LM686x0-Q1 专为安全相关应用而优化的 70V、 8A/6A/4A 汽车级降压转换器

1 特性

- 符合面向汽车应用的 AEC-Q100 标准：
  - 温度等级 1：–40°C 至 +125°C，T_A
- 功能安全合规型
  - 专为功能安全应用开发
  - 提供了文档来帮助规划 ISO 26262 系统设计
  - 系统可满足 ASIL D 级要求
  - 硬件可满足 ASIL C 级要求
  - 启动时的模拟内置自检
  - 冗余和快速 (0.35 μ s) V_{OUT} 监控器
  - 出色的引脚 FMEA 和引脚间距
- 宽输入电压范围：3V 至 70V
- 1% 精度，V_{OUT} 范围为 0.8V 至 60V
- 针对低 EMI 要求进行了优化
  - 有助于符合 CISPR 25 5 级标准
  - 引脚可配置的双随机展频和压摆率控制可降低峰值发射
  - 具有对称引脚排列的增强型 HotRod™ QFN 封装
  - 开关频率范围为 300kHz 至 2.2MHz
  - 引脚可配置自动或 FPWM 运行
- 短最小导通时间：36ns（典型值）
  - 在 2.1MHz 下实现 36V 至 3.3V 的转换
- 高效电源转换
  - 峰值效率 > 95%，$12V_{IN}$ 至 $5V_{OUT}$，400kHz
  - 空载输入电流： 3.5μA
- 高功率密度
  - 内部补偿、OCP 和 TSD
  - 具有可湿性侧面的 4.5mm × 4.5mm eQFN-26 封装
  - Θ_{JA} = 18°C/W (EVM)
- VIN 至 PGND 引脚间隙：1.1mm

2 应用

- 高级驾驶辅助系统 (ADAS)
- 汽车信息娱乐系统与仪表组
- 混合动力、电动和动力总成系统

3 说明

LM686x0-Q1 是可堆叠 汽车级降压转换器系列，经过设计，具有高效率、高功率密度和超低电磁干扰 (EMI)。这些转换器在 3V 至 70V 的宽输入电压范围内运行，从而简化了输入浪涌保护设计。

通过更大限度减小环路电感、使用内部旁路电容器、使用引脚可选的 SW 节点压摆率控制和双随机展频 (DRSS)，实现低 EMI 运行。

电流模式控制架构，搭配 36ns 最短导通时间，可在高频下实现高转换比，提供简便的环路补偿、快速瞬态响应以及出色的负载和线路调整。最多可将两个转换器设置为以交错模式（并联输出）运行，可实现精确的电流共享，从而支持高达 16A 输出电流。

LM686x0-Q1 降压转换器专为功能安全相关应用而设计。一系列安全特性包括启动时的 ABIST、冗余和快速 V_{OUT} 监控、反馈路径故障检测、冗余温度传感器、热关断和电流限制，可显著降低残余时基故障 (FIT)。

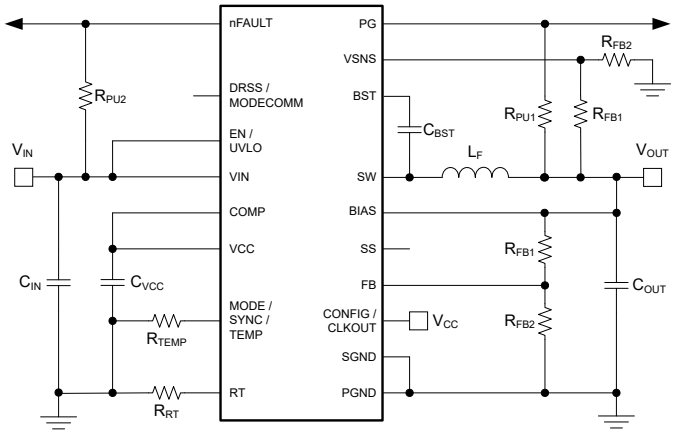
器件信息

器件型号(2)	封装(1)	输出电流
LM68680-Q1	RZY（WQFN-FCRLF，26）	8A
LM68660-Q1 (3)		6A
LM68640-Q1 (3)		4A

