

关于 MOSFET 的静电损坏

作者：无锡固电半导体股份有限公司 ISC 技术部，保留一切版权，任何人和公司不得转载

使用 MOS 晶体管及用于微波通信的超高频低噪声器件，在开发设计时，采用了非常精细的结构，以达到其严格要求的特性。另外，因为工作频率为 VHF~SHF 波段的高频，所以必须尽可能降低寄生参数，由于很难插入足够的保护电路，所以抗静电放电和外加电涌电压能力非常弱，因而非常容易损坏。鉴于以上原因，在处理上述超高频低噪声器件时，必须十分注意，以免损坏产品。以下是关于防止静电损坏的一般注意事项的说明。

一 静电现象

在冬季，脱下化纤衬衫或毛衣时，会有火花出现，并伴随有噼里啪啦的放电现象；与氯乙烯材料的垫子摩擦后，头发会被吸住。这些都是人们所熟知的静电现象。前者现象中，衣服的电位通常为 6,000V 到 10,000V。静电的带电现象因产生原因的不同，可分为很多种，其大小也各不相同。如果将上述静电外加至器件，根据其大小，有可能导致最严重的损坏。因此，必需采取适当的防带电措施或除电措施。关于静电的带电大体上分为两类，一类是由外部施加的机械能转化来的电能(A、B)，另一类是直接施加的电能(C、D)。

表 1 静电带电的分类

区分	带电原因	带电名称	备注
A	接触和分离	接触带电	电子的移动、离子的交换等。
		剥离带电	同上，一般强度的带电。
		加压带电	压电作用、接触面积增加等。
		摩擦带电	除接触面积增加以外，还包括变形、散热等。
		喷出、破碎带电	冲突、摩擦、破碎分极等。
		流动带电	液体与气体间、固体间的相互摩擦。
B	变形与变态	机器的或者加热变形	压电作用、电荷的位置变化等。
		冻结，溶解等	离子迁移率的差别。
C	外部电场	感应带电	电荷的转移。
		离子附着	空气中的离子附着、离子的注入。

D	电磁波	辐射带电	X 射线或光电子的释放。
		光带电	

二 防止静电的产生

(a) 实际上防止静电的产生是很困难的。通过防带电措施来急剧减少产生的电荷，正在实际应用中。

(b) 静电的产生随着相对湿度的下降而增大。特别是降到 40%以下后，会突然变得十分容易产生静电。因此在冬季需要采取相应的加湿措施。

(c) 由于剥离与摩擦而产生的静电，随着接触面积、压力、分离速度的增大而增大。因此，请避免高速摩擦和剥离。

防带电的方法：

(a) 防止导体带电

- 基本方法是通过接地方式将电荷泄漏到地面。
- 接地电阻最好不超过 100Ω。
- 即使对于设备中不完全导体的部分，只要贴着金属导体进行间接接地，就会产生效果
(导电率： $\geq 1 \times 10^{-8} \text{S/m}$ 、表面电阻： $\leq 1 \times 10^9 \Omega$ 的固体表面)。

(b) 防止绝缘体带电的方法

- 涂抹带电防止剂。
- 混连入带电防止剂。
- 改变高分子聚合物的表面层材质。
- 改为含有导体的复合材料。
- 调整相对湿度（最好大于等于 RH 50%）

三 静电防护措施

- (1) 埋设防静电底线
- (2) 铺设防静电地线
- (3) 铺设防静电地板
- (4) 使用防静电工作台面
- (5) 电烙铁、锡炉、测试仪器等用电设备接地
- (6) 穿戴防静电服（衣、鞋、手套等）

- (7) 佩戴防静电腕带
- (8) 用中和法消除非导体带的静电
- (9) 采用防静电周转箱
- (10) 采用防静电包装材料
- (11) 相对湿度的调控

在提高器件性能和采取防静电损坏对策时，必须做好权衡。另外，在使用 MOS 晶体管及高性能超高频低噪声器件时，防静电损坏仍然是今后的重要问题。本资料所列举的防带电和静电防护措施，是现在实际生活中采用的一般对策。要减少因静电损坏而导致的故障，既需要客户的协助与理解，也需要晶体管供需双方的合作，采取有效而经济的对策，共同防止损失、解决问题。

（本公司 ISC 保留一切版权、著作权，任何个人和组织未经本公司书面同意，不得非法转载、复制、发表部分或全部内容。）