

(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
2022年3月3日(03.03.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/044331 A1

(51) 国際特許分類:
E03F 5/02 (2006.01) *E02D 29/12* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/032905

(22) 国際出願日: 2020年8月31日(31.08.2020)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 笠原 久稔 (KASAHARA Hisatoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 竹内陽祐(TAKEUCHI Yosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT知的財

産センタ内 Tokyo (JP). 岡村 陽介(OKAMURA Yosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 玉松 潤一郎(TAMAMATSU Junichiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町三丁目9番11号 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP).

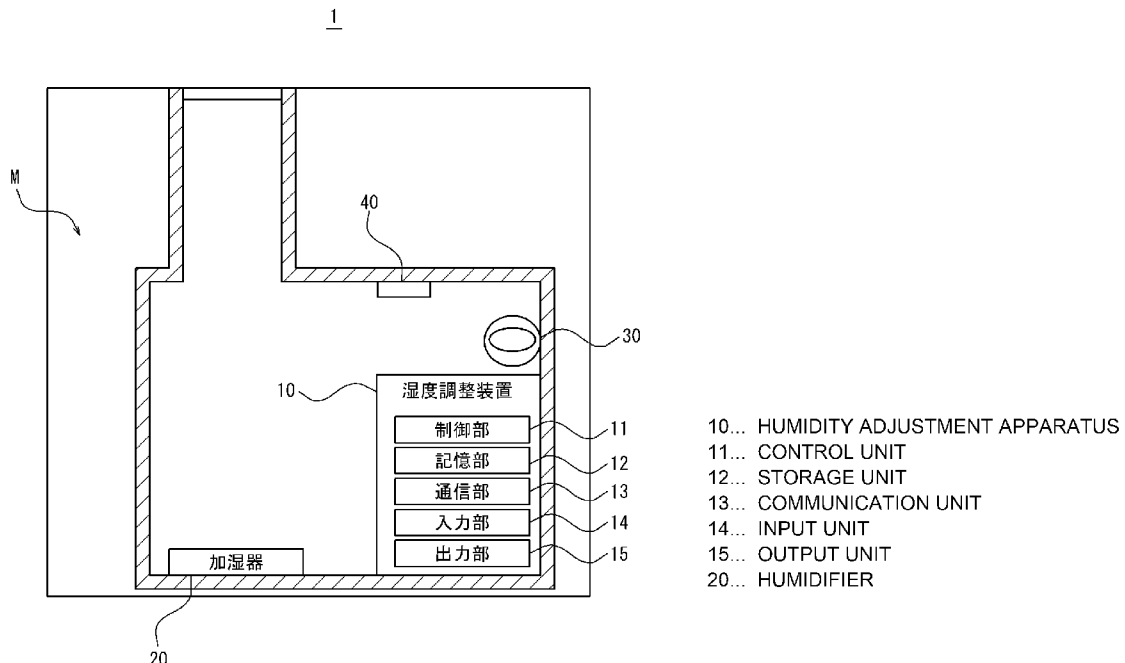
(74) 代理人: 杉村 憲司 (SUGIMURA Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目2番1号 霞が関コモンゲート西館36階 Tokyo (JP).

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: HUMIDITY ADJUSTMENT APPARATUS AND HUMIDITY ADJUSTMENT METHOD

(54) 発明の名称: 湿度調整装置及び湿度調整方法

[図1]



(57) Abstract: A humidity adjustment apparatus (10) according to the present disclosure is provided with a control unit (11) that acquires humidity information indicating the humidity in a space of a manhole and that controls the humidity on the basis of the humidity information.

(57) 要約: 本開示に係る湿度調整装置(10)は、マンホールの空間部の湿度を示す湿度情報取得し、該湿度情報に基づいて前記湿度を制御する制御部(11)を備える。

[続葉有]

WO 2022/044331 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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))

明 細 書

発明の名称： 湿度調整装置及び湿度調整方法

技術分野

[0001] 本開示は、湿度調整装置及び湿度調整方法に関する。

背景技術

[0002] 高い強度を有する鉄筋コンクリートは建物等の構造物に多く用いられている。近年、鉄筋コンクリートの劣化現象が社会問題となっている。該劣化現象の一つに中性化がある。中性化は、大気中の二酸化炭素によって打設時にアルカリ性であったコンクリートが徐々に中性となる現象である。中性化現象は空気と接しているコンクリートの表面から進行する。鉄筋コンクリート内部の鉄筋は、アルカリ性環境下では不働態を形成するため腐食は進行しないが、中性環境では腐食が進行する。中性化によって内部の鉄筋が腐食し減肉することで、鉄筋コンクリートの強度が低下する。中性化の抑制方法として、例えば特許文献1は、コンクリートの配合を工夫し、中性化に強い材料とする方法を開示している。また、特許文献2では、コンクリート表面に処理を施し、二酸化炭素の侵入を防止する方法を開示している。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-147736号公報

特許文献2：特開2011-256065号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、コンクリートの配合を変える抑制方法はコストが高くなりがちであり、また、すでに打設済みの鉄筋コンクリートには使用できない。表面処理を施す方法については、人体への影響の懸念や、景観上望ましくない場合がある。また、風化等により表面処理が剥がれ落ち、効果がなくなることがある。このように、コンクリート配合の変更または表面処理を施すこ

とは効果的でない場合がある。そこで、コンクリート配合を変更する方法または表面処理を施す方法を用いずに、コンクリートが存在する環境を変化させることによりコンクリートの中性化を抑制する方法が望まれていた。中でも、環境中の湿度がコンクリートの中性化進行速度に大きく寄与する要因であること、および、湿度の制御をすることは特に閉空間に存在する鉄筋コンクリートに対して効果的であることから、鉄筋コンクリート製のマンホールが存在する環境の湿度を制御できる湿度調整装置が望まれていた。

[0005] このような事情に鑑みてなされた本開示の目的は、鉄筋コンクリート製のマンホール内の湿度を制御できる湿度調整装置及び湿度調整方法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

[0006] 上述の課題を解決するため、本開示に係る湿度調整装置は、マンホールの空間部の湿度を示す湿度情報を取得し、該湿度情報に基づいて前記湿度を制御する制御部を備える。

[0007] また、本開示に係る湿度調整方法は、マンホールの空間部の湿度を示す湿度情報を取得するステップと、該湿度情報に基づいて前記湿度を制御するステップと、を含む。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、鉄筋コンクリート製のマンホール内の湿度を制御することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の第1実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの概要を示す図である。

[図2]マンホールの構成例を示す図である。

[図3]本開示の第1実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの構成を示すブロック図である。

[図4]本開示の第1実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの動作の例を示す図である。

[図5]本開示の第1実施形態に係る湿度調整装置の制御部の動作を示すフローチャートである。

[図6]本開示の第2実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの概要を示す図である。

[図7]本開示の第2実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの構成を示すブロック図である。

[図8]本開示の第2実施形態に係る湿度調整装置の適用例を示す図である。

[図9]本開示の第2実施形態に係る湿度調整装置を含むシステムの動作の例を示す図である。

[図10]本開示の第2実施形態に係る湿度調整装置の制御部の動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の実施形態について適宜図面を参照しながら説明する。以下に説明する実施形態は本開示の構成の例であり、本開示は、以下の実施形態に制限されるものではない。

[0011] (第1実施形態)

図1を参照して、本開示の第1実施形態に係るシステム1の概要を説明する。図1に示すように、システム1は、マンホールM内に、湿度調整装置10と、加湿器20と、空間部温湿度計30と、内壁面温度計40とを備える。湿度調整装置10は、制御部11と、記憶部12と、通信部13と、入力部14と、出力部15とを備える。湿度調整装置10と、加湿器20、空間部温湿度計30、および内壁面温度計40とは、有線または無線により通信可能に接続される。湿度調整装置10と、加湿器20、空間部温湿度計30、および内壁面温度計40との間で情報を送受信するための通信方法は、特に限定されない。湿度調整装置10は、マンホールMの外に設置されてもよい。

[0012] ここで、マンホールMの構成について、図2を参照して簡単に説明する。マンホールMは鉄筋コンクリート製の地下構造物である。マンホールMは、

首部 210 と、躯体部 220 と、鉄蓋 230 とを備える。躯体部 220 は、天井部 221 と、床部 222 と、側壁部 223 とを備える。躯体部 220 の天井部 221 には、首部 210 が連結される。躯体部 220 内には空間部 S が存在し、空間部 S は内壁面 I で囲まれている。内壁面 I は、天井部 221 の天井面 R、側壁部 223 の側壁面 H、床部 222 の床面 F を含む。首部 210 の一端は、躯体部 220 の天井面 R と連結され、首部 210 の他端は地面に露出する。躯体部 220 および首部 210 は鉄筋コンクリートで製造される。

[0013] 図 1 に戻り、加湿器 20、空間部温湿度計 30 および内壁面温度計 40 について説明する。

[0014] 加湿器 20 は、マンホール M の空間部 S 内において水分を放出し、空間部 S を加湿する機器である。以下の文献 1 に開示されている通り、環境中の湿度はコンクリートの中性化進行速度に大きく寄与する要因であることがわかっていて、したがって本実施形態では加湿器 20 により空間部 S の湿度を制御する。

文献 1：白川敏夫、外 2 名、「コンクリートの中性化と湿度の関係に関する研究」、コンクリート工学年次論文報告書、V o l . 18、N o . 1、1996 年

[0015] 本実施形態では、加湿器 20 は、スチーム式加湿器である。加湿器 20 はこれに限られず、超音波式加湿器または気化式加湿器等であってもよい。加湿器 20 は、ヒーター、蒸発皿、ファン、開閉可能な噴出口、給水タンクおよび制御部を備える。加湿器 20 の制御部は、ヒーター、ファンおよび噴出口を制御する。加湿器 20 において、給水タンクから水が蒸発皿に供給され、蒸発皿の底面に設けられたヒーターが水を加熱する。加熱され蒸発した水がファンによって噴出口から外に出され、空間部 S を加湿する。噴出口が開閉することで、加湿器 20 からの水分の放出量が調整される。給水タンクは蒸発皿の上方から蒸発皿に水を供給する。給水タンクの底部には給水弁を備える給水口が設けられ、給水タンクを設置すると、蒸発皿に設けられた押し

込みピンが給水弁を下から押し上げる。このようにして給水弁が開いた状態となり、蒸発皿に水が供給される。加湿器 20 の制御部は、湿度調整装置 10 の制御部 11 から受信した指示に応じて加湿器 20 全体の動作を制御する。

[0016] 空間部温湿度計 30 は、マンホール M の空間部 S の温度および湿度を測定する機器である。空間部温湿度計 30 は、温湿度センサ、制御部、記憶部および通信部を備える。温湿度センサは空間部 S の温度および湿度を検出し、検出した温度および湿度をそれぞれ空間部温度情報および湿度情報として記憶部に格納する。制御部は空間部温度情報および湿度情報を、通信部を介して、湿度調整装置 10 に送信する。空間部温度情報および湿度情報の送信は常時行われてもよいし、湿度調整装置 10 からの指示に応じて行ってもよい。本実施形態では、空間部温湿度計 30 はマンホール M の側壁面 H に取り付けられるが、空間部温湿度計 30 の位置はこれに限られない。例えば、空間部温湿度計 30 は、床面 F から所定の高さの位置で空間部 S の温度および湿度を測定するよう、床部 222 から天井部 221 に向かって延在する支持脚上に取り付けられてもよい。空間部温湿度計 30 の制御部は、湿度調整装置 10 から受信した指示に応じて空間部温湿度計 30 全体の動作を制御する。

[0017] 内壁面温度計 40 は、マンホール M の内壁面 I の温度を測定する機器である。内壁面温度計 40 は、温度センサ、記憶部および通信部を備える。内壁面温度計 40 の温度センサは内壁面 I の温度を検出し、検出した温度を内壁面温度情報として記憶部に格納する。制御部は内壁面温度情報を、通信部を介して、湿度調整装置 10 に送信する。内壁面温度情報の送信は常時行われてもよいし、湿度調整装置 10 からの指示に応じて行ってもよい。本実施形態では、内壁面温度計 40 はマンホール M の天井面 R に取り付けられる。温度センサは天井面 R の温度を検出し、検出した温度を内壁面温度情報として記憶部に格納する。内壁面温度計 40 の制御部は、湿度調整装置 10 から受信した指示に応じて内壁面温度計 40 全体の動作を制御する。