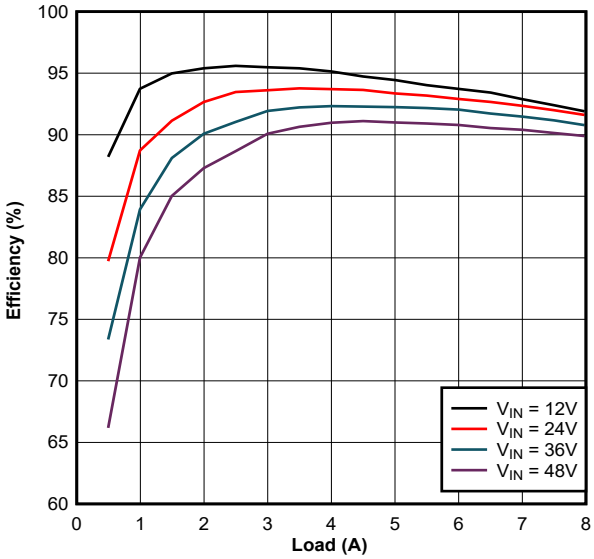
(1) 有关更多信息，请参阅节 7。
(2) 请参阅*器件比较表*。
(3) 预发布信息（非预告信息）。

ADVANCE INFORMATION

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）。



典型应用电路



典型效率，V_{OUT} = 5V，f_{SW} = 400kHz

ADVANCE INFORMATION

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

内容

1 特性.....1
2 应用.....1
3 说明.....1
4 器件比较表.....4
5 器件和文档支持.....5
5.1 开发支持.....5
5.2 文档支持.....5
5.3 接收文档更新通知.....6
5.4 支持资源.....6
5.5 商标.....6
5.6 静电放电警告.....6
5.7 术语表.....6
6 修订历史记录.....6
7 机械、封装和可订购信息.....7
7.1 卷带包装信息.....7

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

4 器件比较表

可订购器件型号	输入电压额定值	电流	功能安全	适用于反相降压/升压拓扑的电平转换器
LM65680RZYRQ1	70V	8A	支持	否
LM65660RZYRQ1(1)	70V	6A	支持	否
LM65640RZYRQ1(1)	70V	4A	支持	否
LM68680FRZYRQ1	70V	8A	符合	否
LM68660FRZYRQ1(1)	70V	6A	符合	否
LM68640FRZYRQ1(1)	70V	4A	符合	否
LM68580FRZYRQ1(1)	42V	8A	符合	否
LM68560FRZYRQ1(1)	42V	6A	符合	否
LM67680RZYRQ1(1)	70V	8A	支持	是
LM67660RZYRQ1(1)	70V	6A	支持	是
LM67640RZYRQ1(1)	70V	4A	支持	是

(1) 预发布信息（非预告信息）。如需了解更多信息，请联系德州仪器 (TI)。

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

5 器件和文档支持

5.1 开发支持

相关开发支持，请参阅以下文档：

- 有关 TI 的参考设计库，请访问 TI Designs
- TI Designs：
  - *配备两个 4Gbps 四通道解串器的 ADAS 8 通道传感器融合集线器参考设计*
  - *汽车级 EMI 与热性能经优化的同步降压转换器参考设计*
  - *采用 LM5141-Q1 的汽车级高电流、宽 V_{IN} 同步降压控制器参考设计*
  - *工作频率为 2.2MHz 的 25W 汽车启停系统参考设计*
  - *适用于汽车仪表组的同步降压转换器参考设计*
  - *汽车同步降压（3.3V，12.0A）参考设计*
  - *汽车同步降压参考设计*
  - *适用于数字驾驶舱处理单元的汽车宽输入电压 (V_{IN}) 前端参考设计*
- 技术文章：
  - *直流/直流转换器的高密度 PCB 布局*
  - *同步降压控制器解决方案支持提供宽 V_{IN} 性能和灵活性*
  - *如何使用压摆率进行 EMI 控制*

5.2 文档支持

5.2.1 相关文档

请参阅以下相关文档：

- 应用手册：
  - 德州仪器 (TI)，*通过优化的功率级布局免费提高大电流直流/直流稳压器性能*
  - 德州仪器 (TI)，*AN-2162：轻松解决直流/直流转换器的传导 EMI 问题*
  - 德州仪器 (TI)，*多相降压设计大全*
- 模拟设计期刊：
  - 德州仪器 (TI)，通过将电感寄生效应降至最低来降低降压转换器 EMI 和电压应力
  - 德州仪器 (TI)，*多相降压转换器的优势*
- 白皮书：
  - 德州仪器 (TI)，*电源的传导 EMI 规格概述*
  - 德州仪器 (TI)，*电源的辐射 EMI 规格概述*
  - 德州仪器 (TI)，*评估适用于成本驱动型严苛应用的宽 V_{IN}、低 EMI 同步降压电路*

5.2.1.1 PCB 布局资源

- 应用手册：
  - 德州仪器 (TI)，*通过优化的功率级布局免费提高大电流直流/直流稳压器性能*
  - 德州仪器 (TI)，AN-1149 开关电源布局指南
  - 德州仪器 (TI)，*AN-1229 Simple Switcher PCB 布局指南*
  - 德州仪器 (TI)，使用 LM4360x 与 LM4600x 简化低辐射 EMI 布局
- 研讨会：
  - 德州仪器 (TI)，*构建电源之布局注意事项*

