

MAX17291C

高電圧マイクロパワー昇圧コンバータ

概要

MAX17291Cは、80mAのピーク・インダクタ電流制限機能とTrue Shutdown™機能を備えた低自己消費電流の昇圧（ステップアップ）DC/DCコンバータです。True Shutdownは出力を入力から切り離して、順方向にも逆方向にも電流が流れないようにします。出力電圧は外付けの抵抗分圧器で設定し、5.5V～20Vの広い範囲で調整できます。

MAX17291Cは、6バンプ、0.4mmピッチのウェーハ・レベル・パッケージ（WLP）を採用しています。

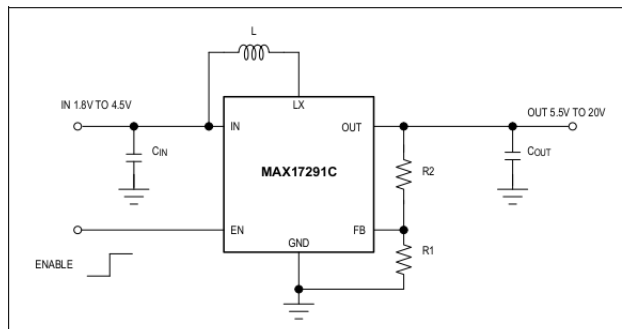
機能と利点

- 入力からの自己消費電流：28μA
- 出力短絡保護
- 過熱保護
- True Shutdownモード
 - ・ シャットダウン電流：13nA
 - ・ OUTからの逆方向電流：なし
- ピーク効率：87%
- 入力範囲：1.8V～4.5V
- 出力電圧範囲：5.5V～20V
- ピーク・インダクタ電流制限値：80mA
- 1.27mm×0.87mm、6バンプWLP（3×2、0.4mmピッチ）パッケージ
- 温度範囲：-40°C～+125°C

アプリケーション

- 1次電池ポータブル・システム
- バッテリ駆動の医療機器
- 小型で低消費電力のIoTセンサー
- 低消費電力の無線通信製品
- 2次電池ポータブル・システム

