

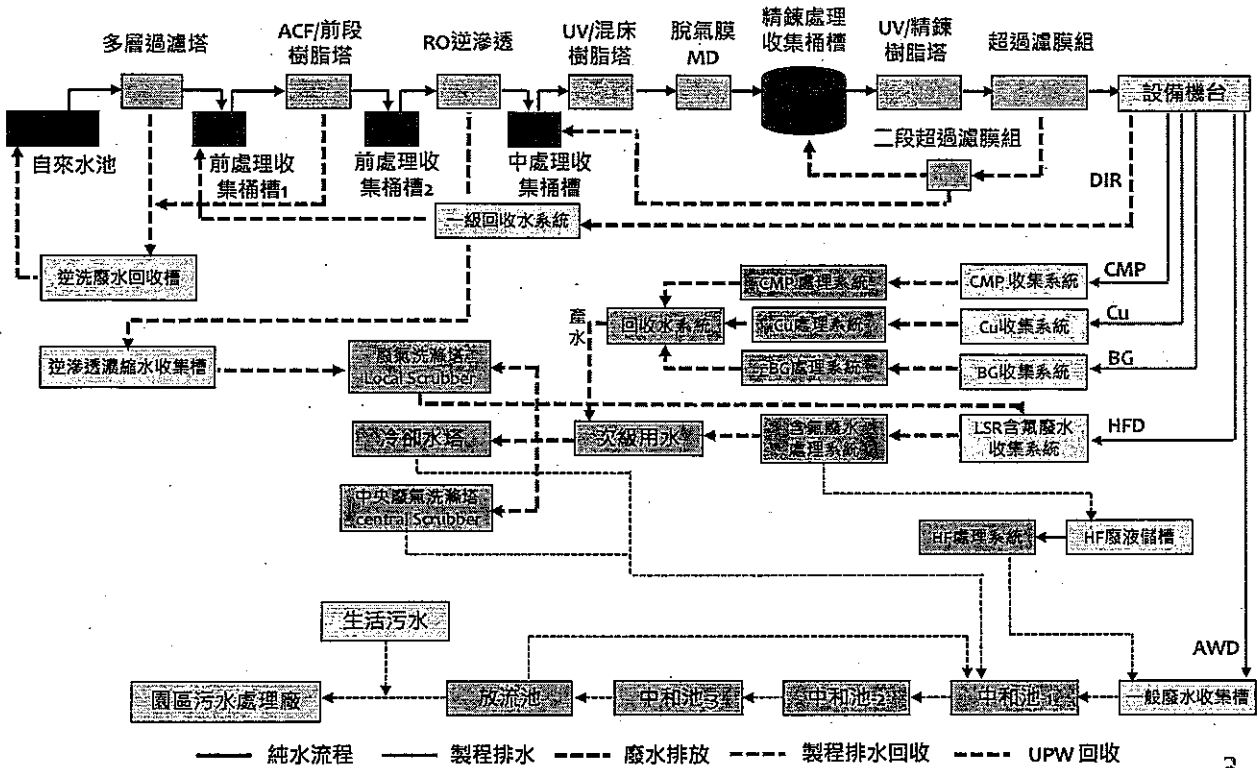
## 高比例回收之節水處理系統維護實務

### 大綱

- 一 超純水系統
  - 一 超純水系統及回收系統介紹
  - 一 超純水節水技術
- 一 廢水回收技術
  - 一 製程廢水分類及管理
  - 一 製程用水改善及廢水回收
- 一 水處理系統維護實務
  - 一 超純水系統操作維護
  - 一 回收系統操作維護
- 一 節水管理與推廣

# 超純水系統

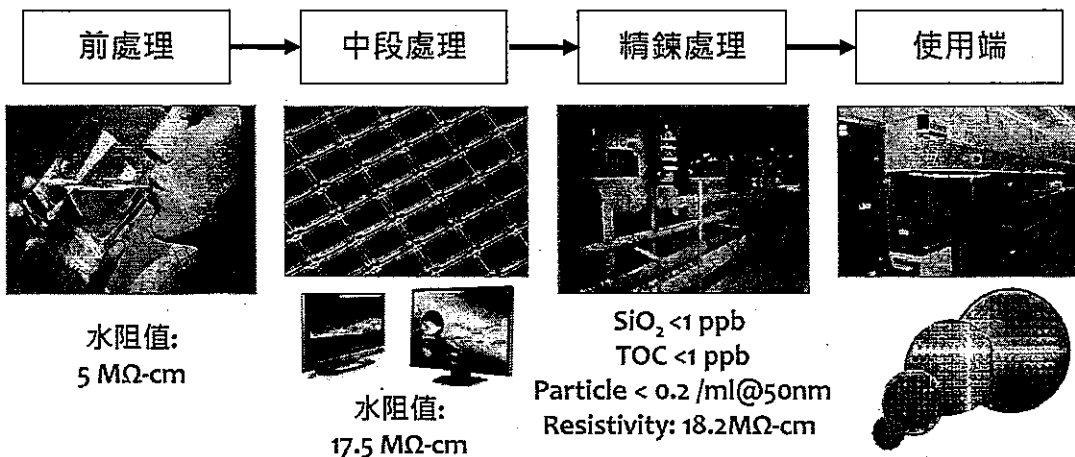
## - Total Management of Water Balance



# 超純水系統

## - 半導體超純水概念

De-Ionized Water → Pure Water → Ultra Pure Water

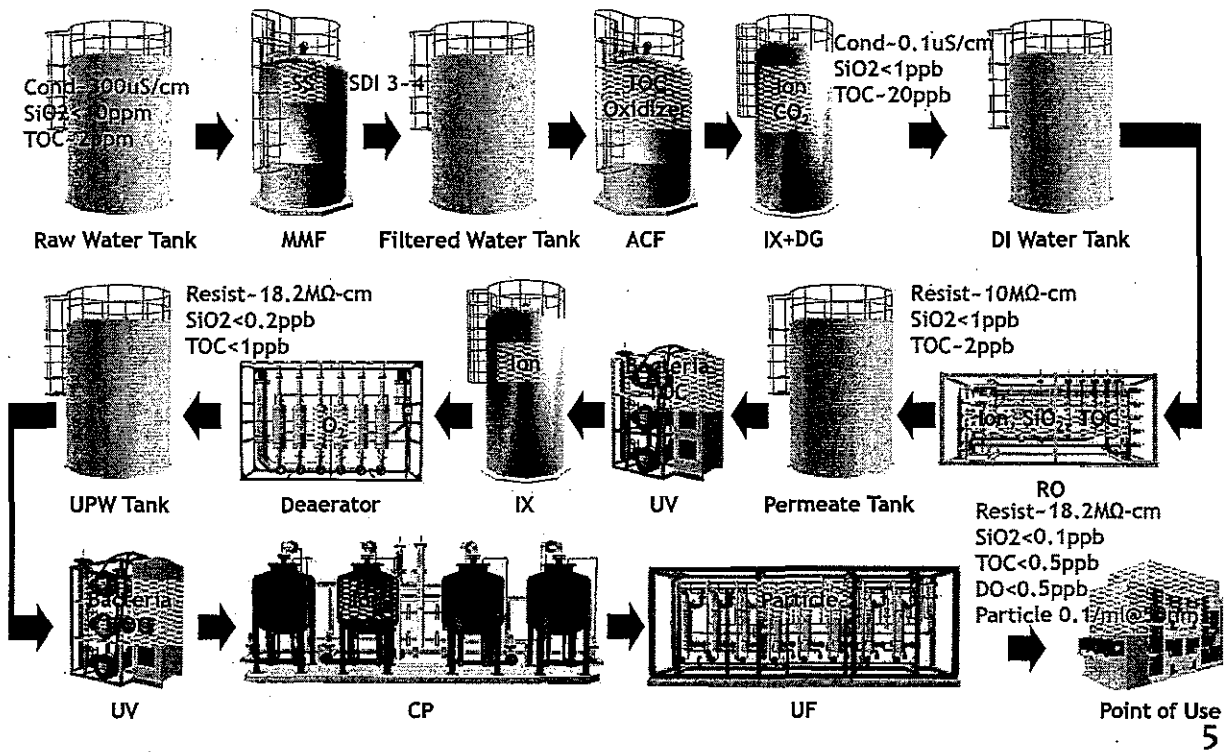


## - 超純水定義

- 水中之導電汙染物質去除到比阻抗值達  $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$  (  $25^\circ\text{C}$  ) 時，此水被稱為「超純水」
- 不論以任何純化方法來去除汙染物質，若無法達到  $18.2 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$  的水，都稱為「純水」。例如「離子交換樹脂水」、「蒸餾水」、「逆滲透水」等，都屬於純水。

