

EVALUATION KIT
AVAILABLE

MAXIM

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

概要

MAX1684/MAX1685は、セルラ電話、通信PDA及びハンディターミナル駆動用の高効率、内部スイッチ、パルス幅変調(PWM)ステップダウンスイッチングレギュレータです。これらのデバイスは、2つのLiイオン(Li+)電池から1Aの出力電流を保証しています。入力電圧範囲が2.7V~14Vと広く、設計の柔軟性が拡がると共に、バッテリーが取り外された時に生じる高電圧でも動作するため、ACアダプタでバッテリーを充電できます。出力電圧は、固定3.3V又は外部可変の $1.25V \sim V_{IN}$ です。

低オン抵抗パワースイッチ及び内蔵同期整流器により、96%という高効率を実現されています。動作モードは、固定周波数、通常、低電力及びシャットダウンの4つです。固定周波数PWMモードは、優れたノイズ特性を提供します。通常モードは全ての負荷において高効率を維持します。低電力モードは、スタンバイ時又は重負荷が必要ない時に電力を節約します。シャットダウンモードは、デバイスをパワーダウンして消費電流を最小限に抑えるために使用されます。

MAX1684は300kHzで動作し、最高の効率を必要とするアプリケーションに適しています。MAX1685は600kHzで動作し、外付部品が小さくなっています。これらのデバイスは、外部クロックに同期させることも可能です。その他の特長としては、低ドロップアウトアプリケーション用に有用なデューティサイクル100%、補助3V/5mA出力及び精度1%のリファレンス等が挙げられます。

いずれのデバイスも省スペースの16ピンQSOPパッケージで提供されています。設計をスピードアップする評価キットも入手可能です。入力電圧の低い(5.5V max)10ピンµMAXパッケージの類似製品としては、MAX1692データシートを参照してください。

アプリケーション

セルラ電話

双方向無線機及びウォークトーカー

コンピュータ周辺機器

パーソナル通信

PDA及びハンディターミナル

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。
Dual ModelはMaxim Integrated Productsの商標です。

MAXIM

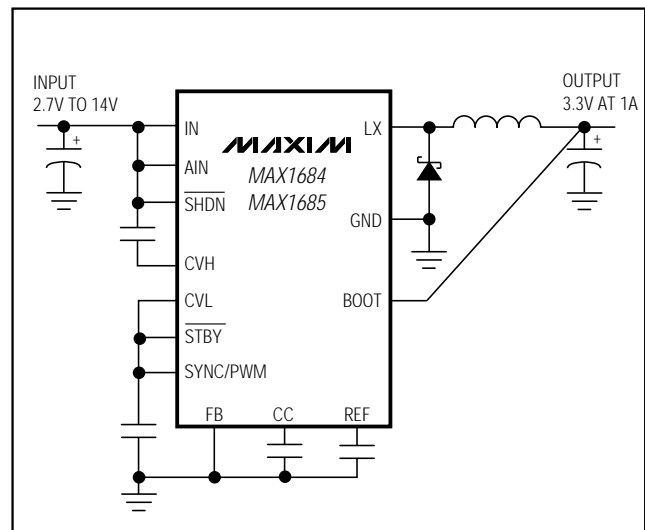
特長

- ◆ 効率：最高96%
- ◆ 保証出力電流：1A
- ◆ ドロップアウト中にデューティサイクルが100%
- ◆ 入力範囲：2.7V~14V(絶対最大定格15V)
- ◆ 精度±1%のリファレンス出力
- ◆ Pチャンネルオン抵抗：0.24
- ◆ 同期可能なスイッチング周波数
- ◆ 固定周波数PWM動作
 - 300kHz(MAX1684)
 - 600kHz(MAX1685)
- ◆ 通常モードの自己消費電流：150µA
- ◆ 低電力モードの自己消費電流：25µA
- ◆ シャットダウン電流：2µA
- ◆ Dual Mode™固定3.3V(±1%)出力又は可変出力($1.25V \sim V_{IN}$)
- ◆ パッケージ：小型16ピンQSOP
- ◆ 補助出力(CVL)：3V/5mA

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1684EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1685EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

標準動作回路



Maxim Integrated Products 1

本データシートに記載された内容は、英語によるマキシム社の公式なデータシートを翻訳したものです。翻訳により生じる相違及び誤りについての責任は負いかねます。正確な内容の把握にはマキシム社の英語のデータシートをご参照下さい。

無料サンプル及び最新版データシートの入手にはマキシム社のホームページをご利用下さい。www.maxim-ic.com

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

AIN to AGND	-0.3 to +15V	CVL Current	-1mA to +10mA
IN to PGND	-0.3V to (V _{AIN} + 0.3V)	LX Peak Current (Internally Limited)	2.3A
LX to PGND	-0.5V to (V _{IN} + 0.3V)	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
PGND to AGND	±0.3V	16-Pin QSOP (derate 8.3mW/°C above +70°C).....	667mW
SHDN to AGND	-0.3V to (V _{AIN} + 0.3V)	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
ILIM/SS, FB, CC, BOOT, REF to AGND	-0.3V to (V _{CVL} + 0.3V)	Junction Temperature	+150°C
CVH to IN.....	-6V to +0.3V	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
CVL, STBY, SYNC/PWM to AGND.....	-0.3V to +6V	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
Reference Current	±1mA		

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_{IN} = V_{SHDN} = 6V, STBY = SYNC/PWM = CVL, V_{BOOT} = V_{OUT}, FB = AGND, circuit of Figure 1, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Voltage Range			2.7		14	V	
Feedback Voltage	V _{FB}	V _{FB} = V _{OUT} , I _{LOAD} = 0 to 1A	1.238	1.251	1.264	V	
Output Voltage (3.3V Mode)	V _{OUT}	FB = AGND, I _{LOAD} = 0 to 1A	3.296	3.333	3.368	V	
Output Load Regulation		V _{FB} = V _{OUT} , I _{LOAD} = 0 to 1A		0.01		%	
Output Current Capability		V _{IN} = 5V to 14V	1			A	
Output Adjust Range		BOOT = AGND (Note 1)	V _{REF}		V _{IN}	V	
FB Input Current	I _{FB}	V _{FB} = 1.4V	-50		50	nA	
On-Resistance, P-Channel		High-side switch, I _{LX} = 1A	V _{IN} = 6V	0.24	0.5	Ω	
			V _{IN} = 2.7V	0.34	0.8		
On-Resistance, N-Channel		Low-side switch, V _{IN} = 2.7V, I _{LX} = 200mA		3	8	Ω	
Current Limit in PWM Mode	I _{LIM}		1.2	1.75	2.3	A	
Pulse-Skipping Current Threshold		SYNC/PWM = low	285	380	475	mA	
Current Limit in Low-Power Mode	I _{LIMLP}	STBY = low	285	380	475	mA	
Current Limit, N-Channel		SYNC/PWM = high	0.15	0.4	0.9	A	
Zero Crossing Threshold		SYNC/PWM = low	MAX1684	-10	50	100	mA
			MAX1685	20	80	130	
Quiescent Power Consumption		PWM mode, SYNC/PWM = high, V _{BOOT} = 3.3V (Note 2)	MAX1684	13	33	mW	
			MAX1685	25	65		
		Normal mode, SYNC/PWM = low, V _{BOOT} = 3.3V (Note 2)		0.9	2		
		Low-power mode, STBY = low, V _{BOOT} = 3.3V (Note 2)		0.14	0.27		

