

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號： 96123444 C02F 1/62 (2006.01)
※ 申請日期： 96.6.28 ※IPC 分類： C02F 101/20 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

使用經浸沒超微過濾或微過濾薄膜的工業廢水重金屬移除的方法
METHOD OF HEAVY METAL REMOVAL FROM INDUSTRIAL
WASTEWATER USING SUBMERGED ULTRAFILTRATION OR
MICROFILTRATION MEMBRANES

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

奈寇公司 / Nalco Company

代表人：(中文/英文)

史蒂芬 N. 藍斯曼 / LANDSMAN, STEPHEN N.

住居所或營業所地址：(中文/英文)

美國伊利諾州 60563-1198 納帕村 西戴荷路 1601 號
1601 W. Diehl Rd., Naperville, IL 60563-1198, USA

國 籍：(中文/英文)

美國 / USA

三、發明人：(共 2 人)

姓 名：(中文/英文)

1. 迪帕克 A. 穆塞爾 / MUSALE, DEEPAK A.

2. 布萊恩 S. 強森 / JOHNSON, BRIAN S.

國 籍：(中文/英文)

1. 印度 / INDIA

2. 美國 / USA

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項 第一款或 第二款規定之事實，
其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

美國、2006.9.7、11/516,843

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明關於一種經由使用浸沒式超微濾或微過濾膜系統從工業廢水中移除重金屬的方法。

【先前技術】

由於嚴謹的環境規章及/或水資源匱乏，工廠必需在排出或重複使用之前從其廢水移除重金屬。大部分廢水藉由商品 DTC/TTC 化學藥品或特殊的聚合 DTC 化合物處理，然後在沉降槽中分離沉澱的金屬。於最近幾年中，超微濾(UF)或微過濾(MF)膜已漸增地取代沉降槽而使用於固體液體分離，因為 UF/MF 膜方法更精巧及產生具有比沉降槽更好的品質之水，特別是幾乎無懸浮固體及可忽略的濁度。UF 或 MF 滲透液可重複使用且依重複使用的目的含或不含任何進一步處理。因此，工業廢水當以聚合螯合劑處理及隨後經過 UF 或 MF 膜過濾時產生高金屬移除且亦產生比以商品 DTC/TTC/TMT 化學藥品處理者還高的膜通量。

雖然已於此應用中使用交叉流 UF 或 MF 方法，這些方法由於需要高交叉流能量來減低薄膜骯髒，其操作成本通常高。在最近十年間或如此，浸沒式 UF 及 MF 膜已成功地使用於高懸浮固體分離應用，諸如在薄膜生物反應器(MBR)中；或低懸浮固體應用，諸如原水處理及三級處理。在這些應用中，浸沒式薄膜以低通量(10-60 LMH)操作，因為薄膜在較高通量下變骯髒。為了減少薄膜骯髒，使用通

氣來連續地(例如在 MBR 中)或間歇地(例如在 MBR、原水及三級處理中)洗滌薄膜表面。因此，有興趣的是對其它高固體應用(諸如重金屬移除)採用這些相當低操作成本之浸沒式薄膜系統且與作用為金屬錯合劑和膜通量促進劑的聚合螯合劑結合。聚合物螯合劑在過濾系統中的應用已在美國專利案號 5,346,627 及 6,258,277(其於此以參考方式併入本文)中討論。

【發明內容】

本發明提供一種使用薄膜分離方法從工業廢水中移除一或多種重金屬的方法，其包括下列步驟：(a)將含重金屬的工業廢水收集在合適於容納工業廢水之儲槽中；(b)調整該系統的 pH 以在該工業廢水中達成該重金屬之氫氧化物之沉澱；(c)加入有效量之可溶於水且具有分子量從約 500 至約 10,000 道耳吞的二氯乙烷氮聚合物，其包含約 5 至約 50 莫耳百分比之二硫胺基甲酸鹽基團，以便與在工業廢水系統中的重金屬反應；(d)讓經處理的工業廢水通過一浸沒式薄膜，其中該浸沒式薄膜為超微濾膜或微過濾膜；(e)及視需要反沖洗該薄膜以從薄膜表面移除固體。

【實施方式】

名詞定義：

"UF" 意謂著超微濾法。

"MF" 意謂著微過濾法。

"DTC"意謂著二硫胺基甲酸二甲酯。

"TTC"意謂著三硫碳酸鹽。

"TMT"意謂著三巰基三吡。

"TMP"意謂著透膜壓力。

"LMH"意謂著每平方公尺每小時的升數。

"螯合劑清除劑"意謂著能夠與螯合劑錯合的化合物。這些清除劑通常為(但不限於)鹽形式。

"浸沒式薄膜"意謂著完全浸沒在欲過濾之液體主體下的薄膜。

"聚合螯合劑"意謂著與重金屬反應及/或錯合的聚合分子。

"兩性聚合物"意謂著衍生自陽離子單體及陰離子單體二者及可能其它非離子單體的聚合物。兩性聚合物可具有淨正或負電荷。兩性聚合物亦可衍生自兩性離子單體及陽離子或陰離子單體及可能非離子單體。此兩性聚合物可溶於水。

