

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-110277
(P2010-110277A)

(43) 公開日 **平成22年5月20日 (2010.5.20)**

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
AO1G 31/00 (2006.01)	AO1G 31/00 601A	2B104
AO1K 63/04 (2006.01)	AO1K 63/04 Z	2B314

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-286759 (P2008-286759)	(71) 出願人	504300088 国立大学法人帯広畜産大学 北海道帯広市稲田町西2線11番地
(22) 出願日	平成20年11月7日 (2008.11.7)	(71) 出願人	000005902 三井造船株式会社 東京都中央区築地5丁目6番4号
		(74) 代理人	100101340 弁理士 丸山 英一
		(72) 発明者	高橋 潤一 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立 大学法人帯広畜産大学内
		(72) 発明者	梅津 一孝 北海道帯広市稲田町西2線11番地 国立 大学法人帯広畜産大学内

最終頁に続く

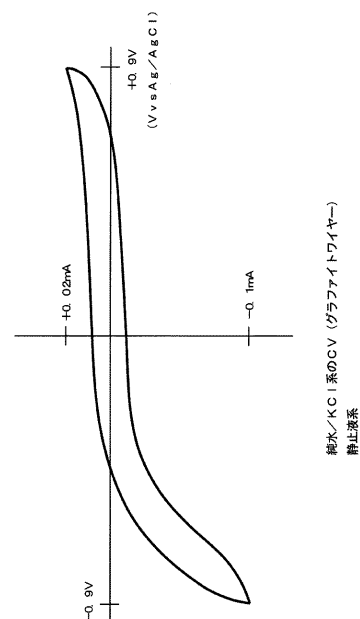
(54) 【発明の名称】 水監視システム

(57) 【要約】

【課題】 水耕栽培施設のような水利用施設において、水耕栽培などを効果的、永続的に行える水再生システムを提供すること。

【解決手段】 水利用施設と、該水利用施設から排出される排出水を導入して微生物処理する微生物処理装置とを有する水再生システムにおいて、前記水利用施設から排出される排出水に接触又は浸漬する電極と、該電極に印加する電極電位の変化によって生じる溶出電流又は溶出電流量を計測する計測手段と、該計測手段で計測された信号を入力して、該溶出電流又は溶出電流量が所定値を超えたか否かを判断する判断手段と、該判断手段で、所定値まで到達していないと判断した場合には前記排出水を前記微生物処理装置に送液して再生処理することを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視する水監視システムにおいて、

該水利用施設内で循環する水を検水とし、

該検水に浸漬する検出極と、

該検出極に印加する電極電位の変化によって生じる溶出電流又は溶出電気量を計測する計測手段を備え、

該計測手段で計測された溶出電流又は溶出電気量に基づいて前記循環水の状態を監視する水監視システム。

10

【請求項 2】

前記計測手段で計測された溶出電流に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、該検出極に印加する電位を所定速度で変化させてボルタンメトリーを計測する手段を含み、該ボルタンメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質を該検出極に電着する際に出現する電流ピークと電着した被検出物質を溶出する際に出現する電流ピークを確認する確認手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の水監視システム。

【請求項 3】

前記計測手段で計測された溶出電気量に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、該検出極に印加する電位を変化させてクーロメトリーを計測する手段を含み、該クーロメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質が該検出極に電着させた後に電着した被検出物質を溶出する際の電気量を算出する算出手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の水監視システム。

20

【請求項 4】

前記検出極が、炭素電極であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れかに記載の水監視システム。

【請求項 5】

前記検水中の被検出物質が、前記検出極に電着されるキノン - ヒドロキノン対を有する芳香族有機化合物であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れかに記載の水監視システム。

【請求項 6】

前記水利用施設の循環水の初期状態に、腐植質土壌、炭素系素材（炭、骨炭など）、又は比表面積として $1 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上の孔隙率の岩石類から選ばれる微生物担持体を充填した充填層を備えた微生物処理装置に好気性下で所望の水を透過させて得られた水を使用することを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れかに記載の水監視システム。

