



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公告本

(11) 證書號數：TW I418393 B

(45) 公告日：中華民國 102 (2013) 年 12 月 11 日

(21) 申請案號：099125811

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 03 日

(51) Int. Cl. : **B01D47/02 (2006.01)****C02F9/06 (2006.01)****F23G5/00 (2006.01)**

(71) 申請人：楊仁泊 (中華民國) YANG, JEN PO (TW)

臺中市北區太原路 2 段 31 號 5 樓之 1

(72) 發明人：廖文彬 LIAO, WING PING (TW)

(74) 代理人：張秀瑜

(56) 參考文獻：

JP 2002-173790A

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：3 項 圖式數：9 共 0 頁

(54) 名稱

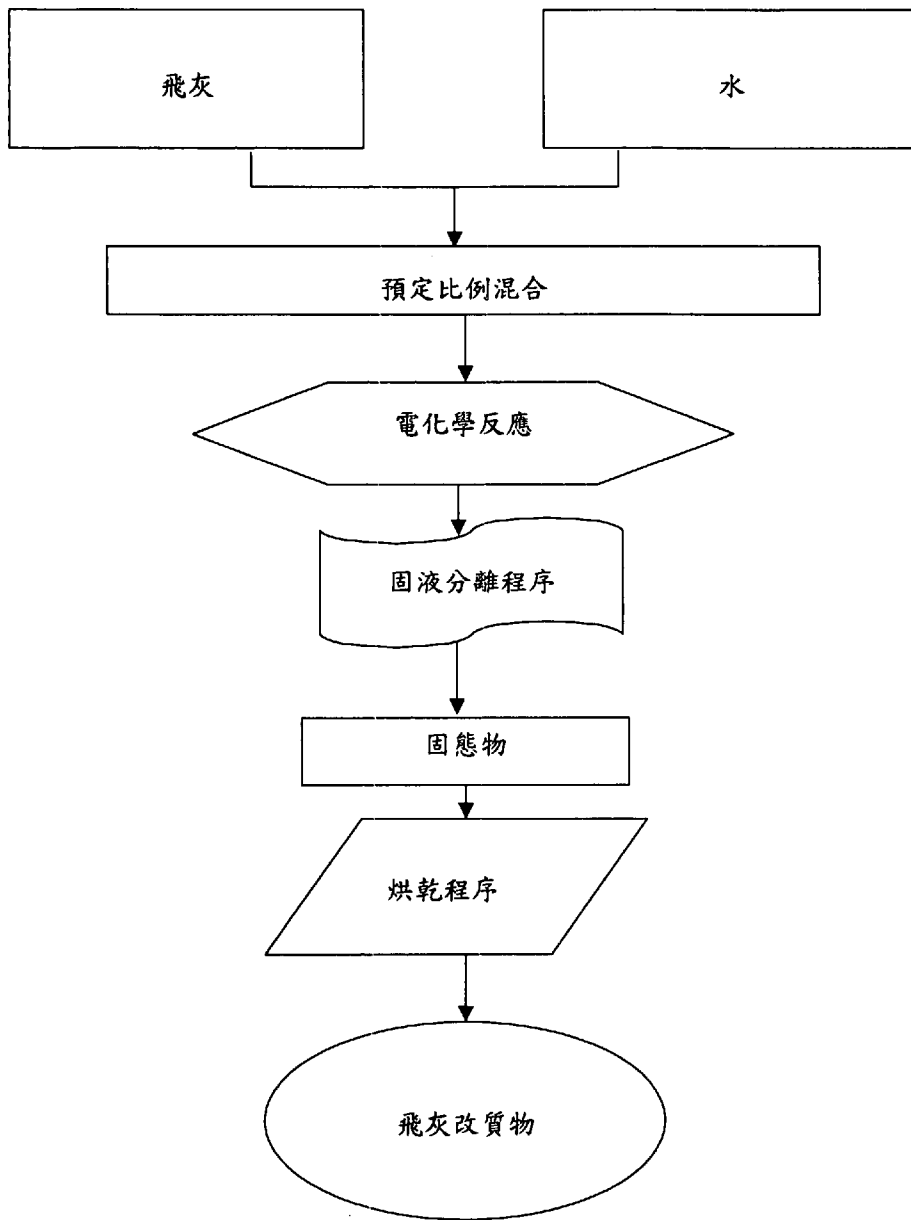
大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法及其產物

PROCESSING METHOD FOR FLY ASH OF LARGE-SCALE INCINERATION PLANT AND PRODUCT THEREOF

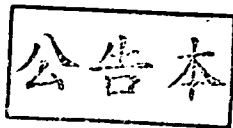
(57) 摘要

本發明係提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法及其產物，方法係將飛灰與水混合後導入一飛灰電化學處理系統，該系統內具一反應器，其係以鋁棒為陽極，不鏽鋼板為陰極，通入直流電源使飛灰與水之混合液進行電化學反應，後經一固液分離程序得一固態物與一澄清廢液，固態物經一烘乾程序得一飛灰改質物，澄清廢液則經第二次電化學反應後可回收再利用，藉此可達到飛灰重金屬去除之目的，且處理後飛灰所有重金屬經 TCLP (toxicity characteristic leaching procedure, 毒性特性溶出程序) 之溶出值均已遠低於法規標準。

A processing method for fly ash of large-scale incineration plant and products thereof are provided. The method involves introducing fly ash mixed with water into an electrochemical fly-ash processing system. The system includes a reactor with an aluminum anode and a stainless steel board as a cathode and is designed to run an electrochemical reaction between fly ash and water when a direct current is applied. Then a separation procedure is performed to obtain a solid and a clear liquid waste. The solid is then dried into a fly-ash modification and the clear liquid waste can be recycled after a second electrochemical reaction, so as to remove heavy-metal components in fly ash. The processed fly ash has a TCLP (toxicity characteristic leaching procedure) result well meeting the regulatory standard.



第二圖



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： 99125811 B01D 47/62 (2010.01)

※申請日： 99. 8. 03 ※IPC 分類： C02F 1/66 (2010.01)

F23G 5/00 (2010.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法及其產物

PROCESSING METHOD FOR FLY ASH OF LARGE-SCALE
INCINERATION PLANT AND PRODUCT THEREOF

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法及其產物，方法係將飛灰與水混合後導入一飛灰電化學處理系統，該系統內具一反應器，其係以鋁棒為陽極，不鏽鋼板為陰極，通入直流電源使飛灰與水之混合液進行電化學反應，後經一固液分離程序得一固態物與一澄清廢液，固態物經一烘乾程序得一飛灰改質物，澄清廢液則經第二次電化學反應後可回收再利用，藉此可達到飛灰重金屬去除之目的，且處理後飛灰所有重金屬經 TCLP(toxicity characteristic leaching procedure, 毒性特性溶出程序)之溶出值均已遠低於法規標準。

三、英文發明摘要：

A processing method for fly ash of large-scale incineration plant and products thereof are provided. The method involves introducing fly ash mixed with water into an electrochemical fly-ash processing system. The system includes a reactor with an aluminum anode and a stainless steel board as a cathode and is designed to run an electrochemical reaction between fly ash and water when a direct current is applied. Then a separation procedure is performed to obtain a solid and a clear liquid waste. The solid is then dried into a fly-ash modification and the clear liquid waste can be recycled after a second

electrochemical reaction, so as to remove heavy-metal components in fly ash. The processed fly ash has a TCLP (toxicity characteristic leaching procedure) result well meeting the regulatory standard.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第（ 二 ）圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係與都市垃圾等一般事業廢棄物焚化後處理之技術領域有關，更詳而言之，是一種以電化學方式去除垃圾與廢棄物焚化衍生之飛灰其內含有害之重金屬與戴奧辛，並產生附加產物之大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法及其產物。

