

静止電流が3.5μAの17V、1A同期整流式降圧レギュレータ

特長

- 広い入力電圧範囲: 2.7V ~ 17V
- 広い出力電圧範囲: 0.6V ~ V_{IN}
- 最大効率: 95%
- 低静止電流: 3.5μA未滿、シャットダウン時の電流がゼロ
- 固定周波数 (1MHz/2.25MHz)
- 低静止電流での完全なドロップアウト動作
- 定格出力電流: 1A
- 出力電圧精度: ±1%
- 電流モード動作による優れた入力および負荷トランジェント応答
- 外部クロックに同期可能
- パルス・スキップ動作、強制連続動作、Burst Mode®動作
- 内部補償およびソフトスタート
- 過熱保護
- 小型6ピンDFN (2mm×3mm)パッケージまたはパワーグッド出力と独立したSGNDピンを追加し、熱特性が改善されたMS8Eパッケージ

アプリケーション

- 携帯型ハンドヘルド・スキャナ
- 産業用演算処理および組み込み演算処理
- 自動車アプリケーション
- 緊急無線

概要

LTC®3621/LTC3621-2は、高効率の17V、1A同期整流式モノリシック降圧レギュレータです。スイッチング周波数は1MHzまたは2.25MHzに固定されており、同期範囲は±40%です。このレギュレータの特長は、超低静止電流と広い出力電圧範囲にわたる高効率です。

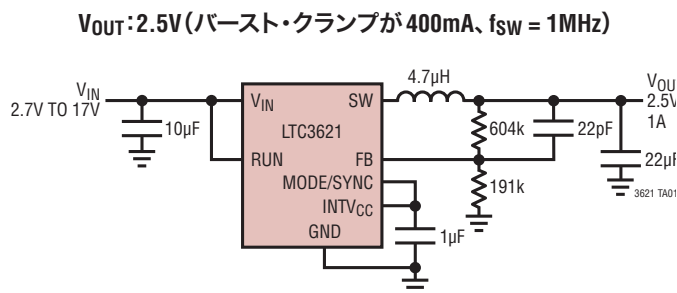
この降圧レギュレータは2.7V~17Vの入力電圧範囲で動作し、0.6V~ V_{IN} の可変出力電圧範囲を実現しつつ、最大1Aの出力電流を供給します。ユーザが選択可能なモード入力を備えているので、リップル・ノイズと軽負荷時の効率のどちらかに重点を置か選択できます。つまり、Burst Mode動作を選ぶと軽負荷時に最高の効率が実現されますが、パルス・スキップ・モードを選ぶと最小の電圧リップルが実現されます。MODEピンを使用してスイッチング周波数を外部クロックに同期することもできます。

LTC3621のオプション

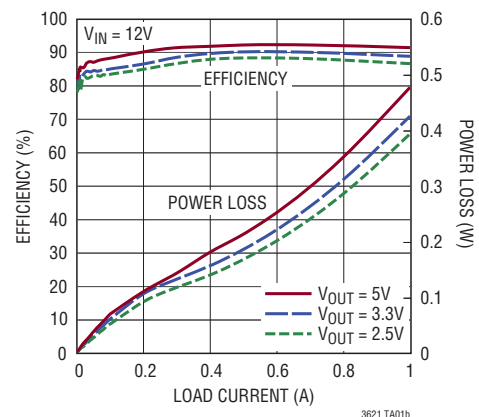
製品名	周波数	V_{OUT}
LTC3621	1.00MHz	調整可能
LTC3621-3.3	1.00MHz	3.3V
LTC3621-5	1.00MHz	5V
LTC3621-2	2.25MHz	調整可能
LTC3621-23.3	2.25MHz	3.3V
LTC3621-25	2.25MHz	5V

LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technology、LinearのロゴおよびLTSpiceはリニアテクノロジー社の登録商標です。Hot SwapおよびLTpowerCADはリニアテクノロジー社の商標です。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。5481178、6580258、6498466、6611131、6177787、5705919、5847554を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例



1MHzでの効率および電力損失と負荷

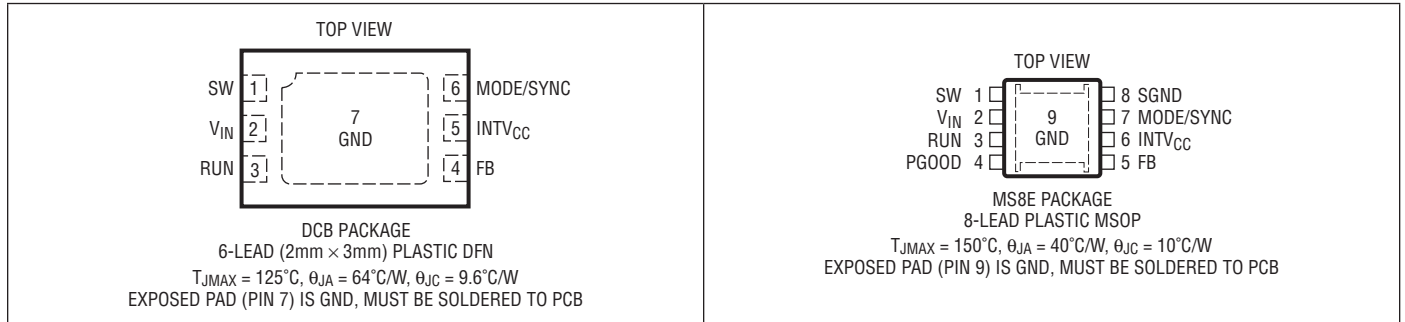


LTC3621/LTC3621-2

絶対最大定格 (Note 1)

V_{IN} ピンの電圧	17V ~ -0.3V	動作接合部温度範囲 (Note 3、6、7)	
RUN ピンの電圧	V_{IN} ~ -0.3V	LTC3621E、LTC3621I	-40°C ~ 125°C
MODE/SYNC、FB ピンの電圧	6V ~ -0.3V	LTC3621H	-40°C ~ 150°C
PGOOD ピンの電圧	6V ~ -0.3V	保存温度範囲	-65°C ~ 125°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
LTC3621EDCB#PBF	LTC3621EDCB#TRPBF	LGDG	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB#PBF	LTC3621IDCB#TRPBF	LGDG	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621EDCB-3.3#PBF	LTC3621EDCB-3.3#TRPBF	LGQF	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB-3.3#PBF	LTC3621IDCB-3.3#TRPBF	LGQF	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621EDCB-5#PBF	LTC3621EDCB-5#TRPBF	LGQC	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB-5#PBF	LTC3621IDCB-5#TRPBF	LGQC	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621EMS8E#PBF	LTC3621EMS8E#TRPBF	LTGDH	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E#PBF	LTC3621IMS8E#TRPBF	LTGDH	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E#PBF	LTC3621HMS8E#TRPBF	LTGDH	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3621EMS8E-3.3#PBF	LTC3621EMS8E-3.3#TRPBF	LTGNY	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E-3.3#PBF	LTC3621IMS8E-3.3#TRPBF	LTGNY	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E-3.3#PBF	LTC3621HMS8E-3.3#TRPBF	LTGNY	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3621EMS8E-5#PBF	LTC3621EMS8E-5#TRPBF	LTGNX	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E-5#PBF	LTC3621IMS8E-5#TRPBF	LTGNX	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E-5#PBF	LTC3621HMS8E-5#TRPBF	LTGNX	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3621EDCB-2#PBF	LTC3621EDCB-2#TRPBF	LGHY	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB-2#PBF	LTC3621IDCB-2#TRPBF	LGHY	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621EDCB-23.3#PBF	LTC3621EDCB-23.3#TRPBF	LGQG	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB-23.3#PBF	LTC3621IDCB-23.3#TRPBF	LGQG	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621EDCB-25#PBF	LTC3621EDCB-25#TRPBF	LGQD	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC3621IDCB-25#PBF	LTC3621IDCB-25#TRPBF	LGQD	6-Lead (2mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

3621fc

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
LTC3621EMS8E-2#PBF	LTC3621EMS8E-2#TRPBF	LTGHZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E-2#PBF	LTC3621IMS8E-2#TRPBF	LTGHZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E-2#PBF	LTC3621HMS8E-2#TRPBF	LTGHZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3621EMS8E-23.3#PBF	LTC3621EMS8E-23.3#TRPBF	LTGNZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E-23.3#PBF	LTC3621IMS8E-23.3#TRPBF	LTGNZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E-23.3#PBF	LTC3621HMS8E-23.3#TRPBF	LTGNZ	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 150°C
LTC3621EMS8E-25#PBF	LTC3621EMS8E-25#TRPBF	LTGQB	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621IMS8E-25#PBF	LTC3621IMS8E-25#TRPBF	LTGQB	8-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC3621HMS8E-25#PBF	LTC3621HMS8E-25#TRPBF	LTGQB	8-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。

非標準の鉛仕上げの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/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性

