

# 静止電流 2.5 $\mu$ A、 ダイオード内蔵の 42V、 750mA 降圧レギュレータ

## 特長

- 超低静止電流  
12V 入力/3.3V 出力での  $I_Q$ : 2.5 $\mu$ A
- 低リップルの Burst Mode<sup>®</sup> 動作  
出力リップル: 10mV<sub>p-p</sub> 未満
- 広い入力電圧範囲: 4.2V ~ 42V で動作
- 調整可能なスイッチング周波数: 200kHz ~ 2.2MHz
- ブースト・ダイオードとキャッチ・ダイオードを内蔵
- 出力電流: 750mA
- 優れた起動およびドロップアウト性能
- 固定出力電圧: 3.3V、5V  
入力電圧 12V での  $I_Q$ : 1.9 $\mu$ A
- プログラム可能な高精度の低電圧ロックアウト
- 低いシャットダウン電流:  $I_Q$  = 0.75 $\mu$ A
- 内部キャッチ・ダイオードの電流制限
- パワーグッド・フラグ
- サーマル・シャットダウン
- 熱特性が改善された小型 10ピン MSOP  
および (3mm×3mm) DFN パッケージ

## アプリケーション

- 自動車用バッテリーの安定化
- 携帯型製品の電源
- 産業用電源
- ゲート駆動のバイアス

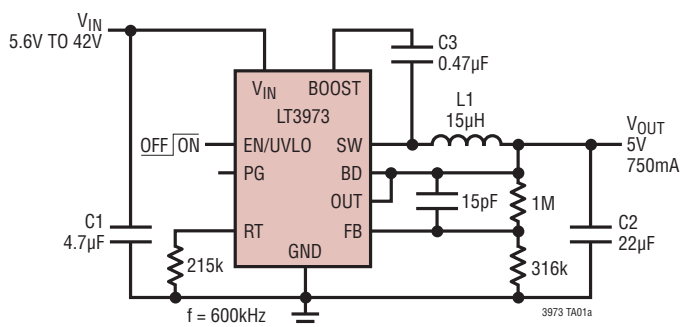
## 概要

LT<sup>®</sup>3973 は、最大 42V の広い入力電圧範囲が可能な可変周波数モノリシック降圧スイッチング・レギュレータで、静止電流をわずか 2.5 $\mu$ A に抑えます。高効率のスイッチに加え、キャッチ・ダイオード、ブースト・ダイオード、必要な発振器、制御回路、ロジック回路を 1 個のチップに集積しています。低リップルの Burst Mode 動作により、標準的なアプリケーションにおいて出力リップルを 10mV 未満に抑えながら低出力電流で高効率を維持します。自動車のコールド・クランク時のように入力電圧が設定出力電圧を下回るときでも、530mV の最小ドロップアウト電圧を維持します。電流モード方式を採用しているので、高速トランジエント応答と優れたループ安定性が得られます。キャッチ・ダイオードを流れる電流を制限することにより、出力短絡や過電圧状態からデバイスを保護するとともに、サーマル・シャットダウン機能によってフォルト保護が補助されます。プログラム可能な高精度の低電圧ロックアウト機能を備え、シャットダウン電流はわずか 0.75 $\mu$ A です。パワーグッド・フラグは、 $V_{OUT}$  が設定出力電圧の 90% に達していることを知らせます。LT3973 は熱特性の向上した小型の 10ピン MSOP パッケージおよび 3mm×3mm の DFN パッケージで供給されます。

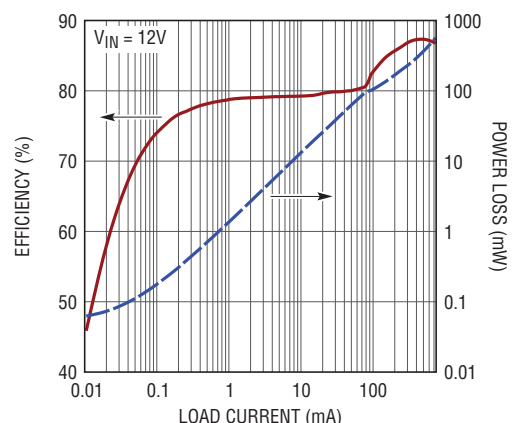
LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technology およびリニアのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 標準的応用例

5V 降圧コンバータ



効率



3973 TA01b

3973fb

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

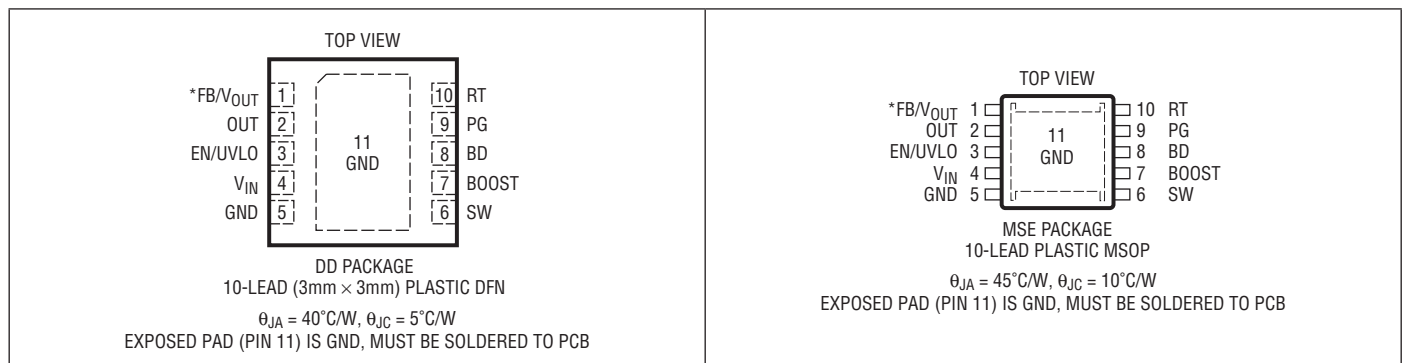
## 絶対最大定格 (Note 1)

$V_{IN}$ 、EN/UVLO の電圧 .....	42V
BOOSTピンの電圧 .....	55V
SWピンを超えるBOOSTピンの電圧 .....	25V
FB/ $V_{OUT}$ 、RT、PGの電圧 .....	6V
BDの電圧 .....	25V
OUT電圧 .....	14V

## 動作接合部温度範囲 (Note 2)

LT3973E/LT3973E-X .....	-40°C ~ 125°C
LT3973I/LT3973I-X .....	-40°C ~ 125°C
LT3973H/LT3973H-X .....	-40°C ~ 150°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	
MSEのみ .....	300°C

## ピン配置



\*LT3973の場合FB、LT3973-3.3、LT3973-5の場合は $V_{OUT}$ です。

## 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
LT3973EDD#PBF	LT3973EDD#TRPBF	LGCH	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973IDD#PBF	LT3973IDD#TRPBF	LGCH	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973HDD#PBF	LT3973HDD#TRPBF	LGCH	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 150°C
LT3973EMSE#PBF	LT3973EMSE#TRPBF	LTFYS	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973IMSE#PBF	LT3973IMSE#TRPBF	LTFYS	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973HMSE#PBF	LT3973HMSE#TRPBF	LTFYS	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3973EMSE-3.3#PBF	LT3973EMSE-3.3#TRPBF	LTGGB	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973IMSE-3.3#PBF	LT3973IMSE-3.3#TRPBF	LTGGB	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973HMSE-3.3#PBF	LT3973HMSE-3.3#TRPBF	LTGGB	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT3973EDD-3.3#PBF	LT3973EDD-3.3#TRPBF	LGCC	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973IDD-3.3#PBF	LT3973IDD-3.3#TRPBF	LGCC	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973HDD-3.3#PBF	LT3973HDD-3.3#TRPBF	LGCC	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 150°C
LT3973EMSE-5#PBF	LT3973EMSE-5#TRPBF	LTGGD	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973IMSE-5#PBF	LT3973IMSE-5#TRPBF	LTGGD	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT3973HMSE-5#PBF	LT3973HMSE-5#TRPBF	LTGGD	10-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C

3973fb

## 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
LT3973EDD-5#PBF	LT3973EDD-5#TRPBF	LGGF	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973IDD-5#PBF	LT3973IDD-5#TRPBF	LGGF	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LT3973HDD-5#PBF	LT3973HDD-5#TRPBF	LGGF	10-Lead (3mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 150°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。非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

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。

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{BD} = 3.3\text{V}$ 。(Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Minimum Input Voltage (Note 3)		●	3.8	4.2	V	
Quiescent Current from $V_{IN}$	$V_{EN}/V_{VLO}$ Low		0.75	1.3	$\mu\text{A}$	
	$V_{EN}/V_{VLO}$ High		1.8	2.8	$\mu\text{A}$	
	$V_{EN}/V_{VLO}$ High, $-40^\circ\text{C}$ to $125^\circ\text{C}$	●		6	$\mu\text{A}$	
	$V_{EN}/V_{VLO}$ High, $-40^\circ\text{C}$ to $150^\circ\text{C}$	●		12	$\mu\text{A}$	
LT3973 Feedback Voltage		●	1.195	1.21	1.225	V
			1.185	1.21	1.235	V
LT3973-3.3 Output Voltage		●	3.26	3.3	3.34	V
			3.234	3.3	3.366	V
LT3973-5 Output Voltage		●	4.94	5	5.06	V
			4.9	5	5.1	V
LT3973 FB Pin Bias Current	$V_{FB} = 1.21\text{V}$	●		0.1	20	nA
FB/Output Voltage Line Regulation	$4.2\text{V} < V_{IN} < 40\text{V}$			0.0002	0.01	%/V
Switching Frequency	$R_T = 41.2\text{k}$ , $V_{IN} = 6\text{V}$		1.72	2.15	2.58	MHz
	$R_T = 158\text{k}$ , $V_{IN} = 6\text{V}$		632	790	948	kHz
	$R_T = 768\text{k}$ , $V_{IN} = 6\text{V}$		156	195	234	kHz
Switch Current Limit	$V_{IN} = 5\text{V}$ , $V_{FB} = 0\text{V}$	●	1.237	1.65	1.98	A
Catch Schottky Current Limit	$V_{IN} = 5\text{V}$	●	0.92	1.15	1.44	A
Switch $V_{CESAT}$	$I_{SW} = 500\text{mA}$			250		mV
Switch Leakage Current				0.05	2	$\mu\text{A}$
Catch Schottky Forward Voltage	$I_{SCH} = 200\text{mA}$ , $V_{IN} = V_{BD} = \text{NC}$			550		mV
Catch Schottky Reverse Leakage	$V_{SW} = 12\text{V}$			0.05	2	$\mu\text{A}$
Boost Schottky Forward Voltage	$I_{SCH} = 50\text{mA}$ , $V_{IN} = \text{NC}$ , $V_{BOOST} = 0\text{V}$			820		mV
Boost Schottky Reverse Leakage	$V_{REVERSE} = 12\text{V}$			0.02	2	$\mu\text{A}$
Minimum Boost Voltage (Note 4)	$V_{IN} = 5\text{V}$	●		1.4	1.8	V
BOOST Pin Current	$I_{SW} = 500\text{mA}$ , $V_{BOOST} = 15\text{V}$			10	13	mA
Dropout Comparator Threshold	$(V_{IN} - \text{OUT})$ Falling, $V_{IN} = 5\text{V}$	●	400	490	580	mV
Dropout Comparator Hysteresis				40		mV

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

## 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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、 $V_{BD} = 3.3\text{V}$ 。(Note 2)

