

ESD基础知识培训



制造总厂培训小组
编辑:孙小兰

前言

在我们的电子工业中常见的一些问题：

- ✓ 电子元件无故失效，并发现内部有过热或烧熔的现象
- ✓ 电子产品产出率不高，品质不稳
- ✓ 客户投诉产品无故失效
- ✓ 产品上的尘埃等污物难以持久清除，影响产品外观，甚或影响对于产品进行操作

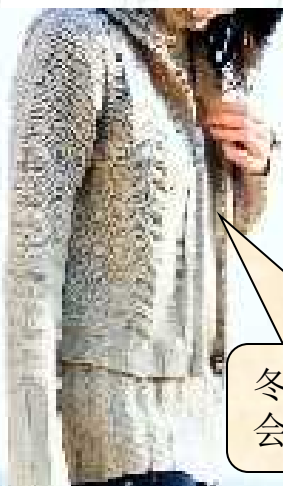


1、静电学

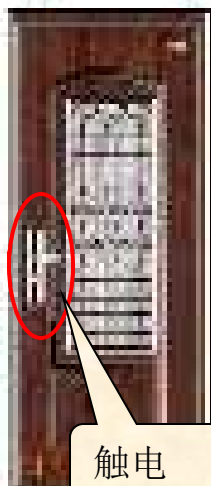
静电学是十八世纪以库仑定律为基础建立起来的，以研究静止电荷及磁场作用规律的学科，是物理学中电磁学的一个重要组成部分。

2、静电就是物体表面过剩或不足的静止电荷。

现象：



冬天脱毛衣时，
会听到噼噼声



触电



橡胶棒磨擦后能
吸附碎纸片

3、ESD: Electrostatic Discharge

静电放电：具有不同静电电位的物体，由于直接接触或静电感应引起的物体间静电电荷的转移，在静电场的能量达到一定程度后，击穿其间介质而进行放电的现象。

现象：

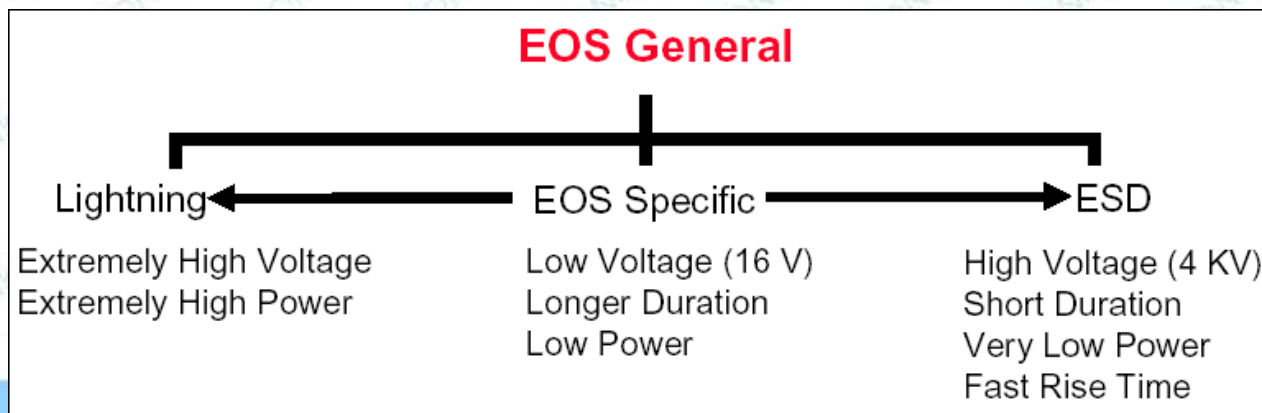


冬天晚上脱毛衣时，会看到闪光

➤ 由此可见：静电放电是在瞬间完成的，所以对于静电引起的危害，造成的产品失效等问题，我们很难发现。

4、EOS: Electrical Overstress

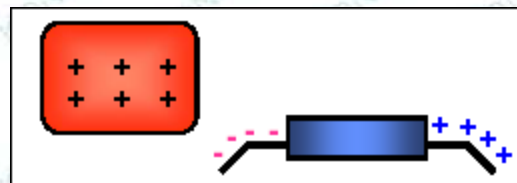
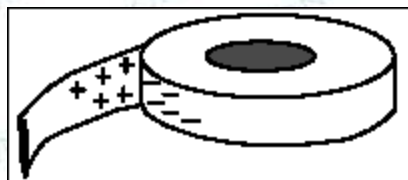
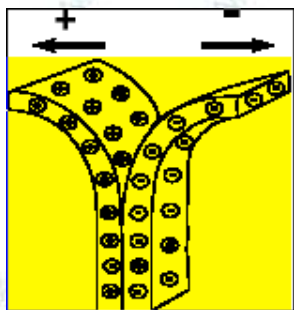
电流或电压过载



