

(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
2020年4月23日(23.04.2020)



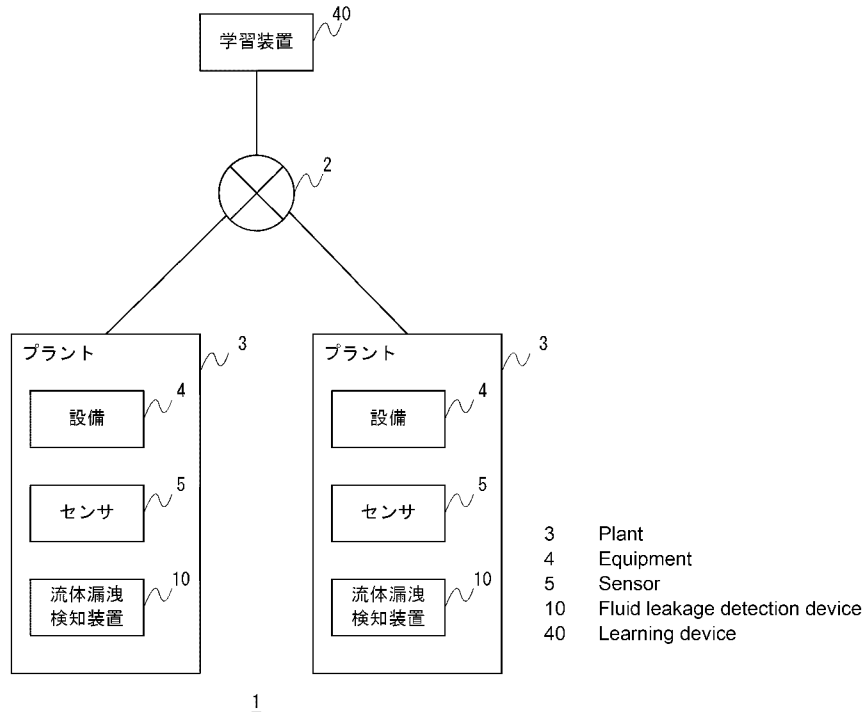
(10) 国際公開番号
WO 2020/079920 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 3/00 (2006.01) G01M 3/38 (2006.01)
G01M 3/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/030170
- (22) 国際出願日: 2019年8月1日(01.08.2019)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2018-195205 2018年10月16日(16.10.2018) JP
- (71) 出願人: 千代田化工建設株式会社(CHIYODA CORPORATION) [JP/JP]; 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 Kanagawa (JP).

- (72) 発明者: 小木曾 良治(OGISO Ryoji); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 加藤 倫与(KATO Michiyo); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP). 日置 輝夫(HIOKI Teruo); 〒2208765 神奈川県横浜市西区みなとみらい四丁目6番2号 千代田化工建設株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 三木 友由(MIKI Tomoyoshi); 〒1500021 東京都渋谷区恵比寿西2-1-12 Tokyo (JP).

(54) Title: FLUID LEAKAGE DETECTION SYSTEM, FLUID LEAKAGE DETECTION DEVICE, AND LEARNING DEVICE

(54) 発明の名称: 流体漏洩検知システム、流体漏洩検知装置、及び学習装置



(57) Abstract: This fluid leakage detection system 1 comprises a plurality of sensors 5 that are installed in a structure such as a plant 3 and each detect the value of a quantity to be detected at the installation position thereof and a fluid leakage detection device 10 for detecting fluid leakage in the structure on the basis of the values of the quantity to be detected that have been detected by the plurality of sensors 5. The fluid leakage detection device 10 comprises an actual measured value acquisition unit for acquiring the values of the quantity to be detected that have been detected by the plurality of

WO 2020/079920 A1

(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, 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))

sensors 5 and a leakage state determination unit for determining the fluid leakage state in the structure on the basis of the distribution of the values of the quantity to be detected acquired by the actual measured value acquisition unit.

(57) 要約 : 流体漏洩検知システム 1 は、プラント 3 などの建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサ 5 と、複数のセンサ 5 により検知された検知対象量の値に基づいて、建造物における流体の漏洩を検知する流体漏洩検知装置 10 とを備える。流体漏洩検知装置 10 は、複数のセンサ 5 により検知された検知対象量の値を取得する実測値取得部と、実測値取得部により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部とを備える。

明 細 書

発明の名称：

流体漏洩検知システム、流体漏洩検知装置、及び学習装置

技術分野

[0001] 本発明は、建造物における流体の漏洩を検知するための流体漏洩検知システム、その流体漏洩検知システムに利用可能な流体漏洩検知装置及び学習装置に関する。

背景技術

[0002] プラントなどの建造物において、可燃性の気体や毒性の気体が漏洩した場合、迅速に検知して適切な対応を行う必要がある。漏洩ガスを検知するための技術として、赤外線カメラなどを用いてガスを検知する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2018-128318号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載された漏洩ガス検知技術では、赤外線カメラの撮影範囲外におけるガスの漏洩状況や、ガスの漏洩源の位置などを把握することが困難であった。とくに、浮遊式生産貯蔵出荷設備（Floating Production Storage and Offloading：FPSO）などのオフショア（海上）設備は、設置される機器の密度が高く、漏洩したガスが機器などと干渉しつつ拡散していく挙動が複雑で予測が困難である上、機器の影になって赤外線カメラで撮影できない不可視領域が多くなるので、漏洩源を特定することは更に困難である。このような建造物においても、流体が漏洩したときに迅速に検知し、適切な対応を行うことを可能とする技術が必要である。

[0005] 本発明は、こうした状況を鑑みてなされたものであり、その目的は、建造

物における流体の漏洩状況を的確に検知することを可能とする技術を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本発明のある態様の流体漏洩検知システムは、建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサと、複数のセンサにより検知された検知対象量の値に基づいて、建造物における流体の漏洩を検知する流体漏洩検知装置と、を備える。流体漏洩検知装置は、複数のセンサにより検知された検知対象量の値を取得する実測値取得部と、実測値取得部により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、を備える。

[0007] 本発明の別の態様は、流体漏洩検知装置である。この装置は、建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサにより検知された検知対象量の値を取得する実測値取得部と、実測値取得部により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、を備える。

[0008] 本発明のさらに別の態様は、学習装置である。この装置は、建造物の所定の位置から流体が漏洩したときに、建造物に設置された複数のセンサのそれぞれにより検知される検知対象量の値を学習データとして生成する学習データ生成部と、学習データ取得部により取得された学習データを使用した機械学習により、複数のセンサにより検知された検知対象量の値を入力して流体の漏洩源の位置を出力する漏洩位置判定アルゴリズムを学習する学習部と、を備える。

[0009] なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、建造物を適切に管理することを可能とする技術を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の実施の形態に係る流体漏洩検知システムの全体構成を示す図である。

[図2]第1の実施の形態に係る流体漏洩検知装置の構成を示す図である。

[図3]第1の実施の形態に係る学習装置の構成を示す図である。

[図4]学習データ生成部により生成される学習データの例を示す図である。

[図5]第2の実施の形態に係る設計支援システムの全体構成を示す図である。

[図6]第2の実施の形態に係る学習装置の構成を示す図である。

[図7]第2の実施の形態に係る設計支援装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] (第1の実施の形態)

図1は、第1の実施の形態に係る流体漏洩検知システムの全体構成を示す。本実施の形態では、液化天然ガス、石油製品、化学製品、工業製品などを生産するためのプラントなどの建造物において流体の漏洩を検知する例について説明する。流体漏洩検知システム1は、プラント3に設けられた機器や配管などの設備4から漏洩した流体を検知するためにプラント3に設置された複数のセンサ5と、複数のセンサ5による検知結果に基づいてプラント3における流体の漏洩状況を検知する流体漏洩検知装置10と、流体漏洩検知装置10において流体の漏洩状況を判定するために使用される流体漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習装置40とを備える。これらの装置は、通信手段の一例であるインターネット2により接続される。通信手段は、インターネット2以外の任意の通信手段であってもよい。建造物は、プラント以外の任意の地上建造物、海上建造物、地中建造物、水中建造物、建築物、構造物、設備などであってもよい。

[0013] センサ5は、設置位置における検知対象量の値を検知する。センサ5は、例えば、プラント3において漏洩する可能性のある流体の濃度、種類、組成などや、温度、圧力などの物理量や、赤外線、紫外線、可視光などの光などを検知するものであってもよい。また、センサ5は、単体のセンサにより設

