

5V/可変出力、低電圧  
ステップアップDC-DCコントローラ

## 概要

MAX608は、1.8V ~ 16.5Vの入力電圧範囲で動作する低電圧ステップアップコントローラです。パルス周波数変調(PFM)制御方式により、重負荷での高効率を發揮し、しかも無負荷時には消費電流が僅か85 $\mu$ A(typ)です。さらに、ロジック制御のシャットダウンモードでは消費電流は僅か2 $\mu$ A(typ)まで低減します。出力電圧は5Vに内部設定されていますが、外部抵抗分圧器を用いれば3V ~ 16.5Vの範囲で可変可能です。

MAX608は電池の数が2個または3個のバッテリー駆動機器に最適です。動作周波数が最大300kHzと高いため、小型の表面実装部品を使用することができます。

MAX608は「ブートストラップ」モードでのみ動作します(チップ電源OUTがDC-DC出力に接続)。外付抵抗なしで12Vの出力が必要な場合、あるいは非ブートストラップアプリケーション(チップ電源を入力電圧に接続)の場合は、ピンコンパチブルのMAX1771を参照してください。MAX608は8ピンDIP及びSOPパッケージで供給されています。

## アプリケーション

高効率DC-DCコンバータ  
バッテリー駆動機器  
正LCDバイアスジェネレータ  
ポータブル通信機器

## 特長

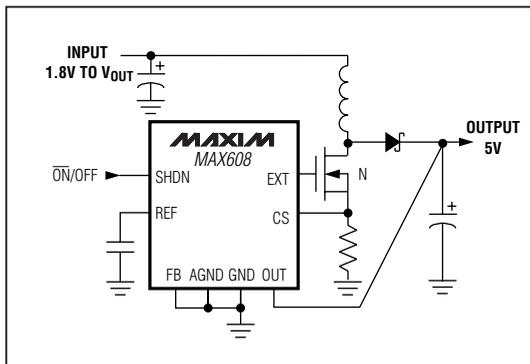
- ◆ 入力範囲：1.8V ~ 16.5V
- ◆ 効率：85%(負荷電流30mA ~ 1.5A)
- ◆ 出力電力：10W (max)
- ◆ 消費電流：110 $\mu$ A (max)
- ◆ シャットダウン電流：5 $\mu$ A (max)
- ◆ 出力電圧：5V固定又は可変(3V ~ 16.5V)
- ◆ 電流制限PFM制御方式
- ◆ 最大スイッチング周波数：300kHz
- ◆ 評価キット入手可能

## 型番

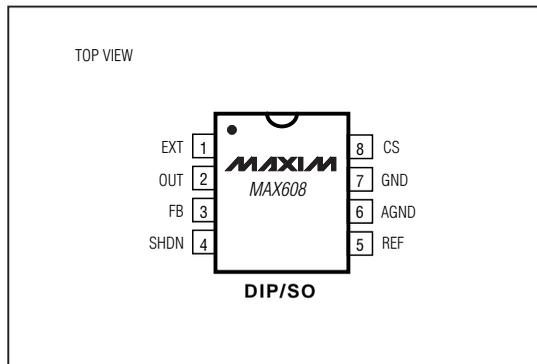
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX608C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX608EPA	-40°C to +85°C	8 Plastic DIP
MAX608ESA	-40°C to +85°C	8 SO

\* Contact factory for dice specifications.

## 標準動作回路



## ピン配置



# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

MAX608

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	
OUT to GND	-0.3V, 17V
EXT, CS, REF, SHDN, FB to GND	-0.3V, (V <sub>OUT</sub> + 0.3V)
GND to AGND	0.1V, -0.1V
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C)	727mW
SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	471mW

Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°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<sub>OUT</sub> = 5V, I<sub>LOAD</sub> = 0mA, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C where indicated. T<sub>A</sub> = -25°C to +85°C for all other limits. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Voltage Range (Note 2)		T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	1.8		16.5	V	
		T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)	1.9		16.5		
Minimum Start-Up Voltage		No load		1.6	1.8	V	
Supply Current		V <sub>OUT</sub> = 16.5V, SHDN ≤ 0.4V	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	85	110	μA	
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)				120
		V <sub>OUT</sub> = 10V, SHDN ≥ 1.6V	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C		2	5	μA
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)			10	
Output Voltage (Note 3)		V <sub>IN</sub> = 2.0V to 5.0V, over full load range, circuit of Figure 2a	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	4.825	5.0	5.175	V
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)	4.800	5.0	5.200	
Output Voltage Line Regulation (Note 4)		V <sub>IN</sub> = 2.7V to 4.0V, V <sub>OUT</sub> = 5V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, circuit of Figure 2a		7		mV/V	
Output Voltage Load Regulation (Note 4)		V <sub>IN</sub> = 2V, V <sub>OUT</sub> = 5V, I <sub>LOAD</sub> = 0mA to 500mA, circuit of Figure 2a		60		mV/A	
Maximum Switch On-Time	t <sub>ON(max)</sub>		12	16	20	μs	
Minimum Switch Off-Time	t <sub>OFF(min)</sub>		1.8	2.3	2.8	μs	
Efficiency		V <sub>IN</sub> = 4V, V <sub>OUT</sub> = 5V, I <sub>LOAD</sub> = 500mA, circuit of Figure 2a		87		%	
Reference Voltage	V <sub>REF</sub>	I <sub>REF</sub> = 0μA	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	1.4625	1.5	1.5375	V
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)	1.4475		1.5525	
REF Load Regulation		0μA ≤ I <sub>REF</sub> ≤ 100μA		-4	10	mV	
REF Line Regulation		3V ≤ V <sub>OUT</sub> ≤ 16.5V		40	100	μV/V	
FB Trip Point Voltage (Note 5)	V <sub>FB</sub>	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	1.4625	1.5	1.5375	V
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)	1.4475		1.5525	
FB Input Current	I <sub>FB</sub>	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C	T <sub>A</sub> = -25°C to +85°C		-4	±20	nA
			T <sub>A</sub> = -40°C to +85°C (Note 1)			±40	
SHDN Input High Voltage	V <sub>IH</sub>	V <sub>OUT</sub> = 1.8V to 16.5V	1.6			V	
SHDN Input Low Voltage	V <sub>IL</sub>	V <sub>OUT</sub> = 1.8V to 16.5V			0.4	V	
SHDN Input Current	I <sub>IN</sub>	V <sub>OUT</sub> = 16.5V, SHDN = 0V or 16.5V			±1	μA	

