

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2021年3月25日(25.03.2021)



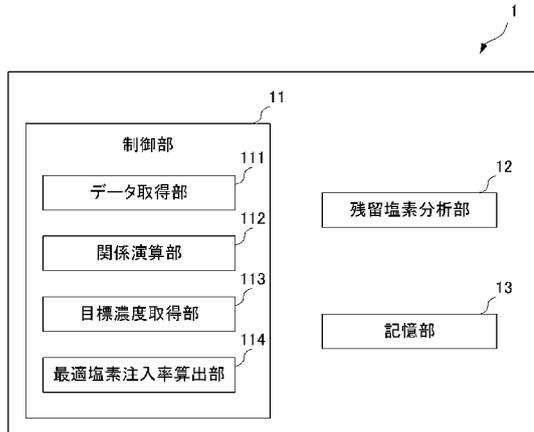
(10) 国際公開番号  
**WO 2021/053757 A1**

- (51) 国際特許分類:  
C02F 1/50 (2006.01) C02F 1/76 (2006.01)  
C02F 1/461 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/036573
- (22) 国際出願日: 2019年9月18日(18.09.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 中国電力株式会社 (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) [JP/JP]; 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 Hiroshima (JP). 日機装株式会社(NIKKISO CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1506022 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 Tokyo (JP). 日本エヌ・ユー・エス株式会社 (JAPAN NUS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 柳川 敏治 (YANAGAWA Toshiharu); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 河田 守弘 (KAWATA Morihiro); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 藤原 淳 (FUJIWARA Atsushi); 〒7308701 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 Hiroshima (JP). 小路 一憲 (SHOJI Kazunori); 〒1506022 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 日機装株式会社内 Tokyo (JP). 勝山 一郎 (KATSUYAMA Ichiro); 〒1600023 東京都新宿区西新宿7丁目5番25号 日本エヌ・ユー・エス株式会社内

(54) Title: CHLORINE INJECTION CONCENTRATION MANAGEMENT DEVICE, CHLORINE INJECTION CONCENTRATION MANAGEMENT METHOD, AND CHLORINE INJECTION CONCENTRATION MANAGEMENT PROGRAM

(54) 発明の名称: 塩素注入濃度管理装置、塩素注入濃度管理方法、及び塩素注入濃度管理プログラム

[図1]



- 11 Control unit
- 12 Residual chlorine analysis unit
- 13 Storage unit
- 111 Data acquisition unit
- 112 Relationship computation unit
- 113 Target concentration acquisition unit
- 114 Optimum chlorine injection rate calculation unit

(57) Abstract: Provided is a chlorine injection concentration management device which makes it possible to align a residual chlorine concentration at a condenser intake port to a target value without necessitating a complicated procedure, as compared to the prior art. A chlorine injection concentration management device 1 for a seawater utilization plant, the device comprising: a data acquisition unit 111 that acquires data of a set including an injection rate of chlorine being injected in from a chlorine injection port in the seawater utilization plant, and the residual chlorine concentration after a predetermined length of time following injection, the residual chlorine concentration being at an inlet port of a condenser that is installed in the seawater utilization plant; a relationship computation unit 112 that takes an exponential approximation of the relationship between the injection rate and the residual chlorine concentration on the basis of data for at least two

Tokyo (JP). 定道 有頂(SADAMICHI Yucho); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 日本エヌ・ユー・エス株式会社内 Tokyo (JP). 鈴木 勇也(SUZUKI Yuya); 〒1600023 東京都新宿区西新宿 7 丁目 5 番 2 5 号 日本エヌ・ユー・エス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 正林 真之, 外(SHOBYASHI Masayuki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内 1 - 7 - 1 2 サピアタワー Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

sets of the injection rate and the residual chlorine concentration; a target concentration acquisition unit 113 that acquires a target value for the residual chlorine concentration; and an optimum chlorine injection rate calculation unit 114 that calculates an optimum value for the injection rate on the basis of the target value for the residual chlorine concentration and the relationship for which the exponential approximation was taken.

(57) 要約: 従来技術に比較して、煩雑な手続を必要とせずに、復水器入口での残留塩素濃度を目標値に合わせることが可能な、塩素注入濃度管理装置を提供する。海水利用プラントのための塩素注入濃度管理装置 1 であって、海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、注入から所定時間後の、海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得部 111 と、少なくとも二組の注入率と残留塩素濃度とのデータに基づいて、注入率と残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算部 112 と、残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得部 113 と、残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出部 114 と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

塩素注入濃度管理装置、塩素注入濃度管理方法、及び塩素注入濃度管理プログラム

### 技術分野

[0001] 本発明は、塩素注入濃度管理装置、塩素注入濃度管理方法、及び塩素注入濃度管理プログラムに関する。より詳しくは、発電所等の海水利用プラントで用いられる塩素注入濃度管理装置、塩素注入濃度管理方法、及び塩素注入濃度管理プログラムに関する。

### 背景技術

[0002] 火力・原子力発電所をはじめとする海水利用プラントの海水系統に付着する、フジツボ類、イガイ類等の付着生物、及びバイオフィームへの対策として、海水電解塩素（次亜塩素酸ソーダ）の注入が広く実施されている。

[0003] 例えば、特許文献1は、天然の海水を電気分解することにより次亜塩素酸ソーダを生成し、当該次亜塩素酸ソーダを含む電解液を、海水の取水口に注入して海洋生物の付着防止に用いる技術を開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特許第4932529号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 海水に電解塩素（次亜塩素酸ソーダ）を注入すると、速やかに濃度が減衰するが、減衰速度は水温、水質に左右されることから、水温、水質が日々変動する条件下において、付着生物やバイオフィームの付着を抑制すると共に、海水利用プラントの放水口における環境保全協定値としての残留塩素濃度（例えば、0.02mg/L）を維持することは非常に困難となる。現状で

は、環境保全協定値の順守を優先し、電解塩素の注入濃度を控えめにしていることから、付着生物やバイオフィルムの付着抑制効果は十分に得られていない。

[0006] 現状では、一週間に一回程度、復水器入口で手分析で残留塩素濃度を確認しながら濃度調整を実施しているが、あくまで運転員の経験に基づく調整によるものであり、明確な根拠に基づく理論的な調整方法が従来までなかった。また、電解塩素の注入率を変更した後に、変更が復水器入口に反映されるまで、貯留槽の容量や流下時間の影響により、30分～50分かかる。このため、残留塩素濃度の目標値に合わせるためには、何度も手分析を繰り返す必要があり煩雑であった。このことも、電解塩素の注入率が控えめに設定され、十分な付着抑制効果が得られない要因となっている。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、従来技術に比較して、煩雑な手続を必要とせず、復水器入口での残留塩素濃度を目標値に合わせることが可能な、塩素注入濃度管理装置を提供することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、海水利用プラントのための塩素注入濃度管理装置であって、前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得部と、少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算部と、前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得部と、前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の目標値を算出する目標注入率算出部と、を備える、塩素注入濃度管理装置に関する。

[0009] また、前記復水器の入口において前記残留塩素濃度を連続的に測定し、前記残留塩素濃度の実測値を前記データ入力部に出力する残留塩素分析部を更に備えることが好ましい。

[0010] また、前記残留塩素濃度の目標値と前記復水器の出口での水温とに基づい

て、前記海水利用プラントに設置される放水口での残留塩素濃度の予測値を算出する予測値算出部を更に備えることが好ましい。

[0011] また、前記放水口での残留塩素濃度を連続的に測定する第二残留塩素分析部と、前記第二残留塩素分析部によって測定された前記残留塩素濃度と、前記予測値との差分が所定値を超えた場合に警報を発報する警報部と、を更に備えることが好ましい。

[0012] また本発明は、海水利用プラントのための塩素注入濃度管理方法であって、前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得ステップと、少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算ステップと、前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得ステップと、前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出ステップと、を有する、塩素注入濃度管理方法に関する。

[0013] また本発明は、海水利用プラントのための塩素注入濃度管理プログラムであって、前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得ステップと、少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算ステップと、前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得ステップと、前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出ステップと、をコンピュータに実行させるための、塩素注入濃度管理プログラムに関する。

### 発明の効果

[0014] 従来技術に比較して、煩雑な手続を必要とせずに、復水器入口での残留塩

素濃度を目標値に合わせることが可能となる。

### 図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施形態に係る塩素注入濃度管理装置の機能ブロック図である。

[図2]本発明の実施形態に係る塩素注入濃度管理装置に表示されるGUI (Graphical User Interface) の一例を示す図である。

[図3]本発明の実施形態に係る塩素注入濃度管理装置の動作を示すフローチャートである。

[図4A]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との時系列変化を示す図である。

[図4B]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との時系列変化を示す図である。

[図4C]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との時系列変化を示す図である。

[図4D]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との時系列変化を示す図である。

[図5]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との関係を示すグラフである。

[図6A]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との関係を示すグラフである。

[図6B]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との関係を示すグラフである。

[図6C]本発明に係る実験データとしての、注入率と復水器入口における残留塩素濃度との関係を示すグラフである。

[図7]本発明の実施形態に係る塩素注入濃度管理装置の機能ブロック図である。

### 発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

[1 第1実施形態]

[1.1 発明の概要]