30

【請求項 7】

前記水利用施設において、循環水を所定期間循環させた後の検水が、ボルタンメトリーに電流ピークが存在しない場合には、腐植質土壌、炭素系素材（炭、骨炭など）、又は比表面積として $1 \text{ m}^2 / \text{g}$ 以上の孔隙率の岩石類から選ばれる微生物担持体を充填した充填層を備えた微生物処理装置に好気性下で該循環水を透過させて、ボルタンメトリーに電流ピークが出現することを確認して循環水として再使用することを特徴とする請求項 1 ~ 6 の何れかに記載の水監視システム。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は水監視システムに関し、詳しくは水資源の乏しい地域における水耕栽培施設のような水を循環利用する施設において、水耕栽培などを効果的、永続的に行える水監視システムに関する。

【背景技術】

【0002】

水資源の乏しい地域における水耕栽培施設では、使用する循環水を生育に適した状態に

50

維持できるように管理する必要がある。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 では、水耕栽培において、培養液中に浸漬させた 1 対の分極性電極に印加する電圧を制御して、培養液中に含まれる電解質を吸脱着させて濃度制御を行う装置が記載されている。

【 0 0 0 4 】

しかし、電解質を吸脱着させても、水耕栽培が効果的であるとは限らない問題がある。

【特許文献 1】特開平 1 0 - 8 0 2 3 5 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

水耕栽培施設で使用される水は、循環していることが多く、施設に戻す前段で、生物処理をしたり、オゾン等で滅菌したりしているが、目標とする水質は浄化されるが、それが水耕栽培に効果的か否かは必ずしも合致するわけではない。

【 0 0 0 6 】

本発明者らは、水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視して、一般的な水質浄化とは異なった観点から、植物栽培や魚介類の成育に適する水を循環させることができる手法を開発した。

【 0 0 0 7 】

即ち、本発明の課題は、水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視して水耕栽培などの植物栽培や魚介類を生育を効果的、永続的に行える水監視システムを提供することにある。

【 0 0 0 8 】

また本発明の他の課題は、以下の記載によって明らかになる。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

上記課題は以下の各発明によって解決される。

【 0 0 1 0 】

(請求項 1)

水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視する水監視システムにおいて、

該水利用施設内で循環する水を検水とし、

該検水に浸漬する検出極と、

該検出極に印加する電極電位の変化によって生じる溶出電流又は溶出電気量を計測する計測手段を備え、

該計測手段で計測された溶出電流又は溶出電気量に基づいて前記循環水の状態を監視する水監視システム。

【 0 0 1 1 】

(請求項 2)

前記計測手段で計測された溶出電流に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、該検出極に印加する電位を所定速度で変化させてポルタンメトリーを計測する手段を含み、該ポルタンメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質を該検出極に電着する際に出現する電流ピークと電着した被検出物質を溶出する際に出現する電流ピークを確認する確認手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の水監視システム。

【 0 0 1 2 】

(請求項 3)

前記計測手段で計測された溶出電気量に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、該検出極に印加する電位を変化させてクーロメトリーを計測する手段を含み、該クーロメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質が該検出極に電着させた後に電着した被検出物質を溶出する際の電気量を算出する算出手段を含むことを特徴とする請求項 1 記載の水監

10

20

30

40

50

視システム。

【0013】

(請求項4)

前記検出極が、炭素電極であることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の水監視システム。

【0014】

(請求項5)

前記検水中の被検出物質が、前記検出極に電着されるキノン - ヒドロキノン対を有する芳香族有機化合物であることを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の水監視システム。

【0015】

(請求項6)

前記水利用施設の循環水の初期状態に、腐植質土壌、炭素系素材(炭、骨炭など)、又は比表面積として $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の孔隙率の岩石類から選ばれる微生物担持体を充填した充填層を備えた微生物処理装置に好気性下で所望の水を透過させて得られた水を使用することを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の水監視システム。

【0016】

(請求項7)

前記水利用施設において、循環水を所定期間循環させた後の検水が、ボルタンメトリーに電流ピークが存在しない場合には、腐植質土壌、炭素系素材(炭、骨炭など)、又は比表面積として $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の孔隙率の岩石類から選ばれる微生物担持体を充填した充填層を備えた微生物処理装置に好気性下で該循環水を透過させて、ボルタンメトリーに電流ピークが出現することを確認して循環水として再使用することを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の水監視システム。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視して水耕栽培などの植物栽培や魚介類を生育を効果的、永続的に行える水監視システムを提供することができ、特に水資源の乏しい地域における水耕栽培施設のような循環水利用施設において、水耕栽培などを効果的、永続的に行える技術を提案することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0019】