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

MAX608

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{OUT} = 5V$ ,  $I_{LOAD} = 0mA$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$  where indicated.  $T_A = -25^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$  for all other limits. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Current-Limit Trip Level	$V_{CS}$	$V_{OUT} = 3V$ to $16.5V$	$T_A = -25^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$	85	100	115	mV
			$T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$ (Note 1)	80		120	
CS Input Current	$I_{CS}$			0.01	$\pm 1$	$\mu A$	
EXT Rise Time		$V_{OUT} = 5V$ , 1nF from EXT to GND		50		ns	
EXT Fall Time		$V_{OUT} = 5V$ , 1nF from EXT to GND		50			
EXT On-Resistance		EXT = high or low		15	30	$\Omega$	

**Note 1:** Limits over this temperature range are guaranteed by design.

**Note 2:** The MAX608 must be operated in bootstrapped mode with OUT connected to the DC-DC circuit output. The minimum output voltage set point is +3V.

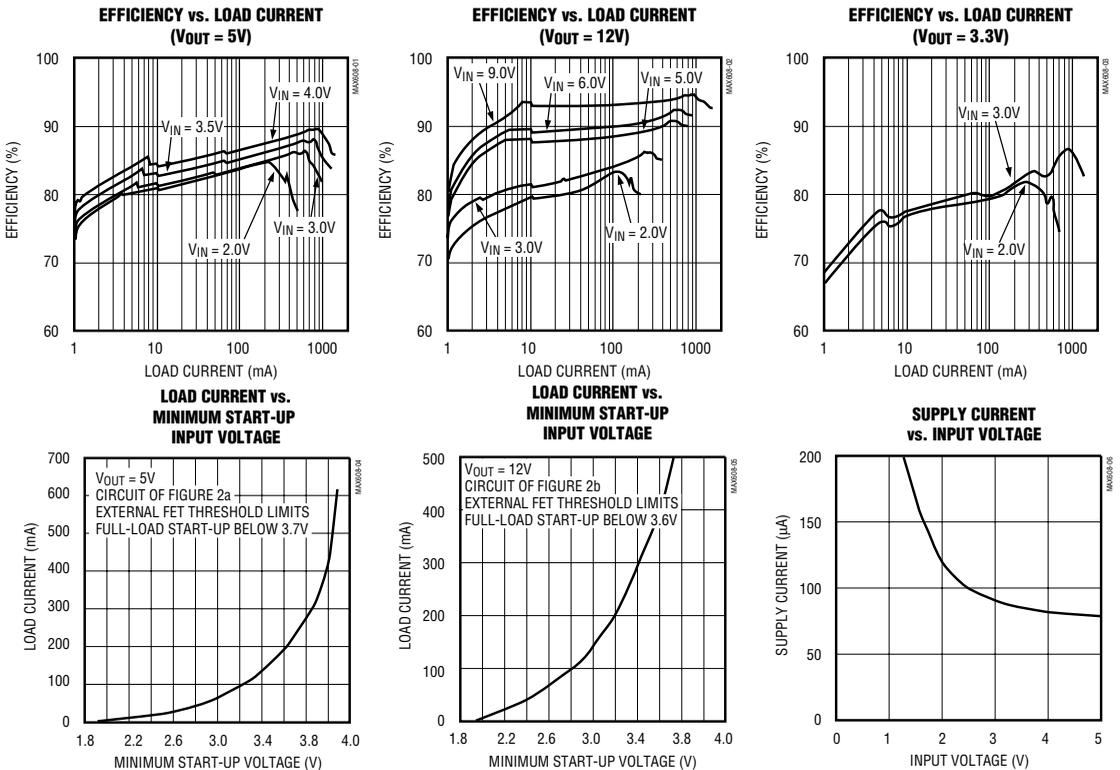
**Note 3:** Output voltage guaranteed using preset voltages. See Figures 4a–4d for output current capability versus input voltage.

**Note 4:** Output voltage line and load regulation depend on external circuit components.

**Note 5:** Operation in the external-feedback mode is guaranteed to be accurate to the  $V_{FB}$  trip level, and does not include resistor tolerance.

