200916415

發明專利說明書

（本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫）

※ 申請案號：96137694

※ 申請日期：96.10.8　　※IPC 分類：C02F 1/469

一、發明名稱：（中文/英文）

含矽廢水的倒極式電透析處理方法

二、申 請 人：（共 1 人）

姓名或名稱：（中文/英文）

中國鋼鐵股份有限公司

代表人：（中文/英文）

林文淵

住居所或營業所地址：（中文/英文）

(812)高雄市小港區中鋼路 1 號

國　籍：（中文/英文）

中華民國

三、發明人：（共 3 人）

姓　名：（中文/英文）

1.趙幼梅

2.梁德明

3.葉茂淞

國　籍：（中文/英文）

1.~3.皆為中華民國

四、聲明事項：

☐ 主張專利法第二十二條第二項☐第一款或☐第二款規定之事實，其事實發生日期為：　年　月　日。

☐ 申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號　順序註記】

☐ 有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

☐ 主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號　順序註記】

☐ 主張專利法第三十條生物材料：

☐ 須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼　順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼　順序註記】

☐ 不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種倒極式電透析處理方法，特別是指一種能產製出達自來水水質之回收水以供再利用之含矽廢水的倒極式電透析處理方法。

【先前技術】

於水資源之回收處理再生技術上，其中用以針對廢水中所含鹽類的去除，主要是以離子交換樹脂(Ion-exchange Resin)、多段蒸餾（Multi-stage Flash Distillation）、逆滲透(Reverse Osmosis，簡稱 RO)與電透析(Electrodialysis，簡稱 ED)等方式為較普遍。

以電透析法來說，是適用於處理含有中、高濃度鹽類且處理量大的廢水，其處理機制是在於利用水中陽離子只能穿透陽離子交換膜，而水中陰離子只能穿透陰離子交換膜，配合外加直流電場以驅使陰、陽離子分別移向陽、陰極移動(即反離子遷移效應)，以得到一股淡水與一股濃水，淡水部分便是經脫鹽碳化而可予再回收利用。而所謂倒極式電透析法(Electrodialysis Reverse，簡稱 EDR)，是對傳統電透析法作進一步修正，利用定時切換直流電正負極與內部導流方向，以減少薄膜阻塞狀況與酸洗次數，而得延長其使用壽命。目前，傳統電透析法與倒極式電透析法等已廣泛地商業化運用於純水預處理、飲用水處理、工業製程廢水（如電鍍廢水、含漿料廢水...）回收處理、鹹水(如河川水、井水、地下水...)淡化處理，與無機酸/有機酸/重金屬

回收處理等領域。

不過，對於酸鹼值通常介於 5~9 間的含矽廢水來說，其中的矽含量主要是以二氧化矽(SiO_2)或正矽酸($Si(OH)_4$)等電中性型態存在，不論是利用傳統電透析法或是倒極式電透析法，皆無法將之有效去除，並容易於電極上產生矽酸鹽類結垢的狀況，以致嚴重影響脫鹽/濃縮效率與出水水質。故一般說來，傳統電透析法或是倒極式電透析法並不適用於含矽濃度較高的廢水回收處理，例如半導體晶圓製造廠的化學機械研磨廢水，於運用範疇上因而受到限制。

有鑑於此，本案申請人乃利用由預過濾、初階 EDR、酸鹼值調整與二階 EDR 等連續單元所構成的廢水處理系統，使處理得之回收水已能符合自來水水質標準，而予再利用於如工業冷卻用水、飲用水源...等高階用途，整體能達到系統穩定性佳、水回收率高、脫鹽率佳、處理成本低廉、佔地空間小且適用範疇廣等功效。

【發明內容】

因此，本發明之目的，即在提供一種總脫鹽率達 96%、水回收率達 75%、回收水品質佳、處理成本較低、穩定性佳且適用範疇廣之含矽廢水的倒極式電透析處理方法。

於是，本發明含矽廢水的倒極式電透析處理方法，是依序包含下列步驟：(a) 將一含矽廢水進行過濾，使其呈澄清狀；(b) 再讓呈澄清狀之含矽廢水進行初階倒極式電透析處理，以先去除其所含之非矽離子，並得一股待處理之淡水體；(c) 接著，將該淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12

間，使其所含正矽酸轉換成矽酸鹽離子；及（d）最後，使該淡水體進行二階倒極式電透析處理，以脫除其所含之矽酸鹽離子與非矽離子，並得一股可回收再利用之淡水體。

本發明之功效在於，利用初階 EDR 以先脫除該含矽廢水中的非矽離子，再將所產生之淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12 間，使所含矽以矽酸鹽離子型態存在，並續於進行二階 EDR 時被移除，整體能達到穩定性佳、總脫鹽率高、回收水品質佳、處理成本低，且適用範疇廣等效。