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{\overline{SHDN}} = 6V$, $\overline{STBY} = \text{SYNC/PWM} = \text{CVL}$, $V_{BOOT} = V_{OUT}$, $FB = AGND$, circuit of Figure 1, $T_A = 0^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^\circ\text{C}$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Quiescent Supply Current in Dropout		$\overline{STBY} = \text{low}$, $V_{IN} = 2.7V$			230	430	μA
Shutdown Supply Current		$\overline{SHDN} = \text{low}$			2	6	μA
LX Leakage Current	I_{LX}	$V_{IN} = 14V$, $V_{LX} = 0$ or $14V$, $\overline{SHDN} = \text{low}$				20	μA
Oscillator Frequency	f_{OSC}	MAX1684		260	300	340	kHz
		MAX1685		520	600	680	
SYNC Capture Range		MAX1684		180		350	kHz
		MAX1685		360		700	
Maximum Duty Cycle				100			%
Constant-Frequency Minimum Duty Cycle		(Note 3)	MAX1684	10			%
			MAX1685	20			
Reference Output Voltage	V_{REF}	$I_{REF} = 0$		1.238	1.251	1.264	V
Reference Load Regulation		$-1\mu\text{A} < I_{REF} < 50\mu\text{A}$			4	15	mV
Reference Supply Regulation		$2.7V < V_{BOOT} < 5.5V$			0.2	5	mV
CVL Regulator Output Voltage		$V_{IN} = 3V$ to $14V$, $BOOT = AGND$, $I_{CVL} = 0$ to 5mA		2.7	3.0	3.15	V
CVL Dropout Voltage		$BOOT = AGND$, $I_{CVL} = 5\text{mA}$				120	mV
CVL Undervoltage Lockout Threshold		$BOOT = AGND$, CVL falling edge, typical hysteresis is 40mV		2.35	2.5	2.6	V
CVH with Respect to V_{IN}		$I_{CVH} = -1\text{mA}$		-5.0	-4.6	-4.1	V
BOOT Switchover Threshold		$BOOT$ falling edge, typical hysteresis is $0.1V$		2.35	2.5	2.65	V
Thermal Shutdown Threshold		Typical hysteresis is $+10^\circ\text{C}$ (Note 4)			160		$^\circ\text{C}$
ILIM/SS Source Current		$V_{ILIM/SS} = 1.4V$		3.3	4	4.65	μA
Logic Input High Voltage	V_{IH}	\overline{SHDN} , \overline{STBY} , SYNC/PWM		2			V
Logic Input Low Voltage	V_{IL}						0.7
Logic Input Current		\overline{SHDN} , \overline{STBY} , SYNC/PWM		-1		1	μA
SYNC/PWM Pulse Width		High or low period		500			ns

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = V_{\overline{SHDN}} = 6V$, $\overline{STBY} = \text{SYNC/PWM} = \text{CVL}$, $V_{BOOT} = V_{OUT}$, $FB = \text{AGND}$, circuit of Figure 1, $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$, unless otherwise noted.) (Note 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
Input Voltage Range			2.7	14	V
Output Feedback Voltage	V_{FB}	$V_{FB} = V_{OUT}$, $I_{LOAD} = 0$ to 1A	1.233	1.269	V
Output Voltage (3.3V Mode)	V_{OUT}	$FB = \text{AGND}$, $I_{LOAD} = 0$ to 1A	3.280	3.382	V
Output Current Capability		$V_{IN} = 6V$ to 14V	1		A
Output Adjust Range		$BOOT = \text{AGND}$ (Note 1)	V_{REF}	V_{IN}	V
FB Input Current	I_{FB}	$V_{FB} = 1.4V$	-50	50	nA
Current Limit in PWM Mode	I_{LIM}		1.2	2.3	A
Current Limit in Low-Power Mode	I_{LIMLP}	$\overline{STBY} = \text{low}$	285	475	mA
Quiescent Power Consumption		Normal mode, $\overline{STBY} = \text{low}$, $V_{BOOT} = 3.3V$ (Note 2)		2	mW
		Low-power mode, $\overline{STBY} = \text{low}$, $V_{BOOT} = 3.3V$ (Note 2)		0.27	
Shutdown Supply Current		$\overline{SHDN} = \text{low}$		6	μA
Oscillator Frequency	f_{OSC}	MAX1684	240	350	kHz
		MAX1685	480	700	
Reference Output Voltage		$I_{REF} = 0$	1.232	1.268	V
CVL Regulator Output Voltage		$V_{IN} = 3V$ to 14V, $BOOT = \text{AGND}$, $I_{CVL} = 0$ to 5mA	2.7	3.15	V
CVL Undervoltage Lockout Threshold		$BOOT = \text{AGND}$, CVL falling edge, typical hysteresis is 40mV	2.4	2.6	V
CVH with Respect to V_{IN}		$I_{CVH} = -1\text{mA}$	-5.0	-4.1	V
BOOT Switchover Threshold		$BOOT$ falling edge, typical hysteresis is 0.1V	2.35	2.65	V
I_{LIM}/SS Source Current		$V_{LIM/SS} = 1.4V$	3.1	4.7	μA
Logic Input High Voltage	V_{IH}	\overline{SHDN} , \overline{STBY} , SYNC/PWM	2		V
Logic Input Low Voltage	V_{IL}			0.7	

Note 1: The output adjust range with $BOOT$ connected to V_{OUT} is V_{REF} to 5.5V. Connect $BOOT$ to AGND for $V_{OUT} > 5.5V$.

Note 2: The quiescent power-consumption specifications include chip supply and gate-drive loss only. Divide these values by V_{IN} (6V) to obtain quiescent currents. In normal and low-power modes, chip supply current dominates and quiescent power is proportional to V_{BOOT} ($BOOT$ connected to OUT). In PWM mode, gate-drive loss dominates and quiescent power is proportional to $V_{IN} \times (V_{IN} - V_{CVH})$. In addition, IR losses in power switches and external components typically increase PWM quiescent power consumption by 5mW to 10mW. Note that if the device is not bootstrapped, additional power is dissipated in the CVL linear regulator.

Note 3: When the duty factor (V_{OUT} / V_{IN}) is less than this value, the switching frequency decreases in PWM mode to maintain regulation.

Note 4: Thermal shutdown is disabled in low-power mode ($\overline{STBY} = \text{low}$) to reduce power consumption.

