



由**管理者**角度看 靜電防護之應用

講員：林同聖 博士
美國 IEEE 高級會員
美國靜電協會 NARTE 認證 ESDC 專業工程師

美商燁克股份有限公司 www.okinternational.com.tw



什麼是靜電？

- 靜電是由於物質表面的正/負電荷剝離 (separation) 所造成的電位。
 - 所有物質都可分為導電體、半導體體、或是絕緣體。
 - 以上三種物質都會因不同程度的磨擦及空氣中相對濕度的不同而產生不同程度的靜電。
- 靜電產生後，可以利用導電路徑而排放。在速度上而言則以導電體最快，半導體體次之，絕緣體最慢。



靜電放電

■ 什麼是ESD?

- ESD= **E**lectro - **S**tatic **D**ischarge
- 中文叫做“靜電放電”

■ 靜電出現後，如沒有被及時宣洩或消除，便可能因直接接觸或感應而產生放電，形成靜電放電。

■ 靜電與靜電放電是無所不在(就像細菌)，只是程度不同。

- 大氣層中的閃電就是自然界的靜電放電，地球上空約每三秒鐘就產生一次。
- 電子工廠中透過人與物品、物品與物品之間的磨擦接觸而產生靜電與各種情況有害的靜電放電

■ 靜電放電是微電子元件防不勝防的敵人。



靜電放電防護方案

- 什麼是靜電放電防護方案(ESD-Control Program)?
 - 為控制與避免ESD傷害而設計並實施的一套方案
 - 美國規範: ANSI/ESD S20.20
 - 歐盟規範: IEC-61340
- 是加值(Value-Added)? 或是加成本(Cost-Added)?
 - 投資與投資報酬率(ROI)
 - 考量整體效益
- 您是否有選擇?



電子工廠中常見的靜電產生源

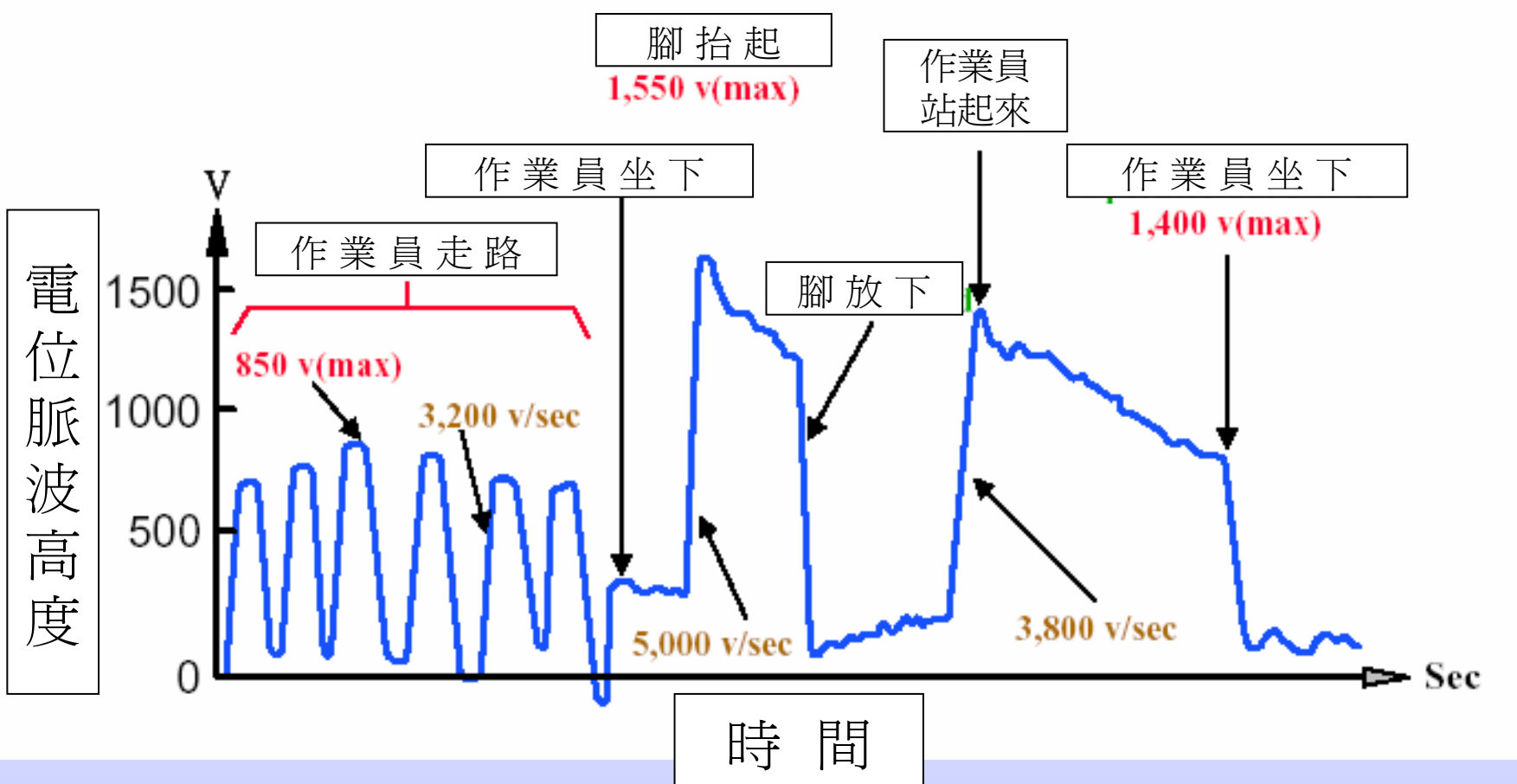
- **人員**：坐立、移動
- **工作檯面**：磨光、油漆、及上腊
- **地板**：尤其是塑膠地板或地毯
- **椅子**：木質、塑膠、或纖維質
- **設備**：生產儀器、治具、產品本身
- **其他**：塑膠墊子、文件夾等任何可能產生**磨擦**的地方

