

SEMI S25-0706

過氧化氫貯存及處理系統之安全基準

本安全基準是由全球環境、衛生與安全委員會核准。此版本在 2006 年 5 月 16 日由全球稽核審閱次委員會認可及發行。並於 2006 年 6 月在 www.semi.org 發行線上版本，同年 7 月發行光碟版。

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。

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。

1 目的

1.1 本基準係針對半導體與平面顯示器產業之過氧化氫貯存、處理設備及系統設定最低的安全與衛生標準。

2 範圍

2.1 本安全基準所指的過氧化氫 (H_2O_2) 濃度是指在半導體及平面顯示器產業常用的濃度（例如：濃度低於 40% w/w）。

註 1：雖然本基準可適用更高的過氧化氫濃度，但濃度高於 44% 時會帶來特殊危害。請參閱第 7.4 節對這些危害的說明。

2.2 本安全基準著重於半導體或平面顯示器工廠內部過氧化氫的貯存、處理、運送及輸送作業。

註 2：雖然本安全基準未針對半導體製造設備內部的過氧化氫輸送，本基準第 7 節的一般原則對半導體製造設備設計者仍是有用的。

2.3 本安全基準包括下列章節：

- 目的（第 1 節）
- 範圍（第 2 節）
- 限制（第 3 節）
- 參考標準及文件（第 4 節）
- 詞彙（第 5 節）
- 安全原則（第 6 節）
- 一般原則（第 7 節）
- 教育訓練（第 8 節）
- 緊急應變（第 9 節）
- 材料、零組件及結構（第 10 節）
- 貯存（第 11 節）
- 操作（第 12 節）
- 輸送系統及模組／輔助設備（第 13 節）

注意：本基準非在討論與本基準之使用有關的任何安全議題。本安全基準的使用者應自行建立適當的安全衛生實務，並在使用前確定法規或其他限制的適用性。

3 限制

3.1 本文件之目的非在傳達規定給任何一方。

3.2 本安全基準不討論過氧化氫的運輸議題。許多國家與國際運輸規範已完整涵蓋此類議題。

3.3 本安全基準亦不直接討論與過氧化氫有關的製程應用（例如在化學機械拋光研磨劑的配方中使用過氧化氫），因為這類應用通常具有專利性。

註 3：使用者可使用本安全基準的整體原則，針對其特定製程應用進行風險評估。

4 參考標準及文件

4.1 SEMI 安全基準

SEMI S2 — 半導體設備製造安全、衛生與環境基準

SEMI S10 — 風險評估及風險評量作業安全基準

4.2 CEFIC 基準

H₂O₂ 大量貯存的 CEFIC 基準¹

注意：除另有註明外，所有上述文件皆應為最新出版的版本。

5 詞彙

5.1 縮寫與縮略字

5.1.1 ECTFE — 乙烯－三氟氯乙烯共聚物

5.1.2 ETFE — 乙烯－四氟氯乙烯

5.1.3 HDPE — 高密度聚乙烯

5.1.4 ISO — 國際標準組織

5.1.5 PFA — 過氟烷氧基

5.1.6 ppb — 十億分之一

5.1.7 ppt — 一兆分之一

5.1.8 PTFE — 聚四氟乙烯

5.1.9 PVDF — 聚偏二氯乙烯

5.1.10 SOP — 標準操作程序（執行既定操作或處於既定情況下應遵循的一套規定程序）。

5.1.11 SS — 不銹鋼

5.1.12 VLSI — 超大型積體電路（內含 1000 個以上的邏輯閘的晶片組）。

5.1.13 w/w — 指過氧化氫濃度時，意為重量對重量。

5.2 定義

5.2.1 膠體 — 由分散相及連續相組成的物質。分散相是由大於分子的粒子所組成，因此與溶液不同。分散相及連續相可為氣態、液態或固態，但氣態膠體中不會形成氣體，因為這兩種成分不會聚集。

5.2.2 放熱反應 — 會產生熱能的化學過程。

¹ CEFIC (European Chemical Industry Council) 歐洲化學工業委員會，地址：Avenue E. van Nieuwenhuysse 4 - 1160 Brussels, Belgium，電子郵件：deh@cefic.be，網址：www.cefic.org (編註：CEFIC，來自法文名稱縮寫 Conseil Européen des Fédérations de l'Industrie Chimique)

