

大規模減量方法

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

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

目 錄	頁數
I.減量方法提案緣起及背景	1
II.既有減量方法差異說明.....	1
III.減量方法計算式設計概念	13
IV.大規模減量方法.....	14
1.介紹.....	14
2.範疇、適用條件及生效日	14
3.名詞定義	16
4.專案邊界	16
5.基線情境選擇與外加性論述	17
5.1.基線情境的鑑別.....	17
5.2.替代方案情境的鑑別.....	17
5.3.外加性.....	18
6.基線排放、專案排放、洩漏排放設計要點	18
6.1.基線排放	18
6.2.專案排放	20
6.3.洩漏排放	21
7.減量.....	21
8.監測方法	25
8.1.應監測之數據與參數.....	27
附錄 1. 減量方法研訂參考依據	30

I. 減量方法提案緣起及背景

現況於國內外半導體業相關之減量方法學，尚無針對多種含氟(Fluorinated Compound, FCs)及 N₂O 溫室氣體個別設置有效尾氣破壞處理設備之減量方法。其中 FCs 包含 CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C-C₄F₈、CHF₃、CH₂F₂、CH₃F、NF₃和 SF₆等，故本公司參考 CDM 已公告方法(AM0078)「Point of Use Abatement Device to Reduce SF₆ emissions in LCD Manufacturing Operations /LCD 製造業製程中減少 SF₆ 排放量之使用端減量設備」、(AM0111)「Abatement of fluorinated greenhouse gases in semiconductor manufacturing / 半導體製造業含氟溫室氣體減量」及行政院環境保護署公告之 TM001「平面顯示器產業 SF₆ 破壞去除設備排放減量方法」，來擬訂適合半導體產業採用高溫有效處理設備來處理含氟及 N₂O 溫室氣體之排放減量方法。

II. 既有減量方法差異說明

表一、本減量方法與既有減量方法(CDM-AM0078)差異比較表

差異說明	本減量方法	既有減量方法
編號/名稱	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	CDM-AM0078 「Point of Use Abatement Device to Reduce SF ₆ emissions in LCD Manufacturing Operations /LCD 製造業製程中減少 SF ₆ 排放量之使用端減量設備」
出處		此基線及監測方法學參照了 CDM 最新版通過的三個工具： •用以鑑別基線情境及證明外加性之合併工具 •用以計算因使用電力之基線，計畫型及/或洩漏之排放量之工具 •用以計算因使用化石燃料之計畫型或洩漏之排放量之工具 此方法學亦參照了經 US EPA 通過之三個方法： •US EPA 方法 1 – 固定排放源之採樣及流速 •US EPA 方法 2 – 煙道氣體流速及體積流量之決定 •US EPA 方法 3 – 煙道氣體濕度之決定
涉及之減量措施 (差異說明) AM0078 是燃燒式或熱能式減量設備；本方法學改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備。	IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備，如燃燒式、電漿式、加熱觸媒式、高溫電熱式...等尾氣破壞處理設備	燃燒式或熱能式減量設備
(1)適用條件 (差異說明) 1.此方法學與 AM0078 有類似的架構；本方法學適用較多的溫室氣體並改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫	(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； (2)本方法學安裝破壞處理設備無區分	(1)本方法學適用於安裝燃燒式或熱能式減量設備，以消除從 LCD 製造業蝕刻廠排出的 SF ₆ 。 (2)SF ₆ 目前是直接排放到大氣中。

室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備。 2.AM0078 是以一台中央集中式尾氣處理設備集中處理 SF₆，監測方式是連續監測；本方法學則是於各機台後端分別設置尾氣破壞處理設備並改用採樣方式監測。 (不適用 CDM-AM0078 原因) 1.半導體產業特性製程使用多種溫室氣體 2.目前業界尚未發展出商業化集中式之設備，故無法採用。 3.單一廠址設置處理設備台數眾多分散，受限於費用與空間，無法在個別機台進行 FTIR 實際之進/出氣體量與破壞效率之連續監測，但仍有進行維持設備必要之操作參數連續監測。	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%；N₂O 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； (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 N₂O 溫室氣體乃直接排放到大氣中； (4)製程機台只計算含氟及 N₂O 溫室氣體排放減量績效； (5) 法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代含氟及 N₂O 溫室氣體或任何含有含氟及 N₂O 溫室氣體的廢氣成分； (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 N₂O 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 N₂O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料； (7) 破壞處理設備的最大處理能力必須大於含氟及 N₂O 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； (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； (9)含氟及 N₂O 溫室氣體使用率須有安裝尾氣破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體使用量(公噸 CO₂e)和晶圓生產面積(m²)，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； (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。	
(2)專案邊界 (差異說明) 1.此方法學與 AM0078 有類似的架構。	本減量方法範疇為半導體產業的蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程中含有含氟及 N₂O 溫室氣體使用排放為專案邊界。含氟及 N₂O 溫室氣體經實施本減量方法設置尾氣破壞處理設備後將會被破壞，但尾氣破壞處理設備使用電力或燃燒而排放的溫室氣體，亦在專案的排放內，應列入計算。	專案邊界包含有執行 SF₆ 排放量減量的 LCD 工廠，使用於乾蝕刻製程的 SF₆，及產生自因操作減量設備所使用的電力及化石燃料 CO₂ 排放量。
(3)基線排放(含基線排放計算式) (差異說明) 此方法學與 AM0078 差異在於原方法學有連續監測進入破壞去除設備之含氟氣體量，而此方法學以採樣方式監測，所以在計算基線排放量時沒有進入破壞去除設備之含氟及 N₂O 氣體量數據可供比較，是以含氟及 N₂O 氣體於專案年實際	(1)專案年基線排放當量(公噸 CO₂e)，本減量方法可能包含多種型式之蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜、擴散機台，各機台未安裝破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量為年使用當量乘上製程氣體未利用率(1-U_i)。 (2)本減量方法之專案年基線排放量計算將取歷史年與專案年之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量最小值。	(1)計入年 y 年的基線排放量的計算，係依據在 y 年進入到減量設備的 SF₆ 質量而得。 (2)防止有意的增加基線排放量，基線排放量將低於一個限值，該限值係來自於歷史 SF₆ 消耗量。 (3)每單位 LCD 基板面積所增加的 SF₆ 消耗量，將利用“SF₆ 消耗因子”(SF₆ consumption factor)予以扣除。 (4)SF₆ 氣體實際排放量為 y 年 SF₆ 進

使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算，因此，仍具有保守性。	(3)並考慮專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率不可超過歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率。 (4)專案年基線排放當量(公噸 CO₂e) $E_{FC/N_2O_i,y} = \min(E_{FC/N_2O_i,h}, E_{FC/N_2O_i,y})$ E_{FC/N₂O_i} 未安裝破壞處理設備時含氟及 N₂O 溫室氣體排放量 以含氟及 N₂O 氣體於專案年實際使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算	破壞設備之量測值；或採購量乘上 IPCC Guideline default 值；或歷史採購量乘上 IPCC Guideline default 值三者中之最小值，即 $ESF_6,y = \min(ESF_6,in,y; y \text{ 年採購量} \times 0.48; \text{歷史採購量} \times 0.48)$ SF₆ 歷史採購量為 2009.1.31 前三年中消耗量最大的年採購量
(4)專案排放(含專案排放計算式) (差異說明) 此方法學與 AM0078 有類似的計算方法。此方法學改以採樣方式監測，所以採用更保守的方式計算破壞處理設備之含氟及 N₂O 氣體去除效率，包括：去除效率(DRE)以抽樣量測值與較保守的 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值取較低的數值計算，DRE=min(量測值；2006 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 值)。 另外，專案年之破壞處理設備之電力及燃料使用量，根據處理設備之最大設計量乘上操作時間，並基於保守性原則，操作時間採全年計算，未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。	(1)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及天然氣的使用額外所造成的 CO₂ 排放量，即為專案排放量。 (2)本減量方法可能包含多種型式之破壞處理設備(LS)。 DRE FC/N₂O_y 採用原則是必須確認含氟氣體破壞去除效率檢測值高於 2006 IPCC Guideline default 值(90%); N₂O 之處理設備破壞去除效率檢測值高於 2013 US EPA GHG Reporting Rule DRE default 值(60%)。以專案執行開始後該處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體 inlet 與 outlet 檢測值計算(減量績效氣體之同型設備，擇一檢測)，處理設備之 DRE 須每三年檢測一次。若處理設備破壞去除率高於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 取預設值；反之專案年處理設備破壞去除率低於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 為實際檢測值。 (3) 電力及燃料之排放量之計算，基於保守性原則，操作時間採全年計算，而未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。	(1)專案排放量包含因 SF₆ 在減量設備中的不完全破壞、因減量設備需使用的電力及燃料所造成的 CO₂，以及不在本方法學所描述的操作情形下進入到減量設備的 SF₆ 所造成的排放。 (2)SF₆ 進出破壞設備的濃度、量、去除效率為 FTIR 連續性監測所量測並計算得知。 (3)因減量設備需使用電力及燃料所產生的 CO₂ 排放量，分別以最新版本的「用以計算因使用電力之基線，計畫型及/或洩漏之排放量之工具」(“Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption”)與「用以計算因使用化石燃料之計畫型或洩漏之排放量之工具」(“Tool to calculate project or leakage CO₂ emissions from fossil fuel combustion”)來計算。
(5)監測方法/參數	● 預設數據與參數 1.含氟及 N₂O 溫室氣體之 GWP 值 2.機台之含氟及 N₂O 溫室氣體利用率 3.含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備之破壞效率 4.CF₄ 氣體生成率 5.C₂F₆ 氣體生成率 6.歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體年度使用量 7.破壞設備之燃料使用量 8.破壞設備之電力使用量 9.歷史年晶圓生產面積 10.T_{Rate} 專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 11.破壞處理設備數量 ● 應監測之數據與參數 1.尾氣破壞處理設備工作溫度或功率或燃料流量 2.專案 y 年含氟及 N₂O 溫室氣體年度使用量 3.專案 y 年晶圓生產面積 4.實際量測之含氟及 N₂O 溫室氣體破壞去除效率 5.電力之排放係數 6.燃料之排放係數	表列的參數以外，資料提供的方式適用於本方法學中未監測的數據及參數。 包含： (1)SF₆ 的 GWP (2)既有減量設備的設計處理能力(CAPSF_{6,ex}) (3)SF₆ 歷史消耗量(CSF 6,hist) (4)LCD 玻璃基板歷史生產量(SP-i) (5)減量設備的保養期程 (6)FTIR 量測設備的保養期程 (7)Annubar 設備的保養期程 (8)Cp.in (9)Cp.out (10)Ms.in (11)Ms.out (12)減量設備進口端的截面積(Ain) (13)減量設備出口端的截面積(Aout) 未監測的項目： 玻璃基板歷史生產量為 2009.1.31 前某一年度投產的玻璃基板生產量(m2)

