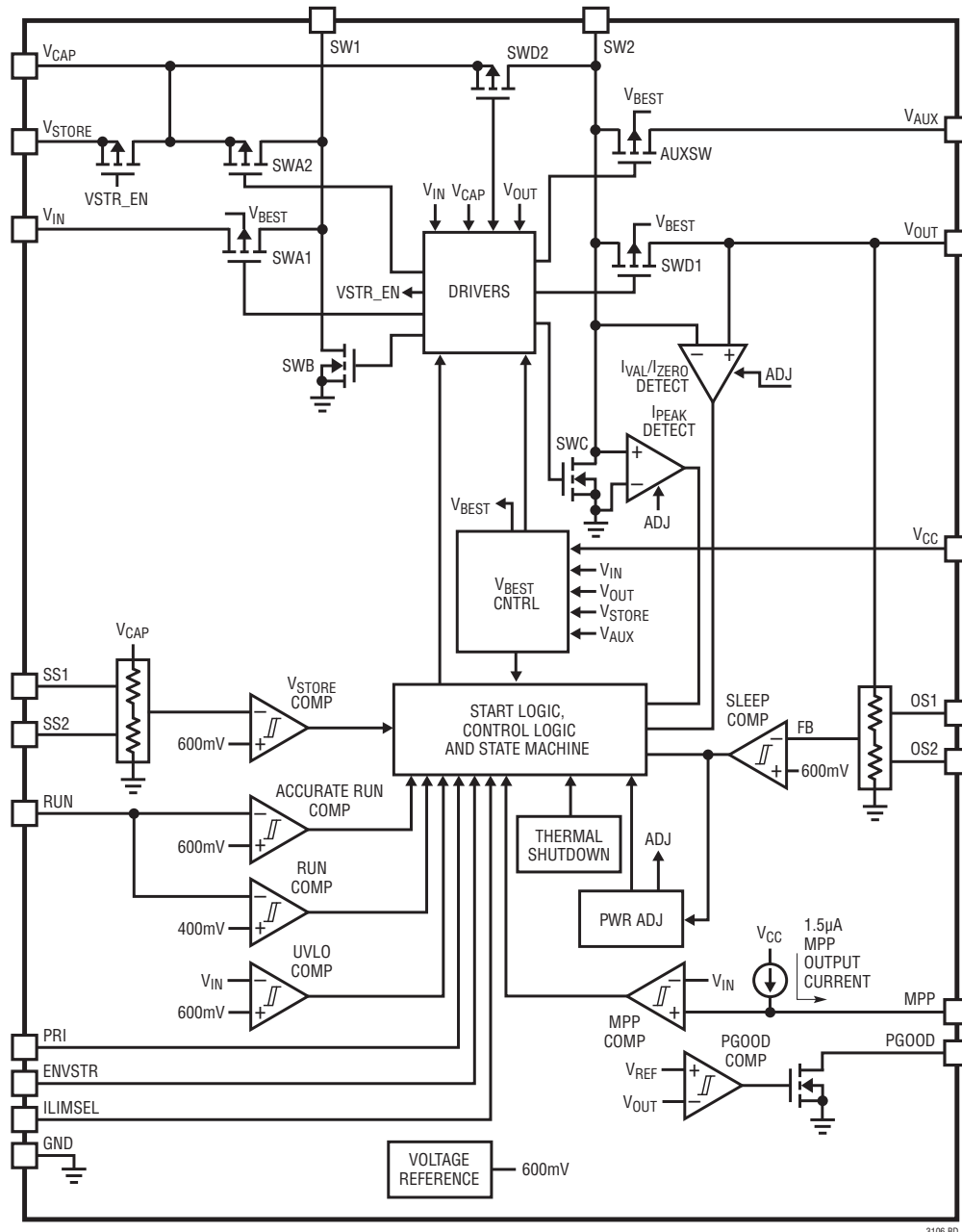
V_{STORE} (ピン19/ピン1) : 二次電源入力。再充電可能な一次電池または二次電池をこのピンからGNDに接続して、入力電圧が失われたときにシステムに給電することができます。PRIピンが“L”の場合、電流がこのピンからソースされ、蓄電素子を選択された最大蓄電電圧までトリクル充電します。PRIが“H”の場合、充電は行われません。一次電池アプリケーションまたは大容量二次電池アプリケーションの場合、このピンをV_{CAP}に接続します。小容量電源の場合は、V_{STORE}のみをバッテリーに直接接続します。使用しない場合はGNDに接続します。

ピン機能 (QFN/TSSOP)

V_{CAP} (ピン20/ピン2) : V_{STORE} 絶縁ピン。このピンは、小容量のバックアップ・バッテリーの場合に、V_{STORE} をデカップリング・コンデンサから絶縁します。一次電池アプリケーションまたは大容量二次電池アプリケーションの場合、このピンを V_{STORE}

に接続します。V_{STORE} からのピーク負荷電流に対応できるほど十分な大きいコンデンサを使用して GND にデカップリングします。使用しない場合は GND に接続します。

