

(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2012-40560
(P2012-40560A)

(43) 公開日 平成24年3月1日(2012.3.1)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
CO2F 1/469 (2006.01)	CO2F 1/46 1 O 3	4 D O O 6
CO2F 1/70 (2006.01)	CO2F 1/70 Z	4 D O 5 O
CO2F 1/44 (2006.01)	CO2F 1/44 H	4 D O 6 1
BO1D 61/04 (2006.01)	BO1D 61/04	
BO1D 61/48 (2006.01)	BO1D 61/48	
審査請求 有 請求項の数 9 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-232767 (P2011-232767)	(71) 出願人	000004400
(22) 出願日	平成23年10月24日 (2011.10.24)		オルガノ株式会社
(62) 分割の表示	特願2008-205726 (P2008-205726)		東京都江東区新砂1丁目2番8号
	の分割	(74) 代理人	100123788
原出願日	平成20年8月8日 (2008.8.8)		弁理士 宮崎 昭夫
		(74) 代理人	100106138
			弁理士 石橋 政幸
		(74) 代理人	100127454
			弁理士 緒方 雅昭
		(72) 発明者	佐々木 慶介
			東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガ
			ノ株式会社内
		(72) 発明者	山中 弘次
			東京都江東区新砂1丁目2番8号 オルガ
			ノ株式会社内
		最終頁に続く	

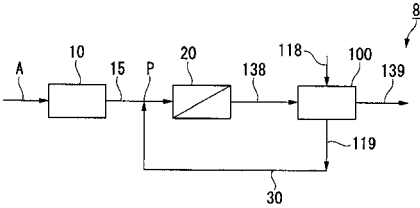
(54) 【発明の名称】 水処理システム及び水処理方法

(57) 【要約】

【課題】 分離膜の劣化を防ぎ、水質の向上が図れる水処理システム及び水処理方法を目的とする。

【解決手段】 本発明は、膜分離装置20と、一侧のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜とで区画される空間にイオン交換体が充填されて形成された脱塩室と、前記カチオン交換膜又は前記アニオン交換膜を介して前記脱塩室の両側に設けられた濃縮室と配置されている電気式脱イオン水製造装置100と、前記膜分離装置20に供給される被処理水に、電気式脱イオン水製造装置の陽極室を流通することなく陰極室を流通した陰極水の少なくとも一部を添加する陰極水添加手段と、を有することよりなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

膜分離装置と、

陰極室と陽極室との間に、一側のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜とで区画される空間にイオン交換体が充填されて形成された脱塩室と、前記カチオン交換膜又は前記アニオン交換膜を介して前記脱塩室の両側に設けられた濃縮室とが配置されている電気式脱イオン水製造装置と、

前記膜分離装置に供給される前記被処理水に、前記電気式脱イオン水製造装置の前記陽極室を流通することなく前記陰極室を流通した陰極水の少なくとも一部を添加する陰極水添加手段と、を有する水処理システム。

10

【請求項 2】

被処理水を前記膜分離装置で処理して得られる透過水を、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通させる手段を有する、請求項 1 に記載の水処理システム。

【請求項 3】

前記膜分離装置は、逆浸透膜分離装置である請求項 1 又は 2 に記載の水処理システム。

【請求項 4】

前記膜分離装置の前段には、酸化性物質除去装置を有する請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の水処理システム。

【請求項 5】

前記膜分離装置の前段には水素化触媒を有し、前記陰極水添加手段により陰極水が添加された被処理水を前記水素化触媒に接触させた後、前記膜分離装置に供給する手段を有する請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の水処理システム。

20

【請求項 6】

被処理水を膜分離装置で処理して透過水を得る膜分離工程と、

前記被処理水に、一側のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜とで区画される空間にイオン交換体が充填されて形成された脱塩室と、前記カチオン交換膜又は前記アニオン交換膜を介して前記脱塩室の両側に設けられた濃縮室とが配置されている電気式脱イオン水製造装置の前記陽極室を流通することなく前記陰極室を流通した陰極水を添加する陰極水添加工程と、を有する水処理方法。

【請求項 7】

前記膜分離工程で得られた透過水を前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通する、請求項 6 に記載の水処理方法。

30

【請求項 8】

前記電気式脱イオン水製造装置の陰極室には、比抵抗が $0.1 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上の水を流通する、請求項 6 又は 7 に記載の水処理方法。

【請求項 9】

前記電気式脱イオン水製造装置の陰極室には、前記脱塩室を通水して処理した水の一部を流通する、請求項 6 又は 7 に記載の水処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は水処理システム及び水処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、多くの純水製造装置等の水処理プラントでは、精密ろ過膜（MF 膜）、限外ろ過膜（UF 膜）を始め、ナノろ過膜（NF 膜）、逆浸透膜（RO 膜）等を分離膜とする膜分離装置と、電気式脱イオン水製造装置（EDI）とが組み合わされ使用されている。このような水処理システムでは、膜分離装置を用い被処理水中の濁質成分、低分子物質、高分子物質ならびにイオン成分等の分離を行い、EDI でさらに残存したイオン成分を除去することで、比抵抗の高い、良好な水質の水が製造されている。EDI に供給される水が清

