

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5129442号
(P5129442)

(45) 発行日 平成25年1月30日 (2013. 1. 30)

(24) 登録日 平成24年11月9日 (2012. 11. 9)

(51) Int. Cl.

F I

C O 2 F 1/46 (2006. 01)
B O 1 J 19/08 (2006. 01)C O 2 F 1/46 Z
B O 1 J 19/08 A

請求項の数 6 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2005-199490 (P2005-199490)
 (22) 出願日 平成17年7月8日 (2005. 7. 8)
 (65) 公開番号 特開2006-247640 (P2006-247640A)
 (43) 公開日 平成18年9月21日 (2006. 9. 21)
 審査請求日 平成20年6月11日 (2008. 6. 11)
 (31) 優先権主張番号 特願2005-31332 (P2005-31332)
 (32) 優先日 平成17年2月8日 (2005. 2. 8)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000126115
 エア・ウォーター株式会社
 北海道札幌市中央区北3条西1丁目2番地
 (74) 代理人 100109472
 弁理士 森本 直之
 (72) 発明者 國谷 晋吾
 大阪府堺市築港新町2丁目6番40 エア・
 ウォーター株式会社 堺事業所内
 (72) 発明者 博多 葉子
 大阪府堺市築港新町2丁目6番40 エア・
 ウォーター株式会社 堺事業所内
 (72) 発明者 大塚 保則
 大阪府大阪市中央区東心斎橋1丁目20番
 16号 エア・ウォーター株式会社 本社
 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液体の帯電物質の濃度調節装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

濃度調節対象とする液体中に存在させる陽極および陰極と、上記陽極および陰極に直流電圧を印加する電圧供給手段と、液体のpHを測定するpH計とを備え、

上記陽極と陰極を帯電物質の静電吸着能力が相対的に異なるものとし、上記液体中に存在するプラス帯電物質を多く吸着するプラスイオン吸着モードとマイナス帯電物質を多く吸着するマイナスイオン吸着モードのいずれかによっていずれかの帯電物質を選択的に多く吸着して液体の帯電物質の濃度を調節する際に、

上記pH計によってpHを検知することにより、液体のアルカリ化または酸性化の程度を検知し、プラスイオン吸着モードかマイナスイオン吸着モードかを行って、液体の帯電物質の濃度を目標値に向かって調節するように構成したことを特徴とする液体の帯電物質の濃度調節装置。

【請求項 2】

上記陽極と陰極に対して直流電圧を印加して液体中のプラス帯電物質とマイナス帯電物質のいずれかを選択的に多く吸着する吸着モードと、上記陽極と陰極を短絡させるかもしくは逆極性にしてそれまで陽極と陰極にそれぞれ吸着していた帯電物質を放出する放出モードとを切り替える切替手段を備え、

吸着モードにおいて、上記pH計によるpHが所定の閾値を超えたときに切替手段によって放出モードに切り替えるように構成した請求項1記載の液体の帯電物質の濃度調節装置。

【請求項 3】

処理対象の液体を導入する導入路と処理済みの液体を排出する排出路が設けられた処理槽と、

上記陽極と陰極に対して直流電圧を印加して液体中のプラス帯電物質とマイナス帯電物質のいずれかを選択的に多く吸着する吸着モードと、上記陽極と陰極を逆極性にしてそれまで陽極と陰極にそれぞれ吸着していた帯電物質を放出する放出モードとを切り替える切替手段を備え、

上記 pH 計により、いずれかの帯電物質の濃度が目標値を超えたことを検知したときに、上記切替手段により陽極と陰極を逆極性に切り換えて目標の濃度となるよう制御する請求項 1 記載の液体の帯電物質の濃度調節装置。

10

【請求項 4】

陽極の静電吸着能力が陰極よりも大きくなるよう設定されている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の液体の帯電物質の濃度調節装置。

【請求項 5】

陰極の静電吸着能力が陽極よりも大きくなるよう設定されている請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の液体の帯電物質の濃度調節装置。

【請求項 6】

上記陽極と陰極は、表面積を異ならせることにより帯電物質の静電吸着能力が相対的に異なるものとなっている請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の液体の帯電物質の濃度調節装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、液体中に存在するイオン等の帯電物質の濃度や存在比率等の液質を、電気的な制御のみで液体を直接的に調節することにより、液体の帯電物質の濃度等の液質を比較的簡単な装置で高精度に調節できる液体の帯電物質の濃度調節装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、さまざまな産業分野において各種の特性を有する液体が用いられている。このような液体は、pH、電気抵抗、濃度、密度、粘度、色、味覚等の各種の液質を、用途に応じて最も適切な特性となるように調整して使用される。このような液質の制御は、主としてイオン濃度を制御することにより行うことが可能であり、特に pH、電気抵抗等は主としてイオン濃度を制御することにより行われる。

30

【0003】

上記のようなイオン濃度の制御方法として、例えば下記の特許文献 1 に示すように、制御対象の液体のイオン濃度を検知して、そのイオン濃度が目標のレベルとなるように所定の薬品を補充することにより行うものが開示されている。

【0004】

また、下記の特許文献 2 に示すように、液体を電気分解しながらイオン透過性膜を透過させることにより、酸性水とアルカリ性水に分離して pH センサが設けられた塩水タンクに導入し、上記 pH センサの検出信号に基づいて酸性水とアルカリ性水の導入量を調節することにより塩水の pH を所望の値に制御するものが開示されている。

40

【0005】

さらに、下記の特許文献 3 に示すように、カソードの面積をアノードの面積よりも大きくすることにより、電気化学的手法により被処理水中の窒素化合物を分解除去するものが開示されている。

【0006】

さらに、下記の特許文献 4 および 5 に示すように、液体中に存在させた 2 枚の電極に直流電流を印加して液体中のイオンを除去・回収するものが開示されている。

【特許文献 1】特開 2001 - 103855 号公報

50

【特許文献2】特開平7-299457号公報

【特許文献3】特開2002-248474号公報

【特許文献4】特開平6-325983号公報

【特許文献5】特表平11-505463号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、上記特許文献1のような方法では、制御対象とする溶液のタンク以外に、補充用の薬品タンクおよびその薬品を補充するためのポンプおよび配管が、必要とする薬品の種類の数だけ必要となり、設備が大掛かりなものとなってしまう。また、上記特許文献2の方法でも、導入する酸性水とアルカリ性水をタンクに貯めておくのではなく電気分解で生成するに過ぎず、制御対象とする溶液のタンク（塩水タンク）以外に電気分解装置や配管が必要になり、設備が大掛かりなものとなってしまう。このため、上記いずれの方法でも、設備が複雑かつ大掛かりで、設備コストやメンテナンスコストがかかるという問題がある。しかも、上記特許文献2の方法では、イオン透過性膜を必要とすることから、その交換や再生等のメンテナンスが必要となり、設備維持のために多大なコストがかかっているのが実情である。

10

【0008】

また、特許文献1および特許文献2のいずれの方法でも、イオン濃度やpHが目標レベルとなるように調整用の液体を補充するものに過ぎず、制御対象の溶液自体を直接制御するのではない。このような調整用液体を補充する場合、調整用液体の特性ばらつきが制御精度に影響したり、補充過剰による調整精度のばらつきが生じやすかったりするという問題もあった。また、イオン濃度やpHを微調整しようとする、少量の調整用液体を投入して制御することになるのであるが、少量の調整用液体の投入がタンク内で十分に混ざり、イオン濃度やpHの検出値に反映してから、再度少量の調整用液体を投入することを繰り返す必要があることから、微調整作業には時間と手間がかかるという問題があった。

20

【0009】

さらに、上記特許文献3に示す方法は、カソードの面積をアノードの面積よりも大きくすることにより、カソードで生じる還元反応を促進させて窒素化合物を分解・除去するものに過ぎず、溶液の液質が任意の目標値になるようにコントロールし、制御できるものではない。また、上記特許文献4および5に示す方法も、単に溶液中のイオン性物質を除去するだけのものに過ぎず、溶液の液質が任意の目標値になるようにコントロールし、制御できるものではない。

30

【0010】

本発明は、上記のような事情に鑑みなされたもので、溶液等の液体中に存在するイオン等の帯電物質の濃度や存在比率等の液質を、電気的な制御で直接的に溶液等の液体を制御することにより、比較的簡単な装置で高精度に調節できる液体の帯電物質の濃度調節装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

40

上記目的を達成するため、本発明の液体の帯電物質の濃度調節装置は、濃度調節対象とする液体中に存在させる陽極および陰極と、上記陽極および陰極に直流電圧を印加する電圧供給手段と、液体のpHを測定するpH計とを備え、

上記陽極と陰極を帯電物質の静電吸着能力が相対的に異なるものとすることにより、上記液体中に存在するプラス帯電物質を多く吸着するプラスイオン吸着モードとマイナス帯電物質を多く吸着するマイナスイオン吸着モードのいずれかによっていずれかの帯電物質を選択的に多く吸着して液体の帯電物質の濃度を調節する際に、

上記pH計によってpHを検知することにより、液体のアルカリ化または酸性化の程度を検知し、プラスイオン吸着モードかマイナスイオン吸着モードかを行って、液体の帯電物質の濃度を目標値に向かって調節するように構成したことを要旨とする。

50

【発明の効果】

【0014】

すなわち、本発明の液体の帯電物質の濃度調節装置は、陽極と陰極を帯電物質の静電吸着能力が相対的に異なるものとするることにより、上記液体中に存在するプラス帯電物質とマイナス帯電物質のいずれかを選択的に多く吸着して液体の帯電物質の濃度を調節する。これにより、調節対象とする液体中に元々存在していたプラス帯電物質とマイナス帯電物質の存在比率すなわち濃度バランスを調節することが可能となる。例えば、陽極の静電吸着能力が陰極よりも大きくなるように設定すると、液体中に元々存在していたマイナス帯電物質の吸着量がプラス帯電物質よりも多くなる。その結果、（液体中に新たなマイナス帯電物質が生成したとしても）元々存在していたプラス帯電物質の存在比率が、元々存在していたマイナス帯電物質よりも高い状態に制御することが可能となる。反対に、陰極の静電吸着能力が陽極よりも大きくなるように設定すると、液体中に元々存在していたプラス帯電物質の吸着量がマイナス帯電物質よりも多くなる。その結果、（液体中に新たなプラス帯電物質が生成したとしても）元々存在していたマイナス帯電物質の存在比率が、元々存在していたプラス帯電物質よりも高い状態に制御することが可能となる。このように、液体中に元々存在していたプラス帯電物質とマイナス帯電物質の濃度バランスを制御できるようになる。

10

【0015】

このように、制御対象とする液体中に存在する帯電物質の濃度や存在比率を、電気的な制御で直接的に液体の制御を行うことができるため、従来のように、調整用液を蓄えるタンクや調整用液をつくるための電気分解装置、それにとまなう複雑な配管等を必要とせず、装置が大幅に簡素化小型化し、設備コストやメンテナンスコストの大幅な節減が可能となった。また、従来のようなイオン交換膜を必要としないことから、イオン交換膜のメンテナンスも不要となる。しかも、従来のように、調整用液体を補充するのではなく、制御対象の溶液自体を直接制御することから、調整用液体の特性ばらつきが制御精度に影響したり、補充過剰による調整精度のばらつきが生じたりするという問題も完全に解消する。

20

また、液体のpHを測定するpH計を備え、上記pH計によってpHを検知することにより、液体のアルカリ化または酸性化の程度を検知するように構成したことにより、pHを検知することにより液体のアルカリ化または酸性化の程度を検知することができる。

また、上記液体中に存在するプラス帯電物質を多く吸着するプラスイオン吸着モードとマイナス帯電物質を多く吸着するマイナスイオン吸着モードのいずれかによっていずれかの帯電物質を選択的に多く吸着して液体の帯電物質の濃度を調節する際に、上記pH計によってpHを検知することにより、液体のアルカリ化または酸性化の程度を検知し、プラスイオン吸着モードかマイナスイオン吸着モードかを行って、液体の帯電物質の濃度を目標値に向かって調節することができる。

30

【0016】

本発明において、上記陽極と陰極に対して直流電圧を印加して液体中のプラス帯電物質とマイナス帯電物質のいずれかを選択的に多く吸着する吸着モードと、上記陽極と陰極を短絡させるかもしくは逆極性にしてそれまで陽極と陰極にそれぞれ吸着していた帯電物質を放出する放出モードとを切り替える切替手段を備え、

40

吸着モードにおいて、上記pH計によるpHが所定の閾値を超えたときに切替手段によって放出モードに切り替えるように構成した場合には、

吸着モードでは、液体中に元々存在していたプラス帯電物質とマイナス帯電物質の濃度バランスを調節するが、そのまま吸着を続けると、吸着能力の限界に達する。そこで、このような場合には、上記切替手段を切り換えて放出モードにし、上記陽極と陰極を短絡させるかもしくは逆極性にしてそれまで陽極と陰極にそれぞれそれまで吸着していた帯電物質を放出することにより、陽極および陰極を再生することができるのである。

また、吸着モードでpHが所定の閾値を超えたときに放出モードに切り替えて電極を再生できる。

【0017】

50

本発明において、陽極の静電吸着能力が陰極よりも大きくなるよう設定されている場合には、陽極の静電吸着能力が陰極よりも大きくなるように設定すると、静電吸着能力の大きな陽極に対して元々液体中に存在していたマイナス帯電物質の吸着量が、静電吸着能力の小さな陰極へのプラス帯電物質の吸着量よりも多くなる。その結果、（液体中に新たなマイナス帯電物質が生成したとしても）元々存在していたプラス帯電物質の存在比率が、元々存在していたマイナス帯電物質よりも高くなる状態に制御することが可能となる。

【0018】

本発明において、陰極の静電吸着能力が陽極よりも大きくなるよう設定されている場合には、静電吸着能力の大きな陰極に対して元々液体中に存在していたプラス帯電物質の吸着量が、静電吸着能力の小さな陽極へのマイナス帯電物質の吸着量よりも多くなる。その結果、（液体中に新たなプラス帯電物質が生成したとしても）元々存在していたマイナス帯電物質の存在比率が、元々存在していたプラス帯電物質よりも高くなる状態に制御することが可能となる。

【0019】

本発明において、上記陽極と陰極は、表面積を異ならせることにより帯電物質の静電吸着能力が相対的に異なるものとなっている場合には、表面積が大きな電極には、表面積が小さい電極よりも多くの帯電物質が吸着されることから、電極の材質を適宜選定したり大きさや枚数を適宜設定したりすることにより、電極の静電吸着能力を適宜設定して運転することが可能となる。

