

SEMI S22-0706a

半導體製造設備電氣設計安全基準

本安全基準之技術業經全球環境、衛生與安全委員會核准。本版本由全球稽核及審查小組委員會於 2006 年 8 月 24 日核准出版，並於 2006 年 10 月於 www.semi.org 發行線上版本，同年 11 月發行光碟版。本基準原始版本於 2003 年 11 月發行，2006 年 7 月再版。

注意：本安全基準中以「註」為標題的段落並非正式內容，不得以此修改或取代正式的安全基準。委員會提供註解內容係為方便本安全基準的使用。

注意：符合本基準提及「應」字的內容規定始屬符合本文件之標準。符合本文件標準不代表亦需符合提及「可能」、「建議」、「偏好」、「推薦」或「註」及「相關資料」之內容規定。

注意：本文件包含經由全球環境、衛生與安全委員會投票並核准（但並非立即生效）之內容；該內容與生效日期列於延時修訂版第 1 節，其在生效日前並非本文件的官方內容。本版本之資料於生效日前不屬於本文件的正式部分，但 SEMI S22 的本文部分仍具正式效力。本版本的部分或所有內容得在正式生效前視情況適用，然除本文件中將以本版本修訂或更換的內容外，所適用之條文不得與本文件其他條文抵觸，並應在適用處加註說明。

1 目的

- 1.1 本基準係在針對半導體產業使用的生產設備提供以設計為主的整套電氣安全考量。
- 1.2 符合本文件規定之設計、建構與設計原則或其他可用的電氣安全標準需求，便可符合基本的產品安全考量。

2 範圍

- 2.1 本安全基準適用於半導體製造設備。
- 2.2 本文件包含以下內容：

- 1. 目的
- 2. 範圍
- 3. 限制
- 4. 參考標準
- 5. 詞彙
- 6. 其他符合方法
- 7. 設計原理
- 8. 一般考量
- 9. 設施電氣連接
- 10. 預防觸電

11. 預防電氣火災危險
12. 聯結保護線
13. 安全電路
14. 介面控制
15. 電氣箱
16. 導線與電線
17. 接線實務
18. 電動馬達 186W (1/4 匹馬力) 或以上
19. 配件及照明
20. 標記
21. 技術文件
22. 測試

2.3 本安全基準所含之考量可用於設計預防電氣及非電氣危險的電氣安全聯鎖，以及預防電氣危險的非電氣聯鎖。

2.4 除第 3 節「限制」中所排除的設備外，本文件的電氣設計考量適用於所有用來製造、測量、組裝及測試半導體產品的設備。

註 1：本安全基準在半導體製造設備無適用的相關產品安全標準時最具效力。

2.5 本安全基準適用於以危險性電壓或危險性電力發動的設備。

註 2：本基準中的正式數值皆以國際單位制（SI）表示。下列數值並非正式數值，僅供參考：

- a) 以吋-磅（美規或英規）單位表示的數值
- b) 括弧內的數值
- c) SI 制數值後的數值

SI 制經單位轉換後的數值可能與上述數值不同。

注意：本安全基準之目的非在於討論與使用本手冊有關的所有安全議題。本安全基準的使用者應在使用前自行負責採取適當的安全衛生實務，並確定法令的適用性或其他限制。

3. 限制

3.1 若設備、組件(subassemblies)與元件(components)業經合格的測試實驗室認證並在認證參數範圍內使用，或是可符合相關國際或國內產品安全標準指定範圍，則不適用本安全基準。

註 3：獲得法律許可的標準有所不同，即使本文件範圍並無特別規定，仍應將此許可標準納入考量。

3.2 本安全基準之目的不包含針對任何有關爆炸性環境、危險場所及 / 或危險製程原料的需求之規定。

3.3 本安全基準不適用於整合在設施內的輔助設備，例如設施的空調設備、火災偵測或消防系統，或是設施的配電系統（包含馬達發電器組與變壓器）。

3.4 本安全基準不包含設備效能(functional)或功能(performance)特性的設計規範。

4. 參考標準與文件

4.1 SEMI 標準

SEMI E33 – 半導體製造設施電磁相容性的規範
SEMI S1 – 設備安全標籤的安全基準
SEMI S2 – 半導體製造設備的環境、衛生與安全基準
SEMI S3 – 高溫化學藥劑槽的安全基準
SEMI S8 – 半導體製造設備人體工學工程的安全基準
SEMI S10 – 風險評估與風險評量流程的安全基準
SEMI S13 – 半導體製造設備操作與保養手冊的安全基準
SEMI 14 – 評估與降低半導體製造設備火災危險的安全基準

4.2 IEC 標準¹

IEC 60112 – 潮濕情況下判定固態絕緣材料相對電痕指數和耐漏電電痕指數的方法。
IEC 60204-1 – 機器安全 – 機器內的電氣設備，第一部：一般需求
IEC 60417 – 設備上使用的圖形符號
IEC 60529 – 電氣箱的保護等級
IEC 60707 – 接觸火源時固態非金屬材料的起火性 – 測試方法清單
IEC 60950 – 資訊科技設備的安全
IEC 61010-1 – 測量、控制與實驗室用的電氣設備安全需求 – 第一部：一般需求
IEC 61346-1 – 工業系統、安裝、設備與產品 – 建構原則與參考編號

4.3 歐洲文件²

4.3.1 CENELEC 標準

EN 65029 – 電氣箱的保護等級
EN 61508 – 電氣 / 電子 / 可程式電氣安全相關系統的功能性安全

4.3.2 歐洲委員會指令

89/336/EEC – 電磁相容性指令

4.4 NFPA 標準³

NFPA 70 – 國家電氣守則
NFPA 79 – 工業機械電氣標準

4.5 UL 標準⁴

UL 508A – 工業控制面板
UL94 – 裝置與電器內零件的塑膠材質起火性測試
UL943 – 接地故障斷路器的標準
UL2360 – 判定半導體設備建構中塑膠零組件燃火特性的測試方法標準

