



(21)申請案號：100119134 (22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 05 月 31 日

(51)Int. Cl. : C01F7/02 (2006.01) C25C1/02 (2006.01)
C22B7/00 (2006.01) C02F11/00 (2006.01)

(71)申請人：國立聯合大學(中華民國) NATION UNITED UNIVERSITY (TW)

苗栗縣苗栗市恭敬里聯大 1 號

(72)發明人：鄭文伯 CHENG, WEN PO (TW)；傅啟華 FU, CHI HUA (TW)

(74)代理人：陳建成

(56)參考文獻：

TW 309507 TW 511306

王羅春等，”隔膜電解法處理 EDTA 廢水技術綜述”，上海電力學院學報，2007 年 12 月第 23 卷第 4 期，第 349-353 頁。

審查人員：廖學章

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：4 共 0 頁

(54)名稱

使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法與系統

METHOD AND SYSTEM FOR USING DIAPHRAGM ELECTROLYSIS METHOD TO RECOVER ALUMINUM FROM COAGULATION SLUDGE

(57)摘要

本發明係提供一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法與系統，係採用隔膜電解水的方式，以固態電解質構成之質子膜隔開陰陽兩電極槽，在陰陽兩電極槽添加氯化鈉電解質溶液後，進行電解水反應，可使陽極槽電解產生的強酸性電解水 pH 值低於 2，陰極槽電解產生的強鹼性電解水 pH 值大於 12，藉以酸化及鹼化放置於電解槽內之含鋁污泥，透過陽極電解不斷生成之 H^+ 離子，可將存在於污泥中的 $Al(OH)_3$ 固體溶解為 Al^{3+} 離子，陰極槽則因鋁析出所需之還原電位明顯大於氫，因此固態鋁不會在陰極表面直接析出，但透過氫還原反應不斷生成之 OH^- 離子，亦可將存在於污泥中的 $Al(OH)_3$ 固體溶解為 $Al(OH)_4^-$ 離子，進而收集陽極槽的 Al^{3+} 溶液與陰極槽的 $Al(OH)_4^-$ 溶液達到回收鋁鹽的目的。

This invention provides the method and system for using diaphragm electrolysis method to recover aluminum from coagulation sludge. The anode and cathode cells were separated by a proton exchange membrane, which was made by a proton conducting solid electrolyte. The electrolysis took place after adding NaCl in both anode and cathode cells. Then, pH value dropped below 2 in the cathode cell, but it increased to above 12 in the anode cell. Hence, the alum sludge in electrolysis cells could be either acidified or enhanced its alkalinity during an electrolysis process. Through producing hydrogen ion H^+ in the cathode cell, the solid phase alum sludge $Al(OH)_3$ was dissolved into soluble Al^{3+} ions. According to the stander reduction potentials, the potential energy for reducing aluminum is obviously higher than that of hydrogen. Therefore, aluminum metal will not deposit on the anode surface. However, the OH^- ion generated during hydrogen

reducing reaction can help to dissolve the solid phase $\text{Al}(\text{OH})_3$ into the soluble $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ion. Furthermore, the aluminum salts can be recovered by collecting both Al^{3+} and $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ solutions.

