

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 2 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 2 日

製品名： MAX18000

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)： Rev.0

訂正箇所： 12 ページ、ソフトスタートの項、最初の行

【誤】

・・・で P VOUT の目標電圧値を設定します。

【正】

・・・で VOUT の目標電圧値を設定します。



MAX18000

500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

概要

MAX18000 は nanoPower 昇圧コンバータで、入力電圧範囲は 0.5V~5.5V ($V_{OUT} > V_{IN} + 0.2V$)、スイッチング電流制限は 3.6A です。自己消費電流が 512nA と極めて低いため、長いスタンバイ期間が要求されるバッテリー駆動アプリケーションに最適です。軽負荷時には nanoPower モードで動作し、負荷電流が高くなるとスキップ・モードや CCM モードに移行して、広い範囲の電流に対して高効率を実現します。

出力電圧は単一の R_{SEL} 抵抗を使用して 2.5V~5.5V の範囲で可変設定できます。

True Shutdown™モードを備えており、EN 端子がローにプルダウンされていると V_{IN} と V_{OUT} を切断します。更に短絡保護回路も備えており、 $V_{OUT} < 0.5V$ になった場合には電流を 700mA に制限し、フォルトが取り除かれると自動的に動作を再開します。サーマル・シャットダウン保護により、ジャンクション温度が +165°C (代表値) を超えると動作を停止します。

この IC は 1.07mm × 1.57mm の 6 バンプ・ウェーハレベル・パッケージ (WLP) で提供されています。

特長と利点

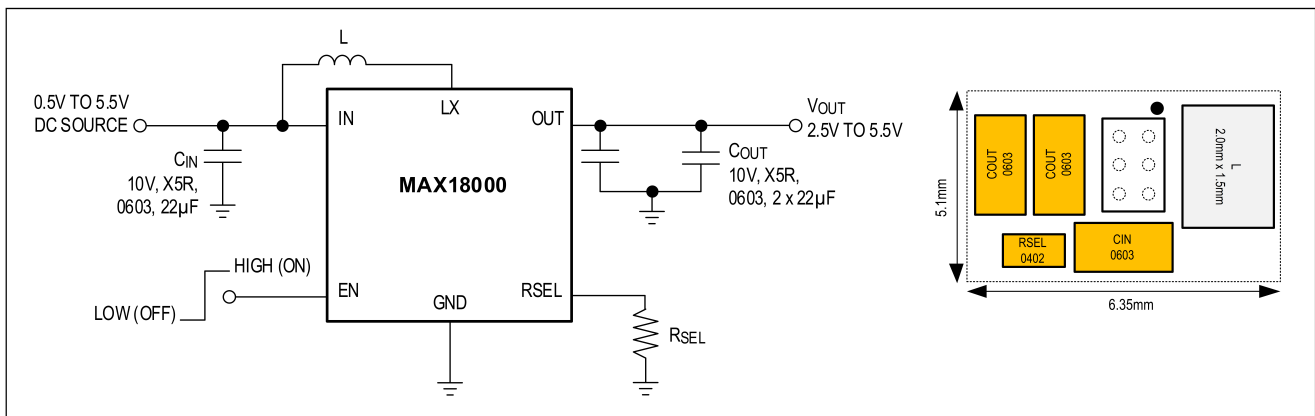
- 入力電圧：0.5V~5.5V ($V_{OUT} > V_{IN} + 0.2V$)
- 最低起動電圧：1.8V
- 出力電圧：2.5V~5.5V (100mV 刻み)
- サイクルごとのインダクタ電流制限：3.6A
- 512nA の自己消費電流 (I_Q) から出力に移行可能
- True-Shutdown モード
 - シャットダウン電流：7nA
 - 出力を入力から切断し、順方向／逆方向の電流なし
- 出力短絡保護
- サーマル・シャットダウン保護
- ピーク効率 95%、20μA を超える負荷で 90% 以上の効率
- 6 バンプ WLP (1.07mm × 1.57mm、0.5mm ピッチ)
- 動作温度範囲：-40°C~+125°C

主なアプリケーション

- ウェアラブル・アプリケーション
- IoT アプリケーション
- バッテリー駆動アプリケーション
- ポータブル・デバイス
- 計量アプリケーション

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



500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

絶対最大定格

IN、EN、OUT、R _{SEL} ~GND	-0.3V~+6V	動作温度範囲	-40°C~+125°C
PGND~GND	-0.3V~+0.3V	最高ジャンクション温度	+150°C
LX RMS 電流	-2.4A _{RMS} ~+2.4A _{RMS}	保存温度範囲	-65°C~+150°C
LX~GND (Note 1).....	-0.3V~V _{OUT} +0.3V	リード温度（はんだ処理、10 秒）	+300°C
出力短絡持続時間	連続	はんだ処理温度（リフロー）	+260°C
連続消費電力（T _A = +70°C（70°C より上は 12.34mW/°C でディレーティング））	980mW		

Note 1： LX ピンは GND と OUT に対し内部クランプを備えています。これらのクランプ・ダイオードは、スイッチング遷移中は順バイアスになることがあります。安全な動作のため、遷移中の最大 LX 電流は最大 RMS 電流定格以内になるようにします。