[0018] 図 3 は本実施形態に係る湿度調整装置 10 を含むシステム 1 の構成を示す

ブロック図である。湿度調整装置 10 の制御部 11 は、臨界湿度値算出部 111 と、動作決定部 112 とを備える。制御部 11 は、マンホール M の空間部 S の湿度を示す湿度情報と、空間部 S の温度を示す空間部温度情報とを、空間部温湿度計 30 から通信部 13 を介して取得する。制御部 11 は、マンホール M の内壁面 I の温度を示す内壁面温度情報を、内壁面温度計 40 からさらに通信部 13 を介して取得する。具体的には、当該内壁面温度情報は天井面 R の温度を示す。制御部 11 は、取得した湿度情報、空間部温度情報および内壁面温度情報を記憶部 12 に格納する。臨界湿度値算出部 111 は、該空間部温度情報と、該内壁面温度情報と、上述した湿度情報とに基づいてマンホール M 内において結露が発生しない臨界湿度値を算出する。動作決定部 112 は、湿度が基準湿度値以上且つ臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう加湿器 20 の動作を決定する。制御部 11 は、決定された動作の指示を加湿器 20 に送信する。加湿器 20 は指示を受信し、指示に基づいて動作を行う。

[0019] 「基準湿度値」は、マンホール M を構成するコンクリートの中性化の進行が抑制される湿度の値である。以下の文献 2 に開示されている通り、相対湿度で 90 パーセント以上であると、コンクリートの中性化はほぼ進行しないことが明らかになっている。よって本実施形態では、マンホール M の空間部 S の湿度が基準湿度値以上であるよう当該湿度が制御される。本実施形態では、基準湿度値は 90 パーセントと設定する。基準湿度値はこれに限られず、自由に設定されてよい。

文献 2：笠原久稔、外 2 名、「通信用鉄筋コンクリートマンホールにおける中性化の進行挙動」、令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会、V-352、2019 年

[0020] 「臨界湿度値」は、マンホール M の内壁面 I に結露が発生する臨界湿度の値である。本実施形態では、具体的にはマンホール M の天井面 R に結露が発生する臨界湿度の値を示す。以下の文献 3 に開示されている通り、マンホール M 内を加湿し続けると空気中の水分が飽和水蒸気圧を超えて液体となる。

マンホールM中の多量の液状水はマンホール内作業に支障を来す他、結露としてマンホールMの鉄筋コンクリートから露出した鉄筋を腐食させるため、可能な限り生じないほうが好ましい。

文献3：笠原久稔、外2名、「結露による鉄筋の腐食挙動に及ぼす温度の影響」、平成30年度土木学会全国大会第73回年次学術講演会、V1-235、2018年

[0021] また、以下の文献4に、多くのマンホールMでは、天井部221の温度が内部の空気よりも低くなることを原因として湿度が100パーセント以下でも結露が発生することが開示されている。よって本実施形態では、マンホールMの空間部Sの湿度が臨界湿度値未満であるよう当該湿度が制御される。

文献4：藤本憲宏、外2名、「通信用マンホールにおける結露発生機構」、平成30年度土木学会全国大会第73回年次学術講演会、V-395、2018年

[0022] 湿度調整装置10の制御部11は、1つ以上のプロセッサを含む。本実施形態において、「プロセッサ」は、汎用のプロセッサまたは特定の処理に特化した専用のプロセッサであるが、これらに限られない。専用のハードウェアによって構成されてもよいし、汎用のプロセッサ又は特定の処理に特化したプロセッサによって構成されてもよい。制御部11は、湿度調整装置10の各部を制御しながら、湿度調整装置10全体の動作に関わる処理を実行する。制御部11は、臨界湿度値算出部111と、動作決定部112とを備える。制御部11の動作の制御に用いられる1以上のプログラムが記憶部12に記憶され、当該プログラムが制御部11により読み込まれることで、制御部11が臨界湿度値算出部111と、動作決定部112として機能する。

[0023] 制御部11は、以下に詳細に説明するように、マンホールMの空間部Sの湿度を制御する。制御は、動作決定部112が決定した動作の指示を、通信部13を介して加湿器20に送信することで行われる。

[0024] まず、制御部11は、空間部温湿度計30および内壁面温度計40から、測定した空間部温度情報、湿度情報、および内壁面温度情報を、通信部13

を介して受信することで取得する。制御部 11 は、定期的または非定期的に空間部温度情報、湿度情報、および内壁面温度情報を取得してよい。

[0025] 次に動作決定部 112 は、湿度情報に含まれる湿度と基準湿度値とを比較し、湿度が基準湿度値未満であるかどうかを判断する。

[0026] 動作決定部 112 は、湿度が基準湿度値未満であると判断した場合、加湿器 20 が多量の加湿を実施するよう、加湿器 20 の動作を決定する。動作決定部 112 は、通信部 13 を介して、加湿器 20 に動作の指示を送信する。

「多量の加湿」とは、具体的には、加湿器 20 から放出される水分量を増やすこと、または加湿動作の継続時間を長くすること等をいい、加湿器 20 の機能によって自由に定められてよい。

[0027] 臨界湿度値算出部 111 は、空間部温度情報および内壁面温度情報を参照し、臨界湿度値の算出を行う。臨界湿度値算出部 111 はまず、以下の式（1）に基づいて e の値を算出する。

[0028] [数1]

$$e = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5T}{T+237.3}} \quad \dots \text{式 (1)}$$

[0029] 式（1）において T は空間部温度情報に含まれるマンホール M の空間部 S の温度であり、単位は摂氏温度（℃）である。算出される e は、マンホール M の空間部 S の温度が T のときの飽和水蒸気圧の値であり、単位は hPa である。本例では式（1）を用いて e を算出するが、式（1）の他、他の近似式を使用してもよい。

[0030] 臨界湿度値算出部 111 は次に、以下の式（2）に基づいて a の値を算出する。

[0031] [数2]

$$a = \frac{217 \times e}{T + 273.15} \quad \dots \text{式 (2)}$$

[0032] 式（２）において算出される a はマンホール M の空間部 S の温度が T のときの飽和水蒸気量の値であり、単位は m^3/g である。

[0033] 臨界湿度値算出部 １１１ は次に、以下の式（３）に基づいて e' の値を算出する。

[0034] [数3]

$$e' = 6.1078 \times 10^{\frac{7.5t}{t+237.3}} \quad \dots \text{式（３）}$$

[0035] 式（３）において t は内壁面温度情報に含まれるマンホール M の天井面 R の温度であり、単位は摂氏温度（℃）である。算出される e' は、マンホール M 内の空気が天井面 R に当たり、空間部 S の温度が t となったときの飽和水蒸気圧の値であり、単位は hPa である。本例では式（３）を用いて e' を算出するが、式（３）の他、他の近似式を使用してもよい。

[0036] 臨界湿度値算出部 １１１ は次に、以下の式（４）に基づいて a' の値を算出する。

[0037] [数4]

$$a' = \frac{217 \times e'}{t + 273.15} \quad \dots \text{式（４）}$$

[0038] 式（４）において算出される a' はマンホール M 内の空気が天井面 R に当たり、空間部 S の温度が t となったときの飽和水蒸気量の値であり、単位は m^3/g である。

[0039] 臨界湿度値算出部 １１１ は次に、以下の式（５）に基づいて臨界湿度値を算出する。

[0040] [数5]

$$a' \times \frac{100}{100} = a \times \frac{X}{100} \quad \dots \text{式（５）}$$

[0041] 式（５）は、飽和水蒸気量の値である a' （すなわち、マンホール M の天

井面Rに接触して温度 t となった空気が結露を生じ始める水蒸気量の値)は、マンホールMの空間部Sが温度 T である環境下における、湿度 X パーセントのときの水蒸気量に等しいということを示す。当該 X が臨界湿度値として算出される。

[0042] 臨界湿度値算出部111はこのようにして算出した臨界湿度値を示す情報を動作決定部112に出力する。

[0043] 動作決定部112は、湿度情報に含まれる湿度が、臨界湿度値未満であるかどうかを判断する。動作決定部112は、湿度が基準湿度値以上であり、且つ臨界湿度値未満であると判断した場合、加湿器20が少量の加湿を実施するよう、加湿器20の動作を決定する。動作決定部112は、通信部13を介して、加湿器20に少量の加湿を実施するよう動作の指示を送信する。「少量の加湿」とは、具体的には、加湿器20から放出される水分量を減じた状態で加湿すること、または加湿動作の継続時間を短くすること等をいい、加湿器20の機能によって定められてよい。

[0044] 動作決定部112は、湿度が基準湿度値以上であり、且つ臨界湿度値以上であると判断した場合、動作決定部112は、加湿器20が加湿を停止するよう、加湿器20の動作を決定する。動作決定部112は、通信部13を介して、加湿器20に加湿を停止するよう動作の指示を送信する。

[0045] 記憶部12は、1つ以上のメモリを含み、例えば、半導体メモリ、磁気メモリ、光メモリなどを含んでよい。記憶部12に含まれる各メモリは、例えば、主記憶装置、補助記憶装置、又はキャッシュメモリとして機能してよい。記憶部12は、湿度調整装置10の動作に用いられる各種情報を記憶する。記憶部12は、制御部11が取得した湿度情報、空間部温度情報、および内壁面温度情報を格納する。記憶部12はまた、基準湿度値を示す情報を格納する。

[0046] 通信部13には、少なくとも1つの通信用インタフェースが含まれる。通信用インタフェースは、例えば、LANインタフェースである。通信部13は、湿度調整装置10の動作に用いられる情報を受信し、また湿度調整装置

10の動作によって得られる情報を送信する。

[0047] 入力部14は、少なくとも1つの入力用インタフェースが含まれる。入力用インタフェースは、例えば、物理キー、静電容量キー、ポインティングデバイス、ディスプレイと一体的に設けられたタッチスクリーン、又はマイクである。入力部14は、湿度調整装置10の動作に用いられる情報を入力する操作を受け付ける。入力部14は、湿度情報、空間部温度情報、内壁面温度情報、基準湿度値を示す情報、または臨界湿度値を示す情報等の入力をユーザから直接受け付けることができる。

[0048] 出力部15は、少なくとも1つの出力用インタフェースが含まれる。出力用インタフェースは、例えば、ディスプレイ又はスピーカである。ディスプレイは、例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、無機ELディスプレイ等である。出力部15はタッチパネルであってもよく、この場合、出力部15はユーザに各種情報を表示するとともに、ユーザの操作による入力を受け付ける入力部14として機能する。

[0049] <プログラム>

湿度調整装置10は、プログラム命令を実行可能なコンピュータであってもよい。コンピュータは、湿度調整装置10の各機能を実現する処理内容を記述したプログラムを該コンピュータの記憶部に格納しておき、該コンピュータのプロセッサによってこのプログラムを読み出して実行する。これらの処理内容の一部はハードウェアで実現されてもよい。ここで、コンピュータは、汎用コンピュータ、専用コンピュータ、ワークステーション、PC (Personal Computer)、電子ノートパッドなどであってもよい。プログラム命令は、必要なタスクを実行するためのプログラムコード、コードセグメントなどであってもよい。プロセッサは、CPU (Central Processing Unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、DSP (Digital Signal Processor) などであってもよい。

[0050] また、このプログラムは、コンピュータが読み取り可能な記録媒体に記録されていてもよい。このような記録媒体を用いれば、プログラムをコンピュ

ータにインストールすることが可能である。ここで、プログラムが記録された記録媒体は、非一過性の記録媒体であってもよい。非一過性の記録媒体は、特に限定されるものではないが、例えば、CD-ROM、DVD-ROMなどの記録媒体であってもよい。また、このプログラムは、ネットワークを介したダウンロードによって提供することもできる。

[0051] 次に、図4および図5を参照して、本実施形態に係る湿度調整装置10を含むシステム1の動作について説明する。システム1の動作のうち、湿度調整装置10の動作は、本実施形態に係る湿度調整方法に相当する。図4は、システム1の動作の一例を示す。図5は、湿度調整装置10の制御部11の動作の一例を示すフローチャートである。本例においては、加湿器20が稼働中であるとする。