	7.含氟及 N₂O 溫室氣體質量 8. FTIR 量測系統所附屬之流量計維護頻率 9.含氟及 N₂O 溫室氣體 FTIR 光譜資料庫 10.尾氣破壞處理設備稀釋比 11.專案年破壞處理設備達有效處理參數之總日數 12.專案年破壞處理設備維護保養或停機總日數	
(6)其他項目 Monitoring Methodology 監測方法學 (差異說明) 此方法學改以採樣方式監測，所以採用更保守的方式，包括： 1.以減量設備之型式進行群組分類，再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。 2.連續監測減量設備局部尾氣破壞設備之操作工作溫度或燃料流量，且必須能達到如設備商提出可達 DRE 90%以上之設定值。	(1)所有收集的監測資料應於計入期結束後至少保存 2 年。 (2)所列所有的資料除非有特別說明，否則應被監測。所有的量測應使用依據相關產業標準進行校正後的設備執行。 (3)本方法是在製程機台後端加裝局部含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備，監測方法是將兩個 FTIR 採樣器同時進行採樣。 (4)本專案應對所有新設的處理設備在安裝後即進行相關量測工作，依減量設備之型式進行群組分類，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，檢視破壞去除率是否高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值。高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值時，該廠之減量績效將以 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值做為其它同型號設備的破壞去除率。未高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值時，該廠之減量績效將以破壞去除率做為其它同型設備的破壞去除率，且須連續監測破壞設備之工作溫度或功率或燃料流量參數。 (5)專案提出者必須在計畫設計文件 (Project Design Document,PDD)中提供和本方法中所使用的設備的相關資訊，以確保數據品質。該資訊應該包括制定及維修所需量測設備的作法，以滿足有關數據品質的要求。	(1)所有收集的監測資料應以電子化方式歸檔並於計入期結束後至少保存 2 年。 (2)所列所有的資料除非有特別說明，否則應被監測。所有的量測應使用依據相關產業標準進行校正後的設備執行。 (3) 在監測程序中，將使用兩套 FTIR 設備採連續式監測減量設備進出口端的 SF₆濃度，並以 Annubar 設備連續式監測減量設備進出口端的氣體速度。 (4)監測方法學規範專案發展者必須連續量測一些減量設備和量測裝置的操作參數、進出口端的氣體速度，及減量設備進出口端的 SF₆濃度。 (5)除了遵守在基線章節所述有關量測 SF₆濃度的 QA/QC 及不確定性評估程序，以及遵守 US EPA 方法中有關量測流量的 QA/QC 程序外，專案發展者應確保在整個監測期間內，亦遵守以下步驟。 a.進口端流量監測的 QA/QC 程序及保守性原則 b.出口端流量監測的 QA/QC 程序及保守性原則 c. FTIR 系統維修及校正的 QA/QC 程序 d.減量設備維修的 QA/QC 程序
(7)其他項目 Emission reductions 排放減量 (差異說明) 此方法學與 AM0078 有相同的計算方法。	本方法的排放減量是以有效的尾氣破壞處理設備操作期間為限，其排放減量公式如下所列： (一) 當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，其排放減量 $ER_y = \square (BE_y - PE_y)$ (二)非上述(一)之製程情形，為遵守保守性原則，應依下列情境，排放減量修正係數 R。 $ER_y = \square (BE_y * R - PE_y)$ R:以生產製程參數分配使用量之減量績效修正係數(R<1)	排放減量依下列公式計算： $ER_y = BE_y - PE_y$ UNFCCC/CCER_y = 在 y 年的排放減量(噸 CO₂e/年) 其中： BE_y = 在 y 年的基線排放量(噸 CO₂e/年) PE_y = 在 y 年的專案排放量(噸 CO₂/年)
(8)其他項目 Leakage 洩漏 (差異說明)	本方法並沒有任何的洩漏部分，對於在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。	本方法學無任何洩漏產生。 若在操作減量設備期間產生了小量的固體廢棄物且須載運到掩埋場處理，則依照既有固體廢棄物處理方式即可，且不會造成因運輸產生的排放量的明顯增加。

此方法學與 AM0078 有相同的計算方法。		
(9)其他項目 Definitions /定義 (差異說明) 依方法學之相關內容作定義說明。	1.針對半導體產業、傳立葉轉換紅外線 (FTIR) 光譜儀與含氟溫室氣體 (Fluorinated Compound, FCs) 作定義說明。 2.針對量產、既設廠及新設廠作定義說明。	針對液晶顯示器(LCD) 、四極矩質譜儀(QMS) 與傳立葉轉換紅外線 (FTIR)光譜儀作定義說明。
(10)其他項目 Identification of the baseline scenario and additionality demonstration 基線情境的鑑別及外加性的證明 (差異說明) 此方法學與 AM0078 有類似的基線情境與外加性鑑別方法及架構。	有可能的替代性選擇包含如下： (1) 在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N ₂ O 溫室氣體尾氣破壞處理。 (2)以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N ₂ O 溫室氣體。 (3)評估使用含氟及 N ₂ O 溫室氣體的替代性氣體：包含其它氣體取代及低溫室氣體潛勢氟碳化物取代高溫室氣體潛勢氟碳化物。 (4)製程最適化調整：製程修改使含氟及 N ₂ O 溫室氣體消耗量降到最低，將會使排放量降低。 (5)回收技術：考慮含氟及 N ₂ O 溫室氣體回收捕捉再利用技術可行性。 列出上述的替代方案後，專案提出者應列出符合當地法律下為可實行的替代方案在。如果有兩個或兩個以上的基線情境同樣被視為"最可能"的情境，則具有最低排放量的情境將被定為"最可行"的基線情境。	潛在的替代方案包括： (1) 在無 CDM 的情形下使用該減量設備進行此專案 (2) 在無任何減量措施下繼續使用 SF ₆ 氣體 (3) 使用 SF ₆ 之替代氣體 (4) 以製程改良或最佳化將 SF ₆ 氣體消耗量降至最低 (5) 在真空泵出口處捕捉或回收 SF ₆ 氣體 列出上述的替代方案後，專案發展者應分析是否所有列出的替代方案在符合當地法律下為可實行。如果有兩個或兩個以上的基線情境同樣被視為"最可能"的情境，則具有最低排放量的情境將被定為"最可行"的基線情境。

表二、本減量方法與既有減量方法(CDM-AM0111)差異比較表

差異說明	本減量方法	既有減量方法
編號/名稱	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	CDM- AM0111 「Abatement of fluorinated greenhouse gases in semiconductor manufacturing / 半導體製造業含氟溫室氣體減量」
出處		此基線及監測方法學參照 CDM AM0078: AM0092: AM0096
涉及之減量措施 (差異說明) AM0111 是集中式 (Centralized) 之處理設施；本方法學改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備。	IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備，如燃燒式、電漿式、加熱觸媒式、高溫電熱式...等尾氣破壞處理設備	集中式(Centralized)之處理設施
(1)適用條件 (差異說明) 1.此方法學同 AM0111 有均適用較多的溫室氣體但改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及	(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； (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	1.半導體產業蝕刻製程 2.多種溫室氣體

N₂O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備。 2.AM0111是以一台中央集中式尾氣處理設備集中處理多種溫室氣體，監測方式是連續監測；本方法學則是於各機台後端分別設置尾氣破壞處理設備並改用採樣方式監測。 (不適用 CDM-AM0111 原因) 1.目前業界尚未發展出商業化集中式之設備，故無法採用。 2.單一廠址設置L/S台數眾多分散，受限於費用與空間，無法在個別機台進行 FTIR 實際之進/出氣體量與破壞效率之連續監測，但仍有進行維持設備必要之操作參數連續監測。	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%；N₂O 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； (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 N₂O 溫室氣體乃直接排放到大氣中； (4)製程機台只計算含氟及 N₂O 溫室氣體排放減量績效； (5)法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代含氟及 N₂O 溫室氣體或任何含有含氟及 N₂O 溫室氣體的廢氣成分； (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 N₂O 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 N₂O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料； (7)破壞處理設備的最大處理能力必須大於含氟及 N₂O 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； (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； (9)含氟及 N₂O 溫室氣體使用率須有安裝尾氣破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體使用量(公噸 CO₂e)和晶圓生產面積(m²)，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； (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。	
(2)專案邊界 (差異說明) 此方法學與 AM0111 有類似的架構，但專案邊界包含化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程中有含氟及 N₂O 溫室氣體使用排放	本減量方法範疇為半導體產業的蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程中含有含氟及 N₂O 溫室氣體使用排放為專案邊界。含氟及 N₂O 溫室氣體經實施本減量方法設置尾氣破壞處理設備後將會被破壞，但尾氣破壞處理設備使用電力或燃燒而排放的溫室氣體，亦在專案的排放內，應列入計算。	專案邊界包含半導體產業的蝕刻製程的含氟溫室氣體，及產生自因操作減量設備所使用的電力及化石燃料 CO₂ 排放量。
(3)基線排放(含基線排放計算式) (差異說明) 此方法學與 AM0111 差異在於原方法學有連續監測進入破壞去除設備之含氟氣體量，而此方法學以採樣方式監測，所以在計算基線排放量時沒有進入破壞去除設備之含氟及 N₂O 氣體量數據可供比較，是以含氟及 N₂O 氣體於專案年實際	(1)專案年基線排放當量(公噸 CO₂e)，本減量方法可能包含多種型式之蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜、擴散機台，各機台未安裝破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量為年使用當量乘上製程氣體未利用率(1-UI)。 (2)本減量方法之專案年基線排放量計算將取歷史年與專案年之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量最小值。 (3)並考慮專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率不可超過歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率。 (4)專案年基線排放當量(公噸 CO₂e)	(1)K 值 F-GHG 使用因子： 若 $k \geq 1$，則以 1 計算；若 $k < 1$，則以 k 值計算 其中歷史年排放強度 EI, hist (Kg CO₂e /m²): 既設廠前三年平均值 (2)y 年基線進入減排系統的量: Ei,in,y 有 CAP ip 保守因子 (1/0) 量測區間 p 個別氣體實測值 Ci,p 與歷史年

