

特長

- LT8610の特長に以下の機能を追加:
 - 最大出力電流:3.5A
 - 高速の最小スイッチオン時間:30ns
 - Burst Modeの効率が向上(LT8610ABのみ)
 - 改善されたEMI
- 広い入力電圧範囲:3.4V～42V
- 超低静止電流のBurst Mode®動作:
 - 12V入力で3.3V出力を安定化時の $I_Q = 2.5\mu\text{A}$
- 固定出力電圧:3.3V、5V
- 出力リップル<10mVp-p(LT8610Aのみ)
- 高効率の同期整流式動作:
 - 12V入力、5V/1A出力時の効率:95%
 - 12V入力、3.3V/1A出力時の効率:93%
- すべての条件で低ドロップアウト:200mV(1A時)
- 過負荷時にインダクタの飽和を安全に許容
- 調整可能および同期可能な周波数:200kHz～2.2MHz
- 高精度のイネーブル・ピン電圧しきい値:1V
- 出力ソフトスタートおよび出力トラッキング
- 熱特性が改善された小型16ピンMSOPパッケージ

アプリケーション

- 自動車用電源および産業用電源
- GSM電源

概要

LT®8610A/LT8610ABシリーズは、小型、高効率、高速の同期整流式モノリシック降圧スイッチング・レギュレータで、消費する静止電流はわずか $2.5\mu\text{A}$ です。LT8610と比較すると、両デバイスとも最大出力電流が3.5Aと大きく、最小スイッチオン時間が30nsと高速です。LT8610Aの低リップルBurst Mode性能はLT8610と同等ですが、LT8610ABは軽負荷時の効率がさらに高くなっています。

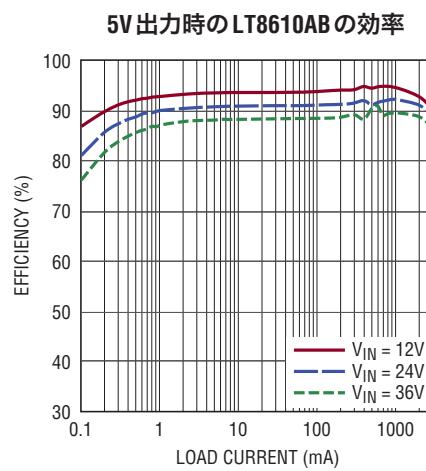
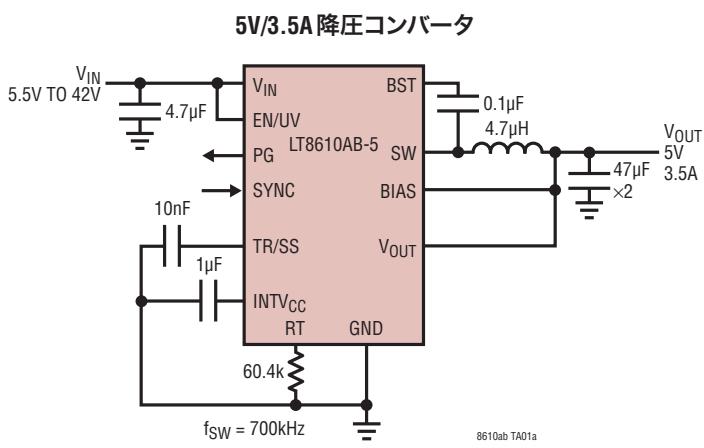
LT8610のその他の特長は、LT8610A/LT8610ABシリーズでも変わりません。SYNCピンを使用すると、外部クロックに同期することができます。EN/UVピンのしきい値は高精度の1Vであり、入力電圧の低電圧ロックアウトやシャットダウンが可能です。TR/SSピンに接続するコンデンサにより、起動時の出力電圧上昇速度を設定できます。V_{OUT}が出力電圧設定値の±9%以内に入るか、フォルト状態になると、PGフラグで通知します。

	出力電流	最小オン時間	負荷1mAでの効率**
LT8610*	2.5A	50ns	82%
LT8610A	3.5A	30ns	82%
LT8610AB	3.5A	30ns	91%

*LT8610のデータシートを参照。**V_{IN} = 12V、V_{OUT} = 3.3V、L = 4.7μH

LT、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technologyおよびリニアのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例



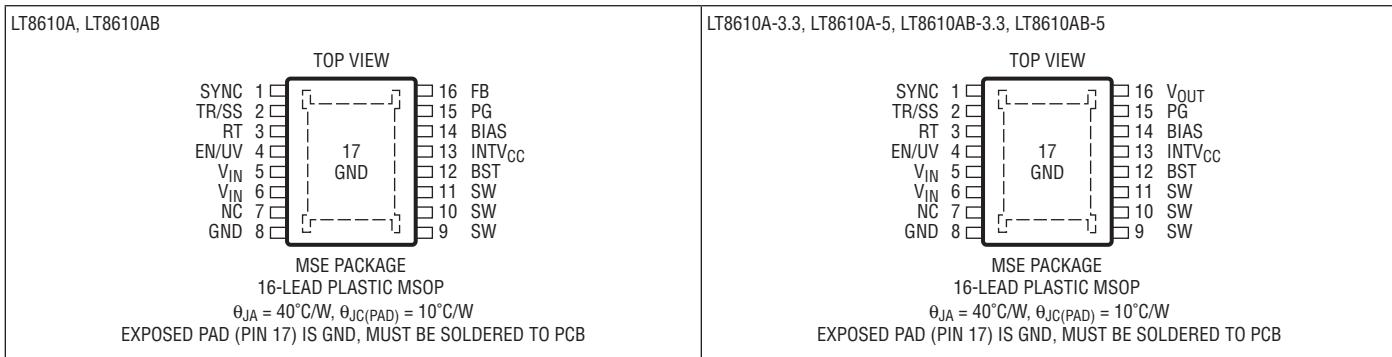
LT8610A/LT8610ABシリーズ

絶対最大定格

(Note 1)

V _{IN} 、EN/UV、PG	42V	動作接合部温度範囲 (Note 2)
BIAS	30V	LT8610AE/LT8610ABE -40°C ~ 125°C
SW ピンを超える BST ピンの電圧	4V	LT8610AI/LT8610ABI -40°C ~ 125°C
FB、TR/SS、RT、INTV _{CC}	4V	LT8610AH/LT8610ABH -40°C ~ 150°C
V _{OUT} 、SYNC ピンの電圧	6V	保存温度範囲 -65°C ~ 150°C

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LT8610AEMSE#PBF	LT8610AEMSE#TRPBF	8610A	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AEMSE-3.3#PBF	LT8610AEMSE-3.3#TRPBF	610A33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AEMSE-5#PBF	LT8610AEMSE-5#TRPBF	8610A5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AIMSE#PBF	LT8610AIMSE#TRPBF	8610A	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AIMSE-3.3#PBF	LT8610AIMSE-3.3#TRPBF	610A33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AIMSE-5#PBF	LT8610AIMSE-5#TRPBF	8610A5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610AHMSE#PBF	LT8610AHMSE#TRPBF	8610A	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT8610AHMSE-3.3#PBF	LT8610AHMSE-3.3#TRPBF	610A33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT8610AHMSE-5#PBF	LT8610AHMSE-5#TRPBF	8610A5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT8610ABEMSE#PBF	LT8610ABEMSE#TRPBF	8610AB	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABEMSE-3.3#PBF	LT8610ABEMSE-3.3#TRPBF	10AB33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABEMSE-5#PBF	LT8610ABEMSE-5#TRPBF	610AB5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABIMSE#PBF	LT8610ABIMSE#TRPBF	8610AB	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABIMSE-3.3#PBF	LT8610ABIMSE-3.3#TRPBF	10AB33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABIMSE-5#PBF	LT8610ABIMSE-5#TRPBF	610AB5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LT8610ABHMSE#PBF	LT8610ABHMSE#TRPBF	8610AB	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT8610ABHMSE-3.3#PBF	LT8610ABHMSE-3.3#TRPBF	10AB33	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LT8610ABHMSE-5#PBF	LT8610ABHMSE-5#TRPBF	610AB5	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C

さらに広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。
非標準の鉛仕上げ製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/>をご覧ください。
テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreel/>をご覧ください。

8610abfa

LT8610A/LT8610ABシリーズ

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Minimum Input Voltage	(Note 4)		2.9	3.4	V
V_{IN} Quiescent Current	$V_{EN/UV} = 0V$		1.0	3	μA
			1.0	8	μA
	$V_{EN/UV} = 2V$, Not Switching, $V_{SYNC} = 0V$		1.7	4	μA
			1.7	10	μA
V_{IN} Current in Regulation	$V_{OUT} = 0.97V$, $V_{IN} = 6V$, Output Load = 100 μA (LT8610A)		24	50	μA
	$V_{OUT} = 0.97V$, $V_{IN} = 6V$, Output Load = 1mA (LT8610A)		210	350	μA
	$V_{OUT} = 0.97V$, $V_{IN} = 6V$, Output Load = 100 μA (LT8610AB)		24	50	μA
	$V_{OUT} = 0.97V$, $V_{IN} = 6V$, Output Load = 1mA (LT8610AB)		210	350	μA
V_{IN} Current in Regulation	$V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 100 μA (LT8610A-3.3)		60	120	μA
	$V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 1mA (LT8610A-3.3)		540	900	μA
	$V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 100 μA (LT8610AB-3.3)		55	100	μA
	$V_{OUT} = 3.3V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 1mA (LT8610AB-3.3)		500	800	μA
	$V_{OUT} = 5V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 100 μA (LT8610A-5)		100	180	μA
	$V_{OUT} = 5V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 1mA (LT8610A-5)		790	1200	μA
	$V_{OUT} = 5V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 100 μA (LT8610AB-5)		80	150	μA
	$V_{OUT} = 5V$, $V_{IN} = 8V$, Output Load = 1mA (LT8610AB-5)		730	1100	μA
Feedback Reference Voltage (LT8610A/LT8610AB)	$V_{IN} = 6V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		0.964	0.970	V
	$V_{IN} = 6V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		0.958	0.970	V
Output Voltage (LT8610A-3.3/LT8610AB-3.3)	$V_{IN} = 8V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		3.28	3.30	V
	$V_{IN} = 8V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		3.26	3.30	V
Output Voltage (LT8610A-5/LT8610AB-5)	$V_{IN} = 8V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		4.97	5.00	V
	$V_{IN} = 8V$, $I_{LOAD} = 0.5A$		4.94	5.00	V
Feedback Voltage Line Regulation (LT8610A/LT8610AB)	$V_{IN} = 4V$ to 42V, $I_{LOAD} = 1A$		0.004	0.02	%/V
Voltage Line Regulation (LT8610A-3.3/LT8610AB-3.3)	$V_{IN} = 4V$ to 42V, $I_{LOAD} = 1A$		0.004	0.02	%/V
Voltage Line Regulation (LT8610A-5/LT8610AB-5)	$V_{IN} = 6V$ to 42V, $I_{LOAD} = 1A$		0.004	0.02	%/V
Feedback Pin Input Current (LT8610A/LT8610AB)	$V_{FB} = 1V$		-20	20	nA
Internal Feedback Resistor Divider (LT8610A-3.3/LT8610AB-3.3)			14.3		MΩ
Internal Feedback Resistor Divider (LT8610A-5/LT8610AB-5)			12.5		MΩ
INTV _{CC} Voltage	$I_{LOAD} = 0mA$, $V_{BIAS} = 0V$		3.23	3.4	V
	$I_{LOAD} = 0mA$, $V_{BIAS} = 3.3V$		3.25	3.29	V
INTV _{CC} Undervoltage Lockout			2.5	2.6	V
BIAS Pin Current Consumption	$V_{BIAS} = 3.3V$, $I_{LOAD} = 1A$, 2MHz		9		mA
Minimum On-Time	$I_{LOAD} = 1A$, $V_{SYNC} = 0V$		15	30	ns
	$I_{LOAD} = 1A$, $V_{SYNC} = 3.3V$		15	30	ns
Minimum Off-Time			95	125	ns

LT8610A/LT8610ABシリーズ

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Oscillator Frequency	$R_T = 221\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$	● ● ●	180	210	240	kHz
	$R_T = 60.4\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$		665	700	735	kHz
	$R_T = 18.2\text{k}, I_{LOAD} = 1\text{A}$		1.85	2.00	2.15	MHz
Top Power NMOS On-Resistance	$I_{SW} = 1\text{A}$		120		$\text{m}\Omega$	
Top Power NMOS Current Limit	LT8610A LT8610AB	● ●	5 5	6.7 6.7	8 8	A
Bottom Power NMOS On-Resistance	$V_{INTVCC} = 3.4\text{V}, I_{SW} = 1\text{A}$		65		$\text{m}\Omega$	
Bottom Power NMOS Current Limit	$V_{INTVCC} = 3.4\text{V}$		3.4	4.3	5.4	A
SW Leakage Current	$V_{IN} = 42\text{V}, V_{SW} = 0\text{V}, 42\text{V}$		-1.5		1.5	μA
EN/UV Pin Threshold	EN/UV Rising	●	0.94	1.0	1.06	V
EN/UV Pin Hysteresis			40		mV	
EN/UV Pin Current	$V_{EN/UV} = 2\text{V}$		-20	20	nA	
PG Upper Threshold Offset from V_{FB}	V_{FB} Falling	●	6	9.0	12	%
PG Lower Threshold Offset from V_{FB}	V_{FB} Rising	●	-12	-9.0	-6	%
PG Hysteresis			1.3		%	
PG Leakage	$V_{PG} = 3.3\text{V}$		-40	40	nA	
PG Pull-Down Resistance	$V_{PG} = 0.1\text{V}$	●	680	2000	Ω	
SYNC Threshold	SYNC Falling SYNC Rising		0.8 1.6	1.1 2.0	1.4 2.4	V V
SYNC Pin Current	$V_{SYNC} = 6\text{V}$		-40	40	nA	
TR/SS Source Current		●	1.0	2.0	3.2	μA
TR/SS Pull-Down Resistance	Fault Condition, TR/SS = 0.1V		230		Ω	

