



## MAX42402/MAX42403

## 36V、2.5A/3.5Aの完全統合型同期整流式 降圧コンバータ

### 概要

MAX42402/MAX42403 ICは、ハイサイド・スイッチとローサイド・スイッチを内蔵した、小型の同期整流式降圧コンバータです。4.5V~36Vの広い入力電圧範囲で、最大2.5A/3.5Aを供給できるよう設計されています。電圧品質は、PGOOD信号で監視できます。ICは99%のデューティ・サイクルにすることによりドロップアウト領域で動作可能で、工業用のアプリケーションに最適です。

MAX42402/MAX42403では、出力電圧を外部設定できます。1.5MHz/400kHzの固定内部周波数も選択できるようになっているため、外付け部品の小型化と出力リップルの低減が可能です。

SYNCがローの場合、MAX42402/MAX42403は軽負荷時に自動でスキップ・モードになり、無負荷時は27 $\mu$ Aの超低自己消費電流になります。ピン選択可能な強制PWMモードも使用でき、EMI性能が向上します。デバイスは、変調周波数によるEMI放射を最小限に抑えるよう設計された、スペクトラム拡散周波数変調オプションを備えています。

3mm × 3mmの小型FC2QFNパッケージで提供され、使用する外付け部品はほとんど必要ありません。

### 主なアプリケーション

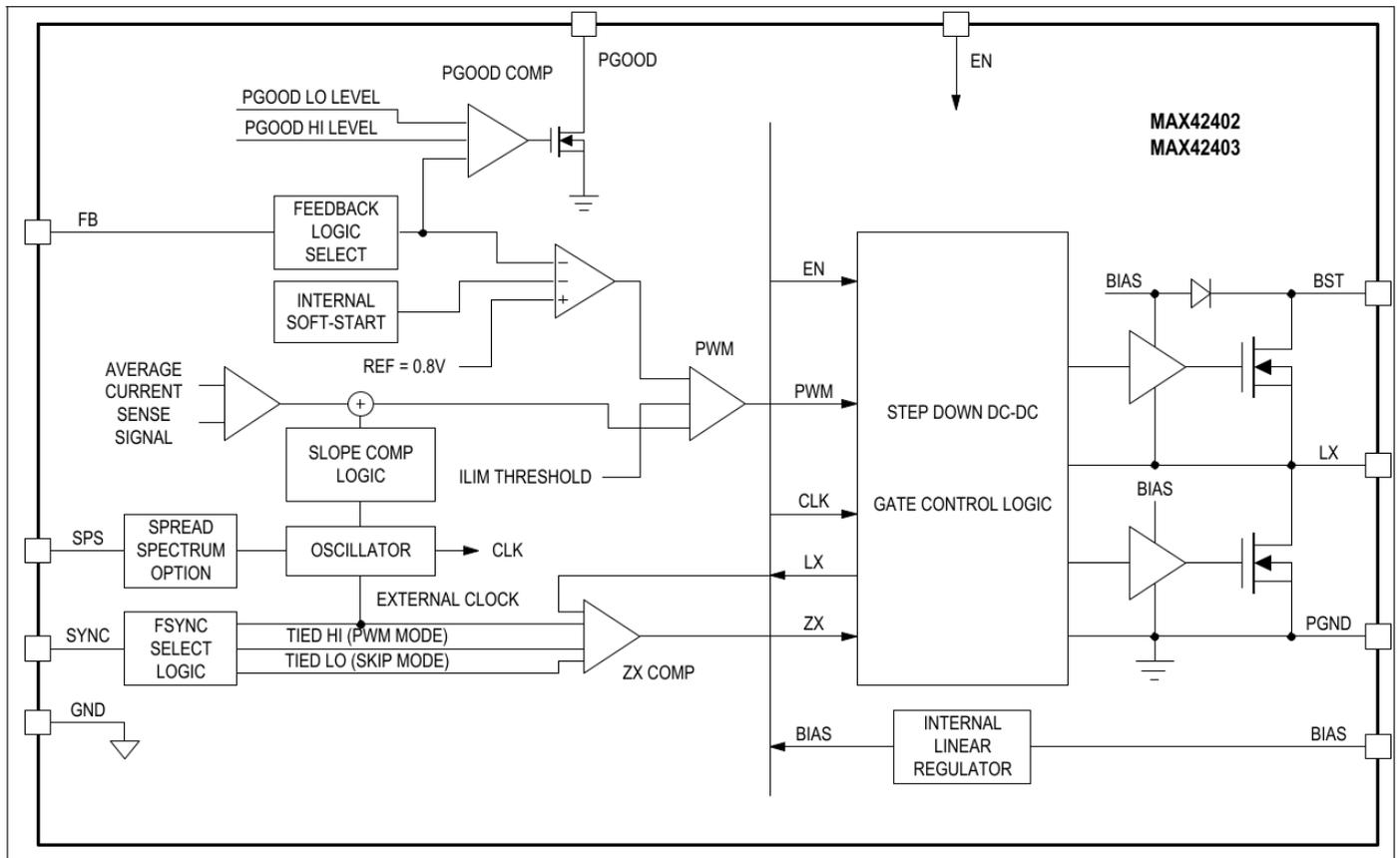
- 産業オートメーション
- ポイントオブロード
- 分散型DC電源システム

### 機能と利点

- 小さなサイズに複数の機能
  - 動作入力電圧範囲：4.5V~36V
  - FETを内蔵した最大2.5A/3.5Aの同期整流式DC/DCコンバータ
  - スキップ・モードでの自己消費電流：27 $\mu$ A
  - スイッチング周波数：1.5MHz/400kHz
  - スペクトラム拡散オプション
  - 3.5ms (1.5MHz) /2.5ms (400kHz) の内部ソフトスタート
  - 0.8V~12Vで設定可能な出力電圧範囲
  - 低ドロップアウトで99%デューティ・サイクル動作
- 安全性が不可欠なアプリケーションに適した高精度
  - 完全にプログラマブルなUVLOスレッシュホールドを実現する高精度イネーブル・スレッシュホールド
  - ウィンドウ化された正確なPGOOD
- 強制PWM動作およびスキップ動作
- 過熱、過電圧、短絡に対する保護機能
- 3mm × 3mm FC2QFN
- 動作温度範囲：-40°C~+125°C

