



(21) 申請案號：099127463

(22) 申請日：中華民國 99 (2010) 年 08 月 17 日

(51) Int. Cl. : C02F3/34 (2006.01)

(30) 優先權：2009/09/04 歐洲專利局 PCT/EP2009/061456

(71) 申請人：威立雅水務系統公司 (法國) VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES
SUPPORT (FR)

法國

(72) 發明人：布勞威爾 哈里 BROUWER, HARRY (FR)；威特曼 埃里希 WITTMANN, ERICH
(FR)

(74) 代理人：蔡清福

(56) 參考文獻：

WO 03/000407A1

審查人員：張展璋

申請專利範圍項數：16 項 圖式數：16 共 40 頁

(54) 名稱

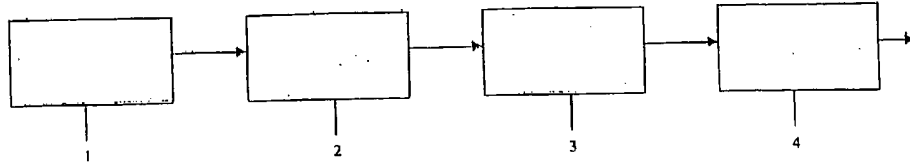
逆滲透及奈米過濾膜之生物汙染控制之填充床生物反應器

PACKED BED BIOREACTOR FOR BIOFOULING CONTROL OF REVERSE OSMOSIS AND
NANOFILTRATION MEMBRANES

(57) 摘要

一種移除溶解的生物可降解化合物方法，做為將被保護以避免生物汙染的設備上游的生物處理步驟，該設備為地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，其中所述上游生物處理步驟在至少一填充床生物反應器中進行，該至少一填充床生物反應器包含填充有填充成分的一容器或一水池，其特徵在於：i) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 70% 的空隙比，以及穿過所述填充床生物反應器的水流速為至少 20m/h，使得如果水中有懸浮固體的話，所述填充床不具有大於 30% 的水中懸浮固體移除效率；ii) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 750m²/m³ 的一特定表面區域；iii) 所述程序不需要使用任何生物滅除劑或生物穩定化合物。

A method for removing dissolved biodegradable compounds as a biological treatment step upstream of an equipment to be protected from biofouling being part of a ground water, surface water or tertiary wastewater treatment line, wherein said upstream biological treatment step is carried out in at least one packed bed bioreactor comprising a vessel or a tank filled with packing elements, characterized in that: i) said packing elements of said packed bed show a void fraction of at least 70% and the flow velocity of water through said packed bed bioreactor is at least 20 m/h, so that said packed bed does not have a removal efficiency of suspended solids in water, if any, of more than 30%; ii) said packing elements of said packed bed show a specific surface area of at least 750 m²/m³; iii) said process does not require the use of any biocide or biostatic compound.



第 1 圖

- 1 . . . 進料水
- 2 . . . 填充床生物反應器
- 3 . . . 膜過濾步驟
- 4 . . . 逆滲透或奈米過濾步驟

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】

逆滲透及奈米過濾膜之生物汙染控制之填充床生物反應器/Packed Bed Bioreactor For Biofouling Control Of Reverse Osmosis And Nanofiltration Membranes

【技術領域】

【0001】 本發明關於一種藉由使用填充床生物反應器移除溶解的生物可降解化合物的逆滲透以及奈米過濾膜之生物汙染控制方法。

【先前技術】

【0002】 背景

【0003】 越來越多使用膜分離技術於水的處理，以製造人類消耗用水以及工業用水。在水處理中的主要膜處理程序是微過濾（MF）、超過濾（UF）、奈米過濾（NF）以及逆滲透（RO）。微過濾以及超過濾是以對於存在於水中之固體材料（微粒狀以及膠體狀物質）的極高移除率為特徵的過濾程序，而奈米過濾以及逆滲透允許溶解在水中的化合物的移除。

【0004】 相較於傳統的水處理程序，膜提供了數種優勢，尤其是處理過的水有較佳以及固定的品質。

【0005】 實施膜處理程序的主要挑戰在於該膜的汙染控制。

【0006】 膜汙染的常見類型是：

- 沉積在膜表面上顆粒以及膠體的汙染
- 結垢，即難溶鹽類的沉澱
- 有機汙染，即有機化合物在膜表面上的吸附作用

- 生物污染，即膜表面處生物膜的過度生長

【0007】 在逆滲透以及奈米過濾中，該膜的分離層最常由對氧化劑（像是氯）具極有限抗性的聚醯胺所製成。現今一般使用於逆滲透以及奈米過濾單元的模組類型是所謂的螺旋捲式模組。第二種常用類型的逆滲透以及奈米過濾膜是中空纖維。

【0008】 在使用這種聚醯胺逆滲透或奈米過濾膜的設備上所觀察到的不同類型污染之中，生物污染是最常發生的一種。由於增加的壓力需求，膜生物污染導致增加的能量消耗。更進一步的考量是需要膜的頻率增加，導致因增加的停機時間而造成的生產損失以及導致膜壽命的減少。在遍及該模組（於進料與濃縮物之間）的極高壓力損失也可導致該模組的機械性損壞。在所有的情況中，生物污染的後果增加了每單位之產出或處理的水的成本增加。

【0009】 先前技術的描述

【0010】 逆滲透以及奈米過濾膜的生物污染控制通常藉由下述方法或其組合的其中之一來達成。一種方法是使用與該膜相容的生物滅除劑或生物穩定劑，例如非氧化生物滅除劑或被連續注射或用做為休克治療的單氯胺。另一種方法是使用具有厚進料間隔的螺旋捲式模組，該厚進料間隔減少進料以及鹽水之間的水頭損失。其他常見的方法是使用生物膜附著預防技術，例如在該膜模組中的修飾膜表面或高水速，或經由例如氯化作用然後接著在該膜上游的脫氯作用而進行之進料水至膜的消毒。另一個方法是常進行該膜的化學清潔。

【0011】 所有的上述方法具有限制或缺點，例如對環境的衝擊、成本或有限的效率。近年來，由該 RO 或 NF 膜上游之生物處理所構成的另一種方法越來越被應用。此方法允許移除溶解的生物可降解化合物，該可降解化合物因此不再可用於該膜上的生物膜。因此，避免或至少顯著地減少了生物污染。基於營養物移除的逆滲透以及奈米過濾膜之