●は規定動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 3)。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN}	Operating Voltage		2.7		17	V
V_{OUT}	Operating Voltage		0.6		V_{IN}	V
I_{VIN}	Input Quiescent Current	Shutdown Mode, $V_{RUN} = 0\text{V}$ Burst Mode Operation Forced Continuous Mode (Note 4), $V_{FB} < 0.6\text{V}$		0.1 3.5 1.5	1.0 7	μA μA mA
V_{FB}	Regulated Feedback Voltage	LTC3621/LTC3621-2	0.594 0.591	0.6 0.6	0.606 0.609	V V
I_{FB}	FB Input Current	LTC3621/LTC3621-2			10	nA
V_{OUT}	Regulated Fixed Output Voltage	LTC3621-3.3/LTC3621-23.3 LTC3621-5/LTC3621-25	3.267 3.250 4.950 4.925	3.3 3.3 5.0 5.0	3.333 3.350 5.050 5.075	V V V V
$I_{FB}(V_{OUT})$	Feedback Input Leakage Current	Fixed Output Versions		2	10	μA
$\Delta V_{LINE(REG)}$	Reference Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 2.7\text{V}$ to 17V (Note 5)		0.01	0.015	%/V
$\Delta V_{LOAD(REG)}$	Output Voltage Load Regulation	(Note 5)		0.1		%
I_{LSW}	NMOS Switch Leakage PMOS Switch Leakage			0.1 0.1	1 1	μA μA
$R_{DS(ON)}$	NMOS On-Resistance (Bottom FET) PMOS On-Resistance (Top FET)	$V_{IN} = 5\text{V}$		0.15 0.37		Ω Ω
D_{MAX}	Maximum Duty Cycle	$V_{FB} = 0.5\text{V}$, $V_{MODE/SYNC} = 1.5\text{V}$		100		%
$t_{ON(MIN)}$	Minimum On-Time			60		ns
V_{RUN}	RUN Input High Threshold RUN Input Low Threshold		0.3		1.0	V V
I_{RUN}	RUN Input Current	$V_{RUN} = 12\text{V}$		0	20	nA

LTC3621/LTC3621-2

電気的特性

●は規定動作接合部温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_J = 25^\circ\text{C}$ での値 (Note 3.)。注記がない限り、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{MODE}/\text{SYNC}}$	Pulse-Skipping Mode Burst Mode Operation Forced Continuous Mode		$V_{\text{INTVCC}} - 0.4$ 1.0		0.3	V
					$V_{\text{INTVCC}} - 1.2$	V
						V
$I_{\text{MODE}/\text{SYNC}}$	MODE/SYNC Input Current			0	20	nA
t_{SS}	Internal Soft-Start Time			0.8		ms
I_{LIM}	Peak Current Limit		1.44	1.60	1.76	A
		(E/I-Grade) ●	1.30		1.80	A
		(H-Grade) ●	1.2		1.80	A
V_{UVLO}	V_{INTVCC} Undervoltage Lockout	V_{IN} Ramping Up	2.4	2.6	2.7	V
$V_{\text{UVLO}}(\text{HYS})$	V_{INTVCC} Undervoltage Lockout Hysteresis			250		mV
V_{OVLO}	V_{IN} Overvoltage Lockout Rising		● 18	19	20	V
$V_{\text{OVLO}}(\text{HYS})$	V_{IN} Overvoltage Lockout Hysteresis			300		mV
f_{OSC}	Oscillator Frequency	LTC3621/LTC3621-3.3/LTC3621-5	● 0.92	1.00	1.08	MHz
			0.82		1.16	MHz
		LTC3621-2/LTC3621-23.3/LTC3621-25	● 2.05	2.25	2.45	MHz
			1.8		2.6	MHz
f_{SYNC}	SYNC Capture Range		60		140	%
V_{INTVCC}	V_{INTVCC} LDO Output Voltage	$V_{\text{IN}} > 4\text{V}$		3.6		V
ΔV_{PGOOD}	Power Good Range			± 7.5	± 12.5	%
R_{PGOOD}	Power Good Resistance	PGOOD $R_{\text{DS(ON)}}$ at 500 μA		275	350	Ω
t_{PGOOD}	PGOOD Delay	PGOOD Low to High		0		Cycles
		PGOOD High to Low		32		Cycles
I_{PGOOD}	PGOOD Leakage Current				100	nA

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。また、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: トランジェント時の絶対最大定格電圧は、4%を超えるスイッチング・デューティ・サイクルでは印加しないこと。

Note 3: LTC3621は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC3621Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度範囲で仕様を満たすことが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ 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。LTC3621Iは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。LTC3621Hは $-40^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。高い接合部温度は動作寿命に悪影響を及ぼす。接合部温度が 125°C を超えると、動作寿命は短くなる。これらの仕様を満たす最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱インピーダンスおよび他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 4: 強制連続モードでの静止電流には、パワーFETのスイッチング損失は含まれない。

Note 5: LTC3621は、 V_{FB} をエラーアンプの出力に接続する独自のテスト・モードでテストされる。

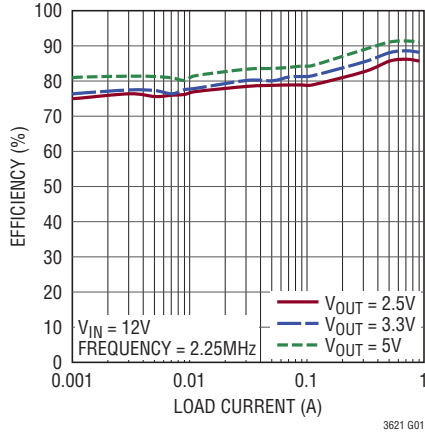
Note 6: T_J は周囲温度 (T_A) および電力損失 (P_D) から次式に従って計算される。

$$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})$$

Note 7: このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過温度保護機能が備わっている。過温度保護機能がアクティブなとき接合部温度は 150°C を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

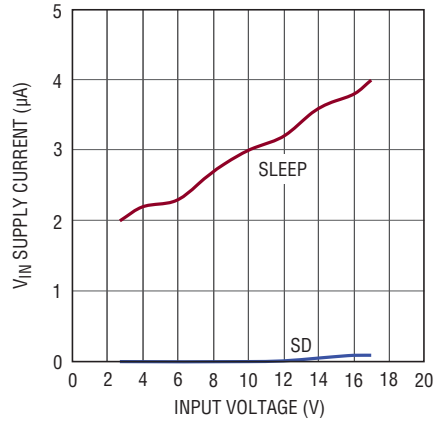
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

効率と負荷電流 (Burst Mode 動作)



