

預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水 混凝沉澱處理影響之研究

萬騰州¹、彭舒維²

1.國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系副教授

2.國立雲林科技大學環境與安全衛生工程系碩士

關鍵詞：晶背研磨廢水、磁化效應、化學混凝、濁度

摘 要

晶背研磨廢水中含多量奈米級的顆粒雜質，這些顆粒雜質具有高穩定分散狀態，因而造成濁度偏高及處理效果不彰，雖然目前法規中對濁度已無相當之限制排放標準，但濁度容易造成水質渾濁，不但影響觀瞻，在色度方面也較高，常造成大量的污泥產生、加藥量難以控制、用電量大幅提升、回收效果不彰、增加成本等問題。以致於不符合經濟效益且無法有效控制。本研究將針對混凝劑前處理進行晶背廢水之回收及再利用處理之研究：將混凝劑預先處理對晶背廢水處理效果之影響。針對化學混凝與混凝劑之不同機制因子進行探討分析。期望藉由不同條件的組合進行可行性研究，找出磁化效應對化學混凝機制之相關性。

預先磁化混凝劑造成混凝劑 pH 值下降、溫度上升、導電度上升，磁化 1600G、8 小時後 FeCl_2 之 pH 值從 2.67 降至 2.4，溫度上升 44℃，導電度從 1130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 上升至 3140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。化學混凝程序後，廢水濁度隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度下降以 FeCl_2 （800G、4 小時）而言為最佳，濁度下降至 16.7 NTU，較未磁化 FeCl_2 之濁度（31.6 NTU）減少 40~50 %。而預先磁化 FeCl_2 亦達到改變原有的最佳加藥量，由原本的 80 mg/L 下降至 40 mg/L(1200G、4 小時)而言為最佳。而對混凝沉澱的速率而言，可從研究中顯示出在低磁場強度時，可加快沉澱速率接而縮短沉澱時間原本的 1/3~1/2，用於實場可減少沉澱池的體積；而在高磁化強度時，其影響卻可能造成負面影響。

一、前言

水是人類賴以維生的必需品之一，水資源的建設更是提昇國民生活品質及促進社會經濟持續發展的關鍵基礎建設之一。但台灣本島地區地狹人稠，地形險峻，集水區地勢陡峭不易涵蓄水分，而河川源短流急，雨量豐沛時河川流量暴增，惟在短時間內即奔流入海，因既有蓄水設施其容量仍不足，尚無法蓄存足夠水量以因應未來需求。（經濟部水資源局，2001）所以有效利用水資源為目前台灣地區所面臨 8 之重要課題，如何善將水資源做回收再利用，則為主要的努力方向，而用水量龐大的工業區，則是首先著眼改善之處。

半導體產業為國內迅速發展之工業，積體電路製程技術也日益革新，產物皆以輕薄短小及高效能為導

向，因此 IC 晶片的結構及密度都相對更加複雜，單位面積所消耗之功率亦將快速提高，導致溫度也隨之升高，因此，為了使晶圓增加散熱效果，目前半導體產業廣泛適用磨削加工進行晶背減薄，使晶片能有效增加散熱效果。（謝正寧，2004）

美國半導體協會 (Semiconductor Industry Association, SIA) 於 1998 年指出製程用水減量為半導體環境安全與健康之三大首要目標之一，大量製程用水減量，已成為半導體設廠及選擇地點之重要考量。（鄧宗禹，2002）近年來科技發展迅速，隨著製程的進步，元件積集度的上升，晶圓尺寸由 8 吋變為 12 吋，相對的平坦化製程變為相當重要。製程中會大量的使用超純水 (Ultrapure water) 來清洗、稀釋，使得清洗後的廢水量增多。由於半導體產業中約

有 40% 的水應用在 CMP 製程上，當製程進步時，線路寬度縮小至 $0.1\mu\text{m}$ 以下，預計所需要用的水量將會急遽的增加，而廢水中含有極細小的懸浮物，及微量的金屬離子，對環境有一定程度的衝擊 (Corlett, 2000; Golden et al., 2000; Maag et al., 2001)。

而目前半導體產業對於研磨廢液多採用化學混凝沈澱方式處理 (C. Touris, 2001; Michael J., 1995)，另外也有部分業者利用薄膜技術 (例如：MF 微過濾法、UF 超過濾、逆滲透、陶瓷膜過濾、掃流微過濾等有效方式) 來處理 (Sheng H. Lin, 2004, Gordon C.C. Yang, 2003, Tom Weigert, 1999)。

由於目前有關晶背研磨廢水處理相關研究不多，因此本研究首先要先了解晶背研磨廢水之水質特性，之後再探討混凝劑經磁化的混凝沉澱機制之影響，希望藉此減少污水處理廠沉澱處理時間。

二、研究方法

本實驗研究對象是某半導體廠晶圓封裝廠內中後段製程單元中的晶背研磨 (backside grinder, BG) 廢水，廠區晶背研磨廢水每日產水量約為 200 噸，其中八吋晶圓的機台約產 120 噸、十二吋機台約產 80 噸。

晶背研磨廢液除了含有研磨過程中所使用的研磨液外，尚包含研磨時所產生的表面膜顆粒、研磨墊顆粒，以及原先既存於研磨液中或研磨過程中所添加之其他化學物質 (有機或無機酸鹼、氧化劑、表面活性劑等)，水樣中包含 Si 、 Ca^{2+} 、 Fe 、 Mg 、 Zn 等元素，其中以矽為主。

本實驗研究之重點在於探討磁鐵對經磁化研磨廢水混凝處理沉澱濁度成效之影響，利用高磁場強度之磁鐵，搭配導入磁場之研磨廢水進行混凝、沉澱，觀察測定水樣濁度之改變及沉降果效，本實驗分為對照組 (無磁場) 及實驗組 (400G、800G、1200G、1600G 與)。根據相關磁場效應文獻記載，磁化強度從 100 G \sim 7000 G (0.01 T \sim 0.7 T) 都有學者試驗過 (Makoto, 1996; Haithama, 1996; T. B. M. L., 1997; Hülya, 2000; J.M.D., 2000; S. Kobe, 2001)，而本實驗利用現有電磁模場，磁場強度選擇 400G、800G、1200G、1600G，探討不同磁化時間 (2hr、4hr、6hr、8hr) 進行化學混凝處理對磁鐵之影響，實驗進行步驟如下列說明：

1. 廢水水質分析檢測

研磨廢水樣取回後，進行濁度、外觀、導電度、粒徑分析、組成分析 (ICP-AES)、pH 值、溫度及其它物化性質之量測並互相比較其差異性，以了解基本研磨廢水水質特性。

2. 進行預先磁化效應程序

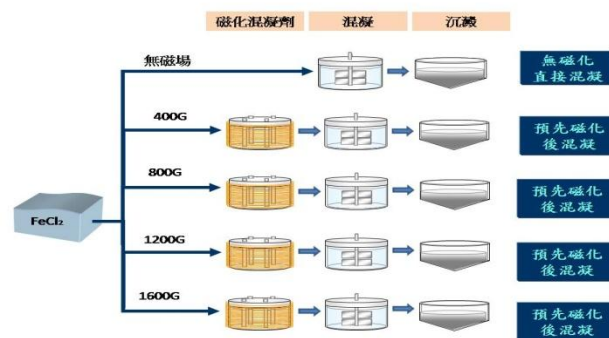
本實驗現有電磁模組係以漆包線纏繞槽體外部，電源供應為直流電之自我變壓器，藉由電壓之改變，提供不同之磁場強度，目前最高可達磁場強度約為 1600 G (高斯) = 0.16 T (特斯拉)。在外加磁場於混凝劑 (FeCl_3)，產生所謂的溫度效應，對後續混凝沉澱處理將造成不易凝聚之問題。