本発明の水監視システムは、水を循環させて植物を栽培するか、又は魚介類を生育する水利用施設の循環水の状態を監視するシステムである。植物の栽培は、水を循環使用する栽培であれば特に限定されないが、本発明において好ましいのは、水資源が乏しい地域における水耕栽培(例えばカイワレダイコン、牧草などの栽培)が挙げられる。また魚介類の生育は、水を循環使用する魚や海老などの養魚介類施設などが挙げられる。以下の説明では、植物の水耕栽培を主に説明するが、魚介類の成育でも同様に考えることができるので、その説明は最小限に止める。

【0020】

水利用施設で循環水を使用して水耕栽培を行うには、初期状態において、その水利用施設内に植物の栽培に適する水が準備されていることが好ましい。また栽培が進行する過程でも栽培に適する水が循環していることが好ましい。このために本発明では栽培に適するか否かを特定の酸化還元性物質に着目している。

【0021】

酸化還元性物質を計測する手段には、ボルタンメトリー、クーロメトリー又は光学的手段があるが、中でもボルタンメトリー、クーロメトリーが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 2 】

ポルタンメトリーを計測する手段は、サイクリックポルタンメトリーなどとして一般に知られている手法であるが、検水となる水によって様々であり、純水の場合には、検出極に電着する際に出現する電流ピークと電着した被検出物質を溶出する際に出現する電流ピークは確認できない(図1参照)。酸化還元性物質が存在しないからである。

【 0 0 2 3 】

これに対して、活性汚泥処理水サンプルについて、サイクリックポルタンメトリーを計測すると、図2のような検出曲線が得られている。この曲線を見ると、電極電位が+側において、酸化波と還元波のいずれにおいても、電流ピークが認められる。この分析条件は、検出極がグラッシーカーボン電極(18)、電位掃引速度 10 sec V^{-1} で、液-電極静止系である。なお白金電極では電流ピークが認められない。この電流ピークは検出極に酸化還元性物質が電着及び溶出した際のものである。

10

【 0 0 2 4 】

本発明者は、この酸化還元性物質がいかなる化合物であるかの解析を行うことを試み、吸収スペクトルと、紫外線及び電気化学的検出器を用いる液体クロマトグラフィー(LC)を採用した。図3には吸収スペクトルが示され、図4には液体クロマトグラフィー(LC)の結果が示されている。

【 0 0 2 5 】

その分析の結果から、サイクリックポルタングラムで検出される酸化還元性物質は分子量100程度(LCにおいて、原核生物などが有するユビキノン(分子量1000程度)よりは、かなり分子量が小さく200~300程度と考えられる。)のキノン系物質と考えられる。これは微生物燃料電池において微生物と電極間の電荷移動(エレクトロンシャトル)を担う、いわゆる細胞外キノンとも考えられる。

20

【 0 0 2 6 】

サイクリックポルタンメトリーによる酸化還元性物質の検出において、例えば嫌気性の強いメタン発酵消化液では、酸化還元波はともに電極電位がマイナス側に、一方、好気性の十分に生物処理された活性汚泥処理水(上澄水)は酸化還元波がともにプラス側に検出される。このように水系の酸化還元状態によって観察される酸化還元性物質の種類は異なってくる。これは微生物叢が異なる当然の結果と考えられる。

【 0 0 2 7 】

水を循環使用するか、長期に作物を浸漬して使用する水耕栽培を行うにあたり、その水中に上述の酸化還元性物質がポルタンメトリー、クーロメトリー又は光学的手段などによって検出できる場合は、長期(1カ月以上)の使用にかかわらず水耕栽培における作物の成長に支障は生じていない。

30

【 0 0 2 8 】

しかし、酸化還元性物質の検出ができなくなった水、あるいは、検出量が初期の良好な状態の1/10以下になった水などは水耕栽培における作物成長率が大きく低下(上述の良好な成長状態の70%程度など)あるいは枯死等を起こす現象が発生した。養魚においても、このような水は生存率が1/2~1/3に低下した。

