

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-233483

(P2013-233483A)

(43) 公開日 平成25年11月21日(2013.11.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO2F 1/44 (2006.01)	CO2F 1/44 E	4D006
BO1D 65/02 (2006.01)	BO1D 65/02 520	4D038
CO2F 1/62 (2006.01)	CO2F 1/62 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-106145 (P2012-106145)	(71) 出願人	000006035 三菱レイヨン株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目1番1号
(22) 出願日	平成24年5月7日 (2012.5.7)	(74) 代理人	100092093 弁理士 辻居 幸一
		(74) 代理人	100082005 弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100088694 弁理士 弟子丸 健
		(74) 代理人	100103609 弁理士 井野 砂里
		(74) 代理人	100095898 弁理士 松下 満
		(74) 代理人	100098475 弁理士 倉澤 伊知郎

最終頁に続く

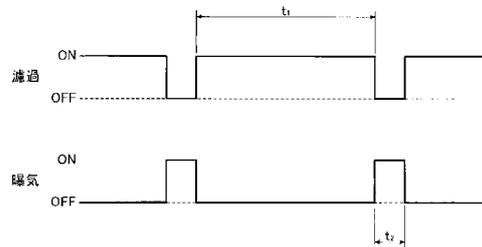
(54) 【発明の名称】 廃水処理装置及び廃水処理方法

(57) 【要約】

【課題】 不溶化物によって中空糸膜フィルタが目詰まりするのを防止しつつ、中空糸膜フィルタを十分に洗浄することができる廃水処理装置を提供する。

【解決手段】 廃水処理装置 1 は、廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理手段 3 0 と、この不溶化処理手段 3 0 の下流側に設けられ、不溶化処理手段 3 0 から流れてきた廃水 W_0 を濾過するための膜分離手段 4 0 と、を備えており、この膜分離手段 4 0 には、廃水を濾過するための膜モジュール 4 3 と、この膜モジュール 4 3 にエアを吹き付けて膜モジュール 4 3 を洗浄するための散気装置 4 4 とが設けられており、散気装置 4 4 は、膜モジュール 4 3 によって廃水 W_0 を濾過していないときのみ、膜モジュール 4 3 にエアを吹き付けるようになっている。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理手段と、
この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、を備えており、
この膜分離手段には、廃水を濾過するための膜モジュールと、この膜モジュールにエアを吹き付けて膜モジュールを洗浄するための洗浄手段とが設けられており、
前記洗浄手段は、前記膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ、前記膜モジュールにエアを吹き付けるようになっている、廃水処理装置。

【請求項 2】

廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理手段と、
この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、を備え、
この膜分離手段は、廃水を濾過するための少なくとも 1 つの膜モジュールと、
これら少なくとも 1 つの膜モジュールの下方に各々設けられ、当該膜モジュールに空気を吹き付けて膜モジュールを洗浄するための少なくとも 2 つの散気ユニットと、
これら少なくとも 2 つの散気ユニットの各々に連結された複数のバルブと、
これら複数のバルブに連結された空気の供給源とを有しており、
少なくとも 2 つの散気ユニットは、各膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ作動するようになっている、廃水処理装置。

【請求項 3】

前記膜分離手段を 5 分～20 分連続駆動させてから、30 秒～300 秒間、前記膜モジュールの洗浄を行うようになっている、請求項 1 又は 2 に記載の廃水処理装置。

【請求項 4】

少なくとも 2 つの散気ユニットの各散気ユニットをすべて同時に作動させないように制御する制御手段を有する、請求項 2 に記載の廃水処理装置。

【請求項 5】

前記制御手段は、複数のバルブを同時に開かないように、当該複数のバルブを制御するように構成されている請求項 4 に記載の廃水処理装置。

【請求項 6】

廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理手段と、この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、この膜分離手段に設けられ、廃水を濾過するための膜モジュールと、この膜モジュールにエアを吹き付けて膜モジュールを洗浄するための洗浄手段と、を備えた廃水処理装置を用いた廃水処理方法であって、
前記膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ、前記洗浄手段によって前記膜モジュールにエアを吹き付けるようになっている、廃水処理方法。

【請求項 7】

廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理工程と、
廃水を濾過するための少なくとも 1 つの膜モジュール、これら少なくとも 1 つの膜モジュールの下方に各々設けられ、当該膜モジュールに空気を吹き付けて膜モジュールを洗浄するための少なくとも 2 つの散気ユニット、これら少なくとも 2 つの散気ユニットの各々に連結された複数のバルブ、及びこれら複数のバルブに連結された空気の供給源を有する膜分離手段によって不溶化物を含む廃水を濾過する工程と、を備える廃水処理方法であって、
少なくとも 2 つの散気ユニットは、各膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ作動するようになっている、廃水処理方法。

【請求項 8】

前記膜分離手段を 5 分～20 分連続駆動させてから、30 秒～300 秒間、前記膜モジュールの洗浄を行うようになっている、請求項 6 又は 7 に記載の廃水処理方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記廃水処理装置は、少なくとも2つの散気ユニットの各散気ユニットをすべて同時に作動させないように制御する制御手段を有する、請求項7に記載の廃水処理方法。

【請求項 10】

前記制御手段は、複数のバルブを同時に開かないように、当該複数のバルブを制御するように構成されている請求項4に記載の廃水処理装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、廃水処理装置及び廃水処理方法に関し、特に、重金属を含む廃水を処理するための廃水処理装置及び方法に関する。

10

【背景技術】**【0002】**

従来、電解メッキ工程から排出されるメッキ廃水など、重金属を含む廃水中から重金属を除去する方法としては、例えば、特許文献1に記載された廃水処理方法が知られている。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開平10-15551号公報

20

【0004】

特許文献1に記載された廃水処理方法では、貯留槽に一旦貯留された廃水を不溶化槽にて不溶化処理する。具体的には、水酸化剤（アルカリ剤）や硫化剤等の不溶化剤を廃水に添加して重金属を、水に難溶解性の水酸化物や硫化物等の不溶化物とする。この不溶化物は粒子径が小さいため、凝集槽にて不溶化処理された廃水に無機凝集剤（例えば硫酸アルミニウム）等の凝集剤を添加して、不溶化物を凝集させて不溶化物のフロックを生成する。ついで、凝集させた不溶化物のフロックを含む廃水を中空系膜フィルタにて濾過し、さらに濾過水をpH調整槽にて中和してから処理水として排出する。また、中空系膜フィルタの下方には、散気管が設けられており、この散気管からエアをバブリングする、所謂、曝気を行うことにより中空系膜フィルタを洗浄するようになっている。

30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

ところで、散気管から排出されたエアを用いて曝気を行う際、散気管から排出されたエアを膜フィルタの表面に当てて膜フィルタを揺らし、この揺れにより膜フィルタの表面からフロックを脱落させているが、長時間、エアを排出し続けると、エアが廃水中の不溶化物のフロックに当たってフロックが破壊されてしまい、微粒子化した不溶化物によって膜フィルタが目詰まりしてしまうという問題があった。一方で、フロックの破壊を防ぐために曝気の時間を短くすると、膜フィルタを十分に洗浄することができないという問題が生じる。

40

【0006】

そこで本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、不溶化物によって中空系膜フィルタが目詰まりするのを防止しつつ、中空系膜フィルタを十分に洗浄することができる廃水処理装置及び廃水処理方法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】**【0007】**

