

低ノイズ5.5V入力
PWMステップダウンレギュレータ

概要

MAX1692は、低ノイズパルス幅変調(PWM)DC-DCステップダウンコンバータです。このデバイスは、セルラ電話、PDA及びハンディターミナル等の小型ワイヤレス機器のロジック及びトランスマッタを駆動します。内部同期整流器を備えている為、効率がが高く、外付ショットキダイオードを必要としません。優れたノイズ特性及び固定周波数動作により、ポストフィルタリングが容易になっています。MAX1692は、Liイオンバッテリーのアプリケーションに最適です。又、+3V又は+5V固定入力アプリケーションにも有用です。

MAX1692は4つのモードのうちの1つで動作します。強制PWMモードでは、負荷に関係なく固定周波数で動作します。同期可能PWMモードでは、高調波を最小限に抑えるために外部スイッチング周波数を使用できます。Idle Mode™(PWM/PFM)では、軽負荷時にPFMパルススキッピングモードに切り換えることによりバッテリー寿命を拡張します。シャットダウンモードでは素子はスタンバイ状態になり、自己消費電流が0.1 μ A以下に低減します。

MAX1692は600mA以上の電流を供給できます。入力範囲は+2.7V~+5.5Vで、出力電圧は1.25V~ V_{IN} の範囲で調節可能です。MAX1692は高効率、低ドロップアウト電圧、1.2%精度の1.25Vリファレンスを備えています。本製品は、高さ僅か1.11mmの省スペース10ピン μ MAXパッケージで提供されています。

アプリケーション

セルラ電話
コードレス電話
PDA及びハンディターミナル
CPU I/O電源
ノートブックのチップセット電源
バッテリー駆動機器(Liイオン電池1個又はNiMH/NiCd電池3個)

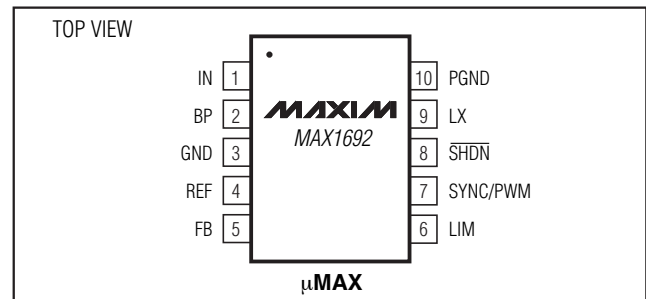
特長

- ◆ 入力範囲: +2.7V~+5.5V
- ◆ 可変出力: 1.25V~ V_{IN}
- ◆ 保証出力電流: 600mA
- ◆ 効率: 95%
- ◆ ショットキダイオード不要
- ◆ 自己消費電流: 85 μ A
- ◆ ドロップアウト中にデューティサイクル100%
- ◆ 750kHz固定周波数PWM動作
- ◆ 同期可能スイッチング周波数
- ◆ 高精度リファレンス: 1.25V($\pm 1.2\%$)
- ◆ パッケージ: 小型10ピン μ MAX

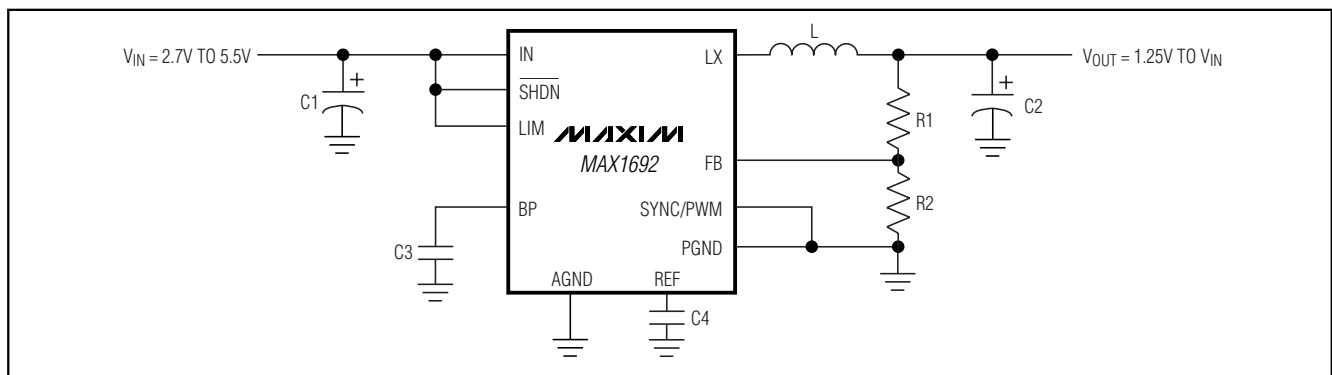
型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1692EUB	-40°C to +85°C	10 μ MAX

ピン配置



標準動作回路



Idle Modeはマキシム社の商標です。

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN, BP, $\overline{\text{SHDN}}$, SYNC/PWM, LIM to GND -0.3V to +6V
 BP to IN -0.3V to +0.3V
 PGND to GND -0.3V to +0.3V
 LX to PGND -0.3V to ($V_{\text{IN}} + 0.3\text{V}$)
 FB, REF to GND -0.3V to ($V_{\text{BP}} + 0.3\text{V}$)
 Reference Current $\pm 1\text{mA}$
 LX Peak Current (internally limited) 1.6A

Continuous Power Dissipation ($T_{\text{A}} = +70^{\circ}\text{C}$)
 10-Pin μMAX (derate 5.6mW/ $^{\circ}\text{C}$ above $+70^{\circ}\text{C}$) 444mW
 Operating Temperature Range -40°C to $+85^{\circ}\text{C}$
 Maximum Junction Temperature $+150^{\circ}\text{C}$
 Storage Temperature Range -65°C to $+160^{\circ}\text{C}$
 Lead Temperature (soldering, 10sec) $+300^{\circ}\text{C}$