5.2.1.2 热设计资源

- 应用手册：
  - 德州仪器 (TI)，AN-2020 热设计：学会洞察先机，不做事后诸葛
  - *AN-1520 外露焊盘封装实现最佳热阻的电路板布局布线指南*
  - 德州仪器 (TI)，半导体和 IC 封装热指标

ADVANCE INFORMATION

- 德州仪器 (TI)，使用 LM43603 和 LM43602 简化热设计
- 德州仪器 (TI)，*PowerPAD™ 热增强型封装*
- 德州仪器 (TI)，PowerPAD 速成
- 德州仪器 (TI)，使用新的热指标

5.3 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。

5.4 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。

5.5 商标

HotRod™, PowerPAD™, and TI E2E™ are trademarks of Texas Instruments.
所有商标均为其各自所有者的财产。

5.6 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。

5.7 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。

6 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
October 2024	*	初始发行版

ADVANCE INFORMATION

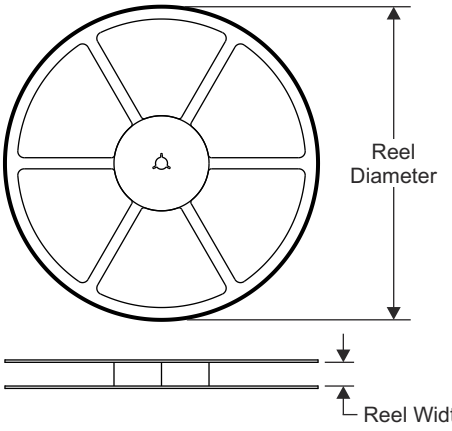
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

7 机械、封装和可订购信息

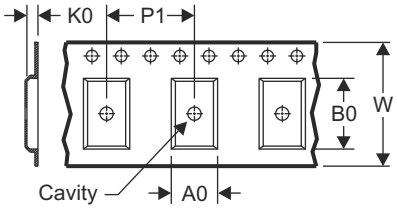
以下页面包含机械、封装和可订购信息。这些信息是指定器件可用的最新数据。数据如有变更，恕不另行通知，且不会对此文档进行修订。有关此数据表的浏览器版本，请查阅左侧的导航栏。

7.1 卷带包装信息

REEL DIMENSIONS

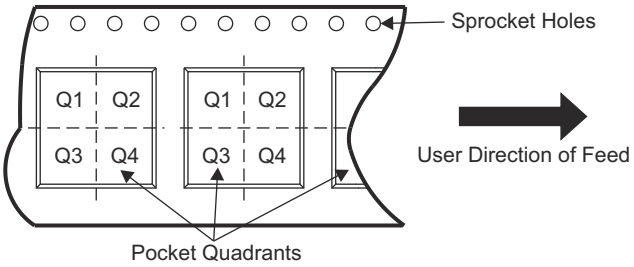


TAPE DIMENSIONS



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

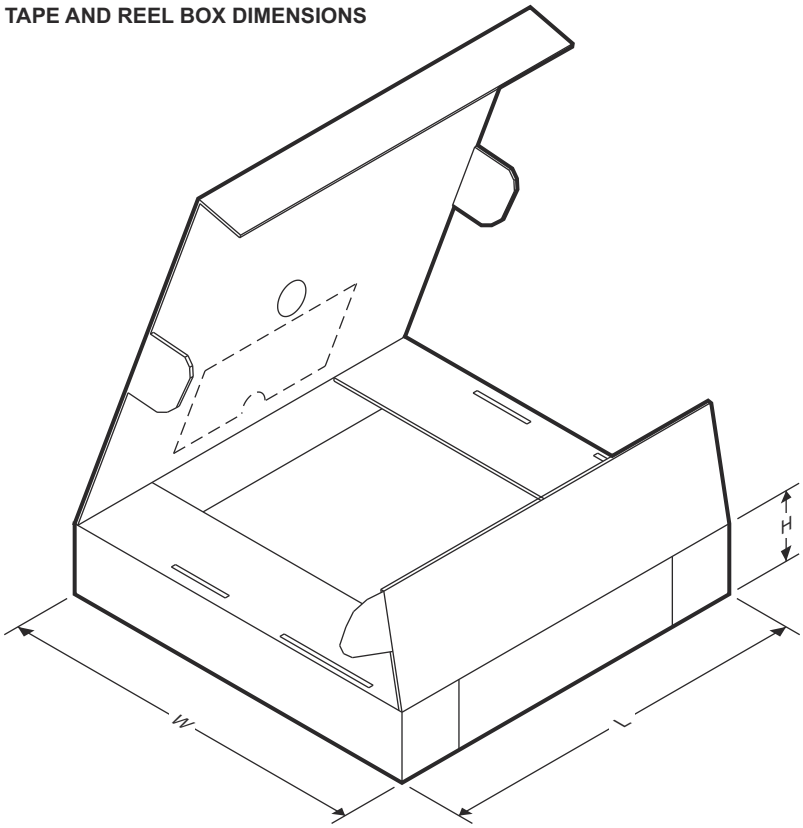


器件	封装类型	封装图	引脚	SPQ	卷带直径 (mm)	卷带宽度 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1象限
PLM68680FRZYRQ1	VQFN-FCRLF	RZY	26	3000	330	12.4	3.79	3.79	0.71	8.0	12.0	Q1