50

浄であればあるほど、E D I へのイオン負荷が低減し、さらに比抵抗の高い、高純度の水を得ることができる。

【0003】

膜分離装置の恒常的な問題として、被処理水中の微生物に由来する汚染がある。特にスライムの発生として知られている現象である。例えば、分離膜が微生物により汚染されると、分離膜に目詰まりが生じ、原水と透過水との圧力差、すなわち通水差圧が上昇する。通水差圧の上昇が起きると、所定の透過水量が得られなくなってしまう。さらに、極端に通水差圧が上昇すると、分離膜が破損する恐れすらある。

【0004】

従来、被処理水中の微生物をはじめとする生物汚染を防止するため、殺菌を目的として、膜分離装置の前段で、次亜塩素酸ナトリウム等の酸化剤が添加されている。酸化剤を添加することで、微生物に由来する膜分離装置の汚染防止を図っている。しかし、現在の市場で多く利用されているRO膜やNF膜は、耐酸化性が低く、被処理水に酸化剤等の酸化性物質が含まれている場合には、分離膜の劣化速度が速まることになる。このため、膜分離装置の前段で、被処理水に還元剤を添加して酸化性物質を還元したり、活性炭を用いて酸化性物質を接触分解する方法がとられている。

【0005】

被処理水に還元剤を添加して酸化性物質を還元する方法では、水処理システムの運用に必要な薬品種、薬品量が増加し、薬品コストが高くなると共に、被処理水中の塩類濃度が増加し、膜分離装置やE D Iへの負荷が増大する。活性炭により接触分解する方法では、還元剤を添加する方法に比べ、薬品補充の手間や薬品添加をする薬注ポンプのトラブルによるリスクが小さい一方、活性炭の微粉炭の漏洩による膜分離装置の能力低下が懸念される。活性炭から漏洩する微粉炭には、粒子径が $1.0\mu\text{m}$ 未満のものもある。粒子径が $1.0\mu\text{m}$ 未満の微粉炭をフィルタ等で除去しようとする、フィルタにおける被処理水の通水差圧が著しく高くなり、水処理システムの運用に支障がある。このような問題に対し、膜分離装置の前段側に隔膜式電解装置を設置し、酸化剤を含む被処理水を隔膜式電解装置で処理することで、酸化剤を除去する水処理システムが開示されている（例えば、特許文献1）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平8-24868号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、還元剤の添加により被処理水中の酸化性物質を完全に除去するためには、還元剤を過剰に添加する必要がある。また、被処理水中の酸化性物質を除去するために、活性炭を用いる場合には、過大な活性炭塔の設置が必要となる。さらに、活性炭から発生する微粉炭が膜分離装置の分離膜等に付着することで、分離性能を低下させる懸念がある。加えて、隔膜式電解槽自体は、大きな電気エネルギーを要する。加えて、隔膜式電解槽は、被処理水中の酸化剤の除去が、電極面での反応で行われるため、酸化剤の除去性能が低い。このような隔膜式電解槽を用いた特許文献1の水処理システムでは、新たに隔膜式電解装置を設置するスペースが必要となる上に、設備投資やランニングコストの増大が問題となる。さらに、水処理システムには、更なる水質の向上が求められている。そこで本発明は、分離膜の劣化を防ぎ、水質の向上を図りつつ、省スペース化と低ランニングコストが図れる水処理システム及び水処理方法を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の水処理システムは、膜分離装置と、陰極室と陽極室との間に、一側のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜とで区画される空間にイオン交換体が充填されて形成され

10

20

30

40

50

た脱塩室と、前記カチオン交換膜又は前記アニオン交換膜を介して前記脱塩室の両側に設けられた濃縮室とが配置されている電気式脱イオン水製造装置と、前記膜分離装置に供給される被処理水に、前記電気式脱イオン水製造装置の前記陽極室を流通することなく前記陰極室を流通した陰極水の少なくとも一部を添加する陰極水添加手段と、を有することを特徴とする。さらに、被処理水を前記膜分離装置で処理して得られる透過水を、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通させる手段を有することが好ましい。前記膜分離装置は、逆浸透膜分離装置であることが好ましく、前記膜分離装置の前段には、酸化性物質除去装置を有してもよく、前記膜分離装置の前段には水素化触媒を有し、前記陰極水添加手段により陰極水が添加された被処理水を前記水素化触媒に接触させた後、前記膜分離装置に供給する手段を有することが好ましい。

10

【0009】

本発明の水処理方法は、被処理水を膜分離装置で処理して透過水を得る膜分離工程と、前記被処理水に、一側のカチオン交換膜と他側のアニオン交換膜とで区画される空間にイオン交換体が充填されて形成された脱塩室と、前記カチオン交換膜又は前記アニオン交換膜を介して前記脱塩室の両側に設けられた濃縮室とが配置されている電気式脱イオン水製造装置の前記陽極室を流通することなく前記陰極室を流通した陰極水を添加する陰極水添加工程と、を有することを特徴とする。前記膜分離工程で得られた透過水を前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通することが好ましく、前記電気式脱イオン水製造装置の陰極室には、比抵抗が $0.1\text{ M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上の水を流通することが好ましく、前記電気式脱イオン水製造装置の陰極室には、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室を通水して処理した水の一部を流通することが好ましい。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明の水処理システム及び水処理方法によれば、分離膜の劣化を防ぎ、水質の向上を図りつつ、省スペース化と低ランニングコストが図れる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第一の実施形態にかかる水処理システムを示す模式図である。