"陽離子聚合物"意謂著具有整體正電荷的聚合物。本發明之陽離子聚合物藉由聚合一或多種陽離子單體、藉由共聚合一或多種非離子單體與一或多種陽離子單體、藉由縮合表氯醇與二胺或多元胺或縮合二氯乙烯與氨或甲醛及胺鹽來製備。此陽離子聚合物可溶於水。

"兩性離子聚合物"意謂著由兩性離子單體及可能其它非離子單體組成之聚合物。在兩性離子聚合物中，全部聚合物鏈及在鏈內的片段被確實地帶中性電。因此，兩性離

子聚合物代表兩性聚合物的支組，其必需在遍及全部的聚合物鏈及片段內維持電荷中性，因為在相同兩性離子單體內引進陰離子電荷及陽離子電荷二者。此兩性離子聚合物可溶於水。

"陰離子聚合物"意謂著具有整體負電荷的聚合物。本發明之陰離子聚合物是藉由聚合一或多種陰離子單體或藉由共聚合一或多種非離子單體與一或多種陰離子單體來製備。此陰離子聚合物可溶於水。

較佳的具體實例：

如上述描述，本發明提供一種使用浸沒式微過濾膜或浸沒式超微濾膜從工業廢水中移除一或多種重金屬的方法。

若螯合劑存在於工業廢水中時，則需要調整 pH 以在工業廢水中的金屬與螯合劑去錯合，且需要隨後或同步加入一或多種螯合劑清除劑。當 pH 小於 4 時，較佳為 pH 被調整到範圍從約 3 至約 4 時，螯合劑通常與金屬去錯合。

在一個具體實例中，螯合劑清除劑包括 Ca 或 Mg 或 Al 或 Fe。

在另一個具體實例中，含 Fe 的螯合劑清除劑是選自於由下列所組成之群：氯化亞鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵、硫酸鐵或其組合。

可使用多種型式及量的酸及鹼來調整工業廢水之 pH。在一個具體實例中，鹼可選自於由鎂及鈣鹽諸如氯化物及氫氧化物所組成之群。在另一個具體實例中，鹼是選自於

由鈉、鉀、銨及其類似物的氫氧化物所組成之群。可使用多種鐵化合物及劑量來進一步處理 pH 值經調整的工業廢水。在又另一個具體實例中，所使用的鐵化合物之劑量可依存在於工業廢水中的螯合劑含量而從約 100 ppm 至約 10,000 ppm。

一種從工業廢水系統移除重金屬的步驟為下列步驟：調整系統之 pH 以在該工業廢水中達成該重金屬的氫氧化物之沉澱。當廢水 pH 讓金屬氫氧化物具有最小溶解度時發生氫氧化物之沉澱。

在較佳的具體實例中，將工業廢水之 pH 提高至 pH 約 7 至約 10。工業廢水之 pH 值的調整是依所存在的金屬而定。已設想能將 pH 調整至想要的範圍之任何鹼。例如，經選擇用於 pH 調整的鹼選自於由鈉、鉀、鎂、鈣、銨及其類似物的氫氧化物所組成之群。

在一個具體實例中，含重金屬的工業廢水來自選自於由下列所組成之群的工業製程：半導體製造、電路板製造、金屬表面處理、金屬電鍍、動力工業、精煉工業及汽車業。

在另一個具體實例中，欲從工業廢水移除的重金屬是選自於由下列所組成之群：Pb、Cu、Zn、Cd、Ni、Hg、Ag、Co、Pd、Sn、Sb 及其組合。

二氯乙烷氮聚合物藉由二氯乙烷與氮之反應來製備。起始二氯乙烷氮聚合物通常具有分子量範圍 500-100,000。在較佳的具體實例中，分子量為 1,500 至 10,000，最佳的分子量範圍為 1,500-5,000。用來製造這些聚合物的典型反

應描述在美國專利案號 5,346,627 中，其於此以參考方式併入本文。聚合物亦可從 IL 奈普維爾(Naperville)西蝶耳(Diehl)路 1601 號的納爾科公司(Nalco Company)購得。

在一個具體實例中，加入至工業廢水之可溶於水的二氯乙烷氮聚合物之有效量從 10 ppm 至約 10,000 ppm 活性固體。

在另一個具體實例中，加入至工業廢水之可溶於水的二氯乙烷氮聚合物具有分子量約 2,000 至約 2,000,000 道耳吞。

在另一個具體實例中，讓經處理的工業廢水通過浸沒式薄膜之驅動力量為正或負壓力。

在另一個具體實例中，通過浸沒式微過濾膜或超微濾膜之經處理的工業廢水可通過一或多個薄膜來進一步處理。在更進一步具體實例中，其它薄膜為逆滲透膜或奈米過濾膜。

使用來處理含重金屬的工業廢水之浸沒式薄膜可具有多種型式的物理及化學參數。關於物理參數，在一個具體實例中，超微濾膜具有孔洞尺寸範圍 0.003 至 0.1 微米。在另一個具體實例中，微過濾膜具有孔洞尺寸範圍 0.1 至 10 微米。在另一個具體實例中，浸沒式薄膜具有選自於由下列所組成之群的組態：中空纖維組態、平板組態或其組合。在另一個具體實例中，薄膜具有螺捲組態。在另一個具體實例中，浸沒式薄膜具有毛細管組態。

