



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201632472 A

(43) 公開日：中華民國 105 (2016) 年 09 月 16 日

(21) 申請案號：105100618

(22) 申請日：中華民國 105 (2016) 年 01 月 08 日

(51) Int. Cl. : C02F9/14 (2006.01)

C02F1/58 (2006.01)

B01J8/24 (2006.01)

(30) 優先權：2015/01/15

中國大陸

201510020200.8

(71) 申請人：黎明興技術顧問股份有限公司 (中華民國) LEADERMAN & ASSOCIATES CO., LTD.  
(TW)

臺北市松山區敦化南路一段 3 號 4 樓

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：黎德明 LEE, DER-MING (TW)；江明桂 CHIANG, MING-KUEI (TW)；陳金得 CHEN, CHIN-TE (TW)；宋耿全 SUNG, KENG-CHUAN (TW)；藍茜茹 LAN, CHIEN-JU (TW)；林志高 LIN, JIH-GAW (TW)；江翌安 CHIANG, YI-AN (TW)；蔡承祐 TSAI, CHENG-YU (TW)

(74) 代理人：吳宏亮；劉緒倫

申請實體審查：有 申請專利範圍項數：4 項 圖式數：3 共 27 頁

(54) 名稱

廢水處理系統

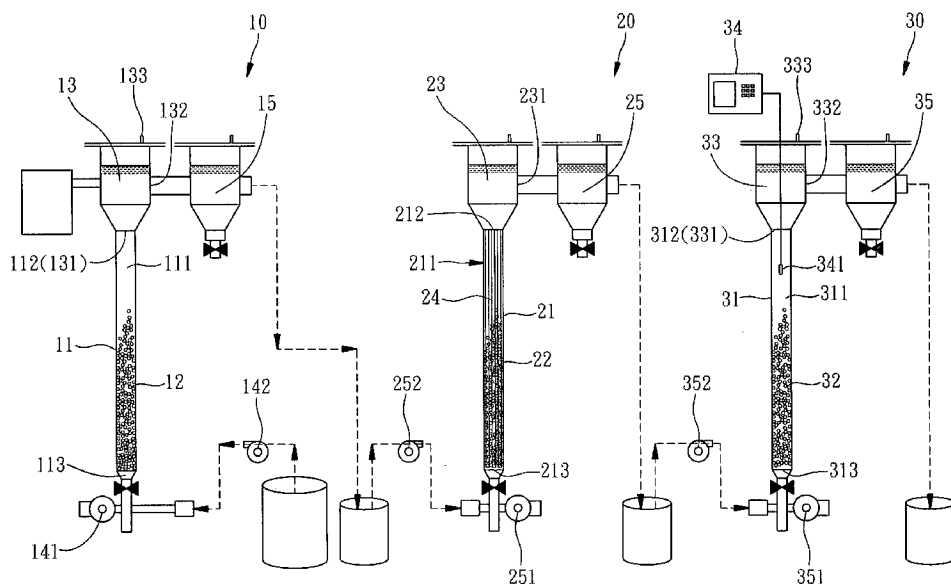
WASTEWATER TREATMENT SYSTEM

(57) 摘要

本發明的廢水處理系統是用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，其包括一除碳厭氧流體化床反應器及一除氮流化床反應器，除碳厭氧流體化床反應器主要用以將廢水中大部分的化學需氧量依序水解、酸化及甲烷化為甲烷，除氮流化床反應器則是用以將廢水中的氨氮及剩餘的化學需氧量經由部分硝化反應、自營性脫硝反應及異營性脫硝反應而轉化為氮氣。

The wastewater treatment system of the present invention is adapted to remove COD and nitrogenous compounds from wastewater. The system includes a carbon-removing anaerobic fluidized bed reactor and a nitrogen-removing fluidized bed reactor. The carbon-removing anaerobic fluidized bed reactor is mainly adapted to transfer most of the COD in the wastewater into methane through hydrolysis, acidogenesis and methanogenesis reactions. The nitrogen-removing fluidized bed reactor is adapted to transfer ammonium nitrogen and residual COD in the wastewater into nitrogen gas through partial nitrification, anammox and denitrification reactions.

指定代表圖：



第1圖

符號簡單說明：

- 10 . . . 除碳厭氧流化床反應器
- 11 . . . 第一管柱
- 111 . . . 第一流化腔室
- 112 . . . 第一上開口
- 113 . . . 第一下開口
- 12 . . . 第一載體顆粒
- 13 . . . 第一沈澱槽
- 131 . . . 第一底側開口
- 132 . . . 第一排水口
- 133 . . . 甲烷排氣口
- 141 . . . 磁力泵
- 142 . . . 蠕動泵
- 20 . . . 厭氧流體化薄膜反應器
- 21 . . . 第三管柱
- 211 . . . 第三流化腔室
- 212 . . . 第三上開口
- 213 . . . 第三下開口
- 22 . . . 第三載體顆粒
- 23 . . . 第三沈澱槽
- 231 . . . 第三排水口
- 24 . . . 管狀薄膜
- 251 . . . 磁力泵
- 252 . . . 蠕動泵
- 30 . . . 除氮流化床反應器
- 31 . . . 第二管柱
- 311 . . . 第二流化腔室
- 312 . . . 第二上開口
- 313 . . . 第二下開口

- 32 . . . 第二載體顆  
粒
- 33 . . . 第二沈澱槽
- 331 . . . 第二底側開  
口
- 332 . . . 第二排水口
- 333 . . . 排氣口
- 34 . . . 曝氣裝置
- 341 . . . 曝氣端
- 351 . . . 磁力泵
- 352 . . . 蠕動泵
- 15、25、35 . . . 沈  
澱槽



201632472

## 【發明摘要】

申請日: 105.1.8

IPC分類: C02F/14 (2003.01)  
C02F/58 (2003.01)  
B01J 9/4 (2013.01)

【中文發明名稱】 廢水處理系統

【英文發明名稱】 Wastewater Treatment System

【中文】本發明的廢水處理系統是用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，其包括一除碳厭氧流體化床反應器及一除氮流化床反應器，除碳厭氧流體化床反應器主要用以將廢水中大部分的化學需氧量依序水解、酸化及甲烷化為甲烷，除氮流化床反應器則是用以將廢水中的氨氮及剩餘的化學需氧量經由部分硝化反應、自營性脫硝反應及異營性脫硝反應而轉化為氮氣。

【英文】The wastewater treatment system of the present invention is adapted to remove COD and nitrogenous compounds from wastewater. The system includes a carbon-removing anaerobic fluidized bed reactor and a nitrogen-removing fluidized bed reactor. The carbon-removing anaerobic fluidized bed reactor is mainly adapted to transfer most of the COD in the wastewater into methane through hydrolysis, acidogenesis and methanogenesis reactions. The nitrogen-removing fluidized bed reactor is adapted to transfer ammonium nitrogen and residual COD in the wastewater into nitrogen gas through partial nitrification, anammox and denitrification reactions.

