

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

## 概要

MAX1896ステップアップDC-DCコンバータは、高性能電流モード、固定周波数、パルス幅変調(PWM)回路及び内部0.7 NチャネルMOSFETを組み合わせ、高速な応答で効率の高いレギュレータを提供します。

高スイッチング周波数(1.4MHz)により、小型部品で高速なループ応答と容易なフィルタリングが可能です。MAX1896は最低2.6Vの入力から最高13Vまで出力電圧を生成できます。入力電流ランプレートを設定する外付けコンデンサによりソフトスタートの設定が可能です。シャットダウンモードでは、消費電流は0.01 $\mu$ Aまで低減されます。

MAX1896は省スペースタイプの6ピンSOT23パッケージで提供されています。超小型パッケージと高スイッチング周波数により、コスト及びスペースの高効率性が実現できます。

## アプリケーション

ノートブックコンピュータ  
LCDディスプレイ  
PCMCIAカード  
ポータブルアプリケーション  
ハンドヘルド機器

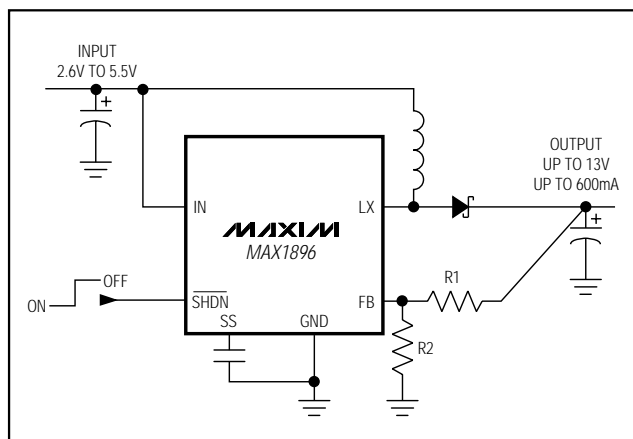
## 特長

- ◆ 効率：90%以上
- ◆ 可変出力：最高13V
- ◆ 5V入力から12V/120mA出力を保証
- ◆ 入力範囲：2.6V~5.5V
- ◆ LT1613のピンコンパチブル
- ◆ シャットダウン電流：0.01 $\mu$ A
- ◆ 設定可能なソフトスタート
- ◆ 省スペースの6ピンSOT23パッケージで提供

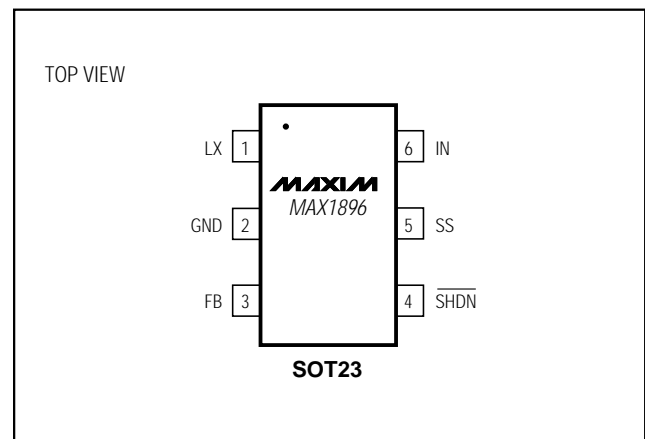
## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1896EUT-T	-40°C to +85°C	6 SOT23-6

## 標準動作回路



## ピン配置



# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

LX to GND .....	-0.3V to +14V
IN, $\overline{\text{SHDN}}$ , FB to GND.....	-0.3V to +6V
SS to GND .....	-0.3V to ( $V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$ )
RMS LX Pin Current .....	0.6A
Continuous Power Dissipation ( $T_{\text{A}} = +70^{\circ}\text{C}$ ) (Note 1)	
6-Pin SOT23 (derate 9.1mW/ $^{\circ}\text{C}$ above +70 $^{\circ}\text{C}$ ).....	727mW

Operating Temperature Range .....	-40 $^{\circ}\text{C}$ to +85 $^{\circ}\text{C}$
Junction Temperature .....	+150 $^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range .....	-65 $^{\circ}\text{C}$ to +150 $^{\circ}\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300 $^{\circ}\text{C}$

**Note 1:** Thermal properties are specified with product mounted on PC board with one square-inch of copper area and still air.