【先前技術】

大型廢棄物焚化爐可以對大量可燃性廢棄物進行焚化處理，進而有效減少廢棄物體積的功效，一般廢棄物焚化處理約產生 15-25% 之灰渣—底渣與飛灰，如第一圖所示，經 XRD 分析（X 光繞射分析）後，其中飛灰主要存在化合物有 KCl 、 $NaCl$ 、 $SiCl_4$ 、 SiO_2 、 $CaClOH$ 、 $CaSO_4$ 與 $Ca(OH)_2$ 為主，此外，飛灰因含有大量鹽類（氯鹽）、有害重金屬如鉛（Pb）、鎘（Cd）、汞（Hg）、鉻（Cr）及銅（Cu）等以及戴奧辛（Dioxin），具高度的污染性與有害成分，進行毒性特性溶出程序（toxicity characteristic leaching procedure, TCLP）檢測出重金屬鉛以及戴奧辛溶出濃度常高於法規標準，故必須先行固化/穩定化或無害化處理後方能進行最終處置，因此仍然需要進行適當的二次處理。

現有較成熟之焚化飛灰處理方式，包括固化（solidification）、穩定化（stabilization）、改質/提煉等技術。分述如下：

（1）固化：包括固定、包封（encapsulation）及玻璃化（vitrification）等，其中固定係以固化劑例如水泥、矽酸鈉、石灰或黏土等加入有害廢棄物焚化飛灰中而形成固體硬塊物質，使有害物質不易溶出。目前焚化

飛灰大都以添加水泥作為固化處理。固化處理雖有操作簡便、設置費用低廉、無廢氣處理困擾等優點，但固化後之體積增加 15~20%、重量增加 40~50%，且浪費固化劑及自然資源，又須分區掩埋處理以避免降低掩埋場使用年限，同時焚化飛灰中含有高濃度可溶性氯鹽，影響固化體之耐久性，長期放置下重金屬仍有溶出之疑慮。

次如包封係將有害廢棄物包覆其中令有害物質與外界隔離。但由於其包覆成本高令處理費用過高，故使用者很少。且目前大多數垃圾焚化廠已面臨固化物貯存及最終處置空間不足之困境。因此，飛灰固化處理實非理想之處理方式。

再者，玻璃化係針對無機有害廢棄物質之處理方法，包括有高溫熔融或高溫燒結方式，將有害廢棄物投入熔爐中以攝氏 1400 度高溫將有害廢棄物熔融，或燒結或添加適量氧化鋁將之熔成玻璃陶瓷，令其固化而達到安定化、減量化及減容化。此處理對象物較廣，抗壓強度亦大，所製成之玻璃、陶瓷深具再利用價值。但由於高鹽基度使得單一熔融處理方式受限，設置成本與操作維護費皆屬非常昂貴，且高溫燒結後經長期放置重金屬仍有溶出之疑慮。

(2)穩定化：穩定化係添加吸附劑或螯合劑或化學穩定劑使有害物質與穩定劑反應成為穩定物質而不再變化，因而達到不再產生有害物質之目的。由於水泥亦具有穩定化之功能，故亦屬吸附劑或螯合劑之一種，且因成本較其他穩定劑便宜，故在飛灰穩定化上，多仍採水泥固化/穩定化處理，但其優點及缺點亦如上述固化處理之優缺點。另，關於飛灰內所含重金屬可以水洗或酸洗之方式進行重金屬萃取，惟水

洗或酸洗之廢液將造成處理上二次污染問題。

(3)改質/提煉：係可分為微波、超音波處理或濕式氧化法，如此可將飛灰內之重金屬除去，惟其產物之重金屬溶出值無法保證通過TCLP之法規標準，為此方法之盲點。

【發明內容】

現有之焚化飛灰處理方式，包括固化、穩定化、改質/提煉等技術，但仍分別存在有處理不易、長期重金屬有再溶出之疑慮與二次污染等問題，因此，本發明欲提供一處理快速、效益大、確保通過TCLP法規標準，且無廢液或需要再處理等污染問題或困擾之解決辦法。

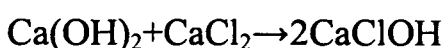
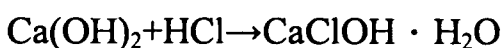
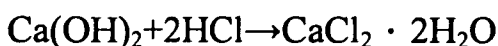
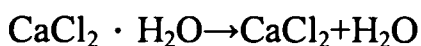
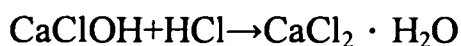
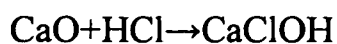
準此，本發明提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法，其係包括有：

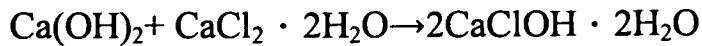
- (a) 將飛灰與水依一預定比例混合得一飛灰混合液；
- (b) 將飛灰混合液導入一飛灰電化學處理系統，該飛灰電化學處理系統內具有一反應器，通入電源使其發生電化學反應，飛灰混合液經電化學反應得一飛灰混合處理液；
- (c) 後將飛灰混合處理液經一固液分離程序得一固態物與一澄清廢液；
- (d) 該固態物經一烘乾程序得一飛灰改質物；
- (e) 該澄清廢液導入一廢液電化學處理系統，該廢液電化學處理系統內具另一反應器，通入電源使其發生電化學反應，澄清廢液經電化學反應得一含懸浮固體廢液；
- (f) 後將含懸浮固體廢液經一纖維過濾器得可回收之一回收液。

以及，本發明提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法產生之產物，其特徵係具有藉由前述之大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法所得之飛灰改質物。

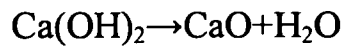
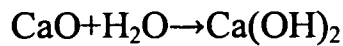
本發明之主要目的在於利用電化學處理可有效將飛灰中所含重金屬包覆，並分解戴奧辛，以通過 TCLP 測試而成為一般事業廢棄物。原理在於分析目前飛灰之成分可發現含高濃度 KCl、NaCl、CaClOH 以及 Ca(OH)₂，大量 KCl 以及 NaCl 屬於極易溶於水中之鹽類，因此易於進行電解反應。反應器以一鋁棒為陽極，一不鏽鋼板為陰極，通入直流電使飛灰與水在固液比 1:20 情況下進行電解反應，此時 KCl 以及 NaCl 溶於水中，電解反應中鋁棒進行氧化反應進而釋放出高價鋁離子 (Al³⁺)，且產生大量 H⁺ 離子；陰極發生還原反應產生大量 OH⁻ 離子，鋁離子即與 OH⁻ 離子發生反應產生大量 Al(OH)₃，而陽極產生 H⁺ 離子即與溶液中 Cl⁻ 離子結合產生大量 HCl，由於飛灰與水混合之飛灰混合液具有 CaClOH、Ca(OH)₂ 以及 Al(OH)₃，因此它們各自產生相關反應，使得 CaClOH 反應產生 CaO·CaCl₂；Ca(OH)₂ 反應產生 CaO；Al(OH)₃ 反應產生 Al₂O₃，各自的反應方程式如下所列：