後述の試験データに示すように、発電所の実機において復水器入口に連続式の残留塩素濃度分析計を設置し、塩素注入口から注入する塩素の注入率、すなわち1時間当たりの注入塩素量を変化させながら、復水器入口における残留塩素濃度を分析した所、どの季節、どの水温でも、注入率と残留塩素濃度の関係を指数近似できることが判明した。すなわち、注入率を横軸に、残留塩素濃度を縦軸にグラフ化した場合、片対数グラフを用いれば、注入率と残留塩素濃度との関係を直線で示すことが可能となる。

[0017] これに基づいて、ある注入率と、当該注入率で塩素を注入してから所定時間後の復水器入口における残留塩素濃度との組、及び、これとは異なる注入率と、当該注入率で塩素を注入してから所定時間後の復水器入口における残留塩素濃度との組、以上二組のデータに基づいて、注入率と残留塩素濃度との関係を導き出す。この関係と、復水器入口における残留塩素濃度の目標値とから、注入率の最適値を算出する。

[0018] これにより、何度も手分析を繰り返す等の煩雑な手続をする必要なく、目標となる残留塩素濃度を達成することが可能となる。

[0019] [1.2 実施形態の構成]

図1は、本実施形態に係る塩素注入濃度管理装置1の機能ブロック図である。塩素注入濃度管理装置1は、制御部11、残留塩素分析部12、及び記憶部13を備える。

[0020] 制御部11は、塩素注入濃度管理装置1の全体を制御する部分であり、各種プログラムを、ROM、RAM、フラッシュメモリ又はハードディスク（HDD）等の記憶領域から適宜読み出して実行することにより、本実施形態における各種機能を実現している。制御部11は、CPUであってよい。制御部11は、データ取得部111、関係演算部112、目標濃度取得部113、及び最適塩素注入率算出部114を備える。

[0021] また、制御部 11 は、それ以外にも、塩素注入濃度管理装置 1 の全体を制御するための機能ブロック、通信を行うための機能ブロックといった一般的な機能ブロックを備える。ただし、これらの一般的な機能ブロックについては当業者によく知られているので図示及び説明を省略する。

[0022] データ取得部 111 は、海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、当該注入率で塩素注入口から塩素を注入してから所定時間後の、海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度とを組とするデータを取得する。なお、ここで「注入率」とは、1 時間当たりの注入塩素量であり、電解電流値から換算される。

より詳細には、海水電解装置において、電解電流値を上げれば注入塩素量が増える。この電解電流値と注入塩素量の関係は数式化されているが、電極の劣化、電極へのカルシウムの付着、洗浄の実施などにより、長期的には数式は変化する。そこで、特定の電解電流値における手分析の残留塩素濃度を計測して、数式を定期的に見直す。当該定期的に見直される数式に対し電解電流値を適用することにより、注入率を算出する。

[0023] また、例えば、復水器が塩素注入口から約 500 m 下流に位置し、利用する海水の平均流速が 0.8 m/s 程度の場合、上記の所定時間として 10 分程度の時間を設定してもよい。

[0024] 更に、データ取得部 111 は、後述のように、塩素注入濃度管理装置 1 のユーザが、塩素注入濃度管理装置 1 の表示画面に表示される GUI (Graphical User Interface) から入力した値を、塩素の注入率や残留塩素濃度のデータとして取得してもよい。あるいは、後述の残留塩素分析部 12 によって連続的に分析された復水器の入口における残留塩素濃度の測定値を、残留塩素濃度のデータとして取得してもよい。

[0025] 関係演算部 112 は、データ取得部 111 によって取得された、少なくとも二組の、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータに基づいて、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を指数近似する。

- [0026] 関係演算部 112 が、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を指数近似することにより、塩素の注入率を横軸、復水器の入口における残留塩素濃度を縦軸とする片対数グラフにおいて、注入率と残留塩素濃度との関係を直線で表すことが可能となる。
- [0027] 目標濃度取得部 113 は、復水器の入口における残留塩素濃度の目標値を取得する。目標濃度取得部 113 は、後述のように、塩素注入濃度管理装置 1 のユーザが、例えば、塩素注入濃度管理装置 1 の表示画面に表示される GUI から入力した値を、残留塩素濃度の目標値として取得してもよい。
- [0028] 最適塩素注入率算出部 114 は、目標濃度取得部 113 によって取得された残留塩素濃度の目標値を、関係演算部 112 によって指数近似された注入率と残留塩素濃度との関係に当てはめることで、注入率の最適値を算出する。
- [0029] これにより、塩素注入濃度管理装置 1 のユーザは、残留塩素濃度の目標値を達成するために最適な注入率を把握することが可能となる。
- [0030] 残留塩素分析部 12 は、復水器の入口において残留塩素濃度を連続的に測定し、測定の都度、残留塩素濃度の実測値をデータ取得部 111 に出力する。この残留塩素分析部 12 は、例えば市販の連続分析計を用いて実現することが可能である。
- [0031] 記憶部 13 は、データ取得部 111 によって取得された、塩素の注入率と、復水器の入口における残留塩素濃度とを組とするデータや、関係演算部 112 によって指数近似された塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を記憶する。例えば、関係演算部 112 は、記憶部 13 に記憶された塩素の注入率と、復水器の入口における残留塩素濃度とを組とするデータを複数読み出して、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を指数近似してもよい。また、最適塩素注入率算出部 114 は、記憶部 13 に記憶された、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を読み出して、最適な注入率を算出してもよい。
- [0032] 図 2 は、上記の塩素注入濃度管理装置 1 の表示画面に表示される GUI の

一例を示す図である。

[0033] 最初のステップとして、ユーザは、入力欄 d 1 1 に現在の塩素注入率を入力し、入力欄 d 1 2 に現在の復水器入口における残留塩素濃度を入力する。

第2のステップとして、ユーザは、入力欄 d 2 1 に変更後の塩素注入率を入力し、入力欄 d 2 2 に塩素注入率を変更してから所定時間後の復水器入口における残留塩素濃度を入力する。

第3のステップとして、ユーザは、入力欄 t 1 に現在の水温を入力する。

第4のステップとして、ユーザは、入力欄 o 1 に、復水器入口における残留塩素濃度の目標値を入力する。

第5のステップとして、ユーザは、入力欄 p 1 に、参考として表示する過去の指数近似曲線の日付を指定する。

これにより、表示欄 m 1 に、塩素注入率と復水器入口における残留塩素濃度の指数近似曲線、復水器入口における残留塩素濃度の目標値、当初の復水器入口における残留塩素濃度、塩素注入率を変更した後の復水器入口における残留塩素濃度、指定した過去の指数近似曲線が表示される。

更に、表示欄 r 1 に、復水器入口で目標濃度となる最適塩素注入率が表示される。

[0034] [1. 3 実施形態の動作]

図3は、塩素注入濃度管理装置1の動作を示すフローチャートである。

ステップS 1 1において、データ取得部1 1 1は、塩素注入口から注入する塩素の注入率と、当該注入率で塩素注入口から塩素を注入してから所定時間後の、復水器の入口における残留塩素濃度とからなる1組目のデータを取得する。

[0035] ステップS 1 2において、データ取得部1 1 1は、変更後の、塩素注入口から注入する塩素の注入率と、当該注入率で塩素注入口から塩素を注入してから所定時間後の、復水器の入口における残留塩素濃度とからなる2組目のデータを取得する。

[0036] ステップS 1 3において、関係演算部1 1 2は、塩素の注入率と残留塩素

濃度との関係を指数近似する。

[0037] ステップS 1 4において、目標濃度取得部 1 1 3は、復水器の入口における残留塩素濃度の目標値を取得する。

[0038] ステップS 1 5において、最適塩素注入率算出部 1 1 4が、指数近似した塩素の注入率と残留塩素濃度の関係から、塩素の注入率の最適値を算出する。

[0039] [ 1 . 4 試験データ]

[ 1 . 4 . 1 実地試験]

岡山県倉敷市に立地する玉島発電所実機において、塩素を注入する取水口から約500m下流に位置する復水器入口に連続分析計を設置し、塩素の注入率と、塩素を注入してから約10分後相当の復水器入口における残留塩素濃度との関係を測定した。

[0040] 図4Aは、2018年7月5日に測定した、塩素の設定注入率と復水器入口における残留塩素濃度の時系列変化を示すグラフである。

図4Bは、2018年8月8日に測定した、塩素の設定注入率と復水器入口における残留塩素濃度の時系列変化を示すグラフである。

図4Cは、2018年9月14日に測定した、塩素の設定注入率と復水器入口における残留塩素濃度の時系列変化を示すグラフである。

図4Dは、2018年11月7日に測定した、塩素の設定注入率と復水器入口における残留塩素濃度の時系列変化を示すグラフである。

[0041] これらの各々のグラフの元データから、1時間間隔となる複数の時刻（注入濃度を変更した時刻）において、各々の時刻前後の10点（1分毎の瞬時データの10分間分）の残留塩素濃度をピックアップし、これらの平均値を算出した。

図5は、各平均値を縦軸（対数軸）に、当該平均値に対応する設定注入率を横軸にプロットした片対数グラフである。

図5から明らかなように、2018年7月5日、2018年8月8日、2018年9月14日、2018年11月7日のいずれの日に測定したデータ

を用いても、注入率を横軸、残留塩素濃度を縦軸（対数軸）とする片対数グラフ上に直線で示されることから、注入率と残留塩素濃度の関係は、指数近似可能であることが示された。

