

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5780539号
(P5780539)

(45) 発行日 平成27年9月16日(2015.9.16)

(24) 登録日 平成27年7月24日(2015.7.24)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 27/26 (2006.01)

GO 1 N 27/26 3 5 1 Z

GO 1 N 27/26 3 5 1 D

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2014-558334 (P2014-558334)
(86) (22) 出願日 平成26年5月30日(2014.5.30)
(86) 国際出願番号 PCT/JP2014/002890
審査請求日 平成26年12月25日(2014.12.25)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 502370281
都市拡業株式会社
神奈川県横浜市南区三春台2 5番地
(74) 代理人 100087594
弁理士 福村 直樹
(72) 発明者 田尻 恵保
神奈川県横浜市南区三春台2 5番地 都市
拡業株式会社内
(72) 発明者 石川 光男
神奈川県横浜市南区三春台2 5番地 都市
拡業株式会社内
(72) 発明者 根本 邦男
神奈川県横浜市南区三春台2 5番地 都市
拡業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード電極、一対のカソード電極、アノード電極と一方のカソード電極との間に電流を通電する第1電流発生装置、アノード電極と他方のカソード電極との間に電流を通電する第2電流発生装置、一対のカソード電極に流れる電流の大きさを定期的に変える電流切替装置、及び一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差を計測し出力信号を出力する計測出力手段を備えてなる第1電位差測定装置と第2電位差測定装置とを有し、

前記第1電位差測定装置におけるアノード電極と一対のカソード電極とは、水処理装置によって処理された改質水に浸漬され、

前記第2電位差測定装置におけるアノード電極と一対のカソード電極とは、水処理装置によって処理されない未改質水に浸漬され、

第1電位差測定装置における計測出力手段から出力される出力信号Aと、第2電位差測定装置における計測出力手段から出力される出力信号Bとに基づいて、改質水の防錆効果を判定する判定手段を有してなることを特徴とする改質水防錆効果判定装置。

【請求項 2】

前記第1電位差測定装置及び第2電位差測定装置は、一方のカソード電極と他方のカソード電極との間に電流を通電する第3電流発生装置をそれぞれ備えてなることを特徴とする請求項1に記載の改質水防錆効果判定装置。

【請求項 3】

前記判定手段は、出力信号 A の出力信号 B に対する割合に基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の改質水防錆効果判定装置。

【請求項 4】

前記一対のカソード電極の表面は銀で形成され、前記アノード電極の表面は白金で形成されてなることを特徴とする請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定装置。

【請求項 5】

前記水処理装置は、 $4.4\ \mu\text{m}$ 以上 $15.4\ \mu\text{m}$ 以下の波長の遠赤外線を 92% 以上の積分放射率で放射するハイブリッドセラミックに水を接触させる装置である請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定装置。

10

【請求項 6】

水処理装置によって処理された改質水に浸漬されたカソード電極と一方のアノード電極との間、及び前記改質水に浸漬されたカソード電極と他方のアノード電極との間に電流を通电し、

水処理装置によって処理されない未改質水に浸漬されたカソード電極と一方のアノード電極との間、及び前記未改質水に浸漬されたカソード電極と他方のアノード電極との間に電流を通电し、

改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差と、未改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差とに基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする改質水防錆効果判定方法。

20

【請求項 7】

未改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差に対する、改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差の割合に基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする請求項 6 に記載の改質水防錆効果判定方法。

【請求項 8】

前記一対のカソード電極の表面は銀で形成され、前記アノード電極の表面は白金で形成されてなることを特徴とする請求項 6 又は 7 に記載の改質水防錆効果判定方法。

【請求項 9】

前記水処理装置は、 $4.4\ \mu\text{m}$ 以上 $15.4\ \mu\text{m}$ 以下の波長の遠赤外線を 92% 以上の積分放射率で放射するハイブリッドセラミックに水を接触させる装置である請求項 6 から 8 までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法に関し、更に詳しくは、水が改質されることによって水の防錆性が向上したことを、短時間でかつ簡便に判定することができる改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法に関する。

【0002】

一般に、金属を水に長時間浸漬させると、金属の表面が腐食する。金属の腐食は、金属表面の一部がアノードとカソードとに局部的に分極することによって引き起こされる。アノードとカソードとの間に微量の電流が流れることにより、アノードにおいて酸化反応が起こり、カソードにおいて還元反応が起こる。アノードにおける酸化反応によって金属の表面が酸化されることにより、金属の腐食が進行する。

40

【0003】

従来、水を改質する装置として、遠赤外線を放射するセラミックスによって水を浄化することができる各種の水処理装置が知られている。この水処理装置の一例として、都市拡業株式会社から市販されている「ザ・バイオウォーター」（登録商標）という名称の装置が挙げられる（非特許文献 1 参照）。この水処理装置によって処理された水は、様々な効果を有することが報告されており、特に、赤錆劣化対策に有効であることが注目されてい

50

る。具体的には、水処理装置によって処理された水は、水処理装置によって処理されていない水に比べて、金属を腐食させにくくなる。言い換えると、水処理装置によって水を処理することによって、水の防錆性が高められる。例えば、水処理装置を配管の途中に設け、水処理装置によって処理された改質水を配管内部に通水することによって、配管内表面における金属の腐食が進行することを抑制することができる。

【0004】

水に浸漬された金属の表面を観察、分析等することによって金属の腐食の進行を評価するには、通常、金属を水に浸漬させた後、数ヶ月～数年程度の時間が必要である。同様に、従来、水処理装置を配管の途中に設けることによって、配管内表面の金属の腐食が抑えられるという効果を検証するにも、水処理装置を設けた後、数ヶ月～数年程度の時間が必要である。よって、水処理装置を配管の途中に設けた後、短時間の間に、水の防錆性が高まったことを判定することができないという問題がある。

