

2019科學園區廠務技術研討會

# VOC沸石濃縮轉輪青春永駐

台灣積體電路製造股份有限公司  
廠務處 南科廠務一部 朱晃民  
November 19, 2019



Report Outline  
簡報大綱

# 半導體製程及原料

- 沸石轉輪濃縮焚化系統
- 現況問題分析
- 問題改善及運轉參數調整減廢
- 結論及建議

# 半導體製程及原料

## 一 半導體晶圓製程主要為黃光、蝕刻、擴散、薄膜、研磨、封裝

- 黃光製程包含光阻塗佈、曝光、顯影

- ◆ 光阻塗佈(Coating)使用含有PGME、PGMEA等物質

- ◆ 去光阻(Stripping)製程中，主要成分為MEA、DMSO、NMP等物質

- MEA、DMSO、NMP為高沸點低蒸氣壓且具黏稠性

- 不易揮發且黏稠，影響空污處理設備壽命及處理效率

- 蝕刻、擴散會以IPA或丙酮等有機溶劑清洗晶圓表面髒污、粉塵或化學物

## 一 半導體製造業空氣污染管制及排放標準

- 排放削減率應大於90%

- 工廠總排放量應小於0.6 kg/hr

化學品	縮寫	沸點(°C)	用途
丙酮	Acetone	56	清洗、溶劑
甲醇	Methanol	65	清洗、溶劑
異丙醇	IPA	83	清洗、蝕刻
甲苯	Toluene	110	溶劑、清洗
丙二醇單甲基醚	PGME	120	光阻稀釋劑
環戊酮	Cyclopentanone	131	顯影劑
二甲苯	Xylene	138	光阻溶劑、清洗
丙二醇甲醚醋酸酯	PGMEA	146	光阻稀釋劑
乙醇胺	MEA	170	去光阻劑
二甲基亞碸	DMSO	189	去光阻劑
N-甲基吡咯烷酮	NMP	202	去光阻劑
二乙二醇單丁醚	DBGE	231	去光阻劑

Report Outline  
簡報大綱

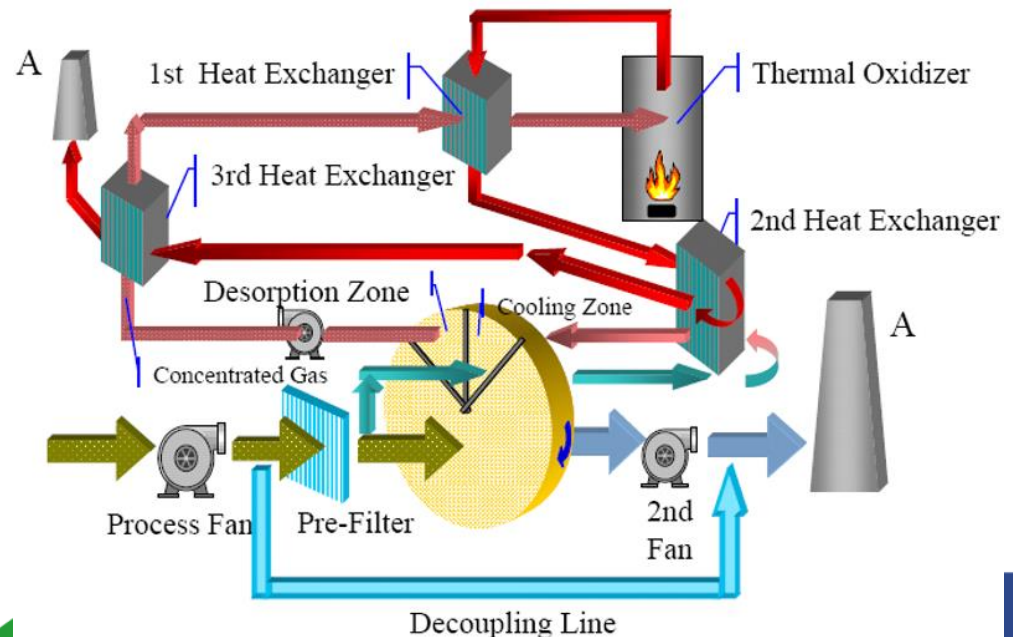
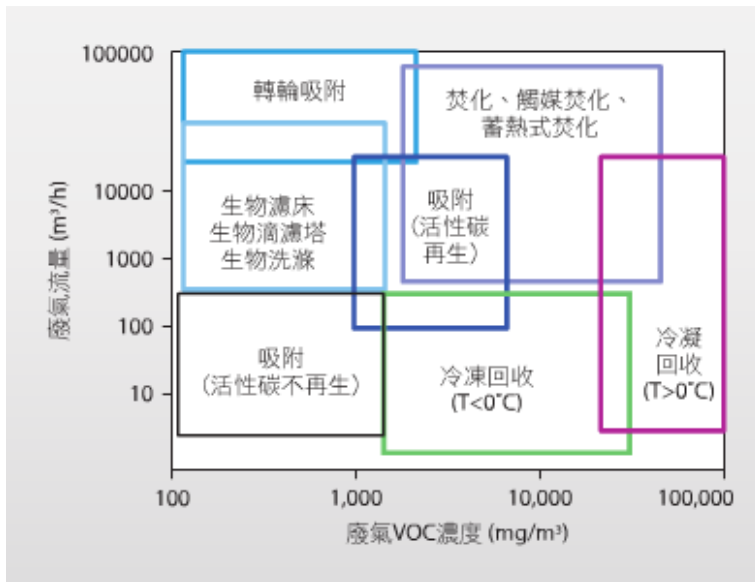
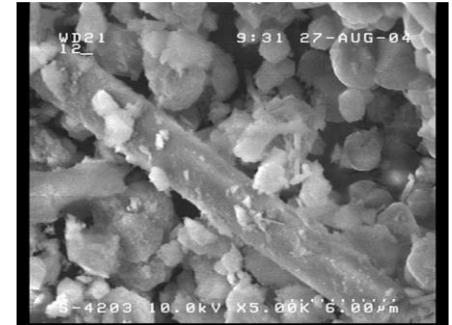
- 半導體製程及原料

