

SEMI S12-0211

設備除污基準

本安全基準之技術業經全球環境、衛生與安全委員會核准。本版本係由全球稽核及審查小組委員會於 2010 年 12 月 21 日核准出版，並於 2011 年 2 月於 www.semiviews.org 及 www.semi.org 發行線上版本。本基準原始版本於 1998 年發行，2009 年 3 月再版。

NOTICE: This translation is a REFERENCE COPY ONLY. If differences should exist between the English version and a translation in any other language, the English version is the official and authoritative version.

注意：這個翻譯是一個參考版本。如果您在使用上，發現中文翻譯版本與英文原文版本產生任何差異或是不確定之處，請務必參考英文原文版本，並以英文原文版本為主，英文原文版本屬於正式和權威的版本。

1 目的

1.1 本文件係為針對暴露在危險物質環境中的製造設備建立除污基準，以利後續生產使用。預定用於後續生產使用的設備包括但不限於為再利用、轉售、維修、翻新或重新安置而提供之設備。

1.2 各製造現場皆應採用本基準，並適當考量當地、區域、國家及國際的規範和組織政策。

註：使用本安全基準時，建議找尋專業人士幫忙。

1.3 本安全基準係確保在製造設備運送移動前，雖受制於個別實務情況之限制，仍儘最大可能地執行除污作業。在許多情況下，必須破壞製造設備才能完整進行化學品除污，製造設備轉讓人(transferor)必須將所有殘存之潛在風險清楚告知受讓人 transferee)。

2 範圍

2.1 本基準適用於當設備暴露在危險或有毒物質環境中且可能危害健康或環境時，為轉讓設備或改變安裝位置所進行的準備工作。適用範圍包括但不限於運送前的關機、拆卸、移除、標示與包裝作業。

2.2 本基準說明除污文件化及相關殘餘危險通知的最低需求。

2.3 對於指定在相同位置重複提供相同服務項目的設備，其除污等級可依照個案情況，由現場環安衛(ESH)單位進行評估。

2.4 即使在個別情況下會遇到一些施行上的限制，但仍應依本基準確保運送前的除污作業能達到最佳程度。

注意：本安全基準並不在於滿足所有與此基準用途相關的安全議題，建立適當的安全衛生行為及決定法規優先限制的適用性是本基準使用者的責任。

3 限制

3.1 本安全基準並非針對製造設備「壽命終了(end-of-life)」階段之處置，提供工作指引。本安全基準限縮在製造設備或元件之除污。請參考 SEMI S16 製造設備之設計與最終處理。

3.2 安全基準不適用於有輻射物質或磁場之除污作業。

3.3 本安全基準並無意取代現用的國際、政府、地區或原製造商之規定。

4 參考文件

4.1 SEMI 基準

SEMI S2 — 半導體製造設備之環境、衛生及安全基準

SEMI S16 — 半導體製造設備之設計基準--減少壽命終了之環境衝擊

4.2 NFPA 標準

NFPA 70E — 工作場所電力安全。

注意：除非特別註明，所有文件皆為最新版本。

5 詞彙

5.1 縮寫字及縮略字

- 5.1.1 *CDA* — clean dry air 清淨乾空氣
- 5.1.2 *DIW* — deionized water 去離子水
- 5.1.3 *HAZCOM* — hazard communication 危害通識
- 5.1.4 *HEI* — hazardous energy isolation 危害能源隔離
- 5.1.5 *HEPA* — high efficiency particulate air 高效率空氣微粒過濾器
- 5.1.6 *ME* — manufacturing equipment 製造設備
- 5.1.7 *MSDS* — material safety data sheet 物質安全資料表
- 5.1.8 *PBI/FR* — polybenzimidazoles/flame resistant 聚苯并咪唑/耐火
- 5.1.9 *PM* — preventive maintenance 預防保養
- 5.1.10 *PPE* — personal protective equipment 個人防護具
- 5.1.11 *SCBA* — self contained breathing apparatus 自給式呼吸防護具

