

DP83TG721x-Q1 具有高级 TSN 和 AVB 的 1000BASE-T1 汽车以太网 PHY

1 特性

- 符合 IEEE802.3bp 1000BASE-T1 标准
- 符合 OA TC10 标准，睡眠电流小于 20 μ A
 - 本地和远程唤醒及唤醒转发
- 高级 TSN
 - IEEE 1588v2/802.1AS 时间同步
 - 硬件时间戳具有集成相位校正功能
 - 高精度 1pps 信号 (± 15 ns)
- 音频时钟
 - AVB IEEE 1722 媒体时钟生成功能
 - 相位同步挂钟输出：1KHz 至 50MHz
 - I2S 和 TDM8 SCLK/FSYNC/MCLK 时钟生成
- 符合 Open Alliance TC12 互操作性和 EMC 标准
 - 符合 OA EMC 标准
 - 符合 SAE J2962-3 EMC 标准
- MDI 引脚上的集成 LPF
- MAC 接口：MII、RMII、RGMII 和 SGMII
- 支持 I/O 电压：3.3V、2.5V 和 1.8V
- 与 TI 的 100BASE-T1 PHY 和 1000BASE-T1 PHY 之间引脚兼容
 - 适用于 100BASE-T1 和 1000BASE-T1 的单板设计，需更改 BOM
- 诊断工具套件
 - 温度、电压、ESD 监测
 - 数据吞吐量计算器：内置 MAC 数据包生成器、计数器和错误校验器
 - 信号质量指示器
 - 基于 TDR 的开路和短路电缆故障检测
 - 使用 CQI 监测电缆老化
 - 环回模式
- 符合 AEC-Q100 标准
 - IEC61000-4-2 ESD： ± 8 kV 接触放电

2 应用

- [远程信息处理控制单元 \(TCU、TBOX\)](#)

- [AVB](#)
- [ADAS](#)：激光雷达、雷达、前置摄像头
- [区域、网关和车身控制](#)

3 说明

DP83TG721-Q1 是一款符合 IEEE 802.3bp 和 Open Alliance 标准的汽车 1000Base-T1 以太网物理层收发器。DP83TG721-Q1 提供通过单一非屏蔽/屏蔽双绞线电缆发送和接收数据所需的所有物理层功能。该器件具有 xMII 灵活性，支持 RGMII 和 SGMII MAC 接口。

DP83TG721-Q1 支持 OA TC10 低功耗睡眠特性（具有唤醒转发功能），可在无需通信时降低系统功耗。该器件包含诊断工具套件，可提供广泛的实时监测工具、调试工具和测试模式。

DP83TG721-Q1 集成了 IEEE 1588v2/802.1AS 硬件时间戳和分数 PLL，可实现高度精确的时间同步。分数 PLL 可实现挂钟的频率和相位同步（无需外部 VCXO），并可生成音频、视频和其他 ADAS 应用所需的各种时间同步频率。

DP83TG721-Q1 还集成了 IEEE 1722 CRF 解码，可为 AVB 和其他音频标准生成媒体时钟（挂钟同步）。DP83TG721-Q1 还能够为音频应用所需的 I2S/TDM8 接口生成 FSYNC/SCLK（挂钟同步）。

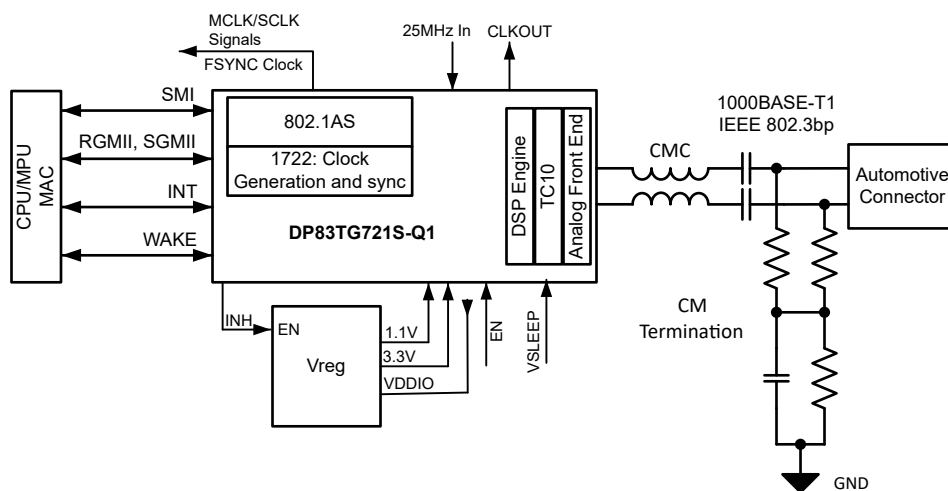
DP83TG721-Q1 的封装与 TI 的 100BASE-T1 PHY 和 1000BASE-T1 PHY 兼容，具有设计可扩展性，通过一块电路板就能实现这两种速度。

