

明 細 書

発明の名称：

水生生物養殖用の電気分解装置、水生生物養殖用の循環式水処理システム、及び水生生物養殖用の電気分解方法

技術分野

[0001] 本開示は、水生生物養殖用の電気分解装置、水生生物養殖用の循環式水処理システム、及び水生生物養殖用の電気分解方法に関する。

背景技術

[0002] 水生生物を養殖するシステムの一例として、閉鎖循環式養殖システムが知られている。閉鎖循環式養殖システムは、残餌や生物が排出する糞尿を、濾過槽で分解及び浄化し、水を循環させる方式のものである。一般的な閉鎖循環式養殖システムでは、飼育水中の窒素化合物の分解及び浄化に、微生物を活用する方式が主流となっている。この種の技術として、特許文献1のようなものが提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第7345037号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示される養殖管理システムでは、水槽内での水生生物の代謝活動や残餌などの有機物の分解によりアンモニアが発生するため、飼育水を循環させてろ過槽に通すことで生物ろ過させ、そのアンモニアを分解して毒性の低い硝酸に変化させる。ろ過槽には、酸素を含む水中でアンモニアを酸化して亜硝酸ひいては硝酸に変化させる硝化細菌（微生物）が保持されている。

[0005] しかし、特許文献1のように、微生物を利用した浄化方法を採用すると、

浄化能力が微生物に依存してしまうという問題がある。この点に関し、本願の発明者は、塩分を含む飼育水内に含まれるアンモニアを分解する方法として、塩分を含む飼育水を電気分解することにより次亜塩素酸ナトリウムを生成した上で、この次亜塩素酸ナトリウムを飼育水内に存在するアンモニアと反応させて直接的に窒素に分解する方法を想定した。この方法を用いれば、微生物への依存を抑えてアンモニアを分解することができ、分解の過程で、亜硝酸、硝酸などの発生を確実に抑制することができる。

[0006] しかし、この方法を用いると、電気分解の際に、電気分解に起因する析出物が電極の表面に付着しやすいという問題がある。このように析出物が電極の表面に付着すると、次亜塩素酸ナトリウムの発生が抑えられてアンモニアの分解速度が低下しやすい。

[0007] 本開示の目的の一つは、水生生物の養殖を行うにあたって、電気分解を用いた方法で水中のアンモニアを分解することができ、且つ、電極の表面に析出する析出物の除去を行いやすい技術を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本開示の一つである水生生物養殖用の電気分解装置は、

水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解装置であって、

前記飼育水が貯留される又は流動する領域において、前記飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解する電気分解部を備え、

前記電気分解部は、前記領域に配置される第1電極及び第2電極を有する電極部と、前記第1電極と前記第2電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を有し、

前記電圧印加部は、前記第1電極を陽極とし且つ前記第2電極を陰極とす

るように電圧を印加して前記領域内で前記電気分解を行う第1状態と、前記第2電極を陽極とし且つ前記第1電極を陰極とするように電圧を印加する第2状態とに切り替える。

[0009] 本開示の一つである水生生物養殖用の循環式水処理システムは、
上記の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育槽から送られる前記飼育水が貯留される又は流動する第1領域において、少なくとも固形物を除去する除去部と、

前記第1領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する前記領域である第2領域において前記飼育水の前記電気分解を行う前記電気分解部と、

前記第2領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する第3領域において、活性炭により少なくとも残留塩素を除去する活性炭部と、
を含む。

[0010] 本開示の一つである水生生物養殖用の循環式水処理システムは、
上記の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽と、
前記電気分解槽から排出された前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された反応槽と、
を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、
前記電気分解槽は、当該電気分解槽内において第1の高さよりも下側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導せず、前記第1の高さよりも上側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導する第1誘導路を有し、

前記反応槽は、当該反応槽内において第2の高さよりも下側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導せず、前記第2の高さよりも上側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導する第2誘導路を有する。

[0011] 本開示の一つである水生生物養殖用の電気分解方法は、

水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解方法であって、

第 1 電極及び第 2 電極を有する電極部と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を備えた電気分解部を用い、

前記飼育水が貯留される又は流動する領域に前記第 1 電極及び前記第 2 電極を配置した状態で、前記電圧印加部によって前記電極間に電圧を印加することにより前記飼育水を電気分解して塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解し、

前記電圧印加部により、前記第 1 電極を陽極とし且つ前記第 2 電極を陰極とするように電圧を印加して前記領域において前記電気分解を行う第 1 状態と、前記第 2 電極を陽極とし且つ前記第 1 電極を陰極とするように電圧を印加する第 2 状態とを切り替える。

発明の効果

- [0012] 本開示に係る技術は、水生生物の養殖を行うにあたって、電気分解を用いた方法で水中のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解することができ、且つ、電極の表面に析出する析出物の除去を行いやすい。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]図 1 は、第 1 実施形態の循環式水処理システムを概念的に例示する説明図である。

[図2]図 2 は、図 1 の循環式水処理システムの電氣的構成を簡略的に例示するブロック図である。

[図3]図 3 は、図 1 の循環式水処理システムの除去部、電気分解槽等の構成を簡略的に例示する説明図である。

[図4]図 4 は、図 3 の構成を更に具体化した例を示す説明図である。

[図5]図 5 は、図 1 の循環式水処理システムの電気分解槽、反応槽等の構成を

簡略的に例示する説明図である。

[図6]図 6 は、図 1 の循環式水処理システムの電気分解槽を図 5 とは異なる方向から見た構成を簡略的に例示する説明図である。

[図7]図 7 は、図 1 の循環式水処理システムの残留塩素除去槽、待機槽等の具体例を示す説明図である。

[図8]図 8 は、第 2 実施形態の循環式水処理システムの除去部、電気分解槽等の構成を簡略的に例示する説明図である。

[図9]図 9 は、第 3 実施形態の循環式水処理システムの電気分解槽、反応槽等の構成を簡略的に例示する説明図である。

[図10]図 10 は、第 4 実施形態の循環式水処理システムの残留塩素除去槽、切替部、待機槽等の具体例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下の〔1〕～〔13〕の各々は、本開示に含まれる特徴的技術の一例である。

[0015] 〔1〕 水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解装置であって、

前記飼育水が貯留される又は流動する領域において、前記飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解する電気分解部を備え、

前記電気分解部は、前記領域に配置される第 1 電極及び第 2 電極を有する電極部と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を有し、

前記電圧印加部は、前記第 1 電極を陽極とし且つ前記第 2 電極を陰極とするように電圧を印加して前記領域内で前記電気分解を行う第 1 状態と、前記第 2 電極を陽極とし且つ前記第 1 電極を陰極とするように電圧を印加する第

2 状態とに切り替える

水生生物養殖用の電気分解装置。

[0016] 上記の〔1〕の電気分解装置は、塩分を含む飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）を生成した上で、この塩素酸化合物を飼育水内に存在するアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させて直接的に窒素に分解することができ、分解の過程で、亜硝酸、硝酸などの発生を確実に抑制することができる。但し、この方法を採用した場合、何ら措置を講じないと、電極の表面に析出物が付着し、電気分解を阻害してしまう懸念があるが、上記電気分解装置は、第1電極を陽極とし且つ第2電極を陰極とするように電圧を印加して電気分解を行う第1状態と、第2電極を陽極とし且つ第1電極を陰極とするように電圧を印加する第2状態とに切り替えることができるため、継続的な電気分解によって電極の表面に付着した析出物が、切り替えによって電極から離脱しやすい。よって、この電気分解装置は、電極の表面に析出する析出物の除去を行いやすい。

[0017] 〔2〕 前記電極部は、前記第1電極及び前記第2電極を保持する電極保持部を具備し、前記第1電極と前記第2電極と前記電極保持部とが一体的に構成され、

前記循環式水処理システムにおいて、前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽が設けられ、前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

一体的に構成された前記電極部が、前記電気分解槽に対して着脱される

〔1〕に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0018] 上記の〔2〕の電気分解装置は、第1電極と第2電極と電極保持部とが一体的に構成されてなる電極部が、電気分解槽に対して着脱される構成であるため、洗浄を行うために電極部を取り外す作業が行いやすくなる。特に、切り替えによる析出物の離脱促進と電極部の着脱作業の容易化が相乗効果を発揮し、洗浄の一層の容易化が図られる。

[0019] 〔3〕 前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解

槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽内で前記電極部から沈み落ちた析出物を前記電気分解槽内の所定位置に向けて誘導しつつ集める誘導部を備える

〔１〕又は〔２〕に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0020] 上記の〔３〕の電気分解装置は、電極部から沈み落ちた析出物を誘導部によって所定位置に向けて自動的に集めることができるため、電極部から析出物を離脱させることだけでなく、離脱させた析出物を集めることも容易に行うことができる。

[0021] 〔４〕前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽内で前記電極部から沈み落ちた析出物を排出する管を有する排出部を備え、

前記排出部は、前記電極部よりも下位置において前記析出物を前記管の内部に取り込み、前記析出物を前記電気分解槽から前記管を通して排出する

〔１〕から〔３〕のいずれか一つに記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0022] 上記の〔４〕の電気分解装置は、電極部から沈み落ちた析出物を電極部よりも下位置において管に取り込んで排出することができるため、析出物を排出する過程で析出物が分散してしまい後工程に流れやすくなってしまふことを抑制することができる。

[0023] 〔５〕前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽は、当該電気分解槽内において所定高さよりも下側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導せず、前記所定高さよりも上側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導する誘導路を有する

〔１〕から〔４〕のいずれか一つに記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0024] 上記の〔５〕の電気分解装置は、所定高さよりも上側に位置する上澄み水を外部に誘導することができ、所定高さよりも下側に沈み落ちた析出物を電気分解槽の外部に誘導しにくくすることができる。

[0025] 〔６〕前記所定高さは、前記電極部の下端よりも上位置である

〔５〕に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0026] 上記の〔６〕の電気分解装置は、電極部から離脱して下端から下側に沈み落ちる析出物が、電気分解槽の外部に誘導されにくくなる。

[0027] 〔７〕前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

前記電極部は、前記電気分解槽内において前記飼育水の水面側に配置され、

更に、前記電気分解槽の外部から前記電気分解槽内に導入された前記飼育水を、前記電気分解槽内において前記電極部の下側から上側に上昇させるように流す水流発生部を備える

〔１〕から〔６〕のいずれか一つの水生生物養殖用の電気分解装置。

[0028] 上記の〔７〕の電気分解装置は、電気分解槽内において電極部の下側から上側に上昇させるように水流を発生させることができるため、新しい飼育水が電極部に導かれやすくなり、電気分解の効率をより高めることができる。

[0029] 〔８〕 前記電圧印加部は、前記第１状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作と、前記第２状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作とを、定期的に切り替える

〔１〕から〔７〕のいずれか一つに記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[0030] 上記の〔８〕の電気分解装置は、析出物を定期的に離脱させることができ、電極を定期的に清浄にすることができる。

[0031] 〔 9 〕 〔 1 〕 から〔 8 〕 のいずれか一つに記載の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育槽から送られる前記飼育水が貯留される又は流動する第 1 領域において、少なくとも固形物を除去する除去部と、

前記第 1 領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する前記領域である第 2 領域において前記飼育水の前記電気分解を行う前記電気分解部と、

前記第 2 領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する第 3 領域において、活性炭により少なくとも残留塩素を除去する活性炭部と、