靜電可能產生的電位

典型靜電壓量測值 (V)			
活動	相對濕度		
	10%	40%	55%
走過地毯	35,000	15,000	7,500
走過合成樹脂地板	12,000	5,000	3,000
工作檯作業員動作	6,000	800	400
從塑膠條中取出DIP晶片	2,000	700	400
從合成樹脂盤取出DIP晶片	11,500	4,000	2,000
從Styro泡棉中取出DIP晶片	14,500	5,000	3,500
由PCB上取走氣泡包裝袋	26,000	20,000	7,000
將PCB裝入有泡棉條之箱子	21,000	11,000	5,500

資料來源：AT&T ESD防護手冊-1989

未接地人員的靜電位變化



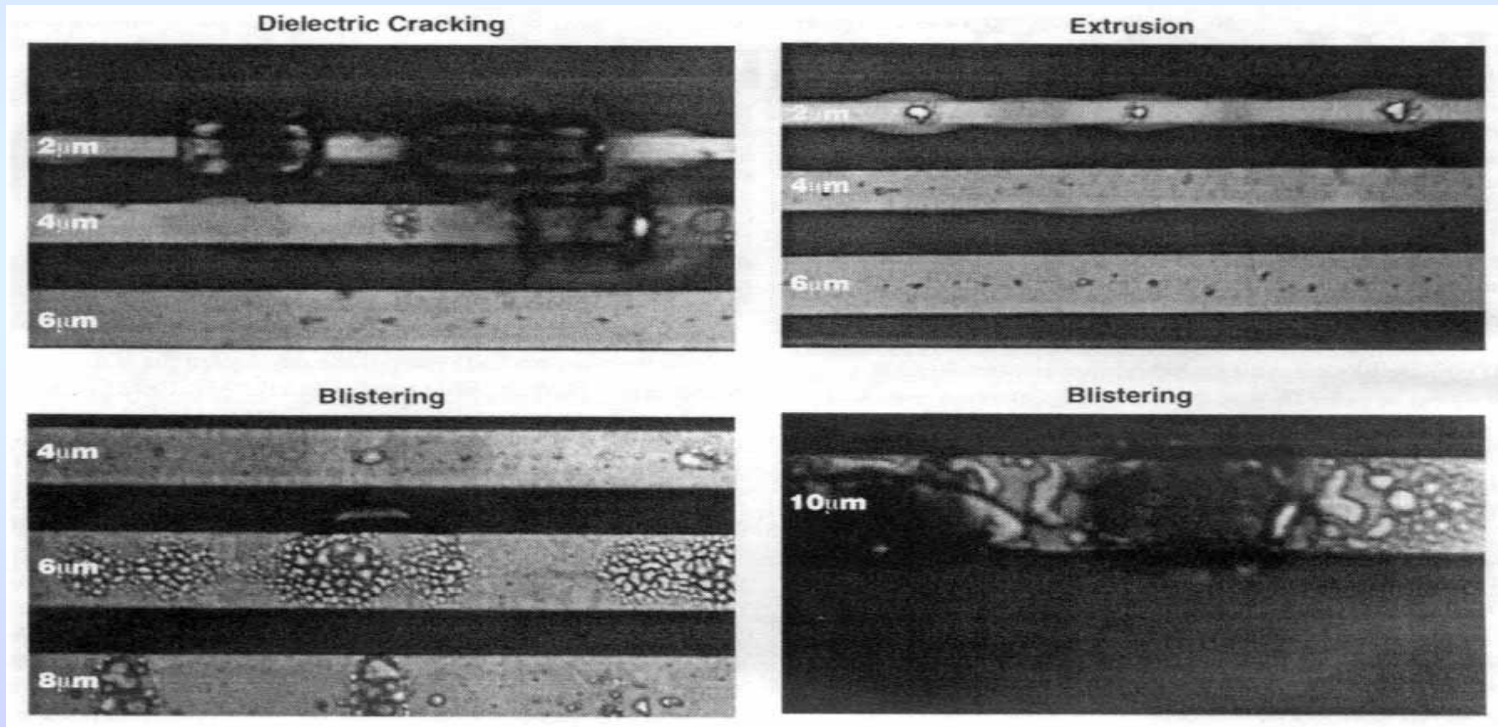
資料來源: 3M



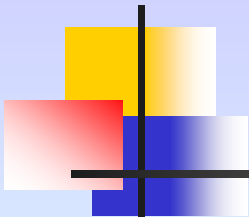
電子元件對靜電的敏感度

元件名稱	(最)敏感度 (HBM)
RF-FETS (MICROWAVE)	1V
MR-HEADS	5V
PENTIUM	5V
V.MOS	30V
MOSFET	100V
EPROM	100V
J.FET	140V
SAW	150V
OP AMP	190V
CMOS	250V