### 標準動作特性

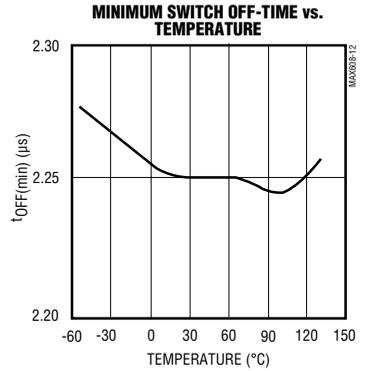
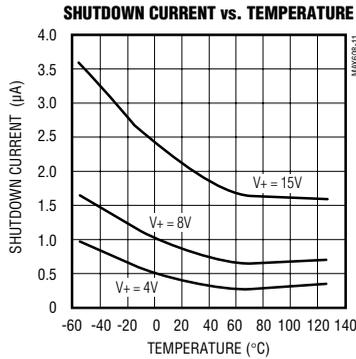
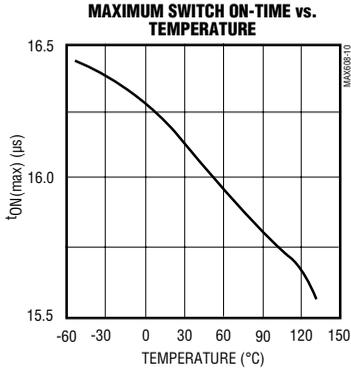
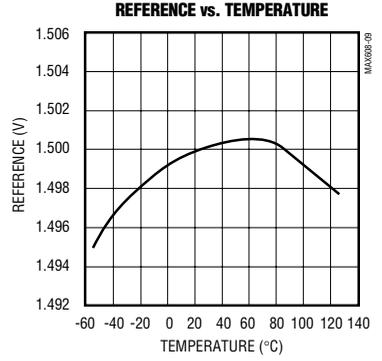
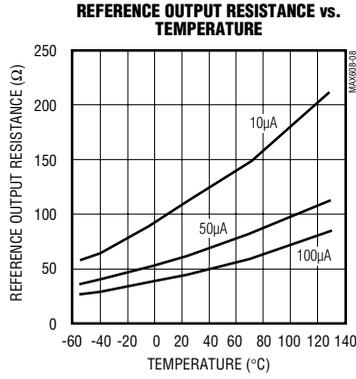
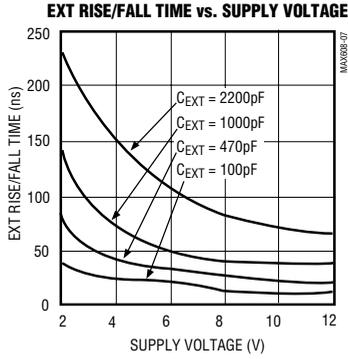
( $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)



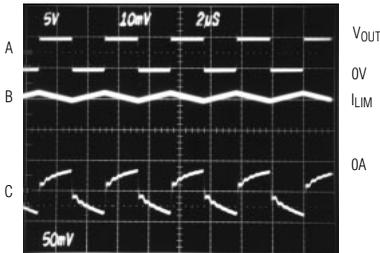
# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

## 標準動作特性(続き)

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

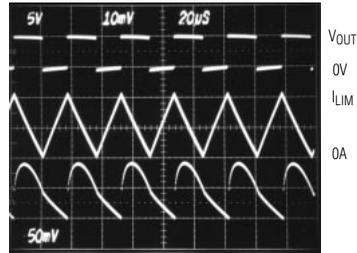


**HEAVY-LOAD SWITCHING WAVEFORMS  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ )**



$2\mu\text{s/div}$   
 $V_{IN} = 3\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 930\text{mA}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{V}$   
 A = EXT VOLTAGE, 5V/div  
 B = INDUCTOR CURRENT, 1A/div  
 C =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 50mV/div, AC-COUPLED

**MEDIUM-LOAD SWITCHING WAVEFORMS  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ )**



$20\mu\text{s/div}$   
 $V_{IN} = 3\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 490\text{mA}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{V}$   
 A = EXT VOLTAGE, 5V/div  
 B = INDUCTOR CURRENT, 1A/div  
 C =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 50mV/div, AC-COUPLED

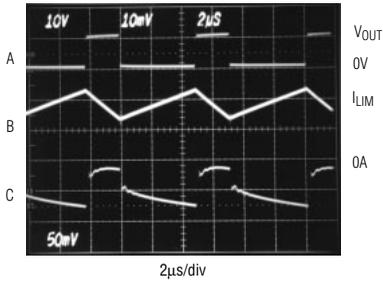
# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

MAX608

## 標準動作特性(続き)

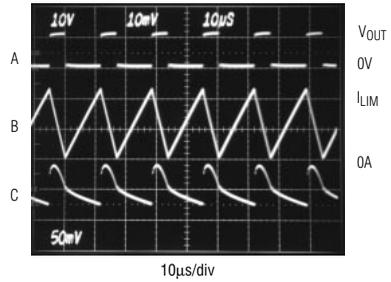
( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

**HEAVY-LOAD SWITCHING WAVEFORMS**  
( $V_{OUT} = 12\text{V}$ )



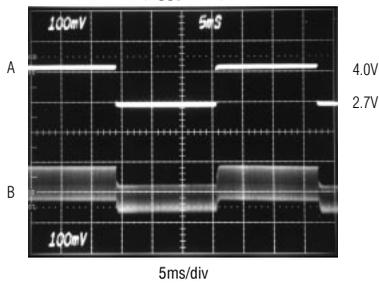
$V_{IN} = 4\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 490\text{mA}$ ,  $V_{OUT} = 12\text{V}$   
A = EXT VOLTAGE, 10V/div  
B = INDUCTOR CURRENT, 1A/div  
C =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 50mV/div, AC-COUPLED

**MEDIUM-LOAD SWITCHING WAVEFORMS**  
( $V_{OUT} = 12\text{V}$ )



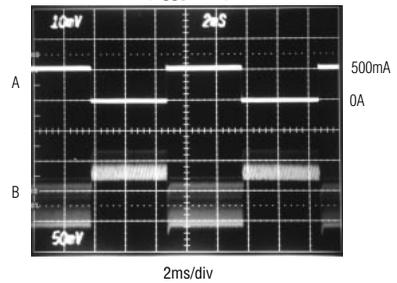
$V_{IN} = 4\text{V}$ ,  $I_{OUT} = 300\text{mA}$ ,  $V_{OUT} = 12\text{V}$   
A = EXT VOLTAGE, 10V/div  
B = INDUCTOR CURRENT, 1A/div  
C =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 50mV/div, AC-COUPLED

**LINE-TRANSIENT RESPONSE**  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ )



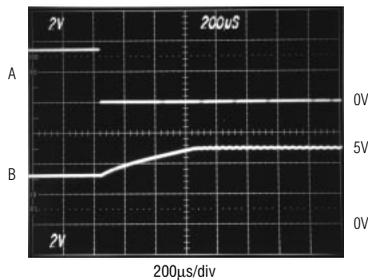
$I_{OUT} = 500\text{mA}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{V}$   
A =  $V_{IN}$ , 2.7V TO 4.0V, 1V/div  
B =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 100mV/div, AC-COUPLED