使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算，因此，仍具有保守性。	$E_{FC/N_2O_i,y} = \min(E_{FC/N_2O_i,h}, E_{FC/N_2O_i,y})$ E_{FC/N_2O_i} 未安裝破壞處理設備時含氟及 N_2O 溫室氣體排放量 以含氟及 N_2O 氣體於專案年實際使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算 相關計算公式說明如下： $BE_y = k \sum E_{FC/N_2O_i,y}$ $E_{FC/N_2O_i,y} = \min(E_{FC/N_2O_i,h}, E_{FC/N_2O_i,y})$ $E_{FC/N_2O_i} = (C_{FC/N_2O_i})[(1-U_i)(GWP_i) + (B_{i,CF_4})(GWP_{CF_4}) + (B_{i,C_2F_6})(GWP_{C_2F_6})]$ $F = \frac{\sum C_{FC/N_2O_i} \cdot GWP_{FC/N_2O_i}}{\sum P}$	$C_{i,hist}$ 計算值比較 $\rightarrow C_{i,p}$ 需小於 $C_{i,hist}$ $BE_y = MS_q \times k \times \sum_i E_{i,in,y} \times GWP_i$
(4)專案排放(含專案排放計算式) (差異說明) 此方法學與 AM0111 有類似的計算方法。 此方法學改以採樣方式監測，所以採用更保守的方式計算破壞處理設備之含氟及 N_2O 氣體去除效率，包括：去除效率 (DRE) 以抽樣量測值與較保守的 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值取較低的數值計算，$DRE = \min(\text{量測值}; 2006 \text{ IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 值})$。 另外，專案年之破壞處理設備之電力及燃料使用量，根據處理設備之最大設計量乘上操作時間，並基於保守性原則，操作時間採全年計算，未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。	(1)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。 (2)本減量方法可能包含多種型式之破壞處理設備。 $DRE_{FC/N_2O,y}$ 採用原則是必須確認含氟氣體破壞去除效率檢測值高於 2006 IPCC Guideline default 值(90%); N_2O 之處理設備破壞去除效率檢測值高於 2013 US EPA GHG Reporting Rule DRE default 值(60%)。以專案執行開始後該處理設備之含氟及 N_2O 溫室氣體 inlet 與 outlet 檢測值計算(減量績效氣體之同型設備，擇一檢測)，處理設備之 DRE 須每三年檢測一次。若處理設備破壞去除率高於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 取預設值；反之專案年處理設備破壞去除率低於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 為實際檢測值。 (3) 電力及燃料之排放量之計算，基於保守性原則，操作時間採全年計算，而未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。 $PE_y = BE_y \times T_{Rate} \times (1 - DRE_{FC/N_2O,y}) + BE_y \times (1 - T_{Rate}) \times C_{CO_2y}$ BE_y：為專案 y 年基線排放量 T_{Rate} 為專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 C_{CO_2y}：為使用電力及燃料之排放量	排放項目包括： (a) 不被減排制度破壞的 F-GHG; (b) 作為減少 F-GHGs 的副產物產生的二氧化碳; (c) 減排系統中化石燃料燃燒產生的二氧化碳; (d) 減排系統運行期間電力使用產生的二氧化碳。 $PE_y = \sum_i E_{i,out,y} \times GWP_i + PE_{CO_2,y} + PE_{FC,y} + PE_{EC,y}$ F-GHG 以 FTIR 連續性監測所量測並計算
(5)監測方法/參數	● 預設數據與參數 1.含氟及 N_2O 溫室氣體之 GWP 值 2.機台之含氟及 N_2O 溫室氣體利用率 3.含氟及 N_2O 溫室氣體破壞處理設備之破壞效率 4.CF_4 氣體生成率 5.C_2F_6 氣體生成率 6.歷史年含氟及 N_2O 溫室氣體年度使用量 7.破壞設備之燃料使用量 8.破壞設備之電力使用量 9.歷史年晶圓生產面積 10.T_{Rate} 專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 11.破壞處理設備數量	未監測的數據及參數。： (1) IPCC 最新版 GWP (2)S in 進口端的截面積 (3)S out 出口端的截面積 (4)OP abatement,hist 處理設備操作條件 (5)SP hist 產能面積 監測的數據及參數。 (1) Bw_{in} 入口端水蒸氣 % (2) $[FGHG_{i,in,p}]$ 監測間隔期間 p，減排系統入口處的 F-GHG i 濃度 (3) pin,p 監測間隔期間 p，入口速度 (4) Pin,p 監測間隔期間 p，絕對入口煙函壓

	● 應監測之數據與參數 1.尾氣破壞處理設備工作溫度或功率或燃料流量 2.專案 y 年含氟及 N₂O 溫室氣體年度使用量 3.專案 y 年晶圓生產面積 4.實際量測之含氟及 N₂O 溫室氣體破壞去除效率 5.電力之排放係數 6.燃料之排放係數 7.含氟及 N₂O 溫室氣體質量 8. FTIR 量測系統所附屬之流量計維護頻率 9.含氟及 N₂O 溫室氣體 FTIR 光譜資料庫 10.尾氣破壞處理設備稀釋比 11.專案年破壞處理設備達有效處理參數之總日數 12.專案年破壞處理設備維護保養或停機總日數	力 (5) Tin,p 監測間隔期間 p，絕對入口煙窗溫度 (6) Bw,out 出口端水蒸氣 % (7) Zi F-GHG 分子中的碳原子數 i (8) [FGHG_{i,out},p] 監測間隔期間 p，減排系統出口處的 F-GHG i 濃度 (9) pout,p 監測間隔期間 p，出口速度 (10) Pout,p 監測間隔期間 p，絕對出口煙窗壓力 (11) Tout,p 監測間隔期間 p，絕對出口煙窗溫度 (12) OPabatement,y 減排裝置的操作條件如溫度，公用設施（水，燃料，電力）等 (13)SPy 產能面積 (14) MSq 基準技術的市場率
(6)其他項目 Monitoring Methodology 監測方法學 (差異說明) 此方法學改以採樣方式監測，所以採用更保守的方式，包括： 1.以減量設備之型式進行群組分類，再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。 2.連續監測減量設備局部尾氣破壞設備之操作工作溫度或燃料流量，且必須能達到如設備商提出可達 DRE 90%以上之設定值。	(1)所有收集的監測資料應於計入期結束後至少保存 2 年。 (2)所列所有的資料除非有特別說明，否則應被監測。所有的量測應使用依據相關產業標準進行校正後的設備執行。 (3)本方法是在製程機台後端加裝局部含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備(Local Scrubber)，監測方法是將兩個 FTIR 採樣器同時進行採樣。 (4)本專案應對所有新設的處理設備在安裝後即進行相關量測工作，依減量設備之型式進行群組分類，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，檢視破壞去除率是否高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值。高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值時，該廠之減量績效將以 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值做為其它同型號設備的破壞去除率。未高於 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 預設值時，該廠之減量績效將以破壞去除率做為其它同型設備的破壞去除率，且須連續監測破壞設備之工作溫度或功率或燃料流量參數。 (5)專案提出者必須在計畫設計文件(Project Design Document,PDD)中提供和本方法中所使用的設備的相關資訊，以確保數據品質。該資訊應該包括制定及維修所需量測設備的作法，以滿足有關數據品質的要求。	(1)所有收集的監測資料應以電子化方式歸檔並於計入期結束後至少保存 2 年。 (2)需監控 QA/QC 資訊： 必須提供有關系統的資訊，以確保數據的品質。 (3)在監測程序中，將使用兩套 FTIR 設備採連續式監測減量設備進出口端的氣體濃度，並以 Annubar 設備連續式監測減量設備進出口端的氣體速度。 (4)監測方法學規範每個 F-GHG 含氟溫室氣體進入和離開減排裝置的質量以及入口和出口流量應分別連續計算。計算基線排放和專案排放所需的相關參數應連續監測。所有的量測應使用依據相關產業標準進行校正後的設備執行。 (5)除了遵守在基線章節所述有關量測氣體濃度的 QA/QC 及不確定性評估程序，以及遵守 US EPA 方法中有關量測流量的 QA/QC 程序外，專案發展者應確保在整個監測期間內，維護和維修程序至少遵循製造商的建議或本方法規定的要求。並提交監測和減排設備的維護要求記錄給驗證者。
(7)其他項目 Emission reductions 排放減量 (差異說明) 此方法學與 AM0111 有相同的計算方法。	本方法的排放減量是以有效的尾氣破壞處理設備操作期間為限，其排放減量公式如下所列： (一) 當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，其排放減量 $ER_y = \square (BE_y - PE_y)$ (二)非上述(一)之製程情形，為遵守保守性原則，應依下列情境，排放減量乘修正係數 R。 $ER_y = \square (BE_y * R - PE_y)$ R:以生產製程參數分配使用量之減量績效修正係數(R<1)	排放減量依下列公式計算： $ER_y = BE_y - PE_y$ ER_y = 在 y 年的排放減量(噸 CO₂e/年) 其中： BE_y = 在 y 年的基線排放量(噸 CO₂e/年) PE_y = 在 y 年的專案排放量(噸 CO₂/年)
(8)其他項目 Leakage 洩漏 (差異說明) NA	本方法並沒有任何的洩漏部分，對於在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。	本方法學專案活動無任何洩漏產生。

