

TLV61047 - Q1 車載用 20V_{IN}、28V_{OUT}、2.2A 非同期昇圧コンバータ

1 特長

- AEC-Q100 認定済み:
 - デバイス温度グレード 1: 動作時周囲温度範囲 -40°C ~ +125°C
- 機能安全対応
 - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 入力電圧範囲: 1.8V ~ 20V
- 出力電圧範囲: 4.5V ~ 28V
- 内蔵ローサイド FET: 200mΩ
- 高効率
 - V_{IN} = 5V, V_{OUT} = 12V, I_{OUT} = 0.25A で最大 89.7% の効率
 - V_{IN} = 12V, V_{OUT} = 28V, I_{OUT} = 0.35A で最大 90.4% の効率
- ピークスイッチの電流制限: 2.2A
- スイッチング周波数: 2.4MHz
- 基準電圧精度: ±2.0%
- 標準静止電流: 25μA
- シャットダウン電流 (標準値): 0.4μA
- 軽負荷時の PFM 動作モード
- 内部補償
- 内部ソフトスタート時間: 2.5ms
- サイクル単位の電流制限
- サーマル シャットダウン保護機能
- SOT-23-5 DDC パッケージ

2 アプリケーション

- LED 電源
- デジタル スチル カメラ
- GPS デバイス
- 携帯電話
- OLED パネル用電源
- USB 電力駆動のデバイス

3 説明

TLV61047 - Q1 は、200mΩ ローサイド パワー スイッチを内蔵した高電圧の非同期昇圧コンバータで、使いやすい小型サイズの電源設計を提供します。TLV61047-Q1 は、入力電圧範囲が 1.8V ~ 20V と広く、出力電圧は最大 28V に対応し、2.2A のスイッチ電流能力を備えています。

TLV61047-Q1 は、適応型一定オフ時間ピーク電流制御トポロジを使用して、出力電圧をレギュレートします。TLV61047 - Q1 は、重 ~ 軽負荷の状況では、最小ピーク電流 (通常は 300mA) をトリガするまで、パルス幅変調 (PWM) モードで動作します。より軽い負荷の状況では、パルス周波数変調 (PFM) モードで動作して効率およびリップル性能を高めます。

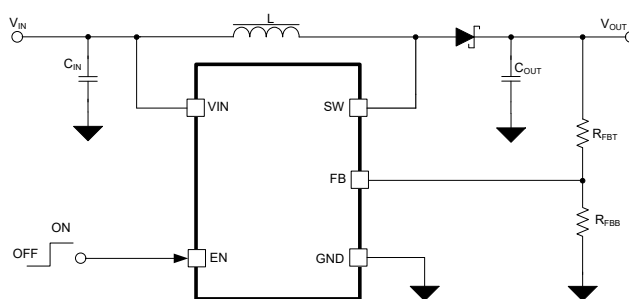
擬似定スイッチング周波数は内部で 2.4MHz に設定されており、超小型の表面実装インダクタとコンデンサが使用できます。TLV61047 - Q1 は、2.5ms のソフトスタート機能を搭載しています。これにより、スタートアップ時の突入電流が最小化されます。追加機能として、内部補償、サイクル単位の電流制限、サーマル シャットダウンを備えています。

TLV61047 - Q1 は、SOT - 23 - 5 DDC パッケージで供給されます。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ (1)	パッケージ サイズ (2)
TLV61047-Q1	DDC (SOT-23-THN, 5)	2.9mm × 2.8mm

- (1) 詳細については、[セクション 10](#) を参照してください。
- (2) パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



代表的なアプリケーション回路



目次

1 特長	1	6.4 デバイスの機能モード	10
2 アプリケーション	1	7 アプリケーションと実装	12
3 説明	1	7.1 使用上の注意.....	12
4 ピン構成および機能	3	7.2 代表的なアプリケーション.....	12
5 仕様	4	7.3 電源に関する推奨事項.....	18
5.1 絶対最大定格.....	4	7.4 レイアウト.....	18
5.2 ESD 定格.....	4	8 デバイスおよびドキュメントのサポート	20
5.3 推奨動作条件.....	4	8.1 デバイス サポート.....	20
5.4 熱に関する情報.....	4	8.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	20
5.5 電気的特性.....	5	8.3 サポート・リソース.....	20
5.6 代表的特性.....	6	8.4 商標.....	20
6 詳細説明	9	8.5 静電気放電に関する注意事項.....	20
6.1 概要.....	9	8.6 用語集.....	20
6.2 機能ブロック図.....	9	9 改訂履歴	20
6.3 機能説明.....	10	10 メカニカル、パッケージ、および注文情報	20

4 ピン構成および機能

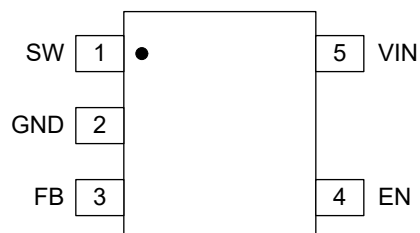


図 4-1. DDC パッケージ 5 ピン SOT-23-THN (上面図)

表 4-1. ピンの機能

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	DDC 番号		
SW	1	PWR	コンバータのスイッチ ピン。このピンは内部パワー MOSFET のドレインに接続されています。
GND	2	G	グラウンド
FB	3	I	出力電圧の電圧フィードバック。出力電圧を設定するために、抵抗デバイダのセンター タップに接続されています。
EN	4	I	イネーブル論理入力。High にすると、デバイスがイネーブルになります。ロジック Low 電圧にすると、デバイスがディスエーブルになり、シャットダウン モードに入ります。
VIN	5	I	IC 電源入力

(1) I = 入力、G = グラウンド、PWR = 電源

5 仕様

5.1 絶対最大定格

自由空気での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
(2)端子での電圧範囲	V _{IN} , EN	-0.3	20.5	V
	SW	-0.3	32	V
	FB	-0.3	6	V
動作時の接合部温度範囲、T _J		-40	150	°C
保管温度、T _{stg}		-65	150	°C

- (1) 「絶対最大定格」外での操作は、デバイスに恒久的な損傷を引き起こす可能性があります。「絶対最大定格」は、これらの条件において、または「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗に示すものではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用する、デバイスが完全に機能しない可能性があり、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、デバイスの寿命を縮める可能性があります。
- (2) すべての電圧値は、回路のグラウンドを基準としたものです。

5.2 ESD 定格

		値	単位
V _(ESD)	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 に準拠、すべてのピン ⁽¹⁾	±2000 V
		デバイス帯電モデル (CDM)、AEC Q100-011 に準拠、すべてのピン	±750 V

- (1) AEC Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています。

5.3 推奨動作条件

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)

		最小値	標準値	最大値	単位
V _{IN}	入力電圧範囲	1.8		20	V
V _{OUT}	出力電圧範囲	4.5		28	V
L	インダクタンス範囲	1	2.2	10	μH
C _{IN}	実効入力容量範囲	1	10		μF
C _{OUT}	実効出力容量範囲	1	10		μF
T _J	動作時接合部温度	-40		125	°C

5.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		TLV61047-Q1	単位
		DDC (SOT23)	
		5 ピン	
R _{θJA}	接合部から周囲への熱抵抗	145.8	°C/W
R _{θJC(top)}	接合部からケース (上面) への熱抵抗	77.6	
R _{θJB}	接合部から基板への熱抵抗	56.5	
Ψ _{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	28.5	
Ψ _{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	54.9	
R _{θJC(bot)}	接合部からケース (底面) への熱抵抗	該当なし	

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション ノートを参照してください。

5.5 電気的特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN} = 5.0\text{V}$ 標準値は $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 時に測定 (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
電源						
V_{IN}	入力電圧範囲		1.8		20	V
V_{IN_UVLO}	低電圧誤動作防止のスレッシュホルド	V_{IN_UVLO} 立ち上がり		1.7	1.79	V
		V_{IN_UVLO} 立ち下がり		1.55	1.64	
V_{IN_HYS}	IN_UVLO ヒステリシス			150		mV
I_{Q_VIN}	VIN ピンへの静止電流	IC イネーブル、無負荷、スイッチングなし、 $V_{IN} = 1.8\text{V} \sim 20\text{V}$ 、 $FB = 1.4\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$		25	50	μA
I_{SD}	VIN ピンへのシャットダウン電流	IC ディスエーブル、 $V_{IN} = 1.8\text{V} \sim 20\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$		0.4	2.1	μA
I_{FB_LKG}	FB ピンへのリーク電流	$T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$			50	nA
I_{SW_LKG}	SW ピンへのリーク電流	IC ディスエーブル、 $SW = 28\text{V}$ 、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$			500	nA
出力						
V_{OUT}	出力電圧範囲		4.5		28	V
V_{REF}	FB ピンでのリファレンス電圧	PWM および PFM モード、 $T_J = -40^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$	1.209	1.233	1.258	V
パワー スイッチ						
$R_{DS(on)}$	ローサイド MOSFET オン抵抗	$V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 12\text{V}$		200		m Ω
F_{SW}	スイッチング周波数	$V_{IN} = 5\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 12\text{V}$		2.4		MHz
t_{OFF_min}	最小オフ時間			75	150	ns
t_{ON_min}	最小オン時間			45	150	ns
I_{LIM_SW}	ピーク スイッチの電流制限	$V_{IN} = 5\text{V}$	1.9	2.2	2.5	A
$t_{STARTUP}$	ソフトスタートアップ時間	内部 SS ランプ時間、 $0\text{V} \sim V_{REF}$		2.5		ms
ロジック インターフェイス						
V_{EN_H}	EN ロジック High のスレッシュホルド				1.2	V
V_{EN_L}	EN ロジック Low のスレッシュホルド		0.4			V
R_{EN}	EN ブルダウン抵抗			1		M Ω
PROTECTION						
T_{SD}	サーマル シャットダウンのスレッシュホルド	T_J 立ち上がり		170		$^{\circ}\text{C}$
T_{SD_HYS}	サーマル シャットダウン ヒステリシス	T_J が T_{SD} を下回る		20		$^{\circ}\text{C}$