置位置における検知対象量を検知する点検知方式のセンサであってもよいし、投光部と受光部の組を含むセンサにより投光部と受光部の間の検知対象量を検知する線検知方式のセンサであってもよいし、二次元又は三次元の画像を撮像する可視光カメラ又は赤外線カメラなどであってもよい。本実施の形態では、ガスの濃度を検知するガス濃度センサと赤外線カメラをセンサ5として設置する例について説明する。

[0014] 図2は、第1の実施の形態に係る流体漏洩検知装置10の構成を示す。流体漏洩検知装置10は、通信装置11、表示装置12、入力装置13、制御装置20、及び記憶装置30を備える。

[0015] 通信装置11は、無線又は有線による通信を制御する。通信装置11は、インターネット2を介して、センサ5及び学習装置40などとの間でデータを送受信する。表示装置12は、制御装置20により生成された表示画像を表示する。入力装置13は、制御装置20に指示を入力する。

[0016] 記憶装置30は、制御装置20が使用するデータ及びコンピュータプログラムを格納する。記憶装置30は、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を含む。

[0017] 制御装置20は、実測値取得部21、漏洩状況判定部22、影響範囲判定部23、対応内容判定部24、及び提示部25を備える。これらの構成は、ハードウェアコンポーネントでいえば、任意のコンピュータのCPU、メモリ、メモリにロードされたプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

[0018] 実測値取得部21は、複数のセンサ5により検知された検知対象量の値を取得する。検知対象量は、上述したように、ガス濃度センサにより検知される所定の種類のガスの濃度や、赤外線カメラにより撮像される赤外線の強度などである。

- [0019] 漏洩状況判定部 2 2 は、実測値取得部 2 1 により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、プラント 3 におけるガスの漏洩源の位置、種類、方向、量などの漏洩状況を判定する。漏洩状況判定部 2 2 は、複数のセンサ 5 により検知された検知対象量の分布に基づいて、統計的手法などにより漏洩状況を判定してもよいが、本実施の形態では、学習装置 4 0 により学習された漏洩状況判定アルゴリズム 3 1 を使用して漏洩状況を判定する。漏洩状況判定アルゴリズム 3 1 は、複数のセンサ 5 により検知された検知対象量の値を入力して流体の漏洩源の位置、漏洩方向、漏洩量などの漏洩状況を表すパラメータを出力する。
- [0020] 影響範囲判定部 2 3 は、実測値取得部 2 1 により取得された検知対象量の値の分布、又は、漏洩状況判定部 2 2 により判定された流体の漏洩状況に基づいて、流体の漏洩源が位置する建造物のセグメントを同定するとともに、漏洩した流体による影響が漏洩源のセグメントに留まらなると推測される場合は、漏洩した流体の拡散、漏洩した流体に起因する着火、火災、爆発などの影響の有無及び範囲を判定する。影響範囲判定部 2 3 は、検知対象量の値の分布や漏洩状況などに基づいたルールベースの判定基準にしたがって影響範囲を判定してもよいが、本実施の形態では、学習装置 4 0 により学習された影響範囲判定アルゴリズム 3 2 を使用して影響範囲を判定する。影響範囲判定アルゴリズム 3 2 は、複数のセンサ 5 により検知された検知対象量の値、漏洩状況判定部 2 2 により判定された漏洩状況を表すパラメータなどを入力して流体の漏洩の影響範囲を表すパラメータを出力する。
- [0021] 対応内容判定部 2 4 は、実測値取得部 2 1 により取得された検知対象量の値の分布、漏洩状況判定部 2 2 により判定された流体の漏洩状況、又は影響範囲判定部 2 3 により判定された流体の漏洩による影響範囲に基づいて、漏洩源又は着火源の制御、消火設備の制御、流体の弁の緊急遮断制御、脱圧制御などの対応内容及び対応範囲を判定する。対応内容判定部 2 4 は、検知対象量の値の分布、漏洩状況、影響範囲などに基づいたルールベースの判定基準にしたがって対応内容及び対応範囲を判定してもよいが、本実施の形態で

は、学習装置40により学習された対応内容判定アルゴリズム33を使用して対応内容及び対応範囲を判定する。対応内容判定アルゴリズム33は、複数のセンサ5により検知された検知対象量の値、漏洩状況判定部22により判定された漏洩状況を表すパラメータ、影響範囲判定部23により判定された影響範囲を表すパラメータなどを入力して対応内容及び対応範囲を表すパラメータを出力する。

[0022] 提示部25は、漏洩状況判定部22により判定された流体の漏洩状況や、影響範囲判定部23により判定された流体の漏洩による影響範囲や、対応内容判定部24により判定された対応内容及び対応範囲などを、表示装置12に表示する。

[0023] 図3は、第1の実施の形態に係る学習装置の構成を示す。学習装置40は、通信装置41、表示装置42、入力装置43、制御装置50、及び記憶装置60を備える。

[0024] 通信装置41は、無線又は有線による通信を制御する。通信装置41は、インターネット2を介して、センサ5及び流体漏洩検知装置10などとの間でデータを送受信する。表示装置42は、制御装置50により生成された表示画像を表示する。入力装置43は、制御装置50に指示を入力する。

[0025] 記憶装置60は、制御装置50が使用するデータ及びコンピュータプログラムを格納する。記憶装置60は、構造データ保持部61、センサ位置データ保持部62、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を含む。

[0026] 構造データ保持部61は、プラント3の構造を表す構造データを保持する。センサ位置データ保持部62は、構造データ保持部61に保持された構造データにより表されるプラントに仮想的に設置された複数の仮想センサの位置を示すデータを保持する。複数の仮想センサは、現実のプラント3に設置された複数のセンサ5の設置位置と同じ位置に仮想的に設置される。

[0027] 制御装置50は、実測値取得部51、数値流体力学シミュレータ52、漏洩状況設定部53、学習データ生成部54、学習部55、及び結果提示部5

6を備える。これらの機能ブロックも、ハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できる。

[0028] 実測値取得部51は、プラント3においてガスが漏洩したときに複数のセンサ5により検知された検知対象量の値と、そのときの漏洩状況を表すパラメータを、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を学習するための学習データとして取得する。しかし、現実のプラント3においてガスなどの流体が漏洩することはほとんどないし、ガスが漏洩したときの漏洩状況をプラント3において実験することも困難であるから、学習データとして使用可能な実測値は少数に限られる。したがって、本実施の形態では、プラント3において様々な条件下で流体が漏洩したときの漏洩状況を数値流体力学シミュレータ52により再現して学習データを作成する。

[0029] 数値流体力学シミュレータ52は、構造データ保持部61に保持された建造物の構造データを使用して、建造物において漏洩した流体の挙動をシミュレートする。構造データ保持部61は、例えば、建造物を複数の計算格子に分割し、計算格子ごとに中心点の座標、体積、範囲、密集度などの構造データを保持する。密集度は、計算格子の体積に対する、その計算格子に含まれる建造物の長さ又は体積の比である。計算格子の形状は、直方体であってもよいし、正四面体であってもよいし、その他の任意の形状であってもよい。構造データ保持部61には、建造物の三次元形状を表す三次元形状データが保持されてもよいし、数値流体力学シミュレータ52が使用可能な任意の形式の構造データが保持されてもよい。また、構造データ保持部61には、プラント3に設置された機器、配管、架構などの形状、配置位置、数量などが保持されてもよい。数値流体力学シミュレータ52は、漏洩状況設定部53により設定された漏洩状況において、所定の時間間隔で計算格子ごとの流れ方程式の近似解を求め、それぞれの計算格子における流体の圧力、流速、密度などを算出する。数値流体力学シミュレータ52は、流体の漏洩開始から所定時間が経過するまでの流体の挙動をシミュレートする。これにより、可

