

台湾の大型 TFT 液晶工場向け 排水回収処理設備

Wastewater Treatment System for a Large TFT LCD Manufacturing Plant in Taiwan



(環)水処理本部計画部第1計画室
西澤 昭彦
Akihiko Nishizawa
(環)技術本部技術部第2技術室
秋吉 栄宏
Masahiro Akiyoshi

台湾の大型 TFT 液晶工場に昨年排水回収処理設備を納入した。この設備の目的は、所轄官庁が工業用水の供給不足のため設定したガイドラインに基づく高い排水回収率を達成することである。

設計のポイントは多様な排水の成分や濃度に合わせて最新の処理プロセスを組み合わせたとところにある。とくに高濃度の有機排水処理には蒸発装置を使い、地価高騰の対処策として省スペース化をおこなった。装置は昨年の運転開始以来80%以上の回収率を達成し順調に稼動している。

A wastewater treatment system was delivered to a large TFT LCD manufacturing plant in Taiwan. The objective of the system was high water recovery rate based on the municipal guideline to cope with the short supply of industrial water. The system features separate treatments depending on the content and concentration of different wastewaters. The highly concentrated organic wastewater was treated with evaporators for minimum installation area against the increasing land price there. The system has been operating successfully achieving recovery rate of 80% since the start of operation in 2001.

Key Words :

TFT 液晶工場向け排水回収設備

回収率80%以上

成分濃度による排水の分類処理

Wastewater recovery system for TFT LCD
manufacturing plant

Water recovery rate of 80% or more

Separate treatments depending on concentration
and content of wastewater

まえがき

近年台湾では、新竹・台南の工業地帯などにみられるように半導体・液晶などのIT関連の設備投資が活発におこなわれ、経済面で目覚ましい発展を上げている。

一方、台湾の工業用水の供給は、大量に水を使用するIT関連工場があいついで建設されたため渇水期には、深刻な水不足におちいつている。そのため、自治体は工場に対して排水の再利用の指導をおこなっている。このような状況下で多量の水を使用する液晶工場では、特に排水の再利用が不可欠になってい

る。また、地価が経済成長とともに高騰していることから、広大な敷地が必要となる液晶工場では、排水回収設備に対して省スペースの設備が要求される。当社の設備は、これらのニーズに応えることができるものとして評価されて納入されることとなった。本稿では、効率の良い排水回収システム設計の考え方と当社の特徴であるジメチルスルホキシド（以後DMSOと略す）、テトラメチルアンモニウムハイドロオキサイド（以後TMAHと略す）などの薬品を含む有機排水の再利用システムに焦点を絞って紹介する。

1. 設備設計におけるポイント

- ①水不足を考慮した高い回収率
- ②排水水質別の分類による処理コストの低減
- ③処理設備の省スペース設計
- ④省エネ、廃棄物の低減、悪臭対策などの環境対策に配慮した設備の設計
- ⑤異常時にも安定かつ安全な工場の運営ができる設備の設計

上記のポイントを全て満足させるため、最新の処理プロセスを組み合わせることで排水回収全体システムの設計をおこなった。

2. 排水回収処理設備の概要

2.1 排水の分類

排水回収処理設備を写真1～6に示す。またそのフローシートを図1に示す。

排水は含まれる成分および濃度の違いにより分類している。

製造工程から排出される排水は大きく分けて以下の7種類に分類できる。

- ①低濃度有機系排水
- ②高濃度有機系排水
- ③無機系排水
- ④界面活性剤排水
- ⑤希薄洗浄排水
- ⑥スクラバー排水
- ⑦空調ドレンおよび雑排水

2.2 低濃度有機系排水の特徴

有機薬品を含む①の低濃度有機系排水は、現像、レジスト剥離、エッチングなど多種類の工程排水から構成されている。また、水量の占める割合は最も多い特徴をもっている。

この排水は、全有機炭素 (Total Organic Carbon : 以後 TOC と略す) 濃度が数十～数百 mg/L と比較的低いため、従来は生物処理した後、放流されていた。

80%以上の高い回収率を達成するためには、この排水を回収する事が不可欠となる。システムの概略は、まず固定床式好気性生物処理装置 (当社商標 : バイオ・コンタクト・フィルター「BCF」) にて TOC 成分を生物で分解した後、精密ろ過膜装置 (当社商標 : SP-MEMCOR), 逆浸透膜 (以後 RO と略す), 紫外線酸化 (以後 UV と略す), 活性炭を駆使し、再利用可能な水質にする。

<排水諸元>

主要成分

ジメチルスルホキシド (DMSO)

モノエタノールアミン (MEA)