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{\text{IN}} = V_{\overline{\text{SHDN}}} = 3\text{V}$ , FB = GND, SS = open,  $T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$  to +85 $^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply Range	$V_{\text{IN}}$		2.6		5.5	V
Output Voltage Adjust Range	$V_{\text{OUT}}$	Circuit of Figure 1			13	V
$V_{\text{IN}}$ Undervoltage Lockout	UVLO	$V_{\text{IN}}$ rising, 50mV hysteresis	2.25	2.4	2.55	V
Quiescent Current	$I_{\text{IN}}$	$V_{\text{FB}} = 1.3\text{V}$ , not switching		0.2	0.4	mA
		$V_{\text{FB}} = 1.0\text{V}$ , switching		1	5	
Shutdown Supply Current		$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$ , $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$		0.01	0.5	$\mu\text{A}$
		$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$		0.01	10	
<b>ERROR AMPLIFIER</b>						
Feedback Regulation Set Point	$V_{\text{FB}}$		1.2	1.24	1.25	V
FB Input Bias Current	$I_{\text{FB}}$	$V_{\text{FB}} = 1.24\text{V}$		21	80	nA
Line Regulation		$2.6\text{V} < V_{\text{IN}} < 5.5\text{V}$		0.05	0.20	%/V
<b>OSCILLATOR</b>						
Frequency	$f_{\text{OSC}}$		1000	1400	1800	kHz
Maximum Duty Cycle	DC		82	86		%
<b>POWER SWITCH</b>						
Current Limit (Note 2)	$I_{\text{LIM}}$	$V_{\text{FB}} = 1\text{V}$ , duty cycle = 50%	0.55	0.8		A
On-Resistance	$R_{\text{ON}}$			0.7	1	$\Omega$
Leakage Current	$I_{\text{LXOFF}}$	$V_{\text{LX}} = 12\text{V}$ , $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$		0.1	1	$\mu\text{A}$
		$V_{\text{LX}} = 12\text{V}$			10	
<b>SOFT-START</b>						
Reset Switch Resistance					100	$\Omega$
Charge Current		$V_{\text{SS}} = 1.2\text{V}$	1.5	4	7.0	$\mu\text{A}$
<b>CONTROL INPUT</b>						
Input Low Voltage	$V_{\text{IL}}$	$V_{\overline{\text{SHDN}}}$ , $V_{\text{IN}} = 2.6\text{V}$ to $5.5\text{V}$			0.3	V
Input High Voltage	$V_{\text{IH}}$	$V_{\overline{\text{SHDN}}}$ , $V_{\text{IN}} = 2.6\text{V}$ to $5.5\text{V}$	1.0			V
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Current	$I_{\overline{\text{SHDN}}}$	$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 3\text{V}$		25	50	$\mu\text{A}$
		$V_{\overline{\text{SHDN}}} = 0$		0.01	0.1	

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{IN} = \overline{V_{SHDN}} = 3V$ ,  $FB = GND$ ,  $SS = open$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply Range	$V_{IN}$		2.6		5.5	V
Output Voltage Adjust Range	$V_{OUT}$	Circuit of Figure 1			13	V
$V_{IN}$ Undervoltage Lockout	UVLO	$V_{IN}$ rising, 50mV hysteresis.	2.25		2.55	V
Quiescent Current	$I_{IN}$	$V_{FB} = 1.3V$ , not switching			0.4	mA
		$V_{FB} = 1.0V$ , switching			5	
Shutdown Supply Current		$\overline{V_{SHDN}} = 0$			10	$\mu A$
<b>ERROR AMPLIFIER</b>						
Feedback Regulation Set Point	$V_{FB}$		1.2		1.25	V
FB Input Bias Current	$I_{FB}$	$V_{FB} = 1.24V$			80	nA
Line Regulation		$2.6V < V_{IN} < 5.5V$			0.20	%/V
<b>OSCILLATOR</b>						
Frequency	$f_{OSC}$		1000		1800	kHz
Maximum Duty Cycle	DC		82			%
<b>POWER SWITCH</b>						
Current Limit (Note 2)	$I_{LIM}$	$V_{FB} = 1V$ , duty cycle = 50%	0.55			A
On-Resistance	$R_{ON}$				1	$\Omega$
Leakage Current	$I_{LXOFF}$	$V_{LX} = 12V$			10	$\mu A$
<b>SOFT-START</b>						
Reset Switch Resistance					100	$\Omega$
Charge Current		$V_{SS} = 1.2V$	1.25		7.50	$\mu A$
<b>CONTROL INPUT</b>						
Input Low Voltage	$V_{IL}$	$\overline{V_{SHDN}} = V_{IN} = 2.6V$ to $5.5V$			0.3	V
Input High Voltage	$V_{IH}$	$\overline{V_{SHDN}} = V_{IN} = 2.6V$ to $5.5V$	1.0			V
$\overline{SHDN}$ Input Current	$I_{\overline{SHDN}}$	$\overline{V_{SHDN}} = 3V$			50	$\mu A$
		$\overline{V_{SHDN}} = 0$			0.1	

