

(21) 申請案號：101137074

(22) 申請日：中華民國 101 (2012) 年 10 月 08 日

(51) Int. Cl. : **B01D53/52 (2006.01)**

B01D53/79 (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) ; 林威志 LIN, WEI CHIH (TW)

(74) 代理人：蘇建太；林志鴻

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：17 項 圖式數：5 共 26 頁

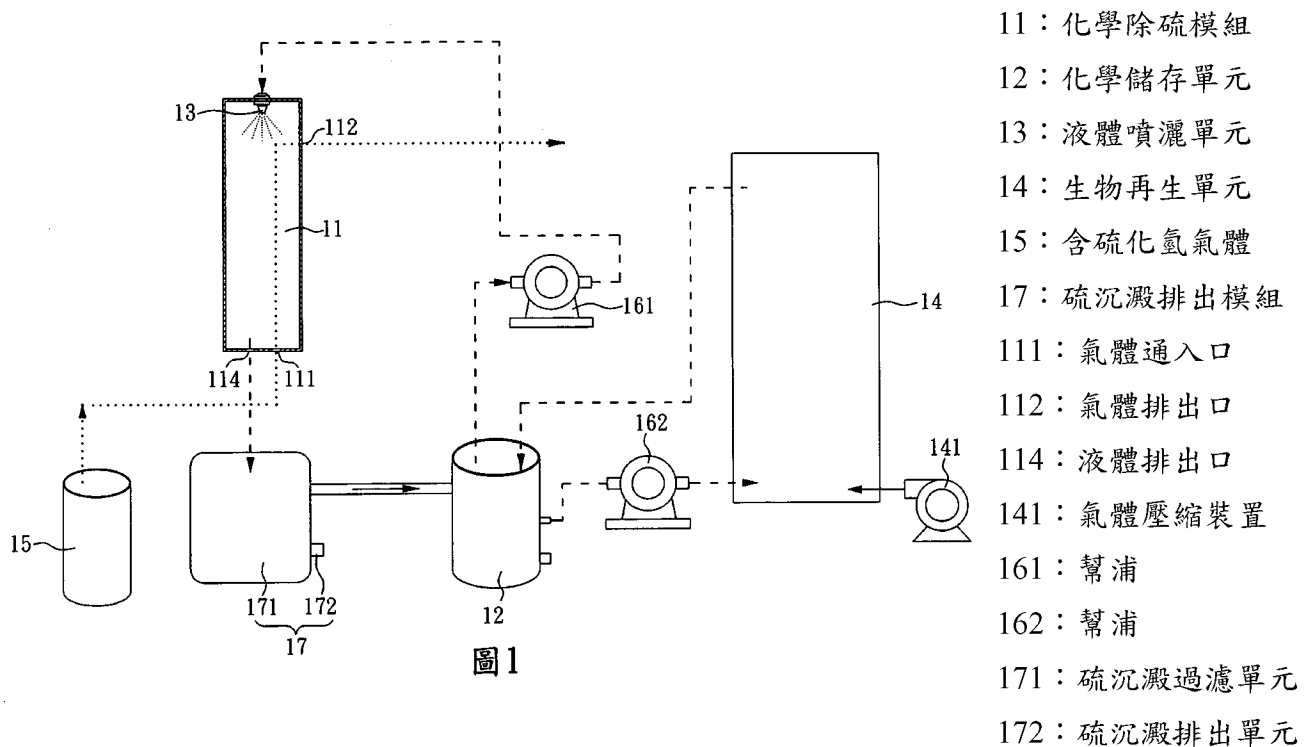
(54) 名稱

高濃度硫化氫去除系統及方法

HIGH CONCENTRATION H₂S ELIMINATION SYSTEM AND METHOD

(57) 摘要

本發明係有關於一種高濃度硫化氫去除系統及方法，其中本發明之高濃度硫化氫去除系統包括：一化學除硫模組，具有一氣體通入口、一氣體排出口及一液體排出口，且一含硫化氫氣體係由氣體通入口通入至化學除硫模組中；一化學儲存單元，包括一化學氧化劑；一液體噴灑單元，其中化學儲存單元中之化學氧化劑係透過液體噴灑單元通入至化學除硫模組；一生物再生單元，包括一再生化學氧化劑之生物體且與化學儲存單元連接；以及一硫沉澱排出模組，係與該化學除硫模組之該液體排出口連接。



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：101137074

※申請日：

※IPC 分類：

B01D53/52 (2006.01)

53/79 (2006.01)

一、發明名稱：^{10.10.8}(中文/英文)

高濃度硫化氫去除系統及方法

High concentration H₂S elimination system and method

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種高濃度硫化氫去除系統及方法，其中本發明之高濃度硫化氫去除系統包括：一化學除硫模組，具有一氣體通入口、一氣體排出口及一液體排出口，且一含硫化氫氣體係由氣體通入口通入至化學除硫模組中；一化學儲存單元，包括一化學氧化劑；一液體噴灑單元，其中化學儲存單元中之化學氧化劑係透過液體噴灑單元通入至化學除硫模組；一生物再生單元，包括一再生化學氧化劑之生物體且與化學儲存單元連接；以及一硫沉澱排出模組，係與該化學除硫模組之該液體排出口連接。

三、英文發明摘要：

A high concentration H₂S elimination system and a method using thereof are disclosed. The system of the present invention comprises: a chemical H₂S elimination module with a gas inlet, a gas outlet and a liquid outlet, wherein a H₂S-containing gas is introduced into the chemical H₂S elimination module; a reagent storage unit comprising an oxidation reagent; a liquid spray unit, wherein the oxidation reagent contained in the reagent storage unit is introduced into the chemical H₂S elimination module from the liquid inlet thereof through the liquid spray unit; a bio-regeneration unit comprising a microorganism to regenerate oxidation reagent and connecting to the reagent storage unit; and a sulfur removing module connecting to the liquid outlet of the chemical H₂S elimination module.

