

ESD 防護

講師: 何仲春

第一章 靜電對工業電子的影響

一、什麼叫靜電?

靜電一般指靜止的電荷，即相對於另一表面或相對於地的物體表面上電子 過剩或缺。表面電子不足帶正電，表面電子過剩則帶負電，不足或過剩的電 子總量決定表面電荷量。 我們把電荷的產生和消失過程的電現象稱為靜電現象。當一物體上存在靜 電時，分子在電中性上不平衡。當試圖通過處於不同電位的一物體和另一物體的轉移以重新建立中性平衡時，就發生靜電放電。

二、靜電的產生

產生靜電的最通常方式是摩擦生電。兩種材料在一起摩擦，隨後把它們分開， 就會引起摩擦帶電，電荷大小強烈依賴於特定材料交出或接受電子的習性。不 同的材料，尤其它們有高的表面電阻率，就容易摩擦生電。 物體上產生靜電的方式還有**接觸、沖洗、感應、電解、冷凍、溫差壓電**等。

靜電的物理現象

靜電的帶電體所產生的電場稱為靜電場。靜電與靜電場有三種重要的作用和 物理現象，即**力的作用、放電現象和靜電感應**。

1. 力的作用

正、負電荷有同性相斥，異性相吸的力量，其大小按庫侖定律有：

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \times \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \text{ (N)}$$

2. 電場強度和放電現象

在電荷的存在周圍空間中形成電場，其強度為： $V = Q / C$ (“V”為電位，“Q”為電荷量，“C”為電容) 當一絕緣體帶上靜電後，盡管所帶靜電量不多，但電位卻有數千伏，甚至 數萬伏之高。當物體所帶電荷在空間產生的電場強度超過介質的擊穿 電場強度時，便會出現發光、破裂聲響等靜電放電現象。

靜電與大地間因有電位存在，如果觸及電路時，就會產生放電電流： $I = V / R$

3. 靜電感應現象

即使是完全不帶電的導體 B，只要置於某帶電體 A 附近並與大地絕緣，則 B 上的電子受吸引(或排斥)，表現為 B 表面上感應產生正、負電荷分離。

三、靜電對電子元件的影響

靜電的基本物理特性為:

1. 有吸引或排斥的力量
2. 有電場存在, 與大地有電位差
3. 會產生放電電流

這 3 種情形,可對電子元件造成以下影響:

1. 元件吸附灰塵,改變線路間的阻抗, 影響元件的功能和壽命
2. 因電場或電流破壞元件絕緣層和導體,使元件不能工作(完全破壞)
3. 因瞬間的電場軟擊穿或電流產生過熱,使元件受損, 雖然仍可工作, 但是壽命受損

上述這三種情況中, 如果元件完全破壞,必能在生產及品質測試中被察覺而排除,影響較少。如果元件輕微受損,在正常測試中不易被發現。在這種情形下,常會因經過多層次加工, 甚至已在使用時,才被發現破壞,不但檢查不易,而且損失亦難以預測, 不知要耗費多少人力和財力才能查出存在的問題, 如果在使用時才發現故障,其損失將可能包含人命與不可計數的金錢,所以靜電對電子元件產生的危害不亞于嚴重火災和爆炸事故的損失。

四、靜電對電子工業的影響

隨著科學技術的飛速發展,高密度集成電路(HIGH DENSITY IC)已成爲電子工業不可缺少的器件。它具有線間距短、線細、集成度高、運算速度快, 低功率、低耐壓和輸入阻抗高的特點, 因而導致這類元器件對靜電越來越敏感, 稱之爲靜電敏感元件(ESDS)。靜電放電(ESD)的能量, 對傳統的電子元件影響甚微, 但是這些高密度集成電路元件中, 不論是 MDS 器件, 還是雙極型器件,都可能因靜電場和靜電放電電流引起失效, 或者造成難以被發現的“軟擊穿”現象,給整機留下潛在的隱患, 直接影響著電子產品的質量、壽命、可靠性和經劑性。