簡略アプリケーション回路図



オーダー情報はデータシート末尾に記載されています。

True ShutdownはAnalog Devices Inc.の商標です。

絶対最大定格

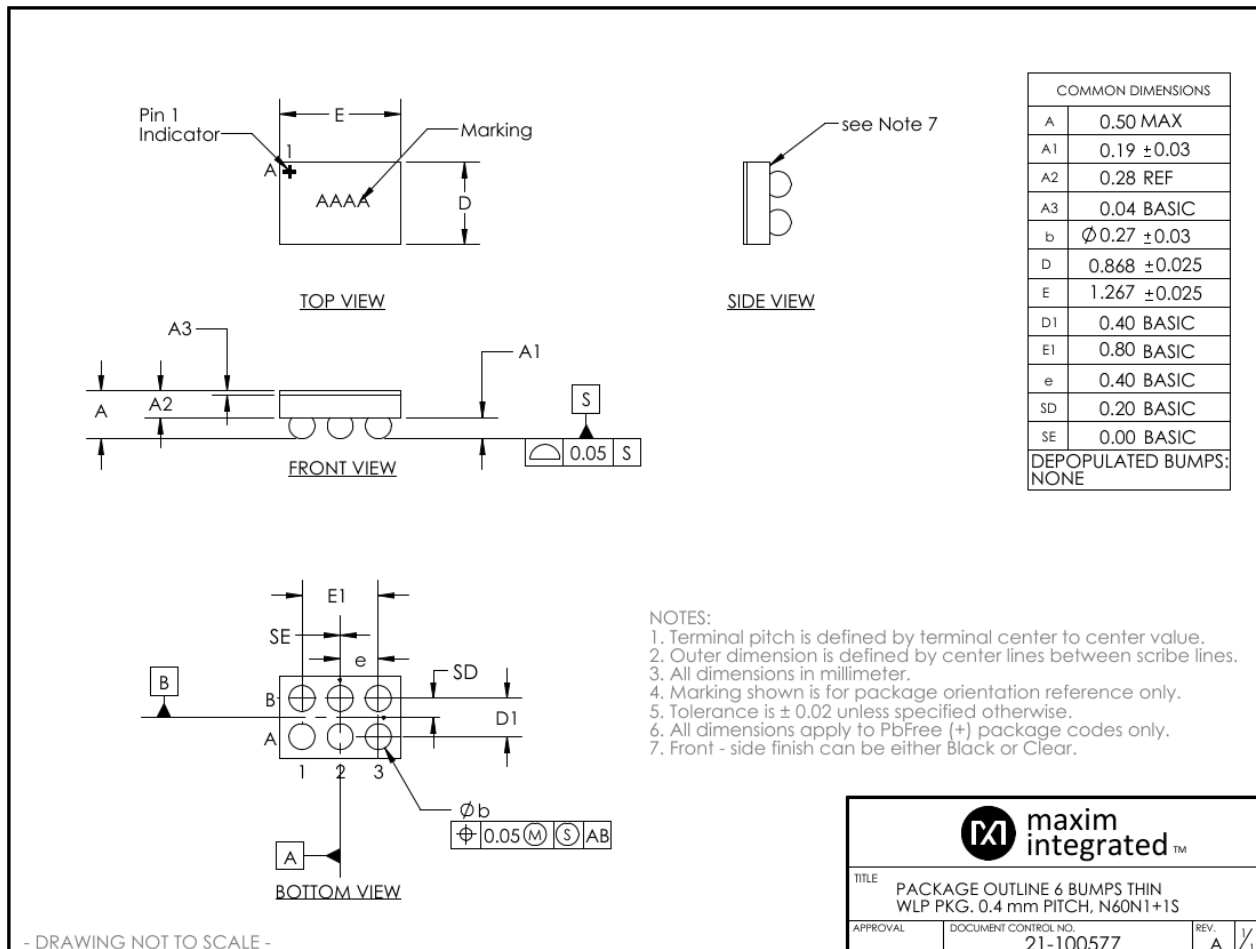
EN, IN~GND.....	-0.3V~+6V
FB~GND.....	-0.3V~+6V
OUT, LX~GND.....	-0.3V~+22V
LXのRMS電流.....	-0.7A~+0.7A
連続消費電力 (T _A = +70°C) (+70°C以上は10.51mW/°Cで ディレーティング)	840mW

動作温度範囲.....	-40°C~+125°C
最高ジャンクション温度.....	+150°C
保管温度範囲.....	-40°C~+150°C
はんだ付け処理温度、リフロー.....	+260°C
リード温度 (はんだ付け処理、10秒)	+300°C

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	N60N1+1S
Outline Number	21-100577
Land Pattern Number	Refer to Application Note 1891
Thermal Resistance, Four Layer Board:	
Junction-to-Ambient (θ_{JA})	95.15°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	N/A



電氣的特性

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{EN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 12V$ 、 $T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 、代表値は $T_J = +25^{\circ}C$ での値 (Note 1))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}	Guaranteed by input UVLO		1.8		4.5	V
UVLO	V_{UVLO}	V_{IN} rising		1.7		1.8	V
UVLO Hysteresis	V_{HYS}				100		mV
Output Voltage Range	V_{OUT}	For $V_{IN} < V_{OUT}$ target, guaranteed by I_{Q_OUT}		5.5		20	V
Feedback (FB) Accuracy	ACC	V_{FB} falling, when in DCM (Note 2)		-1.25		+1.25	%
Output Load Regulation	ACC_LOAD_REG	$10mA < I_{IN} < 50mA$			1		%
Quiescent Supply Current Into IN	I_{Q_IN}	Not switching, $V_{OUT} = 104\%$ of regulation	$T_J = +25^{\circ}C$		28	45	μA
Quiescent Supply Current Into OUT	I_{Q_OUT}	Not switching, $V_{OUT} = 104\%$ of regulation	$T_J = +25^{\circ}C$		3.5	25	μA
Shutdown Current into IN	I_{SD_IN}	$V_{EN} = 0V$	$T_J = +25^{\circ}C$		13	200	nA
LX Leakage Current	I_{LX_LEAK}	$V_{IN} = 5.5V$, $V_{LX} = 5.5V$, $V_{OUT} = 0$, $V_{EN} = 0$	$T_J = +25^{\circ}C$		10	500	nA
Startup Time	t_{SU}	$V_{OUT} = 12V$			2.4		ms
Inductor Peak Current Limit	I_{PEAK}	$V_{IN} = 2.5V$ to $4.5V$, (Note 3)	$T_J = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$	72	80	88	mA
LX Maximum On-Time	t_{ON_MAX}	$V_{IN} = 3.6V$, $V_{LX} = 5.0V$, $V_{OUT} = 0$			3.4		μs
N-Channel On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$V_{IN} = 3.6V$			450	900	m Ω
P-Channel On-Resistance	$R_{DS(ON)}$	$V_{IN} = 3.6V$			320	450	m Ω
Diode Forward Voltage	V_f	$V_{IN} = 3.6V$, $I_{LX} = 100mA$			0.4		V
FB Leakage	I_{FB_LEAK}	$V_{FB} = 1.25V$	$T_J = +25^{\circ}C$		0.5	100	nA
Overtemperature Lockout Threshold	T_{OTLO}	T_J rising, $15^{\circ}C$ typical hysteresis			+165		$^{\circ}C$
Enable Voltage Threshold	V_{IL}	$V_{IN} = 1.8V$ to $4.5V$, when LX stops switching, EN falling		400	750		mV
	V_{IH}	$V_{IN} = 1.8V$ to $4.5V$, EN rising			820	1400	
Enable Input Leakage	I_{EN_LEAK}	$V_{EN} = 0V$ to $4.5V$	$T_J = +25^{\circ}C$		0.5	100	nA