燃性気体や毒性気体などを内包する機器や配管などから流体が漏洩した場合の、建造物に設置された各種の構造物との干渉や拡散などの状況を的確に再現することができる。

[0030] 漏洩状況設定部53は、数値流体力学シミュレータ52によりシミュレートする流体の漏洩状況を設定する。漏洩状況設定部53は、漏洩源の位置、開口面積、開口形状、漏洩物の種類、組成、温度、漏洩方向、漏洩速度、漏洩量、漏洩期間などの漏洩状況を表すパラメータを設定するとともに、風速、風向、気流の乱れなどの風況を表すパラメータや、気温、気圧、湿度、天候、大気安定度などの気象条件を表すパラメータや、地形や地表の状態などを表すパラメータなどの環境条件を設定する。プラント3において生じうる多様な漏洩状況を設定して漏洩の挙動を数値流体力学シミュレータ52にシミュレートさせて学習データを生成することにより、多様な漏洩状況を的確に検知可能な漏洩状況判定アルゴリズム31を学習させることができる。学習の効率を向上させるために、漏洩状況設定部53は、プラント3において発生する可能性が比較的高いと考えられる漏洩状況や、発生した場合の危険度や重大度が高いと考えられる漏洩状況を優先的に設定し、それらの漏洩状況を優先的に学習させてもよい。

[0031] 結果提示部56は、数値流体力学シミュレータ52によりシミュレートされた流体の漏洩状況を表示装置42に表示する。結果提示部56は、例えば、漏洩源から漏洩した流体が拡散する様子をアニメーション表示してもよい。この場合、結果提示部56は、任意の視点位置及び視線方向を設定して構造データ保持部61に保持された構造データをレンダリングすることによりプラント3の画像を生成し、生成したプラント3の画像に流体の漏洩状況のシミュレーション結果を重畳表示してもよい。また、結果提示部56は、流体の濃度や種類などによって表示色を異ならせてもよい。これにより、ガス濃度センサや赤外線カメラなどによる検知範囲外における流体の挙動も可視化することができる。

[0032] 結果提示部56は、任意の二次元断面におけるガス濃度の分布を表示して

もよい。結果提示部56は、任意の視点位置から任意の視線方向に見たガス雲の画像を表示してもよい。結果提示部56は、視点位置から視線方向に見た光路上のガス濃度とガス雲の長さによる積分値を算出し、算出した積分値を任意の二次元断面で表示してもよい。

[0033] 学習データ生成部54は、数値流体力学シミュレータ52によるシミュレーション結果に基づいて、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を学習させるための学習データを生成する。学習データ生成部54は、ガス濃度センサにより検知されるガス濃度の値を学習データとして生成してもよいし、赤外線カメラにより撮像される画像の画素値を学習データとして生成してもよい。

[0034] プラント3のセンサ5としてガス濃度センサが設置される場合、学習データ生成部54は、センサ位置データ保持部62に保持された設置位置にある複数の仮想的なガス濃度センサのそれぞれにより検知されると推測されるガス濃度の値の時間変化を算出し、それらの値と漏洩状況を表すパラメータとの組を学習データとして生成する。

[0035] プラント3のセンサ5として赤外線カメラが設置される場合、学習データ生成部54は、センサ位置データ保持部62に保持された設置位置にある複数の仮想的な赤外線カメラのそれぞれにより撮像されると推測される画像の画素値の時間変化を算出し、それらの値と漏洩状況を表すパラメータとの組を学習データとして生成する。この場合、学習データ生成部54は、赤外線カメラの設置位置から赤外線カメラの視線方向に見た光路上のガス濃度とガス雲の長さの積分値を画素値として算出してもよい。

[0036] 図4は、学習データ生成部54により生成される学習データの例を示す。図4(a)及び図4(c)は、数値流体力学シミュレータ52によるシミュレーション結果を示す。漏洩したガスが拡散し、ガス雲63が形成されている。学習データ生成部54は、仮想的な赤外線カメラ64の視点位置と視線方向を設定し、視点位置から視線方向に見た光路上のガス濃度とガス雲の長さによる積分値を算出することにより、その視点位置に設置された赤外線カ

メラにより撮像されると推測される画像を生成する。図4（b）及び図4（d）は、学習データ生成部54により生成された画像を示す。いずれの画像においてもガス雲63が撮像されているが、図4（a）におけるガス雲63は図4（c）におけるガス雲63よりも仮想的な赤外線カメラ64の視線方向に長く拡散しているため、図4（b）に示す画像では図4（d）に示す画像よりも濃くガス雲63が写っている。学習データ生成部54は、センサ位置データ保持部62に保持された複数の設置位置に仮想的な赤外線カメラ64の視点位置を設定して、このような画像を多数生成し、漏洩状況を表すパラメータと組み合わせて学習データとする。これにより、赤外線カメラにより撮像される画像と漏洩状況を表すパラメータとの関係を学習することができる。

[0037] 学習データ生成部54は、各センサの位置におけるガス濃度又は赤外線画像の画素値に代えて、又はそれらに加えて、漏洩ガスに関する別のパラメータを学習データとして生成してもよい。例えば、ガス雲を横切る任意の二次元断面上のガス濃度の分布、ガス雲の大きさ、ガス濃度又は画素値の空間微分値又は時間微分値、風速又は風向の分布、等価量論ガス濃度の値又は分布などを学習データとして生成してもよい。この場合、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33は、入力層にこれらの値を入力するニューラルネットワークであってもよく、流体漏洩検知装置10は、実測値取得部21により取得された検知対象量の値に基づいて、これらの値を算出し、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33に入力してもよい。

[0038] 学習データ生成部54は、影響範囲判定アルゴリズム32を学習するための学習データを生成するために、可燃性ガスの濃度及び温度などに基づいて着火可能性を算出し、着火可能性が所定値以上である範囲を影響範囲としてもよい。また、毒性ガスの濃度と忍限量とを比較し、毒性ガスの濃度が忍限量を超えている範囲を影響範囲としてもよい。様々な流体の危険性を統一的

に評価するために、ガス雲内の各点におけるガス濃度に応じた層流燃焼速度などの燃焼特性値によりガス濃度を補正した値を、ガス雲全体で積分した積分値を算出してもよい。

[0039] 学習データ生成部54は、対応内容判定アルゴリズム33を学習するための学習データを生成するために、所定の対応内容が実行されたときの流体の漏洩状況を更に数値流体力学シミュレータ52にシミュレートさせ、そのシミュレーション結果に基づいて、その対応内容の良否を判定してもよい。例えば、所定のタイミングで防火戸を閉じた場合の流体の拡散状況を数値流体力学シミュレータ52によりシミュレートさせ、その後の流体の拡散状況を、防火戸を閉じなかった場合の流体の拡散状況と比較することにより、所定のタイミングで防火戸を閉じる対応の良否を判定してもよい。結果提示部56により数値流体力学シミュレータ52によるシミュレーション結果をオペレータに提示し、入力装置43を介してオペレータから対応内容や対応の良否を取得してもよい。

[0040] 学習部55は、実測値取得部51により取得された実測値又は学習データ生成部54により生成された学習データを教師データとして使用し、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を教師あり深層学習により学習する。学習部55は、教師データに含まれる入力データと出力データに応じてニューラルネットワークの中間層の重みを調整することにより、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33を学習する。学習済みの漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33は、流体漏洩検知装置10に提供される。

[0041] 学習部55は、強化学習により対応内容判定アルゴリズム33を学習してもよい。この場合、学習部55は、様々なタイミングで様々な対応内容を実行した場合の流体の漏洩状況を数値流体力学シミュレータ52にシミュレートさせ、対応内容を実行しない場合よりも流体の漏洩量、漏洩範囲、又は影

響範囲が小さくなることなどを報酬とする強化学習により、対応内容判定アルゴリズム33を学習してもよい。

[0042] 流体漏洩検知装置10は、流体の漏洩が検知されたときに、流体の漏洩挙動を表示装置12に表示してもよい。流体漏洩検知装置10は、漏洩開始から現在までの流体の漏洩挙動を表示装置12に表示してもよいし、将来予測される流体の漏洩挙動を表示装置12に表示してもよい。この場合、流体漏洩検知装置10は、学習装置40から流体の漏洩挙動を示す動画像を取得して表示してもよいし、流体の漏洩挙動を示す動画像を生成するための構成を備えてもよい。後者の場合、流体漏洩検知装置10は、構造データ保持部61、数値流体力学シミュレータ52、及び漏洩状況設定部53を備えてもよい。これにより、プラント3において流体が漏洩した場合であっても、流体の漏洩挙動を視覚的に分かりやすくオペレータに提示することができるので、オペレータが的確な対応内容を決定することができるように支援することができる。