器件信息

器件型号	封装 ⁽¹⁾	本体尺寸 (标称值) ⁽²⁾
DP83TG721R-Q1	VQFN (36)	6.00mm × 6.00mm
DP83TG721S-Q1	VQFN (36)	6.00mm × 6.00mm

- (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。
- (2) 封装尺寸（长 × 宽）为标称值，并包括引脚（如适用）。





简化版原理图

4 器件比较表

器件 型号	RGMII 支持	SGMII 支持	工作 温度
DP83TG721R-Q1	是	否	-40°C 至 125°C
DP83TG721S-Q1	是	是	-40°C 至 125°C

5 应用信息

DP83TG721-Q1 是一款单端口 1Gbps 汽车以太网 PHY。DP83TG721-Q1 符合 IEEE 802.3bp 标准，支持通过 RGMII 或 SGMII 连接至以太网 MAC。在以太网应用中使用该器件时，必须满足某些要求，才能实现正常运行。以下各小节旨在帮助选择合适的元件并完成所需连接。

5.1 时间同步

DP83TG721-Q1 集成了 IEEE 1588v2/802.1AS 时间戳和其他附加硬件引擎，可提供低于 15 纳秒的同步精度。

DP83TG721-Q1 还能够提供广泛的高质量时间同步时钟（1KHz 至 50MHz），并在 GPIO 上生成同步图形。因此，DP83TG721-Q1 可实现系统级同步，适用于 ADAS 传感器数据同步、角雷达线性调频脉冲同步、GPS 的 1pps 信号、激光雷达、V2x 等应用。

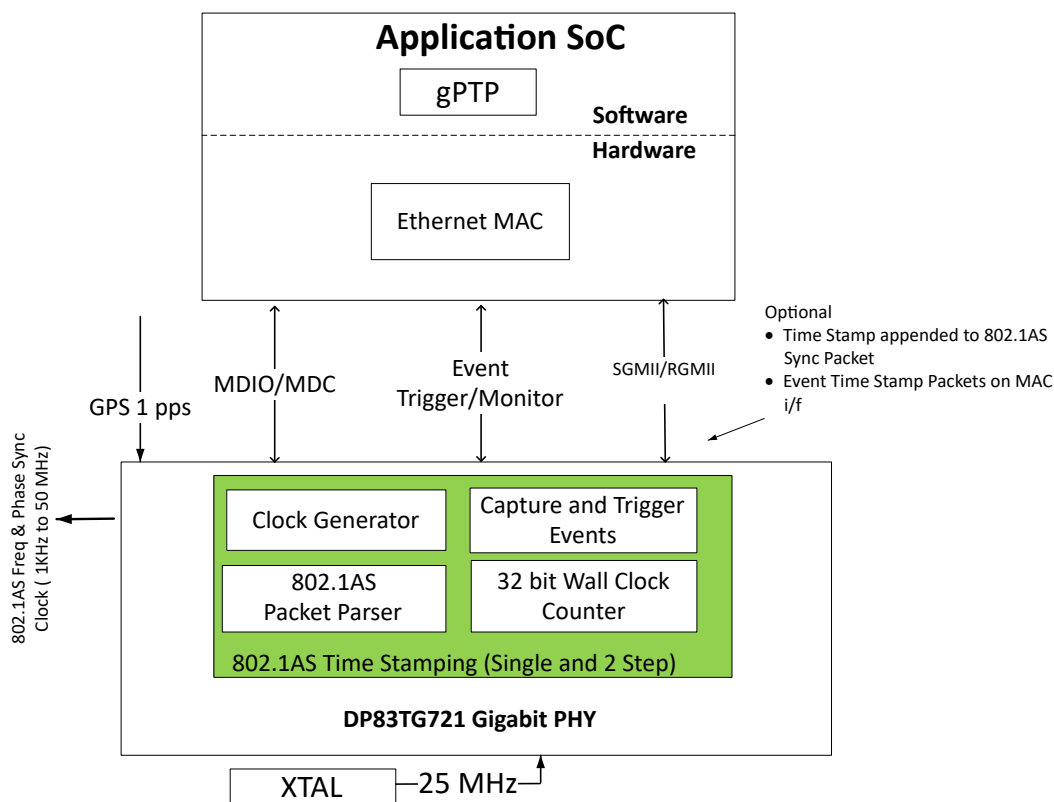


图 5-1. DP83TG721-Q1 802.1AS 时间同步架构

5.2 集成以太网音频

DP83TG721-Q1 通过以下方式提供适用于 AVB (音频/视频桥接) 和其他音频传输协议 (IES676、IEEE 1733 RTP、Dante) 的音频时钟解决方案：

- 使用嵌入式 CRF 数据包解码功能生成 IEEE 1722 媒体时钟。
- 适用于音频接口 I2S 和 TDMx 的同步时钟 (FSYNC、BCLK、MCLK)

