

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

概要

MAX1623は、ノートブック及びデスクトップコンピュータにローカルCPU及びバス終端電源を提供する同期整流付のスイッチモードバックレギュレータです。内部55m (typ)3A PMOSパワースイッチ及び60m (typ)3A NMOS同期整流器スイッチが5V電源から95% (typ)の効率で最大3Aの負荷電流を供給します。出力精度は、ライン及び負荷レギュレーションを含めて $\pm 1\%$ です。

MAX1623は、一定オフ時間電流モードパルス幅変調(PWM)制御方式を採用しています。スイッチング周波数は最大350kHzです。TOFFピンの外付抵抗により、オフ時間を設定します。これにより、スイッチング周波数、出力スイッチングノイズ及びインダクタサイズ的设计がフレキシブルになります。本デバイスは、省スペースの20ピンSSOPパッケージで提供されています。

アプリケーション

5Vから3.3Vへの変換

ノートブックコンピュータのCPU I/O電源

デスクトップコンピュータのバス終端電源

CPUドーターカード電源

DSP電源

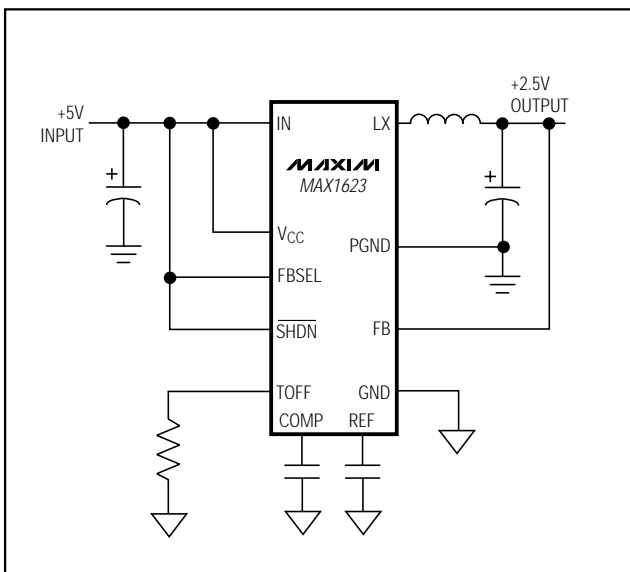
特長

- ◆ 出力精度： $\pm 1\%$ (ライン及び負荷レギュレーションを含む)
- ◆ 効率：94%
- ◆ 内部スイッチ
 - 55m PMOSパワースイッチ
 - 60m NMOS同期整流器スイッチ
- ◆ 保証負荷能力：3A
- ◆ 最小限の外部部品点数で動作
- ◆ 出力電圧：ピン選択の固定3.3V、2.5V又は可変(1.1V~3.8V)
- ◆ 入力電圧範囲： $+4.5V \sim +5.5V$
- ◆ 消費電流：400 μA (typ)
- ◆ シャットダウン消費電流：1 μA 以下
- ◆ 一定オフ時間のPWM動作
- ◆ スwitchング周波数：350kHzまで
- ◆ 軽負荷ではIdle Mode™
- ◆ サーマルシャットダウン保護
- ◆ パッケージ：20ピンSSOP

型番

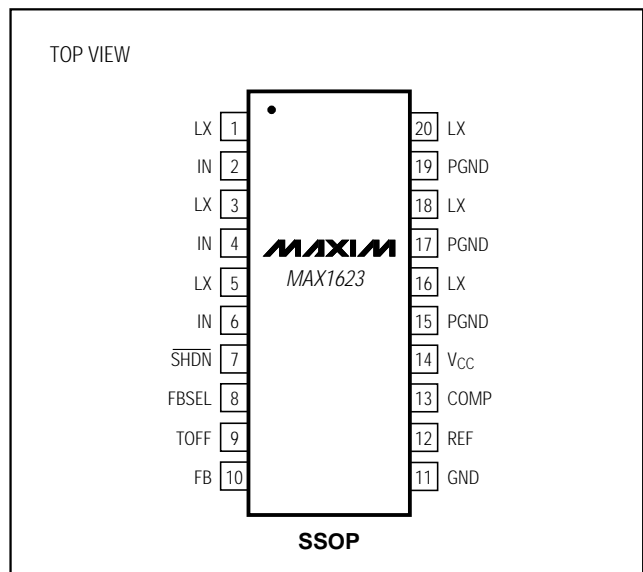
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1623EAP	-40°C to +85°C	20 SSOP

標準動作回路



Idle ModeはMaxim Integrated Productsの商標です。

ピン配置



3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

IN to PGND0V to 6V
 V_{CC} to GND-0.3V to 6V
 PGND to GND±0.5V
 IN to V_{CC}±0.5V
 LX to PGND-0.5V to 6V
 SHDN to GND-0.3V to 6V
 REF, FBSEL, COMP, FB, TOFF to GND-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)