テトラメチルアンモニウムハイドロ
オキシド (TMAH)
イソプロピルアルコール (IPA)
リン酸
硝酸
酢酸
界面活性剤

2.2.1 各装置の概要

1) BCF

BCF は、微生物を特殊な充填材に増殖させて保持し同時にろ過機能をもった装置である。そのため、煩雑な MLSS 管理や沈殿槽の設置が不要になるなどの特徴をもっている。

本排水中には、TOC の成分として主に DMSO が含まれる。DMSO は、生物によって分解されると硫酸イオンを生成するため、排水の pH を低下させてしまう性質をもっている。排水の pH が中性域を逸脱すると微生物の活性が落ちて処理が悪くなるため、あらかじめアルカリ剤や pH 緩衝剤を注入する設計をおこなっている。(当社登録特許)

2) SP-MEMCOR

MF は、RO 膜の保護のために、BCF の処理水中に含まれる SS を除去する役割をもっている。

本装置に使用される膜の材質は、物理的強度が高く伸縮性に富んでいるポリプロピレン製を採用している。洗浄の方式には、回復性に優れた逆圧空気洗浄方式を採用している。

3) RO 装置

MF の処理水には、約 10 mg/L 程度の TOC 成分が残留している。また、有機排水を生物で分解する過程において生成するアンモニア性窒素、硝酸性窒素、硫酸ナトリウムなどの溶解性塩類を多く含んでいる。このままでは再利用できないため RO 装置により、これらの TOC 成分および塩分を除去する。RO 膜は、全芳香族ポリアミド系の素材で、モジュールは超低圧スパイラル型を使用している。塩分の除去率は 99.7% と非常に高い。また、操作圧が 0.6～0.7 Mpa 程度の低圧運転が可能である特徴をもっている。これにより、処理水の向上と同時に大幅な電力費の低減、ポンプや配管などの設備コストの低減、設置スペースの削減が可能になった。

4) UV 酸化装置

RO 装置の処理水に TOC は 1 mg/L 程度残留する。純水原水として回収するためには、TOC を UV 酸化装置を使用して 200 μg/L 以下まで下げる必要がある。この処理方法として従来は、大出力の高圧 UV

