

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5779251号  
(P5779251)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月17日(2015.7.17)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>CO2F</b>	<b>1/44</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	1/44	C
<b>CO2F</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	1/44	A
<b>BO1D</b>	<b>61/58</b>	<b>(2006.01)</b>	CO2F	3/12	S
<b>BO1D</b>	<b>71/56</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	61/58	
<b>BO1D</b>	<b>71/16</b>	<b>(2006.01)</b>	BO1D	71/56	

請求項の数 14 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-539586 (P2013-539586)	(73) 特許権者	000005108
(86) (22) 出願日	平成24年9月24日 (2012.9.24)		株式会社日立製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2012/074436		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(87) 国際公開番号	W02013/058063	(73) 特許権者	000003159
(87) 国際公開日	平成25年4月25日 (2013.4.25)		東レ株式会社
審査請求日	平成26年2月21日 (2014.2.21)		東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号
(31) 優先権主張番号	特願2011-229818 (P2011-229818)	(74) 代理人	100064414
(32) 優先日	平成23年10月19日 (2011.10.19)		弁理士 磯野 道造
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
(出願人による申告) 平成21年度独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構、省水型・環境調和型水循環プロジェクト 水資源管理技術研究開発 水資源管理技術の国内外への展開に向けた実証研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願		(72) 発明者	能登 一彦
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 造水システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

有機性排水を生物処理した生物処理水を第1半透膜でろ過水と濃縮水とに分離する第1半透膜装置と、該第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合して第2半透膜でろ過する第2半透膜装置とを備える造水システムにおいて、該第1半透膜装置および該第2半透膜装置は、それぞれ1以上の半透膜エレメントを収容しており、該第1半透膜装置に用いる半透膜エレメントは、微生物の付着し易さが該第2半透膜エレメントよりも大きいことを特徴とする造水システム。

【請求項2】

有機性排水を生物処理した生物処理水を第1半透膜でろ過水と濃縮水とに分離する第1半透膜装置と、該第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合して第2半透膜でろ過する第2半透膜装置とを備える造水システムにおいて、該第1半透膜は、微生物の付着し易さが該第2半透膜よりも大きいことを特徴とする造水システム。

【請求項3】

前記生物処理水に殺菌剤を間欠的に注入することを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項4】

前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水に殺菌剤を注入することを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項5】

10

20

前記殺菌剤が、遊離塩素系殺菌剤、結合塩素系殺菌剤、臭素系殺菌剤、酸、アルカリから選ばれる少なくとも1以上の殺菌剤であることを特徴とする請求項3に記載の造水システム。

【請求項6】

前記生物処理水に殺菌剤を注入し、前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水に殺菌剤を注入するとともに、該生物処理水に注入する殺菌剤に対し、該混合水に注入する殺菌剤の注入頻度、注入量、または注入濃度が大きいことを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項7】

前記殺菌剤注入時に、前記第1半透膜装置の濃縮水の少なくとも一部を、前記第2半透膜装置に供給するための海水に混合しないこと、または、該濃縮水と海水との混合水の少なくとも一部を前記第2半透膜に供給しないことを特徴とする請求項3に記載の造水システム。

10

【請求項8】

前記第1半透膜および前記第2半透膜の少なくとも一方が、ポリアミドまたは三酢酸セルロースを成分として含んだ半透膜であり、かつ、前記微生物が疎水性微生物であることを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項9】

前記第1半透膜が、三酢酸セルロースを成分として含んだ半透膜であることを特徴とする請求項8に記載の造水システム。

20

【請求項10】

前記疎水性微生物が、Mycobacterium属細菌であることを特徴とする請求項8に記載の造水システム。

【請求項11】

前記微生物の付着し易さが、一定数の微生物を前記第1半透膜、前記第2半透膜、前記第1半透膜エレメントあるいは前記第2半透膜エレメントに接触させたときに、それぞれ該第1半透膜、該第2半透膜、該第1半透膜エレメントあるいは該第2半透膜エレメントに付着する微生物数(B)の前記一定数の微生物数(F)に対する割合であるB/F比の大きさであることを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項12】

30

前記第1半透膜エレメントのB/F比が、前記第2半透膜エレメントのB/F比の2倍以上であること、あるいは、前記第1半透膜のB/F比が、前記第2半透膜のB/F比の2倍以上であることを特徴とする請求項11に記載の造水システム。