【図2】本発明の水処理システムに用いるEDIの断面図である。

【図3】本発明の第二の実施形態にかかる水処理システムを示す模式図である。

30

【図4】本発明の実施形態一例である陰極水の一部を透過水に添加する分岐配管を設けた水処理システムを示す模式図である。

【0012】

（第一の実施形態）

<水処理システム>

本発明の第一の実施形態について、図1を用いて説明する。図1は、本発明の第一の実施形態にかかる水処理システム8の模式図である。図1に示すように、水処理システム8は、酸化性物質除去装置10と膜分離装置20とEDI100とを有し、膜分離装置20で処理した透過水をEDI100に流通するものである。酸化性物質除去装置10の入口には図示されない被処理水供給源が接続されている。酸化性物質除去装置10の出口は、配管15により膜分離装置20と接続されている。膜分離装置20の出口（透過水側）は膜透過水流入ライン138でEDI100と接続され、EDI100の出口は、脱イオン水流出ライン139により、図示されないユースポイントと接続されている。EDI100には電極水流入ライン118と陰極水流出ライン119が接続されている。陰極水流出ライン119は配管30と接続され、配管30は、位置Pで配管15と接続されている。こうして、陰極水流出ライン119と配管30とで、陰極水添加手段が構成されている。

40

【0013】

「透過水を、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通させる手段」は、膜透過水流入ライン138である。

【0014】

50

〔酸化性物質除去装置〕

酸化性物質除去装置 10 は、被処理水 A に含まれている酸化性物質を還元し、あるいは、酸化性物質を分解して除去する装置であり、例えば、活性炭が充填された活性炭塔、還元剤を被処理水 A に添加する装置が挙げられる。中でも、還元剤の添加を必要としない、活性炭塔を用いることが好ましい。

【0015】

活性炭塔としては、例えば、石炭由来活性炭、ヤシガラ由来活性炭、液体系有機化合物由来活性炭、樹脂由来活性炭等を充填したものを挙げることができる。活性炭の形状は限定されず、粒状、球状、繊維状、フェルト状等を挙げることができる。

【0016】

還元剤を添加する装置としては、薬注ポンプ等を挙げることができる。添加する還元剤としては、亜硫酸水素ナトリウム等が挙げられる。

【0017】

〔膜分離装置〕

膜分離装置 20 は、被処理水を分離膜に接触させて、分離膜を透過しない成分を除去し、分離膜を透過した透過水を得る装置である。分離膜としては、例えば RO 膜、NF 膜、MF 膜、UF 膜等が挙げられる。中でも、RO 膜、NF 膜において、本発明の効果が顕著に見られる。

【0018】

分離膜の材質は特に限定されないが、天然高分子である酢酸セルロース系非対称膜、合成高分子系複合膜等が挙げられ、中でも合成高分子系複合膜において、本発明の効果が顕著に表れる。合成高分子系複合膜としては、スキン層の素材が、ポリアミド系、芳香族ポリアミド系素材を含んでいることが好ましい。中でも、芳香族ポリアミド系がより好ましく、架橋全芳香族ポリアミド系がさらに好ましい。かかる材質は、耐酸化性が低いため、本発明の効果が顕著に見られるためである。分離膜の形態は特に限定されず、例えばスパイラル型、平膜型、中空糸型を挙げることができる。

【0019】

〔EDI〕

EDI 100 は、電気泳動と電気透析とを組み合わせた脱イオン水製造装置であり、公知の装置を用いることができる。このような EDI としては、D2EDI 型電気再生式脱塩装置（オルガノ株式会社製）等が挙げられる。

【0020】

EDI 100 の一例について、図 2 を用いて説明する。図 2 は、EDI 100 の断面図である。EDI 100 は、陰極 112 を備える陰極室 110 と、陽極 142 を備える陽極室 140 との間に、複数の脱塩室 130 と、脱塩室 130 の両側に設けられた濃縮室 120 とが配置されたものである。

【0021】

陰極室 110 は、陰極 112 と枠体 114 と仕切り膜 116 とが、陰極 112 側から順に配置され、枠体 114 の開口部にイオン交換体が充填され、形成されている。陰極室 110 には、電極水流入ライン 118 と陰極水流出ライン 119 が接続されている。陽極室 140 は、仕切り膜 146 と枠体 144 と陽極 142 とが、陰極 112 側から順に配置され構成され、枠体 144 の開口部にイオン交換体が充填され、形成されている。陽極室 140 には、電極水流入ライン 148 と陽極水流出ライン 149 とが接続されている。

【0022】

脱塩室 130 は、カチオン交換膜 132 と枠体 134 とアニオン交換膜 136 とが、陰極 112 側から順に配置され、枠体 134 の開口部にイオン交換体が充填され、形成されている。脱塩室 130 には、膜透過水流入ライン 138 と脱イオン水流出ライン 139 とが接続されている。

【0023】

濃縮室 120 は、脱塩室 130 の両側に、カチオン交換膜 132 又はアニオン交換膜 1

10

20

30

40

50

36を介して枠体122が配置され、枠体122の開口部にイオン交換体が充填されて形成されている。濃縮室120には、濃縮水流入ライン128と濃縮水流出ライン129とが接続されている。