**Note 2:** Current limit varies with duty cycle due to slope compensation. See the *Output Current Capability* section.

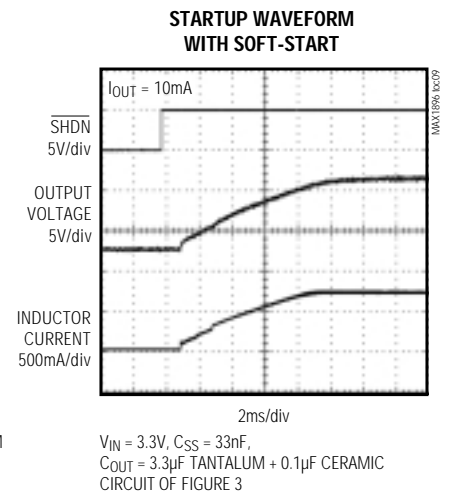
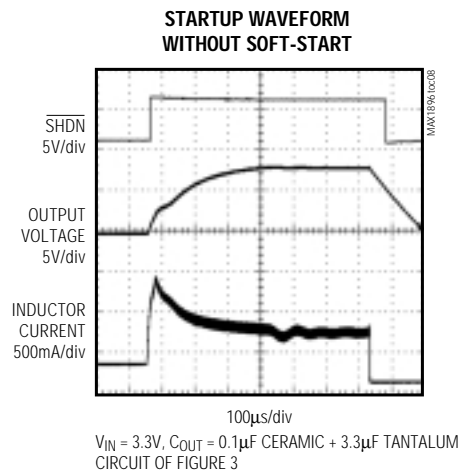
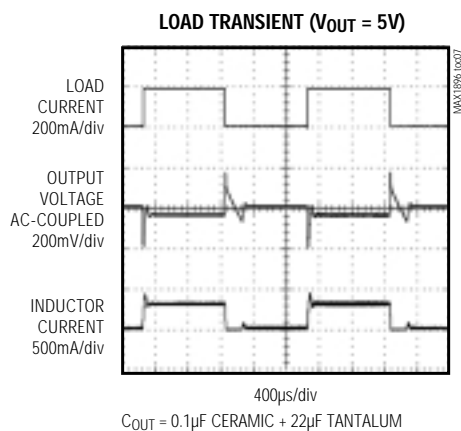
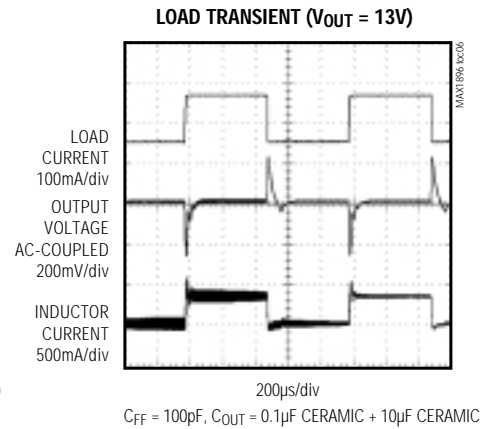
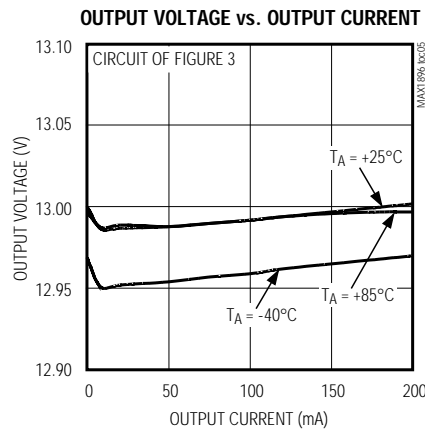
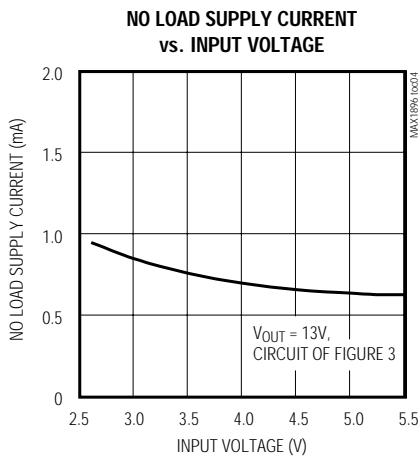
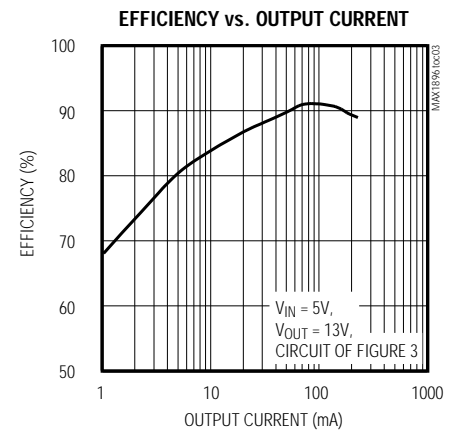
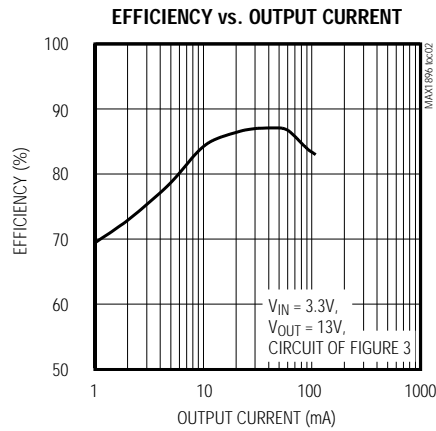
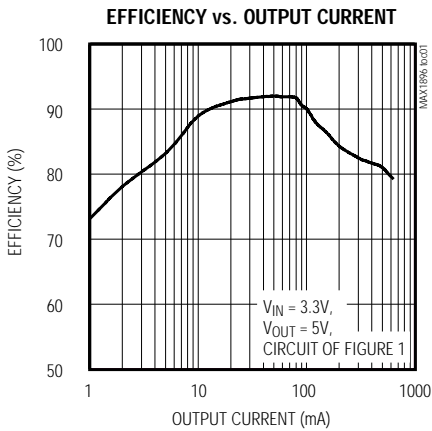
**Note 3:** Specifications to  $-40^{\circ}C$  are guaranteed by design and not production tested.