5.2.3 ISO 容器— 貯存化學物質的容器，通常為大尺寸，可直接用於運輸，且在設計上符合 ISO 標準。

5.2.4 光化學分解— 由光所引起的化學反應，化學物質經光照射會分解成其他物質。

5.2.5 安定劑— 為化學物質，可在製程及使用壽命期間用於幫助維持材料的物體及化學特性。

5.2.6 自燃— 材料本身在未暴露於外在起火源的情況下，本身產生熱（放熱）化學反應引起材料起火的現象。

6 安全原則

6.1 應依照下列優先權順序來降低危險：

6.1.1 以設計消除危險— 若危險具有不可接受的風險，且消除危險可符合預定功能的效能時，設計者應從原始概念開始，透過設計來消除危險。

註 4：建議設計者持續降低在安裝、測試、試機、操作、保養、維修及除役上的風險。

6.1.2 搭配安全裝置— 若設計上潛藏的危險具有不可接受的風險，則應搭配設計的安全裝置，使風險降低至可接受的等級。這種方法通常稱為「工程控制」。

註 5：建議制訂要求，以便在可行時定期進行安全裝置的功能檢查。安全裝置應相容於無塵室需求，若不相容，應採用其他保護方法。

6.1.3 提供警告裝置— 若設計或安全裝置無法有效消除風險，或降低風險，則應採用此方法來偵測風險增加的情況，並對人員發出警告訊號。應確保此種警告裝置可降低風險至可接受的等級。

6.1.4 提供危險警告標籤— 無法透過設計的選擇或警告裝置降低相關風險時，則應提供危險警告標籤且應確保此種標籤可將風險降至可接受的等級。

6.1.5 提出管理程序及訓練— 無法透過設計上的消除危險或警告裝置或警告標籤控制危險時，應使用管理程序及訓練。此種方法應可確保將風險降至可接受的等級。

6.1.6 程序可包括使用個人防護裝備。

6.1.7 可能需要同時使用上述多種方法。

7 一般原則

7.1 過氧化氫的相關危害

7.1.1 分解（會導致蒸汽釋出且可能過壓）

過氧化氫分解為水及氧氣的化學式如下：



第 7.13 及 7.14 節列有會發生分解現象的多種情況。

7.1.2 由於半導體等級的過氧化氫必須在金屬離子濃度上符合所有濕式製程化學物質的最嚴格規格，因此使用於微電子製造上的多數過氧化氫皆具有不安定性。此時，產品的安定性便取決於純淨度，若沒有會催化分解的雜質存在，產品便具有安定性，而適合運輸及貯存。然而，過氧化氫不安定的特性對污染較為敏感，因此通常不會使用於微電子製造外的工業用途上。

7.1.3 同相分解

7.1.3.1 過氧化氫分解為水與氧的速率通常很低。然而，若過氧化氫受到污染，例如受到金屬鹽類（如鐵、銅、鉻、鈇、鎢、鉬、銀或鉑族金屬）污染，便會加速分解成水及氧氣。此時增加的分解速率便稱為同相分解。相對低程度的污染即可導致快速分解。此分解過程是一種催化反應，金屬離子會發生氧化還原。這點即可解釋為何只需少量催化劑便可造成過氧化氫大量分解的原因。此外，pH 值對受污染過氧化氫分解率的影響亦相當大；任何 pH 值的升高都會導致分解率提高。

7.1.4 多相分解

7.1.4.1 若過氧化氫與不溶解的固體接觸，也可能會分解，此現象即為多相分解。過氧化氫即使在室溫下也會於任何表面上分解至一定程度，而分解率會依表面性質與狀態而有極大差異。例如，在銀表面上的分解率比在聚乙烯上快 100 倍。部分固體也會催化過氧化氫分解率，包括重金屬、貴重金屬及其氫氧化物和氧化物。

7.1.4.2 多相分解催化劑在與膠體及粉末狀等金屬接觸的表面較大時最為活躍。此外，若表面品質不佳或未經完善處理，即使是「相容」的材料，也會加速分解現象。例如，安定的過氧化氫可貯存在不銹鋼槽內，但金屬需先經過酸洗及鈍化處理。

7.1.5 pH 值影響

7.1.5.1 過氧化氫本質上屬弱酸性。在鹼性溶液中，分解率會隨著 pH 值增加而快速提升。

7.1.6 照明的影響

7.1.6.1 照明會導致過氧化氫的光化學分解，且大範圍的連續光譜輻射都可被過氧化氫溶液吸收。過氧化氫溶液不可長時間暴露於光照，特別是未經過濾的陽光或紫外線。

7.1.7 熱能影響

7.1.7.1 過氧化氫的分解是放熱反應。除了分解自行產生的熱能外，也需考量外在熱能來源提高溫度所造成的影響。在單純的物理化學因素下，溫度每升高 10°C 時，溶液中的分解反應（同相）速率便會提升 2 至 3 倍；溫度每升高 10°C，表面分解（多相）速率就會提升 1 至 2 倍。表面分解造成污染提高的影響將使得情況更為嚴重。

