

晶圓製程機台裝設燃燒水洗式尾氣處理設備專案計畫書

版本： 3.3

製作日期： 110 年 4 月 29 日

專案活動所屬之方案型專案	<input type="checkbox"/> 本專案活動屬 _____ 方案型專案之子專案 <input checked="" type="checkbox"/> 不適用
申請單位	台灣美光晶圓科技股份有限公司二廠
引用的減量方法和其範疇別	減量方法： TM002 半導體產業含氟及 N ₂ O 溫室氣體破壞處理設備排放減量方法學 範疇別： 04 製造工業 11 來自鹵化物及氟硫化物製造和使用之逸散
年平均減量/移除量估計值	60,145 公噸 CO ₂ e

目 錄

一、專案活動之一般描述.....	1
(一) 專案名稱.....	1
(二) 專案參與機構描述.....	1
(三) 專案活動描述.....	2
(四) 專案活動之技術說明.....	4
二、減量方法適用性及外加性分析描述.....	7
(一) 專案活動採用之減量方法.....	7
(二) 適用條件與原因.....	8
(三) 專案邊界.....	9
(四) 基線情境鑑別與外加性分析.....	11
三、減量/移除量計算說明.....	16
(一) 減量/移除量計算描述.....	16
(二) 減量/移除量計算.....	22
(三) 計入期計算摘要.....	24
四、監測計畫.....	25
(一) 應被監測之數據與參數.....	25
(二) 抽樣計畫.....	28
(三) 監測計畫其他要素.....	29
五、專案活動期程描述.....	31
(一) 專案活動執行期間.....	31
(二) 專案計入期.....	31
六、環境衝擊分析.....	31
(一) 施工期間.....	31
(二) 專案活動執行減量期間.....	32
七、公眾意見描述.....	32
(一) 利害相關者鑑別.....	32
(二) 利害相關者(公眾)意見蒐集.....	32
(三) 利害相關者(公眾)意見總結.....	33

附件

晶圓製程機台裝設燃燒水洗式尾氣處理設備專案計畫書

一、專案活動之一般描述

(一)專案名稱

(1)專案活動名稱：晶圓製程機台裝設燃燒水洗式尾氣處理設備專案計畫書(以下簡稱本專案)。

(2)版本與修訂紀錄：

版本	日期	修訂內容摘要
1.2	108.10.17	第 1.2 版
1.3	108.10.23	第 1.3 版，第一階段確證修訂
2.0	108.11.08	第 2.0 版，回覆第一階段確證意見
2.1	108.11.15	第 2.1 版，第二階段確證修正
3.0	108.12.12	第 3.0 版，依技術審查意見修正
3.1	109.06.19	第 3.1 版，依環保署第一次專案小組意見修正
3.2	109.11.12	第 3.2 版，依環保署第二次專案小組意見修正
3.3	110.04.29	第 3.3 版，依環保署審議會決議意見修正

(3)減量方法範疇別：類別 4—製造工業 (Manufacturing Industries)、類別 11—來自鹵化物及氟硫化物製造和使用之逸散

(二)專案參與機構描述

本專案由台灣美光晶圓科技股份有限公司擔任專案投資者，台灣美光晶圓科技股份有限公司二廠負責規劃與執行，台灣美光晶圓科技股份有限公司具有減量額度之所有權與支配權，專案參與機構名稱及角色說明如表 1 所示，相關基本資料如附件一。

表 1 專案參與機構說明表

參與機構名稱	參與單位性質	角色說明
台灣美光晶圓科技股份有限公司	私人企業	投資者
台灣美光晶圓科技股份有限公司 二廠	私人企業	專案規劃與執行者

美光科技公司(Micron Technology, Inc.)成立於西元 1978 年，為全球快閃記憶體生產與開發之領先者，同時跨足記憶體封測、HMC 次世代 3D 記憶體、固態硬碟等領域，

現為全球第 4 大半導體製造公司，台灣美光是 Micron Technology Inc. 在台子公司。

台灣美光晶圓科技股份有限公司成立於民國 92 年，原名華亞科技，後於民國 105 年 12 月由美光科技正式合併，並於民國 106 年更名，範圍包含原華亞科技所屬之一、二廠。本廠主要產品為 12 吋晶圓，屬 DRAM 前段晶圓製造，製程包括濕式清洗區、電子作業擴散區、電子作業黃光區、乾蝕刻區、薄膜區及電子作業研磨區等主要程序。公司以製造 DRAM 產品滿足客戶需求為目標，將專注提升先進製程生產之產品應用於伺服器及行動記憶體產品的比例。

(三) 專案活動描述

(1) 專案活動目的

半導體製程所使用的全氟化物氣體(PFCs)是具有極高暖化潛勢的溫室氣體，相同重量的全氟化物造成全球暖化的能力(GWP)是二氧化碳的數百至數萬倍。為推動國內半導體業降低含氟氣體排放，台灣半導體協會(TSIA)於民國 94 年與環保署簽署「全氟化物排放減量合作備忘錄」，承諾推動製程含氟氣體減量工作，為國內減碳工作做出貢獻。本公司為 TSIA 的會員公司之一，配合協會推動溫室氣體減量工作，本公司承諾盡最大之努力，以減緩全球暖化，並滿足客戶之環保要求，順應世界潮流，善盡企業之社會責任。

本公司近年陸續執行各項含氟氣體排放減量措施，包含較低暖化潛勢之含氟氣體替代(C₄F₈ 取代 SF₆、C₃F₈)、製程最佳化減少含氟氣體領用量等。由於含氟氣體具有極高暖化潛勢，在不處理製程排放之含氟氣體下，排放當量約佔年度全廠排放量 25%，因此規劃在廠內蝕刻(Etch)製程與化學氣相沉積製程(Chemical Vaporization Deposition, CVD)機台裝設燃燒式尾氣處理設備(Local Scrubber, LS)，直接破壞製程機台產生之含氟氣體尾氣，避免直接排放至大氣。

(2) 專案活動地點

專案活動地點位於本公司廠內(地址：桃園市龜山區華亞五路 2 號)，大門位置之 TM2 座標為東向 287829、北向 2769846，管制編號 H4888582。本廠之設立符合國內相關法令規範(工廠登記證：03000062)，專案活動地點之地理位置請參見圖 1。



圖 1 專案活動地理位置圖

(3) 資金來源說明

執行本專案所購置之燃燒式尾氣處理設備(Local Scrubber, LS)及儀控設備安裝、管線施工及維護操作費用等，全數由本公司自行負擔，並無接受任何政府計畫之資金援助。

(4) 永續發展之貢獻

裝設尾氣處理設備對於環境永續發展之正面貢獻，可歸納如以下二點所述。

- 降低溫室氣體排放：藉由安裝燃燒式尾氣處理設備，可有效破壞高溫暖化潛勢之氟化氣體(FCs)，減緩溫室效應造成之全球環境衝擊。
- 減少空氣污染：燃燒式尾氣處理設備同時可有效處理其他特殊氣體之排放量(如 SiH₄、NH₃、Cl₂ 等)，降低環境衝擊。

(5) 預計減量成果

單年期間	年平均排放減量/移除量估計值 (單位：公噸CO ₂ 當量)
109/01/01~109/12/31	60,145
110/01/01~110/12/31	60,145
111/01/01~111/12/31	60,145
112/01/01~112/12/31	60,145
113/01/01~113/12/31	60,145
114/01/01~114/12/31	60,145
115/01/01~115/12/31	60,145
116/01/01~116/12/31	60,145
117/01/01~117/12/31	60,145

118/01/01~118/12/31	60,145
總排放減量/移除量估計值(公噸CO ₂ 當量)	601,450
計入期總年數	10
計入期年平均排放減量/移除量估計值 (公噸CO ₂ 當量/年)	60,145

(四)專案活動之技術說明

為達溫室氣體減量目的，本廠於乾蝕刻區蝕刻製程(Etching, Etch)與薄膜區化學氣相沉積(Chemical Vaporization Deposition, CVD)機台 130 台安裝 133 台燃燒式尾氣處理設備(IPCC 認可之有效破壞設備，破壞效率達 90%以上)，將製程使用之氟化氣體(CF₄, CHF₃, CH₂F₂, C₄F₈, CH₃F, SF₆, NF₃ 與 NF_{3r})有效破壞，進而降低本廠製程生產之溫室氣體排放。