靜電對IC造成的內部傷害



資料來源: IBM 華生研究中心



您為何必須做靜電防護？

因為：

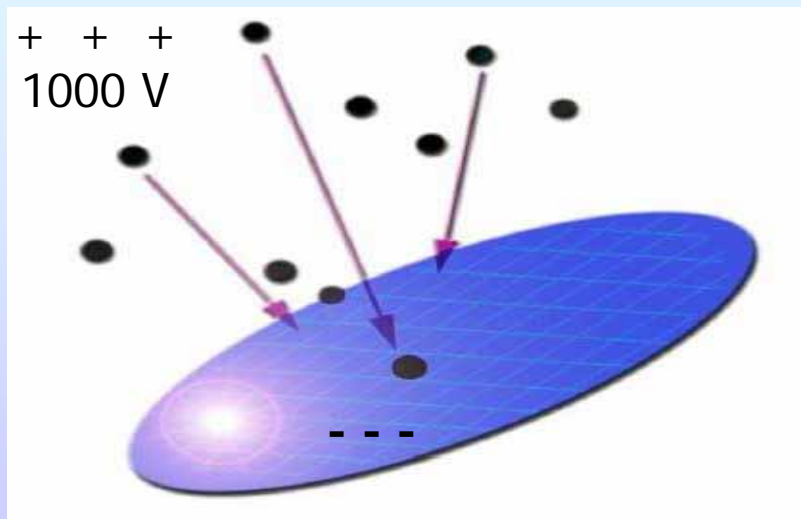
- 靜電是無所不在(就像細菌)，只是程度不同。
- 靜電放電是微電子元件防不勝防的敵人。
- 靜電放電最大的傷害不是立即將產品打壞，而是將產品變成“**危險良品**”的半不良品，使得產品在客戶手中產生嚴重的**可靠性**問題，或“突然故障”的巨大災難！
- 依據美國、歐洲及日本電子產品製造商的實際經驗，如果他們在產品組立封裝過程或處理零件時，實施了嚴格的防靜電防護，成品**良率**一定顯著提高。

您為何必須做靜電防護？

- 電子工業逐步朝向更小更精密發展，因此靜電放電可能對產品造成的損壞也漸行提高。除了ESD (Electrostatic Discharge)導致的靜電傷害外，靜電還會導致ESA (Electrostatic Attraction) 、EMI (Electromagnetic Interference)致命現象。

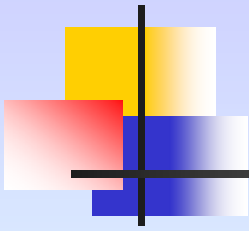
Clean Room最怕的是ESA 導致的表面污染物(Contamination)，一個4英吋晶圓負載1000V電荷時，1 micron的微粒撞擊可產生撞擊力達**830,000 磅／平方英吋** 或 **148 公噸／平方公分**，遠超過使晶圓受損的程度。

(資料來源：美國靜電防護協會)



BIOS燒錄作業靜電防護管制





靜電防護的“易”與“難”

■ 易：

- 必須做靜電防護是眾所週知的事。
- 看得見、摸得到的都可立刻進行防護。

■ 難：

- 應充分了解**製程**，融入製程控制中。
- 效果如何**量測**？**可信度**如何？
- 如何持續地**維持**防護的效益性？

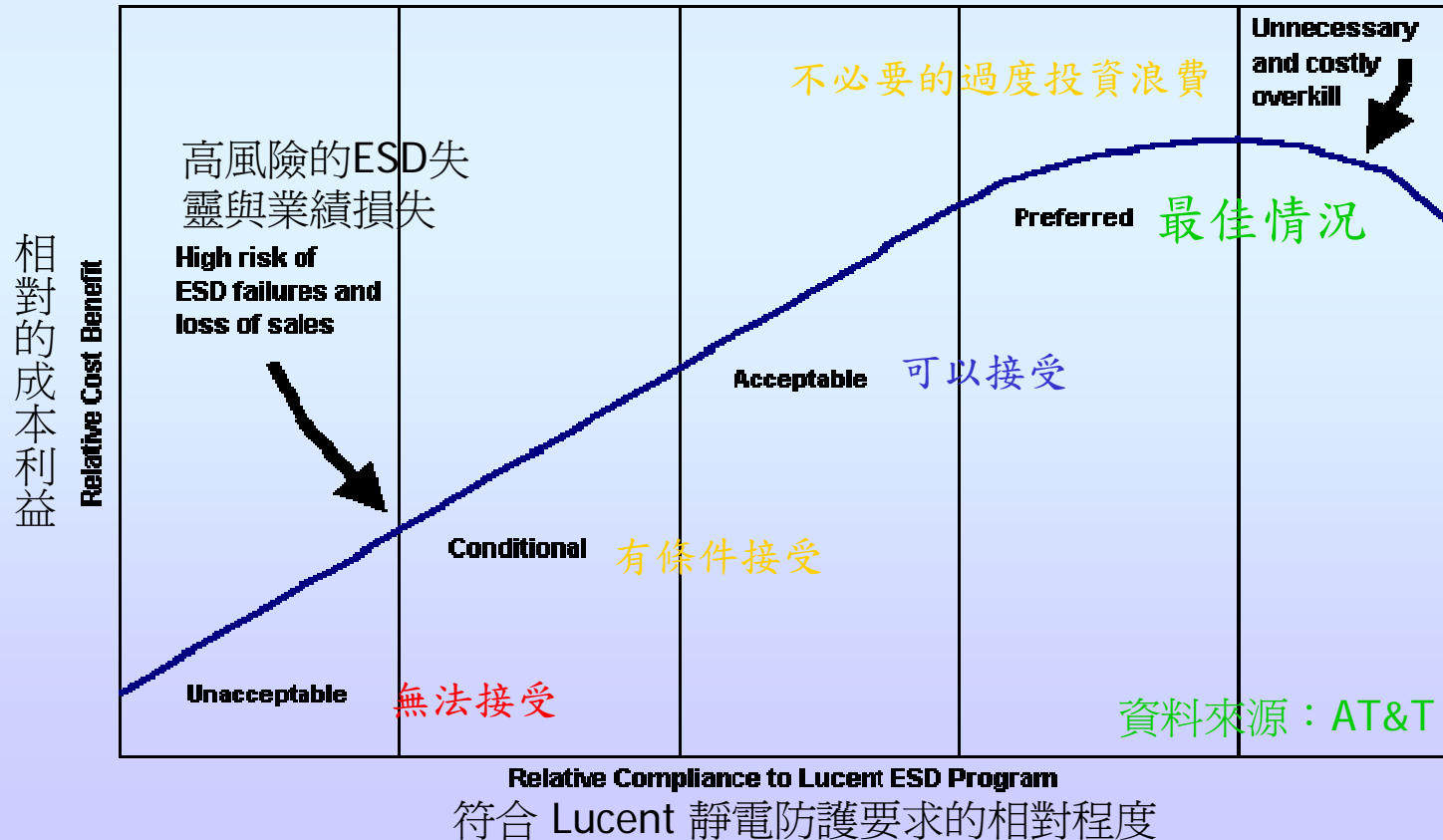


做靜電防護應有的正確觀念

- 這是一本萬利的**投資**！投資報酬率分析可證明
- **地下的**與**地上的**防護**同等**重要！
- 看不見的比看得見的**更難**防護！
 - 就像保險一樣 → 不怕一萬，**只怕萬一**！

