

(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7月23日(23.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/149074 A1

(51) 国際特許分類:
G05B 23/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2019/049406

(22) 国際出願日: 2019年12月17日(17.12.2019)

(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 2019-005727 2019年1月17日(17.01.2019) JP

(71) 出願人: 三菱日立パワーシステムズ株式会社(MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 西田 量(NISHIDA, Ryo); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 誠真 I P 特許業務法人(SEISHIN IP PATENT FIRM, P.C.); 〒1080073 東京都港区三田三丁目13番16号 三田43MTビル13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, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: PLANT MAINTENANCE SUPPORTING APPARATUS

(54) 発明の名称: プラント保守支援装置

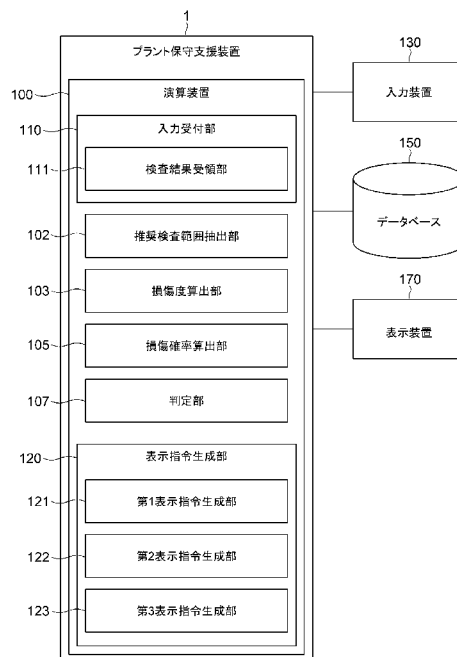


FIG. 1:

- 1 Plant maintenance supporting apparatus
- 100 Arithmetic unit
- 102 Recommended inspection range extraction unit
- 103 Damage level calculation unit
- 105 Damage probability calculation unit
- 107 Judgment unit
- 110 Input reception unit
- 111 Inspection result receiving unit
- 120 Display command generating unit
- 121 First display command generating unit
- 122 Second display command generating unit
- 123 Third display command generating unit
- 130 Input device
- 150 Database
- 170 Display device

(57) Abstract: This plant maintenance supporting apparatus of an embodiment comprises: a damage probability calculator that, for each of a plurality of inspection sites of a plant, calculates damage probability showing the probability of the damage of each of the inspection sites reaching an allowable limit using inspection results that include a plurality of measured values showing the damage of each of the inspection sites; and a first display command generating unit configured to generate a first display command for displaying on a display device the plurality of inspection sites using a format by

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)）

which the size relationship of each damage probability can be ascertained.

(57) 要約：一実施形態に係るプラント保守支援装置は、プラントの複数の検査部位のそれぞれについて、各々の前記検査部位の損傷を示す複数の計測値を含む検査結果を用いて、各々の前記検査部位の前記損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率を算出するための損傷確率算出部と、それぞれの前記損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて前記複数の検査部位を表示装置に表示させるための第1表示指令を生成するように構成された第1表示指令生成部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： プラント保守支援装置

技術分野

[0001] 本開示は、プラント保守支援装置に関する。

背景技術

[0002] 例えば水処理施設や化学製品製造工場、ボイラ等のプラントでは、定期検査を行い、検査結果に応じて詳細な点検や補修、交換等、必要な対策が行われる。例えば特許文献1に記載のプラント寿命診断支援装置では、点検によって得られた点検結果を入力して、点検部位の寿命を評価する。そして、評価の結果に基づいて、補修や交換等の対策の要否を判断している（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平3－160201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に記載のプラント寿命診断支援装置では、情報不足や異常なデータが入力された等の理由で評価結果の確信度が低い場合に、確信度の高い評価結果を得るための点検項目や点検方法等、追加の点検内容を提示するようになっている。

評価結果の確信度が高い場合であっても、寿命の評価結果によっては、追加の点検を行った方がよい場合もあると考えられるが、上述した特許文献1では、その点については言及されていない。

上述したように、特許文献1に記載のプラント寿命診断支援装置では、点検結果から点検部位の寿命を評価しており、寿命の評価結果から交換や補修の要否を判断することは容易である。しかし、例えば限られた工数の中でさらに追加の点検をすべきであるか否かを判断することは難しい。

[0005] 上述の事情に鑑みて、本発明の少なくとも一実施形態は、プラントの検査時に追加の検査の要否の判断を支援することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] (1) 本発明の少なくとも一実施形態に係るプラント保守支援装置は、
プラントの複数の検査部位のそれぞれについて、各々の前記検査部位の損傷を示す複数の計測値を含む検査結果を用いて、各々の前記検査部位の前記損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率を算出するための損傷確率算出部と、

それぞれの前記損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて前記複数の検査部位を表示装置に表示させるための第1表示指令を生成するように構成された第1表示指令生成部と、
を備える。

[0007] 上記(1)の構成によれば、検査部位の損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率が算出されるので、検査の実施時点における検査部位の状態を表すのに適切な指標が得られる。また、上記(1)の構成によれば、損傷確率の大小関係が把握可能となるので、交換や補修、追加の検査等の対応の要否及びその優先度が明確となる。例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに高いと判断すれば、補修、交換等の対応が必要であると判断できる。また、例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに低いと判断すれば、対策不要と判断できる。例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに高くもなく、明らかに低くもないと判断すれば、追加の検査が必要であると判断できる。

[0008] (2) 幾つかの実施形態では、上記(1)の構成において、前記損傷確率算出部は、各々の前記検査部位の前記複数の計測値から統計処理により推定される母集団としての前記計測値の分布のうち、前記許容限度に対応する前記計測値の閾値に到達している部分の比率を前記損傷確率として算出する。

[0009] 上記(2)の構成によれば、検査の実施時点における検査部位の状態を表すのに適切な指標が得られる。

[0010] (3) 幾つかの実施形態では、上記(1)又は(2)の構成において、

各々の前記検査部位に関連した前記複数の計測値の中に異常データが含まれているか否かを判定するための判定部、

をさらに備え、

前記第1表示指令生成部は、それぞれの前記損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて前記複数の検査部位を表示装置に表示させるとともに、前記複数の検査部位のうち前記異常データを含む前記検査結果が得られた前記検査部位を識別可能に前記表示装置に表示させるための表示指令を前記第1表示指令として生成するように構成されている。

[0011] 例えば、複数の検査部位を損傷確率の大きい順に並べて表示装置に表示した際に、損傷確率が低い検査部位は、損傷確率が高い検査部位と比べて、表示装置の表示画面において目立ち難い。このように目立ち難い検査部位の計測値の中に異常データが含まれていた場合、異常データが含まれていたことが見逃され易くなってしまう。

その点、上記(3)の構成によれば、表示装置の表示画面において、異常データを含む検査結果が得られた検査部位が識別可能となるので、計測値の中に異常データが含まれていたことを作業者が把握し易くなる。

[0012] (4) 幾つかの実施形態では、上記(3)の構成において、前記異常データは、前記検査部位の損傷が前記許容限度に到達していることを示す前記計測値、又は、前記検査部位では採り得ない値である前記計測値の少なくとも一方である。

[0013] 上記(4)の構成によれば、検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値、又は、検査部位では採り得ない値である計測値の少なくとも一方が含まれていたことが把握できる。

[0014] (5) 幾つかの実施形態では、上記(3)又は(4)の構成において、

前記判定部は、少なくとも、前記計測値が前記検査部位では採り得ない値であるか否かを判定し、

前記損傷確率算出部は、前記異常データのうち、前記判定部において前記

検査部位では採り得ない値であると判定された前記計測値を前記損傷確率の算出に用いずに前記損傷確率を算出する。

[0015] 上記（５）の構成によれば、算出される損傷確率の信頼性を向上できる。

[0016] （６）幾つかの実施形態では、上記（１）乃至（５）の何れかの構成において、

前記プラントの仕様情報に基づいて、前記プラントの推奨検査範囲を前記表示装置に表示させるための第２表示指令を生成するように構成された第２表示指令生成部と、

前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に関する前記検査結果の入力を受け付けるための検査結果受領部と、をさらに備える。

[0017] 上記（６）の構成によれば、プラントの推奨検査範囲を提示できる。また、上記（６）の構成によれば、推奨検査範囲に含まれる検査部位に関する検査結果を入力できる。

[0018] （７）幾つかの実施形態では、上記（６）の構成において、前記第２表示指令生成部は、損傷傾向の高い順に前記プラントの推奨検査範囲を前記表示装置に表示させるように前記第２表示指令を生成するように構成されている。

[0019] 上記（７）の構成によれば、損傷傾向の高い順にプラントの推奨検査範囲を提示できるので、推奨検査範囲の中でも優先して検査すべき検査範囲を作業者が把握できる。

[0020] （８）幾つかの実施形態では、上記（６）又は（７）の構成において、

前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に関連付けられた過去の前記検査結果、又は、前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に対応する部位を備える他のプラントについて取得された過去の検査結果の少なくとも一方に基づいて、前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位の損傷度を算出するための損傷度算出部と、

前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位の前記損傷度を前記表示装置に表示させるための第３表示指令を生成するように構成された第３表示指令生成部と、

を備える。

[0021] 上記（８）の構成によれば、自プラント又は他プラントにおける過去の検査結果に基づいて、検査部位の損傷度を今回の検査に先立って提示できるので、推奨検査範囲に含まれる複数の検査部位の中でも優先して検査すべき部位を作業者が把握できる。これにより、効率的な検査が可能となる。

[0022] （９）幾つかの実施形態では、上記（８）の構成において、前記第３表示指令生成部は、前記検査部位の前記損傷度を該検査部位の位置を把握可能な形式で前記表示装置に表示させるための表示指令を含むように前記第３表示指令を生成する。

[0023] 上記（９）の構成によれば、推奨検査範囲に含まれる複数の検査部位の中でも優先して検査すべき部位の位置を作業者が容易に把握できる。

[0024] （１０）幾つかの実施形態では、上記（８）又は（９）の構成において、前記第３表示指令生成部は、前記第３表示指令として、前記検査部位の位置及び名称を前記表示装置に表示させるための表示指令を含むように前記第３表示指令を生成する。

[0025] 上記（１０）の構成によれば、検査部位の位置及び名称を作業者が容易に把握できる。

発明の効果

[0026] 本発明の少なくとも一実施形態によれば、プラントの点検時に追加の点検の要否の判断を支援できる。

図面の簡単な説明

[0027] [図１]幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置の全体構成を示す図である。

[図２]幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置において実施される保守支援処理のフローチャートである。

[図３]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図４]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図５]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図6]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図7]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図8]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図9]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図10]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図11]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図12]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図13]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図14]表示装置に表示される表示画面の一例である。

[図15]下水処理施設及び下水配管の構成を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、添付図面を参照して本発明の幾つかの実施形態について説明する。ただし、実施形態として記載されている又は図面に示されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対的配置等は、本発明の範囲をこれに限定する趣旨ではなく、単なる説明例にすぎない。

例えば、「ある方向に」、「ある方向に沿って」、「平行」、「直交」、「中心」、「同心」或いは「同軸」等の相対的或いは絶対的な配置を表す表現は、厳密にそのような配置を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の角度や距離をもって相対的に変位している状態も表すものとする。