1、CaClOH 相關反應：

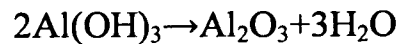
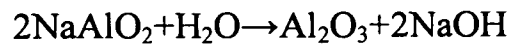
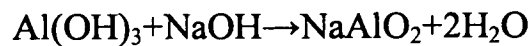
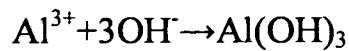




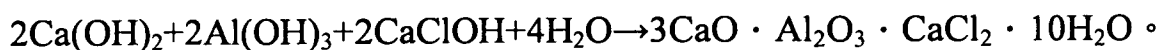
2、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 相關反應：



3、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 相關反應：



綜上所述，可得到飛灰改質物組成中， $\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ 主要來自 CaClOH ； CaO 主要來自 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ； Al_2O_3 主要來自 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，此三種化合物 ($\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ 、 CaO 、 Al_2O_3) 再聚合生成一般稱為「Friedel's salt」之飛灰改質物 ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{O}_6\text{Cl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，其反應方程式為：



本發明之次要目的在於由於電化學反應過程中可聚合生成一般稱為「Friedel's salt」之飛灰改質物，其所含氯鹽屬不溶解性氯鹽，且可與飛灰中其他重金屬形成較強之鍵結使重金屬不易溶出，故具有吸附重金屬之特性，並可供水泥或其他再利用之替代材料，有效解決目前國內飛灰固化以及獨立分區掩埋等衍生困擾。

本發明之另一次要目的在於該方法所消耗之電量、水資源以及材料

料(鋁棒、不鏽鋼板)均比目前利用固化/穩定化處理所消耗之水泥以及掩埋場之效益來得大，且於飛灰電化學處理系統內進行電化學處理之時程約三十分鐘至一小時，具處理效率快速之優點，另，利用該方法並不會產生廢液，若有亦可採取簡單處理後直接放流，並不需要加蓋一座廢水處理廠加以處理，且該方法中產生之廢棄物均可回收至飛灰貯槽內，因此並不會額外產生廢棄物問題。

【實施方式】

為便於說明本發明於上述發明內容一欄中所表示的中心思想，茲以具體實施例表達。實施例中各種不同物件係按適於說明之比例、尺寸、變形量或位移量而描繪，而非按實際元件的比例予以繪製，合先敘明。且以下的說明中，類似的元件是以相同的編號來表示。

請參閱第二圖與第三圖，本發明係提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法，其包括下列步驟：

- (a) 將飛灰10與水20依一預定比例混合得一飛灰混合液30；
- (b) 將飛灰混合液30導入一飛灰電化學處理系統40，該飛灰電化學處理系統40內具有一反應器41，通入電源使其發生電化學反應，該電化學反應為電解反應，該反應器41包括一陽極42與一陰極43，其中，陽極42為一鋁棒，陰極43為一不鏽鋼板，飛灰混合液30經電化學反應得一飛灰混合處理液31，飛灰混合處理液31再導回飛灰電化學處理系統40，使飛灰混合處理液31重複進行電解反應；
- (c) 後將飛灰混合處理液31經一固液分離程序50得一固態物51與

一澄清廢液52，且固液分離程序50係為壓濾、真空過濾或離心脫水之其中之一者；

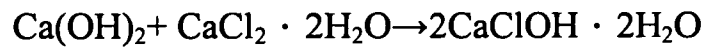
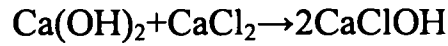
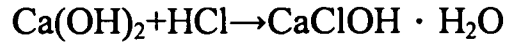
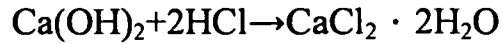
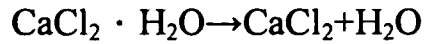
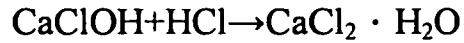
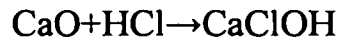
(d) 使該固態物51經一烘乾程序60得一飛灰改質物70。

以及，本發明提供一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法產生之產物，其特徵係具有藉由前述之大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法所得之飛灰改質物70。

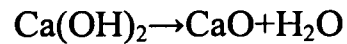
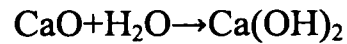
明瞭上述結構後，以下係針對本發明之動作及原理作一詳細說明：

第二圖與第三圖為本發明基本實施態樣，該處理方法為將飛灰 10 與水 20 先以該預定比例混合後得一飛灰混合液 30，該預定比例係以固液比 1:20 為較佳比例，再將其導入飛灰電化學處理系統 40，該飛灰電化學處理系統 40 內具有該反應器 41，其包括一陽極 42 之鋁棒與一陰極 43 之不鏽鋼板，隨即通入直流電源 44 使其發生電解反應，其原理在於分析目前飛灰 10 之成分可發現含高濃度 KCl 、 NaCl 、 CaClOH 以及 Ca(OH)_2 ， KCl 以及 NaCl 屬於極易溶於水中之鹽類，因此進行電解反應時， KCl 以及 NaCl 溶於水中，鋁棒進行氧化反應進而釋放出高價鋁離子(Al^{3+})，且產生大量 H^+ 離子；陰極發生還原反應產生大量 OH^- 離子，鋁離子即與 OH^- 離子發生反應產生大量 Al(OH)_3 ，而陽極產生 H^+ 離子即與溶液中 Cl^- 離子結合產生大量 HCl 。由於反應器內具有 CaClOH 、 Ca(OH)_2 以及 Al(OH)_3 ，因此它們各自產生相關反應，使得 CaClOH 反應產生 $\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ ； Ca(OH)_2 反應產生 CaO ； Al(OH)_3 反應產生 Al_2O_3 ，各自的反應方程式如下所列：

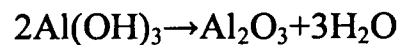
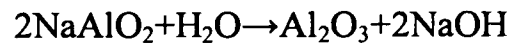
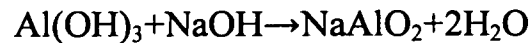
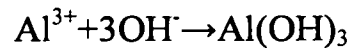
1、 CaClOH 相關反應：



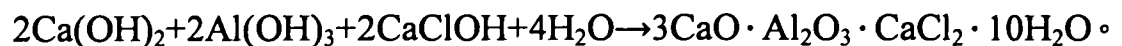
2、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 相關反應：



3、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 相關反應：



綜上所述，可得到飛灰改質物70組成中， $\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ 主要來自 CaClOH ； CaO 主要來自 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ； Al_2O_3 主要來自 $\text{Al}(\text{OH})_3$ ，此三種化合物($\text{CaO} \cdot \text{CaCl}_2$ 、 CaO 、 Al_2O_3)再聚合生成一般稱為「Friedel's salt」之飛灰改質物70($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ 或 $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{O}_6\text{Cl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)，其反應方程式如下：