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

($V_{\text{IN}} = +3.6\text{V}$, SYNC/PWM = GND, $V_{\text{LIM}} = 3.6\text{V}$, $\overline{\text{SHDN}} = \text{IN}$, circuit of Figure 2; $T_{\text{A}} = 0^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_{\text{A}} = +25^{\circ}\text{C}$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}			2.7		5.5	V
Output Voltage	V_{OUT}	FB = OUT, $V_{\text{IN}} = V_{\text{LIM}} = 2.7\text{V}$ to 5.5V , $I_{\text{OUT}} = 0$		1.223	1.249	1.275	V
		FB = OUT, $V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$ to 5.5V , $I_{\text{OUT}} = 0$ to 600mA , LIM = IN or $I_{\text{OUT}} = 0$ to 250mA , LIM = GND		1.190	1.232	1.275	
Output Adjustment Range		(Note 1)		V_{REF}		V_{IN}	V
Feedback Voltage	V_{FB}	FB = OUT, $V_{\text{IN}} = V_{\text{LIM}} = 5.5\text{V}$, $I_{\text{OUT}} = 0$ (duty cycle = 23%) (Note 2)		1.223	1.249	1.275	V
Line Regulation		Duty cycle = 100% to 23%			+1		%
Load Regulation		$I_{\text{OUT}} = 0$ to 600mA , LIM = IN or $I_{\text{OUT}} = 0$ to 250mA , LIM = GND			-1.3		%
FB Input Current	I_{FB}	$V_{\text{FB}} = 1.4\text{V}$		-50	0.01	50	nA
P-Channel On-Resistance	$P_{\text{RDS(ON)}}$	$I_{\text{LX}} = 180\text{mA}$	$V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$		0.3	0.65	Ω
			$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$		0.4		
N-Channel On-Resistance	$N_{\text{RDS(ON)}}$	$I_{\text{LX}} = 180\text{mA}$	$V_{\text{IN}} = 3.6\text{V}$		0.4	0.8	Ω
			$V_{\text{IN}} = 2.7\text{V}$		0.5		
P-Channel Current-Limit Threshold		LIM = GND		0.35	0.6	0.85	A
		LIM = IN		0.75	1.2	1.55	
N-Channel Current-Limit Threshold		$V_{\text{FB}} = 1.4\text{V}$		-450	-850	-1600	mA
		SYNC/PWM = IN, FB = REF		0	50	100	
Pulse-Skipping Current-Limit Threshold				80	120	160	mA
Quiescent Current		SYNC/PWM = GND, $V_{\text{FB}} = 1.4\text{V}$, LX unconnected			85	140	μA
Shutdown Supply Current		$\overline{\text{SHDN}} = \text{LX} = \text{GND}$, includes LX leakage current			0.1	10	μA
LX Leakage Current		$V_{\text{IN}} = 5.5\text{V}$, $V_{\text{LX}} = 0$ or 5.5V		-20	0.1	20	μA
Oscillator Frequency	fOSC			650	750	830	kHz
SYNC Capture Range				500		1000	kHz
Maximum Duty Cycle	dutyMAX			100			%
Minimum Duty Cycle	dutyMIN					22	%
Reference Output Voltage	V_{REF}	$I_{\text{REF}} = 0$		1.235	1.250	1.265	V

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = +3.6V$, SYNC/PWM = GND, $V_{LIM} = 3.6V$, $\overline{SHDN} = IN$, circuit of Figure 2; $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Reference Load Regulation		$0 \leq I_{REF} \leq 50\mu A$		3	15	mV
Undervoltage Lockout Threshold	UVLO	V_{IN} rising, typical hysteresis is 85mV	2.3	2.4	2.5	V
Logic Input High	V_{IH}	\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM	2			V
Logic Input Low	V_{IL}	\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM			0.4	V
Logic Input Current		\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM	-1	0.1	1	μA
SYNC/PWM Minimum Pulse Width		High or low	500			ns

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = +3.6V$, SYNC/PWM = GND, $V_{LIM} = 3.6V$, $\overline{SHDN} = IN$, circuit of Figure 2, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
Input Voltage Range	V_{IN}		2.7	5.5	V
Output Voltage	V_{OUT}	FB = OUT, $V_{IN} = V_{LIM} = 2.7V$ to $5.5V$, $I_{OUT} = 0$	1.213	1.285	V
		FB = OUT, $V_{IN} = 2.7V$ to $5.5V$, $I_{OUT} = 0$ to $600mA$, LIM = IN or $I_{OUT} = 0$ to $250mA$, LIM = GND	1.185	1.285	
Output Adjustment Range		(Note 1)	REF	V_{IN}	V
Feedback Voltage	V_{FB}	FB = OUT, $V_{IN} = V_{LIM} = 5.5V$, $I_{OUT} = 0$ (duty cycle = 23%) (Note 2)	1.213	1.285	V
FB Input Current	I_{FB}	$V_{FB} = 1.4V$	-50	50	nA
P-Channel Current-Limit Threshold		LIM = GND	0.3	0.9	A
		LIM = IN	0.7	1.6	
N-Channel Current-Limit Threshold		SYNC/PWM = IN, FB = REF	-15	110	mA
Quiescent Current		SYNC/PWM = GND, LX = unconnected, $V_{FB} = 1.4V$		140	μA
Shutdown Supply Current		$\overline{SHDN} = LX = GND$, includes LX leakage current		10	μA
Oscillator Frequency	f_{OSC}		630	840	kHz
Reference Output Voltage	V_{REF}	$I_{REF} = 0$	1.230	1.268	V
Undervoltage Lockout Threshold	UVLO	V_{IN} rising, typical hysteresis is 85mV	2.3	2.5	V
Logic Input High	V_{IH}	\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM	2		V
Logic Input Low	V_{IL}	\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM		0.4	V
Logic Input Current		\overline{SHDN} , SYNC/PWM, LIM	-1	1	μA

Note 1: Guaranteed by minimum and maximum duty-factor tests.

Note 2: The following equation can be used to calculate FB accuracy for output voltages other than 1.232V:

(see Feedback Voltage vs. Load Current)

$$V_{FB} = V_{FB}(\text{NOMINAL}) - (\text{Line Reg})(V_{OUT} / V_{IN} - 0.23) / 0.77 - (|\text{Load Reg}|)(I_{OUT} + 0.5 \cdot I_{RIPPLE}) / I_{MAX}$$

where: Line Reg = the line regulation

Load Reg = the load regulation

$I_{RIPPLE} = (1 - V_{OUT} / V_{IN}) \cdot V_{OUT} / (f_{OSC} \cdot L)$ where L is the inductor value

$I_{MAX} = 250mA$ (LIM = GND) or $600mA$ (LIM = IN)