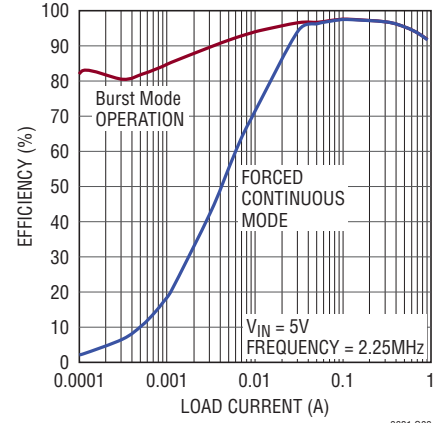
3621 G01

V_{IN} の電源電流と入力電圧



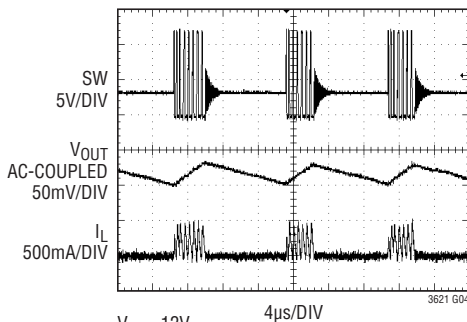
3621 G02

ドロップアウト動作時の効率と負荷



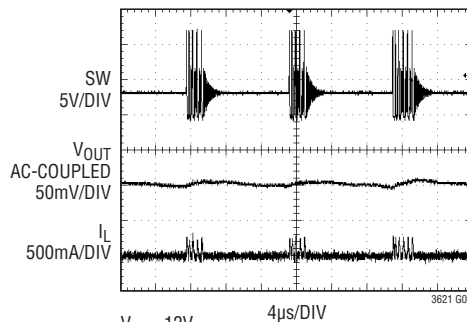
3621 G03

Burst Mode 動作



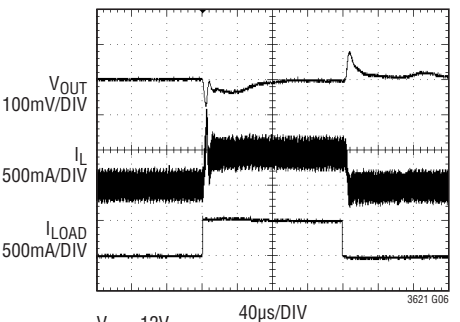
3621 G04

パルス・スキップ・モード動作



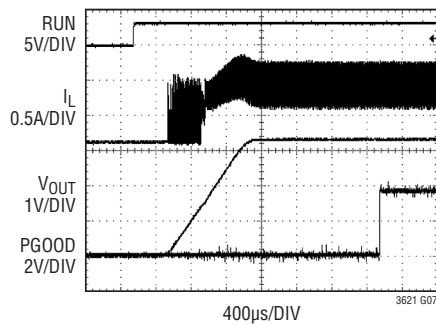
3621 G05

負荷ステップ



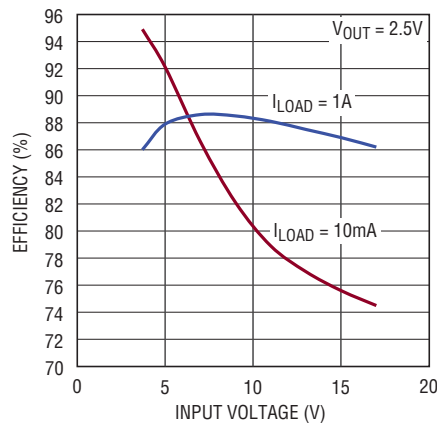
3621 G06

ソフトスタートの動作



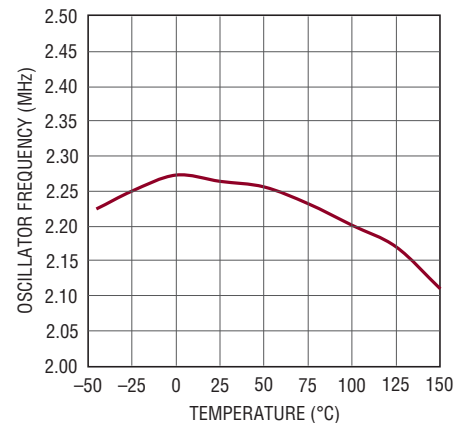
3621 G07

効率と入力電圧



3621 G08

発振器周波数と温度

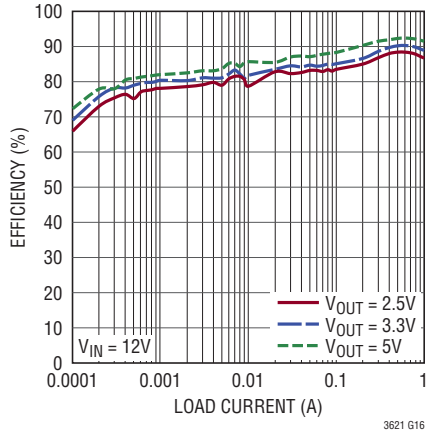


3621 G09

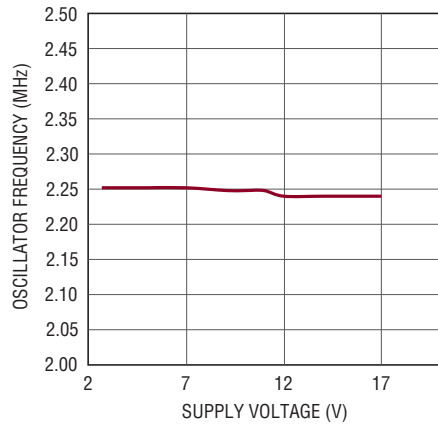
LTC3621/LTC3621-2

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ 。

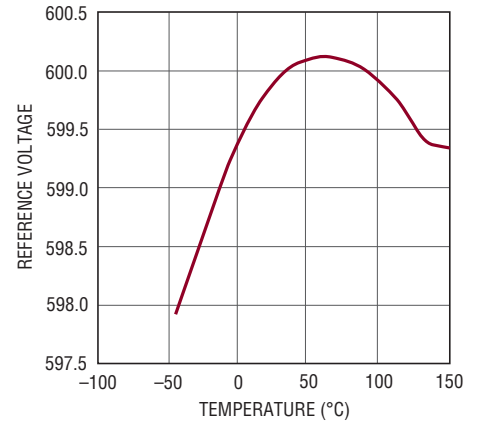
1MHzでの効率と負荷



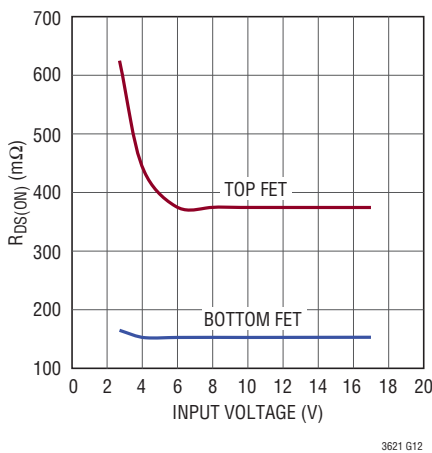
発振器周波数と電源電圧



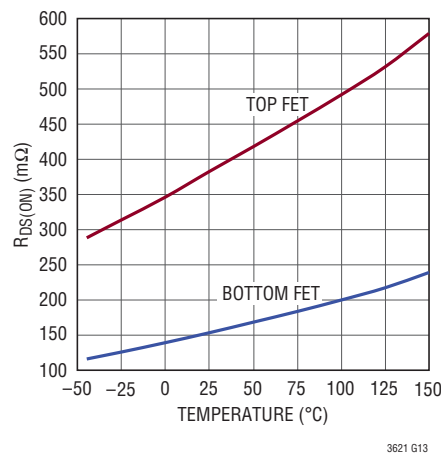
リファレンス電圧と温度



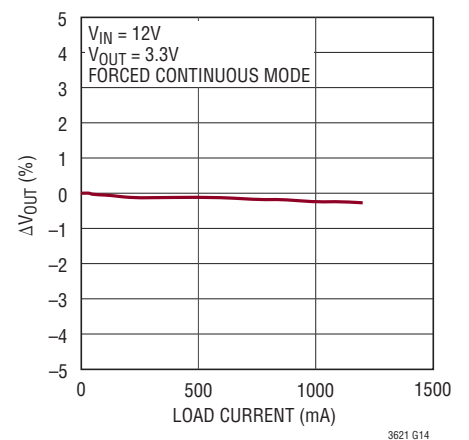
$R_{DS(ON)}$ と入力電圧



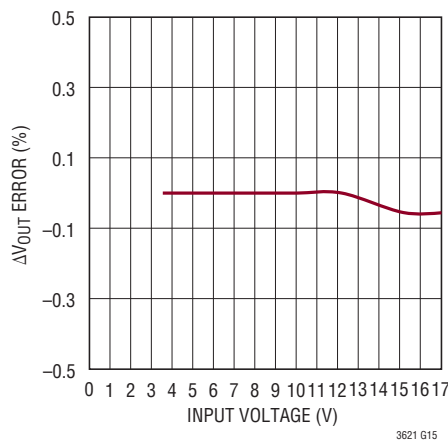
$R_{DS(ON)}$ と温度



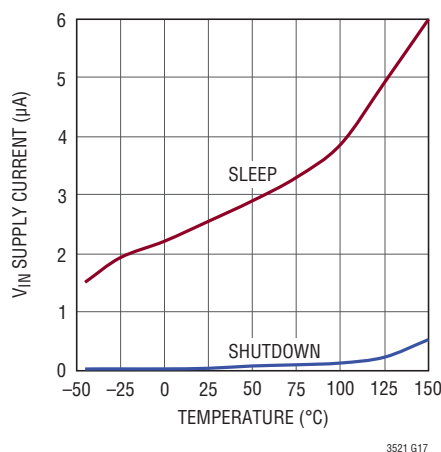
負荷レギュレーション



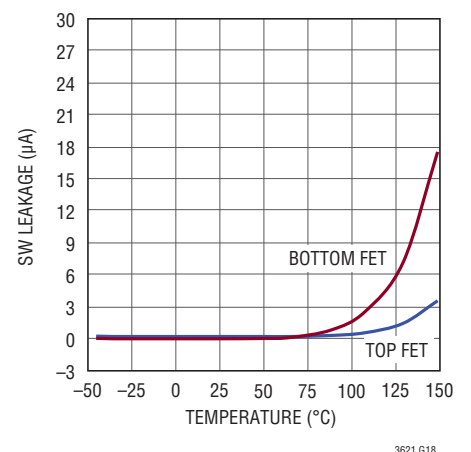
入力レギュレーション



V_{IN} の電源電流と温度



スイッチの漏れ電流と温度



3621fc

ピン機能 (DFN/MSOP)

