

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。  
この正誤表は、2023年5月10日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。

なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2023年5月10日

製品名：MAXM17572

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：8ページ、表の下、Note行

## 【誤】

**Note 2**：電気的仕様は、 $TA = +25^{\circ}\text{C}$ での製造テストに基づいています。設計と特性評価により、動作温度範囲全体の仕様が確保されています。

**Note 3**：詳細については、過電流保護／ヒカッパ・モードのセクションを参照してください。

## 【正】

**Note 3**：電気的仕様は、 $TA = +25^{\circ}\text{C}$ での製造テストに基づいています。設計と特性評価により、動作温度範囲全体の仕様が確保されています。

**Note 4**：詳細については、過電流保護／ヒカッパ・モードのセクションを参照してください。



## MAXM17572

## 4.5V~60V、1A Himalaya uSLIC 降圧 パワー・モジュール

### 概要

Himalaya シリーズの電圧レギュレータ IC、パワー・モジュール、チャージャは、より低温でより小さくよりシンプルな電源ソリューションを実現します。MAXM17572 は、高効率の同期整流式 Himalaya 降圧 DC/DC パワー・モジュールで、コントローラ、MOSFET、補償部品、インダクタが統合されており、広い入力電圧範囲で動作します。このモジュールは 4.5V~60V の入力で動作し、0.9V~12V のプログラマブルな出力電圧範囲で最大 1A の出力電流を供給します。また、設計の複雑さと製造上のリスクを大幅に軽減し、真の「プラグ・アンド・プレイ」の電源ソリューションを提供することにより、市場投入までの時間を短縮します。MAXM17572 は、ピーク電流モード制御アーキテクチャを採用しています。

MAXM17572 は、プログラマブルなスイッチング周波数、 $\overline{\text{RESET}}$ 出力電圧モニタリング、調整可能な入力低電圧ロックアウト、プログラマブルなソフトスタートを備えています。更に、ヒカップ・モード過負荷保護およびサーマル・シャットダウン機能もあります。

MAXM17572 は、薄型でコンパクトな、12 ピンの 3.5mm × 3.5mm × 2.3mm uSLIC パッケージで提供しています。シミュレーション・モデルも提供しています。

### アプリケーション

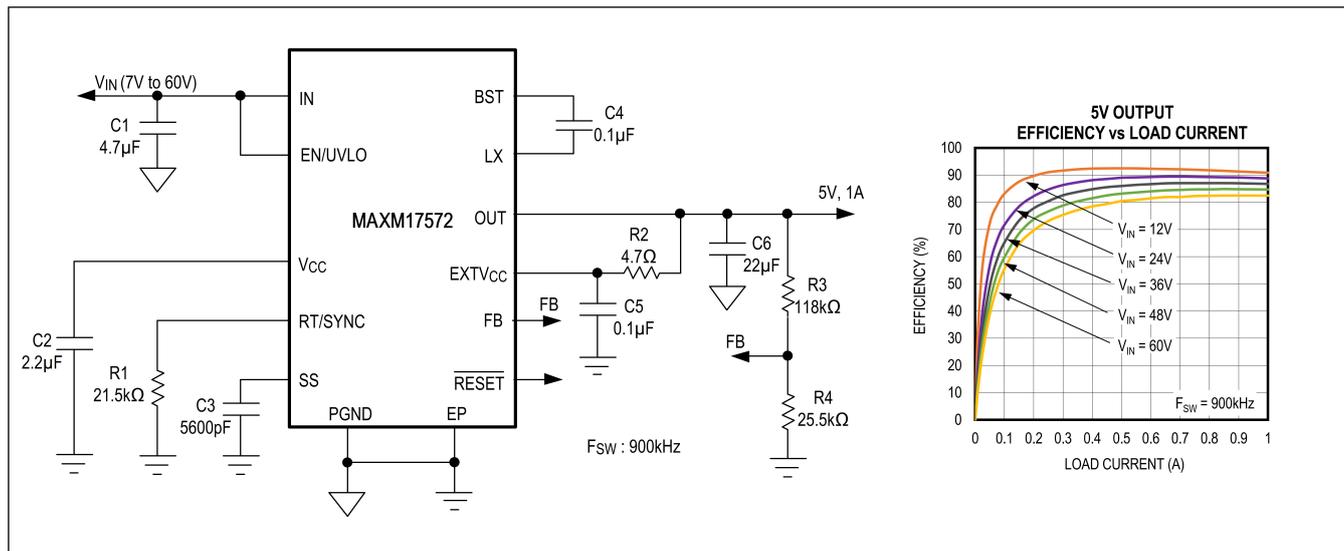
- 工業用電源
- 分散型電源レギュレーション
- FPGA および DSP のポイントオブロード・レギュレータ
- 基地局のポイントオブロード・レギュレータ
- HVAC およびビル制御

### 特長と利点

- 使いやすさ
  - 広い入力範囲：4.5V~60V
  - 調節可能な出力：0.9V~12V
  - フィードバック精度：±1.2%
  - 出力電流：最大 1A
  - 内部補償型の制御ループ
  - 全セラミック・コンデンサ
- 柔軟な設計
  - PWM 動作モード
  - 外部周波数同期により調整可能な周波数（400kHz~2.2MHz）
  - プログラマブルなソフトスタート
  - オーブンドレインのパワー・グッド出力（ $\overline{\text{RESET}}$ ピン）
  - プログラマブルな EN/UVLO スレッシュホールド
  - 補助ブートストラップ電源（EXTV<sub>CC</sub>）による効率向上
- 信頼性の高い動作
  - 過熱保護
  - ヒカップ過電流保護
  - 高い工業用周囲動作温度範囲（-40°C~+125°C） /  
ジャンクション温度範囲（-40°C~+150°C）
- 堅牢性
  - CISPR32（EN55032）クラス B の伝導・放射エミッションに準拠。

オーダー情報はデータシート末尾に記載されています。

## 代表的なアプリケーション回路



## 目次

概要.....	1
アプリケーション.....	1
特長と利点.....	1
代表的なアプリケーション回路.....	2
絶対最大定格.....	6
パッケージ情報.....	6
12ピン uSLIC.....	6
電気的特性.....	6
標準動作特性.....	9
ピン配置.....	14
端子説明.....	14
機能ブロック図.....	16
詳細.....	17
リニア・レギュレータ (V <sub>CC</sub> 、EXTV <sub>CC</sub> ).....	17
イネーブル/低電圧ロックアウト (EN/UVLO)、ソフトスタート (SS).....	17
外部周波数同期 (SYNC).....	17
RESET出力.....	18
ブリバイアス出力への起動.....	18
過電流保護/ヒカップ・モード.....	18
熱過負荷保護.....	19
アプリケーション情報.....	20
動作入力電圧範囲.....	20
入力コンデンサの選択.....	20
出力コンデンサの選択.....	21
ソフトスタート用コンデンサの選択.....	21
入力低電圧ロックアウト・レベルの設定.....	21
出力電圧の設定.....	22
スイッチング周波数 (RT) の設定.....	22
部品値の選択.....	23
消費電力と出力電流のディレーティング.....	23
PCB レイアウト時のガイドライン.....	24
代表的なアプリケーション回路.....	26
5V 出力の代表的なアプリケーション回路.....	26
3.3V 出力の代表的なアプリケーション回路.....	26
オーダー情報.....	27
改訂履歴.....	28

## 図一覧

図 1. 外部クロック同期 .....	18
図 2. 入力低電圧ロックアウトの設定 .....	22
図 3. 出力電圧の調整 .....	22
図 4. レイアウトのガイドライン .....	25

表一覧

---

表 1. スイッチング周波数と RT 抵抗の関係 .....	23
表 2. 部品値の選択 .....	23

## 絶対最大定格

IN~PGND	-0.3V~+65V
EN/UVLO~SGND	-0.3V~+(V <sub>IN</sub> +0.3)V
EXTV <sub>CC</sub> ~SGND	-0.3V~(V <sub>IN</sub> +0.3V)または+26Vの低い方
BST~PGND	-0.3V~+70V
BST~LX	-0.3V~+6.0V
BST~V <sub>CC</sub>	-0.3V~+65V
FB~SGND	-0.3V~1.5V
RT/SYNC、SS、 $\overline{\text{RESET}}$ 、V <sub>CC</sub> ~SGND	-0.3V~+6.0V

OUT~PGND	-0.3V~+(V <sub>IN</sub> +0.3)V
PGND~SGND	-0.3V~+0.3V
出力短絡時間	連続
動作温度範囲 (Note 1)	-40°C~+125°C
ジャンクション温度	-40°C~+150°C
保存温度範囲	-40°C~+125°C
ハンダ処理温度 (リフロー)	+260°C
リード温度 (ハンダ処理、10s)	+260°C

Note 1: ジャンクション温度が+125°Cを超えると、動作寿命が短くなります。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## パッケージ情報

## 12ピン uSLIC

Package code	M123A3+2
Outline Number	21-100356
Land Pattern Number	90-100113
Thermal Resistance Four Layer Board (Note 2)	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	42°C/W

最新のパッケージ外形図とランド・パターン (フットプリント) に関しては、[www.maximintegrated.com/packages](http://www.maximintegrated.com/packages) で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は RoHS 対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面は RoHS 状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

Note 2: パッケージの熱抵抗は、通気のない評価用ボード上で測定しています。

## 電気的特性

(特に指定のない限り、V<sub>IN</sub> = V<sub>EN/UVLO</sub> = 24V、R<sub>RT/SYNC</sub> = 40.2k $\Omega$ 、C<sub>VCC</sub> = 2.2 $\mu$ F、V<sub>PGND</sub> = V<sub>SGND</sub> = V<sub>EXTVCC</sub> = 0、LX = SS =  $\overline{\text{RESET}}$  = OUT = OPEN、V<sub>BST-VLX</sub>間 = 5V、V<sub>FB</sub> = 1V、T<sub>A</sub> = -40°C~+125°C。代表値は T<sub>A</sub> = +25°C での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準 (Note 3) 。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT SUPPLY (V <sub>IN</sub> )						
Input Voltage Range	V <sub>IN</sub>		4.5		60	V
Input Shutdown Current	I <sub>IN-SH</sub>	V <sub>EN/UVLO</sub> = 0V (shutdown mode)		4.7	7.25	$\mu$ A
Input Quiescent Current	I <sub>Q-PWM</sub>	Normal switching mode, V <sub>FB</sub> = 0.8V		11		mA
Enable/Under Voltage Lockout (EN/UVLO)						
EN/UVLO Threshold	V <sub>ENR</sub>	V <sub>EN/UVLO</sub> rising	1.19	1.215	1.26	V
	V <sub>ENF</sub>	V <sub>EN/UVLO</sub> falling	1.068	1.09	1.131	
EN/UVLO Input Leakage Current	I <sub>ENLKG</sub>	V <sub>EN/UVLO</sub> = 1.25V, T <sub>A</sub> = 25°C	-50		+50	nA
LDO (V <sub>CC</sub> )						
V <sub>CC</sub> Output Voltage Range	V <sub>CC</sub>	6V $\leq$ V <sub>IN</sub> $\leq$ 60V; I <sub>VCC</sub> = 1mA	4.75	5	5.25	V
V <sub>CC</sub> Current Limit	I <sub>VCC-MAX</sub>	V <sub>CC</sub> = 4.3V, V <sub>IN</sub> = 7V	25	54	100	mA
V <sub>CC</sub> Dropout	V <sub>VCC-DO</sub>	V <sub>IN</sub> = 4.5V, I <sub>VCC</sub> = 15mA			0.35	V

