



(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 I478762 B

(45)公告日：中華民國 104 (2015) 年 04 月 01 日

(21)申請案號：101134237

(22)申請日：中華民國 101 (2012) 年 09 月 19 日

(51)Int. Cl. : **B01D53/52 (2006.01)**(71)申請人：國立交通大學(中華民國) NATIONAL CHIAO TUNG UNIVERSITY (TW)  
新竹市大學路 1001 號(72)發明人：曾慶平 TSENG, CHING PING (TW)；俞銘誠 YU, MING CHEN (TW)；陳煜沛  
CHEN, YU PEI (TW)

(74)代理人：蘇建太；林冠宏

(56)參考文獻：

TW M380831

US 2004/0219657A1

WO 99/55623A1

審查人員：曹世力

申請專利範圍項數：18 項 圖式數：3 共 22 頁

(54)名稱

降低氣體中硫化氫之系統與方法

SYSTEM AND METHOD FOR REDUCING HS CONTAINED IN GAS

(57)摘要

本發明係有關於一種降低氣體中硫化氫之系統與方法，該系統包括：一生物過濾單元，其係接收一氣體，該氣體係包含硫化氫，且該生物過濾單元係轉換該氣體中之硫化氫以產生一產物；一循環水儲存單元，其係接收來自該生物過濾單元之該產物，並形成包含該產物之一液體；以及一循環水再生單元，其係接收來自該循環水儲存單元之該液體，且該循環水再生單元係進行水純化反應，並移除該產物；其中，該產物係為一酸性之水溶性產物，且自該循環水再生單元產生之水係進入該循環水儲存單元。

A system and a method for reducing H<sub>2</sub> S contained in gas are disclosed. The system comprises: a biofilter unit receiving a gas containing H<sub>2</sub> S to reduce the content of H<sub>2</sub> S and produce water-soluble products; a storage unit of circulating water receiving the products from the biofilter unit to produce a liquid; and a regenerating water unit receiving the liquid from the storage unit of circulating water to perform acid-base neutralization and remove the products; wherein the products are the acidic water-soluble products, and the water obtained from the regenerating water unit enters into the storage unit of circulating water.

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意變動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：101174277

※申請日：101.9.19 ※IPC分類：B01D53/52 (2006.01)

## 一、發明名稱：(中文/英文)

降低氣體中硫化氫之系統與方法

System and Method for Reducing H<sub>2</sub>S Contained in Gas

## 二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種降低氣體中硫化氫之系統與方法，該系統包括：一生物過濾單元，其係接收一氣體，該氣體係包含硫化氫，且該生物過濾單元係轉換該氣體中之硫化氫以產生一產物；一循環水儲存單元，其係接收來自該生物過濾單元之該產物，並形成包含該產物之一液體；以及一循環水再生單元，其係接收來自該循環水儲存單元之該液體，且該循環水再生單元係進行水純化反應，並移除該產物；其中，該產物係為一酸性之水溶性產物，且自該循環水再生單元產生之水係進入該循環水儲存單元。

### 三、英文發明摘要：

A system and a method for reducing  $H_2S$  contained in gas are disclosed. The system comprises : a biofilter unit receiving a gas containing  $H_2S$  to reduce the content of  $H_2S$  and produce water-soluble products; a storage unit of circulating water receiving the products from the biofilter unit to produce a liquid; and a regenerating water unit receiving the liquid from the storage unit of circulating water to perform acid-base neutralization and remove the products; wherein the products are the acidic water-soluble products, and the water obtained from the regenerating water unit enters into the storage unit of circulating water.

#### 四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖 ( 1 ) 。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- |            |           |
|------------|-----------|
| 1 生物濾床     | 6 液體過濾裝置  |
| 2 循環水儲存槽   | 7 抽氣風扇    |
| 3 循環水再生裝置  | 8 液體迴流水幫浦 |
| 4 粉塵過濾裝置   | 9 再生水幫浦   |
| 5 生物氣膠過濾裝置 |           |

#### 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】

本發明係關於一種降低氣體中硫化氫之系統與方法，尤指一種減少硫化氫並去除水溶性硫酸根及硫氧化物之系統與方法。

### 【先前技術】

沼氣、天然氣係屬於一種便宜且對環境有利的再生能源，可做為熱能、電力、化學物的生成或車輛能源的應用。然而，在能源產業(生產沼氣與天然氣)、造紙業、環保業、與石化煉油等製程中，皆會產生硫化氫，當硫化氫累積濃度高達1,000 ppm以上時，則會對機具(如發電機等)造成嚴重性的腐蝕，也會對人體造成致命性的傷害，因此，相關製程中需盡可能地減少硫化氫的含量，才能達到安全又經濟的運用。