(1)專案活動相關製程配置說明

本廠廠區配置如圖 2 所示，本專案所在區域為位於本廠乾蝕刻區與薄膜區，專案機台位置如圖 3，另可參見圖 4 之製造生產流程，製程相關質/能流向如圖 5 所示。

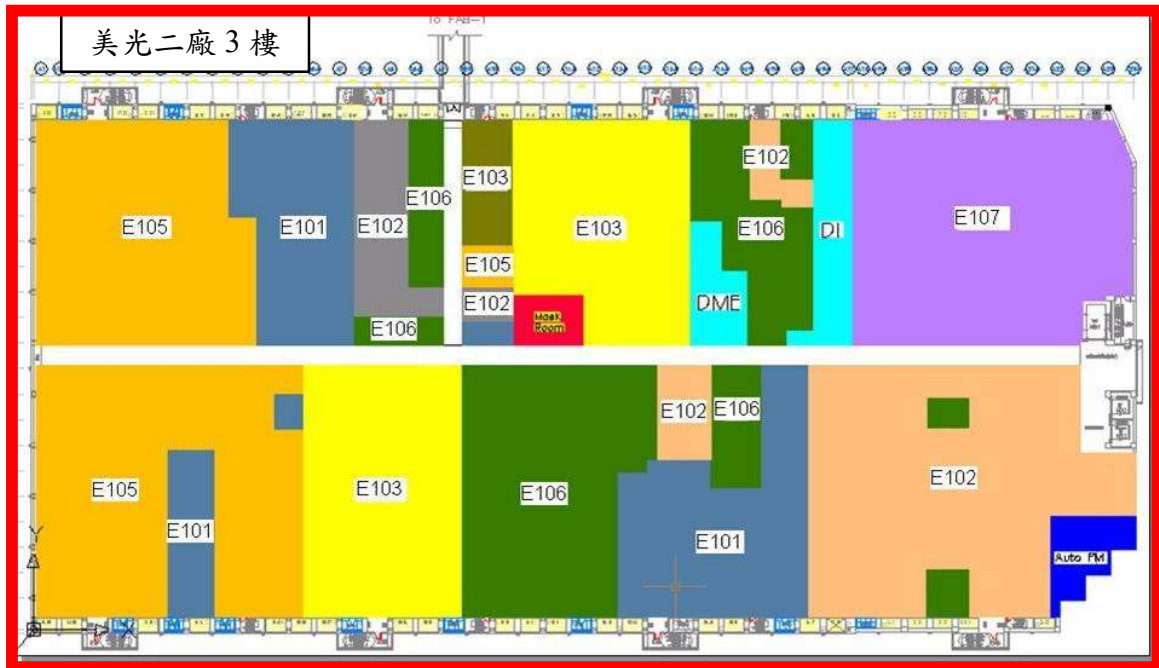


圖 2 本專案製程位置圖

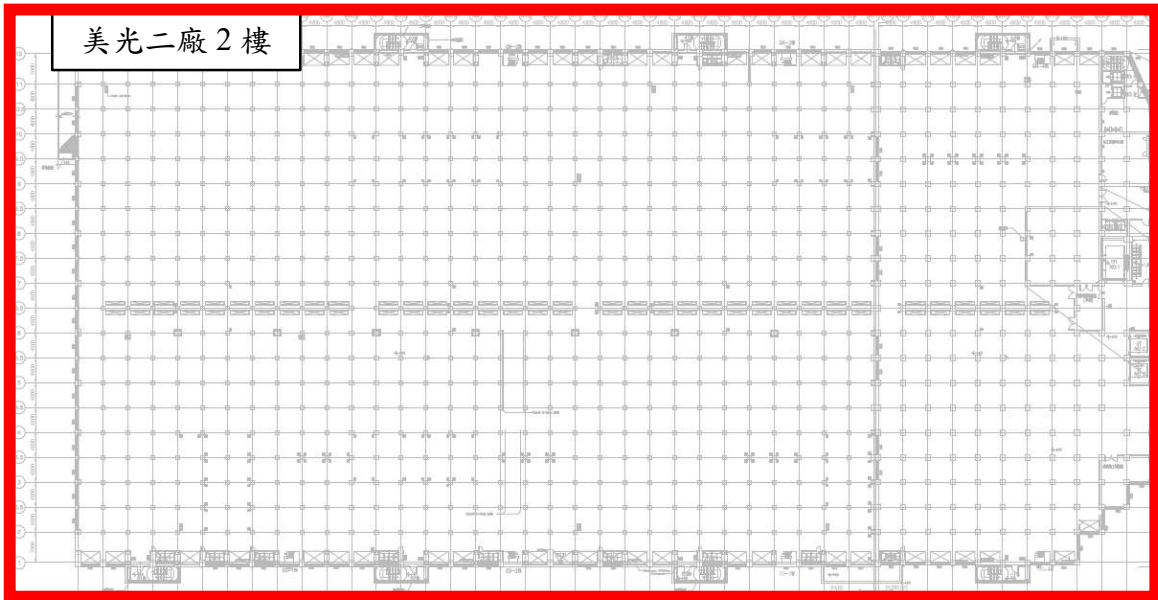


圖 3 專案機台位置圖

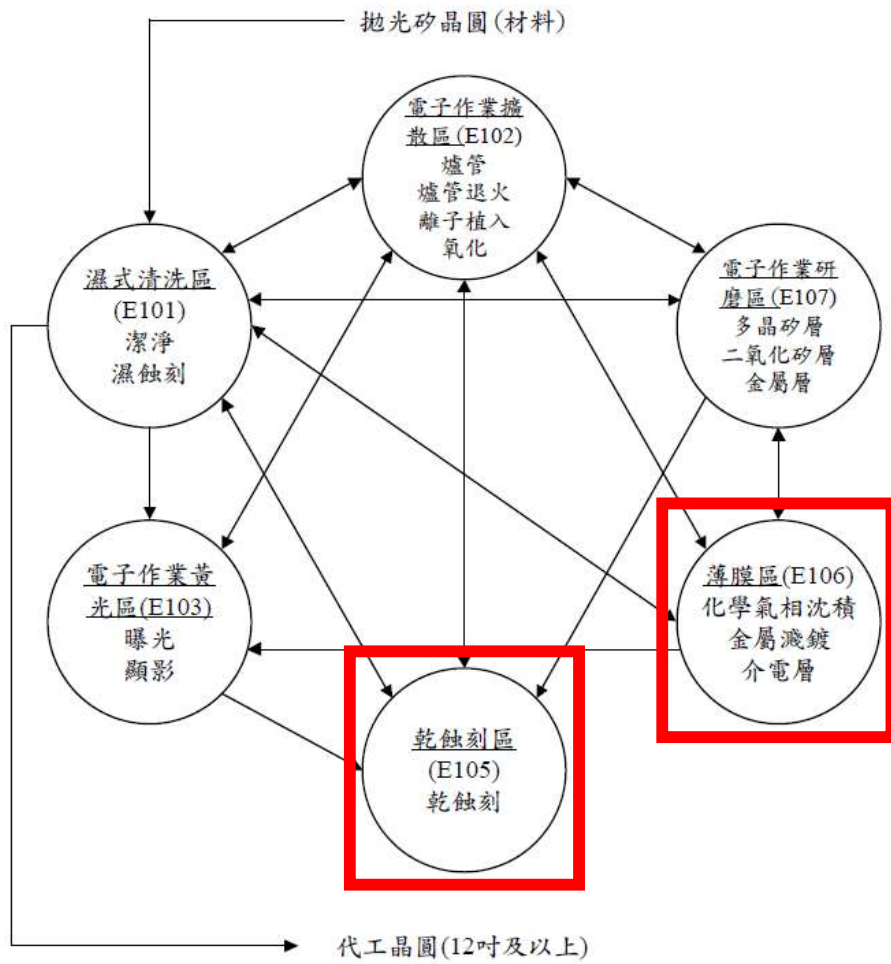


圖 4 生產製程圖

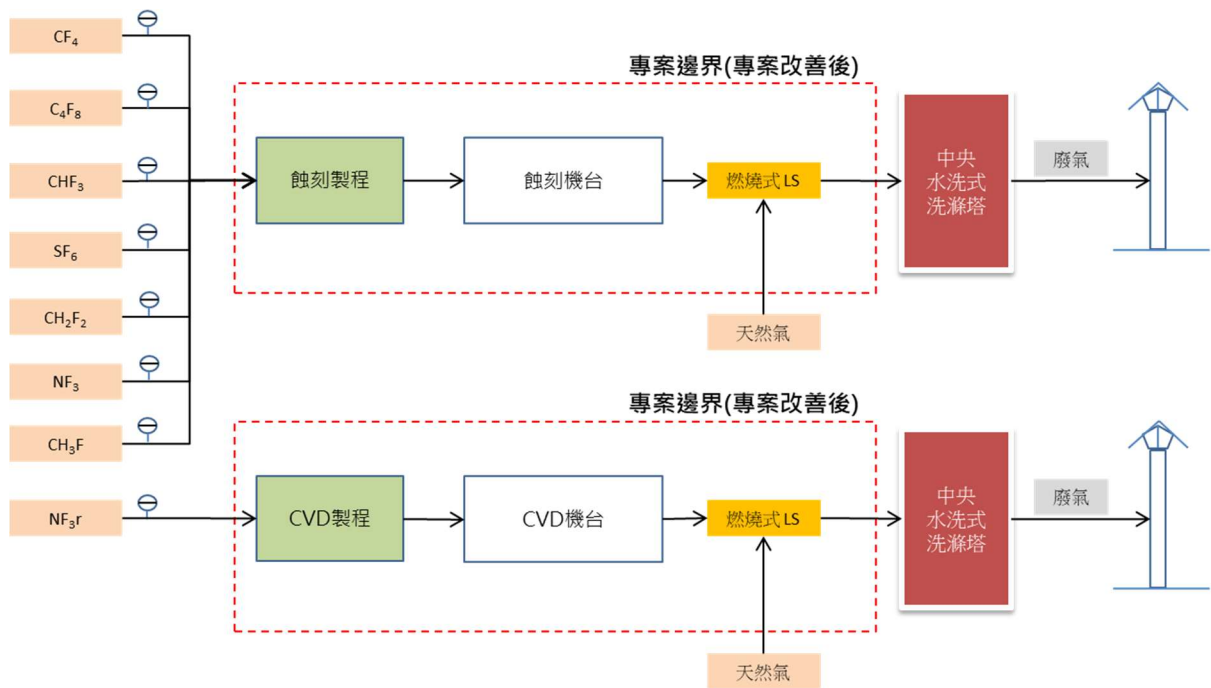


圖 5 專案活動所屬製程質/能流向示意圖

(2) 專案改善工程與尾氣處理設備說明

本專案針對「乾蝕刻區」與「薄膜區」內之新增蝕刻機台與 CVD 機台，同步加裝「燃燒式尾氣處理設備」。在不考量本專案下，新增的 Etch/CVD 機台僅會透過中央水洗設備處理，製程使用之氟化氣體將無法有效處理；專案實施後則採用燃燒水洗式尾氣處理器以有效破壞製程使用之氟化氣體(CF₄, CHF₃, CH₂F₂, C₄F₈, CH₃F, SF₆, NF₃ 與 NF_{3r})，減少溫室氣體排放。專案實施採用之處理設備型式如表 2 所示。

表 2 本專案尾氣處理設備規格

廠牌	型號	新增台數	類型	最大操作溫度	設備規格 (LxWxH)	入口數	操作流量	Dual/Single
DAS	ESCAPE-DUO	104	burn+wet	1695°C	675x1650x2070	4	600SLM	Dual
DAS	STYRAX-DUO	29	burn+wet	1695°C	675 x1840 x2067	4	1000SLM	Dual

本專案之尾氣破壞設備皆為德商 DAS 生產之燃燒水洗式破壞設備，為專門處理含氟氣體的廢氣處理系統(如圖 6)，且通過 SEMI 含氟氣體破壞處理標準驗證，符合國際 IPCC 對破壞處理設備要求。燃燒水洗式之第一階段係將製程廢氣送入燃燒室後以高於 1000°C 高溫燃燒，將廢氣中氟化氣體與有害氣體高溫氧化、破壞或裂解；第二階段再以水洗方式吸收受高溫氧化或裂解後的廢氣，經洗滌後排放氣體溫度可立即降低至 <60°C，處理效率可達 95% 以上。相關破壞原理示意圖如圖 7 所示。