藉由重複使飛灰混合處理液31進行多次電解反應，由於飛灰10屬高

電解質物質，因此電源損耗功率並不會太高，電解反應屬於放熱反應，故水溫會緩慢升高，此時反應器41內有溫度以及導電度等即時監測系統（圖未示），故可隨時監看其變化，該反應器41屬於圓柱型設計，並連接一幫浦45，根據幫浦45設定可控制飛灰混合處理液31之迴流速度，使飛灰混合處理液31迴流後均勻通過陽極42與陰極43間之電場再進行電解反應，如此重複循環直到水溫上升至約攝氏50°C時即停止通電，再將反應器41下游之三向閥46轉向，使電解反應後之飛灰混合處理液31經過固液分離程序50(如：脫水機過濾)，得到固態物51與澄清廢液52，固態物51再經過烘乾程序60後，即可得到飛灰改質物70。

請續參閱第四圖與第五圖，此實施態樣之原理大抵和前述實施態樣同，不同之處在於經過固液分離程序50之澄清廢液52含高濃度重金屬，於此實施態樣中將其導入一廢液電化學處理系統80，該廢液電化學處理系統80內亦具一反應器81，其包括一陽極82之鋁棒與一陰極83之不鏽鋼板，通入直流電源84使其發生電化學反應，亦即進行二次電解反應，其設備原理與前述之電解反應同，在此不再贅述。澄清廢液52經二次電解反應得一含懸浮固體廢液53，並使含懸浮固體廢液53重複進行電化學反應，後將含懸浮固體廢液53經一纖維過濾器90得可回收之一回收液54，該回收液54可供下一批次飛灰10與水20混合時作為水源之用，因回收液54含高導電度之氯離子，故回收液54之導電度會比自來水高出許多，且因含高電解質特性，故特別適用電化學進行處理。

再請參閱第六圖與第七圖，前述之含懸浮固體廢液53經纖維過濾器90過濾將會使含懸浮固體廢液53之懸浮固體留置於纖維過濾器90上，隨

使用時間增加，纖維過濾器90會發生阻塞情況，因此需進行一反沖洗動作100，以水反沖洗纖維過濾器90後產生含大量懸浮物質之一高濃縮反沖洗液110，該高濃縮反沖洗液110經該固液分離程序50後得一回收懸浮物120與一反沖洗濾液130，該回收懸浮物120可回收供作為下一批次之飛灰10使用，而該反沖洗濾液130可併同該澄清廢液52共同進行後續處理。

藉此，該處理方法處理飛灰10所產生廢液不但可回收再利用，更沒有廢棄物生成，且所產生之飛灰改質物70，可將原飛灰10所含大量之KCl、NaCl、SiCl₄、CaClOH、Ca(OH)₂、CaSO₄、SiO₂等物種，轉化成為以一般所稱Friedel's salt (3CaO · Al₂O₃ · CaCl₂ · 10H₂O)為主要物種之產品，Friedel's salt屬於穩定聚合物，其可與重金屬形成較強之鍵結使重金屬不易溶出，具有吸附重金屬之特性。

最後請參閱第八圖與第九圖，原飛灰主要存在化合物之物種有KCl、NaCl、SiCl₄、CaClOH、Ca(OH)₂、CaSO₄、SiO₂等，經過電化學處理後產生化合物之物種有CaCO₃、SiO₂、Ca(OH)₂、3CaO · Al₂O₃ · CaCl₂ · 10H₂O，可見電化學處理已成功將飛灰進行改質，且根據TCLP溶出結果顯示，利用該處理方法處理完成之飛灰10其有害重金屬溶出值均能通過TCLP法規標準。

雖本發明是以兩個最佳實施例作說明，但精於此技藝者能在不脫離本發明精神與範疇下作各種不同形式的改變。以上所舉實施例僅用以說明本發明而已，非用以限制本發明之範圍。舉凡不違本發明精神所從事的種種修改或變化，俱屬本發明申請專利範圍。

【圖式簡單說明】

第一圖係原飛灰之X光繞射分析圖。

第二圖係本發明之處理方法實施態樣流程圖。

第三圖係本發明之處理方法實施態樣設備示意圖。

第四圖係本發明之處理方法另一實施態樣流程圖。

第五圖係本發明之處理方法另一實施態樣設備示意圖。

第六圖係本發明之反沖洗動作概念圖。

第七圖係本發明之反沖洗動作流程圖。

第八圖係原飛灰與經本發明處理之飛灰其TCLP值比較圖。

第九圖係經本發明處理飛灰之X光繞射分析圖。

【主要元件符號說明】

10 飛灰	51 固態物
20 水	52 澄清廢液
30 飛灰混合液	53 含懸浮固體廢液
31 飛灰混合處理液	54 回收液
40 飛灰電化學處理系統	60 烘乾程序
41 反應器	70 飛灰改質物
42 陽極	80 廢液電化學處理系統
43 陰極	81 反應器
44 直流電源	82 陽極
45 幫浦	83 陰極
46 三向閥	84 直流電源