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

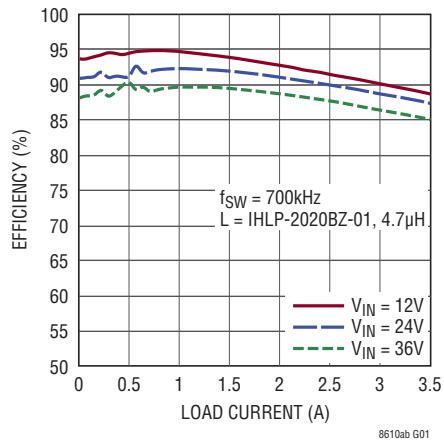
Note 2: LT8610AE/LT8610ABEは、0°C～125°Cの接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。-40°C～125°Cの動作接合部温度範囲での仕様は、設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LT8610AI/LT8610ABIは-40°C～125°Cの全動作接合部温度範囲で保証されている。LT8610AHは-40°C～150°Cの全動作接合部温度範囲で保証されている。接合部温度が高いと動作寿命は短くなる。125°Cを超える接合部温度では動作寿命がディレーティングされる。

Note 3: このデバイスには過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能が動作しているとき接合部温度は150°Cを超える。規定されている最大動作接合部温度を超えた状態で動作が継続すると、寿命が短くなる。

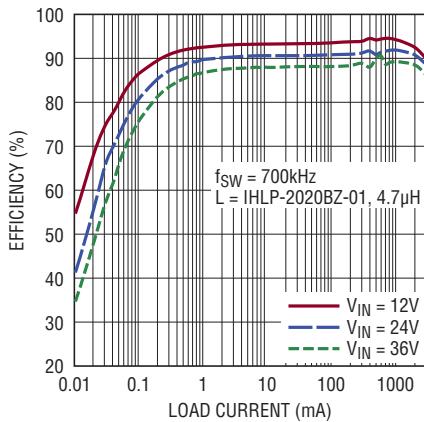
Note 4: 固定出力電圧バージョンでは、最小入力電圧は、出力電圧により制限されます。