5.6 代表的特性

TLV61047 - Q1、スイッチング周波数 = 2.4MHz (標準値)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、特に記述のない限り

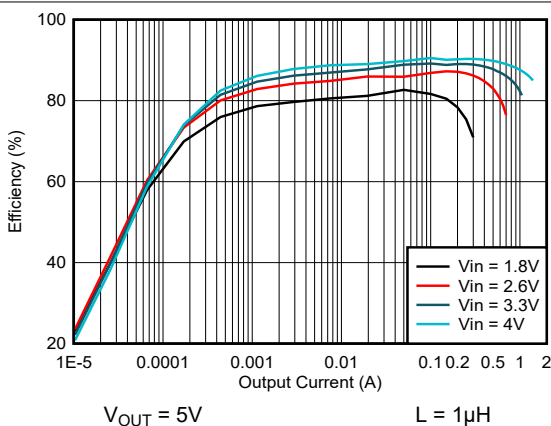


図 5-1. 効率と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 5V$

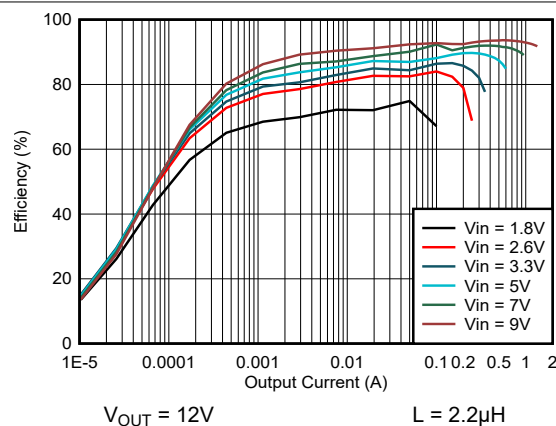


図 5-2. 効率と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 12V$

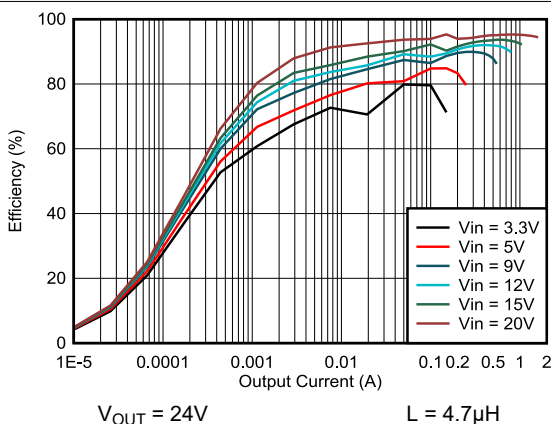


図 5-3. 効率と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 24V$

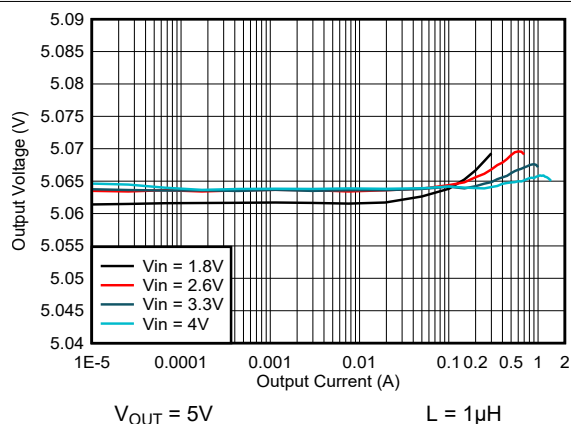


図 5-4. ロードレギュレーション、 $V_{OUT} = 5V$

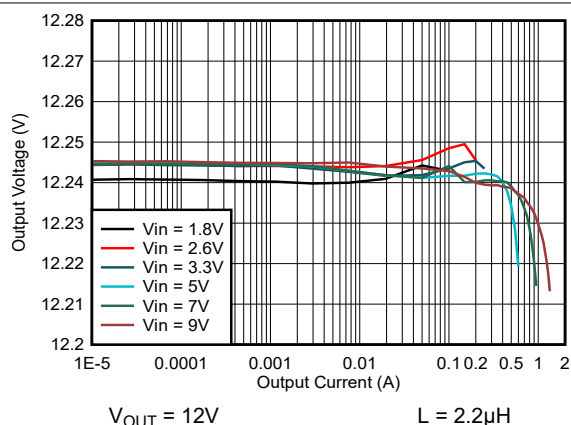


図 5-5. ロードレギュレーション、 $V_{OUT} = 12V$

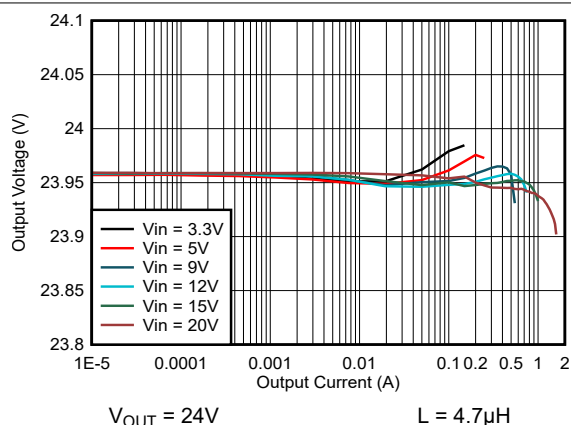


図 5-6. ロードレギュレーション、 $V_{OUT} = 24V$

5.6 代表的特性 (続き)

TLV61047 - Q1、スイッチング周波数 = 2.4MHz (標準値)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、特に記述のない限り

