(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
2023年3月30日(30.03.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/047751 A1

(51) 国際特許分類:
B08B 13/00 (2006.01) *B08B 9/023* (2006.01)
G05D 1/02 (2020.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2022/026141

(22) 国際出願日： 2022年6月30日(30.06.2022)

(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 2021-156745 2021年9月27日(27.09.2021) JP

(71) 出願人: 日立造船株式会社 (**HITACHI ZOSEN CORPORATION**) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 Osaka (JP).

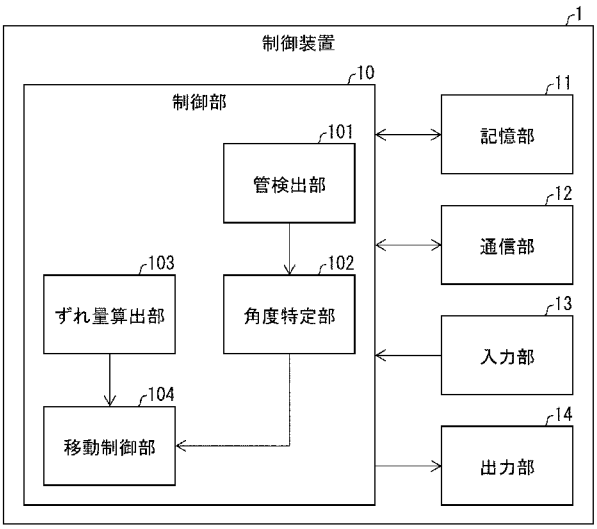
(72) 発明者: 矢路 隼斗 (**YAJI, Hayato**); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 笠原 暢 (**KASAHARA, Toru**); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 松▲崎▼ 弘樹 (**MATSUZAKI, Hiroki**); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 三宅 寿英 (**MIYAKE, Toshihide**); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北１丁目７番８９号 日立造船株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人 HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK (**HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK**); 〒5300041 大阪府

(54) **Title:** CONTROL DEVICE, CLEANING DEVICE, METHOD FOR CONTROLLING CLEANING DEVICE, AND CONTROL PROGRAM

(54) 発明の名称： 制御装置、清掃装置、清掃装置の制御方法、および制御プログラム

図 1



1 ... Control device
10 ... Control unit
11 ... Storage unit
12 ... Communication unit
13 ... Input unit
14 ... Output unit
101 ... Tube detection unit
102 ... Angle specifying unit
103 ... Shift amount calculation unit
104 ... Movement control unit

(57) **Abstract:** The present invention achieves versatile movement control for a device for cleaning tubes. A control device (1) comprises: a tube detection unit (101) that detects a tube from an image captured by an imaging device (271) attached to a cleaning device (2) for cleaning surfaces of tubes; an angle specifying unit (102) that specifies the inclination angle of the tube detected by the tube detection unit (101); and a movement control unit (104) that controls the movement of the cleaning device (2) on the basis of the inclination angle.

WO 2023/047751 A1

［続葉有］

大阪市北区天神橋２丁目北２番６号 大和南森町ビル Osaka (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, IQ, IR, IS, IT, JM, 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, 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)）

(57) 要約：管の清掃装置の汎用的な移動制御を実現する。制御装置（１）は、管の表面を清掃する清掃装置（２）に取り付けられた撮影装置（２７１）により撮影された画像から管を検出する管検出部（１０１）と、管検出部（１０１）が検出した管の傾斜角度を特定する角度特定部（１０２）と、傾斜角度に基づいて清掃装置２の移動制御を行う移動制御部（１０４）と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ：

制御装置、清掃装置、清掃装置の制御方法、および制御プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、配管の清掃を行う清掃装置の移動制御を行う制御装置に関する。

背景技術

[0002] 焼却炉の廃熱を利用した発電に用いられるボイラは多数の配管を備えている。それらの配管は、焼却炉で発生する排ガスの排出路に配置され、その内部には水や水蒸気等の流体が流される。このため、上記配管はボイラ水管とも呼ばれる。そして、排ガスとボイラ水管を流れる流体との間の熱交換により、焼却により発生した熱エネルギを回収する。

[0003] このように、ボイラ水管は排ガスに晒されるため、ボイラ水管の表面には焼却炉で発生した飛灰などが付着して堆積し、熱交換効率が低下していく。よって、ボイラ水管の表面を定期的に清掃する必要がある。しかしながら、ボイラ水管の人手による清掃は容易ではなく、清掃装置による自動清掃が従来から検討されている。