**LOAD-TRANSIENT RESPONSE**  
( $V_{OUT} = 5\text{V}$ )



$V_{IN} = 2\text{V}$ ,  $V_{OUT} = 5\text{V}$   
A = LOAD CURRENT, 0mA TO 500mA, 500mA/div  
B =  $V_{OUT}$  RIPPLE, 50mV/div, AC-COUPLED

**EXITING SHUTDOWN**



$I_{OUT} = 500\text{mA}$ ,  $V_{IN} = 3.5\text{V}$   
A = SHDN, 2V/div  
B =  $V_{OUT}$ , 2V/div

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

## 端子説明

端子	名称	機能
1	EXT	外部Nチャンネルパワートランジスタのゲートドライブ。
2	OUT	電源及び電圧検出入力。OUTは常に回路の出力に接続してください。
3	FB	可変出力電圧動作作用のフィードバック入力。固定出力電圧動作時にはグラウンドに接続してください。出力電圧の調節には抵抗分圧器ネットワークを用いてください。「出力電圧の設定」の項を参照。
4	SHDN	アクティブハイTTL/CMOSロジックレベルシャットダウン入力。シャットダウンモードでは、 $V_{OUT}$ は入力電圧よりもダイオードドロップ分だけ低くなります(入力電圧から出力へのDC経路が原因)。通常動作ではグラウンドに接続してください。
5	REF	外部負荷に対し100 $\mu$ Aソース可能な1.5Vリファレンス出力。0.1 $\mu$ FでGNDにバイパスしてください。リファレンスはシャットダウン時にはディセーブルされます。
6	AGND	アナロググラウンド
7	GND	出力ドライブ用の高電流グラウンドリターン
8	CS	電流検出アンプへの正入力。CSとAGNDの間に電流検出抵抗を接続してください。