圖 6 本專案使用之燃燒水洗式尾氣處理設備

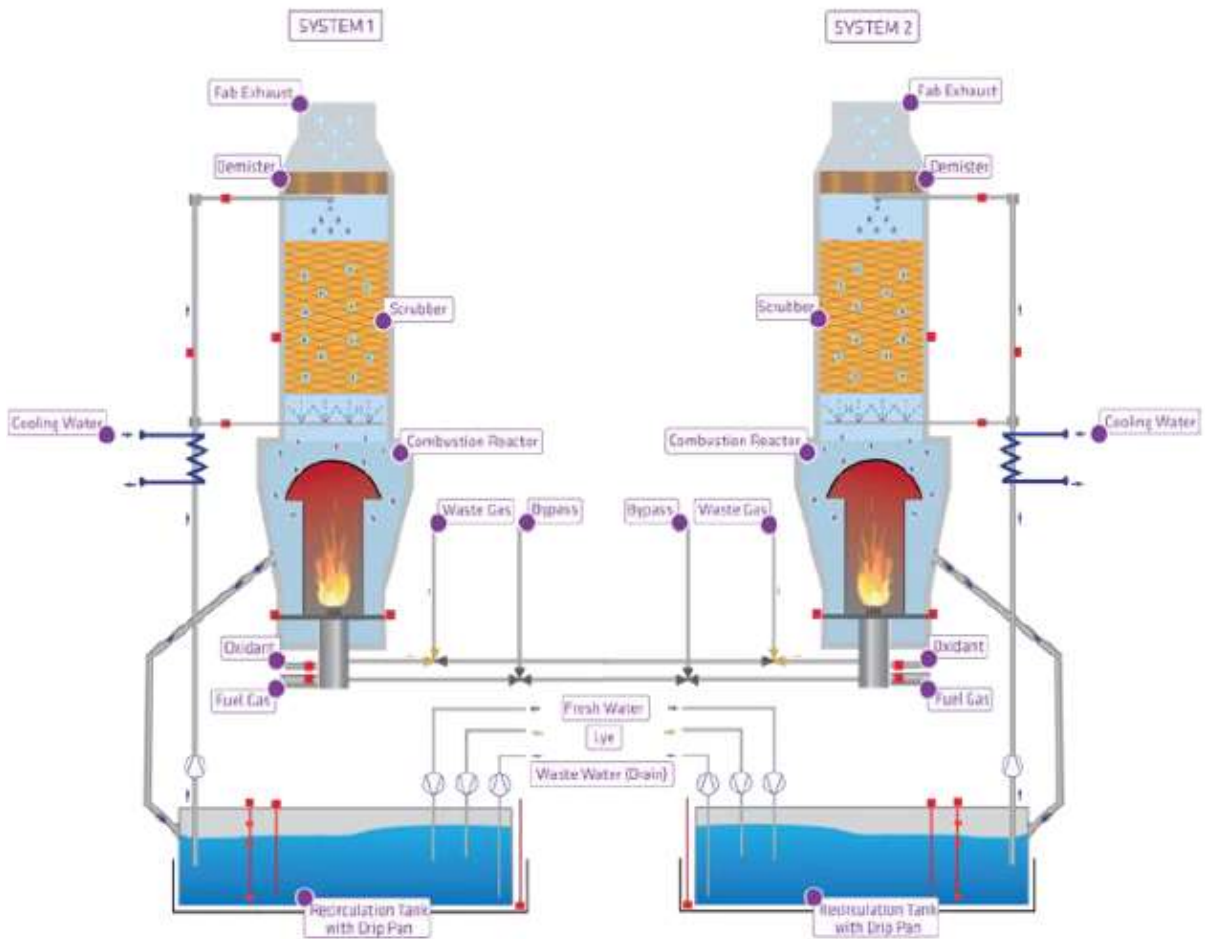


圖 7 燃燒水洗式尾氣破壞處理設備原理示意圖

二、減量方法適用性及外加性分析描述

(一)專案活動採用之減量方法

本專案採用燃燒式尾氣處理設備，將可有效降低蝕刻製程之氟化氣體排放量。參採行政院環境保護署規範，本專案適用之減量方法為：「TM002 半導體產業含氟及 N₂O 溫

室氣體破壞處理設備排放減量方法學」的第 1.0 版。

本方法學亦參考下列最新版本工具與係數：

- (1) CDM-EB 基線情境及外加性論證整合性工具(CDM Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality, V7.0)。
- (2) CDM 設備剩餘壽齡評估工具(Tool to determine the remaining lifetime of equipment, ver 1.0)
- (3) 行政院環保署公告「溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版」

(二) 適用條件與原因

本方法學適用於安裝 IPCC 所認可對 FCs 去除之有效尾氣破壞處理設備，以去除從半導體製造業蝕刻與化學氣相沉積製程排放之含氟溫室氣體。本專案適用減量方法「TM-002 半導體產業含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備排放減量方法學」，適用性之認定及說明如表 3 所示。

表 3 減量方法適用性評估說明

項目	減量方法適用條件	原因說明
1	本方法學只適用於積體電路(Integrated Circuit, 以下簡稱 IC)製造產業。其它對象包括半導體材料(含化學品)、光罩、設計(含電腦輔助設計 Computer Aided Design, CAD 軟體)、製程、封裝、測試及設備等，並不適用本方法學。	本公司屬積體電路製造產業，符合本條件要求。
2	本方法學安裝破壞處理設備無區分全新設備、或二手設備，須考量安裝之設備破壞去除率之有效性(非為裝設應用於毒性氣體之低溫電熱式處理設備)，且應參考 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule，須符合含氟溫室氣體之處理設備破壞去除效率大於 90%；N ₂ O 之處理設備破壞去除效率大於 60%；由外部公司購買之二手設備於設置完成時應先進行檢測。	本次專案購買之破壞處理設備皆為新品，且安裝之燃燒式尾氣處理設備，為 IPCC 認可，可將製程使用之氟化氣體有效破壞，破壞效率達 90% 以上，符合本條件要求。
3	本方法學適用於半導體產業之蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程，在沒有執行減量專案含氟及 N ₂ O 溫室氣體乃直接排放到大氣中。	本專案範圍為自廠內之「乾蝕刻區」與「薄膜區」，分別為蝕刻及化學氣相沉積製程，符合本條件要求。
4	製程機台只計算含氟及 N ₂ O 溫室氣體排放減量績效。	1. 本專案主要係統計 CF ₄ 、CHF ₃ 、CH ₂ F ₂ 、C ₄ F ₈ 、CH ₃ F、SF ₆ 、NF ₃ 、NF _{3r} 等含氟溫室氣體之減量績效，符合本條件要求。 2. NF _{3r} 為經由電漿解離後作為清潔製程腔室使用，與投入製程反應之 NF ₃ 不同用途，但來源皆為 NF ₃ 氣體。

項目	減量方法適用條件	原因說明
5	法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代含氟及 N ₂ O 溫室氣體或任何含有含氟及 N ₂ O 溫室氣體的廢氣成分。	目前國內法規及本廠所在之華亞園區並未強制要求半導體業安裝氟化氣體之廢氣破壞處理設備，也未要求該氣體之回收或替代，符合本條件要求。
6	量產後之既設廠應具有專案年開始前連續三年之含氟及 N ₂ O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料；量產後之新設廠應具有專案年開始前連續二年之含氟及 N ₂ O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料。	本廠係減量方法生效前所成立之工廠，屬於既設廠，具有專案年開始前連續三年之含氟溫室氣體使用量及使用率歷史資料，符合本條件要求。
7	破壞處理設備的最大處理能力必須大於含氟及 N ₂ O 溫室氣體進入破壞處理設備處理流量(包含所有其他副產物及稀釋氣體)之歷史數據。	本專案設置之燃燒式尾氣處理設備，因考量設備故障時仍能有效破壞氟化氣體，故設備本身設有備援機制；處理設備最大流量為每分鐘 600 公升，遠大於現場實際操作之流量，符合本條件要求。
8	專案申請者，應評估尾氣破壞處理設備使用年限大於專案期限，既有設備因故障或老舊，而不能繼續使用之情形，則不適用本方法，另該去除設備已屬先期專案中之減量措施者，亦不能再就此方法申請。	1.經供應商審慎評估，各項尾氣破壞設備只要定期保養維護、汰換零件耗材，即可持續有效操作達 25 年。故相關設備之使用年限皆可大於計畫年限。 2.本廠並未參與先期減量專案，符合本條件要求。
9	含氟及 N ₂ O 溫室氣體使用率須有安裝尾氣破壞處理設備之含氟及 N ₂ O 溫室氣體使用量(公噸 CO ₂ e)和晶圓生產面積(m ²)，晶圓規格依照財務年報之晶圓「出貨量」定義，包含 5 吋、6 吋、8 吋、12 吋與 18 吋晶圓等。	1.本專案所引用之含氟溫室氣體使用率，已納入尾氣破壞處理設備之含氟溫室氣體使用量和晶圓生產面積等參數。 2.本專案製程產品屬 12 吋晶圓，符合本條件要求。
10	各類溫室氣體以環保署公告之全球暖化潛勢氣體類別為依據。	本專案依減量方法要求以環保署公告之 IPCC 1995 年版 GWP 為依據。

(三)專案邊界

在評估基線與專案實施後之排放量時，本專案之主要溫室氣體排放為「乾蝕刻區」與「薄膜區」產生之氟化氣體(CF₄, C₄F₈, CHF₃, SF₆, CH₂F₂, CH₃F, NF₃, NF₃r)與燃燒水洗式尾氣破壞設備操作過程造成之 CO₂ 排放，專案邊界內之溫室氣體排放源鑑別如表 4：

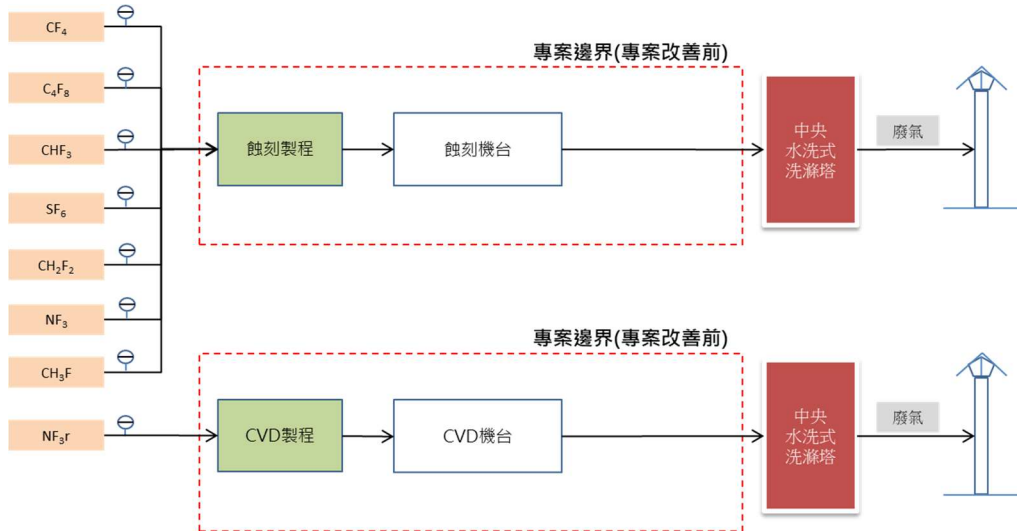
表 4 專案邊界內之溫室氣體排放源鑑別

情境	來源	溫室氣體	是否納入	說明/解釋
基線	乾蝕刻區與薄膜區之機台	CF ₄	是	主要的溫室氣體排放
		C ₄ F ₈	是	主要的溫室氣體排放
		CHF ₃	是	主要的溫室氣體排放
		SF ₆	是	主要的溫室氣體排放

專案		CH ₂ F ₂	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₃ F	是	主要的溫室氣體排放
		NF ₃	是	主要的溫室氣體排放
		NF _{3r}	是	主要的溫室氣體排放
	乾蝕刻區與薄膜區之機台	CF ₄	是	主要的溫室氣體排放
		C ₄ F ₈	是	主要的溫室氣體排放
		CHF ₃	是	主要的溫室氣體排放
		SF ₆	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₂ F ₂	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₃ F	是	主要的溫室氣體排放
		NF ₃	是	主要的溫室氣體排放
		NF _{3r}	是	主要的溫室氣體排放
	乾蝕刻區與薄膜區之燃燒水洗式尾氣破壞設備	CO ₂	是	處理設備需耗用電力與天然氣，故需納入專案之溫室氣體排放。

本專案邊界涵蓋本廠「乾蝕刻區」與「薄膜區」之 130 台蝕刻與 CVD 機台以及其對應之 133 台燃燒水洗式尾氣破壞設備，單一設施於專案實施前後之專案邊界示意如圖 8 所示。

[專案實施前]



[專案實施後]