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。

500mV~5.5V 入力
nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

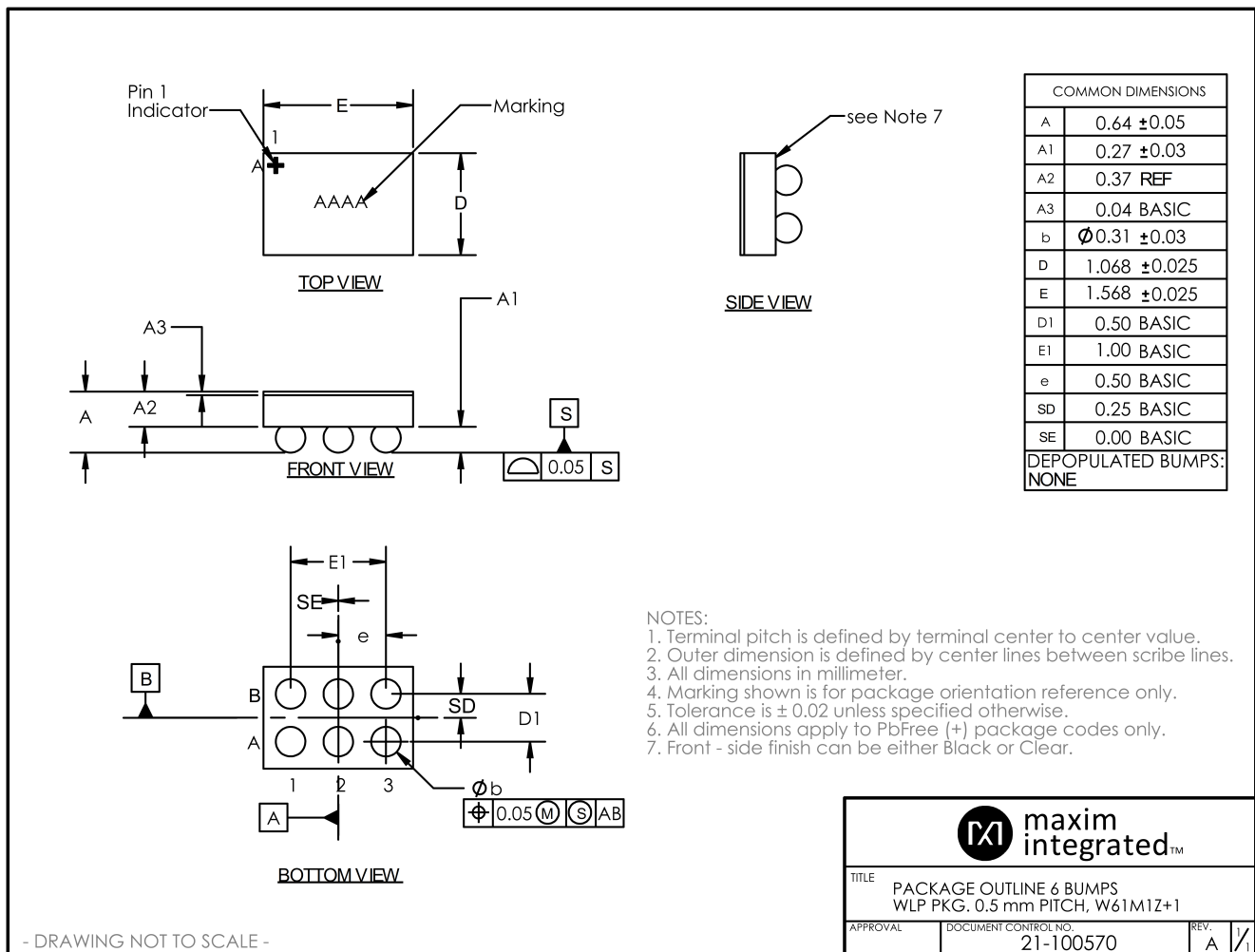
推奨動作条件

PARAMETER	SYMBOL	TYPICAL RANGE
Input Voltage Range	V_{IN}	0.5V to 5.5V
Switching Current Limit	I_{PEAK_LX}	0A to 3.6A
Operating Junction Temperature	T_J	-40°C to +125°C

パッケージ情報

WLP

Package code	W61M1Z+1
Outline Number	21-100570
Land Pattern Number	Refer to Application Note 1891
Thermal Resistance, Four-Layer Board:	
Junction to Ambient (θ_{JA})	81.03°C/W
Junction to Case Thermal Resistance (θ_{JC})	NA



500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

電気的特性

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 、 $EN = HIGH$ 、 $T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。(Note 2))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}	Input Range after start-up (Note 3)	0.5		5.5	V
Input Voltage UVLO	V_{IN_UVLO}	V_{IN} Rising, When V_{OUT} is 1V or below	1.75	1.8	1.85	V
		V_{IN} Falling, When V_{OUT} is 1V or below	1.65	1.7	1.75	
Supply Current Into OUT	I_{Q_OUT}	$V_{EN} = V_{IN}$, Not Switching, $V_{OUT} = 105\%$ of Target Voltage, $T_J = +25^{\circ}C$, $R_{SEL} = 191K\Omega$		512	800	nA
Supply Current Into IN	I_{Q_IN}	$V_{EN} = V_{IN}$, Not Switching, $V_{OUT} = 105\%$ of Target Voltage, $T_J = +25^{\circ}C$	-100	+10	+100	nA
Input Shutdown Current	I_{SD_IN}	$V_{EN} = V_{OUT} = 0V$, $T_J = +25^{\circ}C$		7	36	nA
LX Maximum Duty Cycle	DC_NPWR	$T_J = +25^{\circ}C$ (Note 4)		85		%
POWER SWITCHES						
High-Side $R_{DS(on)}$	R_{DS_H}			60	90	m Ω
Low-Side $R_{DS(on)}$	R_{DS_L}			30	60	m Ω
OUTPUT VOLTAGE						
Output Voltage Range	V_{OUT}	(Note 3, Note 8)	2.5		5.5	V
Output Accuracy	V_{OUT_ACC}	Measured when the part exits nanoPower Mode and is in Skip Mode (Note 5)	-1		+1	%
DC Load Regulation	ACC_LOAD	Load from 20mA to I_{OUT} at 80% of Peak Inductor Current		-1		%
DC Line Regulation	ACC_LINE	Duty Cycle varied from 25% to Maximum		-1		%
LX SWITCHING WAVEFORMS						
Switching Frequency	F_{SW}	$V_{IN} = 3.3V$, $V_{OUT} - V_{IN} > 0.25V$, PWM mode, $T_J = 25^{\circ}C$		2		MHz
LX T_{ON}	$T_{ON_3.3V}$	$V_{IN} = 3.3V$, $V_{OUT} = 5V$	136	170	204	ns
	$T_{ON_1.8V}$	$V_{IN} = 1.8V$, $V_{OUT} = 5V$	256	320	384	
LX Minimum T_{ON}	T_{ONMIN}	$V_{IN} = 3V$, $V_{OUT} = 3.3V$	50	60	70	ns
LX Minimum T_{OFF}	T_{OFFMIN}	$V_{IN} = 3V$, $V_{OUT} = 3.3V$	50	60	70	ns
LIGHT LOAD CONDITION						
Zero-Crossing Threshold	I_{ZX_LX}	(Note 6)	75	150	225	mA
nanoPower regulation Hysteresis	V_{NPWR_HYS}	$V_{IN} = 3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ (Note 9)	66	83	132	mV
STARTUP						
Soft-Start Time	t_{SS_LINEAR}	Target $V_{IN} = V_{OUT} = 3.6V$, Linear Mode, $C_{OUTEFF} = 22\mu F$, $T_J = 25^{\circ}C$	In linear phase	350		μs
Soft-Start Rate	dV/dt	$V_{IN} = 3.6V$, V_{OUT} from 3.3V to 5V, $C_{OUTEFF} = 22\mu F$, $T_J = 25^{\circ}C$	In boost phase	3		V/ms
ENABLE, R_{SEL} , ACTIVE DISCHARGE						
Required Select Resistor Accuracy	ACC_RSEL	Use the resistor from R_{SEL} Selection Table.		± 1		%

500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 、 $EN = HIGH$ 、 $T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。(Note 2))