3. 化學混凝試驗程序

利用杯瓶試驗機進行批次試驗，以最初最佳混凝加藥量來進行 Jar Test，找出混凝劑最佳 PH 及最佳加藥量。

4. 進行混凝後沉澱試驗

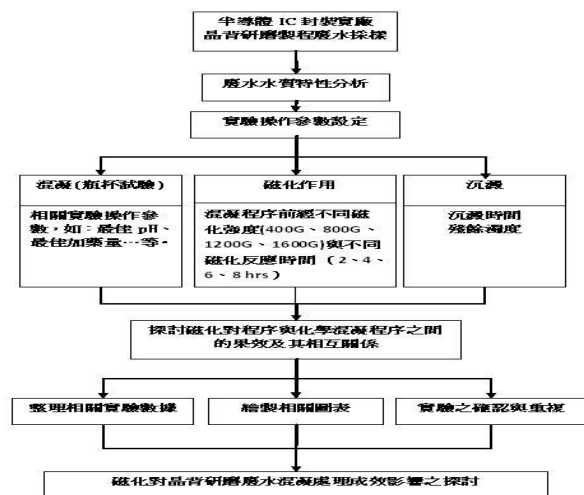
各項實驗主要是針對磁鐵搭配經磁化效應後化學混凝沉澱程序進行探討分析，圖一為外加磁場於磁化混凝劑沉澱混凝實驗流程示意圖。



圖一 磁化混凝劑對廢水混凝沉澱實驗流程圖

本實驗對象相關研究稀少，針對相關文獻提出磁化效應可減少顆粒沉降時間及增加顆粒沉降速度 (李用屏，2004、蕭志清，1997)。

進行實驗時先將晶背研磨廢水置於現有磁化反應槽中進行預先磁化，經不同磁化時間及強度後進行最佳操作條件之杯瓶試驗 (快混、慢混) 後，進行沉澱試驗。圖二為實驗內容及操作條件之流程圖。



圖二 實驗內容及操作條件流程圖

三、結果與討論

1. 晶背研磨廢水水質特性及分析

本實驗廢水來自雲林縣某專業 IC 之封裝測試廠之中後段晶圓切割製程中研磨晶圓所產生的廢水，目前有關於 IC 構裝廠所產生的晶背研磨廢水處理相關研究較少，又相關資訊因關利益關係而不對外公開，因此對於水質不確定性必須經由相關水質檢測及分析來了解水樣基本特性。

首先對於晶背研磨廢水進行各項基本水質檢測包括：pH 值、導電度、外觀、濁度、粒徑分析、SS、COD 等。晶背研磨廢水基本水質分析實驗結果與化學機械研磨廢水相比較可得知晶背研磨 (BG, Backside Grinder) 廢水 pH 值接近於中性 (5.8 ~ 8.5)，而化學機械研磨 (CMP, Chemical Mechanical Polishing) 廢水較接近於微鹼性 (約 8.6 ~ 9.6)；晶背研磨廢水呈現黑褐色，係因為 IC 構裝製造廠於晶圓背面切割研磨過程中崩裂所產生之晶圓碎屑，而 CMP 廢水呈現乳白色，係因 IC 製造廠在化學機械研磨過程中需用大量研磨液增加研磨效果；另外，該廠所產生之 BG 廢水濁度變異頗大，濁度介於 1,500 NTU ~ 3,500 NTU，係因每批晶圓初成品的不同，因此造成不同差異的濁度，水樣中之懸浮固體屬於奈米級之超細微粒 (約 100 nm)，具有不易沉降及穩定性強之特性，此外，由於半導體廢水組成大多是超純水及二氧化矽，所以廢水導電度並不高，而其它相關水質基本特性如表一，可知半導體廢水 (BG 及 CMP 廢水) 水質變化大。

表一 半導體廢水水質基本特性

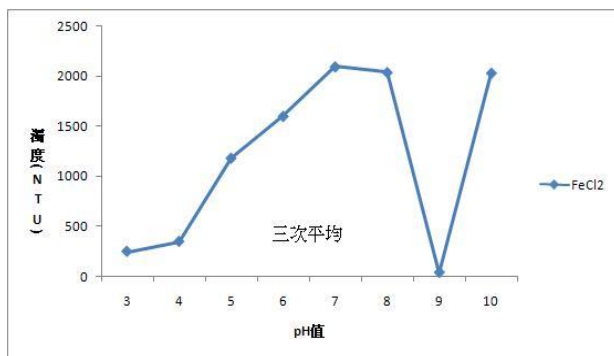
水質項目	BG 廢水	(Oxide-CMP) 廢水
pH 值	5.8~8.5	8.6~9.6
粒徑範圍 (nm)	90~110	70~90
SS (mg/L) (>0.45μm)	100~110	90~100
濁度 (NTU)	1,500~7,500	160~210
導電度 (μS/cm)	5~30	83~128
COD (mg/L)	30~165	480~620
外觀	灰黑色	乳白色

2. 杯瓶試驗

本實驗採回之水樣，因半導體中上游廠商不同，所以造成水樣之水質變化差異很大，例如：濁度介於 1,500 ~ 3,500 NTU 之間、pH 值介於 5.8 ~ 8.5 之間，因此在進行磁化試驗及混凝實驗時必須進行多次重複實驗，以求得較準確的實驗數值。

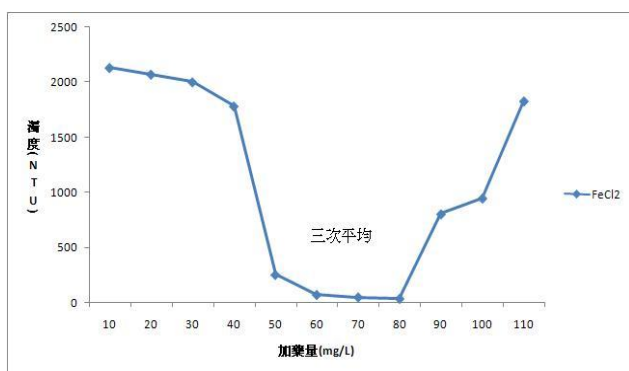
本實驗過程採用採用批次實驗方式進行，係利用杯瓶試驗機先進行最佳加藥量之選擇，混凝劑則選用氯化亞鐵 (FeCl₂) 及陰離子 polymer 進行 Jar Test。混凝時以 FeCl₂ 當混凝劑，主要是因為 1. 最佳的 pH 值範圍較。2. 形成的膠羽體積大而重。3. 沉降性及脫水性佳。(黃正義，1992、黃政賢，1998、歐陽嶠暉，2000) 實驗操作首先取水樣 250 mL 於適當燒杯中，加入少量混凝劑，進行快混 1 分鐘、慢混 20 分鐘，重覆試驗增加混凝劑量直到產生膠羽，實驗結果在 60 mg/L 時膠羽形成，得到初步最佳加藥量。

使用 H₂SO₄ 或 NaOH 調整 pH 值，設定 pH 為 2、7、11 (±0.1)，各加入 60 mg/L 的加藥量進行快混 (轉速設定 150 rpm，時間 1 分鐘) 及慢混 (轉速設定 20 rpm，時間 20 分鐘)，之後靜置 30 分鐘，取上層澄清液分析濁度，找出最佳混凝 pH 值範圍，再進一步將 pH 之範圍放大設定為 3.0、4.0、5.0、6.0、7.0、8.0、9.0、10.0 (±0.1)，最後找出最低濁度之混凝最佳 pH 值為 9。(如圖三)。



圖三 pH 值與廢水濁度之關係

依上述結果，以 10、20、30、40、50、60、70、80、90、100、110 mg/L 找出最佳混凝加藥量之範圍，再進一步細分得知最佳混凝加藥量為 80 mg/L。（如圖四）