[0042] [1. 4. 2 室内試験]

室内において、フラスコに海水を採取して塩素（次亜塩素酸ソーダ）を注入すると共に、塩素の注入から10分後の残留塩素濃度を測定した。試験は、2005年7月26日、2005年9月26日、2005年12月2日、2006年1月24日に山口県柳井市周辺海域において採取した海水について実施した。また、試験は水温10℃、20℃、30℃の3種類の温度設定をした海水に対して実施した。

[0043] より詳細には、海水をフラスコに分取した後、恒温水槽で一定温度に保持し、次亜塩素酸ソーダを添加し、所定時間ごとに残留塩素濃度を測定した。添加する次亜塩素酸ソーダは事前に標定しておき、この液を海水試料に一定量添加したときの塩素濃度（計算値）を初期塩素注入濃度とした。

残留塩素濃度は、オルトトリジン法により発色させ、吸光度を測定し求めた。事前に残留塩素標準比色液（クロム酸カリウム-ニクロム酸カリウム溶液とリン酸塩緩衝液の混合）の吸光度から検量線を求め、これにより濃度を算出した。このときの測定波長は440nmを用いた。

[0044] 図6Aは、2005年7月26日、2005年9月26日、2005年12月2日、及び2006年1月24日の各々に採水した海水における、水温10℃の海水に塩素注入（次亜塩素酸ソーダを添加）をした場合の注入率を横軸に、塩素注入から10分後の残留塩素濃度を縦軸（対数軸）にプロットした片対数グラフである。

図6Bは、2005年7月26日、2005年9月26日、2005年12月2日、及び2006年1月24日の各々における、水温20℃の海水に塩素注入をした場合の注入率を横軸に、塩素注入から10分後の残留塩素濃度を縦軸（対数軸）にプロットした片対数グラフである。

図6Cは、2005年7月26日、2005年9月26日、2005年1

2月2日、及び2006年1月24日の各々に採水した海水における、水温30℃の海水に塩素注入をした場合の注入率を横軸に、塩素注入から10分後の残留塩素濃度を縦軸（対数軸）にプロットした片対数グラフである。

いずれのグラフにおいても、注入率を横軸、残留塩素濃度を縦軸（対数軸）とする片対数グラフ上に直線で示されることから、注入率と残留塩素濃度の関係は、指数近似可能であることが示された。

[0045] [2 第2実施形態]

[2.1 発明の概要]

上記のように第1実施形態に係る塩素注入濃度管理装置1は、ある注入率と、当該注入率で塩素を注入してから所定時間後の復水器入口における残留塩素濃度との組、及び、これとは異なる注入率と、当該注入率で塩素を注入してから所定時間後の復水器入口における残留塩素濃度との組、以上二組のデータに基づいて、注入率と残留塩素濃度との関係を導き出し、この関係と、復水器入口における残留塩素濃度の目標値とから、注入率の最適値を算出するものであった。

[0046] 一方、第2実施形態に係る塩素注入濃度管理装置1Aは、上記の最適値で塩素を注入した場合に実現されるであろう残留塩素濃度の目標値に基づいて、放水口での残留塩素濃度の予測値を算出すると共に、当該予測値と放水口での残留塩素濃度の実測値との差分が所定値を超えた場合に、警報を発報する。

[0047] [2.2 実施形態の構成]

図7は、本実施形態に係る塩素注入濃度管理装置1Aの機能ブロック図である。なお、図7では、塩素注入濃度管理装置1Aが備える構成要素のうち、塩素注入濃度管理装置1が備える構成要素と同一の構成要素については同一の符号を用いて示し、以下ではその機能の説明は基本的に省略する。

[0048] 塩素注入濃度管理装置1Aは、塩素注入濃度管理装置1と異なり、制御部11の代わりに制御部11Aを備える。制御部11Aは、制御部11が備える構成要素に加えて、予測値算出部115を備える。また、塩素注入濃度管

理装置 1 A は、塩素注入濃度管理装置 1 が備える構成要素に加えて、第二残留塩素分析部 1 4、及び警報部 1 5 を備える。

[0049] 予測値算出部 1 1 5 は、目標濃度取得部 1 1 3 が取得した復水器入口での残留塩素濃度の目標値と、復水器出口での水温とに基づいて、放水口での残留塩素濃度の予測値を算出する。なお、予測値算出部 1 1 5 は、予測値の算出の際、後述の〔2. 3 理論式〕で示す理論式を用いて予測値を算出する。

[0050] 第二残留塩素分析部 1 4 は、放水口での残留塩素濃度を連続的に測定し、測定の都度、残留塩素濃度の実測値を警報部 1 1 6 に出力する。この第二残留塩素分析部 1 4 は、例えば市販の連続分析計を用いて実現することが可能である。

[0051] 警報部 1 5 は、後述の第二残留塩素分析部 1 4 によって測定された、放水口での残留塩素濃度の実測値と、予測値算出部 1 1 5 で算出された予測値との差分が所定値を超えた場合に、警報を発報する。これにより、塩素注入濃度管理装置 1 A のユーザは、放水口での残留塩素濃度の予測値を達成するために最適な注入率で塩素を注入していながら、放水口での残留塩素の実測値が、当該予測値から一定以上のかい離している場合に、このかい離を認識することが可能となる。

[0052] 〔2. 3 理論式〕

復水器入口での残留塩素濃度に対する放水口での残留塩素濃度の減衰は、一次反応式で説明できると仮定する。ここで、放水口における残留塩素濃度を  $C$ 、復水器入口における残留塩素濃度を  $C_0$ 、反応速度定数を  $k$ 、流下時間を  $t$  とすると、以下の数式 (1) が成り立ち、数式 (1) から数式 (2) が導かれる。

[数1]

$$\log_e C = -kt + \log_e C_0 \quad (1)$$

[数2]

$$C = C_0 \times e^{-kt} \quad (2)$$

[0053] 更に反応速度定数  $k$  はArrheniusの式で説明され、以下の式に示す通り、水温上昇に伴い増加する。

[数3]

$$\log_e k = \log_e A - \frac{E_a}{RT} \quad (3)$$

[数4]

$$k = A \times e^{-E_a/T} \quad (4)$$

ここで、 $A$ は定数である。 $E_a$ は海水への塩素注入の結果生成される次亜塩素酸イオン、次亜臭素酸イオン等と海水の成分との反応に固有の活性化エネルギーであり、例えば発電所の場所や時間により固有の定数である。また、 $R$ は気体定数、 $T$ は復水器出口での水温（K）である。

[0054] ここで  $E_a/R$  を定数  $B$  と置き換えると、

[数5]

$$\log_e k = \log_e A - \frac{B}{T} \quad (5)$$

[数6]

$$k = A \times e^{-B/T} \quad (6)$$

となる。すなわち、 $A$ 、 $B$ は定数であるので、水温  $T$  から反応速度定数  $k$  を算出することができ、復水器入口における残留塩素濃度から放水口における残留塩素濃度を予測することができる。

[0055] 具体的な予測方法としては、第1のステップとして、数式（2）に、過去

の復水器入口の残留塩素濃度と放水口での残留塩素濃度と、少なくとも二組の実測値を代入し、複数の反応速度定数  $k$  を算出する。ここで、放水口での残留塩素濃度としては、数式 (2) に代入した復水器入口での残留塩素濃度から所定時間 (例えば 4 分間) 静置した後の残留塩素濃度を用いてもよい。

[0056] 第 2 のステップとして、第 1 のステップで得られた複数の  $k$  と、各  $k$  に対応する実測時の復水器出口または放水口水温を数式 (6) に代入し、 $A$ 、 $B$  をそれぞれ算出する。

[0057] 第 3 のステップとして、第 2 のステップで得られた係数  $A$ 、 $B$  と、現在の復水器出口または放水口の水温とを数式 (6) に代入して、反応速度定数  $k$  を算出する。

[0058] 第 4 のステップとして、反応速度定数  $k$  と、復水器入口の残留塩素濃度とを用いて、放水口における残留塩素濃度を予測する。

[0059] [3 効果]

上記実施形態に係る塩素注入濃度管理装置によれば、以下の効果が奏される。

[0060] (1) 上記のように、上記実施形態に係る塩素注入濃度管理装置は、海水利用プラントのための塩素注入濃度管理装置であって、海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、当該注入から所定時間後の、海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得部 111 と、少なくとも二組の注入率と残留塩素濃度とのデータに基づいて、注入率と残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算部 112 と、残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得部 113 と、残留塩素濃度の目標値と、指数近似された関係とに基づいて、注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出部 114 と、を備える。

これにより、従来技術に比較して、煩雑な手続を必要とせずに、復水器入口での残留塩素濃度を目標値に合わせることが可能となる。

[0061] (2) 上記のように、上記実施形態に係る塩素注入濃度管理装置は、復水器の入口において残留塩素濃度を連続的に測定し、前記残留塩素濃度の実測

値を前記データ取得部に出力する残留塩素分析部 1 2 を更に備える。

これにより、塩素注入濃度管理装置のユーザは、手分析によらず自動的に、復水器入口における残留塩素濃度を測定することが可能となる。

[0062] (3) 上記のように、上記実施形態に係る塩素注入濃度管理装置は、残留塩素濃度の目標値と前記復水器の出口または放水口での水温とに基づいて、前記海水利用プラントに設置される放水口での残留塩素濃度の予測値を算出する予測値算出部を更に備える。

