

TPS631010 和 TPS631011 采用小型 Wafer Chip Scale Package 并具有 1.5A 输出电流的降压/升压转换器

1 特性

- 输入电压范围为 1.6V 至 5.5V
 - 器件启动时输入电压大于 1.65V
- 1.2V 至 5.5V 输出电压范围 (可调)
 - PFM 模式支持 1.0V V_{OUT}
- 高输出电流能力, 3A 峰值开关电流
 - $V_{IN} \geq 3V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 时, 输出电流为 2A
 - $V_{IN} \geq 2.7V$ 、 $V_{OUT} = 3.3V$ 时, 输出电流为 1.5A
- 有源输出放电 (仅 TPS631011)
- 在整个负载范围内具有高效率
 - 8 μA 静态电流 (典型值)
 - 可配置的自动节电模式和强制 PWM 模式
- 峰值电流降压/升压模式架构
 - 无缝模式转换
 - 正向和反向电流运行
 - 启动至预偏置输出
 - 固定频率运行, 2MHz 开关频率
- 安全、可靠运行的特性
 - 过流保护和短路保护
 - 采用有源斜坡的集成软启动
 - 过热保护和过压保护
 - 带负载断开功能的真正关断功能
 - 正向和反向电流限制
- 小尺寸解决方案
 - 小型 1 μH 电感器
 - 1.803mm $\times$ 0.905mm, 晶圆级芯片封装 (WCSP)

2 应用

- TWS
- 系统前置稳压器 (智能手机、平板电脑、终端、远程信息处理)
- 负载点调节 (有线传感器、端口/电缆适配器和加密狗)
- 指纹、摄像头传感器 (电子智能锁、IP 网络摄像机)
- 稳压器 (数据通信、光学模块、制冷/加热)

3 说明

TPS631010 和 TPS631011 是采用微型 Wafer Chip Scale Package 的恒定频率峰值电流模式控制降压/升压转换器。这两款转换器具有 3A 的典型峰值电流限制和 1.6V 至 5.5V 的输入电压范围, 可提供适用于系统前置稳压器和电压稳定器的电源解决方案。

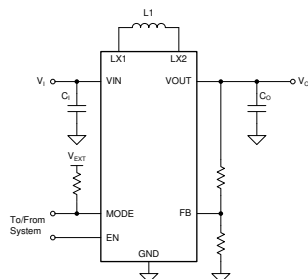
根据输入电压的不同, 当输入电压近似等于输出电压时, TPS631010 和 TPS631011 会自动以升压、降压或 3 周期降压/升压模式运行。模式切换采用定义的占空比进行, 避免了不必要的模式内切换, 从而减少输出电压纹波。8 μA 静态电流和省电模式可在轻负载甚至空载条件下实现超高效率。

这些器件采用 WCSP 封装, 具有超小解决方案尺寸。

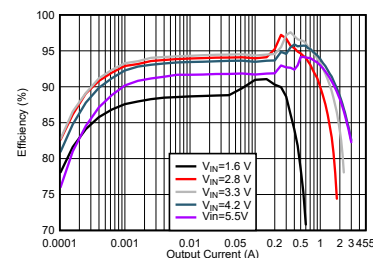
封装信息

器件型号	封装 (1)	封装尺寸 (标称值)
TPS631010	WCSP	1.803mm $\times$ 0.905mm
TPS631011		

- (1) 如需了解所有可用封装, 请参阅数据表末尾的可订购产品附录。



典型应用



效率与输出电流间的关系 ($V_{OUT} = 3.3V$)



内容

1 特性	1	8 应用和实施	10
2 应用	1	8.1 应用信息.....	10
3 说明	1	8.2 典型应用.....	10
4 器件比较表	3	8.3 电源相关建议.....	18
5 引脚配置和功能	3	8.4 布局.....	18
6 规格	4	9 器件和文档支持	19
6.1 绝对最大额定值.....	4	9.1 器件支持.....	19
6.2 ESD 等级.....	4	9.2 接收文档更新通知.....	19
6.3 建议运行条件.....	4	9.3 支持资源.....	19
6.4 热性能信息.....	4	9.4 商标.....	19
6.5 电气特性.....	5	9.5 静电放电警告.....	19
7 详细说明	6	9.6 术语表.....	19
7.1 概述.....	6	10 修订历史记录	20
7.2 功能方框图.....	6	11 机械、封装和可订购信息	21
7.3 特性说明.....	6	11.1 机械数据.....	22
7.4 器件功能模式.....	9		

4 器件比较表

器件型号	输出放电
TPS631010	否
TPS631011	是

5 引脚配置和功能

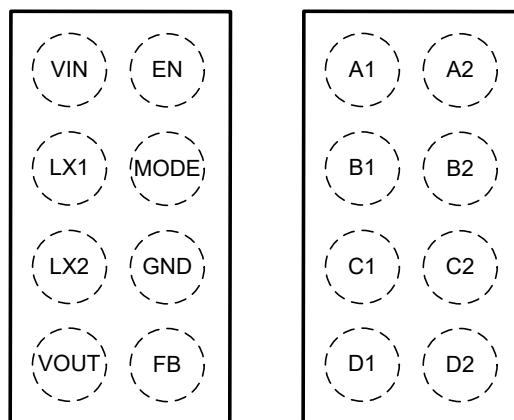


图 5-1. 8 引脚 YBG WCSP 封装（顶视图）

表 5-1. 引脚功能

引脚		I/O ⁽¹⁾	说明
名称	编号		
VIN	A1	PWR	电源输入电压
EN	A2	I	器件使能。设置为高电平进行启用，设置为低电平进行禁用。禁止处于悬空状态。
LX1	B1	PWR	降压级的电感器开关节点
模式	B2	I	PFM/PWM 选择。对于省电模式设置为低电平，对于强制 PWM 设置为高电平。禁止处于悬空状态。
LX2	C1	PWR	升压级的电感器开关节点
GND	C2	PWR	电源地
VOUT	D1	PWR	功率级输出
FB	D2	I	电压反馈。检测引脚

(1) PWR = 电源，I = 输入

6 规格

6.1 绝对最大额定值

在工作结温范围内测得 (除非另有说明) ⁽¹⁾

		最小值	最大值	单位
V_I	输入电压 (VIN、LX1、LX2、VOUT、EN、FB、MODE) ⁽²⁾	-0.3	6.0	V
	小于 10ns 的输入电压 (LX1、LX2) ⁽²⁾	-2.0	7.0	V
T_J	工作结温	-40	150	°C
T_{stg}	贮存温度	-65	150	°C

(1) 超出“绝对最大额定值”运行可能会对器件造成永久损坏。绝对最大额定值并不表示器件在这些条件下或在建议运行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) 除非另有说明，否则所有电压值都是以网络接地端为基准。

6.2 ESD 等级

			值	单位
$V_{(ESD)}$	静电放电	人体放电模型 (HBM)，符合 ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 标准 ⁽¹⁾	±1000	V
		充电器件模型 (CDM)，符合 JEDEC 规范 JS-002 ⁽²⁾	±500	

(1) JEDEC 文档 JEP155 指出：500V HBM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

(2) JEDEC 文档 JEP157 指出：250V CDM 时能够在标准 ESD 控制流程下安全生产。

6.3 建议运行条件

在工作结温范围内测得 (除非另有说明)

			最小值	标称值	最大值	单位
V_I	电源电压		1.6		5.5	V
V_O	输出电压		1.2		5.5	V
C_I	有效输入电容	$V_I = 1.6V$ 至 $5.5V$	4.2			μF
C_O	有效输出电容	$1.2V \leq V_O \leq 3.6V$ ， $V_O = 3.3V$ 时的标称值	10.4	16.9	330	μF
		$3.6V < V_O \leq 5.5V$ ， $V_O = 5V$ 时的标称值	7.95	10.6	330	μF
L	有效电感		0.7	1	1.3	μH
T_J	工作结温范围		-40		125	°C

6.4 热性能信息

在自然通风条件下的工作温度范围内测得 (除非另有说明)

热指标		TPS631010、TPS631011	单位
		YBG(WCSP)	
		8 引脚	
R _{θJA}	结至环境热阻	84	°C/W
R _{θJC(top)}	结至外壳（顶部）热阻	0.7	°C/W
R _{θJB}	结至电路板热阻	43.9	°C/W
Ψ _{JT}	结至顶部特征参数	2.9	°C/W
Ψ _{JB}	结至电路板特征参数	43.7	°C/W
R _{θJC(bot)}	结至外壳（底部）热阻	不适用	°C/W

6.5 电气特性

在工作结温范围和推荐的电源电压范围内测得（除非另有说明）。典型值是在 $V_I = 3.8V$ 、 $V_O = 3.3V$ 和 $T_J = 25^\circ C$ 条件下测得（除非另有说明）。