オーダー情報はデータシート末尾に記載されています。

簡略アプリケーション回路図



## 絶対最大定格

SUP .....	-0.3V~+42V	PGND~AGND.....	-0.3V~+0.3V
EN .....	-0.3V~+42V	LXの連続実効値電流.....	3.5A
BST~LX.....	-0.3V~+2.2V	ESD保護	
BST .....	-0.3V~+44V	人体モデル (HBM) .....	±2kV
LX .....	-0.3V~SUP+0.3V	帯電デバイス・モデル .....	±750V
SYNC.....	-0.3V~+6V	連続消費電力 (多層基板) (T <sub>A</sub> = +70°C、+70°C以上では 25mW/°Cでデレーティング) .....	2000mW
FB.....	-0.3V~+16V	動作ジャンクション温度範囲.....	-40°C~+150°C
PGOOD.....	-0.3V~+6V	保存温度範囲.....	-65°C~+150°C
BIAS.....	-0.3V~+2.2V	ハンダ処理温度 (ハンダ処理10s) .....	+300°C
SPS.....	-0.3V~+2.2V		

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

Package Code	F153B3F+1F
Outline Number	<a href="#">21-100701</a>
Land Pattern Number	90-100241
<b>Thermal Resistance, Four-Layer EV Kit:</b>	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	40°C/W
Junction to Case ( $\theta_{JC}$ )	15°C/W
<b>Thermal Resistance, Four-Layer JEDEC Board:</b>	
Junction to Ambient ( $\theta_{JA}$ )	51°C/W
Junction to Case ( $\theta_{JC}$ )	21°C/W

最新のパッケージ外形情報およびランド・パターン (フットプリント) については、<https://www.analog.com/jp/design-center/packaging-quality-symbols-footprints/package-index.html>を参照してください。パッケージ・コード内の「+」、「#」、「-」は、RoHSステータスのみを示しています。パッケージ図面には異なるサフィックスが表示される場合がありますが、図面はRoHSステータスに関係なくパッケージに固有のものであります。

パッケージの熱抵抗は、評価キットの4層基板を用いて求めています。パッケージの熱に関する考慮事項の詳細については、<https://www.analog.com/en/technical-articles/thermal-characterization-of-ic-packages.html>を参照してください。

## 電气的特性

(特に指定のない限り、 $V_{SUP} = V_{EN} = 14V$ 、 $T_J = -40^{\circ}C \sim +150^{\circ}C$ 。特に指定のない限り、代表値は通常の条件下の $T_A = +25^{\circ}C$ での値です。  
Note1およびNote2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage Range	$V_{SUP}$		4.5		36	V
		$t < 1s$			42	
Supply Current	$I_{SUP\_SHDN}$	$V_{EN} = 0, T_A = +25^{\circ}C$		2.75	5.00	$\mu A$
	$I_{SUP}$	$V_{EN} = \text{high}, V_{OUT} = 0.8V, \text{no load, switching}, T_A = +25^{\circ}C$		27		
SUP Undervoltage Lockout	$V_{SUP\_UVLO\_RISE}$	SUP voltage rising	2.900	3.025	3.150	V
	$V_{SUP\_UVLO\_FALL}$	SUP voltage falling	2.600	2.725	2.850	
BIAS Voltage	$V_{BIAS}$			1.8		V
BIAS Undervoltage Lockout	$V_{BIAS\_UVLO}$	BIAS voltage rising	1.58	1.63	1.68	V
BIAS Undervoltage Lockout Hysteresis	$V_{BIAS\_UVLO\_HYS}$	BIAS UVLO hysteresis (Note 3)		65		mV
<b>BUCK CONVERTER</b>						
Output Voltage Adjustable Range	$V_{OUT}$		0.8		12	V
Feedback Voltage Accuracy	$V_{FB\_PWM}$	$V_{FB} = 0.8V, \text{PWM mode, no load}, T_A = -40^{\circ}C \text{ to } +125^{\circ}C$	0.788	0.800	0.812	V
Feedback Leakage Current	$I_{FB}$	$V_{FB} = 0.8V, T_A = +25^{\circ}C$			100	nA
High-Side DMOS On-Resistance	$R_{DSON\_HS}$	$V_{BIAS} = 1.8V, I_{LX} = 0.5A$		96	175	$m\Omega$
Low-Side DMOS On-Resistance	$R_{DSON\_LS}$	$V_{BIAS} = 1.8V, I_{LX} = 0.5A$		46	90	$m\Omega$
High-Side DMOS Current-Limit Threshold	$I_{LIM}$	MAX42402	3.3	4.0	4.7	A
		MAX42403	4.375	5.300	6.200	
LX Leakage	$I_{LX\_LKG}$	$V_{SUP} = 36V, V_{LX} = 0V, \text{or } V_{LX} = 36V, T_A = +25^{\circ}C$			1	$\mu A$
Soft-Start Ramp Time	$t_{SS}$	$f_{SW} = 400kHz$		2.5		ms
		$f_{SW} = 1.5MHz$		3.5		
Minimum On-Time	$t_{ON}$			37	65	ns
Maximum Duty Cycle	$D_{MAX}$	Dropout mode	98	99		%
<b>SWITCHING FREQUENCY</b>						
PWM Switching Frequency	$f_{SW}$	$f_{SW} = 400kHz$	360	400	440	kHz
		$f_{SW} = 1.5MHz$	1.375	1.500	1.625	MHz
SYNC External Clock Frequency	$f_{SYNC}$	$f_{SW} = 400kHz$	360		600	kHz
		$f_{SW} = 1.5MHz$	1.215		1.845	MHz
Spread Spectrum	SPS	Percentage of $f_{SW}$		$\pm 6$		%
<b>PGOOD OUTPUT</b>						
PGOOD UV Threshold	$V_{PGOOD\_UV\_THR}$	$V_{OUT}$ rising	91.75	94.00	96.25	%