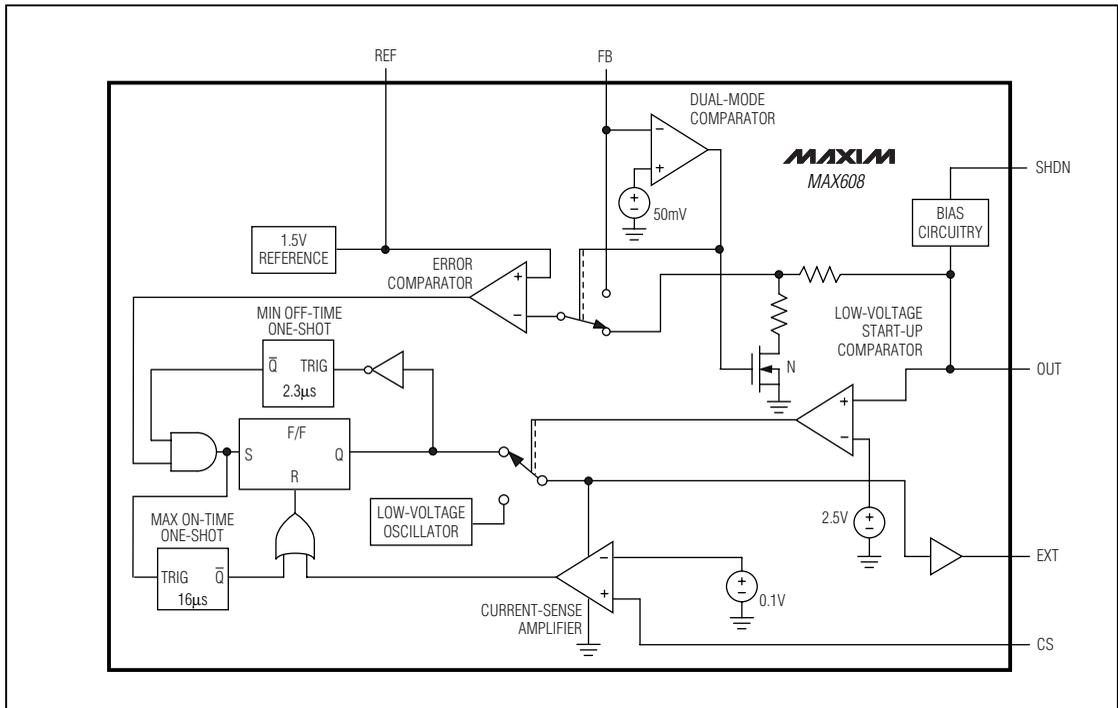


図1. ブロック図

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

MAX608

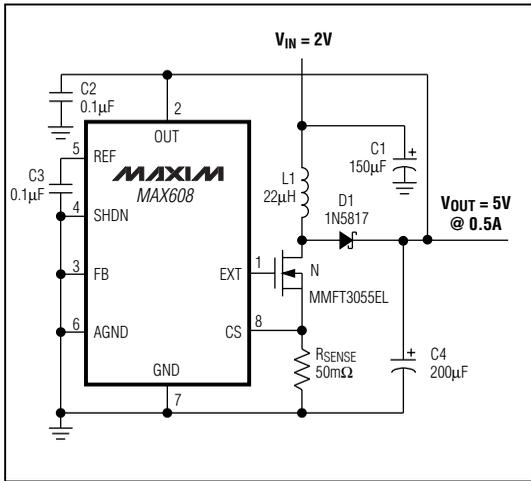


図2a. 5V固定出力

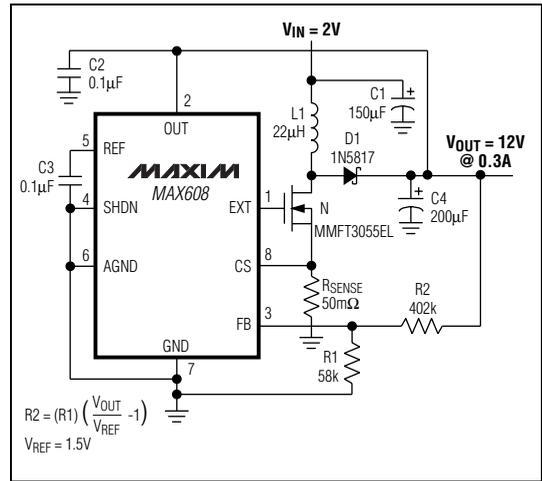


図2b. 12V出力

## 詳細

MAX608は5V固定出力を備え、可変出力動作も可能なBiCMOSステップアップ・スイッチモード電源コントローラです。パルス周波数変調の利点(低消費電流)とパルス幅変調の利点(重負荷での高効率)を兼ね備えた独自の制御方式を採用しているため、広い出力電流範囲で高効率を提供すると共に、従来のPFMデバイスより高い出力電流が可能です。さらに、外部検出抵抗とパワーMOSFETにより、アプリケーションに合わせた出力電流特性が得られます。図1にMAX608のブロック図を示します。シャットダウンモードでは消費電流が5µA(max)まで低減します。

図2に標準アプリケーション回路を示します。MAX608自体の電源は出力から駆動され、入力範囲は1.8V ~  $V_{OUT}$ までです(これはブートストラップ動作と呼ばれる構成です)。外部パワーMOSFETのゲートに印加される電圧は、 $V_{OUT}$ とグランド間でスイッチングされます。

FBをグランドに接続すれば、MAX608の出力電圧は5Vに設定できます。また、外付抵抗を用いることで3V ~ 16.5Vの可変出力にすることもできます。可変出力モード(図2b、2c)で±5%の全出力電圧精度を得るためには、1%の外部フィードバック抵抗を使用してください。

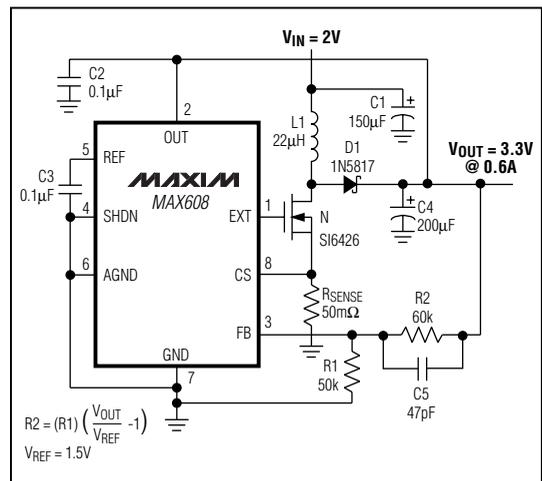


図2c. 3.3V出力

## PFM制御方式

MAX608は独自の電流制限PFM制御方式を採用することで、広範囲の負荷電流で高効率を実現しています。この制御方式はPFMコンバータ(パルススキッパー)の特長である超低消費電流とPWMコンバータの特長である重負荷での高効率を兼ね備えています。

従来のPFMコンバータと違い、MAX608は検出抵抗でピークインダクタ電流を制御します。また、高スイッチング周波数(300kHzまで)で動作するため、超小型の外付部品を使用できます。

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

従来のPFMコンバータと同様、出力がレギュレーション範囲から外れたことを電圧コンパレータが検知するまで、パワー-MOSFETはオンになりません。しかし、従来のPFMコンバータとは異なり、MAX608のスイッチは、最大オン時間(16 $\mu$ s)及び最小オフ時間(2.3 $\mu$ s)を設定する単安定マルチバイブレータとピーク電流制限の組み合わせを使用しています(発振器はありません)。一旦オフになると、最小オフ時間用の単安定マルチバイブレータは、2.3 $\mu$ s間スイッチをオフに保ちます。この最小時間が経過すると、スイッチは1)出力がレギュレーション範囲内であればオフのまま留まり、2)出力がレギュレーション範囲外であれば再びオンになります。

この制御回路は、重負荷での高効率を維持しながら連続コンダクションモードで動作することを可能にします。パワースイッチは一旦オンになると、1)最大オン時間の単安定マルチバイブレータがオフになるまで(16 $\mu$ s後(typ))あるいは2)スイッチ電流が電流検出抵抗の設定したピーク電流制限に達するまでオンに留まります。

MAX608のスイッチング周波数は変化(負荷電流及び入力電圧に依存)するため、スイッチングノイズも変化します。しかし、発生する低調波ノイズは、ピーク電流制限とフィルタコンデンサの等価直列抵抗(ESR)の積を超えることはありません。例えば、図2aの回路で2V入力から5V、500mAの出力を生成する場合の出力リップルは僅か75mVです。

## 低電圧スタートアップ発振器

MAX608は、入力電圧が1.8Vまで下がっても無負荷でのスタートアップを保证する、低入力電圧スタートアップ発振器を備えています。このような低電圧時の出力電圧レベルは、適切な誤差コンパレータの動作及び内部バイアスには不十分です。スタートアップ発振器のデューティサイクルは50%に固定されており、出力電圧が2.5V以下の場合、MAX608は誤差コンパレータ出力を無視します。2.5V以上の場合、誤差コンパレータと通常の単安定マルチバイブレータのタイミング回路が使用されます。

## シャットダウンモード

SHDNがハイになるとMAX608はシャットダウンモードに入ります。このモードでは内部バイアス回路(リファレンスを含む)がターンオフされ、 $V_{OUT}$ は $V_{IN}$ よりもダイオードドロップ分だけ低くなります(入力から出力へのDC経路が原因)。シャットダウンモードでは消費電流が5 $\mu$ A以下まで低減されます。SHDNはTTL/CMOSロジックレベル入力です。通常動作ではSHDNをGNDに接続してください。