¹ 國際電氣技術委員會。地址：3, rue de Varembe, Case Postale 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland。
電話：41229190211。傳真：41229190300

² 歐盟。網站：<http://europa.eu.int>

³ 國家消防保護協會。地址：1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02269-9101。網址：<http://www.nfpa.org>

⁴ Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Rd, Northbrook, IL 60062

4.6 ANSI 標準⁵

ANSI/FM4910 – 無塵室材料起火性測試規則

ANSI/IPC 2221 – 印刷電路板設計的原廠標準

ASNI/ISA S84.01 – 加工產業安全儀表系統的用途

4.7 ISO 標準⁶

ISO 13849-1 – 機械安全 – 控制系統的安全相關零件 – 第一部：設計的一般原理

注意：除另有特別註明外，以上所有列出的文件應皆為最新版文件。

⁵ 美國國家標準局。總部地址：1819 L Street, NW, Washington DC 20036, USA。電話：2022938020。傳真：2022939287。紐約辦公室地址：11 West 42nd Street, New York, NY, 10036, USA。電話：2126424900。傳真：2123980023。網址：<http://www.ansi.org>

⁶ 國際標準組織。ISO 中央秘書處地址：1, rue de Varembe, Case postale 56, CH-1211 Geneva 20, Switzerland。電話：41227490111。傳真：41227333430。網址：<http://www.iso.ch>

5 詞彙

5.1 定義

5.1.1 接觸-接近或碰觸的方法

5.1.2 可接觸-擁有接觸權或允許接觸；請參閱「接觸」的定義。

5.1.3 合格的測試實驗室-由政府或規範管理機構認可專門從事零組件、裝置或系統測試的獨立機構，係依據已制訂的安全標準進行評量。

5.1.4 載流量(*ampacity*)-導線在使用條件下可持續負載的電流（以安培為單位），此容量不可超過絕緣體、導線及電線端子的額定溫度設計極限。

5.1.5 基本隔離-提供單層保護以防止觸電。

5.1.6 聯結（聯結的）-金屬零件的永久連接點，形成導電路徑以確保電流的持續性並可安全地傳導電流。請參閱保護接地系統。

5.1.7 固緊零件(*captive hardware*)-在鬆弛卻未移除的情況下可鎖緊及鬆開其他零件（如凸緣鏟式接線片）的螺絲或螺帽。

5.1.8 裕度距離-兩個載流導電零件之間，或一個載流導電零件與一個連接保護接地系統之導電零件之間，通過空氣量測的最短距離。

5.1.9 相對電痕指數（*comparative tracking index, CTI*）-依照 IEC 60112 方法 A 取得的數值，此方法可決定印刷電路板所屬的材質組（Material Group）。若 CTI 或材料組不明確，則應使用材料組 IIIb。

5.1.10 導線管-橫斷面為圓形或非圓形的封閉式佈線系統之一部分，用來佈設電氣設備內的絕緣導線及 / 或纜線，且導管內部可進行拖曳或更換。

5.1.11 （機器的）控制裝置-連接控制電路的裝置，可用於控制機器操作（如定位感知器、手動控制開關、繼電器、磁控閥門等）。

5.1.12 便利插座-設置在設備上的電源插座，在設備正常操作時不連接任何電源裝置。設備製造商提供此插座的用意在於提供保養或維修電源。

5.1.13 電源線連接設備-藉由撓性電源線和插頭連接電源供應器的設備。

5.1.14 爬電距離(*creeping distance*)-兩個載流導電零件之間，或一個載流導電零件與一個連接保護接地系統之導電零件之間，沿著絕緣表面量測的最短距離。