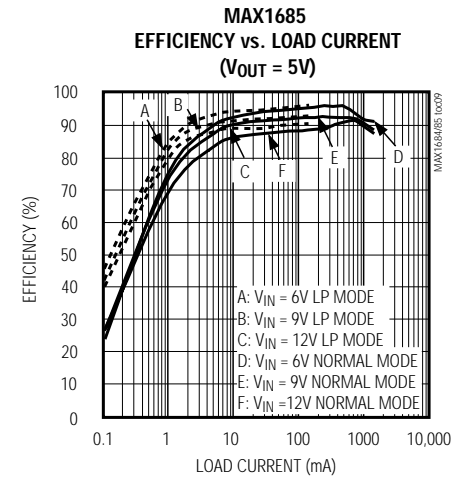
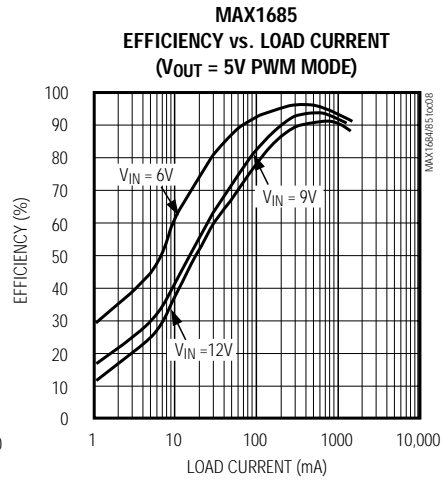
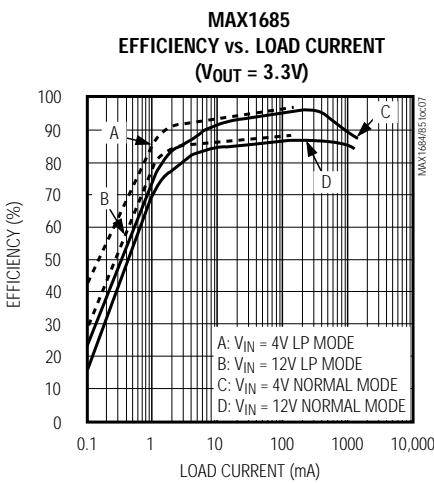
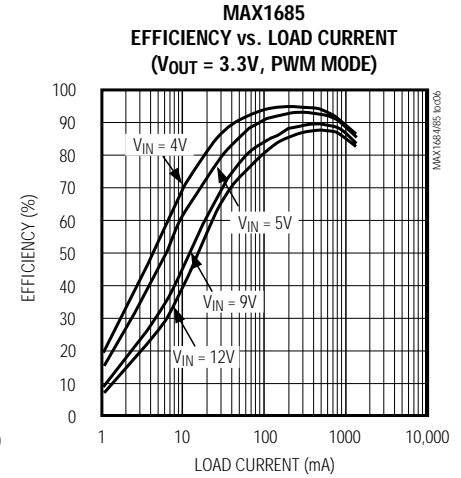
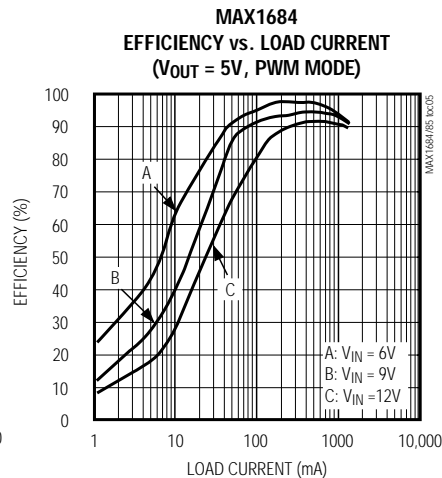
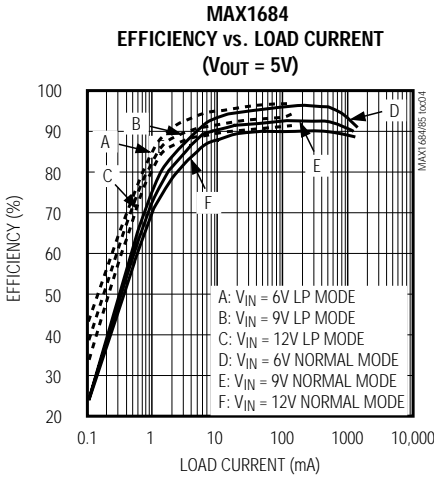
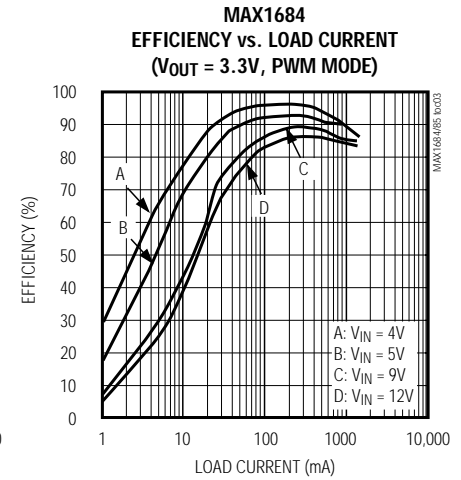
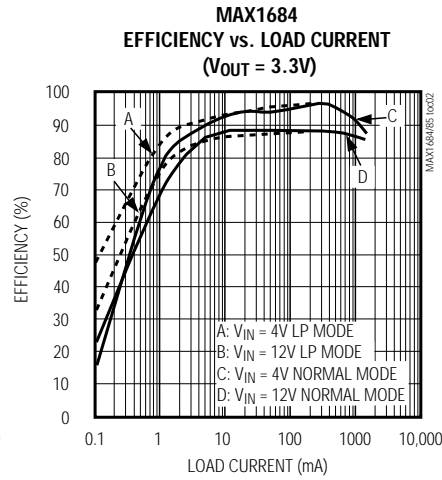
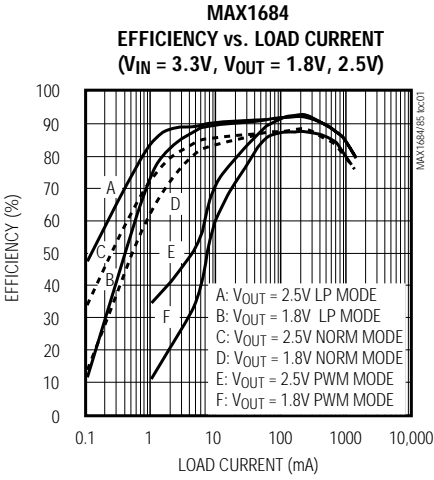
Note 5: Specifications to -40°C are guaranteed by design, not production tested.