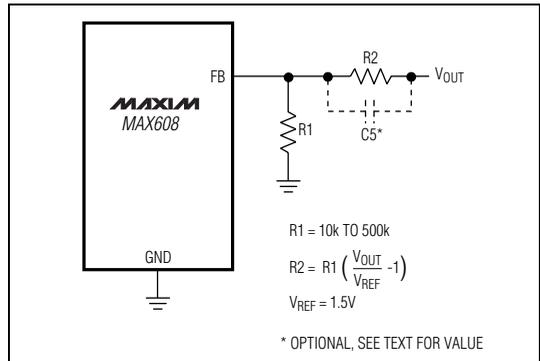


図3. 可変出力回路

## 設計手順

### 出力電圧の設定

MAX608の出力電圧は予め5V( $FB = 0V$ )に設定されていますが、図3の構成の通り、外付抵抗 $R1$ 及び $R2$ を用いることで3V ~ 16.5Vで可変可能です。可変出力動作の場合はフィードバック抵抗 $R1$ を10kHz ~ 500kHzの範囲で選択してください。 $R2$ は次式で与えられます。

$$R2 = (R1) \left( \frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

ここで、 $V_{REF}$ は1.5Vです。

OUTは常に回路の出力に接続されていなければなりません。

図2に固定/可変動作の様々な回路構成を示します。

### $R_{SENSE}$ の決定

図4a ~ 4dに示す理論曲線を用い $R_{SENSE}$ を選択してください。これらは拡張温度範囲(-40 ~ +85)での最低(ワーストケース)の電流制限コンパレータスレッシュホールドから算出されています。 $R_{SENSE}$ の許容誤差は含まれていません。ダイオードの両端の電圧ドロップは0.5Vと仮定されています。また、パワースイッチ $r_{DS(ON)}$ 及びコイル抵抗の両端の電圧ドロップは0.3Vと仮定されています。

### インダクタ(L)の決定

実用的なインダクタ値は10 $\mu$ H ~ 300 $\mu$ Hです。殆どのアプリケーションでは22 $\mu$ Hが好適です。入出力差の大きなアプリケーションでは、インダクタ値が小さすぎるとICの出力電流も著しく小さくなってしまいます。これはICが常に断続モードで動作する事になるためです。

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

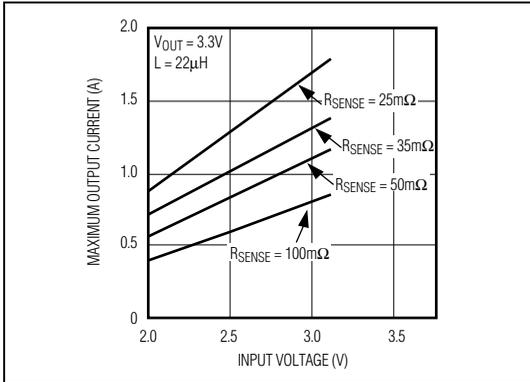


図4a. 最大出力電流対入力電圧( $V_{OUT} = 3.3V$ )

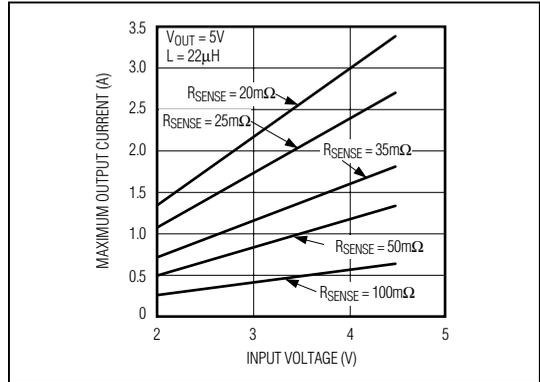


図4b. 最大出力電流対入力電圧( $V_{OUT} = 5V$ )

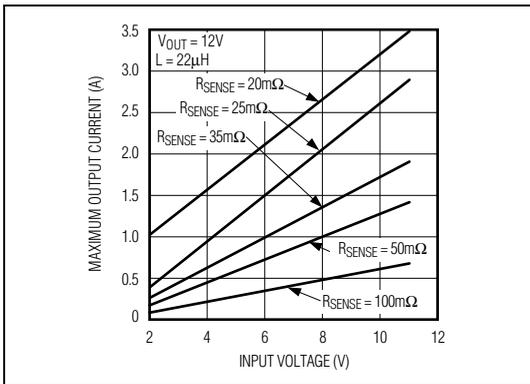


図4c. 最大出力電流対入力電圧( $V_{OUT} = 12V$ )

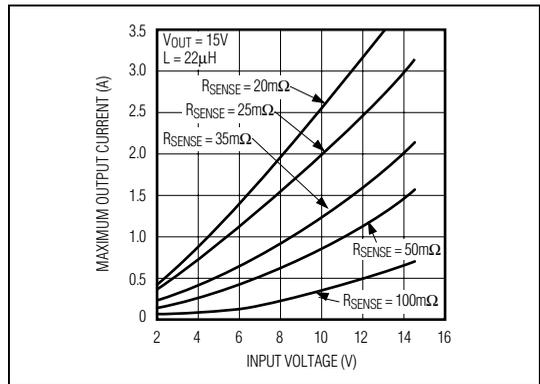


図4d. 最大出力電流対入力電圧( $V_{OUT} = 15V$ )

インダクタ値が小さすぎると、電流制限コンパレータがスイッチをターンオフできる前に、電流が高レベルまで上昇してしまいます。スイッチの最小オン時間 ( $t_{ON(min)}$ ) は約  $2\mu s$  です。電流が  $I_{LIM}$  まで上昇できるようなインダクタを選択してください。

標準動作回路は  $22\mu H$  インダクタを使用しています。これとは異なるインダクタンス値を用いたい場合は、下記の条件を満たすように  $L$  を選択してください。

$$L \geq \frac{V_{IN(max)} \times 2\mu s}{I_{LIM}}$$

インダクタンス値が大きいとスタートアップ時間が多少長くなり、インダクタンス値が小さいとスイッチがターンオフする前にコイル電流が高レベルに達してしまい、軽負荷時のリップルが増加します。

