



(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 I444223 B

(45)公告日：中華民國 103 (2014) 年 07 月 11 日

(21)申請案號：100140774

(22)申請日：中華民國 100 (2011) 年 11 月 08 日

(51)Int. Cl. : *B01D53/52 (2006.01)**C12N1/04 (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)；陳煜沛 CHEN, YI PEI (TW)

(74)代理人：蘇建太；陳聰浩；蘇清澤

(83)生物材料寄存：

食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心 BCRC910527 2011 年 10 月 19 日

(56)參考文獻：

Sigurlaug Skirnisdottir etc."Isolation and characterization of a mixotrophic sulfur-oxidizing *Thermus scotoductus*", *Extremophiles* (2001) 5:45-51

Cheerawit Rattanapan etc."Removal of H₂S in down-flow GAC biofiltration using sulfide oxidizing bacteria from concentrated latex wastewater", *Bioresource Technology* 100 (2009) 125-130

審查人員：林春佳

申請專利範圍項數：11 項 圖式數：8 共 0 頁

(54)名稱

減少硫化氫之生物性複合物及方法

BIOLOGICAL COMPOSITE AND METHOD FOR REDUCING H₂S

(57)摘要

本發明係有關於一種減少硫化氫之生物性複合物及方法，其中該減少硫化氫之生物性複合物包括：一擔體；以及一株熱菌屬菌株(*Thermus* sp.)，固著於該擔體上。因此，利用該棲熱菌屬菌株或固著有該棲熱菌屬菌株之擔體與含硫化氫之樣本接觸，便可以減少其中之硫化氫含量。

A biological composite and method for reducing H₂ S are disclosed. The biological composite for reducing H₂ S includes a carrier and *Thermus* sp. immobilized on the carrier. Therefore, if a sample containing H₂ S contacts *Thermus* sp. or the carrier with *Thermus* sp. immobilized thereon, H₂ S can be reduced in amount.

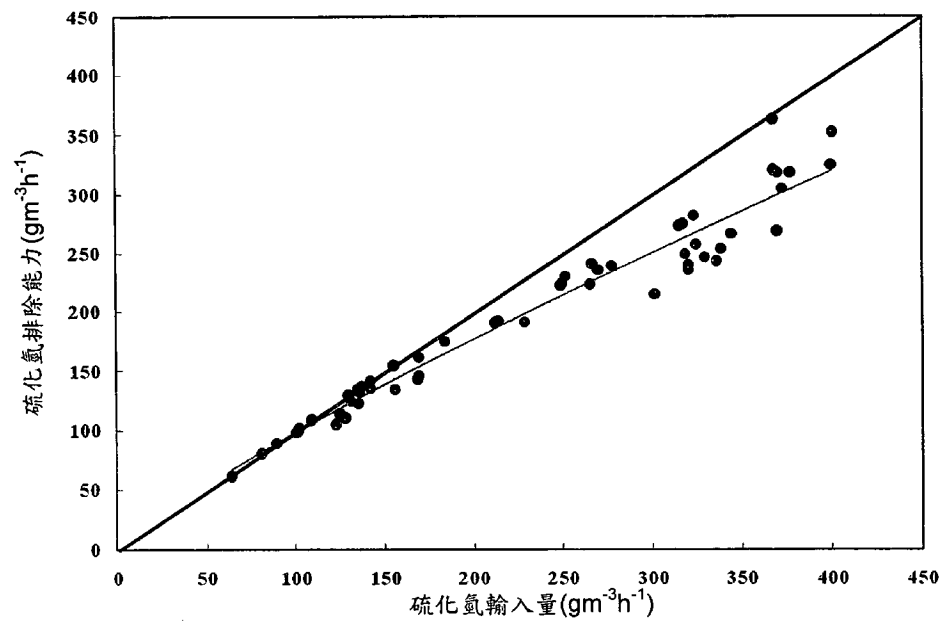


圖 3

公告本

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： 100140774 (2006.01)
 ※ 申請日： 100.11.08 ※IPC 分類： B01D 53/52
 C12N 1/64 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

減少硫化氫之生物性複合物及方法

Biological composite and method for reducing H₂S

二、中文發明摘要：

本發明係有關於一種減少硫化氫之生物性複合物及方法，其中該減少硫化氫之生物性複合物包括：一擔體；以及一株熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.)，固著於該擔體上。因此，利用該棲熱菌屬菌株或固著有該棲熱菌屬菌株之擔體與含硫化氫之樣本接觸，便可以減少其中之硫化氫含量。

三、英文發明摘要：

A biological composite and method for reducing H₂S are disclosed. The biological composite for reducing H₂S includes a carrier and *Thermus* sp. immobilized on the carrier. Therefore, if a sample containing H₂S contacts *Thermus* sp. or the carrier with *Thermus* sp. immobilized thereon, H₂S can be reduced in amount.

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：圖(3)。

(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：

「無」。

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於一種減少硫化氫之生物性複合物及方法。

【先前技術】

產生自廢水處理廠的沼氣，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。一般而言，此類沼氣中通常含有65%甲烷、30%二氧化碳、4%氮氣、0.2%的硫化氫及其他微量氣體。然而，生產沼氣與天然氣、造紙業與石化煉油等製程，皆會產生之硫化氫，當硫化氫累積濃度高達1000 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。

目前氣態硫化氫去除方法，主要包含物理法、焚化法、克勞斯法（Claus process）、化學洗滌法及生物法等，其中除了生物法以外，多因耗材更換或設備架設而提高處理費用。不過，即使利用生物法，卻會因生物法處理濃度高達1000 ppm以上之硫化氫有其極限，其中除了因為微生物本身氧化硫化氫的活性具有強弱的差異之外，經微生物氧化之硫化氫會轉變成硫酸而累積在微生物周圍環境，造成微生物周圍環境之pH值下降，進而影響微生物的生長及活性，促使硫化氫的去除能力隨之下降。

因此，若能找到一種具有極強的硫化氫氧化能力之微生物，且其即使在周圍環境之pH值降低時，仍可維持良好的硫化氫氧化能力，將可有利於生產沼氣與天然氣、造紙業與石化煉油等產業發展。

【發明內容】

本發明之主要目的係在提供一種減少硫化氫之生物性複合物及方法，俾能將其應用於環境工程、石化工程、食品工程、畜殖場等相關產業中，以去除硫化氫的含量，進而避免其對機具造成嚴重性的腐蝕，亦防止其對人體造成致命性的傷害。

為達成上述目的，本發明之一態樣提供一種減少硫化氫之生物性複合物，包括：一擔體；以及一株熱菌屬菌株（*Thermus* sp.），固著於該擔體上。

本發明之另一態樣提供一種減少硫化氫之生物性方法，包括以下步驟：將一株熱菌屬菌株（*Thermus* sp.）與一含硫化氫之樣品接觸。

於本發明上述減少硫化氫之生物性方法中，該株熱菌屬菌株（*Thermus* sp.）可固著於一擔體上，如此若使該擔體與該含硫化氫之樣品接觸，便可減少其中之硫化氫含量。

於本發明上述減少硫化氫之生物性複合物與方法中，該擔體可為活性碳、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、人工合成之化學物質或其組合，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。該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 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。

本發明之再一態樣提供一種耐酸性硫氧化菌株，其係一棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.)，且其16S rDNA之序列包含SEQ ID NO. 3。

此菌株係於2011年10月19日寄存於新竹食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心，寄存編號為BCRC 910527。

除上述菌株外，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 亦可為 *Thermus scotoductus*。

綜上所述，一般在石化煉油、沼氣、天然氣及造紙業等產業製程中，極容易隨著製程進行而累積產生高濃度的硫化氫氣體 (>1000 ppm)，其將會對機具或發電機造成腐蝕作用，亦會對人體造成致命性的傷害。然而，本發明減少硫化氫之生物性複合物及方法可應用於上述相關產業製程中，亦即其中之棲熱菌屬菌株會將硫化氫氣體轉換成硫酸，且即使隨著硫酸累積導致環境pH值下降，仍可在低pH值下保持良好的硫化氫去除效率，因此可以達到純化沼氣及廢氣等資源再生之目的。

