

ESD Introduction

Basic Standard : IEC 61000-4-2

Interocean EMC Technology Inc.

前言

- ESD目前被分類為下列四類：
 - MIL-STD-883C人體放電模式 (Human-Body Model, HBM)
 - EIAJ-IC-121 機器放電模式 (Machine Model, MM)
 - ESDA/JEDEC元件充電模式 (Charged-Device Model, CDM)
 - IEC 61000-4-2 System Level 的測試模式

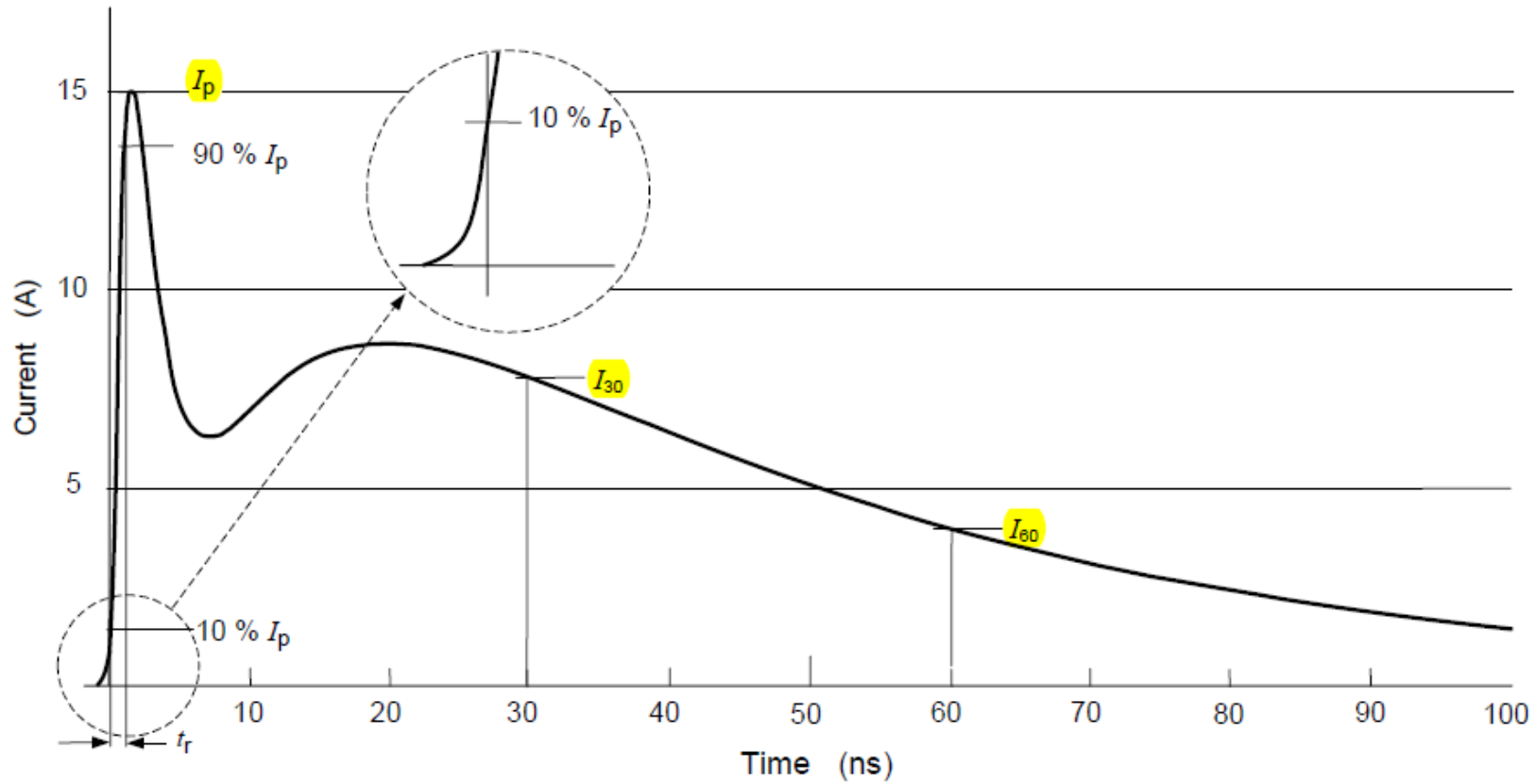
IEC 61000-4-2

- IEC 61000-4-2是系統產品國際認證標準：
- 內容包含
 - typical waveform of the discharge current;
 - range of test levels;
 - test equipment; (150 pF & 330 Ω)
 - test setup;
 - test procedure;
 - calibration procedure;
 - measurement uncertainty.

System Level 的ESD法規

- 系統產品認證法規: IEC 61000-4-2
 - IEC 61000-4-2 : 以模擬人體所產生的靜電放電模式,驗證電子產品承受人體靜電放電的能力.
 - ESD 電流波形: 上升時間 **700ps ~ 1ns** 內須達到90% 峰值電流, **30ns** 仍需維持峰值電流50%以上, **60ns**. 需維持30ns電流的一半。
 - ESD 產生能量頻譜雖在 300MHz 前較為平坦, 有影響的能量頻寬到達 1GHz 以上.

IEC 61000-4-2 電流波形



IEC 2206/06

Contact discharge current parameters

| Level | Indicated voltage kV | First peak current of discharge $\pm 15\%$ A | Rise time t_r ($\pm 25\%$) ns | Current ($\pm 30\%$) at 30 ns A | Current ($\pm 30\%$) at 60 ns A |
|-------|-------------------------|--|---|--|--|
| 1 | 2 | 7,5 | 0,8 | 4 | 2 |
| 2 | 4 | 15 | 0,8 | 8 | 4 |
| 3 | 6 | 22,5 | 0,8 | 12 | 6 |
| 4 | 8 | 30 | 0,8 | 16 | 8 |

The reference point for measuring the time for the current at 30 ns and 60 ns is the instant when the current first reaches 10 % of the 1st peak of the discharge current.