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## 標準動作特性

(Circuit of Figure 1,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

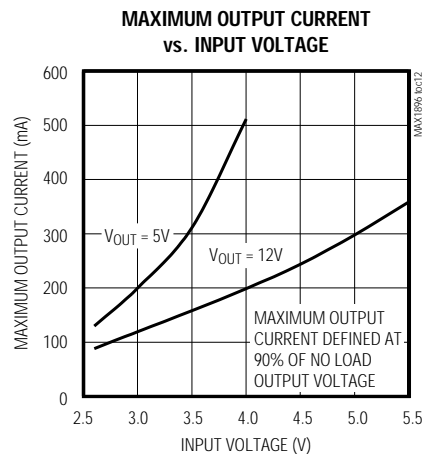
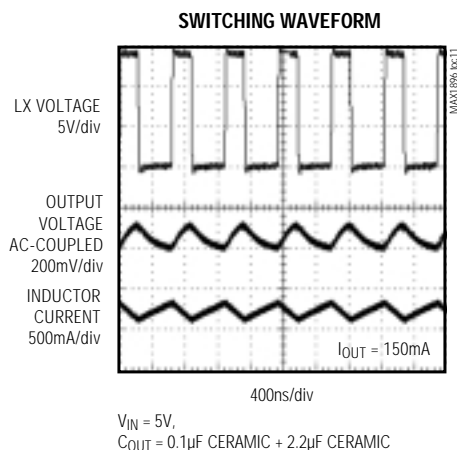
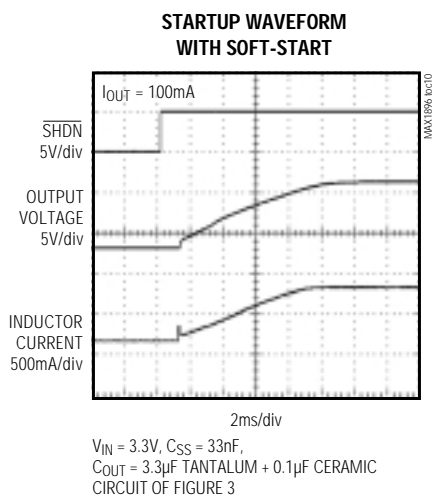


# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## 標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1,  $V_{IN} = 3.3V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



## 端子説明

端子	名称	機能
1	LX	パワースイッチング接続。LXをインダクタと出力整流器に接続してください。LXにできるだけ近く部品を接続してください。
2	GND	グランド
3	FB	フィードバック入力。出力電圧設定のために、抵抗分圧器を出力からFBに接続してください。「出力電圧設定」の項目を参照してください。
4	SHDN	シャットダウン入力。コンバータをオフにするにはSHDNをローで駆動してください。コンバータを自動で始動するにはSHDNをINに接続してください。SHDNをスルーレート $0.1V/\mu s$ かそれ以上で駆動してください。SHDNを未接続状態のままにしないでください。SHDNの消費電流は最高 $50\mu A$ です。
5	SS	ソフトスタート入力。コンバータをソフトスタートするにはソフトスタートコンデンサをSSからGNDに接続してください。ソフトスタート機能をディセーブルするにはSSを未接続状態にしておきます。「ソフトスタート」の項目を参照してください。
6	IN	内部バイアス電圧入力。INを入力電源電圧ソースに接続してください。INにできるだけ近くで $1\mu F$ かそれ以上のコンデンサでINからGNDにバイパスしてください。