本発明の発明者等の実験によれば、中空系膜フィルタによって廃水を濾過していないときにのみ、中空系膜フィルタにエアを吹き付ける間欠的曝気を行うことにより、フロックを破壊することなく、中空系膜フィルタを洗浄できることが判明した。

【0008】

50

従って、上述した課題を解決するために、本発明は、廃水中に含まれる重金属を不溶化処理する不溶化処理手段と、この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、を備えており、この膜分離手段には、廃水を濾過するための膜モジュールと、この膜モジュールにエアを吹き付けて膜モジュールを洗浄するための洗浄手段とが設けられており、洗浄手段は、膜モジュールによって廃水を濾過していないときのみ、膜モジュールにエアを吹き付けるようになっていることを特徴とする。

【0009】

また、上述した課題を解決するために、本発明は、廃水中に含まれる重金属を不溶化処理するための不溶化処理手段と、この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、を備え、この膜分離手段は、廃水を濾過するための少なくとも1つの膜モジュールと、これら少なくとも1つの膜モジュールの下方に各々設けられ、当該膜モジュールに空気を吹き付けて膜モジュールを洗浄するための少なくとも2つの散気ユニットと、これら少なくとも2つの散気ユニットの各々に連結された複数のバルブと、これら複数のバルブに連結された空気の供給源とを有しており、少なくとも2つの散気ユニットは、各膜モジュールによって廃水を濾過していないときのみ作動するようになっている。

10

【0010】

このように構成された本発明によれば、膜モジュールによって廃水を濾過していないときのみ、膜モジュールにエアを吹き付けて曝気を行うことができ、これにより、不溶化処理手段で生成されたフロックを破壊することなく、膜モジュールを洗浄することができる。そしてフロックの破壊を抑制することによって、微粒子化した不溶化物によって膜モジュールが目詰まりするのを防止することができる。

20

【0011】

また、本発明において、好ましくは、膜分離手段を5分～20分連続駆動させてから、30秒～300秒間、膜モジュールの洗浄を行うようになっている。

【0012】

また、本発明において、好ましくは、少なくとも2つの散気ユニットの各散気ユニットをすべて同時に作動させないように制御する制御手段を有する。また、本発明において、好ましくは、制御手段は、複数のバルブを同時に開かないように、当該複数のバルブを制御するように構成されている。

30

【0013】

このように構成された本発明によれば、複数のバルブを同時に開らないように構成して少なくとも2つの散気ユニットの各散気ユニットが同時に作動させないようにすることで、各々の散気ユニットを間欠的に作動させることができる。これにより、異なる位置に設けられた2つの散気ユニットを間欠的に作動させることができ、エアによって生じる水流路の固定化が防止され、エアによる膜面洗浄効果が向上する。また、上記効果により散気ユニット全体に供給する空気量を半分にしても膜モジュールを十分に洗浄することができる。

40

【0014】

また、上述した課題を解決するために、本発明は、廃水中に含まれる重金属を不溶化処理するための不溶化処理手段と、この不溶化処理手段の下流側に設けられ、不溶化処理手段から流れてきた廃水を濾過するための膜分離手段と、この膜分離手段に設けられ、廃水を濾過するための膜モジュールと、この膜モジュールにエアを吹き付けて膜モジュールを洗浄するための洗浄手段と、を備えた廃水処理装置を用いた廃水処理方法であって、膜モジュールによって廃水を濾過していないときのみ、洗浄手段によって膜モジュールにエアを吹き付けるようになっていることを特徴とする。

【0015】

また、上述した課題を解決するために、本発明は、廃水中に含まれる重金属を不溶化処理するための不溶化処理工程と、廃水を濾過するための少なくとも1つの膜モジュール、

50

これら少なくとも1つの膜モジュールの下方に各々設けられ、当該膜モジュールに空気を吹き付けて膜モジュールを洗浄するための少なくとも2つの散気ユニット、これら少なくとも2つの散気ユニットの各々に連結された複数のバルブ、及びこれら複数のバルブに連結された空気の供給源を有する膜分離手段によって不溶化物を含む廃水を濾過する工程と、を備える廃水処理方法であって、少なくとも2つの散気ユニットは、各膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ作動するようになっている。

【0016】

このように構成された本発明によれば、膜モジュールによって廃水を濾過していないときにのみ、膜モジュールにエアを吹き付けて曝気を行うことができ、これにより、不溶化処理手段で生成されたフロックを破壊することなく、膜モジュールを洗浄することができる。そしてフロックの破壊を抑制することによって、微粒子化した不溶化物によって膜モジュールが目詰まりするのを防止することができる。

10

【0017】

また、本発明において、好ましくは、膜分離手段を5分～20分連続駆動させてから、30秒～300秒間、膜モジュールの洗浄を行うようになっている。

【0018】

また、本発明において、好ましくは、廃水処理装置は、少なくとも2つの散気ユニットの各散気ユニットをすべて同時に作動させないように制御する制御手段を有する。また、本発明において、好ましくは、制御手段は、複数のバルブを同時に開かないように、当該複数のバルブを制御するように構成されている。

20

【0019】

このように構成された本発明によれば、複数のバルブを同時に開かないように構成して少なくとも2つの散気ユニットの各散気ユニットが同時に作動させないようにすることで、各々の散気ユニットを間欠的に作動させることができる。これにより、異なる位置にもうけられた2つの散気ユニットを間欠的に作動させることができ、エアによって生じる水流路の固定化が防止され、エアによる膜面洗浄効果が向上する。また、上記効果により散気ユニット全体に供給する空気量を半分にしても膜モジュールを十分に洗浄することができる。

【発明の効果】

【0020】

以上のように、本発明にかかる廃水処理装置によれば、不溶化物によって中空系膜フィルタが目詰まりするのを防止しつつ、中空系膜フィルタを十分に洗浄することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明の第1の実施形態による廃水処理装置を示す概略構成図である。

【図2】本発明の第1の実施形態による廃水処理装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図3】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の膜分離手段を示す概略図である。

【図4】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の散気装置を示す斜視図である。

【図5】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の散気装置の一部を示す上面図である。

40

【図6】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の散気装置の一部を示す側面図である。

【図7】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置を示す斜視図である。

【図8】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

【図9】本発明の第2の実施形態による廃水処理装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

50

以下、図面を参照して、本発明の実施形態による廃水処理装置及び処理方法について説明する。

【0023】

本発明の廃水処理装置は、重金属および錯体形成化合物を含む廃水 W_0 を処理する装置であるが、特に無電解ニッケルメッキなどの無電解メッキ工程から排出される廃水を処理するのに好適である。

【0024】

図1は、本発明の第1の実施形態による廃水処理装置を示す概略構成図である。この例の廃水処理装置1は、上流側から順に、廃水 W_0 を下流側に向けて流すポンプP1と、ポンプP1から流れてきた廃水 W_0 を一旦貯留する貯留手段10と、酸化処理手段20と、不溶化処理手段30と、膜分離手段40と、pH調整手段50とを備えている。

10

【0025】

本発明の処理対象となる廃水 W_0 は、例えばメッキ工場等の金属表面処理工場などから発生した廃液（被処理水）であり、重金属、および重金属と配位結合して金属錯体を形成する化合物（以下、「錯体形成化合物」という。）を含む。重金属としては、クロム、銅、亜鉛、カドミウム、ニッケル、水銀、鉛、鉄などが挙げられる。これら重金属は単独で含まれていてもよいが、通常は複数の重金属が混合された状態で含まれている。一方、錯体形成化合物は、重金属のいずれかと配位結合して、重金属原子を中心とする金属錯体を形成する化合物である。錯体形成化合物の例としては、クエン酸、グルコン酸、シュウ酸、酒石酸、コハク酸、シアンおよびこれらの塩等の酸性洗浄成分；EDTA、エチレンジアミン、トリエタノールアミン、アンモニア（アンモニウム塩を含む）等のアミン類などが挙げられる。なお、金属錯体にはキレート錯体も含まれることから、錯体形成化合物には、酒石酸やEDTAなどのキレート剤も当然に該当する。