NOTE The rise time, t_r , is the time interval between 10 % and 90 % value of 1st peak current.

IEC 61000-4-2 test level

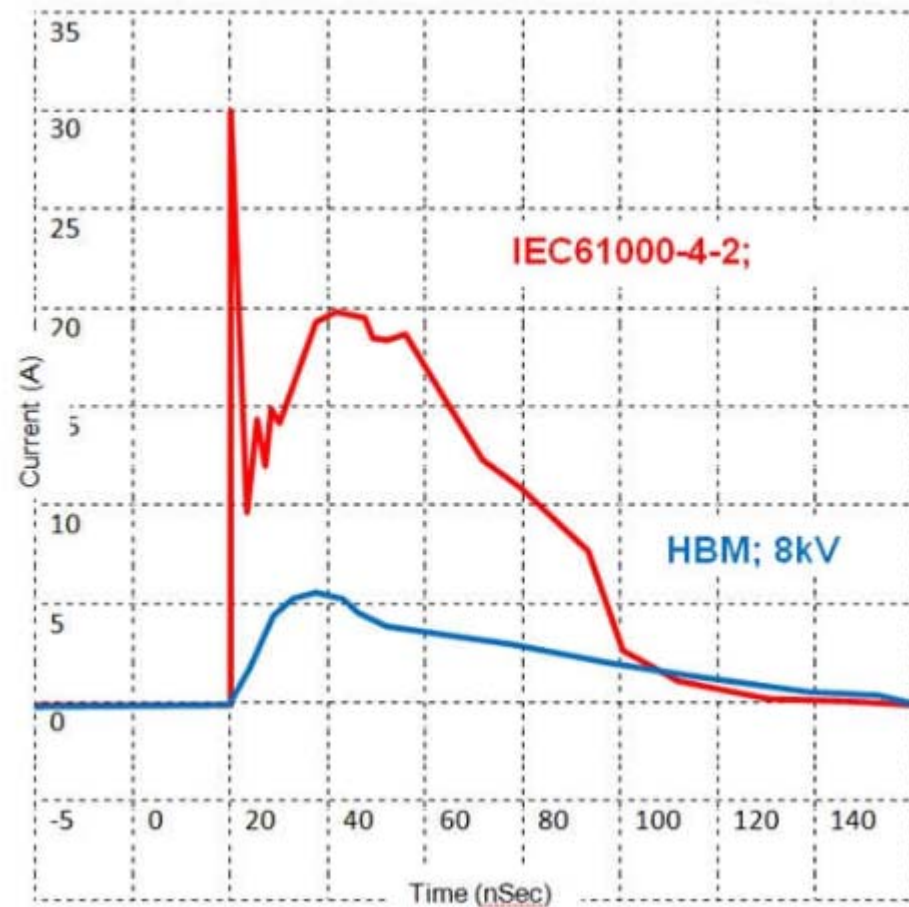
| Contact Discharge | | Air Discharge | |
|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|
| Level | Test Voltage kV | Level | Test Voltage kV |
| 1 | 2 | 1 | 2 |
| 2 | 4 | 2 | 4 |
| 3 | 6 | 3 | 8 |
| 4 | 8 | 4 | 15 |
| X ^{Note 1} | Special | X ^{Note 1} | Special |

Notes

1. "X" is an open level. The level has to be specified in the dedicated equipment specification. If higher voltages than those are specified, special test equipment may be required.

HBM versus IEC 61000-4-2

- The MIL-STD-883 HBM specifies current rise time is 25 ns.
- The IEC ESD pulse rise time has to be less than 1 ns.
- ESD energy of IEC 61000-4-2 is large than HBM ESD model



HBM versus IEC 61000-4-2

Peak current of HBM vs. IEC 61000-4-2 Standards

| Applied Voltage (kV) | Peak Current (A) Human Body Model | Peak Current (A) IEC 61000-4-2 |
|----------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| 2 | 1.33 | 7.5 |
| 4 | 2.67 | 15.0 |
| 6 | 4.00 | 22.5 |
| 8 | 5.33 | 30.0 |
| 10 | 6.67 | 37.5 |