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：

11	化學除硫模組	111	氣體通入口
112	氣體排出口	114	液體排出口
12	化學儲存單元	13	液體噴灑單元
14	生物再生單元	141	氣體壓縮裝置
15	含硫化氫氣體	161, 162	幫浦
17	硫沉澱排出模組	171	硫沉澱過濾單元
172	硫沉澱排出單元		

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】

本發明係關於一種高濃度硫化氫去除系統及方法，尤指一種可循環再生化學氧化劑之高濃度硫化氫去除系統及方法。

【先前技術】

硫化氫為一常見之污染氣體之一，舉凡各種不同的工業製程中，均會產生不同濃度範圍之含硫化氫氣體。例如，於垃圾掩埋場中，可測得硫化氫濃度約1000 ppm左右之含硫化氫氣體；厭氧廢水處理廠產生之沼氣，其硫化氫濃度約在3000 ppm至10000 ppm之間；皮革、造紙、煉油等工業甚至可產生硫化氫濃度為數萬ppm之污染氣體。這些所產生之含高濃度硫化氫之氣體會造成機具腐蝕，甚至會對人體造成致命性的傷害。

為了降低含硫化氫氣體所造成之傷害，目前已發展出多種硫化氫去除方法，包括物理法、焚化法、克勞斯法、化學洗滌法及生物處理法。然而，此些方法仍有其缺點。例如，物理法雖具有高去除率、操作時間短及無時間限制等優點，但卻可能造成二次污染且再生成本高；生物處理法雖耗能少、低成本且不會造成二次污染，但微生物可承受之硫化氫濃度仍有其上限；而以胺吸收法去除硫化氫並搭配克勞斯法進行回收，雖可有效去除硫化氫，但卻面臨設備昂貴且程序繁瑣等問題。

有鑑於工業上所產生之廢氣中常含有高濃度之硫化氫，因此，若能發展出一種可改善前述方法缺點並能達到高效率、低成本、操作簡單、可再生循環化學氧化劑之新穎高濃度硫化氫去除系統及方法，則對於各種需要去除硫化氫氣體之產業勢必有所助益。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種高濃度硫化氫去除系統及去除方法，俾能以化學氧化劑處理高濃度之含硫化氫氣體，且反應後之化學氧化劑更可利用生物氧化法再生，而達到高效率、低成本、簡易操作及再生循環之效果。

為達成上述目的，本發明之高濃度硫化氫去除系統，包括：一化學除硫模組，具有一氣體通入口、一氣體排出口及一液體排出口，且一含硫化氫氣體係由氣體通入口通入至化學除硫模組中；一化學儲存單元，包括一化學氧化劑，化學氧化劑係為三價鐵離子(Fe^{3+})溶液、四價錳離子(Mn^{4+})溶液、具氧化力之化學物質、或其組合；一液體噴灑單元，其中化學儲存單元中之化學氧化劑係透過液體噴灑單元通入至化學除硫模組；一生物再生單元，包括一再生化學氧化劑之生物體且與化學儲存單元連接；以及一硫沉澱排出模組，係與該化學除硫模組之該液體排出口連接。

此外，本發明更提供一種搭配前述高濃度硫化氫去除系統之高濃度硫化氫之去除方法，包括：(A) 通入一含硫化氫氣體至一化學除硫模組，且透過一液體噴灑單元以將

存放於一化學儲存單元中之一化學氧化劑通入至化學除硫模組，以使含硫化氫氣體中之硫化氫與化學氧化劑反應得到一反應產物及一除硫氣體，其中除硫氣體係從化學除硫模組排出，反應產物係排出至硫沉澱排出模組、或先排出至化學儲存單元後再通入至硫沉澱排出模組，且化學氧化劑係為三價鐵離子溶液、四價錳離子溶液、具氧化力之化學物質、或其組合；(B) 透過該硫沉澱排出模組移除反應產物中之固體硫，再將移除固體硫後之反應產物通入至一生物再生單元，其中生物再生單元包括一再生化學氧化劑之生物體，透過生物體以將反應產物氧化成該化學氧化劑；以及(C) 回收經生物體氧化之化學氧化劑至化學儲存單元中。

如前述之本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法，當一含硫化氫氣體由化學除硫模組之氣體通入口通入至化學除硫模組中的同時，化學儲存單元中之化學氧化劑亦透過液體噴灑單元通入至化學除硫模組；藉由同時通入含硫化氫氣體及化學氧化劑至化學除硫模組中，可使兩者反應而得到一反應產物及一除硫氣體。而後，除硫氣體可由氣體排出口排出，而反應產物則由液體排出口排出至硫沉澱排出模組中以移除反應產物中之固體硫。在此，由於通入至生物再生單元之反應產物中之固體硫被移除，故可使除硫效果更加提升，並維持生物再生單元之使用壽命。接著，待硫沉澱排出模組移除固體硫後，再將移除固體硫後之反應產物通入至生物再生單元，並透過生物再生單元中之再

生化學氧化劑之生物體以將反應產物氧化成原先初始狀態之化學氧化劑。接著，將氧化成原先初始狀態之化學氧化劑重新回收至化學儲存單元中，以達到回收、循環且再利用化學氧化劑之目的，同時亦可達到避免反應後之化學氧化劑二次污染的問題。

特別是，於本發明之去除系統及方法中，係透過液體噴灑單元將化學氧化劑通入化學除硫模組中，達到噴灑式接觸之效果。相較於習知使用填充與擔體混合之化學氧化劑之化學除硫模組(一般稱之為浸泡式化學氧化劑)，本發明之噴灑式化學氧化劑與含硫化氫氣體混合更加完全使得反應更加均勻，且噴灑式化學氧化劑之總表面積較大使得反應更加迅速，進而達到高效率除硫之功效。