標準的性能特性

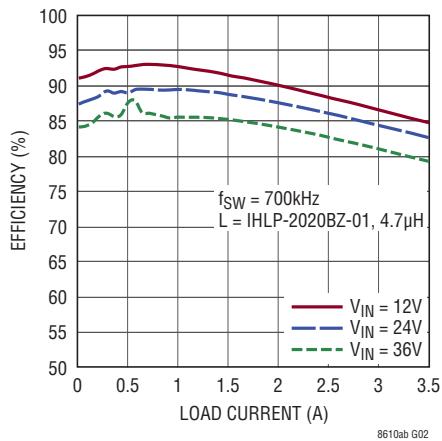
5V出力時のLT8610ABの効率



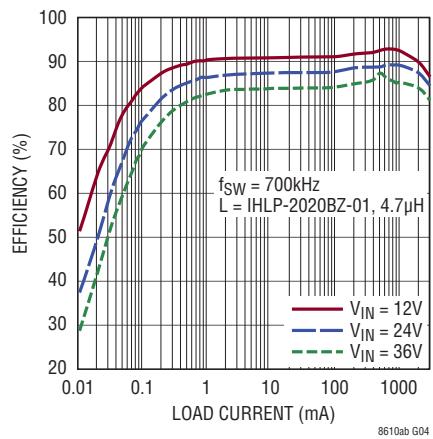
5V出力時のLT8610ABの効率



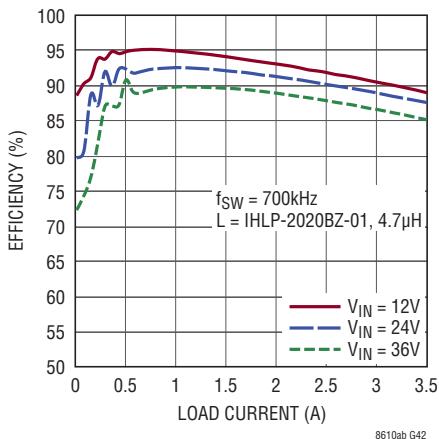
3.3V出力時のLT8610ABの効率



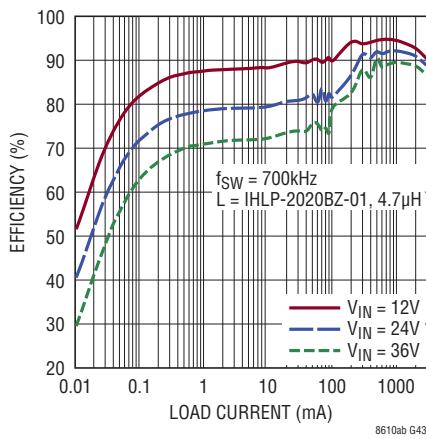
3.3V出力時のLT8610ABの効率



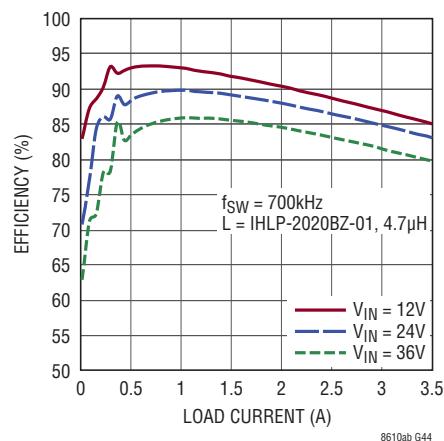
5V出力時のLT8610Aの効率



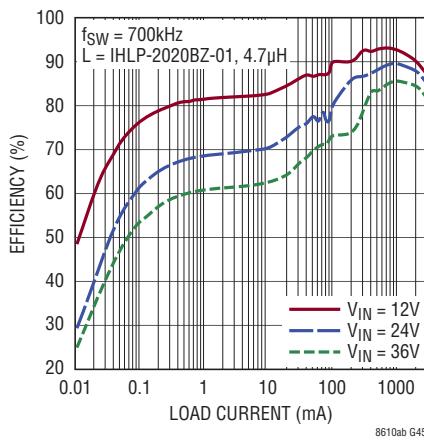
5V出力時のLT8610Aの効率



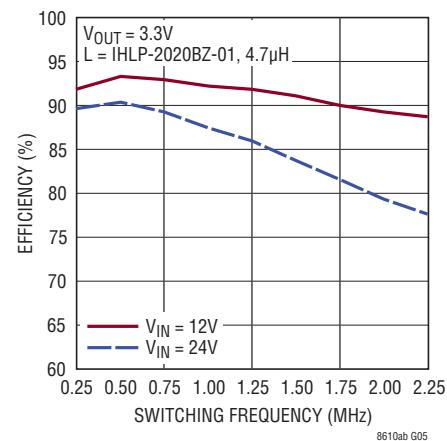
3.3V出力時のLT8610Aの効率



3.3V出力時のLT8610Aの効率



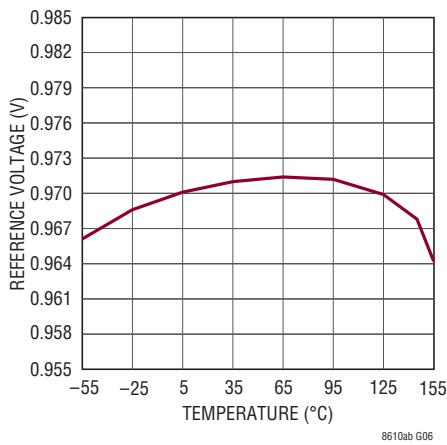
LT8610A/LT8610ABの効率と
1A時の周波数



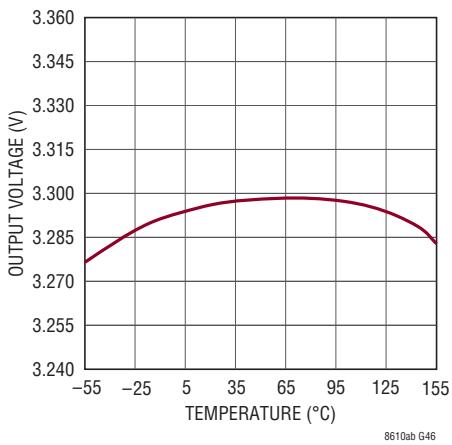
LT8610A/LT8610ABシリーズ

標準的性能特性

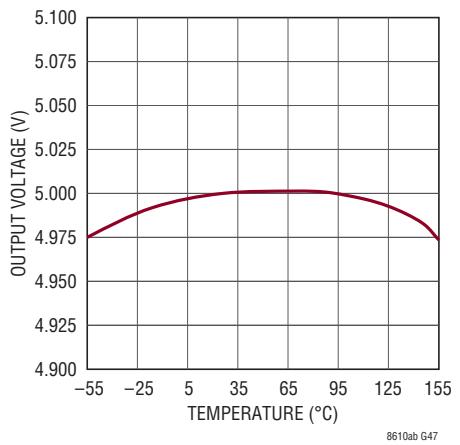
リファレンス電圧



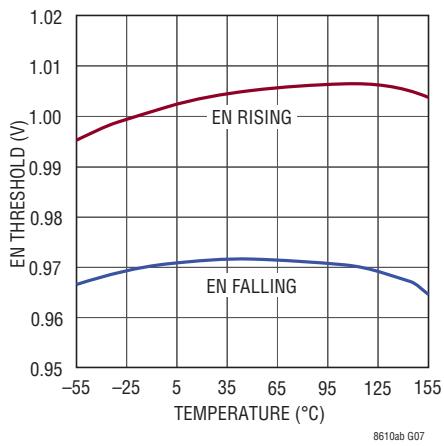
LT8610A-3.3出力電圧



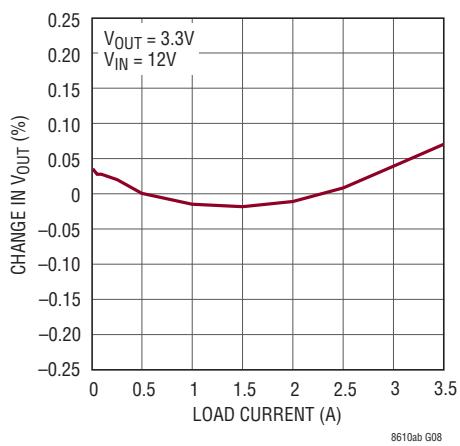
LT8610AB-3.3出力電圧



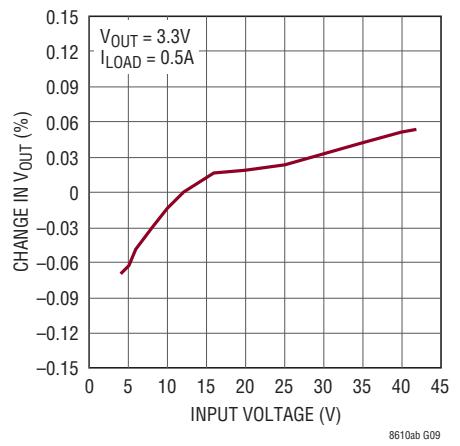
ENピンのしきい値



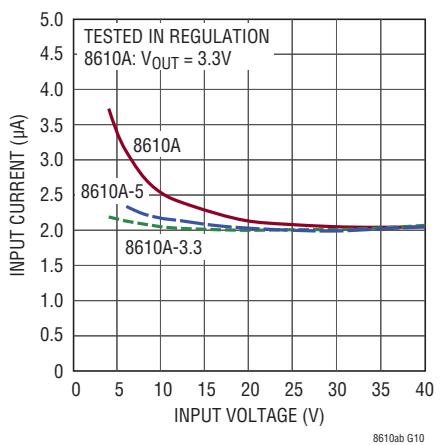
負荷レギュレーション



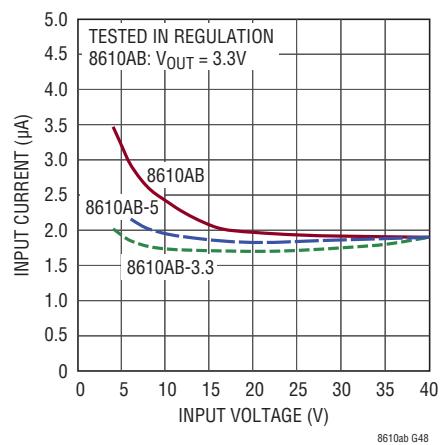
入力レギュレーション



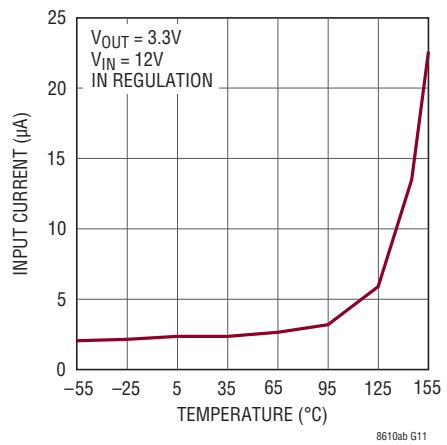
LT8610A 無負荷時電源電流



LT8610AB 無負荷時電源電流

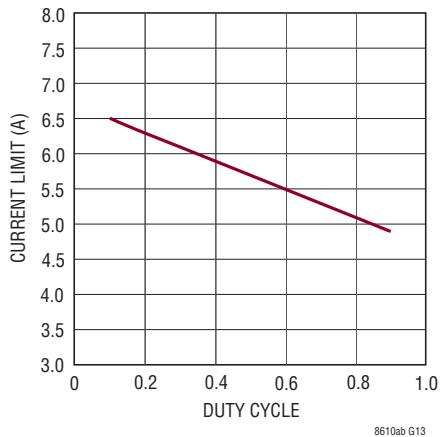


無負荷時電源電流

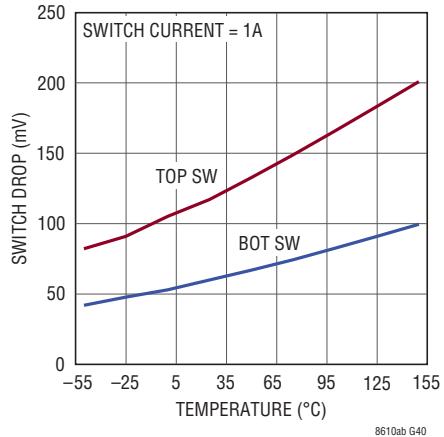


標準的性能特性

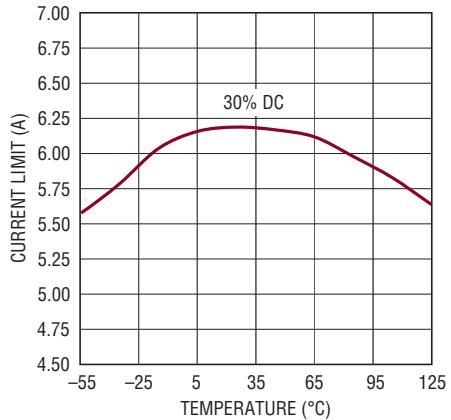
上側FETの電流制限と
デューティ・サイクル



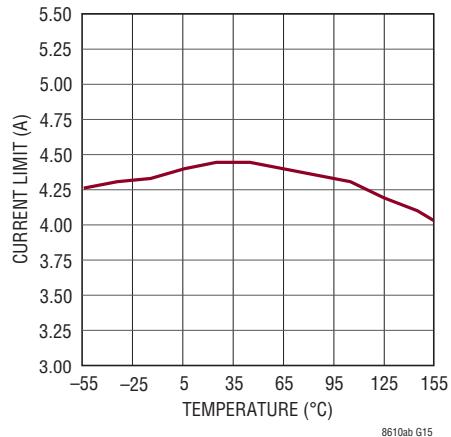
スイッチの電圧降下



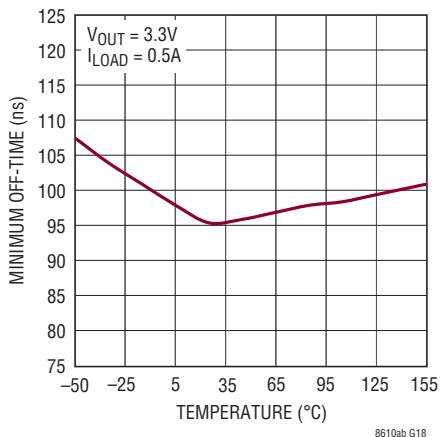
上側FETの電流制限



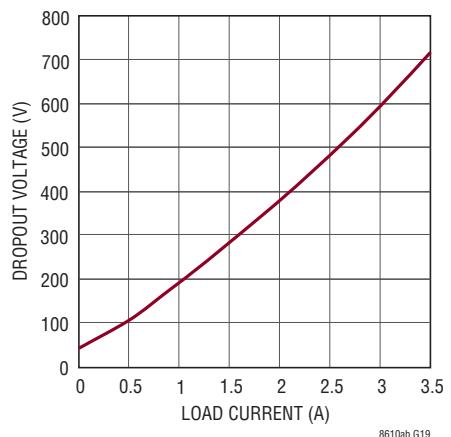
下側FETの電流制限



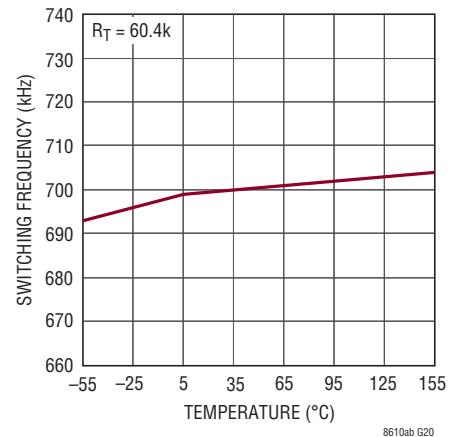
最小オフ時間



ドロップアウト電圧

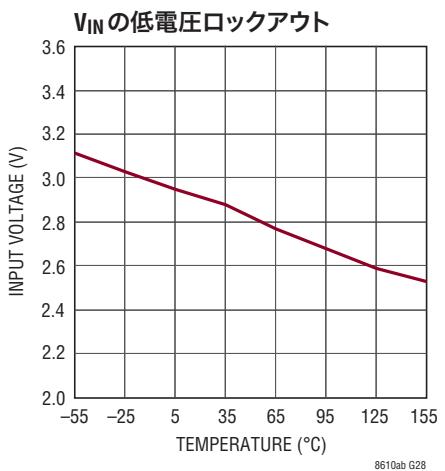
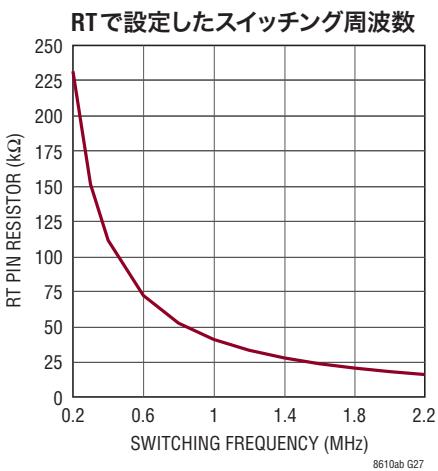
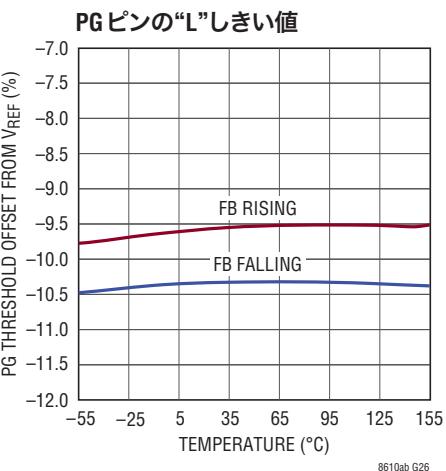
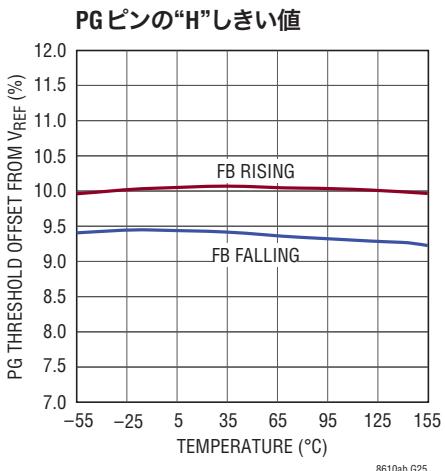
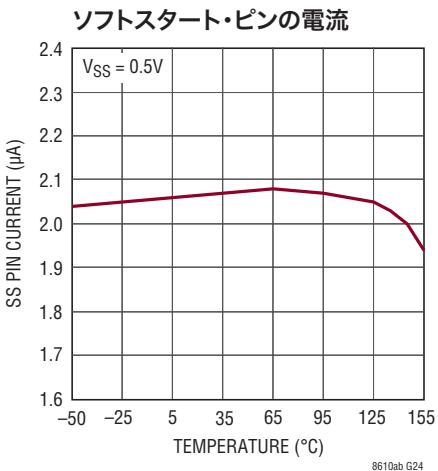
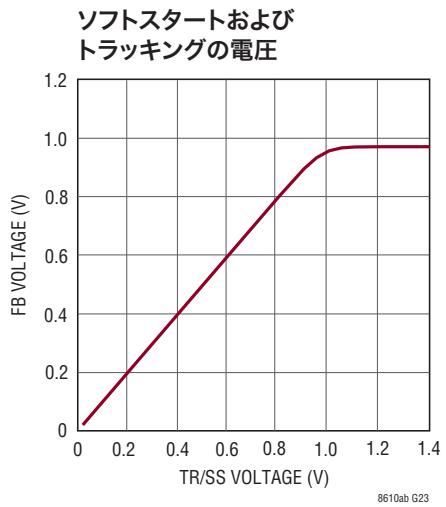
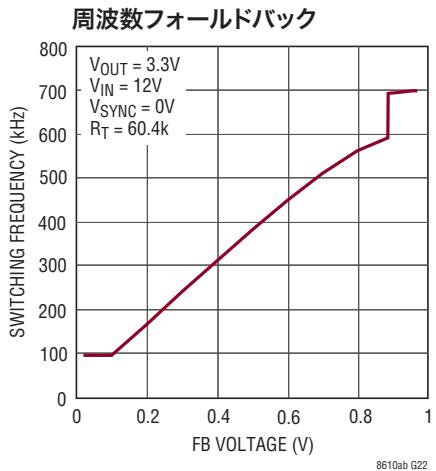
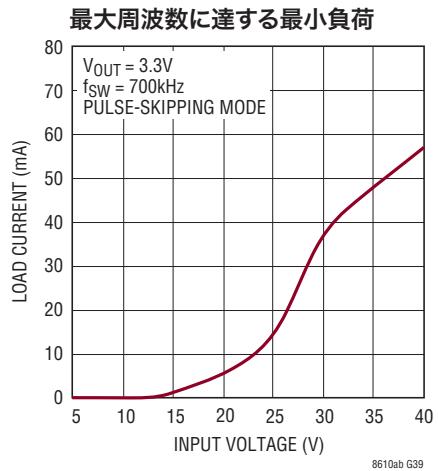
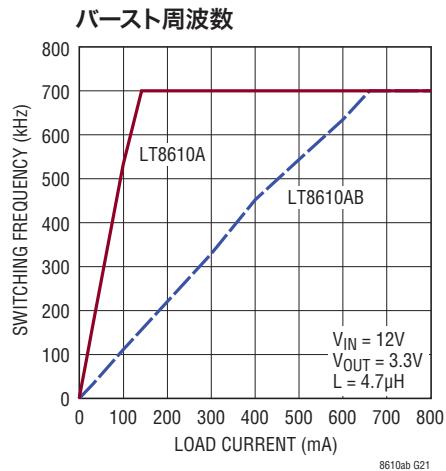


スイッチング周波数



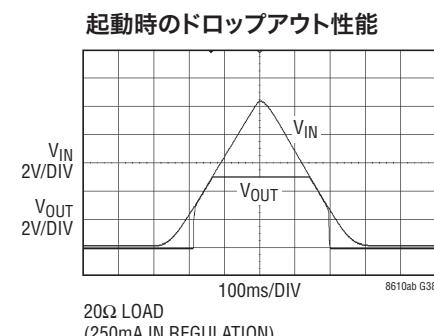
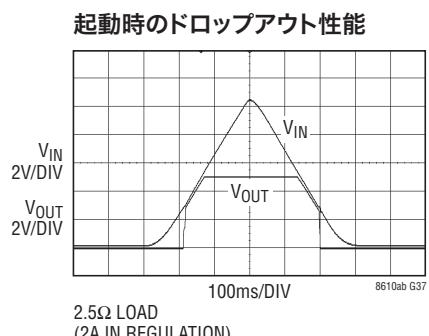
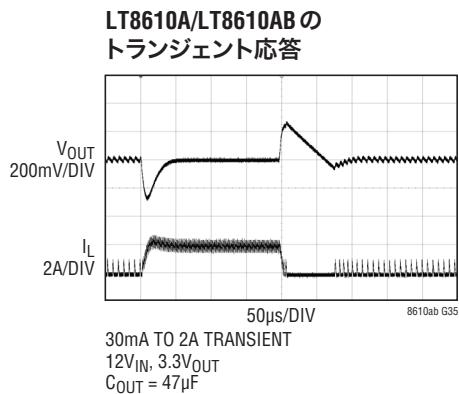
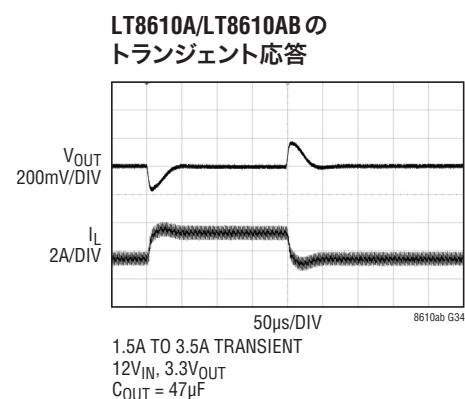
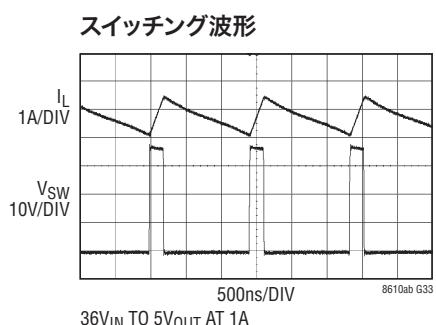
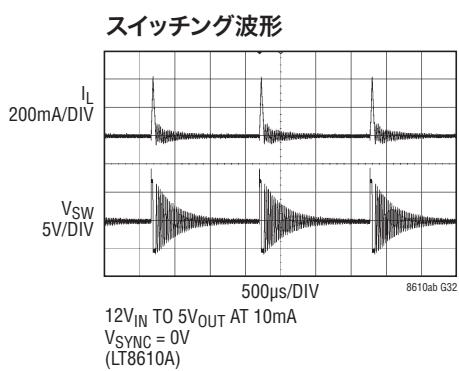
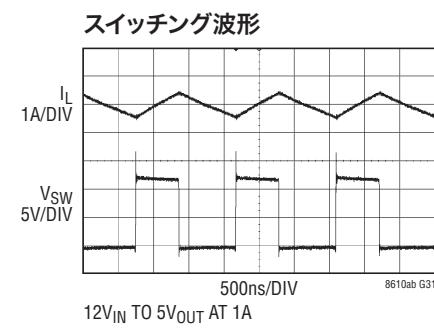
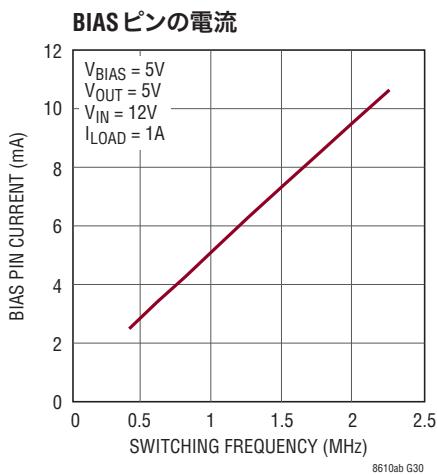
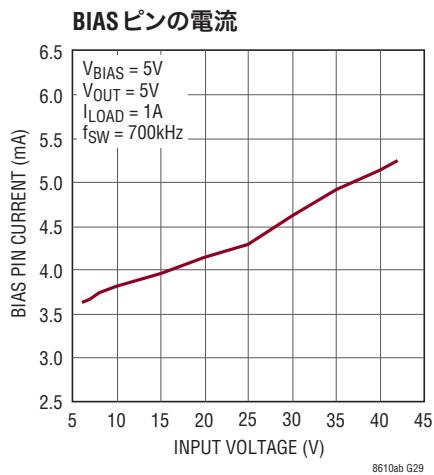
LT8610A/LT8610ABシリーズ