## 沸石轉輪濃縮焚化系統

- 現況問題分析
- 問題改善及運轉參數調整減廢
- 結論及建議

# 沸石轉輪濃縮焚化系統

- 適合高流量、低濃度有機廢氣處理
- 轉輪本體是由疏水性沸石與陶瓷組成多孔性狀結構
  - 氣體分子受到多孔材料的分子間吸引力或凡得瓦力所吸引
  - 當氣體分子得到大於物理吸引力的熱能，便會脫離沸石的吸附
- 由吸附、脫附濃縮、燃燒裂解三道處理程序構成



Report Outline

# 簡報大綱

- 半導體製程及原料
- 沸石轉輪濃縮焚化系統

## 現況問題分析

- 問題改善及運轉參數調整減廢
- 結論及建議

# 現況問題分析

## 一 沸石轉輪檢測

- 鑽取直徑55mm、高400mm的圓柱體樣本
- 入口段至中段呈現淡黃褐色，出口段則為較白的褐色
- 有機物附著於轉輪上，顏色越深附著越多

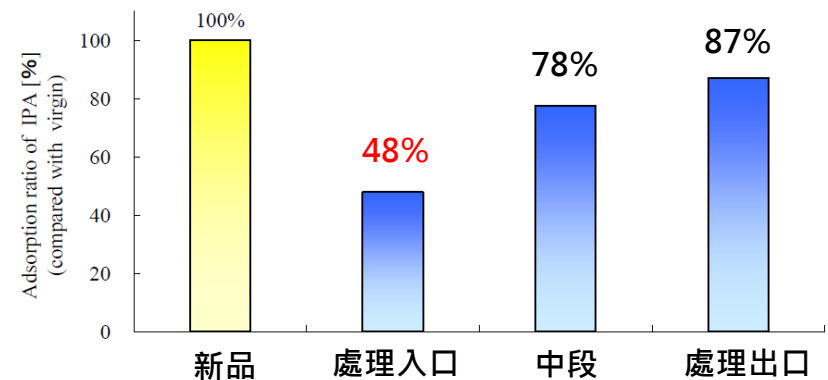
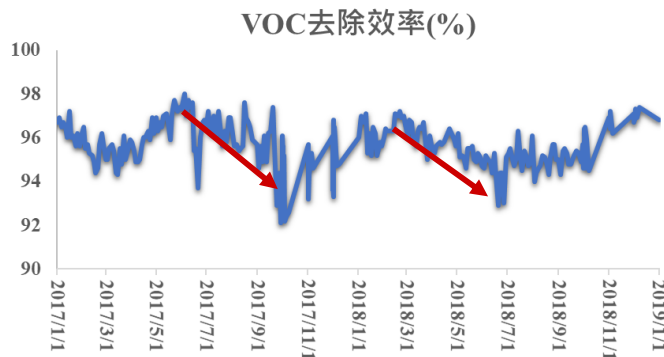