20

なお廃水 W_0 中には、重金属および錯体形成化合物の他に、洗浄成分や、pH調整成分として界面活性剤、錯体形成化合物以外のルイス酸などが含まれていてもよい。

【0026】

ポンプP1は、金属表面処理工場などから発生した廃水 W_0 を下流側に向けて流すようになっている。ポンプP1は、排水処理装置内で廃水 W_0 を流すための動力を発生させる。

【0027】

貯留手段10は、ポンプP1の下流側に設けられており、ポンプP1から流れてきた廃水 W_0 を一旦貯留する手段である。貯留手段10は貯留槽11を備える。貯留槽11としては、廃水 W_0 を貯留できるものであれば特に制限されない。

30

【0028】

酸化処理手段20は、廃水 W_0 中の錯体形成化合物の酸化処理するようになっている。この例の酸化処理手段20は、貯留手段10から送られた廃水 W_0 溜める酸化槽21と、酸化槽21中の廃水 W_0 に酸化剤と添加する酸化剤添加手段22と、酸化槽21中の廃水 W_0 の水質を検査する水質計23と、酸化槽21中の廃水 W_0 を攪拌する攪拌翼24とを備えている。

【0029】

酸化槽21としては、廃水 W_0 を貯留できるものであれば特に制限されないが、酸化剤によって劣化しにくい材質のものが好ましい。酸化剤添加手段22としては、酸化剤を添加できるものであれば特に制限されない。

40

【0030】

水質計23は、酸化槽21中廃水 W_0 の水質を検査するものである。水質を検査することで、酸化剤の添加量の過不足を把握でき、特に、酸化剤の過剰添加を抑制するのに有効である。水質計23としては、酸化還元電位計、酸化剤濃度計などが挙げられる。また、これらの電位計や濃度計に代えて、あるいはこれらと併用して、錯体形成化合物の濃度を測定するための濃度計を用いることも可能である。ただし、錯体形成化合物の濃度を測定するための濃度計は、アンモニアなど濃度測定が可能な錯体形成化合物を含む廃水 W_0 を

50

処理する場合に用いる。

なお、この例の酸化処理手段 20 は 1 つの水質計 23 を備えているが、水質の検査方法に応じて複数種類の水質計を備えていてもよい。

【0031】

不溶化処理手段 30 は、酸化処理手段 20 にて酸化処理した廃水 W_0 中の重金属を不溶化処理し、不溶化物のフロックを生成するようになっている。なお、不溶化とは、廃水 W_0 中に浮遊している重金属を難溶解性化合物（不溶化物）とすることによって析出させることである。この不溶化処理手段 30 は、酸化処理手段 20 から送られた廃水 W_0 を溜める不溶化槽 31 と、不溶化槽 31 中の廃水 W_0 に不溶化剤を添加する不溶化剤添加手段 32 と、不溶化槽 31 中の廃水 W_0 の水質を検査する水質計 33 と、不溶化槽 31 中の廃水 W_0 を攪拌する攪拌翼 34 とを備えている。

10

【0032】

不溶化槽 31 としては、廃水 W_0 を貯留できるものであれば特に制限されないが、不溶化剤によって劣化しにくい材質のものが好ましい。不溶化剤添加手段 32 としては、不溶化剤を添加できるものであれば特に制限されない。

【0033】

水質計 33 は不溶化槽 31 中の W_0 の水質を検査するものである。水質を検査することで、不溶化剤の添加量の過不足を把握でき、特に、不溶化剤の過剰添加を抑制するのに有効である。水質計 33 としては、pH 計などが挙げられる。なお、この例の不溶化処理手段 30 は 1 つの水質計 33 を備えているが、水質の検査方法に応じて複数種類の水質計を備えていてもよい。

20

【0034】

膜分離手段 40 は、不溶化処理手段 30 にて不溶化処理した廃水 W_0 を濾過水 W_1 と膜分離濃縮水 W_2 に膜分離する手段である。膜分離手段 40 は、不溶化処理手段 30 から送られた廃水 W_0 を溜める膜分離槽 42 と、膜分離槽 42 内に設けられた膜モジュール 43 と、膜洗浄用の散気装置 44 とを備える。膜モジュール 43 には吸引ポンプ P2 が接続され、散気装置 44 にはブローア B が接続されている。膜分離手段 40 は、さらに、吸引ポンプ P2 及びブローア B を制御するための制御装置 46 を備えている。

【0035】

膜モジュール 43 を構成する濾過膜の種類としては、水処理等の分離操作に用いられる中空系膜、平膜、チューブラ膜、モノリス型膜などが挙げられるが、容積充填率が高いことから中空系膜が好ましい。濾過膜として中空系膜を用いる場合、その材質としては、セルロース、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリフッ化ビニリデンフロライド（PVDF）、ポリ四フッ化エチレン（PTFE）などが挙げられる。濾過膜として平膜やモノリス型膜を用いる場合は、セラミック性の膜を用いることができる。濾過膜に形成される微細孔の平均孔径としては、一般に限外濾過膜と呼ばれる膜で平均孔径 $0.001 \sim 0.1 \mu\text{m}$ 、一般に精密濾過膜と呼ばれる膜で平均孔径 $0.1 \sim 1 \mu\text{m}$ であり、本発明においてはこれらの膜を用いることが好ましい。なお、重金属を不溶化処理することで生成された不溶化物の粒子径は、一般的に $0.1 \sim 100 \mu\text{m}$ であるため、濾過膜の微細孔の平均孔径は $0.03 \mu\text{m}$ 以上であることが好ましい。平均孔径が $0.03 \mu\text{m}$ 未満であると、膜分離に要する圧力が大きくなるため、運転エネルギーが過大となる。一方、濾過膜 41 の微細孔の平均孔径は $3 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。平均孔径が $3 \mu\text{m}$ を超えると、濾過膜の二次側（濾過水中）に漏出する重金属の不溶化物の粒子の割合が増加し、濾過水中の金属濃度が上昇しやすくなる。

30

40

【0036】

また、散気装置 44 は膜モジュール 43 の下方に設けられ、ブローア B より送気されたエアを膜分離槽 42 内に放出する。これにより、散気装置 44 から散気された気泡が、廃水 W_0 の液中を通過して膜モジュール 43 に達し、その後、水面から放出される。このとき、上昇する気泡が濾過膜に当たって濾過膜が揺れるので、濾過膜に付着した不溶化物が濾過膜から離脱するので膜モジュール 43 の濾過膜を洗浄することができる。なお、膜分離

50

手段40により分離された膜分離濃縮水 W_2 の一部を、不溶化槽31や、酸化槽21、貯留槽11に返送してもよい。

【0037】

pH調整手段50は、膜分離手段40にて膜分離した濾過水 W_1 のpHを、河川等への放流に適したpHに調整する手段であり、pHを調整された濾過水 W_1 は処理水 W_3 として排出される。なお、膜分離手段40によって不溶化物を十分に除去しているので、濾過水 W_1 のpHを中和しても重金属が再溶解するおそれがない。