【指定代表圖】 第1圖

【代表圖之符號簡單說明】

除碳厭氧流化床反應器10

第一管柱11

第一流化腔室111

第一上開口112

第一下開口113

第一載體顆粒12

第一沈澱槽13

第一底側開口131

第一排水口132

甲烷排氣口133

磁力泵141

蠕動泵142

厭氧流體化薄膜反應器20

第三管柱21

第三流化腔室211

第三上開口212

第三下開口213

第三載體顆粒22

第三沈澱槽23

第三排水口231

管狀薄膜24

磁力泵251

蠕動泵252

除氮流化床反應器30

第二管柱31

第二流化腔室311

第二上開口312

第二下開口313

第二載體顆粒32

第二沈澱槽33

● 第二底側開口331

第二排水口332

排氣口333

曝氣裝置34

曝氣端341

磁力泵351

蠕動泵352

● 沈澱槽15、25、35

## 【發明說明書】

【中文發明名稱】 廢水處理系統

【英文發明名稱】 Wastewater Treatment System

### 【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種廢水處理系統，特別係關於一種應用微生物處理水中化學需氧量及氨氮之廢水處理系統。

### 【先前技術】

【0002】 在生物廢水處理領域中，傳統硝化-脫硝處理方法是最廣為使用的技術，惟近年來亦發展出另一種以厭氧氨氧化菌（anammox bacteria）為主的處理系統，其能源效率較高，因此亦逐漸被業界所採納。在厭氧氨氧化反應中，氨氮及亞硝酸鹽氮分別扮演電子提供者及接受者的角色，繼而被轉化為氮氣及硝酸鹽氮。

【0003】 有學者指出，厭氧氨氧化菌較適合用來處理含高濃度氨氮（氨氮濃度大於500 mg N/L）的廢水，其中一個原因是因為厭氧氨氧化菌的生長速度緩慢，倘給予的氨氮濃度偏低，恐會使得生物反應器的啟動時間大幅增加，或甚至無法成功建立以厭氧氨氧化菌為基礎的反應系統。由於家庭廢水之氨氮濃度較低，一般介於20-85 mg N/L，因此以往認為厭氧氨氧化菌並無法有效地用來處理家庭廢水(municipal wastewater)。除此之外，生活廢水中的化學需氧量通常高於氨氮之濃度，當化學需氧量過高，以厭氧氨氧化菌為主的反應槽可能無法有效去除化學需氧量。

**【發明內容】**

【0004】有鑑於此，本發明之主要目的在於提供一種可有效去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物的廢水處理系統。

【0005】爲了達成上述及其他目的，本發明提供一種廢水處理系統，用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，含氮化合物包括氨氮，廢水處理系統包括一除碳厭氧流化床反應器及一除氮流化床反應器，該除碳厭氧流化床反應器包括一第一管柱、多數第一載體顆粒、一第一沈澱槽、一第一流化手段、一第一微生物及胞外酵素；第一管柱內部定義一第一流化腔室，第一管柱具有一第一上開口及一第一下開口，第一上、下開口均與第一流化腔室連通；該些第一載體顆粒局部填設於第一流化腔室；第一沈澱槽具有一第一底側開口及一高於第一底側開口的第一排水口，第一底側開口連通於第一上開口；第一流化手段是用以將廢水由第一下開口導入第一流化腔室，且用以使該些第一載體顆粒在第一流化腔室中懸浮；其中一部份化學需氧量藉由所述胞外酵進行水解反應而將構成所述化學需氧量的有機化合物分解爲氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者，至少一部份所述第一微生物是附著於該些第一載體顆粒，所述第一微生物包含酸化菌及甲烷菌，其中酸化菌用以進行酸化反應而將所述氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者酸化爲主鏈碳數爲4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳，甲烷菌用以進行甲烷化反應而將主鏈碳數爲4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳甲烷化爲甲烷及二氧化碳，所述第一流化腔室內的氧化還原電位小於-400 mv；第一排水口是用以排出除碳厭氧流化床反應器內的廢水；除氮流化床反應器則包括一第二管柱、多數第二載體顆粒、一第二沈澱槽、一



第二流化手段及第二微生物；第二管柱內部定義一第二流化腔室，第二管柱具有一第二上開口及一第二下開口，第二上、下開口均與第二流化腔室連通，第二下開口是用以導入第一排水口所排出的廢水；該些第二載體顆粒局部填設於第二流化腔室；第二沈澱槽具有一第二底側開口及一高於第二底側開口的第二排水口，第二底側開口連通於第二上開口；第二流化手段用以將廢水經由第二下開口導入第二流化腔室，且用以使該些第二載體顆粒在第二流化腔室中懸浮；至少一部份所述第二微生物是附著於該些第二載體顆粒，所述第二微生物包含硝化菌、厭氧氨氧化菌及異營性脫硝菌，硝化菌用以進行部分硝化反應而將氨氮氧化為亞硝酸鹽氮，厭氧氨氧化菌用以進行自營性脫硝反應而將氨氮及亞硝酸鹽氮氧化為氮氣及硝酸鹽氮，異營性脫硝菌用以進行異營性脫硝反應而將硝酸鹽氮及至少一部份剩餘的化學需氧量轉化為氮氣。

【0006】 爲了達成上述及其他目的，本發明還提供一種廢水處理系統，用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，含氮化合物包括氨氮，廢水處理系統包括一除碳厭氧流化床反應器、一厭氧流體化薄膜反應器及一除氮流化床反應器，該除碳厭氧流化床反應器包括一第一管柱、多數第一載體顆粒、一第一沈澱槽、一第一流化手段、一第一微生物及胞外酵素；第一管柱內部定義一第一流化腔室，第一管柱具有一第一上開口及一第一下開口，第一上、下開口均與第一流化腔室連通；該些第一載體顆粒局部填設於第一流化腔室；第一沈澱槽具有一第一底側開口及一高於第一底側開口的第一排水口，第一底側開口連通於第一上開口；第一流化手段是用以將廢水由第一下開口導入第一流化腔室，且用以使該些第一載體顆粒在第一流化腔室中懸浮；其中一部份化學需氧量藉由所述胞外酵素行水解反應而將構成所述化學需氧量的有機化合物

