

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

概要

MAX1709は、大電力のステップアップDC-DC変換用の新しい省スペース標準です。内蔵のパワーMOSFETを使用することにより、このICは+0.7V~+5Vの電源から固定(3.3Vまたは5V)または可変(2.5V~5.5V)出力で最大20Wを供給します。

固定周波数のPWM動作により、スイッチングノイズスペクトルが600kHzの基本周波数とその高調波に制限されるため、ポストフィルタリングによるノイズ除去が容易になっています。外部クロック同期機能により、さらに厳密なノイズスペクトル制御が可能になります。自己消費電力が1mW以下であるため、バッテリー給電システムにおける動作時間を延長することができます。

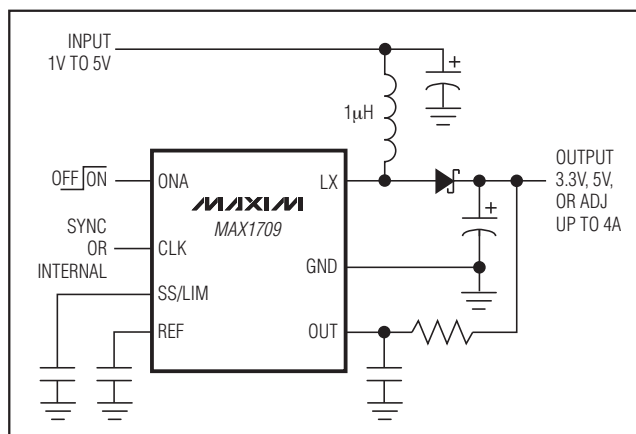
2つの制御入力(ONA、ONB)により、従来のオン/オフロジック制御だけではなく、一つのモーメンタリ押しボタンスイッチを使用した簡単なプッシュオン、プッシュオフ制御が可能です。MAX1709は、設計の柔軟性を増しバッテリーを使用した場合の性能を最適化するために、プログラムが可能なソフトスタートおよび電流制限も備えています。

MAX1709は、10A_{RMS}のスイッチ電流で4A出力が可能なハイパワーTSSOPパッケージ、およびスイッチ電流が6A_{RMS}定格で2.4A出力を供給するナローSOパッケージで提供されます。ナローSOデバイスはRMSスイッチ定格が低いものの、ピークスイッチ電流定格はTSSOPデバイスと同じであるため、断続的に4A負荷を供給することができます。2A以下の負荷しか必要ない場合はMAX1708を参照してください。

アプリケーション

- ルータ、サーバ、ワークステーション、カードラック
- ローカルの2.5V~3.3Vまたは5V変換
- ローカルの3.3V~5V変換
- 通信ハンドセットの3.6Vまたは5V RF PA

標準動作回路



特長

- ◆ オンチップの10AパワーMOSFET
- ◆ 3.3V入力から5V、4A出力
- ◆ 固定の3.3Vまたは5V出力、あるいは可変(2.5V~5.5V)出力
- ◆ 最低入力電圧：0.7V
- ◆ 低消費電力
 - 自己消費電力：1mW
 - シャットダウンモード時の電流：1µA
- ◆ 低ノイズ、固定周波数動作(600kHz)
- ◆ 同期可能なスイッチング周波数：350kHz~1000kHz

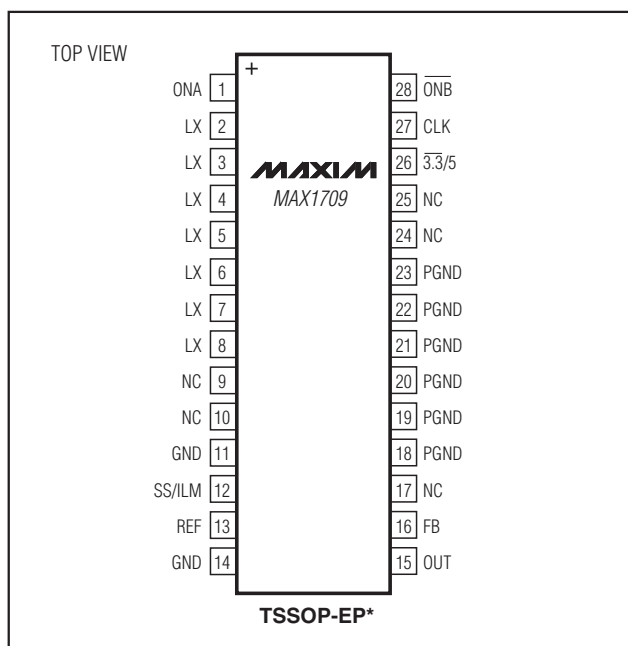
型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1709ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX1709EUI+	-40°C to +85°C	28 TSSOP-EP*

+は鉛(Pb)フリー/RoHS準拠パッケージを表します。

*エクスポーズドパッド

ピン配置



4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ONA, $\overline{\text{ONB}}$, OUT, SS/LIM, 3.3/5 to GND -0.3V to +6.0V
 LX to PGND -0.3V to +6.0V
 FB, CLK, REF to GND -0.3V to ($V_{\text{OUT}} + 0.3\text{V}$)
 PGND to GND -0.3V to +0.3V
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)
 16-Pin Narrow SO (derate 16.5mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 1.3W
 28-Pin TSSOP Exposed Pad
 (derate 23.8mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$) 1.9W

28-Pin TSSOP Exposed Pad Junction-to-Exposed
 Pad Thermal Resistance 1.2 $^\circ\text{C}/\text{W}$
 Operating Temperature Range -40°C to $+85^\circ\text{C}$
 Junction Temperature $+150^\circ\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+150^\circ\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10s) $+300^\circ\text{C}$

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

($V_{\text{OUT}} = V_{\text{CLK}} = +3.6\text{V}$, ONA = $\overline{\text{ONB}}$ = FB = GND, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage	$V_{\text{FB}} < 0.1\text{V}$ (Note 1)	3.26	3.34	3.42	V
	$\overline{3.3}/5 = \text{OUT}$, $I_{\text{SW}} = 1\text{A}$	4.92	5.05	5.17	
Load Regulation	Measured between $1\text{A} < I_{\text{SW}} < 3\text{A}$ (Note 2)		-0.25	-0.45	%/A
FB Regulation Voltage	$I_{\text{SW}} = 1\text{A}$	1.215	1.240	1.265	V
FB Input Current	$V_{\text{FB}} = +1.5\text{V}$		1	200	nA
Output Voltage Adjust Range		2.5		5.5	V
Output Undervoltage Lockout	(Note 3)	2.0		2.3	V
Frequency in Startup Mode	$V_{\text{OUT}} = 1.5\text{V}$	40		400	kHz
Minimum Startup Voltage	$I_{\text{OUT}} < 1\text{mA}$ (Note 1), $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 4)		0.9	1.1	V
Minimum Operating Voltage	(Note 5)		0.7		V
Soft-Start Pin Current	$V_{\text{SS/LIM}} = 1\text{V}$	3.2	4	5.0	μA
OUT Supply Current	$V_{\text{FB}} = 1.5\text{V}$ (Note 6)		200	440	μA
OUT Leakage Current In Shutdown	$V_{\overline{\text{ONB}}} = 3.6\text{V}$		0.1	5	μA
LX Leakage Current	$V_{\text{LX}} = V_{\overline{\text{ONB}}} = V_{\text{OUT}} = +5.5\text{V}$		0.1	40	μA
n-Channel Switch On-Resistance			22	40	m Ω
n-Channel Current Limit	SS/LIM = open	7.5	9	12	A
	SS/LIM = 150k Ω to GND	3.5	5	6.5	
RMS Switch Current	MAX1709EUI+			10	ARMS
	MAX1709ESE			6	
Reference Voltage	$I_{\text{REF}} = 0$	1.245	1.260	1.275	V
Reference Load Regulation	$-1\mu\text{A} < I_{\text{REF}} < 50\mu\text{A}$		4	10	mV
Reference Supply Rejection	$+2.5\text{V} < V_{\text{OUT}} < +5.5\text{V}$		0.2	5	mV
Input Low Level (Note 7)	ONA, $\overline{\text{ONB}}$, $\overline{3.3}/5$, $1.2\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$			$0.2 \times V_{\text{OUT}}$	V
	CLK, $2.7\text{V} < V_{\text{OUT}} < 5.5\text{V}$			$0.2 \times V_{\text{OUT}}$	