關於化學參數，在一個具體實例中，浸沒式薄膜為聚

合物。在另一個具體實例中，薄膜為無機物。在更另一個具體實例中，薄膜為不銹鋼。

可對所主張的發明執行其它物理及化學薄膜參數。

在以可溶於水的二氯乙烷氮聚合物處理工業廢水後，可以一或多種可溶於水的聚合物進一步處理此廢水以進一步增加顆粒尺寸及提高膜通量。

在一個具體實例中，可溶於水的聚合物是選自於由下列所組成之群：兩性聚合物、陽離子聚合物、陰離子聚合物及兩性離子聚合物。

在另一個具體實例中，可溶於水的聚合物具有分子量從 10,000 至約 2,000,000 道耳吞。

在另一個具體實例中，兩性聚合物是選自於由下列所組成之群：丙烯酸二甲基胺基乙酯氯甲烷四級鹽 (DMAEA.MCQ)/丙烯酸共聚物、氯化二烯丙基二甲基銨/丙烯酸共聚物、丙烯酸二甲基胺基乙酯氯甲烷鹽/N,N-二甲基-N-甲基丙烯醯胺基丙基-N-(3-磺丙基)-銨甜菜鹼共聚物、丙烯酸/N,N-二甲基-N-甲基丙烯醯胺基丙基-N-(3-磺丙基)-銨甜菜鹼共聚物、及 DMAEA.MCQ/丙烯酸/N,N-二甲基-N-甲基丙烯醯胺基丙基-N-(3-磺丙基)-銨甜菜鹼三聚物。

在另一個具體實例中，兩性聚合物的劑量是從約 1 ppm 至約 2000 ppm 活性固體。

在另一個具體實例中，兩性聚合物具有分子量約 5,000 至約 2,000,000 道耳吞。

在另一個具體實例中，兩性聚合物具有陽離子電荷當

量對陰離子莫耳電荷當量之比率為約 3.0 : 7.0 至約 9.8 : 0.2。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物是選自於由下列所組成之群：聚氯化二烯丙基二甲基銨(聚 DADMAC)、聚乙烯亞胺、聚表胺(polyepiamine)、與氨或乙二胺交聯的聚表胺、二氯乙烯與氨之縮聚物、三乙醇胺與妥爾油脂肪酸之縮聚物、聚(二甲基胺基乙基甲基丙烯酸酯硫酸鹽)及聚(二甲基胺基乙基丙烯酸酯氯甲烷四級鹽)。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物為丙烯醯胺(AcAm)與一或多種選自於由下列所組成之群的陽離子單體之共聚物：氯化二烯丙基二甲基銨、二甲基胺基乙基甲基丙烯酸酯氯甲烷四級鹽、二甲基胺基乙基甲基丙烯酸酯氯甲烷四級鹽、及二甲基胺基乙基丙烯酸酯苄基氯四級鹽(DMAEA.BCQ)。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物的劑量為約 0.1 ppm 至約 1000 ppm 活性固體。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物具有至少 2 莫耳百分比之陽離子電荷。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物具有 100 莫耳百分比的陽離子電荷。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物具有分子量約 2,000 至約 10,000,000 道耳吞。

在另一個具體實例中，陽離子聚合物具有分子量約 20,000 至約 2,000,000 道耳吞。

在另一個具體實例中，兩性離子聚合物是由約 1 至約 99 莫耳百分比的 N,N-二甲基-N-甲基丙烯醯胺基丙基-N-(3-磺丙基)-胺甜菜鹼及約 99 至約 1 莫耳百分比的一或多種非離子單體組成。

在一個具體實例中，薄膜分離方法是選自於由下列所組成之群：交叉流薄膜分離方法，即，以連續通氣來洗滌薄膜；半端點流薄膜分離方法，即，以間歇通氣來洗滌薄膜；及端點流薄膜分離方法，即，無通氣來洗滌薄膜。

可能的工業廢水處理方案顯示在圖 1 中。

參照圖 1，將含重金屬的工業廢水收集在儲槽(1)中，其中經由管線(3)加入酸或鹼以將 pH 調整至 3-4。然後經由管線(3A)加入螯合劑清除劑諸如鐵化合物。然後讓此水流至儲槽(2)，其中經由線上(in-line)(4)或直接(5)添加鹼到儲槽(2)中，將 pH 調整至 8-10。然後讓水從儲槽(2)流至已浸沒超微濾或微過濾膜(10)的儲槽(8)。可對超微濾或微過濾膜施加通氣。可線上(6)或直接(9)將聚合螯合劑諸如二氯乙烷氮聚合物加入薄膜槽(8)中。在加入二氯乙烷氮聚合物後，在水流入薄膜槽(8)前可選擇性線上(7)加入一或多種可溶於水的聚合物。來自浸沒式超微濾或微過濾膜方法之滲透液(11)可藉由讓滲透液通過其它薄膜(12)選擇性處理，及丟棄物(濃縮物)(13)可送至進一步除水或拋棄。

