

TLV61047-Q1 汽车用 20V_{IN}、28V_{OUT}、2.2A 非同步升压转换器

1 特性

- 符合 AEC-Q100 标准：
 - 器件温度等级 1：-40°C 至 +125°C 环境工作温度范围
- 功能安全型
 - 可提供用于功能安全系统设计的文档
- 输入电压范围：1.8V 至 20V
- 输出电压范围：4.5V 至 28V
- 集成低侧 FET：200mΩ
- 高效率
 - 效率高达 89.7% ($V_{IN} = 5V$ 至 $V_{OUT} = 12V$ 且 $I_{OUT} = 0.25A$ 时)
 - 效率高达 90.4% ($V_{IN} = 12V$ 至 $V_{OUT} = 28V$ 且 $I_{OUT} = 0.35A$ 时)
- 峰值开关电流限值：2.2A
- 开关频率：2.4MHz
- 基准电压精度：±2.0%
- 典型静态电流：25μA
- 典型关断电流：0.4μA
- 轻负载下采用 PFM 运行模式
- 内部补偿
- 内部软启动时间：2.5ms
- 逐周期电流限制
- 热关断保护
- SOT-23-5 DDC 封装

2 应用

- LED 电源
- 数码相机
- GPS 设备
- 移动电话
- OLED 面板电源
- USB 供电设备

3 说明

TLV61047-Q1 是一款高压非同步升压转换器，集成了 200mΩ 低侧电源开关，可提供易于使用的小尺寸电源解决方案。TLV61047-Q1 具有 1.8V 至 20V 的宽输入电压范围，输出电压高达 28V，具有 2.2A 开关电流能力。

TLV61047-Q1 采用自适应恒定关断时间峰值电流控制拓扑结构来调节输出电压。在重负载到轻负载条件下，TLV61047-Q1 在脉宽调制 (PWM) 模式下工作，直到触发 T_{on} 最短时间或最小峰值电流 (典型值 300mA)。在轻负载条件下，该器件在脉冲频率调制 (PFM) 模式下工作，以提高效率和纹波性能。

准恒定开关频率在内部设置为 2.4MHz，允许使用极小型表面贴装电感器和电容器。TLV61047-Q1 具有内置 2.5ms 软启动时间，可更大限度地减小启动期间的浪涌电流。附加功能包括内部补偿、逐周期电流限制和热关断。

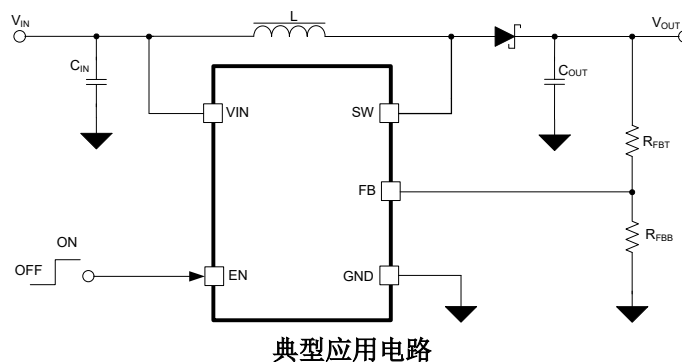
TLV61047-Q1 采用 SOT-23-5 DDC 封装。

封装信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	封装尺寸 ⁽²⁾
TLV61047-Q1	DDC (SOT-23-THN, 5)	2.9mm × 2.8mm

(1) 有关更多信息，请参阅节 10。

(2) 封装尺寸 (长 × 宽) 为标称值，并包括引脚 (如适用)。



内容

1 特性	1	6.4 器件功能模式	10
2 应用	1	7 应用和实施	12
3 说明	1	7.1 应用信息.....	12
4 引脚配置和功能	3	7.2 典型应用.....	12
5 规格	4	7.3 电源相关建议.....	18
5.1 绝对最大额定值.....	4	7.4 布局.....	18
5.2 ESD 等级.....	4	8 器件和文档支持	19
5.3 建议运行条件.....	4	8.1 器件支持.....	19
5.4 热性能信息.....	4	8.2 接收文档更新通知.....	19
5.5 电气特性.....	5	8.3 支持资源.....	19
5.6 典型特性.....	6	8.4 商标.....	19
6 详细说明	9	8.5 静电放电警告.....	19
6.1 概述.....	9	8.6 术语表.....	19
6.2 功能方框图.....	9	9 修订历史记录	19
6.3 特性说明.....	10	10 机械、封装和可订购信息	19

4 引脚配置和功能

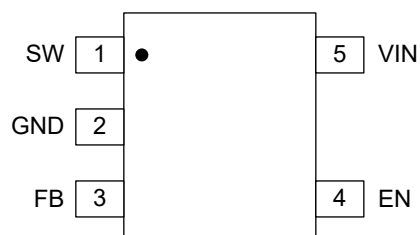


图 4-1. DDC 封装 5 引脚 SOT-23-THN (顶视图)

表 4-1. 引脚功能

引脚		类型 ⁽¹⁾	说明
名称	DDC 编号		
SW	1	PWR	转换器的开关引脚。该引脚连接至内部功率 MOSFET 的漏极。
GND	2	G	接地
FB	3	I	输出电压的电压反馈。连接到电阻分压器的中心抽头，可对输出电压进行编程。
EN	4	I	启用逻辑输入。逻辑高电压会启用器件。逻辑低电压可禁用器件并使其进入关断模式。
VIN	5	I	IC 电源输入

(1) I = 输入，G = 地，PWR = 电源

5 规格

5.1 绝对最大额定值

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明) ⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
端子上的电压范围 ⁽²⁾	VIN、EN	-0.3	20.5	V
	SW	-0.3	32	V
	FB	-0.3	6	V
工作结温范围, T _J		-40	150	°C
贮存温度, T _{stg}		-65	150	°C

- (1) 超出绝对最大额定值范围操作可能会导致器件永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议的工作条件以外的任何其他条件下能够正常运行。如果超出建议运行条件但在绝对最大额定值范围内使用, 器件可能不会完全正常运行, 这可能影响器件的可靠性、功能和性能并缩短器件寿命。
- (2) 所有电压值都是以网络接地端为基准。

5.2 ESD 等级

			值	单位
V _(ESD)	静电放电	人体放电模型 (HBM), 符合 AEC Q100-002 标准, 所有引脚 ⁽¹⁾	±2000	V
		充电器件模型 (CDM), 符合 AEC Q100-011, 所有引脚	±750	V

- (1) AEC Q100-002 指示必须按照 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 规范执行 HBM 应力测试。

5.3 建议运行条件

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

		最小值	典型值	最大值	单位
V _{IN}	输入电压范围	1.8		20	V
V _{OUT}	输出电压范围	4.5		28	V
L	电感范围	1	2.2	10	μH
C _{IN}	有效输入电容范围	1	10		μF
C _{OUT}	有效输出电容范围	1	10		μF
T _J	工作结温	-40		125	°C

5.4 热性能信息

热指标 ⁽¹⁾		TLV61047-Q1	单位
		DDC (SOT23)	
		5 引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	145.8	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳 (顶部) 热阻	77.6	
R _{θJB}	结至电路板热阻	56.5	
ψ _{JT}	结至顶部特征参数	28.5	
ψ _{JB}	结至电路板特征参数	54.9	
R _{θJC(bot)}	结至外壳 (底部) 热阻	不适用	

- (1) 有关新旧热指标的更多信息, 请参阅[半导体](#)和[IC 封装热指标](#)应用手册。

5.5 电气特性

$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 150°C , $V_{IN} = 5.0\text{V}$ 。除非另有说明, 否则典型值是在 $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ 时给出。

参数		测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
电源						
V_{IN}	输入电压范围		1.8		20	V
V_{IN_UVLO}	欠压锁定阈值	V_{IN_UVLO} 上升		1.7	1.79	V
		V_{IN_UVLO} 下降		1.55	1.64	
V_{IN_HYS}	V_{IN_UVLO} 迟滞			150		mV
I_{Q_VIN}	流入 V_{IN} 引脚的静态电流	IC 启用, 无负载, 无开关, $V_{IN} = 1.8\text{V}$ 至 20V , $FB = 1.4\text{V}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		25	50	μA
I_{SD}	流入 V_{IN} 引脚的关断电流	IC 禁用, $V_{IN} = 1.8\text{V}$ 至 20V , $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C		0.4	2.1	μA
I_{FB_LKG}	流入 FB 引脚的漏电流	$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C			50	nA
I_{SW_LKG}	流入 SW 引脚的漏电流	IC 禁用, $SW = 28\text{V}$, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C			500	nA
输出						
V_{OUT}	输出电压范围		4.5		28	V
V_{REF}	FB 引脚上的基准电压	PWM 和 PFM 模式, $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ 至 125°C	1.209	1.233	1.258	V
电源开关						
$R_{DS(on)}$	低侧 MOSFET 导通电阻	$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 12\text{V}$		200		$\text{m}\Omega$
F_{SW}	开关频率	$V_{IN} = 5\text{V}$, $V_{OUT} = 12\text{V}$		2.4		MHz
t_{OFF_min}	最短关断时间			75	150	ns
t_{ON_min}	最短导通时间			45	150	ns
I_{LIM_SW}	峰值开关电流限值	$V_{IN} = 5\text{V}$	1.9	2.2	2.5	A
$t_{STARTUP}$	软启动时间	从 0V 到 V_{REF} 的内部 SS 斜升时间		2.5		ms
逻辑接口						
V_{EN_H}	EN 逻辑高电平阈值				1.2	V
V_{EN_L}	EN 逻辑低电平阈值		0.4			V
R_{EN}	EN 下拉电阻器			1		$\text{M}\Omega$
保护						
T_{SD}	热关断阈值	T_J rising		170		$^{\circ}\text{C}$
T_{SD_HYS}	热关断迟滞	T_J 降至 T_{SD} 以下		20		$^{\circ}\text{C}$