【請求項13】

前記第1半透膜装置の濃縮水中の微生物を該濃縮水から分離する微生物トラップ用フィルターを備えることを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

【請求項14】

前記第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合した後であって、前記第2半透膜でろ過する前に、前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水を限外ろ過する限外ろ過装置を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の造水システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、造水システムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、有機性排水を生物処理した生物処理水を第1半透膜によりろ過し、その濃縮水を海水に混合して第2半透膜でろ過することで、海水の浸透圧を下げ第2半透膜処理に必要なポンプ動力を低減可能とする造水システムが開示されている。

この種の造水システムにおいて、第1半透膜及び第2半透膜では、半透膜装置圧損が所

50

定値に達すると各半透膜（逆浸透膜）を薬品洗浄して付着した水処理微生物を除去していた。尚、半透膜装置圧損とは、半透膜装置における流入水圧力から濃縮水圧力を引き算した値をいう。

【0003】

また、薬品洗浄した場合でも、薬品洗浄を複数回繰り返すと薬品洗浄後の運転開始時における半透膜装置圧損が次第に高まるので、半透膜の交換が必要になる。かかる半透膜の交換は、例えば、初期半透膜装置圧損の3倍程度で実施するなど決められている。

【0004】

一方、近年、水処理微生物を付着し難くした低バイオフィウリング半透膜が開発されており、海水と比して有機物を多く含み、微生物が繁殖し易い生物処理水を処理する第1半透膜（下水系水処理装置の半透膜）には低バイオフィウリング半透膜（例えば、東レ株式会社製の型番TML20）が使用されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許4481345号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、かかる低バイオフィウリング半透膜を第1半透膜に使用すると、第1半透膜装置の濃縮水に含まれる水処理微生物が多くなり、第2半透膜（海水系水処理装置の半透膜）の洗浄回数や交換頻度が多くなるという問題があった。

20

【0007】

例えば、低バイオフィウリング半透膜を第1半透膜装置に使用した場合、図3に示すように、第1半透膜装置及び第2半透膜装置では、第1半透膜及び第2半透膜の薬品洗浄は、矢印Aで示すように、3ヶ月毎に行っていた。尚、図3において矢印Aは、薬品洗浄後による半透膜装置圧損の低下を示している。

【0008】

このような高頻度の薬品洗浄は、前述の通り膜交換頻度を増加することとなり、コスト増の要因となる。また、それを抑制するために、第1半透膜および第2半透膜に過剰な殺菌剤投与などが必要となり、非効率的であった。

30

【0009】

本発明は、システム全体として半透膜の薬品洗浄頻度や膜交換頻度を低減させ、経済的にも効率的な造水システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

第1の発明は、有機性排水を生物処理した生物処理水を第1半透膜でろ過水と濃縮水とに分離する第1半透膜装置と、該第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合して第2半透膜でろ過する第2半透膜装置とを備える造水システムにおいて、該第1半透膜装置および該第2半透膜装置は、それぞれ1以上の半透膜エレメントを収容しており、該第1半透膜装置に用いる半透膜エレメントは、微生物の付着し易さが該第2半透膜エレメントよりも大きいことを特徴とする。

40

【0011】

第2の発明は、有機性排水を生物処理した生物処理水を第1半透膜でろ過水と濃縮水とに分離する第1半透膜装置と、該第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合して第2半透膜でろ過する第2半透膜装置とを備える造水システムにおいて、該第1半透膜は、微生物の付着し易さが該第2半透膜よりも大きいことを特徴とする。

【0012】

第1または第2の発明において、前記生物処理水に殺菌剤を間欠的に注入すること、あるいは、前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水に殺菌剤を注入することが望まし

50

い。また、前記生物処理水に殺菌剤を注入し、前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水に殺菌剤を注入するとともに、該生物処理水に注入する殺菌剤に対し、該混合水に注入する殺菌剤の注入頻度、注入量、または注入濃度が大きいことがさらに望ましい。

【0013】

更に、前記殺菌剤が、遊離塩素系殺菌剤、結合塩素系殺菌剤、臭素系殺菌剤、酸、アルカリから選ばれる少なくとも1以上の殺菌剤であることが望ましい。

【0014】

殺菌剤を注入する場合には、前記殺菌剤注入時に、前記第1半透膜装置の濃縮水の少なくとも一部を、前記第2半透膜装置に供給するための海水に混合しないこと、または、該濃縮水と海水との混合水の少なくとも一部を前記第2半透膜に供給しないことが望ましい