[0043] 流体漏洩検知装置10の漏洩状況判定部22は、漏洩状況判定アルゴリズム31に代えて、ガス濃度の分布や赤外線カメラの画像などと漏洩状況を表すパラメータとの組を多数格納した漏洩状況データベースを参照して漏洩状況を判定してもよい。この場合、漏洩状況判定部22は、実測値取得部21により取得された検知対象量の値の分布に合致又は類似するガス濃度の分布や赤外線カメラの画像などを漏洩状況データベースから検索することにより、漏洩状況を判定してもよい。この場合、漏洩状況判定部22は、画像マッチング技術などを利用して漏洩状況データベースを検索してもよい。

[0044] (第2の実施の形態)

上述した数値流体力学シミュレータ52による流体の漏洩挙動のシミュレーション結果を多数生成して解析することにより、プラントの構造などの因子と流体の漏洩に関する危険度との相関関係を抽出し、プラントの設計や改良などに活用することができる。

[0045] 図5は、第2の実施の形態に係る設計支援システムの全体構成を示す。設

計支援システム6は、プラントの構造などの因子から流体の漏洩に関する危険度を判定するための危険度判定アルゴリズムを学習する学習装置70と、学習装置70により学習された危険度判定アルゴリズムを利用してプラントの設計を支援する設計支援装置80とを備える。学習装置70と設計支援装置80は、インターネット2により接続される。

[0046] 図6は、第2の実施の形態に係る学習装置の構成を示す。学習装置70は、図3に示した第1の実施の形態に係る学習装置40の学習データ生成部54及び学習部55に代えて、学習データ生成部71及び学習部72を備える。また、センサ位置データ保持部62、漏洩状況判定アルゴリズム31、影響範囲判定アルゴリズム32、及び対応内容判定アルゴリズム33に代えて、シミュレーション結果保持部73及び危険度判定アルゴリズム74を備える。その他の構成及び動作は、第1の実施の形態と同様である。

[0047] シミュレーション結果保持部73は、数値流体力学シミュレータ52によるシミュレーション結果を保持する。シミュレーション結果保持部73は、設計を支援する対象のプラントの構造に基づくシミュレーション結果を保持してもよいし、複数のプラントの構造に基づくシミュレーション結果を保持してもよい。学習データ生成部71は、シミュレーション結果保持部73に保持されたシミュレーション結果から、流体の漏洩に関する危険度を所定の基準にしたがって評価し、評価された危険度と、そのシミュレーションにおけるプラントの構造などの因子との間の相関関係を学習するための学習データを生成する。学習データ生成部71は、ガス雲を横切る任意の二次元断面上のガス濃度の分布、ガス雲の大きさ、ガス濃度又は画素値の空間微分値又は時間微分値、等価量論ガス濃度の値又は分布、可燃性ガスの濃度及び温度、着火可能性、毒性ガスの濃度、ガス雲内の各点におけるガス濃度に応じた層流燃焼速度などの燃焼特性値によりガス濃度を補正した値をガス雲全体で積分した積分値、漏洩した流体による影響範囲などに基づいて危険度を評価してもよい。構造などの因子は、例えば、配置される構造物の種類、材質や、面積、体積、密度、運転温度などの物理量や、密集度や、内部に存在しう

る流体の種類、量、温度などであってもよい。

- [0048] 学習部 72 は、学習データ生成部 71 により生成された学習データを使用して、危険度判定アルゴリズム 74 を学習する。危険度判定アルゴリズム 74 は、例えば、プラントの構造データなどから抽出可能な複数の因子の値を入力し、流体の漏洩に関する危険度を出力するニューラルネットワークであってもよいし、複数の因子の値を変数として危険度を表した数式であってもよいし、複数の因子の値から危険度を判定可能な任意の形式のアルゴリズムであってもよい。学習部 72 は、データマイニング、ロジスティック回帰分析、多変量解析、教師なし機械学習、教師あり機械学習など、任意の技術を利用して危険度判定アルゴリズム 74 を学習してもよい。例えば、シミュレーション結果ごとに、複数の因子の値を入力したときに、評価された危険度が出力されるように、ニューラルネットワークの中間層を調整してもよい。また、ロジスティック回帰分析により、回帰式における回帰係数を算出してもよい。
- [0049] 図 7 は、第 2 の実施の形態に係る設計支援装置の構成を示す。第 2 の実施の形態に係る設計支援装置 80 は、通信装置 81、表示装置 82、入力装置 83、制御装置 90、及び記憶装置 84 を備える。
- [0050] 通信装置 81 は、無線又は有線による通信を制御する。通信装置 81 は、インターネット 2 を介して、学習装置 70 などとの間でデータを送受信する。表示装置 82 は、制御装置 90 により生成された表示画像を表示する。入力装置 83 は、制御装置 90 に指示を入力する。
- [0051] 記憶装置 84 は、制御装置 90 が使用するデータ及びコンピュータプログラムを格納する。記憶装置 84 は、危険度判定アルゴリズム 74 を含む。
- [0052] 制御装置 90 は、構造データ取得部 91、危険度判定部 92、設計変更推奨部 93、及び提示部 94 を備える。これらの構成も、ハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、又はそれらの組合せによっていろいろな形で実現できる。
- [0053] 構造データ取得部 91 は、プラントの構造を表す構造データを取得する。

構造データ取得部 9 1 は、設計中のプラントの C A D データなどを取得してもよいし、建造済みのプラントの C A D データ又は三次元画像データなどを取得してもよい。

[0054] 危険度判定部 9 2 は、構造データ取得部 9 1 により取得された構造データに基づいて、危険度判定アルゴリズム 7 4 によりプラントの危険度を判定する。危険度判定部 9 2 は、危険度判定アルゴリズム 7 4 に入力すべき因子の値を構造データに基づいて算出し、算出された因子の値を危険度判定アルゴリズム 7 4 に入力して危険度を判定する。危険度判定部 9 2 は、プラントを複数の領域に分割し、領域ごとに危険度を判定してもよい。

[0055] 設計変更推奨部 9 3 は、危険度判定部 9 2 により判定された危険度が所定の条件に合致する場合に、プラントの設計変更を推奨する。設計変更推奨部 9 3 は、危険度が所定値よりも高い場合に、プラントの設計変更を推奨してもよい。危険度判定部 9 2 が領域ごとに危険度を判定する場合、設計変更推奨部 9 3 は領域ごとに設計変更を推奨してもよい。設計変更推奨部 9 3 は、危険度が所定値よりも高い領域にセンサ 5 を配置したり、危険度が所定値よりも高い領域の密集度を下げないように構造物の配置を変更したり、危険度が所定値よりも高い領域に流体の拡散を防ぐための構造物などを配置したりすることを推奨してもよい。

[0056] 提示部 9 4 は、危険度判定部 9 2 による判定結果や、設計変更推奨部 9 3 による設計変更の推奨などを表示装置 8 2 に表示する。提示部 9 4 は、任意の視点位置及び視線方向を設定して構造データ取得部 9 1 により取得された構造データをレンダリングすることによりプラントの画像を生成し、生成したプラントの画像に危険度を重畳表示してもよい。また、提示部 9 4 は、危険度の高さによって表示色を異ならせてもよい。これにより、プラントの危険度を可視化することができるので、減災プラントを設計するためのレイアウト、センサの配置、危険シナリオ、影響度などの分析、評価、設計などを的確に支援することができる。

[0057] 以上、本発明を実施例をもとに説明した。この実施例は例示であり、それ

らの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

[0058] 本発明のある態様の流体漏洩検知システムは、建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサと、複数のセンサにより検知された検知対象量の値に基づいて、建造物における流体の漏洩を検知する流体漏洩検知装置と、を備える。流体漏洩検知装置は、複数のセンサにより検知された検知対象量の値を取得する実測値取得部と、実測値取得部により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、を備える。この態様によると、建造物における流体の漏洩状況を的確に検知することができる。

[0059] 漏洩状況判定部は、機械学習により学習された、複数のセンサにより検知された検知対象量の値を入力して流体の漏洩状況を出力する漏洩状況判定アルゴリズムを使用して、流体の漏洩状況を判定してもよい。この態様によると、流体の漏洩状況を検知する精度を向上させることができる。

[0060] 漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習装置を更に備えてもよい。学習装置は、建造物の所定の位置から流体が漏洩したときに複数のセンサのそれぞれにより検知される検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習部を備えてもよい。この態様によると、漏洩状況判定アルゴリズムの精度を向上させることができる。