5.1.15 斷電裝置-用來分離電路導線及其電源的一個或一組裝置或其他方法。

5.1.16 門-鉸鏈式圍板。

5.1.17 雙重隔離-由基本隔離搭配輔助隔離所組成。

5.1.18 導管-設計用來佈設及保護電導線、纜線及母線的封閉式管線。導線管、線道和地下管線皆屬於導管。

5.1.19 接地-請參閱保護接地系統。

5.1.20 電氣箱-壁板、隔板或其他用來圍住電氣零組件的區域，可用來加強設備電氣零組件的安全。

5.1.21 饋電線-（從設備觀察）公用設施的電源供應線，可將電力傳輸送至設備。

註 4：若饋電線係隨設備提供，目的在供應電力給子系統，則即使是由公用設施在電氣箱與電氣箱之間接線，仍不被視為饋電線。

5.1.22 通電-與電壓源連接。

- 5.1.23 設備-用於執行操作的特定機器、儀器、製程模組或裝置。並非任何產品均適用「設備」一詞（如基板、半導體）。
- 5.1.24 暴露的（適用於已通電的零件）-可能被人員不慎碰觸或逾越安全距離範圍。適用於未適當保護、隔離或絕緣的零件。
- 5.1.25 失效安全-此設計可在失效發生時防止危險升高。
註 5：例如，失效安全溫度限制裝置會在即將失效時指出溫度失控。此設計雖可能導致製程中斷，但總比發生故障時無論實際溫度為何皆指出溫度在控制範圍內的裝置為佳。
- 5.1.26 失效自趨安全設備控制系統（fail-to-safe equipment control system, FECS）-控制電路的安全相關可程式系統，其設計及運用能依據認可的標準來發揮安全功能，如 ISO 13849-1 (EN 954-1) 或 IEC 61508、ANSI SP 84。這類系統（如安全可程式邏輯控制器 (PLC)、安全相關輸入 / 輸出(I/O) 模組）可診斷內部及外部的故障，並在偵測到故障時以受控方式產生回應，將設備回復至安全狀態。
註 6：根據 IEC61508-4 標準之定義，FECS 是可程式電氣系統（PES）的子系統。
- 5.1.27 失效-無法繼續執行預定的功能。失效是一個事件，而「故障」是一種狀態，兩者有所不同。
- 5.1.28 故障-物件無法執行預定功能的狀態。但進行預防性保養、其他計畫性行動或是因缺乏外部資源而無法執行所需的功能等情況，則不視為故障。
- 5.1.29 容錯-容錯設計係為讓合理可預期的單點失效不致造成不安全的條件。
- 5.1.30 接地故障-電氣電路接地或未接地導線與通常未載流的導線、金屬外殼、金屬線槽或金屬設備間意外發生的電氣傳導連接。
- 5.1.31 接地故障斷路器（GFCI）-保護人員安全的裝置，可在接地電流超出 4 到 6mA 達一定時間時中斷全部或部分電路的供電（請參閱 UL 943「接地故障斷路器」的詳細說明）。
- 5.1.32 接地-請參閱保護接地系統。
- 5.1.33 危險-造成不幸事故的先決條件。
- 5.1.34 危險電壓-大於 30V RMS、42.4V 峰值或 60VDC 的電壓。
- 5.1.35 危險電力-等於或大於 240VA 的電力位準
- 5.1.36 絕緣體-導線外層表面的一層非導電性材料，可防止觸電。
- 5.1.37 聯鎖-可在特定情況下預防或中斷設備子系統操作的機械、電氣或其他類型的裝置或系統。
- 5.1.38 遮斷容量(interrupting capacity)-一個裝置可在額定電壓下中斷的最高電流。
註 7：通常亦稱為電流遮斷容量（AIC）。
- 5.1.39 隔離的電源系統-電源系統的導線與公用設施（接至設備的）接線之間出現高抗阻的情形。高抗阻係指百萬歐姆或更高的電阻。隔離的電源系統可由主導線和副導線之間沒有直接電氣連接的隔離變壓器或電源供應器供電。
註 8：若隔離變壓器副導線的一個接腳接地，則不被視為隔離的電源系統。
- 5.1.40 主斷電裝置-阻斷公用設施供電給系統的裝置。
- 5.1.41 保養-將設備維持在正常運作狀態的計畫性活動（另請參閱「維修」的定義）。
- 5.1.42 材料組-絕緣體的相對電痕指數（CTI）分類，如下所示：
- 材料組 I：600≤CTI
 - 材料組 II：400≤CTI < 600
 - 材料組 IIIa：175≤CTI < 400

● 材料組 IIIB：100≤CTI<175

- 5.1.43 最大名義負載—電路在製造商規定的操作條件下可持續負載的最大功率。持續時間少於 1 秒鐘的非週期性功率變動不可視為持續。
- 5.1.44 多插座總成件(*multi-outlet assemblies*)—主要功能為提供電氣連接，且總成件上有多個電氣連接用的插座。
- 5.1.45 中性導線—接地的 AC 載流導線。
註 9：此與保護接地不同。保護接地係指接地的無載流導線或未接地的載流導線。
- 5.1.46 正常操作條件—製造商合理可預期的設備條件。在設備無未經核准之改裝的情形下，正常條件包括使用、操作、保養以及設備在操作、保養及維修中依照製造商指示進行服務的特定條件。正常操作條件應將合理可預期的誤用納入考量。
- 5.1.47 操作員—與設備互動的人員，僅限執行必要的動作以讓設備發揮其原本的功能。
- 5.1.48 操作員進出場所—在一般操作條件下符合下列情況的區域：無需使用工具便可進入的場所，且謹慎地提供操作員進入場所的方法，或是無論該場所是否需使用工具才能進入，操作員都須接受指示進入該場所（若操作員接受此指示，則該區域可評量為操作員可進入之區域）。
- 5.1.49 過電流—超出設備額定電流值或導線額定載流容量的電流，可能會在超載、短路或接地故障時發生。
- 5.1.50 超載—設備操作超出正常、全負載額定值，或導線超出額定載流容量的情況，持續此情況一段時間後可能導致損害或過熱危險。故障（如短路或接地故障）不算是超載（請參閱短路及接地故障）。
- 5.1.51 永久連接的設備—設備的電源連接必須使用工具才能拆卸。
- 5.1.52 污染—添加任何外來物質、固體、液體或氣體，而會導致介電強度降低或使表面電阻增加。
- 5.1.53 污染度—為準確估算裕度，本文件承認下列兩種微環境中的污染度：
- 5.1.53.1 污染等級 1—無污染或僅發生乾性、非傳導性的污染。此污染不會造成任何影響。無塵室 Class1000 等級或更低。
註 10：Class 1000 或以下的無塵室屬於 1 級污染，但即使設備安裝在 Class 1000 或以下的無塵室內，設備內部特定部位的污染度仍可能超過 1 級污染。
- 5.1.53.2 污染等級 2—一般僅發生非導電性污染，然而可預期偶爾會因污染物聚集而導致短暫導電。無塵室 Class 1000 等級以上。
註 11：Class 1000 或以上的無塵室屬於 2 級污染，但即使設備安裝在 Class 1000 以上的無塵室內，設備內部特定部位的污染度仍可能超過 2 級污染。
- 5.1.54 保護線—在正常操作時不導通的導電零組件與設備保護接地線端子之間，持續提供電氣連接的導線。
- 5.1.55 保護接地線—在正常操作條件下不載流的導線，用於連接電源的接地端與設備外殼上的保護接地端子。
- 5.1.56 保護接地線端子—為確保安全而聯結設備外殼導電零件的端子，此端子將接至外部保護接地線（保護接地線）。
- 5.1.57 保護接地系統—接地（及聯結）系統，將設備上的可接觸導電零件接至電源的接地端。保護接地系統包括聯結的構件、聯結跳線、設備上的保護接地線端子，以及設備電源接入線的保護接地線。