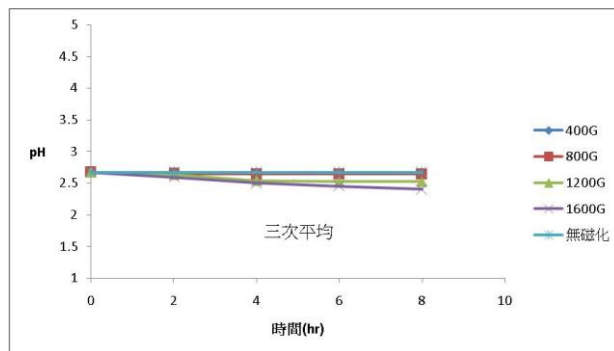
圖四 FeCl_2 加藥量與廢水濁度之關係

由上述的操作過程中，得到最佳加藥量為 80mg/L、最佳 pH 值為 9，並在混凝轉速在 150 rpm，攪拌時間 1 分鐘，膠凝轉速 20 rpm，攪拌時間 20 分鐘之操作條件下，經過 120 分鐘沉澱後所測得的濁度最低。

3. 磁化混凝劑性質之影響

(1) 磁化對混凝劑 pH 之影響

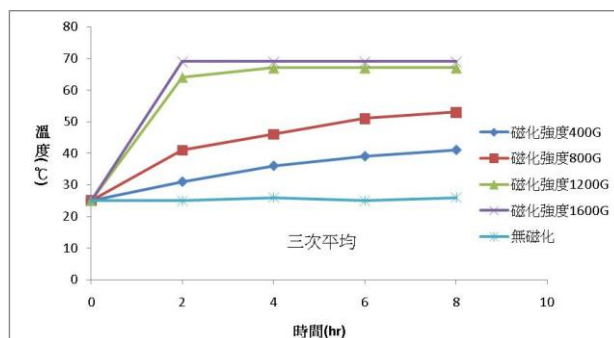
別以不同強度 (400G、800G、1200G、1600G) 及時間 (2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 進行磁化，由圖五可知，當磁化時間越久，則 FeCl_2 溶液之 pH 值呈現略為下降趨勢。推測可能因經磁場作用後，水分子的凡德瓦爾力增加，使水分子與離子或微粒之間的水合能力增加，導致水中陽離子與陰離子受到勞倫茲力後發生位移變化或極化，pH 值從未磁化 2.67 下降至磁化 1600G、8hr 後的 2.4。



圖五 磁化對 FeCl_2 溶液 pH 之影響

(2) 磁化對混凝劑溫度之影響

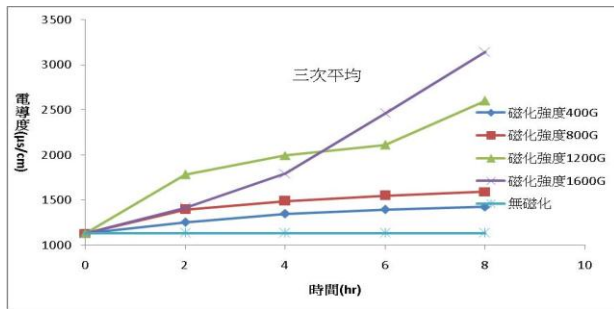
分別以不同強度 (400G、800G、1200G、1600G) 及時間 (2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 進行磁化，由圖六可知，隨著磁化時間越久，則 FeCl_2 溶液之溫度明顯上升，未磁化為 25°C，400G 磁化後上升至 41°C，溫度上升 16°C；800G 磁化後上升至 53°C，溫度上升 28°C；1200G 磁化後上升至 67°C，溫度上升 42°C；1600G 磁化後上升至 69°C，溫度上升 44°C。



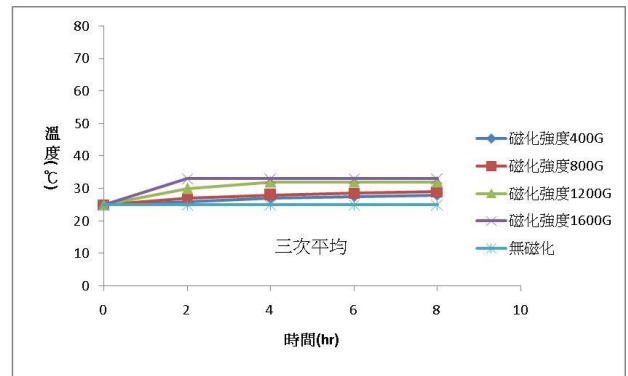
圖六 磁化對 FeCl_2 溶液溫度之影響

(3) 磁化對混凝劑電導度之影響

分別以不同強度 (400G、800G、1200G、1600G) 及時間 (2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 進行磁化，由圖七可知，當磁化時間越久，溫度高，解離程度大，則導電度呈現略為上升趨勢，但磁化強度超過 1200G 後，導電度有則有很明顯的提升，當在 1600G、8hr 後可達 3140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。



圖七 磁化對 FeCl_2 電導度之影響

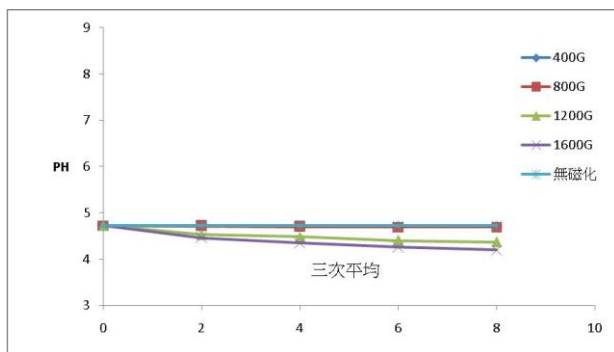


圖九 預先磁化對混凝後溫度之影響

4. 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水性質之影響

(1) 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水處理後 pH 值之影響

依照實驗組（預先磁化混凝劑，強度 400G、800G、1200G、1600G 及時間 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時）與對照組（ FeCl_2 未磁化）來進行比較，混凝後沉澱 30 分鐘測其 pH 值，由圖八可知，以最佳 FeCl_2 加藥量 80 mg/L，改變磁化時間，並無太大改變，只是因為混凝劑的加藥量只占四分之一，對於 pH 影響不大，從未磁化 4.72 降至磁化 1600G、8hr 的 4.2。



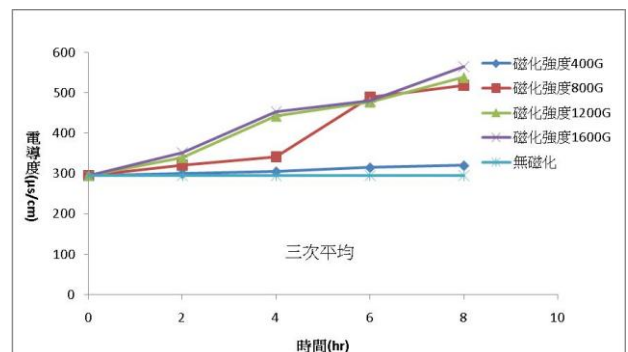
圖八 預先磁化對混凝後 pH 之影響

(2) 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水處理後溫度之影響

預先磁化混凝劑，強度 (400G、800G、1200G、1600G) 及時間 (2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 與對照組 (FeCl_2 未磁化) 來進行比較，混凝後沉澱 30 分鐘測其溫度，由圖九可知，磁化時間長久，對水樣溫度之影響甚小，以最佳 FeCl_2 加藥量 80 mg/L，改變磁化時間，並無太大改變，主要是因為混凝劑的加藥量只占四分之一，對其影響不大。

