

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

概要

MAX1830/1831は、一定オフ時間パルス幅変調(PWM)のステップダウンDC-DCコンバータで、ノートブックおよびサブノートブック型コンピュータに必要とされる5Vおよび3.3Vから低電圧変換に最適です。これらのデバイスは高効率で部品点数を削減する内部同期整流を特長としています。外付けショットキダイオードは不要です。内部45mΩPMOSスイッチと55mΩNMOS同期整流スイッチによって、最高3Aまでの連続負荷電流を容易に供給できます。MAX1830にはプリセットされた+2.5V、+1.8V、または+1.5Vの出力電圧、あるいは+1.1VからVINまでの可変出力を生成します。最高94%の効率を達成します。

MAX1830/1831は、軽負荷動作中の高効率を維持するためにIdle Mode™を含む独自の電流モード、一定オフ時間PWM制御方法を採用しています。設定可能な一定オフ時間アーキテクチャは、最高1MHzまでのスイッチング周波数を設定し、効率、出力スイッチングノイズ、部品のサイズ、およびコスト間の性能トレードオフを最適化します。両デバイスは、最高3Aまでの連続出力電流、起動時のサージ電流を制限する内部デジタルソフトスタート、低ドロップアウト動作のための100%デューティサイクルモード、および入力から出力のパスをオフして消費電流を1μA以下に低減する低シャットダウンモードが設計されています。MAX1830/1831は16ピンQSOPパッケージで提供されています。

1Aから3Aまでの連続出力電流を提供する類似デバイスについては、MAX1644、MAX1623、およびMAX1742/MAX1842/MAX1843のデータシートを参照して下さい。

アプリケーション

- 5Vまたは3.3Vから低電圧への変換
- CPU I/O電源
- チップセット電源
- ノートブックおよびサブノートブック型コンピュータ

ピン配置はデータシートの最後にあります。

Idle ModeはMaxim Integrated Products, Inc.の登録商標です。

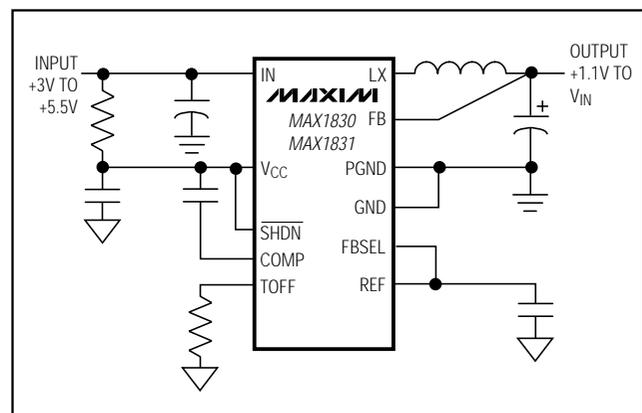
特長

- ◆ 出力精度: +1.5%
- ◆ 効率: 94%
- ◆ 内部PMOS/NMOSスイッチ
オン抵抗: 45mΩ/55mΩ@VIN = +4.5V
オン抵抗: 50mΩ/55mΩ@VIN = +3V
- ◆ 出力電圧
+3.3V、+2.5V、または+1.5Vピン選択可能 (MAX1831)
+2.5V、+1.8V、または+1.5Vピン選択可能 (MAX1830)
+1.1V VIN可変(両デバイス)
- ◆ 入力電圧範囲: +3.0V ~ +5.5V
- ◆ 動作消費電流: 750μA(max)
- ◆ シャットダウン消費電流: 1μA 以下
- ◆ 設定可能な一定オフ時間動作
- ◆ スwitching周波数: 最高1MHz
- ◆ 軽負荷時のIdle Mode動作
- ◆ サーマルシャットダウン
- ◆ 内部デジタルソフトスタートで突入電流を制限
- ◆ 低ドロップアウト動作中の100%デューティサイクル
- ◆ 出力短絡保護
- ◆ 16ピンQSOPパッケージ

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1830EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP
MAX1831EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

標準動作回路



3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC} , IN, $\overline{\text{SHDN}}$ to GND	-0.3V to +6V	Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C) 16-Pin QSOP (derate 14mW/°C above +70°C; part mounted on 1in ² of 1oz copper)	1.12W
IN to V _{CC}	±0.3V		
GND to PGND	±0.3V	Operating Temperature Range	-40°C to +85°C
COMP, FB, TOFF, FBSEL, REF to GND	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)	Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
LX Current (Note 1)	5.1A	Junction Temperature	+150°C
REF Short Circuit to GND Duration	Continuous	Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C
ESD Protection	±2kV		

Note 1: LX has internal clamp diodes to PGND and IN. Applications that forward bias the diode should take care not to exceed the IC's package power dissipation.

