

# CCDバイアス用 昇圧/反転 スイッチング・レギュレータ

## 特長

- リチウムイオン電池から15V/45mA、-8V/90mAを供給
- 出力の切断
- シーケンシング: 正出力がレギュレーションに達した後、負チャンネルがスイッチングを開始
- ショットキー・ダイオードを内蔵
- 2MHz固定スイッチング周波数
- チャンネル当たり1個の抵抗だけで出力電圧を設定
- $V_{IN}$ 範囲: 2.3V~16V
- 出力電圧: 最大28V
- 短絡耐性
- コンデンサでプログラム可能なソフトスタート
- 独立した $V_{BAT}$ ピンにより、電力回路と制御回路に別の電源を使用可
- 10ピン (3mm×3mm) DFNパッケージで供給

## アプリケーション

- CCDのバイアス
- TFT LCDのバイアス
- OLEDのバイアス
- オペアンプ用に正負の電源電圧を発生

LT、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

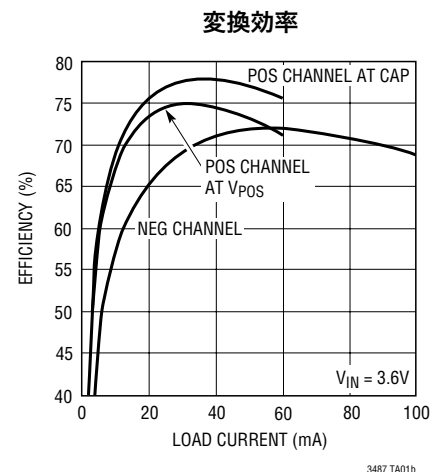
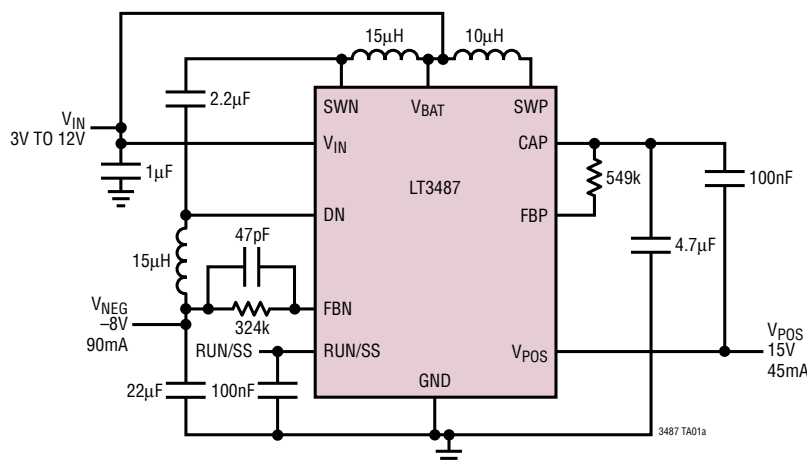
## 概要

LT<sup>®</sup>3487デュアルチャンネル・スイッチング・レギュレータはCCD撮像素子をバイアスする正負の出力を発生します。リチウムイオン電池から-8V/90mAおよび15V/45mAを供給するので、多くの普及しているCCD撮像素子をバイアスすることができます。この昇圧レギュレータは出力切断機能を内蔵しており、標準的昇圧構成に存在する $V_{IN}$ から出力負荷へのDC電流経路がありません。スイッチング周波数が2MHzなので、小型で高さの低いコンデンサとインダクタを使用したCCDソリューションが可能です。フィルタ処理しやすい低ノイズの出力を発生します。ショットキー・ダイオードは内蔵されており、出力電圧はチャンネル当たり1個の抵抗で設定されますので、外付け部品点数が少なくてすみます。

インテリジェント・ソフトスタートにより、1個のコンデンサを使って2つのチャンネルをシーケンシャルにソフトスタートさせることができます。正チャンネルのランプの後に負チャンネルの出力ランプが始まるように、ソフトスタートのシーケンスが制御されます。また、内部のシーケンシング回路により、正チャンネルがその最終値の87%に達するまで負チャンネルはディスエーブルされますので、2つの出力の和は常に正になります。

LT3487は10ピン (3mm×3mm) DFNパッケージで供給されます。

## 標準的応用例



# LT3487

## 絶対最大定格

(Note 1)

V <sub>IN</sub> 電圧	16V
V <sub>BAT</sub> 電圧	16V
SWP、SWNの電圧	32V
CAP、V <sub>POS</sub>	30V
DN電圧	-32V
RUN/SS電圧	8V
FBP電圧	6V
FBN電圧	-0.2V~6V
最大接合部温度	125°C
動作温度範囲	-40°C~85°C
保存温度範囲	-65°C~125°C

## パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>DD PACKAGE 10-LEAD (3mm × 3mm) PLASTIC DFN θ<sub>JA</sub> = 43°C/W, θ<sub>JC</sub> = 3°C/W EXPOSED PAD (PIN 11) IS GND, MUST BE CONNECTED TO PCB</p>	
ORDER PART NUMBER	DD PART MARKING
LT3487EDD	LBXB
<p>Order Options Tape and Reel: Add #TR Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF Lead Free Part Marking: <a href="http://www.linear.com/leadfree/">http://www.linear.com/leadfree/</a></p>	

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外はT<sub>A</sub> = 25°Cでの値。注記がない限り、V<sub>IN</sub> = 3.6V、V<sub>BAT</sub> = 3.6V。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Operating Voltage Range		2.3		16	V
Quiescent Current	RUN/SS = 3V, Not Switching RUN/SS = 0V		3.7 5.3	5 8	mA μA
RUN/SS Voltage Threshold (Full Current)	(Note 3)			1.6	V
RUN/SS Voltage Threshold (Shutdown)		● 100	160		mV
RUN/SS Pin Current	RUN/SS = 0V (Note 4)	1	1.4	2	μA
FBP (Positive Channel) Pin Voltage		● 1.19	1.23	1.27	V
FBN (Negative Channel) Pin Voltage		● -7	3	12	mV
FBP Pin Voltage Line Regulation			0.007		%/V
FBN Pin Voltage Line Regulation			0.001		mV/V
FBP Pin Bias Current		● 24.4	25	25.6	μA
FBN Pin Bias Current		● 24.4	25	25.6	μA
FBP Threshold (Percent of Final Value) to Start Negative Channel			87	90	%
Switching Frequency		1.85	2	2.15	MHz
Maximum Duty Cycle		● 87	93		%
Positive Channel Switch Current Limit	(Note 5)	● 750	920		mA
Negative Channel Switch Current Limit	(Note 5)	● 900	1090		mA
Positive Channel V <sub>CESAT</sub>	I <sub>SWP</sub> = 400mA		280		mV
Negative Channel V <sub>CESAT</sub>	I <sub>SWN</sub> = 600mA		340		mV

3487I

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{IN} = 3.6\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.6\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Schottky DP Forward Drop	$I_{SWP} = 400\text{mA}$		1045		mV
Schottky DN Forward Drop	$I_{SWN} = 600\text{mA}$		980		mV
Disconnect PNP $V_{CE}$	$I_{VPOS} = 50\text{mA}$		205		mV
Disconnect Current Limit	$V_{CAP} = 15\text{V}$ , $V_{POS} = 0\text{V}$	100	155		mA
$V_{CAP} - V_{BAT}$ to Disconnect	$V_{BAT} = 3.6\text{V}$ , $V_{POS} = 0\text{V}$ , $I_{CAP} < 100\mu\text{A}$		1.2	1.6	V
Disconnect Leakage	$V_{BAT} = 3.6\text{V}$ , $CAP = 3.6\text{V}$ , $V_{POS} = 0\text{V}$		0.1	1.0	$\mu\text{A}$

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を越す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。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可能性がある。

**Note 2:** LT3487Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で規定性能に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作範囲での仕様は設計、特性評価および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