ADVANCE INFORMATION

ADVANCE INFORMATION

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)
PLM68680FRZYRQ1	VQFN-FCRLF	RZY	26	3000	367	367	35

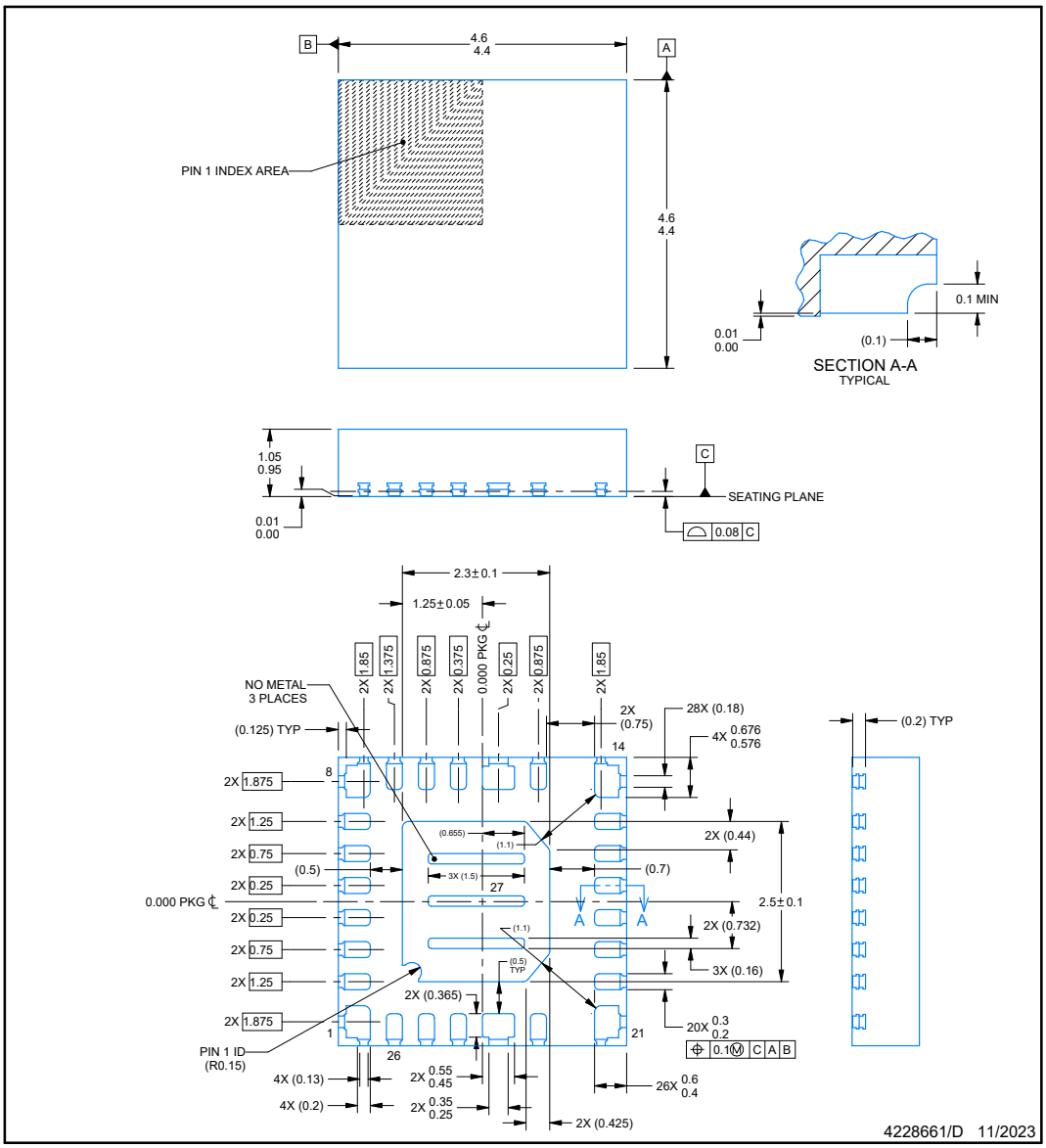
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

PACKAGE OUTLINE

RZY0026A

VQFN-FCRLF - 1.05 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 thermal and mechanical performance.

