(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5199050号
(P5199050)
(45)発行日　平成25年5月15日(2013.5.15)　(24)登録日　平成25年2月15日(2013.2.15)

(51)Int.Cl.　F I
C02F 1/463 (2006.01)　C02F 1/46 102
C02F 1/465 (2006.01)

請求項の数 6　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2008-316817(P2008-316817)
(22)出願日　平成20年12月12日(2008.12.12)
(65)公開番号　特開2010-137177(P2010-137177A)
(43)公開日　平成22年6月24日(2010.6.24)
審査請求日　平成23年11月2日(2011.11.2)

(73)特許権者　000169499
高砂熱学工業株式会社
東京都千代田区神田駿河台４丁目２番地５
(74)代理人　100100549
弁理士　川口　嘉之
(74)代理人　100090516
弁理士　松倉　秀実
(74)代理人　100089244
弁理士　遠山　勉
(74)代理人　100123098
弁理士　今堀　克彦
(72)発明者　稲葉　仁
東京都千代田区神田駿河台４丁目２番地５
高砂熱学工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】水処理装置および水処理方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
所定の除去対象物を含む処理原水に対して電気分解処理を行い、該除去対象物を凝集させるための第一の反応を進行させる電気分解手段と、
前記電気分解手段によって生成された電気分解処理水に含まれる前記除去対象物の凝集物を沈殿させる沈殿手段と、
前記沈殿手段によって沈殿された沈殿物の少なくとも一部を、前記電気分解手段によって生成された前記電気分解処理水に混合させる混合手段と、を備え、
前記混合手段は、前記第一の反応を進行させる電気分解処理が行われた後の前記電気分解処理水に、前記沈殿物の少なくとも一部を混合させることで、該電気分解処理水内の前記凝集物を更に凝集させるための第二の反応を進行させる、
水処理装置。
【請求項２】
前記電気分解手段は、電気分解反応槽に導入された前記処理原水に対して電気分解処理を行い、
前記沈殿手段は、前記電気分解反応槽から送られた前記電気分解処理水を沈殿槽において滞留させることで該凝集物を沈殿させ、
前記混合手段は、前記電気分解処理水が前記電気分解反応槽から前記沈殿槽に送られる経路に設けられた混合反応槽に対して、前記沈殿槽内に沈殿した沈殿物の少なくとも一部を送ることで、前記沈殿物を前記沈殿槽に送られる前の前記電気分解処理水に混合させ、

前記混合反応槽において前記沈殿物と前記電気分解処理水との混合を促進する攪拌手段を更に備える、
請求項１に記載の水処理装置。
【請求項３】
前記電気分解手段は、電気分解反応槽に導入された前記処理原水に対して電気分解処理を行い、
前記沈殿手段は、前記電気分解反応槽から送られた前記電気分解処理水を沈殿槽において滞留させることで該凝集物を沈殿させ、
前記混合手段は、前記電気分解処理水が前記電気分解反応槽から前記沈殿槽に送られる経路に設けられた、蛇行した形状または前記第二の反応のための時間を確保可能な長さを有する配管に対して、前記沈殿槽内に沈殿した沈殿物の少なくとも一部を送ることで、前記沈殿槽に送られる前の前記電気分解処理水と前記沈殿物とを混合させる、
請求項１に記載の水処理装置。
【請求項４】
前記除去対象物は、前記処理原水に溶解した溶解性シリカである、
請求項１から３の何れか一項に記載の水処理装置。
【請求項５】
前記電気分解手段は、前記処理原水に対して、アルミニウム板を正電極として用いる電気分解処理を行う、
請求項１から４の何れか一項に記載の水処理装置。
【請求項６】
所定の除去対象物を含む処理原水に対して電気分解処理を行い、該除去対象物を凝集させるための第一の反応を進行させる電気分解ステップと、
前記電気分解ステップで生成された電気分解処理水に含まれる前記除去対象物の凝集物を沈殿させる沈殿ステップと、
前記沈殿ステップで沈殿された沈殿物の少なくとも一部を、前記電気分解ステップで生成された前記電気分解処理水に混合させる混合ステップと、が実行され、
前記混合ステップでは、前記第一の反応を進行させる電気分解処理が行われた後の前記電気分解処理水に、前記沈殿物の少なくとも一部が混合されることで、該電気分解処理水内の前記凝集物を更に凝集させるための第二の反応が進行する、
水処理方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、処理原水から何らかの除去対象物を除去するための水処理装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来、被処理水内に溶出させた金属イオンと不純物とを反応させることにより、不純物を凝集させる技術がある（特許文献１を参照）。その他、溶出させた鉄イオンまたはアルミニウムイオンを生物膜濾過槽へ供給する汚水処理技術等がある（特許文献２から７を参照）。
【特許文献１】特開２００６－１２２８４０号公報
【特許文献２】特許３９４８７７９号公報
【特許文献３】特開２００６－１１０４８２号公報
【特許文献４】特開２００８－１９４６３１号公報
【特許文献５】特開２００７－２０３２３３号公報
【特許文献６】特開２００５－２４６３２８号公報
【特許文献７】特開２００７－２３７０２７号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】