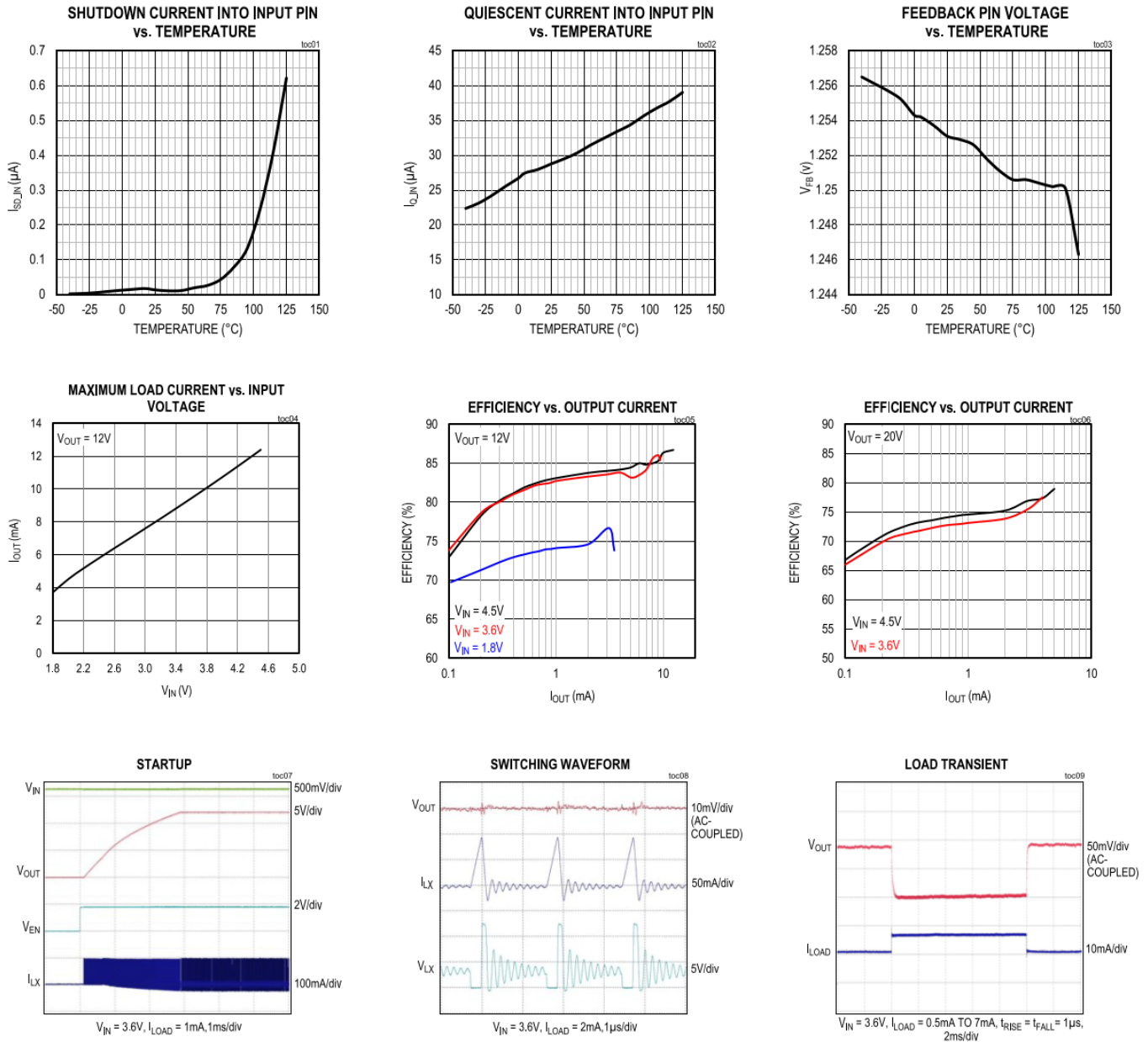
Note 1 : 制限値は $T_J = +25^{\circ}C$ で100%出荷テストしており、動作温度範囲全域にわたる制限値は統計的品質管理手法 (SQC) を使用した相関分析により保証しています。