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{OUT} = V_{CLK} = +3.6V$, $ON_A = \overline{ONB} = FB = GND$, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input High Level	ONA, $\overline{ONB}$, $\overline{3.3}/5$, $1.2V < V_{OUT} < 5.5$	$0.8 \times V_{OUT}$			V
	CLK, $2.7V < V_{OUT} < 5.5V$	$0.8 \times V_{OUT}$			
Logic Input Current	ONA, $\overline{ONB}$, CLK, $\overline{3.3}/5$	1			μA
Internal Oscillator Frequency		520	600	680	kHz
Maximum Duty Cycle		82	90	94	%
External Clock Frequency Range		350		1000	kHz
CLK Pulse Width	(Note 8)	100			ns
CLK Rise/Fall Time	(Note 8)			50	ns

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{OUT} = V_{CLK} = +3.6V$, $ON_A = \overline{ONB} = FB = GND$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 9)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage	$V_{FB} < 0.1V, V_{IN} = +2.4V$	$\overline{3.3}/5 = GND, I_{SW} = 1A$	3.24		3.45	V
	(Note 1)	$\overline{3.3}/5 = OUT, I_{SW} = 1A$	4.9		5.2	
FB Regulation Voltage	$I_{SW} = 1A$		1.21		1.27	V
FB Input Current	$V_{FB} = +1.5V$				200	nA
Load Regulation	Measured between $1A < I_{SW} < 5A$ (Note 2)				-0.45	%/A
Soft-Start Pin Current	$SS/LIM = 1V$		3.2		5.2	μA
OUT Leakage Current in Shutdown	$V_{\overline{ONB}} = 3.6V$				5	μA
OUT Supply Current	$V_{FB} = 1.5V$ (Note 6)				400	μA
n-Channel Switch On-Resistance					40	m Ω
n-Channel Current Limit	$SS/LIM = unconnected$		7.5		15	V
	$SS/LIM = 150k\Omega$ to GND		3.5		7	
Reference Voltage	$I_{REF} = 0$		1.24		1.28	V

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{OUT} = V_{CLK} = +3.6V$, $ON_A = \overline{ON_B} = FB = GND$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 9)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Low Level (Note 7)	$ON_A, \overline{ON_B}, \overline{3.3}/5, 1.2V < V_{OUT} < 5.5V$			$0.2 \times V_{OUT}$	V
	$CLK, 2.7V < V_{OUT} < 5.5V$			$0.2 \times V_{OUT}$	
Input High Level	$ON_A, \overline{ON_B}, \overline{3.3}/5, 1.2V < V_{OUT} < 5.5V$	$0.8 \times V_{OUT}$			V
	$CLK, V_{OUT} = 5.5V$	$0.8 \times V_{OUT}$			
Logic Input Current	$ON_A, \overline{ON_B}, CLK, \overline{3.3}/5$			1	μA
Internal Oscillator Frequency		500		700	kHz
Maximum Duty Cycle		80		95	%
External Clock Frequency Range		350		1000	kHz
CLK/SEL Pulse Width	(Note 8)	100			ns
CLK/SEL Rise/Fall Time	(Note 8)			50	ns

Note 1: Output voltage is specified at 1A switch current I_{SW} , which is equivalent to approximately $1A \times (V_{IN} / V_{OUT})$ of load current.

Note 2: Load regulation is measured by forcing specified switch current and straight-line calculation of change in output voltage in external feedback mode. Note that the equivalent load current is approximately $I_{SW} \times (V_{IN} / V_{OUT})$.

Note 3: Until undervoltage lockout is reached, the device remains in startup mode. Do not apply full load until this voltage is reached.

Note 4: Startup is tested with Figure 1's circuit. Output current is measured when both the input and output voltages are applied.

Note 5: Minimum operating voltage. The MAX1709 is bootstrapped and will operate down to a 0.7V input once started.

Note 6: Supply current is measured from the OUT pin to the output voltage (+3.3V). This correlates directly with actual input supply current but is reduced in value according to the step-up ratio and efficiency.

Note 7: ON_A and $\overline{ON_B}$ inputs have approximately 0.15V hysteresis.

Note 8: Guaranteed by design, not production tested.

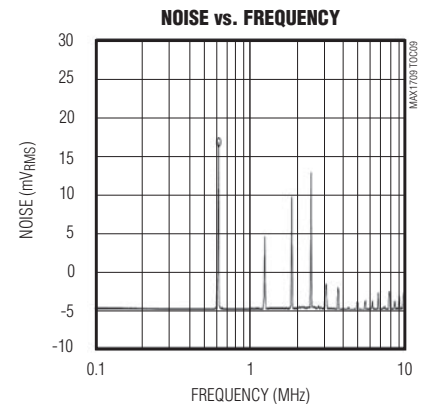
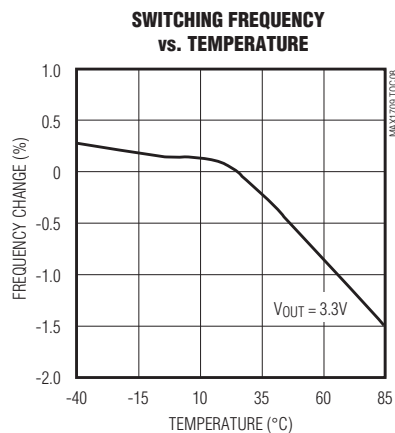
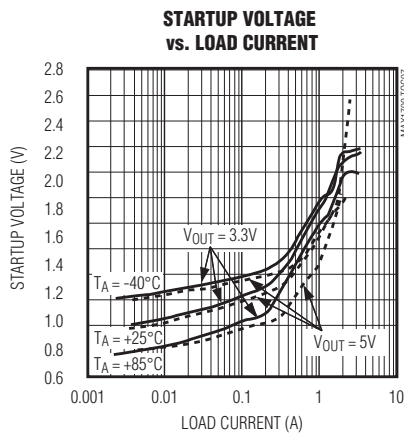
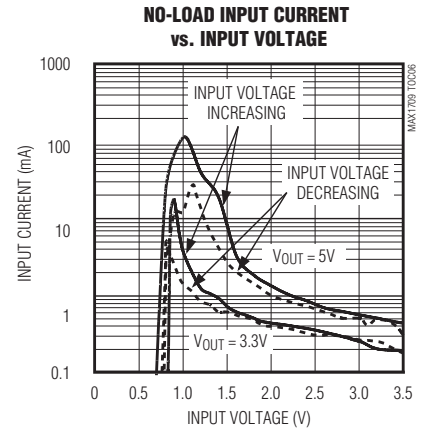
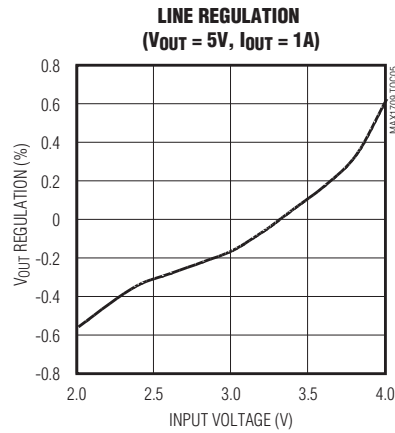
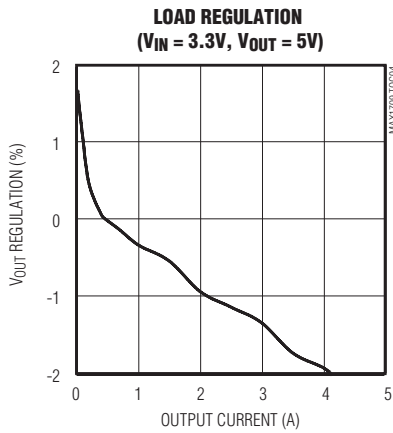
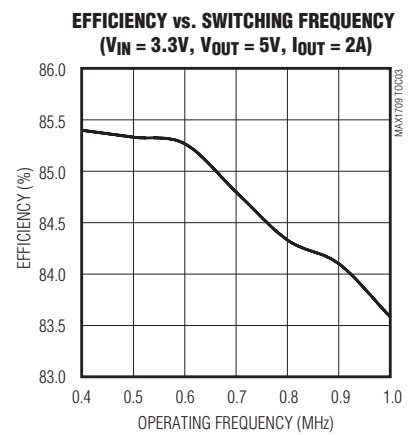
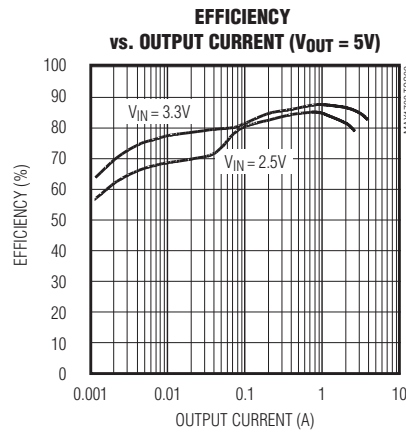
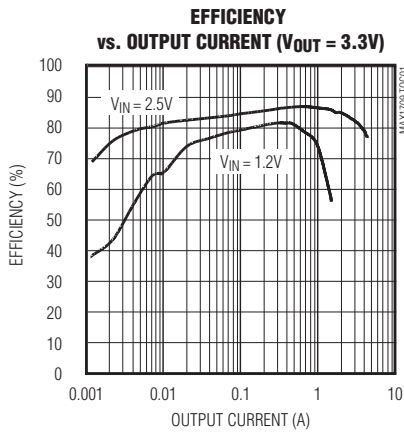
Note 9: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