[0004] 例えば、下記の特許文献１には、清掃治具を搭載してボイラ水管群の管軸方向に移動する水管群走行清掃装置を備えた清掃装置が開示されている。この水管群走行清掃装置は、清掃すべきボイラ水管とボイラ水管の間に降ろされた状態で、ボイラ水管の側面に沿って移動しながら清掃を行う。水管群走行清掃装置は、管列方向への移動はできないため、ボイラ水管群の管列方向に移動する管列方向移動装置に収容された状態で移動された後、次に清掃するボイラ水管の間に降ろされる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国公開特許公報「特開２００６－１３８５７２号」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 特許文献１の清掃装置は、水管群走行清掃装置がボイラ水管の間に降ろされた状態で、ボイラ水管に沿って移動することしかできない。このため、清掃の開始時には、まず、水管群走行清掃装置をボイラ水管の間に降ろすことのできる位置に停止させる必要がある。

[0007] しかしながら、水管群走行清掃装置を常に正しい位置に停止させることは難しい。このため、特許文献１の清掃装置は、水管群走行清掃装置の停止位置を修正するための停止位置修正用アームを備えている。

[0008] このように、特許文献１の清掃装置は、清掃装置を自動で移動させるために、停止位置修正用アームのような特殊な機構を必要とするという点で汎用性に欠ける。本発明の一態様は、管の清掃を行う清掃装置の汎用的な移動制御を実現することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0009] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る制御装置は、管の表面を清掃する清掃装置に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から前記管を検出する管検出部と、前記管検出部が検出した前記管の傾斜角度を特定する角度特定部と、前記傾斜角度に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御部と、を備える。

[0010] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る制御装置は、平行に配列された複数の管を清掃する清掃装置の左右対称な位置に取り付けられた、前記管を検出する一組の近接センサの検出値に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部と、前記ずれ量に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御部と、を備え、一組の前記近接センサは、一方の近接センサが前記管の真上の位置となるときに、他方の近接センサが当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されており、前記ずれ量算出部は、一組の前記近接センサの検出値の差と、前記ずれ量との関係を近似した近似式を用いて前記ずれ量を算出する。

[0011] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る清掃装置の制御方法は、制御装置が実行する清掃装置の制御方法であって、管の表面を清掃する前記清掃装置に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から前記管を検出する管検出ステップと、前記管検出ステップで検出した前記管の傾斜角度を特定する角度特定ステップと、前記傾斜角度に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御ステップと、を含む。

[0012] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に係る清掃装置の制御方法は、制御装置が実行する清掃装置の制御方法であって、平行に配列された複数の管を清掃する前記清掃装置の左右対称な位置に取り付けられた、前記管を検出する一組の近接センサの検出値に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出ステップと、前記ずれ量に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御ステップと、を含み、一組の前記近接センサは、一方の近接センサが前記管の真上の位置となるときに、他方の近接センサが当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されており、前記ずれ量算出ステップでは、一組の前記近接センサの検出値の差と、前記ずれ量との関係を近似した近似式を用いて前記ずれ量を算出する。

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、管の清掃装置の汎用的な移動制御を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]本発明の実施形態１に係る制御装置の要部構成の一例を示すブロック図である。

[図2]上記制御装置を含む清掃システムの概要を示す図である。

[図3]上記制御装置による管検出と傾斜角度特定の概要を示す図である。

[図4]上記制御装置による管検出の具体例を示す図である。

[図5]上記制御装置が備えるずれ量算出部によるずれ量の算出方法の概要を示す図である。

[図6]近接センサと管の位置関係と近接センサの検出値との関係を説明する図

である。

[図7]近接センサと管の位置関係と、近接センサの検出値の近似式との関係を説明する図である。

[図8]近接センサの検出値の差からずれ量を求めるための関数を示す図である。

[図9]センタリング時における清掃装置の動作例を示す図である。

[図10]センタリング時における清掃装置の走行時間の算出方法を説明する図である。

[図11]傾斜角度に基づく清掃装置の制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図12]ずれ量に基づく清掃装置の制御方法の一例を示すフローチャートである。

[図13]本発明の実施形態２におけるずれ量の算出例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 〔実施形態１〕