REF Short to GNDContinuous
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C) (with part mounted on 1 sq. inch of one ounce copper)
 20-Pin SSOP (derate 22mW/°C above +70°C)1.3W
 Operating Temperature Range-40°C to +85°C
 Storage Temperature Range-65°C to +150°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_{IN} = V_{CC} = +5V, FBSEL unconnected, R_{TOFF} = 110kΩ, T_A = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T_A = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Voltage Range		4.5		5.5	V	
Output Voltage	V _{IN} = 4.5V to 5.5V, I _{LOAD} = 0 to 3A	FBSEL = unconnected	3.296	3.330	3.366	V
		FBSEL = V _{CC}	2.49	2.525	2.550	
		FBSEL = GND or REF	1.089	1.100	1.110	
Output Adjustment Range	FBSEL = GND or REF (Note 1)	V _{REF}		3.80	V	
Reference Output Voltage	I _{REF} = 0	1.089	1.100	1.110	V	
Reference Load Regulation	I _{REF} = -1μA to 10μA			1	mV	
Current-Limit Threshold		3.65		4.65	A	
PMOS Switch On-Resistance	V _{IN} = 4.5V		55	100	mΩ	
NMOS Switch On-Resistance	V _{IN} = 4.5V		60	100	mΩ	
Maximum Switching Frequency	I _{LOAD} ≥ 1.5A (Note 1)			350	kHz	
Idle Mode Threshold (Note 2)		1	1.25	1.5	A	
No-Load Supply Current	Does not include switching losses		400	525	μA	
Shutdown Supply Current	SHDN = GND		0.5	10	μA	
LX Leakage Current	V _{IN} = 5.5V, V _{LX} = 5.5V or 0			±20	μA	
Thermal Shutdown Threshold			145		°C	
Undervoltage Lockout Threshold	V _{CC} falling, 100mV hysteresis	4.1	4.2	4.3	V	
FB Input Bias Current	FBSEL = GND, adjustable output mode, V _{FB} = 1.2V	-25		25	nA	
Error-Amplifier Gain Bandwidth	(Note 1)	500			kHz	
Off-Time Adjustment Range		0.5		4	μs	
Off-Time Default Period		0.85	1.00	1.15	μs	
AC Output Load Regulation	FBSEL = GND		1		%	
	FBSEL = REF		2			
SHDN Input Current	SHDN = GND or V _{CC}	-1	0.03	1	μA	
SHDN Input Low Voltage				0.8	V	
SHDN Input High Voltage		2			V	

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = V_{CC} = +5V$, FBSEL unconnected, $R_{TOFF} = 110k\Omega$, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Voltage Range		4.5		5.5	V
Output Voltage	$V_{IN} = 4.5V$ to $5.5V$, $I_{LOAD} = 0$ to $3A$	FBSEL = unconnected	3.234	3.366	V
		FBSEL = V_{CC}	2.450	2.550	
		FBSEL = GND or REF	1.075	1.110	
Output Adjustment Range	FBSEL = GND or REF (Note 1)	V_{REF}		3.8	V
Reference Output Voltage	$I_{REF} = 0$	1.075		1.110	V
Current-Limit Threshold		3.5		4.75	A
PMOS Switch On-Resistance	$V_{IN} = 4.5V$			0.1	Ω
NMOS Switch On-Resistance	$V_{IN} = 4.5V$			0.1	Ω
No-Load Supply Current	Does not include switching losses			600	μA
Shutdown Supply Current	$\overline{SHDN} = GND$			10	μA
LX Leakage Current	$V_{IN} = 5.5V$, $V_{LX} = 5.5V$ or 0	-20		20	μA
Undervoltage Lockout Threshold	V_{CC} falling, 100mV hysteresis	4.0		4.3	V
FB Input Bias Current	FBSEL = GND, adjustable output mode, $V_{FB} = 1.2V$	-50		50	nA
Off-Time Adjustment Range		0.55		4	μs
Off-Time Default Period		0.85		1.25	μs
\overline{SHDN} Input Current	$\overline{SHDN} = GND$ or V_{CC}	-1		1	μA
\overline{SHDN} Input Low Voltage				0.8	V
\overline{SHDN} Input High Voltage		2.2			V

Note 1: Guaranteed by design, not production tested.

Note 2: Idle Mode threshold is defined as the transition point in the load-current range between Idle Mode and constant-off-time operation.