The Amount of Current Released During a Strike

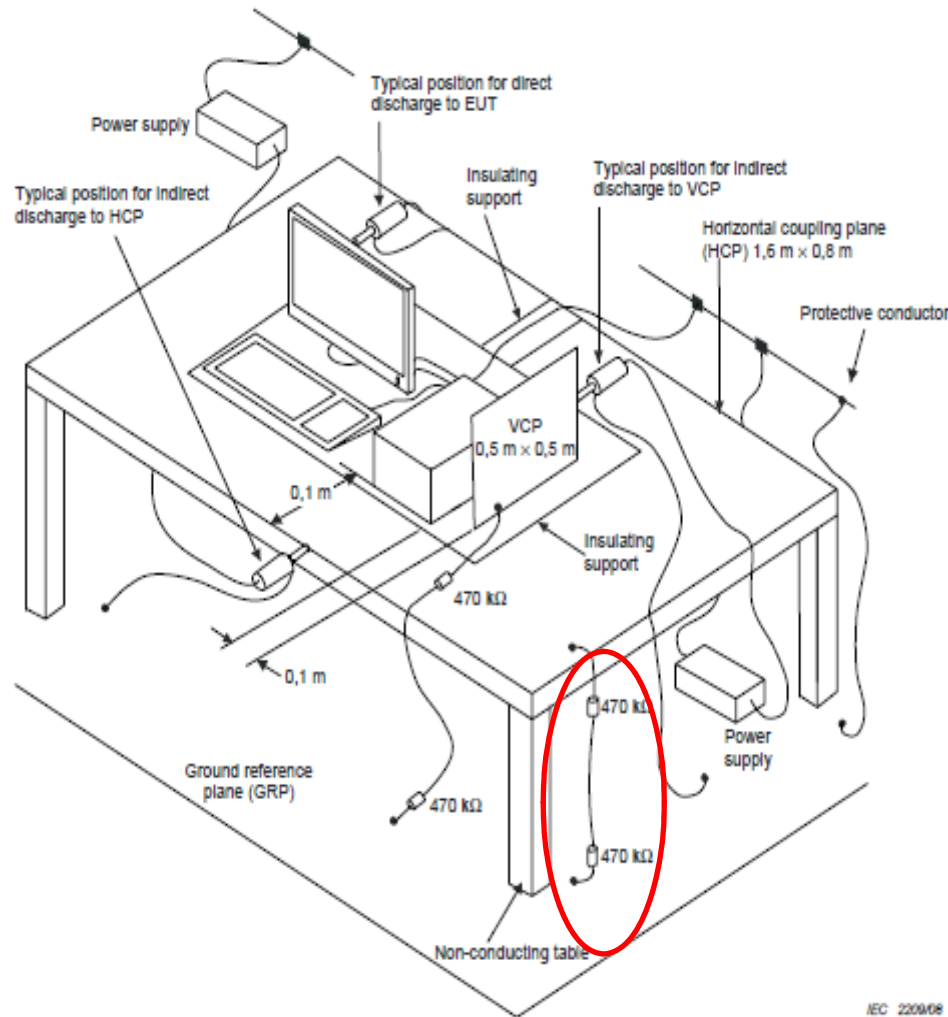
ESD test setup注意事項

- EUT與實驗室牆壁及任何其他金屬結構之間至少應保持80cm的距離。
- 放電迴路電纜和470k Ω 洩放電阻，迴路電纜與測試裝置(EUT)的其他導電部件的距離應大於20 cm。
- 銅或鋁接地參考平面的最小厚度為0.25mm，其他金屬材料的最小厚度應為0.65mm。
- 接地參考平面（GRP）範圍應超出EUT或水平耦合平面至少50 cm，且應連接到保護性接地系統。

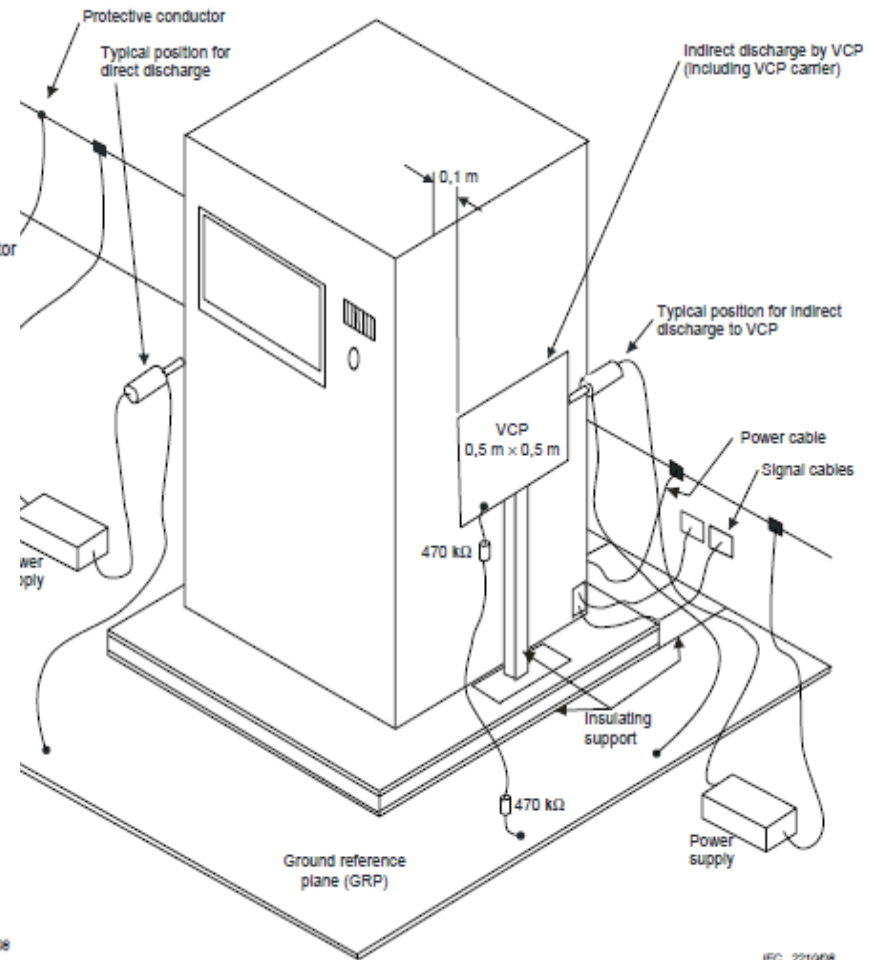
ESD test setup 注意事項

- 測試桌面應放置 1.6m×0.8m的水平耦合金屬平面（HCP），並放置0.5mm絕緣墊將EUT及金屬耦合平面隔離。
- 如果EUT太大放在一個HCP邊緣不足10cm時。桌子必須放大，可增加一個相同的HCP放置在離第一個HCP（ 0.3 ± 0.02 ）m處。或者可以使用兩張桌子。延伸的HCP除了接GRP 470kΩ洩放電阻電纜以外，HCP不應粘在一起。