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Select Resistor Detection Time	t _{RSEL}	C _{RSEL} < 2pF, (Note 7)		600	1320	μs
Active Discharge Resistance	R _{DIS}	Between OUT and GND, when EN = low		100		Ω
Enable Input Leakage	I _{LEAK_EN}	T _J = 25°C, V _{EN} = 5.5V		1.5	100	nA
Enable Voltage Threshold	V _{IH}	V _{EN} rising, LX begins switching		0.8	1.2	V
	V _{IL}	V _{EN} falling, LX stops switching	0.4			
PROTECTION						
Inductor Peak Current Limit	I _{PEAK_LX}	V _{OUT} = 3.3V (Note 6)	3	3.6	4	A
Short Circuit Current Limit	I _{SC}	V _{IN} = V _{EN} = 2.5V, V _{OUT} < 0.5V, V _{OUT Hysteresis} = 100mV	400	700	1000	mA
Short Circuit Detection Time	t _{SC}	V _{IN} – V _{OUT} = 0.7V		100		ns
Thermal Shutdown Threshold	T _{SHUT_R}	T _J Rising		165		°C
	T _{SHUT_F}	T _J Falling		150		

Note 2 : 仕様規定の動作温度および供給電圧の範囲にわたる限界値は設計と特性評価により確保されており、出荷テストは室温でのみ実施しています。

Note 3 : ブースト・モードで動作できるよう、 V_{IN} は V_{OUT} より少なくとも200mV低くします。

Note 4 : LX周波数とデューティ・サイクルの計測により裏付けられています。LXのオンタイムは V_{IN} に従って変動するため、最大デューティ・サイクルは入力電圧の関数となります。

Note 5 : リップル、負荷レギュレーション、ライン・レギュレーションは考慮されていません。

Note 6 : 静的な測定です。伝搬遅延のため、実際のピーク電流制限値とゼロ交差スレッシュホールドは V_{IN} とLに依存して変動します。

Note 7 : R_{SEL} の値を特定するために必要な時間です。起動時間に加算されます。

Note 8 : OUTのレギュレーションが5Vより高い設定の場合、nanoPowerは無効となります。

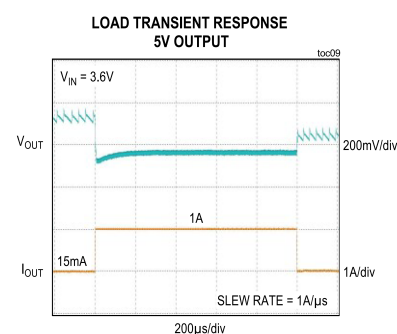
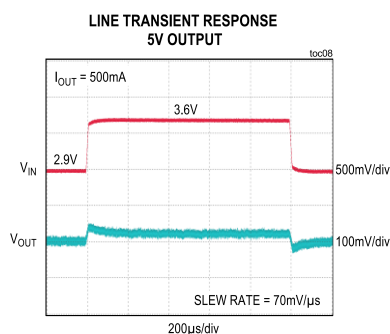
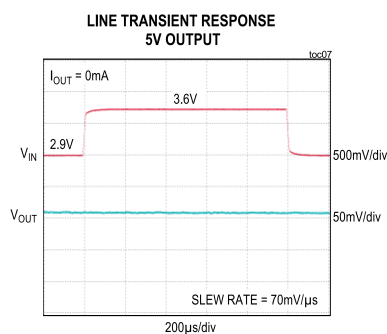
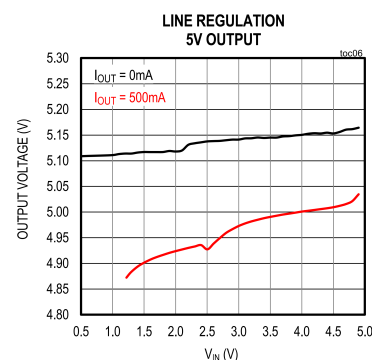
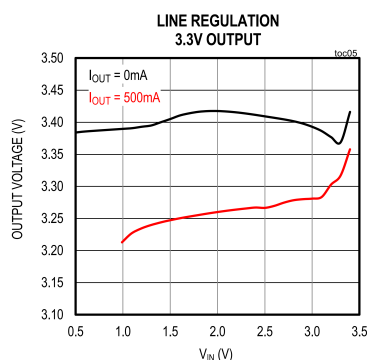
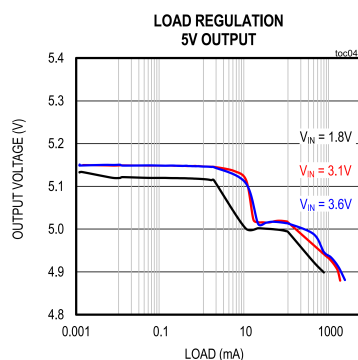
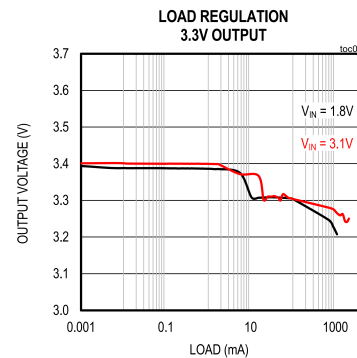
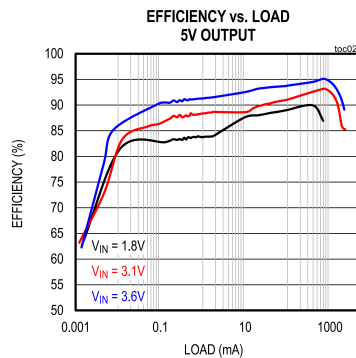
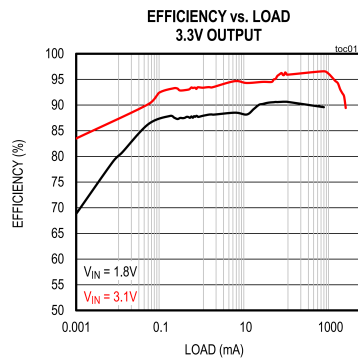
Note 9 : 83mV(代表値)は3.3V_{IN}、3.3V_{OUT}における計測値です。これ以外の V_{OUT} レベルに対しては、レギュレーションのヒステリシスは通常、出力電圧の2.5%に設定されます。ヒステリシスの測定ではリップルを考慮していません。