## 電气的特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $R_{RT/SYNC} = 40.2k\Omega$ 、 $C_{VCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{PGND} = V_{SGND} = V_{EXTVCC} = 0$ 、 $LX = SS = \overline{RESET} = OUT = OPEN$ 、 $V_{BST-VLX}$ 間 = 5V、 $V_{FB} = 1V$ 、 $T_A = -40^\circ C \sim +125^\circ C$ 。代表値は  $T_A = +25^\circ C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準 (Note 3) 。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V <sub>CC</sub> UVLO	V <sub>VCC-UVR</sub>	V <sub>CC</sub> rising	4.05	4.2	4.3	V
	V <sub>VCC-UVF</sub>	V <sub>CC</sub> falling	3.65	3.8	3.9	
EXT LDO (EXTV <sub>CC</sub> )						
EXTV <sub>CC</sub> Switch Over Voltage		EXTV <sub>CC</sub> rising	4.56	4.7	4.84	V
		EXTV <sub>CC</sub> falling	4.3	4.45	4.6	
EXTV <sub>CC</sub> Dropout	EXTV <sub>CC-DO</sub>	V <sub>EXTVCC</sub> = 4.75V, I <sub>EXTVCC</sub> = 15mA			0.3	V
EXTV <sub>CC</sub> Current Limit	EXTV <sub>CC-C</sub> <sub>LIM</sub>	V <sub>VCC</sub> = 4.5V, V <sub>EXTVCC</sub> = 7V	26.5	60	105	mA
SOFT-START (SS)						
Soft Start Current	I <sub>SS</sub>	V <sub>SS</sub> = 0.5V	4.7	5	5.3	μA
CURRENT LIMIT						
Peak Current-Limit Threshold	I <sub>PEAK-LIMIT</sub>		2.05	2.47	2.8	A
Runaway Current-Limit Threshold	I <sub>RUNAWAY-LIMIT</sub>		2.5	2.76	3.1	A
OUTPUT SPECIFICATIONS						
FB Regulation Voltage	V <sub>FB-REG</sub>		0.889	0.9	0.911	V
FB Input Bias Current	I <sub>FB</sub>	0V ≤ V <sub>FB</sub> ≤ 1V, T <sub>A</sub> = +25°C	-50		+50	nA
FB Undervoltage Trip Level to Cause HICCUP	V <sub>FB-HICF</sub>		0.56	0.58	0.65	V
HICCUP Timeout		(Note 4)		32768		Cycles
RT/SYNC and Timings						
Switching Frequency	F <sub>SW</sub>	R <sub>RT</sub> = OPEN	430	490	550	kHz
		R <sub>RT</sub> = 51.1kΩ	370	400	430	
		R <sub>RT</sub> = 40.2kΩ	475	500	525	
		R <sub>RT</sub> = 8.06kΩ	1950	2200	2450	
Synchronization Frequency Capture Range		F <sub>SW</sub> set by R <sub>RT</sub>	1.1 × F <sub>SW</sub>		1.4 × F <sub>SW</sub>	
Synchronization Pulse Width			50			ns
Synchronization Threshold	V <sub>IH</sub>		2.1			V
	V <sub>IL</sub>				0.8	
Minimum On-Time	t <sub>ON-MIN</sub>			60	80	ns
Minimum Off-Time	t <sub>OFF-MIN</sub>		140	150	160	ns
RESET						
$\overline{RESET}$ Output Level Low		I <sub>RESET</sub> = 10mA			400	mV
$\overline{RESET}$ Output Leakage Current		T <sub>A</sub> = T <sub>J</sub> = +25°C, V <sub>RESET</sub> = 5.5V	-100		+100	nA

## 電气的特性 (続き)

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $R_{RT/SYNC} = 40.2k\Omega$ 、 $C_{VCC} = 2.2\mu F$ 、 $V_{PGND} = V_{SGND} = V_{EXTVCC} = 0$ 、 $LX = SS = \overline{RESET} = OUT = OPEN$ 、 $V_{BST-V_{LX}} = 5V$ 、 $V_{FB} = 1V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準 (Note 3) 。)

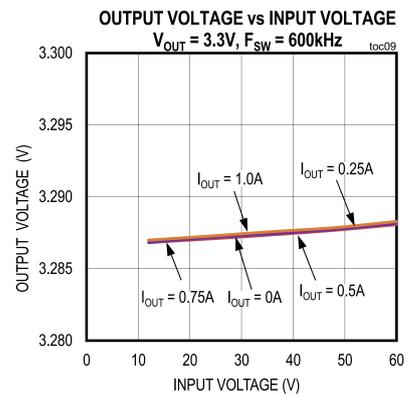
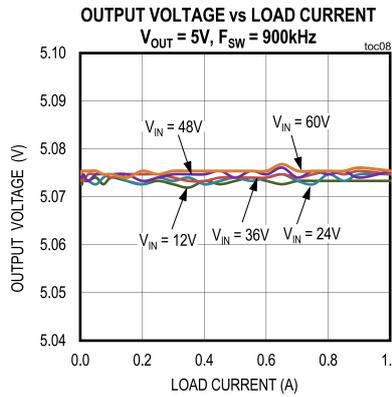
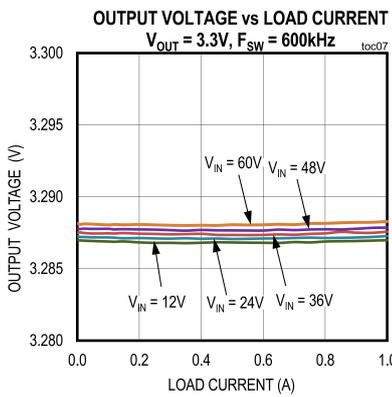
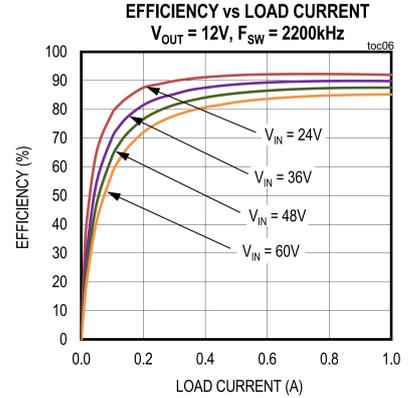
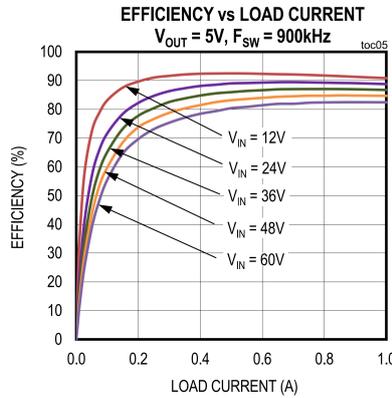
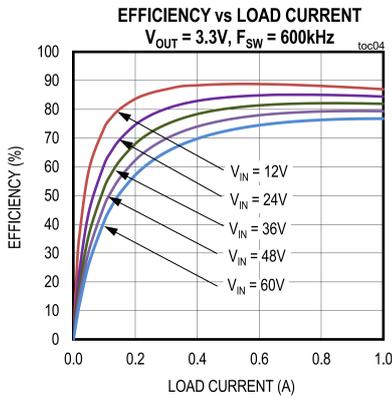
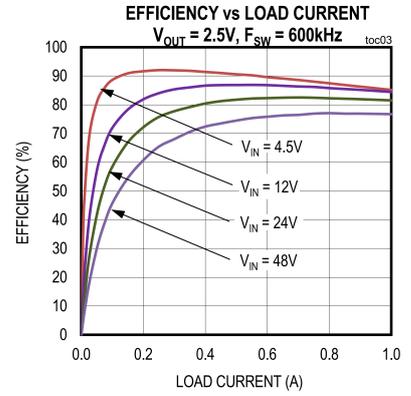
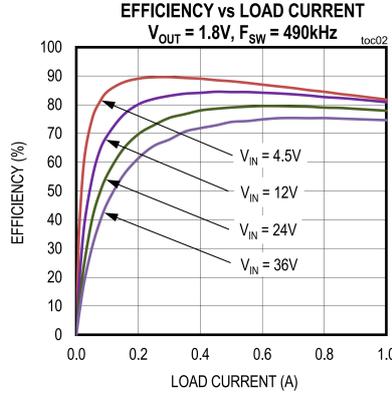
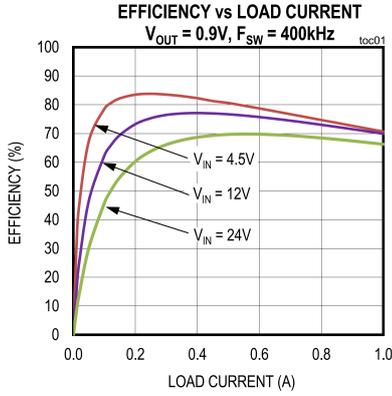
PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{FB}$ Threshold for $\overline{RESET}$ Assertion	$V_{FB-OKF}$	$V_{FB}$ falling	90.5	92	94.6	%
$V_{FB}$ Threshold for $\overline{RESET}$ De-assertion	$V_{FB-OKR}$	$V_{FB}$ rising	93.8	95	97.8	%
$\overline{RESET}$ Delay after FB Reaches 95% Regulation				1024		Cycles
THERMAL SHUTDOWN						
Thermal Shutdown Threshold	$T_{SHDNR}$	Temp rising		165		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis	$T_{SHDNHY}$			10		$^{\circ}C$

Note 2 : 電气的仕様は、 $T_A = +25^{\circ}C$  での製造テストに基づいています。設計と特性評価により、動作温度範囲全体の仕様が確保されています。