【0024】

陰極112は、陰極としての機能を発揮するものであれば特に限定されず、例えば、板状のステンレスや網状のステンレス、または、白金、パラジウム、イリジウム等の貴金属、あるいは前記貴金属をチタン等に被覆した網状あるいは板状の電極を挙げることができる。陽極142は、陽極として機能を発揮するものであれば特に限定されないが、電極水中に Cl^- が存在する場合には、陽極には塩素発生が起きるため、耐塩素性能を有するものが好ましい。例えば、白金、パラジウム、イリジウム等の貴金属、あるいは前記貴金属をチタン等に被覆した網状あるいは板状の電極を挙げることができる。

10

【0025】

仕切り膜116は特に限定されず、透過水の水質や、EDI100の運転条件等を考慮して、選択することができる。例えば、カチオン交換膜又はアニオン交換膜を選択することができる。仕切り膜146は、仕切り膜116と同様である。

【0026】

陰極室110に充填するイオン交換体は、イオン交換機能を有するものであればよい。中でも、最も汎用的であるイオン交換樹脂が好ましい。イオン交換樹脂としては、アニオン交換樹脂、カチオン交換樹脂が挙げられる。前記アニオン交換樹脂としては、強塩基性アニオン交換樹脂、弱塩基性アニオン交換樹脂が挙げられ、前記カチオン交換樹脂としては、強酸性カチオン交換樹脂、弱酸性カチオン交換樹脂が挙げられる。陰極室110に充填するイオン交換体は、EDI100で処理する水の水質や、脱イオン水に求める水質を考慮して選択することができ、例えば、充填形態は、アニオン交換体単床形態、カチオン交換体単床形態、又はアニオン交換体とカチオン交換体との混床形態のいずれも用いることができる。陽極室140に充填するイオン交換体は、陰極室110に充填するイオン交換体と同様に、透過水の水質や脱イオン水に求める水質を考慮して選択することができる。

20

【0027】

枠体114は、絶縁性を有し、透過水が漏洩しない素材であればよく、例えば、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ABS、ポリカーボネート、ノリル等の樹脂製の枠体を挙げることができる。枠体144は、枠体114と同様である。

30

【0028】

脱塩室130に充填するイオン交換体は、陰極室110に充填するイオン交換体と同様に、透過水の水質や脱イオン水に求める水質を考慮して選択することができる。枠体134は、枠体114と同様である。

【0029】

濃縮室120に充填するイオン交換体は、陰極室110に充填するイオン交換体と同様に、透過水の水質や脱イオン水に求める水質を考慮して選択することができる。枠体122は、枠体114と同様である。

【0030】

<水処理方法>

水処理システム8を用いた水処理方法について、酸化性物質除去装置10に活性炭塔を用いた場合を例にして説明する。

【0031】

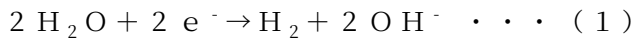
まず、EDI100の陰極112と陽極142との間に直流電圧を印加する。電極水流入ライン118から電極水を陰極室110に流通させ、電極水流入ライン148から電極水を陽極室140に流通させる。電極水が陰極室110を流通する間、陰極112の近傍にある水は、電極反応により下記(1)式に示すような水の電解反応が生じ、 H_2 と OH^- とが生成される。電極水は、生成した H_2 及び OH^- を取り込んで陰極水となり、陰極水流出ライン119へ排出される。こうして、陰極室110を流通した陰極水は、 OH^- を豊

40

50

富に含みアルカリ性に傾いた状態となる。加えて、電極水は酸化還元電位（ORP）がマイナス電位となる。一般的に、酸化性、還元性の指標として用いられるORPは、プラスの数値が大きいほど酸化力が強く、マイナスの数値が大きいほど還元力が強いことを示す。

【0032】



そして、陰極水流出ライン119から排出された陰極水は、配管30を經由して位置Pで被処理水に添加される（陰極水添加工程）。他方、陽極室140を流通した電極水は、陽極水となって、陽極水流出ライン149から排出される。

【0033】

被処理水Aを酸化性物質除去装置10である活性炭塔に通水する。この間、被処理水Aは、活性炭と接触しながら活性炭塔を流通し、被処理水A中の酸化性物質の一部が、分解される（活性炭処理）。

【0034】

次いで、活性炭処理された被処理水は、膜分離装置の前段の位置Pで、EDI100の陰極室110を流通した陰極水が添加される。被処理水は、陰極水に含まれる OH^- が添加されることで、アルカリ性に傾く。加えて、被処理水は、還元性の陰極水が添加されることで、ORPがマイナス側に傾く。

【0035】

陰極水が添加された被処理水は、膜分離装置20に流入する。膜分離装置20に流入した被処理水は、分離膜にてイオン成分等が除去され、分離膜を透過した透過水を得る（膜分離工程）。

【0036】

膜分離装置20で処理された透過水は、膜分離装置20の透過水側と接続された膜透過水流入ライン138を經由して、EDI100に流入する。ここで、陰極112と陽極142との間に直流電圧を印加した状態で、濃縮水流入ライン128から濃縮室120に、濃縮水を流す。脱塩室130に流入した透過水は、脱塩室130内のイオン交換体内を拡散しながら流通する。この間、透過水中のカチオン成分（ Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 等）は、陰極112側に引き寄せられ、カチオン交換膜132を透過して、濃縮室120に移動する。また、透過水中のアニオン成分（ Cl^- 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、 SiO_2 （シリカは、特別な形態をとることが多いため、一般のイオンとは異なった表示とする。以降において同じ。）等）は、陽極142側に引き寄せられ、アニオン交換膜136を透過して、濃縮室120に移動する。こうして、透過水は、カチオン成分とアニオン成分とが除去され、脱イオン水となる。そして脱イオン水は、脱イオン水流出ライン139を經由して、ユースポイントへ送られる。