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} = +3.3V, FBSEL = GND, 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	V _{IN} , V _{CC}		3.0		5.5	V	
Preset Output Voltage	V _{OUT}	V _{IN} = +3V to +5.5V, I _{LOAD} = 0 to 3A, V _{FB} = V _{OUT}	FBSEL = V _{CC}	2.487	2.525	2.563	V
			FBSEL = unconnected	1.492	1.515	1.538	
			FBSEL = REF (MAX1830)	1.791	1.818	1.845	
			FBSEL = GND	1.084	1.100	1.117	
		V _{IN} = +3.7V to +5.5V, I _{LOAD} = 0 to 3A, V _{FB} = V _{OUT}	FBSEL = REF (MAX1831)	3.283	3.333	3.383	
Adjustable Output Voltage Range		V _{CC} = V _{IN} = +3V to +5.5V, I _{LOAD} = 0, FBSEL = GND	V _{REF}		V _{IN}	V	
AC Load Regulation Error				2		%	
DC Load Regulation Error				0.4		%	
Dropout Voltage	V _{DO}	V _{CC} = V _{IN} = +3V, I _{LOAD} = 3A		150	330	mV	
Reference Voltage	V _{REF}		1.089	1.100	1.111	V	
Reference Load Regulation	ΔV _{REF}	I _{REF} = -1μA to +10μA		0.5	2	mV	
Current-Limit Threshold	I _{LIMIT}		4.0	4.8	5.4	A	
Maximum Output RMS Current	I _{OUT(RMS)}	(Note 4)			3.4	A	
Idle Mode Current Threshold	I _{IM}		0.2	0.6	1.0	A	
PMOS Switch On-Resistance	R _{ON, P}	I _{LX} = 0.5A	V _{IN} = 4.5V	45	90	mΩ	
			V _{IN} = 3V	50	110		
NMOS Switch On-Resistance	R _{ON, N}	I _{LX} = 0.5A	V _{IN} = 4.5V	55	95		
			V _{IN} = 3V	55	100		
Switching Frequency	f	(Note 2)			1	MHz	
No-Load Supply Current	I _{IN} + I _{CC}	V _{FB} = 1.2V		325	750	μA	

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{CC} = +3.3V$, FBSEL = GND, $T_A = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted. Typical values are at $T_A = +25^{\circ}C$.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Shutdown Supply Current		\overline{SHDN} = GND, into V_{CC} and IN pins; LX = 0 or 3.3V		0.2	20	μA	
		\overline{SHDN} = GND, into IN with LX = 0		0.2	20		
		\overline{SHDN} = GND, into IN with LX = 3.3V		0.1	20		
Thermal Shutdown Threshold	T_{SHDN}	Hysteresis = $15^{\circ}C$		165		$^{\circ}C$	
Undervoltage Lockout Threshold	V_{UVLO}	V_{IN} falling, hysteresis = 90mV	1.8	2.6	2.8	V	
FB Input Bias Current	I_{FB}	$V_{FB} = 1.2V$	0	70	300	nA	
Off-Time	t_{OFF}	$R_{TOFF} = 110k\Omega$	0.85	1.00	1.15	μs	
		$R_{TOFF} = 44k\Omega$	0.3	0.4	0.5	μs	
		$R_{TOFF} = 440k\Omega$	3.0	3.9	5.0	μs	
Startup Off-Time			$4 \times t_{OFF}$			μs	
Minimum On-Time	t_{ON}	(Note 2)	0.40			μs	
Soft-Start Time (Note 3)			3×256			cycles	
\overline{SHDN} Input Current	I_{SHDN}	$\overline{SHDN} = 0$ or V_{CC}	-0.5			0.5 μA	
\overline{SHDN} Logic Input Low Voltage	V_{IL}				0.8	V	
\overline{SHDN} Logic Input High Voltage	V_{IH}		2.0			V	
FBSEL Input Current			-5			5 μA	
FBSEL Logic Thresholds		FBSEL = GND			0.2	V	
		FBSEL = REF	0.9			1.3	V
		FBSEL = unconnected	$0.7 \times V_{CC}$ - 0.2			$0.7 \times V_{CC}$ + 0.2	V
		FBSEL = V_{CC}	$V_{CC} - 0.2$			$V_{CC} + 0.2$	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{IN} = V_{CC} = +3.3V$, FBSEL = GND, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Input Voltage	V_{IN}, V_{CC}		3.0			5.5 V	
Preset Output Voltage	V_{OUT}	$V_{IN} = +3V$ to $+5.5V$, $I_{LOAD} = 0$ to 3A, $V_{FB} = V_{OUT}$	FBSEL = V_{CC}	2.475	2.575		V
			FBSEL = unconnected	1.485	1.545		
			FBSEL = REF (MAX1830)	1.782	1.854		
			FBSEL = GND	1.078	1.122		
		$V_{IN} = +3.7V$ to $+5.5V$, $I_{LOAD} = 0$ to 3A, $V_{FB} = V_{OUT}$	FBSEL = REF (MAX1831)	3.267	3.399		

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{IN} = V_{CC} = +3.3V$, FBSEL = GND, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 5)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Adjustable Output Voltage Range		$V_{CC} = V_{IN} = +3V$ to $+5.5V$, $I_{LOAD} = 0$, FBSEL = GND		V_{REF}		V_{IN}	V
Reference Voltage	V_{REF}			1.078		1.122	V
Current-Limit Threshold	I_{LIMIT}			3.9		5.4	A
Idle Mode Current Threshold	I_{IM}			0.14		1.0	A
PMOS Switch On-Resistance	$R_{ON, P}$	$I_{LX} = 0.5A$	$V_{IN} = 4.5V$			90	m Ω
			$V_{IN} = +3V$			110	
NMOS Switch On-Resistance	$R_{ON, N}$	$I_{LX} = 0.5A$	$V_{IN} = 4.5V$			95	
			$V_{IN} = +3V$			100	
No-Load Supply Current	$I_{IN} + I_{CC}$	$V_{FB} = 1.2V$				750	μA
FB Input Bias Current	I_{FB}	$V_{FB} = 1.2V$		0		360	nA
Off-Time	t_{OFF}	$R_{TOFF} = 110k\Omega$		0.8		1.2	μs

Note 2: Not production tested.