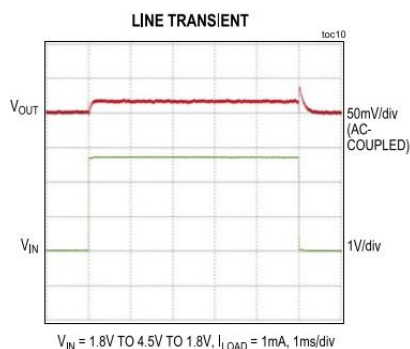
Note 2 : 出力精度に負荷、ライン、リップルは含まれていません。

Note 3 : これは静的な測定結果です。実際のピーク電流制限値は、伝搬遅延のため V_{IN} およびインダクタによって変化します。

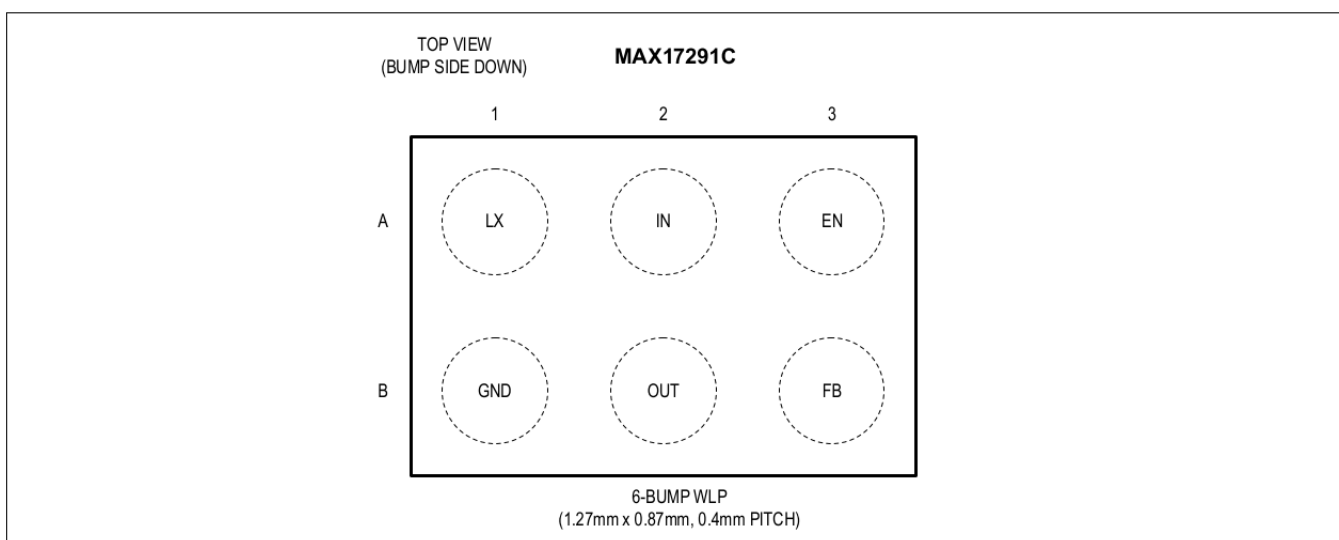
標準動作特性

(特に指定のない限り、MAX17291C、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 12V$ 、 $T_A = +25^{\circ}C$ 、 $C_{IN} = 22\mu F$ 、 $C_{OUT} = 4.7\mu F$ 、 $L = 10\mu H$)