ブロック図

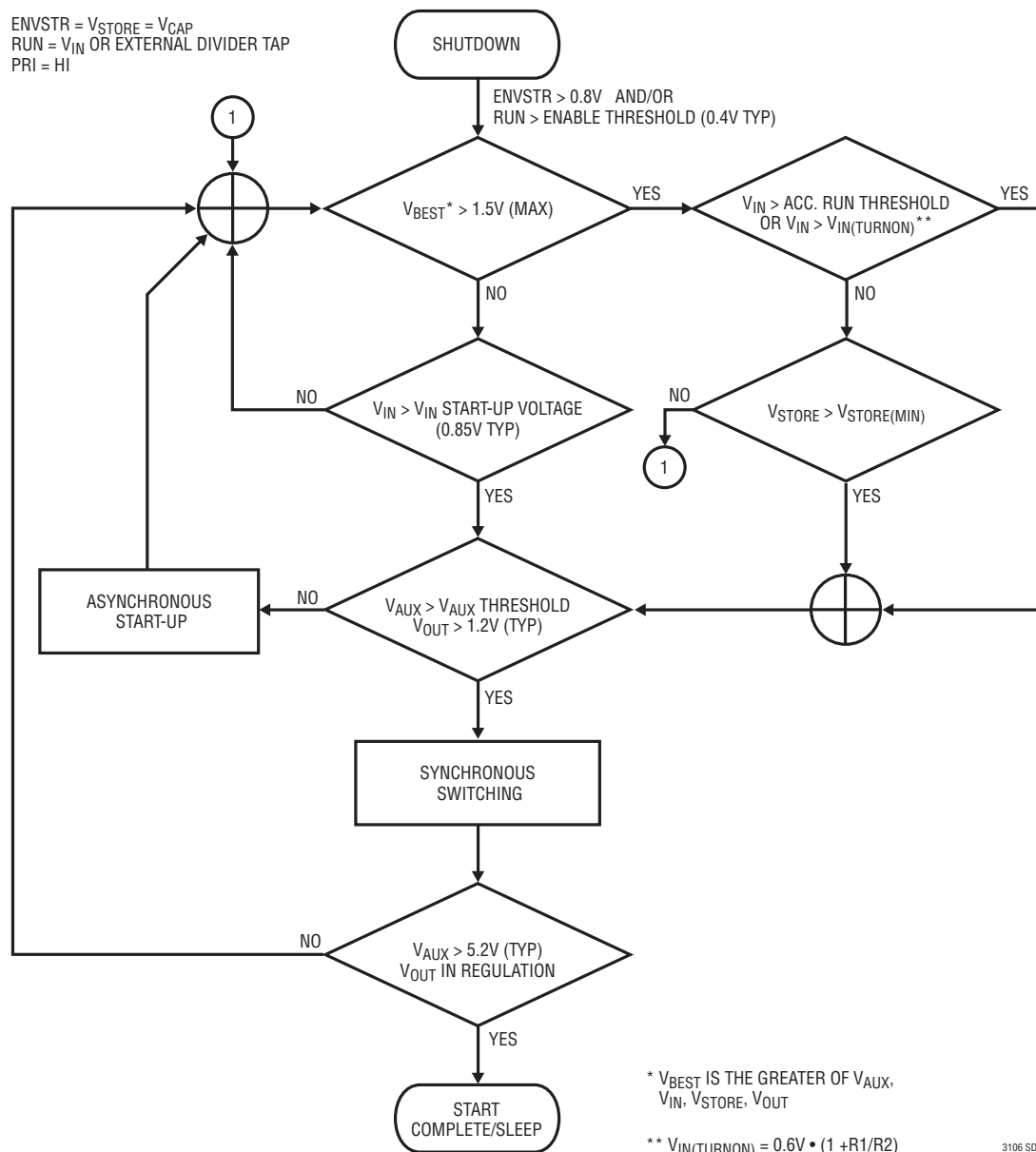


3106 80

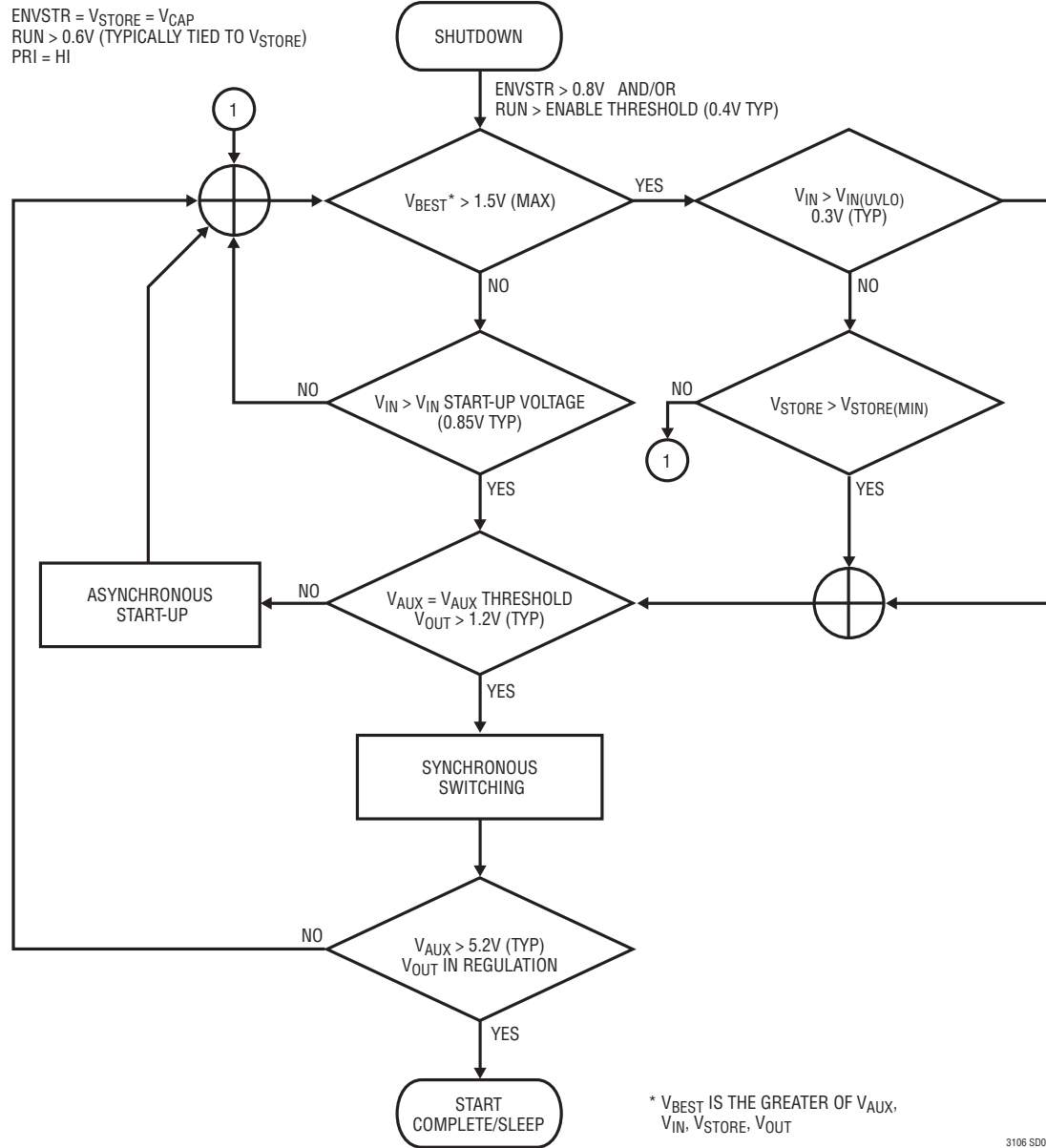
3106f

動作

高精度のRUNおよび一次電池バックアップを使用した簡易動作フローチャート



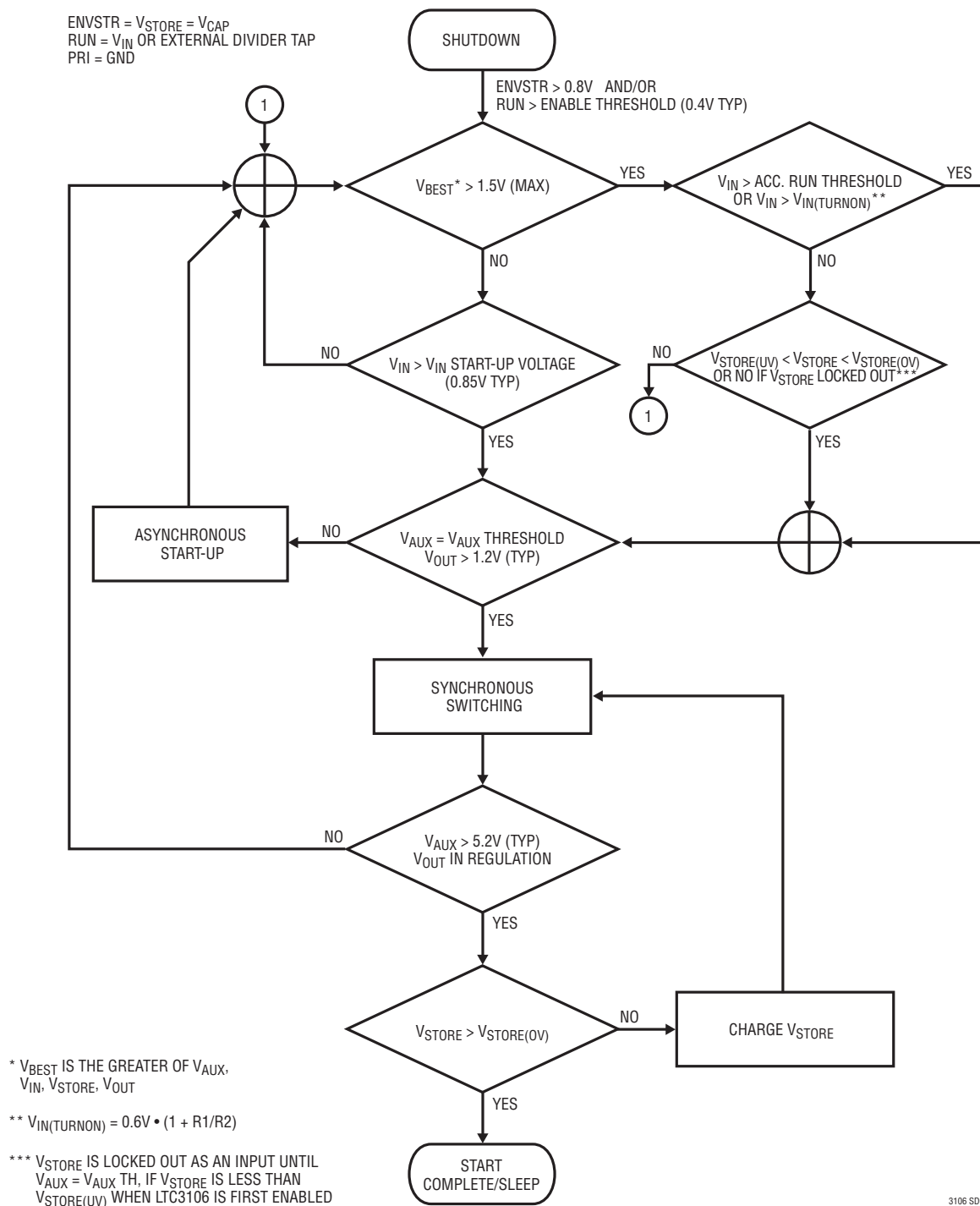
動作

 V_{IN} UVLO および一次電池バックアップを使用した簡易動作フローチャート

3106 SD02

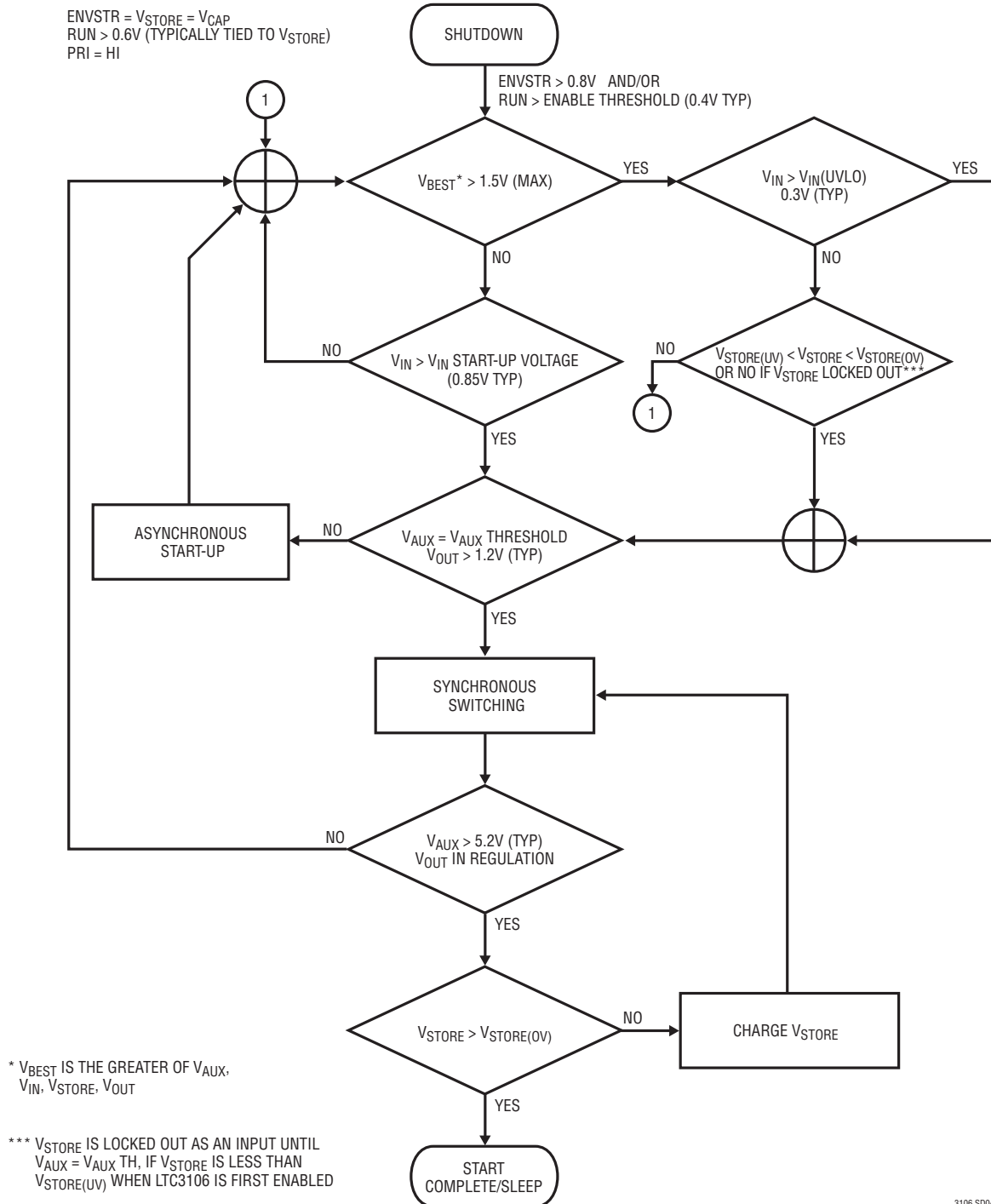
動作

高精度のRUN および再充電可能なバックアップ・バッテリーを使用した簡易動作フローチャート



3106 SD03

動作

 V_{IN} UVLO および再充電可能なバックアップ・バッテリーを使用した簡易動作フローチャート

3106 SD04

動作

はじめに

LTC3106は、広い入力電圧範囲で静止電流が低い高性能な2入力同期整流式昇降圧コンバータです(グラフG18を参照)。PowerPath制御アーキテクチャにより、1つのインダクタを使用し、2つの電源入力間でシームレスに遷移することで、ユーザー選択可能な固定安定化出力電圧を生成できます。入力電源(V_{IN})を使用できる場合、またはバックアップ・バッテリー(V_{STORE})が存在する場合、昇降圧レギュレータは、 V_{IN} から動作して最大300mAを負荷に供給します。 V_{IN} 電源が使用できなくなった場合、レギュレータは V_{STORE}/V_{CAP} を入力として選択し、最大90mAを負荷に供給します。再充電可能なバッテリーをバックアップ電源として使用した場合、低電流の再充電電力経路も提供され、出力電圧がレギュレーション状態にある場合に、余剰入力エネルギーを使用してバックアップ電源を充電できます。ユーザー選択可能な上側しきい値および下側しきい値を使用して、複数のバッテリー組成に対応したり、バッテリーを過充電/過放電から保護することができます。一次電池をバックアップ電源として使用するために、PRIピンを使用して充電を外部からディスエーブルできます。

V_{IN}

メイン入力電圧(V_{IN})は、高インピーダンス電源など(ただし、これに限定されない)の複数の電源タイプに対応するために、広い電圧範囲で動作するように構成できます。高精度のRUNピンにより、規定された入力電圧でのレギュレータのターンオンが予測可能になります。LTC3106には、オプションの最大電力点制御(MPPC)機能も内蔵されています。これらのいずれかが使用されて、理想的ではない電源から最大電力を確実に抽出できます。

V_{STORE}/V_{CAP}

バックアップ電源は、 V_{STORE} に接続できます。ゼロに近い電流要件および低出力電流レベルの場合、ブロック図に示すように、絶縁スイッチによって V_{STORE} を V_{CAP} から絶縁できます。絶縁機能を使用する場合、絶縁スイッチによって直列抵抗が増加するため、ILIMSELピンをグラウンドに接続する必要があります。

標準的な二次電池および一次電池バックアップ・アプリケーションの場合、絶縁は不要であり、 V_{STORE} と V_{CAP} を相互に短絡する必要があります。この構成では、ILIMSEL機能を使用して出力電流をさらに増やすことができます。両方の構成を図1に示します。いずれの構成でも、 V_{CAP} が設定された電圧範囲内にあるかどうかを判定するために、ENVSTRが“H”の

場合、 V_{CAP} が起動時に必ずイネーブルされます。 V_{CAP} が下側しきい値を下回ると、 V_{CAP} からの静止電流を最小限に抑えるために、 V_{CAP} は起動時にラッチオフされます。 V_{CAP} の電圧が継続的にモニタされるため、シャットダウン状態(ENVSTRをGNDに接続)では、 V_{CAP} でごく少量の100nA(標準)の静止電流が維持されます。

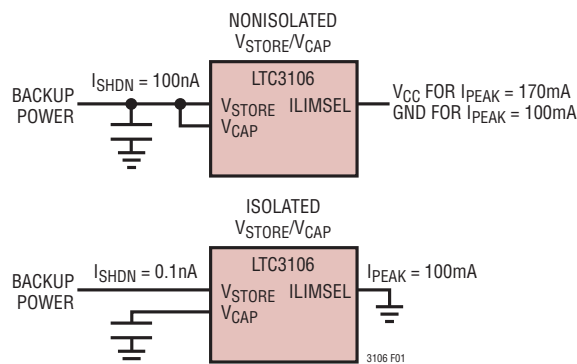


図1. V_{STORE}/V_{CAP} の構成

シャットダウン

いずれかの入力電源を独立してイネーブルするか、両方を同時にイネーブルすることができます。充電がイネーブルされた場合(PRIが“L”)に、ENVSTRを0.3Vのワーストケースのロジックしきい値未満にすると、 V_{STORE}/V_{CAP} が入力または出力としてディスエーブルされます。 V_{STORE} を V_{CAP} から絶縁するようにLTC3106が構成されている場合、ENVSTRを0.3V未満にすると、絶縁スイッチもオフになります。

RUNピンの低電圧ロジック入力が、400mV(標準)で一部の回路の機能をイネーブルし、高精度のコンパレータが V_{IN} を入力としてイネーブルします。 V_{IN} を入力としてディスエーブルするには、RUNの電圧が600mV(標準)の高精度RUNしきい値を下回る必要があります。LTC3106をシャットダウン・モードにするには、ENVSTRピンの電圧が0.3Vを下回り、RUNピンの電圧を150mVのワーストケースの低レベル・ロジックしきい値未満にする必要があります。

高精度のRUNピン

RUNを高精度コンパレータの500mVの下降時しきい値未満にすると、昇降圧コンバータは V_{IN} からのスイッチングを抑制します。一部の制御回路は、RUNが400mVの低レベル・ロジックしきい値を下回らない限り、給電されたままになります。このモードでは、 V_{IN} に少量の電流が流れたままになります。

動作

図2に示すオプションの抵抗分割器を追加することにより、RUNピンを使用して、プログラム可能なオンしきい値とオフしきい値を設定できます。この機能を使用して、アプリケーション固有の V_{IN} 低電圧しきい値を設定したり、コンバータを極めて低電力の電源から V_{IN} を通じて一時中断モードで動作させたりできます。 V_{STORE}/V_{CAP} をバックアップ電源として使用した場合、RUNピンの電圧が高精度のしきい値よりも高いときにのみ、 V_{IN} 入力電源が V_{STORE}/V_{CAP} よりも優先されます。

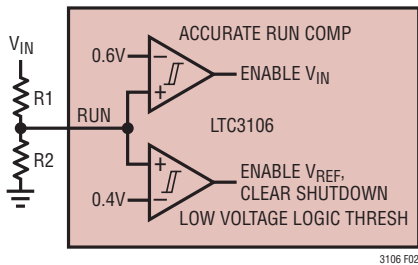


図2. RUNピンの高精度コンパレータ

V_{IN} 入力、RUNの電圧が0.6V(公称)を超えるとイネーブルされます。したがって、 V_{IN} のオン電圧しきい値は、外部で設定することができ、次の式から得られます。

$$V_{IN(TURNON)} = 0.6V \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$

RUNコンパレータは、約100mVのヒステリシスを備えています。そのため、標準のオフしきい値は次のようになります。

$$V_{IN(TURNOFF)} = 0.5V \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2}\right)$$

V_{AUX}

V_{AUX} は、起動時に充電され、通常動作時に、必要に応じて V_{IN} または V_{STORE}/V_{CAP} からリフレッシュされます。 V_{AUX} は、完全に充電されるか、いずれかの入力電圧源よりも高くなると、LTC3106のアクティブな回路に電力を供給します。 V_{AUX} ピンは、2.2 μ F以上のコンデンサを使ってバイパスします。 V_{AUX} が5.2V(標準)に達すると、 V_{OUT} は充電を開始できます。設計手法によって最小化されていますが、単一インダクタ・アーキテクチャでは、 V_{AUX} にある程度の非同期の寄生充電が発生します。内部シャント・レギュレータは、 V_{AUX} の最大電圧を5.5V(標準)に制限し、過剰な電流を V_{OUT} に分流します。 V_{AUX} の電圧が5.1V(標準)に低下すると、入力電力が一時的に分流されて、 V_{AUX} を再充電します。

V_{OUT}

V_{OUT} のメイン出力電圧は、いずれかの入力電源から給電することができ、ユーザーによって、電圧セレクト・ピンOS1とOS2を使用して4つの安定化電圧の1つに設定されます(表1を参照)。OS1およびOS2をグラウンドまたは V_{CC} に接続することを推奨します。

表1. 出力電圧の選択

OS1	OS2	出力電圧
0	0	1.8V
0	V_{CC}	2.2V
V_{CC}	0	3.3V
V_{CC}	V_{CC}	5V

V_{CC}

内部の決定回路が、 V_{CC} ピンの電圧を決定します。 V_{CC} は、 V_{IN} 、 V_{CAP} 、 V_{OUT} 、または V_{AUX} のうちの最も高い電圧になります。 V_{CC} 決定回路は必ずアクティブになりますが、起動が完了すると、通常動作時に V_{AUX} は V_{CC} に等しくなります。0.1 μ Fのコンデンサをできるだけ V_{CC} ピンの近くに配置して、 V_{CC} をデカップリングする必要があります。 V_{CC} は外部で電流をソースしたりシンクしたりするには設計されていません。 V_{CC} は、LTC3106のロジック入力を終端するために使用できますが、外部から負荷を与えることはできません。