生物污染控制的所有程序結合了以生物處理的過濾，該程序可於文獻中找到。這些程序是在砂過濾器、雙層濾料過濾器、多重濾料過濾器與顆粒活性碳過濾器以及膜生物反應器上的生物過濾。

【0012】 爲了避免被特定物質以及膠體污染逆滲透以及奈米過濾膜，最可用的技術是藉由微過濾或超過濾膜的預處理。然而，許多設備已使用此方式建立，而很少或沒有在該預處理中移除溶解的營養物，因此遭受在該逆滲透或奈米過濾膜的生物污染。

【0013】 在 Flemming 等人的文章中，揭露了基於營養物限制技術之最佳化而預防膜的生物污染的方式 (H.-C. Flemming *et al.*, *Desalination*, 113 (1997) 215-225)。建議在正確處使用生物膜以最小化生物膜形成在他們不想要處，即允許受控制的生物膜形成。建議在將被保護以對抗生物污染的系統之前提供表面富含區域，使得生物膜可形成在這種區域上，並從該水流中消耗可降解的物質，該水流減少在隨後部件中生物膜發展的程度。使用於 Flemming 等人所揭露之實驗中的該生物過濾器是砂過濾器。爲了消毒，揭露了生物滅除劑的使用或移除該生物膜，以克服由該生物膜所造成的流體動力學抗力。此發表沒有給出如何形成這種富含表面之區域以及該系統應如何執行以最佳化該生物膜形成並消耗營養物，以預防下游設備生物污染的細節。

【0014】 在 Brouwer 等人的文章中，揭露了在逆滲透系統上游使用生物過濾器 DeNutrator®。其可顯示以 DeNutrator®預處理進料水減少了膜上的生物污染率 (H. Brouwer *et al.*, *Desalination*, Volume 11, Issues 1-3, 20 November 2006, 15-17 頁)。然而，當處理高固體負載時，DeNutrator 具有其限制。爲了令人滿意的操作，該技術需要適當的預處理。適當的預處理，以膜過濾做爲最低極限以移除懸浮固體，增加了該技術的整體投資與操作成本。

【0015】 DeNutrator®的進一步缺點是，由於使用類似泡沫類型的承

載材料，所提出概念的線內再生（In-line regeneration）是不可能的。一旦在該生物過濾器上達到不可接受的壓降，該泡沫需要被替換或保養，而生產無法操作。此實際上意指需要 100%多餘的該生物過濾器以用於連續的操作。

【0016】 此外，該泡沫不具有任何被保護的表面區域。基本上，這意指該泡沫的再生不能在維持在該生物過濾器中的特定程度的生物活性的目的下被控制。

【0017】 WO01/72645 揭露了在逆滲透裝置之前具有兩個處理階段的系統，稱為生物反應階段以及條件階段，在該條件階段中生物穩定劑被加至水中。此應用所解決的問題是經由這兩個協同作用的階段，預防了該下游膜的生物污染。原則上，在該生物反應階段中的承載材料可由不同的材料製成，例如具有特別大表面用於生物再吸收的砂礫、活性碳或塑膠顆粒。較佳的是多重濾料過濾器。在此第一階段，該 TOC 的大部分被微生物反應。此發明尤其著重於該第二階段的優勢，即加入生物穩定劑以及兩個階段結合的效果。其聲稱存在於原水中 80-90%的生物可降解 TOC 可被移除。然而，當該方法包含注射生物穩定劑時，可推論單單 WO01/72645 的發明人所使用之藉由生物過濾的營養物移除不足以用於生物污染控制。此外，生物穩定劑的使用可為昂貴的、潛在性地不能保持在一定水平，且可代表此方法用於飲水處理之應用的防礙。

【0018】 WO01/72645 揭露了在該生物反應步驟中過濾的實施。然而，不具（結合）過濾之生物反應器的優勢沒有揭露於 WO01/72645 中。

【發明內容】

【0019】 本發明關於用以移除溶解的生物可降解化合物的方法，做為設備上游的生物處理步驟，以保護該設備避免生物污染，該設備為地

下水、地表水或三級污水處理線的一部分，其中所述上游生物處理步驟在至少一填充床生物反應器中進行，該至少一填充床生物反應器包含裝有填充成分的容器或水池。

【0020】 移除溶解的生物可降解化合物的目的是保護下游設備避免生物污染。將被處理的水可為地下水、地表水（河、湖、蓄水庫、海洋，等等）或三級污水。

【0021】 本發明的特徵在於所述填充床的填充成分顯示了至少 70% 的空隙比，其中穿過所述填充床生物反應器的水流速度為至少 20m/h，且較佳包括在 20m/h 以及 400m/h 之間，使得所述填充床不具有大於 30% 之水中懸浮固體（如果有的話）的移除效率。此外本發明的特徵在於所述填充床的所述填充成分顯示了至少 $750\text{m}^2/\text{m}^3$ 的特定表面區域，且其中所述程序不需要使用任何生物滅除劑或生物穩定化合物以產生有效的性能。

【0022】 相較於生物過濾器以及膜生物反應器，在其他之間，此生物處理程序的優勢是該設備較簡單的設計以及較容易的操作，導致較低的成本。

【0023】 在較佳的具體實施例中，所述填充床的成分顯示了至少 $350\text{m}^2/\text{m}^3$ 的被保護表面區域。

【0024】 在本發明的進一步具體實施例中，該生物處理步驟與過濾步驟結合。此過濾步驟可為傳統的過濾步驟、超過濾或微過濾步驟，以及可在該填充床生物反應器的下游或上游進行。

【0025】 在另一個具體實施例中，該處理線更包含至少一奈米過濾或逆滲透膜。

【0026】 在更佳的具體實施例中，該過濾步驟在該填充床生物反應器的下游以及所述逆滲透或奈米過濾膜的上游進行。

【0027】 在本發明的一個具體實施例中，被保護以避免生物污染的該下游設備是飲水分配網路。

【0028】 在另一個具體實施例中，該處理線包含熱交換器。在此具體實施例中，該原水的固體含量足夠低，使得本發明的生物處理程序可被用於被保護以避免生物污染的該設備上游的獨立設置中。