【實施方式】

有關本發明之前述及其他技術內容、特點與功效，在以下配合參考圖式之一個較佳實施例的詳細說明中，將可清楚的呈現。

如圖 1 與圖 2 所示，本發明之含矽廢水的倒極式電透析處理方法的該較佳實施例，是用以對約 7.2 CMD(m^3/day，立方公尺/天)的中鋼含矽廢水進行連續操作 40 天之脫鹽淡化處理，不僅能達 75% 的水回收效率，所產之回收水水質亦已能符合台灣省自來水水質標準，而適合供予高階用途（如冷卻用水、飲用水源...）再使用。其中，有關中鋼含矽廢水（以下稱原廢水）與各階段產水的水質結果，是包含酸鹼值(pH)、導電度、鈣離子(Ca^{2+})、氯離子(Cl^-)、硫酸根離子(SO_4^{2-})與矽(Si)等檢測項目，而導電度的單位是微西門/公分(micro-siemens/centimeter，μ S/cm)，Ca^{2+}、Cl^-、SO_4^{2-}與 Si 等的單位是毫克/公升(mg/L)，詳見表 1。

該含矽廢水的倒極式電透析處理方法是依序包含步驟

（a）~（d）。首先，步驟（a）是對原廢水進行過濾，濾除其中的懸浮固體、有機物與雜質等，以呈現澄清狀態。主要是，讓原廢水先經過砂濾程序，濾除粒徑介於 5 ~300 微米（μm）間的懸浮固體微粒，之後，續於濾徑介於 3~20 μm 間的自動清洗過濾器中進行再過濾，以進一步濾除水中殘存的微細顆粒、有機物與雜質等。完成上述過濾程序後，原廢水便近呈澄清狀。本實施例中，所採用砂濾程序是能濾除粒徑大於 20μm 的懸浮固體微粒；該自動清洗過濾器的濾徑為 3μm，濾水量為 2.0 立方公尺/小時(m^3/hr)，而當揚程達 2.5 公尺或是持續過濾時間達 2 小時之際，便會執行自動清洗動作，以恢復濾膜的過濾效率，此時，所需清洗水量約 100 公升(L)且清洗時間約達 5 分鐘。

接著，步驟（b）是將經預過濾處理之原廢水導送入第一座電透析裝置 2 中，並配合定期的倒極操作，以進行一階倒極式電透析之脫鹽淡化處理。

其中，該電透析裝置 2 為三極三段型者，並包含三對電極組（每對電極組具有一陽極 21 與一陰極 22），以及多數間隔交錯排列於陽、陰極 21、22 間的陰、陽離子交換膜 23、24；該多數陰、陽離子交換膜 23、24 是區隔出六個分別供陽、陰極 21、22 容納的極室 25，以及多數個間隔交錯排列於該六極室 25 間的淡室 26 與濃室 27；本實施例中，陰、陽離子交換膜 23、24 是為異相型者。另外，該電透析裝置 2 也可以是一極一段型、 一極多段型、二極二段型，或四極四段型，如同該技術領域中具有通常知識者所熟知

，有關電透析之極段配置方式是隨著原水水質、出水之水質與水量...等考量而有所差異，於此不再贅述。

於實際操作過程中，該電透析裝置 2 是連續操作 20 天，所設定之操作條件如下：電壓為 125 伏特、電流為 60 安培、倒極頻率為 1 次/每小時，酸洗頻率/時間為每操作 7 天便以 5% 鹽酸清洗 30 分鐘，另外，必須同時於極室 25 中持續通入極水(即電解液)，透過極水之流動，能使陽、陰極 21、22 於電透析過程中所產生的化學反應產物（如酸鹼、氣體、沉澱物...等）不斷地排出，其中，極水是於極室 25 間不斷的循環流動，並不予排放廢棄。因此，將原廢水導送入該電透析裝置 2 的淡室 26 中後，在通電外加電場的作用下，水中的陰、陽離子會分別往陽、陰極 21、22 移動，陽離子（如 Ca^{2+}、Mg^{2+}）與陰離子（如 F^-、Cl^-、SO_4^{2-}）便會分別穿過陽、陰離子交換膜 24、23 而進入濃室 27 內，藉此反離子遷移效應以達到有效脫鹽之目的，從而處理得第一股淡水體（自淡室 26 排出者，其水質可見表 1）與第一股濃水體（自濃室 27 排出者）。該淡水體將繼續進行後續水質處理，而該濃水體則會迴流、導送回濃室 27 中以反覆電透析。

至此，就該淡水體的水質表現看來，可知原廢水經由一階倒極式電透析程序後，於處理成效上是已能去除 90% 以上的非矽離子（如 Ca^{2+}、Mg^{2+}、Cl^- 等），脫鹽率則達 85%。

續而，步驟（c）是對一階倒極式電透析程序所產得的

淡水體進行酸鹼值調整。主要是，添加入濃度為 4.5%的氫氧化鈉水溶液（$NaOH_{(aq)}$），使該淡水體的酸鹼值由原本的 6.1（見表 1）調整至約 10~12 間，目的在於讓水中以正矽酸（$Si(OH)_4$）型態存在的矽，於鹼性環境中轉換成以矽酸鹽離子（$SiO(OH)_3^-$）型態存在；同時，於鹼性環境下，該淡水體中所殘存之極微量的 Ca^{2+}、Mg^{2+}等會與來自於 NaOH 之 OH^-發生共沉澱效應，反應生成碳酸鈣（$CaCO_3$）與氫氧化鎂（$Mg(OH)_2$）等相當少量的沉澱物，而利用共沉澱效應亦能移除水中部份的二氧化矽（SiO_2）與矽酸鹽。本實施例中，是將一階倒極式電透析程序所產得淡水體的酸鹼值調整至 11。