参数			测试条件	最小值	典型值	最大值	单位		
电源									
I _{SD}	流入 VIN 的关断电流		V _I = 3.8V , V _(EN) = 0V	T _J = 25°C		0.5	0.9	μ A	
I _Q	流入 VIN 的静态电流		V _I = 2.2V , V _O = 3.3V , V _(EN) = 2.2V , 无开关			0.15	6.1	μ A	
I _Q	流入 VOUT 的静态电流		V _I = 2.2V , V _O = 3.3V , V _(EN) = 2.2V , 无开关			8		μ A	
V _{IT+}	正向 UVLO 阈值电压					1.5	1.55	1.599	V
V _{IT-}	负向 UVLO 阈值电压		在启动期间			1.4	1.45	1.499	V
V _{hys}	UVLO 阈值电压迟滞					99			mV
V _{I(POR)T+}	正向 POR 阈值电压 ⁽¹⁾		V _I 或 V _O 的最大值			1.25	1.45	1.65	V
V _{I(POR)T-}	负向 POR 阈值电压 ⁽¹⁾					1.22	1.43	1.6	V
I/O 信号									
V _{T+}	正向阈值电压	EN、MODE				0.77	0.98	1.2	V
V _{T-}	负向阈值电压	EN、MODE				0.5	0.66	0.76	V
V _{hys}	迟滞电压	EN、MODE				300			mV
I _{IH}	高电平输入电流	EN、MODE	V _(EN) = V _(MODE) = 1.5V , 无上拉电阻			±0.01	±0.25		μA
I _{IL}	低电平输入电流	EN、MODE	V _(EN) = V _(MODE) = 0V ,			±0.01	±0.1		μA
	输入偏置电流	EN、MODE	V _(EN) = 5.5V			±0.01	±0.3		μA
电源开关									
r _{DS(on)}	导通状态电阻	Q1	V _I = 3.8V , V _O = 3.3V , 测试电流 = 0.2A			45			m Ω
		Q2				50			m Ω
		Q3				50			m Ω
		Q4				85			m Ω
电流限值									
I _{L(PEAK)}	开关峰值电流限制 ⁽²⁾	Q1	V _O = 3.3V	输出拉电流	2.6	3	3.35	A	
				输出灌电流, V _I = 3.3V	-0.7	-0.55	-0.45	A	
	PFM 模式进入阈值 (峰值) 电流 ⁽²⁾		I _O 下降			145			mA
输出									
I _{DIS}	TPS631011 输出放电电流		EN = 低电平, V _I = 2.2V , V _O = 3.3V			-67			mA
控制 [反馈引脚]									
V _{FB}	反馈引脚上的基准电压					495	500	505	mV
保护特性									
V _{T+(OVP)}	正向 OVP 阈值电压					5.55	5.75	5.95	V
V _{T+(IVP)}	正向 IVP 阈值电压					5.55	5.75	5.95	V
T _{SD_R}	热关断阈值温度		T _J 上升			160			°C
T _{SD_HYS}	热关断迟滞					25			°C
时序参数									
t _{d(EN)}	EN 引脚上的上升沿与输出电压斜坡开始之间的延迟					0.87	1.5		ms
t _{d(ramp)}	软启动斜坡时间					6.42	7.55	8.68	ms
f _{SW}	开关频率					1.8	2	2.2	MHz

(1) POR (上电复位) 阈值是内部 VMAX 模块支持器件运行的最小电源

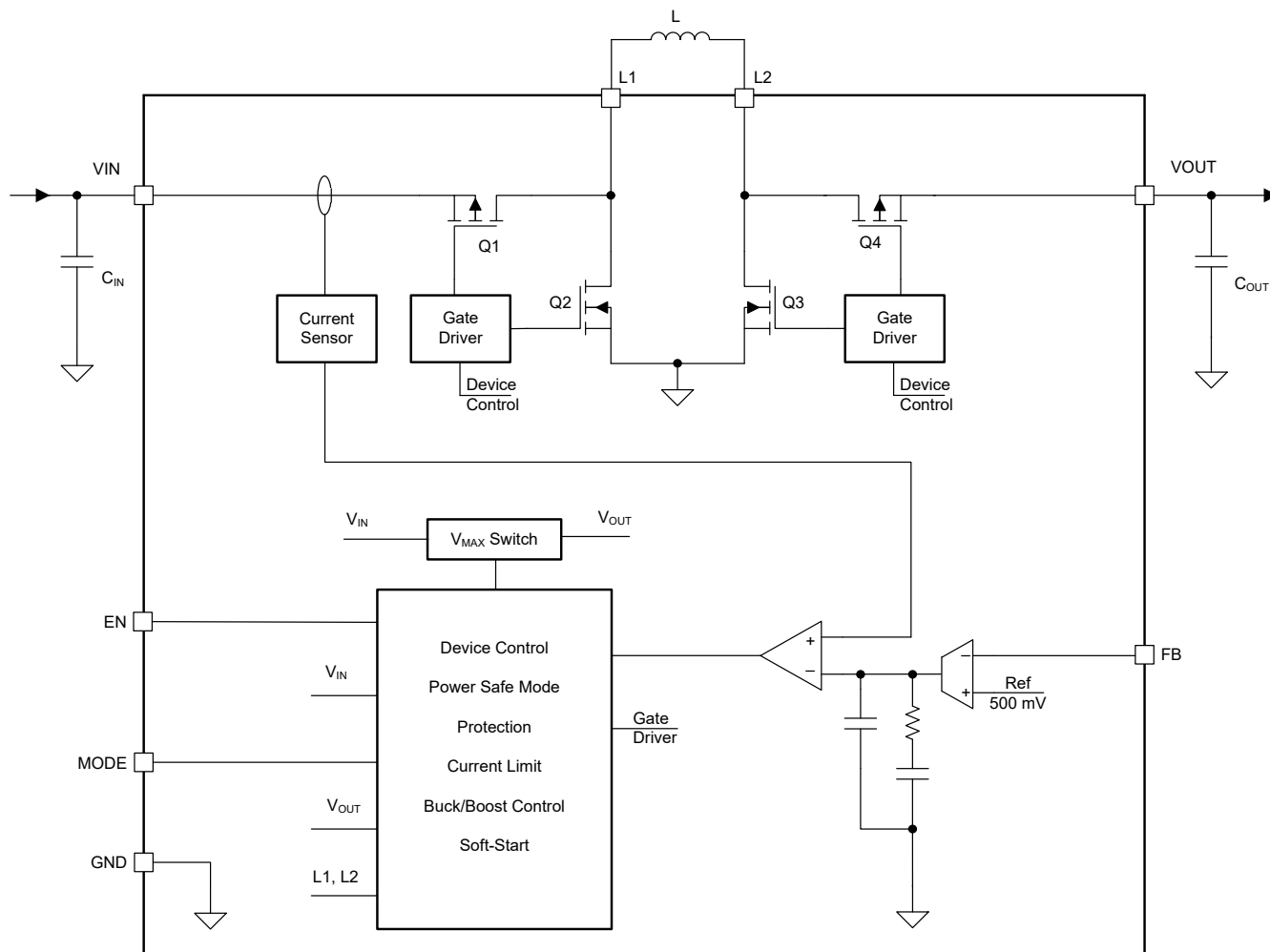
(2) 在直流条件下执行电流限制生产测试。运行中的电流限制稍高，具体取决于传播延迟和应用的外部元件

7 详细说明

7.1 概述

TPS631010 和 TPS631011 都是采用恒定频率峰值电流模式控制的降压/升压转换器。使用固定频率拓扑，开关频率约为 2MHz。调制方案有三种明确定义的运行模式；该转换器在 V_{IN} 和 V_{OUT} 的整个工作范围内以定义的阈值进入这些模式。最大输出电流由 Q1 峰值电流限制（通常为 3A）所决定。

7.2 功能方框图



7.3 特性说明

7.3.1 欠压锁定 (UVLO)

如果器件未处于关断模式，则会持续监控 V_{IN} 引脚的输入电压。UVLO 只停止或启动转换器运行。UVLO 不会影响器件的核心逻辑。UVLO 可在器件运行期间避免器件欠压。如果 V_{IN} 引脚上的电源电压低于 UVLO 的负向阈值，转换器将停止运行。为避免电源转换产生假干扰，UVLO 下降阈值逻辑信号以数字方式进行抗尖峰脉冲。

