TPS92401 具有集成 PWM 分流 FET、SPI 接口和自适应配置的 4 通道 5A LED 点控制器

1 特性

- 4.5V 至 65V 宽输入范围
- LED 共阳极或共阴极连接
- 4 个集成 PWM 分流 FET
  - 5A FET 最大持续电流
  - 内部 32MHz 振荡器，支持 PWM 发生器
  - 可编程 16 位 >20kHz PWM 调光
- SPI 接口和自适应配置
  - 用于数据传输的最高 5MHz SPI 时钟
  - 星形和菊花链连接
  - 可堆叠多达 4 个器件来控制 16 LED 灯串
- 增强的 EMI 性能
  - 可编程 PWM 压摆率
  - 可编程 PWM 边沿偏移
  - 具有展频功能的内部电荷泵
- 全面保护特性
  - LED 开路检测和保护
  - LED 短路检测
  - 分流 FET 开路检测
  - 可编程 LED 开路电压
  - 热警告
- 可选省电模式
  - 通过 PWM 输出控制 LED 驱动器
  - 低功耗待机模式
- 封装：VQFN-36

2 应用

- 舞台和摄影灯光
- 手术照明
- 机器视觉和 IP 摄像机 LED 阵列
- 冷/暖 WLED 照明
- 3D 打印
- 工业运输

3 说明

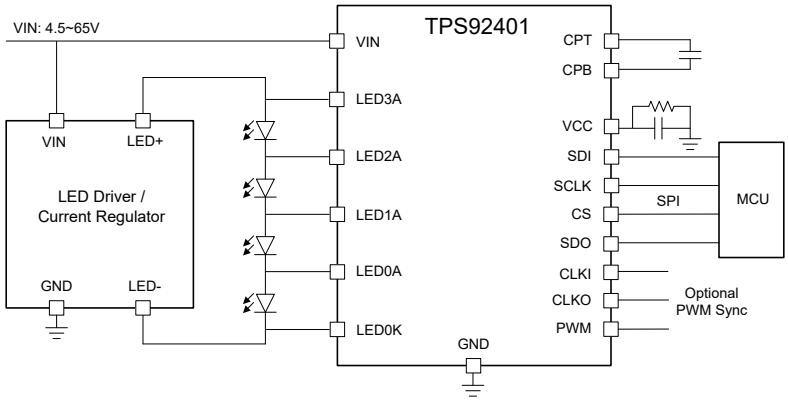
TPS92401 LED 点控制器器件可在 4.5V 至 65V 的宽输入范围内提供高达 5A 的像素级 LED 调光控制，从而实现 4 通道独立照明解决方案。该器件包括一串（4 个串联）集成分流 FET，每个 FET 均可为单个 LED 提供 PWM 调光。借助分流 FET 串，该器件可支持恒流稳压器，适用于通过共阳极或共阴极连接的 LED。

TPS92401 具有可产生系统时钟信号的内部振荡器，从而支持高达 16 位的集成 PWM 发生器，且可编程 PWM 频率高达 60kHz。串行外设接口 (SPI) 可实现高速数据传输，并且支持菊花链和星型连接。SPI 和经过优化的引脚排列支持多个器件以堆叠配置连接在一起，从而实现单层 PCB。

TPS92401 包含寄存器，可用于对灯串中单个 LED 的 PWM 脉宽、压摆率、边沿偏移和开路电压进行编程，还可用于报告 LED 开路、LED 短路、分流 FET 开路和热警告。内部电荷泵整合了展频功能，可增强 EMI 性能。TPS92401 还提供恒流稳压器的 PWM 调光控制，并可实现多通道省电功能，从而显著提高调光效率，尤其是在低亮度条件下。

封装信息

器件型号	封装	本体尺寸（标称值）
TPS92401，TPS92401M	VQFN (36)	6.00mm × 5.00mm



简化版应用

本资源的原文使用英文撰写。 为方便起见，TI 提供了译文；由于翻译过程中可能使用了自动化工具，TI 不保证译文的准确性。 为确认准确性，请务必访问 ti.com 参考最新的英文版本（控制文档）。

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 器件和文档支持.....3
4.1 接收文档更新通知.....3
4.2 支持资源.....3
4.3 商标.....3
4.4 静电放电警告.....3
4.5 术语表.....3
5 修订历史记录.....3
6 机械、封装和可订购信息.....4
6.1 封装选项附录.....5
6.2 卷带包装信息.....6

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

4 器件和文档支持

4.1 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。

4.2 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。

4.3 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。

4.4 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。

4.5 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。

5 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

日期	修订版本	注释
2024 年 11 月	*	初始发行版

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6 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。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

6.1 封装选项附录

封装信息

可订购器件	状态 (1)	封装类型	封装图	引脚	包装数量	环保计划 (2)	铅/焊球镀层(4)	MSL 峰值温度(3)	工作温度 (°C)	器件标识(5) (6)
TPS92401RRVR	运行	VQFN	RRV	36	3000	环保（符合 RoHS 标准，无锑/溴）	Cu NiPdAu	LEVEL1-260C-UNLIM	-40 至 85	92401
TPS92401MRRVR	运行	VQFN	RRV	36	3000	环保（符合 RoHS 标准，无锑/溴）	Cu NiPdAu	LEVEL1-260C-UNLIM	-55 至 125	92401M