【實施方式】

本發明之發明人於養豬場的廢水汙泥中分離出一微生物菌株，並發現其可耐低pH值及高硫酸濃度，進而期待其可達到去除高濃度硫化氫(>1000 ppm)之效果。

此種耐酸性硫氧化菌經分析後，發現其屬於棲熱菌屬 (*Thermus*)，可將硫化氫轉換成硫酸根。因此將耐酸性硫氧化菌進行增殖培養，並濃縮收集後與擔體或濾料均勻混合，該擔體或濾料例如泥炭土、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、聚乙烯泡棉等，促使該耐酸性硫氧化菌固著於擔體或濾料上（此及一般稱為固定化步驟），並待此兩者之混合物成為具有生物膜的生物濾料，便可將此生物濾料應用在去除硫化氫之用途，例如將該生物濾料置於適當容器內以做為沼氣純化設備其中一構件。

於本發明一具體實例中，發現於219天的長期監測研究中，對於硫化氫之平均去除率可達95%，且由於其中反應係將硫化氫氧化成硫酸而非還原成硫元素，因此當應用於沼氣純化時，不會堵塞純化的生物反應器，亦可避免氣體短流的現象發生。除此之外，即使隨著反應時間延長，硫酸根的累積及pH的下降仍不會造成本發明之棲熱菌屬對於去除硫化氫的活性下降，因此能夠維持沼氣中硫化氫的去除效率。

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。

實施例一 硫氧化菌之分離與鑑定

以下所有進行實驗之藥劑、溶液、容器與儀器等，在實驗期間皆處於無菌狀態。

由豬糞汙泥中，分離出耐酸性細菌（acidic tolerance bacteria），並於含葡萄糖 5 g/L、 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 3 g/L、 KH_2PO_4 0.5 g/L、 $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.5 g/L、KCl 0.1 g/L、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 12.5 mg/L、以及 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.01 mg/L 之培養基中培養 7 天，並用 7,500 g 的轉速離心 10 分鐘收集菌體。

將市面上可購得之粒狀活性碳（來自椰子殼，購自台灣活性碳工業公司，Taiwan Activated Carbon Industries Company）做為固定上述細菌的擔體材料，其粒徑大小約為 4.5 毫米，總體密度約為 0.48 g/cm^3 ，比表面積約為 $1250 \text{ m}^2/\text{g}$ ，並利用硫酸將粒狀活性碳的 pH 值調整至 3.0。本實施例之擔體材料不限於上述粒狀活性碳，其亦可為泥炭土、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、聚乙烯泡棉等。

將所收集的菌體以培養基懸濁於培養槽後，加入經 pH 值調整之 2.4 公斤粒狀活性碳，將其兩者混合均勻，持續培養待菌體固定於（immobilized）粒狀活性碳上，菌體固定

期間要置換新鮮的培養基，直到每公克粒狀活性碳上具有接近 10^8 至 10^9 CFU的菌數。

再將此固定有菌體的粒狀活性碳（granular activated carbon，GAC）填入實驗室等級的生物濾床（lab-scale biofilter，類似以下測試例之圖1）之管柱（直徑為5.5公分且高度為40公分）中，其中粒狀活性碳的填充體積及重量分別為0.5公升與0.24公斤。

接著，將原本由鋼桶輸出濃度為10,000 ppm之硫化氫，利用壓縮空氣稀釋成濃度為3,000 ppm的硫化氫，再以幫浦將硫化氫與空氣之混合氣體，由生物濾床的管柱底部打入，使混合氣體由管柱底部向上移動穿過管柱。結果顯示，該菌體對於硫化氫具有相當優異的移除能力，亦即該菌體為耐酸性硫氧化菌，其可將硫化氫氧化成硫酸根以使硫化氫濃度降低，因此進一步鑑定該菌體。

首先，利用染色體DNA套組（Geneaid Biotech Ltd.），抽取並純化該菌體之染色體DNA，再準備細菌專一性對引子對，其為順向引子9F：G A G T T T G A T C C T G G C T C A G（SEQ ID No. 1）、以及反向引子1543R：A G A A A G G A G G T G A T C C A G C（SEQ ID No. 2），透過聚合酶鏈鎖反應（polymerase chain reaction，PCR）放大菌體之16S rDNA，經定序後所得之序列數據如下。

SEQ ID No. 3

T G C T A G A T G C A G T C G A G C G G T G C A T
G T T T A T A C C T G T T C A G C G G C G G A C G G G T
G A G T A A C G C G T G G G T G A C C T A C C C G G A

A G A G G C G G A C A A C C T G G G G A A A C C C A G
G C T A A T C C G C C A T G T G G T C C T G T C C T G T
G G G G C A G G A C T A A A G G G T G G A T A G C C C
G C T T C C G G A T G G G C C C G C G T C C C A T C A G
C T A G T T G G T G G G G T A A A G G C C C A C C A A
G G C G A C G A C G G G T A G C C G G T C T G A G A G
G A T G G C C G G C C A C A G G G G C A C T G A G A C
A C G G G C C C C A C T C C T A C G G G A G G C A G C
A G T T A C G A A T C T T C C G C A A T G G A C G G A A
G T C T G A C G G A G C G A C C C C G C T T G G A G G
A G G A A G C C C T T C G G G G T G T A A A C T C C T G
A A C T G G G G A C G A A A G C C C T G T G T A G G G
G G A T G A C G G T A C C C A G G T A A T A G C G C C
G G C C A A C T C C G T G C C A G C A G C C G C G G T A
A T A C G G A G G G C G C G A G C G T T A C C C G G A
T T T A C T G G G C G T A A A G G G C G T G T A G G C G
G C C T G G G G C G T C C C A T G T G A A A G G C C A
C G G C T C A A C C G T G G A G G A G C G T G G G A T
A C G C T C A G G C T A G A G G G T G G G A G A G G G
T G G T G G A A T T C C C G G A G T A G C G G T G A A
A T G C G C A G A T A C C G G G A G G A A C G C C G A
T G G C G A A G G C A G C C A C C T G G T C C A C T T C
T G A C G C T G A G G C G C G A A A G C G T G G G G A
G C A A A C C G G A T T A G A T A C C C G G G T A G T
C C A C G C C C T A A A C G A T G C G C G C T A G G T C
T T T G G G G T T T A T C T G G G G G C C G A A G C C A
A C G C G T T A A G C G C G C C G C C T G G G G A G T
A C G G C C G C A A G G C T G A A A C T C A A A G G A

A T T G A C G G G G G C C C G C A C A A G C G G T G G
A G C A T G T G G T T T A A T T C G A A G C A A C G C G
A A G A A C C T T A C C A G G C C T T G A C A T G C T G
G G G A A C C T A G G T G A A A G C C T G G G G T G C
C C G C G A G G G A G C C C C A G C A C A G G T G C T
G C A T G G C C G T C G T C A G C T C G T G T C G T G A
G A T G T T G G G T T A A G T C C C G C A A C G A G C G
C A A C C C C T G C C C T T A G T T G C C A G C G G G T
T G G G C C G G G C A C T C T A A G G G G A C T G C C
T G C G A A A G C A G G A G G A A G G C G G G G A C G
A C G T C T G G T C A T C A T G G C C C T T A C G G C C
T G G G C G A C A C A C G T G C T A C A A T G C C C A C
T A C A G A G C G A G G C G A C C C A G T G A T G G G
G A G C G A A T C G C A A A A A G G T G G G C G T A G
T T C G G A T T G G G G T C T G C A A C C C G A C C C C
A T G A A G C C G G A A T C G C T A G T A A T C G C G
G A T C A G C C A T G C C G C G G T G A A T A C G T T C
C C G G G C C T T G T A C A C A C C G C C C G T C A C G
C C A T G G G A G C G G G T T C T A C C C G A A G T C G
C C G G G A G C C T T A G G G C A G G C G C C G A G G
G T A G G G C T C G T G A C T