標準動作特性

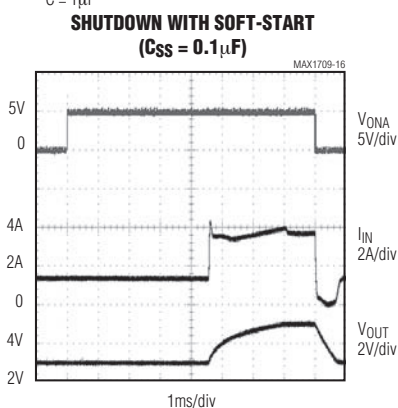
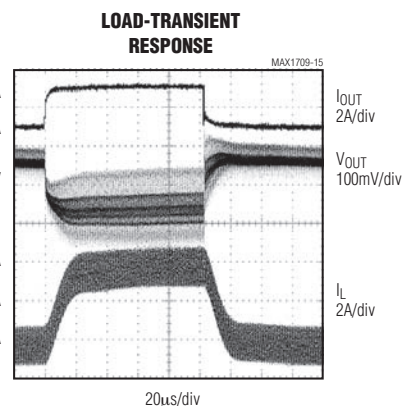
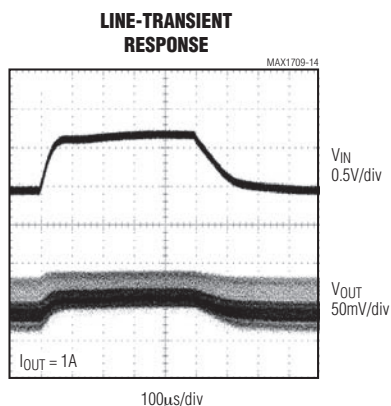
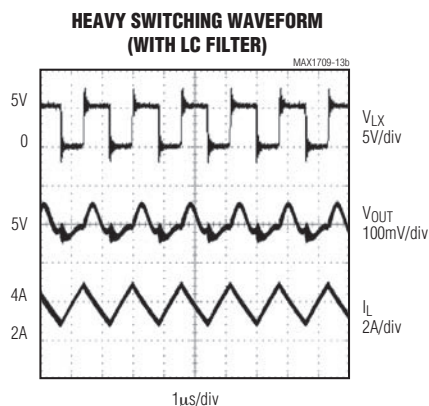
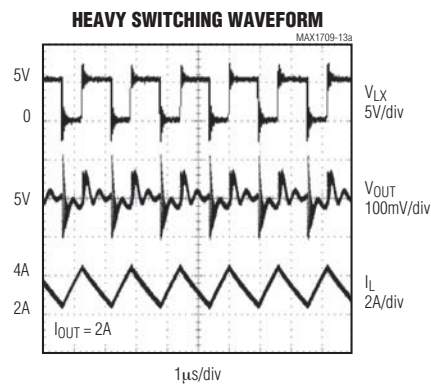
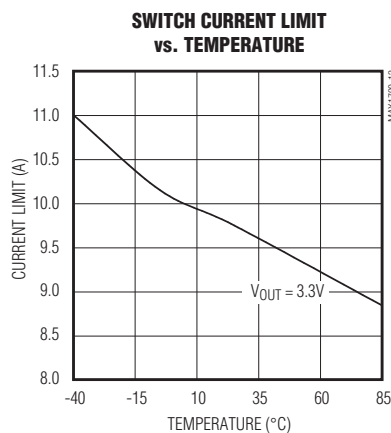
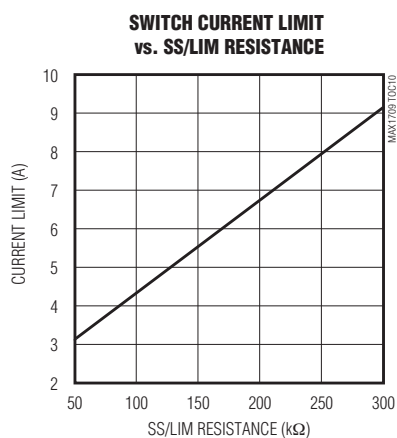
($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



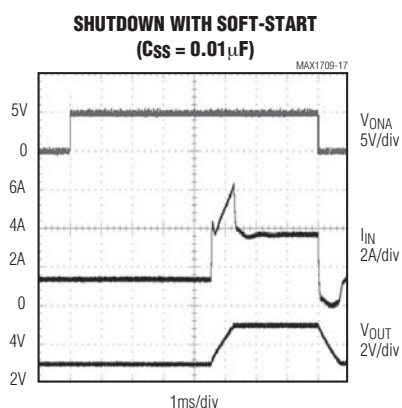
4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

標準動作特性(続き)

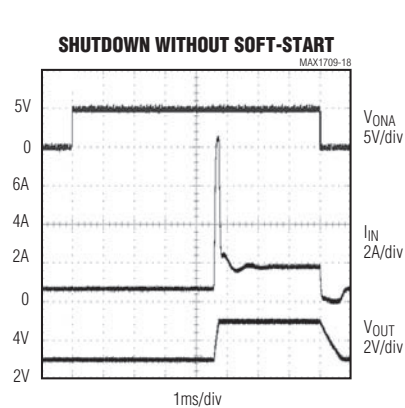
(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