これにより、塩素注入濃度管理装置のユーザは、放水口での残留塩素濃度を環境保全協定値に維持するための最適な注入率を把握することが可能となる。

[0063] (4) 上記のように、上記実施形態に係る塩素注入濃度管理装置は、放水口での残留塩素濃度を連続的に測定する第二残留塩素分析部 1 4 と、第二残留塩素分析部 1 4 によって測定された残留塩素濃度と予測値との差分が所定値を超えた場合に警報を発報する警報部 1 1 6 と、を更に備える。

これにより、塩素注入濃度管理装置のユーザは、放水口での残留塩素濃度の予測値を実現するために最適な注入率で塩素を注入していながら、放水口での残留塩素の実測値と、当該予測値との間に一定以上のかい離がある場合に、このかい離を認識することが可能となる。かい離を認識した際は復水器入口目標値を見直す必要があることになる。

[0064] [4 変形例]

上述した実施形態は、本発明の好適な実施形態ではあるが、上記実施形態に本発明の範囲を限定するものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において、種々の変更を施した形態での実施が可能である。

[0065] [4. 1 変形例 1]

第 1 実施形態に係る塩素注入濃度管理装置 1 は残留塩素分析部 1 2 を備え、第 2 実施形態に係る塩素注入濃度管理装置 1 A は、更に第二残留塩素分析部 1 4 を備えるとしたが、これには限定されない。例えば、残留塩素分析部 1 2 及び／又は第二残留塩素分析部 1 4 を必須の構成要素とせず、その代わ

りに、塩素注入濃度管理装置 1 又は 1 A のユーザは、例えば手分析で測定された残留塩素濃度を、塩素注入濃度管理装置 1 又は 1 A に対して手入力してもよい。

[0066] [4. 2 変形例 2]

第 1 実施形態に係る塩素注入濃度管理装置 1 及び第 2 実施形態に係る塩素注入濃度管理装置 1 A の関係演算部 1 1 2 は、少なくとも二組の、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータに基づいて、塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との関係を指数近似するとしたがこれには限定されない。例えば、関係演算部 1 1 2 は、一組の塩素の注入率と復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータと、ゼロ点、すなわち注入率と残留塩素濃度との双方がゼロのデータ、あるいは、注入率がゼロで、残留塩素濃度が所定値（例えば 0. 0 1 m g / L）のデータを用いて、上記の関係を指数近似してもよい。

[0067] 塩素注入濃度管理装置 1 又は 1 A による管理方法は、ソフトウェアにより実現される。ソフトウェアによって実現される場合には、このソフトウェアを構成するプログラムが、コンピュータ（塩素注入濃度管理装置 1 又は 1 A）にインストールされる。また、これらのプログラムは、リムーバブルメディアに記録されてユーザに配布されてもよいし、ネットワークを介してユーザのコンピュータにダウンロードされることにより配布されてもよい。更に、これらのプログラムは、ダウンロードされることなくネットワークを介した Web サービスとしてユーザのコンピュータ（塩素注入濃度管理装置 1 又は 1 A）に提供されてもよい。

### 符号の説明

- [0068] 1 1 A 塩素注入濃度管理装置  
1 1 1 1 A 制御部  
1 2 残留塩素分析部  
1 3 記憶部  
1 4 第二残留塩素分析部

- 1 5 警報部
  - 1 1 1 データ取得部
  - 1 1 2 関係演算部
  - 1 1 3 目標濃度取得部
  - 1 1 4 最適塩素注入率算出部
  - 1 1 5 予測値算出部

## 請求の範囲

- [請求項1] 海水利用プラントのための塩素注入濃度管理装置であって、  
前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素（次亜塩素酸ソーダ）の注入率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得部と、  
少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算部と、  
前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得部と、  
前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出部と、  
を備える、塩素注入濃度管理装置。
- [請求項2] 前記復水器の入口において前記残留塩素濃度を連続的に測定し、前記残留塩素濃度の実測値を前記データ取得部に出力する残留塩素分析部を更に備える、請求項1に記載の塩素注入濃度管理装置。
- [請求項3] 前記残留塩素濃度の目標値と前記復水器の出口または放水口の水温とに基づいて、前記海水利用プラントに設置される放水口での残留塩素濃度の予測値を算出する予測値算出部を更に備える、請求項1又は2に記載の塩素注入濃度管理装置。
- [請求項4] 前記放水口での残留塩素濃度を連続的に測定する第二残留塩素分析部と、  
前記第二残留塩素分析部によって測定された前記残留塩素濃度と、前記予測値との差分が所定値を超えた場合に警報を発報する警報部と、  
を更に備える、請求項3に記載の塩素注入濃度管理装置。
- [請求項5] 海水利用プラントのための塩素注入濃度管理方法であって、  
前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入

率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得ステップと、

少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算ステップと、

前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得ステップと、

前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出ステップと、を有する、塩素注入濃度管理方法。

[請求項6]

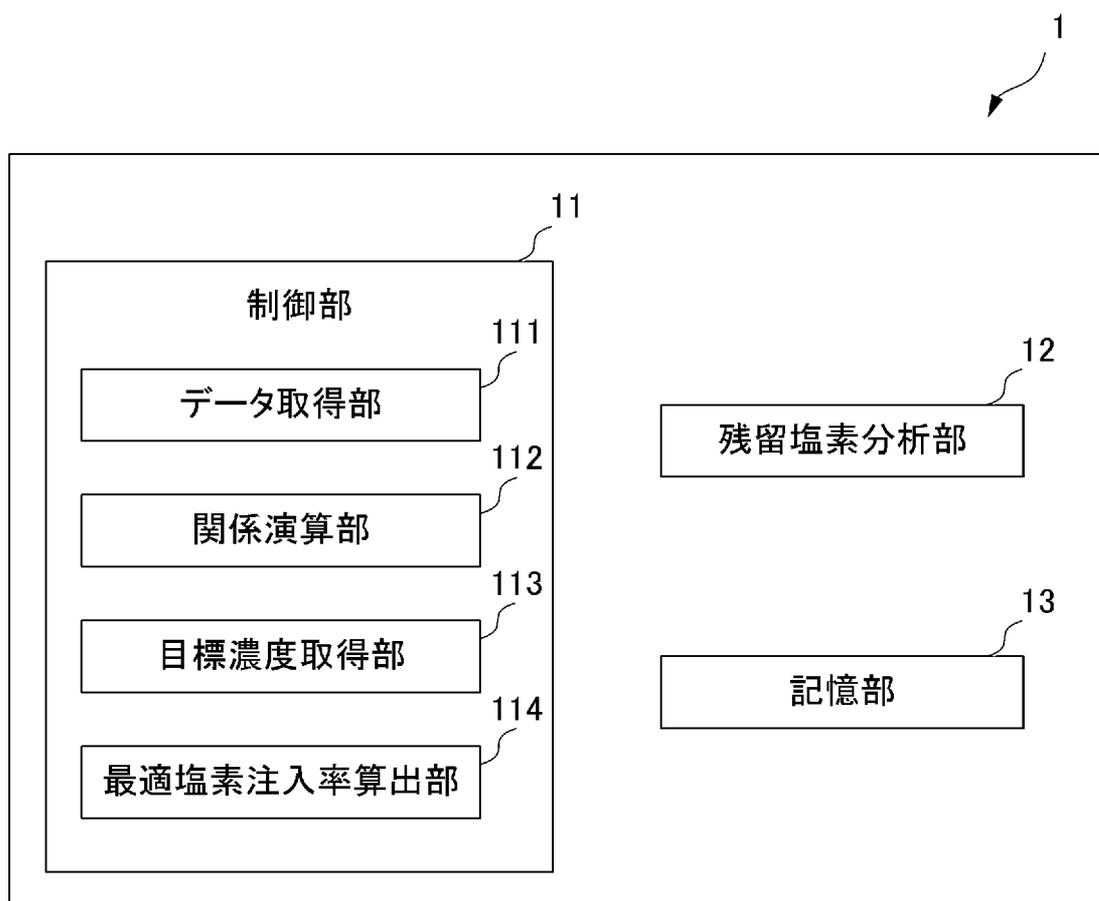
海水利用プラントのための塩素注入濃度管理プログラムであって、前記海水利用プラントにおける塩素注入口から注入する塩素の注入率と、前記注入から所定時間後の、前記海水利用プラントに設置される復水器の入口における残留塩素濃度との組のデータを取得するデータ取得ステップと、

少なくとも二組の前記注入率と前記残留塩素濃度とのデータに基づいて、前記注入率と前記残留塩素濃度との関係を指数近似する関係演算ステップと、

前記残留塩素濃度の目標値を取得する目標濃度取得ステップと、

前記残留塩素濃度の目標値と、指数近似された前記関係とに基づいて、前記注入率の最適値を算出する最適塩素注入率算出ステップと、をコンピュータに実行させるための、塩素注入濃度管理プログラム。

[図1]





鼠道塩素注入率表示プログラム - 改作品ver1.4 (JANUS)

