

二极管

TVS 二极管是什么

伴随着电子设备的高性能化和小型化，对于搭载的半导体器件也要求高性能和小型化。随着半导体器件的微型化加工的推进，器件对静电和过电压的耐性变弱，作为对策需重视保护用元件。TVS (Transient Voltage Suppressor) 二极管是以齐纳二极管为基础，特化了静电和预想外的浪涌电压特性、为保护半导体器件而开发的产品。本应用笔记会对 TVS 二极管的概要予以说明。

TVS 二极管的用途

这里介绍 TVS 二极管的使用例。由于安装在电子设备上的开关和按钮在操作时与人体接触，因此静电放电 (ESD) 可能会损伤 IC 或造成误动作。为了防止这种情况，如 Figure 1 所示，在开关和保护对象件 (在本例中为 IC) 之间配置 TVS 二极管，防止 ESD 的侵入。

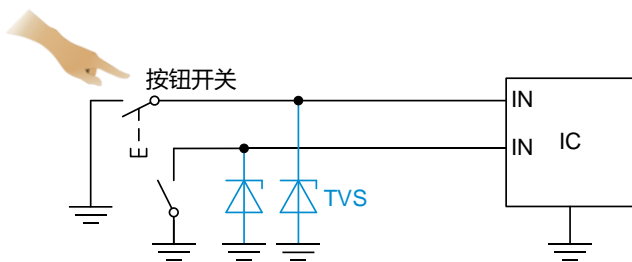


Figure 1. 保护人体接触开关或按钮时 ESD 侵入

电子设备大多带有 USB 和 HDMI 等连接器，ESD 也会从这里侵入。Figure 2 是 USB 连接器的例子，因为电缆和 USB 器件通过人体连接会受到静电的影响，在连接器和 IC 之间配置 TVS 二极管，防止 ESD 的侵入。

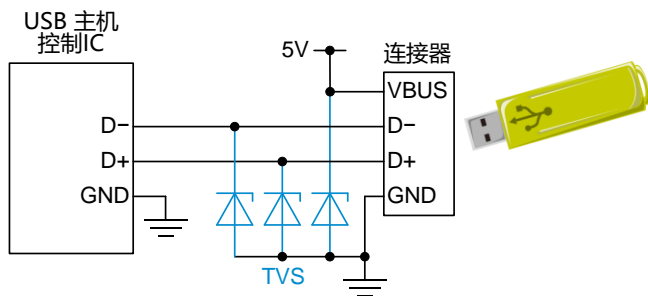


Figure 2. 保护电子设备的连接器的 ESD 侵入

在通信网络中 ESD 对策也很重要。连接设备之间的网线，一旦被带电的人体或物体接触，ESD 就会通过网线侵入电子机器。Figure 3 是车载 CAN (Controller Area Network) 的例子，在网络电缆连接的设备的连接器和 IC 间配置 TVS 二极管，来防止 ESD 的侵入。

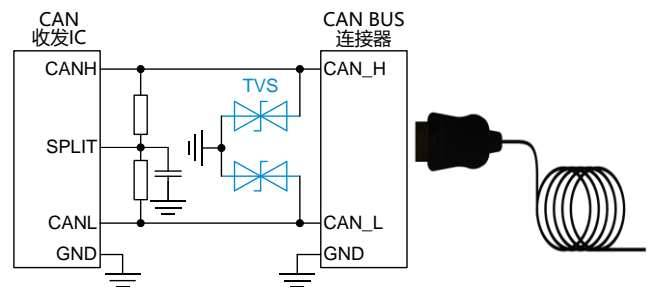


Figure 3. 通信网络的 ESD 保护

TVS 二极管的动作

TVS 二极管是一种电压钳位型浪涌保护元件，其规格特性被设计为低工作电阻、高电流，可在短时间内吸收大能量。

TVS 二极管的动作如 Figure 4 所示。左边的图是通常时的动作。在这个例子中，左端有连接器，右端有保护对象器件 IC。两者通过配线连接，其间配置有 TVS 二极管。配线上传输着根据应用而设计的 DC 电压、模拟信号、数字信号。通常情况下，TVS 二极管没有击穿，所以 TVS 二极管处于 OFF 状态。