SW (ピン1/ピン1): 降圧レギュレータのインダクタへのスイッチ・ノード接続箇所。

V_{IN} (ピン2/ピン2): 降圧レギュレータの入力電圧。

RUN (ピン3/ピン3): ロジック制御のRUN入力。このピンはフロート状態のままにしないでください。ロジック“H”にすると、降圧レギュレータが作動します。

FB (ピン4/ピン5): 降圧レギュレータのエラーアンプへの帰還入力。抵抗分割器のタップをこのピンに接続します。出力電圧は次式に従って0.6V ~ V_{IN}の範囲で調整できます。

$$V_{OUT} = 0.6V \cdot [1 + (R2/R1)]$$

固定出力電圧オプションでは、FBピンは直接V_{OUT}に接続してください。

PGOOD (ピン4、MSOPパッケージのみ): V_{OUT}がレギュレーションの範囲内にあることを示すインジケータ。

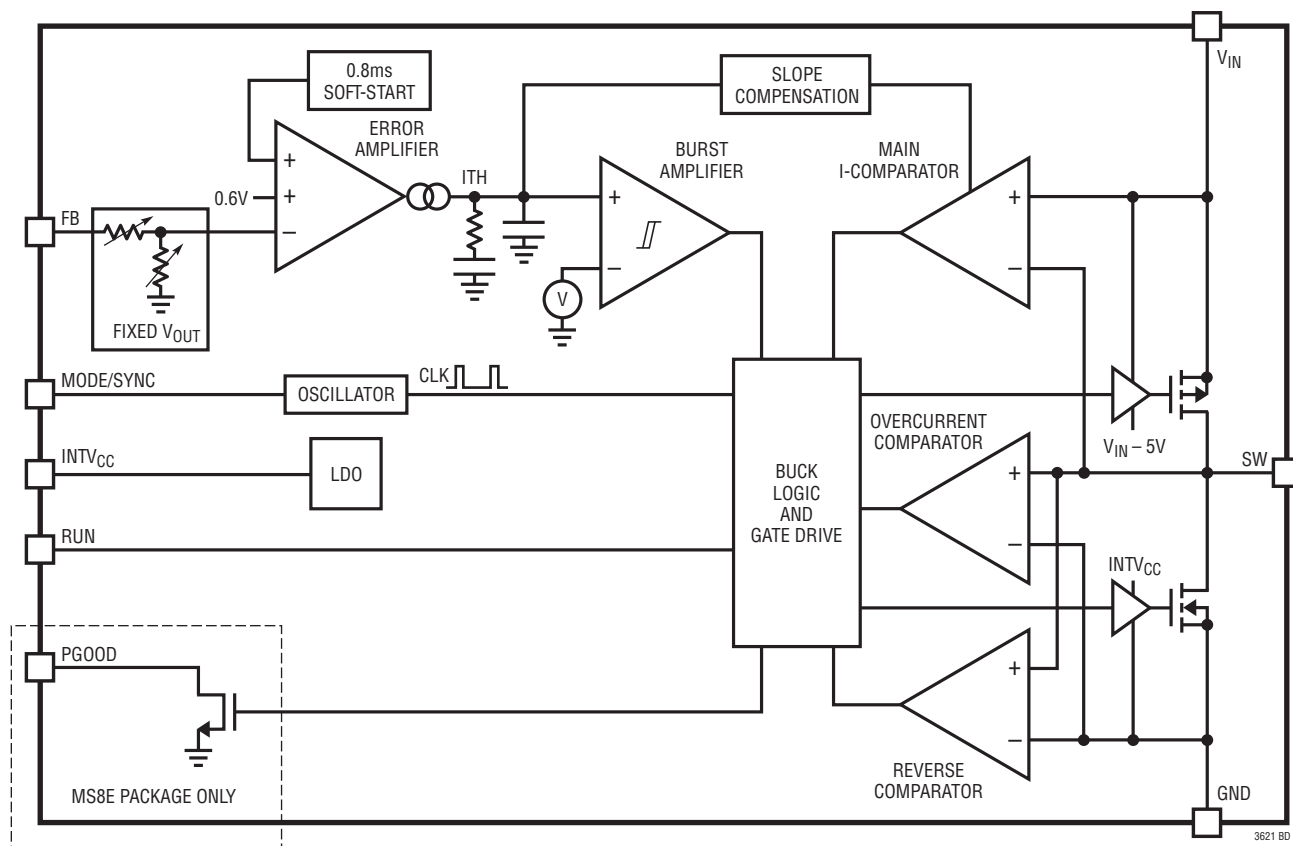
INTV_{CC} (ピン5/ピン6): 低ドロップアウト・レギュレータ。1μF以上のコンデンサでグラウンドにバイパスします。

MODE/SYNC (ピン6/ピン7): 降圧レギュレータのBurst Mode選択および外部クロック同期ピン。MODE/SYNCピンをINTV_{CC}に接続するとピーク電流のクランプ値が400mAのBurst Mode動作、MODE/SYNCピンをGNDに接続するとパルス・スキップ動作、MODE/SYNCピンの電圧を1V ~ V_{INTVCC} - 1.2Vの範囲にすると強制連続モードになります。さらに、MODE/SYNCピンを外部クロックに接続すると、システム・クロックが外部クロックに同期し、デバイスは強制連続モードになります。

GND (露出パッド・ピン7/ピン9): 電源グラウンドと信号グラウンドのグラウンド・バックプレーン。PCBのグラウンドに半田付けする必要があります。

SGND (ピン8、MSOPパッケージのみ): 信号グラウンド。

ブロック図



動作

LTC3621は、固定周波数、ピーク電流モード・アーキテクチャを採用しています。このデバイスは広い入力電圧範囲で動作し、超低静止電流で安定化します。動作周波数は2.25MHzまたは1MHzに設定されており、固有の周波数から±40%範囲の外部発振器に同期することができます。多様なアプリケーションに対応するため、選択可能なMODE/SYNCピンを使用することにより、出力リップルを犠牲にして効率を向上させることができます。

出力電圧はFBピンに戻る外付けの抵抗分割器によって設定されます。エラーアンプは分割された出力電圧と0.6Vのリファレンス電圧を比較し、その結果に応じてピーク・インダクタ電流を調整します。MS8Eパッケージでは、出力電圧が設定値の7.5%以内に入らない場合、過電圧コンパレータおよび低電圧コンパレータによってPGOOD出力は“L”になります。PGOOD出力は、レギュレーション到達直後に“H”になり、レギュレーション状態から外れた後32回のクロック・サイクルの間“L”になります。

メイン制御ループ

通常の動作中、上側のパワー・スイッチ(PチャンネルMOSFET)はクロック・サイクルの最初にオンします。インダクタ電流はピーク・レベルまで増加していくことが可能です。そのレベルに達すると、上側のパワー・スイッチはオフし、下側のスイッチ(NチャンネルMOSFET)が次のクロック・サイクルまでオンします。ピーク電流レベルは、内部補償されたITHピンの電圧(エラーアンプの出力)によって制御されます。このアンプは、FBピンの電圧を0.6Vの内部リファレンスと比較します。負荷電流が増加すると、FBピンの電圧がリファレンス電圧よりわずかに低くなるので、その後平均インダクタ電流が負荷電流に釣り合うまで、エラーアンプによってITHピンの電圧は上昇します。

RUNピンの電圧をグラウンドにすると、メイン制御ループはシャットダウンします。

低電流動作

LTC3621の低電流時の動作を制御するため、2つの不連続導通モード(DCM)を備えています。Burst Mode動作とパルス・スキップ・モードのどちらのモードも、負荷電流が少なくなると、連続動作から選択したモードに自動的に切り替わります。

効率を最適化するには、MODE/SYNCピンをINTV_{CC}に接続してBurst Mode動作を選択できます。Burst Mode動作では、エラーアンプの出力に必要な電流が400mAより小さい場合でも、ピーク・インダクタ電流は400mA以上に設定されます。したがって、比較的軽い出力負荷でスイッチング・レギュレータがオンすると、FBピンの電圧が上昇してITHピンの電圧が低下します。ITHピンの電圧が0.2Vより低くなると、スイッチング・レギュレータはスリープ・モードになり、パワー・スイッチは両方ともオフになります。スイッチング・レギュレータは、外付け負荷によって出力電圧がそのレギュレーション点より低くなるまで、このスリープ状態のままです。スリープ・モード中、V_{IN}からデバイスに流れるのは3.5μAの超低静止電流です。

V_{OUT}のリップルを最小限に抑えるには、MODE/SYNCピンを接地してパルス・スキップ・モードを選択します。LTC3621では、パルス・スキップ・モードはBurst Mode動作と同様に実装され、ピーク・インダクタ電流は約66mAに設定されます。これにより、Burst Mode動作時より出力電圧リップルは小さくなりますが、その代償として効率がわずかに低くなります。

強制連続モードの動作

LTC3621は、MODE/SYNCピンの電圧を1V～V_{INTV_{CC}} - 1Vの範囲内に設定することにより、2種類の不連続導通モードの他に、強制連続モードで動作することもできます。強制連続モードでは、スイッチング・レギュレータは出力負荷電流の値に関係なく、サイクルごとに切り替わります。強制連続モードを選択すると、出力負荷が0のときにデバイスが連続して動作できるように、最小ピーク電流は-133mAに設定されます。

高デューティ・サイクル動作/ドロップアウト動作

入力電源電圧が低下して出力電圧に近づくと、デューティ・サイクルが高くなり、一定のスイッチング周波数を維持するにはスロープ補償が必要です。LTC3621には、1.6Aというピーク電流制限値(I_{LIM})を高いデューティ・サイクルで正確に維持するための内部回路があります。

デューティ・サイクルが100%に近づくにつれて、LTC3621はドロップアウト動作を開始します。ドロップアウト動作時に強制連続モードを選択すると、上側のPチャンネルMOSFETスイッチが連続して導通し、すべてのアクティブ回路が動作状態に保たれます。ただし、Burst Mode動作またはパルス・スキップ・モードを選択すると、デバイスは出力負荷電流に応じてスリープ・モードとの間を遷移します。これにより静止電流が大幅に減少するので、入力電源の使用時間が長くなります。

動作

V_{IN} 過電圧保護

内部のパワー MOSFET デバイスをトランジェント電圧スパイクから保護するため、LTC3621 では V_{IN} ピンを絶えずモニタして、過電圧状態の有無を検査します。V_{IN} が 19V より高くなると、レギュレータは上下両側のパワー MOSFET をオフして動作を一時停止します。V_{IN} が 18.7V より低くなると、レギュレータは直ちに通常動作を再開します。過電圧状態が解消されると、レギュレータはソフトスタート機能を実行します。