再使用美國國家生物資訊中心（National Center for Biotechnology Information, NCBI）之初步局部列排檢索系統（Basic Local Alignment Search Tool, BLAST），將所得序列與其基因庫中細菌譜系之標準序列進行比對，同時使用MEGA 3.1軟體進行演化分析，結果顯示本發明之硫氧化

菌株屬於棲熱菌屬 (*Thermus* sp.)，本發明將其命名為棲熱菌屬 CP1 (*Thermus* sp. CP1)。

實施例二 硫氧化菌 *Thermus* sp. CP1之硫化氫氧化能力 連續運作下硫化氫之移除效率

首先，參考圖1，圖1係本試驗所採用之場式生物濾床 (field biofilter) 的示意圖，其中利用此場式生物濾床，檢測厭氧狀態下豬糞廢水處理系統中所產生之硫化氫氣體減少量。

如圖1所示，豬糞廢水處理系統3中所產生之生物氣體，利用排氣扇1排入氣體混合瓶8，其間連接流量計2調節氣體混合瓶8中之生物氣體量。此外，使用空氣壓縮機壓縮氣體，將其連接另一個排氣扇1與流量計2，使壓縮空氣以每分鐘1公升的流速導入氣體混合瓶8中稀釋生物氣體。

另一方面，如上述實施例所述，將此固定有菌體的粒狀活性碳 (granular activated carbon, GAC) 填入場式生物濾床 (field biofilter) 之反應管柱5 (直徑為12公分且高度為65公分) 中，其中粒狀活性碳的填充體積及重量分別為5公升與2.4公斤。反應管柱5下方流出口53連接營養瓶4，營養瓶4其中之培養基透過蠕動幫浦6傳輸至管柱上方之流入口54，並利用調節器7將供應流速調整為約每分鐘1公升，並每日供應30分鐘。反應管柱5下方之氣體入口51連接氣體混合瓶8，氣體混合瓶8其中之生物氣體由氣體入口51輸入，自反應管柱5下方向上移動至上方氣體出口52排出，其中氣體流速定為每小時150公升。

場式生物濾床每日運作八小時。為了估量生物濾床對於硫化氫的移除效率，空床氣體滯留時間（empty bed gas residence time, EBRT）定於60秒與120秒，其係定義為受填充之濾床體積除以氣體流速。場式生物濾床運作期間，以0.05-2%（最小濃度為100 ppm）或0.01-0.2%（最小濃度為50 ppm）之氣體檢測管（gas detector tube, Kitagawa）測量生物濾床中排入與排出氣體中之硫化氫濃度。

對於固定有本發明耐酸性硫氧化菌（*Thermus* sp. CP1）之生物濾床中測試而得之硫化氫移除效率，則使用衍生自米氏等式（Michaelis-Menten equation, Hirai et al., 1990）之以下等式計算而得：

$$1/R = K_s/V_m * 1/C_{ln} + 1/V_m$$

其中 R ($\text{g m}^{-3} \text{h}^{-1}$) 為移除率， C_{ln} (g m^{-3}) 為生物濾床氣體入口與出口之硫化氫對數平均濃度， V_m ($\text{g m}^{-3} \text{h}^{-1}$) 為最大移除率，以及 K_s (g m^{-3}) 為飽和常數。

對於生物濾床系統中之細菌數目，則自樣本埠中取出0.5公克的粒狀活性碳與5毫升的無菌水混合後，將此樣本震盪3分鐘，以平板計數法（plating count technique）稀釋後測量而得。對於生物濾床中之硫酸根濃度，則利用市面上購得的硫酸根試劑（SulfaVer® 4, Hach）與分光光度計分析判定。上述各測定結果如圖2至圖6所示。

圖2顯示場式生物濾床連續運作過程中空床氣體滯留時間（EBRT）、關機時機、生物氣體中硫化氫濃度等因素對於硫化氫移除效率的影響，其中圓點代表硫化氫移除效率，三角點代表生物濾床管柱氣體入口之硫化氫濃度，以

及正方點代表生物濾床管柱氣體出口的硫化氫濃度。由圖2可知，當生物氣體（亦即沼氣）流量為每小時150公升、氣體滯留時間為2分鐘時，硫化氫平均的去除率可達95%左右。

圖3顯示硫化氫輸入量與硫化氫排除能力的關係圖。由圖3可知，當硫化氫的輸入量為每小時約輸入 400 g m^{-3} 時，其最大去除效率大約可達每小時去除 352 g m^{-3} 的硫化氫。此外，圖4顯示場式生物濾床連續運作過程中pH值、細胞數與硫酸根濃度變化，其中圓點代表硫酸根濃度，三角點代表細胞數目，以及菱形點代表pH值，箭頭代表供應新鮮培養基之時間點。由圖4可知，當pH值低於1且硫酸根濃度達 54 g L^{-1} 時，本發明固定於擔體上之耐酸性硫氧化菌的菌體數目，每公克粒狀活性碳（GAC）上仍可達 10^6 至 10^7 CFU。

另外，圖5顯示空床氣體滯留時間（EBRT）為2分鐘時，溫度與硫化氫移除效率的關係圖。由圖5可知，當溫度提高至35度左右時，本發明耐酸性硫氧化菌（*Thermus* sp. CP1）可以達到將近百分之百的硫化氫移除效率。除此之外，經分析硫元素的質量平衡後，發現約有50%的硫化氫會轉換成硫酸根離子。

圖6為動力學分析中 $1/R$ 對 $1/C_{in}$ 之線性關係圖，其中氣體流速控制於每小時150公升，生物氣體（沼氣）濃度範圍為1,500至5,000 ppm之間，空床氣體滯留時間為2分鐘。由圖6之直線斜率與截距，可分別算出本發明固定化耐酸性硫氧化菌的 V_m 值為每小時 434.8 g m^{-3} ，以及其 K_s 值為 3.3 g m^{-3} 。相較於已知微生物*Alcaligenes faecalis*對於硫化氫的

K_s 值為 5.2 g m^{-3} (Rattanapan et al., 2010)，本發明之耐酸性硫氧化菌 (*Thermus* sp. CP1) 對於硫化氫的 K_s 值明顯較低，此表示本發明之耐酸性硫氧化菌對硫化氫的更高的親和力。此外，利用微生物 *A. faecalis* 處理硫化氫，其反應後的主要產物為硫元素的沉澱物，若將此菌種應用於相關去除硫化氫之系統極可能會導致系統堵塞及短流等問題發生；反觀，本發明之耐酸性硫氧化菌 (*Thermus* sp. CP1) 係將硫化氫氧化成硫酸根，因此不會有上述問題。

除此之外，雖然先前曾有研究 (Duan, H.Q. et al., 2006) 利用活性汙泥的內生菌固定化於活性碳進行硫化氫的去除，但處理容量與去除效率也只達 $181 \text{ g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ 與 94%，且其所使之硫化氫濃度 (約僅有 87 ppm) 遠低於實場沼氣處理的硫化氫濃度；反觀本發明對於耐酸性硫氧化菌 (*Thermus* sp. CP1) 之測試中係採用實場沼氣處理的硫化氫，且當硫化氫的輸入量為每小時約輸入 400 g m^{-3} 時，其最大去除效率大約可達每小時去除 352 g m^{-3} 的硫化氫，明顯遠超過先前研究之成效。

實施例三 鑑定已知棲熱菌屬菌株之硫化氫移除能力

同上述實施例一所述之方法，將 *Thermus scotoductus* (BCRC 17424，購自台灣新竹食品所) 固定於粒狀活性碳上。填入如圖7所示之反應管柱5 (內徑為5.4公分高度為35公分)，其中粒狀活性碳體積為500毫升。接著，將原本由硫化氫鋼桶9輸出濃度為10,000 ppm之硫化氫，利用排氣扇1排入氣體混合瓶8，排氣扇1與氣體混合瓶8間連接流量計