【 0 0 2 9 】

酸化還元性物質の検出法としては、電気化学的な検出手段の他に近紫外線領域の吸光度をモニタリングしていくこともできる。しかし、非常に微量の酸化還元性物質を良好に検出する場合、いずれの方法においても濃縮することが求められ、このとき、炭素を検出極とするモニタリングは次の点で優れている。

40

【 0 0 3 0 】

低温で焼成(1500~2000程度)した炭素電極、高温焼成(2000~2500)のグラファイト質電極ともに、酸化還元性物質をその表面に電着、濃縮できるので、高感度の検出が可能になる。一方、光学的方法是溶媒抽出や吸着処理など、別途の濃縮操作が必要になる。

【 0 0 3 1 】

50

このような酸化還元性物質を水質の維持するレベルにまで水中に溶存させるためには、微生物担体をもつバイオリアクターを用いることが有効と考えられる。水田は連作障害を起こすことなく稲の育成に有効な水質が維持されている例であり、この水田土壌の上澄水からは、電位的に卑側、及び電位的に貴側の領域において複数の酸化還元性物質が検出されている。(図5参照)

水田土壌そのものがバイオリアクターの微生物担体になっているものと考えられる。そのような微生物担体をもたない水耕栽培システムなどでは、水の生物処理を行うリアクターを設置し、さらにそこで十分な生物処理が行われ、水耕栽培や養魚に適した水質になっていることを確認する手段として、例えば炭素電極を用いた検出システムが重要になる。

【0032】

連作障害等を起こさない水耕栽培や、生存率、成長性の良い養魚(魚の養殖)の条件として、十分に生物処理されていることが重要であり、その結果として、処理水中にある濃度以上の酸化還元性物質が存在することになる。

【0033】

これをモニタリングすることによって、水質を容易に監視することが可能になる。

【0034】

本発明の水監視システムにおいて、計測手段で計測された溶出電流に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、検出極に印加する電位を所定速度で変化させてポルタンメトリーを計測する手段を含む場合は、該ポルタンメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質を該検出極に電着する際に出現する電流ピークと電着した被検出物質を溶出する際に出現する電流ピークを確認する確認手段を含むことが好ましい。

【0035】

また計測手段で計測された溶出電気量に基づいて前記循環水の状態を監視する手段は、該検出極に印加する電位を変化させてクーロメトリーを計測する手段を含む場合は、該クーロメトリーにおいて、前記検水中の被検出物質が該検出極に電着させた後に電着した被検出物質を溶出する際の電気量を算出する算出手段を含むことが好ましい。

【0036】

本発明において、好ましく採用できる微生物処理装置は、腐植質土壌、炭素系素材(炭、骨炭など)、又は比表面積として $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の孔隙率の岩石類から選ばれる微生物担持体を充填した充填層を備えることが好ましく、かかる処理装置に好気性下で所望の水を透過させて得られた水を水耕栽培や養魚などの初期水あるいは循環水として使用することが好ましい。

【0037】

比表面積 $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の微生物担持体とは、通常の岩石をサブmm以下に破碎したもの、あるいは本来、比表面積 $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の材料であり、たとえば活性炭では数 $100\text{ m}^2/\text{g}$ 、表面酸化処理した炭素繊維フェルトでは数 m^2 ~数 $10\text{ m}^2/\text{g}$ 程度の比表面積をもつ。比表面積が $1\text{ m}^2/\text{g}$ 未満では良好な微生物担持体にならず、本発明における充填層に使用することはできなかった。

【0038】

次に、図6に基づいて、本発明の水監視システムの構成例を説明する。

【0039】

図6において、1は電極部、2は計測部であり、3は表示部である。電極部1は、検出極10、検出極10と対をなす対極11、図示しない参照極によって構成される。12、13は、リード線である。

【0040】

検出極を構成する物質としては、酸化還元性物質を電着して濃縮できることから炭素材が好ましく用いられる。炭素材としては、炭素、グラファイト、導電性炭化物(カーバイト)繊維などの炭素材からなる板状(例えば円盤状)、ワイヤー状又は網状電極を用いることができる。

【0041】

10

20

30

40

50

対極 1 1 には、例えば白金やその他の陽極として安定な金属やグラファイト芯などが用いられる。また、参照電極としては例えば Ag / AgCl 電極などが用いられる。