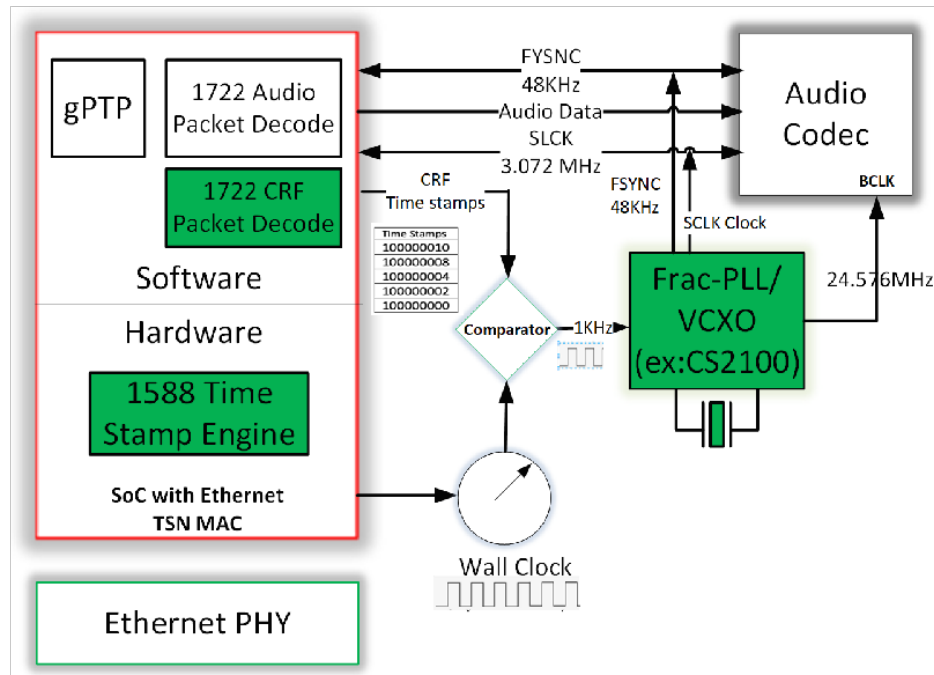


图 5-2. 典型的以太网音频架构

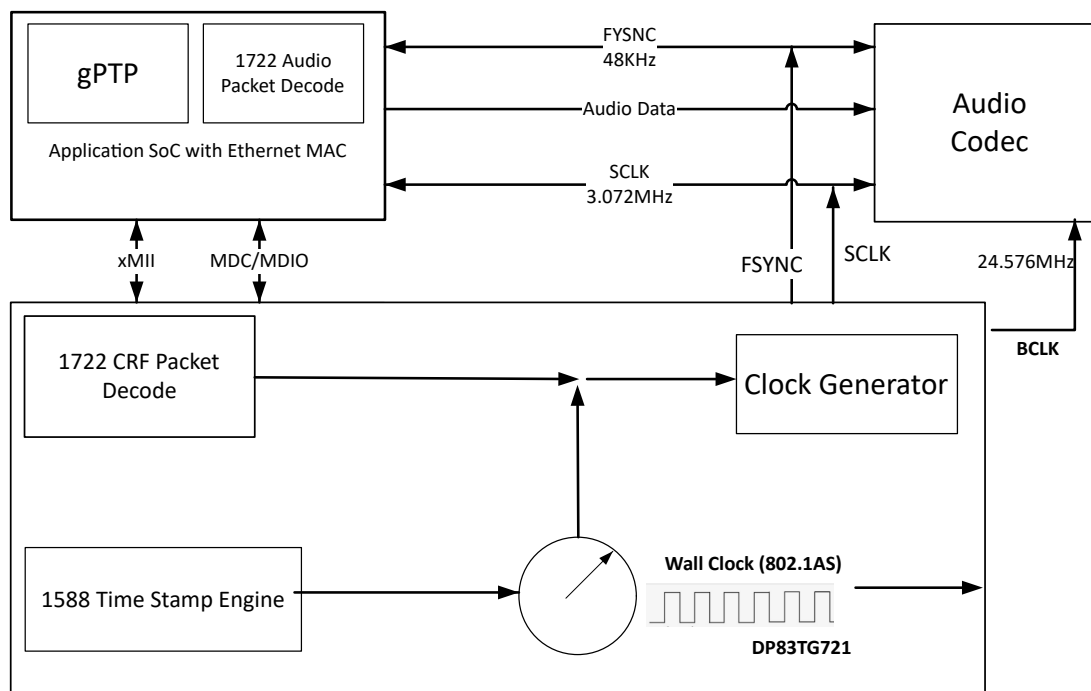


图 5-3. 采用 DP83TG721-Q1 的以太网音频架构

5.3 TC10 睡眠/唤醒

DP83TG721-Q1 支持 Open Alliance TC10 睡眠/唤醒功能。该器件支持 TC10 规范中所述的本地/远程唤醒、唤醒转发、睡眠协商。

