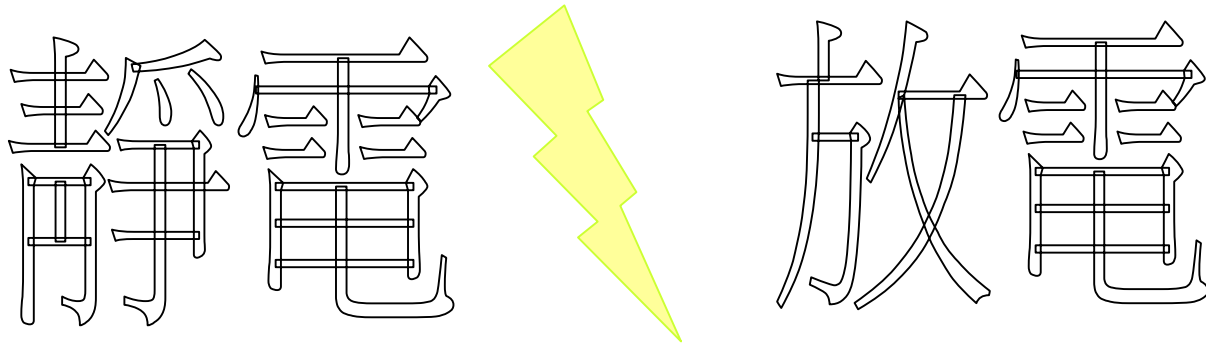


課程內容：

- What is ESD/EOS?
- 靜電(ESD)防護基礎概述
- ESD控制包括那些?
- 如何達成
- 國際規範ANSI /ESD S20.20
- 問題與討論 (Q & A)
- 重點測驗

E.S.D

ELECTROSTATIC DISCHARGE



靜電釋放的簡寫，是電荷在不同電位物體間轉移的現象

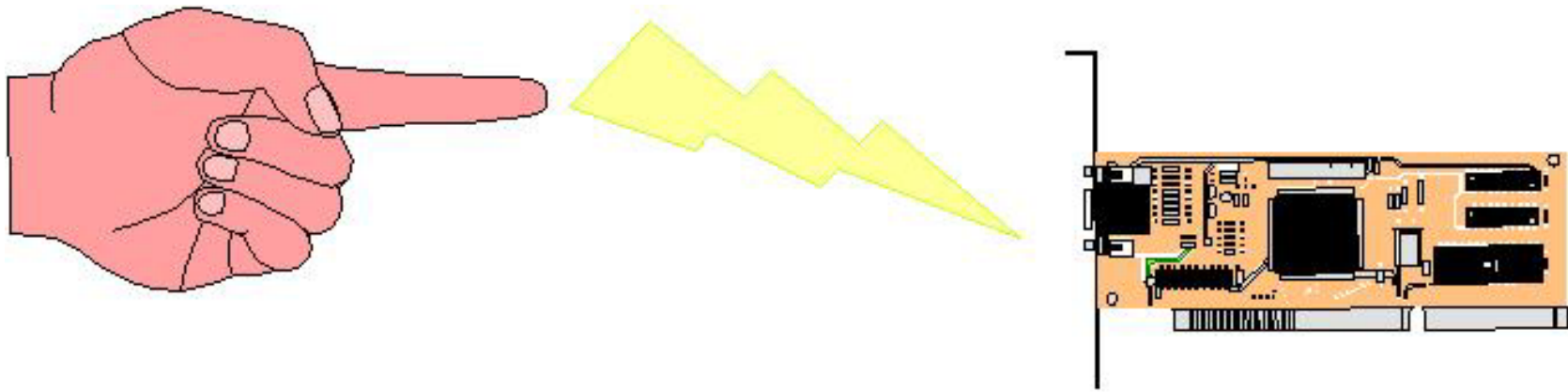
像閃電、手觸門把的觸電感等都是ESD

一般我們可感覺的ESD都在3,000volts以上

對元件而言，只要幾十伏特就足以造成破壞

E.O.S

Electrical Overstress



Definition

- ESD - ElectroStatic Discharge

- Limited Current & High Voltage(低電流高電壓)
- Short pulse width (<50uSeconds)(脈波寬度短)

- EOS - Electrical OverStress

- High Current & Low Voltage (高電流低電壓)
- Long pulse widths (>50uSeconds)(脈波寬度長)

EOS / ESD 簡介

EOS : 電壓過應力 (Electrical Over Stress)