$C_{SS} = 0.1\mu F$
 $R_{OUT} = 5\Omega$
 $V_{ONB} = V_{OUT}$



$C_{SS} = 0.01\mu F$
 $R_{OUT} = 5\Omega$
 $V_{ONB} = V_{OUT}$



$C_{SS} = 0$
 $R_{OUT} = 5\Omega$
 $V_{ONB} = V_{OUT}$

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

端子説明

端子		名称	機能
TSSOP	NARROW SO		
1	1	ONA	オン制御入力。ONA = ハイまたは $\overline{\text{ONB}}$ = ローのときにデバイスはオンになります。
2-8	2, 3, 4	LX	nチャネルパワースイッチのドレイン。端子2、3、および4を相互に接続して下さい。外付けのショットキーダイオードをLXとOUT間に接続して下さい。
11, 14	5, 8	GND	グランド。各グランド入力を相互に接続してからPGNDに接続してください。
12	6	SS/LIM	ソフトスタートおよび/または電流制限入力。SS/LIMとGND間にコンデンサを接続し、デバイスが電流制限に達する速度を制御して下さい(ソフトスタート)。電流制限を既設定の値よりも小さくするには、SS/LIMとGND間に抵抗を接続して下さい(「設計手順」を参照)。シャットダウンの間、この端子は内部でGNDに強制されてソフトスタートコンデンサを放電します。
13	7	REF	1.26Vの電圧リファレンス出力。0.22 μ FのコンデンサでGNDにバイパスして下さい。REFの最大負荷は50 μ Aです。
15	9	OUT	出力電圧検出入力。このデバイスはOUTから給電されます。長さ5mm以下のトレースを使って0.1 μ FでPGNDにバイパスして下さい。出力フィルタコンデンサとOUT間に2 Ω の直列抵抗を接続して下さい(図1)。
16	10	FB	DC-DCコンバータのフィードバック入力。内部設定された出力電圧にするにはFBをGNDに接続して下さい(3.3/5端子の説明を参照)。出力電圧を+2.5V~+5.5Vの範囲に設定するには出力に抵抗分圧器を接続して下さい。FBは+1.25Vにレギュレートされます(図4)。
18-23	11, 12, 13	PGND	電源グランド。nチャネルパワーMOSFETスイッチのソース。各PGND入力を相互に接続してからGNDに接続してください。
26	14	3.3/5	出力電圧選択端子。FBをGNDに接続すると、レギュレータは内部フィードバックを使用して出力電圧を設定します。3.3/5 = ローにすると出力は3.3Vに設定されます。3.3/5 = ハイにすると出力は5Vに設定されます。外部分圧器がFBに接続されている場合は3.3/5をグランドに接続して下さい。
27	15	CLK	DC-DCコンバータのクロック入力。内部発振器の場合はOUTに接続して下さい。オプションとして、外部同期用には外部クロックで駆動して下さい。
28	16	$\overline{\text{ONB}}$	シャットダウン入力。 $\overline{\text{ONB}}$ = ハイでかつONA = ローのときにデバイスはオフになります(表1)。
9, 10, 17, 24, 25	—	N.C.	接続なし。内部で接続されていません。
EP	—	EP	エクスポーズドパッド。最大の熱放散とするために大きなグランドプレーンに接続してください。

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

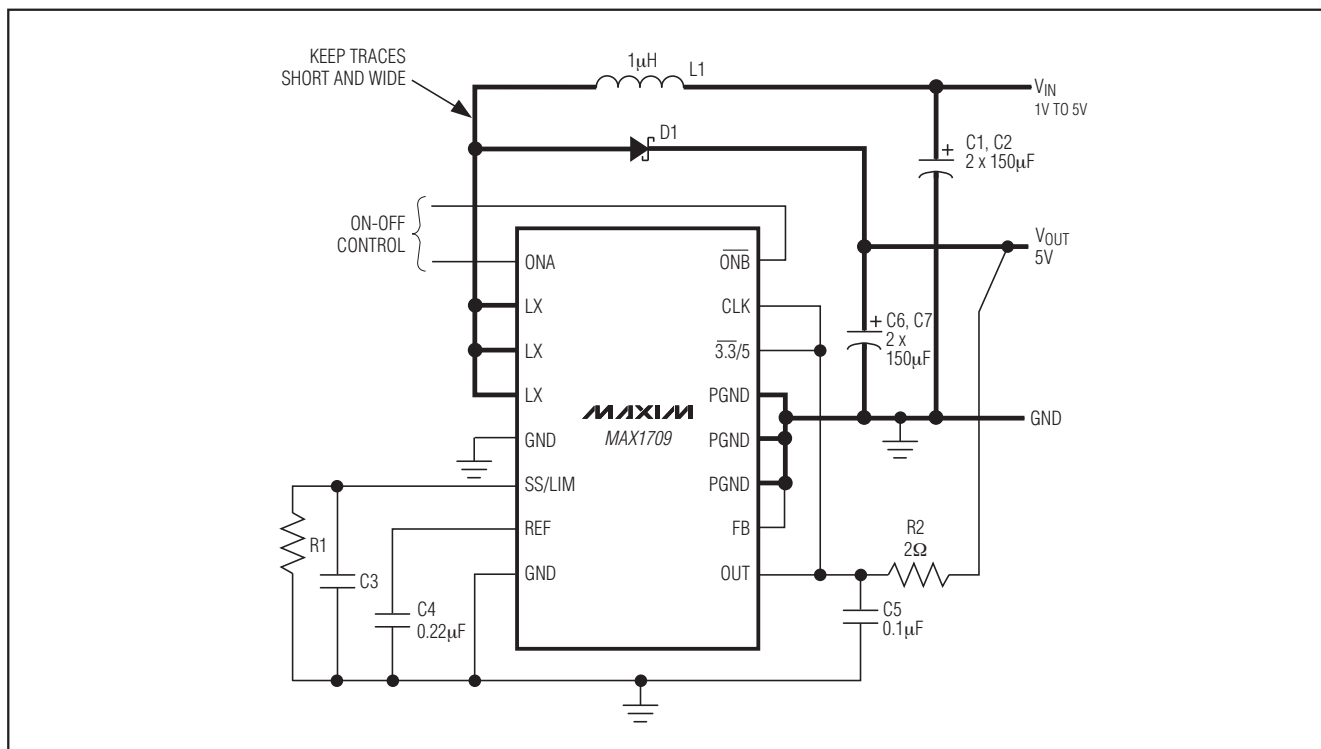


図1. 標準動作回路

詳細

MAX1709ステップアップコンバータは、大電力アプリケーション用に高効率と高集積度を提供します。このICは最低0.7Vの入力電圧で動作し、1～3セルのバッテリー入力および2.5Vまたは3.3Vのレギュレートされた電源入力に適しています。出力電圧は+3.3Vまたは+5.0Vに固定するか、あるいは外付け抵抗を使用して+2.5V～+5.5Vの可変にすることができます。

MAX1709EUI+のnチャネルスイッチは10A_{RMS}の定格があり入出力電圧に依存しますが、最大4Aを負荷に供給することができます。MAX1709ESEのnチャネルスイッチは6A_{RMS}の定格であり、最大2.4Aの出力を供給します。MAX1709ESEのRMSスイッチ定格はMAX1709EUI+よりも小さいですが、ピークのスイッチ電流制限は同じで、断続的に4Aを供給することができます。柔軟性を増すために、電流制限およびソフトスタートの定格は個別に設定することができます。

スイッチング周波数が600kHzと高いために小型のインダクタを使用可能です。スイッチング周波数は、350kHz～1000kHzの外部クロックに同期させることもできます。