靜電防護的投資曲線

ESD Design and Manufacturing Cost Analysis:
 Combined Cost Benefits of ESD Program Management
 ESD防護計劃與製造成本之分析





做靜電接地應有的正確觀念

- 靜電接地與AC電源接地一定**不可**混為一談！
 - 除非您不關心火災與人員電擊的問題！
- 靜電接地必須**24小時**監測！
 - 價值大、風險高的產品，可以忍受接地突然失靈嗎？
- 做好靜電接地是掌握**預防性**風險管理的首要課題！
 - 週全的地下與地上聯防，才可避免昂貴防護投資無效



靜電防護究竟是為什麼？

- 不只是為 品質
- 不只是為 良率
- 不只是為 應付買方 稽核
- 更爲了 量產時的 風險管理
- 更爲了 公司整體的 品牌形象



靜電防護為何應依國際規範？

- 配合世界潮流、**滿足**客戶要求→ 訂單
- 確保工作場所符合**適當的**作業程序→ 良率
- 獲取資訊，據以執行**準確的**稽核→ 品保
- 完善**品保制度**、明訂獎懲依據→ 內控



國際規範 ANSI/ESD S20.20

- 行政管理的要求
 - 規劃書(Plan)
 - 訓練
 - “Compliance”驗證
- 技術的要求
- 量身訂作的原則

量身訂作的必然性





美規S20.20的靜電防護建議

- 今日電子高科技業對靜電防護的要求主要視所用製造技術與材料而定，大多數大型的CMOS IC晶片對100伏以上靜電位都會敏感而遭受相當程度的破壞
- 美國靜電協會所發佈的國際標準靜電防護規範ANSI/ESD S20.20中，建議全球電子業對電子元件、半成品、儀器設備的靜電防護，標準參考靜電位應設在100伏



美規S20.20的三基本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**。



如何進行有效的靜電防護

- 依照國際規範，制訂一套**適合自己**的靜電防護方案 (有標準格式可循)
- 制訂**務實**的實施步驟與時程
- 投入所須的**資源** (可依預算分階段)
- 從一開始便須將所有相關人員動員起來
- 必須確實做好靜電防護方案的**執行**，尤其是自我稽核
- 隨時**跟上**國際規範的腳步

靜電放電 (ESD) 防護方案

- 靜電防護等級的分級表例子:

因素 \ 等級	Aa	Ab	Ba	Bb	Ca	Cb
在乎 ESD	++	++	++	++	++	+
在乎 ESA	++	++	++	+		
在乎 EMI	++	++	+	+	+	+
Class 1~100	√					
Class 100~1000		√				
Class 1000+			√	√		

靜電放電（ESD）防護方案

■ 電子業依**分工與需要**而自然有不同防護等級, 例如:

■ 半導體：	台積電	AA級	25伏
■ 封裝測試：	日月光	AA級	35伏
■ 光電工業：	奇美	AB級	50伏
■ 手機面板：	碧悠	AB級	60伏
■ 主機板：	微星	BA級	100伏
■ 網路通訊：	國電	BB級	100伏
■ 筆記型電腦：	華碩	BB級	120伏
■ 數位助理：	宏達	BA級	120伏
■ 數位相機：	普立爾	CA級	150伏
■ 開關電源:	台達電	CB級	150伏



依S20.20設計的靜電防護方案

- **ESD防護方案行政管理要求**
 - ESD防護方案之計劃
 - 訓練計劃
 - “符合規範”驗證計劃
- **ESD防護方案技術要求**
 - 接地/綁接系統
 - 人員接地
 - 防護區
 - 包裝
 - 標示
 - 儀器設備
 - 處置程序