【0020】

本発明において、
処理対象の液体を導入する導入路と処理済みの液体を排出する排出路が設けられた処理槽と、

上記陽極と陰極に対して直流電圧を印加して液体中のプラス帯電物質とマイナス帯電物質のいずれかを選択的に多く吸着する吸着モードと、上記陽極と陰極を逆極性にしてそれまで陽極と陰極にそれぞれ吸着していた帯電物質を放出する放出モードとを切り替える切替手段を備え、

上記pH計により、いずれかの帯電物質の濃度が目標値を超えたことを検知したときに、上記切替手段により陽極と陰極を逆極性に切り換えて目標の濃度となるよう制御する場合には、

連続的に流れる液体を常に目標のイオン濃度となるように制御することが可能となり、目標とする液質への制御を連続的に行い、目標液質の液体を連続的に生成することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

つぎに、本発明を実施するための最良の形態を説明する。

【0034】

図1は、本発明が適用されたイオン濃度調節装置の第1実施形態を示す図である。

【0035】

上記イオン濃度調節装置は、貯留槽1に貯留されたイオン濃度調節対象とする液体中に存在させる陽極6および陰極7と、上記陽極6および陰極7に直流電圧を印加する直流電源装置（電圧供給手段）4とを備え、上記陽極6と陰極7をイオンの静電吸着能力が相対的に異なるものとしている。これにより、上記液体中に存在するプラスイオンとマイナスイオンのいずれかを選択的に多く吸着して液体のイオン濃度を調節するようになっている。

【0036】

この例では、上記陽極6の静電吸着能力が陰極7よりも大きくなるよう設定されている。具体的には、上記陽極6と陰極7は、表面積を異ならせることによりイオンの静電吸着能力が相対的に異なるものとなっており。上記陽極6の表面積が陰極7の表面積よりも大きくなっている。

【 0 0 3 7 】

上記陽極 6 と陰極 7 の表面積を異ならせるために、陽極 6 と陰極 7 を異なる材質にしたり、あるいは、陽極 6 と陰極 7 の枚数や大きさを異ならせたりすることを行うことができる。

【 0 0 3 8 】

陽極 6 と陰極 7 を異なる材質の組み合わせにする場合、相対的に表面積が異なる陽極 6 と陰極 7 の組み合わせとして、例えば、相対的に表面積が大きい陽極 6 に、金属粉末の焼結体、板状活性炭、活性炭不織布、炭化ケイ素等の導電性セラミックス、カーボンエアロゲル（BET 比表面積を $500 \sim 2500 \text{ m}^2 / \text{g}$ に調整した孔径 $2 \sim 50 \text{ nm}$ のメソポア主体のカーボンシート）等の多孔質体を用い、相対的に表面積が小さい陰極 7 に、ステンレス、チタン、ニッケル、銅、白金、金等各種の金属材料や、カーボン等の導電材料を用いることにより、比表面積や実質の表面積を異ならせ、静電吸着能力を異ならせることができるのである。

10

【 0 0 3 9 】

また、図示していないが、陽極 6 と陰極 7 を同じ材質のものとし、陽極 6 の枚数を陰極 7 よりも多くしたり、陽極 6 の大きさを陰極 7 よりも大きくしたりすることにより、表面積を異ならせ、静電吸着能力を異ならせることができる。

【 0 0 4 0 】

上記陽極 6、陰極 7 は、板状とするのが好ましく、厚みは、特に限定するものではないが、 $0.1 \sim 5 \text{ mm}$ 程度が好ましく、より好ましいのは $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 程度である。陽極 6 と陰極 7 の間隔は、特に限定するものではないが、 $0.1 \sim 5 \text{ mm}$ 程度が好ましく、より好ましいのは $0.5 \sim 2 \text{ mm}$ 程度である。なお、陽極 6 と陰極 7 の間隔は、液体が通過してイオンの吸着や放出を妨げなければ、 0.1 mm 以下とすることを妨げるものではない。

20

【 0 0 4 1 】

上記電極として金属板を用いる場合、金属板にめっきや表面改質を施したものをを用いることができる。例えば、ステンレス板の表層部に、フッ化処理の後低温浸炭処理を施すことにより、クロム炭化物が実質的に析出していない炭素の拡散浸透層を形成したものをを用いることができる。また、チタン板に白金をめっきしたものをを用いることもできる。これらは極めて耐食性に優れることから、好適に用いられる。

30

【 0 0 4 2 】

ここで、上記陽極 6 と陰極 7 の表面積が異なる組み合わせとは、(1) 見かけの面積が同じで陽極 6 と陰極 7 に比表面積が異なる材料を用いた場合、(2) 陽極 6 と陰極 7 に比表面積が同じ材料を用いて見かけの面積が異なる場合、(3) 陽極 6 と陰極 7 に比表面積が異なる材料を用いてさらに見かけの面積も異なる場合、等があげられる。すなわち、静電吸着能力が異なるとは、これらいずれの場合も含む趣旨である。

【 0 0 4 3 】

なお、比表面積とは、電極を構成する物質 1 g あたりの真の表面積の総和をいう。ここでは、BET 比表面積のことをいい、単位は m^2 / g である。これに対し、見かけの面積とは、板形状の電極の場合の最大投影面積をいう。表面の面積と裏面の面積の合算は、し

40

てもしなくてもよいが、ここでは表裏の合算をしない最大投影面積を扱うことにする。そして、実質の表面積とは、上記比表面積とから算出した表面積の総和をいい、下記の関係式が成り立つ。

$$T = S \times V \times G$$

T : 実質の表面積 (m^2) S : 比表面積 (m^2 / g)

V : 電極の体積 (m^3) G : 電極の比重 (g / m^3)

【 0 0 4 4 】

また、上記イオン濃度調節装置は、上記陽極 6 と陰極 7 に対して直流電圧を印加して液体中のマイナスイオンを選択的に多く吸着する吸着モードと、上記陽極 6 と陰極 7 間を短絡させてそれまで陽極 6 と陰極 7 にそれぞれ吸着していたイオンを放出する放出モードと

50

を切り替えるスイッチング装置（切替手段）5を備えている。

【0045】

また、上記イオン濃度調節装置は、吸着モードのときに、陽極6と陰極7間に流れる電流を検知する電流計12を備えている。また、上記イオン濃度調節装置は、吸着モードのときに、液体のpHを測定するpH計10を備えている。

【0046】

上記pH計10は、液体がどの程度アルカリ化したかを液体のpHを直接測定することによって検知する。

【0048】

また、上記制御回路8は、上記pH計10で検知されたpHが所定の閾値以上になったときに、報知手段としてのシグナルランプ13を点灯させて報知するようにすることもできる。上記シグナルランプ13が点灯することにより、pH計10で検知されたpHが所定の閾値以上すなわち液体のアルカリ化の程度を検知することが可能となる。

10

【0050】

図1(a)に示すように、上記の構成で、上記陽極6と陰極7に対して直流電圧を印加することにより、陽極6には液体中に存在するマイナスイオンが吸着され、陰極7には液体中に存在するプラスイオンが吸着される。そして、陽極6の方が陰極7よりも表面積が大きく、マイナスイオンの静電吸着能力が大きいことから、液体中のマイナスイオンが選択的に多く吸着されるのである。その結果、制御対象とする液体中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを調節することが可能となる。

20

【0051】

すなわち、図示したものは、陽極6として表面積の大きな多孔質電極を使用し、陰極7として表面積の小さい板状電極を使用している。このように、陽極6の表面積を陰極7よりも大きくなるように設定すると、マイナスイオンの吸着量をプラスイオンよりも増やすことができる。その結果、液体中に元々存在していたマイナスイオン等の陽極6への吸着量が増大し、結果として制御対象とする液体中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御することが可能となる。

【0052】

例えば、制御対象となる液体がNaCl水溶液である場合、プラスイオンとして Na^+ 、マイナスイオンとして Cl^- が等しく存在する。この状態で、陽極6に Cl^- の方を多く吸着すると、液体全体として電気的な中性を保つために陰極7側で水が電極反応を起こし、残った Na^+ に対応する OH^- が生成する。その結果、液体全体としては Na^+ と OH^- が存在することとなり、アルカリ性の水酸化ナトリウム水溶液が生成することとなると考えられる。

30

【0053】

上記の説明は、わかりやすくするためにNaCl水溶液の場合で説明したが、それ以外の液体でも、元々の液体中にはプラスイオンとマイナスイオンが等しく存在し、その状態で、陽極6にマイナスイオンの方を多く吸着すると、液体全体として電気的な中性を保つために陰極7側で水が電極反応を起こして OH^- が生成する。その結果、液体全体としてアルカリ化することとなると考えられる。

40

【0054】

すなわち、この例のように、相対的に表面積が大きく静電吸着能力が大きな陽極6と、相対的に表面積が小さく静電吸着能力が小さな陰極7を液体中に存在させて直流電圧を印加することにより、液体をアルカリ化することが可能となるのである。

【0055】

そして、図1(b)に示すように、pH計10で検知されたpHが所定の閾値以上となって液体がアルカリ化すると、両電極6, 7を調節済みの液体から取出して他の液体に浸漬し、スイッチング装置5を切り換えて、上記陽極6と陰極7間を短絡させて放出モードに切り替え、それまでに陽極6と陰極7に吸着されたイオンを放出して陽極6と陰極7を

50

再生するようになっている。

【0056】

図2は、本発明が適用されたイオン濃度調節装置の第2実施形態を示す図である。

【0057】

この例では、図1の第1実施形態とは反対に、上記陰極7の静電吸着能力が陽極6よりも大きくなるよう設定されている。それ以外は図1の第1実施形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【0058】

具体的には、上記陽極6と陰極7は、表面積を異ならせることによりイオンの静電吸着能力が相対的に異なるものとなっており、上記陰極7の表面積が陽極6の表面積よりも大きくなっている。相対的に表面積が異なる電極6, 7の組み合わせの具体例は上述したとおりである。

10

【0059】

したがって、吸着モードでは、上記陽極6と陰極7に対して直流電圧を印加して液体中のプラスイオンを選択的に多く吸着し、pH計10で液体のpHを直接検知してシグナルランプ13を点灯させることにより、液体がどの程度酸性化したかを検知したりするようになっている。

【0060】

図2(a)に示すように、上記の構成で、上記陽極6と陰極7に対して直流電圧を印加することにより、陰極7には液体中に存在するプラスイオンが吸着され、陽極6には液体中に存在するマイナスイオンが吸着される。そして、陰極7の方が陽極6よりも表面積が大きく、プラスイオンの静電吸着能力が大きい。すなわち、図示したものは、陰極7として表面積の大きな多孔質電極を使用し、陽極6として表面積の小さい板状電極を使用している。

20

【0061】

このように、陰極7の表面積を陽極6よりも大きくなるように設定すると、プラスイオンの吸着量をマイナスイオンよりも増やすことができる。その結果、液体中に元々存在していたプラスイオン等の陰極7への吸着量が増大し、結果として制御対象とする液体中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御

30

【0062】

例えば、上述した例のように、制御対象となる液体がNaCl水溶液である場合、プラスイオンとして Na^+ 、マイナスイオンとして Cl^- が等しく存在する。この状態で、陰極7に Na^+ の方を多く吸着すると、液体全体として電気的な中性を保つために陽極6側で水が電極反応を起こし、 H^+ が生成する。その結果、液体全体としては H^+ と Cl^- が存在することとなり、酸性の塩化水素水溶液が生成することとなると考えられる。

【0063】

上記の説明は、わかりやすくするためにNaCl水溶液の場合で説明したが、それ以外の液体でも、元々の液体中にはプラスイオンとマイナスイオンが等しく存在し、その状態で、陰極7にプラスイオンの方を多く吸着すると、液体全体として電気的な中性を保つために陽極6側で水が電極反応を起こして H^+ が生成する。その結果、液体全体として酸性化することとなると考えられる。

40

【0064】

すなわち、この例のように、相対的に表面積が大きく静電吸着能力が大きな陰極7と、相対的に表面積が小さく静電吸着能力が小さな陽極6を液体中に存在させて直流電圧を印加することにより、液体を酸性化することが可能となるのである。

【0065】

そして、図2(b)に示すように、pH計10で検知されたpHが所定の閾値以下となって液体が酸性化すると、両電極6, 7を調節済みの液体から取出して他の液体に浸漬し

50

、スイッチング装置 5 を切り換えて、上記陽極 6 と陰極 7 間を短絡させて放出モードに切り替え、それまでに陽極 6 と陰極 7 に吸着されたイオンを放出して陽極 6 と陰極 7 を再生するようになっている。

【 0 0 6 6 】

上記説明では、図 1 および図 2 に示した第 1 および第 2 の実施態様は、それぞれ両電極 6 , 7 に印加した直流電圧の極性を固定した状態を説明したが、第 1 の実施態様 (図 1) の装置において、直流電源装置 4 の両電極 6 , 7 に印加する極性を切り換えることにより、第 2 の実施態様 (図 2) が実現し、第 2 の実施態様 (図 2) の装置において、直流電源装置 4 の両電極 6 , 7 に印加する極性を切り換えることにより、第 1 の実施態様 (図 1) が実現する。

10

【 0 0 6 7 】

すなわち、上記装置において、上記制御回路 8 あるいはスイッチング装置 5 により、直流電源装置 4 の両電極 6 , 7 に印加する極性を切り換えるように制御することにより、液体中に元々存在していたプラスイオンを多く吸着するプラスイオン吸着モード (第 2 の実施態様 (図 2)) と、液体中に元々存在していたマイナスイオンを多く吸着するマイナスイオン吸着モード第 1 の実施態様 (図 1) とを切り換えるようにすることもできる。

【 0 0 6 8 】

そして、目的に応じてスイッチング装置 5 を切り換えて、プラスイオン吸着モードやマイナスイオン吸着モードで運転することが行われる。例えば、除菌を目的として液体を酸性化させる場合は、プラスイオン吸着モードで運転し、浸透力の向上や健康志向のために液体をアルカリ化させる場合は、マイナスイオン吸着モードで運転することが行われる。

20

【 0 0 6 9 】

さらに、プラスイオン吸着モードとマイナスイオン吸着モードとを可逆的に切り換えることにより、プラスイオンとマイナスイオンの吸着と放出を可逆的に制御し、液体中のイオン濃度や存在比率を目標値に向かって制御して、液体の液質を目標の特性に制御するようにしてもよい。この場合、プラスイオン吸着モードとマイナスイオン吸着モードとの切り替えは、pH 計 10 で検知した pH に基づいて、pH が目標値よりも低ければ pH を上げてアルカリ化するようマイナスイオン吸着モードで運転し、pH が目標値よりも高ければ pH を下げて酸性化するようプラスイオン吸着モードで運転することが行われる。