大容量の二次電池バックアップ

再充電可能なリチウム・コイン電池や一次電池などの、大容量(5mAhを超える)のバックアップ電源の場合、 V_{STORE} を V_{CAP} に短絡します(図3を参照)。さまざまなバッテリー組成および最大電圧に対応するには、 V_{STORE}/V_{CAP} 選択ピンSS1およびSS2を表2に従って使用して、 V_{STORE}/V_{CAP} の過電圧しきい値および低電圧しきい値を、4つの電圧範囲のうちの1つに設定します。

表2. V_{STORE} 電圧の選択

PRI	SS1	SS2	V_{STORE}/V_{CAP} のOV	V_{STORE}/V_{CAP} のUV	バッテリー・タイプ
0	0	0	4V	2.78V	Li Carbon
0	0	V_{CC}	2.9V	1.9V	2x Rechargeable NiMH
0	V_{CC}	0	3V	2.15V	Rechargeable Li Coin Cell
0	V_{CC}	V_{CC}	4V	3V	Li Polymer/Graphite
V_{CC}	0	0	4.2V	2.1V	Primary, Non-Rechargeable

動作

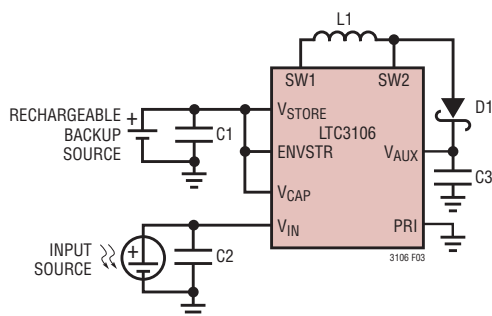


図3. 大容量バッテリー構成
(VSTOREがイネーブルされて示される)

出力電圧とV_{AUX}電圧の両方がレギュレーション状態にあり、二次電池の充電がイネーブルされている(PRI = GND)場合、使用可能な入力電力がV_{STORE}/V_{CAP}に分流し、30mA (標準)の電流制限値でバックアップ電源をトリクル充電します。入力電源の過充電は、上側しきい値設定によって防がれます。

図3および4に、SW2からV_{AUX}に接続された追加ショットキ・ダイオード(D1)を示します。充電がイネーブルされている(PRI = GND)場合、ショットキ・ダイオードをSW2からV_{AUX}に接続して追加する必要があります。これは、LTC3106がV_{STORE}/V_{CAP}で二次電池を充電することから生じる小さい寄生出力電流によって、V_{OUT}のレギュレーションに誤差が発生するのを防ぐためです。このダイオードを追加することで、いずれかの入力電源からV_{AUX}のコンデンサC3へ、多少の突入電流が発生します。このダイオードがなければ、突入電流はAUXSWによってブロックされていました。図5は、2つの追加外付け部品(Q1およびC4)を使用した別のショットキ・ダイオード構成を示しています。これによって、V_{OUT}のレギュレーション誤差を除去しながら、突入電流も大幅に削減します。

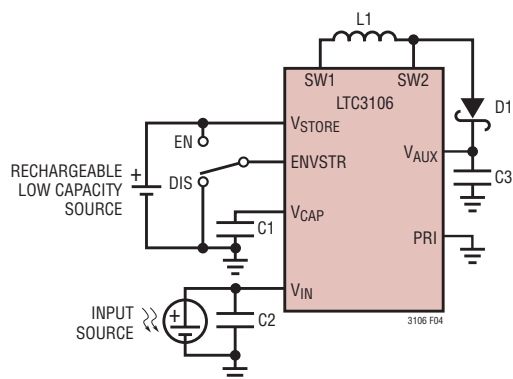


図4. 小容量バッテリー構成
(VSTOREがディスエーブルされ、
ENVSTRがグラウンドに接続されて示される)

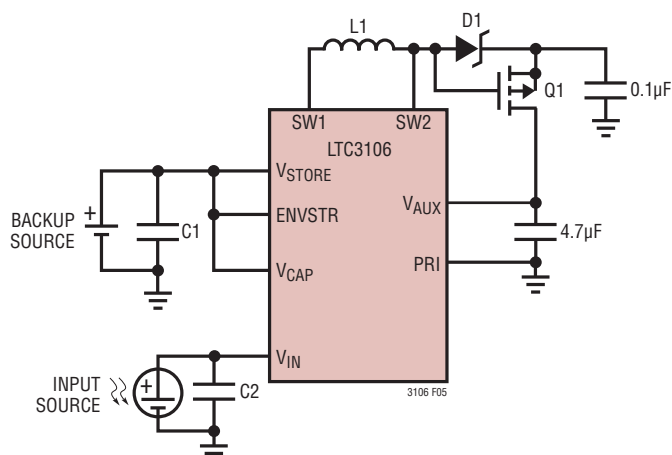


図5. 突入電流制限機能を備える
再充電可能なバッテリー構成

小容量の二次電池および真の絶縁

極めて容量が小さいバッテリーの場合、V_{STORE}およびV_{CAP}間の絶縁スイッチが、入力電源の真の絶縁およびV_{STORE}でのゼロに近い電流(1nA未満)を実現します。図4に示すように、単純にV_{CAP}をバルク・コンデンサに接続し、V_{STORE}を絶縁された電源に接続します。ENVSTRをグラウンドに接続してV_{STORE}を絶縁します。この構成は、固体電池や小型リチウムイオン・ポリマー電池などの、ほとんどの小容量電源では適切ですが、出力で使用できるV_{STORE}からの電流が減少します。V_{STORE}を入力としてイネーブルし、静止電流の大幅な増加を防ぐために、ENVSTRをV_{STORE}に終端するか、V_{STORE}よりも高い電圧に終端することを推奨します。

一次電池

ユーザーは、LTC3106のPRI入力を使用して、V_{STORE}でのトリクル充電などの二次電池機能をディスエーブルできます。それによって、V_{IN}の環境発電電源から十分な電力が供給されない場合に、一次電池を使用できるようになります。一次電池機能がイネーブルされた場合、SW2からV_{AUX}に接続されるショットキ・ダイオードは不要であり、推奨されません。PRIがV_{CC}に接続されると、V_{STORE}入力電圧は、SS1ピンおよびSS2ピンの状態に関わらず、2.1V ~ 4.3Vという広い電圧範囲で動作します。この構成で最高のピーク電流能力を使用するには、V_{STORE}をV_{CAP}に接続します。LTC3106をV_{STORE}/V_{CAP}から起動する場合、V_{STORE}/V_{CAP}を2.1V (公称)よりも高くする必要があります。出力短絡時(V_{OUT} < 1.1V)に、V_{STORE}には、20μA (標準)の小さい逆電流が発生します。長時間の出力短絡が予想される場合は、一次電池の保護を検討してください。

動作

起動

LTC3106は、いずれかの入力電圧源から起動しますが、 V_{IN} を優先します。同期整流器がデイスエーブルされて、最初にAUX出力が充電されます。 V_{AUX} が端子電圧に達すると、 V_{OUT} が約1.2Vに達するまで、出力電圧も非同期的に充電されます。その後、コンバータは、 V_{OUT} がレギュレーション状態になり、デバイスが通常動作に移行するまで、非同期モードを終了して、より効率的な同期起動モードを選択します。

V_{AUX} が充電されているときに、出力電圧が上昇するのは正常です。AUXSWスイッチおよびSWDIスイッチは並列であるため、オフの場合でも、出力には多少の非同期的なボディ・ダイオード電流が流れます。これが発生する比率は、 V_{AUX}/V_{OUT} の出力コンデンサの比率および起動時の動作条件（つまり、 V_{OUT} での静的負荷）に関連しています。適切な起動を可能にするために、 V_{OUT} と V_{AUX} のコンデンサの比率を10:1以上にすることを推奨します。

極めて低電流の入力電源からの起動

屋内使用に最適化された多くの太陽電池は、低光量では、供給できる電力が非常に小さくなるため、出力電流が極めて低くなり、多くの場合200ルクスで100 μ A未満になります。LTC3106が V_{IN} の弱い電源のみを使用し、 V_{STORE} でバックアップ・バッテリーを使用しないで起動する場合、入力容量を、通常動作に必要な容量よりも大きくする必要があります。アプリケーションの特定の動作条件によって異なりますが、一般に、低光量で V_{IN} の低電流源のみから起動するには、「 V_{IN} および V_{OUT} のコンデンサの選択」セクションの C_{VIN} の式で計算された値よりも大きい入力容量が必要になります。例えば、図14のLTC3106アプリケーションが、 V_{STORE} でバッテリーを利用しないでAM-1454太陽電池から起動する必要がある場合、必要な入力容量は、470 μ Fから2.2mF以上に増加します。

バッテリーを V_{STORE} に接続するが、ENVSTRを“L”にしてデイスエーブルし、LTC3106の起動に使用しない場合、起動時に適切に動作するために、 V_{IN} の入力電源の出力電流は、内部 V_{CC} 決定回路の入力コンデンサのサイズに関わらず、100 μ A（標準）以上になる必要があります。入力電源の電流能力が100 μ A未満の場合、電源からさらに多くの入力電流が使用可能になるまで、または V_{STORE} のバッテリーがイネーブルされるまで、起動が停止する可能性があります。100 μ Aの制限は、

LTC3106の出力がバッテリーまたは大きいスーパーキャパシタの充電に使用される場合にも適用されます。入力容量が出力容量よりも大きい標準的応用例の場合、100 μ Aの制限は適用されません。

低電力の V_{IN} からの動作

高インピーダンスの入力電源または断続的な入力電源を使用する場合、最小入力電圧の制御は不可欠です。LTC3106には、起動時または通常動作時に V_{IN} 電圧を制御するための複数のオプションがあります。

有効な V_{STORE} 電圧が存在する場合、または V_{AUX} がレギュレーション状態にある場合に、 V_{IN} の低入力電圧で高精度の制御を可能にするいくつかのLTC3106構成があります。このデータシートの「高精度のRUNピン」セクションで説明されているように、高精度のRUNコンパレータを使用して、600mV以上の任意の電圧で V_{IN} のオンしきい値を制御できます。 V_{IN} の300mVのUVLOを使用して V_{IN} を維持することもできますが、その場合、しきい値は300mVに固定されます。さらに高いスリープ電流を許容できる場合は、MPPピンを使用して、300mVを超える任意のしきい値で V_{IN} を制御できます。 V_{IN} を制御する後者の2つの方法は、このデータシートの後のセクションで説明されます。

他の入力電源が存在しない（ V_{STORE}/V_{CAP} がデイスエーブルされた、使用されない、または低すぎる）場合でも、起動時に低精度の V_{IN} コンパレータが V_{IN} を制御します。RUNピンが V_{IN} に接続された場合、またはRUNイネーブルしきい値（0.4V（標準）を超える）よりも高く保たれた場合、LTC3106の標準的な起動電圧は、15 μ Aの低い入力電流または約12 μ Wの入力電力で、0.85Vです。ソース・インピーダンスが十分高いため、 V_{IN} が V_{IN} コンパレータしきい値未満に低下した場合、入力容量が約0.85Vに再充電されるまで、起動が停止します。起動が完了するまで、このような動作が継続します。電源自体に起因する入力ソース・インピーダンスまたは入力電源の予想される環境条件に起因する入力ソース・インピーダンスが、正常な起動を促すための V_{IN} の入力容量の必要なサイズを決定します。推奨値は、このドキュメントの「入力コンデンサの選択」および「標準的応用例」のセクションに記載されています。

動作

通常動作

V_{AUX} がレギュレーション状態(約5.2V)にあり、 V_{OUT} が1.2V(標準)よりも高い場合、コンバータは通常動作に移行します。

必ず V_{IN} が V_{CAP} よりも優先され、内蔵されたPowerPath制御回路は、出力電圧のレギュレーションを維持するため、および定期的に V_{AUX} を再充電するために必要な入力電源間のシームレスな遷移を実現します。

出力電圧が、ユーザー選択された固定出力電圧値のいずれかに充電し続ける間、高精度のコンパレータが出力電圧のモニタに使用されます。 V_{OUT} がこの電圧値を超えた場合、スイッチングは発生せず、電源からは静止電流のみが流れます(スリープ・モード)。 V_{OUT} が、LTC3106が起動する固定出力電圧未満に低下すると、スイッチングが開始され、出力コンデンサが再び充電されます。出力コンデンサの値、負荷電流、入力電源、および出力電圧コンパレータのヒステリシス(約1%)は全て、出力コンデンサを充電してデバイスがスリープ・モードに戻るために必要な電流パルス数を決定します。さまざまなモードにおける正規化された入力電圧と出力電圧、および標準的なインダクタ電流波形を図6に示します。 V_{IN} のみが示されていますが、 V_{STORE}/V_{CAP} の電力経路のアーキテクチャも同じです。スイッチAおよびDがオンになる電流波形の領域は、エネルギーが入力電源から出力に直接転送されるため、最高の効率を示します。

昇圧モード

V_{IN} が $V_{OUT} - 300\text{mV}$ 未満の場合、LTC3106は昇圧モードで動作します。図6を参照すると、 V_{OUT} が設定されたレギュレーション電圧を下回った場合、スイッチAおよびCがオンになり(V_{IN} がインダクタの両端に加えられ)、 I_{PEAK} が検出されるまで電流が上昇します。これが発生すると、Cがオフになり、Dがオンになって、電流が出力コンデンサに供給されます($V_{IN} - V_{OUT}$ がインダクタの両端に加えられます)。Dがオンになると、 I_{VALLEY} が検出されるまで、インダクタ電流が低下します。 I_{VALLEY} で終了することにより、負荷電流能力が増加して、特定のピーク電流が得られます。このACからADへの切り替えシーケンスは、出力が設定されたレギュレーション電圧よりも高く上昇し、最後の I_{VALLEY} が検出され、デバイスがスリープ・モードに戻るまで繰り返されます。

降圧モード

V_{IN} が $V_{OUT} + 700\text{mV}$ よりも高い場合、LTC3106は降圧モードで動作します。降圧モード・サイクル(図6の右側)の開始時に、スイッチAおよびDがオンになり($V_{IN} - V_{OUT}$ がインダクタの両端に加えられ)、電流が出力に供給されて、 I_{PEAK} が検出されるまで電流が上昇します。これが発生すると、Aがオフになり、Bがオンになって、 I_{VALLEY} が検出されるまでインダクタ電流が低下します($-V_{OUT}$ がインダクタの両端に加えられます)。このADからBDへの切り替えシーケンスは、出力がレギュレーション電圧よりも高く上昇し、最後の I_{VALLEY} が検出され、デバイスがスリープ・モードに戻るまで繰り返されます。