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

標準動作特性

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



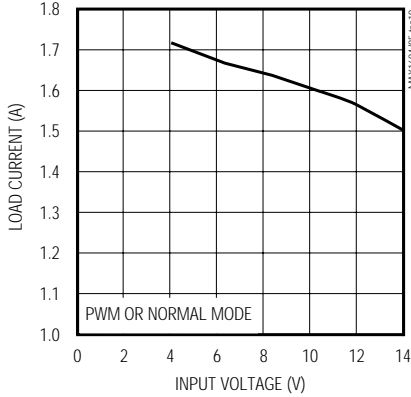
低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

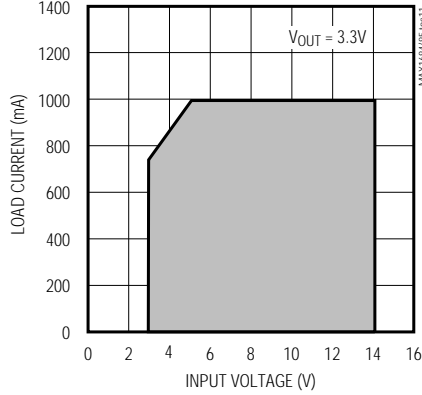
標準動作特性(続き)

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

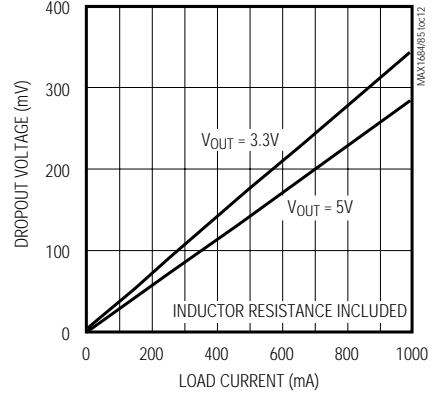
MAXIMUM LOAD CURRENT vs. INPUT VOLTAGE



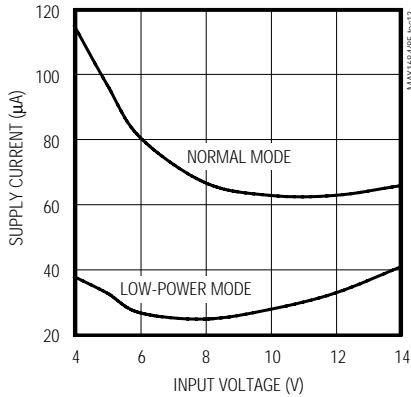
SAFE OPERATING AREA



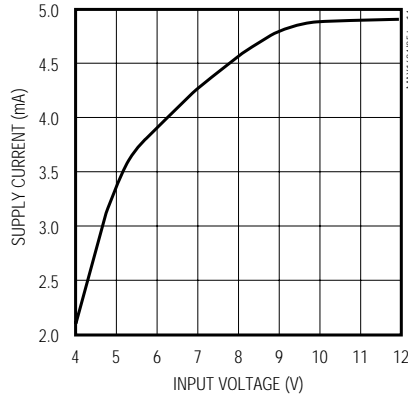
DROPOUT VOLTAGE vs. LOAD CURRENT



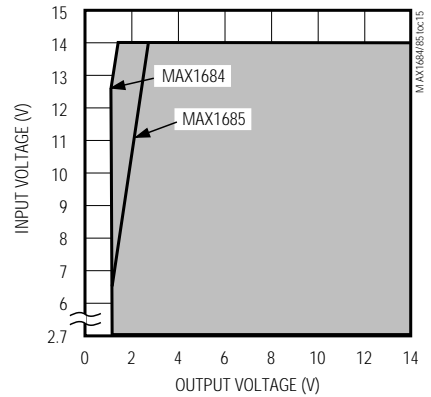
NO-LOAD SUPPLY CURRENT vs. INPUT VOLTAGE



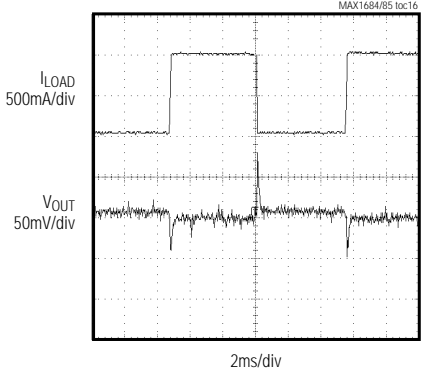
MAX1684 NO-LOAD SUPPLY CURRENT vs. INPUT VOLTAGE (V_{OUT} = 3.3V, PWM MODE)



PWM FIXED-FREQUENCY OPERATION AREA

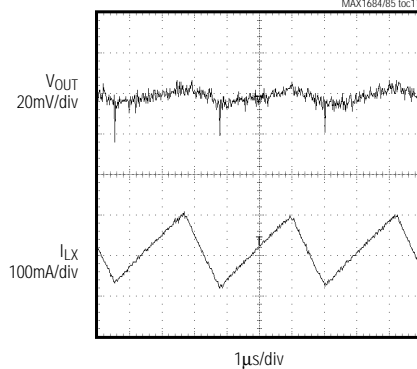


LOAD-TRANSIENT RESPONSE



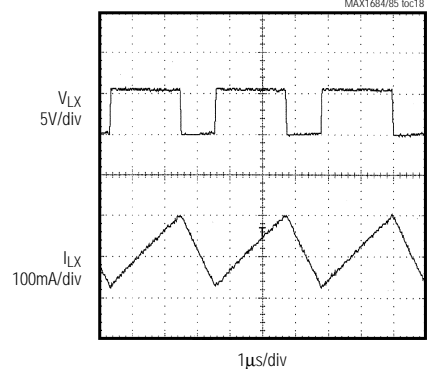
MAX1684, $I_{LOAD} = 0.1\text{mA TO } 1\text{A}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $\text{SYNC/PWM} = 3.3\text{V}$

SWITCHING WAVEFORM



MAX1684, $I_{LOAD} = 100\text{mA}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $\text{SYNC/PWM} = 3.3\text{V}$

SWITCHING WAVEFORM



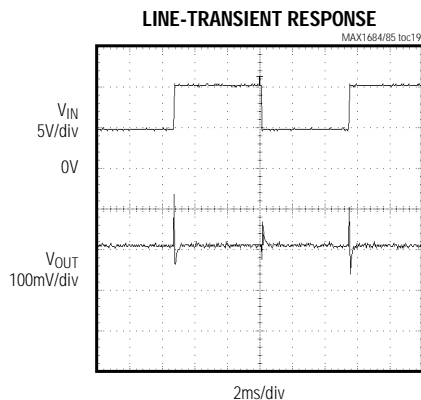
MAX1684, $I_{LOAD} = 100\text{mA}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $V_{IN} = 5\text{V}$, $\text{SYNC/PWM} = 3.3\text{V}$