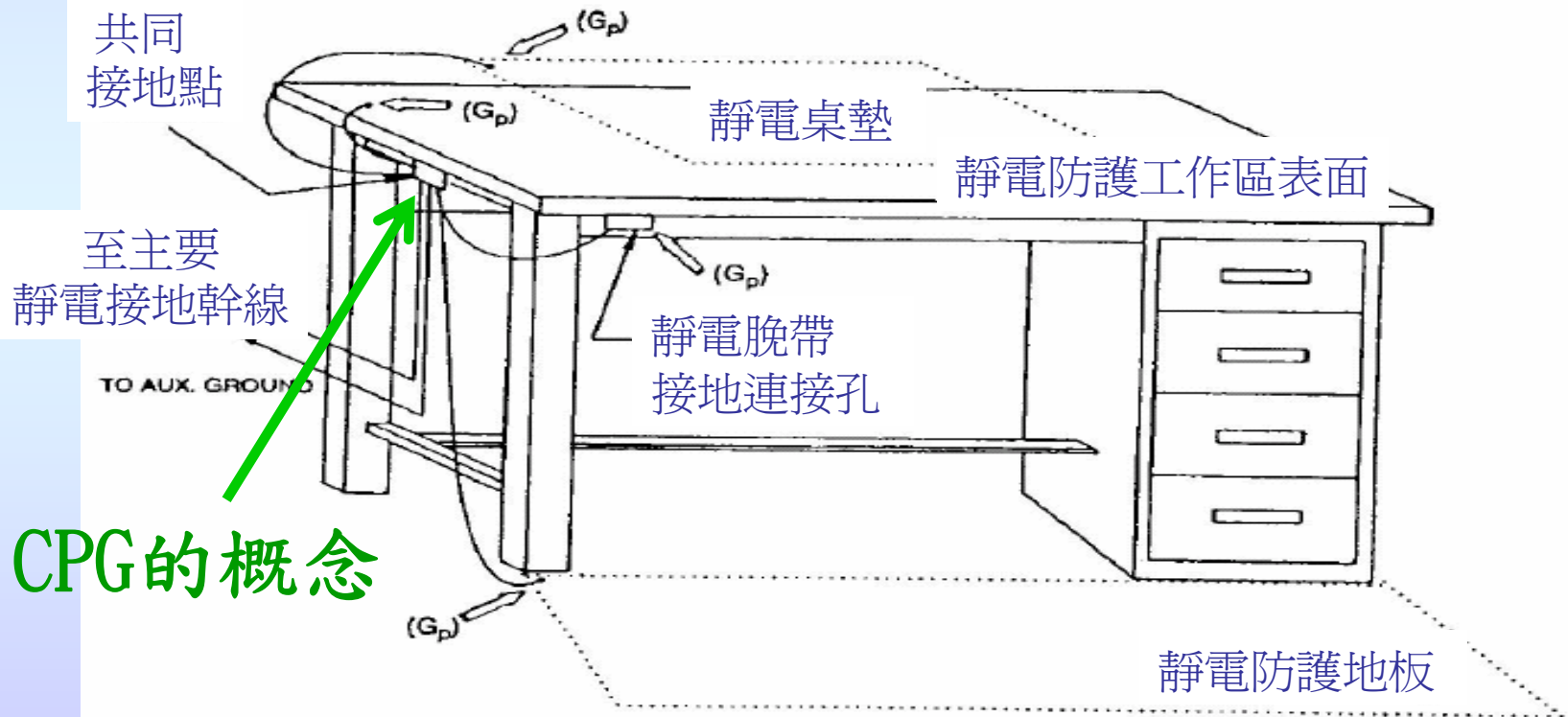


設計一個EPA廠房

應掌握之注意項目：

- 工作表面
- 地板
- 離子風扇的選擇
- 包裝材料
- 準備 SOP 文件
- 靜電防護器材的取得
- 安裝靜電防護產品
- 從啓始階段便將人員動員起來
- 建立自我稽核機制
- 符合最新規範標準

設計一個EPA工作區



CPG的概念

(G_p) - GROUNDABLE POINT

國際通用防護區警示符號



**ESD Susceptibility
Symbol**



**ESD Protective
Symbol**



**ESD Common
Ground Point**



管理廠房中靜電接地的風險

- 認識“廠房靜電接地”的重要性
- 如何進行有效的設置

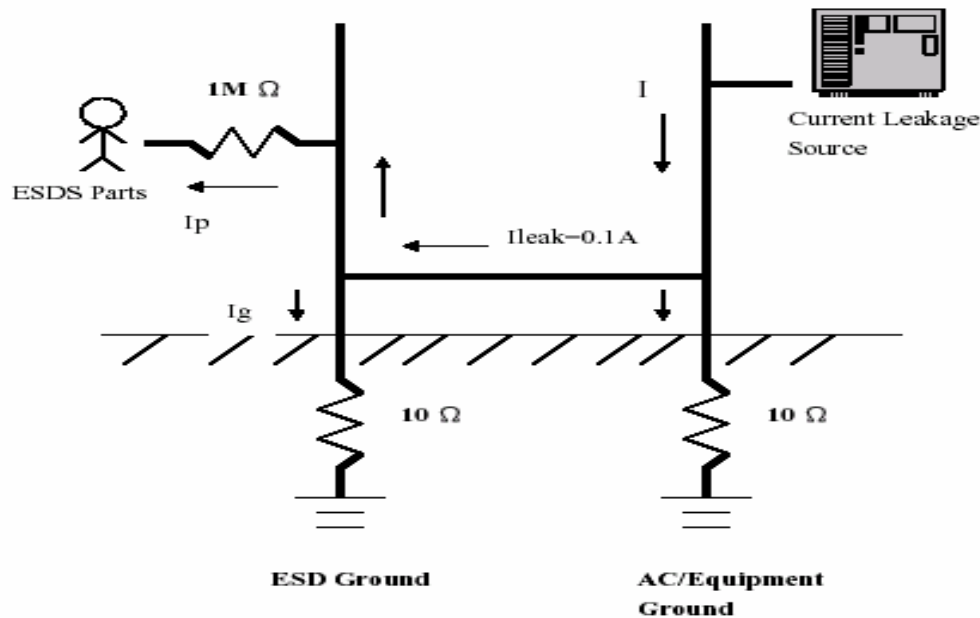


風險的務實考量

- 風險的管理：如果潛在損失夠大時 ...
 - 默菲第一定律：可能出錯的，就一定會出錯
 - 默菲第二定律：如真出錯，一定很嚴重
 - 風險 (Risk) = 出錯概率 x 嚴重性
- 關心風險有好報的實例
 - IBM-Singapore：全廠100% 使用靜電腕帶監測器
 - TFT/LCD-高雄：全廠100% 嚴格ESD與AC接地分離
- 你可以承受這些損失嗎？(利潤 及 公司形象 ...)