50 固液分離程序

90 纖維過濾器

100反沖洗動作

110高濃縮反沖洗液

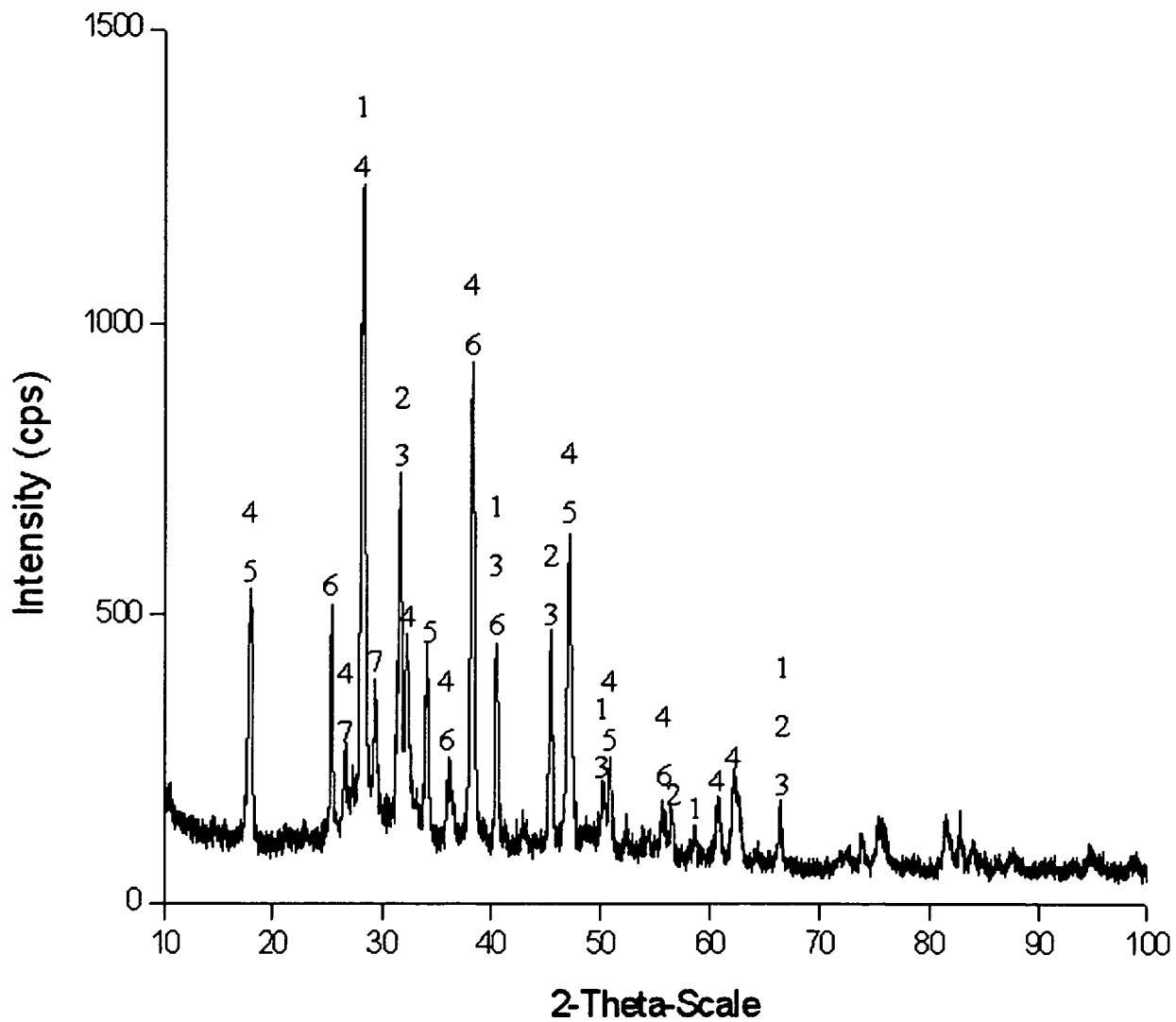
120回收懸浮物

130反沖洗濾液

七、申請專利範圍：

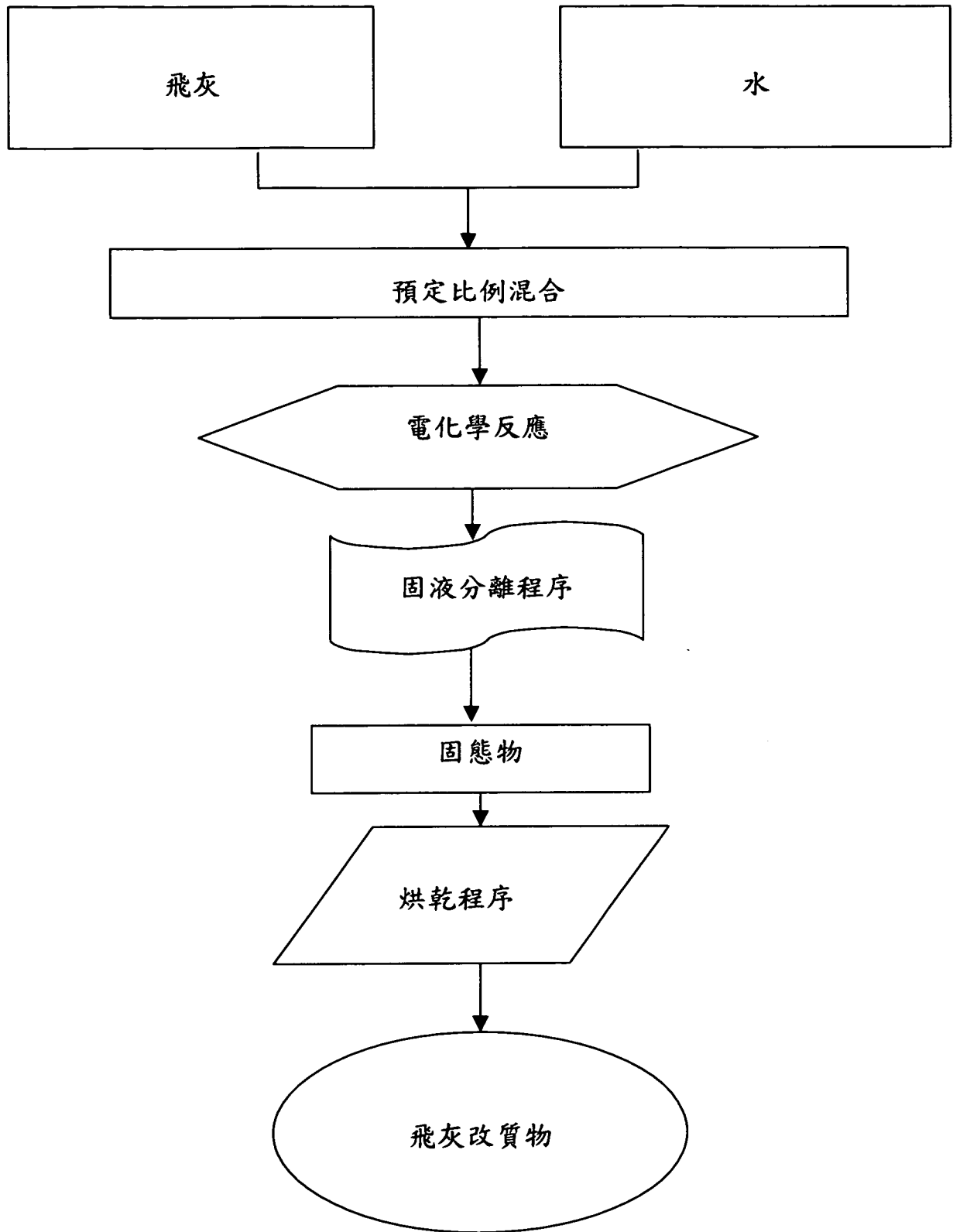
- 1、一種大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法，其係包括有：
 - (a) 將飛灰與水依一預定比例混合得一飛灰混合液；
 - (b) 將飛灰混合液導入一飛灰電化學處理系統，該飛灰電化學處理系統內具有一反應器，通入電源使其發生電化學反應，飛灰混合液經電化學反應得一飛灰混合處理液；
 - (c) 將飛灰混合處理液經一固液分離程序得一固態物與一澄清廢液；
 - (d) 該固態物經一烘乾程序得一飛灰改質物；
 - (e) 該澄清廢液導入一廢液電化學處理系統，該廢液電化學處理系統內具另一反應器，通入電源使其發生電化學反應，澄清廢液經電化學反應得一含懸浮固體廢液；
 - (f) 後將含懸浮固體廢液經一纖維過濾器得可回收之一回收液。
- 2、如申請專利範圍第1項所述之大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法，其中，步驟(e)之含懸浮固體廢液再導回該廢液電化學處理系統，使含懸浮固體廢液重複進行電化學反應。
- 3、如申請專利範圍第1項所述之大型垃圾焚化廠焚化爐飛灰處理方法，其中，步驟(f)之纖維過濾器可進行一反沖洗動作，使水通過纖維過濾器產生一含大量懸浮物質之高濃縮反沖洗液，該高濃縮反沖洗液經固液分離程序後得一回收懸浮物與一反沖洗濾液，該反沖洗濾液再導入該廢液電化學處理系統與澄清廢液共同處理。