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

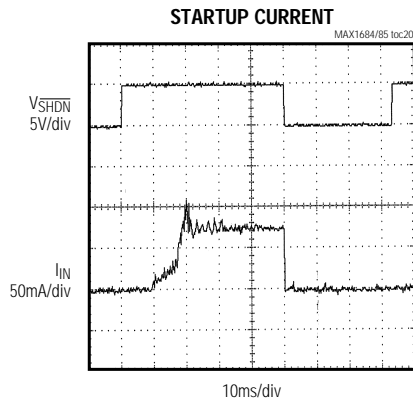
MAX1684/MAX1685

標準動作特性(続き)

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



MAX1684, $I_{LOAD} = 100\text{mA}$, $V_{IN} = 5\text{V TO } 10\text{V}$,
SYNC/PWM = 3.3V



MAX1684, $I_{LOAD} = 100\text{mA}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$,
 $V_{IN} = 5\text{V}$, $C_{LIM/SS} = 0.1\mu\text{F}$, SYNC/PWM = 3.3V

端子説明

端子	名称	機能
1	CVH	ハイサイドMOSFETゲートバイアス。Pチャンネルスイッチのバイアス電圧。0.1 μF コンデンサでINにバイパスしてください。
2	AIN	アナログ電源電圧入力。5mmの金属トレースでINに接続してください。1 μF コンデンサでPGNDにバイパスしてください。
3	IN	電源電圧入力
4	CVL	ロジック電源電圧出力及びICロジック電源。外部負荷に対して5mAの電流ソースになります。1 μF コンデンサでAGNDにバイパスしてください。
5	AGND	アナロググランド
6	REF	リファレンス出力。1.25Vリファレンス出力が外部負荷に10 μA の電流を供給します。0.1 μF コンデンサでAGNDにバイパスしてください。
7	FB	Dual Modeフィードバック入力。FBを V_{OUT} に接続すると出力が1.25Vになります。外部抵抗分圧器に接続して出力電圧を調節してください。AGNDに接続すると出力電圧が3.3Vに設定されます。
8	CC	積分器のコンデンサ接続部。0.01 μF コンデンサを通じてAGNDに接続してください。
9	SYNC/PWM	SYNC/PWM入力: 同期PWM動作を行う場合は、TTLレベルの50%矩形波で駆動してください。 PWMモードの場合はCVLに接続してください。 通常モードの場合はAGNDに接続してください。
10	ILIM/SS	電流リミット調節/ソフトスタート入力。「電流リミット及びソフトスタート」を参照してください。
11	$\overline{\text{STBY}}$	スタンバイ制御入力。CVLに接続すると通常動作になります。AGNDに接続すると低電力モードになります(表1)。このピンはSYNC/PWM設定をオーバーライドします。
12	BOOT	ブートストラップ入力。ブートストラップスイッチ及び内部フィードバック経路用の接続部。 $V_{OUT} < 5.5\text{V}$ の場合はBOOTを V_{OUT} に接続してください。 $V_{OUT} > 5.5\text{V}$ の場合はBOOTをAGNDに接続してください。
13, 14	LX	インダクタ接続部。内部PチャンネルMOSFETのドレイン。LXとOUTの間にインダクタを接続してください。
15	$\overline{\text{SHDN}}$	アクティブローシャットダウン入力。グラウンドに接続するとシャットダウンになります。 $\overline{\text{SHDN}}$ は入力電圧に耐えます。
16	PGND	電源グランド

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

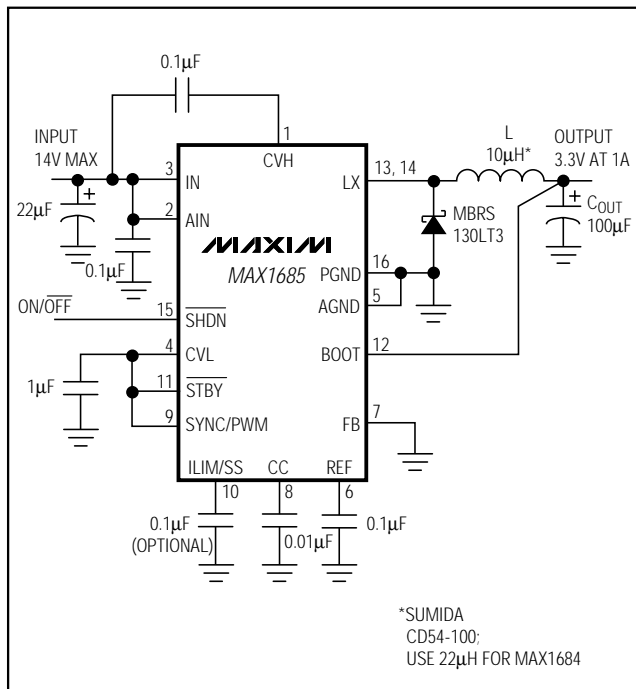


図1. 標準アプリケーション回路

詳細

MAX1684/MAX1685ステップダウンPWM DC-DCコンバータは、1.25V～入力電圧の可変出力を提供します。2.7V～14Vの入力を許容し、最大1.6Aの電流を供給します。内部MOSFET及び同期整流器により、プリント基板面積が削減され、高効率が維持されています。最大デューティサイクル100%で動作するため、ドロップアウト電圧が最小限に抑えられています。固定周波数PWM動作は、敏感な通信及びデータ収集アプリケーションにおける干渉を低減しています。SYNC入力により、外部クロックへの同期が可能です。MAX1684/MAX1685には5つのモードがあり、デバイスをアプリケーションに適した動作で動作するように設定することにより、最高の効率が達成できます(表1)。

表1. 動作モード

MODE	SYNC/PWM	STBY	SHDN	FUNCTION	TYPICAL OUTPUT CAPABILITY (A)
PWM	H	H	H	Fixed-frequency PWM	1.6
Sync PWM	Clocked	H	H	Fixed-input clock-frequency PWM	1.6
Normal	L	H	H	PFM at light loads (<150mA); fixed-frequency PWM at heavy loads (>150mA)	1.6
Low Power	X	L	H	Low-power or standby mode	160m
Shutdown	X	X	L	Circuit disabled	0

PWM制御方式

MAX1684/MAX1685は、発振器にトリガされた最小/最大オン時間モード制御方式を採用しています(図2)。最小オン時間は、ドロップアウト中を除いて220ns(typ)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、優れた負荷応答及びライン応答が実現できます。

内部発振器の各立上がりエッジにおいて、内部PチャンネルMOSFET(メインスイッチ)がターンオンします。これにより、インダクタ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。このスイッチは電流リミットコンパレータがトリップするか、最大オン時間が経過するか、あるいは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壊し、蓄積されたエネルギーが放出されて、電流が出力ダイオードを通して出力フィルタコンデンサ及び負荷に流れます。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とき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、MAX1684/MAX1685は一定周波数でスイッチングし、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電力を変調することにより出力電圧を安定化します。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プ補償ランプの3つの信号に重みを付けて加算し、スレッシュホールドに達すると状態が変化します。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。MAX1684/MAX1685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。