例えば、「同一」、「等しい」及び「均質」等の物事が等しい状態であることを表す表現は、厳密に等しい状態を表すのみならず、公差、若しくは、同じ機能が得られる程度の差が存在している状態も表すものとする。

例えば、四角形状や円筒形状等の形状を表す表現は、幾何学的に厳密な意味での四角形状や円筒形状等の形状を表すのみならず、同じ効果が得られる範囲で、凹凸部や面取り部等を含む形状も表すものとする。

一方、一の構成要素を「備える」、「具える」、「具備する」、「含む」、又は、「有する」という表現は、他の構成要素の存在を除外する排他的な

表現ではない。

[0029] 図1は、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置の全体構成を示す図である。幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1は、演算装置100を有している。演算装置100は、不図示のプロセッサや、不図示のメモリなどの周辺回路等を備えている。演算装置100は、入力受付部110、推奨検査範囲抽出部102、損傷度算出部103、損傷確率算出部105、判定部107、表示指令生成部120の各機能ブロックを仮想的に有している。幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1には、入力装置130と、データベース150と、表示装置170とが接続されている。

以下の説明では、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1による支援の対象となるプラントが、例えば下水処理施設、及び、下水の発生源から下水処理施設までの下水配管である場合を例に挙げて説明する。

[0030] 図15は、ある市町村における下水処理施設及び下水配管の構成の例を模式的に示す図である。説明の便宜上、以下の説明では、下水処理施設（下水処理場）10は、各市町村毎に設けられているものとする。説明の便宜上、以下の説明では、各市町村における下水処理施設10では、その市町村内に存在する工場や家庭、公共施設等から発生する下水を処理するものとする。なお、実際の下水配管は、複数存在する下水の発生場所から下水処理場10に至るまでに集合して徐々に本数が減少しているが、説明の便宜上、図15では簡略化している。

[0031] 下水の発生場所の例として、例えば工場21や家庭22、公共施設23等を挙げることができる。工場21で発生する下水を下水処理場10に導く下水配管30の系統を、例えば工場ライン31と呼ぶ。各家庭22で発生する下水を下水処理場10に導く下水配管30の系統を、例えば家庭ライン32と呼ぶ。公共施設23で発生する下水を下水処理場10に導く下水配管30の系統を、例えば公共施設ライン33と呼ぶ。

[0032] 幾つかの実施形態に係る各ライン31～33は、メンテナンス等における管理上、複数の区間に区切られて管理されている。各ライン31～33にお

ける各区分については、例えば上流から下流に向かって順に、区分A、区分B、区分C、区分D・・・と表すものとする。幾つかの実施形態では、隣り合う区分同士は、例えば埋設されている下水配管30が道路（通り）と交差する場所や、他の下水配管30との接続場所、日本国内であれば字、大字、町、丁目等の行政上の境界を跨ぐ場所等で区切られているものとする。

[0033] 幾つかの実施形態に係る各区分はさらに、複数の地点に区切られて管理されている（後述する図9参照）。各地点については、例えば上流から下流に向かって順に地点1、地点2、地点3、地点4・・・と表すものとする。幾つかの実施形態では、隣り合う地点同士は、例えば、下水配管30の接手部分等で区切られているものとする。また、両端の接手間の長さが長い下水配管30では、例えば数10cmから数m程度の長さ毎に複数の地点に区切られていてもよい。

[0034] ここで、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1における各部の構成を説明する前に、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1によって実現される機能の概要について説明する。幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1は、例えば下水配管30の定期点検等において効率的な点検作業を実施できるように支援するためのものである。

[0035] 幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1では、後で詳述するように、下水配管30の複数の検査部位のそれぞれについて行われた検査で得られた検査結果に基づいて、各々の検査部位の損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率を算出することができる。幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1では、後で詳述するように、損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて複数の検査部位を表示装置170に表示させるための第1表示指令を生成することができる。

[0036] また、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1では、後で詳述するように、検査部位の検査に先立って、プラントの推奨検査範囲を表示装置170に表示させるための第2表示指令を生成することができる。

さらに、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1では、後で詳述

するように、検査部位の検査に先立って、過去の検査結果に基づいて、推奨検査範囲に含まれる検査部位の損傷度を表示装置 170 に表示させるための第3表示指令を生成することができる。

[0037] (入力受付部 110)

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る入力受付部 110 は、入力装置 130 から入力された入力内容を受け付けるように構成されている。入力受付部 110 が受け付ける入力内容は、例えば、下水処理施設 10 の仕様に関する情報や、検査によって得られた計測値等の検査結果である。なお、検査結果については、入力受付部 110 における検査結果受領部 111 が受け付けるように構成されている。これにより、推奨検査範囲に含まれる検査部位に関する検査結果を入力できる。

入力受付部 110 は、受け付けた入力内容をデータベース 150 に格納する。

[0038] なお、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る入力装置 130 は、キーボードやマウス等の入力デバイスであってもよく、検査結果が格納されたメモリカード等から情報を読み込むことができる読込装置であってもよい。また、入力装置 130 は、有線又は無線によって送信されたデータを受信するためのインタフェースであってもよい。

入力装置 130 は、プラント保守支援装置 1 と同じ場所に設置されていて有線又は無線によって直接プラント保守支援装置 1 に接続されてもよく、プラント保守支援装置 1 とは離れた場所に設置されていて、例えば公衆通信回線網などを介して接続されていてもよい。なお、プラント保守支援装置 1 と入力装置 130 とが、例えば公衆通信回線網などを介して接続されている場合、入力装置 130 は、キーボードやマウス等の入力デバイスの他、該入力デバイスが接続されていて該入力デバイスから入力された情報を公衆通信回線網に送信するための通信装置等を含んでいてもよい。

[0039] (推奨検査範囲抽出部 102)

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る推奨検査範囲抽出

部 1 0 2 は、後述するように、入力受付部 1 1 0 から入力されて指定された市町村の下水処理施設 1 0 や下水配管 3 0（以下、自施設とも呼ぶ）について、データベース 1 5 0 に格納されている自施設についての検査履歴（検査結果）や補修履歴、交換履歴、又は、自施設とは異なる複数の他の市町村の下水処理施設 1 0 や下水配管 3 0（以下、他施設とも呼ぶ）についての検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等に基づいて、今回実施予定の検査において検査の実施が推奨される推奨検査範囲を抽出する。

算出された推奨検査範囲に関する情報は、後述するように、今回の検査に先立って作業者に提示することができる。

[0040] なお、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係るデータベース 1 5 0 には、上述したように、自施設についての検査履歴や補修履歴、交換履歴、及び、複数の他施設についての検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等が格納されている。

データベース 1 5 0 は、プラント保守支援装置 1 と同じ場所に設置されていて有線又は無線によって直接プラント保守支援装置 1 に接続されてもよく、プラント保守支援装置 1 とは離れた場所に設置されていて、例えば公衆通信回線網などを介して接続されていてもよい。

[0041] （損傷度算出部 1 0 3）

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る損傷度算出部 1 0 3 は、後述するように、自施設の推奨検査範囲に含まれる検査部位の損傷度を算出する。ここで、検査部位の損傷度とは、検査部位、正確には、検査を行うことが推奨されている部位における、損傷の程度を表す指標である。一例を挙げると、例えば自施設の下水配管 3 0 の厚さであれば、該下水配管 3 0 の損傷度は、例えば該下水配管 3 0 の厚さの減少量（減肉量）である。この場合、損傷度算出部 1 0 3 は、例えば該下水配管 3 0 の元々の厚さ、すなわち使用開始前の厚さと、前回の検査において計測された該下水配管 3 0 の厚さとの差、すなわち減肉量を算出する。損傷度算出部 1 0 3 は、算出した減肉量が多いほど損傷度が高いと判定する。

このように、検査部位の損傷度とは、過去の検査結果から求めた、損傷の程度を表す指標である。

算出された損傷度に関する情報は、後述するように、上述した推奨検査範囲に関する情報とともに、今回の検査に先立って作業者に提示することができる。

[0042] (損傷確率算出部 105)

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る損傷確率算出部 105 は、後述するように、下水処理施設 10 や下水配管 30 の複数の検査部位のそれぞれについて、各々の検査部位の損傷を示す複数の計測値を含む検査結果を用いて、各々の検査部位の損傷確率を算出する。ここで、検査部位の損傷確率とは、今回の検査から求めることができる、各々の検査部位の損傷が許容限度に到達している確率を示すものである。

具体的には、損傷確率算出部 105 は、各々の検査部位の複数の計測値から統計処理により推定される母集団としての計測値の分布を推定する。この推定に際して、例えば、該分布が標準正規分布や t 分布、カイ 2 乗分布等の各種の確率分布の何れかにあてはまるものと仮定する。損傷確率算出部 105 は、各々の検査部位の複数の計測値が仮定された分布に従うものとして母集団としての計測値の分布を推定する。そして、損傷確率算出部 105 は、上記許容限度に対応する計測値の閾値 T_h に到達している部分の比率を損傷確率として算出する。

ここで、許容限度は、検査部位における実際の数値が到達していたならば該検査部位を含む規定の範囲について補修や交換を要すると判断される閾値である。例えば、下水配管 30 の厚さであれば、許容限度は、該下水配管 30 の補修又は交換を必要とするか否かを判断するための肉厚の閾値であり、該下水配管 30 の肉厚が該閾値を下回っていれば、該下水配管 30 の補修又は交換が必要と判断される。

[0043] このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、検査部位の損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率が上述のよう

に算出されるので、検査の実施時点における検査部位の状態を表すのに適切な指標が得られる。

[0044] (判定部 107)

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る判定部 107 は、後述するように、各々の検査部位に関連した複数の計測値の中に異常データが含まれているか否かを判定する。すなわち、判定部 107 は、入力受付部 110 で受け付けた入力内容のうち、検査によって得られた計測値の中に異常データが含まれているか否かを判定する。

ここで、異常データとは、例えば次の (1) 及び (2) のデータを挙げることができる。

(1) 検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値

(2) 検査部位では採り得ない値である計測値

[0045] なお、上記 (2) に挙げた、検査部位では採り得ない値である計測値とは、例えば、使用開始前の該検査部位における厚さが例えば 20 mm であるところ、計測値が 30 mm であった場合のように、物理的にあり得ない値である計測値である。

このような数値が計測される原因には、例えば、(a) 全く別の検査部位を検査してしまった場合や、(b) 正しい検査部位のすぐ近くの部位であるが正しい検査部位で得られる計測値とは全く異なる計測値が得られてしまう部位を検査してしまった場合、(c) 検査部位は正しかったが誤った検査方法で検査してしまった場合、(d) 単なる誤入力等が考えられる。

なお、上記 (b) の場合とは、例えば、厚さ計測において、正しい検査部位のすぐ近くの部位に、検査部位に係る部材とは異なる部材 (別部材) が重なっていた場合に、検査部位に係る部材と該別部材とが重なっている部分の厚さを計測してしまった場合等を挙げるることができる。

[0046] (表示指令生成部 120)

幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 に係る表示指令生成部 120 は、後述するように、表示装置 170 に表示させるための表示指令を生

成する。なお、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置１に係る表示指令生成部１２０は、第１表示指令生成部１２１と、第２表示指令生成部１２２と、第３表示指令生成部１２３とを含んでいる。

第１表示指令生成部１２１は、損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて複数の検査部位を表示装置１７０に表示させるための第１表示指令を生成するように構成されている。