ONA、ONB

ONAとONBのロジックレベルによってMAX1709はオンまたはオフになります。ONA = 1またはONB = 0のとき、このデバイスはオンになります。ONA = 0でONB = 1のときにはこのデバイスはオフになります(表1)。ONBをハイに接続してONAをシャットダウンに使用することにより、ロジックハイのオン制御が可能になります。ONAをグランド接続してONBをトグルすることによって反転されたシングルラインオン/オフ制御が実現します。モーメンタリ押しボタンのオン/オフは、「アプリケーション情報」の項に説明する方法で実現してください。両入力ともに約0.15Vのヒステリシスを持っています。

スイッチング周波数

MAX1709は固定周波数の内部発振器レート(600kHz)でスイッチングしますが、外部クロックに同期させることもできます。内部クロック動作にはCLKをOUTに接続してください。外部クロックに同期させるにはクロック信号をCLKに印加します。周波数は高速で変化させることができます。MAX1709は2サイクルで新しい外部クロックレートに同期し、外部クロックパルスが停止してCLKがハイに駆動されてから約40μsで内部クロック周波数に戻ります。表2に発振器の動作をまとめています。

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

表1. オン/オフのロジック制御

ONA	ONB	MAX1709
0	0	On
0	1	Off
1	0	On
1	1	On

表2. スイッチング周波数の選択

CLK	MODE
0	Not allowed
1	PWM
External clock (350kHz–1000kHz)	Synchronized PWM

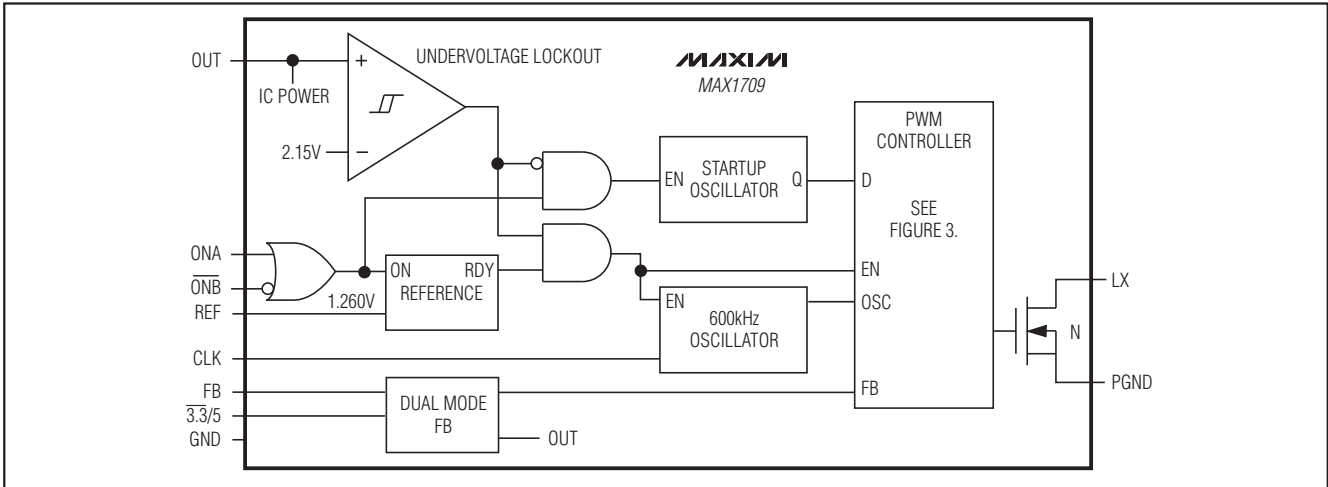


図2. 簡略化ファンクションダイアグラム

動作

MAX1709は一定の周波数(600kHz)でスイッチングし、MOSFETスイッチのパルス幅を変調してサイクル毎に転送されるパワーを制御し、負荷両端間の電圧を制御します。低ノイズアプリケーションにおいては、固定スイッチング周波数によって発生する基本周波数と高調波を簡単に除去することができます。図2にMAX1709の簡略化ファンクションダイアグラムを示します。図3にPWMコントローラの簡略化ファンクションダイアグラムを示します。MAX1709は、CLKにクロック信号($350\text{kHz} < f_{\text{CLK}} < 1000\text{kHz}$)が印加されると同期電流モードのPWMで動作します。ワイヤレスまたは低ノイズアプリケーションには、この方法によってスイッチングの高調波を予測することができ、IF周波数帯域外にすることができます。動作周波数が高いために出力リップル電圧の振幅が小さくなり、インダクタとフィルタコンデンサのサイズを小さくすることができます。周波数が高くなるほどスイッチングロスが増加します(「電力消費」を参照)。

出力電圧の設定

MAX1709はDual Mode™動作を採用しています。FBをグランドに接続すると、MAX1709は+3.3Vまたは+5Vの固定出力電圧を生成し、いずれになるかは3.3/5

の入力に印加されるロジックに依存します(図1)。図4に示されているように、2つの外付け抵抗を使用して出力を他の電圧に設定することが可能です。出力電圧を外部設定するには、出力負荷を小さくするために十分に大きく、リークとFBへの時定数に起因する誤差を最小限に抑えられる小さなR3の値を選んでください。R3の値は50kΩ以下にする必要があります。

$$R4 = R3 \left(\frac{V_{\text{OUT}}}{V_{\text{FB}}} - 1 \right)$$

ここで、 $V_{\text{FB}} = 1.24\text{V}$ です。

ソフトスタート/電流制限の調整(SS/LIM)

SS/LIMとグランド間にコンデンサを接続して、ソフトスタート端子でソフトスタート時間を調整することができます。コンデンサC3 (SS/LIM端子に接続)は次式で選んで下さい。

$$C3 \text{ (in } \mu\text{F)} = 3.2 \times t_{\text{SS}}$$

ここで、 t_{SS} はスイッチ電流制限が最大値に達するのに要する時間(秒)です。

負荷電流が小さい場合に効率を改善するかまたはインダクタサイズを小さくするためには、電流制限を公称値よりも小さくすることができます(「Electrical Characteristics

Dual ModeはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

表3. 部品選択ガイド

PRODUCTION	INDUCTORS	CAPACITORS	DIODES
Surface mount	Coilcraft DO3316P-102HC	Panasonic EEFUE0J151R	Motorola MBRD1035CTL
	Coiltronics UP2B-1R0	Sanyo 6TPC100M	STM-Microelectronics STPS8L30B

表4. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1489
Coiltronics	561-241-7876	561-241-9339
Motorola	602-303-5454	602-994-6430
Panasonic	714-373-7939	714-373-7183
STM-Microelectronics	617-259-0300	617-259-9442

(電気的特性)]を参照)。SS/LIMとグランド間の抵抗(図1のR1)により、次式に従って電流制限を低減することができます。

$$R1 = 312.5k\Omega \times \frac{I_1}{I_{LIM}} \quad (R1 \leq 312.5k\Omega)$$

ここで、 I_1 は所望の電流制限値(A)で、 I_{LIM} は「Electrical Characteristics」に示されている電流制限値です。

設計手順

インダクタの選択(L1)

MAX1709はスイッチング周波数が高いため小型のインダクタを使用することができます。600kHz動作の場合は1.0μHのインダクタを使用して下さい。MAX1709を他の周波数に同期させる場合は、インダクタ値を周波数の

逆数でスケール変換して下さい($L_1 = 1\mu H \times 600kHz / f_{SYNC}$)。PWM設計ではこの計算値の±25%のインダクタ値が許容されるため、最も近い標準的なインダクタ値を選んでください。たとえば、350kHzの場合は1.5μH、1MHzの場合は0.68μHを使用して下さい。