[0052] ステップS101において、空間部温湿度計30の制御部は、記憶部を参照し、空間部温度情報および湿度情報を、通信部を介して湿度調整装置10に送信する。

[0053] ステップS102において、内壁面温度計40の制御部は、記憶部を参照し、内壁面温度情報を、通信部を介して湿度調整装置10に送信する。

[0054] ステップS103において、湿度調整装置10の制御部11は、通信部13を介して、空間部温度情報、湿度情報、および内壁面温度情報を、空間部温湿度計30および内壁面温度計40から受信することで取得する。制御部11は、取得した空間部温度情報、湿度情報、および内壁面温度情報を記憶部12に格納する。

[0055] ステップS104において、制御部11は、加湿器20に指示する動作の決定を行う。図5は、ステップS104における動作の決定の具体的な処理フローを示す。

[0056] ステップS201において、動作決定部112は、記憶部12に格納された湿度情報と基準湿度値とを読み出す。動作決定部112は、湿度情報に含まれる湿度と基準湿度値とを比較し、湿度が基準湿度値未満であるかどうかを判断する。

- [0057] 湿度が基準湿度値未満である場合、動作決定部 112 は、ステップ S 202 において、加湿器 20 が多量の加湿を実施するよう、加湿器 20 の動作を決定し、動作の決定の処理は終了する。湿度が基準湿度値以上である場合、動作の決定の処理はステップ S 203 へと進む。本例において、湿度は 95 パーセントであり、基準湿度値は 90 パーセントである。湿度が基準湿度値以上であるため、動作の決定の処理はステップ S 203 へと進む。
- [0058] ステップ S 203 において、臨界湿度値算出部 111 は、空間部温度情報、内壁面温度情報、および湿度情報を参照し、臨界湿度値の算出を行う。臨界湿度値算出部 111 は、算出した臨界湿度値を示す情報を動作決定部 112 に出力する。
- [0059] 次にステップ S 204 において、動作決定部 112 は、湿度と臨界湿度値とを比較し、湿度が臨界湿度値未満であるかどうかを判断する。
- [0060] 湿度が臨界湿度値未満である場合、動作決定部 112 は、ステップ S 205 において、加湿器 20 が少量の加湿を実施するよう、加湿器 20 の動作を決定し、動作の決定の処理は終了する。湿度が臨界湿度値以上である場合、動作決定部 112 は、ステップ S 206 において、加湿器 20 が加湿を停止するよう、加湿器 20 の動作を決定する。本例において、湿度は 95 パーセントであり、臨界湿度値は 94 パーセントである。湿度が臨界湿度値以上であるため、動作決定部 112 は、ステップ S 206 において、加湿を停止する動作を決定する。こうして加湿器 20 に指示する動作の決定の処理は終了する。
- [0061] 次に図 4 に戻ると、ステップ S 105 において、動作決定部 112 は、通信部 13 を介して、決定した動作の処理を実施するよう動作の指示を加湿器 20 に送信する。このようにして、加湿器 20 が制御される。本例では、決定された動作は加湿を停止する動作であるため、制御部 11 は加湿器 20 に対し、通信部 13 を介して、加湿を停止する動作の指示を送信する。
- [0062] ステップ S 106 において、加湿器 20 の制御部は、通信部を介して、動作の指示を湿度調整装置 10 から受信する。本例では、加湿器 20 の制御部

は、加湿を停止する動作の指示を受信する。

[0063] ステップS107において、加湿器20が湿度調整装置10からの指示に従って動作する。具体的には、加湿器20の制御部が、受信した指示に従って動作するよう加湿器20の各部を制御する。本例では、加湿を停止する動作を行うよう加湿器20のヒーター、ファン、および噴出口を制御する。

[0064] 以上のステップS101～ステップS107によって、マンホールMの空間部Sの湿度が制御される。

[0065] 上述のように、本実施形態にかかる湿度調整装置10は、マンホールMの空間部Sの湿度を示す湿度情報を取得し、該湿度情報に基づいて湿度を制御する制御部11を備える。

[0066] 本実施形態によれば、鉄筋コンクリート製のマンホールM内の湿度を制御することができる。マンホールMの空間部Sの湿度が適切な値となるよう制御されることで、マンホールMを構成するコンクリートの中性化進行を防ぐことができる。

[0067] 上述のように、本実施形態に係る湿度調整装置10において、制御部11は、マンホールMの空間部Sの温度を示す空間部温度情報と、マンホールMの内壁面Iの温度を示す内壁面温度情報とをさらに取得し、空間部温度情報と、内壁面温度情報と、湿度情報とに基づいてマンホールM内において結露が発生しない臨界湿度値を算出し、臨界湿度値と湿度とを比較した結果に基づいて湿度を制御する。

[0068] 本実施形態によれば、マンホールMの空間部Sの温度および湿度と、内壁面Iに含まれる天井面Rの温度とに基づいて臨界湿度値が算出される。臨界湿度値と湿度とを比較して湿度を制御できるため、マンホールM内を加湿しすぎることにより結露が発生してしまうことを防ぐことができる。

[0069] 上述のように、本実施形態にかかる湿度調整装置10は、マンホールM内を加湿する加湿器20と通信する通信部13をさらに備える。湿度調整装置10の制御部11は、湿度が基準湿度値以上且つ臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう加湿器20の動作を決定し、決定した動作を通信部13を介して

加湿器 20 に送信する。

[0070] 本実施形態によれば、加湿器 20 の動作を制御することで、より精度よくマンホール M 内の湿度を制御できる。加湿器 20 の動作により、マンホール M 内の湿度を、コンクリートの中性化の進行が抑制され、且つ、結露が発生しない湿度に保つことができる。

[0071] (第 2 実施形態)

以下、第 1 実施形態と本実施形態との差異を説明する。

[0072] 本実施形態に係るシステム 2 の概要を図 6 に示す。図 6 を参照すると、加湿器 20 の代わりに水供給装置 50 を備える点で第 1 実施形態と異なる。湿度調整装置 10 と、水供給装置 50、空間部温湿度計 30、および内壁面温度計 40 とは、有線または無線により通信可能に接続される。湿度調整装置 10 と、水供給装置 50、空間部温湿度計 30、および内壁面温度計 40 との間で情報を送受信するための通信方法は、特に限定されない。湿度調整装置 10 は、マンホール M の外に設置されてもよい。

[0073] 水供給装置 50 は、マンホール M の空間部 S 内において水分が蒸発するよう水を液体の状態で保管する装置である。水供給装置 50 は、給水容器 51、開閉可能な蓋 52、給水タンク 53、給水通路 54、水位センサ 55、給水ポンプ、モータ、制御部、記憶部および通信部を備える。水供給装置 50 の制御部は、蓋 52、給水ポンプ、およびモータを制御する。本実施形態では、図 6 に示すように、給水タンク 53 は地上に設けられるが、マンホール M 内に設けられてもよい。水供給装置 50 においては、水が給水ポンプによって給水タンク 53 から吸いあげられ、給水通路 54 へ送り込まれる。水は給水通路 54 の終端から給水容器 51 へと出る。給水容器 51 から水が蒸発することで、マンホール M が加湿される。給水ポンプはモータにより駆動され、モータは水供給装置 50 の制御部により制御される。水位センサ 55 は給水容器 51 内の水位を検出する。水供給装置 50 の制御部は水位センサ 55 が検出した水位を取得し、給水容器 51 内の水量を算出し、水量情報として記憶部に格納する。水量は、予め記憶部に格納された給水容器 51 の容積

に基づいて算出することができる。水供給装置 50 の制御部は、水量情報を通信部を介して湿度調整装置 10 に送信する。水量情報の送信は常時行われてもよいし、湿度調整装置 10 からの指示に応じて行ってもよい。蓋 52 が開閉することで、水供給装置 50 からの水分の蒸発量が調整される。水供給装置 50 の制御部は、湿度調整装置 10 の制御部 11 から受信した指示に応じて水供給装置 50 全体の動作を制御する。

[0074] 図 7 は本実施形態に係るシステム 2 の構成を示すブロック図である。図 7 に示す湿度調整装置 10 では、図 3 に示す第 1 実施形態の湿度調整装置 10 と比較して、湿度調整装置 10 が加湿器 20 の代わりに水供給装置 50 と通信する点、水供給装置 50 から湿度調整装置 10 に情報が送信される点、制御部 11 がさらに必要水量算出部 113 を備える点において、第 1 実施形態と異なる。

[0075] 湿度調整装置 10 の制御部 11 は、第 1 実施形態と同様、湿度情報と、空間部温度情報と、内壁面温度情報とを取得する。制御部 11 はさらに、水供給装置 50 内の水量を示す水量情報を水供給装置 50 から取得する。制御部 11 は、取得した湿度情報、空間部温度情報、内壁面温度情報および水量情報を記憶部 12 に格納する。臨界湿度値算出部 111 は、第 1 実施形態と同様に臨界湿度値を算出する。必要水量算出部 113 は、空間部温度情報と、内壁面温度情報と、湿度情報と、臨界湿度値を示す情報とに基づいて、水供給装置 50 の必要水量を算出する。動作決定部 112 は、湿度が基準湿度値以上且つ臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう水供給装置 50 の動作を決定する。具体的には、動作決定部 112 は、必要水量と水供給装置 50 内の水量とを比較した結果に基づいて水供給装置 50 の動作を決定する。制御部 11 は、決定された動作の指示を水供給装置 50 に送信する。水供給装置 50 は指示を受信し、指示に基づいて動作を行う。

[0076] 「必要水量」は、マンホール M の空間部 S の湿度を臨界湿度値にするために不足している水量である。必要水量は、具体的には、以下に示すように水蒸気量として算出される。

[0077] 制御部 11 は、以下に詳細に説明するように、マンホール M の空間部 S の湿度を制御する。制御は、動作決定部 112 が決定した動作の指示を、通信部 13 を介して水供給装置 50 に送信することで行われる。

[0078] まず、第 1 実施形態と同様、制御部 11 は、空間部温度情報、湿度情報、および内壁面温度情報を取得する。制御部 11 はさらに水供給装置 50 から、水量情報を、通信部 13 を介して受信することによって取得する。制御部 11 は、定期的または非定期的に空間部温度情報、湿度情報、内壁面温度情報、および水量情報を取得してよい。

[0079] 次に動作決定部 112 は、第 1 実施形態と同様、湿度情報に含まれる湿度と基準湿度値とを比較し、湿度が基準湿度値未満であるかどうかを判断する。

[0080] 動作決定部 112 は、湿度が基準湿度値未満であると判断した場合、水供給装置 50 が水を取り込むよう、水供給装置 50 の動作を決定する。動作決定部 112 は、通信部 13 を介して、水供給装置 50 に動作の指示を送信する。「水を取り込む」とは、本実施形態では、水供給装置 50 の制御部がモータまたは蓋 52 を制御し、給水容器 51 内に水を足す、または蒸発を防ぐことをいうが、水供給装置 50 の機能によって自由に定められてよい。

[0081] 臨界湿度値算出部 111 は、第 1 実施形態と同様の手法により臨界湿度値の算出を行う。臨界湿度値算出部 111 は算出した臨界湿度値を示す情報を必要水量算出部 113 に出力する。

[0082] 必要水量算出部 113 は、湿度情報、空間部温度情報、内壁面温度情報、および臨界湿度値を示す情報を参照し、水供給装置 50 に供給する必要水量の算出を行う。必要水量算出部 113 はまず、以下の式 (6) に基づいて A の値を算出する。

[0083] [数6]

$$A = a \times V \times \frac{RH}{100} \dots \text{式 (6)}$$

[0084] 式（６）において a はマンホール M の空間部 S の温度が T のときの飽和水蒸気量の値であり、算出方法については、第１実施形態に示す方法と同様であるため、説明を省略する。式（６）において V はマンホール内空間体積であり、単位は m^3 である。 RH は空間部 S の湿度であり、単位はパーセントである。算出される A はマンホール M の空間部 S に存在する水蒸気量であり、単位は g である。