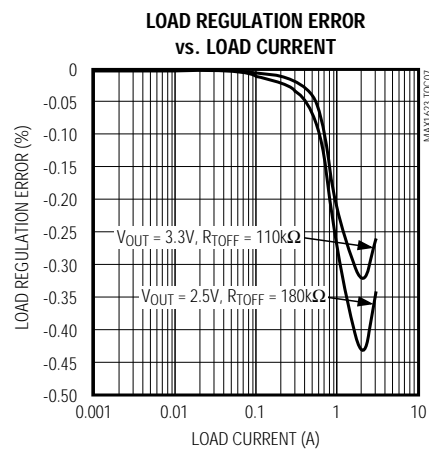
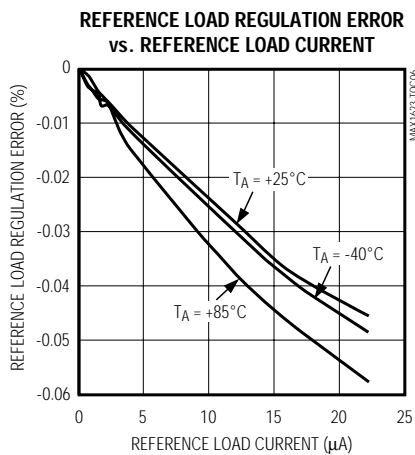
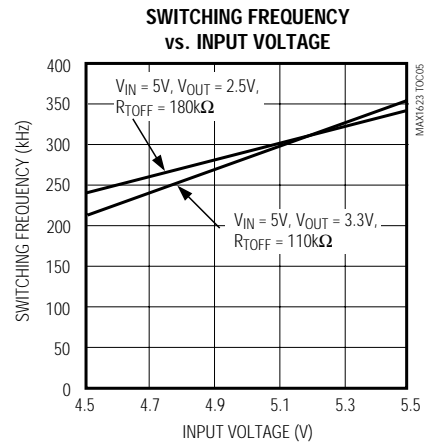
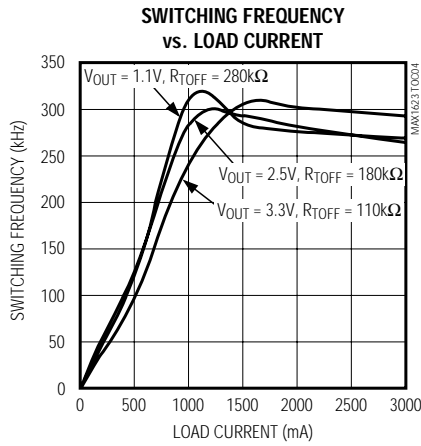
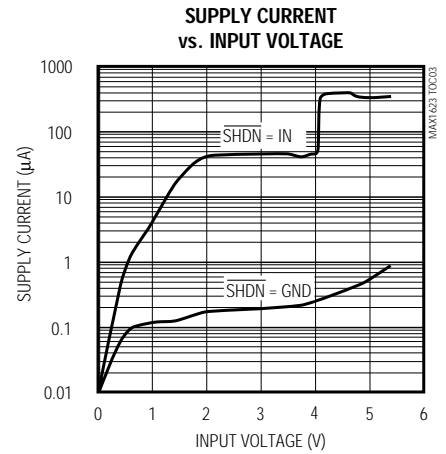
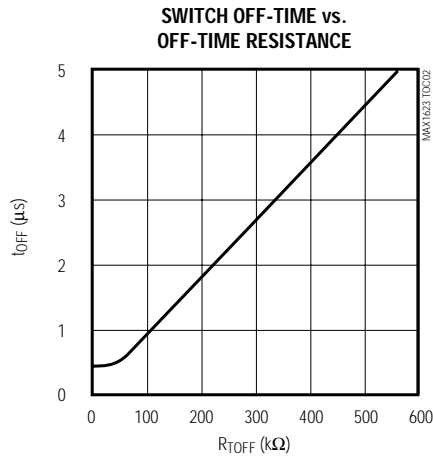
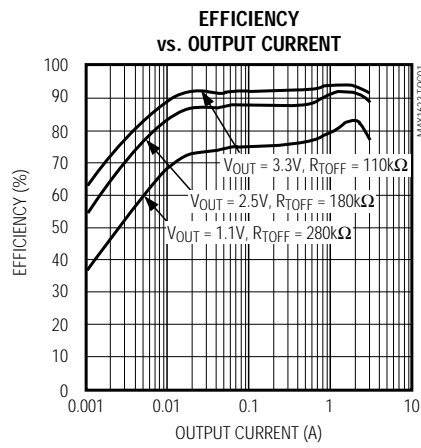
Note 3: Specifications to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

標準動作特性

(Circuit of Figure 2, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



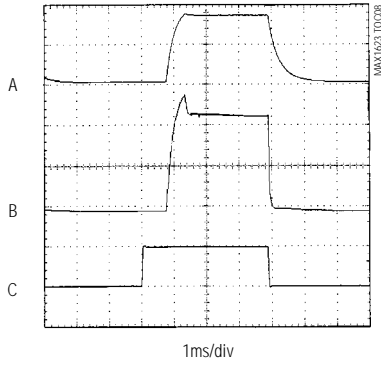
3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

標準動作特性(続き)

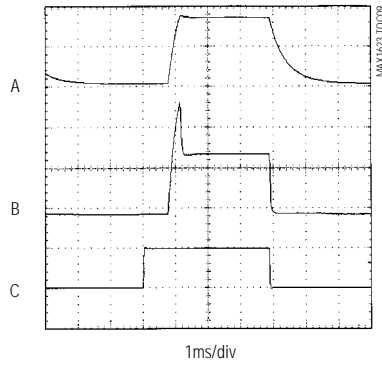
(Circuit of Figure 2, $T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

START-UP AND SHUTDOWN TRANSIENT



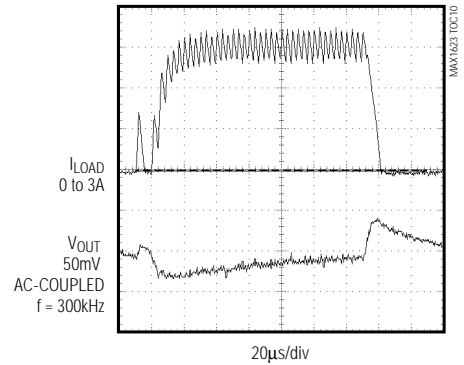
$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $I_{LOAD} = 3\text{A}$,
WAVEFORM AVERAGED
A: V_{OUT} , 2V/div
B: I_{IN} , 1A/div
C: V_{SHDN} , 5V/div

START-UP AND SHUTDOWN TRANSIENT



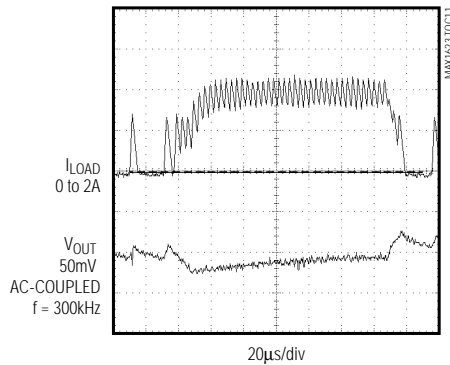
$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 3.3\text{V}$, $I_{LOAD} = 2\text{A}$,
WAVEFORM AVERAGED
A: V_{OUT} , 2V/div
B: I_{IN} , 1A/div
C: V_{SHDN} , 5V/div

LOAD-TRANSIENT RESPONSE
(FBSEL = REF)