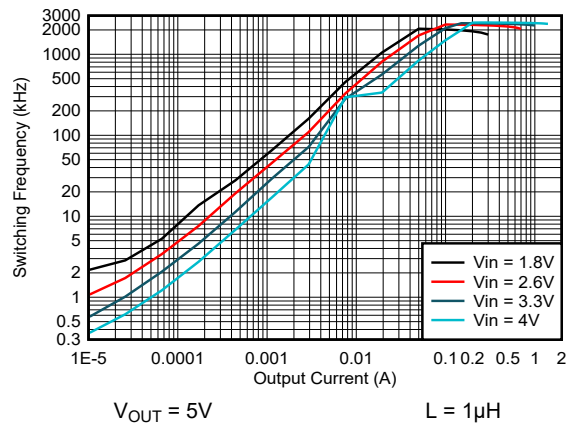


図 5-7. 周波数と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 5V$

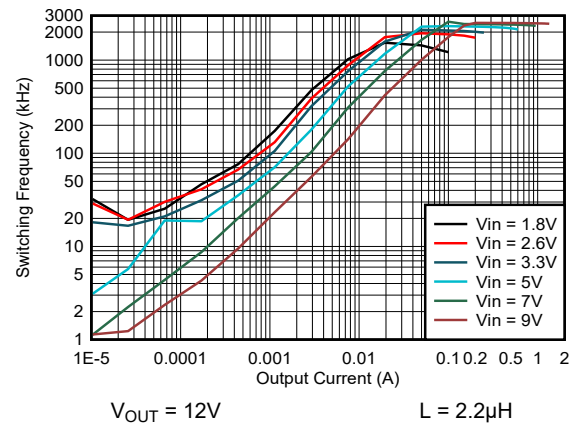


図 5-8. 周波数と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 12V$

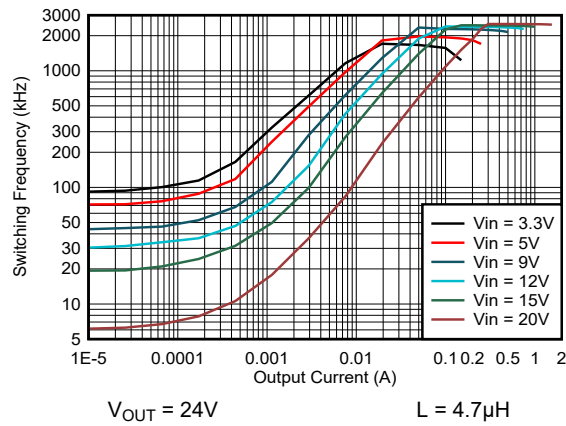


図 5-9. 周波数と出力電流との関係、 $V_{OUT} = 24V$

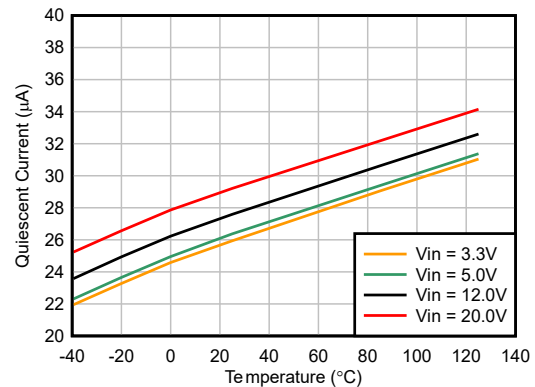


図 5-10. 静止電流と温度との関係

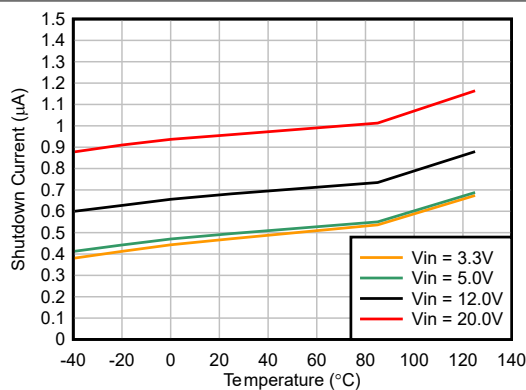


図 5-11. シャットダウン電流と温度との関係

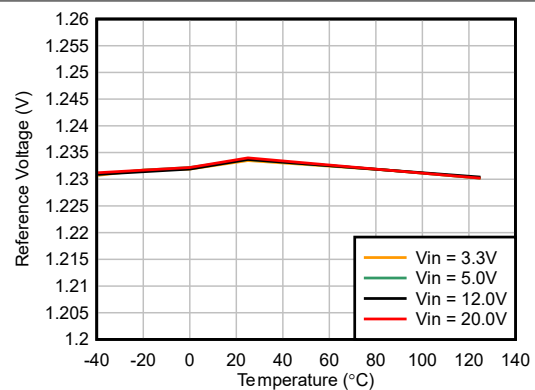


図 5-12. 基準電圧と温度との関係

5.6 代表的特性 (続き)

TLV61047 - Q1、スイッチング周波数 = 2.4MHz (標準値)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、特に記述のない限り

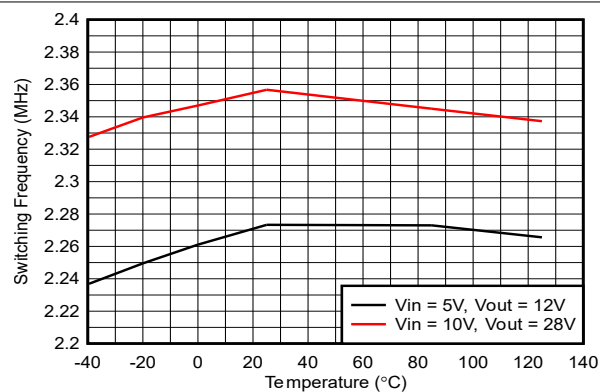


図 5-13. スイッチング周波数と温度との関係

6 詳細説明

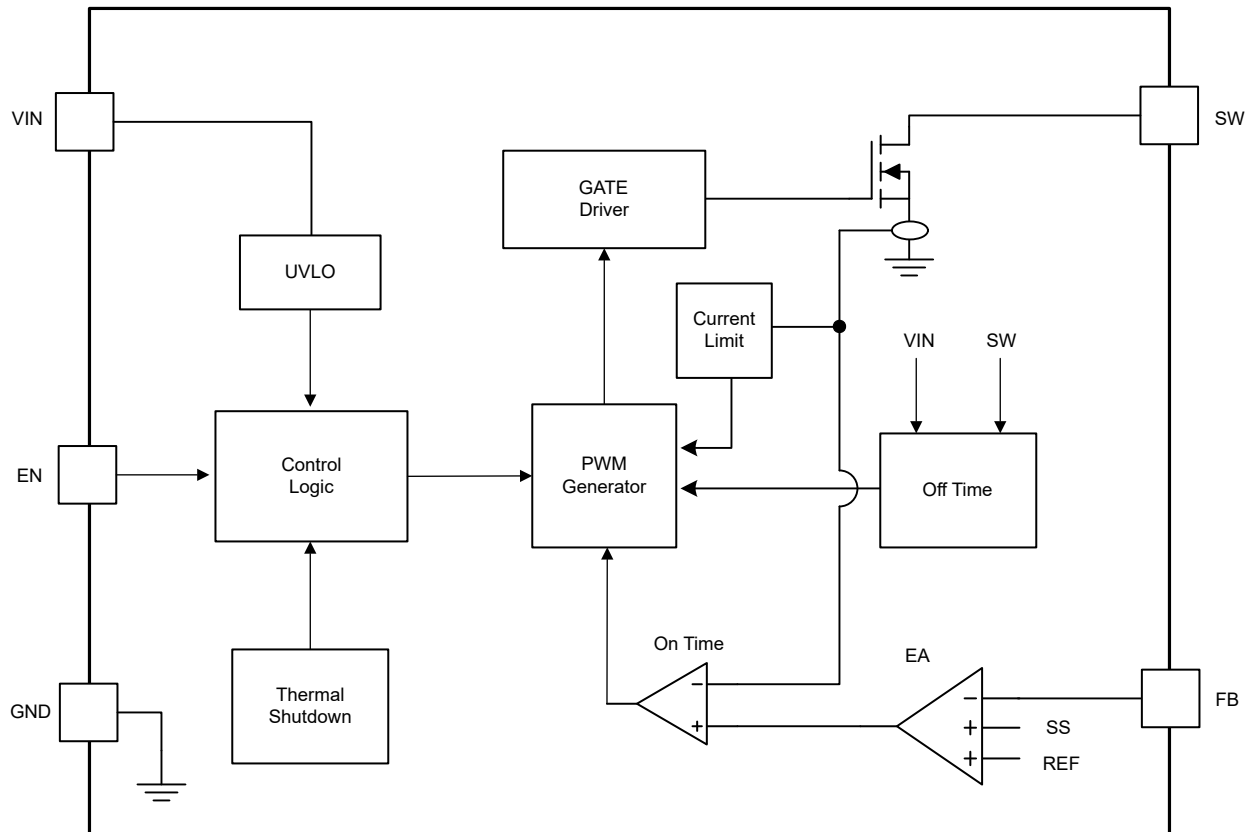
6.1 概要

TLV61047 - Q1 は、200mΩ ローサイド パワー スイッチを内蔵した非同期昇圧コンバータで、使いやすい小型サイズの電源設計を提供します。TLV61047-Q1 は、入力電圧範囲が 1.8V~20V と広く、出力電圧は最大 28V に対応し、2.2A のスイッチ電流能力を備えています。

TLV61047-Q1 は、適応型一定オフ時間ピーク電流制御トポロジを使用して、出力電圧をレギュレートします。TLV61047 - Q1 は、重 ~ 軽負荷の状況では、最小ピーク電流 (通常は 300mA) をトリガするまで、パルス幅変調 (PWM) モードで動作します。PWM モードでは、擬似定スイッチング周波数が内部で 2.4MHz に設定されます。より軽い負荷の状況では、パルス周波数変調 (PFM) モードで動作して効率を高めます。PFM モードでは、スイッチング周波数は 2.4MHz より低くなります。

TLV61047 - Q1 は、2.5ms のソフト スタート機能を搭載しています。これにより、スタートアップ時の突入電流が最小化されます。追加機能として、内部補償、サイクル単位の電流制限、サーマル シャットダウンを備えています。

6.2 機能ブロック図



6.3 機能説明

6.3.1 低電圧誤動作防止

低電圧ロックアウト (UVLO) 回路により、入力電圧が標準の UVLO 立ち下がりスレッシュホールドである 1.6V を下回ると、コンバータの動作が停止します。100mV のヒステリシスが追加されているため、入力電圧が標準的な UVLO 立ち上がりスレッシュホールドである 1.7V まで上昇するまでデバイスを再度イネーブルにすることはできません。この機能は、入力電圧が 1.6V ~ 1.7V の場合にデバイスの誤動作を防ぐために実装されています。

6.3.2 イネーブルおよびディセーブル

入力電圧が標準的な UVLO 立ち上がりスレッシュホールドである 1.7V を超え、EN ピンを High にすると、TLV61047 - Q1 がイネーブルになります。EN ピンを Low にすると、TLV61047 - Q1 は PWM スイッチを停止し、ローサイド スイッチをオフにします。EN ピンには 1MΩ の内部プルダウン抵抗があります。EN ピンがフローティングの状態の場合、デバイスはディセーブルになります。シャットダウン モードで消費される入力電流は 0.4μA (標準値) 未満です。

6.3.3 ソフト スタート

ソフトスタート機能は、レギュレータを徐々に定常状態動作ポイントへと到達させることで、起動時のストレスやサージを低減します。入力電圧が印加されると、出力コンデンサはインダクタとハイサイド整流ダイオードを経由して VIN まで充電されます。1.7V (標準値) の UVLO 立ち上がりスレッシュホールドに達し、EN がロジック High になると、内部ソフトスタート制御回路が作動し、2.5ms (標準値) の間にリファレンス電圧を 0V から 1.233V までスルーレートで立ち上げます。

6.3.4 サーマル シャットダウン

過熱および消費電力による損傷を防止するため、サーマル シャットダウンが実装されています。一般に、サーマル シャットダウンは、接合部温度が 170°C (標準値) を超える場合に発生します。サーマル シャットダウンがトリガされると、デバイスはスイッチングを停止し、接合部温度が 150°C (標準値) を下回ると回復します。

6.4 デバイスの機能モード

TLV61047 - Q1 は、重 ~ 軽負荷の状況下で、擬似定周波数のパルス幅変調 (PWM) で動作します。負荷電流が減少すると、内部エラー アンプの出力も減少し、インダクタのピーク電流が減少して電力供給も減少します。PWM モードは、負荷条件に基づいて CCM - PWM モードと DCM - PWM モードに分割できます。