目前常用於去除硫化氫方法為：水洗法、吸附法及生物法。水洗法之耗水量大，且若噴灑之水無法平均接觸到沼氣，會造成硫化氫之去除效率差。吸附法係利用活性碳或氧化鐵等物質以吸附硫化氫，然而其處理效率會因選用不同物質而改變，造成更換活性碳或氧化鐵之頻率難以確實掌握，且更需經由專業處理廠進行回收再生或處理吸附劑，整體而言操作費用偏高。生物法是其中成本較低的脫硫方法，將硫化氫轉換成硫沉澱或硫氧化物，然而，大量含固態硫元素之污泥沉澱物容易造成管線堵塞及短流等問

題，進而使硫化氫的處理效率變差，導致系統不穩定，需要進行反沖洗以去除沉澱物。

因此，若能找到一種能夠減少硫化氫、並可有效去除水溶性硫酸根、硫氧化物等硫沉澱之系統，即使使用於處理高濃度之硫化氫，仍可維持良好的硫化氫處理效率，減少高濃度硫化氫對環境或發電機造成腐蝕性傷害，有利於能源產業(生產沼氣與天然氣)、造紙業、環保業、與石化煉油等產業之發展。

#### 【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種降低氣體中硫化氫之系統與方法，俾能減少硫化氫、不會產生硫沉澱並去除水溶性硫酸根及硫氧化物。

為達成上述目的，本發明係提供一種降低氣體中硫化氫之系統，包括：一生物過濾單元，其係接收一氣體，該氣體係包含硫化氫，且該生物過濾單元係轉換該氣體中之硫化氫以產生一水溶性產物；一循環水儲存單元，其係接收來自該生物過濾單元之該產物，並形成包含該產物之一液體；以及一循環水再生單元，其係接收來自該循環水儲存單元之該液體，且該循環水再生單元係進行水純化反應，並移除該產物；其中，該產物係為一酸性之水溶性產物，且自該循環水再生單元產生之水係進入該循環水儲存單元。

藉此，本發明另提供一種降低氣體中硫化氫之方法，包括：(A)提供一氣體，該氣體係包含硫化氫；(B)使用一生物過濾單元過濾該氣體，以減少該氣體中之硫化氫，並產生一產物；(C)使該產物進入一循環水儲存單元，以形成包含該產物之一液體；以及(D)使該液體進入一循環水再生單元，進行水純化反應並移除該產物；其中，該產物係為一酸性之水溶性產物。因此，可藉由使用上述降低氣體中硫化氫之系統來執行該方法。

其中，該生物過濾單元可使用任何習知減少硫化氫之技術，較佳為包括：一菌體固定化次單元，其包括一擔體及一固著於其上之硫氧化菌。該擔體可為至少一種選自由：活性碳、泥炭土、堆肥、樹皮、蛭石、牡蠣殼、沸石、麥飯石、氫氧化鐵、活性礬土、珍珠石、蛇木、保麗龍、以及人工合成之化學物質所組成之群組。其中人工合成的化學物質可為高分子聚合物，例如聚乙烯泡棉、保麗龍等；此單體種類可針對固定化之步驟選用，並置於適當容器內作為純化之用途。

該硫氧化菌之種類並無特別限制，僅需具備轉化硫化氫之能力即可，例如：*Acidithiobacillus ferrooxidans*、*Acidithiobacillus thiooxidans*、*Thiobacillus denitrificans*、*Thermus sp.*及*Thiobacillus sp.*。此外，該硫氧化菌亦可形成一生物膜包覆該擔體，或者沿著該擔體的表面形狀、內部孔隙形成生物膜。藉此，該生物過濾單元可將硫化氫換成

水溶性硫酸根或硫氧化物等物質，減少硫元素生成，不易產生沉澱。

再者，該生物過濾單元可由一或多個過濾次單元所組成，複數個該過濾次單元可以串聯或並聯方式作連接；但本發明並未受限於此，該過濾次單元之數量及連接方式，皆可視實際所需之裝置效能、及使用之次單元特性而加以調整。

此外，該循環水儲存單元可使用任何習知方法作監控，例如使用一酸鹼偵測儀監控，當該循環水儲存單元中，液體的酸鹼度(pH值)過低(較佳為低於4.0)時，即讓該液體進入該循環水再生裝置，以進行水純化反應；然而此門檻之設定係可依據實際所需應用而調整。因此，該監控裝置可確保該循環水儲存單元中的液體為可再利用之水資源。