5.6 典型特性

TLV61047-Q1, 开关频率 = 2.4MHz (典型值)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非另有说明

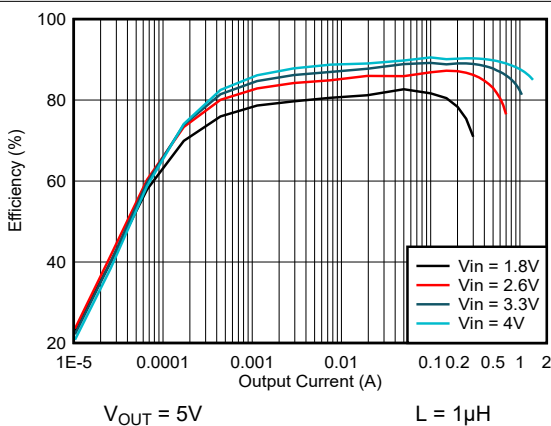


图 5-1. 效率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 5V$

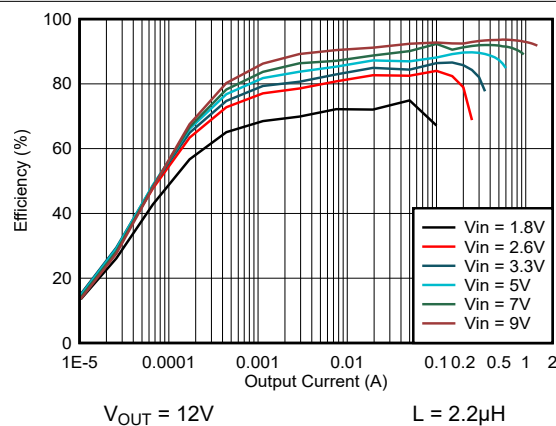


图 5-2. 效率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 12V$

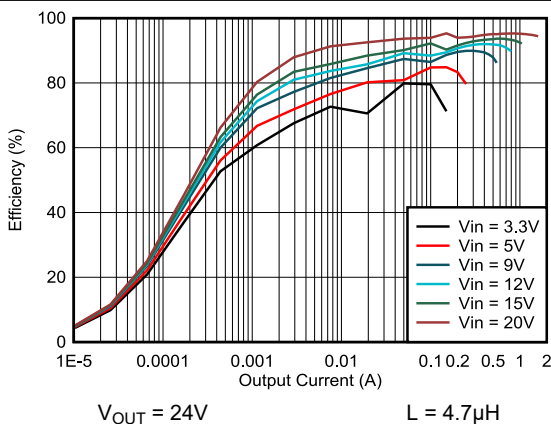


图 5-3. 效率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 24V$

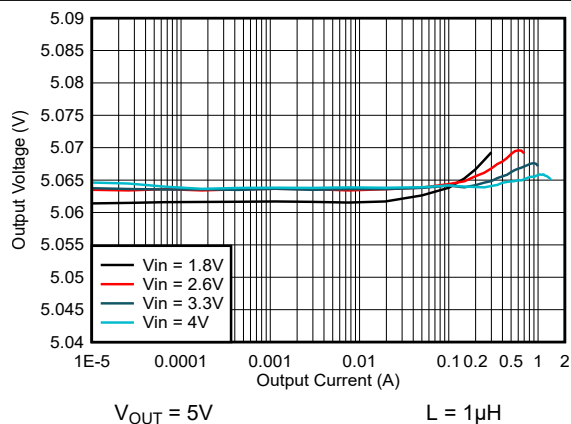


图 5-4. 负载调整率, $V_{OUT} = 5V$

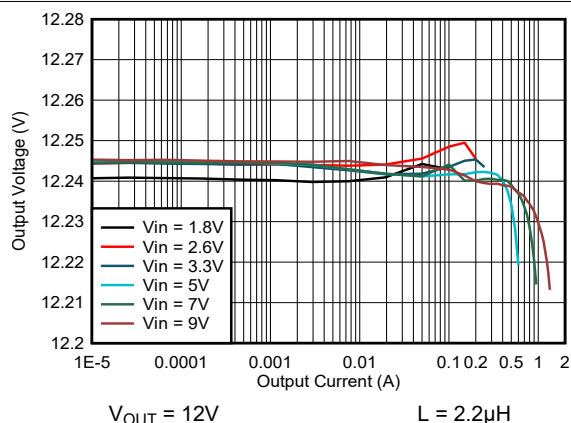


图 5-5. 负载调整率, $V_{OUT} = 12V$

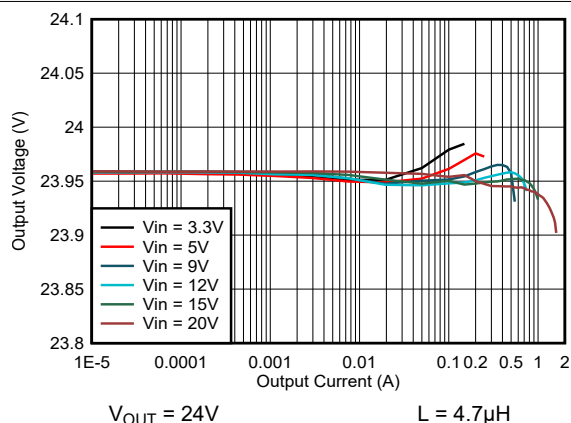


图 5-6. 负载调整率, $V_{OUT} = 24V$

5.6 典型特性 (续)

TLV61047-Q1, 开关频率 = 2.4MHz (典型值)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非另有说明

