

# 清潔生產伙伴計劃

執行機構：



**工廠行業：電子零件製造業**

**應用技術：晶圓廠回收硅污水及硅粉的減排示範項目**

**資料來源：清潔生產伙伴計劃示範項目（11D0222）**

**參考編號：CP-D141**

**項目年份：二零一一年**

**環境技術服務供應商：廣州綠能環保技術諮詢有限公司（13710183306@139.com）**

## 概覽

本文介紹晶圓廠回收硅污水及硅粉的減排示範項目。硅污水經過傳統污水處理工藝處理後，污水達標排放，而硅粉變成無用的污泥廢棄，造成資源浪費的同時，污水亦對環境造成一定的影響。

東莞晶廣半導體有限公司（以下簡稱晶廣）主要從事新型電器元件業。獲清潔生產伙伴計劃資助下，晶廣安裝一套硅污水及硅粉回收系統（以下簡稱硅污水回收系統，由東莞市昌明環保節能工程有限公司提供），將研磨工序產生的污水及硅粉回收，以節約資源和減少環境污染。硅污水回收系統投入服務後，每年節省人民幣359,581元，回本期約為0.93年（約11個月）。

結果顯示，晶廣安裝硅污水回收系統是具有環境和經濟效益的。



硅污水過濾濃縮系統

## 技術問題

半導體晶圓切割研磨工序使用大量超純水作為清洗用途。研磨污水中含硅顆粒大小約 $0.05\ \mu\text{m}$ 的硅粉，污水含SS約 $1,000\text{mg/L}$ 以上，而pH約6 - 9。由於研磨用水都是電阻率為 $5\text{M}\Omega$ 以上的超純水，所以研磨污水的電導率比較低，為 $270 - 400\ \mu\text{s/cm}$ 左右。晶廣已經建有自己的污水處理場，同時污水全部都是達標排放，但硅污泥作棄置處理，不但浪費資源，亦影響環境。



硅污水過濾前後

## 解決方案

本示範項目中，晶廣安裝一套硅污水回收系統，將達標的排放污水回用到超純水裝置中，同時將水中的硅粉分離出來，出售給回收商進行再造。

硅污水回收系統包括一套硅污水膜過濾濃縮系統以及一套硅濃縮液蒸發系統。污水經過收集後由提升泵泵入到DMF微濾膜過濾濃縮系統，硅顆粒及其他顆粒和懸浮物被過濾掉後，過濾清水回到回用水箱供製造超純水。濃縮後的硅粉濃液送到蒸發系統，利用工廠的廢熱來乾燥，回收乾硅粉。DMF微濾膜系統在使用一段時間後，可以啟動化學清洗程式，進行清洗以恢復其過濾效果。

DMF微濾膜是一種錯流過濾系統，即所需過濾的物料整體通過膜系統，過濾後的潔淨水（即透過水）就是我們所需要得到的產品清水，可回收使用；而含有雜質的水回到水箱後被反覆過濾，直到污泥含量達到一定的程度再另行處理。



硅濃縮液蒸發系統

## 示範項目簡介

本示範項目於2012年4月至7月期間完成安裝、調試及驗收。經實際運作後，設備基本操作正常及符合預期要求。

## 成效

以下為晶廣安裝硅污水回收系統前後的用水量和硅粉回收量對比：

比較項目	項目進行前	項目進行後	成效
平均自來水用量 (m <sup>3</sup> /月)	3,088	1,265	減少 1,823
平均硅粉回收量 (kg/月)	0	90.425	回收 90.425

結果顯示，安裝硅污水回收系統後，平均每月減少使用 1,823m<sup>3</sup> 自來水，相當於 59%。每年可以節省自來水用量：  
1,823m<sup>3</sup>/月 × 12個月 = 21,876m<sup>3</sup>/年

反沖洗水採用回用水，不會消耗自來水，而沖洗水會回用到收集水箱，再經過系統處理回收。當 DMF 微濾膜進行化學藥劑清洗時會消耗自來水進行沖洗，年消耗自來水約 24 噸。扣除每年需要耗用 24 噸化學藥劑清洗水，每年淨節省 21,876m<sup>3</sup> 的自來水用量。