を含む水生生物養殖用の循環式水処理システム。

[0032] 上記の〔 9 〕の循環式水処理システムは、環式水処理システムは、第 1 領域の飼育水に含まれる固形物を除去部によって取り除くことができる。更に、この循環式水処理システムは、第 1 領域を通過した後の第 2 領域において、電気分解部によってアンモニア又はアンモニウムイオンを分解することができ、除去部によって固形物の除去を行った上で飼育水の電気分解を行うため、固形物が電気分解を阻害することを確実に抑制することができ、電気分解を良好に行いやすい。更に、この循環式水処理システムは、第 2 領域を通過した飼育水が貯留される又は流動する第 3 領域において、活性炭により残留塩素を除去することができる。よって、アンモニア又はアンモニウムイオンの分解に使用されなかった塩素酸化合物が第 3 領域の飼育水に含有されていたとしても、この塩素酸化合物を活性炭部によって効果的に除去することができる。このように、上記循環式水処理システムでは、第 3 領域を通過した後の飼育水において糞や残餌などの固形物が確実に低減しており、アンモニア、アンモニウムイオン、亜硝酸、硝酸などの窒素化合物成分も確実に抑えられているため、飼育水の清浄化、無害化の面で極めて有利である。

[0033] 〔 1 0 〕 〔 1 〕 から〔 8 〕 のいずれか一つに記載の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽と、

前記電気分解槽から排出された前記飼育水が貯留される又は流動するよう

に構成された反応槽と、

を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

前記電気分解槽は、当該電気分解槽内において第 1 の高さよりも下側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導せず、前記第 1 の高さよりも上側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導する第 1 誘導路を有し、

前記反応槽は、当該反応槽内において第 2 の高さよりも下側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導せず、前記第 2 の高さよりも上側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導する第 2 誘導路を有する

水生生物養殖用の循環式水処理システム。

[0034] 上記の〔10〕の循環式水処理システムは、電気分解槽において第 1 の高さよりも上側に位置する上澄み水を当該電気分解槽の外部に誘導することができるため、電極から析出物が離脱して沈み落ちた場合に、析出物が電気分解槽の外部に誘導されにくい。仮に、一部の析出物が電気分解槽から排出されてしまい、反応槽に入り込んだとしても、反応槽において第 2 の高さよりも上側に位置する上澄み水を当該反応槽の外部に誘導することができるため、反応槽に入り込んだ析出物は、反応槽で沈殿しやすく、反応槽の外部に誘導されにくい。

[0035] 〔11〕 水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解方法であって、

第 1 電極及び第 2 電極を有する電極部と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を備えた電気分解部を用い、

前記飼育水が貯留される又は流動する領域に前記第 1 電極及び前記第 2 電極を配置した状態で、前記電圧印加部によって前記電極間に電圧を印加することにより前記飼育水を電気分解して塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解

し、

前記電圧印加部により、前記第 1 電極を陽極とし且つ前記第 2 電極を陰極とするように電圧を印加して前記領域において前記電気分解を行う第 1 状態と、前記第 2 電極を陽極とし且つ前記第 1 電極を陰極とするように電圧を印加する第 2 状態とを切り替える

水生生物養殖用の電気分解方法。

[0036] 上記の〔11〕の電気分解方法は、塩分を含む飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）を生成した上で、この塩素酸化合物を飼育水内に存在するアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させて直接的に窒素に分解することができ、分解の過程で、亜硝酸、硝酸などの発生を確実に抑制することができる。但し、この方法を採用した場合、何ら措置を講じないと、電極の表面に析出物が付着し、電気分解を阻害してしまう懸念があるが、上記電気分解方法は、第 1 電極を陽極とし且つ第 2 電極を陰極とするように電圧を印加して電気分解を行う第 1 状態と、第 2 電極を陽極とし且つ第 1 電極を陰極とするように電圧を印加する第 2 状態とに切り替えることができるため、継続的な電気分解によって電極の表面に付着した析出物が、切り替えによって電極から離脱しやすい。よって、この電気分解方法は、電極の表面に析出する析出物の除去を行いやすい。

[0037] 〔12〕 前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を用い、

前記電気分解槽の内部を前記領域とするように前記電極部を配置し、

前記電気分解槽への前記飼育水の導水及び前記電気分解槽からの前記飼育水の排水を継続し、前記飼育水の入替えを行いながら、前記電圧印加部によって前記第 1 状態の動作、前記第 2 状態の動作、及び前記第 1 状態と前記第 2 状態の切り替え、を行う

〔11〕に記載の水生生物養殖用の電気分解方法。

[0038] 上記の〔12〕の電気分解方法は、電気分解槽への飼育水の導水及び電気分解槽からの飼育水の排水を継続して飼育水の入替えを行いながら、第 1

状態の動作、第2状態の動作、及び第1状態と第2状態の切り替えを行うことができるため、飼育水をより効率的に循環させながら、電極の清浄化を図ることができる。

[0039] 〔13〕 前記電圧印加部により、前記第1状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作と、前記第2状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作とを、定期的に切り替える

〔11〕又は〔12〕に記載の水生生物養殖用の電気分解方法。

[0040] 上記の〔13〕の電気分解方法は、析出物を定期的に離脱させることができ、電極を定期的に清浄にすることができる。

[0041] <第1実施形態>

1. 水生生物の養殖に用いる循環式水処理システム1の概要

図1に例示される循環式水処理システム1は、水生生物の養殖に用いられるシステムである。循環式水処理システム1は、塩分を含む飼育水が収容された飼育槽3内の飼育水を飼育槽3の外部で処理した後、処理後の飼育水を飼育槽3に戻すように循環させる閉鎖循環式養殖システムとして構成され、水を循環利用する方式とされている。循環式水処理システム1は、飼育槽3内で水生生物を養殖する場合、飼育槽3の内部で水生生物を継続的に飼育しつつ、飼育槽3での飼育中に飼育水内に残存した残餌や生物が排出する糞尿を、飼育槽3から水を循環させて再び飼育槽3に戻すまでの過程で分解し浄化するように動作する。

[0042] 図1のように、循環式水処理システム1は、主に、飼育槽3、除去部5、電気分解槽11、反応槽15、濾過タンク17、活性炭槽21、待機槽（水質調整槽）25、処置部31などを備える。更に、循環式水処理システム1は、温調機35、フィルタ37なども備える。循環式水処理システム1の電氣的構成は、例えば、図2のようになっている。飼育槽3の内部で飼育することができる水生生物の種類は様々であり、例えば、魚類、甲殻類、貝類などが好適例として挙げられ、これら以外の種類（例えば、イカ、タコ等）であってもよい。

[0043] 2. 各部の構成、動作

(飼育槽)

図1に示される飼育槽3は、水生生物を飼育し、養殖する槽である。飼育槽3の内部には、人工海水や天然海水などの塩分を含んだ飼育水が収容され、この飼育水内で魚介類などの水生生物が飼育される。なお、飼育槽3に収容される「塩分を含んだ飼育水」は、NaClの含有量が0.5質量%以上の液体であることが望ましい。図1の例では、複数（例えば4つ）の飼育槽3が設けられ、これらの飼育槽3内の飼育水は、フィルタ37に集められるように誘導されてフィルタ37によって濾過され、フィルタ37から複数の飼育槽3に分配されるように内部循環する構成となっている。飼育槽3内の飼育水の水温は、温調機35によって所望の設定温度に調整される。なお、図1の例では、複数の飼育槽3が用いられるが単一の水槽によって構成されてもよい。

[0044] (除去部)

図1に示される除去部5は、飼育槽3から送られる飼育水が貯留される又は流動する第1領域において、少なくとも固形物を除去するように機能する。飼育槽3の飼育水は流路41を通して除去部5に誘導される。図3のように、除去部5は、オゾン発生機9と、泡沫分離機7と、貯留槽60と、導入部62と、導出部64と、排出部66とを備える。図3等において符号Wは、循環する飼育水の一部を概念的に示す。

[0045] 貯留槽60は、除去部5の前工程の領域から導入される飼育水を貯める槽である。図1の例では、除去部5の前工程の領域は、飼育槽3内の領域である。飼育槽3から貯留槽60へ飼育水を流動させる方法は、ポンプを用いて流動させる方法であってもよく、高低差を利用して流動させる方法であってもよい。

[0046] オゾン発生機9は、オゾン発生部の一例に相当し、例えば公知の方法でオゾンが発生させ、発生させたオゾンに泡沫分離機7に供給する。オゾン発生機9からのオゾンに泡沫分離機7を導入する方法は特に限定されないが、例

えば、公知の泡沫分離機において泡発生部に設けられた空気を導入するための導入口から、オゾン発生機9で発生したオゾンを供給する方法が挙げられる。泡沫分離機7は、オゾン発生機9で発生したオゾンを含む泡沫を発生させ、飼育槽3から送られた飼育水が貯留される又は流動する第1領域の飼育水に含まれる固形物を泡沫に吸着させるように動作する。図3の例では、第1領域は、貯留槽60の内部領域である。

[0047] 導入部62は、貯留槽60に貯留された飼育水を泡沫分離機7の内部に導入する流路である。導出部64は、泡沫分離機7を経た飼育水を、泡沫分離機7から貯留槽60に戻す流路である。排出部66は、貯留槽60に貯められた飼育水を除去部5の後工程の領域に排出する流路を有する。図1、図3の例では、除去部5の後工程の領域は、電気分解槽11内の領域である。

[0048] 除去部5では、泡沫分離機7に導入された飼育水に含まれる糞、残餌などの固形物、魚介類の代謝物の除去タンパク質、菌、ウイルス、寄生虫などを、泡沫分離機7内で発生する細かい泡に付着させて飼育水から除去する。しかも、泡沫分離機7内で発生する泡は、オゾンを含む気泡であるため殺菌力が高く、この殺菌力は、泡沫分離機7を通過して導出部64に戻る飼育水にも作用する。このような動作により、後工程の電気分解槽11に汚れが流出することを確実に抑制し、汚れが電気分解槽11の電気分解を妨害することを確実に抑制する。

[0049] 図3の例では、貯留槽60の底60Aの近くに流路41が連通しており、流路41からの飼育水は貯留槽60の側部における下端寄りの位置から貯留槽60内に供給される。導入部62における導入口（飼育水を取り込む入口）は、貯留槽60内において底60A寄りの位置に配置され、流路41から貯留槽60内に導入された直後の飼育水を取り込みやすくなっている。一方、泡沫分離機7を通過した飼育水は、導出部64によって流路41よりも排出部66に近い位置に導出される。導出部64の導出口（飼育水を放出する出口）は、貯留槽60の底60Aよりも水面W1に近い位置に配置される。排出部66は、貯留槽60内の飼育水を貯留槽60の外部に向けて流す流路

として構成される。排出部 6 6 は、貯留槽 6 0 内において所定の第 1 高さよりも下側に位置する水を貯留槽 6 0 の外部に誘導せず、上記第 1 高さよりも上側に位置する水を貯留槽 6 0 の外部に誘導するように構成される。上記第 1 高さは、排出部 6 6 の流路内壁面における貯留槽 6 0 との境界の下端の高さであり、貯留槽 6 0 内の飼育水の水面が、この第 1 高さよりも高い場合には、第 1 高さよりも高い領域の水が排出部 6 6 から排出されるようになっている。

