

第四章 潔淨室國內現行防火法規之適用性

4.1 前言

半導體或光電業廠房於規劃興建時，除需符合本國建築法與消防法基本法令外，另外亦採用其它先進國家的規範，如 NFPA318、SEMI 等，本章節只針對國內建築法與消防法防火規範在潔淨室所產生的適用性問題，作一研究探討，並說明其實際設置與法令規定不符等缺失原因。

4.2 潔淨室特殊環境空間

潔淨室因生產需要，因此該建築特色就是具有大規模空間，在這樣的大空間中很難考量其火災時閃燃現象(Flash over)的發生時間，但卻會造成火災急速擴大，如何延緩閃燃發生，增加搶救及逃生時間，又如何將潔淨室眾多的作業人員在最短時間內緊急疏散撤離至安全區域，為該類場所在規劃設計時最重大考量。

由於潔淨室生產環境相當特殊，與一般產業建築物有很大不同處，其內部空間規劃依其特性概可分為下列幾種：

1. Cleanroom 空間區分：

- (1)單區大廳式 B/T(Ball room Type)。
- (2)多曲線道式 C/T(Channel Type)。

2. Cleanroom 底部高架地板(Raised floor)的結構。

3. 垂直層流的空調及迴風系統，造成氣流的特殊流動方式。
4. 製程上嚴格要求環境潔淨度，對產品良率的影響。
5. 作業人員服裝要求穿著無塵衣，對行動上的影響。

4.3 潔淨室平面防火區劃

依據『建築技術規則』第七十九條規定：『防火構造建築物總樓地板面積在一、五〇〇平方公尺以上者，應按每一、五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔。防火設備並應具有一小時以上之阻熱性。』，此法條規定；一般防火建築物總樓地板面積應每一、五〇〇平方公尺，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板區劃分隔，自成一個防火空間，一旦發生火災，就能將火、煙侷限在這個防火區劃內，不至向外繼續延燒。

但潔淨室因為生產製造需要，主生產線面積實際上遠遠超過一、五〇〇平方公尺以上，根本無法將內部空間依上述法條規定每一、五〇〇平方公尺自成一防火區劃，礙於潔淨室現場實際狀況，主管建築機關並於同法第七十九條之一規定：『防火構造建築物供工廠、倉庫類用途使用，無法區劃分隔部分，以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板自成一個區劃者，不受前條第一項之限制』；使得潔淨室這類工廠，不必強制受到防火區劃面積限制，因此潔淨室主生產區域成為一個超大型生產空間(如圖 4-1)，然而這是否就代表著其防火區劃就不用列入考量嗎？個人覺得該類場所更應該嚴格規範，其理由如下：

1. 半導體潔淨室製程中大量使用可燃性氣體(如圖 4-2)、易燃性液體及可燃性材料物質，一旦遭遇火災，若沒有做好防火區劃，將迅速延燒整個區域。

2. 潔淨室內部空調氣流不斷循環置換，火、煙將隨著氣流帶到另一個區域，造成火災擴大。
3. 受到空調層流的影響，一旦初期火災煙霧產生，火煙將立即遭到空氣稀釋帶走，一般傳統型火警探測器無法立即偵測出煙的存在，延遲滅火搶救時機。
4. 潔淨室半導體生產機台，都屬於價格昂貴、體型龐大、高耗電量的設備，全天候不斷運轉，容易因操作失誤或機械故障而造成災害發生。

綜合上述，潔淨室因生產需要，其空間無法依實際作防火區劃，但為了安全上的考量，應該加強其內部安全監控、消防搶救、人員避難逃生等裝備，以因應此類高風險場所的安全防護。

圖 4-1 潔淨室空間未作防火區劃



圖 4-2 潔淨室特殊氣體供應系統



4.4 潔淨室垂直防火區劃

4.4.1 安全梯、昇降機間、晶圓自動傳輸系統之垂直區劃

依據『建築技術規則』第七十九條之二規定：『防火構造建築物內之挑空部分、電扶梯間、安全梯之樓梯間、昇降機間、垂直貫穿樓板之管道間及其他類似部分，應以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板形成區劃分隔。管道間之維修門並應具有一小時以上之防火時效。』