ESD的产生途径与类型

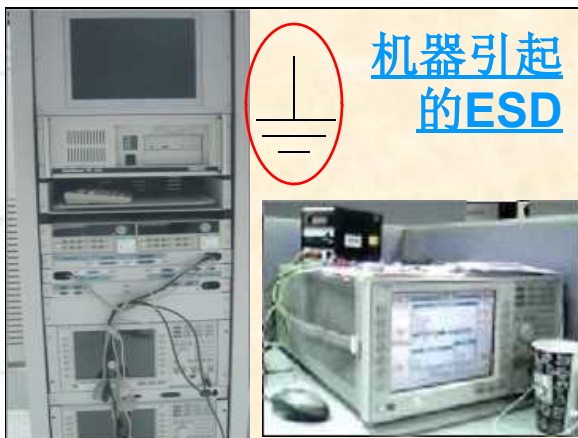
一、产生途径

静电产生的最基本途径就是两种不同材料的物质接触和分离或摩擦或临近电场的感应。



电子工业生产包括SMT贴片、装配、品管、包装到出货的整个过程，其实就是静电产生的过程，所以对静电防护的迫切性日益重要。

ESD的产生类型



三种类型

ESD的危害

静电的危害主要有两个方面：

- 一是使元气件永久性失效，报废；
- 二是使元气件的性能降低和参数下降。

后一种危害比前一种危害更可怕，更危险。原因是第一种危害在检测或调试过程中及时发现并予以更换，马上可解决问题。而第二种在初期是很难发现的，因为元气件参数下降并不是马上就体现出来，很容易通过出厂前的检验而流入用户手中。那么随着时间的推移，这些元气件就会永久性的失效。从而降低了元气件的寿命，也就影响了产品的寿命，更影响公司产品品牌形象。