【0037】

酸化性物質除去装置10に供給される被処理水Aは、工業用水、市水、地下水、河川水等、あるいはこれらの水を除濁したもの、さらに酸化剤等の酸化性物質を添加したもの等を挙げることができる。中でも、膜分離装置20の分離膜における生物汚染を防止するために、工業用水等を除濁処理し、酸化性物質を添加したものであることが好ましい。なお、添加する酸化性物質としては、例えば、次亜塩素酸ナトリウム等を挙げることができる。

【0038】

陰極水添加工程における、被処理水への陰極水の添加量は、被処理水の水質ならびに処理量、陰極水流出ライン119から流出する陰極水の水質を勘案して決定することができる。

【0039】

電極水流入ライン118から、陰極室110に流入させる電極水の水質は清浄なものであることが好ましく、例えば、比抵抗が $0.1\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上の水を用いることが好ましく、脱塩室130で処理した脱イオン水を用いることが好ましい。このような水を用いる

10

20

30

40

50

ことで、陰極 1 1 2 近傍で、水の電解反応を優先的に進行させることができる。なお、比抵抗は、比抵抗計（8 7 3 R S、F O X B O R O 社製）を用いて測定される値である。

【0 0 4 0】

陰極 1 1 2 と陽極 1 4 2 との間に印加する電流・電圧は、透過水の水質や通水量、脱イオン水に求める水質、脱塩室 1 3 0 に充填したイオン交換体の種類を勘案して決定することができる。

【0 0 4 1】

上述の通り、 H_2 を豊富に含み、O R P がマイナス電位側に傾いた陰極水が、膜分離装置の前段で被処理水に添加されることで、被処理水中の酸化性物質を還元して除去することができる。このため、膜分離装置に、分離膜の酸化劣化の原因となる酸化性物質が除去された被処理水を供給でき、分離膜の劣化を防ぐことができる。本実施形態では、過剰の還元剤を添加することなく、また、過大な活性炭塔の設置をすることなく、酸化性物質除去装置と併用することで、分離膜の劣化を防止し、分離膜の寿命を大幅に延ばすことができる。加えて、酸化性物質除去装置から漏洩した酸化性物質を除去することができ、設備投資及びランニングコストの低減が図れると共に、膜分離装置及び E D I への負荷を低減することができる。

【0 0 4 2】

ここで、酸化性物質除去装置に活性炭塔を用いた場合、水処理システムの長期の使用の間には、活性炭から微粉炭が発生する。この微粉炭（活性炭）は、細孔中に多量の酸素を保持（捕捉）している。保持されている酸素は、被処理水中に F e、M n、C u 等が含まれていると、これら金属の存在下で活性化し、酸化性物質として機能する可能性がある。このような、分離膜に付着した微粉炭に由来する酸化性物質についても、O R P がマイナス電位側に傾いた陰極水を添加することで、還元し除去できる。本発明は、還元剤等を添加することなく酸化性物質を除去することができるため、前述のような活性炭塔を有する水処理システムにおいて、特に有効に機能する。

【0 0 4 3】

一般的に、被処理水には、炭酸ガスが溶解し、炭酸の大部分は、分子状の溶存炭酸ガス（遊離二酸化炭素）として存在するため、膜分離装置の分離膜を透過してしまう。ここで、陰極水は、 OH^- を豊富に含み、アルカリ性となっている。このような陰極水が被処理水に添加されると、被処理水はアルカリ性側に傾く。被処理水がアルカリ性側に傾くと、被処理水中の炭酸ガスは、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} の形態をとる。この結果、膜分離装置として、例えば、R O 膜分離装置を用いた場合には、分子状の溶存炭酸ガスがイオン形となることで、膜分離装置での除去が可能となり、水質の向上を図ることができる。

【0 0 4 4】

上述のように、膜分離装置の前段で被処理水に陰極水を添加することで、分離膜の酸化劣化を防ぎ、分離膜の性能の安定化が図れる。さらに、炭酸ガス等の弱酸成分をイオン化して膜分離装置で除去できるため、イオン成分濃度を低減した水を E D I に供給することができる。この結果、E D I へのイオン負荷が軽減され、より高度に脱塩され、比抵抗の高い、良好な水質の脱イオン水を得ることができる。また、従来、利用されていなかった陰極水を再利用するため、脱イオン水の回収率が向上し、かつ、排水に伴う環境負荷を軽減できる。

【0 0 4 5】

（第二の実施形態）

<水処理システム>

本発明の第二の実施形態について、図 3 を用いて説明する。図 3 は、本発明の第二の実施形態にかかる水処理システム 2 0 0 の模式図である。水処理システム 2 0 0 は、酸化性物質除去装置 1 0 と水素化触媒装置 4 0 と膜分離装置 2 0 と E D I 1 0 0 とを有するものである。酸化性物質除去装置 1 0 の入口には図示されない被処理水供給源が接続されている。酸化性物質除去装置 1 0 の出口は、配管 4 2 により水素化触媒装置 4 0 と接続され、水素化触媒装置 4 0 の出口は、配管 4 5 により膜分離装置 2 0 と接続されている。膜分離