- 5.1.58 線槽 (raceway)– 金屬或非金屬材質的封閉通道，設計用來包覆電線、電纜或匯流排。
- 5.1.59 可隨時接觸–無需攀爬、去除障礙物或使用可攜式階梯、椅子等工具便可直接快速取得以進行操作或檢驗。
- 5.1.60 強化隔離–可提供與雙重隔離具相同防觸電效果的單層隔離。
- 5.1.61 風險–預期事故將導致的損失，以嚴重性和機率表示。
- 5.1.62 安全關機條件–所有危險能源及危險生產材料皆已移除或受到控制，且不會再引起其他危險的狀態。
- 5.1.63 安全電路–讓設備更加安全的電路。聯鎖、EMO 電路以及其他保護電路皆屬於安全電路。
- 5.1.64 維修–使失效設備回復正常運作的非計畫性活動。請參閱保養。
- 5.1.65 嚴重性–由特定危險造成事故的最壞損失程度（損壞、受傷或釋放）。
- 5.1.66 額定短路電流–設備製造商預期設備電源電路將連接的最大可用電流。
註 12：電氣系統的額定短路電流通常是根據系統內零組件的額定短路電流分析而定。
請參閱 UL 508A 瞭解判定額定短路電流的方法。
- 5.1.67 輔助隔離–搭配基本隔離使用，以確保在基本隔離失效時能防止觸電。
- 5.1.68 測試–用來驗證與記錄是否符合指定標準所進行的測量或觀察。
- 5.1.69 工具–協助人員執行機器功能的外部裝置。
- 5.1.70 電氣工作類型–依人員執行任務時所接觸的電能等級決定。須在系統上執行的電氣工作可分為以下四種類型：
 - 5.1.70.1 類型 1 – 設備完全沒有通電。
 - 5.1.70.2 類型 2 – 設備通電。經覆蓋或隔離後，通電的電路無任何外露零件。
註 13：類型 2 的工作包括使用探測器穿過護蓋或絕緣體上的開口來測量通電電路。
 - 5.1.70.3 類型 3 – 設備通電。通電的電路外露，且可能與未隔離但已通電的零件接觸。電壓暴露值不超過 30V RMS、42.4V 峰值、60DCV，且在乾燥場所內不超過 240Vamp。
 - 5.1.70.4 類型 4 – 設備通電。已通電的電路外露，且可能與未隔離但已通電的零件接觸。電壓暴露值超過 30V RMS、42.4V 峰值、60DCV，且在乾燥場所內超過 240Vamp，或是誘發或接觸到的無線電頻率電流超過 SEMI S2 的限制。
- 5.1.71 電線導軌–將電線或電纜固定在限制路徑內的機械方法。

6. 其他符合方法

- 6.1 本文件之標準係根據彼此相容的基本電氣安全考量項目而制訂，但不代表本文件為半導體製造設備用來展示符合電氣安全的唯一方法。
- 6.2 符合其他國內或國際電氣產品安全標準需求亦代表可符合本文件內容之標準。

7 設計原理

註 14：本節可為工程師提供一般設計基準，具體的設計考量將於第 8-22 節中說明。

- 7.1 本文件應使用於半導體製造設備的電氣設計、建構與評估階段。本安全基準的用意在於提供電氣設計之基準，以協助設計工程師與評估人員增進設備的電氣安全。

- 7.2 瞭解一般安全基準的工程師較有可能設計出安全的設備。本節內容並非本安全基準內具體工程考量的替代標準，但可幫助設計人員瞭解基本安全基準。
- 7.3 觸電的發生是由於電流穿過人體，1 毫安培的電流便能使健康人體產生反應，且可能因非自主反應而導致間接事故。高電流具有較高的嚴重性風險。
- 7.4 設備在設計上應保護人員免受合理可預期之單一故障所造成的觸電或電弧閃光 / 爆炸之危險。
- 7.5 應保護維修及保養人員免因誤觸電氣而發生危險。
- 7.6 用電線連接的移動式設備會有較高的衝擊及過熱危險，因為電源線拉緊時會導致接頭、絕緣體及保護接地線受損。攜帶電線連接設備時，若將電線纏繞在身上，在設備掉落時可能會產生危險。
- 7.7 在高電流電源供應器或高電容電路的相位之間或相位至地面之間發生短路時，可能會產生電弧，或使融化的金屬彈出而造成燙傷。在此情況下，即使是低電壓的電路，也可能會造成危險。應利用足夠的間隔、護板或安全聯鎖來預防發生此類危險。
- 7.8 當超載、零組件失效、絕緣損壞、高電阻或連接鬆脫會導致溫度失控而造成危險時，可利用下列一種以上的方法來降低起火風險：
- a) 執行所有可避免高溫導致起火的步驟；
 - b) 控制可燃性物質的位置，避開可能的火源；
 - c) 可燃物的使用數量應有所限制；
 - d) 必要時應使用阻隔裝置，以免設備內部的火勢從起火點擴散，及 / 或
 - e) 設備的防火外殼應使用適當的材質。
- 註 15：亦可依據 SEMI S14 基準來降低火災風險。
- 註 16：有些具有減緩火災特性的零組件或材料可能會受特定法規限制或禁用。
- 7.9 設備在設計上應要預防因過高或過低零件溫度所導致的傷害，並確保設備機械性穩定且結構完善；應避免操作員接觸尖銳邊緣與尖銳點，並提供足夠的保護措施或安全聯鎖來預防危險的活動式零件。
- 7.10 應慎選並配置設備建構中使用的材料，藉以發揮其可靠性，而不致產生能源危險、引發觸電或直接造成嚴重的火災危險。
- 註 17：某些電氣零組件，如繼電器、電解電容器、電池、焊料、陰極光管、經處理的底盤、日光燈與接頭中的材質，均可能受特定法規限制或禁用。