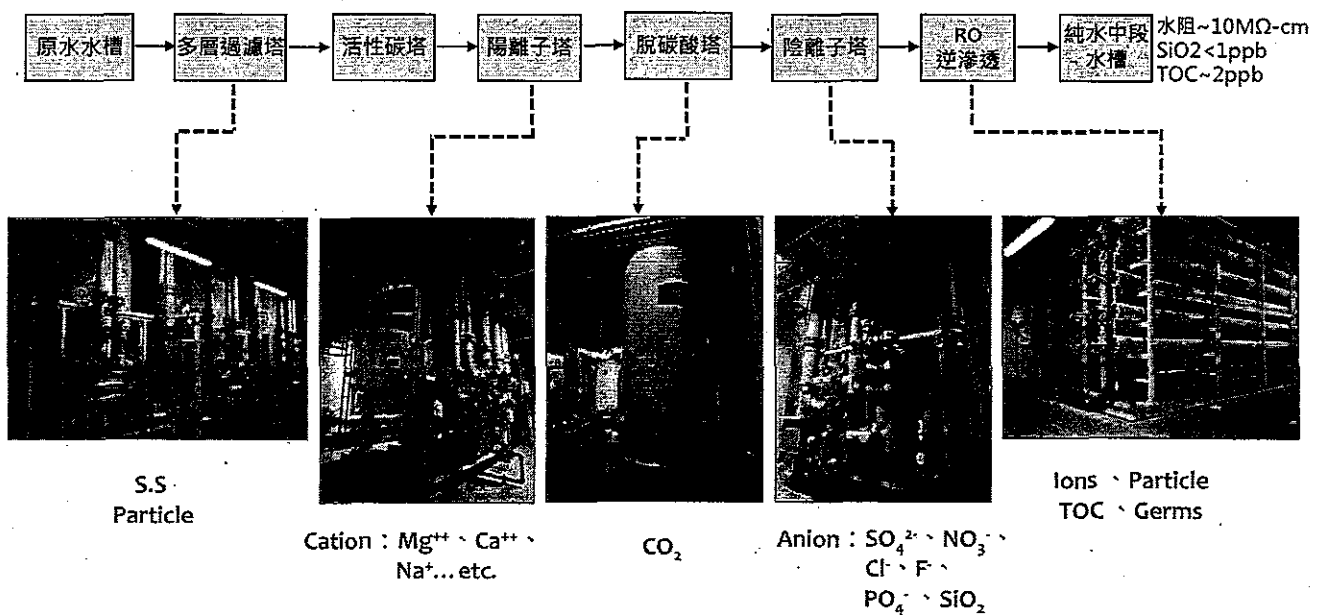
# 超純水系統

## 一 半導體超純水流程及水質



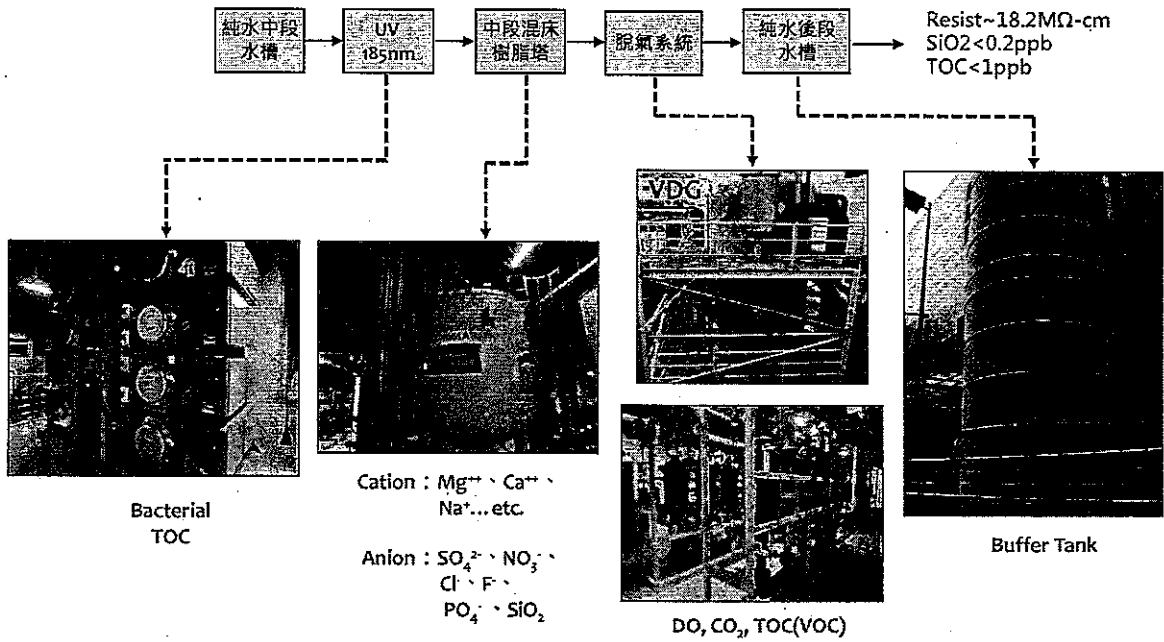
# 超純水系統

## 一 前處理系統 (Pre-treatment Plant)



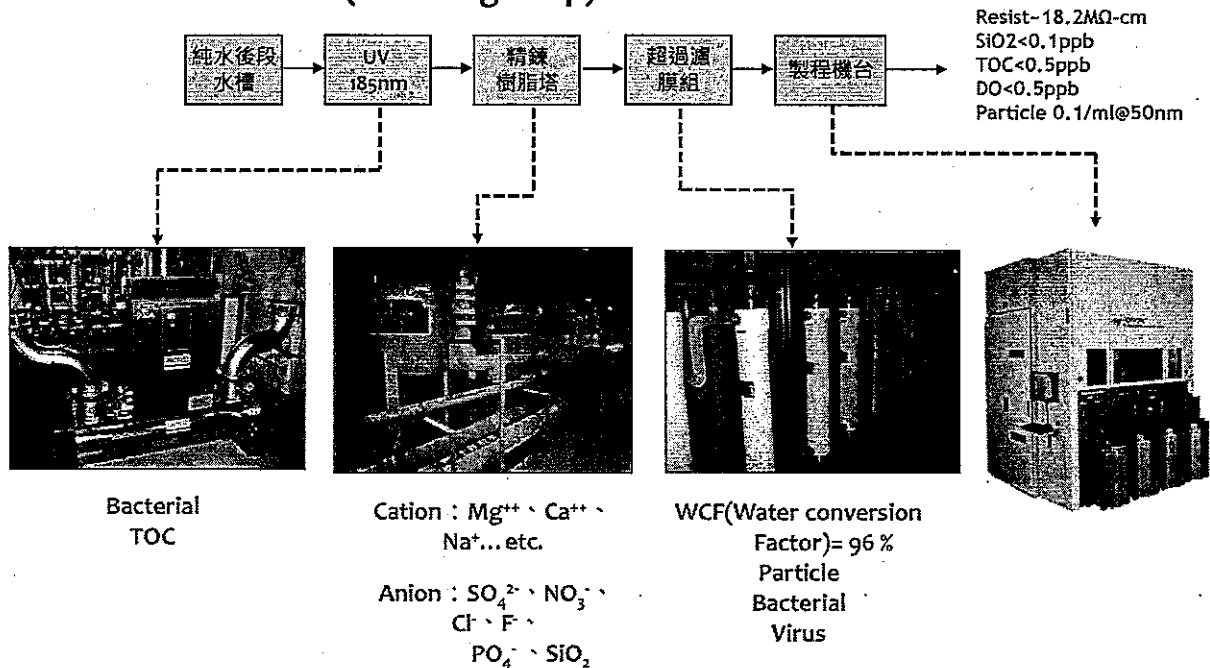
# 超純水系統

## — 中處理系統 (Make-up Plant)



# 超純水系統

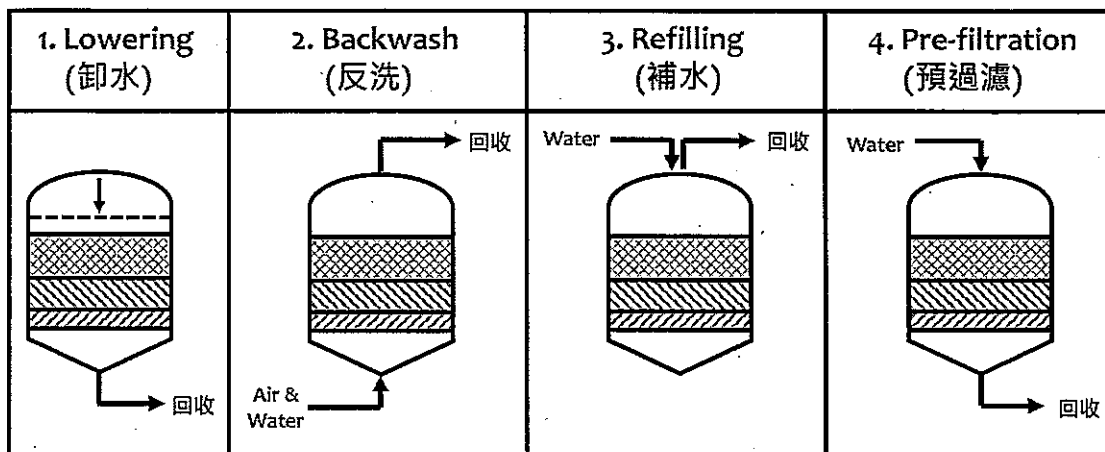
## — 精鍊處理系統 (Polishing Loop)



# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-1 (多層砂過濾塔, MMF)

- 多層砂過濾塔系統可回收步驟包含：卸水、反洗、補水及預過濾等步驟，該水源水質良好，則將水源回收至原水收集桶槽再利用。

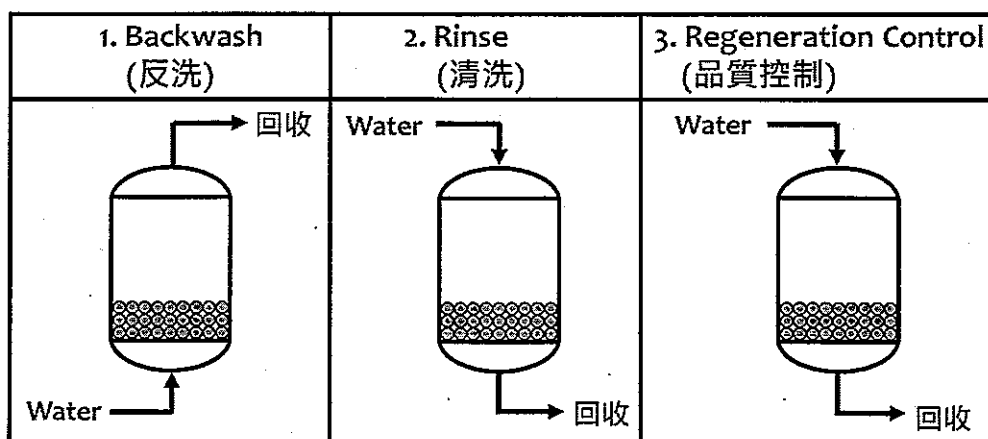


9

# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-2 (前段陰陽離子樹脂塔, 2B3T, IX)

- 前段陰陽離子樹脂塔系統可回收步驟包含：反洗、清洗及品質控制等步驟，該水源水質良好，則將水源回收至原水收集桶槽再利用。
- 清洗及品質控制等步驟，以導電度做為水質判斷條件，符合標準則將水源回收再利用。