- このデバイスは、重負荷から中負荷の CCM - PWM モードで動作します。このフェーズ中、インダクタ電流の谷値は常に 0 を上回ります。
- 負荷が中程度から軽度で減少し続けると、デバイスは DCM - PWM モードで動作します。DCM (不連続電流モード) という名前が示すように、このモードの明らかな特性は、各サイクルの 1 周期にわたってインダクタ電流がゼロに維持されることです。このフェーズでは、内部エラー アンプの出力によってインダクタのピーク電流を低減して、入力電力と出力電力の間のバランスを維持することができます。この動作により、ローサイド FET のオフ時間が内部で優れているため、パルス スキップなしでスイッチング周波数を準一定に維持できます。このフェーズは、インダクタのピーク電流が $I_{\text{CLAMP_LOW}}$ (通常は 300mA) まで減少すると終了します。

ピーク インダクタ電流が $I_{\text{CLAMP_LOW}}$ に達し、軽負荷または無負荷に減少した後は、ピーク インダクタ電流はそれ以上小さくなりません。入力エネルギーと出力エネルギーのバランスを維持するために、ローサイド FET が長時間オフになります。「ゼロ インダクタ電流」の期間は、DCM - PWM フェーズよりもはるかに長くなります。このフェーズは、不連続インダクタ電流と大幅に低減された周波数を特徴とし、DCM - PFM モードと呼ばれます。図 6-1 に、CCM - PWM、DCM - PWM、DCM - PFM の 3 つのフェーズを示します。

V_{IN} が V_{OUT} に非常に近い作業条件では、V_{IN} V_{OUT} 比によって決定されるターンオン時間が最小ターンオン時間よりも短くなる可能性がある場合、デバイスは DCM - PFM モードにも入ります。

軽負荷時には、T_{ON} 最小値がトリガされると、インダクタのピーク電流が $I_{\text{CLAMP_LOW}}$ を上回っていても、デバイスは DCM - PFM モードに移行します。ローサイド FET がオンになると、ローサイド FET は T_{ON} 最小値と呼ばれる最小時間オンのままになります。ローサイド FET がオンになると、少なくとも T_{ON} の最小時間にわたって、インダクタに通電されます。T_{ON} の最小値が、擬似定周波数を維持するために必要な理想的な時間よりも大きい場合、デバイスは入力と出力のエネルギー

一のバランスを取るために、オフ時間を延長する必要があります。そのため、このデバイスは DCM - PFM モードになっています。通常の動作条件下では、非常に小さなインダクタンスのインダクタを使用しない限り、 I_{CLAMP_LOW} によってトリガされる DCM - PFM モードは、 T_{ON} 最小値によってトリガされるモードよりもはるかに一般的です。

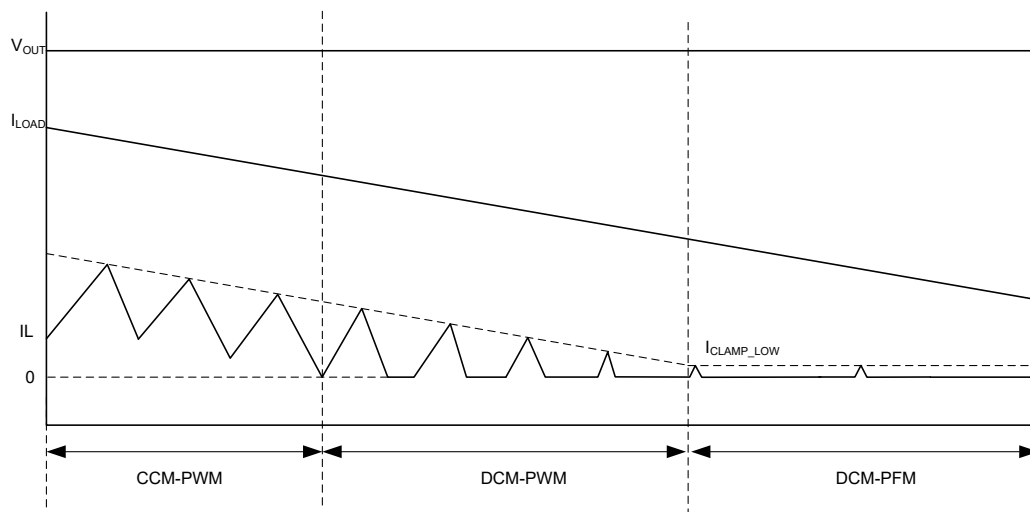


図 6-1. TLV61047-Q1 の機能モード

7 アプリケーションと実装

注

以下のアプリケーションのセクションにある情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI はその正確性も完全性も保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。また、お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

7.1 使用上の注意

TLV61047 - Q1 は、パワー スイッチとループ補償回路を内蔵した昇圧 DC/DC コンバータです。このデバイスは 1.8V ~ 20V の入力範囲と、最大 28V の出力電圧を提供します。TLV61047 - Q1 は、アダプティブ コンスタント オフタイムを備えた電流モード制御を採用しています。スイッチング周波数は準一定で、内部で 2.4MHz に設定されているため、非常に小型の表面実装インダクタとコンデンサが使用できます。以下の設計手順を使用して TLV61047-Q1 の部品値を選択できます。

7.2 代表的なアプリケーション

7.2.1 12V 出力昇圧コンバータ

この設計例では、TLV61047 - Q1 の V_{OUT} を 1.8V ~ 9V の入力電源で 12V に構成しています。

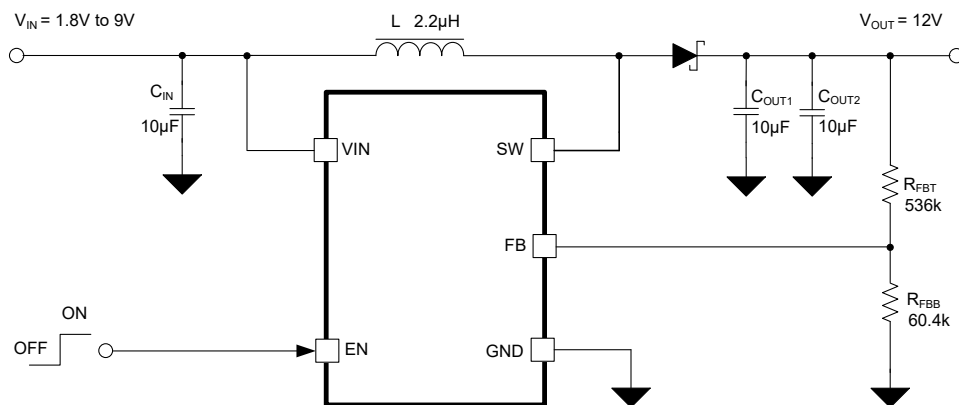


図 7-1. 代表的な 12V のアプリケーション

7.2.1.1 設計要件

この設計例のパラメータは表 7-1 に示されています。

表 7-1. 設計要件

パラメータ	値
入力電圧	1.8V ~ 9V
出力電圧	12V
周波数	2.4MHz
出力電流	0mA ~ 600mA ($V_{IN} \geq 5V$ の場合)

7.2.1.2 詳細な設計手順

7.2.1.2.1 出力電圧の設定

出力電圧は、外付けの抵抗デバイダによりプログラムされます。図 7-1 に示すように、外付け抵抗デバイダ R_{FBT} および R_{FBB} を選択すると、出力電圧は目的の値にプログラムされます。出力電圧がレギュレートされている場合、FB ピンの標準電圧は 1.233V の V_{REF} になります。

$$R_{FBT} = \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right) \times R_{FBB} \quad (1)$$

ここで

- V_{OUT} は希望する出力電圧
- V_{REF} は FB ピンの内部基準電圧

最高の精度を得るには、 R_{FBB} を 150kΩ 未満に保ち、 R_{FBB} を流れる電流が FB ピンのリーク電流の 100 倍以上になるようにします。 R_{FBB} を小さい値にすると、ノイズ注入に対する耐性が高まります。 R_{FBB} を大きい値にすると、静止電流が減少し、低負荷電流時に効率がより高くなります。

7.2.1.2.2 インダクタの選択

インダクタの選択は定常状態動作、過渡動作、ループの安定性に影響を及ぼすため、インダクタは電源レギュレータの設計で最も重要な部品です。インダクタには、インダクタの値、飽和電流、DC 抵抗 (DCR) という 3 つの重要な仕様があります。TLV61047-Q1 は、1μH ~ 4.7μH のインダクタ値で動作するように設計されています。式 2 から式 4 を使って、そのアプリケーションのインダクタのピーク電流を計算します。ワーストケースの電流を計算するには、アプリケーションの最小入力電圧、最大出力電圧、最大負荷電流を使用します。十分な設計マージンを確保するには、公差が -30% で、電力変換効率が低いインダクタ値を計算用に選択します。昇圧レギュレータでは、式 2 を使用してインダクタ DC 電流を計算します。

$$I_{L(DC)} = \frac{V_{OUT} \times I_{OUT}}{V_{IN} \times \eta} \quad (2)$$

ここで

- V_{OUT} = 出力電圧
- I_{OUT} = 出力電流
- V_{IN} = 入力電圧
- η = 電力変換効率、ほとんどのアプリケーションでは 80% を使用