[0050] 図 3 に示される除去部 5 の構成は、より具体的には、図 4 のように構成することができる。図 4 の具体例では、泡沫分離機 7 において泡発生部 8 と泡沫分離槽 7 A とが設けられている。更に、管として構成された導入部 6 2 の導入口（取水口）が貯留槽 6 0 の底部付近且つ貯留槽 6 0 における流路 4 5 に近い位置に配置され、この導入口を覆うように、フィルタ 6 1 が設けられている。貯留槽 6 0 に貯留される飼育水のうち、フィルタ 6 1 を通過し得る飼育水が導入部 6 2 から泡沫分離機 7 へ導入される。フィルタ 6 1 は、粒径の大きい物体の通過を遮断し、粒径の小さい物体の通過を許容するように構成され、例えば、網状に構成されている。なお、図 4 には図示されていないが、導入部 6 2 を通って泡沫分離機 7 に流入させるように飼育水を流動させるポンプが設けられていてもよい。

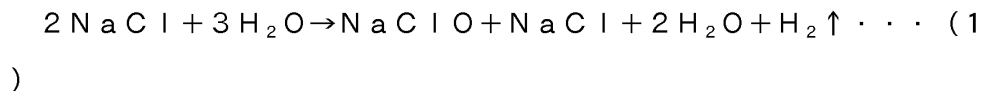
[0051] 図 4 の構成において、泡発生部 8 は、導入部 6 2 から流入する飼育水に対してオゾン発生機 9 で生成されたオゾンを含む気体を注入し、泡発生部 8 を通過する飼育水内にオゾンを含む気体の泡を含有させる。泡発生部 8 を通過した飼育水は、オゾンを含む気泡を含有する飼育水として、管として構成される導入部 6 3 を介して泡沫分離槽 7 A に流入する。泡沫分離槽 7 A では、固形物が付着した気泡が水面付近に集まるように分離され、集まった気泡は、排出路 6 5 を通って泡沫分離槽 7 A の外部に排出される。一方、泡沫分離槽 7 A の下部側の飼育水は、管として構成された導出部 6 4 によって貯留槽 6 0 の水面付近に排出される。導出部 6 4 の出口（排出口）は、貯留槽 6 0 内に貯留される飼育水において一定方向に渦が生じるように配置される。排

出用の流路として構成される排出部 66 は、貯留槽 60 の水面近くに配置され、貯留槽 60 内に貯留される飼育水の上澄みが排出部 66 から排出されるようになっている。

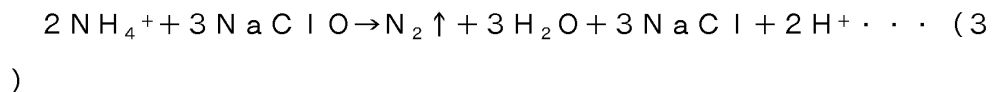
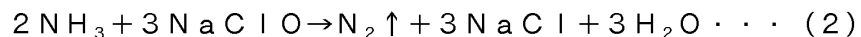
[0052] (電気分解槽)

図 5 に示される電気分解槽 11 は、電気分解を行う槽であり、除去部 5 を通過した飼育水が貯留される又は流動する槽である。電気分解槽 11 の内部領域は、上記の第 1 領域（図 3 の例では、貯留槽 60 内の領域）を通過した飼育水が貯留される又は流動する領域であり、第 2 領域の一例に相当する。電気分解槽 11 には電気分解部 13 が設けられる。電気分解部 13 は、上記第 2 領域において、飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）を発生させ、発生した塩素酸化合物を飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させ、アンモニア又はアンモニウムイオンを分解する。更に、電気分解槽 11 内では、電気分解部 13 によって塩素酸化合物を発生させるため、飼育水の殺菌、脱臭、脱色を行うことができる。

[0053] 電気分解槽 11 では、以下の式 (1) に示される電気分解が行われる。



[0054] そして、以下の式 (2) (3) に示される化学反応により、アンモニアの分解、又は、アンモニウムイオンの分解が行われる。



[0055] 図 5 に示される電気分解槽 11 において、当該電気分解槽 11 の内部領域は、電極部 55 が配置され且つ電気分解が行われる「領域」である。電気分解槽 11 には、電気分解部 13 が設けられている。電気分解部 13 は、上記「領域」（第 2 領域）に配置される第 1 電極 55A 及び第 2 電極 55B を有する電極部 55 と、第 1 電極 55A と第 2 電極 55B の電極間に電圧を印加

する電圧印加部 5 1 とを有する。

[0056] 電圧印加部 5 1 は、制御装置 5 2 と駆動回路 5 3 とを有する。制御装置 5 2 は、情報処理部、記憶部、通信部などを有する情報処理装置であり、各種制御や各種演算を行い得る装置である。駆動回路 5 3 は、制御装置 5 2 から指令に応じて、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の電極間に電圧を印加する回路である。

[0057] 電極部 5 5 は、第 1 電極 5 5 A 及び第 2 電極 5 5 B を保持する電極保持部 5 5 C を具備し、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B と電極保持部 5 5 C とが一体的に構成されている。一体的に構成された電極部 5 5 が、電気分解槽 1 1 に対して着脱される。電極部 5 5 を電気分解槽 1 1 に対して着脱可能にする構成は特に限定されないが、例えば、装着時には電気分解槽 1 1 に設けられた載置台に対して電極保持部 5 5 C を載置し、取り外し時には、電極保持部 5 5 C を載置台から離脱させるような構成が挙げられる。図 5 の例では、複数の第 1 電極 5 5 A と複数の第 2 電極 5 5 B が設けられ、複数の第 1 電極 5 5 A 及び複数の第 2 電極 5 5 B はいずれも、金属材料によって板状に構成されている。電極部 5 5 では、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B とが間隔をあけて交互に配置される。複数の第 1 電極 5 5 A は互いに短絡して構成され、駆動回路 5 3 の第 1 の端子に対して導電路 5 4 A を介して電氣的に接続される。複数の第 2 電極 5 5 B は互いに短絡して構成され、駆動回路 5 3 の第 2 の端子に対して導電路 5 4 B を介して電氣的に接続される。図 5 の例では、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B とが間隔をあけて交互に配置される。

[0058] 電気分解槽 1 1 に用いられる電極は、海水で腐食されず、塩素酸化合物の発生効率の高い金属材料が望ましい。例えば、チタンの表面を白金イリジウム合金によって被覆してなる電極を好適に用いることができる。白金は導電性、耐腐食性に優れ、イリジウムは、耐久性、化学安定性に優れ、白金イリジウム合金は、表面が均一で滑らかな特性を有する。チタンの表面を白金イリジウム合金によって被覆してなる電極は、陽極にも、陰極にも用いることができる。なお、ここで説明した電極の例はあくまで一例であり、後述され

る電極の反転方法が用いられない場合には、チタンをルテニウムによって被覆した電極などを陽極に用いてもよく、その他の材料を用いてもよい。

[0059] 電極部 5 5 の一部又は全部が、電気分解槽 1 1 内において飼育水の水面 W 2 側に配置され、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B との間に飼育水が介在するように配置される。一方で、電気分解槽 1 1 には、水流発生部 5 7 が設けられ、水流発生部 5 7 によって電極部 5 5 の下側から上側（電極部側）に向かう水流を発生させるようになっている。

[0060] 水流発生部 5 7 は、電気分解槽 1 1 の外部から流路 4 2 を通って電気分解槽 1 1 内に導入された飼育水を、電気分解槽 1 1 内において電極部 5 5 の下側から上側に上昇させるように流す構造を有する。流路 4 2 は、排出部 6 6 を通って排出される飼育水を電気分解槽 1 1 内に流す流路であり、排出部 6 6 によって構成されていてもよく、排出部 6 6 に続く流路として構成されていてもよい。水流発生部 5 7 は、第 1 仕切壁 5 7 A を有する。第 1 仕切壁 5 7 A は、電気分解槽 1 1 における所定の上流領域と所定の下流領域とを仕切る壁である。上記下流領域は、第 1 仕切壁 5 7 A よりも下流側の領域であって、且つ、電極部 5 5 が設けられた領域である。上記上流領域は、第 1 仕切壁 5 7 A よりも上流側且つ上記下流領域よりも上流側の領域である。

[0061] 図 5 の例では、上記上流領域は、第 1 仕切壁 5 7 A と電気分解槽 1 1 の外周壁及び底壁 1 1 Z における第 1 仕切壁 5 7 A よりも上流側の部分とによって構成される第 1 飼育水流動室 1 1 A の内部領域であり、流路 4 2 から飼育水が流れ込む領域である。第 1 飼育水流動室 1 1 A において底壁側には、第 1 飼育水流動室 1 1 A 内の飼育水を第 2 飼育水流動室へと移動させるための開口部が設けられている。図 5 の例では、当該開口部は、第 1 仕切壁 5 7 A の下端部と電気分解槽 1 1 の外周壁及び底壁 1 1 Z とによって構成される。

[0062] 上記下流領域は、第 1 仕切壁 5 7 A と、第 2 仕切壁 5 7 B と、電気分解槽 1 1 の外周壁及び底壁 1 1 Z における第 1 仕切壁 5 7 A と第 2 仕切壁 5 7 B の間の部分とによって構成される第 2 飼育水流動室 1 1 B の内部領域であり、電極部 5 5 の一部又は全部が配置される領域である。第 2 飼育水流動室 1

1 Bにおいて第2仕切壁5 7 Bの上端部の高さは、電気分解槽1 1の外周壁の上端部の高さよりも低くなっており、第2飼育水流動室1 1 Bに第2仕切壁5 7 Bの上端部を超える水が入り込んだ場合には第2仕切壁5 7 Bを超えて第2飼育水流動室1 1 Bの下流側に水が流れるようになっている。このように構成されるため、第2飼育水流動室1 1 Bでは、下側の上記開口部から飼育水が導入され、第2仕切壁5 7 Bの上端部を超えるように飼育水が導出される。従って、電極部5 5の下側から電極部5 5側に向かって上昇するように飼育水の水流が発生する。

[0063] なお、図5の例では、第2仕切壁5 7 Bが設けられているが、第2仕切壁5 7 Bが設けられていなくてもよい。この場合、電気分解槽1 1において第1仕切壁5 7 Aよりも下流側全体が上記下流領域であり、第1仕切壁5 7 Aと、電気分解槽1 1の外周壁及び底壁1 1 Zにおける第1仕切壁5 7 Aよりも下流側の部分とによって第2飼育水流動室1 1 Bが構成される

[0064] 図6のように、電気分解槽1 1には、誘導部5 8が設けられる。誘導部5 8は、電気分解槽1 1内で電極部5 5から沈み落ちた析出物を電気分解槽1 1内の所定位置に向けて誘導しつつ集めるように機能する。図5、図6の例では、上記所定位置は、底壁1 1 Zの一部の上側の位置である。図5、図6の例では、第2飼育水流動室1 1 Bよりも下流側において、第2仕切壁5 7 Bと電気分解槽1 1の外周壁及び底壁1 1 Zにおける第2仕切壁5 7 Bよりも下流側の部分とによって、第3飼育水流動室1 1 Cが構成され、第3飼育水流動室1 1 Cにおける底壁1 1 Zの一部の上側の位置が上記所定位置とされている。誘導部5 8は、上下方向に対して傾斜した傾斜面を有する傾斜部5 8 Aを備える。傾斜部5 8 A、5 8 Bの傾斜面は第3飼育水流動室1 1 Cの内壁面を構成し、第3飼育水流動室1 1 C内では沈下する物体（例えば析出物）が傾斜部5 8 Aの傾斜面に達した場合に、更に沈下する過程で当該傾斜面によって案内され、底壁1 1 Zの上記所定位置付近に誘導されるようになっている。傾斜部5 8 A、5 8 Bの傾斜面は、これら傾斜面に沿って沈下する物体を、上下方向と直交する所定の第1方向に移動させるように（具体