2，以調節氣體混合瓶8中之硫化氫氣體量，同時使用空氣壓縮機壓縮空氣，連接另一個排氣扇1與流量計2，使壓縮空氣導入氣體混合瓶8中將硫化氫的濃度稀釋成 5.6 g/m^3 （4,000 ppm），再以幫浦將硫化氫與空氣之混合氣體，由生物濾床的反應管柱5下方之氣體入口51打入，使混合氣體由反應管柱5下方向上移動穿過反應管柱5，自反應管柱5上方之氣體出口52排出，過程中反應管柱5下方流出口53連接營養瓶4，營養瓶4其中之培養基透過蠕動幫浦6傳輸至管柱上方之流入口54，並利用調節器7使培養基流速穩定。經過28天的長期測試，期間以不同濃度範圍之檢知管進行硫化氫濃度分析，結果如圖8所示。

圖8係本試驗例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移除效率，三角點代表生物濾床管柱氣體入口之硫化氫濃度，以及正方點代表生物濾床管柱氣體出口的硫化氫濃度。參考圖8，可知氣體滯留時間（RT）為2分鐘的情況下，*Thermus scotoductus*的硫化氫去除效率皆可維持在90%以上，且於進流負荷 $167 \text{ g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ 下，最大去除負荷量為 $159 \text{ g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ，此結果顯示*Thermus scotoductus*同樣具有去除硫化氫之能力，但其效能仍不及實施例一所篩選出的*Thermus* sp. CP1（進流負荷 $400 \text{ g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ 下其最大去除負荷量為 $352 \text{ g m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ ）。

綜上所述，本發明之減少硫化氫之生物性複合物及方法與耐酸性硫氧化菌株，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、沼氣、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，本發明之減少硫化氫之生物性複合物及方法與耐酸性硫氧化菌株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1係本發明之實施例一及實施例二中所採用之場式生物濾床（field biofilter）的示意圖。

圖2係本發明之實施例二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移除效率，三角點代表生物濾床管柱氣體入口之硫化氫濃度，以及正方點代表生物濾床管柱氣體出口的硫化氫濃度。

圖3係本發明之實施例二中硫化氫輸入量與硫化氫排除能力的關係圖。

圖4係本發明之實施例二中pH值、細胞數與硫酸根濃度之變化圖，其中圓點代表硫酸根濃度，三角點代表細胞數目，以及菱形點代表pH值，箭頭代表供應新鮮培養基之時間點。

圖5係本發明之實施例二中溫度與硫化氫移除效率的關係圖，其中空床氣體滯留時間（EBRT）為2分鐘。

圖6係本發明之實施例二之動力學分析中 $1/R$ 對 $1/C_{in}$ 之線性關係圖，其中氣體流速控制於每小時150公升，生物氣體（沼氣）濃度範圍為1,500至5,000 ppm之間，空床氣體滯留時間為2分鐘。

圖7係實施例三中所採用之實驗室等級的生物濾床的示意圖。

圖8係本發明之實施例三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移除效率，三角點代表生物濾床管柱氣體入口之硫化氫濃度，以及正方點代表生物濾床管柱氣體出口的硫化氫濃度。

【主要元件符號說明】

排氣扇1	流量計2	豬糞廢水處理系統3
營養瓶4	反應管柱5	氣體入口51
氣體出口52	流出口53	流入口54
蠕動幫浦6	調節器7	氣體混合瓶8
硫化氫鋼桶9		

序列表

<110> 國立交通大學/National Chiao Tung University

<120> 減少硫化氫之生物性複合物及方法/Biological composite and method for reducing H₂S

<130> S4517/0603TW

<160> 3

<170> PatentIn version 3.3

<210> 1

<211> 19

<212> DNA

<213> 人工合成

<220>

<223> 順向引子

<400> 1

gagtttgatc ctggctcag

19

<210> 2

<211> 19

<212> DNA

<213> 人工合成

<220>

<223> 反向引子

<400> 2

agaaaggagg tgatccagc

19

<210> 3

<211> 1411

<212> DNA

<213> *Thermus* sp.

<400> 3

tgctagatgc agtcgagcgg tgcattgtta tacctgttca gcggcggacg ggtgagtaac 60

gcgtgggtga cctacccgga agaggcggac aacctgggga aaccaggct aatccgcat 120

gtggtcctgt cctgtggggc aggactaaag ggtggatagc ccgcttcgg atgggcccgc 180

gtcccatcag ctagtgttg gggtaaaggc ccaccaaggc gacgacgggt agccggtctg 240

agaggatggc cggccacagg ggcactgaga cacgggcccc actcctacgg gaggcagcag 300

ttacgaatct tccgaatgg acggaagtct gacggagcga cccgcttgg aggaggaagc 360

ccttcgggggt gtaaactcct gaactgggga cgaaagccct gtgtaggggg atgacggtac 420

ccaggtata gcgccggcca actccgtgcc agcagccgcg gtaatacga gggcgcgagc 480

gttaccgga ttactgggc gtaaagggcg ttaggcggc ctggggcgtc ccatgtgaaa 540

ggccacggct caaccgtga ggagcgtggg atacgtcag gctagagggt ggagagggt 600

ggtggaattc ccggagtagc ggtgaaatgc gcagataccg ggaggaacgc cgatggcgaa 660

ggcagccacc tggtcactt ctgacgtga ggcgcgaaag cgtggggagc aaaccggatt 720

agatacccgg gtagtcacg ccctaaacga tgcgcgctag gtcttgggg ttatctggg 780

ggccgaagcc aacgcgttaa gcgcgccgc tggggagtac ggccgcaagg ctgaaactca 840

aaggaattga cgggggcccc cacaagcgtt ggagcatgtg gtttaattcg aagcaacgcg 900

aagaacctta ccaggccttg acatgctggg gaacctaggt gaaagcctgg ggtgcccgcg 960

agggagcccc agcacagggt ctgcatggcc gtcgtcagct cgtgtcgtga gatgttgggt 1020

taagtcccgc aacgagcgca acccctgccc ttagttgcca gcgggttggg ccgggcactc 1080

taaggggact gcctgcgaaa gcaggaggaa ggcggggacg acgtctggtc atcatggccc 1140

ttacggcctg ggcgacacac gtgctacaat gccactaca gagcgaggcg acccagtgat	1200
ggggagcgaa tcgcaaaaag gtgggcgtag ttcggattgg ggtctgcaac ccgaccccat	1260
gaagccggaa tcgctagtaa tcgcggatca gccatgccgc ggtgaatacg ttcccgggcc	1320
ttgtacacac cgcccgtcac gccatgggag cgggttctac ccgaagtcgc cgggagcctt	1380
agggcaggcg ccgagggtag ggctcgtgac t	1411

七、申請專利範圍：

1. 一種減少硫化氫之生物性複合物，包括：

一擔體；以及

一棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.)，固著於該擔體上；

其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 的 16S rDNA 之序列為 SEQ ID NO. 3。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之減少硫化氫之生物性複合物，其中，該擔體係選自由活性碳、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、以及人工合成之化學物質所組成之群組中之至少一者。

3. 如申請專利範圍第 2 項所述之減少硫化氫之生物性複合物，其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 係形成一生物膜包覆該擔體。

4. 如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之減少硫化氫之生物性複合物，其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 係寄存於新竹食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心，寄存編號為 BCRC 910527。

5. 一種減少硫化氫之生物性方法，包括以下步驟：

將一棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 與一含硫化氫之樣品接觸；

其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 的 16S rDNA 之序列為 SEQ ID NO. 3。

6. 如申請專利範圍第5項所述之減少硫化氫之生物性方法，其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 係固著於一擔體上。

7. 如申請專利範圍第6項所述之減少硫化氫之生物性方法，其中，該擔體係選自由活性碳、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、以及人工合成之化學物質所組成之群組中之至少一者。