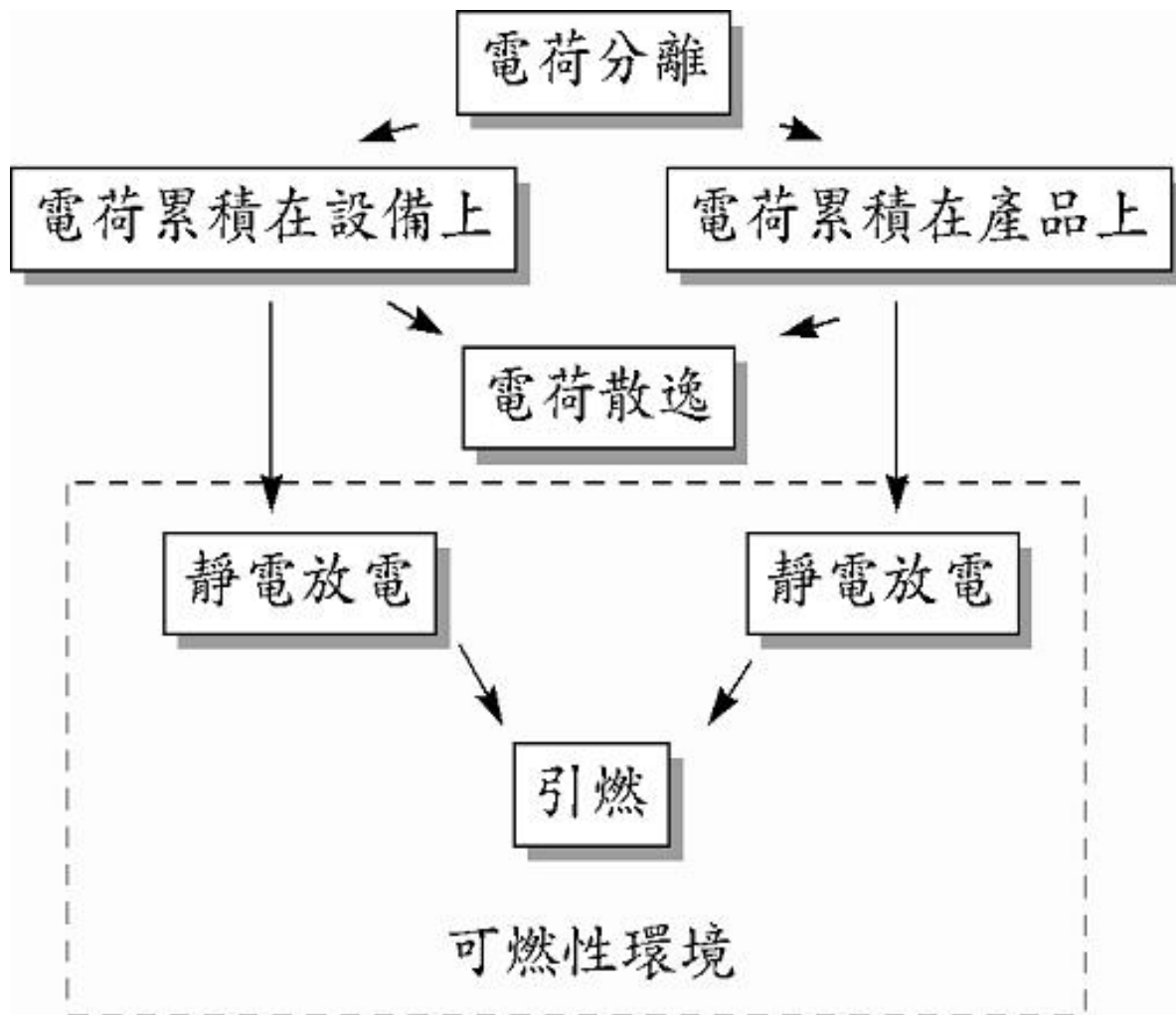
ESD : 靜電放電 (Electrostatic Discharge)

1-1.電壓過應力(EOS)和靜電放電(ESD)是造成金屬氧化物半導體(CMOS)最普通的故障模式。

**1-2.根據 VIA 2001年RMA 分析，所有電子系統故障的
9% 是因EOS和ESD引起。**

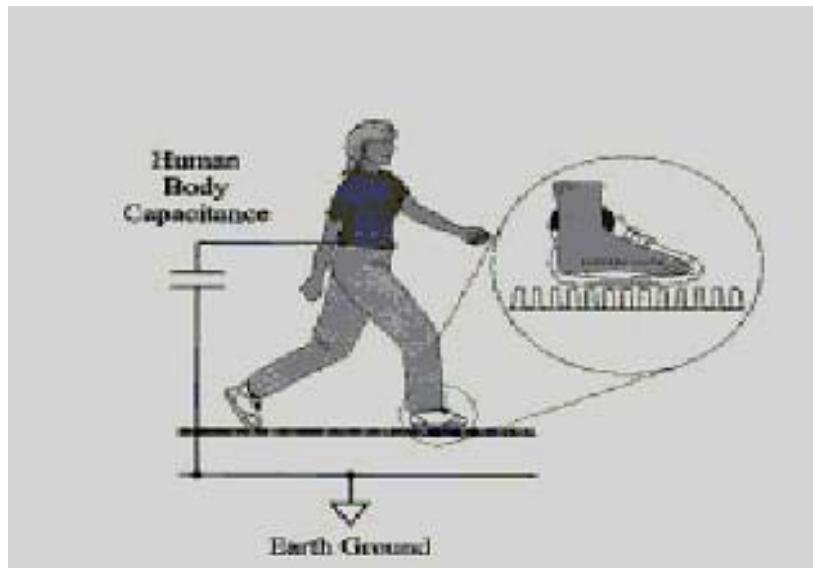
**1-3.市場不良分析報告顯示EOS和ESD所導致的不良佔
前三位 (IC Product)。**