【０００３】
接水表面にスケールを生成させたり、蒸発残渣物として蓄積したりする主成分の一つとして、水に溶解している溶解性シリカがある。スケール生成は、例えば配管の閉塞や熱交換器の熱交換効率の低下を招く。また、残渣物蓄積は、加湿装置やボイラ蒸気発生装置において性能低下および保守メンテナンスの大幅な増加を招く。このため、従来、シリカ除去技術として、逆浸透膜による除去（以下、逆浸透膜法）や、イオン交換樹脂による除去（以下、イオン交換膜法）、凝集剤添加による凝集沈殿分離（以下、凝集剤添加法）、電気分解による凝集沈殿分離（以下、電気分解法）、等が提案されている。
【０００４】
ここで、逆浸透膜法を採用した場合、シリカは膜の目詰まり原因物質の最たるものでもあり、膜寿命を大幅に短縮させるため、運転コストが膨大になる。そのため、逆浸透膜法は、純水プラントの原水としてシリカ濃度の高い原水を処理するには適さない。また、イオン交換膜法を採用した場合、技術的には確実にシリカを吸着除去できるが、運転コストが逆浸透膜法以上に高くなる。シリカ除去量によるが、一般的な地下水（シリカ濃度５０～１００ｐｐｍ）の処理を仮定すると、１ｔ当たり数千円以上の処理コストとなり、超純水よりも遙かに高い精製コストが発生するため、実用は困難である。また、凝集剤添加法は、地下水や水道水レベルの濃度のシリカ除去に用いるには非常に効率が悪いことが実証されており、凝集剤添加法は実用に適さない。
【０００５】
電気分解法では、電気分解により凝集作用に有効な例えばアルミニウムイオンなどの金属イオンを電極から溶出させることで、弱酸性の負電荷を持つシリカイオンとの反応効率を向上させる。更に、電気分解法では、負電極からの水素ガスの発生で処理水中の水酸化物イオン量を増加させる効果により、水酸化アルミニウムによる、コロイド物質の吸着が促進される。
【０００６】
図６および図７は、電気分解法によって除去対象物質の除去を行う従来の装置の構成を示す図である。図６に示す装置は、処理の対象となる水の流れにおいて、上流から順に、処理原水に対して電気分解処理が行われる電気分解反応槽と、凝集物の沈殿による除去対象物の分離・除去が行われる沈殿槽と、を有する。また、図７に示す装置は、図６と同様の電気分解反応槽および沈殿槽に加えて、電気分解反応槽で生成された凝集物と除去対象物の接触反応を促進させ、凝集物を更に大きなフロックに成長させることで、沈殿槽における凝集物の沈降時間を短縮化させるための緩速攪拌槽を有する。
【０００７】
比較的低コストでのシリカ除去が可能な電気分解法は、実用化可能性の高い技術である。しかし、性能面、コスト面、装置サイズ面で決して十分ではなく、更なる高性能化、低コスト化、コンパクト化の達成が必須である。性能と、コストおよび装置サイズと、の関係はトレードオフの関係にある。例えば、除去性能を向上させるには、より多くの金属イオンを溶出させかつ反応時間を長くすることで達成できるが、溶出量の増加は金属電極の交換頻度を上昇させランニングコストが大幅に上がってしまう。本方式でのランニングコストに占める金属電極の交換費用は５０％以上であり、電極の消費増加は望ましくない。また、反応時間を長くするためには、電気分解反応槽を大型化する必要があり、装置コストの増大および設置スペースの拡大を招く。反対に、装置サイズのコンパクト化および低コスト化は、除去性能を犠牲にする。
【０００８】
本発明は、上記した問題に鑑み、コストの増大や装置サイズの拡大を招かずに、水処理装置による除去対象物の除去性能を向上させることを課題とする。
【課題を解決するための手段】
【０００９】
本発明は、上記した課題を解決するために、電気分解処理が行われることで生成された電気分解処理水内の凝集物が沈殿した沈殿物を、沈殿処理前の電気分解処理水に混合させ