8 一般考量

- 8.1 設備整體安全評估應納入有關電氣設計、建構及設備操作之風險的考量。此評估應包括故障分析，且包括但不限於觸電、火災以及零組件、子系統和系統失效的考量。
- 8.2 下列故障類型亦應納入考量：
- a) 設備電路的故障與失效，以及
 - b) 與操作員、保養與維修活動相關的可能人為失誤。
- 註 18：上述類型並非完整的故障類型清單。

8.3 解決已辨識的危險並符合設備安全考量的優先順序應如下所示：

- a) 透過設計解除危險；
- b) 搭配使用安全裝置；
- c) 提供危險警告或警告訊號，以及
- d) 發展行政程序及訓練（行政程序可包含使用個人保護設備）。

8.3.1 上述措施亦可混和使用。

註 19：請參閱 SEMI S2 瞭解詳細資訊。

8.4 電氣零組件

8.4.1 當零組件與總成件失效，而導致觸電、火災或人員受傷的風險提高至無法接受的程度時，這些零組件與總成件應取得合格的測試實驗室認證，並依照製造商規範與認證條件或其他相關零組件的標準來使用。此需求適用於處理危險電壓或危險電力的零組件，或是使用在安全電路上的零組件。

註 20：請參閱 SEMI S2 有關可接受風險的詳細資訊。

8.4.2 零組件應依照第 11 節之規定備有過電流保護。

8.4.3 可行時，零組件應依認證條件及製造商的指示牢固裝載。

8.5 電源供應

8.5.1 設備的設計應可在連接指定電源供應器時安全地操作。

8.5.2 設備電源供應器中斷供電不可導致增加火災、觸電或其他危險情況發生的機率。

8.6 不斷電系統（UPS）—本小節適用於輸出大於 30 平均根伏特、42.4 尖峰伏特、60 直流伏特或 240 伏特安培（VA）的 UPS。當設備附有 UPS 時，製造商隨附的文件應清楚說明 UPS 的擺放位置與接線方法，且涵蓋安裝與保養說明。

8.6.1 當發生下列任一情況時，UPS 應停止供電：

- a) 按下緊急停止致動器（EMO 按鈕），或
- b) 啟動設備的主斷電裝置。

例外：啟動緊急停止（EMO）時，UPS 可能會持續供電給 EMO 電路、安全相關裝置、以及資料 / 警報紀錄電腦系統，如第 13.3.3 節的例外條文所述。

8.6.2 UPS 除可設置在其本身的電氣箱內外，亦可設置在設備的安裝區域內。此電氣箱可能是 UPS 本身所提供，且可能為 UPS 認證中的一部分。UPS 電路可能是由設施的電源供電，而非 UPS 供電的設備，在此情況下，應納入第 9 節中設施主斷電裝置的所有考量，以含括供電給 UPS 電路的電源。

8.6.3 UPS 應取得合格測試實驗室認證。

8.6.4 UPS 電線與端子應標明「UPS 電力輸出」，或是在 UPS 電線可能被拔除的每個接點上標示類似標語。

8.7 操作環境—電氣設備應可適應原本預定使用的環境。

8.8 電磁相容性（EMC）—在終端使用環境中可預期之電磁干擾所引發的系統故障不應導致無法接受的風險。產品符合 SEMI E33 或是 EMC 指令（89/336/EEC）便可視為符合此標準的規定。

8.9 污染物

8.9.1 電氣設備應有足夠的保護可防止固體與液體進入設備中，否則可能會因單點失效或合理可預期的操作失誤而增加觸電或起火的機率。



8.9.2 電氣絕緣應受到保護，以避免在化學環境中退化，或是應要有能力可抵擋置於化學環境中所會遭受的損壞。

- 8.10 離子化與非離子化輻射－人員應受到足夠的保護，以免遭受離子化與非離子化輻射相關的危險。符合 SEMI S2 的離子化與非離子化輻射章節之規定便可驗證為符合標準。
- 8.11 震動、衝擊與碰撞－應提供保護，防止在設備操作產生震動、衝擊與碰撞時可能產生的不安全後果，或是防止半導體製造、測試與組裝環境中存在的類似干擾。
- 註 21：請參閱 SEMI S2 的地震章節瞭解更多資訊。
- 8.12 運送與存放－運送所需的包裝應可防止濕氣、震動與衝擊造成的損壞，以免影響設備的安全性。
- 例外：在運送與存放時檢查可能受到衝撞的系統安全相關方面，可採用安裝考量來取代上述 8.12 節的包裝規範。
- 8.13 搬運規定－若在維修或保養時移動或起重子系統可能會造成傷害，即應在系統手冊內詳加規定並紀錄。請參閱 SEMI S8 的詳細說明。
- 8.14 上鎖（電能隔離）－設備的設計上應具有可上鎖式能源隔離裝置，以在執行維修與保養任務時提供安全性。當可預期為必須或是有利於執行可個別操作的設備零件工作時，應在每個零件上提供個別的可上鎖式能源隔離裝置。
- 8.15 安全保護暫停－當安全保護措施有可能暫停時，應使用一般能源隔離、現場能源隔離或是安全工作程序。保養手冊中應具備這些程序的說明。

9 設施電氣連接

9.1 輸入端電源導線

- 9.1.1 設備在設計上應可讓公用設施輸送電力至端接在主斷電裝置上的單一饋電點，此主斷電裝置在開路時應能中斷該裝置負載端輸入設備的電力。

例外 1：若設備有一個以上的饋電點，每個饋電點都應配置能源隔離（上鎖）裝置，並在每個主斷電裝置上標示以下警語或類似警語：「警告：有觸電或燙傷危險！維修前務必關閉所有[饋電裝置的數量]電源。」