最後，於步驟（d）是將已調整過酸鹼值的淡水體繼續導送入相同之極段配置與結構設計的第二座電透析裝置 2 中，並配合定期的倒極操作，以使該淡水體接續進行二階倒極式電透析之脫鹽淡化處理。而不同處僅在於，此時所施加的電流值為 3 安培。

於將該淡水體導送入該電透析裝置 2 之淡室 26 中後，水中陽離子（如 Ca^{2+}、Mg^{2+}）與陰離子（如 F^-、Cl^-、SO_4^{2-}、$SiO(OH)_3^-$）同樣會分別穿過陽、陰離子交換膜 24、23 而進入濃室 27 中，以脫鹽處理得第二股淡水體（其水質可見表 1）與第二股濃水體。此時，所得到之淡水體水質明顯是優於自來水水質標準者，可回收再利用於高階用途，而所得濃水體則同樣是迴流以反覆電透析。

表　1

項目	pH	導電度 (μS/cm)	Ca^{2+} (mg/L)	Cl^- (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Si (mg/L)
原廢水	8	2838	179	577	354	9.2
一階 EDR 之淡水體	6.1	440	11	20	139	8.5
二階 EDR 之淡水體	7.2	112	2.6	4.6	30.5	4.3
自來水水質標準	7.2	377	44	29	57	4.8
去除率（%）		96	99	99	91	53

如圖 3~圖 7 所示，並請對照表 1，可知原廢水經由連續 40 天之二階段倒極式電透析處理後，所回收得淡水體的各項水質項目表現皆是優於自來水水質標準者，於處理成效上，其導電度去除率是達 96%（見圖 3）、Ca^{2+}去除率是達 99%（見圖 4）、Cl^-去除率是達 99%（見圖 5）、SO_4^{2-}去除率是達 91%（見圖 6），且 Si 去除率是達 53%（見圖 7），特別是，水回收效率達 75% 且總脫鹽率 96%。所以，整體能達到系統穩定性佳、水回收率高、脫鹽率佳、處理成本低廉、佔地空間小且適用範疇廣等功效。

歸納上述，本發明含矽廢水的倒極式電透析處理方法，利用一階 EDR 以先脫除該含矽廢水中的非矽離子，再將所產得淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12 間，使其中含矽以矽酸鹽離子型態存在，並續於進行二階 EDR 時被移除，整體能達到穩定性佳、總脫鹽率高、回收水品質佳、處理成本低、佔地空間小且適用範疇廣等效，故確實可達到本發明之功效。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍，即大凡依本發明申請專利範圍及發明說明內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆仍

屬本發明專利涵蓋之範圍內。

【圖式簡單說明】

圖 1 是一流程圖，說明本發明含矽廢水的倒極式電透析處理方法的一較佳實施例；

圖 2 是一結構配置圖，說明該較佳實施例的一電透析裝置；

圖 3 是一曲線圖，說明該較佳實施例之各階段處理水之導電度變化；

圖 4 是一曲線圖，說明該較佳實施例之各階段處理水之鈣離子濃度變化；

圖 5 是一曲線圖，說明該較佳實施例之各階段處理水之氯離子濃度變化；

圖 6 是一曲線圖，說明該較佳實施例之各階段處理水之硫酸根離子濃度變化；以及

圖 7 是一曲線圖，說明該較佳實施例之各階段處理水之矽濃度變化。

【主要元件符號說明】

2　電透析裝置

21　陽極

22　陰極

23　陰離子交換膜

24　陽離子交換膜

25　極室

26　淡室

27　濃室

五、中文發明摘要：

一種含矽廢水的倒極式電透析處理方法，是依序包含下列步驟：(a) 將一含矽廢水進行過濾，使其呈澄清狀；(b) 再讓呈澄清狀之含矽廢水進行初階倒極式電透析處理，以先去除其所含之非矽離子，並得一股待處理之淡水體；(c) 接著，將該淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12 間，使其所含正矽酸轉換成矽酸鹽離子；以及 (d) 最後，使該淡水體進行二階倒極式電透析處理，以脫除其所含之矽酸鹽離子與非矽離子，並得一股可回收再利用之淡水體。藉以，整體能達到系統穩定性佳、水回收率高、脫鹽率佳、處理成本低廉、佔地空間小且適用範疇廣等功效。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種含矽廢水的倒極式電透析處理方法，是依序包含下列步驟：

（a）將一含矽廢水進行過濾，使其呈澄清狀；

（b）再讓呈澄清狀之含矽廢水進行初階倒極式電透析處理，以先去除其所含之非矽離子，並得一股待處理之淡水體；

（c）接著，將該淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12 間，使其所含之正矽酸轉換成矽酸鹽離子；以及

（d）最後，使該淡水體進行二階倒極式電透析處理，以脫除其所含矽酸鹽離子與非矽離子，並得一股可回收再利用之淡水體。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（a），該含矽廢水是先進行砂濾程序，以濾除粒徑大於 5 微米的固體微粒，續而再進行自動清洗過濾程序，以濾除粒徑大於 3 微米的微細雜質。