在此，液體噴灑單元之噴灑方式並無特別限制，可由化學除硫模組之頂端縱向噴灑或側邊橫向噴灑。更具體而言，當化學除硫模組包括至少一除硫管柱，更佳為包括複數以串聯或並聯連接之除硫管柱。除了前述之除硫管柱數目可調整外，液體噴灑單元之噴灑方式亦可調整。舉例而言，噴灑方式可由除硫管柱之頂端以縱向方向(即，化學氧化劑流動方向)進行縱向噴灑、或由除硫管柱之側邊以橫向方向(即，與化學氧化劑流動方向呈一角度之方向)進行橫向噴灑。

再者，需特別說明的是，本發明之高濃度硫化氫去除系統中之化學除硫模組較佳係使用一空槽體，而非一填充槽體。習知使用填充與擔體混合之化學氧化劑之化學除硫

模組，含硫化氫氣體由底部通入化學除硫模組時，容易因壓損過大而難以通入氣體，特別是在化學除硫模組長度較長，且通入含硫化氫氣體量增加、或濃度較高時更為顯著。此外，前述習知之除硫模組，反應後所形成之固體硫，更易阻塞擔體縫隙、化學除硫模組之氣體通入/排出口及液體通入/排出口，而必須定期拆解化學除硫模組以維持系統之操作。然而，因本發明之化學除硫模組係為一空槽體，當含硫化氫氣體與化學氧化劑反應後形成之固體硫可直接進入化學儲存單元中，而不會堵塞化學除硫模組。

在此，硫沉澱排出模組之目的主要為移除化學除硫模組所產生之固體硫，故其位置僅須設在化學除硫模組與生物再生單元間即可，而無特殊限制。舉例而言，硫沉澱排出模組可設於化學儲存單元與生物再生單元間，故由化學除硫模組所產生之反應產物會先通入化學儲存單元中而後再通入化學除硫模組以進行除固體硫步驟；或者硫沉澱排出模組可設於化學除硫模組與化學儲存單元間，故由化學除硫模組所產生之反應產物會先通入硫沉澱排出模組以進行除固體硫步驟，而後再通入化學儲存單元。較佳為，硫沉澱排出模組係設於化學除硫模組與化學儲存單元間。

此外，於本發明之去除系統及方法中，除硫管柱之數目並無特別限制，可隨著含硫化氫氣體中之硫化氫濃度進行增減。由於本發明之去除系統及方法可隨著硫化氫濃度進行增減，故可用以處理之硫化氫濃度為1000 ppm或以上之高濃度含硫化氫氣體。特別是，當硫化氫濃度為

1000-2000 ppm時，可達到100%之硫化氫去除率；當硫化氫濃度為3000-4000 ppm時，可達到約97%之硫化氫去除率；且硫化氫濃度為4000-5000 ppm時，可達到約95%之硫化氫去除率。

於本發明之高濃度硫化氫去除系統中，硫沉澱排出模組可包括一硫沉澱過濾單元、及一硫沉澱排出單元。因此，藉由硫沉澱過濾單元可將反應產物中之固體硫以沉澱或截流方式由反應產物中分離，而分離出之固體硫則可透過硫沉澱排出單元從系統中移除。在此，硫沉澱過濾單元可為玻璃、壓克力、塑膠或其他材質所製成之容器，且其內部更選性的填充一擔體，其可為玻璃珠、麥飯石、裝置濾膜或其他固體，且此單體之形狀並無特別限制，可為顆粒狀、柱狀、片狀或其他形狀。

於本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法中，再生化學氧化劑之生物體並無特殊限制，只要為具有將反應產物氧化再生成化學氧化劑特性之微生物或酵素即可。舉例而言，當化學氧化劑為三價鐵離子溶液時，則再生化學氧化劑之生物體為可將反應後產生之二價鐵離子(Fe^{2+})氧化成三價鐵離子(Fe^{3+})之微生物或酵素即可。在此，再生化學氧化劑之生物體之例子包括，但不限於：*Acidithiobacillus ferrooxidans* (GenBank號碼：AF362022)、*Leptospirillum ferriphilum* (GenBank號碼：JF510470)、*Acidithiobacillus ferrooxidans* (GenBank號碼：JN224813)、*Sulfobacillus sp.*

L15 (GenBank 號碼：AY007663) 及 *Sulfobacillus thermosulfidooxidans* (GenBank號碼：EU499919)。

於本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法中，生物再生單元可為玻璃、壓克力、塑膠或其他材質所製成之容器，且容器外部可為控溫雙層夾層結構。同時，生物再生單元內可選擇性的填充一液態培養基，使生物體懸浮生長；或一固態擔體，以使生物體係附著於固態擔體上或包埋於固態擔體中。

再者，於本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法中，化學除硫模組前、化學儲存單元與液體噴灑單元間、生物再生單元與化學儲存單元間、或硫沉澱排出模組與生物再生單元間，可選擇性的設置一幫浦，以幫助氣體或液體之流動。

此外，於本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法中，化學除硫模組之氣體排出口可與一發電裝置連接。藉此，由化學除硫模組排出之除硫氣體可通入至一發電裝置，而達到再生能源之功效。

再者，於本發明之高濃度硫化氫去除系統及方法中，含硫化氫氣體之流速或流量並無特殊限制。然而，本發明之高濃度硫化氫去除系統亦可使用習知裝置控制氣體的流速或流量。例如，含硫化氫氣體可透過氣體壓縮裝置(如，送風機或抽風機)及/或氣體調節裝置(如，流量計、閘門或轉鈕)通入至除硫管柱中。

【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

圖1係為本實施例之高濃度硫化氫去除系統之示意圖，其中「---」係指液體流通路徑，而「...」係指氣體流通路徑。於本實施例及以下實施例中，液體流通路徑及氣體流通路徑僅以線條表示，然而液體及氣體流通路徑均可為如塑膠、鐵管、不鏽鋼管或其他材質等管線。

如圖1所示，本實施例之高濃度硫化氫去除系統包括：一化學除硫模組11，具有一氣體通入口111、一氣體排出口112及一液體排出口114，且一含硫化氫氣體15係由氣體通入口111通入至化學除硫模組11中；一化學儲存單元12，包括一化學氧化劑且連接至化學除硫模組11之液體排出口114；一液體噴灑單元13，其中化學儲存單元12中之化學氧化劑係透過液體噴灑單元13通入至化學除硫模組11；一