10

【0005】

また、通常、水処理装置は、工場・ビル等の大規模な施設の配管に設置されることが一般的である。水処理装置による水の改質効果を、水処理装置が設置された配管を用いて調べるには、これらの配管を備えた設備の運転を一時的に停止し、配管内部の水を抜いた後に、配管の内表面を観察等する必要がある。設備の運転を停止することは現実的に難しいことが多く、配管内部の水抜きを行うには多大な労力が必要なので、水処理装置を設けたことによって水の防錆性が高まったことを、水処理装置が設置された配管において検証することは困難である。

20

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0006】

【非特許文献1】“製品の紹介”、[online]、都市拡業株式会社、[平成26年4月21日検索]、インターネット<URL: <http://www.biowater.co.jp/product/feature.html>>

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、水処理装置を用いて改質された改質水の防錆性が向上したことを、短時間でかつ簡便に測定することのできる改質水防錆効果測定装置及び改質水防錆効果測定方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するための手段は、

(1) アノード電極、一対のカソード電極、アノード電極と一方のカソード電極との間に電流を通電する第1電流発生装置、アノード電極と他方のカソード電極との間に電流を通電する第2電流発生装置、一対のカソード電極に流れる電流の大きさを定期的に変える電流切替装置、及び一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差を計測し出力信号を出力する計測出力手段を備えてなる第1電位差測定装置と第2電位差測定装置とを有し、前記第1電位差測定装置におけるアノード電極と一対のカソード電極とは、水処理装置によって処理された改質水に浸漬され、前記第2電位差測定装置におけるアノード電極と一対のカソード電極とは、水処理装置によって処理されない未改質水に浸漬され、第1電位差測定装置における計測出力手段から出力される出力信号Aと、第2電位差測定装置における計測出力手段から出力される出力信号Bとに基づいて、改質水の防錆効果を判定する判定手段を有してなることを特徴とする改質水防錆効果判定装置であり、

40

(2) 前記第1電位差測定装置及び第2電位差測定装置は、一方のカソード電極と他方のカソード電極との間に電流を通電する第3電流発生装置をそれぞれ備えてなることを特徴とする前記(1)に記載の改質水防錆効果判定装置であり、

(3) 前記判定手段は、出力信号Aの出力信号Bに対する割合に基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする前記(1)又は(2)に記載の改質水防錆効果判定装置

50

であり、

(4) 前記一対のカソード電極の表面は銀で形成され、前記アノード電極の表面は白金で形成されてなることを特徴とする前記(1)から(3)までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定装置であり、

(5) 前記水処理装置は、 $4.4\ \mu\text{m}$ 以上 $15.4\ \mu\text{m}$ 以下の波長の遠赤外線を92%以上の積分放射率で放射するハイブリッドセラミックに水を接触させる装置である前記(1)から(4)までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定装置であり、

(6) 水処理装置によって処理された改質水に浸漬されたカソード電極と一方のアノード電極との間、及び前記改質水に浸漬されたカソード電極と他方のアノード電極との間に電流を通電し、水処理装置によって処理されない未改質水に浸漬されたカソード電極と一方のアノード電極との間、及び前記未改質水に浸漬されたカソード電極と他方のアノード電極との間に電流を通電し、改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差と、未改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差とに基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする改質水防錆効果判定方法であり、

(7) 未改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差に対する、改質水に浸漬された一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差の割合に基づいて、改質水の防錆効果を判定することを特徴とする前記(6)に記載の改質水防錆効果判定方法であり、

(8) 前記一対のカソード電極の表面は銀で形成され、前記アノード電極の表面は白金で形成されてなることを特徴とする前記(6)又は(7)に記載の改質水防錆効果判定方法であり、

(9) 前記水処理装置は、 $4.4\ \mu\text{m}$ 以上 $15.4\ \mu\text{m}$ 以下の波長の遠赤外線を92%以上の積分放射率で放射するハイブリッドセラミックに水を接触させる装置である前記(6)から(8)までのいずれか一項に記載の改質水防錆効果判定方法である。

【発明の効果】

【0009】

本発明では、アノード電極とカソード電極との間に通電することによって、カソード反応を迅速に進行させることができる。よって、実験時間が短時間であっても、改質水と未改質水との防錆性の違いを判定できる程度に、カソード電極における炭酸カルシウム被膜の形成が進行する。本発明によると、数ヶ月から数年程度の長期間にわたって金属を水に浸漬させる実験をする必要はなく、数日間程度の短期間の実験によって、水の防錆性が高まったことを判定することのできる改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法を提供することができる。

また、本発明の改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法は、一対のカソード電極の間における電位差を利用して改質水の防錆効果を判定することができるので、実際に水に浸漬された金属表面の観察等をする必要がなく、簡便である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】図1は、第1電位差測定装置の構成を示す模式図である。

【図2】図2は、本発明の改質水防錆効果判定装置の構成を示す模式図である。

【図3】図3は、第1電流発生装置及び第2電流発生装置における制御機構の一例を示す回路図である。

【図4】図4は、水処理装置が配管に設置される例を示す模式図である。

【図5】図5は、実施例における電圧測定値の経時的変化を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の改質水防錆効果判定装置は、第1電位差測定装置と、第2電位差測定装置と、判定手段とを有する。以下に、図1を用いて第1電位差測定装置について説明するが、第2電位差測定装置も図1に示された第1電位差測定装置と同じ構成を有する。

【 0 0 1 2 】

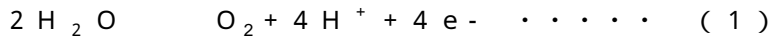
図 1 に示すように、第 1 電位差測定装置 1 1 は、アノード電極 2、一対のカソード電極 3、アノード電極 2 と一方のカソード電極 1 3 との間に電流を通電する第 1 電流発生装置 1 4、及びアノード電極 2 と他方のカソード電極 2 3 との間に電流を通電する第 2 電流発生装置 2 4 を有する。図 1 に示される例においては、アノード電極 2 及びカソード電極 3 は、それぞれ 2 枚の電極を有し、一方のアノード電極 1 2 が一方のカソード電極 1 3 と接続され、他方のアノード電極 2 2 が他方のカソード電極 2 3 と接続される。