標準的性能特性



8610abfa

標準的性能特性



LT8610A/LT8610ABシリーズ

ピン機能

SYNC (ピン1) : 外部クロックの同期入力。低出力負荷での低リップルBurst Mode動作では、このピンを接続します。外部クロックの周波数に同期させるには、クロック信号源に接続します。パルス・スキップ・モードにする場合は、3V以上のDC電圧を印加するか、INTVCCピンに接続します。パルス・スキップ・モードでは、 I_Q が数百μAまで増加します。このピンはフロート状態にしないでください。

TR/SS (ピン2) : 出力トラッキングおよびソフトスタート・ピン。このピンを使用すると、起動時に出力電圧のランプレートを制御できます。TR/SSピンの電圧が0.97Vより低くなると、LT8610A/LT8610ABはFBピンの電圧を安定化してTR/SSピンの電圧と等しくなるよう動作します。TR/SSピンの電圧が0.97Vより高くなると、トラッキング機能がディスエーブルされ、内部リファレンスによってエラーアンプの制御が再開されます。このピンにはINTVCCから2.2μAの内部プルアップ電流が流れるので、コンデンサを接続して出力電圧のスルーレートを設定できます。このピンは、シャットダウン時およびフォルト状態では内部の230Ω MOSFETによってグランド電位になるので、低インピーダンス出力で駆動する場合は直列抵抗を使用してください。トラッキング機能が必要ない場合は、このピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

RT (ピン3) : RTピンとグランドの間に抵抗を接続して、スイッチング周波数を設定します。

EN/UV (ピン4) : LT8610A/LT8610ABは、このピンが“L”的ときシャットダウン状態になり、このピンが“H”的ときアクティブになります。ヒステリシスのあるしきい値電圧は上昇時1.00V、下降時0.96Vです。シャットダウン機能を使用しない場合は、V_{IN}に接続してください。V_{IN}ピンから外付け抵抗分割器を接続することにより、特定の値より低くなるとLT8610A/LT8610ABがシャットダウンするV_{IN}しきい値を設定できます。

V_{IN} (ピン5、6) : V_{IN}ピンからはLT8610A/LT8610ABの内部回路と内蔵の上側パワー・スイッチに電流が供給されます。これらのピンは互いに接続し、短い距離でバイパスする必要があります。入力コンデンサの正端子はV_{IN}ピンのできるだけ近くに配置し、入力コンデンサの負端子はGNDピンのできるだけ近くに配置するようにしてください。

NC (ピン7) : 接続なし。このピンは内部回路に接続されていません。

SW (ピン9、10、11) : SWピンは内部パワー・スイッチの出力です。これらのピンは互いに接続し、インダクタおよび昇圧コンデンサに接続します。優れた性能を得るため、プリント回路基板上でこのノードの面積は小さくなるようにしてください。

BST (ピン12) : このピンは、入力電圧より高い駆動電圧を上側のパワー・スイッチに供給するために使用します。0.1μFの昇圧コンデンサができるだけデバイスの近くに配置してください。

INTV_{CC} (ピン13) : 内蔵の3.4Vレギュレータのバイパス・ピン。内部パワー・ドライバおよび制御回路はこの電圧から電力を供給されます。INTV_{CC}の最大出力電流は20mAです。INTV_{CC}ピンには外部回路による負荷をかけないでください。INTV_{CC}の電流は、V_{BIAS} > 3.1Vの場合はBIASピンから供給され、そうでない場合はV_{IN}ピンから供給されます。V_{BIAS}が3.0V～3.6Vの範囲の場合、INTV_{CC}ピンの電圧は2.8V～3.4Vの範囲で変化します。このピンは、1μF以上の低ESRセラミック・コンデンサをデバイスの近くに配置して、電源グランドから分離してください。

BIAS (ピン14) : BIASが3.1Vより高い電圧に接続されていると、内部レギュレータにはV_{IN}ではなくBIASから電流が流れます。3.3V以上の出力電圧の場合、このピンはV_{OUT}に接続します。このピンをV_{OUT}以外の電源に接続する場合、このピンに1μFのローカル・バイパス・コンデンサを接続します。

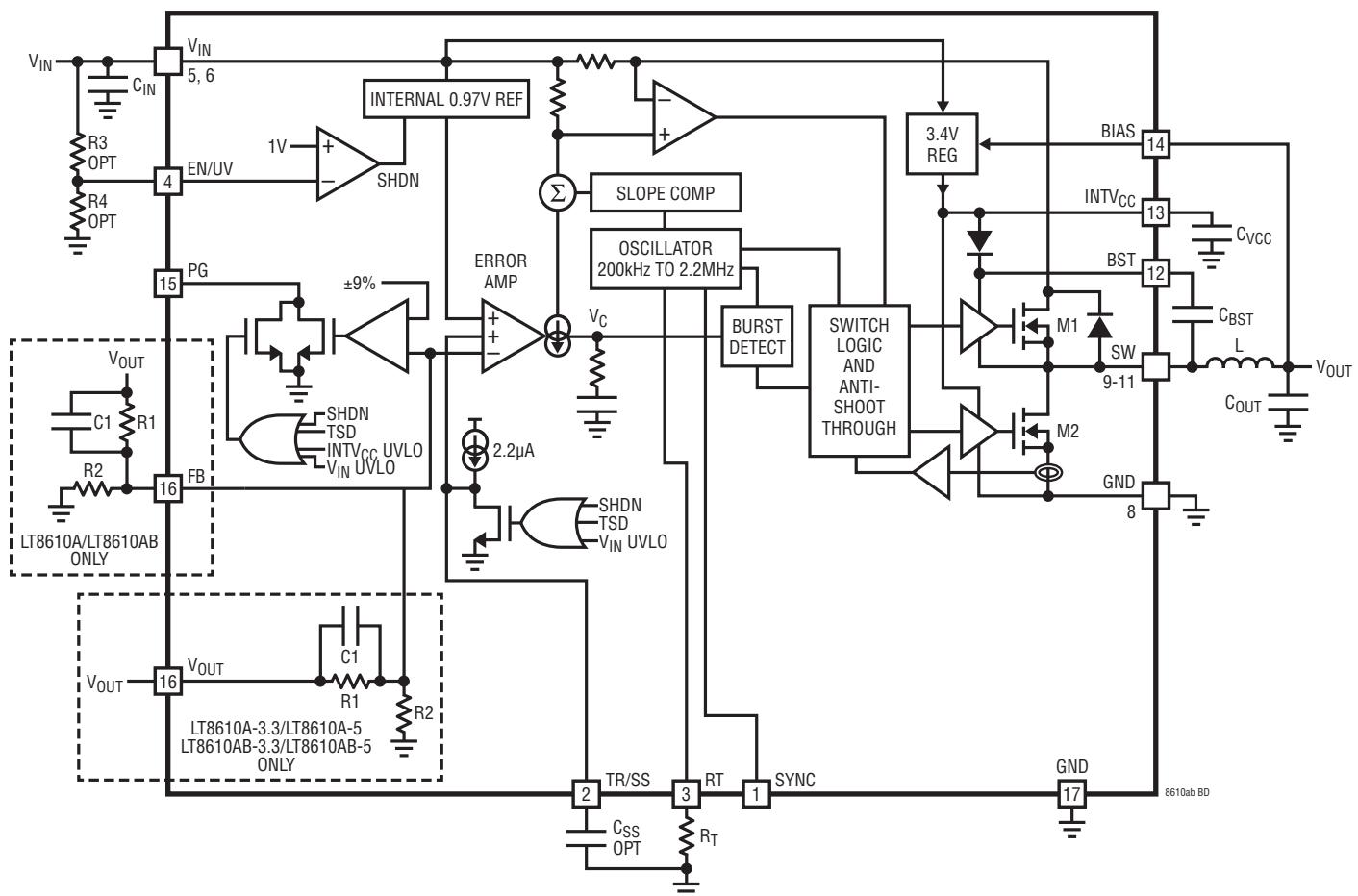
PG (ピン15) : PGピンは内部コンパレータのオーブンドレイン出力です。PGピンのレベルは、フォルト状態が存在せず、FBピンが最終レギュレーション電圧の±9%の範囲内に入るまで“L”的ままで。PGピンのレベルは、EN/UVピンの状態に関係なく、V_{IN}ピンの電圧が3.4Vより高い場合に有効です。

FB (ピン16、LT8610A/LT8610ABのみ) : LT8610A/LT8610ABはFBピンの電圧を0.970Vに安定化します。帰還抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。また、位相進みコンデンサをFBピンとV_{OUT}の間に接続します。通常、このコンデンサの値は4.7pF～10pFです。

V_{OUT} (ピン16、LT8610A-3.3/LT8610A-5/LT8610AB-3.3/LT8610AB-5のみ) : LT8610A-3.3とLT8610AB-3.3ではV_{OUT}ピンの電圧を3.3Vに安定化します。このピンは、固定出力電圧を設定する14.3MΩの内部帰還分割器に接続されています。LT8610A-5とLT8610AB-5ではV_{OUT}ピンの電圧を5Vに安定化します。このピンは、固定出力電圧を設定する12.5MΩの内部帰還分割器に接続されています。

GND (ピン8、露出パッド・ピン17) : グランド。これらのピンは内蔵の下側スイッチの帰路であり、互いに接続する必要があります。入力コンデンサの負端子はGNDピンと露出パッドのできるだけ近くに配置してください。露出パッドは熱抵抗を低減するためPCBに半田付けする必要があります。

ブロック図



LT8610A/LT8610ABシリーズ

動作

LT8610A/LT8610ABはモノリシック、固定周波数、電流モードの降圧DC/DCコンバータです。RTピンに接続する抵抗を使用して周波数を設定する発振器により、各クロック・サイクルの開始時に内蔵の上側パワー・スイッチがオンします。次に、インダクタを流れる電流が増加して上側スイッチの電流コンパレータが作動し、上側のパワー・スイッチがオフします。上側スイッチがオフするときのピーク・インダクタ電流は、内部VCノードの電圧によって制御されます。エラーアンプは、V_{FB}ピンの電圧を0.97Vの内部リファレンスと比較することによってVCノードをサーボ制御します。負荷電流が増加すると、帰還電圧はリファレンスと比較して低くなるので、エラーアンプによってVCの電圧が上昇し、平均インダクタ電流が新たな負荷電流に釣り合うまで上昇し続けます。上側パワー・スイッチがオフすると、同期パワー・スイッチがオンし、次のクロック・サイクルが始まるか、インダクタ電流が0に減少するまでオンのままになります。過負荷状態によって3.3Aを超える電流が下側スイッチに流れると、スイッチ電流が安全なレベルに戻るまで次のクロック・サイクルは遅延します。

EN/UVピンが“L”的場合、LT8610A/LT8610ABはシャットダウンし、入力から1μAが流れます。EN/UVピンの電圧が1Vを超えると、スイッチング・レギュレータはアクティブになります。

軽負荷での効率を最適化するため、LT8610A/LT8610ABは軽負荷の状態ではBurst Modeで動作します。バーストとバーストの間は、出力スイッチ制御関連の全回路がシャットダウンし、入力電源電流が1.7μAに減少します。標準的なアプリケーションでは、無負荷で安定化する場合、入力電源から2.5μAが消費されます。Burst Mode動作を使用する場合はSYNCピンを“L”に接続します。SYNCピンをロジック“H”に接続すると、パルス・スキップ・モードを使用することができます。SYNCピンにクロックを入力すると、デバイスは外部クロックの周波数に同期し、パルス・スキップ・モードで動作します。パルス・ス

キップ・モードの間、発振器は連続して動作し、スイッチング波形の正の遷移がクロックに合わせられます。軽負荷時は、スイッチ・パルスがスキップされて出力が安定化され、静止電流は数百μAになります。

あらゆる負荷にわたって効率を改善するため、BIASピンのバイアス電圧を3.3V以上にする場合は、内部回路に流れる電源電流をBIASピンから供給することができます。BIASピン電圧が3.3Vより低い場合は、V_{IN}からの電流が内部回路に流れます。LT8610A/LT8610ABの出力を3.3V以上に設定する場合は、BIASピンをV_{OUT}に接続してください。

出力電圧が設定値から±9%（標準）より大きく変化する場合や、フォルト状態が存在する場合は、FBピンの電圧（または固定出力電圧バージョンのV_{OUT}ピンの電圧）をモニタするコンパレータによってPGピンは“L”になります。

FBピンの電圧（または固定出力電圧バージョンのV_{OUT}ピンの電圧）が低いと、発振器はLT8610A/LT8610ABの動作周波数を下げます。この周波数フォールドバック機能は、（起動時や過電流状態時に）出力電圧が設定値より低くなった場合に、インダクタ電流を制御するのに役立ちます。SYNCピンにクロックを入力するか、SYNCピンの状態をDC “H”に保持すると、周波数フォールドバックはディスエーブルされ、スイッチング周波数は過電流状態のときにのみ低下するようになります。

LT8610ABがLT8610Aと異なるのは、Burst Mode動作時の効率が改善されているという点です。これと引き換えに出力電圧リップルが増大しますが、リップルは出力容量を大きくすればそれに比例して減少させることができます。その他の交換条件として、LT8610ABでは、LT8610Aと比較して高い負荷まで、RTピンの抵抗で設定した最大スイッチング周波数に到達しない点が挙げられます。

アプリケーション情報

超低静止電流の達成

軽負荷での効率を上げるため、LT8610A/LT8610ABは低リップルのBurst Modeで動作し、入力静止電流と出力電圧リップルを最小に抑えながら、出力コンデンサを目的の出力電圧に充電した状態に保ちます。LT8610A/LT8610ABは、Burst Mode動作では単一電流パルスを出力コンデンサに供給し、それに続くスリープ期間には出力コンデンサから出力電力が供給されます。スリープ・モード時にLT8610A/LT8610ABが消費する電流は $1.7\mu\text{A}$ です。