(1) 销售状态值定义如下：
正在供货：建议用于新设计的产品器件。
限期购买：TI 已宣布器件即将停产，但仍在购买期限内。
NRND：不推荐用于新设计。为支持现有客户，器件仍在生产，但 TI 不建议在新设计中使用此器件。
PRE_PROD：器件未发布，尚未量产，未向大众市场供货，也未在网络上供应，未提供样片。
预发布：器件已发布，但未量产。可能提供样片，也可能无法提供样片。
已停产：TI 已停止生产该器件。

(2) 环保计划 - 规划的环保分级包括：无铅 (RoHS)，无铅（RoHS 豁免）或绿色环保（RoHS，无锑/溴）- 如需了解最新供货信息及更多产品内容详情，请访问 http://www.ti.com/productcontent。
待定：无铅/绿色环保转换计划尚未确定。
无铅 (RoHS)：TI 所说的“无铅”或“无 Pb”是指半导体产品符合针对所有 6 种物质的现行 RoHS 要求，包括要求铅的重量不超过同质材料总重量的 0.1%。因在设计时就考虑到了高温焊接要求，因此 TI 的无铅产品适用于指定的无铅作业。
无铅（RoHS 豁免）：该元件在以下两种情况下可享受 RoHS 豁免：1) 芯片和封装之间使用铅基倒装芯片焊接凸点；2) 芯片和引线框之间使用铅基芯片粘合剂。否则，元件将根据上述规定视为无铅（符合 RoHS）。
绿色环保（RoHS，无锑/溴）：TI 将“绿色环保”定义为无铅（符合 RoHS 标准）、无溴 (Br) 和无锑 (Sb) 基阻燃剂（Br 或 Sb 在同质材料中的质量不超过总质量的 0.1%）

(3) MSL，峰值温度-- 湿敏等级额定值（符合 JEDEC 工业标准分级）和峰值焊接温度。

(4) 铅/焊球镀层 - 可订购器件可能有多种镀层材料选项。各镀层选项用垂直线隔开。如果铅/焊球镀层值超出最大列宽，则会折为两行。

(5) 器件上可能还有与标识、批次跟踪代码信息或环境分级相关的标记

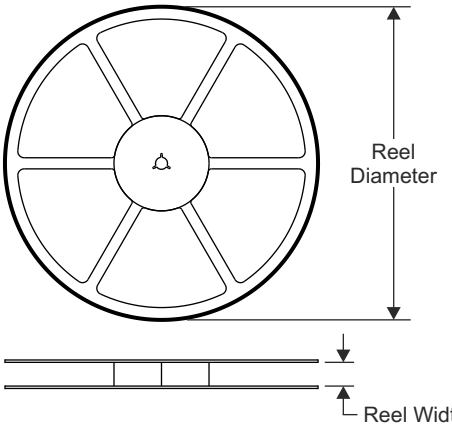
(6) 如有多个器件标识，将用括号括起来。不过，器件上仅显示括号中以“~”隔开的其中一个器件标识。如果某一行缩进，说明该行续接上一行，这两行合在一起表示该器件的完整器件标识。

重要信息和免责声明：本页面上提供的信息代表 TI 在提供该信息之日的认知和观点。TI 的认知和观点基于第三方提供的信息，TI 不对此类信息的正确性做任何声明或保证。TI 正在致力于更好地整合第三方信息。TI 已经并将继续采取合理的措施来提供有代表性且准确的信息，但是可能尚未对引入的原料和化学制品进行破坏性测试或化学分析。TI 和 TI 供应商认为某些信息属于专有信息，因此可能不会公布其 CAS 编号及其他受限制的信息。

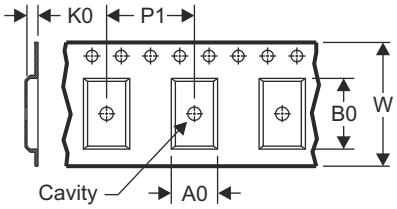
在任何情况下，TI 因此类信息产生的责任决不超过 TI 每年向客户销售的本文档所述 TI 器件的总购买价。