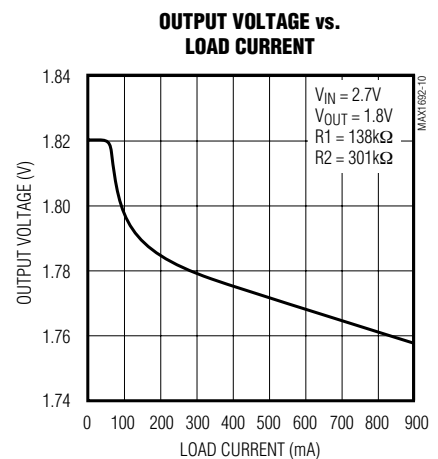
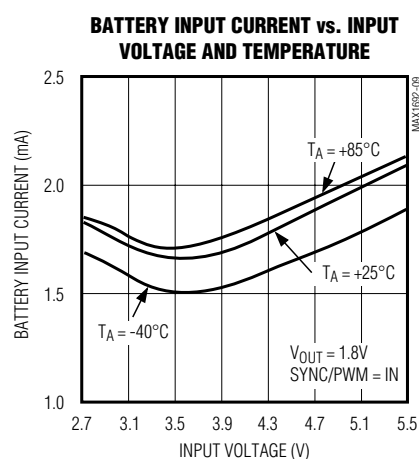
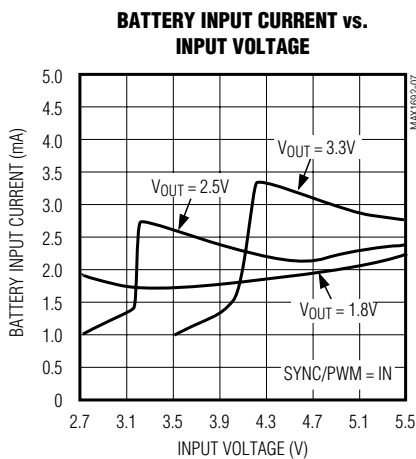
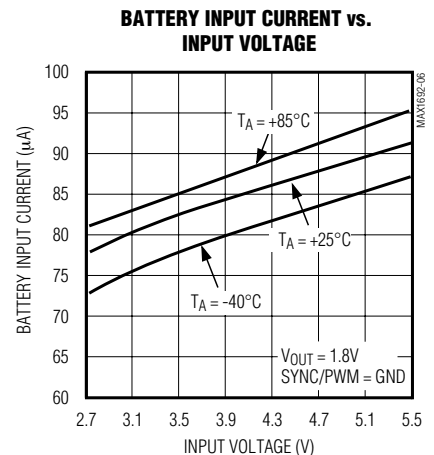
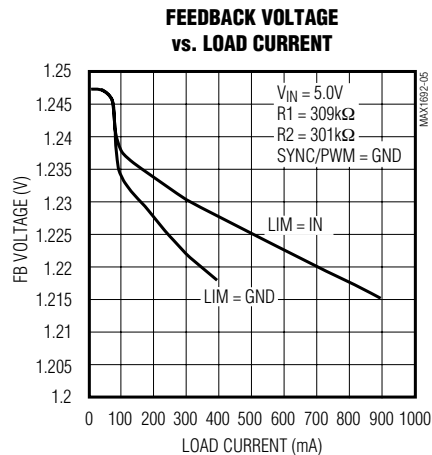
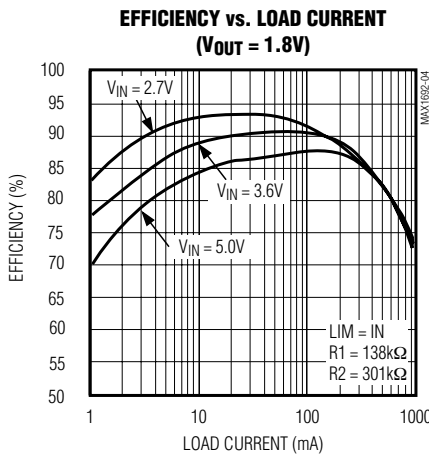
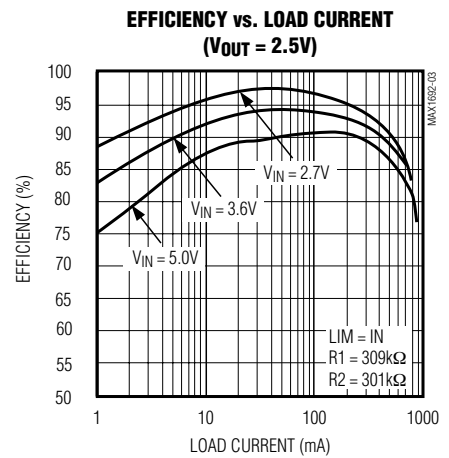
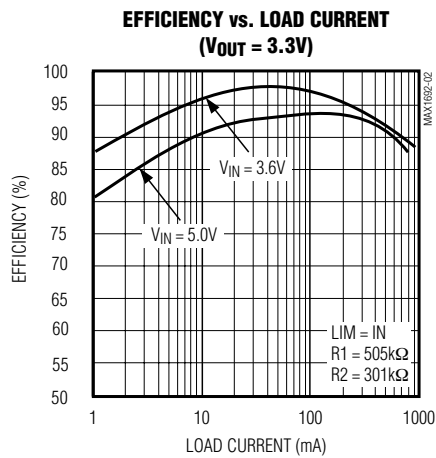
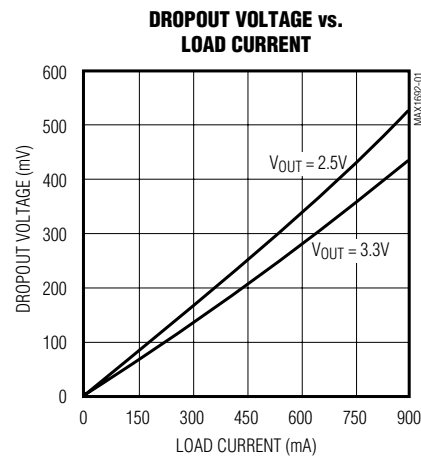
Note 3: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

標準動作特性

(SYNC/PWM = GND, circuit of Figure 2, L = Sumida CD43-100, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



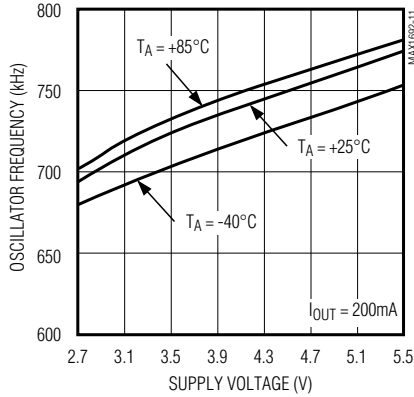
低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