重要的實務問題：接地混接

- 如果靜電接地與AC接地混接：潛在的回流漏電流可能會傷害人員與靜電敏感產品 (EOS問題)



➤ 回流的靜電流
夠大嗎？

$$I_p = 0.1 \text{ A} \times 10 / (1\text{M} + 10) = 1 \mu\text{A}$$

$$I_g = 0.1 \text{ A} \times 1\text{M} / (1\text{M} + 10) = 0.0999 \text{ A}$$

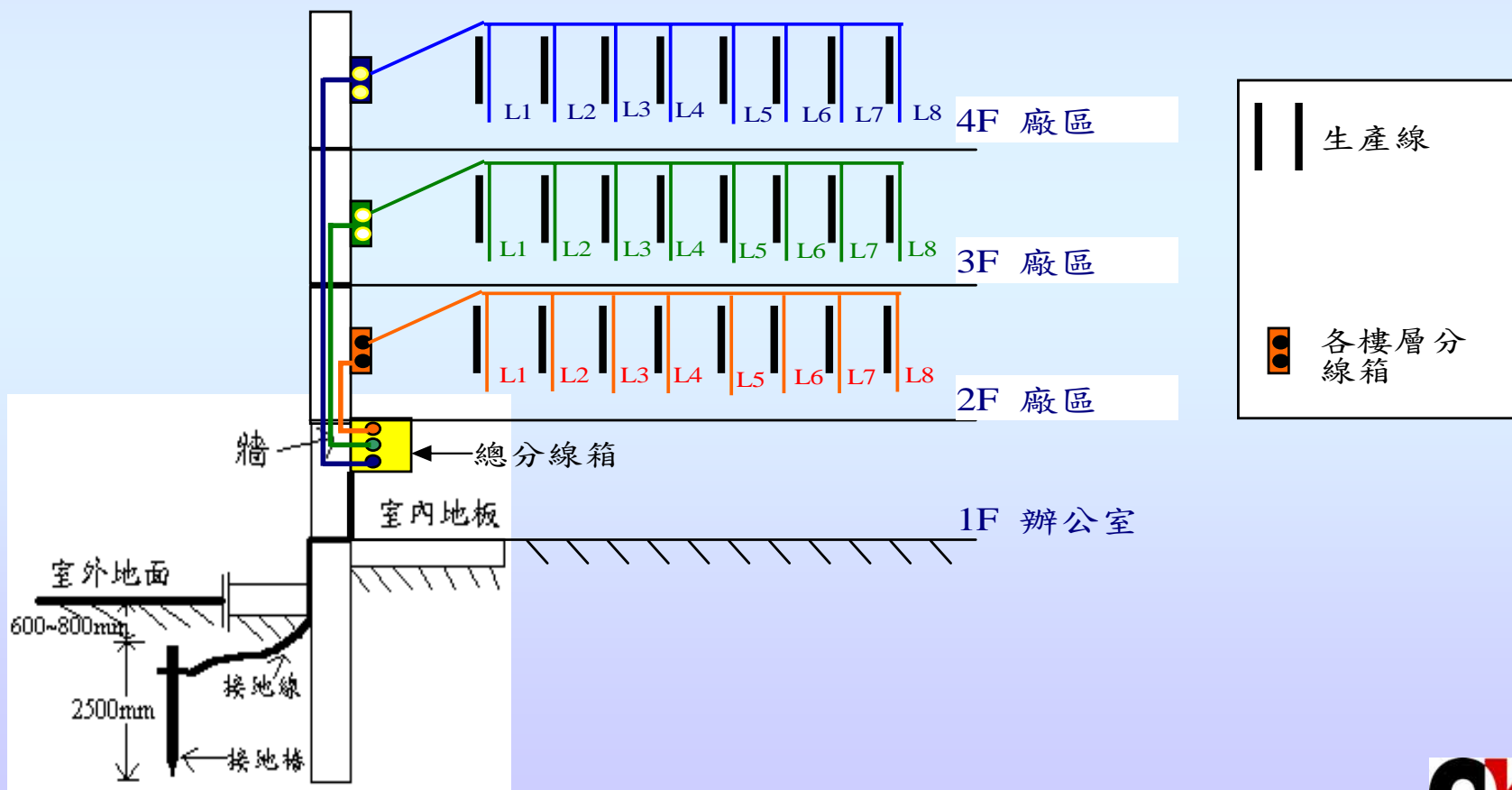


S20.20 靜電接地基本概念

- 靜電接地 (ESD Grounding):

透過一條接地路徑，提供“等電位”效果，以減少靜電放電對“ESD敏感物件”(ESDS)造成的傷害。

廠房靜電接地網路





廠房靜電接地驗證的困難

■ 看不見的部份：

1. 地面下的地線及地樁日久腐蝕、斷裂。
2. 牆內的地線曲折分佈，極易腐蝕受損，尤其是轉折處，更容易斷裂而無法得知。
3. 施工過程中，不慎與電源系統接地混接。

■ 看得見的部份：

1. 由於電工施工時的失誤，所拉出的接地線並未連上真正的地線，或焊接出問題，導致接地線未能發揮排靜電功能。
2. 伸展於地面下及桌沿的接地線，極易被踢動或受物體壓碰而導致某處斷裂、脫落而不易被察覺。