例外 2：若多個單元分別獨立安裝，彼此間無共同的危險且沒有以危險電壓、能級或其他潛在危險條件互連的電路，則得分別使用獨立的電源和獨立的電源電路主斷電裝置。若上述各項獨立配置皆有清楚標示，亦可分別使用獨立的 EMO 電路。

註 22：若進行特定的保養或維修任務時無法使全系統上鎖，則應執行第 8.15 節的基準。

- 9.1.2 現場安裝的電源接頭應直接連接到主斷電裝置，中間不經過任何端子板或其他裝置。

例外：若電線插頭本身就是主斷電裝置，則不適用此規定。然而，若電線插頭不是主斷電裝置，現場安裝的電源接頭即應直接連接到主斷電裝置，中間不經過任何端子板或其他裝置。

- 9.1.3 若端子在主斷電裝置位於「關閉」隔離位置時會產生危險電壓，此端子應標示適當的危險警告標籤。此標籤應貼於端子旁邊的電氣箱內。

- 9.1.4 電源的過電流保護應有足夠的額定，以保護雖連接電源電路但沒有足夠過電流保護的零組件。

- 9.1.5 設備上應具備主要過電流保護裝置。對於 240VAC 或以下的額定電路，此裝置至少應具有 10,000 rms 對稱式安培遮斷容量（AIC）；對於 240VAC 以上的額定電路，此裝置則至少應具有 14,000 rms 對稱式安培遮斷容量（AIC）。

例外 1：對於額定值不超過 2.4kVA 的電線連接單電相設備，其過電流保護裝置的額定

遮斷容量可能至少為 5000 rms AIC。當使用這種過電流保護裝置時，安裝手冊內應註明設備僅提供較低的 AIC 保護，以便使用者瞭解。

例外 2：若設備子系統（如微環境通風）額定值不超過 2.4kVA，其過電流保護裝置的額定遮斷容量可能至少為 5000 rms AIC。

9.1.6 辨識公用設施的連接

9.1.6.1 使用中性線時，應在設備示意圖上清楚標示，且公用設施的電源連接應標示「N」或「中性」標籤。

例外：若電線不架設在現場，電線連接的設備則無需為此標示。

9.1.6.2 在每個電源輸入點上，應以接地符號標示保護接地線的端子（請參閱 IEC 60417 內的符號 5019）。除了接地符號外，亦應使用其他適當的標示符號（如「PE」、「GND」）。

9.1.6.3 應提供安裝說明書，以便正確辨識與安裝三相系統中的每一相位，以免不正確的相位連接造成意外旋轉或失序等危險。

9.1.6.4 在設備示意圖中應清楚標示三相 AC 電路中每一未接地的相位導線，且公用設施的電源輸入點應在輸入端子旁使用下列一組符號來標示：

- a) 「L1」、「L2」、「L3」；
- b) 「R」、「S」、「T」，或
- c) 「A」、「B」、「C」。

9.2 設備保護接地連接

9.2.1 保護接地線應與電源輸入導線一同接入設備。

9.2.2 保護接地線應為銅金屬。

9.2.3 保護接地線的大小應依據附錄 1 的表格來決定。請參閱附錄 1 表 A1-1 至表 A1-5 的保護接地線尺寸。

9.2.4 保護接地線端子應專門用來將保護接地線連接到設備的保護線和聯結系統。

9.2.5 保護接地線與保護接地線端子之間的連接亦需符合本安全基準內的保護聯結標準（請參閱第 12 節）。

9.2.6 保護接地線不可當成電力輸送電路的載流導線。可允許保護接地線負載來自於 EMC 電容濾波器的電流。保護接地線也可負載感應式及電容式意外耦合產生的電流。

9.2.7 不應連接電源端未帶電導線與保護接地線或電氣設備內的保護接地系統。

9.3 主斷電裝置

9.3.1 主要能源隔離裝置（設備的主斷電裝置）應設置在可隨時操作的位置，且只能在斷電狀態下才可上鎖。

9.3.2 若設備具有多個電源輸入饋電點，所有主斷電裝置應集中設置在同一個區域，或是在每個電源電路主斷電裝置的位置上標示所有其他電源電路主斷電裝置的數量。

註 23：建議將主斷電裝置集中安裝在同一區域。

9.3.3 應依照以下其中一項規定，將電源導線接至主斷電裝置：

- a) 接點應設置在設備上或其附近的一個獨立的主斷電裝置電氣箱內。設備內主斷電裝置電源側的零件若在主斷電裝置關閉時依舊通電，即應加以保護（防止手指碰觸），以避免維修人員意外接觸；或是

- b) 接點應設置在靠近頂端的主電氣箱內，並有足夠的彎曲空間用來佈設電源導線，且在電源端子上方不裝設任何設備。設備內主斷電裝置電源側的零件若在主斷電裝置關閉時依舊通電，即應加以保護（防止手指碰觸），以避免維修人員意外接觸；或是
- c) 接點應設置在主電氣箱內，且有其他設備裝設在電源端子上方。設備內主斷電裝置電源側的零件若在主斷電裝置關閉時依舊通電，即應加以保護（防止手指碰觸），以免維修人員意外接觸，或是避免工具由上方掉落而接觸。開口處應無法讓 1mm (0.04 吋) 的木棍穿入而與通電的零件接觸。

例外：總耗電量為 1492 瓦 (2HP) 或以下的機器可利用軟線、電纜或導管連接裝設在遠端的主斷電裝置，以方便機器操作員可在距離工作站 6 公尺 (20 呎) 範圍內看到並能隨時操作主斷電裝置。