[0085] 必要水量算出部 １１３ は次に、以下の式（７）に基づいて、 B の値を算出する。

[0086] [数7]

$$B = a' \times V - A \quad \dots \text{式（７）}$$

[0087] 式（７）において、 $a' \times V$ の項は、マンホール M の空間部 S の湿度が臨界湿度値であるときに空間部 S 内に存在する水蒸気量を示す。算出される B は、マンホール M の空間部 S の湿度を臨界湿度値にするために不足している水蒸気量であり、単位は g である。

[0088] 必要水量算出部 １１３ はこのようにして算出した水蒸気量を、必要水量として動作決定部 １１２ に出力する。当該必要水量の水が空間部 S 内に蒸発することで、空間部 S 内の湿度は臨界湿度値に近づく。このように、必要水量を算出して用いることで空間部 S の湿度が基準湿度値以上且つ臨界湿度値未満の範囲で保つことができる。

[0089] 動作決定部 １１２ は、水量情報に含まれる水量が、当該必要水量以上であるかどうかを判断する。

[0090] 動作決定部 １１２ は、湿度が基準湿度値以上であり、且つ水量が必要水量以上であると判断した場合、水供給装置 ５０ が給水容器 ５１ に水を取り込むことを停止するよう、水供給装置 ５０ の動作を決定する。動作決定部 １１２ は、通信部 １３ を介して、水供給装置 ５０ に動作の指示を送信する。

[0091] 動作決定部 １１２ は、湿度が基準湿度値以上であり、且つ水量が必要水量未満であると判断した場合、水供給装置 ５０ が給水容器 ５１ に水を取り込む

よう、水供給装置 50 の動作を決定する。動作決定部 112 は、通信部 13 を介して、水供給装置 50 に動作の指示を送信する。

[0092] 図 8 に、本実施形態に係る水供給装置 50 を用いてマンホール M の空間部 S の湿度を制御した結果を示す。図 8 はマンホール M の空間部 S の湿度の変化を示すグラフである。縦軸はマンホール M の空間部 S の湿度を、横軸は湿度を計測した日付である。2019 年 5 月 20 日に、マンホール M 内に設置された水供給装置 50 の給水容器 51 内の水を完全に取り除き、マンホール M 内の空間部 S の湿度を外気と等しい湿度に設定した。その後、給水容器 51 内に水を供給し、マンホール M の鉄蓋 230 を閉じた。図 8 のグラフから、水供給装置 50 を配置した 2019 年 5 月 20 日から約 10 日間はマンホール M 内の湿度の値が上下に変化していることがわかる。当該変化は、マンホール M 内の温度の変化に伴い飽和水蒸気量が変化した結果、このような挙動が示されたと考えられる。一方、2019 年 5 月 20 日から 10 日目の 2019 年 5 月 30 日以降については、マンホール M の空間部 S の湿度はほぼ 100 パーセントと高湿度で保たれているである。これは設置された水供給装置 50 からの水の蒸発作用によるものと考えられる。図 8 が示すように、水供給装置 50 を用いて、マンホール M の空間部 S の湿度の制御が有効に行えることがわかる。

[0093] 次に、第 1 実施形態に係るシステム 1 の動作と本実施形態に係るシステム 2 の動作との差異を説明する。図 9 はシステム 2 の動作の一例を示す。図 10 は、本実施形態に係る湿度調整装置 10 の制御部 11 の動作の一例を示すフローチャートである。本例においては、水供給装置 50 に水が供給されているものとする。

[0094] 図 8 のステップ S301 ～ステップ S302 までは、第 1 実施形態の図 4 におけるステップ S101 ～ステップ S102 と同様であるため説明を省略する。

[0095] ステップ S303 において、水供給装置 50 の制御部は、記憶部を参照し、水供給装置 50 内の水量を示す水量情報を、通信部を介して湿度調整装置

10に送信する。

[0096] ステップS304において、湿度調整装置10の制御部11は、通信部13を介して、空間部温度情報、湿度情報、内壁面温度情報、および水量情報を、空間部温湿度計30、内壁面温度計40および水供給装置50から受信することで取得する。制御部11は、取得した空間部温度情報、湿度情報、内壁面温度情報、および水量情報を記憶部12に格納する。

[0097] ステップS305において、制御部11は、水供給装置50に指示する動作の決定を行う。図10は、ステップS305における動作の決定の具体的な処理フローを示す。

[0098] ステップS401において、動作決定部112は、記憶部12に格納された湿度情報と基準湿度値とを読み出す。動作決定部112は、湿度情報に含まれる湿度と基準湿度値とを比較し、湿度が基準湿度値未満であるかどうかを判断する。

[0099] 湿度が基準湿度値未満である場合、動作決定部112は、ステップS402において水供給装置50が水を取り込むよう、水供給装置50の動作を決定し、動作の決定の処理は終了する。湿度が基準湿度値以上である場合、動作の決定の処理はステップS403へと進む。本例において、湿度は95パーセントであり、基準湿度値は90パーセントである。湿度が基準湿度値以上であるため、動作の決定の処理はステップS403へと進む。

[0100] ステップS403において、臨界湿度値算出部111は、空間部温度情報、内壁面温度情報、および湿度情報を参照し、臨界湿度値の算出を行う。臨界湿度値算出部111は、算出した臨界湿度値を示す情報を必要水量算出部113に出力する。

[0101] ステップS404において、必要水量算出部113は、湿度情報、空間部温度情報、内壁面温度情報、および臨界湿度値を示す情報を参照し、水供給装置50に供給する必要水量の算出を行う。必要水量算出部113は、算出した必要水量を示す情報を動作決定部112に出力する。

[0102] 次にステップS405において、動作決定部112は、水量と必要水量と

を比較し、水量が必要水量以上であるかどうかを判断する。

[0103] 水量が必要水量以上である場合、動作決定部 112 は、ステップ S406 において水供給装置 50 が水を取り込むことを停止するよう、水供給装置 50 の動作を決定し、動作の決定の処理は終了する。水量が必要水量未満である場合、動作決定部 112 は、ステップ S402 において水供給装置 50 が水を取り込むよう、水供給装置 50 の動作を決定する。本例において、水量は必要水量未満である。よって、動作決定部 112 は、ステップ S402 において水供給装置 50 が水を取り込むよう、水供給装置 50 の動作を決定する。こうして水供給装置 50 に指示する動作の決定の処理は終了する。

[0104] 次に図 9 に戻ると、ステップ S306 において、動作決定部 112 は、通信部 13 を介して、決定した動作の処理を実施するよう動作の指示を水供給装置 50 に送信する。このようにして、水供給装置 50 が制御される。本例では、決定された動作は水を取り込む動作であるため、制御部 11 は水供給装置 50 に対し、通信部 13 を介して、水を取り込む動作の指示を送信する。

[0105] ステップ S307 において、水供給装置 50 の制御部は、通信部を介して、動作の指示を湿度調整装置 10 から受信する。本例では、水供給装置 50 の制御部は、水を取り込む動作の指示を受信する。

[0106] ステップ S308 において、水供給装置 50 が湿度調整装置 10 からの指示に従って動作する。具体的には、水供給装置 50 の制御部が、受信した指示に従って動作するよう水供給装置 50 の各部を制御する。本例では、水を取り込む動作を行うよう水供給装置 50 のモータを制御する。

[0107] 以上のステップ S301～ステップ S308 によって、マンホール M の空間部 S の湿度が制御される。

[0108] 上述のように、本実施形態にかかる湿度調整装置 10 は、マンホール M 内に設置される水供給装置 50 と通信する通信部 13 をさらに備える。湿度調整装置 10 の制御部 11 は、湿度が基準湿度値以上且つ臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう水供給装置 50 の動作を決定し、決定した動作を通信部 1

3を介して水供給装置50に送信する。

[0109] 本実施形態によれば、水供給装置50の動作を制御することで、より精度よくマンホールM内の湿度を制御できる。水供給装置50の動作により、マンホールM内の湿度を、コンクリートの中性化の進行が抑制され、且つ、結露が発生しない湿度に保つことができる。

[0110] 上述のように、本実施形態にかかる湿度調整装置10において、制御部11は、水供給装置50内の水量を示す水量情報を取得し、空間部温度情報と、内壁面温度情報と、湿度情報と、臨界湿度値を示す情報とに基づいて、水供給装置50の必要水量を算出し、必要水量と水供給装置50内の水量とを比較した結果に基づいて水供給装置50の動作を決定し、決定した動作を通信部13を介して水供給装置50に送信する。

[0111] 本実施形態によれば、マンホールMの空間部Sの温度および湿度と、内壁面1に含まれる天井面Rの温度とに基づいて、水供給装置50の必要水量がより正確に算出される。算出した必要水量に基づいて水供給装置50が給水容器51に水を取り込む動作を制御できるため、マンホールM内を常に適切な湿度に保つことができる。

[0112] 本開示を諸図面や実施形態に基づき説明してきたが、当業者であれば本開示に基づき種々の変形や修正を行うことが容易であることに注意されたい。従って、これらの変形や修正は本開示の範囲に含まれることに留意されたい。

[0113] (変形例1)

本開示の変形例として、湿度調整装置10の制御部11がさらに密閉性判断部114を備えてもよい。

[0114] 密閉性判断部114は、以下に詳細に説明するように、マンホールM内の密閉性があるかどうかについての判断を行う。

[0115] 密閉性判断部114はまず、記憶部12に格納された湿度情報と、記憶部12に予め格納された、マンホールMを構成するコンクリートの吸湿性を示す吸湿性情報とを読み出す。「吸湿性情報」は、湿度低下量基準値、湿度変

化基準傾向、および湿度低下の継続時間基準値を含む。ここで、当該吸湿性情報は、マンホールMを構成するコンクリートの調湿性に応じて設定される。コンクリートの調湿性とは、以下の文献5および文献6に開示されている通り、コンクリートが、周囲の環境と比較して乾燥している場合には吸湿を行い、湿っている場合には放湿を行う性能をいう。

文献5：田中宏行、外1名「骨材の違いによるセメント系固化物の空隙構造の違いと調湿性能」、平成24年度土木学会全国大会第67回年次学術講演会、V-448、2012年

文献6：呉藤勝彦、外1名「ゼオライトーセメント系硬化体の組織と調湿性」、Journal of the Ceramic Society of Japan、Vol. 113、No. 1、pp. 736-742、2005年

[0116] 「湿度低下量基準値」は、マンホールM内の湿度の低下量の基準を示す値である。密閉されたマンホールM内における、一定の時間における湿度の低下量を予め測定し、該低下量を湿度低下量基準値とする。コンクリートによる吸湿の速度は遅く、該コンクリートで構成されたマンホールM内の湿度低下量は比較的小さいことがわかっている。よって、密閉されたマンホールM内における湿度の低下量を予め測定しておき基準値とすることができる。

[0117] 「湿度変化基準傾向」は、マンホールM内の湿度の経時的な変化の傾向を示す。密閉されたマンホールM内において、一定の時間における湿度の変化の傾向を予め測定し、該傾向を湿度変化基準傾向とする。マンホールは大きさ及び形状が規格によって定められており、同一の大きさ及び形状のマンホールにおいては、コンクリートの吸湿機能による湿度の変化の傾向も同様となる。よって同一の大きさ及び形状のマンホールにおける湿度の変化の傾向を予め把握しておき、これを他のマンホールについて判断するための基準とすることができる。

[0118] 「継続時間基準値」は、マンホールM内の湿度の低下の継続時間を示す値である。密閉されたマンホールM内において、湿度の低下が継続する時間を

予め測定し、該時間を継続時間基準値とする。コンクリートの吸湿による湿度の低下は、マンホール内が高湿度環境に保たれている限り一定の時間の経過後に停止するが、密閉性が低いマンホールでは、湿度の低下が停止しないか、一旦停止しても再開する。よって湿度の低下の継続時間を予め測定しておき、基準値とすることができる。

[0119] 密閉性判断部 114 は、湿度情報に含まれる湿度と、湿度変化基準傾向、湿度低下量基準値、または継続時間基準値とを比較することでマンホール M の密閉性があるかどうかについての判断を行う。例えば、密閉性判断部 114 は、湿度の変化の傾向が湿度変化基準傾向と一致しているとき、マンホール M の密閉性があると判断する。例えば、密閉性判断部 114 は、湿度の低下量が当該湿度低下量基準値未満であるとき、マンホール M の密閉性があると判断する。例えば、密閉性判断部 114 は、湿度の低下の継続時間が継続時間基準値未満であるとき、マンホール M の密閉性があると判断する。密閉性判断部 114 は、湿度変化基準傾向、湿度低下量基準値、または継続時間基準値のいずれか 1 つのみを用いて密閉性についての判断を行ってもよいし、複数を用いて判断を行ってもよい。

