



台灣積體電路製造
股份有限公司

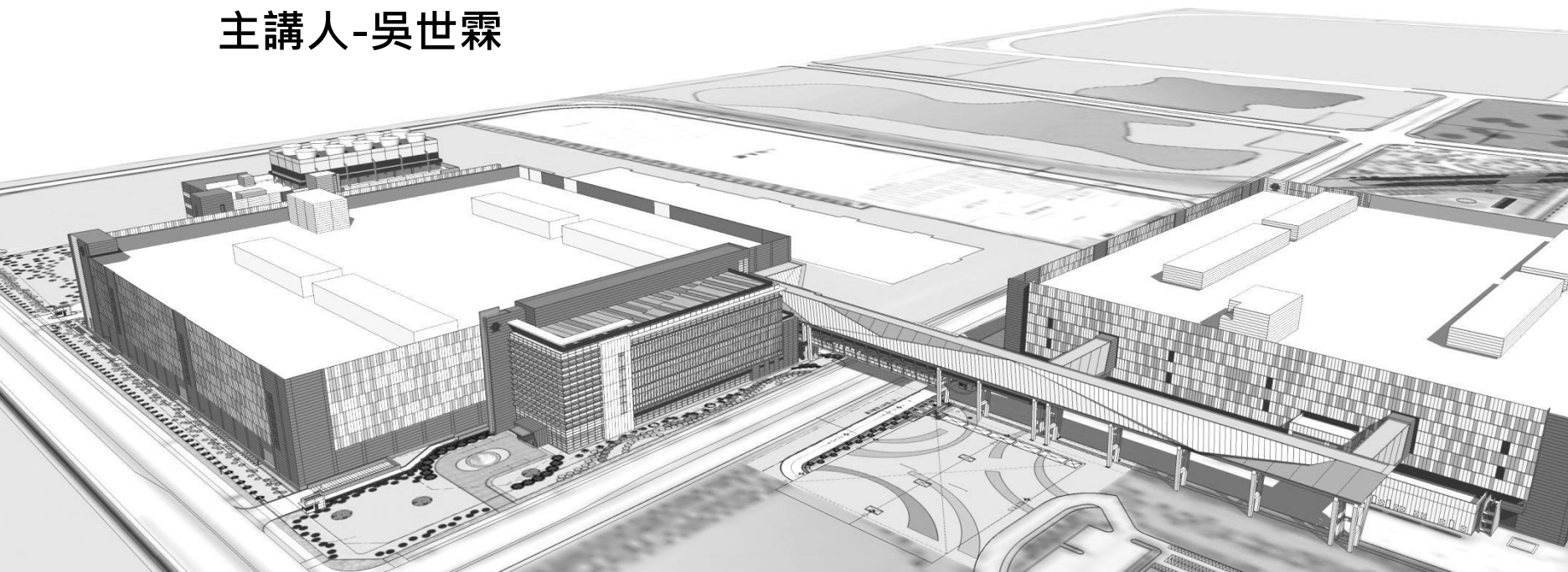
以廢治廢- 以VOC處理系統廢熱進行廠內IPA廢液回收之研究



簡報
Report Outline
大綱

- 前言
- 文獻回顧
- 研究方法
- 結果與討論
- 結論

主講人-吳世霖

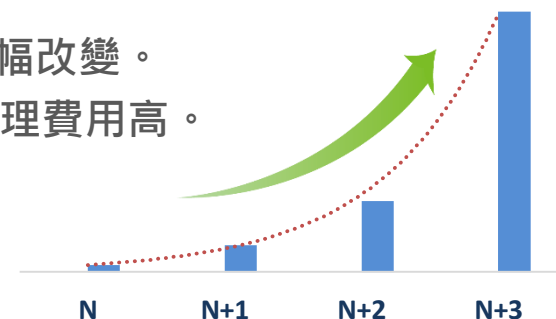


前言

研究動機

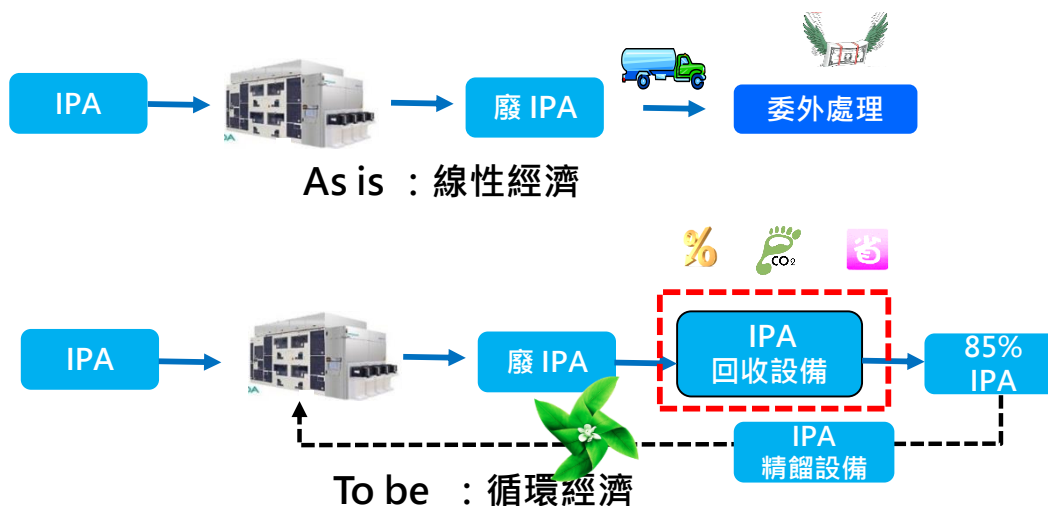