靜電危害流程圖



電荷分離產生靜電

工業生產中，靜電常伴隨各種作業過程（如管路輸送、容器中傾出或流入容器中、攪動、混合、噴出、乾燥、粉碎、篩選、滾輪傳送、剝離、人員走動）中，物質間相互摩擦、傳導或感應而產生，至於製程的設備或產品是正帶電或負帶電則需參考物質帶電序列表。



電荷累積

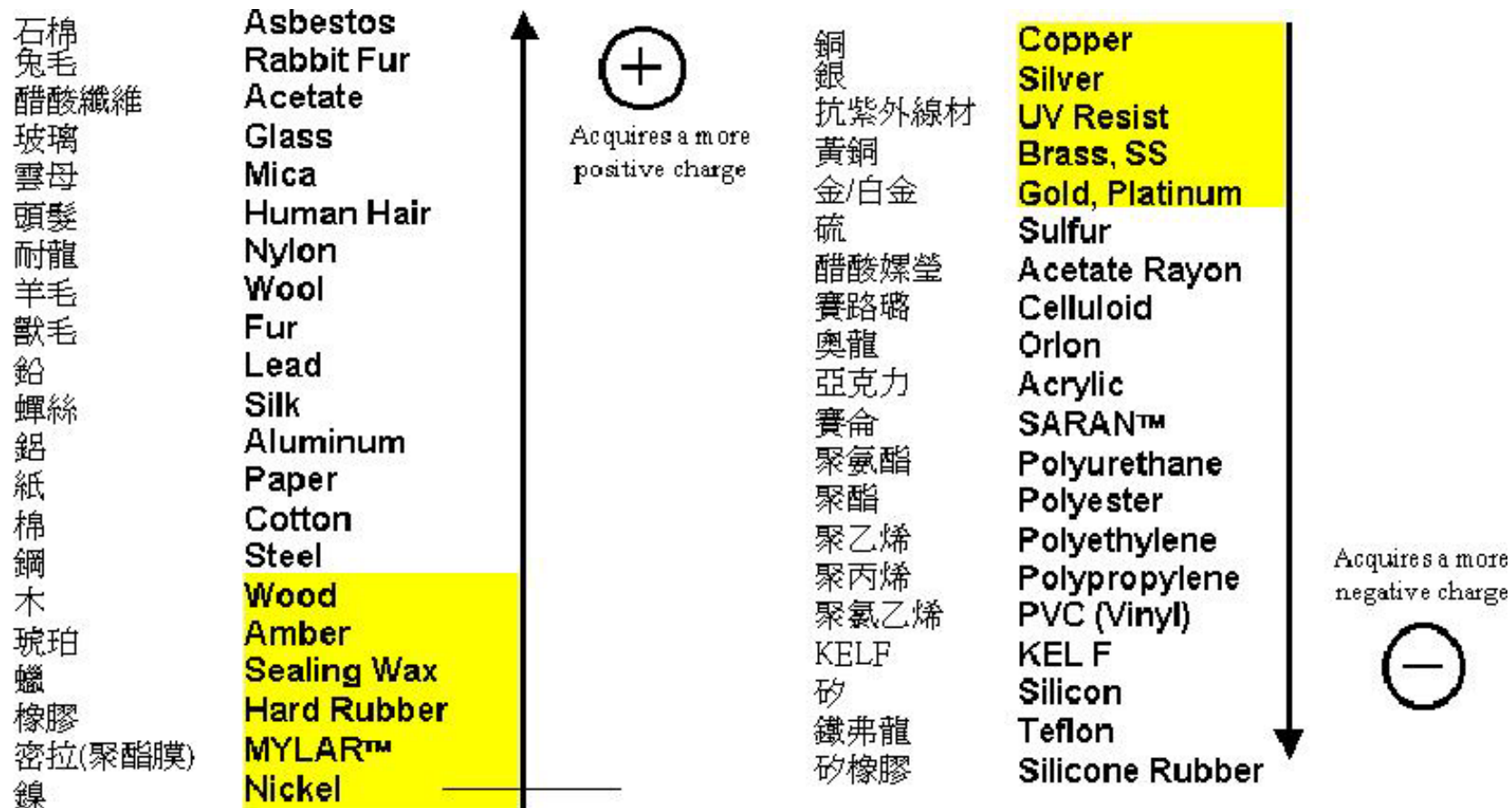
人造聚合物的性能優異，大量且廣泛被使用餘各種生產或製造之原料，設備與元件中，一般人造聚合物具有高絕緣、高電阻的特性，能蓄積靜電荷很長的一段時間，或者導致導體設備（如：容器、管路、漏斗、手推車、甚至人體）對地絕緣，而累積大量的靜電荷。同樣的道理高絕緣的原料（如：液體、粉體、膜、纖維等）亦會累積大量的靜電荷。



靜電放電

靜電放電可概分為火花放電（ Spark Discharge ）、電暈放電（ Corona Discharge ）、刷狀放電（ Brush Discharge ）、大量粉堆放電（ Bulk Powder Discharge ）、射狀放電（ Propagation Brush Discharge ）等形式。不同放電形式的發生，與放電的電極（如：金屬棒、人的手指、塑膠管壁、液面、粉堆）形狀、材質、距離、阻抗、數量有密切的關係，不同放電型式所能釋放的能量而可能造成危害如所示。

