

浅谈 ESD/EOS 应用贴士

作者: Xue Ke

冬天又到了,大家有没有留意过关灯脱衣服时偶尔出现的小星星呢?有没有偶尔和小伙伴放电一下呢?

这都是静电放电引起的。这些生活中的小惊喜或小惊吓都可能会对我们的芯片造成很大的考验哦。

这次我们就来稍微了解一下静电放电 ESD, EOS, LATCHUP 这些经常影响芯片可靠性的现象以及它们之间的联系。

ESD 全称 Electrostatic Discharge, 是指芯片或系统积累的静电放电过程,同时也指是对芯片能承受的放电能力的要求。业界把最常用的静电放电过程进行了分类和建模,形成了一系列标准,进而提出了对操作环境和过程的要求。

就对芯片级要求来说 ESD 标准目前主要分为人体模式(HBM), 机器模式(MM), 充-放电模式(CDM), 分别对因人体的电荷放电, 机器的电荷放电和芯片或系统板级自身的电荷放电。系统级的 ESD 还有 IEC61000-4-2 这种更严格的评估标准。

CDM 模式是最近比较受重视的一种放电模式,特别是随着芯片规模越来越大,积累的电荷规模也变大,但 ESD 保护电路却受到位置,走线,多电源域等更严格的限制,导致 CDM 防护设计变得越来越有挑战。

EOS 是个大家庭, 全称 Electrical Overtress, 是指芯片或系统工作环境(比如电源电压)超过预期的过程,这可能会对芯片或系统造成严重损坏。造成 EOS 的原因有很多,头一个就是 ESD, 其他还有错误的电源操作引起异常供电, 负载剧烈变化引起的浪涌, 甚至是因为雷击(可怕), EOS 也有一系列标准。

LATCHUP 也是经常听到的术语,也和芯片损伤有关。LATCH-UP 是特指芯片内部 P 型/N 型/P 型/N 型半导体组合成的这个结构发生产生大电流的正反馈导通现象。

ESD 和其他类型的 EOS 都有可能造成 LATCH-UP, 但也未必都是因为 LATCH-UP 而造成损坏。LATCH-UP 也有自己的测试标准。简单的原理是对芯片注入某个量级的触发电流, 验证芯片会不会发生 LATCH-UP。

说了半天, 芯片到底是怎么损坏的呢?

我们就来了解一下导致半导体损伤的两个主要原因:

第一个原因是高压, 过高的电压会导致原本隔离的介质隔离性能变差, 典型的例子是 MOS 管的栅极因为承受高

压而被击穿, 导致栅极与沟道不再绝缘。

第二个原因是过热, 绝大部分半导体内部的不可逆损坏都是因为过高的温度。

热是怎么来的呢? 功率的时间积分就是能量, 足够的能量就引起了足够的发热。

所以对半导体内部损坏有影响的是三个变量: 电压, 电流和时间。它们三者的乘积超标了, 半导体器件内部就会失效。

反言之, 只要通过手段控制任何一个变量使总的乘积不超标, 就能避免损坏。好像很简单吧? 典型的发热损坏的例子是 LATCH-UP。在能量充足的情况下比如持续供电时如果发生 LATCH-UP 就会导致电压, 电流, 时间的乘积超标进而造成过热损伤。

具体地看 ESD 造成的损伤:

如果没有 ESD 保护器件, 那么很高的 ESD 电压会被加在器件上, 可能引起几个结果:

- 1, 器件没有导电能力, 比如栅极, 那么高压会一直持续, 直到栅极击穿。
- 2, 器件承受的电压高到器件产生导电能力时, 器件开始提供泄电通路, ESD 电荷得到泄放, 并在 ESD 源头产生主要压降, 使器件承受的高压不再增加形成平衡。如果器件的电流, 电压和 ESD 持续的时间超标, 那么器件就会过热而损坏。

ESD 的高压过程持续时间通常很短(几十纳秒到几十微秒之间), 高压所包含的能量也有限(静电电荷被释放完了就结束了), 所以 ESD 造成的热损伤通常是局部的且单一的, 当然系统上电工作时的 ESD 放电也可能由瞬态 latch-up 变成持续 latch-up 引发持续大电流造成严重损坏。

而其他类型的 EOS 由于引发原因不同, 持续时间范围很广, 短时间的 EOS 表现和 ESD 类似, 可能造成不易发现的损伤, 影响可靠性。但长时间的 EOS 的能量会大得多, 通常造成严重的多类型的芯片损伤, 比如芯片大面积的融化, 以及键合线损伤甚至封装碳化。

所以芯片的 ESD 保护电路可以对部分与 ESD 放电类似的 EOS 过程形成有效防护, 但对于长时间的 EOS 过程可能是不够的, 特别是需要靠 latch-up 来帮助泄放能量的保护

器件,在长时间的 latch-up 过程中很容易因为高温损坏。所以要对抗大能量长时间的 EOS 需要更专业的,能耐受更大功率的保护器件如 TVS 钳位器件。

由此我们清楚了 ESD 是 EOS 的一种,可见提高芯片抗 ESD 的能力会对某些类型的 EOS 有所帮助,但并不意味着就万无一失了,还是需要从应用和系统的角度做好 EOS 的防护,减少发生 EOS 的概率才能彻底提高系统可靠性。

 **3PEAK and the 3PEAK logo are registered trademarks of 3PEAK INCORPORATED. All other trademarks are the property of their respective owners.**