的には、第1方向において排出部59側に移動させるように案内する。

[0065] 図5、図6のように、電気分解槽11には、排出部59が設けられる。図5の例では、2か所に排出部59が設けられる。但し、この例に限定されず、排出部59の数は1であってもよく、3以上であってもよい。排出部59は、電気分解槽11内で電極部55から沈み落ちた析出物を排出する管59Aとこの管59Aを開閉する開閉部59Bを有する。排出部59は、電極部55よりも下位置において析出物を管59Aの内部に取り込み、析出物を電気分解槽11から管59Aを通して排出するように機能する。

[0066] 図5、図6の例では、開閉部59Bは、例えば手動操作によって管59Aを遮断する状態と開放する状態とに切り替える開閉栓である。なお、開閉部59Bは、制御によって開閉が切り替えられる電磁弁などであってもよい。いずれにしても、開閉部59Bが開放状態となった場合、電気分解槽11内の上記所定位置付近から飼育水が管59Aを通過して排出される。上記所定位置付近に析出物が沈殿する場合には、析出物が飼育水と共に管59Aを通過して排出される。なお、図5、図6の例では、管59Aは、電気分解槽11において常設された固定管であるが、電気分解槽11に対して装着及び離脱が可能な管であってもよい。また、上記所定位置付近から管を介して排出する場合、電気分解槽11内の水圧を利用して排出してもよく、ポンプなどによって吸引又は流動させるように排出してもよい。

[0067] 図5、図6のように、電気分解槽11には、第1誘導路56が設けられる。第1誘導路56は誘導路の一例に相当する。第1誘導路56は、電気分解槽11内において第1の高さよりも下側に位置する水を電気分解槽11の外部に誘導せず、第1の高さよりも上側に位置する水を電気分解槽11の外部に誘導するように流路として機能する。第1の高さは、所定高さの一例に相当する。図5の例では、電気分解槽11内の飼育水の水面W2が第1誘導路56の入口（電気分解槽11の出口である第1誘導路56との境界部）における流路内壁面の下端位置よりも上位置となっており、電気分解槽11内の飼育水の水面付近の水が第1誘導路56の底部の高さを超えて第1誘導路5

6へと流れ込むようになっている。図5の例では、第1誘導路56の入口における流路内壁面の下端の高さが第1の高さ（所定高さ）であり、この第1の高さ（所定高さ）は、電極部55の下端よりも上位置となっている。電極部55の下端の高さは、複数の第1電極55A及び複数の第2電極55Bのうちの最も低い位置の高さである。第1誘導路56は、電気分解槽11内の飼育水を反応槽15に向けて流すように機能する。

[0068] （反応槽）

反応槽15は、電気分解槽11から流路43を通して供給される飼育水を貯留し、貯留される飼育水に含まれるアンモニア又はアンモニウムイオンと、電気分解槽11で生じた塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）との反応時間を確保し、これらの化学反応を促進する槽である。流路43は、第1誘導路56によって構成されていてもよく、第1誘導路56に続く流路として構成されていてもよい。電気分解槽11内において飼育水内に存在していたアンモニア又はアンモニウムイオンの全てが電気分解槽11内で塩素酸化合物と反応しきれずに残存したまま電気分解槽11から流出し、電気分解槽11で生じた塩素酸化合物が反応しきれずに電気分解槽11から流出した場合、反応槽15内で上記（2）の式、又は上記（3）の式のいずれか又は両方の化学反応が生じ、アンモニア又はアンモニウムイオンが分解される。

[0069] 図5のように、反応槽15には、第2誘導路72が設けられる。第2誘導路72は、反応槽15内において第2の高さよりも下側に位置する水を反応槽15の外部に誘導せず、第2の高さよりも上側に位置する水を反応槽15の外部に誘導するように流路として機能する。図5の例では、反応槽15内の飼育水の水面W3が第2誘導路72の入口（反応槽15の出口である第2誘導路72との境界部）における流路内壁面の下端位置よりも上位置となっており、反応槽15内の飼育水の水面付近の水が、第2誘導路72の底部の高さを超えて第2誘導路72へと流れ込むようになっている。図5の例では、第2誘導路72の入口における流路内壁面の下端の高さが第2の高さであ

る。第2誘導路72は、反応槽15内の飼育水を反応槽15の後工程に向けて流すように機能する。

[0070] 反応槽15の後工程には、残留塩素を検出するための検出領域を構成する濾過タンク17が設けられる。濾過タンク17は、反応槽15から流路44を通して供給される飼育水を貯留し、流路45へと導出するように構成された部分である。流路44は、第2誘導路72を通して排出される飼育水を濾過タンク17内に流す流路であり、第2誘導路72によって構成されていてもよく、第2誘導路72に続く流路として構成されていてもよい。図1の例では、流路44、濾過タンク17、流路45によって反応槽15から活性炭槽21へと飼育水を導く流路が構成されているが、反応槽15から活性炭槽21へ飼育水が流れる構成であれば、他の構成（例えば、濾過タンク17が設けられずに反応槽15から活性炭槽21へと管が続く構成）が用いられてもよい。

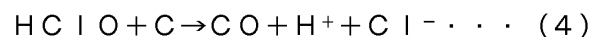
[0071] 第1残留塩素センサ19は、電気分解槽11を通過してから残留塩素除去槽（具体的には活性炭槽21）に流入するまでの飼育水に含まれる残留塩素の濃度を検出するセンサであり、例えば、反応槽15から活性炭槽21までの間に飼育水が流れる領域において飼育水に含まれる残留塩素の濃度を検出する。図1に示される代表例では、第1残留塩素センサ19は、濾過タンク17内の飼育水に含まれる残留塩素を検出する。本明細書において、残留塩素とは、飼育水内に残留する結合塩素及び遊離塩素を意味する。飼育水内に含まれる結合塩素の量と遊離塩素の量を合わせた総塩素量が、残留塩素量である。第1残留塩素センサ19が、反応槽15と活性炭槽21の間の領域において飼育水に含まれる残留塩素を検出することにより、電気分解槽11及び反応槽15でのアンモニア又はアンモニウムイオンの分解で残存した塩素酸化合物量を計測することができる。

[0072] （残留塩素除去槽）

図5の例では、残留塩素除去槽の一例として活性炭槽21が設けられている。残留塩素除去槽は、飼育水から少なくとも残留塩素を除去する槽であり

、残留塩素除去部に飼育水を通すことで、飼育水から残留塩素を除去するように機能する。図5に例示される活性炭槽21は、反応槽15を通過した飼育水が貯留される槽であり、具体的には、第1残留塩素センサ19が配置された検出領域（図1の例では濾過タンク17内の領域）よりも下流側に設けられる槽である。活性炭槽21は、電気分解槽11で発生した塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）などを除去する槽として機能する。活性炭槽21には、活性炭を備えた活性炭部23が設けられ、活性炭部23が残留塩素除去部の一例に相当する。活性炭部23は、活性炭により、活性炭槽21内の飼育水から少なくとも残留塩素及び残留オゾン除去する。図1の例では、活性炭槽21の内部領域が第3領域の一例に相当し、第2領域を通過した飼育水が貯留される又は流動する領域である。

[0073] 活性炭槽21では、例えば、以下の式(4)のように反応し、アンモニアやアンモニウムイオンの分解に使用されなかった余剰の塩素酸化合物を除去することができる。



[0074] 図5に例示される活性炭槽21は、例えば図7のように構成することができる。図7の例では、活性炭槽21が、飼育水を通す流路として構成され、且つ、当該流路の内部空間には活性炭の粒が充填される形態で活性炭部23が構成されている。活性炭槽21では、活性炭部23内の隙間（具体的には活性炭の粒が充填された内部空間の隙間）を飼育水が流動するように構成され、活性炭槽21の入口21Aから流入した飼育水が、活性炭槽21内の多数の粒の隙間を通過する過程で、飼育水に含まれる残留塩素や残留オゾンが活性炭に吸着し、出口21Bから排出される飼育水は、塩素やオゾンの一部又は全部が除去された飼育水となる。

[0075] （待機槽）

流路45から活性炭槽21内に導入された飼育水は、活性炭槽21の内部領域を通過して流路46に排出され、流路46を通過して待機槽25に流入する。待機槽25は、活性炭槽21を通過した飼育水が貯留され、飼育槽3に

戻る前の水質を検査する槽である。待機槽 2 5 の内部領域は、第 4 領域の一例に相当し、上述の第 3 領域を通過した飼育水が飼育槽 3 に戻る前に貯留される又は流動する領域である。

[0076] 第 2 残留塩素センサ 2 7 は、上述の第 3 領域を通過した飼育水が飼育槽 3 に戻る前に貯留される又は流動する第 4 領域において飼育水に含まれる残留塩素の濃度を検出するセンサであり、図 1 の例では、待機槽 2 5 内の飼育水に含まれる残留塩素の濃度を検出する。第 2 残留塩素センサ 2 7 は、活性炭部 2 3 に設けられた活性炭の劣化などによって残留塩素が流出した場合に、このような流出による残留塩素の濃度変動をより正確に検知することができる。

[0077] アンモニウムイオンセンサ 2 9 は、上述の第 3 領域を通過した飼育水が飼育槽 3 に戻る前に貯留される又は流動する第 4 領域において飼育水に含まれるアンモニウムイオンの濃度を検出するセンサであり、図 1 の例では、待機槽 2 5 内の飼育水に含まれるアンモニウムイオンの濃度を検出する。アンモニウムイオンセンサ 2 9 は、電気分解槽 1 1 や反応槽 1 5 によってアンモニウムイオンが完全に反応しきれずに残存した場合、このアンモニウムイオンの濃度変動をより正確に検知することができる。

[0078] pH センサ 2 8 は、上述の第 3 領域を通過した飼育水が飼育槽 3 に戻る前に貯留される又は流動する第 4 領域において飼育水の pH（水素イオン指数）を計測するセンサである。図 1 の例では、pH センサ 2 8 は、待機槽 2 5 内の飼育水の pH を計測し、待機槽 2 5 内の飼育水の pH を特定する値を制御装置 5 2 に与える。

[0079] 待機槽 2 5 では、曝気装置（図示省略）により曝気を行い、飼育水から CO₂ を除去する。そして、待機槽 2 5 内の飼育水は流路 4 7 を通って飼育槽 3 に流入するようになっている。待機槽 2 5 から流路 4 7 を介して飼育槽 3 に飼育水を流す動作は、待機槽 2 5 から飼育槽 3 へ継続的に飼育水を流す状態と、待機槽 2 5 から飼育槽 3 へ飼育水が流れることを停止又は遮断する状態とに切り替えることができるようになっている。

[0080] 3. 循環式水処理システム1の制御

(制御のための構成)

循環式水処理システム1では、飼育槽3内の飼育水を、除去部5、電気分解槽11、反応槽15、濾過タンク17、活性炭槽21、待機槽25の順に循環させる。飼育槽3から飼育水を循環させて飼育槽3に戻す循環経路の途中には、飼育水を流動させるポンプ(図示省略)が複数箇所に設けられている。図2に示される制御装置52は、上記ポンプの駆動や停止を制御する。更に、制御装置52は、温調機35の駆動や停止、オゾン発生機9の駆動や停止、泡沫分離機7の駆動や停止、電気分解部13の駆動や停止、処置部31の動作などを制御する。