磨擦靜電序列



常見的靜電產生事件

TYPICAL ELECTROSTATIC VOLTAGES EVENT*

相 對 濕 度

	10%	40%	55%
Walking across carpet (地毯上行走)	35,000	15,000	7,500
Walking across vinyl floor (PVC地板上行走)	12,000	5,000	3,000
Motions of bench worker (工作台作業員的活動)	6,000	800	400
Remove DIPs from plastic tubes (從塑膠管取出DIP's)	2,000	700	400
Remove DIPs from vinyl trays (從塑膠盤取出DIP's)	11,500	4,000	2,000
Remove DIPs from Styrofoam (從聚苯乙烯棉取出DIP's)	14,500	5,000	3,500

**Source: AT&T ESD Control Handbook-198*

Susceptibility of Electronic Components to ESD

各種元件的靜電敏感度

<u>元件類型</u>	<u>靜電敏感度(伏特)</u>
VMOS	30 - 1,200
Mosfet, GaAsfet, EPROM	100 - 300
JFET	150 - 7,000
OP-AMP	190 - 2,500
Schottky Diodes	300 - 2,500
Film Resistors	300 - 3,000
Schottky TTL	1,000 - 2,500

製程技術提升相對提高了元件的敏感度

Technology Trends

	<u>1995</u>	<u>1998</u>	<u>2001</u>	<u>2004</u>	<u>2007</u>
Feature size(mm)	0.35	0.25	0.18	0.12	0.10
Voltage (V)	3.5	2 - 3.5	1.50 - 1.9	1.0 - 1.5	1.0

Source: Terry Welsher, Bell Labs, Lucent Technologies, 12/2/97

靜電消除之原理介紹

- 傳導及遮蔽 shelter
- 接地 Grounding
- 中和 Neutralization

防止靜電產生之方法

人體方面預防對策：

體的靜電維持在 0 電位，便可防止人體產生靜電放電，如導電服、導電環等

環境方面的預防對策：

用導電性地板、靜電毯等方法。

包裝材質方面的預防對策：

如使用防止帶電之包裝袋、防止帶電之



人體靜電破壞保護

ESD Human protective

- 靜電消除腕帶 Wrist straps
- 靜電衣 Lab gown/ Garments
- 導電鞋 slippers
- 防靜電手套 Gloves/Finger Coats
- 教育訓練

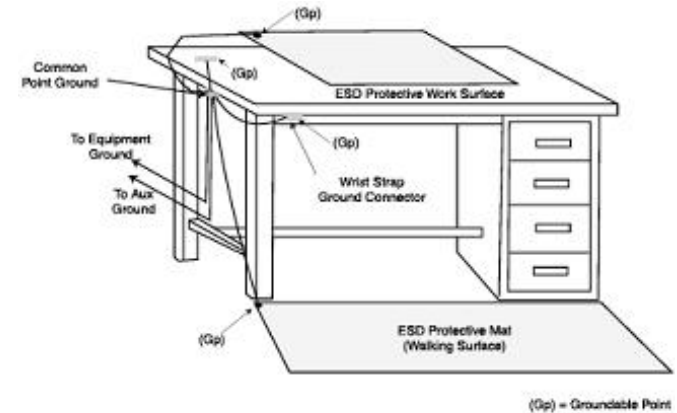


為確實消除靜電對電子產品造成的危害，工廠區
全面鋪設導電型PVC地毯；廠區工作人員穿導電衣
導電鞋且定期檢測功能是否正常

環境靜電破壞保護

ESD Environment protective

- 導電地板 Floor Materials
- 導電桌墊 Table Materials
- 溫濕度控制 Humidity control
- 防靜電標示 ESD Signs and Labels



**ESD Susceptibility
Symbol**



**ESD Protective
Symbol**



**ESD Common
Ground Point**

各型抗靜電規格

✿Conductive導電材料： $<10^5 \Omega$ /單位面積

✿ESD-Dissipative 靜電消散材料： $10^6 \sim 10^{11} \Omega$ /單位面積

✿Insulative 絕緣體： $> 10^{12} \Omega$ /單位面積

物質蓄積靜電荷的高低與靜電散逸速度之快慢有關，通常電阻值愈低的物質，其靜電散逸速度愈快，不易累積靜電，反之，電阻值愈高的物質，其靜電散逸速度愈慢，容易累積很高的靜電。

在一般環境下，靜電材料的表面或體積電阻係數，在 $10^{11} \Omega/\text{square}$ 或 $10^{10} \Omega/\text{cm}$ 以下即可^[4]，若在易爆性環境中，則抗靜電材料的表面或體積電阻係數，須在 $10^8 \Omega/\text{square}$ 或 $10^6 \Omega/\text{cm}$ 以下^[4]。

ESD相關專有名詞及定義

- ESD-Safe/Anti-Static：本身很難產生靜電的材質
- ESD-Dissipative：可以自行排放靜電於空氣中的材質
- 導電體： $<10^5 \Omega$ /單位面積
- 半導體 (有接地)： $10^5 \sim 10^{11} \Omega$ /單位面積
- 絕緣體： $> 10^{12} \Omega$ /單位面積
- C.G.P.：共同接地點
- E.P.A.：靜電防護區
- ANSI/ESD S20.20：美國標準靜電防護規範
- IEC 61340：歐洲標準靜電防護規範