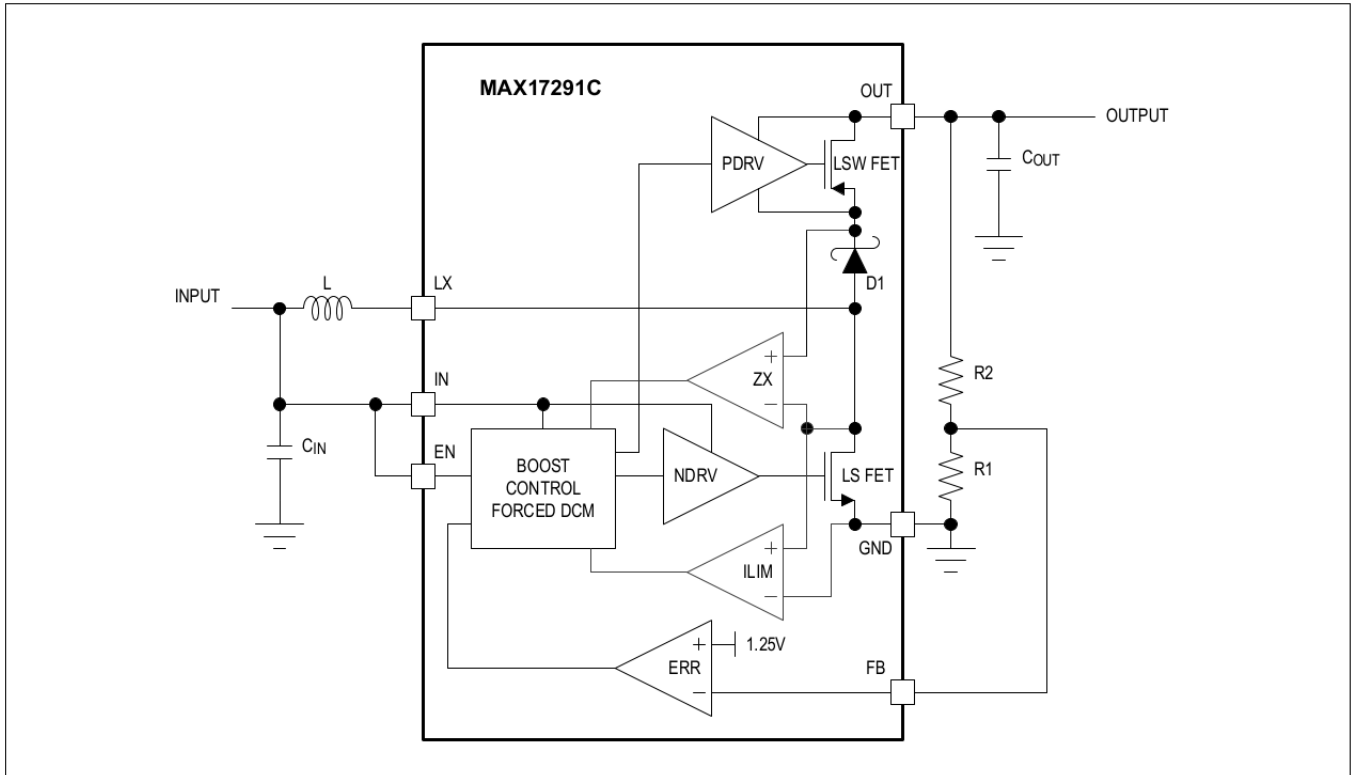
ピン配置



端子説明

端子	名称	機能
A1	LX	スイッチング・ノード。INとLXの間にインダクタを接続します。
A2	IN	入力電源。1.8V~4.5Vの電圧源に接続し、22 μ Fのセラミック・コンデンサでINからGNDにバイパスします。
A3	EN	イネーブル入力、アクティブ・ハイ。このピンをハイにするとコンバータがイネーブルされます。このピンをローにするとコンバータがディスエーブルされ、シャットダウンに入ります。イネーブル機能を使用しない場合は、このピンをINIに短絡してください。
B3	FB	フィードバック。OUTとGNDの間に配置した抵抗分圧器の midpoint に接続して、出力電圧を設定します。
B2	OUT	出力。OUTピンとGNDピンの間にセラミック・コンデンサを接続します。
B1	GND	電源グランド。システム・グランド・プレーンに接続します。