3. 依據申請專利範圍第 1 或 2 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（b）中，該含矽廢水於進行初階倒極式電透析處理後，會另得一濃水體，並會再迴流以重複進行初階倒極式電透析處理。

6. 依據申請專利範圍第 5 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（d）中，該淡水體於進行二階倒極式電透析處理後，會另得一濃水體，並會再迴流以

重複進行二階倒極式電透析處理。

十一、圖式：

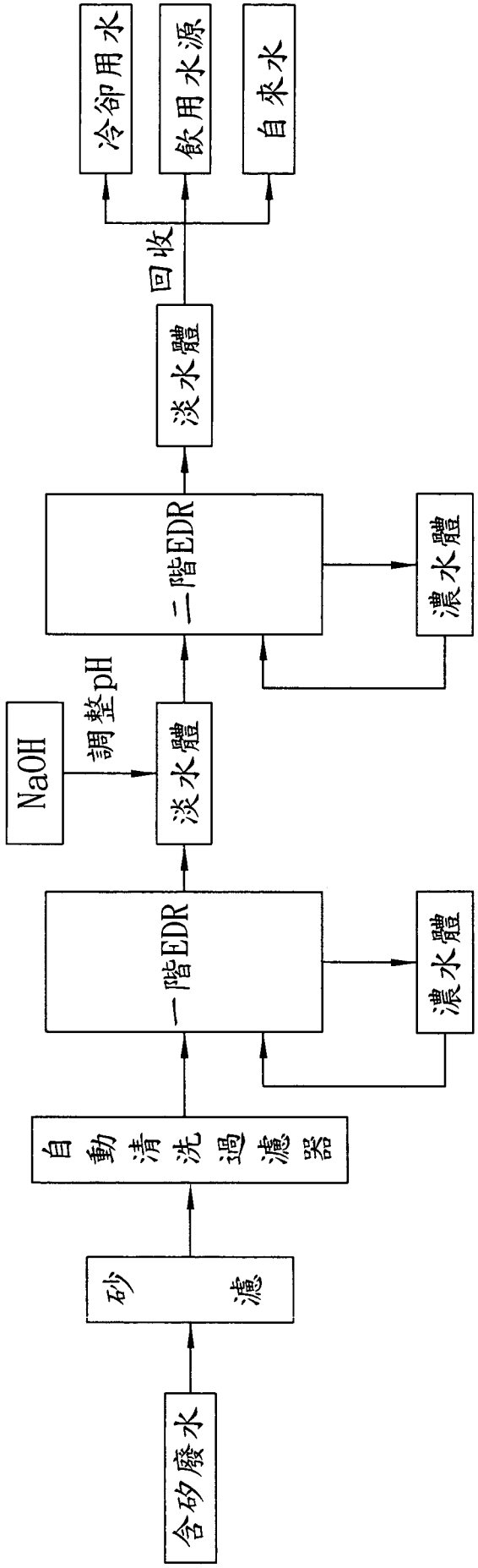
含矽廢水
砂濾
自動清洗過濾器
一階EDR
濃水體
NaOH
調整pH
淡水體
二階EDR
濃水體
淡水體
回收
冷卻用水
飲用水源
自來水