[0061] 学習装置は、建造物の構造データを保持する構造データ保持部と、建造物の所定の位置から流体が漏洩したときの建造物における流体の挙動を、構造データ保持部に保持された建造物の構造データに基づく三次元流動シミュレーションによりシミュレートする三次元流動シミュレータと、を更に備えてもよい。学習部は、三次元流動シミュレータによる三次元流動シミュレーションの結果に基づいて算出された検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により漏洩状況判定アルゴリズムを学習してもよい。この態様によると、実測値が少ない事例であっても、学習データを大量に生成して学習

することができるので、漏洩状況判定アルゴリズムの精度及び学習効率を向上させることができる。

[0062] 学習装置は、複数のセンサの設置位置を示すデータを保持するセンサ位置データ保持部と、三次元流動シミュレータによる三次元流動シミュレーションの結果に基づいて、センサ位置データ保持部に保持された設置位置にある複数のセンサのそれぞれにより検知されると推測される検知対象量の値を算出することにより、学習データを生成する学習データ生成部を更に備えてもよい。学習部は、学習データ生成部により生成された学習データを使用した機械学習により漏洩状況判定アルゴリズムを学習してもよい。この態様によると、漏洩状況判定アルゴリズムの精度を向上させることができる。

[0063] 学習部は、三次元流動シミュレータにより算出された、流体の漏洩源の位置、流体の種類、流体を構成する複数の物質の組成、流体の漏洩量、流体の漏洩方向、或いは建造物の状態又は環境を表す物理量の異なる複数のシミュレーションにより算出された検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により漏洩状況判定アルゴリズムを学習してもよい。この態様によると、漏洩状況判定アルゴリズムの精度を向上させることができる。

[0064] センサは、流体の濃度を検知する流体濃度センサを含んでもよい。

[0065] センサは、赤外線カメラを含んでもよい。

[0066] 本発明の別の態様は、流体漏洩検知装置である。この装置は、建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサにより検知された検知対象量の値を取得する実測値取得部と、実測値取得部により取得された検知対象量の値の分布に基づいて、建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、を備える。この態様によると、建造物における流体の漏洩状況を的確に検知することができる。

[0067] 本発明のさらに別の態様は、学習装置である。この装置は、建造物の所定の位置から流体が漏洩したときに、建造物に設置された複数のセンサのそれぞれにより検知される検知対象量の値を学習データとして生成する学習データ生成部と、学習データ取得部により取得された学習データを使用した機械

学習により、複数のセンサにより検知された検知対象量の値を入力して流体の漏洩源の位置を出力する漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習部と、を備える。この態様によると、漏洩状況判定アルゴリズムの精度を向上させることができる。

産業上の利用可能性

[0068] 本発明は、建造物における流体の漏洩を検知するための流体漏洩検知システムに利用可能である。

符号の説明

[0069] 1 流体漏洩検知システム、3 プラント、4 設備、5 センサ、6 設計支援システム、10 流体漏洩検知装置、21 実測値取得部、22 漏洩状況判定部、23 影響範囲判定部、24 対応内容判定部、25 提示部、31 漏洩状況判定アルゴリズム、32 影響範囲判定アルゴリズム、33 対応内容判定アルゴリズム、40 学習装置、51 実測値取得部、52 数値流体力学シミュレータ、53 漏洩状況設定部、54 学習データ生成部、55 学習部、56 結果提示部、61 構造データ保持部、62 センサ位置データ保持部、70 学習装置、71 学習データ生成部、72 学習部、73 シミュレーション結果保持部、74 危険度判定アルゴリズム、80 設計支援装置、91 構造データ取得部、92 危険度判定部、93 設計変更推奨部、94 提示部。

請求の範囲

- [請求項1] 建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサと、
前記複数のセンサにより検知された前記検知対象量の値に基づいて、前記建造物における流体の漏洩を検知する流体漏洩検知装置と、
を備え、
前記流体漏洩検知装置は、
前記複数のセンサにより検知された前記検知対象量の値を取得する実測値取得部と、
前記実測値取得部により取得された前記検知対象量の値の分布に基づいて、前記建造物における前記流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、
を備えることを特徴とする流体漏洩検知システム。
- [請求項2] 前記漏洩状況判定部は、機械学習により学習された、前記複数のセンサにより検知された前記検知対象量の値を入力して前記流体の漏洩状況を入力する漏洩状況判定アルゴリズムを使用して、前記流体の漏洩状況を判定することを特徴とする請求項1に記載の流体漏洩検知システム。
- [請求項3] 前記漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習装置を更に備え、
前記学習装置は、前記建造物の所定の位置から前記流体が漏洩したときに前記複数のセンサのそれぞれにより検知される前記検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により前記漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習部を備える
ことを特徴とする請求項2に記載の流体漏洩検知システム。
- [請求項4] 前記学習装置は、
前記建造物の構造データを保持する構造データ保持部と、
前記建造物の所定の位置から前記流体が漏洩したときの前記建造物における前記流体の挙動を、前記構造データ保持部に保持された前記

建造物の構造データに基づく三次元流動シミュレーションによりシミュレートする三次元流動シミュレータと、

を更に備え、

前記学習部は、前記三次元流動シミュレータによる三次元流動シミュレーションの結果に基づいて算出された前記検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により前記漏洩状況判定アルゴリズムを学習する

ことを特徴とする請求項3に記載の流体漏洩検知システム。

[請求項5]

前記学習装置は、

前記複数のセンサの設置位置を示すデータを保持するセンサ位置データ保持部と、

前記三次元流動シミュレータによる三次元流動シミュレーションの結果に基づいて、前記センサ位置データ保持部に保持された設置位置にある前記複数のセンサのそれぞれにより検知されると推測される前記検知対象量の値を算出することにより、前記学習データを生成する学習データ生成部を更に備え、

前記学習部は、前記学習データ生成部により生成された学習データを使用した機械学習により前記漏洩状況判定アルゴリズムを学習することを特徴とする請求項4に記載の流体漏洩検知システム。

[請求項6]

前記学習部は、前記三次元流動シミュレータにより算出された、前記流体の漏洩源の位置、前記流体の種類、前記流体を構成する複数の物質の組成、前記流体の漏洩量、前記流体の漏洩方向、或いは前記建造物の状態又は環境を表す物理量の異なる複数のシミュレーションにより算出された前記検知対象量の値を学習データとして使用した機械学習により前記漏洩状況判定アルゴリズムを学習することを特徴とする請求項4又は5に記載の流体漏洩検知システム。

[請求項7]