500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

標準動作特性

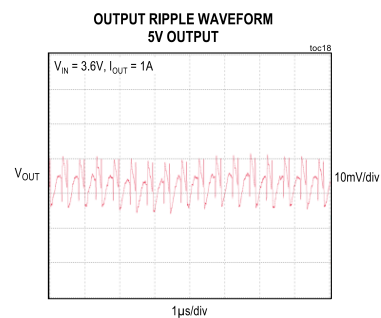
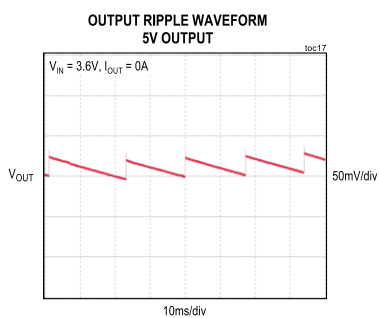
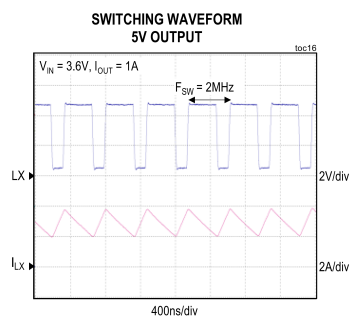
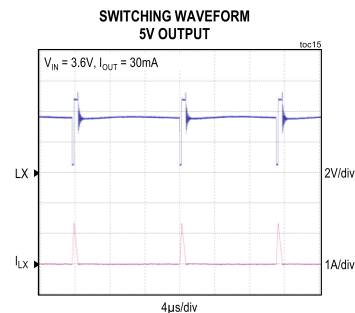
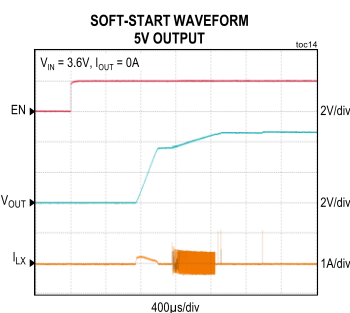
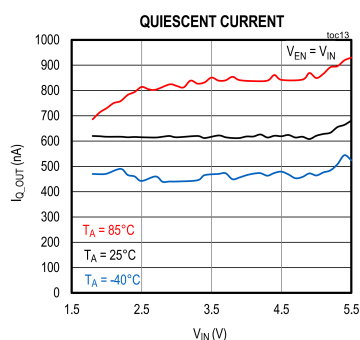
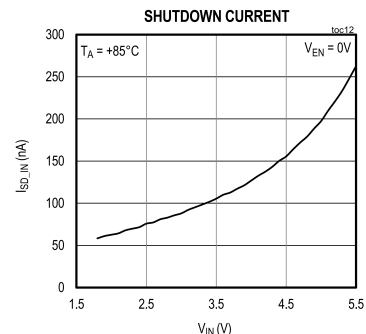
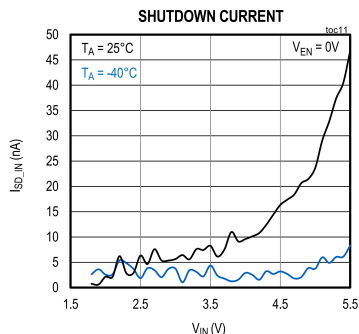
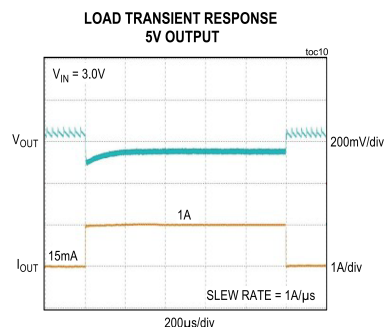
(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $L = 470nH$ ($V_{OUT} = 5V$ の場合、DFE201612E-R47M) および $330nH$ ($V_{OUT} = 3.3V$ の場合、DFE201612E-R33M)、 $C_{OUT} = 2 \times 22\mu F$ (C1608X5R1A226M080AC)、 $T_A = +25^\circ C$ 。測定はスイッチング電流制限値により制限されています。実際の最大出力電流はシステムの熱性能に依存します。)



500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

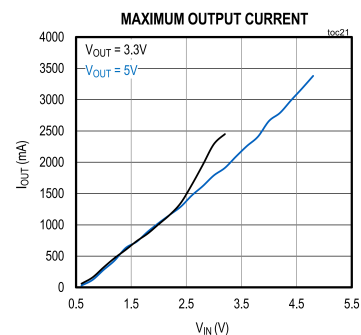
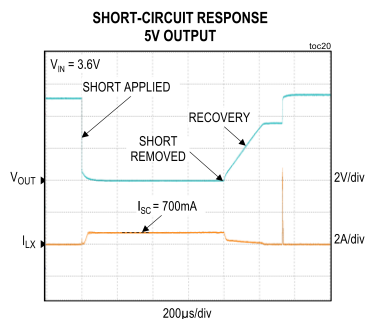
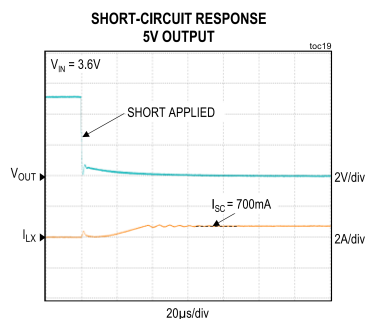
(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $L = 470nH$ ($V_{OUT} = 5V$ の場合、DFE201612E-R47M) および $330nH$ ($V_{OUT} = 3.3V$ の場合、DFE201612E-R33M)、 $C_{OUT} = 2 \times 22\mu F$ (C1608X5R1A226M080AC)、 $T_A = +25^\circ C$ 。測定はスイッチング電流制限値により制限されています。実際の最大出力電流はシステムの熱性能に依存します。)



500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.6V$ 、 $V_{OUT} = 5V$ 、 $L = 470nH$ ($V_{OUT} = 5V$ の場合、DFE201612E-R47M) および $330nH$ ($V_{OUT} = 3.3V$ の場合、DFE201612E-R33M)、 $C_{OUT} = 2 \times 22\mu F$ (C1608X5R1A226M080AC)、 $T_A = +25^\circ C$ 。測定はスイッチング電流制限値により制限されています。実際の最大出力電流はシステムの熱性能に依存します。)