(9)其他項目 Definitions /定義 (差異說明) 依方法學之相關內容作定義說明。	1.針對半導體產業、傅立葉轉換紅外線(FTIR)光譜儀與含氟溫室氣體(Fluorinated Compound, FCs) 作定義說明。 2.針對量產、既設廠及新設廠作定義說明。	針對 Destruction Removal Efficiency (DRE)/ Etching process/ Fluorinated greenhouse gases (F-GHGs)/ Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer/Quadrupole Mass Spectrometer (QMS)作定義說明。
(10)其他項目 Identification of the baseline scenario and additionality demonstration 基線情境的鑑別及外加性的證明 (差異說明) 此方法學與 AM0111 有類似的基線情境與外加性鑑別方法及架構。	有可能的替代性選擇包含如下： (1) 在不申請抵換專案情況下執行含氟及 N ₂ O 溫室氣體尾氣破壞處理。 (2) 以未設置尾氣破壞處理設備時連續使用含氟及 N ₂ O 溫室氣體。 (3) 評估使用含氟及 N ₂ O 溫室氣體的替代性氣體：包含其它氣體取代及低溫室氣體潛勢氟碳化物取代高溫室氣體潛勢氟碳化物。 (4) 製程最適化調整：製程修改使含氟及 N ₂ O 溫室氣體消耗量降到最低，將會使排放量降低。 (5) 回收技術：考慮含氟及 N ₂ O 溫室氣體回收捕捉再利用技術可行性。 在列出上述的替代方案(或其他可行之替代方案)後，專案提出者應列出符合當地法律下為可實行的替代方案。如果有兩個或兩個以上的基線情境同樣被視為“最可能”的情境，則具有最低排放量的情境將被定為“最可行”的基線情境。	潛在的替代方案包括： (a) 進行減排專案計畫，但不申請登記為清潔發展機制(CDM)專案活動； (b) F-GHG 含氟溫室氣體排放持續排放，不進行減量（繼續目前的情況）； (c) 使用 F-GHG 含氟溫室氣體以外的蝕刻氣體； (d) 製程調整最佳化以減少 F-GHG 含氟溫室氣體排放； (e) 於製程機台出口捕集與回收獲未使用的 F-GHG 含氟溫室氣體。

表三、本減量方法與既有減量方法(EPA- TM001)差異比較表

差異說明	本減量方法	既有減量方法
編號/名稱	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	TM001/ 平面顯示器產業 SF ₆ 破壞去除設備排放減量方法
出處		環保署-
涉及之減量措施 (差異說明) TM001 是燃燒式減量設備；本方法學改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 去除之有效尾氣破壞處理設備。	IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 去除之有效尾氣破壞處理設備，如燃燒式、電漿式、加熱觸媒式、高溫電熱式...等尾氣破壞處理設備	燃燒式破壞去除設備
(1)適用條件 (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構； 本方法學適用較多的溫室氣體並改採 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 所認可對含氟及 N ₂ O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備。 (不適用 TM001 原因) 半導體產業特性製程使用多種溫室氣體。	(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； (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； (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	(1) 安裝燃燒式破壞去除設備，以去除從平面顯示器產業蝕刻製程排出的 SF ₆ ，其在沒有執行減量專案乃直接排放到大氣中； (2) 製程機台只計算 SF ₆ 氣體排放減量績效； (3) 法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代 SF ₆ 或任何含有 SF ₆ 的廢氣成分； (4) 量產後之既設廠應具有專案年開始前任三年之 SF ₆ 使用量及使用係數歷史資料，前述任三年可不連續； (5) 量產後之新設廠應具有專案年開始前任兩年之 SF ₆ 使用量及使用係數歷史資料，前述任兩年可不連續； (6) 破壞去除設備的最大處理能力必須大於 SF ₆ 進入破壞去除設備處理流量 (SF ₆ 加上所有其他副產物及稀釋氣體) 之歷史數據；

	專案含氟及 N₂O 溫室氣體乃直接排放到大氣中； (4)製程機台只計算含氟及 N₂O 溫室氣體排放減量績效； (5)法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代含氟及 N₂O 溫室氣體或任何含有含氟及 N₂O 溫室氣體的廢氣成分； (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 N₂O 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 N₂O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料； (7)破壞處理設備的最大處理能力必須大於含氟及 N₂O 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； (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； (9)含氟及 N₂O 溫室氣體使用率須有安裝尾氣破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體使用量(公噸 CO₂e)和晶圓生產面積(m²)，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； (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。	(7) SF₆使用係數須考量有安裝破壞去除設備之 SF₆ 氣體使用量(ton)和設備投入 Array 玻璃基板生產面積(cm²)； (8) 本減量方法不適用於化學氣相沉積製程中使用的 SF₆。
(2)專案邊界 (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構。	1.本減量方法範疇為半導體產業的蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程中含有含氟及 N₂O 溫室氣體使用排放為專案邊界。 2.含氟及 N₂O 溫室氣體經實施本減量方法設置尾氣破壞處理設備後將會被破壞，但尾氣破壞處理設備使用電力或燃燒而排放的溫室氣體，亦在專案的排放內，應列入計算。	1.本減量方法範疇為平面顯示器產業的蝕刻(Etching)製程中含有 SF₆ 氣體使用排放為專案邊界。 2.SF₆ 氣體經實施本減量方法設置破壞設備後將會被破壞，但破壞設備使用電力或燃燒而排放的溫室氣體，亦在專案的排放內亦應列入計算
(3)基線排放(含基線排放計算式) (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構，均以專案年實際使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算；本方法學適用較多的溫室氣體並改採排放當量作為比較單位。	(1)專案年基線排放當量(公噸 CO₂e)，本減量方法可能包含多種型式之蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜、擴散機台，各機台未安裝破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量為年使用當量乘上製程氣體未利用率(1-U_i)。 (2)本減量方法之專案年基線排放量計算將取歷史年與專案年之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量最小值。 (3)並考慮專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率不可超過歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率。 (4) 專案年基線排放當量(公噸 CO₂e) $E_{FCIN2O_i,y} = \min(E_{FCIN2O_i,h}, E_{FCIN2O_i,y})$ E_{FCIN2O_i} 未安裝破壞處理設備時含氟及 N₂O 溫室氣體排放量 以含氟及 N₂O 氣體於專案年實際使用量與歷史使用量取最小值再乘以保守的製程轉化率計算 相關計算公式說明如下：	1 本減量專案所安裝 SF₆ 破壞去除設備，在相同製程氣體條件下，將取該設備 SF₆ 氣體年使用量(ton)除以設備投入 Array 玻璃基板年生產面積(m²)為本專案之 SF₆ 使用係數(SF₆,ratio)，既設廠之歷史年 SF₆ 使用係數以量產後、專案起始年之前任三年最小值。新設廠之歷史年 SF₆ 使用係數以量產後、專案起始年之前任二年最小值。本專案 SF₆ 使用因子(ky)為歷史年 SF₆ 使用係數(SF₆,ratio,h)除以專案年 SF₆ 使用係數(SF₆,ratio,y)，若專案年 SF₆ 使用係數低於歷史年 SF₆ 使用係數時，以歷史年 SF₆ 使用係數為上限，即 ky 值以 1 計算。反之則以專案 SF₆ 使用因子(ky)進行計算。 2. 本減量方法之基線，其年排放量計算將蝕刻機台之 SF₆ 實際年使用量乘上剩餘之製程氣體利用率，再乘上 IPCC 第二次評估報告 GWP 值，並考慮該專案年 SF₆ 使用係數不可超過歷史年 SF₆ 使用係數，即 ky ≤ 1， $BE_y = ky \times (ESF_6, DE_y \times GWPSF_6)$ Ky：為 SF₆ 使用因子

	$BE_{y,k} = \sum E_{FC/N_2O_i,y}$ $E_{FC/N_2O_i,y} = \min(E_{FC/N_2O_i,h}, E_{FC/N_2O_i,y})$ $E_{FC/N_2O_i} = (C_{FC/N_2O_i})[(1-U_i)(GWP_i) + (B_{i,CF_4})(GWP_{CF_4}) + (B_{i,C_2F_6})(GWP_{C_2F_6})]$	ESF6,DE,y: 為專案 y 年乾蝕刻機台(Dry Etching)SF₆未經破壞去除設備處理之排放量 GWPSF₆: 為 SF₆ 氣體溫室氣體潛勢 詳見附件 TM001 第 6/17 頁
(4)專案排放(含專案排放計算式) (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構,均採用保守的方式計算破壞處理設備之含氟及 N₂O 氣體去除效率。	(1)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 CO₂ 排放量,即為專案排放量。 (2)本減量方法可能包含多種型式之破壞處理設備(。 DRE FC/N₂O,y 採用原則是必須確認破壞去除效率檢測值高於 2006 IPCC Guideline default 值(90%); N₂O 之處理設備破壞去除效率檢測值高於 2013 US EPA GHG Reporting Rule DRE default 值(60%)。以專案執行開始後該處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體 inlet 與 outlet 檢測值計算(減量績效氣體之同型設備,擇一檢測),處理設備之 DRE 須每三年檢測一次。若處理設備破壞去除率高於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時, DREy 取 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 之預設值;反之專案年處理設備破壞去除率低於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時, DREy 為實際檢測值。 (3) 電力及燃料之排放量之計算,基於保守性原則,操作時間採全年計算,而未扣除歲修保養的時間,新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。 $PE_y = BE_y \times T_{Rate} \times (1 - DRE_{FC/N_2O,y}) + BE_y \times (1 - T_{Rate}) + C_{CO_2,y}$ BE_y: 為專案 y 年基線排放量 T_{Rate}: 為專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 C_{CO₂,y}: 為使用電力及燃料之排放量	基線排放量乘上破壞去除設備的剩餘破壞去除率(1-DREy),加上設備操作期間電力和天然氣的使用額外所造成的 CO₂ 排放量,即為專案排放量計算,但考慮到非集中式破壞去除設備須監控燃燒溫度,設備燃燒溫度若未達有效之處理溫度時,則不具減量效益,公式如下 $PE_y = BE_y \times R \times (1 - DRE_y) + BE_y \times (1 - R) + CCO_{2,y}$ BE_y: 為專案 y 年基線排放量 R: 為破壞去除設備達有效處理溫度之日數比 CCO₂,y: 為使用電力及燃料之排放量 詳見附件 TM001 第 8/17 頁
(5)監測方法/參數 (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構。	應監測之數據與參數 1.尾氣破壞處理設備工作溫度或功率或燃料流量 2.專案 y 年含氟及 N₂O 溫室氣體年度使用量 3.專案 y 年晶圓生產面積 4.實際量測之含氟及 N₂O 溫室氣體破壞去除效率 5.電力之排放係數 6.燃料之排放係數 7.含氟及 N₂O 溫室氣體質流量 8. FTIR 量測系統所附屬之流量計維護頻率 9.含氟及 N₂O 溫室氣體 FTIR 光譜資料庫 10.尾氣破壞處理設備稀釋比 11.專案年破壞處理設備達有效處理參數之總日數 12.專案年破壞處理設備維護保養或停機總日數	應監測之數據與參數 1.專案 y 年 SF₆ 氣體年度實際使用量 2.專案 y 年 Array 玻璃基板年度投產之玻璃面積 3.電力之排放係數 4.實際量測之 SF₆ 破壞去除效率 5.SF₆ 氣體質流量 6.破壞去除設備之燃燒溫度 7.破壞去除設備每年達有效處理溫度之總日數 8.破壞去除設備每年維護保養或停機總日數
(6)其他項目 Emission reductions	本方法的排放減量是以有效的尾氣破壞處理設備操作期間為限,其排放減量公式如下所列: 專案 y 年之減量=專案 y 年之基線排放量-專案 y	專案 y 年之減量=專案 y 年之基線排放量-專案 y 年之專案排放量