電子工廠中常見的靜電產生源

- 人員： 坐立、移動
- 工作檯面： 磨光、油漆、及上腊
- 地板： 尤其是塑膠地板或地毯
- 椅子： 木質、塑膠、或纖維質
- 設備： 生產儀器、治具、產品本身
- 其他： 塑膠墊子、文件夾等任何
可能產生摩擦的地方

靜電防護國際規範訓練

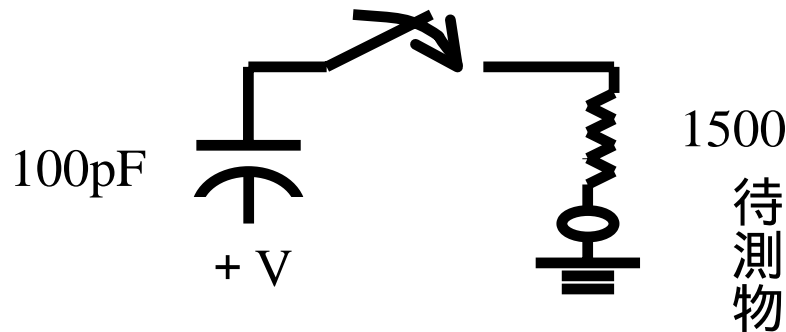
- ANSI / ESD S20.20

S20.20基礎的基本ESD防護準則

- 在環境中的所有導體，包括人員，必需綁接或電氣地連接並且附接至一個明確的接地或一個特別設計的（虛擬）接地。
- 環境中必要的非導體不能因附接至接地而消除其上的靜電荷，離子化系統可提供這些必要的非導體上面的電荷的中和。
- 在靜電防護區之外ESD敏感物品的運送都需要靜電保護材料的包裝。

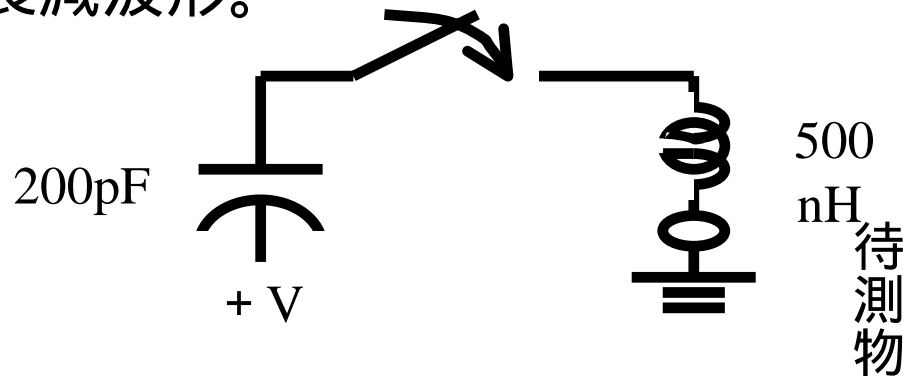
人體模式敏感度

- ESD傷害的一個來源是充電的人體，這便是HBM標準所建立的模式，這一測試模式代表從一個站立的個人指尖放電到元器件的導線端，這個模式是一個100pF電容器放電經過一個開關元件及一個串聯的1500 Ω 電阻到該待測元器件；放電本身是一個雙指數式波形具有210奈秒（ 10^{-9} 秒）的上升時間及大約150奈秒的脈衝長度，使用1500 Ω 串聯電阻表示本模式近似一個電流源；所有元器件都應被視為HBM敏感，您可以由RAC VZAP、合格的製造商、公認產品清單（QML-19500）或合格廠商清單（QML-38535）中找到HBM的敏感度資料。



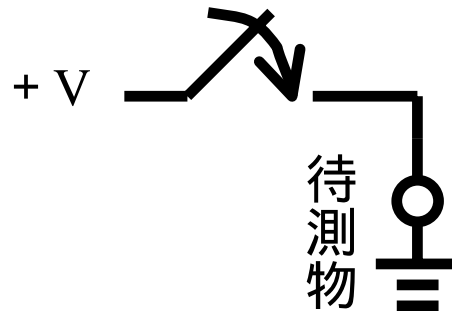
機器模式敏感度

- MM模式的一個傷害來源是從充電導體到元器件導線端一個快速能量傳遞所造成，這個ESD模式是一個200pF電容經由一個500nH電感放電，沒有串聯電阻而直接進入待測元器件，因為沒有一個串接的限流電阻，本模式近似一個電壓源；在現實生活中，本模式代表從類似充電狀態下的組合電路板、充電的電纜、或是自動測試儀上的一隻導電手臂的一個快速放電，放電本身是一個具5~8奈秒的上升時間與大約80奈秒的週期的正弦衰減波形。



充電裝置模式敏感度

- CDM的一個傷害源是來自一個充電元器件的快速能量釋放，ESD事件本身是完全視元器件而定，但其對地的相對位置在現實世界中可以影響其失效的程度，本測試模式的假設是：元器件本身已經充電，當它的導線端接觸到一個處於不同電位的金屬表面而出現快速的放電；準備CDM測試的一個主要問題是您能否找到一個適當的可量測放電本身的儀器，這個放電波形的上升時間通常在200奈秒以下，整個放電可以在2.0奈秒以內完成，雖然時間很短，但其放電時的電流強度可以達到數十個安培。