Note 3 : 詳細については、[過電流保護/ヒカップ・モード](#)のセクションを参照してください。

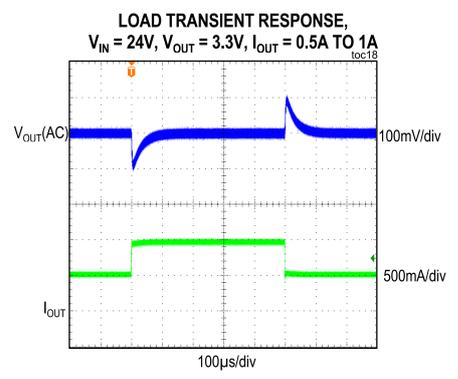
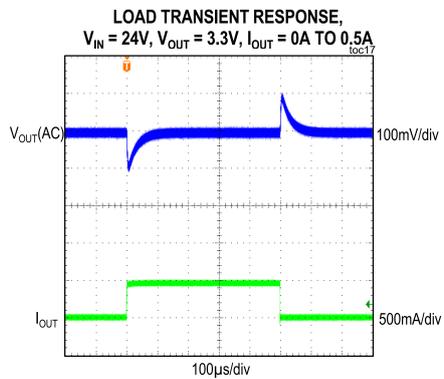
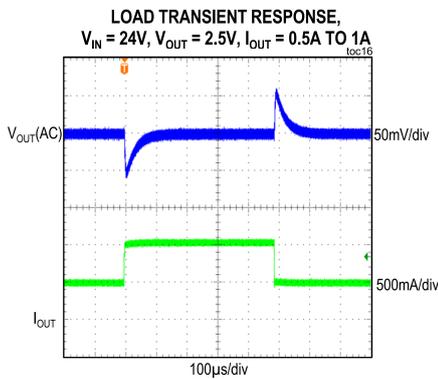
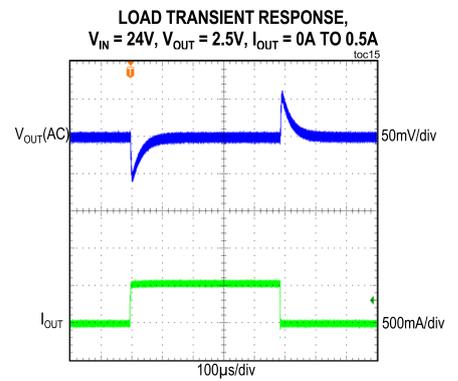
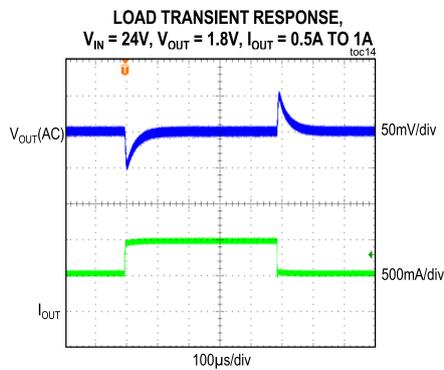
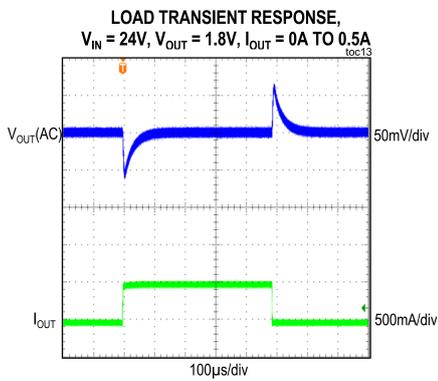
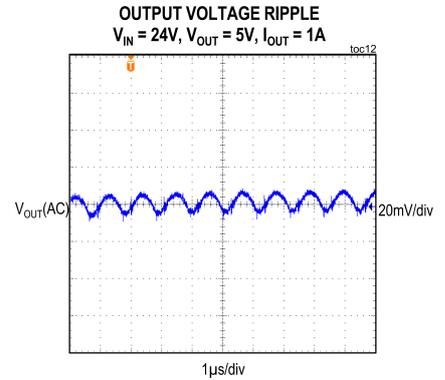
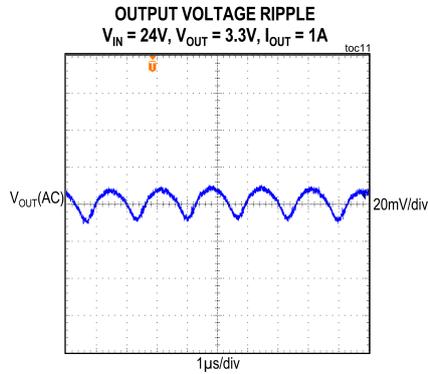
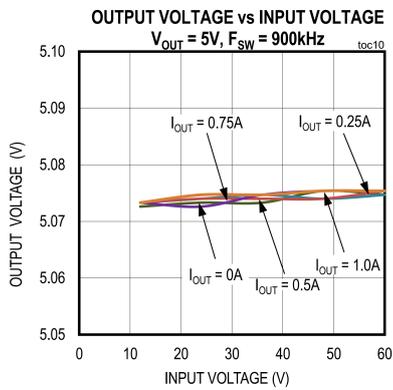
標準動作特性

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)



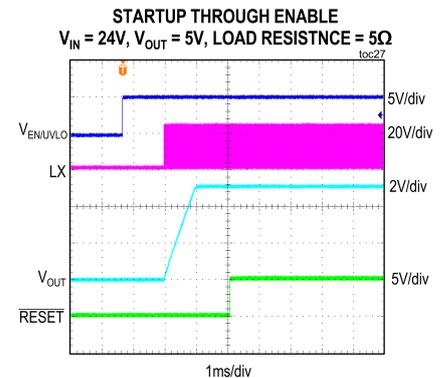
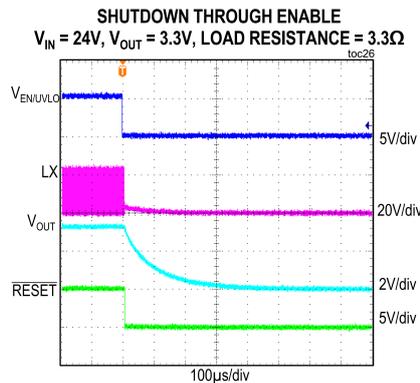
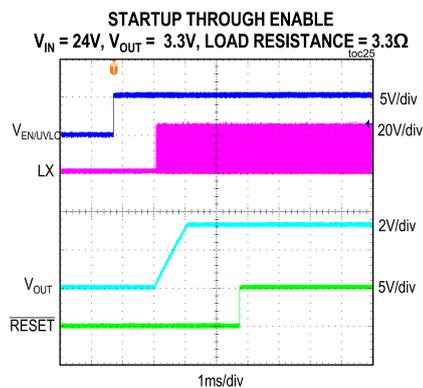
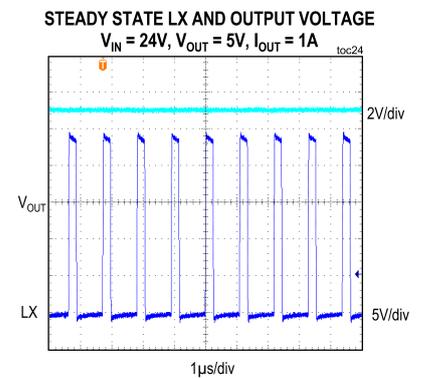
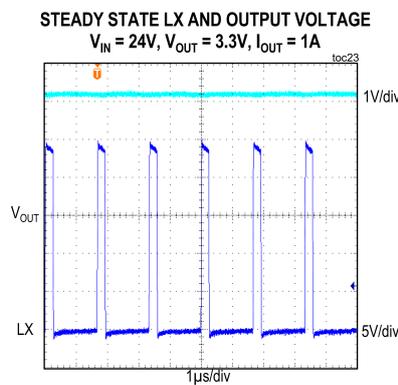
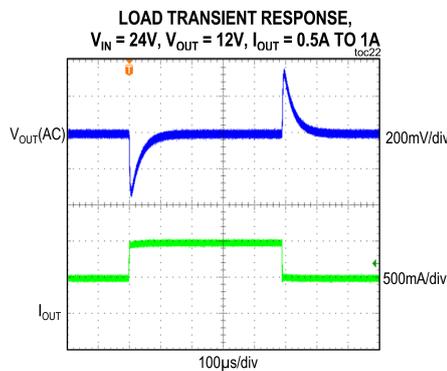
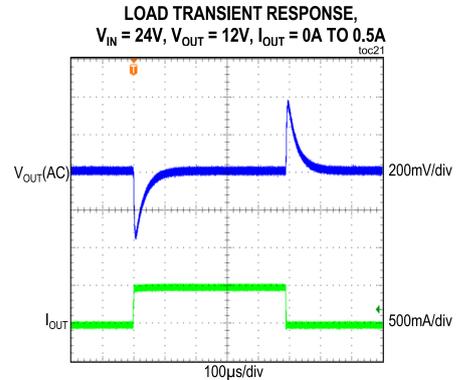
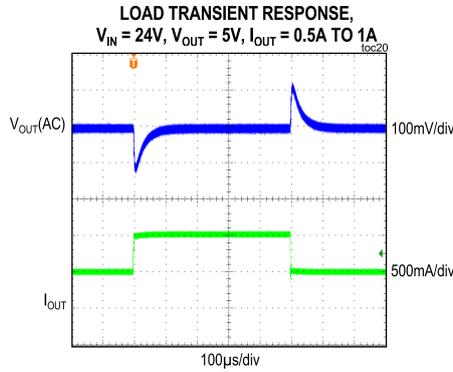
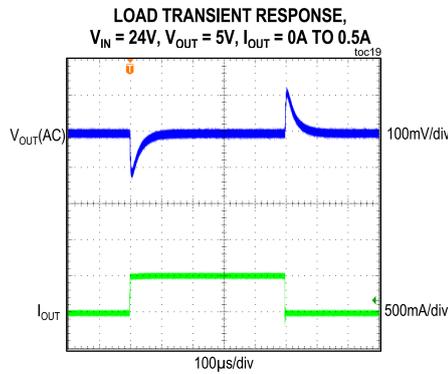
標準動作特性 (続き)

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)



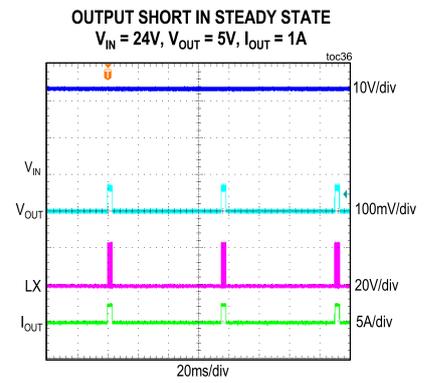
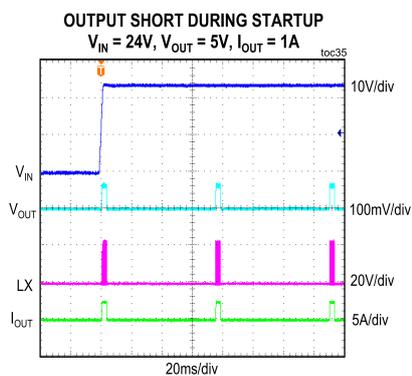
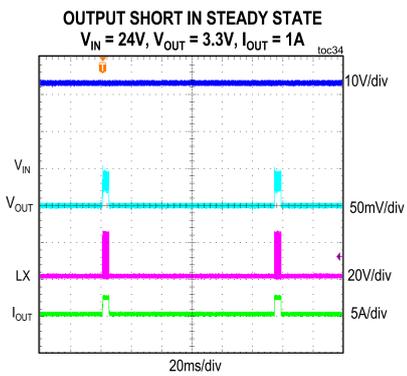
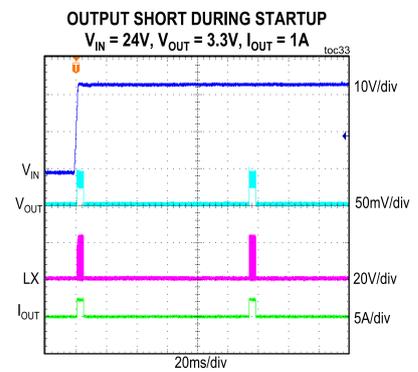
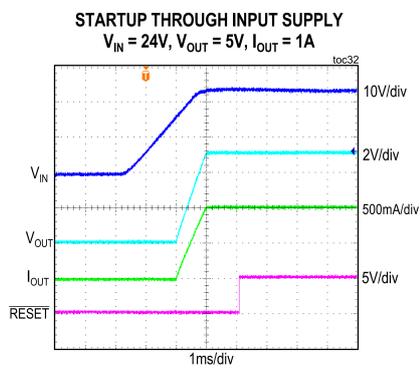
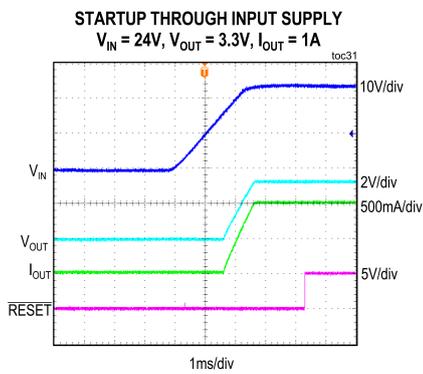
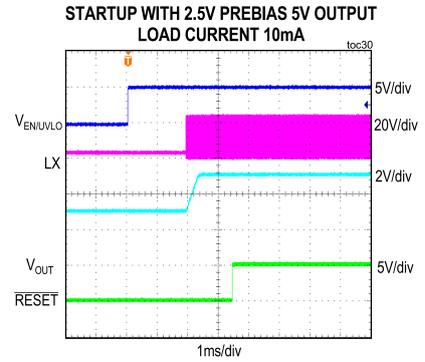
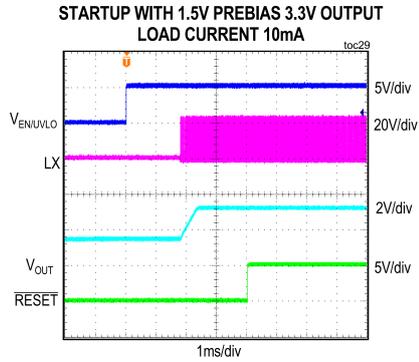
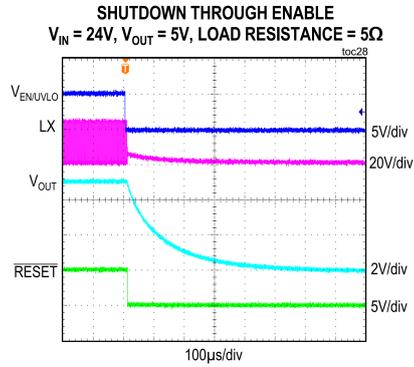
標準動作特性 (続き)