ることで、コストの増大や装置サイズの拡大を招かずに、水処理装置による除去対象物の除去性能を向上させることを可能にした。

【００１０】

詳細には、本発明は、所定の除去対象物を含む処理原水に対して電気分解処理を行う電気分解手段と、前記電気分解手段によって生成された電気分解処理水に含まれる前記除去対象物の凝集物を沈殿させる沈殿手段と、前記沈殿手段によって沈殿された沈殿物の少なくとも一部を、前記電気分解手段によって生成された前記電気分解処理水に混合させる混合手段と、を備える水処理装置である。

【００１１】

本発明に係る水処理装置は、処理の対象となる原水から、所定の除去対象物を除去するための装置である。即ち、電気分解処理の対象となる処理原水は、除去対象物を含む原水であり、除去対象物としては、例えば、処理原水に溶解した溶解性シリカが挙げられる。但し、除去対象物は溶解性シリカに限られず、本発明に係る水処理装置では、除去対象物として、シリカ、鉄、Ｍｎ（マンガン）、Ｆ（フッ素）、ＳＳ（Ｓｕｓｐｅｎｄｅｄ Ｓｏｌｉｄｓ、浮遊物質）等、広範囲の物質を除去することが可能であり、除去対象物は特定の一物質に限定されるものではない。

【００１２】

また、電気分解手段による電気分解処理は、処理原水に外部から電気エネルギーを与えることで電気分解反応を起こさせ、除去対象物を凝集させて分離する処理である。例えば、アルミニウムイオンなどの金属イオンを電極から溶出させることで、弱酸性の負電荷を持つシリカイオンとの反応効率を向上させることが出来る。このため、電気分解処理が行われることで生成された電気分解処理水には、除去対象物の凝集物が含まれる。なお、アルミニウムイオンを溶出させるために、前記電気分解手段は、前記処理原水に対して、アルミニウム板を正電極として用いる電気分解処理を行ってもよい。

【００１３】

ここで、沈殿手段によって凝集物が沈殿されることによって、電気分解処理水から除去対象物が除去されるが、本発明では、沈殿した沈殿物にまだ除去対象物を取り込む能力が残存していることに着目し、高濃度の凝集物である沈殿物の少なくとも一部を、電気分解処理水に混合させることによって、沈殿物と電気分解処理水内に残存する除去対象物との間で第二の反応を促進させ、除去対象物の凝集を促進させる。また、これと同時に、除去対象物を凝集物に最大限に取り込むことで、凝集物の沈降性の向上、更には余剰汚泥の脱水性能の向上といった効果を得ることが可能である。

【００１４】

このようにすることで、本発明に係る水処理装置は、従来と同量の電極消費および装置サイズであっても、従来以上の除去性能を得ることを可能としている。即ち、本発明によれば、電極の消費や電気分解反応槽の大型化を抑えつつ、水処理装置による除去対象物の除去性能を向上させることが出来る。また、上記の通り余剰汚泥の脱水性能が向上することで、脱水汚泥量を削減することが出来る。

【００１５】

また、前記電気分解手段は、電気分解反応槽に導入された前記処理原水に対して電気分解処理を行い、前記沈殿手段は、前記電気分解反応槽から送られた前記電気分解処理水を沈殿槽において滞留させることで該凝集物を沈殿させ、前記混合手段は、前記沈殿槽内に沈殿した沈殿物の少なくとも一部を、前記該沈殿槽に送られる前の前記電気分解処理水に混合させてもよい。