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## 詳細

MAX1896は電流モード、固定周波数、パルス幅変調(PWM)構成を採用し、高速過渡応答及び低ノイズ動作が可能な効率の高い電源です。ファンクションダイアグラムが図2に示されています。負荷の変化に伴い、エラーアンプがインダクタのピーク電流を必要な負荷容量に設定し、出力電圧を安定させます。高デューティサイクルにおける安定化を維持するために、スロープ補償信号が内部で電流検出信号に合計されます。

軽負荷時には、この構成によって、出力電圧の過充電を防ぐためにMAX1896がサイクルをスキップすることが可能になります。この動作領域では、インダクタが最大約100mAのピーク値までランプアップし、出力に放電して次のパルスが必要とされるまで待ちます。

## 出力電流容量

MAX1896の出力電流容量は電流リミット、入力電圧、及びインダクタ値の関数です。フィードバックループ安定化に使用されるスロープ補償によって、デューティサイクルが電流リミットに影響してきます。出力電流容量は次式によって求められます。

$$I_{OUT(MAX)} = \left[ (I_{LIM} \times (1.45 - 0.9 \times \text{Duty})) - \left( \frac{0.5 \times \text{Duty} \times V_{IN}}{f_{OSC} \times L} \right) \right] \times \eta \times \frac{V_{IN}}{V_{OUT}}$$

この場合：

$I_{LIM}$  = 50% で示されている電流制限値です(「Electrical Characteristics」を参照してください)。

$$\text{DUTY} = \text{DUTY CYCLE} =$$

$$\frac{V_{OUT} - V_{IN} + V_{DIODE}}{V_{OUT} - I_{LIM} \times R_{ON} + V_{DIODE}}$$

$V_{DIODE}$  =  $I_{LIM}$ におけるキャッチダイオード順方向ドロップ(V)

$f_{OSC}$  = 発振器周波数(Hz)

$L$  = インダクタ値(H)

$\eta$  = 変換効率、0.85公称

$V_{IN}$  = 入力電圧(V)

$V_{OUT}$  = 出力電圧(V)

## ソフトスタート

MAX1896は外付けコンデンサを使用して起動時のソフトスタートを設定することが可能です。MAX1896を

オンにした時、ソフトスタートコンデンサ( $C_{SS}$ )が4 $\mu$ Aの定電流で充電され、0.5Vまでランプアップします。この期間SS電圧がピークインダクタ電流を直接制御します。 $V_{SS} = 0.5V$ で0Aから最大電流リミット $V_{SS} = 1.5V$ まで可能です。ソフトスタートサイクルが完了した後、最大負荷電流が供給されます。MAX1896がオフになると、ソフトスタートコンデンサは内部でグランドまで放電されます。

## シャットダウン

MAX1896はSHDNがローの時0.01 $\mu$ Aまで消費電流を低減するためシャットダウンモードに入ります。このモードでは、内部リファレンス、エラーアンプ、コンパレータ、バイアス回路、及びNチャネルMOSFETがオフになります。この時、ステップアップコンバータの出力は外部のインダクタと出力整流器を介してINに接続している状態です。

## アプリケーション情報

MAX1896は様々な外付け部品と良好に作動します。図1の部品は殆どのアプリケーションに適しています。特定のアプリケーションに対する外付け部品を最適化するには下記の項目をご覧ください。

## インダクタの選択

インダクタの選択は入力電圧、出力電圧、最大電流、サイズ及び使用できるインダクタ値の有無に依存します。その他の要素には効率性及びリップル電圧があります。インダクタはインダクタンス(L)、ピーク電流( $I_{PK}$ )、及び抵抗( $R_L$ )によって規定されます。下記のステップアップ回路の式はアプリケーションごとのインダクタ値を選択する上で役に立ちます。これによって、部品の入手可能性とコストを考慮に置いて、ピーク電流とインダクタ値のバランスをとることが可能です。

ここで使われる式は、インダクタピークトピークAC電流と平均DCインダクタ電流の比率であるLIRを定数と仮定しています。インダクタのサイズに対するロスと出力リップルとの妥協点として0.3から0.5のLIRを選択すると良いでしょう。ピークインダクタ電流は次式で表されます。

$$I_{PK} = \left( \frac{I_{OUT(MAX)} \times V_{OUT}}{\eta \times V_{IN(MIN)}} \right) \times \left( 1 + \frac{LIR}{2} \right)$$

この場合：

$I_{OUT}$  = 最大出力電流(A)

$V_{IN(MIN)}$  = 最小入力電圧(V)

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

インダクタンス値(H)は次式で求められます。

$$L = \frac{[V_{IN(MIN)}]^2 \times \eta \times (V_{OUT} - V_{IN(MIN)})}{V_{OUT}^2 \times LIR \times I_{OUT(MAX)} \times f_{OSC}}$$