排放減量 (差異說明) 此方法學與 TM001 有類似的架構；本方法學適用較多的含氟及 N₂O 溫室氣體，為遵守保守性原則並增加生產製程參數分配使用量之減量績效修正係數。	年之專案排放量 (一) 當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，其排放減量 $ERY = BEy - PEy$ (二) 非上述(一)之製程情形，為遵守保守性原則，應依下列情境，排放減量乘修正係數 R。 $ERY = BEy * R - PEy$ R:以生產製程參數分配使用量之減量績效修正係數(R<1)	減量公式如下所列： $ERY = BEy - PEy$ 詳見附件 TM001 第 9/17 頁
---	---	---

III. 減量方法計算式設計概念

表四、本減量方法計算式設計概念

要項	計 算 式	說明及參採來源
(1)基線排放	$BE_y = k \sum E_{FC/N2O_i,y}$ $E_{FC/N2O_i,y} = \min(E_{FC/N2O_i,h}, E_{FC/N2O_i,y})$ $E_{FC/N2O_i} = (C_{FC/N2O_i})[(1-U_i)(GWP_i) + (B_{i,CF4})(GWP_{CF4}) + (B_{i,C2F6})(GWP_{C2F6})]$	BE_y 專案年基線排放當量: 包含多種型式之蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜、擴散機台未安裝破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量 E_{FC/N2O_i} 未安裝破壞處理設備時含氟及 N₂O 溫室氣體排放量: 參採 IPCC 計算公式 k 總含氟及 N₂O 溫室氣體使用因子: 依保守性取歷史年與專案年之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量最小值，並考慮專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率不可超過歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率。 若 k ≥ 1，則以 1 計算；若 k < 1，則以 k 值計算
(2)專案排放	$PE_y = BE_y \times T_{Rate} \times (1 - DRE_{FC/N2O,y}) + BE_y \times (1 - T_{Rate}) \times C_{CO2y}$	PE_y 專案年排放量: 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 CO₂ 排放量。 DRE_{FC/N2O,y} 破壞設備破壞去除率: 採用原則是必須確認破壞去除效率檢測值高於 2006 IPCC Guideline default 值(90%); N₂O 之處理設備破壞去除效率檢測值高於 2013 US EPA GHG Reporting Rule DRE default 值(60%)。以專案執行開始後該處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體 inlet 與 outlet 檢測值計算(減量績效氣體之同型設備，擇一檢測)，處理設備之 DRE 須每三年檢測一次。若處理設備破壞去除率高於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 取 IPCC 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule 之預設值；反之專案年處理設備破壞去除率低於 IPCC Guideline 與 US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule default 去除率時，DRE_y 為實際檢測值。 T_{Rate} 為專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 C_{CO2} 使用電力及燃料之排放量: 1.基於保守性原則，操作時間採全年計算，而未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間。 2.電力及燃料之排放係數參照值(2006 年版 IPCC data 或國家參考值)。
(3)其他 /排放減量	$ER_y = BE_y \times R - PE_y$	ER_y 專案年排放減量: 本方法的排放減量是以有效的尾氣破壞處理設備操作期間為限 R 排放減量修正係數: 為遵守保守性原則，專案年排放減量再乘上修正係數 R。 1.當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，R=1。 2.當製程情形非單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，R<1。

IV. 大規模減量方法

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

1. 介紹

1. 下表為本減量方法的重要特性：

表五、減量方法重要特性

減量專案一般用法	安裝對含氟溫室氣體 (Fluorinated Compound, FCs)及 N ₂ O 去除之有效尾氣破壞處理設備，如燃燒式、電漿式、加熱觸媒式、高溫電熱式…等尾氣破壞處理設備，以去除從半導體製造業蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程排出的含氟及 N ₂ O 溫室氣體。
溫室氣體減量類型	減少含氟(Fluorinated Compound, FCs)及 N ₂ O 溫室氣體之排放。其中 FCs 包含 CF ₄ 、C ₂ F ₆ 、C ₃ F ₈ 、c-C ₄ F ₈ 、CHF ₃ 、CH ₂ F ₂ 、CH ₃ F、NF ₃ 和 SF ₆ 。

2. 範疇、適用條件及生效日

2.1 範疇

2. 此減量方法適合用於安裝對含氟及 N₂O 溫室氣體去除之有效尾氣破壞處理設備，如燃燒式、電漿式、加熱觸媒式、高溫電熱式…等尾氣破壞處理設備，以去除從半導體製造業蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程排出的含氟及 N₂O 溫室氣體之專案活動。

2.2 適用條件

3. 本減量方法之適用條件如下：

- (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；
- (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%；N₂O 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；
- (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 N₂O 溫室氣體乃直接排放到大氣中；
- (4) 製程機台只計算含氟及 N₂O 溫室氣體排放減量績效；
- (5) 法規未規定須安裝分解、破壞、回收或替代含氟及 N₂O 溫室氣體或任何含有含氟及 N₂O 溫室氣體的廢氣成分；
- (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 N₂O 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 N₂O 溫室氣體使用量及使用率歷史資料；
- (7) 破壞處理設備的最大處理能力必須大於含氟及 N₂O 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；
- (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；
- (9) 含氟及 N₂O 溫室氣體使用率須有安裝尾氣破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體使用量(公噸 CO₂e)和晶圓生產面積(m²)，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；
- (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。

2.3 生效日

4. 生效日係以 107 年 10 月 2 日「行政院環境保護署溫室氣體減量成效認可審議會第八次會議」決議審核通過為準。

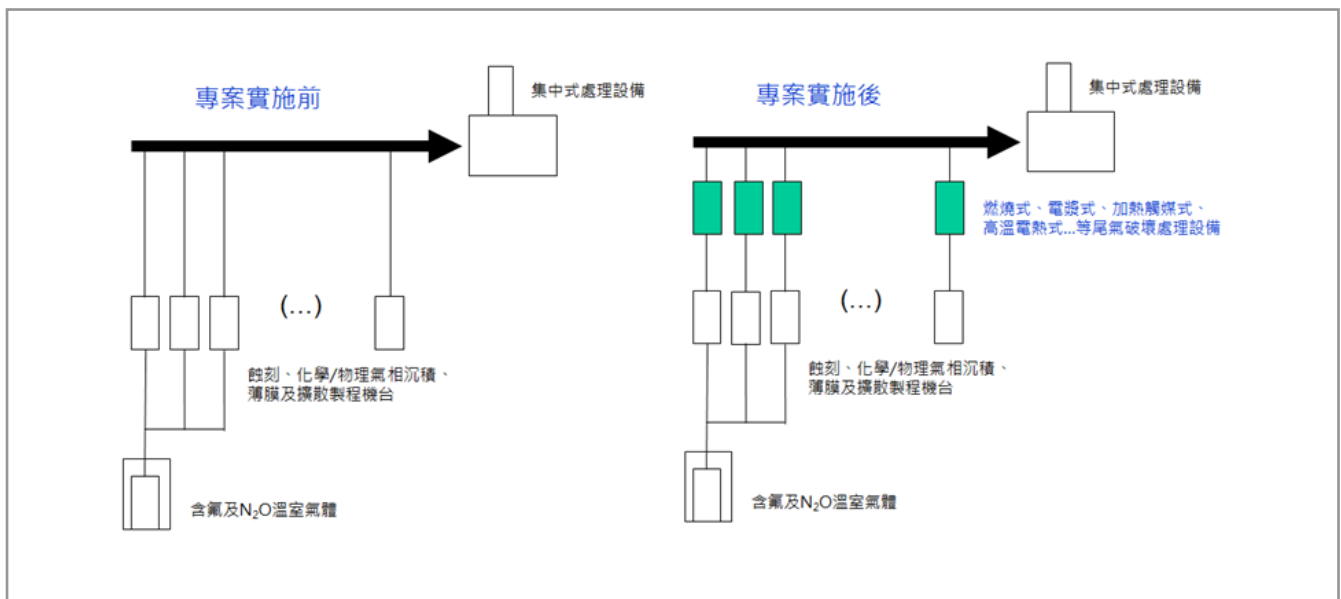
3. 名詞定義

5. 本減量方法相關名詞定義如下：

- (1) **半導體產業**: 半導體產業由上游至下游可分為三種次產業，一是以 IC 製造有直接關係的工業，包括晶圓製造業、IC 製造業、IC 封裝業等；二是輔助 IC 製造之工業，其包括有 IC 設計業、光罩製造業、IC 測試業、化學品業、導線架工業等；三是提供 IC 製造支援之工業，如設備、儀器、電腦輔助設計工具工業等。考量完整半導體產業之廠商屬性不同，無法適用各項半導體次產業。本方法學只適用於 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 CAD 軟體)、製程、封裝、測試及設備等，並不適用本方法學。
- (2) **傅立葉轉換紅外線光譜儀(FTIR)**: 一種分析儀器，具備中紅外輻射源、干涉儀 (interferometer)、已知吸收波長的密閉樣品盒、紅外線偵測器、轉移部件間紅外輻射的光學元件及電腦系統。
- (3) **含氟溫室氣體(Fluorinated Compounds, FCs)** 包含 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 $\text{C-C}_4\text{F}_8$ 、 CHF_3 、 CH_2F_2 、 CH_3F 、 NF_3 和 SF_6 。
- (4) **量產**: 指產品達到放量具代表標準，且至少具有一個年度 12 個月以上之產品生產資料。
- (5) **既設廠**: 指本減量方法生效前已成立的工廠。
- (6) **新設廠**: 指本減量方法生效後才成立的工廠。