TC10 的一般系统实施方案的方框图如下所示

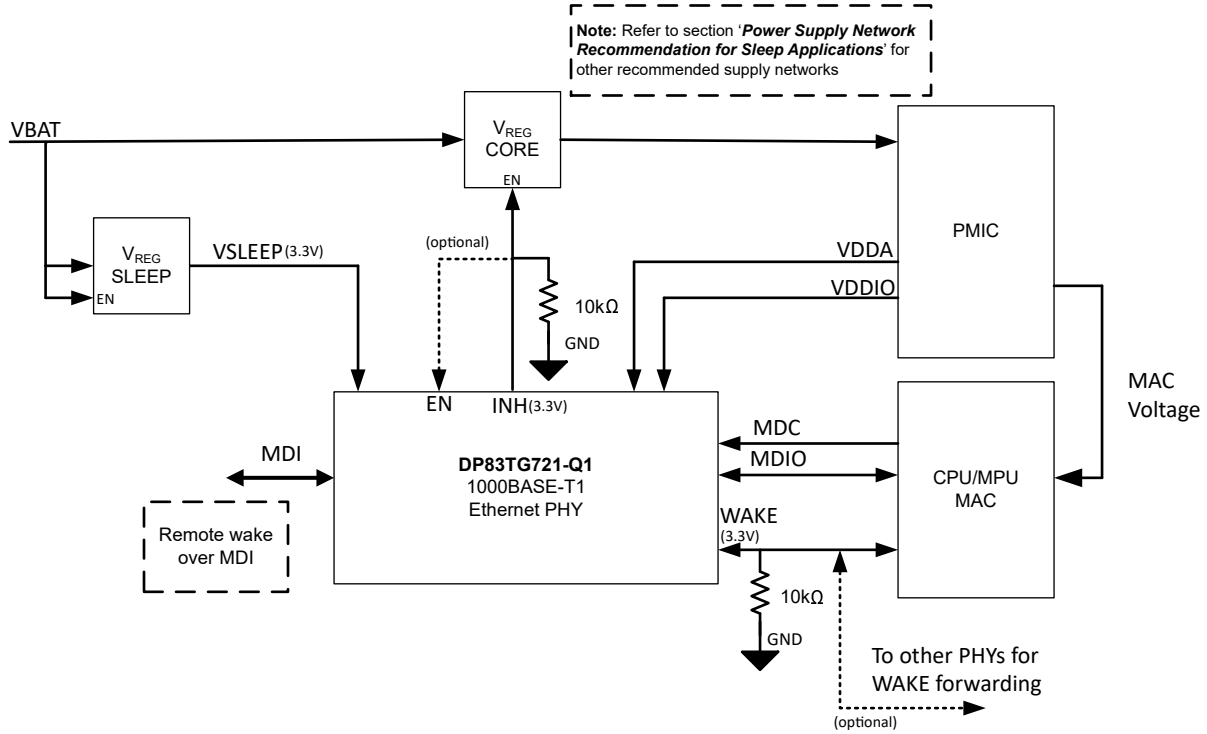


图 5-4. TC10 系统实施图

5.4 DP83TG721 EVM-MC 和软件支持

DP83TG721EVM-MC

DP83TG721EVM-MC 支持 1000Mbps 速度，并提供了一个 DP83867 以使用 RGMII MAC 接口实现铜缆 (1000BASE-T) 介质转换。