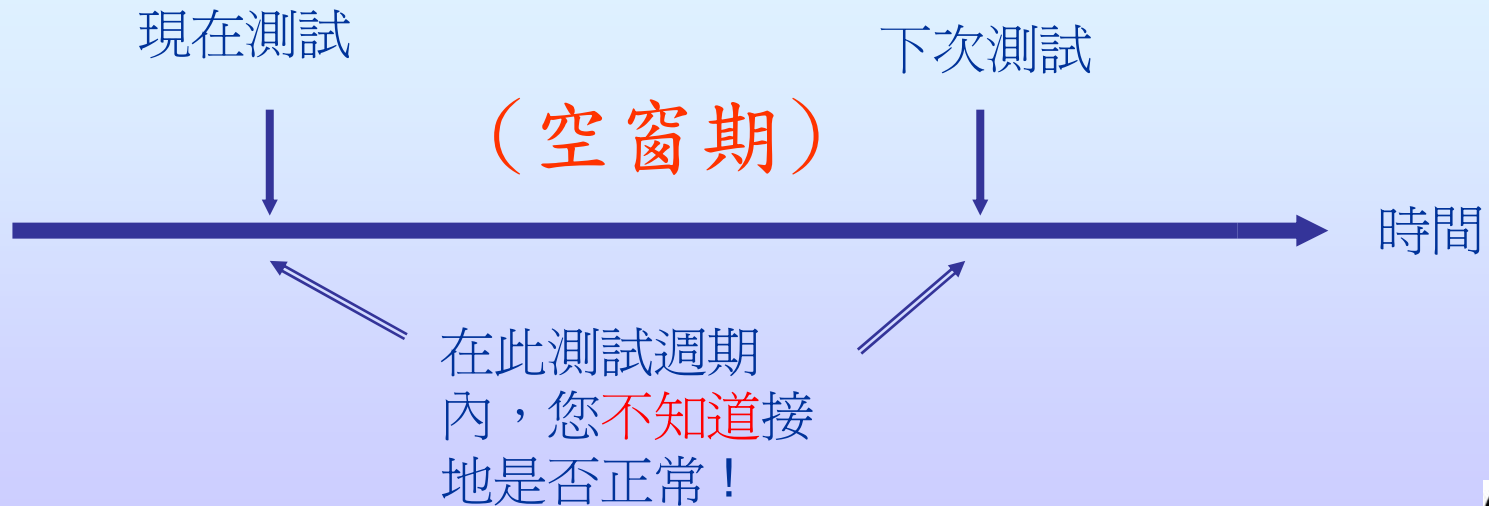


靜電接地測試與監測的區別(1)

- 監測(Monitor)是**連續不斷**的測試(Test)
- 監測與測試主要的不同在於：
 - **時間**上的覆蓋
 - **空間**上的覆蓋
- 監測沒**盲點**，可以達到100%的信心度

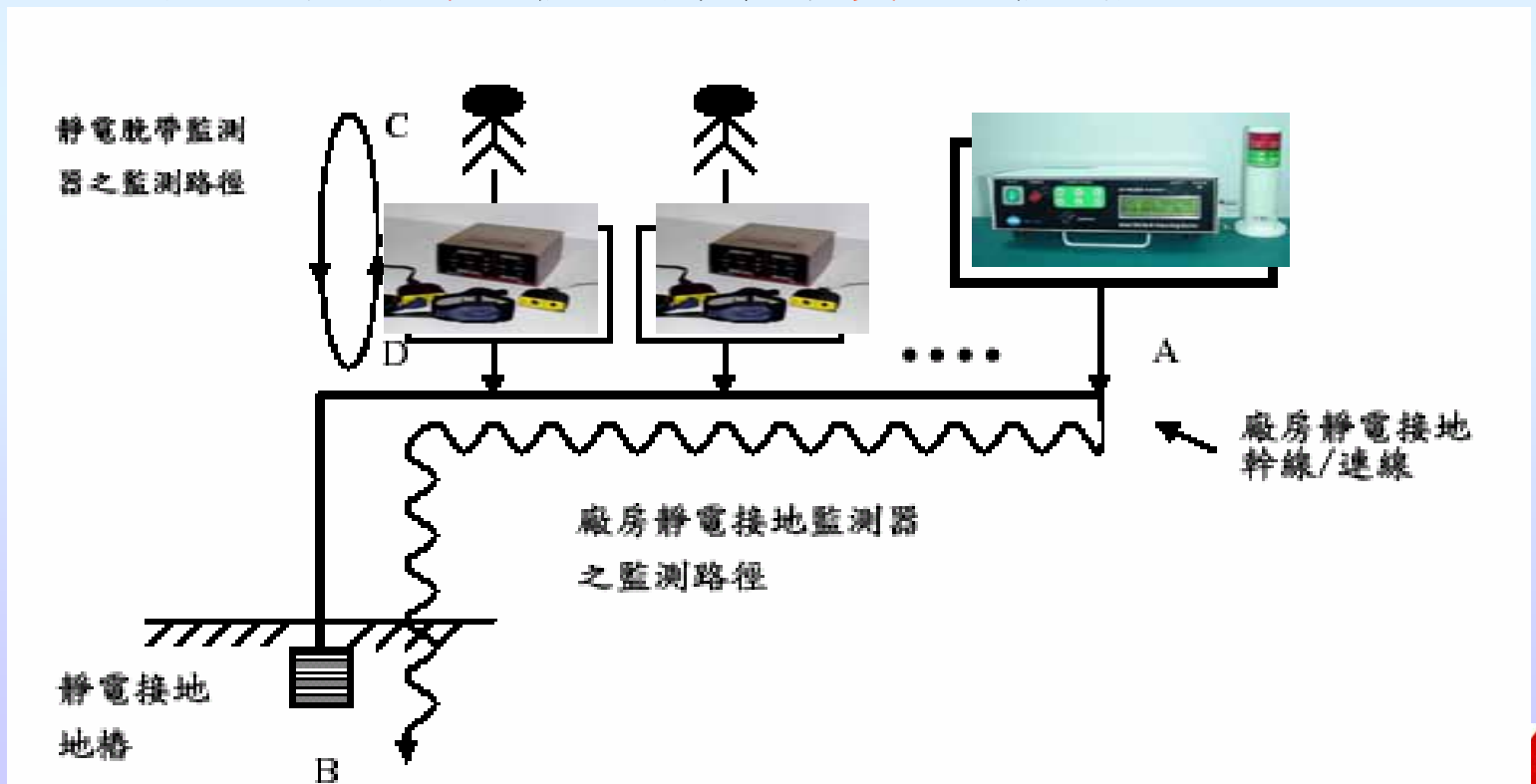
靜電接地測試與監測的區別(2)

- **時間的**覆蓋：連續式 vs. 取點式
 - 測試週期/頻率：需多久測試一次才有效？



靜電接地測試與監測的區別(3)

- **空間的**覆蓋: 100% 路徑 vs. 部份路徑
- 由地面上到地面下的接地路徑是否**真正**連接到大地?