【0029】 在一個較佳具體實施例中，在該生物反應器中該生物可降解化合物的所述降解不需該生物反應器的曝氣而發生。

【0030】 本發明更提供了用以移除溶解的生物可降解化合物的系統，做為被保護以避免生物污染的設備上游的生物處理步驟，該設備為地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，該處理線包含至少一填充床生物反應器，該至少一填充床生物反應器包含填充有填充成分的容器或水池以及用以將該進料水唧取入該填充床生物反應器的至少一裝置。本發明的特徵在於所述填充床的填充成分顯示了至少 70% 的空隙比，以及其中所述用以將該進料水唧取入該填充床生物反應器的裝置將穿過所述填充床生物反應器的水流速度控制在至少 20 m/h，以及較佳在 20 m/h 以及 400 m/h 之間，使得所述填充床不具有大於 30% 的水中懸浮固體（如果有的話）移除效率。此外本具體實施例的特徵在於所述填充床的所述填充成分顯示了至少 $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 的特定表面區域。此具體實施例的特徵更在於其包含至少一過濾裝置於該至少一填充床生物反應器的上游。

【0031】 在本發明的一個具體實施例中，所述上游過濾裝置是膜過濾裝置，較佳為超過濾或微過濾裝置。

【0032】 在另一個具體實施例中，所述上游過濾裝置是傳統的過濾裝置。

【0033】 在一個較佳具體實施例中，該系統更包含逆滲透或奈米過濾膜於該填充床生物反應器的下游。

【0034】 在另一個較佳具體實施例中，該填充床生物反應器更包含入口分水器，該入口分水器允許該進料水以從該容器頂部的軸向平均分佈。

【圖式簡單說明】

【0035】

第 1 圖顯示了本發明的一個較佳具體實施例，其中該填充床生物反應器在該膜過濾步驟上游。

第 2a 圖顯示了本發明的另一個較佳具體實施例，其中該填充床生物反應器在該膜過濾步驟下游。

第 2b 圖顯示了本發明的另一個替代性具體實施例，其中匣式過濾器被置放在該填充床生物反應器以及該 RO 膜之間。

第 3 圖顯示了本發明的進一步具體實施例，其中該填充床生物反應器在傳統過濾步驟的上游。

第 4 圖顯示了本發明的具體實施例，其中該填充床生物反應器位在傳統過濾步驟的下游。

第 5 圖顯示了本發明的另一個較佳具體實施例，其中該填充床生物反應器 2 位在該水分配網路之前過濾步驟的上游。

第 6 圖顯示了本發明的另一個較佳具體實施例，其中該填充床生物反應器直接位在熱交換器的上游而沒有額外的過濾步驟。

第 7 圖顯示了一設置，測試已根據該設置而被執行。

第 8 圖顯示了具有三個不同生物反應器之 biopROtector 的佈局示意圖。

第 9 圖顯示了如第 8 圖中所示之該設置中該三個生物反應器氧攝入的測量結果。

第 10 圖顯示了如第 8 圖中所示之該設置中該三個生物反應器總氧攝入的百分比的該氧攝入。

第 11 圖顯示了如第 8 圖中所示之該設置中所有三個生物反應器

的該氧攝入率。

第 12 圖顯示了數個氮形式的移除/製造。

第 13 圖顯示了該氧攝入對該硝酸鹽製造。

第 14 圖顯示生物反應器 V10 之入口以及出口處的壓差。

第 15 圖顯示在的家用污水處理設備的 UF 流出物上該膜污染模擬器 (MFS) 的目測，該家用污水處理設備具有以及不具有只使用 V10 的前述 biopROtector。

第 16 圖顯示如第 15 圖中所示之兩種膜污染模擬器 (MFS) 的壓降發展。

【實施方式】

【0036】 本發明關於一種用以移除溶解的生物可降解化合物的方法，為上游生物處理步驟，為地下水、地表水或三級污水處理線的一部分。該上游生物處理步驟在至少一填充床生物反應器中進行，該至少一填充床生物反應器包含填充有填充成分的容器或水池。

【0037】 移除溶解的生物可降解化合物的目的是保護下游設備避免生物污染。將被處理的水可為地下水、地表水（河、湖、蓄水庫、海洋，等等）或三級污水。

【0038】 本發明的特徵在於所述填充床的填充成分顯示了至少 70% 的空隙比，以及其中穿過所述填充床生物反應器的水流速度為至少 20m/h，且較佳包括在 20m/h 以及 400m/h 之間，使得所述填充床不具有大於 30% 的水中懸浮固體（如果有的話）移除率。在此流速下，營養物轉至該生物膜的轉移被增強，且該薄活性生物膜層被維持。

【0039】 本發明的特徵更在於所述填充床的所述填充成分顯示了至少 $750\text{m}^2/\text{m}^3$ 的特定表面區域。在較佳的具體實施例中，所述填充床的所述成分顯示了至少 $350\text{m}^2/\text{m}^3$ 的被保護的表面區域。根據本發明的該特定表面區域可為鬆散的或有結構的。本發明的該特定表面區域提供 s

了競爭生長表面區域，在該競爭生長表面區域，微生物將具有定居以及生長的能力。該微生物在該特定表面區域上形成生物膜，並消耗流經該填充床生物反應器之進水流中可用的該營養物。這導致營養物的缺乏，以及隨即導致在該下游膜系統處微生物生長的缺乏。本發明的一個主要優勢是，因此在將保護以避免生物污染的膜上游之特定區域處的微生物生長受控制。

【0040】 本發明的特徵更在於所述程序不需要使用任何生物滅除劑或生物穩定化合物。使用生物滅除劑（例如氧化劑，像是氯或過氧化氫）的主要缺點在於，大部分應用中的下游膜必須被保護以避免這種生物滅除劑。因此必須在該進料水到達該膜階段之前加入移除該生物滅除劑的另一個步驟。可使用不傷害該下游膜的非氧化生物滅除劑，但將必須在該膜階段從所產生的污水流中移除該非氧化生物滅除劑。爲了抑制微生物進一步的生長，可以少量加入生物穩定劑，且該生物穩定劑通常不抑制該下游膜階段的運作。