出力負荷が減少すると、単一電流パルスの周波数が低下し(図1aを参照)、LT8610A/LT8610ABがスリープ・モードで

動作する時間の割合が高まるので、軽負荷での効率が標準的なコンバータよりもはるかに高くなります。パルス間の時間を最大にすると、出力負荷がない場合、標準的なアプリケーションでのコンバータの静止電流は $2.5\mu\text{A}$ に近づきます。したがって、軽負荷時の静止電流の性能を最適化するには、帰還抵抗分割器の電流を最小限に抑える必要があります。この電流は負荷電流として出力に現れるからです。LT8610A/LT8610ABシリーズの固定出力デバイスは、実際に使用できる外付け抵抗より大きな値の帰還抵抗を内蔵しているので、暗電流性能を最適化するのに適しています。

LT8610Aでは、Burst Mode動作時は上側スイッチの電流制限値が約400mAなので、図2aに示すような出力電圧リップル波形が得られます。LT8610ABのBurst Mode動作での電流制限値は1Aなので効率が高くなりますが、LT8610Aと比較すると出力電圧リップルも大きくなります(図2b)。ただし、出力リップルは、出力容量を大きくするとそれに比例して減少します(表1)。負荷が0から次第に増加すると、それに応じてスイッチング周波数も増加しますが、図1aに示すように、RTピンに接続した抵抗で設定されるスイッチング周波数が上限です。

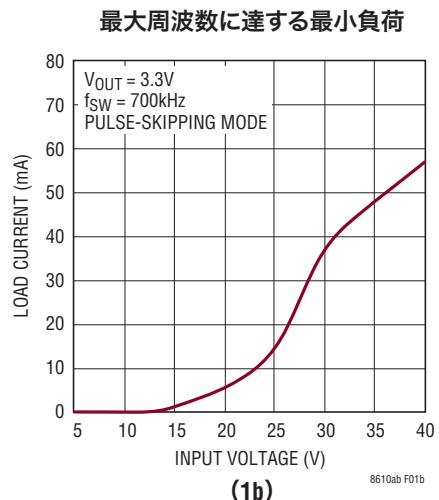
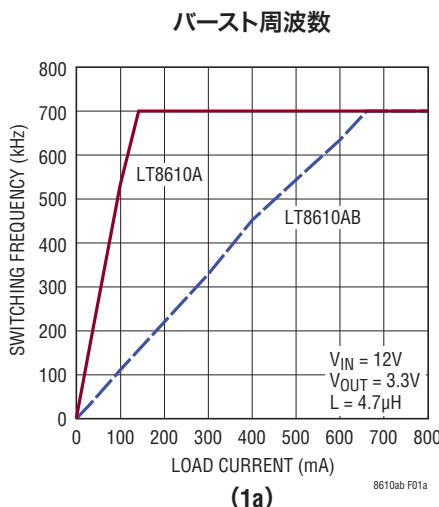


図1. スイッチング周波数と負荷情報: Burst Mode動作の場合(1a)およびパルス・スキップ・モードの場合(1b)

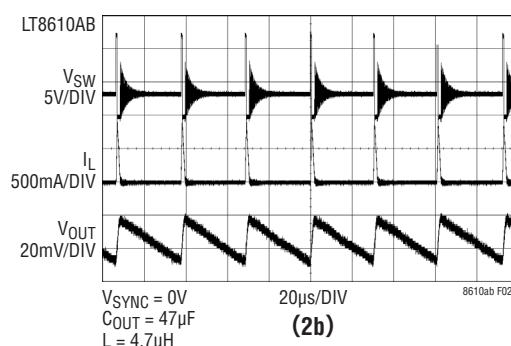
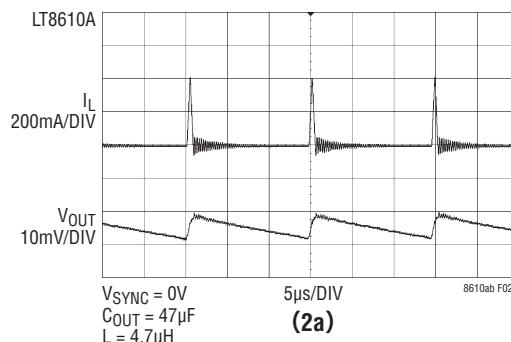


図2. LT8610A(2a)およびLT8610AB(2b)のBurst Mode動作

LT8610A/LT8610ABシリーズ

アプリケーション情報

LT8610A/LT8610ABが設定周波数に達する出力負荷は、入力電圧、出力電圧、およびインダクタをどう選択するかによって変わります。ただし、最大周波数に達するために必要な出力負荷は、LT8610Aと比較するとLT8610ABの方が大きくなります(図1a)。

インダクタ値はBurst Modeでの効率に非常に強い影響があります。インダクタ値を大きくすると、パルスごとに出力に移動する電荷量が増えるので、効率が高くなり出力電圧リップルが大きくなります。このインダクタンス依存性は、LT8610ABの方がLT8610Aより強くなります。Burst Modeアプリケーションでより高い効率が必要な場合は、インダクタ値を大きくするのが手取り早い解決策です。

**表1. LT8610ABの出力電圧リップルと出力容量
(VIN = 12V、VOUT = 3.3V、L = 4.7μH)**

出力容量	出力リップル
47μF	40mV
47μF×2	20mV
47μF×4	10mV

アプリケーションによっては、LT8610A/LT8610ABがパルス・スキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode動作とは大きく異なる点が2つあるからです。1つ目は、クロックが常時動作していて、すべてのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。このモードでは、内部回路の多くが常時動作しているので、静止電流が数百μAまで増加します。2つ目は、Burst Mode動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです(図1b参照)。パルス・スキップ・モードをイネーブルするには、SYNCピンをロジック出力またはINTVCCピンに接続して“H”レベルにします。SYNCピンにクロックを入力した場合にも、LT8610A/LT8610ABはパルス・スキップ・モードで動作するようになります。

FBピンの抵抗回路網

出力電圧は、出力とFBピンの間に接続した抵抗分割器を使用して設定します。次式に従って抵抗の値を選択します。

$$R1=R2\left(\frac{V_{OUT}}{0.970V}-1\right) \quad (1)$$

参照名については「ブロック図」を参照してください。出力電圧の精度を保つため、1%精度の抵抗を推奨します。

大きなFB抵抗を使用する場合は、4.7pF～10pFの位相進みコンデンサをVOUTとFBピンの間に接続してください。

LT8610A/LT8610ABシリーズの固定出力バージョンは、帰還抵抗ネットワークと位相リード・コンデンサをデバイスに内蔵しています。これらのレギュレータでは、FBピンがVOUTピンに置き換えられています。VOUTピンはインダクタおよび出力コンデンサに直接接続することができます。3.3V固定出力製品(LT8610A-3.3/LT8610AB-3.3)の内部帰還抵抗分割器はVOUTピンからグランドへ合計14.3Mの抵抗値を備えています。5V固定出力製品(LT8610A-5/LT8610AB-5)の内部帰還抵抗分割器はVOUTピンからグランドへ合計12.5Mの抵抗値を備えています。

入力静止電流を小さくして軽負荷時の効率を良好にする場合は、FBピンの抵抗分割器に大きな値の抵抗を使用します。分割器に流れる電流は負荷電流の役割を果たすので、コンバータへの無負荷時入力電流が増加します。この値は次式で概算されます。

$$I_Q=1.7\mu A+\left(\frac{V_{OUT}}{R1+R2}\right)\left(\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right)\left(\frac{1}{n}\right) \quad (2)$$

ここで、1.7μAはLT8610A/LT8610ABの静止電流、第2項は軽負荷時の効率がnのとき降圧動作の入力に反映される帰還抵抗分割器の電流です。R1 = 1M、R2 = 412kの3.3Vアプリケーションでは、帰還抵抗分割器に2.3μAが流れます。VIN = 12Vおよびn = 80%の場合は、1.7μAの静止電流に0.8μAが加わるので、12V電源から流れる無負荷時電流は2.5μAになります。この式は無負荷時電流がVINの関数であることを意味します。このグラフは「標準的性能特性」のセクションに示してあります。

スイッチング周波数の設定

LT8610A/LT8610ABでは、RTピンとグランドの間に接続した1本の抵抗を使用して200kHz～2.2MHzの範囲でスイッチングするよう設定できる固定周波数のPWMアーキテクチャが採用されています。目的のスイッチング周波数に必要なRTの値を表1に示します。

目的のスイッチング周波数を得るために必要なRTの抵抗値は次式を使用して計算できます。

$$R_T=\frac{46.5}{f_{SW}}-5.2 \quad (3)$$

ここで、RTの単位はkΩ、fswは目的のスイッチング周波数で単位はMHzです。

アプリケーション情報

表1. スイッチング周波数と R_T の値

f_{SW} (MHz)	R_T (kΩ)
0.2	232
0.3	150
0.4	110
0.5	88.7
0.6	71.5
0.7	60.4
0.8	52.3
1.0	41.2
1.2	33.2
14	28.0
1.6	23.7
1.8	20.5
2.0	18.2
2.2	15.8

動作周波数の選択と交換条件

動作周波数の選択には、効率、部品サイズ、および入力電圧範囲の間の交換条件が存在します。高周波数動作の利点は、小さな値のインダクタとコンデンサを使用できることです。欠点は効率が低いこと、入力電圧範囲が狭いことです。

与えられたアプリケーションでの最大スイッチング周波数($f_{SW(MAX)}$)は、次のように計算することができます。

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{t_{ON(MIN)}(V_{IN} - V_{SW(TOP)} + V_{SW(BOT)})} \quad (4)$$

ここで、 V_{IN} は標準入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、 $V_{SW(TOP)}$ と $V_{SW(BOT)}$ は内部スイッチの電圧降下(最大負荷でそれぞれ約0.42Vと約0.21V)、 $t_{ON(MIN)}$ はトップ・スイッチの最小オン時間です(「電気的特性」を参照)。この式は、高い V_{IN}/V_{OUT} 比に対応するには、スイッチング周波数を下げる必要があることを示しています。

トランジエント動作では、 R_T の値に関係なく、 V_{IN} が42Vの絶対最大定格まで上昇する可能性がありますが、LT8610A/LT8610ABでは、必要に応じてスイッチング周波数を減少することにより、インダクタ電流の制御を維持して安全な動作を保証します。

LT8610A/LT8610ABは99%を超える最大デューティ・サイクルが可能であり、 $V_{IN}-V_{OUT}$ 間のドロップアウト電圧は上側スイッチの $R_{DS(ON)}$ で制限されます。このモードでは、LT8610A/LT8610ABはスイッチ・サイクルをスキップするので、スイッチング周波数は R_T で設定した周波数よりも低くなります。

V_{IN}/V_{OUT} 比が低いときに、設定スイッチング周波数からの偏差を許容できないアプリケーションの場合は、次式を使用してスイッチング周波数を設定します。

$$V_{IN(MIN)} = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{1 - f_{SW} \cdot t_{OFF(MIN)}} - V_{SW(BOT)} + V_{SW(TOP)} \quad (5)$$

ここで、 $V_{IN(MIN)}$ はスキップされたサイクルがない場合の最小入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、 $V_{SW(TOP)}$ および $V_{SW(BOT)}$ は内部スイッチの電圧降下(最大負荷時にそれぞれ約0.42V、約0.21V)、 f_{SW} は(R_T によって設定された)スイッチング周波数、 $t_{OFF(MIN)}$ は最小スイッチ・オフ時間です。スイッチング周波数が高くなると、サイクル数を減少させて高いデューティ・サイクルを実現できる入力電圧の最小値が高くなることに注意してください。

インダクタの選択と最大出力電流

LT8610A/LT8610ABは、アプリケーションの出力負荷要件に基づいてインダクタを選択できるようにすることで、ソリューション・サイズを最小限に抑えるよう設計されています。

LT8610A/LT8610ABでは、高速ピーク電流モード・アーキテクチャの採用により、過負荷状態または短絡状態のときに、インダクタが飽和した動作に支障なく耐えられます。

最初に選択するインダクタの値としては、次の値が適切です。

$$L = \frac{V_{OUT} + V_{SW(BOT)}}{f_{SW}} \quad (6)$$

ここで、 f_{SW} はスイッチング周波数(MHz)、 V_{OUT} は出力電圧、 $V_{SW(BOT)}$ は下側スイッチの電圧降下(約0.21V)、 L はインダクタの値(μH)です。

過熱や効率低下を防ぐため、インダクタは、その実効値電流定格がアプリケーションの予想最大出力負荷より大きいものを選択する必要があります。さらに、(通常は I_{SAT} と表示される)インダクタの飽和電流定格は、負荷電流にインダクタのリップル電流の1/2を加えた値より大きくなればなりません。

$$I_{L(Peak)} = I_{LOAD(MAX)} + \frac{1}{2} \Delta I_L \quad (7)$$

LT8610A/LT8610ABシリーズ

アプリケーション情報

ここで、 ΔI_L は式9で計算されるインダクタのリップル電流、 $I_{LOAD(MAX)}$ はある特定のアプリケーションの最大出力負荷です。

簡単な例として、1Aの出力を必要とするアプリケーションでは、実効値定格が1Aより大きく I_{SAT} が1.3Aより大きいインダクタを使用します。過負荷状態や短絡状態の期間が長いときは、インダクタの過熱を防ぐため、インダクタのRMS配線要件が大きくなります。高い効率を保つには、直列抵抗(DCR)が 0.04Ω より小さく、コア材が高周波アプリケーション向けのものにします。

LT8610A/LT8610ABは、スイッチとシステムを過負荷フォルトから保護するためにピーク・スイッチ電流を制限します。上側スイッチの電流制限値(I_{LIM})は、デューティ・サイクルが低いときは6A以上ですが、デューティ・サイクルが80%になると、直線的に減少して5Aになります。したがって、インダクタの値は目的の最大出力電流($I_{OUT(MAX)}$)を供給するのに十分な大きさにする必要があります。この電流は、スイッチ電流制限値(I_{LIM})およびリップル電流の関数です。

$$I_{OUT(MAX)} = I_{LIM} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad (8)$$