インダクタリップル電流は、連続導通モード (CCM) での非同期昇圧コンバータの以下の式で計算されます。

$$\Delta I_{L(P-P)} = \frac{V_{IN} \times (V_{OUT} + V_D - V_{IN})}{L \times f_{SW} \times (V_{OUT} + V_D)} \quad (3)$$

ここで

- $\Delta I_{L(P-P)}$ = インダクタリップル電流
- L = インダクタの値
- f_{SW} = スイッチング周波数
- V_{OUT} = 出力電圧
- V_{IN} = 入力電圧
- V_F = ショットキー ダイオードの順方向電圧

したがって、インダクタのピーク電流は以下の式で計算されます。

$$I_{L(P)} = I_{L(DC)} + \frac{\Delta I_{L(P-P)}}{2} \quad (4)$$

通常、最大出力電流を得るために、インダクタのピーク ツー ピーク電流を平均インダクタ電流の 40% 未満とすることを推奨します。より大きい値のインダクタでリップルが小さいほど、インダクタ内の磁気ヒステリシス損失と EMI が減少します。ただし、同時に負荷過渡応答時間が長くなります。表 7-2 に、2.4MHz 構成の TLV61047 - Q1 に推奨されるインダクタを示します。

表 7-2. 2.4MHz 構成での TLV61047 - Q1 の推奨インダクタ

部品番号	L (μH)	DCR 最大値 (mΩ)	飽和電流の代表値 (A)	サイズ (L x W x H) (mm)	メーカー ⁽¹⁾
74438357022	2.2	26	9.2	4.1 × 4.1 × 3.1	ウルトエレクトロニクス
XAL4020-222ME	2.2	38.7	5.6	4 × 4 × 2.1	Coilcraft
SWPA5040S4R7NT	4.7	39	3.9	5 × 5 × 4	Sunlord
XAL4030-472ME	4.7	44.1	4.5	4 × 4 × 3	Coilcraft

(1) 「サード パーティ製品に関する免責事項」をご覧ください。

7.2.1.2.3 入力および出力コンデンサの選択

出力コンデンサは主に、出力リップルとループ安定性の要件を満たすように選択します。このリップル電圧は、コンデンサの容量および等価直列抵抗 (ESR) に関連します。ESR がゼロのセラミック コンデンサを仮定すると、所定のリップルに対して必要な最小容量は式 5 を用いて計算できます。

$$C_{OUT} = \frac{I_{OUT} \times D_{MAX}}{f_{SW} \times V_{RIPPLE}} \quad (5)$$

ここで

- D_{MAX} = 最大スイッチング デューティ サイクル
- V_{RIPPLE} = ピーク ツー ピーク出力電圧リップル

タンタルまたはアルミ電解コンデンサを使用する場合は、出力リップルに対する ESR の影響を考慮する必要があります。

DC バイアス、経年劣化、AC 信号によるセラミック コンデンサのデレーティングを評価する際には注意が必要です。たとえば、DC バイアスにより静電容量が大幅に低減する可能性があります。セラミック コンデンサは、定格電圧で容量の 50% 以上を失う可能性があります。そのため、電圧定格には常にマージンを確保して、必要な出力電圧で十分な容量が得られるようにします。

TI は、主要なアプリケーションをカバーする、実効容量 10μF の出力コンデンサの使用を推奨します。また、高い RMS 電流ループ インダクタンスを低減するため、整流ダイオードのカソードと TLV61047-Q1 の GND ピンの間に、小型の 1μF コンデンサを直接配置することを推奨します。出力コンデンサは、昇圧レギュレータの小信号制御ループの安定性に影響します。出力コンデンサがこの範囲を下回ると、昇圧レギュレータが不安定になる可能性があります。PWM モードでは、出力コンデンサを大きくすると、出力電圧リップルが小さくなります。表 7-3 に、TLV61047 - Q1 用の推奨コンデンサをリスト化しています。

表 7-3. TLV61047-Q1 用の推奨出力コンデンサ

部品番号	C _{OUT} (μF)	定格	パッケージ	メーカー ⁽¹⁾
TMK316BLD106KL	10	25V, X5R	1206	Taiyo Yuden
CC1206KKX5R8BB106	10	25V, X5R	1206	Yageo
CGA5L1X7R1H106K160AC	10	50V, X7R	1206	TDK

(1) 「サード パーティ製品に関する免責事項」をご覧ください。

これらのセラミック コンデンサは、ESR が非常に低く、小型で入手できるため、昇圧コンバータの入力デカップリングに最適です。入力コンデンサは、できる限りデバイスに近づけて配置する必要があります。10μF の入力コンデンサまたは同等品でほとんどの用途には十分ですが、入力電流リップルを低減するために、より大きな容量を使用することもできます。

セラミック入力コンデンサのみを使用する場合には注意が必要です。入力でセラミック コンデンサを使用している場合に、長いワイヤを通して (壁のアダプタなどから) 電源を供給すると、出力での負荷ステップにより VIN ピンでリンギングが生じる可能性があります。このリンギングは出力に結びつき、ループが不安定であると誤判断されたり、デバイスの損傷を招くこともあります。このような状況では、C_{IN} と電源リードの間に追加の「バルク」キャパシタ (電解またはタンタル) を配置する必要があります。これは、電源リードのインダクタンスと C_{IN} との間で発生する可能性のあるリンギングを低減するためです。

7.2.1.2.4 ダイオード整流器の選択

ショットキー ダイオードは順方向電圧降下が低く、逆回復荷電が小さいため、推奨されるタイプとなります。ショットキー ダイオードを選択するときは、逆リーク電流のパラメータが小さいことが重要です。ダイオードの定格は、最大出力電圧に加えて、スイッチ ノードのリングングを処理できる必要があります。また、ダイオードは平均出力電流を処理できる必要があります。