【0041】 在本發明的一個具體實施例中，此發明的該填充成分可由金屬、陶瓷或塑膠製成，在較佳的具體實施例中，所述填充材料是由高密度聚乙烯製成。該密度可藉由使用含有例如 TiO_2 或 CaCO_3 的母料成分而增加。對於大部分的應用，該填充成分以兩種密度存在，例如 0.95 kg/dm^3 以及 0.98 kg/dm^3 。該耐密性是 $\pm 0.02 \text{ kg/dm}^3$ 。在本發明的一個較佳具體實施例中，該填充成分是 AnoxKaldnes® K1。

【0042】 本發明的該生物反應器不具有企圖過濾也不具有強力過濾的特徵（範例 2 以及第 14 圖）。

【0043】 本發明的該生物反應器包含填充有填充成分的容器或水池。

【0044】 在本發明的一個具體實施例中，本發明的該容器或水池是密封的。沒有氣體相存在於該生物反應器的該容器或水池中，即該容器或水池中的該填充成分是完全被淹沒的。在此具體實施例中，曝氣並

非必須的，因為在所述具體實施例中將被處理的水只具有相當有限的營養物含量，且進入該生物反應器的溶氧濃度通常足以有效地生物降解該營養物。

【0045】 本發明的其中一個優勢是，即使在缺氧或厭氧的條件中，缺少曝氣不代表任何的不方便，只要預防該水在該生物反應器以及要保護以避免生物污染的該設備之間有任何的氧攝入，因為藉由該填充床生物反應器中缺氧或厭氧的生物生長，也預防了該膜上潛在的缺氧或厭氧生物污染。

【0046】 微過濾以及超過濾是移除懸浮固體（顆粒以及膠體物質）的最佳可用技術。它們在固體移除的效率比傳統的顆粒濾料過濾效率高很多。然而這些膜不移除任何溶解的化合物，包括造成該逆滲透或奈米過濾膜生物污染的該溶解營養物。後者的缺點藉由結合此膜過濾技術與本發明的該填充床生物反應器而克服。

【0047】 相較於傳統的生物過濾器，該填充床生物反應器的優勢是其較簡單的設計以及減小的反應器體積，導致減低的投資成本以及經由減少的水頭損失的其簡化操作，以及非常低的反洗（backwash）頻率或零反洗頻率導致減低的操作成本。較低所需的反應器體積原因是較高的固定生物量濃度，該生物量濃度可由該填充材料的高特定表面區域以及該生物膜的增加厚度來解釋。進一步的優勢是，如果需要的話，該填充床生物反應器可在線內再生，由於該被保護的表面區域，在再生之後，該生物反應器將包含實質上足夠的生物活性，以及該生物反應器因此不需要任何多餘量。

【0048】 如第 1 圖和第 2a 圖中所示的該較佳具體實施例中，該填充床生物反應器 2 與膜過濾步驟 3 結合，該膜過濾步驟 3 使用微過濾或優先使用超過濾膜。此兩個處理步驟結合的目的是避免被顆粒以及膠體的生物污染，以及控制下游逆滲透或奈米過濾步驟 4 中膜的生物污

染。

【0049】 在根據第 1 圖的較佳具體實施例中，該填充床生物反應器在該膜過濾步驟上游，而其在根據第 2a 圖的較佳具體實施例中在該膜過濾步驟下游。

【0050】 根據第 1 圖，進料水 1 被進料至根據本發明的填充床生物反應器 2 中。在到達該逆滲透或奈米過濾步驟 4 之前，離開該填充床反應器 2 的水然後流進膜過濾步驟 3。根據第 2a 圖，在進入根據本發明的該填充床生物反應器 2 之前，該進料水 1 首先被進料至膜過濾步驟 3，然後到達該逆滲透或奈米過濾步驟 4。

【0051】 相較於膜生物反應器，本發明根據第 1 圖和第 2a 圖的該兩個較佳具體實施例主要具有兩個優勢。在該 UF 或 MF 膜上減少的固體負載，即存在於膜生物反應器中的懸浮生物量相對於該填充床生物反應器中的固定生物膜，對於該設計流速及/或該 UF 或 MF 膜的清潔頻率具有正面影響。此外，加壓式 UF 或 MF 膜可用於此應用中，然而通常沉浸式膜被用於膜生物反應器。這種沉浸式膜具有幾個缺點，例如，它們的價錢較高、較難維護（清潔）、需要將該滲透去除氣體，因此需要額外的氣移除設備，等等。

【0052】 根據第 1 圖之該較佳具體實施例的優勢是藉由該膜過濾步驟移除了可從該生物反應器該填充材料上的該生物膜分離的生物量。此分離的生物量如果不移除的話，潛在地可在一些情況中導致該逆滲透或奈米過濾膜的某種污染。

【0053】 因為沒有分離生物量到達該逆滲透或奈米過濾膜的風險，在此具體實施例中可減少該反沖洗（back flush）頻率。

【0054】 根據第 2a 圖之該較佳具體實施例的優勢是在進入至該填充床生物反應器 2 的該進料水 1 中缺少懸浮物質。即使在非常低的移除率，被根據第 1 圖之該較佳具體實施例配置中的該生物膜所可能擷取

的該懸浮物質可能造成該生物反應器之該水頭損失的增加，因此對其清潔頻率可能具有影響。超過濾裝置位在該填充床生物反應器的上游時，因為該超過濾裝置的幫浦根據該填充床生物反應器的功能需要提供進料流，第 2a 圖之該具體實施例的進一步優勢是不需要額外的進料幫浦用以進料該水至該生物反應器中。

【0055】 在如第 2b 圖中所示之該具體實施例的另一個替代性具體實施例中，匣式過濾器 8 被放置在該填充床生物反應器 2 以及該逆滲透或奈米過濾膜 4 之間，以捕獲可能從該生物反應器分離並到達該逆滲透或奈米過濾膜 4 的任何生物固體。

【0056】 本發明的另一個較佳具體實施例包含傳統的過濾步驟而非該膜過濾步驟。在如第 3 圖中所示的該較佳具體實施例中，該填充床生物反應器 2 在傳統過濾步驟 5 的上游，而在如第 4 圖中所示的該較佳具體實施例中，該填充床生物反應器 2 位在傳統過濾步驟 5 的下游。