EN/UVLO Pin Current	$V_{EN/UVLO} = 12\text{V}$			1	30	nA
EN/UVLO Voltage Threshold	EN/UVLO Falling, $V_{IN} \geq 4.2\text{V}$	●	1.09	1.16	1.23	V
EN/UVLO Voltage Threshold	EN/UVLO Rising, $V_{IN} \geq 4.2\text{V}$	●	1.12	1.19	1.28	V
EN/UVLO Voltage Hysteresis				30	45	mV
PG Threshold Offset from Feedback Voltage	$V_{FB}$ Rising		6.5	10	13.5	%
PG Hysteresis as % of Output Voltage				0.8		%
PG Leakage	$V_{PG} = 3\text{V}$			0.01	1	$\mu\text{A}$
PG Sink Current	$V_{PG} = 0.4\text{V}$	●	220	350		$\mu\text{A}$
Minimum Switch On-Time				70		ns
Minimum Switch Off-Time (Note 5)	$V_{IN} = 10\text{V}$			130	180	ns

**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可能性がある。

**Note 2:** LT3973Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT3973Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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。LT3973Hは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 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。接合部温度が高いと動作寿命は短くなる。 $125^\circ\text{C}$ を超える接合部温度では動作寿命がダイレーティングされる。接合部温度( $T_J$  ( $^\circ\text{C}$ ))は周囲温度( $T_A$  ( $^\circ\text{C}$ ))および電力損失(PD (W))から次式に従って計算される。

$$T_J = T_A + (PD \cdot \theta_{JA})$$

ここで、 $\theta_{JA}$  ( $^\circ\text{C}/\text{W}$ )はパッケージの熱インピーダンス。

**Note 3:** これは、正確なFBリファレンス電圧を使った動作の最小入力電圧である。

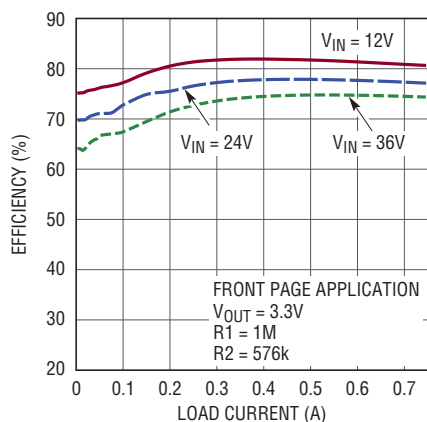
**Note 4:** これは、スイッチが完全に飽和するのを保証するのに必要な、昇圧コンデンサの最小電圧である。

**Note 5:** LT3973は、昇圧コンデンサの電圧が十分なき、最大デューティサイクルを拡大する回路を備えている。詳細については「アプリケーション情報」のセクションを参照。

**Note 6:** このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過温度保護機能が備わっている。過温度保護がアクティブなとき、接合部温度は最大動作接合部温度を超える。規定された最高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、またはデバイスを永久的に損傷するおそれがある。

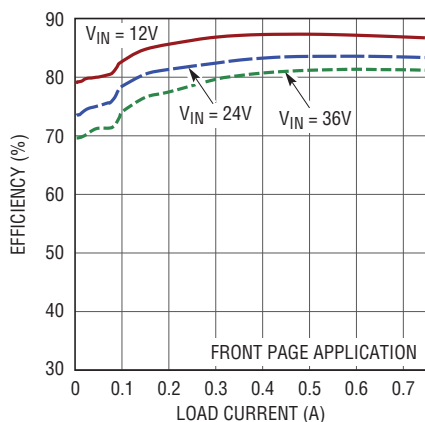
## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



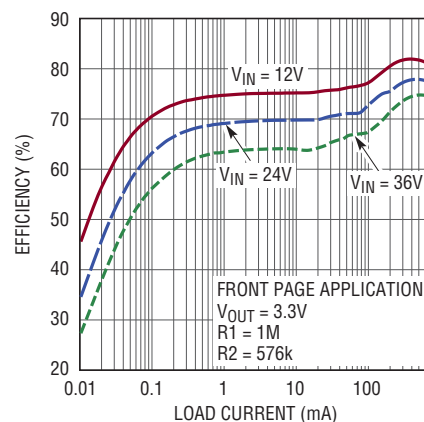
3973 G01

効率、 $V_{OUT} = 5\text{V}$



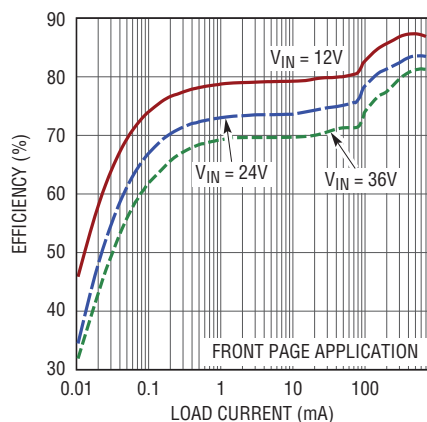
3973 G02

効率、 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$



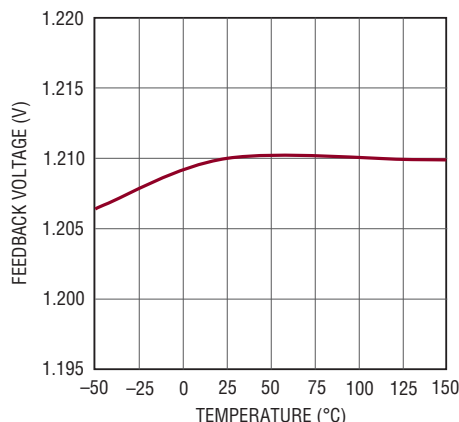
3973 G03

効率、 $V_{OUT} = 5\text{V}$



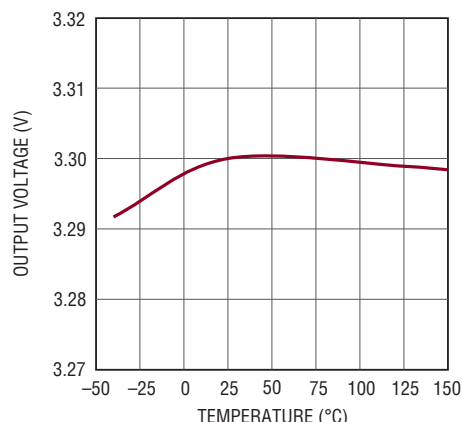
3973 G04

LT3973の帰還電圧



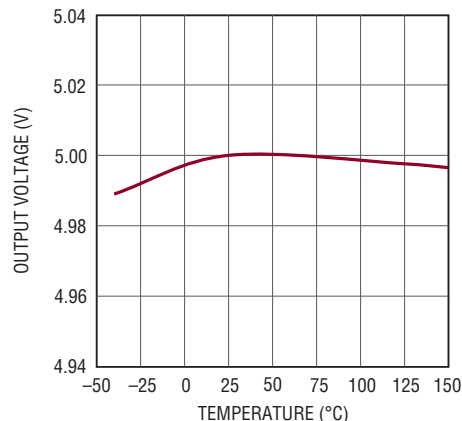
3973 G05

LT3973-3.3の出力電圧



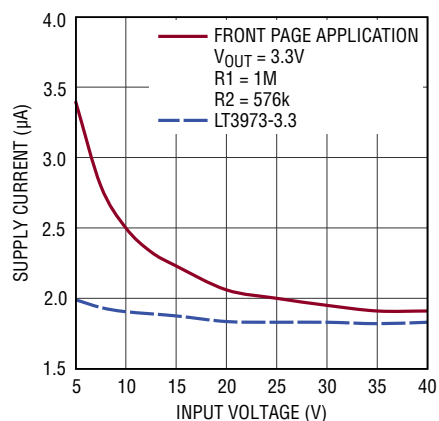
3973 G06

LT3973-5の出力電圧



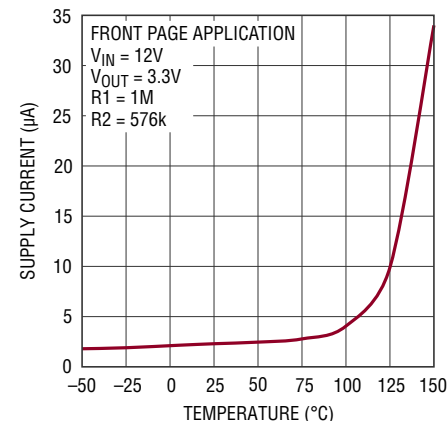
3973 G07

無負荷時電源電流



3973 G08

無負荷時電源電流

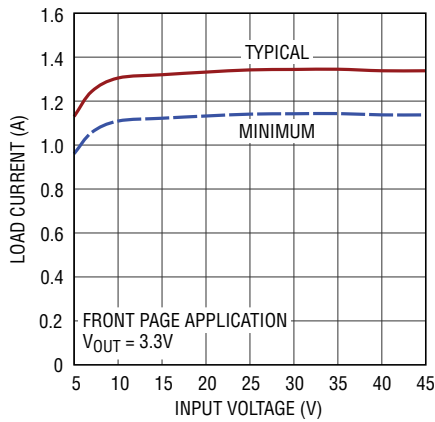


3973 G09

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

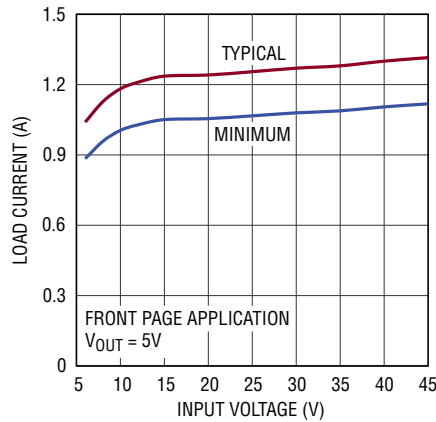
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