分解為氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者，至少一部份所述第一微生物是附著於該些第一載體顆粒，所述第一微生物包含酸化菌及甲烷菌，其中酸化菌用以進行酸化反應而將所述氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者酸化為主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳，甲烷菌用以進行甲烷化反應而將主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳甲烷化為甲烷及二氧化碳，所述第一流化腔室內的氧化還原電位小於-400 mv；第一排水口是用以排出除碳厭氧流化床反應器內的廢水；厭氧流體化薄膜反應器包括一第三管柱、多數第三載體顆粒、一第三沈澱槽、一第三流化手段及至少一管狀薄膜；第三管柱內部定義一第三流化腔室，第三管柱具有一第三上開口及一第三下開口，該第三上、下開口均與第三流化腔室連通，第三下開口用以導入第一排水口所排出的廢水；該些第三載體顆粒局部填設於第三流化腔室；第三沈澱槽具有一第三排水口，第三沈澱槽設於第三管柱上方，且第三沈澱槽經由管狀薄膜而與第三流化腔室連通，管狀薄膜由第三沈澱槽延伸至第三流化腔室內，且管狀薄膜具有多孔性管壁且呈中空，第三流化手段用以將廢水經由第三下開口導入第三流化腔室，且用以使第三載體顆粒在第三流化腔室中懸浮；第三排水口是用以排出厭氧流體化薄膜反應器內的廢水；除氮流化床反應器則包括一第二管柱、多數第二載體顆粒、一第二沈澱槽、一第二流化手段及第二微生物；第二管柱內部定義一第二流化腔室，第二管柱具有一第二上開口及一第二下開口，第二上、下開口均與第二流化腔室連通，第二下開口是用以導入第三排水口所排出的廢水；該些第二載體顆粒局部填設於第二流化腔室；第二沈澱槽具有一第二底側開口及一高於第二底側開口的第二排水口，第二底側開口連通於第二上開口；第二流化手段用以將廢水經由第二下開口導入第二流化腔室，且用以使該些第

二載體顆粒在第二流化腔室中懸浮；至少一部份所述第二微生物是附著於該些第二載體顆粒，所述第二微生物包含硝化菌、厭氧氨氧化菌及異營性脫硝菌，硝化菌用以進行部分硝化反應而將氨氮氧化為亞硝酸鹽氮，厭氧氨氧化菌用以進行自營性脫硝反應而將氨氮及亞硝酸鹽氮氧化為氮氣及硝酸鹽氮，異營性脫硝菌用以進行異營性脫硝反應而將硝酸鹽氮及至少一部份剩餘的化學需氧量轉化為氮氣。

【0007】本發明的廢水處理系統的優點在於，其啓動時間相較於其他處理系統大幅縮短，且對於低濃度含氨氮廢水亦具有良好的脫氮效率，並能將大部分化學需氧量轉化為甲烷。

#### 【圖式簡單說明】

【0008】第1圖為本發明一實施例的組成示意圖；

【0009】第2圖為本發明一實施例的氨氮濃度、氨氮去除率對時間的關係圖；

【0010】第3圖為本發明一實施例的總目標氮濃度、總目標氮去除率對時間的關係圖。

#### 【實施方式】

【0011】請參閱第1圖，所繪示者為本發明一實施例之廢水處理系統，其是用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，包括氨氮。廢水處理系統具有一除碳厭氧流化床反應器10、一厭氧流體化薄膜反應器20及一除氮流

化床反應器30。本發明的廢水處理系統之前半段主要用以去除水中的含碳化合物，而後半段則主要用以去除水中的含氮化合物。

【0012】除碳厭氧流化床反應器10包括一第一管柱11、多數第一載體顆粒12、一第一沈澱槽13、一第一流化手段、第一微生物及胞外酵素（extracellular enzymes）。

【0013】第一管柱11內部定義一第一流化腔室111，且第一管柱11具有一第一上開口112及一第一下開口113，第一上、下開口112、113均與第一流化腔室111連通，第一上開口112是設於第一管柱11的頂端，第一下開口113設於其底端且供廢水導入。

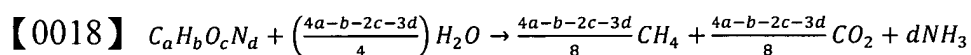
【0014】第一載體顆粒12局部填設於第一流化腔室111。本實施例使用天然沸石（natural zeolite）作為第一載體顆粒12，惟並不以此為限。

【0015】第一沈澱槽13具有一第一底側開口131及一高於第一底側開口131的第一排水口132，第一沈澱槽13設於第一管柱11的頂端，第一底側開口131連通於第一上開口112，第一沈澱槽13的頂部設有一甲烷排氣口133。

【0016】第一流化手段是用以將廢水經由第一下開口113導入第一流化腔室111，並用以使第一載體顆粒12在第一流化腔室111中懸浮，且在其中一種使用場合中，第一載體顆粒12不因第一流化手段而進入第一沈澱槽13。第一流化手段包括能使第一流化腔室111產生上升流的裝置，例如磁力泵141（magnetic pump）及/或蠕動泵142（peristaltic pump）等水泵，水泵的數量不限，但上升流的流速需足可供第一載體顆粒12懸浮。

【0017】至少一部份第一微生物是附著於第一載體顆粒12，所述第一微生物包含酸化菌（acidogenic bacteria）及甲烷菌（methanogens），例如*Methanosaeta*

*spp.*，所述胞外酵素是指在細胞內合成且被分泌到細胞外而在細胞外作用的酵素，且該胞外酵素為能促進水解反應的酵素。廢水中一部份的化學需氧量是藉由胞外酵素進行水解 (hydrolysis) 反應而將構成化學需氧量的有機化合物分解為氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者，酸化菌用以進行酸化 (acidogenesis) 反應而將所述氨基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者酸化為主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸 (例如乙酸、丙酸、丁酸)、氫氣及二氧化碳，甲烷菌則進行甲烷化 (methanogenesis) 反應而將主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳甲烷化為甲烷及二氧化碳，即所謂的生物氣體 (biogas)。第一流化腔室111內保持厭氧環境，不供給氧氣，且氧化還原電位小於-400 mv。化學需氧量中的含氮化合物則在前述過程中一併被轉化為氨氮。經水解反應、酸化反應及甲烷化反應後的廢水由第一排水口132排出，所生成的至少一部份甲烷及二氧化碳經由甲烷排氣口133排出並被加以收集。第一流化腔室111內的總反應可概以下列反應方程式表示：



【0019】 爲了在第一流化腔室111馴養第一微生物，可在第一流化腔室111中投入載有第一微生物的活性污泥，至少一部份的第一微生物之後會附著於第一載體顆粒12生長。本實施例中，所投入的活性污泥是取自台灣林口廢水處理廠的厭氧分解池 (anaerobic digester)，投入量為500 ml，其混合液懸浮固體物濃度 (MLSS) 為22.5 g/L，混合液揮發性懸浮固體物濃度 (MLVSS) 為5.5 g/L。