7.2.1.3 アプリケーション曲線

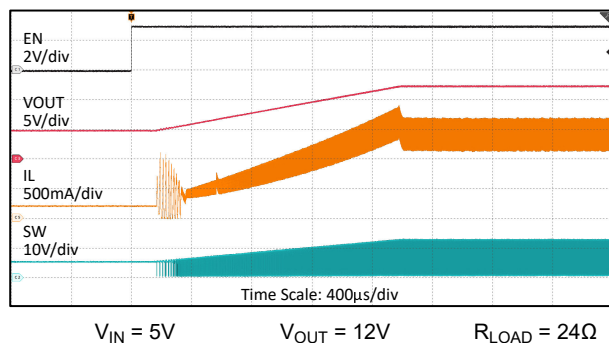


図 7-2. EN による起動時の波形

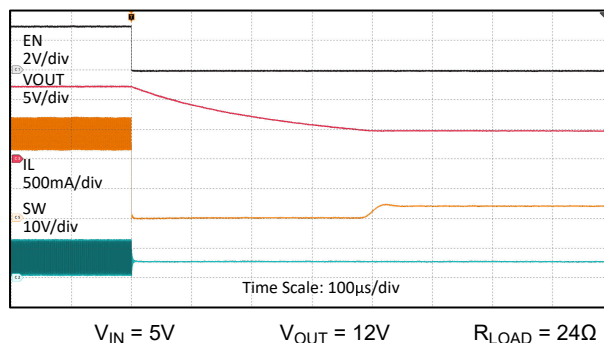


図 7-3. EN によるシャットダウン時の波形

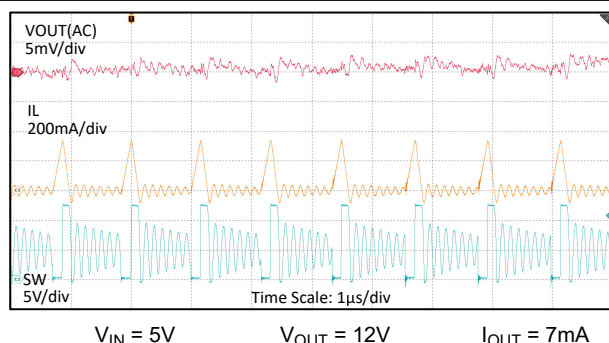


図 7-4. 定常状態におけるスイッチング波形

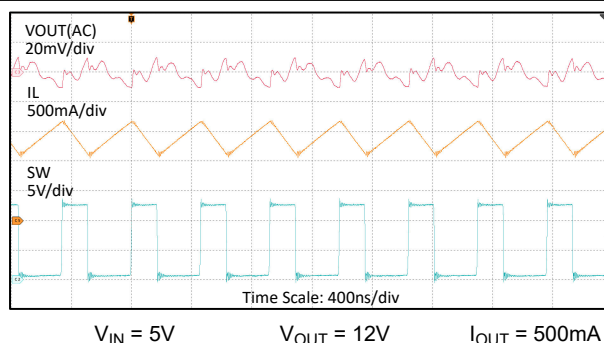


図 7-5. 定常状態におけるスイッチング波形

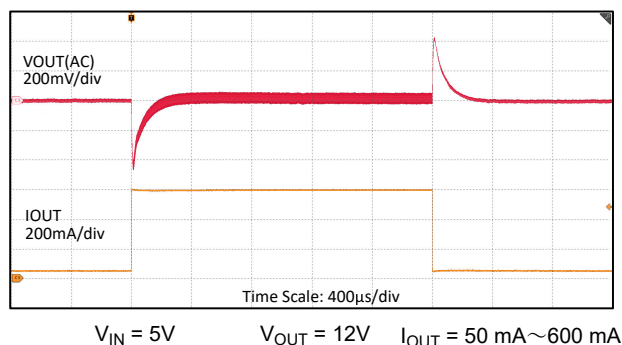


図 7-6. 負荷過渡

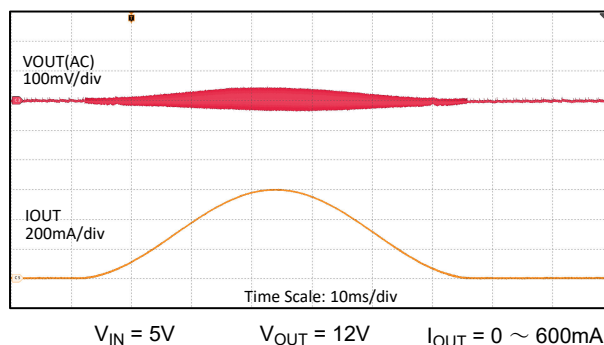


図 7-7. 負荷スイープ

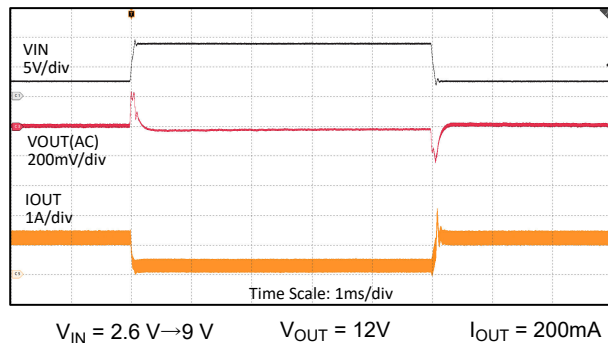


図 7-8. ライン トランジェント

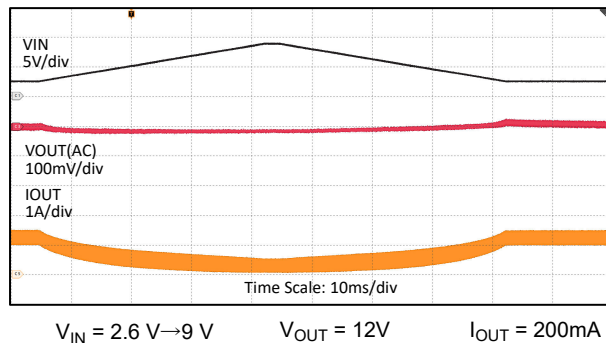


図 7-9. ライン スイープ

7.2.2 28V 出力昇圧コンバータ

この設計例では、TLV61047 - Q1 の V_{OUT} を 9V ~ 20V の入力電源で 28V に構成しています。インダクタ、入力および出力コンデンサのダイオードを含む部品選択の原理は、「12V 出力昇圧コンバータ」の例のものと同じです。

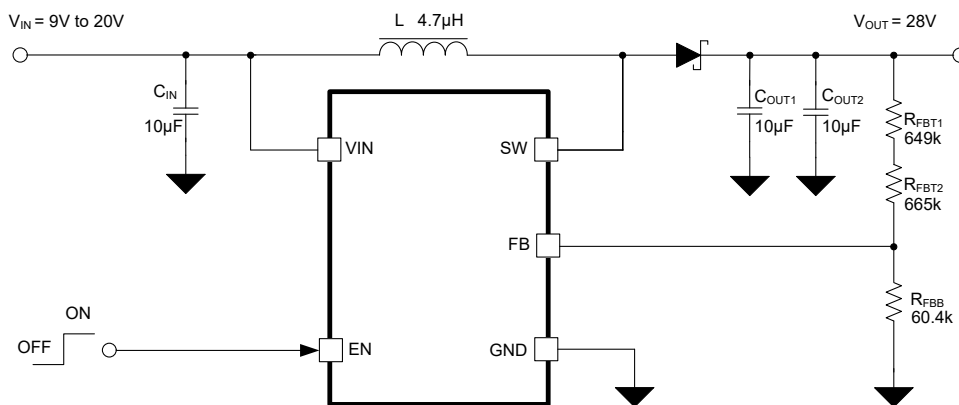


図 7-10. 代表的な 28V のアプリケーション

7.2.2.1 設計要件

表 7-4. 設計要件

パラメータ	値
入力電圧	9V ~ 20V
出力電圧	28V
周波数	2.4MHz
出力電流	0mA ~ 600mA ($V_{IN} \geq 12V$ の場合)