6.2 卷带包装信息

REEL DIMENSIONS

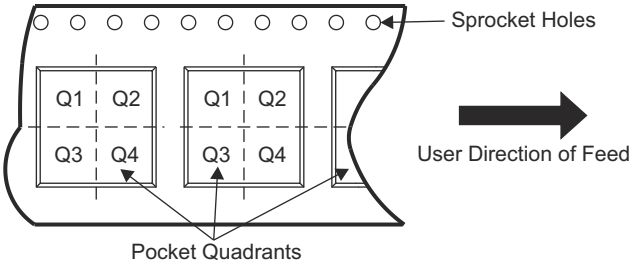


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

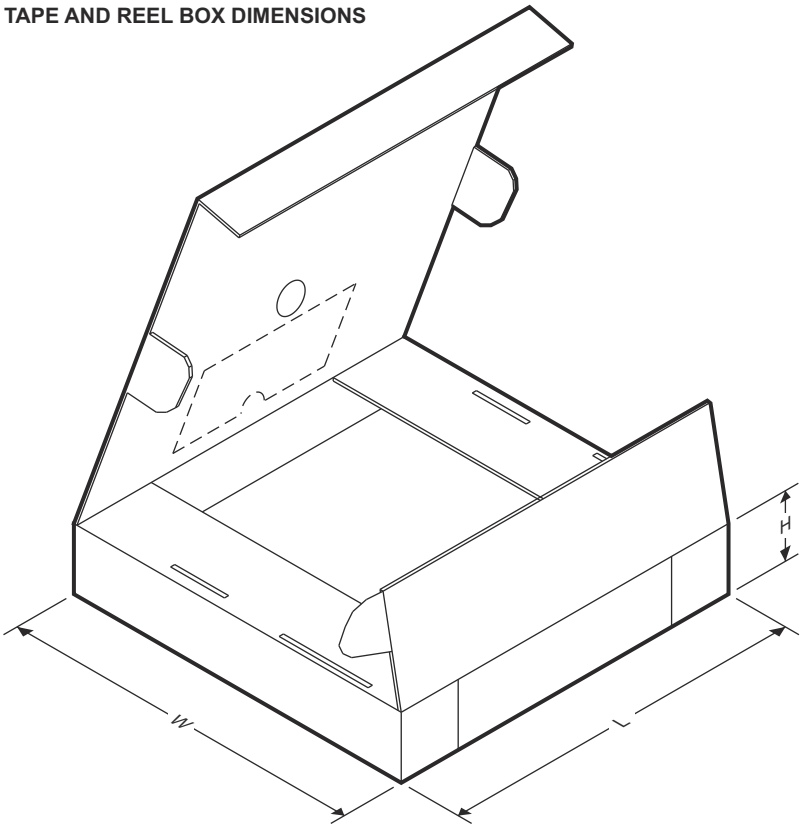
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1象限
TPS92401RRVR	VQFN	RRV	36	3000	330.0	12.4	5.3	6.3	1.15	8.0	12.0	Q1
TPS92401MRRVR	VQFN	RRV	36	3000	330.0	12.4	5.3	6.3	1.15	8.0	12.0	Q1

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	长度 (mm)	宽度 (mm)	高度 (mm)
TPS92401RRVR	VQFN	RRV	36	3000	360.0	360.0	36.0
TPS92401MRRVR	VQFN	RRV	36	3000	360.0	360.0	36.0

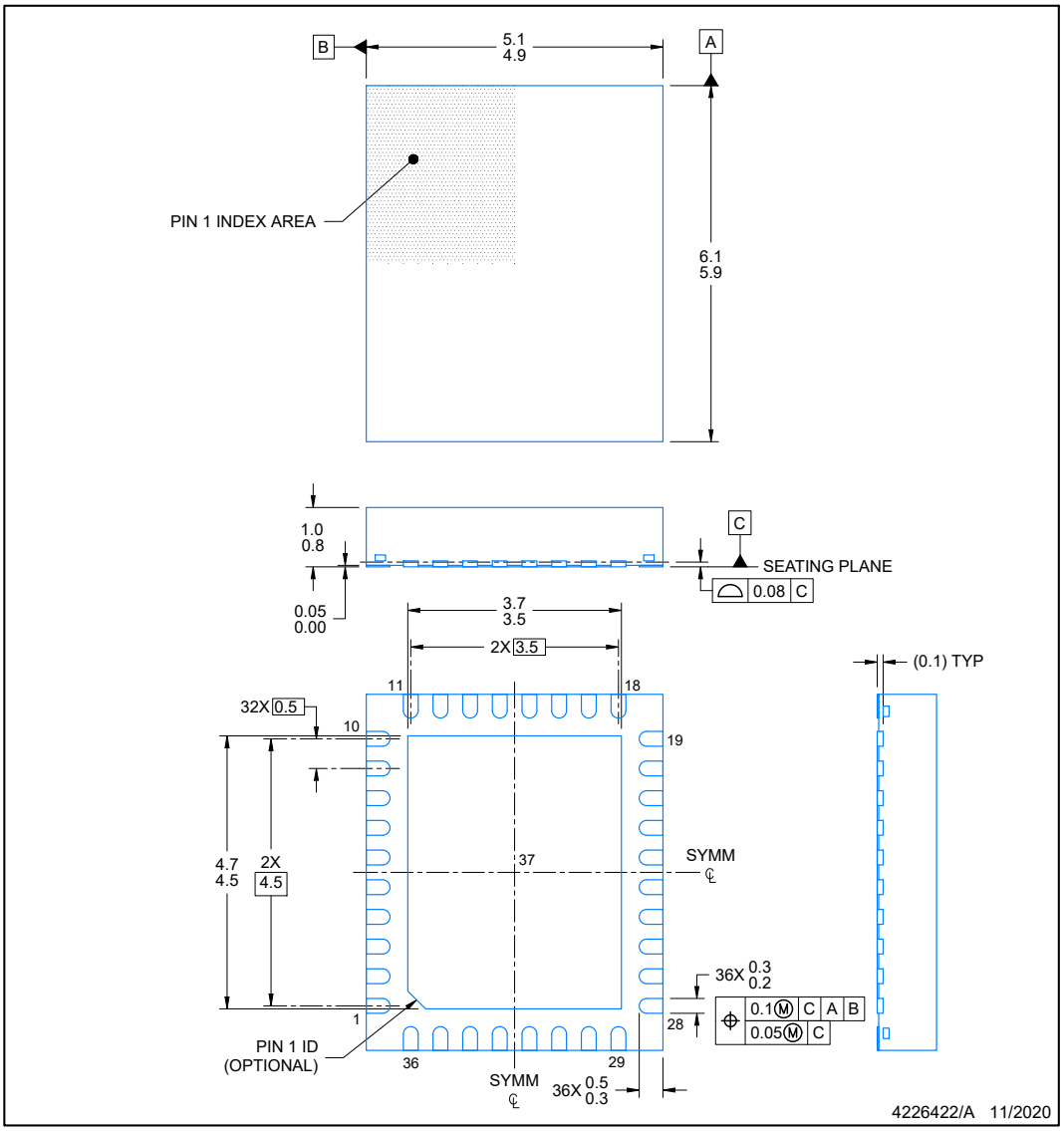
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