右边的图是施加浪涌的动作。浪涌电压如果超过 TVS 二极管的击穿电压，浪涌电流大部分会经由 TVS 二极管流向接地。并且通过 TVS 二极管将电压钳位住，保护后段的器件。

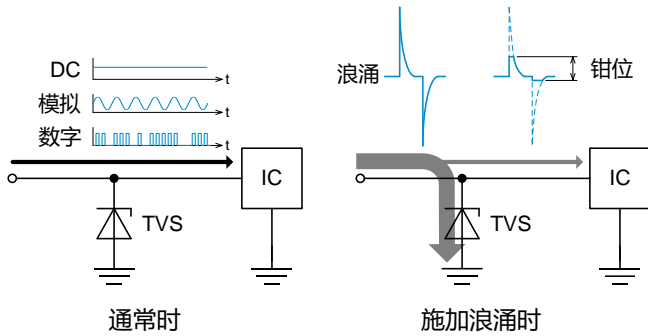


Figure 4. 通常时和施加浪涌时的 TVS 二极管动作

TVS 二极管的 I-V 特性如 Figure 5 所示。其中重要的特性是钳位电压 V_{RWM} 。这是在 TVS 二极管转变为击穿状态之前的最大电压，在该电压以下，TVS 二极管不会工作。通常情况下，为了避免 TVS 二极管被击穿，需要使用具有比配线处的电压更高的 V_{RWM} 的 TVS 二极管。

特性图中的实线表示实际使用的参数区域，通常时的二极管处于 OFF 状态，浪涌施加时，对正极性浪涌则处于击穿状态，对负极性浪涌则处于超过正向电压的 ON 状态。

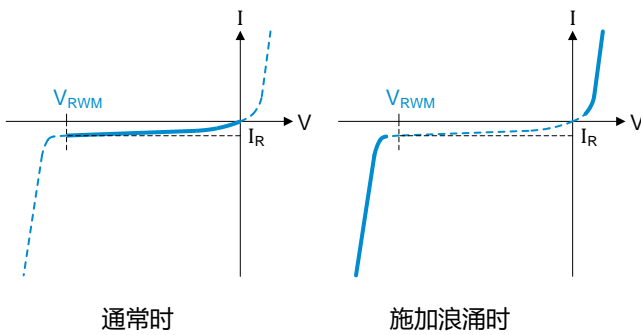


Figure 5. TVS 二极管的 I-V 特性
通常时和施加浪涌时使用区域的不同

TVS 二极管的极性

TVS 二极管如 Figure 6 所示，有单方向和双方向的产品，需根据应用不同来选择合适的产品。

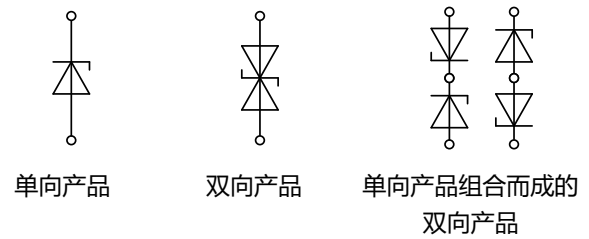


Figure 6. TVS 二极管有单向和双向之分

Figure 7 所示的是在以接地为基准设计的数字信号和以偏压电压为中心提供信号而设计的传输模拟信号的线路上，连接单向产品时的波形。由于相对于接地，各信号的波形为正极性，因此在 TVS 二极管中没有电流流动，所以可以使用单向产品。另外，只有正极性的信号配线也可以以同样的理由使用双向产品

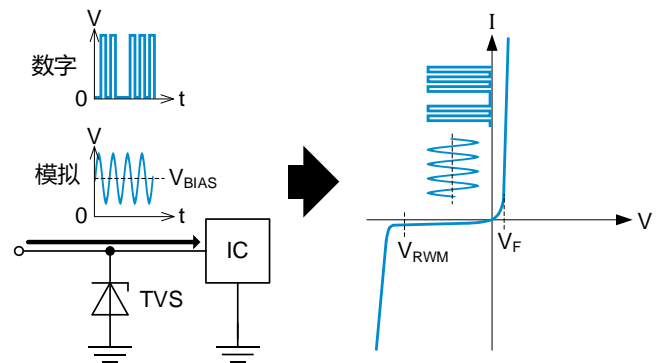


Figure 7. 正极性的信号配线使用单向产品

差分数字信号和 DC 被切断了的模拟信号配线的情况，为了以接地作为振幅的中心，如 Figure 8 所示使用双向产品。使用双向产品的场合，无论是正/负哪种极性的信号振荡，电压均在 V_{RWM} 以下、电流不会流动。