第２表示指令生成部１２２は、プラントの推奨検査範囲を表示装置１７０に表示させるための第２表示指令を生成するように構成されている。

第３表示指令生成部１２３は、推奨検査範囲に含まれる検査部位の損傷度を表示装置に表示させるための第３表示指令を生成するように構成されている。

[0047] 図２は、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置１において実施される保守支援処理について説明するためのフローチャートである。図２のフローチャートに示した各ステップにおける処理は、演算装置１００の不図示のプロセッサによって実行される。

[0048] 幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置１において実施される保守支援処理は、仕様入力工程Ｓ１１と、推奨検査範囲抽出工程Ｓ１３と、損傷度算出工程Ｓ１５と、推奨検査範囲表示工程Ｓ１７と、検査結果入力工程Ｓ２１と、異常データ判定工程Ｓ２３と、損傷確率算出工程Ｓ２５と、算出結果表示工程Ｓ２７とを含んでいる。

[0049] （仕様入力工程Ｓ１１）

仕様入力工程Ｓ１１は、プラントの検査に先立って、プラントの仕様情報の入力を受け付ける工程である。

図３は、仕様入力工程Ｓ１１において表示装置１７０に表示される表示画面の一例を示す図である。例えば下水配管３０の検査を行う場合、表示指令生成部１２０は、図３に示すように、下水処理施設１０の仕様を入力するための入力表示２１０を表示装置１７０に表示させるための表示指令を生成して、表示装置１７０に送信する。

例えば、演算装置 100 は、入力装置 130 から個々の下水処理施設 10 を識別するための情報（例えば市町村名）が入力されると、該情報（例えば〇〇県の A 市）に係る下水処理施設 10 の仕様情報のうち、予め登録されている仕様情報をデータベース 150 から読み込む。そして、演算装置 100 は、例えば A 市の下水処理施設 10 についての入力表示 210 を表示装置 170 に表示させるための表示指令を表示指令生成部 120 に生成させる。表示指令生成部 120 は、生成した表示指令を表示装置 170 に出力する。

なお、上記の予め登録されている仕様情報とは、例えば、A 市の下水処理施設 10 の下水流量や人口（例えば、10 万人未満、10－50 万人、50－100 万人、100 万人超等のおおよその人口）、A 市の下水処理施設 10 の施工日（例えば A 市の下水処理施設 10 の稼働開始日）についての情報である。

[0050] 図 3 に示した入力表示 210 の一例では、演算装置 100 がデータベース 150 から読み込んだ下水流量や人口、A 市の下水処理施設 10 の施工日の情報が予め入力欄 212、213、214 に入力された状態で、表示装置 170 に表示される。

図 3 において、入力欄 212、213、214 に記載されている 3 つのアスタリスク（***）は、入力欄 212、213、214 に情報が入力されていることを表すものとする。図 3 の例であれば、入力欄 212 の 3 つのアスタリスクは、下水流量が既に入力されていることを表している。同様に、入力欄 213 の 3 つのアスタリスクは、人口が既に入力されていることを表しており、入力欄 214 の 3 つのアスタリスクは、A 市の下水処理施設 10 の施工日が既に入力されていることを表している。

以下の説明では、図 4 以降の各図においても、3 つのアスタリスクは、既に何らかの情報が入力されていることを表すものとする。

[0051] 作業者は、入力装置 130 を用いて、表示装置 170 に表示された入力表示 210 の検査日入力欄 211 に、検査の予定日を入力する。また、作業者は、例えば人口の変動等によって A 市の下水処理施設 10 における下水流量

が以前と比べて変化していれば、入力装置 130 を用いて、表示装置 170 に表示された入力表示 210 の下水流量入力欄 212 に、A 市の下水処理施設 10 における下水流量を入力する。作業者は、例えば人口が変化していれば、入力装置 130 を用いて、表示装置 170 に表示された入力表示 210 の人口入力欄 213 に、人口を入力する。

なお、下水流量や人口、A 市の下水処理施設 10 の施工日の情報が予め入力欄 212、213、214 に入力されていなくてもよい。下水流量や人口、A 市の下水処理施設 10 の施工日の情報が予め入力欄 212、213、214 に入力されていない場合には、作業者は、下水流量や人口、A 市の下水処理施設 10 の施工日の情報を入力欄 212、213、214 に入力する。

[0052] 仕様情報の入力の後、検査範囲表示ボタン 217 を作業者が選択すると、演算装置 100 の入力受付部 110 は、入力装置 130 からの仕様情報の入力を受け付ける。そして、演算装置 100 は、以下で説明する推奨検査範囲抽出工程 S13 及び損傷度算出工程 S15 における処理を実施して、推奨検査範囲表示工程 S17 において、推奨検査範囲に関する情報を表示装置 170 に表示させる。

[0053] (推奨検査範囲抽出工程 S13)

まず、推奨検査範囲抽出工程 S13 について説明する。演算装置 100 の推奨検査範囲抽出部 102 は、推奨検査範囲抽出工程 S13 において、今回実施予定の検査において検査の実施が推奨される推奨検査範囲を抽出する。

すなわち、推奨検査範囲抽出部 102 は、上述したように、データベース 150 に格納されている自施設についての検査履歴や補修履歴、交換履歴から今回実施予定の検査において検査の実施が推奨される推奨検査範囲を抽出する。推奨検査範囲抽出部 102 は、推奨検査範囲の抽出に際し、例えば、上述した他施設のうち、自施設に係る A 市と下水流量や人口が略同じである他の市町村の下水処理施設 10 や下水配管 30 (以下、類似他施設とも呼ぶ) についての検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等に基づいて、損耗が進行し易い部位を抽出する等して、自施設における推奨検査範囲を抽出し

てもよい。

[0054] 例えば、自施設が比較的新しい施設である場合のように、データベース 150 に格納されている自施設についての上記の各履歴の情報量が、推奨検査範囲を抽出するのに十分ではない場合が考えられる。そのような場合であっても、類似他施設の検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等に基づいて、損耗が進行し易い部位を抽出する等して、自施設における推奨検査範囲を抽出することで、推奨検査範囲の抽出精度を向上できる。すなわち、類似他施設の検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等を参照することで、推奨検査範囲として抽出する必要性が高い検査範囲の抽出漏れを低減できる。また、類似他施設の検査履歴や補修履歴、交換履歴、事故履歴等を参照することで、推奨検査範囲として抽出する必要性が低い検査範囲を抽出してしまうことを抑制できる。

[0055] (損傷度算出工程 S 15)

推奨検査範囲の抽出後、演算装置 100 の損傷度算出部 103 は、損傷度算出工程 S 15 において、自施設の推奨検査範囲に含まれる検査部位の損傷度を算出する。すなわち、損傷度算出部 103 は、データベース 150 に格納されている情報を参照して、推奨検査範囲に含まれる検査部位に関して、上述したように、自施設の使用開始前の状態と、前回の検査での計測値から、損傷度を算出する。また、損傷度算出部 103 は、例えば、類似他施設について、データベース 150 に格納されている情報を参照して、類似他施設の部位のうち、自施設の推奨検査範囲に含まれる検査部位に対応する部位の損傷度を算出する。

[0056] 例えば、自施設が比較的新しい施設である場合のように、データベース 150 に格納されている自施設についての情報量が、損傷度を算出するのに十分ではない場合が考えられる。そのような場合であっても、類似他施設についての情報に参照して、自施設における損傷度を算出することで、損傷度の算出精度を向上できる。

[0057] (推奨検査範囲表示工程 S 17)

図4は、推奨検査範囲表示工程S17において表示装置170に表示される表示画面の一例を示す図である。上述したように、図3に示した入力表示210において検査範囲表示ボタン217が選択されると、演算装置100は、上述した推奨検査範囲抽出工程S13及び損傷度算出工程S15における処理を実施して、図4に示す推奨検査範囲表示220を表示装置170に表示させる。すなわち、推奨検査範囲表示工程S17では、演算装置100の第2表示指令生成部122は、図4に示す推奨検査範囲表示220を表示装置170に表示させるための第2表示指令を生成して、表示装置170に出力する。

これにより、プラントの推奨検査範囲を提示できる。

[0058] なお、第2表示指令生成部122は、推奨検査範囲抽出部102が抽出した推奨検査範囲を、その損傷傾向の高さが高い検査範囲ほど優先的に、すなわち、図4に示す推奨検査範囲表示220において、先に（上方に）出現するように、第2表示指令を生成して、表示装置170に出力してもよい。ここで、上記損傷傾向とは、データベース150に格納されている自施設についての検査履歴や補修履歴、交換履歴等から推定される損傷の程度である。なお、上記損傷傾向は、類似他施設について、データベース150に格納されている検査履歴や補修履歴、交換履歴等から推定される損傷の程度であってもよい。

[0059] このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1によれば、第2表示指令生成部は、損傷傾向の高い順にプラントの推奨検査範囲を表示装置170に表示させるように第2表示指令を生成することができる。

これにより、損傷傾向の高い順にプラントの推奨検査範囲を提示できるので、推奨検査範囲の中でも優先して検査すべき検査範囲を作業者が把握できる。

[0060] 図4に示した推奨検査範囲表示220では、例えば選択欄221と、ライン表示欄222と、事象表示欄223と、検査方法表示欄224とが、推奨検査範囲に含まれる検査部位ごとに表形式で表示される。

選択欄 2 2 1 は、後述するように、詳細な情報を表示させる部位を選択するための入力欄である。

ライン表示欄 2 2 2 は、検査部位を表示する表示欄であり、例えば、下水配管 3 0 であれば、ある工場 2 1 から排出される下水が流れる工場ライン 3 1 であるとか、家庭 2 2 から排出される下水が流れる家庭ライン 3 2 等の検査区間の種類が表示される。

事象表示欄 2 2 3 は、検査部位（検査ライン、又は単にラインとも呼ぶ）ごとに想定される事象を表示する表示欄である。

検査方法表示欄 2 2 4 は、ラインごとに推奨される検査方法を表示する表示欄である。

また、詳細ボタン 2 2 7 は、選択欄 2 2 1 で選択されたラインについて、より詳細な情報を表示装置 1 7 0 に表示させるためのボタンである。

[0061] 例えば、図 4 に示すように、推奨検査範囲表示 2 2 0 に表示されたラインのうち、最も上段（1 行目）に表示された工場ラインを選択して、詳細ボタン 2 2 7 を作業者が選択すると、演算装置 1 0 0 の第 2 表示指令生成部 1 2 2 は、図 4 に示した選択欄 2 2 1 で選択されている行に係るラインについて、図 5 に示す推奨検査範囲詳細表示 2 3 0 を表示装置 1 7 0 に表示させるための第 2 表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に送信する。

なお、以下の説明では、表示装置 1 7 0 に表形式で表示された情報について、表の横方向の並びを行と呼び、表の縦方向の並びを列と呼ぶ。すなわち、表における最上段が 1 行目となり、順次下方に向かうにつれて 2 行目、3 行目・・・となる。例えば、図 4 の推奨検査範囲表示 2 2 0 では、最も左の列に数字が入力されている。図 4 に示す例では、最も左の列に入力されている数字が推奨検査範囲表示 2 2 0 における行番号と一致している。但し、仮に、推奨検査範囲表示 2 2 0 をラインの名称毎にソートした場合には、最も左の列に入力されている数字が推奨検査範囲表示 2 2 0 における行番号とは一致しなくなる。