(特に指定のない限り、 $V_{SUP} = V_{EN} = 14V$ 、 $T_J = 40^{\circ}C \sim +150^{\circ}C$ 。特に指定のない限り、代表値は通常の条件下の $T_A = +25^{\circ}C$ での値です。  
Note1およびNote2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
	$V_{PGOOD\_UV\_THF}$	$V_{OUT}$ falling		90.75	93.00	95.25	
PGOOD OV Threshold	$V_{PGOOD\_OV\_THR}$	$V_{OUT}$ rising		102.75	105.00	107.25	%
	$V_{PGOOD\_OV\_THF}$	$V_{OUT}$ falling		101.75	104.00	106.25	
PGOOD Debounce Time	$t_{DEB\_rising}$	PWM mode	UV rising, OV falling, $f_{SW} = 1.5MHz$		180		$\mu s$
	$t_{DEB\_falling}$	PWM mode	UV falling, OV rising, $f_{SW} = 1.5MHz$		70		
PGOOD Leakage Current	$I_{PGOOD\_LKG}$					2	$\mu A$
PGOOD Low Voltage Level	$V_{PGOOD\_LOW}$	Sinking 1mA				0.4	V
<b>LOGIC LEVELS</b>							
EN High Voltage Level	$V_{EN\_HIGH}$			0.825	0.900	0.975	V
EN Low Voltage Level	$V_{EN\_LOW}$			0.625	0.700	0.775	V
EN Hysteresis		(Note 3)			200		mV
EN Input Current	$I_{EN}$	$V_{EN} = V_{SUP} = 36V$ , $T_A = +25^{\circ}C$				1	$\mu A$
SYNC High-Voltage Level	$V_{SYNC\_HIGH}$			1.4			V
SYNC Low-Voltage Level	$V_{SYNC\_LOW}$					0.4	V
SPS High-Voltage Level	$V_{SPS\_HIGH}$			1.4			
SPS Low-Voltage Level	$V_{SPS\_LOW}$					0.4	
<b>THERMAL PROTECTION</b>							
Thermal Shutdown	$T_{SHDN}$				175		$^{\circ}C$
Thermal Shutdown Hysteresis	$T_{SHDN\_HYS}$				15		$^{\circ}C$

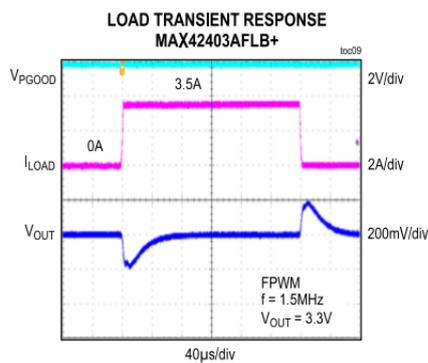
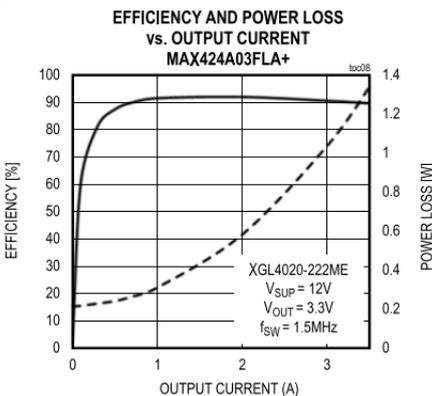
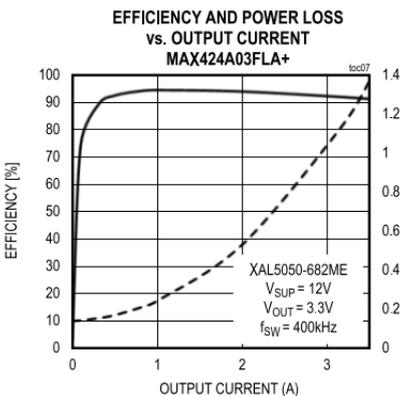
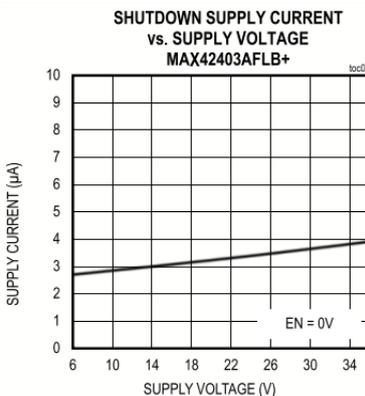
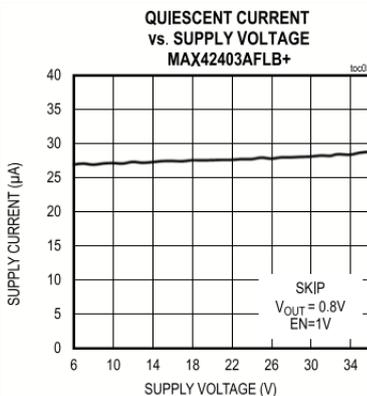
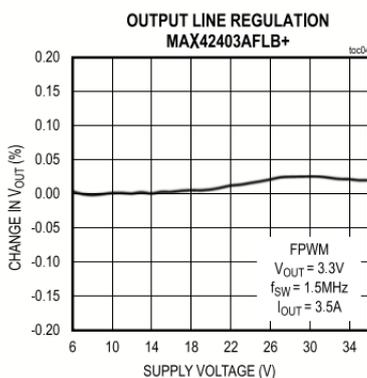
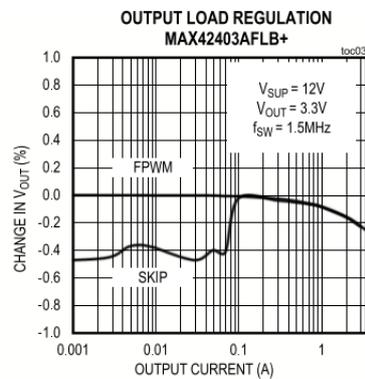
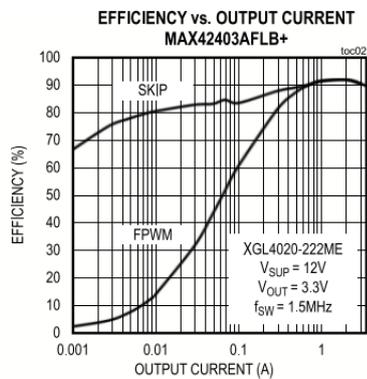
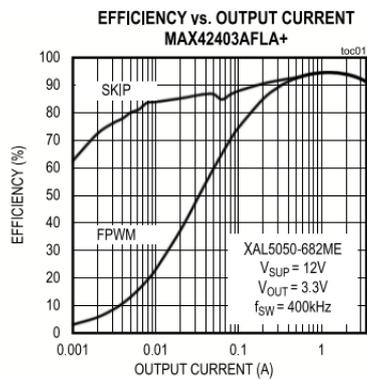
**Note1** : すべてのユニットは、 $T_A = +25^{\circ}C$ において100%出荷テストしています。動作温度範囲および関連する電源電圧範囲における制限値は、設計および特性評価によって裏付けられています。