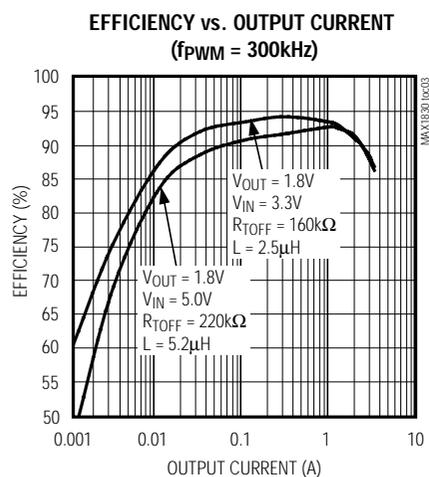
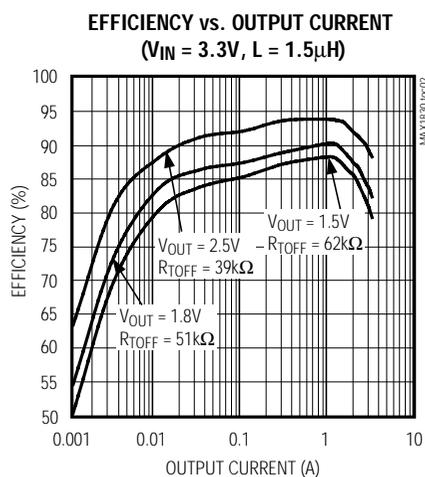
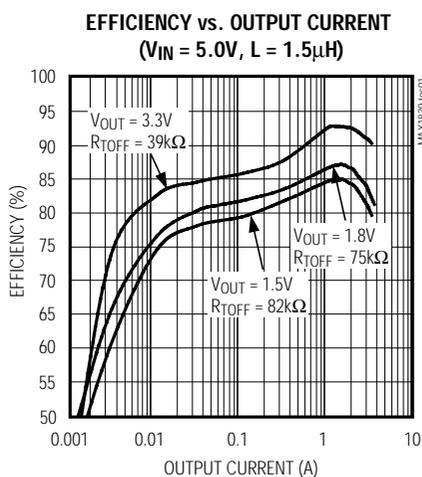
Note 3: Soft-start time is measured with respect to the number of cycles on LX.

Note 4: This is a metal migration limit. Maximum output current may be limited by thermal capability to a lower value than this.

Note 5: Specifications from $0^{\circ}C$ to $-40^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

標準動作特性

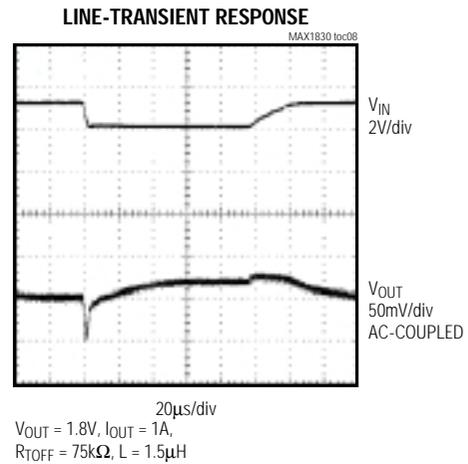
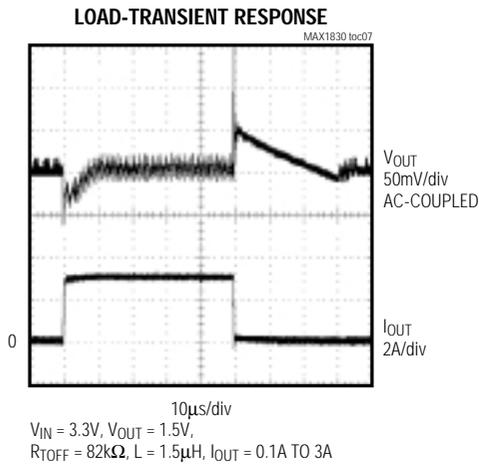
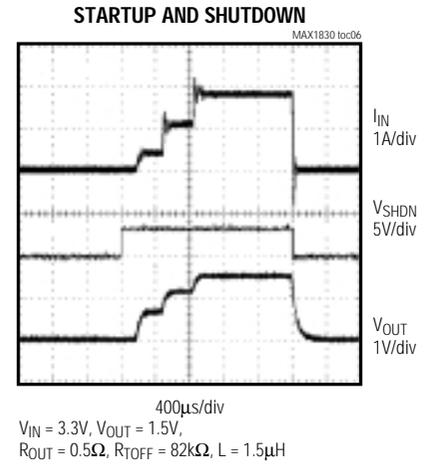
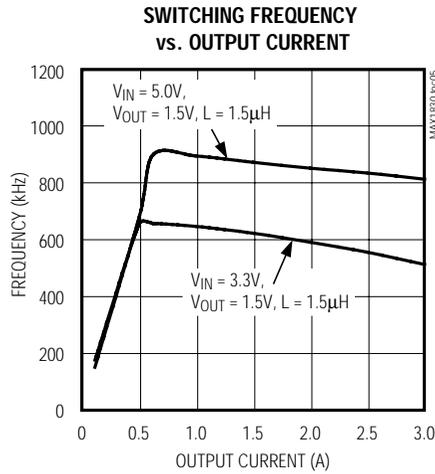
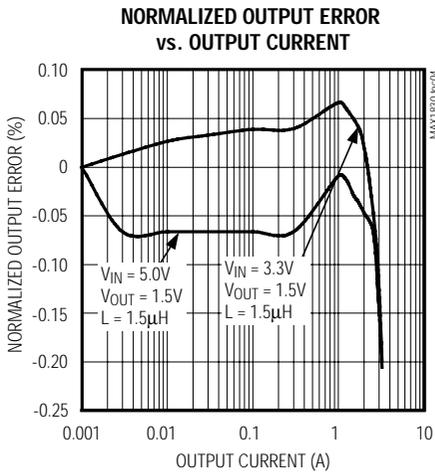
(Circuit of Figure 1, $T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)