【 0 0 7 0 】

このようにすることにより、上記液体中に存在させた電極 6 , 7 へのイオン吸着と放出の双方を可逆的に制御し、液体中のイオン等の濃度や存在比率を目標値に制御することができるようになる。

30

【 0 0 7 1 】

以上の構成により、陽極 6 と陰極 7 をイオンの静電吸着能力が相対的に異なるものとするることにより、上記液体中に存在するプラスイオンとマイナスイオンのいずれかを選択的に多く吸着して液体のイオン濃度を調節する。これにより、調節対象とする液体中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを調節することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

陽極 6 の静電吸着能力が陰極 7 よりも大きくなるように設定すると、液体中に元々存在していたマイナスイオンの吸着量がプラスイオンよりも多くなる。その結果、(液体中に新たなマイナスイオンが生成したとしても) 元々存在していたプラスイオンの存在比率が、元々存在していたマイナスイオンよりも高い状態に制御することが可能となる。

40

【 0 0 7 3 】

反対に、陰極 7 の静電吸着能力が陽極 6 よりも大きくなるように設定すると、液体中に元々存在していたプラスイオンの吸着量がマイナスイオンよりも多くなる。その結果、(液体中に新たなプラスイオンが生成したとしても) 元々存在していたマイナスイオンの存在比率が、元々存在していたプラスイオンよりも高い状態に制御することが可能となる。

【 0 0 7 4 】

50

このように、制御対象とする液体中に存在するイオンの濃度や存在比率を、電気的な制御で直接的に液体の制御を行うことができるため、従来のように、調整用液を蓄えるタンクや調整用液をつくるための電気分解装置、それにとまなう複雑な配管等を必要とせず、装置が大幅に簡素化小型化し、設備コストやメンテナンスコストの大幅な節減が可能となった。また、従来のようなイオン交換膜を必要としないことから、イオン交換膜のメンテナンスも不要となる。しかも、従来のように、調整用液体を補充するのではなく、制御対象の液体自体を直接制御することから、調整用液体の特性ばらつきが制御精度に影響したり、補充過剰による調整精度のばらつきが生じたりするという問題も完全に解消する。

【 0 0 7 5 】

また、吸着モードと放出モードとを切り替えるスイッチング装置 5 を備えているため、吸着モードでは、液体中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの濃度バランスを調節するが、そのまま吸着を続けると、吸着能力の限界に達する。そこで、このような場合には、上記スイッチング装置 5 を切り換えて、上記陽極 6 と陰極 7 を短絡させるかもしくは逆極性にしてそれまで陽極 6 と陰極 7 にそれぞれそれまで吸着していたイオンを放出することにより、陽極 6 および陰極 7 を再生することができるのである。

【 0 0 7 6 】

また、上記陽極 6 と陰極 7 は、表面積を異ならせることによりイオンの静電吸着能力が相対的に異なるものとしたため、表面積が大きな電極には、表面積が小さい電極よりも多くのイオンが吸着されることから、電極の材質を適宜選定したり大きさや枚数を適宜設定したりすることにより、電極の静電吸着能力を適宜設定して運転することが可能となる。

【 0 0 7 7 】

上述した説明では、放出モードにおいて、上記陽極 6 と陰極 7 を短絡させるようにしたが、これに限定するものではなく、上記スイッチング装置 5 は、単に電源を切って陽極 6 と陰極 7 への直流電圧の印加を解除するよう切り替えたり、あるいは、陽極 6 にマイナス電圧を印加するとともに陰極 7 にプラス電圧を印加して逆極性にする接続に切り替えたりしてもよい。

【 0 0 7 8 】

なお、上記陽極 6 と陰極 7 に印加する電圧としては、特に限定するものではないが、0 . 5 ~ 5 V 程度に設定するのが好ましく、液体を電気分解させない範囲が好ましい。具体的には、液体の種類に応じて適宜設定されるが、水を主体とする液体の場合には、2 V 以下が好ましく、より好適なのは 1 . 5 V 以下である。

【 0 0 7 9 】

液体を電気分解させてしまうと、それだけでイオン濃度等の液質が変化するが、イオンの吸着および放出を実質的に液体の電気分解を生じない範囲で行なうことにより、イオンの吸着や放出によってのみ液質の制御を行い、電極 6 , 7 に印加する電気的制御だけを液質に反映させて他の要因を排除し、常に正確な液質制御を実現し、液質制御の精度を確保できる。このような電圧範囲で制御するのは、特に、上記電極 6 , 7 が、金属やカーボン等の液体と通電する導電体からなる場合に有効である。また、液体の電気分解が生じた場合、電極の消耗が加速されてメンテナンスコストがかかったり、スラッジの除去設備が必要になったりするという不都合も生じるからである。

【実施例 1】

【 0 0 8 0 】

図 3 は、上記第 1 および第 2 実施形態を適用した第 1 実施例を示す。

【 0 0 8 1 】

この装置は、上記陽極 6 , 陰極 7 , 直流電源装置 4 , スwitchング装置 5 , 制御回路 8 , 電流計 1 2 , p H 計 1 0 , シグナルランプ 1 3 が一体的な筐体にまとめられたものである。図における装置の下側は、複数組の陽極 6 と陰極 7 が所定隙間を隔てて対面した状態で露出した電極部 2 3 であり、液体内に浸漬するようになっている。図における装置の上側は、直流電源装置 4 , スwitchング装置 5 , 制御回路 8 , 電流計 1 2 , シグナルランプ 1 3 が設けられた制御部 (電源部) 2 4 である。p H 計 1 0 は液体に浸漬される電極部 2

3の先端近傍に配置されている。

【0082】

この装置は、陽極6と陰極7が露出した電極部23を、容器20内に満たされた液体に浸漬し、その状態で陽極6と陰極7間に直流電圧をかけることにより、容器20内の液体のイオン濃度を調節するものである。

【0083】

図1の第1実施形態のように、陽極6の静電吸着能力が陰極7よりも高い装置であれば、液体をアルカリ化し、図2の第2実施形態のように陰極7の静電吸着能力が陽極6よりも高い装置であれば、液体を酸性化する。したがって、目的に応じて、図1の第1実施形態の装置を用いるか、図2の第2実施形態の装置を用いるかを使い分けることが行われる。

10

【0084】

例えば、水道水をアルカリ化してアルカリイオン水とする場合、図1の第1実施形態を適用する。また、水道水等の液体を酸性化して酸性水として除菌効果を得る場合には、図2の第2実施形態を適用する。または、目的に応じて直流電源装置4の極性を切り換えて、図1の第1実施形態の状態で使用したり、図2の第2実施形態の状態で使用したりする。

【0085】

この装置は、比較的小型として容器20内の液体を卓上でそのまま手軽に処理でき、卓上型アルカリイオン水精製装置等に適用できる。

20

【実施例2】

【0086】

図4は、上記第1および第2実施形態を適用した第2実施例を示す。

【0087】

この装置は、上記陽極6、陰極7、pH計10が一体的な筐体にまとめられた電極ユニット25と、直流電源装置4、スイッチング装置5、制御回路8、電流計12、シグナルランプ13が一体的な筐体にまとめられた制御ユニット(電源ユニット)26とを備えたものである。上記電極ユニット25と制御ユニット26は通電ケーブルで接続されている。

【0088】

30

この装置は、陽極6と陰極7が露出した電極ユニット25を、貯留槽21内に満たされた液体に浸漬し、その状態で陽極6と陰極7間に直流電圧をかけることにより、貯留槽21内の液体のイオン濃度を調節するものである。

【0089】

図1の第1実施形態のように、陽極6の静電吸着能力が陰極7よりも高い装置であれば、液体をアルカリ化し、図2の第2実施形態のように陰極7の静電吸着能力が陽極6よりも高い装置であれば、液体を酸性化する。したがって、目的に応じて、図1の第1実施形態を適用するか、図2の第2実施形態を適用するかを使い分けることが行われる。または、目的に応じて直流電源装置4の極性を切り換えて、図1の第1実施形態の状態で使用したり、図2の第2実施形態の状態で使用したりする。

40

【0090】

この装置は、比較的大型なプラント内の貯留槽21内の液体をイオン調節する際に用いる投げ込み型のイオン濃度調節装置として適用できる。

【実施例3】

【0091】

図5は、上記第1および第2実施形態を適用した第3実施例を示す。

【0092】

この装置は、上記陽極6、陰極7、直流電源装置4、スイッチング装置5が一体的な小型のスティック状の筐体にまとめられたものである。

【0093】

50

図 5 (a) における装置の下側と、図 5 (b) における装置の左側は、陽極 6 と陰極 7 が所定隙間を隔てて露出した電極部 2 3 であり、液体内に浸漬するようになっている。

【 0 0 9 4 】

図 5 (a) における装置の上側と、図 5 (b) における装置の右側は、直流電源装置 4 , スwitching 装置 5 が設けられた制御部 (電源部) 2 4 である。この制御部 2 4 には、必要に応じて制御回路 8 , 電流計 1 2 , シグナルランプ 1 3 を設けても良い。また、電極部 2 3 の先端近傍に p H 計 1 0 を設けるようにしてもよい。

【 0 0 9 5 】

図 5 (a) の装置は、例えば、本発明をマドラーに適用した例であり、電極部 2 3 をカップ内に満たされた飲み物に浸漬し、その状態で陽極 6 と陰極 7 間に直流電圧をかけることにより、飲み物のイオン濃度を調節するものである。例えば、水道水をアルカリ化してアルカリイオン水とする場合は図 1 の第 1 実施形態を適用し、水道水を酸性化して酸性水として除菌効果を得る場合は図 2 の第 2 実施形態を適用する。または、目的に応じて直流電源装置 4 の極性を切り換えて、図 1 の第 1 実施形態の状態で使用したり、図 2 の第 2 実施形態の状態で使用したりする。

【 0 0 9 6 】

図 5 (b) の装置は、例えば、本発明をハブラシに適用した例であり、ブラシが設けられた電極部 2 3 を口中にいた状態で陽極 6 と陰極 7 間に直流電圧をかけることにより、口中のイオン濃度を調節するものである。例えば、水道水をアルカリ化してアルカリイオン水とし、高い浸透力で歯垢の除去効果を向上させる場合は図 1 の第 1 実施形態を適用し、水道水を酸性化して酸性水として除菌効果を得る場合は図 2 の第 2 実施形態を適用する。または、目的に応じて直流電源装置 4 の極性を切り換えて、図 1 の第 1 実施形態の状態で使用したり、図 2 の第 2 実施形態の状態で使用したりする。

【 実施例 4 】

【 0 0 9 7 】

図 6 は、上記第 1 および第 2 実施形態を適用した第 4 実施例を示す。

【 0 0 9 8 】

これらの例は、なべ 2 7、湯沸しポット 2 8、コーヒーサーバ 2 9 等の容器類に本発明を適用した例を示す。いずれも、上記陽極 6 , 陰極 7 , p H 計 1 0 が一体的な筐体にまとめられた電極ユニット 2 5 と、直流電源装置 4 , スwitching 装置 5 , 制御回路 8 , 電流計 1 2 , シグナルランプ 1 3 が一体的な筐体にまとめられた制御ユニット (電源ユニット) 2 6 とを備えている。上記電極ユニット 2 5 は容器類の内部に配置され、制御ユニット 2 6 は容器類の外側に配置されている。

【 0 0 9 9 】

図 6 (a) は本発明をなべ 2 7 に適用した例であり、図 6 (b) は本発明を湯沸しポット 2 8 に適用した例であり、図 6 (c) は本発明をコーヒーメーカーのコーヒーサーバ 2 9 に適用した例である。いずれも内部に貯めた水やお湯、コーヒー等のイオン濃度調節が可能である。例えば、水道水をアルカリ化してアルカリイオン水とする場合は図 1 の第 1 実施形態を適用し、水道水を酸性化して酸性水として除菌効果を得る場合は図 2 の第 2 実施形態を適用する。または、目的に応じて直流電源装置 4 の極性を切り換えて、図 1 の第 1 実施形態の状態で使用したり、図 2 の第 2 実施形態の状態で使用したりする。

【 0 1 0 0 】

図 6 には、第 4 実施例として、本発明をなべ 2 7、湯沸しポット 2 8、コーヒーサーバ 2 9 に適用した例を示したが、これに限定するものではなく、容器類に電極ユニット 2 5 と制御ユニット 2 6 を取り付けて内部に貯留した液体をイオン濃度調節しうるものであれば、各種のものに適用することができる。例えば、ピッチャー、炊飯器、やかん、哺乳瓶等に適用して内部の水等をアルカリイオン水とすること等が可能である。

【 0 1 0 1 】

図 7 は、本発明が適用されたイオン濃度調節装置の第 3 実施形態を示す。

【 0 1 0 2 】

この例は、密閉型の貯留槽 1 の内部に電極 6 , 7 を配置し、上記貯留槽 1 に処理対象の液体を導入してイオン調節処理を行い、処理済の液体を貯留槽 1 から排出するようにしたものである。それ以外は、図 1 および図 2 の第 1 および第 2 実施形態と同様であり、同様の部分には同じ符号を付している。

【 0 1 0 3 】

上記貯留槽 1 には、貯留槽 1 に液体を導入する導入路 2 と、貯留槽で液質が調整された調整済みの液体を排出する排出路 3 とが設けられている。上記排出路 3 には、貯留槽 1 から排出される調整済み液体のイオン濃度を検知する帯電物質検知手段としての pH 計 1 0 が設けられている。また、上記導入路 2 には、貯留槽 1 に導入する液体の流量を調節する流量調節弁 1 1 と、上記流量調節弁 1 1 で調節された流量で貯留槽 1 に導入される液体の流量を検知する流量計 9 が設けられている。上記 pH 計 1 0 で検知されたイオン濃度および流量計 9 で検知された流量は、制御回路 8 に送られる。

10

【 0 1 0 4 】

上記制御回路 8 は、上記スイッチング装置 5 の切り換え制御を行って、陽極 6 , 陰極 7 に直流電圧を印加する吸着モードと、陽極 6 , 陰極 7 間を短絡させる放出モードとを切り換える制御を行う。

【 0 1 0 5 】

図示した装置は、図 1 の第 1 実施形態を適用したもので、陽極 6 の静電吸着能力が陰極 7 よりも高い装置であるが、目的に応じ、図 2 の第 2 実施形態を適用して陰極 7 の静電吸着能力が陽極 6 よりも高い装置とすることができる。または、目的に応じて直流電源装置 4 の極性を切り換えて、図 1 の第 1 実施形態の状態で使用したり、図 2 の第 2 実施形態の状態で使用したりすることができる。