[0081] 図2に示される制御装置52には、第1残留塩素センサ19の検出値、第2残留塩素センサ27の検出値、pHセンサ28の検出値、アンモニウムイオンセンサ29の検出値が入力される。第1残留塩素センサ19から入力される検出値は、上述の検出領域(具体的には濾過タンク17内)の飼育水に含まれる残留塩素の濃度を示す値である。第2残留塩素センサ27から入力される検出値は、上述の第4領域(具体的には待機槽25内)の飼育水に含まれる残留塩素の濃度を示す値である。pHセンサ28から入力される検出値は、上述の第4領域(具体的には待機槽25内)の飼育水のpH(水素イオン指数)を示す値である。アンモニウムイオンセンサ29から入力される検出値は、上述の第4領域(具体的には待機槽25内)の飼育水に含まれるアンモニウムイオンの濃度を示す値である。

[0082] (電気分解の制御)

制御装置52は、制御部の一例に相当し、電気分解部13の電気分解を制御する。制御装置52は、アンモニウムイオンセンサ29の計測結果及び第1残留塩素センサ19の計測結果に基づいて電気分解部13の電気分解を制御してもよく、アンモニウムイオンセンサ29の計測結果に基づいて電気分解部13の電気分解を制御してもよく、第1残留塩素センサ19の計測結果に基づいて電気分解部13の電気分解を制御してもよい。制御装置52は、

アンモニウムイオンセンサ 29 の計測結果に基づいて電気分解部 13 の電気分解を制御する場合、例えば、アンモニウムイオンセンサ 29 の検出値が所定値以下になるように第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B との間で流す電流をフィードバック制御してもよい。制御装置 52 は、第 1 残留塩素センサ 19 の計測結果に基づいて電気分解部 13 の電気分解を制御する場合、例えば、第 1 残留塩素センサ 19 の検出値が所定範囲内になるように、第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B との間で流す電流をフィードバック制御してもよい。

[0083] 本実施形態で用いる飼育水（例えば海水）においてアンモニア濃度と有効塩素の濃度を把握する場合、不連続点塩素処理法に基づいて把握することができる。例えば、飼育水においてアンモニア及びアンモニウムイオンの濃度が有効残留塩素の濃度に対して一定濃度以上となっている第 1 状態では、塩素酸化合物の添加量が大いほど有効残留塩素濃度も上昇する。一方、アンモニア又はアンモニウムイオンは存在するが、アンモニア及びアンモニウムイオンの濃度が有効残留塩素の濃度に対して上記一定濃度以下である第 2 状態では、アンモニア又はアンモニウムイオンとの反応で消費されるため、塩素酸化合物を添加しても有効残留塩素濃度は減少する。そして、アンモニア及びアンモニウムイオンが存在しない第 3 状態では、塩素酸化合物の添加量が大いほど有効残留塩素濃度も上昇する。飼育水の pH、塩分濃度、温度が一定であれば、上記一定濃度は固定値として考えることができる。

[0084] 制御装置 52 は、電気分解部 13 において第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B の間に流れる電流を検出可能に構成され、第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B の間に流れる電流を継続的に監視する。第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B との間に流れる電流を制御装置 52 が監視する構成は様々な構成を採用することができ、例えば、上記電流を電流センサによって検出し、電流センサが検出した値を制御装置 52 が取得する構成であってもよく、その他の構成であってもよい。そして、制御装置 52 は、アンモニウムイオンセンサ 29 及び第 1 残留塩素センサ 19 のいずれかの検出値又は両方の検出値に基づいて、第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B の間で流す電流を制御する。

[0085] 制御装置 5 2 は、アンモニウムイオンセンサ 2 9 及び第 1 残留塩素センサ 1 9 の両方の検出値に基づいて第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を制御するように第 1 の電流制御を行ってもよい。第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を大きくするほど、電気分解が促進され、塩素酸化合物の発生量が大きくなる。よって、制御装置 5 2 は、第 1 の電流制御を行う場合、アンモニウムイオンセンサ 2 9 が検出するアンモニウムイオン濃度の値（検出値）が第 1 閾値以下となるように第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を調整する。第 1 閾値は 0 であってもよく、0 よりも少し大きい値であってもよい。一方、アンモニア及びアンモニウムイオンが存在しない状態では、第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を大きくするほど、有効塩素濃度が上昇する。よって、制御装置 5 2 は、アンモニウムイオンセンサ 2 9 の検出値が第 1 閾値以下となる電流範囲、且つ、第 1 残留塩素センサ 1 9 が検出する残留塩素量の値（検出値）が第 2 閾値以下となる電流範囲となるように第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を調整する。

[0086] 制御装置 5 2 は、第 1 残留塩素センサ 1 9 の検出値を用いず、アンモニウムイオンセンサ 2 9 の検出値に基づいて第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B との間で流す電流を制御するように第 2 の電流制御を行ってもよい。制御装置 5 2 は、第 2 の電流制御を行う場合も、アンモニウムイオンセンサ 2 9 が検出するアンモニウムイオン濃度の値（検出値）が第 1 閾値以下となるように第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間で流す電流を調整する。第 1 閾値は 0 であってもよく、0 よりも少し大きい値であってもよい。制御装置 5 2 は、第 2 の電流制御を行う場合、「第 1 電極 5 5 A と第 2 電極 5 5 B の間を流れる電流を設定電流値に制御して一定時間電気分解を行った後、アンモニウムイオンセンサ 2 9 が検出するアンモニウムイオン濃度の値（検出値）を確認する電流調整制御」を繰り返す。この制御では、前回の電流調整制御においてアンモニウムイオンセンサ 2 9 の検出値が第 1 閾値を超えていれば、その前回の電流調整制御で用いられた設定電流値から所定割合（例えば 1 0 %）

増大させた電流値を次の設定電流値とするように次の電流調整制御を行う。

一方、前回の電流調整制御においてアンモニウムイオンセンサ 29 の検出値が第 1 閾値以下であれば、その前回の電流調整制御で用いられた設定電流値を次の設定電流値とするように次の電流調整制御を行う。このようにすることで、アンモニウムイオンセンサ 29 の検出値が第 1 閾値以下になるまで少しずつ電流を増大させながら電気分解を行うことができ、アンモニウムイオンセンサ 29 の検出値が第 1 閾値以下となった場合には、その電流状態を維持しながら電気分解を行うことができる。

[0087] 制御装置 52 は、アンモニウムイオンセンサ 29 の検出値を用いず、第 1 残留塩素センサ 19 の検出値に基づいて第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B との間で流す電流を制御するように第 3 の電流制御を行ってもよい。制御装置 52 は、第 3 の電流制御を行う場合、「第 1 電極 55 A と第 2 電極 55 B の間を流れる電流を設定電流値に制御して一定時間電気分解を行った後、第 1 残留塩素センサ 19 が検出する残留塩素量の値（検出値）を確認する電流調整制御」を繰り返す。この制御では、前々回の電流調整制御での設定電流値に対して前回の電流調整制御での設定電流値を所定割合（例えば 10%）増大させた場合において、前々回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）よりも、前回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）のほうが小さい場合、上述の第 2 状態であると推定することができるため、この場合、次の電流調整制御（今回の電流調整制御）では、前回の電流調整制御で用いられた設定電流値から所定割合（例えば 10%）増大させた電流値を設定電流値とするように電流調整制御を行う。つまり、検出される残留塩素量の値が減少する間は、設定電流値を少しずつ上昇させるように各回の電流調整制御を行う。一方、このように設定電流値を少しずつ上昇させる制御を行っている場合において、前々回の電流調整制御での設定電流値に対して前回の電流調整制御での設定電流値を所定割合（例えば 10%）増大させた場合に、前々回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）よりも、前回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）のほ

うが大きい場合には、上述の第3状態であると推定することができるため、この場合、次の電流調整制御（今回の電流調整制御）では、前回の電流調整制御で用いられた設定電流値から所定割合（例えば10%）減少させた電流値を設定電流値とするように電流調整制御を行う。なお、前々回の電流調整制御での設定電流値に対して前回の電流調整制御での設定電流値を所定割合（例えば10%）減少させた場合において、前々回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）よりも前回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）のほうが小さい場合には、次の電流調整制御（今回の電流調整制御）では、前回の電流調整制御で用いられた設定電流値から所定割合（例えば10%）減少させた電流値を設定電流値とするように電流調整制御を行い、前々回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）よりも前回の電流調整制御で検出された残留塩素量の値（検出値）のほうが大きい場合には、次の電流調整制御（今回の電流調整制御）では、前回の電流調整制御で用いられた設定電流値から所定割合（例えば10%）増大させた電流値を設定電流値とするように電流調整制御を行えばよい。

[0088] （残留塩素の監視に基づく制御）

処置部31は、第2残留塩素センサ27によって所定の計測結果が得られた場合に、第4領域の飼育水から残留塩素を除去するように動作してもよく、第4領域の飼育水を飼育槽3に戻すことを停止するように動作してもよい。

[0089] 例えば、処置部31は、第2残留塩素センサ27が検出する残留塩素の濃度（検出値）が所定値を超えた場合に飼育槽3に戻る前の飼育水に対して中和剤を供給してもよい。中和剤は、例えば、チオ硫酸ナトリウム、カテキン、ポリフェノール、システインなどを好適に用いることができる。図7の例では、処置部31の少なくとも一部を構成する要素として、第4領域の飼育水に対して中和剤を供給する中和剤供給装置31Aが設けられる。具体的には、例えば、制御装置52及び中和剤供給装置31Aが、処置部31及び中和剤供給部として機能し、第2残留塩素センサ27が検出する残留塩素の濃

度（検出値）が所定値を超えた場合に、制御装置 5 2 が中和剤供給装置 3 1 A に対して中和剤投入指令を与え、この中和剤投入指令に応じて、中和剤供給装置が「残留塩素と中和反応を生じさせる中和剤」を待機槽 2 5 内に投入するように動作してもよい。

[0090] 処置部 3 1 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値を超えた場合に、待機槽 2 5 から飼育槽 3 に飼育水を戻さずに、待機槽 2 5 から別領域に飼育水を流すように流路を切り替えるように動作してもよい。例えば、流路 4 7 の途中に三方弁（図示省略）を設け、流路 4 7 を流れる飼育水の供給先が三方弁によって飼育槽 3 と別領域とに切り替えられるようになっていてもよい。この例では、制御装置 5 2 及び上記三方弁を処置部 3 1 として機能させることができる。具体的には、制御装置 5 2 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値以下である場合に、三方弁からの供給先を飼育槽 3 とし、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値を超える場合には、三方弁からの供給先を別領域とするように制御を行えばよい。

[0091] 或いは、処置部 3 1 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値を超えた場合に、待機槽 2 5 から飼育槽 3 に飼育水を流す流路を遮断して飼育槽 3 に飼育水を戻すことを停止させてもよく、システム 1 での飼育水の循環を停止させて飼育槽 3 に飼育水を戻すことを停止させてもよい。例えば、流路 4 7 の途中に開閉弁（図示省略）を設け、開閉弁が開放状態となっている場合に、流路 4 7 の流動が許容され、開閉弁が遮断状態となっている場合に、流路 4 7 の流動が遮断されるようにしてもよい。この例では、制御装置 5 2 及び上記開閉弁を処置部 3 1 として機能させることができる。具体的には、制御装置 5 2 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値以下である場合に、開閉弁を開放状態とし、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度の検出値が所定値を超える場合には、開閉弁を遮断状態とするように制御を行えばよい。この例では、開閉弁を遮断状態とする場合、待機槽 2 5 が溢れないように、システ