アノード電極 2 及び一対のカソード電極 3 を水に浸漬し、第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 定電流発生装置 2 4 を起動させると、アノード電極 1 2 とカソード電極 1 3 との間、及びアノード電極 2 2 とカソード電極 2 3 との間において電流が流れ、アノード電極 2 においてアノード反応が、カソード電極 3 においてカソード反応が引き起こされる。

尚、アノード電極の形状は特に制限されず、板状、棒状、又は線状であってもよい。

【 0 0 1 3 】

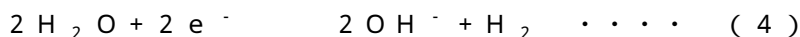
アノード反応は、一般に酸化反応であり、例えば、アノード電極 2 の表面が Pt のようにイオン化傾向の小さい金属である場合には、アノード反応として主に以下の (1) の反応が引き起こされる。また、アノード電極 2 の表面が例えば Cu のようにイオン化傾向の比較的大きい金属である場合には、アノード反応として以下の (2) の反応が引き起こされる。



上記 (2) の反応では、アノード電極 2 を構成する金属が溶出する。金属が水中に溶出すると、水中の不純物が増大することによって、アノード反応とカソード反応とが阻害され、改質水防錆効果を精度良く判定できないことがある。よって、アノード電極 2 の表面は、電気分解によってアノード電極 2 を形成する金属が溶出しないように、イオン化傾向の小さい金属で形成されてなることが好ましい。具体的には、アノード電極 2 として、不溶性電極として公知の電極を用いることができる。さらに具体的には、表面に白金又は酸化イリジウムの薄膜を被覆した電極をアノード電極 2 として用いることができる。白金又は酸化イリジウムの薄膜を被覆した電極は、チタンに代表される他の金属によって形成された基体の表面に、白金をめっき処理すること、又は酸化イリジウムを焼き付けることによって得られる。

【 0 0 1 4 】

カソード反応は、一般に還元反応であり、例えば、以下の (3) 又は (4) の反応が引き起こされる。



上記 (3) 又は (4) の反応で生成する水酸化物イオン OH^- によって、カソード電極 3 近傍の水の pH が高くなる。pH が高くなると、水中に溶けている炭酸ガスから CO_3^{2-} が放出されやすくなり、水中においてカルシウムイオンである Ca^{2+} と CO_3^{2-} とが反応して CaCO_3 が生成しやすくなる。よって、カソード反応が進むにつれてカソード電極 3 の表面には、 CaCO_3 (以下、「炭酸カルシウム」と称することがある。) の被膜が形成される。

【 0 0 1 5 】

炭酸カルシウムは、アラゴナイトとカルサイトとの主に 2 つの異なった結晶構造をとり得る。アラゴナイトの結晶は、針状の形状をしていることが知られている。一方で、カルサイトの結晶は、粒状の形状をしていることが知られている。アラゴナイトの比率の大きい炭酸カルシウムにおいては、針状の結晶が多く隙間を形成しながら付着するので、炭酸カルシウムの被膜が電極の表面をまばらに覆う。一方で、カルサイトの比率の大きい炭酸カルシウムの被膜においては、粒状の結晶が隙間なく付着するので、炭酸カルシウムの被膜が電極の表面を均一に隈なく覆うことができる。カソード電極 3 の表面において炭酸カルシウムの被膜に覆われる面積が大きいほど、カソード電極 3 の電気抵抗は増大する。

10

20

30

40

50

よって、等量の炭酸カルシウムの被膜が電極表面に形成される場合でも、カルサイトの比率が大きい被膜は、アラゴナイトの比率が大きい被膜に比べて、カソード電極 3 の表面を隙間なく覆うことができるので、電極表面の電気抵抗をより増大させる。

【 0 0 1 6 】

水に金属が浸漬される際に、カソード反応により炭酸カルシウムの被膜が金属表面に形成されることによって、炭酸カルシウムの被膜が金属表面の保護膜として機能し、金属表面の酸化が抑制される。また、炭酸カルシウムの被膜が金属表面を覆うことによって、局部的に分極したアノードとカソードとの間で電流が流れにくくなり、アノード反応によって金属の表面が酸化することが抑制される。よって、炭酸カルシウムの被膜が金属表面を隙間なく覆えば覆うほど、金属の腐食を抑制することができる。

10

【 0 0 1 7 】

カソード電極 3 の表面は、電気分解装置の陰極の材料として公知公用の材料にて形成されることができ、具体的には、カソード電極 3 の表面はイオン化傾向の小さい金属若しくは合金、又は耐食性に優れた金属若しくは合金にて形成されることができ、さらに具体的には、カソード電極 3 の表面は銀又は銅によって形成されることができ、カソード電極 3 の表面を銀又は銅で形成するには、カソード電極 3 全体を銀又は銅で作製してもよいし、他の金属によって作製された基体の外表面に銀めっき又は銅めっきを施してもよい。