[0120] 制御部 11 は、密閉性判断部 114 が判断した結果を、出力部 15 を介してユーザに対し通知する。このようにして、ユーザはマンホール M の密閉性が把握することができる。制御部 11 は判断した結果を、通信部 13 を介して、マンホール M の点検を行うユーザの端末装置に送信してもよい。

[0121] 本変形例において、動作決定部 112 は、密閉性判断部 114 が判断した結果に応じて、加湿器 20 または水供給装置 50 が行う動作を決定してもよい。例えば、密閉性判断部 114 がマンホール M の密閉性がないと判断した場合、動作決定部 112 は加湿器 20 が多量の加湿を実施するよう、加湿器 20 の動作を決定してもよい。例えば、密閉性判断部 114 がマンホール M の密閉性がないと判断した場合、動作決定部 112 は水供給装置 50 が水を取り込むよう、水供給装置 50 の動作を決定してもよい。動作決定部 112 が決定した動作の指示を、通信部 13 を介して、加湿器 20 または水供給装

置 5 0 に送信し、加湿器 2 0 または水供給装置 5 0 が当該指示に従って動作してもよい。

[0122] 上述のように、本変形例に係る湿度調整装置 1 0 において、制御部 1 1 は、湿度情報に基づいてマンホール M 内の密閉性があるかどうかについての判断を行う。

[0123] 本変形例によれば、マンホール M の密閉性の有無を容易に把握することができる。密閉性を把握することで、マンホール M 内の湿度を適当に保つことができる他、マンホール M の鉄蓋 2 3 0 が外れていること、またはマンホール M 内に破損個所が存在していること等を早期に発見できる。よって、マンホール M において事故が発生することを防ぐことができる。

[0124] 上述のように、本変形例に係る湿度調整装置 1 0 の制御部 1 1 は、マンホール M を構成するコンクリートの調湿性に基づいて密閉性を判断する。

[0125] 本変形例によれば、マンホール M 内の湿度が低下している場合に、当該低下がマンホール M を構成するコンクリートの吸湿によるものなのか、または密閉性が無いことによるものなのかについての判断が容易となる。よって、マンホール M 内の密閉性の有無をより精度よく把握することができる。

[0126] (変形例 2)

本開示の変形例として、湿度調整装置 1 0 がさらに除湿装置を備えてもよい。本変形例では、湿度調整装置 1 0 が加湿器 2 0 または水供給装置 5 0 の動作を制御することに加えて、除湿装置を制御する。

[0127] 本変形例によれば、除湿装置の除湿機能を用いることで、マンホール M 内の湿度の調整をより素早く正確に行うことができる。例えば、マンホール M の外の湿度が高い場合、または雨水がマンホール M 内に侵入した場合等に、除湿装置により、素早く空間部 S の湿度を減じ、湿度が臨界湿度値に達してしまうことを防ぐことができる。

[0128] (変形例 3)

本開示の変形例として、湿度調整装置 1 0 の制御部 1 1 は、マンホール M の天井面 R の温度を、内壁面温度計 4 0 から取得する代わりに、空間部温度

情報に含まれる温度から推定してもよい。例えば、制御部 11 は、空間部温度情報に含まれる温度と、予め記憶部 12 に格納していたマンホール M の深さとをパラメータとして解析して、天井面 R の温度を推定してよい。マンホール M の空間部 S の温度と、マンホール M の深さとをパラメータとして解析して天井面 R の温度を測定する方法の詳細については、例えば以下の文献 7 に開示されているため、説明は省略する。

文献 7：渡邊一旭、外 4 名、「地盤と構造物の統合熱伝導解析による土中コンクリートマンホール内の温湿度環境の推定」、土木学会論文 E 2（材料・コンクリート構造）、Vol. 76、No. 2、pp. 65-77、2020 年

[0129] 本変形例によれば、マンホール M 内に内壁面温度計 40 を設置しなくとも制御部 11 が天井面 R の温度を取得できるため、より簡易な構成でマンホール M 内の湿度を制御できる。

[0130]（変形例 4）

本開示の変形例として、湿度調整装置 10 の制御部 11 は、マンホール M の空間部 S の温度を、空間部温湿度計 30 から取得する代わりに、センシング技術を用いて光ファイバーから取得してもよい。光ファイバーは、マンホール M 内に設置されている通信用ケーブルに含まれる。光ファイバーのセンシング技術の詳細については、例えば以下の文献 8 に開示されているため、説明は省略する。

文献 8：山口徳郎、外 1 名「分布光ファイバー温度センシング」、OKI テクニカルレビュー、第 203 号、Vol. 84、No. 2、2017 年

[0131] 本変形例によれば、マンホール M 内の空間部温湿度計 30 を利用しなくとも、制御部 11 が空間部 S の温度を取得できるため、より簡易な構成でマンホール M 内の湿度を制御できる。

[0132]（変形例 5）

本開示の変形例として、湿度調整装置 10 は、加湿器 20 および水供給装置 50 の代わりに、または加湿器 20 および水供給装置 50 に加えて、吸放

湿性を持つ吸放湿性材料（調湿材）を備えても良い。吸放湿性材料は例えば、マンホールMの内壁面1全体に沿って設置されてもよい。

[0133] 本変形例によれば、より簡易な構成によりマンホールM内の湿度を制御できる。

符号の説明

- [0134] 1, 2 システム
- 1 0 湿度調整装置
 - 1 1 制御部
 - 1 2 記憶部
 - 1 3 通信部
 - 1 4 入力部
 - 1 5 出力部
 - 1 1 1 臨界湿度値算出部
 - 1 1 2 動作決定部
 - 1 1 3 必要水量算出部
 - 1 1 4 密閉性判断部
 - 2 0 加湿器
 - 3 0 空間部温湿度計
 - 4 0 内壁面温度計
 - 5 0 水供給装置
 - 5 1 給水容器
 - 5 2 蓋
 - 5 3 給水タンク
 - 5 4 給水通路
 - 5 5 水位センサ
 - 2 1 0 首部
 - 2 2 0 躯体部
 - 2 3 0 鉄蓋

2 2 1 天井部

2 2 2 床部

2 2 3 側壁部

請求の範囲

- [請求項1] マンホールの空間部の湿度を示す湿度情報を取得し、該湿度情報に基づいて前記湿度を制御する制御部を備える、湿度調整装置。
- [請求項2] 前記制御部は、マンホールの空間部の温度を示す空間部温度情報と、マンホールの内壁面の温度を示す内壁面温度情報とをさらに取得し、
 該空間部温度情報と、該内壁面温度情報と、前記湿度情報とに基づいて前記マンホール内において結露が発生しない臨界湿度値を算出し、
 該臨界湿度値と前記湿度とを比較した結果に基づいて前記湿度を制御する、請求項1に記載の湿度調整装置。
- [請求項3] 前記マンホール内を加湿する加湿器と通信する通信部をさらに備え、
 前記制御部は、前記湿度が基準湿度値以上且つ前記臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう前記加湿器の動作を決定し、決定した動作を前記通信部を介して前記加湿器に送信する、請求項2に記載の湿度調整装置。
- [請求項4] 前記マンホール内に設置される水供給装置と通信する通信部をさらに備え、
 前記制御部は、前記湿度が基準湿度値以上且つ前記臨界湿度値未満の範囲で保たれるよう前記水供給装置の動作を決定し、決定した動作を前記通信部を介して前記水供給装置に送信する、請求項2に記載の湿度調整装置。
- [請求項5] 前記制御部は、
 前記水供給装置内の水量を示す水量情報を取得し、
 前記空間部温度情報と、前記内壁面温度情報と、前記湿度情報と、前記臨界湿度値を示す情報とに基づいて、前記水供給装置の必要水量を算出し、

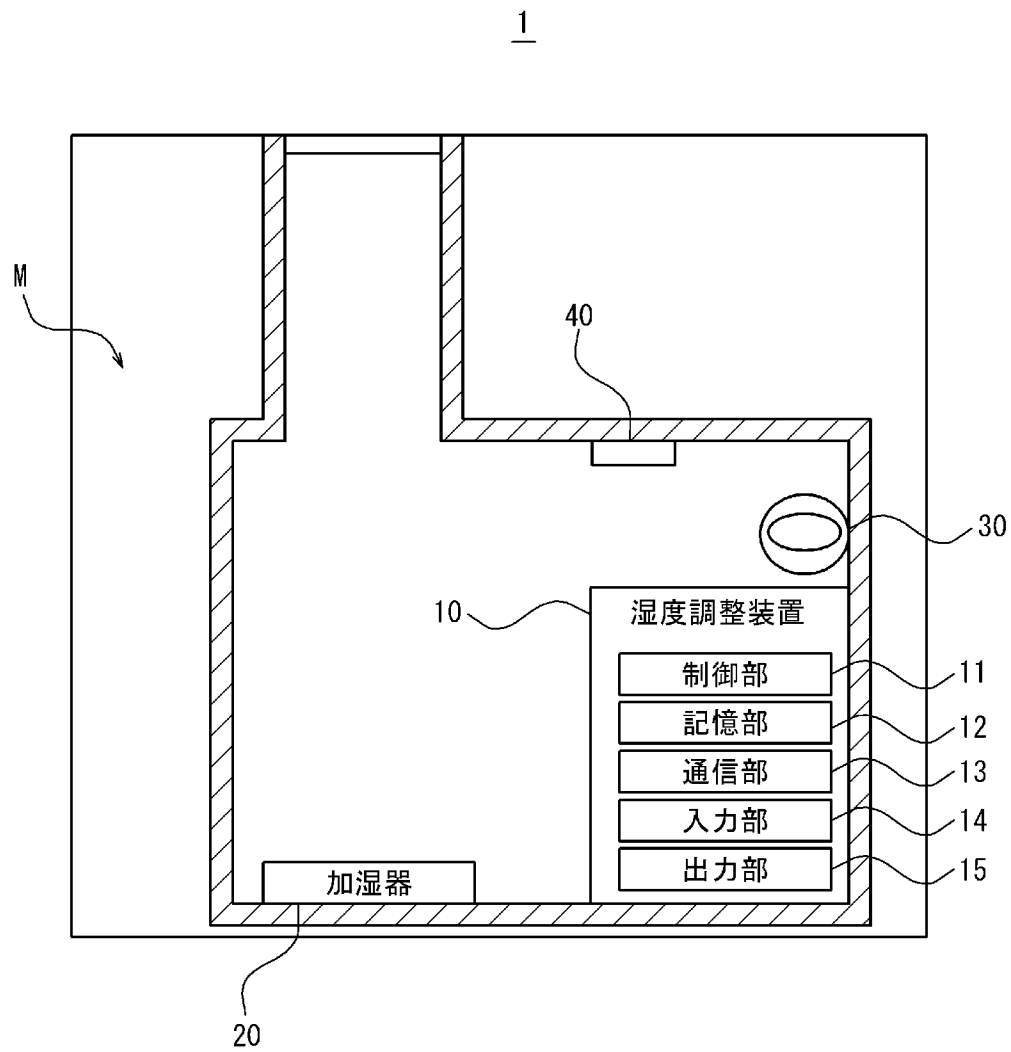
前記必要水量と前記水供給装置内の水量とを比較した結果に基づいて前記水供給装置の動作を決定し、決定した動作を前記通信部を介して前記水供給装置に送信する、請求項 4 に記載の湿度調整装置。

[請求項6] 前記制御部は、前記湿度情報に基づいて前記マンホール内の密閉性があるかどうかについての判断を行う、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の湿度調整装置。