4. 專案邊界

6. 本減量方法範疇為半導體產業的蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程中含有含氟及 N_2O 溫室氣體使用排放為專案邊界。



圖一 專案邊界

7. 含氟及 N_2O 溫室氣體經實施本減量方法設置尾氣破壞處理設備後將會被破壞，但尾氣破壞處理設備使用電力或燃燒而排放的溫室氣體，亦在專案的排放內，應列入計算，相關考慮因子如表六說明：

表六、包含在或排除於專案邊界的排放源

來源		溫室氣體	是否納入	說明/解釋
基線	使用於蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散製程	CO ₂	否	不適用
		含氟及N ₂ O溫室氣體	是	是在專案情境中被減量的主要氣體
專案活動	未經減量的含氟及N ₂ O溫室氣體 及 CO ₂ 排放量	CO ₂ 、CH ₄ 及N ₂ O	是	1.產生自因操作尾氣破壞處理設備所使用的電力及化石燃料 2.造成之溫室氣體排放包括 CO ₂ 、CH ₄ 及N ₂ O
		含氟及N ₂ O溫室氣體	是	部份未經破壞而排出的含氟及N ₂ O溫室氣體

5. 基線情境選擇與外加性論述

5.1 基線情境的鑑別

8. 本減量方法提出者乃使用國際 CDM-EB (Executive Board) 建議使用最新版次之「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)」之方法程序採取以下四個步驟：步驟 1.確定替代情境；步驟 2.障礙分析；步驟 3.投資分析（如適用）；步驟 4 實踐分析。去定義基線情境和證明外加性，且專案情境並非發生在基線情況下，專案參與者應依照以下步驟來鑑別基線情境：

(1).本減量方法提出破壞設備效率(DRE)，係藉由 FTIR(Fourier Transform Infrared) 監測方式，來判斷含氟及 N₂O 溫室氣體的排放特性，以決定處理設備在專案執行時含氟及 N₂O 溫室氣體的削減率。

(2).使用 IPCC 第二次評估報告公告之溫室氣體潛勢(GWP)來計算含氟及 N₂O 溫室氣體轉換為 CO₂ 當量的值。

5.2 替代方案情境的鑑別

9.研擬所有可能的替代基線情境。首先，定義描述專案的替代情境，本減量方法可能的替代情境選項包含如下：

(1) 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。

(2).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。

(3).評估使用含氟及 N₂O 溫室氣體的替代性氣體：包含其它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。

(4).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。

(5).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。

10. 在列出上述的替代方案(或其他可行之替代方案)後，專案提出者應列出符合當地法律下為可實行的替代方案。如果有兩個或兩個以上的基線情境同樣被視為“最可能”的情境，則具有最低排放量的情境將被定為“最可行”的基線情境。

5.3 外加性

11. 在所有可預見的專案活動中，因減量設備的設置及操作需有財務上的支出，且對工廠的產品並無法增加價值，因此財務上的外加性是適用的。適用於本方法學的最可行基線情境的鑑別，以及外加性、基線排放量、專案排放量及洩露影響的判定，將於以下逐一說明。專案提出者應列舉各式的障礙（如技術性、無前例的、投資型障礙等）說明。依據所使用的情境，可能同時具有許多的障礙，包含：

(1)從未引進到市面上的新的減量或破壞技術：例如許多剛剛引進到已開發國家中使用的含氟及N₂O溫室氣體減量設備。這會產生一個很常見的現象，就是新技術通常會面臨市場進入問題（market-entry issues），因客戶不願投資資本在未經測試的替代方案上。因此在有環保署抵換專案的誘因下，可能吸引一些投資者願意負擔部份額外的資本費用。

(2)投資型障礙/較高的操作成本：所有的減量設備均具有一個無法回收的投資需求（在無環保署抵換專案的情況下）並且操作成本昂貴。因此採行這樣的投資，還需佔據相當可觀的生產空間以及負擔維修費用的直接商業誘因可說是微乎其微。這些額外的費用意味著對於半導體製造業者來說，減量設備增加了年度操作成本及維修費用。

12. 以上的列舉可為半導體製造業的含氟及N₂O溫室氣體減量設備所可能面臨到的潛在障礙提供說明。

6. 基線排放、專案排放、洩漏排放設計要點

6.1 基線排放

13. 蝕刻、化學/物理氣相沉積、薄膜及擴散機台未安裝破壞處理設備之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量為年使用當量乘上製程氣體未利用率(1-U_i)。

$$E_{FC/N_2O, i} = (C_{FC/N_2O, i}) [(1-U_i) (GWP_{FC/N_2O, i}) + (B_{i, CF_4}) (GWP_{CF_4}) + (B_{i, C_2F_6}) (GWP_{C_2F_6})] \quad (式1)$$

參數	定義	單位
i	表示各個含氟及 N ₂ O 氣體	---
$E_{FC/N_2O, i}$	未安裝破壞處理設備時個別含氟及 N ₂ O 溫室氣體排放量	tCO ₂ e
$C_{FC/N_2O, i}$	個別含氟及 N ₂ O 溫室氣體年使用量	ton
U _i	製程氣體機台利用率 為 2006 IPCC Guideline 及 2013 US EPA GHG Reporting Rule default 值	%
B_{i, CF_4}	CF ₄ 氣體生成率 使用 2006 IPCC Guideline default 值	---
B_{i, C_2F_6}	C ₂ F ₆ 氣體生成率 使用 2006 IPCC Guideline default 值	---
GWP_{CF_4}	CF ₄ 氣體溫室氣體潛勢，使用 IPCC 第二次評估報告轉換為 CO ₂ 當量的值(6,500 kg CO ₂ e)	kg CO ₂ e/ kg CF ₄
$GWP_{C_2F_6}$	C ₂ F ₆ 氣體溫室氣體潛勢，使用 IPCC 第二次評估報告轉換為 CO ₂ 當量的值(9,200 kg CO ₂ e)	kg CO ₂ e/ kg C ₂ F ₆
$GWP_{FC/N_2O, i}$	使用 IPCC 第二次評估報告公告之溫室氣體潛勢(GWP)來計算含氟及 N ₂ O 溫室氣體轉換為 CO ₂ 當量值。 註：由於 IPCC 第二次評估報告無 NF ₃ 之 GWP 值。故 NF ₃ 採 IPCC 第五次評估報告之 GWP 值。	kg CO ₂ e/ kg 氣體

14. 本減量方法之專案年基線排放量計算將取歷史年與專案年之含氟及 N₂O 溫室氣體排放量最小值，如下公式 2，並考慮專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率不可超過歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率。製程設備含氟及 N₂O 溫室氣體年使用當量(公噸 CO₂e)，除以製程設備生產出之晶圓面積(m²)為本專案之含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率 F (公噸 CO₂e/ m²)，如下公式 3。

$$E_{FC/N_2O, y} = \min (E_{FC/N_2O, h}, E_{FC/N_2O, y}) \quad (式 2)$$

$$F = \frac{\sum C_{FC/N_2O, i} * GWP_{FC/N_2O, i}}{\sum P} \quad (式 3)$$

參 數	定 義	單 位
y	專案年	--
h	歷史年	--
$E_{FC/N_2O, y}$	專案年未安裝破壞處理設備時含氟及 N ₂ O 溫室氣體排放量	tCO ₂ e
$E_{FC/N_2O, h}$	歷史年未安裝破壞處理設備時含氟及 N ₂ O 溫室氣體排放量	tCO ₂ e
F	總含氟及 N ₂ O 溫室氣體當量使用率 F = 總含氟及 N ₂ O 溫室氣體年使用當量(t CO ₂ e)/設備晶圓年生產面積(m ²)；	tCO ₂ e /m ²
$C_{FC/N_2O, i}$	個別含氟及 N ₂ O 溫室氣體年使用量	ton
P	晶圓年生產面積	m ²

15. 既設廠之歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率以專案起始年之前連續三年加權平均值。新廠之含氟及 N₂O 溫室氣體使用當量計算以專案計入期前連續二年加權平均值。

16. 本專案含氟及 N₂O 溫室氣體使用因子(k)為歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率(Fh)除以專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率(Fy)，若專案年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率低於歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率時，以歷史年含氟及 N₂O 溫室氣體當量使用率為上限，即 k 值以 1 計算。反之則以專案含氟及 N₂O 溫室氣體使用因子(k)進行計算。

$$BE_y = k \sum E_{FC/N_2O, y} \quad (式 4)$$

$$k = F_h / F_y \quad \text{且} \quad k = \min(1, F_h / F_y) \quad (式 5)$$

$$F_h = \frac{\sum C_{FC/N_2O_{i,h}} * GWP_{FC/N_2O_i}}{\sum P_h} \quad (式 6)$$

$$F_y = \frac{\sum C_{FC/N_2O_{i,y}} * GWP_{FC/N_2O_i}}{\sum P_y} \quad (式 7)$$

參 數	定 義	單 位
BE _y	專案年基線排放當量，即機台之含氟及 N ₂ O 溫室氣體未經破壞處理設備處理之排放量，且經轉換成二氧化碳當量	tCO ₂ e
k	總含氟及 N ₂ O 溫室氣體使用因子 若 k ≥ 1，則以 1 計算；若 k < 1，則以 k 值計算	--
F _h	歷史年總含氟及 N ₂ O 溫室氣體當量使用率	tCO ₂ e /m ²
F _y	專案年總含氟及 N ₂ O 溫室氣體當量使用率	tCO ₂ e /m ²
C _{FC/N₂O_{i,h}}	歷史年個別含氟及 N ₂ O 溫室氣體年使用量 既設廠將取專案起始年之前連續三年加權平均值 新廠使用量為專案起始年前連續二年加權平均值	ton
C _{FC/N₂O_{i,y}}	專案年個別含氟及 N ₂ O 溫室氣體年使用量	ton
P _h	歷史年設備晶圓年生產面積	m ²
P _y	專案年設備晶圓年生產面積	m ²