前記センサは、前記流体の濃度を検知する流体濃度センサを含むことを特徴とする請求項1から6のいずれかに記載の流体漏洩検知シス

テム。

[請求項8] 前記センサは、赤外線カメラを含むことを特徴とする請求項1から7のいずれかに記載の流体漏洩検知システム。

[請求項9] 建造物に設置され、設置位置における検知対象量の値を検知する複数のセンサにより検知された前記検知対象量の値を取得する実測値取得部と、

前記実測値取得部により取得された前記検知対象量の値の分布に基づいて、前記建造物における流体の漏洩状況を判定する漏洩状況判定部と、

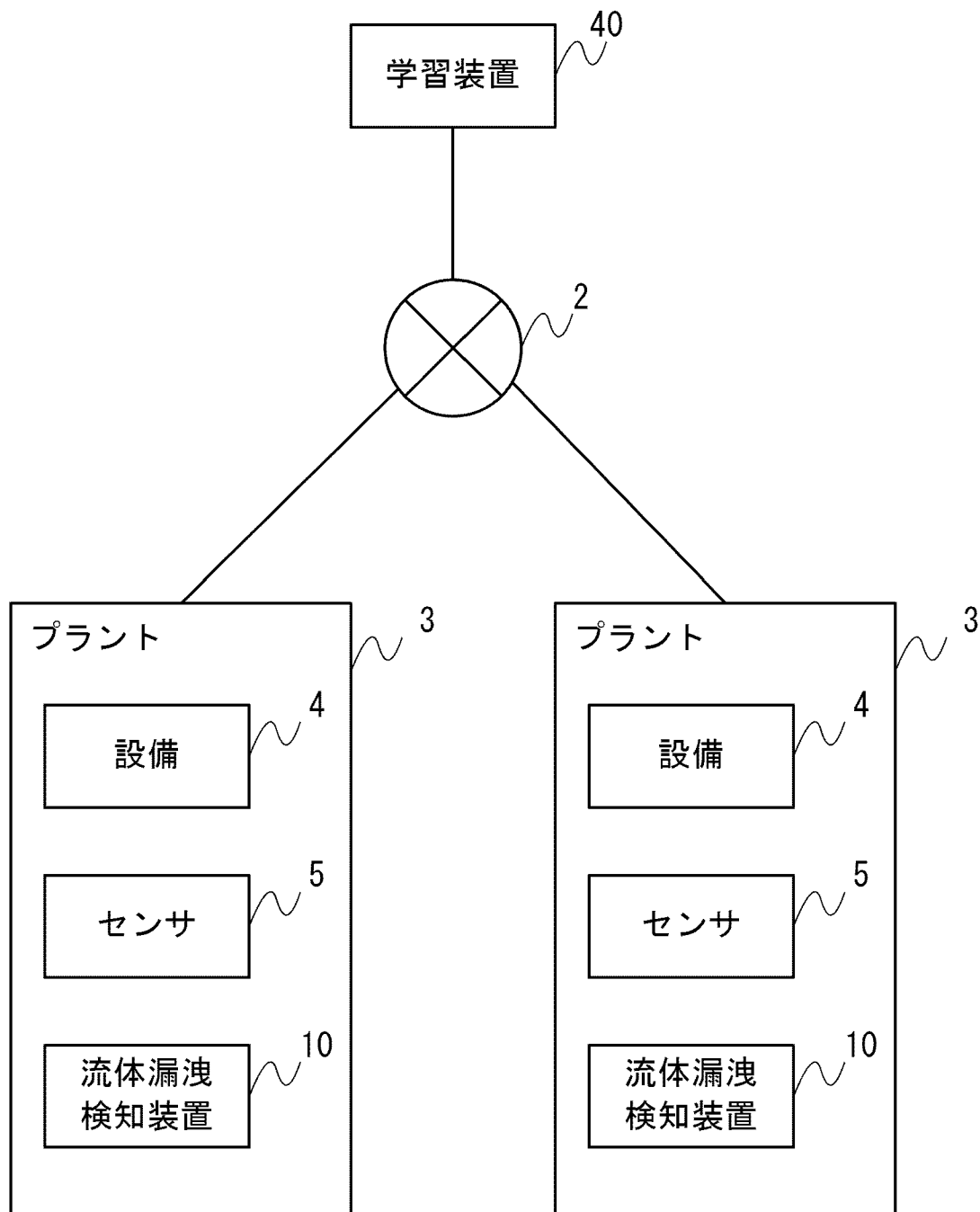
を備えることを特徴とする流体漏洩検知装置。

[請求項10] 建造物の所定の位置から流体が漏洩したときに、前記建造物に設置された複数のセンサのそれぞれにより検知される検知対象量の値を学習データとして取得する学習データ取得部と、

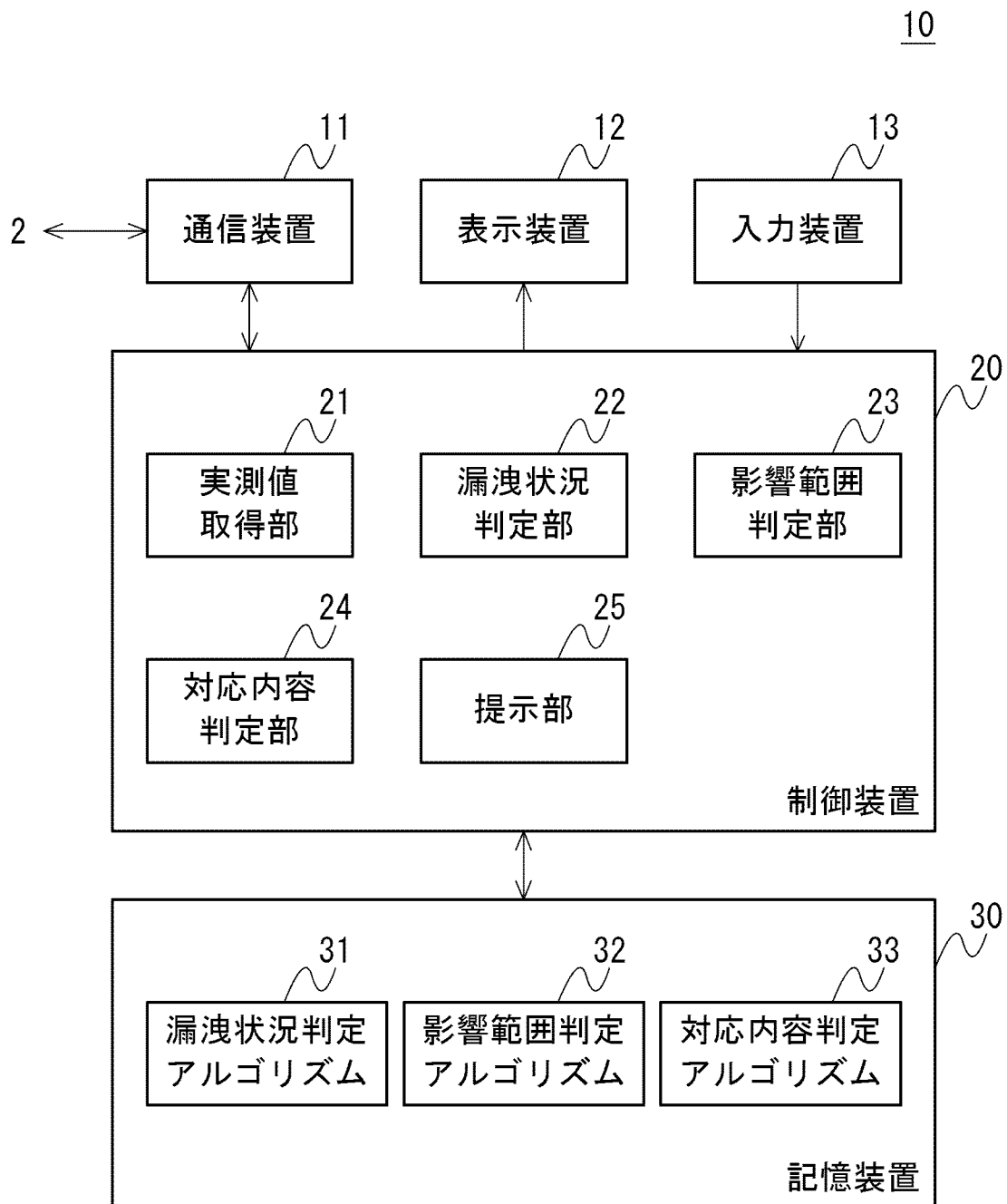
前記学習データ取得部により取得された学習データを使用した機械学習により、前記複数のセンサにより検知された前記検知対象量の値を入力して前記流体の漏洩源の位置を出力する漏洩状況判定アルゴリズムを学習する学習部と、