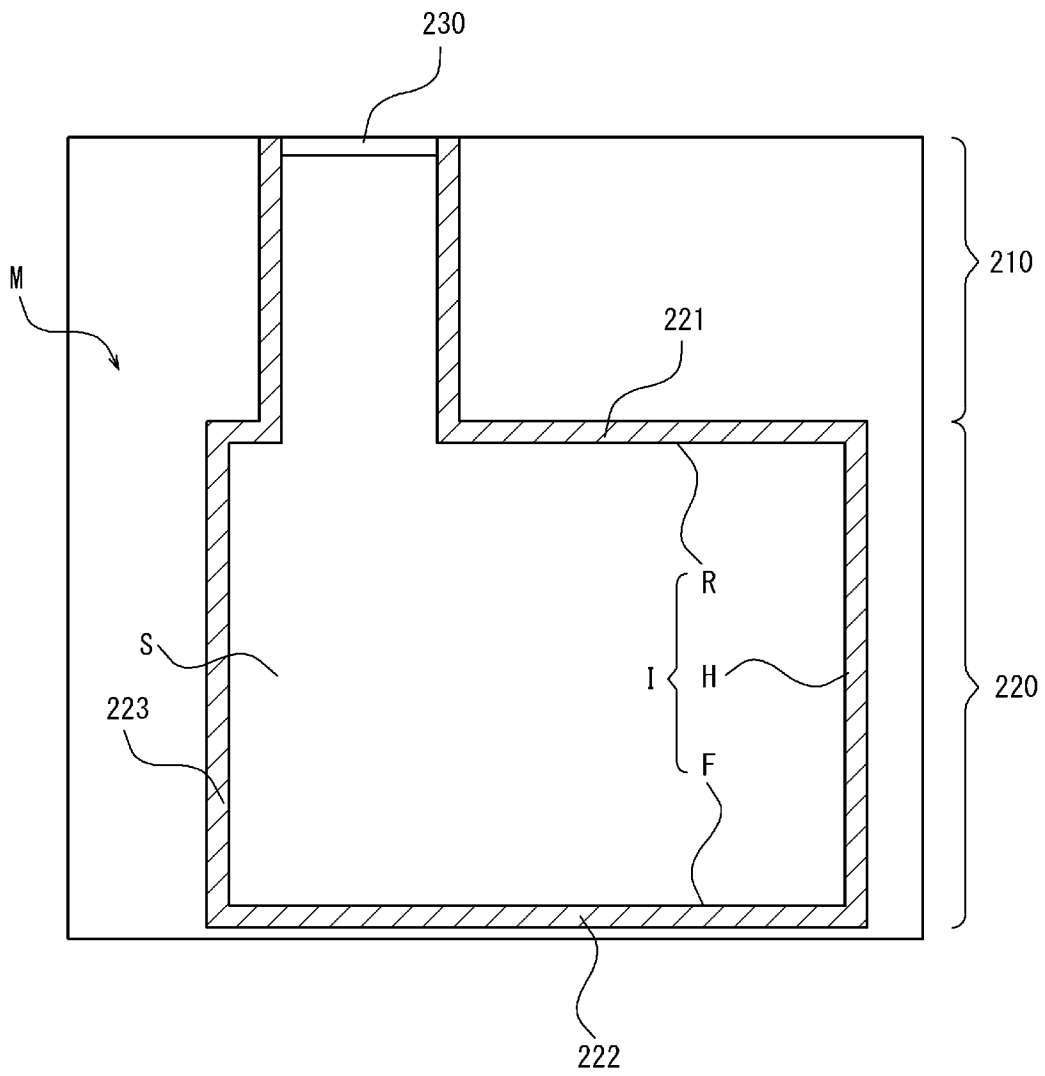
[請求項7] 前記制御部は、前記マンホールを構成するコンクリートの調湿性に基づいて前記密閉性を判断する、請求項 6 に記載の湿度調整装置。

[請求項8] マンホールの空間部の湿度を示す湿度情報を取得するステップと、
該湿度情報に基づいて前記湿度を制御するステップと、
を含む湿度調整方法。

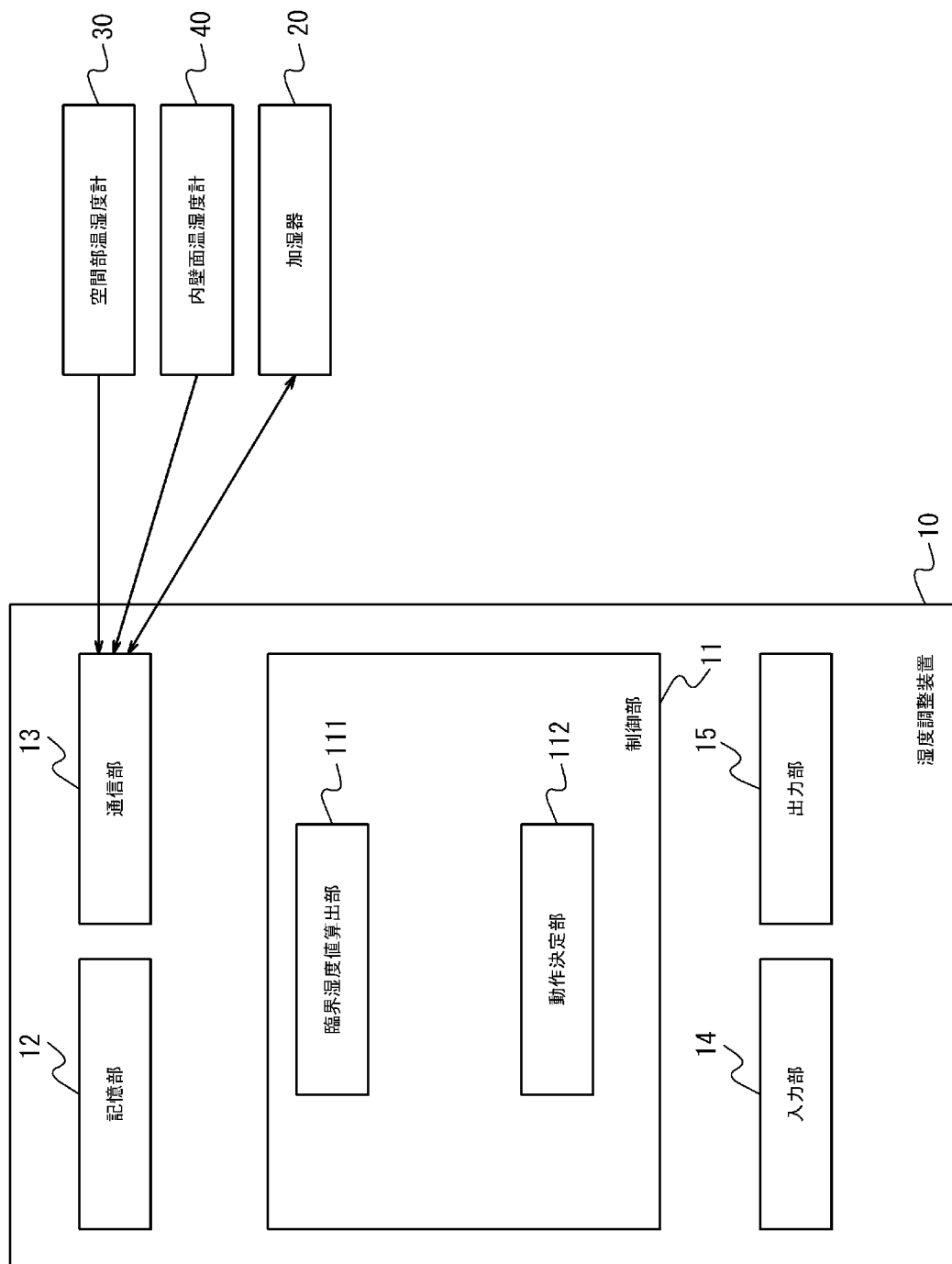
[図1]



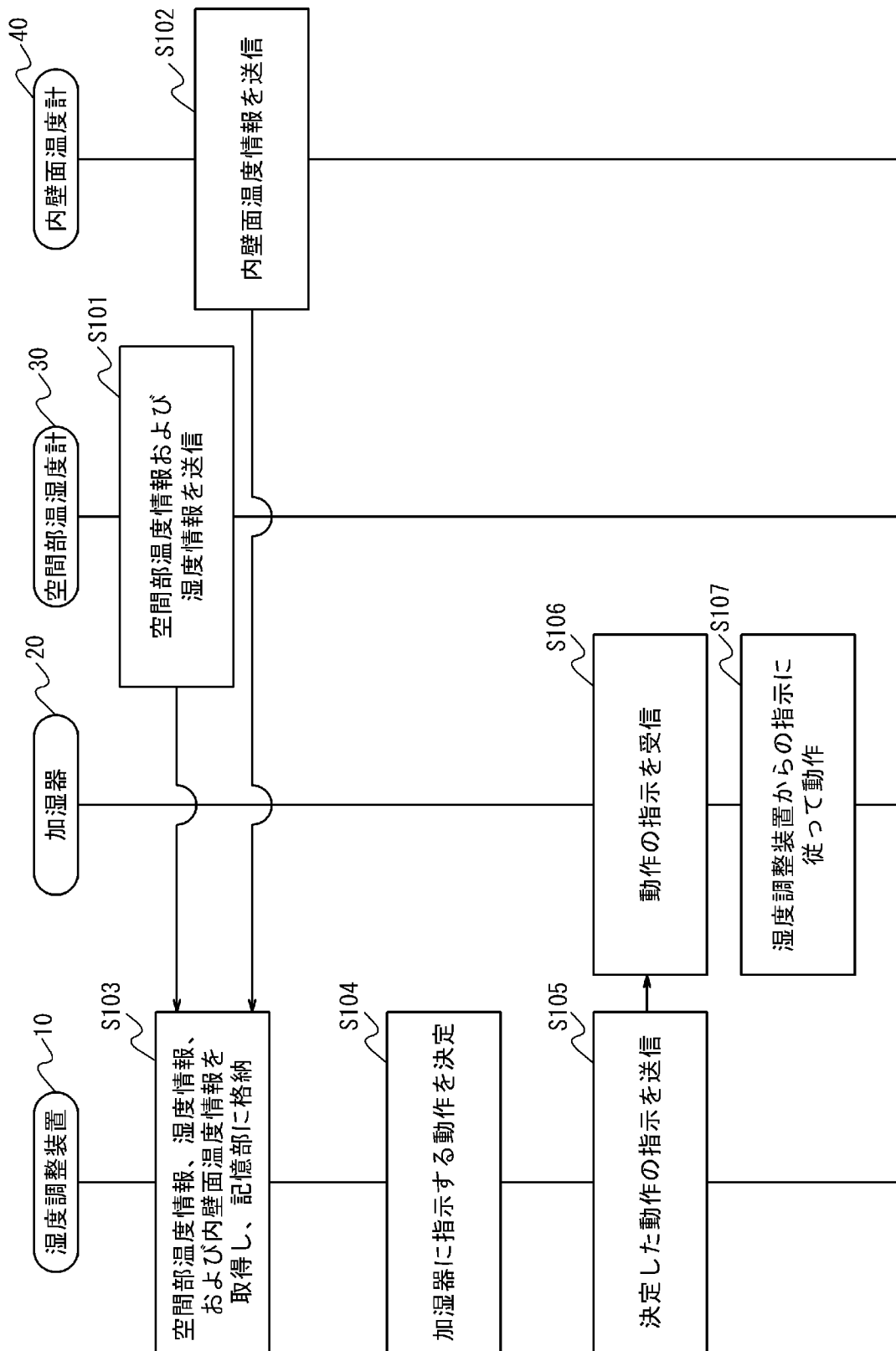
[図2]