ESD的危害

在电子工业生产过程中**操作工人**是最重要的静电电荷源。

在环境湿度为10%~20%RH时，操作工所带的静电电压是**6000V**，而在环境湿度为65%~90%RH时，操作工所带的静电电压是**100V**。

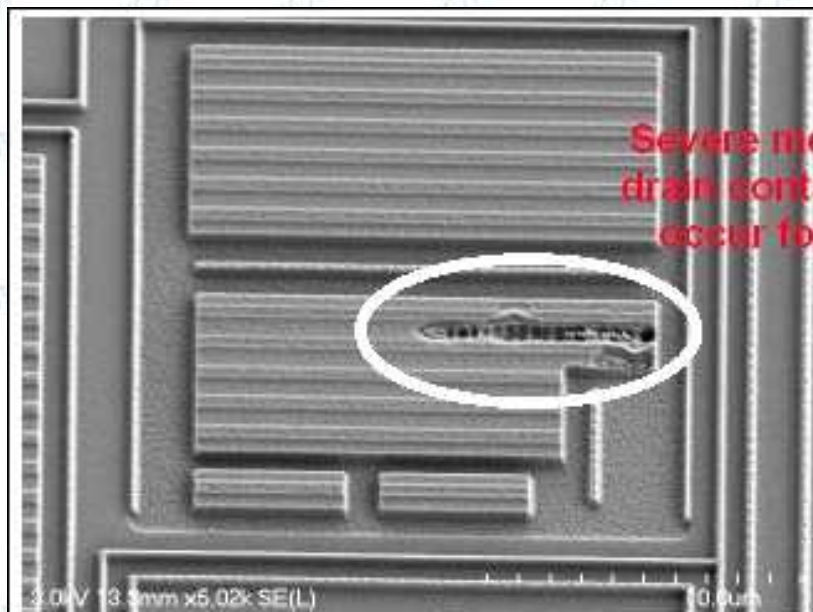
静电电压的数值是随着环境湿度的高低而变化。

这也就是我们生产车间为什么要控制温度和湿度的原因。

那么有人会问，**6000V**的电压为什么对人的身体没有伤害呢？



ESD vs. EOS Fail Signature



HBM ESD Damage in a PMOS Output



EOS failures from burn-in

静电电压

介绍一下不同静电电压对于人体电击的反应：

静电电压（V）

- 1000 V
- 2000 V
- 2500 V
- **3000 V**
- 4000 V
- 5000 V
- 6000 V
- ...
- 10000 V
- 12000 V

人体反应

没有感觉

手指外侧有感觉

放电部位有针蟹感，但不疼痛

有轻微和中等被针刺痛感

手指轻微觉痛，有较强的针刺痛感

手掌及手腕前部有电击疼痛感

手指剧痛，手腕后部有强烈的电击感

...

整个手部剧痛，有电流通过感

因强烈电击，故整个手部有强烈打击感



静电对电子产品损害的特点

1、隐蔽性

人体感知的静电放电电压为2-3KV。

2、潜在性

受静电冲击后元件性能没有马上明显的下降。

3、随机性

从一产生到损坏以前，所有的过程都受到静电的威胁。

4、复杂性

分析静电放电损伤的失效工作，往往需要使用扫描电镜等高精密仪器。



为什么要提高人们的ESD防护意识?

➤ 很多静电问题都是由于人们没有ESD意识而造成的。

这是因为大多数ESD损害发生在人的感觉以外，因为人体对静电放电的感知电压约为3000伏，而许多电子元件在几百伏甚至几十伏时就会损坏。



静电的强度因为物体材质、磨擦与相对运行的速度、压力以及环境的温度、湿度有密切的关系。

人身的活口情形	静□□□ (V)	
	10-20%RH	65-90% RH
走□化□地毯	35000	1500
拿TEFLON硅片架	30000	1200
走□塑胶地板	12000	250
坐椅子上工作的人	6000	100
翻塑面□明□文件	7000	600
拿起普通聚乙□袋	20000	1000
坐聚氨脂泡沫□上	18000	1500

元件的敏感电压

- 例如，较多IC分别被只有**250伏**和**100伏**的ESD电势差所破坏，而越来越多的敏感的现代元件，包括奔腾处理器，只要**5伏**就可毁掉。
- 产生可以听见“嘀哒”一声的放电需要累积大约**2000伏**的电荷，而**3000伏**可以感觉小的电击，**5000伏**可以看见火花。



序号	□型	静□破坏□□ (V)
1	V MOS	30-180
2	H MOS	50-500
3	P MOS	100
5	MOSFET	100-200
6	JFET	140-700
7	C MOS/N MOS	250-3000
8	□性□路 (运放器)	180-2500
9	肖特基二极管	300-3000
10	ECL	500-1500
11	SAW	150-500
12	SCR	680-1000
13	SL-TTL/S-TTL	300-2500
14	TT/DTL/H-TTL	380-7000
15	膜式□阻	300-3000

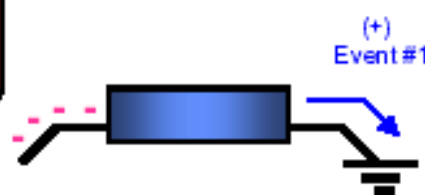


电磁感应产生ESD冲击

ESD By Induction



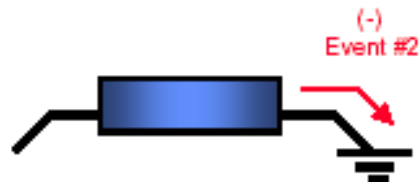
Device in presence of electric field.
(A)



Device momentarily grounded results in 1st discharge event.
(B)



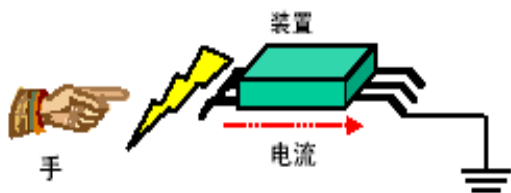
Device left with net charge.
(C)



Second discharge event when grounding in a later step.
(D)

- 人体模型 Human Body Model (HBM)

人体带电模式 (HBM)



带有静电的人手接触到装置的导线部时，因静电放电使装置带电。装置接地后，电路中流过放电电流，发生静电破坏。

- 机器模型 (MM)

② 装置类 (从装置向装置放电)

机器模式 (MM)