機能図



詳細

MAX17291Cは、80mAのピーク・インダクタ電流制限機能とTrue Shutdown機能を備えた低自己消費電流の昇圧（ステップアップ）DC/DCコンバータです。True Shutdownは出力を入力から切り離して、順方向にも逆方向にも電流が流れないようにします。出力電圧は外付けの抵抗分圧器で設定します。低い自己消費電流と小さな総ソリューション・サイズで、全負荷範囲にわたって高い効率を発揮します。高集積の昇圧コンバータであるMAX17291Cは、センサー・モジュールなどの高電圧で小型のソリューションを必要とするアプリケーションに最適です。パワー・スイッチ、パワー・ダイオード、および出力負荷スイッチを内蔵しており、1.8V~4.5Vの入力電源範囲で5.5V~20Vの電圧を出力できます。シャットダウン・モードでは負荷スイッチがオフになり、負荷を入力電圧から完全に切り離すので、シャットダウン・モードにおける漏れ電流が最小限に抑えられます。このデバイスは不連続導通モードで動作し、短絡保護機能と過熱保護機能を備えています。

MAX17291Cは、効率向上のためにパルス周波数変調（PFM）方式による省電力モードを採用しています。オン時間は、80mAのピークインダクタ電流制限値によって決まります。インダクタ電流が制限値に達するとオン時間が終了し、パワー・ダイオードに順方向バイアスがかけられます。オフ時間中は電荷が出力容量に転送されて、電圧が上昇します。インダクタ電流がゼロまでランプダウンするとオフ時間は終了し、出力コンデンサによって負荷に電力が供給されて出力電圧は減少します。FB電圧がリファレンス電圧未満に低下すると、デバイスはオン時間を再開して出力電圧を上げます。MAX17291Cは、平均入力電流を最大値の40mAにクランプします。

低電圧ロックアウト

低電圧ロックアウト（UVLO）回路は、入力電圧源がランプアップまたはランプダウン中に正しい動作を確保するために実装されています。UVLO回路は、入力電圧がランプアップして1.75V（代表値）のUVLOスレッショルド（ V_{UVLO} ）を超えると、コンバータの動作をイネーブルします。100mVのヒステリシス（ V_{UVLO_HYS} ）は、デバイスが小さい V_{IN} トランジェントによってレギュレーションを停止してしまうのを防ぎます。 V_{IN} が $V_{UVLO} - V_{UVLO_HYS}$ を下回ると、コンバータがディスエーブルされます。

イネーブルとディスエーブル

MAX17291Cは、 V_{IN} がUVLOの立上がりスレッシュホールドを上回り、ENピンがハイになると ($V_{EN} > V_{IH}$)、イネーブルされます。ENピンがローになると ($V_{EN} < V_{IL}$)、MAX17291Cはシャットダウン・モードになります。シャットダウン・モードの間、デバイスは入力と出力の間を絶縁します。このモードでは、 V_{IN} から13nAの電流が消費されます。イネーブル機能を使用しない場合は、ENピンをINに接続する必要があります。

スタートアップ

スタートアップ時の電源からの突入電流を制限することができます。MAX17291Cは、ENピンがハイになって V_{IH} レベルを超えるとスタートアップを開始し、出力電圧が上昇を始めます。デバイスは、スタートアップ時のピーク・インダクタ電流を80mAに制限することによって、サイクルごとに出力に転送される電荷の量を制限します。

出力短絡保護

MAX17291Cは、出力電圧が入力電圧未満になると常に出力電流を制限します。この機能は、出力がグラウンドに短絡した場合にデバイスを保護します。 V_{OUT} がグラウンドに短絡すると、ピーク・インダクタ電流を80mAに制限したまま1.5 μ sのオフ時間が実行されます。短絡イベントからの回復時、MAX17291Cは入力電流を一定に維持しながら出力をレギュレーション値までランピングします。