ADVANCE INFORMATION

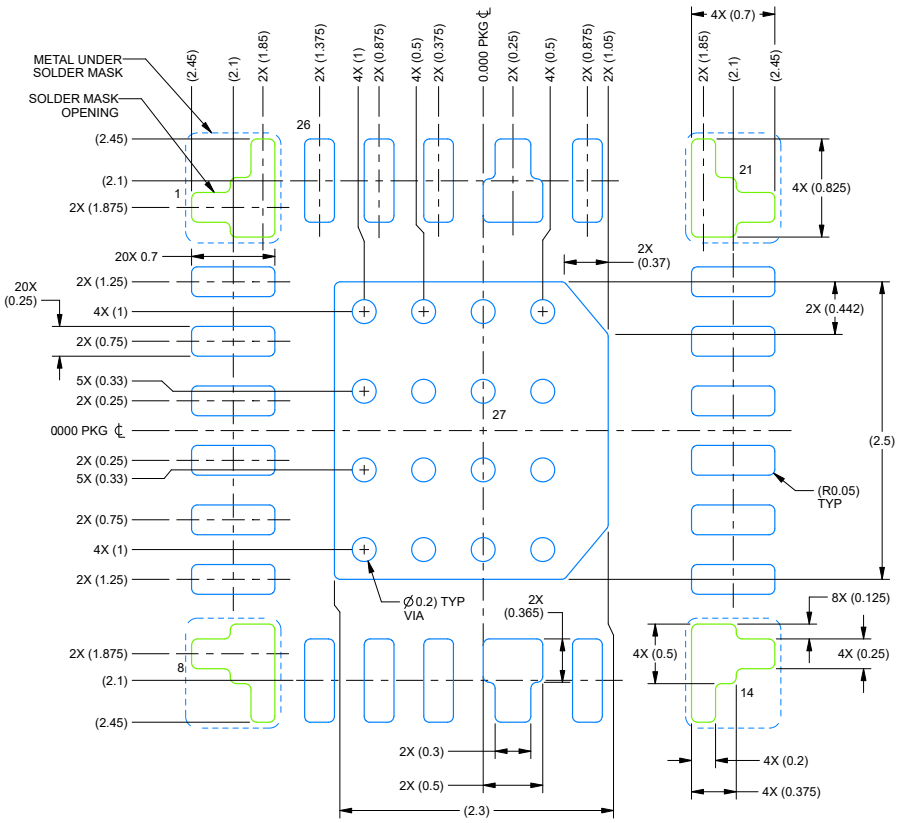
Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

ADVANCE INFORMATION

EXAMPLE BOARD LAYOUT

RZY0026A **VQFN-FCRLF - 1.05 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.

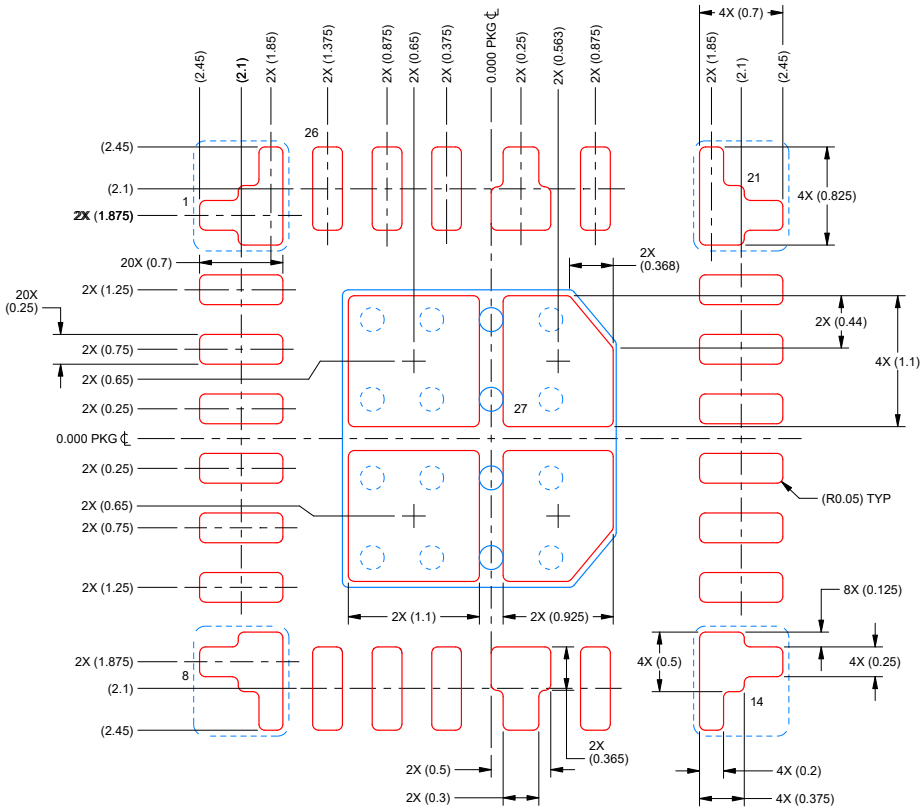
TEXAS INSTRUMENTS
www.ti.com

Copyright © 2024 Texas Instruments Incorporated

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RZY0026A **VQFN-FCRLF - 1.05 mm max height**