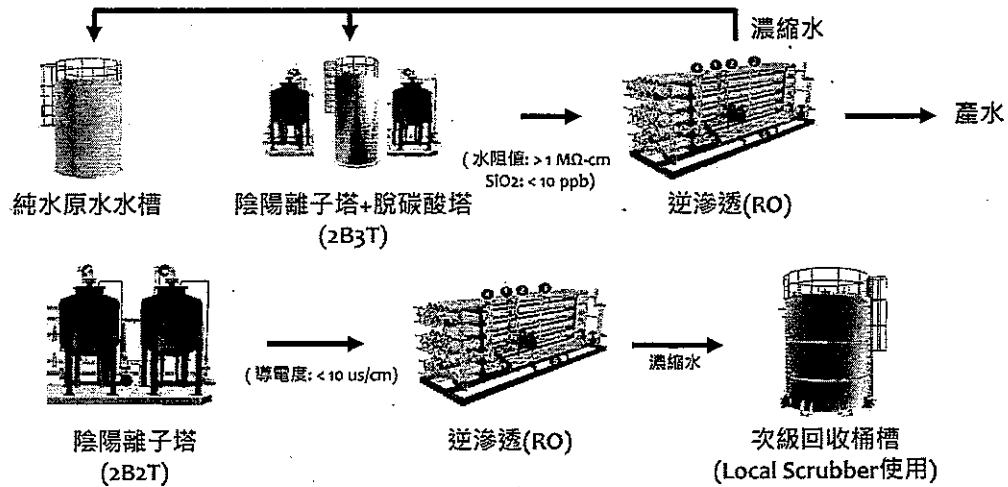


10

# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-3 (逆滲透單元, RO)

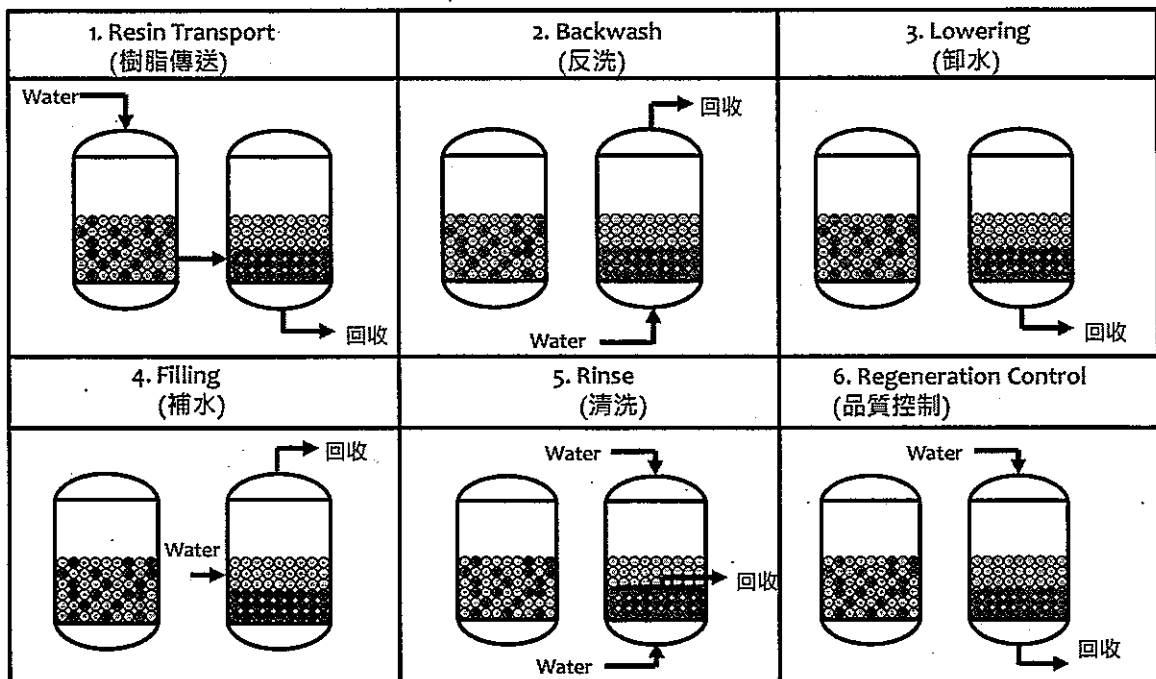
- 純水前段逆滲透處理系統前段有兩種處理方式(陰陽離子塔+脫碳酸塔及陰陽離子塔)·經逆滲透處理後其濃縮水仍可利用：
- 透系統濃縮水利用
  - 2B3T：其逆滲透(RO)之濃縮水可回收至純水原水水槽及樹脂再生使用。
  - 2B2T：其逆滲透(RO)之濃縮水可供應至廢氣洗滌塔使用。



# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-4 (中段混床樹脂塔\_1, Mix bed)

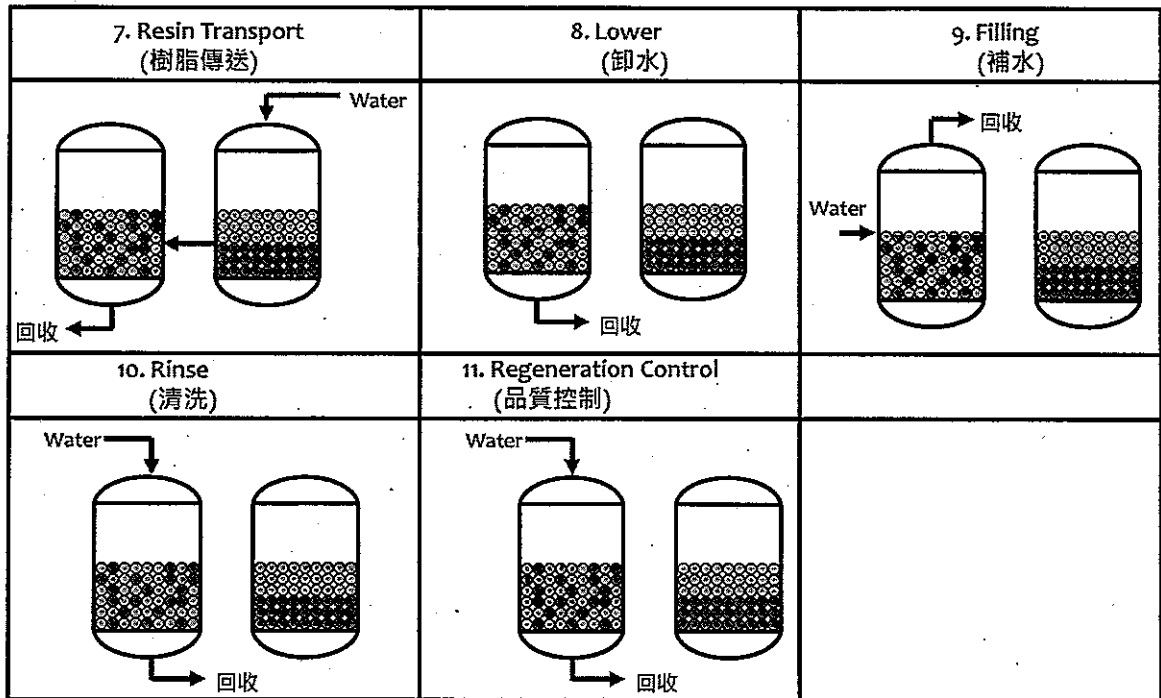
- 中段混床樹脂塔再生可回收步驟包含：反洗、樹脂傳送、卸水及品質控制等步驟·以導電度做為水質判斷條件·符合標準則將水源回收再利用。



# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-5 (中段混床樹脂塔\_2, Mix bed)

- 中段混床樹脂塔再生可回收步驟包含：反洗、樹脂傳送、卸水及品質控制等步驟，以導電度做為水質判斷條件，符合標準則將水源回收再利用。

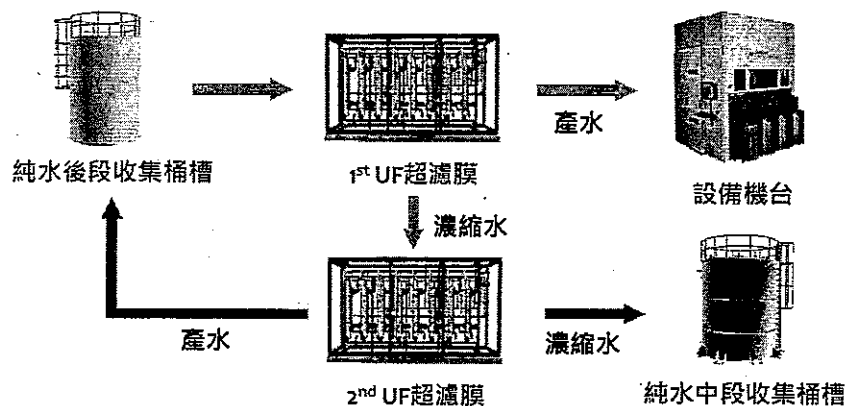


13

# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-6 (超濾膜, UF)

- UF 濃縮水經第二段濃縮水處理，產水回到純水後段收集桶槽再利用，而濃縮水則回到純水中段收集桶槽。
- UF pore sizes ranging: 0.005 – 0.1 micron; MWCO: 1K – 500K。
- 通常半導體業選用之MWCO: 6,000 ~ 10,000 Da。
  - 12" IC Fab: MWCO → 6,000 Da。
  - 8" IC Fab: MWCO → 10,000 Da。

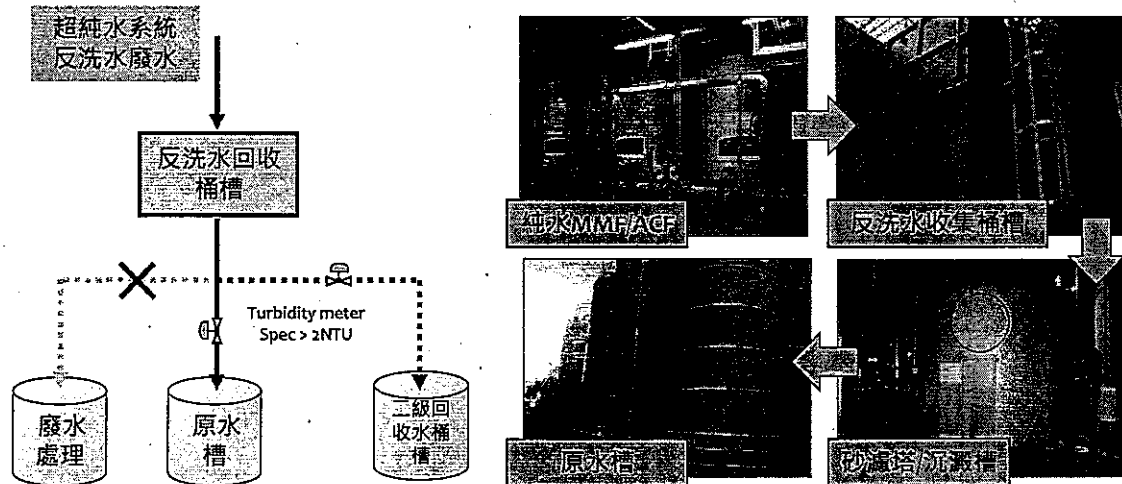


14

# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-7 (多層砂過濾塔/活性碳塔 反洗水回收)