インダクタのピーク・トゥ・ピークのリップル電流は次のように計算できます。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L \cdot f_{SW}} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right) \quad (9)$$

ここで、 f_{SW} はLT8610A/LT8610ABのスイッチング周波数で、 L はインダクタの値です。したがって、LT8610A/LT8610ABが供給できる最大出力電流は、スイッチ電流制限、インダクタの値、入力電圧、および出力電圧に依存します。目的のアプリケーションで使用されるスイッチング周波数と最大入力電圧が与えられているとき、インダクタのリップル電流が十分な最大出力電流($I_{OUT(MAX)}$)を許容しない場合は、インダクタの値を大きくする必要が生じる可能性があります。

特定のアプリケーションに最適なインダクタは、この設計ガイドで示されているものとは異なる場合があります。インダクタの値を大きくすると最大負荷電流が増加し、出力電圧リップルが減少します。必要な負荷電流が小さいアプリケーションでは、インダクタの値を小さくすることが可能であり、LT8610A/LT8610ABを大きいリップル電流で動作させることができます。このため、物理的に小さいインダクタを使用することや、

DCRの小さいものを使用して効率を高めることができます。インダクタンスが小さいと不連続モード動作になることがあります。最大負荷電流がさらに減少するので注意してください。

インダクタ値はBurst Modeでの効率に非常に強い影響があります。インダクタ値を大きくすると、パルスごとに出力に移動する電荷量が増えるので、効率が高くなり出力電圧リップルが大きくなります。このインダクタンス依存性は、LT8610ABの方がLT8610Aより強くなります。Burst Modeアプリケーションでより高い効率が必要な場合は、インダクタ値を大きくするのが手っ取り早い解決策です。

最大出力電流と不連続動作の詳細については、弊社の「アプリケーションノート44」を参照してください。

最後に、デューティ・サイクルが50%を超える場合($V_{OUT}/V_{IN} > 0.5$)は、低調波発振を防ぐためにインダクタンスを最小限に抑える必要があります。「アプリケーションノート19」を参照してください。

入力コンデンサ

LT8610A/LT8610AB回路の入力は、X7RタイプまたはX5Rタイプのセラミック・コンデンサを V_{IN} ピンと PGND ピンのできるだけ近くに配置してバイパスします。Y5Vタイプは、温度や印加される電圧が変化すると性能が低下するので使用しないでください。LT8610A/LT8610ABをバイパスするには $4.7\mu F \sim 10\mu F$ のセラミック・コンデンサが適しており、リップル電流を容易に処理できます。低いスイッチング周波数を使用すると、大きな入力容量が必要になることに注意してください。入力電源のインピーダンスが高い場合、長い配線やケーブルによる大きなインダクタンスが存在する場合、追加のバルク容量が必要になることがあります。これには性能の高くなれる電解コンデンサを使うことができます。

降圧レギュレータには、立ち上がり時間と立ち下がり時間が非常に短いパルス電流が入力電源から流れます。その結果として生じるLT8610A/LT8610ABでの電圧リップルを減らし、周波数が非常に高いこのスイッチング電流を狭い範囲のループに押し込めてEMIを最小限に抑えるために、入力コンデンサが必要です。 $4.7\mu F$ のコンデンサがこの役割を果たすことができますが、LT8610A/LT8610ABの近くに配置した場合に限りません(「プリント回路基板のレイアウト」のセクションを参照)。セラミックの入力コンデンサに関する2つ目の注意点は、LT8610A/LT8610ABの最大入力電圧定格に関することです。セラミックの入力コンデンサは、トレースやケーブルのイ

アプリケーション情報

インダクタンスと結合して、質の良い(減衰の小さな)タンク回路を形成します。LT8610A/LT8610ABの回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングが生じてLT8610A/LT8610ABの電圧定格を超える恐れがあります。ただし、この状況は簡単に回避できます(弊社の「アプリケーション・ノート88」を参照)。

出力コンデンサと出力リップル

出力コンデンサには2つの基本的な機能があります。出力コンデンサは、インダクタとともに、LT8610A/LT8610ABが発生する方形波をフィルタにしてDC出力を生成します。この機能では出力コンデンサが出力リップルを決定するので、スイッチング周波数でのインピーダンスが低いことが重要です。2番目の機能は、トランジエント負荷を満たしてLT8610A/LT8610ABの制御ループを安定させるためにエネルギーを蓄えることです。セラミック・コンデンサの等価直列抵抗(ESR)は非常に小さいため、最良のリップル性能が得られます。出発点にふさわしい値については、「標準的応用例」のセクションを参照してください。

X5RまたはX7Rのタイプを使用してください。この選択により、出力リップルが小さくなり、トランジエント応答が良くなります。大きな値の出力コンデンサを使用し、V_{OUT}とFBピンの間にフィードフォワード・コンデンサを追加することにより、トランジエント性能を改善することができます。また、出力容量を大きくすると出力電圧リップルが減少します。値の小さい出力コンデンサを使用すればスペースとコストを節約できますが、トランジエント性能が低下し、ループが不安定になる可能性があります。コンデンサの推奨値については、このデータシートの「標準的応用例」を参照してください。

コンデンサを選択するときには、データシートに特に注意して、電圧バイアスと温度の該当する動作条件での実効容量を計算してください。物理的に大きなコンデンサまたは電圧定格が高いコンデンサが必要なことがあります。

セラミック・コンデンサ

セラミック・コンデンサは小さく堅牢で、ESRが非常に小さいコンデンサです。ただし、セラミック・コンデンサには圧電特性があるため、LT8610A/LT8610ABに使用すると問題を生じることがあります。Burst Mode動作のとき、LT8610A/LT8610ABのスイッチング周波数は負荷電流に依存し、非常に軽い負荷ではLT8610A/LT8610ABはセラミック・コンデンサを可聴周波数で励起し、可聴ノイズを発生することがあります。

LT8610A/LT8610ABはBurst Mode動作では低い電流制限値で動作するので、通常は非常に静かでノイズが気になることはありません。これが許容できない場合は、高性能のタンタル・コンデンサまたは電解コンデンサを出力に使用してください。低ノイズ・セラミック・コンデンサも使用できます。

セラミック・コンデンサに関する最後の注意点はLT8610A/LT8610ABの最大入力電圧定格に関係します。前述のように、セラミック入力コンデンサはトレースやケーブルのインダクタンスと結合して、高品質の(減衰の小さな)共振タンク回路を形成します。LT8610A/LT8610ABの回路を通電中の電源に差し込むと、入力電圧に公称値の2倍のリングが生じてLT8610A/LT8610ABの定格を超える恐れがあります。ただし、この状況は簡単に回避できます(弊社の「アプリケーション・ノート88」を参照)。

イネーブル・ピン

ENピンが“L”的ときLT8610A/LT8610ABはシャットダウン状態になり、このピンが“H”的ときアクティブになります。ENコンパレータの上昇時しきい値は1.0Vで、40mVのヒステリシスがあります。ENピンは、シャットダウン機能を使用しない場合にはV_{IN}に接続できます。シャットダウン制御が必要な場合は、ロジック・レベルに接続できます。

抵抗分割器をV_{IN}とENピンの間に追加すると、LT8610A/LT8610ABは、V_{IN}が目的の電圧より高くなった場合にのみ出力を安定化するように設定されます(「ブロック図」を参照)。通常、このしきい値(V_{IN(EN)})は、入力電源が電流制限されているか、または入力電源のソース抵抗が比較的高い状況で使用されます。スイッキング・レギュレータは電源から一定の電力を引き出すため、電源電圧が低下するにつれて電源電流が増加します。この現象は電源からは負の抵抗負荷のように見えるため、電源電圧が低い状態では、電源が電流を制限するか、または低電圧にラッチする原因になることがあります。V_{IN(EN)}しきい値は、これらの問題が発生する恐れのある電源電圧でレギュレータが動作するのを防ぎます。このしきい値は、次式を満足するようにR3とR4の値を設定することにより調整することができます。

$$V_{IN(EN)} = \left(\frac{R3}{R4} + 1 \right) \cdot 1.0V \quad (10)$$

この場合は、V_{IN}がV_{IN(EN)}を超えるまでLT8610A/LT8610ABはオフのままでです。コンパレータのヒステリシスのため、入力がV_{IN(EN)}よりわずかに低くなるまでスイッキングは停止しません。

LT8610A/LT8610ABシリーズ

アプリケーション情報

軽負荷電流に対してBurst Modeで動作しているとき、 $V_{IN(EN)}$ の抵抗回路網を流れる電流はLT8610A/LT8610ABが消費する電源電流より簡単に大きくなることがあります。したがって、 $V_{IN(EN)}$ の抵抗を大きくして低負荷での効率に対する影響を最小に抑えてください。

INTV_{CC}レギュレータ

内部の低ドロップアウト(LDO)レギュレータは、 V_{IN} を元にして、ドライバと内部バイアス回路に電力を供給する3.4V電源を生成します。INTV_{CC}は、LT8610A/LT8610ABの回路に十分な電流を供給可能であり、1μF以上のセラミック・コンデンサを使用してグランドにバイパスする必要があります。パワーMOSFETのゲート・ドライバが必要とする大量のトランジエント電流を供給するには、十分なバイパスが必要です。効率を向上するため、BIASピンの電圧が3.1V以上の場合には、内蔵のLDOによってBIASピンから電流を流すこともできます。通常、BIASピンはLT8610A/LT8610ABの出力に接続できますが、3.3V以上の外部電源に接続してもかまいません。BIASピンを V_{OUT} 以外の電源に接続する場合は、デバイスの近くにセラミック・コンデンサを接続してバイパスするようしてください。BIASピンの電圧が3.0Vより低い場合は、 V_{IN} から流れる電流が内蔵のLDOによって消費されます。入力電圧が高く、スイッチング周波数が高いアプリケーションで、 V_{IN} からの電流が内蔵のLDOに流れ込むアプリケーションでは、LDO内の電力損失が大きいためダイ温度が上昇します。INTV_{CC}ピンには外部負荷を接続しないでください。

出力電圧トラッキングとソフトスタート

LT8610A/LT8610ABでは、TR/SSピンによって出力電圧のランプ・レートを設定できます。内蔵の2.2μA電流源により、TR/SSピンの電圧はINTV_{CC}になります。外付けコンデンサをTR/SSピンに接続すると、出力をソフトスタートさせて入力電源の電流サーボを防ぐことができます。ソフトスタート・ランプの間、出力電圧はTR/SSピンの電圧に比例して追従します。出力トラッキング・アプリケーションでは、別の電圧源によってTR/SSピンを外部から駆動することができます。0V～0.97Vの範囲では、エラーアンプに入力される0.97Vの内部リファレンスよりTR/SSピンの電圧の方が優先されるので、FBピンの電圧はTR/SSピンの電圧に安定化されます。固定出力電圧のオプションの出力電圧は、内部帰還抵抗分割器によって設定される比例係数でTR/SSピンの電圧をトラッキングします。3.3V出力のオプションはTR/SSピンの3.4倍の電圧にトラッキングし、5V出力のオプションはTR/SSピンの5.15倍の電圧にトラッキングします。TR/SSピンの電圧が0.97Vより高くなるとトラッキ

ングはディスエーブルされ、帰還電圧は内部リファレンス電圧に安定化されるようになります。この機能が必要ない場合は、TR/SSピンをフロート状態のままにしておいてもかまいません。

TR/SSピンにはアクティブなプルダウン回路が接続されています。この回路は、フォルト状態が発生すると外付けのソフトスタート・コンデンサを放電し、フォルト状態が解消すると電圧の上昇を再開します。ソフトスタート・コンデンサが放電されるフォルト状態になるのは、EN/UVピンが“L”へ遷移した場合、 V_{IN} の電圧が低下しすぎた場合、またはサーマル・シャットダウンが発生した場合です。

出力パワーグッド

LT8610A/LT8610ABの出力電圧がレギュレーション点の±9%の範囲内(つまり、 V_{FB} の電圧が0.883V～1.057V(標準)の範囲内)にある場合、出力電圧は良好な状態であるとみなされ、オープンドレインのPGピンは高インピーダンスになります。通常は外付け抵抗によって“H”になります。そうでない場合は、内部のプルダウン・デバイスにより、PGピンは“L”になります。グリッチの発生を防ぐため、上側と下側のしきい値には、どちらも1.3%のヒステリシスが含まれています。レギュレーション・ポイントの周囲±9%のこのパワーグッド・ウインドウは、固定出力オプションでは同じです。これは、3.3V出力バージョンでは3.003V～3.597Vの範囲(標準)に相当し、5V出力バージョンでは4.55V～5.45Vの範囲(標準)に相当します。

PGピンは、以下のフォルト状態の間も自動的に“L”になります。それは、EN/UVピンの電圧が1Vより低い、INTV_{CC}が低下しすぎている、 V_{IN} が低すぎる、サーマル・シャットダウンが発生しているというフォルト状態です。

同期

低リップルBurst Mode動作を選択するには、SYNCピンを0.4Vより低い電圧に接続します(これはグランドまたはロジック“L”的出力のいずれでもかまいません)。LT8610A/LT8610ABの発振器を外部周波数に同期させるには、(デューティ・サイクルが20%～80%)方形波をSYNCピンに接続します。方形波の振幅には、0.4Vより低い谷と2.4Vより高い山(最大6V)が必要です。

LT8610A/LT8610ABは外部クロックに同期しているときは低出力負荷でBurst Mode動作に入らず、代わりにパルスをスキップしてレギュレーションを維持します。LT8610A/LT8610ABは200kHz～2.2MHzの範囲にわたって同期させることができます。R_T抵抗は、LT8610A/LT8610ABのスイッチング周波数を最低同期入力以下に設定するように選択します。たとえば、

アプリケーション情報

同期信号が500kHz以上になる場合は、(スイッチング周波数が) 500kHzになるように R_T を選択します。スロープ補償は R_T の値によって設定され、低調波発振を防ぐのに必要な最小スロープ補償はインダクタのサイズ、入力電圧、および出力電圧によって決まります。同期周波数はインダクタの電流波形のスロープを変えないので、インダクタが R_T で設定される周波数での低調波発振を防ぐのに十分な大きさであれば、スロープ補償は全同期周波数で十分です。