① 1点目の計測値(現在の塩素注入率 & 復水器入口の残留塩素濃度)を入力して下さい。  
 塩素注入率の設定値  kg/h (d11) 残留塩素濃度 復水器入口  mg/L (d12)

② 2点目の計測値(塩素注入率 & 復水器入口の残留塩素濃度)を入力して下さい。  
 塩素注入率の設定値  kg/h (d21) 残留塩素濃度 復水器入口  mg/L (d22)

③ 現在の水温を入力して下さい。  
 復水器出口の水温  °C (t1)

④ 残留塩素濃度の目標値を入力して下さい。  
 復水器入口の目標値  mg/L (o1)

⑤ 参考) 表示する過去の残留塩素濃度を選択して下さい。  
 過去のデータへの選択  p1  
 $y = 0.00420 \exp(0.16340x)$

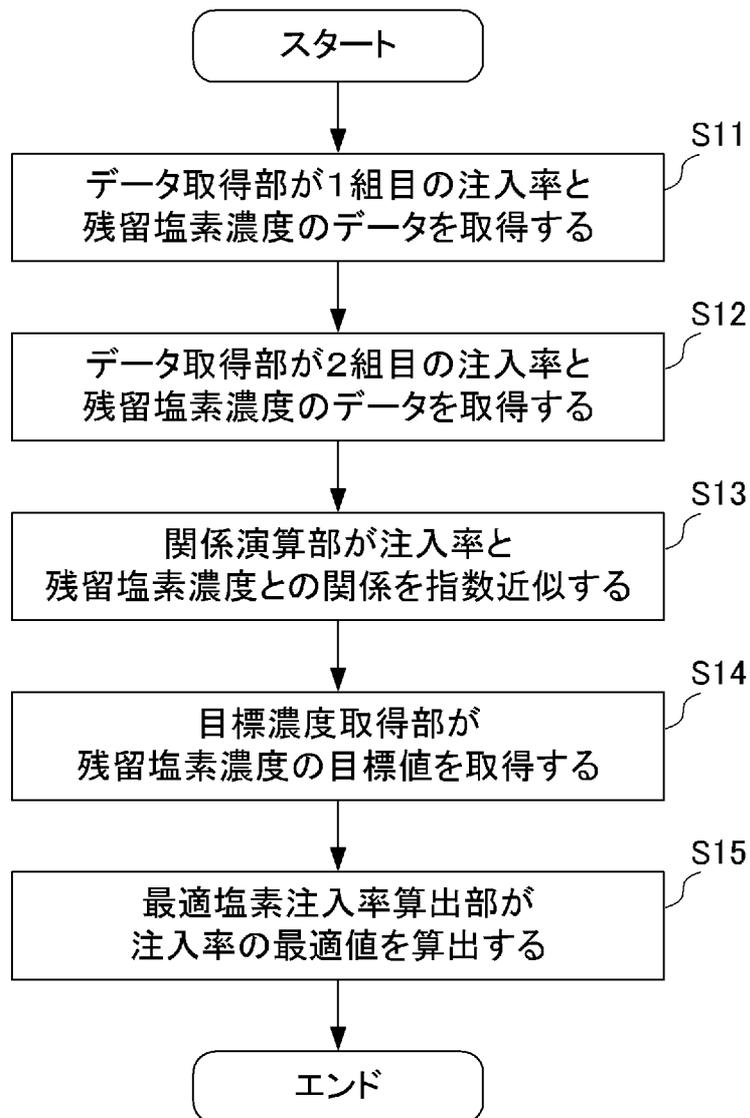
塩素注入率と復水器入口の残留塩素濃度

----- 残留塩素濃度(復水器)の目標値  
 ● 1点目(現在)の計測値  
 ● 2点目の計測値  
 ----- 予想される復水器の残留塩素濃度  
 ● 予想される復水器入口の残留塩素濃度  
 ----- 過去の残留塩素濃度(復水器)

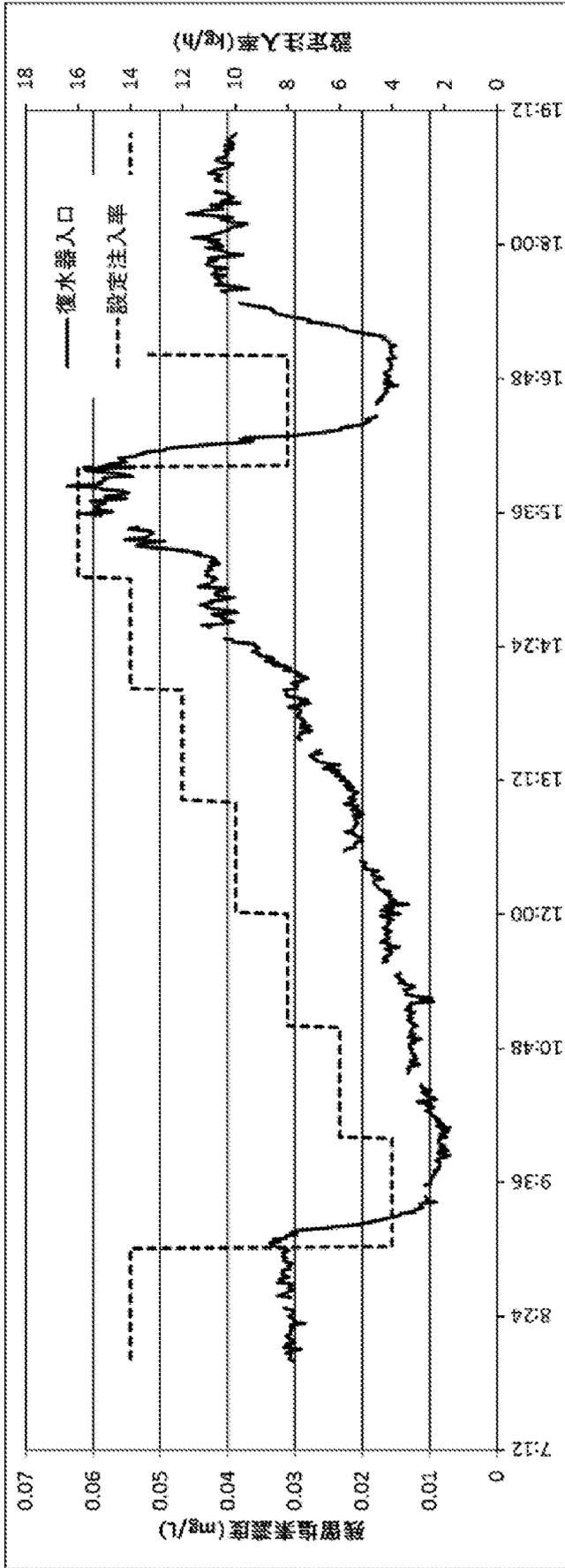
塩素注入率  $y = 0.00420 \exp(0.16340x)$

鼠道塩素注入率の計算結果  
 復水器の残留塩素濃度の目標値 0.04 mg/L とする【鼠道塩素】注入率は、19.786 kg/h です。  
 その時に予想される復水器入口の残留塩素濃度は、0.01687 mg/L です。

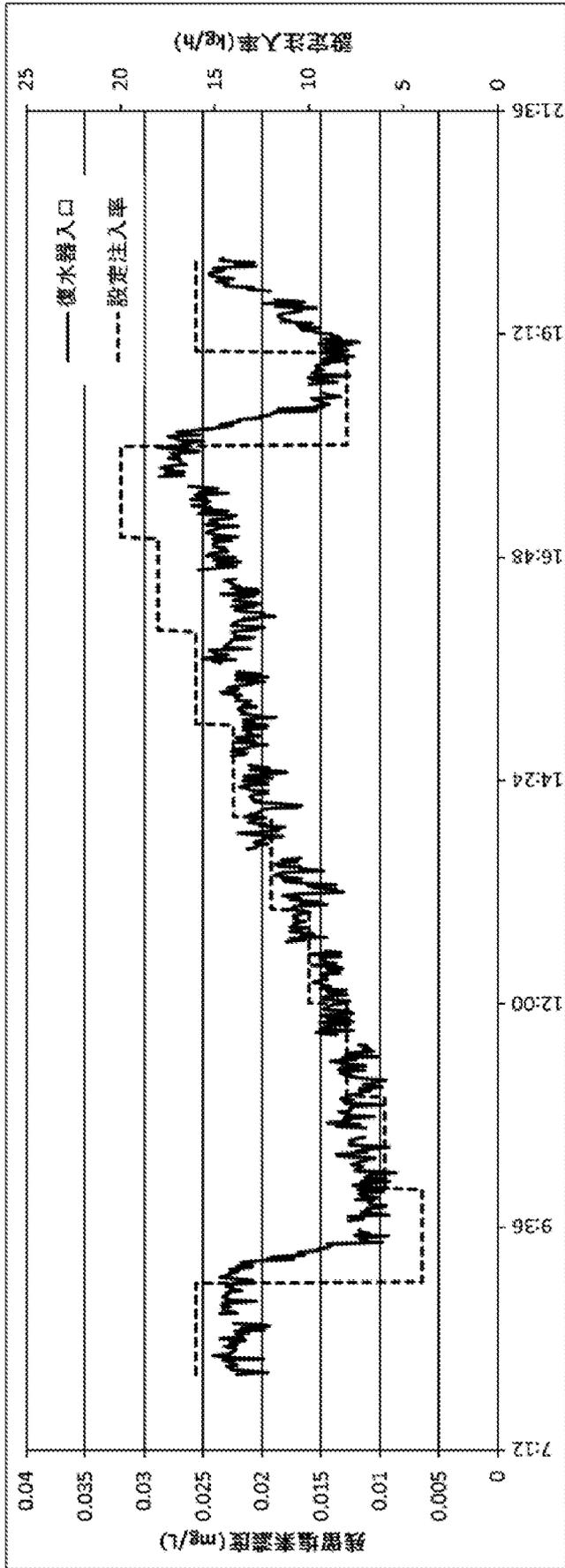
[図3]