- 超純水系統前段之多層砂過濾塔一般使用混凝劑(FeCl<sub>3</sub>或PAC)，其反洗水水質有易沉降之特性，極易回收。
- 原先：純水系統的多層砂過濾，其反洗水源皆排放至廢水處理。
- 改善後：設置砂濾塔或沉澱槽進行處理後，再將其回收到前端的原水槽。
- 水質以濁度做為水質判斷，符合標準即進行回收。

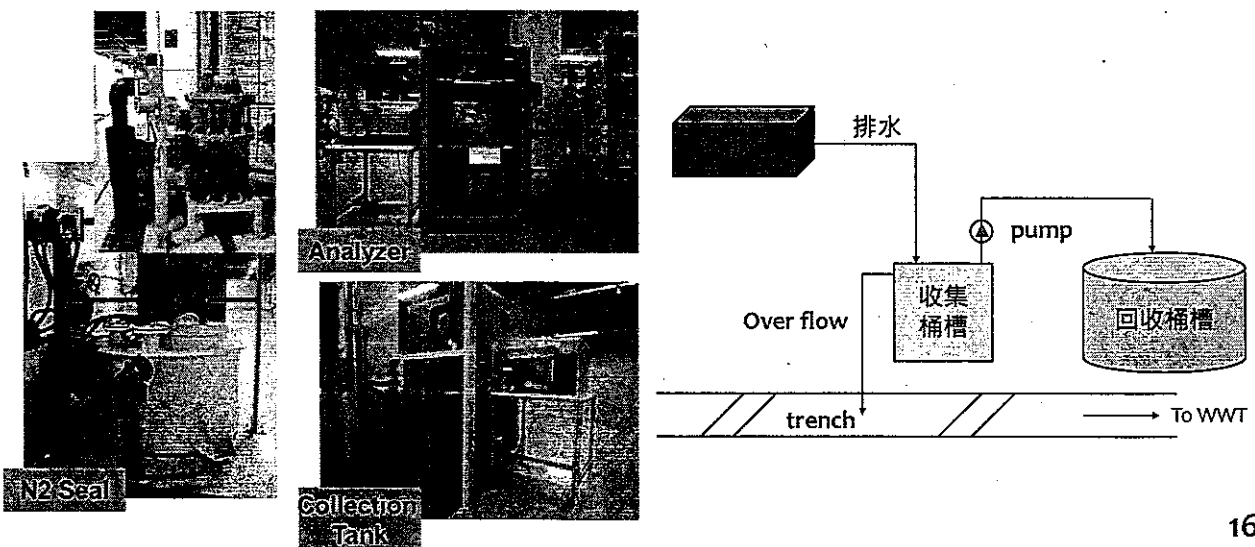


15

# 超純水系統

## 一 超純水節水技術-8 (分析儀/水封桶 排水回收)

- 檢測水質的分析儀器中，有許多機台未添加任何藥劑，進行採樣分析，所測得的水質以TOC及導電度做為水質判斷，符合回收至前端的原水槽。
  - 建議回收：pH、導電度計、濁度計、餘氯計、溶氧分析儀、水阻計、Particle分析儀等(未使用藥劑)。
  - 不建議回收：SiO<sub>2</sub>分析儀、TOC分析儀(使用藥劑)。

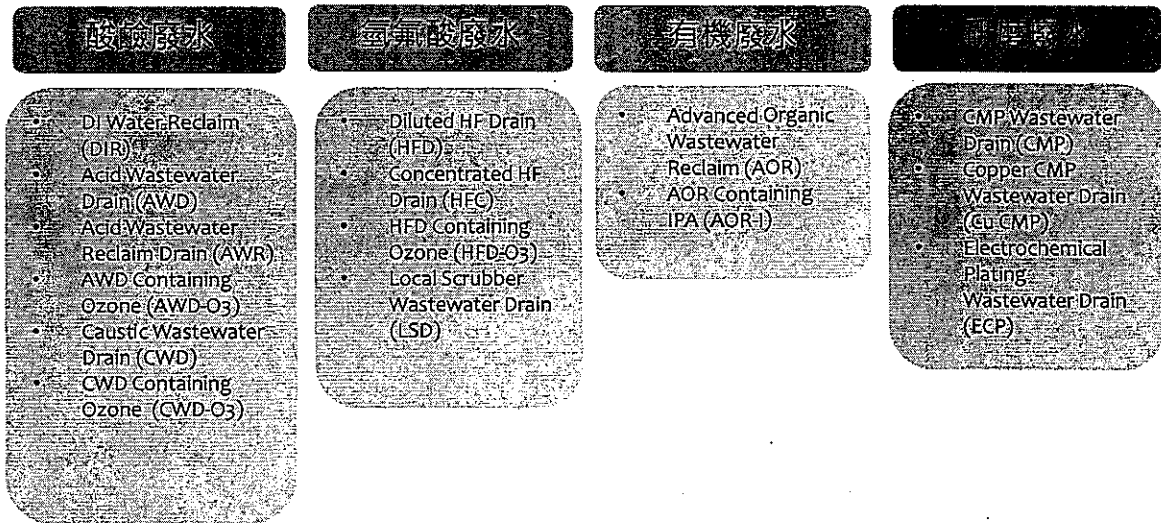


16

# 廢水回收技術

## 一 製程廢水分類及管理-1

- 節水工作最簡單但卻是最重要的規則在於源頭管理，依據不同的使用需求做適當分流，再依不同的污染狀況決定回收或排放，與各不同的處理單元。
- 台積製程廢水依排放水質分成 4 大類分流設計，並設置合適之廢水處理及回收系統。

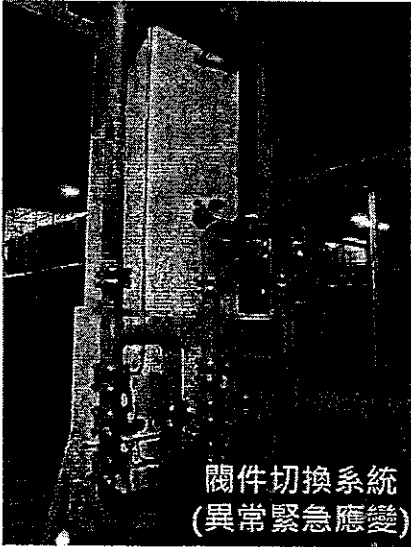


17

# 廢水回收技術

## 一 製程廢水分類及管理-2

- 液態廢棄物：亦依據不同的化學品使用狀況進行適當的分流，之後自行或委外處理再利用。台積目前共有 11 種分流設計。

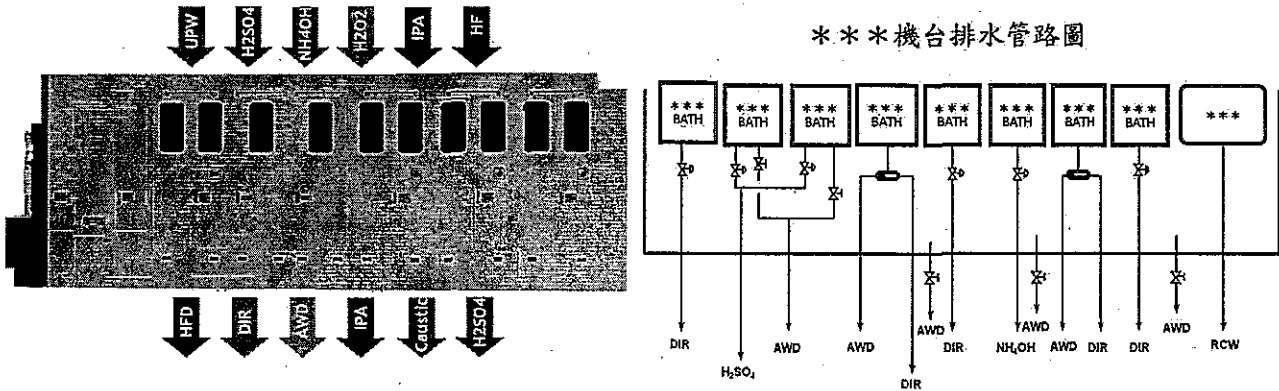
液態廢棄物	製程排放管路分流	閥件切換系統 (異常緊急應變)
<ul style="list-style-type: none"> <li>IPA</li> <li>H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub></li> <li>M1 (醋酸, 硝酸, HF)</li> <li>M2 (醋酸, 磷酸, 硝酸)</li> <li>Thinner</li> <li>NMP</li> <li>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></li> <li>CuSO<sub>4</sub></li> <li>TMAH</li> <li>ACT/ST250</li> <li>HFC</li> </ul>	 <p>製程排放管路分流</p>	 <p>閥件切換系統 (異常緊急應變)</p>
	 <p>回收處理再利用系統</p>	

18

# 廢水回收技術

## 一 製程用水改善及廢水回收-1

- 透過機台排水資料庫的建立，來掌控機台排水特性，從源頭進行分類以提升水回收與再生利用。
- 廠務、設備、製程三方配合，將機台酸槽排放流程重新討論，並取樣分析水質後修改管路及製程recipe (不用花錢)，分門別類進行回收或再利用。