装置 20 の出口（透過水側）は膜透過水流入ライン 138 で E D I 100 と接続され、E D I 100 の出口は、脱イオン水流出ライン 139 により、図示されないユースポイントと接続されている。E D I 100 には電極水流入ライン 118 と陰極水流出ライン 119 が接続されている。陰極水流出ライン 119 は配管 30 と接続され、配管 30 は、位置 Q で配管 42 と接続されている。こうして、陰極水流出ライン 119 と配管 30 とで、陰極水添加手段が構成されている。

【0046】

「透過水を、前記電気式脱イオン水製造装置の脱塩室に流通させる手段」は、膜透過水流入ライン 138 である。

「陰極水添加手段により陰極水が添加された被処理水を水素化触媒装置に通水した後、膜分離装置に供給する手段」とは、配管 42、45、水素化触媒装置 40 とで構成されている。

【0047】

〔水素化触媒装置〕

水素化触媒装置 40 は、水素化触媒が充填された反応層を有するものである。反応層に充填する水素化触媒の形状は特に限定されず、例えば、粉末状、粒状、ペレット状等の形状を挙げることができる。

【0048】

水素化触媒は、被処理水中の酸化性物質に、水素を付加して還元する水素化還元反応を行うものであり、酸化性物質の種類に応じて選択することができる。水素化触媒としては、例えば、金属をイオン交換樹脂やアルミナ、活性炭、ゼオライト等の担体に担持させたものを使用することができる。金属としては、例えば、遷移金属が好ましく、中でもパラジウム、白金等の白金族金属がより好ましい。

【0049】

＜水処理方法＞

水処理システム 200 を用いた水処理方法について、酸化性物質除去装置 10 に活性炭塔を用いた場合を例にして説明する。

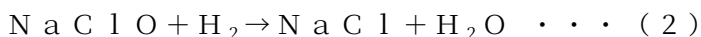
【0050】

被処理水 A は、酸化性物質除去装置 10 に供給され、活性炭処理された後、陰極水が添加される。被処理水は、陰極水に含まれる OH^- が添加されることで、アルカリ性に傾く。加えて、被処理水は、陰極水が添加され、O R P がマイナス側に傾き、被処理水中の酸化性物質の一部が還元され除去される。

【0051】

陰極水が添加された被処理水は、水素化触媒装置 40 に供給される。水素化触媒装置 40 に供給された被処理水は、反応層内を流通する。反応層では、被処理水が、該反応層に充填された水素化触媒に接触しながら流通する。この間、例えば、酸化性物質である次亜塩素酸ナトリウムは、水素触媒の存在下で、下記（2）式で表される反応を生じ、還元される。

【0052】



また、例えば、過酸化水素は、水素化触媒の存在下で、下記（3）式に表される反応を生じ、水を生成する（以上、触媒反応工程）。

【0053】



上述のような触媒反応により、酸化性物質が除去された被処理水は、その後、膜分離装置 20 に流入する。膜分離装置 20 に流入した被処理水は、分離膜に接触し、主に塩類や低分子成分が除去され、透過水となる。膜分離装置 20 で処理された透過水は、膜分離装置 20 の透過水側と接続された膜透過水流入ライン 138 を経由して、E D I 100 の脱塩室 130 に流入する。そして、脱塩室 130 を流通する間に、透過水中に残存するカチオン成分とアニオン成分とが除去されて、脱イオン水となって、ユースポイントへ送られ

10

20

30

40

50

る。

【0054】

水素化触媒装置40では、触媒反応工程が行われる。水素化触媒装置40の反応層での被処理水の滞留時間は、触媒の種類、担持量等の触媒条件、被処理水中の酸化性物質濃度を勘案して決定することができる。また、触媒反応工程における被処理水の温度は特に限定されないが、10～50℃の範囲で決定することが好ましい。上記温度範囲内であれば、効率的に触媒反応を行うことができるためである。

【0055】

上述の通り、陰極水を被処理水に添加することで、被処理水は H_2 を含むこととなる。そして、水素化触媒の存在下で、被処理水の水素化還元反応により、酸化性物質の除去を促進することができる。

10

【0056】

本発明は、上述の実施形態に限られるものではない。第一、第二の実施形態では、水処理システムは膜分離装置の前段に酸化性物質除去装置を有しているが、本発明はこれに限られず、水処理システムは、酸化性物質除去装置を有していなくてもよい。膜分離装置に供給される被処理水の酸化性物質の濃度が低い場合等、添加する陰極水のみで被処理水中の酸化性物質の除去が行えれば、酸化性物質除去装置による酸化性物質の除去が不要なためである。そして、酸化性物質除去装置の設置スペースの確保を不要とし、かつ、水処理システムの設備投資、ランニングコストを低減することができる。

20

【0057】

第一、第二の実施形態では、酸化性物質除去装置の後段で、かつ、膜分離装置の前段で、陰極水を被処理水に添加している。しかし、陰極水の被処理水への添加位置は、酸化性物質除去装置の前段であってもよい。また、第一の実施形態においては、陰極水の被処理水への添加位置は、膜分離装置内の分離膜の入口であってもよい。