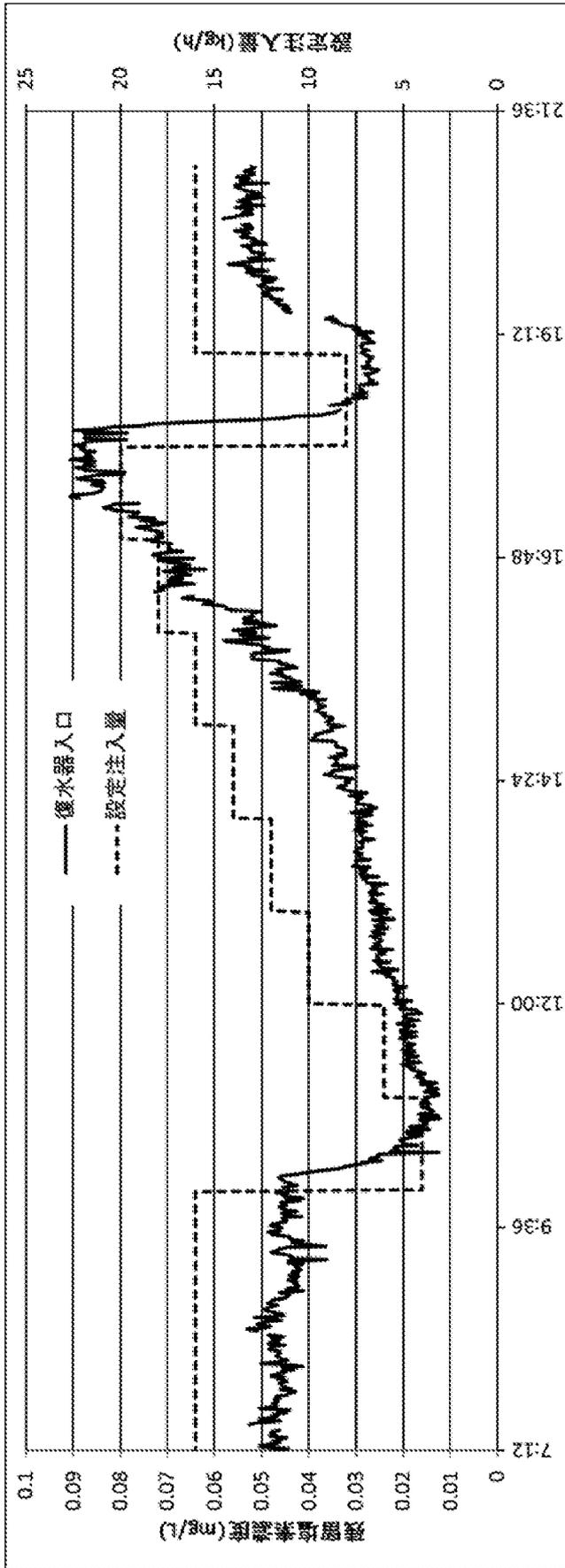
[図4A]



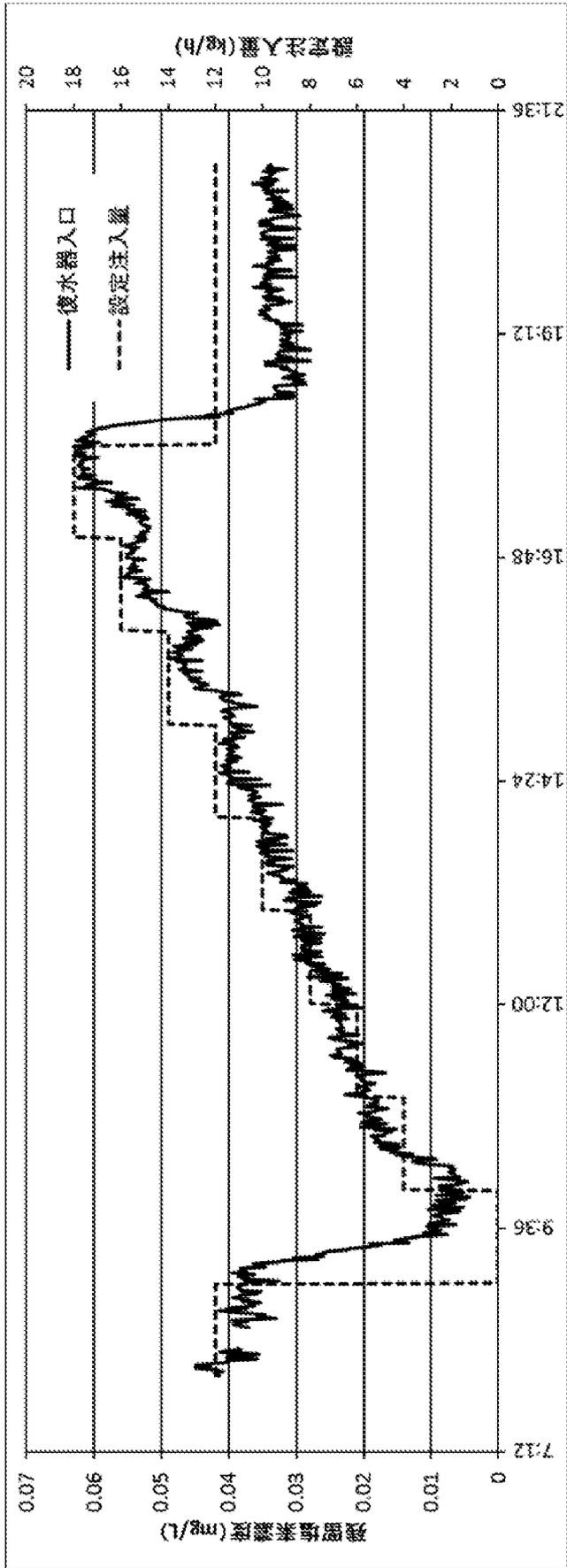
[図4B]



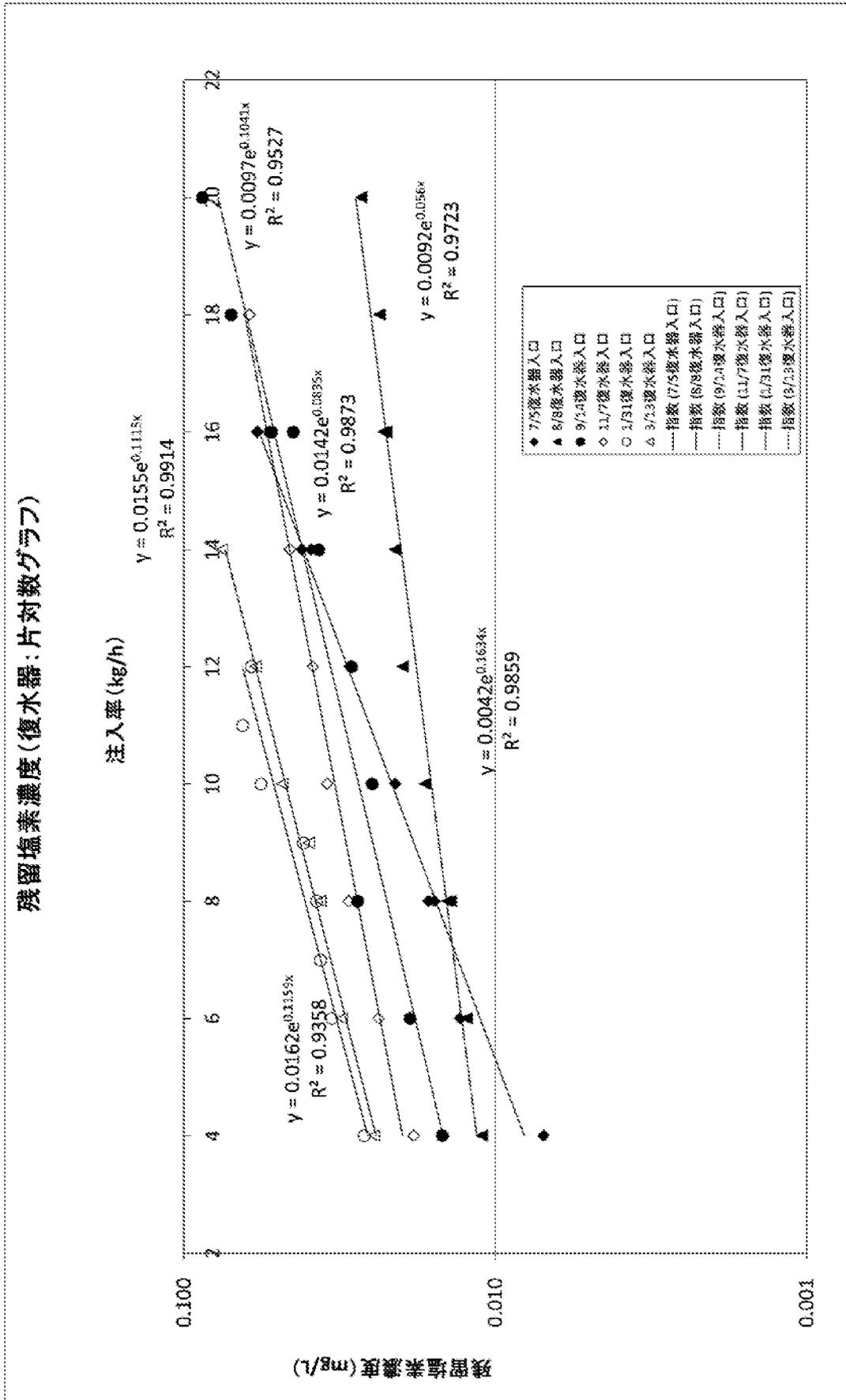
[図4C]