【００１６】

ここで、電気分解反応槽は、処理原水が導入される槽であり、沈殿槽は、電気分解反応槽において電気反応処理が行われた電気分解処理水が送られる槽である。即ち、水処理装置では、処理される水の流れの上流側に電気分解反応槽が、下流側に沈殿槽が設けられる。本発明では、沈殿槽において沈殿した沈殿物の少なくとも一部を、沈殿槽に送られる前の電気分解処理水に混合させること、換言すると、沈殿物をより上流側へ返送することで

、電気分解処理水に沈殿物を混合させ、除去対象物の凝集を促進させることとしている。
【００１７】
また、前記混合手段は、前記電気分解処理水が前記電気分解反応槽から前記沈殿槽に送られる経路に設けられた混合反応槽に対して、前記沈殿槽内に沈殿した沈殿物の少なくとも一部を送ることで、前記沈殿物を前記電気分解処理水に混合させ、本発明に係る水処理装置は、前記混合反応槽において前記沈殿物と前記電気分解処理水との混合を促進する攪拌手段を更に備えてもよい。
【００１８】
また、前記混合手段は、前記電気分解処理水が前記電気分解反応槽から前記沈殿槽に送られる経路に設けられた配管に対して、前記沈殿槽内に沈殿した沈殿物の少なくとも一部を送ることで、前記電気分解処理水と前記沈殿物とを混合させてもよい。
【００１９】
即ち、本発明では、電気分解反応槽および沈殿槽の他に、電気分解反応槽から送られた電気分解処理水と沈殿槽から送られた沈殿物とを混合させるための混合反応槽、または配管を更に設けることで、沈殿物を用いた除去対象物の凝集を促進させることとしている。また、混合のための配管の形状は、混合を促進させるために適した形状、例えば、直線ではなく蛇行した形状を有してもよい。
【００２０】
また、混合のために沈殿槽から送られる沈殿物は、沈殿槽内の電気分解処理水と共に送られ、この沈殿槽から混合のために送られる汚泥（沈殿物を含む電気分解処理水）の量は、電気分解反応槽から混合のために送られる電気分解処理水の量に対して、５～５０％であってもよい。
【００２１】
また、本発明は、水処理方法の発明としても把握することが可能である。例えば、本発明は、所定の除去対象物を含む処理原水に対して電気分解処理を行う電気分解ステップと、前記電気分解ステップで生成された電気分解処理水に含まれる前記除去対象物の凝集物を沈殿させる沈殿ステップと、前記沈殿ステップで沈殿された沈殿物の少なくとも一部を、前記電気分解ステップで生成された前記電気分解処理水に混合させる混合ステップと、が実行される水処理方法である。
【発明の効果】
【００２２】
本発明によって、コストの増大や装置サイズの拡大を招かずに、水処理装置による除去対象物の除去性能を向上させることが可能となる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００２３】
本発明に係る水処理装置の実施の形態について、図面に基づいて説明する。
【００２４】
＜第一の実施形態＞
図１は、第一の実施形態に係る水処理装置１の構成を示す概略図である。水処理装置１は、処理の対象となる水の流れにおいて、上流から順に電気分解反応槽１２、混合反応槽１４、および沈殿槽１６を有する。また、電気分解反応槽１２には、処理原水（被処理水）の導入のための配管１１が接続されており、電気分解反応槽１２と混合反応槽１４とは配管１３で接続されており、混合反応槽１４と沈殿槽１６とは配管１５で接続されており、沈殿槽１６には、除去対象物の除去処理が施された処理水を外部に送出するための配管１７が接続されている。
【００２５】
更に、沈殿槽１６には、沈殿槽１６の下部に沈殿した沈殿物２２を沈殿槽１６内の水と共に送り出すための配管およびポンプ２３が接続されており、沈殿槽１６から送り出された沈殿物を含む水は、配管１８を通って混合反応槽１４または外部へ送られる。以下、本実施形態において、沈殿槽１６から送り出される、沈殿物を含む水を、汚泥と称する。こ

こで、汚泥の送出先は、弁２４および弁２５が制御されることで制御される。具体的には、弁２４が開弁している状態では、汚泥は混合反応槽１４へ送出され、弁２５が開弁している状態では、汚泥は外部へ送出される。