5.2 定義

- 5.2.1 評估 (assessment)：執行完成一個有效行動，獲得相關流程資訊的方法。
- 5.2.2 盲板裝置 (blanking device)：封住法蘭(flange)接觸面的裝置。
- 5.2.3 副產物(by-products)：從一個製程反應產生之化學品。
- 5.2.4 化學健康危害(chemical health hazard)：依據科學原理，有足夠的證據顯示，短期或長期接觸某種化學品，會對人體健康造成影響。健康危害包括：致癌、毒性或高度毒性物質、生殖毒性、刺激性、腐蝕性、過敏性、肝毒性、中樞神經毒性，或者會危害造血系統，損壞肺、皮膚、眼睛或黏膜等。
- 5.2.5 耗損(consumables)：製造設備元件經久使用，須定期更新。
- 5.2.6 受污染(contaminated)：與化學品接觸，包括油脂、油、氣體、水。
- 5.2.7 無效區域(dead zone)：製造設備或元件無法觸及的區域，會聚集污染物。
- 5.2.8 廢棄(decommission)：從正常運轉服務中移走製造設備。
- 5.2.9 除污(decontamination)：從人或設備去除或減少危害物質。
- 5.2.10 危害通識(HAZCOM)：在除污作業之前，製造設備或元件的化學品對員工、除污人員、設備擁有者等有可能造成對環境或安全的潛在危害之溝通。
- 5.2.11 危害物質(hazardous material)：現行國際、國內、地區或當地法律或規範明定或認定為會危害人體健康或環境的任何化學藥劑、物質或化合物。
- 5.2.12 維護(maintenance)：為了使設備維持在良好工作情況下之計畫性或非計畫性之活動。
- 5.2.13 製造設備(manufacturing equipment)：用於製造、量測、組裝、或測試之設備。包括製程基板(如：矽晶圓、光罩)，設備元件，以及輔助周邊設備(如：化學控制器、化學輸送系統、真空幫浦)，製造設備亦包括其他項目(如：管線、通風管、廢水處理系統、氣體閥箱、過濾器、加熱器)，但不包括某些項目，而此項目是屬於廠務設施元件，而能同時支援一個以上之製造設備。
- 5.2.14 擁有者(owner)：對系統或設備擁有最高的支配權或法定權力。

5.2.15 P 形彎管(p-trap): 一種機械式排水連接器，用於避免空氣流通。

5.2.16 環狀測試(ring test): 將一環狀物放入氣體或化學供應管路中，追蹤整條管路，包括從管路開始的聯接端一直到與製造設備相連的另一端點。

5.2.17 供應商(supplier): 直接與使用者溝通，並提供設備。可能是製造商或分銷商或代理商。

5.2.18 維修(service): 非預期的活動，將失效的設備恢復至正常狀況。

5.2.19 轉讓人(transferor): 對製造設備擁有監管權者。

5.2.20 受讓人(transferee): 接收製造設備的監管權者。

5.2.21 使用者(user): 組織或人員為特定目的去操作系統或設備。

5.3 符號

5.3.1 ¶ — 用於表示文件某一段落，例如: ¶8.5.1 只包括本段落之符號、本文、例外以及符號列表格式(bulleted list)，但不包括下一段落之內容。例如: ¶8.5.1 不涵蓋¶8.5.1.1、8.5.1.2 或 8.5.1.2.1。¶¶則表示超過一個段落之符號。

5.3.2 § — 用於表示文件某一項(section)或某一款(subsection)，§包括所有項或款之內容，亦包括所有下屬(subordinate)之符號、本文、例外以及符號列表格式(bulleted list)，例如: § 8.5 包括§8.5，8.5.1，8.5.1.1，8.5.1.2，8.5.1.2.1 以及 8.5.3。

6 責任

6.1 製造設備或元件供應商應該基於使用者的角度，制定產品除污程序書。

6.2 使用者應依據製造設備所使用之化學物質制定其所適用之專屬程序書。

6.3 製造設備轉讓人有責任準備具有合格證的製造設備。(參考§ 11)

6.4 製造設備轉讓人有責任執行製造設備的危害評估分析。(參考§ 8.4 及§8.5)