圖1

200916415

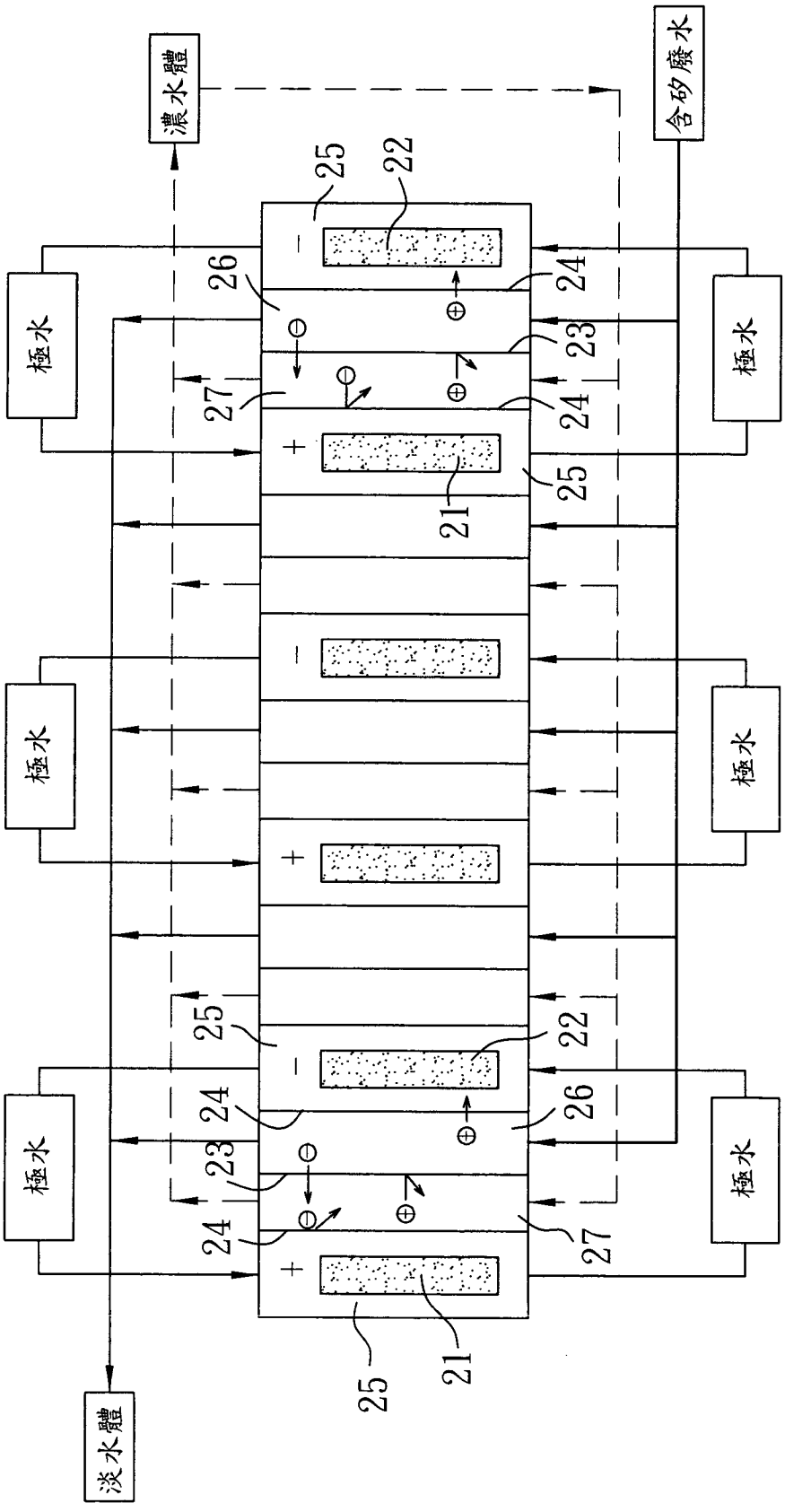

圖2

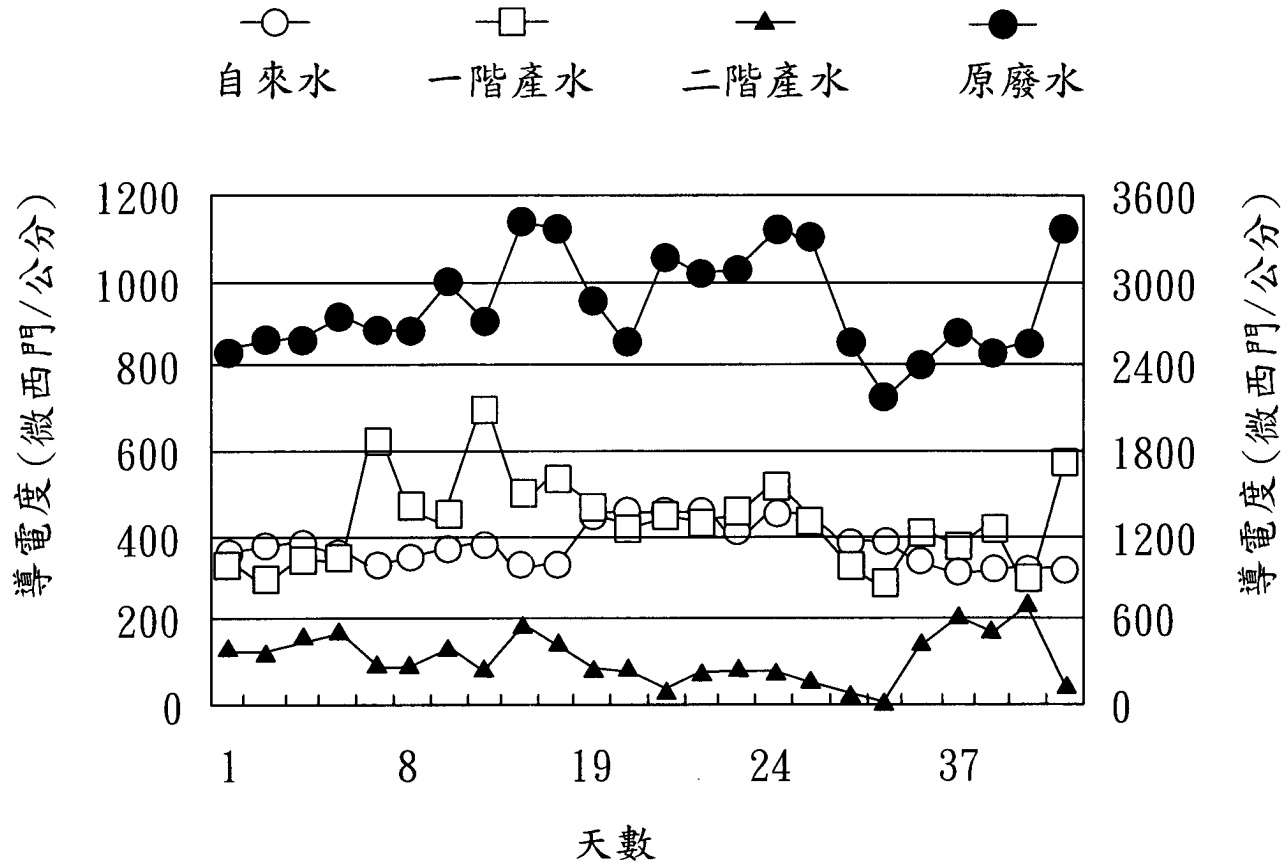
自來水
一階產水
二階產水
原廢水
導電度(微西門/公分)
1200
1000
800
600
400
200
0
3600
3000
2400
1800
1200
600
0
1
8
19
24
37
天數