インダクタはフェライトコアのもの(あるいは相当品)が推奨されます。鉄粉コアはスイッチング周波数が高い場合には奨励できません。インダクタの飽和電流定格(コアが飽和し、インダクタンスが低下し始める電流)が  $R_{SENSE}$  で設定されるピーク電流定格を超えていることを確認してください。ただし、インダクタを約20%飽和させる(インダクタンスが公称値を20%下回っている点)までバイアスすることは一般的に許容されます。高効率を得るためには、DC抵抗の低いコイル(できれば  $20m\Omega$  以下)を使用してください。放射ノイズを低減するためには、トロイダル、ポットコア又はシールド付コイルを使用してください。

表1にインダクタのメーカー及び推奨されるインダクタのリストを示します。

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

## パワーMOSFETの選択

MAX608にはNチャンネルMOSFETパワートランジスタを使用してください。

外部NチャンネルMOSFET(N-FET)が確実にターンオンしてスタートアップするためには、ロジックレベル又は低スレッシュホールドN-FETを使用してください。N-FETはDCゲートドライブ電流を消費しないため、最も高効率です。

N-FETを選択する時に考慮すべき重要なパラメータには、全ゲート電荷(Qg)、オン抵抗( $r_{DS(ON)}$ )、逆伝達容量( $C_{RSS}$ )、最大ドレイン・ソース電圧( $V_{DS\ max}$ )、最大ゲート・ソース電圧( $V_{GS\ max}$ )及び最低スレッシュホールド電圧( $V_{TH\ min}$ )等があります。

Qgはゲートの充電に係る全ての容量を含んでいます。最良の結果を得るためには、Qgの標準値を使用してください。最大値は測定値でなくて保証制限であるため、かなり大きな値になっています。標準的な全ゲート電荷は50nC以下であるべきです。値が大きくなると、EXTピンがゲートを十分に駆動できなくなることがあります。EXTの立上がり/立下がり時間は容量性負荷の大きさに依存して変動します(「標準動作特性」を参照)。

N-FETの電力消費に最も寄与する2つの損失は $I^2R$ 損失及びスイッチング損失です。これらの損失を最小限に抑えるためには、低 $r_{DS(ON)}$ 及び低 $C_{RSS}$ のトランジスタを選択してください。

N-FETのデータシートのQg仕様を元にして、必要な最大ゲートドライブ電流を決めてください。

$BV_{DSS} > V_{OUT}$ 、 $BV_{GSS} > V_{OUT}$ 、そして最小 $V_{TH}$ が最低入力電圧よりも0.5V低いN-FETを選択してください。

時間の経過と共に消耗する電源(例えば電池)を使用している場合、EXTの電圧がFETのスレッシュホールド電圧に近付くと、N-FETトランジスタはリニア領域で動作するようになり、消費電力が急増します。このモードで長時間動作させるとFETが損傷する恐れがあります。これを避けるために、 $V_{EXT}$ が必ずFETの $V_{TH}$ よりも高くなるようにするか、あるいは電圧検出器(例えばMAX8211)を使用し、入力電源電圧が予め決められた値以下になるとICがシャットダウンモードに入るようにしてください。この状態は、低入力電圧で過剰負荷がかかった場合にも起こる可能性があります。

通常動作時のMAX608の最大許容スイッチング周波数は300kHzです。しかし、スタートアップ時には最大周波数が500kHzにもなることがあります。従って、N-FETのゲートを充電するのに必要な最大電流は $f(\max) \times Qg(\text{typ})$ です。例えば、MMFT3055ELのQg(typ)は7nC( $V_{GS} = 5V$ )ですから、ゲートの充電に必要な電流は以下のようになります。

$$I_{GATE(\max)} = (500\text{kHz})(7\text{nC}) = 3.5\text{mA}$$

図2aのアプリケーション回路で使用しているのは4ピンMMFT3055EL表面実装N-FETです( $V_{GS} = 4.5V$ の時のオン

抵抗は150m $\Omega$ 、 $V_{TH}$ は2V以下を保証)。図2cのアプリケーション回路で使用しているのはSi6426DQロジックレベルN-FETで、スレッシュホールド電圧( $V_{TH}$ )が1Vです。

## ダイオードの選択

MAX608はスイッチング周波数が高いため、高速整流器を必要とします。1N5817~1N5822等のショットキダイオードが推奨されます。ショットキダイオードの平均電流定格が $R_{SENSE}$ で決定されるピーク電流制限より高いことを確認してください。また、ブレイクダウン電圧が $V_{OUT}$ より高いことを確認してください。ショットキは漏れ電流が大きいいため、高温のアプリケーションには不適切な場合があります。このような場合は、MUR105、EC11FS1等の高速シリコンダイオードを使用することができます。高温でかつ重負荷のアプリケーションでは、ショットキの利点である順方向電圧の低さが、高漏れ電流の欠点を十分に補う場合があります。

## コンデンサの選択

### 出力フィルタコンデンサ

出力フィルタコンデンサ(C4)の第一の選択基準は等価直列抵抗(ESR)が低いということです。出力電圧にみられる高周波リップルの振幅は、ピークインダクタ電流と出力フィルタコンデンサのESRの積によって決まります。100 $\mu\text{F}$ 、16VのOS-CONコンデンサ2つ(各々ESRが35m $\Omega$ )を並列に接続し、負荷電流500mAで2Vを5Vに変換する場合、リップルは75mV(typ)になります(図2a)。軽負荷又は出力リップルが大きくてもかまわないアプリケーションでは、もっと値の小さな、あるいはESRの大きなコンデンサを使用することもできます。

出力フィルタコンデンサのESRは効率に影響するため、十分な性能を発揮させるためには低ESRのコンデンサを使用してください。部品の選択は表1を参考にしてください。

### 入力バイパスコンデンサ

入力バイパスコンデンサ(C1)は電源から流れ出すピーク電流を低減し、MAX608のスイッチング動作から生じる電源へのノイズを低減します。OUT入力に必要なコンデンサのサイズは、入力電源のソースインピーダンスによって決まります。出力フィルタの場合と同様に低ESRのコンデンサが推奨されます。1Aまでの出力電流であれば、150 $\mu\text{F}$ (C1)で十分です。これよりさらに小さくても十分な場合もあります。