6.5 製造設備轉讓人有責任在執行將製造設備移除或移位時，盡量減少危害發生。

6.6 製造設備轉讓人有責任確保依地方、地區、國內與國際規範或標準，安全地搬運並妥善處理設備除污時所產生的殘留物、廢棄物及零件／設備廢料。

6.7 製造設備轉讓人與購買人應盡最大努力訓練員工、承攬商、以及利害相關者，以了解製造設備移轉過程中所可能造成人員受傷之危害以及對環境污染之風險。

7 訓練與資格條件

7.1 評估與除污程序應僅由受過完整訓練且穿戴防護裝備的人員執行。製造設備業主應確認評估者與除污作業之資格。

7.2 在除污作業之前，所有為確保符合本基準而制定的程序皆應通過製造設備轉讓人之核准。

7.3 評估與除污程序應包括人員的防護裝備需求。

8 除污規劃

8.1 一般標準

8.1.1 應遵循所有安全與健康程序，包含危害能量控制程序。

8.1.2 設備應在搬移前進行除污。除污時應注意潛在之滲漏源、洩漏、氣體逸散或危害物質釋放，可利用適當的障蔽、遮蓋、圍堵裝置進行排除或淨化，並將製造設備放置於暫時儲存區或替代的除污區或緊密的鄰近區域。

8.1.3 化學品供應源應在中斷與製造設備的連結前確保相關安全，於清洗步驟前進行覆蓋。所有化學品與氣

體供應線路可在中斷前利用環形測試了解供應管路何處連接製造設備或廠務端。線路的供應端與製造設備端應使用套蓋或其他類似作用的器具覆蓋。從廠務至製造設備的所有化學品線路必須非常小心處理且視為危害，直到確定安全才進行作業。

注釋 3：環形測試可辨識自氣體與化學品供應線路至設備或其他方向的連結點，確保供應源在中斷或切斷線路前已安全。

8.1.4 所有製造設備的液體與氣體線路，包含液體儲存槽應適當的清除與排出，利用套蓋、塞子或類似的裝置，防止腐蝕與製程污染。不能移動的封閉式系統例如冷藏則是例外。視需要，應請具備執照的技術人員進行冷藏系統的排水。殘留於製程設備的量應紀錄於除污證明。

8.1.5 當知道製造設備之使用目的時，使用之除污程序即不應對於再次使用製造設備時有不良反應。

8.1.6 製程設備在除污時應利用排氣通風或是輪流的排氣供應，控制空氣污染物的暴露與散佈。對於任何使用的或是可能留在製程設備、零件、系統或次要氣體線路系統的易燃性、反應性、腐蝕性、有毒氣體或氣體混合物應實施安全控制，以保護員工遠離閃燃、氣體燃燒或釋放於工作區域的腐蝕與有毒氣體。這些安全步驟包括：

1. 除污時將換氣裝置設置於廠務排氣系統以捕捉因閥門與製程設備開啟或拆卸而釋放的易燃性/反應性/腐蝕性/毒性氣體。
2. 在釋放區域的管制地點，於製程設備、零件、系統或次要系統設置圍堵裝置。
3. 穿戴個人防護器具，包括空氣呼吸器、防火或抗腐蝕的工作服、頭罩與手套。

8.1.7 當製程設備零件(例如：離子植入機、光阻塗佈機/顯影液、金屬沉積腔之零件)於製程設備轉讓前，在既定的清洗行程、正常維修、服務或翻新而從製程設備移除時應清洗。當零件在現場或是在廠商進行額外的清洗時，應雙重包裹或裝袋，並貼上標籤，此標籤應詳細載明有疑慮的化學品類型。

8.1.8 製程設備零件(濾網、O 環和油封閉)常規性地移除與更換，這些零件需於製程設備轉讓前以清潔的零件或適當的空白裝置移除與更換。如果任何零件移除後並未更換，則應將此情形註記於提供予受讓人的文件中。如果受污染的消耗性零件已移除，應確保其於適當的危害廢棄物處理系統中處置。

8.1.9 除污因為死角或材質的物理特性而無法完全達到零件系統內或製程設備的除污。有死角的製程設備需有額外的淨化循環或拆解至可進行除污的方式進行適當清洗。若無法達成完整的除污，需參考§11 之概述。