フェライトコアを使用したインダクタまたは相当品を推奨しますが、鉄粉コアは高スイッチング周波数用には推奨しません。インダクタの飽和定格(コアが飽和してインダクタンスが低下し始める電流)が内部電流制限値を超えることを確認して下さい。MAX1709の最大負荷電流よりも小さくてもよい場合、SS/LIMを使用してこの電流制限を減らすことができることに注意して下さい(定格については「Electrical Characteristics」を参照)。効率を最大にするために、DC抵抗の小さなコイル、可能なら10mΩ以下を使用して下さい。放射ノイズを最小限に抑えるため、トロイド、ポットコアまたはシールド付インダクタを使用して下さい。推奨部品および部品メーカーについては表3と表4を参照して下さい。最大出力電流(アンペア)を計算するには次式を使用して下さい。

$$I_{OUT(MAX)} = D' \left(I_{LIM} - D' \left(\frac{V_{OUT} + V_D - V_{IN}}{2 \times f \times L1} \right) \right)$$

ここで、

V_{IN} = 入力電圧

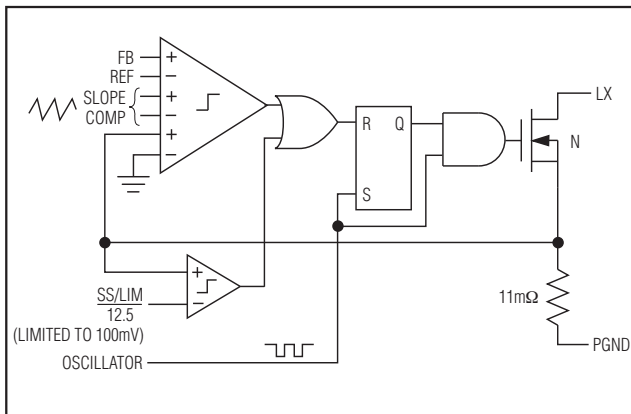


図3. 簡略化PWMコントローラファンクションダイアグラム

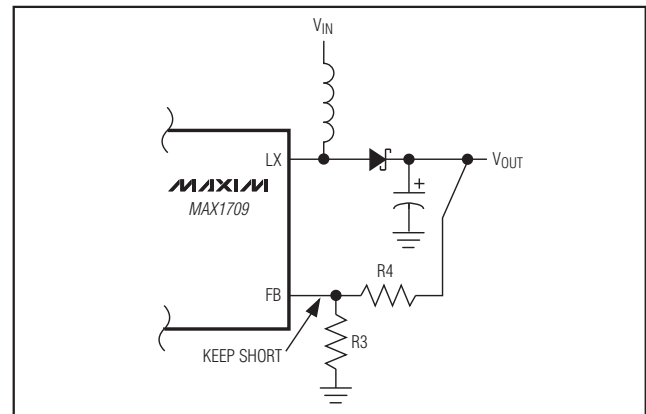


図4. 可変出力電圧

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

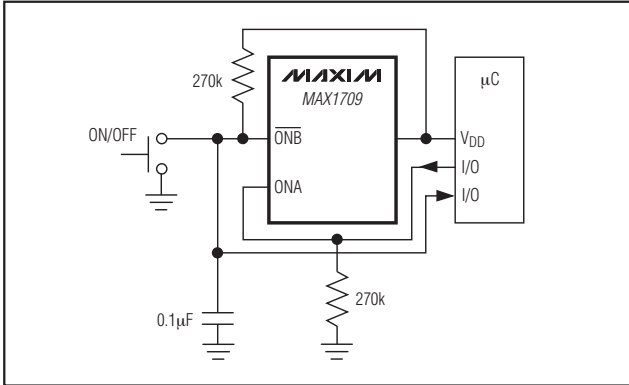


図5. モーメンタリ押しボタンによるオンオフスイッチ

$V_D = I_{LIM}$ 電流におけるショットキーダイオードの順方向電圧降下

V_{OUT} = 出力電圧

$D' = (V_{IN}) / (V_{OUT} + V_D)$ 、スイッチの電圧降下を無視すると仮定

f = スイッチング周波数

$L1$ = インダクタ値

I_{LIM} = 「Electrical Characteristics」に記載または $R_{SET/LIM}$ で設定されたスイッチ電流制限の最小値。

ダイオードの選択(D1)

MAX1709はスイッチング周波数が高いため高速の整流器を必要とします。MBRD1035CTLやSTPS8L30B等のショットキーダイオード(表3)を推奨します。ダイオードの電流定格は最大負荷電流を超えている必要があります。また、ブレークダウン電圧は V_{OUT} を超えている必要があります。ダイオードはLXのスイッチングノードおよび出力フィルタコンデンサから10mm以内に配置する必要があります。また、このダイオードは次式で計算される電力を消費する能力を備えている必要があります。

$$P_{DIODE} = I_{OUT} \times V_D$$

ここで、 I_{OUT} は平均負荷電流、 V_D はピークスイッチ電流におけるダイオードの順方向電圧です。

コンデンサの選択

入力バイパスコンデンサ(C1、C2)

2つの150μFの低ESRタンタル入力コンデンサがピーク電流を低減すると共に、インダクタ電流リップルに起因する反射ノイズを低減します。ESRが小さいと入力リップル電流を小さくすることができますが、最大50mΩまで総合ESR値を許容することができます。軽負荷あるいは入力電流リップルが大きくても許容されるアプリケーションでは、小型となるセラミックコンデンサを使用することも可能です。

出力フィルタコンデンサ(C6, C7)

安定な動作のためには、出力フィルタコンデンサのESRを15mΩ以下にしておく必要があります。2個並列の150μFのポリマコンデンサ(パナソニックのEEFUE0J151R)は通常5mΩのESRを示します。この場合、スイッチ電流が7Aの時の出力リップルが約35mVになります。MAX1709 ICの電源入力(OUT)を0.1μFのセラミックコンデンサでGNDにバイパスし、2Ωの直列抵抗(図1のR2)を V_{OUT} に接続して下さい。

電力消費

MAX1709の出力電流は、内部スイッチの電流定格よりもパッケージ消費電流によって大きく制限される可能性があります。パルス性の負荷に対しては、MAX1709EUI+またはMAX1709ESEのいずれも4A以上の出力電流を供給可能ですが、MAX1709ESEのRMS (またはサーマル)制限はMAX1709EUI+のRMS制限(10A_{RMS})よりも低く(6A_{RMS})なっています。連続出力電流は入出力電圧、動作温度、および外付け部品によって異なります。

MAX1709の消費電力(P_D 、すなわちIC内部で熱として消費されて負荷に供給されない電力)の最も大きな部分は以下のとおりです。

- 1) 内部スイッチの導通損失 - P_{SW}
- 2) 内部スイッチの遷移損失 - P_{TRAN}
- 3) 内部の容量性損失 - P_{CAP}

これらはMAX1709内で熱として直接消費される損失ですが、例えば外部のダイオードやインダクタなどの他の損失も全体効率を下げるために入力電力を増大させ、MAX1709の発熱に間接的に関わることを考慮してください。