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.125 mm THICK STENCIL
SCALE: 20X

PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
PAD 27: 84%

4228661/D 11/2023

NOTES: (continued)

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

ADVANCE INFORMATION

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)
PLM68680FRZYRQ1	Active	Preproduction	WQFN-FCRLF (RZY) | 26	3000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 150	
PLM68680FRZYRQ1.A	Active	Preproduction	WQFN-FCRLF (RZY) | 26	3000 | LARGE T&R	-	Call TI	Call TI	-40 to 150	

(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.

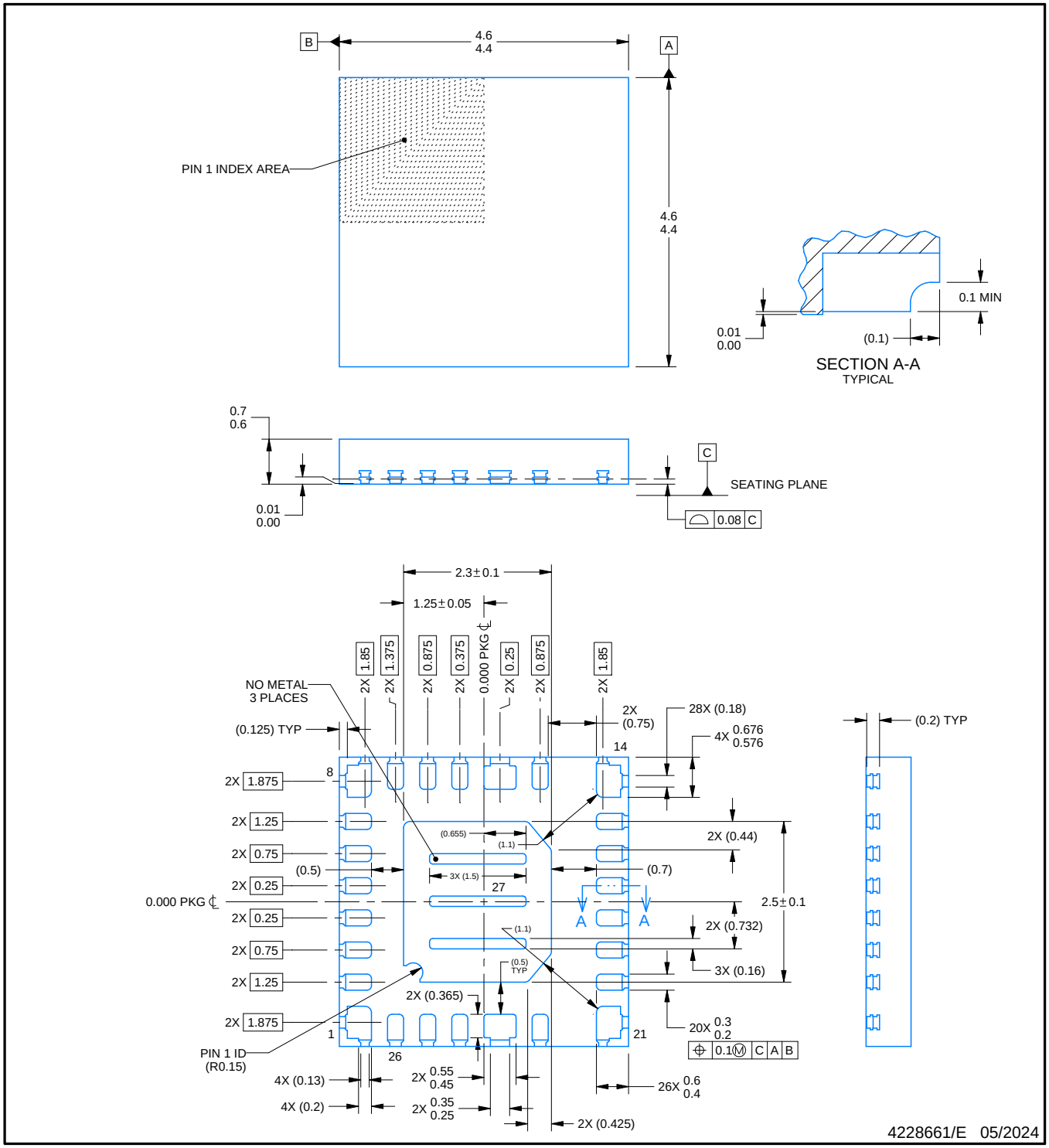
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will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