## ダイオードの選択

出力ダイオードは出力電圧及びピークスイッチ電流対応の定格でなければならず、ダイオードのピーク電流定格が少なくとも $I_{PK}$ であり、ブレイクダウン電圧が $V_{OUT}$ を超えないものを必要とします。ショットキダイオードを推奨します。ジャンクション整流器が使用される場合、整流器内の余分なロスを抑止できるような超高速タイプ( $t_{rr} < 50ns$ )を必要とします。

## 入力及び出力コンデンサの選択

MAX1896はタンタル又はセラミックの出力コンデンサを使用して作動することが可能です。タンタルコンデンサを使う場合、タンタルのESR(等価直列抵抗)によって起きるゼロが安定化の保証に使われます。セラミックコンデンサを使う場合、ESRによるゼロは制御ループを安定化するには周波数が高すぎます。セラミックコンデンサを使用する場合、制御ループの安定化を改善するため、位相余裕を増やすようにフィードフォワードコンデンサ、 $C_{FF}$ を使用してください。図3はセラミックコンデンサ及びフィードフォワードコンデンサの回路を示しています。フィードフォワードコンデンサ値を決めるには次式を用います。

$$C_{FF} = \frac{k_1}{R_1} \times \left[ \frac{C_{OUT} \times V_{OUT}^2}{V_{IN}} \right]^{0.5}$$

この場合：

$$k_1 = 7.14 \times 10^{-4} \text{ with units of } \left( \frac{\Omega \times F}{A} \right)^{0.5}$$

$R_1$  = 図3を参照( )

$C_{OUT}$  = 出力バスに接続されたバイパスコンデンサも含めた合計出力容量(ファラド)。図3を参照。

$V_{OUT}$  = 出力電圧(V)

$V_{IN}$  = 入力電圧(V)

## 出力電圧の設定

MAX1896は $V_{IN} \sim 13V$ の範囲の可変出力で作動します。抵抗分圧器を出力からFBに接続してください(「標準動作回路」を参照)。 $R_2$ の値は $10k \sim 50k$ の範囲で選んでください。 $R_1$ は次式を使って計算します。

$$R_1 = R_2 \times \left( \frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right)$$

この場合 $V_{FB}$ 、ステップアップレギュレータフィードバック設定ポイントは1.24Vです。抵抗分圧器はできるだけICの近くに接続してください。

## ソフトスタートコンデンサ

ソフトスタートコンデンサは、出力がレギュレーション範囲に到達する前に電流リミットが最終値に到達することのないような大きさが必要です。 $C_{SS}$ の計算は次のように行います。

$$C_{SS} > k_2 \times C_{OUT} \times \left[ \frac{V_{OUT}^2 - V_{IN} \times V_{OUT}}{V_{IN} \times I_{INRUSH} - I_{OUT} \times V_{OUT}} \right]$$

この場合：

$$k_2 = 21 \times 10^{-6}(S)$$

$V_{OUT}$  = 最大出力電圧(V)

$I_{INRUSH}$  = ピーク突入電流許容量(A)

$I_{OUT}$  = パワーアップ時の最大出力電流(A)

$V_{IN}$  = 最小入力電圧(V)

ソフトスタート持続時間( $t_{SS}$ )は電流リミットが最終値に到達するのにかかる時間です。ソフトスタート持続時間は下記の式で求められます。

$$t_{SS} = k_3 \times C_{SS}$$

この場合：

$$k_3 = 6.67 \times 10^5$$

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

## アプリケーション回路

### 1セルから3.3V生成のSEPIC電源

図4はシングルエンドの一次インダクタンスコンバータ (SEPIC)のトポロジーにおけるMAX1896を表しています。このトポロジーは、例えば単一リチウムイオン(Li+)セルから3.3V出力に変換する場合のように、入力電圧が出力電圧よりも高い場合又は低い場合も使えます。L1及びL2は1個又は2個のインダクタに巻かれている2つの巻線です。この2巻線間のカップリングコンデンサは最大効率を得るためにESRの低いタイプで、又高リップル電流対応可能である必要があります。このアプリケーションにはセラミックコンデンサが最適です。

## レイアウト手順

良好なレギュレーションと安定性を達成するための高周波数スイッチング電源には最適なPCボードのレイアウトとルーティングが必要です。評価キットのPCボードレイアウトにできるだけ近いレイアウトを行うことを強く推奨します。レイアウトの最適な例はMAX1896の評価キットを参照してください。トレースを短く、直接に、広く保てるように、パワー部品はお互いできるだけ近くに配置してください。内部グランドプレーンを通してピアを使用してパワー部品のグランドピンをインターコネクトすることは避けてください。その代わりに、パワー部品をお互い近くに取り付け、部品側の銅線を使ってスター形グランド構成にルーティングし、それからスター形グランドを複数のピアを使って内部グランドに接続してください。