20

【 0 1 0 6 】

そして、導入路 2 から導入された液体は、陽極 6 と陰極 7 が存在する貯留槽 1 内に導入され、吸着モードでは、陽極 6 と陰極 7 へのイオン等の吸着によりイオン濃度が調節され、調節済みの液体が排出路 3 から排出されるのである。また、スイッチング装置 5 により放出モードに切り替えられると、陽極 6 と陰極 7 にそれまで吸着されたイオンが液中に放出され、その廃液が排出路 3 から排出されるのである。

【 0 1 0 7 】

このように、制御対象の液体を導入路 2 から貯留槽 1 に導入しながら、貯留槽 1 において電極 6 , 7 へのイオン吸着を行ってイオン濃度の制御を行い、イオン濃度が制御された調整済液体は連続的に排出路 3 から排出される。このように、連続的に液体を流しながら液体の液質制御を行えることから、極めて良好な処理効率での運転が可能である。

30

【 0 1 0 9 】

そして、図 7 に示した装置を 2 槽併設し、一方の吸着能力が低下したら他方の装置による吸着を行うよう、2 槽の装置を切り換え制御するようにしてもよい。

【 0 1 1 0 】

なお、図 3 では、貯留槽 1 の中に陽極 6 と陰極 7 がそれぞれ 1 枚ずつの例を模式的に表したいわゆるピーカーモデルを示したが、工業的には、複数の集電極（両面電極）を内部に配設したセルとすることができる。

40

【 0 1 1 1 】

また、上記制御回路 8 により、イオン濃度検出手段としての pH 計 1 0 による液体中の帯電物質の検知結果に応じて電極 6 , 7 に印加する直流電源装置 4 の極性を切り換え制御するようにしてもよい。すなわち、例えば、pH 計 1 0 において調整済液体の pH が目標値よりも高くアルカリ側になったときに、図 2 の第 2 実施形態の状態に極性を切り替え制御して液体を酸性化し、反対に、調整済液体の pH が目標値よりも低く酸性側になったときに、図 1 の第 1 実施形態の状態に極性を切り替え制御して液体をアルカリ化する。なお、イオン濃度検出手段としては、イオン濃度に対応する物理量を検出するものであれば、pH 計 1 0 に限らず、各種のものを適用することができる。

【 0 1 1 2 】

50

このように、pH計10によるイオン濃度等の検知結果に応じて電極6, 7に印加する極性を切り替え制御することにより、連続的に流れる液体を常に目標のイオン濃度となるように制御することが可能となる。このように、目標とする液質への制御を連続的にを行い、目標液質の液体を連続的に生成することができるようになる。

【0113】

また、上記制御回路8により、pH計10による液体中のイオン濃度等の検知結果に応じて上記流量調節弁11を制御するようにしてもよい。すなわち、連続的に液体を流しながらイオンの吸着や放出を制御するときに、流量が大きすぎると、電極6, 7へのイオンの吸着や放出による液体の液質変化が十分に反映しない状態で液体が排出路3から排出されてしまい、反対に流量が小さすぎると処理効率が低下する。したがって、連続的に液体を流しながらイオンの吸着や放出を制御するときに、pH計10によるpHの検知結果に応じて流量を適切に制御することにより、流量が制御精度に与える影響をなくし、常に目標液質の液体を連続的に生成することができるようになる。

10

【0114】

さらに、上記制御回路8は、pH計10において調整済液体のイオン濃度等が目標値よりも高くなったときに、スイッチング装置5を電極6, 7に電圧を印加するよう切り換えて液体中のイオンを電極6, 7に吸着させるのであるが、この場合において、あらかじめ設定された所定時間が経過しても目標値に達しないときには、流量調節弁11を流量が小さくなるように制御することができる。このような場合に流量を小さくすることにより、液体が貯留槽1内に滞留する時間が長くなり、より多くのイオン等を電極6, 7に吸着させて液質を目標値まで制御することができるようになる。反対に、目標値に達するまでの時間が、あらかじめ設定された所定時間以下であるときには、流量調節弁11を流量が大きくなるように制御する。このような場合に流量を大きくすることにより、液体が貯留槽1内に滞留する時間が短くなり、短時間で液質を目標値まで制御することができて処理効率を向上させることができるようになる。

20

【0115】

また、上記制御回路8は、pH計10において調整済液体のイオン濃度等が目標値よりも高くなったときに、スイッチング装置5を電極6, 7に電圧を印加するよう切り換えて液体中のイオンを電極6, 7に吸着させるのであるが、この場合において、あらかじめ設定された所定時間が経過しても目標値に達しないときには、直流電源装置4の電圧を高くするように制御することもできる。このような場合に電圧を高くすることにより、より多くのイオン等を電極6, 7に吸着させて液質を目標値まで制御することができるようになる。反対に、目標値に達するまでの時間が、あらかじめ設定された所定時間以下であるときには、直流電源装置4の電圧を低くするように制御する。このような場合に電圧を低くすることにより、電力消費を少なくし、エネルギー効率を向上させることができるようになる。

30

【0116】

図7の装置において、両電極6, 7間に流れる電流値と通電時間を積算した電流積算値を算出する電流積算手段(図示せず)を備え、上記制御回路8は、上記両電極6, 7間の電位差および/または電流値を、上記算出された電流積算値に基づいて制御することにより、上記電極6, 7への帯電物質の吸着量や放出量を制御するようにすることができる。このようにすることにより、電流積算値という計測が容易な数値に基づいて吸着量および放出量を制御できることから、液体中のイオン濃度や存在比率の制御が行いやすい。

40

【0117】

また、上記装置において、上記直流電源装置4を電圧制御および電流制御が可能なものとし、制御回路8により上記陽極6, 陰極7に印加する電圧および/または電流値を制御するようにすることもできる。

【0118】

すなわち、吸着モードにおいて、陽極6, 陰極7に印加する電圧や電流値を制御することにより、液体中のイオン等の帯電物質の陽極6, 陰極7への吸着速度や吸着量を制御す

50

ることができる。また、放出モードにおいて、陽極 6，陰極 7 に印加する電圧や電流値を制御することにより、液体中のイオン等の帯電物質の陽極 6，陰極 7 への放出速度や放出量を制御することができる。

【 0 1 1 9 】

そして、上述した説明では、陽極 6 と陰極 7 に直流電圧を印加させた吸着モードと短絡した放出モードを切り換え、両電極 6、7 間の電位差を制御してイオン等の吸着および放出を制御する例を示したが、両電極 6、7 間の通電のオンオフだけでなく、電位差を増減させるようにコントロールしたり、両電極 6、7 間に流れる電流値を増減させるようにコントロールしたりしてイオン等の吸着および放出を制御することもできる。また、上記電位差と電流値の双方を増減させるようにコントロールしてイオン等の吸着および放出を制

10

【 0 1 2 0 】

そして、両電極 6、7 への直流電圧の印加と短絡を交互に行ったり、交互に極性を逆にしたり、あるいは、電位差や電流値を連続的にコントロールすることにより、プラスイオンおよびマイナスイオンの吸着と放出を可逆的に行うように制御することができる。このようにすることにより、上記液体中に存在させた電極 6、7 へのイオン等の帯電物質の吸着と放出の双方を可逆的に制御し、液体中のイオン等の濃度や存在比率を目標値に制御し、液体の液質を目標の特性に制御することができる。

【 0 1 2 1 】

このようにすることにより、液質の微調整を行う場合でも、電極 6、7 に印加する電位差や電流値を微調整して電極への帯電物質の吸着量や放出量ならびに吸着速度や放出速度を微調整することにより、容易に液質の微調整を行うことができ、従来の調整液体を補充する方法に比べて、極めて短時間で高精度の液質制御を実現することができる。

20

【実施例 5】

【 0 1 2 2 】

図 8 は、上記第 3 実施形態を適用した第 5 実施例を示す。

【 0 1 2 3 】

この例は、本発明をアルカリイオン水精製装置に適用した例である。この精製装置は、原水供給路 1 6 および精製水排出路 1 7 が接続されて内部でアルカリイオン水の精製を行う第 1 貯槽 1 4 と、上記第 1 貯槽 1 4 と上記精製水排出路 1 7 で接続されて第 1 貯槽 1 4 で精製されたアルカリイオン水を貯留するとともに、貯留したアルカリイオン水を供給するための精製水供給路 1 8 が接続された第 2 貯槽 1 5 とを備えている。

30

【 0 1 2 4 】

上記第 1 貯槽 1 4 には、陽極 6，陰極 7，pH 計 1 0（いずれも図示せず）を備えた電極ユニット 2 5 が内部に收容され、上記電極ユニット 2 5 は陽極 6 および陰極 7 が槽内において露出しており、導入された原水と接触するようになっている。また、上記装置は、上記電極ユニット 2 5 と電氣的に接続され、直流電源装置 4，スイッチング装置 5，制御回路 8，電流計 1 2，シグナルランプ 1 3（いずれも図示せず）が一体的な筐体にまとめられた制御ユニット 2 6 を備えている。さらに、上記第 1 貯槽 1 4 には、電極ユニット 2 5 の陽極 6 および陰極 7 に吸着されたイオン等が放出モードで放出された廃液を排出する

40

【 0 1 2 5 】

上記原水供給路 1 6、精製水排出路 1 7、精製水供給路 1 8、廃水路 1 9 には、それぞれ第 1 弁 2 2 a、第 2 弁 2 2 b、第 3 弁 2 2 c、第 4 弁 2 2 d が設けられている。上記制御ユニット 2 6 の制御回路 8 は、上述した吸着モードと放出モードの切り替え制御等のほかに、第 1 弁 2 2 a、第 2 弁 2 2 b、第 4 弁 2 2 d の開閉制御も行うようになっている。第 1 貯槽 1 4 および第 2 貯槽 1 5 には、図示しない液面計を備えており、上記制御回路 8 は、各液面計で検知した液面、pH 計で検知した pH に基づいて上記第 1 弁 2 2 a、第 2 弁 2 2 b、第 4 弁 2 2 d の開閉制御を行う。

【 0 1 2 6 】

50

上記精製装置では、第 1 貯槽 1 4 の液面が低下したことを液面計が検知すると、制御回路 8 は第 1 弁 2 2 a を開けて原水供給路 1 6 から第 1 貯槽 1 4 に原水を導入する。第 1 貯槽 1 4 の液面計が、液面が所定以上に上がったことを検知すると、制御回路 8 は第 1 弁 2 2 a を閉じて原水の導入を停止する。

【 0 1 2 7 】

液面が上がって原水が導入されると、制御回路 8 は陽極 6 および陰極 7 に対する直流電流を印加して吸着モードでの運転を開始する。このときの極性は、原水をアルカリ化するのであるから、図 1 の第 1 実施形態での運転である。pH の調整は、pH 計 1 0 によるフィードバック制御したり、あるいは電圧を調整したりすることにより行われる。このようにして第 1 貯槽 1 4 で原水の精製が行われる。

10

【 0 1 2 8 】

第 2 貯槽 1 5 の液面が低下したことを液面計が検知すると、制御回路 8 は第 2 弁 2 2 b を開けて精製水排出路 1 7 から第 1 貯槽 1 4 で精製された精製水を第 2 貯槽 1 5 に導入する。第 2 貯槽 1 5 の液面計が、液面が所定以上に上がったことを検知すると、制御回路 8 は第 2 弁 2 2 b を閉じて精製水の導入を停止する。第 2 貯槽 1 5 の精製水は、適宜第 3 弁 2 2 c を開けることにより精製水供給路 1 8 から供給して使用に供される。

【 0 1 2 9 】

第 1 貯槽 1 4 に導入された原水の精製（吸着モードでの運転）を所定回数繰り返した回数を図示しないカウンタでカウントして所定量の原水の精製をしたりしたタイミングで、制御回路 8 は、陽極 6 と陰極 7 の間を短絡させるか極性を切り換えて放出モードでの運転を行い、電極 6 , 7 の再生を行う。放出モードでの運転を所定時間したのち、制御回路 8 は、第 4 弁 2 2 d を開けて廃水路 1 9 から廃水を排出する。

20

【実施例 6】

【 0 1 3 0 】

図 9 は、上記第 3 実施形態を適用した第 6 実施例を示す。

【 0 1 3 1 】

この例は、本発明をアルカリイオン水精製装置に適用した例である。この精製装置は、原水供給路 1 6 が接続された第 1 貯槽 1 4 と、上記第 1 貯槽 1 4 と連通路 3 1 を介して連通して原水の精製を行う電極セル 3 0 と、上記電極セル 3 0 と精製水排出路 1 7 で接続されて電極セル 3 0 で精製されたアルカリイオン水を貯留するとともに、貯留したアルカリイオン水を供給するための精製水供給路 1 8 が接続された第 2 貯槽 1 5 とを備えている。

30

【 0 1 3 2 】

上記電極セル 3 0 は、陽極 6 , 陰極 7 , pH 計 1 0 (いずれも図示せず) を備えた電極ユニットとして機能するものであり、内部で導入された原水と陽極 6 、陰極 7 が接触するようになっている。また、上記装置は、上記電極セル 3 0 と電氣的に接続され、直流電源装置 4 , スイッチング装置 5 , 制御回路 8 , 電流計 1 2 , シグナルランプ 1 3 (いずれも図示せず) が一体的な筐体にまとめられた制御ユニット 2 6 を備えている。さらに、上記電極セル 3 0 には、電極ユニット 2 5 の陽極 6 および陰極 7 に吸着されたイオン等が放出モードで放出された廃液を排出する廃水路 1 9 が接続されている。

40

【 0 1 3 3 】

上記原水供給路 1 6 、精製水排出路 1 7 、精製水供給路 1 8 、廃水路 1 9 には、それぞれ第 1 弁 2 2 a 、第 2 弁 2 2 b 、第 3 弁 2 2 c 、第 4 弁 2 2 d が設けられている。上記制御ユニット 2 6 の制御回路 8 は、上述した吸着モードと放出モードの切り替え制御等のほかに、第 1 弁 2 2 a 、第 2 弁 2 2 b 、第 4 弁 2 2 d の開閉制御も行うようになっている。第 1 貯槽 1 4 および第 2 貯槽 1 5 には、図示しない液面計を備えており、上記制御回路 8 は、各液面計で検知した液面、pH 計で検知した pH 等に基づいて上記第 1 弁 2 2 a 、第 2 弁 2 2 b 、第 4 弁 2 2 d の開閉制御を行う。