100 . . . 方法

110 . . . 隔膜式電解

120 . . . 固液分離

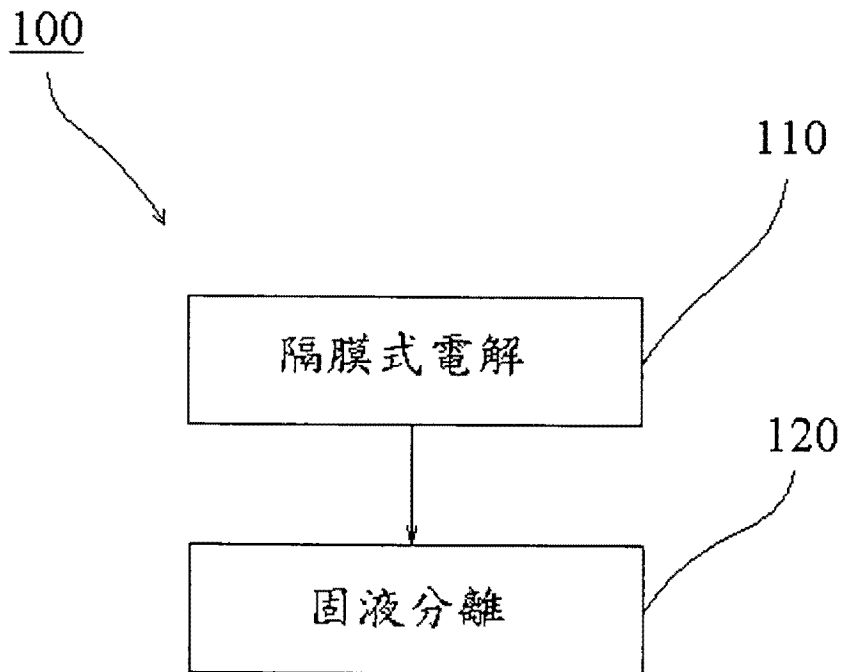
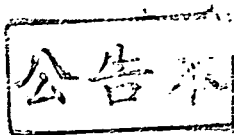


圖 一



發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：

100119134

C01F 7/02 (2006.01)

※申請日：

100.5.31

※IPC 分類：

C25C 1/02 (2006.01)

C22B 7/00 (2006.01)

C02F 1/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法
與系統 / Method and system for using diaphragm electrolysis
method to recover aluminum from coagulation sludge

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法與系統，係採用隔膜電解水的方式，以固態電解質構成之質子膜隔開陰陽兩電極槽，在陰陽兩電極槽添加氯化鈉電解質溶液後，進行電解水反應，可使陽極槽電解產生的強酸性電解水 pH 值低於 2，陰極槽電解產生的強鹼性電解水 pH 值大於 12，藉以酸化及鹼化放置於電解槽內之含鋁污泥，透過陽極電解不斷生成之 H^+ 離子，可將存在於污泥中的 $Al(OH)_3$ 固體溶解為 Al^{3+} 離子，陰極槽則因鋁析出所需之的還原電位明顯大於氫，因此固態鋁不會在陰極表面直接析出，但透過氫還原反應不斷生成之 OH^- 離子，亦可將存在於污泥中的 $Al(OH)_3$ 固體溶解為 $Al(OH)_4^-$ 離子，進而收集陽極槽的 Al^{3+} 溶液與陰極槽

的 Al(OH)_4^- 溶液達到回收鋁鹽的目的。

三、英文發明摘要：

This invention provides the method and system for using diaphragm electrolysis method to recover aluminum from coagulation sludge. The anode and cathode cells were separated by a proton exchange membrane, which was made by a proton conducting solid electrolyte. The electrolysis took place after adding NaCl in both anode and cathode cells. Then, pH value dropped below 2 in the cathode cell, but it increased to above 12 in the anode cell. Hence, the alum sludge in electrolysis cells could be either acidified or enhanced its alkalinity during an electrolysis process. Through producing hydrogen ion H^+ in the cathode cell, the solid phase alum sludge Al(OH)_3 was dissolved into soluble Al^{3+} ions. According to the standard reduction potentials, the potential energy for reducing aluminum is obviously higher than that of hydrogen. Therefore, aluminum metal will not deposit on the anode surface. However, the OH^- ion generated during hydrogen reducing reaction can help to dissolve the solid phase Al(OH)_3 into the soluble Al(OH)_4^- ion. Furthermore, the aluminum salts can be recovered by collecting both Al^{3+} and Al(OH)_4^- solutions.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖一。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

方法 100

隔膜式電解 110

固液分離 120

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係與混凝污泥回收鋁鹽之技術有關，更詳而言之是指一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法與系統者。

【先前技術】

按，習知淨水廠混凝程序通常會加入鋁系混凝劑，因此，排出之淨水污泥中會含有 $Al(OH)_3$ 固體物。由於鋁為兩性物質，習知含鋁污泥之鋁鹽回收方式不外乎進行污泥之酸化或鹼化程序，相關方法及處理設備之技術如中華民國第 I316510 號、第 I300058 號、第 I325847 號、第 M302575 號等專利所示。