- 製程機台在 IPA 的使用日漸廣泛，導致 IPA 廢液之質、量大幅改變。
- IPA 廢液含水率高(> 75%)，無回收價值，僅能委外處理，處理費用高。

W-IPA 平均月產出量



研究目的

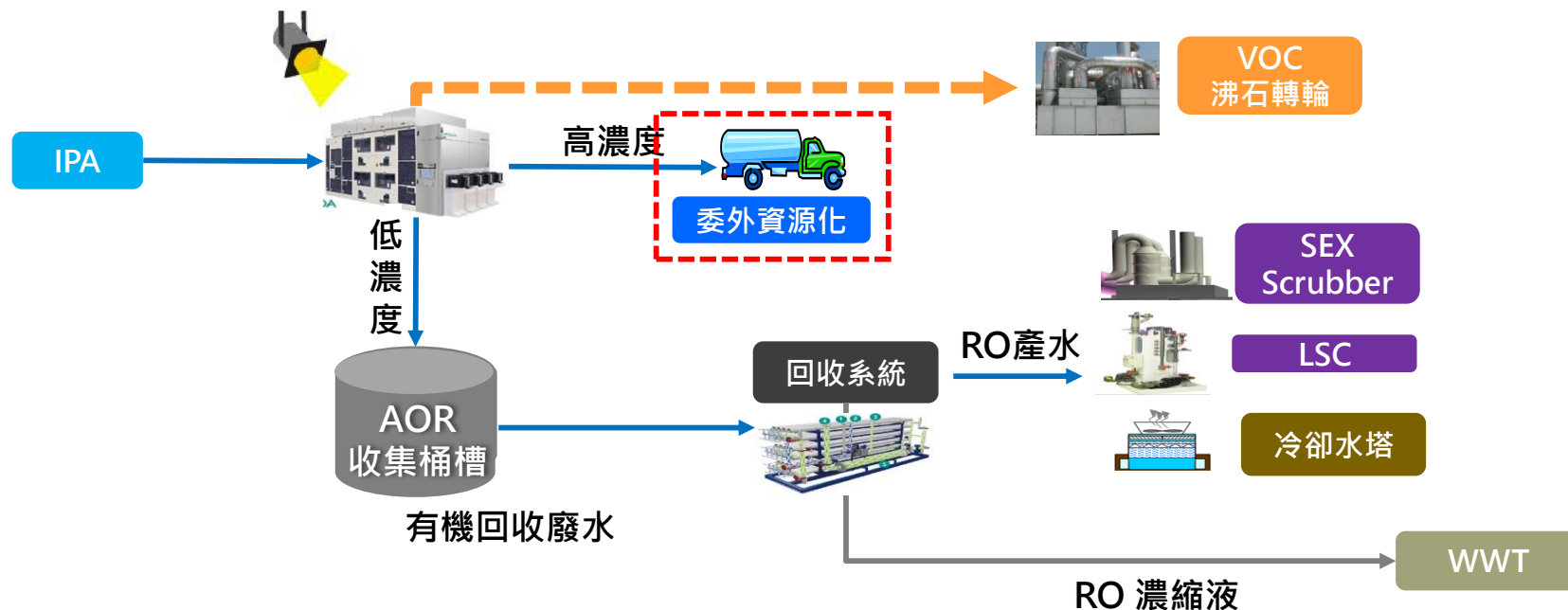
- 以最環保、最安全方式於廠內進行IPA廢液回收，達到減積、資源再利用、提升廠內再生比例等目標。
- 追求「從搖籃到搖籃」精神，提高產業再利用循環比例。