3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

標準動作特性(続き)

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



MAX1830/MAX1831

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

端子説明

端子	名称	機能
1, 3, 14, 16	LX	PMOS電源スイッチおよびNMOS同期整流器スイッチのドレイン用接続。 このノードからインダクタを出力フィルタコンデンサおよび負荷へ接続します。
2, 4	IN	内部PMOS電源スイッチのための電源電圧入力。
5	$\overline{\text{SHDN}}$	シャットダウン制御入力。リファレンス、制御回路、および内部MOSFETをディセーブルするためにSHDNをローに駆動して下さい。正常動作はハイに駆動するか、またはV _{CC} へ接続して下さい。
6	COMP	積分器補償。積分器補償のためにコンデンサをCOMPからV _{CC} へ接続して下さい。「インテグレート アンプ」の事項を参照して下さい。
7	TOFF	オフ時間選択入力。一定オフ時間の動作中はPMOS電力スイッチをオフ時間に設定して下さい。 PMOSスイッチのオフ時間調整には抵抗をTOFFからGNDへ接続して下さい。
8	FB	プリセット出力および可変出力動作モードのためのフィードバック入力。固定電圧動作は直接出力 へ接続、可変動作モードは抵抗分圧器に接続してください。
9	GND	アナログ用グラウンド。
10	REF	リファレンス出力。1 μ Fコンデンサを使ってREFからGNDへバイパスして下さい。
11	FBSEL	フィードバック選択入力。出力電圧を選択して下さい。プログラミングの指示については表3を参照して下さい。
12	V _{CC}	アナログ電源電圧入力。内部アナログ回路の電源です。10 Ω 、2.2 μ Fのローパスフィルタを使って V _{CC} へバイパスして下さい。(図1)
13, 15	PGND	電源のグラウンド。内部NMOS同期整流スイッチへ内部的に接続されています。

詳細

MAX1830/MAX1831は同期整流、電流モード、一定オフ時間PWMを装備したDC-DCコンバータです。+3Vから+5Vの入力電圧をプリセット出力電圧、または+1.1VからV_{IN}に可変出力電圧に降圧します。MAX1830には、+2.5V、+1.8V、及び+1.5Vのプリセット出力があり、MAX1831には、+3.3V、+2.5V、または+1.5Vのプリセット出力があります。両デバイスは最高3Aまでの連続出力電流を供給します。内蔵の45m Ω PMOSスイッチおよび55m Ω NMOS同期整流スイッチは、効率を改善し、部品点数を削減し、外付けショットキダイオードを不要にします。

MAX1830/MAX1831は重負荷下では一定オフ時間モードで、また軽負荷下ではマキシム社独自技術であるIdle Modeで動作することにより効率を最適化します。単一抵抗で設定可能な一定オフ時間制御は、スイッチング周波数を最高1MHzに設定し、効率、スイッチングノイズ、部品サイズ、コストなどの性能トレードオフの最適化を可能にします。低ドロップアウト条件下において、PMOSスイッチが連続的にオンになり、デバイスは100%デューティサイクルモードで動作します。Idle Modeはサイクルをスキップすることによって、軽負荷下の効率を強化し、遷移及びゲートチャージの損失を低減します。

電力が安定化電源から供給される場合、一定オフ時間PMWアーキテクチャは根本的に一定周波数で動作します。このアーキテクチャはラインおよび負荷変化に対する高速応答という固有の有利性をもっています。

MAX1830/MAX1831の電流モード、一定オフ時間PMWアーキテクチャは、PMOSスイッチオン時間と一定オフ時間を相対的に変化させることによって、出力電圧を安定化します。オン時間が増加すると、ピークインダクタ電流およびパルス当りの負荷に供給されるエネルギー量が増加します。

動作モード

PMOSスイッチを介す電流が動作モードを決定します：一定オフ時間モード(Idle Modeスレッシュホールド値の半分以上の負荷電流の場合)、またはIdle Mode(Idle Modeスレッシュホールド値の半分以下の負荷電流の場合)。電流検出は電流検出時の損失(I²R)を除去する独自のアーキテクチャによって達成されます。

一定オフ時間モード

一定オフ時間動作は、PMOSスイッチを介する電流がIdle Modeスレッシュホールド電流(Idle Modeスレッシュホールド値の半分の負荷電流に対応する)を越えた場合に起こります。このモードではレギュレーションコンパレータが各オフ時間の最後にPMOSスイッチをオンにし、デバ

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

表1. 推奨部品値 ($I_{OUT} = 3.0A$)

V_{IN} (V)	V_{OUT} (V)	f _{PWM} (kHz)	L (μH)	R _{TOFF} (kΩ)
5	3.3	800	2.2	39
5	2.5	865	2.2	56
5	1.8	850	2.2	75
5	1.5	860	2.2	82
5	1.1	625	2.2	130
3.3	2.5	570	1.5	39
3.3	1.8	850	1.5	51
3.3	1.5	860	1.5	62
3.3	1.1	680	1.5	100

で動作します。電流検出回路がNMOS同期スイッチを通る電流をモニタし、電流が逆流する前にNMOSスイッチをオフにします。これは電流がインダクタおよびNMOSスイッチを介して出力フィルタからグラウンドへ放出されるのを防ぎます。動作モード間、デバイスがスイッチする時に回路の行動に大きな変化は起きません。

100%デューティサイクル動作

入力電圧が出力電圧近くまで降下すると、デューティサイクルはPMOS MOSFETが連続的にオン状態になるまで増加します。100%デューティサイクルのドロップアウト電圧は、出力電流に内部PMOSスイッチのオン抵抗およびインダクタのDC抵抗を掛けたものです。PMOSスイッチは電流制限に達していない限り、連続的にオン状態です。