【0020】 厭氧流體化薄膜反應器20包括一第三管柱21、多數第三載體顆粒22、一第三沈澱槽23、一第三流化手段及一個或多個管狀薄膜24。

【0021】第三管柱21內部定義一第三流化腔室211，且第三管柱21具有一第三上開口212及一第三下開口213，第三上、下開口212、213均與第三流化腔室211連通，且第三上、下開口212、213分別位於第三管柱21兩端，第三下開口213並用以導入第一排水口132所排出的廢水。第三流化腔室211內同樣保持厭氧環境，不特別進行曝氣。在可能的實施例中，第三流化腔室211的氧化還原電位同樣小於-400 mv。

【0022】第三載體顆粒22局部填設於第三流化腔室211。本實施例中，第三載體顆粒22為天然沸石，然並不以此為限。

【0023】第三沈澱槽23具有一第三排水口231，第三沈澱槽23設於第三管柱21的頂端，且第三沈澱槽23經由管狀薄膜24而與第三流化腔室211連通，管狀薄膜24由第三沈澱槽23近底側延伸至第三流化腔室211內，且管狀薄膜24具有多孔性的管壁且呈中空管狀，第三沈澱槽23與第三流化腔室211不直接連通，故第三沈澱槽23與第三流化腔室211的交界處可設有隔板。本實施例中，管狀薄膜為外徑1.2 mm、內部孔洞尺寸（inner pore size）小於0.1  $\mu\text{m}$ 且總薄膜表面積（total membrane surface area）為0.08  $\text{m}^2$ 的中空纖維薄膜。

【0024】第三沈澱槽23具有一第三排水口231，第三沈澱槽23設於第三管柱21的頂端，且第三沈澱槽23經由管狀薄膜24而與第三流化腔室211連通，管狀薄膜24由第三沈澱槽23近底側延伸至第三流化腔室211內，且管狀薄膜24具有多孔性的管壁且呈中空管狀，第三沈澱槽23與第三流化腔室211不直接連通，故第三沈澱槽23與第三流化腔室211的交界處可設有隔板。本實施例中，管狀薄膜為外徑1.2 mm、內部孔洞尺寸（inner pore size）小於0.1  $\mu\text{m}$ 且總薄膜表面積（total membrane surface area）為0.08  $\text{m}^2$ 的中空纖維薄膜。

【0025】 爲了測試除碳厭氧流化床反應器10及厭氧流體化薄膜反應器20的化學需氧量（COD）及懸浮固體物去除能力，本實施例以下列操作條件進行測試。將生活廢水經由第一下開口113被連續導入除碳厭氧流化床反應器10，前述生活廢水取自台灣交通大學的廢水處理廠，其中除碳厭氧流化床反應器10的有機負荷率（organic loading rate, OLR）被控制在1.75-4.7 Kg/m<sup>3</sup>/d，除碳厭氧流化床反應器10的水力停留時間（HRT）爲1小時，厭氧流體化薄膜反應器20的膜通量（membrane flux）被控制在8.33-12.5 LMH，厭氧流體化薄膜反應器20的水力停留時間介於2-3小時。上述測試連續操作111天，測試結果如下列表1所載，表中的「AFBR」代表除碳厭氧流化床反應器，「AFMBR」代表厭氧流體化薄膜反應器，「TSS」表示總懸浮固體物，「VSS」表示揮發性懸浮固體物，「TKN」表示總凱氏氮，表中進流水及出流水欄位中，除了pH以外的其他項目的單位爲mg/L。

項目	樣本數	進流水	出流水		去除率（%）	
			AFBR	AFMBR	AFBR	AFBR+AFMBR
pH	30	7.15±0.21	7.01±0.08	7.19±0.1		
COD	26	130±38	42±11	20±5	66±12	84±5
TSS	12	58±31	12±10	2±3	74±28	96±7
VSS	12	44±18	9±8	1±1	74±5	97±5
TKN	4	61±22	48±7	34±7		
氨氮	11	42±15	51±15	47±16		
硝酸鹽氮	11	3±4	2±4	3±4		
亞硝酸鹽氮	11	0	0	0		

【0026】 表一

【0027】 測試結果顯示，除碳厭氧流化床反應器10及厭氧流體化薄膜反應器20的總化學需氧量去除率約介於70-90%，總懸浮固體物去除率達96%，且除碳厭氧流化床反應器10單獨使用時，即有不錯的去除效果，故厭氧流體化薄膜反應器20在可能的實施例中可被省略。處理過程中，除碳厭氧流化床反應器10內的部分微生物及胞外酵素可能隨廢水流入厭氧流體化薄膜反應器20內，由於厭氧流體化薄膜反應器20同樣保持厭氧環境，因此一部份的COD是在厭氧流體化薄膜反應器20中被轉化為甲烷及二氧化碳。除碳厭氧流化床反應器10及厭氧流體化薄膜反應器20的比甲烷產量（specific methane production）達到 $0.13 \text{ L CH}_4/\text{g COD}_{\text{removed}}$ ，約可提供能量約 $0.0024 \text{ kWh/m}^3$ 。

【0028】 另一方面，除氮流化床反應器30包括一第二管柱31、多數第二載體顆粒32、一第二沈澱槽33、一曝氣裝置34、一第二流化手段及第二微生物。

【0029】 第二管柱31內部定義一第二流化腔室311，第二管柱31具有一第二上開口312及一第二下開口313，第二上、下開口312、313均與第二流化腔室311連通，第二下開口313是用以導入第三排水口231所排出的廢水。

【0030】 第二載體顆粒32局部填設於第二流化腔室311。本實施例使用表面具有多數凹槽的塑膠顆粒（bioball, AQUARIUM CO., LTD, Taiwan）作為第二載體顆粒32，然並不以此為限。

【0031】 第二沈澱槽33具有一第二底側開口331及一高於第二底側開口331的第二排水口332，第二底側開口331連通於第二上開口313，第二沈澱槽33頂部則具有一排氣口333，用以排出處理過程中所產生的氮氣。

【0032】 曝氣裝置34具有一曝氣端341由第二沈澱槽33伸入第二管柱31內，使第二流化腔室311內的溶氧濃度維持在 $0.1\text{-}0.5 \text{ mg/L}$ 。



【0033】第二流化手段是用以將廢水經由第二下開口313導入第二流化腔室311，並用以使第二載體顆粒32在第二流化腔室311中懸浮，且在其中一種使用場合中，第二載體顆粒32不因第二流化手段而進入第二沈澱槽33。第二流化手段包括能使第二流化腔室311產生上升流的裝置，例如磁力泵351及/或蠕動泵352等水泵，水泵的數量不限，但上升流的流速需足可供第二載體顆粒32懸浮。