文獻回顧

- IPA 於廠內使用狀況及流程
- W-IPA 廠內處理設備評估
- 低溫負壓蒸餾法簡述
- 廠內廢熱來源評估

IPA於廠內使用狀況以及流程



IPA 化學品

- ✓ 用途：晶圓乾燥、清潔。
- ✓ 沸點82.6℃，易揮發

IPA 廢液

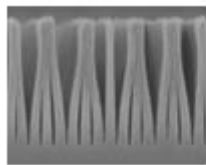
- ✓ 現況：委外清運，處理費用高
- ✓ 含水率高(>75%)

回收水系統

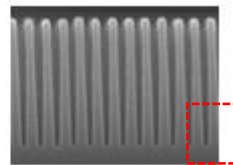
- ✓ RO對IPA去除率約94%，因此IPA殘留在回收水中。
- ✓ IPA逸散至大氣中
- ✓ 水污、空污交叉污染

製程機台說明

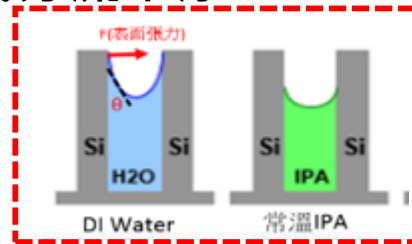
- 因線徑微縮，使用液態IPA來降低表面張力，防止倒線之發生。
- 在同一個Chamber，使用 DI + IPA_(l) 進行Wafer 清洗，排液之分流僅靠三向閥切換，造成分流不淨。