内部デジタルソフトスタート回路

MAX1830/MAX1831はソフトスタートによって起動時の電流制限レベルを徐々に増加し、入力サージ電流を低減します。内部には、カウンタによって制御される内部デジタルソフトスタート回路、デジタルアナログコンバータ(DAC)、および電流制限コンパレータが含まれています。電源投入時またはシャットダウンモードで、ソフトスタートカウンタはゼロにリセットされます。MAX1830/MAX1831がイネーブルまたはパワーアップされた場合、カウンタはLXスイッチングサイクルの計数を開始し、DACは電流制限コンパレータにかかる比較電圧の増加を開始します。DACは、計数値が256サイクルまで増加すると、内部電流制限を4つの25%ステップでランプアップします。その結果、出力コンデンサは相対的にゆっくりとチャージアップします。出力上昇の正確な時間は、公称スイッチング周波数、出力コンデンサ容量、および負荷電流に依存し、標準は1msです。

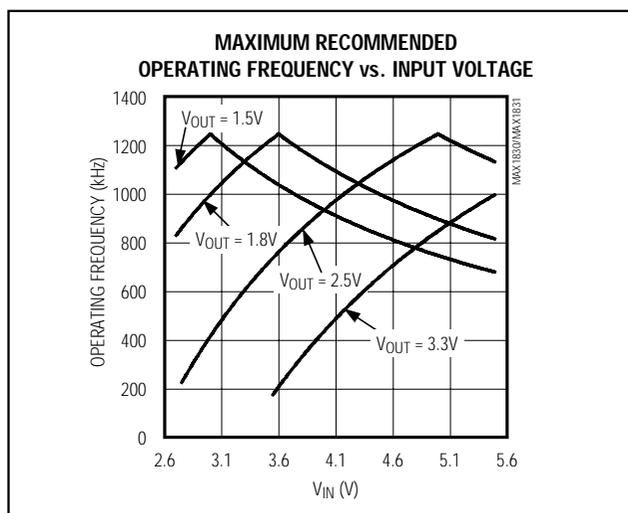


図3. 推奨最大動作周波数対入力電圧

シャットダウン

MAX1830/MAX1831を低電力シャットダウンモードにするために、 \overline{SHDN} をロジックレベルローに駆動し、消費電流を1μA以下に低減させて下さい。シャットダウン時は全回路および内部MOSFETがオフになり、LXノードが高インピーダンス状態になります。通常動作にするには \overline{SHDN} をロジックレベルハイに駆動するか、または V_{CC} に接続して下さい。

サミングコンパレータ

サミングコンパレータの入力端子に3つの信号が加えられます(図2)：リファレンス電圧に対して相対的な出力電圧誤差信号、積分出力電圧誤差補正信号、および検出されたPMOSスイッチ電流です。積分誤差信号はCOMPの外部コンデンサと共にトランスコンダクタンスアンプによって提供されます。積分器は高利得アンプを必要とせず高DC精度を提供します。COMPでコンデンサを接続すると、全体のループ応答が修正されます。(「インテグレートアンプ」を参照して下さい。)

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

表2. 出力電圧プログラミング

PIN		OUTPUT VOLTAGE (V)	
FBSEL	FB	MAX1830	MAX1831
V _{CC}	Output voltage	2.5	2.5
Unconnected	Output voltage	1.5	1.5
REF	Output voltage	1.8	3.3
GND	Resistive divider	Adjustable	

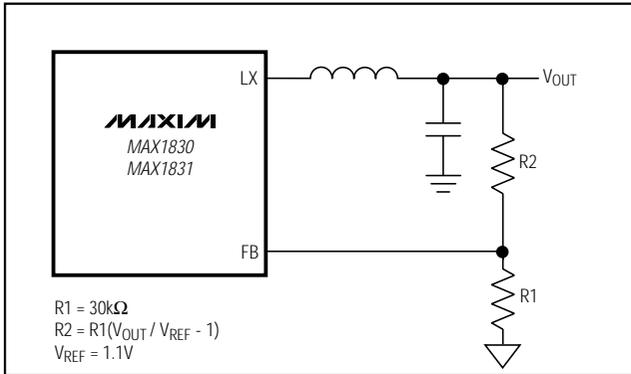


図4. 可変出力電圧

同期整流

同期整流なしのステップダウンレギュレータでは、インダクタが放電中に流れる電流の経路は外付けショットキダイオードです。ショットキダイオードを低抵抗NMOS同期スイッチで置き換えると、導電損失が減少し効率が改善されます。

PMOSパワースイッチがオフにされた後、短い遅延に続いてNMOS同期整流スイッチがターオンになります。従って交差導電または「シュートスルー」を予防します。一定オフ時間モードでは、PMOSパワースイッチオンに先だって同期整流スイッチがオフになります。両スイッチがオフの間、インダクタ電流はNMOSスイッチの内部ボディダイオードを通して流れます。内部ボディダイオードの順方向電圧は相対的に高くなっています。PGNDからLXまでの外付けショットキダイオードにより効率を改善することが可能です。

サーマル抵抗

ジャンクションから周囲へのサーマル抵抗、 θ_{JA} 、は、ICリード隣接周辺の銅面積量に大きく依存しています。MAX1830/MAX1831評価キットは、0.7平方インチ銅面積で、強制換気なしのサーマル抵抗は+71 °C/Wです。ボード上のエアフローによって、ジャンクションから周囲へのサーマル抵抗がかなり減少します。熱を吸収する目的で、大電流端子間のICに隣接する銅領域を均等に分布させて下さい。