在潔淨室潔淨度要求下，空調回風系統氣流路徑，由設置於天花板上的空氣過濾裝置(FFU -Fan Filter Unit) (如圖 4-3)吹向貫穿高架地板、回風孔(如圖 4-4)、回風豎井(如圖 4-5)形成一個氣流循環，造成樓層之間的相通，因此這個氣流流動的路徑已破壞上下樓層間的防火及防煙區劃，但礙於實際上潔淨

度需求，所以無法符合現行法規垂直貫穿樓板之管道間及其他類似部分，應以具有一小時以上防火時效之牆壁、防火門窗等防火設備與該處防火構造之樓地板形成區劃分隔。

圖 4-3 潔淨室空氣過濾裝置(FFU)

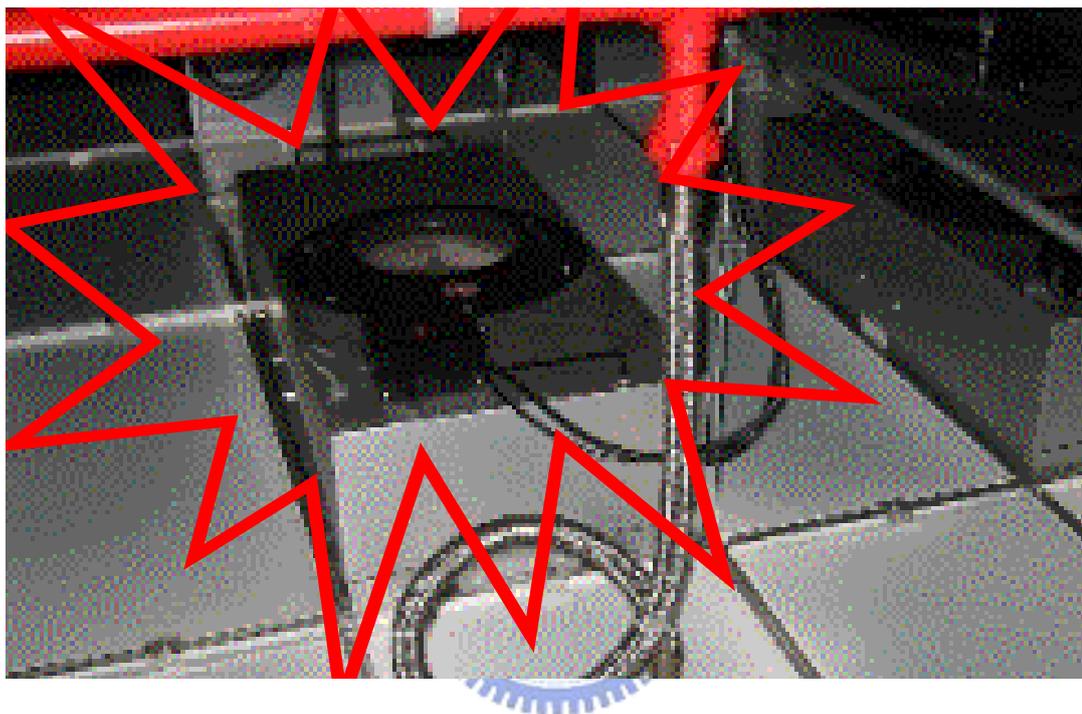


圖 4-4 潔淨室氣流回風孔道

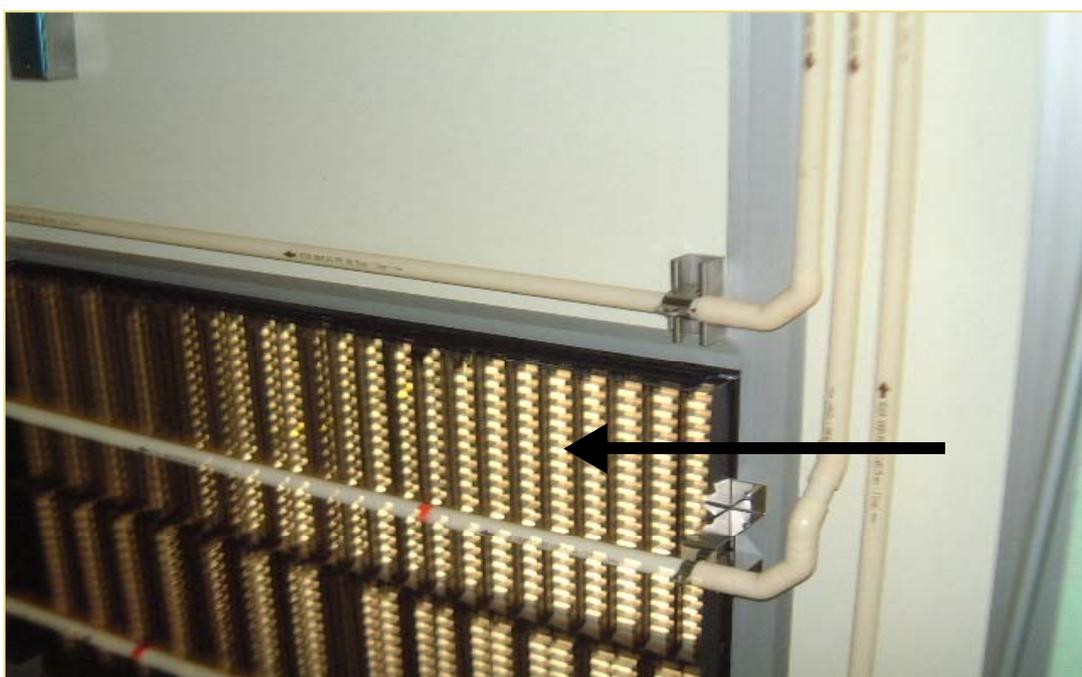


圖 4-5 潔淨室氣流回風豎井

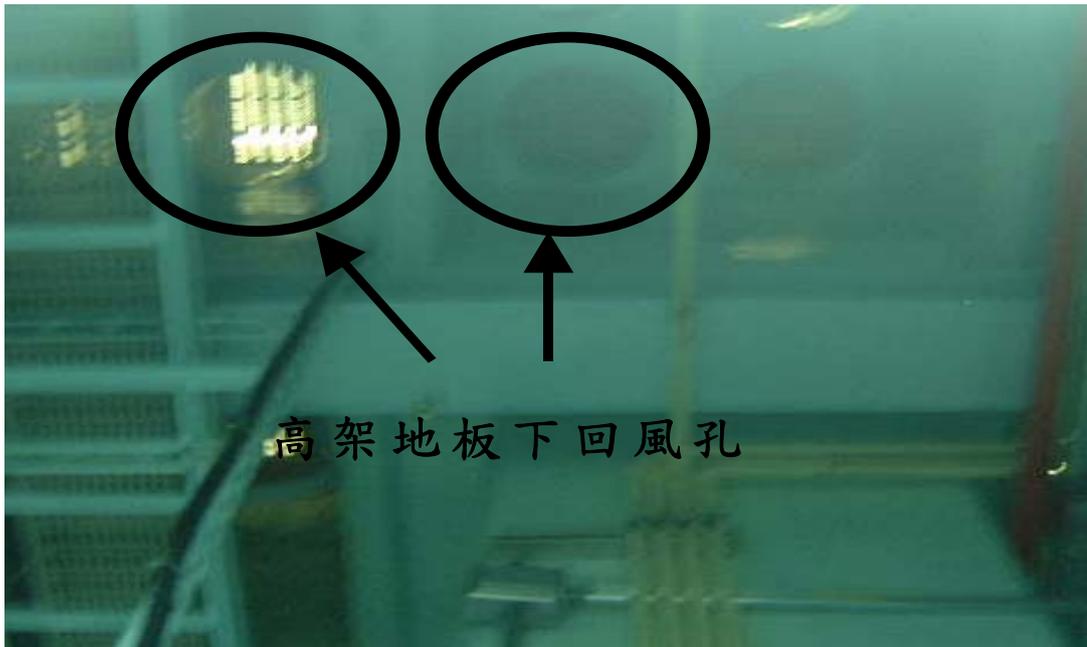


4.4.2 樓地板之防火區劃

依據『建築技術規則』第七十九條之三規定：『防火構造建築物之樓地板應為連續完整面，並應突出建築物外牆五十公分以上。但與樓板交接處之外牆面高度有九十公分以上，且該外牆構造具有與樓地板同等以上防火時效者，得免突出』。