【0057】 該傳統過濾步驟 5 可為膜之外任何類型的過濾器，例如具有惰性或吸附性濾料的顆粒濾料過濾器、篩式過濾器或微篩式過濾器、纖維束式過濾器或盤式過濾器。在這種傳統過濾的例子中，存在有一些生物活性，但這些生物活性，像是在膜過濾的例子中，可能不足以合理地控制該下游逆滲透或奈米過濾膜 4 的生物污染。在此情況中，補充的填充床生物反應器 2 增強了可用營養物的生物降解，並因此增升了該逆滲透或奈米過濾膜 4 的生物污染控制。

【0058】 使用替代性過濾器而不使用 UF/MF 的主要原因是較低的成本。UF/MF 具有移除固體的極佳效能，其對於螺旋捲式類型的 RO 膜耐久操作是不可或缺的。然而對於懸浮固體的屏障不必為 100%（因為其為具有 UF/MF 的例子）。這允許了較低成本的替代性過濾技術。與根據本發明的該填充生物反應器結合，傳統的過濾技術可提供 UF/MF 的成本效益替代方案。

【0059】 另一個較佳具體實施例關於使用填充床生物反應器 2 以減少水分配網路以及特別是飲水分配網路 6 中生物膜形成的程序。由於一些生物膜可從該填充床生物反應器 2 分離，較佳為，在此例子中，如第 5 圖中所示，該填充床生物反應器 2 位在該水處理線中上一個過濾步驟的上游。減少量的可用營養物減少了有效消毒整個分配網路 6 所需的消毒劑劑量比例。

【0060】 如第 6 圖中所示之進一步的較佳具體實施例關於填充床生物反應器 2 的使用，用於下游設備的生物污染控制而沒有額外的過濾步驟。當例如將要處理的水具有低懸浮物質含量時，或將要保護以避免生物污染的下游設備對於懸浮固體的存在具有低敏感度時，該此方法是適合的。在此較佳具體實施例中，將要被保護而避免生物污染的該設備可為，例如第 6 圖中所揭露的熱交換器 7。

【0061】 此外本發明揭露了用以移除溶解的生物可降解化合物的系統，做為將要保護以避免生物污染之設備上游的生物處理步驟，該系統為地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，包含至少一填充床生物反應器，該填充床生物反應器包含填充有填充成分的容器或水池，以及用於啣取該進料水進入該填充床生物反應器的至少一裝置。

【0062】 本發明的特徵在於所述填充床的所述填充成分顯示了至少 70% 的空隙比，以及其中用於啣取該進料水進入該填充床生物反應器的所述裝置將穿過所述填充床生物反應器的水流速度控制為至少 20 m/h，以及較佳地為 20 m/h 以及 400 m/h 之間，使得所述填充床不具有大於 30% 的水中懸浮固體（如果有的話）移除效率。本具體實施例的特徵更在於所述填充床的所述填充成分顯示了至少 $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 的特定表面區域。在較佳的具體實施例中，所述填充床的所述成分顯示了至少 $350 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 的被保護表面區域。本具體實施例的特徵更在於其在該至少一填充床生物反應器的上游包含至少一過濾裝置。根據本發明之此系統的優勢在於，該填充床生物反應器上游的該過濾裝置大大地減少了

進入至該填充床生物反應器之該進料水中的懸浮物質。該生物反應器的水頭損失因此減少，對於該生物反應器的清潔頻率具有影響。

【0063】 在一個較佳具體實施例中，所述上游過濾裝置是膜過濾裝置，較佳為超過濾或微過濾裝置。此具體實施例的優勢是，當超過濾裝置位在該填充床生物反應器的上游時，因為該超過濾裝置的幫浦根據該填充床生物反應器作用的需求而提供了進料流，不需要額外的進料幫浦用以將水進料至該生物反應器。

【0064】 在另一個具體實施例中，所述上游過濾裝置是傳統的過濾裝置。根據本發明的該傳統過濾裝置可為膜之外的任何類型過濾器，例如具有惰性或吸附性濾料的顆粒濾料過濾器、篩式過濾器或微篩式過濾器、纖維束式過濾器或盤式過濾器。與根據本發明的該填充生物反應器結合，傳統的過濾技術可提供 UF/MF 的成本效益替代方案。

【0065】 該系統可更包含逆滲透或奈米過濾膜於該填充床生物反應器的下游，該填充床生物反應器藉由該上游填充床反應器與根據本發明的膜過濾裝置結合而被保護以避免生物污染。

【0066】 在另一個較佳具體實施例中，該填充床生物反應器更包含入口分水器，允許該進料水從該容器的頂部以軸向均勻地分佈。該入口分水器應以軸向均勻地分配該水，預防穿過該濾料的水的短路。

【0067】 根據本發明一個具體實施例的填充床生物反應器包含封閉的容器或水池，具有底部以及頂部，且能夠在加壓狀態期間操作。

【0068】 該容器或水池部分地填充有承載媒介，一致地分佈，具有高於或接近將被處理的水的密度。將被處理的該流出物被唧取入該容器或水池的頂部，並使用入口分水器平均地往下分佈。該入口分水器應以軸向均勻地分配該水，預防穿過該媒介的水的短路。由連續側面構成的出口篩或具有適用以預防該媒介穿過那裡的開口的篩子位在該水池的底部。在正常的操作期間，該生物反應器如同固定床操作。在再

生作用期間，該生物反應器被反沖洗，使用存在的進料水幫浦並切換閥的位置而改變該流向。該媒介膨脹並如同流體化床操作，在正常操作期間釋放在該生物反應器內擷取或生長的過多固體。

【0069】 當壓力下降時，根據本發明的該填充床生物反應器可被反沖洗，較佳地當全體系列的生物反應器的水頭損失低於 0.2 bar 時，該生物反應器應被反沖洗。

【0070】 該反沖洗率必須足夠高，以產生流體化床，以移除懸浮固體，但為了避免生物活性的大量損失，較佳為低於 20% 的損失。較佳地，該反沖洗的持續期間不應超過 120 秒，且可以進料水或已處理的水進行。根據本發明，在反沖洗期間不需要曝氣。

【0071】 假使需要反沖洗以減低壓降並移除過多的懸浮固體，需要閒置的頂空 (free head space) 以允許提供流體化床。根據本發明的一個具體實施例，膨脹該流體化床而沖刷固體所需的閒置頂空是該反應器體積的至少 20%。