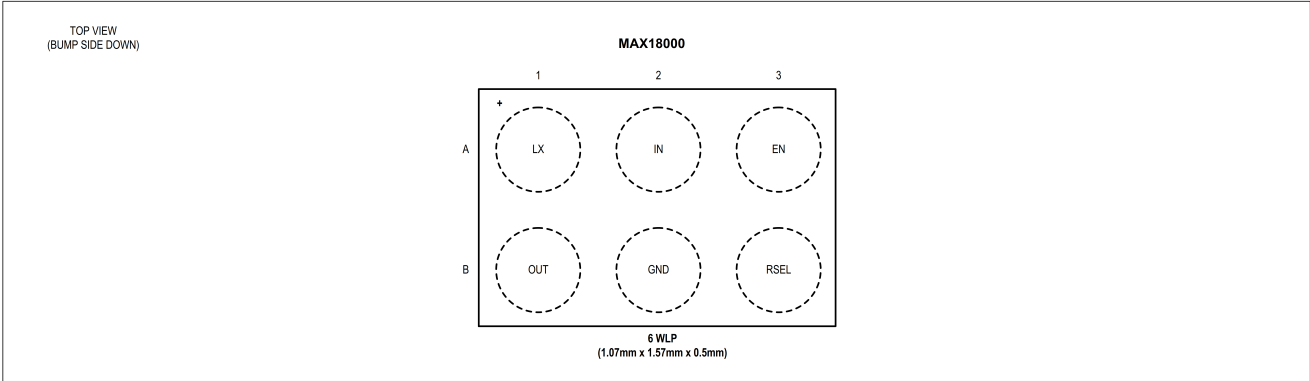


500mV~5.5V 入力

nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

ピン配置



端子説明

ピン	名称	説明	Type
A1	LX	スイッチング・ノード。インダクタ（詳細についてはインダクタの選択のセクションを参照）を LX と IN の間に接続します。	Power
A2	IN	入力端子。22μF の X7R セラミック・コンデンサを IN とグランドの間に接続します。アプリケーション固有の条件によって、追加の容量が必要になる場合があります。	Power
A3	EN	イネーブル入力端子。この端子を 1.2V より高くすると、昇圧コンバータがイネーブルされます。0.4V より低くするとディスエーブルされ、True Shutdown モードに入ります。	Digital
B1	OUT	出力端子。OUT と GND の間に 22μF の X7R セラミック・コンデンサを 2 個接続します。	Power
B2	PGND	電源グランド。システムの GND に接続します。	Ground
B3	RSEL	出力電圧選択端子。目的の出力電圧に応じて、RSEL と GND の間に抵抗を 1 個接続します。詳細については、表 1 を参照してください。シャットダウン中は RSEL はフロートになります。この端子の全容量が 2pF より低くなるよう注意が必要です。	Analog

機能図

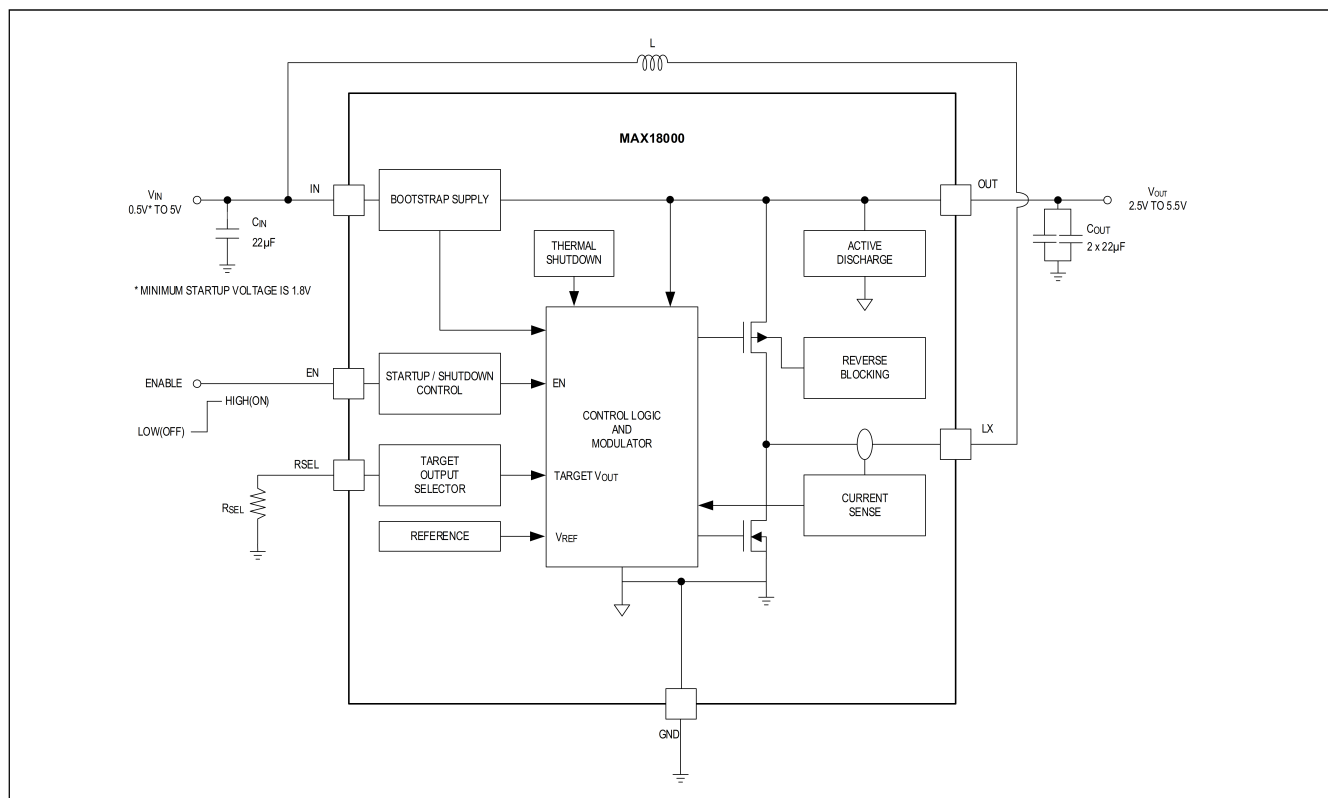


図 1. MAX18000 の簡略化したブロック図

500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

詳細

MAX18000 は入力電圧範囲が 500mV~5.5V の nanoPower 昇圧コンバータで、スタンバイ期間の長いバッテリー駆動アプリケーションに最適です。起動に必要な電圧は約 1.8V（代表値）です。出力電圧は、 R_{SEL} と GND の間に 1 個の抵抗を外付けすることにより、2.5V~5.5V の範囲（100mV 刻み）で設定できます。昇圧モードで動作するためには、 V_{IN} のレベルは V_{OUT} よりも少なくとも 200mV 低く保つことが必要です。

自己消費電流が低いために、低負荷時で高い効率を保つことができます（20 μ A の負荷で約 90%）。この IC は負荷電流に応じて、nanoPower モード、スキップ・モード、連続導通モード（CCM）の 3 つのモードで動作します。nanoPower モードでは、エラー・アンプなどの内部ブロックの動作を無効化し、 I_Q を低減します。

サイクルごとのスイッチ電流制限、サーマル・シャットダウン、短絡保護の機能を備えており、システムおよびデバイス自体を保護します。

出力電圧の選択

MAX18000 は単一抵抗による独自の出力電圧設定機能を備えており、 R_{SEL} と GND の間に配置した抵抗を用いて、2.5V~5.5V（設定 V_{OUT} が 5V を超える場合は nanoPower モードは無効）の出力電圧を 100mV 刻みで表 1 に示すように設定できます。単一の R_{SEL} によって出力電圧を選択することには、次のような利点があります。

- 通常のフィードバック接続で 2 個の抵抗列が必要であるのに比べて 1 個の抵抗しか必要でないため、コストが低くサイズが小さくなる。
- 動作中にフィードバック抵抗列での電力損失が発生しないため、高い効率が得られる。
- 在庫システム中に 1 品番のみのデバイスの在庫を持ち、標準的な 1%公差の抵抗 1 つを変更するだけで多様な出力電圧の複数のプロジェクトに使用することが可能となる。