(3) 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水處理後電導度之影響

依照實驗組預先磁化混凝劑，強度 (400G、800G、1200G、1600G 及時間 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 與對照組 (FeCl_2 未磁化) 來進行比較，混凝後沉澱 30 分鐘測其電導度，由圖十可知，導電度在 400G 時隨磁化時間增加而略為上升至 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，在 800G 時隨磁化時間增加有明顯的增加，最高可達 518 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，在 1200G 時隨磁化時間增加有明顯的增加，最高可達 328 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，在 1600G 時隨磁化時間增加有明顯的增加，最高可達 565 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。

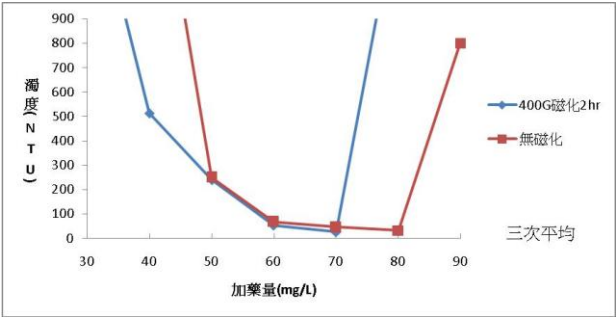


圖十 預先磁化對混凝後電導度之影響

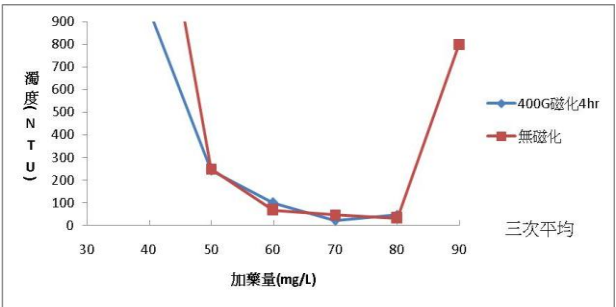
5. 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水加藥量之影響

依照實驗組（預先磁化混凝劑，強度 400G、800G、1200G、1600G 及時間 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時）與對照組 (FeCl_2 未磁化) 來進行比較，探討預先磁化 FeCl_2 後經混凝沉澱是否對加藥量有所改變，因此在水樣中加入不同強度及磁化時間之 FeCl_2 ，混凝後沉澱 30 分鐘測其濁度，由圖十一至十四可知，水樣加入未磁化 FeCl_2 為 80 mg/L 時濁度為 31.6 NTU，隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度皆有下降的趨勢。而在 400G 磁化 2hr 及

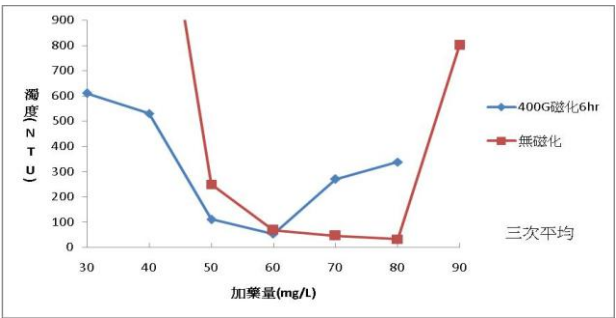
4hr 時，最佳加藥量 FeCl_2 皆可降至 70 mg/L，而濁度可降至 26.3 及 21.6 NTU，較未磁化可節省 12.5 % 的加藥量；在 400G 磁化 6hr 時，最佳加藥量可降至 60 mg/L，而濁度可降至 29 NTU，較未磁化可節省 25 % 的加藥量；在 400G 磁化 8hr 時，最佳加藥量可降至 50 mg/L，而濁度可降至 25.8 NTU，較未磁化可節省 37.5 % 的加藥量。



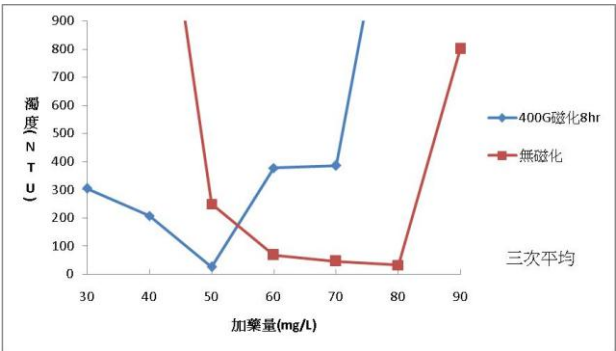
圖十一 預先磁化 400G、2hr 對加藥量的影響



圖十二 預先磁化 400G、4hr 對加藥量的影響

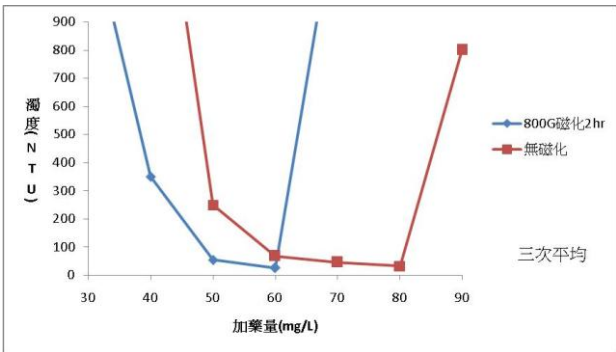


圖十三 預先磁化 400G、6hr 對加藥量的影響

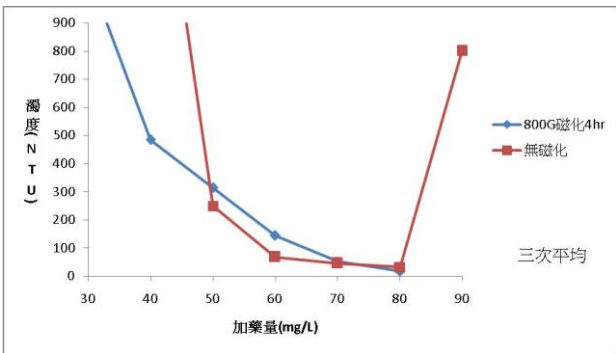


圖十四 預先磁化 400G、8hr 對加藥量的影響

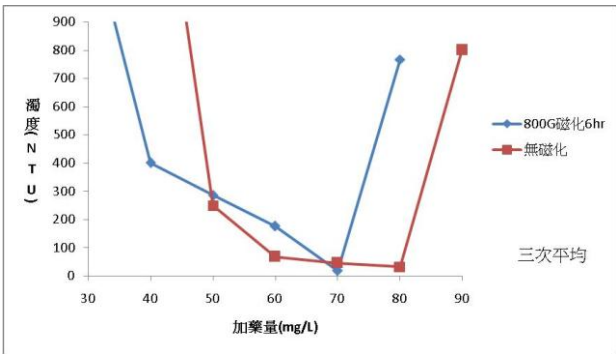
由圖十五至十八可知，水樣加入未磁化 FeCl_2 為 80 mg/L 時濁度為 31.6 NTU，隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度皆有下降的趨勢。而在 800G 磁化 2hr 時，加藥量 FeCl_2 皆可降至 60 mg/L，而濁度可降至 25.3 NTU，較未磁化可節省 25 % 的加藥量；在 800G 磁化 4hr 時，最佳加藥量並沒有改變，但濁度可降至 16.7 NTU，其濁度為實驗組降為最低；在 800G 磁化 6hr 及 8hr 時，最佳加藥量可降至 70 mg/L，而濁度可降至 20 NTU，較未磁化可節省 12.5 % 的加藥量。