8.1.10 中斷製程設備的連線或移除零件時，對於危害物質的暴露應進行監控。監控技術可考慮使用毒性或易燃氣體偵測系統、工業衛生採樣、擦拭採樣與 pH 量測方式。

8.1.11 製程設備轉讓前，轉讓人需確保任何可能的危害已明確的被鑑別。

8.1.12 受讓人在接收轉讓的受污染製程設備前，應取得列入§11 所有文件化與證書的相關資料後簽收。

8.1.13 在一些案例中，因為各種原因(如：損壞的製程設備(幫浦)或需要進行失效測試)使得製程設備無法達成完全除污。無法完全除污的設備在運送上可被分類為危害物質。此類製程設備之轉讓與運送，應遵守所有適用的當地、省份、國內與國外的法規與組織政策。

8.1.14 表一依據製程設備之配置所規劃，用來作為除污前基本評定與其他項目之快速導覽。此表只能作為評估的一種方法，視需要可增加額外的研究與調查。製程設備或零件的轉讓人應於轉讓前驗證製造設備商是可聯繫的，且除污程序是可行的。

表一 製造設備依配置應執行之程序

	製造設備之配置				
	在工廠內搬移	從工廠搬移到另一個相同地點的工廠	搬移到另一個地點	倉庫	壽命終了之廢棄
依環保安全衛生與污染評估，決定除污標準	✓	✓	✓	✓	✓
所有壽命終了之廢棄可參考 SEMI S16 (見本文件¶3.1)					✓
文件化	✓	✓	✓	✓	
製程設備負責人員與承包商之溝通	✓				
包覆以減低殘留物質之洩漏	✓	✓	✓	✓	
工廠負責人員、製造設備負責人員與承包商之溝通		✓			
依據§9 進行除污			✓	✓	
運送製程設備依據當地/區域法規之要求執行			✓	✓	✓
接收製程設備的組織在製程設備出貨前進行溝通與文件審查			✓	✓	

8.1.15 表二環保安全衛生評估，列出四個評估環保安全衛生方面的項目。此表作為快速導覽之用途，並無包含所有除污前的評估活動。

表二 環保安全衛生評估

環保安全衛生評估	
危害與污染評估	化學品使用之歷史紀錄(包含過程、副資材(如：熱交換液)、化學品 危害溝通(HAZCOM) 電力 危害能量隔離 化學品暴露 輻射 磁場 對於其他來源的外部污染物或溢出物之採樣與分析
個人防護設備	衣服 呼吸器 手 頭 眼 臉 腳 跌落防護
工廠與設施需求	與工廠負責相關人員溝通

環保安全衛生評估	
	電力 潔淨乾燥空氣槍(Clean Dry Air, CDA) 氣體與化學品傳輸系統 設備(製程設備)排氣 通風與排氣 真空系統 冷卻水與去離子水(DIW)系統
廢棄物	確定廢棄物系統負責人員 控制(處理、儲存、包裝)廢棄物 管制與未被管制 有害與非有害

8.1.16 在運作中的無塵室直接進行除污，比在晶圓廠關閉時還需要更嚴格的潔淨協議。所有支持的設備應符合製程設備負責人員的無塵室協議，且其活動不應污染其他製程。

8.2 以下項目應在除污前確認：

8.2.1 沖身洗眼器的地點

8.2.2 如存在其他潛在的暴露，應於此類區域設置路障

8.2.3 對於製程設備或零件所暴露的化學品其物質安全資料表應熟悉且可用

8.2.4 管道中可能含有化學品的地方(如：P 型彎管與死角)

8.2.5 能量來源的隔離

8.3 文件化

8.3.1 製程設備維修與操作手冊，其他供應商和使用者的文件應包含下列項目，在建立除污程序前應將以下危害的處理列入考量。

8.3.1.1 製程設備、部品或零件的環保安全衛生危害

8.3.1.2 危害溝通與訓練紀錄

8.3.1.3 危害能量控制-參考 SEMI S2 危害能量隔離

8.3.1.4 電力安全工作實務-參考 NFPA 70E

8.3.1.5 輻射-參考 SEMI S2 離子輻射

8.3.1.6 火災安全危害

8.3.1.7 廢棄物的處理-參考 SEMI S2 環境考量與廢棄物處理程序，進行製程設備危害的處理。在除污前，負責廢棄物處理、相關文件簽署等單位應確定。

8.3.2 除污過程的職業暴露監控應文件化。

8.4 危害與污染評估

8.4.1 所有設備都應在轉讓前進行評估。首先應考量設備的使用歷史、目視檢查與製程設備在製程中暴露於危害氣體與化學物質的設備表面採樣結果。若初步評估顯示設備在使用壽命期間可能接觸過危險物質，則須進行後續的評估（參閱圖 1 的流程圖）。