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)



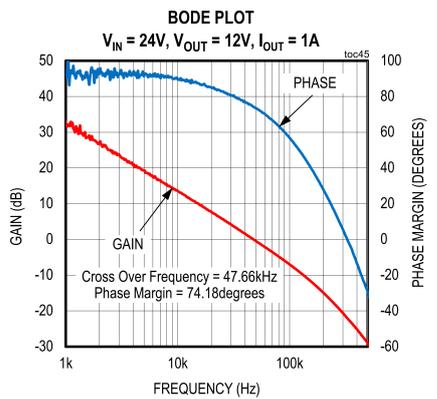
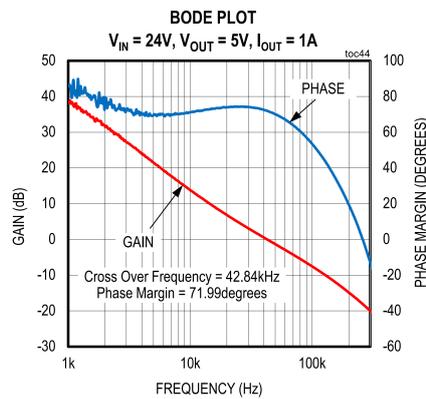
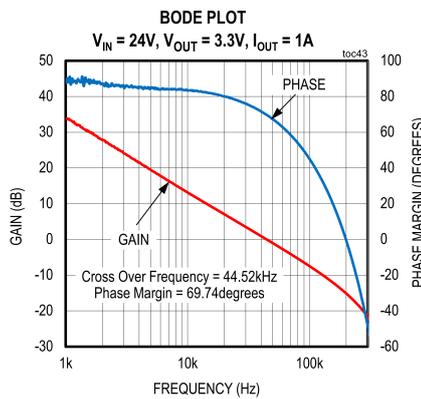
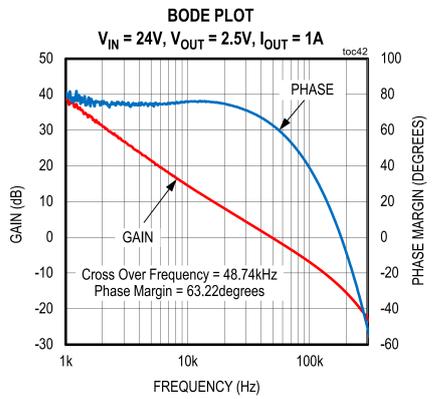
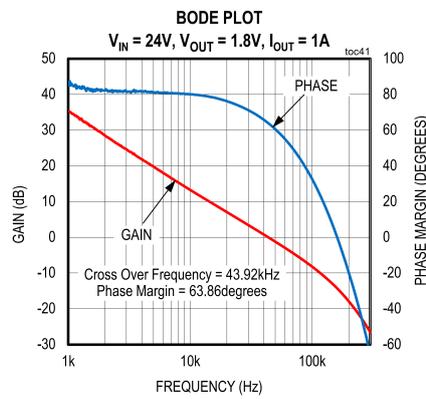
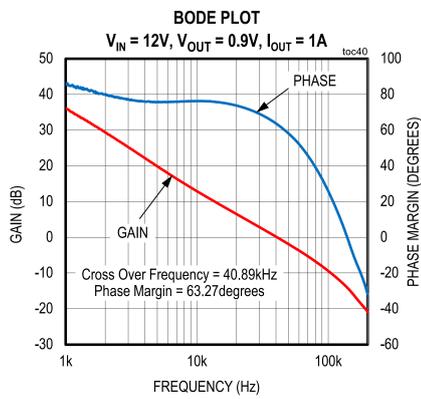
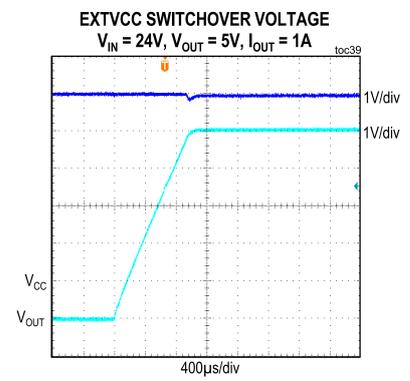
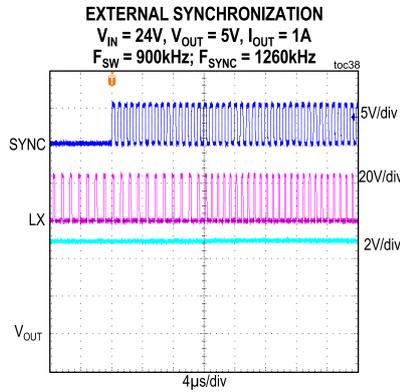
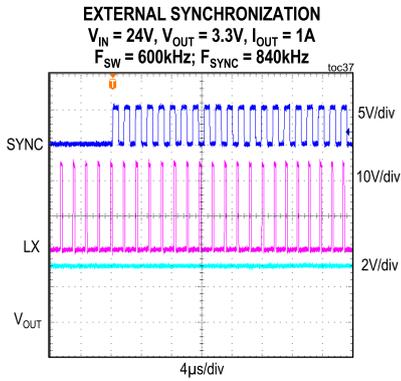
標準動作特性 (続き)

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)



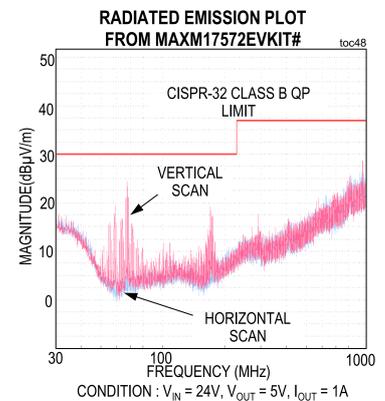
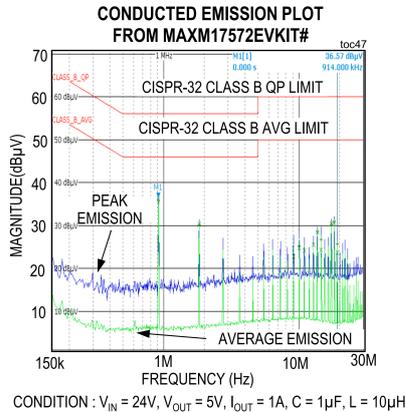
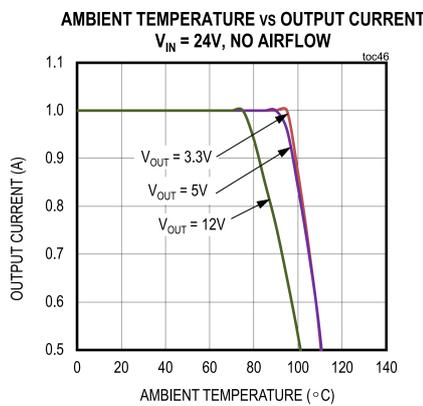
標準動作特性 (続き)

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)

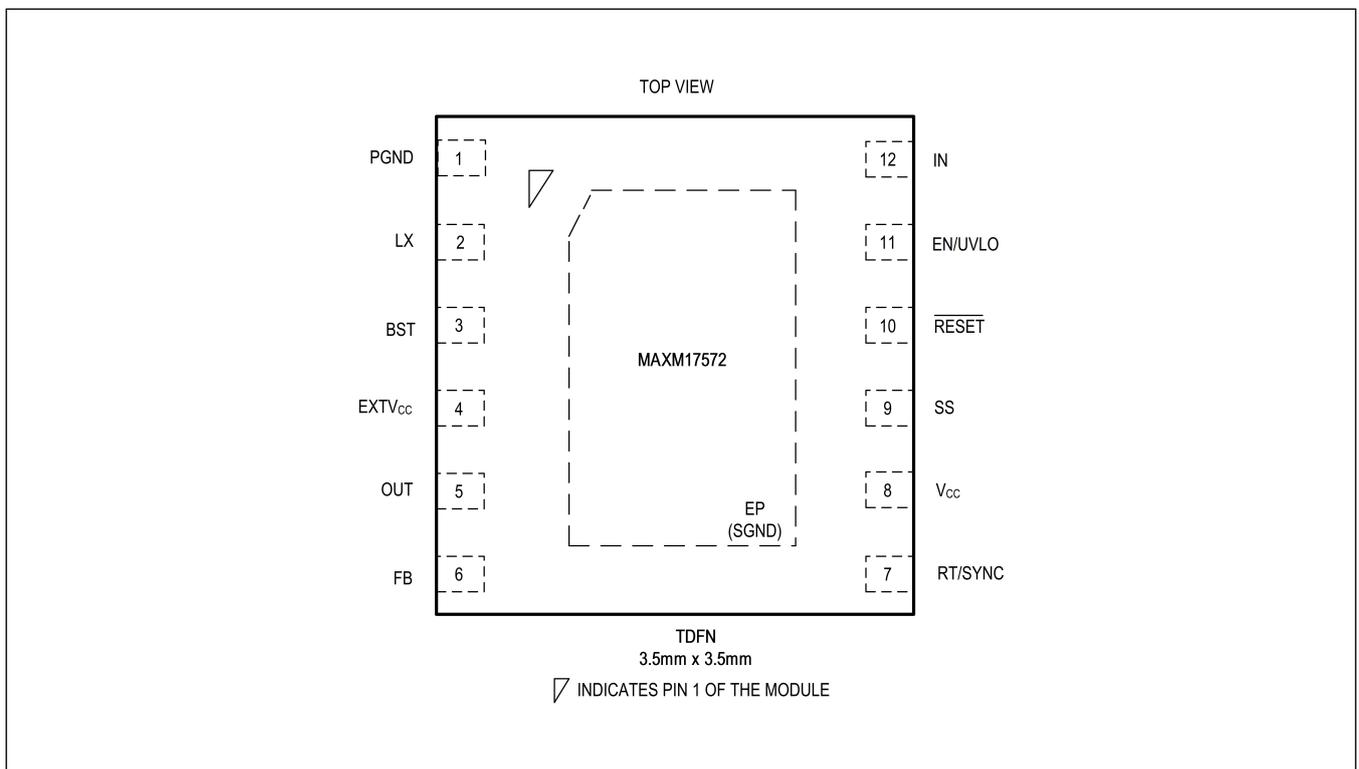


標準動作特性（続き）

(特に明記されていない限り、 $V_{IN} = V_{EN/UVLO} = 24V$ 、 $V_{SGND} = 0V$ 、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。代表値は  $T_A = +25^{\circ}C$  での値。特に指定のない限り、電圧はすべて SGND を基準。特に指定のない限り、表 2 に示されている様々な出力電圧アプリケーションでの回路値。)