NG



OK



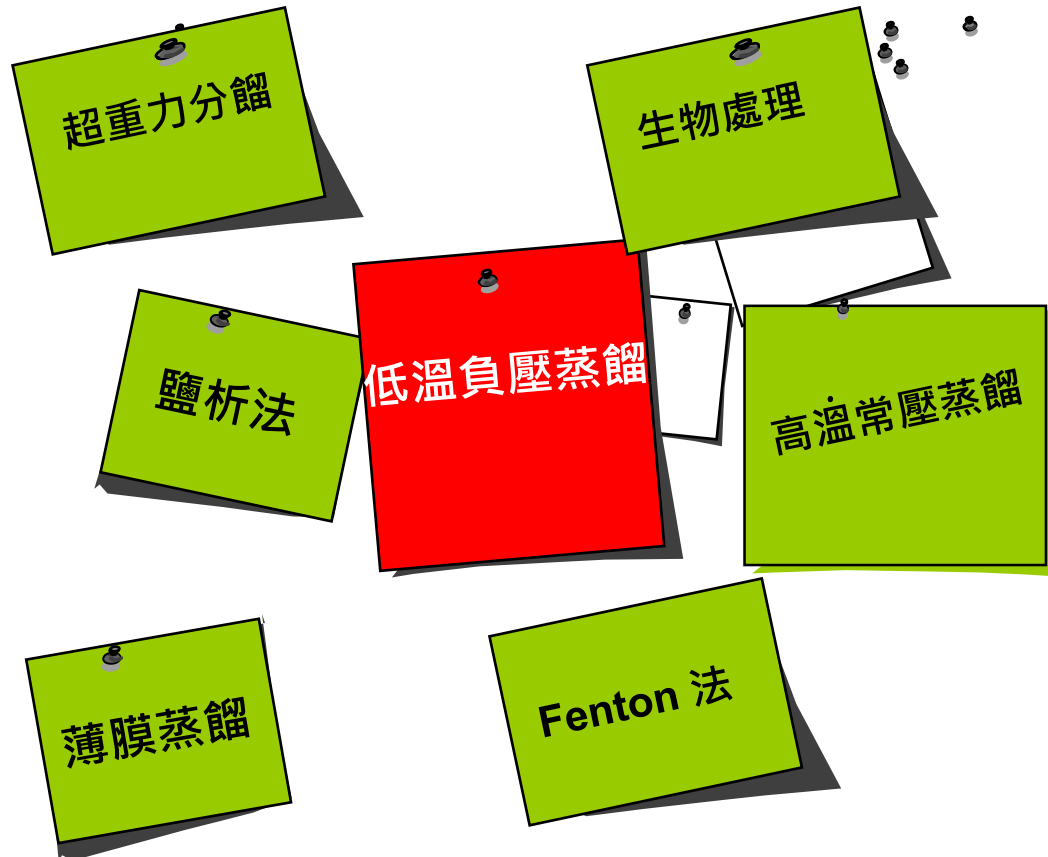
	IPA Vapor	Marangoni	Rotagoni	IPA Liquid
Tool Type	Batch	Batch	Single	Single
IPA phase	Vapor	Vapor	Vapor	Liquid
IPA 使用	Less	Less	Less	Large
IPA 廢液量	Less	Less	Less	Large
IPA 廢液含水率	Low	Low	Low	High
圖示				

W-IPA廠內處理設備評估



- 初設成本、佔地面積、運轉成本、能耗、衍生二次污染等項目進行評估

W-IPA廠內處理技術評估



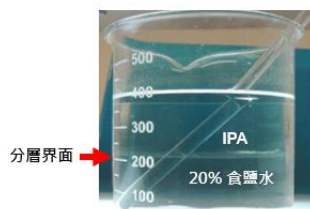
W-IPA廠內處理設備評估



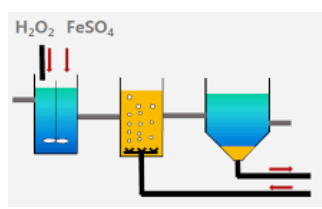
一 評估結果

- 無二次污染，且能耗較小之低溫負壓蒸餾技術

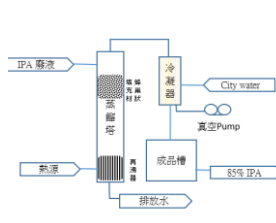
	占地面積	初設成本	運轉成本	能耗	二次污染	備註
鹽析法					IPA殘留在含鹽溶液，需額外處理	無實績，Scale up 困難度高。
生物處理					有污泥、惡臭問題	無法回收 IPA
Fenton 法					大量污泥產出	無法回收 IPA
高溫常壓蒸餾					無	
低溫負壓蒸餾					無	此技術應用於面板廠 Stripper 回收系統
薄膜蒸餾					處理後廢液有IPA殘留(3%)	需搭配初餾設備提濃
超重力分餾					處理後廢液仍有IPA殘留。	軸封易Leak