サーマル・シャットダウン

MAX17291Cは、ジャンクション温度が+165°Cを超えるとサーマル・シャットダウンに入ります。ジャンクション温度が、サーマル・シャットダウン・スレッシュホールドからヒステリシスを差し引いた値 (通常は+150°Cのレベル) 未満に低下すると、デバイスは動作を再開します。

設計手順

出力電圧の設定

MAX17291Cでは、外部抵抗分圧器を使って V_{OUT} を設定します。つまり、外部抵抗分圧器のR1とR2を選択することによって、出力電圧を所望の値に設定します。出力電圧をレギュレーションする場合のFBピン電圧は1.25V (代表値) です。

$$R2 = ((V_{OUT}/V_{FB}) - 1) \times R1$$

ここで、

- V_{OUT} は所望の出力電圧
- V_{FB} はFBピンの内部リファレンス電圧、1.25V (代表値)

最大限の精度を実現するために、R1の値を475k Ω より小さくし、R1を流れる電流をFBピンのバイアス電流より十分大きな値にすることを推奨します。R1の値をできるだけ小さくすることでノイズの混入に対する耐性も向上します。一方、R1の値を大きくすると自己消費電流が小さくなり、軽負荷電流時に最大限の効率を実現できます。

インダクタの選択

インダクタの選択は定常動作、過渡応答、およびループ安定性に影響を与えます。そのため、インダクタはパワー・レギュレータ設計における最も重要な要素と言えます。特に注意すべきインダクタ仕様は、インダクタ値、飽和電流、およびDC抵抗 (DCR) の3つです。

MAX17291Cは、4.7 μ H~15 μ Hのインダクタ値で動作するように設計されています。

表1. 推奨インダクタ値

V _{OUT} (V)	L (μH)
5.5 to 7	4.7
7 to 14	10
14 to 20	15

入力コンデンサと出力コンデンサの選択

入力コンデンサは、入力電源からの電流ピークを低減して効率を向上させます。入力コンデンサにはセラミック・コンデンサを推奨します。セラミック・コンデンサは、等価直列抵抗（ESR）、サイズ、コストが最も低いからです。それ以外のコンデンサ・タイプも使用できますが、ESRが大きくなります。セラミック・コンデンサの最大の短所は、DCバイアスが大きくなると容量が低下することです。そのため、すべてのアプリケーションの入力には、標準的な22μF以上のセラミック・コンデンサ（実効容量12μF）の使用を推奨します。DCバイアス、ACリップル、温度に対する適切な容量デレーティングについては、コンデンサのデータシートを参照してください。

出力コンデンサは、主に出力電圧リップルとループ安定性に関する要件を満たすように選択します。このリップル電圧は容量と等価直列抵抗（ESR）に関係するので、ESRが出力リップルに与える影響を考慮する必要があります。ESRの情報についてはコンデンサのデータシートを参照してください。実効容量はバイアス、経年変化、温度、およびAC信号の関数なので、適切なデレーティングを考慮する必要があります。電圧定格には必ずマージンを持たせて、必要な出力電圧で適切な容量を確保できるようにしてください。推奨出力容量は12Vで4.7μF（実効容量3.85μF）です。

レイアウトのガイドライン

あらゆるスイッチング電源（特に高いスイッチング周波数で動作する電源）と同様に、プリント回路基板（PCB）をレイアウトする際は特別な注意が必要です。PCBレイアウト時の注意が不十分であると、レギュレータが不安定になりノイズや効率面の問題が生じるおそれがあります。高速のスイッチング・エッジによる高周波ノイズの放射（EMI）を防止するには、高周波スイッチング・パスを正しくレイアウトすることが不可欠です。LXピンに接続するすべての配線パターンの長さや面積を最小限に抑え、スイッチング・レギュレータの下には必ずグランド・プレーンを使用します。昇圧コンバータにとって最も重要な電流パスは、整流パワー・ダイオードと出力コンデンサを経由し、GND接続を通じて戻るパスです。