**Note2** : デバイスは、 $T_J = +125^{\circ}C$ で95,000時間、 $T_J = +150^{\circ}C$ で5,000時間の連続動作に耐えるよう設計されています。

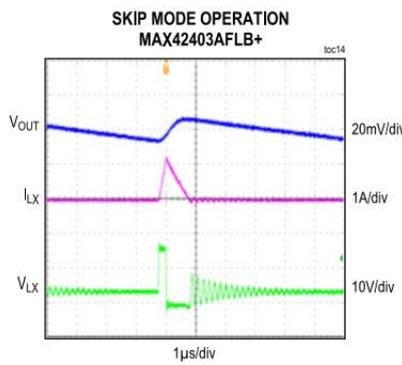
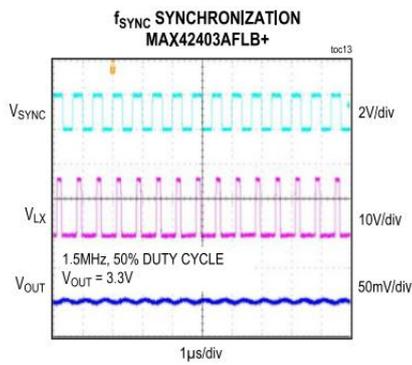
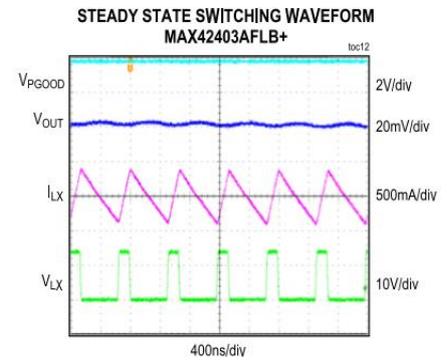
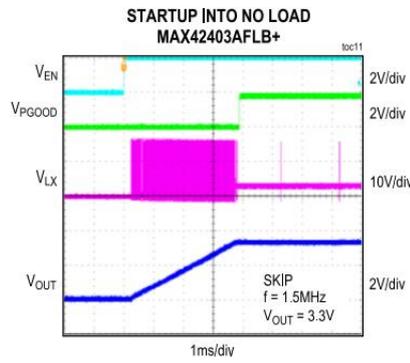
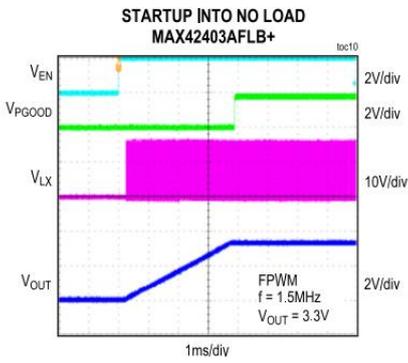
**Note3** : これらの仕様については出荷テストを行っていませんが、設計により裏付けられています。

標準動作特性

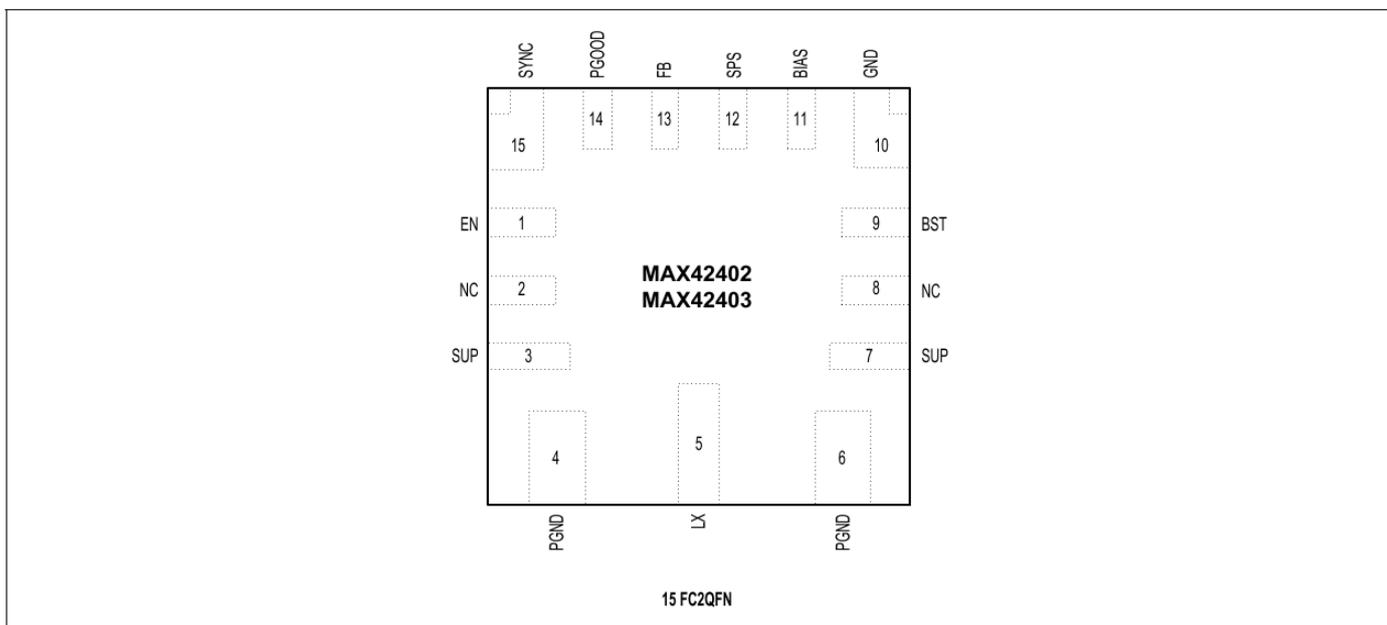
(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ )



(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ )