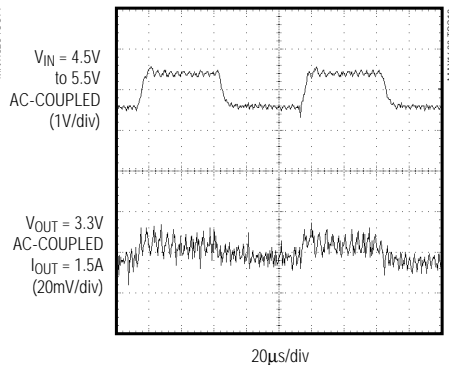
I_{LOAD}
0 to 3A
 V_{OUT}
50mV
AC-COUPLED
 $f = 300\text{kHz}$

LOAD-TRANSIENT RESPONSE
(FBSEL = REF)



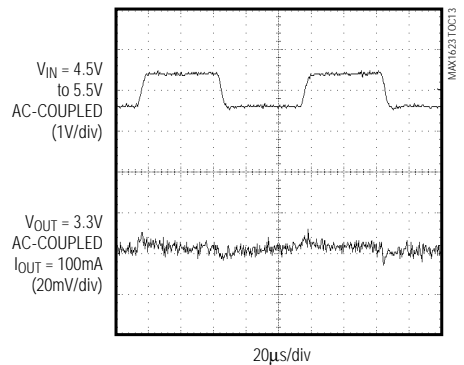
I_{LOAD}
0 to 2A
 V_{OUT}
50mV
AC-COUPLED
 $f = 300\text{kHz}$

LINE-TRANSIENT RESPONSE



$V_{IN} = 4.5\text{V}$
to 5.5V
AC-COUPLED
(1V/div)
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
AC-COUPLED
 $I_{OUT} = 1.5\text{A}$
(20mV/div)

LINE-TRANSIENT RESPONSE



$V_{IN} = 4.5\text{V}$
to 5.5V
AC-COUPLED
(1V/div)
 $V_{OUT} = 3.3\text{V}$
AC-COUPLED
 $I_{OUT} = 100\text{mA}$
(20mV/div)

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

端子説明

端子	名称	機能
1, 3, 5, 16, 18, 20	LX	内部パワースイッチへの接続
2, 4, 6	IN	電源入力。内部でPMOSスイッチのソースに接続されています。+5Vに接続して下さい。
7	SHDN	アクティブローのシャットダウン入力。通常動作ではV _{CC} に接続して下さい。
8	FBSEL	フィードバック選択入力。表1を参照。
9	TOFF	オフ時間選択入力。TOFFとGNDの間に抵抗を接続することにより、スイッチのオフ時間(つまり周波数)を調整して下さい。 $t_{OFF} = \frac{R_{TOFF}}{110k\Omega}$ (μs)。「標準動作特性」を参照。
10	FB	固定出力及び可変動作モード両用のフィードバック入力。出力に直接接続すると固定電圧動作になり、抵抗分圧器に接続すると可変動作モードになります。
11	GND	アナロググランド
12	REF	リファレンス出力。最小0.1μFのコンデンサでGNDにバイパスして下さい。「内部リファレンス」を参照。
13	COMP	積分器コンデンサ接続。470pF(470pF~2000pFの範囲)のコンデンサでGNDに接続することにより、標準積分時間定数を設定して下さい。「積分器アンプ」を参照。
14	V _{CC}	アナログ電源電圧入力。内部アナログ回路に電源を供給します。+5Vに接続して下さい。V _{CC} は10と4.7μFでバイパスして下さい(図2)。
15, 17, 19	PGND	電源グランド。内部でNMOS同期整流器のソースに接続されています。

説明

MAX1623電流モードPWM DC-DCレギュレータは、5V入力のステップダウンアプリケーション用に設計されています。55m (typ)のPMOSスイッチ及び60m (typ)のNMOS同期整流器スイッチを備えています。シンプルな一定オフ時間制御により、最大350MHzまでのスイッチング周波数が可能です。オフ時間を外付抵抗R_{TOFF}で調整することにより、効率、部品サイズ、出力スイッチングノイズ及びコストの間で最善のバランスを実現できます。アイドルモード動作は、遷移及びゲートチャージ損を低減するパルススキッピングモードに切り換えることにより軽負荷効率を改善します。パワースイッチング回路は、本ICとLC出力フィルタで構成されます。出力電圧は、スイッチングノード(LX)におけるAC電圧の平均です。MAX1623は、PMOSスイッチの一定オフ時間に対するオン時間を変えてデューティサイクルを調整することによって出力電圧を制御します。

MAX1623は6つの主要回路ブロックを持っています(図1)。即ち、PWMコンパレータ、電流検出回路、PWMロジックブロック、内部フィードバックマルチプレクサ、オフ時間制御ブロック及び1.1V高精度リファレンスです。入力電源が直接内部ブロックを駆動します。

動作モード

負荷電流に依存して、動作モードがアイドルモード(負荷電流が0.625A以下)又はPWMモード(インダクタ電流が1.25A、負荷電流としては0.625A以上に対応)になります。PWM電流リミットはPWMによって0Aから最大電流リミットの4Aの範囲で連続的に調整されます。インダクタ電流がアイドルモードのスレッシュホールド(1.25A)よりも低く落ちると、スキップモードになります。Pチャネルスイッチはいったんターンオンすると、検出された電流がアクティブ電流リミットに達するまでオン状態に留まります。PWM電流リミットは、希望の出力電圧を発生するために必要なPMOSスイッチのデューティサイクルに合わせて自動的に調整されます。アクティブ電流リミットに達すると、PMOSスイッチは設定された最小オフ時間の間ターンオフし、そしてNチャネル同期整流器がターンオンします。同期整流器はPチャネルスイッチが再びターンオンするか、インダクタ電流がゼロに達するまでオン状態に留まります。オフ時間の終わりに、出力電圧が出力にエネルギーが必要とするような値である場合にはPチャネルスイッチが再びターンオンします。