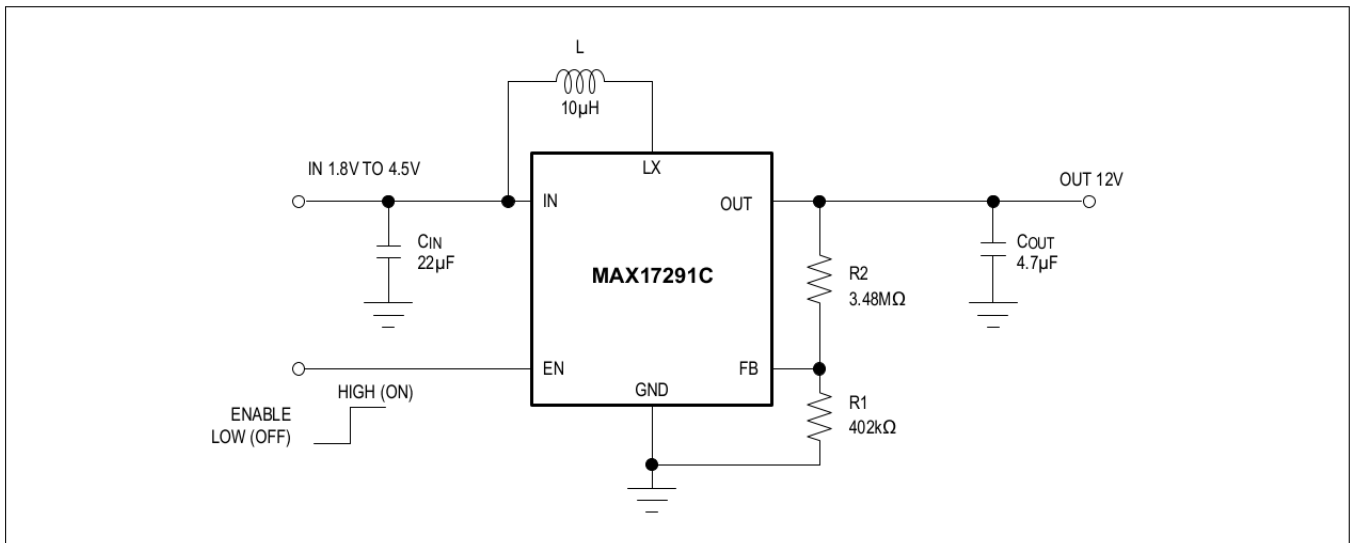
この高電流パスにはナノ秒単位の立上がり時間と立下がり時間のスイッチング・エッジが含まれており、パスをできるだけ短くする必要があります。したがって、LXとOUTにおける寄生オーバーシュートを減らすには、出力コンデンサはOUTピンとGNDピンのできるだけ近くに配置する必要があります。INとGNDへの入力コンデンサの接続は、電源電圧リップルを減らすために短くする必要があります。出力電圧検出系統はインダクタやLXスイッチング・ノードから距離を置いて配線し、ノイズと電磁干渉を最小限に抑えます。インダクタとLXノードは、デバイス自体と部品の配置クリアランスによって、帰還ピンとその抵抗分圧器回路から離す必要があります。インダクタは、帰還ピンとその抵抗分圧器回路の反対側に配置します。また、抵抗分圧器のグランド・リファレンスはケルビン接続でGNDピンに戻す必要があります。

部品面のグランド・メタルは、放熱性を高めるためできるだけ大きくしてください。グランド・プレーンを設け、複数のビアで部品面のグランドと接続することで、敏感な回路ノードのノイズ干渉を更に低減することができます。MAX17291C EVキットのレイアウトを参考にすることを推奨します。

アプリケーション情報

MAX17291Cは、スイッチングFET、パワー・ダイオード、および出力負荷スイッチを内蔵する昇圧DC/DCコンバータです。このデバイスは、1.8V～4.5Vの入力範囲で5.5V～20Vの電圧を出力します。MAX17291Cは電流モード制御機能を備えており、不連続導通モードで動作します。負荷スイッチはシャットダウン時に出力を入力から切り離して、漏れ電流を最小限に抑えます。MAX17291Cの各部品の値の選択については、[設計手順](#)のセクションを参照してください。

標準アプリケーション回路



オーダー情報

PART NUMBER	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	FEATURES
MAX17291CANT+T	-40°C to +125°C	1.27mm x 0.87mm 6-Bump WLP	80mA Inductor Peak Current, Enable Input, Externally Adjustable Outputs

+鉛 (Pb) フリー／RoHS準拠のパッケージ。

T = テープ & リール

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	9/23	初版発行	—