半導體生產過程中，晶圓自動化傳輸系統貫穿上下樓層間、高架地板下樓地板回風孔(如圖 4-6 所示)，形成貫穿樓地板開口，已破壞垂直防火區劃，並違反該法條樓地板應為連續完整面規定，一旦發生火災或化學氣體外洩，火焰、煙及氣體將隨著這些開口(孔)向另一樓層延燒擴散，垂直波及到另一樓層人員、財產安全。

圖 4-6 潔淨室高架地板下樓地板回風孔



4.5 風管內應裝設防火閘門或閘板

依據『建築技術規則』第八十五條規定：貫穿防火區劃牆壁或樓地板之風管，應在貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其與貫穿部位合成之構造，並應具有一小時以上之防火時效。

貫穿防火區劃牆壁或樓地板之電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火時效。

潔淨室製程機台設備廢酸鹼及有機溶劑排氣管路、空調管路、消防排煙管路(如圖 4-7)…等類似管路，依規定在其貫穿部位任一側之風管內裝設防火閘門或閘板，其主要目的是預防一旦火災發生，管內裝設的防火閘門或閘板能自動連動關閉，隔絕火煙順著風管管道延燒至另一區域，且防火閘門或閘板應

具有一小時防火時效，但礙於現場實際狀況，很多類似管路根本無法在其內部裝置閘門或閘板，至於電力管線、通訊管線及給排水管線或管線匣，與貫穿部位合成之構造，應具有一小時以上之防火填塞，作為阻火材料，然而實際狀況也很多未依規定作防火填塞，導致火災由此一開口延燒，如圖 4-8 所示。