最大負荷電流



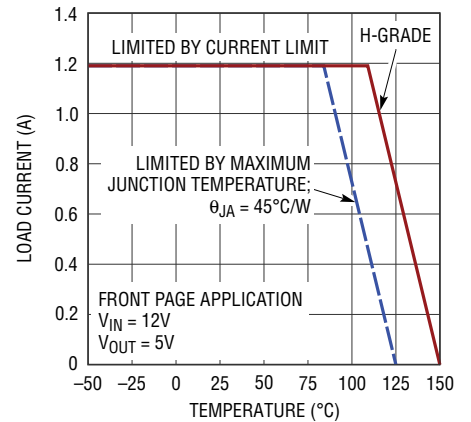
3973 G10

最大負荷電流



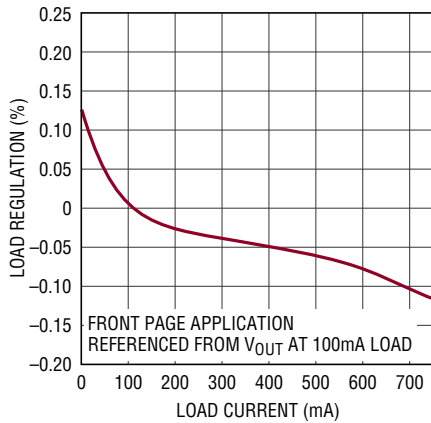
3973 G11

最大負荷電流



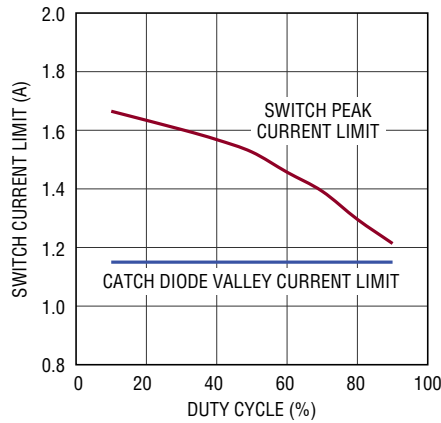
3973 G12

負荷レギュレーション



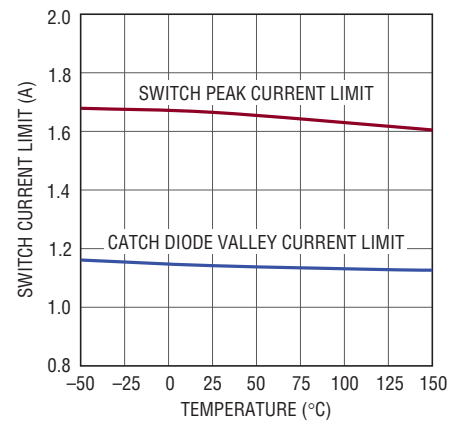
3973 G13

スイッチ電流制限



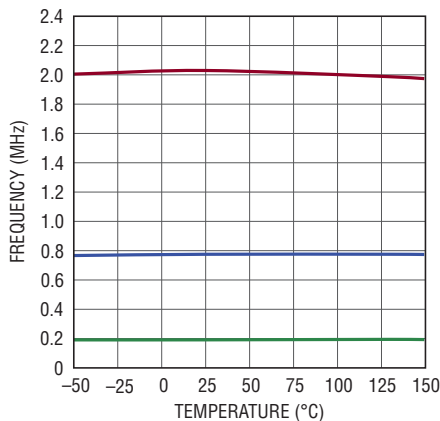
3973 G14

スイッチ電流制限



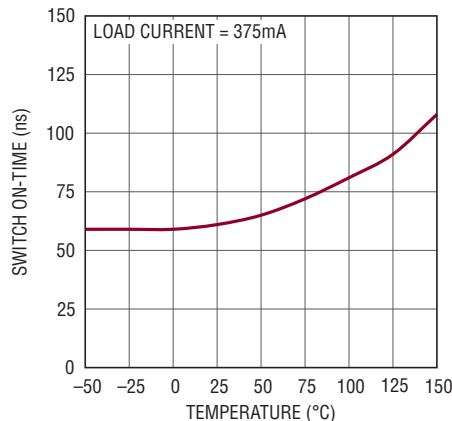
3973 G15

スイッチング周波数



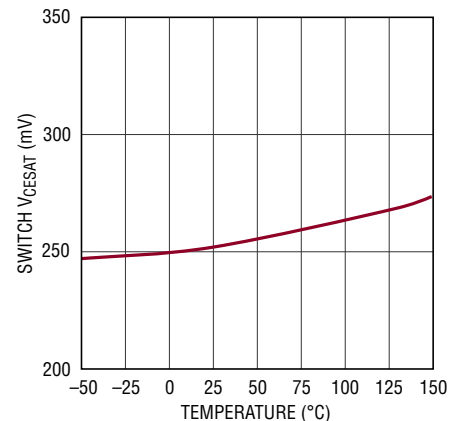
3973 G16

スイッチの最小オン時間



3973 G17

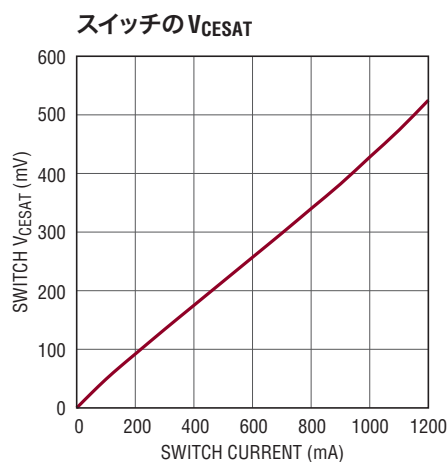
スイッチの  $V_{CESAT}$  ( $I_{SW} = 500\text{mA}$ ) と温度



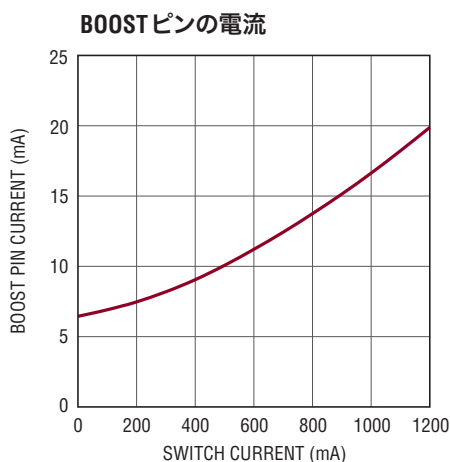
3973 G18

3973fb

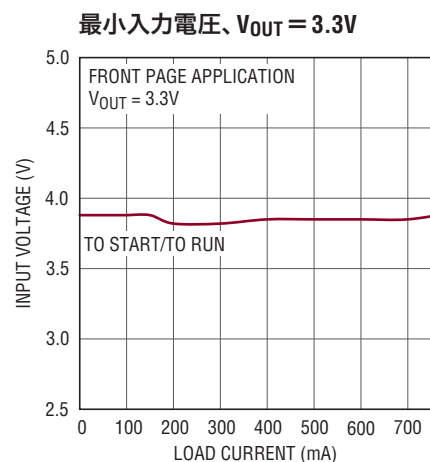
## 標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



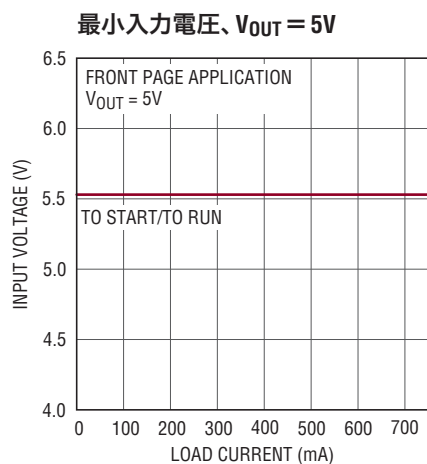
3973 G19



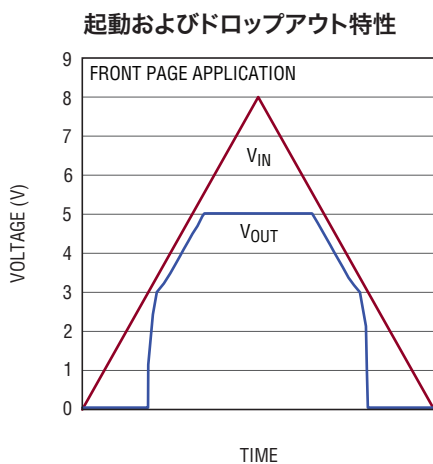
3973 G20



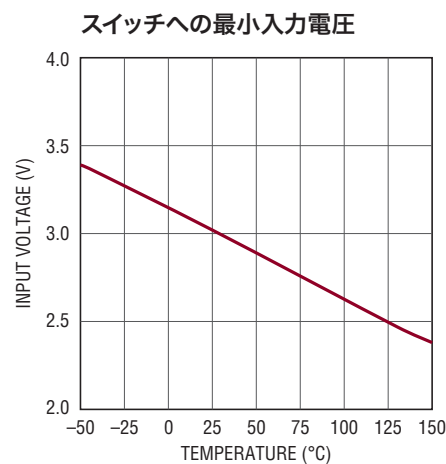
3973 G21



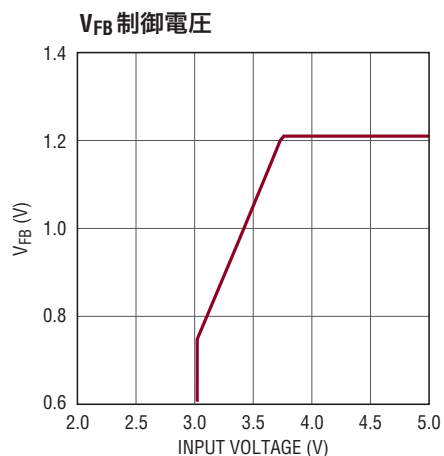
3973 G22



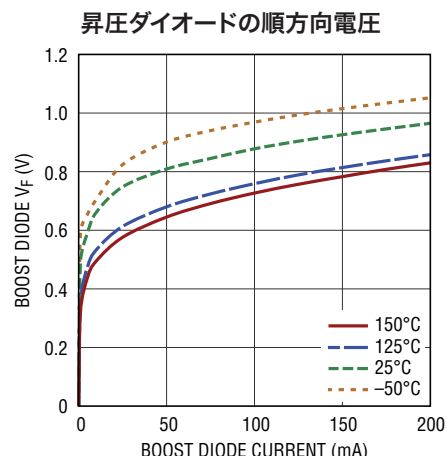
3973 G23



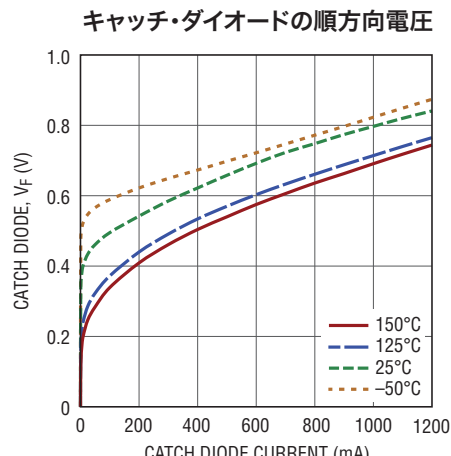
3973 G24



3973 G25



3973 G26

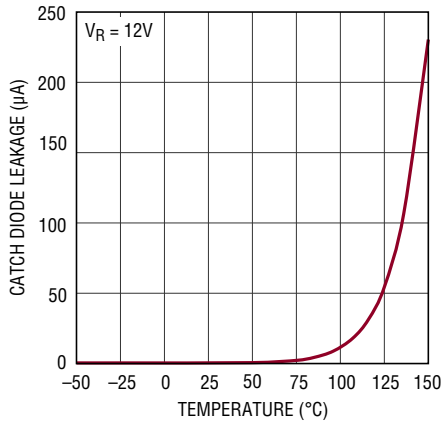


3973 G27

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

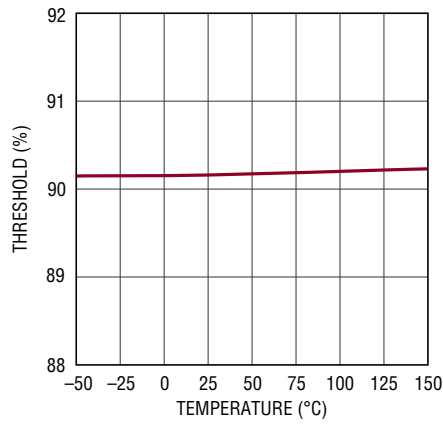
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

キャッチ・ダイオードのリーク電流



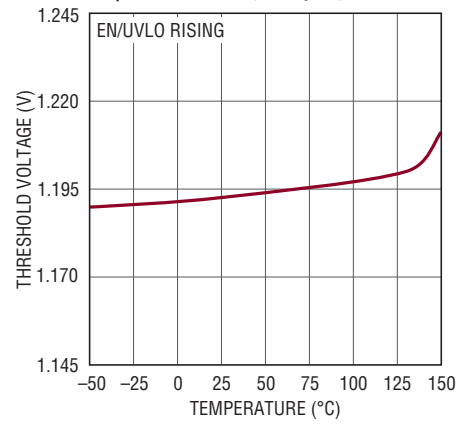
3973 G28

パワーグッド・スレッシュヨルド



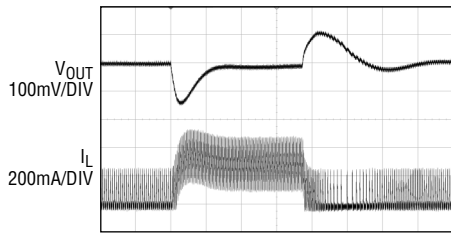
3973 G29

EN/UVLOのスレッシュヨルド



3973 G30

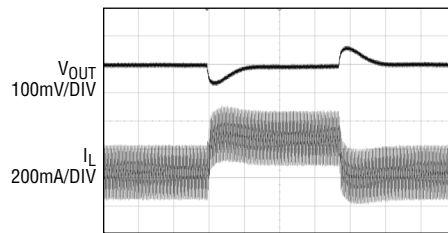
負荷トランジェント応答:  
負荷電流は50mA (Burst Mode 動作)  
から300mAにステップされる



3973 G31

FRONT PAGE APPLICATION  
 $V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 5\text{V}$