一般而言，當酸化 $PH < 2$ 及鹼化 $PH > 12$ 時，會產生最佳的鋁鹽回收效率，傳統酸化程序多採用無機酸—硫酸或鹽酸溶液，鹼化程序係採用氫氧化鈉溶液，不過具腐蝕性的強酸及強鹼操作時會產生相當的危險性。

【發明內容】

本發明之主要目的即在提供一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法與系統，其利用隔膜電解所產生強酸水、強鹼水技術，可便利地移除、回收污泥中的鋁鹽，且操作時無危險性者。

緣是，為達成前述之目的，本發明係提供一種使

用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法，其步驟至少包含有隔膜式電解：係將含鋁之混凝污泥與氯化鈉溶液分別置於一電解槽之陰、陽極槽內，該陰、陽極槽係以一質子膜相隔，並充份混合該陰、陽極槽內之混凝污泥與氯化鈉溶液以進行電解程序，而可產生強酸性及強鹼性電解水，並可於該陰、陽極槽內分別形成酸化與鹼化混凝污泥之反應，用以可分別獲致含 Al^{3+} 之酸液與含 $Al(OH)_4^-$ 之鹼液；及固液分離：利用一濾材過濾前述酸液及鹼液而分別收集 Al^{3+} 濾液及 $Al(OH)_4^-$ 濾液，留滯於該濾材之酸、鹼性污泥則加以混合形成中性污泥，再另行妥善處理。

進一步地，隔膜式電解之步驟中，係將等量的含鋁之混凝污泥加入氯化鈉溶液再進行電解程序。

進一步地，隔膜式電解之步驟中，該質子膜係固態電解質構成。

進一步地，隔膜式電解之步驟中，該陽極槽係產生 $pH < 2$ 之強酸性電解水，該陰極槽係產生 $pH > 12$ 的強鹼性電解水。

進一步地，隔膜式電解之步驟中，該陽極槽內之陽極不斷產生 H^+ 離子而與混凝污泥中 $Al(OH)_3$ 反應生成 Al^{3+} ，該陰極槽內之陰極係不斷產生 OH^- 離子而與污泥中 $Al(OH)_3$ 反應生成 $Al(OH)_4^-$ 。

進一步地，固液分離之步驟中，該濾材係不織布。

此外，本發明更提供一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之系統，包含有一電解槽，包含連通之一陰極槽與一陽極槽，該陰、陽極槽內分別設有一濾材及位於濾材內之陰、陽極；一質子膜，阻隔該陰極槽與一陽極槽；及數閥門，分別連通該陰、陽極槽。

進一步地，該質子膜係固態電解質構成。

進一步地，各該濾材概呈袋狀，該陰、陽極係伸入濾材。

進一步地，各該閥門係分別連通陰、陽極槽與濾材內部。

【實施方式】

以下，茲舉本發明二較佳實施例，並配合圖式做進一步之詳細說明如後：

請參閱各圖所示，本發明一較佳實施例使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法 100，係使用一系統 10 進行，該系統 10 包含有一電解槽 12、一質子膜 14 與數閥門 16。

該電解槽 12，包含連通之一陰極槽 22 與一陽極槽 24，該陰、陽極槽 22、24 內分別設有一濾材 26、27 及位於濾材 26、27 內之陰、陽極 28、30。各該濾材 26、27 概呈袋狀，係不織布材質。該陰極 28 係鋅鉑鈦材質之陰極，該陽極 30 係石墨材質之陽極。該