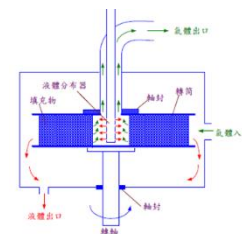
鹽析法



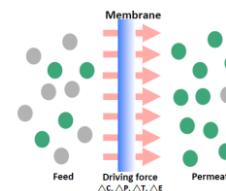
Fenton 法



蒸餾法



超重力分餾



薄膜蒸餾

低溫負壓蒸餾法



— 原理：

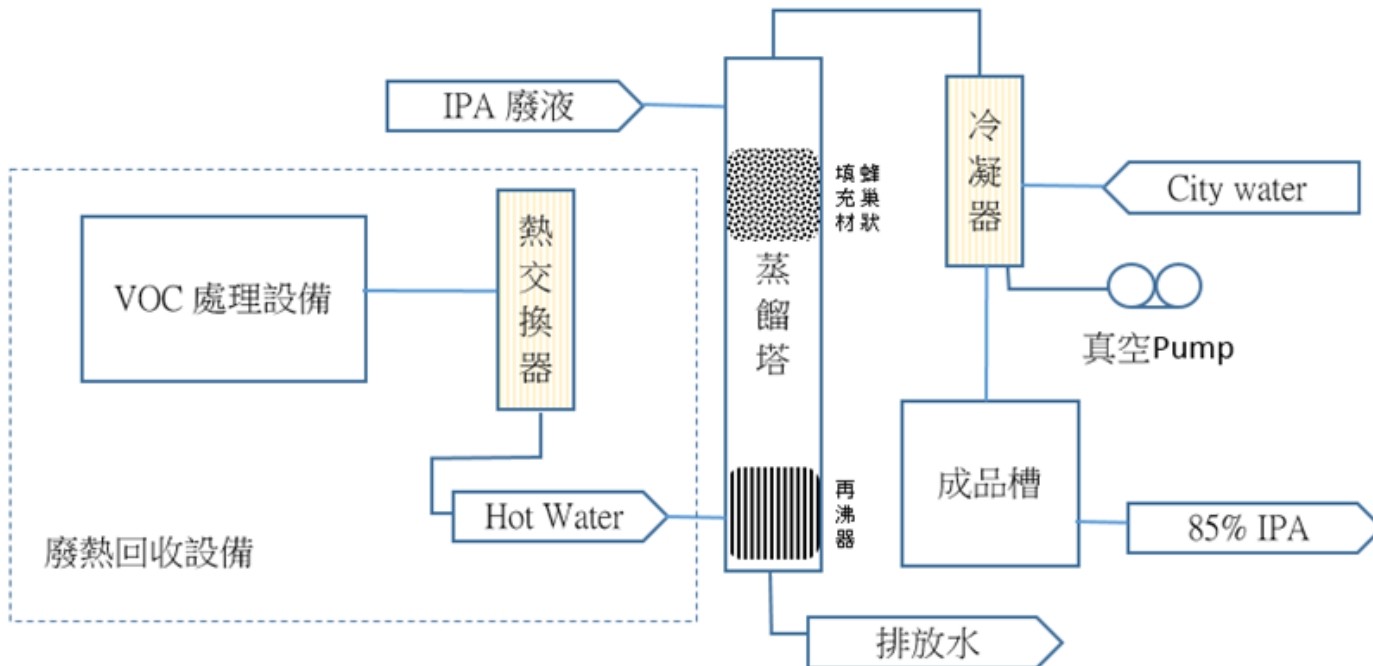
- 在負壓條件下，降低 IPA 之蒸發溫度，使其揮發後再冷凝以達到與水分離之效果。

— 說明：

- tsmc廠內已無設置鍋爐，無法提供蒸氣，故提出低溫負壓蒸餾法之創新想法

— 優點

- 無衍生二次污染問題(水污、空污、廢液)，無需後續處理設備。
- 負壓操作，操作溫度低，可避免IPA在蒸餾過程中被氧化成丙酮(污水廠管制物質)。
- 無需額外購置鍋爐等設備，節能、安全兩者兼顧。