【0058】

第一、第二の実施形態では、平板型EDIを使用しているが、本発明を構成するEDIはこれに限られず、スパイラル型EDIを用いてもよい。

【0059】

第一、第二の実施形態において、EDIには複数の脱塩室が配置されているが、脱塩室の数は1つであってもよい。脱塩室の数は、透過水の量と水質を勘案して決定することができる。

30

【0060】

第一、第二の実施形態において、EDIの陰極室にはイオン交換体が充填されているが、本発明を構成するEDIはこれに限られず、陰極室にはイオン交換体を充填せずに、メッシュを配置してもよい。EDI全体の電気抵抗を低減する観点からは、イオン交換体が充填されていることが好ましい。

【0061】

第一、第二の実施形態では、被処理水を酸化性物質除去装置で処理した後、膜分離装置で処理し、さらにEDIで処理しているが、本発明の水処理方法はこの流通順序に限られない。例えば、膜分離装置とEDIとが並列に配置され、それぞれが別途に被処理水を処理するものであってもよい。ただし、EDIは高濃度の原水負荷により、スケール生成の可能性があるので、膜分離装置で処理した後に、EDIで処理することが好ましい。

40

【0062】

また、第一、第二の実施形態では、EDIから発生する陰極水の全量を膜分離装置の被処理水に添加しているが、EDIの陰極水の一部を膜分離装置の透過水に添加するものであってもよい。このような水処理システムとしては、例えば、図4の水処理システム300が挙げられる。水処理システム300は、図1の水処理システム8に分岐配管310を設け、EDI100の陰極水の一部を被処理水に添加し、陰極水の他の一部を膜分離装置20の透過水に添加する水処理システムである。図4に示すように、水処理システム300は、酸化性物質除去装置10と膜分離装置20とEDI100とを有し、膜分離装置2

50

0で処理した透過水をEDI100の脱塩室に流通させるものである。酸化性物質除去装置10の出口は、配管15により膜分離装置20と接続されている。膜分離装置20の出口（透過水側）は膜透過水流入ライン138でEDI100と接続され、EDI100の出口は、脱イオン水流出ライン139により、図示されないユースポイントと接続されている。EDI100には電極水流入ライン118と陰極水流出ライン119が接続されている。陰極水流出ライン119は配管30と接続され、配管30は、位置Pで配管15と接続されている。配管30は分岐配管310を有し、分岐配管310は、位置Rで膜透過水流入ライン138と接続されている。

【0063】

かかる分岐配管310を設けることで、被処理水中の酸化性物質の還元に必要な陰極水を被処理水に適量添加することができる。この結果、被処理水中の酸化性物質の還元に余剰となる陰極水を膜分離装置20の透過水に添加し、EDI100に供給される前記透過水をアルカリ性に傾け、炭酸等の弱酸成分をイオン化して、EDIで効率的に除去することができる。さらに、陰極水の一部をEDIに供給される透過水に添加することで、脱イオン水の回収率を上げることができる。

【0064】

第一、第二の実施形態の装置構成に加え、非再生型のイオン交換装置、膜脱気装置、脱炭酸塔等を適宜組み合わせてもよい。なお、酸化性物質除去装置として、活性炭塔を用いる場合には、活性炭塔の後段で膜分離装置の前段の位置に、水処理システムの運用に支障のない範囲で、微粒子除去を目的とするフィルタを設置することが好ましい。

【実施例】

【0065】

以下、本発明について実施例を挙げて具体的に説明するが、実施例に限定されるものではない。

【0066】

（測定方法）

＜酸化還元電位（ORP）＞

ORPは、pHメーター（HM-20J、東亜ディケーケー株式会社製）を用いて測定した。

【0067】

＜pH＞

pHは、pHメーター（HM-20J、東亜ディケーケー株式会社製）を用いて測定した。

【0068】

＜全炭酸濃度＞

全炭酸濃度は湿式紫外線酸化TOC分析計（900型、SIEVERS社製）を用いて測定した。

【0069】

＜導電率＞

導電率は、導電率計（873CC、FOXBORO社製）を用いて測定した。不純物を全く含んでいない水の場合、25℃の水における導電率の理論値は0.055μS/cmである。導電率が低いほど、清浄な水であると言える。被処理水と透過水の水質評価は、導電率をもって行った。

【0070】

（実施例1）

図1に示す水処理システム8と同様の水処理システムを用いて、水処理を行った。本実施例に用いた水処理システムの仕様は次の通りである。

【0071】

＜水処理システム仕様＞

酸化性物質除去装置：活性炭塔（活性炭：ダイアホープ、三菱カルゴン株式会社製）

10

20

30

40

50

膜分離装置：RO膜分離装置（超低压型RO膜：ES10、日東電工株式会社製）

E D I：E D I（D2E D I、オルガノ株式会社製）

上述の水処理システムでは、活性炭塔の入口で塩素濃度1mgCl/Lとした被処理水を活性炭塔の充填層に通水した後、RO膜分離装置に通水した。その後、RO膜分離装置に通水して得られた透過水をE D Iの脱塩室に流通して水処理を行った。水処理における条件を下記に示す。