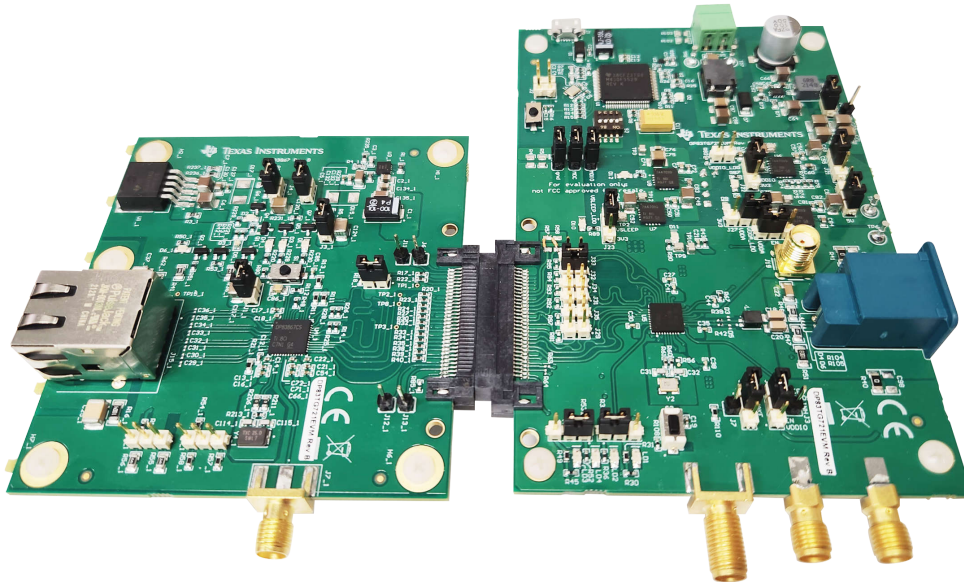


图 5-5. DP83TG721EVM-MC

DP83TG721EVM-MC 可提供以下特性：

- 介质转换器：1000BASE-T 至 1000BASE-T1
- 符合 IEEE802.3bp 标准
- RGMII 背对背配置
- 板载 MSP430F5529
 - USB2MDIO/DIEP 支持
- 状态 LED
 - 链接
 - 链路 + 活动
 - 上电

全新 DIEP 调试接口体验

DIEP 可满足您对以太网 PHY 的所有调试需求，包括 MDIO 总线串行管理、器件控制寄存器、对扩展寄存器和标准寄存器的访问，还有保存数据以及读取和运行脚本文本文件的能力。

- **新增** 重新编排了导航和寄存器显示
- **新增** 改进了文本脚本执行

以太网 PHY 调试接口 (DIEP)

5.5 器件特性比较

DP83TG721-Q1 可为汽车应用实现极高的时间同步精度。与 DP83TG720x 系列相比，DP83TG721-Q1 可提供高级诊断工具、硬件时间戳、TC-10 低功耗睡眠模式，并具有集成式音频/视频桥接 (AVB) 功能。DP83TG720x 和 DP83TG721x 之间的比较概述了两者的特性差异。

表 5-1. DP83TG720x 和 DP83TG721x 之间的比较

特性	DP83TG720x-Q1	DP83TG721x-Q1
接口		
PMA/PMD	1000Base-T1	1000Base-T1
MAC 接口支持	仅 RGMII (适用于 DP83TG720R-Q1) RGMII、SGMII (适用于 DP83TG720S-Q1)	仅 RGMII (适用于 DP83TG721R-Q1) RGMII、SGMII (适用于 DP83TG721S-Q1)
支持的功能		
睡眠/唤醒功能	自定义睡眠/唤醒实施方案	符合 OA TC10 标准的实施方案
内部电源关断	否	通过 EN 引脚支持
诊断	信号质量指标 (SQI) 时域反射法 (TDR) 内置自检测测试 (BIST) 合规性测试模式	信号质量指标 (SQI) 时域反射法 (TDR) 内置自检测测试 (BIST) 合规性测试模式 电缆质量指标 (CQI)
802.1AS 支持	否	PTP 挂钟 发送/接收数据包分析和时间戳 事件触发和时间戳
AVB 时钟生成	否	IEEE1722 CRF 数据包解码 介质、位和编解码器时钟生成
电源		
VDDA3P3V	3.3V +/- 10%	3.3V +/- 10%
VDDIO	1.8V +/- 10% 2.5V +/- 10% 3.3V +/- 10%	1.8V +/- 10% 2.5V +/- 10% 3.3V +/- 5%
VSLEEP	3.3V +/- 10%	3.3V +/- 10%
VDD	0.95V 至 1.1V	1.05V 至 1.21V

6 器件和文档支持

备注

TI 正在过渡到使用更具包容性的术语。某种语言可能与您期望在特定技术领域看到的语言不同。

6.1 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。

6.2 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](#)。

6.3 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。

6.4 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。

6.5 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。

7 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 * (May 2024) to Revision A (June 2024)	Page
• 首次公开发布.....	10

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)
DP83TG721RRHARQ1	Active	Production	VQFN (RHA) 36	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	721R
DP83TG721RRHARQ1.A	Active	Production	VQFN (RHA) 36	2500 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	721R
DP83TG721SRHARQ1	Active	Production	VQFN (RHA) 36	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	721S
DP83TG721SRHARQ1.A	Active	Production	VQFN (RHA) 36	3000 LARGE T&R	Yes	NIPDAU	Level-3-260C-168 HR	-40 to 125	721S

⁽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.