6.2 專案排放

17.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 CO₂ 排放當量，即為專案排放量計算，但考慮到非集中式破壞處理設備須監控工作溫度或功率或燃料流量等參數，設備監測參數若未達有效處理設定值時，則不具減量效益，公式如下：

$$PE_y = BE_y \times T_{Rate} \times (1-DRE_{FC/N_2O_{i,y}}) + BE_y \times (1-T_{Rate}) + C_{CO_2,y} \quad (式 8)$$

$$C_{CO_2,y} = (TE_y \times EF_{ELEC,y}) + TF_y \times EF_{FUEL,y} \quad (式 9)$$

參 數	定 義	單 位
PE _y	專案年排放量； 本減量方法可能包含多種型式之破壞處理設備(LS)	tCO ₂ e
BE _y	專案年基線排放量	tCO ₂ e
DRE _{FC/N₂O_{i,y}}	專案 y 年含氟及 N ₂ O 溫室氣體處理設備之破壞去除效率	%
C _{CO₂,y}	為使用電力及燃料造成之 CO ₂ 排放當量	tCO ₂ e
TE _y	專案年之電力使用量	MWh
EF _{ELEC,y}	專案年國內電力排放係數參照值	(kg CO ₂ e/KWH)

TF _y	專案年之破壞設備燃料使用量	1000 Nm ³ /year
EF _{FUEL,y}	燃料之排放係數參照值 (依 2006 年版 IPCC Data 或國家參考值)	(Kg CO ₂ e /Nm ³)
T _{Rate}	專案年破壞處理設備達有效處理參數之日數比 $T_{Rate} = ED / (365 \times N - PD)$	-
ED	專案年破壞處理設備達有效處理參數之總日數	日
N	破壞處理設備數量	台
PD	專案年破壞處理設備維護保養或停機總日數	日

6.3 洩漏排放

18. 本方法並沒有任何的洩漏部分，對於在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。

7. 減量

19. 本方法的排放減量是以有效的尾氣破壞處理設備操作期間為限，其排放減量公式如下所列：

(一) 當單一氣體供應源，提供給單一製程及單一尾氣破壞處理設備型式時，其排放減量

$$ER_y = (BE_y - PE_y) \quad (式 10)$$

(二) 非上述(一)之製程情形，為遵守保守性原則，其排放減量

$$ER_y = (BE_y \times R - PE_y) \quad (式 11)$$

參 數	定 義	單 位
ER _y	第 y 年減量	tCO ₂ e
BE _y	第 y 年基線排放量	tCO ₂ e
PE _y	第 y 年專案排放量	tCO ₂ e
R	修正係數 (R<1)	---

20. 修正係數 R

考量各項含氟及 N₂O 溫室氣體生產製程參數(包含時間、質流量等參數)計算機台總使用量，與該廠氣瓶總供應量之機台分配加總不確定性，依表七修正係數 R 進行基線排放量修正，未包含於該表中氣體者取保守值 82% 進行修正。

表七、以生產製程參數分配使用量之減量績效修正係數 R

氣體別	修正係數 R
CF ₄	82%
C ₂ F ₆	93%
C ₃ F ₈	94%
C ₄ F ₈	82%
CHF ₃	92%
CH ₂ F ₂	82%

CH ₃ F	82%
SF ₆	98%
NF ₃	94%
N ₂ O	82%

資料來源: Ju-Hsiu Cheng, Study the uncertainty of FCs process utilization rates (Tier 2b) in the semiconductor industry, IHTESH, 2012

21. 預設數據與參數說明

下表所列之數據和參數將不被監測。

數據與參數表 1

數據/參數	GWPI
數據單位	Kg CO ₂ e/kg
描述	含氟及 N ₂ O 溫室氣體全球暖化潛勢
數據來源	含氟溫室氣體採 IPCC 第二次評估報告 (1996) ； NF ₃ 採 IPCC 第五次評估報告 (2013)
量測程序(若適用)	-
備註	CF ₄ (6,500)、C ₂ F ₆ (9,200)、C ₃ F ₈ (7,000)、 c-C ₄ F ₈ (8,700)、CHF ₃ (11,700)、 CH ₂ F ₂ (650)、C ₃ HF(150)、 SF ₆ (23,900)、N ₂ O(310)和 NF ₃ (16,100)。

數據與參數表 2

數據/參數	Ui
數據單位	無單位
描述	製程氣體機台利用率 為 2006 IPCC Guideline 及 2013 US EPA GHG Reporting Rule default 值
數據來源	2006 IPCC Guideline 電子業； US EPA GHG Reporting Rule
量測程序(若適用)	-
備註	(1) 依 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 公告更新 (2) NF ₃ 使用於蝕刻時，採用化學氣相沉 積參數

數據與參數表 3

數據/參數	DRE _{FC/N₂O}
數據單位	%
描述	含氟及 N ₂ O 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
量測程序(若適用)	-
備註	依 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 公告更新

數據與參數表 4

數據/參數	Bi, CF_4
數據單位	-
描述	CF_4 氣體生成率
數據來源	使用 2006 IPCC Guideline default 值
量測程序(若適用)	-
備註	

數據與參數表 5

數據/參數	Bi, C_2F_6
數據單位	-
描述	C_2F_6 氣體生成率
數據來源	使用 2006 IPCC Guideline default 值
量測程序(若適用)	-
備註	

數據與參數表 6

數據/參數	$C_{FC/N_2O, i, h}$
數據單位	公噸
描述	歷史年含氟及 N_2O 溫室氣體年度使用量
數據來源	領用紀錄
量測程序(若適用)	使用紀錄
備註	

數據與參數表 7

數據/參數	TFy
數據單位	1000 Nm ³
描述	專案年破壞設備之燃料使用量
數據來源	設備設計值
量測程序(若適用)	-
備註	1.根據處理設備之最大設計量乘上操作時間 2.基於保守性原則，操作時間採全年計算，而未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間

數據與參數表 8

數據/參數	TEy
數據單位	MWh
描述	專案年破壞設備之電力使用量
數據來源	設備設計值
量測程序(若適用)	-
備註	1.根據處理設備設計之瓦數(kW)乘上操作時間 2.破壞設備操作所使用之電力=操作時間*設備設計功率 3.基於保守性原則，操作時間採全年計算，而未扣除歲修保養的時間，新裝設的減量設備從安裝後開始計算操作時間

數據與參數表 9

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
量測程序(若適用)	-
備註	-

數據與參數表 10

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
量測程序(若適用)	-
備註	-

數據與參數表 11

數據/參數	N
數據單位	台
描述	破壞處理設備數量
數據來源	點檢紀錄或設備清冊
量測程序(若適用)	-
備註	-

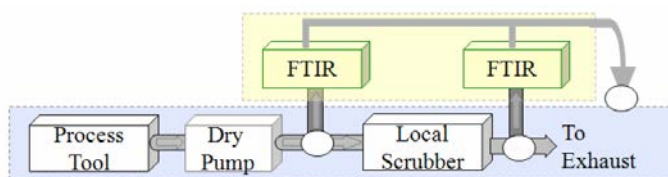
8. 監測方法

22. 所有收集的監測資料應於計入期結束後至少保存2年。下表所列所有的資料除非有特別說明，否則應被監測。所有的量測應使用依據相關產業標準進行校正後的設備執行。專案提出者必須在計畫設計文件(Project Design Document,PDD)中提供和本方法中所使用的設備的相關資訊，以確保數據品質。該資訊應該包括制定及維修所需量測設備的作法，以滿足有關數據品質的要求：

23. 本方法是在製程機台後端加裝局部含氟及 N₂O 溫室氣體破壞處理設備，監測方法是將兩個 FTIR 採樣器同時進行採樣，1 台置於 Local Scrubber 前端，另 1 台 FTIR 則置於後端。因進口端尾氣的濃度遠大於出口端，所以進口端 FTIR 氣體腔的光徑為 1cm，而出口端 FTIR 氣體腔的光徑則為 1m 或 10m。為避免製程尾氣中的微粒污染氣體腔，尾氣在進入氣體腔之前先用一孔徑為 1μm 的 Teflon 濾紙過濾。為了正確地獲得破壞設備的 DRE 值，則必須知道破壞設備前、後端氣體的質流量：

$$DRE_{\text{monitor},y} = 1 - M_o/M_i \quad (\text{式 } 12)$$

參數	定義	單位
M _i	破壞處理設備進口端氣體的質流量	單位時間之質量
M _o	破壞處理設備出口端氣體的質流量	單位時間之質量



圖二、含氟及 N₂O 溫室氣體監測流程說明

24. 根據實場所量測的結果顯示(參考文獻 8,11,12)，破壞設備前、後端氣體的溫度及壓力極為接近，因此除了體積濃度外，體積流量為影響破壞設備 DRE 值的主要因素。