## 一 沸石吸附能力檢測

- 將小樣本與沸石轉輪新品，靜置於飽和異丙醇容器吸附二小時
- 由吸附前後的重量差，與新品比較吸附能力
  - ◆ 入口段為48%，中段78%，出口段87%



轉輪新品圖



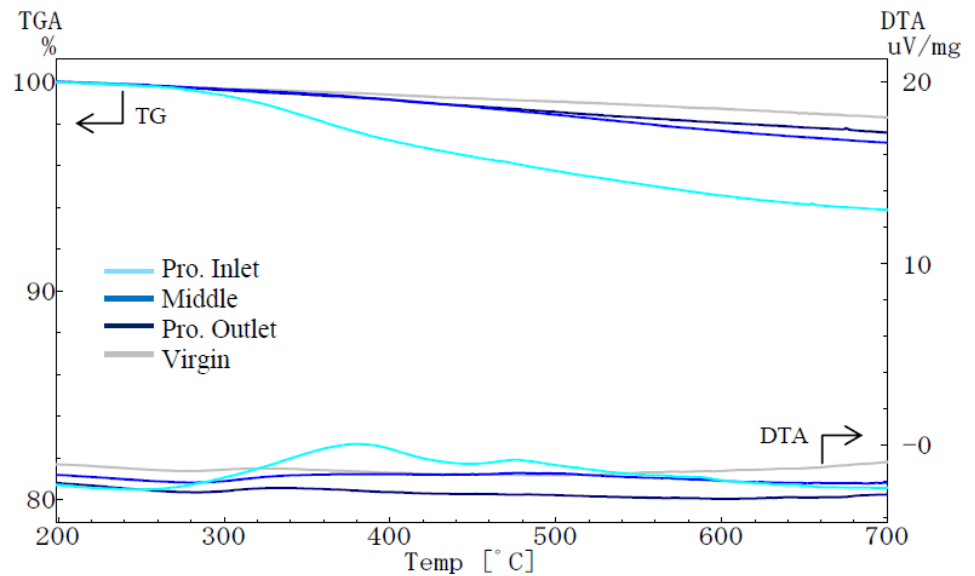
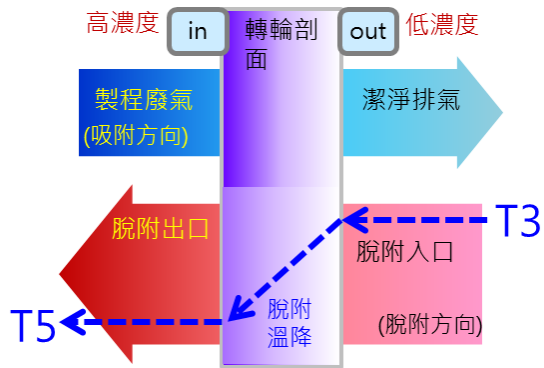
# 現況問題分析

## 一 熱重分析(TG/DTA)

- 加熱樣品至700°C，以N<sub>2</sub>為熱脫附載流氣體通過樣品，測重量及熱量變化
  - ◆ 重量損失比：吸附入口段為5.8%，中段為2.7%，出口段2.2%
  - ◆ 加熱超過300°C時，重量及熱量有明顯變化→高沸點物質累積於處理入口段