【 0 0 1 8 】

第 1 電流発生装置 1 4 は、アノード電極 1 2 と一方のカソード電極 1 3 との間に電流を通電し、第 2 電流発生装置 2 4 はアノード電極 2 2 と他方のカソード電極 2 3 との間に電流を通電する。第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 電流発生装置 2 4 は、一定の大きさの電流を通電する装置であってもよいし、定期的に通電する電流の大きさを変えるように制御されている装置であってもよい。第 1 電流発生装置 1 4 によって通電される電流の大きさ及び通電時間の積（以下、「電気量」と称することがある。）と、第 2 電流発生装置 2 4 によって通電される電気量とは、同程度であることが好ましい。例えば、第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 電流発生装置 2 4 を 1 時間起動させる際に、最初の 3 0 分間は、第 1 電流発生装置 1 4 によって通電される電流値を $4.5 \mu\text{A}$ 、第 2 定電流発生装置 2 4 によって通電される電流値を $3.5 \mu\text{A}$ とし、後半の 3 0 分間は、第 1 電流発生装置 1 4 によって通電される電流値を $3.5 \mu\text{A}$ 、第 2 電流発生装置 2 4 によって通電される電流値を $4.5 \mu\text{A}$ とすることによって、通電してから 1 時間を経過した時点における第 1 電流発生装置 1 4 による電気量と第 2 電流発生装置 2 4 による電気量とを等しくすることができる。

20

30

【 0 0 1 9 】

第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 電流発生装置 2 4 としては、電流を通電することのできる装置であれば特に制限されず、市販の電源装置を用いることができる。また、第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 電流発生装置 2 4 は、1 個の電源装置を用いて通電を行ってもよい。

例えば、図 3 に示されるように、第 1 電流発生装置 1 4 と第 2 電流発生装置 2 4 とに共通な電源装置 9 2 を 1 つ設け、電源装置 9 2 の下流に 2 つの電流変換器 9 3 及び 9 4 を設け、電流変換器 9 3 及び 9 4 から第 1 定電流発生装置 1 4 及び 2 4 に電流を出力するように設計すればよい。さらに具体的には、電流変換器 9 3 から第 1 電流発生装置 1 4 又は第 2 電流発生装置 2 4 のいずれか一方に電流を出力すると共に、電流変換器 9 4 から第 1 電流発生装置 1 4 又は第 2 電流発生装置 2 4 の他方に電流を出力するように制御することのできる制御回路 9 5 を設け、電流変換器 9 3 又は 9 4 からの第 1 電流発生装置 1 4 又は第 2 電流発生装置 2 4 への出力を、一定時間毎に切り替えることのできるフリップフロップ制御装置 9 6 を設けるようにすればよい。フリップフロップ制御装置 9 6 によって出力が切り替えられる頻度は特に制限されないが、例えば、5 分に 1 回程度 ~ 1 時間に 1 回程度の頻度であればよい。

40

【 0 0 2 0 】

第 1 電流発生装置 1 4 及び第 2 電流発生装置 2 4 によって通電される電流が大きいほど、カソード反応を迅速に起こすことができるので、判定に要する時間を短縮することがで

50

きる。一方で、第1電流発生装置14及び第2電流発生装置によって通電される電流を大きくし過ぎると、使用者が電極に触れて感電することがあるとともに、カソード電極において激しく水素が発生することにより形成された炭酸カルシウム被膜が剥離させられることがある。よって、第1電流発生装置14及び第2電流発生装置24によって通電される電流密度は、 $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以上 $200\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下程度であればよい。

【0021】

アノード電極2は1枚であってもよいし、複数枚であってもよい。アノード電極2の枚数は、カソード電極3の枚数と同じであることが好ましい。

【0022】

本発明の第1電位差測定装置11は、図1に示されるように、電流切替装置35、及び計測出力手段36を有し、第3電流発生装置34を有していてもよい。

10

【0023】

第3電流発生装置34は、一方のカソード電極13と他方のカソード電極23との間に電流を通電する。電流切替装置35は、一対のカソード電極に流れる電流の大きさを、定期的に変える。電流切替装置35によって電流の大きさが変えられる頻度は特に制限されないが、例えば、5分に1回～1時間に1回程度であればよい。

【0024】

第3電流発生装置34は、一定の大きさの電流を通電する装置であればよい。第3電流発生装置34としては、市販の定電流源を用いることができる。

第1電流発生装置14及び第2電流発生装置24が起動している間に、第3電流発生装置34を起動させてもよい。このように、第1電流発生装置14及び第2電流発生装置24と、電流発生装置34とを同時に運転させる場合には、第1電流発生装置14によって通電される電流と第2電流発生装置24によって通電される電流とが同じ大きさであればよい。また、第3電流発生装置34によって通電される電流の大きさが、第1電流発生装置14によって通電される電流の大きさ及び第2電流発生装置24によって通電される電流の大きさよりも、小さいことが望ましい。第3電流発生装置34によって通電される電流の大きさがこのような関係にあると、カソード電極13又はカソード電極23において、常にカソード反応が引き起こされることとなる。第1電流発生装置14と第2電流発生装置24とを、同じ大きさの電流が通電されるように運転させたまま、第3電流発生装置34を運転すると、第3電流発生装置34によって通電される電流の大きさ及び向きを制御することによって、カソード電極13、カソード電極23に流れる電流の大きさを制御することができる。よって、第3電流発生装置34を設けると、第1電流発生装置14及び第2電流発生装置24によって通電される電流を制御することなく、第3電流発生装置34によって通電される電流を制御するのみで、一対のカソード電極に流れる電流の大きさを制御することができる。

20

30

尚、第1電流発生装置14と第2電流発生装置24とを停止させた後に、第3電流発生装置34のみを起動させてもよい。

【0025】

計測出力手段36は、一方のカソード電極13と他方のカソード電極23との間における電位差を測定し、判定手段91へと出力信号を出力する。電位差を測定する際には、カソード電極13又はカソード電極23のいずれか一方が基準電極となり、他方が作用電極となる。

40

第3電流発生装置34によって一方のカソード電極13と他方のカソード電極23との間に電流を通電するには、電圧が必要である。一定の大きさの電流を通電するのに必要な電圧は、カソード電極3における電気抵抗の大きさと比例する。前述したように、カソード電極3の表面に炭酸カルシウムの被膜が形成されていればいるほど、また、炭酸カルシウムの被膜におけるカルサイト結晶の比率が大きければ大きいほど、カソード電極3における電気抵抗の大きさは大きくなる。