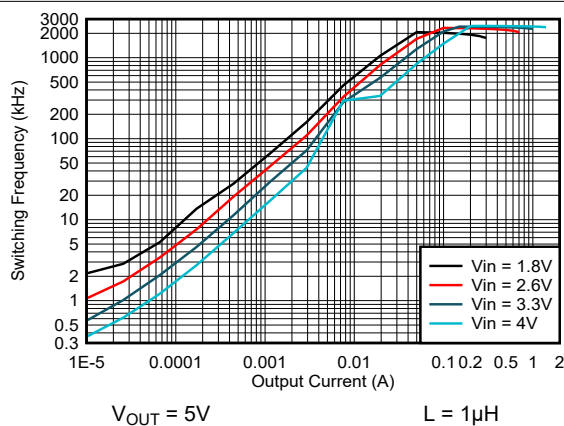


图 5-7. 频率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 5V$

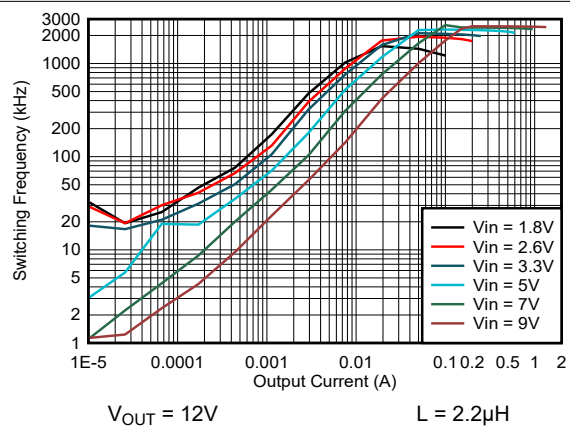


图 5-8. 频率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 12V$

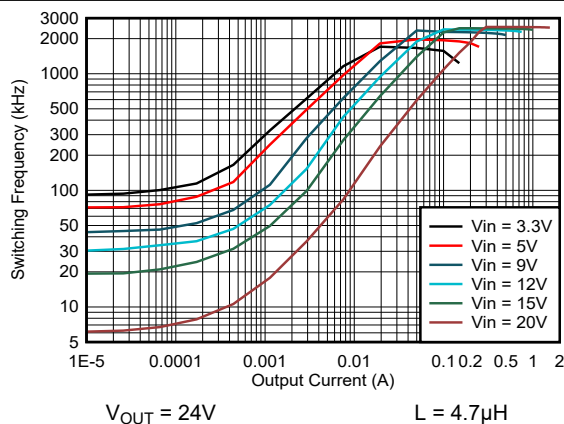


图 5-9. 频率与输出电流间的关系, $V_{OUT} = 24V$

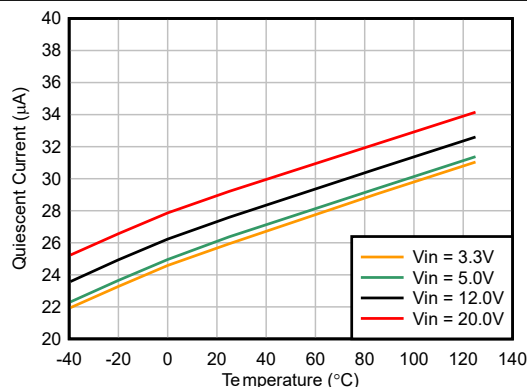


图 5-10. 静态电流与温度间的关系

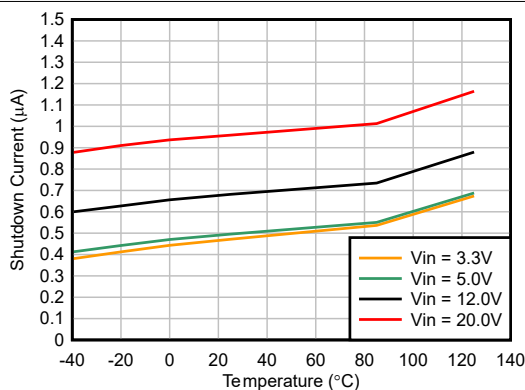


图 5-11. 关断电流与温度间的关系

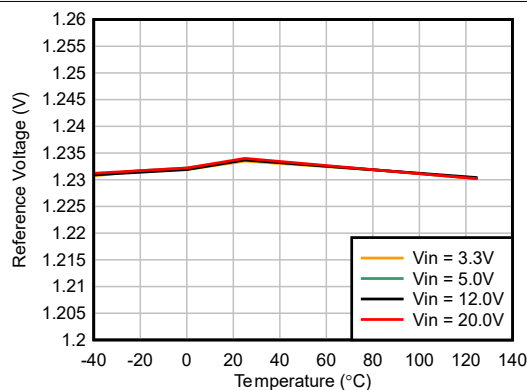


图 5-12. 基准电压与温度间的关系

5.6 典型特性 (续)

TLV61047-Q1, 开关频率 = 2.4MHz (典型值)、 $T_A = 25^\circ\text{C}$, 除非另有说明

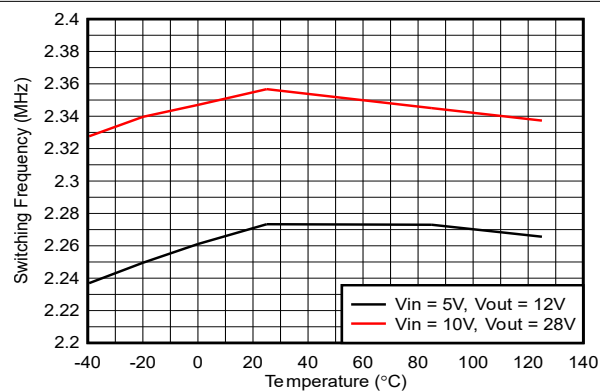


图 5-13. 开关频率与温度间的关系

6 详细说明

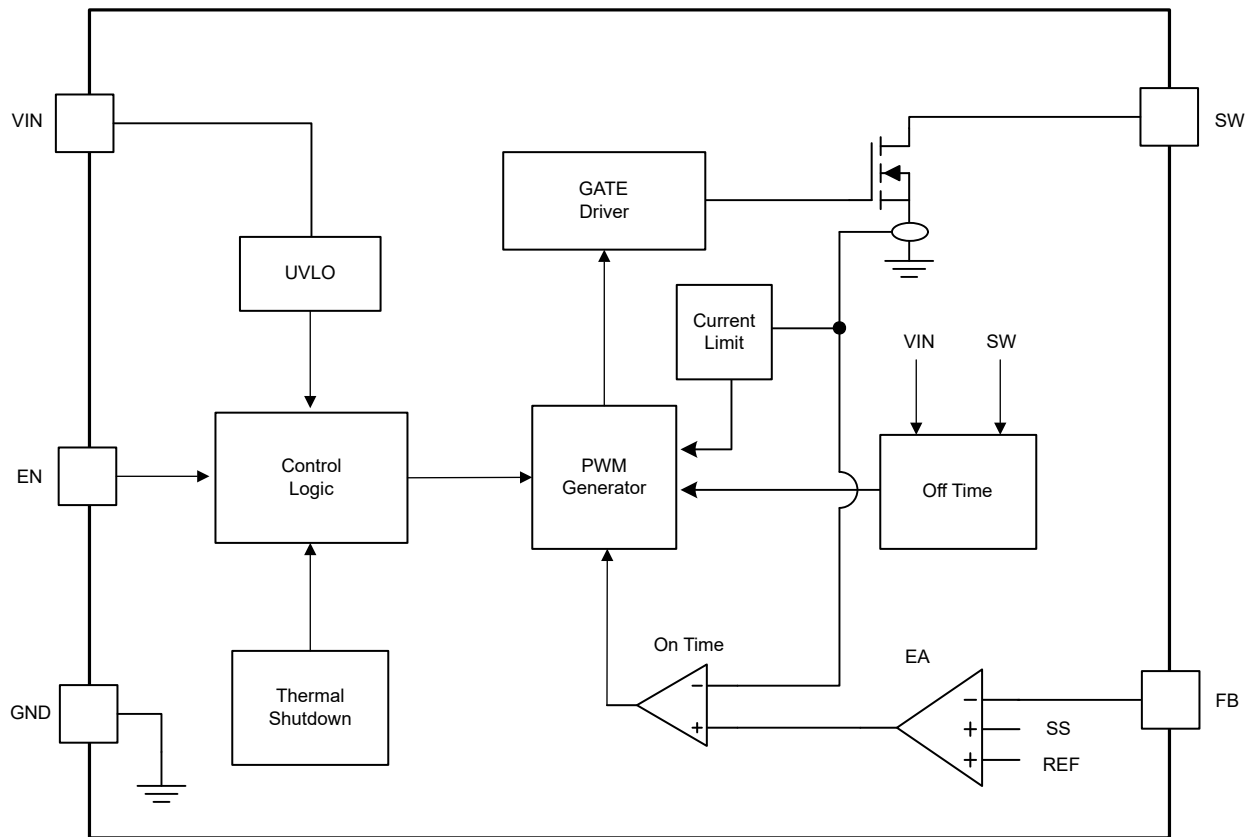
6.1 概述

TLV61047-Q1 是一款非同步升压转换器，集成了 $200\text{m}\Omega$ 低侧电源开关，可提供易于使用的小尺寸电源设计。TLV61047-Q1 具有 1.8V 至 20V 的宽输入电压范围，输出电压高达 28V ，具有 2.2A 开关电流能力。

TLV61047-Q1 采用自适应恒定关断时间峰值电流控制拓扑结构来调节输出电压。在重负载到轻负载条件下，TLV61047-Q1 在脉宽调制 (PWM) 模式下工作，直到触发最小峰值电流 (典型值 300mA)。在 PWM 模式下，准恒定开关频率在内部设置为 2.4MHz 。在轻负载条件下，该器件在脉冲频率调制 (PFM) 模式下工作，以提高效率。在 PFM 模式下，开关频率会降至低于 2.4MHz 。

TLV61047-Q1 具有内置 2.5ms 软启动时间，可更大幅度地减小启动期间的浪涌电流。附加功能包括内部补偿、逐周期电流限制和热关断。

6.2 功能方框图



6.3 特性说明

6.3.1 欠压锁定

当输入电压降至 1.6V 典型 UVLO 下降阈值以下时，欠压锁定 (UVLO) 电路会停止转换器的运行。增加了 100mV 的迟滞，因此在输入电压达到 1.7V 典型 UVLO 上升阈值之前，无法再次启用该器件。实现此功能是为了防止当输入电压介于 1.6V 和 1.7V 之间时器件发生故障。

6.3.2 启用和禁用

当输入电压高于典型 UVLO 上升阈值 1.7V 且 EN 引脚拉至高电压时，启用 TLV61047-Q1。当 EN 引脚被拉至低电平时，TLV61047-Q1 停止 PWM 开关并关断低侧开关。EN 引脚具有一个 1M Ω 的内部下拉电阻。当 EN 引脚悬空时，该器件被禁用。在关断模式下，消耗的输入电流低于 0.4 μ A (典型值)。

6.3.3 软启动

软启动功能有助于稳压器逐渐达到稳态操作点，因而可减少启动应力和浪涌。施加输入电压时，输出电容器通过电感器和高侧整流器二极管充电至 VIN。在达到 1.7V (典型值) UVLO 上升阈值和 EN 逻辑高电平后，内部软启动控制电路开始在 2.5ms (典型值) 内以 0V 至 1.233V 的压摆率斜升基准电压。