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

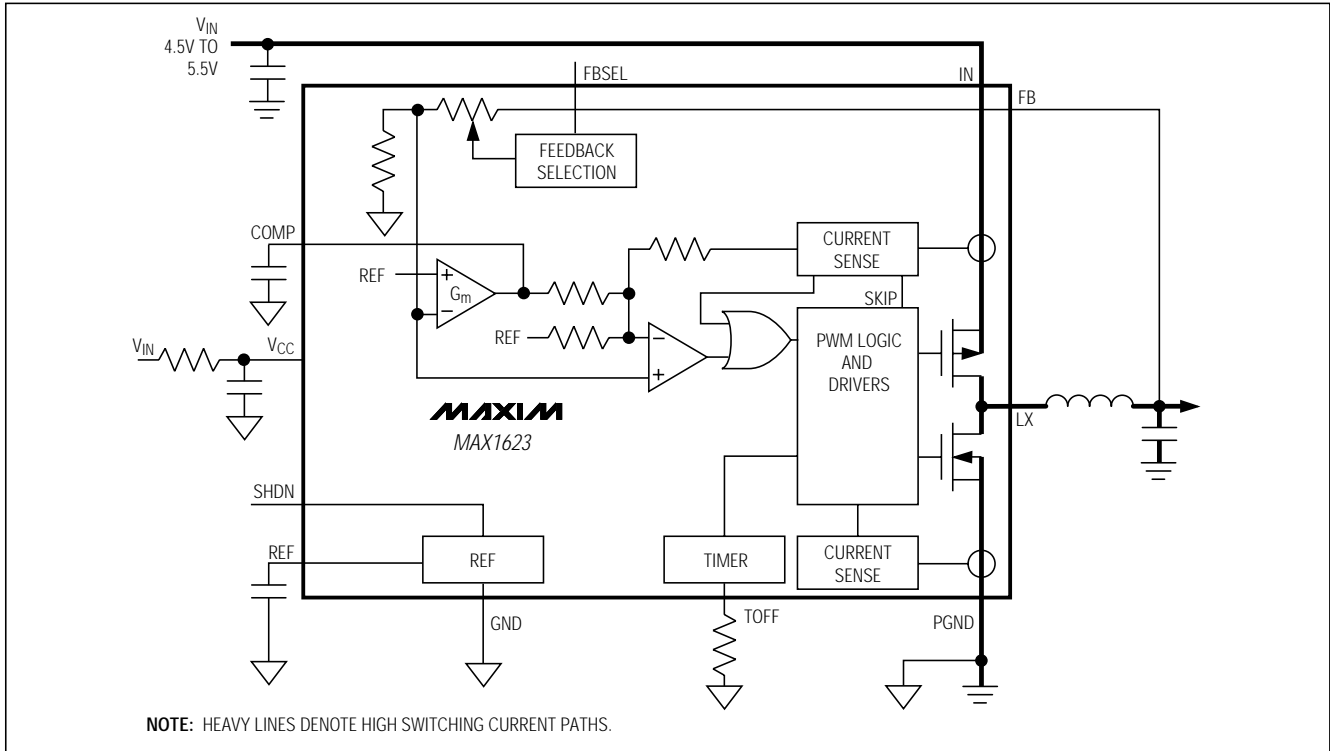


図1. ファンクションダイアグラム

アイドルモード

軽負荷においては、(負荷電流がスキップスレッシュホールドよりも低くなるために)デバイスはスキップモードに入り、アイドルモード(電流リミット1.25A)動作が始まります。このモードにおいては両方のスイッチがオフ時間を過ぎてオフ状態に留まり、サイクルをスキップしてスイッチング損を低減します。軽負荷においては、インダクタ電流がゼロに達するため、インダクタ電流は断続的になります。アイドルモードにおいては、動作周波数は出力負荷電流に依存して変化します。PWMリミットがスキップリミットより下に落ちて回路の挙動には大きな変化がありません。実効オフ時間が単に増加するだけで、PWMモードからアイドルモードに滑らかに変化します。

PWMモード

負荷電流がスキップスレッシュホールドよりも大きいと、PWM動作になります。このモードにおいては、PWMコンパレータが電流リミットを希望の出力電流に調整し、各オフ時間の後にPチャンネルがターンオンします。

PWMコンパレータの入力で次の3つの信号が抵抗加算されます(図1)。即ち、リファレンス電圧を基準とする出力電圧エラー信号、積分された出力電圧エラー補正信号及び検出されたPMOSスイッチ電流の3つです。

積分されたエラー信号はCOMPピンに外付コンデンサを持つトランスコンダクタンスアンプによって供給されます。この積分器は、高利得のエラーアンプを必要とせず高いDC精度を提供します。COMPにコンデンサを接続することによって全体的なループ応答が変わります(「積分器コンパレータ」を参照)。