八、圖式：

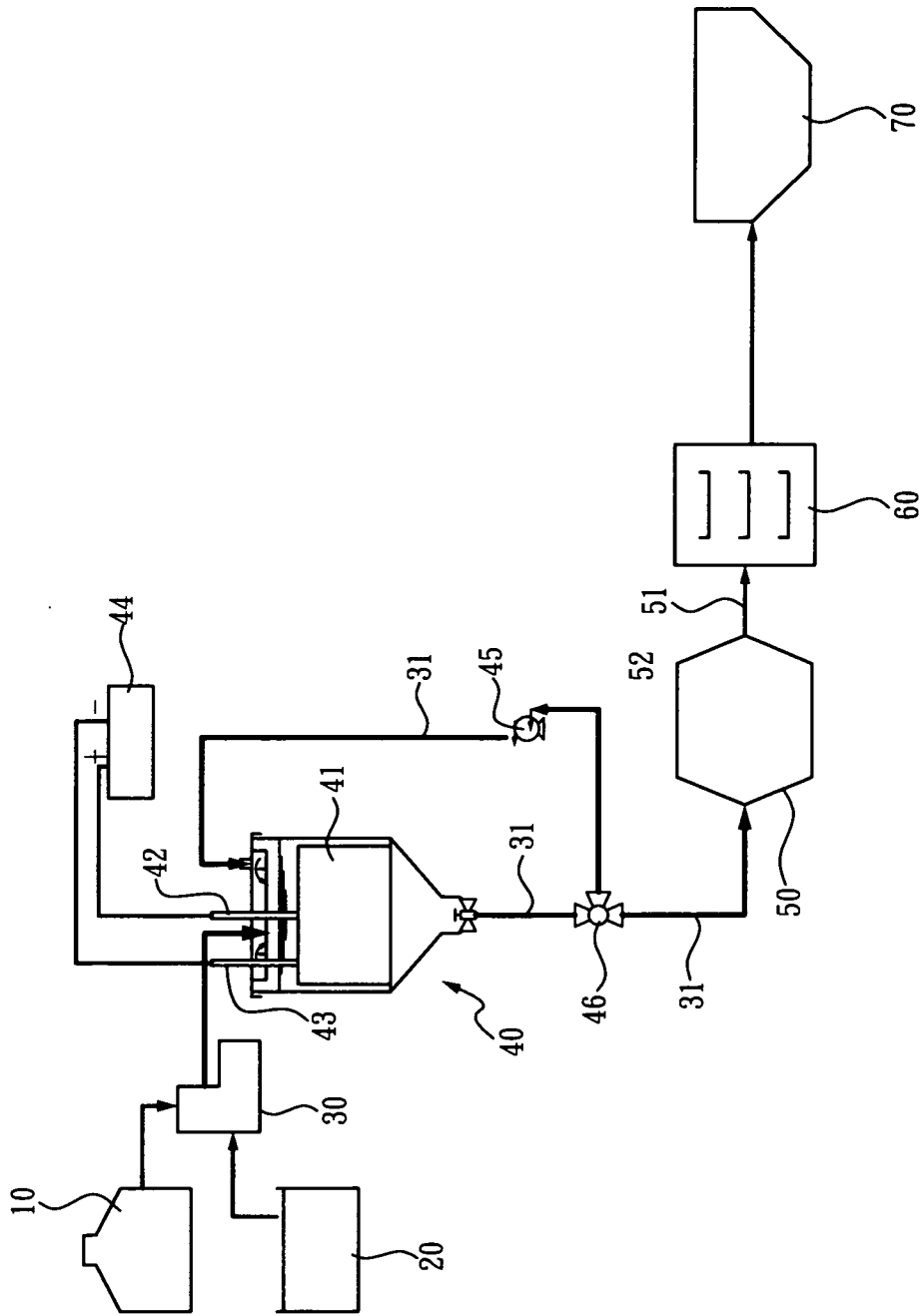


1	KCl	2	NaCl	3	SiCl ₄	4	CaClOH	5	Ca(OH) ₂
6	CaSO ₄	7	SiO ₂						

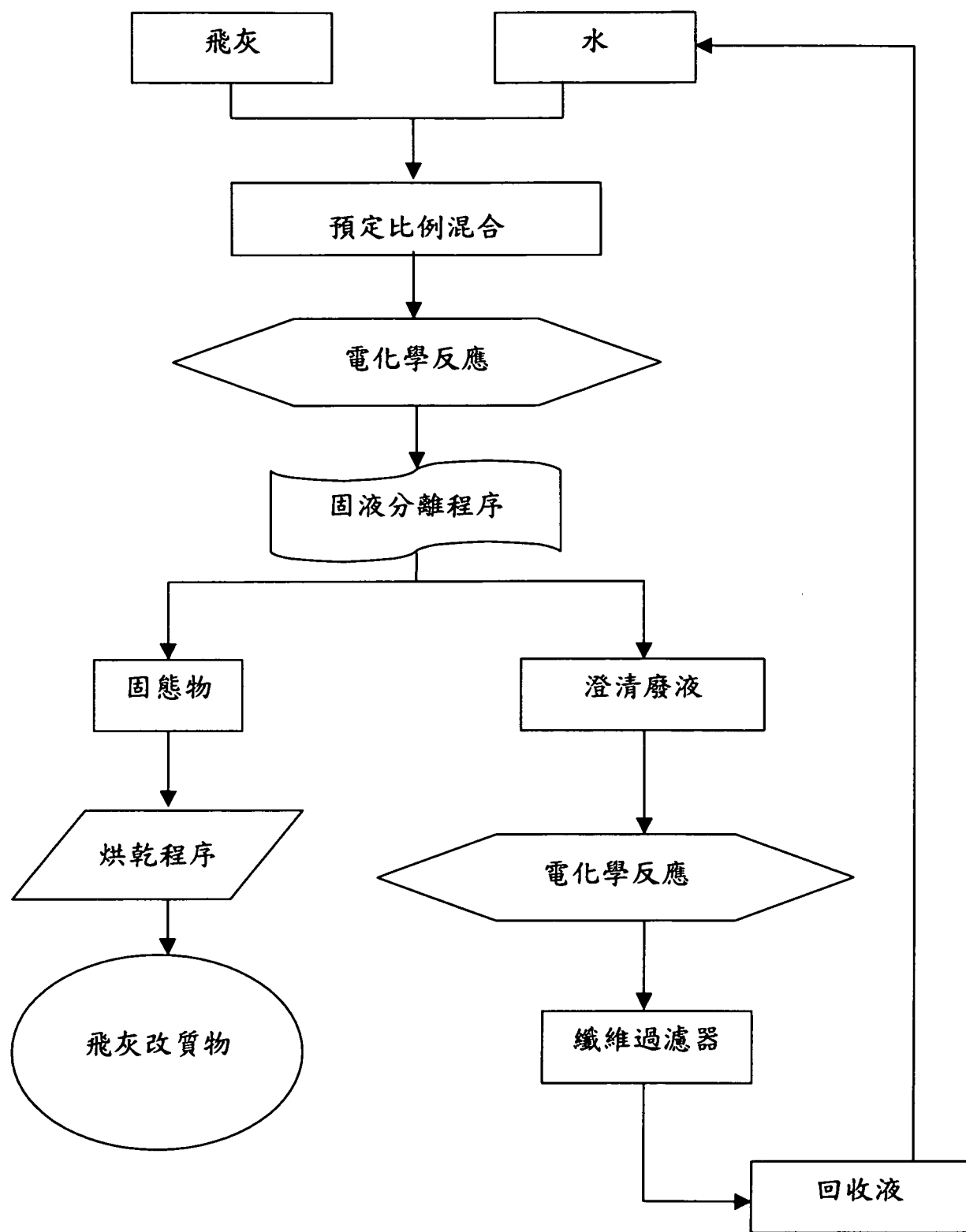
第一圖



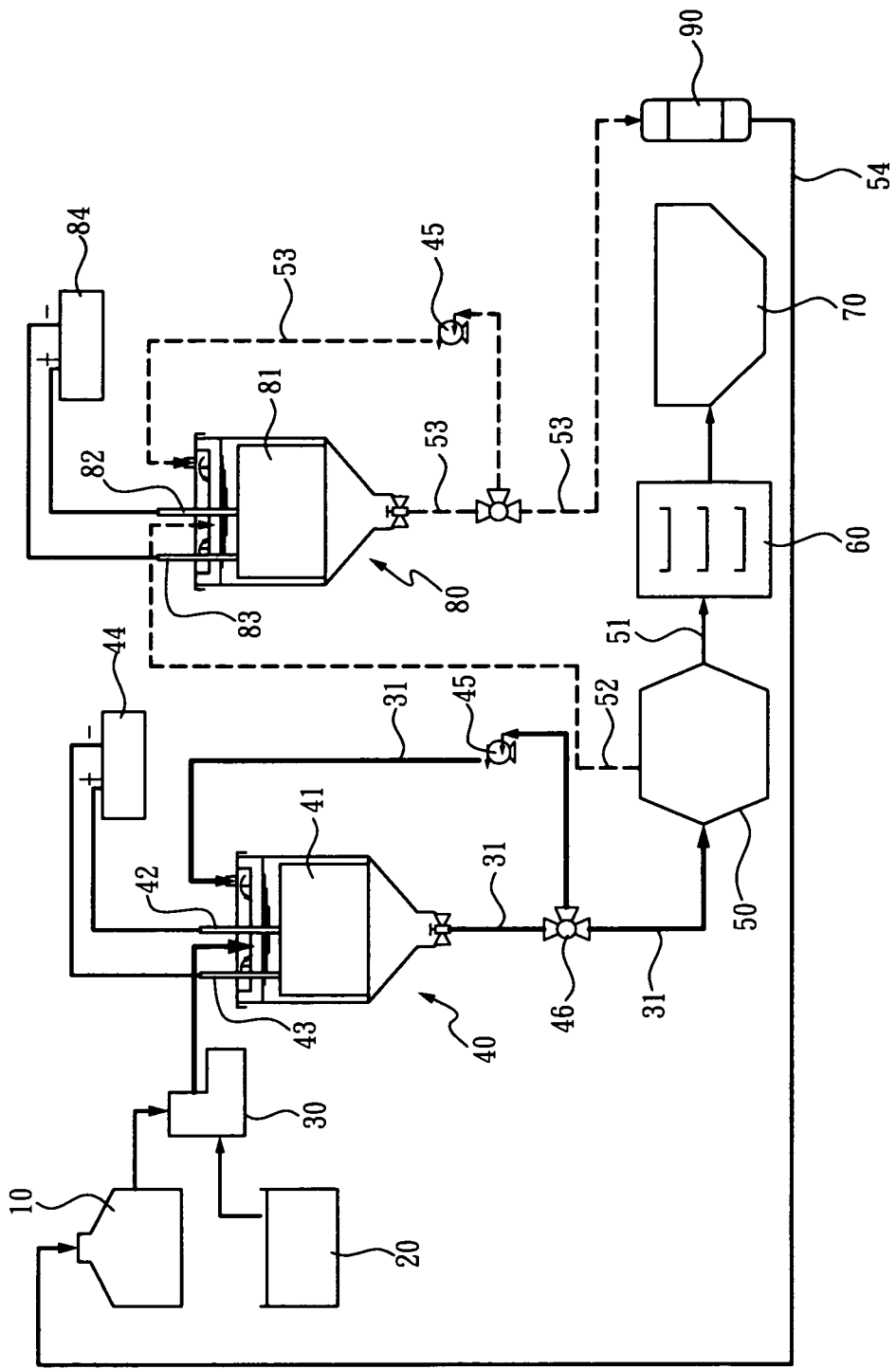