【0038】

pH調整手段50は、pH調整槽51と、pH計(図示略)と、酸添加装置およびアルカリ添加装置(いずれも図示略)とを備える。pH調整槽51としては、濾過水 W_1 を貯留できるものであれば特に制限されない。また、pH計、酸添加装置およびアルカリ添加装置についても、pH調整に用いられるものであれば特に制限されない。

10

【0039】

以下、上述した廃水処理装置1の作用について説明する。

廃水処理装置1を駆動させてポンプP1を駆動させることによって廃水 W_0 が上流側から貯留手段10の貯留槽11内に流れ込む。そして貯留槽11が廃水 W_0 で満たされると、廃水 W_0 は貯留槽11から溢れでて、貯留槽11よりも下流側にある酸化処理手段20の酸化槽21に流れ込む。酸化槽21内では、攪拌翼24を駆動させながら廃水 W_0 に酸化剤が添加され、これにより廃水 W_0 中の錯体形成化合物が酸化処理される。

【0040】

20

酸化処理で用いる酸化剤としては、次亜塩素酸、亜塩素酸、過塩素酸もしくはこれらの塩、過酸化水素などが挙げられる。これらの中でも、次亜塩素酸、亜塩素酸、過塩素酸もしくはこれらの塩、またはこれらの混合溶液が好ましく、取り扱い性、入手容易性の観点から次亜塩素酸ナトリウム溶液が特に好ましい。次亜塩素酸、亜塩素酸、過塩素酸もしくはこれらの塩、またはこれらの混合溶液を酸化剤として用いれば、酸化反応が速やかに進行しやすくなり、全体の処理速度を速めることができる。また、これらは、EDTA、酒石酸などのキレート作用を有する錯体形成化合物の分解効率が高いことから、後述する不溶化処理工程において錯体形成化合物による不溶化物の凝集阻害を防ぐことができ、不溶化処理をより効率的に行うことができる。また、特に次亜塩素酸ナトリウムまたはその溶液を酸化剤として用いると、後段の不溶化処理工程において生成する重金属の不溶化物の粒子径が大きくなる傾向にある。不溶化物の粒子径が大きい方が、後述する膜分離工程において濾過膜の細孔が閉塞されるのを抑制でき、膜の流束を高く維持できる。さらに、廃水 W_0 が無電解ニッケルメッキ廃水など、重金属としてニッケルを含む廃水の場合、次亜塩素酸ナトリウムなどの酸化剤の添加によって、溶解しているニッケルイオンがオキシ水酸化ニッケル($NiO(OH)$)に酸化される。オキシ水酸化ニッケルは、一般的に水酸化ニッケル($Ni(OH)_2$)と比較して溶解度が低くなるため、高度な排水処理を行う場合には、次亜塩素酸ナトリウムまたはその溶液が酸化剤として特に好ましい。

30

【0041】

なお、廃水 W_0 への酸化剤の添加は、廃水 W_0 中に含まれる錯体形成化合物を酸化処理することが目的であり、過剰に酸化剤を添加することは、薬品の過剰消費となる。また、酸化剤を過剰に添加すると、残存した酸化剤により、後述する膜分離工程で用いる濾過膜を酸化させるおそれがある。加えて、酸化剤を過剰に添加すると、最終的に発生するスラッジ量が増加する傾向にある。

40

【0042】

以上のことにより、酸化処理工程では廃水 W_0 中に含まれる錯体形成化合物を全て酸化した時点で、廃水 W_0 中への酸化剤の添加を停止することが望ましく、過剰添加を制御するのがよい。酸化剤の添加終了点を検知する方法としては、水質計23を用いた酸化還元電位のモニタリング、酸化剤濃度のモニタリング、錯体形成化合物の濃度のモニタリング、といった方法が挙げられる。

【0043】

50

酸化槽 2 1 内で酸化処理を行っている間もポンプ P 1 は駆動しているので、この間もポンプ P 1 から貯留槽 1 1 へ、そして貯留槽 1 1 から酸化槽 2 1 へ継続的に廃水 W_0 が注ぎこまれる。そして酸化槽 2 1 が廃水 W_0 で満たされると、廃水 W_0 は、酸化槽 2 1 から溢れでて、酸化槽 2 1 よりも下流側にある不溶化処理手段 3 0 の不溶化槽 3 1 に流れ込む。

【 0 0 4 4 】

不溶化槽 3 1 内では、攪拌翼 3 4 を駆動させながら廃水 W_0 に不溶化剤が添加され、これにより廃水 W_0 中の重金属が不溶化処理される。そして不溶化槽 3 1 が廃水 W_0 で満たされると、廃水 W_0 は不溶化槽 3 1 からあふれ出て膜分離手段 4 0 の膜分離槽 4 2 に流れ込む。

【 0 0 4 5 】

不溶化処理手段 3 0 では、酸化処理された廃水 W_0 を不溶化処理手段 3 0 の不溶化槽 3 1 に移し、不溶化剤を添加して廃水 W_0 中の重金属を不溶化処理し、不溶化処理した重金属のフロックを不溶化槽 3 1 内で生成する。不溶化処理の方法としては、水酸化剤を用いた水酸化物法と、硫化剤を用いた硫化物法がある。なお、硫化物法の場合は硫化水素発生のおそれがあるため、不溶化処理としては水酸化物法が好ましい。

【 0 0 4 6 】

水酸化物法は、水酸化剤(水酸化物イオン)と対象金属とを反応させ、溶解度の低い金属水酸化物として析出させる方法である。水酸化剤としては、水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウムなどが用いられる。水酸化ナトリウムを用いるとスラッジ発生量が少なくなるためより好ましい。

【 0 0 4 7 】

一方、硫化物法は、硫化剤(硫化物イオン)と対象金属を反応させ、溶解度の低い金属硫化物として析出させる方法である。硫化剤としては、硫化ナトリウム、硫化水素などが用いられる。

【 0 0 4 8 】

なお、水酸化物法によって不溶化処理を行う場合、重金属は各金属種によって溶解度が最も低くなる pH 領域が異なる。そのため、重金属の除去率を高めるために、溶解度が最も低くなる pH になるまで、不溶化剤(水酸化剤)を添加する。その際、不溶化剤の添加量の制御は、水質計 3 3 による不溶化槽 3 1 中の廃水 W_0 の pH 測定によって行われる。

ただし、廃水処理装置に供給される廃水 W_0 中の重金属の組成および濃度が、常時一定であることが判明している場合には、不溶化剤を一定量注入することによって制御することもできる。

【 0 0 4 9 】

また、同じ重金属であっても、共存する他の成分によって、溶解度が最も低くなる pH 領域が異なることがある。よって、実際には処理対象の廃水 W_0 を用いた事前試験を行い、最も適した pH 領域となるように制御することが望ましい。

【 0 0 5 0 】

膜分離手段 4 0 内では、膜分離槽 4 2 内の廃水 W_0 を廃水吸引ポンプ P 2 により膜モジュール 4 3 の濾過膜の細孔を介して吸引ろ過することで、廃水 W_0 を濾過水 W_1 と、不溶化物のフロックを含む膜分離濃縮水 W_2 とに分離する。そして濾過水 W_1 は、pH 調整手段 5 0 に流れ、膜分離濃縮水 W_2 は、脱水手段(図示略)により脱水され、脱水ケーキ等の産業廃棄物として処理される。