【0072】 在本發明的一個具體實施例中，在該生物反應器放在 UF 膜後的例子中，該生物反應器的反沖洗並非必要的。

【0073】 本發明的目標是最小化 RO 膜中的微生物的生物生長。這藉由在該 RO 膜上游提供承載表面而達成。所需的承載表面量取決於在該 RO 膜最小化生長所必需之營養物/有機碳消耗的程度。需要決定的一個主要特徵是在該 RO 膜的該進料水中多少剩餘的生物活性(以每單位體積的氧當量以及每單位體積相對時間單位來表示) 以預防或最小化生物生長是可接受的。根據本發明，總承載表面相對於下游 RO 膜表面的最小比率是 100%。

【0074】 在本發明的另一個具體實施例中，在營養物濃度不達到所定義之標準的情況中，再循環迴圈可被加至該填充床生物反應器中。

【0075】 範例 1：測試設置 BiopROtector®

【0076】 爲了測試該設置的效率，已根據第 7 圖中所示的該設定執行測試。

【0077】 在測試設定 1，該流出物被引導穿過超過濾步驟，進入根據本發明的填充床生物反應器 (BiopROtector®)，且做爲進行逆滲透步驟的最後步驟。

【0078】 在第 8 圖中示出了示意性的試驗性規劃圖 biopROtector。本發明在三個連續的生物反應器中測試，其中 V10 是第一個生物反應器，接著分別爲 V20 以及 V30。

【0079】 在此設定中的每個生物反應器中測量氧的攝入。第 9 圖以時間顯示了每個生物反應器的氧攝入。可以看到的是，最高的氧攝入發生在該第一生物反應器 V10 中，接著是該 V20，以及最後是 V30。

【0080】 第 10 圖以測量 7 天期間的總氧利用百分比而顯示了不同生物反應器的氧攝入。該第一生物反應器 (V10) 在氧攝入中具有最高的分佈 (50-75%)，接著分別是 V20 (20-33%) 以及 V30 (3-20%)。

【0081】 在第 11 圖中顯示了所有三個生物反應器的氧攝入率。可以看到的是，最高的氧攝入率發生在該第一生物反應器 (V10)，接著是 V20 以及 V30。

【0082】 在相同的試驗性規劃圖 biopROtector 中，在 2009 年 6 月 23 日的樣本點 sp1、2、3 以及 4 測量氮的濃度 (第 8 圖)。基於該測量，做出了氨、硝酸鹽、亞硝酸鹽以及有機氮的氮質量平衡。第 12 圖顯示了數種氮形式的移除/製造，在該第一反應器中具有最高的氨/硝酸鹽的移除/製造，以及在該第二以及第三生物反應器中具有較低的氨/硝酸鹽的移除/製造。在該生物反應器中氧的利用直接與細菌生長以及存在之可用營養物與碳源的移除相對應。

【0083】 第 13 圖使用理論的氧利用因子(製造 1 mg NO₃-N 需要 4.33 mg O₂)而基於所有三個生物反應器製造的硝酸鹽量，顯示了「測量的」氧攝入以及「需要的」氧攝入。

【0084】 從這些測量(第 9-13 圖)，可以推論出，使用串聯的連續三個生物反應器，以來自家用污水處理設備的 UF 流出物進料：

【0085】 最高的氧攝入發生在該第一生物反應器中(在三個生物反應器的 HRT 內高達 70%的總氧利用)，接著在下游的第二以及第三生物反應器中氧攝入強烈的減少。

【0086】 最高的氧攝入率(OUR)發生在該第一生物反應器中，接著在下游的第二以及第三生物反應器中氧攝入率強烈的減少。

【0087】 營養物消耗發生在該生物反應器的軸向，顯示在該第一生物反應器中最高的移除，接著在下游的第二以及第三生物反應器中具較低的氨移除率。

【0088】 在所有三個生物反應器中的氧攝入主要與該硝酸鹽製造相對應，說明所測量的氧攝入主要是由氨以及亞硝酸鹽氮的氧化作用導致。

【0089】 營養物在軸向的消耗導致較低的氧攝入以及較低的氧攝入率，且因此導致該生物反應器下游較低的生物膜生長率。

【0090】 沒有測量該水的有機含量。由於入口與出口之間的小差異以及該 COD、TOC 以及 BOD 分析的可信度，COD、TOC 以及 BOD 測量沒有值，或只有極少的值。因此很難去獲得可靠的 COD、TOC 以及 BOD 質量平衡。然而因為該生物反應器軸向有清楚的氨氮減少，預期有機化合物將顯示順著該生物反應器的類似減少濃度數據。

【0091】 範例 2：該生物反應器的非過濾特性

【0092】 基於藉由自營菌的氮氧化作用，所預期的固體生長可被計

算。使用下述參數計算該生物反應器中所預期的沉澱物 (sludge) 製造氮氧化作用，該生物反應器以來自家用污水設備的 UF 流出物進料：

平均氧攝入生物反應器 V10 (26-06-2000: 28-07-2009)	1,76	Mg O ₂ / l
產出沉澱物的自營菌	0,074	g 細胞 COD / 氧化的 gN
COD 含量沉澱物	1,42	kgCOD / kgODS (有機乾固體)
灰含量 (無機物)	20	%
平均氧化的 N	0,41	mgN / l
平均產生的沉澱物	0,026	mg MLSS / l
平均產生的沉澱物	0,11	mg MLSS / l.h

計算生物反應器 V10 中每天的沉澱物製造是 2.64 mgMLSS/l。如第 14 圖中所示，由於生長而累積的沉澱物製造應只有 1 個月的一段時間，約 1.9 gMLSS/l。然而，使用可用碳源的異營菌生長以及細菌衰退過程沒有列入考慮。從第 14 圖，可看到是，在所考慮的時期內，在 V10 沒有壓力增加。此觀察支持了該生物反應器不具有傾向或強烈過濾特徵的聲明。

【0093】 範例 3：膜污染模擬器

【0094】 本發明使用膜污染模擬器 (MFS) 測試 (Vrouwenvelder et al, 2006)。該 MFS 是污染預測以及控制的實用工具。使用該 MFS，可藉由例如操作參數，像是壓降發展以及非破壞性的 (視覺或顯微鏡) 觀察來監控污染。