如果 V_{IN} 引脚上的电源电压恢复到高于 UVLO 上升阈值，转换器将恢复运行。在这种情况下，软启动过程的重启速度快于启动过程，没有预偏置输出。

7.3.2 使能和软启动

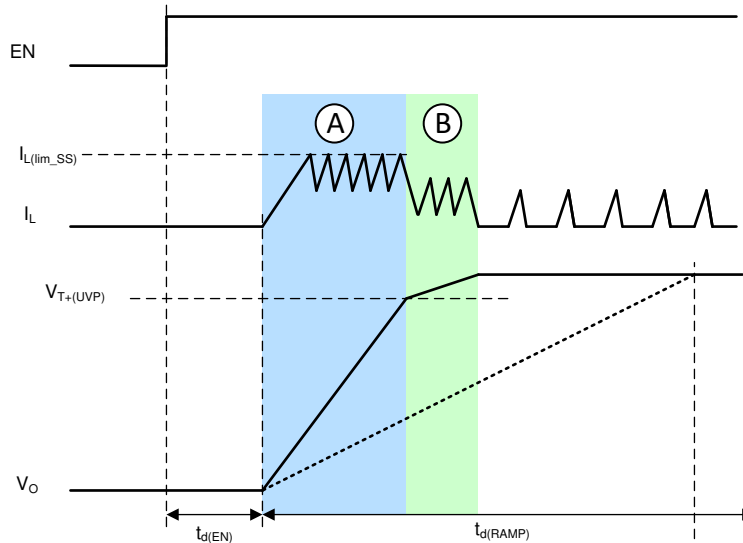


图 7-1. 典型的软启动行为

当输入电压高于 UVLO 上升阈值且 EN 引脚被拉至高于 1.2V 的电压时，TPS631010 和 TPS631011 将启用，并在短暂的延迟时间 $t_d(EN)$ 后启动。

该器件具有电感器峰值电流钳位功能，可限制启动期间的浪涌电流。当最小电流钳位 ($I_{L(lim_SS)}$) 低于跟随电压斜坡所需的电流时，电流会自动增加以跟随电压斜坡。如果选择的电容低于所选斜坡时间 $t_d(RAMP)$ 适用的电容，则最小电流限制可确保尽可能快速软启动。

在图 7-1 所示的典型启动情况下（低输出负载、典型输出电容），最小电流钳位会限制浪涌电流并为输出电容器充电。然后，输出电压上升速度快于基准电压斜坡（请参阅图 7-1 中的 A 相）。为了避免输出过冲，当输出接近目标电压并遵循即将完成启动的电压斜坡所给出的基准电压斜坡压摆率值时，电流钳位将停用（请参阅图 7-1 中的 B 相）。从最小电流钳位状态的转换使用 $V_{T+(UVP)}$ 阈值来检测，其中该阈值通常为标称输出电压的 90%。在 B 相之后，输出电压将很好地调节至标称目标电压。电流波形取决于输出负载和运行模式。

7.3.3 可调节输出电压

输出电压由外部电阻分压器进行设置。必须在 VOUT、FB 和 GND 之间连接电阻分压器。反馈电压由 V_{FB} 指定。推荐的低侧电阻 R2（在 FB 和 GND 之间）低于 100kΩ。高侧电阻 R1（在 FB 和 VOUT 之间）由方程式 1 计算得出。

$$R1 = R2 \times (V_{OUT} / V_{FB} - 1) \quad (1)$$

典型的 V_{FB} 电压为 0.5V。

7.3.4 模式选择 (PFM/FPWM)

MODE 引脚是用于启用 PFM/FPWM 的数字输入。

当 MODE 引脚连接至逻辑低电平时，该器件在自动 PFM 模式下工作。该器件具有省电模式，可在整个工作输出电流范围内保持高效率。PFM 自动将转换器运行模式从 CCM 更改为脉冲频率调制。

当 MODE 引脚连接至逻辑高电平时，为尽可能降低输出纹波，无论输出电流如何，该器件都在强制 PWM 模式下工作。

7.3.5 输出放电

TPS631011 提供有源下拉电流（典型值为 67mA），以便在 EN 为逻辑低电平时使输出快速放电。借助于这个功能，VOUT 通过内部电路接地，从而防止输出“悬空”或进入不确定状态。输出放电功能可使上电和断电时序变得顺畅。如果在电源多路复用等应用中使用此器件，请注意输出放电功能，因为输出放电电路会在多路复用器输出端和接地端之间创建恒流路径。

7.3.6 反向电流运行

该器件可支持 FPWM 模式下的反向电流运行（电流从 VOUT 引脚流向 VIN 引脚）。如果 FB 引脚上的输出反馈电压高于基准电压，则转换器调节会强制电流流入输入电容器。反向电流运行与 VIN 电压或 VOUT 电压比无关，因此在所有器件运行模式（升压、降压或降压/升压）下均可行。

7.3.7 保护特性

以下各节将介绍该器件的保护特性。

7.3.7.1 输入过压保护

TPS631010 和 TPS631011 具有输入过压保护功能，可在电流从输出端流向输入端且输入源无法灌入电流（例如，电源路径中的二极管）的情况下避免对器件造成任何损坏。

如果强制 PWM 模式处于激活状态，电流可能变为负值，直至达到灌电流限制。一旦 VIN 引脚上达到输入电压阈值 $V_{T+(IVP)}$ ，保护功能将禁用强制 PWM 模式，只允许电流从 VIN 流向 VOUT。输入电压降至低于输入电压保护阈值后，可再次激活强制 PWM 模式。

7.3.7.2 输出过压保护

器件具有输出过压保护功能，可避免在外部反馈引脚无法正常工作时对器件造成任何损坏。

如果在 VOUT 引脚上达到输出电压阈值 $V_{T+(OVP)}$ ，保护功能会禁用转换器功率级并在开关节点处进入高阻抗状态。

7.3.7.3 短路保护

该器件在短路保护下具有峰值电流限制性能。图 7-2 展示了发生短路保护的短路/过载事件时的典型器件行为。

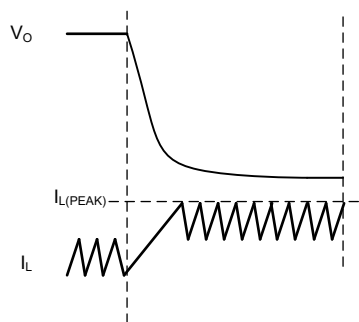


图 7-2. 短路保护期间的典型器件行为

7.3.7.4 热关断

为了避免器件遭到热损坏，需要监控裸片的温度。一旦检测到温度上升到超过热阈值，该器件便会停止运行。在温度降至低于热关断迟滞温度后，模块将恢复正常运行。

7.4 器件功能模式

该器件有两种功能模式：关闭和开启。当 VIN 引脚上的电压高于 UVLO 阈值并且向 EN 引脚应用逻辑高电平时，该器件进入开启模式。当 VIN 引脚上的电压低于 UVLO 阈值或向 EN 引脚应用逻辑低电平时，该器件进入关闭模式。

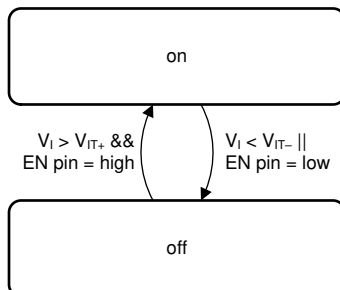


图 7-3. 器件功能模式

8 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。

8.1 应用信息

TPS631010 和 TPS631011 是具有低静态电流的高效降压/升压转换器。该器件适用于需要稳定输出电压并且输入电源电压可能高于或低于输出电压的应用。

8.2 典型应用

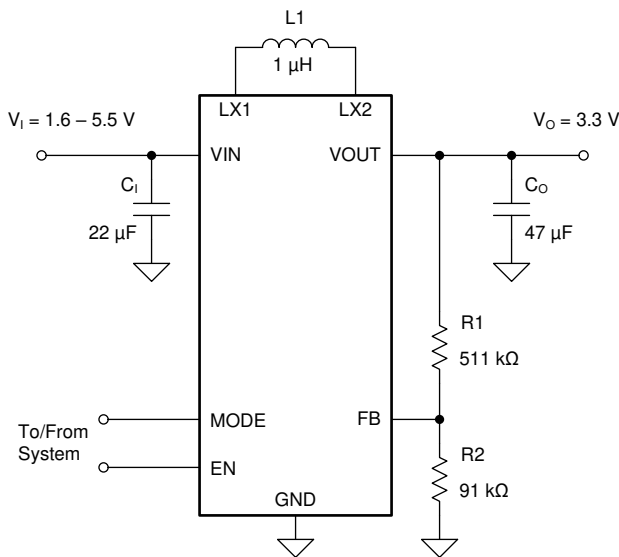


图 8-1. 3.3V_{OUT} 典型应用

8.2.1 设计要求

表 8-1 中列出了设计参数。

表 8-1. 设计参数

参数	值
输入电压	2.7V 至 4.3V
输出电压	3.3V
输出电流	1.5A

8.2.2 详细设计过程

第一步是选择输出滤波器元件。为了简化此过程，建议运行条件中概述了电感和电容的最小值和最大值。在选择标称电感和电容时，请注意容差和降额。

8.2.2.1 电感器选型

电感器的选择受如下几个参数的影响：

- 电感纹波电流
- 输出电压纹波
- 进入省电模式的转换点
- 效率

请参阅表 8-2，了解典型的电感器。

为了实现高效率，需要使用具有低直流电阻的电感器，以尽可能减小导通损耗。尤其是在高开关频率下，磁芯材料对效率的影响很大。在使用小型片式电感器时，效率降低的主要原因是电感器磁芯损耗更高。在选择合适的电感器时需要考虑磁芯损耗。电感器值决定了电感器纹波电流。电感器值越大，电感器纹波电流就越小，转换器的导通损耗也就越小。相反，电感器值越大，负载瞬态响应越慢。为避免电感器饱和，稳态运行时电感器的峰值电流可用方程式 3 计算得出。此处仅给出了定义升压模式下开关电流的公式，因为这提供了最高电流值并代表了用于选择合适电感器的临界电流值。

$$\text{Duty Cycle Boost} \quad D = \frac{V_{\text{OUT}} - V_{\text{IN}}}{V_{\text{OUT}}} \quad (2)$$

$$I_{\text{PEAK}} = \frac{I_{\text{out}}}{\eta \times (1 - D)} + \frac{V_{\text{in}} \times D}{2 \times f \times L} \quad (3)$$