7.2.2.2 アプリケーション曲線

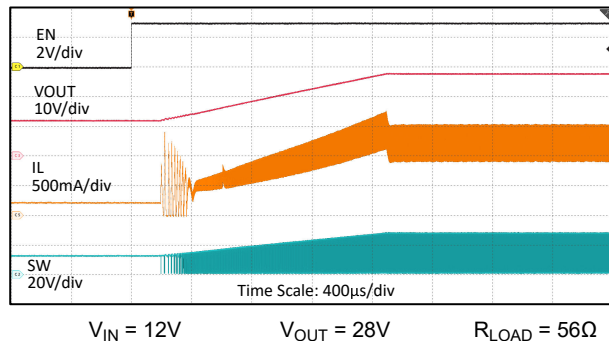


図 7-11. EN による起動時の波形

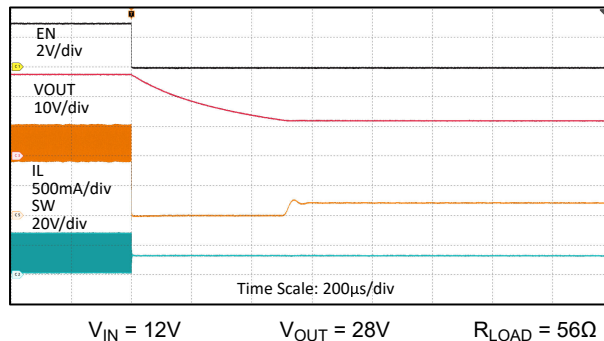


図 7-12. EN によるシャットダウン時の波形

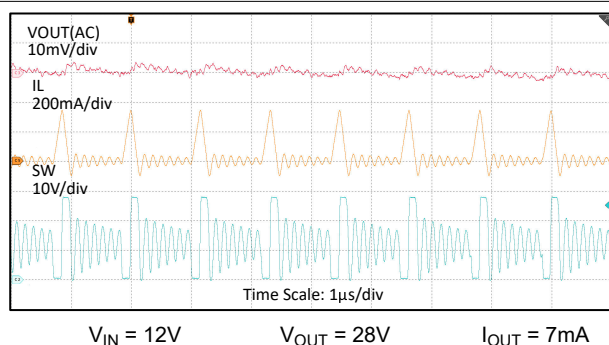


図 7-13. 定常状態におけるスイッチング波形

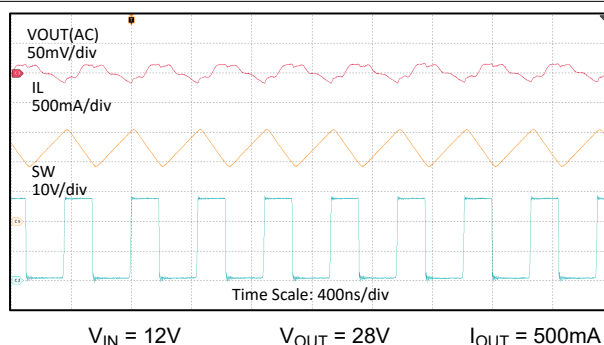


図 7-14. 定常状態におけるスイッチング波形

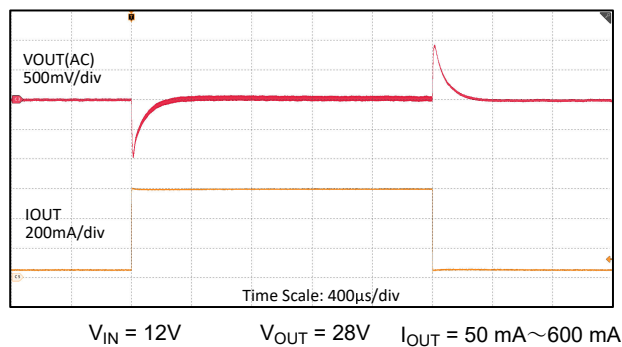


図 7-15. 負荷過渡

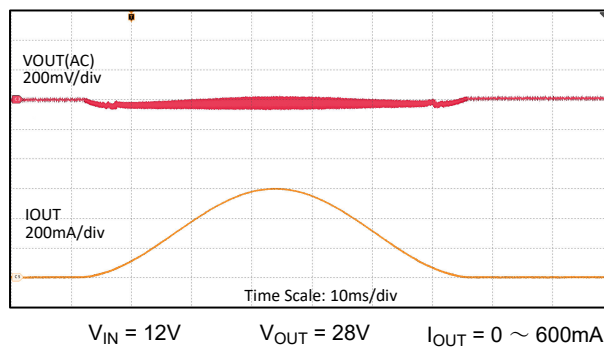


図 7-16. 負荷スweep

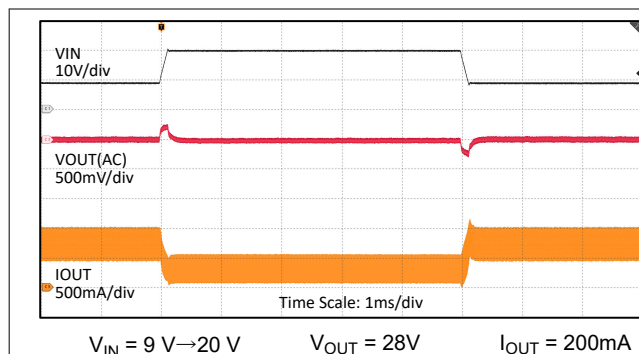


図 7-17. ライン トランジェント

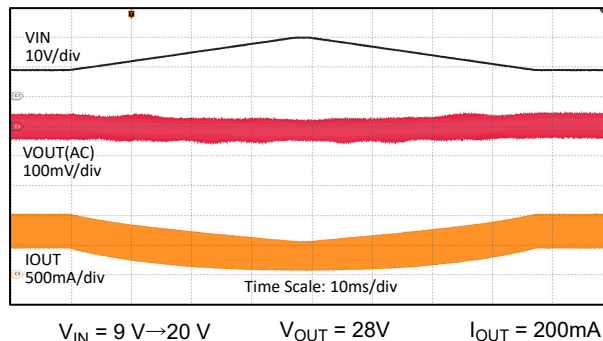


図 7-18. ライン スイープ

7.3 電源に関する推奨事項

このデバイスは、1.8V～20V の入力電源電圧範囲で動作するように設計されています。この入力電源には適切なレギュレーションが行われる必要があります。入力電源がコンバータから数インチ以上離れている場合は、セラミック バイパス コンデンサに加えて追加のバルク容量が必要となることがあります。一般的な選択肢は、47 μ F の電解コンデンサまたはタンタル コンデンサです。入力電源の出力電流は、TLV61047-Q1 の電源電圧、出力電圧、出力電流に応じた定格である必要があります。

7.4 レイアウト

7.4.1 レイアウトのガイドライン

すべてのスイッチング電源、特に高いスイッチング周波数と大電流で動作する電源については、レイアウトは、重要な設計ステップです。レイアウトを注意深く行わないと、レギュレータで不安定性やノイズの問題が発生する可能性があります。効率を最大化するために、スイッチの立ち上がり時間と立ち下がり時間は非常に短くなっています。高周波ノイズ (たとえば EMI) の放射を防止するには、高周波スイッチング パスを適切にレイアウトすることが不可欠です。SW ピンに接続されるすべてのパターンの長さや面積を最小限に抑え、スイッチング レギュレータの下には常にグランド プレーンを使用して、プレーン間カップリングを最小限に抑えます。入力コンデンサは、入力電源リップルを低減するために、VIN ピンの近くに配置するだけでなく、GND ピンの近くに配置する必要があります。

すべての昇圧コンバータで最も重要な電流パスは、スイッチング FET から整流ダイオードおよび出力コンデンサを通して、スイッチング FET のグランドへと戻る経路です。この大電流パスには、ナノ秒単位の立ち上がり時間と立ち下がり時間があるので、できる限り短くする必要があります。したがって、出力コンデンサは、GND ピンに近づけるだけでなく、SW ピンでのオーバーシュートを減らすためにハイサイド整流器のカソードにも近づける必要があります。

7.4.2 レイアウト例

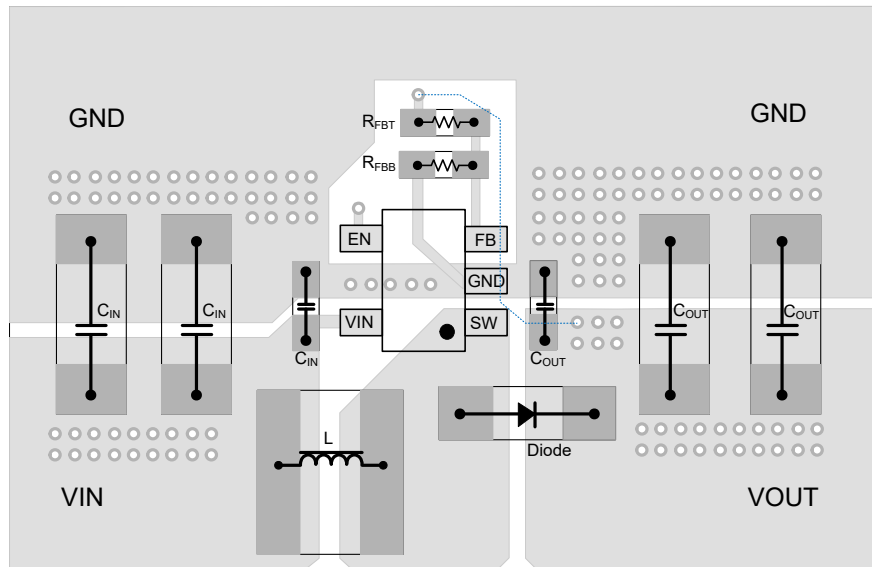


図 7-19. TLV61047-Q1 のレイアウト

8 デバイスおよびドキュメントのサポート

8.1 デバイス サポート

8.1.1 サード・パーティ製品に関する免責事項

サード・パーティ製品またはサービスに関するテキサス・インスツルメンツの出版物は、単独またはテキサス・インスツルメンツの製品、サービスと一緒に提供される場合に関係なく、サード・パーティ製品またはサービスの適合性に関する是認、サード・パーティ製品またはサービスの是認の表明を意味するものではありません。

8.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、www.tij.co.jp のデバイス製品フォルダを開いてください。右上のアラートを受け取るをクリックして登録すると、製品情報の更新に関する週次ダイジェストを受け取れます。変更の詳細については、修正されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

8.3 サポート・リソース

[テキサス・インスツルメンツ E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

8.4 商標

テキサス・インスツルメンツ E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

8.5 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

8.6 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#)

この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

9 改訂履歴

日付	改訂	注
March 2026	*	初版リリース

10 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は、指定のデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
TLV61047QDDCRQ1	Active	Production	SOT-23- THIN (DDC) 5	3000 LARGE T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1047Q

⁽¹⁾ **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

⁽²⁾ **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

⁽³⁾ **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

⁽⁴⁾ **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

⁽⁶⁾ **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "-" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

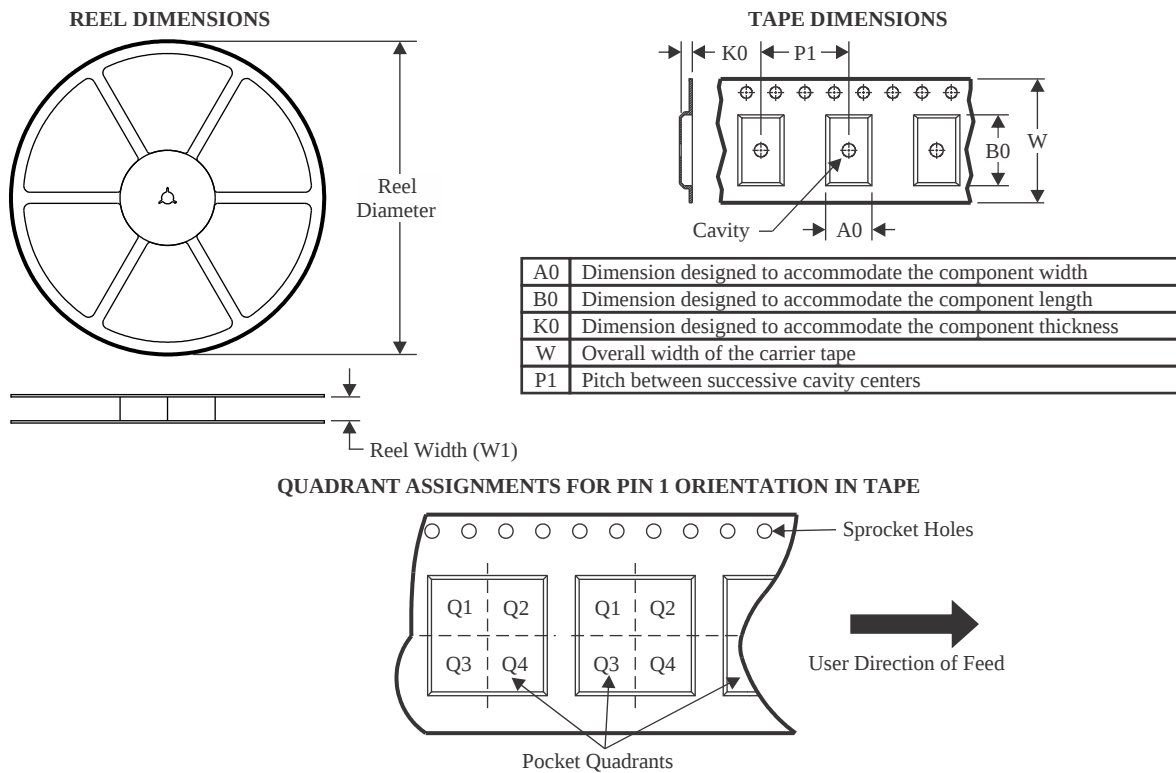
OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TLV61047-Q1 :