PACKAGE OUTLINE

RRV0036A

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK-NO LEAD



NOTES:

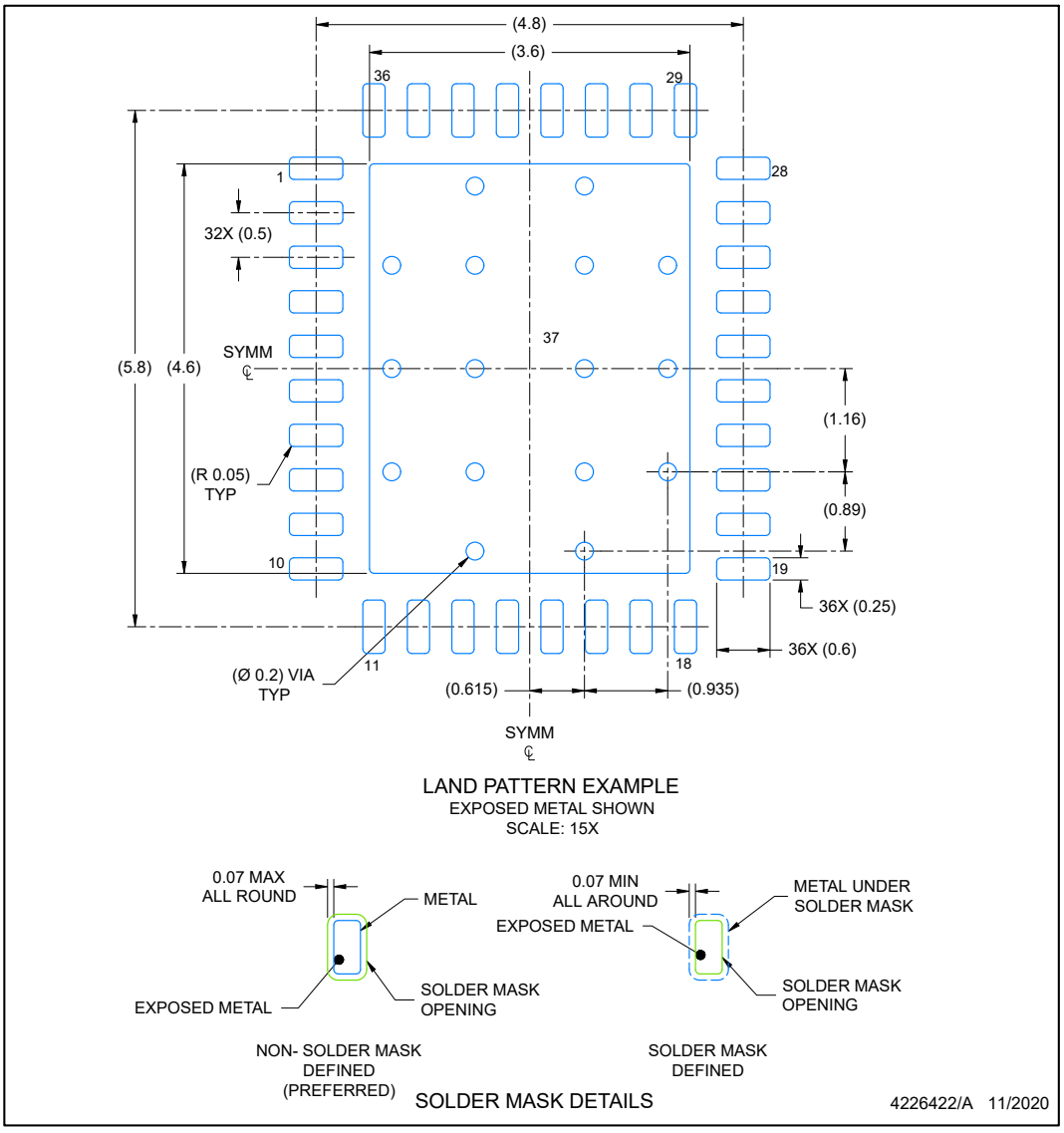
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE BOARD LAYOUT