【 0 0 5 1 】

pH 調整手段 5 0 に流れた濾過水 W_1 は、pH 調整手段 5 0 内で水素イオン濃度が調整された後、処理水 W_3 として排出される。pH 調整工程では、濾過水 W_1 を pH 調整手段 5 0 の pH 調整槽 5 1 に移し、濾過水 W_1 の pH を河川等への放流に適した pH に調整する。特に不溶化処理工程において水酸化物法を用いた場合、通常、濾過水 W_1 はアルカリ性となっているため中和するのがよい。pH を調整された濾過水 W_1 は処理水 W_3 として排出される。

pH 調整工程では、中和用の pH 調整剤として、塩酸、硫酸、炭酸ガス等の酸などが用

10

20

30

40

50

いられる。pH調整工程において酸を過剰に添加した場合には、pH調整剤として水酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム、水酸化カルシウム、水酸化マグネシウム等のアルカリを添加して、中性領域になるようにpHを再調整する。なお、膜分離工程によって不溶化物を十分に除去しているので、濾過水 W_1 のpHを中和しても重金属が再溶解するおそれがない。

【0052】

次に、膜モジュール43を洗浄するときの廃水処理装置の動作について詳述する。

【0053】

図2は、廃水処理装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

図2に示すように、膜分離手段40において、廃水 W_0 を濾過している場合、即ちポンプP2が作動しており、膜分離槽42内の廃水 W_0 が吸引濾過されている場合、ブロワーBを停止させて曝気を行わないようになっている。そして予め決定された時間 t_1 だけ廃水 W_0 を吸引濾過して膜モジュール43の表面にフロックが捕捉されると、制御装置46は、一旦ポンプP2を停止させることによって廃水 W_0 の吸引濾過を停止し、これとほぼ同時にブロワーBを作動させて曝気を開始する。これにより、エアが散気装置44から膜モジュール43に向けて放出される。そして散気装置44からのエアによって膜モジュール43の表面に捕捉されたフロックは、膜モジュール43の表面から離脱する。そして所定時間 t_2 、曝気を行った後、制御装置46は、ブロワーBを停止させて曝気を停止させ、これとほぼ同時にポンプP2を作動させて廃水 W_0 の吸引濾過を再開する。

10

【0054】

吸引濾過を行う時間 t_1 は、短すぎると廃水 W_0 の濾過時間が短くなって廃水処理装置1の処理効率が低下し、長すぎると膜モジュール43の表面に多量のフロックが付着して膜モジュール43の濾過効率が低下してしまう。そして発明者等による実験によれば、吸引濾過を行う時間 t_1 は約5分～20分であるのが良い。また、曝気を行う時間 t_2 は、短すぎると十分に膜モジュール43を洗浄することができず、長すぎると膜モジュール43に捕捉されたフロックがエアで破壊されてしまい、微粒子化した不溶化物によって膜モジュール43が目詰まりし易くなってしまふ。そして発明者等による実験によれば、曝気を行う時間 t_2 は、約30秒～300秒であるのが良い。また、吸引濾過を行う時間 t_1 と、曝気を行う時間 t_2 とは、上述した範囲の中で比例させることが好ましく、吸引濾過を行う時間 t_1 が短ければ曝気を行う時間 t_2 を短くし、一方で、吸引濾過を行う時間 t_1 が長ければ曝気を行う時間 t_2 を長くするのが良い。

20

30

【0055】

以上のように、膜分離手段40において、膜モジュール43を洗浄するための曝気の時間 t_2 を所定の範囲内とすることによって、膜モジュール43を十分に洗浄しながら、不溶化物のフロックがエアによって破壊されるのを防止することができる。そして不溶化物のフロックが破壊されるのを防止することによって、膜分離槽42内で不溶化物が微粒子化するのを抑制することができる。これにより膜モジュール43が目詰まりするのを防止することができる。また、膜モジュール43として中空系膜モジュールを用いた場合、曝気の時間 t_2 を所定の範囲内とすることによって中空系膜同士が接触して中空系膜が傷付くのを抑制することができる。また、曝気の時間 t_2 を制限することによって、曝気時に使用するエネルギーを抑制することができる。

40

【0056】

次に、本発明の第2の実施形態による廃水処理装置について詳述する。第2の実施形態による廃水処理装置は、第1の実施形態による廃水処理装置と同一の構成を有する箇所があるため、以下の説明では、主に差異のある構成について詳述する。具体的には、第1の実施形態による廃水処理装置と、第2の実施形態による廃水処理装置とでは、主に膜分離手段の構成、及び膜モジュールを洗浄するときの動作が異なる。

【0057】

図3は、第2の実施形態による廃水処理装置の膜分離手段を示す概略図であり、図4は、散気装置を示す斜視図であり、図5は、散気装置の一部を示す上面図であり、図6は、

50

散気装置の一部を示す側面図である。

【0058】

図3及び図4に示すように、散気手段は、散気装置44と、ブローBに接続され、鉛直方向に沿って各々1本ずつ設けられた第1空気供給管61および第2空気供給管62と、第1空気供給管61の端に接続され、水平方向に沿って設けられた四角パイプ状の第1空気分岐管63と、第2空気供給管62の下端に接続され、水平方向に沿って設けられた四角パイプ状の第2空気分岐管64とを備えている。また、散気装置44は、第1空気分岐管63に接続された2本以上の直線状の第1散気管65aを有する第1散気ユニット65と、第2空気分岐管64に接続された2本以上の直線状の第2散気管66aを有する第2散気ユニット66とを備えている。

10

【0059】

また、図5及び6に示すように、散気装置44の第1散気管65aは、第1空気分岐管63から第2空気分岐管64に向かって水平に延び、第2散気管66aは、第2空気分岐管64から第1空気分岐管63に向かって水平に延びている。第1散気管65aと第2散気管66aとは交互に且つ一定間隔で平行に配置され、第1散気管65aと第2散気管66aとの間には間隙Aが形成されている。また、第1散気管65aは第1空気分岐管63、及び第2空気分岐管64に固定されており、第1空気分岐管63の内部と連通しているが、第2空気分岐管64の内部とは連通していない。また、第2散気管66aは第1空気分岐管63、及び第2空気分岐管64に固定されており、第2空気分岐管64の内部と連通しているが、第1空気分岐管63の内部とは連通していない。また、第1散気管65a、及び第2散気管66aには、それぞれ、上方に向かって開口する散気孔65b、66bがそれぞれ形成されている。散気孔65b、66bの直径、及び数は、膜ユニット43を構成するモジュールの大きさ、種類等に応じて、十分に洗浄できるように適宜選択すればよい。

20

【0060】

このような構造を有する散気手段は、ブローBから供給された空気を、第1空気供給管61および第1空気分岐管63を通して第1散気管65aに供給するように、又は第2空気供給管62および第2空気分岐管64を通して第2散気管66aに供給するようになっている。

【0061】

第1空気分岐管63及び第2空気分岐管64と、ブローBとの間には、切り替えバルブ71が設けられている。この切り替えバルブ71は、第1空気供給管61に設けられたバルブ71aと、第2空気供給管62に設けられたバルブ71bとを備えている。切り替えバルブ71(71a、及び71b)は、例えば、回転式バルブ、往復式バルブによって構成されており、制御手段(図示せず)による制御によって、ブローBからの空気が第1空気供給管61と第2空気供給管62のいずれか一方のみに供給されるように切り換えられるようになっている。これにより、ブローBからの空気は、第1散気管65a、又は第2散気管66aのいずれか一方のみから供給されるようになっている。切り替えバルブ71は、2つのバルブ71a、71bで構成してもよく、一つのバルブで構成してもよい。