ムにおいて飼育水を循環させるポンプの駆動を停止させてもよく、待機槽 25 の水面が一定レベルを超えた場合に、待機槽 25 から別領域に飼育水が逃げるように流路が設けられる構成としてもよい。

[0092] (pHの監視に基づく制御)

本実施形態では、第4領域の飼育水に対してpH調整材を供給するように調整材供給装置32が設けられる。図7の例では、調整材供給装置32は、待機槽25内の飼育水にpH調整材を供給する構成をなしている。制御装置52は、調整材供給装置32に対して供給時期と供給速度の指示を与え、調整材供給装置32は制御装置52から指示された供給時期に、制御装置52から指示された供給速度でpH調整材を供給する。

[0093] 調整材供給装置32から供給するpH調整材としては、例えば、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム、水酸化カルシウム、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムのいずれかを好適に用いることができ、炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウムのいずれかを好適に用いることがより好ましく、炭酸ナトリウムを用いることがより一層好ましい。pH調整材として炭酸ナトリウム、炭酸水素ナトリウム、炭酸カルシウムなどを用いる場合、いずれかを含有する水溶液を用いるとよい。pHの大きい炭酸ナトリウムを用いると、強アルカリであるため、飼育水のpHを上昇させやすく、イオンバランスが崩れにくいというメリットがある。炭酸水素ナトリウムは、イオンバランスが崩れにくく、pHの緩衝機能を発揮し得るというメリットがある。なお、海水に含まれるマグネシウムの析出によるpH調整効果の阻害を防ぐため、pH調整材のpHは、11.5以下であることが好ましい。

[0094] 制御装置52による制御の方法は様々であるが、例えば、制御装置52は、pHセンサ28が検出した飼育水のpHが第1基準値以下となった場合に、当該第1基準値よりも大きいpHのpH調整材を所定の供給速度で供給するように調整材供給装置32を動作させ、調整材供給装置32がpH調整材を供給している状態でpHセンサ28が検出した飼育水のpHが第2基準値を超えた場合に調整材供給装置32によるpH調整材の供給を停止させるよ

うにオンオフ制御を行ってもよい。なお、上述の例では、第1基準値と第2基準値は同一であってもよく、異なってもよい。

[0095] なお、pH調整材の消費量を低減するため、炭酸カルシウムの固形物（例えば、ペレット等）を第4領域（例えば、流路46、47や待機槽25の内部領域）に設けてもよい。

[0096] 上述の例では、pH調整材の投入タイミングを制御するが、このような方法に代えて、pH調整材を継続的に一定の供給速度で供給してもよい。

[0097] 4. 電極の清浄化

図5のように、本実施形態では、制御装置52及び駆動回路53が電圧印加部51として機能する。電圧印加部51は、第1電極55Aを陽極とし且つ第2電極55Bを陰極とするように電圧を印加して上記「領域」内（具体的には電気分解槽11内）で電気分解を行う第1状態と、第2電極55Bを陽極とし且つ第1電極55Aを陰極とするように電圧を印加する第2状態とに切り替えるように動作する。例えば、電圧印加部51は、第1状態を継続させて飼育水を電気分解する動作と、第2状態を継続させて飼育水を電気分解する動作とを、定期的に切り替える。定期的に切り替える場合の切り替えの周期は、例えば、数十分おきであってもよく、数時間おきであってもよく、1日おきであってもよく、これ以外の周期であってもよい。

[0098] 電圧印加部51が第1状態と第2状態を切り替えるタイミングは、定期的なタイミングに限定されず、予め定められた条件が成立したタイミングであってもよい。例えば、前回の切替時点から循環式水処理システム1の稼働時間が一定時間に達したタイミングで切り替えてもよく、何らかのセンサによる検出値が所定値となったタイミングであってもよく、ランダムに決定されるタイミングであってもよく、これら以外のタイミングであってもよい。

[0099] 本実施形態では、流路42からの電気分解槽11への飼育水の導水及び電気分解槽11から第1誘導路56への飼育水の排水を連続的に継続するように「飼育水の入れ替え」を行いながら、電圧印加部51によって第1電極55Aを陽極とし且つ第2電極55Bを陰極とするように電圧を継続的に印加

する第1状態の動作を継続的に行い、第1状態の動作中に切り替え条件が成立した場合、上述の「飼育水の入れ替え」を行いながら第1状態から第2状態への切り替えを行い、切替後には、上述の「飼育水の入れ替え」を行いながら第2電極55Bを陽極とし且つ第1電極55Aを陰極とするように電圧を継続的に印加する第2状態の動作を継続的に行い、第2状態の動作中に切り替え条件が成立した場合、上述の「飼育水の入れ替え」を行いながら第2状態から第1状態の切り替えを行うといった流れで、第1状態の動作と第2状態の動作とを交互に行う。なお、第1状態の動作の継続中や第2状態の動作の継続中には、動作を中断せずに連続させてもよく、何らかの理由によって一時的に動作を中断することがあってもよい。

[0100] 5. 効果の例

上述の例では、循環式水処理システム1が電気分解装置の一例に相当してもよく、電気分解部13が電気分解装置の一例に相当してもよい。この電気分解装置又は当該電気分解装置を用いた電気分解方法は、塩分を含む飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）を生成した上で、この塩素酸化合物を飼育水内に存在するアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させて直接的に窒素に分解することができ、分解の過程で、亜硝酸、硝酸などの発生を確実に抑制することができる。但し、この方法を採用した場合、何ら措置を講じないと、電極の表面に析出物が付着し、電気分解を阻害してしまう懸念があるが、上記電気分解装置は、第1電極55Aを陽極とし且つ第2電極55Bを陰極とするように電圧を印加して電気分解を行う第1状態と、第2電極55Bを陽極とし且つ第1電極55Aを陰極とするように電圧を印加する第2状態とに切り替えることができるため、継続的な電気分解によって電極の表面に付着した析出物が、切り替えによって電極から離脱しやすい。よって、この電気分解装置は、電極の表面に析出する析出物の除去を行いやすい。

[0101] 塩分を含んだ飼育水に対して連続的に電気分解を行うと、例えば、陰極側でマグネシウムを主成分とする析出物が生じ、電極を覆ってしまうという問

題がある。このように析出物が電極を覆ってしまうと、次第に次亜塩素酸ナトリウムの発生量が低下したり、不安定になりやすい。このような事態を防ぐためには、電極の析出物に対して物理的な力を加えて定期的に洗浄することが考えられるが、機械的な洗浄などを頻繁に行うと、電極を傷つけやすく、寿命や性能を損なってしまうという問題がある。また、電極表面から削り取るような洗浄や水圧による洗浄は、作業者による人為的な作業が必要であるため、自動化、省人化、及び安定的な運用が難しい。しかし、上記の電気分解装置は、この問題を効果的に抑制又は解消することができる。

[0102] 上記の電気分解装置は、第1電極55Aと第2電極55Bと電極保持部55Cとが一体的に構成されてなる電極部55が、電気分解槽11に対して着脱される構成であるため、洗浄を行うために電極部55を取り外す作業が行いやすくなる。特に、切り替えによる析出物の離脱促進と電極部55の着脱作業の容易化が相乗効果を発揮し、洗浄の一層の容易化が図られる。

[0103] 上記の電気分解装置は、電極部55から沈み落ちた析出物を誘導部58によって所定位置に向けて自動的に集めることができるため、電極部55から析出物を離脱させることだけでなく、離脱させた析出物を集めることも容易に行うことができる。

[0104] 上記の電気分解装置は、電極部55から沈み落ちた析出物を電極部55よりも下位置において排出部59の管59Aに取り込んで排出することができるため、「析出物を排出する過程で析出物が分散してしまい後工程に流れやすくなってしまうこと」を抑制することができる。

[0105] 上記電気分解装置は、電気分解槽11において所定高さよりも上側に位置する上澄み水を外部に誘導することができ、所定高さよりも下側に沈み落ちた析出物を電気分解槽11の外部に誘導しにくくすることができる。より具体的には、上記所定高さが、電極部55の下端よりも上位置であるため、電極部55から離脱して下端から下側に沈み落ちる析出物が、電気分解槽11の外部に誘導されにくくなる。

[0106] 上記の電気分解装置は、水流発生部57により、電気分解槽11内におい

て電極部 5 5 の下側から上側に上昇させるように水流を発生させることができるため、新しい飼育水が電極部 5 5 に導かれやすくなり、電気分解の効率をより高めることができる。

[0107] 上記の電気分解装置では、第 1 状態を継続させて飼育水を電気分解する動作と、第 2 状態を継続させて飼育水を電気分解する動作とを定期的に切り替えるため、析出物を定期的に離脱させることができ、電極を定期的に清浄にすることができる。

[0108] 循環式水処理システム 1 は、第 1 領域の飼育水に含まれる固形物を除去部 5 によって取り除くことができる。更に、この循環式水処理システム 1 は、第 1 領域を通過した後の第 2 領域において、電気分解部 1 3 によってアンモニア又はアンモニウムイオンを分解することができ、除去部 5 によって固形物の除去を行った上で飼育水の電気分解を行うため、固形物が電気分解を阻害することを確実に抑制することができ、電気分解を良好に行いやすい。更に、この循環式水処理システム 1 は、第 2 領域を通過した飼育水が貯留される又は流動する第 3 領域において、活性炭部 2 3 により残留塩素を除去することができる。よって、アンモニア又はアンモニウムイオンの分解に使用されなかった塩素酸化合物が第 3 領域の飼育水に含有されていたとしても、この塩素酸化合物を活性炭部によって効果的に除去することができる。このように、上記循環式水処理システム 1 では、第 3 領域を通過した後の飼育水において糞や残餌などの固形物が確実に低減しており、アンモニア、亜硝酸、硝酸などの窒素化合物成分も確実に抑えられているため、飼育水の清浄化、無害化の面で極めて有利である。

[0109] 循環式水処理システム 1 では、電気分解槽 1 1 において第 1 の高さよりも上側に位置する上澄み水を当該電気分解槽 1 1 の外部に誘導することができるため、電極から析出物が離脱して沈み落ちた場合に、析出物が電気分解槽 1 1 の外部に誘導されにくい。仮に、一部の析出物が電気分解槽 1 1 から排出されてしまい、反応槽 1 5 に入り込んだとしても、反応槽 1 5 において第 2 の高さよりも上側に位置する上澄み水を当該反応槽 1 5 の外部に誘導する

ことができるため、反応槽 15 に入り込んだ析出物は、反応槽 15 で沈殿しやすく、反応槽 15 の外部に誘導されにくい。

[0110] 循環式水処理システム 1 又は上記電気分解装置を用いた電気分解方法では、電気分解槽 11 への飼育水の導水及び電気分解槽 11 からの飼育水の排水を継続して飼育水の入れ替えを行いながら、第 1 状態の動作、第 2 状態の動作、及び第 1 状態と第 2 状態の切り替えを行うことができるため、飼育水をより効率的に循環させながら、電極の清浄化を図ることができる。

[0111] <第 2 実施形態>

次の説明は第 2 実施形態に関する。

第 2 実施形態に係る循環式水処理システム 1 及びこのシステム 1 を用いた養殖方法は、図 1 に示される除去部 5 として、図 3、図 4 のような構成に代えて図 8 のような構成が用いられている点が第 1 実施形態と異なる点であり、除去部 5 の構成以外は第 1 実施形態と同一である。よって、以下の説明では、図 3 以外の構成については、図 1、図 2、図 5、図 6、図 7 の構成等が用いられているものとして、これらの図に付される符号や名称等が適宜用いられる。