物再生單元14，包括一再生化學氧化劑之生物體且與化學儲存單元12連接；以及一硫沉澱排出模組17，設置於化學除硫模組11及化學儲存單元12間。

此外，為了幫助液體之流通，於化學儲存單元12與液體噴灑單元13間及生物再生單元14與化學儲存單元12間更分別設置一幫浦161及162。

再者，為了移除固體硫產物，本實施例之硫沉澱排出模組17係包括一硫沉澱過濾單元171、及一硫沉澱排出單元172。

於本實施例中，化學氧化劑係為三價鐵離子溶液；且再生化學氧化劑之生物體為*Acidithiobacillus ferrooxidans*。

接下來，將詳細說明本實施例之高濃度硫化氫去除系統之操作方式。如圖1所示，含硫化氫氣體15可由化學除硫模組11下方之氣體通入口111通入至化學除硫模組11，而存放於化學儲存單元12中之化學氧化劑則藉由幫浦161之幫助並透過液體噴灑單元13由化學除硫模組11上方通入至化學除硫模組11。通入至化學除硫模組11之含硫化氫氣體15之硫化氫則與化學氧化劑反應，反應得到一反應產物及一除硫氣體。其中，除硫氣體係從設於化學除硫模組11上方之氣體排出口112排出，而反應產物則從設於化學除硫模組11下方之液體排出口114排出至硫沉澱排出模組7，並藉由硫沉澱排出模組17之硫沉澱過濾單元171可將反應產物中之固體硫以沉澱或截流方式由反應產物中分離，而分離出之固體硫則可透過硫沉澱排出單元172從系統中移除。接

著，將移除固體硫後之反應產物則先通入化學儲存單元12，再藉由幫浦162之幫助通入生物再生單元14，且透過生物再生單元14中之生物體而可將反應產物氧化成初始狀態之化學氧化劑。而後，回收經生物體氧化之化學氧化劑至化學儲存單元12中，而可達到化學氧化劑再利用之功效。本高濃度硫化氫去除系統包括一氣體壓縮裝置141，以提供空氣至生物再生單元14，使生物再生單元14中之化學氧化劑再生。

實施例2

於本實施例中，高濃度硫化氫去除系統及去除方法均與實施例1相同，除了下述不同點。

於本實施例之高濃度硫化氫去除系統中，化學除硫模組係包括複數除硫管柱115, 116, 117，其中除硫管柱115, 116, 117係以串聯方式連接。在此，所謂之串聯係指氣體係依序通入除硫管柱115、除硫管柱116及除硫管柱117。

再者，於本實施例之高濃度硫化氫去除系統中，每一除硫管柱115, 116, 117上方均分別設有一液體噴灑單元13，並透過幫浦161將放於化學儲存單元12中之化學氧化劑引導至各個液體噴灑單元13，以噴灑化學氧化劑至各個除硫管柱115, 116, 117中。

試驗例

於本試驗例中，係使用實施例1之高濃度硫化氫去除系統進行試驗。其中，所使用之再生化學氧化劑之生物體係為 *Acidithiobacillus ferrooxidans* CP9 (GenBank 號碼：

EF605251)；化學氧化劑係為三價鐵離子溶液；除硫管柱為 25 cm Φ (直徑) \times 160 cm H (長度) 之空槽體。

在此，將高濃度硫化氫氣體與空氣混和至 1000、2000、3000、4000、5000 ppm 等濃度，調整硫化氫進流速率為 10 LPM，相當於約 10、約 20、約 30、約 40、約 50 g-S/m³/h 之進流負荷 (即，單位時間及單位裝置體積之硫化氫通入量) 進行，並於不同天數時進行試驗，每次試驗 (天) 係進行三小時。此外，並於第 25-30 天時進行突增負荷測試 (shock loading test)，將硫化氫濃度由 3000 ppm 增加至 12000 ppm，連續測試 5 天後，再次回到 3000 ppm；且突增負荷測試之進流負荷係為約 130 g-S/m³/h。同時，並於 46-55 天進行停機測試 (shut down test) 後，再將硫化氫濃度提高至 5000 ppm。結果係列於圖 3 及圖 4 中。

如圖 3 所示，當硫化氫濃度為 1000-2000 ppm 時，硫化氫去除率幾乎 100%；當硫化氫濃度為 3000-4000 ppm 時，硫化氫去除率約為 97%；當硫化氫濃度為 5000 ppm 時，硫化氫去除率約為 95%；即便是硫化氫濃度為 12000 ppm 時，硫化氫去除率也可達 80%。

如圖 4 所示，在約 10 g-S/m³/h 至約 50 g-S/m³/h 之進流負荷下，硫化氫去除率約為 95% 以上，且即便進流負荷高達 130 g-S/m³/h，亦可達到約 80% 之硫化氫去除率。

在此，更檢測生物再生單元中細胞數量。如圖 5 所示，於整個試驗過程中，微生物數目均非常穩定，可由 7.9×10^7 CFU/g-GAC 上升至 2.1×10^8 CFU/g-GAC。此結果證實，本發

明之高濃度硫化氫去除系統之生物再生單元可長期應用於化學氧化劑再生程序，並達成穩定及良好之操作效果。

由前述試驗結果顯示，本發明之高濃度硫化氫去除系統非常適合用於處理高濃度硫化氫。此外，由突增負荷測試結果顯示，超量的硫化氫負荷並不會造成長久影響，且可在短時間內恢復正常除硫效果。再者，由停機測試結果顯示，停機期間對本發明之高濃度硫化氫去除系統不會造成影響。

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1係本發明實施例1之高濃度硫化氫去除系統之示意圖。

圖2係本發明實施例2之高濃度硫化氫去除系統之示意圖。

圖3係本發明試驗例之除硫效果圖。

圖4係本發明試驗例之除硫效果圖。

圖5係本發明試驗例之細胞數量變化圖。

【主要元件符號說明】

11	化學除硫模組	111	氣體通入口
112	氣體排出口	114	液體排出口
115, 116, 117	除硫管柱	12	化學儲存單元
13	液體噴灑單元	14	生物再生單元