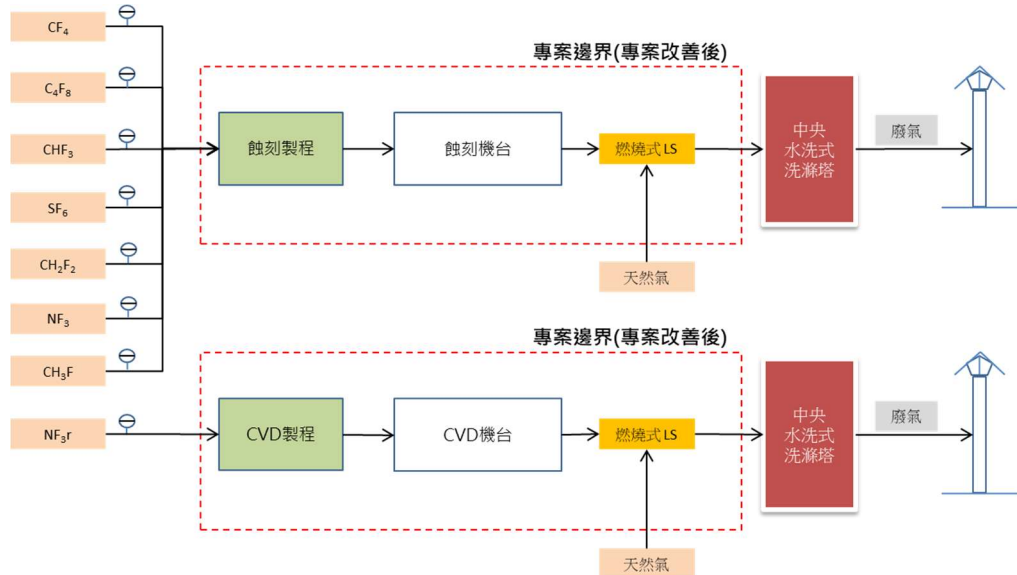


圖 8 專案實施邊界示意圖

(四)基線情境鑑別與外加性分析

本專案基線情境鑑別依據 CDM-EB 建議使用之「基線情境及外加性論證整合性工具」之方法程序來進行。因本專案於國內非第一個採用此減量技術，故以非該類型首例之程序進行外加性分析，詳如圖 9。依程序須採取下列 4 個步驟：1. 替代情境鑑別；2. 障礙分析；3. 投資分析(如適用)；4. 普遍性分析。本公司評估各項與本專案活動對等之替代方案和證明外加性，確認在沒有進行本專案活動下，最為可能的情境為「製程在未安裝有效的尾氣破壞設備下將 FCs 排放至大氣中」，以此為基線情境。以下依步驟順序說明：

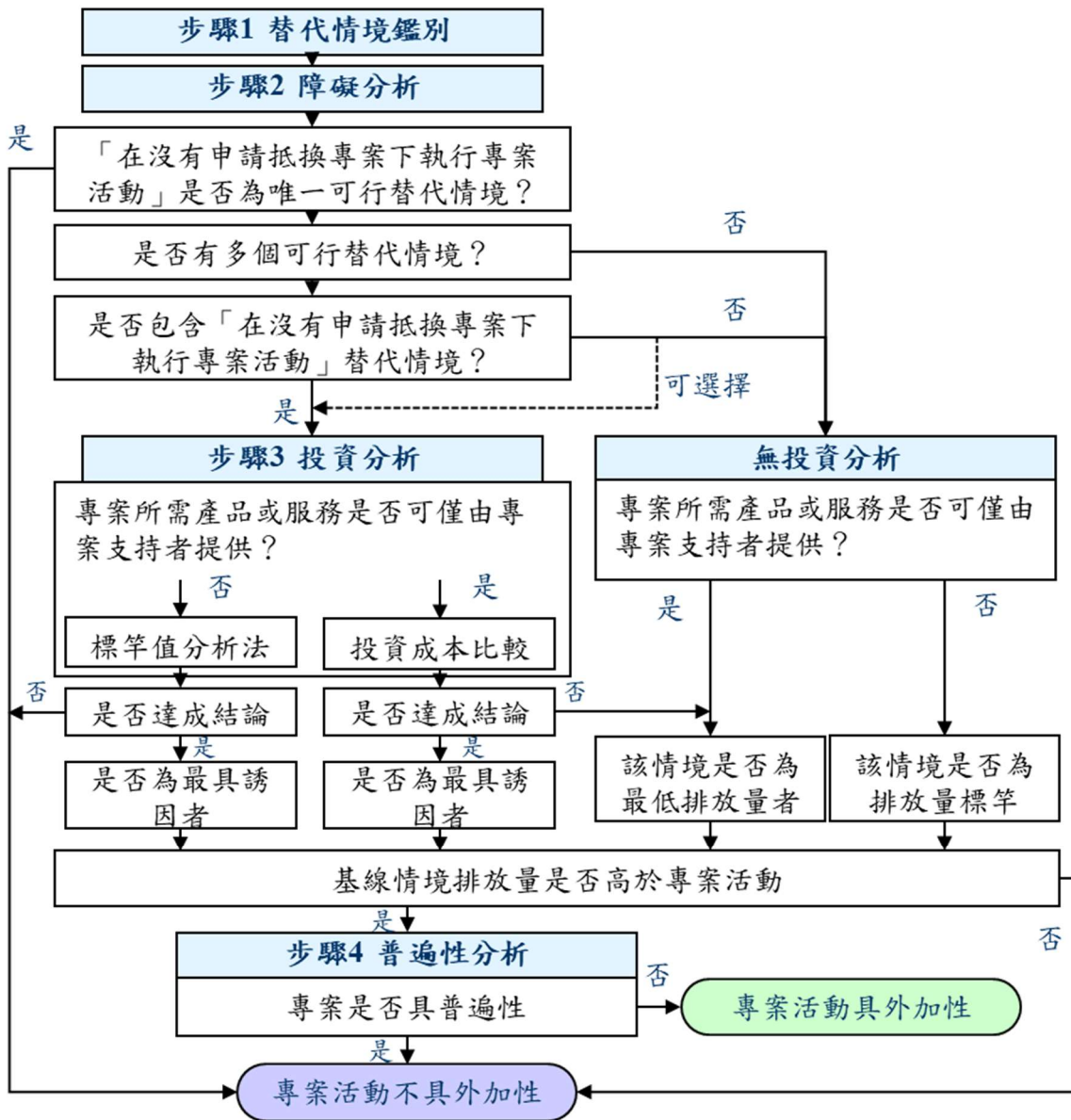


圖 9 專案非該類型首例之方法程序

(1) 步驟一：替代情境鑑別

步驟 1a：列出所有替代情境

根據減量方法，替代情境選項包含如下：

方案一：在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N₂O 溫室氣體尾氣破壞處理。

方案二：以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N₂O 溫室氣體。

方案三：評估使用含氟及 N₂O 溫室氣體的替代性氣體：包含其他氣體取代及低溫室氣體潛勢氟碳化合物取代高溫室氣體潛勢氟碳化合物。

方案四：製程最適化調整：製程修改使含氟及 N₂O 溫室氣體消耗量降到最低，將會使排放量降低。

方案五：回收技術：含氟及 N₂O 溫室氣體回收捕捉再利用技術亦可考慮。

步驟 1b：確認替代情境是否符合現行法規

針對半導體業含氟氣體使用，目前並無法規強制要求製程含氟氣體減量，亦無規範要求含氟氣體使用替代，同時本廠在裝設尾氣處理設備前後皆符合含氟氣體排放標準規定，故上述五種替代情境皆合法可行。另外，經查華亞科技園區開發環評書件，針對南亞科(本公司前身)並無 PFCs 或其他溫室氣體排放要求，因此本案並無涉及環評相關要求。依整合工具流程，上述五種替代情境均須進行步驟二障礙分析。

(2) 步驟二：障礙分析

針對前述五種合法可行替代情境，須逐一進行障礙分析，依據各情境分析結果，剔除因障礙導致無法實行之替代情境，各情境分析說明如下：

方案一：在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N₂O 溫室氣體尾氣破壞處理：

以尾氣處理設備破壞半導體製程含氟氣體已是成熟技術，具備完整之裝設、操作標準作業流程，且考量公司可動用資金足以支應處理設備花費，因此本替代情境無技術或投資障礙。

方案二：以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N₂O 溫室氣體：

現階段半導體產業在既有廠內製程仍繼續使用含氟溫室氣體，無論是否安裝破壞去除設備，皆對生產製程沒有影響；且一般半導體產業的蝕刻/化學氣相沉積製程，只需安裝電熱水洗裝置即可將製程有害氣體去除，基於安全性的防範措施，亦無需要安裝 IPCC 認可有效的尾氣破壞設施(如燃燒式、電漿式..等)。考量前述說明，本替代情境無技術或投資障礙。

方案三：評估使用含氟及 N₂O 溫室氣體的替代性氣體：

半導體蝕刻製程使用之含氟氣體，基於安全性與環境友善等考量，本公司已持續進行含氟氣體替代，例如以 C₄F₈ 替代 C₃F₈，目前可替代之氣體已完成更換作業，顧及製程操作條件，已無額外進行氣體替代空間，因此本替代情境具技術障礙。

方案四：製程最適化調整：

考量到原料投入成本，半導體製造業多年來已將製程上將含氟氣體的使用量降到最低，在不安裝有效的尾氣破壞設施下已難將含氟氣體排放量降低。本公司在兼顧經濟可行、操作條件最佳化、製程良率及製程安全下，已將含氟溫室氣體使用量調整至最佳化的使用量，短期內並無進一步最佳化調整之技術，因此本替代情境具技術障礙。

方案五：回收技術：

目前半導體業含氟氣體回收技術尚未成熟，且國內並無相關執行案例，故本替代情境具技術障礙。

步驟二分析結果：綜上所述，方案三、四、五皆具有技術障礙而不可行，僅方案一、二為可行方案。根據整合工具規定，當有複數個可行替代情境，且包含「在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N₂O 溫室氣體尾氣破壞處理」時，須進入步驟三投資分析。

(3) 步驟三：投資分析

整合工具規定，依據步驟二所篩選之替代情境，進行投資分析比較，並進行敏感度分析。依據投資分析結果，選擇最具經濟誘因者，作為本案基線情境。

方案一：在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N₂O 溫室氣體尾氣破壞處理：

表 5 簡單成本分析結果

項次	項目	單位	方案二	方案一
			(無 LS)	(燃燒式 LS)
1	初設成本 & 設備投資	NTD		538,274,785
2	折舊減稅額	NTD		107,654,957
投資小計		NTD		430,619,828
4	能源/氣體成本	NTD/y	0	24,501,107
5	營運維護(O&M)成本	NTD/y	0	31,870,000
營運成本小計		NTD/y	0	56,371,107
簡單投資回收年限		y	安裝燃燒式 LS 專案 -7.64	(負值表示無法回收)

敏感度分析

為探討本專案成本 PV 分析之變因在不同變動比率下，造成計算結果的差異，而可能影響本專案投資決策。遂針對投資成本之設備成本及維護保養成本等主要變因進行敏感度分析。

分析結果如表 6 所示，不論在專案設備投資成本及專案營運維護成本皆減少 5% 之情況下，本方案投資回收年限仍為負值，為不具投資效益之方案。

表 6 專案情境與基線情境之敏感度分析比較表

情境說明	燃燒式尾氣處理設備抵換專案		回收年限(年)
	總執行成本(元)		
	方案二	方案一	
基礎情境	0	486,990,935	-7.64
敏感度分析 I (專案設備投資成本減少 5%)	0	465,459,943	-7.26
敏感度分析 II (專案營運維	0	484,172,379	-8.04