## ピン配置



## 端子説明

端子	名称	機能
1	EN	高耐圧、アクティブハイのデジタル・イネーブル入力。ENをハイにすると降圧コンバータがイネーブルされます。
2, 8	NC	無接続とします。
3, 7	SUP	内部ハイサイドの電源入力。SUPから内部スイッチおよびLDOに電力が供給されます。SUPは、0.1 $\mu$ Fおよび2.2 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサでPGNDにバイパスします。0.1 $\mu$ FのコンデンサをSUPピンとPGNDピンのできるだけ近くに配置し、2.2 $\mu$ Fのコンデンサを追加します。
4, 6	PGND	電源グラウンド。
5	LX	インダクタの接続。LXをインダクタの切り替え側に接続します。
9	BST	ハイサイドFETゲート電圧用の昇圧フライング・コンデンサ接続。BSTとLXの間に0.1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを接続します。
10	GND	低ノイズ・アナログ・グラウンド。
11	BIAS	1.8Vの内部BIAS電源。BIASとPGNDの間に2.2 $\mu$ F以上のセラミック・コンデンサを接続します。
12	SPS	スペクトラム拡散イネーブル。ロジック・ハイに接続すると、内部発振器のスペクトル拡散がイネーブルされ、ロジック・ローに接続するとスペクトラム拡散がディスエーブルされます。
13	FB	フィードバック入力。出力電圧帰還入力として機能します。外部抵抗分圧器を、昇圧出力からFBおよびGNDに接続して、出力電圧を設定します。
14	PGOOD	オーブンドレインのパワーグッド出力。PGOODはブルアップ抵抗を介してBIASもしくは外部の正電源に接続します。
15	SYNC	外部クロック同期入力。所定の周波数範囲の外部クロックを接続し、外部クロック同期を有効にします。SYNCをローに接続するとスキップ・モードが有効になります。SYNCをハイに接続するとFPWMモードが有効になります。

## 詳細

MAX42402/MAX42403は、ハイサイド・スイッチとローサイド・スイッチを内蔵した、小型の同期整流式降圧コンバータです。4.5V～36Vの入力電圧で、最大2.5A/3.5Aを供給するよう設計されています。0.8V～12Vの範囲で出力電圧を調整可能です。出力電圧の品質は、PGOOD信号を調べることで監視できます。デバイスは99%のデューティ・サイクルにすることによりドロップアウト領域で動作可能で、工業用のアプリケーションに最適です。

周波数は1.5MHz/400kHzに内部固定されているため、外付け部品の小型化と出力リップルの低減が可能です。これらのコンバータは、SYNCがローにプルダウンされている場合、軽負荷時に自動でスキップ・モードになり、無負荷時には27 $\mu$ A（代表値）の超低自己消費電流となります。MAX42402/MAX42403は、EMI放射エミッションを最小限に抑えるために、スペクトラム拡散周波数変調機能を備えています。平均電流モード・アーキテクチャにより、電流ループのノイズ除去能力が向上し、非常に短い最小オン時間を実現できます。

### リニア電圧レギュレータ出力（BIAS）

このデバイスには、内部回路ブロックに電力を供給する1.8Vのリニア電圧レギュレータ（V<sub>BIAS</sub>）が内蔵されています。BIASとGNDの間に2.2 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサを接続します。

### システム・イネーブル（EN）

イネーブル制御入力（EN）により、デバイスは、低消費電力シャットダウン状態から起動します。ENをハイにすると内蔵のリニアBIAS LDOがオンになります。V<sub>BIAS</sub>が1.63V（代表値）の内部ロックアウト・スレッショルドを超えると、コンバータがイネーブルされ、出力電圧は設定されたソフトスタート時間で増加します。

ENがロジック・ローになると、デバイスはシャットダウンされます。シャットダウン時、BIASのレギュレータとゲート・ドライバはオフになり、自己消費電流は2.75 $\mu$ A（代表値）に減少します。

### 同期入力（SYNC）

SYNCは、動作モードの選択と周波数制御のために用いられる、ロジックレベルの入力です。SYNCをBIASに接続すると強制固定周波数動作（FPWM）をイネーブルでき、GNDに接続すると自動スキップ・モード動作をイネーブルして軽負荷時の効率を向上できます。SYNCを外部クロックに接続して強制周波数動作をイネーブルすることもできます。デバイスは2サイクル後に外部クロックに同期し、印加信号の立上がりエッジに同期します。詳細については、[電氣的特性](#)の表に仕様規定されている外部クロック周波数制限を参照してください。2サイクルを過ぎても外部クロック信号が検出されないと、ICは内部クロックに切り替わります。

### ソフトスタート

デバイスには、周波数に応じた固定ソフトスタート時間が組み込まれています。ソフトスタート時間は、出力電圧をレギュレーション・ポイントに向けて強制的に上げることによって、起動時の突入電流を制限します。ソフトスタートの上昇率は、400kHzの場合2.5ms（代表値）、1.5MHzの場合3.5ms（代表値）に設定されています。

### スペクトラム拡散

デバイスは、スペクトラム拡散オプションを備えています。SPSピンがハイにプルアップされている場合、スペクトラム拡散機能が有効になり、内部動作周波数は、内部生成された動作周波数に対し $\pm 6\%$ の範囲で変動します。変調信号は1.5MHz時に300 $\mu$ s（400kHz時には1.25ms）の周期の三角波です。デバイスが外部クロックに同期している場合はスペクトラム拡散は無効化されます。

### パワーグッド出力（PGOOD）

MAX42402/MAX42403にはオープンドレインのパワーグッド出力（PGOOD）があり、出力電圧の品質を監視します。PGOODはアクティブハイの出力信号で、V<sub>OUT</sub>がその公称値の93%（代表値）を下回るか105%（代表値）を上回るとローにプルダウンされます。20k $\Omega$ （代表値）のプルアップ抵抗を、外部電源またはオンチップのBIAS出力に接続します。

### 過電流および短絡保護

デバイスは、出力での短絡および過負荷状態から保護する電流制限機能を備えています。短絡または過負荷状態となった場合、インダクタ電流が仕様規定されたLX電流制限スレッショルドに達するまで、ハイサイド・スイッチはオンのままです。その後コンバータはハイサイド・スイッチをオフに、ローサイド・スイッチをオンにして、インダクタ電流が徐々に下がるようにします。インダクタ電流がローサイドの谷電流制限スレッショルドを下回ると、コンバータはハイサイド・スイッチを再びオンにします。このサイクルは、短絡または過負荷状態が解消されるまで繰り返されます。