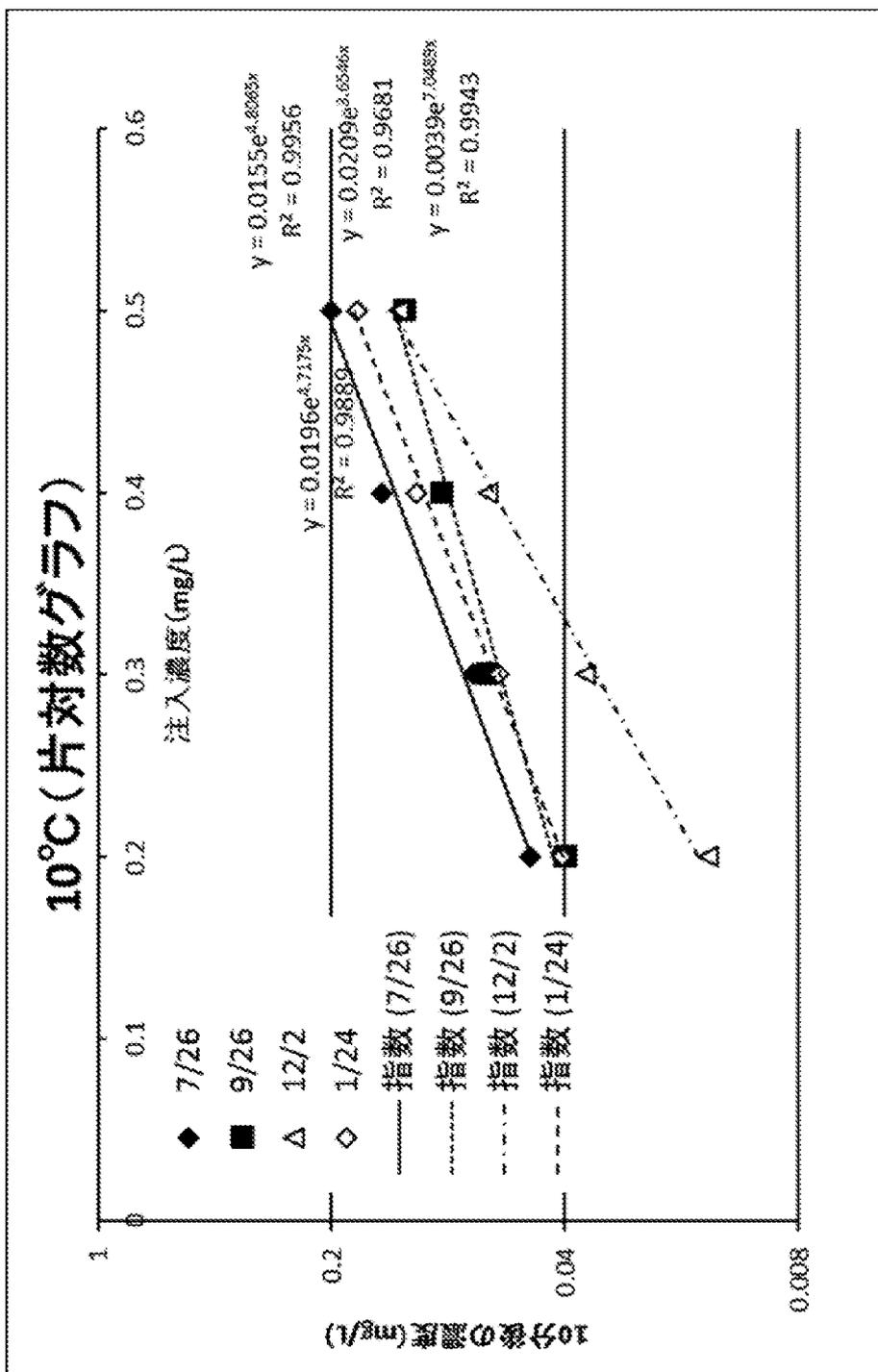
[図4D]



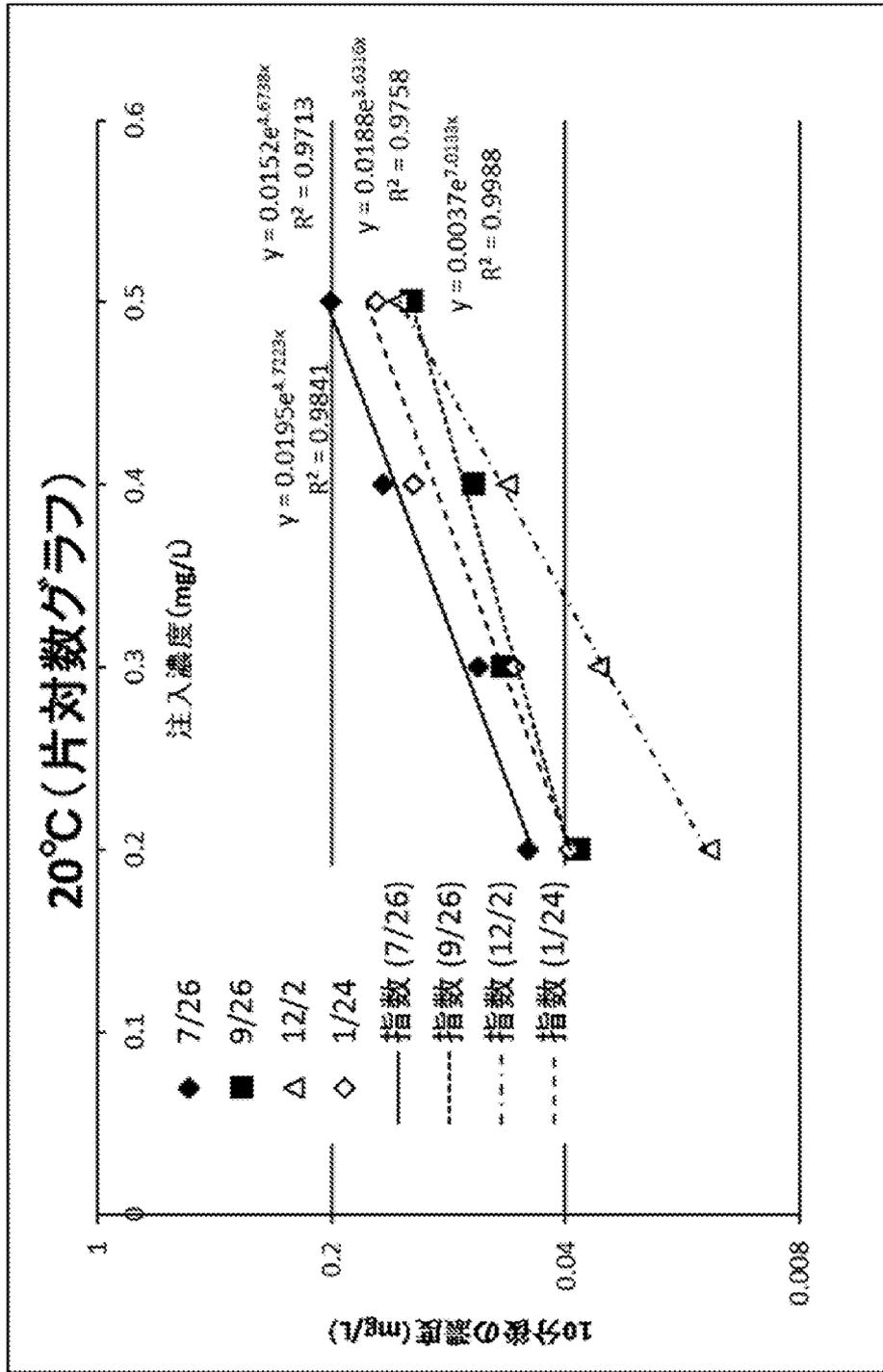
[図5]