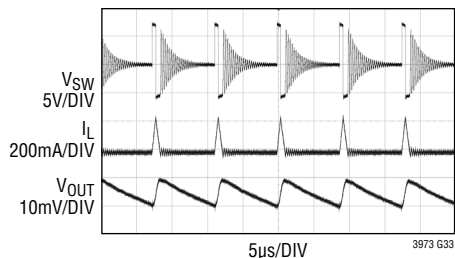
負荷トランジェント応答:  
負荷電流は250mAから500mAに  
ステップされる



3973 G32

FRONT PAGE APPLICATION  
 $V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 5\text{V}$

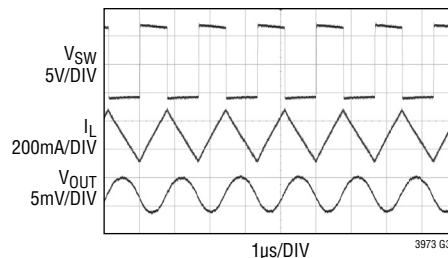
スイッチング波形、Burst Mode 動作



3973 G33

FRONT PAGE APPLICATION  
 $V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 5\text{V}$   
 $I_{LOAD} = 15\text{mA}$   
 $f = 600\text{kHz}$

スイッチング波形、  
最大周波数での連続動作



3973 G34

FRONT PAGE APPLICATION  
 $V_{IN} = 12\text{V}$   
 $V_{OUT} = 5\text{V}$   
 $I_{LOAD} = 750\text{mA}$   
 $f = 600\text{kHz}$

3973fb



## ピン機能

**FB (ピン1、LT3973のみ) :** LT3973はそのFBピンを1.21Vに安定化します。帰還抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。

**V<sub>OUT</sub> (ピン1、LT3973-3.3とLT3973-5のみ) :** LT3973-3.3とLT3973-5はそのV<sub>OUT</sub>ピンを3.3Vと5Vにそれぞれ安定化します。このピンは固定出力電圧をプログラムする内部帰還分割器に接続されています。

**OUT (ピン2) :** LT3973は、ドロップアウト状態のV<sub>IN</sub>からV<sub>OUT</sub>までの電圧を制御します。また、必要なら、このピンから電流を引き出して昇圧コンデンサを充電します。このピンを出力に接続します。プログラムされた出力が14Vより大きい場合、このピンをGNDに接続します。

**EN/UVLO (ピン3) :** このピンが“L”のときデバイスはシャットダウン状態になり、このピンが“H”のときアクティブになります。上昇方向スレッシュホールド電圧は1.19Vで、30mVのヒステリシスがあります。シャットダウン機能を使用しない場合、V<sub>IN</sub>に接続します。V<sub>IN</sub>が4.2Vより高いときだけEN/UVLOスレッシュホールドは正確です。V<sub>IN</sub>が4.2Vより低い場合、EN/UVLOを接地してデバイスをシャットダウンします。

**V<sub>IN</sub> (ピン4) :** V<sub>IN</sub>ピンはLT3973の内部回路および内部パワースイッチに電流を供給します。このピンはローカルにバイパスする必要があります。

**GND (ピン5、露出パッドのピン11) :** グランド。露出パッドはPCBに半田付けする必要があります。

**SW (ピン6) :** SWピンは内部パワースイッチの出力です。このピンをインダクタに接続します。

**BOOST (ピン7) :** このピンは入力電圧より高いドライブ電圧を内蔵バイポーラNPNパワースイッチに与えるのに使います。

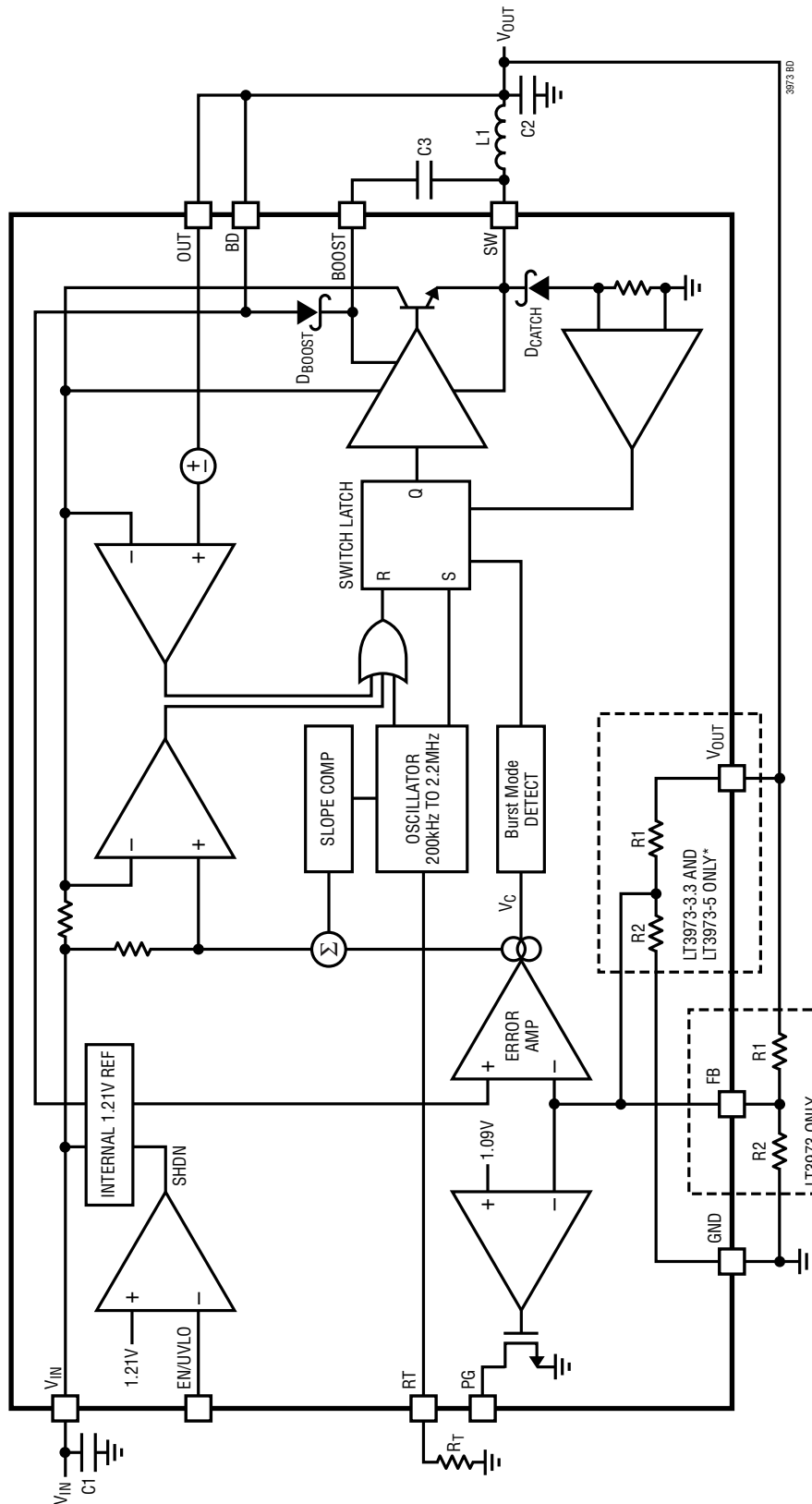
**BD (ピン8) :** このピンは昇圧ダイオードのアノードに接続されています。また、このピンはBDが3.2Vより上だとLT3973の内部レギュレータに電流を供給します。

**PG (ピン9) :** PGピンは内部コンパレータのオープン・ドレイン出力です。PGはFBピンが最終安定化電圧の10%以内に入るまで“L”のままです。PG出力は、V<sub>IN</sub>が4.2Vより高く、EN/UVLOが“H”のときに有効です。

**RT (ピン10) :** RTとグラウンドの間に抵抗を接続してスイッチング周波数を設定します。

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

## ブロック図



\* LT3973-3.3: R1 = 12.72M, R2 = 7.39M  
 LT3973-5: R1 = 15.23M, R2 = 4.88M

## 動作

LT3973は固定周波数の電流モード降圧レギュレータです。RTによって周波数が設定される発振器により、RSフリップ・フロップがセットされ、内部のパワースイッチをオンします。アンプおよびコンパレータは $V_{IN}$ ピンとSWピンの間を流れる電流を検出し、この電流が $V_C$ の電圧によって決まるレベルに達するとスイッチをオフします(「ブロック図」を参照)。エラーアンプは、FBピンに接続された外付け抵抗分割器を介して出力電圧を測定し、 $V_C$ ノードをサーボ制御します。エラー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。エラー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。

別のコンパレータがキャッチ・ダイオードを通して流れる電流をモニタし、電流が1.15Aのボトム電流リミットを超えると動作周波数を下げます。この周波数フォールドバックは、高い入力電圧での短絡出力など、フォールト状態の出力電流を制御するのに役立ちます。したがって、出力へ供給可能な最大電流は、スイッチの電流制限とキャッチ・ダイオードの電流制限の両方によって制限されます。

内部レギュレータが制御回路に電力を供給します。このバイアス・レギュレータは、通常 $V_{IN}$ ピンから電力を供給されますが、3.2Vより高い外部電圧にBDピンを接続すると、バイアス電力は外部電源(通常は安定化出力電圧)から供給されます。これにより効率が改善されます。

EN/UVLOピンが“L”だと、LT3973はシャットダウンし、入力から0.75 $\mu$ Aが流れます。EN/UVLOピンが1.19Vを超えると、スイッチング・レギュレータがアクティブになります。このピンを介して、低電圧ロックアウトをプログラムすることができます。

スイッチ・ドライバは、 $V_{IN}$ ピンまたはBOOSTピンのいずれかで動作します。外付けのコンデンサを使って入力電源より高い電圧をBOOSTピンに発生させます。これにより、ドライバは内蔵のバイポーラNPNパワースイッチを完全に飽和させ、高い効率で動作させることができます。

効率をさらに最適化するため、LT3973は軽負荷状態ではBurst Mode動作に自動的に切り替わります。バーストとバーストの間は、出力スイッチ制御関連の全回路がシャットダウンし、入力電源電流が1.8 $\mu$ Aに減少します。

入力電圧がプログラムされた出力電圧に向かって減少すると、LT3973はスイッチのオフ時間をスキップし始めてスイッチング周波数を下げ、約97.5%の最大デューティサイクルまで出力の安定化を維持します。OUTピンが $V_{OUT}$ に接続されているとき、LT3973は、出力が $V_{IN}$ の530mV下より低く保たれるように出力を安定化します。これにより、最小ドロップアウト電圧が設定されます。この、強制された最小ドロップアウト電圧により、デューティサイクルが制限され、ドロップアウト状態の間昇圧コンデンサを充電された状態に保ちます。十分な昇圧電圧が維持されるので、内部スイッチは十分飽和することができます、良好なドロップアウト特性を実現します。

FBピンが安定化電圧値の90%になるとトリップするパワーグッド・コンパレータが、LT3973には備わっています。PG出力はオープン・ドレイン・トランジスタであり、出力が安定化しているときオフしているため、外部抵抗によりPGピンを“H”に引き上げることができます。LT3973がイネーブルされていて $V_{IN}$ が4.2Vを超えているとき、パワーグッドは有効です。

## アプリケーション情報

### FBの抵抗ネットワーク

出力電圧は、出力とFBピンの間に接続した抵抗分割器を使用して設定します。次式に従って1%精度の抵抗を選択します。

$$R1 = R2 \left( \frac{V_{OUT}}{1.21} - 1 \right)$$

参照名については「ブロック図」を参照してください。大きな抵抗を選択するほどアプリケーション回路の静止電流が減少することに注意してください。

### スイッチング周波数の設定

LT3973には固定周波数PWMアーキテクチャが使われており、RTピンからグラウンドに接続した抵抗を使って、200kHz～2.2MHzの範囲でスイッチングするようにプログラムすることができます。望みのスイッチング周波数に必要なRTの値を表1に示します。