7.1.8 分解的影響

7.1.8.1 壓力產生

7.1.8.1.1 即使過氧化氫的濃度低，亦會緩慢且持續分解為水及氧氣。過氧化氫貯存於合適材料中並避免污染時，分解速率相當低。

7.1.8.1.2 若氧氣壓力未釋放，便會累積成高壓（若 31%濃度的過氧化氫完全分解，所釋放的蒸汽與氧氣容積約為本身的 100 倍）。因此，過氧化氫的管路在設計上不可聚積壓力而導致管線失效（例如因過氧化氫密閉於兩個閥門間所造成）。球型閥門或栓塞閥應具有釋放孔，以確保過氧化氫不會於密封後滯留。

7.1.8.1.3 過濾過氧化氫時，建議應特別小心（請參閱第 13 節）。若過濾膜上累積微粒物質（多相分解催化作用），過氧化氫的分解率也會隨之升高，因此所有的過濾器材皆應具有適當的壓力釋放設計。即使過濾器效果正常，但若觀察到過濾器上持續形成氧氣氣泡，建議應替換過濾零組件，以預防不良影響。

7.1.8.2 熱能釋放及自熱

7.1.8.2.1 過氧化氫的分解為放熱反應，且分解率會隨著溫度升高而增加。若消除（藉由熱能自行釋放到周遭環境或是緩慢冷卻）分解熱的效率無法至少與產生熱能的速率相等，溫度便會提高而提升分解率。此時便可能導致自行加速分解，且若溶液受到嚴重污染（例如來自於內襯金屬貯槽或運輸槽的主要管線內部異常），最嚴重時還會造成快速分解或「沸騰」。

7.1.9 有機物自燃

7.1.9.1 過氧化氫可導致許多有機物的自燃反應，包括衣物、紙張及木材。

7.1.10 圍阻失效（可能導致火災、環境及健康危險）

7.1.10.1 處理過氧化氫時應小心，以防止卸載或運輸時溢出。若溢出，應以水稀釋並徹底清潔，並確保所有清潔設備在使用後均徹底洗淨。

7.1.10.2 過氧化氫應裝在原本的容器內。應使用以相容材料製成且獲得核准的專用設備來處理和運送過氧化氫（請參閱第 10 節）。從容器中抽取的過氧化氫可能會受到污染，故不可再回抽至容器內，以免造成容器

內全部過氧化氫發生分解。可接受使用過氧化氫循環迴路系統，但系統內不能有金屬污染物（例如迴路中與溶液接觸的金屬零件所造成的污染）。

7.1.11 應使過氧化氫遠離熱源。與多數化學反應一樣，分解率可隨溫度增加而提升。

7.1.12 貯存及處理過程不可污染過氧化氫，且應避免與不相容表面接觸。雖然微電子製造過程嚴格要求污染控制，但考量安全因素，完善的無塵環境也相當重要。

7.2 接觸管制

7.2.1 應僅能由通過訓練的人員處理過氧化氫，該等人員必須瞭解相關危險及必要的安全預防措施。因此，限制接觸過氧化氫設備相當重要。

7.3 警報系統

7.3.1 大量過氧化氫貯存系統應具有液位指示器及溫度指示器警報功能。標準設計應採用偵測溫度及溫度變動率的警報設定。警報開關及溫度計應確保可用於過氧化氫的使用環境（請參閱第 13 節）。

7.3.2 貯存槽也可能安裝有稀釋及混合裝置。發生分解現象時，最好使用乾淨的水將過氧化氫稀釋到非常低的濃度，以降低後續風險。請注意，建議使用僅含微量金屬與有機物的去離子水來緊急稀釋不安定的過氧化氫，因為較低純度的水可能造成污染，進而加速分解。

7.4 本安全指引未加以說明的情況

7.4.1 爆炸特性

7.4.1.1 低於 70% w/w 濃度的過氧化氫溶液本質上是不具爆炸性的。微電子製造使用的過氧化氫溶液濃度大多在 30 到 35% w/w 間，因此本指引並未提供有關此主題的詳細資訊。

7.4.1.2 然而，在某些情況下也可能產生爆炸，特別是高於 44% w/w 濃度的過氧化氫與有機化合物混合成單相、乳化液或懸浮液之情形。影響爆炸的最重要因素為：

- 過氧化氫、水及有機物的濃度；
- 有機物的性質；
- 爆炸源
- 混合液的溫度。

7.4.1.3 即使過氧化氫的初始濃度低於 44%，但後續期間若濃度有可能提升（例如藉由水分蒸發），便具有爆炸的危險。此外，過氧化氫會與特定的有機化合物反應而產生具有爆炸特性的有機過氧化物若與某些不相容無機物（如強還原劑或氧化劑）接觸，也可能發生爆炸。