陰、陽極 28、30 並連接一直流電源供應器 32。

該質子膜 14，設置於該電解槽 12 內並阻隔陰極槽 22 與陽極槽 24，係固態電解質構成。

各該閥門 16、17、18、19，係分別連通該陰、陽極槽 22、24 與濾材 26、27 之內部。

此外，該陰、陽極槽 22、24 內更分別延伸設有一攪拌棒 34、36（連接攪拌機），各該攪拌棒 34、36 係分別伸入濾材 26、27 內部。

藉此，本發明該方法 100 之第一步驟係隔膜式電解 110：係將固定濃度且等量之含鋁混凝污泥與氯化鈉（NaCl）溶液分別加入該陰、陽極槽 22、24 之濾材 26、27 內，再驅動各該攪拌棒 34、36，以攪拌、充份混合混凝污泥與氯化鈉溶液，繼而打開該直流電源供應器 32 以進行電解程序，而可產生強酸性及強鹼性電解水，並可於該陰、陽極槽內分別形成酸化與鹼化混凝污泥之反應，俾強酸性電解水與污泥作用可生成 Al^{3+} 溶液（氯化鋁溶液），而強鹼性電解水與污泥作用可生成 $Al(OH)_4^-$ 溶液（鋁酸鈉溶液）（陽極 30 不斷產生 H^+ 離子與混凝污泥中 $Al(OH)_3$ 反應生成 Al^{3+} ，陰極 28 不斷產生 OH^- 離子與污泥中 $Al(OH)_3$ 反應生成 $Al(OH)_4^-$ ）。

本發明該方法 100 之第二步驟係固液分離 120：係關閉各該直流電源供應器 32 與攪拌棒 34、36，再打

02年8月21日修(東)正替換頁

開各該閥門 18、19，以分別收集經各該濾材 26、27 過濾之 Al^{3+} 濾液及 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 濾液，待鋁鹽濾液回收完畢，關閉各該閥門 18、19，再打開各該閥門 16、17 排放被各濾材 26、27 留滯之酸、鹼性污泥，經混合調成中性污泥，再另行妥善處理。

以下係本發明該方法 100 之實例：

進行該隔膜式電解 110 步驟時，可先取二份 200 g 淨水廠之含鋁混凝污泥加入 4000 ml 水，再分置於該陰、陽極槽 22、24 之濾材 26、27 中，並加入 2% 氯化鈉當電解質，啟動各該攪拌棒 34、36 以均勻攪拌，並以直流 50V 進行電解 180 分鐘，定時取樣測 pH 值。

結果由圖三可知，初期該陽極 30 之 pH 值隨時間快速下降，50 分鐘後 $\text{pH} < 2$ ；而初期該陰極 28 之 pH 值隨時間快速升高，80 分鐘後 $\text{pH} > 12$ 。基此，顯示該陰、陽極 28、30 的酸、鹼度都可達到鋁鹽適溶的階段。

而由圖四可知，該陰、陽極槽 22、24 確實可酸化、鹼化含鋁污泥，且鋁溶出量隨電解時間增加。

而進行該固液分離 120 之步驟後，該陽極槽 24 內經過濾材 27 過濾後測得濾液之鋁濃度為 726.8mg/L，污泥溶出鋁量為 13.7 g/Kg (氧化鋁)。該陰極槽 22 內經過濾材 26 過濾後測得濾液之鋁濃度為 465.9mg/L，污泥溶出鋁量為 8.8 g/Kg (氧化鋁)。剩餘之酸、鹼性

污泥經混合調勻後，其 pH 值為 6.7，以上結果列於表一。

表一 各槽結果整合表

陽極槽			陰極槽			廢棄 污泥
溶液 pH 值	溶液 鋁含 量	污泥鋁 溶出量	溶液 pH值	溶液 鋁含 量	污泥鋁 溶出量	污泥 中和 pH值
pH= 1.87	726.8 mg/L	13.7g/Kg as Al ₂ O ₃	pH= 12.3 2	465.9 mg/L	8.8 g/Kg as Al ₂ O ₃	pH=6. 7