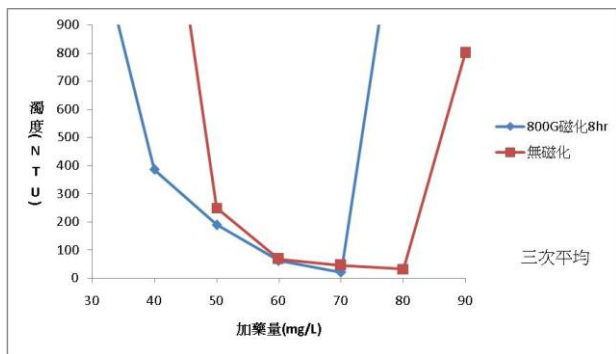
圖十五 預先磁化 800G、2hr 對加藥量的影響



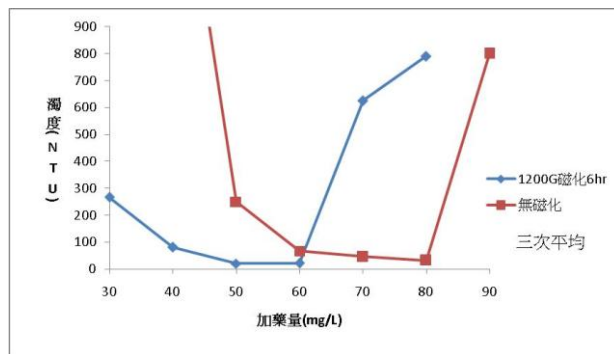
圖十六 預先磁化 800G、4hr 對加藥量的影響



圖十七 預先磁化 800G、6hr 對加藥量的影響

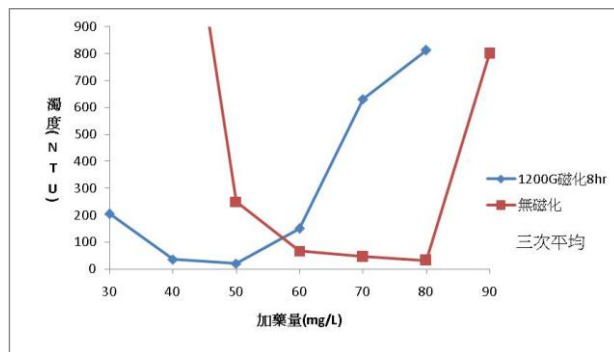


圖十八 預先磁化 800G、8hr 對加藥量的影響

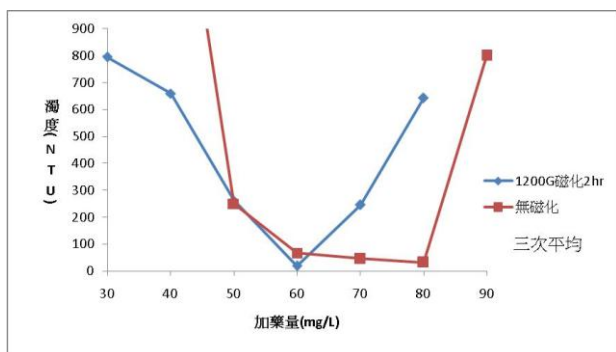


圖二十一 預先磁化 1200G、6hr 對加藥量的影響

由圖十九至二十二可知，水樣加入未磁化 FeCl_2 為 80 mg/L 時濁度為 31.6 NTU，隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度皆有下降的趨勢。而在 1200G 磁化 2hr 時，加藥量 FeCl_2 皆可降至 60 mg/L，而濁度可降至 25.3 NTU，較未磁化可節省 25 % 的加藥量；在 1200G 磁化 4hr 時，加藥量 FeCl_2 皆可降至 40 mg/L，而濁度可降至 82.3 NTU，較未磁化可節省 50 % 的加藥量；在 1200G 磁化 6hr 及 8hr 時，最佳加藥量可降至 50 mg/L，而濁度可降至 50 NTU，較未磁化可節省 37.5% 的加藥量。

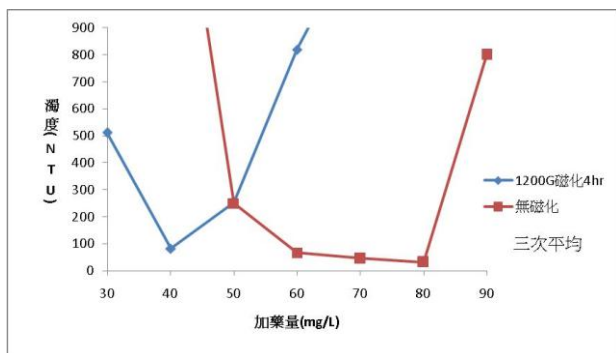


圖二十二 預先磁化 1200G、8hr 對加藥量的影響

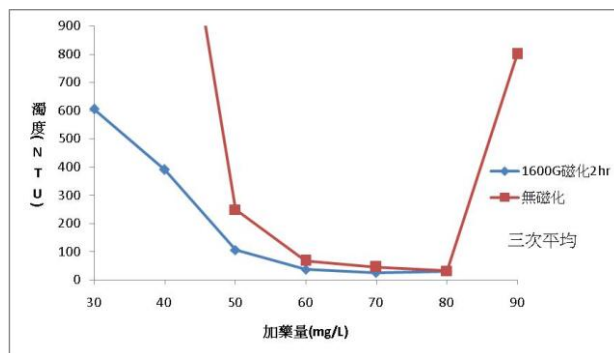


圖十九 預先磁化 1200G、2hr 對加藥量的影響

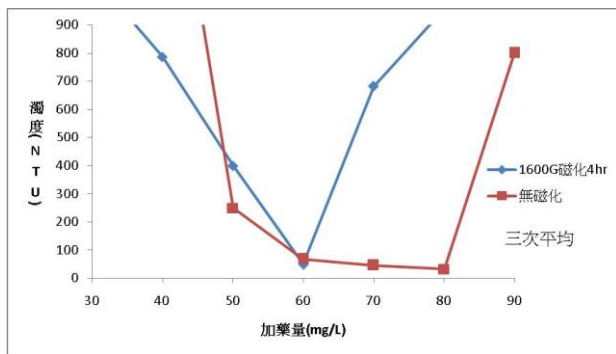
由圖二十三至二十六可知，水樣加入未磁化 FeCl_2 為 80 mg/L 時濁度為 31.6 NTU，隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度皆有下降的趨勢。而在 1600G 磁化 2hr 時，加藥量 FeCl_2 皆可降至 70 mg/L，而濁度可降至 25.2 NTU，較未磁化可節省 12.5 % 的加藥量；在 1200G 磁化 4hr 時，加藥量 FeCl_2 皆可降至 60 mg/L，而濁度可降至 48.6 NTU，較未磁化可節省 25 % 的加藥量；在 1200G 磁化 6hr 及 8hr 時，最佳加藥量可降至 50 mg/L，而濁度可降至 35~50.1 NTU，較未磁化可節省 12.5 % 的加藥量。