出力電圧の設定

プリセット出力電圧は2つ(2.525V及び3.33V)あり、またリファレンス電圧(公称1.1V)から最大3.8Vまでの範囲の可変出力電圧も可能です。プリセット電圧(図2)にするには、FBを出力電圧に接続し、FBSELをV_{CC}(出力2.525V)に接続するか未接続(出力3.33V)にしておいて下さい。可変出力にするには、FBSELをGND又はREFに接続し、FBを出力電圧とグラウンドの間の抵抗分圧器の midpoint に接続して下さい(図3)。V_{FB}がV_{REF}に等しい時、レギュレーションが維持されます。R1としては10k ~ 500k の範囲を選択して下さい。R2は次式で与えられます。

$$R2 = (R1)(V_{OUT} / V_{REF} - 1)$$

ここで、V_{REF}の標準値は1.1Vです。

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

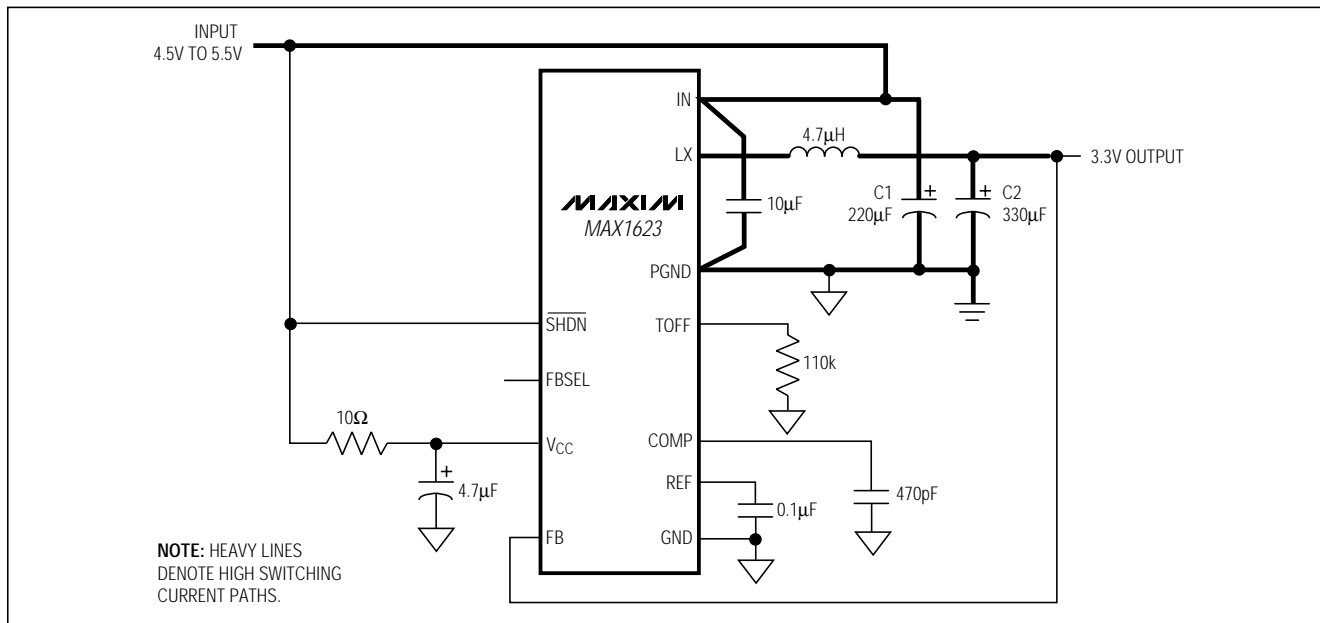


図2. 標準3.3V/3Aアプリケーション回路

ACループゲインの設定

内部積分器アンプは、トランスコンダクタンスアンプのG_m及びCOMPに接続されたコンデンサによって設定される時定数内の長期的エラーを効果的に排除します。しかし、負荷電流の変化に伴う短期間の負荷レギュレーションエラーがまだ残っています。FBSELを正しく接続すると、電圧フィードバックに対する電流フィードバックの相対レベルが選択され、出力電圧のAC負荷レギュレーションエラーが1%又は2%になります(表1)。プリセット出力電圧モード(FBSELがV_{CC}に接続又は未接続)においては、2%設定が自動的に選択されます。この設定は、出力フィルタコンデンサのサイズ及びコストを最小限に抑えます。仕様が非常に厳しくて短期間のエラー2%が許されない場合は、FBSELをグラウンドに接続(可変モード)してAC負荷レギュレーションを1%にして下さい。(「入力及び出力フィルタコンデンサ(C1、C2)」を参照。)

同期整流

同期整流は、従来のショットキ整流器に比べて重負荷における効率が3%~5%改善されます。交差導通(シュートスルー)を防ぐため、同期整流器はPチャネルパワーMOSFETがターンオフした後短いディレー(デッドタイム)を経てからターンオンします。断続(軽負荷)モードの場合、同期整流器はインダクタ電流がゼロに達した時にターンオフします。同期整流器は、アイドルモードを含む全ての動作条件で動作します。

表1. 出力電圧の選択

FBSEL PIN	AC LOAD REGULATION (%)	OUTPUT VOLTAGE (V)
IN	2	2.525
Unconnected	2	3.33
GND	1	Adjustable
VREF	2	Adjustable

積分器アンプ(COMP)

出力DC精度は、内部トランスコンダクタンスアンプによって微調整されます。トランスコンダクタンスアンプはCOMPで補償されています。COMPとグラウンドの間のコンデンサが利得帯域幅積及び全体的なループ応答を決定します。この積分器は、トランスコンダクタンスアンプのG_m及びCOMPに接続されたコンデンサによって、設定される時定数内の長期的エラーを効果的に排除します。