【0026】

尚、第3電流発生装置34として一定の電圧を印加する定電圧装置を使用し、計測出力

50

手段 3 6 がカソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間に発生する電流の大きさを測定することによっても、カソード電極 3 における電気抵抗の大きさを測定することができるので、本発明と同様の効果を達成することができる。

【 0 0 2 7 】

図 2 に示されるように、第 1 電位差測定装置 1 1 は水処理装置によって処理された改質水 4 1 において用いられ、第 2 電位差測定装置 6 1 は水処理装置によって処理されていない未改質水 4 2 において用いられる。より具体的には、本発明の水改質効果判定装置 1 を使用する際には、第 1 電位差測定装置 1 1 におけるアノード電極 2 及びカソード電極 3 は改質水 4 1 に浸漬され、第 2 電位差測定装置 6 1 におけるアノード電極 5 2 及びカソード電極 5 3 は未改質水 4 2 に浸漬される。

10

【 0 0 2 8 】

水処理装置としては、水流通路内に配設されたハイブリッドセラミックを有する装置を挙げることができ、例えば、都市拡業株式会社製の「ザ・バイオウォーター（登録商標）」を使用することができる。前記ハイブリッドセラミックは、4.4 ~ 15.4 μm の遠赤外線を 92 % 以上の積分放射率で放射するセラミックであり、水道水をこのハイブリッドセラミックで処理することにより、「生命活性力」、「制菌力」、「抗酸化力」、「洗浄力」、「環境浄化力」、「改質持続力」、及び「防食力」のうちの少なくとも 1 つ以上の水の改質効果が達成される（非引用文献 1 参照）。

【 0 0 2 9 】

水処理装置によって処理された改質水 4 1 は、未改質水 4 2 に比べて、防錆性が高められる。言い換えると、改質水 4 1 に浸漬された金属は、未改質水 4 2 に浸漬された金属に比べて、腐食速度が遅くなる。

20

より具体的には、改質水 4 1 に浸漬された金属では、カソード反応によってカルサイト結晶を豊富に含んだ炭酸カルシウムが表面に形成されやすく、炭酸カルシウムの被膜が金属表面を隈なく覆うことによって金属表面における腐食の進行が抑制される。一方で、未改質水 4 2 に浸漬された金属では、カソード反応によってアラゴナイト結晶の比率の大きい炭酸カルシウムが表面に形成されやすく、炭酸カルシウムの被膜が金属表面をまばらに覆うので、金属表面において炭酸カルシウム被膜の形成されていない箇所から、腐食が進行しやすい。

【 0 0 3 0 】

30

図 2 において、改質水 4 1 に浸漬されたカソード電極 3 は、未改質水 4 2 に浸漬されたカソード電極 5 3 に比べて、カルサイトの比率の大きい炭酸カルシウム被膜を形成しやすいので、カソード電極 3 はカソード電極 5 3 に比べて電気抵抗が大きくなる。よって、カソード反応が進行するにつれて、カソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間に一定の大きさの電流を通電するのに必要な電圧は、カソード電極 6 3 とカソード電極 7 3 との間に同じ大きさの電流を通電するのに必要な電圧よりも大きくなる。

【 0 0 3 1 】

判定手段 9 1 は、出力信号 A 及び出力信号 B に基づいて、改質水 4 1 の防錆効果を判定することができる。出力信号 A 及び出力信号 B は、本発明の効果を奏する限りにおいて特に制限されないが、例えば、出力信号 A としては、カソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間における電位差、カソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間に流れる電流値、又はカソード電極 3 における電気抵抗値等が挙げられる。出力信号 A と出力信号 B とは同種の信号であればよく、例えば、出力信号 A がカソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間における電位差である場合には、出力信号 B はカソード電極 6 3 とカソード電極 7 3 との間における電位差であればよい。

40

【 0 0 3 2 】

判定手段 9 1 は、出力信号 A と出力信号 B とに基づいて、改質水 4 1 の防錆効果を判定することができる。より具体的には、判定手段 9 1 は、出力信号 A の出力信号 B に対する割合、出力信号 B の出力信号 A に対する割合、又は出力信号 A と出力信号 B との差等を算出することによって、改質水 4 1 の防錆効果を判定することができる。例えば、出力信号

50

A及びBが一对のカソード電極の間における電位差である例においては、出力信号Aが出力信号Bよりも大きいと、改質水41に浸漬されたカソード電極3の表面には、未改質水42に浸漬されたカソード電極53の表面に比べて、カルサイト比率の大きい炭酸カルシウム被膜によって電極表面がより被覆されていると推察される。よって、判定手段91が出力信号Aは出力信号Bよりも大きいと判定することにより、カソード反応によって金属が腐食しにくい水に改質されたこと、言い換えると、改質水の防錆効果が向上したと判定することができる。

【0033】

電流切替装置35としては、従来公知の装置を使用することができる。また、計測出力手段36は、カソード電極間における電位差等を測定する測定装置と、測定結果を判定手段91へと出力する出力装置とを組み合わせる装置であってもよい。

10

【0034】

次に、本発明の作用について説明する。

【0035】

例えば、図4のように、水処理装置102、例えば、「ザ・バイオウォーター（登録商標）」を配管に設置したことによって、配管内の水が改質され、配管内表面の金属の腐食の進行が抑制されたことを、設備業者等が確認したいことがある。その際に、設備業者等は本発明の改質水防錆効果判定装置1を用いることができる。まず、水処理装置102前段の配管に設けられた三方弁104から未改質水41を、水処理装置102後段の配管に設けられた三方弁105から改質水42を、それぞれビーカー等の容器にサンプリングする。図2に示されるように、容器にサンプリングした改質水41に第1電位差測定装置11のカソード電極3とアノード電極2とを浸漬させ、未改質水42に第2電位差測定装置61のカソード電極53とアノード電極52とを浸漬させる。