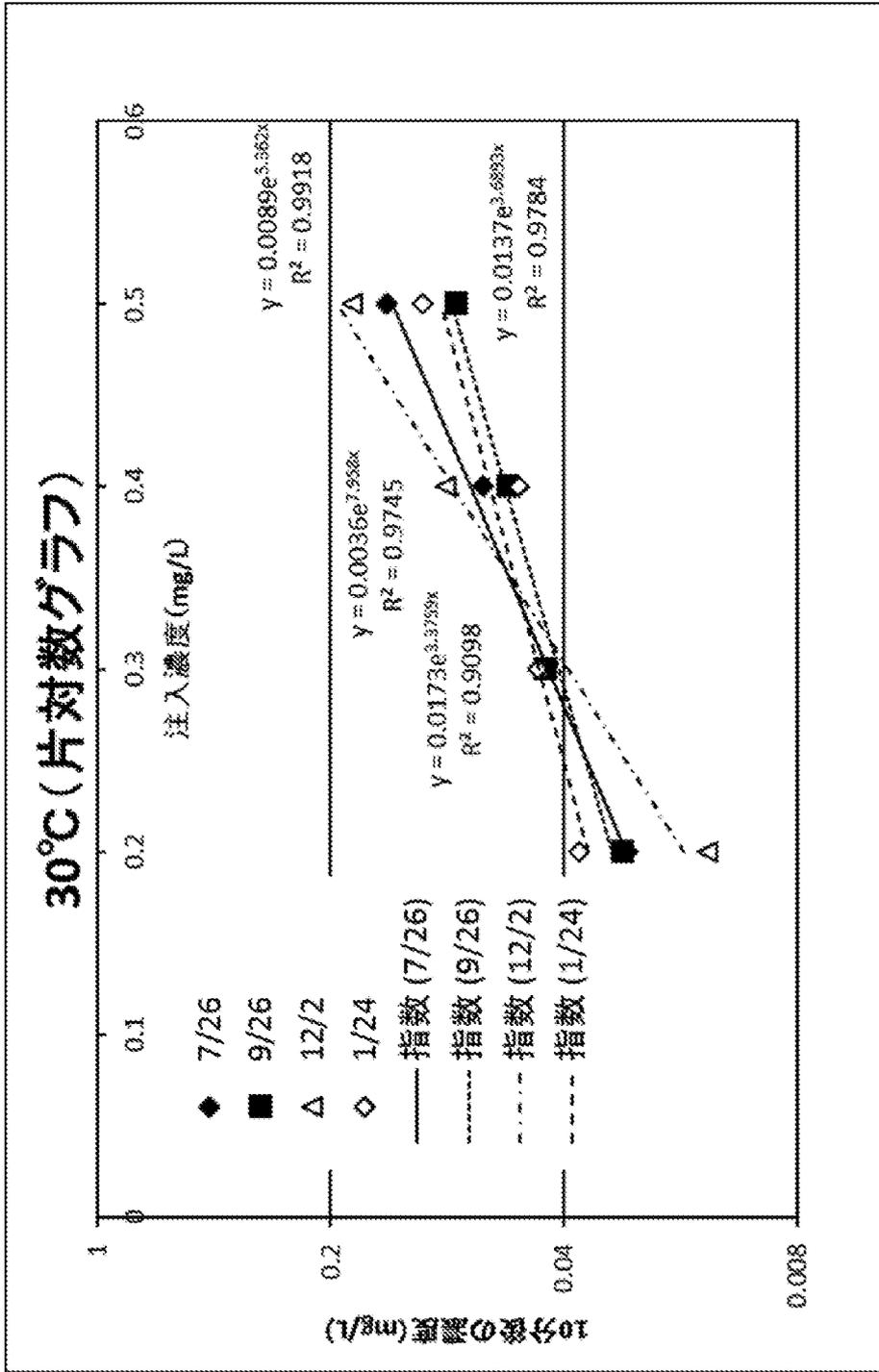
[図6A]



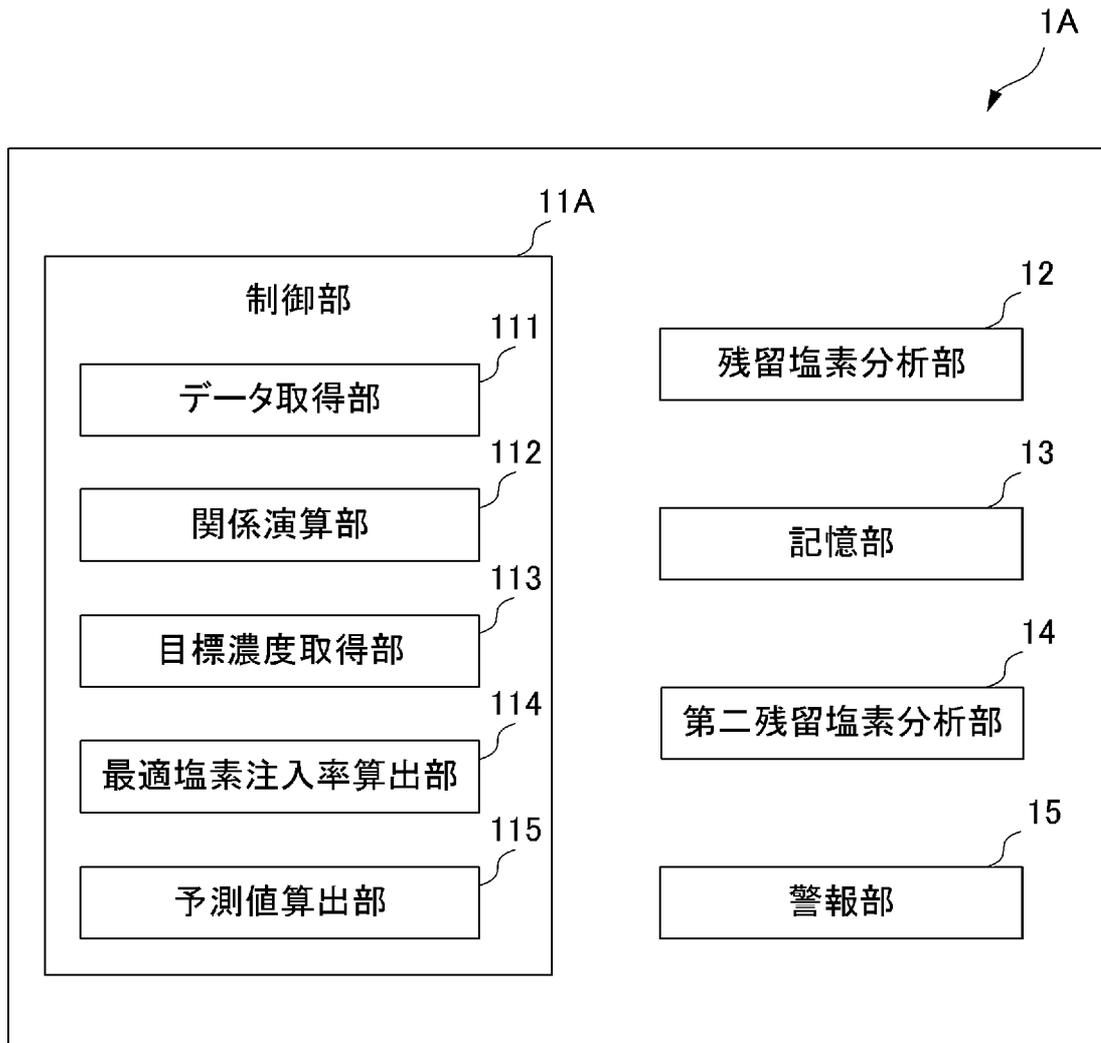
[図6B]



[図6C]



[図7]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/036573

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int. Cl. C02F1/50 (2006.01) i, C02F1/461 (2006.01) i, C02F1/76 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. C02F1/461, 50, 76, F28B1/00-11/00, F28F11/00-19/06, F28G1/00-15/10, G01N31/00-22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996  
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019  
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2019  
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-186111 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 19 September 2013, paragraphs [0021]-[0029], fig. 2 (Family: none)	1-6
A	JP 2005-144213 A (THE CHUGOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 09 June 2005, paragraph [0022], fig. 7 (Family: none)	1-6
A	WO 2008/041470 A1 (TG CORPORATION) 10 April 2008, paragraph [0015], fig. 6, 7 & US 2010/0072144 A1, paragraphs [0063], [0064], fig. 6, 7 & CN 101516788 A	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 18.11.2019	Date of mailing of the international search report 03.12.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. C02F1/50(2006.01)i, C02F1/461(2006.01)i, C02F1/76(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））  
 Int.Cl. C02F1/461, 50, 76, F28B1/00-11/00, F28F11/00-19/06, F28G1/00-15/10, G01N31/00-22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2019年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2019年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）  
 JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2013-186111 A (中国電力株式会社) 2013.09.19, [0021] - [0029]、図2 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2005-144213 A (中国電力株式会社) 2005.06.09, [0022]、図7 (ファミリーなし)	1-6
A	WO 2008/041470 A1 (株式会社 TGコーポレーション) 2008.04.10, [0015]、図6-7 & US 2010/0072144 A1, [0063]-[0064], Fig.6-7 & CN 101516788 A	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 18.11.2019	国際調査報告の発送日 03.12.2019
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 片山 真紀 電話番号 03-3581-1101 内線 3468	4Q	4505
---	--	----	------