安定動作を実現するには、COMPを次式で選択して下さい。

$$C_{COMP} \geq \frac{G_m \cdot R_{LOAD} \cdot C_{OUT}}{4}$$

ここで、G_m = 9.1µVです。

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

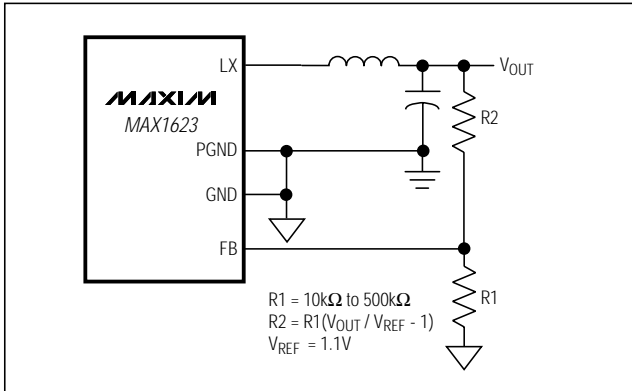


図3. 可変出力電圧

コンデンサの値が大きい場合は、平均出力電圧が一定に維持されますが、出力電圧の変化に対するループ応答が遅くなります。コンデンサの値が小さい場合は、出力電圧の変化に対するループ応答が速くなります。最適の性能が得られるコンデンサ値を選んで下さい。

電流制限

PMOSパワースイッチがオンの時、電流検出回路がイネーブルされます。この回路の対応する出力電圧が次の3つの別々のコンパレータに供給されます。即ち、スキップ電流コンパレータ(1.25A)、最大電流コンパレータ(4.15A)及びPWM電流コンパレータです(「動作モード」を参照)。

発振器周波数及びオフ時間の設定

MAX1623のオフ時間は、TOFFとGNDの間の接続されたR_{TOFF}抵抗によって設定できます。TOFFとGNDの間に110kの抵抗を接続すると、オフ時間が1μs(公称)になります。次式に示すように、オフ時間はR_{TOFF}に反比例します。

$$t_{OFF} = R_{TOFF} / 110k(\mu s)$$

t_{OFF}は0.5μs ~ 4μsの範囲で調整可能です(「標準動作特性」を参照)。インダクタの連続導電モードにおけるスイッチング周波数が設定されるには、オフ時間を次式のように設定する必要があります。

$$t_{OFF} = \frac{V_I - V_O - V_{PCH}}{f(V_I - V_{PCH} + V_{NCH})}$$

ここで、

t_{OFF} = 設定されたオフ時間

V_I = 入力電圧

V_O = 出力電圧

f = 連続インダクタ電流中の希望のスイッチング周波数

V_{PCH} = 内部Pチャンネルスイッチの両端の電圧降下

V_{NCH} = 内部Nチャンネル同期整流器の両端の電圧降下

負荷電流がアイドルモードのトリップポイントである625mAよりも低くなると、スイッチング周波数が低減します。

内部リファレンス

1.10V内部リファレンス(REF)は、-40 ~ +85 の全動作範囲において±1.5%の精度を持っているため、高精度システムリファレンスとして有効です。最小0.1μFのセラミックコンデンサを利用して、リファレンスをグラウンドにバイパスして下さい。低ノイズ及び低ジッタ性能が必要な時は、0.47μFのセラミックコンデンサを使用して下さい。リファレンスは、外部負荷に対して最大10μAまで供給できます。しかし、リファレンス又はメイン出力の精度仕様が厳しい場合は、リファレンス負荷が5μA以上にならないようにして下さい。リファレンスに負荷がかかると、リファレンス電圧負荷レギュレーションエラーに従ってメイン出力電圧が僅かに低下します。

スタートアップ

MAX1623が誤って出力を制御するのを防ぐため、内部PMOS及びNMOSスイッチは次の全ての条件が真となるまでスイッチングを始めません。その条件とは、電源電圧が低電圧ロックアウトスレッショルドよりも高いこと、SHDNがハイに引き上げられていること、内部リファレンス電圧が公称値(1.1V)の75%になっていること、及びチップ温度が+145より低いことです。これらの条件が満たされると、MAX1623は出力電圧を選択されたレベルに安定化します。MAX1623は完全出力負荷時に1ms(typ)でスタートします。

サーマルシャットダウン及び過負荷条件

サーマル過負荷保護機能は、MAX1623の全消費電力を制限します。ジャンクション温度がT_j = +145に達すると、デバイスはターンオフして、冷却します。本ICのジャンクション温度が20下がるまでスイッチングが再開されます。サーマル過負荷条件が引き続き存在する場合、出力はパルス的にオン/オフします。

サーマル過負荷保護機能は、出力の短絡等の障害条件からMAX1623を保護するように設計されています。

熱抵抗

ジャンクションと周囲の間の熱抵抗(θ_{JA})は本ICのリードを間近に囲む銅箔の面積に大きく依存します。MAX1623評価キットの銅箔面積は5.0cm²です。この

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

基板の θ_{JA} は空気の流れがない時の熱抵抗が45 /Wと測定されています。銅箔面積が2.5cm²の時に、熱抵抗は60 /Wです。

本IC上に空気の流れがあると θ_{JA} がかなり減少します。

電力消費

MAX1623の電力消費は、主に2つのパワースwitchの導電損失です。制御部の消費電流と2つのパワースwitchのゲート容量の充電/放電に使用される平均電流に起因する電力消費は、300kHzで30mW以下です。この値は、デバイスがアイドルモードに入るとスイッチング周波数が減少すると共に減少します。