を備えることを特徴とする学習装置。

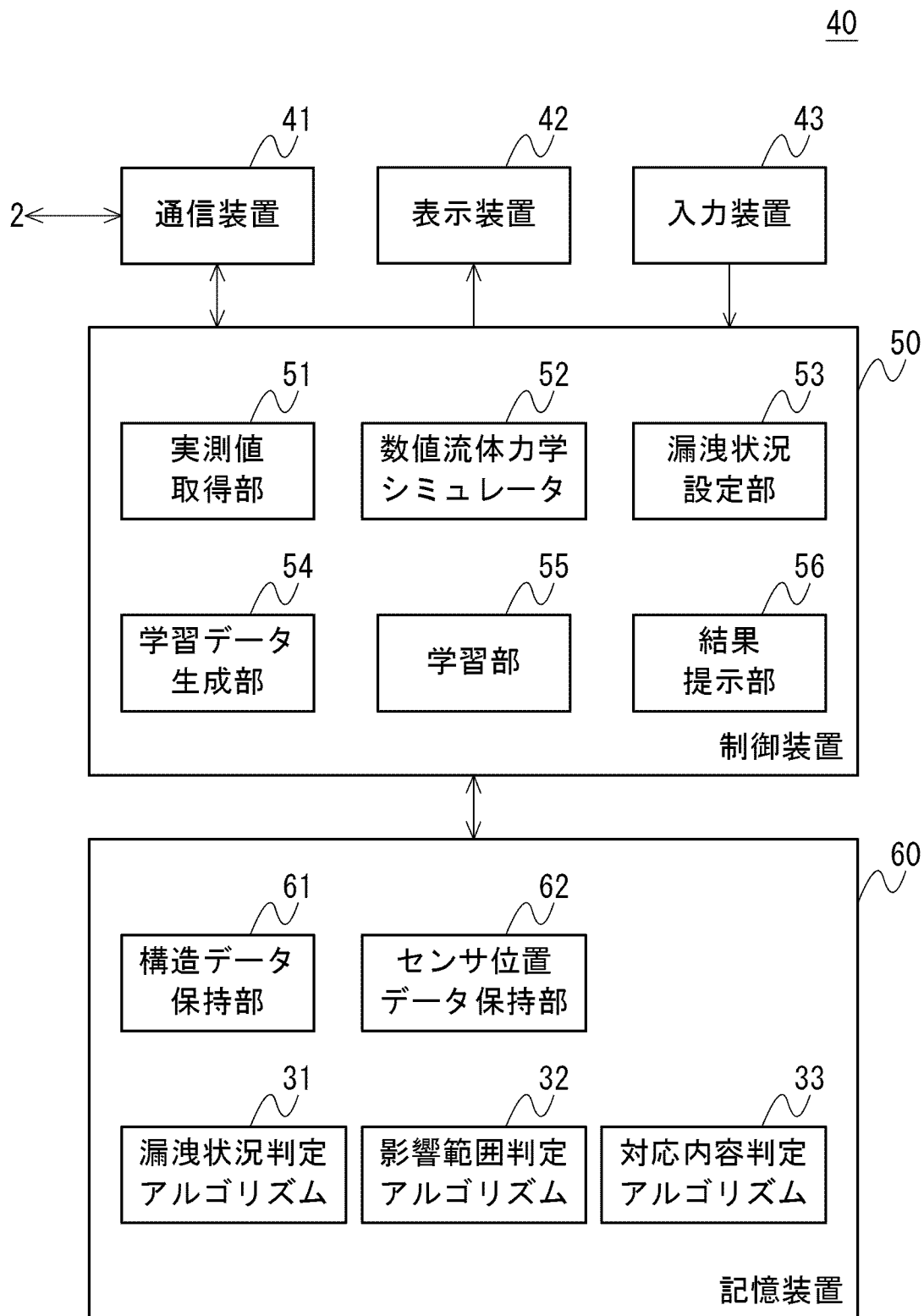
[図1]



[図2]



[図3]



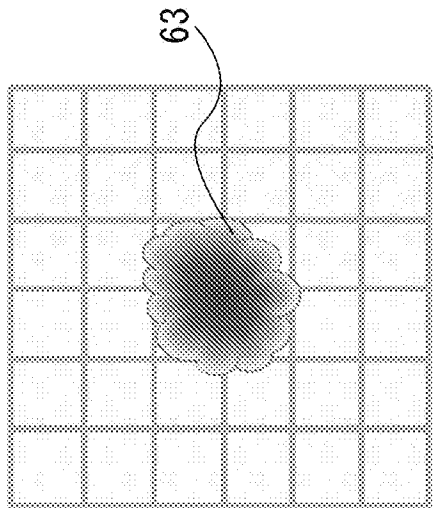
[図4]

濃度・ガス雲長さの積分値



高

低



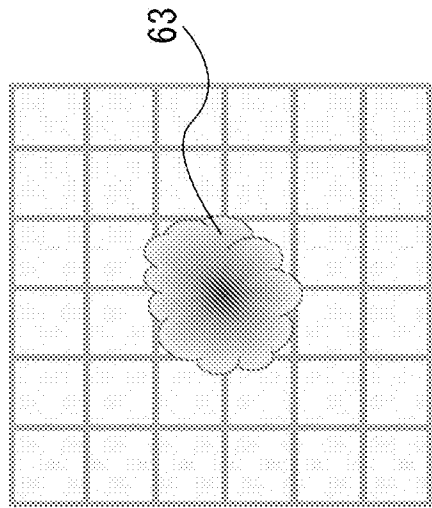
(b)

濃度・ガス雲長さの積分値

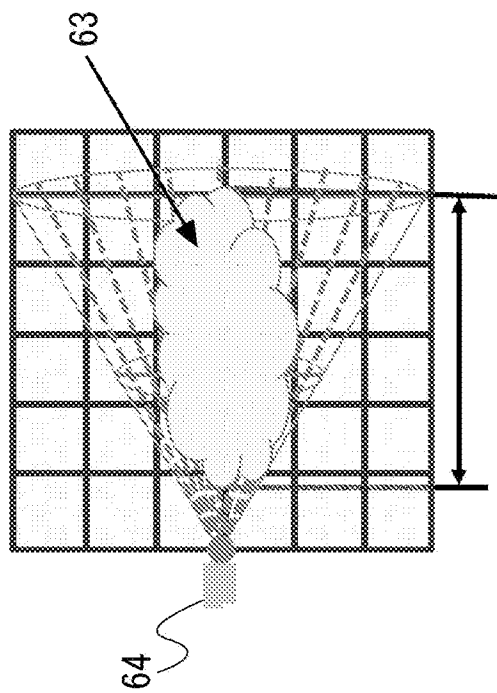


高

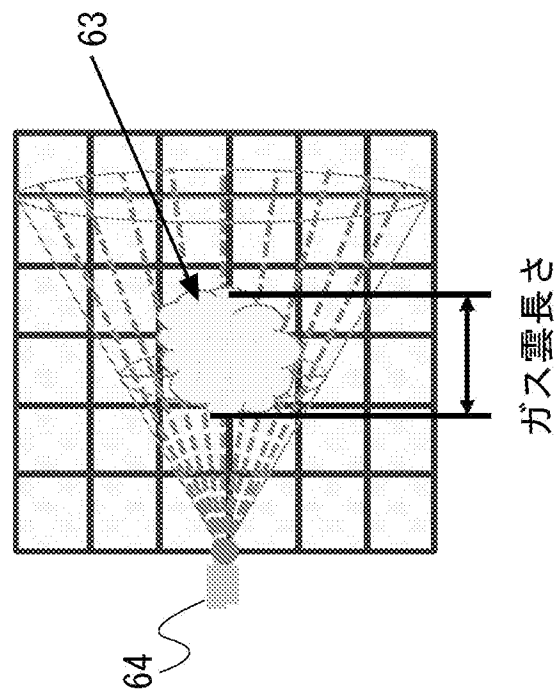
低



(d)

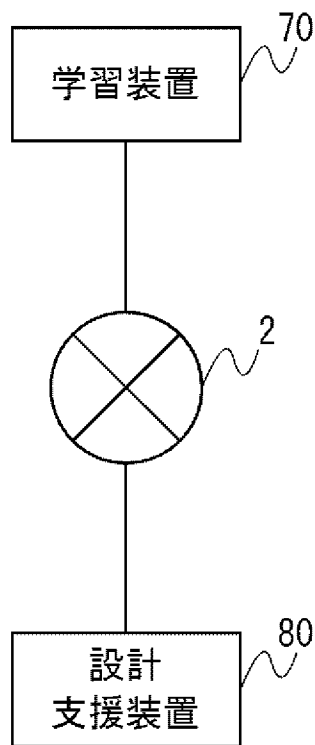


(a)