電力消費

MAX1830/MAX1831における電力消費は2つの内部パワースイッチにおける導電損失によって支配されています。制御部分の消費電流による電力拡散および内部スイッチ(例えばスイッチング損失)のゲート容量を充電及び放電するために消費される平均電流による電力消費は次式で概算されます：

$$P_{DS} = C \times V_{IN}^2 \times f_{PWM}$$

ここで、 $C = 5nF$ および f_{PWM} は、PWMモードでのスイッチング周波数です。

デバイスがIdle Modeに入りスイッチング周波数が減少すると、この電力消費は減少します。2つの電源スイッチの導電損失を合わせたものは次式で概算されます：

$$P_D = I_{OUT}^2 \times R_{PMOS}$$

ここで、 R_{PMOS} はPMOSスイッチのオン抵抗です。

消費電力を放熱させるために必要な、ジャンクションから周囲へのサーマル抵抗は、次式で計算されます：

$$\theta_{JA} = (T_{J,MAX} - T_{A,MAX}) / P_D(T_{OT})$$

ここで、

θ_{JA} = ジャンクションから環境へのサーマル抵抗

$T_{J,MAX}$ = 最大ジャンクション温度

$T_{A,MAX}$ = 最大周囲温度

$P_D(T_{OT})$ = 合計損失

設計手順

標準的なアプリケーションに関しては表1で推奨される部品値を使用して下さい。他のアプリケーションについては、以下に従って下さい：

- 1) 希望するPWMモードスイッチング周波数を選択して下さい；開始点として1MHzがよいと思います。最大動作周波数については図3を参照して下さい。
- 2) 一定オフ時間を選択して下さい；一定オフ時間は入力電圧、出力電圧、およびスイッチング周波数の関数です。
- 3) オフ時間の関数として R_{TOFF} を選択して下さい。
- 4) インダクタを選択して下さい；インダクタンスは出力電圧、オフ時間、およびピーク間インダクタ電流の関数です。

出力電圧の設定

MAX1830/MAX1831の出力は、3つのプリセット出力電圧の1つを選択することが可能です。プリセット出力電圧については、FBを出力電圧に接続し、FBSELを表2に示される通りに接続して下さい。可変出力電圧については、FBSELをGNDに接続し、FBを出力電圧と

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

MAX1830/MAX1831

グラウンド間の抵抗分圧器に接続して下さい。(図4)
 $V_{FB} = V_{REF}$ の時、可変出力電圧の安定化が維持されて
います。R1として30kΩを使って下さい。R2は次式で
得られます：

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

ここで V_{REF} は通常1.1Vです。

スイッチング周波数とオフ時間の
プログラミング

MAX1830/MAX1831はプログラマブルPWMモード
スイッチング周波数を特長としています。これは入力
及び出力電圧、及び t_{OFF} からGNDに接続される R_{TOFF}
値によって設定されます。 R_{TOFF} は、PWMモードに
おいてPMOSスイッチのオフ時間を設定します。PWM
モードにおける望ましいスイッチング周波数による
オフ時間を選択するには以下の等式を使って下さい。

$$t_{OFF} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT} - V_{PMOS})}{f_{PWM}(V_{IN} - V_{PMOS} + V_{NMOS})}$$

ここで、

t_{OFF} = 設定されたオフ時間

V_{IN} = 入力電圧

V_{OUT} = 出力電圧

V_{PMOS} = 内部PMOSスイッチの電圧降下

V_{NMOS} = 内部NMOS同期整流スイッチの電圧降下

f_{PWM} = PWMモードでのスイッチング周波数

次式によって R_{TOFF} を選択して下さい：

$$R_{TOFF} = (t_{OFF} - 0.07\mu s) (110k\Omega / 1.00\mu s)$$

R_{TOFF} の推奨値は、0.4 μs から4 μs のオフ時間に対して
36kΩから430kΩまでの範囲です。

インダクタの選択

主要インダクタのパラメータ、インダクタ値(L)および
ピーク電流(I_{PEAK})を設定する必要があります。以下の
等式には、最大DC負荷電流に対するピーク間インダクタ
のAC電流(リップル電流)の比率で、LIRとして示される
定数が含まれています。高いLIR値は、より小さなイン
ダクタンスを許容しますが、結果としてより高い損失と
リップルが生じます。サイズと損失間のよい妥協点は、
負荷電流(LIR=0.25)に対しおよそ25%のリップル電流
の比率に見出されます。これはピークインダクタ電流に
DC負荷電流を1.125倍掛けたものに対応します。

$$L = \frac{V_{OUT} \times t_{OFF}}{I_{OUT} \times LIR}$$

ここで：

I_{OUT} = 最大DC負荷電流

LIR = ピーク間ACインダクタ電流のDC負荷電流に対する
比率、通常0.25です。

上記の等式が使われる場合、全負荷でのピークインダ
クタ電流は $1.125 \times I_{OUT}$ です；他の場合、ピーク電流
は次式で計算されます：

$$I_{PEAK} = I_{OUT} + \frac{V_{OUT} \times t_{OFF}}{2 \times L}$$

少なくとも飽和電流がピークインダクタ電流と同等以上
に高いインダクタを選んで下さい。選択されたインダ
クタは選択した動作周波数で損失の低いものであるべき
です。

コンデンサの選択

入力フィルタコンデンサは、電圧源におけるピーク電流
およびノイズを低減させます。INから5mm以内の位置
に低ESRおよび低ESLコンデンサを使って下さい。RMS
入力リップル電流の要求条件および電圧定格に従って
入力コンデンサを選んで下さい：