桌上型及落地型擺設

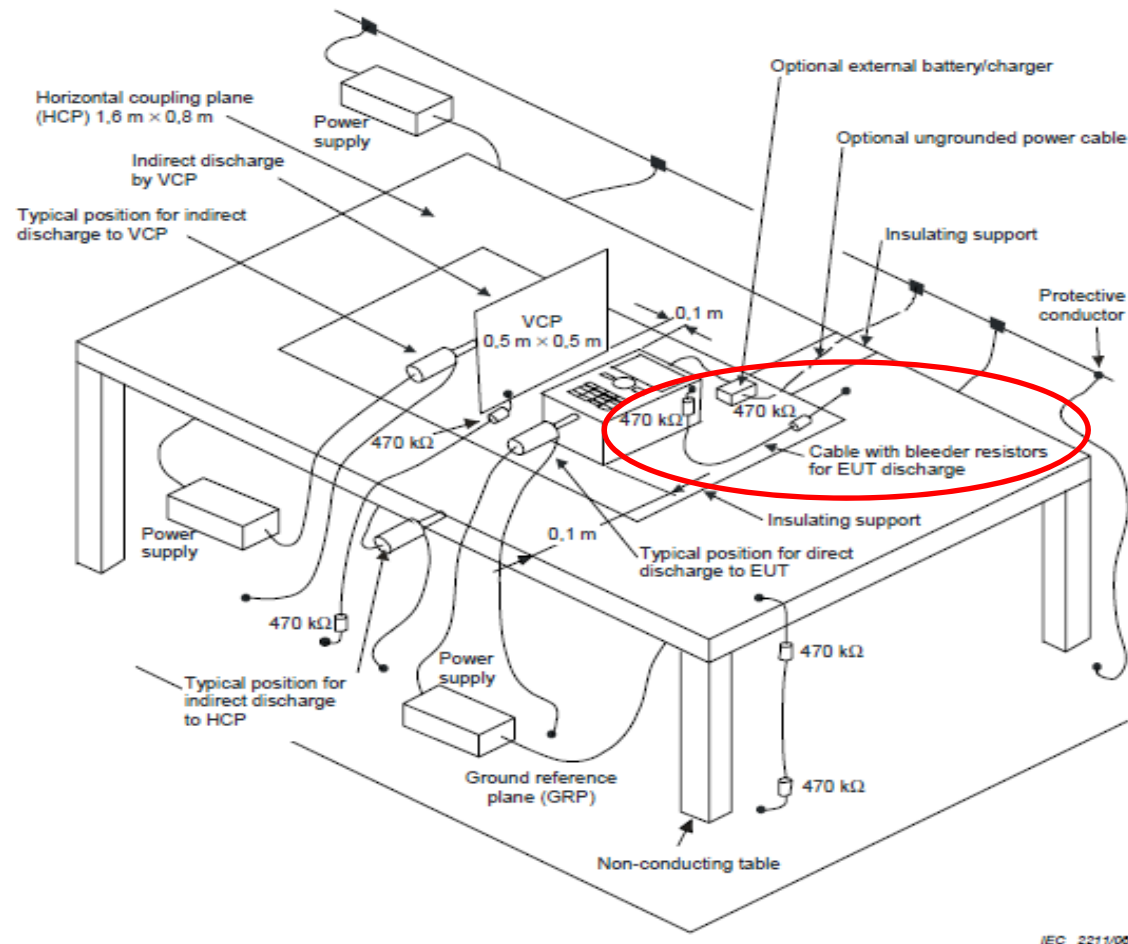


IEC 220908



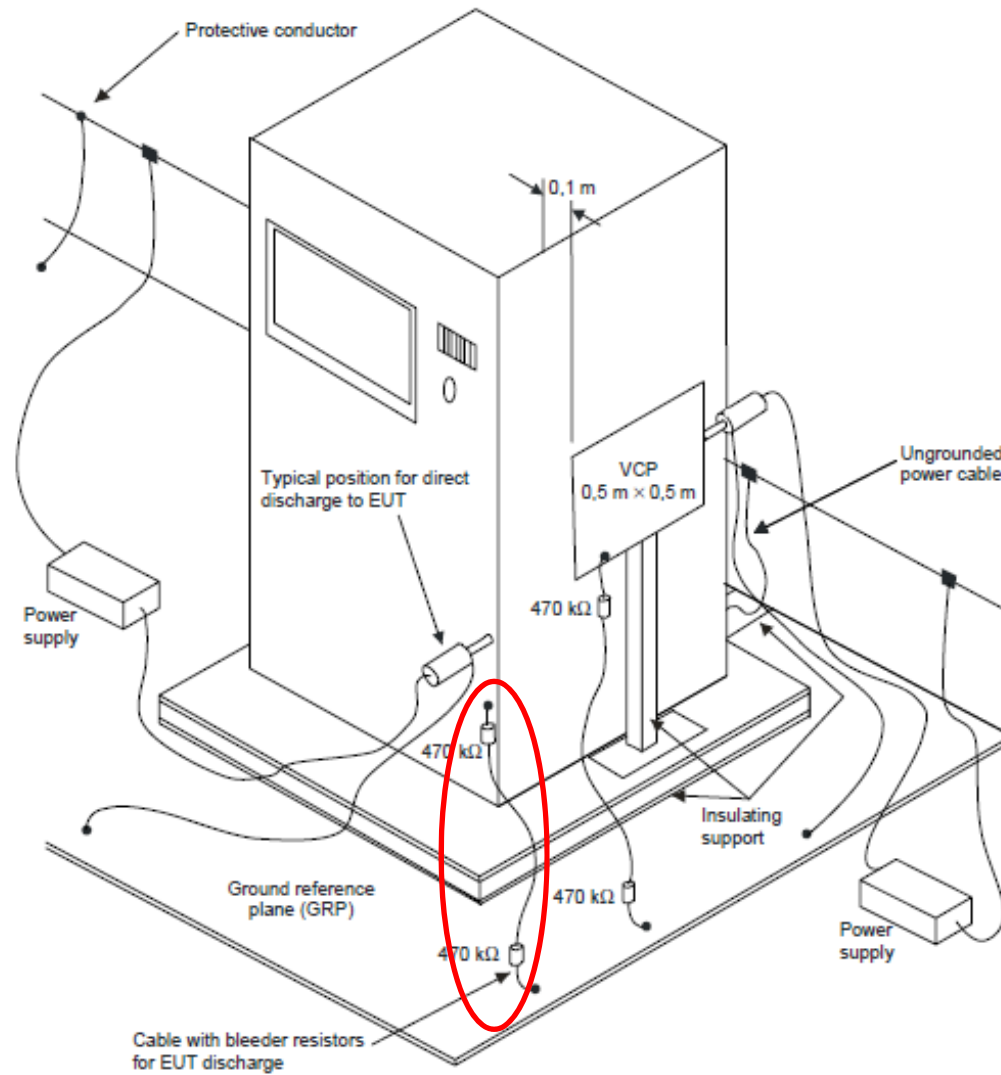
IEC 221008