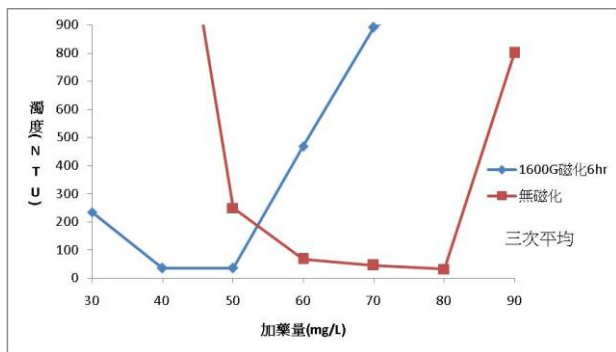
圖二十 預先磁化 1200G、4hr 對加藥量的影響



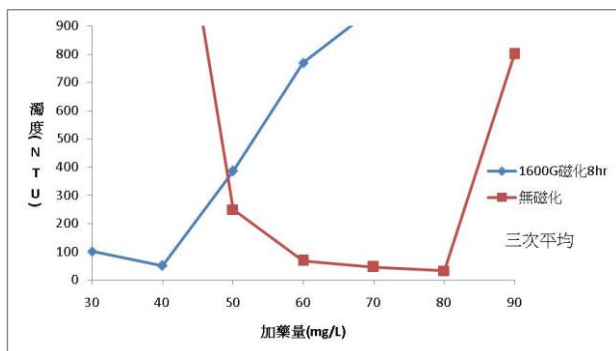
圖二十三 預先磁化 1600G、2hr 對加藥量的影響



圖二十四 預先磁化 1600G、4hr 對加藥量的影響



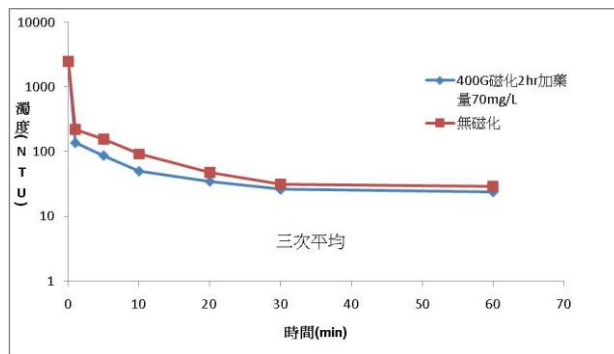
圖二十五 預先磁化 1600G、6hr 對加藥量的影響



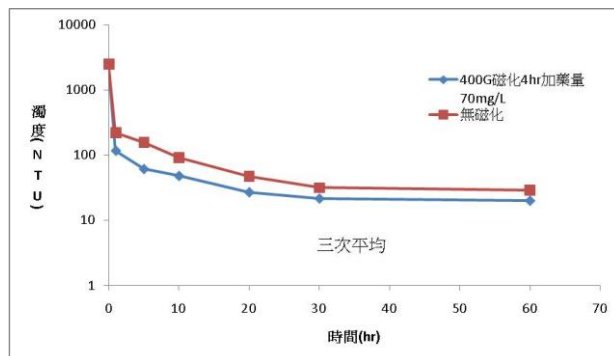
圖二十六 預先磁化 1600G、8hr 對加藥量的影響

6. 預先磁化混凝劑對晶背研磨廢水沉澱時間之影響

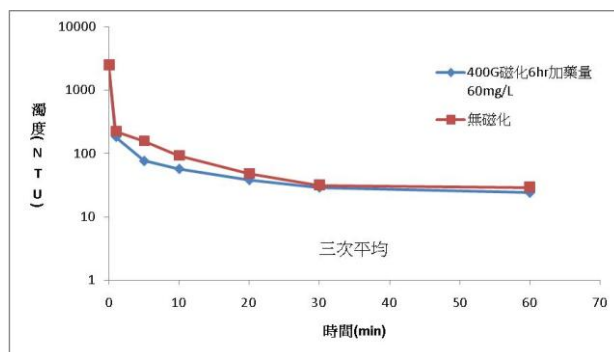
依照實驗組預先磁化混凝劑，強度 (400G、800G、1200G、1600G 及時間 2 小時、4 小時、6 小時、8 小時) 與對照組 (FeCl_2 未磁化) 來進行比較，探討預先磁化 FeCl_2 後經混凝沉澱是否對沉澱時間有所改變，實驗中之 FeCl_2 加藥量為 80 mg/L，由圖二十六至二十九可知，預先磁化 400G 時間增加搭配變更過後的加藥量，而在 0~10 分鐘沉降時間內磁化時間越長加速沉降的現象越明顯，其濁度可由 2500 NTU 降至 26~16 NTU，其沉降時間也可縮短至原本的 1/2~1/6。



圖二十七 經磁化 400G、2hr 之沉澱濁度半對數圖

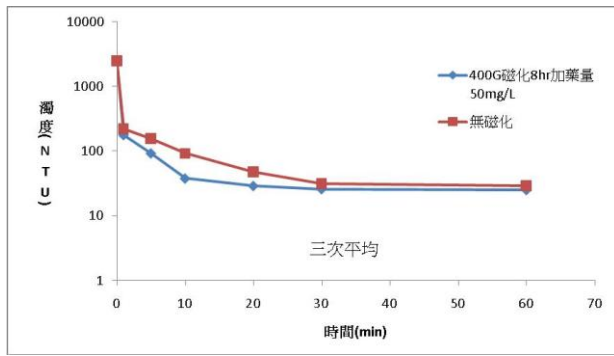


圖二十八 經磁化 400G、4hr 之沉澱濁度半對數圖

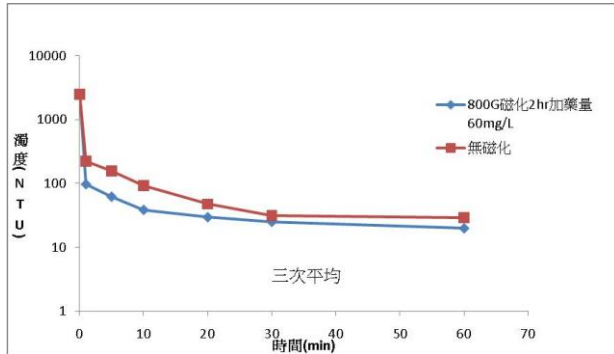


圖二十九 經磁化 400G、6hr 之沉澱濁度半對數圖

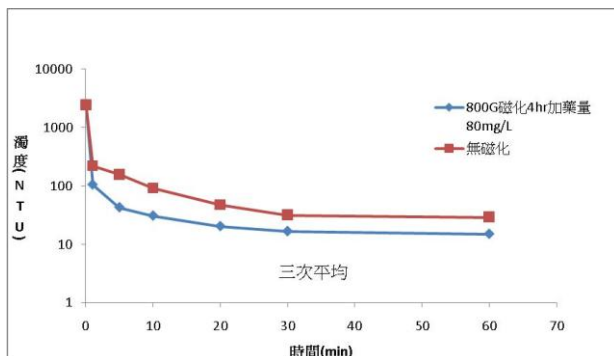
由圖三十一至三十四可知，預先磁化 800G 時間增加搭配變更過後的加藥量，而在 0~10 分鐘沉降時間內磁化時間越長加速沉降的現象越明顯，其濁度可由 2500 NTU 降至 25.3~16.7 NTU，其沉降時間也可縮短至原本的 1/3~1/6。