第二章 靜電防護

一、靜電防護基本原則

自然界的所有物質都是由原子組合而成,原子中的質子(正電荷)與電子(負電荷)存在于我們生活中每個角落,可以這樣說: 靜電是無處不有, 無時不在,時時刻刻存在我們生活中的一切周圍。在靜電防護過程中打算將靜電完全消除是困難的,但是我們可以採取防護措施,將靜電的產生與積聚控制在最小的限度之內。

防靜電危害的基本原則:

1. 在靜電安全區域內使用或安裝靜電敏感元件

2. 用靜電屏蔽容器運送靜電敏感元件

二、ESDS 元件靜電安全工作區域要求

一個安全的工作區域,包括所有導電性與絕緣性物體不得存在足夠破壞 ESDS 元件的電荷,所以整個靜電安全工作區域必須具有:完整的導電材料及接地系統,使產生靜電的運動物體及時地洩漏或中和,通常規定在該區域內任意二點之間的靜電電壓不得超過 100V。

三、靜電消除方法

1. 導電性物體的靜電消除方法

導電性物體的物理特性是物體中的電子可以自由移動,物體中的電位會迅速平衡,達到每點電位相等。

由于電子可自由移動的特性,我們可以很簡單地加以接地,給予這些物體中不平衡電子一個通路,將多余的電子釋放到大地上,即可消除物體攜帶的靜電。

2. 非導體的靜電消除方法

非導電性物體或絕緣體,電荷無法在物體中自由移動,非導電性物體也就不能用接地方法來洩漏靜電荷。

要想把絕緣體上的靜電荷消除至零是難以辦到的,一般只要消除到對電子產品沒有危害就可以了,常用的非

導體帶靜電荷消除方法有:

- A. 使用離子風機中和
- B. 控制環境溫度與濕度
- C. 用靜電導體制品取代非導體制品
- D. 采用靜電消除劑
- E. 采用靜電屏蔽
- F. 嚴格執行靜電防治工藝規程

四、靜電屏蔽容器

ESDS 元件在輸送過程中,大部份人都會考慮到:不要讓包裝材料因摩擦而產生靜電,破壞元件,但忽視了一個重要觀念——靜電感應現象,包裝袋或容器本身不產生靜電,但外界電場卻能透過絕緣材料的容器及包裝袋,破壞里面的 ESDS 器件。若采用導電性容器,不但不會產生靜電,同時更能保護元件不受外界電場的破壞。目前導電性材料均為碳化材料,為不透明的黑色,也有透明或高度靜電要求,則需使用靜電屏蔽袋。

靜電屏蔽容器包含:

- 1. 導電性塑膠盒(箱)
- 2. 導電性塑膠袋
- 3. 導電性海棉

4. 靜電屏蔽袋

五、完整的靜電防護工作應具備的條件

1. 完整的靜電安全工作區域
2. 適當的靜電屏蔽容器
3. 工作人員具備完全的靜電防護觀念
4. 警示客戶, 使客戶不致因不知道而造成對 ESDS 元件破壞

六、靜電防護具體措施

1. 地面

最主要的考慮首先是防止摩擦產生靜電,一個好的工作區首先要使用 接地的去靜電地板($10^5\sim 10^9$ 方塊電阻),如 SMD 採用鋪設導電地板永久解決。

2. 桌面

處理 ESDS 元件,工作台應為接地的、去靜電桌面。絕不可使用金屬 桌面代替去靜電桌面, 因為金屬桌面太容易在電氣裝置使用的地方存在不少電擊的危險。

3. 容器

在封閉的導電容器或容器盒內存放和運輸 ESDS 元件。

4. 人員

關於人員的靜電保護包括: 防止靜電的產生、現存靜電的去除以及 人員的培訓。用接地手環有效的把人體的靜電電荷除去, 接地手環和接地桌面到地至少應該有 $1M\Omega$ 的電阻,以防電擊危險。對於 ESD 控制, 人員培訓是必不可少的, 如果操作者對 ESD 保護技術的使用未受教育,那麼仔細安裝昂貴而有用的 ESD 保護裝置將是沒有用的。