此外，該循環水再生單元之一填充材係無限制，可為至少一種選自由：活性碳、離子交換樹脂或石灰所組成之群組，以吸附該水溶性產物，再清除沉澱物以重複使用。並且，該循環水再生單元可為一電化學裝置、或藉由離子交換樹脂等習知技術進行酸鹼中和反應，所產生的水再進入該循環水儲存單元儲存，以作為水的重複使用。藉此，累積的水溶性硫酸根及硫氧化物，經由循環水再生單元之吸附或去除，以大幅降低水資源的浪費。

於本發明之降低氣體中硫化氫之系統中，可更包括：一粉塵過濾單元，其係與該生物過濾單元相連，以過濾待進入該生物過濾單元之該氣體。



於本發明之降低氣體中硫化氫之系統中，可更包括：一生物氣膠過濾單元，其係與該生物過濾單元相連，以過濾來自該生物過濾單元之該氣體。

上述之該粉塵過濾單元、及該生物氣膠過濾單元之一填充材可為至少一種選自由：泥炭土、樹皮、蛭石、牡蠣殼、沸石、麥飯石、活性碳、氫氧化鐵、活性礬土、珍珠石及蛇木所組成之群組；但本發明亦不再此限。藉此，上述之該粉塵過濾單元、及該生物氣膠過濾單元可有效去除該氣體(如沼氣、天然氣)中之大部分粉塵及生物氣膠，以大幅減少反應器受壓損及堵塞。

於本發明之降低氣體中硫化氫之系統中，可更包括：一液體過濾單元，其係設置於該循環水儲存單元與該循環水再生單元之間，以過濾來自該循環水再生單元之水。

於本發明之降低氣體中硫化氫之系統與方法中，該氣體可為含硫化氫之沼氣或天然氣，但本發明並未受限於此。換言之，本發明之降低氣體中硫化氫之系統與方法可用以純化任何包含有硫化氫之氣體。

據此，透過本發明之降低氣體中硫化氫之系統與方法，可有效提升硫化氫去除效率，減低純化沼氣的設備及操作、維護成本。在處理含有高濃度的硫化氫氣體(>1000 ppm)，可避免機具或發電機腐蝕，及防止硫化氫對人體造成致命性傷害。並且，本發明之降低氣體中硫化氫之系統與方法藉由將硫化氫轉換成水溶性產物，不易產生硫沉澱，排除裝置堵塞及壓損，並利用可吸附硫酸或硫氧化物等相關材

質，使水循環可再生利用，進而提升硫化氫去除的穩定性及效率，大幅提升現有技術之處理效能達3倍以上，並將硫化物移除與回收水，著實減少水資源耗費。

### 【實施方式】

以下係藉由特定的具體實施例說明本發明之實施方式，熟習此技藝之人士可由本說明書所揭示之內容輕易地了解本發明之其他優點與功效。本發明亦可藉由其他不同的具體實施例加以施行或應用，本說明書中的各項細節亦可基於不同觀點與應用，在不悖離本發明之精神下進行各種修飾與變更。

本發明之實施例中該等圖式均為簡化之示意圖。惟該等圖示僅顯示與本發明有關之元件，其所顯示之元件非為實際實施時之態樣，其實際實施時之元件數目、形狀等比例為一選擇性之設計，且其元件佈局型態可能更複雜。

#### 實施例1

請參照圖1A，其係本發明之降低氣體中硫化氫之系統示意圖。此系統包括：生物濾床1、循環水儲存槽2、循環水再生裝置3、粉塵過濾裝置4、生物氣膠過濾裝置5、液體過濾裝置6，其周邊主要包括：抽氣風扇7、液體迴流水幫浦8及再生水幫浦9。

藉此，透過此系統，將欲處理之沼氣由粉塵過濾裝置4進入此系統，經由抽氣風扇7將沼氣引入生物濾床1；於此，

生物濾床1係藉由硫氧化菌(*Pseudomonas Putida*簡稱T1、*Thiobacillus sp.*簡稱T2、及*Thermus sp.*簡稱A1)將硫化氫催化生成水溶性硫酸根、或其他水溶性硫氧化物。接著，去除硫化氫後的沼氣推送至生物濾床1之頂部，藉由管路連接至生物氣膠過濾裝置5，而處理過的沼氣即可應用於燃燒發電使用。此外，上述生成之水溶性硫酸根、及其他水溶性硫氧化物將溶於循環水儲存槽2中，經液體過濾裝置6進入循環水再生裝置3；於此，將水溶性硫酸根吸附並進行水純化，即藉由鹼液中和酸性之水溶性產物，以達到重複使用水資源之目的，而所產生的鹽類化合物即可排放。於循環水儲存槽2中，使用一酸鹼偵測儀監控此循環水，當循環水的酸鹼度(pH值)低於4.0時，即讓該循環水再進入該循環水再生裝置。其中，該循環水再生裝置填充材可為離子交換樹脂、活性碳或石灰等可吸附硫氧化物等物質。