各測試模式之比較

	適用環境	相關對象
HBM	由指尖放電至靜電敏感物	人員、靜電敏感物
MM	由周圍物件放電至靜電敏感物	周圍物件(例如:治具或儀器)、靜電敏感物
CDM	由靜電敏感物放電至周圍物件	人員、周圍物件(例如:治具或儀器)、靜電敏感物

ESD防護計劃規劃之指導(續)

- ESD防護材料及儀器設備例子：
- 材料
 - 靜電衣、靜電帽、靜電鞋、靜電手套、靜電腕帶、靜電腳環、靜電桌墊、靜電地板、靜電箱、靜電盒、靜電推車、靜電海報、靜電膠帶、靜電刷、靜電液。
- 儀器設備
 - 接地系統監測器、離子風扇、離子槍、靜電場壓計、表面阻抗測試器、靜電腕帶監測/測試器、人體靜電壓計。

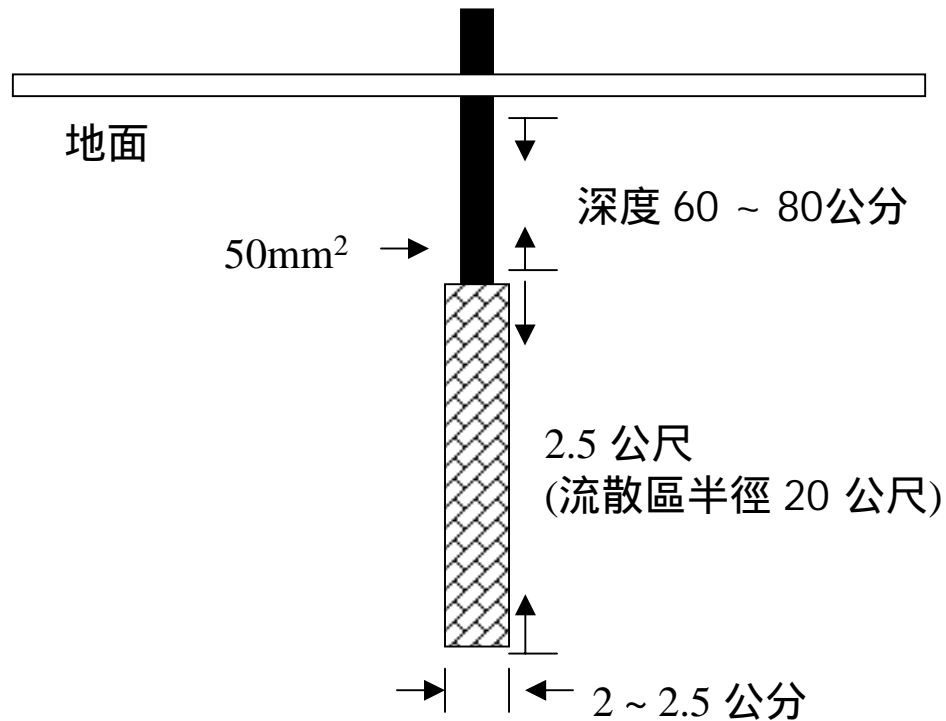
接地 / 綁接系統要求

應使用接地 / 綁接系統來確保所有ESDS物品、人員及任何其他導體（即，可移動之儀器設備）都是處於相同之電氣電位，至少，ESDS物品、人員及其他相關導體都應綁接在一起或電氣上互接一起。



接地 / 綁接系統指導

- 接地系統安裝示意圖：



ESD防護計劃技術要求摘要

R：必要的實現處理或方法

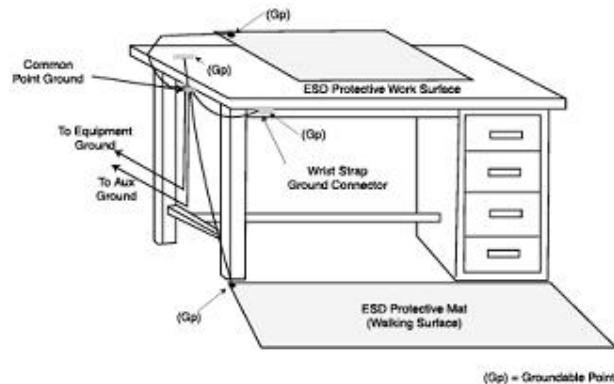
O：可選用的實現處理或方法

技術要求	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
接地 / 綁接系統	6.2.1				ANSI EOS/ESD S6.1	
		設備接地	R	O	ANSI EOS/ESD S6.1	< 1.0 AC阻抗
		輔助接地	O	O	ANSI EOS/ESD S6.1	< 1.0 AC阻抗
		等電位綁接	O	O	ESD ADV2.0	< 1.0×10 ⁹
		共同點接地	R	O	ANSI EOS/ESD S6.1	< 1.0 AC阻抗