30

40

【0062】

図7は、膜ユニット43を示す斜視図である。図7に示すように、膜ユニット43は、多数枚の平板状の膜モジュール71と、膜モジュール71に接続され、膜モジュール71を通過した水を集水する集水ヘッダー管72とを備えている。各膜モジュール71は、互いに隣接する膜面同士が対向するように、一定間隔で平行に配置されている。各膜モジュール71は、膜面71a₁が鉛直方向に沿った複数の膜シート71aと、膜シート71aの上端を固定する膜シート上端固定部71bと、膜シート71aの下端を固定する膜シート下端固定部71cとを有しており、各膜シート71aの膜面71a₁が同一面になるように配置されたものである。本実施形態における膜シート71aは、表面に多数の微細孔が形成された多数本の中空系膜が互いに平行に配置されて形成されたものである。中空系

50

の材質としては、セルロース、ポリオレフィン、ポリスルホン、ポリビニリデンフロライド（P V D F）、ポリ四フッ化エチレン（P T F E）、セラミックスなどが挙げられる。各膜モジュール 7 1 は、散気装置 4 4 の間隙 A の上を横切るように散気装置 4 4 に対して位置決めされており、膜モジュール 7 1 の数は、第 1 散気管 6 5 a と第 2 散気管 6 6 a の合計数よりも少なくなっている。

【 0 0 6 3 】

膜ユニット 4 3 の集水ヘッダー管 7 2 の内部および膜シート上端固定部 7 1 b の内部は中空になっており、且つ各中空系膜の中空部と連通している。したがって、濾過されて中空系膜の中空部に入った濾過水は、膜シート上端固定部 7 1 b の内部を通過して集水ヘッダー管 7 2 に集められるようになっている。

10

【 0 0 6 4 】

次に、膜モジュール 4 3 を洗浄するときの廃水処理装置の動作について詳述する。

【 0 0 6 5 】

図 8 及び図 9 は、廃水処理装置の動作を説明するためのタイムチャートである。

図 8 に示すように、膜分離手段 4 0 において、廃水 W_0 を濾過している場合、即ちポンプ P 2 が作動しており、膜分離槽 4 2 内の廃水 W_0 が吸引濾過されている場合、ブロワー B を停止させて曝気を行わないようになっている。そして所定時間 t_1 だけ廃水 W_0 を吸引濾過して膜モジュール 4 3 の表面にフロックが捕捉されると、廃水処理装置 1 の制御装置 4 6 は、一旦ポンプ P 2 を停止させることによって廃水 W_0 の吸引濾過を停止し、これとほぼ同時にブロワー B を起動させ散気装置 4 4 によって所定時間 t_2 だけ曝気を行う。これにより、散気装置 4 4 から膜モジュール 4 3 に向けて空気が放出される。

20

【 0 0 6 6 】

曝気を行う際、制御手段は、バルブ 7 1 a 又は 7 1 b の何れか一方を開き、他方を閉じることによって、第 1 空気供給管 6 1 および第 2 空気供給管 6 2 の何れか一方から空気が供給されるようにする。この制御では、図 8 に示すように、例えばバルブ 7 1 a を開くことで時間 t_2 だけ第 1 空気供給管 6 1 から空気が供給された後バルブ 7 1 a を閉じ、所定時間 t_1 だけ濾過が行われ、その後、バルブ 7 1 b を開くことで時間 t_2 だけ第 2 空気供給管 6 2 から空気が供給される。また、図 9 に示すように、制御手段は、時間 t_2 の間にバブル 7 1 a , 7 1 b を切り換え、時間 t_2 の半分だけ第 1 空気供給管 6 1 から空気を供給し、残りの半分だけ第 2 空気供給管 7 3 から空気を供給するようにしてもよい。そして散気装置 4 4 からの空気によって膜モジュール 4 3 の表面に捕捉されたフロックは、膜モジュール 4 3 の表面から離脱する。そして所定時間 t_2 、曝気を行った後、廃水処理装置 1 は、ブロワー B を停止させて曝気を停止させ、これとほぼ同時にポンプ P 2 を作動させて廃水 W_0 の吸引濾過を再開する。

30

【 0 0 6 7 】

また、図 8 及び図 9 の例では、濾過時間 t_1 と曝気時間 t_2 が重複しないように調整されているが、必要に応じて、濾過時間 t_1 と曝気時間 t_2 とを重複させて、濾過と曝気を同時に行うようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

吸引濾過を行う時間 t_1 は、短すぎると廃水 W_0 の濾過時間が短くなって廃水処理装置 1 の処理効率が低下し、長すぎると膜モジュール 4 3 の表面に多量のフロックが付着して膜モジュール 4 3 の濾過効率が低下してしまう。そして発明者等による実験によれば、吸引濾過を行う時間 t_1 は約 5 分 ~ 20 分であるのが良い。また、曝気を行う時間 t_2 は、短すぎると十分に膜モジュール 4 3 を洗浄することができず、長すぎると膜モジュール 4 3 に捕捉されたフロックが空気で破壊されてしまい、微粒子化した不溶化物によって膜モジュール 4 3 が目詰まりし易くなってしまふ。そして発明者等による実験によれば、曝気を行う時間 t_2 は、約 30 秒 ~ 300 秒であるのが良い。また、吸引濾過を行う時間 t_1 と、曝気を行う時間 t_2 とは、上述した範囲の中で比例させることが好ましく、吸引濾過を行う時間 t_1 が短ければ曝気を行う時間 t_2 を短くし、一方で、吸引濾過を行う時間 t_1 が長ければ曝気を行う時間 t_2 を長くするのが良い。

40

50

【0069】

以上のように、膜分離手段40において、バルブ71を切り換えることによって曝気に使用する散気ユニットを切り換えることができるので、各々の散気ユニットを間欠的に作動させることができる。

【0070】

また、膜モジュール43を洗浄するための曝気の時間 t_2 を所定の範囲内とすることによって、膜モジュール43を十分に洗浄しながら、不溶化物のフロックが空気によって破壊されるのを防止することができる。そして不溶化物のフロックが破壊されるのを防止することによって、膜分離槽42内で不溶化物が微粒子化するのを抑制することができる。これにより膜モジュール43が目詰まりするのを防止することができる。また、膜モジュール43として中空系膜モジュールを用いた場合、曝気の時間 t_2 を所定の範囲内とすることによって中空系膜同士が接触して中空系膜が傷付くのを抑制することができる。また、曝気の時間 t_2 を制限することによって、曝気時に使用するエネルギーを抑制することができる。

10

【0071】

尚、本発明は、上述の実施形態に限定されるものではなく、上述の実施形態の構成は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【0072】

例えば上述した方法では、膜分離工程の後にpH調整工程を行うが、濾過水 W_1 のpHが河川等への放流に適したpHであれば、pH調整工程は行わなくてもよい。

20

【0073】

また、上述した方法では、酸化処理工程での酸化処理方法として酸化剤添加法を例示したが、例えばオゾン酸化法、光触媒法、生物酸化法などでもよい。ただし、制御の簡便性や反応速度の観点から、酸化処理方法としては酸化剤添加法が好ましい。

なお、酸化処理方法として、塩素系の酸化剤を用いた酸化剤添加法を採用する場合には、塩素ガスまたはアンモニア酸化によるクロラミンなど、臭気成分が発生するため、発生濃度に応じてガス回収を行うのが望ましい。