- Catalog : [TLV61047](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

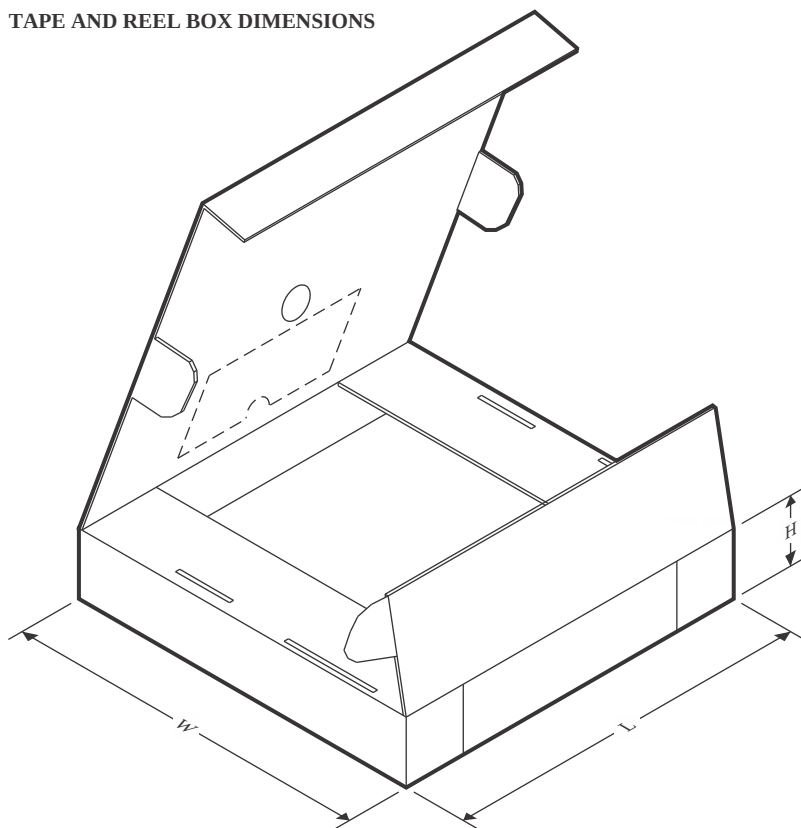
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

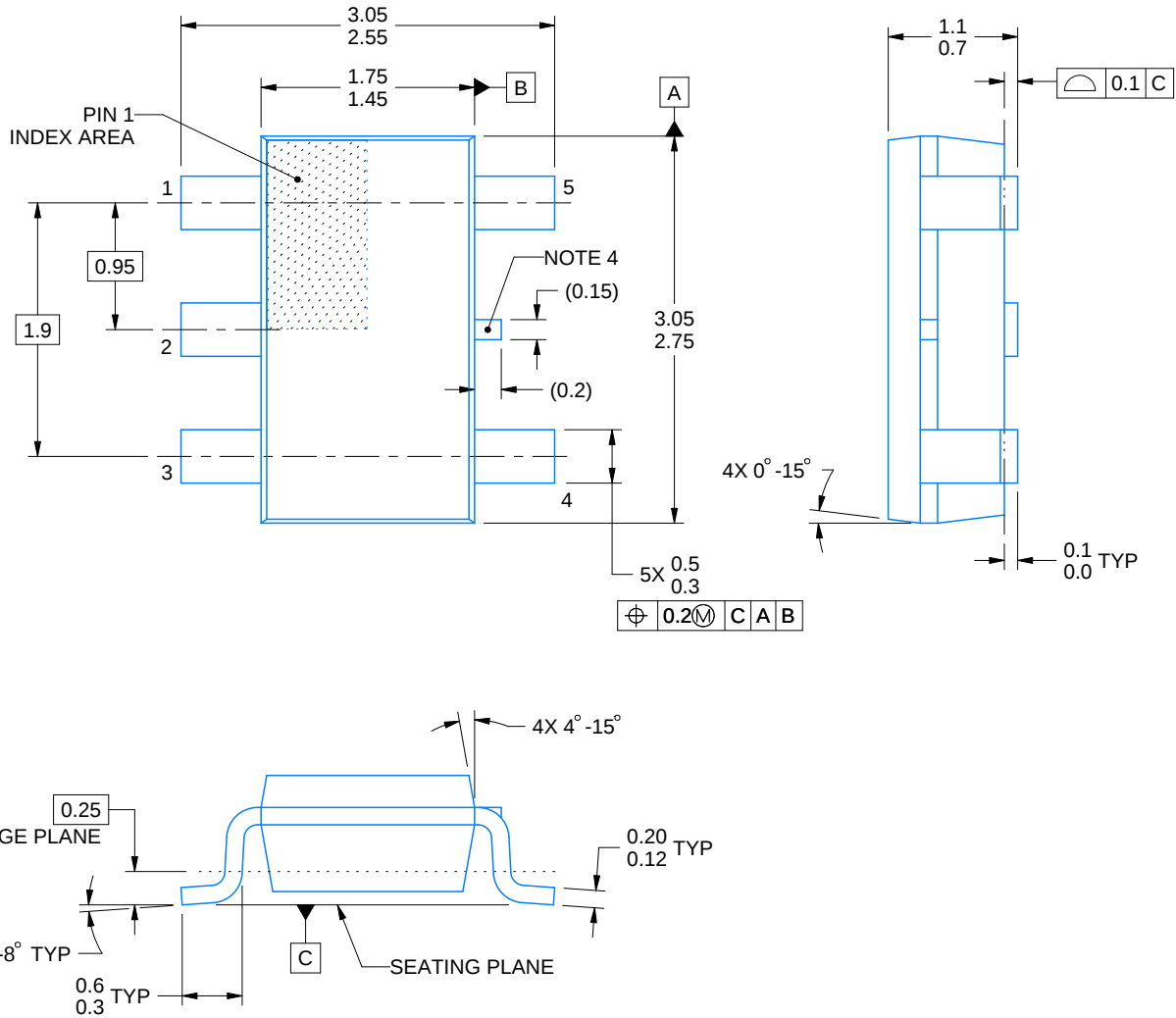
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TLV61047QDDCRQ1	SOT-23-THIN	DDC	5	3000	180.0	8.4	3.2	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TLV61047QDDCRQ1	SOT-23-THIN	DDC	5	3000	210.0	185.0	35.0



4220752/C 08/2024

NOTES:

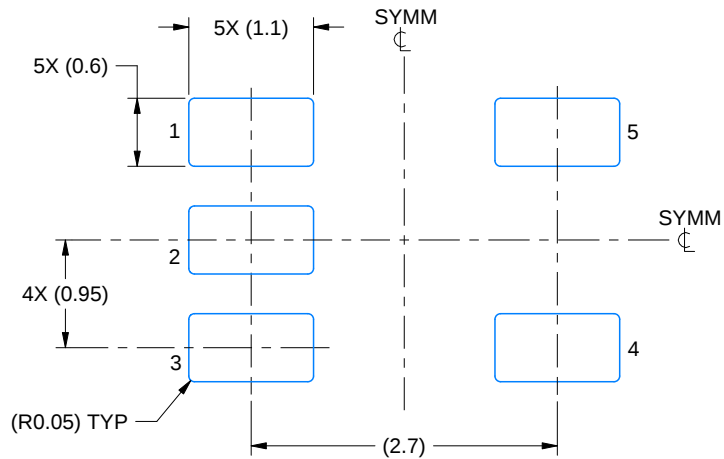
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC MO-193.
4. Support pin may differ or may not be present.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

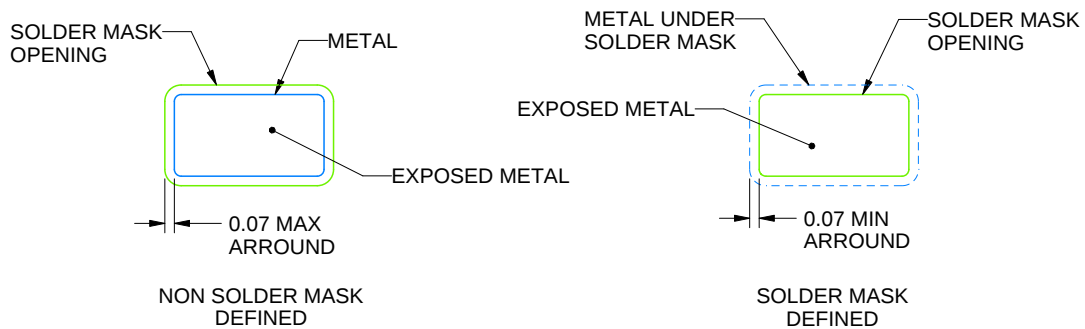
DDC0005A

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPLODED METAL SHOWN
SCALE:15X

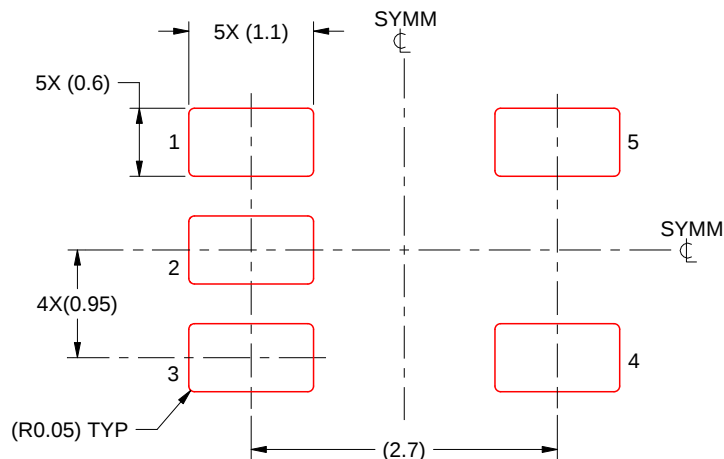


SOLDERMASK DETAILS

4220752/C 08/2024

NOTES: (continued)

4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.125 THICK STENCIL
 SCALE:15X

4220752/C 08/2024

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
7. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含みいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月