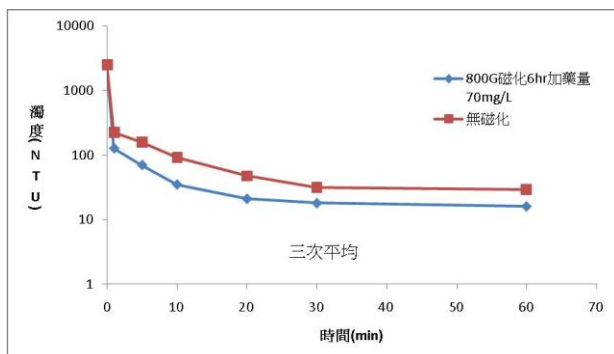
圖三十 經磁化 400G、8hr 之沉澱濁度半對數圖



圖三十一 經磁化 800G、2hr 之沉澱濁度半對數圖



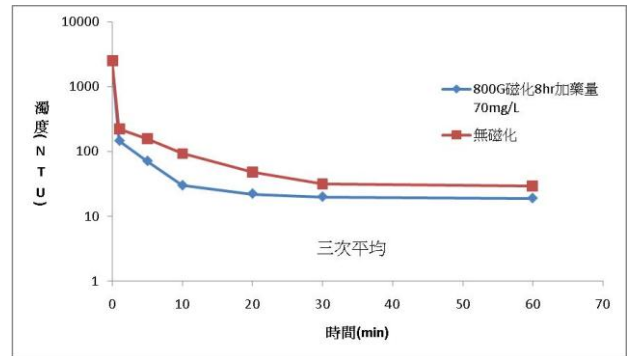
圖三十二 經磁化 800G、4hr 之沉澱濁度半對數圖



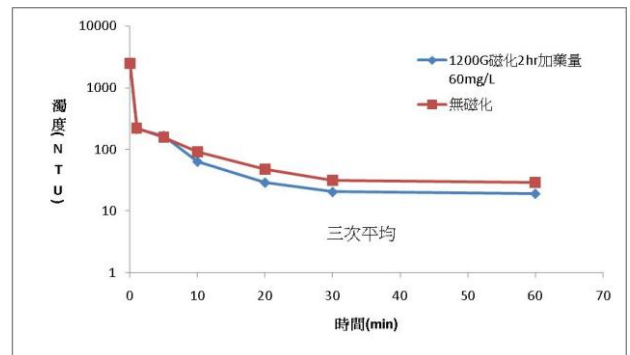
圖三十三 經磁化 800G、4hr 之沉澱濁度半對數圖

由圖三十五至三十八可知，預先磁化 1200G 時間增加搭配變更過後的加藥量，而在 0~10 分鐘沉降時間內磁化時間越長加速沉降的現象並不

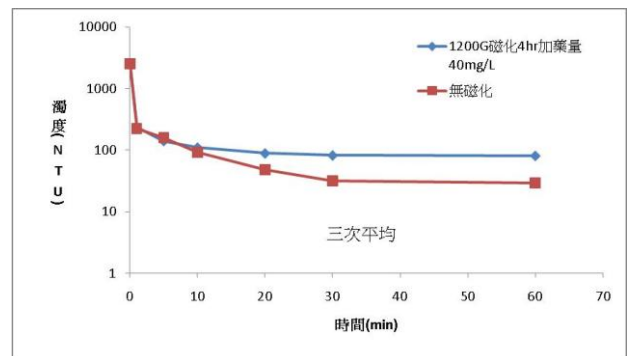
明顯，其濁度可由 2500 NTU 降至 82.3~20.3 NTU，其沉降時間也與無磁化差不多，唯有其最後濁度除較無磁化低。



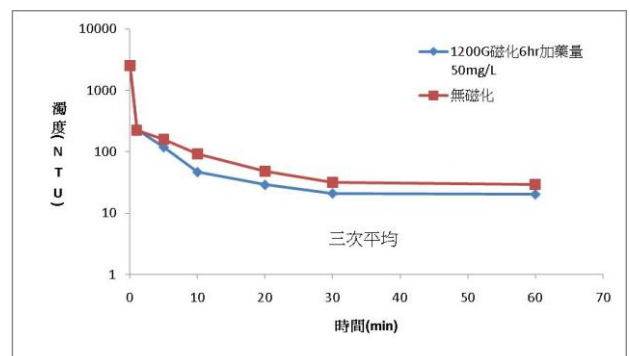
圖三十四 經磁化 800G、8hr 之沉澱濁度半對數圖



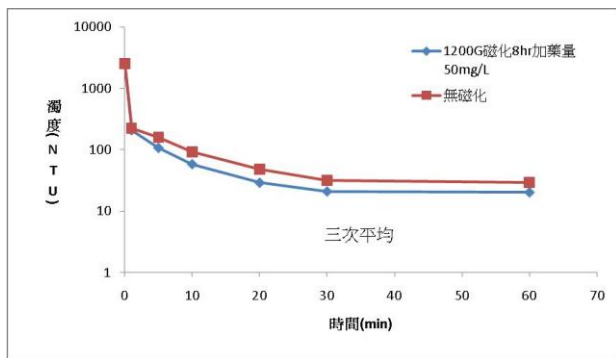
圖三十五 經磁化 1200G、2hr 之沉澱濁度半對數圖



圖三十六 經磁化 1200G、4hr 之沉澱濁度半對數圖

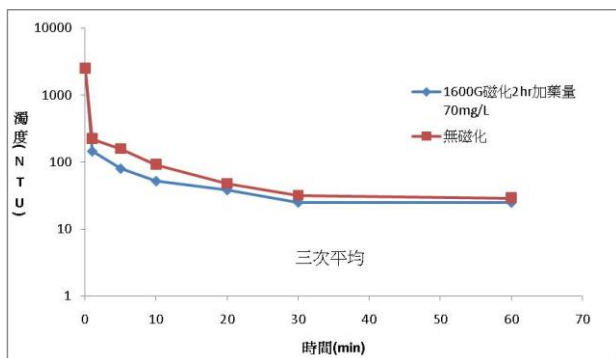


圖三十七 經磁化 1200G、6hr 之沉澱濁度半對數圖

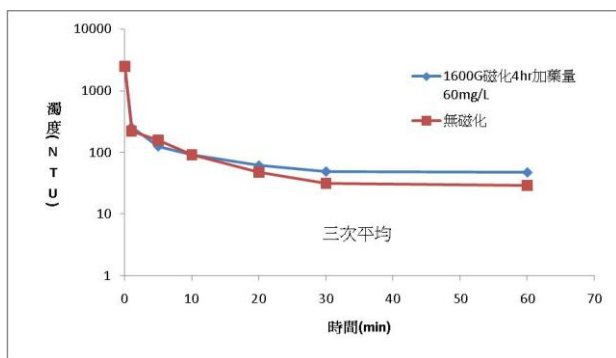


圖三十八 經磁化 1200G、8hr 之沉澱濁度半對數圖

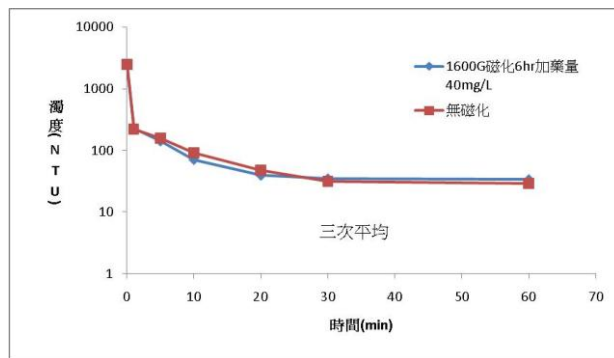
由圖三十九至四十二可知，預先磁化 1600G 時間增加搭配變更過後的加藥量，而在 0~10 分鐘沉降時間內磁化時間越長加速沉降的現象並不明顯，並且造成負面的影響，其濁度的去除比無磁化的較少，所以磁場作用與混凝沉澱濁度的去除並不成正比。



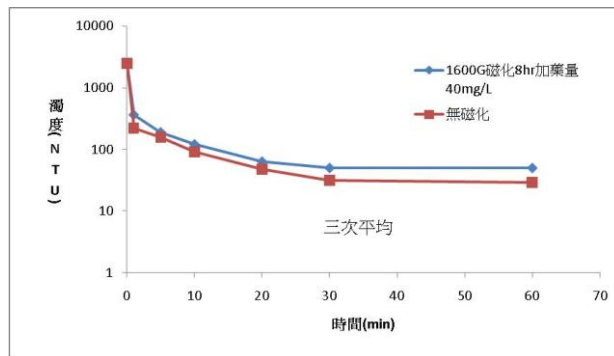
圖三十九 經磁化 1600G、2hr 之沉澱濁度半對數圖



圖四十 經磁化 1600G、4hr 之沉澱濁度半對數圖



圖四十一 經磁化 1600G、6hr 之沉澱濁度半對數圖



圖四十二 經磁化 1600G、8hr 之沉澱濁度半對數圖

四、結論

1. 結論

本研究主要目的探討磁化混凝劑對於半導體後段製程中之晶背研磨廢水處理之影響，針對水中 pH 值、溫度、濁度、導電度等物理性質之變化與化學混凝處理，在不同磁化時間下的相互關係變化影響，藉此探討其對化學混凝處理之影響，綜合以上實驗結果，獲致下列幾點結論：