アプリケーションによっては、LT8610A/LT8610ABがパルス・スキップ・モードで動作することが望ましいことがあります。Burst Mode動作とは大きく異なる点が2つあるからです。1つ目は、クロックが常時動作していて、すべてのスイッチング・サイクルがクロックに同期していることです。2つ目は、Burst Mode動作よりも軽い出力負荷で最大スイッチング周波数に達することです。これら2つの違いが生じる代償として、静止電流が増加します。パルス・スキップ・モードをイネーブルするには、SYNCピンをロジック出力またはINTV_{CC}ピンに接続して“H”レベルにします。

LT8610A/LT8610ABは、SYNCピンの信号には関係なく、強制連続モードでは動作しません。SYNCピンは決してフロート状態にはしないでください。

短絡入力と逆入力に対する保護

LT8610A/LT8610ABは、出力の短絡に耐えることができます。出力短絡状態や出力電圧低下状態時の保護のため、いくつかの機能が使用されています。1つ目は、インダクタ電流制御を維持するために、出力が設定値より低い間はスイッチング周波数が折り返されることです。2つ目は、インダクタ電流が安全なレベルを超えた場合は、インダクタ電流が安全なレベルに減少する時点まで上側スイッチのスイッチングが遅れるように、下側スイッチの電流がモニタされることです。

周波数フォールドバック動作は、以下に示すようにSYNCピンの状態に依存します。SYNCピンが“L”的場合は、スイッチング周波数が低下すると同時に、出力電圧が設定レベルより低くなります。SYNCピンをクロック信号源または“H”に接続すると、LT8610A/LT8610ABは設定周波数に留まってフォールドバックは発生せず、インダクタ電流が安全なレベルを超えた場合にのみスイッチング速度を低下させます。

LT8610A/LT8610ABに入力が加わっていなくても出力が高い電圧に保持されるシステムでは、考慮すべき状況がもう1つあります。その状況が発生する可能性があるのは、バッテリや他の電源がLT8610A/LT8610ABの出力とダイオードOR接続されている、バッテリ充電アプリケーションやバッテリ・バック

アップ・システムです。 V_{IN} ピンをフロート状態にできる場合で、ENピンが(ロジック信号によって、あるいは V_{IN} に接続されているために)“H”に保持されていると、LT8610A/LT8610ABのSWピンを介してその内部回路に静止電流が流れます。このことは、システムがこの状態で数 μA に耐えられる場合は許容できます。ENピンを接地している場合、SWピンの電流は1 μA 近くまで減少します。ただし、出力を高く保持した状態で V_{IN} ピンを接地すると、ENピンの状態に関係なく、出力からSWピンおよび V_{IN} ピンを通って、LT8610A/LT8610AB内部の寄生ボディ・ダイオードに電流が流れる可能性があります。入力電圧が印加されている場合にのみLT8610A/LT8610ABが動作し、短絡入力や逆入力に対しては保護する V_{IN} ピンとEN/UVピンの接続を図3に示します。

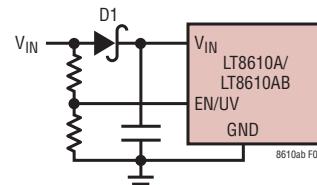


図3. 逆入力保護

プリント回路基板のレイアウト

適切に動作させ、EMIを最小にするには、プリント回路基板のレイアウト時に注意が必要です。推奨部品配置と、トレース、グランド・プレーン、およびビアの位置を図4に示します。LT8610A/LT8610ABの V_{IN} ピン、GNDピン、および入力コンデンサ(C1)に大量のスイッチング電流が流れることに注意してください。入力コンデンサによって形成されるループは、入力コンデンサを V_{IN} ピンおよびGNDピンの近くに配置することにより、できるだけ小さくしてください。物理的に大きな入力コンデンサを使用すると、形成されるループが大きくなりすぎる可能性があります。この場合には、筐体/値の小さいコンデンサを V_{IN} ピンおよびGNDピンの近くに配置して、大型のコンデンサを遠くに配置することを推奨します。これらの部品に加えて、インダクタおよび出力コンデンサは回路基板の同じ側に配置し、その層で接続を行うようにしてください。表面層に最も近い層のアプリケーション回路の下には、デバイス付近にある切れ目のないグランド・プレーンを配置します。SWノードとBOOSTノードはできるだけ小さくします。最後に、グランド・トレースがSWノードとBOOSTノードからFBノードとRTノードをシールドするように、FBノードとRTノードは小さく保ちます。パッケージ底面の露出パッドは、電気的にはグランドに接続され、熱的にはヒートシンクとして機能するように、グランド

8610abfa

LT8610A/LT8610ABシリーズ

アプリケーション情報

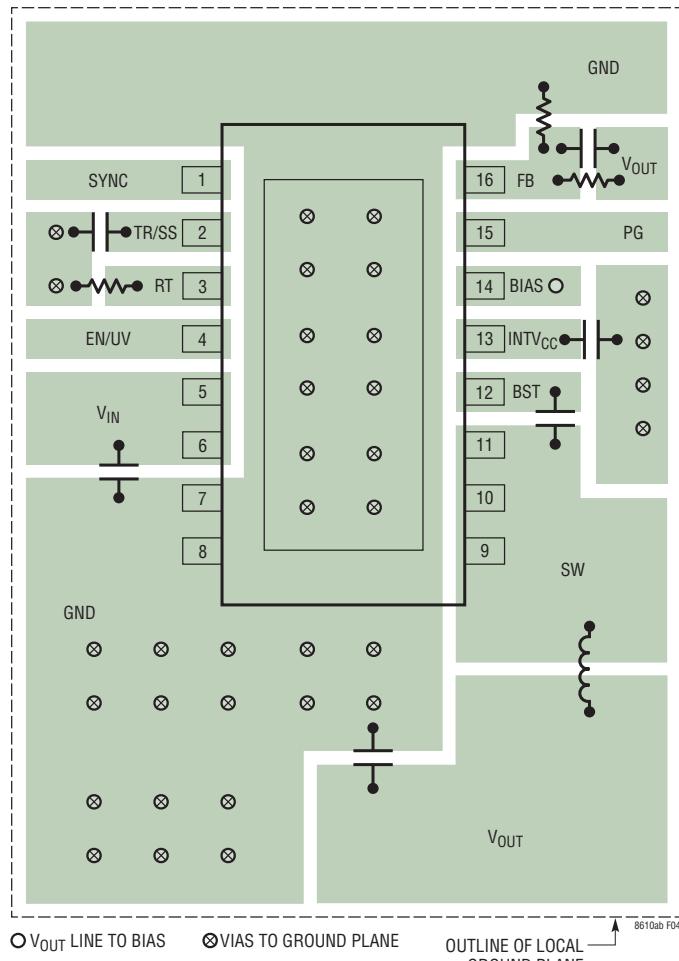


図4. LT8610A/LT8610ABの推奨PCBレイアウト

に半田付けする必要があります。熱抵抗を小さく保つには、グランド・プレーンをできるだけ広げ、LT8610A/LT8610ABの下や近くから回路基板内および裏側の追加グランド・プレーンまでサーマル・ビアを追加します。

LT8610とは異なり、LT8610A/LT8610ABのピン7はNC(無接続)ピンです。このピンをGNDに半田付けすることにより、LT8610互換のPCBレイアウトにすることができます。あるいは、ピン7を無接続のままにすれば、VINトレースとGNDトレースとの間のPCB表面漏れ距離や間隔の要件を満たすのに有効です。

高温に関する検討事項

周囲温度が高い場合は、PCBのレイアウトに注意を払い、LT8610A/LT8610ABが十分放熱できるようにします。パッケージ底面の露出パッドはグランド・プレーンに半田付けする必要があります。このグランドは、サーマル・ビアを使用して、下にある広い銅層に接続してください。これらの層は、LT8610A/LT8610ABが発生する熱を放散します。ビアを追加すると、熱抵抗をさらに減らすことができます。周囲温度が最大接合部温度の定格に近づくにつれ、最大負荷電流をディレーティングします。LT8610A/LT8610AB内部の電力損失は、効率の測定結果から全電力損失を計算し、それからインダクタの損失を減じることによって推定することができます。ダイ温度は、LT8610A/LT8610ABの電力損失に、接合部から周囲までの熱抵抗を掛けて計算します。LT8610A/LT8610ABは、安全な接合部温度を超えると、スイッチングを停止してフォルト状態を示します。

LT8610A/LT8610ABの温度上昇が最悪になるのは、負荷が重く、VINとスイッチング周波数が高いときです。与えられたアプリケーションでのケース温度が高すぎる場合は、VIN、スイッチング周波数、負荷電流のいずれかを減らして許容可能なレベルまで温度を下げることができます。VIN、スイッチング周波数、または負荷電流を減らすことでケース温度を管理する方法の例を図5に示します。

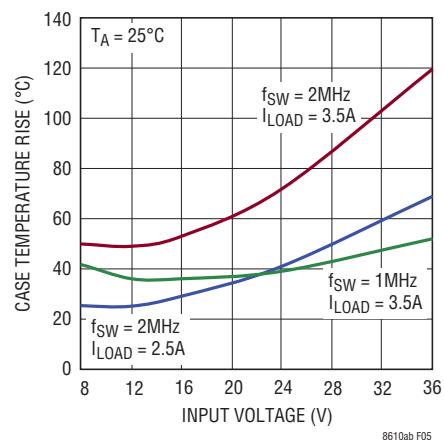
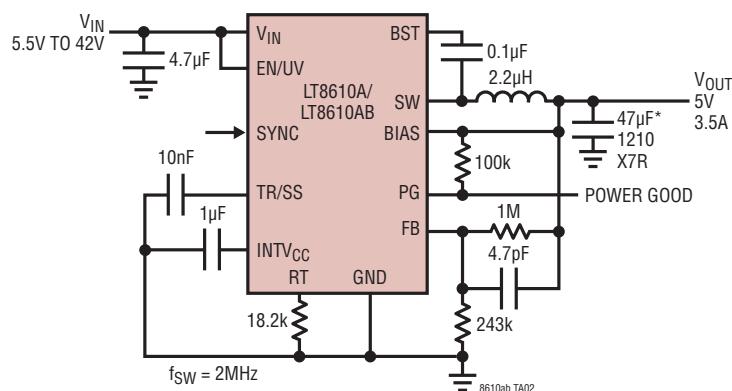


図5. LT8610ABのケース温度の上昇

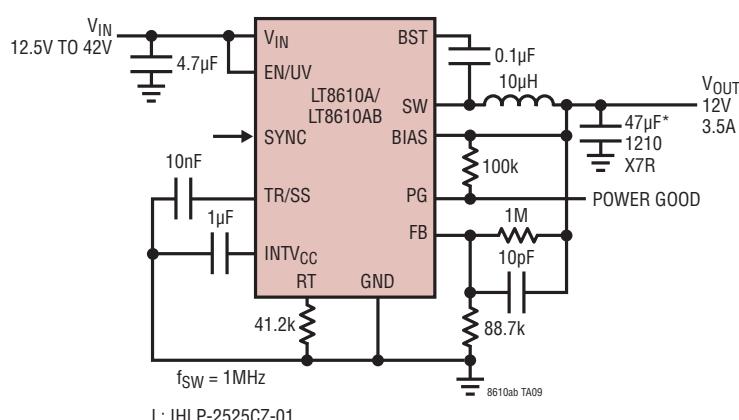
LT8610A/LT8610ABシリーズ

標準的応用例

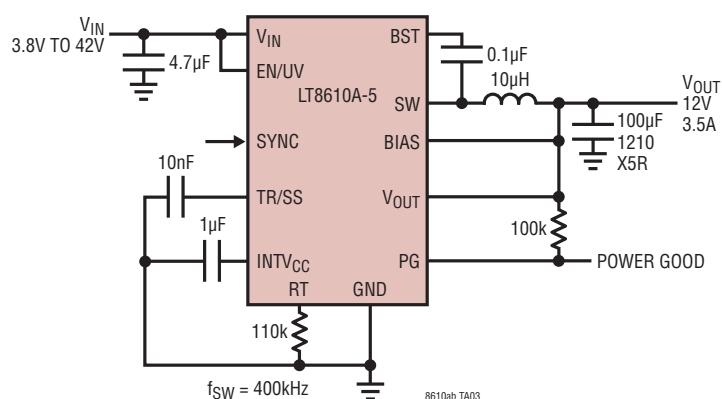
5V/2MHz 降圧コンバータ



12V 降圧コンバータ



5V 降圧コンバータ



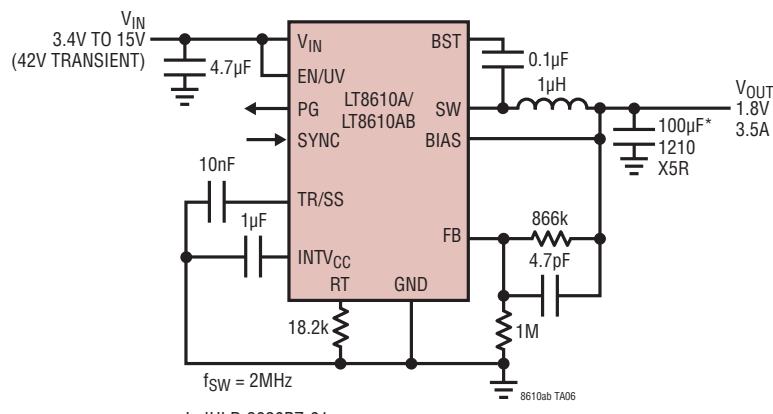
*Burst Mode動作時に低出力電圧リップルが必要なアプリケーションでは、LT8610ABの出力容量を倍にすることを検討してください。