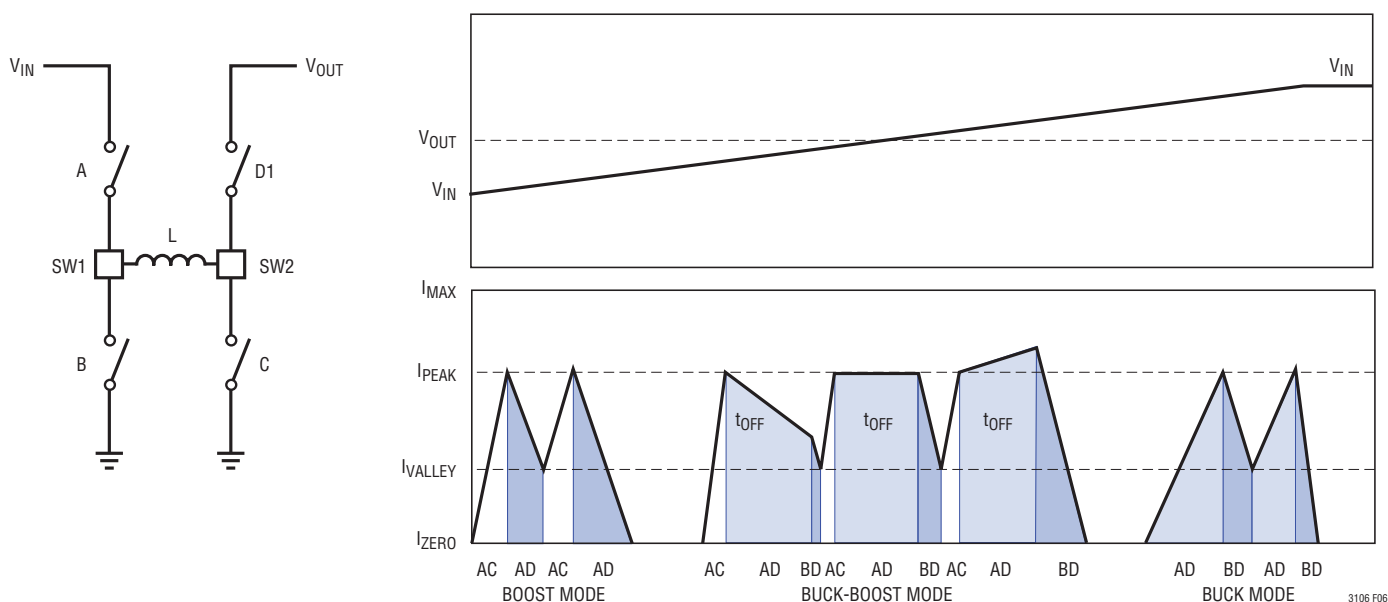


図6. 動作電圧および電流波形

動作

昇降圧モード

($V_{OUT} - 700\text{mV}$) < V_{IN} < ($V_{OUT} + 300\text{mV}$) である場合、LTC3106は4スイッチ昇降圧モードで動作します。図6(中央)に戻ると、 V_{OUT} がレギュレーション電圧未満に低下したときにスイッチAおよびCがオンになり、 I_{PEAK} が検出されるまで電流が上昇しています。昇圧モード動作と同様に、その後Cがオフになり、Dがオンになって、電流が出力に供給されます。AおよびDがオンになると、インダクタ電流スロープは、 V_{IN} 、 V_{OUT} 、およびスイッチの $R_{DS(ON)}$ の間の関係によって決まります。4スイッチ・モードでは、ADパルスを終了するために、 t_{OFF} タイマが使用されます。 t_{OFF} タイマ時間が経過すると、スイッチAがオフになり、Bがオンになって、 I_{VALLEY} が検出されるまで、インダクタ電流が低下し、 V_{OUT} がインダクタの両端に加えられます。このシーケンスは、出力が安定化され、BDスイッチがオンになり、最後の I_{VALLEY} が検出されるまで繰り返されます。全てのモードにおいて、アンチクロス導通回路は、PチャネルMOSFETスイッチおよびNチャネルMOSFETスイッチのペア(AとBまたはDとC)が同時にオンにならないことを保証します。

なお、3つの動作モードは、 V_{IN} が使用できないときに V_{STORE}/V_{CAP} から給電する場合、全て同様に機能します。前の段落の V_{IN} を、単純に V_{STORE}/V_{CAP} と見なしてください。

低電圧ロックアウト (UVLO) および極めて低い V_{IN} での動作

LTC3106は、低電圧ロックアウト(UVLO)回路を内蔵しており、極めて低い V_{IN} 電圧で動作できます。RUNピンが外部で600mVの高精度RUNしきい値よりも高い電圧に駆動されるようにLTC3106を構成した場合、入力電源が約250mVに低下した際に、 V_{IN} のUVLO機能によって有効な入力電圧を維持できます。このしきい値を下回ると、 V_{IN} がディスエーブルされ、 V_{STORE}/V_{CAP} が設定された範囲内にあると仮定すれば、入力電源が V_{STORE}/V_{CAP} へ移行します。 V_{IN} が約300mVよりも高く上昇すると、入力電源は再び V_{IN} に移行します。 V_{IN} が有効である場合、常に V_{IN} 入力が V_{STORE}/V_{CAP} 入力よりも優先されます。

最大電力点動作

RUNピンで外付け抵抗分割器を使用する代わりに(または、600mVのRUNピンのしきい値を下回る最大電力点しきい値を設定するために)、最大電力点制御回路を使用して、特定の電源に最適な入力電圧動作点を設定できます。MPP回路

は、ヒステリシスを使用して平均 V_{IN} 電圧をMPPしきい値に安定化します。 V_{IN} がMPP電圧よりも高くなると、入力電力は V_{IN} から取り込まれて負荷に供給されます。 V_{IN} 電源は、負荷に供給する十分な電力がない場合、減少します。 V_{IN} がMPPしきい値電圧未満になると、入力は、使用可能な場合、 V_{STORE}/V_{CAP} に移行します。この時点で、 V_{IN} 電源は入力コンデンサの電圧を再充電することができ、電圧がMPPしきい値を超えると、処理が繰り返されます。その後、 V_{IN} のMPPレギュレーションは、「バースト」手法を使用して維持されます。 V_{STORE} がディスエーブルされるか、低電圧状態にある場合、 V_{IN} が再びMPPしきい値を超えて上昇するまでスイッチングは発生せず、静止電流のみが電源から流れます(スリープ・モードと同じ)。

MPPしきい値を設定するには、 $1.5\mu\text{A}$ (標準)の電源電流をMPPピンに供給します。外付け抵抗をグランドに接続して、任意のMPPしきい値電圧を設定できます。図7を参照してください。

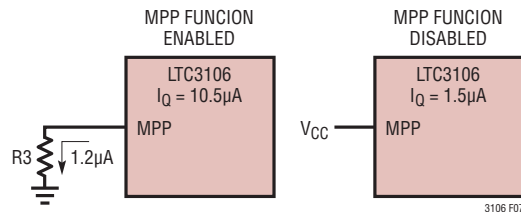


図7. MPPの構成

MPP機能を使用した場合、公称静止電流が $1.5\mu\text{A}$ (標準)から $10.5\mu\text{A}$ (標準)に増加することに注意してください。MPP機能をディスエーブルし、追加 I_Q を除去するには、単にMPPを V_{CC} に接続します。

PGOOD コンパレータ

LTC3106は、 V_{OUT} が設定された値から10% (標準)を超えて低下した場合に“L”に引き下げられる、オープンドレインPGOOD出力を備えています。 V_{OUT} が設定された値から8% (標準)以内に上昇すると、外付けプルアップ抵抗が接続されている場合、内部のPGOODのプルダウンがオフになり、PGOODが“H”になります。内部デグリッチ・フィルタが、 V_{OUT} での一時的な過渡電流(標準で $15\mu\text{s}$ 未満)によるPGOODの有害なトリップを防止します。なお、PGOODが“L”のときに、

動作

6Vの絶対最大定格と最大シンク電流定格を超えない限り、PGOODを任意の電圧に引き上げることができます。PGOODピンは、シャットダウン状態ではアクティブに“L”に引き下げられません。“H”に引き上げられた場合、PGOODピンは、デバイスがイネーブルされてから3.5msが経過するまでフロート状態で“H”になり、有効になりません。

電力調整機能

LTC3106のILIMSELオプションは、軽負荷時に効率を最大化し、負荷が重いときに電力能力を増やす機能をイネーブルします。この機能は、インダクタ電流のピークと谷を負荷に応じて調整することによって実現されます。軽負荷時にいずれかの入力電源のピーク・インダクタ電流を減少させ、内部MOSFETスイッチでの導通損失を低減することで、効率を最適化します。負荷が増加すると、ピーク・インダクタ電流が自動的に増加し、 V_{IN} の場合は最大650mA、 V_{STORE}/V_{CAP} の場合は最大150mAになります。中程度の負荷では、ピーク・インダクタ電流は、90mA～650mAの範囲で変化することができます。負荷が増加するにつれてインダクタ電流が変化する例を図8に示します。

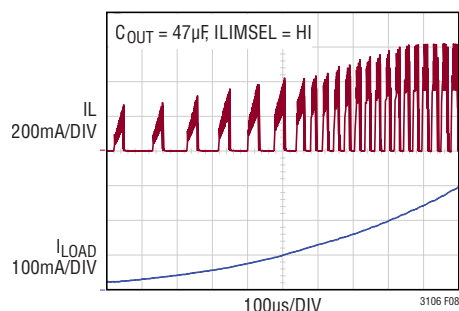


図8. 負荷に応じたインダクタ電流の変化

V_{OUT} のコンデンサは、47 μ F以上にする必要があります。低いピーク・トゥ・ピーク出力電圧リップルが望ましい場合は、より大きい出力コンデンサを使用できます。大きい出力コンデンサを使用すると、 V_{OUT} の負荷レギュレーションも改善されますが、ピーク電流が、軽負荷時に必要な電流よりも高くなり、軽負荷時の効率が低下します。

また、インダクタ電流の谷が自動的に調整され、相対的に一定なインダクタ・リップル電流を維持します。これにより、スイッチング周波数が、負荷に対して相対的に一定に維持されます。「バースト」周波数(LTC3106が電流パルスのバーストを負荷に供給する頻度)は、内部ヒステリシス(出力電圧リップル)、負荷電流、および出力容量によって決定されます。負荷が十分軽い場合、全てのBurst Mode動作またはヒステリシス・コンバータは、可聴周波数範囲に移行します。ただし、軽負荷時のピーク・インダクタ電流が低いため、LTC3106を使用する回路は、通常、可聴ノイズを生成しません。電力調整機能がMPP機能によって無効化されるということに注意してください。

インピーダンスが非常に高い入力電源、低周波数パルス負荷アプリケーション、または低負荷電流アプリケーションの効率を最大化するために、ILIMSELピンを使用して電力調整機能をディスエーブルし、ピーク電流を90mAに制限することができます。ILIMSELの構成については、表3を参照してください。

表3. 電流制限の調整

ILIMSEL	V_{IN} ピーク I_{LIMIT} (mA)	V_{STORE} ピーク I_{LIMIT} (mA)
0	100	100
V_{CC}	650	170

エネルギー蓄積

環境発電エネルギーを、入力コンデンサ、出力コンデンサ、またはイネーブルされている場合、 V_{STORE} のバックアップ蓄電素子に蓄積することができます。広い入力電圧範囲は、入力コンデンサでのエネルギー蓄積がコンデンサ電圧の2乗に比例するという事を利用して実現されています。出力電圧がレギュレーション状態になった後に、余剰エネルギーが入力コンデンサに蓄積され、入力コンデンサの電圧が上昇します。 V_{STORE} の充電がイネーブルされた(PRIピンが接地された)場合、余剰エネルギーは、入力コンデンサに蓄積される前に、まずバックアップ電源の再充電に使用されます。

アプリケーション情報

このデータシートの最初のページには、LTC3106の標準的なアプリケーション回路を示していますが、さまざまな代替エネルギーやバックアップ・バッテリー電源から動作するようにLTC3106を構成することができます。外付け部品の適切な選択は、個々のアプリケーションに必要なデバイスの性能によって変わります。ここでは、外付け部品の選択とアプリケーション回路の設計に役立ついくつかの基本的ガイドラインと検討事項について説明し、その他のアプリケーション回路の例をいくつか示します。

V_{STORE}/V_{CAP}のコンデンサの選択

V_{IN}の電力が不十分な場合、V_{STORE}/V_{CAP}入力に最大インダクタ電流が流れ、デバイスの内部制御回路に電力を供給します。V_{STORE}電圧リップルを最小限に抑えてデバイスに適切な動作をさせるため、少なくとも4.7μFの値の低ESRバイパス・コンデンサをV_{CAP}ピンにできるだけ近づけて配置します。このコンデンサをV_{CAP}とグランド・プレーンに接続する配線はできるだけ短くします。バッテリーの直列抵抗が高い場合、またはLTC3106が長いトレースやリードで給電される場合、値の大きいバルク入力コンデンサが必要になる場合があります、一般に推奨されます。そのようなアプリケーションでは、1μFのセラミック・コンデンサと並列に47μF～100μFの低ESRコンデンサを接続すると、高性能で低コストのソリューションが得られます。V_{IN}に十分な電力が存在する場合、V_{STORE}/V_{CAP}電源からは、コンデンサのリーク電流およびシャットダウン電流のみが流れることに注意してください。シェルフ・モード機能を使用する場合、V_{STORE}ピンをV_{CAP}ピンから絶縁する必要があります。V_{STORE}ピンにコンデンサは不要です。代わりに、バイパス・コンデンサをV_{CAP}ピンのみに配置する必要があります。

V_{IN}およびV_{OUT}のコンデンサの選択

LTC3106のV_{IN}またはV_{OUT}には最大容量制限がありませんが、V_{IN}にはスルーレート制限があるため、最小入力容量が必要になります。「標準的性能特性」セクションで「最大スルーレートと入力電圧」のグラフを参照してください。入力電源のインピーダンスが低く、その出力電力が比較的に高い一般的なアプリケーションの場合、22μF以上のセラミック・コンデンサをV_{IN}とGNDの間に接続することを推奨します。入力のインピーダンスが高く、入力が断続的になる可能性のあるアプリケーション(環境発電アプリケーションなど)では、合計V_{IN}コンデンサ値は、環境発電電源の使用を最適化するように選択され、通常は100μFよりも大きくなります。