9.3.4 應依照附錄 1 表 A1-1 至表 A1-5 之規定提供電線彎曲空間給主斷電裝置的公用設施電源導線。

例外：滿足 NFPA 70 電線彎曲空間需求的設備可視為符合此標準。

9.3.5 當主斷電裝置位於關閉位置時，應符合下列標準：

- a) 電源電路所有未接地的導線應立即斷電。
- b) 接地的導線（中性或接地）不應斷電。

例外：若接地的導線（中性）在設計上和未接地的導線同時斷電，將會在主斷電裝置位於關閉時一併斷電。

註 24：有些法律規定接地（中性）導線也必須斷電。

9.3.6 主斷電裝置最少需有兩個標記的位置「關閉」（隔離）與「開啟」。這些位置應清楚標示 IEC 60417 符號 5008 的「Off」標記以及 IEC 60417 符號 5007「On」標記。

9.3.7 設備主斷電裝置的致動器應可隨時操作，其距離不得超出立面 2 公尺（由把手中央開始測量）。

9.3.8 公用設施電源輸入端的每個主斷電裝置應為機械或電氣聯鎖式或此兩種組合，並具有斷電電氣箱門。

例外 1：在維修電氣箱內的照明電路時，才需要主斷電裝置不與電氣箱門一同聯鎖。若在電氣箱門打開時主斷電電氣箱內的外暴零件可能通電，則應貼上危險警告標籤。

例外 2：使用插頭作為主斷電裝置時。

例外 3：若在遠端裝設主斷電裝置，即應以工具開啟設備的電氣箱門，並在電氣箱上貼示危險警告標籤，警告人員內有危險電壓，並提醒在開啟前應隔離電源。

例外 4：第 9.3.8 節內的考量不適用於額定小於 5kVA 的設備，因為本文件已規定此種設備須使用其他防止觸電的保護措施。

9.3.9 主斷電裝置（上鎖）的把手在電氣箱開啟時不可從主斷電裝置上脫落。

9.3.10 在主斷電裝置與相關電氣箱門之間應具有聯鎖機制，以預防下列兩種情況：

- a) 電氣箱門開啟，主斷電裝置卻關閉。但聯鎖斷電能力被其他指定的行動所覆蓋則不在此限（參閱第 13 節），
- b) 電氣箱門完全關閉後主斷電裝置才關閉。

註 25：相較於電氣式聯鎖，以使用機械式聯鎖為佳。

9.4 使用電線與插頭連接作為設施連接

9.4.1 當電線與插頭連接預定用來當作主斷電裝置時，此連接應可獨立由工作人員控制或是應具有可上鎖的方法。請參閱第 16 節有關導線與電纜的說明。

9.4.2 若電源線為系統隨附，電源線及安裝指示均應符合安裝地的現行法令，否則設備即應利用線槽進行硬接線（Hard Wiring）。

9.4.3 若採用硬接線，則不應使用電線與插頭來作為主斷電裝置。

9.4.4 若使用電線與插頭作為主斷電裝置，則設備應具有開關控制器。

註 26：建議在下列情況下使用電線與接頭連接公用設施：

- a) 設備採用隨附插頭並由電源插座供電，以期連接移動式設備，方便進行經常性的替換；
- b) 設備採用扣緊裝置與機械連接，方便在保養維修時拆卸。

註 27：第 16.3.1 節列有限制材質之規定。

10 預防觸電

10.1 概述－電氣設備應提供保護，預防人員在正常操作情況與任何合理可預期的單一故障情況下遭到觸電危險。

10.2 預防正常操作時觸電

10.2.1 當使用接地線或非導線密封來控制人員接觸危險電壓時，該密封應符合下列任一條件：

- 1) 需要工具來開啟且貼有標籤，以防止人員遭受危險；或是
- 2) 具有安全聯鎖。

10.2.1.1 請參閱「關節指探測器穿入測試」及 IEC61010-1 附錄 B 的測試指說明。

註 28：亦可參閱 IEC 60529 「外殼提供的保護等級」。

10.2.2 未絕緣但已通電的零件與導線密封之間的間隔距離應符合附錄 1 表 A1-12 與 A1-13 之規定，或是依照第 22 節內容進行介電測試，以確定此間隔距離是否足夠。

10.2.3 藉由絕緣保護的通電零件應完全包覆在僅能用破壞式方法才能移除的絕緣體內。這種絕緣體應能承受在正常操作條件下可能遭受的機械、化學、電氣和溫度壓力。

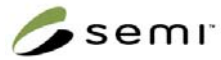
10.2.4 預防故障條件導致的觸電危險－可利用下列一個以上的措施來預防危險接觸電壓的發生：

- 1) 可使用雙重或強化隔離，以預防在電路通電零件的基本隔離失效情形下導致接觸電壓與外露的導電性零件接觸；
- 2) 可使用電氣區隔（裕度或爬電），以預防在電路通電零件的基本隔離失效情形下導致接觸電壓與外露的導電性零件接觸；
- c) 在接地故障導致絕緣失效而影響電路的情形下，可自動中斷電路電源以預防接觸危險電壓。

註 29：請參閱 GFCI 的定義。

10.3 保養與維修人員可能受到危險的暴露情況

10.3.1 通電的電氣工作－設備在設計上應降低設備通電時需要校正、修改、修理、測試、調整或維修的機會，且在零組件靠近外露的危險通電電路時，應降低需在該零組件上進行的工作機會。設備的設計應儘量將任務由類別 4 調整為類別 1、2 或 3。除了排除故障外，保養手冊內亦應具有針對常態性類別 4 任務的書面指示。保養手冊中應涵蓋針對排除