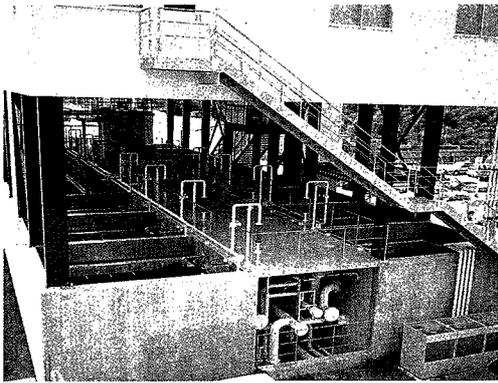


写真 1 生物膜ろ過装置
Photo 1 BCF

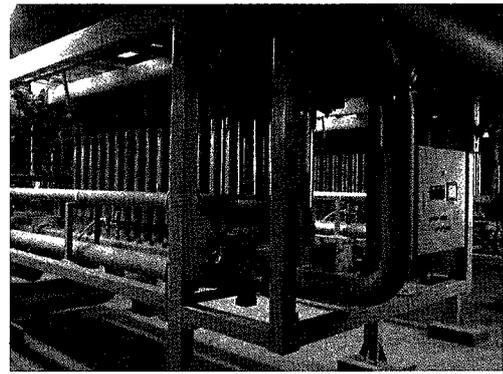


写真 2 膜ろ過装置
Photo 2 SP-MEMCOR



写真 3 逆浸透装置
Photo 3 RO unit

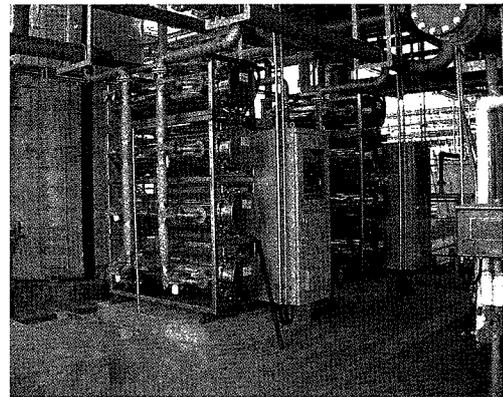


写真 4 低圧 UV 酸化装置
Photo 4 Low pressure UV oxidation unit

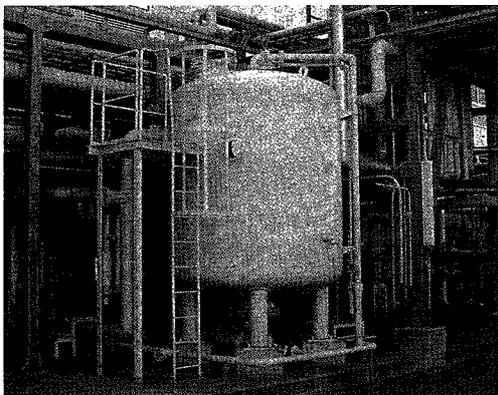


写真 5 活性炭槽
Photo 5 AC tower

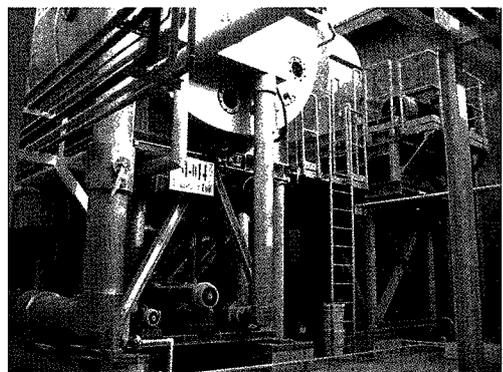


写真 6 蒸発装置
Photo 6 Evaporator

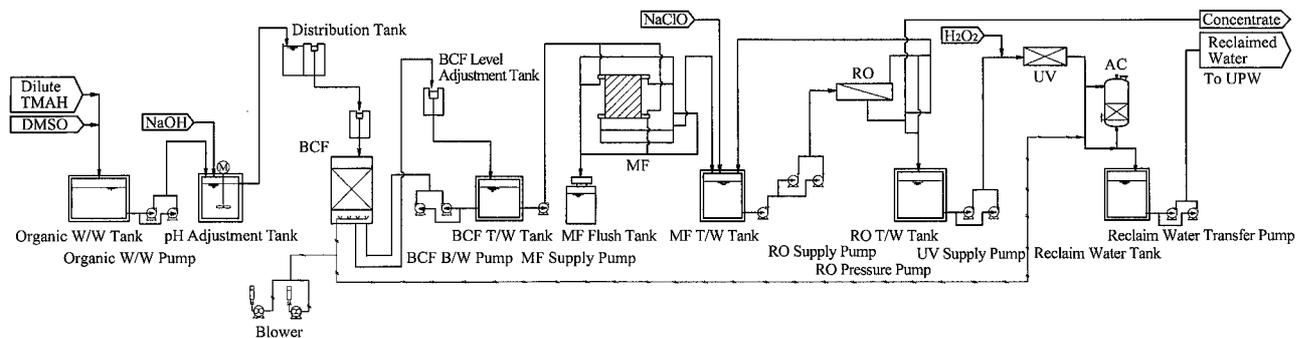


図 1 低濃度有機系排水処理フロー
Fig.1 Flow diagram for treatment of low-concentration organic wastewater

酸化装置がもちいられてきたが、消費電力が処理水 1 m³ あたり 1～3 kWh と大きく、消費電力の低減が大きな課題であった。本設備では省エネルギーを実現するため高圧 UV 酸化装置と比較して、UV 変換効率が 2～3 倍程度よいといわれている低圧 UV 酸化装置を採用した。運転結果は、処理水 1 m³ あたり 0.5 kWh 前後の消費電力で同等の TOC 分解が可能になった。その結果、大幅なランニングコストの低減が実現した。また、高圧 UV 酸化装置の設置スペースと比較すると、プロワーや動力盤、ポンプなどの付帯機器を省略することができるため、約 50% の設置スペースを削減することもできた。

5) 活性炭塔

UV 酸化装置の紫外線による TOC の酸化分解を促進するために H₂O₂ が添加される。酸化のメカニズムは、UV ランプから発せられる波長光により H₂O₂ が活性の強い水酸化物ラジカルを生成し、これが有機物を酸化する。

この H₂O₂ は原水の TOC 濃度の変化を考慮し、TOC 分解反応に必要な量に対してやや過剰気味に添加する。そのため、処理水中には少量の H₂O₂ が残留する。

これを活性炭塔に通水することで活性炭の触媒作用により H₂O₂ を O₂ および H₂O の無害な物質とする。えられた処理水は、純水の原水として、液晶工場で

再利用される。

2.3 高濃度有機排水の設備概要

水量が比較的少なく、TOC 濃度が数千～数万 ppm と高濃度な有機排水は、そのままの濃度で生物処理をおこなう事が難しい。低濃度の有機排水で希釈して生物処理をおこなうことは可能だが、設備規模が大きくなり、数倍の敷地面積が必要となるので非常に効率の悪い設計となる。また、TMAH が含まれる場合は、放流水中の窒素濃度を押し上げる原因となるため、硝化脱窒などの窒素処理設備が、さらに必要となる。