環境発電アプリケーションでは、環境発電電源の使用を最適化するようにV_{IN}およびV_{OUT}のコンデンサを選択する必要があります。LTC3106がV_{IN}の高ソース抵抗のシステムから起動する必要がある場合、入力コンデンサの選択が極めて重要になります。ESRの高いバルク入力コンデンサを使用する場合、値の小さいセラミック・コンデンサを、できるだけコンバータのピンに近づけてV_{IN}とGNDの間に並列に配置する必要があります。V_{AUX}と出力電圧がレギュレーション状態になった後に、過剰エネルギーが入力コンデンサに蓄積され、入力コンデンサの電圧が上昇します。環境発電電源のオープン回路電圧がV_{IN}の最大電圧を超えないこと、またはV_{IN}の最大電圧に適切にクランプされること、および入力コンデンサの定格がその電圧に規定されていることを、慎重に確認する必要があります。

パルス負荷アプリケーションでは、Eterna® BLE、ZigBeeなどの低消費電力パルス負荷アプリケーションや、その他の独自の低消費電力RFプロトコルの場合であっても、入力コンデンサは、負荷プロファイルの期間に出力電力を供給するための十分なエネルギーを蓄積できるサイズである必要があります。十分なエネルギーが蓄積されているため、負荷トランジェントの間にV_{IN}が選択された下降時しきい値に達しない場合、V_{STORE}/V_{CAP}電流が最小限に抑えられ、それによってバッテリーの寿命が最大化します。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。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。

$$C_{VIN} = \frac{(2/\eta \cdot V_{OUT} \cdot \Sigma I_n T_n)}{(V_{INOV}^2 - V_{INUV}^2)} (\mu F)$$

ここで、ηは入力電圧範囲でのコンバータの平均効率であり、V_{IN}は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}(OV)は選択された入力電圧上昇時しきい値になります。V_{IN}(UV)は、V_{IN}(OV)からヒステリシス電圧を引いた値になります。ΣI_nT_nは、特定の負荷プロファイルの各負荷パルスの下の面積です。この式は、必要な入力コンデンサの値を過大に見積もる場合があります。この式は、下側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が放電されることを許容しています。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。入力コンデンサのサイズを決定するためのこの式の使用例は、後でこのセクションの設計例で示されます。

アプリケーション情報

レギュレ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。 V_{OUT} のコンデンサは、 $47\mu\text{F}$ 以上にする必要があります。低いピーク・トゥ・ピーク出力電圧リップルが望ましい場合は、より大きい出力コンデンサを使用できます。出力コンデンサが大きいと、 V_{OUT} の負荷レギュレーションも改善されます。多層セラミック・コンデンサまたは低 ESR 電解コンデンサは、どちらも優れた選択肢です。

入力でのエネルギー蓄積を最適化するための入力コンデンサの適切なサイズ決定では、入力電圧が高いほど効率が改善される可能性があることを利用します。最終的に、出力電流は、コンバータが入力から何を供給できるかによって制限されます。より大きいピーク・トランジェント負荷に対応する必要がある場合、負荷トランジェントの間、より大きい電流をサポートするために、次式に従って出力コンデンサのサイズを決定する必要があります。

$$C_{OUT} \geq I_{LOAD} \cdot \frac{t_{PULSE}}{V_{DROOP}}$$

C_{OUT} は必要な出力コンデンサ値 (μF)、 I_{LOAD} はピーク・トランジェント負荷電流 (mA)、 t_{PULSE} はそのトランジェントの期間 (ms)、 V_{DROOP} は回路が許容できる電圧垂下量 (V) です。

多くの LTC3106 アプリケーションでは、入力コンデンサ値を非常に大きく (1mF よりも大きく) することができます。大容量コンデンサ・メーカーの一覧を表 4 に示します。大きいバルク出力コンデンサの場合、 $10\mu\text{F}$ の低 ESR (等価直列抵抗) 出力コンデンサを追加し、デバイス・ピンにできるだけ近づけて接続する必要があります。

コンデンサ値に関わらず、選択される出力コンデンサの定格は、OS1 および OS2 によって V_{OUT} に対して選択された電圧よりも高い必要があります。同様に、選択される入力コンデンサの定格は、 V_{IN} 電源のオープン回路電圧よりも高い必要があります。

表 4. 推奨される大容量コンデンサ・メーカー

メーカー	デバイス名
AVX	BestCap Series TAJ, TPS Series Tantalum
Vishay	595D Series (Tantalum) 153 CRV (Aluminum, Low Leakage) 150 CRZ (Aluminum, Low Leakage) 196 DLC (Double Layer Aluminum)
Illinois Capacitor	RKR Series (Aluminum, Low Leakage) DCN Series
Cooper Bussman	KR Series KW Series PA, PB, PM, PH Series
Cap-XX	G Series (Dual Cell) H Series (Dual Cell)

V_{CC} コンデンサの選択

LTC3106 の V_{CC} 出力は、 V_{IN} 、 V_{CAP} 、 V_{AUX} 、または V_{OUT} のうちの最大の電圧から生成されます。 $0.1\mu\text{F}$ の低 ESR コンデンサを使用する必要があります。このコンデンサは、 V_{CC} ピンの近くに配置し、できるだけ短いグラウンド・トレースを介して接続します。

V_{AUX} コンデンサの選択

$2.2\mu\text{F}$ 以上の低 ESR コンデンサを使用して V_{AUX} をデカップリングする必要がありますが、多くのアプリケーションでは、 $4.7\mu\text{F}$ が一般的に使用されます。コンデンサのサイズを小さくすると、特に負荷電流が大きい場合に、 V_{OUT} のリップルを減らすことができ、コンデンサのサイズを大きくすると、低出力電圧での起動が改善されます。コンデンサは、できるだけ V_{AUX} ピンに近づけて配置する必要があります。

「動作」セクションで述べたように、AUX の D スイッチと V_{OUT} の D スイッチは並列に接続されています。 V_{AUX} または V_{OUT} のいずれかが昇降圧回路によって動作したときに、非同期のダイオード導通が発生します。このため、 V_{OUT} と V_{AUX} のコンデンサの比率を 10:1 に維持して、低電圧、高インピーダンス電源での適切な起動を保証することが推奨されます。ほとんどの負荷状態では、出力電圧は正常に維持されますが、真の無負荷状態 (500nA 未満) では、 V_{AUX} から V_{OUT} に流れる寄生電流によって、 V_{OUT} が標準よりも最大で 5% 高い電圧に強制的に安定化される場合があります。

アプリケーション情報

セラミック・コンデンサの使用

低消費電力システムでの損失を最小限に抑えるには、全てのコンデンサのリーク電流を少なくする必要があります。LTC3106アプリケーションには、小型、低ESR、および低リーク電流であることから、セラミック・コンデンサの使用を推奨します。ただし、電力アプリケーション用のセラミック・コンデンサの多くは、コンデンサのDCバイアス電圧が上昇するに従って、容量が定格値から大きく減少します。小型表面実装コンデンサをその最大定格電圧の1/2で動作させると、容量がその定格値から50%以上低下することも珍しくありません。この効果は、コンデンサの公称値が同じ場合、ケース・サイズが大きくなるに従って通常は減少します。そのため、アプリケーションの動作電圧で意図する容量を実現させるため、多くの場合、通常必要とされるよりも大きな値の容量や、高い電圧定格のコンデンサを使用する必要があります。LTC3106の広い動作範囲と温度で最高の性能を発揮するように、X5RおよびX7Rの誘電体タイプを推奨します。アプリケーション回路で意図する容量が実現することを確認するため、コンデンサ・メーカーの容量対DCバイアス電圧の曲線を必ず参照してください。

PGOOD出力

PGOOD出力は、パワー・マネージメントにも役立ちます。PGOODは、出力が最初にレギュレーションに達すると“H”に遷移し、出力がレギュレーション・ポイントの92%に低下するまで“H”に留まります。PGOODを使用して、システム負荷をトリガすることができます。例えば、PGOODが“H”になったときに電流バーストを開始することができ、PGOODが“L”になるまで出力コンデンサが連続的に放電されます。出力がレギュレーション・ポイントの92%以上に留まっている場合、入力の下側UVLOしきい値を下回っても、PGOODピンが“H”のままになることに注意してください。

インダクタの選択

4.7 μ H～10 μ Hの値を持つ低DCRパワー・インダクタは、LTC3106での使用に適しています。インダクタ・メーカーの情報を表5に記載しています。ほとんどのアプリケーションでは、10 μ Hのインダクタが推奨されます。入力電圧が極めて低いアプリケーションでは、インダクタ値を大きくするほど効率が高くなり、起動電圧が低くなります。

入力電圧が相対的に高い($V_{IN} > 0.8V$)アプリケーションでは、インダクタ値を小さくするほど、全体的な実装面積を小さくすることができます。いずれの場合も、インダクタは、電気的特性表に示すように、低いDCRと、最も高い標準ピーク電流制限の設定値よりも大きい飽和電流定格を備えている必要があります。インダクタのDC抵抗が高過ぎると、効率が低下し、最小動作電圧が増加します。インダクタ値がスイッチング周波数に直接影響を与えることに注意してください。

表5. インダクタ・メーカーに関する情報

メーカー	デバイス名
Coilcraft www.coilcraft.com	EPL2014, EPL3012, EPL3015, LPS3015, LPS3314, XFL3012
Coiltronics www.cooperindustries.com	SDH3812, SD3814, SD3114, SD3118
Murata www.murata.com	LQH3NP, LQH32P, LQH44P
Sumida www.sumida.com	CDRH2D16, CDRH2D18, CDRH3D14, CDRH3D16
Taiyo-Yuden www.t-yuden.com	NR3012T, NR3015T, NRS4012T, BRC2518
TDK www.tdk.com	VLS3012, VLS3015, VLF302510MT, VLF302512MT
Toko www.tokoam.com	DP3015C, DB3018C, DB3020C, DP418C, DP420C, DEM2815C, DFE322512C, DFE252012C
Würth www.we-online.com	WE-TPC 2813, WE-TPC 3816, WE-TPC 2828

最大電力点しきい値の構成

V_{IN} の入力電源の最大電力点を維持する方法は、2つあります。1つは、このデータシートで既に説明したように、RUNピンに抵抗分割器を接続して V_{IN} をモニタする方法です。この方法は、600mVを超えるMPPを設定する場合に役立ちます。LTC3106は、専用のMPP機能も備えています。この機能は、入力電圧範囲全体、およびUVLOしきい値とRUNピンしきい値の間の入力電圧に使用できます。MPPCピンの機能がイネーブルされた場合、LTC3106の I_Q が1.6 μ A (標準)から10.6 μ A (標準)に増加することに注意してください。

MPP回路は、より低い電圧しきい値をMPPピンで設定することによって、ヒステリシスを使用して V_{IN} を制御します。 V_{IN} がMPPしきい値未満に低下すると、コンバータは、 V_{IN} からの電力の入力を停止し、スリープ信号を生成します。 V_{STORE} が適切な動作範囲内にある場合、出力電力は V_{STORE} から供給されます。ただし、有効なバックアップ電源が存在しないか、ENVSTRが“L”の場合、LTC3106はスリープ状態になり、 V_{IN}

アプリケーション情報

が入力コンデンサの電圧をMPPしきい値よりも高く充電するまで、 V_{OUT} の電力は使用できなくなります。 V_{IN} で、 V_{OUT} を供給するために必要な電力よりも多くの電力を使用できる場合、 V_{IN} はMPPしきい値を超えて電源のオープン回路電圧まで上昇することがあります。これは、オープン回路電圧が最大許容入力電圧を下回っている限り正常です。MPPピンの電圧は、図4に示すように、抵抗をMPPピンおよびGND間に接続することによって設定します。MPP電圧は次式によって決定されます。

$$V_{MPP} = 1.5\mu A \cdot R_{MPP} (M\Omega)$$

MPP機能をディスエーブルするには、MPPピンを V_{CC} に接続します。

設計例1: 一次電池バックアップを備える太陽光発電

従来のバッテリーのみの無線ノードでは、主制御装置(MCU)は直接バッテリーに接続されます。そのようなアプリケーションでは、複数の要因がバッテリー容量の減少に寄与します。通常、これらの無線システムでは、長い低消費電力の不活動期間に極めて低い周波数でノードをポーリングし、時折、ノードとの通信時に高電流バーストが発生します。パルス負荷時のピーク電流は、バッテリー・メーカーが定めた公称ドレイン電流よりも非常に大きくなり、容量が、標準的な静的ドレイン電流で規定された容量よりも減少します。さらに、ほとんどのMCUで使用できる入力電圧(最小2V(標準))が、使用可能な容量を制限します。

図9のアプリケーション回路は、CR2032一次電池で補完されたAM-1816太陽電池とインタフェースを取り、パルス負荷出力に電力を供給するように構成されたLTC3106を示しています。環境発電システムは、バッテリーを不要にすることができますが、バッテリーを補完し、バッテリー寿命を伸ばす役目も果たします。十分な環境エネルギーを使用できる場合、バッテリーは無負荷状態になり、環境発電が不十分になった場合にのみ使用されます。このため、バッテリー寿命が伸びるだけでなく、信頼性も向上します。バッテリーを使用する必要がある場合でも、一次電池(ここでは、CR2032)を使用するために、PRIピンが V_{STORE} 入力を構成します。これによって入力電圧範囲が広がるため、バッテリーとMCUを直接接続した場合よりも多くの容量を使用できるようになります。

LTC3106のメイン入力電圧(V_{IN})は、広い電圧範囲にわたって高インピーダンスの太陽電池に対応するように設計されています。太陽電池は、出力電力レベル、使用されている材料(結晶シリコン、アモルファス・シリコン、化合物半導体)、および適用される場所(屋内または屋外の光線)に従って分類されます。三洋電機(パナソニックの子会社)のAmorton製品ラインは、さまざまな光条件(標準的な光条件については、表6を参照)と電力レベルに対応し、特定のアプリケーションのサイズと形状に合わせてカスタマイズできる各種太陽電池を提供しています。LTC3106での使用に適した小型太陽電池(モジュールまたは太陽電池パネルとも呼ばれる)を製造するその他のメーカーの一覧を、表7に示します。