其中：

- D = 升压模式下的占空比
- f = 转换器开关频率 (典型值为 2MHz)
- L = 电感器值
- η = 估算的转换器效率 (假设使用效率曲线中的数字或 0.9)

备注

必须针对升压模式下的最小输入电压进行计算。

使用实际运行条件计算最大电感器电流可得出所需的最小电感器饱和电流。建议选择饱和电流比使用方程式 3 计算得出的值高 20% 的电感器。表 8-2 中列出了可能的电感器。

表 8-2. 推荐电感器列表

电感器值 [μH]	饱和电流 [A]	DCR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (L × W × H mm)
1	4.3	42	DFE252012P-1R0M=P2	MuRata	2.5 × 2.0 × 1.2
1	4.2	43	HTEK20161T-1R0MSR	Cyntec	2.0 × 1.6 × 1.0
1	2.2	75	MAKK2016T1R0M ⁽²⁾	Taiyo Yuden	2.0 × 1.6 × 1.0
1	2.0	144	DFE18SAN1R0ME0 ⁽²⁾	Murata	1.6 × 0.8 × 0.8

(1) 请参阅节 9.1.1。

(2) 该电感器不支持完整的输出电流范围。

8.2.2.2 输出电容器选型

对于输出电容器，应使用尽可能靠近 IC 的 VOUT 和 PGND 引脚放置的小型陶瓷电容器。建议的总额定输出电容器值为 47 μF 。如果出于任何原因，应用需要使用不能靠近 IC 放置的大电容器，请使用与大电容器并联的较小陶瓷电容器，并将小电容器尽可能靠近 IC 的 VOUT 和 PGND 引脚放置。

根据建议运行条件中的建议值给出有效电容值非常重要。一般而言，应考虑会导致有效电容降低的直流偏置效应。输出电容的选择主要是在尺寸和瞬态行为之间进行权衡，因为较高的电容会降低瞬态响应过冲/下冲并增加瞬态响应时间。表 8-3 中列出了可能的输出电容器。

表 8-3. 推荐电容器列表

电容器值 [μF]	额定电压 [V]	ESR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (公制)
47	6.3	10	GRM219R60J476ME44	Murata	0805 (2012)
47	10	40	CL10A476MQ8QRN	Semco	0603 (1608)

(1) 请参阅节 9.1.1。

8.2.2.3 输入电容器选型

建议使用一个 22 μF 的输入电容器来改善稳压器的线路瞬态行为和整个电源电路的 EMI 行为。建议将一个 X5R 或 X7R 陶瓷电容器放置在尽可能靠近 IC 的 VIN 和 PGND 引脚的位置。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 μF 的电解电容器或钽电容器。

表 8-4. 推荐电容器列表

电容器值 [μF]	额定电压 [V]	ESR [$\text{m}\Omega$]	器件型号	制造商 ⁽¹⁾	尺寸 (公制)
22	6.3	43	GRM187R61A226ME15	Murata	0603 (1608)
10	10	40	GRM188R61A106ME69	Murata	0603 (1608)

(1) 请参阅节 9.1.1。

8.2.2.4 设置输出电压

输出电压由外部电阻分压器进行设置。必须在 **VOUT**、**FB** 和 **GND** 之间连接电阻分压器。反馈电压标称值为 500mV。

低侧电阻 **R2** (在 **FB** 和 **GND** 之间) 不应低于 100kΩ。高侧电阻 (在 **FB** 和 **VOUT** 之间) **R1** 由 [方程式 4](#) 计算得出。

$$R1 = R2 \times \left(\frac{V_{OUT}}{V_{FB}} - 1 \right) \quad (4)$$

其中

- $V_{FB} = 500\text{mV}$

表 8-5. 典型输出电压的电阻选择

V_{OUT}	R1	R2
2.5V	365K	91K
3.3V	511K	91K
3.6V	562K	91K
5V	806K	91K

8.2.3 应用曲线

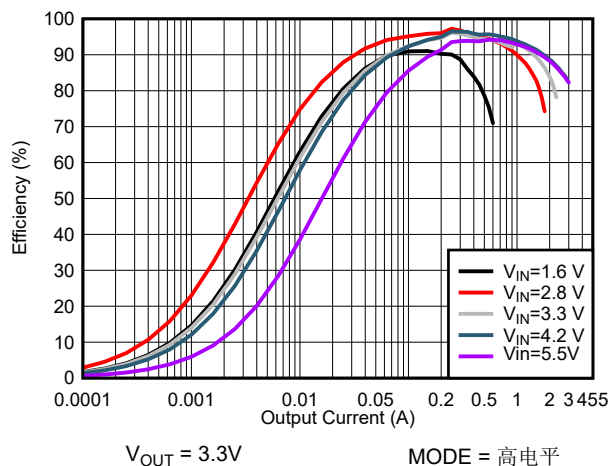


图 8-2. 效率与输出电流间的关系 (FPWM)

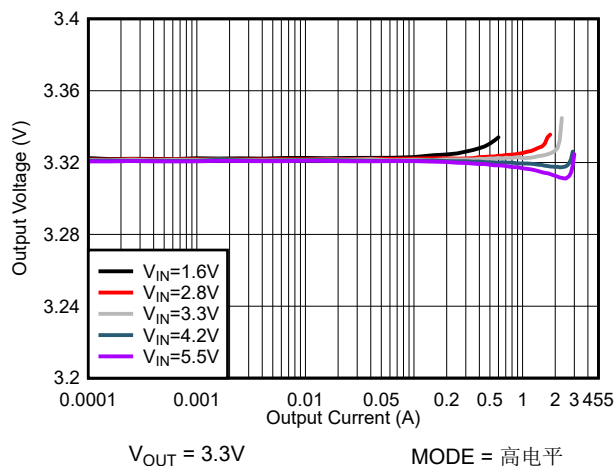


图 8-3. 负载调节 (FPWM)

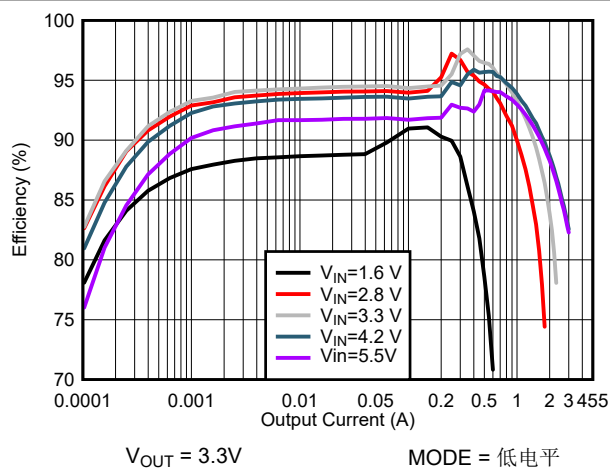


图 8-4. 效率与输入电压间的关系 (PFM)

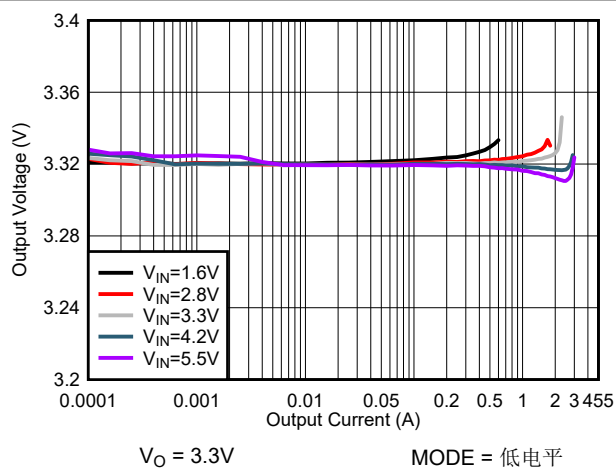


图 8-5. 负载调节 (PFM)