高濃度の有機排水処理によるコストアップおよび設備面積の拡大という問題を解決するために、本設備では蒸発装置を採用した。蒸発装置の概略フローを図 2 に示す。

蒸発装置は、熱効率が高い機械圧縮式の蒸発器とエゼクター方式の蒸発器から構成されている。高濃度有機排水は、蒸発器内の加熱管表面で濃縮されることで、減容される。

この時に発生する凝縮水は、回収して再利用する。また、濃縮された廃液は、工場外に搬出して処理される。このプロセスは、台湾では前例のないものであるが、工場の大型化にともない、今後は有効な方法になるとと思われる。

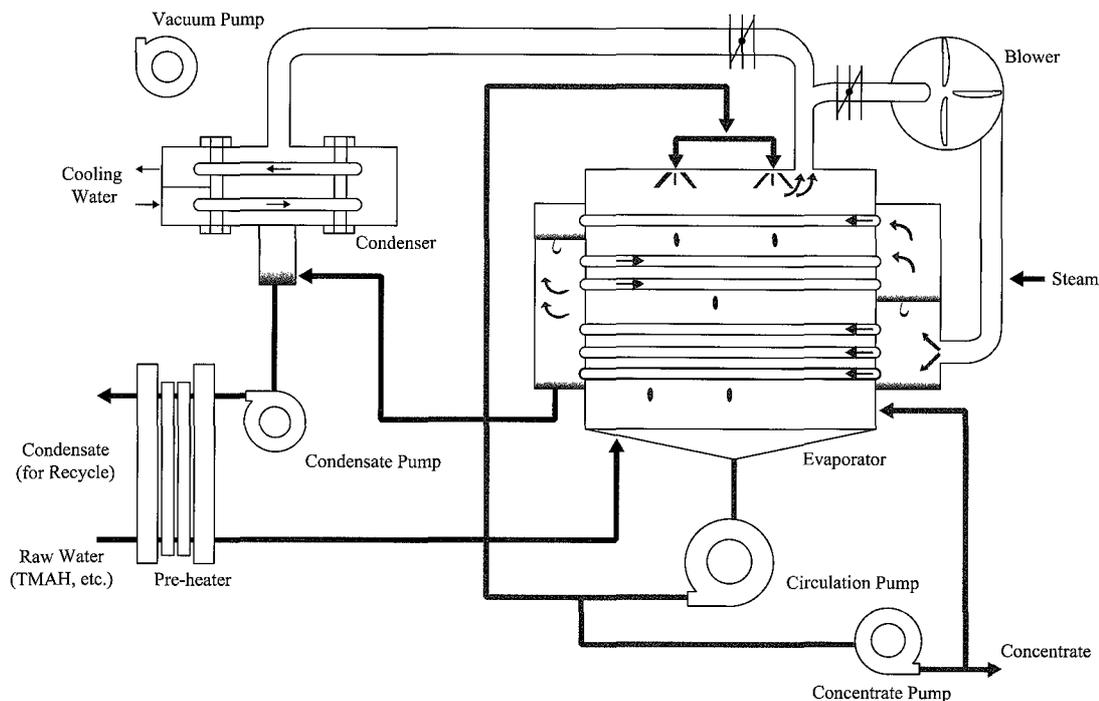


図 2 蒸発装置の概略フロー
Fig.2 Schematic diagram for evaporation unit

3. 運転結果

表1に各設備の回収率を表2に低濃度有機排水回収設備の各装置出口のTOC濃度について示す。表中の運転値は、試運転時に採取したデータである。

回収率は、有機系が70%、無機系が100%、全体で82%と満足した値であることが確認された。

水質は、各装置とも設計水質以下の良好な水質であることを確認できた。

むすび

液晶工場は、基板サイズの超大型化や低温ポリシリコンTFT専用工場など、新しい製造プロセスが日進月歩で進化している。

また台湾・中国などアジア圏内へ生産拠点が急激にシフトされている。その中で設備メーカーへの要求は、低コスト化、工期のさらなる短縮化、省スペースなど、さらに厳しくなっている。水処理プラントメーカーもこれらのニーズに応えるべく、当社は、

表 1 各回収設備の回収率

Table1 Recovery rate

	Entire System	Organic Line	Inorganic Line
Design	≥ 80 %	67 %	100 %
Operating Data	82 %	70 %	100 %

表 2 低濃度有機排水回収設備の各装置出口水質

Table2 Effluent TOC of units for low-concentration organic wastewater treatment

	TOC (mg/L) at Exit		
	BCF	RO	AC
Design	≤ 10	1	0.2
Operating Data	5.6	0.5	0.1

国内で培った豊富な実績に基づく特徴あるシステムを、台湾をはじめ中国各地の工場に提案し、コスト低減と環境問題の解決に貢献したいと考えている。

連絡先

西澤 昭彦 環境装置事業部
水処理本部
計画部
第1計画室

TEL 078 - 232 - 8098
FAX 078 - 232 - 8056
E-mail a.nishizawa@pantec.co.jp