【0072】

＜水処理条件＞

被処理水：塩素濃度；1mgCl/L

被処理水の活性炭塔への供給量：130L/h

E D I脱塩室流量：100L/h

E D I濃縮室流量：30L/h

E D I陰極室流量：5L/h

E D I印加電流：2A

活性炭塔通水後の被処理水への陰極水の添加量：5L/h

そして、活性炭塔出口、陰極水添加後、RO膜分離装置出口の各地点で採水し、ORP、pH、全炭酸濃度、導電率を測定した。その結果を表1に示す。被処理水中の塩素濃度は、DPD法（上水試験方法 2001年版 17.3 ジエチルーP-フェニレンジアミン（DPD）による吸光光度法）により測定した値である。なお、全炭酸濃度については、膜分離装置での除去精度の評価を目的とするため、活性炭塔入口で採取した被処理水の原水と、RO膜分離装置出口で採取した透過水について測定した。また、陰極水添加による被処理水中のイオン成分の除去効果等による導電率への影響が少ないため、陰極水添加後の導電率測定は行わなかった。

【0073】

（比較例1）

E D Iの陰極水を被処理水に添加しない他は、実施例1と同様にして水処理を行った。そして、活性炭塔出口、RO膜分離装置出口の各地点で採水し、ORP、pH、全炭酸濃度、導電率を測定した。その結果を表1に示す。なお、全炭酸濃度については、膜分離装置での除去精度の評価を目的とするため、活性炭塔入口で採取した被処理水の原水と、RO膜分離装置出口で採取した透過水について測定した。

【0074】

10

20

30

【表 1】

採水箇所	項目	実施例 1	比較例 1
活性炭塔入口	ORP (mV)	691	691
	pH	6.9	6.9
	全炭酸濃度 (mgCO ₂ /L)	61	61
	導電率 (μS/cm)	298	298
活性炭塔出口	ORP (mV)	302	302
	pH	7.1	7.1
	全炭酸濃度 (mgCO ₂ /L)	—	—
	導電率 (μS/cm)	268	268
陰極水添加後	ORP (mV)	-22	—
	pH	8.9	—
	全炭酸濃度 (mgCO ₂ /L)	—	—
	導電率 (μS/cm)	—	—
RO分離膜装置出口	ORP (mV)	110	320
	pH	7.0	6.0
	全炭酸濃度 (mgCO ₂ /L)	2.5	15.0
	導電率 (μS/cm)	5.4	9.2
陰極水添加工程		有	無

【0075】

表1の実施例1の結果の通り、被処理水は、活性炭塔で処理されることでORPが低下し、さらに陰極水が添加されることで、ORPがマイナス電位を示し、還元側に移行していることが判る。このことから、RO膜分離装置に通水する被処理水は、還元性の水であると判断でき、RO膜の酸化劣化を防止できることが判った。さらに、陰極水添加後の被処理水は、pH 8.9となり、陰極水の添加によりRO膜分離装置に通水する被処理水をアルカリ性側に傾けられることが判った。そして、実施例1におけるRO膜分離装置出口の全炭酸濃度は2.5 mg CO₂/Lであり、除去率は96%であった。一方、比較例1におけるRO膜分離装置出口の全炭酸濃度は15 mg CO₂/Lであり、除去率は75%であった。この結果から、陰極水をRO膜分離装置の前段で被処理水に添加することで、アルカリ性下においてイオン解離する炭酸の排除率を向上できることが判った。加えて、炭酸の排除率が向上したことに伴い、実施例1では、RO膜分離装置出口の水の導電率は5.4 μS/cmとなり、比較例1よりも3.8 μS/cmの水質向上が図れていた。このことから、水処理システムに陰極水添加手段を設けることで、導電率の低いRO膜透過水をEDIに供給でき、EDIへのイオン負荷を下げられ、より比抵抗の高い水を得ることが可能となる。

【符号の説明】

【0076】

8、200、300 水処理システム

10 酸化性物質除去装置

20 膜分離装置

30、45 配管

40 水素化触媒装置

100 電気式脱イオン水製造装置

110 陰極室

112 陰極

119 陰極水流出ライン

120 濃縮室

130 脱塩室

(51) Int.Cl.

テーマコード (参考)

B 0 1 D	61/58	
C 0 2 F	9/00	5 0 2 F
C 0 2 F	9/00	5 0 2 J
C 0 2 F	9/00	5 0 2 Z
C 0 2 F	9/00	5 0 3 A
C 0 2 F	9/00	5 0 4 B
C 0 2 F	9/00	5 0 4 D
C 0 2 F	9/00	5 0 4 E

F ターム(参考)	4D006	GA03 JA43A KD02 MC56	GA06 JA44A KD30 PA01	GA07 KA02 MA01 PB02	GA17 KA03 MA03 PB04	HA01 KA16 MA13 PB05	HA41 KA55 MA14 PB06	HA61 KA64 MB02 PB64	JA30C KA72 MB07 PC80	JA41A KB30 MC18	JA42A KC13 MC54
	4D050	AA01 CA20	AA02	AA04	AB33	AB45	BA06	BA14	BC06	CA09	CA10
	4D061	DA01 EB17 GA21	DA02 EB19	DA03 EB28	DB13 EB30	EA09 EB35	EA10 EB37	EB01 FA06	EB04 FA08	EB13 FA09	EB16 FA17