141	氣體壓縮裝置	15	含硫化氫氣體
161, 162	幫浦	17	硫沉澱排出模組
171	硫沉澱過濾單元	172	硫沉澱排出單元

七、申請專利範圍：

1. 一種高濃度硫化氫去除系統，包括：
 - 一化學除硫模組，具有一氣體通入口、一氣體排出口、及一液體排出口，且一含硫化氫氣體係由該氣體通入口通入至該化學除硫模組中；
 - 一化學儲存單元，包括一化學氧化劑，該化學氧化劑係為三價鐵離子溶液、四價錳離子溶液、具氧化力之化學物質、或其組合；
 - 一液體噴灑單元，其中該化學儲存單元中之該化學氧化劑係透過該液體噴灑單元通入至該化學除硫模組；
 - 一生物再生單元，包括一再生化學氧化劑之生物體且與該化學儲存單元連接；以及
 - 一硫沉澱排出模組，係與該化學除硫模組之該液體排出口連接。
2. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該硫沉澱排出模組係設於該化學除硫模組與該化學儲存單元間。
3. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該硫沉澱排出模組包括一硫沉澱過濾單元、及一硫沉澱排出單元。
4. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該硫沉澱排出模組更包括一液體暫存槽，係連結於該硫沉澱過濾單元及該生物再生單元間。

5. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該化學除硫模組包括至少一除硫管柱。

6. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該化學除硫模組包括複數除硫管柱，且該等除硫管柱係以串聯或並聯連接。

7. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該生物體係為：將該反應產物氧化再生成該化學氧化劑之微生物或酵素。

8. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該生物再生單元更包括：一液態培養基，使該生物體懸浮生長；或一固態擔體，使該生物體係附著於該固態擔體上或包埋於固態擔體中。

9. 如申請專利範圍第1項所述之高濃度硫化氫去除系統，其中該含硫化氫氣體中之硫化氫濃度係為1000 ppm或以上。

10. 一種高濃度硫化氫之去除方法，包括：

(A) 通入一含硫化氫氣體至一化學除硫模組，且透過一液體噴灑單元以將存放於一化學儲存單元中之一化學氧化劑通入至該化學除硫模組，以使該含硫化氫氣體中之硫化氫與該化學氧化劑反應得到一反應產物及一除硫氣體，其中該除硫氣體係從該化學除硫模組排出，該反應產物係排出至一硫沉澱排出模組、或先排出至一化學儲存單元後再通入至該硫沉澱排出模組，且該化學氧化劑係為三價鐵

離子溶液、四價錳離子溶液、具氧化力之化學物質、或其組合；

(B) 透過該硫沉澱排出模組移除該反應產物中之固體硫，再將移除固體硫後之該反應產物通入至一生物再生單元，其中該生物再生單元包括一再生化學氧化劑之生物體，透過該生物體以將該反應產物氧化成該化學氧化劑；以及

(C) 回收經生物體氧化之該化學氧化劑至該化學儲存單元中。

11. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該硫沉澱排出模組包括一硫沉澱過濾單元、及一硫沉澱排出單元，透過該硫沉澱過濾單元以將該反應產物中之固體硫由反應產物中分離，且該固體硫係透過該硫沉澱排出單元移除。

12. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該硫沉澱排出模組更包括一液體暫存槽，移除固體硫後之反應產物係先存放於該液體暫存槽中後再通入至該生物再生單元。

13. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該化學除硫模組包括至少一除硫管柱。

14. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該化學除硫模組包括複數除硫管柱，且該等除硫管柱係以串聯或並聯連接。

15. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該生物體係為：將該反應產物氧化成該化學氧化劑之微生物或酵素。

16. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該生物再生單元更包括：一液態培養基，使生物體懸浮生長；或一固態擔體，使該生物體係附著於該固態擔體上或包埋於固態擔體中。

17. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該含硫化氫氣體中之硫化氫濃度係為1000 ppm或以上。

八、圖式 (請見下頁)：

15. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該生物體係為：將該反應產物氧化成該化學氧化劑之微生物或酵素。

16. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該生物再生單元更包括：一液態培養基，使生物體懸浮生長；或一固態擔體，使該生物體係附著於該固態擔體上或包埋於固態擔體中。