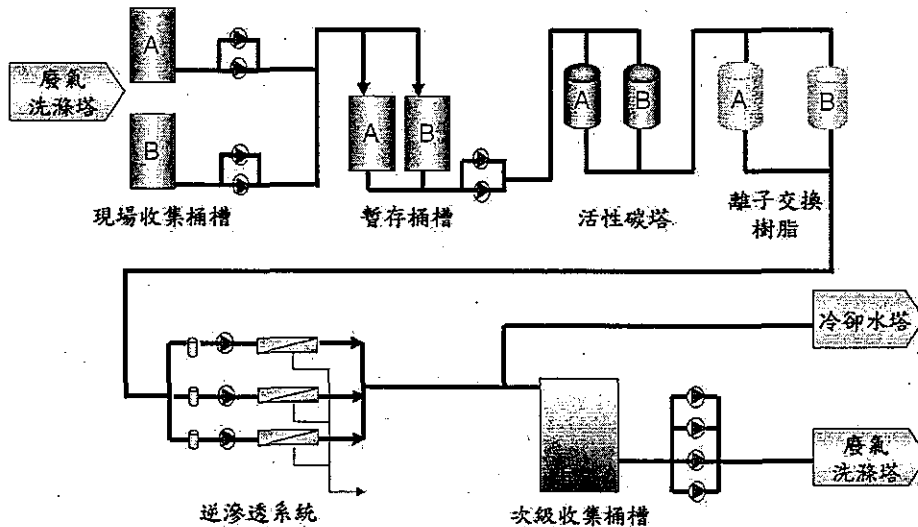


19

# 廢水回收技術

## 一 製程用水改善及廢水回收-2

- 廢氣洗滌塔廢水分流/回收處理 (LSR, Local scrubber Reuse)
  - 針對同一性質所處理之氣體種類取樣，其水質平均為：pH: 3~9、導電度: 270~1,500 us/cm、氟離子: 0~1,000 ppm。
  - 廢氣洗滌塔廢水排水約2,500 CMD，為節省自來水耗量，增加全廠回收使用率，因此我們進行廢水管路分流/收集工程。



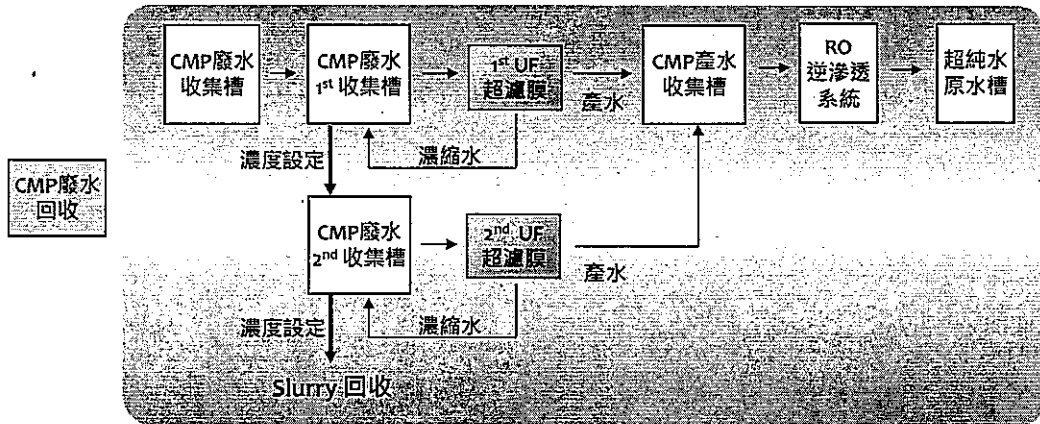
20

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-3

### 實例 - CMP廢水回收處理 (Chemical Mechanical Polishing)

- CMP oxide slurry：其廢液進流水質平均為：pH: 9、導電度: 150~200 us/cm 經UF模組處理後產出濃縮液及permeate產水。其中濃縮液再經設備商純化及濃度調整後可再供應至生產線使用；permeate經RO逆滲透設備處理後，可回收至超純水原水槽使用。
- CMP W-slurry：因專利問題，目前slurry無法回收至生產線使用；其廢水利用UF處理，將permeate經RO逆滲透設備處理後，可回收至純水原水槽使用。



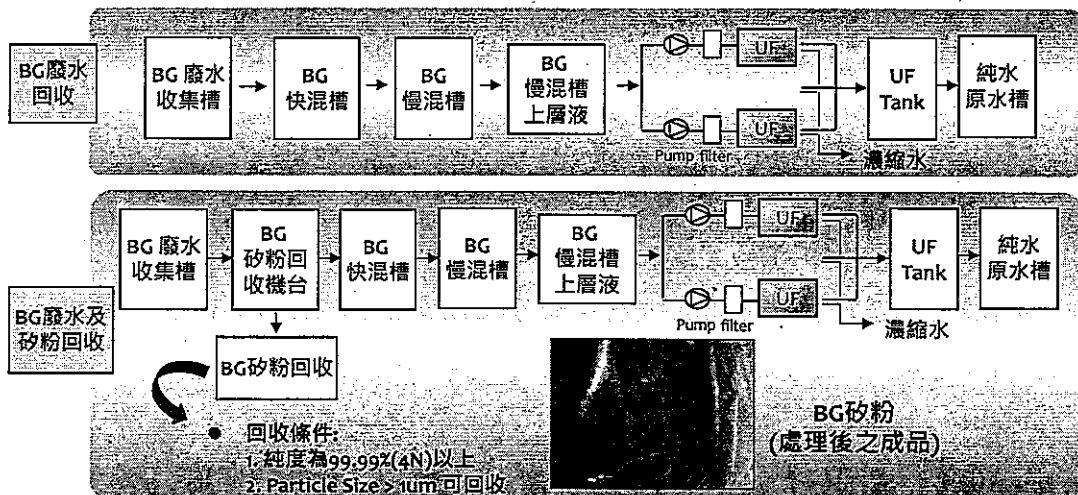
CMP Oxide Slurry Recycling Diagram

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-4

### 晶背研磨 (Backside Grinding, BG) 廢水回收

- 晶背研磨廢水成份為矽粉 (silicon powder) 及超純水。過去晶背研磨廢水皆使用混凝沉降處理後排放至廢水系統同時並產生大量之污泥。
- 引進離心機萃取出矽粉，再設置一套UF超濾膜將晶背研磨廢液回收至超純水系統的前處理，將兩種具回收價值的矽粉 (silicon powder) 及水資源同時進行回收。



# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-5

實例 - 替代水源 (回收水取代自來水，應用於廢水回收/處理系統)

- Central Scrubber (中央廢氣洗滌塔)洗滌用水替代水源。
- Local Scrubber Reuse 反洗及再生用水替代水源。
- 廢水系統polymer泡藥機稀釋用水替代水源。
- 廢水系統壓泥機濾布清洗替代水源。

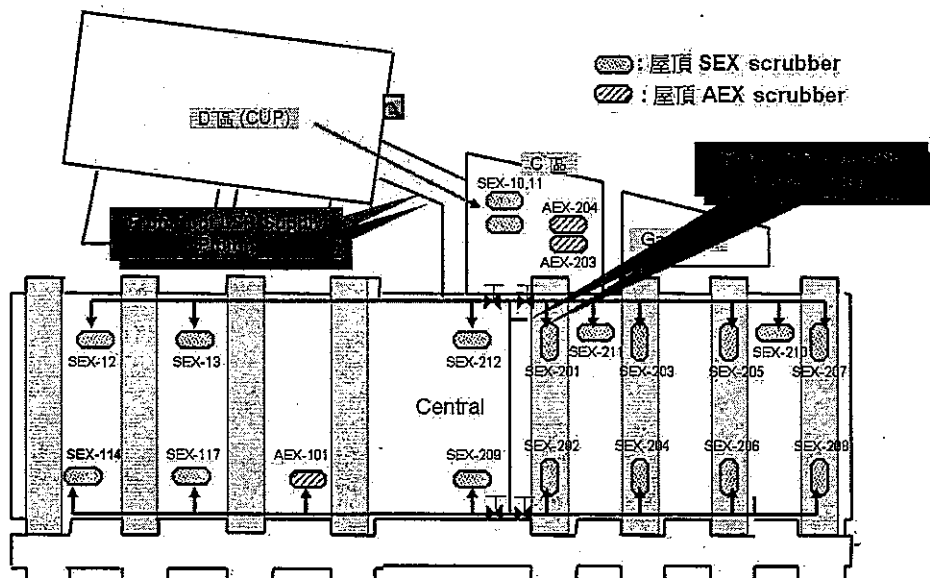
23

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-6

替代水源 - Central Scrubber (中央廢氣洗滌塔)洗滌用水

- 將全廠區所有的Central Scrubber(中央廢氣洗滌塔)廢氣洗滌用水由原來的自來水以LSR回收水(Local scrubber Reuse) 取代。



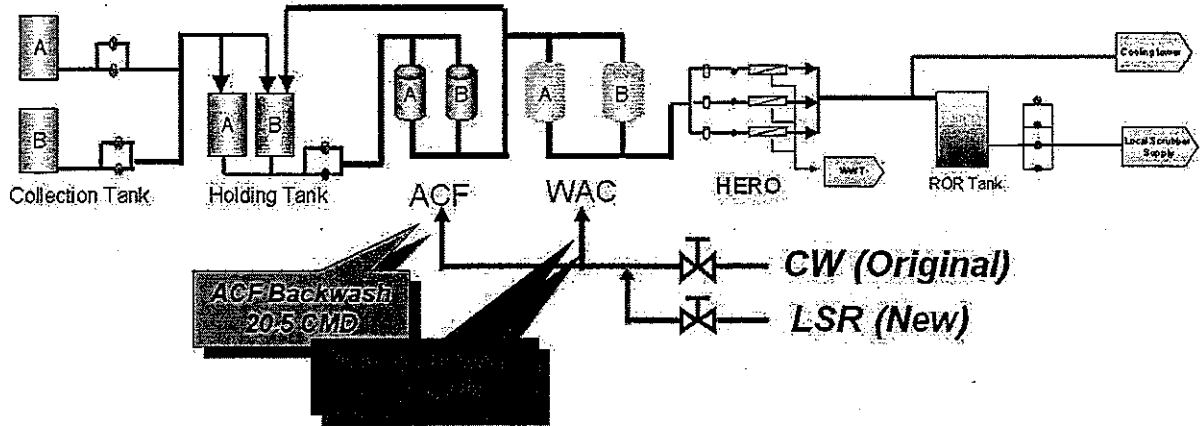
24

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-7

### 替代水源 - Local Scrubber Reuse 反洗及再生用水

- 全廠區 Local scrubbers 使用自己廢水回收系統之產水取代自來水洗滌。
- LSR(Local scrubber Reuse)系統的活性碳塔(ACF)及樹脂塔(WAC)於進行反洗及再生之用水，由自來水改用LSR 後段產水取代。