護成本減少 5%)			
-----------	--	--	--

方案二：以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N₂O 溫室氣體：未設置處理設備時，無須額外投資任何處理設備，亦無額外操作維護費用，同時製程不會因此發生產能變化情形，故本方案總投資成本與淨收益皆為 0。

步驟三分析結果：比較方案一與方案二投資分析結果，雖方案二無任何投資效益，仍較成本無法回收之方案一具有誘因，根據整合工具規定，選擇方案二「以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N₂O 溫室氣體」作為本專案基線情境，進行步驟四普遍性分析。

(4)步驟四：普遍性分析

根據整合工具，普遍性分析可分為 4a 與 4b 兩種分析路徑。若專案減量措施為燃料替換、能效提升、甲烷破壞、避免甲烷生成等四種類型者，應採用 4a 分析路徑，遵循 CDM 方法學工具「普遍性分析」(Methodological tool: Common practice)執行；非屬前述四種類型之減量措施者，則採用 4b 分析路徑，依照整合工具規定之步驟執行。本專案減量措施為破壞去除含氟氣體，不屬於整合工具中列舉之四種減量措施，故應採用 4b 分析路徑，分析說明如下：

(1)區域內相似之專案活動

依據台灣半導體協會環安委員會決議，建議會員應裝設含氟氣體尾氣處理設備，本公司為具有 12 吋廠之協會成員，為支持產業減碳推動，積極參與裝設尾氣處理設備工作，同屬會員之廠商包含台積電、聯電等大廠亦參與此一工作；除台灣半導體協會外，生產規模、產業性質相似，且地理區位相近者尚有韓國半導體協會(KSIA)與日本半導體協會(JSIA)。

(2)本專案與相似專案之差異

與同業其他公司相比，本公司因製程變化快速，機台移動頻繁，使對應之尾氣處理設備數量與裝設位置難以掌握，將造成廠內管線規劃頻繁異動，有影響生產安全之風險，降低公司裝設處理設備之意願，相比之下同業較無此一疑慮。就區域而論，日本與韓國半導體協會並未形成裝設尾氣處理設備之共識，其中韓國雖裝機率有接近 6 成，但其含氟氣體占全國溫室氣體排放量比例為台灣之 2.5 倍，也可見韓國針對含氟溫室氣體處理並未積極推動，顯示含氟氣體破壞處理並非相當普及之減量技術。

綜合上述，本專案與同業相比有額外之技術困難處，同時在鄰近之產業協會間含氟氣體尾氣破壞措施普及率不高，可佐證本專案不具普遍性，並具有外加性。

三、減量/移除量計算說明

(一)減量/移除量計算描述

本專案排放減量依循 TM002 「半導體產業含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備排放減量」方法學計算，符合行政院環境保護署規定的減量方法來源。

(1)所引用減量方法之公式描述

本專案實施前之基線排放量 (BE_y) 計算，係假設在沒有執行此專案下，將製程投入之氟化氣體用量，依照 IPCC Tier 2b 之計算方法乘上對應之製程氣體未利用率 (1-U_i)、副產品氣體生成率(B_{i,CF4} 與 B_{i,C2F6})與對應之 GWP 值。計算公式如下：

$$BE_y = k \sum E_{FCi,y} \quad \text{式 1}$$

$$E_{FCi,y} = \min(E_{FCi,h}, E_{FCi,y}) \quad \text{式 2}$$

$$E_{FCi} = (C_{FCi}) \times [(1 - U_i)(GWP_i) + (B_{i,CF4})(GWP_{CF4}) + (B_{i,C2F6})(GWP_{C2F6})] \quad \text{式 3}$$

$$F_h = \frac{\sum C_{FCi,h} \times GWP_{FC,i}}{\sum P_h} \quad \text{式 4}$$

參數	定義	單位
BE _y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e
k	總含氟溫室氣體使用因子 k = 歷史年總含氟溫室氣體當量使用率(F _h)/專案年總含氟溫室氣體當量使用率(F _y)	—
E _{FCi}	未安裝 LS 時含氟溫室氣體排放量	tCO ₂ e
E _{FCi,y}	專案年未安裝 LS 時含氟溫室氣體排放量	tCO ₂ e
E _{FCi,h}	歷史年未安裝 LS 時含氟溫室氣體排放量	tCO ₂ e
F	總含氟溫室氣體當量使用率 F = 總含氟溫室氣體年使用當量/設備晶圓年生產面積	tCO ₂ e/m ²
F _y	專案年總含氟溫室氣體當量使用率	tCO ₂ e/m ²
F _h	歷史年總含氟溫室氣體當量使用率	tCO ₂ e/m ²
U _i	製程氣體利用率(IPCC 建議值)	%
B _{i,CF4}	CF ₄ 氣體生成率(IPCC 建議值)	—
B _{i,C2F6}	C ₂ F ₆ 氣體生成率(IPCC 建議值)	—
C _{FCi}	個別含氟溫室氣體年使用量	公噸
C _{FCi,h}	歷史年個別含氟溫室氣體年使用量	公噸
C _{FCi,y}	專案年個別含氟溫室氣體年使用量	公噸
Ph	歷史年設備晶圓年生產面積	m ²
Py	專案年設備晶圓年生產面積	m ²

依據減量方法規範，既設廠之歷史年含氟溫室氣體當量使用率以專案起始年前連續三年加權平均值；新廠之含氟溫室氣體使用當量計算以專案計入期前二年平均當量使用率乘上主管機關核准之最大設計產能。另外在計算含氟溫室氣體使用因子(k)時，若專案年含氟溫室氣體當量使用率低於歷史年含氟溫室氣體當量使用率時，以歷史年含氟溫室氣體當量使用率為上限，即 k 值 ≤ 1 。

專案實施後之排放量 (PE_y)，是將基線排放量乘上破壞設備的剩餘破壞去除率 (1-DRE)，加上減量設備操作期間電力和天然氣的使用額外所造成的 CO_2 排放量，即為專案排放量計算。計算公式如下：

$$PE_y = \sum (BE_{FCi,y} \times T_{Rate} \times (1 - DRE_{FCi,y})) + BE_y \times (1 - T_{Rate}) + C_{CO_2,y} \quad \text{式 5}$$

$$C_{CO_2,y} = (TE_y \times EF_{ELEC,y}) + (TF_y \times EF_{FUEL,y}) \quad \text{式 6}$$

參數	定義	單位
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e
$BE_{FCi,y}$	專案 y 年基線排放量	tCO ₂ e
$DRE_{FCi,y}$	處理設備之破壞去除效率	%
T_{Rate}	專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 $T_{Rate} = ED / (365 \times N - PD)$	-
$C_{CO_2,y}$	使用電力及燃料之排放量	tCO ₂ e
TE_y	專案年破壞設備之電力使用量	kWh
$EF_{ELEC,y}$	專案年國內電力排放係數參照值	tCO ₂ e/kWh
TF_y	專案年破壞設備之燃料使用量	Nm ³ /year
$EF_{FUEL,y}$	燃料之排放係數參照值	tCO ₂ e/1000NM ³

依據減量方法設計，本專案並未涉及洩漏排放，對於安裝機台時進行的交通與電力測試，在本方法所占的溫室氣體減量比例微乎其微，可被忽略。

本專案活動計入期間 y 年之溫室氣體排放減量(ER_y)計算如下：

(一)當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞去除設備形式時，其排放減量為：

$$ER_y = \sum (BE_{FCi,y} - PE_{FCi,y}) \quad \text{式 7}$$

(二)非上述(一)之製程情形，為遵守保守性原則，應依下列情境將排放減量乘修正係數 R：

$$ER_y = \sum (R \times BE_{FCi,y} - PE_{FCi,y}) \quad \text{式 8}$$

參數	定義	單位
ER_y	第 y 年之排放減量	tCO ₂ e
$BE_{FCi,y}$	第 y 年之基線排放量	tCO ₂ e
$PE_{FCi,y}$	第 y 年之專案排放量	tCO ₂ e
R	修正係數(R<1)	—

(2)所引用之預設係數與參數說明

本專案於確證時，所引用之預設係數與參數所採用之數值詳列如下表：

數據/參數	GWP	
數據單位	kgCO ₂ e/kg	
描述	溫室氣體全球暖化潛勢	
數據來源	IPCC 第二次評估報告(1995)，NF ₃ 使用第五次評估報告(2013)	
應用的數值	GWP _{CF4}	6,500
	GWP _{C4F8}	8,700
	GWP _{CHF3}	11,700
	GWP _{CH2F2}	650
	GWP _{CH3F}	150
	GWP _{SF6}	23,900
	GWP _{NF3}	16,100
	GWP _{NF3r}	16,100
數據選擇或量測方法和程序	依製程使用之溫室氣體種類選擇對應之全球暖化潛勢。	
數據用途	計算基線與專案排放	
備註	以電子檔案保存	

數據/參數	U_i	
數據單位	無單位	
描述	製程氣體機台利用率	
數據來源	2006 IPCC Guideline 電子業； US EPA GHG Reporting Rule	
應用的數值	U_i CF4	0.3(蝕刻)，0.1(CVD)
	U_i C4F8	0.8(蝕刻)，0.9(CVD)
	U_i CHF3	0.6(蝕刻)，NA(CVD)
	U_i CH2F2	0.94(蝕刻)，NA(CVD)
	U_i SF6	0.8(蝕刻)，NA(CVD)
	U_i CH3F	0.67(蝕刻)
	U_i NF3	0.8(蝕刻)，0.8(CVD)
	U_i NF3r	NA(蝕刻)，0.98(CVD)

數據選擇或量測方法和程序	1. 依照 IPCC Tier 2b Method 計算，CH ₃ F 因 IPCC 未列入故採用 US EPA rule 公告值。 2. 依製程類型(蝕刻/CVD)與使用之溫室氣體種類，選擇對應之 U _i 。
數據用途	計算基線與專案排放
備註	以電子檔案保存

數據/參數	B_i																											
數據單位	無單位																											
描述	含氟溫室氣體生成率																											
數據來源	2006 IPCC Guideline 電子業																											
應用的數值	<table border="1"> <thead> <tr> <th>氣體種類</th> <th>B_{iCF_4}</th> <th>$B_{iC_2F_6}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>CF₄</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>C₄F₈</td> <td>0.2(蝕刻)/0.1(CVD)</td> <td>0.2(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>CHF₃</td> <td>0.07(蝕刻)/NA(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>CH₂F₂</td> <td>0.08(蝕刻)/NA(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>CH₃F</td> <td>0.045(蝕刻)</td> <td>0.00087(蝕刻)</td> </tr> <tr> <td>SF₆</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>NF₃</td> <td>NA(蝕刻)/0.1(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> <tr> <td>NF_{3r}</td> <td>NA(蝕刻)/0.02(CVD)</td> <td>NA(蝕刻)/NA(CVD)</td> </tr> </tbody> </table>	氣體種類	B_{iCF_4}	$B_{iC_2F_6}$	CF ₄	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)	C ₄ F ₈	0.2(蝕刻)/0.1(CVD)	0.2(蝕刻)/NA(CVD)	CHF ₃	0.07(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)	CH ₂ F ₂	0.08(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)	CH ₃ F	0.045(蝕刻)	0.00087(蝕刻)	SF ₆	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NF ₃	NA(蝕刻)/0.1(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NF _{3r}	NA(蝕刻)/0.02(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)
	氣體種類	B_{iCF_4}	$B_{iC_2F_6}$																									
	CF ₄	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
	C ₄ F ₈	0.2(蝕刻)/0.1(CVD)	0.2(蝕刻)/NA(CVD)																									
	CHF ₃	0.07(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
	CH ₂ F ₂	0.08(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
	CH ₃ F	0.045(蝕刻)	0.00087(蝕刻)																									
	SF ₆	NA(蝕刻)/NA(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
	NF ₃	NA(蝕刻)/0.1(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
	NF _{3r}	NA(蝕刻)/0.02(CVD)	NA(蝕刻)/NA(CVD)																									
數據選擇或量測方法和程序	1. 依照 IPCC Tier 2b Method 計算，CH ₃ F 因 IPCC 未列入故採用 US EPA rule 公告值。 2. 依製程類型(蝕刻/CVD)與使用之溫室氣體種類，選擇對應之 B _i 。																											
數據用途	計算基線與專案排放																											
備註	以電子檔案保存																											