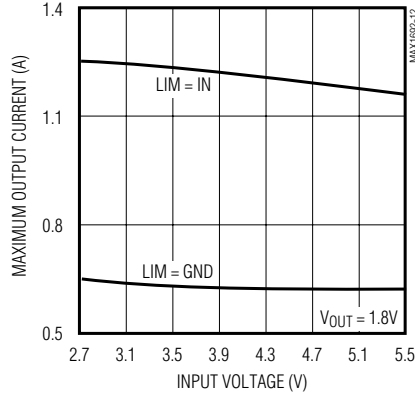
標準動作特性(続き)

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

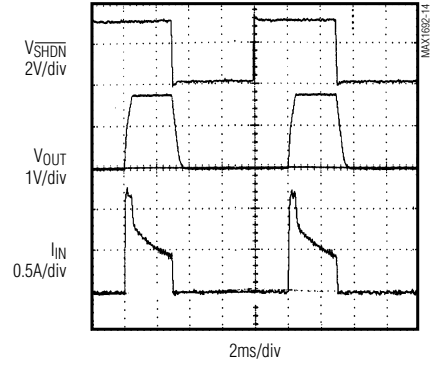
OSCILLATOR FREQUENCY vs. SUPPLY VOLTAGE



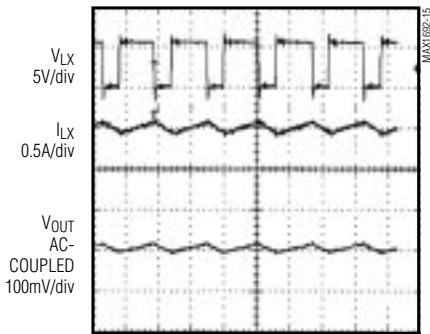
MAXIMUM OUTPUT CURRENT vs. INPUT VOLTAGE



START-UP FROM SHUTDOWN

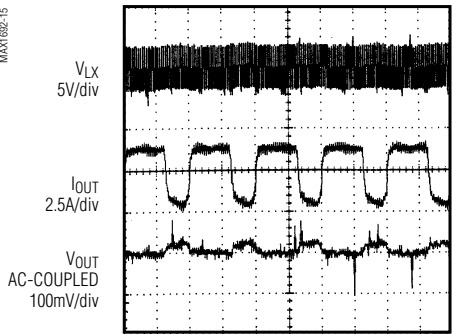


HEAVY LOAD SWITCHING WAVEFORMS



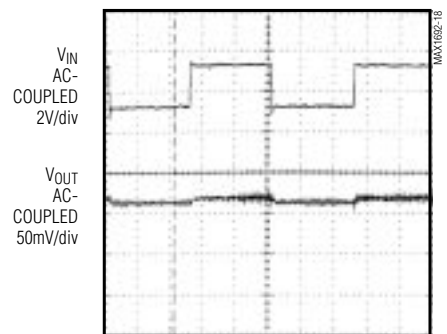
$V_{IN} = 5V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 700mA$

LOAD-TRANSIENT RESPONSE



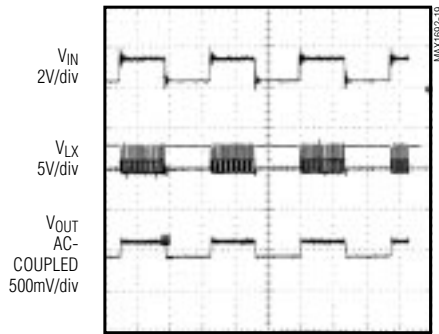
$I_{LOAD} = 30mA$ to $700mA$

LINE-TRANSIENT RESPONSE



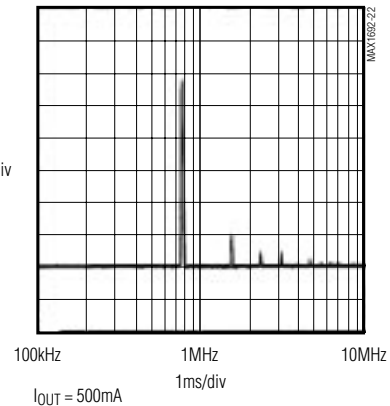
$V_{IN} = 3V$ to $5V$, $I_{OUT} = 300mA$

RECOVERY FROM 100% DUTY CYCLE



$V_{IN} = 3.3V$ to $4.5V$, $V_{OUT} = 3.3V$, $I_{OUT} = 500mA$

SWITCHING HARMONICS AND NOISE



低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

端子説明

端子	名称	機能
1	IN	電源電圧入力。入力範囲は+2.7V~+5.5Vです。10 μ Fコンデンサでバイパスして下さい。
2	BP	電源バイパスピン。INに内部接続されています。0.1 μ Fコンデンサでバイパスして下さい。IN以外の外部電源に接続しないで下さい。
3	GND	グラウンド
4	REF	1.25V、1.2%リファレンス出力。外部負荷に50 μ Aの電流を供給する能力を持っています。0.22 μ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。
5	FB	フィードバック入力
6	LIM	電流リミット選択入力。電流リミットを0.6Aにする場合は、LIMをGNDに接続して下さい。電流リミットを1.2Aにする場合は、LIMをINに接続して下さい。
7	SYNC/ PWM	発振器同期及び低ノイズ、モード制御入力。 SYNC/PWM = IN(強制PWMモード) SYNC/PWM = GND(PWM/PFMモード) このピンに外部クロック信号を接続すると、LXスイッチングの同期が可能になります。
8	$\overline{\text{SHDN}}$	アクティブローのシャットダウン制御入力。自己消費電流を0.1 μ Aに低減します。シャットダウン中、出力はハイインピーダンスになります。
9	LX	インダクタから内部パワーMOSFETのドレインへの接続部
10	PGND	電源グラウンド