表 1. R_{SEL} の選択表

OUTPUT VOLTAGE (V)	R_{SEL} (k Ω)**
2.5	768
2.6	634
2.7	536
2.8	452
2.9	383
3.0	324
3.1	267
3.2	226
3.3	191
3.4	162
3.5	133
3.6	113
3.7	95.3
3.8	80.6
3.9	66.5
4.0	56.2
4.1	47.5
4.2	40.2
4.3	34
4.4	28
4.5	23.7

4.6	20
4.7	16.9
4.8	14
4.9	11.8
5.0	10.0
5.1*	8.45
5.2*	7.15
5.3*	5.9
5.4*	4.99
5.5*	Short to Ground

* nanoPower モードは $V_{OUT} > 5V$ では無効。

** R_{SEL} 端子には標準的な 1%抵抗を使用。

ソフトスタート

EN の論理がハイで、 $V_{IN} > V_{IN_UVLO}$ のとき、MAX18000 はバイアス回路をオンにして起動し、 R_{SEL} 端子の抵抗値を読んで PV_{OUT} の目標電圧値を設定します。起動中に高い突入電流が発生する問題への対応として、 $V_{OUT} = V_{IN}$ になるまではハイサイド PMOS を線形モード (PMOS スルー) で作動させます。PMOS スルー・フェーズにかかる時間は通常約 $350\mu s$ です。

PMOS スルーが完了すると、ハイサイド PMOS はオフになり、IC は昇圧スルー・モードに入ります。昇圧スルー・モード動作では、レギュレーション目標値まで $3V/ms$ (代表値) のスルー・レートで出力電圧が立ち上がるようにスイッチ動作します。

PMOS スルー・タイマーが終了 (代表値 $350\mu s$) したときに出力電圧値が $0.5V$ に達していないことが確認されると、短絡保護モードに入ります。短絡保護モードでは、IC はスイッチングを停止し、PMOS 電流を $700mA$ (代表値) に制限します。

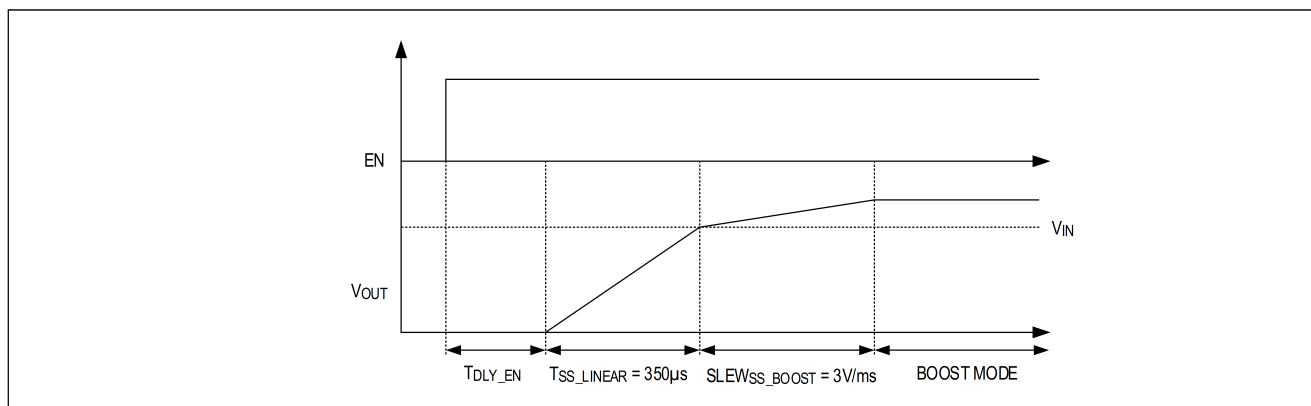


図 2. ソフトスタート動作

昇圧制御方式

MAX18000 は適応型オンタイム電流モード制御で動作します。適応型オンタイムは、動作範囲全体にわたって高速な過度応答とより高い効率を得るために使用します。連続導通モード (CCM) と不連続導通モード (DCM) の両方で、入力電圧と目標出力電圧に従ってオンタイムが調整されます。

nanoPower モード

MAX18000 は負荷電流が非常に低くなると自動的に nanoPower モードに入り、軽負荷時に高い効率を実現します。負荷電流が減少すると、スイッチング周波数も低減します。スイッチング周波数が $28kHz$ (代表値) を下回ると、nanoPower モードに入ります。nanoPower モードでは、エラー・アンプなどの内部ブロックを停止して消費電力を低減し、スリープ状態に入ります。 V_{OUT} のレベルがスレッシュホールドを下回ると、デバイスは起動してスイッチング・サイクルを開始し、出力電圧をレギュレーションします。nanoPower モードで動作中は、目標電圧の 102.5%でレギュレーションします。負荷が増加して、 V_{OUT} のレベルがスレッシュホールドを下回ると、スイッチングを開始し、通常動作 (DCM モードもしくは CCM モード) に入ります。

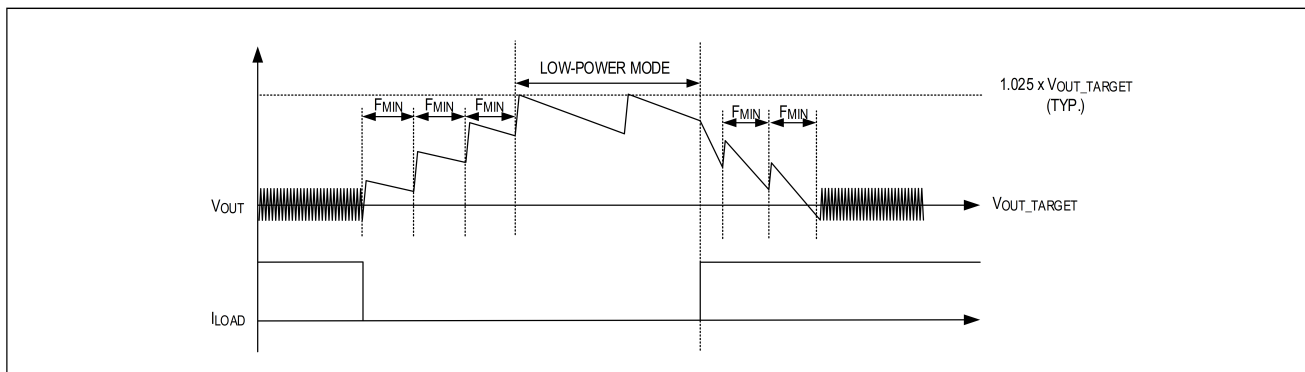


図 3. nanoPower モード動作

サーマル・シャットダウン

ジャンクション温度が T_{SHUT_R} （代表値+165°C）を超過するとコンバータは停止し、温度が T_{SHUT_F} （代表値+150°C）を下回ると再度動作を開始します。フォルト条件が継続していれば、そのフォルトが取り除かれるまで電力供給のオン/オフを繰り返します。

過電流保護

この IC はサイクルごとに 3.6A（代表値）のピーク電流制限機能を持っており、IC およびシステムを過負荷状態から保護します。IC が昇圧モードの状態でインダクタ電流が電流制限値に達すると、PMOS がオンになって放電サイクルを開始し、インダクタ電流を減少させます。