6.3.4 热关断

实施了热关断功能，以防止因过热和功率耗散而造成损坏。通常，当结温超过 170°C (典型值) 时，就会发生热关断。如果触发了热关断，器件将停止开关，并在结温降至 150°C (典型值) 以下时恢复。

6.4 器件功能模式

在重负载到轻负载条件下，TLV61047-Q1 以准恒定频率脉宽调制 (PWM) 模式运行。当负载电流减小时，内部误差放大器的输出也会降低，从而降低电感器的峰值电流，并减少输出功率。PWM 模式可根据负载条件分为 CCM-PWM 模式和 DCM-PWM 模式。

- 该器件在重负载至中负载条件下以 CCM-PWM 模式运行。在此阶段，电感器电流谷值始终高于零。
- 当负载继续从中等负载减少到轻负载时，该器件会在 DCM-PWM 模式下运行。顾名思义，DCM (不连续电流模式) 的一个明显特性是电感器电流在每个周期中的一个时段内保持为零。在此阶段，电感器峰值电流仍可通过内部误差放大器的输出降低，以保持输入和输出功率之间的平衡。这样就可以在内部确定低侧 FET 的精准关断时间，以保持准恒定开关频率，而不会出现脉冲跳变。当电感器峰值电流降至 I_{CLAMP_LOW} (通常为 300mA) 时，该阶段结束。

当电感器峰值电流达到 I_{CLAMP_LOW} 且负载减小到超轻负载甚至空载时，电感器峰值电流就不会再减小。为了平衡输入和输出能量，低侧 FET 长时间关闭。“零电感电流”的持续时间比 DCM-PWM 阶段要长得多。这一阶段被称为 DCM-PFM 模式，因为它具有电感电流不连续和频率显著降低的特点。图 6-1 展示了 CCM-PWM、DCM-PWM 和 DCM-PFM 的三个阶段。

在 V_{IN} 非常接近 V_{OUT} 的工作条件下，V_{IN} V_{OUT} 比率决定导通时间可能小于最短导通时间，该器件也会进入 DCM-PFM 模式。

轻载时，当触发 T_{ON} 最短时间时，即使电感器峰值电流大于 I_{CLAMP_LOW}，器件也会进入 DCM-PFM 模式。当低侧 FET 导通时，低侧 FET 保持最短导通时间 (称为 T_{ON} 最短时间)。当低侧 FET 导通时，电感器将至少通电 T_{ON} 最短时间。如果 T_{ON} 最短时间大于维持准恒定频率所需的理想时间，则器件必须延长关断时间以平衡输入和输出能量。因此，该器件处于 DCM-PFM 模式。在正常工作条件下，I_{CLAMP_LOW} 触发的 DCM-PFM 模式比 T_{ON} min 触发的更常见，除非使用的电感器具有非常小的电感值。

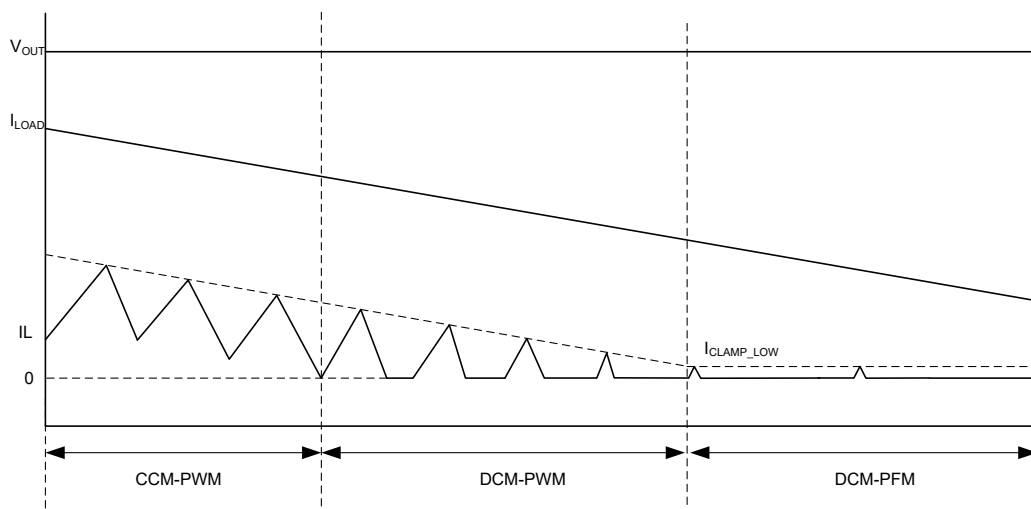


图 6-1. TLV61047-Q1 功能模式

7 应用和实施

备注

以下应用部分中的信息不属于 TI 元件规格，TI 不担保其准确性和完整性。TI 的客户负责确定元件是否适合其用途，以及验证和测试其设计实现以确认系统功能。

7.1 应用信息

TLV61047-Q1 是一款集成电源开关和环路补偿电路的升压直流/直流转换器。该器件具有 1.8V 至 20V 的宽输入电压范围，输出电压高达 28V。TLV61047-Q1 采用具有自适应恒定关断时间的电流模式控制。开关频率为准恒定频率，在内部设置为 2.4MHz，允许使用极小型表面贴装电感器和芯片电容器。以下设计过程可用于为 TLV61047-Q1 选择元件值。

7.2 典型应用

7.2.1 12V 输出升压转换器

在此设计示例中，TLV61047-Q1 V_{OUT} 配置为 12V，输入源为 1.8V 至 9V。

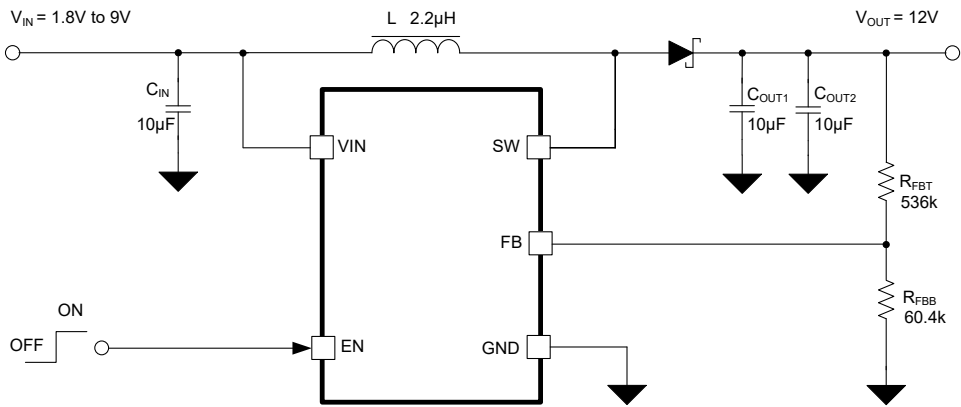


图 7-1. 典型 12V 应用

7.2.1.1 设计要求

对于本设计示例，表 7-1 显示了相关参数：

表 7-1. 设计要求

参数	值
输入电压	1.8V 至 9V
输出电压	12V
频率	2.4MHz
输出电流	0mA - 600mA ($V_{IN} \geq 5V$ 时)

7.2.1.2 详细设计过程

7.2.1.2.1 对输出电压进行编程

通过外部电阻分压器对输出电压进行编程。通过选择外部电阻分压器 R_{FBT} 和 R_{FBB} (如图 7-1 所示)，可以将输出电压编程为所需值。对输出电压进行调节后，FB 引脚上的电压典型值为 V_{REF} 1.233V。

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

其中

- V_{OUT} 是所需的输出电压
- V_{REF} 是 FB 引脚的内部基准电压

为了获得出色精度， R_{FBB} 应小于 $150k\Omega$ ，以确保流过 R_{FBB} 的电流至少比 FB 引脚漏电流大 100 倍。将 R_{FBB} 更改为较低的值可提高抗噪声注入干扰的能力。将 R_{FBB} 更改为更高的值可降低静态电流，从而在低负载电流下实现极高的效率。

7.2.1.2.2 电感器选型

由于电感器的选择会影响稳态运行、瞬态行为和环路稳定性，因此电感器是进行电源稳压器设计时最重要的元件。电感器有三个重要的规格：电感值、饱和电流和直流电阻 (DCR)。TLV61047-Q1 可与 $1\mu H$ 至 $4.7\mu H$ 的电感器配合使用。使用 [方程式 2](#) 至 [方程式 4](#) 计算应用电感器的峰值电流。如需计算最坏情况下的电流，请使用应用的最小输入电压、最大输出电压和最大负载电流。为了获得足够的设计裕度，请选择具有 $\pm 30\%$ 容差和低功率转换效率的电感值进行计算。在升压稳压器中，使用 [方程式 2](#) 计算电感器直流电流。