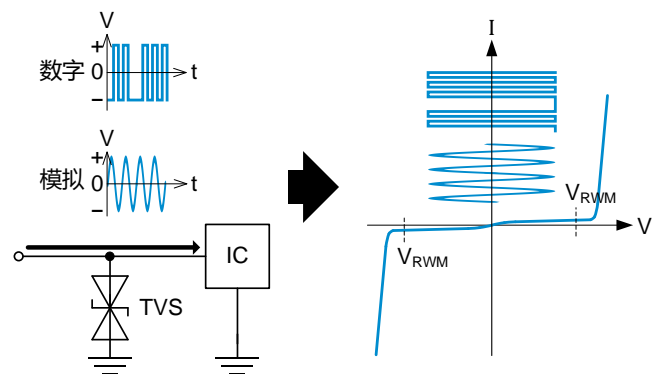


Figure 8. 正/负双极性的信号配线使用双向产品

器件结构

Figure 9 所示的是前工程制造的芯片的纵向结构。晶圆过程采用一般的平面型。制造工序是，在 n 型硅基板上形成杂质浓度薄的 n 型半导体。然后从 n 层上形成 p 型半导体，形成 pn 结。为了提高浪涌耐压，在 p 层形成了防护环层。通过控制这个 n 层和 p 层的厚度和杂质浓度，可以制作各种各样的击穿电压。最后在上部形成保护膜、在上下形成电极，完成 TVS 二极管的芯片。

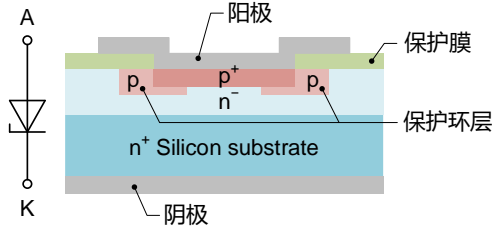


Figure 9. 芯片的纵向结构

Figure 10 所示的是后工序组装的封装外观和横截面图。左侧是传统的有线类型，芯片的阴极电极用焊锡与引线框架连接。阳极电极通过电线与引线框架连接。由于芯片产生的热量通过阴极侧的引线框架传递给 PCB，所以散热效率较差。关于有线类型的故障模式，过电压破坏了 pn 结的时候是短路模式，过电流熔断了电线的时候则是开路模式。

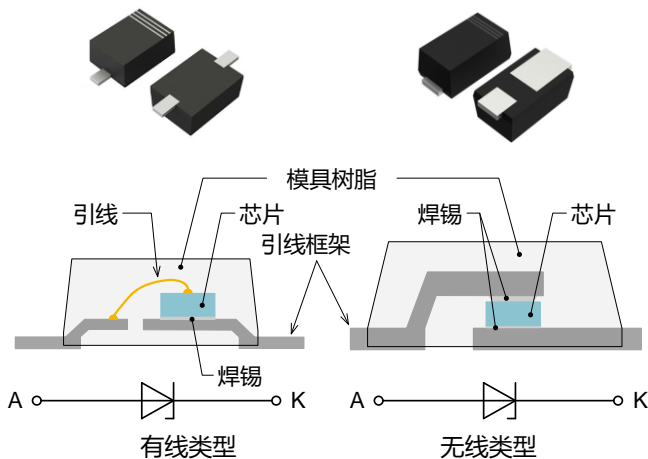


Figure 10. 封装外观和截面图

右侧为无线类型，芯片的两电极通过焊锡与引线框连接。因为没有引线所以大电流特性出色，另外由于连接芯片的框架的正下方处与 PCB 连接于是散热性能也出色。关于无线类型的破坏模式，以过电压、过电流时共同破坏芯片的短路模式居多。

除了这些封装以外，ROHM 还开发了 RASMID™ (Rohm Advanced Smart Micro Device) 系列的 TVS 二极管阵容。RASMID™ TVS 二极管是采用 IC 的制造技术而开发的独有新流程，实现了芯片级别的尺寸封装。外观和截面图如 Figure 11 所示。因为没有引线框和模具，所以可以做到小型化，当然，如果和以前的模具类型的产品外形相同的尺寸，RASMID™ 全部都是硅芯片，所以 p-n 结的有效区域会变宽，于是可以得到更高的电流、更低的电阻特性，保护性也会变高。此外，双向类型也可以制造成单芯片。