## 一 分析結論

- 轉輪吸附能力衰退
- 高沸點有機物附著



Report Outline

# 簡報大綱

- 半導體製程及原料
- 沸石轉輪濃縮焚化系統
- 現況問題分析

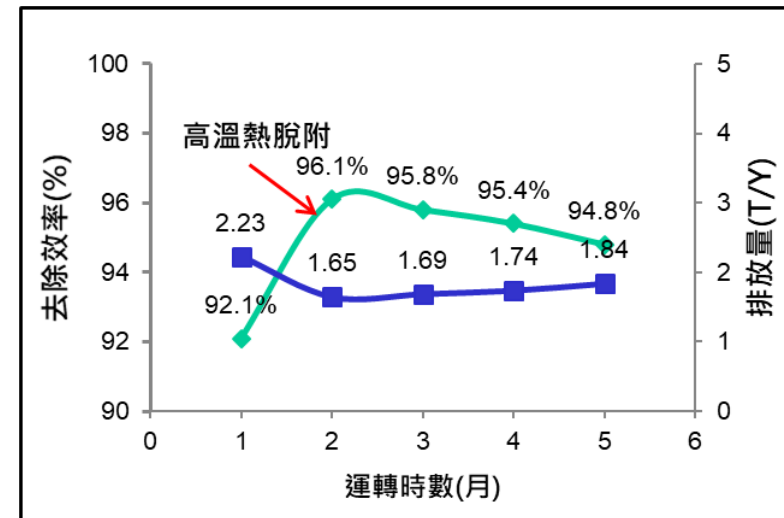
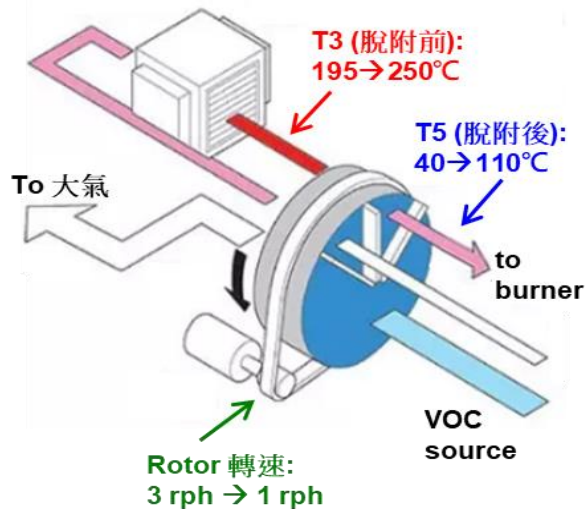
## 問題改善及運轉參數調整減廢

- 結論及建議

# 高沸點物質解決方式

## — VOC沸石轉輪高溫熱脫附

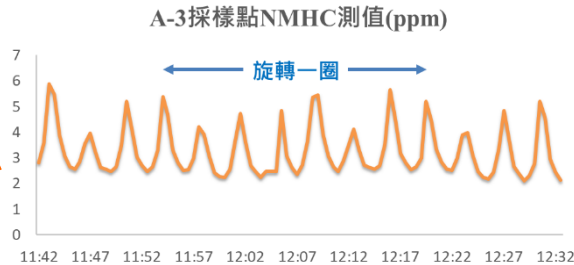
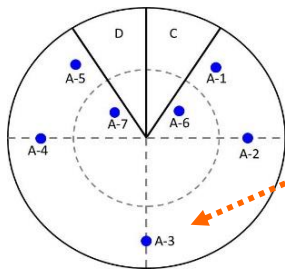
- 提高脫附溫度以250 °C高溫脫附轉輪，可改善高沸點VOCs殘留情形
- 實測VOC沸石轉輪去除效率從92%大幅提高至96%
- VOCs排放量減少26%(2.23 kg/hr→1.65 kg/hr)



# 問題改善及運轉參數調整

## 一 轉輪出口採樣點量測

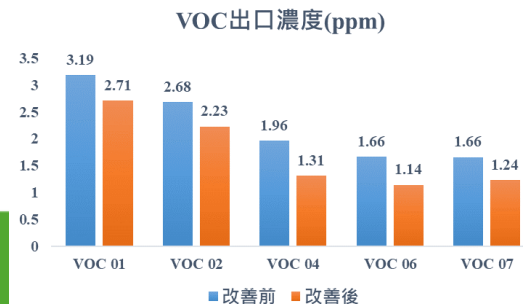
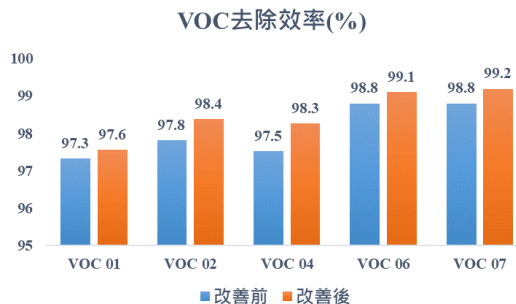
- 在轉輪出口面佈點，以Baseline 9000分析儀量測NMHC值
- 每轉一圈A-1~A-7測值皆有週期性變化，且每圈數據均有8個峰值
- 轉輪與框架間隙氣密材破損，高濃度VOCs廢氣直接從裂縫洩漏



