

ESD保护元件的选择策略

Robert Ashton

安森美半导体

为提高消费者的满意度,不论是手机、娱乐系统,还是高端计算机。这些电子系统必须不会受到静电放电(ESD)的破坏或影响。为了确保系统在遭受ESD事件时的鲁棒性,必须按照IEC 61000-4-2等标准来测试这些产品。系统设计师采用多种方法来确保产品符合主流的ESD标准,包括解决外壳设计、电路板设计、元件选择,甚至是软件修复。其中一个重要的方法是在输入和输出(I/O)连接器等关键电路节点处使用保护元件。ESD保护元件通常称作瞬态电压抑制器(TVS)。本文将分析系统设计师可以采用的保护产品类型,并比较它们的特性。

TVS的ESD保护原理

许多集成电路(IC)都有一些可能比较敏感的输入,这使得它们在输入电压远高于正常值的的情况下(例如在ESD应力作用下)易于受损。正常工作电压与使器件开始受损的电压之间的区域是安全过压区。安全过压区与器件受损区之间有少许交叠,因为如果较大的过压仅持续极短时间,那么即使不是在安全过压区,器件也可以承受。TVS的任务就是发生ESD事件时,将输入电压维持在安全过压范围之内,而在正常工作时不影响系统性能。TVS器件被放置于邻近ESD事件可能进入系统的位置,旨在限制敏感节点处的电压,并将电流引至不太敏感的节点,如地电平。为实现这个功能,TVS必须在正常工作电压范围内拥有高阻抗,在正常工作电压范围之外拥有低阻抗,这样才能将电流直接从敏感节点引开,并限制瞬态电压。

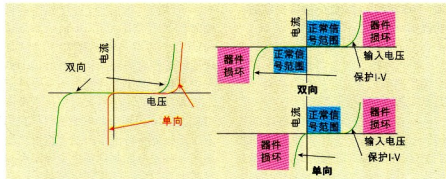


图1: 单向与双向TVS器件的比较。

对TVS的基本要求与具体应用有关,但一般情况下有如下要求:(1)能够在期望的ESD应力下正常工作;(2)在正常电压范围内具有高阻抗(低泄漏);(3)在正常电压范围之外呈低阻抗;(4)导通电压适合应用;(5)在遭受应力期间可快速地从高阻抗转换至低阻抗;(6)电容对目标应用而言不太高。在比较具体的TVS器件类型之前,需要理解两种分类。

单向与双向保护: 单向和双向TVS器件都能抑制正向和负向应力。依据TVS维持高阻抗、低泄漏状态的电压范围,可以最好地理解这两个术语的不同。这种电压范围决定了TVS器件能保护的电路节点类型。双向TVS具有相对于零伏电压的对称特性(图1)。双向器件最适合保护电压基于零伏对称或双向的电路节点。单向TVS产品具有相对零伏电压不对称的特性。单向TVS器件极适合保护电压极性始终相同的电路节点,如0到5伏这样的单极性电压。

电压箝位与消弧: 电压箝位器件的工作原理是从低电压时的高阻抗转换至高于导通电压时的低阻抗,且没有负阻抗区域(图2详见本刊网站)。这器件通过提供接地的低阻抗通道,对高于导通电压的电压进行箝位。消弧(crowbar)器件在低电压时也呈高阻抗,但当电压较高时触发新的导通

机制,使电流增大,并伴随着电压下降。因此,消弧器件拥有负阻抗区域。某些消弧器件的触发电压可能非常高。如果消弧TVS触发器的速度足够快,就可以经常提供保护,即使电压已经达到可能导致器件损坏的电平。消弧器件有时也称作“骤回”器件,因为电压骤然下降。

ESD TVS器件采用的技术主要有三种: 压敏电阻、聚合物和硅二极管,每种技术各有其独特特性。

1. 金属氧化物压敏电阻(MOV)。

压敏电阻在小电流和低电压下具有高阻抗,但在高电压和大电流下,它们的阻抗大幅下降,因此它们属于电压箝位器件。

压敏电阻是双向保护器件,具有很宽范围的电流和电压保护能力,适用从高压输电线路和雷电保护,到小型ESD表面贴装器件等应用领域。然而,相对于它们的导电率来说,它们电容较大,这意味着它们在高速度信号线路保护方面的应用受到限制。压敏电阻在遭受多次应力后,性能也会下降,即使远低于单次应力导致的损坏等级。

2. 聚合物浪涌抑制器。

聚合物浪涌抑制器器件为消弧器件,且总是双向保护器件。其电容很低,对高速应用具有吸引力。但它们的导通电压高、导通阻抗性能相对较差,遭受多次应力时性能易下降。

3. TVS二极管。

如今大多数的二极管都是采用硅制造的固态器件。它们为双端器件，很容易让一个方向上的电流流过，但在相反方向上，它们呈现高阻抗，直到两端电压达到击穿电压。二极管本质上为单向器件，保护方式为电压箝位。

二极管的特性取决于N区与P区的掺杂程度，这两个区离结点的距离远近不同。调节掺杂程度能构建反向偏置击穿电压在几百伏到仅几伏之间的二极管。设计有明确定义的反向偏置击穿电压的二极管，通常称作齐纳二极管。

基于二极管的TVS产品拥有其它ESD保护产品所不具备的多用性——可选择单向和双向保护。基本二极管是单向产品，且是仅有的单向保护元件。串联结合两个二极管就能轻易地构成双向保护。双向保护可通过共阴极或共阳极配置来实现。使用一对单向TVS器件便能实现双向保护性能。市面上有多种基于双向二极管的TVS器件，这些器件中的两个二极管均位于同一个封装，甚至经常集成在单个硅衬底上。

过去，硅TVS器件由于电容高，在保护低压高速信号线路方面存在劣势。然而，近年来的技术进步消除了这种不利因素。安森美半导体的新产品ESD9L5.0将硅器件保护的劣势与高速应用要求的低电容结合在一起。这个产品的特性就像一个简单的齐纳二极管。事实上，ESD9L5.0包含一个击穿电压低的齐纳二极管和一对击穿电压高(因而电容小)的标准二极管。

保护元件的比较

表1(详见本刊网站)总结了前面谈及的三类TVS器件的基本特性。选择恰当的保护器件应考虑多种因素，其中关键的决定因素就是被保护电路的特性。

对应力有不对称敏感度的电路节点，可能需要只有TVS二极管产品才能提供的单向保护。高速应用要求非

常低的电容，这使得聚合物器件具有吸引力。聚合物器件可以满足对低电容和保护能力的要求。为了让聚合物TVS产品可以用在高速应用中，高速节点需要在瞬态高压下工作以导通聚合物TVS，并在导通模式下提供中等阻抗。

由于成本低、不要求高压导通，压敏电阻常常具有吸引力。如果它们被制造得足够大以提供具有足够低的

导通阻抗，从而提供充足的保护，那么它们的电容通常对高速应用而言就太大了。TVS二极管产品具有很好的箝位能力，如今市场上也有超低电容的TVS产品，甚至适合最高速的应用。二极管也颇具吸引力，因为它们能够用作单向保护器件，匹配当今许多高速数字信号的电压范围。■

ID# 于www.ed-china.com输入本文ID号可阅读全文及相关文章: 20100971