數據/參數	DRE_{FCi}																
數據單位	%																
描述	含氟溫室氣體破壞處理設備之破壞效率																
數據來源	2006 IPCC Guideline 電子業； US EPA GHG Reporting Rule																
應用的數值	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>DRE_{CF₄}</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{C₄F₈}</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{CHF₃}</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{CH₂F₂}</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{CH₃F}</td> <td>97% (IPCC 未列入，採用 US EPA rule 建議值)</td> </tr> <tr> <td>DRE_{SF₆}</td> <td>90%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{NF₃}</td> <td>95%</td> </tr> <tr> <td>DRE_{NF_{3r}}</td> <td>95%</td> </tr> </tbody> </table>	DRE _{CF₄}	90%	DRE _{C₄F₈}	90%	DRE _{CHF₃}	90%	DRE _{CH₂F₂}	90%	DRE _{CH₃F}	97% (IPCC 未列入，採用 US EPA rule 建議值)	DRE _{SF₆}	90%	DRE _{NF₃}	95%	DRE _{NF_{3r}}	95%
	DRE _{CF₄}	90%															
	DRE _{C₄F₈}	90%															
	DRE _{CHF₃}	90%															
	DRE _{CH₂F₂}	90%															
	DRE _{CH₃F}	97% (IPCC 未列入，採用 US EPA rule 建議值)															
	DRE _{SF₆}	90%															
	DRE _{NF₃}	95%															
	DRE _{NF_{3r}}	95%															

數據選擇或量測方法和程序	1. 依使用之溫室氣體種類，選擇對應之 DRE。 2. 若實際量測之 DRE 較 IPCC 預設值高時，取預設值計算；若實際量測之破壞效率較 IPCC 預設值低時，則取實際量測值計算。
數據用途	計算專案排放
備註	以電子檔案保存

數據/參數	TF_y
數據單位	Nm ³ /year
描述	專案年破壞設備之燃料使用量
數據來源	設備設計值
應用的數值	2,128,680
數據選擇或量測方法和程序	燃燒式處理設備操作所使用之燃料。
數據用途	計算專案排放
備註	以電子檔案保存

數據/參數	TE_y
數據單位	kWh
描述	專案年破壞設備之電力使用量
數據來源	設備設計值
應用的數值	1,874,640
數據選擇或量測方法和程序	1. 依據處理設備之額定功率乘上操作時間。 2. 依照方法學設計，操作時數保守假設以一年 365 天，每天 24 小時計算。
數據用途	計算基線排放
備註	以電子檔案保存

數據/參數	$C_{FCI,h}$
數據單位	公噸
描述	含氟溫室氣體之歷史年度使用量
數據來源	購入紀錄

應用的數值	CF ₄	15.287
	C ₄ F ₈	0.726
	CHF ₃	0.944
	CH ₂ F ₂	0.718
	CH ₃ F	0.031
	SF ₆	2.963
	NF ₃	3.233
	NF _{3r}	62.564
	數據選擇或量測方法和程序	1. 專案起始年之前三年加權平均值(104 至 106 年)。 2. FST 提供含氟溫室氣體購入紀錄, EPS 根據製程配方清單、配方操作紀錄分配至各機台。
數據用途	計算基線排放	
備註	以電子檔保存	

數據/參數	P_h
數據單位	m ²
描述	歷史年晶圓生產面積
數據來源	生產紀錄
應用的數值	48,421.71
數據選擇或量測方法和程序	1. 既設廠應取專案起始年之前三年加權平均值。(以 104 至 106 年之用量計算) 2. EPS 彙整全廠年產量資訊(片數), 並將片數乘上單位面積得到生產面積資訊。
數據用途	計算基線排放
備註	以電子檔保存

數據/參數	R	
數據單位	—	
描述	減量績效修正係數	
數據來源	TM002「半導體產業含氟及 N ₂ O 溫室氣體破壞處理設備排放減量方法學」	
應用的數值	氣體種類	R
	CF ₄	82%
	C ₄ F ₈	82%
	CHF ₃	92%
	CH ₂ F ₂	82%
	CH ₃ F	82%
	SF ₆	98%
	NF ₃	94%
	NF _{3r}	94%

數據選擇或量測方法和程序	1.若為單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞去除設備形式，則無需使用績效修正係數 R。 2.若非第 1 項所述，係使用該年度全部各項含氟溫室氣體生產製程參數(含時間/質流量)，以分配不同機台使用量時，使用 R 修正。
數據用途	計算專案減量(修正基線排放量)
備註	以電子檔保存

數據/參數	T_{Rate}
數據單位	-
描述	專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 $T_{Rate} = ED / (365 \times N - PD)$
數據來源	點檢及維護保養紀錄
應用的數值	1
數據選擇或量測方法和程序	-
數據用途	計算專案排放
備註	

數據/參數	N
數據單位	台
描述	破壞處理設備數量
數據來源	設備清冊
應用的數值	133
數據選擇或量測方法和程序	-
數據用途	計算專案排放
備註	以電子檔案保存

(二)減量/移除量計算

(1)基線排放量

本專案依減量方法規定，以「蝕刻區與薄膜區之 130 台機台，未安裝有效的尾氣破壞設備下，連續使用含氟氣體並排放至大氣中」做為基線情境。

在專案實施後，基線排放量則依照 IPCC Tier2b Method，並以該製程機台之實際氟化氣體用量計算出總排放量；在計畫書撰寫階段，以專案實施前三年製程機台之氟化氣體平均用量計算基線排放量。歷史數據和參數數值彙整如表 7。

$$BE_y = k \sum E_{FCi,y}$$

$$E_{FCi,y} = \min(E_{FCi,h}, E_{FCi,y})$$

$$E_{FCi} = (C_{FCi}) \times [(1 - U_i)(GWP_i) + (B_{i,CF4})(GWP_{CF4}) + (B_{i,C2F6})(GWP_{C2F6})]$$

$$F_h = \frac{\sum C_{FCi,h} \times GWP_{FC,i}}{\sum P_h}$$

表 7 基線排放量計算數據

參數	定義	單位	數值
$R * BE_y$	本計畫修正之基線排放量	tCO ₂ e/y	71,837.238
BE_y	本計畫之基線排放量	tCO ₂ e/y	82,547.612
R	減量績效修正係數	—	各氣體種類依減量方法規定
$C_{FCi,h}$	專案實施前之歷史平均用量	公噸	CF ₄ : 15.287 C ₄ F ₈ : 0.726 CHF ₃ : 0.944 CH ₂ F ₂ : 0.718 CH ₃ F : 0.031 SF ₆ : 2.963 NF ₃ : 3.233 NF _{3r} : 62.564
$E_{FCi,h}$	專案實施前之歷史平均排放量	tCO ₂ e/y	CF ₄ : 69,556.110 C ₄ F ₈ : 3,540.885 CHF ₃ : 4,609.970 CH ₂ F ₂ : 401.117 CH ₃ F : 10.784 SF ₆ : 6,951.112 NF ₃ : 10,457.173 NF _{3r} : 28,279.153
k	總含氟溫室氣體使用因子	—	0.667

(2) 專案排放量

專案實施後，專案活動之排放量係以實際量測之處理設備破壞效率進行計算，將基線之排放量乘上未被破壞之含氟氣體比率(1-DRE)，再加上處理設備耗電造成之排放量，即可求得專案實施後之排放量。在計畫書撰寫階段，處理設備之破壞效率與用電量係依據供應商提供之設計值評估，但因設備之設計破壞效率皆大於 IPCC 預設值 90%(NF₃ 氣體預設去除率為 95%)，根據減量方法要求，以 90%計算(NF₃ 為 95%)；破壞設備之耗電量則以保守假設運作 365 天，每天 24 小時計算耗電量。專案數據和參數數值彙整如表 8。

$$PE_y = \sum (BE_{FCi} \times T_{Rate} \times (1 - DRE_{FCi,y})) + BE_y \times (1 - T_{Rate}) + C_{CO_2,y}$$

$$C_{CO_2,y} = (TE_y \times EF_{ELEC,y}) + (TF_y \times EF_{FUEL,y})$$

表 8 專案排放量計算數據

參數	定義	單位	數值
PE _y	y 年專案排放量	tCO ₂ e /y	11,692.085
DRE	破壞設施之破壞效率	%	90 (CH ₃ F 為 97、NF ₃ 為 95)
TE _y	專案實施後破壞設施之用電量	kWh/y	1,874,640
TF _y	專案實施後破壞設施之燃料使用量	M ³ /y	2,128,680
C _{CO₂,y}	專案實施後破壞設施之排放量	tCO ₂ e/y	5,722.660

(3) 洩漏量

依據減量方法設計，本專案並未涉及洩漏效應，且大部分潛在之洩漏源已於適用條件考量並規範，予以排除。洩漏排放量計算如下：

$$LE_y = 0$$

(4) 專案排放減量

本專案實施後，專案邊界內之使用 FCs 之機台皆採用燃燒式尾氣處理設備，故單一年度排放減量計算公式如下，評估結果如表 9 所示。

$$ER_y = R * BE_y - (PE_y + LE_y)$$

表 9 專案排放減量計算數據

參數	定義	單位	數值
ER _y	y 年之排放減量	tCO ₂ e /y	60,145
R*BE _y	y 年之基線修正排放量	tCO ₂ e /y	71,837
PE _y	y 年專案排放量	tCO ₂ e /y	11,692
LE _y	y 年之洩漏排放量	tCO ₂ e /y	0

(三) 計入期計算摘要

本專案依據環保署「溫室氣體抵換專案管理辦法」(107.12.27 版)，選擇以 10 年(固定型)做為專案計入期，初步規劃減量效益計算期間為 109 年 1 月 1 日~118 年 12 月 31 日，屆時依實際註冊通過日期計算。計入期內各年度之減量計算摘要如表 10 所示。