圖3

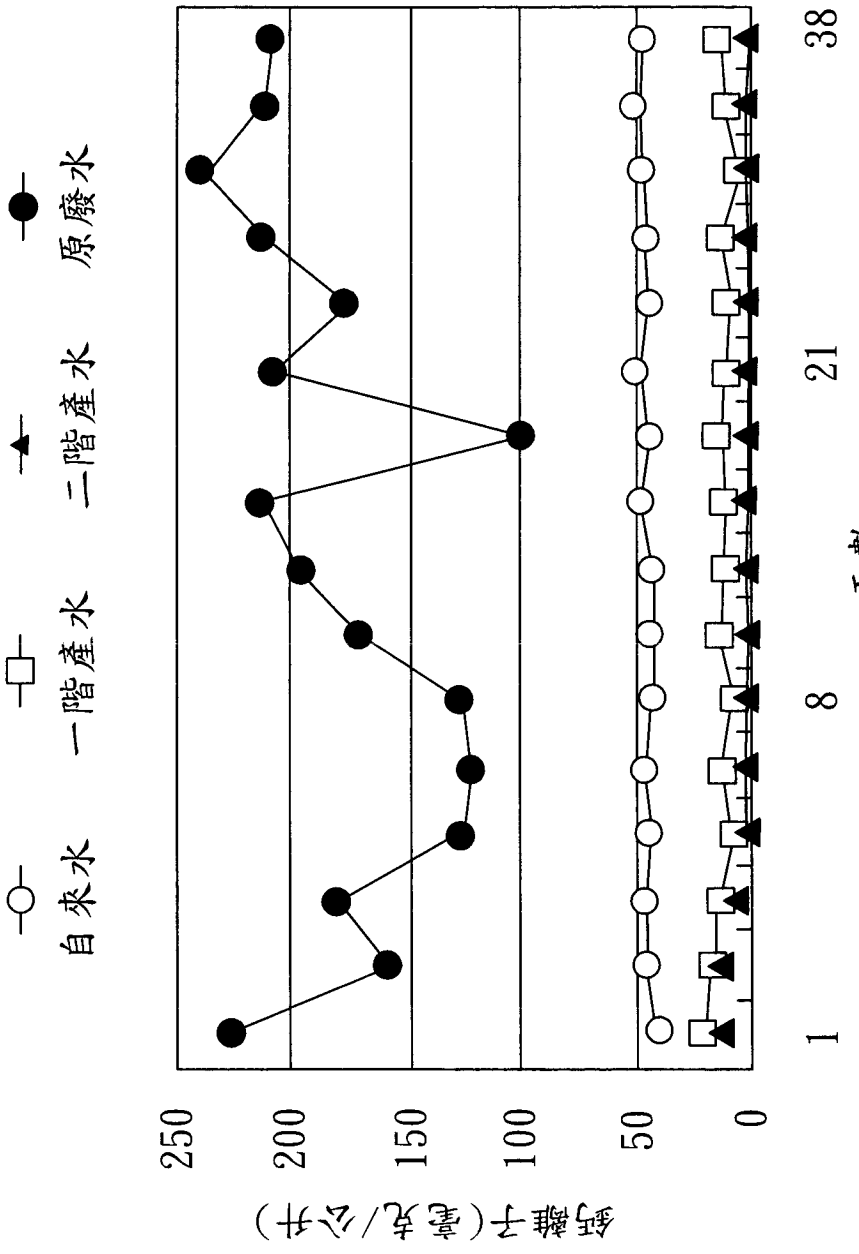

圖4

200916415

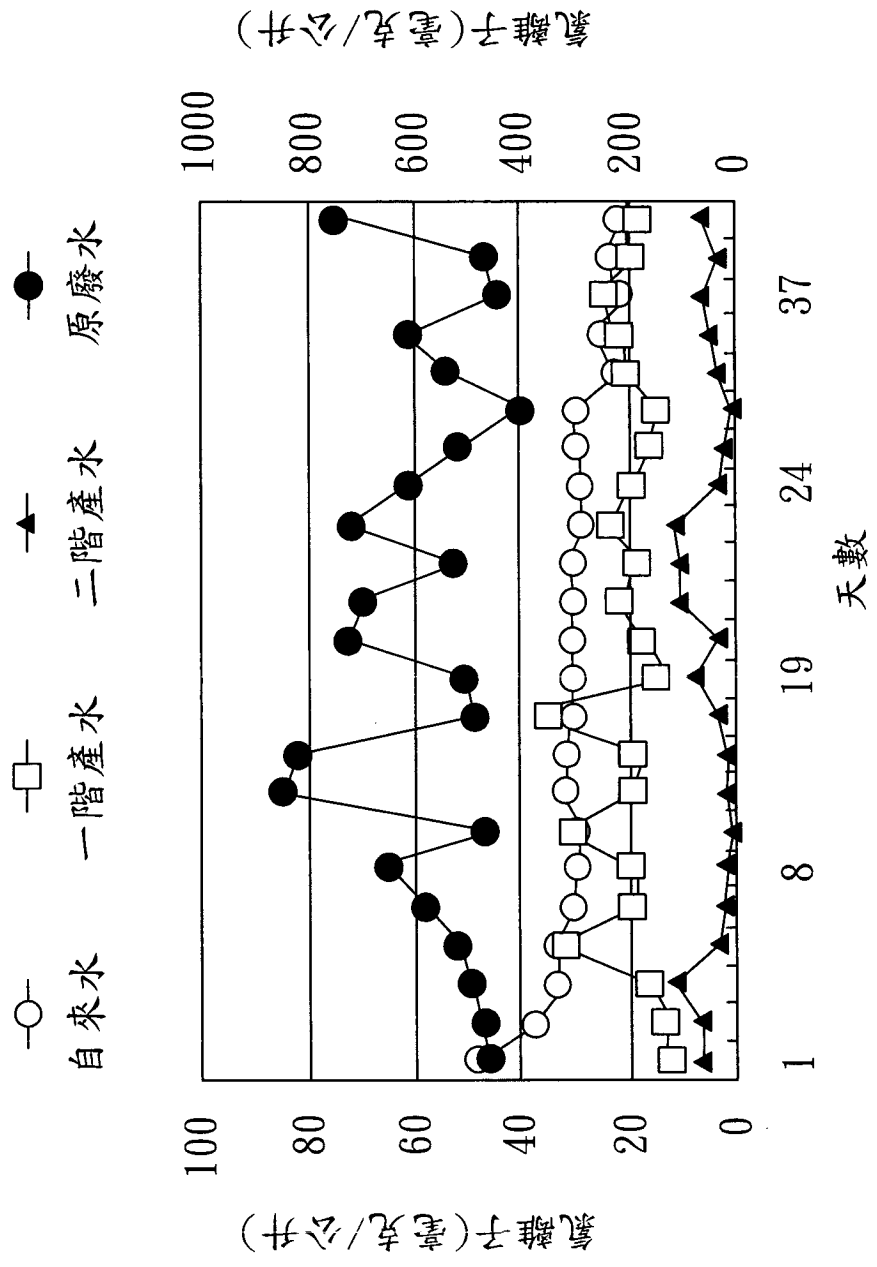

圖5

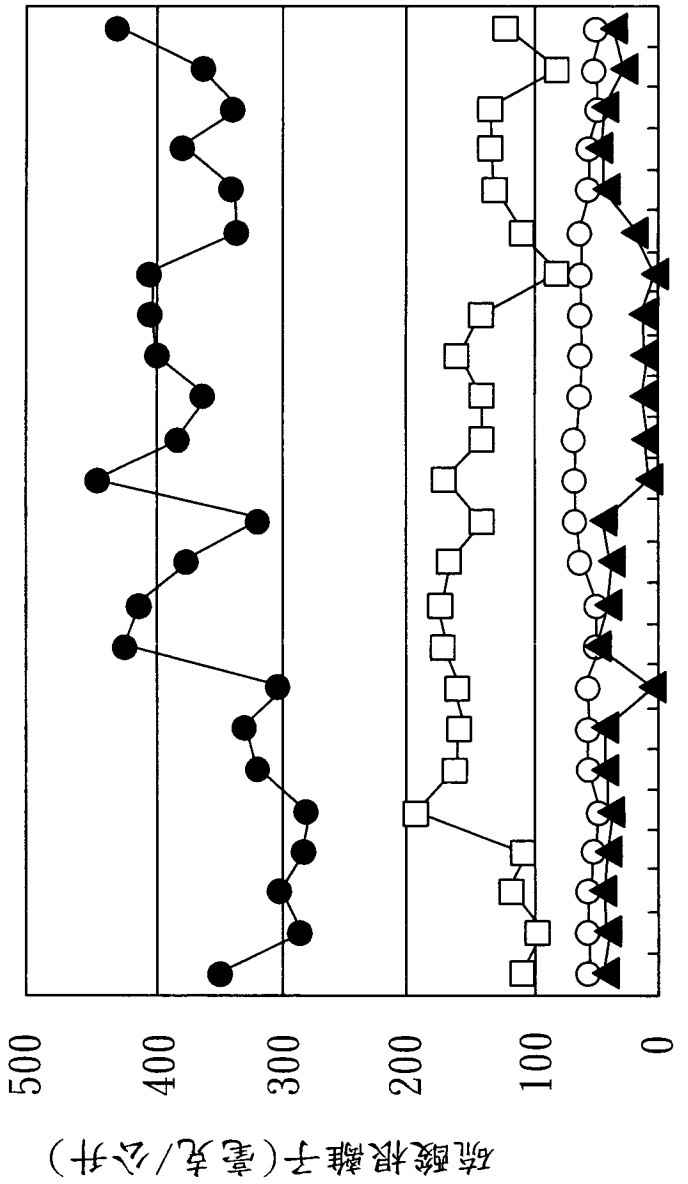

圖6

200916415

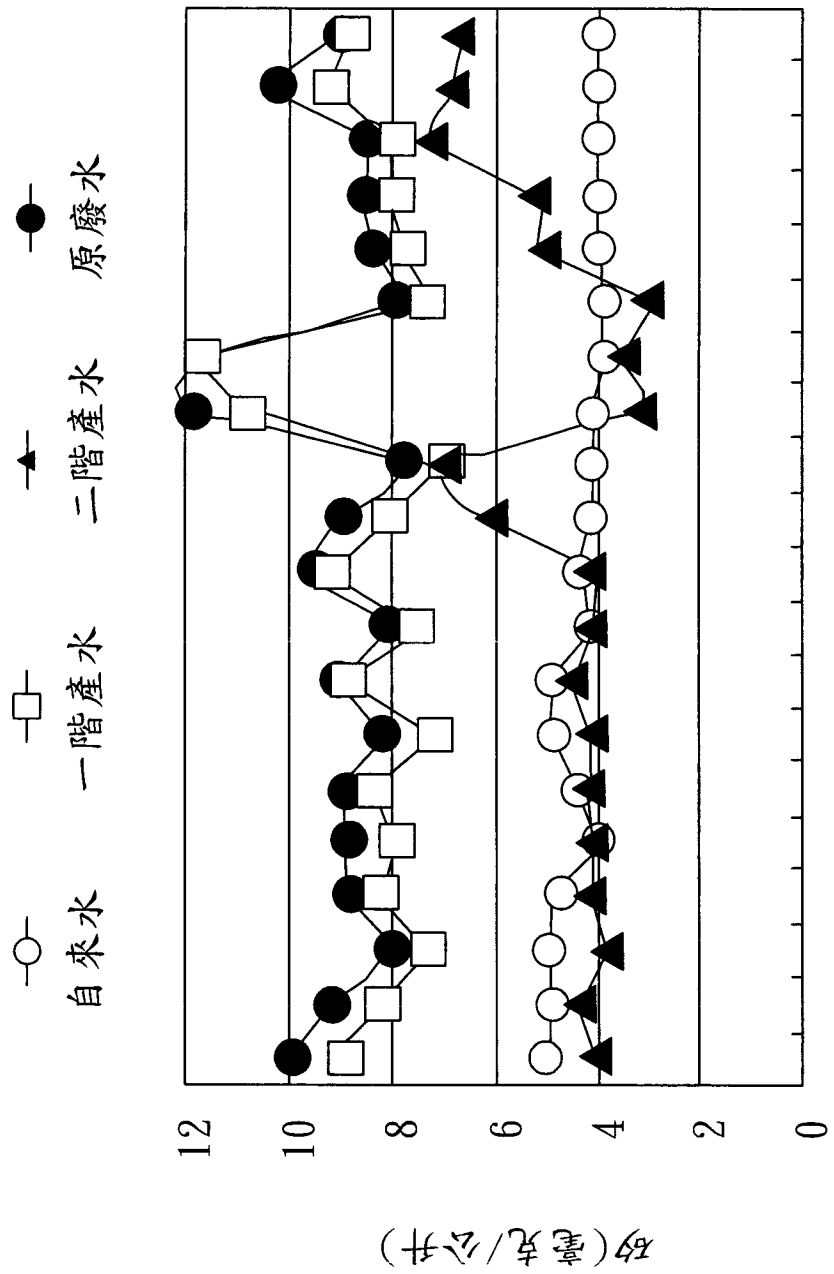

圖7

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 1 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