[0062] 例えば図 5 に示す推奨検査範囲詳細表示 2 3 0 では、図 4 の選択欄 2 2 1

で選択された工場ラインについて、さらに該工場ラインにおけるある区間Aや、該工場ラインにおけるある区間B、該工場ラインにおけるある区間C等、該工場ラインにおけるより詳細な区間ごとに、情報が表形式で表示される。

選択欄231は、後述するように、損傷度に関する情報を表示させる部位を選択するための入力欄である。

ライン表示欄232は、検査部位を表示する表示欄である。

事象表示欄233は、検査部位ごとに想定される事象を表示する表示欄である。

区間表示欄234は、検査部位の詳細位置を表示する表示欄である。

備考表示欄235は、区間表示欄234に表示した詳細位置毎に、例えば、補修履歴や交換履歴などの対策履歴の有無や、過去の検査で高い損傷確率が認められた箇所が含まれるか否か等の情報を表示する表示欄である。

[0063] 詳細位置参照欄236は、さらに詳細な位置についての情報の表示を指示するための表示欄である。

例えば、図5に示すように、推奨検査範囲詳細表示230の1行目の詳細位置参照欄236が選択されると、図6に示すように、工場ライン31の区間Aについての損傷度の情報が表示される。

[0064] 図6は、下水配管30における損傷状態を模式的に示す表示画面の一例を示す図である。図6に示した詳細位置表示240は、図5に示した推奨検査範囲詳細表示230において詳細位置参照欄236が選択された行についての区間の損傷状態を模式的に示すものである。図6に示した詳細位置表示240では、区間を地点（図9参照）毎に複数のマス目に区切って模式的に示している。なお、図6に示す例では、上記区間Aを模式的に示しており、1つのマス目241が上記区間Aの規定の範囲、すなわち1つの地点を表している。したがって、詳細位置表示240における各マス目241のそれぞれの位置が上記区間Aにおけるおおよその位置を表すこととなる。

図6に示した例では、上記区間Aにおける損傷度をマス目の着色の濃淡で

表しており、マス目の着色の濃度が高いほど、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した損傷度が高いことを表している。

[0065] すなわち、図 5 に示すように、推奨検査範囲詳細表示 2 3 0 における何れかの行の詳細位置参照欄 2 3 6 が選択されると、推奨検査範囲表示工程 S 1 7 へ進み、演算装置 1 0 0 の第 3 表示指令生成部 1 2 3 は、図 6 に示す詳細位置表示 2 4 0 や、以下で述べる、図 7 及び図 8 に示す詳細位置表示 2 4 0 を表示装置 1 7 0 に表示させるための第 3 表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に出力する。すなわち、第 3 表示指令は、推奨検査範囲に含まれる検査部位の損傷度を表示装置 1 7 0 に表示させるための表示指令である。第 3 表示指令生成部 1 2 3 は、図 6 ～図 8 に示すように検査部位の損傷度を該検査部位の位置を把握可能な形式で表示装置 1 7 0 に表示させるための表示指令を含むように第 3 表示指令を生成する。

このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、推奨検査範囲に含まれる複数の検査部位の中でも優先して検査すべき部位の位置を作業者が容易に把握できる。

[0066] 図 6 における詳細位置表示 2 4 0 は、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した上記区間 A の損傷度を表す詳細位置表示 2 4 0 A である。例えば、選択施設切替部 2 4 2 において、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した類似他施設の損傷度を表示するように指示されると、図 7 に示すように、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した類似他施設のうち上記区間 A に対応する区間の損傷度を表す詳細位置表示 2 4 0 B が表示装置 1 7 0 に表示される。なお、類似他施設のうち上記区間 A に対応する区間とは、例えば、類似他施設において上記区間 A と同じ種類のライン（工場ライン 3 1）であって、例えば下水配管のレイアウト、すなわち、直管部や曲がり部等のレイアウトが類似している区間である。

さらに、選択施設切替部 2 4 2 において、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した上記区間 A の損傷度と類似他施設の損傷度の双方を表示するように指示されると、図 8 に示すように、損傷度算出工程 S 1 5 で算出した上記区間 A の

損傷度と類似他施設のうち上記区間 A に対応する区間の損傷度とを重疊的に表す詳細位置表示 240C が表示装置 170 に表示される。

このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、自施設又は類似他施設における過去の検査結果に基づいて、検査部位の損傷度を今回の検査に先立って提示できるので、推奨検査範囲に含まれる複数の検査部位の中でも優先して検査すべき部位を作業者が把握できる。これにより、効率的な検査が可能となる。

[0067] なお、図 7 に示す詳細位置表示 240B に代えて、自施設のうち上記区間 A に対応する区間、すなわち、例えば自施設において上記区間 A と同じ種類のライン（工場ライン 31）であって、例えば下水配管のレイアウトが類似している区間の損傷度が表示装置 170 に表示されるようにしてもよい。また、図 8 に示す詳細位置表示 240C に代えて、上記区間 A の損傷度と自施設のうち上記区間 A に対応する区間の損傷度とが重疊的に表示装置 170 に表示されるようにしてもよい。

[0068] なお、例えば図 6 において、スクロール指示部 243 が操作されて、図 6 に示した詳細位置表示 240 よりも下方の領域が表示装置 170 の画面に表示されるように指示されると、図 9 に示すように、上記区間 A の解説図 245 が表示装置 170 に表示される。解説図 245 には、例えば上記区間 A について、上記区間 A を区間 A の始点から終点の間でさらに複数の領域に区切った各地点の名称や位置等の情報が含まれている。

すなわち、幾つかの実施形態では、第 3 表示指令生成部 123 は、第 3 表示指令として、検査部位の位置及び名称を表示装置 170 に表示させるための表示指令を含むように第 3 表示指令を生成する。

これにより、不慣れな作業者であっても、解説図 245 を確認することで、検査部位の位置及び名称を容易に把握できる。

[0069] ここで、図 5 において、選択欄 231 で何れかの行が選択されて、エクスポートボタン 237 が選択されると、検査結果入力工程 S21 へ進む。

[0070] （検査結果入力工程 S21）

検査結果入力工程 S 2 1 では、図 1 0 に示すような検査結果の入力表示 3 1 0 が表示装置 1 7 0 に表示される。すなわち、図 5 において、選択欄 2 3 1 で何れかの行が選択されて、エクスポートボタン 2 3 7 が選択されると、表示指令生成部 1 2 0 は、図 5 において選択欄 2 3 1 で選択された行に係る部位についての検査結果の入力表示 3 1 0 を表示するための表示指令を生成して表示装置 1 7 0 に出力する。

作業者は、図 1 0 に示す入力表示 3 1 0 において、例えば工期開始日入力欄 3 1 1 に検査の開始日を入力し、工期終了日入力欄 3 1 3 に検査の終了日を入力する。また、作業者は、推奨検査範囲の各推奨検査部位の検査を行った後、検査結果を図 1 0 に示す入力表示 3 1 0 における計測値入力欄 3 1 5 に検査結果を入力する。

[0071] 図 1 1 は、検査結果の一覧を表示する表示画面 3 2 0 を示す図である。すなわち、図 1 0 に示す入力表示 3 1 0 において、検査結果の入力が完了し、入力内容をデータベース 1 5 0 に格納するように指示されると、演算装置 1 0 0 は、計測値入力欄 3 1 5 への入力内容をデータベース 1 5 0 に格納する。そして、表示指令生成部 1 2 0 は、検査結果の一覧を表示する表示画面 3 2 0 を表示装置 1 7 0 に表示させるための表示指令を生成して表示装置 1 7 0 に出力する。その結果、表示画面 3 2 0 が表示装置 1 7 0 に表示される。

[0072] (異常データ判定工程 S 2 3)

図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、損傷確率算出指示ボタン 3 2 1 又は、将来リスク算出指示ボタン 3 2 2 の何れかが選択されると、異常データ判定工程 S 2 3 へ進み、判定部 1 0 7 は、入力された計測値の中に異常データが含まれているか否かを判定する。すなわち、判定部 1 0 7 は、上記 (1) 又は (2) に該当する計測値の有無を判定する。

[0073] (損傷確率算出工程 S 2 5)

損傷確率算出工程 S 2 5 では、損傷確率算出部 1 0 5 は、検査結果入力工程 S 2 1 で入力された計測値に基づいて、上述したように、各々の検査部位の損傷確率を算出する。なお、損傷確率算出部 1 0 5 は、異常データ判定工

程 S 2 3 において、上記（１）に該当する、検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値については、損傷確率の算出に用いるが、上記（２）に該当する、検査部位では採り得ない値である計測値については、損傷確率の算出に用いない。

このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、上記（２）に該当する、検査部位では採り得ない値である計測値を損傷確率の算出に用いないことで、算出される損傷確率の信頼性を向上できる。

[0074] 図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、損傷確率算出指示ボタン 3 2 1 が選択されると、損傷確率算出部 1 0 5 は、検査の実施時点における各々の検査部位の損傷確率を算出する。

また、図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、将来リスク算出指示ボタン 3 2 2 が選択されると、損傷確率算出部 1 0 5 は、検査の実施時点における各々の検査部位の損傷確率を算出するとともに、将来の損傷確率も算出する。具体的には、損傷確率算出部 1 0 5 は、各検査部位において、個々の計測値の今後の推移を予測し、予測した値に基づいて将来の損傷確率を算出する。例えば、管の肉厚であれば、過去の検査結果から求められる減肉速度と、個々の肉厚の計測値から、将来の肉厚をそれぞれ算出する。そして、それぞれ算出した肉厚の値に基づいて、将来の損傷確率を算出する。

このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、検査部位の現在の損傷確率だけではなく、将来の損傷確率も得られる。これにより、検査部位の補修や交換等の対策の要否が判断し易くなる。

[0075] （算出結果表示工程 S 2 7）

算出結果表示工程 S 2 7 では、損傷確率算出工程 S 2 5 で算出した損傷確率が表示装置 1 7 0 に表示される。第 1 表示指令生成部 1 2 1 は、それぞれの損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて複数の検査部位を表示装置 1 7 0 に表示させるための第 1 表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に出力する。

例えば、図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、損傷確率算出指示ボタ

ン 3 2 1 が選択された場合には、上述したようにして算出された損傷確率が、図 1 2 に示す損傷確率表示 4 0 0 A のように表形式で表示される。すなわち、図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、損傷確率算出指示ボタン 3 2 1 が選択されると、算出結果表示工程 S 2 7 へ進み、第 1 表示指令生成部 1 2 1 は、図 1 2 に示す損傷確率表示 4 0 0 A を表示装置に表示させるための第 1 表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に出力する。図 1 2 に示す損傷確率表示 4 0 0 A では、複数の検査部位の損傷確率の数値が例えば損傷確率表示欄 4 0 6 に表示される。

なお、各区間における地点毎の損傷確率を、図 6 に示した詳細位置表示 2 4 0 のようにマス目の着色の濃淡で表すようにしてもよい。

[0076] また、図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、将来リスク算出指示ボタン 3 2 2 が選択された場合には、上述したようにして算出された損傷確率が、図 1 3 に示す損傷確率表示 4 0 0 B のように表形式で表示される。すなわち、図 1 1 に示した表示画面 3 2 0 において、将来リスク算出指示ボタン 3 2 2 が選択されると、算出結果表示工程 S 2 7 へ進み、第 1 表示指令生成部 1 2 1 は、図 1 3 に示す損傷確率表示 4 0 0 B を表示装置に表示させるための第 1 表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に出力する。