【0095】 第 15 圖顯示了該 MFS 在家用污水處理設備的 UF 流出物上的目測，該家用污水處理設備具有以及不具有根據第 8 圖之前述的 biopROtector，其中對於具有 biopROtector 的設置，水在 SP2 被取樣，以及對於不具有 biopROtector 的設置，水在 SP1 被取樣。在開始以具 s

有乾淨 RO 膜以及間隔物進料該 MFS 之後 11 天照出該照片。在 11 天的操作之後在污染的程度上有清楚的可見差異。

【0096】 該目測由如同第 16 圖中所給出的兩個 MFS 的壓降發展所支持。如同觀察到不具有前述 biopROtector 的該 MFS 的壓降增加直接是生物生長結果，因為該 UF 滲透進料水沒有任何的懸浮固體。此外該指數的增加對於在非限制條件下（存在有營養物、碳源以及足夠的氧）的生物生長是典型的。

【符號說明】

【0097】

- MFS 膜污染模擬器
- OUR 氧攝入率
- RO 逆滲透
- sp1、sp2、sp3、sp4 樣本點
- UF 超過濾
- V10、V20、V30 生物反應器
- 1 進料水
- 2、biopROtector 填充床生物反應器
- 3 膜過濾步驟
- 4 逆滲透或奈米過濾步驟
- 5 傳統過濾步驟
- 6 飲水分配網路
- 7 熱交換器
- 8 匣式過濾器

發明摘要

公告本

※ 申請案號：099127463

※ 申請日：99年8月17日

※IPC 分類：C02F3/34(2006.01)

【發明名稱】

逆滲透及奈米過濾膜之生物汙染控制之填充床生物反應器/Packed Bed Bioreactor For Biofouling Control Of Reverse Osmosis And Nanofiltration Membranes

【中文】

一種移除溶解的生物可降解化合物方法，做為將被保護以避免生物汙染的設備上游的生物處理步驟，該設備為地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，其中所述上游生物處理步驟在至少一填充床生物反應器中進行，該至少一填充床生物反應器包含填充有填充成分的一容器或一水池，其特徵在於：

- i) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 70%的空隙比，以及穿過所述填充床生物反應器的水流速為至少 20m/h，使得如果水中有懸浮固體的話，所述填充床不具有大於 30%的水中懸浮固體移除效率；
- ii) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 $750\text{m}^2/\text{m}^3$ 的一特定表面區域；
- iii) 所述程序不需要使用任何生物滅除劑或生物穩定化合物。

【英文】

A method for removing dissolved biodegradable compounds as a biological treatment step upstream of an equipment to be protected from biofouling being part of a ground water, surface water or tertiary wastewater

treatment line, wherein said upstream biological treatment step is carried out in at least one packed bed bioreactor comprising a vessel or a tank filled with packing elements, characterized in that:

- i) said packing elements of said packed bed show a void fraction of at least 70% and the flow velocity of water through said packed bed bioreactor is at least 20 m/h, so that said packed bed does not have a removal efficiency of suspended solids in water, if any, of more than 30%;
- ii) said packing elements of said packed bed show a specific surface area of at least $750 \text{ m}^2/\text{m}^3$;
- iii) said process does not require the use of any biocide or biostatic compound.

申請專利範圍

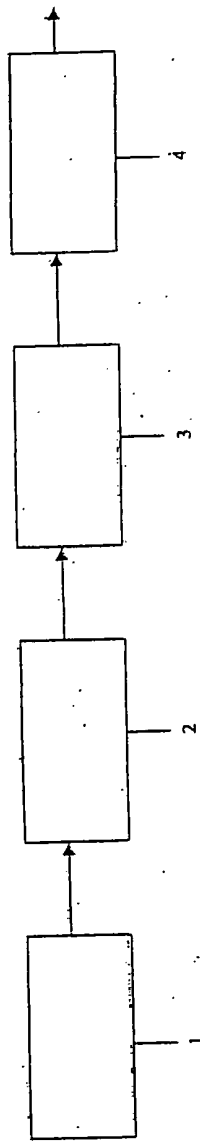
1. 一種移除溶解的生物可降解化合物方法，做為將被保護以避免生物污染的一設備上游的一生物處理步驟，該設備為一地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，其中所述上游生物處理步驟在至少一填充床生物反應器中進行，該至少一填充床生物反應器包含填充有複數填充成分的一容器或一水池，其特徵在於：
 - i) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 70%的一空隙比，以及穿過所述填充床生物反應器的水的流速為至少 20m/h，使得如果水中有懸浮固體的話，所述填充床不具有大於 30%的水中懸浮固體的一移除效率；
 - ii) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 $750\text{m}^2/\text{m}^3$ 的一特定表面區域；
 - iii) 所述程序不需要使用任何生物滅除劑或生物穩定化合物；以及
 - iv) 所述填充床生物反應器不具有企圖過濾也不具有強力過濾的特徵。
2. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中所述填充床的所述成分顯示至少 $350\text{m}^2/\text{m}^3$ 的一被保護的表面區域。
3. 如申請專利範圍第 1 至 2 項中任一項所述的程序，其中所述生物處理步驟與一過濾步驟結合。
4. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中所述處理線包含至少一奈米過濾或逆滲透膜。
5. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中該生物處理步驟與一過濾步驟結合，其中該處理線包括至少一奈米過濾或逆滲透過濾膜，及其中該過濾步驟在該填充床生物反應器的上游進行。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中該生物處理步驟與一過濾步驟結合，及其中該過濾步驟在該填充床生物反應器的下游以及所述逆滲透或奈米過濾膜的上游進行。
7. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中該生物處理步驟與一過濾步驟結合，及其中該過濾步驟是一超過濾或一微過濾步驟。
8. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中在所述處理線下游之將被保護的該設備是一飲水分配網路。
9. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中所述處理線包含一熱交換器。
10. 如申請專利範圍第 1 項所述的程序，其中該生物反應器中該生物可降解化合物的降解不需該生物反應器的曝氣而發生。
11. 一種移除複數溶解的生物可降解化合物的系統，做為將被保護以避免生物污染的一設備上游的一生物處理步驟，該設備為一地下水、地表水或三級污水處理線的一部分，包含至少一填充床生物反應器以及用以將該進料水唧取至該填充床生物反應器內的至少一裝置，該至少一填充床生物反應器包含填充有複數填充成分的一容器或一水池，其特徵在於：
 - i) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 70% 的一空隙比，以及用以將該進料水唧取至該填充床生物反應器內的所述裝置將穿過所述填充床生物反應器的水的流速控制為至少 20m/h，使得如果水中有懸浮固體的話，所述填充床不具有大於 30% 的水中懸浮固體的一移除效率；
 - ii) 所述填充床的所述填充成分顯示至少 $750\text{m}^2/\text{m}^3$ 的一特定表面區域；
 - iii) 該系統在該至少一填充床生物反應器上游更包含至少一過濾裝置；以及
 - iv) 所述填充床生物反應器不具有企圖過濾也不具有強力過濾的特徵。