RRV0036A — **VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK-NO LEAD



NOTES: (continued)

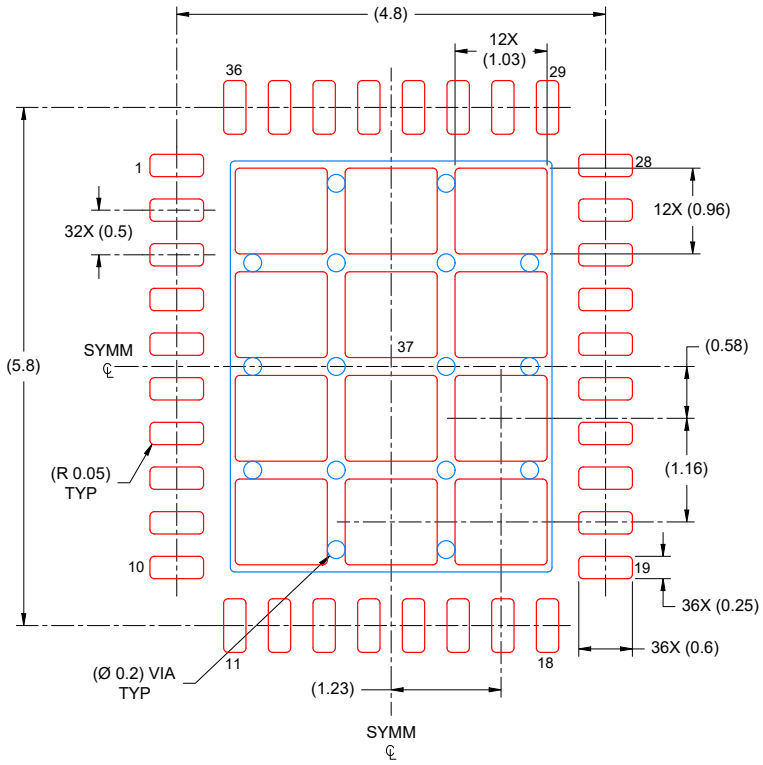
4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271) .
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RRV0036A — **VQFN - 1 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK-NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
72% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

4226422/A 11/2020

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

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)
TPS92401MRRVR	Active	Production	VQFN (RRV) | 36	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	92401M
TPS92401MRRVR.A	Active	Production	VQFN (RRV) | 36	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	See TPS92401MRRVR	92401M
TPS92401RRVR	Active	Production	VQFN (RRV) | 36	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	92401
TPS92401RRVR.A	Active	Production	VQFN (RRV) | 36	3000 | LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM	See TPS92401RRVR	92401

(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.

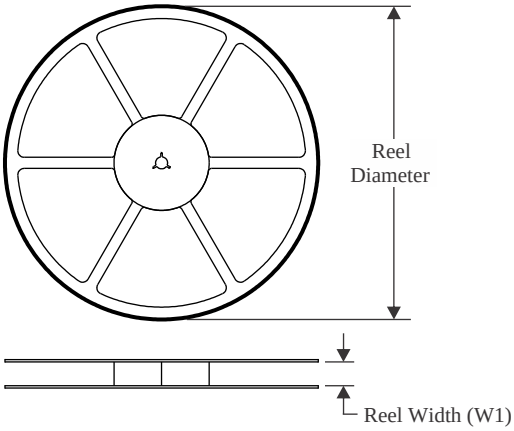
Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

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.

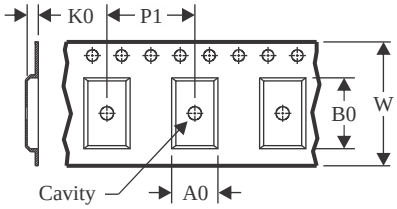
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION

REEL DIMENSIONS

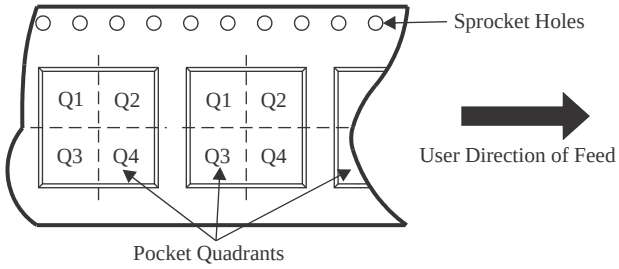


TAPE DIMENSIONS



A0	Dimension designed to accommodate the component width
B0	Dimension designed to accommodate the component length
K0	Dimension designed to accommodate the component thickness
W	Overall width of the carrier tape
P1	Pitch between successive cavity centers