20

【0036】

次に、第1電流発生装置14及び64と、第2電流発生装置24及び74とを起動し、カソード電極13、23、63、及び73に通電する。通電によってカソード反応が引き起こされると、通電されたカソード電極13、23、63、及び73の表面には、炭酸カルシウムの被膜が形成される。例えば、第1電流発生装置14及び第1電流発生装置64によって、 $10\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以上 $200\mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下程度の電流密度にて、約5～50時間程度通電すると、カソード電極13、23、63、及び73の表面には、改質水41の防錆効果を判定することができる程度に、炭酸カルシウムの被膜が形成される。尚、改質水41及び未改質水42の硬度を増加させることによって、通電時間を短くすることができる。改質水41及び未改質水42の硬度を増加させるには、改質水41又は未改質水42に、炭酸カルシウム等の塩を添加すればよい。尚、正確な防錆効果の判定を行うためには、改質水41に添加する塩の種類及び量と、未改質水42に添加する塩の種類及び量とを同じにすればよい。

30

【0037】

改質水41は、未改質水42に比べて防錆性が高められている。改質水41に浸漬されるカソード電極3においては、未改質水42に浸漬されるカソード電極53に比べて、カルサイト結晶を豊富に含有する炭酸カルシウム結晶が析出しやすい。よって、カソード電極3の表面は、カソード電極53の表面に比べて、炭酸カルシウム被膜によって限なく覆われることになる。

40

【0038】

さらに、第1電流発生装置14及び64と、第2電流発生装置24及び74とを起動させたままで、第3電流発生装置34及び84を起動させ、カソード電極13と23との間及びカソード電極63と83との間に一定の大きさの電流を通電する。この時、第3電流発生装置34によって通電される電流の大きさと、第3電流発生装置84によって通電される電流の大きさとが、同じになるようにする。また、第1電流発生装置14によって通電される電流の大きさと第1電流発生装置64によって通電される電流の大きさとが同じになるようにし、第2電流発生装置24によって通電される電流の大きさと第2電流発生

50

装置 7 4 によって通電される電流の大きさとが同じになるようにする。さらに、第 3 電流発生装置 3 4 によって通電される電流の大きさは、第 1 電流発生装置 1 4、6 4、第 2 電流発生装置 2 4、及び 7 4 によって通電されるいずれの電流の大きさよりも小さく設定すればよい。

第 3 電流発生装置によって通電される電流密度が、 $0.5 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以上 $25 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ 以下程度であれば、迅速かつ正確に改質水 4 1 の防錆効果を判定することができる。

次に、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 による通電時に、計測出力手段 3 6 及び 8 6 が、カソード電極 1 3 と 2 3 との間、及びカソード電極 6 3 と 7 3 との間における電位差を測定する。カソード電極間における電位差が大きいほど、カソード電極の電気抵抗が大きく、カソード電極においてカルサイト結晶を豊富に含む炭酸カルシウム被膜が形成されていることになる。

【0039】

計測出力手段 3 6 及び 8 6 は、判定手段 9 1 へと、測定した電位差を出力信号 A 及び出力信号 B として出力する。判定手段 9 1 は、出力信号 A の出力信号 B に対する割合が 100% よりも大きいことを確認することにより、カソード電極 3 がカソード電極 5 3 よりも電気抵抗が大きくなっていると判定し、改質水 4 1 の防錆効果が向上したと判定する。

【0040】

本発明の改質水防錆効果判定装置 1 は、2 つの計測出力手段 3 6 及び 8 6 を用いて、カソード電極 3 及び 5 における電位差等の測定をすることによって水の防錆効果が改善したことを確認できるので、水処理装置 1 0 2 を設置することにより配管 1 0 3 内表面の金属の腐食が抑えられることを検証するのに、配管 1 0 3 内部の観察等を行う必要がない。よって、わざわざ設備を止めたり配管 1 0 3 の水抜きを行ったりする必要がなく、簡便に水処理装置 1 0 2 を導入したことによる防錆効果の向上を確認することができる。

また、本発明の改質水防錆効果判定装置 1 は、電流を通電することによって、水に浸漬された金属で起こるカソード反応を、迅速に進めることができる。よって、水処理装置 1 0 2 を導入したことによる防錆効果を確認するのに、数ヶ月～数年程度の長期間にわたって経過観察をする必要がなく、数日程度の短期間で水の防錆効果が向上したことを確認することができる。

【0041】

尚、第 3 電流発生装置 3 4 を用いることなく、一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差を計測することによって、改質水の防錆効果を判定することもできる。例えば、第 1 電流発生装置 1 4 によって通電する電流の大きさと、第 2 電流発生装置 2 4 によって通電する電流の大きさとが異なるように設定し、カソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間に生じる電位差を計測すればよい。また、電流切替装置 3 5 を用いて、第 1 電流発生装置 1 4 によって通電される電流の大きさと、第 2 電流発生装置によって通電される電流の大きさを、一定時間毎に切り替えることで、カソード電極 3 に流れる電流の大きさを制御すればよい。さらに、電位差を出力信号として用いる例においては、カソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間に通電される電流の大きさと、カソード電極 6 3 と 7 3 との間に通電される電流の大きさとが等しくなるように、第 1 電流発生装置 1 4、2 4、6 4 及び 7 4 の運転を制御すればよい。

【0042】

以下に、実施例を用いて本発明を説明する。

【0043】

(実施例 1)