25. 關於製程氣體利用率方面，其計算公式如下所示：

$$u_i = 1 - (M_{pi}/M_{po}) \quad (\text{式 } 13)$$

參數	定義	單位
M _{po}	進行單次製程反應之氣體總量	M ³
M _{pi}	為進行單次製程反應後殘存之氣體總量	M ³

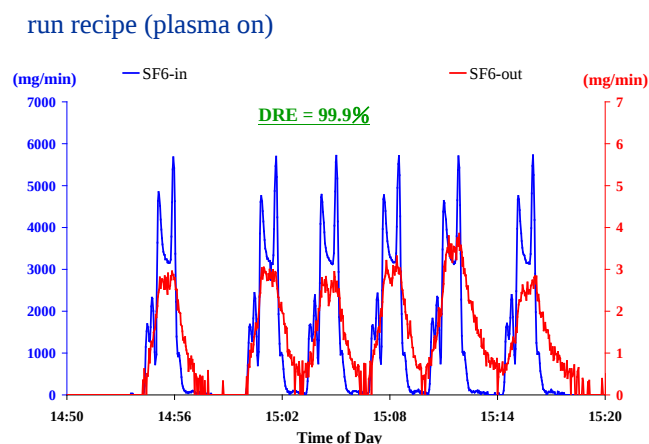
26. 本專案應對所有新設的處理設備在安裝後即進行相關量測工作，依減量設備之型式進行群組分類，以裝設年份最早之同型式減量設備(篩選一台)進行三年一次的檢測，檢視破壞去除率是否高於 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 預設值。高於 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 預設值時，該廠之

減量績效將以 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 預設值做為其它同型號設備的破壞去除率。未高於 IPCC Guideline / US EPA GHG Reporting Rule 預設值時，該廠之減量績效將以破壞去除率做為其它同型設備的破壞去除率，且須連續監測破壞設備之工作溫度或功率或燃料流量參數；若連續監測參數未達設備廠商提供可達含氟溫室氣體破壞去除率 90%以上， N_2O 破壞去除效率 60%以上之工作溫度或功率或燃料流量，或未達三年一次抽樣檢測該型式破壞處理設備可達含氟溫室氣體破壞去除率 90%以上， N_2O 破壞去除效率 60%以上之工作溫度或功率或燃料流量時，則該設備不具減量效益。

27. 處理設備之破壞去除效率採用原則: FCs 含氟溫室氣體採用 2006 IPCC Guideline default 值,90%; N_2O 採用 2013 US EPA GHG Reporting Rule default 值,60%。

28. 關於檢測時的流量校正，本方法將採用 QMS 或由流量間接校正方法，做為稀釋比量測流量的方法。以 QMS 是量測單原子惰性氣體 Kr 在破壞設備後端的濃度，作為稀釋比例的決定要素(含氟及 N_2O 溫室氣體破壞設備對於 Kr 不會有任何處理效率)。而由流量間接的方法是將含氟及 N_2O 溫室氣體破壞設備失效化(電熱式就降到 200 度以下，燃燒式採取關火方式)後，由上端 Chamber 通含氟及 N_2O 溫室氣體後，以 FTIR 量測前後端濃度來決定稀釋比例。並確認所有的稀釋氣體(N_2 或空氣)在失效後仍有進入系統中。由上端機台通入製程使用之含氟及 N_2O 溫室氣體純氣(Spike gas)後，前後兩台 FTIR 同時測定前後端含氟及 N_2O 溫室氣體濃度後，便同時可以得到破壞設備前後端之管路氣體流量。其它相關監測方與參數，將參照 SEMATECH 所公布的 Guideline for Environmental Characterization of Semiconductor Process Equipment(Technology Transfer #06124825A-ENG, <http://ismi.sematech.org/docubase/wrappers/5.htm>)準則來進行。

本方法在機台的效能評估測試結果可參考圖三。



圖三、機台之效能評估測試

29. 未來有較 FTIR 精準之測量技術，經環保署認可後亦可採用。

8.1 應監測之數據與參數

數據與參數表 10

數據/參數	尾氣破壞處理設備工作溫度或功率 或 燃料流量
數據單位	°C 或 KW 或 Liter per minute
描述	破壞處理設備之參數，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%；N ₂ O 之處理設備破壞去除效率大於 60%以上
數據來源	設備操作資訊控制介面
量測程序(若適用)	-
監測頻率	連續
QA/QC 程序	-
備註	1.此參數為維持設備之良好操作條件，須對應之監測項目 2.此參數用來決定有效的操作時間 3.判斷有效的操作參數，是依該破壞處理設備檢測報告所記載之操作條件容許誤差以 10%為限。

數據與參數表 11

數據/參數	C _{FC/N₂O} , y
數據單位	公噸
描述	專案 y 年含氟及 N ₂ O 溫室氣體年度使用量
數據來源	領用紀錄
量測程序(若適用)	使用紀錄
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 12

數據/參數	Py
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
量測程序(若適用)	生產紀錄
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 13

數據/參數	EF _{ELEC,y}
數據單位	kgCO ₂ e/Kwh
描述	電力之排放係數
數據來源	能源局
量測程序(若適用)	依權責主管機關最新公告
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 14

數據/參數	EF _{FUEL,y}
數據單位	kgCO ₂ e/Nm ³
描述	燃料之排放係數
數據來源	能源局
量測程序(若適用)	依權責主管機關最新公告
監測頻率	每年
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 15

數據/參數	DRE _{monitor,y}
數據單位	-
描述	實際量測之破壞去除效率
數據來源	實際量測
量測程序(若適用)	FTIR
監測頻率	三年一次
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	-

數據與參數表 16

數據/參數	含氟及 N ₂ O 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 系統
量測程序(若適用)	FTIR 吸收量測轉換為濃度，做為削減率之依據
監測頻率	三年一次
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	

數據與參數表 17

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	流量計的維修清單
數據來源	參考設備操作手冊
量測程序(若適用)	流量計應以壓力氣體進行清洗，其流量誤差應低於 5%，並需依設備規範進行維修。
監測頻率	三年一次
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 18

數據/參數	分子量及其吸收光譜
數據單位	g/mole
描述	含氟及 N ₂ O 溫室氣體種類
數據來源	分子量
量測程序(若適用)	FTIR 光譜資料庫
監測頻率	三年一次
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 19

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
量測程序(若適用)	使用 QMS 時應符合其校正的相關規定， 測量校正時間應大於 30 分鐘
監測頻率	三年一次
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 20

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參數之 總日數
數據來源	破壞處理設備達有效處理參數之點檢紀 錄或操作紀錄
量測程序(若適用)	點檢紀錄或操作紀錄
監測頻率	每日
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 21

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	維護保養紀錄或操作紀錄
量測程序(若適用)	維護保養紀錄或操作紀錄
監測頻率	每日
QA/QC 程序	-
備註	-

附錄 1. 減量方法研訂參考依據

1. UNFCCC, "Programme of Activities PDDs/Forms", <http://cdm.unfccc.int/index.html>
2. Guideline for preparing A/R-CDM-PDD
3. 聯合國氣候變化綱要公約清潔發展機制 - 執行理事會"額外性論證與評估工具", (2004 年 10 月 22 日)
4. 呂慶慧, "全球含氟溫室氣體排放減量現況技術報導", TSIA 會刊, (2007 年 10 月)
5. 李壽南, "含氟溫室氣體監測程序報告", Solid State Technology, July 2002.
6. 2006 IPCC 電子業含氟溫室氣體排放, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.htm>
7. Czerniak, M.R., Tang, K. and Li, S-N. Has the Challenge of 含氟溫室氣體 really Been Solved? Semiconductor International. Oct, 2007.
8. Li, S-N, G-H Leu, S-Y Yen, S-F Chiou, S-J Yu and C-F Hsu. Controlling Contaminants with Enhanced Gas Leak Detection. *Solid-State Technology*, July, 2007. (SCI)
9. Hsu J-N, Tsai C-J, Chiang C. and Li, S-N. Silane Removal at Ambient Temperature by Using Alumina-Supported Metal Oxide Adsorbents. *J. Air & Waste Management Association*. 57: 204-210, 2007. (SCI)
10. C-J Tsai, C-H Lin, Y-M Wang, C-H Hunag, Li, S-N, Z-X Wu and F-C Wang. An efficient venture system to remove submicron particles in exhaust gas. *Air & Waste Management Association*, 55: 319-325, 2007. (SCI)
11. Li, S-N, H-Y Shih, Wang K-S, Hsieh K, Chen Y-Y, Chou J. Preventive Maintenance Measures for Contamination Control. *Solid-State Technology*, Dec. 2005. (SCI)
12. Li, S-N, Lin, C-N, Shih, H-Y, Cheng, J-H, Hsu, J-N and Wang, K-S. Default values appear to be overestimating 含氟溫室氣體 emissions from fabs. *Solid-State Technology*, Sep. 2004. (SCI)
13. Li, S-N, Yin-Yung Chen, Hui-Ya Shih and J. L. Hong. Using an Extractive Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectrometer for Improving Cleanroom Air Quality in a Semiconductor Manufacturing Plant. *American Industrial Hygiene Association Journal*, June 2003. (SCI)
14. Li, S-N, Hsu, J-N, Lin, S-J, Hong, J-L and Shih, H-Y. FTIR spectrometers measure scrubber abatement Efficiencies. *Solid-State Technology*, July 2002. (SCI)
15. Li, S-N, Hsu, J-N, Leu, G-H, Tang, K. and Chiu, C-L. Improved Technique for Evaluating Point-of-use Abatement Systems. *Semiconductor Fabtech*, 14th Edition, June 2001.
16. Study the uncertainty of FCs
17. process utilization rates (Tier 2b)
18. Ju-Hsiu Cheng, Study the uncertainty of FCs process utilization rates (Tier 2b) in the semiconductor industry, IHTESH, 2012
19. TM001 平面顯示器產業 SF₆ 破壞去除設備排放減量方法
20. Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestad, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013 (IPCC AR5): The Physical Science Basis. Contribution

of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
[Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M.
Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

21. US EPA Greenhouse Gas Mandatory Reporting Rule, Subpart I, Electronic Code of Federal
Regulations, Table I-16 to Subpart I of Part 98—Default Emission Destruction or Removal Efficiency (DRE)
Factors for Electronics Manufacturing,
[http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=a8058176db91462ef40c742dd2e236d4&mc=true&node=pt40.23](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=a8058176db91462ef40c742dd2e236d4&mc=true&node=pt40.23.98&rgn=div5#ap40.23.98_198.16)
[.98&rgn=div5#ap40.23.98_198.16](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=a8058176db91462ef40c742dd2e236d4&mc=true&node=pt40.23.98&rgn=div5#ap40.23.98_198.16)