なお、図 1 3 に示すように、損傷確率表示 4 0 0 B における選択欄 4 0 1 で選択された検査部位については、損傷確率の将来の推移を表すグラフ 4 2 1 に損傷確率の推移が表示される。図 1 3 に示した損傷確率表示 4 0 0 B において、図 1 2 に示した損傷確率表示 4 0 0 A における損傷確率表示欄 4 0 6 のように、複数の検査部位の損傷確率の数値を表形式で表示するようにしてもよい。

[0077] なお、図 1 2 及び図 1 3 に示した損傷確率表示 4 0 0 (4 0 0 A、4 0 0 B) では、損傷確率が高い検査部位ほど、上段に表示される。また、行 4 1 1 のように、予め設定した閾値よりも損傷確率が高い検査部位については、その検査部位についての行を着色して目立つようにしている。すなわち、第 1 表示指令生成部 1 2 1 は、それぞれの損傷確率の大小関係が把握可能な形

式にて複数の検査部位を表示装置 170 に表示させるための第 1 表示指令を生成して、表示装置 170 に出力する。

[0078] このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、損傷確率の大小関係が把握可能となるので、交換や補修、追加の検査等の対応の要否及びその優先度が明確となる。例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに高いと判断すれば、補修、交換等の対応が必要であると判断できる。また、例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに低いと判断すれば、対策不要と判断できる。例えば、作業者が、表示装置に表示された損傷確率が明らかに高くもなく、明らかに低くもないと判断すれば、追加の検査が必要であると判断できる。

[0079] また、行 415 のように、損傷確率が比較的低い検査部位であっても計測値に異常データが含まれていた場合には、その検査部位についての行を着色して目立つようにしている。

[0080] このように、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、第 1 表示指令生成部 121 は、それぞれの損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて複数の検査部位を表示装置 170 に表示させるとともに、複数の検査部位のうち異常データを含む検査結果が得られた検査部位を識別可能に表示装置 170 に表示させるための表示指令を前記第 1 表示指令として生成する。

[0081] 例えば、複数の検査部位を損傷確率の大きい順に並べて表示装置 170 に表示した際に、損傷確率が低い検査部位は、損傷確率が高い検査部位と比べて、表示装置 170 の表示画面において目立ち難い。このように目立ち難い検査部位の計測値の中に異常データが含まれていた場合、異常データが含まれていたことが見逃され易くなってしまう。

その点、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、表示装置 170 の表示画面において、異常データを含む検査結果が得られた検査部位が識別可能となるので、計測値の中に異常データが含まれていたことを作業者が把握し易くなる。

また、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置 1 によれば、検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値、又は、検査部位では採り得ない値である計測値の少なくとも一方が含まれていたことが把握できる。

[0082] 例えば、図 1 2 や図 1 3 において、行 4 1 5 が選択されると、図 1 4 に示すように、行 4 1 5 に係る検査部位の計測値に関する情報表示 5 0 0 が表示装置 1 7 0 に表示される。すなわち、図 1 2 や図 1 3 において、行 4 1 5 が選択されると、表示指令生成部 1 2 0 は、図 1 4 に示すような情報表示 5 0 0 を表示装置 1 7 0 に表示させるための表示指令を生成して、表示装置 1 7 0 に出力する。

[0083] 図 1 4 に示した情報表示 5 0 0 には、異常データを含む部位に関する情報を表示する表 5 1 0 と、該部位の検査データの一覧表 5 2 0 とが含まれている。

図 1 4 に示した情報表示 5 0 0 は、異常データを含む検査部位が管の場合であり、検査内容が管の肉厚計測であった場合の一例である。

図 1 4 に示した一例では、表 5 1 0 には、例えば、ライン表示欄 5 1 1 と区間表示欄 5 1 2 と、公称肉厚表示欄 5 1 3 と、必要厚表示欄 5 1 4 と、除外閾値表示欄 5 1 5 とが含まれている。

ライン表示欄 5 1 1 は、異常データを含む部位（ライン）を表示する表示欄である。

区間表示欄 5 1 2 は、該部位の詳細位置を表示する表示欄である。

[0084] 公称肉厚表示欄 5 1 3 は、該部位における公称肉厚を表示する表示欄である。なお、公称肉厚とは、自施設の使用開始前の該部位の設計上の肉厚である。例えば、図 1 4 に示した例では、公称肉厚は 1 4 . 4 (mm) に設定されているものとする。

[0085] 必要厚表示欄 5 1 4 は、該部位において必要とされる厚さ（必要厚）を表示する表示欄である。なお、必要厚は、例えば上述した許容限度である。例えば、図 1 4 に示した例では、必要厚は 1 2 . 3 3 (mm) に設定されてい

るものとする。図 14 に示した例では、判定部 107 は、上記必要厚を下回る計測値を上記 (1) に該当する、検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値であると判定する。

[0086] 除外閾値表示欄 515 は、計測値を該部位の損傷確率の算出に用いるか否かを判定部 107 が判定するための閾値である。例えば、図 14 に示した例では、該閾値は 18 (mm) に設定されているものとする。図 14 に示した例では、判定部 107 は、該閾値を超える計測値を上記 (2) に該当する、検査部位では採り得ない値であると判定する。

[0087] 一覧表 520 は、該部位における複数の計測値が例えば表形式で表示される。図 14 に示した一例では、該部位における 5 箇所の計測値が表示欄 521 ~ 525 に表示されている。一覧表 520 において、例えばデータ No. 5 の計測値が、上記 (1) に該当する、検査部位の損傷が許容限度に到達していることを示す計測値であり、表示欄 525 が目立つように、例えば着色されている。同様に、一覧表 520 では、例えばデータ No. 4 の計測値が、上記 (2) に該当する、検査部位では採り得ない値である計測値であり、表示欄 524 が目立つように、例えば着色されている。

このように、幾つかの実施形態に係る表示指令生成部 120 は、一覧表 520 において異常データが他のデータとは異なる表示形態で表示されるように、一覧表 520 を表示するための表示データを生成して表示装置 170 に出力する。

[0088] 本発明は上述した実施形態に限定されることはなく、上述した実施形態に変形を加えた形態や、これらの形態を適宜組み合わせた形態も含む。

例えば、上述した図 6 のように、上述した実施形態では、損傷度算出工程 S15 で算出した上記区間 A の損傷度、すなわち、上記区間 A について過去の検査結果から求めた、上記区間 A の損傷の程度を表す指標を、その値の大小に応じてマス目の濃淡で表している。

しかし、例えば、上記区間 A の損傷度に代えて、上記区間 A について過去の検査結果に基づいて求めた、上記区間 A の損傷確率の大小に応じてマス目

の濃淡で表すようにしてもよい。この場合、例えば、管の肉厚であれば、過去の検査結果から求められる区間Aについての減肉速度と、個々の肉厚の過去の計測値から、現在の肉厚をそれぞれ算出してもよい。そして、それぞれ算出した肉厚の値に基づいて、現在の損傷確率を算出してもよい。

[0089] また、上述の説明では、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1による支援の対象となるプラントが、例えば下水処理施設、及び、下水の発生源から下水処理施設までの下水配管である場合を例に挙げて説明した。しかし、幾つかの実施形態に係るプラント保守支援装置1による支援の対象となるプラントは、例えば上水道施設（浄水場）や上水道の給水配管、化学製品製造工場、ボイラ等のプラントであってもよい。

符号の説明

- [0090] 1 プラント保守支援装置
- 1 0 0 演算装置
 - 1 0 3 損傷度算出部
 - 1 0 5 損傷確率算出部
 - 1 1 1 検査結果受領部
 - 1 2 1 第1表示指令生成部
 - 1 2 2 第2表示指令生成部
 - 1 2 3 第3表示指令生成部
 - 1 5 0 データベース
 - 1 7 0 表示装置

請求の範囲

- [請求項1] プラントの複数の検査部位のそれぞれについて、各々の前記検査部位の損傷を示す複数の計測値を含む検査結果を用いて、各々の前記検査部位の前記損傷が許容限度に到達している確率を示す損傷確率を算出するための損傷確率算出部と、
- それぞれの前記損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて前記複数の検査部位を表示装置に表示させるための第1表示指令を生成するように構成された第1表示指令生成部と、
- を備えるプラント保守支援装置。
- [請求項2] 前記損傷確率算出部は、各々の前記検査部位の前記複数の計測値から統計処理により推定される母集団としての前記計測値の分布のうち、前記許容限度に対応する前記計測値の閾値に到達している部分の比率を前記損傷確率として算出する
- 請求項1に記載のプラント保守支援装置。
- [請求項3] 各々の前記検査部位に関連した前記複数の計測値の中に異常データが含まれているか否かを判定するための判定部、
- をさらに備え、
- 前記第1表示指令生成部は、それぞれの前記損傷確率の大小関係が把握可能な形式にて前記複数の検査部位を表示装置に表示させるとともに、前記複数の検査部位のうち前記異常データを含む前記検査結果が得られた前記検査部位を識別可能に前記表示装置に表示させるための表示指令を前記第1表示指令として生成するように構成されている
- 請求項1又は2に記載のプラント保守支援装置。
- [請求項4] 前記異常データは、前記検査部位の損傷が前記許容限度に到達していることを示す前記計測値、又は、前記検査部位では採り得ない値である前記計測値の少なくとも一方である
- 請求項3に記載のプラント保守支援装置。
- [請求項5] 前記判定部は、少なくとも、前記計測値が前記検査部位では採り得

ない値であるか否かを判定し、

前記損傷確率算出部は、前記異常データのうち、前記判定部において前記検査部位では採り得ない値であると判定された前記計測値を前記損傷確率の算出に用いずに前記損傷確率を算出する請求項3又は4に記載のプラント保守支援装置。

[請求項6] 前記プラントの仕様情報に基づいて、前記プラントの推奨検査範囲を前記表示装置に表示させるための第2表示指令を生成するように構成された第2表示指令生成部と、

前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に関する前記検査結果の入力を受け付けるための検査結果受領部と、をさらに備える請求項1乃至5の何れか一項に記載のプラント保守支援装置。

[請求項7] 前記第2表示指令生成部は、損傷傾向の高い順に前記プラントの推奨検査範囲を前記表示装置に表示させるように前記第2表示指令を生成するように構成されている請求項6に記載のプラント保守支援装置。

[請求項8] 前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に関連付けられた過去の前記検査結果、又は、前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位に対応する部位を備える他のプラントについて取得された過去の検査結果の少なくとも一方に基づいて、前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位の損傷度を算出するための損傷度算出部と、