8. 如申請專利範圍第7項所述之減少硫化氫之生物性方法，其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 係形成一生物膜包覆該擔體。

9. 如申請專利範圍第5至8項中任一項所述之減少硫化氫之生物性方法，其中，該棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.) 係寄存於新竹食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心，寄存編號為BCRC 910527。

10. 一種耐酸性硫氧化菌株，其係一棲熱菌屬菌株 (*Thermus* sp.)，且其16S rDNA之序列包含SEQ ID NO. 3。

11. 如申請專利範圍第10項所述之耐酸性硫氧化菌株，其係寄存於新竹食品工業發展研究所生物資源保存及研究中心，寄存編號為BCRC 910527。

八、圖式 (請見下頁)：

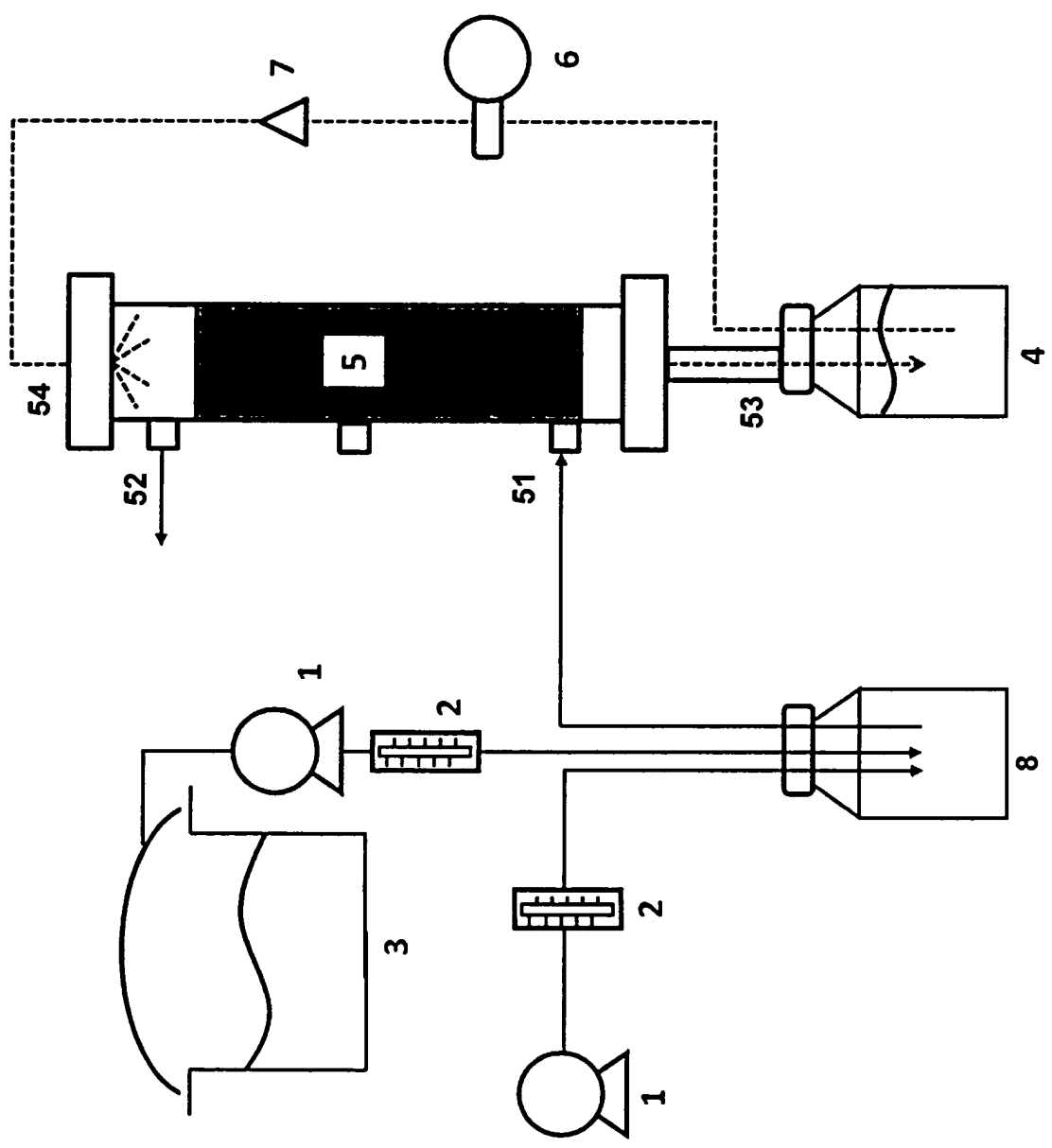


圖 1

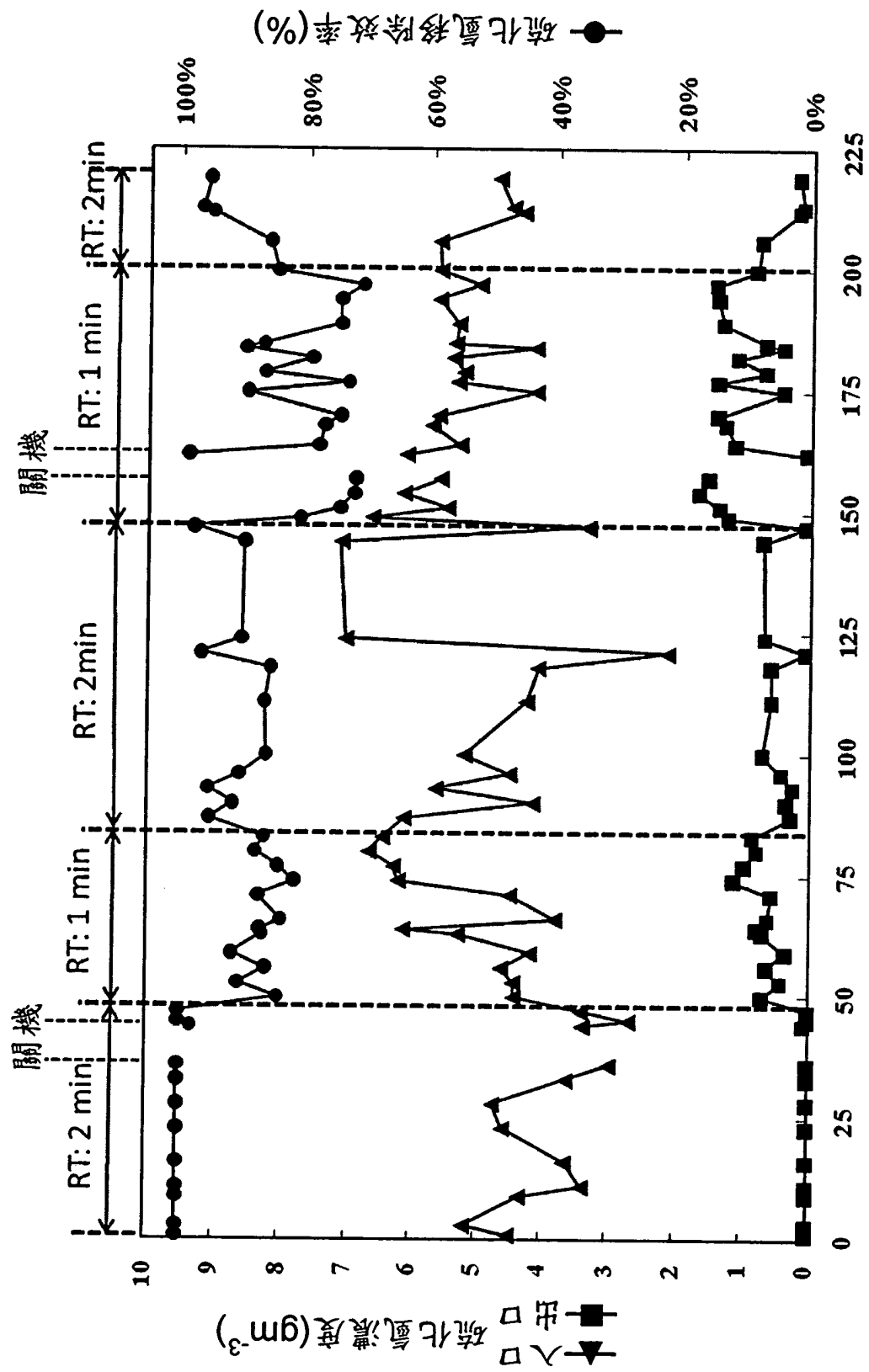


圖 2

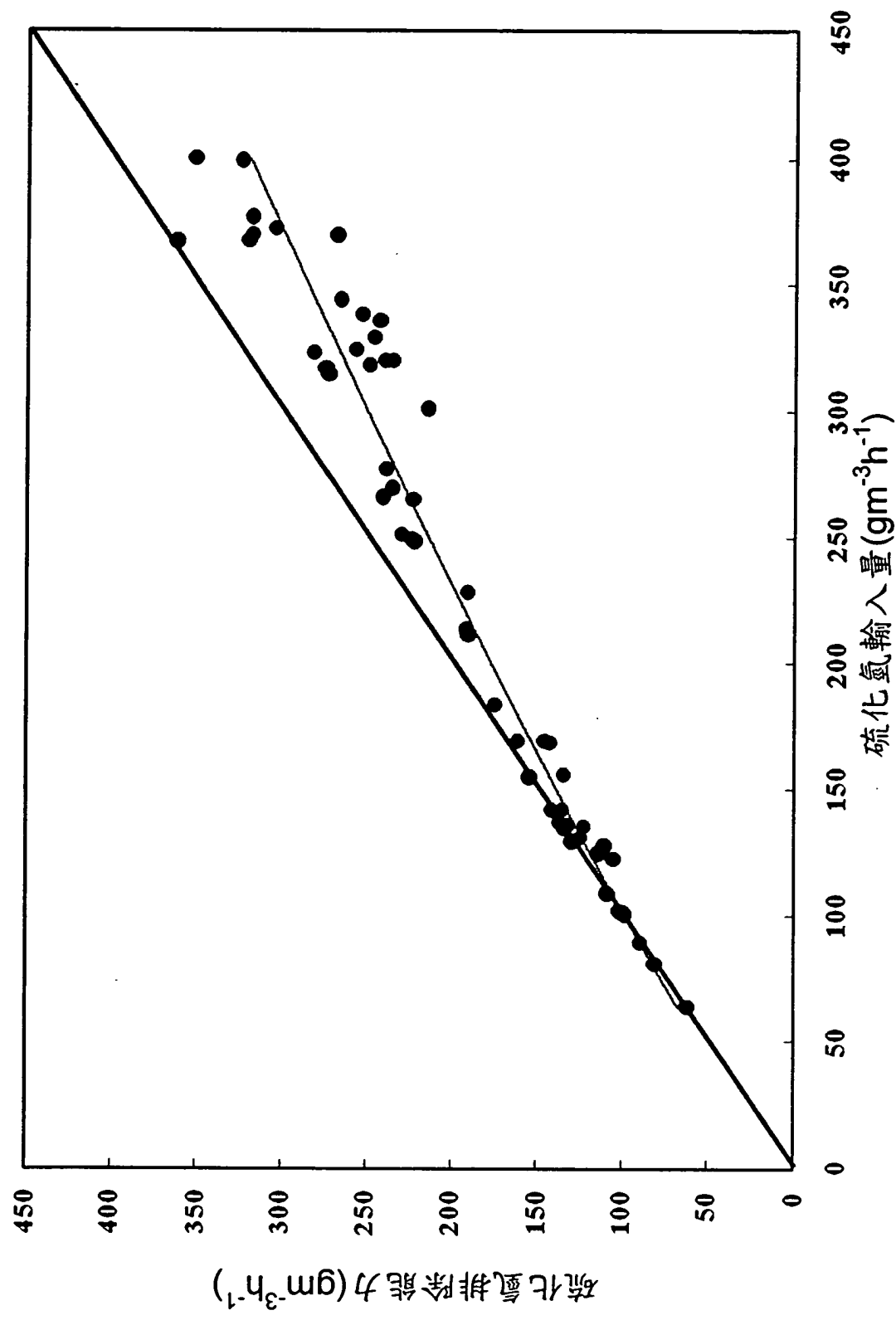


圖 3

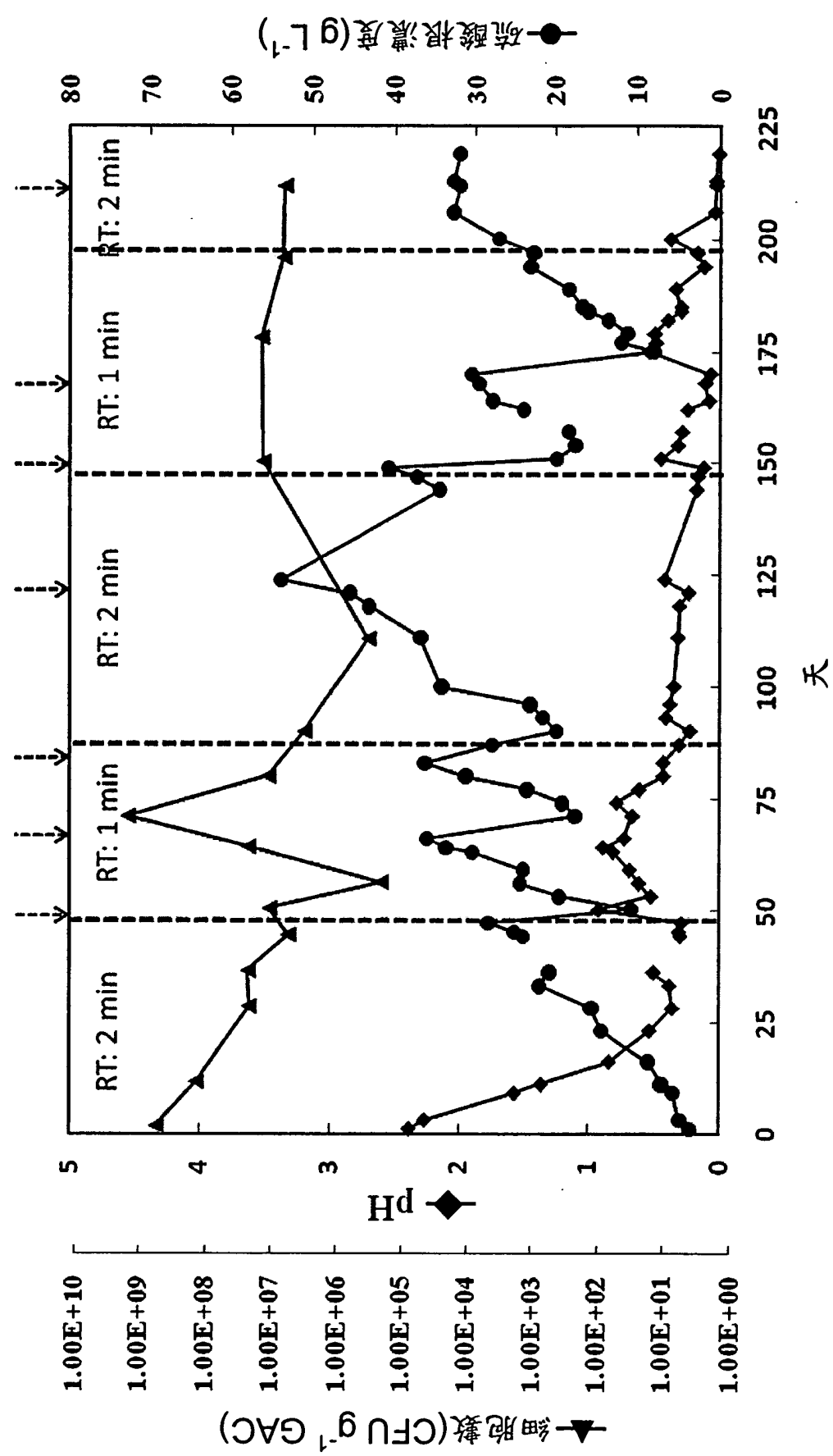