廠內廢熱來源評估



- 評估項目：
 - 熱源是否穩定、地緣性、對既有系統之影響等項目進行評估
- 選定 VOC 系統煙囪熱排，溫度高達200°C → 直接排放，浪費。
- 回收廢熱之方式是採取以水為熱媒介物，經熱交換器進行熱回收，廢熱源可通過熱水形式傳送到各個需求端

	說明	熱源溫度是否穩定？	地緣性	對既有設備之Impact
Hot DI	機台排放，其溫度約40°C上下。	No, 溫度不穩定(取決機台稼動率)	近，同一區域	若熱交換器破損，有污染之疑慮
冰機	運轉時所產生之廢熱	Yes	遠，不同Building	需進行機台改造且會影響運轉效率
CDA空壓機	運轉時所產生之廢熱	Yes	遠，不同Building	需進行機台改造且會影響運轉效率
VOC	其排放溫度約180~200°C，其直接排放至大氣中。	Yes	近，同一區域	廢熱已離開主系統，故影響較小
Dryer	CDA Dryer 再生時所排出之廢熱	No, 溫度不穩定(取決機台稼動率)	遠，不同Building	廢熱已離開主系統，故影響較小

研究方法

- **W-IPA模廠測試說明**
- **廠內廢熱回收之模廠測試**

W-IPA模廠測試說明

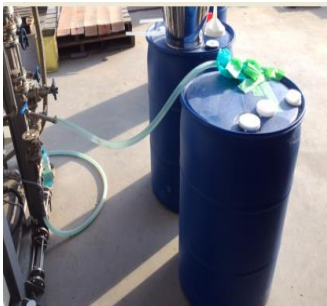


— 測試說明：

- 不同溫度熱源之可行性驗證
 - 測試45°C、86°C兩種不同溫度，以模擬廠內Hot DI、VOC 廢熱回收之熱源溫度。
 - 驗證不同溫度之熱源其對應操作負壓值等參數。
- W-IPA可回收之濃度範圍測試
 - 調配不同濃度(1.1~14.8%)之IPA原液進行測試
- 廠區實際產出W-IPA之測試
 - 兩個先進廠區產出之W-IPA拿來進行測試



W-IPA 模廠實驗機



W-IPA 入料



操作溫度(45°C)



操作溫度(86°C)