（清掃システムの概要）

本実施形態に係る清掃システム５の概要を図２に基づいて説明する。図２は、清掃システム５の概要を示す図である。清掃システム５は、管ＰＩの表面を清掃するためのシステムであり、制御装置１と清掃装置２を含む。制御装置１は、清掃装置２の動作を制御する装置である。清掃装置２は、制御装置１の制御に従って動作する、管ＰＩの清掃装置である。図２の上側には清掃装置２の斜視図を示し、同図の下側には清掃装置２の側面図を示している。

[0016] 管ＰＩは、直線状の管であり、水平方向に等間隔で複数列配列している。また、管ＰＩは垂直方向に複数段配列している。本実施形態では、管ＰＩが、焼却炉の廃熱を利用した発電に用いられるボイラ（図示せず）の配管、すなわち上述のボイラ水管である例を説明する。無論、清掃システム５は、清掃装置２がその上を走行することができる程度の強度を有し、少なくとも一

部分が直線状であるものであれば、ボイラ水管以外の管の清掃にも用いることができる。

[0017] 図示のように清掃装置２は、本体部２１、クローラ２２、ホースリール２３、およびホース２４を備え、本体部２１の内部にはパンタグラフ２５が収容されている。また、図２の側面図に示すように、パンタグラフ２５の先端部には放水口２６が設けられている。また、本体部２１の前方側端部には収容部２７が設けられている。

[0018] 図２には、左側のクローラ２２のみを示しているが、クローラ２２は本体部２１を挟んで左右対称な位置に一組設けられている。クローラ２２は、清掃装置２を前進、後進、および水平面内で回転させる走行装置として機能する。クローラ２２の代わりに車輪などの他種の走行装置を適用してもよい。

[0019] ホースリール２３はホース２４を巻きつけるものであり、ホース２４は放水口２６に管ＰＩの洗浄用の液体（例えば水）を送液する管である。パンタグラフ２５は、リンク機構により伸縮するようになっており、清掃時には本体部２１の下方に向かってパンタグラフ２５を伸ばし、移動時にはパンタグラフ２５を収縮させることができる。また、放水口２６は、ホース２４に接続されており、ホース２４から送られてきた洗浄用の液体を側方に向かって放出する。

[0020] つまり、清掃装置２は、パンタグラフ２５を伸長させて、放水口２６を清掃したい管ＰＩの側方に位置させ、この状態でホース２４から送られてきた洗浄用の液体を放水口２６に送り込むことにより、水圧で管ＰＩを洗浄する構成となっている。なお、管ＰＩを清掃する方式は任意であり、例えばブラシなどの清掃具を管ＰＩに押し当てて清掃する構成としてもよい。

[0021] 清掃装置２は、清掃したい管ＰＩの間にパンタグラフ２５を降ろして清掃を行うため、清掃の前段階として、清掃したい管ＰＩの間に移動する必要がある。この移動を自動で行うために、清掃装置２の収容部２７の内部には撮影装置と近接センサが設けられている（何れも図２には図示せず）。

[0022] そして、制御装置１は、撮影装置が撮影した画像と近接センサの検出値を

取得し、これらに基づいて清掃装置２の制御を行う。これにより、清掃装置２を清掃すべき管ＰＩの間に自動で移動させて、清掃装置２に管ＰＩの清掃を行わせることができるようになっている。

[0023] （制御装置の構成）

制御装置１の構成を図１に基づいて説明する。図１は、制御装置１の要部構成の一例を示すブロック図である。図示のように、制御装置１は、制御装置１の各部を統括して制御する制御部１０と、制御装置１が使用する各種データを記憶する記憶部１１を備えている。また、制御装置１は、制御装置１が他の装置と通信するための通信部１２と、制御装置１に対する各種データの入力を受け付ける入力部１３と、制御装置１が各種データを出力するための出力部１４と、を備えている。そして、制御部１０には、管検出部１０１、角度特定部１０２、ずれ量算出部１０３および移動制御部１０４が含まれている。

[0024] 管検出部１０１は、清掃装置２に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から管ＰＩを検出する。画像は通信部１２または入力部１３を介して取得すればよい。そして、角度特定部１０２は、管検出部１０１が検出した管ＰＩの傾斜角度を特定する。

[0025] ずれ量算出部１０３は、清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた、管ＰＩを検出する一組の近接センサの検出値に基づいて、清掃装置２の所定の基準位置からのずれ量を算出する。本実施形態では、上記基準位置が、平行に隣接して配列された２本の管ＰＩの中央位置（２本の管ＰＩから等距離にある位置）であり、ずれ量算出部１０３が清掃装置２の左右方向の中央位置と上記２本の管ＰＩの中央位置とのずれ量を算出する例を説明する。