圖 4

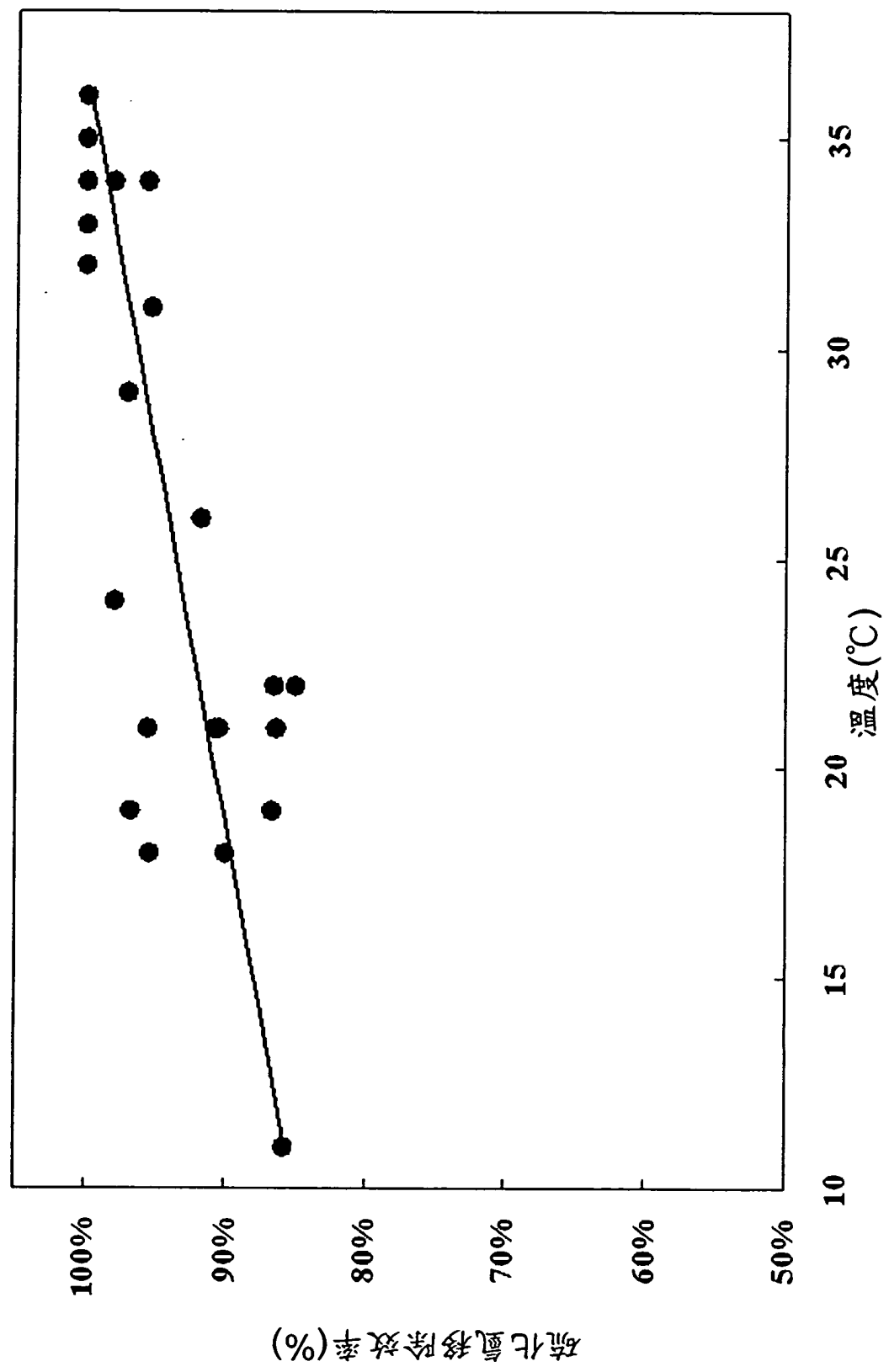


圖 5

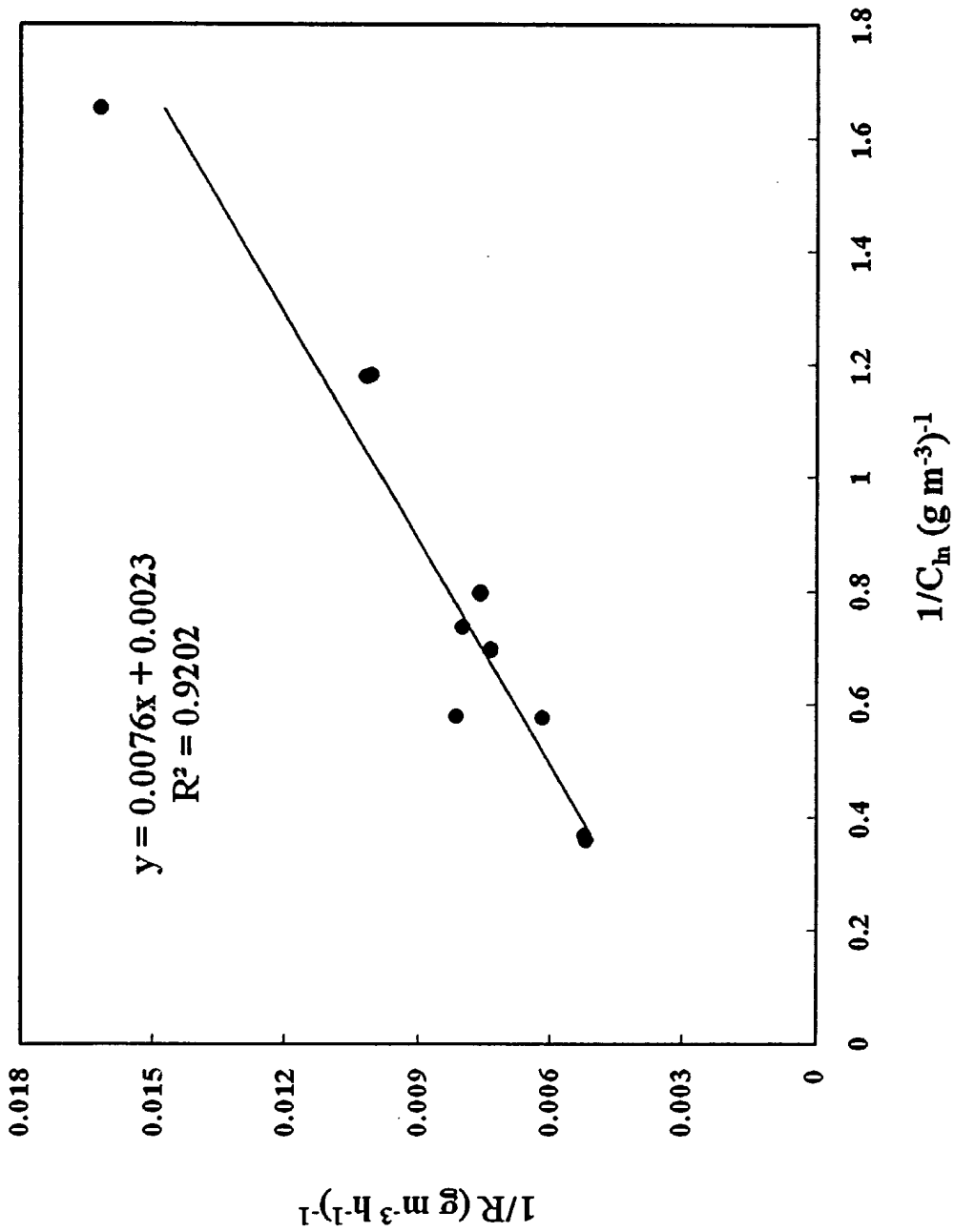


圖 6

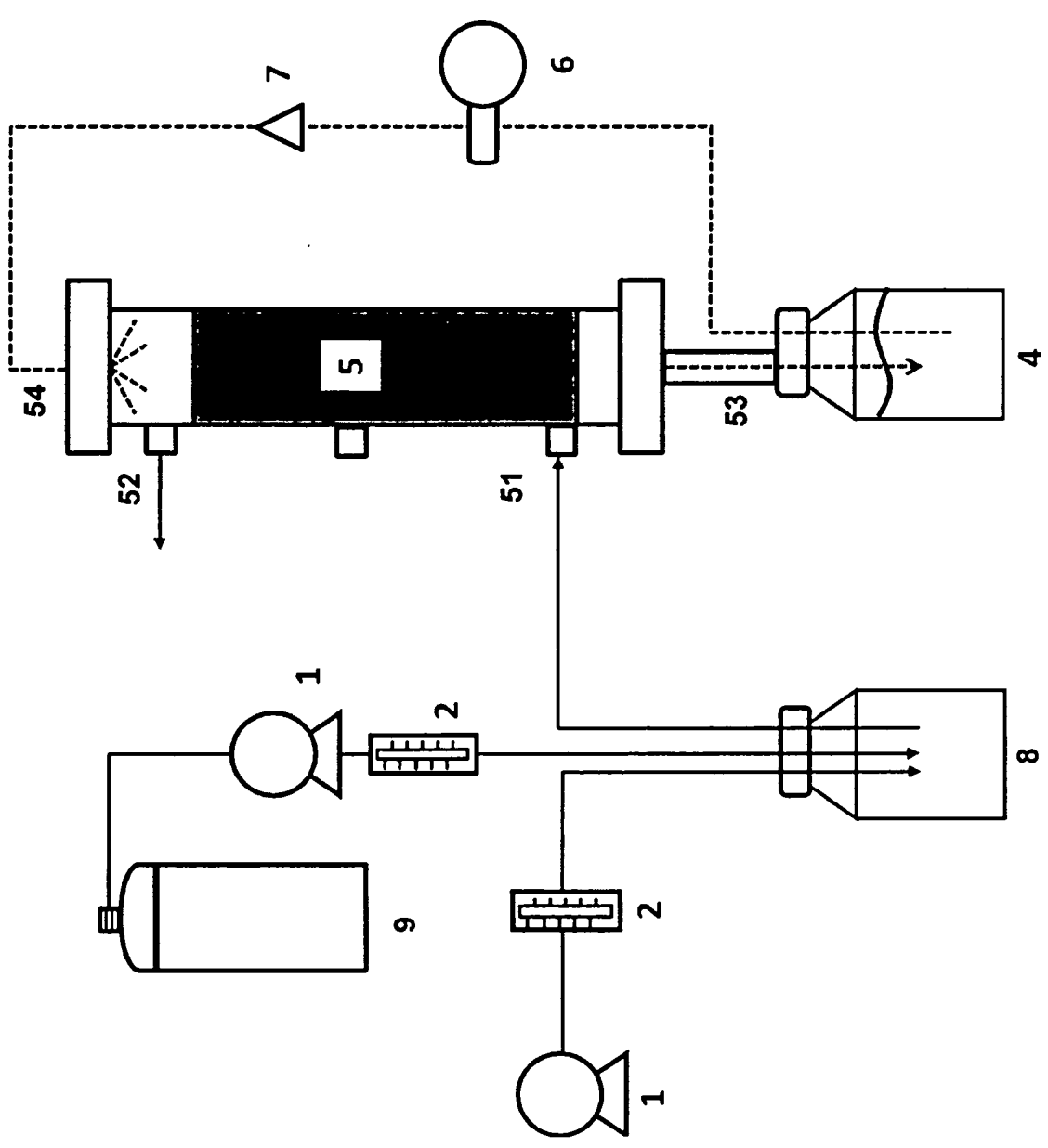


圖 7

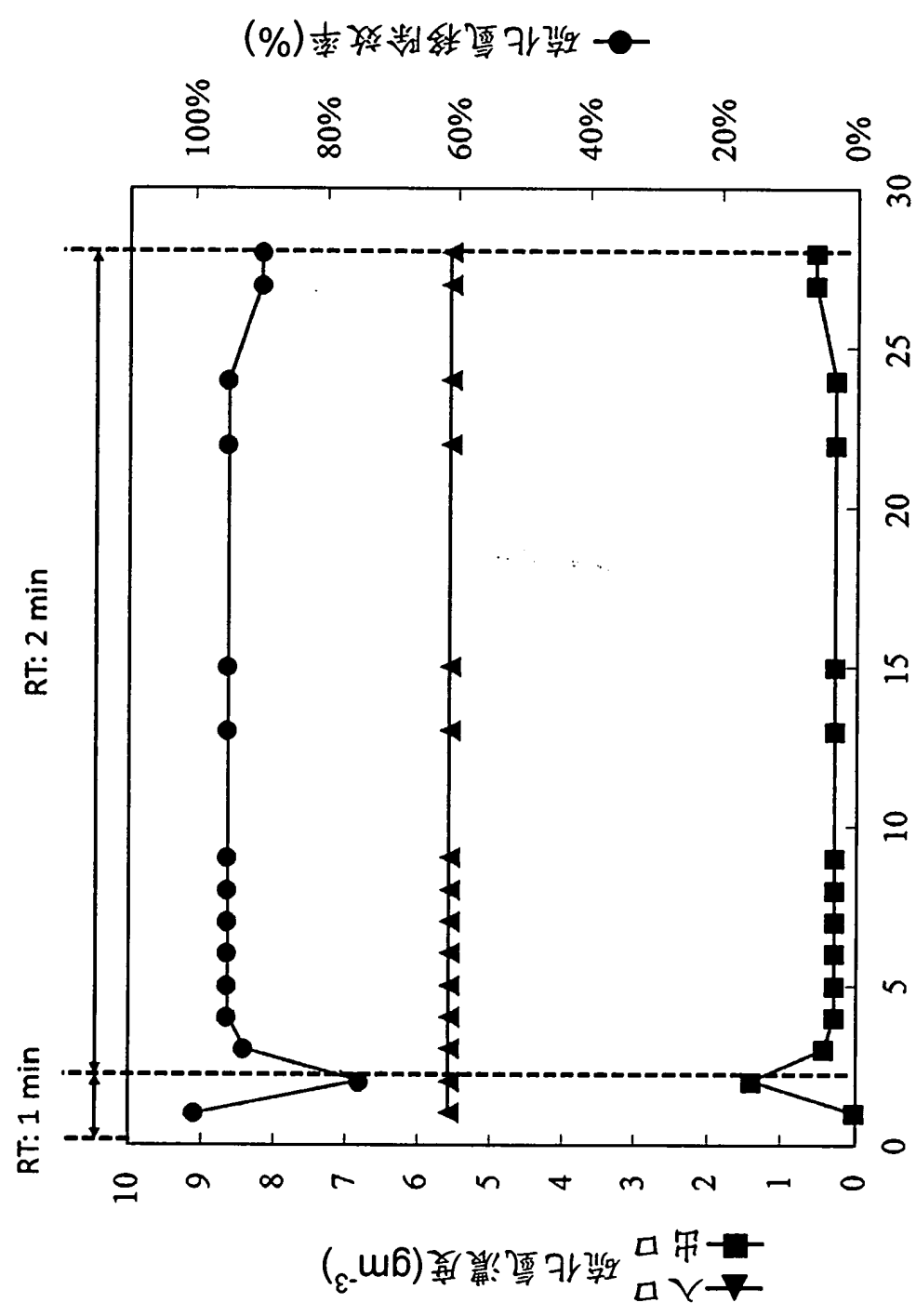


圖 8