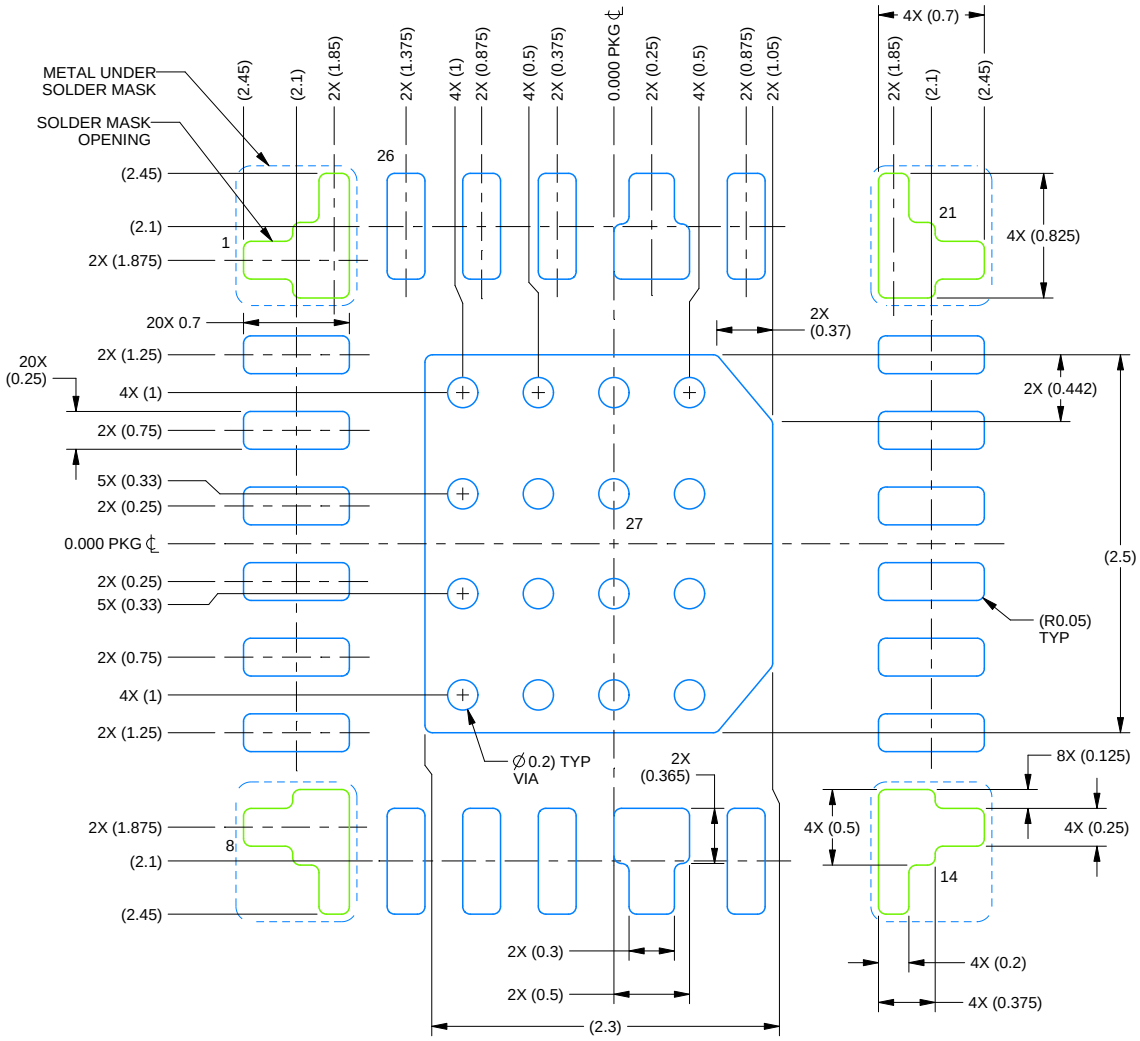
Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. 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.