下列實施例不意欲限制所主張的發明之範圍。

實施例

本發明使用具有 0.4 微米孔洞尺寸及 0.1 平方公尺薄

膜面積之浸沒式平板微過濾膜及工業廢水進行實驗來測試。藉由進行臨界通量研究來測量薄膜性能，其中測量是在不同通量下透膜壓力(TMP)隨著時間的改變比例。TMP突然增加的通量定義為臨界通量。臨界通量愈高，對所提供的容量所需求之薄膜面積愈低，因此造價較低。使用博精原子吸收光譜儀(型號 AA200，波士頓(Boston)，MA)測量在進料及滲透液中之金屬濃度。使用靈敏度為 0.06 NTU(濁度測定單位(Nephelometric Turbidimetric Unit))之黑去濁度計(黑去(Hach)，Ames，IA)測量滲透液濁度。

實施例 1

從電路板製造公司獲得包含 15 ppm 銅、界面活性劑及螯合劑的工業廢水，且將其放置在配備有上部混合器之槽中。使用硫酸將 pH 調整至 3.0。然後加入 190 ppm 硫酸鐵及混合 2 分鐘。然後使用 25% 氫氧化鈉將 pH 調整至 8.0，及加入 180 ppm 以二硫化碳官能化及可從 Nalco Company，1601 West Diehl Road，Naperville，IL 購得之二氯乙烷氮聚合物，並混合 3 分鐘。然後將此經處理的廢水放在薄膜槽中。最初，施加較低通量 30 LMH 同時監視 TMP。在 10 分鐘後，將通量增加至 59 LMH 及再次測量 TMP。繼續此方法至最高通量 300 LMH。在這些測量期間，讓滲透液再循環回進料槽且無清除出濃縮物，此意謂著在薄膜槽中的金屬及固體濃度固定。亦測量在每種通量下之滲透液金屬濃度及濁度。通量-TMP 資料顯示在圖 2 中。滲透液在全部通量處的濁度皆為 0.09-0.12 NTU。滲透液 Cu^{++} 濃度遍

及此實驗皆保持在 0.1-1 ppm 間。這些金屬濃度如想要或低於排入水體之需求。

如從圖 2 看見，TMP 甚至在最高通量 320 LMH 下亦低於 1 磅/平方英寸。其次，TMP 在任何通量下皆不隨著時間明顯增加。作為參考，浸沒式薄膜對高固體應用諸如在薄膜生物反應器中僅在 10-40 LMH 下操作，其最大容許 TMP 為 4-5 磅/平方英寸，大於此時薄膜必需清潔。因此，此實施例闡明該二氯乙烷氮聚合物處理允許在較高通量下操作浸沒式薄膜同時產生具有非常低金屬含量及濁度之滲透液。此高水品質取得水重複使用含或不含進一步處理之選擇的資格。

實施例 2

使用與在實施例 1 中類似的方法，但是使用包含 773 ppm Cu 及亦界面活性劑及螯合劑之工業廢水。此廢水亦從電路板製造公司獲得。硫酸鐵及在此實施例中使用之該二氯乙烷氮聚合物的劑量各別為 3000 ppm 及 2100 ppm。TMP-通量資料顯示在第 3 圖中。甚至在更高金屬含量、其它污垢及處理化學藥品存在下，甚至在 300 LMH 通量操作後亦未偵測到臨界通量。滲透液濁度再次為 0.09-0.12 NTU 及滲透液 Cu^{++} 在 0.09 至 14 ppm 間改變。 Cu^{++} 從 773 減低至甚至 14 ppm，此減低超過 98%，此明顯同時允許在較高通量下穩定操作，即，無薄膜骯髒。

實施例 3

在此實施例中，使用與在實施例 1 中相同的方法處理

24 升包含 100 ppm Cu^{++} 及 590 ppm EDTA- Na_4 (乙二胺四醋酸的四鈉鹽) 之模擬廢水。硫酸鐵及該二氯乙烷氮聚合物各別為 1300 ppm 及 300 ppm。在聚合螯合劑處理後，亦加入 5 ppm DMAEA-MCQ-AcAm 之具有 50 莫耳%陽離子電荷之共聚物及混合 2 分鐘。於此，排出滲透液及丟棄/濃縮物二者同時在薄膜槽中持續加入經處理的進料以維持 7 升之程度。在圖 4 中的最後濃度因子意謂著初始進料體積(24 升)/最後滯留物體積(7 升)之比率，即，在實驗終止時於二經研究的通量每個處在進料中之固體濃縮 3.4 倍。

如從圖 4 看見，甚至在 3.4 倍濃縮後，TMP 在 266 及 317 LMH 通量二者處仍然低及幾乎隨著時間(或體積濃度)固定。同樣在此實施例中，濁度為 <0.1 NTU 及在滲透液中的 Cu^{++} 含量為 20-24 ppm。此 Cu^{++} 含量可藉由最佳化化學處理進一步減低而沒有影響薄膜性能。