表1. スwitchング周波数とRTの値

スイッチング周波数 (MHz)	RTの値 (kΩ)
0.2	732
0.3	475
0.4	340
0.5	267
0.6	215
0.8	150
1.0	115
1.2	90.9
1.4	73.2
1.6	61.9
1.8	51.1
2.0	43.2
2.2	36.5

### 動作周波数のトレードオフ

動作周波数の選択には、効率、部品サイズ、および最大入力電圧の間のトレードオフが必要です。高周波数動作の利点として、小さな値のインダクタとコンデンサを使うことができます。不利な点としては、効率が下がり、固定周波数での入力電圧範囲が狭くなります。与えられたアプリケーションで許容できる最高スイッチング周波数(f<sub>SW(MAX)</sub>)は、次のように計算することができます。

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{t_{ON(MIN)} (V_{IN} - V_{SW} + V_D)}$$

ここで、V<sub>IN</sub>は標準入力電圧、V<sub>OUT</sub>は出力電圧、V<sub>D</sub>は内蔵キャッチ・ダイオードの電圧降下(約0.7V)、V<sub>SW</sub>は内部スイッチの電圧降下(最大負荷で約0.5V)です。この式は、高いV<sub>IN</sub>/V<sub>OUT</sub>比に対応するには、スイッチング周波数を下げる必要があることを示しています。これは、LT3973の最小オン時間が制限されるためです。最小オン時間は温度に強く依存します。スイッチの最小オン時間の曲線を使って(「標準的性能特性」を参照)、アプリケーションの最大温度に対して設計し、デバイス間のバラツキのために約30%を追加します。このオン時間を考慮して達成できる最小デューティサイクルは次のとおりです。

$$DC_{MIN} = t_{ON(MIN)} \cdot f_{SW}$$

ここで、f<sub>SW</sub>はスイッチング周波数、t<sub>ON(MIN)</sub>は最小スイッチ・オン時間です。

スイッチング周波数の選択が適切だと、適切な入力電圧範囲が可能になり(次の2つのセクションを参照)、インダクタとコンデンサの値が小さく保たれます。

### 最小入力電圧範囲

レギュレーションのための最小入力電圧は、LT3973の4.2Vの最小動作電圧、最大デューティサイクル、または強制された最小ドロップアウト電圧のいずれかによって決まります。3.3Vと5Vの出力の場合の、全負荷範囲での最小入力電圧に関しては、「標準的性能特性」のセクションを参照してください。

デューティサイクルは、クロックの周期に対する、内部スイッチがオンしている時間の割合です。多くの固定周波数レギュレータとは異なり、LT3973は複数クロック・サイクルの間オンし続けることにより、デューティサイクルを拡張することができます。昇圧コンデンサ(ブロック図のC3)の電圧が十分であれば、LT3973は各クロック・サイクルの終点でスイッチをオフしません。やがて、昇圧コンデンサの電圧が低下し、リフレッシュが必要になります。すると、スイッチがオフするので、インダクタ電流により昇圧コンデンサを再充電することができます。これにより、最大デューティ・サイクルが次のように制限されます。

$$DC_{MAX} = 1 / (1 + 1 / \beta_{SW})$$

## アプリケーション情報

ここで、 $\beta_{SW}$  は SW ピンの電流を BOOST ピンの電流で割った値に等しく(「標準的性能特性」を参照)、一般に  $DC_{MAX}$  は約 97.5% になります。したがって、最小入力電圧はおおよそ次のようになります。

$$V_{IN(MIN1)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{DC_{MAX}} - V_D + V_{SW}$$

ここで、 $V_{OUT}$  は出力電圧、 $V_D$  はキャッチ・ダイオードの電圧降下(約 0.7V)、 $V_{SW}$  は内部スイッチの電圧降下(最大負荷で約 0.5V)、 $DC_{MAX}$  は最大デューティサイクルです。

最小入力電圧に影響を与える最後の要素は最小ドロップアウト電圧です。OUT ピンが  $V_{OUT}$  に接続されていると、LT3973 は、出力が  $V_{IN}$  の 530mV 下より低く保たれるように出力を安定化します。このように最小ドロップアウト電圧が強制されるのは、後のセクションで説明する理由によります。これにより、最小入力電圧が次のように制限されます。

$$V_{IN(MIN2)} = V_{OUT} + V_{DROPOUT(MIN)}$$

ここで、 $V_{OUT}$  は出力電圧、 $V_{DROPOUT(MIN)}$  は最小ドロップアウト電圧(530mV)です。

これらの要素を組み合わせると、全体の最小入力電圧が導き出されます。

$$V_{IN(MIN)} = \max(V_{IN(MIN1)}, V_{IN(MIN2)}, 4.2V)$$

LT3973 は低い入力電圧(標準 3V)でスイッチングを開始しますが、この動作領域では、低い FB 電圧に安定化することに注意してください(「標準的性能特性」を参照)。

### 最大入力電圧範囲

通常動作時に許容される最高  $V_{IN}$  ( $V_{IN(OP-MAX)}$ ) は最小デューティサイクルによって制限され、次式を使って計算することができます。

$$V_{IN(OP-MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_D}{f_{SW} \cdot t_{ON(MIN)}} - V_D + V_{SW}$$

ここで、 $t_{ON(MIN)}$  は最小スイッチ・オン時間です。

ただし、選択されたスイッチング周波数に関係なく、回路は  $V_{IN}$  ピンと BOOST ピンの絶対最大定格までの入力に耐えます。 $V_{IN}$  が  $V_{IN(OP-MAX)}$  より高いこのようなトランジェントの間、スイッチング周波数がプログラムされた周波数より下がり、デ

バイスへの損傷を防ぎます。出力電圧リップルとインダクタ電流リップルも通常動作時より高くなるがありますが、出力は依然安定化されたままです。

### インダクタの選択

与えられた入力電圧と出力電圧に対して、インダクタの値と動作周波数によってリップル電流が決まります。リップル電流は  $V_{IN}$  または  $V_{OUT}$  が高いほど増加し、インダクタンスが高いほど、またスイッチング周波数が高いほど減少します。インダクタの値としては次の値を出発点にするのが良いでしょう。

$$L = 1.5 \frac{V_{OUT} + V_D}{f_{SW}}$$

ここで、 $V_D$  はキャッチ・ダイオードの電圧降下で(約 0.7V)、 $L$  の単位は  $\mu H$ 、 $f_{SW}$  の単位は MHz です。インダクタの RMS 電流定格は最大負荷電流より大きくする必要があります、その飽和電流を約 30% 大きくします。フォールト状態(起動時または短絡)や高入力電圧(>30V)で堅牢な動作を実現するには、飽和電流を 1.5A より大きくします。高い効率を保つには、直列抵抗(DCR)が  $0.1\Omega$  より小さく、コア材が高周波アプリケーション向けのものにします。インダクタ・メーカーのリストを表 2 に示します。

表 2. インダクタのメーカー

メーカー	URL
Coilcraft	<a href="http://www.coilcraft.com">www.coilcraft.com</a>
Sumida	<a href="http://www.sumida.com">www.sumida.com</a>
Toko	<a href="http://www.tokoam.com">www.tokoam.com</a>
Würth Elektronik	<a href="http://www.we-online.com">www.we-online.com</a>
Coiltronics	<a href="http://www.cooperet.com">www.cooperet.com</a>
Murata	<a href="http://www.murata.com">www.murata.com</a>

この簡単なデザイン・ガイドでは、特定のアプリケーションに最適のインダクタの選択肢を常に与えるとは限りません。一般則として、出力電圧が低くスイッチング周波数が高いほど、小さいインダクタ値を必要とします。アプリケーションが必要とする負荷電流が 750mA 未満なら、もっと小さなインダクタ値を使うことができます。この場合、物理的に小さいインダクタを使うことができます。または、DCR の小さいものを使って効率を上げることができます。このデータシートの「標準的性能特性」のセクションのグラフには、いくつかのよく使われる出力電圧に対して、入力電圧の関数としての最大負荷電流が示されています。インダクタンスが低いと不連続モード動作になることがあります。これは許容できますが最大負荷電流が減少し



## アプリケーション情報

ます。最大出力電流と不連続モード動作については、「アプリケーションノート44」を参照してください。最後に、デューティサイクルが50%を超える場合 ( $V_{OUT}/V_{IN} > 0.5$ )、低調波発振を防止するために必要な最小インダクタンスが存在します。「アプリケーションノート19」を参照してください。

### 入力コンデンサ

X7RまたはX5Rタイプのセラミック・コンデンサを使って、LT3973回路の入力をバイパスします。Y5Vタイプは温度や加えられる電圧が変化すると性能が低下するので使用しないでください。LT3973をバイパスするには4.7 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサが適切で、リップル電流を容易に処理します。低いスイッチング周波数を使うと(オン時間が長くなるので)、大きな入力容量が必要になることに注意してください。入力電源のインピーダンスが高いか、長い配線やケーブルによる大きなインダクタンスが存在する場合、追加のバルク容量が必要になることがあります。これには性能の高くない電解コンデンサを使うことができます。

降圧レギュレータには、高速の立ち上がり時間と立ち下がり時間のパルス電流が入力電源から流れます。そのために生じるLT3973の電圧リップルを減らし、非常に高い周波数のこのスイッチング電流を狭い範囲のループに押し込めてEMIを抑えるために、入力コンデンサが必要です。4.7 $\mu$ Fのコンデンサをこの用途に使えますが、LT3973の近くに配置できる場合に限ります(「PCBレイアウト」のセクションを参照)。2番目の注意点は、入力セラミック・コンデンサとLT3973の最大入力電圧定格の関係に関するものです。入力のセラミック・コンデンサは、トレースやケーブルのインダクタンスと結合して、質の良い(減衰の小さな)共振タンク回路を形成します。LT3973の回路を給電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、LT3973の電圧定格を超えるおそれがあります。この状況は容易に避けられます(「安全な活線挿入」のセクションを参照)。

### 出力コンデンサと出力リップル

出力コンデンサには2つの基本的な機能があります。このコンデンサは、トランジェント負荷を満たしてLT3973の制御ループを安定させるために、エネルギーを蓄積します。セラミック・

コンデンサの等価直列抵抗(ESR)は非常に小さいため、最良のリップル性能が得られます。出発点としては、次の値が適当です。

$$C_{OUT} = \frac{50}{V_{OUT} \cdot f_{SW}}$$

ここで、 $f_{SW}$ の単位はMHz、 $C_{OUT}$ は $\mu$ F単位の推奨出力容量です。X5RまたはX7Rのタイプを使ってください。この選択により、出力リップルが小さくなり、トランジェント応答が良くなります。出力と帰還ピンとの位相リード・コンデンサ(標準15pF)と組み合わせると、もっと高い値のコンデンサを使うとトランジェント性能を改善することができます。スペースとコストを節約するため、もっと小さな値の出力コンデンサを使うこともできますが、トランジェント性能が低下します。

2番目の機能として、出力コンデンサは(インダクタとともに)LT3973が発生する方形波をフィルタしてDC出力を生成します。この機能では出力コンデンサは出力リップルを決定するので、スイッチング周波数でのインピーダンスが低いことが重要です。出力容量を大きくすると出力リップルが約1mVまで減少します。図1を参照してください。大きな出力コンデンサには大きな位相リードコンデンサを使うように注意してください。

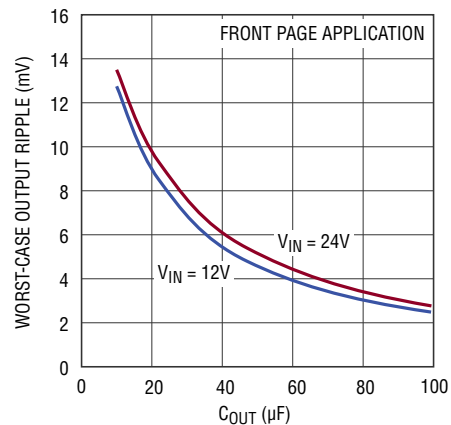


図1. 最大負荷範囲にわたるワーストケースの出力リップル

コンデンサを選択するときは、データシートを注意深く調べて、動作条件(加えられる電圧や温度)での実際の容量を確認してください。物理的に大きなコンデンサまたは電圧定格が高いコンデンサが必要なことがあります。表3にいくつかのコンデンサ・メーカーを示します。