[0112] 図 8 の例では、除去部 5 は、当該除去部 5 の前工程の領域から導入される飼育水を泡沫分離機 7 に導入した後、泡沫分離機 7 を通過させて上記前工程の領域とは異なる後工程の領域に導出するように構成されている。上記前工程の領域は、飼育槽 3 内の領域である。上記後工程の領域は、電気分解槽 11 内の領域である。除去部 5 では、除去部 5 の前工程の領域から供給される飼育水を流路 41（流路 41 は導入路の一例に相当）によって泡沫分離機 7 に導入した後、泡沫分離機 7 を通過させ、流路 41（導入路）の入口が配置される導入元の領域（例えば、飼育槽 3 内の領域）とは異なる「除去部 5 の後工程の領域」（例えば、電気分解槽 11 内の領域）に導出する。除去部 5 では、飼育槽 3 から流路 41 を介して流入する飼育水の全量が泡沫分離機 7 内に送り込まれ、飼育槽 3 から泡沫分離機 7 を経由することなく電気分解槽 11 に流れる流路が存在しない構成となっており、泡沫分離機 7 に送り込ま

れた飼育水のうち、泡沫分離機 7 において泡とともに除去される除去物以外は、泡沫分離機 7 から流路 4 3 を介して電気分解槽 1 1 内に送り込まれるようになっている。なお、泡沫分離機 7 の動作は第 1 実施形態と同様であり、この例でも、泡沫分離機 7 においてオゾンを含む気泡を発生させる。

[0113] このように、第 2 実施形態の循環式水処理システム 1 は、除去部 5 によって固形物を除去する際に、前工程の領域から導入される飼育水を泡沫分離機 7 に導入した後、泡沫分離機 7 を通過させて前工程の領域とは異なる後工程の領域に導出するため、循環する飼育水を、より確実に泡沫分離機 7 を通過させることができ、固形物の除去の効果や、オゾンによる殺菌、消毒の効果をより一層高めることができる。

[0114] <第 3 実施形態>

次の説明は第 3 実施形態に関する。

第 3 実施形態に係る循環式水処理システム 1 及びこのシステム 1 を用いた養殖方法は、図 5 のような構成に代えて図 9 のような構成が用いられている点が第 1 実施形態と異なる点であり、具体的には、図 5 の構成に加えて傾斜部 5 8 C, 5 8 D, 5 8 E, 5 8 F、排出部 1 1 0, 1 1 2 が設けられている点以外は第 1 実施形態と同一である。よって、以下の説明では、図 5 以外の構成については、図 1 ～図 4、図 6、図 7 の構成等が用いられているものとして、これらの図に付される符号や名称等が適宜用いられる。

[0115] 図 9 のように、電気分解槽 1 1 には、排出部 5 9 に加え、排出部 1 1 0 が設けられる。排出部 1 1 0 は、電気分解槽 1 1 内で電極部 5 5 から沈み落ちた析出物を排出する管 1 1 0 A とこの管 1 1 0 A を開閉する開閉部 1 1 0 B を有する。排出部 1 1 0 は、電極部 5 5 よりも下位置において析出物を管 1 1 0 A の内部に取り込み、析出物を電気分解槽 1 1 から管 1 1 0 A を通して排出するように機能する。開閉部 1 1 0 B は、例えば手動操作によって管 1 1 0 A を遮断する状態と開放する状態とに切り替える開閉栓である。なお、開閉部 1 1 0 B は、制御によって開閉が切り替えられる電磁弁などであってもよい。いずれにしても、開閉部 1 1 0 B が開放状態となった場合、電気分

解槽 11 内の所定位置付近から飼育水が管 110A を通って排出される。上記所定位置付近に析出物が沈殿する場合には、析出物が飼育水と共に管 110A を通って排出される。

[0116] 図 9 の例では、傾斜部 58A, 58B に加え、傾斜部 58C が設けられる。傾斜部 58C の傾斜面は、上下方向に対して傾斜しており、傾斜部 58C は、傾斜部 58C の傾斜面に沿って沈下する物体を上下方向及び上記第 1 方向と直交する第 2 方向に移動させるように（具体的には、第 2 方向において排出部 59 側に移動させるように）案内する。更に、図 9 の例では、傾斜部 58D が設けられる。傾斜部 58D の傾斜面は、上下方向に対して傾斜しており、傾斜部 58D は、傾斜部 58D に沿って沈下する物体を上記第 2 方向に移動させるように（具体的には、第 2 方向において排出部 110 側に移動させるように）案内する。

[0117] 図 9 の例では、反応槽 15 においても、排出部 112 が設けられる。排出部 112 は、反応槽 15 内で沈み落ちた析出物を排出する管 112A とこの管 112A を開閉する開閉部 112B を有する。排出部 112 は、沈下する物体を管 112A の内部に取り込み、管 112A を通して排出するように機能する。開閉部 112B は、例えば手動操作によって管 112A を遮断する状態と開放する状態とに切り替える開閉栓である。なお、開閉部 112B は、制御によって開閉が切り替えられる電磁弁などであってもよい。いずれにしても、開閉部 112B が開放状態となった場合、反応槽 15 内の所定位置付近から飼育水が管 112A を通って排出される。上記所定位置付近に物体が沈殿する場合には、当該物体が飼育水と共に管 112A を通って排出される。反応槽 15 においても、傾斜部 58E, 58F が設けられる。傾斜部 58E, 58F の傾斜面は、上下方向に対して傾斜しており、傾斜部 58E, 58F の各々は、各傾斜部の傾斜面に沿って沈下する物体を上記第 2 方向に移動させるように（具体的には、第 2 方向において排出部 112 側に移動させるように）案内する。

[0118] なお、図 9 の例では、管 59A, 110A, 112A は、常設された固定

管であるが、装着及び離脱が可能な管であってもよい。また、いずれの管でも、排出する場合には、槽内の水圧を利用して排出してもよく、ポンプなどによって吸引又は流動させるように排出してもよい。

[0119] <第4実施形態>

次の説明は第4実施形態に関する。

第4実施形態に係る循環式水処理システム1及びこのシステム1を用いた養殖方法は、図7のような構成に代えて図10のような構成が用いられている点が第1実施形態と異なる点であり、図7の構成に加え、流路46の途中に切替部140が設けられる点が第1実施形態と異なり、それ以外の構成は第1実施形態と同一である。よって、以下の説明では、切替部140以外の構成については、図1～図7の構成等が用いられているものとして、これらの図に付される符号や名称等が適宜用いられる。

[0120] 第4実施形態の循環式水処理システム1では、切替部140において切替弁142が設けられており、切替弁142は、残留塩素除去槽（例えば活性炭槽21）から流路46に排出された飼育水を流す経路を、第2除去部146を通さない流路143A、又は、第2除去部146を通す流路143Bのいずれかに切り替えることができる。

[0121] 第2除去槽144は、飼育水を通す流路として構成され、且つ、当該流路の内部空間には残留塩素を除去する成分（例えば、亜硫酸カルシウムの粒）が充填される構成で、第2除去部146が構成される。第2除去槽144は、入口と出口を有する流路として構成され、代表例では、内部空間に亜硫酸カルシウムの粒が充填される。切替弁142からの流出先が流路143Bとなるように切替弁142が設定されている場合、切替弁142を通過して第2除去槽144の入口から流入した飼育水が、第2除去槽144の内部空間の隙間（多数の亜硫酸カルシウムの隙間）を通過する過程で、飼育水に含まれる残留塩素や残留オゾンが亜硫酸カルシウムによって除去され、第2除去槽144の出口から下流側の流路46に排出される飼育水は、塩素やオゾンの一部又は全部が除去された飼育水となる。

[0122] このような構成において、制御装置 5 2 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度が基準値以下である場合に残留塩素除去槽（例えば活性炭槽 2 1）から流路 1 4 3 A に飼育水を流し、流路 1 4 3 B に飼育水を流さないように切替弁 1 4 2 を切り替える。一方、制御装置 5 2 は、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度が基準値を超える場合には、残留塩素除去槽（例えば活性炭槽 2 1）から流路 1 4 3 B に飼育水を流し、流路 1 4 3 A に飼育水を流さないように切替弁 1 4 2 を切り替える。このようにすると、第 2 残留塩素センサ 2 7 が検出する残留塩素の濃度が相対的に高くなった場合に、残留塩素除去槽（例えば活性炭槽 2 1）からの飼育水が第 2 除去部 1 4 6 を流れるように切り替えることができ、第 2 除去部 1 4 6 によっても残留塩素を除去することができる。なお、ここで説明される制御方法はあくまで一例であり、第 2 除去槽 1 4 4 に飼育水を流すタイミングや期間は上述の例に限定されない。

[0123] <他の実施形態>

本発明は、上記記述及び図面によって説明された実施形態に限定されるものではない。例えば、上述又は後述の実施形態の特徴は、矛盾しない範囲であらゆる組み合わせが可能である。また、上述又は後述の実施形態のいずれの特徴も、必須のものとして明示されていなければ省略することもできる。さらに、上述された実施形態は、次のように変更されてもよい。

[0124] 上述の実施形態では、泡沫分離機 7 に対して気体としてオゾンが供給され、オゾンを含む泡を発生させるが、オゾンではなく、他の気体（例えば空気）が供給され、他の気体の泡を発生させる構成であってもよい。

[0125] 上述の実施形態では、飼育水を貯留する部分を有する槽として構成された電気分解槽 1 1 の内部領域が第 2 領域であるが、電気分解槽 1 1 が貯留する部分を有さない流路として構成され、この内部領域が第 2 領域とされてもよい。

[0126] 上述の実施形態では、反応槽 1 5 は、飼育水を貯留する部分を有する槽として構成されるが、貯留する部分を有さない流路として構成されていてもよい。

い。

[0127] 上述の実施形態では、第1残留塩素センサ19が濾過タンク17内の飼育水の残留塩素の濃度を検出するように配置されているが、反応槽15から活性炭槽21までの間の流路内の残留塩素の濃度を検出するように構成されていてもよい。

[0128] 上述の実施形態では、飼育水を貯留する部分を有する槽として構成された活性炭槽21の内部領域が第3領域であるが、活性炭槽21が貯留する部分を有さない流路として構成され、この内部領域が第3領域とされてもよい。

[0129] 上述の実施形態では、飼育水を貯留する部分を有する槽として構成された待機槽25の内部領域が第4領域であるが、待機槽25が貯留する部分を有さない流路として構成され、この内部領域が第4領域とされてもよい。

[0130] 上述の実施形態では、図1、図7のように、残留塩素除去槽として、活性炭の粒が充填されてなる活性炭部23を有する活性炭槽21が設けられるが、活性炭部23の活性炭の粒に代えて、亜硫酸カルシウムの粒を用い、亜硫酸カルシウムの粒が充填された構成としてもよい。この例でも、残留塩素除去槽は、入口と出口を有する流路として構成することができ、当該流路の内部空間に亜硫酸カルシウムの粒を充填させるように構成することができる。この例でも、残留塩素除去槽の入口から流入した飼育水が、内部空間の隙間（多数の亜硫酸カルシウムの隙間）を通過する過程で、飼育水に含まれる残留塩素や残留オゾンが亜硫酸カルシウムによって除去され、出口から排出される飼育水は、塩素やオゾンの一部又は全部が除去された飼育水となる。