ピン配置



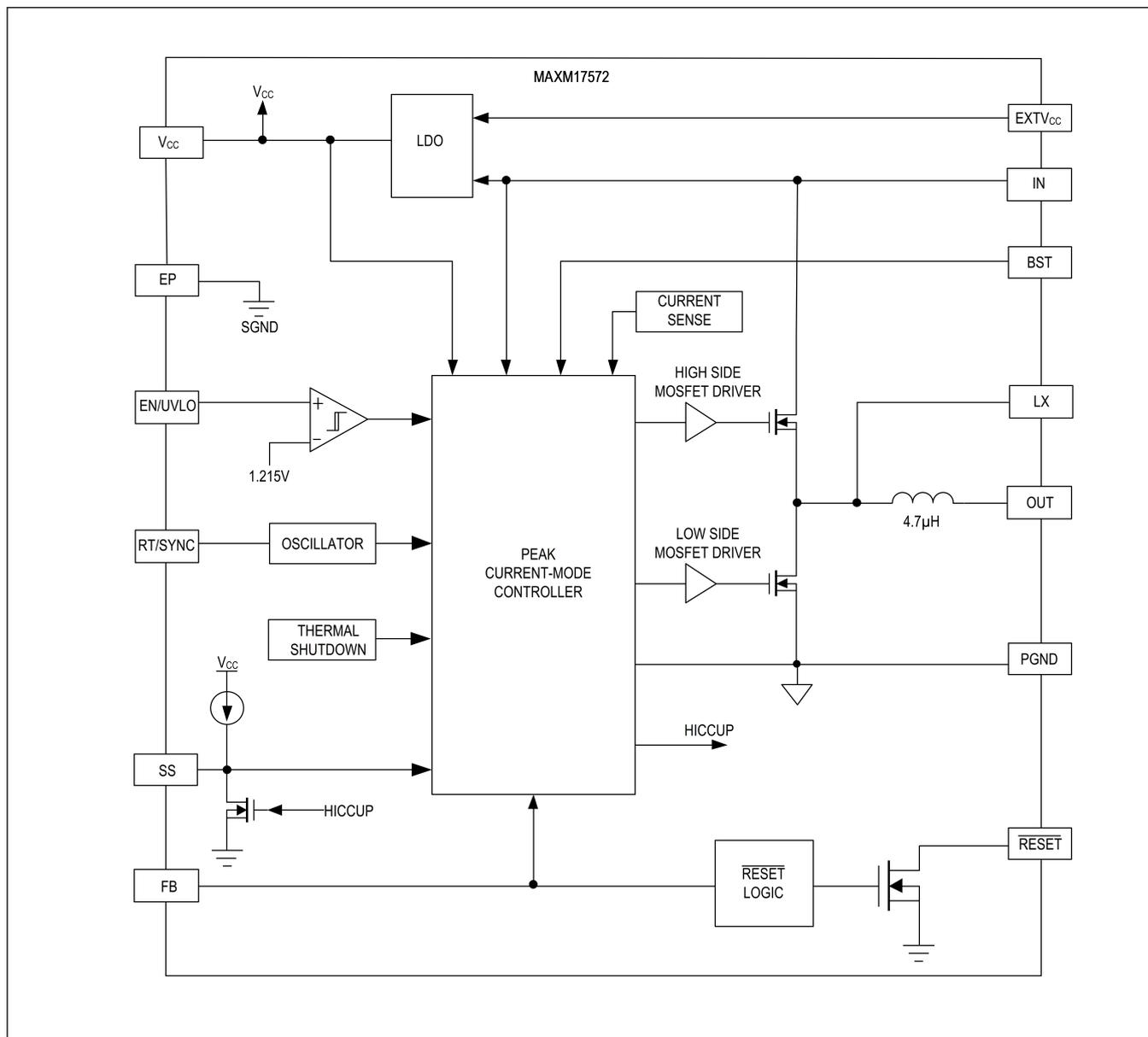
端子説明

ピン	名称	説明
1	PGND	電源グランド・ピン。PGND ピンは電源グランド・プレーンに外部接続します。

## 端子説明 (続き)

ピン	名称	説明
2	LX	インダクタのスイッチング・ノード。
3	BST	ブートストラップ・コンデンサ・ノード。0.1 $\mu$ F のセラミック・コンデンサを BST と LX の間に接続します。
4	EXTV <sub>CC</sub>	外付け電源入力。内部 LDO 損失を低減します。出力電圧を 5V と 12V の間で設定する場合は、このピンを OUT に接続します。EXTV <sub>CC</sub> を使用しない場合は、SGND に接続します。
5	OUT	モジュール出力ピン。コンデンサを、OUT と PGND の間に接続します。詳細については、 <a href="#">PCB レイアウト時のガイドライン</a> を参照してください。
6	FB	出力フィードバック接続。FB を OUT と SGND の間の抵抗分圧器に接続し、出力電圧を設定します。
7	RT/SYNC	オシレータのタイミング抵抗入力。抵抗を RT/SYNC と SGND 間に接続し、スイッチング周波数を 400kHz~2.2MHz の範囲で設定します。RT/SYNC ピンをオープンのままにすると、デフォルトの周波数 490kHz で動作します。外部パルスを結合コンデンサを介して RT/SYNC に印加すると、内部クロックを外部パルス周波数に同期させることができます。詳細については、 <a href="#">スイッチング周波数 (RT) の設定</a> のセクションと <a href="#">外部周波数同期 (SYNC) のセクション</a> を参照してください。
8	V <sub>CC</sub>	このモジュールの 5V LDO 出力。2.2 $\mu$ F のセラミック・コンデンサで V <sub>CC</sub> を SGND にバイパスします。
9	SS	ソフトスタート入力。コンデンサを SS と SGND の間に接続して、ソフトスタート時間を設定します。
10	$\overline{\text{RESET}}$	オープンドレインの $\overline{\text{RESET}}$ 出力。FB が設定値の 92% より低下すると、 $\overline{\text{RESET}}$ 出力がローになります。FB がその設定値の 95% を超えてから 1024 クロック・サイクル経過すると、 $\overline{\text{RESET}}$ はハイになります。
11	EN/UVLO	イネーブル/低電圧ロックアウト入力。EN/UVLO を SGND に接続すると、モジュール出力をディスエーブルできます。EN/UVLO を IN に接続すると、常時 ON 動作になります。抵抗分圧器を IN、EN/UVLO、SGND の間に接続すると、モジュールがオンになる入力電圧を設定できます。
12	IN	電源入力。コンデンサを用いて PGND とデカップリングします。コンデンサは、IN ピンと PGND ピンの近くに配置します。
-	EP	露出パッドと信号グランド (SGND)。大面積の銅プレーンをモジュールの下に接続して、放熱性を向上させます。サーマル・ビアを露出パッドの下に追加してください。レイアウト例については、MAXM17572 EV キットのデータシートを参照してください。

機能ブロック図



## 詳細

MAXM17572 は、高効率の同期整流式降圧 DC/DC パワー・モジュールで、コントローラ、MOSFET、補償部品、インダクタが統合されており、広い入力電圧範囲で動作します。このモジュールは 4.5V~60V の入力で作動し、0.9V~12V のプログラマブルな出力電圧範囲で最大 1A の出力電流を供給します。EN/UVLO および  $V_{CC}$  閾値が、それぞれの立上がりスレッショルド・レベルよりも高いことが確認されると、内部パワーアップ・シーケンスによってエラー・アンプ・リファレンスが上昇し、出力電圧のソフトスタートが開始されます。

FB ピンは、抵抗分圧器を介して出力電圧を監視します。 $\overline{RESET}$  ピンは、出力電圧がレギュレーションの 95% に達してから 1024 クロック・サイクル後に、高インピーダンス状態に遷移します。このモジュールは、パルス幅変調 (PWM) モードで作動するため、すべての負荷で一定周波数動作ができます。モジュールには、スイッチング周波数をプログラムするための RT/SYNC ピンが備わっています。また、プログラマブルなソフトスタート機能により、入力突入電流を低減できます。更に、このモジュールには、入力イネーブル/低電圧ロックアウト・ピン (EN/UVLO) が組み込まれているため、必要な入力電圧レベルでモジュールをオンにすることができます。

モジュールは、ピーク電流モード制御アーキテクチャを採用しています。内部誤差アンプは、帰還電圧を固定リファレンス電圧と比較し、誤差電圧を生成します。この誤差電圧は、PWM コンパレータにより電流検出電圧と勾配補償電圧の和と比較され、オン時間が設定されます。クロックの各立上がりエッジで、ハイサイド MOSFET がオンになり、適切なデューティ・サイクルまたは最大デューティ・サイクルに達するまで、あるいはピーク電流制限が検出されるまで、オン状態を維持します。ハイサイド MOSFET のオン時間中、内部インダクタ電流は上昇します。スイッチング・サイクルの残りの間、ハイサイド MOSFET はオフになり、ローサイド MOSFET がオンになります。モジュール内のインダクタは、その電流が低下するにつれて蓄積されたエネルギーを放出し、出力に電流を供給します。

## リニア・レギュレータ ( $V_{CC}$ 、EXTV $_{CC}$ )

モジュールには、 $V_{CC}$  に電力供給する 2 つの内部低ドロップアウト・レギュレータ (LDO) があります。一方の LDO には IN から電力供給され、もう一方の LDO には EXTV $_{CC}$  から電力供給されます。EXTV $_{CC}$  の電圧レベルに応じて、2 つの LDO のうち一度に 1 つだけが動作します。EXTV $_{CC}$  電圧が 4.7V (代表値) より大きい場合、 $V_{CC}$  は EXTV $_{CC}$  から電力供給されます。EXTV $_{CC}$  が 4.7V (代表値) より低い場合は、 $V_{CC}$  は IN から電力供給されます。EXTV $_{CC}$  から  $V_{CC}$  に電力供給することにより、より高い入力電圧で効率が向上します。EXTV $_{CC}$  電圧は、 $(V_{IN} + 0.3)$  および 26V を超えないことが必要です。

$V_{CC}$  出力電圧の代表値は 5V です。2.2 $\mu$ F の低 ESR セラミック・コンデンサで  $V_{CC}$  を SGND にバイパスします。 $V_{CC}$  は、内部ブロックとローサイド MOSFET ドライバに電力供給し、外部ブートストラップ・コンデンサを充電します。MAXM17572 は、低電圧ロックアウト回路を採用しており、 $V_{CC}$  が 3.8V (代表値) を下回ると、両方のレギュレータを強制的にオフにします。 $V_{CC}$  が 4.2V (代表値) を超えると、直ちにレギュレータは再びイネーブルになります。400mV の UVLO ヒステリシスは、パワーアップ/パワーダウン時のチャタリングを防止します。

降圧コンバータ出力が EXTV $_{CC}$  ピンに接続されているアプリケーションでは、出力がグラウンドに短絡された場合、EXTV $_{CC}$  LDO から内部 LDO への転送がシームレスに行われ、通常の機能に影響を与えることはありません。