10

【0015】

第1または第2の発明において、前記第1半透膜および前記第2半透膜の少なくとも一方が、ポリアミドまたは三酢酸セルロースを成分として含んだ半透膜であり、かつ、前記微生物が疎水性微生物であることが望ましい。

【0016】

更に、前記第1半透膜が、三酢酸セルロースを成分として含んだ半透膜であることが望ましい。また、前記疎水性微生物が、Mycobacterium属細菌であることが望ましい。

【0017】

第1または第2の発明において、前記微生物の付着し易さが、一定数の微生物を前記第1半透膜、前記第2半透膜、前記第1半透膜エレメントあるいは前記第2半透膜エレメントに接触させたときに、それぞれ該第1半透膜、該第2半透膜、該第1半透膜エレメントあるいは該第2半透膜エレメントに付着する微生物数(B)の前記一定数の微生物数(F)に対する割合であるB/F比の大きさであることが望ましい。

20

【0018】

更に、前記第1半透膜エレメントのB/F比が、前記第2半透膜エレメントのB/F比の2倍以上であること、あるいは、前記第1半透膜のB/F比が、前記第2半透膜のB/F比の2倍以上であることが望ましい。

【0019】

第1または第2の発明において、前記第1半透膜装置の濃縮水中の微生物を該濃縮水から分離する微生物トラップ用フィルターを備えることが望ましい。また、前記第1半透膜装置の濃縮水を海水に混合した後であって、前記第2半透膜でろ過する前に、前記第1半透膜装置の濃縮水と海水との混合水を限外ろ過する限外ろ過装置を備えることが望ましい。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、システム全体として半透膜の薬品洗浄頻度や膜交換頻度を低減させ、経済的にも効率的なものとすることができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0021】

【図1】本発明の実施の形態にかかる造水システムの概略的構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態にかかる造水システムにおける各半透膜の洗浄時期を示すグラフである。

【図3】造水システムにおける各半透膜の洗浄時期を示す比較例である。

【図4】代表的な半透膜エレメント(スパイラル型)の構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下に、添付図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。図1に示すよ

50

うに、本実施の形態にかかる造水システム 1 は、下水処理部 3 と海水処理部 5 とを備えている。下水処理部 3 は、有機性排水である下水を原水として処理するものであり、膜分離活性汚泥 ( M B R ) 槽 7 と、第 1 半透膜 8 を有する第 1 半透膜装置 9 とを備えており、第 1 半透膜装置 9 には第 1 ポンプ 2 1 で流入水を圧送している。また、膜分離活性汚泥槽 7 と第 1 半透膜装置 9 との間には、殺菌剤注入部 1 2 と還元剤注入部 1 5 が設けてあり、膜分離活性汚泥槽 7 の処理水に殺菌剤注入部 1 2 で殺菌剤を注入した後、還元剤注入部 1 5 により還元剤を注入して殺菌剤を還元している。殺菌剤は次亜塩素酸であり、還元剤は重亜硫酸ソーダであり、次亜塩素酸を重亜硫酸ソーダで還元し、有効塩素をなくしてから第 1 半透膜装置 9 に送水している。

尚、殺菌剤は、次亜塩素酸などの遊離塩素系殺菌剤、クロラミンなどの結合塩素系殺菌剤、D B N P A ( 2 , 2 - ジブプロモ - 3 - ニトリロプロピオンアミド ) などの臭素系殺菌剤、硫酸などの酸、N a O H などのアルカリから選ばれる少なくとも 1 以上の殺菌剤が好ましい。また、結合塩素系殺菌剤、臭素系殺菌剤、酸、アルカリから選ばれる少なくとも 1 以上の殺菌剤を使用する場合は、殺菌剤注入後の処理水をそのまま第 1 半透膜装置 9 に供給しても第 1 半透膜 8 を損傷しないので、前記還元剤を注入せずに供給することがさらに好ましい。

#### 【 0 0 2 3 】

海水処理部 5 には、限外ろ過膜 ( U F 膜 ) を有する限外ろ過装置 1 1 と、第 2 半透膜 1 4 を有する第 2 半透膜装置 1 3 とが設けられており、海水はポンプ 2 2 により限外ろ過装置 1 1 に圧送されている。また、第 2 半透膜装置 1 3 には第 1 ポンプ 2 1 よりも高圧のポンプ 2 3 で該限外ろ過装置 1 1 の処理水を圧送している。