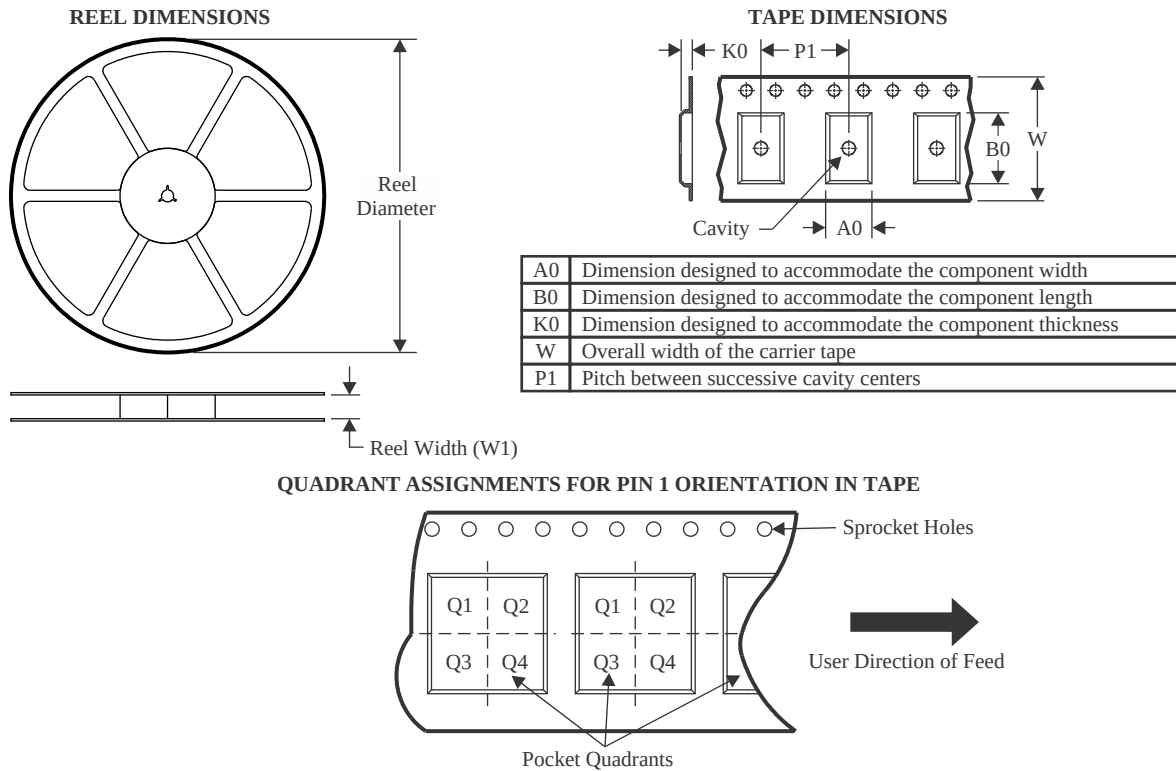
⁽⁵⁾ **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will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

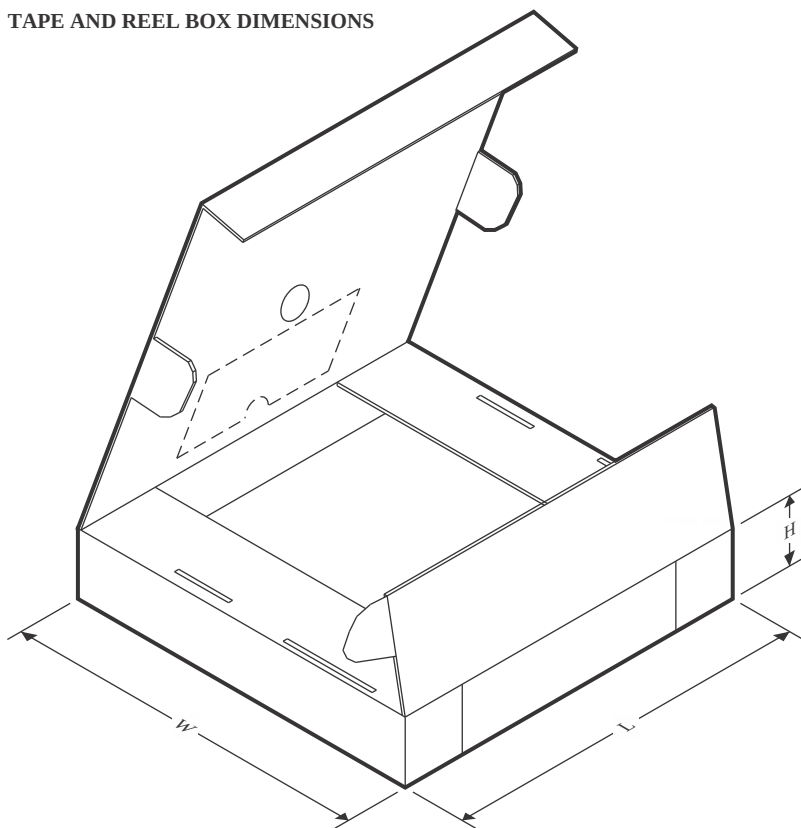
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

TAPE AND REEL INFORMATION


*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
DP83TG721RRHARQ1	VQFN	RHA	36	2500	330.0	16.4	6.3	6.3	1.1	12.0	16.0	Q2
DP83TG721SRHARQ1	VQFN	RHA	36	3000	330.0	16.4	6.3	6.3	1.1	12.0	16.0	Q2
DP83TG721SRHARQ1	VQFN	RHA	36	3000	330.0	16.4	6.3	6.3	1.1	12.0	16.0	Q2