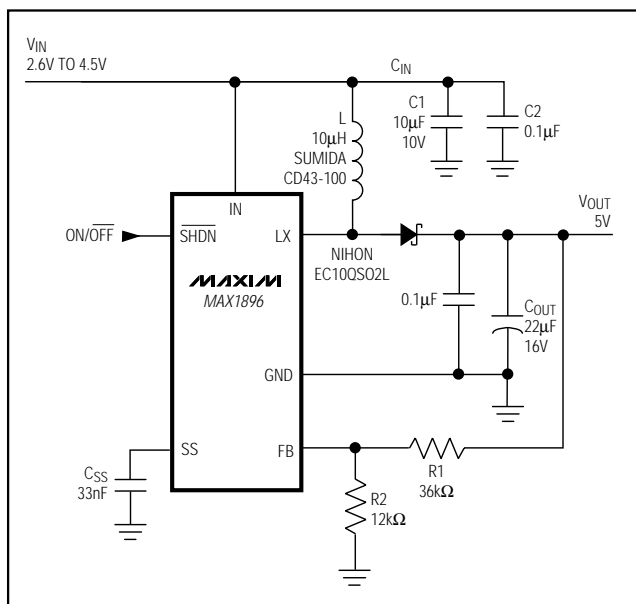


図1. 標準アプリケーション回路

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 970



# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1896

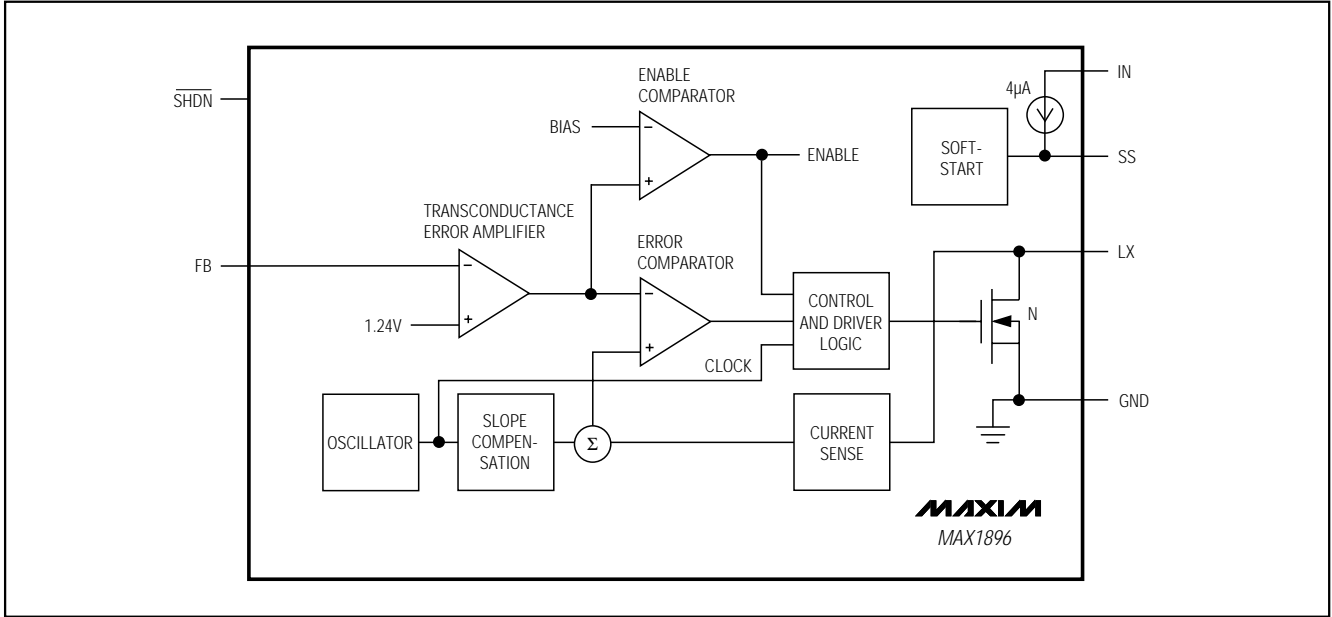


図2. ファンクションダイアグラム

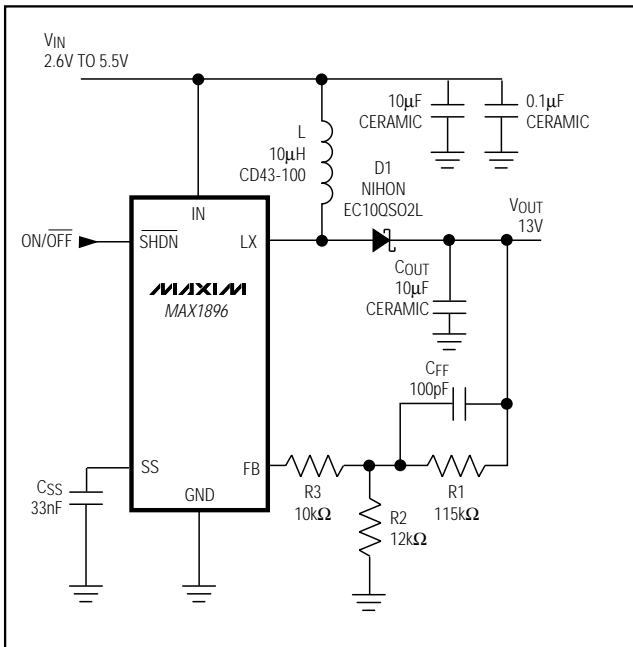


図3. セラミック出力コンデンサ及びフィードフォワードコンデンサ付きのMAX1896

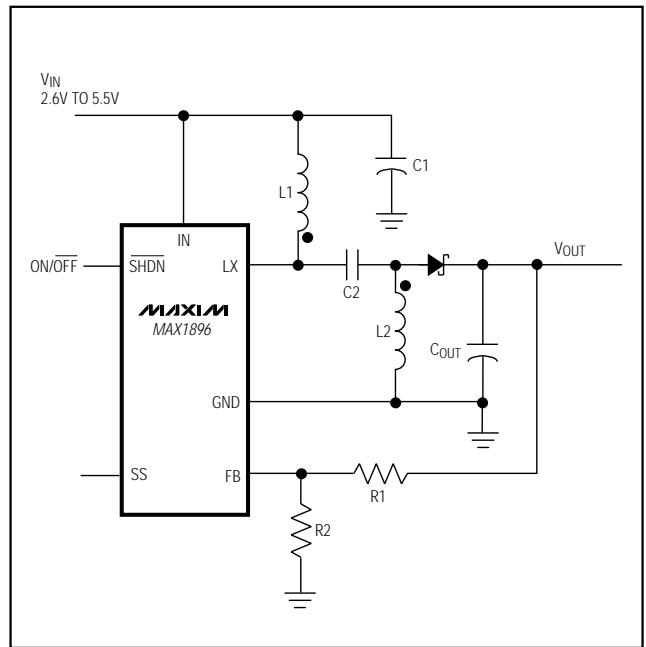


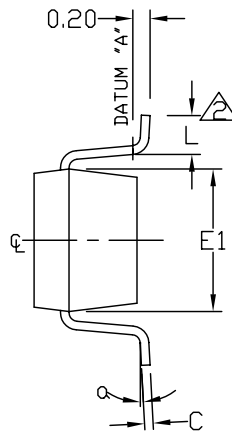
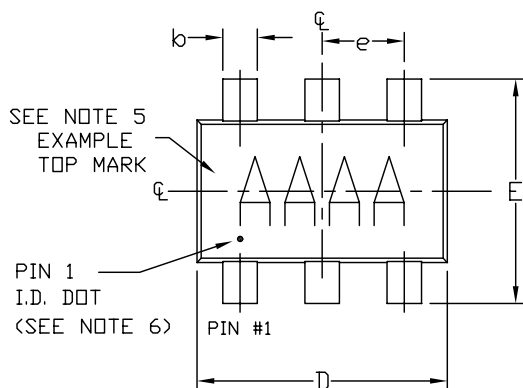
図4. SEPIC構造におけるMAX1896

# 1.4MHz SOT23 電流モード ステップアップDC-DCコンバータ

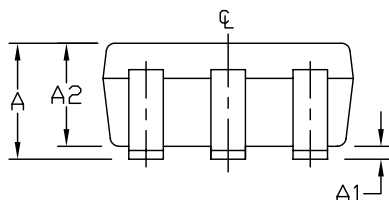
MAX1896

## パッケージ情報

6LSOT23PS



SYMBOL	MIN	MAX
A	0.90	1.45
A1	0.00	0.15
A2	0.90	1.30
b	0.35	0.50
C	0.08	0.20
D	2.80	3.00
E	2.60	3.00
E1	1.50	1.75
L	0.35	0.55
e	0.95 REF	
$\alpha$	0°	10°



### NOTES:

1. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS.
2. FOOT LENGTH MEASURED AT INTERCEPT POINT BETWEEN DATUM A & LEAD SURFACE.
3. PACKAGE OUTLINE EXCLUSIVE OF MOLD FLASH & METAL BURR.
4. PACKAGE OUTLINE INCLUSIVE OF SOLDER PLATING.
5. PIN 1 IS LOWER LEFT PIN WHEN READING TOP MARK FROM LEFT TO RIGHT. (SEE EXAMPLE TOP MARK)
6. PIN 1 I.D. DOT IS 0.3 MM  $\phi$  MIN. LOCATED ABOVE PIN 1.
7. MEETS JEDEC MO178.

**MAXIM**

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE:

PACKAGE OUTLINE, SOT-23, 6L

APPROVAL

DOCUMENT CONTROL NO.

REV

21-0058

E

1/1

販売代理店

**マキシム・ジャパン株式会社**

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

10 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2001 Maxim Integrated Products

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.