【 0 1 3 4 】

上記精製装置では、第 1 貯槽 1 4 の液面が低下したことを液面計が検知すると、制御回路 8 は第 1 弁 2 2 a を開けて原水供給路 1 6 から第 1 貯槽 1 4 に原水を導入する。第 1 貯

50

槽 1 4 の液面計が、液面が所定以上に上がったことを検知すると、制御回路 8 は第 1 弁 2 2 a を閉じて原水の導入を停止する。

【 0 1 3 5 】

液面が上がって原水が導入されると、制御回路 8 は第 2 弁 2 2 b を開けるとともに、陽極 6 および陰極 7 に対する直流電流を印加して吸着モードでの運転を開始する。このときの極性は、原水をアルカリ化するのであるから、図 1 の第 1 実施形態での運転である。pH の調整は、pH 計 1 0 によるフィードバック制御したり、あるいは電圧を調整したり、もしくは流量を設定したりすることにより行われる。このようにして電極セル 3 0 内に原水を通水させながら精製することが行われる。第 2 貯槽 1 5 の精製水は、適宜第 3 弁 2 2 c を開けることにより精製水供給路 1 8 から供給して使用に供される。

10

【 0 1 3 6 】

第 2 貯槽 1 5 に供給した精製水の量を図示しないカウンタでカウントして所定量の原水の精製をしたタイミングで、制御回路 8 は、陽極 6 と陰極 7 の間を短絡させるか極性を切り換えて放出モードでの運転を行い、電極 6 , 7 の再生を開始して放出モードでの運転を行うとともに第 4 弁 2 2 d を開けて廃水路 1 9 から廃水を排出する。

【 0 1 3 7 】

図 8 および図 9 には、上記第 5 実施例および第 6 実施例として、本発明をアルカリイオン水の精製装置に適用したものを示したが、本発明の適用範囲はこれに限定するものではなく、原水を精製してアルカリイオン水としうるものであれば各種のものに適用することができる。例えば、冷水器や給湯器に適用してアルカリイオン水の冷水やお湯を供給するものとしたり、給茶器やコーヒーサーバ、紙コップ式の自動販売機等に適用してアルカリイオン水のお茶・コーヒー・ジュース等を提供するものとしたり、製氷機や冷蔵庫に適用してアルカリイオン水の氷を供給するものとしたりすることができる。

20

【 0 1 3 8 】

また、本発明は、液体を酸性化して利用する場合は、図 2 の第 2 実施形態を適用して酸性化を行えばよいし、液体をアルカリ化して利用する場合は、図 1 の第 1 実施形態を適用してアルカリ化を行えばよい。あるいは、目的に応じて直流電源装置 4 の極性を切り換えて、図 1 の第 1 実施形態の状態で使用して酸性化を行ったり、図 2 の第 2 実施形態の状態で使用してアルカリ化を行ったりすればよい。

【 0 1 3 9 】

30

このような観点から本発明は、上述したもの以外にも、例えば下記のようなものに適用して実施することができる。

【 0 1 4 0 】

加湿器に適用し、加湿器の給水カートリッジ内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して肌をしっとりさせる場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【 0 1 4 1 】

スチームアイロンに適用し、アイロンの給水カートリッジ内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用してしわを伸びやすくさせる場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、しわとり後に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

40

【 0 1 4 2 】

洗濯機に適用し、洗濯機の洗濯槽内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して洗濯時に汚れ落ちをよくする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、すすぎ時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【 0 1 4 3 】

食器洗い乾燥機に適用し、洗浄槽内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して洗浄時に汚れ落ちをよくする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、すすぎ時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【 0 1 4 4 】

50

水洗トイレに適用し、給水タンク内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して水洗時に汚れ落ちをよくする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、水洗時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【0145】

入浴設備やフットバスに適用し、バスタブ内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して入浴時等の汚れ落ちをよくし、肌に水分を浸透させてすべすべにする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、お風呂洗い時や入浴時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【0146】

洗顔機や美顔機に適用し、洗顔槽内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して洗顔時等の汚れ落ちをよくし、肌に水分を浸透させてすべすべにする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、洗顔時や清掃時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

10

【0147】

眼鏡やコンタクトレンズ用をはじめとする超音波洗浄機に適用し、洗浄槽内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して洗浄時等の汚れ落ちをよくする場合はアルカリ化するようイオン調節を行い、すすぎ時に酸性イオン水の除菌効果を利用する場合は酸性化するようイオン調節を行う。

【0148】

自動車のウインドウォッシャー液タンクに適用し、タンク内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力・溶解効果を利用して洗浄時等の汚れ落ちをよくする場合はアルカリ化するようイオン調節を行う。

20

【0149】

生花陳列棚の給水装置に適用し、タンク内の水のイオン調節を行い、アルカリイオン水の浸透力を利用して生花の寿命を延長させる場合はアルカリ化するようイオン調節を行う。

【0150】

上記各実施例では、帯電物質が主としてイオンである場合を例にあげて説明したが、これに限定するものではなく、陽極6や陰極7に吸引されうる各種の帯電粒子を制御対象物質とすることができる。例えば、パイロジェンのようなゼータ電位を有する帯電性物質や、帯電した顔料、染料、高分子等を挙げることができる。

30

【0151】

図10は、本発明の第4および第5の実施の形態において、前提となる溶液の液質制御装置を示す図である。

【0152】

上記液質制御装置は、液質制御対象とする溶液を貯留する貯留槽41と、上記貯留槽41に貯留された溶液中に存在して直流電圧が印加される電極46、47と、上記電極46、47に印加する電位差および/または電流値を制御する制御回路48とを備えている。

【0153】

上記電極46、47は、電圧制御および電流制御が可能な直流電源44に接続されて、プラス電位が印加される陽極46と、マイナス電位が印加される陰極47とから構成されている。45は、上記電極46、47と直流電源を接続して各電極46、47に直流電圧を印加する状態と、両電極46、47間を短絡させる状態とを切り換えるスイッチである。

40

【0154】

上記貯留槽41には、貯留槽41に溶液を導入する導入路42と、貯留槽で液質が調整された調整済みの溶液を排出する排出路43とが設けられている。上記排出路43には、貯留槽41から排出される調整済み溶液のイオン濃度を検知する帯電物質検知手段としてのイオン濃度計50が設けられている。また、上記導入路42には、貯留槽41に導入する溶液の流量を調節する流量調節弁51と、上記流量調節弁51で調節された流量で貯留

50

槽 4 1 に導入される溶液の流量を検知する流量計 4 9 が設けられている。上記イオン濃度計 5 0 で検知されたイオン濃度および流量計で検知された流量は、制御回路 4 8 に送られる。

【 0 1 5 5 】

上記制御回路 4 8 は、上記スイッチ 4 5 の切り換え制御を行って、両電極 4 6 , 4 7 に印加する電位を制御することにより、溶液中の帯電物質であるイオンの電極 4 6 , 4 7 への吸着および電極 4 6 , 4 7 に吸着されたイオンの溶液中への放出を制御する。

【 0 1 5 6 】

すなわち、液質制御対象とする溶液中に存在させた電極 4 6 , 4 7 に印加する電位を制御することにより、溶液中のイオン等の帯電物質の電極 4 6 , 4 7 への吸着および電極 4 6 , 4 7 に吸着された帯電物質の溶液中への放出を制御する。このため、制御対象とする溶液中の帯電物質を減少させたいときには、図 1 0 (a) に示すように、スイッチ 4 5 を電極 4 6 , 4 7 に電圧を印加するよう切り換え制御して溶液中の帯電物質を電極 4 6 , 4 7 に吸着させ、反対に溶液中の帯電物質を増加させたいときには、図 1 0 (b) に示すように、スイッチ 4 5 を電極 4 6 , 4 7 を短絡させて電圧の印加を解除するよう制御して電極 4 6 , 4 7 に吸着された帯電物質を溶液中に放出させればよい。

【 0 1 5 7 】

このとき、プラス電位が印加された陽極 4 6 には溶液中のマイナスイオンが吸着され、マイナス電位が印加された陰極 4 7 にはプラスイオンが吸着され、溶液中のイオンが減少する。また、陽極 4 6 と陰極 4 7 とを短絡させて上記吸着時に印加された直流電圧を解除することにより、陽極 4 6 に吸着されたマイナスイオンは溶液中に放出され、陰極 4 7 に吸着されたプラスイオンは溶液中に放出される。このように、上記溶液中に存在させた電極 4 6 , 4 7 へのイオンや帯電粒子等の吸着と放出の双方を制御することにより、溶液中の帯電物質の濃度や存在比率を目標値に制御し、溶液の液質を制御することができるのである。

【 0 1 5 8 】

なお、上記両電極 4 6 , 4 7 に印加する電圧としては、特に限定するものではないが、0 . 5 ~ 5 V 程度に設定するのが好ましい。

【 0 1 5 9 】

ここで、図 1 0 では、貯留槽 4 1 の中に陽極 4 6 と陰極 4 7 がそれぞれ 1 枚ずつの例を模式的に表したいいわゆるピーカーモデルを示したが、工業的には、図 1 1 に示すように、複数の集電極 (両面電極) 5 8 a , 5 8 b を配設したセルとすることができる。

【 0 1 6 0 】

このセルは、2 枚の末端プレート 5 6 の間に、複数 (この例では 1 2) の両面電極 5 8 a , 5 8 b が積層状態に配置され、各両面電極 5 8 a , 5 8 b 同士の間および両面電極 5 8 a , 5 8 b と末端プレート 5 6 の間には枠状スペーサ 6 3 が配置されている。5 7 は積層状の枠状スペーサ 6 3、末端プレート 5 6、両面電極 5 8 a , 5 8 b を固定するボルトナットである。

【 0 1 6 1 】

一方の両面電極 5 8 a は、セパレータ 5 2 の両面に陽極 4 6 が設けられた陽電極であり、他方の両面電極 5 8 b は、セパレータ 5 2 の両面に陰極 4 7 が設けられた陰電極である。そして、陽電極 5 8 a と陰電極 5 8 b が交互に積層されることにより、隣り合う両面電極 5 8 a , 5 8 b 間において陽極 4 6 と陰極 4 7 が対面するように配置されている。そして、上記両面電極 5 8 a , 5 8 b、枠状スペーサ 6 3、末端プレート 5 6 により形成される内部空間が、溶液が貯留される貯留空間であり、セル全体が貯留槽 4 1 として機能する。上記貯留空間は、両面電極 5 8 a , 5 8 b によって複数段 (この例では 1 3 段) の空間に仕切られている。

【 0 1 6 2 】

また、一方 (図では上側) の末端プレート 5 6 に導入路 4 2 (図 1 1 には示していない) に連通する導入口 5 4 が形成され、他方の末端プレート 5 6 に排出路 4 3 (図 1 1 には

10

20

30

40

50

示していない)に連通する排出口55が形成されている。また、この例では、各セパレータ52には、内部の貯留空間に導入された溶液が格段の空間をジグザグに流れるよう、千鳥状の配置で連通口53が形成されている。

【0163】

そして、導入口54から導入された溶液は、陽極46と陰極47に挟まれる複数の空間を通りながら電極46, 47へのイオン等の吸着と放出を受けて液質が制御され、調整済みの溶液が排出口55から排出されるのである。

【0164】

このように、制御対象とする溶液中に電極46, 47を存在させ、その電極に印加する電位差および/または電流値を制御することにより、制御対象とする溶液中に存在する帯電物質の濃度や存在比率等の液質を、電気的な制御のみにより、溶液に対する直接的な制御を行うことができる。したがって、従来のように、調整用液を蓄えるタンクや調整用液をつくるための電気分解装置、それにとまなう複雑な配管等を必要とせず、装置が大幅に簡素化小型化し、設備コストやメンテナンスコストの大幅な節減が可能となった。また、従来のようなイオン交換膜を必要としないことから、イオン交換膜のメンテナンスも不要となる。

【0165】

しかも、従来のように、調整用液体を補充するのではなく、制御対象の溶液自体を直接制御することから、調整用液体の特性ばらつきが制御精度に影響したり、補充過剰による調整精度のばらつきが生じたりするという問題も完全に解消する。しかも、液質の微調整を行う場合でも、電極に印加する電位差や電流値を微調整して電極への帯電物質の吸着量や放出量ならびに吸着速度や放出速度を微調整することにより、容易に液質の微調整を行うことができ、従来の調整溶液を補充する方法に比べて、極めて短時間で高精度の液質制御を実現することができるのである。以上のように、本発明によれば、溶液の液質を比較的簡単な装置で高精度に制御することができるようになる。

【0166】

なお、以上の説明では、電極46, 47に吸着したイオン等を溶液内に放出させるときに両電極46, 47を短絡させるようにしたが、これに限定するものではなく、単にスイッチ45を切って電極46, 47への直流電圧の印加を解除したり、あるいは、陽極46にマイナス電圧を印加するとともに陰極47にプラス電圧を印加して逆極性にする接続を行ったりしてもよい。

【0167】

また、上述した説明では、陽極46と陰極47に直流電圧を印加させた状態と短絡した状態を切り換え、両電極46, 47間の電位差を制御してイオン等の吸着および放出を制御する例を示したが、両電極46, 47間の通電のオンオフだけでなく、電位差を増減させるようにコントロールしたり、両電極46, 47間に流れる電流値を増減させるようにコントロールしたりしてイオン等の吸着および放出を制御することもできる。また、上記電位差と電流値の双方を増減させるようにコントロールしてイオン等の吸着および放出を制御することも可能である。

【0168】

そして、両電極46, 47への直流電圧の印加と短絡を交互に行ったり、交互に極性を逆にしたり、あるいは、電位差や電流値を連続的にコントロールすることにより、プラスイオンおよびマイナスイオンの吸着と放出を可逆的に行うように制御することができる。このようにすることにより、上記溶液中に存在させた電極46, 47へのイオン等の帯電物質の吸着と放出の双方を可逆的に制御し、溶液中のイオン等の濃度や存在比率を目標値に制御し、溶液の液質を目標の特性に制御することができる。

【0169】

また、上記制御回路48は、イオン濃度検出手段としてのイオン濃度計50による溶液中の帯電物質の検知結果に応じて電極46, 47に印加する電位差および/または電流値を制御するようになっている。すなわち、例えば、イオン濃度計50において調整済溶液

10

20

30

40

50

のイオン濃度等が目標値よりも高くなったときに、スイッチ４５を電極４６，４７に電圧を印加するよう切り換えて溶液中の帯電物質を電極４６，４７に吸着させ、反対にイオン濃度計５０における調整済溶液のイオン濃度等が目標値よりも低くなったときには、スイッチ４５を電極４６，４７を短絡させるよう切り換えて電極４６，４７に吸着された帯電物質を溶液中に放出させればよい。なお、イオン濃度検出手段としては、イオン濃度に対応する物理量を検出するものであれば、イオン濃度計５０に限らず、各種のものを適用することができる。