未接地的桌上型設備(EUT)



Example of a test setup for ungrounded table-top equipment

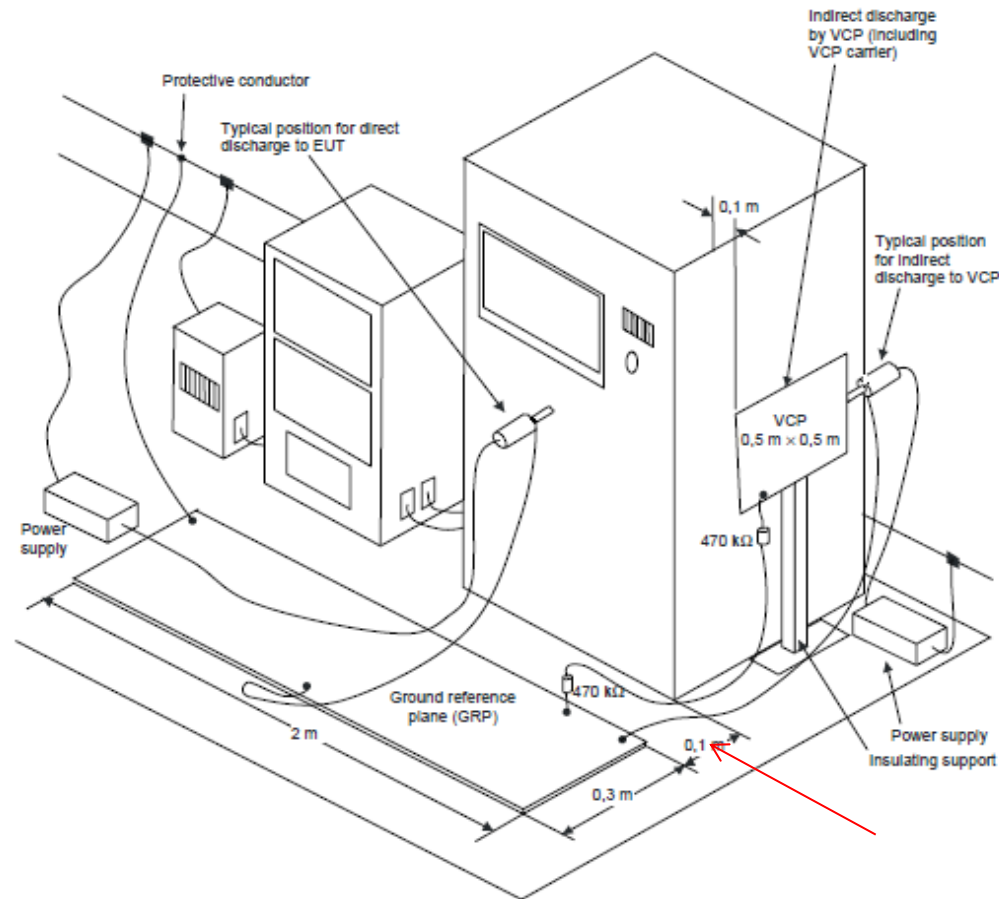
未接地的落地型設備(EUT)