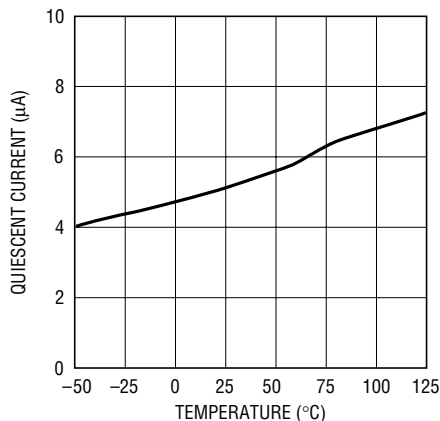
**Note 3:** 設計によって保証されているが、直接テストはされない。

**Note 4:** 電流はピンから流れ出す。

**Note 5:** 電流制限は設計および静的テストとの相関によって保証されている。高いデューティ・サイクルではスロープ補償により電流制限が低下する。

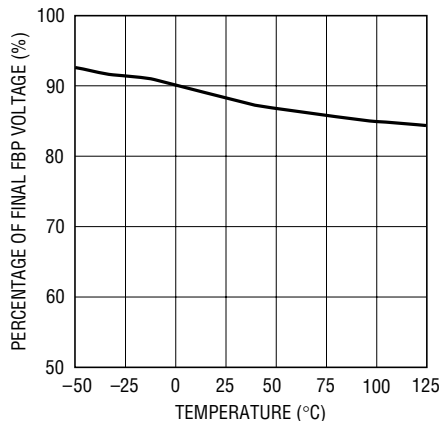
## 標準的性能特性

シャットダウン時の消費電流



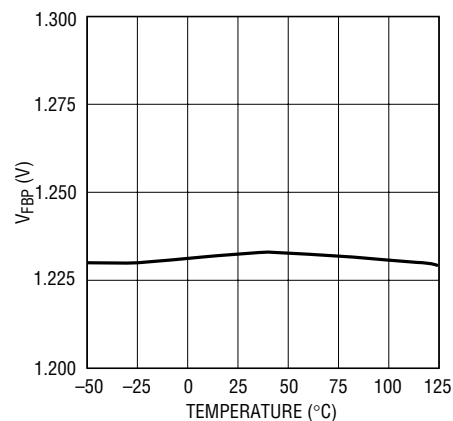
3487 G01

インバータをイネーブルする  
正出力



3487 G02

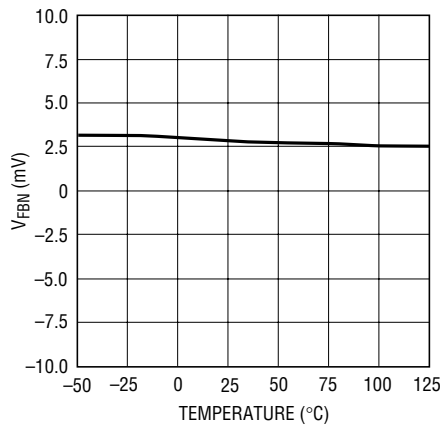
FBP電圧



3487 G03

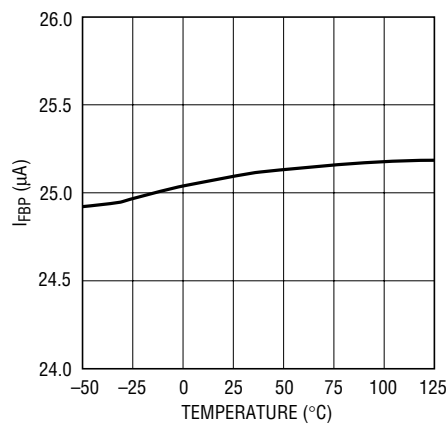
## 標準的性能特性

FBN電圧



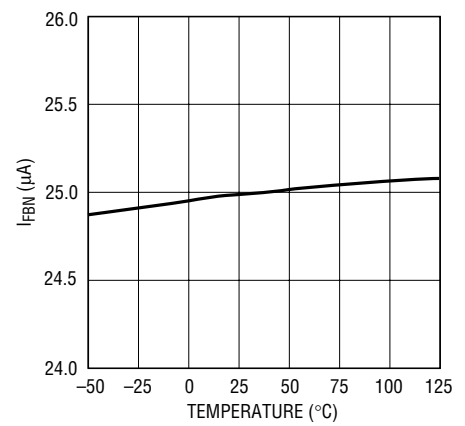
3487 G04

FBPバイアス電流



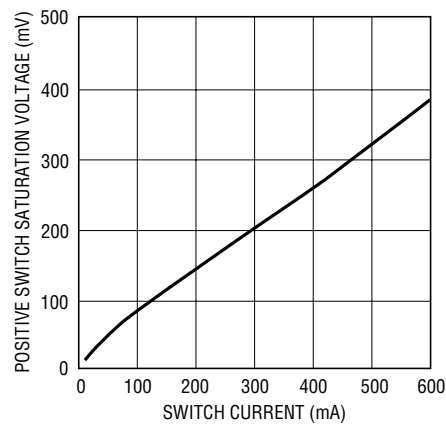
3487 G05

FBNバイアス電流



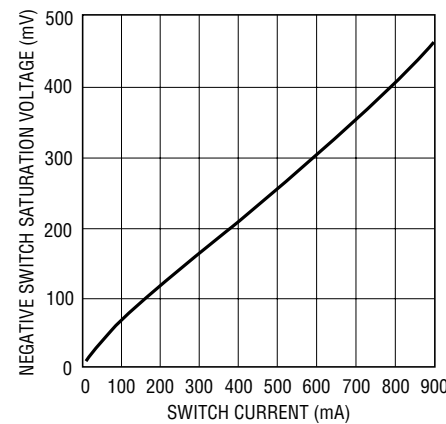
3487 G06

正チャンネルのスイッチのV<sub>CE(SAT)</sub>



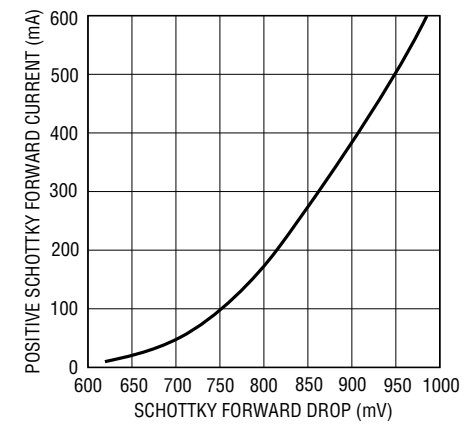
3487 G07

負チャンネルのスイッチのV<sub>CE(SAT)</sub>



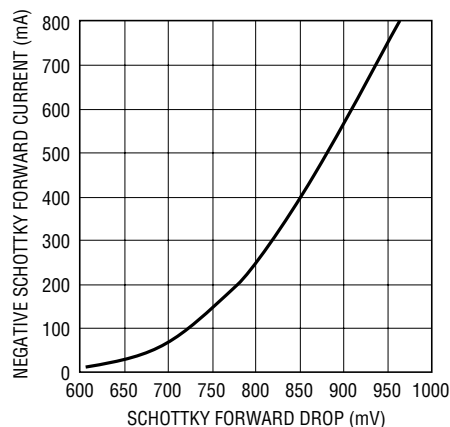
3487 G08

正チャンネルのショットキー・ダイオードのI-V特性



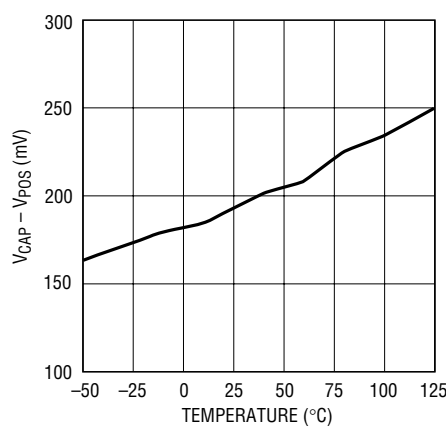
3487 G09

負チャンネルのショットキー・ダイオードのI-V特性



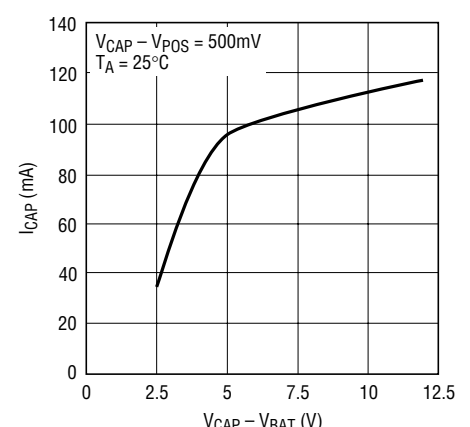
3487 G10

出力切断の電圧降下(50mA負荷)