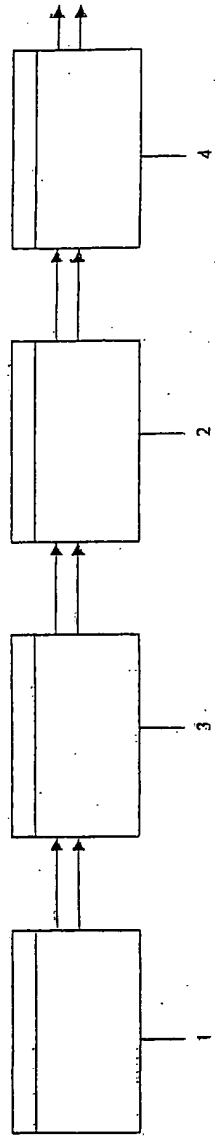
- 12.如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中所述上游過濾裝置是一膜過濾裝置。
- 13.如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中所述上游過濾裝置是一傳統的過濾裝置。
- 14.如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中該系統在該填充床生物反應器的下游更包含一逆滲透或奈米過濾膜。
- 15.如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中該填充床生物反應器更包含一入口分水器，允許該進料水從該容器的頂部以軸向平均分佈。
- 16.如申請專利範圍第 11 項所述的系統，其中該上游過濾裝置為一超過濾或微過濾裝置。

圖式

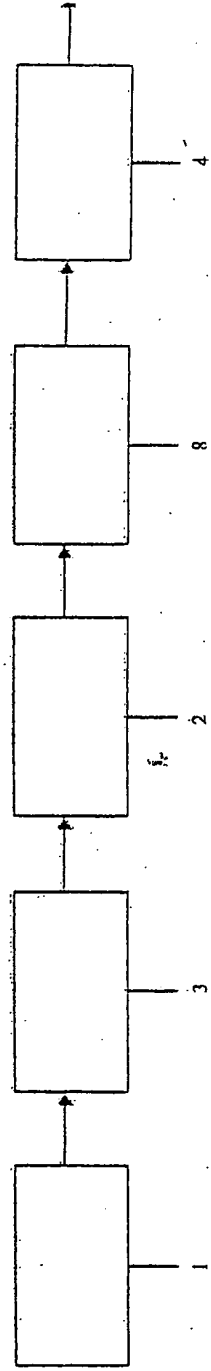
104年4月29日修正
劃線頁(本)



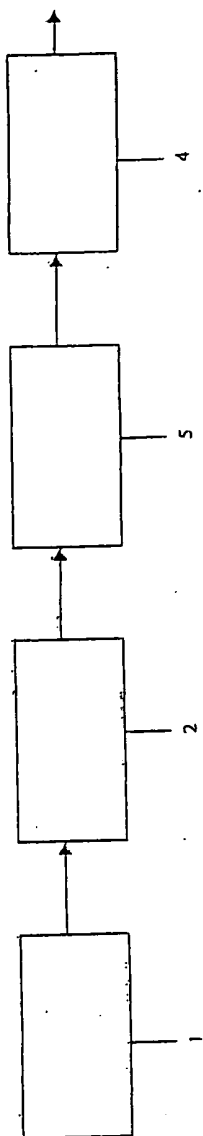
第 1 圖



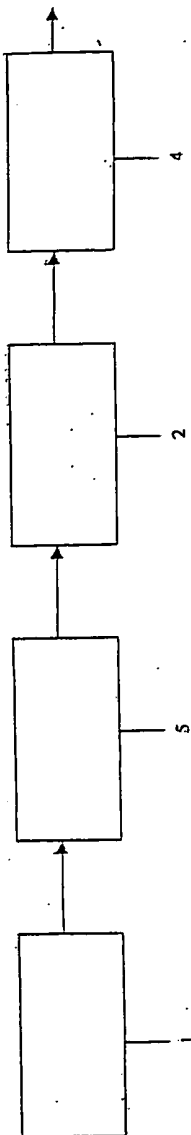
第 2a 圖



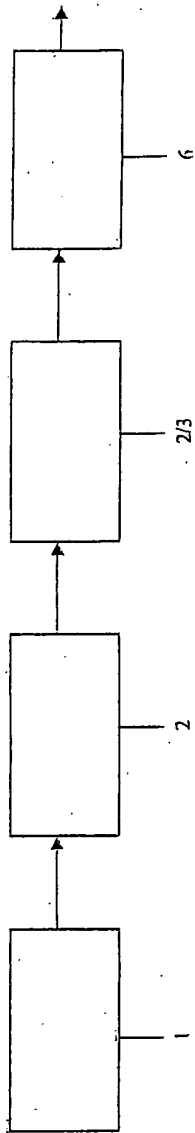
第 2b 圖



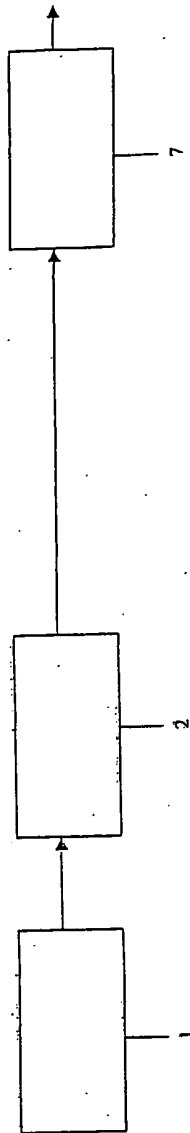
第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（1）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

- 1 進料水
- 2 填充床生物反應器
- 3 膜過濾步驟
- 4 逆滲透或奈米過濾步驟

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：