由上可知，本發明使用隔膜式電解法從凝結污泥中回收鋁鹽之方法與系統，係採用隔膜電解水的方式，陰陽兩槽間以固態電解質構成之質子膜相隔，致使電解過程產生之電解水可達到更酸、更鹼的程度，讓陽極槽產製的強酸性電解水 $\text{pH} < 2$ 和陰極槽產製的強鹼性電解水 $\text{pH} > 12$ ，同時酸化及鹼化含鋁污泥，且陽極不斷產生 H^+ 離子與污泥中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反應生成 Al^{3+} ，陰極因鋁析出的還原電位明顯大於氫的析出電位因此固態鋁無法在陰極表面析出，只有氫還原析出產生 OH^- 離子與污泥中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反應生成 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ，進而收集陽極槽的 Al^{3+} 溶液與陰極槽的 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 溶液達到回收鋁鹽的目的，且操作時無危險性，甚具實用價值；緣是，本發明確時符合發明專利之要件，爰依法提出申

請

102年8月21日修(更)正替換頁

【圖式簡單說明】

圖一係本發明一較佳實施例之流程圖。

圖二係本發明一較佳實施例之系統圖。

圖三係本發明之陰、陽極 pH 值隨電解時間變化圖。

圖四係本發明之污泥鋁溶出量(g/Kg, 氧化鋁)隨電解時間之變化圖

【主要元件符號說明】

系統 10	電解槽 12	質子膜 14
閥門 16	陰極槽 22	陽極槽 24
濾材 26、27	陰、陽極 28、30	
直流電源供應器 32	攪拌棒 34、36	方法 100
隔膜式電解 110	固液分離 120	

102年8月27日修(更)正禁修 P11-12

七、申請專利範圍：

1. 一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之方法，其步驟至少包含有：

隔膜式電解：係將等量含鋁之混凝污泥與氯化鈉溶液分別置於一電解槽之陰、陽極槽內，該陰、陽極槽係以一質子膜相隔，並充份混合該陰、陽極槽內之混凝污泥與氯化鈉溶液以進行電解程序，電解所使用之電壓值係與混凝污泥中鋁含量有關，只需大於水的氧化還原電位，進而可於該陰、陽極槽內分別形成酸化與鹼化混凝污泥之反應，及產生強酸性及強鹼性之電解水即可，該強酸性電解水之 $\text{pH} < 2$ ，該強鹼性電解水之 $\text{pH} > 12$ ，該陽極槽內之陽極不斷產生 H^+ 離子而與混凝污泥中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反應生成 Al^{3+} ，該陰極槽內之陰極係不斷產生 OH^- 離子而與污泥中 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 反應生成 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ ，用以可分別獲致含 Al^{3+} 之酸液與含 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 之鹼液；及

固液分離：利用一濾材過濾前述酸液及鹼液而分別收集 Al^{3+} 濾液及 $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ 濾液，留滯於該濾材之酸、鹼性污泥則加以混合形成中性污泥，再另行妥善處理。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，隔膜式電解之步驟中，該質子膜係固態電解質構成。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之方法，其中，固