5000 mL の水道水に、硬度が 300 ppm となるように硫酸カルシウムを添加し、未改質水 4 2 を得た。この未改質水 4 2 に、「ザ・パイオウォーター」に装填されるのと同じハイブリッドセラミック (13.5 × 19 mm) を 2 個入れて 15 分間静置することによって、改質水 4 1 を得た。この改質水 4 1 に、改質水防錆効果判定装置 1 の第 1 電位差測定装置 1 1 における 2 枚のアノード電極 2 と 2 枚のカソード電極 3 とを浸漬させた

10

20

30

40

50

。また、未改質水 4 2 に、改質水防錆効果測定装置 1 の第 2 電位差測定装置 6 1 における 2 枚のアノード電極 5 2 と 2 枚のカソード電極 5 3 とを浸漬させた。カソード電極 3 及び 5 3 としては表面が研磨された銀によって形成された電極を使用し、アノード電極 2 及び 5 2 としては白金めっき電極を使用した。カソード電極 1 3、2 3、6 3、及び 7 3 の表面積は、それぞれ 0.2 cm^2 であった。

次に、 $4 \mu\text{A}$ の電流が通電されるように、第 1 電流発生装置 1 4 及び 6 4 並びに第 2 電流発生装置 2 4 及び 7 4 を 4 8 時間運転させた。第 1 電流発生装置 1 4 及び 6 4 によって通電された電流の大きさは、 $4 \mu\text{A}$ であった。4 8 時間後に、第 1 電流発生装置 1 4 及び 6 4 並びに第 2 電流発生装置 2 4 及び 7 4 を運転させたままで、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 を運転させた。第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 によって、カソード電極 3 とカソード電極 5 3 とには、それぞれ $0.5 \mu\text{A}$ の電流が通電された。また、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 を運転させてから 3 0 分経過後、言い換えると、第 1 電流発生装置 1 4 及び 6 4 と、第 2 電流発生装置 2 4 及び 7 4 とを運転させてから 4 8 時間 3 0 分を経過した後より、3 0 分毎に電流切替装置 3 5 及び 8 5 により電流の大きさを変えた。また、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 を運転させてから 1 時間毎の期間を 1 サイクルとした。

第 1 電流発生装置 1 4 及び 6 4 並びに第 2 電流発生装置 2 4 及び 7 4 によって通電される電流の大きさは、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 によって通電される電流の大きさよりも大きいので、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 によって通電されている間においても、カソード電極 1 3、6 3、2 3 及び 7 3 においては常に電流が流れ込み、常にカソード反応が起こった。

そして、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 によって通電している際に、連続的にカソード電極 1 3 とカソード電極 2 3 との間、及びカソード電極 6 3 と 7 3 との間における電位差を測定した。結果を図 5 に示す。各サイクルにおける前半 3 0 分間の電位差は正の値であり、各サイクルにおける後半 3 0 分間の電位差は負の値であった。各サイクルにおける前半 3 0 分間と、後半 3 0 分間における電位差の平均値をそれぞれ求めた。結果を以下の表 1 に示す。尚、図 5 の横軸において経過時間が 0 分となる時点は、第 3 電流発生装置 3 4 及び 8 4 の運転を開始した時点である。

【 0 0 4 4 】

さらに、各サイクル毎に、カソード電極 3 又は 5 3 における電気抵抗値（以下、「分極抵抗値」と称することがある。）を計算した。計算には、以下の式（5）を用いた。

$$R_{p1} = (V_{1+} - V_{1-}) / 2I - R \quad \dots \quad (5)$$

R_{p1} : 各サイクルの分極抵抗値

V_{1+} : 各サイクルの前半 3 0 分間におけるカソード電極間の電位差の平均値

V_{1-} : 各サイクルの後半 3 0 分間におけるカソード電極間の電位差の平均値

I : 第 3 電流発生装置によって通電される電流値

R : カソード電極間の溶液抵抗値

尚、カソード電極間の溶液抵抗値は、カソード電極間の距離、及び溶液が改質水であるか未改質水であるかによって自動的に決定される。

上記式（5）においては、「 $(V_{1+} - V_{1-}) / 2I$ 」という式によって求められた全抵抗値から、溶液による電気抵抗値である「 R 」を差し引くことによって、カソード電極における電気抵抗値のみが「 R_{p1} 」として求められる。

各サイクルにおける分極抵抗の値、及びその平均値を以下の表 1 に示す。さらに、未改質水 4 2 において算出された分極抵抗の平均値に対する、改質水 4 1 において算出された分極抵抗の平均値の割合を算出したところ、結果は 1 3 7 . 5 % であった。

【 0 0 4 5 】

（表 1）

	第1 電位差測定装置 (改質水)			第2 電位差測定装置 (未改質水)		
	+0.5 μ A 平均電圧(mV)	-0.5 μ A 平均電圧 (mV)	分極抵抗 (k Ω)	+0.5 μ A 平均電圧(mV)	-0.5 μ A 平均電圧 (mV)	分極抵抗 (k Ω)
1サイクル	170.58	-350.51	519.00	159.01	-241.88	398.80
2サイクル	157.22	-298.26	453.37	203.36	-179.57	380.84
3サイクル	216.44	-279.99	494.33	138.55	-184.84	321.30
4サイクル	198.03	-363.43	559.35	110.34	-218.23	326.49
5サイクル	210.01	-207.42	415.32	130.57	-200.00	328.48
6サイクル	171.21	-230.93	400.03	164.61	-147.46	309.98
平均値			473.56 (137.5%)			344.32 (100%)

10

【0046】

以上より、改質水4 1に浸漬されたカソード電極3は、未改質水4 2に浸漬されたカソード電極5 3と比較して電気抵抗が大きくなることが示された。よって、改質水4 1におけるカソード反応では、未改質水4 2におけるカソード反応よりも、カルサイト比率の大きい緻密な炭酸カルシウム被膜が密に形成されることが示された。炭酸カルシウム被膜の形成によって金属の腐食が抑制されるので、改質水4 1は未改質水4 2に比べて、防錆効果が向上していることが示された。