#### 【 0 0 2 4 】

次に、本実施の形態にかかる造水システムの運転及び作用について説明する。

膜分離活性汚泥槽 7 では、供給された原水を活性汚泥に接触させた後、膜分離部でろ過して生物処理水を活性汚泥から分離し、生物処理水を後段の第 1 半透膜装置 9 に供給する。ここにおいて、膜分離活性汚泥槽 7 は、生物処理による有機物分解と、膜などによる固液分離機能を有し、固形分が少ない生物処理水を得られる機能を有するものであれば、形態は特に限定しない。例えば、活性汚泥によって生物処理したのちに重力沈殿によって固液分離し、上澄水を U F 膜や精密濾過膜 ( M F 膜 ) などによって処理しても良い。

#### 【 0 0 2 5 】

第 1 半透膜装置 9 では、供給された生物処理水を第 1 半透膜 8 により処理して、濃縮水と透過水とに分離し、透過水を処理水として得る。第 1 半透膜装置 9 の濃縮水は、海水処理部 5 における限外ろ過装置 1 1 の処理水に混合される。

#### 【 0 0 2 6 】

一方、海水処理部 5 において、限外ろ過装置 1 1 では、U F 膜により海水を原水としてろ過する。ここでは、U F 膜の代わりに M F 膜でもよく、さらには、限外ろ過装置 1 1 を砂ろ過装置に置き換えてもよい。ろ過水は上述した第 1 半透膜装置 9 の濃縮水と混合した後、第 2 半透膜装置 1 3 に供給する。ここにおいて、混合水に、前記第 1 半透膜と同様、遊離塩素系殺菌剤、結合塩素系殺菌剤、D B N P A などの臭素系殺菌剤、酸、アルカリから選ばれる少なくとも 1 以上の殺菌剤を注入するのが好ましい。また、結合塩素系殺菌剤、臭素系殺菌剤、酸、アルカリから選ばれる少なくとも 1 以上の殺菌剤を使用する場合は、殺菌剤注入後の処理水をそのまま第 2 半透膜装置 1 3 に供給しても第 2 半透膜 1 4 を損傷しないので、前記還元剤を注入せずに供給することがさらに好ましい。

#### 【 0 0 2 7 】

第 2 半透膜装置 1 3 では、供給された混合水を第 2 半透膜 1 4 で処理して、濃縮水と透過水とに分離し、透過水を処理水として得る。

#### 【 0 0 2 8 】

尚、膜分離活性汚泥槽 7 でろ過した処理水には、殺菌剤注入部 1 2 により間欠的に殺菌剤を注入して殺菌処理する。

但し、殺菌剤注入部 1 2 による殺菌剤注入時には、第 1 半透膜装置 9 の濃縮水は海水処

10

20

30

40

50

理部 5 に混合させない方が好ましい。殺菌剤注入時には、第 1 半透膜装置 9 の濃縮水に微生物の死骸が多く含まれていると考えられ、それを海水処理部 5 に供給するのは好ましくないからである。

【 0 0 2 9 】

本実施の形態では、第 1 半透膜 8 は第 2 半透膜 1 4 より微生物が付着し易い（または、付着し易さが同じ）半透膜を用いている。これにより、第 1 半透膜装置 9 の濃縮水に含まれる微生物が第 1 半透膜 8 に捕捉し易くなり、濃縮水中に含まれる微生物が低減する。したがって、第 2 半透膜装置 1 3 に供給される混合水中の微生物が低減するから、第 2 半透膜 1 4 への微生物の付着を低減し、第 2 半透膜 1 4 の薬品洗浄回数及び交換頻度を少なくできる。

10

【 0 0 3 0 】

第 1 半透膜 8 及び第 2 半透膜 1 4 は、逆浸透膜（RO 膜）、ナノ濾過膜（NF 膜）、ルーズ RO 膜など脱塩能力を有するものであれば良く、中空糸膜、スパイラル膜、チューブラー膜等の各種の形式のものや、活性層、支持層及び基材からなる複合膜を用いることができる。

また、第 1 半透膜 8 及び第 2 半透膜 1 4 としては、芳香族ポリアミド等のポリアミドまたは三酢酸セルロースを成分として含むものや、これらの成分から構成されるものを用いることができる。