IEC

EUT安裝後測試之擺設

- 金屬接地平面的寬度約為0.3m，長度應為2m，放置在地面離EUT約0.1m的距離。

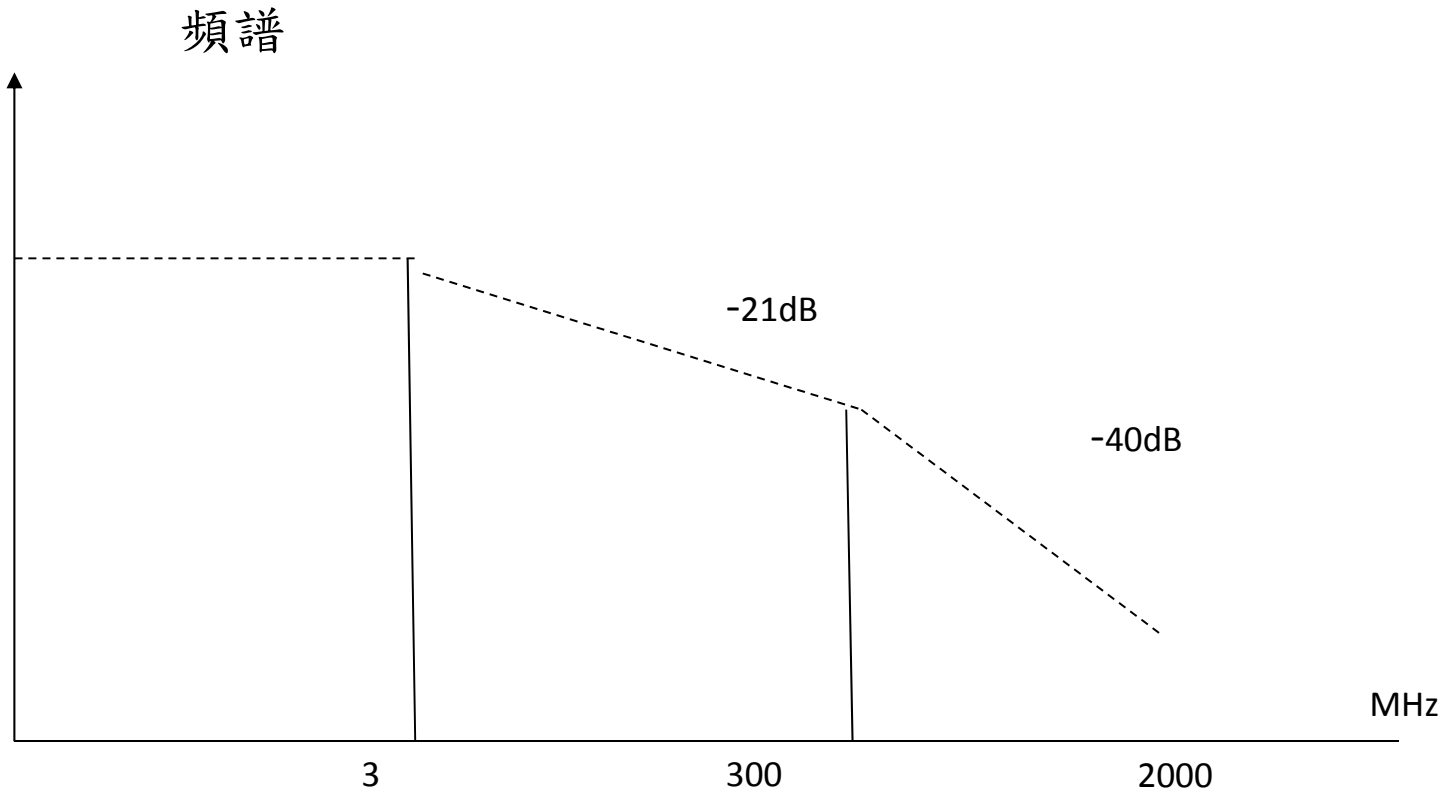


ESD測試環境條件

- – Ambient temperature: 15 °C to 35 °C;
- – Relative humidity: 30 % to 60 %;
- – Atmospheric pressure: 86 kPa (860 mbar) to 106 kPa (1 060 mbar).

IEC 61000-4-2 放電頻譜

- IEC 61000-4-2 靜電放電輻射頻譜

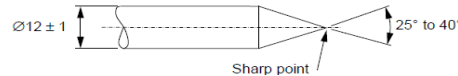


Test Method

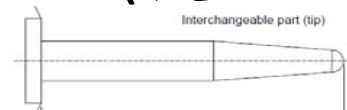
- Direct application of discharges

Contact discharge & Air discharge

- Contact discharge: 對操作者的手可觸及的金屬部位測試;放電電壓到 $\pm 4\text{kV}$ (使用尖形放電端子).



- Air discharge: 對操作人員用手可碰觸的非金屬部位測試;放電電壓到 $\pm 8\text{kV}$ (使用 8mm 圓放電端子模擬人的手指)



- 放電電壓須以漸進方式由 25%, 50%, 75%, 再到 100% 電壓.

Indirect discharge(間接放電)

- Indirect application of the discharge
Vertical coupling plane (VCP垂直板)
Horizontal coupling plane (HCP水平板)
- 必須經由耦合方式之垂直板及水平板做 10cm 距離的放電。

Selection of test points

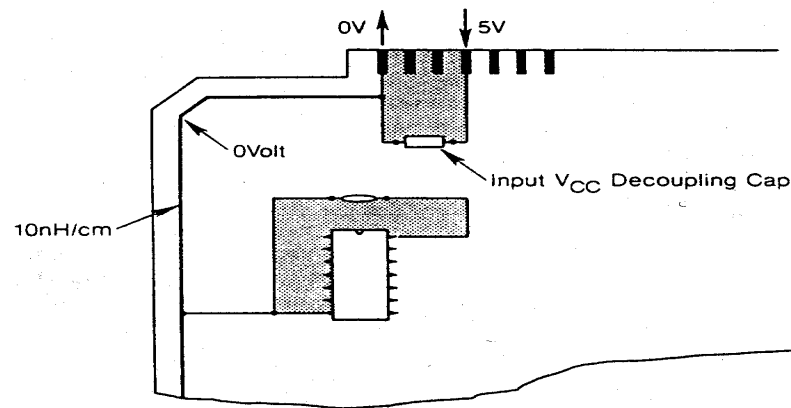
- 金屬箱體表面的部分與電性接地絕緣的位置點。
- 任何控制或鍵盤位置及任何人機通信界面，如開關，旋鈕，按鈕，指示燈，LED，插槽，連接器和其他操作人員可觸及區域。

EUT reaction to ESD testing

- 範圍包括：放電壓擊穿介電，離注入點的間隙有二次放電，放電電流路徑會產生 $L di / dt$ 感應電壓的磁場和電場。
- 這種 ESD瞬變的場 (transient fields) 會在PC板上的導線產生感應電壓。

ESD protection

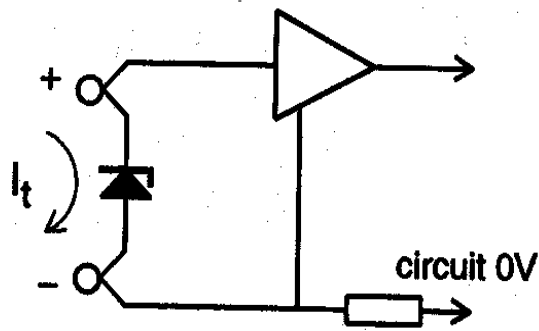
- 電子產品ESD之防制要從設計做起
 - 由PCB 階段開始做起.
 - PCB 走線須考慮減少對靜電場耦合的感受度,多應用反耦合電容,減小迴路面積.