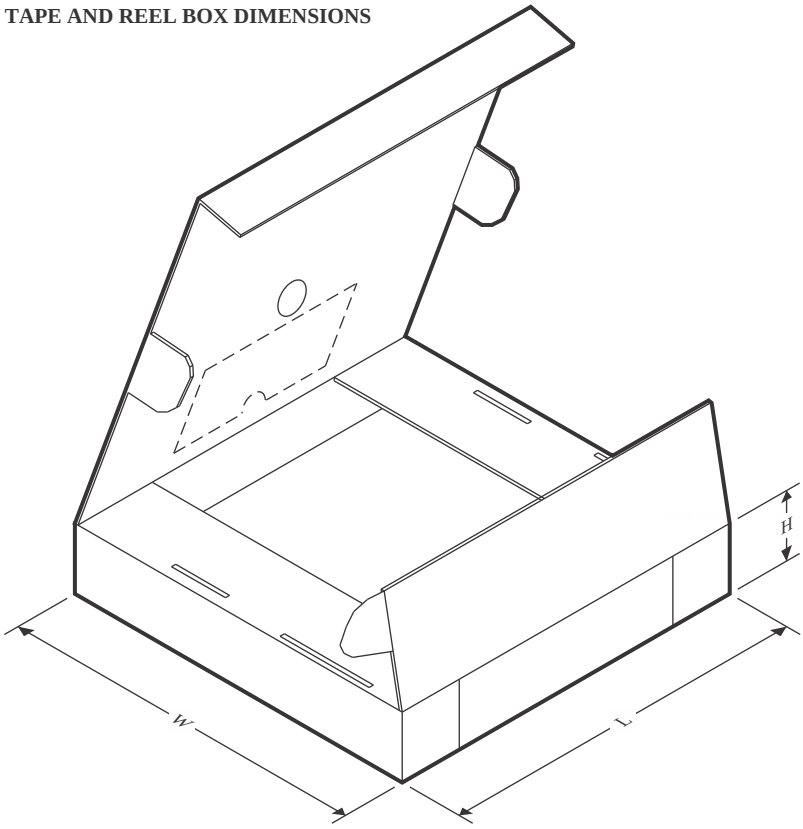
QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



*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
TPS92401MRRVR	VQFN	RRV	36	3000	330.0	12.4	5.3	6.3	1.15	8.0	12.0	Q1
TPS92401RRVR	VQFN	RRV	36	3000	330.0	12.4	5.3	6.3	1.15	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TPS92401MRRVR	VQFN	RRV	36	3000	360.0	360.0	36.0
TPS92401RRVR	VQFN	RRV	36	3000	360.0	360.0	36.0

GENERIC PACKAGE VIEW

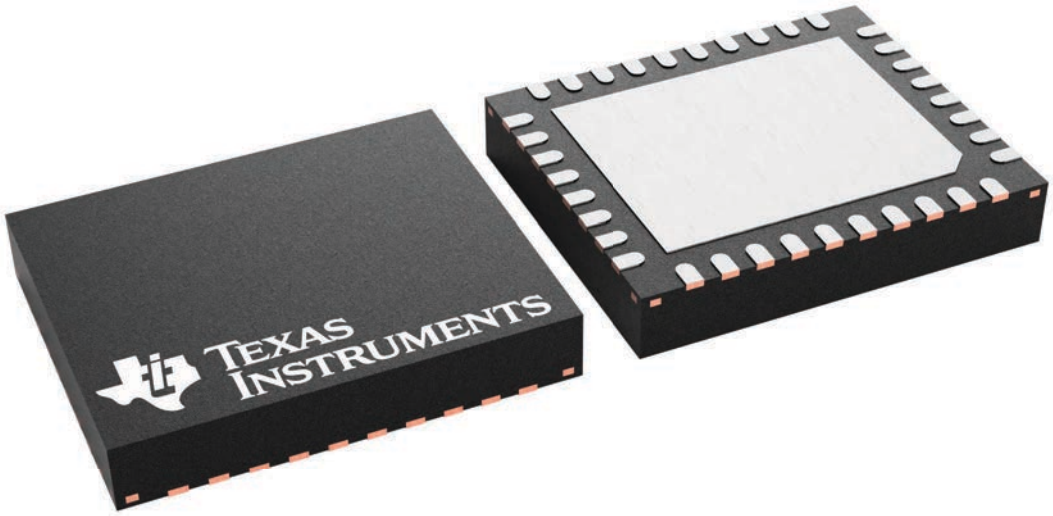
RRV 36

VQFN - 1 mm max height

5 x 6, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.