低電源動作

LTC3621 は、入力電圧が 2.7V より低くなるとデバイスをシャットダウンする低電圧ロックアウト回路を内蔵しています。入力

電圧が低電圧のしきい値よりわずかに高くなると、スイッチング・レギュレータはその基本動作を開始します。ただし、ゲート駆動電圧が不足するため、上下のスイッチの R_{DS(ON)} は、「電気的特性」に規定されている値よりわずかに高くなります。詳細については、「R_{DS(ON)} と V_{IN}」のグラフを参照してください。

ソフトスタート

LTC3621 は 800μs のソフトスタート・ランプ回路を内蔵しています。起動時のソフトスタート動作中、スイッチング・レギュレータはパルス・スキップ・モードで動作します。

アプリケーション情報

出力電圧のプログラミング

固定出力電圧以外のデバイスの場合、出力電圧は外付けの抵抗分割器で次式に従って設定します。

$$V_{OUT} = 0.6V \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right)$$

図 1 に示すように、FB ピンは出力電圧を抵抗分割器で分圧した電圧を検出することができます。

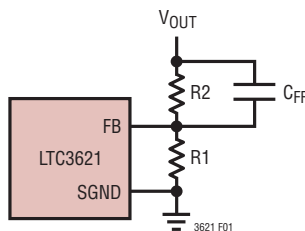


図 1. 出力電圧の設定

入力コンデンサ (C_{IN}) の選択

入力容量 C_{IN} が必要なのは、上側パワー MOSFET のドレインで方形波電流を除去するためです。大きなトランジェント電圧の発生を防ぐには、最大 RMS 電流に対応できる大きさの低 ESR 入力コンデンサを使用します。最大 RMS 電流は次式で与えられます。

$$I_{RMS} \cong I_{OUT(MAX)} \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \sqrt{\frac{V_{IN}}{V_{OUT}} - 1}$$

この式は V_{IN} = 2V_{OUT} で最大値を取りますが、その場合は次式のようになります。

$$I_{RMS} \cong \frac{I_{OUT}}{2}$$

設計ではこの単純なワーストケース条件がよく使用されます。条件を大きく振っても値は改善されないからです。コンデンサ・メーカーの規定するリップル電流定格は多くの場合 2000 時間の寿命試験のみに基づいているので、コンデンサをさらにデレーティングする、つまり必要とされるより高い温度定格のコンデンサを選択することを推奨します。設計のサイズまたは高さの要件を満たすため、数個のコンデンサを並列に接続することもできます。入力電圧が低いアプリケーションでは、出力負荷の変化時にトランジェントの影響を最小限に抑えるのに十分な大容量の入力容量が必要です。

出力コンデンサ (C_{OUT}) の選択

C_{OUT} の選択は、電圧リップルと負荷ステップによるトランジェントを最小に抑えるのに必要な等価直列抵抗 (ESR)、および制御ループの安定性を確保するのに必要な大容量コンデンサの大きさによって決まります。ループの安定性は、負荷トラ

アプリケーション情報

ンジェント応答を観察することによってチェックすることができます。出力リップル(ΔV_{OUT})は次式で決定されます。

$$\Delta V_{OUT} < \Delta I_L \left(\frac{1}{8 \cdot f \cdot C_{OUT}} + ESR \right)$$

ΔI_L は入力電圧に応じて増加するので、出力リップルは入力電圧が最大るとき最大になります。ESRおよびRMS電流処理の要件を満たすには、複数のコンデンサを並列に配置することが必要な場合があります。乾式タンタル、特殊ポリマー、アルミ電解およびセラミックの各コンデンサはすべて表面実装パッケージで入手できます。特殊ポリマー・コンデンサはESRが非常に低いのですが、他のタイプに比べて容量密度が低くなります。タンタル・コンデンサは容量密度が最高ですが、スイッチング電源に使用するにはサージ・テストが実施されているタイプのみを使うことが重要です。アルミ電解コンデンサはESRがかなり大きいのですが、リップル電流定格および長期信頼性に対して配慮すれば、コスト重視のアプリケーションに使うことができます。セラミック・コンデンサは実装面積が小さく、低ESRの優れた特性をもっています。

セラミックの入力コンデンサおよび出力コンデンサの使用

現在では、値の大きい低価格セラミック・コンデンサが小型ケース・サイズで入手できるようになっています。これらはリップル電流と電圧定格が大きく、ESRが小さいので、スイッチング・レギュレータのアプリケーションに最適です。ただし、入力と出力にこれらのコンデンサを使うときは注意が必要です。入りにセラミック・コンデンサを使用し、コードの長いACアダプタで電力を供給すると、出力の負荷ステップによって V_{IN} 入りにリングングが誘起されることがあります。最善の場合でも、このリングングが出力に結合して、ループの不安定性と誤認されることがあります。最悪の場合、長いコードを通して電流が急に突入すると、 V_{IN} に電圧スパイクが生じてデバイスを損傷するのに十分な大きさになる恐れがあります。

入力と出力にセラミック・コンデンサを選択する場合は、X5RやX7Rの誘電体を使ったものを選択します。これらの誘電体は、ある特定の値とサイズについてすべてのセラミックの中で温度特性と電圧特性が最も優れています。

セラミック・コンデンサのESRは非常に小さいため、代わりに入力コンデンサと出力コンデンサが電荷保存の要件を満たす必要があります。負荷ステップ発生時には、帰還ループがスイッチ電流を十分増加させて負荷を支えるまで、出力コンデンサが即座に電流を供給して負荷を支える必要があります。負荷ステップにตอบสนองするには標準で5サイクルが必要ですが、最初のサイクルだけ出力電圧が直線的に低下します。出力の低下量 V_{DROOP} は、通常最初のサイクルの直線的な低下の約3倍です。したがって、おおよそ以下の出力コンデンサの値から開始するのが良いでしょう。

$$C_{OUT} = 3 \frac{\Delta I_{OUT}}{f \cdot V_{DROOP}}$$

デューティ・サイクルと負荷ステップの要件によっては、さらに大きな容量が必要になることがあります。ほとんどのアプリケーションでは、電源のインピーダンスは非常に小さいので、入力コンデンサが必要なのは高周波をバイパスするためだけです。これらの条件では、通常 $10\mu F$ のセラミック・コンデンサで十分です。この入力コンデンサは V_{IN} ピンにできるだけ近づけて配置してください。

出力パワーグッド

MS8Eパッケージでは、LTC3621の出力電圧がレギュレーション点から $\pm 7.5\%$ の範囲内にあると、出力電圧は良好な状態にあり、PGOODピンは外付け抵抗によって“H”になります。そうでない場合は、オープンドレインの内部プルダウン・デバイス(275Ω)により、PGOODピンは“L”になります。トランジェント時または V_{OUT} の動的変化時にPGOODの不要な誤動作を防ぐため、LTC3621のPGOODの立ち下がりエッジにはスイッチング・サイクル約32回分のブランキング遅延が含まれています。

周波数同期機能

LTC3621は設定された内部周波数から $\pm 40\%$ の範囲にある周波数に同期することができます。同期するには2~3サイクルの外部クロック・パルスを要します。もし動作時に外部クロック信号がスイッチングを停止した場合は、デバイスの内部同期信号が“L”になり状況に対応するまでに約 $7\mu s$ かかります。いったん同期すると、LTC3621は強制連続モードで外部クロック周波数で動作します。

アプリケーション情報

インダクタの選択

望みの入力電圧と出力電圧が与えられると、インダクタ値と動作周波数によってリップル電流が決まります。

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

リップル電流が小さいと、インダクタの電力損失、出力コンデンサの ESR 損失、および出力電圧リップルが減少します。効率が最高の動作は低周波数でリップル電流が小さいときに得られます。ただし、これを達成するには大きなインダクタが必要です。部品のサイズ、効率および動作周波数の間には交換条件があります。

妥当な出発点として、 $I_{OUT(MAX)}$ の約 40% のリップル電流を選択します。リップル電流が規定の最大値を超えないことを保証するには、次式に従ってインダクタンスを選択します。

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

L の値が分かったら、インダクタの種類を選択する必要があります。インダクタ値が固定の場合、実際のコア損失はコア・サイズに無関係ですが、選択したインダクタンスに大きく依存します。インダクタンスまたは周波数が大きいほどコア損失は減少します。インダクタンスを大きくするには、ワイヤの巻数を増やす必要があるため、銅損失は残念ながら増加します。銅損失も周波数が増加するにつれて増加します。

フェライトを使用した設計ではコア損失がきわめて小さく、高いスイッチング周波数に適しているため、設計目標を飽和の防止と銅損失に集中することができます。フェライト・コアの材質は「急激に」飽和します。つまり、設計ピーク電流を超えると、インダクタンスは突然低下します。その結果、インダクタのリップル電流が急激に増加し、そのため出力電圧リップルも増加します。コアは決して飽和させないでください。