## アプリケーション情報

表3. 推奨セラミック・コンデンサ・メーカー

メーカー	Web サイト
AVX	www.avxcorp.com
Murata	www.murata.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com
Vishay Siliconix	www.vishay.com
TDK	www.tdk.com

### セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、セラミック・コンデンサは圧電特性のため、LT3973に使用すると問題を生じることがあります。Burst Mode動作のとき、LT3973のスイッチング周波数は負荷電流に依存し、非常に軽い負荷ではLT3973はセラミック・コンデンサを可聴周波数で励起し、可聴ノイズを発生することがあります。LT3973はBurst Mode動作では低い電流リミットで動作するので、普通に聴くとノイズは一般に非常に静かです。それでも許容できない場合、高性能のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを出力に使用します。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点は、LT3973の最大入力電圧定格に関係します。前に述べたように、入力セラミック・コンデンサはトレースやケーブルのインダクタンスと結合して、質の良い(減衰の小さな)共振タンク回路を形成します。LT3973の回路を給電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングングが生じて、LT3973の定格を超えるおそれがあります。この状況は容易に避けられます(「安全な活線挿入」のセクションを参照)。

### 低リップルのBurst Mode動作

軽負荷での効率を向上させるため、LT3973は低リップルBurst Modeで動作し、入力静止電流を最小に抑えながら、出力コンデンサを適切な電圧に充電された状態に保ちます。LT3973はBurst Mode動作の間1サイクルのバーストで電流を出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間には出力コンデンサから出力電力が負荷に供給されます。LT3973は1個の低電流パルスで電力を出力に供給するので、標準的アプリケーションでは出力リップルが10mV以下に保たれます。図2を参照してください。

負荷電流が無負荷状態に向かって減少するにつれ、LT3973がスリープ・モードで動作する時間の割合が増加し、平均入力電流が大きく減少するので非常に低い負荷でも効率が高く

なります。Burst Mode動作の間、スイッチング周波数はプログラムされた周波数より低くなることに注意してください。図3を参照してください。

高い出力負荷(表紙のアプリケーションでは90mA以上)では、LT3973は $R_T$ 抵抗でプログラムされた周波数で動作し、標準的PWMモードで動作します。PWMと低リップルBurst Mode動作の間の移行はシームレスで、出力電圧を乱しません。

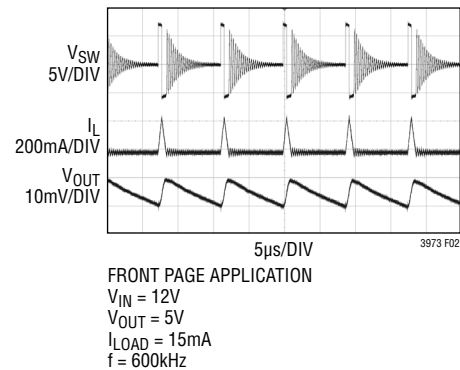


図2. Burst Mode動作

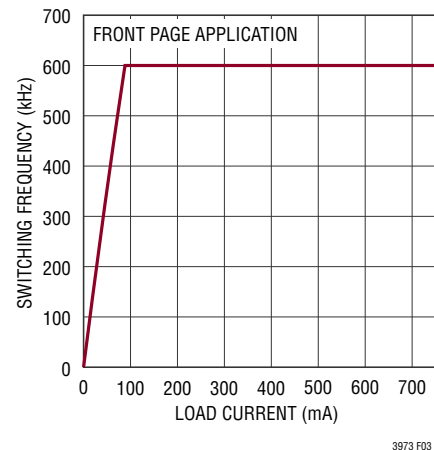


図3. Burst Mode動作のスイッチング周波数

### BOOSTピンとBDピンに関する検討事項

入力電圧より高い昇圧電圧を発生させるため、コンデンサC3と内部ショットキー・ダイオード(ブロック図を参照)が使われます。ほとんどの場合、0.47µFのコンデンサで問題なく動作します。昇圧回路の構成方法を2通り図4に示します。最高の効

## アプリケーション情報

率を得るには、BOOSTピンはSWピンより1.9V以上高くする必要があります。2.2V以上の出力の場合は、標準回路(図4a)が最適です。出力が2.2V~2.5Vの場合は、1μFの昇圧コンデンサを使用します。2.2Vより低い出力電圧の場合、昇圧ダイオードを入力(図4b)または2.2Vより高い別の外部電源に接続することができます。ただし、電圧の低い方の電圧源からBOOSTピンの電流とBDピンの消費電流が供給されるので、図4aの回路の方が効率が高くなります。BOOSTピンとBDピンの最大電圧定格を超えないようにすることも必要です。

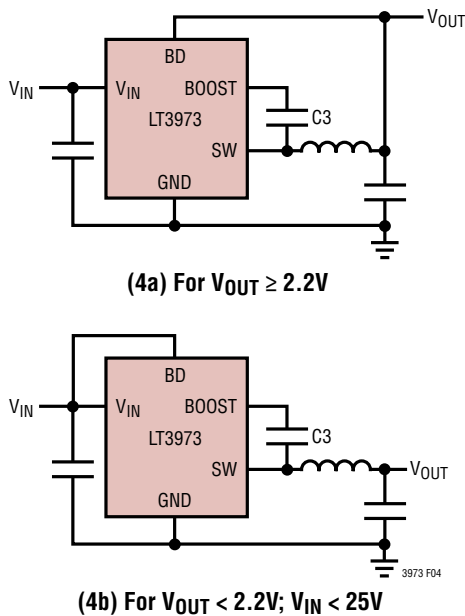


図4. 昇圧電圧を発生させる2つの回路

LT3973は、昇圧コンデンサの電圧が、スイッチを完全に飽和できる十分な電圧であるかモニタします。昇圧コンデンサが十分充電されていない起動状態の間、スイッチは約1Vの電圧降下状態で動作し、内部電流源が、一般に $V_{OUT}$ に接続されているOUTピンから70mA(標準)を引き出し始めます。この電流はLT3973を強制して、もっと頻繁にもっと大きなインダクタ電流でスイッチングさせるので、昇圧コンデンサが再充電されます。昇圧コンデンサが十分充電されると、この電流源はオフし、デバイスはBurst Modeに入ることができます。3.3Vと5Vの出力の最小入力電圧については、図5を参照してください。

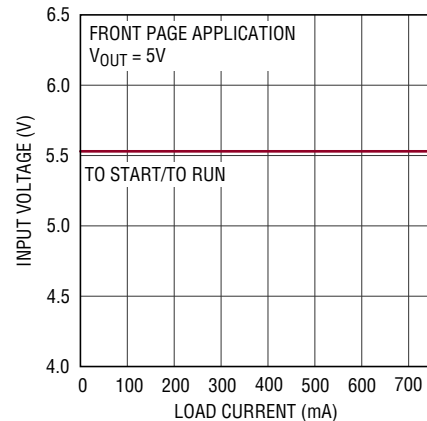
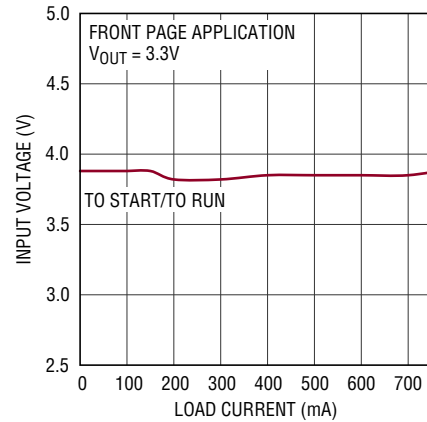


図5. 最小入力電圧は、出力電圧、負荷電流および昇圧回路に依存する

### 最小ドロップアウト電圧

OUTピンが $V_{OUT}$ に接続されていると、LT3973は次のように出力を安定化します。

$$V_{IN} - V_{OUT} > V_{DROPOUT(MIN)}$$

ここで、 $V_{DROPOUT(MIN)}$ は530mVです。この強制された最小ドロップアウト電圧により、ドロップアウト状態の間の負荷に関係なく、昇圧コンデンサは充電された状態に保たれます。これを達成するため、LT3973はデューティサイクルを制限し、定期的にスイッチを強制的にオフして昇圧コンデンサを充電します。昇圧コンデンサの両端に十分な電圧が維持されるので、スイッチを十分に飽和することができ、内部スイッチの電圧降下が低く保たれ、良好なドロップアウト性能が得られます。起動時およびドロップアウト状態での、 $V_{IN}$ に対する $V_{OUT}$ の全体的様子を図6に示します。



## アプリケーション情報

出力がレギュレーション電圧より低いときのドロップアウト状態の間、出力リップルが増加する可能性があります。非常に高い負荷では、表紙の応用例の場合、このリップルは約200mVに増加することがあります。このような状態でも出力リップルを低くしたい場合、大きな出力コンデンサを使うことができます。

プログラムされた出力が14Vより大きい場合、最大電圧定格を超えないようにするため、OUTピンをGNDに接続します。これにより、起動時およびドロップアウト時の性能が低下することに注意してください。

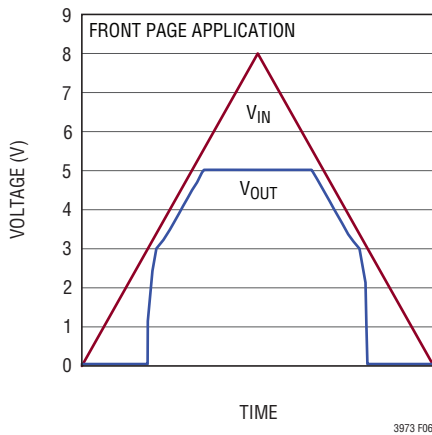


図6.  $V_{IN}$  に対する  $V_{OUT}$

### イネーブルおよび低電圧ロックアウト

EN/UVLOピンが“L”のときLT3973はシャットダウン状態になり、このピンが“H”のときアクティブになります。EN/UVLOコンパレータの上昇時スレッシュホールドは1.19Vで、30mVのヒステリシスがあります。 $V_{IN}$ が4.2Vより上のとき、このスレッシュホールドは正確です。 $V_{IN}$ が4.2Vより低い場合、EN/UVLOピンをGNDに接続にしてデバイスをシャットダウンします。

低電圧ロックアウト(UVLO)をLT3973に追加する方法を図7に示します。UVLOは、入力電源が電流制限されているか、または入力電源のソース抵抗が比較的高い状況で通常使用されます。スイッチング・レギュレータは電源から一定の電力を引き出すため、電源電圧が低下するにつれ、電源電流が増加します。この現象は電源からは負の抵抗負荷のように見えるため、電源電圧が低い状態では、電源が電流を制限するか、または低電圧にラッチする原因になることがあります。UVLOにより、この問題が発生する恐れのある電源電圧では、レギュレータは動作しません。UVLOスレッシュホールドは、次式を満足するようにR3とR4の値を設定することにより調整することができます。

$$V_{UVLO} = \frac{R3 + R4}{R4} \cdot 1.19V$$

この場合、 $V_{IN}$ が $V_{UVLO}$ を超えるまでスイッチングは開始されません。コンパレータのヒステリシスのため、入力が $V_{UVLO}$ よりわずかに下になるまでスイッチングは停止しないことに注意してください。低電圧ロックアウトは、 $V_{UVLO}$ が5.5Vより大きいときだけ作動します。