【 0 0 3 1 】

特に、三酢酸セルロースを主成分とした半透膜は、殺菌効果が非常に強い殺菌剤であるとともに、ポリアミドを主成分とした半透膜に対して使用すると膜が損傷する可能性がある「遊離塩素系殺菌剤」を問題なく使用することができるため、当該殺菌剤を使用して膜の直接殺菌が可能であるという特徴を有している。

20

したがって、疎水性の微生物（遊離微生物）を敢えて付着し易く設計した第 1 半透膜 8 に三酢酸セルロースを成分として含むもの（または当該成分から構成されるもの）を適用した場合、膜に付着した微生物を非常に効果的に殺菌できる遊離塩素系殺菌剤を使用できるため、バイオフィアリング抑制効果を高めることができる。

【 0 0 3 2 】

また、第 1 半透膜 8 及び第 2 半透膜 1 4 は、一のエレメントで構成されるものでもよいし、複数のエレメントから構成されるものであってもよい。ここで、エレメントとは、半透膜を含み、半透膜の一方の面から原水を供給し、他方の面から透過水を得るものであり、各種形状からなる分離膜素子を多数束ねて膜面積を大きくし、単位エレメントあたりで多くの透過水を得ることができるように構成されている。

30

例えば、スパイラル型のエレメントは、図 4 のように、半透膜（分離膜 4 1）だけでなく、原水 4 2 を分離膜 4 1 表面へ供給する供給側流路材 4 3、および、分離膜 4 1 から透過した透過水 4 4 を中心管 4 5 へと導くための透過側流路材 4 6 が、透過水 4 4 を集水・送液する中心管 4 5 の周囲に巻き付けられた構造となっている。このスパイラル型のエレメントに原水 4 2 を供給することにより、原水 4 2 を透過水 4 4 と濃縮水 4 7 とに分離することができる。

【 0 0 3 3 】

上述した実施の形態にかかる造水システムにおいて、第 1 半透膜 8 として、1.6 MPa の低圧半透膜（東レ株式会社製の型番 TM720：疎水性微生物の付着量の B/F 比が 0.13）を用い、第 2 半透膜 1 4 として、5.5 MPa の海水淡水化用高圧半透膜（東レ株式会社製の型番 TM820：疎水性微生物の付着量の B/F 比が 0.13）を用い、1 年間運転をしたときの半透膜装置圧損の変動を図 2 のグラフに示す。

40

【 0 0 3 4 】

ここで、本発明では、半透膜に対する微生物の付着し易さを、次のような手順で測定した B/F 比として表現する。

疎水性微生物である *Mycobacterium strain BT12-100* 株を R2A 培地にて前培養した後、放射性同位体  $\text{Na}_2^{35}\text{SO}_4$  を含んだ滅菌済み MS 培

50

地（蒸留水 1 L あたり、1.0 g マニトール、0.75 g  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ 、0.75 g  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ 、1.0 g  $\text{NH}_4\text{Cl}$ 、0.01 g  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、0.01 g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、1 mg  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、1 mg  $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 、1 mg  $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）にて、回転振とう機（200 rpm、28）で 72 時間培養する。遠心分離とウォッシング（上記 MS 培地からマニトールを除いた滅菌済み MS 緩衝液で）を 2 回行うことで、微生物を回収し、滅菌済み MS 緩衝液中に再懸濁させる。このとき、懸濁液中の微生物の濃度が  $5 \times 10^9 \sim 10^{10}$  [Cell/mL] であることを、DAPI 染色後の蛍光顕微鏡観察にてダイレクトカウンティングすることで確認する。上記濃度の範囲外ならば、再度遠心分離や滅菌済み MS 緩衝液を加えることで調整する。調整した微生物懸濁液（このときの菌体濃度を  $C0$  [Cell/mL] とする）中の放射性同位体壊変毎分 (DPM) [DPM/mL] を液体シンチレーションカウンター (LSC) にて計測する（このときの DPM を  $DPM0$  [DPM/mL] とする）。