【０１７０】

そして、制御対象の溶液を導入路４２から貯留槽４１に導入しながら、貯留槽４１において電極４６，４７への帯電物質の吸着と放出を制御して液質の制御を行い、液質が制御された調整済溶液は連続的に排出路４３から排出される。このように、連続的に溶液を流しながら溶液の液質制御を行えることから、極めて良好な処理効率での運転が可能である。また、イオン濃度計５０によるイオン等の検知結果に応じて電極４６，４７に印加する電位差および／または電流値を制御することにより、連続的に流れる溶液を常に目標の液質となるように制御することが可能となる。このように、目標とする液質への制御を連続的に行い、目標液質の溶液を連続的に生成することができるようになる。

【０１７１】

また、上記制御回路４８は、イオン濃度計５０による溶液中のイオン濃度等の帯電物質の検知結果に応じて上記流量調節弁５１を制御する。すなわち、連続的に溶液を流しながらイオンの吸着と放出を制御するときに、流量が大きすぎると、電極４６，４７へのイオンの吸着や放出による溶液の液質変化が十分に反映しない状態で溶液が排出路４３から排出されてしまい、反対に流量が小さすぎると処理効率が低下する。したがって、連続的に溶液を流しながら帯電物質の吸着と放出を制御するときに、イオン濃度計５０によるイオン濃度の検知結果に応じて流量を適切に制御することにより、流量が制御精度に与える影響をなくし、常に目標液質の溶液を連続的に生成することができるようになる。

【０１７２】

また、上記制御回路４８は、上記直流電源４４の電圧の制御を行って、両電極４６，４７に印加する電位差を制御することにより、溶液中の帯電物質であるイオンの電極４６，４７への吸着および電極４６，４７に吸着されたイオンの溶液中への放出を制御する。すなわち、制御対象とする溶液中の帯電物質をより減少させたいときには、直流電源４４の電圧を上昇させてより多くのイオン等を電極４６，４７に吸着させることができる。また、直流電源４４の電圧を高くすることにより、電極４６，４７へのイオン等の吸着速度が早くなり、逆電圧をかけたときの電極４６，４７からの放出速度も速くなり、より鋭敏な液質制御を行うことができる。同様に、両電極４６，４７に印加する電流値を制御することにより、溶液中の帯電物質であるイオンの電極４６，４７への吸着量や吸着速度および電極４６，４７に吸着されたイオンの溶液中への放出量や放出速度を制御することができる。

【０１７３】

さらに、上記制御回路４８は、イオン濃度計５０において調整済溶液のイオン濃度等が目標値よりも高くなったときに、スイッチ４５を電極４６，４７に電圧を印加するよう切り換えて溶液中の帯電物質を電極４６，４７に吸着させるのであるが、この場合において、あらかじめ設定された所定時間が経過しても目標値に達しないときには、流量調節弁５１を流量が小さくなるように制御することができる。このような場合に流量を小さくすることにより、溶液が貯留槽４１内に滞留する時間が長くなり、より多くのイオン等を電極４６，４７に吸着させて液質を目標値まで制御することができるようになる。反対に、目標値に達するまでの時間が、あらかじめ設定された所定時間以下であるときには、流量調節弁５１を流量が大きくなるように制御する。このような場合に流量を大きくすることにより、溶液が貯留槽４１内に滞留する時間が短くなり、短時間で液質を目標値まで制御することができて処理効率を向上させることができるようになる。

【０１７４】

また、上記制御回路 48 は、イオン濃度計 50 において調整済溶液のイオン濃度等が目標値よりも高くなったときに、スイッチ 45 を電極 46, 47 に電圧を印加するよう切り換えて溶液中の帯電物質を電極 46, 47 に吸着させるのであるが、この場合において、あらかじめ設定された所定時間が経過しても目標値に達しないときには、直流電源 44 の電圧を高くするように制御することもできる。このような場合に電圧を高くすることにより、より多くのイオン等を電極 46, 47 に吸着させて液質を目標値まで制御することができるようになる。反対に、目標値に達するまでの時間が、あらかじめ設定された所定時間以下であるときには、直流電源 44 の電圧を低くするように制御する。このような場合に電圧を低くすることにより、電力消費を少なくし、エネルギー効率を向上させることができるようになる。

10

【0175】

また、図 10 や図 11 に示した装置を 2 槽併設し、一方の吸着能力が低下したら他方の装置による吸着を行うよう、2 槽の装置を切り換え制御するようにしてもよい。

【0176】

また、上記制御回路 48 は、上記帯電物質の吸着および放出が、実質的に溶液の電気分解を生じない範囲で行なわれるよう、上記電極 46, 47 に印加する電位差を制御する。具体的には、溶液の種類に応じて適宜設定されるが、溶媒が水である場合には、2 V 以下が好ましく、より好適なのは 1.5 V 以下である。溶液を電気分解させてしまうと、それだけで帯電物質の濃度等の液質が変化するが、帯電物質の吸着および放出を実質的に溶液の電気分解を生じない範囲で行なうことにより、帯電物質の吸着および放出によってのみ液質の制御を行い、電極 46, 47 に印加する電位の制御だけを液質に反映させて他の要因を排除し、常に正確な液質制御を実現し、液質制御の精度を確保できる。このような電圧範囲で制御するのは、特に、上記電極 46, 47 が、金属やカーボン等の溶液と通電する導電体からなる場合に有効である。また、溶液の電気分解が生じた場合、電極の消耗が加速されてメンテナンスコストがかかったり、スラッジの除去設備が必要になったりするという不都合も生じるからである。

20

【0177】

上記電極 46, 47 としては、ステンレス、チタン、ニッケル、銅、白金、金等各種の金属材料や、カーボン等の導電材料を用いることができる。上記電極 46, 47 は、板状とするのが好ましく、厚みは、特に限定するものではないが、0.1 ~ 5 mm 程度が好ましく、より好ましいのは 0.5 ~ 2 mm 程度である。陽極 46 と陰極 47 の間隔は、特に限定するものではないが、0.1 ~ 5 mm 程度が好ましく、より好ましいのは 0.5 ~ 2 mm 程度である。なお、陽極 46 と陰極 47 の間隔は、溶液が通過してイオンの吸着や放出を妨げなければ、0.1 mm 以下とすることを妨げるものではない。

30

【0178】

上記電極 46, 47 として金属を用いる場合、金属板にめっきや表面改質を施したものをを用いることができる。例えば、ステンレス板の表層部に、フッ化処理の後低温浸炭処理を施すことにより、クロム炭化物が実質的に析出していない炭素の拡散浸透層を形成したものをを用いることができる。また、チタン板に白金をめっきしたものをを用いることもできる。これらは極めて耐食性に優れることから、好適に用いられる。

40

【0179】

また、上記電極 46, 47 として、金属粉末の焼結体、板状活性炭、活性炭不織布、炭化ケイ素等の導電性セラミックス、カーボンエアロゲル (BET 比表面積を 500 ~ 2500 m² / g に調整した孔径 2 ~ 50 nm のメソポア主体のカーボンシート) 等の多孔質体を用いることができる。このような多孔質体を電極 46, 47 として用いることにより、電極 46, 47 の表面積を大幅に大きくし、イオン等の吸着量を著しく増大させることができる。

【0180】

上記陽極 46 と陰極 47 は、同じ種類のものを使用することもできるし、制御対象とする溶液の種類や制御しようとする物性に応じて異なる種類のものを組み合わせて使用する

50

こともできる。

【0181】

図11の装置において、両電極46, 47間に流れる電流値と通電時間を積算した電流積算値を算出する電流積算手段(図示せず)を備え、上記制御回路48は、上記両電極46, 47間の電位差および/または電流値を、上記算出された電流積算値に基づいて制御することにより、上記電極46, 47への帯電物質の吸着量および放出量を制御することができる。

【0182】

このようにすることにより、電流積算値という計測が容易な数値に基づいて吸着量および放出量を制御できることから、溶液中の帯電物質の濃度や存在比率の制御が行いやすい。

10

【0183】

それ以外は、上記装置と同様であり同様の部分には同じ符号を付している。この実施例でも上記装置と同様の作用効果を奏する。

【0184】

図12は、本発明の第4の実施の形態の液質制御装置を示す。

【0185】

この例は、上記電極46a, 47bは、陽極46aと陰極47bが組になっており、上記陽極46aと陰極47bの比表面積が異なるものを組み合わせ、両電極46a, 47bの静電吸着能力が異なる電極46a, 47bを組としたものである。その結果、比表面積の大きな側の電極(この例では陽極46aである)へのイオン等の帯電物質の吸着量が選択的に増大し、結果として制御対象とする溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御することが可能となる。

20

【0186】

すなわち、図示したものは、陽極46aとして比表面積の大きな多孔質電極を使用し、陰極47bとして比表面積の小さい板状電極を使用している。このように、陽極46aの比表面積を陰極47bよりも大きくなるように設定すると、マイナスイオンの吸着量をプラスイオンよりも増やすことができる。その結果、溶液中に元々存在していたマイナスイオン等の陽極46aへの吸着量が増大し、結果として制御対象とする溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御することが可能となる。

30

【0187】

例えば、制御対象となる溶液がNaCl水溶液である場合、プラスイオンとして Na^+ 、マイナスイオンとして Cl^- が等しく存在する。この状態で、陽極46aに Cl^- の方を多く吸着すると、溶液全体として電気的な中性を保つために陰極47b側で水が電極反応を起こし、残った Na^+ に対応する OH^- が生成する。その結果、溶液全体としては Na^+ と OH^- が存在することとなり、アルカリ性の水酸化ナトリウム水溶液が生成することとなると考えられる。

【0188】

反対に、陰極47bに多孔質電極を用い、陽極46aに平板状電極を用いて、陰極47bの比表面積を陽極46aよりも大きくなるように設定すると、プラスイオンの吸着量をマイナスイオンよりも増やすことができる。その結果、溶液中に元々存在していたプラスイオン等の陰極47bへの吸着量が増大し、結果として制御対象とする溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御することが可能となる。

40

【0189】

例えば、上述した例のように、制御対象となる溶液がNaCl水溶液である場合、プラスイオンとして Na^+ 、マイナスイオンとして Cl^- が等しく存在する。この状態で、陰極47bに Na^+ の方を多く吸着すると、溶液全体として電気的な中性を保つために陽極46a側で水が電極反応を起こし、 H^+ が生成する。その結果、溶液全体としては H^+ と

50

C1⁻が存在することとなり、酸性の塩化水素水溶液が生成することとなると考えられる。

【0190】

このように、陽極46aの静電吸着能力が陰極47bよりも大きくなるように設定すると、溶液中に元々存在していたマイナスイオンの吸着量がプラスイオンよりも多くなる。その結果、溶液中に新たなマイナスイオンが生成したとしても、元々存在していたプラスイオンの存在比率が、元々存在していたマイナスイオンよりも高い状態に制御することが可能となる。反対に、陰極47bの静電吸着能力が陽極46aよりも大きくなるように設定すると、溶液中に元々存在していたプラスイオンの吸着量がマイナスイオンよりも多くなる。その結果、溶液中に新たなプラスイオンが生成したとしても、元々存在していたマイナスイオンの存在比率が、元々存在していたプラスイオンよりも高い状態に制御することが可能となる。このように、溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの濃度バランスを制御し、液質を制御できるようになる。

【0191】

図12の装置において、両電極46a, 47bに印加した直流電圧の極性を切り換えることにより、溶液中に元々存在していたプラスイオンを多く吸着するモードと、溶液中に元々存在していたマイナスイオンを多く吸着するモードとを切り換えるよう制御することもできる。このように、溶液中に元々存在していたプラスイオンを多く吸着するモードと、溶液中に元々存在していたマイナスイオンを多く吸着するモードとを切り換えることにより、上記溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの吸着と放出を可逆的に制御し、溶液中の帯電物質の濃度や存在比率を目標値に制御して、溶液の液質を目標の特性に制御することができる。

【0192】

また、この例において、すなわち、上記陽極46aと陰極47bの実質の表面積が異なるものを組み合わせ、両電極46a, 47bの静電吸着能力が異なる電極46a, 47bを組としたものとすることもできる。その結果、実質の表面積の大きな側の電極（この例では陽極46aである）へのイオン等の帯電物質の吸着量が選択的に増大し、結果として制御対象とする溶液中に元々存在していたプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを制御することが可能となる。このように、上記静電吸着能力が異なる電極は、実質の表面積が異なる電極とすることにより、実質の表面積が大きな電極には、実質の表面積が小さい電極よりも多くの帯電物質が吸着されることから、電極を適宜選定することにより、電極の静電吸着能力を適宜設定して運転することが可能となる。

【0193】

ここで、比表面積とは、電極を構成する物質1gあたりの真の表面積の総和をいう。ここでは、BET比表面積のことをいい、単位は m^2/g である。これに対し、見かけの面積とは、板形状の電極の場合の最大投影面積をいう。表面の面積と裏面の面積の合算は、してもしなくてもよいが、ここでは表裏の合算をしない最大投影面積を扱うことにする。そして、実質の表面積とは、上記比表面積とから算出した表面積の総和をいい、下記の関係式が成り立つ。

$$T = S \times V \times G$$

T：実質の表面積（ m^2 ） S：比表面積（ m^2/g ）

V：電極の体積（ m^3 ） G：電極の比重（ g/m^3 ）

【0194】

したがって、上記陽極46aと陰極47bの実質の表面積が異なる電極46a, 47bの組み合わせとは、（1）見かけの面積が同じで陽極46aと陰極47bに比表面積が異なる材料を用いた場合、（2）陽極46aと陰極47bに比表面積が同じ材料を用いて見かけの面積が異なる場合、（3）陽極46aと陰極47bに比表面積が異なる材料を用いてさらに見かけの面積も異なる場合、等があげられる。すなわち、静電吸着能力が異なるとは、これらいずれの場合も含む趣旨である。

【0195】

それ以外は、上記各実施形態と同様であり同様の部分には同じ符号を付している。この実施例でも上記各実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0196】

図13は、本発明の第5実施形態の液質制御装置を示す。

【0197】

この例は、陰極47aよりも陽極46aの比表面積が大きくなるよう設定された第1電極組61aを備えた第1ユニット62aと、陽極46bよりも陰極47bの比表面積が大きくなるよう設定された第2電極組61bを備えた第2ユニット62bとが連結されて構成されている。