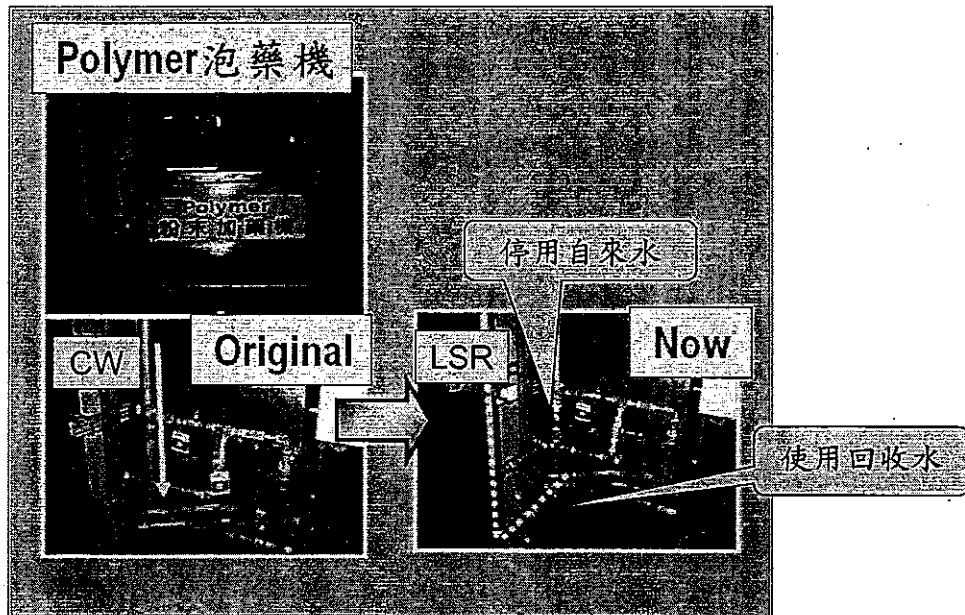
25

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-8

### 替代水源 - 廢水系統polymer泡藥機稀釋用水

- 以LSR(Local scrubber Reuse) 回收水取代自來水作為polymer粉末泡藥機稀釋用水，自來水改為備用水源。



26

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-9

### 替代水源 - 廢水系統壓泥機濾布清洗水

- 以LSR(Local scrubber Reuse) 回收水取代自來水作為壓泥機濾布清洗用水，自來水改為備用水源。



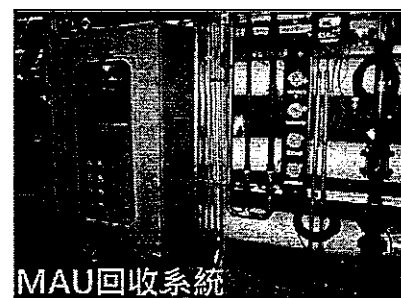
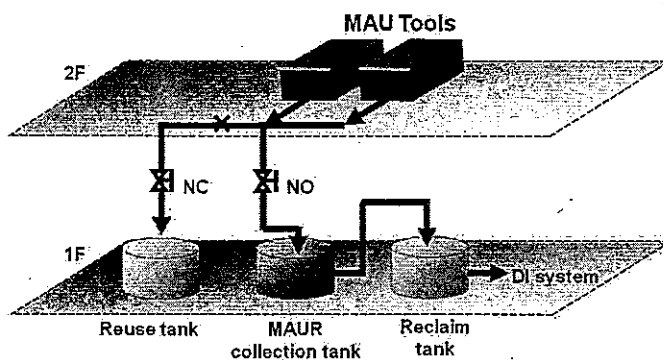
27

# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-10

### 空調冷凝水回收再利用

- MAU空調冷凝水常排入次級用水回收系統，進入冷卻水塔使用；由於冬天時因冷卻水塔需求量少，故大部份排放至廢水系統形成浪費。
- MAU空調冷凝水來源為大氣經MAU中冷卻裝置冷凝而來，其水質條件極佳，經系統改善新增一RO處理單元，將處理後之水回收至超純水系統前段或Air washer使用。
- 若水質異常時，仍可切換至次級回收系統供應至冷卻水塔使用，有效率的利用每一滴水源。



28

# 廢水回收技術

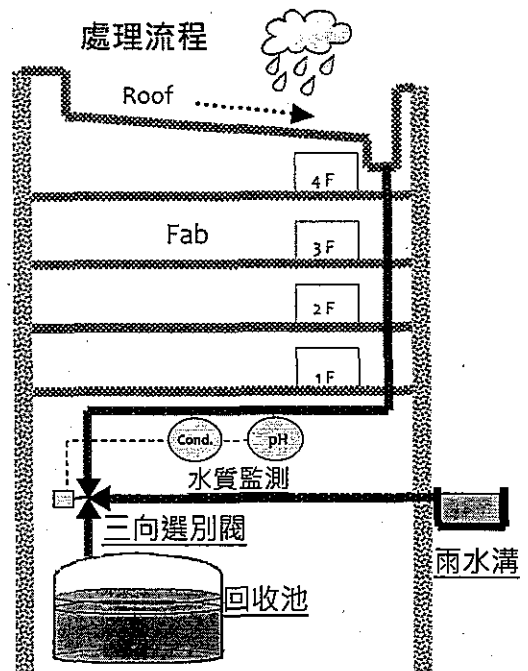
## 製程用水改善及廢水回收-11

### 雨水回收再利用 - 既設廠

- 以綠建築觀念，利用廠區現有建築物屋頂與現有雨排管路，回收至收集桶槽，在依水質狀況供應至次級回收水或澆灌/景觀用水。
- 雨水回收前，經水質監測裝置 pH 計及導電度計等判別，回收水質合格雨水。



廠區景觀用水

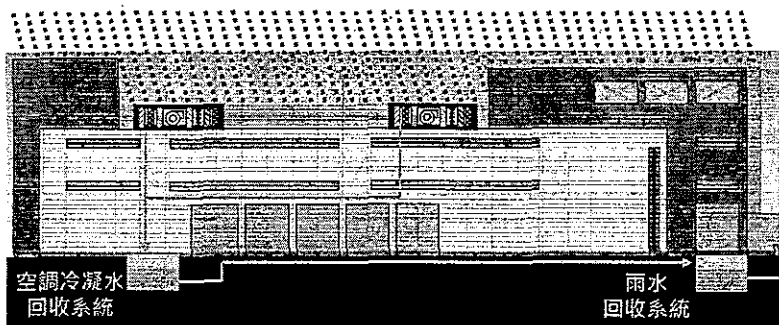
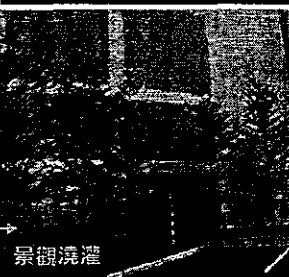
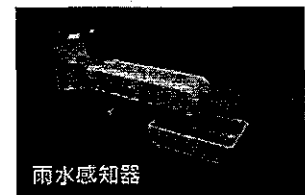
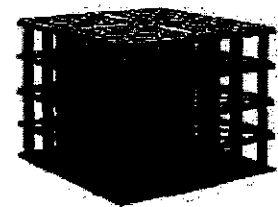


# 廢水回收技術

## 製程用水改善及廢水回收-12

### 雨水回收再利用 - 綠建築

- 依據建築物雨水貯留利用設計技術規範，設計雨水回收系統供應景觀澆灌用水，並以空調冷凝水補充，景觀澆灌完全不用自來水。
- 雨水貯留槽設計使用由100%回收原料製成之雨水積磚，讓地球資源有效利用。
- 設置雨水感知器，避免雨天進行澆灌。