表 10 專案執行期間溫室氣體排放減量資訊

單年期間	基線排放量 估計值 (公噸 CO ₂ e)	專案活動 排放量估計值 (公噸 CO ₂ e)	洩漏估計值 (公噸 CO ₂ e)	排放減量/ 移除量估計值 (公噸 CO ₂ e)
109/01/01~109/12/31	71,837	11,692	0	60,145
110/01/01~110/12/31	71,837	11,692	0	60,145
111/01/01~111/12/31	71,837	11,692	0	60,145
112/01/01~112/12/31	71,837	11,692	0	60,145
113/01/01~113/12/31	71,837	11,692	0	60,145
114/01/01~114/12/31	71,837	11,692	0	60,145
115/01/01~115/12/31	71,837	11,692	0	60,145
116/01/01~116/12/31	71,837	11,692	0	60,145
117/01/01~117/12/31	71,837	11,692	0	60,145
118/01/01~118/12/31	71,837	11,692	0	60,145
計入期預估總減量(公噸 CO ₂ e)				601,450
計入期總年數(年)				10
計入期預估平均年減量(公噸 CO ₂ e)				60,145

四、監測計畫

(一)應被監測之數據與參數

數據/參數：	尾氣破壞設備燃料流量
數據單位	-
描述	破壞去除設備之參數，需能達到如設備廠商提出可達 FCs 含氟溫室氣體之處理設備破壞去除效率大於 90%。 監控設備於燃料流量不足時將無法點燃母火，於設備面板將顯示 MFNO(Main Flame Not On)警示代碼，檢測人員於每日點檢表註記。
數據來源	設備操作資訊控制介面、每日點檢表
量測的方法和程序	設備具有 UV sensor 可量測母火是否點燃 於點檢紀錄表標記設備是否達到有效破壞溫度。
監測頻率	破壞設備：連續監測 人工點檢：每日一次
QA/QC 程序	-
備註	容許±10%之誤差為限

數據/參數：	$C_{FCi,y}$
數據單位	kg
描述	專案 y 年含氟溫室氣體年度使用量
數據來源	使用紀錄
量測的方法和程序	由 FST 提供含氟氣體購入量紀錄，EPS 進行彙整
監測頻率	每年
QA/QC 程序	各氣體之購入量統計報表
備註	-

數據/參數：	P_y
數據單位	m^2
描述	專案 y 年晶圓生產面積
數據來源	生產紀錄
量測的方法和程序	每月生產紀錄
監測頻率	每年
QA/QC 程序	應確認相關引用數值正確，並比對相關生管紀錄。
備註	-

數據/參數：	$EF_{ELEC,y}$
數據單位	tCO ₂ e/ kWh
描述	專案實施後之電力排放係數
數據來源	華亞汽電提供之電力排放係數
量測的方法和程序	依華亞汽電每年提供之最新係數值
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	如未來改用台電電力，將以能源局最新公告係數為準

數據/參數：	$EF_{FUEL,y}$
數據單位	tCO ₂ e/ Nm ³
描述	專案實施後之燃料排放係數
數據來源	供應商提供之熱值
量測的方法和程序	根據天然氣供應商提供之熱值，遵循環保署排放係數管理表規定計算
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	本專案使用燃燒式處理設備，使用燃料將導致排放。

數據/參數：	$DRE_{monitor, y}$
數據單位	%
描述	實際量測之 FCs 破壞去除效率
數據來源	實際量測
量測的方法和程序	FTIR
監測頻率	3 年 1 次
QA/QC 程序	FTIR 進出口端的濃度將根據製造商手冊進行校正維護
備註	-

數據/參數：	含氟溫室氣體質流量
數據單位	kg
描述	處理前後之氣體濃度及體積流量
數據來源	進出口 FTIR 量測系統
量測的方法和程序	FTIR 吸收量測轉換為濃度，做為消滅率之依據
監測頻率	3 年 1 次
QA/QC 程序	FTIR 進出口端的濃度將根據製造商手冊進行校正維護
備註	—

數據/參數：	FTIR 量測系統所附屬之流量計維護頻率
數據單位	每年維護需求和時間的清單
描述	流量計的維護清單
數據來源	參考設備操作手冊
量測的方法和程序	流量計應以壓力氣體進行清洗，流量誤差應低於 5%，並需依設備規範進行維修
監測頻率	3 年 1 次
QA/QC 程序	—
備註	委外檢測機構提供

數據/參數：	FC 氣體之分子量及其吸收光譜
數據單位	g/mole
描述	含氟溫室氣體種類
數據來源	分子量
量測的方法和程序	FTIR 光譜資料庫
監測頻率	3 年 1 次
QA/QC 程序	—
備註	委外檢測機構提供

數據/參數：	尾氣破壞處理設備稀釋比
數據單位	ppm
描述	濃度
數據來源	QMS
量測的方法和程序	使用 QMS 時應符合其校正之相關規定，測量校正時間應大於 30 分鐘
監測頻率	3 年 1 次
QA/QC 程序	—
備註	委外檢測機構提供

數據/參數：	ED
數據單位	日
描述	專案年破壞處理設備達有效處理處理參數之總日數
數據來源	破壞處理設備達有效處理處理參數之點檢紀錄或操作紀錄
量測的方法和程序	點檢紀錄或操作紀錄
監測頻率	每日
QA/QC 程序	管理人員應依每日點檢紀錄確認設備達有效處理之日數
備註	—

數據/參數：	PD
數據單位	日
描述	專案年破壞處理設備維護保養或停機總日數
數據來源	維護保養或操作紀錄
量測的方法和程序	維護保養或操作紀錄
監測頻率	每日
QA/QC 程序	—
備註	—

(二)抽樣計畫

本專案依據方法學要求，針對所有新設的尾氣處理設備，於安裝後即進行相關破壞效率量測工作。專案執行後，則依照減量設施之形式進行群組分類，以裝設年份最早之同型式減量設備(篩選一台)進行三年一次的檢測。

廠牌	型號	台數	類型	抽樣規劃
DAS	ESCAPE-DUO	104	burn+wet	取設置年份最早之設備，各廠牌擇一台進行三年一次的檢測。
	STYRAX-DUO	29	burn+wet	

(三) 監測計畫其他要素

(1) 監測組織與人員

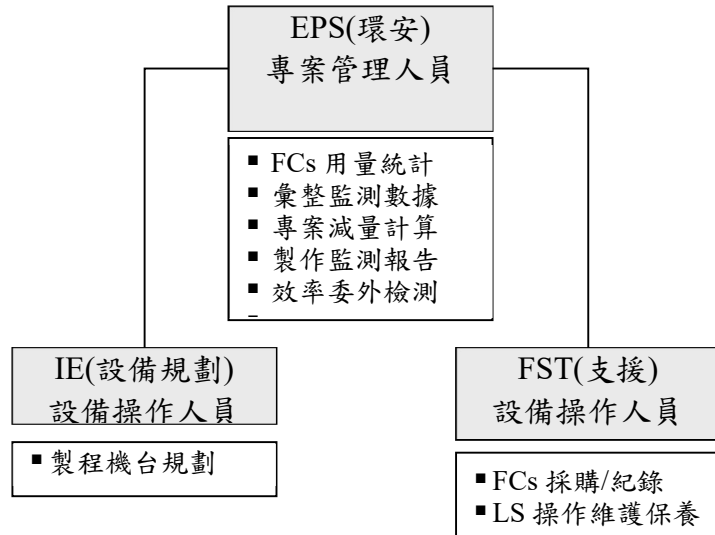


圖 10 抵換專案監測作業小組組織圖

本公司將秉持 ISO 9001、ISO 14001 與 ISO 14064-1 執行經驗，有效管理本專案之監測計畫。相關權責規劃如下：

— 專案管理人員(EPS)：

- 確保監測管理團隊操作人員資格與相關工作分配。
- 負責基線排放量、專案排放量與減量計算。
- 負責監測計畫之撰寫與內部查核。
- 監測報告與各項佐證資料之保存。
- 現場存檔或檔案備份。
- 各機台/尾氣破壞設備之氟化氣體使用量統計。

— 設備操作人員(IE)：

- 製程機台設置區域規劃與施工
- 製程機台異動規劃

— 設備操作人員(FST)：

- 連續監測顯示、記錄專案活動中所需的參數：破壞設備反應腔溫度、破壞設備有效操作時間等。
- 定期發包委外專業機構進行尾氣破壞設備之效率檢測。
- 維持電腦記錄、檔案資料和使用之相關文件或計算程式。
- 彙整和分析月操作紀錄，並交叉檢查監測數據。
- 監測儀表之定期校正與校正報告保存。
- 廠區各種 FCs 購入量彙整。

(2)數據蒐集與管理流程

本專案主要數據之監測、蒐集、計算與保存流程，如圖 11 所示。

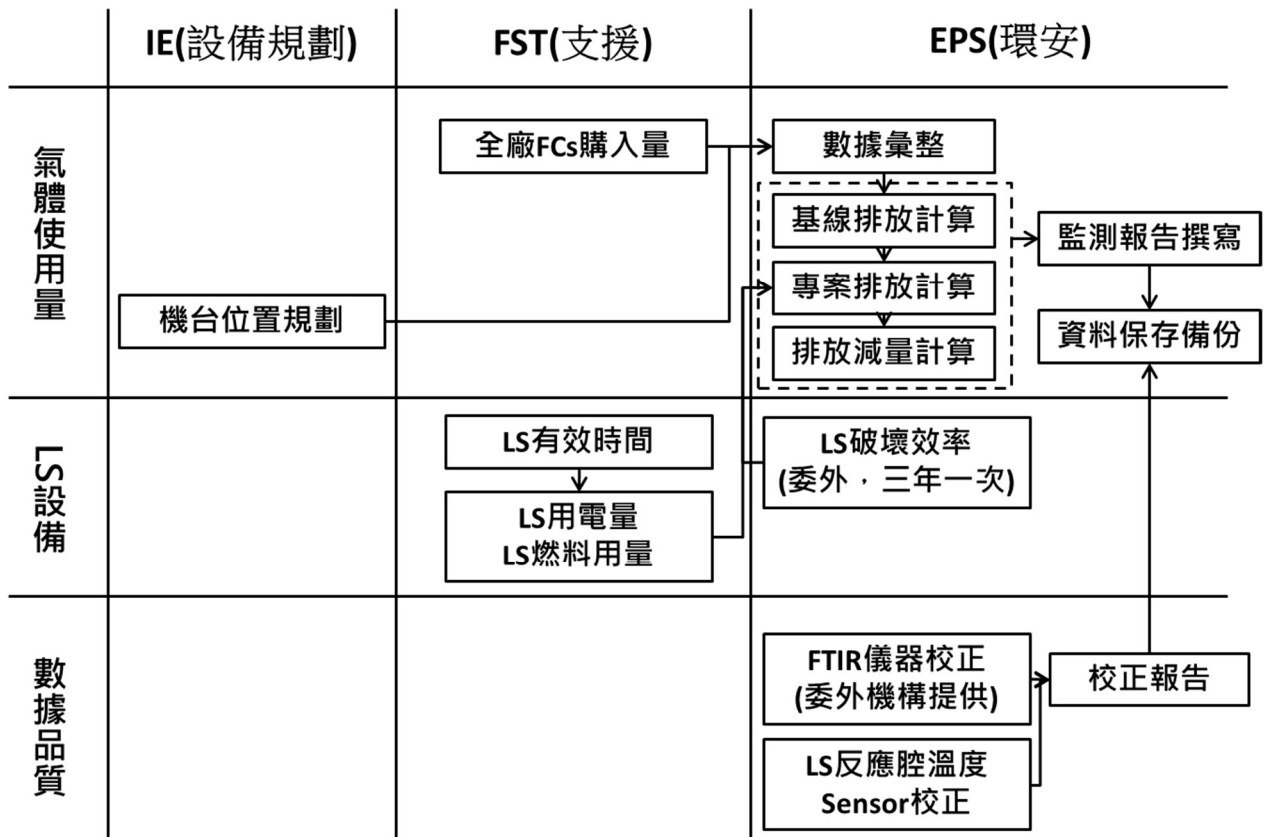


圖 11 本專案監測數據蒐集與管理流程

(3)數據及佐證資料保存

依環保署「溫室氣體查驗指引」(99.12 版)規範，抵換專案相關資料保存至少至專案計入期結束後的 2 年，故本專案減量計算參數資料來源之現場存檔或檔案備份，其所有的數據將被妥善保存 12 年(專案計入期 10 年+2 年)。