20

【符号の説明】

【0047】

1	改質水防錆効果判定装置
2、1 2、2 2、5 2、6 2、7 2	アノード電極
3、1 3、2 3、5 3、6 3、7 3	カソード電極
1 1	第1 電位差測定装置
1 4、6 4	第1 電流発生装置
2 4、7 4	第2 電流発生装置
3 4、8 4	第3 電流発生装置
3 5、8 5	電流切替装置
3 6、8 6	計測出力手段
4 1	改質水
4 2	未改質水
6 1	第2 電位差測定装置
9 1	判定手段
9 2	電源装置
9 3、9 4	電流変換器
9 5	制御回路
9 6	フリップフロップ制御装置
1 0 2	水処理装置
1 0 3	配管
1 0 4、1 0 5	三方弁

30

40

【要約】

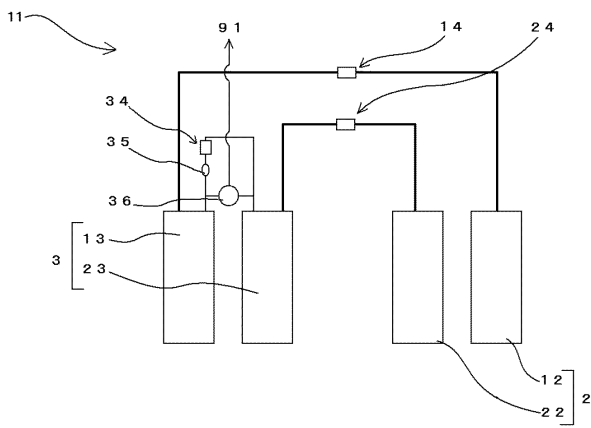
水の防錆性が向上したことを、短時間で簡便に判定できる改質水防錆効果判定装置及び改質水防錆効果判定方法を提供する。

アノード電極、一対のカソード電極、アノード電極と一方のカソード電極との間に電流を通電する第1 電流発生装置、アノード電極と他方のカソード電極との間に電流を通電する第2 電流発生装置、一対のカソード電極に流れる電流の大きさを定期的に変える電流切

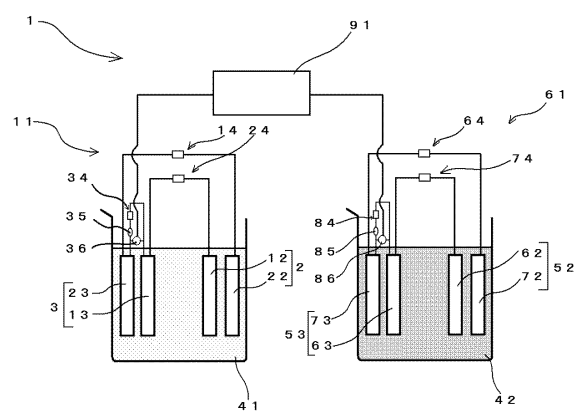
50

替装置、及び一方のカソード電極と他方のカソード電極との間における電位差を計測し出力信号を出力する計測出力手段を備えてなる第1電位差測定装置と第2電位差測定装置とを有し、第1電位差測定装置によって出力される出力信号Aと、第2電位差測定装置によって出力される出力信号Bとに基づいて、処理水の防錆効果を判定する判定手段を有することを特徴とする。

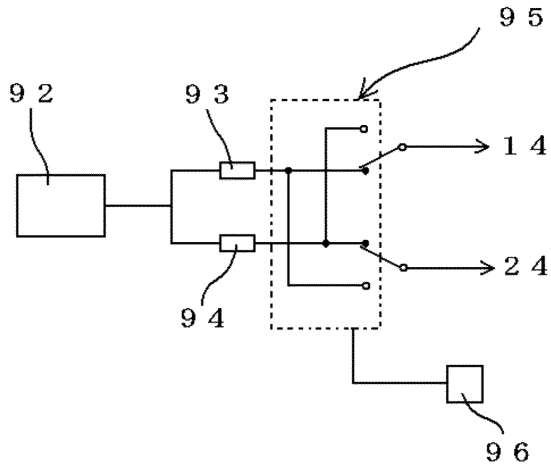
【図1】



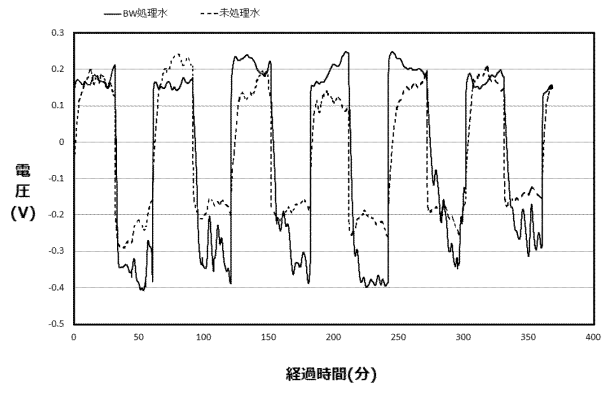
【図2】



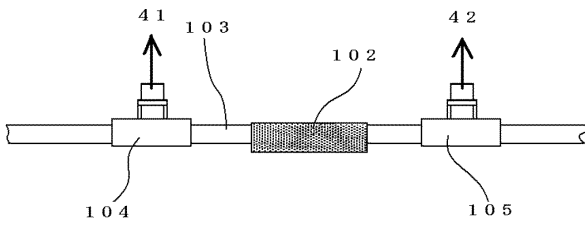
【図3】



【図5】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 神谷 信行
神奈川県横浜市南区三春台25番地 都市拡業株式会社内

審査官 黒田 浩一

(56)参考文献 特開平04-032758(JP,A)
特開昭63-008549(JP,A)
特開2005-321275(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 27/00-27/49
C02F 1/30
C02F 1/68