【0034】至少一部份第二微生物是附著於第二載體顆粒32，且第二微生物包含硝化菌、厭氧氨氧化菌及異營性脫硝菌，硝化菌用以進行部分硝化反應而將廢水中的氨氮氧化為亞硝酸鹽氮，厭氧氨氧化菌用以進行自營性脫硝反應而將廢水中的氨氮及亞硝酸鹽氮轉化為氮氣及硝酸鹽氮，異營性脫硝菌則進行異營性脫硝反應而將廢水中的硝酸鹽氮及至少一部份剩餘的化學需氧量轉化為氨氮。

【0035】爲了在第二流化腔室311中馴養該等微生物，可在第二流化腔室311中投入載有第二微生物的活性污泥，隨著馴養的過程，至少部分微生物會在第二載體顆粒32附著生長。在本實施例中，所使用的活性污泥來係自臺灣臺北處理垃圾滲濾液之污水處理廠，該等活性污泥係在除氮流化床反應器30的啓動階段時投入；在除氮流化床反應器30的啓動階段中，首先將該活性污泥投入除氮流化床反應器30的流化腔室，該啓動階段的操作條件如下表二所列；本實施例的啓動階段不進行排泥。

項目	條件
溫度	室溫
流速	2L/min
污泥停留時間	無限期

第 11 頁，共 17 頁(發明說明書)

---

 污泥濃度
 

---

MLSS : 4725 mg/L

MLVSS : 3510 mg/L

## 【0036】表二

【0037】接著，將廢水由除氮流化床反應器30之第二下開口313導入該第二流化腔室311中，所使用的廢水為二沉池廢水，其係來自臺灣桃園污水處理廠之二級沉澱池，廢水水質條件詳如下表三所列，其中，TTN於本文中是指總目標氮（Total target nitrogen），總目標氮濃度是氨氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮濃度的加總。

參數	濃度(mg/L)	參數	濃度(mg/L)
氨氮	26±4	COD	25±16
亞硝酸鹽氮	0±0	TSS	7±8
硝酸鹽氮	2±1	VSS	4±3
TTN	28±5		

## 【0038】表三

【0039】除氮流化床反應器30啓動後，第二載體顆粒32受到廢水水流之帶動而在該第二流化腔室311中懸浮，該些生長附著在第二載體顆粒32上的第二微生物在第二流化腔室311內同時進行部分硝化反應、自營性脫硝反應及異營性脫硝反應；廢水經由第二下開口313流入第二流化腔室311後，依序流經該第二上開口312、第二沉澱槽33之第二底側開口331以及該第二排水口332。此外，廢水於第二流化腔室311內的水力停留時間為12至24小時。本實施例中，除氮流化床反應器30之廢水水力停留時間於第1-28天時為24小時，於第29-63天時為18小時。

【0040】測試結果詳如下表四所列以及第2、3圖所示，由結果可知，氨氮

去除率之總平均為98.3%，且在反應時間第1天就已高達93.5%，且在第1天起即維持於70%以上，第9天起穩定保持在80%以上，平均為99.7%，若將氨氮去除率細分成不同水力停留時間探討，當水力停留時間為24小時（第1-28天），氨氮去除率平均為96.1%，當水力停留時間為18小時（第29-63天），氨氮去除率平均為99.7%；另一方面，TTN去除率之總平均為91.3%，在第1天已達75.8%，第9天起穩定保持在80%以上，平均為95.6%，當水力停留時間為24小時（第1-28天），TTN去除率平均為87.2%，水力停留時間為18小時（第29-63天），TTN去除率平均為96.3%。

參數	水力停留時間(HRT)	
	18小時	24小時
TTN	1±1 mg/L	2±0 mg/L
氨氮	0±0 mg/L	0±0 mg/L
亞硝酸鹽氮	0±0 mg/L	0±0 mg/L
硝酸鹽氮	1±1 mg/L	2±0 mg/L
COD	13±5 mg/L	17±3 mg/L
TSS	2±5 mg/L	2±1 mg/L
VSS	1±1 mg/L	2±1 mg/L

【0041】表四

【0042】由此可見，本發明之除氮流化床反應器30對於低濃度含氨氮廢水亦具有良好的脫氮效率，且相較於先前技術揭露之其他處理方法或使用其他反應器之結果，本發明之啟動時間明顯地大幅縮短。例如在TW 201429884號發明專利中，其使用一序列間歇式反應槽(sequencing batch reactor)，啟動階段使用合

成廢水，令硝化菌、厭氧氨氧化菌以及異營性脫硝菌等微生物於其內對該合成廢水進行脫氮作用，該合成廢水的氨氮濃度為400-600 mg/L，結果顯示在這樣的操作環境下，約需長達90天的啓動時間才能使TTN去除率穩定達到80%以上，且需待第330天後，氨氮去除率才趨於穩定達到接近100%的程度；另外，Daverey等人(Achlesh Daverey, Nien-Tzu Hung, Kasturi Dutta, Jih-Gaw LinChen. 2013. Ambient temperature SNAD process treating anaerobic digester liquor of swine wastewater. *Bioresource Technology* 141:191-198)同樣使用序列間歇式反應槽來處理畜牧廢水

(swine wastewater)，在其啓動階段中，氨氮去除率到第60-70天後才趨於穩定，約達80%，TTN去除率直至第75天才達到75%，需到480天後才達到80%；Keluskar等人(Radhika Keluskar, Anuradha Nerurkar, Anjana Desai. 2013. Development of a simultaneous partial nitrification, anaerobic ammonia oxidation and denitrification (SNAD) bench scale process for removal of ammonia from effluent of a fertilizer industry. *Bioresource Technology* 130:390-397)則使用管柱反應器(cylindrical reactor)處理肥料工業廢水(fertilizer industry wastewater)，在其啓動階段中，接近第30天時氨氮的去除率才到80%。

**【0043】** 一般而言，當脫氮效率穩定高於80%以上時，可稱該系統完成啓動，在這樣的界定下，我們發現本發明的除氮流化床反應器具有啓動時間大幅縮短的優點。除此之外，我們也發現除氮流化床反應器能適用於處於含低濃度氨氮的廢水，例如氨氮濃度通常介於20-85 mg/L的家庭廢水，這樣的結果也顛覆了以往認為厭氧氨氧化菌無法有效處理生活廢水的認知。

**【0044】** 需說明的是，第一微生物的馴養及第二微生物的馴養可以是分別獨立進行的，待馴養完成後，除碳厭氧流化床反應器10及除氮流化床反應器30

才進行串聯。厭氧流體化薄膜反應器20的主要目的是去除廢水中的懸浮固體物，因此在可能的實施例中，厭氧流體化薄膜反應器20可被省略，此時第一排水口132所排出的廢水可經由第二下開口313導入第二流化腔室311。在其他可能的實施例中，可在除氮流化床反應器的下游設置一額外的流體化薄膜反應槽來去除廢水中的懸浮固體物。本實施例中，除碳厭氧流化床反應器10、厭氧流體化薄膜反應器20及除氮流化床反應器30均包括一額外的沈澱槽15、25、35來幫助懸浮固體物沈澱，惟這些沈澱槽15、25、35也可被省略。