人員接地要求

- 當處理ESD敏感物品時，所有人員應綁接或電氣連接至實際接地或虛擬的接地，當人員坐在ESD防護工作站時，他們應該藉由腕帶連接至共同接地點去。

注意：當使用充有能量的儀器設備而欲將人員加以接地時，公司必須注意遵守當地的安全法規。



ESD防護計劃技術要求摘要

R：必要的實現處理或方法

O：可選用的實現處理或方法

技術要求統	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
人員接地	6.2.2					
		腕帶系統			ESD S1.1	< 35 ×10 ⁶
		坐式作業	R	R		
		站立作業	O	O		
		地板鋪設--鞋具系統	O	O	ESD STM97.1 或 ESD STM97.2	< 35 ×10 ⁶ 或 < 100伏

防護區要求

- 處理不帶ESD防護罩或包裝的ESDS元件、組合品或儀器設備時，應該在靜電防護區中進行。
- 應該張貼警示防護區之存在的標語讓所有人員在進入防護區之前都能清楚的看見。
- 當ESDS元件不是在防護區中時，應置於ESD防護包裝中。
- 防護區的進出應只限於那些已完成適當ESD防護訓練的人員。



防護區要求(續)

- 在防護區中，未接受訓練的人員必須由有訓練的人員陪同。
- 所有非必要的塑膠或紙張做成的絕緣體（例如咖啡杯、食物包紙及個人用品）都應從工作檯上移除。
- 假如靜電場成為一種威脅時，應使用離子化或其他電荷中和的技術於工作檯中以中和所有在製程中必須用到之絕緣體上的（即，ESDS元件、輸送器及特殊工具）靜電場。



防護區指導

- 一個防護區可能是一個單一的工作檯（固定或活動式）、實驗室、房間、建築物或任何其他具有明顯指定邊界的區域，這些區域內包含一些用以限制靜電位的材料或儀器設備。
- 濕度控制可能是ESD防護計劃中重要的一項元素，當濕度降低時，靜電荷的產生及累積速度會增加。
- 所有在製程中必須用到的絕緣體，如會產生2000伏以上的靜電場便必須與ESD敏感物品保持12英吋以上的距離，2000伏是靜電場量測點上實際量測之值，並不必須與物品的電位直接有關。

ESD防護計劃技術要求摘要

R：必要的實現處理或方法

O：可選用的實現處理或方法

技術要求	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
		濕度	O	O	N/A	> 30% 且 < 70%
ESD 包裝	6.2.4					
		導電式	O	O	EOS/ESD S11.11	$< 1 \times 10^4$
		靜電消散式	O	O	EOS/ESD S11.11 ESD DS11.12	1×10^4 至 $< 1 \times 10^{11}$
		靜電隔絕式	O	O	ESD S11.31	< 50 nJ
		低電荷式	O	O	ESD ADV11.2	
		防護材料標示	O	O	EOS/ESD S8.1	

標示

靜電敏感組合品與儀器設備：

- 包含ESDS零件與組合品的ESDS組合品與儀器設備都應貼上ESD警示符號的標示（即，依EOS/ESD S8.1），這符號應該置於儀器設備上極易被使用人員看見的地方，此外，如果是一件ESDS組裝品將會被併入更高一級的組裝中，則應將符號置於在組裝過程中容易看得見的位置。



儀器設備

- 有關於儀器設備更進一步的指導在ESD-ADV-2.0中可以找到。
- 交流電源工具
 - 使用交流電源的工具中的動作部份應該能夠提供一條接至接地的導電通路，新的產生功率的手工具，例如烙鐵，標準情況下其烙鐵頭至接地的阻抗值應小於1 Ω 。

注意：這個阻抗值可能會隨使用時間而增加，基於驗證目的，不管如何其值應小於20 Ω 。

儀器設備(續)

- 電池電源式與氣動式手工具

- 當您手握使用電池及氣動式手工具時，手工具對地電阻應小於 1×10^{12} 。

- 自動式處理器

- 不管是在靜止或可移動的自動化處理設備上，其所有導電性或靜電消散性組件都應提供一條連續的對地導電路徑，設備本身應儘可能減少對所處理的ESD敏感物品產生靜電。
- 就算在元器件的路徑上絕緣材料無可避免，這些絕緣體也應被設計成儘可能降低電場並避免將電荷傳導至所處理的產品上。

ESD防護計劃技術要求摘要

R：必要的實現處理或方法

O：可選用的實現處理或方法

技術要求	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
靜電防護區	6.2.3					
		工作區表面	O	O	ESD S4.1	$< 1 \times 10^9$
					ESD STM4.2	< 200 伏
		腕帶接線	O	O	ESD S1.1	0.8×10^6 至 1.2×10^6
		鞋具	O	O	ESD S9.1	$< 1 \times 10^9$
		地板鋪設	O	O	ANSI ESD S7.1	$< 1 \times 10^9$
		座位	O	O	ESD STM12.1	$< 1 \times 10^9$

ESD防護計劃技術要求摘要(續)

R：必要的實現處理或方法

O：可選用的實現處理或方法

技術要求	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
		離子化（房間式系統除外）	O	O	ANSI EOS/ESD S3.1	< ± 50伏 壓差
		離子化（房間式系統）	O	O	ANSI EOS/ESD S3.1	< ±150伏 壓差
		置物架	O	O	ESD ADV53.1	< 1 ×10 ⁹
		可移動式儀器設備	O	O		< 1 ×10 ⁹
		連續式監測器	O	O	製造商規格	N/A
		標示符號	R	O	N/A	