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

其中

- V_{OUT} = 输出电压
- I_{OUT} = 输出电流
- V_{IN} = 输入电压
- η = 电源转换效率，对于大多数应用使用 80%

对于处于连续导通模式 (CCM) 的异步升压转换器，电感器纹波电流的计算公式如下。

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

其中

- $\Delta I_{L(P-P)}$ = 电感器纹波电流
- L = 电感器值
- f_{SW} = 开关频率
- V_{OUT} = 输出电压
- V_{IN} = 输入电压
- V_D = 肖特基二极管的正向电压

因此，电感器峰值电流通过以下公式计算。

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

正常情况下，建议使用的电感器峰峰值电流应小于电感器平均电流的 40%，以获得最大输出电流。较大值的电感器产生的较小纹波可降低电感器的磁滞损失和 EMI。但同样地，负载瞬态响应时间也会增加。[表 7-2](#) 列出了 2.4MHz 配置中推荐用于 TLV61047-Q1 的电感器。

表 7-2. 推荐用于 2.4MHz 配置 TLV61047-Q1 的电感器

器件型号	L (μH)	DCR MAX (mΩ)	饱和电流典型值 (A)	尺寸 (长 × 宽 × 高) (mm)	供应商 ⁽¹⁾
74438357022	2.2	26	9.2	4.1 × 4.1 × 3.1	Würth Electronics
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) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

7.2.1.2.3 输入和输出电容器选择

选择输出电容器主要是为了满足输出纹波和环路稳定性的要求。此纹波电压与电容器电容及其等效串联电阻 (ESR) 相关。假设使用零 ESR 的陶瓷电容，可使用 [方程式 5](#) 计算在给定纹波要求下所需的最小电容器值：

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

其中

- D_{MAX} = 最大开关占空比
- V_{RIPPLE} = 峰峰值输出电压纹波

如果使用了钽或铝电解电容器，则必须考虑 ESR 对输出纹波的影响。

在估算因直流偏置、老化和交流信号引起的陶瓷电容器降额时要小心谨慎。例如，直流偏置会显著降低电容。陶瓷电容器在额定电压下可能会损失超过 50% 的电容。因此，在额定电压方面应始终留有余量，以确保在所需的输出电压下有足够的电容。

TI 建议使用具有有效电容 10μF 的输出电容器，这涵盖了主要应用。TI 还建议就在整流器二极管阴极与 TLV61047-Q1 的 GND 引脚之间放置一个小型 1μF 电容器，以减少高 RMS 电流环路的电感。输出电容器影响升压稳压器的小信号控制环路稳定性。如果输出电容器低于此范围，升压稳压器可能会变得不稳定。在 PWM 模式下，增大输出电容器可以减小输出电压纹波。[表 7-3](#) 列出了为 TLV61047-Q1 推荐的电容器。

表 7-3. 推荐用于 TLV61047-Q1 的输出电容器

器件型号	C _{OUT} (μF)	等级	封装	供应商 ⁽¹⁾
TMK316BLD106KL	10	25V, X5R	1206	Taiyo Yuden
CC1206KKX5R8BB106	10	25V, X5R	1206	Yageo
CGA5L1X7R1H106K160AC	10	50V, X7R	1206	TDK

(1) 请参阅 [第三方产品免责声明](#)。

陶瓷电容器具有极低的 ESR 并采用小型封装，所以非常适合升压转换器的输入去耦。输入电容器必须尽可能靠近器件。虽然 10μF 输入电容器或等效电容器足以满足大多数应用的要求，但也可以使用更大的电容来减少输入电流纹波。

仅使用陶瓷输入电容器时要小心。在输入端使用陶瓷电容器并且通过长导线（例如来自插墙式适配器中）供电时，输出端的负载阶跃会在 VIN 引脚处引起振铃。此振铃可耦合到输出端，并被错误地作为环路不稳定进行处理，甚至可导致器件损坏。在此情况下，必须在 C_{IN} 和电源线之间放置额外的“大容量”电容器（例如电解电容器或钽电容），以减少可能出现在电源线的电容和 C_{IN} 之间的铃振。

7.2.1.2.4 二极管整流器选择

肖特基二极管正向压降较低，反向恢复电荷较小，因此是首选类型。选择肖特基二极管时，低反向漏电流是一项重要参数。二极管的额定值必须能够处理最大输出电压以及任何开关节点振铃。此外，二极管还必须能够处理平均输出电流。