【0045】綜合上述，本發明所提供的廢水處理系統可有效處理水中的COD及含氮化合物，且可應用於處理標的物濃度較低的生活廢水，處理過程能夠生成甲烷等生物氣體，並可進一步轉化為能源，同時出流水的懸浮固體物濃度亦可大幅下降，使排放水符合環保標準，故本發明確實具有成為新一代廢水生物處理技術的極佳潛力。

#### 【符號說明】

除碳厭氧流化床反應器10

第一管柱11

第一流化腔室111

第一上開口112

第一下開口113

第一載體顆粒12

第一沈澱槽13

第一底側開口131

第一排水口132

甲烷排氣口133

磁力泵141

蠕動泵142

厭氧流體化薄膜反應器20

第三管柱21

第三流化腔室211

● 第三上開口212

第三下開口213

第三載體顆粒22

第三沈澱槽23

第三排水口231

管狀薄膜24

磁力泵251

● 蠕動泵252

除氮流化床反應器30

第二管柱31

第二流化腔室311

第二上開口312

第二下開口313

第二載體顆粒32

第二沈澱槽33

第二底側開口331

第二排水口332

排氣口333

曝氣裝置34

曝氣端341

磁力泵351

蠕動泵352

沈澱槽15、25、35

## 【發明申請專利範圍】

【第1項】一種廢水處理系統，用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，含氮化合物包括氨氮，該廢水處理系統包括：

一除碳厭氧流化床反應器，包括一第一管柱、多數第一載體顆粒、一第一沈澱槽、一第一流化手段、第一微生物及胞外酵素；該第一管柱內部定義一第一流化腔室，該第一管柱具有一第一上開口及一第一下開口，該第一上、下開口均與該第一流化腔室連通；該些第一載體顆粒局部填設於該第一流化腔室；該第一沈澱槽具有一第一底側開口及一高於該第一底側開口的第一排水口，該第一底側開口連通於該第一上開口；該第一流化手段用以將廢水經由該第一下開口導入該第一流化腔室，且用以使該些第一載體顆粒在第一流化腔室中懸浮；其中一部份化學需氧量藉由所述胞外酵素行水解反應而將構成所述化學需氧量的有機化合物分解為胺基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者，至少一部份所述第一微生物是附著於該些第一載體顆粒，所述第一微生物包含酸化菌及甲烷菌，其中酸化菌用以進行酸化反應而將所述胺基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者酸化為主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳，甲烷菌用以進行甲烷化反應而將主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳甲烷化為甲烷及二氧化碳，所述第一流化腔室內的氧化還原電位小於-400 mv；該第一排水口係用以排出除碳厭氧流化床反應器內的廢水；以及一除氮流化床反應器，包括一第二管柱、多數第二載體顆粒、一第二沈澱槽、一第二流化手段及第二微生物；第二管柱內部定義一第二流化腔室，該第二管柱具有一第二上開口及一第二下開口，該第二上、下開口均與該第二流化腔室連通，該第二下開口係用以導入除碳厭氧流化床反應器處理後的廢水；該些第二載體顆粒局部填設於該



第二流化腔室；該第二沈澱槽具有一第二底側開口及一高於該第二底側開口的第二排水口，該第二底側開口連通於該第二上開口；該第二流化手段用以將廢水經由該第二下開口導入該第二流化腔室，且用以使該些第二載體顆粒在該第二流化腔室中懸浮；至少一部份所述第二微生物是附著於該些第二載體顆粒，所述第二微生物包含硝化菌、厭氧氨氧化菌及異營性脫硝菌，硝化菌用以進行部分硝化反應而將氨氮氧化為亞硝酸鹽氮，厭氧氨氧化菌用以進行自營性脫硝反應而將氨氮及亞硝酸鹽氮轉化為氮氣及硝酸鹽氮，異營性脫硝菌用以進行異營性脫硝反應而將硝酸鹽氮及至少一部份剩餘的化學需氧量轉化為氮氣。

【第2項】一種廢水處理系統，用以去除廢水中至少一部份的化學需氧量及含氮化合物，含氮化合物包括氨氮，該廢水處理系統包括：一除碳厭氧流化床反應器，包括一第一管柱、多數第一載體顆粒、一第一沈澱槽、一第一流化手段、第一微生物及胞外酵素；該第一管柱內部定義一第一流化腔室，該第一管柱具有一第一上開口及一第一下開口，該第一上、下開口均與該第一流化腔室連通；該些第一載體顆粒局部填設於該第一流化腔室；該第一沈澱槽具有一第一底側開口及一高於該第一底側開口的第一排水口，該第一底側開口連通於該第一上開口；該第一流化手段用以將廢水經由該第一下開口導入該第一流化腔室，且用以使該些第一載體顆粒在第一流化腔室中懸浮；其中一部份化學需氧量藉由所述胞外酵素行水解反應而將構成化學需氧量的有機化合物分解為胺基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者，至少一部份所述第一微生物是附著於該些第一載體顆粒，所述第一微生物包含酸化菌及甲烷菌，其中酸化菌用以進行酸化反應而將所述胺基酸、醣類及脂肪酸中至少其中一者酸化為主鏈碳數為4個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳，甲烷菌用以進行甲烷化反應而將主鏈碳數為4