【圖式簡單說明】

圖 1 闡明用來處理含重金屬之工業廢水的一般製程方案，其包括浸沒式微過濾膜/超微濾膜和用來進一步處理來自浸沒式微過濾膜/超微濾膜之滲透液的其它薄膜。

圖 2 顯示出對經處理包含 15 ppm Cu^{++} 的工業廢水來說，TMP 為通量的函數。

圖 3 顯示出對經處理包含 773 ppm Cu^{++} 的工業廢水來說，TMP 為通量的函數。

圖 4 顯示出對包含 100 ppm Cu^{++} 的模擬廢水來說，TMP

為時間及體積濃度之函數。

【主要元件符號說明】

- 1 儲槽
- 2 儲槽
- 3 管線
- 3A 管線
- 4 鹼的添加
- 5 鹼的添加
- 6 聚合螯合劑的添加
- 7 聚合物的添加
- 8 儲槽
- 9 聚合螯合劑的添加
- 10 微過濾膜
- 11 滲透液
- 12 薄膜
- 13 濃縮物

五、中文發明摘要：

本發明揭示出一種使用薄膜分離方法從工業廢水移除一或多種重金屬的方法。特別是，採用下列步驟以從工業廢水移除重金屬：(a)將含重金屬的工業廢水收集在合適於容納工業廢水之儲槽中；(b)調整該系統的 pH 以達成在該工業廢水中之重金屬的氫氧化物之沉澱；(c)加入有效量可溶於水之具有分子量從約 500 至約 10,000 道耳吞的二氯乙烷氮聚合物，其包含約 5 至約 50 莫耳百分比的二硫胺基甲酸鹽基團，以便與在工業廢水系統中之重金屬反應；(d)讓經處理的工業廢水通過浸沒式薄膜，其中該浸沒式薄膜為超微濾膜或微過濾膜；及(e)視需要反沖洗該薄膜以從薄膜表面移除固體。

六、英文發明摘要：

A method of removing one or more heavy metals from industrial wastewater by use of a membrane separation process is disclosed. Specifically, the following steps are taken to remove heavy metals from industrial wastewater: (a) collecting an industrial wastewater containing heavy metals in a receptacle suitable to hold said industrial wastewater; (b) adjusting the pH of said system to achieve hydroxide precipitation of said heavy metal in said industrial wastewater; (c) adding an effective amount of a water soluble

ethylene dichloride-ammonia polymer having a molecular weight of from about 500 to about 10,000 daltons that contain from about 5 to about 50 mole percent of dithiocarbamate salt groups to react with said heavy metals in said industrial wastewater system; (d) passing said treated industrial wastewater through a submerged membrane, wherein said submerged membrane is an ultrafiltration membrane or a microfiltration membrane; and (e) optionally back-flushing said membrane to remove solids from the membrane surface.

十、申請專利範圍：

1. 一種使用薄膜分離方法從工業廢水移除一或多種重金屬的方法，其包括下列步驟：

a. 將含重金屬的工業廢水收集在合適於容納工業廢水之儲槽中；

b. 調整該系統之 pH 以在該工業廢水中達成該重金屬的氫氧化物之沉澱；

c. 加入有效量之可溶於水且具有分子量從約 500 至約 10,000 道耳吞的二氯乙烷氮聚合物，其包含約 5 至約 50 莫耳百分比之二硫胺基甲酸鹽基團，以便與在該工業廢水系統中的該重金屬反應；

d. 讓該經處理的工業廢水通過浸沒式薄膜，其中該浸沒式薄膜為超微濾膜或微過濾膜；及

e. 視需要反沖洗該薄膜以從薄膜表面移除固體。

2. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該可溶於水的二氯乙烷氮聚合物之有效量是從 10 ppm 至約 10,000 ppm。

3. 如申請專利範圍第 1 項之方法，更包括下列步驟：在步驟 a 後及在步驟 b 前，調整該工業廢水系統的 pH 以使在該廢水系統中的金屬與螯合劑(若存在時)去錯合，及隨後或同步加入一或多種螯合劑清除劑。

4. 如申請專利範圍第 1 項之方法，其中用來讓經處理的工業廢水通過浸沒式薄膜之驅動力量為正或負壓力。

5. 如申請專利範圍第 1 項之方法，更包括在步驟 c 後及在通過浸沒式薄膜前以一或多種可溶於水的聚合物處理

工業廢水。

6.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該可溶於水的二氯乙烷氮聚合物具有分子量約 2,000 至約 2,000,000 道耳吞。

7.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該可溶於水的聚合物是選自於由下列所組成之群：兩性聚合物、陽離子聚合物、或兩性離子聚合物、陰離子聚合物及其組合。

8.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該浸沒式薄膜分離方法是選自於由下列所組成之群：交叉流薄膜分離方法、半端點流薄膜分離方法及端點流薄膜分離方法。

9.如申請專利範圍第 1 項之方法，更包括讓來自該薄膜的濾出液通過其它薄膜。

10.如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該其它薄膜為逆滲透膜。

11.如申請專利範圍第 9 項之方法，其中該其它薄膜為奈米過濾膜。

12.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該浸沒式薄膜具有選自於由下列所組成之群的組態：中空纖維組態、平板組態或其組合。

13.如申請專利範圍第 5 項之方法，其中該可溶於水的聚合物具有分子量從 100,000 至約 2,000,000 道耳吞。

14.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中在該工業廢水中的重金屬是選自於由下列所組成之群：Pb、Cu、Zn、Cd、Ni、Hg、Ag、Co、Pd、Sn 及 Sb 或其組合。