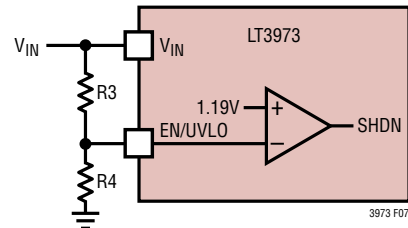


図7. 低電圧ロックアウト

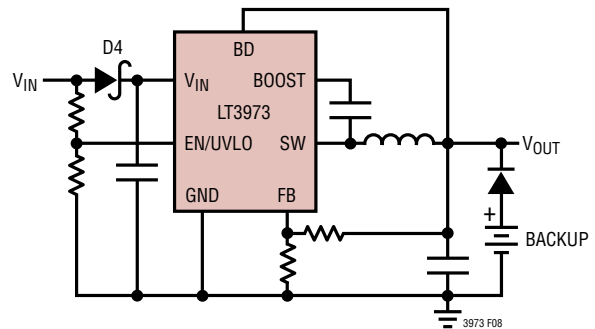


図8. ダイオードD4は、出力に接続されたバックアップ用バッテリーが短絡入力によって放電するのを防ぐ。また、逆入力から回路を保護する。LT3973は入力を与えられているときだけ動作する

### 短絡入力と逆入力に対する保護

過度に飽和しないようにインダクタを選択すると、LT3973降圧レギュレータは出力の短絡に耐えます。LT3973に入力が加わっていないときに出力が高く保たれるシステムで考慮すべき別の状況があります。それは、バッテリー充電アプリケーション、またはバッテリーや他の電源がLT3973の出力とダイオードOR接続されているバッテリー・バックアップ・システムで発生することがあります。 $V_{IN}$ ピンがフロート状態で、EN/UVLOピンが(ロジック信号によって、あるいは $V_{IN}$ に接続されていて)“H”に保持されていると、SWピンを通してLT3973の内部回路に静止電流が流れます。この状態で数 $\mu A$ の電流を許容できる

## アプリケーション情報

システムであれば、これは問題ありません。EN/UVLOピンが接地されると、SWピンの電流は実質的に0.75 $\mu$ Aに低下します。ただし、出力を高く保持した状態で $V_{IN}$ を接地すると、EN/UVLOには関係なく、出力からSWピンおよび $V_{IN}$ ピンを通過して、LT3973内部の寄生ダイオードに電流が流れる可能性があります。入力電圧が与えられているときだけ動作し、短絡入力や逆入力に対して保護する回路を図8に示します。

### PCBのレイアウト

動作を最適化し、EMIを最小にするには、プリント回路基板のレイアウト時に注意が必要です。推奨部品配置と、トレース、グラウンド・プレーン、およびビアの位置を図9に示します。大きなスイッチング電流が、LT3973の $V_{IN}$ ピンとSWピン、内部キャッチ・ダイオード、および入力コンデンサを流れることに注意してください。これらの部品が形成するループはできるだけ小さくします。これらの部品とインダクタおよび出力コンデンサは回路基板の同じ側に配置し、それらをその層で接続します。これらの部品の下には、切れ目のないローカル・グラウンド・プレーンを配置します。SWノードとBOOSTノードはできるだけ小さくします。最後に、グラウンド・トレースがSWノードとBOOSTノードからFBノードをシールドするように、FBノードを小さく保ちます。底面の露出パッドは、ヒートシンクとして機能するように、グラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。熱抵抗を低く保つには、グラウンド・プレーンをできるだけ広げ、基板内の追加グラウンド・プレーンや裏側へのサーマル・ビアをLT3973の下や近くに追加します。

### 安全な活線挿入

セラミック・コンデンサはサイズが小さく、堅牢でインピーダンスが低いので、LT3973の回路の入力バイパス・コンデンサに最適です。ただし、スイッチの入った電源にLT3973が差し込まれると、これらのコンデンサは問題を生じることがあります。低損失のセラミック・コンデンサは電源に直列の浮遊インダクタンスと結合して、減衰の小さなタンク回路を形成し、LT3973の $V_{IN}$ ピンの電圧に公称入力電圧の2倍に達するリングングを生じる可能性があり、LT3973の定格を超えてデバイスを傷めるおそれがあります。入力電源の制御が十分でなかったり、ユーザーがLT3973を給電中の電源に差し込んだりする場合、このようなオーバーシュートを防ぐように入力ネットワークを設計する必要があります。詳細な説明に関しては、弊社の「アプリケーションノート88」を参照してください。

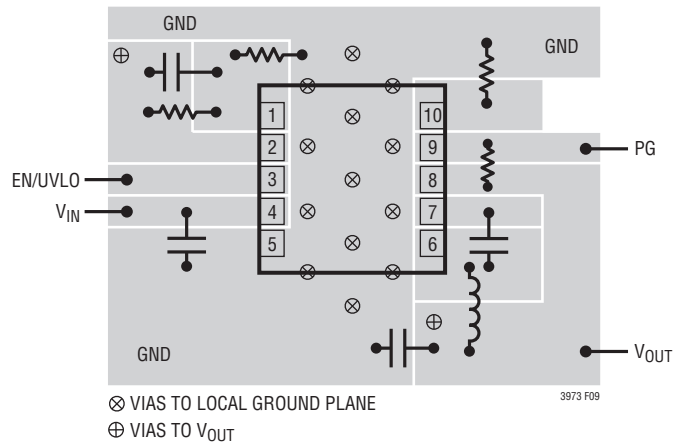


図9. 適切な低EMI動作を保証する優れたPCBレイアウト

### 高温に関する検討事項

もっと高い周囲温度では、PCBのレイアウトに注意を払い、LT3973に十分なヒートシンクを与えます。底面の露出パッドをグラウンド・プレーンに半田付けする必要があります。このグラウンドはサーマル・ビアを使って下の大きな銅層に接続します。これらの層はLT3973が発生する熱を放散します。ビアを追加すると、熱抵抗をさらに減らすことができます。周囲温度が最大接合部温度の定格に近づくにつれ、最大負荷電流をデレーティングします。

LT3973内部の電力損失は、効率測定から計算される総電力損失からインダクタの損失を差し引いて、推測することができます。ダイ温度は、LT3973の電力損失に、接合部から周囲への熱抵抗を掛けて計算します。

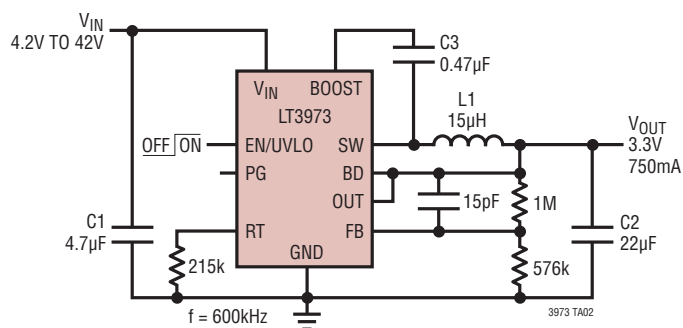
最後に、高い周囲温度では、内部ショットキー・ダイオードのリーク電流がかなり大きくなり（「標準的性能特性」を参照）、LT3973コンバータの消費電流が増加することに注意してください。

### リニアテクノロジー社の他の出版物

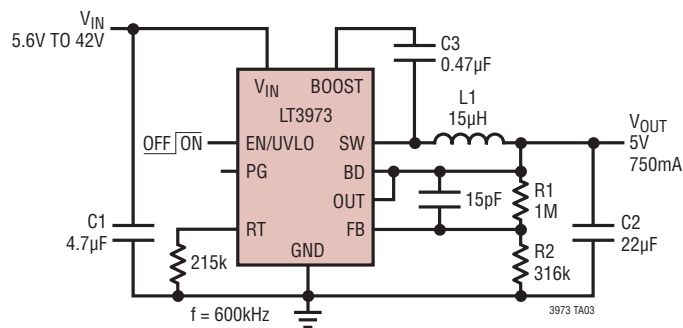
「アプリケーションノート」の19、35、および44に、降圧レギュレータと他のスイッチング・レギュレータの詳細な説明と設計情報が記載されています。LT1376のデータシートには、出力リップル、ループ補償、および安定性のテストに関する、さらに広範な説明が記載されています。「デザインノート100」には、降圧レギュレータを使って両極性出力電源を発生させる方法が示されています。