7.2.1.3 应用曲线

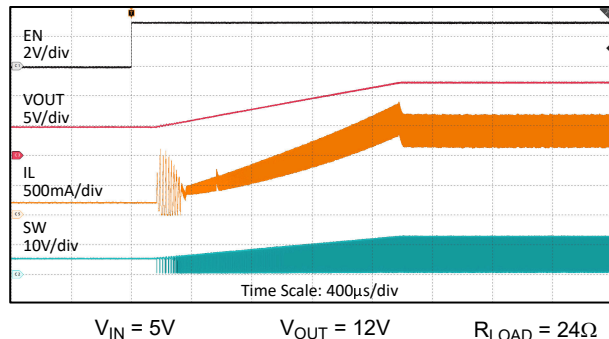


图 7-2. 由 EN 启动波形

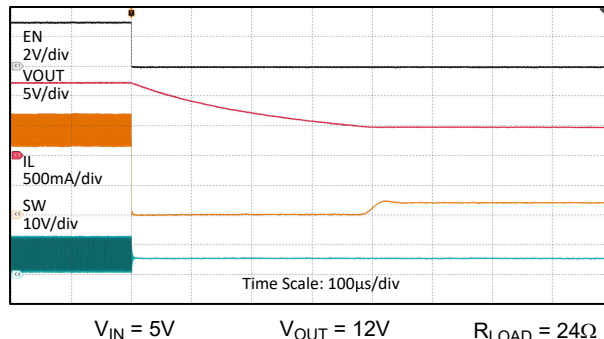


图 7-3. 由 EN 关断波形

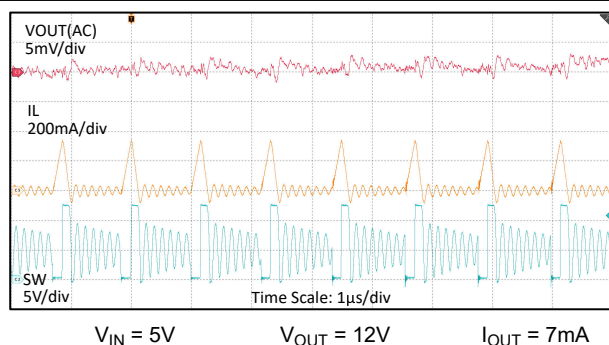


图 7-4. 稳态下的开关波形

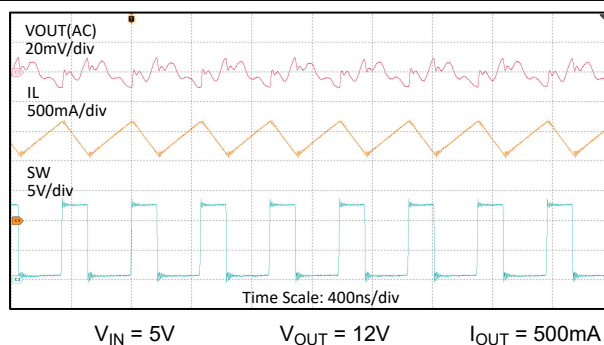


图 7-5. 稳态下的开关波形

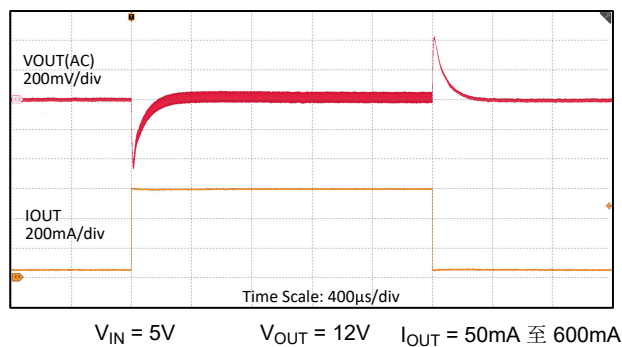


图 7-6. 负载瞬态

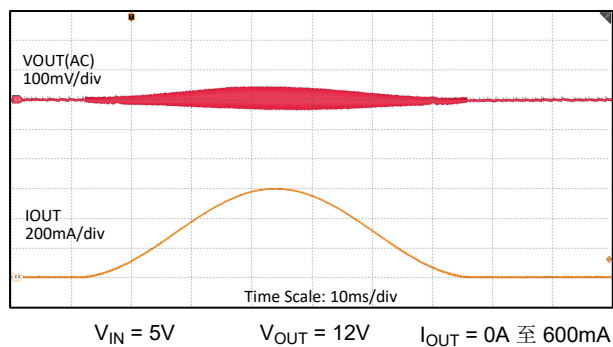


图 7-7. 负载扫描

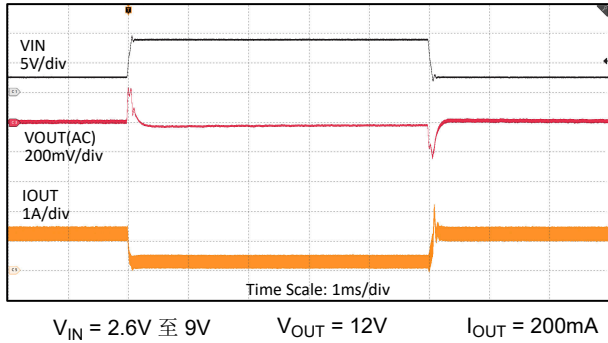


图 7-8. 线路瞬态

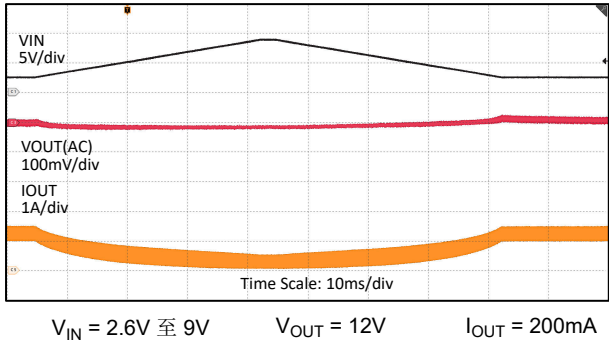


图 7-9. 线路扫描

7.2.2 28V 输出升压转换器

在此设计示例中，TLV61047-Q1 V_{OUT} 配置为 28V，输入源为 9V 至 20V。元件选择（包括电感器、输入电容和输出电容二极管）原理与 [12V 输出升压转换器](#) 示例中的原理相同。

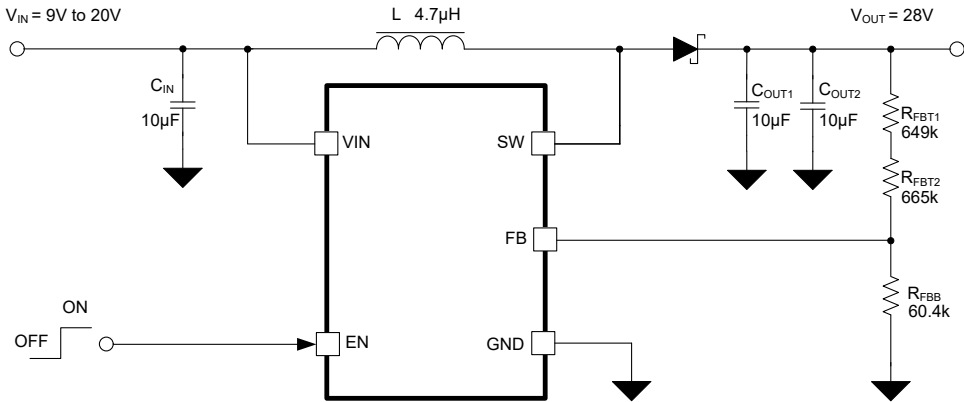


图 7-10. 典型 28V 应用

7.2.2.1 设计要求

表 7-4. 设计要求

参数	值
输入电压	9V 至 20V
输出电压	28V
频率	2.4MHz
输出电流	0mA - 600mA ($V_{IN} \geq 12V$ 时)

7.2.2.2 应用曲线

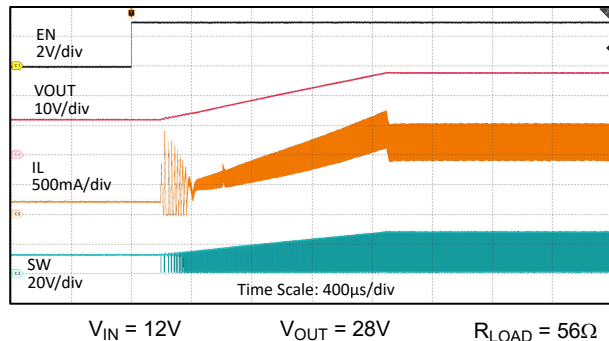


图 7-11. 由 EN 启动波形

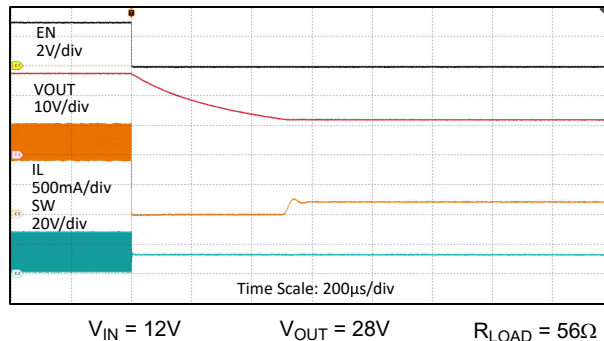


图 7-12. 由 EN 关断波形

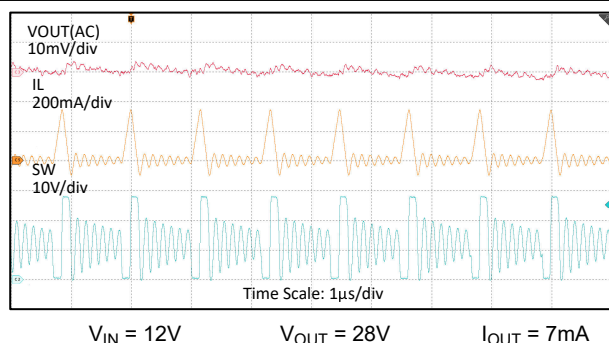


图 7-13. 稳态下的开关波形

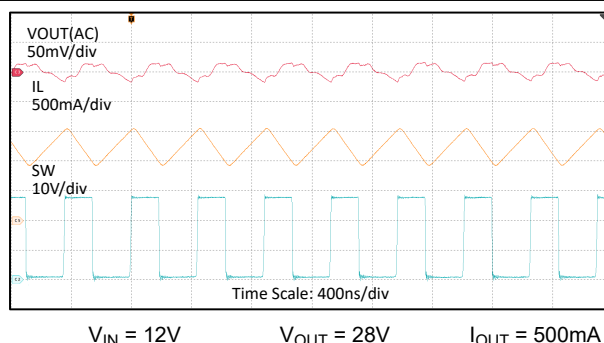


图 7-14. 稳态下的开关波形

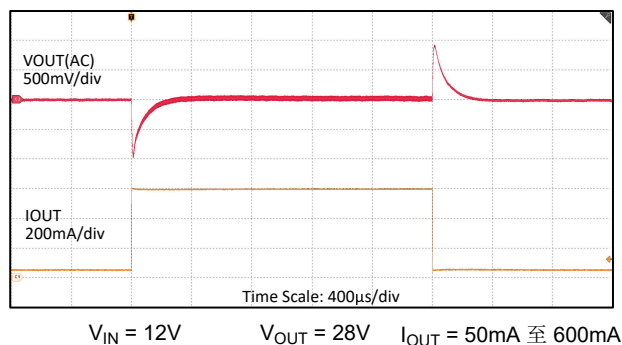


图 7-15. 负载瞬态

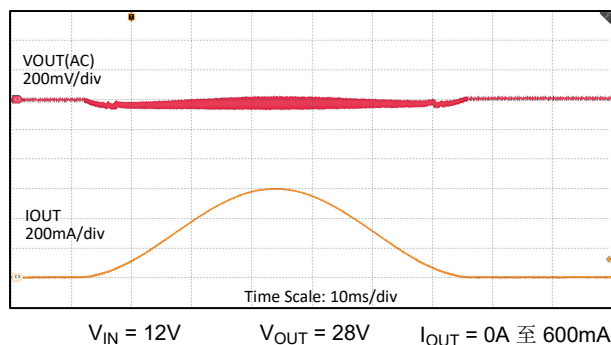


图 7-16. 负载扫描

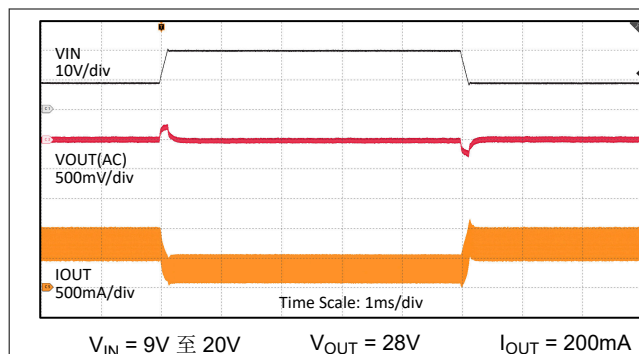


图 7-17. 线路瞬态

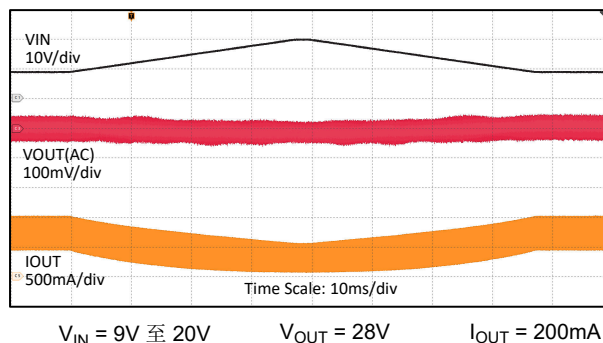


图 7-18. 线路扫描

7.3 电源相关建议

该器件设计为可在 1.8V 至 20V 的输入电源电压范围内运行。该输入电源必须经过良好调节。如果输入电源距离转换器超过几英寸，那么除了陶瓷旁路电容器之外，还需要额外的大容量电容。通常，选择容值为 47 μ F 的电解电容器或钽电容器。输入电源的输出电流必须根据 TLV61047-Q1 的电源电压、输出电压和输出电流来确定额定值。