靜電接地監測的重要性

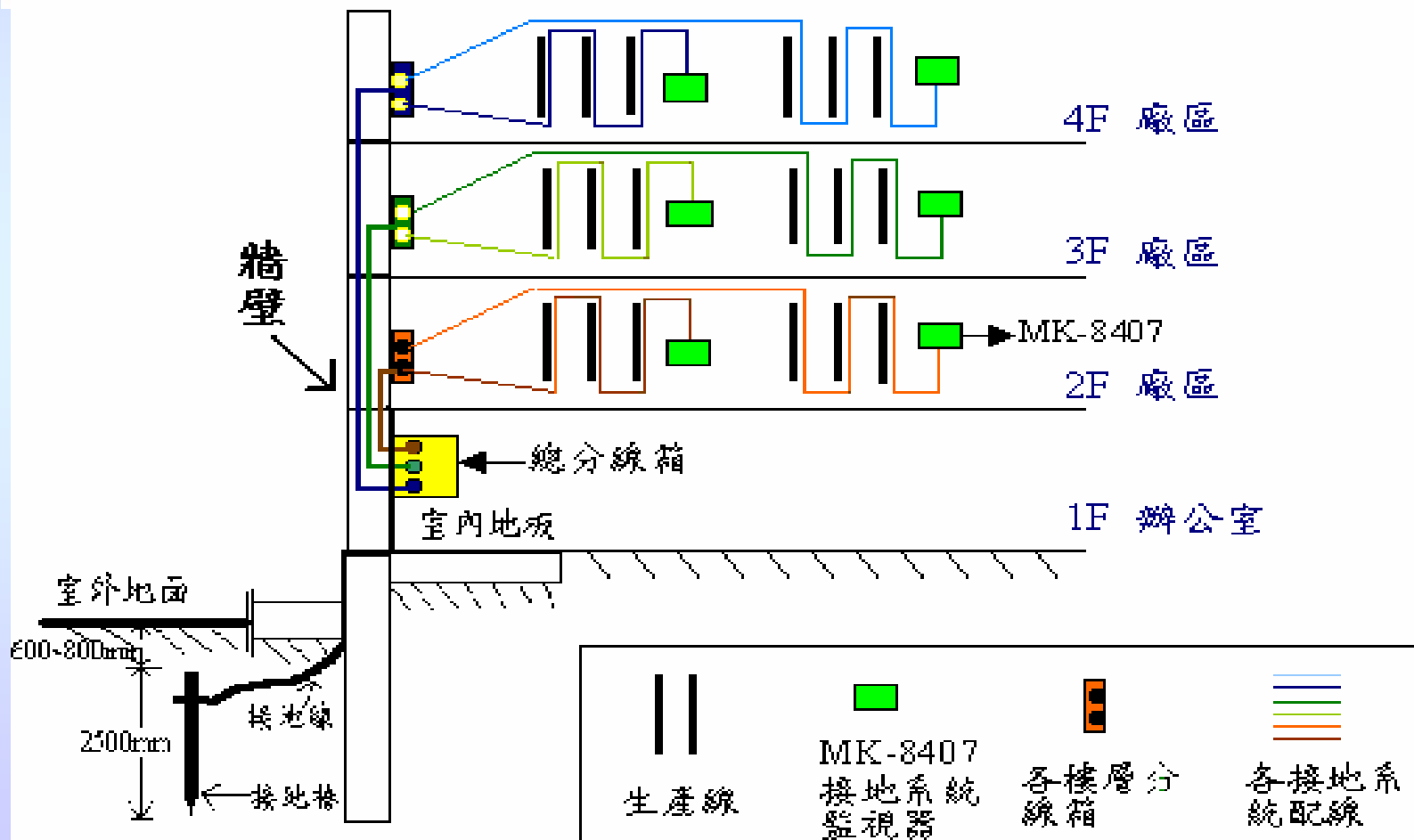
- 由於測試(Test)有其時間上與空間上的盲點，監測(Monitor)隨產品價值與風險的提高而益形必要與重要!
- 重量級的國際大廠如: Dell, IBM, HP, Toshiba等不但要求靜電腕帶須監測, 現在也開始要求供應商執行地上與地下的靜電接地監測!

靜電接地監測的產品

- **連續式靜電腕帶及工作枱監測器：**
 - 可同時並即時監測兩個作業員腕帶和兩個工作枱面的ESD接地狀況
 - 有獨立的安全警報聲響告警裝置
 - 採用電阻迴路監控方式，準確而有效
- **自動廠房靜電接地系統監測器：**
 - 配有數字顯示操控面板及管理鎖
 - 即時量測接地系統之AC與DC阻抗
 - 可即時監測並有聲光警報，256組記憶裝置，可接電腦列印監測紀錄報告
 - 可偵測ESD接地和AC接地是否混接



自動廠房靜電接地系統監測安裝示意圖



使用廠房靜電接地監測器 的客戶舉例

- LiteonIT 建興電
- G-Com 致通
- Foxconn- Cell phone
- Microstar 微星
- Sercomm 中磊
- Gemtek
- Artec 國騰
- WUS 楠梓電
- Taiwan Army 陸軍
- CMO 奇美
- Hannstar 彩晶
- Abocom 友旺
- and many more ...



歡迎隨時賜教與指導

tlin@okinternational.com.tw

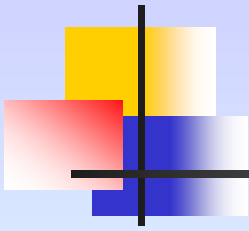
www.okinternational.com.tw

(02) 2698-4013

燁克股份有限公司

台北縣汐止市新台五路一段79號5F

(遠東世界中心)



謝 謝



The End