【００２６】

電気分解反応槽１２は、配管１１を介して処理の対象となる処理原水が導入され、処理原水に対して電気分解処理が行われる槽である。本実施形態に係る電気分解処理では、電気分解反応槽１２に設けられたアルミニウム電極（アルミニウム板を用いた正電極。図示は省略する）から電気分解反応槽１２内の水にアルミニウムイオンを溶出させることで、弱酸性の負電荷を持つシリカイオンとの反応を促進させる。また、電気分解法では、負電極からの水素ガスの発生で処理水中の水酸化物イオン量を増加させる効果により、水酸化アルミニウムによるコロイド物質の吸着が促進される。このような電気分解処理により、電気分解反応槽１２において、凝集物が生成される。電気分解反応槽１２において電気分解処理が施された、凝集物を含む水（以下、電気分解処理水と称する）は、配管１３を経て混合反応槽１４へ送られる。

【００２７】

混合反応槽１４は、電気分解反応槽１２から配管１３を介して送られた電気分解処理水と、沈殿槽１６から配管１８を介して返送された汚泥（沈殿物を含む電気分解処理水）とを混合させることで、電気分解処理水内の凝集物と、除去されずに残存しているシリカイオンやコロイダルシリカとの更なる反応を促進させるための槽である。なお、電気分解反応槽１２において進行する反応を第一の反応とした場合、混合反応槽１４において進行する反応は、第二の反応である。また、本実施形態では、電気分解反応槽１２から送られた電気分解処理水と沈殿槽１６から送られた汚泥との混合を促進するために、攪拌装置２１による攪拌を行う。混合反応槽１４において混合されることで残存する除去対象物についての凝集が進行し、電気分解反応槽１２から送出された時点よりも更に多くの凝集物を含むこととなった電気分解処理水は、配管１５を経て沈殿槽１６へ送られる。

【００２８】

沈殿槽１６は、混合反応槽１４から送出された電気分解処理水が導入され、この電気分解処理水からの凝集物の分離が行われる槽である。本実施形態では、混合反応槽１４から送出された電気分解処理水が、沈殿槽１６内で所定時間滞留することで、凝集物の沈殿による除去対象物の分離・除去が行われる。沈殿した凝集物は、沈殿槽１６の下部に溜まることで汚泥となる。なお、混合反応槽１４における第二の反応により、除去対象物の除去性能向上に加えて、汚泥の沈降性が改善される。このため、汚泥の返送率にもよるが、例えば返送率５～３０％の範囲では汚泥の返送を行わない場合に比べて沈殿槽１６の水量が５～３０％増量することとなり、一見、沈殿槽１６の大型化が必要にも思われる。しかし、凝集物の沈降性が向上することによって沈殿に必要な時間が短くなるため、実際には、従来と同等またはよりコンパクトな沈殿槽１６を採用することが可能となる。この汚泥は、少なくともその一部がポンプ２３および配管１８を介して混合反応槽１４へ返送されることで、上述した、電気分解反応槽１２から送られた電気分解処理水との混合による第二の反応に用いられる。この場合、弁２４を開弁した状態でポンプ２３を駆動することで、汚泥を返送することが出来る。また、汚泥が所定量以上沈殿した場合には、弁２５を開弁した状態でポンプ２３を駆動することで、汚泥を外部へ排出することが出来る。

【００２９】

電気分解処理水が沈殿槽１６内に所定時間滞留すると、凝集物は沈殿槽１６の下部へ沈殿し、沈殿槽１６の上部には、除去対象物（本実施形態では、シリカ等）が除去された処理水が残る。除去対象物が除去された処理水は、配管１７を介して外部に送出され、様々な目的に用いることが可能である。

【００３０】

＜第二の実施形態＞

図２は、第二の実施形態に係る水処理装置１ｂの構成を示す概略図である。水処理装置１ｂは、処理の対象となる水の流れにおいて、上流から順に電気分解反応槽１２、混合反

応管１９、および沈殿槽１６を有する。本実施形態に係る水処理装置１ｂは、混合反応槽１４に代えて混合反応管１９を採用している点を除いて、図１を用いて示した第一の実施形態に係る水処理装置１と概略同様である。