選用不同種硫氧化菌測試本發明系統之硫化氫轉換能力，顯示其硫元素約只佔6%~13%，具優良的轉換效能，其中A1菌株所產生之固態硫元素僅佔6%，其餘94%中大部份為水溶性硫酸根，據此，本發明系統具有不易因硫沉澱而阻塞且再生效率高等優勢，該結果係如下表1所示。

表 1

代謝物比率(%)	硫氧化菌		
	T1	T2	A1
硫酸根離子	22.9	28.6	69.3
硫元素	12.3	13.2	6
其餘硫氧化物	64.8	58.2	24.7

此外，本發明之降低氣體中硫化氫之系統亦可有其他實施態樣，例如：如圖 1B 和 1C 所示，生物濾床 1 可變化為經由串聯或並聯的過濾次單位 11, 12, 13 所組成；然而本發明並未侷限於此。

### 實施例 2

以 600 公升之實施例 1 之系統，經 200 天長期分析沼氣中硫化氫去除率，其結果如圖 2 所示，圖 2 係硫化氫濃度與硫化氫移除效率之變化圖，其中圓點代表硫化氫進流濃度，正方點代表硫化氫出流濃度，以及三角點代表硫化氫移除效率；RT 表示沼氣於系統中之滯留時間。結果顯示：硫化氫平均進流濃度為  $5.8 \text{ g/m}^3$  (4150 ppm)，沼氣於系統中之滯留時間在 3~6 分鐘時，其平均去除率可高達 95%。

再者，圖 3 係硫化氫輸入量與硫化氫排除能力的關係圖。由圖 3 可知：當硫化氫進流濃度低於  $80 \text{ g/m}^3/\text{h}$  時，可達

90~100%去除率，即每小時每立方米的生物反應器可去除高達約80克的硫化氫，顯示極佳之去除率。

簡言之，本發明之降低氣體中硫化氫之系統與方法，能在極容易隨著製程進行而累積產生高濃度的硫化氫氣體之石化煉油、能源產業(生產沼氣與天然氣)及造紙業等相關產業製程中，達到穩定減少硫化氫之效果。即使硫酸隨反應時間增加而累積，促使環境pH值下降，仍可保持良好的硫化氫去除效率，因此可以避免硫化氫對機具造成腐蝕作用以及對人體造成致命性的傷害。

上述實施例僅係為了方便說明而舉例而已，本發明所主張之權利範圍自應以申請專利範圍所述為準，而非僅限於上述實施例。

#### 【圖式簡單說明】

圖1A至1C係本發明之實施例1中降低氣體中硫化氫之系統示意圖。

圖2係本發明之實施例2中硫化氫濃度與硫化氫移除效率之變化圖，其中圓點代表硫化氫進流濃度，正方點代表硫化氫出流濃度，以及三角點代表硫化氫移除效率。

圖3係本發明之實施例2中硫化氫輸入量與硫化氫排除能力的關係圖。

**【主要元件符號說明】**

- |           |                  |
|-----------|------------------|
| 1 生物濾床    | 11, 12, 13 過濾次單元 |
| 2 循環水儲存槽  | 3 循環水再生裝置        |
| 4 粉塵過濾裝置  | 5 生物氣膠過濾裝置       |
| 6 液體過濾裝置  | 7 抽氣風扇           |
| 8 液體迴流水幫浦 | 9 再生水幫浦          |

## 七、申請專利範圍：

1. 一種降低氣體中硫化氫之系統，包括：

一生物過濾單元，其係接收一氣體，該氣體係包含硫化氫，且該生物過濾單元係轉換該氣體中之硫化氫以產生一產物；

一循環水儲存單元，其係接收來自該生物過濾單元之該產物，並形成包含該產物之一液體；以及

一循環水再生單元，其係接收來自該循環水儲存單元之該液體，且該循環水再生單元係進行水純化反應，並移除該產物；

其中，該產物係為一酸性之水溶性產物，該酸性之水溶性產物係為硫酸根或硫氧化物，且自該循環水再生單元產生之水係進入該循環水儲存單元；該生物過濾單元係包括：一菌體固定化次單元，其包括一擔體及一固著於其上之硫氧化菌。

2. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該擔體係為至少一種選自由：泥炭土、堆肥、樹皮、蛭石、牡蠣殼、沸石、麥飯石、活性碳、氫氧化鐵、活性礬土、珍珠石、蛇木、保麗龍、以及人工合成之化學物質所組成之群組。

3. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該氣體為一沼氣。

4. 如申請專利範圍第1項所述之系統，更包括：

一粉塵過濾單元，其係與該生物過濾單元相連，以過濾待進入該生物過濾單元之該氣體。

5. 如申請專利範圍第1項所述之系統，更包括：

一生物氣膠過濾單元，其係與該生物過濾單元相連，以過濾來自該生物過濾單元之該氣體。

6. 如申請專利範圍第1項所述之系統，更包括：

一液體過濾單元，其係設置於該循環水儲存單元與該循環水再生單元之間，以過濾來自該循環水再生單元之水。

7. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該生物過濾單元係為一或多個過濾次單元所組成，該過濾次單元係以串聯或並聯方式連接。

8. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該循環水再生單元之一填充材係為至少一種選自由：離子交換樹脂、活性碳或石灰所組成之群組。

9. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該循環水再生單元係為一電化學裝置。

10. 如申請專利範圍第5項所述之系統，其中，該粉塵過濾單元之一填充材係為至少一種選自由：泥炭土、樹皮、蛭石、牡蠣殼、沸石、麥飯石、活性碳、氫氧化鐵、活性礬土、珍珠石及蛇木所組成之群組。

11. 如申請專利範圍第6項所述之系統，其中，該生物氣膠過濾單元之一填充材係為至少一種選自由：泥炭土、



樹皮、蛭石、牡蠣殼、沸石、麥飯石、活性碳、氫氧化鐵、活性礬土、珍珠石及蛇木所組成之群組。

12. 如申請專利範圍第1項所述之系統，其中，該循環水儲存單元係以一酸鹼偵測儀監控。

13. 一種降低氣體中硫化氫之方法，包括：

(A) 提供一氣體，該氣體係包含硫化氫；

(B) 使用一生物過濾單元過濾該氣體，以減少該氣體中之硫化氫，並產生一產物；

(C) 使該產物進入一循環水儲存單元，以形成包含該產物之一液體；以及

(D) 使該液體進入一循環水再生單元，進行水純化反應並移除該產物；

其中，該產物係為一酸性之水溶性產物，該酸性之水溶性產物係為硫酸根或硫氧化物；且於步驟(B)中，該生物過濾單元係利用一菌體固定化次單元與該氣體接觸，以減少該氣體中之硫化氫。

14. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中，該菌體固定化次單元係包括：一擔體及一固著於其上之硫氧化菌。