15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該工業廢水是來自於選自由下列所組成之群的工業製程：半導體製造、電路板工業、金屬表面處理、金屬電鍍、動力工業、精煉工業及汽車業。

16.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中在步驟 a 後及在步驟 b 前，將該 pH 調整至小於 4。

17.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該螯合劑清除劑包括 Ca 或 Mg 或 Al 或 Fe。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該含 Fe 之螯合劑清除劑是選自由於由下列所組成之群：氯化亞鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵、硫酸鐵及其組合。

十一、圖式：

如次頁

15.如申請專利範圍第 1 項之方法，其中該工業廢水是來自於選自由下列所組成之群的工業製程：半導體製造、電路板工業、金屬表面處理、金屬電鍍、動力工業、精煉工業及汽車業。

16.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中在步驟 a 後及在步驟 b 前，將該 pH 調整至小於 4。

17.如申請專利範圍第 3 項之方法，其中該螯合劑清除劑包括 Ca 或 Mg 或 Al 或 Fe。

18.如申請專利範圍第 17 項之方法，其中該含 Fe 之螯合劑清除劑是選自由於由下列所組成之群：氯化亞鐵、硫酸亞鐵、氯化鐵、硫酸鐵及其組合。

十一、圖式：

如次頁

圖 1

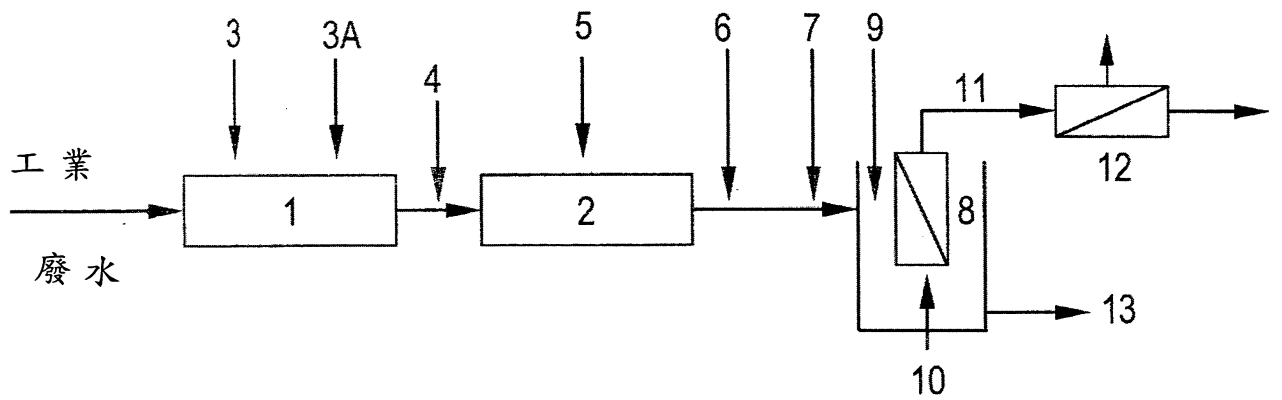


圖 2

膜 : 平板微過濾器, 0.4 微米孔洞尺寸, 0.1 平方公尺面積
通氣水 : 4 升/分鐘
廢水 : ~15 ppm Cu+ 界面活性劑 + 螯合劑

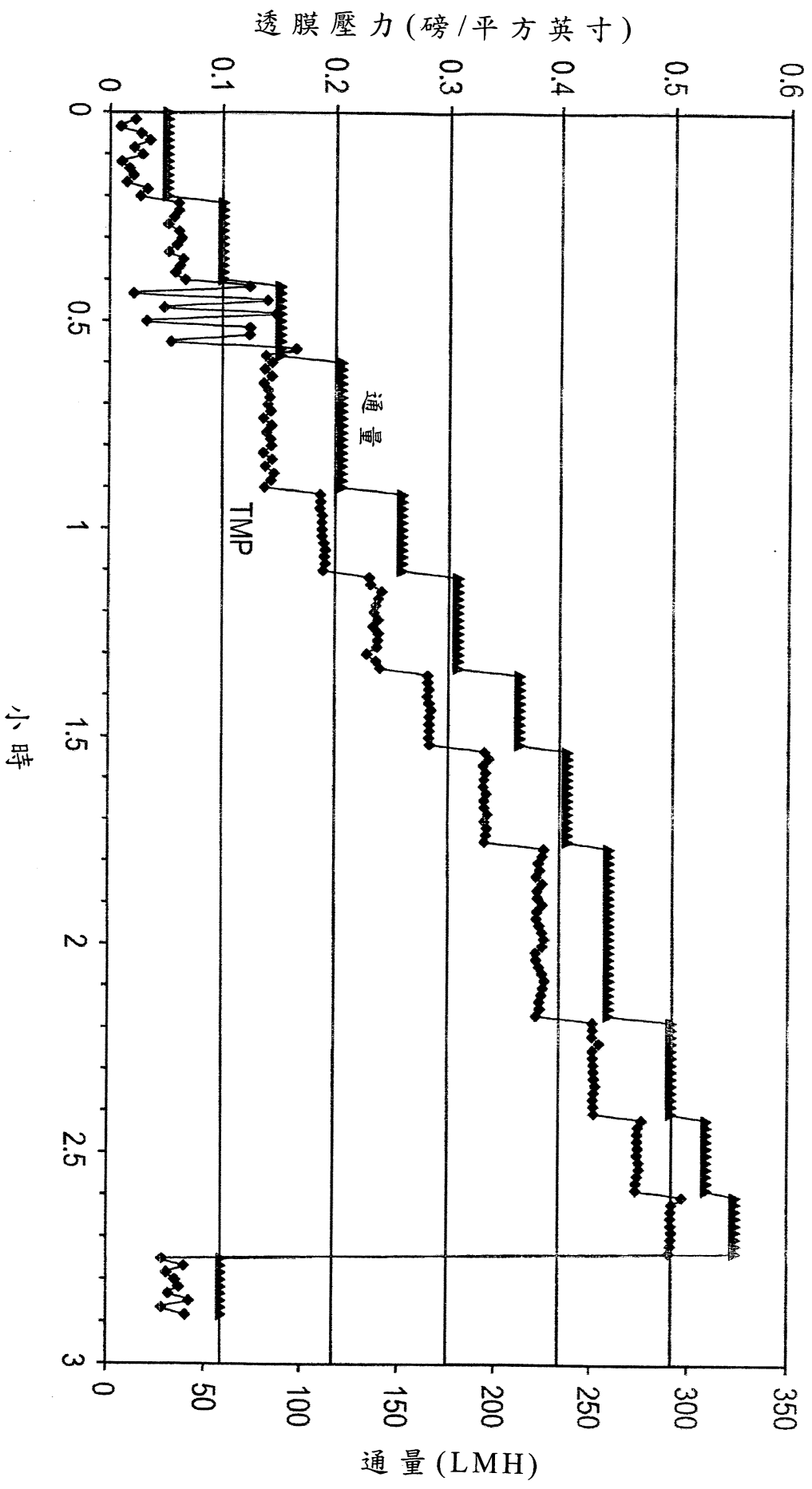
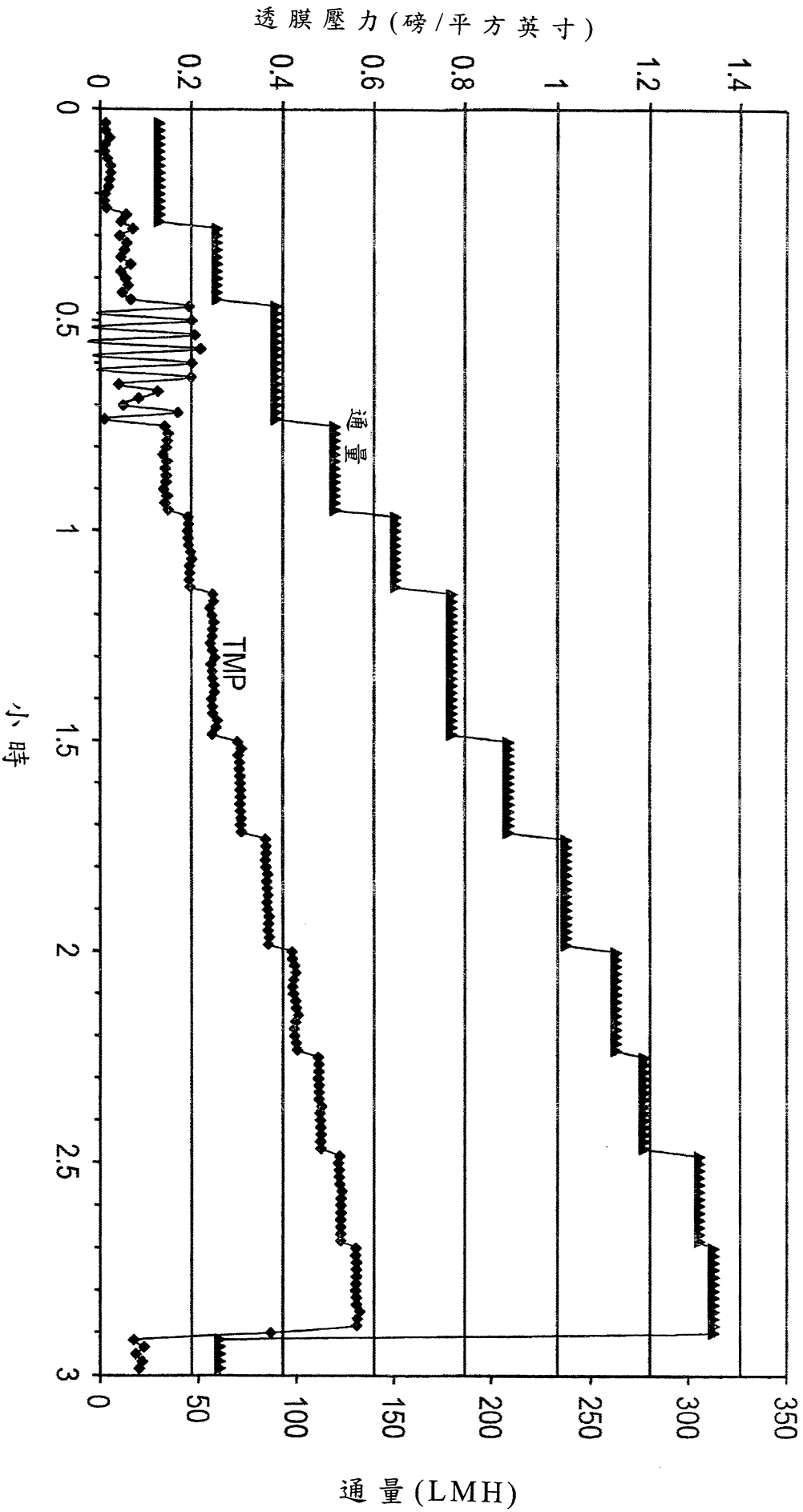