3487 G11

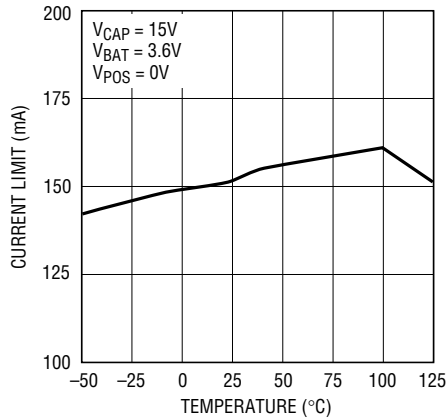
最大切断電流



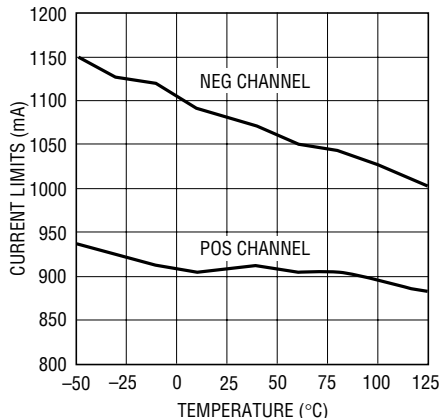
3487 G20

標準的性能特性

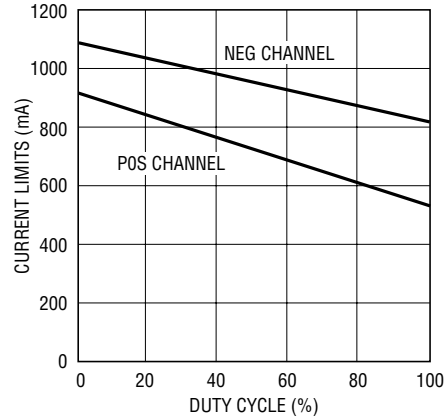
出力切断電流制限



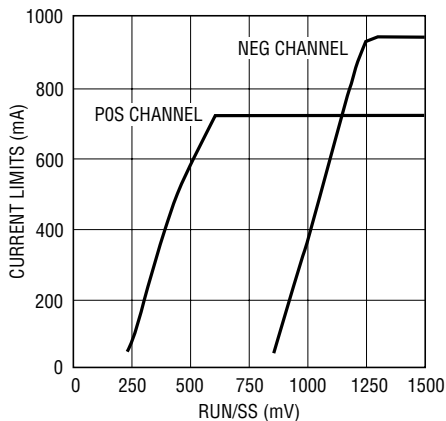
スイッチ電流制限



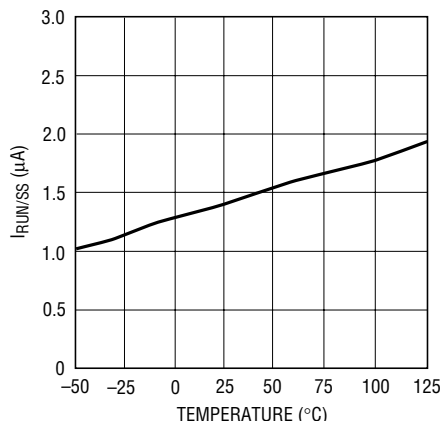
スイッチ電流制限と  
デューティ・サイクル



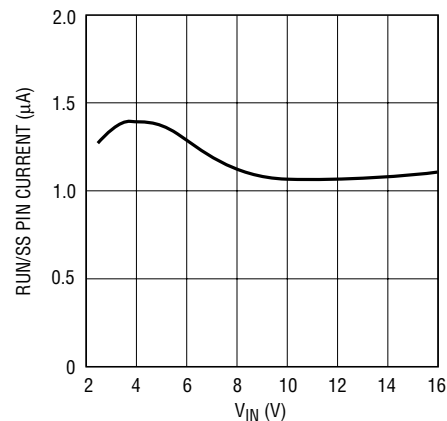
スイッチ電流制限とRUN/SS電圧  
(55%デューティ・サイクル)



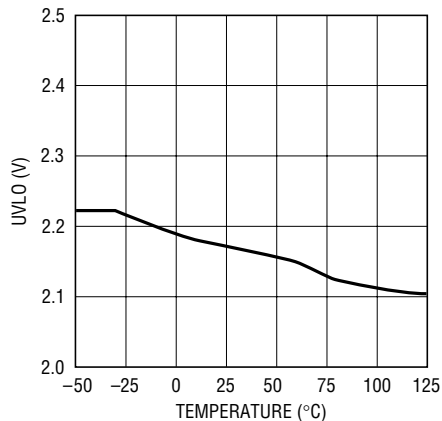
シャットダウン時のRUN/SSピン  
電流



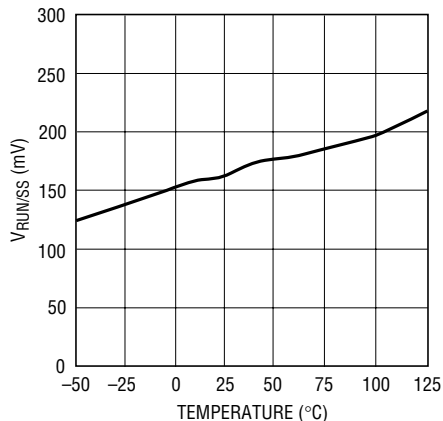
シャットダウン時のRUN/SSピン  
電流とVIN



UVLO電圧



RUN/SSのシャットダウン・ス  
レッシュョルド



## ピン機能

**CAP (ピン1):** 切断用PNPのエミッタおよび正電圧用ショットキーのカソード。中間の正(昇圧)出力として機能します。昇圧用出力コンデンサをこのピンに接続します。

**SWP (ピン2):** 正チャンネルのスイッチ・ピンおよびショットキー・ダイオードのアノード。昇圧インダクタをこのピンに接続します。

**V<sub>BAT</sub> (ピン3):** バッテリ電圧。このピンは昇圧インダクタの電源電圧に接続します。切断のドライブ電流はこのピンに戻ります。CAPがV<sub>BAT</sub>より1.2V上の電圧に下がるまで、切断機能は動作します。

**SWN (ピン4):** 負(反転)チャンネルのスイッチ・ピン。インバータ入力インダクタとフライング・コンデンサをここに接続します。

**DN (ピン5):** インバータ用の内蔵ショットキー・ダイオードのアノード。インバータ出力インダクタとフライング・コンデンサをここに接続します。

**V<sub>IN</sub> (ピン6):** 入力電源ピン。V<sub>IN</sub>はLT3487の制御回路に電力を供給するのに使われます。このピンは、X5RまたはX7Rのタイプのセラミック・コンデンサを使ってローカルにバイパスする必要があります。

**FBN (ピン7):** インバータ用帰還ピン。このピンからV<sub>NEG</sub>に帰還抵抗R2を接続します。次式に従ってR2を選択します。

$$R2 = -\frac{V_{NEG}}{25\mu A}$$

安定化された状態ではピン電圧は0Vになります。

**RUN/SS (ピン8):** 実行/ソフトスタート・ピン。オープン・ドレインのトランジスタに接続します。このトランジスタはRUN/SSから1.4μAをシンクする必要があります。デバイスをシャットダウンするには100mVより下に引き下げます。コンデンサをRUN/SSからグラウンドに接続して、ソフトスタート機能をプログラムします。ソフトスタートは昇圧チャンネルをゆっくり安定化させてから、インバータをゆっくり立ち上げます。両方のチャンネルが最大電流に達することができるようにするには、RUN/SSは1.6Vを超える必要があります。ソフトスタートが不要であれば、このピンをロジック信号でドライブすることができますが、RUN/SSの電圧はV<sub>IN</sub>より下に留まる必要があります。