【 0 0 4 2 】

計測部 2 は、ボルタンメトリー又はクーロメトリーを計測できる構成が採用される。

【 0 0 4 3 】

計測部 2 は、例えば電極に電圧を印加する電源部 2 1 と、電解電流を計測する電解電流計測部 2 2 と、電解電流計測部 2 2 で測定された電流値を出力する電流値出力部 2 3 からなる。

【 0 0 4 4 】

電源部 2 1 が電極に印加する電圧は、ボルタンメトリー計測の場合は、所定の掃引速度で電位を変化させて印加し、クーロメトリー計測の場合は極性 (+ 、 -) を一定時間毎に反転させる交番電圧を印加する。

【 0 0 4 5 】

クーロメトリー計測の場合、印加方法 (波形) としては、矩形波、のこぎり波、sin 曲線が挙げられるが、中でも矩形波が好ましい。例えば陽極に引きけられていた物質は、極性を反転させると、反対に放出されるため電流が流れる。この電流 (出力電流) 又は溶出電気量を、電解電流計測部 2 2 において計測する。

【 0 0 4 6 】

電流値出力部 2 3 は電解電流計測部 2 2 において計測された電流値又は溶出電気量をモニターなどの表示部 3 へ出力する。

【 0 0 4 7 】

図 7 に基づいて、クーロメトリー計測例を説明する。

【 0 0 4 8 】

電極材として、キノン - ヒドロキノン系有機化合物のような酸化還元性物質を電着し、表面に濃縮していくことができる炭素、グラファイトなどを用いる。

【 0 0 4 9 】

同図に示すように、 - 0 . 8 v で印加していた電圧を + 0 . 3 v にすると、極性が反転する。反転によって、例えば陽極に引きけられていた物質は、極性を反転させると、反対に放出されるため、溶出電流が流れる。

【 0 0 5 0 】

図 7 において、溶出電流は、符号 a で示されている。溶出電気量は、再び反転するまでに測定された電流量であり、図形の三角部分の面積 (積算電気量) に相当する。

【 0 0 5 1 】

図 7 において、実線は水耕栽培において、栽培作物の生育に適する水質の水の溶出電流値を測定したものであり、破線は、生育に適さない水質の水を測定したものである。この高さが高いほど水質が良好な水と判断できる。

【 0 0 5 2 】

図 7 に示す印加電圧は、例示的に示したものであり、 - 1 . 0 ~ + 1 . 0 v (vsAg/ AgCl) で任意に選択可能である。印加時間 (極性反転の間隔) は、10 分 ~ 10 秒程度までが好ましく、より好ましくは、例えば電着が 5 分、溶出が 30 秒程度あるいは電着および溶出共に 20 秒程度などである。

【 0 0 5 3 】

次に、図 8、図 9 に基づいて、本発明の水監視システムを具体的に説明する。

【 0 0 5 4 】

図 8 において、100 は水監視モニターであり、200 は水耕栽培施設である。

【 0 0 5 5 】

なお、循環水には、施設の用途に応じて、窒素、リン酸等の養分を添加することが可能である。

【 0 0 5 6 】

施設 200 から排出された水は、返送管 201 によって施設 200 へ導入されるが、返

10

20

30

40

50

送管 201 の途上で水監視モニター 100 により返送水の状態を評価する。

【0057】

評価の際には、例えばボルタンメトリー又はクーロメトリーによって酸化還元性物質の存在を確認して、確認できれば水耕栽培に適する良好な状態が維持されていると考えることができるので、そのまま施設 200 へ導入し、確認できない場合は返送された水は好気性微生物処理装置 300 へ導入される。

【0058】

好気性微生物処理装置 300 としては、前述の装置を使用できる。水質が改善された水は供給管 301 により施設 200 へ導入される。

【0059】

別の態様として、図 9 のように返送管 201 によって返送された水をすべて好気性微生物処理装置 300 へ導入し、好気性微生物処理装置 300 の出口で水監視モニター 100 により水の評価することもできる。

【0060】

本発明の酸化還元性物質による監視は、飲料水にも適用可能である。本発明者は、飲料水サンプルにおいて、図 10 に示すような、サイクリックボルタンメトリーも得ている。この図において、極端なピークを示しているのは、 -0.5V 電着後の溶出液を示している。このように通常使用している飲料水においても、微量な酸化還元性物質が存在し、いわゆるおいしく、健康的な水の原因となっているのではないかと推測される。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図 1】純水のサイクリックボルタンメトリーを示す図