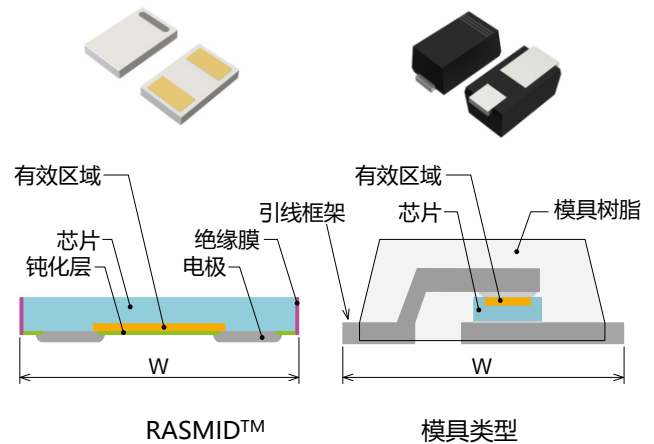


Figure 11. RASMID™ 与模具类型的外观和截面图
外形寸法相同、RASMID™ 全部为硅芯片，于是 p-n 结的有效区域扩大，可得到更高的保护性能

应用笔记

- [TVS 二极管的选择和使用方法](#)
- [TVS 二极管的 PCB 布线](#)
- [TVS 二极管和齐纳二极管的区别](#)

注 意 事 项

- 1) 本资料中的内容旨在介绍ROHM集团(以下简称“ROHM”)的产品。在使用ROHM产品之前,请务必另行确认最新版的技术规格书或产品规格书。
- 2) ROHM的产品是面向普通电子设备(AV设备、OA设备、通信设备、家电产品、娱乐设备等)或技术规格书中指定的应用领域而设计和制造的。因此,如果要在要求极高可靠性、产品故障或误动作可能会危及人的生命、造成人身危害或损害,或可能造成其他严重损害的设备或装置(包括医疗设备、运输设备、交通设备、航空航天设备、核电控制装置、燃料控制、含汽车配件在内的车载设备、各种安全装置等)(以下简称“特殊用途”)中使用ROHM产品,请事先咨询ROHM销售部门。如果未经ROHM事先书面同意而将ROHM产品用于特殊用途,因此造成的客户或第三方的任何损害,ROHM不承担任何责任。
- 3) 含有半导体的电子产品存在一定的误动作或故障概率。客户有责任采取Fail Safe设计等安全对策,来避免万一发生误动作或故障时对人的生命、身体或财产造成危害或损害。
- 4) 本资料中出现的应用电路示例和常数等信息仅用于说明ROHM产品的标准工作和使用方法,并非明示保证或默示保证在实际应用设备中的工作。因此,在客户设备的设计过程中使用这些电路、常数以及相关信息时,请结合各种外部条件自行判断并对自己的判断负责。对于因使用这些数据和信息造成的客户或第三方的任何损害,ROHM不承担任何责任。
- 5) 向海外出口或提供ROHM产品和本资料中的技术时,请遵守《外汇及外国贸易法》、《美国出口管制条例》等适用的出口相关法律法规,并根据这些法律法规中的规定办理必要的手续。
- 6) 本资料中的应用电路示例等技术信息和各种数据仅为示例,并非保证不侵犯与这些内容相关的第三方的知识产权及其他权利。另外,对于本材料中的信息,ROHM并未明示或默示同意客户可以实施、使用或利用ROHM或第三方拥有或管理的知识产权以及其他权利。
- 7) 未经ROHM事先书面同意,严禁转载或复制本资料的全部或部分内容。
- 8) 本资料中的内容为截至本资料发行之时的信息,如有更改,恕不另行通知。在购买和使用ROHM产品之前,请通过ROHM销售部门确认最新信息。
- 9) ROHM不保证本资料中的信息无误。万一客户或第三方因本资料中的信息错误而受损,ROHM不承担任何责任。



Thank you for your accessing to ROHM product informations.
More detail product informations and catalogs are available, please contact us.

ROHM Customer Support System

<https://www.rohm.com.cn/contactus>