【0074】

また、第2の実施形態による廃水処理装置における膜シート21aは、中空系膜が互いに平行に配置されたものに限らず、多数の微細な孔を有する濾過膜を備えたものであれば、例えば、平膜タイプ、管状膜タイプ、袋状膜タイプなどの種々の公知の分離膜を適用することができる。また、第1散気管65aおよび第2散気管66aの散気孔65b、66bは、下方に向かって開口するように形成されていてもよい。また、上述した実施形態では、第1散気ユニット65の第1散気管65aと第2散気ユニット66の第2散気管66aとが交互に配置されていたが、この配置に限定されない。例えば、散気装置において最も外側に配置された散気管から噴出した気泡の一部は膜モジュール71から離れてしまい、膜モジュール71の最も外側の膜面71a₁の洗浄が不十分になることがある。そのため、連続的に気泡を噴出するように、散気装置44において最も外側に配置された散気管を第1散気ユニット65および第2散気ユニット66とは別の散気ユニットにしてもよい。連続的に気泡を噴出すれば、一部の気泡が膜モジュール71から離れても、膜モジュールの最も外側の膜面71a₁の洗浄性が低下しにくくなる。

30

40

また、最も外側の第1散気管65a（または第2散気管66a）に第2散気管66a（または第1散気管65a）を隣接配置してもよい。この場合、膜モジュール71の最も外側の膜面71a₁には、第1散気管65aから噴出された気泡と第2散気管66aから噴出された気泡が交互に接するようになる。したがって、最も外側に配置された散気管から気泡を連続的に噴出させるのと同様の効果が得られる。

【0075】

また、散気装置44において、第1空気供給管61および第2空気供給管62は各々2本ずつであってもよい。その場合、2本の第1空気供給管61の各々に第1空気分岐管63が接続され、2本の第2空気供給管62の各々に第2空気分岐管64が接続されている

50

。また、各第1散気管65aの両端は2本の第1空気分岐管63に接続され、且つ各第1散気管65aと各第1空気分岐管63とは内部が連通している。第1散気管65aは、第2空気分岐管66とは内部が連通していない。各第2散気管66aの両端は2本の第2空気分岐管64に接続され、且つ各第2散気管66aと各第2空気分岐管64とは同士が連通している。第2散気管66aは、第1空気分岐管63とは内部が連通していない。この散気装置44では、第1空気供給管61から供給された空気は、各第1空気分岐管63を通り、第1散気管65aに、その両端側から供給される。第2空気供給管62から供給された空気は、各第2空気分岐管64を通り、第2散気管66aに、その両端側から供給される。

【0076】

また、第1空気分岐管63および第2空気分岐管64は四角パイプ状でなくてもよく、円筒状などであってもよい。散気装置44は、散気ユニットを2つ有していたが、3つ以上有してもよい。また、散気管は、直線状でなく、例えば、湾曲していてもよいし、屈曲していてもよいし、蛇行していてもよい。また、散気管は互いに平行に配置されていなくてもよい。さらに、散気管は、必ずしも水平に配置されている必要もない。また、部分的には、互いに隣接する散気管が同じ散気ユニットであってもよい。

【0077】

以下、本発明の第1の実施形態にかかる廃水処理装置の実施例及び比較例について説明する。

以下の実施例1及び2、並びに比較例1乃至5では、Niを10mg/l含む廃水に、不溶化剤として0.1mol/lに調整した水酸化ナトリウム水溶液を添加して、廃水のpHを10に調整した。そしてポリフッ化ビニリデン製の中空系膜（三菱レイヨン株式会社製「ステラポア-SADF」（公称孔径0.4μm、膜面積10m²）を十枚準備した。そしてこの中空系膜を用いて、濾過フラックス0.4m³/m²/dayで上述の廃水を膜分離処理した。また、中空系膜の下方に散気管を配置し、45m³/hrの流速でエアを流し、曝気を行った。そして濾過時間 t_1 及び曝気時間 t_2 を調整し、10日間連続運転を行ったところ、表1に示すような結果が得られた。

【0078】

【表1】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
濾過時間 (t_1)	5分	20分	30分	30分	5分	5分	7分
曝気時間 (t_2)	30秒	300秒	15秒	300秒	15秒	600秒	連続曝気(1分停止)
濾過状況等	良好	良好	差圧 上昇	差圧 上昇	差圧 上昇	処理効率 低下	電気代上昇 、膜ダメージ大

【0079】

実施例1及び実施例2では、中空系膜間の差圧の上昇率は、0.03kPa/day以下であり、安定した運転が行えた。

【0080】

一方で、比較例1乃至3では、中空系膜間の差圧の上昇率は、0.5kPa/day以上となり、中空系膜の目詰まりが顕著に現れた。また、比較例4では、中空系膜間の差圧の上昇率は、0.03kPa/day以下であったものの、濾過時間 t_1 と、曝気時間 t_2 との比率が1:1であったため、廃水の濾過量が低下してしまった。比較例5では、比較例5では、7分間濾過を継続し、1分間濾過を停止することを繰り返したが、曝気は連続して実施した（つまり濾過中および濾過停止中も曝気した）。その結果、差圧の上昇率は

10

20

30

40

50

0.03 kPa以下であったものの、曝気ブローの電気費が増大してしまい、また中空系膜同士の接触が過剰になるため、膜ダメージが大きくなってしまった。

【0081】

次に、第2の実施形態にかかる廃水処理装置の実施例及び比較例について説明する。

以下の実施例及び比較例では、Niを10 mg/l含む廃水に、不溶化剤として0.1 mol/lに調整した水酸化ナトリウム水溶液を添加して、廃水のpHを10に調整した。そしてポリフッ化ビニリデン製の中空系膜（三菱レイヨン株式会社製「ステラポア-SADF」（公称孔径0.4 μm、膜面積10 m²）を十枚準備した。そしてこの中空系膜を用いて、濾過フラックス0.4 m³/m²/dayで上述の廃水を膜分離処理した。また、中空系膜の下方に2組の散気ユニット（第一空気供給管および第二空気供給管）を配置し、22.5 m³/hrの流速でエアを流し、曝気を行った。曝気サイクルは図9に示すサイクルにて曝気を実施した。すなわち曝気時間t₂の前半半分の時間だけ第一空気供給管に空気を供給し、t₂の後半半分の時間は第二空気供給管に空気を供給した。そして濾過時間t₁及び曝気時間t₂を調整し、10日間連続運転を行ったところ、表2に示すような結果が得られた。第2の実施形態にかかる廃水処理装置を用いることによって、「第1の実施形態にかかる廃水処理装置」の場合と比較して半分の空気量であっても安定した濾過運転を継続することができた。

10

【0082】

【表2】

	実施例 1	実施例 2	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
濾過時間 (t ₁)	5分	20分	30分	30分	5分	5分	7分
曝気時間 (t ₂)	30秒	300秒	15秒	300秒	15秒	600秒	連続曝気 (1分停止)
濾過状況等	良好	良好	差圧 上昇	差圧 上昇	差圧 上昇	処理効率 低下	電気代上昇 、膜ダメージ大