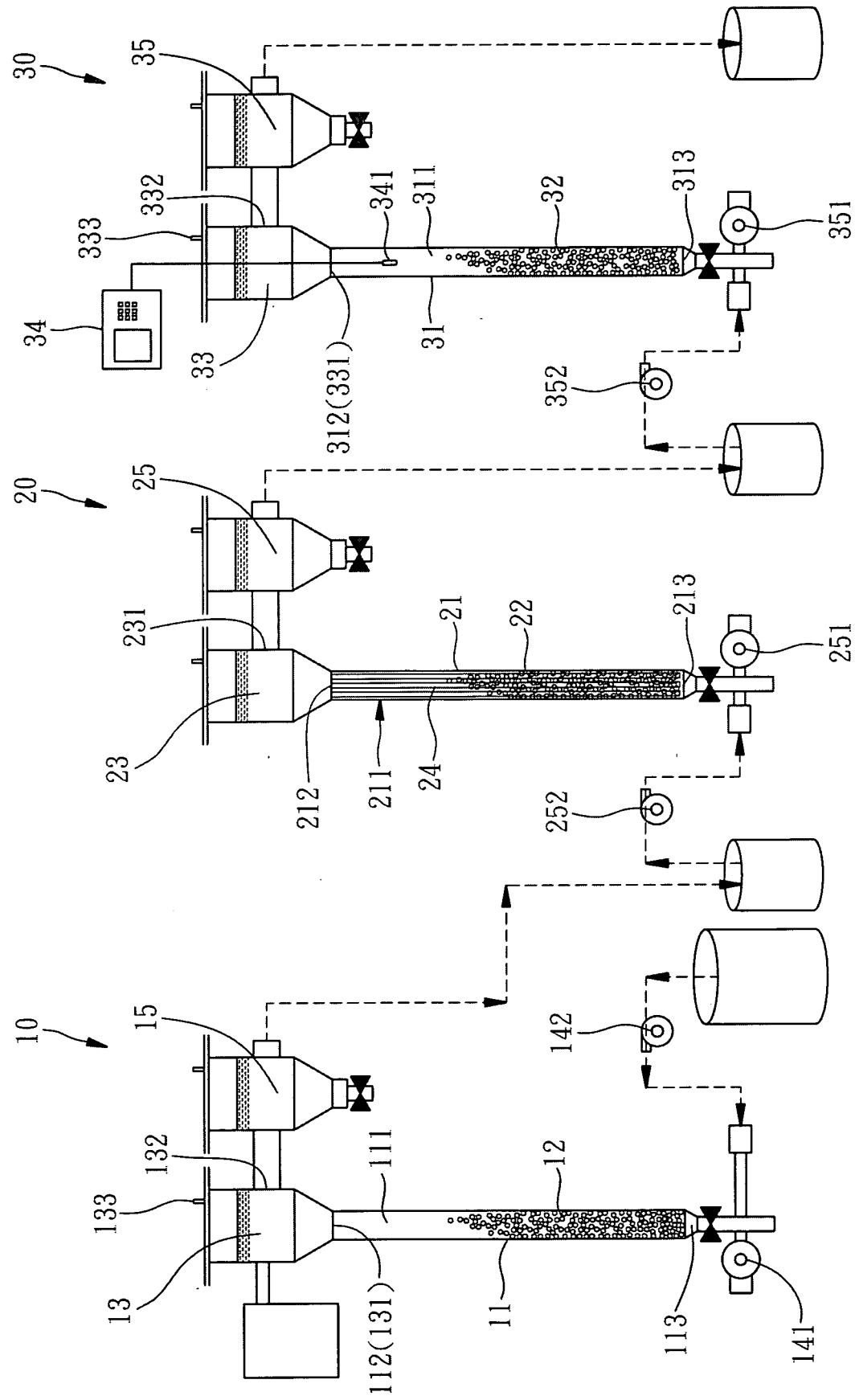
個或更少的脂肪酸、氫氣及二氧化碳甲烷化爲甲烷及二氧化碳，所述第一流化腔室內的氧化還原電位小於-400 mv；該第一排水口係用以排出經水解反應、酸化反應及甲烷化反應處理後的廢水；一厭氧流體化薄膜反應器，包括一第三管柱、多數第三載體顆粒、一第三沈澱槽、一第三流化手段及至少一管狀薄膜，該第三管柱內部定義一第三流化腔室，該第三管柱具有一第三上開口及一第三下開口，該第三上、下開口均與該第三流化腔室連通，該第三下開口係用以導入除碳厭氧流化床反應器處理後的廢水；該些第三載體顆粒局部填設於該第三流化腔室；該第三沈澱槽具有一第三排水口，該第三沈澱槽設於該第三管柱頂端，且該第三沈澱槽經由該管狀薄膜而與該第三流化腔室連通，該管狀薄膜由該第三沈澱槽延伸至該第三流化腔室內，且該管狀薄膜具有多孔性管壁且呈中空管狀，該第三流化手段用以將廢水經由該第三下開口導入該第三流化腔室，且用以使該些第三載體顆粒在第三流化腔室中懸浮；該第三排水口係用以排出該厭氧流體化薄膜反應器內的廢水；以及一除氮流化床反應器，包括一第二管柱、多數第二載體顆粒、一第二沈澱槽、一第二流化手段及第二微生物；第二管柱內部定義一第二流化腔室，該第二管柱具有一第二上開口及一第二下開口，該第二上、下開口均與該第二流化腔室連通，所述第二下開口係用以導入厭氧流體化薄膜反應器處理後的廢水；該些第二載體顆粒局部填設於該第二流化腔室；該第二沈澱槽具有一第二底側開口及一高於該第二底側開口的第二排水口，該第二底側開口連通於該第二上開口；該第二流化手段用以將廢水經由該第二下開口導入該第二流化腔室，且用以使該些第二載體顆粒在該第二流化腔室中懸浮；至少一部份所述第二微生物是附著於該些第二載體顆粒，所述第二微生物包含硝化菌、厭氧氨氧化菌及異營性脫硝菌，硝化菌用以進行部分硝

化反應而將氨氮氧化為亞硝酸鹽氮，厭氧氨氧化菌用以進行自營性脫硝反應而將氨氮及亞硝酸鹽氮轉化為氮氣及硝酸鹽氮，異營性脫硝菌用以進行異營性脫硝反應而將硝酸鹽氮及至少一部份剩餘的化學需氧量轉化為氮氣。