短絡保護

MAX18000 が短絡状態で出力電圧が 0.5V より低下すると、短絡状態に入ります。短絡条件ではスイッチングを停止し、PMOS スイッチによって入力からの短絡電流が 0.7A（代表値）に制限されます。

フォルトが継続していると、短絡電流のために PMOS スイッチが発生する熱によってサーマル・シャットダウンに入ることがあります。

フォルトが除去されると、PMOS スルー・モードに入り、 $V_{IN} = V_{OUT}$ になるまで継続します。PMOS スルーが完了すると、IC は（起動時には見られる）昇圧スルー・フェーズをスキップし、ブースト・モード動作に入ります。 V_{IN} と V_{OUT} の値に近い場合には、この動作によって出力電圧が 10%程度（代表値）オーバーシュートする可能性があります。

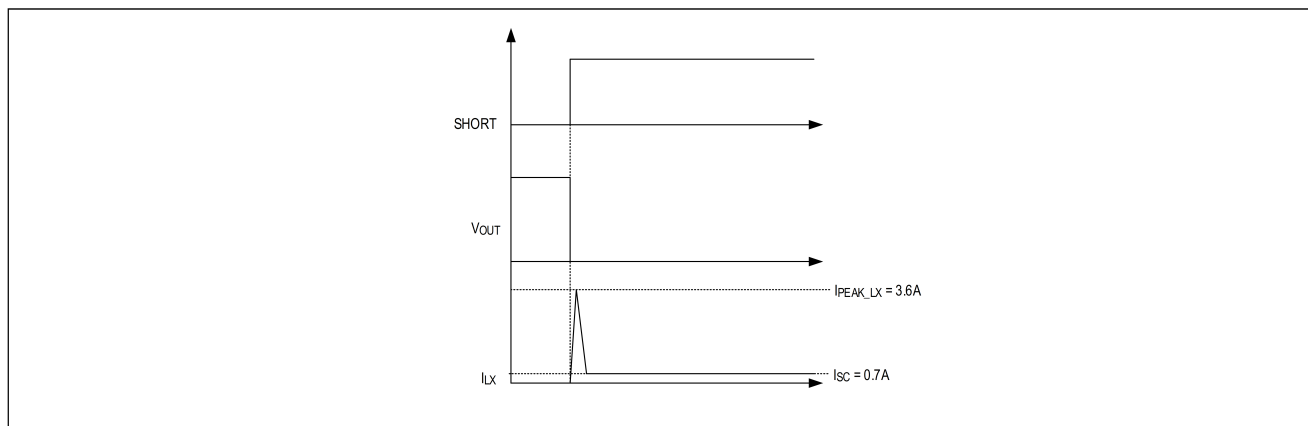


図 4. 短絡検出

アプリケーション情報

インダクタの選択

インダクタは、飽和電流の定格（ I_{SAT} ）が、最大ハイサイド・スイッチング電流制限スレッショルド（ I_{LIM} ）の設定値以上になるものを選択してください。一般的には、飽和電流が低く DCR 定格の高いインダクタが物理的に小型になります。DCR の値が高いとコンバータの効率が低下します。インダクタの RMS 電流の定格（ I_{RMS} ）（温度が著しく上昇するようになる温度）は、想定される負荷電流に基づいて選択します。

選択するインダクタの値は、ピーク・インダクタ・リップル電流（ I_{PEAK} ）が I_{LIM} より低くなり、コンバータがレギュレーションを維持できるようにします。様々な範囲の出力電圧に対して推奨されるインダクタを表 2 に示しています。

表 2. 出力電圧に対するインダクタと出力容量の値

OUTPUT VOLTAGE (V)	RECOMMENDED INDUCTOR (nH)	EFFECTIVE OUTPUT CAPACITANCE (μF)*
5	470	9
3.3V–5V	330	20
2.5V–3.3V	220	20

*全電圧レベルについて有効な容量は、22μF の X5R コンデンサ（0603 サイズ）を 2 個使用して得られます。

表 3. 推奨インダクタ

VENDOR	PART NUMBER	NOMINAL INDUCTANCE (nH)	TYPICAL DCR (mΩ)	I_{SAT} (A)	I_{RMS} (A)	DIMENSIONS (L × W × H (mm))	OUTPUT VOLTAGE (V)
Murata	DFE201612E-R47M	470	26	5.5	4.5	2.0 × 1.6 × 1.2	5
Taiyo Yuden	MEKK2016HR47M	470	26	6.1	4.7	2.0 × 1.6 × 1.0	5
Murata	DFE201612E-R33M	330	21	6.3	4.8	2.0 × 1.6 × 1.2	3.3
Bourns	SRP2010TMA-R33M	330	29	5.0	3.8	2.0 × 1.6 × 1.0	3.3
Vishay	IHHP0806ABERR22M01	220	13	5.8	5.3	2.0 × 1.6 × 1.2	2.5
Taiyo Yuden	MAKK2016HR22M	220	26	5.8	4	2.0 × 1.6 × 1.0	2.5

入力コンデンサの選択

一般的なアプリケーションでは、IN 端子を公称 10V、22 μ F の入力セラミック・コンデンサ (C_{IN}) でバイパスすると、動作電圧では 5 μ F 以上の有効容量を確保できます。有効な C_{IN} とは、動作中にコンバータの入力から見える実容量のことです。より大きい値を選択するとコンバータのデカップリングは改善しますが、電圧源に接続時の突入電流が増加します。 C_{IN} によって入力電力源から流れる電流のピークが抑えられ、システムのスイッチングノイズが低減します。 C_{IN} および直列の PCB パターンの ESR/ESL は、コンバータのスイッチング周波数までの周波数帯について、十分に低い（すなわち $<15m\Omega$ かつ $<2nH$ ）ことが求められます。

C_{IN} の選択にあたっては、コンデンサの電圧定格、初期許容誤差、温度による変動、DC バイアス特性に特別の注意を払ってください。X7R 誘電体のセラミック・コンデンサが、小型で ESR が低く温度係数が小さいため、強く推奨されます。セラミック・コンデンサには全て DC バイアス電流によるディレーティングがあります（DC バイアスの上昇に伴い有効容量が減少）。一般的には、小型のコンデンサのディレーティングは大型のものよりも大きくなります（0603 サイズの方が 0402 よりも性能が良い）。有効容量についてはメーカーのデータシートを参照して注意深く検討してください。詳細については、チュートリアル 5527 を参照してください。