20

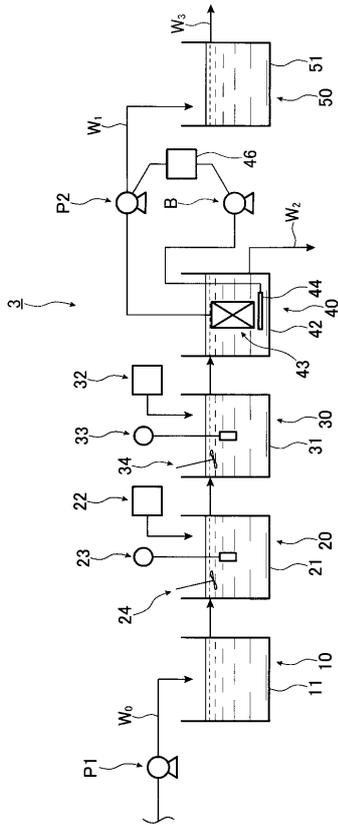
【符号の説明】

【0083】

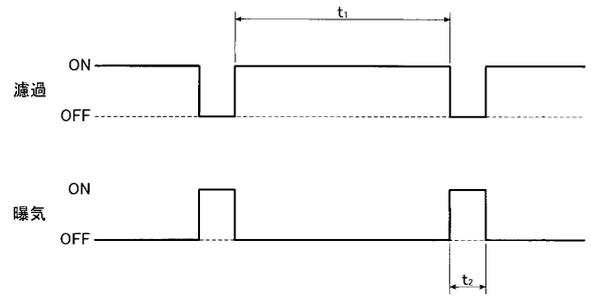
- 1 廃水処理装置
- 2 1 酸化処理槽
- 3 1 不溶化槽
- 3 4 攪拌翼
- 4 2 膜分離槽
- 4 4 散気装置
- B ブロー

30

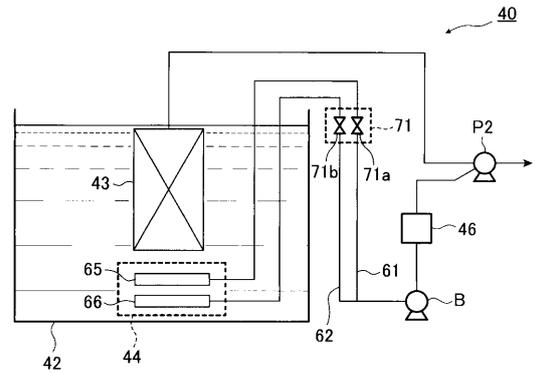
【 図 1 】



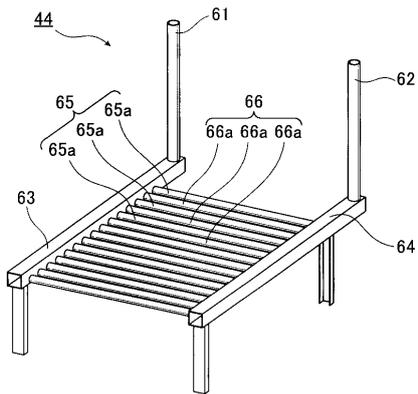
【 図 2 】



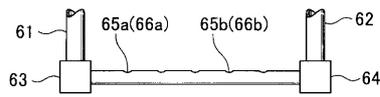
【 図 3 】



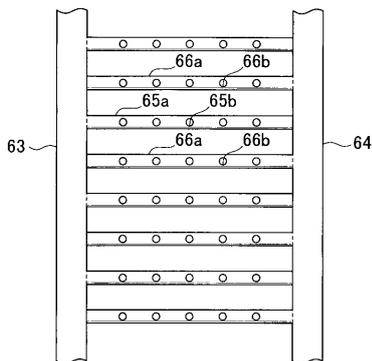
【 図 4 】



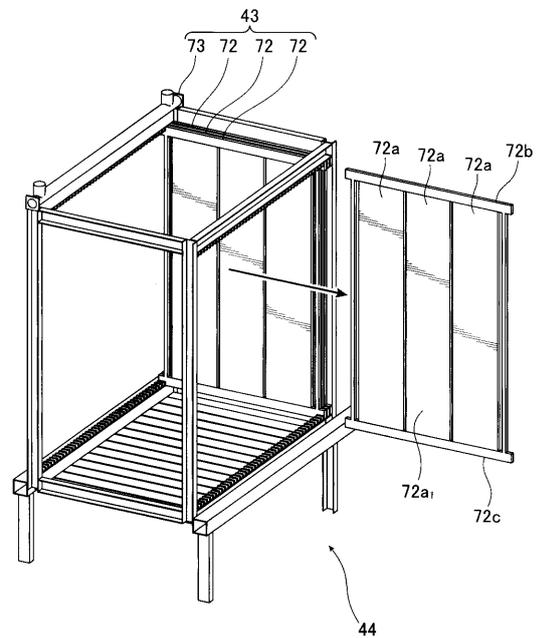
【 図 6 】



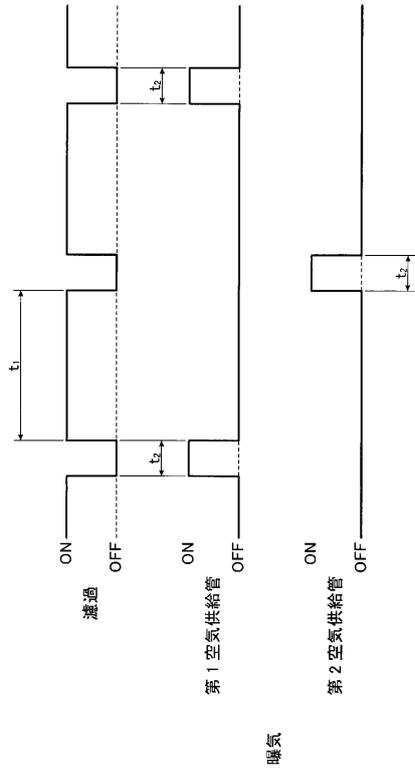
【 図 5 】



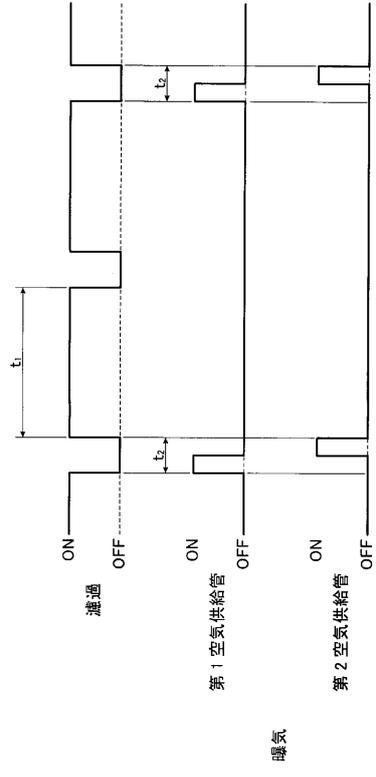
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100157185

弁理士 吉野 亮平

(72)発明者 川岸 朋樹

愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

(72)発明者 三木 和也

愛知県豊橋市牛川通四丁目1番地の2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

Fターム(参考) 4D006 GA02 HA02 HA19 HA21 HA41 HA77 HA93 JA19A JA31A JA53A
JA67A KA01 KA72 KB21 KB30 KC02 KC14 KE23Q KE28R KE30Q
MA01 MA02 MA03 MA04 MC03 MC11 MC22 MC29 MC30 MC62
PA01 PB08 PC22
4D038 AA08 AB65 AB66 AB67 AB68 AB69 AB71 AB73 AB74 AB79
AB80 BA02 BA04 BA06 BB09 BB16