前記推奨検査範囲に含まれる前記検査部位の前記損傷度を前記表示装置に表示させるための第3表示指令を生成するように構成された第3表示指令生成部と、

を備える

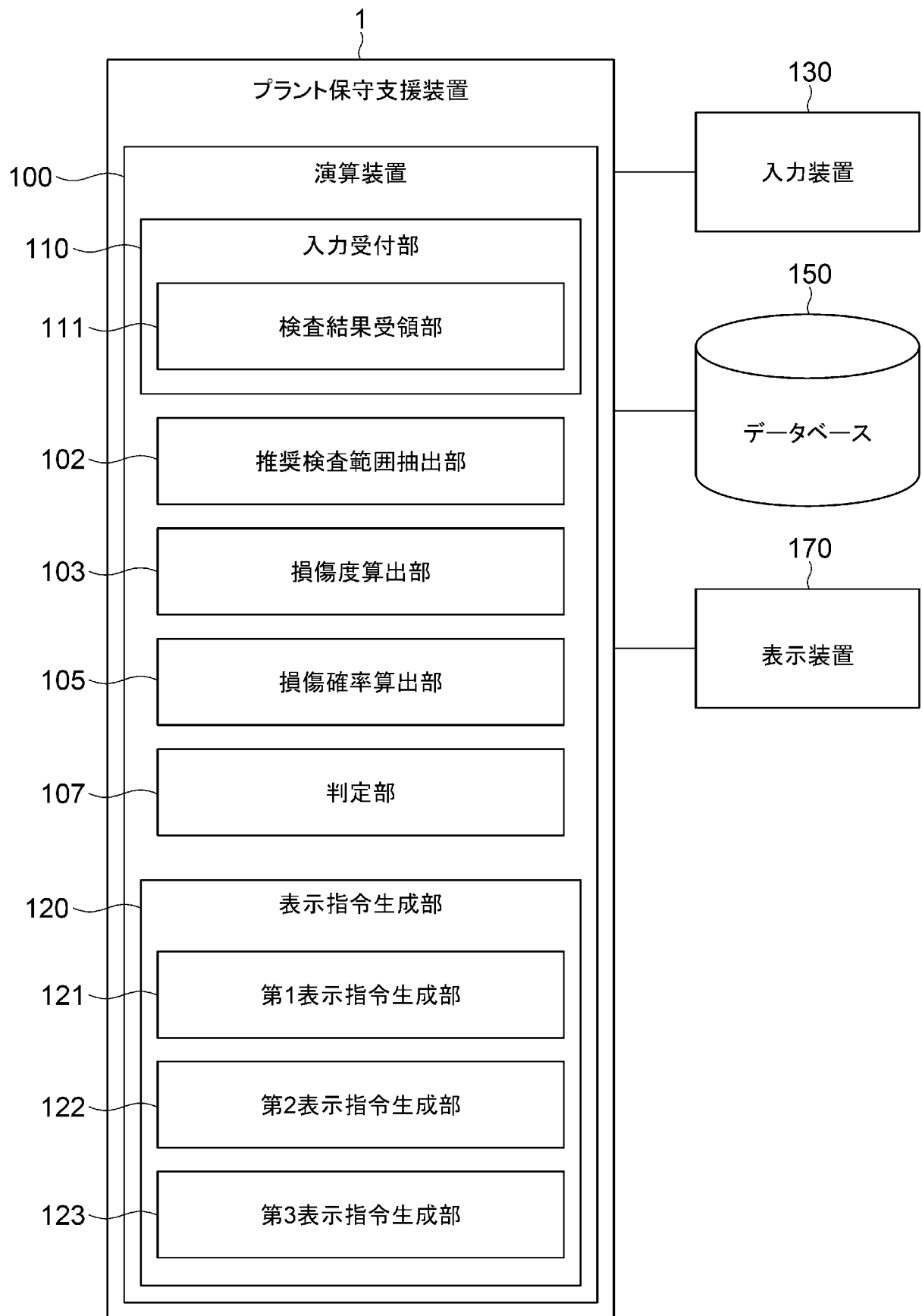
請求項6又は7に記載のプラント保守支援装置。

[請求項9] 前記第3表示指令生成部は、前記検査部位の前記損傷度を該検査部位の位置を把握可能な形式で前記表示装置に表示させるための表示指令を含むように前記第3表示指令を生成する

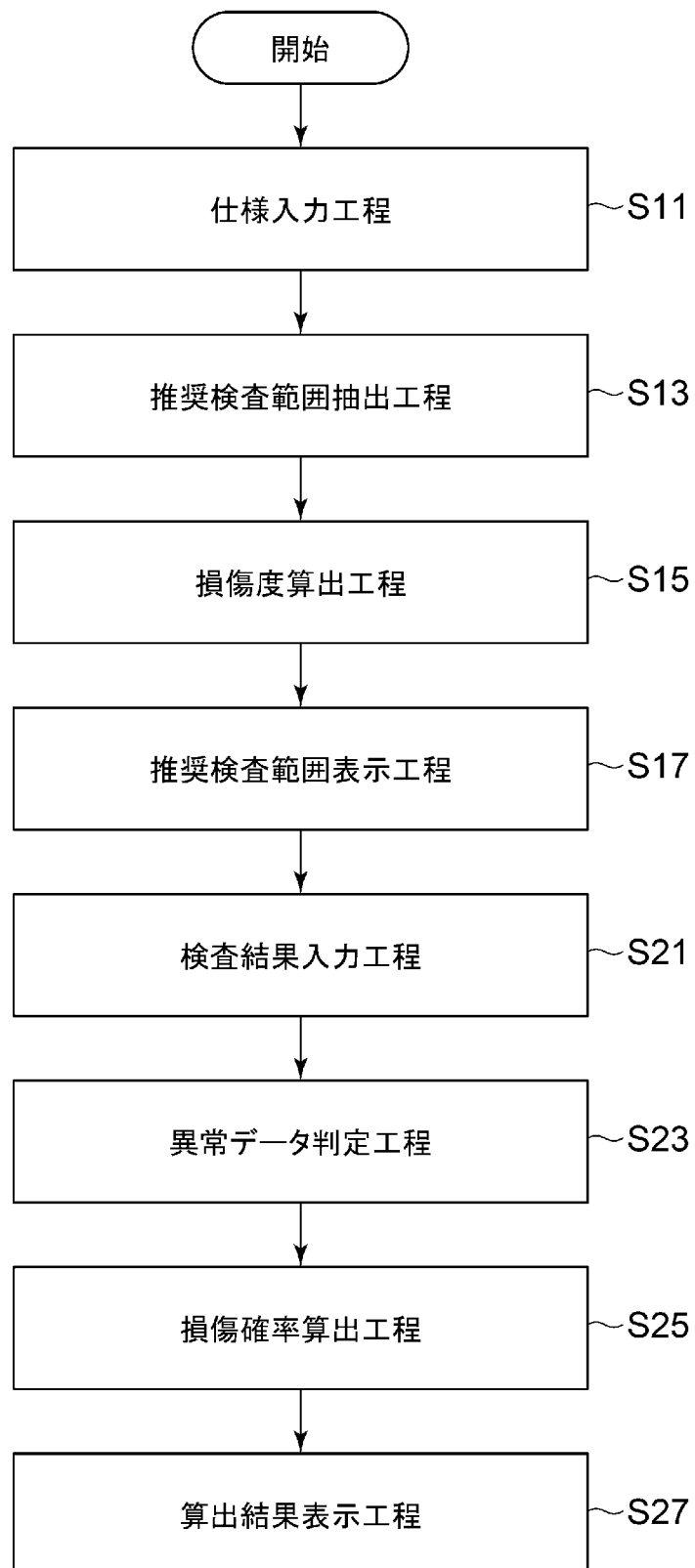
請求項 8 に記載のプラント保守支援装置。

[請求項10] 前記第 3 表示指令生成部は、前記第 3 表示指令として、前記検査部位の位置及び名称を前記表示装置に表示させるための表示指令を含むように前記第 3 表示指令を生成する
請求項 8 又は 9 に記載のプラント保守支援装置。

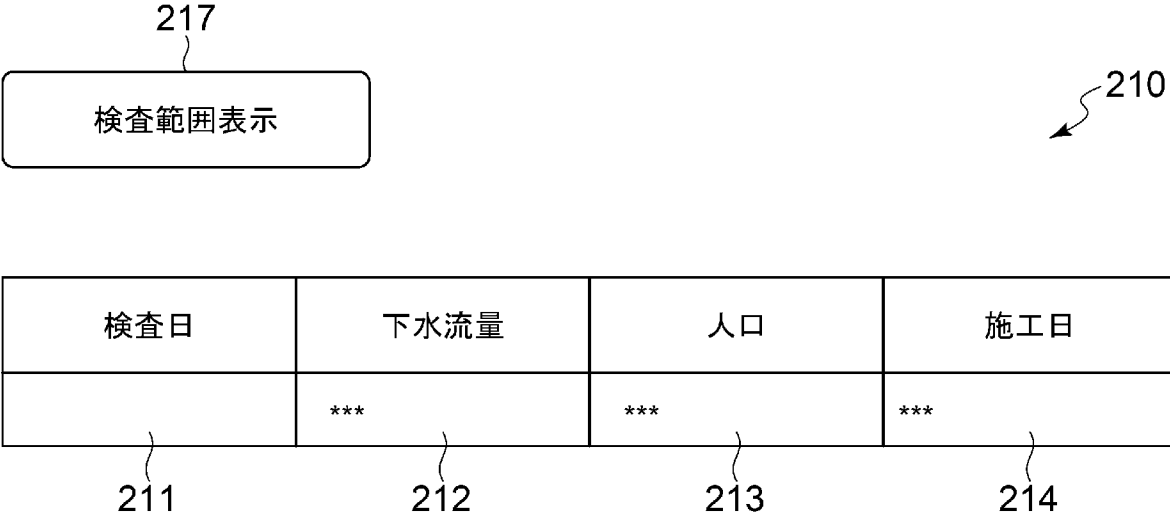
[図1]



[図2]



[図3]



[図4]