損失に関する近似式は以下のとおりです。{ }内の値は3.3V入力で4V/4A出力の設計の例です。

MAX1709で3.3Vから5V/4Aまで昇圧するときの推定効率は、控えめに見積もって81%です。総電力損失は次式で推定することができます。

$$P_{LOSS} = (P_{OUT} / 0.81) - P_{OUT} \quad \{4.7W\}$$

総損失は次式のように構成されます。

$$\text{ダイオードの損失} = D' \times I_{SW} \times V_D \quad \{2.5W\}$$

$$\text{インダクタの損失} \\ (\text{抵抗損失} + \text{動的損失の推定}) \quad \{0.58W\}$$

$$\text{外部の容量性損失} = (1 - D') \times I_{SW}^2 \times R_{CAP-ESR} \quad \{0.27W\}$$

$$\text{MAX1709の内部損失、} P_{D(MAX1709)} \quad \{1.35W\}$$

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709の内部損失各項の近似式は以下のとおりです。
{ }内の値は3.3V入力で4V/4A出力の設計の例です。

$$P_{D(MAX1709)} = P_{SW} + P_{TRAN} + P_{CAP} \quad \{1.35W\}$$

ここで、

$$P_{SW} = (1 - D') \times I_{SW}^2 \times R_{SW} \quad \{1.08W\}$$

$$P_{TRAN} = (V_{OUT} + V_D) \times I_{SW} \times t_{SW} \times f / 3 \quad \{0.18W\}$$

$$P_{CAP} = (C_{DIO} + C_{DSW} + C_{GSW}) \times (V_{OUT} + V_D)^2 f \quad \{0.09W\}$$

ここで、

$$D' = n \text{チャンネルスイッチのデューティ比} = V_{IN} / (V_{OUT} + V_D) \quad \{0.6\}$$

(注意：D' = 1はスイッチが常時オフであることを意味します。)

$$\begin{aligned} \text{近似のピークスイッチ電流 } I_{SW} = \\ I_{OUT} / (D' \times \text{効率})、 \quad \{8.23A\} \\ (\text{効率は81\%と推定}) \end{aligned}$$

$$R_{SW} = \text{内部}n\text{チャンネルスイッチの抵抗} \quad \{0.04W\}$$

(上昇したダイ温度に対する推定)

$$V_D = \text{外部整流器の順方向電圧} \quad \{0.5V\}$$

$$t_{SW} = n \text{チャンネルスイッチの遷移時間} \quad \{20ns\}$$

$$f = \text{MAX1709のスイッチング周波数} \quad \{600kHz\}$$

$$C_{DIO} = \text{整流器の容量} \quad \{1nF\}$$

$$C_{DSW} = \text{内部}n\text{チャンネルのドレインの容量} \quad \{2.5nF\}$$

$$C_{GSW} = \text{内部}n\text{チャンネルのゲートの容量} \quad \{1.5nF\}$$

アプリケーション情報

モーメンタリオン/オフスイッチの使用

MAX1709をオン/オフするために、モーメンタリ押しボタンスイッチを使用することができます。図5に示すように、ONAがローに強制されてONBがハイに強制されると、このICはオフになります。モーメンタリスイッチが押されると、ONBがローに強制されてレギュレータがオンになります。マイクロコントローラのリセットが解除されるために十分な時間、このスイッチはオンである必要があります。コントローラはロジックハイをONAに送り、このことによりその後のスイッチの状態にかかわらずこのICがオン状態にとどまることを

保証します。レギュレータをオフにするには、コントローラがスイッチ状態を読み取ってONAをローに強制するために十分な時間だけスイッチを押して下さい。スイッチを解除するとONBがハイに強制されてレギュレータはオフになります。

レイアウトについて

MAX1709ESEおよびMAX1709EUI+は、いずれもヒートシンク用に基板面積を使用します。「Absolute Maximum Ratings (絶対最大定格)」の項では、パッケージの消費定格は1平方インチで1オンスの銅を想定しています。

MAX1709EUI+は、パッケージの裏面に露出した金属パッドがあるために優れた放熱能力を備えています。ダイからエクスポーズドパッドまでの熱抵抗は1.2°C/Wと非常に小さくなっています。MAX1709ESEの電力消費能力は特にPCボード設計に依存します。1平方インチの銅の標準的な熱抵抗は34°C/Wです。より密接したレイアウトでは、0.5平方インチでは標準的に40°C/Wを示します。MAX1709EUI+の下に複数のビアを追加することによって熱を基板の裏側に逃がして電力消費に役立たせます。

インダクタ電流が大きくスイッチング波形が高速であるため、適正な基板レイアウトが重要です。スターグランド構成を使って敏感なアナロググランドを保護して下さい。PGND、入力バイパスコンデンサのグランドリード、および出力フィルタコンデンサのグランドリードを1点(スターグランド構成)に接続して下さい。さらに、浮遊容量とトレース抵抗を減らすためにトレースはできるだけ短くし、LX端子とキャッチダイオード(D1)間および出力コンデンサ(C6とC7)とPGND端子間は特に短くして下さい。出力電圧を設定するために外部の抵抗分圧器を使用する場合(図4)、FBと抵抗間のトレースは極端に短くし、CLKやLX等のスイッチング信号から保護される必要があります。MAX1709EVKITのデータシートのレイアウト例を参考にして下さい。

チップ情報

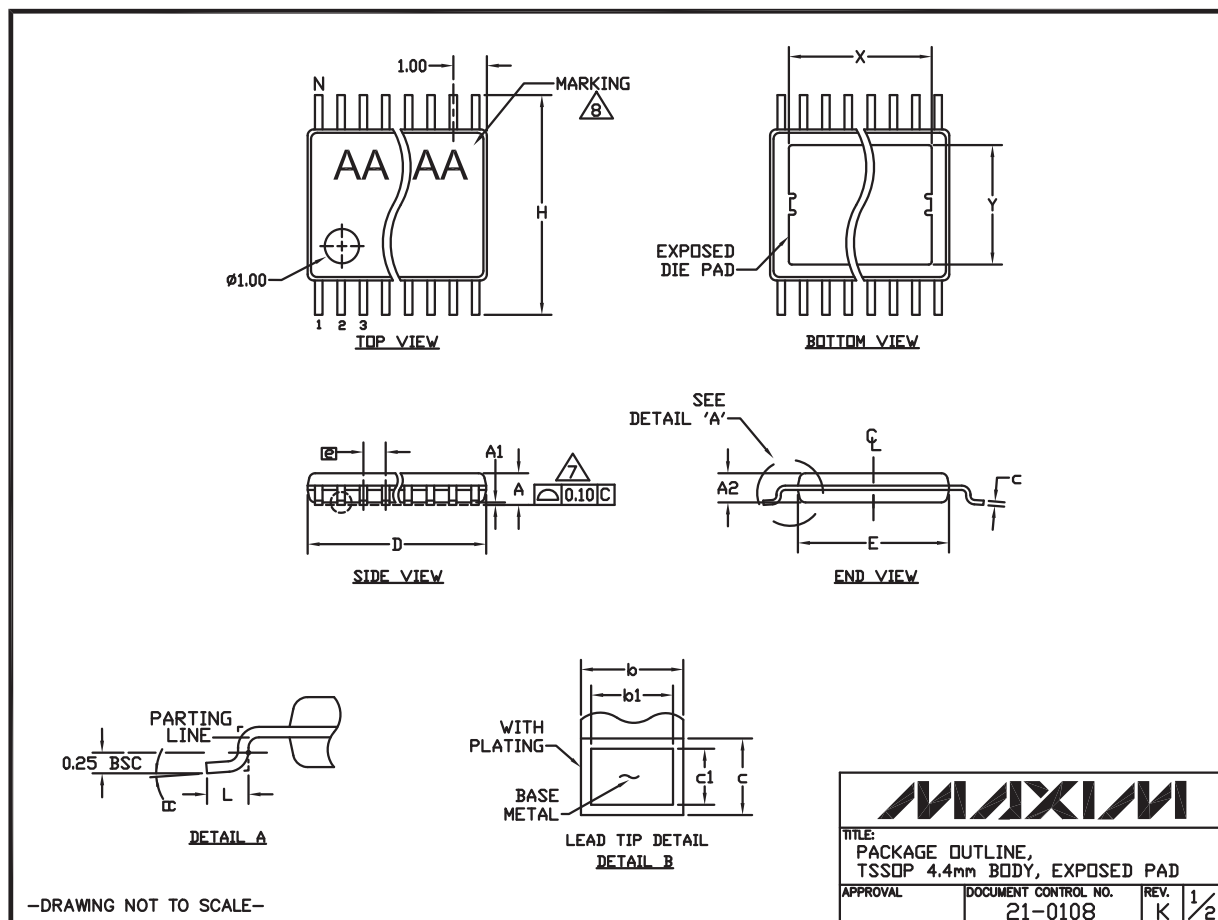
TRANSISTOR COUNT: 1112

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)