**FBP (ピン9):** 昇圧用帰還ピン。昇圧用帰還抵抗R1をFBPからCAPに接続します。次式に従ってR1を選択します。

$$R1 = \frac{V_{POS} - 1.23}{25\mu A}$$

安定化された状態ではピン電圧は1.23Vになります。

**V<sub>POS</sub> (ピン10):** 昇圧チャンネルの出力ピン。V<sub>POS</sub>は出力切断用PNPのコレクタです。昇圧負荷をV<sub>POS</sub>に接続します。安定性のため、コンデンサC5をCAPとV<sub>POS</sub>のあいだに接続します。

**露出パッド (ピン11):** GND。最適熱性能を得るには、パッケージの下の複数のビアを通してグラウンドに直接接続します。

ブロック図

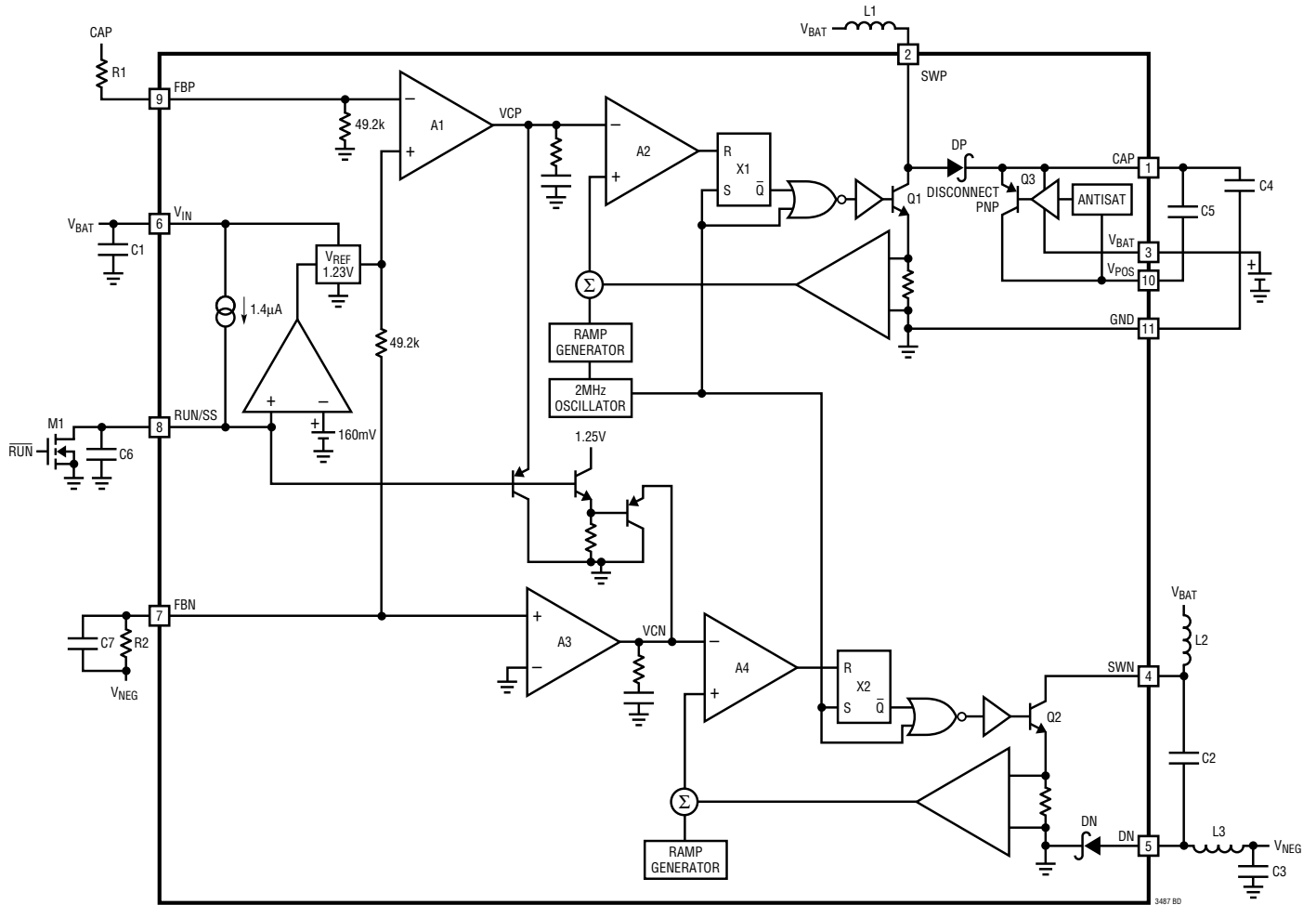


図1. ブロック図

## アプリケーション情報

### 動作

LT3487は固定周波数の電流モード制御方式を使って、すぐれたライン・レギュレーションとロード・レギュレーションを実現します。図1のブロック図を参照すると動作をよく理解できます。発振器の各サイクルの開始点で、SRラッチX1がセットされ、パワー・スイッチQ1をオンします。スイッチ電流に比例した電圧が安定化ランプに加算され、その和がPWMコンパレータA2のプラス端子に与えられます。この電圧がA2のマイナス入力レベルを超すと、SRラッチX1がリセットされ、パワー・スイッチQ1をオフします。A2のマイナス入力レベルは誤差アンプA1によって設定され、帰還電圧と1.23Vのリファレンス電圧の差を単に増幅したものです。このようにして、誤差アンプは正しいピーク電流レベルを設定し、出力を安定化された状態に保ちます。誤差アンプの出力が増加すると出力に供給される電流が増加します。誤差アンプの出力が減少すると供給される電流が減少します。2番目のチャンネルは反転コンバータです。基本動作は正チャンネルと同じです。SRラッチX2も発振器の各サイクルの開始点でセットされます。パワー・スイッチQ2はQ1と同時にオンします。Q2は自己の帰還ループに基づいてオフします。この帰還ループは誤差アンプA3とPWMコンパレータA4で構成されています。この負チャンネルの基準電圧はグラウンドです。V<sub>CP</sub>とV<sub>CN</sub>の電圧クランプ(示されていません)によって電流が制限されます。標準的負荷条件でのスイッチング波形を図2に示します。

出力切断用パス・トランジスタとしてPNPのQ3が使われています。Q3はシャットダウン時に負荷を入力から切断します。

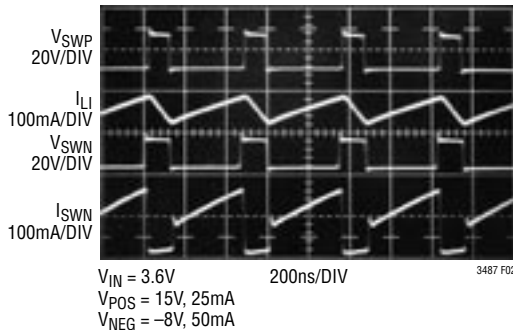


図2. スイッチング波形

CAPがV<sub>BAT</sub>電圧より標準で1.2V、ワーストケースで1.6V(低温時)上にある限り、飽和防止ドライバがQ3を飽和領域の端に保ちます。出力切断用PNPのドライブ電流はV<sub>BAT</sub>ピンに戻ります。これにより、CAP電圧がV<sub>BAT</sub>の1.2V上より下に下がると、パス・トランジスタがオフすることができます。V<sub>BAT</sub>ピンにより、電力回路(インダクタL1とL2)と制御回路(V<sub>IN</sub>ピン)が異なる電源から電力供給を受けるアプリケーションが可能になります。

### インダクタの選択

LT3487の昇圧チャンネルには、10μHのインダクタを推奨します。反転チャンネルにはカップリングされていない15μHのインダクタまたはカップリングされた10μHのインダクタを使うことができます。LT3487のほとんどのアプリケーションではサイズを小さくすることと高い効率が主要な関心事です。2MHzでコア損失とDCR(銅線抵抗)の小さなインダクタがLT3487のアプリケーションには適しています。インダクタのDCRはそのチャンネルのスイッチのオン抵抗の半分程度にします。このカテゴリーに入る小型インダクタをいくつか表1に示します。