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
DP83TG721RRHARQ1	VQFN	RHA	36	2500	367.0	367.0	35.0
DP83TG721SRHARQ1	VQFN	RHA	36	3000	367.0	367.0	35.0
DP83TG721SRHARQ1	VQFN	RHA	36	3000	367.0	367.0	38.0

GENERIC PACKAGE VIEW

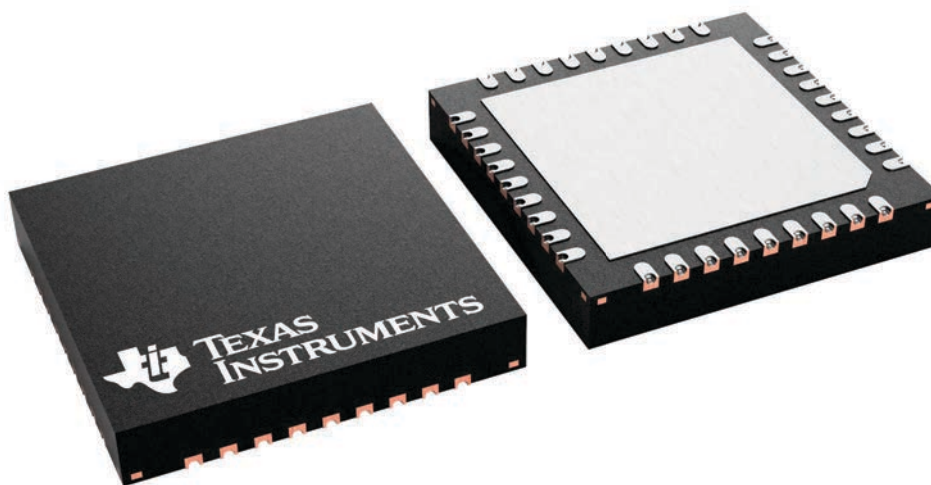
RHA 36

VQFN - 1 mm max height

6 x 6, 0.5 mm pitch

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD

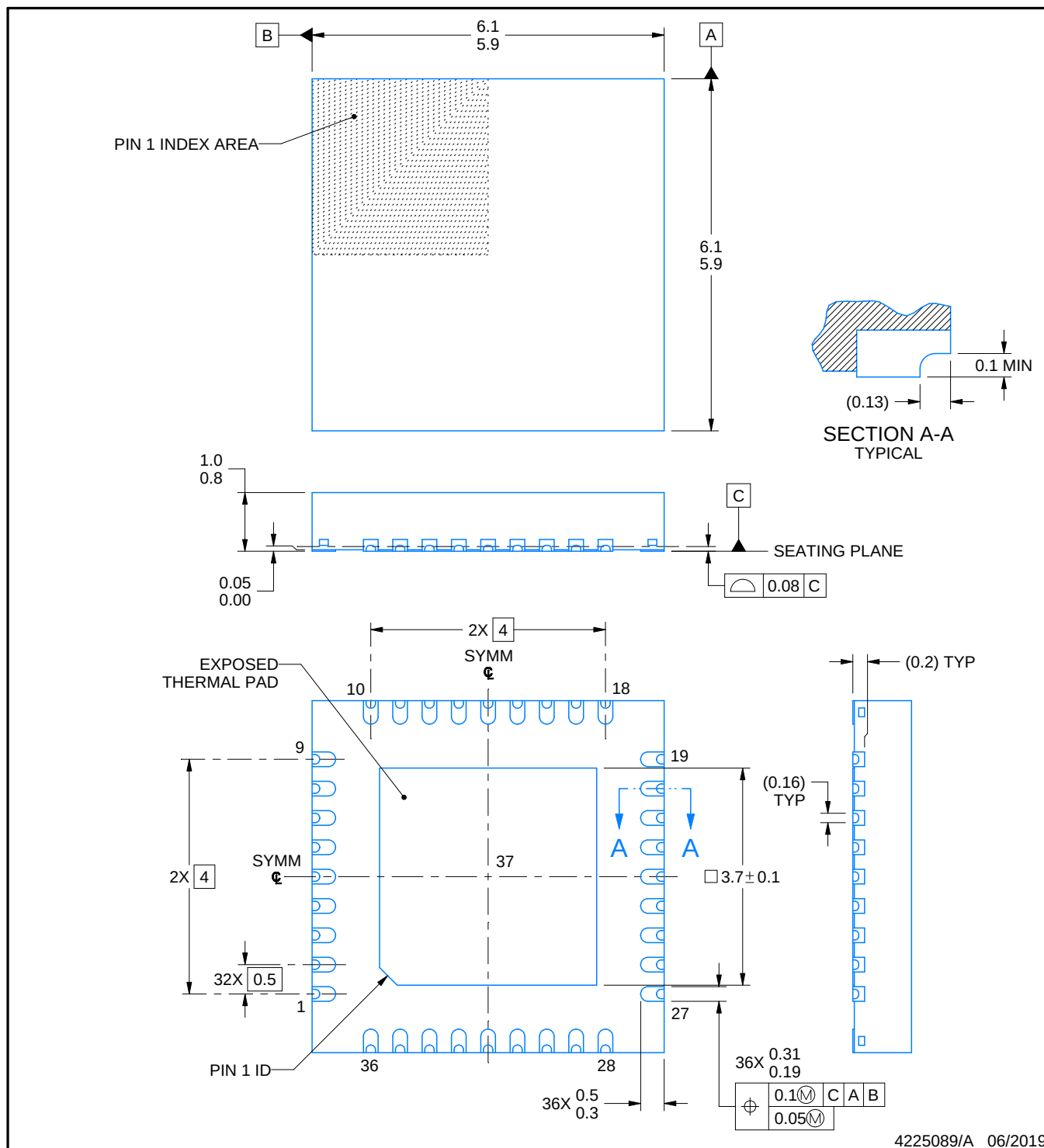
This image is a representation of the package family, actual package may vary.
Refer to the product data sheet for package details.





VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



NOTES:

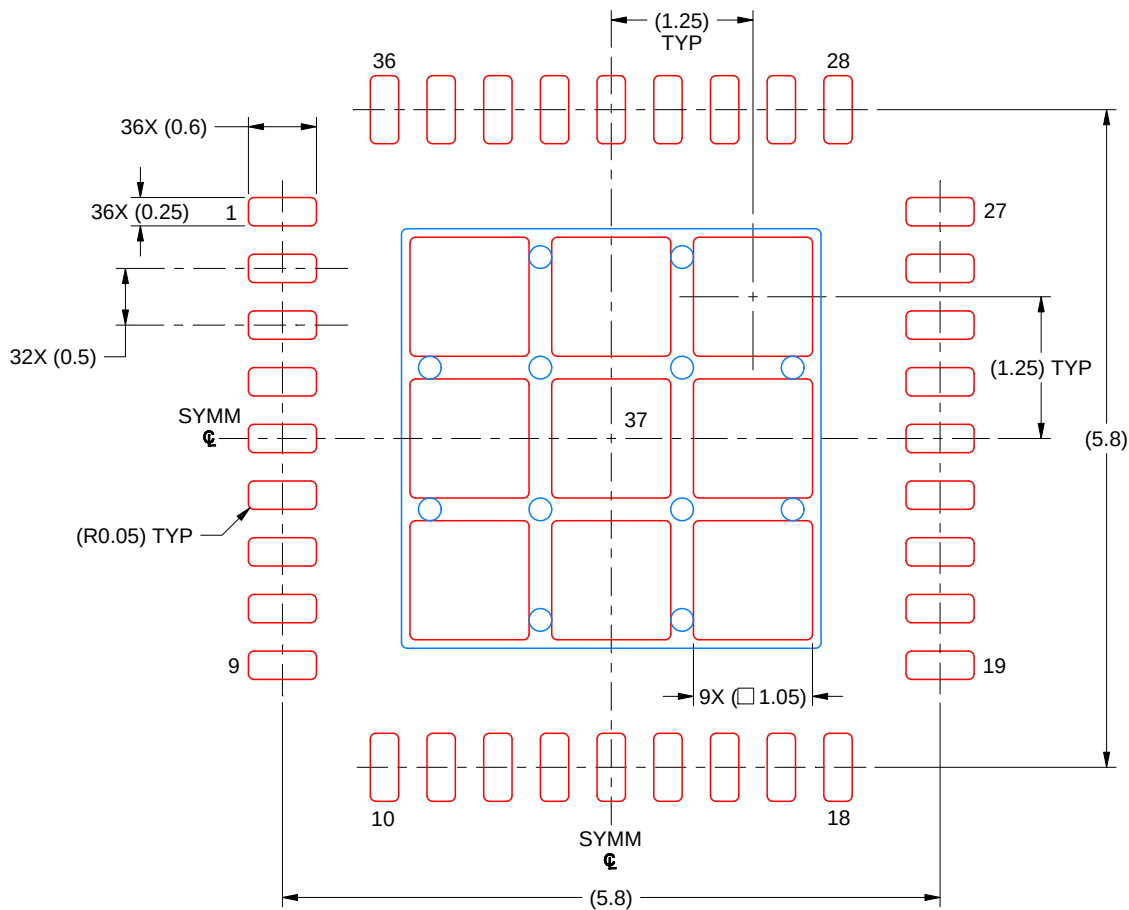
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. The package thermal pad must be soldered to the printed circuit board for thermal and mechanical performance.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

RHA0036A

VQFN - 1 mm max height

PLASTIC QUAD FLATPACK - NO LEAD



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

EXPOSED PAD 37
72% PRINTED SOLDER COVERAGE BY AREA UNDER PACKAGE

4225089/A 06/2019

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