圖 4-7 消防排煙管路貫穿防火區劃



圖 4-8 未作防火填塞火災延燒穿透區劃

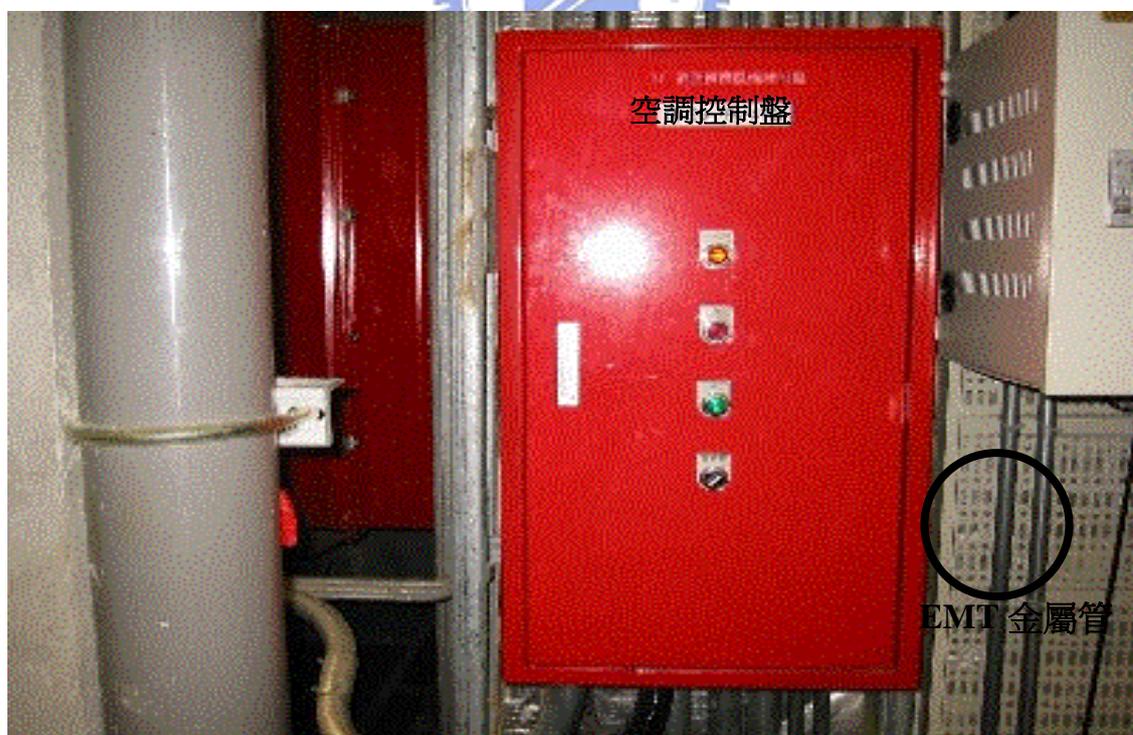


4.6 設備控制箱防火時效要求

依據『建築技術規則』第八十五之一條規定：各種電氣、給排水、消防、空調等設備開關控制箱設置於防火區劃牆壁時，應以不破壞牆壁防火時效性能之方式施作。前項設備開關控制箱嵌裝於防火區劃牆壁者，該牆壁仍應具有一小時以上防火時效。

各種設備控制箱其外殼必須採用鐵(鋼)板為材質，並應具有一定的防火或耐燃程度，其電力線或訊號線應依電工法規相關規定施作，穿於金屬管內作防護，並定期檢查其線路受熱及老化程度，必要時應予以更換，避免電線走火燃燒，如圖 4-9 所示。

圖 4-9 空調系統控制箱



4.7 半導體業常用特殊氣體種類

半導體或光電業潔淨室內製程所需的化學品及特殊氣體不勝枚舉，舉凡對人體立即產生危害、強酸鹼腐蝕性、自然發火、爆炸性氣體，較常用的特殊氣體(如表 4-1)提供參考。

表 4-1 半導體業常用特殊氣體一覽表

編號	中文名稱	化學式	編號	中文名稱	化學式
1	氬氣	Ar	24	氦氣	He
2	砷化氫	ASH3	25	氙氣	Kr
3	砷化氫	AsH3	26	氧化亞氮(笑氣)	N2O
4	乙硼烷	B2H6	27	氖氣	Ne
5	三氯化硼	BCl3	28	三氟化氮	NF3
6	三氟化硼	BF3	29	氨	NH3
7	六氟乙烷	C2F6	30	一氧化氮	NO
8	五氟乙烷	C2HF5	31	臭氧	O3
9	八氟丙烷	C3F8	32	磷化氫	PH3
10	六氟丁二烯	C4F6	33	六氟化硫	SF6
11	八氟環丁烷	C4F8	34	二矽烷	Si2H6
12	四氟化碳	CF4	35	四氟化矽	SiF4
13	四氟化碳(四氟甲烷)	CF4	36	二氯矽烷	SiH2Cl2
14	二氟甲烷	CH2F2	37	矽甲烷	SiH4
15	氟甲烷	CH3F	38	二氧化硫	SO2
16	甲烷	CH4	39	六氟化鎢	WF6
17	三氟甲烷	CHF3	40	氙氣	Xe
18	氯氣	Cl2	41	1% 磷化氫 /99% 氬氣	1%PH3 /99%H2
19	三氟化氯	ClF3	42	1% 磷化氫 /99% 氬氣	1%PH3 /99%He
20	一氧化碳	CO	43	10% 甲烷 /90% 氬氣	10%CH4 /90%Ar
21	氫氣	H2	44	100% 氫氟酸(氣態)	100% HF
22	溴化氫	HBr	45	25% 磷化氫 /75% 矽甲烷	25%PH3 /75%SiH4
23	100% 鹽酸(氣態)	HCl(g)	46	氟/氬/氖	F2/Kr/Ne

4.8 結語：

綜合上述，現行法令的規範對於一般傳統產業建築物及工廠，或許尚可適用，但對於潔淨室特殊的空間架構、空調系統循環換氣方式、防火(煙)區劃遭到破壞、複雜的空間動線、大量化學物質使用及逃生困難的生產場所，若防火、消防設置規劃只一味地依照現行法令設計建造，沒有去考量其『功能性』，將會出現本章節所提出的實際設置狀況與現行法令相互衝突問題，在安全防護上出現漏洞而不自覺，為了彌補法令規範不周或適用性衝突情形，希冀藉由潔淨室防火改善計劃來加強其內部防火防災功能，增加生產環境之安全性。