表1. 推奨インダクタ

PART NUMBER	INDUCTANCE (μH)	DCR (Ω)	CURRENT RATING (mA)	MANUFACTURER
DB318C-A997AS-100M	10	0.18	580	Toko www.tokoam.com
CDRH3D18-100	10	0.205	900	Sumida www.sumida.com
CDRH2D18HP-100	10	0.245	850	
CDRH3D23-100	10	0.117	850	
CDRH2D18/HP-150	15	0.345	700	
CDRH3D18-150	15	0.301	750	
CDRH3D23-150	15	0.191	700	

### コンデンサの選択

セラミック・コンデンサはサイズが小さいので、LT3487のアプリケーションに適しています。X5RとX7Rのタイプのセラミック・コンデンサは、Y5VやZ5Uなど他のタイプに比べて広い電圧範囲と温度範囲で容量を維持するので推奨します。ほとんどのLT3487アプリケーションでは1μFの入力コンデンサで十分です。安定性のために必要な出力コンデンサはアプリケーションに依存します。リチウムイオン電池から+15Vと-8Vを供給する標準的アプリケーションでは、正チャンネルには4.7μFの出力コンデンサ、負チャンネルには少なくとも10μFのコンデンサが必要です。



## アプリケーション情報

表2. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

MANUFACTURER	PHONE	URL
Taiyo Yuden	(408) 573-4150	www.t-yuden.com
Murata	(814) 237-1431	www.murata.com
Kemet	(408) 986-0424	www.kemet.com

### 突入電流

LT3487は内蔵ショットキー・ダイオードを使用しています。電源電圧がV<sub>IN</sub>ピンに突然加わると、V<sub>IN</sub>とV<sub>CAP</sub>の電圧差によって突入電流が発生し、入力からインダクタL1と内蔵ショットキー・ダイオードDPを通して流れ、昇圧用出力コンデンサC4を充電します。反転チャンネルの場合、入力からインダクタL2の経路を通して流れ、フライング・コンデンサC2を充電し、内蔵ショットキー・ダイオードDNを通して戻ってくる同様の突入電流があります。LT3487に内蔵されているショットキー・ダイオードが耐えられる最大電流は2Aです。ピーク突入電流が2A以下になるようにインダクタとコンデンサの値を選択します。ピーク突入電流は次式から計算できます。

$$I_p = \frac{V_{IN} - 0.6}{L \cdot \omega} \cdot e^{-\frac{\alpha}{\omega} \cdot \arctan\left(\frac{\omega}{\alpha}\right)} \cdot \text{SIN}\left[\arctan\left(\frac{\omega}{\alpha}\right)\right]$$

$$\alpha = \frac{r + 1.5}{2 \cdot L}$$

$$\omega = \sqrt{\frac{1}{L \cdot C} - \frac{r}{4 \cdot L^2}}$$

ここで、Lはインダクタンス、rはインダクタの抵抗値、Cは出力の容量です。DCRの低いインダクタの場合(このアプリケーションでは普通そうになっています)、ピーク突入電流は次のように簡略化することができます。

$$I_p = \frac{V_{IN} - 0.6}{L \cdot \omega} \cdot e^{\left(\frac{\alpha}{\omega} \cdot \frac{\pi}{2}\right)}$$

部品選択のいくつかの場合について、ピーク突入電流を表3に示します。入力電圧がゆっくり立ち上がる場合、突入電流について心配する必要がないことに注意してください。

表3. ピーク突入電流

V <sub>IN</sub> (V)	R (Ω)	L (μH)	C (μF)	I <sub>p</sub> (A)
5	0.18	10	4.7	1.44
5	0.235	15	2.2	1.06
3.6	0.18	10	4.7	0.979
3.6	0.245	10	4.7	0.958
3.6	0.345	15	2.2	0.704

### 外付けダイオードの選択

前述のとおり、LT3487はショットキー・ダイオードを内蔵しています。ほとんどの昇圧アプリケーションにはショットキー・ダイオードDPで十分です。ただし、高電流インバータ・アプリケーションでは、適切に選択された外付けショットキー・ダイオードをDNと並列に接続すると効率を改善することができます。外付けダイオードの選択では、順方向電圧降下とダイオード容量の両方を考慮する必要があります。電流定格が高いショットキー・ダイオードほど一般に順方向電圧降下が低く、容量が大きいため、2MHzのスイッチング周波数で大きなスイッチング損失を生じる可能性があります。いくつかの推奨ショットキー・ダイオードを表4に示します。

表4. 推奨ショットキー・ダイオード

PART NUMBER	FORWARD CURRENT (mA)	FORWARD VOLTAGE DROP (V)	DIODE CAPACITANCE (pF at 10V)	MANUFACTURER
PMEG2010AEB	1000	0.51	7.5	Philips www.semiconductors.philips.com
CMDSH2-3	200	0.49	15	Central Semiconductor www.centalsemi.com
RSX051VA-30	500	0.35	30	ROHM www.rohm.com
ZHCS400	400	0.425	18	Zetex www.zetex.com

## アプリケーション情報

### 出力電圧の設定

LT3487には精確な帰還抵抗が内蔵されており、各チャネルの帰還電流を25 $\mu$ Aに設定するように調整されています。各チャネルの出力電圧を設定するのに1個の抵抗だけが必要です。出力電圧は次式に従って設定することができます。

$$R1 = \left( \frac{V_{POS} - 1.23}{25\mu A} \right)$$

$$R2 = \frac{-V_{NEG}}{25\mu A}$$

精度を保つには高精度抵抗を使用します(1%抵抗を推奨します)。

### ソフトスタート

LT3487は両チャネル用に単一のソフトスタート制御を備えています。RUN/SSピンには1.4 $\mu$ Aの電流源から電流が供給されます。RUN/SSピンからグラウンドにコンデンサを接続して、ソフトスタートのランプをプログラムすることができます。LT3487をシャットダウンするには、オープン・ドレインのトランジスタを使ってこのピンを“L”に引き下げます。トランジスタが1.4 $\mu$ Aをシンクするのを止めると、コンデンサの充電が開始されます。RUN/SSピンが160mVまで充電されると、デバイスはスタートアップします。V<sub>CP</sub>ノードの電圧はRUN/SSの電圧に追従してランプアップを続け、正チャネルがゆっくりスタートアップするのを保証します。V<sub>CN</sub>ノードはランプ電圧からV<sub>BE</sub>だけ下がって追従します。これにより、負チャネルは必ず正チャネルの後にスタートアップし、しかも出力がゆっくりランプして、大きなスタートアップ電流を防ぎます。

### 起動シーケンシング

LT3487には内部にシーケンシング回路も備わっており、昇圧チャネルの帰還電圧が約1.1V(最終電圧の87%)に達するまで負チャネルが動作するのを禁じて、2つの出力の和が常に正になるようにします。

ソフトスタート・コンデンサのサイズに依存して、負チャネルをスタートアップさせることができる2つの方法があります。ソフトスタート・コンデンサがないか、または非常に小さいと、負チャネルは正出力がその最終値の87%に達したとき起動します。十分大きなソフトスタートが使われると、正チャネルが安定化するポイントを過ぎても、RUN/SS電圧が負チャネルをクランプし続けます。ソフトスタートなし、小さなソフトスタート・コンデンサ付き、および大きなソフトスタート・コンデンサ付きの起動シーケンシングを図3に示します。

### 出力の切断

出力の切断にはPNPトランジスタが使われており、このトランジスタを常に飽和領域の端に保つようにベース電流を変化させる回路に接続されているので、V<sub>CE(SAT)</sub>と低消費電流のあいだで最善の妥協が実現されます。安定に保つため、この回路にはV<sub>POS</sub>ピンとCAPピンのあいだ、またはV<sub>POS</sub>ピンとグラウンドのあいだに接続されたバイパス・コンデンサが必要です。少なくとも0.1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを選択すれば十分です。PNPは210mV以下のV<sub>CE</sub>で50mAの負荷電流をサポートできることを図4は示しています。切断用トランジスタは電流制限されており、短絡状態で最大155mAを供給します。