【００３１】

混合反応管１９は、電気分解反応槽１２から配管１３を介して送られた電気分解処理水と、沈殿槽１６から配管１８を介して返送された汚泥とを混合させることで、電気分解処理水内の凝集物と、除去されずに残存している除去対象物（シリカイオンやコロイダルシリカ等）との更なる反応を促進させるための配管である。本実施形態では、電気分解反応槽１２から送られた電気分解処理水と沈殿槽１６から送られた汚泥との混合を促進し、また、反応に十分な時間を確保するために、混合反応管１９として、蛇行した形状、および反応に十分な時間を確保出来るだけの長さを有する配管を採用している。混合反応管１９において混合されることで残存する除去対象物についての凝集が進行し、電気分解反応槽１２から送出された時点よりも更に多くの凝集物を含むこととなった電気分解処理水は、配管１５を経て沈殿槽１６へ送られる。本実施形態において示した水処理装置１ｂによれば、混合反応槽１４および攪拌装置２１が不要となり、混合反応管１９で代替されるため、コスト面でより有利である。

【００３２】

＜第三の実施形態＞

図３は、第三の実施形態に係る水処理装置１ｃの構成を示す概略図である。水処理装置１ｃは、処理の対象となる水の流れにおいて、上流から順に電気分解反応槽１２ｃ、および沈殿槽１６を有する。また、電気分解反応槽１２ｃには、処理原水の導入のための配管１１が接続されており、電気分解反応槽１２ｃと沈殿槽１６とは配管１５ｃで接続されており、沈殿槽１６には、除去対象物の除去処理が施された処理水を外部に送出するための配管１７が接続されている。

【００３３】

更に、沈殿槽１６には、沈殿槽１６の下部に沈殿した沈殿物２２を沈殿槽１６内の水と共に送り出すための配管およびポンプ２３が接続されており、沈殿槽１６から送り出された沈殿物を含む水（汚泥）は、配管１８ｃを通って電気分解反応槽１２ｃまたは外部へ送られる。ここで、汚泥の送出先は、弁２４および弁２５が制御されることで制御される。具体的には、弁２４が開弁している状態では、汚泥は電気分解反応槽１２ｃへ送出され、弁２５が開弁している状態では、汚泥は外部へ送出される。

【００３４】

本実施形態において、電気分解反応槽１２ｃは、配管１１を介して処理の対象となる処理原水が導入され、処理原水に対して電気分解処理が行われる槽である。電気分解反応槽１２ｃにおいて行われる電気分解処理の内容は、上記第一の実施形態で説明した内容と概略同様であるが、本実施形態に係る水処理装置１ｃは、電気分解反応槽１２ｃに、沈殿槽１６から配管１８ｃを介して汚泥が返送される点で、第一の実施形態または第二の実施形態に示した水処理装置１、１ｂと異なる。即ち、本実施形態における電気分解反応槽１２ｃでは、電気分解反応槽１２ｃ内の水に沈殿槽１６から返送された汚泥が混合されることによって、電気分解処理による凝集物の生成と並行して、凝集物と除去対象物との反応促進が行われる。

【００３５】

本実施形態に係る水処理装置１ｃでは、汚泥を滞留時間が比較的長い電気分解反応槽１２ｃに投入し反応させることで、電気分解処理と同時処理させている。本実施形態において示した水処理装置１ｃによれば、反応のための設備（例えば、混合反応槽１４や混合反応管１９等）を別途用意する必要がないため、水処理装置１ｃ全体をコンパクト且つ安価に構築することが出来る。

【００３６】

電気分解反応槽１２ｃにおいて電気分解処理および汚泥混合が施された電気分解処理水は、配管１５ｃを経て沈殿槽１６へ送られる。沈殿槽１６へ送られた凝集物は、沈殿槽１

６の下部に溜まることで汚泥となる。この汚泥は、少なくともその一部がポンプ２３および配管１８ｃを介して電気分解反応槽１２ｃへ返送される。

【実施例１】

【００３７】

従来技術に対する本発明の有効性を確認するため、本発明の試験装置および従来技術の試験装置を製作し、処理原水に含まれるシリカを対象とした除去性能の比較実験を行った。ここで、本発明の試験装置としては、図１を用いて説明した第一の実施形態に示した構成の水処理装置１を採用し、従来技術の試験装置としては、図６に示した構成の装置、および図７に示した構成の装置を採用した。