17. 如申請專利範圍第10項所述之去除方法，其中該含硫化氫氣體中之硫化氫濃度係為1000 ppm或以上。

八、圖式 (請見下頁)：

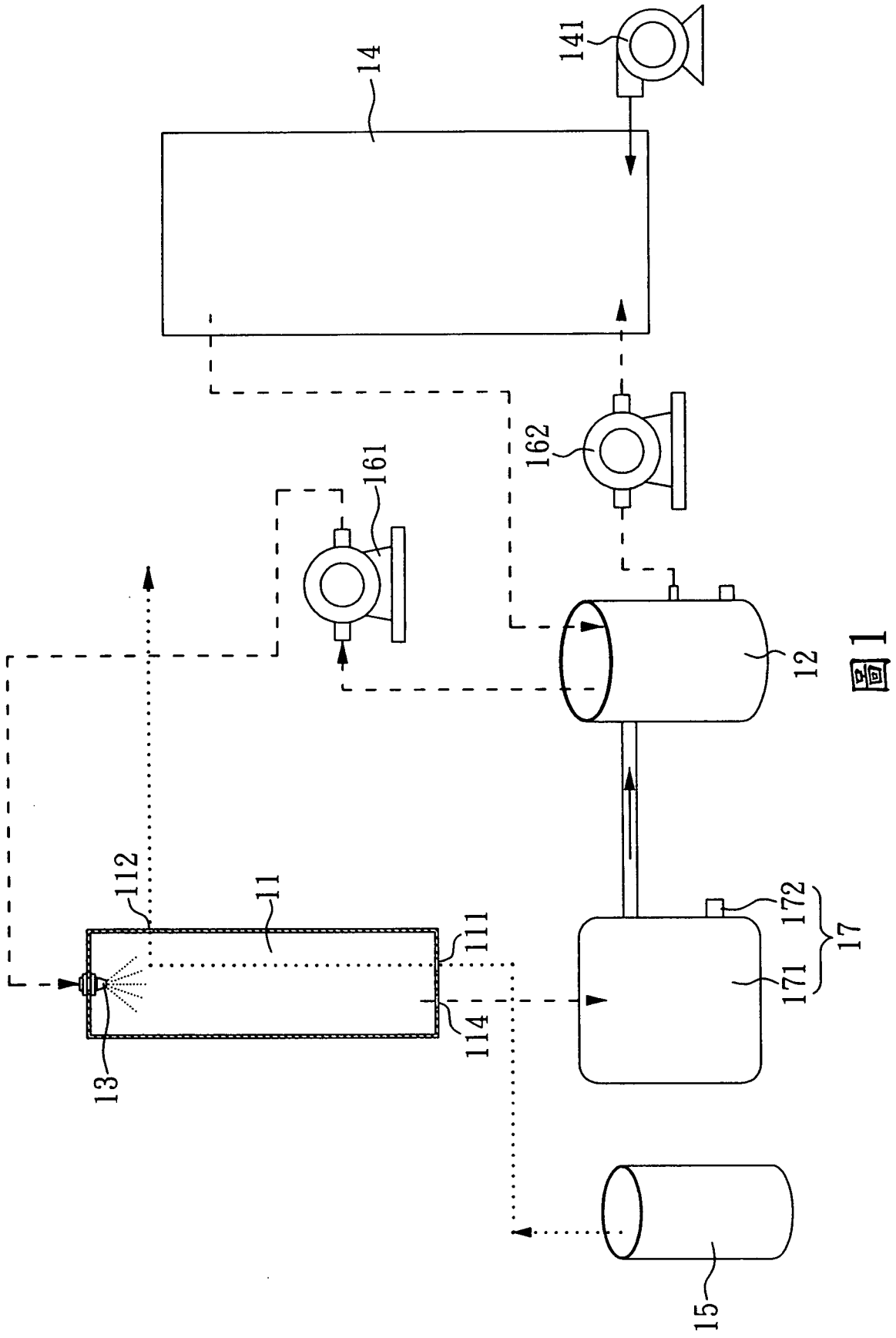