## イネーブル/低電圧ロックアウト (EN/UVLO) 、ソフトスタート (SS)

EN/UVLO 電圧が 1.215V (代表値) を超えると、モジュールの内部誤差アンプのリファレンス電圧が上昇し始めます。ソフトスタート時の上昇の持続時間は、SS ピンに配置された外部コンデンサの選択によってプログラマブルになり、出力電圧の滑らかな増加が可能になります。EN/UVLO をローにすると、パワー MOSFET と、その他の内部回路の両方が無効化され、IN シャットダウン電流が 4.7 $\mu$ A (代表値) 以下に減少します。EN/UVLO は、入力電圧 UVLO 調整入力として使用できます。IN と EN/UVLO および SGND の間にある外部分圧器は、モジュールがオンまたはオフになる入力電圧を調整します。入力 UVLO プログラミングが不要な場合は、EN/UVLO を IN に接続します (EN/UVLO の立上がりおよび立下がりスレッショルド電圧については、[電気的特性](#)の表を参照)。

## 外部周波数同期 (SYNC)

MAXM17572 の内部オシレータは、RT/SYNC ピンを介して外部クロック信号に同期させることができます。外部クロックは、[図 1](#) に示す回路を用いて RT/SYNC ピンに接続する必要があります。外部同期クロック周波数は、 $1.1 \times F_{SW}$  と  $1.4 \times F_{SW}$  の間にある必要があります。ここで、 $F_{SW}$  は RT 抵抗 ( $R_{RT}$ ) によって設定される周波数です。MAXM17572 を外部クロックに同期させるには、RT/SYNC ピンから GND に抵抗を接続する必要があります。外部クロックが RT/SYNC ピンに印加されると、内部オシレータ周波数は、外部クロック・エッジを 16 個検出した後に、(RT 設定に基づく元の周波数から) 外部クロック周波数に変化します。外部クロックのハイ・パルス幅と振幅の最小値は、それぞれ 50ns と 2.1V より大きくする必要があります。外部クロックのロー・パルス幅の最大値は 0.8V 以下である必要があります。

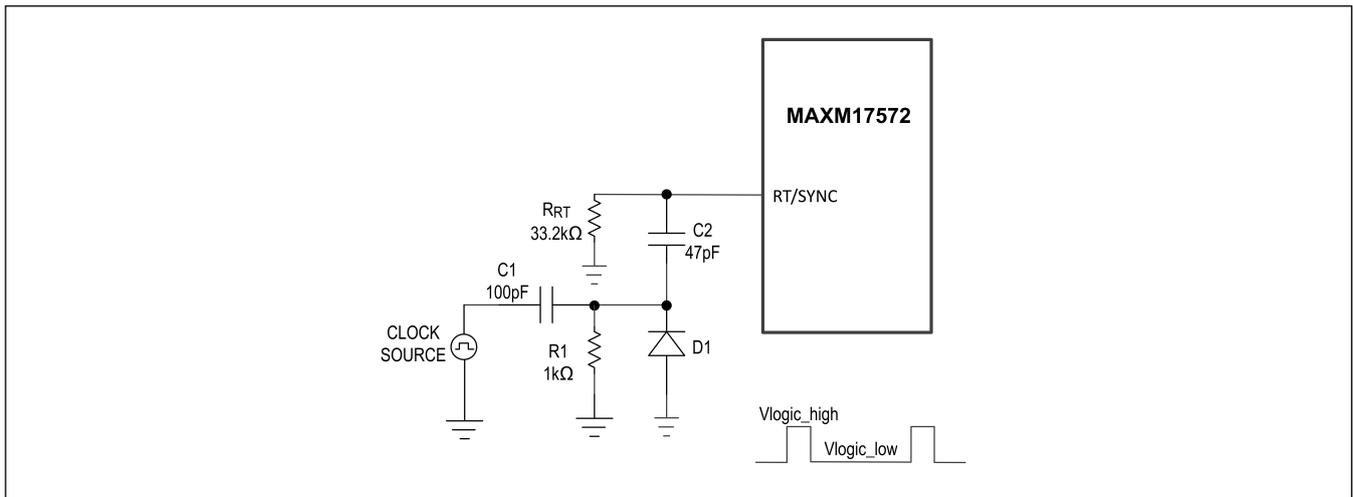


図 1. 外部クロック同期

## RESET出力

このモジュールには、出力電圧をモニタするためのRESETピンが備わっています。オープンドレインRESET出力には、外付けプルアップ抵抗が必要です。RESETは、レギュレータ出力が設計上の公称安定化電圧の95%を超えてから1024スイッチング・サイクル後に、高インピーダンス状態になります。RESETは、レギュレータ出力電圧が公称安定化電圧の92%を下回ると、低インピーダンス状態になります。サーマル・シャットダウン中も、RESETは低インピーダンス状態になります。

## プリバイアス出力への起動

このモジュールは、出力コンデンサを放電することなく、プリバイアス出力にソフトスタートすることができます。このような機能は、複数のレールを有するデジタル集積回路に電力供給されるアプリケーションで有用です。

## 過電流保護／ヒカッパ・モード

このモジュールは、過負荷および出力短絡状態でモジュールを保護する堅牢な過電流保護（OCP）方式を備えています。サイクルごとのピーク電流制限は、ハイサイド・スイッチ電流が内部制限値  $I_{PEAK-LIMIT}$ （代表値 2.47A）を超えると常にハイサイド MOSFET をオフにします。 $I_{RUNAWAY-LIMIT}$ （代表値 2.76A）でのハイサイド・スイッチ電流の暴走電流制限は、モジュールのオン期間中に高められたモジュール電流を元に戻すのに十分な出力電圧が得られないような、高入力電圧状態および出力短絡状態のデバイスを保護します。暴走電流制限が1回発生すると、ヒカッパ・モードが引き起こされます。更に、何らかの障害が原因でソフトスタートが完了した後に、帰還電圧が公称値の64.5%を下回る場合、ヒカッパ・モードになります。ヒカッパ・モードでは、スイッチング周波数の半分の32,768クロック・サイクルのヒカッパ・タイムアウト時間の間、スイッチングを一時停止することによって、モジュールが保護されます。ヒカッパ・タイムアウト時間が終了すると、ソフトスタートが再試行されます。過負荷状態でソフトスタートが試行されるときに、帰還電圧が公称値の64.5%を超えない場合、本モジュールは、設定されたソフトスタート時間および1024クロック・サイクルの持続時間の間、設定されたスイッチング周波数の半分の周波数でスイッチングを継続します。ヒカッパ動作モードにより、出力短絡状態での低消費電力が確保されます。

MAXM17572は、1Aの最大負荷電流に対応するように設計されています。インダクタのリプル電流は次の式で計算します。

$$\Delta I = \left[ \frac{V_{IN} - V_{OUT} - I_{OUT} \times 0.74}{L \times F_{SW}} \right] \times \left[ \frac{V_{OUT} + I_{OUT} \times 0.44}{V_{IN} - I_{OUT} \times 0.30} \right]$$

ここで、

$V_{OUT}$  = 定常状態での出力電圧

$V_{IN}$  = 動作入力電圧

$F_{SW}$  = スイッチング周波数 (Hz)

$L$  = パワー・モジュールの出力インダクタンス (4.7 $\mu$ H  $\pm$ 20%)

$I_{OUT}$  = 必要な出力 (負荷) 電流

目的の負荷電流  $I_{OUT}$  では、以下の条件を満たす必要があります。

$$I_{OUT} + \frac{\Delta I}{2} < 2.05$$

### 熱過負荷保護

熱過負荷保護機能により、このモジュールの総消費電力が制限されます。ジャンクション温度が+165°C を超えると、オンチップのサーマル・センサーがモジュールをシャットダウンし、内部電源 MOSFET をオフにして、モジュールを冷却します。ジャンクション温度が 10°C 下がると、サーマル・センサーによってモジュールがオンになります。

## アプリケーション情報

### 動作入力電圧範囲

所定の出力電圧に対する最小および最大動作入力電圧は、次の式で計算する必要があります。

$$V_{IN(MIN)} = (I_{OUT} \times 0.3) + \frac{V_{OUT} + (I_{OUT} \times 0.44)}{1 - (F_{SW(MAX)} \times t_{OFF\_MIN(MAX)})}$$

$$V_{IN(MAX)} = \frac{V_{OUT}}{F_{SW(MAX)} \times t_{ON\_MIN(MAX)}}$$

ここで、

$V_{OUT}$  = 定常状態での出力電圧

$I_{OUT}$  = 最大負荷電流

$F_{SW(MAX)}$  = 最も厳しい場合のスウィッチング周波数 (Hz)

$t_{OFF\_MIN(MAX)}$  = 最も厳しい場合の最小 OFF 時間 (160ns)

$t_{ON\_MIN(MAX)}$  = 最も厳しい場合の最小 ON 時間 (80ns)

$$D > 0.5 \text{ の場合、 } V_{IN(MIN)} = 3.09 \times V_{OUT} + 1.66 \times I_{OUT} - \frac{5.80 \times 10^{-3} \times F_{SW}}{500}$$

ここで、

$F_{SW}$  = スウィッチング周波数 (Hz)

### 入力コンデンサの選択

入力コンデンサは、電源から引き出されるピーク電流を低減し、またモジュールのスウィッチングによって生じる入力でのノイズおよび電圧リップルを低減します。入力コンデンサに必要な電流実効値条件 ( $I_{RMS}$ ) は、次の式で定義されます。

$$I_{RMS} = I_{OUT(MAX)} \times \frac{\sqrt{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}}{V_{IN}}$$

ここで、 $I_{OUT(MAX)}$  = 最大負荷電流です。 $I_{RMS}$  は、入力電圧が出力電圧の 2 倍 ( $V_{IN} = 2 \times V_{OUT}$ ) になったときに最大値が得られます。したがって、次式が成立します。

$$I_{RMS(MAX)} = \frac{I_{OUT(MAX)}}{2}$$

最適な長期信頼性を得るには、入力電流実効値での温度上昇が +10°C 以下になる入力コンデンサを選択します。入力コンデンサには、高リップル電流に対応した低 ESR セラミック・コンデンサを使用します。X7R コンデンサは、温度安定性に優れるため、工業用アプリケーション向けに推奨します。入力容量は次の式を用いて計算します。

$$C_{IN} = \frac{I_{OUT(MAX)} \times D \times (1 - D)}{\eta \times \Delta V_{IN} \times F_{SW}}$$

ここで、

$D$  = コンバータの動作デューティ・サイクル

$\Delta V_{IN}$  = 許容入力電圧リップル

$F_{SW}$  = 動作スウィッチング周波数 (Hz)

$\eta$  = コンバータの効率

電源がデバイスの入力から離れて配置されているアプリケーションでは、適切な電解コンデンサを追加して、入力電力パスと入力セラミック・コンデンサのインダクタンスによって発生する電位振動を必要に応じて減衰させる必要があります。

## 出力コンデンサの選択

工業用アプリケーションでの温度安定性に優れるため、X7R セラミック出力コンデンサを推奨します。表 1 に、最大出力電流の 50% の動的ステップ負荷に対応し、出力電圧偏差を出力電圧の 3% に抑えるために必要な出力電圧について、最小出力容量の推奨値を示します。調整可能な出力電圧と動的ステップ負荷を追加する場合、必要な出力容量は次の式から計算できます。

$$C_{OUT} = \frac{I_{STEP} \times t_{RESPONSE}}{2 \times \Delta V_{OUT}}$$

$$t_{RESPONSE} \approx \frac{0.33}{f_c}$$

ここで、

$C_{OUT}$  = 必要な出力容量

$\Delta V_{OUT}$  = 許容出力電圧偏差

$I_{STEP}$  = 負荷電流ステップ

$t_{RESPONSE}$  = コントローラの応答時間

スイッチング周波数が 495kHz 以下の場合、 $f_{sw}$  の 1/9 となる  $f_c$  を選択します。スイッチング周波数が 495kHz を超える場合は、55kHz とする  $f_c$  を選択します。出力コンデンサを選択する場合には、(定常状態の出力電圧リップルに等しい) 適切な AC 電圧での DC 電圧によるセラミック・コンデンサのディレーティングを考慮に入れる必要があります。ディレーティング曲線は、すべての主要なセラミック・コンデンサ・メーカーから入手できます。