	COMMON DIMENSIONS			
	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
A	--	1.10	--	0.043
A1	0.05	0.15	0.002	0.006
A2	0.85	0.95	0.033	0.037
b	0.19	0.30	0.007	0.012
b1	0.19	0.25	0.007	0.010
c	0.090	0.20	0.004	0.008
c1	0.090	0.135	0.004	0.0053
D	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
E	4.30	4.50	0.169	0.177
e	0.65 BSC		0.026 BSC	
H	6.25	6.50	0.246	0.256
L	0.50	0.70	0.020	0.028
N	SEE VARIATIONS		SEE VARIATIONS	
Y	2.60	3.10	0.102	0.122
α	0°	8°	0°	8°

JEDEC MD-153	N	Pkg.Code		VARIATIONS			
				MILLIMETERS		INCHES	
				MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
ABT-1	14	U14E-3	D	4.90	5.10	0.193	0.201
			X	2.80	3.10	0.110	0.122
ABT	16	U16E-3	D	4.90	5.10	0.193	0.201
			X	2.60	3.10	0.102	0.122
ACT	20	U20E-1	D	6.40	6.60	0.252	0.260
			X	3.80	4.20	0.150	0.165
ACT	20	U20E-4	D	6.40	6.60	0.252	0.260
			X	4.50	4.90	0.177	0.193
AET	28	U28E-4	D	9.60	9.80	0.378	0.386
			X	5.20	5.60	0.205	0.221
AET	28	U28E-5	D	9.60	9.80	0.378	0.386
			X	6.50	6.90	0.256	0.272
AET	28	U28ME-1	D	9.60	9.80	0.378	0.386
			X	6.50	6.90	0.256	0.272

JEDEC MD-153	N	Pkg.Code		VARIATIONS			
				MILLIMETERS		INCHES	
				MIN.	MAX.	MIN.	MAX.
ADT	24	U24E-1	D	7.70	7.90	0.303	0.311
			X	4.44	4.64	0.175	0.183
			Y	2.64	2.84	0.104	0.112

NOTES:

1. DIMENSIONS D AND E DO NOT INCLUDE FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm PER SIDE.
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
4. MEETS JEDEC OUTLINE MO-153. SEE JEDEC VARIATIONS TABLE.
5. "N" REFERS TO NUMBER OF LEADS.
6. EXPOSED PAD FLUSH WITH BOTTOM OF PACKAGE WITHIN .002".
7. THE LEAD TIPS MUST LIE WITHIN A SPECIFIED ZONE. THIS TOLERANCE ZONE IS DEFINED BY TWO PARALLEL PLANES. ONE PLANE IS THE SEATING PLANE, DATUM [C-J], THE OTHER PLANE IS AT THE SPECIFIED DISTANCE FROM [C-J] IN THE DIRECTION INDICATED.
8. MARKING SHOWN IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
9. NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
10. ALL DIMENSIONS APPLY TO BOTH LEADED (-) AND PbFREE (+) PKG. CODES.

-DRAWING NOT TO SCALE-

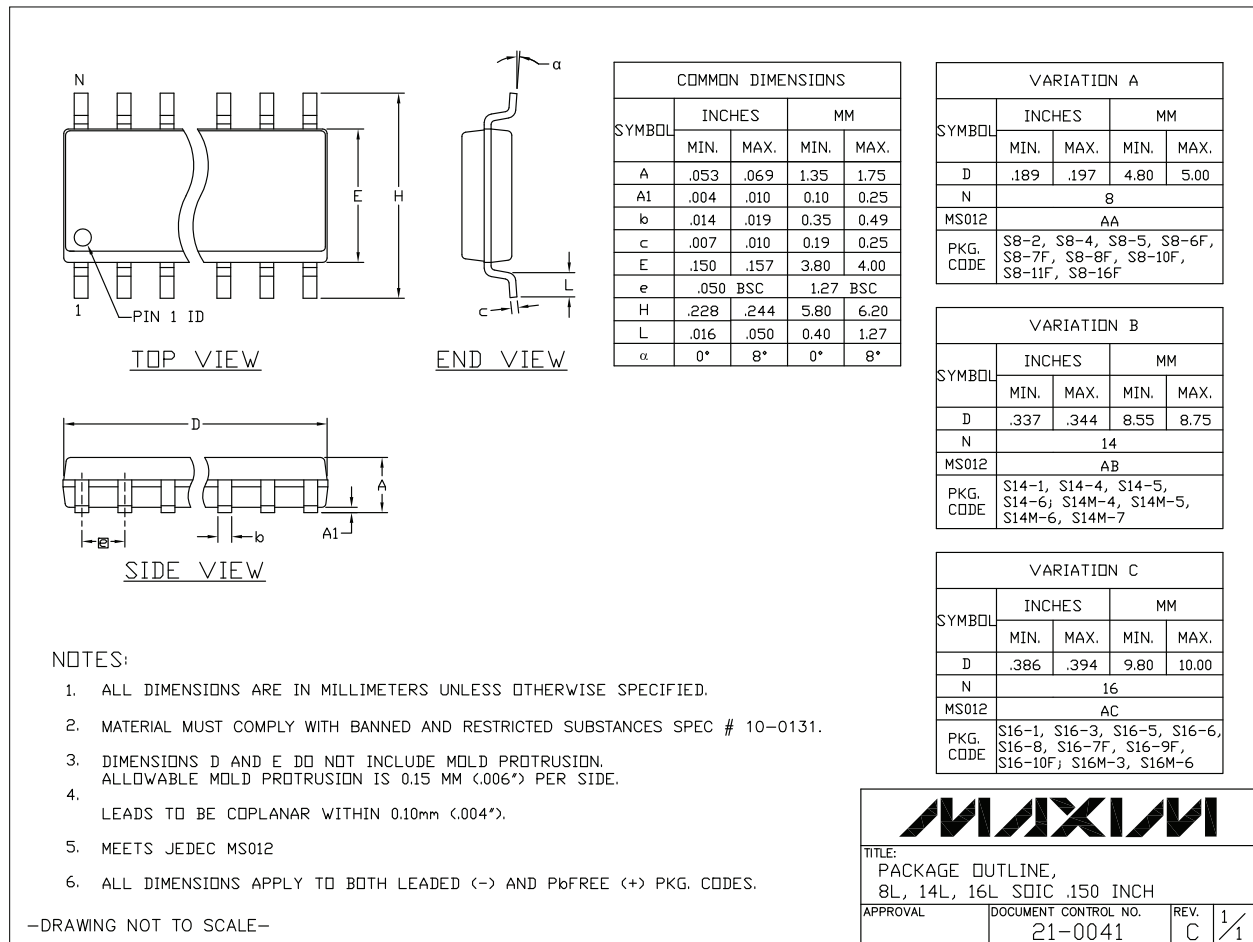
MAXIM			
TITLE: PACKAGE OUTLINE, TSSOP 4.4mm BODY, EXPOSED PAD			
APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.	2/2
	21-0108	K	

4A、低ノイズ、高周波 ステップアップDC-DCコンバータ

MAX1709

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



マキシム・ジャパン株式会社 〒141-0032 東京都品川区大崎1-6-4 大崎ニューシティ 4号館 20F TEL: 03-6893-6600

Maximは完全にMaxim製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。Maximは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 15