圖1

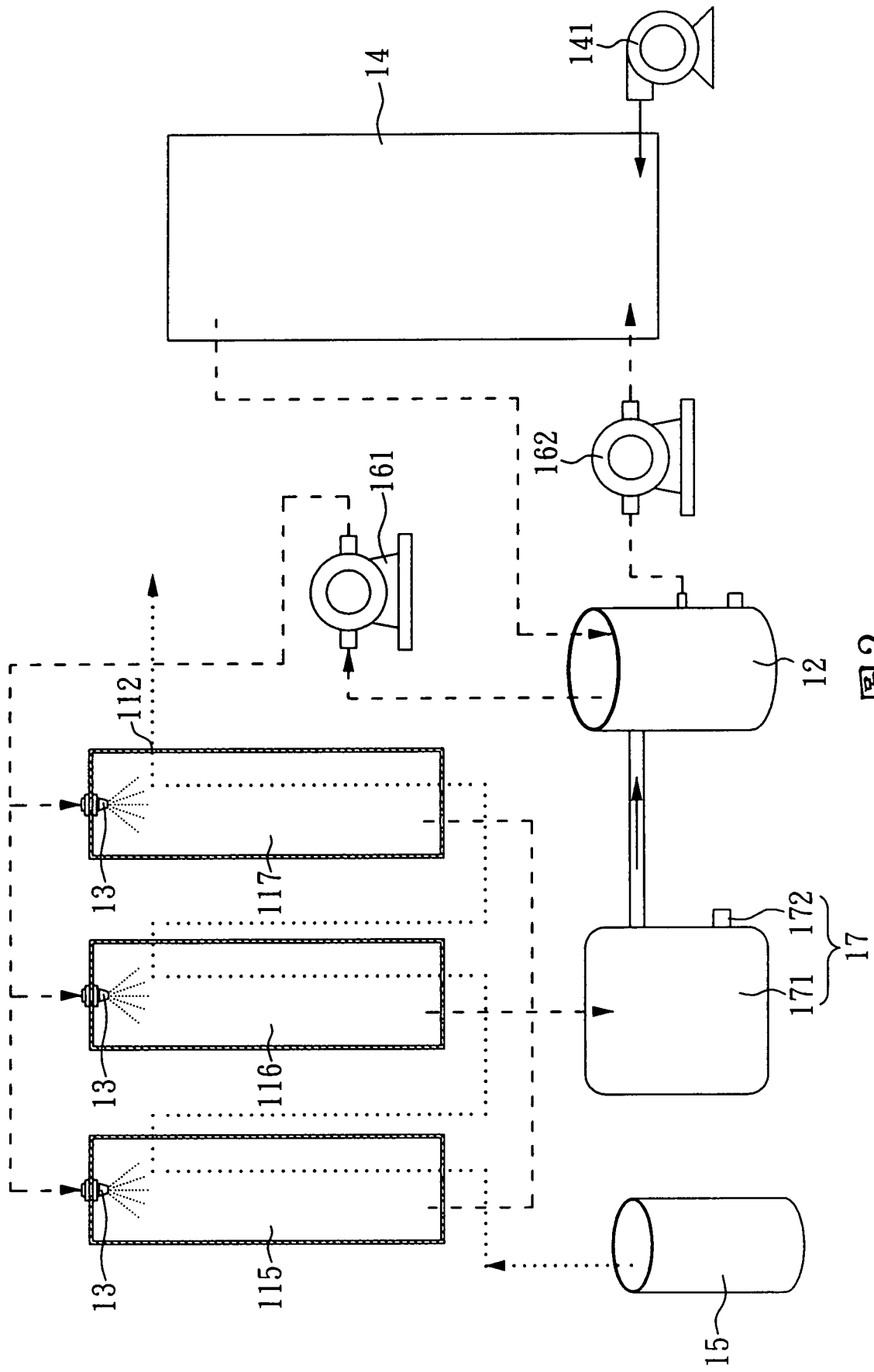


圖2

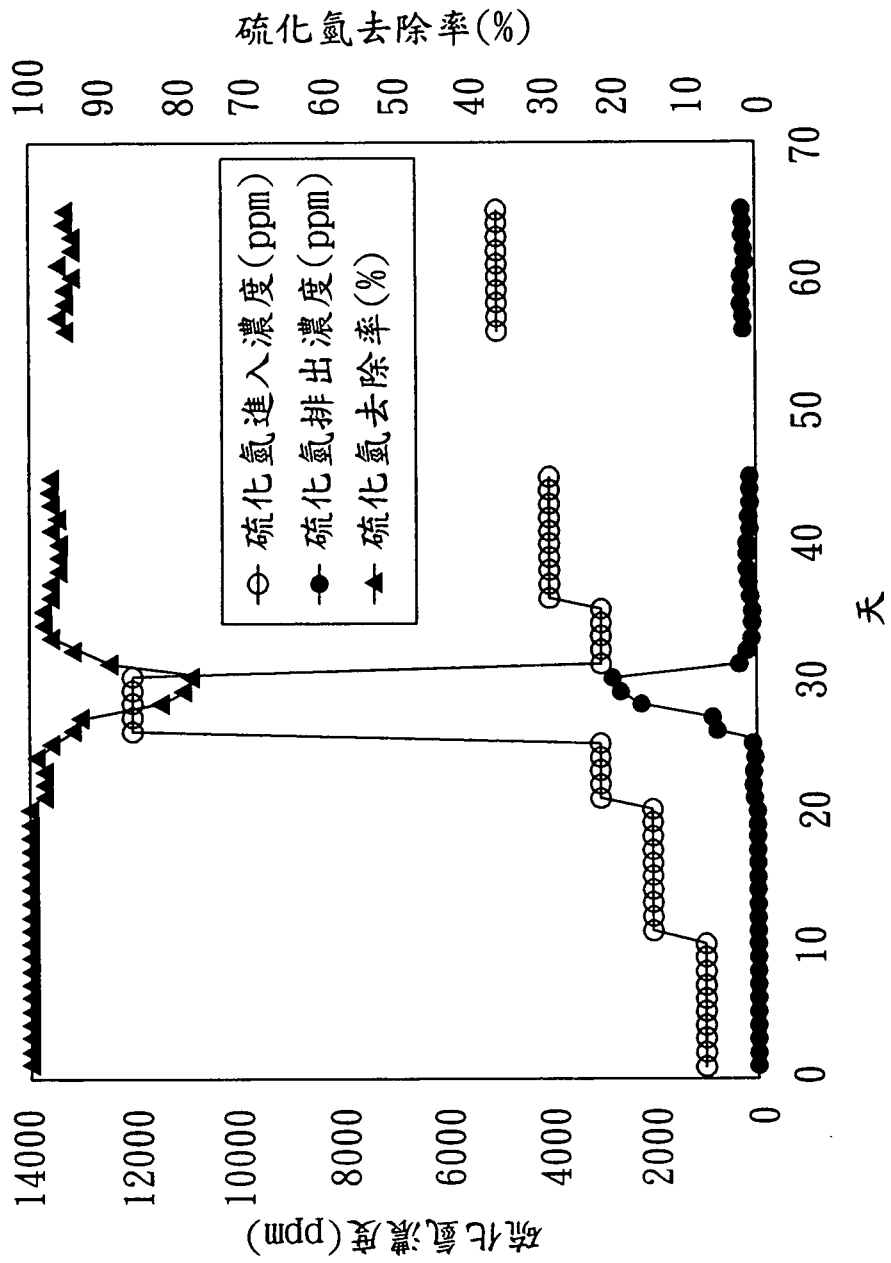