五、專案活動期程描述

(一)專案活動執行期間

本公司自 95 年開始推動蝕刻與薄膜區機台採燃燒式尾氣處理設備，相關專案期程規劃如表 11 所示。

表 11 本專案規劃期程

工程項目	工作期程	規劃期程
燃燒式尾氣處理設備安裝工程	規劃評估	95.01~106.12
	抵換專案準備	108.01~108.10
	設備採購 設備安裝	95.01~107.12
	工程竣工/驗收	95.12~107.12

參循 CDM 剩餘壽齡評估工具選項(b)專家評估(Obtain an expert evaluation)，本廠請設備供應商針對本專案既有之製程機台與既有燃燒式尾氣處理設備行壽齡評估，供應商皆表示若依操作標準操作，並定期檢查、維修及零件/耗材更換，設備皆可持續有效使用達 25 年以上。故此專案並非因既有破壞設備無法運作而進行汰換，且相關製程機台於計入期間皆可有效運作。

(二)專案計入期

依據環保署「溫室氣體抵換專案管理辦法」(107.12.27 版)第八條第五項，本專案選擇以 10 年(固定期)做為專案計入期。初步規劃減量效益計算期間為 109/01/01~118/12/31。而專案註冊通過日為 110 年 4 月 29 日，故本專案計入期為自 110 年 4 月 29 日起至 120 年 4 月 28 日止。

考量部分處理設備之壽齡保證將於 120 年初到期，如核定計入期之結束日晚於其屆齡時間，該處理設備將不計算排放減量成效。

六、環境衝擊分析

本專案之專案範圍皆於本公司廠內，其影響到其他環境的衝擊非常低。以下謹針對施工期間及專案活動執行減量期間，本專案對於週遭環境之可能影響，進行以下分析。

(一)施工期間

本專案為既有設備之改造，施工地點皆在原設備所在地，並不會衍生新的廢氣、廢水等環境衝擊，但專案工程可能產生工程噪音與少量事業廢棄物，對此，本公司於施工期間對於此工程所可能產生的噪音、廢棄物等環境問題將依法規規定處理及加強防制/源頭減量，以降低對於環境之影響。

(二)專案活動執行減量期間

本專案工程改造後，除了可以有效處理製程使用之特殊氣體外，將可大幅降低溫室氣體排放量，可降低環境衝擊；改善後之製程亦不會增加外部廢氣量或塵土等問題，亦不會造成外部的環境影響；經由本案處理設備所排出之處理後酸液，將透過管線導引至廢水處理廠與製程廢液一併處理，且本廠預計於 111 年啟用尾氣破壞設備排水回收，故不會造成外部環境影響。

七、公眾意見描述

(一)利害相關者鑑別

本專案實施地點位於桃園市龜山區華亞五路 2 號。本專案之改善作業包含本廠「薄膜區」與「乾式蝕刻區」內機台之尾氣處理設備改善。相關設備之安裝施工，亦在本公司廠內及部分鄰近範圍，本公司於施工期間可能產生的噪音、塵土等環境問題亦遵守法規防制。在此改善專案完成後，製程運轉穩定、可大幅降低溫室氣體排放量，亦不會增加廢氣、塵土等環境問題。因此，本專案執行不會對於鄰近區域居民或工廠之環境與生活品質造成負面影響。

本專案之實施直接影響對象依重要性可區分為四級，第一級為「運轉操作人員」，第二級為「尾氣處理設備設備商、維修保養廠商」，第三級為「公司/工廠其他員工」及第四級「鄰近工廠/居民/一般大眾」，如表 12 所示。

表 12 公眾意見調查對象

類別	定義	對象人員
第一級	與專案技術活動/設備常態運轉直接相關人員	薄膜區、乾蝕刻區現場作業同仁
第二級	與專案技術活動實施部分過程相關人員	本案尾氣處理設備供應商之技術人員
第三級	於專案活動實施場域內其他人員	本公司環安部門同仁與主管
第四級	與專案活動非直接相關，但可能因專案活動對環境/社會/經濟之影響而間接相關人員	本廠位於華亞科技園區，屬特定之工業專區，無一般居民，故調查對象以本廠員工家屬為主，居住範圍涵蓋桃園區、龜山區及林口區等地

(二)利害相關者(公眾)意見蒐集

為使利害相關者充分理解專案執行內容，並蒐集社會大眾對於本專案推行之意見，以確認專案活動對利害相關者造成之影響，本公司依據影響的對象層面，設計本「晶圓製程機台裝設燃燒水洗式尾氣處理設備專案計畫書」公眾意見調查表，內容共計有 8 個提問，針對可能影響之對象分別發送填寫。

本公司已於 108 年 10 月完成公眾意見調查表，共計發送 30 份，收回 30 份，各級人員平均回收率達 100%。針對調查對象人數分析，以第 4 級人數占比 53% 最多，相關資訊彙整如表 13 所示。

表 13、意見調查對象與回覆情形

對象類別	調查時間	發送份數	回收份數	回收率
第 1 級	108.10	6	6	100%
第 2 級	108.10	4	4	100%
第 3 級	108.10	4	4	100%
第 4 級	108.10	16	16	100%
合 計		30	30	100%

(三)利害相關者(公眾)意見總結

茲分析「晶圓製程機台裝設燃燒水洗式尾氣處理設備專案計畫書」意見調查對象與回覆情形，受訪者針對本專案多表示肯定與支持，調查結果如表 14 所示。針對公眾意見 1~4 問題，主要是針對受訪者對於全球暖化、台灣美光晶圓近年減碳行動、尾氣處理設備專案的影響認知，依受訪結果，受訪者普遍聽過全球暖化之名詞，並了解台灣美光晶圓持續進行的減碳活動，對於尾氣處理設備可有效減少溫室氣體排放及對整體環境的影響多秉持著正面看法。

而針對公眾意見第 5 題專案正面影響，有 97%的受訪者認為可以減少溫室氣體排放、77%的受訪者認為可以改善地區之空氣品質、87%的受訪者認為可響應政府減碳政策，33%的受訪者認為可提升製程生產穩定性。

而針對公眾意見第 6 題專案負面影響有 63%的受訪者擔心尾氣處理設備故障導致製程氣體未被有效處理，本廠購置 LS 設備時將確保設備具有監控、緊急自動處置等功能，來防止製程氣體外洩；23%的受訪者認為施工會有噪音問題，本廠將持續加強施工控管，減少噪音產生；33%的受訪者擔心會因尾氣處理設備故障導致製程緊急停止影響生產穩定性，本廠於專案規劃時已設計機台之備援功能，若有故障可即時切換不影響製程生產，可確保製程生產穩定性；10%的受訪者認為施工車輛會影響交通，本廠於專案施工階段將請守衛密切注意車輛進廠動向並協助指揮車輛進場，避免交通堵塞。

而針對公眾意見第 7 題專案負面影響的注意事項，有 73%的受訪者認為尾氣處理設備應建立備援機制；23%的受訪者認為需要注意施工噪音振動；60%的受訪者認為需要確認破壞設備是否有效運作及維持；17%受訪者認為需要注意車輛進出控制。承上所述，本公司將致力於降低專案施工/運作階段任何可能之負面衝擊。而第 8 題全體受訪者皆尊重專業、全力支持。

整體而言，利害相關者全數贊成本專案之執行，顯見本專案之影響屬於正面且對於環境永續提供積極之貢獻。此外，考量到部份第四線人員對於本公司歷年來於溫室氣體減量之努力/FCs 減量效益之認知有限，本公司未來將藉由參與政府成果發表會、安環會議、主管機關查訪等場合，對內、外進行本計畫改善過程宣導及本廠為節能減碳及空氣污制所做之努力及成效，以示本廠善盡溫室氣體減量之決心。

表 14 公眾意見調查結果分析

題號	問題	對象	回答(份數)			
			是	否		
1	您是否知道全球暖化/氣候變遷為近年來備受關注的環境議題之一?	第一級	6	0		
		第二級	4	0		
		第三級	4	0		
		第四級	16	0		
2	您是否知道台灣美光晶圓公司近年來持續致力於推動節能減碳及溫室氣體減量管理工作?	第一級	6	0		
		第二級	4	0		
		第三級	4	0		
		第四級	16	0		
3	您是否知道半導體製程使用之氟化氣體(PFCs)為溫室氣體，且製程機台使用燃燒式尾氣處理設備可以有效減少其溫室氣體之排放(破壞效率可達90%以上)?	第一級	6	0		
		第二級	4	0		
		第三級	4	0		
		第四級	16	0		
4	您是否認為本廠蝕刻/CVD 製程加裝燃燒式尾氣處理設備之改善專案，將對地方社會、經濟及環境帶來負面影響?	第一級	0	6		
		第二級	4	0		
		第三級	4	0		
		第四級	4	12		
題號	問題	對象	回答(份數)			
5	承第 4 題，您認為本專案可能帶來的正面影響為何?(可複選)		減少製程生產之溫室氣體排放	改善地區空氣品質	響應政府溫室氣體減量政策	提升製程穩定性
		第一級	6	4	6	3
		第二級	4	4	4	3
		第三級	4	3	4	2
6	承第 4 題，您認為本專案可能帶來的負面影響為何?(可複選)		設備故障導致製程氣體未被有效處理	施工過程噪音及震動頻繁	設備故障影響製程生產穩定性	施工過程車輛進出頻繁影響廠內/鄰近交通
		第一級	4	0	3	0
		第二級	2	1	2	1
		第三級	4	0	1	0
7			尾氣處理設	落實施工噪	監控破壞設	施工期間設備
		第一級	4	0	3	0
		第二級	2	1	2	1
		第三級	4	0	1	0

	承第 6 題，您認為在本專案執行時，須注意何種事項以減輕負面影響？(可複選)		備應建立備援機制	音及震動管控措施	備有效運作且定期保養	載運車量進出控制
		第一級	5	1	3	1
		第二級	2	2	3	1
		第三級	3	1	2	0
		第四級	12	3	10	3
8	是否尚有其他寶貴意見？		是，請簡要說明		否，尊重專業，支持推動	
		第一級	0		6	
		第二級	0		4	
		第三級	0		4	
		第四級	0		16	

附件一 專案執行相關單位基本資料

附表、專案執行相關單位基本資料

申請單位 (實際減量單位)			
單位名稱	[Redacted]		
工廠登記證	[Redacted]		
單位地址	[Redacted]		
單位負責人	[Redacted]	統一編號	[Redacted]
聯絡人	[Redacted]	聯絡電話	[Redacted]
電子郵件	[Redacted]	傳真號碼	[Redacted]