出力コンデンサの選択

コンバータの安定動作のために、十分な出力容量 (C_{OUT}) が必要です。様々な出力電圧の目標値に対して最低限必要な有効出力容量を [表 2](#) に示しています。有効な C_{OUT} とは、動作中にコンバータの出力側から見える実容量のことです。より大きい値（必要な最小有効容量に加えて）を選択すると負荷過渡応答の性能が改善しますが、ソフトスタート中や出力電圧変動時の突入電流が増加します。出力フィルタコンデンサの ESR は、コンバータのスイッチング周波数までの周波数帯について十分に低く、出力リップルと負荷変動に関する要求を満たすことが必要です。出力容量は十分大きく、全負荷条件から無負荷に遷移する間のインダクタのエネルギーを吸収できることが必要です。一般的なアプリケーションでは、 C_{OUT} には 22 μ F (10V_{DC}) のコンデンサを 2 個使用することを推奨します。

C_{OUT} の選択にあたっては、コンデンサの電圧定格、初期許容誤差、温度による変動、DC バイアス特性に特別の注意を払ってください。X7R 誘電体のセラミック・コンデンサが、小型で ESR が低く温度係数が小さいため、強く推奨されます。セラミック・コンデンサには全て DC バイアス電流によるディレーティングがあります（DC バイアスの上昇に伴い有効容量が減少）。一般的には、小型のコンデンサのディレーティングは大型のものよりも大きくなります（0603 サイズの方が 0402 よりも性能が良い）。有効容量についてはメーカーのデータシートを参照して注意深く検討してください。詳細については、チュートリアル 5527 を参照してください。

他の必要部品の選択

R_{SEL} 端子と GND の間の抵抗は、内蔵 ADC で値を正確に読み取れるよう、許容誤差は $\pm 1\%$ とします。

PCB レイアウト時のガイドライン

スイッチング電力損失を低減し、クリーンで安定した動作を得るためには、回路基板レイアウトに細心の注意を払うことが必要です。

PCB を設計するときは、以下のガイドラインに従ってください。

- 入力コンデンサ (C_{IN}) と出力コンデンサ (C_{OUT}) は、それぞれ IC の IN 端子と OUT 端子の近傍に配置します。IC は高速 LX エッジを伴う高スイッチング周波数で動作するため、この配置は入力側と出力側の電流ループの寄生インダクタンスを最小限に抑えるために重要です。この寄生インダクタンスによって大きな電圧スパイクが発生し、内部スイッチング MOSFET を損傷するおそれがあります。
- インダクタを LX 端子の近傍に（可能な限り近く）配置し、LX 端子とインダクタの間のパターンは短く広くして PCB パターンの抵抗を最小限に抑えます。PCB の抵抗が必要以上に大きいとコンバータの効率が低下します。LX パターンを別の層で配線する場合は、パターンの抵抗を最小限とするために十分な数のビアを配置してください。更にパターンの抵抗を低減するために、LX パターンを複数の層で配線することを推奨します。また、LX パターンは必要以上の面積を取らないようにしてください。このノードの電圧は非常に高速で切り替わるため、面積が広いと放射エミッションが増加します。
- 内層の GND バンプは、PCB の低インピーダンスのグラウンド・プレーンに、バンプに近接したビアで接続してください。GND が島になるとホットループが分断されるため、避けてください。
- 電源パターンと負荷の接続は短く広くします。これはコンバータの高い効率を確保するために必要です。
- セラミック・コンデンサの DC 電圧ディレーティングを無視しないようにしてください。コンデンサの容量とサイズの選択には注意が必要です。詳細については、[出力コンデンサの選択](#)のセクションとチュートリアル 5527 を参照してください。

500mV~5.5V 入力 nanoPower 昇圧コンバータ、短絡保護内蔵

MAX18000

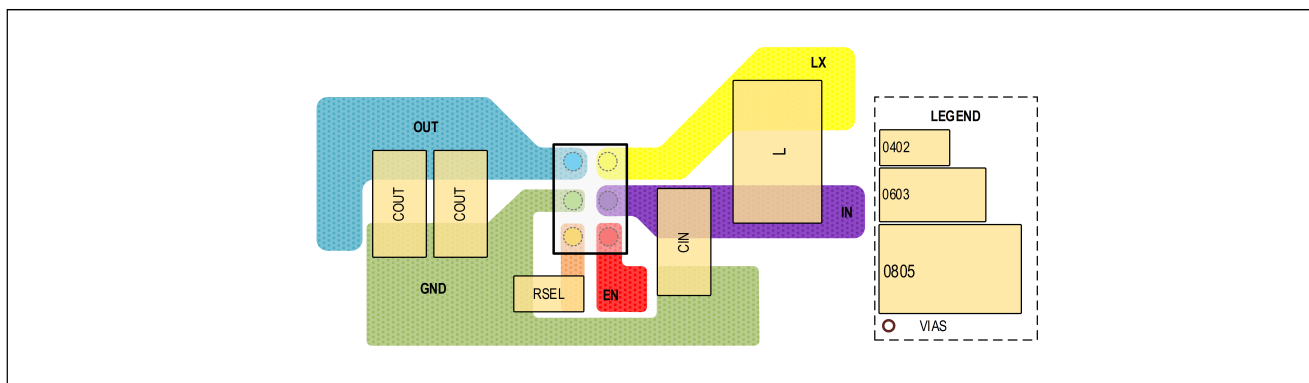
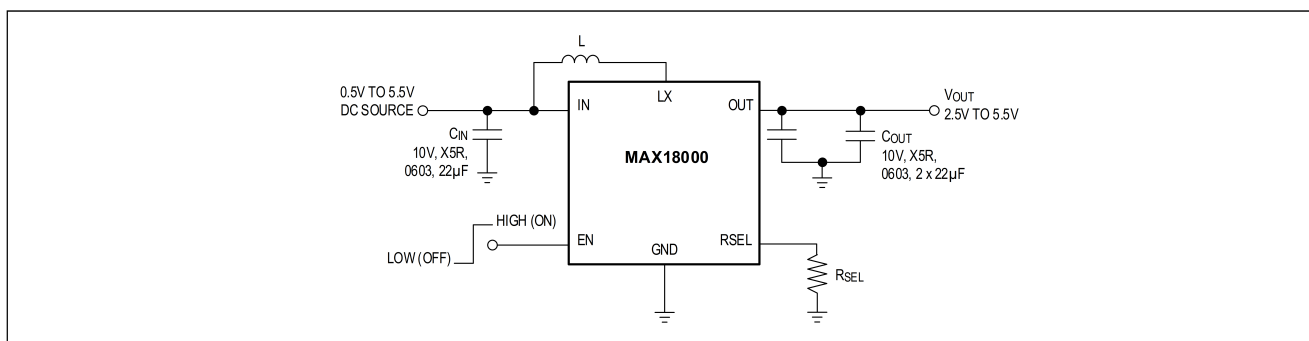


図 5. WLP パッケージの推奨 PCB レイアウト

代表的なアプリケーション図



オーダー情報

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE	FEATURES
MAX18000AWT+T	-40°C to +125°C	6-Bump WLP, 1.05mm × 1.55mm	3.6A I_{PEAK} , nanoPower PFM mode, True Shutdown/Active Discharge

+は鉛 (Pb) フリー/RoHS 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	2/23	市場投入のためのリリース	—