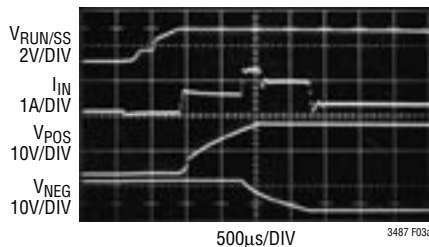


図3a. ソフトスタート・コンデンサなしの場合のV<sub>RUN/SS</sub>、V<sub>POS</sub>、V<sub>NEG</sub>、I<sub>IN</sub>

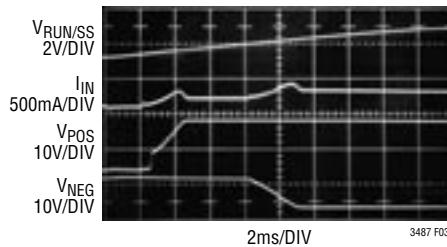


図3b. 10nFのソフトスタート・コンデンサの場合のV<sub>RUN/SS</sub>、V<sub>POS</sub>、V<sub>NEG</sub>、I<sub>IN</sub>

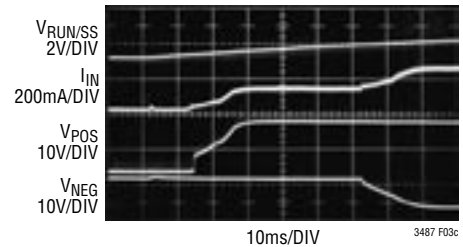


図3c. 100nFのソフトスタート・コンデンサの場合のV<sub>RUN/SS</sub>、V<sub>POS</sub>、V<sub>NEG</sub>、I<sub>IN</sub>

## アプリケーション情報

### 帰還ノードの選択

正チャネルの帰還抵抗R1はV<sub>POS</sub>ピンまたはCAPピンに接続することができます(図5を参照)。V<sub>POS</sub>ピンの安定化により、出力切断回路両端の電圧降下によって生じる出力オフセットが除去されます。ただし、V<sub>POS</sub>ピンの短絡事故の場合、LT3487はFBPピンの電圧が低いのでスイッチングを継続します。この開ループ状態で動作しているあいだ、CAPピンの電圧上昇は出力切断回路の電流制限によってだけ制限されます。最悪条件のパラメータの場合、この電圧は、リチウムイオン電池のアプリケーションでは18Vに達する可能性があります。V<sub>POS</sub>ピンから安定化している場合、V<sub>IN</sub>の高いアプリケーションでは注意が必要です。短絡状態が解消すると、V<sub>POS</sub>ピンはCAPピンの電圧に跳ね上がり、コンデンサの電圧が安定化状態に下がるまで、プログラムされた出力電圧を超える可能性があります。

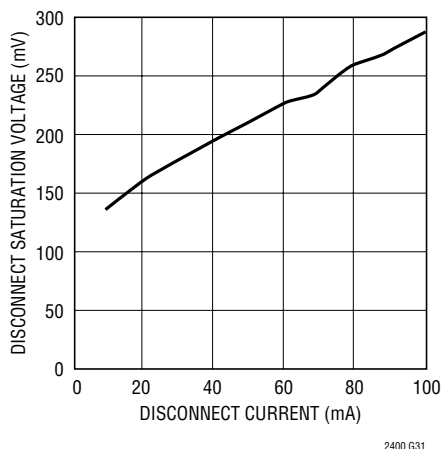


図4. 出力切断のV<sub>CE</sub>とI

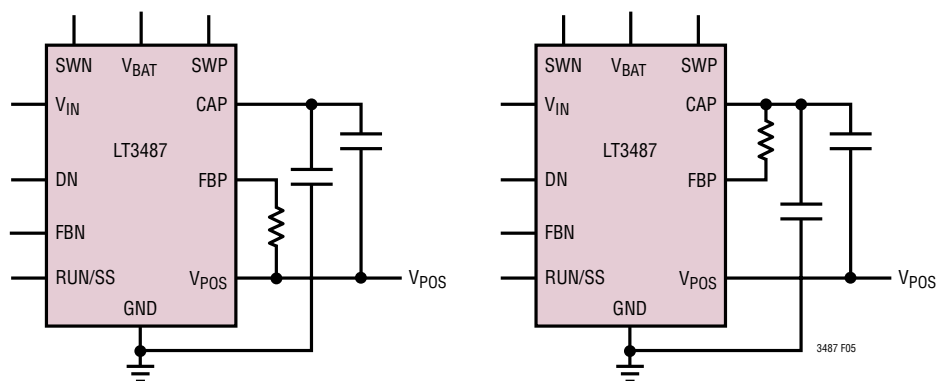


図5. V<sub>POS</sub>ピンとCAPピンを使った帰還接続

これはLT3487には無害ですが、短絡の発生が予想される場合は外部回路の関連でこのことを検討しておく必要があります。CAPピンを安定化すると、V<sub>POS</sub>ピンの電圧は短絡発生後も設定された出力電圧を超えることはありません。ただし、この構成設定では出力切断両端の電圧降下を補償しないので、出力電圧は帰還抵抗によって設定された電圧よりわずかに低くなります。CAPピンを帰還ノードとして使うと、(図4のV<sub>DISC</sub>を使って)次式に従って出力電圧を設定することによって、この電圧降下(V<sub>DISC</sub>)に対処することができます。

$$R1 = \frac{V_{POS} + V_{DISC} - 1.23}{25\mu A}$$

### V<sub>BAT</sub>

V<sub>BAT</sub>ピンはLT3487の新技术で、広い範囲のアプリケーションで出力切断動作を可能にします。V<sub>BAT</sub>ピンにより、デバイスはCAPがV<sub>BAT</sub>の1.2V上より下になるまでオン状態に留まります。これにより、負バイアスが放電する前に正バイアスが下がらないことが保証されます。アプリケーションによっては、V<sub>IN</sub>とは異なる電源からインダクタに電力を供給すると都合が良いことがあります。この場合、インダクタに電力を供給する電源にV<sub>BAT</sub>を接続して、適切な切断動作を可能にします。たとえば、車載システムでは、12Vバッテリーから3.3Vを発生させる降圧レギュレータが既に存在するかもしれません。LT3487を使うと、ユーザーはV<sub>IN</sub>には3.3V電源から電力を供給し、V<sub>BAT</sub>ピンとインダクタにはバッテリーから直接電力を供給して、効率を上げることができます。

## アプリケーション情報

デバイスがシャットダウンするとき、CAPノードがV<sub>BAT</sub>プラス1.2V(この場合は13.2V)より下に下がると直ちに出力負荷は12V電源から遮断されます。V<sub>BAT</sub>ピンはLT3487の動作範囲より低い(2セル・アルカリ電池のような)2V電源を使っているシステムにも有用です。低電圧動作向けに設計されている昇圧コンバータによってLT3487のV<sub>IN</sub>ピンに3.3Vを供給することができ、インダクタとV<sub>BAT</sub>には依然2V電源から電力を供給することができます。シャットダウン時には、3.3V電源はオフしますが、CAPが3.2Vより下に下がると直ちに出力切断により出力負荷が切り離されます。

### 基板レイアウトの検討事項

すべてのスイッチング・レギュレータの場合と同様、PCB基板のレイアウトと部品配置には細心の注意が必要です。効率を最大にするため、スイッチの立上り時間と立下り時間はできるだけ短くします。電磁干渉(EMI)の問題を防ぐには、高周波数のスイッチング経路の適切なレイアウトが不可欠です。SWPピンとSWNピンの電圧信号の立上り時間と立下り時間は数ナノ秒です。SWPピンとSWNピンに接続されるすべてのトレースの長さや面積をできるだけ小さくし、常にスイッチング・レギュレータの下のグラウンド・プレーンを使ってプレーン間の結合を小さく抑えます。推奨部品配置を図6に示します。