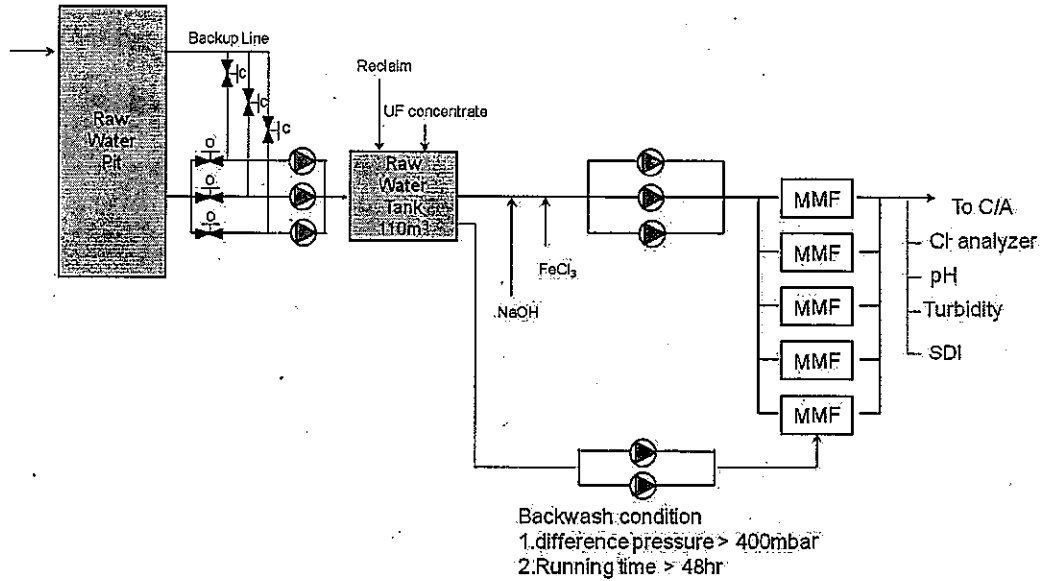


# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-1

### 一 前處理系統-1 (Pre-treatment Plant)

- 分析儀: 餘氯分析儀、pH計、濁度計、SDI分析儀。



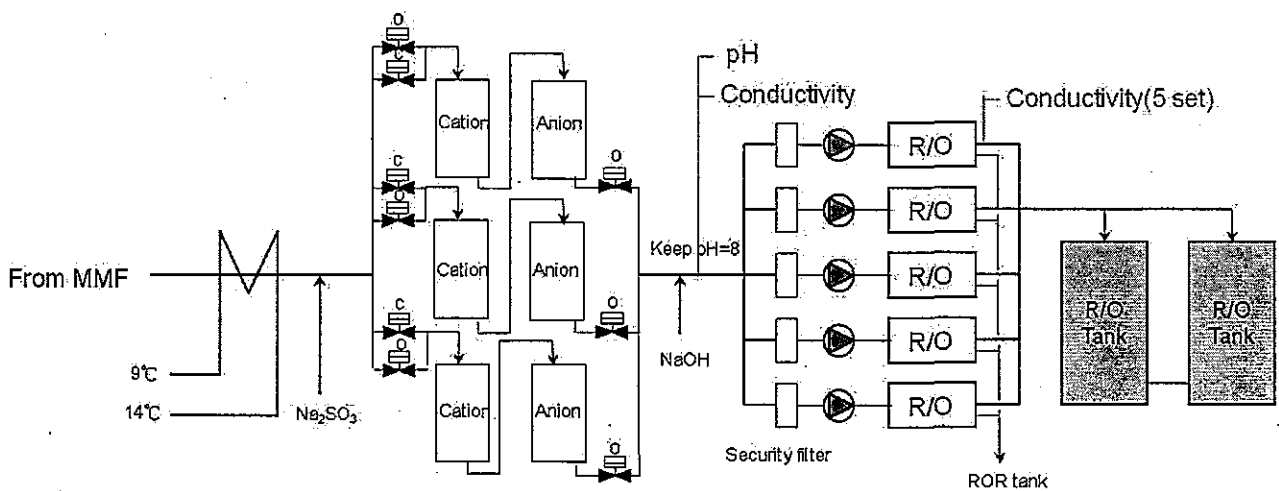
31

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-2

### 一 前處理系統-2 (Pre-treatment Plant)

- 分析儀: pH計、導電度計。



32

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-3

### 前處理系統-3 (Pre-treatment Plant)

一 運轉狀態、分析儀讀值規範/資料庫建立。

Description	P&I Number	Spec	9月1日	9月2日	9月3日	9月4日	9月5日
DI Pretreatment Section Data Sheet							
F3C MMF outlet Cl	Q013.010.01	<1 ppb					
分析儀是否有 alarm message	Error code	>300rpm					
3C PT Na2SO3 tank level							
Conductivity inlet Osmosis	Q021.010.01	<200uS/cm					
pH inlet Osmosis (on-line)	Q021.020.01	6-9.5					
RO status		In order					

Description	P&I Number	Spec
Osmosis inlet		
Pressure feed	P021.100.01	>2.0bar
Filter delta-P		<1bar
Pressure after pumps	P021.100.05	<15bar
Pressure first stage	P021.100.06	<12bar
Pressure second stage	P021.100.06	<10bar
Pressure third stage	P021.100.06	<8bar
Pressure concentrate	P021.100.06	<6bar
Pressure permeate	P021.100.08	<1.2bar
Flow concentrate	F021.100.01	>3m3/h
Flow permeate	F021.100.02	>45m3/h

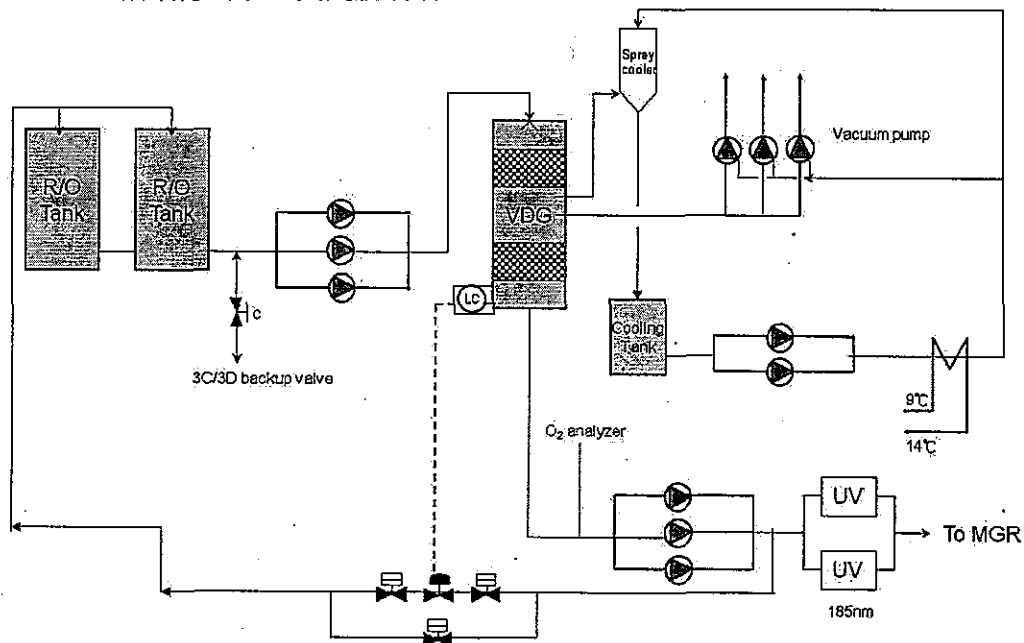
33

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-4

### 中處理系統-1 (Make-up Plant)

一 溶氧分析儀、真空脫氣塔。



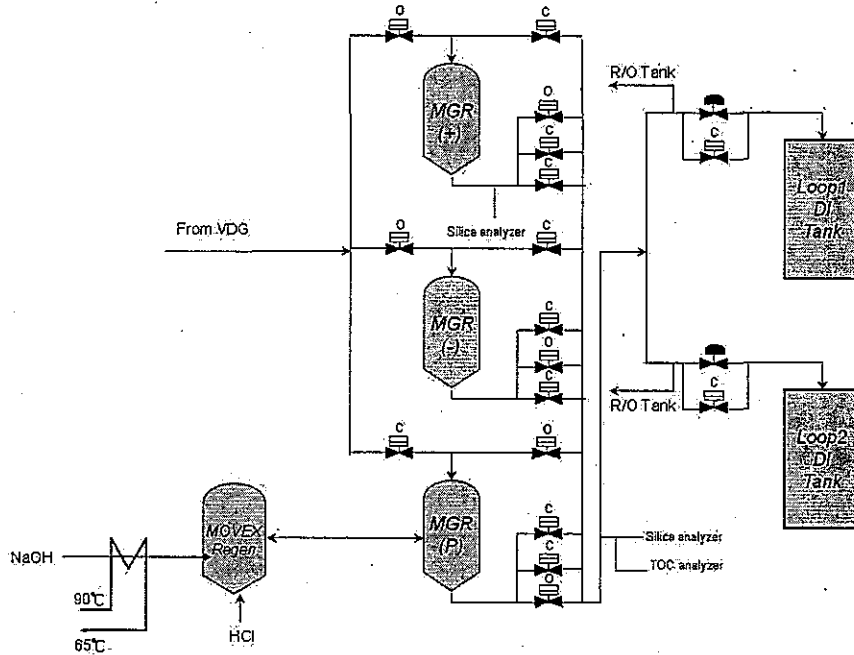
34

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-5

### 中處理系統 -2 (Make-up Plant)

— SiO<sub>2</sub>分析儀、TOC分析儀。



35

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-6

### 中處理系統 -3 (Make-up Plant)

Description	P&I Number	Spec	9月1日	9月2日	9月3日	9月4日	9月5日
DI Demineralization Section Data Sheet							
Flow to MGR filters	F042.100.02	>200m <sup>3</sup> /h					
Flow return MGR->permeate tank	F062.010.01	>50m <sup>3</sup> /h					
Vacuum in degasifier	P042.100.01	<60mbar					
Temperature outlet degasifier	T042.100.01	<30°C					
VDG reflux valve (%)	B042.100.01	<85%					
Loop1 DI tank reflux valve (%)	B162.100.01	<85%					
Loop2 DI tank reflux valve (%)	B262.100.01	<85%					
DO after VDG(現場分析儀)	Q042.010.01	<5ppb					
SiO <sub>2</sub> after MGR plus (現場分析儀)	F3CMGRPLUS	<25ppb					
TOC after MGR(現場分析儀)	Q012.010.01	<3ppb					
SiO <sub>2</sub> after MGR(現場分析儀)	F3CMGRSIO2	<5ppb					
分析儀是否有alarm message	Error code						
Pressure to DI Tanks	P012.010.02	>2.5bar					
Temperature vacuum cooling water	T042.020.01	<15°C					

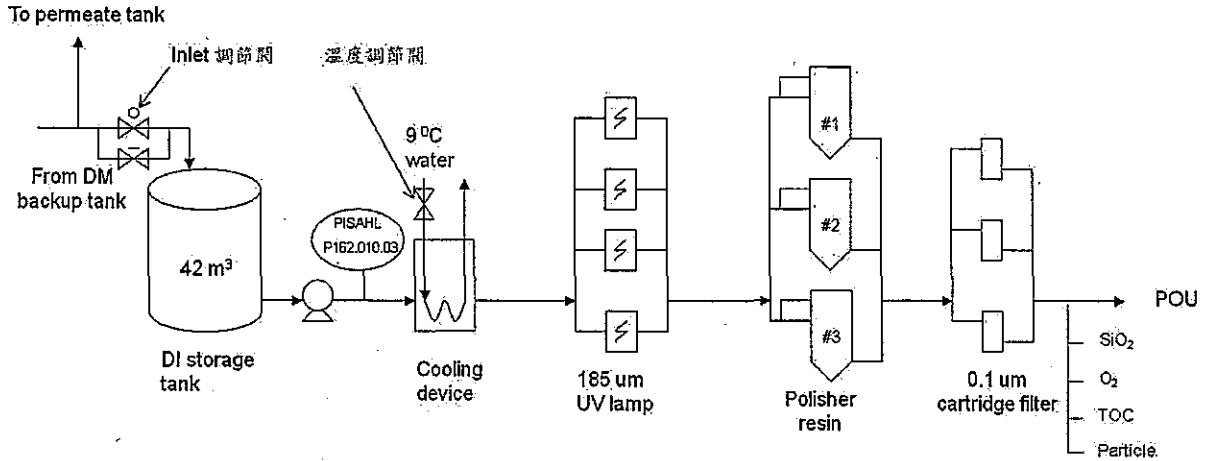
36

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-7

### 一 精鍊處理系統 -1 (Polishing Loop)

一 分析儀: TOC分析儀、Particle分析儀、水阻計、溶氧分析儀、SiO<sub>2</sub>分析儀。



37

# 水處理系統維護實務

## 一 超純水系統操作維護-8

### 一 精鍊處理系統 -2 (Polishing Loop)

一 分析儀: TOC分析儀、Particle分析儀、水阻計、溶氧分析儀、SiO<sub>2</sub>分析儀。

Description	P&I Number	Spec	9月1日	9月2日	9月3日	9月4日	9月5日
DI Polishing Loop #1 Section Data Sheet							
Flow inlet UF	F125.010.01	>100m <sup>3</sup> /h					
Flow inlet loop	F125.040.02	>100m <sup>3</sup> /h					
Flow outlet loop	F162.010.01	>15m <sup>3</sup> /h					
Temperature inlet loop	T125.040.01	23~25°C					
Resistivity inlet loop	Q125.040.01	>18.0MΩ					
Pressure inlet loop	P125.030.02	3.5bar					
Pressure after DI pumps	P162.010.03	6~9bar					
Water heat exchanger (%)	B162.020.01	<85%					
Security filter inlet pressure	P118.010.01	6~7bar					
Security filter outlet pressure	P125.010.02	6~7bar					
Pressure outlet loop	P162.010.01	3~4bar					
UF pressure concentrate	P125.10X.01	4~6bar					
UF pressure permeate	P125.10X.02	3~5bar					
Particle (現場分析儀)	Q178.100.01	<5n/ml					
SiO <sub>2</sub> (現場分析儀)	Q178.200.01	<4ppb					
TOC (現場分析儀)	Q178.300.01	<3ppb					
O <sub>2</sub> (現場分析儀)	Q178.400.01	<5ppb					
分析儀是否有 alarm message	Error code						
Reclaim TOC (現場分析儀)	Q080.100.03	<500 ppb					
分析儀是否有 alarm message	Error code						