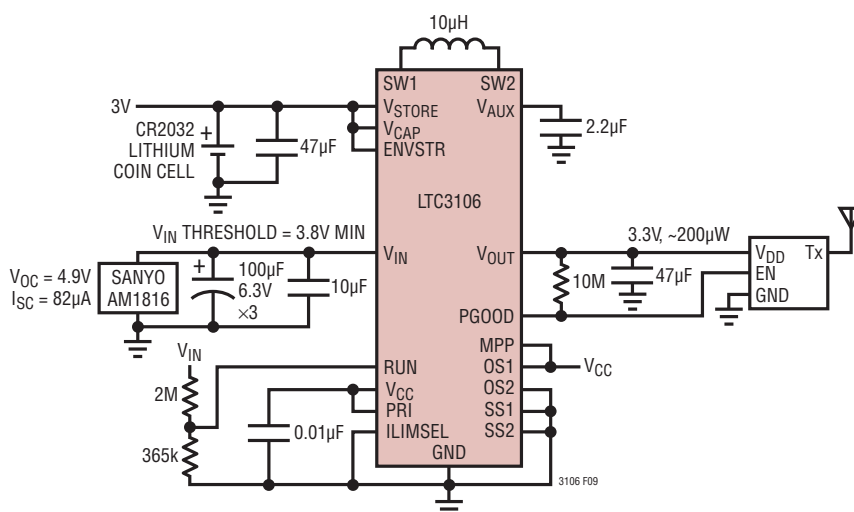


図9. 一次電池バックアップを備える太陽光発電機

アプリケーション情報

表 6. 標準的な光条件

場所	照度(ルクス)
Meeting Room	200
Corridor	200
Office Desk	400 to 700
Lab	500 to 1000
Outdoors (Overcast)	1000 to 2000
Outdoors (Clear)	>2000

表 7. 小型太陽電池パネル・メーカー

三洋	http://panasonic.net/energy/amorton/en/
PowerFilm	http://www.powerfilmsolar.com/
G24 Power	http://www.gcell.com/
SolarPrint	http://www.solarprint.ie/
Alta Devices	http://www.altadevices.com

AM-1816 パネルの I-V 曲線と P-V 曲線を図 10 に示します。太陽電池からの最大電力(PMAX)は光量によって変化しますが、PMAXでの電圧はわずかに変化しません。このアプリケーション例のVINしきい値電圧は、RUNピンの抵抗分割器を使用して、PMAXでの電圧に等しくなるように設定されます。VIN(OV)設定ポイントには、PMAXでの電圧をわずかに下回るように、4.2Vが選択されます。内部ヒステリシスによって、VINUVが3.8Vになるため、約4Vの平均VIN電圧が、メーカーのAM-1816太陽電池に関するI-VおよびP-Vデータの最大電力点で発生します。

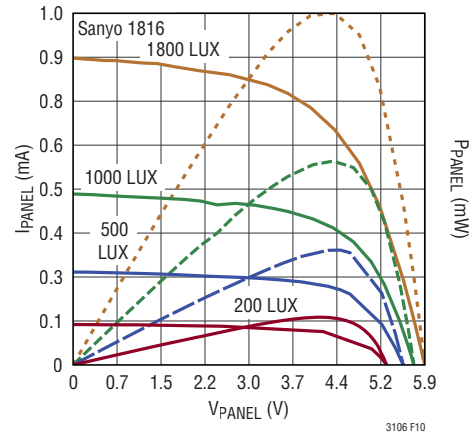


図 10. 変化する光条件の下で測定された I-V 曲線と P-V 曲線

RUNピンの抵抗分割器によって、VINに依存する負荷が入力電源に与えられことに注意してください。抵抗分割器の電流は、次の式から得られます。

$$I_{\text{INDIV(STATIC)}} \frac{4V}{(2.21M + 432k)} = 1.6\mu A$$

このアプリケーションでは、負荷は低消費電力の独自のRFプロファイル(図 11)になります。表 8 では、動作領域ごとに、出力と電力損失が一覧表示され、それぞれのピーク・レベルが示されています。このアプリケーションに必要な合計平均出力電力は、191μWと計算できます。

表 8. 図 11 のアプリケーションの負荷プロファイルの電力予算

区間	MCU 機能	ピーク電流 I _n (mA)	区間の T _n (ms)	電荷 I _n T _n (μC)	領域の デューティ・ サイクル (%)	区間出力電力 (mW)	平均出力電力 (μW)	LTC3106 の (曲線から 求めた) 電力損失 (mW)	LTC3106 の 平均電力損失 (μW)
Region 1	Wake	0.3	1	0.3	0.1	1.0	1	0.2	0.2
Region 2	Pre-Processing	8	0.6	4.8	0.1	26.4	16	3	1.8
Region 3	Rx/Tx	20	1	20	0.1	66.0	66	5	5.0
Region 4	Processing	8	0.5	4	0.0	26.4	13	3	1.5
Region 5	Rx/Tx	20	1	20	0.1	66.0	66	5	5.0
Region 6	Sleep/Idle	0.001	1000	1	99.5	0.003	3	0.02	19.9

合計期間: 1004ms

合計平均電力: 165μW

合計平均電力損失: 37μW

アプリケーション情報

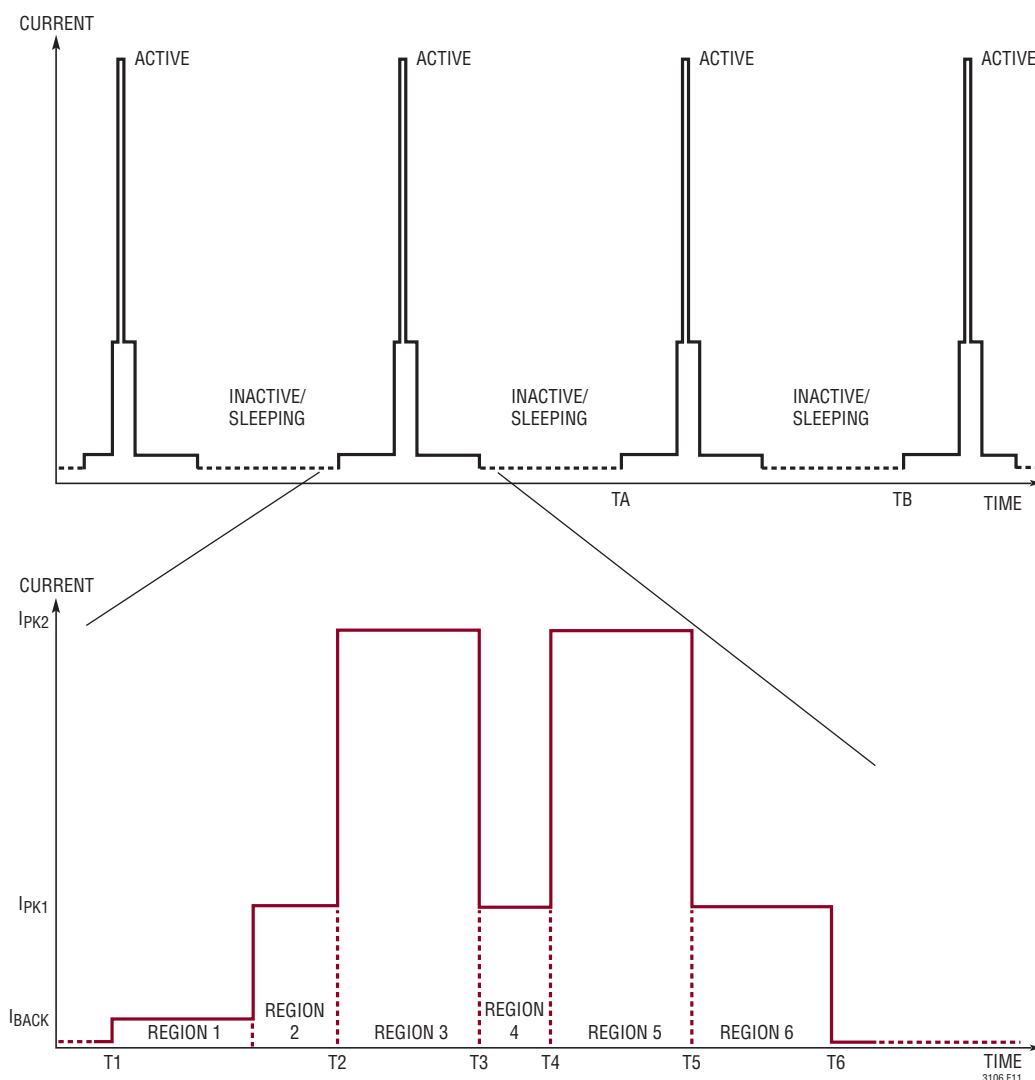


図 11. 図 8 の回路図のアプリケーションの負荷プロファイル

負荷プロファイルの同じ動作領域での LTC3106 の合計平均電力損失は、 $37\mu\text{W}$ です。合計入力電源条件が $207\mu\text{W}$ の場合、抵抗分割器の負荷によって $5\mu\text{W}$ の入力電力損失が追加されます。そのため、抵抗分割器を含めて計算された平均効率率は、 $\eta = 165\mu\text{W}/207\mu\text{W}$ 、つまり 80% です。200ルクスでの AM-1816 からの平均電力は、約 $400\mu\text{W}$ です。 $400\mu\text{W}$ の電力が、約 80% のコンバータの効率で、ある程度のマージンを含めて、 $207\mu\text{W}$ の合計平均負荷に供給されます。光条件が不十分な場合、使用できる入力電力が、出力電圧を維持するために必要な電力を下回ることがあります。図 9 の LTC3106 構成は、 V_{IN} が 4.2V を超えて上昇するとオンになり、 3.8V を下回って低下するとオフになる、「一時中断」モードの V_{IN} で動作

します。 V_{IN} がオフのとき、 V_{IN} が回復して 4.2V のしきい値を超えるまで、電力は V_{STORE} から供給されます。

光条件が良好な場合、 V_{IN} は、環境発電電源のオープン回路電圧に上昇します。なお、環境発電電源のオープン回路電圧が最大電圧定格を超える場合、適切なクランプを追加して、LTC3106 の損傷を防ぐ必要があります。図 10 は、AM-1816 のオープン回路電圧が 5V を超える場合があることを示しています。最大の光量が予想される場合、逆リーク電流の少ないツェナー・ダイオードを使用して V_{IN} をクランプすることが推奨されます。 4.7V または 5.1V のツェナー電圧を持つ DZ23、AZ23、および GDZ シリーズが適切な選択です。

アプリケーション情報

環境発電電源の使用を最適化し、バックアップ電源のバッテリー寿命を伸ばすには、最低の光量で負荷プロファイルの平均電力負荷に対処するように入力コンデンサのサイズを決定することが重要です。再び表8を参照して、負荷に必要な電荷を合計し、入力コンデンサのサイズを決定する次の式を計算します。

$$C_{VIN} = \frac{(2/\eta \cdot V_{OUT} \cdot \Sigma I_n T_n)}{(V_{IN(OV)}^2 - V_{IN(UV)}^2)} (\mu F)$$

$V_{IN} = 4.2V$ および $V_{OUT} = 3.3V$ の場合の平均効率 (η) は、0.8 です。 $V_{IN(OV)}$ しきい値および $V_{IN(UV)}$ しきい値は既に決定されており、 $\Sigma I_n T_n$ は負荷プロファイル表に記載されています。 C_{VIN} は、 $184\mu F$ であることがわかります。リーク電流の少ない1個の $220\mu F$ タンタル・チップ・コンデンサを使用できます。リーク電流を最小にするため、および設計マージンを追加するために、 $6.3V$ 、 $\pm 10\%$ 精度の2個の $100\mu F$ セラミック・コンデンサが選択されます。

V_{IN} 電源が使用できない場合、 V_{STORE} の一次電池が引き続き負荷に電力を供給します。ピーク電流負荷をバッテリーから取り除き、定格バッテリー容量を低下させる高ピーク電流の影響を最小限に抑えるために、LTC3106の最低のピーク電流設定が選択されます。また、 V_{STORE} のコンデンサ設計は、 V_{IN} のコンデンサ設計に従います。同じ方法を使用しますが、OVしきい値とUVしきい値を最大および最小 V_{STORE} 入力電圧に置き換えて、 V_{STORE} のコンデンサの値は $38\mu F$ と計算されます。設計マージンを考慮して、低ESRの $10V$ 、 $47\mu F$ セラミック・コンデンサが使用されます。

設計例2: 再充電可能なバッテリー・バックアップを備えるペルチェセルからの熱電発電 (TEG)

(熱電冷却器としても知られている) 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。出力電圧の極性は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。このようなペルチェセルは、熱電発電機 (TEG) と呼ばれています。

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・メーカーのリストを表9に示します。

表9. ペルチェセル・メーカー

Micropelt www.micropelt.com
CUI, Inc www.cui.com (Distributor)
Fujitaka www.fujitaka.com/pub/peltier/english/thermoelectric_power.html
Ferrotec www.ferrotec.com/products/thermal/modules
Kryotherm www.kryothermusa.com
Laird Technologies www.lairdtech.com
Marlow Industries www.marlow.com
Nextreme www.nextreme.com
TE Technology www.tetech.com/Peltier-Thermoelectirc-Cooler-Modules.html
Tellurex www.tellurex.com

LTC3106の設計は低電圧能力を備えているので、わずか $20^{\circ}C$ の温度差を持つTEGで動作させることができ、2つの表面の間、または表面と周囲環境の間に温度差が存在する多くの産業アプリケーションでエネルギーを収集するのに最適です。

図12のアプリケーション回路は、再充電可能なリチウムイオン (二次) 電池で補完されたTEGとインタフェースを取るLTC3106を示しています。2つの電源が、低電力パルス負荷出力に電力を供給するように構成されています。アプリケーション回路は、RUNピンが V_{STORE} に接続され、 $300mV$ の入力電圧UVLOを利用するように構成されています。この構成では、 V_{IN} は、 V_{IN} が $0.3V$ を超えて上昇するとオンになり、 V_{IN} が $0.3V$ から $50mV$ 低下するとオフになる、「一時中断」モードで動作し、入力がゼロに低下することなく、出力への平均電力の供給を維持します。バッテリー電圧が適切であると仮定した場合、入力電圧がUVLOしきい値未満に低下すると、出力電力はバッテリーから供給され、入力電圧がUVLOしきい値を超えて充電されると、出力電力は再び入力から供給されます。