15. 如申請專利範圍第13項所述之方法，在步驟(A)之後，更包括：一步驟(a) 使用一粉塵過濾單元過濾該氣體。

16. 如申請專利範圍第13項所述之方法，在步驟(B)之後，更包括：一步驟(b) 使用一生物氣膠過濾單元過濾該氣體。

17. 如申請專利範圍第13項所述之方法，在步驟(D)之前，更包括：一步驟(c) 使用一液體過濾單元過濾該液體。

18. 如申請專利範圍第13項所述之方法，其中，該循環水儲存單元係以一酸鹼偵測儀監控，當該液體的酸鹼度(pH值)小於6.0時，該液體係進入該循環水再生裝置。

八、圖式 (請見下頁)：

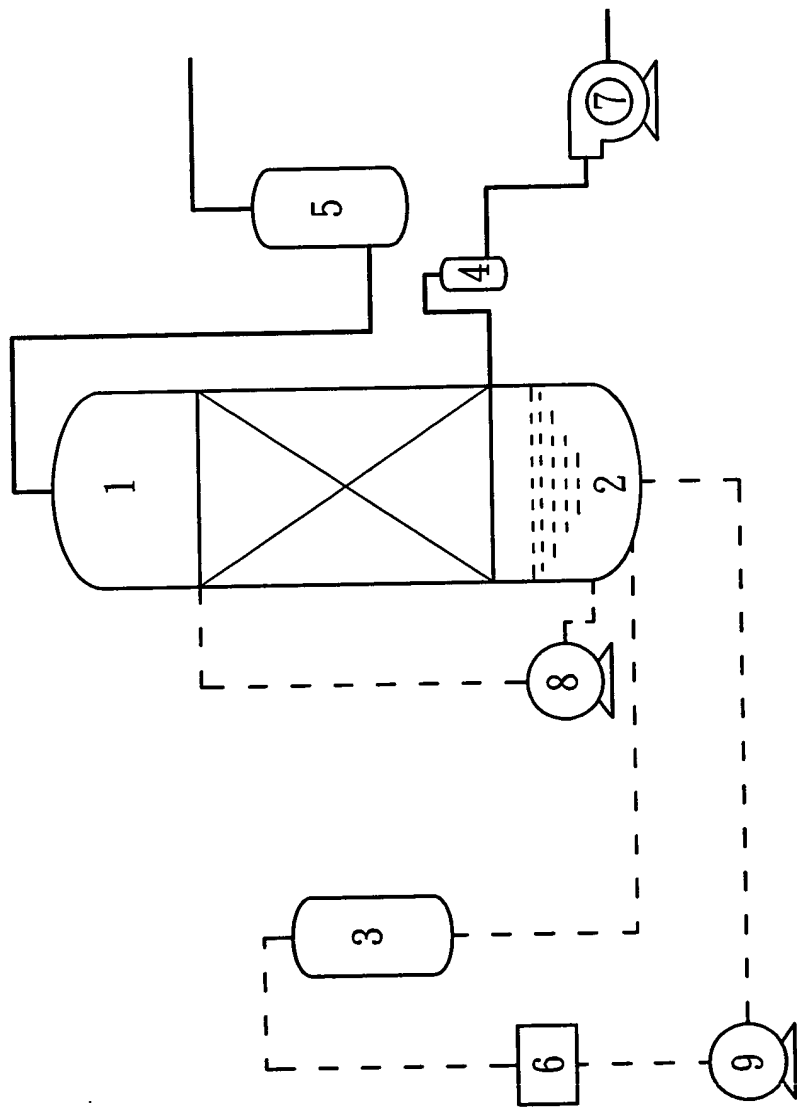


圖1A

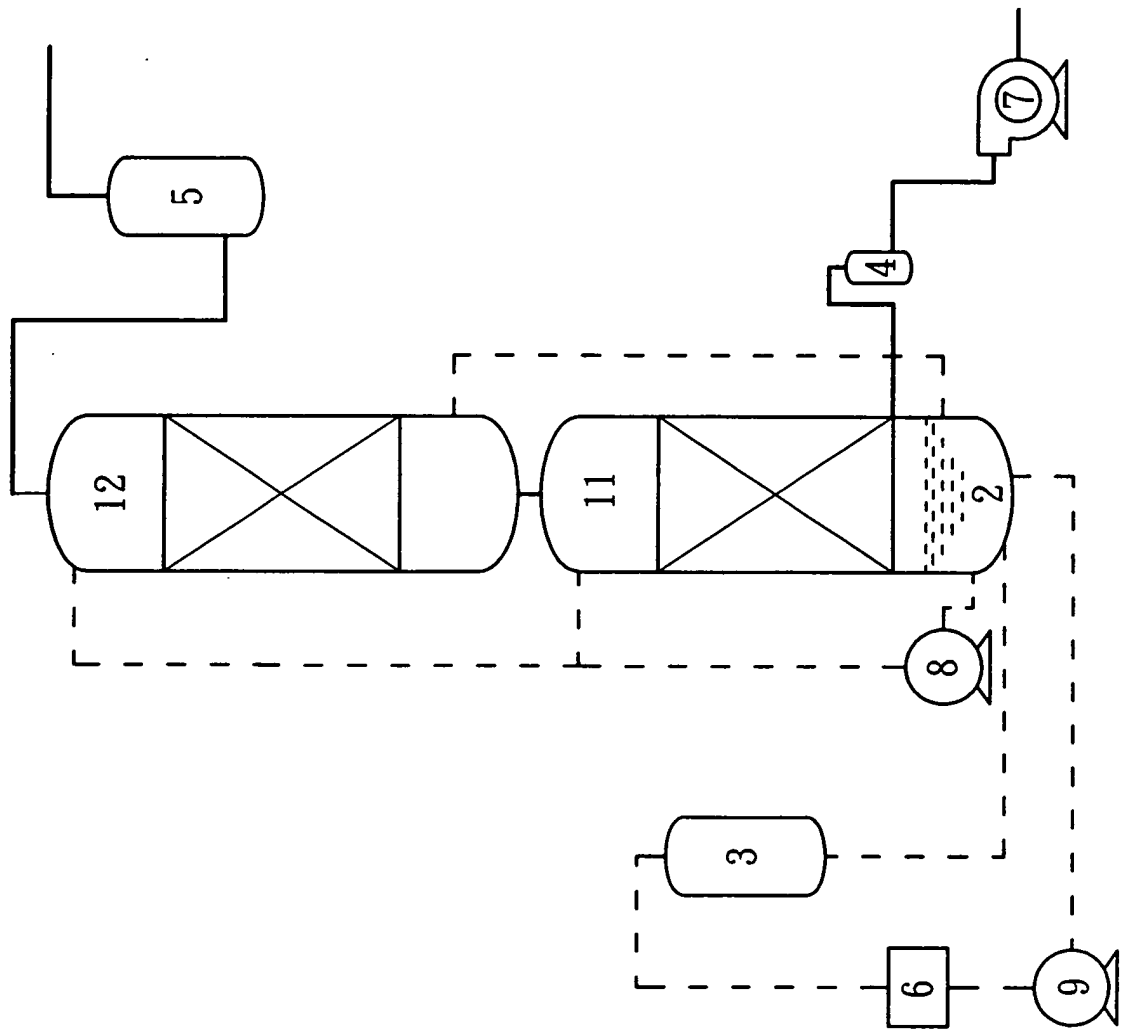


圖1B

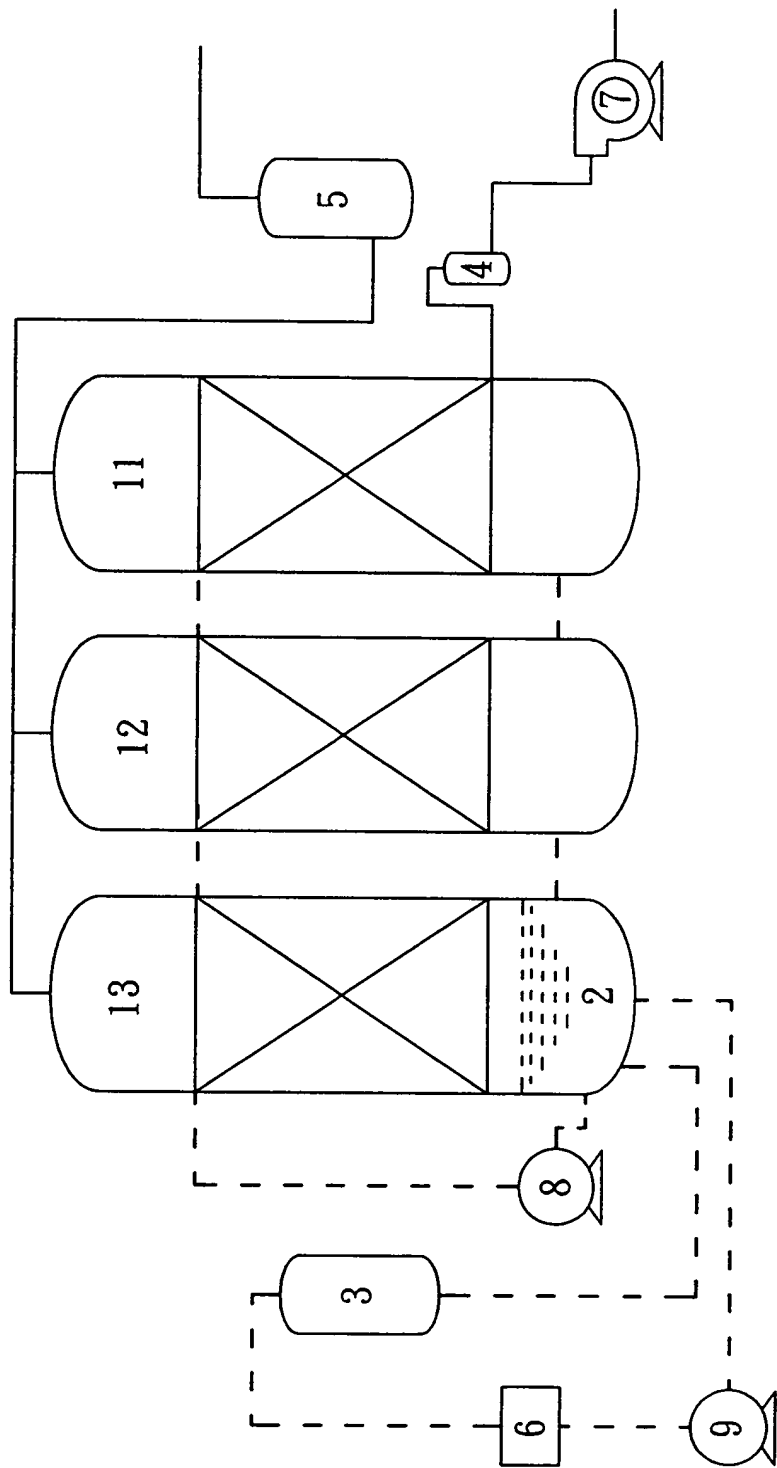


圖1C

天	5-24	25-39	40-65	66-75	76-81	82-100	101-110	111-124	125-185	186-206
RT (min)	6	12	4	6	4	4.4	3.3	3	2.7	3.3