コアの材質と形状が異なると、インダクタのサイズ/電流の関係および価格/電流の関係が変化します。フェライトやパーマロイを素材とするトロイド・コアやシールドされたポット型コアは小型で、エネルギー放射は大きくありませんが、同等の特性を有する鉄粉コアのインダクタより通常は高価です。使用するインダクタの種類をどう選択するかは、主に価格とサイズ

の要件や放射フィールド/EMI の要件に依存します。新しいデザインの実装型インダクタは、Coilcraft、東光、Vishay、NEC トーキン、TDK、および Würth Electronik から入手できます。詳細については表 1 を参照してください。

トランジェント応答の確認

レギュレータのループ応答は、負荷トランジェント応答を調べることで確認できます。スイッチング・レギュレータは負荷電流のステップにตอบสนองするのに数サイクルを要します。負荷ステップが生じると、 V_{OUT} は $\Delta I_{LOAD} \cdot ESR$ に等しい大きさだけ即座にシフトします。ここで、ESR は C_{OUT} の等価直列抵抗です。また、 ΔI_{LOAD} によって C_{OUT} の充電または放電も開始されるので、レギュレータが V_{OUT} をその定常状態値に戻すのに使用する帰還誤差信号が発生します。この回復期間に V_{OUT} をモニタして、安定性に問題があることを示すオーバーシュートやリンギングがないかチェックすることができます。

初期出力電圧ステップが帰還ループの帯域幅内がない場合があるため、位相余裕を決定するのに、標準的 2 次オーバーシュート/DC 比を使用することはできません。さらに、図 1 に示すようにフィードフォワード・コンデンサを追加すると、高周波数応答を改善することができます。コンデンサ C_{FF} は、 R_2 との組み合わせで高周波のゼロを発生することにより位相進みを得ることができるので、位相余裕が改善されます。

出力電圧のセトリング動作は閉ループ・システムの安定性に関係し、電源全体の実際の性能を表します。LTpowerCAD™ と LTSpice® を使用して、制御ループとトランジェント性能をチェックすることができます。

アプリケーションによっては、(1µF を超える) 大容量の入力コンデンサが接続されている負荷でスイッチングが行われるとさらに大きなトランジェントが発生することがあります。放電状態の入力コンデンサが実質的に C_{OUT} と並列接続された状態になるため、 V_{OUT} が急激に低下します。負荷に接続しているスイッチの抵抗が低く、急速に駆動された場合、この問題を防止するのに十分な電流を供給できるレギュレータはありません。解決策は負荷スイッチのドライブがオンになる速度を制限することです。Hot Swap™ コントローラはこの目的専用設計されており、通常は電流制限機能、短絡保護、ソフトスタート機能が組み込まれています。

アプリケーション情報

表1. インダクタの選択表

インダクタ	インダクタンス (μH)	DCR ($\text{m}\Omega$)	最大電流 (A)	寸法 (mm)	高さ (mm)	メーカー
IHLP-1616BZ-11 Series	1.0	24	4.5	4.3 × 4.7	2	Vishay www.vishay.com
	2.2	61	3.25	4.3 × 4.7	2	
	4.7	95	1.7	4.3 × 4.7	2	
IHLP-2020BZ-01 Series	1	18.9	7	5.4 × 5.7	2	
	2.2	45.6	4.2	5.4 × 5.7	2	
	3.3	79.2	3.3	5.4 × 5.7	2	
	4.7	108	2.8	5.4 × 5.7	2	
	5.6	113	2.5	5.4 × 5.7	2	
	6.8	139	2.4	5.4 × 5.7	2	
FDV0620 Series	1	18	5.7	6.7 × 7.4	2	東光 www.toko.com
	2.2	37	4	6.7 × 7.4	2	
	3.3	51	3.2	6.7 × 7.4	2	
	4.7	68	2.8	6.7 × 7.4	2	
MPLC0525L Series	1	16	6.4	6.2 × 5.4	2.5	NECトーキン www.nec-tokin.com
	1.5	24	5.2	6.2 × 5.4	2.5	
	2.2	40	4.1	6.2 × 5.4	2.5	
XFL4020 Series	1.0	10.8	5.1	4 × 4	2.1	Coilcraft www.coilcraft.com
	1.5	14.4	4.4	4 × 4	2.1	
	2.2	21.3	3.5	4 × 4	2.1	
	3.3	34.8	2.5	4 × 4	2.1	
	4.7	52.2	2.5	4 × 4	2.1	
RLF7030 Series	1	8.8	6.4	6.9 × 7.3	3.2	TDK www.tdk.com
	1.5	9.6	6.1	6.9 × 7.3	3.2	
	2.2	12	5.4	6.9 × 7.3	3.2	
	3.3	20	4.1	6.9 × 7.3	3.2	
	4.7	31	3.4	6.9 × 7.3	3.2	
	6.8	45	2.8	6.9 × 7.3	3.2	
WE-TPC 4828 Series	1.2	17	3.1	4.8 × 4.8	2.8	Würth Elektronik www.we-online.com
	1.8	20	2.7	4.8 × 4.8	2.8	
	2.2	23	2.5	4.8 × 4.8	2.8	
	2.7	27	2.35	4.8 × 4.8	2.8	
	3.3	30	2.15	4.8 × 4.8	2.8	
	3.9	47	1.72	4.8 × 4.8	2.8	
	4.7	52	1.55	4.8 × 4.8	2.8	

効率に関する検討事項

スイッチング・レギュレータのパーセント表示の効率は、出力電力を入力電力で割って100%を掛けたものに等しくなります。多くの場合、個々の損失を分析して、効率を制限する要素が何であり、また何が変化すれば最も効率が改善されるかを判断することが有益です。パーセント表示での効率は、次式で表すことができます。

$$\% \text{ 効率} = 100\% - (\text{Loss1} + \text{Loss2} + \dots)$$

ここで、Loss1、Loss2などは入力電力に対するパーセント値で表した個々の損失です。回路内の電力を消費するすべての素子で損失が生じますが、LTC3621の回路での損失の大部分は、通常、主に次の3つの要因によって生じます。これらは、1) I^2R 損失、2) スwitchングおよびバイアスでの損失、3) その他の損失です。

1. I^2R 損失は内部スイッチのDC抵抗 R_{SW} と外付けインダクタのDC抵抗 R_L から計算されます。連続モードでは、平均出力電流はインダクタ L を流れますが、内蔵の上側パワーMOSFETと下側パワーMOSFETとの間で分かれます。したがって、SWピンを見たときの直列抵抗は、次式のように、上側MOSFETおよび下側MOSFETの両方の $R_{\text{DS(ON)}}$ とデューティサイクル(DC)の関数になります。

$$R_{\text{SW}} = (R_{\text{DS(ON)TOP}})(\text{DC}) + (R_{\text{DS(ON)BOT}})(1 - \text{DC})$$

上側MOSFETと下側MOSFETの $R_{\text{DS(ON)}}$ は、両方とも「標準的性能特性」の曲線から求めることができます。したがって、 I^2R 損失は次式で求められます。

$$I^2R \text{ 損失} = I_{\text{OUT}}^2(R_{\text{SW}} + R_L)$$

アプリケーション情報

2. スイッチング電流は、MOSFETドライバ電流と制御電流の合計です。パワーMOSFETドライバ電流はパワーMOSFETのゲート容量をスイッチングすることによって流れます。パワーMOSFETのゲートが“L”から“H”、さらに再び“L”に切り替わるたびに、一定量の電荷 dQ が V_{IN} からグラウンドに移動します。結果として得られる dQ/dt は V_{IN} から流出する電流であり、通常はDC制御バイアス電流よりはるかに大きくなります。連続モードでは、 $I_{GATECHG} = f(Q_T + Q_B)$ です。ここで、 Q_T および Q_B は内蔵の上側および下側パワーMOSFETのゲート電荷であり、 f はスイッチング周波数です。したがって、電力損失は次のようになります。

$$\text{スイッチング損失} = I_{GATECHG} \cdot V_{IN}$$

ゲート電荷損失は V_{IN} と f に比例するので、電源電圧と周波数は高いほど影響が顕著になります。

3. 遷移損失、銅線の抵抗、内部負荷抵抗など、その他の「隠れた」損失が電源システム全体のさらなる効率低下の原因になる可能性があります。これらの「システム」レベルの損失をシステムの設計段階で盛り込むことが非常に重要です。遷移損失は、スイッチ・ノードの遷移中に上側パワーMOSFETが短時間飽和領域に留まることから生じます。LTC3621の内部パワー・デバイスは十分速く切り替わるので、これらの損失は他の要因に比べると大きくはありません。これらの損失とその他の損失(デッドタイム中のダイオードの導通損失やインダクタのコア損失など)との和は、一般に全追加損失の2%に満たない値です。

熱的条件

大半のアプリケーションでは、LTC3621は効率が高く、その露出パッド付きパッケージの熱抵抗は低いので、熱はあまり放散されません。ただし、高い周囲温度、高い V_{IN} 、高いスイッチング周波数、最大出力電流負荷でLTC3621が動作するアプリケーションでは、放散される熱がデバイスの最大接合部温度を超えることがあります。接合部温度が約160°Cに達すると、温度が約15°C下がるまで両方のパワースイッチがオフします。