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

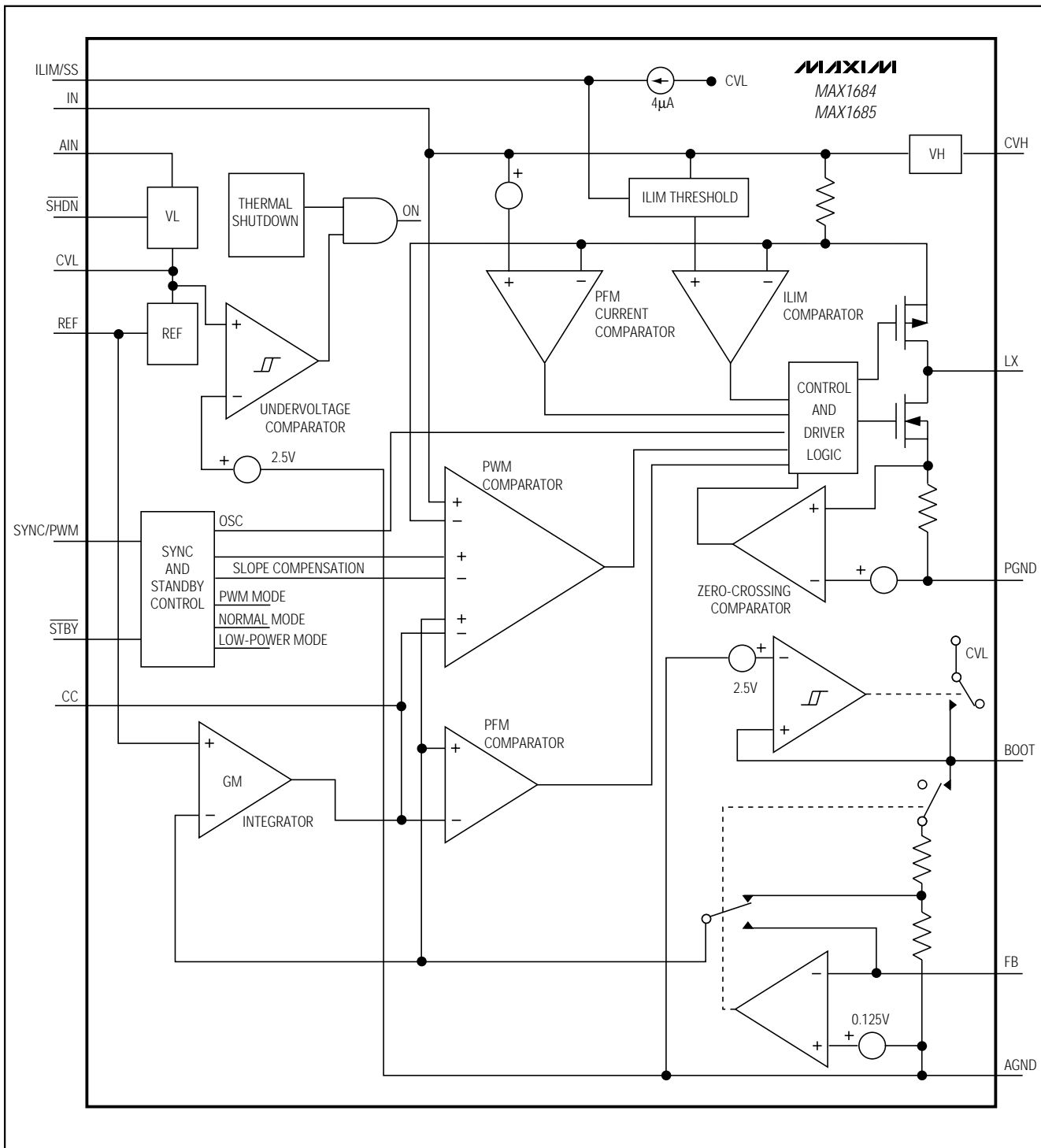


図2. ファンクションダイアグラム

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

0から1Aへのトランジェント負荷レギュレーションは1.4%ですが、積分器回路によって補償され、DC負荷レギュレーションは0.01%(typ)に低減されています。スロー補償は、各サイクルの後半におけるインダクタ電流波形の下降スローブをもたらし、高デューティサイクル時の電流モードコントローラのインダクタ電流の階段状変化を排除します。

PFM制御

低電力モード中、MAX1684/MAX1685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Pチャネルスイッチ、同期整流器及び外部インダクタの損失も低減します。このPFMモードでは、出力電圧が低く落ちすぎたことを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されます。PチャネルMOSFETスイッチがターンオンして、出力フィルタコンデンサ及び負荷に電流を流します。MAX1684/MAX1685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。

通常モードで負荷が軽い時(150mA以下)もPFM動作になります。PFM動作中、PFM電流コンパレータはPWMモードの起動及びピークスイッチ電流の両方を制御します。このため、負荷が150mA付近で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悪影響を全く与えません。

デューティサイクル100%の動作

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(デューティサイクル100%)になるまで増加します。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0.35V($I_{OUT} = 1A$)になります。

デューティサイクルが非常に小さい時の動作

Pチャネルの最小オン時間及びデッドタイム(両方のスイッチがオフの期間)のため、PWM又は通常モードにおいてデューティサイクルが非常に小さい時にレギュレーションを維持するには、スイッチング周波数を低減する必要があります。全Pチャネルオン時間及びデッドタイムは290ns(typ)です。この結果、MAX1684/MAX1685はそれぞれ V_{IN} が10 V_{OUT} 及び5 V_{OUT} まで、無負荷における固定周波数レギュレーションを維持します(「標準動作特性」の「PWM Fixed-Frequency Operation Area」のグラフを参照)。無負荷でさらに V_{IN} が高くなると、次式に従って周波数が減少します。

$$f = V_{OUT}(V_{IN} \times 290ns)$$

中負荷及び重負荷電流(100mA以上)においては、周波数が減少する前に V_{IN} が少し高くなることがあります。

同期整流

主要な整流器は外付ショットキダイオードですが、小型Nチャネル同期整流器が軽負荷におけるPWM動作を可能にしています。各サイクルの後半において、インダクタ電流が直線的に低下してゼロクロスレッシュヨ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逆流するのを防ぎます。NチャネルFETを通るPWMリップル電流を400mA_{p-p}に制限するために適切なインダクタを選んでください。

電流リミット及びソフトスタート

ILIM/SSにおける電圧がPWM電流リミット($I_{LIM} = 1.75A$)及び低電力電流リミット($I_{LIMLP} = 380mA$)を設定します。PWM電流リミットはPWMモード、同期PWMモード、あるいは通常モードの重負荷時に適用されます(表1)。 I_{LIMLP} リミットはデバイスが低電力モードのときに適用されます。内部4 μA 電流ソースがILIM/SSをCVLにプルアップします。最大電流リミットスレッシュヨルドを使用するためには、ILIM/SSを未接続のまま残すか、あるいはソフトスタートコンデンサに接続してください。ILIM/SSからの外付抵抗をAGNDに接続することにより、電流リミットスレッシュヨルドを調節できます。