詳細

227

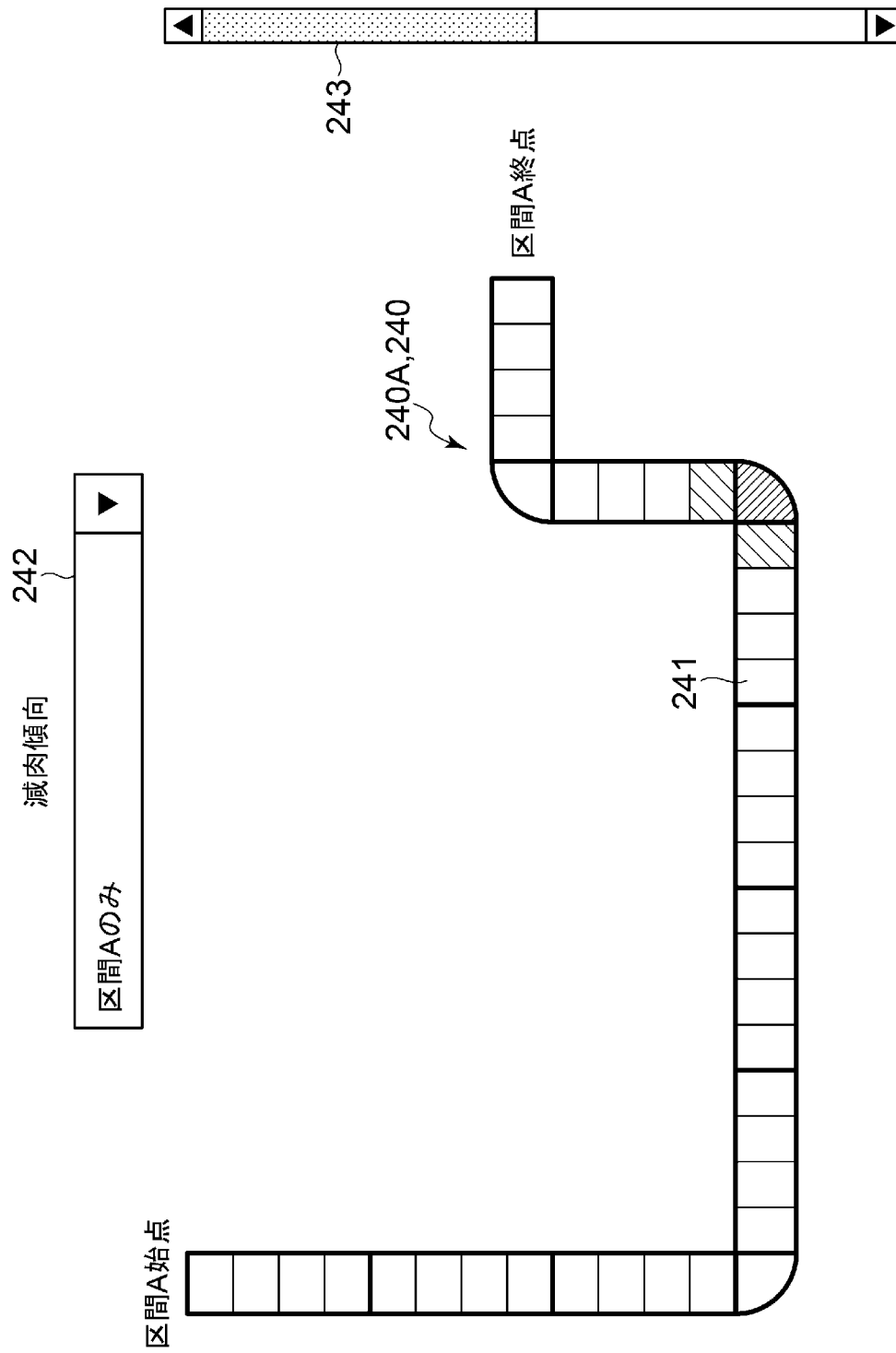
No.	221 選択	222 ライン	223 事象	220 224 検査方法
1	☒	工場ライン	腐食	肉厚計測
2	☐	家庭ライン	腐食	肉厚計測
3	☐	***	***	***
4	☐	***	***	***
5	☐	***	***	***
6	☐	***	***	***
7	☐	***	***	***
8	☐	***	***	***
9	☐	***	***	***
10	☐	***	***	***
11	☐	***	***	***
12	☐	***	***	***
13	☐	***	***	***
...				

[図5]

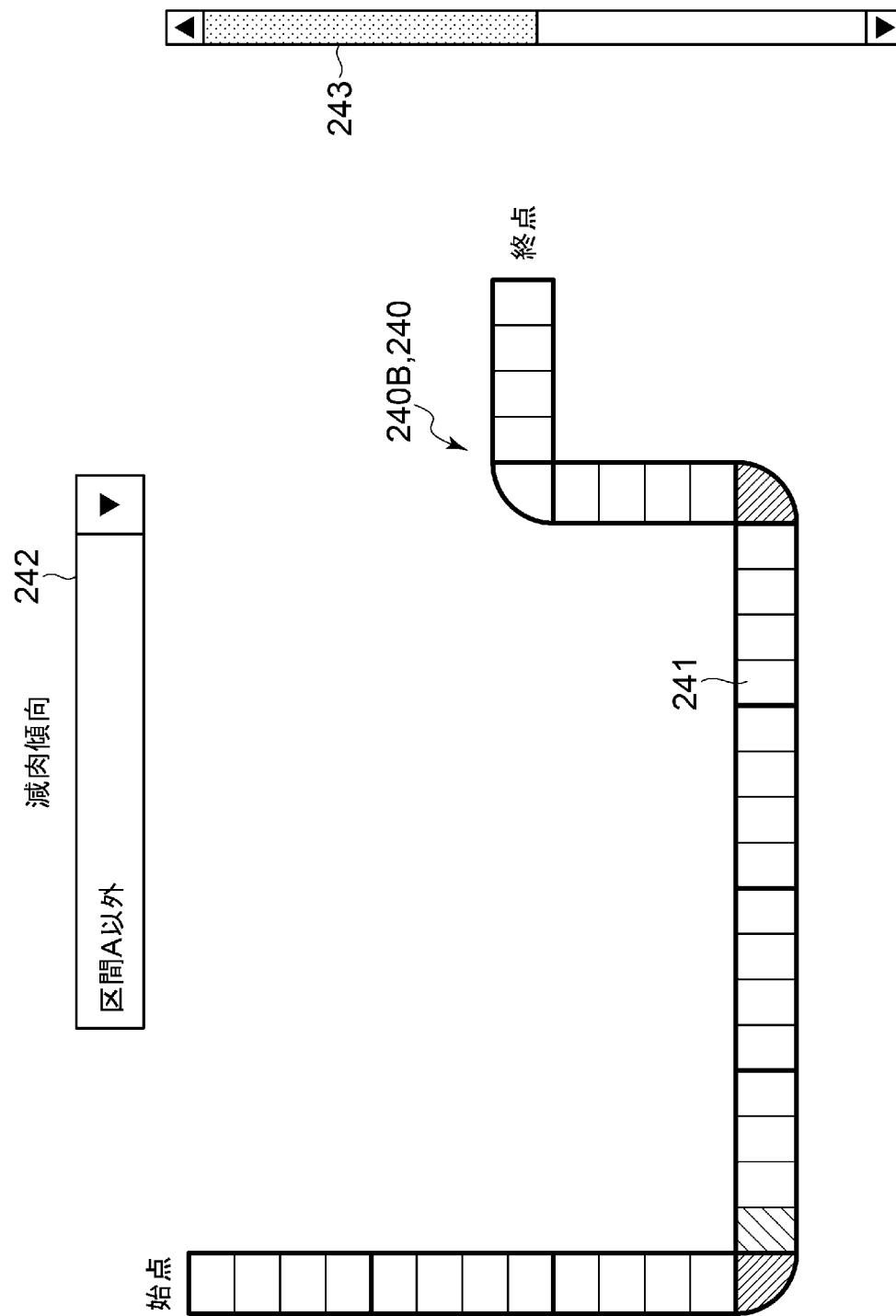
237
エクスポート

No.	231 選択	232 ライン	233 事象	234 区間	235 備考	236 詳細位置 参照
1	☒	工場ライン	腐食	区間A	5年以内に対策履歴あり、前回検査で 損傷確率が高い箇所がある	参照
2	☐	工場ライン	腐食	区間B		参照
3	☐	工場ライン	腐食	区間C		参照
4	☐	工場ライン	腐食	⋮	⋮	
5	☐	工場ライン	腐食			
6	☐	工場ライン	腐食			
7	☐	工場ライン	腐食			
8	☐	工場ライン	腐食			
		⋮				

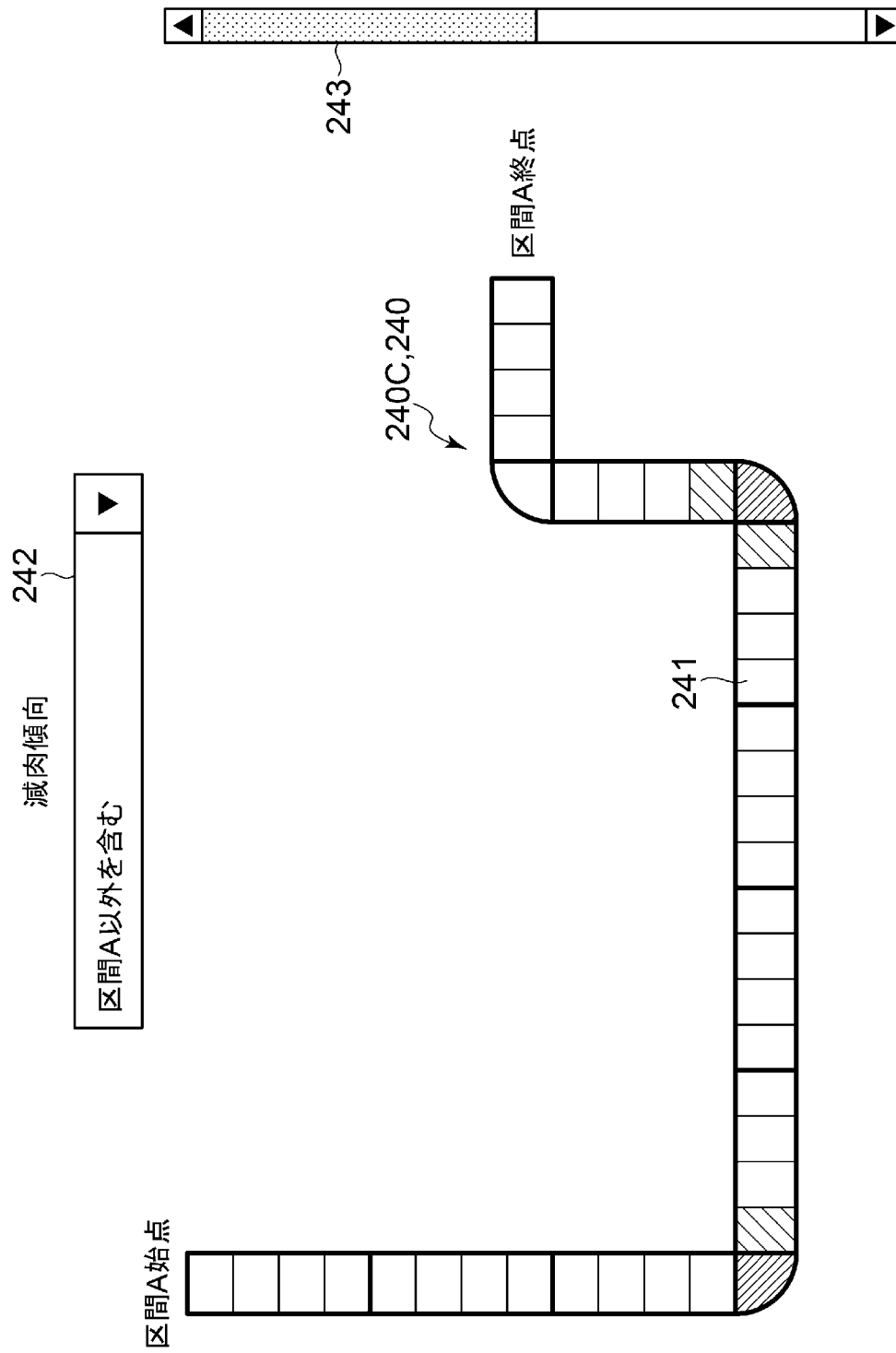
[図6]