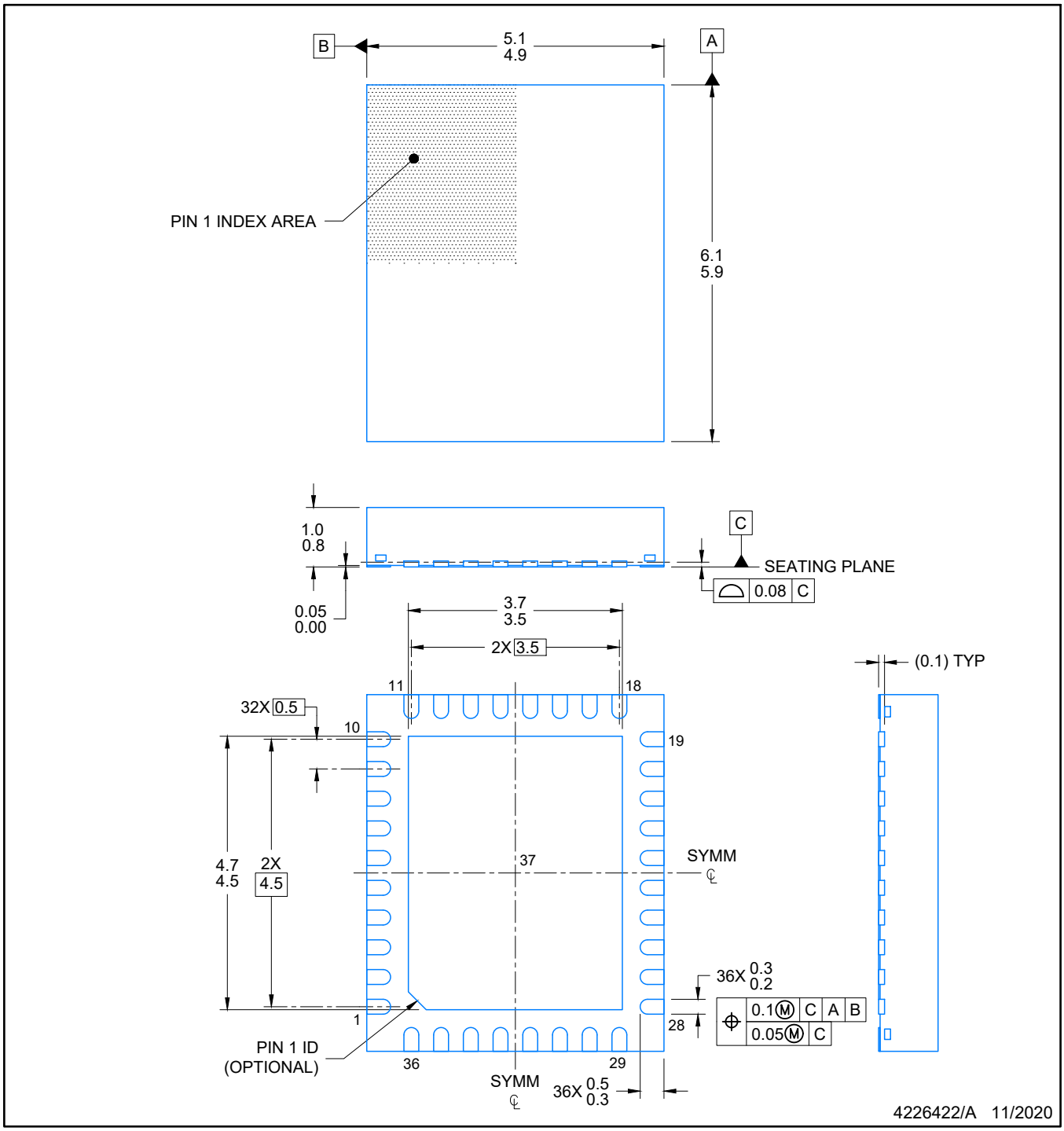
4229484/A

PACKAGE OUTLINE

RRV0036A

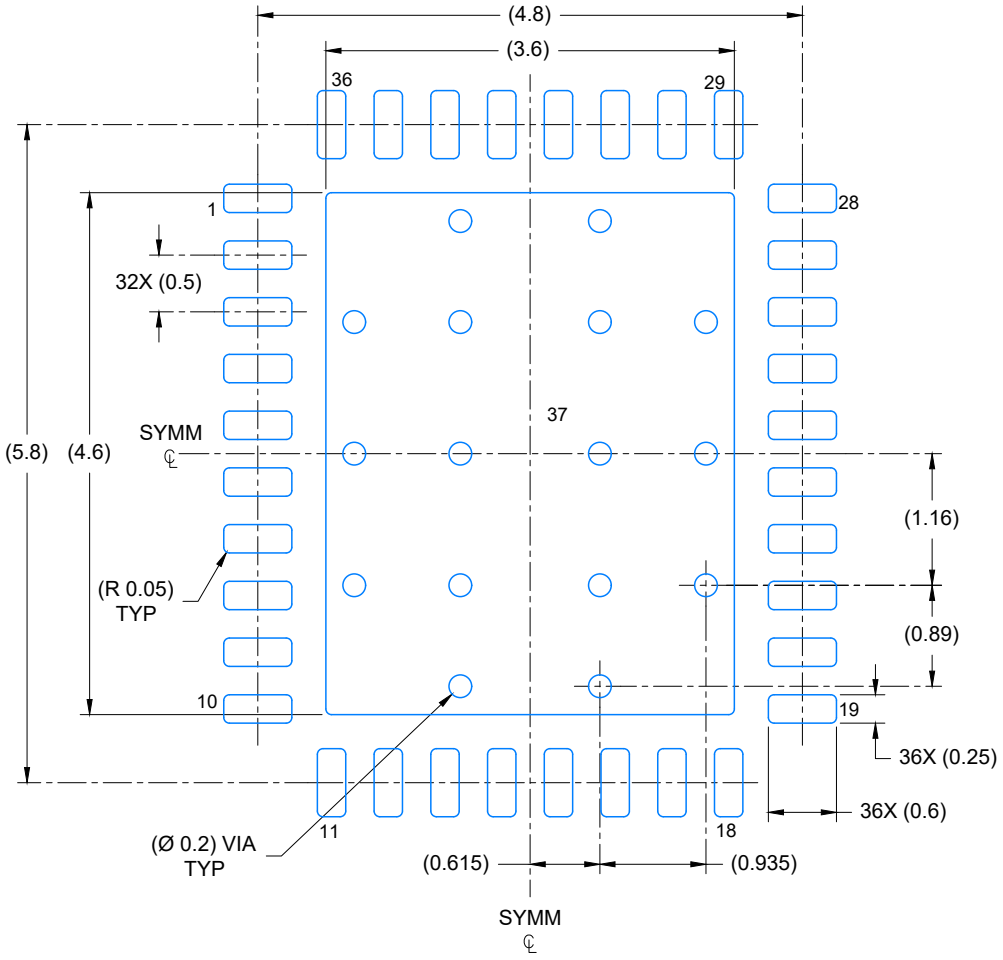
VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK-NO LEAD