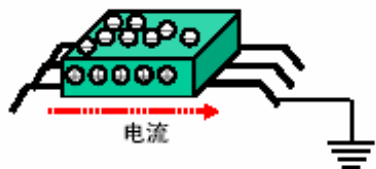


装置的导线部接触到带有静电的金属性装置等导体时，因静电放电使装置带电。装置接地后，电路中流过放电电流，发生静电破坏。

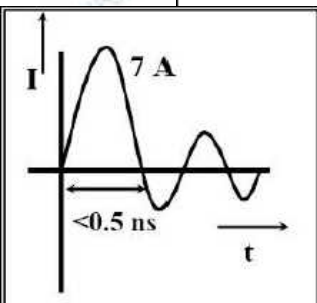
- Charged Device Model (CDM)

③ 半导体元件 (装置自身带电引起的破坏)

装置带电模式 (CDM)

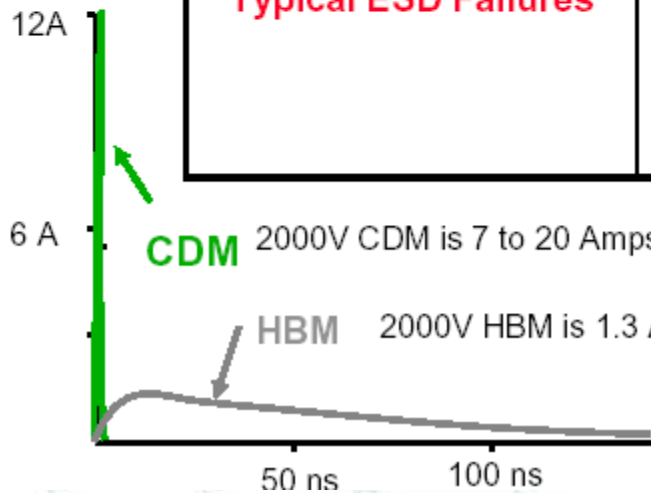


装置自身摩擦后带电，使电路或导线部的导体产生静电感应。在此状态下接地后会引引起静电放电，从而引发静电破坏。CDM发生的速度非常快！



ESD Models Comparison

Model	HBM	CDM
Test Levels (V)	500, 1000, 2000, 3000, 40000	100, 200, 500, 750, 1000
Peak Amps	~ 1.3	7 ~ 20
Rise Time (ns)	2 - 10	< 0.5
Pulse Width (ns)	~ 150	~ 1
Typical ESD Failures	<ul style="list-style-type: none"> • Metal Penetration (Silver Filament) • Junction Damage • Metal Melt • Contact Spiking • Gate Oxide Damage 	<ul style="list-style-type: none"> • Gate Oxide Damage • Charge Trapping • Junction Damage



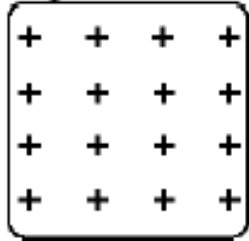
CDM 2000V CDM is 7 to 20 Amps peak (depending on package) and <1 ns wide.

HBM 2000V HBM is 1.3 Amps peak and about 150 ns wide.

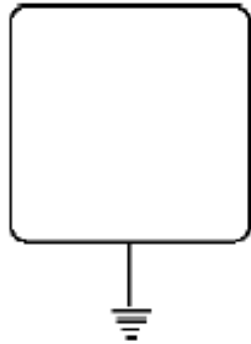
Conductors vs. Insulators

Difference between conductor and insulator is that conductors permit the flow of electricity, while insulators do not. Conductors therefore have the **ability to drain their charge when grounded.**

Charged Conductor

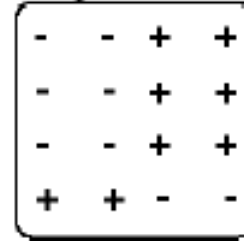


Conductor evenly distributes charge over entire surface.

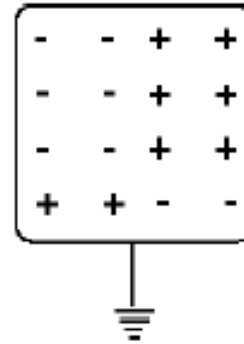


Conductor completely discharges when grounded.

Charged Insulator



Opposite polarity charges can exist on the same insulator.



Insulators do not allow charge to flow. Grounding an insulator neither removes charge or prevents surface charges.

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/896035234214010201>