## 標準的応用例

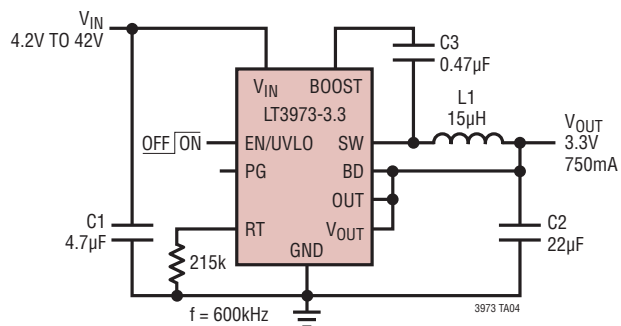
### 3.3V 降圧コンバータ



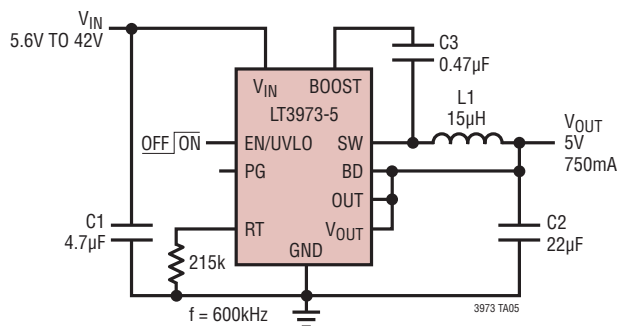
### 5V 降圧コンバータ



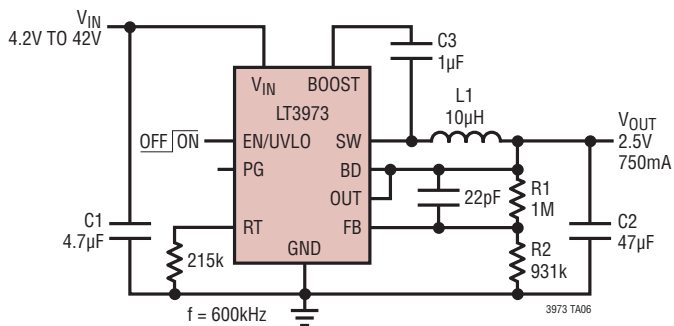
### 3.3V 降圧コンバータ



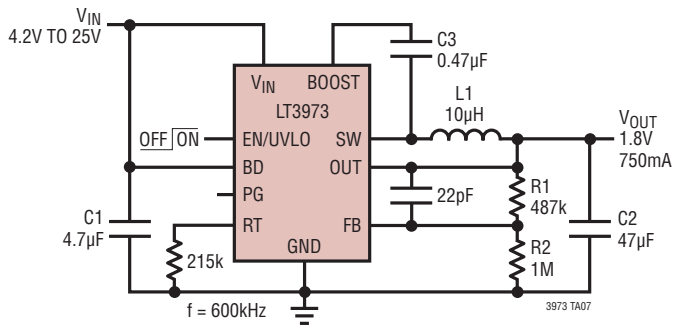
### 5V 降圧コンバータ



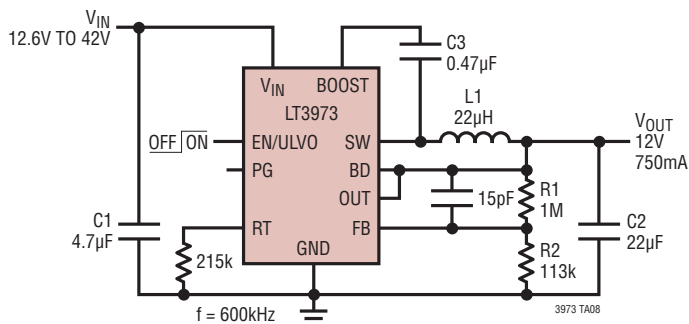
### 2.5V 降圧コンバータ



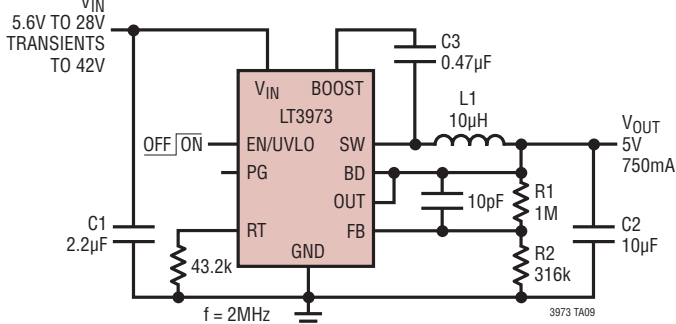
### 1.8V 降圧コンバータ



### 12V 降圧コンバータ

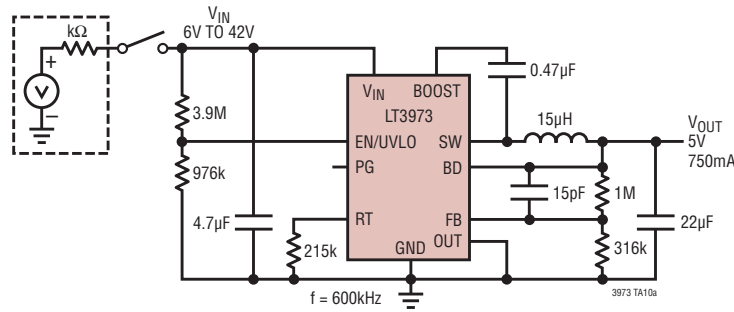


### 5V、2MHz 降圧コンバータ

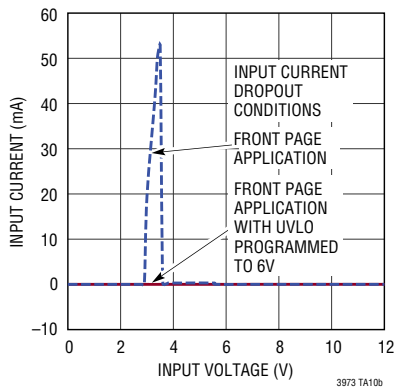


## 標準的応用例

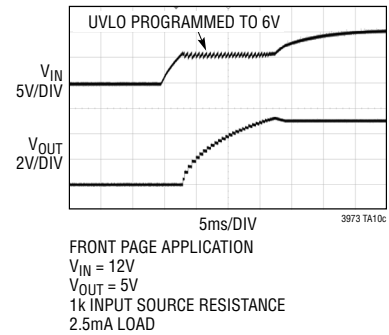
低電圧ロックアウト機能を備えた5V降圧コンバータ



起動時入力電流



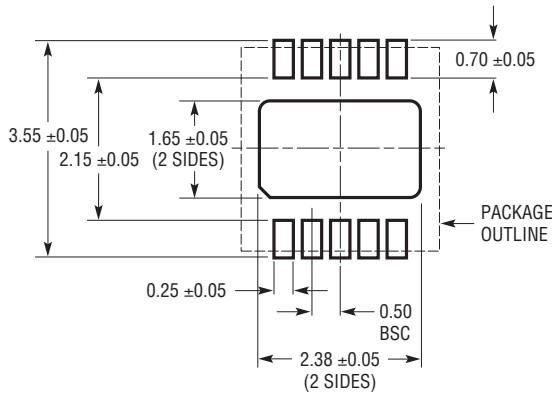
高インピーダンスの入力ソースからのスタートアップ



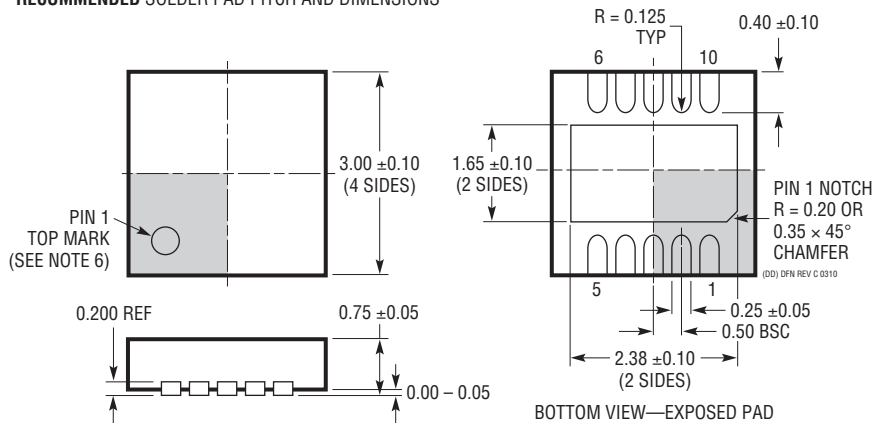
パッケージ

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

**DD Package**  
**10-Lead Plastic DFN (3mm × 3mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1699 Rev C)



**RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS**



**NOTE:**

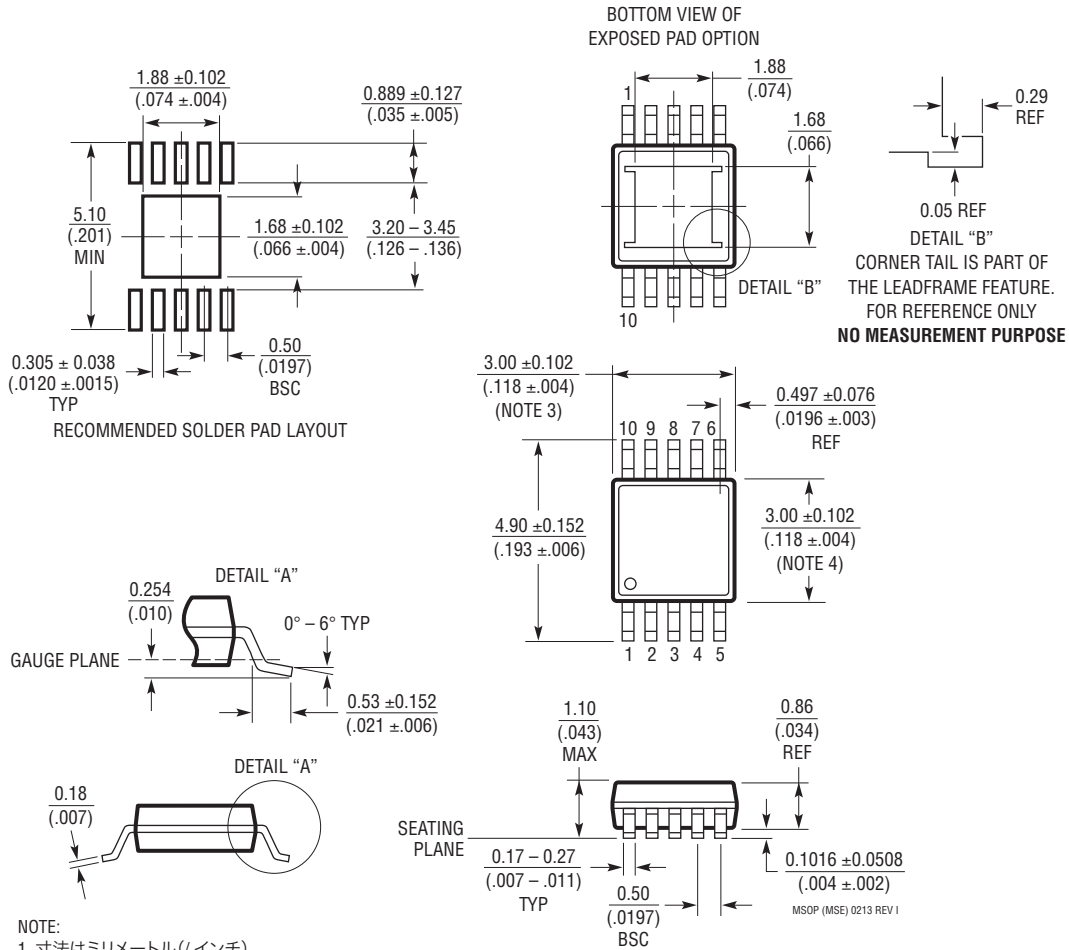
1. 図面は JEDEC のパッケージ外形 M0-229 のバリエーション (WEED-2) に適合  
バリエーションの指定の現状については LTC の Web サイトのデータシートを参照。
2. 図は実寸とは異なる
3. 全ての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない  
モールドのバリは (もしあれば) 各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

## パッケージ

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

### MSE Package 10-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1664 Rev I)



**NOTE:**

1. 寸法はミリメートル(/インチ)
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない  
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
4. 寸法にはリード間のバリまたは突出部を含まない  
リード間のバリまたは突出部は各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
5. リードの平坦度 (成形後のリードの底面) は最大 0.102mm (0.004") であること
6. 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、各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと

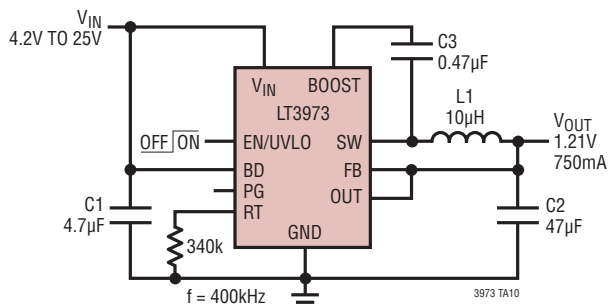
改訂履歴

Rev	日付	概要	ページ番号
A	4/12	固定出力バージョンの挿入のためタイトルと特長を修正	1
		固定出力バージョンの挿入のため「絶対最大定格」「ピン配置」「発注情報」セクションを修正	2
		固定出力バージョンの挿入のため電気的特性表を修正	3
		固定出力バージョンの挿入のためグラフを修正	5
		固定出力バージョンの挿入のためピン機能とブロック図を修正	9、10
		固定出力バージョンの応用例を追加	19
B	3/15	パッケージの表記をMSからMSEに明確化(すべて)	2
		電気的特性の明確化	3

# LT3973/LT3973-3.3/LT3973-5

## 標準的応用例

### 1.21V降圧コンバータ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LT3970/LT3970-3.3/LT3970-5</a>	$I_Q = 2.5\mu\text{A}$ の、40V、350mA、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 4.2\text{V} \sim 40\text{V}$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21\text{V}$ 、 $I_Q = 2.5\mu\text{A}$ 、 $I_{SD} < 1\mu\text{A}$ 、3mm×2mm DFN-10、MSOP-10
<a href="#">LT3990</a>	$I_Q = 2.5\mu\text{A}$ の、62V、350mA、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 4.2\text{V} \sim 62\text{V}$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.21\text{V}$ 、 $I_Q = 2.5\mu\text{A}$ 、 $I_{SD} < 1\mu\text{A}$ 、3mm×3mm DFN-16、MSOP-16E
<a href="#">LT3971</a>	$I_Q = 2.8\mu\text{A}$ の、38V、1.2A、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 4.3\text{V} \sim 38\text{V}$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.2\text{V}$ 、 $I_Q = 2.8\mu\text{A}$ 、 $I_{SD} < 1\mu\text{A}$ 、3mm×3mm DFN-10、MSOPE-10
<a href="#">LT3991</a>	$I_Q = 2.8\mu\text{A}$ の、55V、1.2A、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 4.3\text{V} \sim 55\text{V}$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 1.2\text{V}$ 、 $I_Q = 2.8\mu\text{A}$ 、 $I_{SD} < 1\mu\text{A}$ 、3mm×3mm DFN-10、MSOPE-10
<a href="#">LT3682</a>	36V、60V <sub>MAX</sub> 、1A、2.2MHz 高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ	$V_{IN}: 3.6\text{V} \sim 36\text{V}$ 、 $V_{OUT(MIN)} = 0.8\text{V}$ 、 $I_Q = 75\mu\text{A}$ 、 $I_{SD} < 1\mu\text{A}$ 、3mm×3mm DFN-12

3973fb