10

半透膜の B/F 比は以下の方法で決定する。まず、滅菌済みのスクリーキャップ付きプラスチックチューブの底部をカットし、カット面に評価対象とする半透膜を、膜機能層がプラスチックチューブ内部側となるように設置・固定する。このとき、プラスチックチューブ内部の膜面積を  $A$  [ $\text{cm}^2$ ] とする。プラスチックの内部、及び半透膜を滅菌済みの純水もしくは RO 透過水で、10 回以上洗浄する。このとき、膜の設置で洗浄水の漏洩がないことを確認する。容器内に一定量の滅菌済み MS 緩衝液を加え、さらに、上記にて調整した微生物懸濁液 ( $v$  [mL]) を、微生物濃度が  $1 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$  [Cell/mL] となるように加える。このときの容器内液量を  $V1$  [mL] とする（このとき、 $v/A = 2.4 \sim 2.5$  とする）。スクリーキャップで蓋をし、回転振とう機（200 rpm、28）で 5 時間培養する。その後、容器内液体を廃棄し、5.0 mL の MS 緩衝液で膜を 2 回リンスし、膜を取り出す。取り出した膜を所定量の DPM 測定専用溶液  $V2$  [mL] に浸漬し、DPM を前述と同様に LSC で計測する（このときの DPM を  $DPM2$  [DPM/mL] とする）。

20

ここで、下式に従って、B/F 比（=遊離微生物数 F 中で、膜に結合する微生物数 B の割合）を算出する。

$$B/F = (DPM2 \times V2) / (DPM0 \times v)$$

【0035】

また、エレメントの B/F 比は以下の方法で決定する。MS 緩衝液に、微生物濃度が  $1 \times 10^8 \sim 5 \times 10^8$  [Cell/mL] となるように上記の微生物懸濁液を加えることで、評価原水を調整し、DPM を前述と同様に LSC で計測する（このときの DPM を  $DPM0$  [DPM/mL] とする）。該評価原水を、半透膜エレメントの 1 次側のみを（即ち膜を透過させず、膜に接触するように）0.4 ~ 0.5 m/s の範囲の一定の線速度にて流水する（5 時間、25 ~ 28）。その後、原水中の DPM を前述と同様に LSC で計測する（このときの DPM を  $DPM3$  [DPM/mL] とする）。

30

ここで、下式に従って、B/F 比を算出する。

$$B/F = (DPM0 - DPM3) / (DPM0)$$

【0036】

この図 2 のグラフでは、横軸に経過月、縦軸に半透膜装置圧損を取り、第 1 半透膜 8 及び第 2 半透膜 14 の薬品洗浄回数を示したものである。

40

この図 2 のグラフから明らかなように、第 1 半透膜装置 9 及び第 2 半透膜装置 13 では半透膜装置圧損が所定に達したところで、矢印 A で示すように、各半透膜の薬品洗浄を行った。矢印 A は、薬品洗浄後による半透膜装置圧損の低下を示している。

【0037】

図 3 の比較例との比較から明らかなように、第 2 半透膜装置 13 では従来 3 ヶ月弱毎に年 5 回の洗浄が必要であったが、本実施の形態では 6 ヶ月強毎に合計年 2 回の洗浄で済んだ。即ち、本実施の形態によれば、第 2 半透膜 14 の洗浄回数を従来の半分以下にすることができ、これにより第 2 半透膜 14 の交換回数も減らすことができた。

【0038】

50

一方、第1半透膜装置9では2ヶ月毎に洗浄が必要になり、年6回の洗浄を必要として従来よりも洗浄回数が増えたが、造水システム1全体としての洗浄回数は7回(図2)であり、比較例の11回(図3)と比べると大きく低減できた。

本実施の形態において、第1半透膜8及び第2半透膜14の選定は、微生物の付着し易さをB/F比で比較することにより、客観的に且つ容易にできた。

B/F比が0.01以下のものは低バイオフィウリング膜(例えば、東レ株式会社製の型番TML20)として通常の半透膜と区別する場合があるが、上述した実施の形態から明らかなように、第1半透膜8にB/F比が0.01よりも大きい通常の半透膜を使用した結果、第1半透膜にB/F比が0.01以下の低バイオフィウリング膜を使用した図3の比較例と比較して、第2半透膜14の洗浄頻度及び交換頻度を低減できた。

10

#### 【0039】

本実施の形態において、第1半透膜装置9により分離された濃縮水と海水との混合水に殺菌剤を注入することにより、第2半透膜14のバイオフィウリング抑制効果を高めることができる。