【図 2】活性汚泥処理水サンプルのサイクリックボルタンメトリーを示す図

【図 3】吸収スペクトルを示す図

【図 4】液体クロマトグラフィー (LC) の結果を示す図

【図 5】水田土壌の上澄水のサイクリックボルタンメトリーを示す図

【図 6】本発明の水監視システムの構成例を示す図

【図 7】クーロメトリー計測例を示す図

【図 8】本発明の水監視システムの一例を示す図

【図 9】本発明の水監視システムの他の例を示す図

【図 10】飲料水サンプルのサイクリックボルタンメトリーを示す図

【符号の説明】

【0062】

1 : 電極部

10 : 検出極

2 : 計測部

3 : 表示部

100 : 水監視モニター

200 : 水耕栽培施設

300 : 好気性微生物処理装置

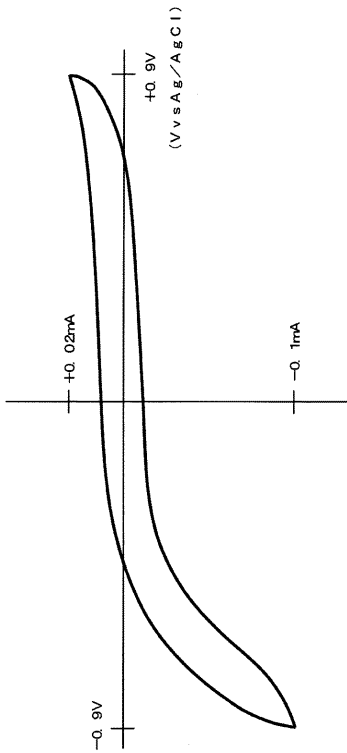
10

20

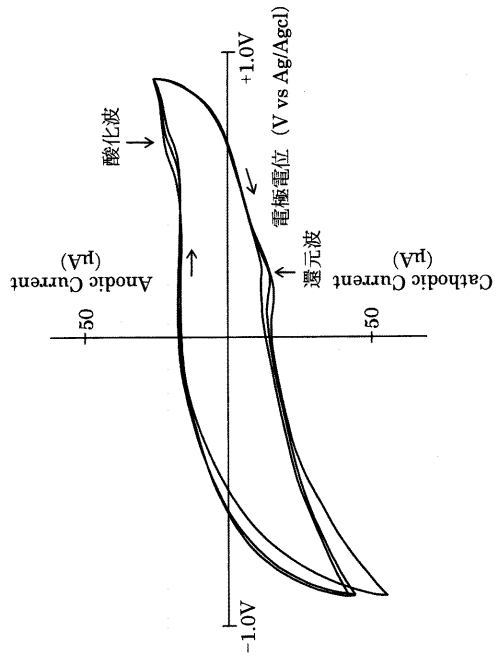
30

40

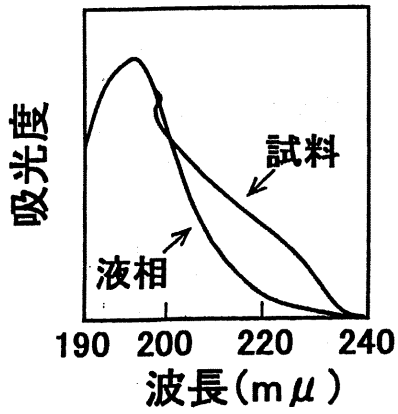
【 図 1 】



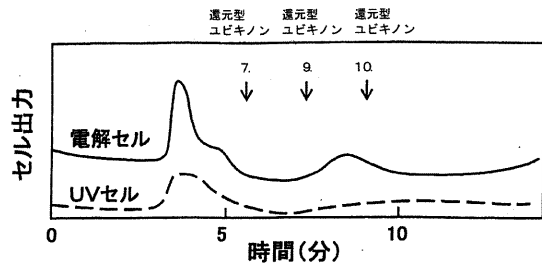
【 図 2 】



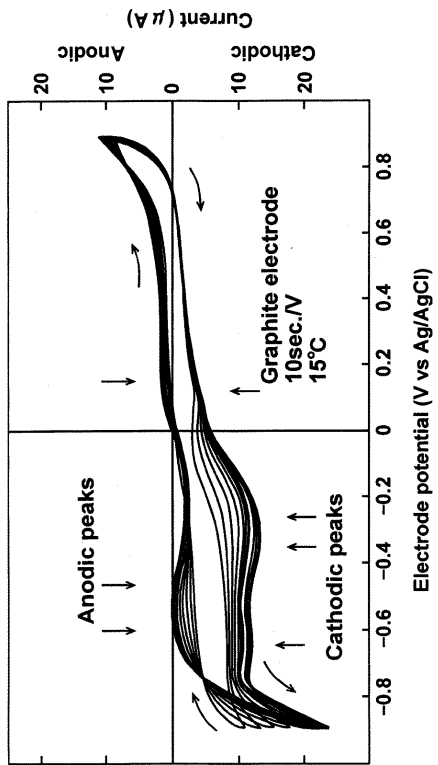
【 図 3 】