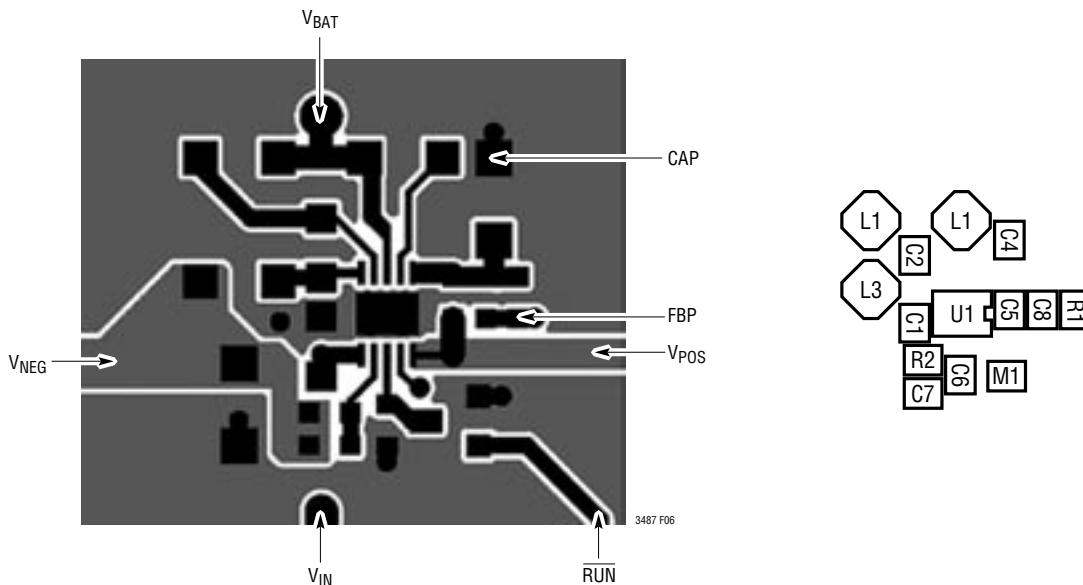
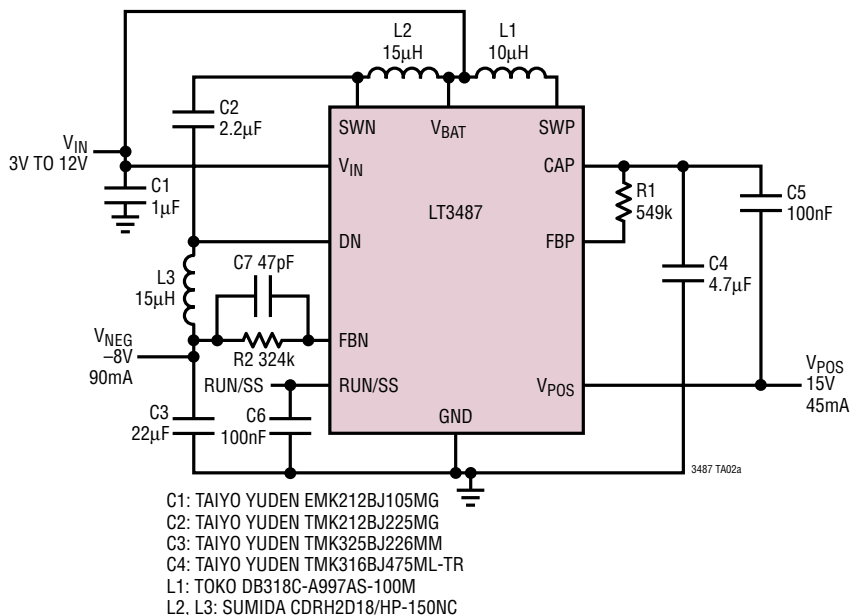


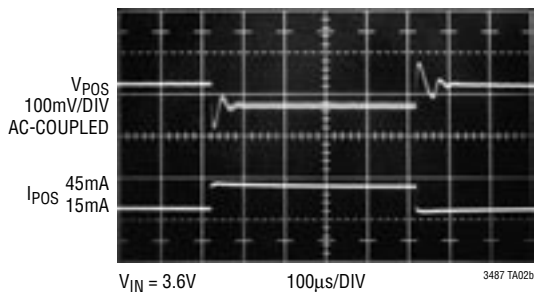
図6. 推奨部品配置

標準的応用例

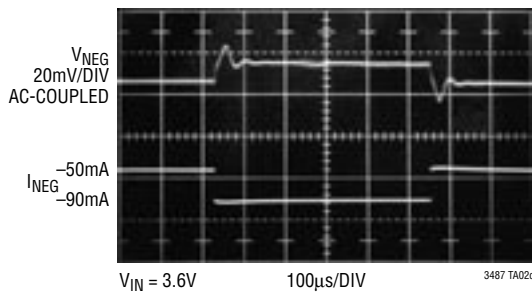
+15Vと-8Vの昇圧と反転のCCDバイアス



VPOSの負荷ステップに対する応答

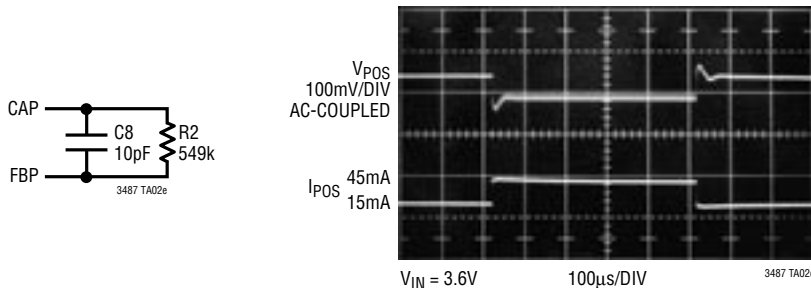


VNEGの負荷ステップに対する応答



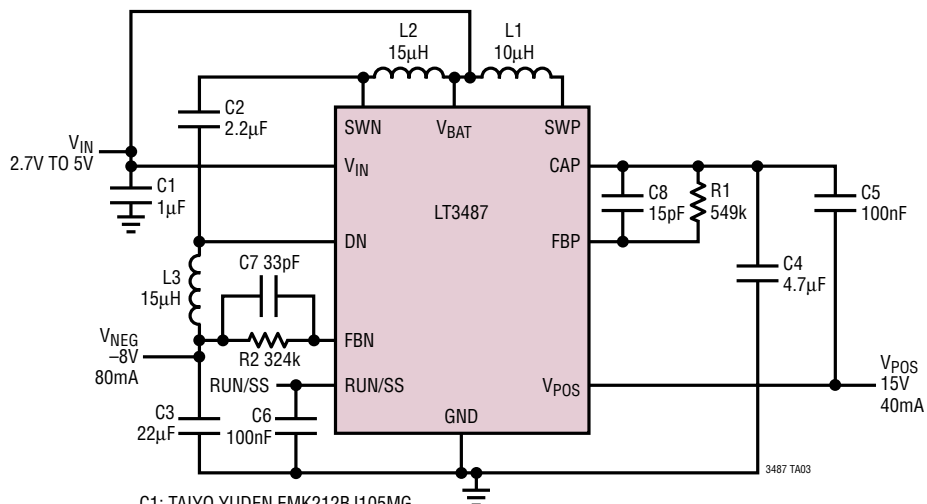
正チャネルの応答は安定しているが、減衰がわずかに小さい。位相リード・コンデンサ(C8)を追加してさらに理想的な位相マージンを与えることができる。

VPOSの負荷ステップに対する応答(位相リード・コンデンサ付き)