7.4.1.4 過氧化氫的分解也會造成環境中充滿氧氣。在某些情況下(如可燃液體或可燃氣體存在)，便會導致火災甚至是汽態爆炸的高度風險。

7.4.2 外部火災

7.4.2.1 過氧化氫並無可燃性，因此不在此標準的範圍內。然而，請記得，過氧化氫分解所產生的氧氣會加速可燃物燃燒。另外，過氧化氫容器暴露在外部火災環境時升溫，可能會造成加速分解。

8 教育訓練

8.1 所有操作人員在處理過氧化氫前應瞭解相關的危險及風險。皮膚接觸、眼睛接觸、吸入或食入過氧化氫可能會導致下列情況：

- 皮膚接觸：可能造成嚴重刺激，且某些情況下會造成皮膚灼傷。
- 眼睛接觸：可能導致灼傷，且可能造成不可逆的傷害。
- 吸入：可能對喉嚨及肺部組織造成傷害。

- 食入：可能對喉嚨及消化系統造成嚴重傷害。

8.2 暴露在低於 40% w/w 濃度的過氧化氫環境而造成上述第 8.1 節的情況時，建議採用下列緊急應變措施：

- 皮膚接觸：持續用清水沖洗受影響的皮膚範圍，直到醫護人員到達為止。可行時，應在沖洗開始時便儘速將受污染的衣物除去，並注意不要讓化學物質接觸到之前未受污染的身體部位。
- 眼睛接觸：用清水清洗受影響的範圍，直到醫護人員到達為止。
- 吸入：使人員遠離意外區域，移至有新鮮空氣的地方，並立即尋求醫療協助。
- 食入：讓人員喝水，並立即尋求醫療協助。

註 6：物資安全資料表上列有更多詳盡的急救措施。

8.3 處理過氧化氫時，應備妥物質安全資料表以隨時參考。此外，應針對處理過氧化氫的所有作業內容進行規範所要求的風險評估。

8.3.1 處理過氧化氫時，應妥善維護並使用風險評估或規範要求之評估作業所認定的安全設備。

8.3.2 處理過氧化氫時，工作區內應設有安全淋浴設備及洗眼器。

8.3.3 處理過氧化氫的操作人員應瞭解下列事實：

8.3.3.1 過氧化氫分解時會產生熱能及氧氣，會幫助任何可燃物質的燃燒反應。

8.3.3.2 使用可燃物質來吸乾過氧化氫溶液時（例如擦拭溢出的溶液），有可能會造成此物質著火。用來擦乾過氧化氫的可燃材料應在安全丟棄前先用清水洗淨。

8.3.3.3 不可將過氧化氫貯存在木製櫥櫃，因為溢出的過氧化氫可能會發生化學反應導致起火。

8.3.3.4 過氧化氫與多種材料不相容。

註 7：第 10 節中列有建議的材料。化學物質供應商可能會有更多嚴格的要求。

8.3.3.5 過氧化氫容器應配置具排氣孔的蓋子，以防分解產物聚積壓力。

8.3.3.6 應依據製造商建議貯存過氧化氫容器。

8.3.3.7 大型貯存容器之過氧化氫處理有特定的安全要求，必要時應諮詢有法定資格的機構或安全顧問。

9 緊急應變

9.1 在過氧化氫的緊急應變方面，應考量化學物質分解形成富氧環境所帶來的燃燒風險，以及直接與化學物質接觸可產生的化學燃燒風險。

9.2 建議依照下列分類來歸類洩漏事故：

- A. 少於 10 L（約 2.5 加侖）的過氧化氫，最高濃度 40% w/w。
- B. 10L 以上但少於 200L（約 55 加侖）的過氧化氫，最高濃度 40% w/w。
- C. 200L 以上但少於 1000L（約 275 加侖）的過氧化氫，最高濃度 40% w/w。
- D. 1000L 以上的過氧化氫，最高濃度 40% w/w。

9.2.1 可採用下列方法處理洩漏事故：

9.2.1.1 分類 A — 可用水稀釋，並由受過適當訓練且穿戴適當個人防護裝備的現場人員來清理。

註 8：現場人員係指在生產線前端，負責處理化學品的操作員。在規模較小的公司中，也可能是緊急應變小組的成員。

9.2.1.2 分類 B — 可用水稀釋，並由受過適當訓練並穿戴適當裝備的緊急應變小組來清理。

9.2.1.3 分類 C 及 D — 可用與分類 B 相同的方法來處理，但依當地法規而定，可能必須另外通知消防救災單位。