## ソフトスタート用コンデンサの選択

このモジュールは、調整可能なソフトスタート動作を実行し、起動時の突入電流を低減します。SS ピンと SGND の間にコンデンサ ( $C_{SS}$ ) を接続して、ソフトスタート時間を設定します。選択した出力容量 ( $C_{SEL}$ ) と出力電圧 ( $V_{OUT}$ ) により、次の式に示すように、 $C_{SS}$  の最小値が決まります。

$$C_{SS} \geq 56 \times 10^{-6} \times C_{SEL} \times V_{OUT}$$

ソフトスタート時間 ( $t_{SS}$ ) は、次の式により、SS に接続されたコンデンサ ( $C_{SS}$ ) に関連付けられます。

$$t_{SS} = \frac{C_{SS}}{5.55 \times 10^{-6}}$$

例えば、1ms のソフトスタート時間を設定するには、5.6nF のコンデンサを SS ピンと SGND の間に接続する必要があります。起動中、モジュールは、出力電圧が設定出力公称電圧の 66.7% に達するまで、設定されたスイッチング周波数の半分の周波数で動作します。

## 入力低電圧ロックアウト・レベルの設定

このモジュールでは、入力低電圧ロックアウト・レベルが調整可能です。IN と SGND の間に接続された抵抗分圧器を用いて、モジュールがオンになる電圧を設定します (図 2 を参照)。抵抗分圧器の中央ノードを EN/UVLO に接続します。3.3M $\Omega$  (最大値) となる  $R_1$  を選択してから、 $R_2$  を次のように計算します。

$$R_2 = \frac{R_1 \times 1.215}{V_{INU} - 1.215}$$

ここで、 $V_{INU}$  はモジュールをオンにするのに必要な電圧です。表 1 を参照して、必要な各出力電圧に対して最小入力電圧以上の適切な  $V_{INU}$  電圧を設定します。

EN/UVLO ピンを外部信号源から駆動する場合、信号源出力と EN/UVLO ピンの間に最低 1k $\Omega$  の直列抵抗を配置して、ラインの電圧リングを低減することを推奨します。

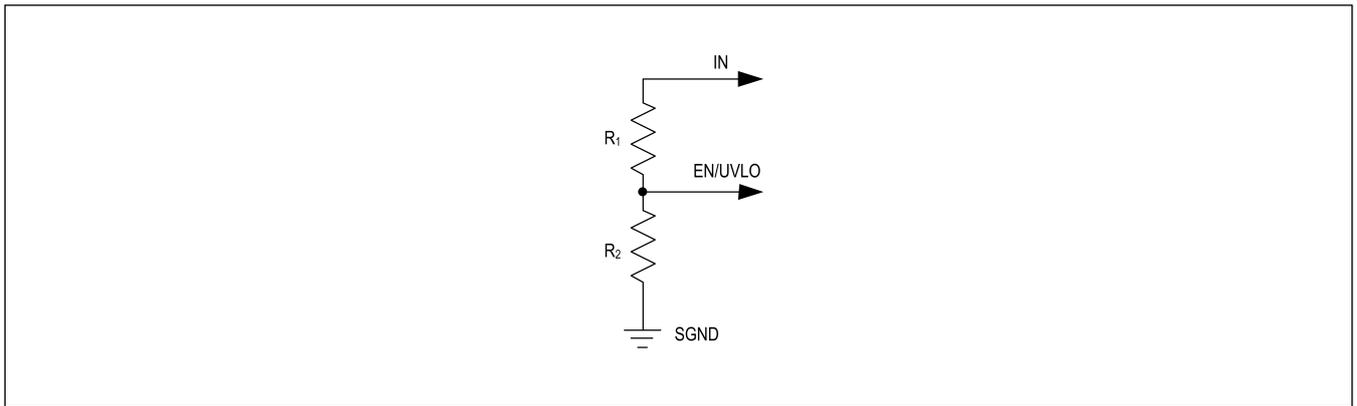


図 2. 入力低電圧ロックアウトの設定

### 出力電圧の設定

出力コンデンサ ( $V_{OUT}$ ) のプラス端子と  $SGND$  の間に抵抗分圧器を接続して、出力電圧を設定します (図 3 を参照)。抵抗分圧器の中央ノードを  $FB$  ピンに接続します。次の手順に従って、抵抗分圧器の値を選択します。

次の式を用いて、出力と  $FB$  ピンの間の抵抗  $R_U$  を計算します。

$$R_U = \frac{85}{f_C \times C_{OUT}}$$

ここで、

$C_{OUT}$  (単位 F) = 使用する出力容量のディレーティングされた実際の値

$R_U$  の単位は  $k\Omega$

$R_U$  (単位:  $k\Omega$ ) の許容最小値は  $(5.6 \times V_{OUT})$  です。上の式を用いて計算された  $R_U$  の値が  $(5.6 \times V_{OUT})$  に満たない場合は、 $R_U$  の値を少なくとも  $(5.6 \times V_{OUT})$  まで増加させます。

次の式を用いて、 $R_B$  を計算します。

$$R_B = \frac{R_U \times 0.9}{V_{OUT} - 0.9}$$

ここで、 $R_B$  の単位は  $k\Omega$  です。

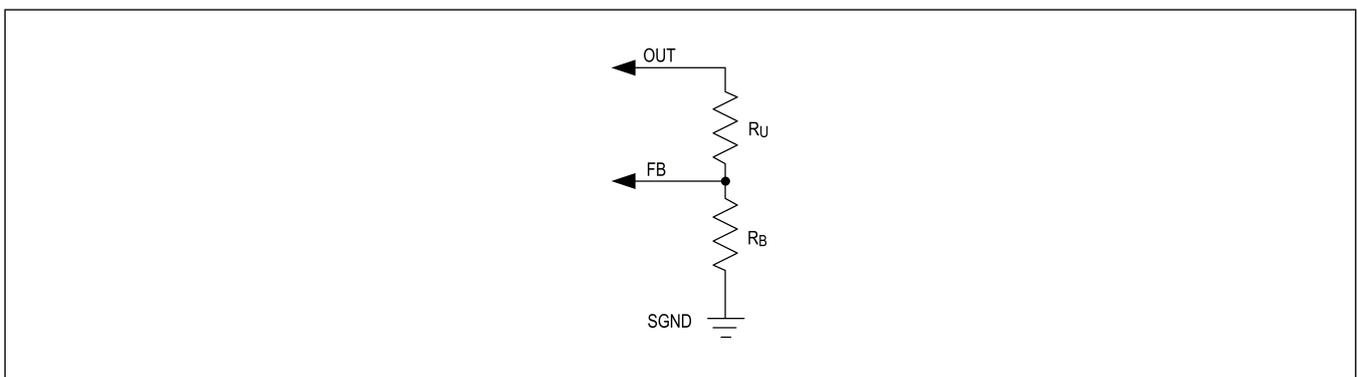


図 3. 出力電圧の調整

### スイッチング周波数 (RT) の設定

本モジュールのスイッチング周波数は、 $RT/SYNC$  ピンと  $SGND$  の間に抵抗を接続して、 $400kHz \sim 2.2MHz$  の値に設定できます。スイッチング周波数 ( $F_{SW}$ ) は、 $RT/SYNC$  ピンに接続された抵抗 ( $R_{RT}$ ) に次の式で関係付けられます。

$$R_{RT} \approx \frac{21 \times 10^6}{F_{SW}} - 1.7$$

ここで、 $R_{RT}$ の単位は  $k\Omega$ 、 $F_{SW}$ の単位は Hz です。RT/SYNC ピンをオープンのままにして、デフォルトのスイッチング周波数 490kHz で動作させます。いくつかの一般的なスイッチング周波数の  $R_{RT}$  抵抗値については、表 1 を参照してください。

表 1. スwitching周波数と RT 抵抗の関係

SWITCHING FREQUENCY (kHz)	RT RESISTOR (kΩ)
400	51.1
490	OPEN
1000	19.1
2200	8.06

## 部品値の選択

表 2. 部品値の選択

$V_{IN(MIN)}$ (V)	$V_{IN(MAX)}$ (V)	$V_{OUT}$ (V)	$C_{IN}$	$C_{OUT}$	$R_U$ (kΩ)	$R_B$ (kΩ)	$F_{SW}$ (kHz)	$R_{RT}$ (kΩ)
4.5	26	0.9	1 × 10μF/50V, 1206 TDK C3216X7R1H106K	2 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	27.4	OPEN	400	51.1
4.5	29	1	1 × 10μF/50V, 1206 TDK C3216X7R1H106K	2 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	28	249	400	51.1
4.5	31	1.2	1 × 10μF/50V, 1206 TDK C3216X7R1H106K	2 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	28	84.5	450	45.3
4.5	34	1.5	1 × 10μF/50V, 1206 TDK C3216X7R1H106K	1 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	60.4	90.9	490	OPEN
4.5	40	1.8	1 × 10μF/50V, 1206 TDK C3216X7R1H106K	1 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	54.9	54.9	490	OPEN
4.5	48	2.5	1 × 4.7μF/100V, 1206 Murata GRM31CZ72A475K	1 × 47μF/6.3V, 1210 Murata GRM32ER70J476K	56.2	31.6	600	33.2
5	60	3.3	1 × 4.7μF/100V, 1206 Murata GRM31CZ72A475K	1 × 22μF/25V, 1210 Murata GRM32ER71E226K	110	41.2	600	33.2
7	60	5	1 × 4.7μF/100V, 1206 Murata GRM31CZ72A475K	1 × 22μF/25V, 1210 Murata GRM32ER71E226K	118	25.5	900	21.5
12	60	8	1 × 1μF/100V, 1206 AVX 12061C105KAT2A	1 × 10μF/16V, 1206 Murata GCM31CR71C106K	309	39.2	1500	12.4
21	60	12	1 × 1μF/100V, 1206 AVX 12061C105KAT2A	1 × 10μF/16V, 1206 Murata GCM31CR71C106K	392	31.6	2200	8.06

## 消費電力と出力電流のディレーティング

モジュール内部の電力消費により、MAXM17572 のジャンクション温度は上昇します。全負荷時の本モジュール内部の電力損失は、次のように算出できます。

$$P_{Loss} = P_{OUT} \times \left[ \frac{1}{\eta} - 1 \right]$$

$$P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT}$$

ここで、

$P_{OUT}$  = モジュールの出力電力

$\eta$  = 目的の動作条件でのパワー・モジュールの効率

電力変換効率については標準動作特性を参照してください。あるいは、効率を測定して総消費電力を求めます。MAXM17572 では、EE-Sim モデルを用いて、目的の動作条件での効率および電力損失のシミュレーションができます。任意の最大周囲温度 ( $T_A$ ) でのモジュールのジャンクション温度 ( $T_J$ ) は、次の式から算出できます。

$$T_J = T_A + [\theta_{JA} \times P_{Loss}]$$

ここで、 $\theta_{JA}$  は、ジャンクションと周囲の間の熱抵抗です。MAXM17572 評価用ボードの場合、ジャンクションと周囲の間の熱抵抗 ( $\theta_{JA}$ ) は 42°C/W です。+125°C 以上のジャンクション温度で本モジュールを動作させると、動作寿命が短くなります。