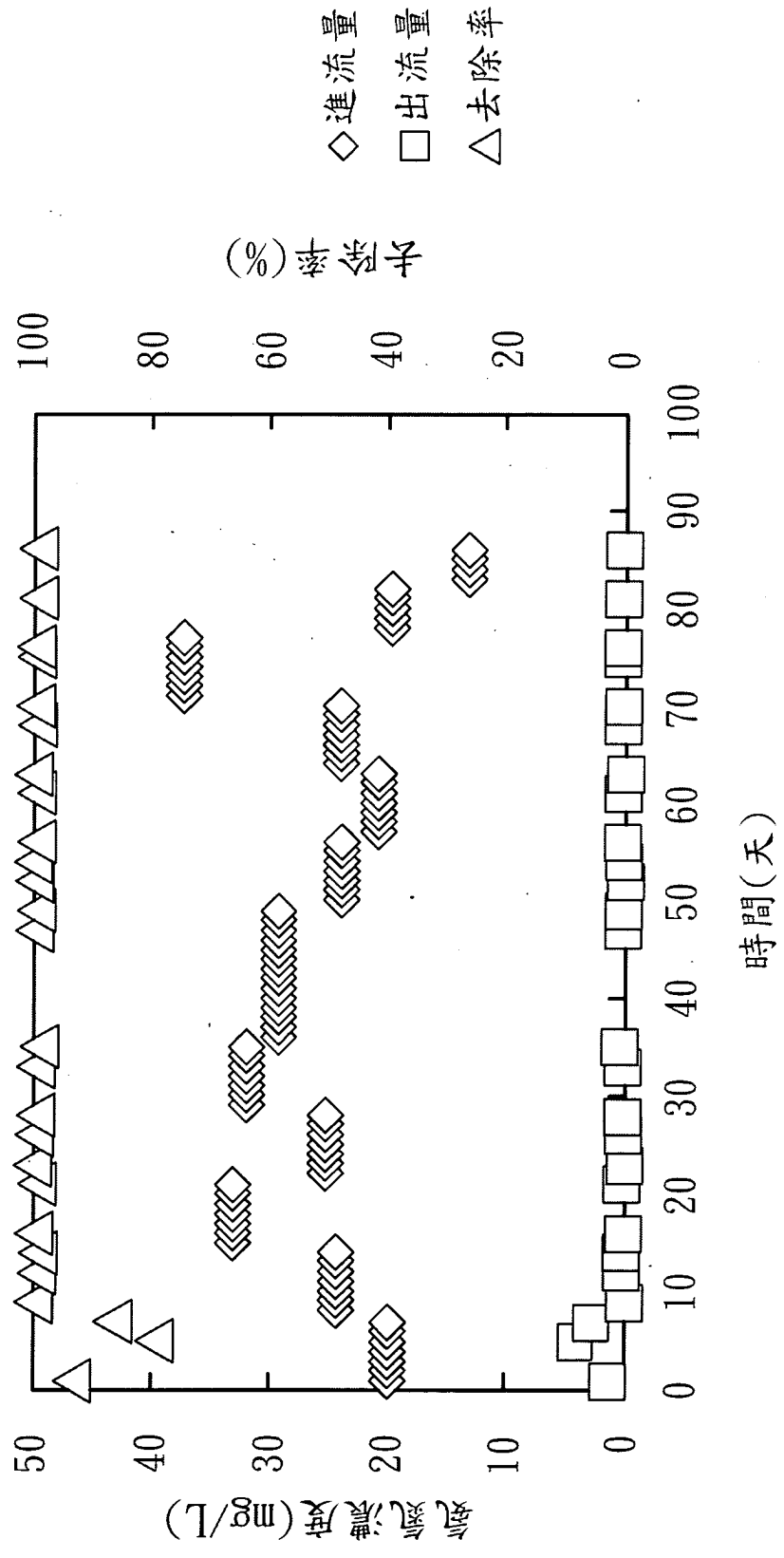
【第3項】如請求項1或2所述之廢水處理系統，其中該第二流化腔室內的溶氧濃度為0.1-0.5 mg/L。

【第4項】如請求項1或2所述之廢水處理系統，其中該第一沈澱槽之頂部具有一甲烷排氣口。

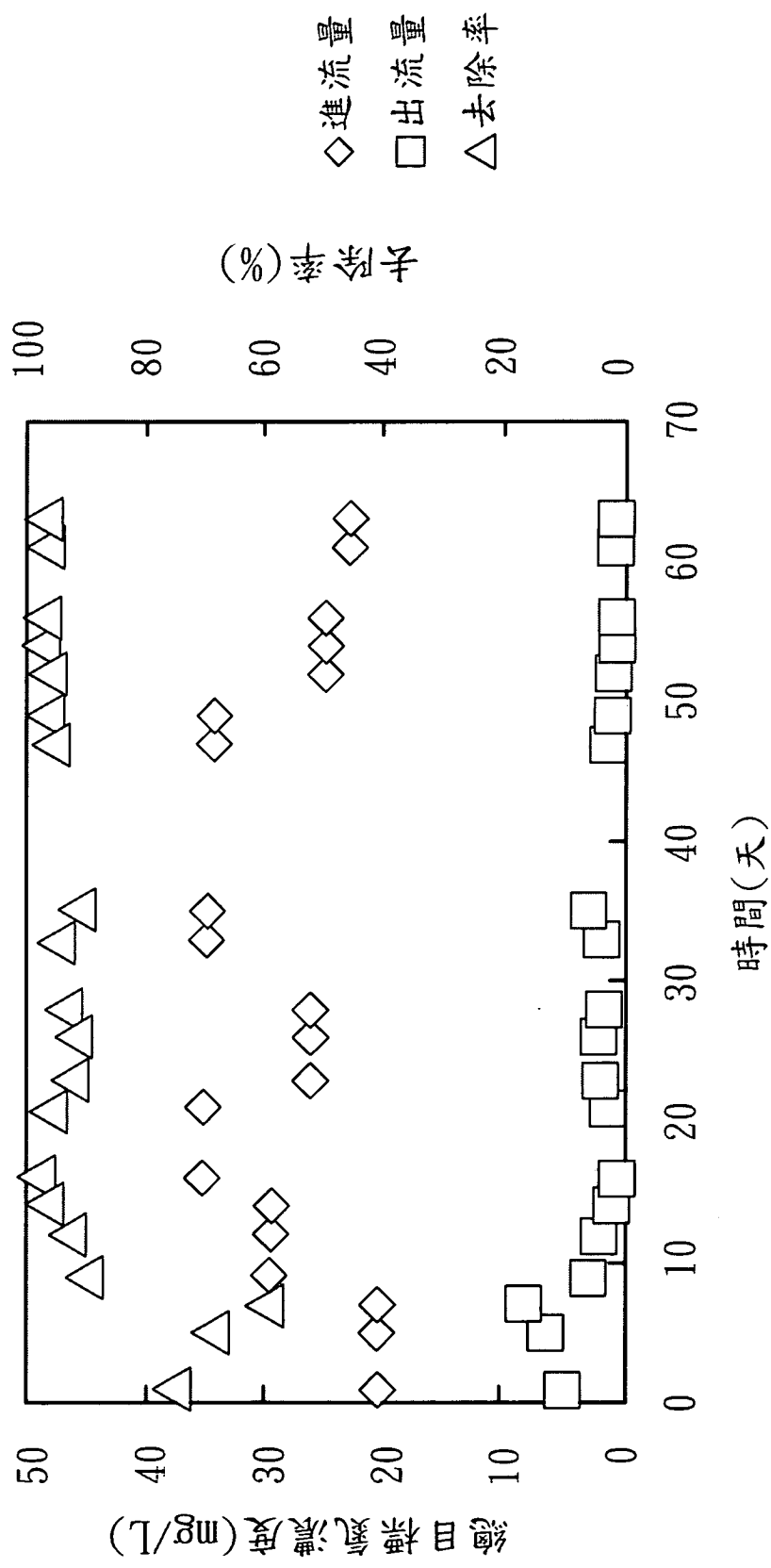
【發明圖式】



第1圖



第2圖



第3圖