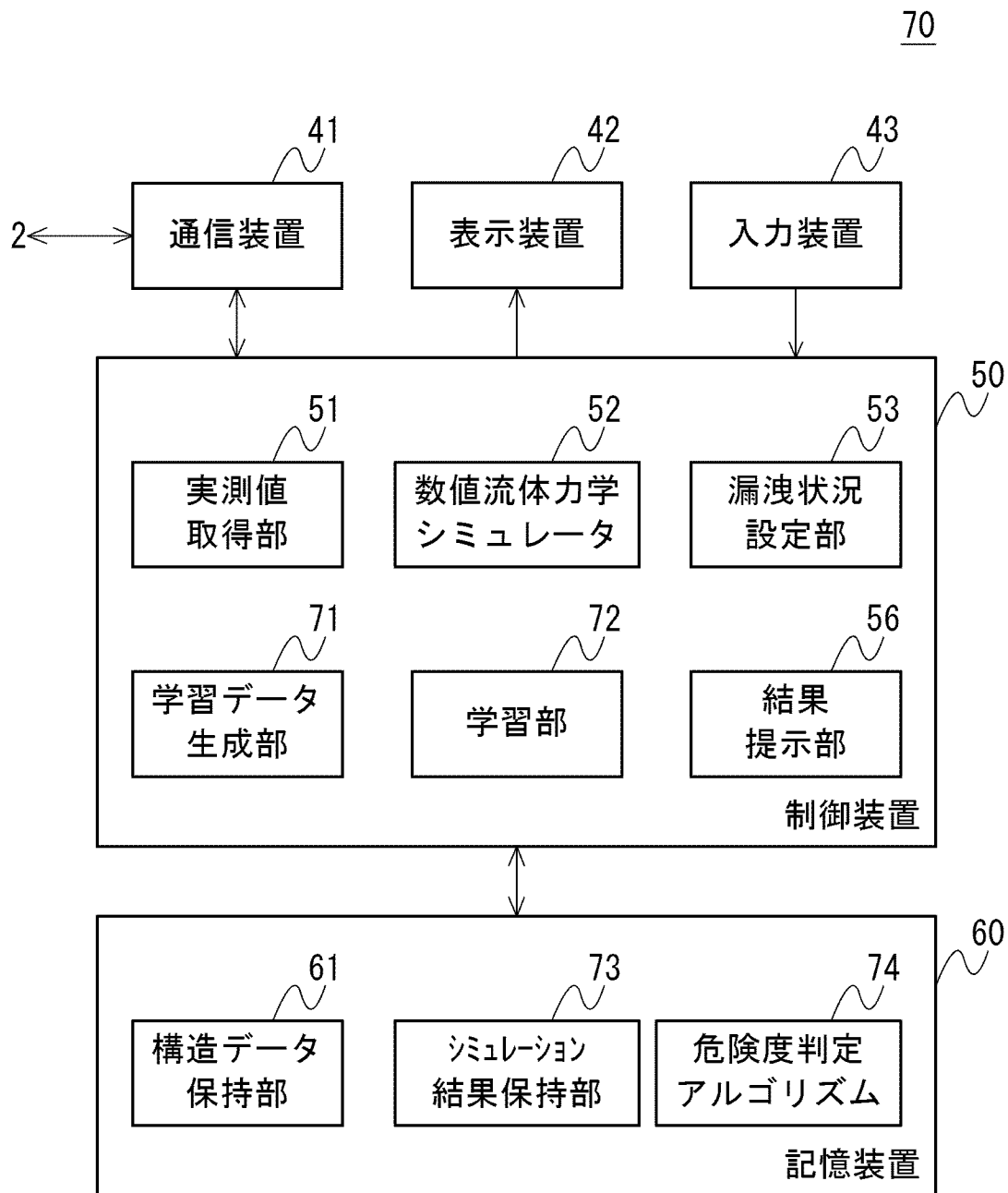


(c)

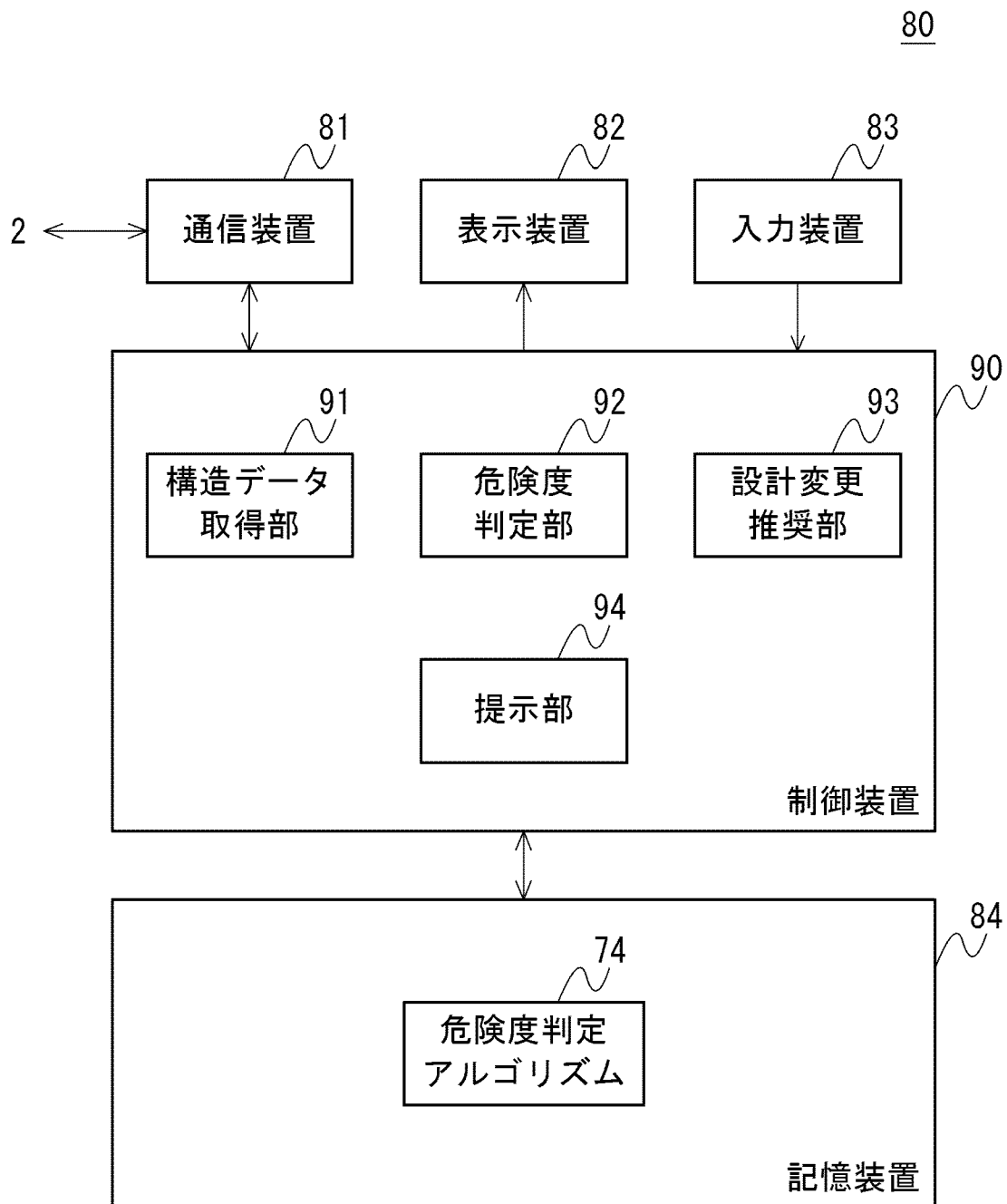
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030170

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01M3/00 (2006.01) i, G01M3/02 (2006.01) i, G01M3/38 (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. G01M3/00, G01M3/02, G01M3/38

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-231979 A (MITSUI TOATSU CHEM INC.) 07	1, 7, 9
Y	September 1993, paragraphs [0043]-[0064], fig. 1-5 & US 5390530 A, column 12, line 50 to column 18, line 46, fig. 1-5 & EP 503841 A2 & DE 69221756 T2 & KR 10-1996-0001998 B1	2-6, 8, 10
Y	JP 2018-77120 A (NTT ADVANCED TECHNOLOGY CORPORATION) 17 May 2018, paragraphs [0013], [0029]-[0038], fig. 1, 6 (Family: none)	2-6, 8, 10

 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
10.09.2019Date of mailing of the international search report
17.09.2019Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, JapanAuthorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/030170

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-346796 A (NEC SAN-EI INSTRUMENTS LTD.) 15 December 2000, paragraphs [0013]-[0035], fig. 1-4 (Family: none)	8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G01M3/00(2006.01)i, G01M3/02(2006.01)i, G01M3/38(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. G01M3/00, G01M3/02, G01M3/38

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）

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 Y	JP 5-231979 A（三井東圧化学株式会社）1993.09.07, [0043]-[0064], [図1]-[図5] & US 5390530 A, 第12欄第50行-第18欄第46行, Figs1-5 & EP 503841 A2 & DE 69221756 T2 & KR 10-1996-0001998 B1	1, 7, 9 2-6, 8, 10
Y	JP 2018-77120 A（エヌ・ティ・ティ・アドバンステクノロジー株式会社）2018.05.17, [0013], [0029]-[0038], [図1], [図6]（ファミリーなし）	2-6, 8, 10

☑ 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 10.09.2019	国際調査報告の発送日 17.09.2019
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） 川瀬 正巳 電話番号 03-3581-1101 内線 3252
	2 J 5260

C (続き) . 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
Y	JP 2000-346796 A (エヌイーシー三栄株式会社) 2000. 12. 15, [0013]-[0035], [図 1]-[図 4] (ファミリーなし)	8