PWM電流リミットスレッシュヨルドは($I_{LIM} \times R_{ILIM/SS} \times 4\mu A$)/ V_{REF} に等しく、0.5A~1.75Aの範囲で可変です。

低電力電流リミットスレッシュヨルドは($I_{LIMLP} \times R_{ILIM/SS} \times 4\mu A$)/ V_{REF} に等しく、110mA~380mAの範囲で可変です。

例えば、 $R_{ILIM/SS}$ が156kの時、PWM電流リミットスレッシュヨルドは0.88A、低電力電流リミットスレッシュヨルドは0.19Aです。

ILIM/SSとAGNDの間に小容量のコンデンサを接続すると、インラッシュ電流を制限するソフトスタートが実現できます。シャットダウン中、ILIM/SSは内部でAGNDに短絡してソフトスタートコンデンサを放電します。ILIM/SSをREF又はCVLに接続しないでください。ソフトスタートの持続時間は次式で決定してください。

$$t_{SOFT-START} = C_{ILIM/SS}(1.25V/4\mu A)$$

ここで、 $t_{SOFT-START}$ はSHDNがハイになってからレギュレータが完全負荷電流を供給できるようになるまでの時間です。例えば、0.1 μF コンデンサを使用すると31msのソフトスタートになります。

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

各モードにおける出力電流能力は次式で決まります。

$$I_{OUTMAX} = I_{LIM} - 0.5 \times I_{RIPPLE} \text{ (PWM及び通常モード)}$$

$$I_{OUTMAX} = 0.5 \times I_{LIMLP} \text{ (低電力モード)}$$

ここで、

I_{RIPPLE} = リップル電流 =

$$(V_{IN} - V_{OUT}) \times V_{OUT} / (V_{IN} \times f_{OSC} \times L)$$

I_{LIM} = PWMモードにおける電流リミット

I_{LIMLP} = 低電力モードにおける電流リミット

内部低電圧レギュレータ及びブートストラップ(BOOT)

MAX1684/MAX1685は、内部回路に低電圧電源を供給する2つの内部レギュレータ(VH及びVL)を備えています(ファンクションダイアグラムを参照)。VHレギュレータはINを基準にして-4.6Vを生成し、Pチャネル及びドライバに電源を供給します。CVHは0.1µFコンデンサでINにバイパスしてください。VLレギュレータはCVLにおいて3V出力を生成し、Nチャネルスイッチとドライバの他に、内部低電圧ブロックにも電源を供給します。CVLは1µFでAGNDにバイパスしてください。

低電流及び通常モードにおいて自己消費電流を低減するには、BOOTをOUTに接続してください。スタートアップの後、 V_{BOOT} が2.6Vを超えると、内部ブートストラップスイッチがCVLをBOOTに接続します。このブートストラップ機構により、内部回路の電源が出力から得られるため、入力自己消費電流が V_{OUT}/V_{IN} の倍率で減少します。出力電圧が5.5Vを超える場合には、BOOTをOUTに接続しないでください。そのかわりにBOOTをAGNDに接続することにより、CVLを3Vで安定化してください。

CVLは外部ロジック回路に5mAの電流を供給する能力を持ち、シャットダウン時はディセーブルされます。

アプリケーション情報 _____

出力電圧の選択

FBをAGNDに接続すると、内部3.3V出力モードが選択されます。この設定の場合は、BOOTをOUTに接続してください。

FBを出力とAGND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ください(図3)。R2を20k ~ 100k の範囲で選択してください。R1は次式で計算してください。

$$R1 = R2[(V_{OUT}/V_{FB}) - 1]$$

ここで、 $V_{FB} = 1.25V$ です。

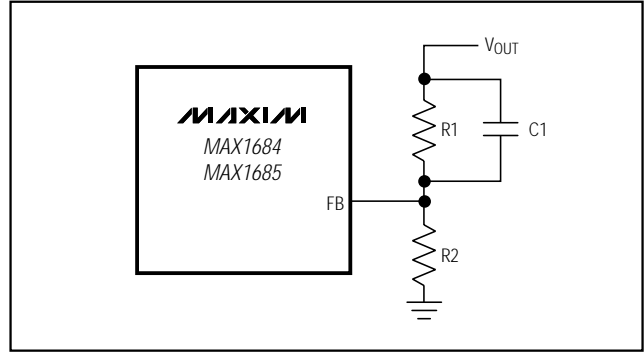


図3. 出力電圧の設定

FBピンにおける浮遊容量を補償するため、R1の両端に小型コンデンサを接続してください。

$$C1 = \frac{5 (10^{-7})}{R2}$$

ここで、 $R2 = 100k$ の時は、4.7pFを使用してください。

インダクタの選択

MAX1684/MAX1685はスイッチング周波数が高いため、小型表面実装インダクタを使用することができます。表2に、様々な出力電圧範囲に対して適切なインダクタを示します。最小インダクタ値は次式で計算してください。

$$L = 0.9(V_{OUT} - 0.3V) / (I_{RIPPLE MAX} \times f_{OSC})$$

ここで、

$I_{RIPPLE MAX}$ は400mA以下にしてください。

$f_{OSC} = 300kHz$ (MAX1684)又は $600kHz$ (MAX1685)です。

コンデンサの選択

電圧リップルを最小限に抑えつつ、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ください。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を低減します。MAX1684/MAX1685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。

低ESRのコンデンサを推奨します。コンデンサのESRは、出力リップルに寄与する主なファクター(通常60%以上)です。普通のアルミ電解コンデンサはESRが大きいため避けてください。低ESRアルミ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好適で、スペースの厳しい表面実装

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

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プル電流定格を超えないください。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。三洋電機の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。セラミック又はOS-CON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でコストが正当化される場合に使用してください。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、負荷過渡応答を調べる時に安定性をチェックし、必要に応じて出力補償コンデンサを大きくしてください。表3に、MAX1684/MAX1685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。

最小容量値と最大ESR値の仕様に従ってください。

$$C_{OUT} > I_{OUT\ MAX} / (V_{OUT} \times AC\ 負荷レギュレーション \times f_{OSC})$$

$$R_{ESR} < 2 \times AC\ 負荷レギュレーション \times V_{OUT} / I_{OUT\ MAX}$$

ここで、 $I_{OUT\ MAX} = 1A$ 、AC負荷レギュレーション $\cong 1.4\%$ 及び $f_{OSC} = 300kHz$ (MAX1684) 又は $600kHz$ (MAX1685) です。