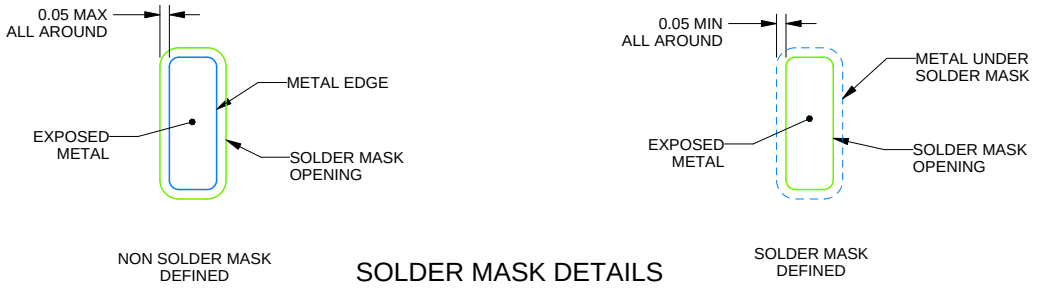


NOTES:

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 thermal and mechanical performance.



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 20X

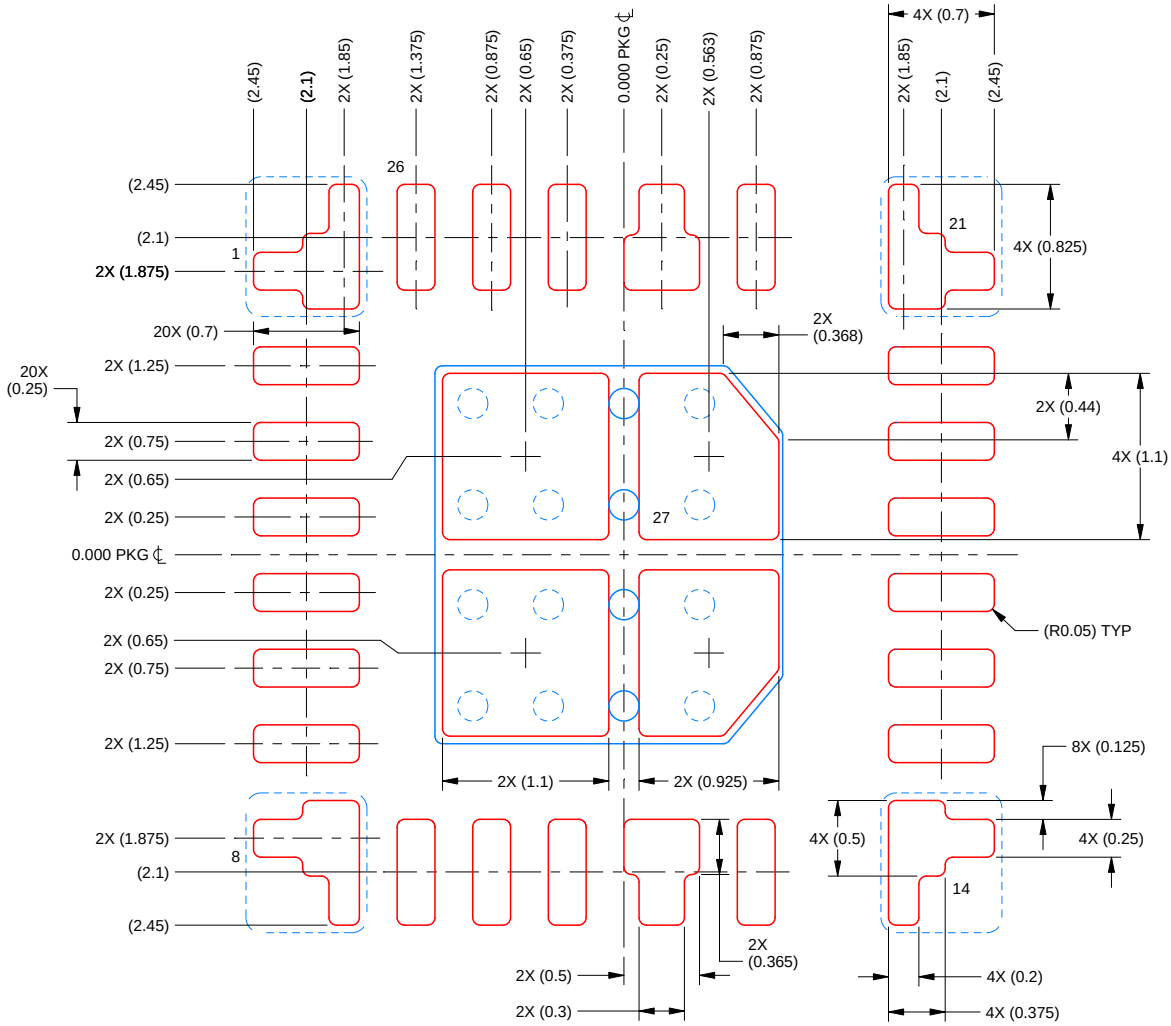


SOLDER MASK DETAILS

4228661/E 05/2024

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
SCALE: 20X

PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE
PAD 27: 84%

4228661/E 05/2024

NOTES: (continued)

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

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 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月