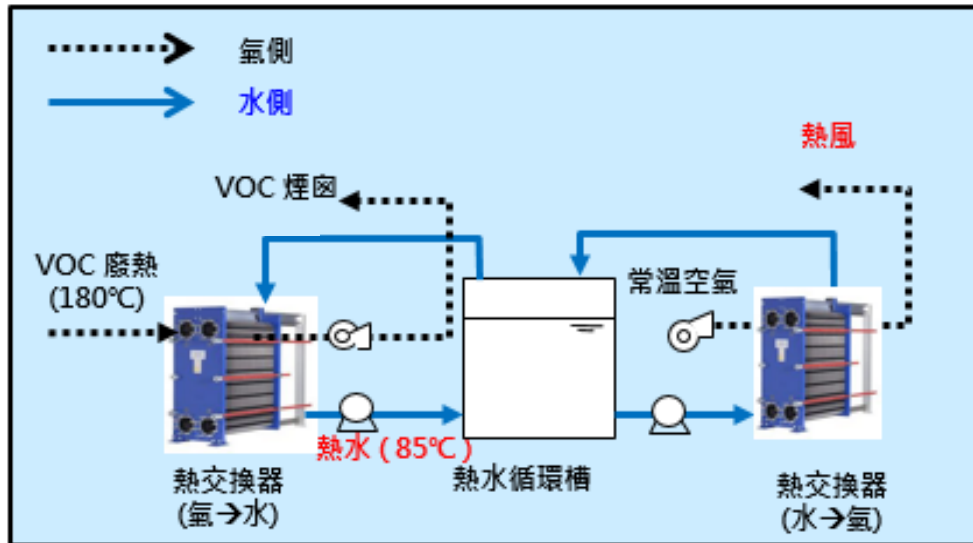


蒸餾後排放水取樣

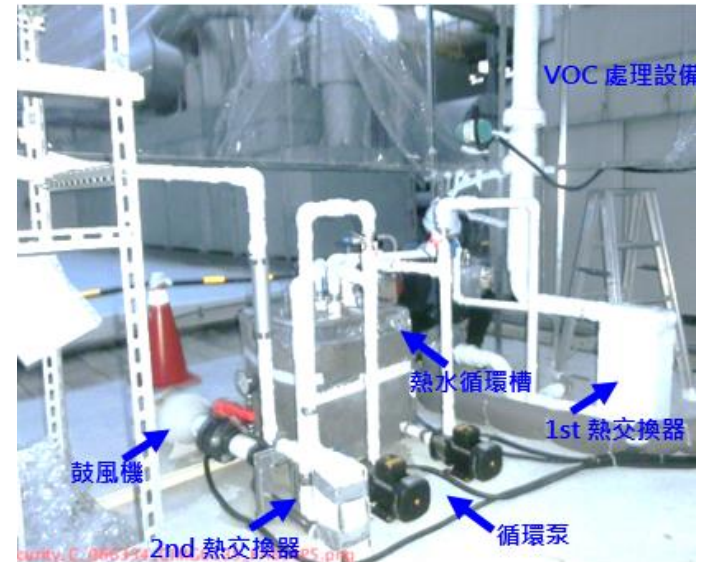
廠內廢熱回收之模廠測試

測試說明：

- **第一道熱交換器**：氣對水之形式，負責將高溫廢氣來加熱循環水槽內之水。
- **第二道熱交換器**：水對氣之形式，負責將高溫循環水來加熱鼓風機鼓進來的常溫空氣。
- 廢熱將以**熱水**或**熱氣**兩個形式加以運用，廢熱之應用上更具彈性。



VOC廢熱回收流程示意圖



VOC廢熱回收模廠設備

結果與討論

- **W-IPA模廠測試結果**
- **廠內廢熱回收之模廠測試結果**

W-IPA模廠測試結果



測試結果說明：

- 不同溫度熱源之可行性驗證：驗證OK
 - 依熱源溫度，調整真空度。

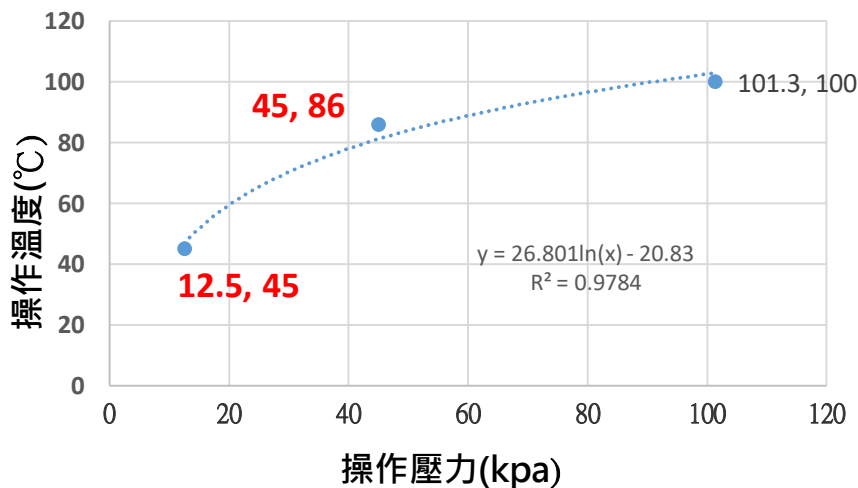
● W-IPA 回收測試

- IPA 成品達 85% → 達標
- 排放水：IPA < 68 ppm，丙酮無檢出 → 對放流水質影響小
- Finding：廢液原液中檢測到雙氧水 → 系統設計中增設去除單元



蒸餾後排放水樣品

操作壓力(kpa) vs. 蒸餾溫度(°C)