【００３８】

図４は、本実施例に係る試験装置において用いられた混合反応槽１４を示す図であり、図５は、本実施例に係る試験装置の混合反応槽１４において用いられた攪拌プロペラを示す図である。試験装置では、内寸として底面が一辺２５０ｍｍの正方形、深さが４００ｍｍの立方体状の混合反応槽１４が用いられ、この混合反応槽１４に、水深２７０ｍｍまで電気分解処理水を導入して試験が行われた。なお、３装置とも電界処理槽での処理は同じであるため、電気分解に必要な電力コストおよびアルミ電極の消費量とも同じである。また、その他の実験条件を表１に示す。

【００３９】

【表１】

	従来技術（図６）	従来技術（図７）	発明技術（図１）
処理水量	100 ﾘｯﾄﾙ/h		
処理原水シリカ濃度	50mg/ﾘｯﾄﾙ		
電気分解反応槽処理時間	30 分		
攪拌槽（返送汚泥なし）	なし	反応時間 10 分 攪拌速度 50rpm	なし
混合反応槽処理時間	なし		10 分
汚泥返送率	なし		30%
混合反応槽攪拌機回転速度	なし		180rpm
沈殿槽沈殿時間 (処理原水量換算)	120 分		

【００４０】

上記条件による試験の結果、本発明に係る水処理装置１の除去性能は、従来技術に係る装置に比して約３０％向上していることが確認できた。本実施例によるシリカ除去結果を表２に示す。

【００４１】

【表２】

	従来技術（図６）	従来技術（図７）	発明技術（図１）
処理原水シリカ濃度	50mg/ﾘｯﾄﾙ		
処理水シリカ濃度	25mg/ﾘｯﾄﾙ	23	10mg/ﾘｯﾄﾙ
除去性能	50%	54%	80%

【００４２】

なお、図７に示す従来技術では、図６に示された従来技術に攪拌槽が追加されている。このため、図７に示す従来技術では、図６に示された従来技術に比べて電気分解反応槽で生成された凝集物と除去対象物の接触反応が１０分増加した分、若干の除去性能の改善が確認できた。しかし、本発明の高濃度な凝集物（汚泥）を戻して混入させての反応に比べると、除去性能の改善効果は遙かに小さい。

【００４３】

また、本実施例では、混合反応処理時間を１０分、汚泥返送率を３０％としたが、これは目標とする除去率によって最適値に設定されることが好ましい。また、汚泥返送率が高い場合、反応時間は短くすることができる。なお、汚泥返送による凝集物の沈降性の改善効果によって沈殿に要する時間が改善され、沈殿槽１６における水量増加が相殺されるため、沈殿槽１６の大型化は必要ない。本発明の実施にあたっては、除去対象物の濃度に応じて最適な汚泥返送率を選択することで、装置全体のコンパクト化および処理コストの削減を達成することが出来る。おおよその範囲としては、混合反応時間１分～６０分、汚泥返送率５～５０％である。なお、返送率５０％の場合、混合反応槽１４から沈殿槽１６への流入量は、処理水量の１．５倍となる。

【実施例２】

【００４４】

また、図２を用いて説明した第二の実施形態に示した構成の水処理装置１ｂを試験装置として採用した場合についても、処理原水に含まれるシリカを対象とした、従来技術の試験装置との比較実験を行った。本実施例では、１分以上の反応時間を確保可能な長さおよび容量を有する混合反応管１９を採用し、汚泥返送率２０％、反応時間５分の条件で実験を行った。他の条件は実施例１と同じである。実験の結果、本実施例におけるシリカ除去率は７０％であった。

【図面の簡単な説明】

【００４５】

【図１】第一の実施形態に係る水処理装置の構成を示す概略図である。

【図２】第二の実施形態に係る水処理装置の構成を示す概略図である。

【図３】第三の実施形態に係る水処理装置の構成を示す概略図である。

【図４】実施例に係る試験装置において用いられた混合反応槽を示す図である。

【図５】実施例に係る試験装置の混合反応槽において用いられた攪拌プロペラを示す図である。

【図６】電気分解法によって除去対象物質の除去を行う従来の装置の構成を示す図である。

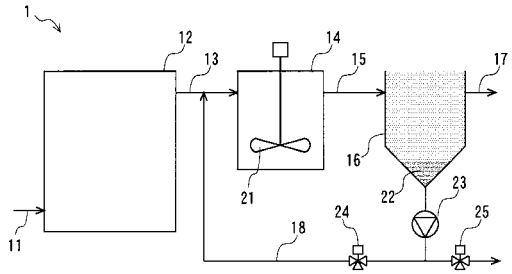
【図７】電気分解法によって除去対象物質の除去を行う従来の装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