【0198】

上記第1ユニット62aでは、陽極46aとして多孔質電極を使用し、陰極47aとして平板状電極を使用することにより、陰極47aよりも陽極46aの比表面積が大きくなるよう設定されている。一方、上記第2ユニット62bでは、陽極46bとして平板状電極を使用し、陰極47bとして多孔質電極を使用することにより、陽極46bよりも陰極47bの表面積が大きくなるよう設定されている。

【0199】

そして、第1ユニット62aの排出路43が、第2ユニット62bの導入路42に接続され、第1ユニット62aを通過した溶液が、第2ユニット62bを通過し、2段階で液質制御を行うようになっている。

【0200】

このようにすることにより、第1ユニット62aでは、陽極46の比表面積を陰極47よりも大きくするように設定し、マイナスイオンの吸着量をプラスイオンよりも増やすことができる結果、溶液に元々存在したプラスイオンの存在比率の高い状態に制御することが可能となる。一方、第2ユニット62bでは、陰極47の比表面積を陽極46よりも大きくするように設定し、プラスイオンの吸着量をマイナスイオンよりも増やすことができる結果、溶液に元々存在したマイナスイオンの存在比率の高い状態に制御することが可能となるのである。

【0201】

このように、第1電極組61aを有する第1ユニット62aと第2電極組61bを有する第2ユニット62bのそれぞれで、比表面積の大きな側の電極への帯電物質の吸着量を増大させ、結果として制御対象とする溶液中に元々存在したプラスイオンとマイナスイオンの存在比率すなわち濃度バランスを任意の状態に制御して液質を制御することが可能となるのである。

【0202】

上記各実施例では、帯電物質が主としてイオンである場合を例にあげて説明したが、これに限定するものではなく、陽極46や陰極47に吸引されうる各種の帯電粒子を制御対象物質とすることができる。例えば、パイロジェンのようなゼータ電位を有する帯電性物質や、帯電した顔料、染料、高分子等を挙げることができる。

【0203】

それ以外は、上記各実施形態と同様であり同様の部分には同じ符号を付している。この実施例でも上記各実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0204】

上記図11に示した装置により、溶液としてKOH水溶液を使用して液質の制御を行った。この場合のイオン濃度を変化させて所定の目標値に制御することによって、下記の表1に示すように、KOH水溶液の比重、電気抵抗、pH、粘度、沸点、凝固点等の各種の物性を制御することができる。

10

20

30

40

【表 1】

KOH溶液中のKOH濃度による物性の変化

イオン濃度	比重	電気抵抗	p H	粘度	沸点	凝固点
高い ↑ ↓ 低い (0)	大きい	小さい	強アルカリ	高い	高い	低い
	小さい (1.0)	大きい (18.3MΩ)	弱アルカリ (中性)	低い (1.0Cst)	低い (100℃)	高い (0℃)

10

【実施例 7】

【0205】

化粧品の中間原料であるコラーゲン溶液（コラーゲン 1 . 4 %）を対象とし、図 1 2 に示す装置において通水を行わない状態で試験を行った。コラーゲン溶液は素肌と同じ弱酸性に調整するのが好ましいが、コラーゲンを溶かすためにクエン酸が添加されるために酸性になっている。これを弱酸性になるよう制御した。

20

【0206】

つぎの電極をコラーゲン溶液 1 0 0 m l に浸漬して 1 . 2 V の直流電圧を印加した。
陽極 活性炭シート；比表面積 5 0 0 m² / g ・みかけ面積 8 4 c m²；1 枚
陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積 8 4 c m²；1 枚

【0207】

その結果、下記に示すように、化粧品として好ましい弱酸性の p H 範囲（p H 5 . 5）に調整することができた。

電圧印加時間	p H
0 分	3 . 9
1 6 分	4 . 7
4 4 分	5 . 5

30

【0208】

この例において、処理前の p H が目標値よりアルカリ側にある場合には、陽極に等方性黒鉛板、陰極に活性炭シートを使用することで、目的とする弱酸性溶液を得られる。また、陽極に活性炭シートを使用して陰極に等方性黒鉛板を使用する場合と、陽極に等方性黒鉛板を使用して陰極に活性炭シートを使用する場合、いずれの場合でも、処理中に溶液の p H が目標値よりもアルカリ側になった場合には、両電極間の極性を切り替えることにより、目標値の弱アルカリ溶液を得ることができる。

40

【実施例 8】

【0209】

細胞を培養する際に用いる医療用培地（培養液）は、培養しようとする細胞の活動に最適な p H に調整されているが、細胞の活動によって発生する乳酸等の影響により、p H が変動し、最適な細胞の活動 p H 範囲から外れてしまう。このため、長期の培養を行う場合には細胞を培地から分離して新たな培地に移し変える必要があるため、その労力と培地の使用量の削減を目的として p H の制御を行った。

【0210】

図 1 2 に示す装置において通水を行わない状態で試験を行った。市販の培地（イントロゲン社；R P M I 1 6 4 0）に予め酢酸を添加して酸性に調整した溶液を準備して試験に

50

供した。

【0211】

つぎの電極を培地 500 ml に浸漬して 1.2 V の直流電圧を印加した。

陽極 活性炭シート；比表面積 500 m² / g ・みかけ面積 84 cm²；6枚

陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積 84 cm²；6枚

【0212】

その結果、下記に示すように、培地として好ましい弱アルカリの pH 範囲 (pH 7.2) に調整することができた。

電圧印加時間	pH
0分	6.8
5分	7.1
15分	7.2

10

【0213】

この例において、処理前の pH が目標値よりアルカリ側にある場合には、陽極に等方性黒鉛板、陰極に活性炭シートを使用することで、目的とする弱アルカリ溶液を得られる。また、陽極に活性炭シートを使用して陰極に等方性黒鉛板を使用する場合と、陽極に等方性黒鉛板を使用して陰極に活性炭シートを使用する場合、いずれの場合でも、処理中に溶液の pH が目標値よりもアルカリ側になった場合には、両電極間の極性を切り替えることにより、目標値の弱アルカリ溶液を得ることができる。

【実施例9】

20

【0214】

水耕栽培溶液は、栽培環境に適正な pH が弱酸性であり、それを目標値として pH の制御を行った。

【0215】

図11に示す装置において通水した状態で試験を行った。ベース溶液として、水耕栽培用液として、市販の溶液を水に溶解し、pHを6.3に調整した(大塚化学社製大塚ハウス1号を1500 ppm、同社大塚ハウス2号を1000 ppm)。

このベース溶液に水酸化ナトリウムを添加して pH 10.3 に調整したものを試験に供した。

【0216】

30

500 ml 容量のセル内につぎの電極を積層し、溶液を 50 ml / 分の流量で通水しながら 1.2 V の直流電圧を印加した。

陽極 等方性黒鉛板；みかけ面積 135 cm²；6枚

陰極 活性炭シート；比表面積 500 m² / g ・みかけ面積 135 cm²；6枚

【0217】

その結果、下記に示すように、栽培環境として好ましい弱酸性の pH 範囲 (pH 6.3) に調整することができた。

入口 pH	10.3
出口 pH	6.3

【0218】

40

この例において、処理中に溶液の pH が目標値よりも酸側になった場合には、両電極間の極性を切り替えることにより、目標値の弱酸性溶液を得ることができる。

【0219】

また、上記ベース溶液に塩酸を添加して pH 3.6 に調整したものを試験に供した。

【0220】

500 ml 容量のセル内につぎの電極を積層し、溶液を 50 ml / 分の流量で通水しながら 1.2 V の直流電圧を印加した。

陽極 活性炭シート；比表面積 500 m² / g ・みかけ面積 135 cm²；6枚

陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積 135 cm²；6枚

【0221】

50

その結果、下記に示すように、栽培環境として好ましい弱酸性のpH範囲（pH 6.3）に調整することができた。

入口pH 3.6

出口pH 6.3

【0222】

この例において、処理中に溶液のpHが目標値よりもアルカリ側になった場合には、両電極間の極性を切り替えることにより、目標値の弱酸性溶液を得ることができる。

【実施例10】

【0223】

電圧をパラメータとしてpHの制御を行った。1000ppmのNaCl溶液（pH 7）を準備して試験に供した。

【0224】

図11に示す装置により、500ml容量のセル内に電極を積層し、溶液を25ml/分の流量で通水しながら0.5～2Vの範囲で電圧を変化させながら直流電圧を印加した。

【0225】

pH7の原水を、下記の電極でpH制御を行った。その結果を図14に示す。

陰極 活性炭シート；比表面積500m²/g・みかけ面積135cm²；6枚

陽極 等方性黒鉛板；みかけ面積135cm²；6枚

【0226】

pH7の原水を、下記の電極でpH制御を行った。その結果を図15に示す。

陽極 活性炭シート；比表面積500m²/g・みかけ面積135cm²；6枚

陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積135cm²；6枚

【0227】

図14は、入口pH7の原水をpH調整したものの出口pHをプロットした図である。また、図15は、入口pH7の原水をpH調整したものの出口pHをプロットした図である。図からわかるように印加電圧を変化させることで出口pHが変化し、電圧を調節することによりpHを目標値に制御することができることがわかる。

【0228】

このように、電圧を制御することによりpHを制御して目標値の溶液を得ることができることがわかる。

【実施例11】

【0229】

流量をパラメータとしてpHの制御を行った。1000ppmのNaCl溶液（pH 7）を準備して試験に供した。

【0230】

図11に示す装置により、500ml容量のセル内に電極を積層し、溶液を25ml/分の流量で通水しながら1.2Vの範囲で電圧を変化させながら直流電圧を印加した。

【0231】

下記の電極でpH制御を行った。

陽極 活性炭シート；比表面積500m²/g・みかけ面積135cm²；6枚

陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積135cm²；6枚

【0232】

その結果、下記に示すように、流量が小さいほどpHの制御幅が大きくなる結果が得られた。

流量ml/分	出口pH
25	10.5
50	10.0
100	9.5
180	9.0

10

20

30

40

50

3 5 0 8 . 5

【 0 2 3 3 】

下記の電極で p H 制御を行った。

陰極 活性炭シート；比表面積 $500 \text{ m}^2 / \text{g}$ ・みかけ面積 135 cm^2 ； 6 枚

陽極 等方性黒鉛板；みかけ面積 135 cm^2 ； 6 枚

【 0 2 3 4 】

その結果、下記に示すように、流量が小さいほど p H の制御幅が大きくなる結果が得られた。

流量 $\text{m l} / \text{分}$	出口 p H
2 5	3 . 2
5 0	4 . 0
1 0 0	5 . 5
1 8 0	6 . 4
3 5 0	6 . 7

10

【 0 2 3 5 】

これらの結果からわかるように、流量を変化させることで出口 p H が変化し、流量を調節することにより p H を目標値に制御できることがわかる。

【 0 2 3 6 】

このように、流量を制御することにより p H を制御して目標値の溶液を得ることができ

20

【実施例 1 2】

【 0 2 3 7 】

流量をパラメータとして p H の制御を行った。セル出口の p H の変化量はセルに流入した溶液中、吸着されたイオンの当量の和に比例し、吸着されるイオン量はセルの電極に流れた電流値に比例する。したがって、電極に流れる電流量をコントロールすることによってセル出口の p H を制御することが可能である。

【 0 2 3 8 】

1000 ppm の NaCl 溶液 (p H 7) を準備して試験に供し、図 1 1 に示す装置を使用し、下記の電極で p H 制御を行った。

陽極 活性炭シート；比表面積 $500 \text{ m}^2 / \text{g}$ ・みかけ面積 135 cm^2 ； 6 枚

陰極 等方性黒鉛板；みかけ面積 135 cm^2 ； 6 枚

30

【 0 2 3 9 】

図 1 6 は、上記試験の結果であり、電流値を一定にコントロールすることにより、出口 p H を一定の値に制御できることがわかる。

【 0 2 4 0 】

この例において、p H が目標値からずれた場合には、電流値をコントロールしたり、両電極間の極性を切り換えることにより、目標値の溶液を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 2 4 1 】

本発明は、アルカリイオン水の精製、水の洗浄力向上、水の殺菌力の向上、飲料の味覚調整、微小重量制御、塩分濃度の調整、浸透圧の微調整、味覚成分の微調整、液体の電気抵抗の微調整、殺菌力の調整、インクの色調や鮮明度の調整、水耕栽培の培養水の調整、食品製造工程における乳酸や酵母の活性度の調整等が行えるほか、屈折率、水頭圧、色、密度、濃度の調整等、各種の技術分野に適用が可能である。

40

【 0 2 4 2 】

また、本発明は、例えば下記の表 2 に示すように、ゴミの分別、微小重量制御、塩分濃度の調整、浸透圧の微調整、味覚成分の微調整、溶液の電気抵抗の微調整、殺菌力の調整、インクの色調や鮮明度の調整、水耕栽培の培養水の調整、食品製造工程における乳酸や酵母の活性度の調整等が行えるほか、屈折率、水頭圧、色、密度、濃度の調整等、各種の技術分野に適用が可能である。

50

【表 2】

イオン制御の産業上の利用分野の一例

制御（着目） する物理量	実施例	利用分野または効果
密度	N a C l 溶液	比重差を利用したゴミ・微小有価物の分別
比重	N a C l 溶液	微小重量制御
圧力（水頭圧）	N a C l 溶液	微小圧力制御
濃度	N a C l 溶液	干物、梅干などの漬け汁の塩分濃度の微調整 浸透圧の微調整
濃度	海水または 人工海水	海水魚飼育水、活魚水槽の塩分濃度微調整
濃度	アミノ酸 グルタミン酸	味覚成分の微調整
濃度	K O H 溶液	電気分解用電解液の電気抵抗の微調整
濃度	硫酸銅	殺菌力の調整
p H	インク	色調・鮮明度の調整
p H	水耕栽培の培養水の調整	
p H	乳酸飲料・チーズ・しょう油・酒・ビールなど乳酸菌や酵母の活性は p H に依存するため p H 調整が必要。	

10

20

30

【図面の簡単な説明】

【 0 2 4 3 】

【図 1】本発明のイオン濃度調節装置の原理と概略構成を示す図である。

【図 2】上記イオン濃度調節装置の原理と概略構成を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 4】本発明の第 2 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 5】本発明の第 3 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 6】本発明の第 4 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 7】本発明のイオン濃度調節装置の原理と概略構成を示す図である。

【図 8】本発明の第 5 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 9】本発明の第 6 実施例のイオン濃度調節装置の概略構成を示す図である。