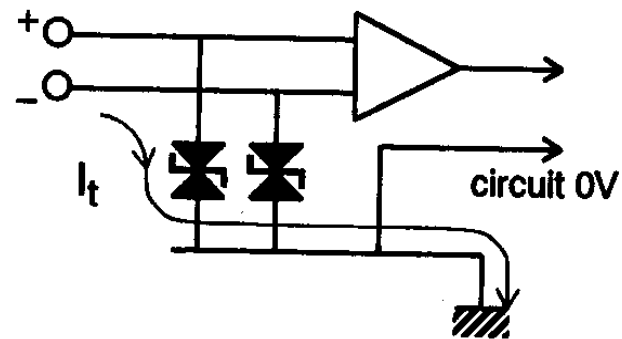
ESD 防制

- PCB 之 ESD 防制

- 要慎用之抑制元件,如使用電壓箝制二極體,規格必須能承受數kV之 dv/dt 快速脈衝.

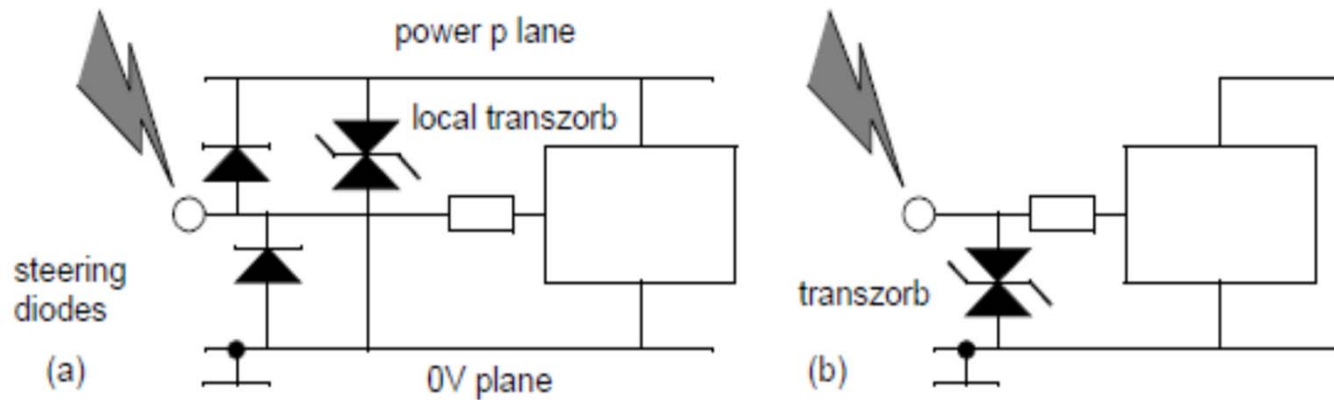


Differential mode



Common mode

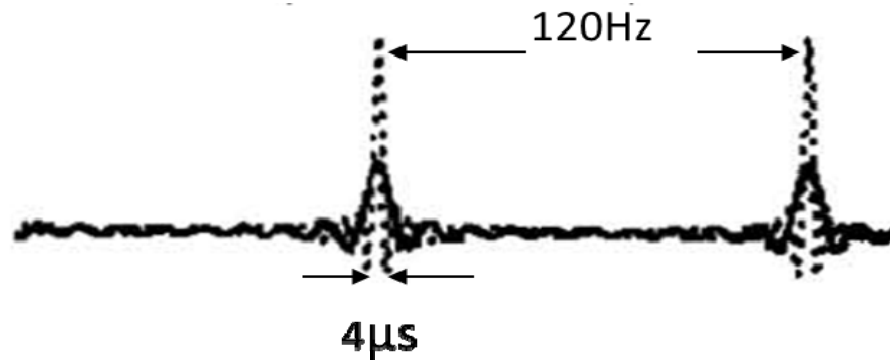
TVS protection



可應用TVS (Transient Voltage Suppressor) 元件保護瞬間的突波湧浪電流。

TVS application

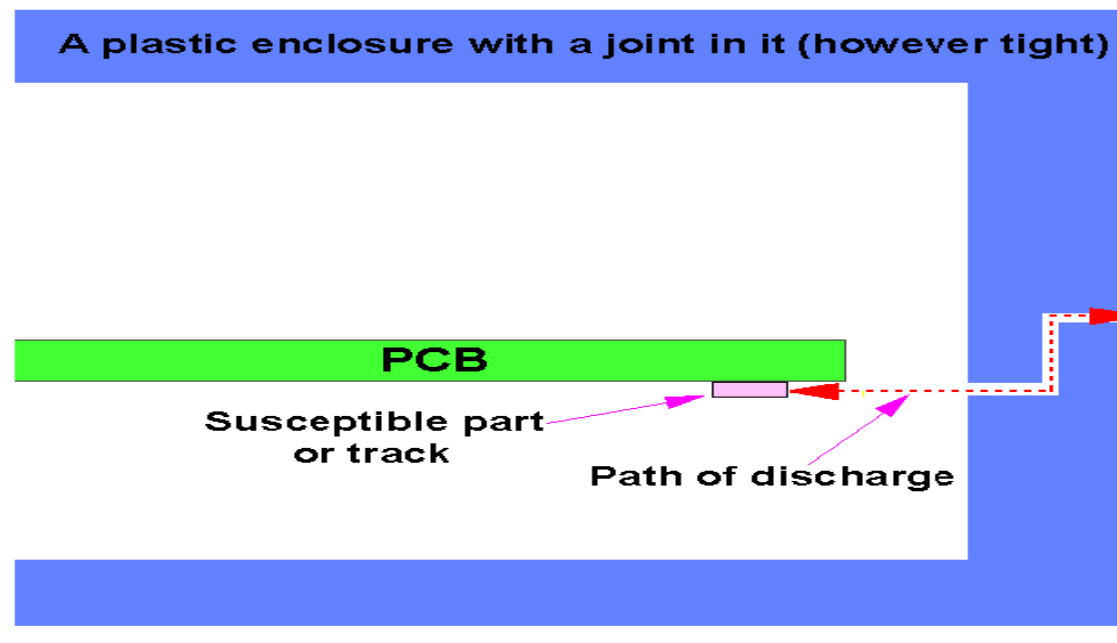
- TVS應用需計算平均穩態承受功率，如用於 $4\mu\text{sec}$, 120Hz脈波頻寬, 25A峰值的湧浪電流；欲箝制在11.2V, 需用多大承受功率？



- $120\text{Hz}=0.0083\text{ sec}$;
- 吸收功率 $P_p=11.2\text{V}\times 25\text{A}=280\text{W}$;
- 平均功率為峰值功率與脈衝寬度對脈衝間隔比值的乘績
 $P_{\text{avg}}=280\times(4\mu\text{s}/0.0083\text{s})=0.1349\text{ W}$

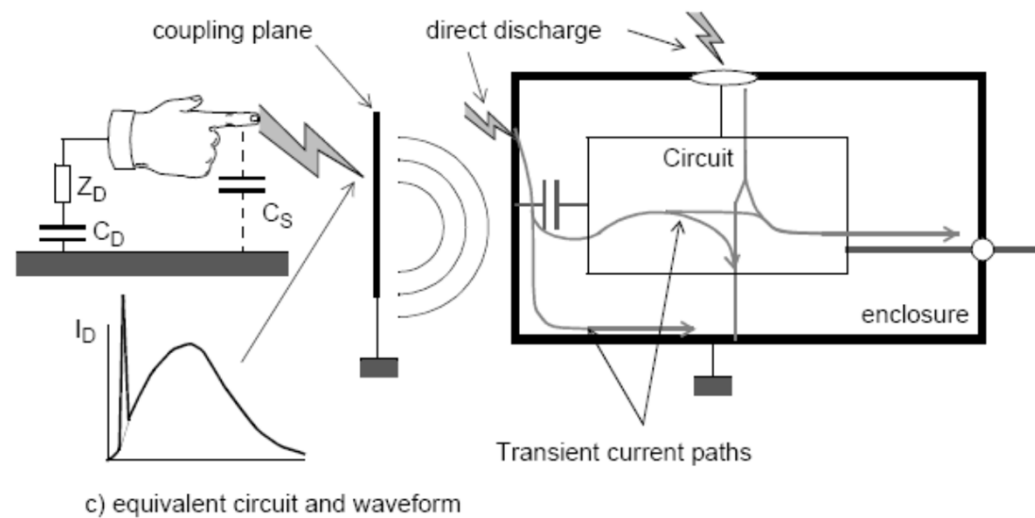
System level ESD 防制

- 首先要做好機殼屏蔽效能
 - ESD spark 會從機構隙縫進到PCB.



System level ESD 防制

- 機構選用非導電材質可避免受直接放電,如塑膠等。
- 如欲防制垂直板及水平板ESD 產生脈衝場強干擾,機殼屏蔽效能不能敷略。



Summary

- ESD的放電電流、突波電壓、放電瞬間輻射場強(RF field) 是讓電子產品失效之三個因素。
- 電子產品對ESD敏感度，可在PCB layout和機構設計階段防護，對MOS, bipolar之IC元件ESD防護技術相對較弱，應另在PCB加保護裝置。