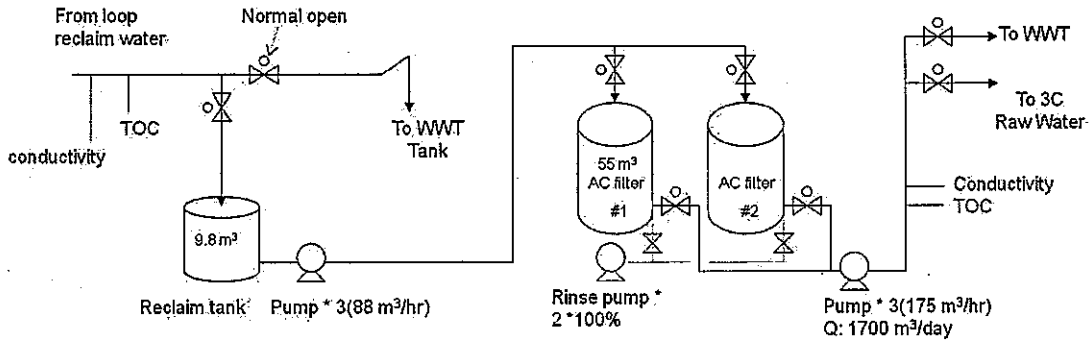
38

# 水處理系統維護實務

## 一 回收系統操作維護-1

### 一 超純水回收系統 -1 (Reclaim System)

一 分析儀: TOC分析儀、導電度計。



1. Loop 現場之 reclaim water 經 TOC analyzer 及 conductivity, 若 TOC < 2 ppm & cond. < 2000 us/cm, 則排入 reclaim tank
2. Reclaim water 經 pump 傳送至 AC filter reclaim system, 經 AC filter 處理過的水再經 TOC analyzer, 若 TOC < 1 ppm 且 Cond. < 1000us/cm, 則進入 3C raw water tank.

3. AC filter 為並聯交替式運作, #1 進水時則 #2 抽水或 standby, 待液位到達設定值再切換.
4. Active Carbon life time: 1 year.
5. 活性炭每二個月定期手動逆洗: Q 150 m³/hr, 以避免造成廢水場過量負荷.

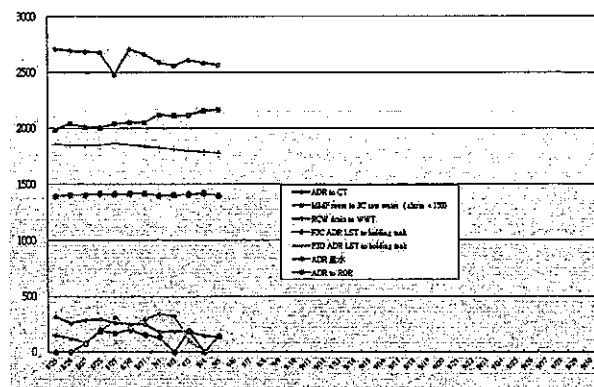
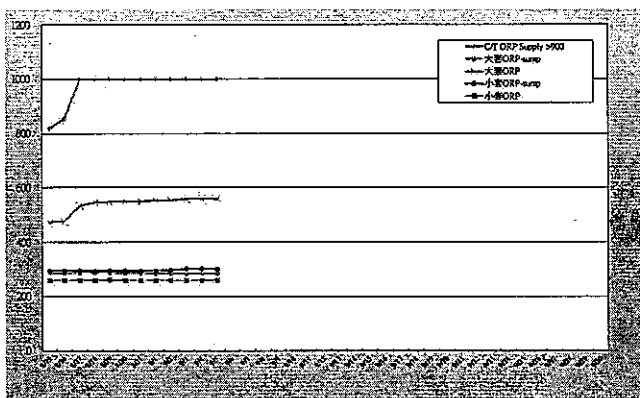
39

# 水處理系統維護實務

## 一 回收系統操作維護-2

### 一 回收系統 (Reuse System)

一 加藥設定、流量驅勢圖資料庫建立。

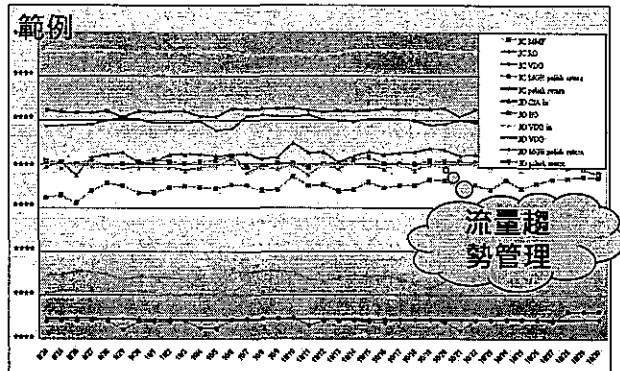
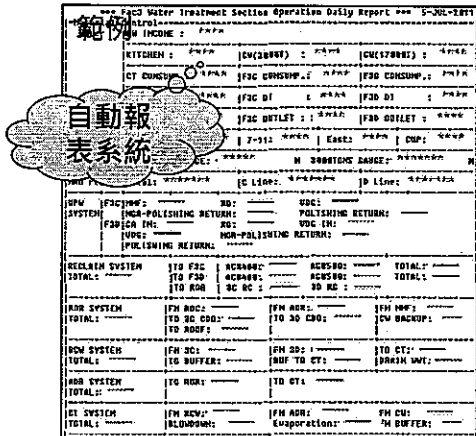


40

# 節水管理與推廣

## 一 節水管理<sub>1</sub>

- 利用常見Excel軟體將各排放量水量建立表格曲線(下圖為一範例)，並每日自動產生報表，查看用水是否異常。
- 機台排水資料庫的建立，並定期進行水質檢驗及量測，隨時與製程進行溝通改善。



# 節水管理與推廣

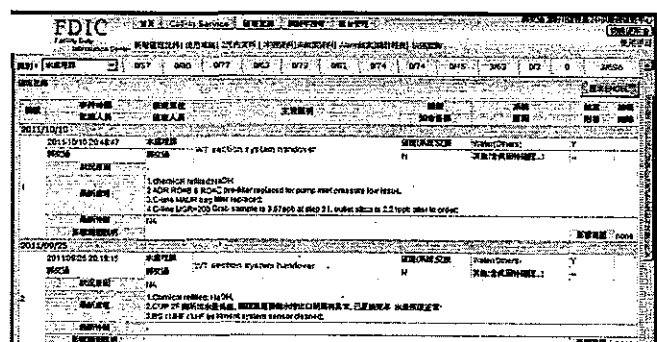
## 一 節水管理<sub>2</sub>

- 推動即時用水監測設備 (tsmc水資源及用水資訊)，將所有的用水及水情資訊彙整於同一平台上，24小時掌握台積及全台各水庫的水情資料。
- 設立電子交接簿紀錄異常事件，值班人員每日須至現場巡檢，確保系統穩定操作，並將巡檢結果紀錄於電子交接簿內，以供後續追蹤處理，並成為傳承系統操作經驗之知識庫。

水資源及用水管理資訊系統圖



e-Handover 電子化交接管理系統



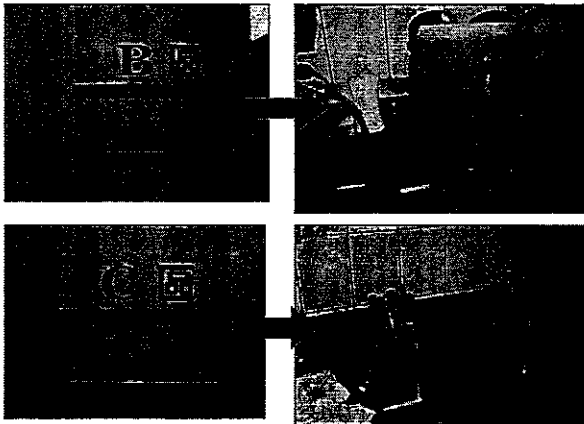


# 節水管理與推廣

## 一 實例 - 廚房用水減量

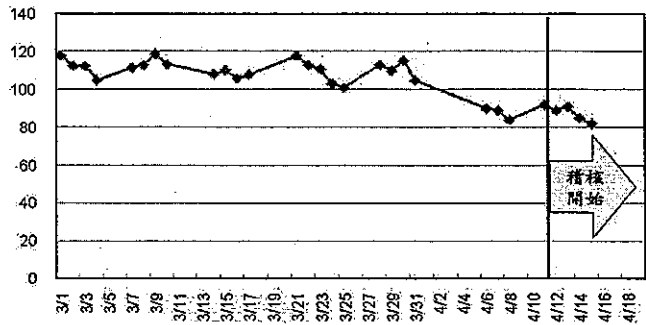
- 一 廚房節水措施 - 解凍方式由流水式修改為沉浸式
  - 一 安裝獨立流量計隨時監控用水狀況
  - 一 定期進行廚房用水稽核
- 一 廁所節水措施 - 所有水龍頭加裝節水器
  - 一 洗水水龍頭改裝紅外線感測裝置
  - 一 水龍頭無加裝節水器

洗菜時持續排水



水龍頭無加裝節水器

廚房用水



# Q & A