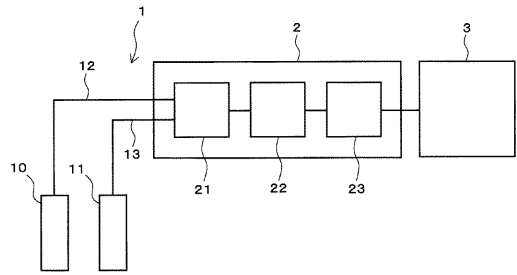
【 図 4 】



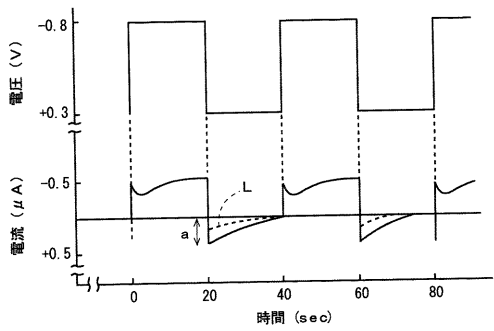
【 図 5 】



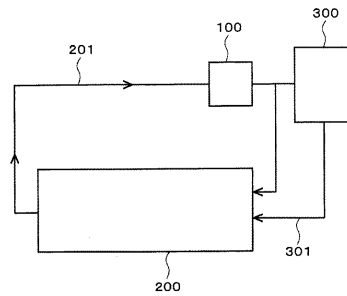
【 図 6 】



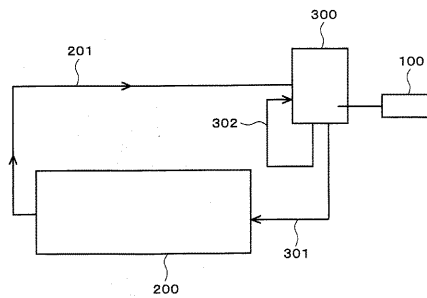
【 図 7 】



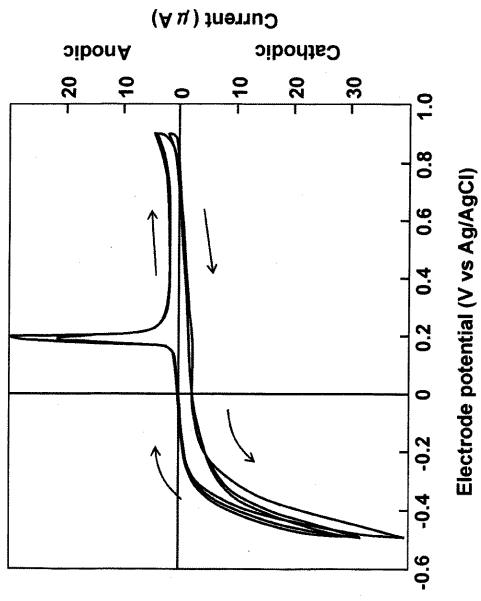
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 1 0 】



フロントページの続き

- (72)発明者 宇田津 富美子
東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
- (72)発明者 斉藤 政宏
東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
- (72)発明者 宮崎 陽子
東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
- (72)発明者 浜本 修
東京都中央区築地5丁目6番4号 三井造船株式会社内
- Fターム(参考) 2B104 AA01 CA01 CB41 CC34 GA00
2B314 MA35 MA52