- (1) 預先磁化 FeCl_2 造成其 pH 值從 2.67 (未磁化) 下降至 2.64 (磁化 8hr)；溫度從 25°C (未磁化) 上升至 41°C (磁化 400G、8hr)、53°C (磁化 800G、8hr)、67°C (磁化 1200G、8hr) 及 69°C (磁化 1600G、8hr)，導電度從 1130 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 上升至 1423 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (400G 磁化 8hr)、1593 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (磁化 800G、8hr)、2600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1200G 磁化 8hr) 及 3140 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1600G 磁化 8hr)。
- (2) 研究結果顯示經磁化 FeCl_2 後之晶背研磨廢水 pH 值從 4.72 (未磁化) 下降至 4.2 (磁化 1600G、8hr)；溫度從 25°C 上升至 33°C (磁化 1600G、8hr)；導電度從 295 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 上升至 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (400G 磁化 8hr)、518 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (800G 磁化 8hr)、538 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1200G 磁化 8hr) 及 565 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (1600G 磁化 8hr)。
- (3) 廢水濁度隨著 FeCl_2 磁化時間增加，濁度有下

降的趨勢。以 FeCl_2 磁化而言，較未磁化 FeCl_2 (31.6 NTU) 之濁度，濁度分別最佳下降至 21.6 NTU (400G 磁化 4hr)、16.7 NTU (800G 磁化 4hr)、20.3 NTU (1200G 磁化 2hr) 及 25.2 NTU (1600G 磁化 2hr)。

- (4) 在預先磁化 FeCl_2 後，可改變原有的最佳加藥量，造成其最佳加藥量可分別從 80 mg/L (未磁化) 下降至 50 mg/L (400G 磁化 8hr) 較未磁化可節省 30~40 % 的加藥量、60mg/L (800G 磁化 2hr) 較未磁化可節省 20~30 % 的加藥量、40 mg/L (1200G 磁化 4hr) 可節省 50 % 的加藥量及 60 mg/L (1600G 磁化 4hr) 可節省 20~30 % 的加藥量。
- (5) 預先磁化 FeCl_2 沉澱時間可在 10 分鐘之後濁度就無明顯差異，濁度可降至 30 NTU，沉澱 30 分鐘後濁度下降至 26~16 NTU，由此可知預先磁化 FeCl_2 大大提升了沉澱時間，可使時間縮短為原沉降時間的 1/3~1/2，用於實場可減少沉澱池的體積。由於磁場之拉力而使顆粒進行翻轉。

2. 建議

對於後續處理研究與建議方面，綜合實驗中所見之問題及心得提出以下幾點：

- (1) 本研究係利用電磁鐵裝置產生磁場，所磁化時間須 4 小時才有較大變化，且需電能供給、設備較貴並會產生熱能，故建議日後嘗試使用永久電磁式來提供磁場以避免電磁式之不便。
- (2) 本研究採用 FeCl_2 為混凝劑，建議日後可採用不同的混凝劑，而磁化強度亦可使用超高強度進行實驗。
- (3) 本研究採用在混凝程序前進行磁化，建議日後可採用混凝同時進行磁化或在沉澱時加入磁場。
- (4) 影響磁化技術使用效果的因素較複雜，不管在物質本身或是磁場作用下的都具有一定的特殊性及複雜性，也使得磁化技術尚未具有相當完備的應用理論和實踐研究。因此，冀望將來能在有限的資料中，繼續針對磁場磁化的新技術進行研究和探索，相信必能有助於水處理技術領域的發展。

五、參考文獻

1. Corlett, G., 2000, "Targeting Water Use for Chemical Mechanical Polishing", Solid State Technology, pp.201-206.
2. Golden, J. H., Small, R., Pagan, L., Shang, C., and Ragavan, S., 2000, "Evaluating and Treating CMP Wastewater", Semiconductor International, pp.85-98.
3. Maag, B., Boning, D., and Voelker, B., 2000, "Assessing the Environmental Impact of Copper CMP", Semiconductor International, <http://www.semiconductor.net>.
4. C. Touris, D.W. DePaoli, J.T. Shor, M.Z.-C. Hu, T.-Y. Ying, 2001, "Electrocoagulation for magnetic seeding of colloidal particles", Physicochemical and Engineering Aspects 177, pp.233-233.
5. Michael J. Matteson, Regina L. Dobson, Robert W. Glenn, Jr., Nagesh S. Kukunoor, William H. Waits III, Eric J. Clayfield, 1995, "Electrocoagulation and separation of aqueous suspensions of ultrafine particles", Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume:104, Issue:1, pp. 101-109.
6. Sheng H. Lin and Chung R. Yang, 2004, "Chemical and physical treatments of chemical mechanical polishing wastewater from semiconductor fabrication", Journal of Hazardous Materials, Volume:108, Issue:1-2, pp. 103-109.
7. Gordon C.C. Yang, Tsung-Yang, Shiou-Huei Tsai, 2003, "Crossflow electro- microfiltration of oxide-CMP wastewater", Water Research 37, pp.785-792.
8. Tom Weigert, Justus "Altmann, Siegfried Ripperger, Crossflow electrofiltration in pilot scale", Journal of Membrane Science 159, pp.253-262, 1999.
9. 經濟部水資源局，2001，台灣地區水資源開發綱領計畫。
10. 謝政寧，2004，精密光電元件之表面與次表面分析，國防大學中正理工學院，碩士論文。
11. 王厚華，1993，人體在脈衝電場下之電效應研究，元智大學實業計劃研究所工學組，博士論文。
12. 高鈺雯，1998，以體外組織培養模式探討脈衝式電磁場刺激促進骨生長及骨缺損癒合之研究，中原大學醫學工程研究所，博士論文。
13. 張子揚，2003，脈衝式電磁場刺激對蝕骨細胞之生物效應：其在骨質疏鬆防治上之臨床應用，中原大學醫學工程研究所，博士論文。
14. 陳思明，2004，UHF 電磁輻射屏蔽效能與生物效應之研究，國立台灣科技大學電子工程系，博士論文。
15. 莊富惠，2000，磁場對作物種子萌芽、生長及元

素含量之影響，國立台灣大學園藝學研究所，碩士論文。

16. 劉秀盈，2004，動植物對磁化水之生理反應暨磁化水之物性研究，國立臺北科技大學有機高分子研究所，博士論文。
17. 司洪濤、劉文清，2001，蒸汽鍋爐能源節約及污染減量技術介紹，化工技術精選文章，第九卷，第五期。
18. 施顏崇，2003，光電冷凍空調技術網，
<http://www.HVACR.com.tw>。
19. 蕭志清，1997，磁化水科技的原理與應用，化工技術，50，p.166-170。
20. 陳珮紋，2003，利用 Fe_3O_4 磁性顆粒處理化學機械研磨廢水，國立中央大學環境工程研究所，博士論文。
21. 林鴻偉，2005，電磁效應對晶背研磨廢水處理效能影響之研究，雲林科技大學環境與安全工程系碩士班，碩士論文。
22. 李用屏，2005，深層曝氣法處理甲醛工業廢水系統之改善，屏東科技大學環境工程與科學系，碩士論文。
23. 黃正義，1992，小型污水處理廠，淑馨出版社，台北市。
24. 黃政賢，1998，給水工程，高立圖書有限公司，台北市。
25. 歐陽嶠暉，2005，下水道工程學，長松文化公司，台北市。