LTC3621が最大接合部温度を超えないようにするには、熱に関する一定の解析を行う必要があります。熱解析の目的は、

電力損失によりデバイスが最大接合部温度を超えるかどうかを判断することです。温度上昇は次式で与えられます。

$$T_{RISE} = P_D \cdot \theta_{JA}$$

一例として、 $V_{IN} = 12V$ 、 $I_{OUT} = 1A$ 、 $f = 2.25MHz$ 、 $V_{OUT} = 1.8V$ のアプリケーションにLTC3621を使用する場合を検討します。パワーMOSFETの等価抵抗 R_{SW} は次のようになります。

$$\begin{aligned} R_{SW} &= R_{DS(ON)TOP} \cdot \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} + R_{DS(ON)BOT} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}\right) \\ &= 370m\Omega \cdot \frac{1.8V}{12V} + 150m\Omega \cdot \left(1 - \frac{1.8V}{12V}\right) \\ &= 183m\Omega \end{aligned}$$

無負荷で2.25MHz強制連続動作の間の V_{IN} 電流は約5mAであり、それにはスイッチング損失と内部バイアス電流損失、遷移損失、インダクタのコア損失、アプリケーション内の他の損失が含まれます。したがって、デバイスによる全電力損失は次のとおりです。

$$\begin{aligned} P_D &= I_{OUT}^2 \cdot R_{SW} + V_{IN} \cdot I_{IN(Q)} \\ &= 1A^2 \cdot 183m\Omega + 12V \cdot 5mA \\ &= 243mW \end{aligned}$$

2mm×3mmのDFNパッケージの接合部-周囲雰囲気間熱抵抗 θ_{JA} は約64°C/Wです。したがって、25°Cの周囲温度で動作しているレギュレータの接合部温度は、おおよそ次のとおりです。

$$T_J = 0.243W \cdot 64^\circ C/W + 25^\circ C = 40.6^\circ C$$

前記の接合部温度は25°Cでの $R_{DS(ON)}$ から得られたことに留意すると、 $R_{DS(ON)}$ は温度に依存して増加するので、より大きな $R_{DS(ON)}$ に基づいて接合部温度を再計算することが考えられます。40.6°Cで R_{SW} が5%大きくなると仮定して再計算すると、新しい接合部温度は41.1°Cになります。より高い周囲温度またはスイッチング周波数あるいはその両方がアプリケーションで要求される場合は、ヒートシンクまたは強制空気流を使用してデバイスの温度上昇を減らすよう注意が必要です。

アプリケーション情報

基板レイアウトに関する検討事項

プリント回路基板をレイアウトするときは、以下のチェックリストを使用して、LTC3621が正しく動作するようにしてください(図3を参照)。レイアウトでは、以下の項目をチェックしてください。

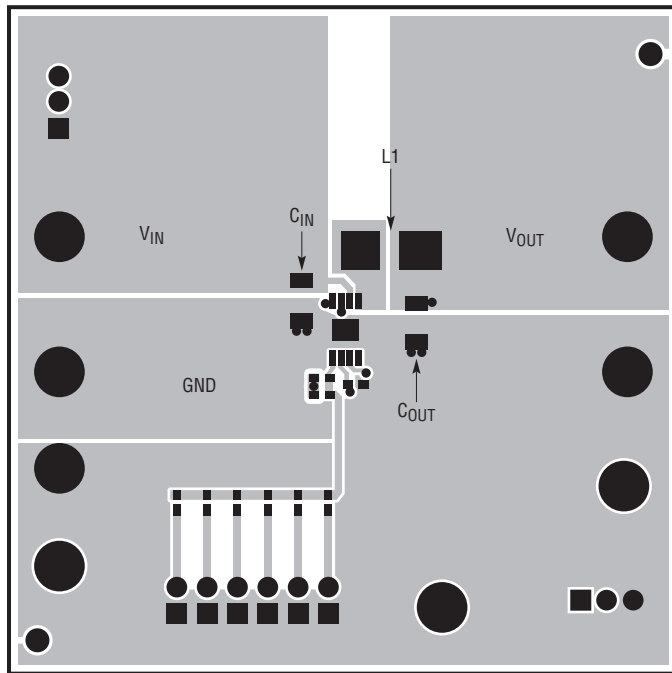


図3. プリント回路基板レイアウトのサンプル

1. コンデンサ C_{IN} は V_{IN} ピンと GND ピンにできるだけ近づけて接続されていますか。これらのコンデンサは内蔵のパワー MOSFET とそれらのドライバに AC 電流を供給します。
2. C_{OUT} と L は近づけて接続されていますか。 C_{OUT} の (-) 電極は GND に電流を戻します。
3. 抵抗分割器 ($R1$ および $R2$) は、 C_{OUT} の (+) 電極と、 GND の近くに終端しているグラウンド・ラインとの間に接続する必要があります。帰還信号 V_{FB} は、 SW ラインのようなノイズの多い部品やトレースから離して配線し、トレースをできるだけ短くします。 $R1$ と $R2$ はデバイスの近くに配置してください。
4. パッケージの裏面にある露出パッド (DFN ではピン7、 MSOP ではピン9) は、 GND プレーンに半田付けしてください。この GND プレーンをサーマルビアを介して他の層に接続すると、 LTC3621 から熱を放散するのに役立ちます。

5. 影響を受けやすい部品は SW ピンから遠ざけてください。帰還抵抗、および $INTV_{CC}$ バイパス・コンデンサは、 SW のトレースおよびインダクタから離して配線します。
6. グラウンド・プレーンが望まれます。
7. すべての層の未使用領域は銅で覆ってください。これにより、電力部品の温度上昇が小さくなります。これらの銅領域は GND に接続してください。

設計例

設計例として、以下の仕様のアプリケーションに LTC3621 を使用する場合があります。

$$V_{IN} = 10.8V \sim 13.2V$$

$$V_{OUT} = 3.3V$$

$$I_{OUT(MAX)} = 1A$$

$$I_{OUT(MIN)} = 0A$$

$$f_{SW} = 2.25MHz$$

電流の状態が 500mA でも 0A でも効率と静止電流が重要なので、Burst Mode 動作を利用します。

2.25MHz の内部発振器という状況から、 V_{IN} が最大でリップル電流が約 40% の場合のインダクタ値を計算できます。

$$L = \left(\frac{3.3V}{2.25MHz \cdot 0.4A} \right) \left(1 - \frac{3.3V}{13.2V} \right) = 2.75\mu H$$

このことから判断して、 $2.7\mu H$ または $3.3\mu H$ で $1.2A$ より大きいインダクタで十分です。

C_{OUT} は、出力電圧リップルの要件を満たすのに必要な ESR と、ループの安定性を確保するのに必要なバルク容量に基づいて選択します。このデザインでは、 $22\mu F$ のセラミック・コンデンサを使用します。

C_{IN} は次の最大電流定格を満たすサイズのものにします。

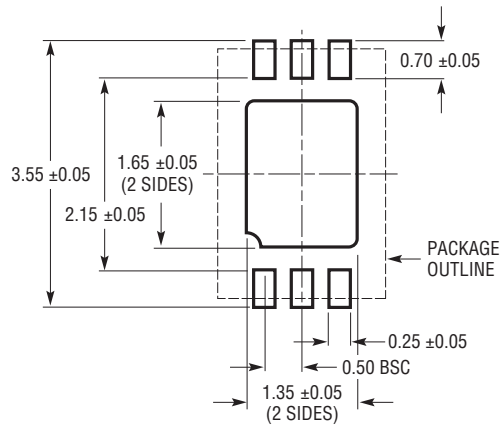
$$I_{RMS} = 1A \left(\frac{3.3V}{13.2V} \right) \left(\frac{13.2V}{3.3V} - 1 \right)^{1/2} = 0.43A$$

ほとんどのアプリケーションでは、 V_{IN} ピンを $10\mu F$ のセラミック・コンデンサでデカップリングすれば十分です。

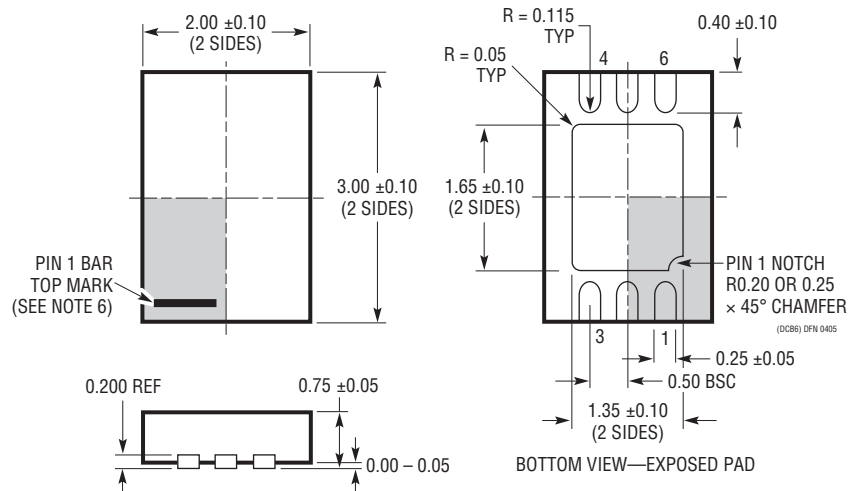
パッケージ

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。

DCB Package
6-Lead Plastic DFN (2mm × 3mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1715 Rev A)