8610abfa

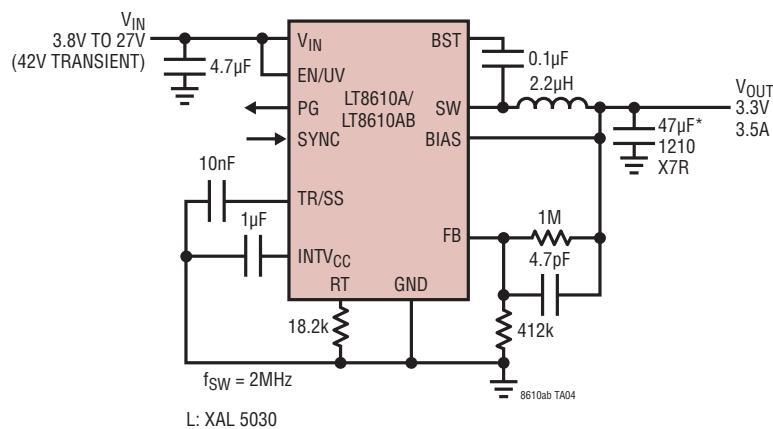
LT8610A/LT8610ABシリーズ

標準的応用例

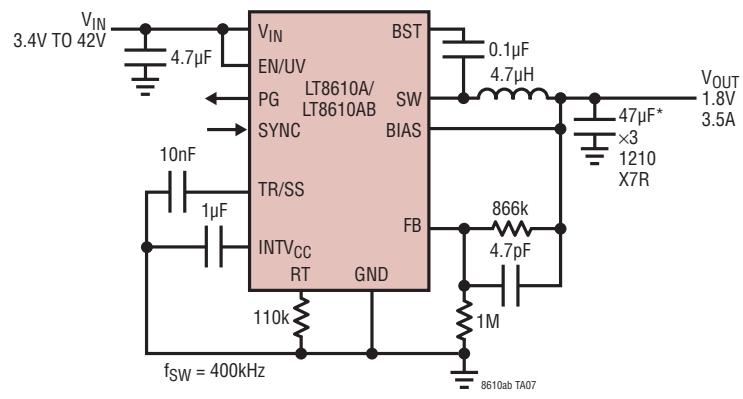
1.8V/2MHz降圧コンバータ



3.3V/2MHz降圧コンバータ



1.8V降圧コンバータ

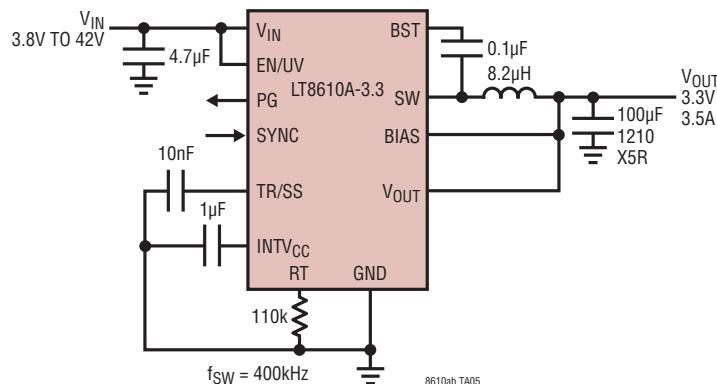


*Burst Mode動作時に低出力電圧リップルが必要なアプリケーションでは、LT8610ABの出力容量を倍にすることを検討してください。

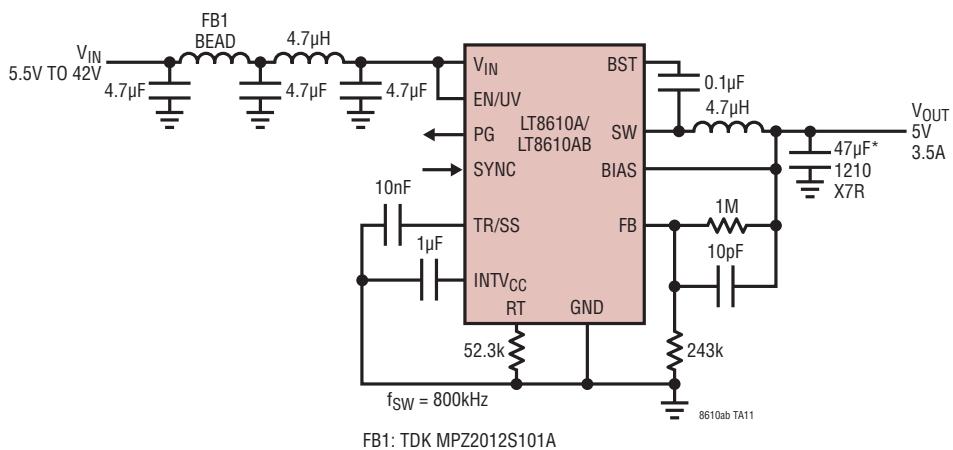
8610abfa

標準的応用例

3.3V降圧コンバータ



超低EMIの5V/2.5A降圧コンバータ



*Burst Mode動作時に低出力電圧リップルが必要なアプリケーションでは、LT8610ABの出力容量を倍にすることを検討してください。

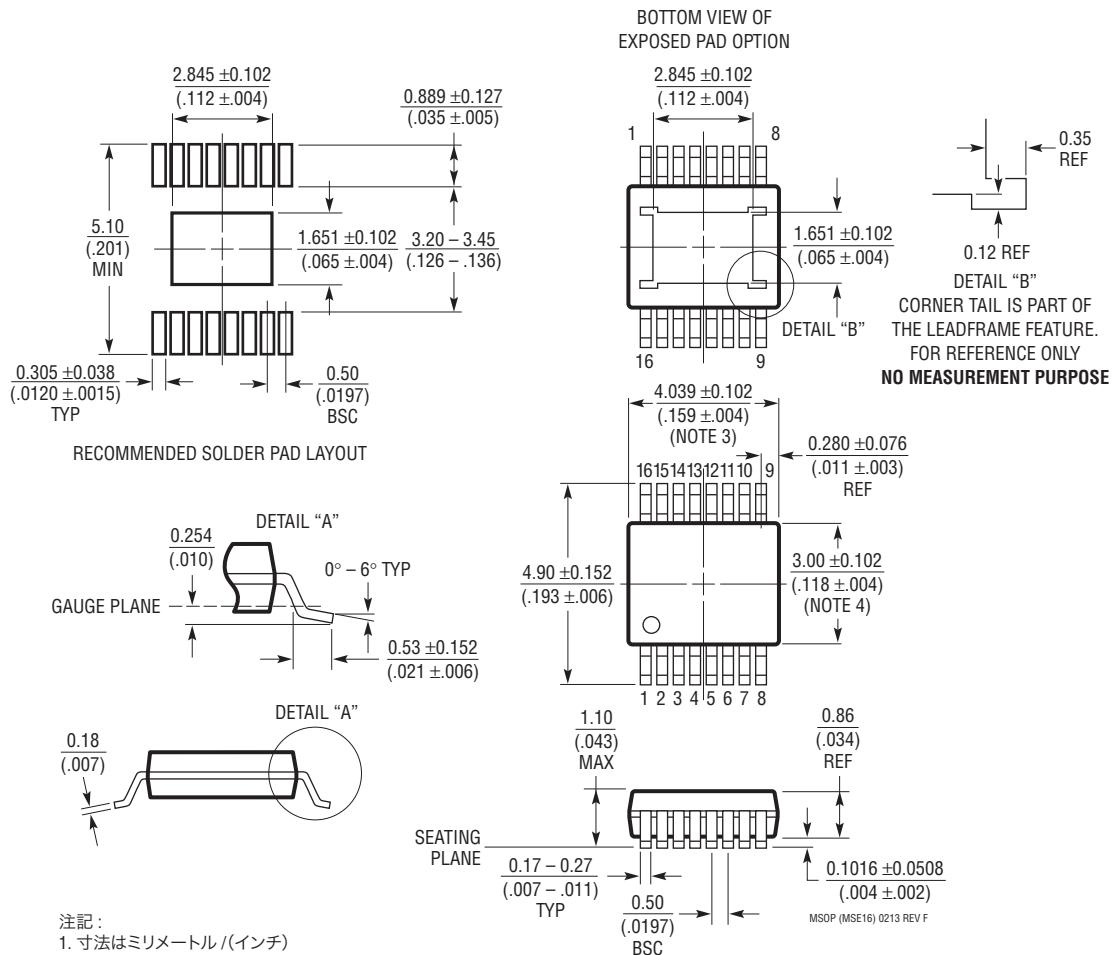
8610abfa

LT8610A/LT8610ABシリーズ

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

**MSE Package
16-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad
(Reference LTC DWG # 05-08-1667 Rev F)**



注記：

- 寸法はミリメートル / (インチ)
- 図は実寸とは異なる
- 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
- 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。
リード間のバリまたは突出部は、各サイドで 0.152mm (0.006") を超えないこと
- リードの平坦度(成形後のリードの底面)は最大 0.102mm (0.004") であること
- 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含む。
- E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (0.010") を超えないこと

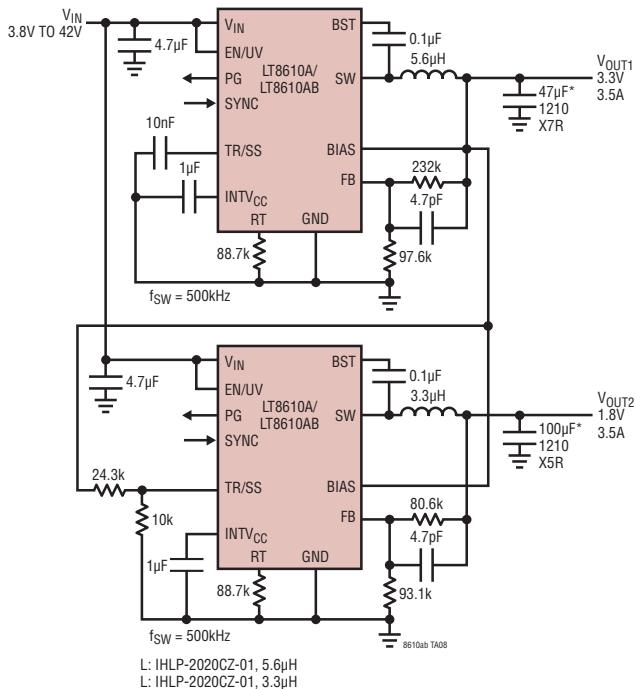
改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	8/14	固定出力オプションを追加。 アプリケーション情報を明確化。	1~4、10、12、13 14、18

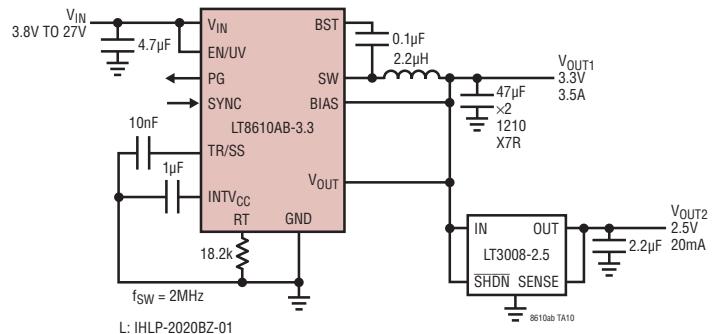
LT8610A/LT8610ABシリーズ

標準的応用例

3.3V、1.8V降圧コンバータ(比例トラッキング付き)



超低静止電流の2.5V、3.3V降圧コンバータ(LDO付き)



*Burst Mode動作時に低出力電圧リップルが必要なアプリケーションでは、LT8610ABの出力容量を倍にすることを検討してください。

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT8610	効率が96%の42V、2.5A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 2.5\mu A$)	$V_{IN}:3.4V \sim 42V, V_{OUT(MIN)} = 0.97V, I_Q = 2.5\mu A, I_{SD} < 1\mu A, MSOP-16E$ パッケージ
LT8614	効率が96%の42V、2.5A、4A、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 2.5\mu A$)	$V_{IN}:3.4V \sim 42V, V_{OUT(MIN)} = 0.97V, I_Q = 2.5\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 4mm$ QFN-18パッケージ
LT8611	$I_Q = 2.5\mu A$ の、42V、2.5A、96%効率、2.2MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ、および入力/出力電流制限/モニタ	$V_{IN}:3.4V \sim 42V, V_{OUT(MIN)} = 0.97V, I_Q = 2.5\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 5mm$ QFN-24パッケージ
LT3690	効率が92%の36V(60Vまでのトランジエント保護あり)、4A、1.5MHz同期整流式マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 70\mu A$)	$V_{IN}:3.9V \sim 36V, V_{OUT(MIN)} = 0.985V, I_Q = 70\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 4mm \times 6mm$ QFN-26パッケージ
LT3971	38V、1.2A、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 2.8\mu A$)	$V_{IN}:4.2V \sim 38V, V_{OUT(MIN)} = 1.21V, I_Q = 2.8\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 3mm$ DFN-10およびMSOP-10Eパッケージ
LT3970	40V、350mA、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 2.5\mu A$)	$V_{IN}:4.2V \sim 40V, V_{OUT(MIN)} = 1.21V, I_Q = 2.5\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 2mm$ DFN-10およびMSOP-10パッケージ
LT3990	62V、350mA、2.2MHz高効率マイクロパワー降圧DC/DCコンバータ($I_Q = 2.5\mu A$)	$V_{IN}:4.2V \sim 62V, V_{OUT(MIN)} = 1.21V, I_Q = 2.5\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 3mm$ DFN-10およびMSOP-6Eパッケージ
LT3480	36V(60Vまでのトランジエント保護あり)、2A(I_{OUT})、2.4MHz高効率降圧DC/DCコンバータ(Burst Mode動作可能)	$V_{IN}:3.6V \sim 36V$ (60Vまでのトランジエント保護あり)、 $V_{OUT(MIN)} = 0.78V, I_Q = 70\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 3mm$ DFN-10およびMSOP-10Eパッケージ
LT3980	58V(80Vまでのトランジエント保護あり)、2A(I_{OUT})、2.4MHz高効率降圧DC/DCコンバータ(Burst Mode動作可能)	$V_{IN}:3.6V \sim 58V$ (80Vまでのトランジエント保護あり)、 $V_{OUT(MIN)} = 0.78V, I_Q = 85\mu A, I_{SD} < 1\mu A, 3mm \times 4mm$ DFN-16およびMSOP-16Eパッケージ

8610abfa

26

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp/LT8610A

LT 0814 REV A • PRINTED IN JAPAN

LINEAR
TECHNOLOGY
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2013