液分離之步驟中，該濾材係不織布。

4.一種使用隔膜式電解法從混凝污泥中回收鋁鹽之系統，包含有：

一電解槽，包含連通之一陰極槽與一陽極槽，該陰、陽極槽內分別設有一濾材及位於濾材內之陰、陽極；

一質子膜，阻隔該陰極槽與一陽極槽；及
數閥門，分別連通該陰、陽極槽。

5.如申請專利範圍第4項所述之系統，其中，該質子膜係固態電解質構成。

6.如申請專利範圍第4項所述之系統，其中，各該濾材概呈袋狀，該陰、陽極係伸入濾材。

7.如申請專利範圍第6項所述之系統，其中，各該閥門係分別連通陰、陽極槽與濾材內部。

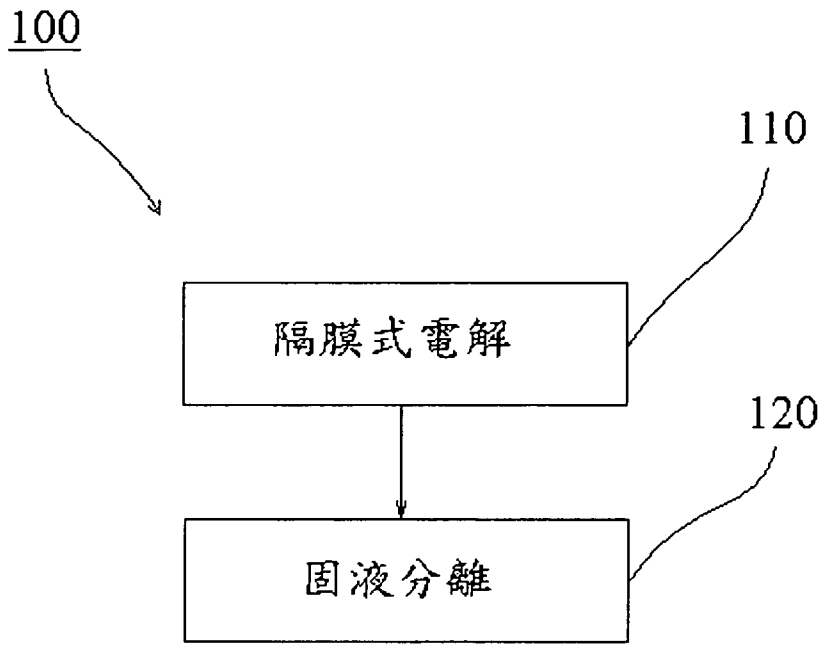


圖 一

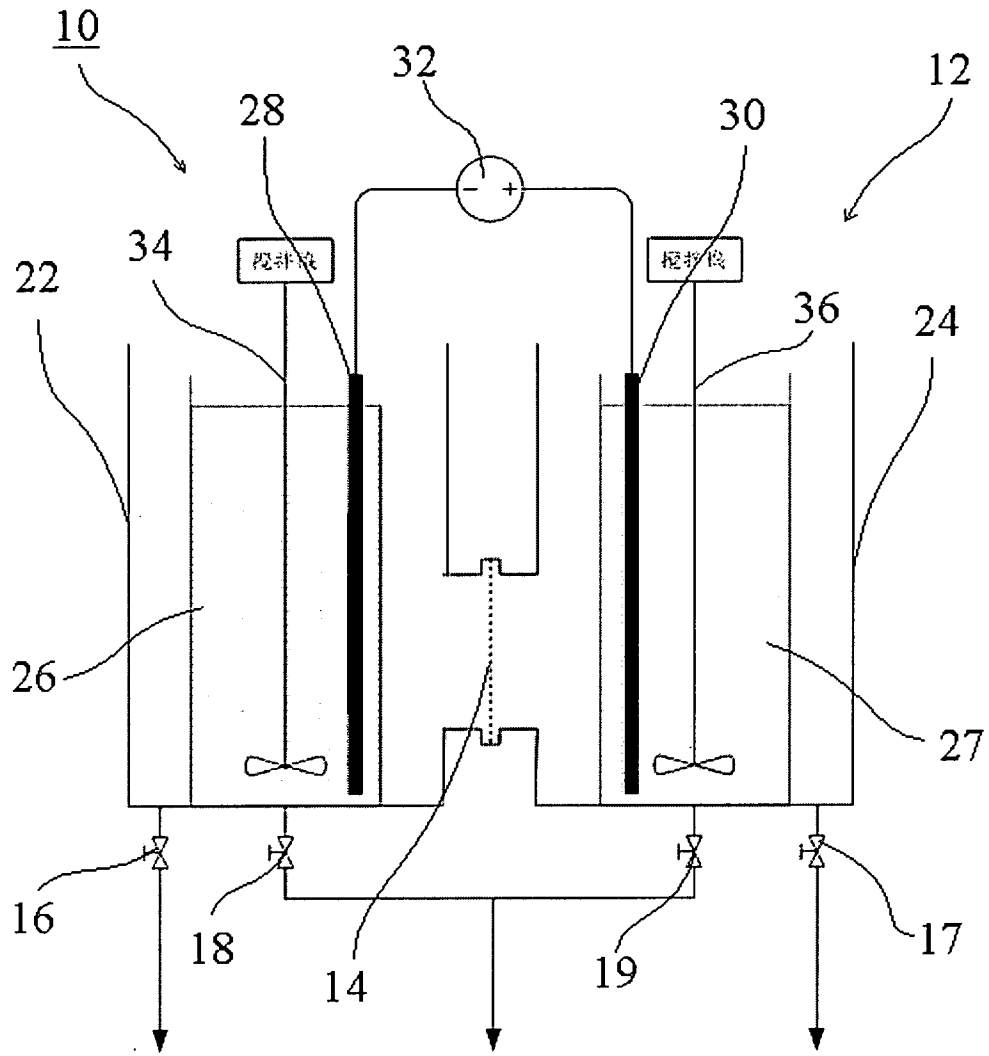


圖 二

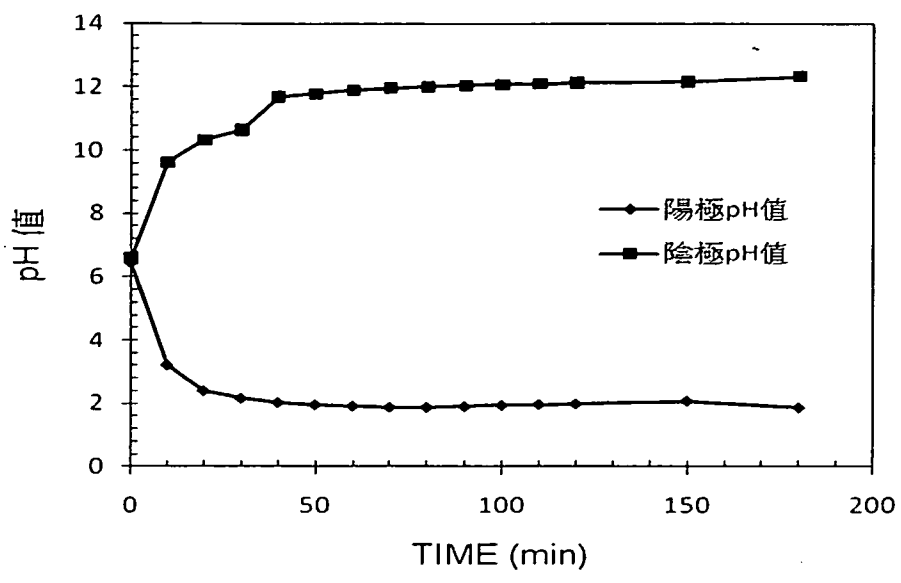


圖 三

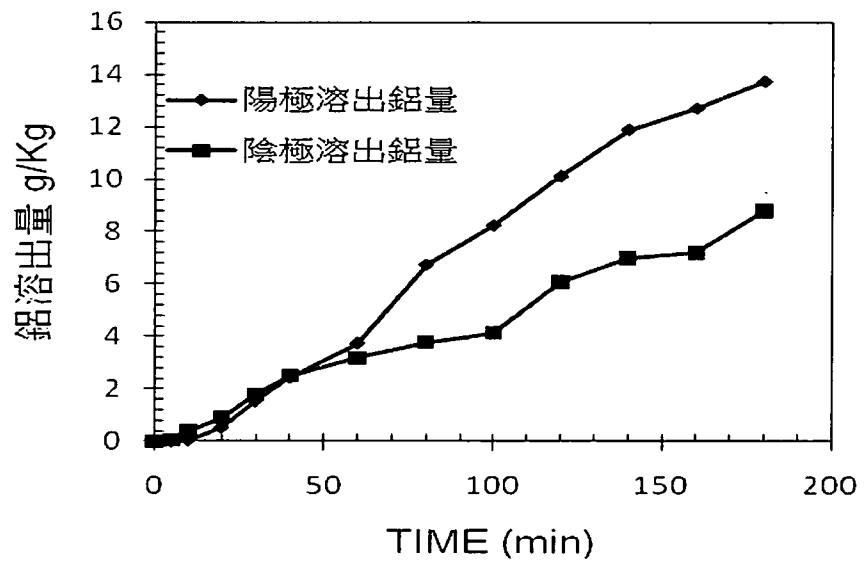


圖 四