圖 3

薄膜：平板微過濾器，孔洞尺寸 0.4 微米，面積 0.1 平方公尺
 通氣水：~773 ppm Cu+界面活性劑+螯合劑



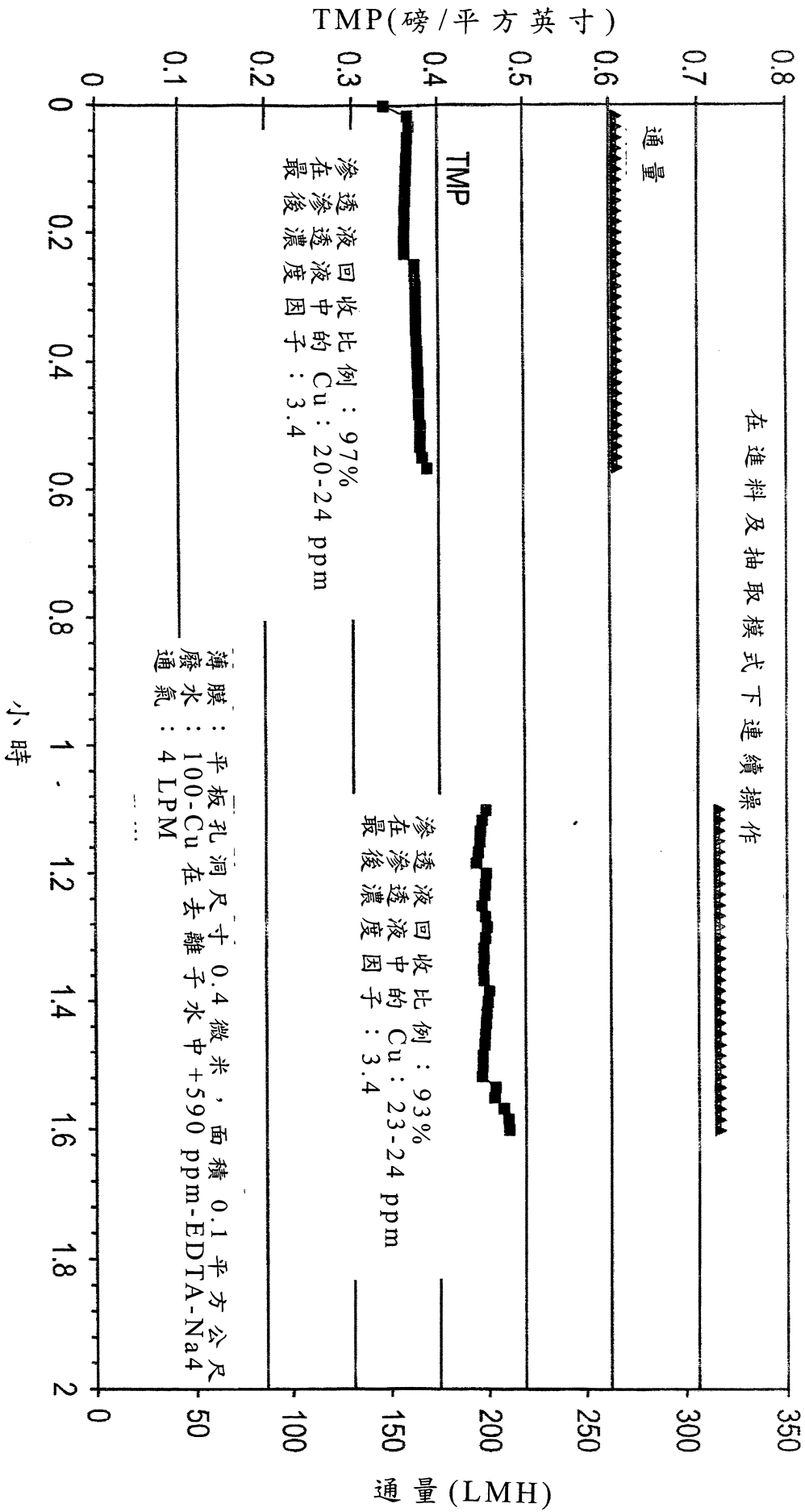


圖 4

七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

- 1 儲槽
- 2 儲槽
- 3 管線
- 3A 管線
- 4 鹼的添加
- 5 鹼的添加
- 6 聚合螯合劑的添加
- 7 聚合物的添加
- 8 儲槽
- 9 聚合螯合劑的添加
- 10 微過濾膜
- 11 滲透液
- 12 薄膜
- 13 濃縮物

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

無