7.4 布局

7.4.1 布局指南

对于所有开关电源，尤其是以高开关频率和高电流运行的开关电源，布局设计是一个重要的设计步骤。如果未仔细布局，稳压器可能会出现不稳定和噪声问题。为了最大限度地提高效率，开关上升和下降时间非常短。为了防止高频噪声（例如 EMI）辐射，高频开关路径的正确布局至关重要。尽量减小连接到 SW 引脚的所有布线的长度和面积，并始终在开关稳压器下方使用接地平面，以最大限度地减少平面间耦合。输入电容器必须靠近 VIN 引脚和 GND 引脚，以降低输入电源纹波。

所有升压转换器最关键的电流路径是从开关 FET 开始，经过整流器二极管，然后是输出电容器，再返回到开关 FET 的接地端。这个高电流路径包含纳秒级上升和下降时间，必须尽可能短。因此，输出电容器不仅必须靠近 GND 引脚，还必须靠近高侧整流器的阴极，以减少 SW 引脚的过冲。

7.4.2 布局示例

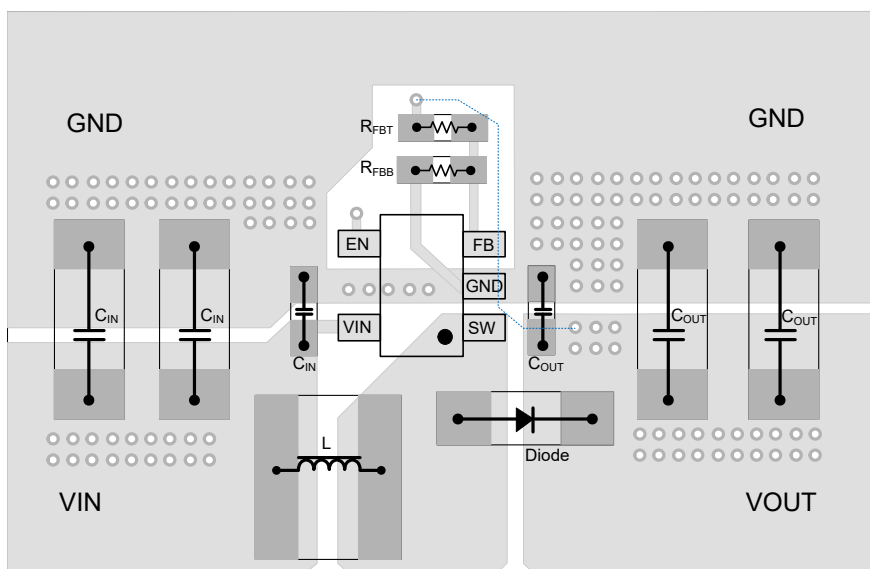


图 7-19. TLV61047-Q1 布局

8 器件和文档支持

8.1 器件支持

8.1.1 第三方产品免责声明

TI 发布的与第三方产品或服务有关的信息，不能构成与此类产品或服务或保修的适用性有关的认可，不能构成此类产品或服务单独或与任何 TI 产品或服务一起的表示或认可。

8.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com.cn 上的器件产品文件夹。点击右上角的 [提醒我](#) 进行注册，即可每周接收产品信息更改摘要。有关更改的详细信息，请查看任何已修订文档中包含的修订历史记录。

8.3 支持资源

[TI E2E™ 中文支持论坛](#) 是工程师的重要参考资料，可直接从专家处获得快速、经过验证的解答和设计帮助。搜索现有解答或提出自己的问题，获得所需的快速设计帮助。

链接的内容由各个贡献者“按原样”提供。这些内容并不构成 TI 技术规范，并且不一定反映 TI 的观点；请参阅 TI 的 [使用条款](#)。

8.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

8.5 静电放电警告



静电放电 (ESD) 会损坏这个集成电路。德州仪器 (TI) 建议通过适当的预防措施处理所有集成电路。如果不遵守正确的处理和安装程序，可能会损坏集成电路。

ESD 的损坏小至导致微小的性能降级，大至整个器件故障。精密的集成电路可能更容易受到损坏，这是因为非常细微的参数更改都可能会导致器件与其发布的规格不相符。

8.6 术语表

TI 术语表

本术语表列出并解释了术语、首字母缩略词和定义。

9 修订历史记录

日期	修订版本	注释
March 2026	*	初始发行版

10 机械、封装和可订购信息

以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

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.

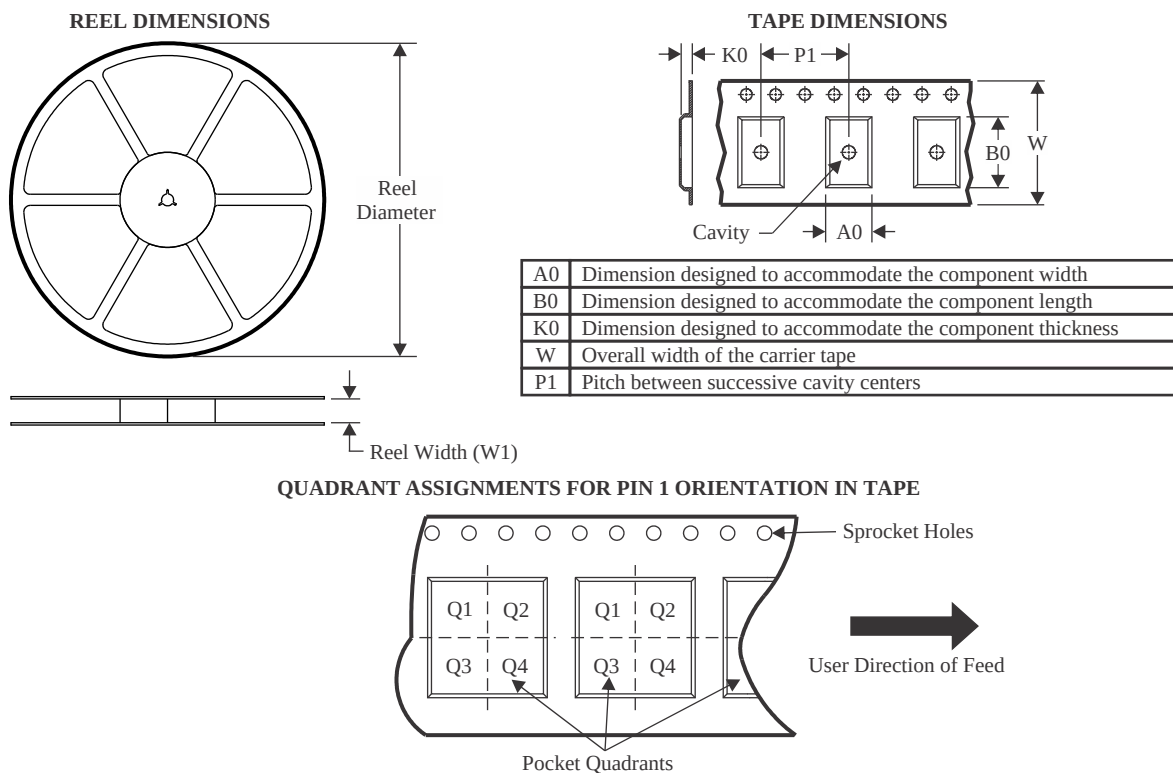
OTHER QUALIFIED VERSIONS OF TLV61047-Q1 :

- Catalog : [TLV61047](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Catalog - TI's standard catalog product