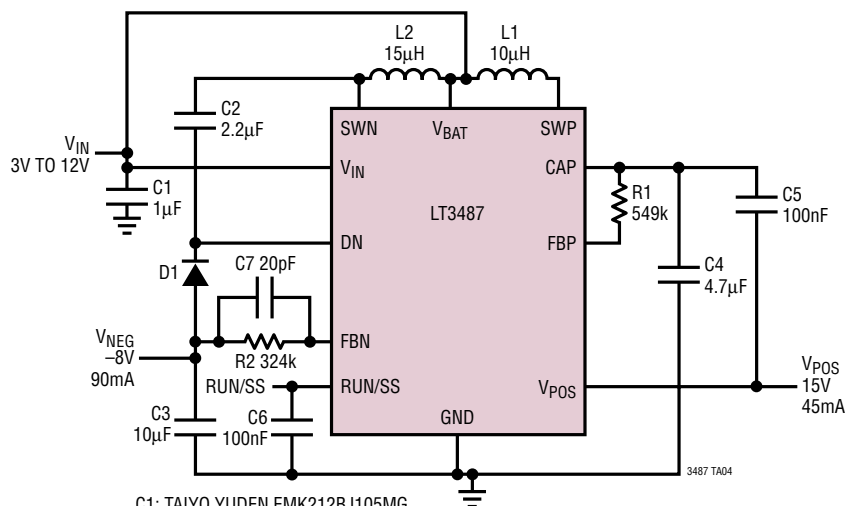
## 標準的応用例

### +15Vと-8Vの低 $V_{IN}$ のCCDバイアス



- C1: TAIYO YUDEN EMK212BJ105MG
- C2: TAIYO YUDEN EMK212BJ225MD-TR
- C3: TAIYO YUDEN TMK325BJ226MM
- C4: TAIYO YUDEN TMK316BJ475ML-TR
- L1: TOKO DB318C-A997AS-100M
- L2, L3: SUMIDA CDRH2D18/HP-150NC

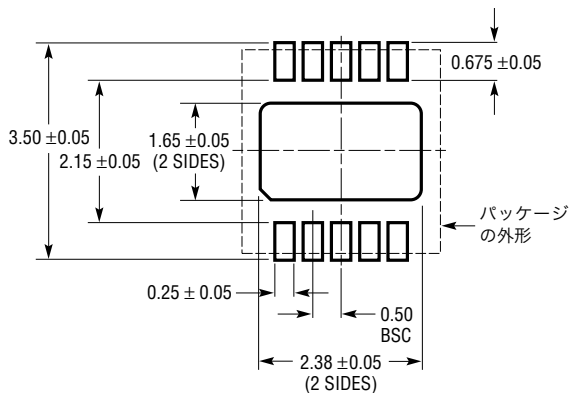
### +15Vと-8Vの昇圧とチャージポンプのCCDバイアス



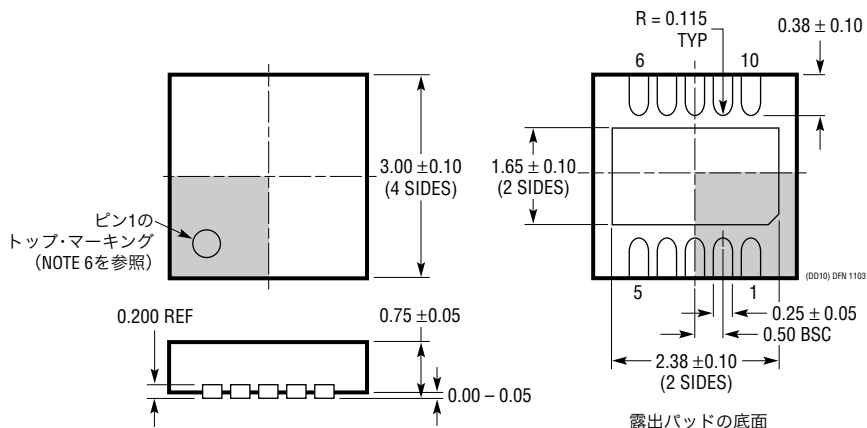
- C1: TAIYO YUDEN EMK212BJ105MG
- C2: TAIYO YUDEN TMK212BJ225MG
- C3: TAIYO YUDEN EMK316BJ106ML
- C4: TAIYO YUDEN TMK316BJ475ML-TR
- D1: PHILIPS PMEG2010AEB
- L1: TOKO DB318C-A997AS-100M
- L2, L3: SUMIDA CDRH2D18/HP-150NC

パッケージ寸法

DDパッケージ  
10ピン・プラスチックDFN (3mm×3mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1699)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



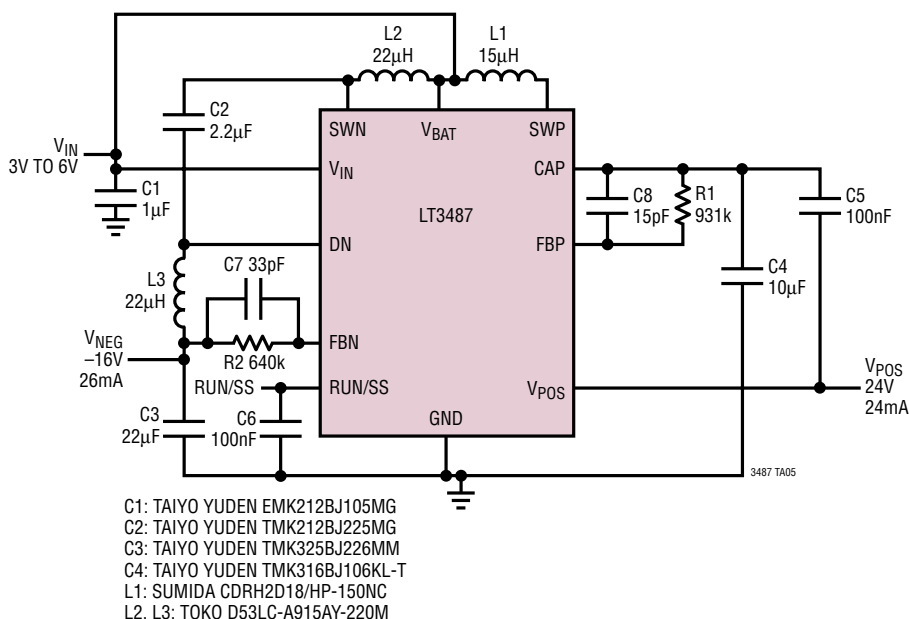
NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインM0-229のバリエーション (WEED-2) になる予定。  
バリエーションの指定の現状についてはLTCのWebサイトのデータシートを参照
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。  
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.15mmを超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのピン1の位置の参考に過ぎない



## 標準的応用例

+24Vと-16VのLCDバイアス



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1944/LT1944-1	デュアル出力350mA/100mA $I_{SW}$ 、固定オフ時間、高効率DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ : 1.2V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = 34V、 $I_Q$ = 20µA、 $I_{SD}$ < 1µA、10ピンMSパッケージ
LT1945	デュアル出力、昇圧/インバータ、350mA $I_{SW}$ 、固定オフ時間、高効率DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ : 1.2V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±34V、 $I_Q$ = 40µA、 $I_{SD}$ < 1µA、10ピンMSパッケージ
LT1947	トリプル出力、3MHz、高効率DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ : 2.6V~8V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±34V、 $I_Q$ = 9.5mA、 $I_{SD}$ < 1µA、10ピンMSパッケージ
LTC®3450	トリプル出力、550kHz、高効率DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ : 1.4V~4.6V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±15V、 $I_Q$ = 75µA、 $I_{SD}$ < 2µA、DFNパッケージ
LT3463/LT3463A	デュアル出力、昇圧/インバータ、250mA $I_{SW}$ 、固定オフ時間、高効率DC/DCコンバータ、内蔵ショットキー・ダイオード付き	$V_{IN}$ : 2.2V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±40V、 $I_Q$ = 2.8mA、 $I_{SD}$ < 1µA、DFNパッケージ
LT3471	デュアル出力、昇圧/インバータ、1.3A $I_{SW}$ 、1.2MHz、高効率DC/DCコンバータ	$V_{IN}$ : 2.4V~16V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±40V、 $I_Q$ = 2.5mA、 $I_{SD}$ < 1µA、DFNパッケージ
LT3472/LT3472A	デュアル出力、昇圧/インバータ、350mA/400mA $I_{SW}$ 、1.2MHz、高効率DC/DCコンバータ、内蔵ショットキー・ダイオード付き	$V_{IN}$ : 2.3V~15V、 $V_{OUT(MAX)}$ = ±40V、 $I_Q$ = 40µA、 $I_{SD}$ < 1µA、DFNパッケージ