不同濃度 W-IPA 蒸餾之實驗結果

Sample	W-IPA原液濃度(%)	回收液 IPA 濃度(%)	排放水IPA 濃度 (ppm)	排放水丙酮 濃度 (ppm)
自行調配	1.1 %	86.2 %	46	-
	10.4 %	85.7 %	68	-
	14.8 %	87.3 %	36	-
A廠 廢液	14.5 %	85.0 %	15	ND
B廠 廢液	11.3 %	84.6 %	40	ND

廠內廢熱回收之模廠測試結果



— 測試結果：

- 符合預期，水溫可加熱至 90 °C
- 可應用在廠內之污泥乾燥或是硫酸銨之濃縮。

測試項目	測試結果	備註
廢熱→熱水	熱水可達90°C	
熱水→熱風	熱風可達78°C	
含銅污泥乾燥	含水率50%→30%@5hr	

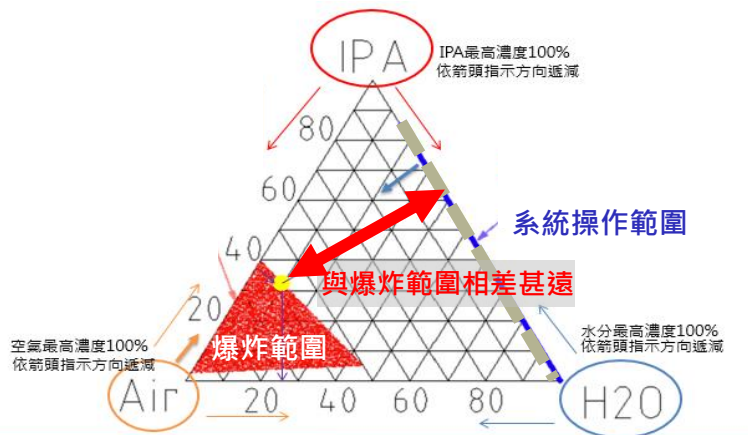
W-IPA 蒸餾設備之安全性設計

一 爆炸三要素 (火源、氧氣、可燃物) 防堵之設計

- 負壓低溫蒸餾，有效隔絕助燃物(空氣)
- 採用防爆元件
- 使用熱水取代蒸氣，降低操作之風險。

一 多重安全設計

- On line meter (溫度、壓力、流量、O2、VOC) & Dual sensor 設計
- Alarm & interlock 機制
- 事故前、後之安全措施
 - 事故前：緊急冰水冷卻、緊急稀釋(水、氮氣)
 - 事故中：降壓裝置、消防設施、防溢堤、安全區隔。






蒸餾塔氣相比例之組成圖

爆炸三元素	安全設計
助燃物(氧氣)	[1]封閉式負壓設計，防止空氣進入
	[2]氧氣on-line 偵測，系統自動停機，並進行N2 purge
	[3]H2O2 濃度線上偵測設備
	[4]雙氧水前處理設備設置
可燃物	[1]裝設IPA 偵測器，系統自動停機，並進行N2 purge
	[2]IPA 自燃點為460°C，運轉溫度遠低於此溫度
	[3]使用廢熱，無需增設鍋爐以避免瓦斯之使用
火源	[1]設備使用防爆規範之元件
	[2]設備運轉時，內部不會產生火花

結論與建議



— 半導體首創低溫蒸餾方法回收IPA

- 提出此真空低溫法之創新做法，有別於業界常用之高溫蒸餾。
- Benefit
 -  Reduction: 減積比例達 80% 以上。
 -  Recycle : 85%以上，工業用原料或精餾作為電子級IPA。
 -  Cost saving : ROI 可在1.5Y 以下。

— 熱源需求小且可使用廠內既有熱源

- 所需熱源溫度較低，可使用廠內既有廢熱，無需鍋爐。節能且安全。
- 廠內廢熱均屬中低溫，搭配負壓操作，增加其應用面。
- 可應用廢溶劑、污泥等廢棄物中水分去除。

— 以廢(廢熱氣)治廢(廢棄物)技術實為循環經濟最佳應用案例





台灣積體電路製造
股份有限公司

謝謝指教