#### 【0040】

本実施の形態において、生物処理水に対する殺菌剤注入時に、第1半透膜装置9により分離された濃縮水の少なくとも一部を、第2半透膜装置13に供給するための海水に混合しない、または、濃縮水と海水との混合水の少なくとも一部を第2半透膜装置13に供給しないことにより、微生物の死骸が多く含まれている殺菌剤注入時の濃縮水が第2半透膜装置13に供給されるのを回避することができる。よって、微生物の死骸が原因となる第2半透膜14の半透膜装置圧損の上昇を抑制することができ、その結果、第2半透膜14の洗浄回数および交換回数をさらに低減させることができる。

20

#### 【0041】

本実施の形態において、第1半透膜装置9の濃縮水中の微生物を濃縮水から分離する微生物トラップ用フィルターを設けることにより、微生物が多く含まれている濃縮水が第2半透膜装置13に供給されるのを回避することができる。また、本実施の形態において、第1半透膜装置9の濃縮水を海水に混合した後であって、第2半透膜14でろ過する前に、第1半透膜装置9の濃縮水と海水との混合水を限外ろ過することにより、微生物が多く含まれている濃縮水が第2半透膜装置13に供給されるのを回避することができる。

このような構成により、微生物が原因となる第2半透膜14の半透膜装置圧損の上昇を抑制することができ、その結果、第2半透膜14の洗浄回数および交換回数をさらに低減させることができる。

30

なお、微生物トラップ用フィルターは、微生物を捕らえることができるフィルターであれば、形態は特に限定しない。

#### 【0042】

本発明は、上述した実施の形態に限らず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形可能である。例えば、上述した実施の形態では、第1半透膜8は水処理微生物の付着し易さが第2半透膜14と同じものを用いたが、これに限らず、第1半透膜8は水処理微生物の付着し易さが第2半透膜14よりも付着し易いものを用いても良い。例えば、第1半透膜8のB/F比が0.15で第2半透膜8のB/F比が0.13でも良いし、第1半透膜8のB/F比が0.13で第2半透膜8のB/F比が0.01でも良い。

40

#### 【0043】

上述したように、第1半透膜8と第2半透膜14のB/F比が同じ値の場合には、第2半透膜14の洗浄回数は、年2回にすることができたが、第1半透膜8のB/F比が、第2半透膜14のB/F比の2倍以上であれば、第2半透膜14の洗浄頻度及び交換頻度を1年に1回よりも少ない頻度に行うことができるので、例えば、第2半透膜14のメンテナンスを1年ごとの定期洗浄や定期交換にできるので、更にメンテナンス性に優れる。

#### 【0044】

下水処理部3では、原水を膜分離活性汚泥槽7に供給する前に最初沈殿池で処理しても良いし、膜分離活性汚泥槽7を用いることに限らず、活性汚泥処理した後、活性汚泥を沈

50

殿させたり、砂ろ過等により分離して生物処理水を得るものであっても良い。

【 0 0 4 5 】

海水処理部 5 では、限外ろ過装置 1 1 に代えて、精密ろ過 ( M F ) 装置や砂ろ過等を用いるものであっても良い。

【符号の説明】

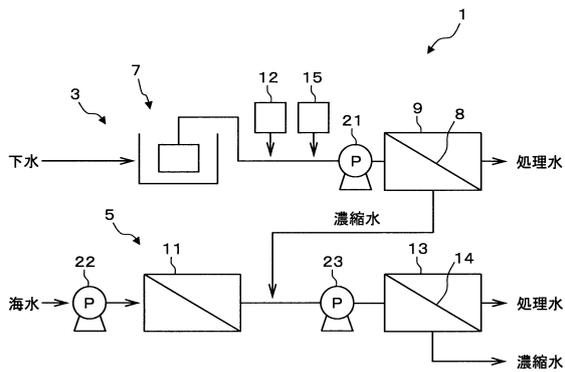
【 0 0 4 6 】

- 1 造水システム
- 3 下水処理部
- 5 海水処理部
- 8 第 1 半透膜
- 9 第 1 半透膜装置
- 1 3 第 2 半透膜装置
- 1 4 第 2 半透膜
- 4 1 半透膜 ( 分離膜 )
- 4 2 原水
- 4 3 供給側流路材
- 4 4 透過水
- 4 5 中心管
- 4 6 透過側流路材
- 4 7 濃縮水