出力ダイオードの選択

各サイクルの後半の始めにインダクタ電流を通すための出力整流器としては、1Aの外部ショットキダイオード (MBRS130LT3又は相当品) を使用してください。このダイオードは、内部NチャンネルMOSFETが完全にターンオンする前及び大電流動作中に動作します。NチャンネルMOSFETの内部ボディダイオードに順方向バイアスがかかるのを避けるため、ショットキダイオードを使用してください。

表2. インダクタ及び最小出力コンデンサの選択

V _{OUT} (V)	MAX1684 (300kHz)		MAX1685 (600kHz)	
	L (μ H)	MIN C _{OUT} (μ F)	L (μ H)	MIN C _{OUT} (μ F)
1.25 to 2.7	22	220	10	100
2.7 to 4	22	100	10	47
4 to 6	47	68	22	33
6 to 14	68	47	33	22

表3. 部品メーカー

SUPPLIER	PHONE	FAX
CAPACITORS		
AVX	803-946-0690	803-626-3123
Matsuo	714-969-2591	714-960-6492
Sanyo	619-661-6835	619-661-1055
Sprague	603-224-1961	603-224-1430
INDUCTORS		
Coilcraft	847-639-6400	847-639-1469
Murata-Erie	814-237-1431	814-238-0490
Sumida	847-956-0666	847-956-0702
TDK	847-390-4373	847-390-4428
DIODES		
Motorola	602-303-5454	602-994-6430

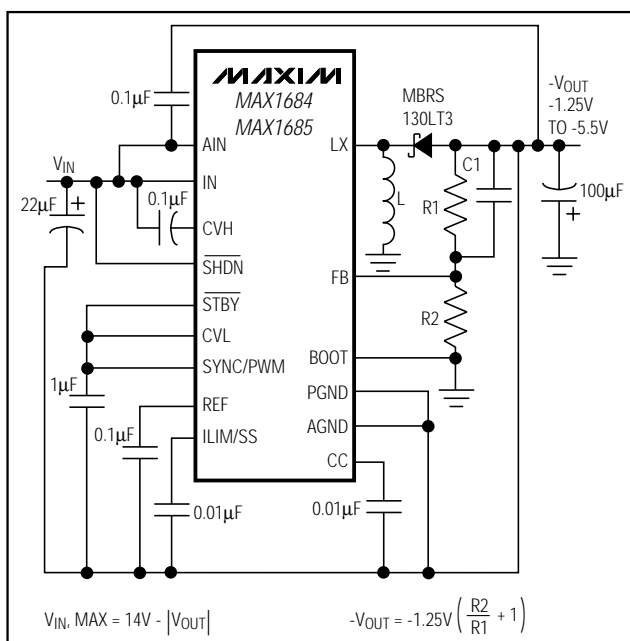


図4. 反転出力

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

反転出力

グランドと V_{OUT} の接続を交換すると、負電圧電源になります(図4)。部品の選択は正電圧コンバータの場合と同じです。絶対最大定格により、出力電圧範囲が $-1.25V \sim -5.5V$ に、最大入力電圧範囲が $14V - |V_{OUT}|$ に制限されます。

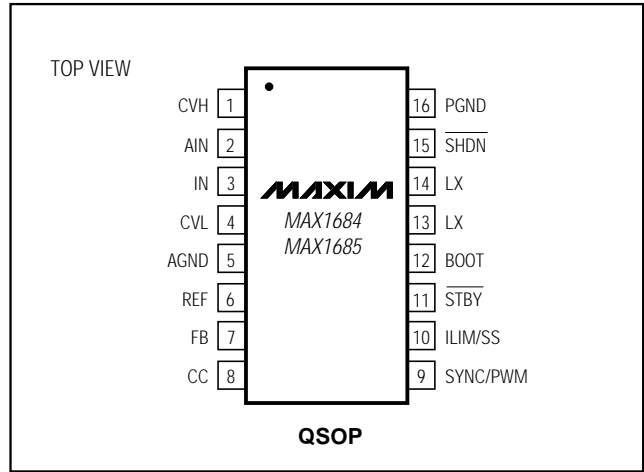
プリント基板レイアウト

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。設計が悪いとフィードバック経路に過剰なEMIが生じ、グランドプレーンに電圧勾配が生じます。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。MAX1684/MAX1685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等の電力部品は、できるだけ近くにまとめて配置してください。又、これらの部品のトレースは短く直接的に広くし、グランドノードはスターグランド構成で接続してください。基板上の余分な銅箔は残しておき、疑似グランドプレーンとしてグランドと一体にしてください。

外部電圧フィードバックを使用する場合、フィードバックネットワークはFBの直近(5mm以内)に配置してください。そして、出力電圧フィードバックは出力コンデンサのできるだけ近くで拾うようにしてください。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ネットワークから遠ざけてください。ノイズの大きなトレースはグランドに接続された銅パターンで分離してください。又、それぞれの入力から5mm以内に小さなバイパスコンデンサを配置してください。MAX1684評価キットの説明書に、プリント基板レイアウト、配線及び疑似グランドプレーンの例が記載されています。

短い(5mm)の金属トレース又は1 Ω 抵抗でAINをINに接続し、0.1 μ FコンデンサでAINをPGNDにバイパスしてください。これは、AINにおけるノイズを低減するローパスフィルタになります。

ピン配置



チップ情報

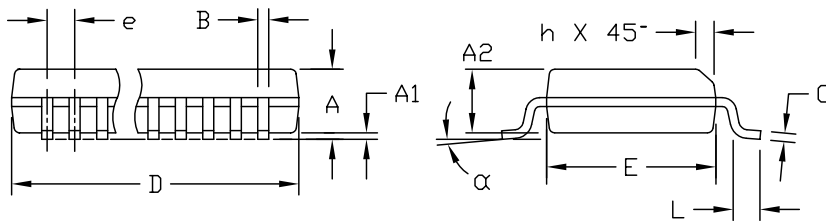
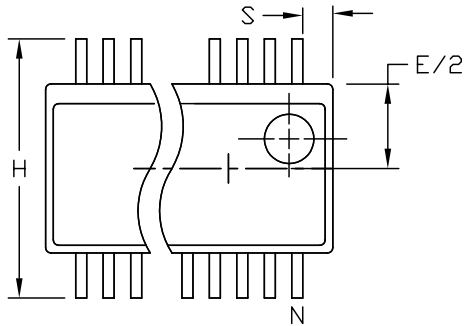
TRANSISTOR COUNT: 2061

低ノイズ、14V入力、1A、PWM ステップダウンコンバータ

MAX1684/MAX1685

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、www.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.31
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
α	0°	8°	0°	8°

VARIATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AA
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AB
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AC
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AD
S	.0250	.0300	0.635	0.762	

NOTES:

- 1). D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
- 2). MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
- 3). CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.
- 4). MEETS JEDEC MO137.

MAXIM
 PROPRIETARY INFORMATION
 TITLE:
 PACKAGE OUTLINE, QSDP, .150", .025" LEAD PITCH
 APPROVAL: _____ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0055 REV D 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。

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