[0026] 無論、基準位置は適宜定めておけばよく、この例に限られない。例えば、１本の管ＰＩの中央位置を基準位置とし、清掃装置２の左右方向の中央位置と１本の管ＰＩの中央位置とのずれ量を算出してもよい。

[0027] 移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度、およびずれ量算出部１０３が算出するずれ量の何れかまたは両方に基づいて清掃装置２

の移動制御を行う。詳細は後述するが、移動制御部１０４は、例えば清掃装置２の向きを変える旋回制御や、清掃装置２を隣接する管ＰＩの中央位置に移動させる制御を行う。なお、ここでは、制御装置２の位置が変わらないような旋回制御も移動制御の範疇に含まれるとする。

[0028] 以上のように、制御装置１は、管ＰＩの表面を清掃する清掃装置２に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から管ＰＩを検出する管検出部１０１と、管検出部１０１が検出した管ＰＩの傾斜角度を特定する角度特定部１０２と、特定された傾斜角度に基づいて清掃装置２の移動制御を行う移動制御部１０４と、を備える。

[0029] 清掃装置２に取り付けられた撮影装置により撮影された画像に写る管ＰＩの傾斜角度は、清掃装置２が管ＰＩに対してどのような向きとなっているかを反映している。そして、清掃装置２が管ＰＩに対してどのような向きとなっているかが特定できれば、清掃装置２を管ＰＩに対して所定の向きとなるように方向転換させることができる。また、清掃装置２を管ＰＩに沿って移動させたり、清掃装置２を管ＰＩと垂直な方向に移動させたりすることも可能になる。

[0030] よって、上記の構成によれば、撮影装置により撮影された画像に基づく、清掃装置２の移動制御が実現できる。また、上記の構成は、停止位置修正用アーム等の特別な構成が必要ないという点で、特許文献１の技術と比べて汎用性が高い。したがって、上記の構成によれば、清掃装置２の汎用的な移動制御が実現できるという効果を奏する。

[0031] （管検出と傾斜角度特定の概要）

図３は、制御装置１による管検出と傾斜角度特定の概要を示す図である。図２には、管ＰＩ上に位置する清掃装置２の上面図と、清掃装置２が備える撮影装置２７１により撮影された画像ＩＭＧを示している。なお、清掃装置２の外観は図２よりも簡略化している。これは図３以降の図面においても同様である。

[0032] 図３に示す清掃装置２は、管ＰＩの延伸方向に対して、清掃装置２の前方

側が左側に傾いている。また、清掃装置２の前方部には、撮影装置２７１が設けられている。この撮影装置２７１は、図２の収容部２７内に収容されており、清掃装置２の下方側を撮影するように配置されている。撮影装置２７１は、管ＰＩの輪郭線が認識できるような画像を撮影できるものであればよく、例えば深度カメラ等であってもよい。

[0033] このような状態で清掃装置２が備える撮影装置２７１により撮影された画像ＩＭＧでは、図示のように管ＰＩが右上がりに傾斜して写る。詳細は後述するが、管検出部１０１は、画像ＩＭＧから、管ＰＩの外縁を構成する線分Ｌ１を検出する。そして、角度特定部１０２は、管検出部１０１が検出した線分Ｌ１の線分Ｌ２に対する傾斜角度を、管ＰＩの傾斜角度として特定する。なお、線分Ｌ２は、画像ＩＭＧの上辺および下辺に垂直な線分である。

[0034] 清掃装置２の前後方向と、管ＰＩの延伸方向とが平行である場合、つまり検出した管の外縁を構成する線分が線分Ｌ２と平行である場合には$\Delta\theta$はゼロとなる。この$\Delta\theta$がゼロとなる方向を基準として、例えば右側の傾きを正、左側の傾きを負として管の傾斜角度を表すことができる。この場合、図３のように、清掃装置２の前方側が左側に傾いているときに$\Delta\theta$は正の値となり、清掃装置２の前方側が右側に傾いているときには$\Delta\theta$は負の値となる。