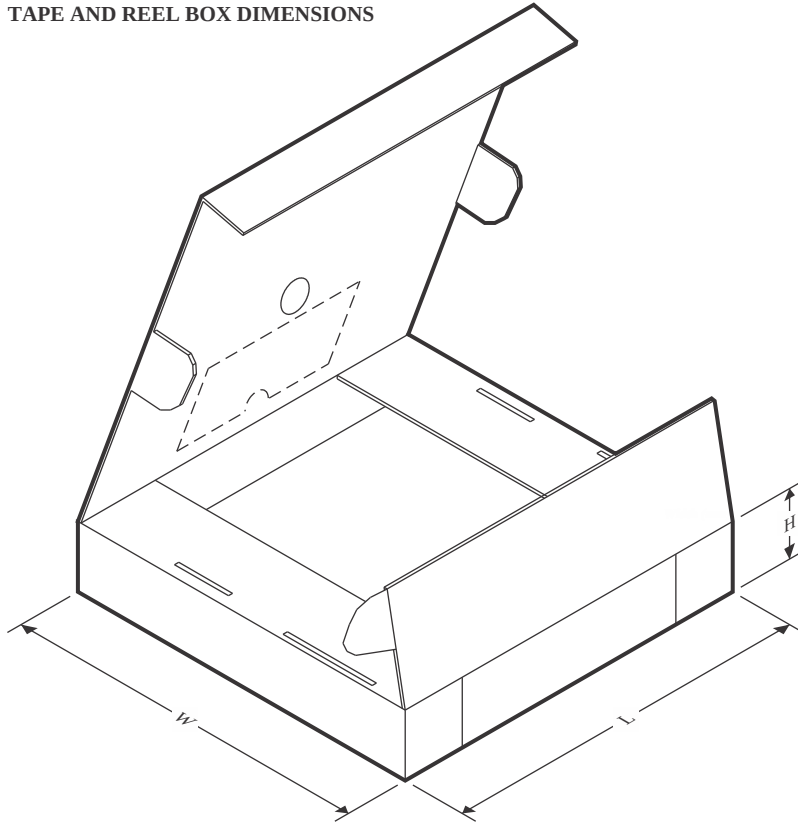
TAPE AND REEL INFORMATION



*All dimensions are nominal

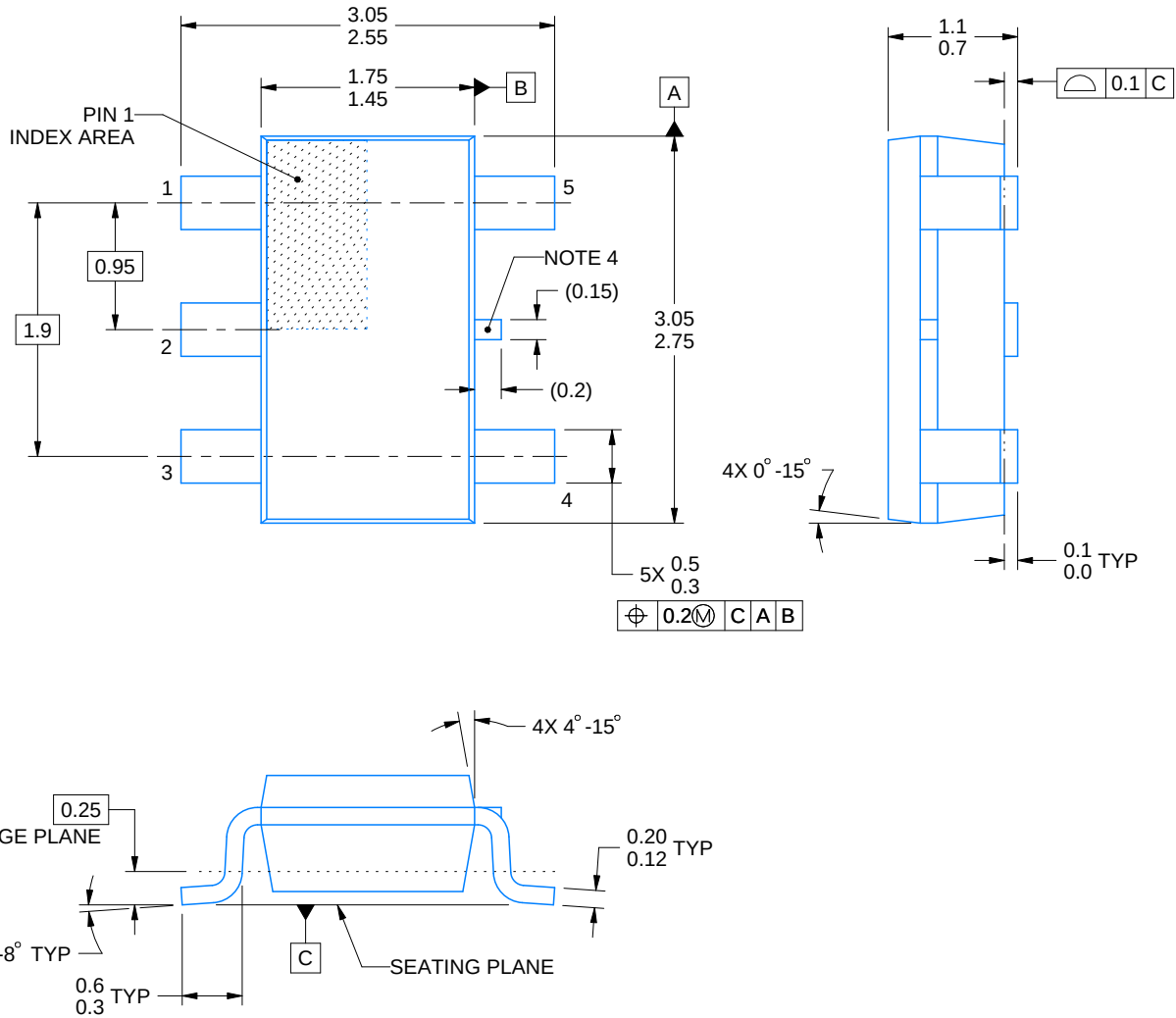
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TLV61047QDDCRQ1	SOT-23-THIN	DDC	5	3000	180.0	8.4	3.2	3.2	1.4	4.0	8.0	Q3

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:

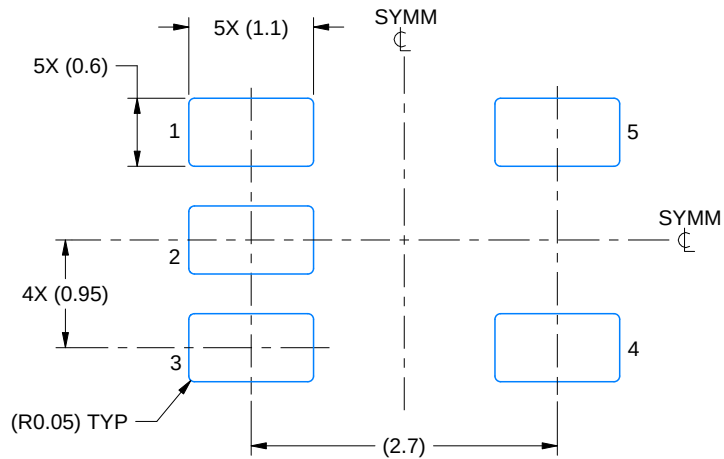
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Reference JEDEC MO-193.
4. Support pin may differ or may not be present.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

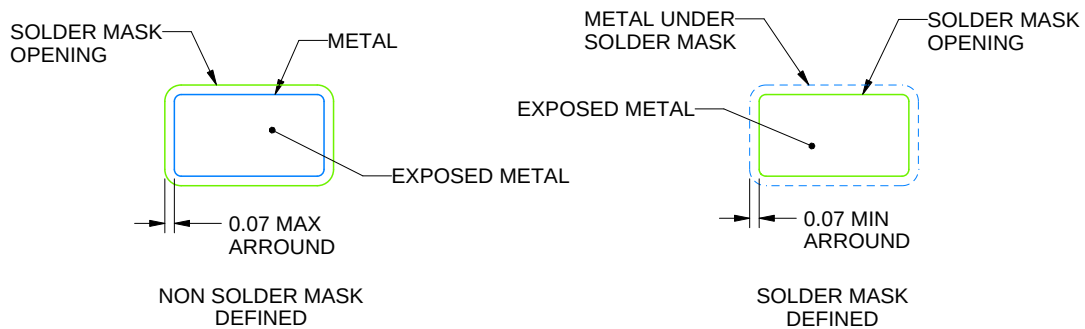
DDC0005A

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)

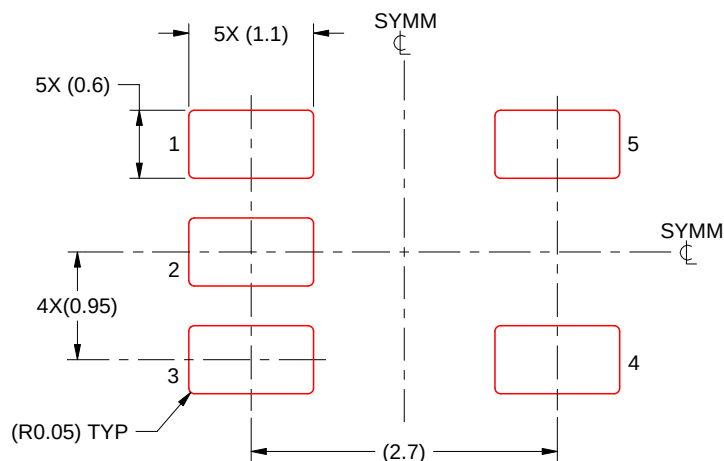
4. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
5. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DDC0005A

SOT-23 - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



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.

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2026，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月