2つのパワースwitchを合せた導電損は次式で計算されます。

$$P_D = I_{LOAD}^2(R_{ON})$$

ここで、 $R_{ON}=100m\ \Omega$ (max)です。

これだけの電力を供給するために必要な θ_{JA} は、次式で計算されます。

$$\theta_{JA} = (T_J(MAX) - T_A(MAX))/P_D$$

ここで、

$T_J(MAX)$ = 最大許容ジャンクション温度

$T_A(MAX)$ = 予想される最大周囲温度

アプリケーション情報

インダクタL1

サイズ、コスト及び効率に関して設計を最適化するために、インダクタの値を調整できます。インダクタンス値(L)、ピーク電流(I_{PEAK})及びDC抵抗(R_{DC})の3つの重要なインダクタパラメータを指定する必要があります。次式に含まれている定数LIRは、インダクタのピーク間AC電流とDC負荷電流の比です。LIRの値が大きい場合は、インダクタを小型化できますが、損失及びリップルが大きくなります。サイズと損失の間の適当な妥協点は、リップル電流と負荷電流の比として30% (LIR = 0.3)です。この場合、ピークインダクタ電流がDC負荷電流の1.15倍になります。

$$L = \frac{V_{OUT}(V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{V_{IN(MAX)} \cdot f \cdot (I_{OUT}) (LIR)}$$

ここで、

f = スイッチング周波数

I_{OUT} = 最大DC負荷電流

LIR = ACとDCインダクタ電流の比です(0.3 typ)。

表2. 推奨値($V_{IN} = 5V$ 、 $I_O = 3A$ 、 $f = 300kHz$)

V _{OUT} (V)	T _{OFF} (µs)	R _{TOFF} (kΩ)	L (µH)
3.3	1.10	120	4.7
2.5	1.67	180	4.7
1.8	2.16	240	4.7
1.5	2.38	260	3.9
1.1	2.68	280	3.3

前の式を使用した場合、全負荷時のピークインダクタ電流は1.15 x I_{OUT} です。そうでない場合は、ピーク電流は次式で計算できます。

$$I_{PEAK} = I_{OUT} + \frac{V_{OUT}(V_{IN(MAX)} - V_{OUT})}{2 \cdot f \cdot L \cdot V_{IN(MAX)}}$$

インダクタのDC抵抗は効率を高める上で重要なパラメータであるため、できるだけ小さくして下さい。 $I_{OUT} = 3A$ の時に25mΩよりも小さくできれば好適です。EMIを低減するには、シールド付インダクタを使用して下さい。

入力及び出力フィルタ(C1、C2)

入力リップル電流及び電圧定格の必要条件に従って、低ESR入力コンデンサを使用して下さい。

$$I_{RIPPLE} = I_{LOAD} \left(\sqrt{\frac{V_{OUT}(V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN}}} \right)$$

IC1の他に、電源入力(ピン2、4、6)と電源グランド(ピン15、17、19)の間に10µFセラミックバイパスコンデンサを配置して下さい(ICから5mm以内)。

出力フィルタコンデンサは、出力電圧リップル、出力負荷過渡応答及びループ安定性を決定します。

連続導電モードにおける出力リップルは次式で与えられます。

$$V_{OUT(RPL)} = I_{OUT(MAX)} \cdot LIR \left(ESR_{C2} + \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C2} \right)$$

ここで、fはスイッチング周波数です。

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

ループ安定性

安定動作のためには、適正な出力フィルタコンデンサが必要です。出力コンデンサを選択するときは、以下の条件が満たされていることを確認して下さい。

$$C_2 \geq 80 \cdot t_{OFF} \cdot \frac{V_{REF}}{V_{OUT} - DC}$$

及び

10m R_{ESR}、C₂ 50m

回路レイアウト及びグランディング

意図した通りの出力パワーレベル、高効率及び低ノイズを実現するには、良好なレイアウトが必要です。良好なレイアウトは、グランドプレーンの使用、適切な部品配置及び適切なトレース幅による適正な配線によって得られます。ヒートシンク効果を得るために、本ICに接続されている銅箔部分が複数の大電流ピンの間で均等に分配されるようにして下さい。

- 1) 大電流グランドループを最小限に抑えて下さい。入力コンデンサのグランド、出力コンデンサのグランド及びICのPGNDを一緒にまとめて接続して下さい。
- 2) 最適の性能を得るためにはグランドプレーンが必須です。殆どのアプリケーションにおいて、回路は複層基板に配置されますが、4層以上の銅箔層の活用を推奨します。最上層と最下層は相互接続に使用し、内部の層は途切れのないグランドプレーンにして下さい。
- 3) LXノードの部品同士はできるだけ近くに一緒にまとめて配置して下さい。これにより、抵抗性損失及びスイッチング損失が減少し、グランドインダクタンスに起因するノイズが制限されます。
- 4) 入力フィルタコンデンサはINから10mm以内に接続して下さい。接続する銅トレースには大電流が流れるため、少なくとも2mm、できれば5mm幅にして下さい。
- 5) 本ICの近くのただ1点でGNDを直接PGNDに接続して下さい。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 1220

3A、低電圧、ステップダウンレギュレータ 同期整流器及び内部スイッチ付

MAX1623

パッケージ

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.068	0.078	1.73	1.99
A1	0.002	0.008	0.05	0.21
B	0.010	0.015	0.25	0.38
C	0.004	0.008	0.09	0.20
D	SEE VARIATIONS			
E	0.205	0.209	5.20	5.38
e	0.0256	BSC	0.65	BSC
H	0.301	0.311	7.65	7.90
L	0.025	0.037	0.63	0.95
α	0°	8°	0°	8°

	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
D	0.239	0.249	6.07	6.33
D	0.239	0.249	6.07	6.33
D	0.278	0.289	7.07	7.33
D	0.317	0.328	8.07	8.33
D	0.397	0.407	10.07	10.33

NOTES:

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .15mm (.006")
3. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER

MAXIM

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE:

PACKAGE OUTLINE, SSOP, 5.3X.65mm

<small>APPROVAL</small>	<small>DOCUMENT CONTROL NO.</small>	<small>REV</small>
	21-0056	A 1/1

SSOP.FP3