8.4.2 進行除污作業前，應評估設備是否有異常或無法發揮功能之情形，以免影響評估與除污作業的效果。

註 4：設備表面上可見的殘留物可能含有危險物質，包括液體、粉塵、碎片或薄膜。除非已經由相關測試、分析或評估加以判定並記錄，否則所有含有危險物質的可見跡象皆應視為具危險性。本基準建議，所有曾暴露於危險物質環境中的設備皆應進行擦拭採樣與化學測試，以驗證是否存在可能造成身體與健康危險的物質。依據不同製程設備與製程有其對應的採樣方法與步驟，建議在任何測試與採樣前，可參考製程設備製造商建議的步驟，接受專業諮詢。

8.4.3 若第 8 節的評估結果顯示設備需在運送前除污，請參閱本文件的第 9 節。若結果顯示設備需要除污但不會或無法在運送前除污，則請參閱第 11 節。若結果顯示設備無需在運送前除污，即表示設備目前不適用本文件的基準。

8.5 評估項目

8.5.1 化學品使用-所有目前或是任何時期使用在製程設備與輔助設備(幫浦、冷卻系統等)的化學品，皆應於製程設備與部件除污前完成鑑別。此外，應取得化學品製造商的物質安全資料表，並由涉及製程設備與部件除污的相關部門審閱。

8.5.2 危害溝通-在除污前，對於任何會或可能出現的化學品環境安全危害，應與所有潛在受影響的員工、除污人員與製程設備負責人員溝通。

8.5.3 電力-應鑑別出製程設備與部件的電能類型與地點，於除污前提供予所有潛在受影響的員工、除污人員與製程設備負責人員。

8.5.4 危害能量隔離-除污前，對於任何除污的製程設備與部件其危害能量隔離步驟(如：電力、氣動、磁性、輻射、真空、線路的液體能量來源、電線、幫浦、其他副資材)，應提供予操作危害能量隔離的人員、除污人員與製程設備負責人員。

8.5.5 化學品-除污前應建立程序以減少或降低員工、除污人員、製程設備負責人員暴露於製程設備與部品其周圍的化學品。可藉由縝密的計畫、研究與接觸到化學品的人員穿戴適當防護衣與防護設備來達成。

8.5.6 輻射物質-應由設備商或製程設備負責人員在除污前建立相關程序，以減少或降低員工、除污人員、製程設備負責人員暴露於製程設備與部品其周圍的輻射物質。可藉由縝密的計畫、研究與接觸到輻射物質的人員穿戴適當防護衣與防護設備來達成。

8.5.7 磁場-應由設備商或製程設備負責人員在除污前建立相關程序，以減少或降低員工、除污人員、製程設備負責人員暴露於製程設備與部品其周圍超過 SEMI S2 所規定上限值的磁場。可藉由縝密的計畫、研究與接觸到磁場的人員穿戴適當防護衣、遮蔽與防護設備來達成。

8.5.8 其他來源的外部污染物或溢出物之採樣與分析-除污前，應鑑別所有其他來源的化學品或過去曾經出現在製程設備的溢出物。可透過任何有疑慮的化學品或製造設備與部品鄰近儲存區的採樣與分析來達成。

8.5.9 缺氧-除污前，對於利用氮氣或其他氣體淨化製程設備而處於缺氧環境的員工、除污人員、製程設備負責人員應使用適當的排氣裝置。

8.5.9.1 為確保安全的工作環境，在密閉空間或利用氣體淨化製程設備的空間，應以適當的儀器測試。如可行，人員在缺氧環境工作可配戴「供氣式呼吸器」。