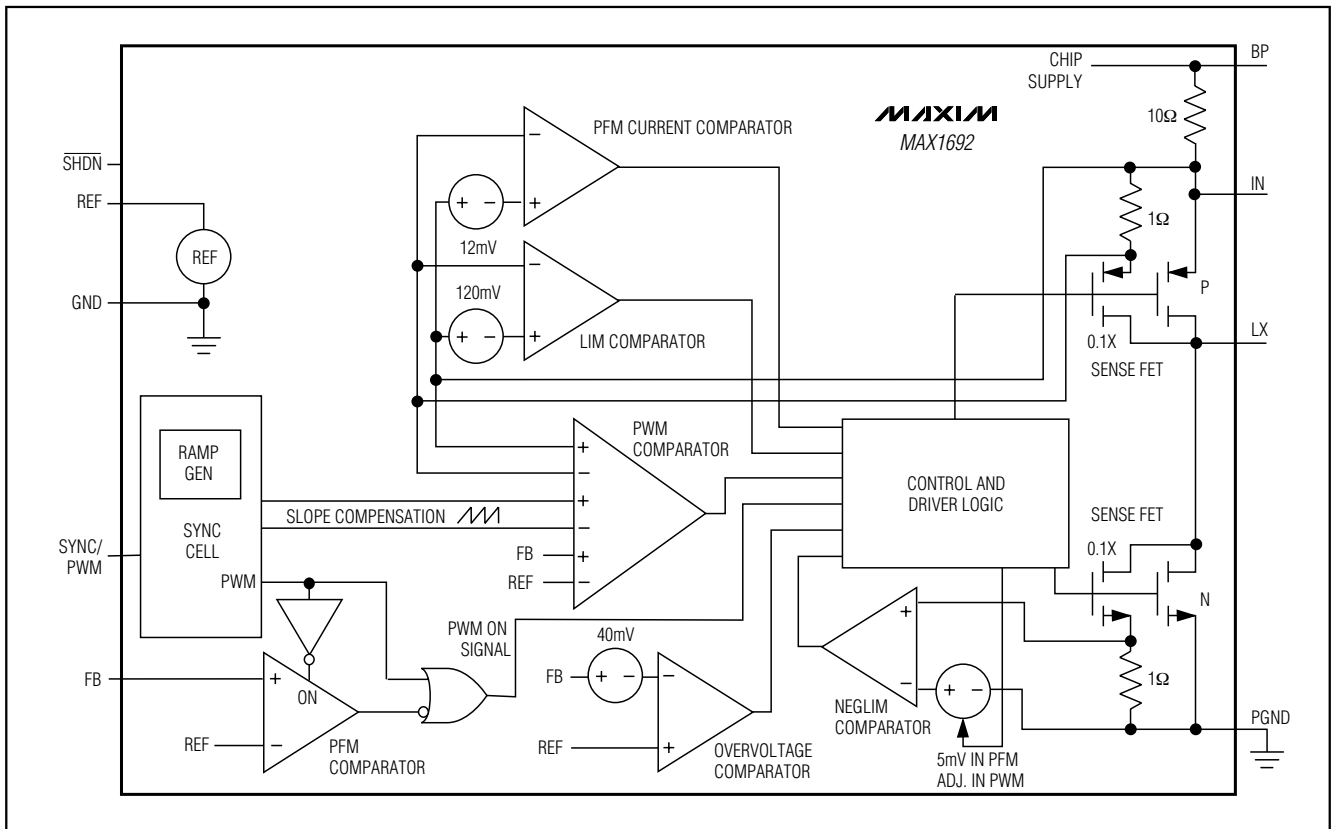


図1. 簡略ファンクションダイアグラム

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

詳細

MAX1692ステップダウンパルス幅変調(PWM)DC-DCコンバータは、1.25V~入力電圧の範囲の可変出力を備えています。又、内部同期整流器により効率を改善し、外付ショットキダイオードを排除しています。固定周波数動作はポストフィルタリングが容易であるため、優れたノイズ特性を提供します。このため、MAX1692は多くの小型ワイヤレス機器に最適です。

MAX1692は最低+2.7Vまでの入力で動作し、しかも600mAの電流を供給できます。MAX1692は性能を最適化するために4つのモードで動作できます。強制(PWM)モードは負荷に関係なく固定周波数でスイッチングするため、ポストフィルタリングが容易です。同期可能PWMモードは高調波を最小限に抑えるために外部クロックを使用します。PWM/PFMモードは重負荷でPWMモード、軽負荷では消費電力を低減するためにPFMモードで動作することにより、バッテリー寿命を拡張します。シャットダウンモードは、自己消費電流電流を0.1 μ Aに低減します。

PWM制御方式

MAX1692は、100%のデューティサイクルを達成する能力のあるスローブ補償電流モードPWMコントローラを使用しています。本素子は発振器にトリガされた最小オン時間電流モード制御方式を採用しています。最小オン時間はドロップアウト中を除いて約150nsです。最大オン時間は約2/f_{OSC}であるため、デューティサイクル100%の動作が可能です。電流モードフィードバックはサイクル毎の電流制限を提供するため、優れた負荷応答とライン応答、及び内部MOSFETと整流器の保護を実現します。

内部発振器の各立下がりエッジで、SYNCセルがPWM ON信号を制御・駆動ロジックに送り、内部PチャネルMOSFET(メインスイッチ)をターンオンします(図1)。これにより、インダクタ(図2)を通して負荷に流れる電流が直線的に増加し、磁場の中にエネルギーを保存します。スイッチは、電流リミット(LIM)コンパレータがトリップするか、出力が安定化状態であることをPWMコンパレータが知らせてくるまでオン状態に留まります。各サイクルの後半でスイッチがターンオフするとインダクタの磁場は崩落し、Nチャネル同期整流器に電流が強制的に流れ、蓄積されたエネルギーが出力フィルタコンデンサ及び負荷に移行します。出力コンデンサはインダクタ電流が大きい時にエネルギーを蓄積し、インダクタ電流が小さい時に放出することにより、負荷の両端の電圧を平滑化します。

通常動作においては、MAX1692は一定周波数でスイッチングすることにより出力電圧を安定化し、次にPWMコンパレータを使用して各サイクルで負荷に移行する

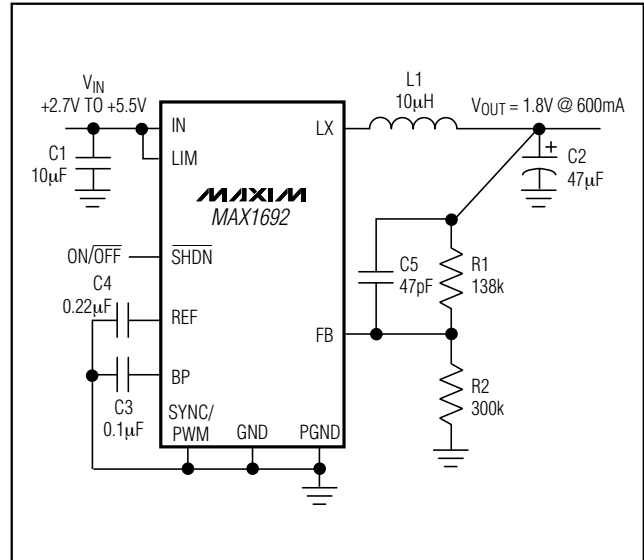


図2. 標準アプリケーション回路

電力を変調します。マルチ入力コンパレータは、リファレンス電圧を基準とした出力電圧、メインスイッチの電流検出信号、及びスローブ補償ランプの3つの信号に重みを付けて加算します。このコンパレータは、出力誤差電圧に基づいて各サイクルの前半でインダクタピーク電流を調節することにより、出力電力を変調します。MAX1692のループ利得は比較的低いため、小型の小容量出力フィルタコンデンサを使用できます。この時の負荷レギュレーションは、0~600mAで1.3%(typ)になります。