0.1 $\mu\text{F}$ のコンデンサ(C2)をOUTとGNDピンのできるだけ近くに取り付け、ICをバイパスしてください。

### リファレンスコンデンサ

0.1 $\mu\text{F}$ のコンデンサ(C3)でREFをバイパスしてください。REF出力は外部負荷に最大100 $\mu\text{A}$ までの電流を供給できます。

# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

MAX608

PRODUCTION	INDUCTORS	CAPACITORS	TRANSISTORS	DIODES
Surface Mount	Sumida CD54 series CDR125 series Coiltronics CTX20 series Coilcraft DO3316 series DO3340 series	Matsuo 267 series Sprague 595D series AVX TPS series Sanyo OS-CON series	Siliconix Si9410DY Si4410DY Si6426DQ Si6946DQ Motorola MTP3055EL MTD20N03HDL MMFT3055ELT1	Central Semiconductor CMPSH-3 CMPZ5240 Nihon EC11 FS1 series (high-speed silicon) Motorola MBRS1100T3 MMBZ5240BL
Through Hole	Sumida RCH855 series RCH110 series	Sanyo OS-CON series Nichicon PL series		Motorola 1N5817-1N5822 MUR105 (high-speed silicon)

## フィードフォワードコンデンサ

出力電圧を調節する時に、R2の両端に47pF～220pFのコンデンサを並列に取り付ける必要があるかもしれません(図2及び図3)。安定性を保証できる最低の容量を選択してください。容量が大きき場合、ラインレギュレーションが劣化する恐れがあります。

## アプリケーション情報

### 負荷時のスタートアップ

出力電圧5V及び12Vでのスタートアップ電圧対負荷電流のグラフが「標準動作特性」に示されています。これらのグラフは使用するパワースイッチのタイプに依存します。MAX608は入力電圧が低い時に重負荷でスタートアップするには設計されていません。

### レイアウト上の考慮点

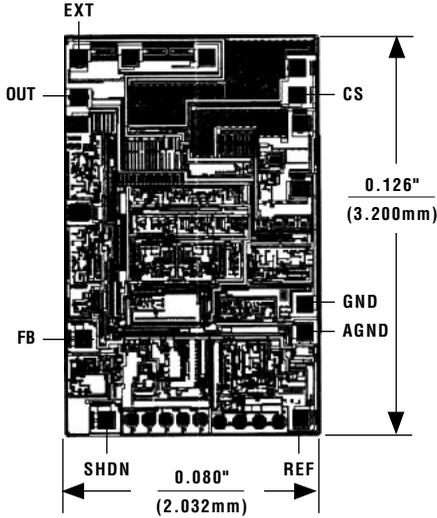
電流レベルが高く、スイッチング波形が高速であることに起因するノイズを低減するためには、適切なPCボードのレイアウトが重要です。敏感なアナロググランドを保護するために、星型接地構成を採用してください。GND、入力バイパスコンデンサのグランドリード及び出力フィルタのグランドリードを一点にまとめて接続すること(星型構成)でグランドノイズが低減できます。また、リードを短くし、浮遊容量、トレース抵抗及び放射ノイズを最小限に抑えてください。バイパスコンデンサC2はOUT及びGNDピンのできるだけ近くに取り付けてください。

外部抵抗分圧器を用いる場合(図2及び図3)は、FBから抵抗へのトレースをできるだけ短くする必要があります。

SUPPLIER	PHONE	FAX
AVX	USA: (803) 448-9411	(803) 448-1943
Central Semiconductor	USA: (516) 435-1110	(516) 435-1824
Coilcraft	USA: (708) 639-6400	(708) 639-1469
Coiltronics	USA: (407) 241-7876	(407) 241-9339
Matsuo	USA: (714) 969-2491 Japan: 81-6-337-6450	(714) 960-6492 81-6-337-6456
Motorola	USA: (800) 521-6274	(602) 952-4190
Nichicon	USA: (708) 843-7500	(708) 843-2798
Nihon	USA: (805) 867-2555	(805) 867-2556
Sanyo	USA: (619) 661-6835 Japan: 81-7-2070-1005	(619) 661-1055 81-7-2070-1174
Siliconix	USA: (800) 554-5565	(408) 970-3950
Sprague	USA: (603) 224-1961	(603) 224-1430
Sumida	USA: (708) 956-0666 Japan: 81-3-3607-5111	(708) 956-0702 81-3-3607-5144

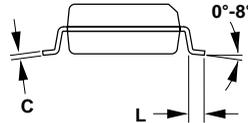
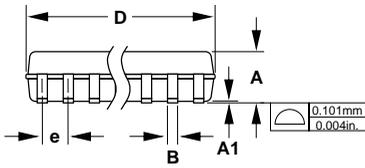
# 5V/可変出力、低電圧 ステップアップDC-DCコントローラ

## チップ構造図

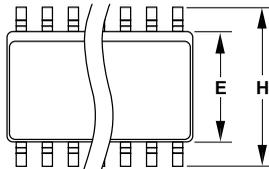


TRANSISTOR COUNT: 501  
SUBSTRATE CONNECTED TO OUT

## パッケージ



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.053	0.069	1.35	1.75
A1	0.004	0.010	0.10	0.25
B	0.014	0.019	0.35	0.49
C	0.007	0.010	0.19	0.25
E	0.150	0.157	3.80	4.00
e	0.050		1.27	
H	0.228	0.244	5.80	6.20
L	0.016	0.050	0.40	1.27



**Narrow SO  
SMALL-OUTLINE  
PACKAGE  
(0.150 in.)**

DIM	PINS	INCHES		MILLIMETERS	
		MIN	MAX	MIN	MAX
D	8	0.189	0.197	4.80	5.00
D	14	0.337	0.344	8.55	8.75
D	16	0.386	0.394	9.80	10.00

21-0041A