ESD防護計劃技術要求摘要(續)

R：必要的實現處理或方法

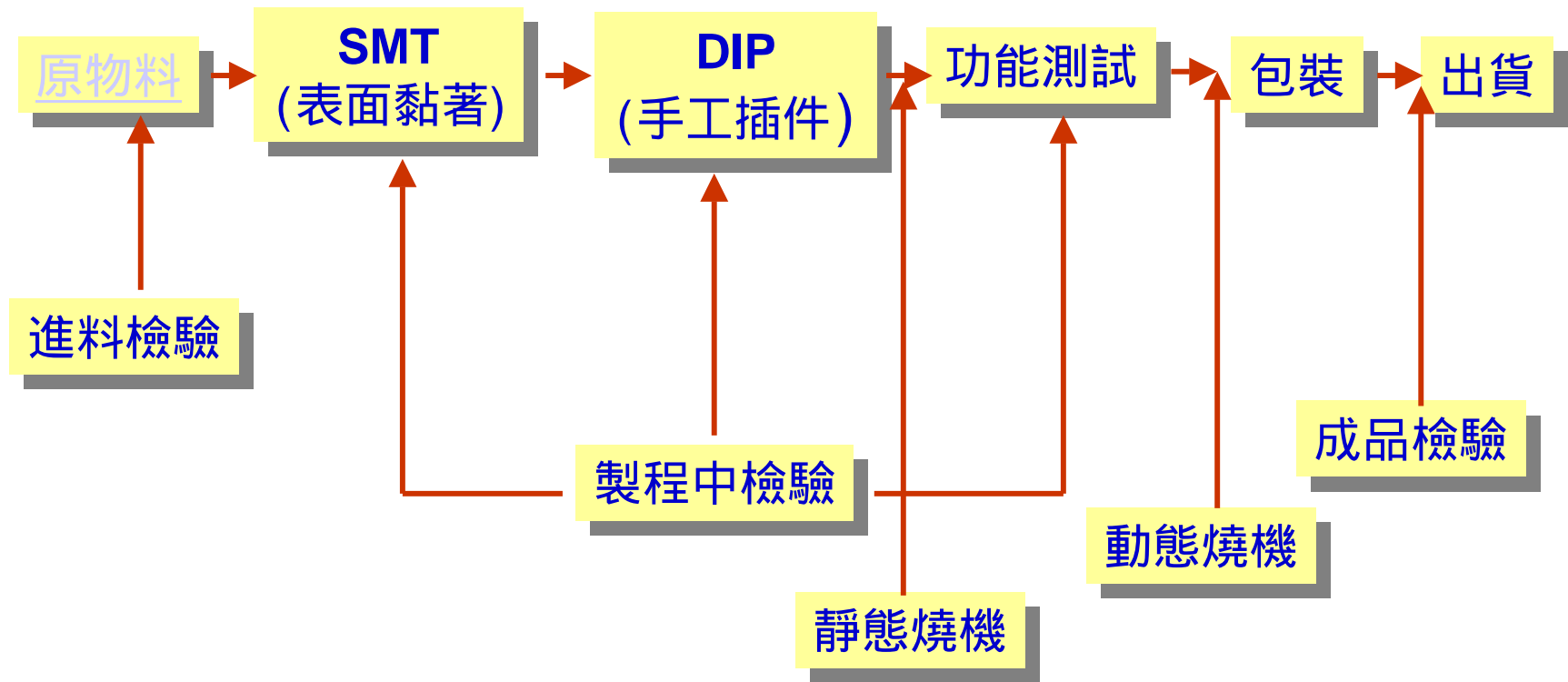
O：可選用的實現處理或方法

技術要求	參考段落	實現過程或方法	區1 製造	區2 場外	測試法、規範 或建議	建議範圍
	6.2.4	ESD敏感物品包裝	R	R	見ESD包裝技術報告	N/A
	6.2.6	儀器設備			ESD ADV2.0	
	6.2.6.1	使用交流電手工具	O	O	ESD DS13.1	< 1.0
	6.2.6.2	使用電池或氣動手工具	O	O		< 1×10^{12}
	6.2.6.3	自動化的處理器	O	O	ESD DSP10.1	
		靜電衣	O	O	ESD STM2.1	1×10^5 至 1×10^{11}
		防護材料標示	O	O	ESD S8.1	

前言（也是結語）

- 形成S20.20基礎的基本ESD防護準則如下：
 - 在環境中的所有導體，包括人員，必需綁接或電氣地連接並且附接至一個明確的接地或一個特別設計的（虛擬）接地。
 - 環境中必要的非導體不能因附接至接地而消除其上的靜電荷，離子化系統可提供這些必要的非導體上面的電荷的中和。
 - 在靜電防護區之外ESD敏感物品的運送都需要靜電保護材料的包裝。

產製流程



(SMT)

自動化SMT生產線：

引進先進包括汎用型取置機，中速取置機，及迴焊爐等設備之SMT生產



產線流程



靜電消除器



目檢



(DIP)

插件段-錫爐段-修補段-功能測試段-檢驗-包裝-出貨



插件段



修補段



錫爐段



功能測試段

Q&A

課後評量

THANK YOU!