5. 接地

用于 ESD 保護的接地細杆應該是實心銅或者包銅皮的鋼,埋于地下 2~3m。

6. 電離器

必須在專用的地方安裝電離器。

7. 測試儀器

使用側試儀器,自主檢測人員接地狀況, 使用靜電環測試儀檢測人員接地電阻,測試時有三種情況, 分述如下:

- A. 當“低”紅燈亮時, 表示靜電腕線電阻值偏低,為避免電擊發生,必須更換腕線

- B. 當“好”綠燈亮, 並伴有一聲蜂鳴時,表示腕線良好,配戴良好
- C. 當“高”紅燈亮時,表示腕線失效或配戴過松,應重新戴緊再次測試, 如還沒有顯示綠燈, 則須更換腕線

注: 靜電腕線電阻值: $10^6 \pm 5\%$

靜電防護試題(一)

一、填 空 題 (每空 5 分, 共 75 分)

1. 靜電一般指 _____, 即相對於另一表面或相對於地的物體表面上 _____ 過剩或欠缺。
2. 電荷的產生和消失過程的電現象稱為 _____。
3. 產生靜電最通常方式是 _____。
4. 靜電的物理現象包括: _____、_____、_____。
5. 靜電防護基本原則: A. 必須在 _____ 使用或安裝靜電敏感元件;
B. 用 _____ 運送靜電敏感元件。
6. 靜電安全工作區域應具備以下條件:
 - A. 完整的 _____;
 - B. 完整的 _____;
 - C. 任意二點之間靜電壓小於 _____。
7. 靜電腕線電阻值要求為 _____。
8. 靜電環測試時, 當 _____ 燈亮時, 並伴有一聲蜂鳴,表示腕線良好,配戴正確。
9. 靜電是無處不在,無時不有的,靜電防護主要包括:
 - A. _____;
 - B. _____。
10. 一般靜電容器顏色為 _____ 色。

二、問 答 題 (25 分)

1. 寫出靜電的三個基本特性, 並詳述其對電子元件造成的影響。

靜電防護試題(二)

一、單項選擇題:(每題 5 分)

- 下列敘述正確的是: _____
 - 靜電無處不在,無時不有
 - 靜電只存在絕緣材料表面
 - 導體沒有靜電
 - 靜電可完全消除
- 靜電腕線電阻值為: _____
 - 小於 $10^4\Omega$
 - $10^4\sim 10^5\Omega$ 之間
 - $10^5\sim 10^7\Omega$ 之間
 - 大於 $10^7\Omega$
- 測試靜電環時,哪種情況是正常的: _____
 - 綠色“好”燈亮,並有鳴叫聲
 - 紅色“低”燈亮
 - 紅色“高”燈亮
 - 只蜂鳴,不亮燈
- 下列料盒中,有防靜電功能的是: _____
 - 紅色
 - 黃色
 - 藍色
 - 黑色
- 下列器件,屬於靜電敏感元件的有: _____
 - 電阻
 - 電感
 - 變壓器
 - 晶体管

二、多項選擇題 (每題 10 分)

- 靜電安全工作區域必須符合下列哪些條件: _____
 - 完整的導電材料
 - 完整的接地系統
 - 任意兩點之間靜電壓小於 100V
 - 任意兩點之間靜電壓小於 220V
- 接地的目的是: _____
 - 靜電放電
 - 保護元件
 - 保護人體安全
 - 降低靜電壓
- 下列現象,屬於靜電物理現象的有: _____
 - 力的作用
 - 靜電放電
 - 放電現象
 - 不易釋放
- 靜電防護的基本原則是: _____
 - 使用靜電屏蔽容器運送靜電敏感元件
 - 安全工作區域必須有完整的靜電地板
 - 在靜電安全工作區內使用或安裝靜電敏感元件
 - 避免使用任何類型絕緣材料
- 下列論述,正確的有: _____
 - ESD 即靜電放電
 - 任兩種材料摩擦都會產生靜電
 - 空氣中不可有靜電
 - 任何靜電都會在元件功能上表現出來

三、問答題 (25 分)

- 寫出靜電的三個基本特性,並詳述其對電子元件造成的影響。