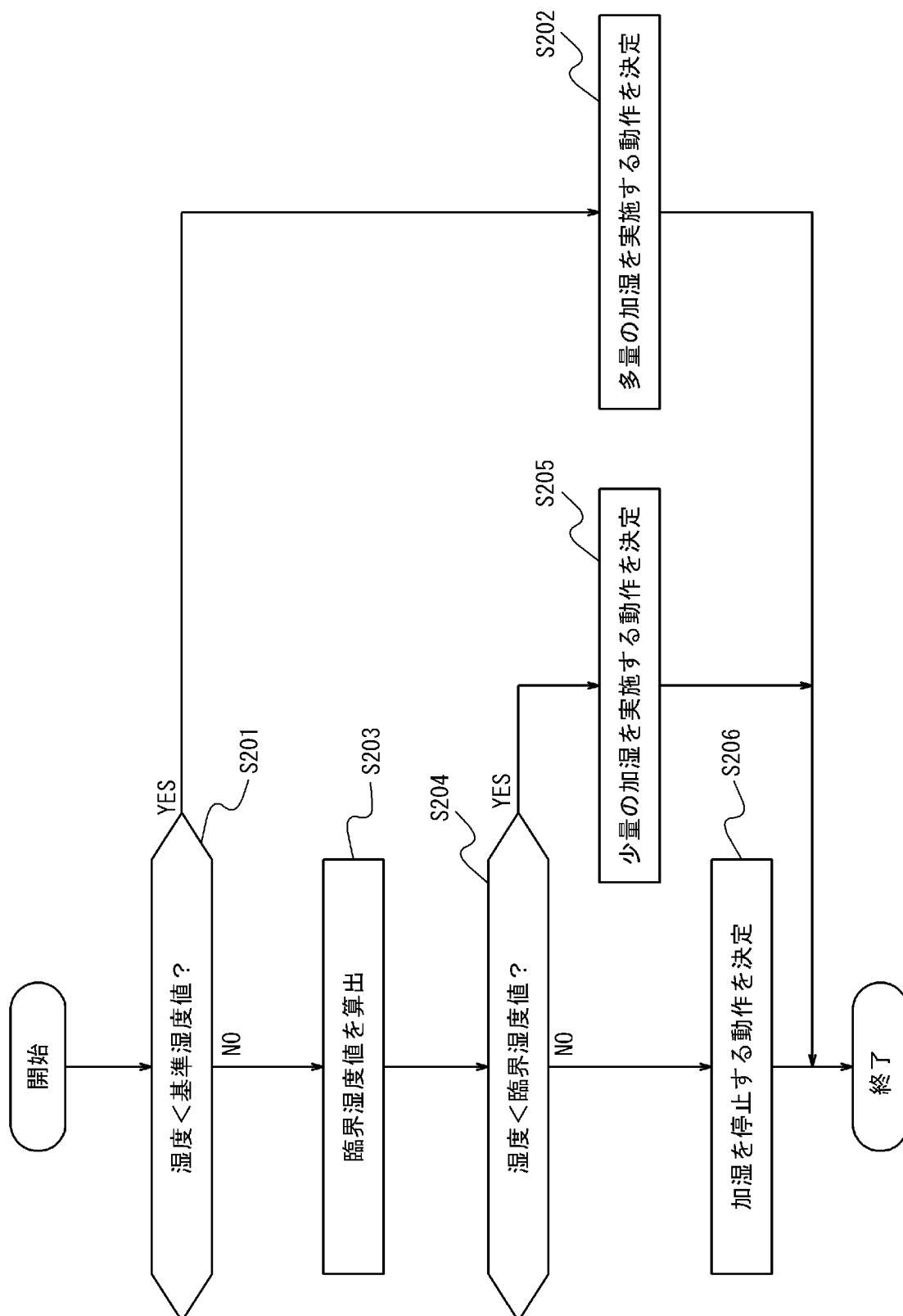
[図3]



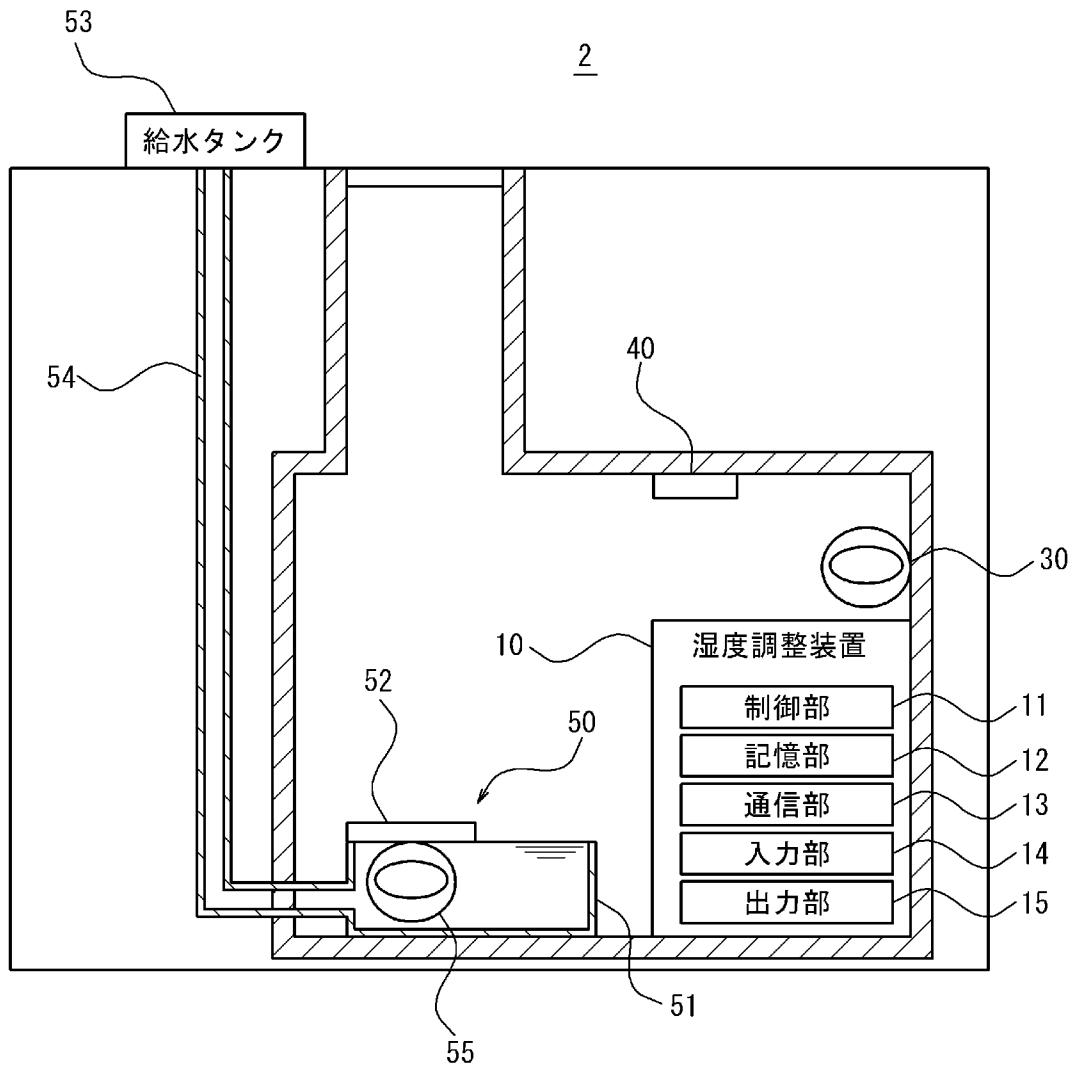
[図4]



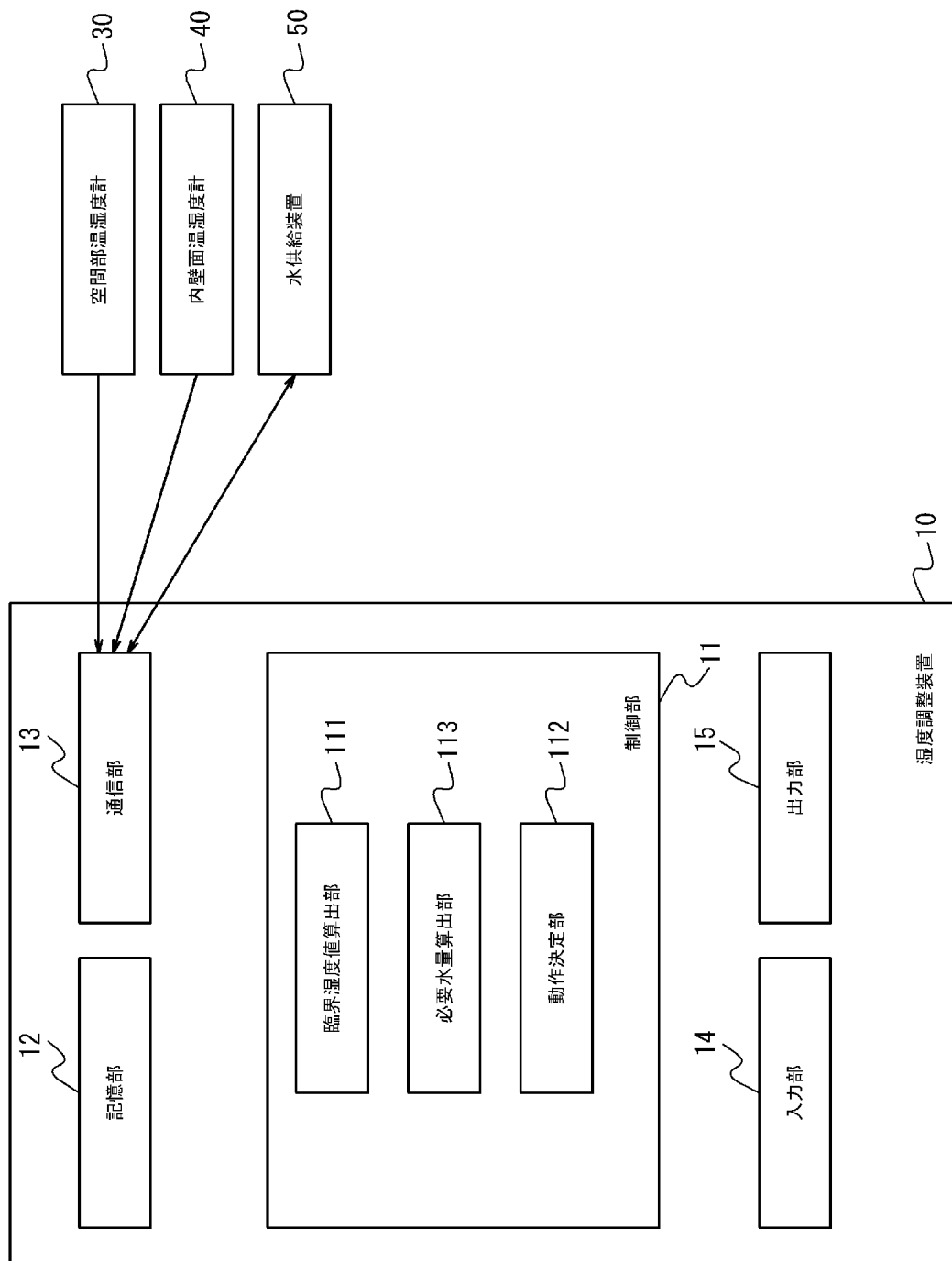
[図5]



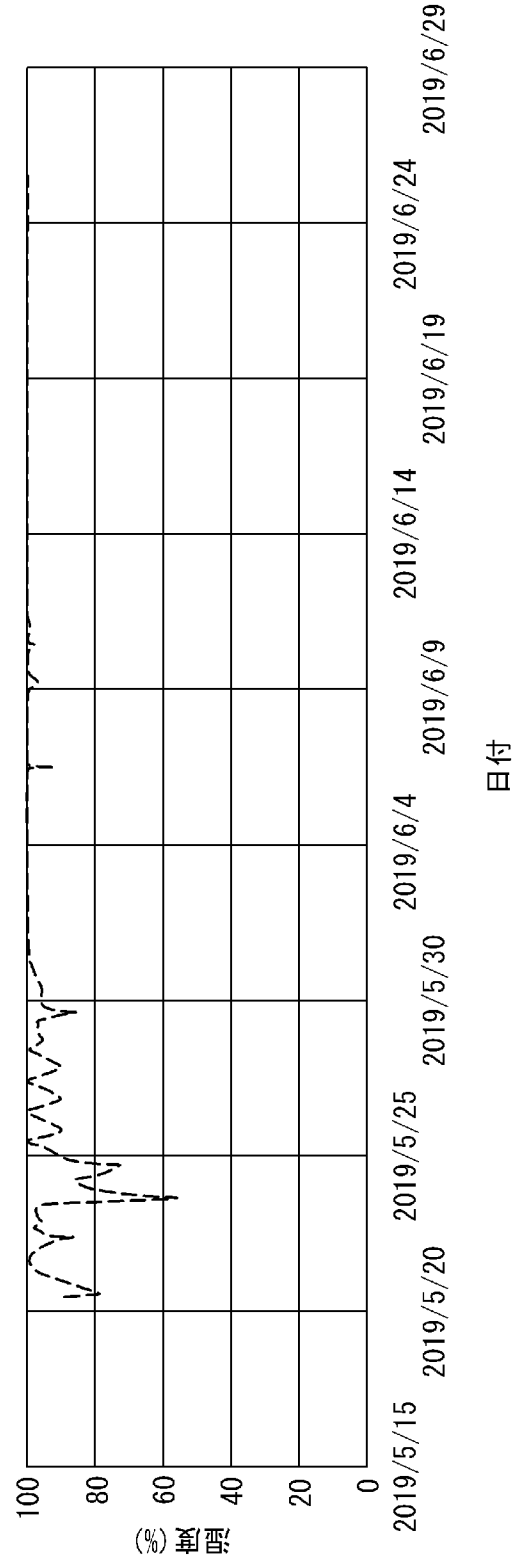
[図6]