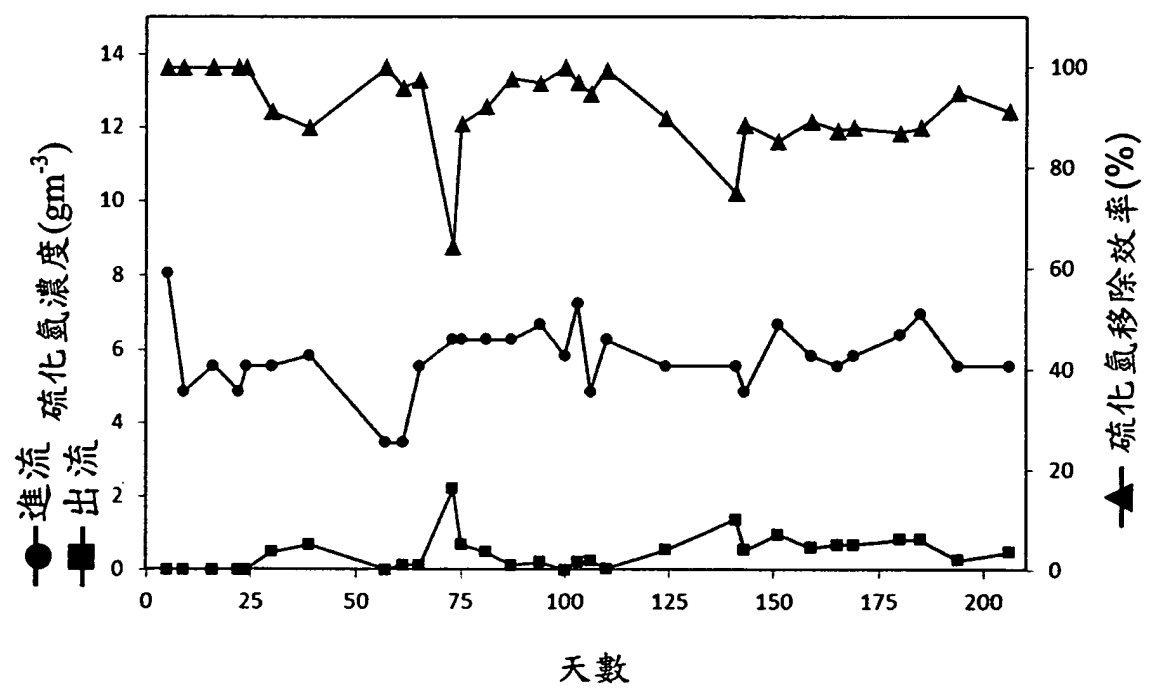


圖 2

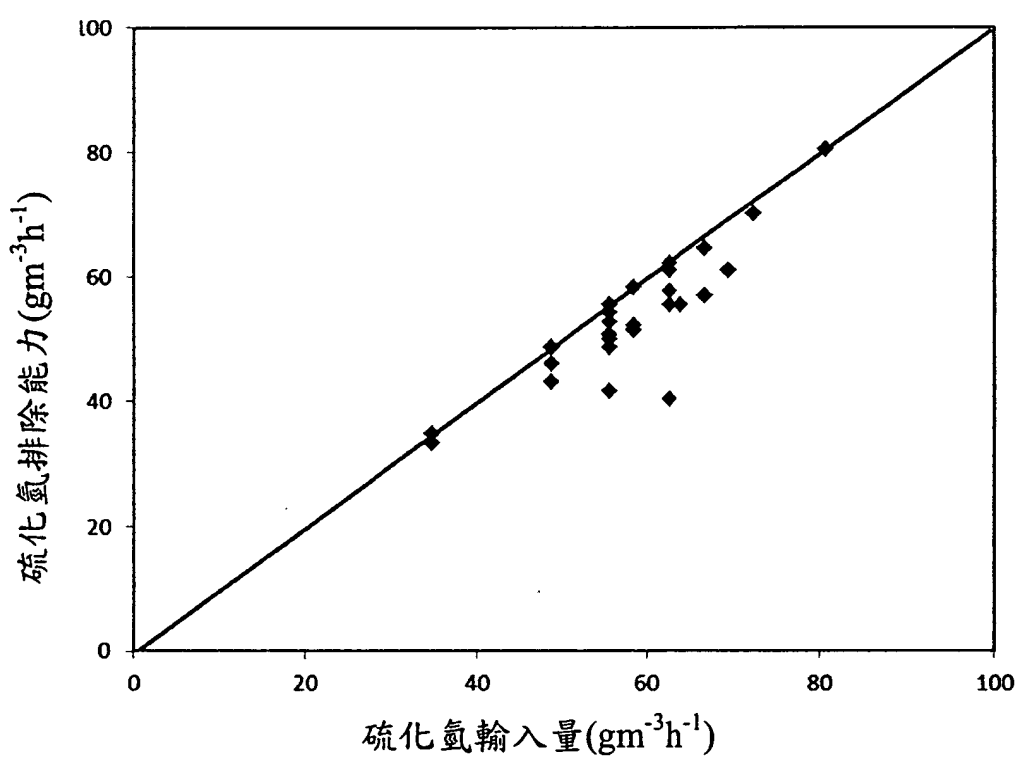


圖 3