アプリケーション情報

二次電池は、環境発電電力が不十分な場合に出力に電力を供給することに加えて、余剰環境発電エネルギーを蓄積する役目も果たします。出力がレギュレーション状態にある場合、環境発電電力は分流され、二次電池を充電します。最大充電電圧と下側バッテリーしきい値は、SS1ピンおよびSS2ピンで設定されます。図12では、SS1とSS2は、4.16Vのワーストケースの上側しきい値および2.88Vのワーストケースの下側バッテリーしきい値を提供するように構成されています(表2を参照)。二次電池の充電は、過剰なバッテリー電圧を防ぐために、上側しきい値で終了します。このアプリケーションでは、ENVSTRピンが“H”に保たれるため、環境発電電力が長時間失われると、出力はバッテリーのみによって維持されます。

V_{CAP}とV_{STORE}を相互に接続すると、バッテリーが、下側バッテリーしきい値で内部電力経路から切り離され、リチウムイオン・バッテリーが過放電による永続的損傷を受けるのを防ぎます。低ESRの10μFコンデンサを使用して、V_{STORE}/V_{CAP}ピンをデカップリングします。

前の設計例と同様に、負荷プロファイルは、別の低消費電力の独自RFプロファイル(図13)です。この負荷パルスのRxTxレートは、2秒です。表10では、動作領域ごとに、出力と電力

損失が一覧表示され、それぞれのピーク・レベルが示されています。このアプリケーションで必要な合計平均出力電力は、42μWと計算できます。

負荷プロファイルの同じ動作領域でのLTC3106の合計平均電力損失は、31μWです。合計入力電源条件は、73μWです。そのため、抵抗分割器を含めて計算された平均効率 $\eta = 42\mu\text{W}/73\mu\text{W}$ 、つまり0.58です。この値は低いように見えますが、大部分の時間(スリープ/アイドル領域)、負荷電流が非常に低く(2μA)、その間のLTC3106の平均電力損失がわずかに20μWであることを理解することが重要です。

二次電池の使用を最小限に抑え、その長期間の寿命を延ばすには、最小温度差で負荷プロファイルの平均電力負荷に対処するように入力コンデンサのサイズを決定して、環境発電電源の使用を最適化することが重要です。再び表11を参照して、負荷に必要な電荷を合計し、入力コンデンサのサイズを決定する次の式を計算します。

$$C_{VIN} = \frac{(2/\eta \cdot V_{OUT} \cdot \Sigma I_n T_n)}{(V_{INOV}^2 - V_{INUV}^2)}$$

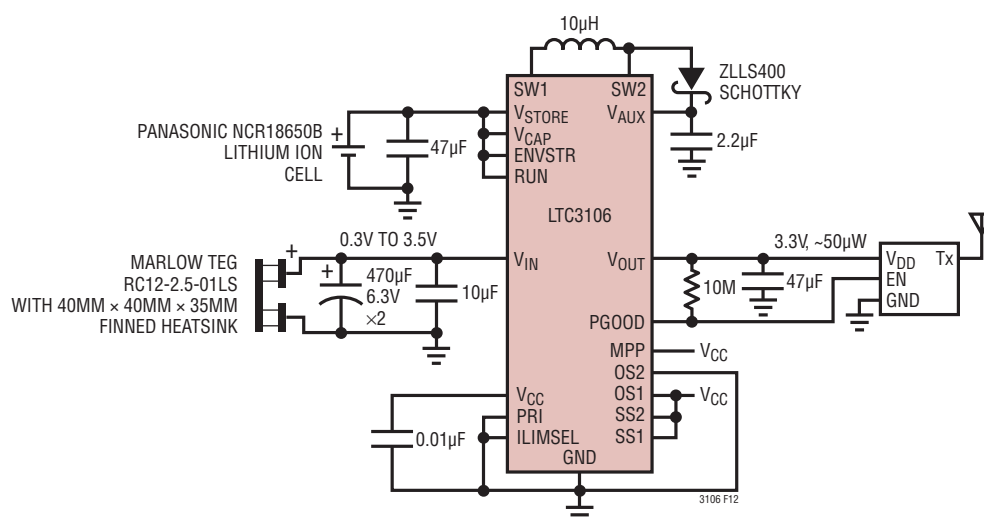


図12. 二次電池バックアップを備えるTEG発電機

アプリケーション情報

表 11. 小容量のリチウムイオンおよび薄膜バッテリー・メーカー

メーカー	デバイス名
CYMBET	EnerChip CBC Series
Infinite Power Solutions	THINERGY MEC2000 and MEC100 Series
GM Battery	GMB and LiPo Series

$V_{IN(OV)} = 0.3V$ 、 $I_{N(UV)} = 0.25V$ (それぞれ、入力 UVLO の上側しきい値および下側しきい値)、および $3.3V$ の V_{OUT} での平均効率 (η) は、既に 0.58 と計算されています。 $\Sigma I_n T_n$ は、負荷プロファイル表に記載されています。そのため、 C_{VIN} は $973\mu F$ であることがわかります。このように低い環境発電電力レベルでは、入力コンデンサ値が非常に大きくなる場合があります。大容量コンデンサ・メーカーを表 4 に示しています。図 12 のアプリケーションは、2 個の $470\mu F$ タンタル・チップ・コンデンサを使用しています。

選択されるコンデンサの定格は、環境発電電源の最大オープン回路電圧または適切にクランプされた電圧、あるいはその両方よりも大きい必要があります。TEG のオープン回路電圧が入力ピンの最大定格電圧よりも大きくなることが予想される場合、逆リーク電流の少ない $4.7V$ または $5.1V$ のツェナー・ダイオードを使用して V_{IN} をクランプすることが推奨されます。

最小温度差 ($dt = 20^{\circ}C$) で TEG から供給される電力は約 $200\mu W$ であり、ある程度のマージンを含めて合計 $42\mu W$ の平均負荷に電力を供給するには十分です。

条件が不十分な場合、使用可能な入力電力が、出力に必要な電力よりも低下する可能性があります。その場合、 V_{IN} が UVLO しきい値未満に低下して、オフになります。 V_{IN} がオフになると、 V_{IN} が回復して UVLO しきい値よりも高くなるまで、電力は V_{STORE} から供給されます。

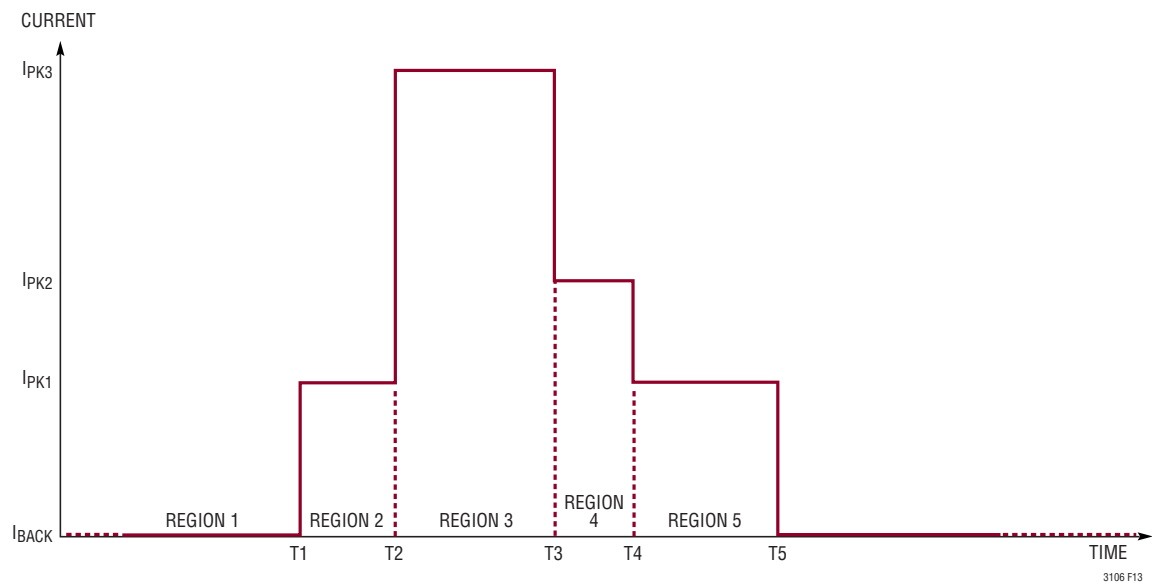


図 13. アプリケーションの負荷プロファイル

アプリケーション情報

条件が良好な場合、入力コンデンサはさらに高い電圧に充電され、環境発電電源のオープン回路電圧で充電が終了します。これらの条件の下で出力がアイドル状態になると、余剰エネルギーは、V_{STORE}のバッテリーの電荷を維持するために使用されます。残りの余剰エネルギーは入力コンデンサに蓄積され、V_{IN}が環境発電電源のオープン回路電圧に上昇します。前述したように、環境発電電源のオープン回路電圧がピンの最大電圧定格を超える場合、適切なクランプを追加してLTC3106の損傷を防ぐ必要があります。

ほとんどのMCUは、低消費電力の無線固有のMCUであっても、LTC3106の出力に小電流で負荷を与えます。ただし、負荷電流が400nA未満になる場合、スリープ期間と出力コンデンサのサイズによっては、出力レギュレーション誤差が公称出力電圧の5%に増加することがあります。

表 10. 図 11 のアプリケーションの負荷プロファイルの電力予算

区間	MCU機能	ピーク電流 I _n (mA)	区間のT _n (ms)	電荷 I _n T _n (μC)	領域の デューティ・ サイクル(%)	区間出力 電力(mW)	平均出力電力 (μW)	LTC3106の (曲線から 求めた) 電力損失 (mW)	LTC3106の 平均電力損失 (μW)
Region 1	Sleep/Idle	0.002	2000	4	99.85	0.007	7	0.2	20.0
Region 2	Pre-Processing	1.7	0.6	1.02	0.03	56	2	3	0.9
Region 3	Tx	17	1	17	0.05	53.1	28	5	7.5
Region 4	Rx	4	0.5	2	0.02	13.2	3	3	1.2
Region 5	Post-Processing	1.7	1	1.7	0.05	5.6	3	5	1.5
合計期間:2003ms						合計平均電力:42.37μW		合計平均電力損失:31μW	

標準的応用例

図14の回路は、単純な環境発電の実例です。データをホストに転送するためにUSB インタフェースが接続されている場合、LTC3106はUSB バス電源から電力を供給されます。USB 電源が使用可能な場合、 V_{STORE} は入力としてディスエーブルされ、出力電力は V_{IN} から供給されます。 V_{OUT} と V_{AUX} がレギュレーション状態になると、バッテリーの充電が発生します。デバイスを使用して遠隔のデータを収集する際に、Sanyo AM-1454 太陽電池の周辺の光源からバッテリーを充電することもできます。これによって、バッテリーの寿命が伸び、USB に接続しない時間を増やすことができます。USB 電力が使用可能な場合、モニタからのDO1出力が“H”になり、LTC3106のピーク電流制限を高くすることに注意してください。

図15に、LTC3106を単純なデュアル入力、2.2V 昇降圧コンバータとして示しています。1つの入力は5VのACアダプタから供給され、もう1つの入力は3Vの再充電可能ナリチウム・コイン電池から供給されます。図15には、 V_{AUX} に接続されたオプションの外部突入電流制限回路の例も示されています。

図16のアプリケーションは、小容量の薄膜バッテリーの極めて低い放電速度と長い保管寿命を利用するために、シェルフ・モード機能を使用しています。外部スイッチを使用して、 V_{STORE} ピンを、 V_{CAP} の外付けバイパス・コンデンサ、および内部電力経路としきい値検出回路から切り離すことができます。それによって、 V_{STORE} ピンのリーク電流へのバッテリーの放電およびバッテリー自体の自己放電を低減できます。そのため、

工場で「事前に充電された」バッテリーは、環境発電機ノードに組み込まれた後、ある程度の時間、最大電荷を維持することができます。バッテリーは、イネーブルされた場合、環境発電電源を補完し、環境発電の余剰エネルギーを使用して再充電されます。薄膜バッテリー・メーカーのリストを表11に示します。

図17の回路は、可能な場合は太陽エネルギーを収集し、バッテリーからの給電が必要になるまでの時間を延長するように構成されたLTC3106を示しています。RUNの抵抗分割器は、 V_{IN} の太陽電池の最適な最小動作点を設定します。使用可能な場合、 V_{IN} の環境発電電力は、一次電池から供給される電力を補完し、バッテリーの寿命を伸ばします。