[0131] 第4実施形態の図10の構成では、流路46の途中に切替部140が設けられるが、第1～第3実施形態のいずれの構成においても、図1の構成において流路47の途中（例えば、図1における二点鎖線Xの位置）に切替部140を設けてもよく、この場合、上述の第4実施形態と同様の制御を行うことで、待機槽25から流路47に排出された飼育水を流す経路を、第2除去部146を通さない流路143A、又は、第2除去部146を通す流路143Bのいずれかに切り替えるようにし、流路143A、又は、第2除去部1

4 6 のいずれかを通過した飼育水が飼育槽 3 に供給されるように構成してもよい。

[0132] 上述のいずれの実施形態においても、飼育槽から送り出された飼育水が前記第 2 領域に流れ込むまでの領域において生物により飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを低減させる生物槽を設けてもよい。この場合、例えば、第 1 実施形態の循環式水処理システム 1（図 3）において、貯留槽 6 0 と電気分解槽 1 1 の間に生物槽を設け、貯留槽 6 0 から流出する飼育水が生物槽に流入し、生物槽から流出する飼育水が電気分解槽 1 1 に流入するように構成されていてもよい。あるいは、第 2 実施形態の循環式水処理システム 1（図 8）において泡沫分離機 7 から流出する飼育水が生物槽に流入し、生物槽から流出する飼育水が電気分解槽 1 1 に流入するように構成されていてもよい。

この例では、生物槽は、飼育槽 3 から流出する飼育水が流路などを経由して流入するようになっており、流入する飼育水を貯留できるようになっていることが望ましい。一方で、生物槽には、例えば、生物の一例として、アンモニアを酸化して亜硝酸ひいては硝酸に変化させる硝化細菌（微生物）が保持されていることが望ましい。このように構成されたものでは、生物槽に流入した飼育水に含まれるアンモニア又はアンモニウムイオンが、微生物によって低減され、このようにアンモニア又はアンモニウムイオンが低減処理された飼育水が生物槽から直接または他の領域を介して電気分解槽 1 1 に流入することになる。

除去部と生物槽の順番は、除去部を経由した飼育水が生物槽に流入する構成であってもよく、生物槽を経由した飼育水が除去部に流入する構成であってもよい。あるいは、生物槽の一部または全部が除去部と兼用されていてもよい。いずれにしても、飼育槽 3 から流出して電気分解槽 1 1 に流れ込む飼育水のうち、一部または全部が生物槽を経由して電気分解槽 1 1 に流れ込むようになっていればよい。

なお、上述の例では、生物槽は、内部に飼育水及び微生物を保持するよう

に構成されるが、この構成に代えて又はこの構成に加えて、他の生物の作用によって、飼育水に含まれるアンモニア又はアンモニウムイオンを低減できるようにもよい。また、生物槽の数は1つに限定されず、複数存在していてもよい。

例えば、上述の「微生物を保持する生物槽」に代えて、「生物」として、野菜やその他の植物を飼育するように生物槽が構成されていてもよい。この場合、飼育槽3から直接または他の領域を介して流入する飼育水を生物槽内において一時的に貯留又は流動させ、生物槽内の飼育水を継続的又は断続的に植物に供給して当該植物を生育することにより、当該植物に飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを吸収させて浄化を図るようにしてもよい。

このような「生物槽と電気分解槽を併用する循環式水処理システム」は、電気分解部11によってアンモニア又はアンモニウムイオンを分解する前段階において、生物槽によりアンモニア又はアンモニウムイオンを低減させることができる。よって、飼育水に含まれるアンモニア又はアンモニウムイオンの低減を電気分解部11のみによって行う構成と比較して、電気分解部11の負担を抑制することができ、電気分解に必要な電力消費の抑制も図りやすい。一方、飼育水に含まれるアンモニア又はアンモニウムイオンの低減を生物槽のみによって行う構成ではないため、生物への依存を抑えた方法で水中のアンモニア又はアンモニウムイオンをより効果的に分解することができる。更に、上記の循環式水処理システムは、生物槽を経由した飼育水が流れ込む第2領域（電気分解槽11内の領域）において、塩素酸化合物（例えば次亜塩素酸ナトリウム）を生成するため、アンモニア又はアンモニウムイオンの除去だけでなく、生物槽を経由した飼育水に菌やウィルスが含まれる場合に、殺菌やウィルスの不活性化を行うことができる。

[0133] なお、今回開示された実施の形態は全ての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、今回開示された実施の形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示された範囲内又

は特許請求の範囲と均等の範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0134] 1 : 循環式水処理システム
- 3 : 飼育槽
- 5 : 除去部
- 7 : 泡沫分離機
- 9 : オゾン発生機
- 1 1 : 電気分解槽
- 1 1 A : 第 1 飼育水流動室
- 1 1 B : 第 2 飼育水流動室
- 1 1 C : 第 3 飼育水流動室
- 1 1 Z : 底壁
- 1 3 : 電気分解部
- 1 5 : 反応槽
- 1 7 : 濾過タンク
- 1 9 : 第 1 残留塩素センサ
- 2 1 : 活性炭槽 (残留塩素除去槽)
- 2 3 : 活性炭部 (残留塩素除去部)
- 2 5 : 待機槽
- 2 7 : 第 2 残留塩素センサ
- 2 9 : アンモニウムイオンセンサ
- 3 1 : 処置部
- 3 5 : 温調機
- 3 7 : フィルタ
- 4 1, 4 2, 4 3, 4 4, 4 5, 4 6, 4 7 : 流路
- 5 1 : 電圧印加部
- 5 2 : 制御装置

5 3 : 駆動回路
5 4 A : 導電路
5 4 B : 導電路
5 5 : 電極部
5 5 A : 第 1 電極
5 5 B : 第 2 電極
5 5 C : 電極保持部
5 6 : 第 1 誘導路
5 7 : 水流発生部
5 7 A : 第 1 仕切壁
5 7 B : 第 2 仕切壁
5 8 : 誘導部
5 8 A, 5 8 B : 傾斜部
5 9 : 排出部
5 9 A : 管
5 9 B : 開閉部
6 0 : 貯留槽
6 0 A : 底
6 2 : 導入部
6 4 : 導出部
6 6 : 排出部
7 2 : 第 2 誘導路
W 1 : 水面
W 2 : 水面
W 3 : 水面

請求の範囲

- [請求項1] 水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解装置であって、
- 前記飼育水が貯留される又は流動する領域において、前記飼育水を電気分解することにより塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解する電気分解部を備え、
- 前記電気分解部は、前記領域に配置される第1電極及び第2電極を有する電極部と、前記第1電極と前記第2電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を有し、
- 前記電圧印加部は、前記第1電極を陽極とし且つ前記第2電極を陰極とするように電圧を印加して前記領域内で前記電気分解を行う第1状態と、前記第2電極を陽極とし且つ前記第1電極を陰極とするように電圧を印加する第2状態とに切り替える
- 水生生物養殖用の電気分解装置。
- [請求項2] 前記電極部は、前記第1電極及び前記第2電極を保持する電極保持部を具備し、前記第1電極と前記第2電極と前記電極保持部とが一体的に構成され、
- 前記循環式水処理システムにおいて、前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽が設けられ、前記電気分解槽の内部が前記領域であり、
- 一体的に構成された前記電極部が、前記電気分解槽に対して着脱される
- 請求項1に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。
- [請求項3] 前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽

を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽内で前記電極部から沈み落ちた析出物を前記電気分解槽内の所定位置に向けて誘導しつつ集める誘導部を備える

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項4]

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽内で前記電極部から沈み落ちた析出物を排出する管を有する排出部を備え、

前記排出部は、前記電極部よりも下位置において前記析出物を前記管の内部に取り込み、前記析出物を前記電気分解槽から前記管を通して排出する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項5]

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

更に、前記電気分解槽は、当該電気分解槽内において所定高さよりも下側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導せず、前記所定高さよりも上側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導する誘導路を有する

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項6]

前記所定高さは、前記電極部の下端よりも上位置である

請求項 5 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項7]

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

前記電極部は、前記電気分解槽内において前記飼育水の水面側に配

置され、

更に、前記電気分解槽の外部から前記電気分解槽内に導入された前記飼育水を、前記電気分解槽内において前記電極部の下側から上側に上昇させるように流す水流発生部を備える

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項 8]

前記電圧印加部は、前記第 1 状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作と、前記第 2 状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作とを、定期的に切り替える

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置。

[請求項 9]

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育槽から送られる前記飼育水が貯留される又は流動する第 1 領域において、少なくとも固形物を除去する除去部と、

前記第 1 領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する前記領域である第 2 領域において前記飼育水の前記電気分解を行う前記電気分解部と、

前記第 2 領域を通過した前記飼育水が貯留される又は流動する第 3 領域において、活性炭により少なくとも残留塩素を除去する活性炭部と、

を含む水生生物養殖用の循環式水処理システム。

[請求項 10]

請求項 1 又は請求項 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解装置を備えた水生生物養殖用の循環式水処理システムであって、

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽と、

前記電気分解槽から排出された前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された反応槽と、

を備え、

前記電気分解槽の内部が前記領域であり、

前記電気分解槽は、当該電気分解槽内において第1の高さよりも下側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導せず、前記第1の高さよりも上側に位置する水を当該電気分解槽の外部に誘導する第1誘導路を有し、

前記反応槽は、当該反応槽内において第2の高さよりも下側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導せず、前記第2の高さよりも上側に位置する水を当該反応槽の外部に誘導する第2誘導路を有する

水生生物養殖用の循環式水処理システム。

[請求項11]

水生生物を養殖する槽であり且つ塩分を含む飼育水が収容された飼育槽から前記飼育水を循環させつつ処理し、処理後の前記飼育水を前記飼育槽に戻す循環式水処理システムに用いられる電気分解方法であって、

第1電極及び第2電極を有する電極部と、前記第1電極と前記第2電極の電極間に電圧を印加する電圧印加部と、を備えた電気分解部を用い、

前記飼育水が貯留される又は流動する領域に前記第1電極及び前記第2電極を配置した状態で、前記電圧印加部によって前記電極間に電圧を印加することにより前記飼育水を電気分解して塩素酸化合物を発生させ、発生した前記塩素酸化合物を前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンと反応させることにより前記飼育水内のアンモニア又はアンモニウムイオンを分解し、

前記電圧印加部により、前記第1電極を陽極とし且つ前記第2電極を陰極とするように電圧を印加して前記領域において前記電気分解を行う第1状態と、前記第2電極を陽極とし且つ前記第1電極を陰極とするように電圧を印加する第2状態とを切り替える

水生生物養殖用の電気分解方法。

[請求項12]

前記飼育水が貯留される又は流動するように構成された電気分解槽を用い、

前記電気分解槽の内部を前記領域とするように前記電極部を配置し

、

前記電気分解槽への前記飼育水の導水及び前記電気分解槽からの前記飼育水の排水を継続し、前記飼育水の入れ替えを行いながら、前記電圧印加部によって前記第 1 状態の動作、前記第 2 状態の動作、及び前記第 1 状態と前記第 2 状態の切り替え、を行う

請求項 1 1 に記載の水生生物養殖用の電気分解方法。

[請求項13]

前記電圧印加部により、前記第 1 状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作と、前記第 2 状態を継続させて前記飼育水を電気分解する動作とを、定期的に切り替える

請求項 1 1 又は請求項 1 2 に記載の水生生物養殖用の電気分解方法

。