圖3

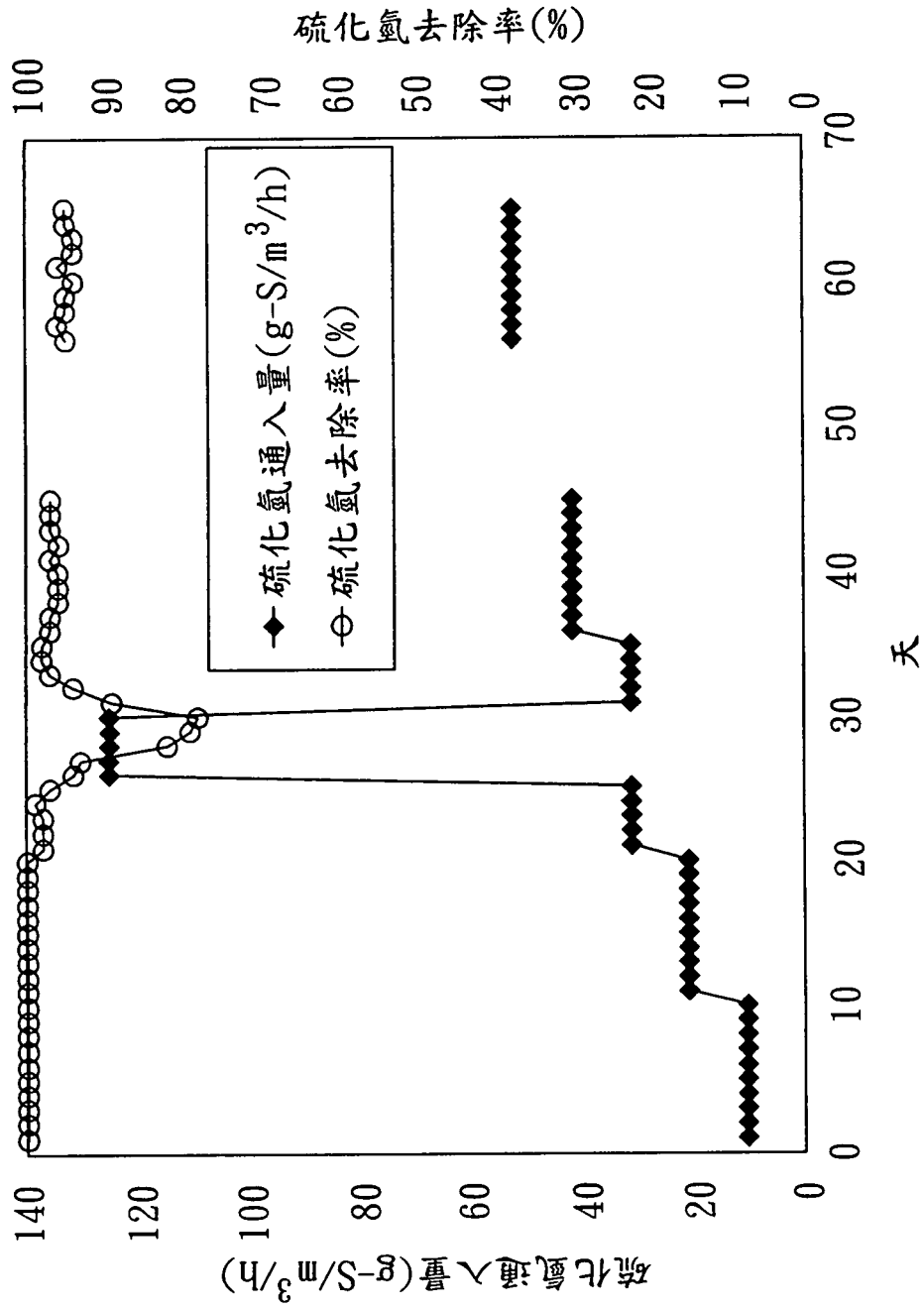


圖4

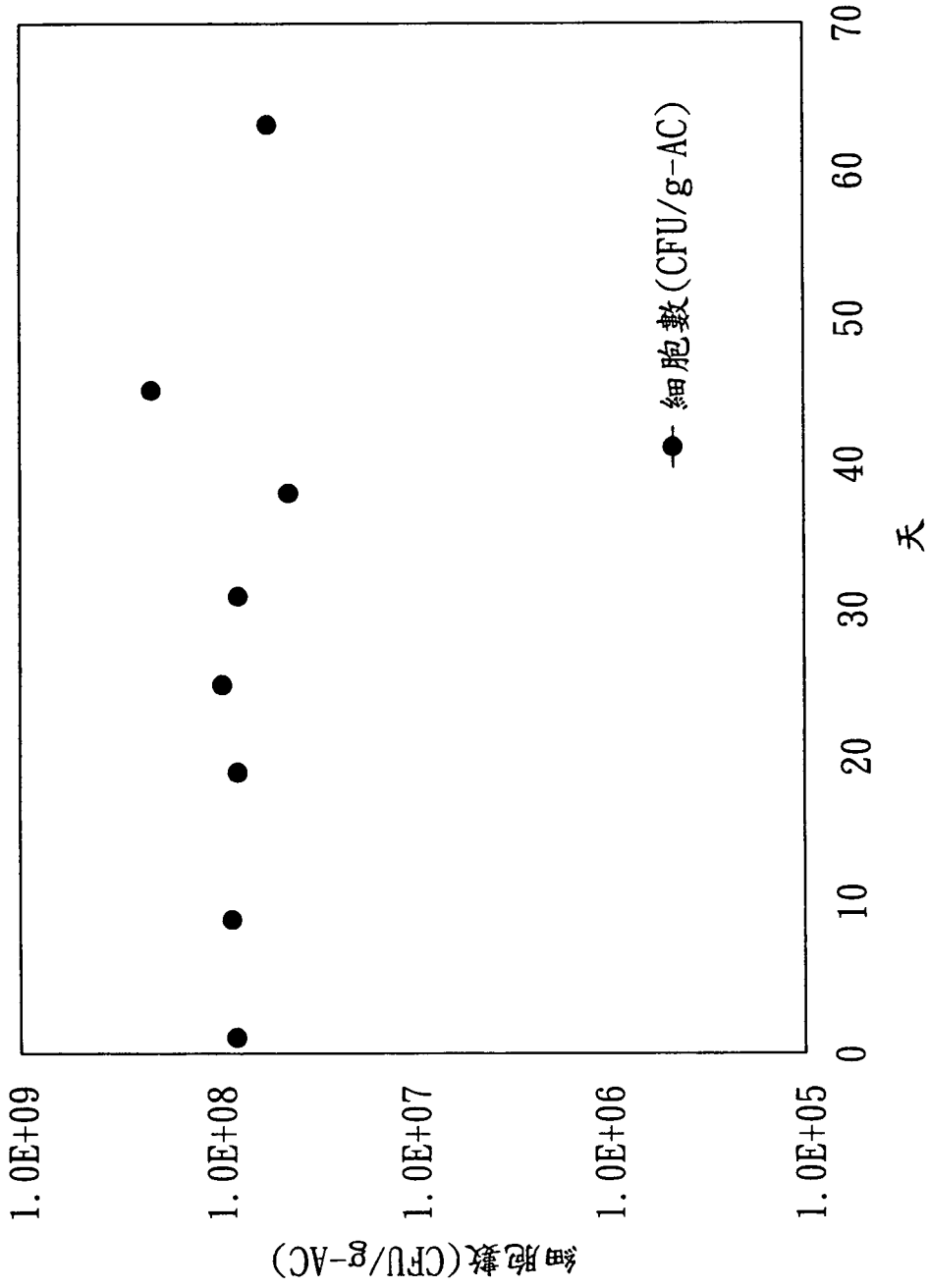


圖5