[0035] （管検出の具体例）

図４は、制御装置１による管検出の具体例を示す図である。図４に示すＩＭＧ１は、撮影装置２７１により撮影された画像である。この画像ＩＭＧ１においては、領域Ａ１およびＡ２等において、本来は直線状であるはずの管の外縁部が歪んで曲線状になっている。撮影装置２７１のレンズが広角レンズである場合にはこのような歪が生じる。なお、画像ＩＭＧ１の左下隅および右下隅に写り込んでいるのは近接センサである。

[0036] 歪は管検出の妨げとなるため、図４の例では、管の検出に先立ち、管検出部１０１は、画像ＩＭＧ１に対して歪補正を行い、歪が補正された画像ＩＭＧ２を生成している。画像ＩＭＧ２では、領域Ａ１およびＡ２に対応する領域Ａ１’およびＡ２’における管の外縁部が直線状になっている。発生する

歪のパターンは撮影装置２７１に依存するから、例えば撮影装置２７１で事前にチェックパターンを撮影し、撮影されたチェックパターンの歪が解消するような補正パラメータを作成しておけばよい。このような補正パラメータを用いれば歪の補正が可能である。

[0037] また、図４に示すＩＭＧ３も撮影装置２７１により撮影された画像であるが、この画像ＩＭＧ３の領域Ａ３等には干渉縞が生じている。このようなノイズも管検出の妨げとなることがある。このため、管検出部１０１は、管の検出に先立ってノイズ除去を行ってもよい。図４に示す画像ＩＭＧ４は、画像ＩＭＧ３に対してノイズ除去処理を行ったものである。画像ＩＭＧ４は干渉縞がない鮮明な画像となっている。

[0038] ノイズ除去方法としては任意のものが適用できる。例えば、バイラテラルフィルタによりノイズを除去してもよい。バイラテラルフィルタは、ノイズを除去すると共に、画像中のエッジ部分は顕著に残すフィルタであるため、管検出の前処理に用いるノイズ除去フィルタとして好適である。

[0039] 以上のような歪補正およびノイズ除去を行った画像から、管検出部１０１は、管の外縁を構成する線分を検出する。この線分の検出には、種々のエッジ検出法を適用することができる。例えば、管検出部１０１は、Ｃａｎｎｙ法によりエッジ検出を行ってもよい。Ｃａｎｎｙ法では、対象となる画像をグレースケールに変換した後、変換後の画像における輝度変化が閾値以上となる部分をエッジとして検出する。

[0040] 図４には、画像ＩＭＧ４からＣａｎｎｙ法でエッジ検出した結果を示すエッジ画像ＩＭＧ５を示している。エッジ画像ＩＭＧ５は、管の外縁部を含む各種のエッジが白色の線分で表され、エッジ以外の部分が黒の背景部となった二値化画像である。

[0041] この後、管検出部１０１は、エッジ画像ＩＭＧ５から直線を検出する。検出された直線には、管の外縁部のエッジも含まれているので、直線を検出する処理は管を検出する処理であるといえる。

[0042] エッジ画像ＩＭＧ５から直線を検出する方法は任意である。例えば、管検

出部１０１は、ハフ（Hough）変換により直線を検出してもよい。この場合、管検出部１０１は、検出すべき直線の式をρ＝ｘｃｏｓθ＋ｙｓｉｎθと表して、エッジの画素（エッジ画像ＩＭＧ５における白色画素）が所定数以上乗っている直線の（ρ，θ）の組、すなわち極座標を求める。

[0043] これにより、エッジ画像ＩＭＧ５に含まれる所定の長さ以上の各直線（所定数以上の白色画素からなる各直線）が極座標（ρ，θ）で表される。なお、検出したい管の外縁部以外の直線ができるだけ検出されないようにするため、エッジ画像ＩＭＧ５のうち管の外縁部以外のものが写り込む画像端部を避けて直線検出を行うことが好ましい。直線の検出対象領域は予め定めておけばよい。

[0044] 次に、角度特定部１０２が、管検出部１０１が検出した直線から、管の傾斜角度を特定する。より詳細には、角度特定部１０２は、極座標（ρ，θ）で表される直線が、ｘｙ座標系、すなわち直交座標系においてどのような傾きの直線となるかを特定する。具体的には、角度特定部１０２は、極座標（ρ，θ）で表される直線上の２点を求め、それら２点間のｘ軸方向の距離ｘ１とｙ軸方向の距離ｙ１を求める。ここで、特定するべき傾きをφとすれば、ｔａｎφ＝ｙ１／ｘ１が成り立つので、角度特定部１０２は、求めたｘ１とｙ１の値から傾きφを特定することができる。ただし、０＜φ＜１８０°となるようにする。