氣密材裂縫造成短流

## 一 氣密改善結果

- VOC 04出口濃度降低33%(1.96 ppm→1.31 ppm)，處理效率97.5%→98.3%



# 問題改善及運轉參數調整

## 一 脫附理論

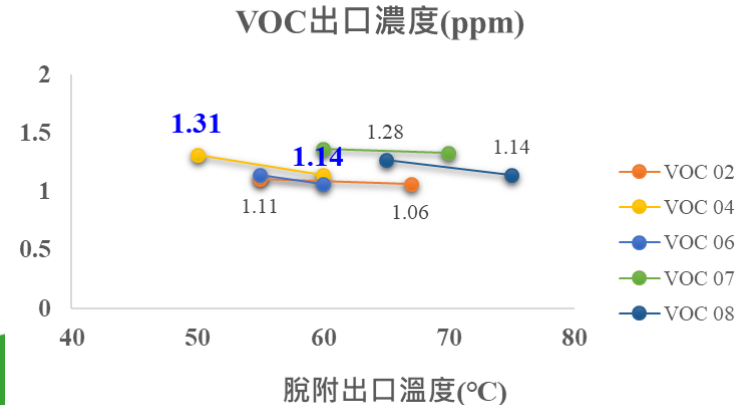
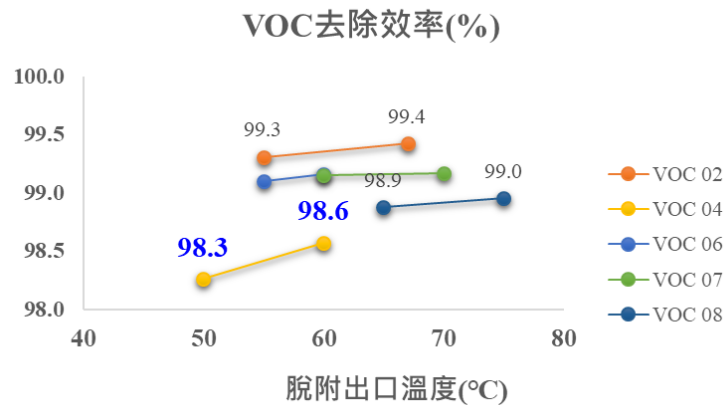
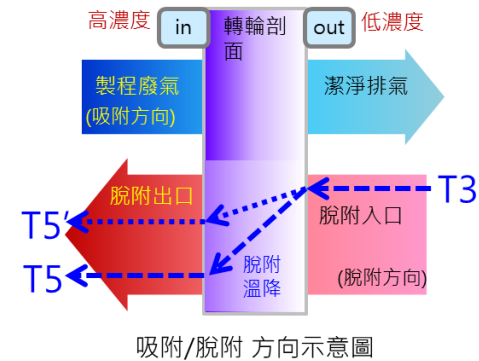
- 當氣體分子得到大於物理吸引力的熱能，便會脫離沸石的吸附
- 關鍵參數：脫附區入口溫度、脫附出口溫度、脫附風量

## 一 測試條件

- 固定脫附溫度於210°C、轉輪轉速3 RPH、維持既有處理風量
- 調高脫附風量，可看到脫附後溫度提高10°C~20°C

## 一 調整結果

- VOC 04脫附後溫度提高10°C，去除效率提升0.3%，濃度降低0.17ppm



Report Outline

# 簡報大綱

- 半導體製程及原料
- 沸石轉輪濃縮焚化系統
- 現況問題分析
- 問題改善及運轉參數調整減廢

## 結論及建議

# 結論及建議

## — 高溫脫附高沸點物質

- 以250°C高溫脫附轉輪，VOC排放量減少26%，建議每半年執行一次

## — 轉輪間隙氣密材維護

- 定期檢查氣密材，劣化檢查手法
  - ◆ 藉由轉輪面的採樣管，觀察高低變化，標記高點位置後停機比對
- 改善洩漏問題可提升0.8%去除效率，出口濃度降低33%

## — 運轉最佳化調整準則

- 提供足夠熱通量，脫附風量加大，以脫附出口溫度為指標
- 由處理設備出口濃度及效率驗證結果
- 脫附後溫度提高10°C，去除效率提升0.3%，濃度降低0.17 ppm



Keep working TSMC

空污減排不停歇

*Thank you for  
your attention*