【図 10】本発明の前提となる液質制御装置の概略構成を示す図である。

【図 11】上記液質制御装置の詳細を示す図である。

【図 12】本発明の第 4 実施形態の液質制御装置の概略構成を示す図である。

【図 13】本発明の第 5 実施形態の液質制御装置の概略構成を示す図である。

【図 14】本発明の実施例 10 の計測結果を示す図である。

【図 15】本発明の実施例 10 の計測結果を示す図である。

【図 16】本発明の実施例 12 の計測結果を示す図である。

【符号の説明】

【 0 2 4 4 】

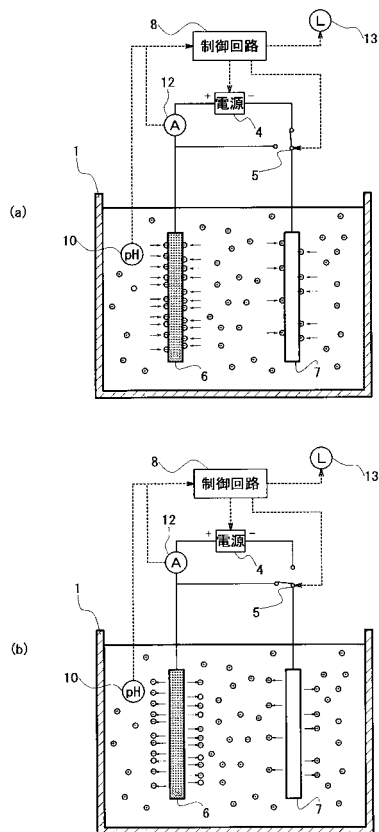
40

50

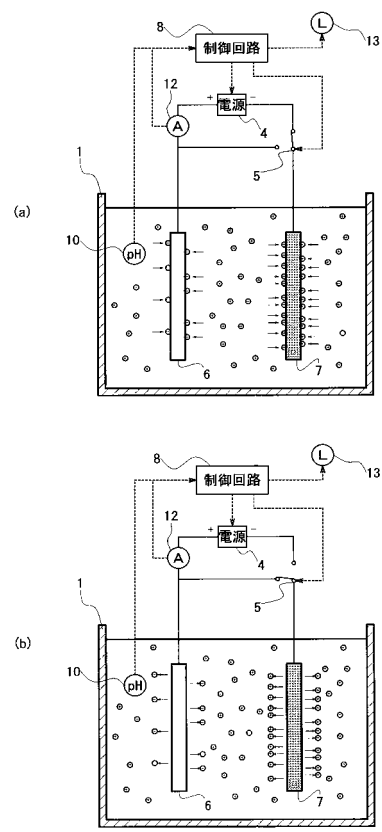
1	貯留槽	
2	導入路	
3	排出路	
4	直流電源装置	
5	スイッチング装置	
6	陽極	
7	陰極	
8	制御回路	
9	流量計	
10	pH計	10
11	流量調節弁	
12	電流計	
13	シグナルランプ	
14	第1貯槽	
15	第2貯槽	
16	原水供給路	
17	精製水排出路	
18	精製水供給路	
19	廃水路	
20	容器	20
21	貯留槽	
22a	第1弁	
22b	第2弁	
22c	第3弁	
22d	第4弁	
23	電極部	
24	制御部	
25	電極ユニット	
26	制御ユニット	
27	なべ	30
28	湯沸しポット	
29	コーヒーマシン	
30	電極セル	
31	連通路	
41	貯留槽	
42	導入路	
43	排出路	
44	直流電源	
45	スイッチ	
46	電極（陽極）	40
46a	電極（陽極）	
46b	電極（陽極）	
47	電極（陰極）	
47a	電極（陰極）	
47b	電極（陰極）	
48	制御回路	
49	流量計	
50	イオン濃度計	
51	流量調節弁	
52	セパレータ	50

- 5 3 連通口
- 5 4 導入口
- 5 5 排出口
- 5 6 末端プレート
- 5 7 ボルトナット
- 5 8 a 両面電極（陽電極）
- 5 8 b 両面電極（陰電極）
- 6 1 a 第1電極組
- 6 1 b 第2電極組
- 6 2 a 第1ユニット
- 6 2 b 第2ユニット
- 6 3 棒状スペーサ

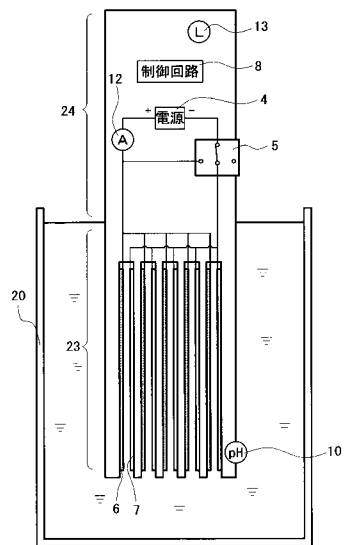
【図 1】



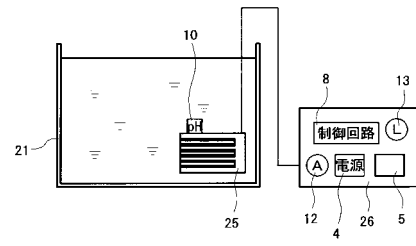
【図 2】



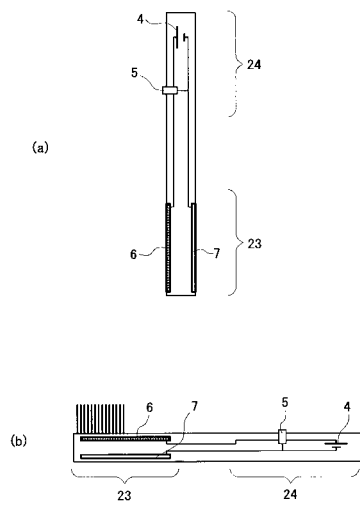
【図 3】



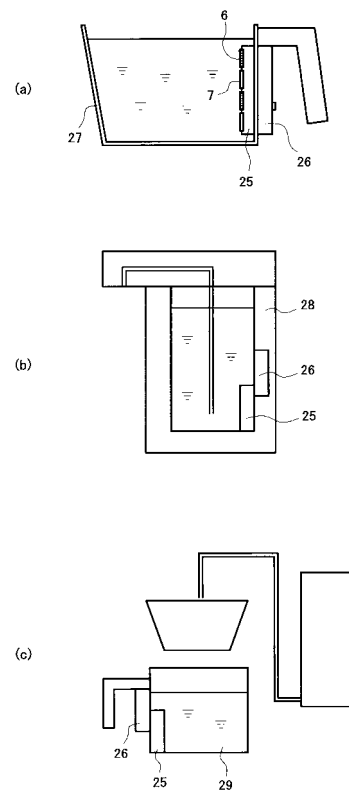
【図 4】



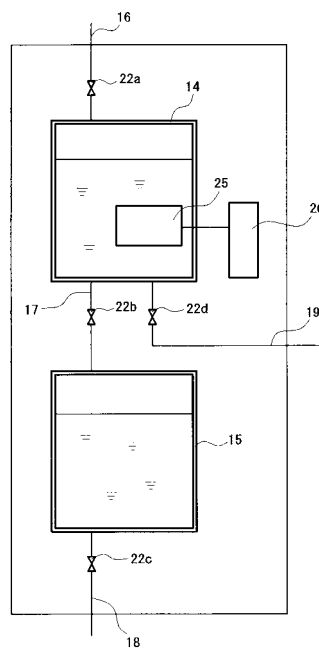
【図 5】



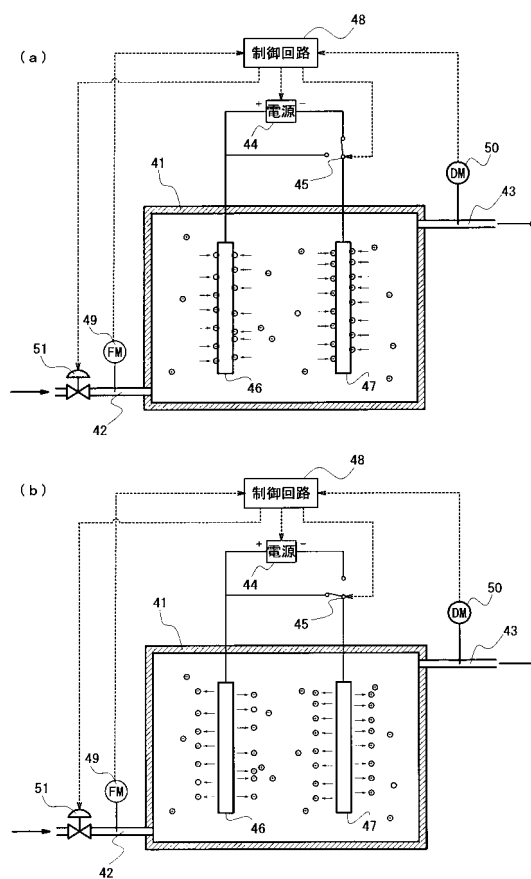
【図 6】



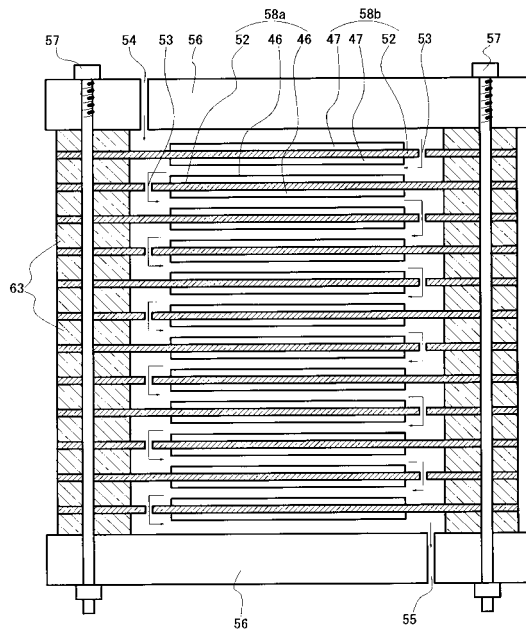
【 図 8 】



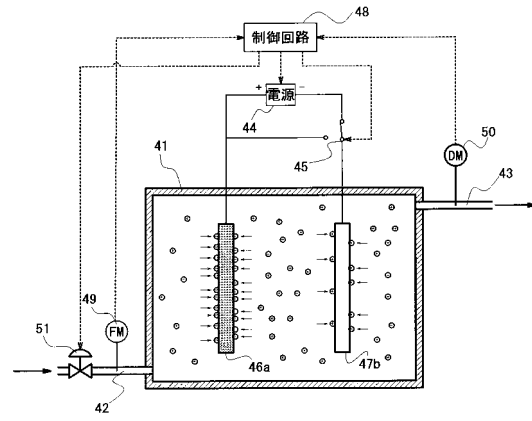
【 ㄨ 1 0 】



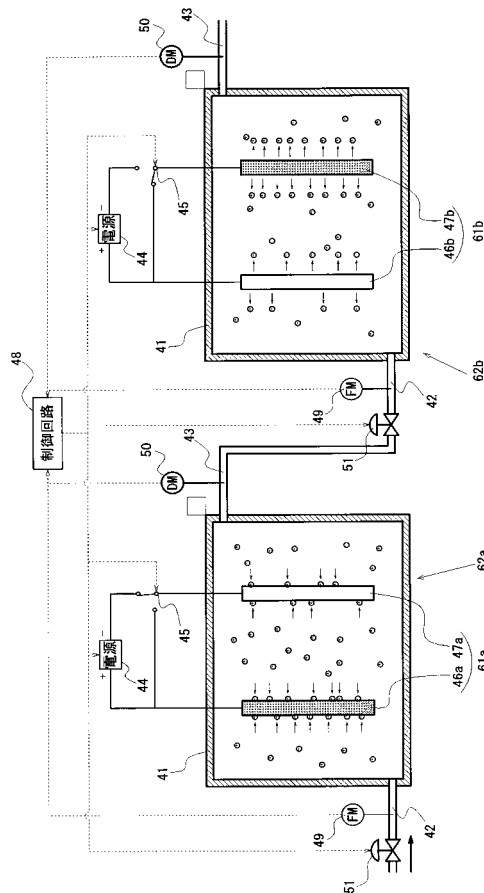
【図 1 1】



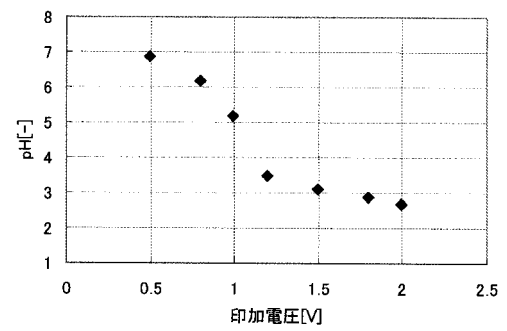
【図 1 2】



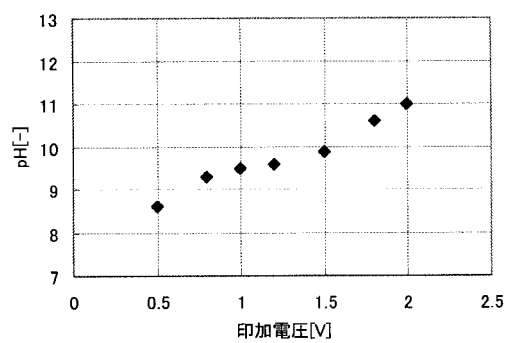
【図 1 3】



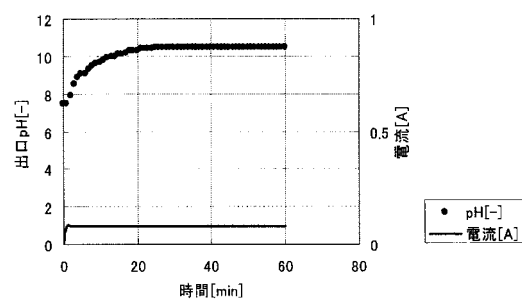
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 秀 一郎

大阪府堺市築港新町2丁6番地40 エア・ウォーター株式会社 堺事業所内

(72)発明者 池上 祐一

大阪府堺市築港新町2丁6番地40 エア・ウォーター株式会社 堺事業所内

(72)発明者 村岡 隆

大阪府大阪市中央区東心斎橋1丁目20番16号 エア・ウォーター株式会社 本社内

審査官 三崎 仁

(56)参考文献 特開2004-024990(JP,A)

特開2002-273434(JP,A)

特開平07-136653(JP,A)

特開2002-136994(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C02F1/46-1/48

B01J19/08