デューティサイクル100%の動作

最大オン時間は1つの内部発振器サイクルを超過することができ、デューティサイクル100%までの動作が可能です。入力電圧が低下すると、デューティサイクルはPチャネルMOSFETが常時オンに維持されるまで増加します。デューティサイクルが100%の時のドロップアウト電圧は、出力電流と内部スイッチ及びインダクタのオン抵抗の積です。これは約280mV(I_{OUT} = 600mA)になります。PWMモードにおいては、ドロップアウト付近で低調波発振が起こることがありますが、リップル電流が小さいために低調波電圧リップルは小さくなっています。

同期整流

Nチャネル同期整流器は、各サイクルの後半(オフ時間)における効率を改善します。インダクタ電流が直線的に低下して、NEGLIMコンパレータ(図1)で設定されたスレッシュホールドよりも低くなるか、PWMが発振器の周期の終わりに達すると、同期整流器はターンオフします。これにより、過剰な電流が出力フィルタコンデンサからインダクタを通してGNDに、あるいはスイッチ及び

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

同期整流器を通してGNDに逆流するのを防ぎます。PWM動作中は、軽負荷中に出力から少量の逆電流が流れることを許容するようにNEGLIMスレッシュホールドが調節されます。これにより、一定スイッチング周波数によるレギュレーションが可能になり、最小負荷の必要条件を排除できます。NEGLIMコンパレータのスレッシュホールドは $V_{FB} < 1.25V$ の時に50mAで、 V_{FB} が1.25V以上に増加するに連れて減少して出力が上がるのを防ぎます。PFMモードのNEGLIMスレッシュホールドは、50mAに固定されています(「強制PWM及びPWM/PFM動作」を参照)。

強制PWM及びPWM/PFM動作

SYNC/PWMをINに接続すると、通常の強制PWM動作になります。敏感なRF及びデータ収集アプリケーションにおいては、スイッチング高調波ノイズが敏感なIF及びデータサンプリング周波数に干渉しないことを保証するために強制PWM動作が最適です。強制PWM動作においては、最小負荷は必要ありません。これは、無負荷時の一定周波数動作を可能にするために、同期整流器が必要に応じて逆インダクタ電流を通すためです。強制PWM動作は、無負荷時の消費電流が大きくなっています(2mA typ)。

SYNC/PWMをGNDに接続すると、PWM/PFM動作になります。この当社独自の制御方式は、軽負荷時にPWMモードをオーバライドしてMAX1692をPFMモードにすることによって効率を改善し、自己消費電流を85 μ Aに低減します。PWM/PFMがイネーブルされている時にピークインダクタ電流が120mA以下に落ちると、MAX1692はパルススキッピングPFM動作を開始します。PFM動作中、MAX1692は負荷に電流を供給することが必要な時にだけスイッチングするため、スイッチング周波数が低減し、それに伴って内部スイッチ、同期整流器、及び外部インダクタの損失も低減します。

PFMモードでは、出力電圧が低く落ち過ぎたことをPFMコンパレータが検出した時にスイッチングサイクルが開始します。PチャンネルMOSFETスイッチがターンオンして、インダクタ電流がPFMピーク電流リミット(120mA)に達するまで出力フィルタコンデンサに電流を流します。それから、スイッチがターンオフして、インダクタ内の磁場が崩壊し、同期整流器を通じて出力フィルタコンデンサ及び負荷に強制的に電流を流します。その後、MAX1692はPFMコンパレータが出力電圧の低下を再び検出するまで待機します。

PFM電流コンパレータは、PFMモード中のピークスイッチング電流及びPWMモード起動の両方を制御します。このため、負荷が100mA付近の場合、PFMからPWMモードに遷移する時にある程度ジッタがあるのは正常です。これはレギュレーションには、全く悪影響を与えません。

PFM動作中は出力リップルが高くなります。大きめの出力フィルタコンデンサを使用することにより、リップルを最小限に抑えることができます。

SYNC入力及び周波数制御

MAX1692の内部発振器のスイッチング周波数は、固定750kHzあるいは外部クロックへの同期が可能です。SYNCをINに接続すると、強制PWM動作になります。SYNC/PWMを無接続のままにしないで下さい。SYNC/PWMをGNDに接続するとPWM/PFM動作となり、軽負荷で消費電流を低減できます。SYNC/PWMは500kHz~1000kHzの外部周波数への同期を可能にする負エッジトリガの入力です。SYNC/PWMが外部信号でクロック駆動されている時、コンバータは強制PWMモードで動作します。SYNCが100 μ s以上ハイ又はローに留まると、発振器はデフォルトの750kHzで動作します。

シャットダウンモード

\overline{SHDN} をGNDに接続すると、MAX1692はシャットダウンモードになります。シャットダウン中は、リファレンス、制御回路、内部スイッチングMOSFET、及び同期整流器がターンオフして、出力は0Vに低下します。 \overline{SHDN} をINに接続すると、通常動作になります。

電流検出コンパレータ

MAX1692は、幾つかの内部電流検出コンパレータを使用しています。PWM動作においては、PWMコンパレータがサイクル毎の電流リミットを設定すると共に(図1)、負荷応答及びライン応答を改善するため、インダクタ飽和電流リミットの仕様を狭くすることが可能になり、インダクタのコストを低減できます。Pチャンネルスイッチの両端に接続された2番目の120mA電流検出コンパレータは、PFMモードの起動を制御します。3番目の電流検出コンパレータは、内部NチャンネルMOSFETを流れる電流を監視してNEGLIMスレッシュホールドを設定し、同期整流器をターンオフする時機を決定します。これにより、過負荷状態におけるシステム、外付部品、及び内部MOSFETが保護されます。

アプリケーション情報

出力電圧の選択

FBを出力とGNDの間の抵抗分圧器に接続することにより、出力電圧を1.25V~ V_{IN} の範囲内で選択して下さい(図2)。フィードバック抵抗 R_2 を5k~500kの範囲で選択して下さい。 R_1 は次式で与えられます。

$$R_1 = R_2[(V_{OUT}/V_{FB}) - 1]$$

ここで、 $V_{FB} = 1.232V$ (「Electrical Characteristics」のNote2を参照)です。 R_1 と並列に47pF~100pF程度