短絡は、出力電圧が電流制限時にレギュレーション電圧の50%を下回ると検出されます。この状態になると、ヒカップ・モードがアクティブになり、出力は35ms（10 x 3.5ms、1.5MHz時）または25ms（10 x 2.5ms、400kHz時）の間オフになり、その後再起動を試みます。短絡状態が存在する間、これが無限に繰り返されます。ヒカップ・モードは、ソフトスタート時には無効化されます。

### サーマル・シャットダウン

サーマル・シャットダウンは、動作温度が高くなり過ぎた場合にデバイスを保護します。ジャンクション温度が+175°Cを超えると、内蔵センサーが降圧コンバータをシャットダウンするため、デバイスの温度を下げることができます。ジャンクション温度が15°C下がると、センサーによってデバイスが再度オンになります。

### 過電圧保護

ICには、出力に対する過電圧保護機能があります。スキップ・モードで過電圧状態になった場合、インダクタ電流が負の固定値に達するまで、ハイサイド・スイッチがオフ、ローサイド・スイッチがオンになります。この値に達すると、ローサイド・スイッチはオフになり、次のサイクルで再びオンになります。出力がOV立下がりスレッシュホールド未満になるまでこれが続きます。このようにして、出力が素早く放電され、安定状態に戻ります。

## アプリケーション情報

### 出力電圧の設定

MAX42402/MAX42403では出力電圧の調整が可能です。出力電圧は外付けの抵抗分圧器を使用して0.8V~12Vの範囲で調整できます。降圧出力からFBを介してGNDに抵抗分圧器を接続し、降圧出力からFBにフィードフォワードコンデンサを接続します（標準アプリケーション回路のセクションを参照）。R<sub>FB2</sub>には50kΩ未満のものを選択します。R<sub>FB1</sub>を次式により計算します。

式1:

$$R_{FB1} = R_{FB2} \left[ \left( \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} \right) - 1 \right]$$

ここで、V<sub>FB</sub> = 0.8Vです。

表1. 調整可能出力のための推奨部品

PART NUMBER	FREQUENCY	V <sub>OUT</sub> (V)	INDUCTOR (μH)	EFFECTIVE C <sub>OUT</sub> (μF)	CFF (pF)
MAX42402	400kHz	0.8 to 1.5	3.3	130	-
		1.5 to 3	4.7	63	33
		3 to 6	6.8	40	33
		6 to 12	8.2	30	22
	1.5MHz	0.8 to 1.5	0.68	120	-
		1.5 to 3	1.5	55	47
		3 to 6	2.2	42	47
		6 to 12	4.7	25	82
MAX42403	400kHz	0.8 to 1.5	3.3	130	-
		1.5 to 3	3.3	70	33
		3 to 6	6.8	50	33
		6 to 12	8.2	40	22
	1.5MHz	0.8 to 1.5	0.68	120	-
		1.5 to 3	1.0	74	47
		3 to 6	2.2	42	47
		6 to 12	3.3	25	82

表1に、各出力電圧範囲に対し推奨される部品の選択を示します。フィードフォワード・コンデンサ（CFF）については、R<sub>FB1</sub> = 50kΩに基づく推奨値です。

### 入力コンデンサ

入力フィルタ・コンデンサは、電源から引き出されるピーク電流を抑制し、回路のスイッチングに起因する入力ノイズおよび電圧リップルを低減します。MAX42402/MAX42403は、EMI性能を向上するために対称のピン配置を採用しています。入力コンデンサは2つのSUPピンの間で対称形になるよう分割することを推奨します。2.2μF（以上）のコンデンサを各SUPピンに接続すると入力電圧リップルを低減できます。ノイズ耐性を更に高めるために、高周波数の0603またはそれより小型で0.1μF（推奨値）のコンデンサを各SUPピンに追加しても構いません。入力電圧リップルを低減し負荷過渡応答を向上するためには、その他に、通常、バルク・コンデンサが必要です。

### 出力コンデンサ

出力コンデンサは、出力電圧リップル、負荷過渡応答、ループ安定性の条件を満たすように選択します。負荷ステップ時、出力電流はほぼ瞬時に変化しますが、インダクタは緩やかに反応します。この遷移時間の間、負荷変動条件には出力コンデンサが対応するため、出力

電圧にアンダーシュート/オーバーシュートが生じます。出力コンデンサは、制御ループの安定性にも影響します。推奨する出力コンデンサ値については表1を参照してください。

## インダクタの選択

インダクタの設計は、サイズ、効率、制御ループの帯域幅、コンバータの安定性の兼ね合いとなります。インダクタンス値が不十分な場合、インダクタ電流リップルが増加し、それによって伝導損失や出力電圧リップルが大きくなります。MAX42402/MAX42403では勾配補償が内部で固定されているため、これも電流モード制御の不安定性の原因となります。インダクタの値が大きいとリップルは減少しますが、ソリューションのサイズおよびコストが増加し、応答が遅くなります。表2に、各スイッチング周波数および出力電圧に対する最適なインダクタ値を示します。

表2. 推奨インダクタ値

PART NUMBER	FREQUENCY	V <sub>OUT</sub> (V)	INDUCTOR (μH)		
			MIN	TYP	MAX
MAX42402	400kHz	3.3	4.7	6.8	8.2
		5	6.8	8.2	10
		12	10	12	15
	1.5MHz	3.3	1.5	2.2	2.8
		5	1.8	2.2	3.3
		12	3.3	4.7	5.6
MAX42403	400kHz	3.3	4.7	6.8	8.2
		5	4.7	6.8	8.2
		12	8.2	10	12
	1.5MHz	3.3	1.0	2.2	2.8
		5	1.5	2.2	3.3
		12	3.3	4.7	5.6

## PCBレイアウト時のガイドライン

低スイッチング電力損失と低ノイズでの安定した動作を実現するには、PCBレイアウトを慎重に行うことが不可欠です。ノイズ耐性を向上し消費電力を抑えるために、可能な場合は必ず多層ボードを使用します。MAX42402/MAX42403のパッケージは、独自の対称的な設計を採用しており、互いに反対向きに生じる磁界を打ち消しあいます。適切なPCBレイアウトを行うため、図1に示すレイアウト例の図および次のガイドラインを参照してください。