RECOMMENDED SOLDER PAD PITCH AND DIMENSIONS



NOTE:

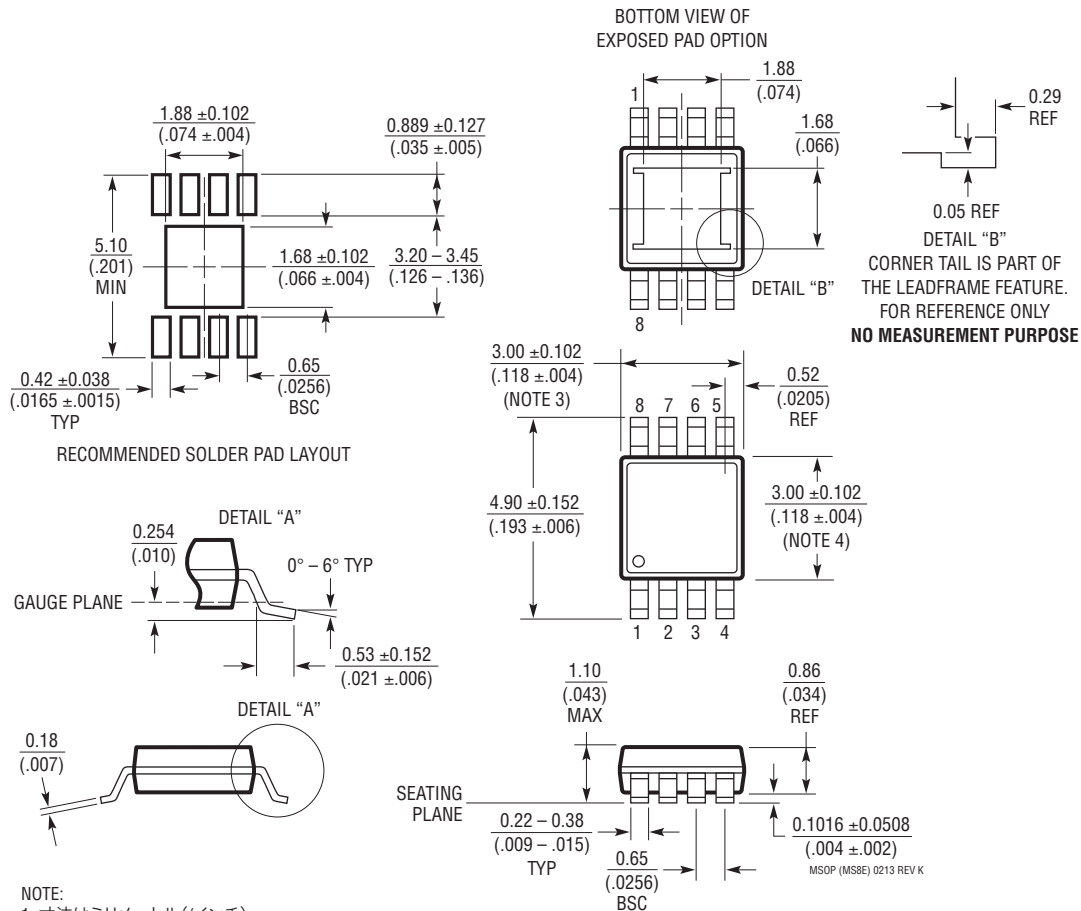
1. 図は JEDEC のパッケージ外形 M0-229 のバリエーション (TBD) になる予定
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない
モールドのバリは (もしあれば) 各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

LTC3621/LTC3621-2

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。

MS8E Package 8-Lead Plastic MSOP, Exposed Die Pad (Reference LTC DWG # 05-08-1662 Rev K)



- NOTE:
1. 寸法はミリメートル(インチ)
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 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
 4. 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
 5. 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
 6. 露出パッドの寸法には、モールドのバリを含まない。
E-PAD 上のモールドのバリは、各サイドで 0.254mm (.010") を超えないこと。

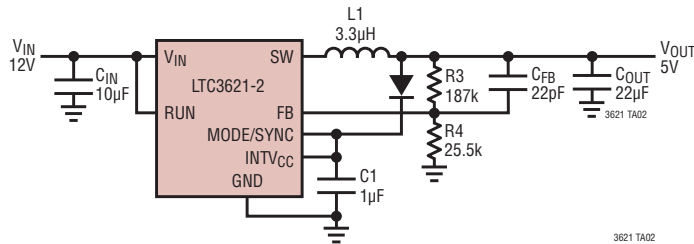
改訂履歴

REV	日付	修正内容	頁番号
A	8/13	効率のグラフを更新。	1
		Input Quiescent Currentの制限値を変更。	2
		Oscillator frequency (f_{OSC})の条件を変更。	2
B	3/14	「特長」と「概要」を明確化。	1
		「LTC3621のオプション」を明確化。	1
		「発注情報」と「絶対最大定格」を明確化。	2
		Note 7を追加。	2~3
		電氣的仕様を明確化。	3
		「ピン説明」と「ブロック図」を明確化。	6
		「動作」の説明を明確化。	7
		図にボックスを追加。	7
		「アプリケーション情報」を明確化。	9~13
		「標準的応用例」を明確化。	16
C_{FB} とR1の位置を入れ替え。	18		
C	9/14	Hグレードオプションと仕様を追加。	2,3
		Hグレードオプションと仕様を追加。	4
		150°C性能に適合させてグラフを明確化。	5,6

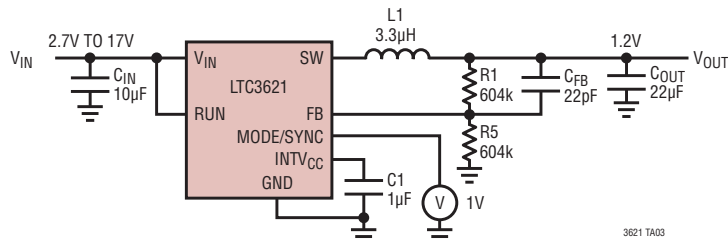
LTC3621/LTC3621-2

標準的応用例

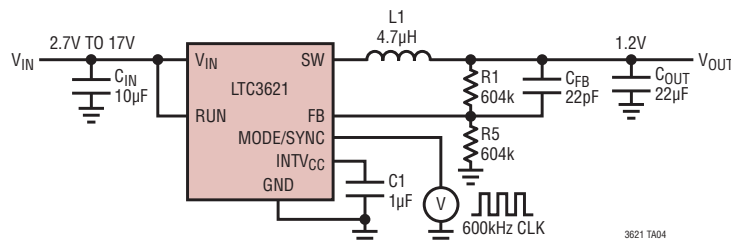
5V出力、400mA Burst Mode動作、2.25MHz



1.2V出力、強制連続モード、1MHz



1.2V出力、600kHzに同期、強制連続モード



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC3646/ LTC3646-1	40V、1A (I _{OUT})、3MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :4V~40V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =140µA、I _{SD} <8µA、3mm×4mm DFN-14、MSOP-16Eパッケージ
LTC3600	1本の抵抗で設定可能な1.5A、15V、4MHzレールトゥーレール同期整流式降圧レギュレータ	95%の効率、V _{IN} :4V~15V、V _{OUT(MIN)} =0V、I _Q =700µA、I _{SD} <1µA、3mm×3mm DFN-12、MSOP-12Eパッケージ
LTC3601	15V、1.5A (I _{OUT})、4MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :4.5V~15V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =300µA、I _{SD} <1µA、4mm×4mm QFN-20、MSOP-16Eパッケージ
LTC3603	15V、2.5A (I _{OUT})、3MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :4.5V~15V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =75µA、I _{SD} <1µA、4mm×4mm QFN-20、MSOP-16Eパッケージ
LTC3633/ LTC3633A	15V/20V、デュアル3A (I _{OUT})、4MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :3.6V~15V/20V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =500µA、I _{SD} <15µA、4mm×5mm QFN-28、TSSOP-28Eパッケージ、最大入力電圧が20Vのバージョン
LTC3605/ LTC3605A	15V/20V、5A (I _{OUT})、4MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :4V~15V/20V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =2mA、I _{SD} <15µA、4mm×4mm QFN-24パッケージ、最大入力電圧が20Vのバージョン
LTC3604	15V、2.5A (I _{OUT})、4MHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、V _{IN} :3.6V~15V、V _{OUT(MIN)} =0.6V、I _Q =300µA、I _{SD} <14µA、3mm×3mm QFN-16、MSOP-16Eパッケージ
LTC1877	600mA (I _{OUT})、550kHz同期整流式降圧DC/DCコンバータ	V _{IN} :2.7V~10V、V _{OUT(MIN)} =0.8V、I _Q =10µA、I _{SD} <1µA、MSOP-8パッケージ
LT8610/LT8611	42V、2.5A (I _{OUT})、同期整流式降圧DC/DCコンバータ	96%の効率、V _{IN} :3.4V~42V、V _{OUT(MIN)} =0.97V、I _Q =2.5µA、I _{SD} <1µA、MSOP-16Eパッケージ

3621fc