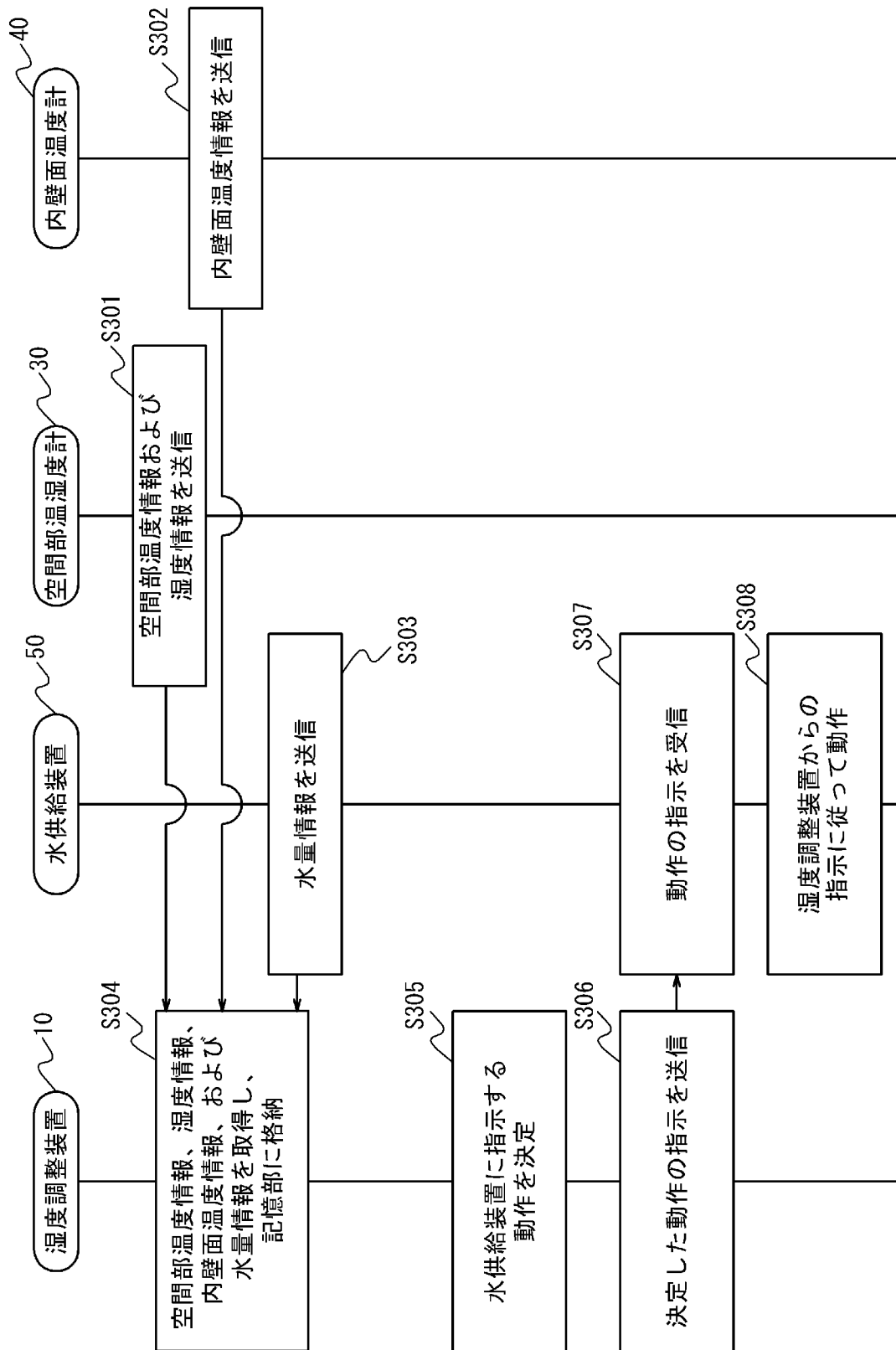
[図7]



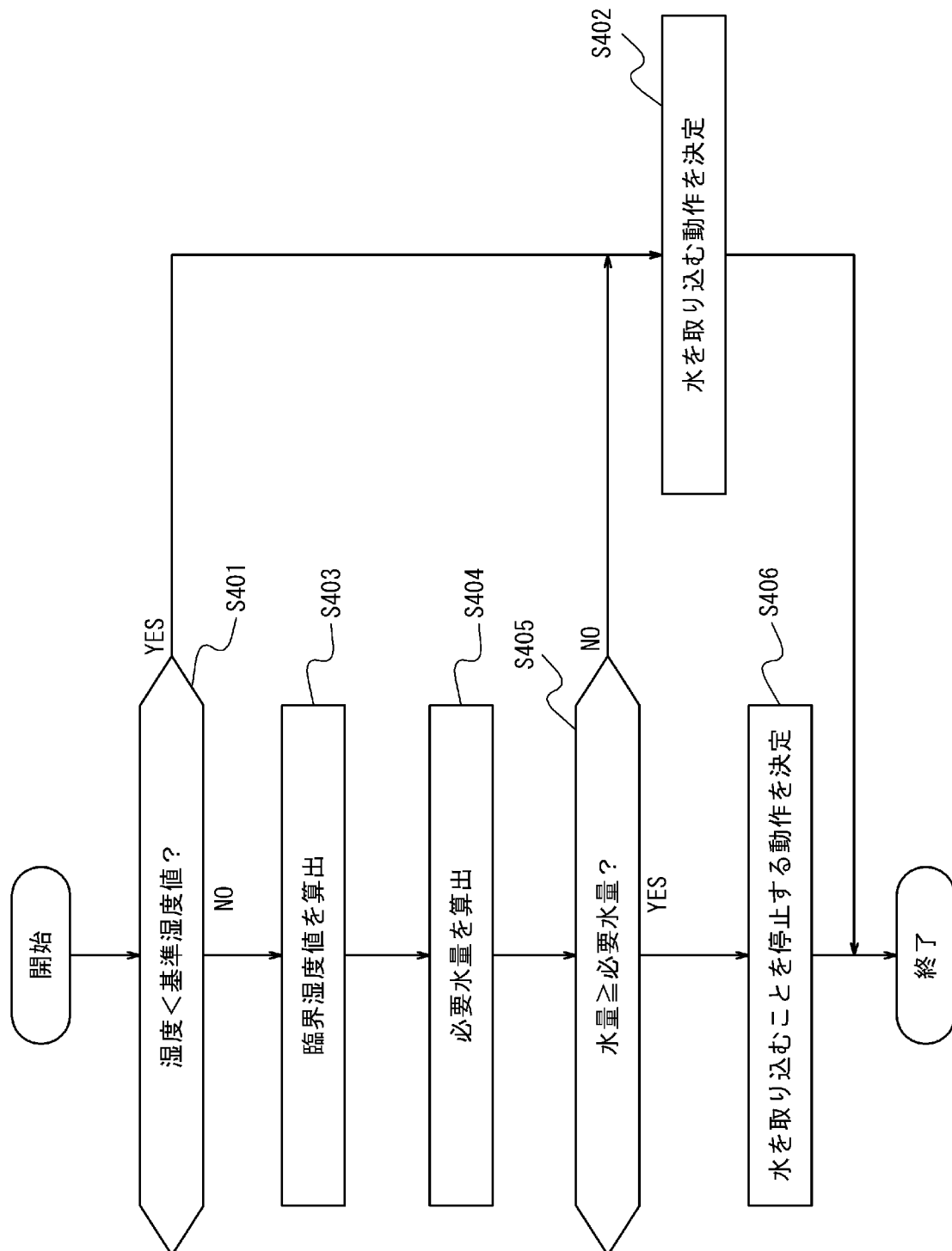
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. E03F5/02 (2006.01) i, E02D29/12 (2006.01) i
FI: E02D29/12Z, E03F5/02

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. E03F5/02, E02D29/12

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	KR 10-2045298 B1 (JUSUNG ENG CO., LTD.) 18 November 2019 (2019-11-18), paragraphs [0001], [0021]-[0068], fig. 1-7	1, 8 2-4 5-7
Y A	JP 2009-063251 A (PANASONIC CORPORATION) 26 March 2009 (2009-03-26), paragraphs [0001], [0003], [0027]-[0042], fig. 1-10	2-4 5-7
Y A	US 4567939 A (DUMBECK, R. F.) 04 February 1986 (1986-02-04), column 3, lines 4-33, column 4, lines 16-39, column 5, lines 57-66, fig. 1-5	3-4 5-7
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 077119/1992 (Laid-open No. 043051/1994) (KUBOTA CORPORATION) 07 June 1994 (1994-06-07), entire text, all drawings	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 November 2020

Date of mailing of the international search report
17 November 2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/032905

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-350907 A (JFE ENGINEERING CORPORATION) 22 December 2005 (2005-12-22), entire text, all drawings	1-8
A	JP 2017-036475 A (FUJITSU LIMITED) 16 February 2017 (2017-02-16), entire text, all drawings	1-8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/032905

KR 10-2045298 B1	18 November 2019	(Family: none)
JP 2009-063251 A	26 March 2009	(Family: none)
US 4567939 A	04 February 1986	EP 150888 A2 page 1, lines 3-8, page 4, line 10 to page 5, line 17, page 8, lines 28-34, fig. 1-5
JP 06-043051 U1	07 June 1994	(Family: none)
JP 2005-350907 A	22 December 2005	(Family: none)
JP 2017-036475 A	16 February 2017	(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） E03F 5/02(2006.01)i; E02D 29/12(2006.01)i FI: E02D29/12 Z; E03F5/02														
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）） E03F5/02; E02D29/12														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020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）														
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												
X	KR 10-2045298 B1 (JUSUNG ENG CO LTD) 18.11.2019 (2019-11-18) [0001]、[0021] - [0068]、図1-図7	1, 8												
Y		2-4												
A		5-7												
Y	JP 2009-063251 A (パナソニック株式会社) 26.03.2009 (2009-03-26) [0001]、[0003]、[0027] - [0042]、図1-図10	2-4												
A		5-7												
Y	US 4567939 A (DUMBECK, Robert F.) 04.02.1986 (1986-02-04) column 3, L4-L33, column 4, L16-39, column 5, L57-66, FIG.1-FIG.5	3-4												
A		5-7												
A	日本国実用新案登録出願04-077119号(日本国実用新案登録出願公開06-043051号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（株式会社クボタ） 07.06.1994 (1994-06-07) 全文、全図	1-8												
A	JP 2005-350907 A (JFEエンジニアリング株式会社) 22.12.2005 (2005-12-22) 全文、全図	1-8												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"A" 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
"P" 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 06.11.2020	国際調査報告の発送日 17.11.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 荒井 良子 2B 9125 電話番号 03-3581-1101 内線 3237													

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 2017-036475 A (富士通株式会社) 16.02.2017 (2017 - 02 - 16) 全文、全図	1-8

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/032905

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
KR	10-2045298	B1	18.11.2019	(ファミリーなし)	
JP	2009-063251	A	26.03.2009	(ファミリーなし)	
US	4567939	A	04.02.1986	EP 150888 A2 p1,L3-8、 p4,L10-p5,L17、 p8,L28-34、 FIG.1-FIG.5	
JP	06-043051	U1	07.06.1994	(ファミリーなし)	
JP	2005-350907	A	22.12.2005	(ファミリーなし)	
JP	2017-036475	A	16.02.2017	(ファミリーなし)	