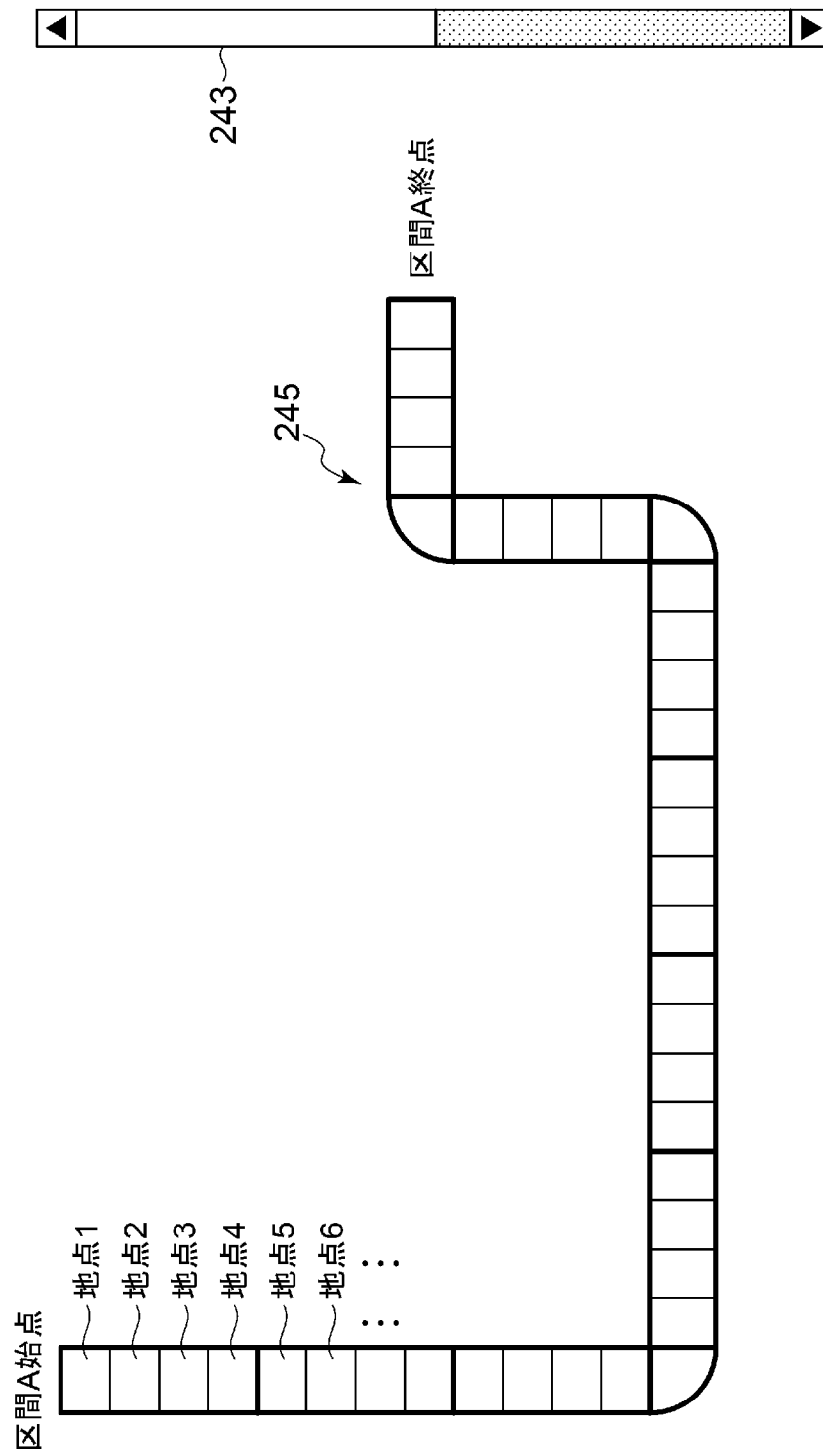
[図7]



[図8]



[図9]



[図10]

対象地域	***			
工期開始日	~311			
工期終了日	~313			
下水流量	***			
人口	***			

310

事象	ライン	区間	地点	検査内容	計測値 (mm)	公称肉厚 (mm)	必要厚 (mm)	材質
腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)		***	***	***
腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)		***	***	***
腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)		***	***	***
腐食	工場ライン	: : : : : : : : : :	: : : : : : : : : :					
腐食	工場ライン							
腐食	工場ライン							
腐食	工場ライン							
腐食	工場ライン							

[図11]

321

損傷確率算出

322

将来リスク

No.	事象	ライン	区間	地点	検査内容	計測値 (mm)	公称肉厚 (mm)	必要厚 (mm)	材質
1	腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
2	腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
3	腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
4	腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
5	腐食	工場ライン	区間A	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
6	腐食	工場ライン	区間B	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
7	腐食	工場ライン	区間B	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
8	腐食	工場ライン	区間B	***	肉厚計測(超音波厚さ計測)	***	***	***	***
⋮									

320

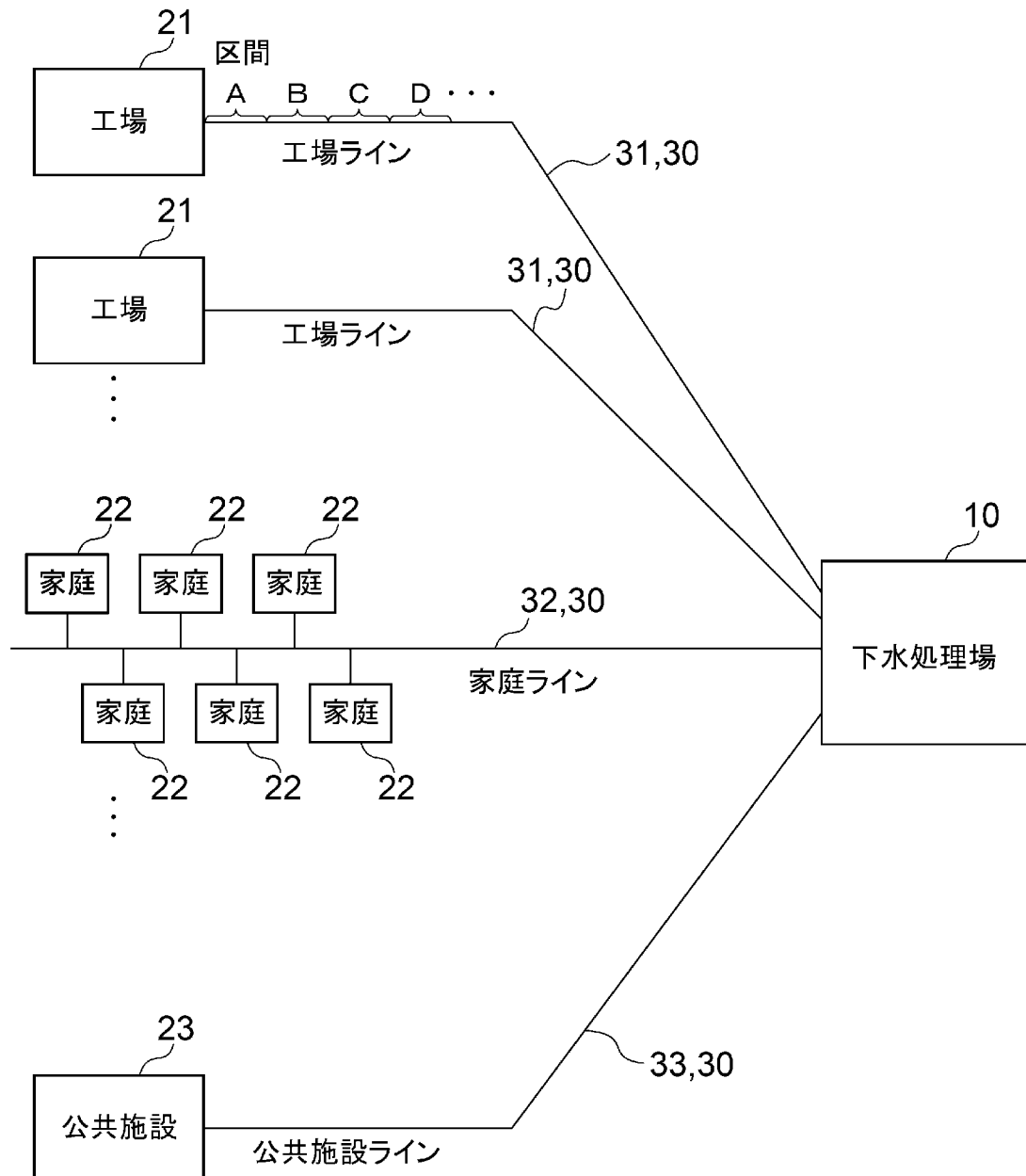
[illegible]

[図14]

		500		510			
No.	ライン	区間	公称肉厚 (mm)	必要厚 (mm)	除外閾値 (mm)		
59	工場ライン	区間D	14.4	12.33	18		
		511	512	513	514	515	

520	
データNo.	計測値 (mm)
1	13.89 521
2	13.95 522
3	13.83 523
4	27.06 524
5	11.91 525

[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/049406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G05B23/02 (2006.01) i

FI: G05B23/02T

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. G05B23/02

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	JP 8-202438 A (HITACHI, LTD.) 09.08.1996 (1996-08-09), paragraphs [0036], [0037]	1
Y		3-5
A		2, 6-10
Y	JP 2014-29612 A (MITSUBISHI ELECTRIC BUILDING TECHNO SERVICE CO., LTD.) 13.02.2014 (2014-02-13), paragraph [0018]	3-5
Y	JP 2011-175540 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 08.09.2011 (2011-09-08), paragraph [0020]	3-5
A	JP 2003-150237 A (HITACHI, LTD.) 23.05.2003 (2003-05-23), claims	1-10
A	JP 2003-345423 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 05.12.2003 (2003-12-05), claims	1-10
A	US 2016/0290974 A1 (MUELLER INTERNATIONAL, LLC) 06.10.2016 (2016-10-06), paragraph [0031]	1-10

☐ 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
05.02.2020

Date of mailing of the international search report
18.02.2020

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2019/049406

JP 8-202438 A	09.08.1996	US 5719558 A column 7, line 66 to column 8, line 42
JP 2014-29612 A	13.02.2014	(Family: none)
JP 2011-175540 A	08.09.2011	(Family: none)
JP 2003-150237 A	23.05.2003	(Family: none)
JP 2003-345423 A	05.12.2003	(Family: none)
US 2016/0290974 A1	06.10.2016	WO 2016/160267 A1 paragraph [0030]

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G05B 23/02(2006.01)i FI: G05B23/02 T		
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）） G05B23/02		
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 1971-2020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	JP 8-202438 A（株式会社日立製作所）09.08.1996（1996-08-09） [0036] - [0037]	1
Y		3-5
A		2, 6-10
Y	JP 2014-29612 A（三菱電機ビルテクノサービス株式会社）13.02.2014（2014-02-13） [0018]	3-5
Y	JP 2011-175540 A（富士電機株式会社）08.09.2011（2011-09-08） [0020]	3-5
A	JP 2003-150237 A（株式会社日立製作所）23.05.2003（2003-05-23） 特許請求の範囲	1-10
A	JP 2003-345423 A（三菱重工業株式会社）05.12.2003（2003-12-05） 特許請求の範囲	1-10
A	US 2016/0290974 A1（MUELLER INTERNATIONAL, LLC）06.10.2016（2016-10-06） [0031]	1-10
☐ 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 “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 “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 “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） “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 “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 “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 “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 “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 05.02.2020		国際調査報告の発送日 18.02.2020
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） 牧 初 3U 9064 電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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/JP2019/049406

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	8-202438	A	09.08.1996	US 5719558 A 第7欄第66行-第8欄第42行	
JP	2014-29612	A	13.02.2014	(ファミリーなし)	
JP	2011-175540	A	08.09.2011	(ファミリーなし)	
JP	2003-150237	A	23.05.2003	(ファミリーなし)	
JP	2003-345423	A	05.12.2003	(ファミリーなし)	
US	2016/0290974	A1	06.10.2016	WO 2016/160267 A1 [0030]	