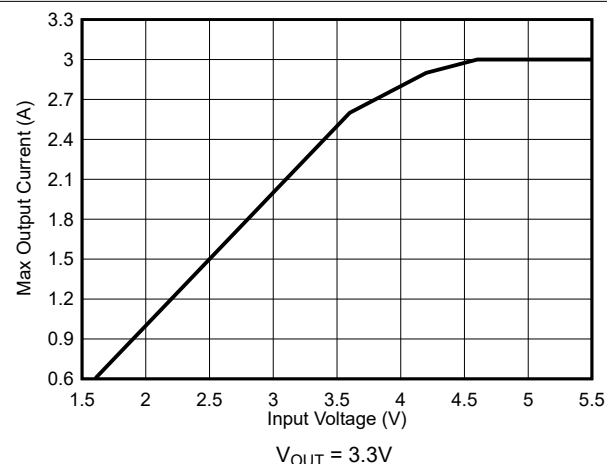


图 8-6. 典型输出电流能力与输入电压间的关系

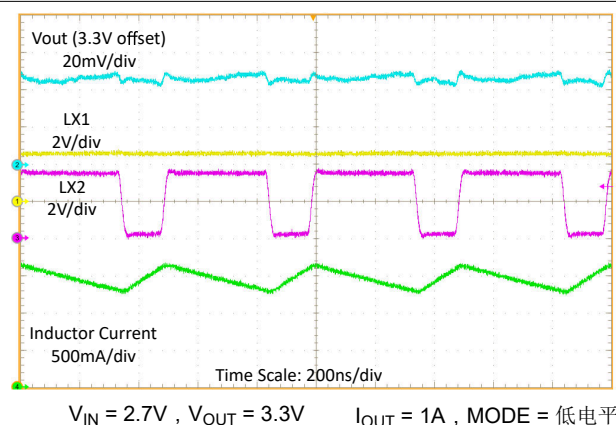


图 8-7. 负载为 1A 并采用升压运行模式时的开关波形

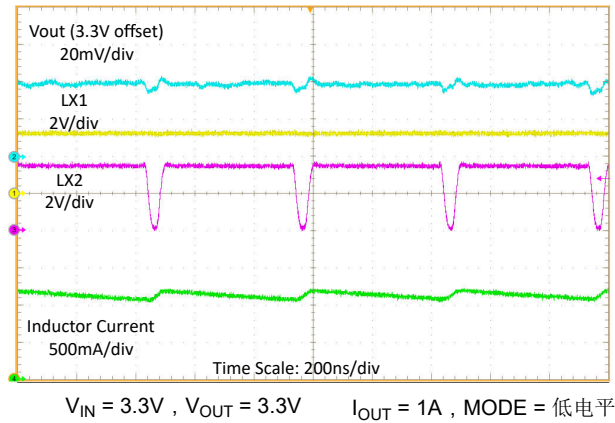


图 8-8. 1A 负载时的开关波形

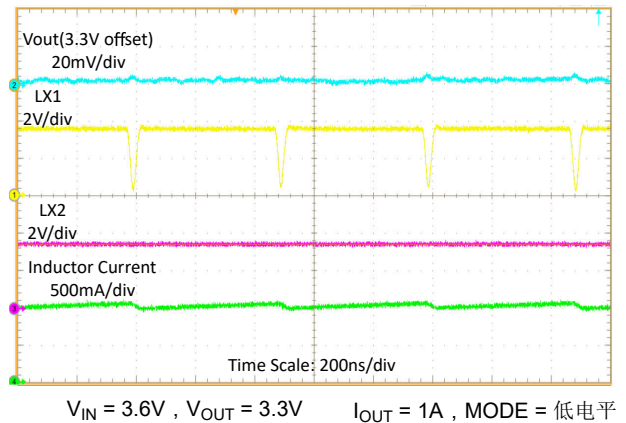


图 8-9. 1A 负载时的开关波形

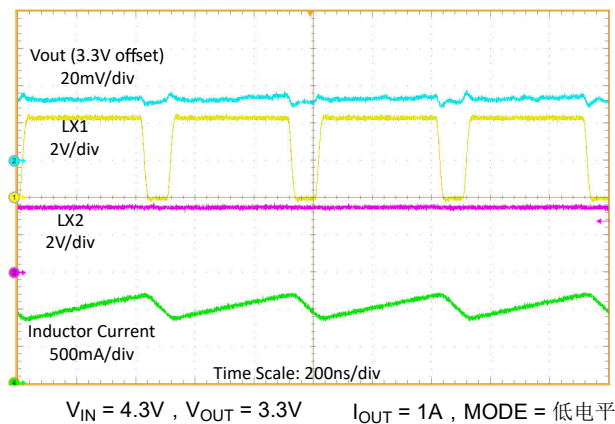


图 8-10. 负载为 1A 并采用降压运行模式时的开关波形

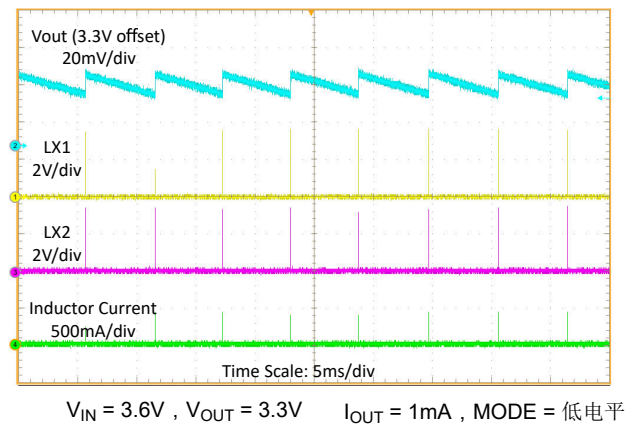


图 8-11. 负载为 1mA 时的开关波形

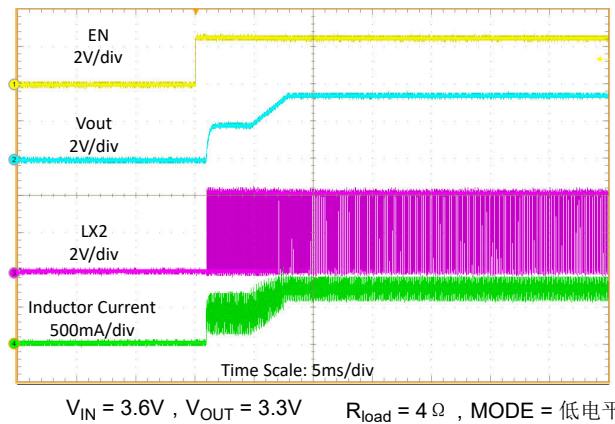


图 8-12. 由 EN 启动

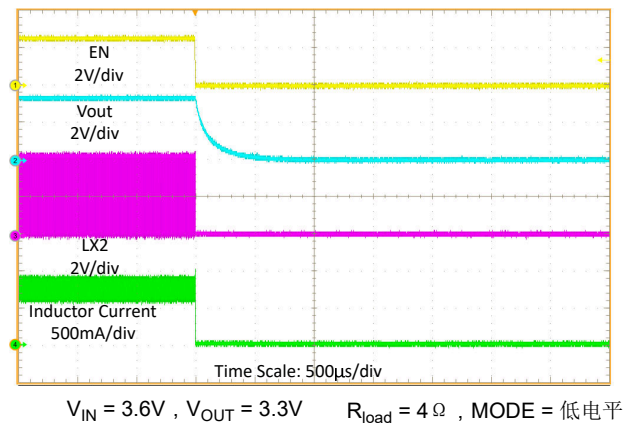
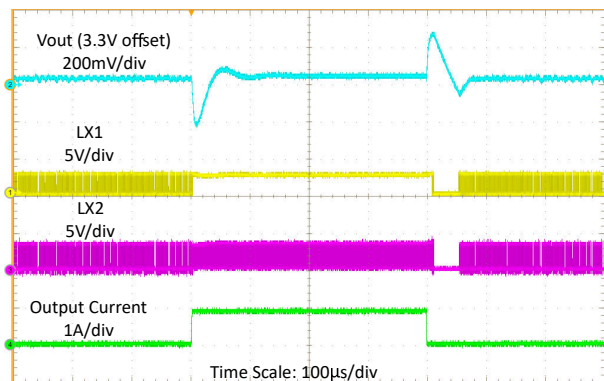
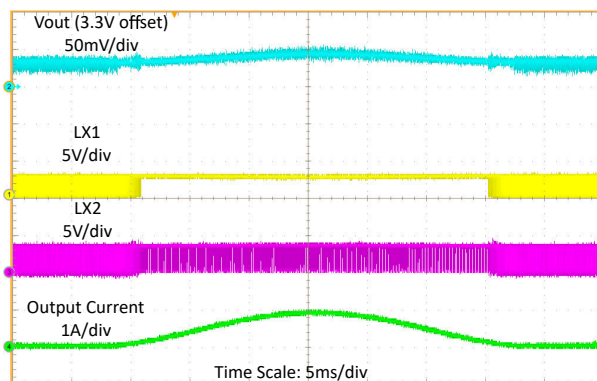