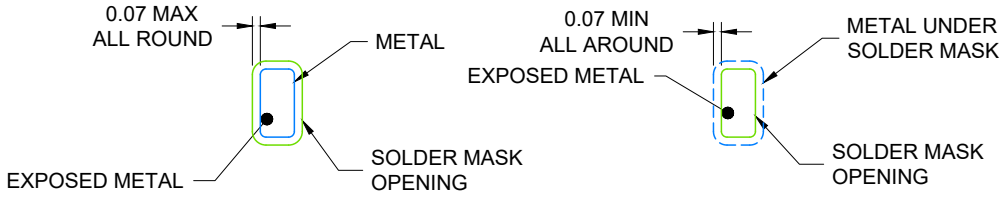


NOTES:

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. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for optimal thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



NON- SOLDER MASK DEFINED (PREFERRED)

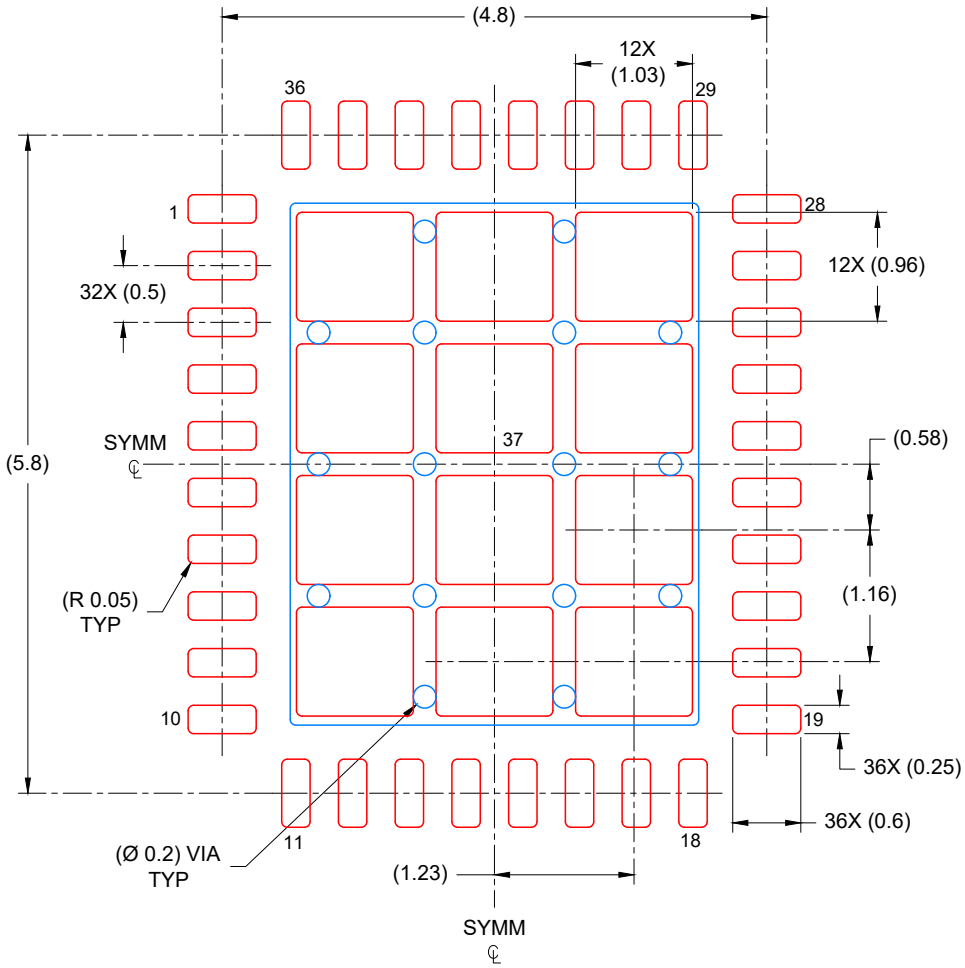
SOLDER MASK DEFINED

SOLDER MASK DETAILS

4226422/A 11/2020

NOTES: (continued)

4. This package is designed to be soldered to a thermal pad on the board. For more information, see Texas Instruments literature number SLUA271 (www.ti.com/lit/slua271) .
5. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL

EXPOSED PAD
72% PRINTED COVERAGE BY AREA
SCALE: 15X

4226422/A 11/2020

NOTES: (continued)

6. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.

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出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