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

の小さなセラミックコンデンサ(C5)を接続することにより、FBピンにおける浮遊容量と出力コンデンサの等価直列抵抗(ESR)の影響を補償して下さい。

コンデンサの選択

許容される電圧リップル範囲内で、インダクタ電流を供給できる入力及び出力コンデンサを選んで下さい。入力フィルタは、電圧ソースにおけるピーク電流及びノイズも低減します。さらに、入力に低ESRのバルクコンデンサ(推奨10μF以上)を接続して下さい。このバルクコンデンサの選択の際は、コンデンササイズよりもむしろ入力リップルの必要条件及び電圧定格に適合するように選んで下さい。最大RMS入力電流の計算は、次式で行って下さい。

$$I_{RMS} = I_{OUT} [V_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT})]^{1/2} \cdot V_{IN}$$

出力コンデンサを選択する時は、出力リップル電圧を考慮して下さい。この電圧はリップル電流と出力コンデンサのESRの積で近似できます。

$$V_{RIPPLE} = [V_{OUT} (V_{IN} - V_{OUT})] / [2 \cdot f_{OSC} (L) (V_{IN})] \cdot ESR_{C2}$$

ここで、ESR_{C2}は出力コンデンサの等価直列抵抗です。

MAX1692のループ利得は比較的小さいため、小型で小容量の出力フィルタコンデンサを使用できます。容量を大きくすると、出力リップル及び過渡応答が改善されます。発振器の周波数が低い場合は、大容量の出力コンデンサが必要になります。PWM/PFMを使用する場合は、選択したコンデンサの適性をPFM動作時の軽負荷状態で確認して下さい。これは、この状態において出力リップルが大きくなるためです。低ESRのコンデンサをお勧めします。

コンデンサのESRは、出力リップルに寄与する主な要因(通常60%以上)です。普通のアلمニウム電解コンデンサはESRが大きいため避けて下さい。低ESRアلمニウム電解コンデンサは使用可能で、比較的安価です。低ESRタンタルコンデンサはさらに最適で、スペースの厳しい表面実装設計に有利なコンパクトな解決法を提供します。タンタルコンデンサのリップル電流定格を超えないで下さい。全体として最もESRが小さいのは、セラミックコンデンサです。OS-CON™コンデンサは、大容量電解タイプの中では最も小さなESRを持っています。

MAX1692の場合、一般にセラミック又はOS-CONコンデンサを使用する必要はありません。これらのコンデンサは、超コンパクト、高信頼性又は広温度範囲のアプリケーションにおいて、費用が正当化される場合にのみ使用して下さい。セラミックやOS-CONのよう

にESRが非常に小さなコンデンサを使用する場合は、負荷過渡応答を調べる時に安定性をチェックして下さい。出力コンデンサは、最小容量値及び最大ESR値が満たされるという条件で決定します。

$$C2 > 2V_{REF} (1 + V_{OUT}/V_{IN(MIN)}) (V_{OUT} \cdot R_{SENSE} \cdot f_{OSC}) / R_{ESR} < R_{SENSE} (V_{OUT}) (V_{REF})$$

ここで、C2は出力フィルタコンデンサ、V_{REF}は内部リファレンス電圧1.25V、V_{IN(MIN)}は最小入力電圧(2.7V)、R_{SENSE}は内部検出抵抗0.1Ω、f_{OSC}は内部発振器周波数(750kHz typ)です。これらの式が最小必要条件を提供します。極端なデューティサイクルで動作する場合は、C2値の増加が必要になることもあります。

表1及び表2に、様々な外部同期周波数における推奨インダクタ及びコンデンササイズが記載されています。表3に、MAX1692と共に使用される様々な部品のメーカーが記載されています。

標準アプリケーション回路

図2及び図3は、それぞれ電力及びボードスペースを最適化した標準アプリケーション回路です。この2つのうちでは図2がより一般的で、1.8V、600mAを生成します。

図3の回路は、全体のサイズが最小になるように最適化されています。セルラ電話はベースバンドロジックに低電圧を使用しているだけでなく、面積及び高さの制限が重要になります。この回路は単一のLiイオン電池(2.9V~4.5V)で動作し、1.8Vで最大200mAの電流を供給します。入力及び出力において小型セラミックコンデンサを使用し、TDKのNLC322522T等の超小型チップインダクタを使用しています。10ピンμMAXパッケージのMAX1692を使用すると、回路全体が僅か60mm²に収まり、高さは2.4mm以下になります。

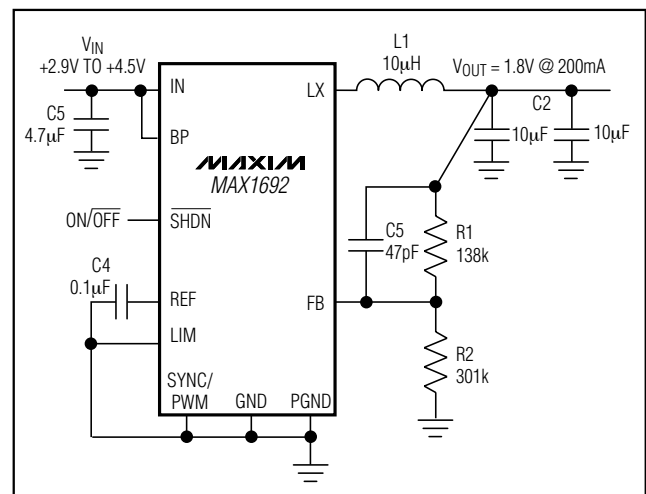


図3. 小型化200mA出力回路は60mm²に収まります

OS-CONはSanyo Corp.の商標です。

低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

バイパスの考慮

IN及びOUTをそれぞれ10 μ F及び47 μ FでPGNDにバイパスして下さい。BP及びREFをそれぞれ0.1 μ F及び0.22 μ Fでバイパスして下さい。バイパスコンデンサは該当するピンのできるだけ近くに配置して、ノイズカップリングを最小限に抑えて下さい。最高の性能を得るために、入力及び出力コンデンサを実用上可能な限り素子の近くに配置して下さい(「コンデンサの選択」を参照)。