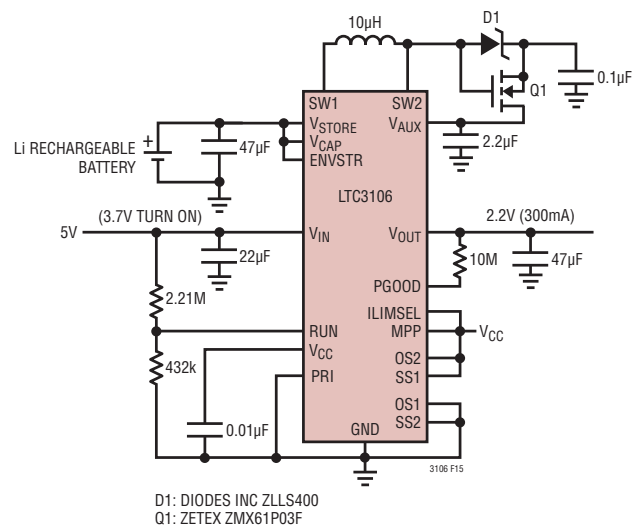


図15. 再充電可能なバッテリー・バックアップと突入電流制限機能を備えた5V入力/2.2V出力コンバータ

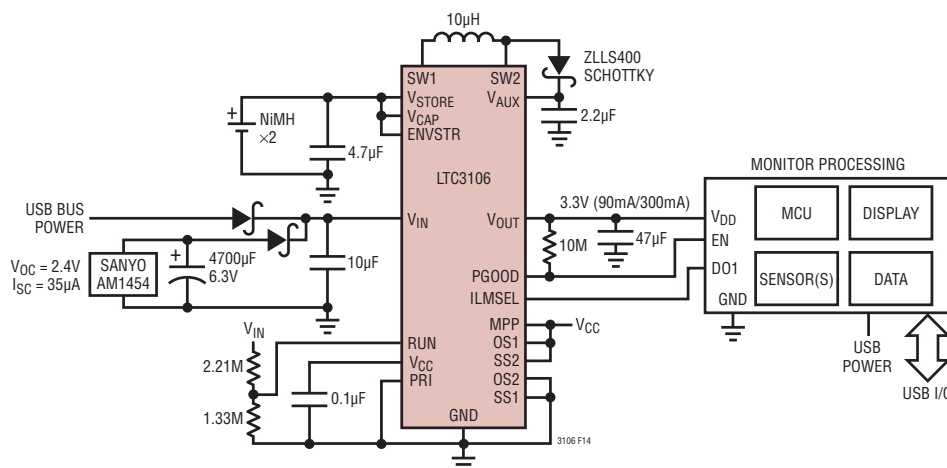


図14. 周辺光による発電またはUSBから給電される携帯用医療機器

標準的応用例

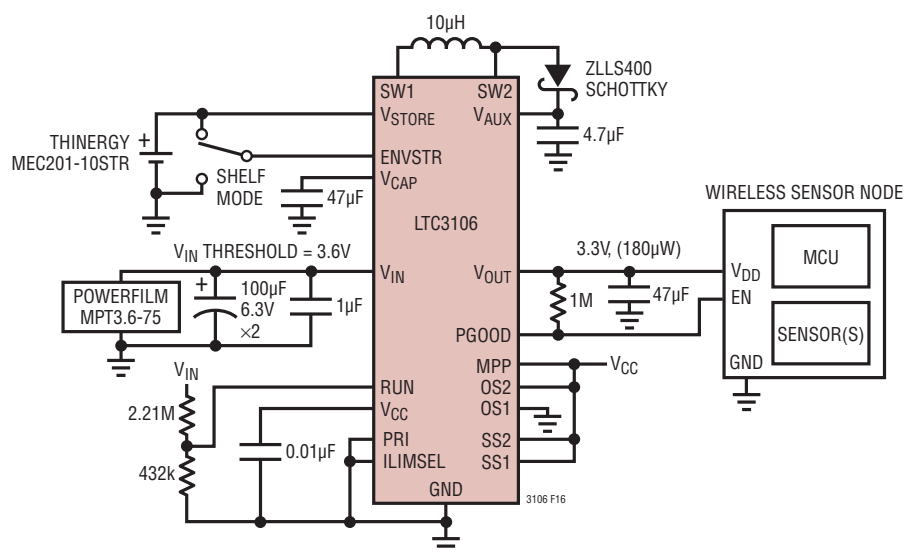


図16. 薄膜バッテリー・バックアップを備えた遠隔の屋外用の太陽光発電機

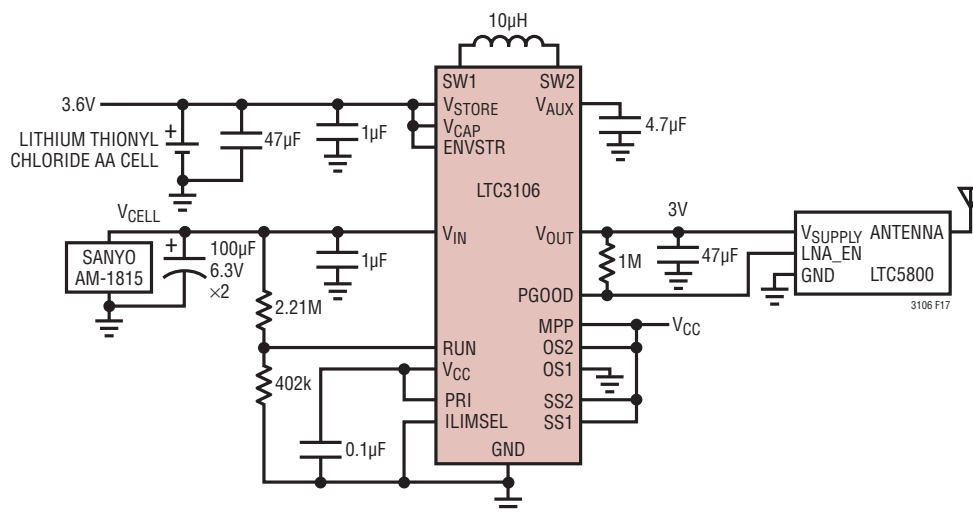
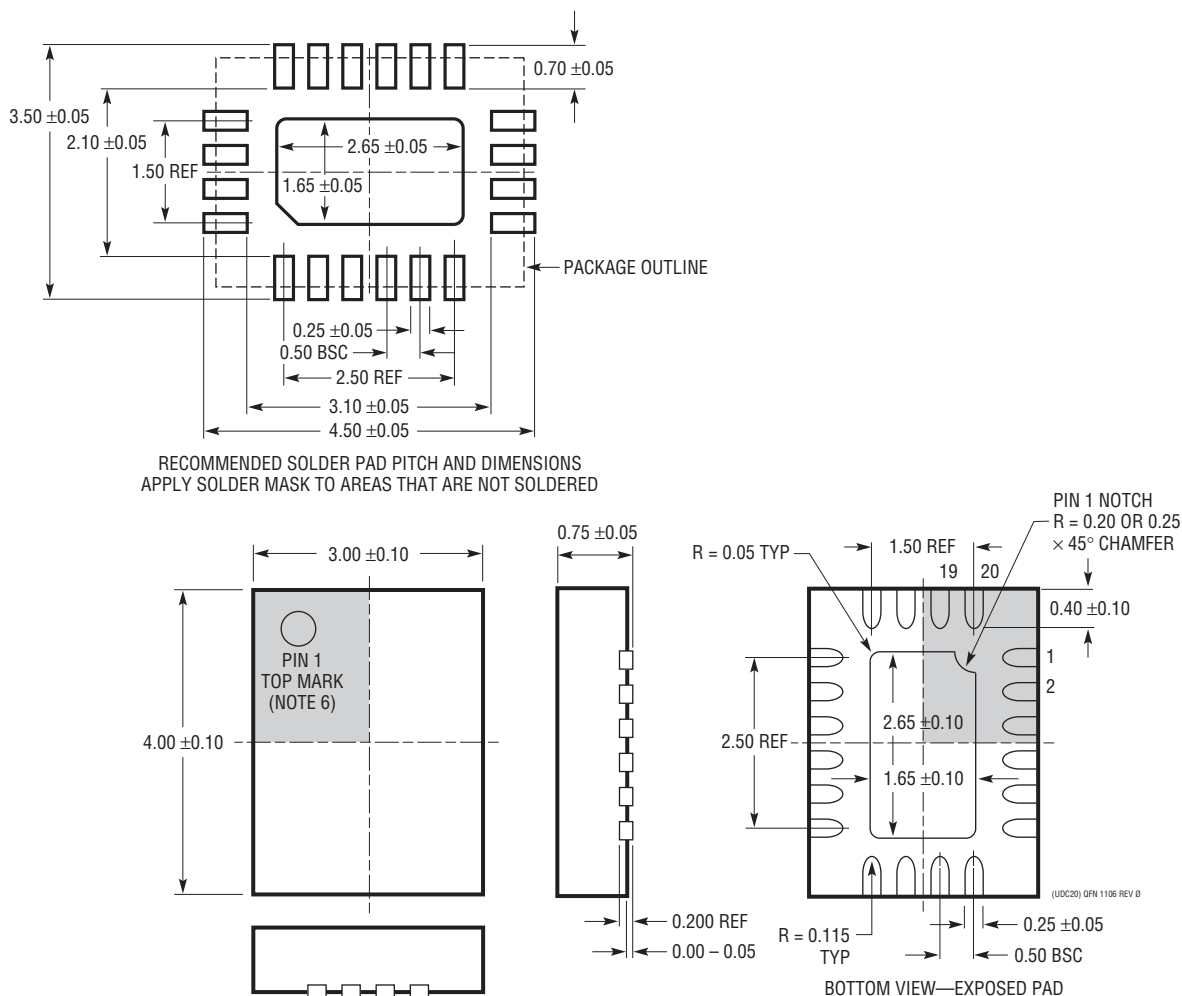


図 17. 長寿命のバッテリーから給電される無線メッシュ・ネットワーク用のモート

パッケージ寸法

最新のパッケージ図については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3106#packaging> を参照してください。

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



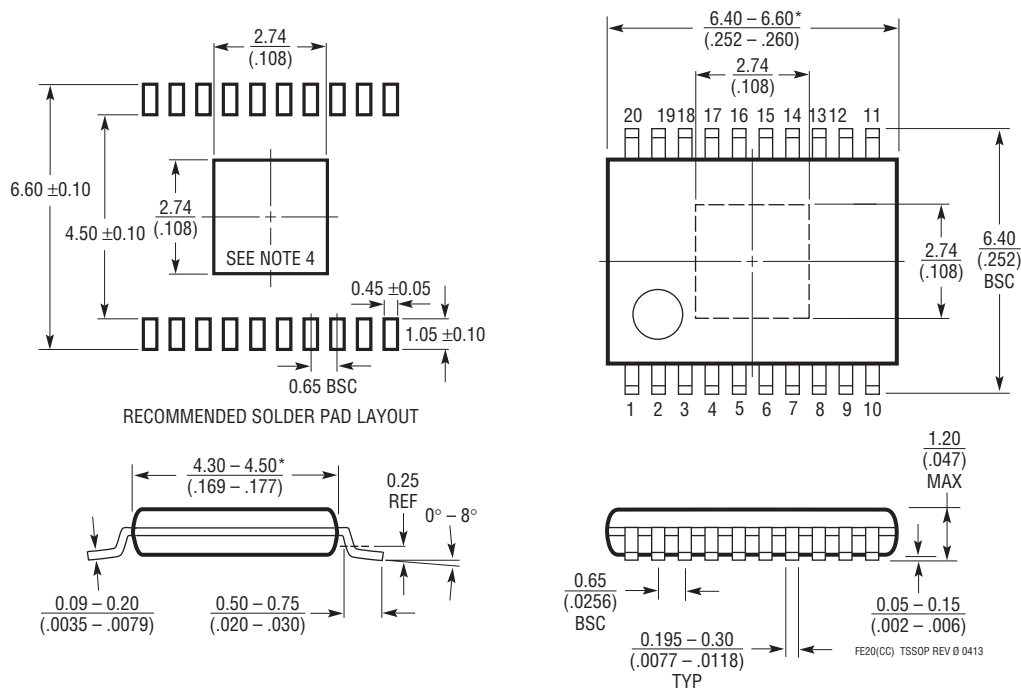
注記:

1. 図はJEDECのパッケージ外形ではない
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

パッケージの寸法

最新のパッケージ図については、<http://www.linear-tech.co.jp/product/LTC3106#packaging> を参照してください。

FE Package 20-Lead Plastic TSSOP (4.4mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1950 Rev 0) Exposed Pad Variation CC



注記:

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

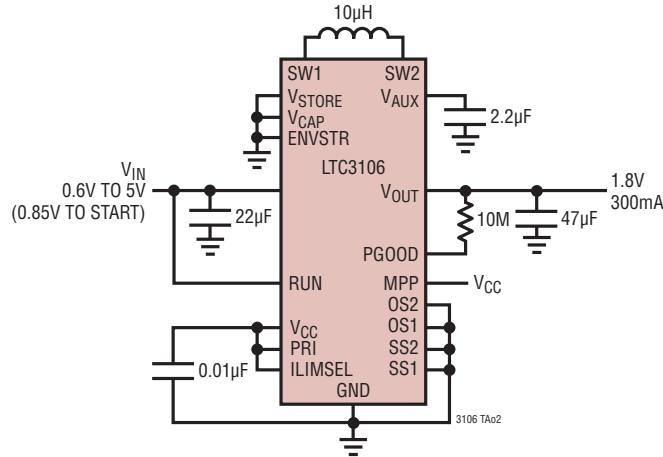
4. 露出パッド接着のための推奨最小 PCB メタルサイズ

* 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

LTC3106

標準的応用例

入力電圧範囲の広い単純な昇降圧コンバータ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3103	超低静止電流の15V、300mA同期整流式降圧DC/DCコンバータ	V_{IN} : 2.5V ~ 15V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.6V、 I_Q = 1.8µA、 I_{SD} = 1µA、3mm×3mm DFN-10およびMSOP-10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DC/DCコンバータ	V_{IN} : 0.225V ~ 5V、 $V_{OUT(MIN)}$ の調整: 1.5V ~ 5V、 I_Q = 24µA、 I_{SD} < 1µA、3mm×3mm DFN-12およびMSOP-12パッケージ
LTC3107	超低電圧環境発電(エネルギーハーベスト)電源および一次電池寿命延長回路	V_{IN} = 0.02V ~ 1V、 V_{OUT} が V_{BAT} に追随、 V_{BAT} = 2V ~ 4V、 I_Q = 80nA、 V_{LDO} = 2.2V、3mm×3mm DFN-10パッケージ
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_{IN} : 0.02V ~ 1V、 $V_{OUT(MIN)}$: 固定2.35V ~ 5V、 I_Q = 6µA、 I_{SD} < 1µA、3mm×4mm DFN-12およびSSOP-16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、 $V_{OUT(MIN)}$: 固定2.35V ~ 5V、 I_Q = 7µA、 I_{SD} < 1µA、4mm×4mm QFN-20およびSSOP-20パッケージ
LTC4070	リチウムイオン/ポリマー・バッテリー向けのシャント・バッテリー・チャージャ・システム	I_Q : 450nA、フロート電圧精度: 1%、シャント電流: 50mA、4.0V/4.1V/4.2V
LTC4071	ローバッテリー切断機能付きリチウムイオン/ポリマー・バッテリー向けシャント・バッテリー・チャージャ・システム	I_Q : 550nA、フロート電圧精度: 1%、ローバッテリー切断: 10nA未満、4.0V/4.1V/4.2V、8ピン2mm×3mm DFNおよびMSOP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
LTC3330/ LTC3331	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、 V_{OUT} : 1.2V ~ 5.0V、イネーブル・ピンおよびスタンバイ・ピン、 I_Q = 750nA、5mm×5mm QFN-32パッケージ
LTC3388-1/ LTC3388-3	20V高効率ナノパワー降圧レギュレータ	V_{IN} : 2.7V ~ 20V、 V_{OUT} : 1.2V ~ 5.0V、イネーブル・ピンおよびスタンバイ・ピン、 I_Q = 720nA、 I_{SD} = 400nA、3mm×3mm DFN-10およびMSOP-10パッケージ
LTC3588-1	ナノパワー環境発電用電源	スリープ時の I_Q : 950nA、 V_{OUT} : 1.8V、2.5V、3.3V、3.6V、内蔵ブリッジ整流器、MSE-10および3mm×3mm QFN-10パッケージ
LTC3588-2	ナノパワー環境発電用電源	レギュレーション状態での I_Q : 1µA未満、上昇時UVLO: 16V、下降時UVLO: 14V、 V_{OUT} : 3.45V、4.1V、4.5V、5.0V、MSE-10および3mm×3mm QFN-10パッケージ
LTC5800- IPMA	IPワイヤレス Mote-on-Chip	超低消費電力モート、72ピン10mm×10mm QFN

3106f