图 8-13. 由 EN 关断



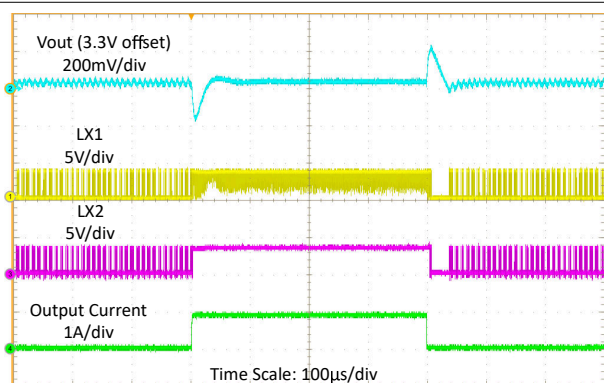
$V_{IN} = 2.7V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

图 8-14. 输入电压为 2.7V 时的负载瞬态



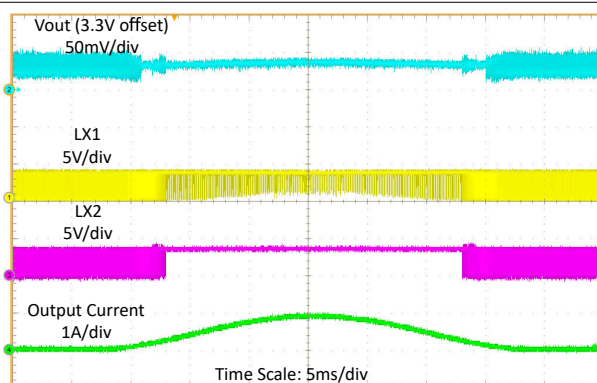
$V_{IN} = 2.7V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

图 8-15. 输入电压为 2.7V 时的负载扫描



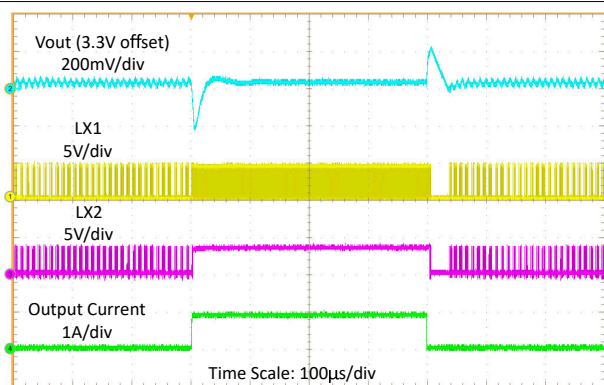
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

图 8-16. 输入电压为 3.6V 时的负载瞬态



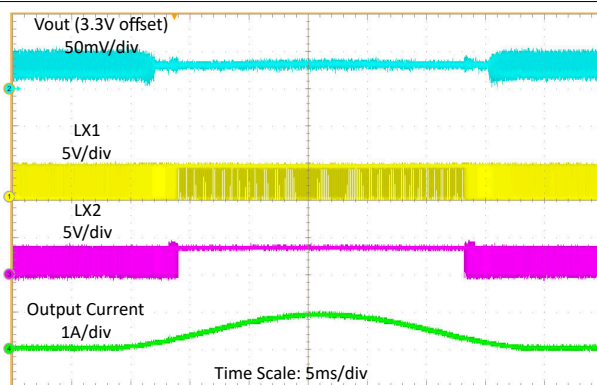
$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

图 8-17. 输入电压为 3.6V 时的负载扫描



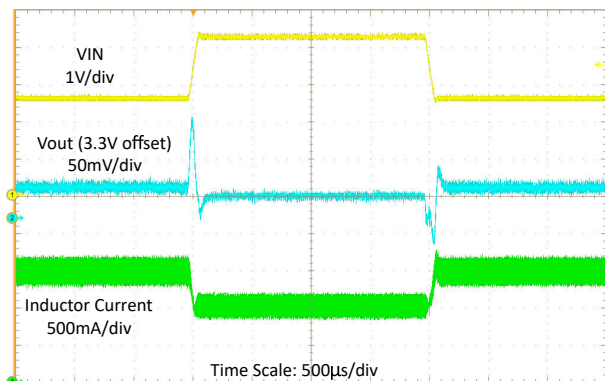
$V_{IN} = 4.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$, $20\mu s$ 压摆率

图 8-18. 输入电压为 4.3V 时的负载瞬态



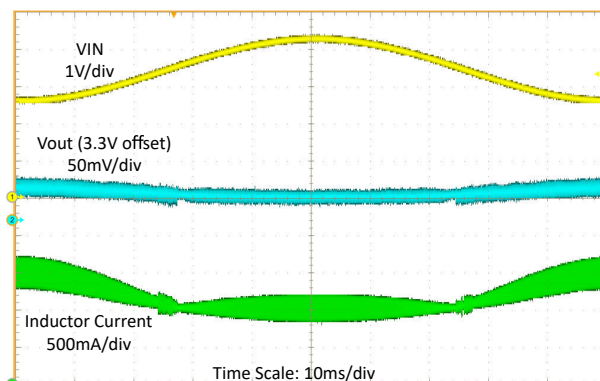
$V_{IN} = 4.3V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 100mA$ 至 $1A$ 扫描

图 8-19. 输入电压为 4.3V 时的负载扫描



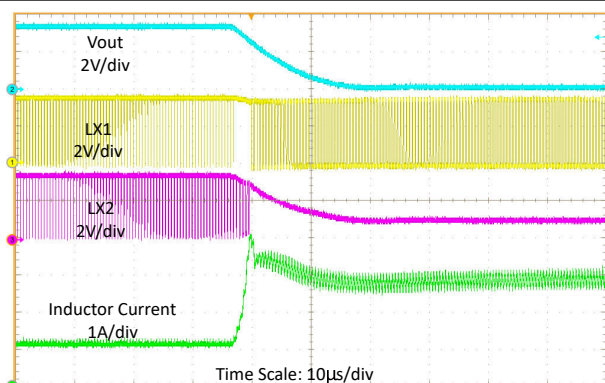
$V_{IN} = 2.7V$ 至 $4.3V$, $20\mu s$ 压摆率, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$

图 8-20. 负载电流为 1A 时的线路瞬态



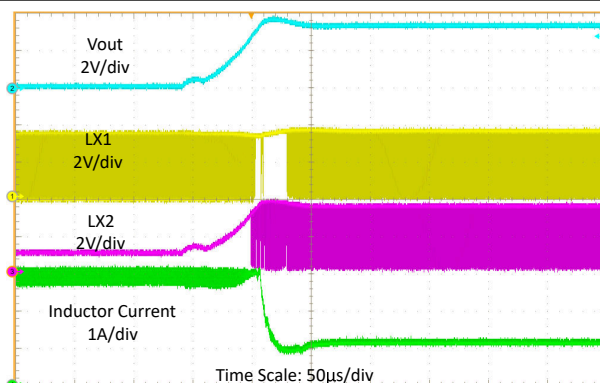
$V_{IN} = 2.7V$ 至 $4.3V$ 扫描, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$

图 8-21. 负载电流为 1A 时的线路扫描



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$, FPWM

图 8-22. 输出短路保护 (进入)



$V_{IN} = 3.6V$, $V_{OUT} = 3.3V$ $I_{OUT} = 1A$, FPWM

图 8-23. 输出短路保护 (恢复)

表 8-6. $V_{OUT} = 3.3V$ 时应用特性曲线的元件

基准	说明 ⁽²⁾	器件型号	制造商 ⁽¹⁾
U1	高功率密度 1.5A 降压/升压转换器	TPS631010 或 TPS631011	德州仪器 (TI)
L1	$1.0\mu H$, $2.5mm \times 2.0mm$, $4.3A$, $42m\Omega$	DFE252012P-1R0M=P2	MuRata
C1	$22\mu F$, 0603, 陶瓷电容器, $\pm 20\%$, $6.3V$	GRM187R61A226ME15	Murata
C2	$47\mu F$, 0805, 陶瓷电容器, $\pm 20\%$, $6.3V$	GRM219R60J476ME44	Murata
R1	$511k\Omega$, 0603 电阻器, 1%, 100mW	标准	标准
R2	$91k\Omega$, 0603 电阻器, 1%, 100mW	标准	标准

(1) 请参阅节 9.1.1。

(2) 对于其他输出电压, 请查阅表 8-5 了解电阻值。

8.3 电源相关建议

TPS631010 和 TPS631011 对其输入电源没有特殊要求。输入电源输出电流需要按照电源电压、输出电压和输出电流符合相应额定值规格。

8.4 布局

8.4.1 布局指南

PCB 布局是保持器件高性能的重要一步。

- 将输入和输出电容器尽可能靠近 IC 放置。需要保持较短的布线。尽可能使输入和输出电容器的布线宽而直会降低布线电阻和寄生电感。
- 连接到 FB 的检测布线是信号布线。让这些布线远离 L1 和 L2 节点。