プリント基板レイアウト及び配線

スイッチング周波数が高く、ピーク電流が大きいため、プリント基板レイアウトの設計が重要になってきます。良い設計はフィードバック経路の過剰なEMI及び

グランドプレーンの電圧勾配を最小限に抑えます。これらは、いずれも不安定性又はレギュレーションエラーに結びつきます。インダクタ、入力フィルタコンデンサ、及び出力フィルタコンデンサは、できるだけ近くにまとめて配置して下さい。又、これらの部品のトレースは短く、直接的に、そして広くし、グランドピンは星型グランド構成で単一の共通ノードに接続して下さい。外部電圧フィードバック回路は、FBの直近(5mm以内)に配置して下さい。LXピンからのトレースのようにノイズの大きなトレースは電圧フィードバック回路から遠ざけ、グランドに接続された銅で分離して下さい。GNDとPGNDは最良のグランドで接続して下さい。プリント基板レイアウト及び配線の例については、MAX1692評価キットマニュアルを参照して下さい。

表1. 推奨インダクタ

OUTPUT VOLTAGE RANGE (V)	INDUCTOR L VALUE (μ H)	SUGGESTED INDUCTORS
1.25 to 2.5	10	Sumida CD43-100 Coilcraft D01608C-103 Sumida CD54-100 TDK NLC322522-100T
2.5 to 4.0	22	Sumida CD43-220 Sumida CD54-220
4.0 to 5.5	33	Sumida CD43-330 Sumida CD54-330

表2. 推奨コンデンサ

MANUFACTURER PART NUMBER	TYPE	ESR (m Ω)
AVX TPSD476M016R0150	Tantalum	150
Sanyo 6TPA47M	Poscap	100
Sprague 594D686X9010C2T	Tantalum	95
Taiyo Yuden JMK325BJ106MN	Ceramic	50

表3. 部品メーカー

COMPANY	PHONE	FAX
AVX	843-946-0238	843-626-3123
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1469
Coiltronics	561-241-7876	561-241-9339
Kemet	408-986-0424	408-986-1442
Nihon	USA 805- 867-2555 Japan 81-3-3494-7411	805- 867-2698 81-3-3494-7414
Sanyo	USA 619-661-6835 Japan 81-7-2070-6306	619-661-1055 81-7-2070-1174
Sprague	603-224-1961	603- 224-1430
Sumida	USA 847-956-0666 Japan 81-3-3607-5111	847- 956-0702 81-3-3607-5144
Taiyo Yuden	408-573-4150	408-573-4159
TDK	847-390-4373	847-390-4428

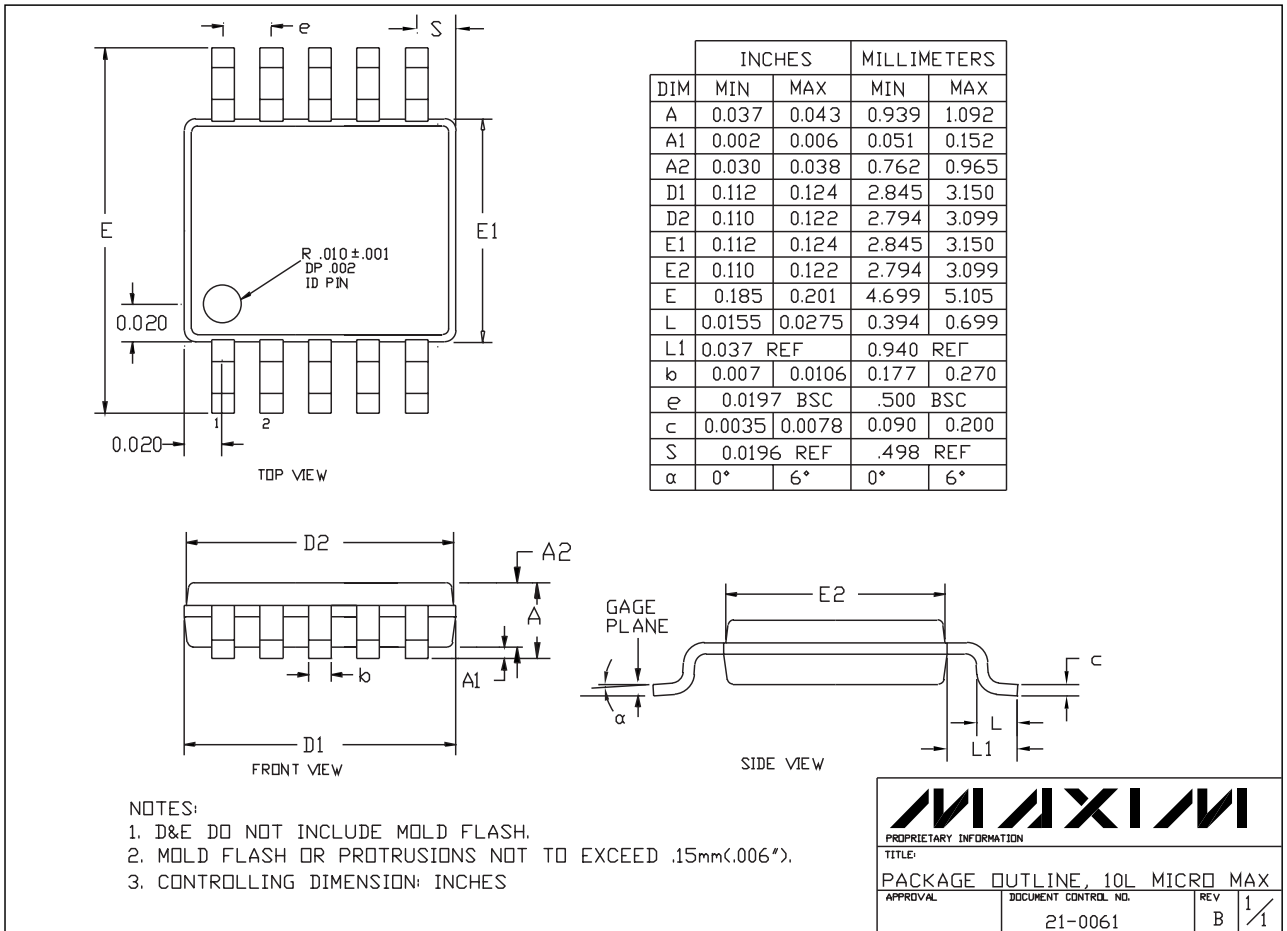
低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

チップ情報 _____

TRANSISTOR COUNT: 1462

パッケージ _____

MAX1692



低ノイズ5.5V入力 PWMステップダウンレギュレータ

MAX1692

NOTES