（無）

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

96年12月10日

十、申請專利範圍：

1. 一種含矽廢水的倒極式電透析處理方法，是依序包含下列步驟：

（a）將一含矽廢水進行過濾，使其呈澄清狀；

（b）再讓呈澄清狀之含矽廢水進行初階倒極式電透析處理，以先去除其所含之非矽離子，並得一股待處理之淡水體；

（c）接著，將該淡水體的酸鹼值調整至介於 10~12 間，使其所含之正矽酸轉換成矽酸鹽離子；以及

（d）最後，使該淡水體進行二階倒極式電透析處理，以脫除其所含矽酸鹽離子與非矽離子，並得一股可回收再利用之淡水體。

2. 依據申請專利範圍第 1 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（a），該含矽廢水是先進行砂濾程序，以濾除粒徑大於 5 微米的固體微粒，續而再進行自動清洗過濾程序，以濾除粒徑大於 3 微米的微細雜質。

3. 依據申請專利範圍第 1 或 2 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（b）中，該含矽廢水於進行初階倒極式電透析處理後，會另得一濃水體，並會再迴流以重複進行初階倒極式電透析處理。

4. 依據申請專利範圍第 3 項所述含矽廢水的倒極式電透析處理方法，其中，於步驟（d）中，該淡水體於進行二階倒極式電透析處理後，會另得一濃水體，並會再迴流以