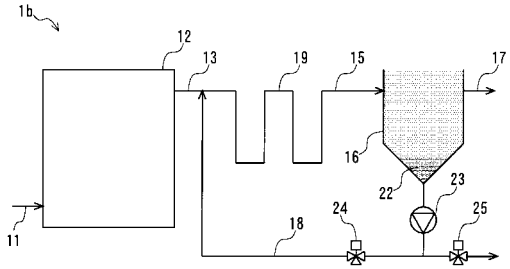
【００４６】

１、１ｂ、１ｃ　水処理装置
１２　電気分解反応槽
１４　混合反応槽
１６　沈殿槽
１９　混合反応管

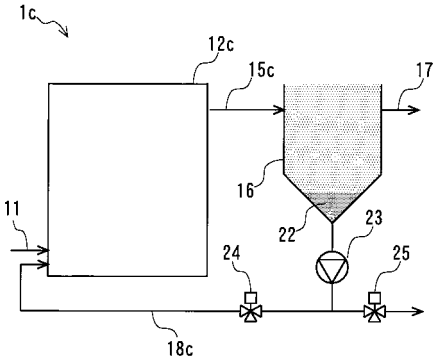
【図１】



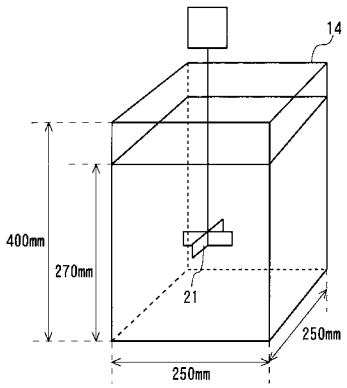
【図２】



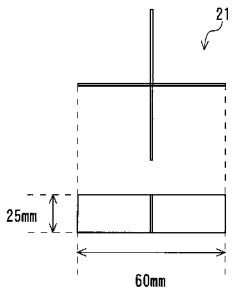
【図３】



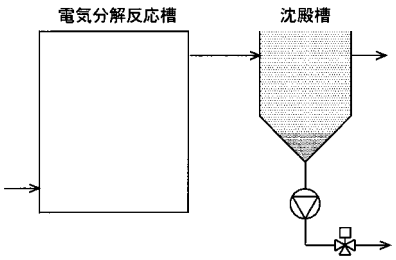
【図４】



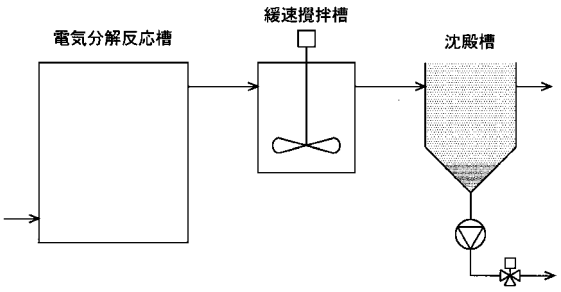
【図５】



【図６】



【図７】



フロントページの続き

(72)発明者　岡村　典明
東京都千代田区神田駿河台４丁目２番地５　高砂熱学工業株式会社内

審査官　金　公彦

(56)参考文献　特開２００８－１４９２２２（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－１５９９７６（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１２２８４０（ＪＰ，Ａ）
特開昭５２－０１５１６６（ＪＰ，Ａ）
特開昭５１－０７２１４５（ＪＰ，Ａ）
特開２００２－３０７０７４（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１６６５１７（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３２３６７４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－０７１４５４（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－１２６８６１（ＪＰ，Ａ）
特開昭５２－１０４３５６（ＪＰ，Ａ）
特開昭４８－０５９６５８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１３７１７７（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０９７９３２（ＪＰ，Ａ）
特開昭５１－０２１３４５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５０－０４２６５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０２Ｆ　　１／４６－　１／４８
Ｃ０２Ｆ　　１／５８－　１／６４
Ｃ０２Ｆ　１１／００－１１／２０