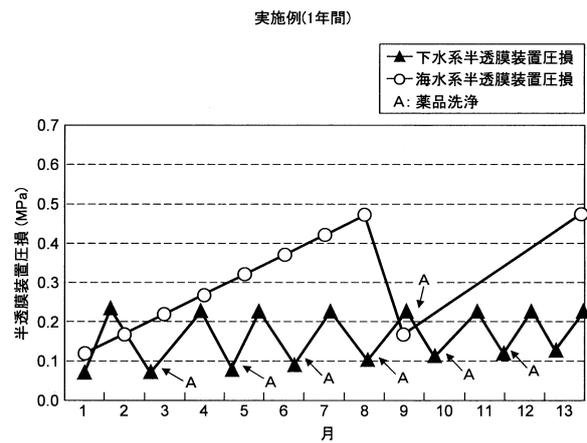
10

20

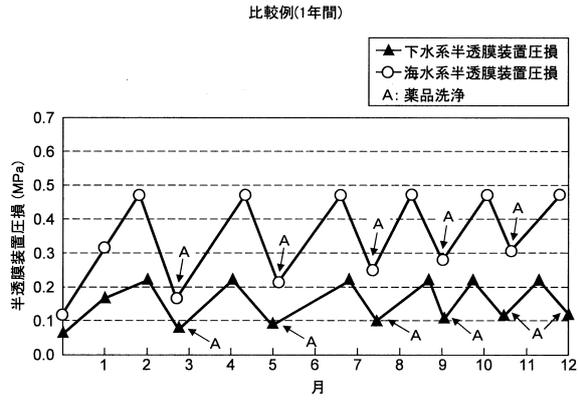
【 図 1 】



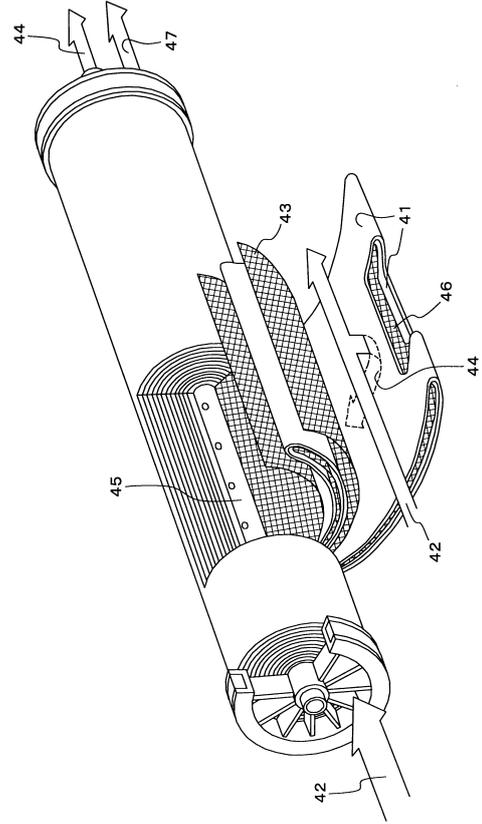
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>B 0 1 D</i>	<i>61/14</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 71/16
<i>B 0 1 D</i>	<i>65/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 61/14 5 0 0
<i>C 0 2 F</i>	<i>1/50</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 0 1 D</i> 65/02 5 0 0
<i>C 0 2 F</i>	<i>1/76</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 1 0 E
<i>C 0 2 F</i>	<i>9/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 2 0 P
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 2 0 F
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 1 P
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 1 L
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 2 H
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 2 J
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 5 0 C
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 5 0 H
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 6 0 E
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 6 0 H
			<i>C 0 2 F</i> 1/76 A
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 1 C
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 2 F
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 2 G
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 2 Z
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 4 A
			<i>C 0 2 F</i> 9/00 5 0 3 F
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 1 M
			<i>C 0 2 F</i> 1/50 5 3 1 J

- (72)発明者 北村 光太郎  
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 大川 雄介  
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 株式会社日立製作所内
- (72)発明者 高畠 寛生  
滋賀県大津市園山 1 丁目 1 番 1 号 東レ株式会社 滋賀事業場内

審査官 團野 克也

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 1 / 0 7 7 8 1 5 ( W O , A 1 )  
国際公開第 2 0 1 1 / 0 2 1 4 1 5 ( W O , A 1 )  
特開 2 0 0 4 - 1 3 0 2 3 3 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 1 4 9 1 0 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

IPC B 0 1 D 6 1 / 0 0 - 7 1 / 8 2  
C 0 2 F 1 / 4 4  
DB DWPI ( Thomson Innovation )