1. 熱伝導を効率的にするため、ICのフットプリント下にはできるだけ多くの銅プレーンを設けます。
2. 各SUPピンに2.2 $\mu$ F（以上）の入力コンデンサをデバイスに近付けて、対称な構成で配置します。ノイズ耐性を高めるため、高周波数セラミック入力バイパス・コンデンサ（CBP）を各SUPピンに追加する場合は、まず高周波数コンデンサをできるだけピン近くに配置し、次いで2.2 $\mu$ Fのコンデンサを接続します。セラミック・コンデンサは、ICの両側のSUPピンとPGNDピンにできるだけ近付けて配置します。コンデンサとICの各ピンの間は低インピーダンス接続（ビアやその他の不連続配線は用いない）とします。CBPはICに最も近付けて配置し、非常に良好な高周波特性を持つことが必要です（小パッケージ・サイズと大容量）。これにより、EMI除去性能が最大になり、性能低下につながるデバイスの内部ノイズを最小限に抑えられます。
3. PGNDピンとGNDピンはICの下で直接接続します。これにより、GNDとPGND間の接続経路を最短にできます。
4. バイアス電流ループを抑えるために、BIASコンデンサはICのBIASピンにできるだけ近付けて配置します。これにより、BIASのノイズを低減でき、滑らかな動作が実現できます。
5. ブートストラップ・コンデンサCBSTはICの近くに配置し、短く幅広のパターンを用いてループ領域を最小限に抑え、寄生インダクタンスを最小化します。リターン・パス（CBSTからLX）には最近接層を用い、更にインダクタンスを抑えます。最適設計については、MAX42402/MAX42403 EVキットのレイアウトを参照してください。寄生インダクタンスが高いと、スイッチング速度に影響（スイッチング損失が増加）し、dv/dtノイズが増加する原因となります。
6. インダクタはLXピンにできるだけ近くに配置しLXノードの面積を最小限に抑えます。
7. ノイズ耐性を最大限にするために、出力コンデンサは、インダクタの両側に対称に配置します。出力コンデンサ（C<sub>OUT</sub>）のグラウンド側がC<sub>IN</sub>のグラウンド接続の近くになるようC<sub>OUT</sub>をインダクタの近くに配置し、電流ループ面積を最小限に抑えます。コンデンサのグラウンドにはビアを追加してインダクタンスを最小化します。ノイズ耐性を更に高めるため、インダクタの両側に高周波数コンデンサを配置し、次いで出力コンデンサを接続し、放射ノイズを更に低減します。
8. インダクタ、出力コンデンサ、ブートストラップ・コンデンサ、BIASコンデンサは、電流ループで囲まれる面積が最小となるように配置します。電源パターンと負荷の接続配線は短くします。この方法は、高い効率を得るために必須のものです。銅層の厚いPCBを用いると、全負荷効率と低消費電力性能を向上させることができます。
9. PCBの内層をグラウンド・プレーンに用いることで、グラウンド・プレーンが放射ノイズに対するシールドとして作用するため、EMIを改善できます。ボード全面、特にグラウンド接続付近には複数のビアを分散して配置します。
10. 切れ目のない銅層からなるGNDプレーンをICに隣接する層に用い、回路全体をシールドします。また、GNDは最上面の回路全体の周囲に広げる必要があります。発熱する部品はすべて、銅層に適切に接続し、冷却を確保します。相互配線用GNDプレーン／領域には複数のビアを用いて、低インピーダンスと最大の放熱性を確保します。ICおよび入力／出力／バイパス・コンデンサのGND端子にはビアを設けます。PGND接続およびGND接続は、別のプレーンまたは領域で分離したり切り離したりしないようにします。
11. ICの近くに帰還抵抗分圧器を配置し、帰還接続はインダクタとLXノードおよび他のノイズの多い信号からは遠ざけて配線します。