第二圖



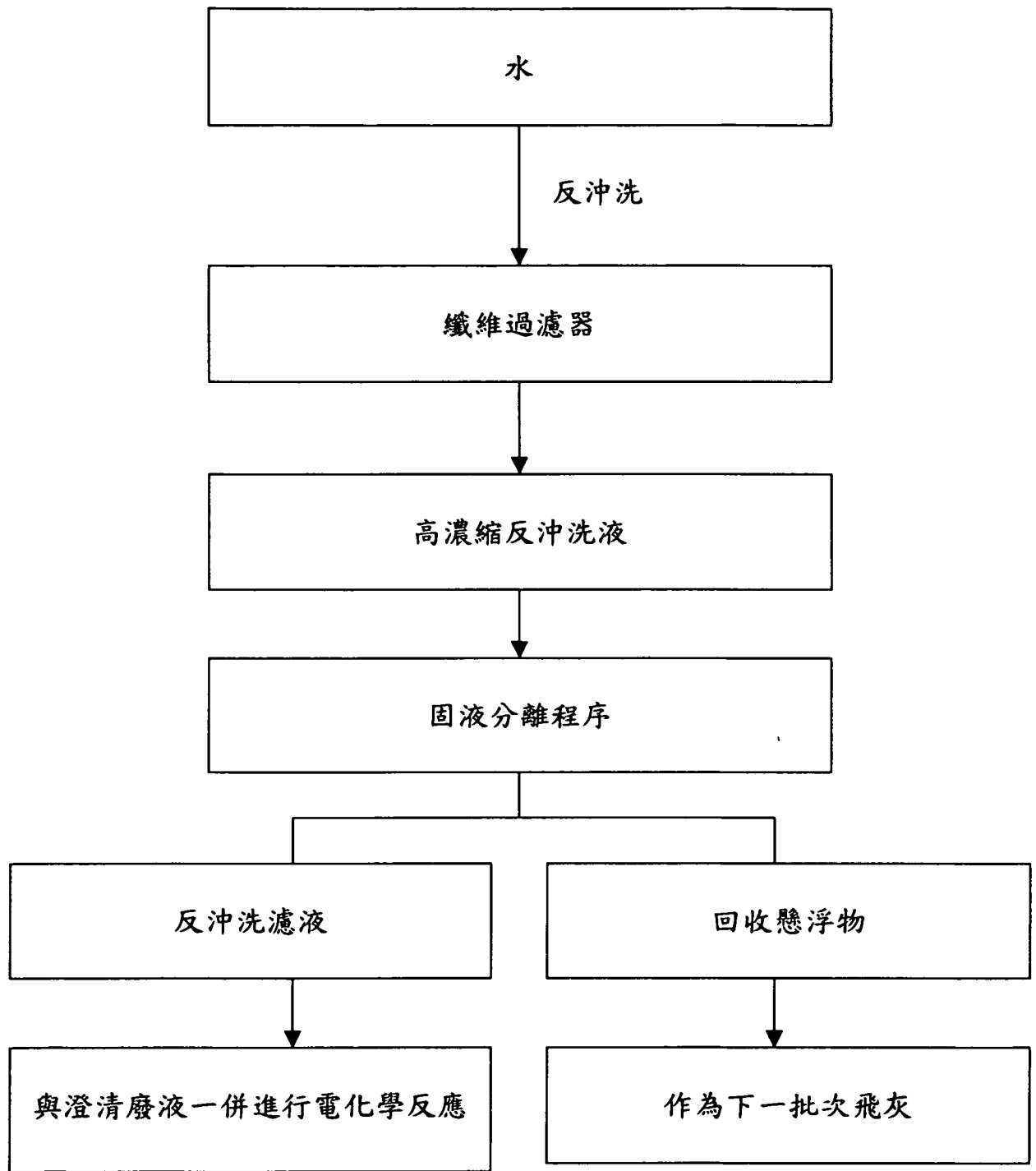
第三圖



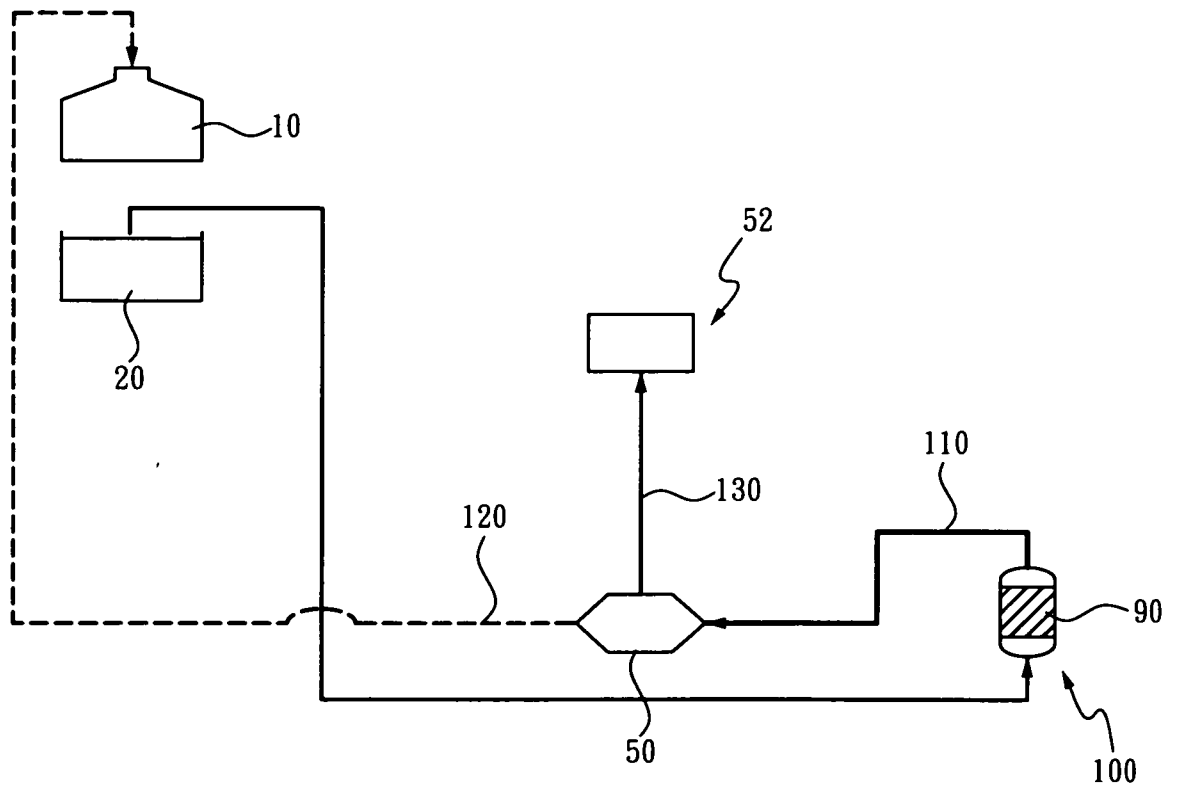
第四圖



第五圖



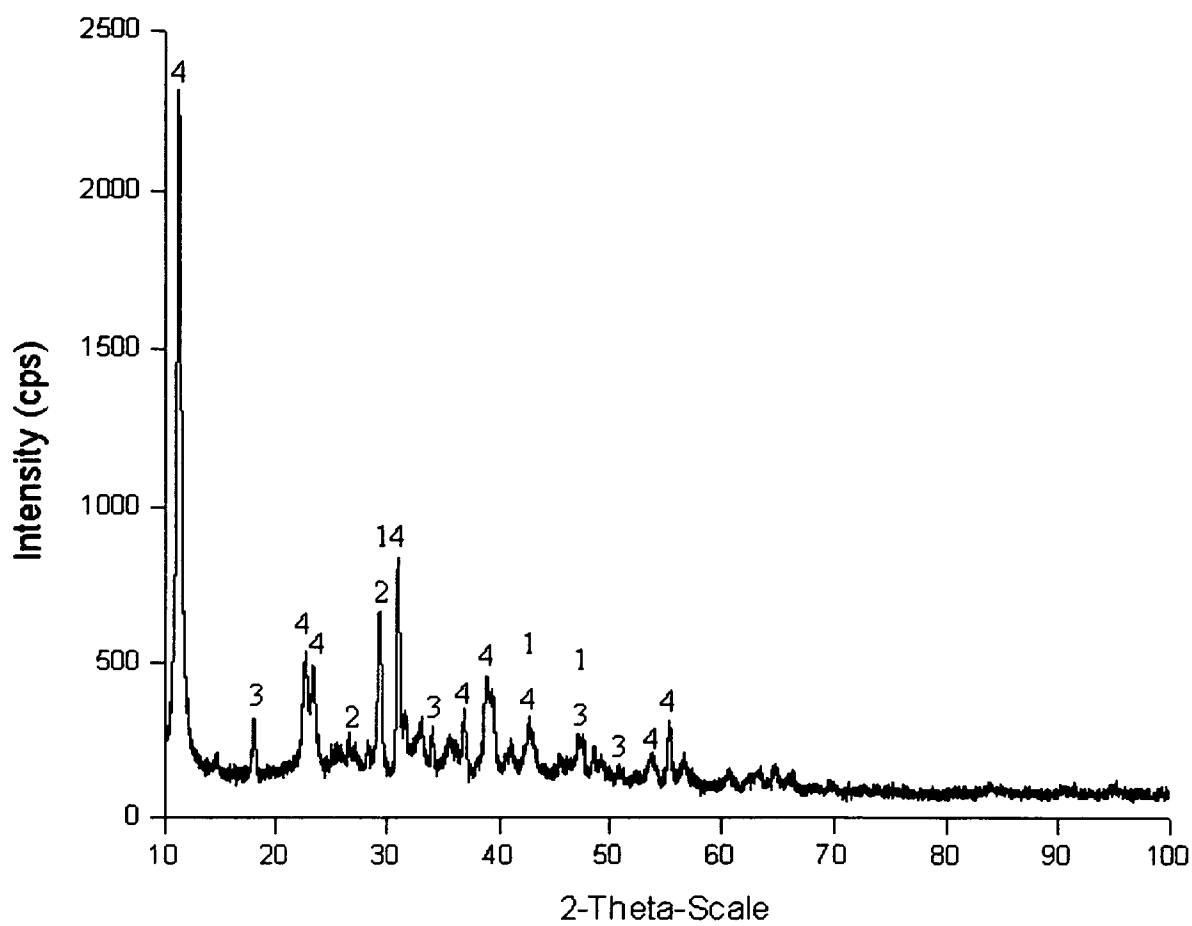
第六圖



第七圖

重金屬	原飛灰	經本發明處理飛灰	TCLP標準值
鉛	48.3	1.01	5.0
銅	0.16	0.03	15.0
鉻	1.27	0.14	5.0
鎘	0.11	0.02	1.0

第八圖



1	CaCO_3
2	SiO_2
3	Ca(OH)_2
4	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$

第九圖