

Application Brief

为 GPIO 引脚提供 ESD 保护



McKenzie Eaker

引言

通用输入/输出 (通常称为 GPIO) 是一种数字信号引脚, 可以在集成电路上配置为输入或输出。GPIO 是微控制器通信的标准接口。如果 GPIO 引脚暴露在外部环境中, 存在发生静电放电 (ESD) 事件的风险。建议添加一个 ESD 保护二极管, 以保护系统免受有害瞬变的影响。为了验证系统是否受到适当的保护, 以免受到任何破坏性 ESD 冲击, 必须考虑 GPIO 接口的特性, 以便正确选择 ESD 二极管。

概述

GPIO 引脚在各种系统和应用中都很常见, 可用于读取传感器的值, 控制 LED, 以及读取开关的状态。GPIO 具有 3.3V 或 5V 的低电压, 需要低电压 ESD 保护二极管。根据系统中必须保护的 GPIO 引脚数量, 可以使用单通道或多通道二极管。

ESD 的原因

ESD 的来源有很多, 包括在地毯上滑动塑料容器或去除 PCB 上的收缩膜。这种电荷可能会积聚并最终在裸露的连接器上放电, 包括 GPIO 接头或人机界面端口。当连接器与外界接触时, 系统存在高压冲击风险。这种 ESD 冲击或瞬态事件可能会导致系统的下游元件损坏。

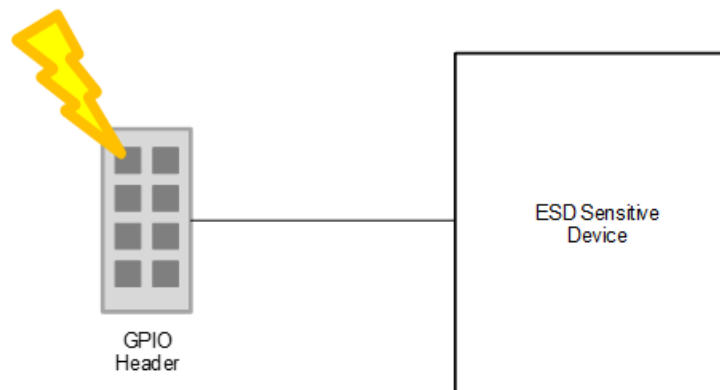


图 1-1. GPIO ESD 事件

ESD 保护要求

要保护 GPIO，请遵循参数列表：

- 工作电压
 - 保护二极管的反向工作电压 (V_{RWM}) 必须大于或等于受保护系统的工作电压。对于 GPIO 引脚，典型工作电压范围在 3.3V 至 5V 之间。这意味着工作电压大于或等于 3.3V 至 5V。
- 极性
 - 可以使用一个单向或双向二极管来保护系统。当线路上只有正电压时，建议使用单向二极管。单向二极管还会钳位在较低电压以应对负 ESD 冲击，当应用对负电压冲击的耐受性较低时，这是一项优势。当存在正电压或负电压时，建议使用双向二极管。
- 钳位电压
 - 钳位电压取决于最近的下游电路，建议小于器件引脚的绝对最大电压。在这种情况下，下游电路很可能是一个具有数据表中指定的绝对最大电压的微控制器。
- 电容
 - 由于频率可能会因具有 GPIO 引脚的微控制器或器件而变化，因此电容也可以有一个范围。一般规则是，速度达到 10Mbps 需要小于 20pF 的电容，速度达到 500Mbps 需要小于 4pF 的电容。
- IEC 61000-4-2 等级
 - IEC 61000-4-2 测试标准定义了实际的 ESD 冲击。该标准包含两项测量：接触放电和空气间隙放电。接触和空气间隙等级越高，器件能够承受的电压就越高。对于 GPIO 引脚，建议触点的 IEC 61000-4-2 最低额定值为 8kV，气隙的最低额定值为 15kV。

表 1 列出了支持这些规格的器件。

为 GPIO 应用选择 ESD 二极管

选择 ESD 二极管的第一步是满足系统要求。对于本示例，系统是一个绝对最大电压为 6V 的 3.6V 微控制器，只有正电压，并且有 8 个需要保护的 GPIO 引脚。根据系统要求，二极管的工作电压可以为 3.6V。由于线路上只有正电压，因此建议使用单向二极管。6V 的绝对最大电压会导致二极管的钳位电压小于 6V。由于需要保护 8 个 GPIO 引脚，建议使用多通道器件，但 8 个单通道器件也可以满足要求。以下示例采用 ESDS304 作为保护二极管来满足上述要求。

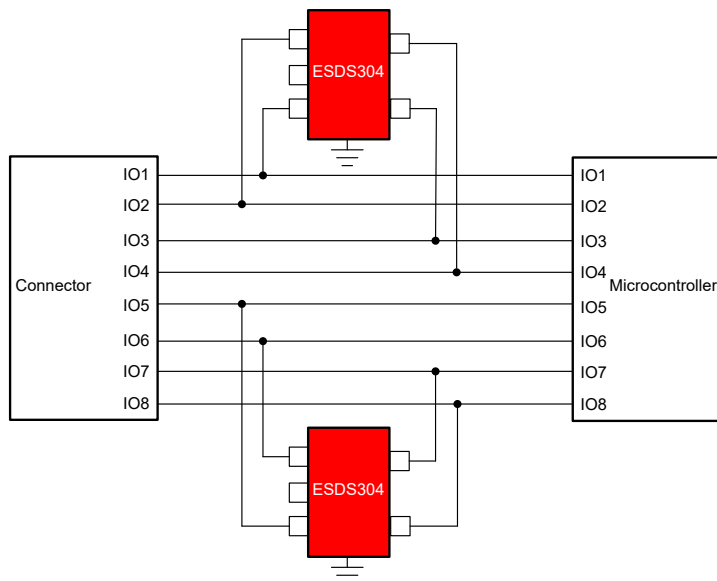


图 1-2. GPIO 应用

由于 ESDS304 满足系统要求，因此选择该器件用于提供保护。为 GPIO 或任何应用选择 ESD 二极管时，需要考虑系统要求以正确保护电路。

总结

GPIO 引脚需要 ESD 保护才能承受实际的 ESD 冲击。选择正确的保护二极管对于在高压瞬态事件下维持系统功能和覆盖范围至关重要。表 1 列出了保护 GPIO 引脚的器件建议，可在[此处](#)找到更多器件。

表 1. 器件建议

器件	V_{RWM} (V)	IEC 61000-4-2 (kV) (接触/空气间隙)	通道计数	极性	封装尺寸 (mm)
ESD351	3.6	30/30	1	单向	DFN1006 (1.00 × 0.60)
ESDS304	3.6	30/30	4	单向	SOT-23 (2.90 × 2.80)
TPD8E003	5.5	12/15	8	单向	WSON(1.60 × 1.35)

参考资料

- 德州仪器 (TI), [系统级 ESD 保护指南](#), 营销选择指南。
- 德州仪器 (TI), [阅读并了解 ESD 保护数据表](#) 用户指南。
- 德州仪器 (TI), [ESD 封装和布局指南](#) 应用手册。

重要声明和免责声明

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、某特定用途方面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功能安全、信息安全、监管或其他要求。

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 产品的应用。严禁对这些资源进行其他复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。您应全额赔偿因在这些资源的使用中对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 的销售条款](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款/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。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

邮寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024，德州仪器 (TI) 公司