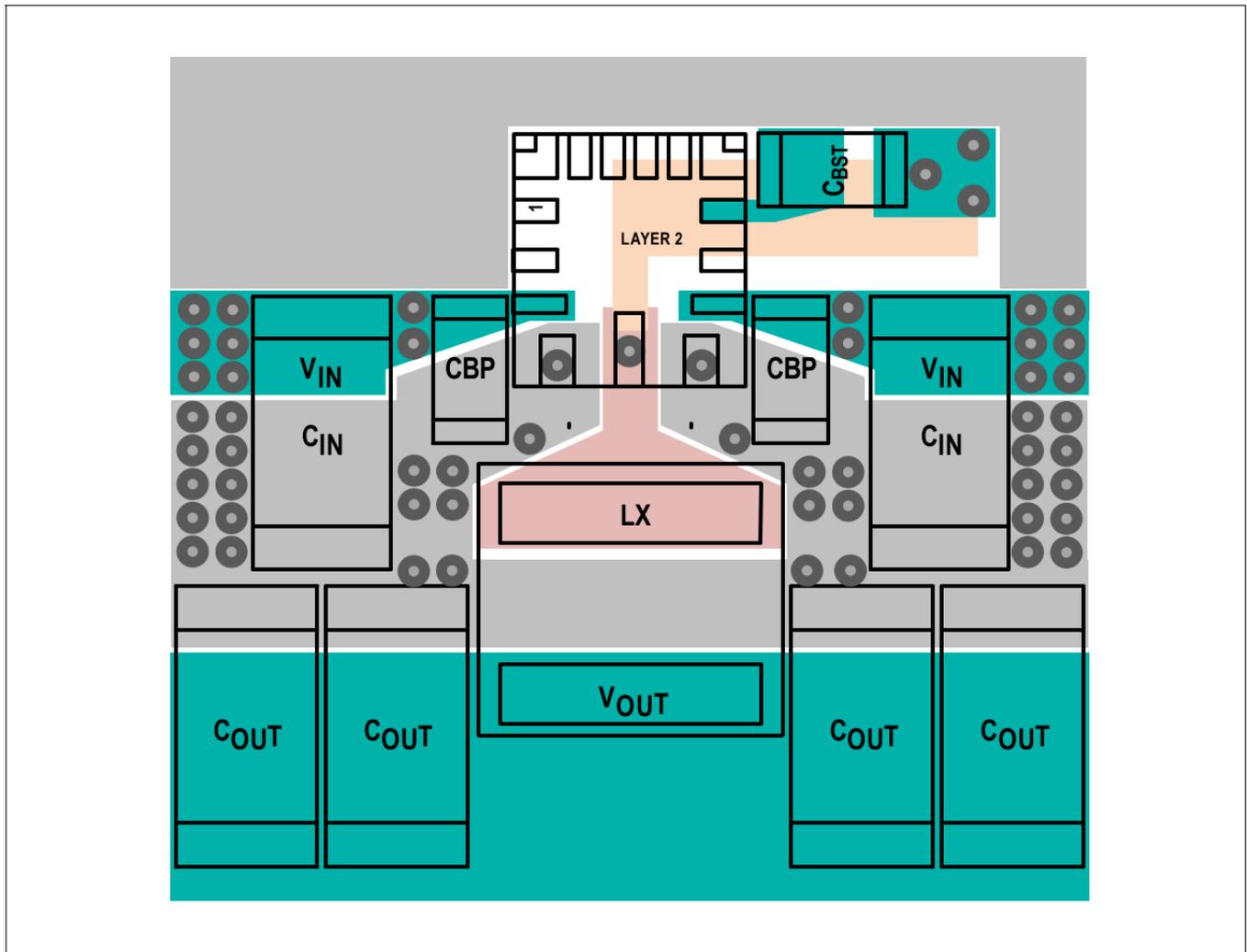
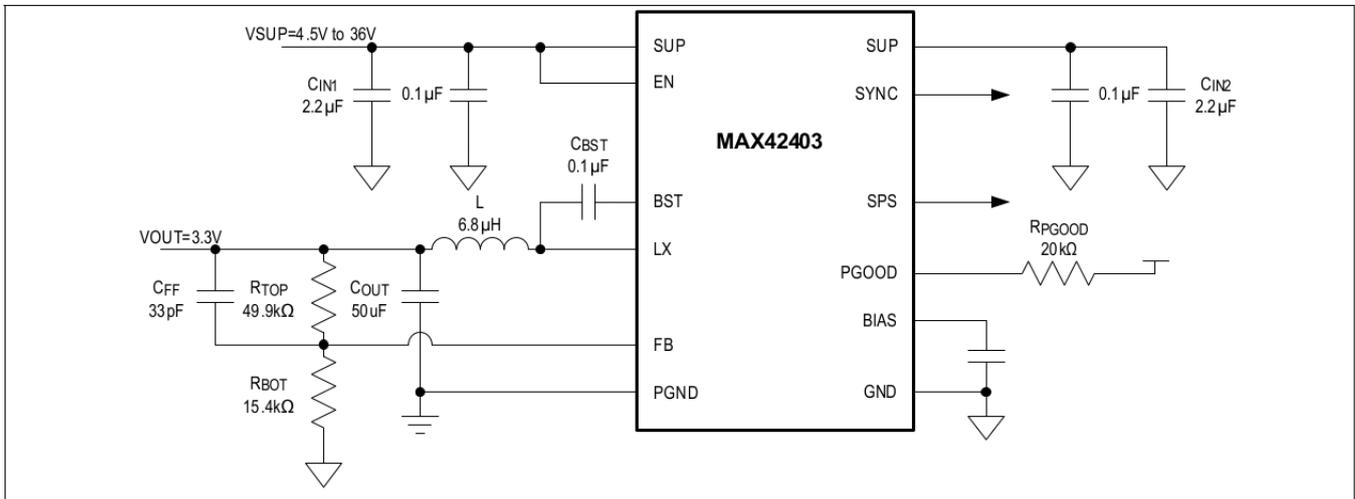


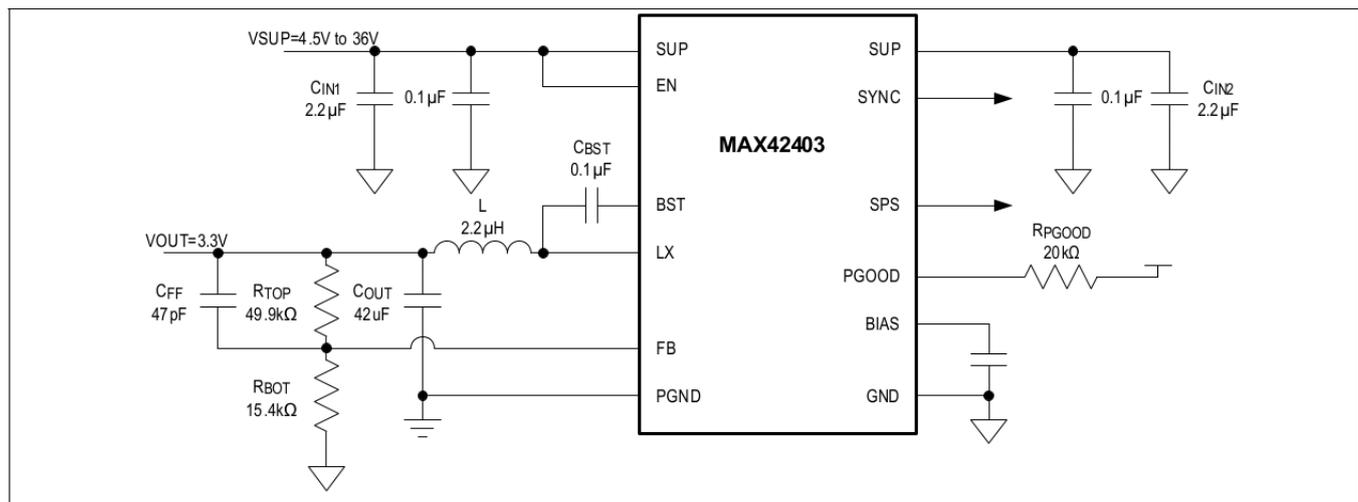
図1. PCBレイアウトの例

## 標準アプリケーション回路

## 400kHz



## 1.5MHz



## オーダー情報

PART NUMBER	V <sub>OUT</sub> (V)	MAXIMUM LOAD CURRENT (A)	SWITCHING FREQUENCY	SPREAD SPECTRUM (%)
MAX42402AFLA+	Adjustable 0.8V to 12V	2.5	400kHz	±6
MAX42402AFLB+	Adjustable 0.8V to 12V	2.5	1.5MHz	±6
MAX42403AFLA+	Adjustable 0.8V to 12V	3.5	400kHz	±6
MAX42403AFLB+	Adjustable 0.8V to 12V	3.5	1.5MHz	±6

## 改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	9/23	Initial release	—
1	10/23	Updated Absolute Maximum Ratings and Electrical Characteristics section	3, 4, 5, 6