### PCB レイアウト時のガイドライン

低いスイッチング損失と安定した動作を実現するには、綿密な PCB レイアウトの作成が不可欠です。優れた PCB レイアウトを作成するには次のガイドラインに従ってください。

- 入力コンデンサは、IN ピンと PGND ピンのできるだけ近くに配置します。
- 出力コンデンサは、OUT ピンと PGND ピンのできるだけ近くに配置します。
- 抵抗帰還分圧器は、FB ピンのできるだけ近くに配置します。
- すべての PGND 接続部を、最下層のできるだけ大きな銅プレーン領域に接続します。
- EP は最下層の SGND プレーンに接続します。
- 複数のビアを用いて、内部 PGND プレーンを最上層の PGND プレーンに接続します。
- 最下層の EP には、はんだマスクを付けないようにします。露出パッドにはんだマスクが付いていると、放熱性が低下します。
- レイアウトを初回で成功させるには、MAXM17572 EV キットのレイアウトを参照してください。

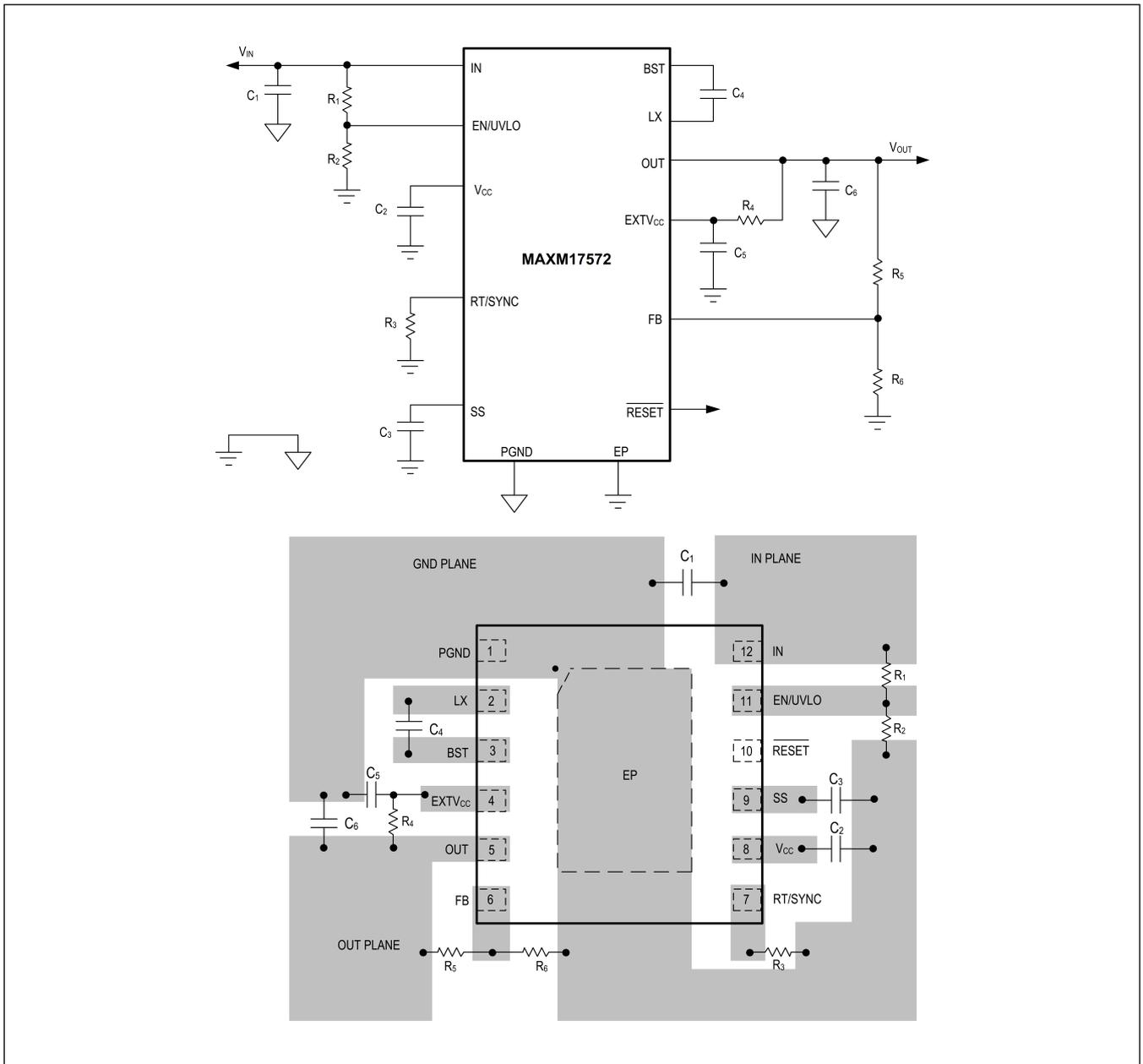
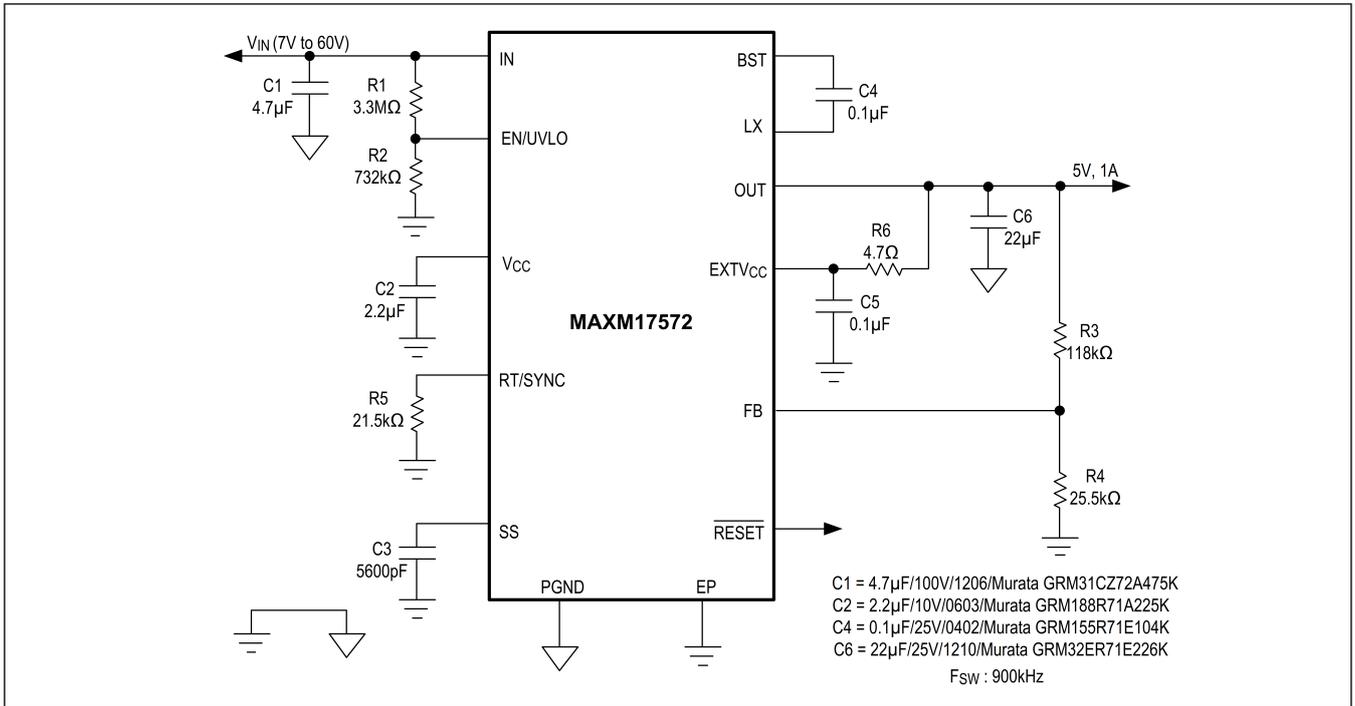


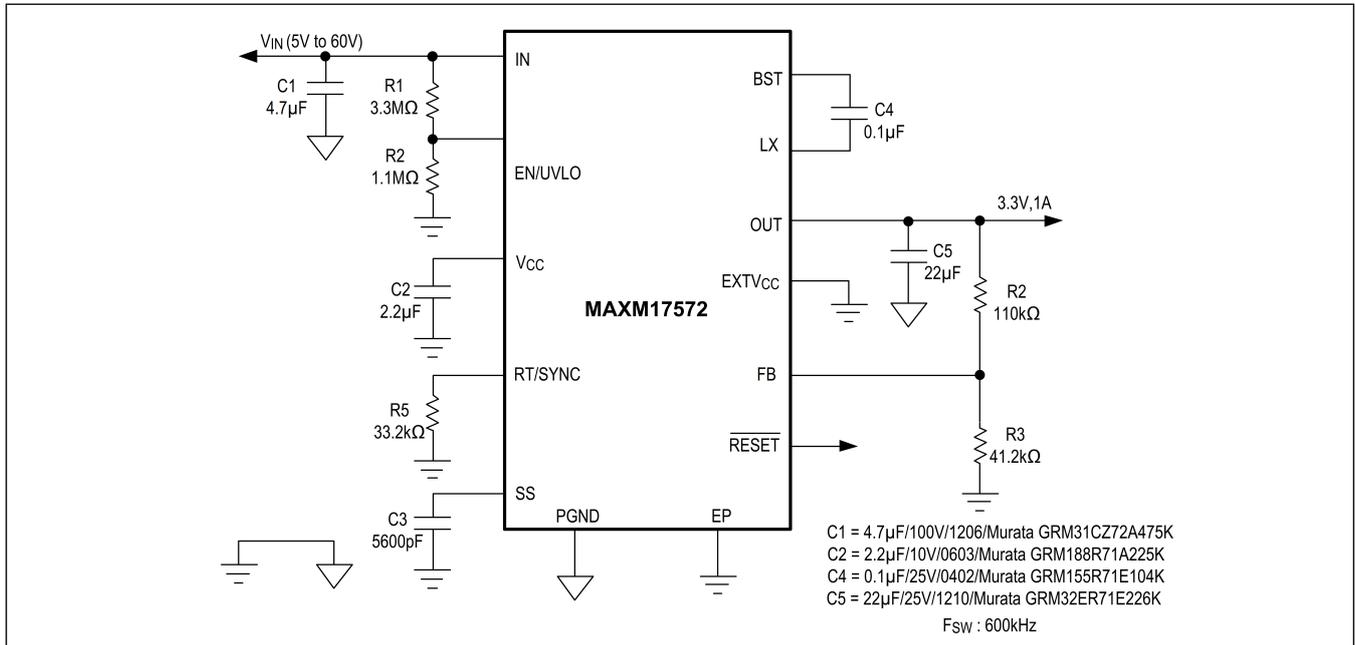
図 4. レイアウトのガイドライン

代表的なアプリケーション回路

5V 出力の代表的なアプリケーション回路



3.3V 出力の代表的なアプリケーション回路



## オーダー情報

PART NUMBER	TEMP RANGE	PIN PACKAGE
MAXM17572AMC+	-40°C to +125°C	12-pin 3.5mm x 3.5mm x 2.3mm uSLIC Package
MAXM17572AMC+T	-40°C to +125°C	12-pin 3.5mm x 3.5mm x 2.3mm uSLIC Package

+は鉛 (Pb) フリー/ROHS 準拠のパッケージを表します。  
T=テープ&リール。

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	9/21	市場投入のためのリリース	-