8.4.2 布局示例

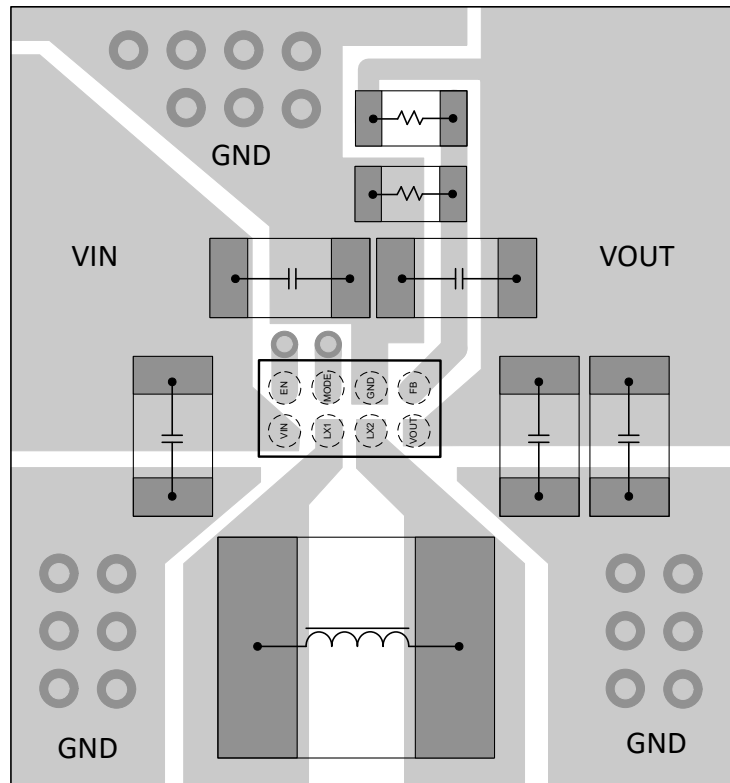


图 8-24. 布局示例

9 器件和文档支持

9.1 器件支持

9.1.1 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。

9.1.2 开发支持

9.1.2.1 使用 WEBENCH 工具创建定制设计方案

[点击此处](#)，使用 TPS631010 和 TPS631011 并借助 WEBENCH® Power Designer 创建定制设计。

1. 首先，输入您的 V_{IN} 、 V_{OUT} 和 I_{OUT} 要求。
2. 使用优化器拨盘优化效率、封装或成本等关键设计参数，并将此设计方案与德州仪器 (TI) 的其他可行解决方案进行比较。
3. WEBENCH Power Designer 提供一份定制原理图以及罗列实时价格和元件供货情况的物料清单。
4. 在大多数情况下可以：
 - 运行电气仿真，观察重要波形以及电路性能；
 - 运行热性能仿真，了解电路板热性能；
 - 将定制原理图和布局方案导出至常用 CAD 格式；
 - 打印设计方案的 PDF 报告并与同事共享。
5. 有关 WEBENCH 工具的详细信息，请访问 www.ti.com/webench。

9.2 接收文档更新通知

要接收文档更新通知，请导航至 ti.com 上的器件产品文件夹。点击 [通知](#) 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。

9.3 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](#)。

9.4 商标

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

WEBENCH® is a registered trademark of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

9.5 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。

9.6 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。

10 修订历史记录

注：以前版本的页码可能与当前版本的页码不同

Changes from Revision A (August 2023) to Revision B (January 2025)	Page
--	------

- | | |
|-----------------------------|--------------------|
| • 添加了 YBG0008-C02 机械数据..... | 22 |
|-----------------------------|--------------------|

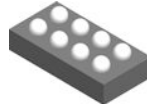
Changes from Revision * (December 2022) to Revision A (August 2023)	Page
---	------

- | | |
|--|-------------------|
| • TPS631011 初始发行版..... | 1 |
| • 将小于 10ns 的输入电压规格从-0.3V 最小值更新为 -2V 最小值..... | 4 |
| • 向保护特性中添加了热关断阈值温度和迟滞规格。..... | 5 |

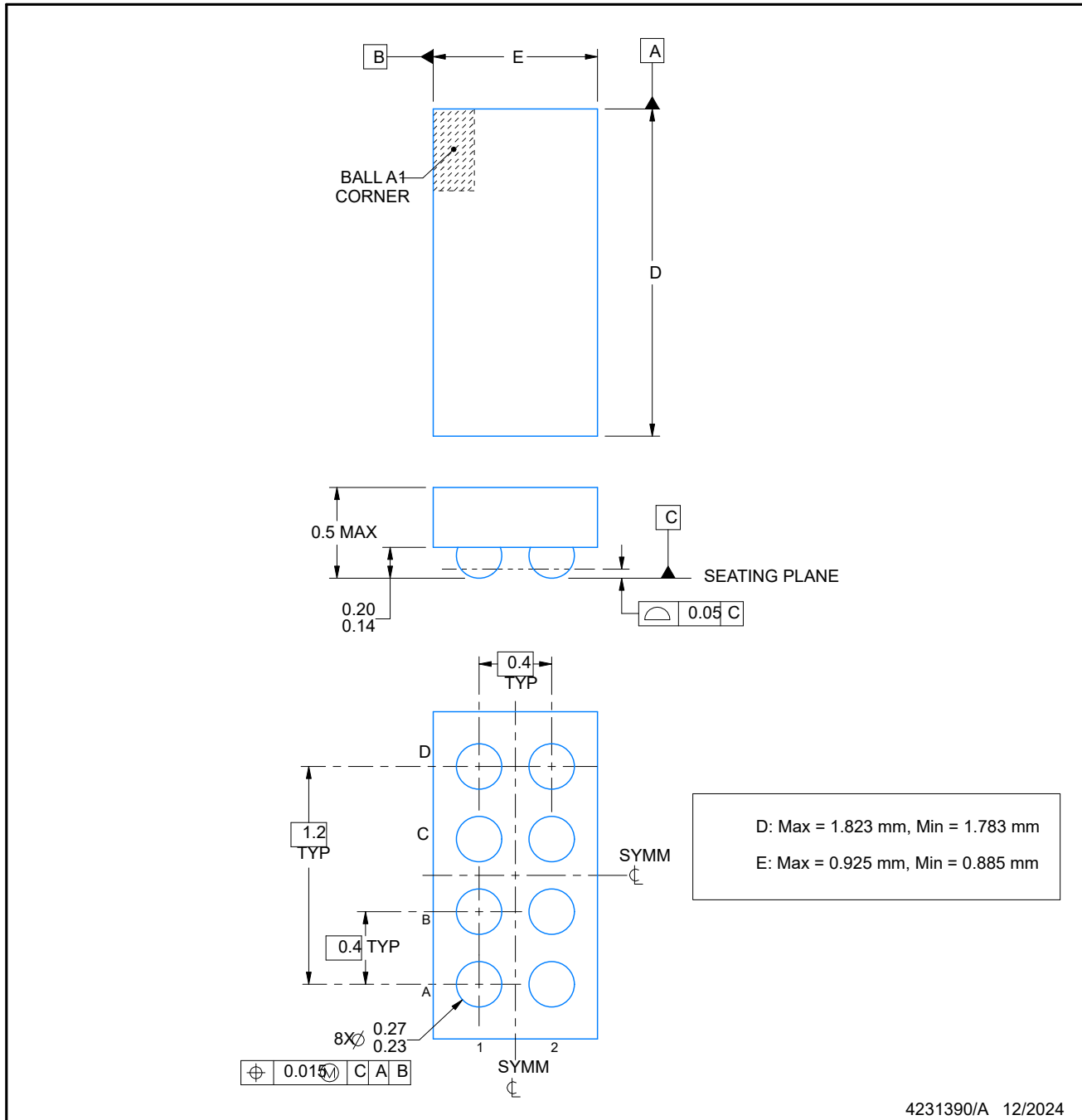
11 机械、封装和可订购信息

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。

11.1 机械数据

**YBG0008-C02****PACKAGE OUTLINE****DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



NOTES:

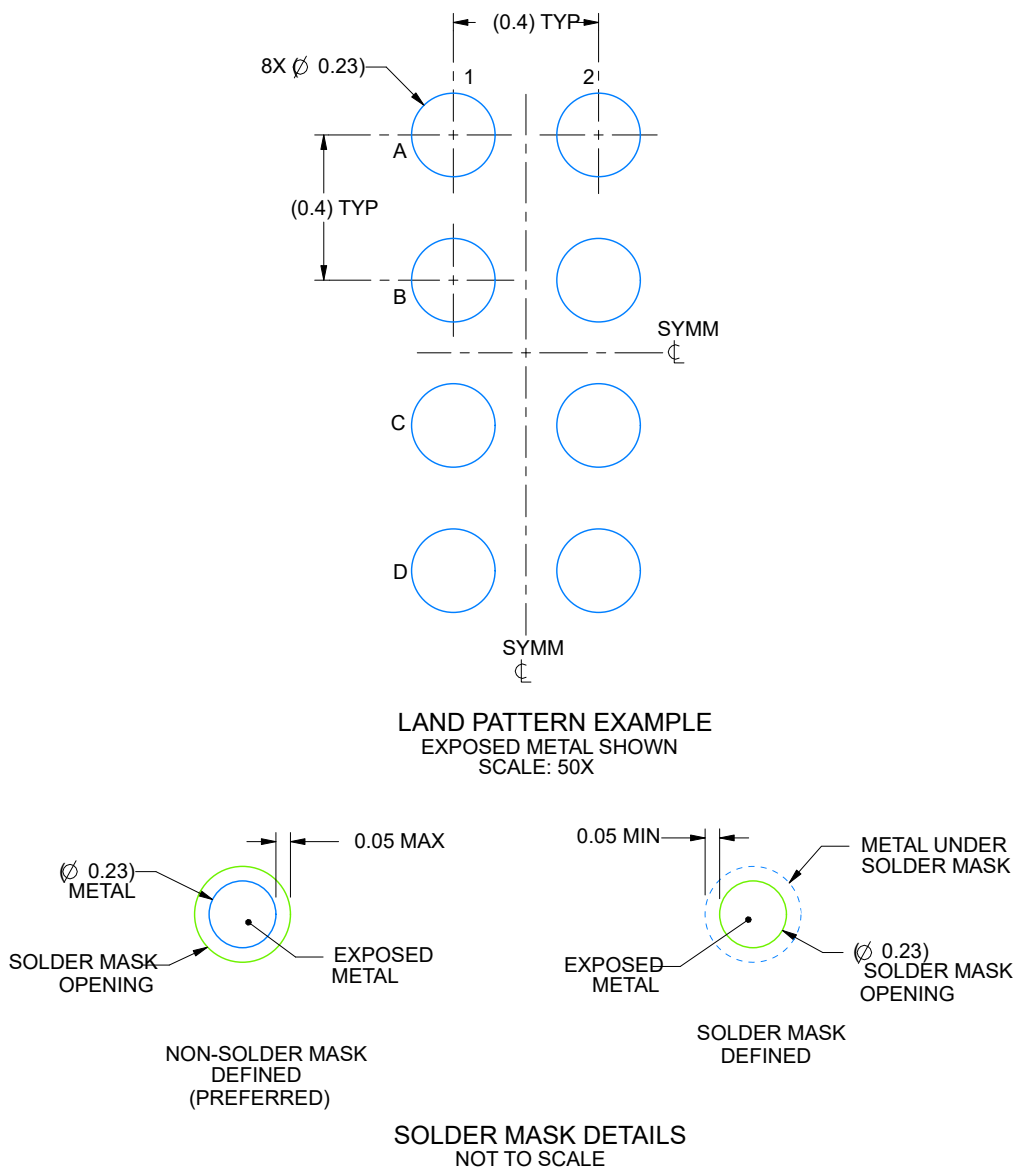
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

YBG0008-C02

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



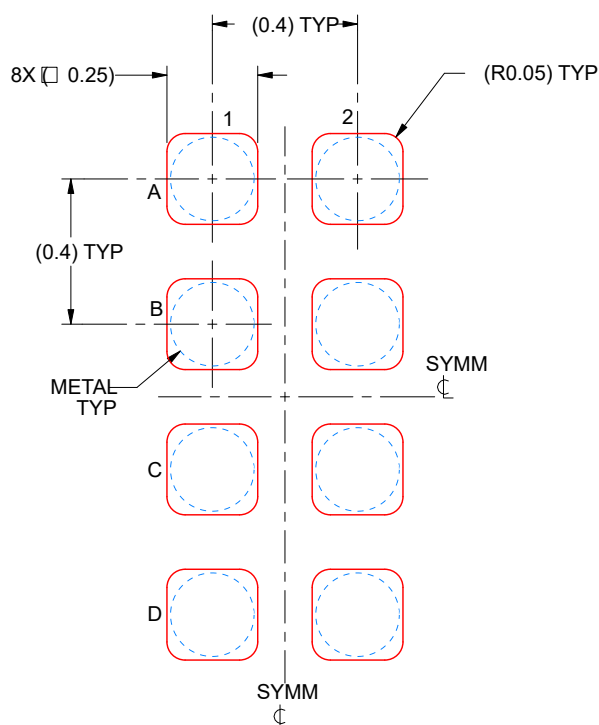
4231390/A 12/2024

NOTES: (continued)

- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN**YBG0008-C02****DSBGA - 0.5 mm max height**

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
 BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
 SCALE: 50X

4231390/A 12/2024

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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)
TPS631010YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1NS
TPS631010YBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1NS
TPS631011YBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1OM
TPS631011YBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG) 8	3000 LARGE T&R	Yes	SNAGCU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 125	1OM

⁽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.

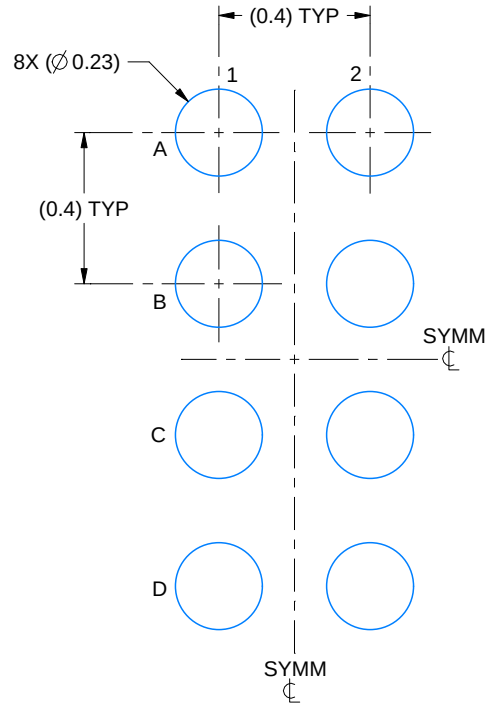
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

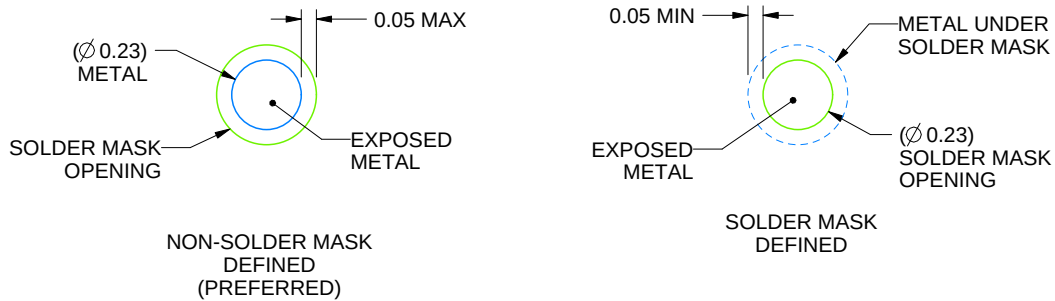
YBG0008

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 50X



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4224718/A 12/2018

NOTES: (continued)

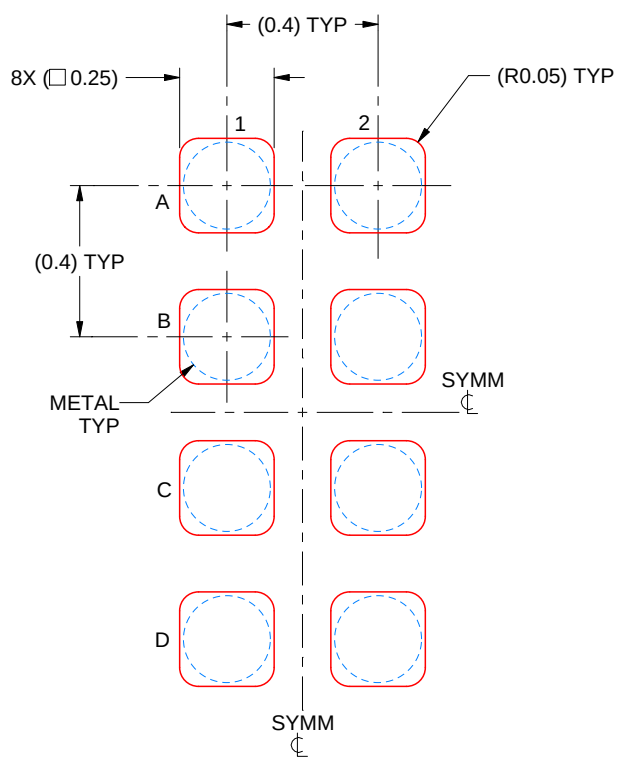
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YBG0008

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE: 50X

4224718/A 12/2018

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月