另外，平均每月回收 90.425kg 硅粉，每年可以回收：  
90.425kg/月 × 12個月 = 1,085.1kg/年

## 財務分析

系統的運行費用：

### (a) 電費支出：

系統運行電機功率為用電為 5kW，以每日操作 16 小時，每月操作 26 天計算，每年需要用電：  
5kW × 16 小時/日 × 26 日/月 × 12 個月  
= 24,960kWh/年  
以每度電為人民幣 0.8 元計算，每年電費為：  
24,960kWh/年 × 0.8 元 = 人民幣 19,968 元/年

### (b) 化學藥品支出：

系統會消耗少量片鹼及鹽酸，用於每月清洗微濾膜，每噸水處理藥劑費用為 0.008 元，以系統每小時的最大處理量 3 噸，每日操作 16 小時，每月操作 26 天計算，每年的化學藥品的成本為：  
0.008 元/噸 × 3 噸/日 × 16 小時/日 × 26 日/月 × 12 個月 = 人民幣 120 元/年

### (c) 工資支出：

系統需要一名操作員，以工資為每月 1,800 元計算，每年的工資成本為：  
1,800 元/月 × 12 個月 = 人民幣 21,600 元/年

### (d) 更換膜的支出：

DMF 微濾膜大約每 3 年更換一次，每次更換的費用大約為人民幣 100,401 元，平均每年的更換成本為：  
100,401 元/次 ÷ 3 年 = 人民幣 33,467 元/年

系統每年運行總費用 = (a) + (b) + (c) + (d)  
19,968 元 + 120 元 + 21,600 元 + 33,467 元  
= 人民幣 75,155 元/年

系統節約的費用：

### (e) 自來水費用：

按每噸水的水費及排污費合共 4 元計算，每年可以節省自來水費用：  
21,876m<sup>3</sup>/年 × 4 元/噸 = 人民幣 87,504 元/年

### (f) 硅粉回收收益：

按硅粉出售予回收商的價格為每噸人民幣 32 萬元計算，每年回收硅粉的收益為：  
1085.1kg/年 ÷ 1,000 × 32 萬元/噸  
= 人民幣 347,232 元/年

每年可節省費用 = (e) + (f)  
87,504 元 + 347,232 元 = 人民幣 434,736 元/年

硅污水回收系統的總淨經濟效益：

434,736 元/年 - 75,155 元/年 = 人民幣 359,581 元/年

由於本項目的總投資為人民幣 334,846 元，因此回本期為：  
334,846 元 ÷ 359,581 元/年 = 0.93 年 (約 11 個月)

## 環境成效

本項目每年回用約 59% 的含硅污水，每年減少 21,876m<sup>3</sup> 自來水的使用及同等量的污水排放。另外，系統亦回收絕大部份的硅粉，每年回收 1,085.1 公斤的硅粉，減少對環境的影響。

## 查詢

### 香港生產力促進局清潔生產伙伴計劃秘書處

香港九龍達之路 78 號生產力大樓 3 樓

電話：(852) 2788 5588 傳真：(852) 3187 4532 電郵：enquiry@cleanerproduction.hk 網址：www.cleanerproduction.hk

(本文檔可於清潔生產伙伴計劃網站下載：www.cleanerproduction.hk)

### 聲明

本文中所示範的設備或技術其成效只代表在本項目條件下的表現，並不表示使用在其他工廠或不同條件時會有相同的效果。此外，本文提及的設備、技術及環境技術服務供應商等並不表示是香港特區政府及香港生產力促進局所認可，對任何因使用該設備、技術或服務供應商而引致或涉及的損失，香港特區政府及香港生產力促進局概不承擔任何義務、責任或法律責任。此外，類似的設備、技術及服務供應商或可在市場上獲得。讀者應認真評估對該設備或技術的實際需求，以及在採用該設備或技術之前應向有關方進行詳細諮詢。

版本：第一版 (更新日期：31-12-2014)