IEC 61000-4-2 量測不準確度要求

➤ Categories of uncertainty

- Type A : random component，是透過統計方法評估的一系列測試的標準差。通常是依循常態分佈 (Gaussian) 的型式。
- Type B : systematic component，通常包含不匹配性、電纜損耗和儀器中的非線性特性效應相關聯等。儀器技術指標及校準數據也是列入估計Type B的不確定性。

Measurement Uncertainty of ESD

- 下列項目可用於評估量測儀器和執行測試的設置會影響量測不確定度的因子：
- Type A: 量測數據重複性、ESD 放電槍方向、ESD 放電槍位置、設備的擺置變動。
- Type B : mismatch chain – oscilloscope, target-attenuator-cable chain; calibration of target, oscilloscope, attenuator; static voltage; reading of peak value ;reading of 10 % level; reading of 90 % level; reading of time at 30 ns and 60 ns;

Measurement Uncertainty of ESD

- 参考 IEC 61000-4-2 Annex E;
E.2 Categories of uncertainty , and
E.4 Calculation of type B uncertainty

Measurement uncertainty of ESD

- The following MU are recommended for laboratories which perform calibrations:
 - Rise time t_r $MU \leq 15 \%$
 - Peak current I_p $MU \leq 7 \%$
 - Current at 30 ns $MU \leq 7 \%$
 - Current at 60 ns $MU \leq 7 \%$

Q & A