故障（包含類別 4）工作的一般安全程序（如適當 PPE 與護欄）。

- 10.3.2 維修人員的保護－維修人員不應暴露於可能接觸到危險電壓或危險能源等級的情況。可採用安全端子，或在外露端子外使用額外的護欄以符合此規定。
- 10.3.3 手動調整－需要手動調整的設備在設計上應可讓調整工作不造成人員接觸到電氣或機械性危險。
- 10.3.4 檢修門－應為保養與維修設備的進出提供保養與維修檢修門。
- 10.3.5 內部護欄－在下列情況下，應提供非導電性或已接地的導電護欄，或是類似的保護措施：
- a) 需穿越、穿過下方，或穿過附近危險或接近危險處；
 - b) 掉落物件會造成短路或電弧；
 - c) 設備內任何零件的液體承載處破裂會導致液體侵入電氣零件；
 - d) 保養或維修任務可能造成意外接觸未隔離的通電零件，而此零件符合下列任一條件：
電壓大於 30V rms、42.4V 峰值或 60DCV，或是乾燥環境下大於 240Vamps。
- 註 30：建議使用可拆除式的非導電性與防火性護蓋。
- 10.3.6 測試點－當具有測試點時，測試點須符合下列條件：
- a) 位於不造成檢修門阻礙的位置；
 - b) 具有標記或文件紀錄中有標示；
 - c) 可防止意外接觸，以及
 - d) 提供足夠的空間讓測試探測器進入。
- 10.3.7 隔離電力系統－本小節僅適用於以危險電壓運轉的 50 至 60 Hz AC 應用。
- 註 31：使用隔離電力系統的常見用意在於藉由不將輸出電路導線接地來減少電氣干擾的來源。
- 註 32：自動變壓器無法提供電氣隔離。
- 10.3.7.1 在故障情況下若可接觸的導電性零組件可能會通電，則應完善地與保護接地線聯結。
例外：若製程技術規定導電性零件在不可接觸時為未接地狀態，但在可接觸時為接地狀態，則確保此導電性零件在可接觸時為接地狀態便可符合第 10.3.7.2 節的標準。
- 10.3.7.2 隔離電路應符合下列要求：
- a) 連接電路輸出端的變壓器或電源供應器以及任何零組件（裝置）應在隔離電路旁或外殼上清楚標示，以警告操作員與維修員未接地的狀態；
 - b) 應在輸出電路內安裝接地偵測燈、接地故障斷路器（GFCI）或電線隔離監控器，以表示隔離導線接地故障的狀態。此要求將可協助偵測隔離電力系統內是否接故障。
- 10.3.8 預防殘留電壓－儲存的電力能源應誘導到小於危險能源等級的程度。請參閱第 22 節的測試方法。
- 例外：可產生危險電力或危險電壓的電池不需要充電，但應具有可安全提供電力服務的規定並記載於系統文件中。

11 預防電氣火災的危險

- 11.1 設備設計上應具有保護措施，可預防在零組件失效或不正常操作條件下所致的任何合理可預期之單一故障的電氣火災危險。
- 11.2 安裝文件應提供選擇防止設施電源電流超載的保護裝置與設施電源導線之必要資訊。

11.3 所有導線應利用本節其他段落中選用的保護裝置類型來預防過電流，但保護接地線、保護線與接地的導線（例如中性線）除外。

例外：接地（中性）的導線可在安全與設計考量下由過電流保護裝置斷電，但未接地的導線也須同時斷電。

11.4 電路過電流保護裝置不應超出所有受保護導線的載流容量。

注意：新增新版的第 11.5 節已改變第 11 節中其他所有段落的編號，延時修訂版中第 1 節的新增附錄將於 2009 年 7 月出版。EHS 委員會已投票通過可在生效日前選擇性使用上述兩項內容。

11.5 未連接裝置的電路過電流保護不應超出裝置額定安培值的 125%。請參閱第 18 節的馬達保護。

11.6 不可用在未連接裝置上的電路應具有可承受 125%最大固定負載的過電流保護，或是具有下一個最大標準尺寸的過電流裝置。但若此電路可證實在故障情形下（如電力受限）不具有電氣起火危險，則不受此項規定限制。

11.7 所有電源插座、接頭及供電給這些插座的電路都應具有符合各自額定值的過電流保護。

11.8 現場照明電路－照明電路的過電流保護不應超過 15 安培。

11.9 變壓器

11.9.1 工作頻率為 50/60 Hz、初級額定值（Primary Rating）為 600VAC 或以下且無熱保護的變壓器，應依據表 A1-14 的適用範圍提供過電流保護。

11.9.2 工作頻率為 50/60 Hz、初級額定值為 600VAC 或以下、由製造商提供熱保護，且會在過載時中斷初級電流（Primary Current），應依據表 A1-14 或 A1-15 的規定加以保護。

註 33：若製造商未說明額定電流，可參考相關資料 1、2 的計算方法來確定此電流值。

11.10 過電流保護裝置

11.10.1 過電流裝置－應依據下列考量選擇及採用過電流保護裝置：

- a) 最大可用故障電流；
- b) 裝置的斷電能力等級；
- c) 額定電壓；
- d) 載電特性；
- e) 正常操作電流，以及
- f) 電路突波特性。

11.10.2 與保險絲相比，建議使用斷路器與電路保護器來作為過電流保護裝置，因其可重新設定。

11.10.3 保險絲座以及保險絲應使用可裝設在面板或零組件導軌上的設計類型。

註 34：一般俗稱的「Inline」保險絲並不符合此項標準。

11.10.4 面板裝設的保險絲座與保險絲應符合下列需求：

- a) 螺絲型保險絲座內的保險絲僅限在單相電路使用中性導線時才能當作過電流保護使用。

例外：增進安全設計時，可在多相式電路內使用低熔點保險絲。

- b) 若保養或維修人員的意外碰觸會導致觸電，應使用預防接觸式保險絲座；

- c) 拆除螺帽時，若保險絲座有外露的金屬零件（非防觸電型保險絲座），則線路導線



- 應連接到末端端子，而負載導線應連接到側面端子；
- d) 保險絲座不應在替換保險絲時發生電氣接頭鬆脫的情形。