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

ここで、 I_{RIPPLE} = 入力RMS電流リップルです。

出力フィルタコンデンサは、出力電圧リップル、出力
負荷トランジェント応答、およびフィードバックループ
安定性に影響します。安定な動作のために、MAX1830/
MAX1831は、 $V_{RIPPLE} > 1\% \times V_{OUT}$ の最小出力リップル
電圧を必要とします。

出力コンデンサの最小ESRは下記の通りであるべき
です：

$$ESR > 1\% \times \frac{L}{t_{OFF}}$$

安定な動作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ぶ場合、以下のことを確認
して下さい：

$$C_{OUT} \geq \frac{t_{OFF}}{V_{OUT}} 79\mu FV/\mu s$$

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

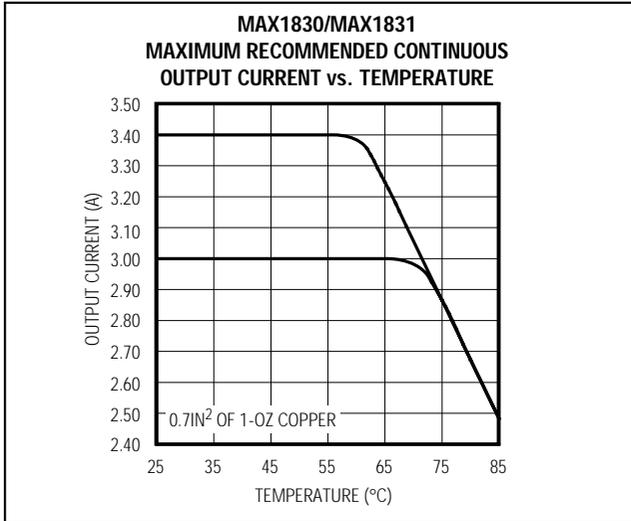


図5. 推奨最大連続出力電流対温度

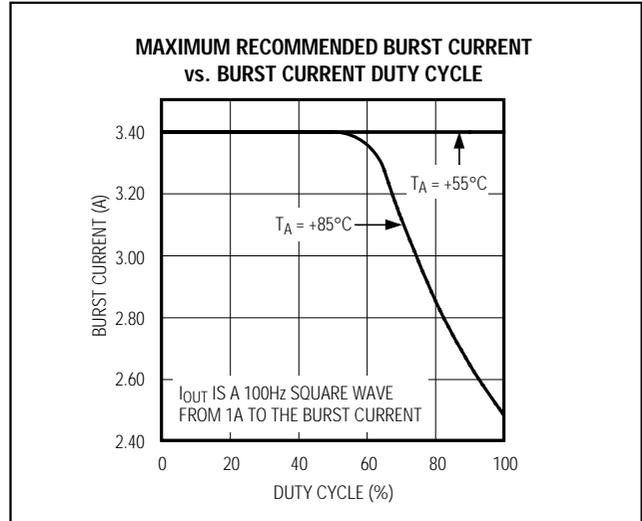


図6. 推奨最大バースト電流対バースト電流デューティサイクル

インテグレートアンプ

内部トランスコンダクタンスアンプは、出力DC精度の微調整をします。COMPからVccへのコンデンサC_{COMP}は、トランスコンダクタンスアンプを補償します。安定性のためにC_{COMP}= 470pFを選んで下さい。

大容量コンデンサ値は一定の平均出力電圧を維持しますが、出力電圧の変化に対するループ応答を遅延します。小容量コンデンサ値は出力電圧の変化に対するループ応答をスピードアップしますが、安定度を減少させます。

大電流の熱考慮

周囲温度が高い場合、MAX1830/MAX1831へ接続された銅面積の合計及びエアフロー量によって、最大電流、又は出力電流のデューティサイクルが制限される可能性があります。

図5は、推奨される最大連続出力電流対周囲温度を示しています。図6は、高温での推奨される最大出力電流対出力電流デューティサイクルを示しています。これらの図は、フリーエアフローの中で、0.7平方インチの銅1オンスに基づいたものです。

図6は、出力電流が周波数100Hzの方形波であると仮定されています。デューティサイクルは、バースト電流の保持期間を方形波の期間で割り算したものと定義されています。この図は、出力電流の連続バーストに対する制限を示しています。

MAX1830/MAX1831のサーマルリミットを超えると、破損的不具合を防ぐためにサーマルシャットダウンに入ることに留意して下さい。

出力電流にともなう周波数変動

MAX1830/MAX1831の動作周波数は、次式で示されるように、主としてt_{OFF}(R_{TOFF}によって設定)、V_{IN}、およびV_{OUT}によって決定されます。

$$f_{\text{PWM}} = \frac{(V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}} - V_{\text{PMOS}})}{t_{\text{OFF}}(V_{\text{IN}} - V_{\text{PMOS}} + V_{\text{NMOS}})}$$

しかしながら、出力電流の増加につれて、NMOSおよびPMOSスイッチの電圧降下が増大し、インダクタに印加される電圧が減少して、周波数の低下が起きます。この周波数の変化は、次式で概算できます。

$$\Delta f_{\text{PWM}} = -I_{\text{OUT}} \times R_{\text{PMOS}} / (V_{\text{IN}} \times t_{\text{OFF}})$$

ここで、R_{PMOS}は内部MOSFETの抵抗(50mΩtyp)です。

回路のレイアウトと接地

MAX1830/MAX1831の意図される出力電源レベル、高効率および低ノイズを達成するには、優れたレイアウトが必要です。優れたレイアウトはグラウンドプレーンの使用、注意深い部品配置、および適切なトレース幅を用いた適正な配線を含みます。

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

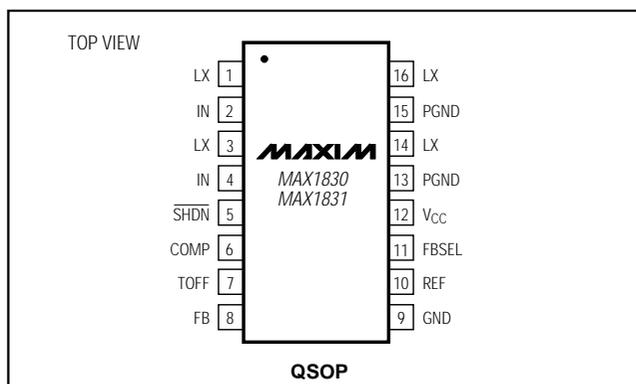
MAX1830/MAX1831

以下のポイントは、重要度の高い順から記されています：

- 1) スイッチされた電流及び大電流グラウンドループを最小限に抑えます。入力コンデンサのグラウンド、出力コンデンサのグラウンド、及びPGNDを近接して接続します。結果的に生じたGND群を一箇所で接続します。
- 2) 入力フィルタコンデンサをINから5mm以内に接続します。接続銅トレースには大電流が流れるので少なくとも幅1mm以上、できれば2.5mmにしてください。

- 3) LXノードに接続される素子をお互いに行き交うように近接させ、できるだけデバイスに近くなるように配置して下さい。これによって抵抗性ロスおよびスイッチングロスならびにノイズが減少されます。
- 4) グランドプレーンは最上の性能を出すために不可欠です。ほとんどのアプリケーションにおいて、回路を多層基板に配置し、4層、又はそれ以上をフルに使用することが推奨されています。上と下の層をインターコネクション用に使い、および中の層は中断されないグラウンドプレーン用に使用して下さい。グラウンドプレーン上は大AC電流の通電を避けて下さい。

ピン配置



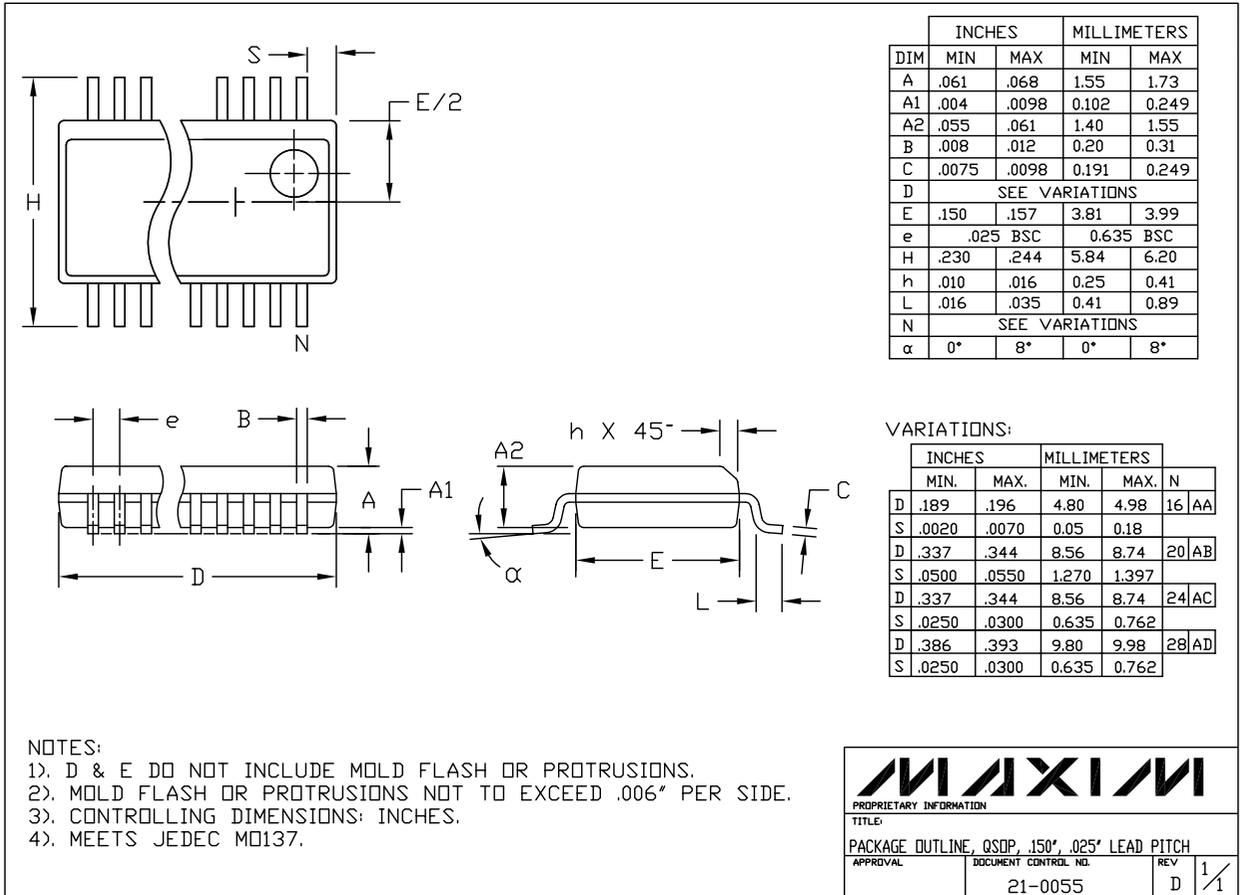
チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 3662

3A、1MHz、低電圧、同期整流および内部スイッチ付 ステップダウンレギュレータ

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/ja/packagesをご参照下さい。)



MAX1830/MAX1831

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。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 13