[0045] 角度特定部１０２は、管検出部１０１が検出した全ての直線について上記の処理を行って、検出された各直線の傾きを特定する。ここで、角度特定部１０２は、特定した角度のうち、閾値を超えているものは除外する。そして、角度特定部１０２は、除外されずに残った角度の平均値を、管の傾斜角度と特定する。

[0046] なお、管の検出と傾斜角度の特定は、時系列で複数回行い、各特定結果の移動平均を管の傾斜角度と特定してもよい。この場合、例えば、撮影装置２７１による撮影と、撮影された画像からの管の検出および傾斜角度の特定を所定周期（例えば数Ｈｚから数十Ｈｚ）で行い、複数周期の特定結果の移動

平均を、当該複数周期における管の傾斜角度と特定してもよい。

[0047] （制御の例：旋回）

移動制御部１０４は、以上のようにして角度特定部１０２が特定した傾斜角度に基づいて清掃装置２を旋回させて、清掃装置２に所望の方向を向かせることができる。具体的には、移動制御部１０４は、目標となる傾斜角度$\Delta\theta_T$を設定した上で、角度特定部１０２が特定する傾斜角度$\Delta\theta=\Delta\theta_T$となるように清掃装置２を旋回させればよい。例えば、清掃装置２の前後方向が管の延伸方向と平行になるように旋回させる場合、移動制御部１０４は、$\Delta\theta_T=0$に設定すればよい。そして、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度$\Delta\theta=\Delta\theta_T=0$となるまで清掃装置２を旋回させればよい。

[0048] ただし、制御装置１から清掃装置２に対して制御信号を送信した後、その制御信号に従って清掃装置２が動作するまでの間にはタイムラグがある。このため、移動制御部１０４は、このタイムラグを考慮した旋回制御を行うことが好ましい。

[0049] 例えば、移動制御部１０４は、下記の数式で表される傾斜角度$\Delta\theta_S$を閾値として旋回制御を行ってもよい。なお、t_dは制御信号の送信から清掃装置２が動作するまでのむだ時間、γは清掃装置２の旋回中の角速度、Ｖは清掃装置２の走行速度（旋回時のモータの回転速度で走行した速度）、ａは清掃装置２の走行加速度（旋回時のモータの回転速度での走行における加速度）である。また、下記の数式におけるγの係数（１／２）は、旋回中から旋回停止に至るまでの期間に角速度が一次関数的に減少すると仮定して設定したものである。γの係数は、旋回停止に至るまでの期間の角速度の変動パターンに応じたものとすればよく、１／２に限られない。

$$\Delta\theta_S=t_d*\gamma+V/a*\gamma/2$$

具体的には、移動制御部１０４は、以下の条件に従って、右旋回、左旋回、および停止（旋回終了）の制御信号を出力する。なお、基準軸の取り方によって、下記条件式における$\Delta\theta$の正負や、右辺の$\Delta\theta_S$の符号は変わる。

$\Delta\theta > \Delta\theta_T - \Delta\theta_S$：右旋回

$\Delta\theta < \Delta\theta_T + \Delta\theta_S$：左旋回

$|\Delta\theta| = \Delta\theta_T + \Delta\theta_S$：停止（旋回終了）

旋回時における処理の流れは例えば以下のようになる。なお、以下では清掃装置２を管と平行にする際の旋回制御、つまり、$\Delta\theta_T = 0$である場合の旋回制御について説明する。

[0050] まず、移動制御部１０４は、清掃装置２の角速度γを計算し、続いて移動制御部１０４は、角速度γに所定のむだ時間t_dを乗じて、タイムラグの間に変化する角度すなわち上記$\Delta\theta_S$の算出式における右辺第一項の値を算出する。また、移動制御部１０４は、清掃装置２の走行速度Ｖと、加速度ａから、上記$\Delta\theta_S$の算出式における右辺第二項の値を算出し、これにより$\Delta\theta_S$の値を求める。

[0051] 次に、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定した傾斜角度$\Delta\theta$の大きさ（$|\Delta\theta|$）が$\Delta\theta_S$より大きいか否かを判定する。ここで、移動制御部１０４は、$|\Delta\theta| \leqq \Delta\theta_S$であれば旋回の停止信号を出力する。$|\Delta\theta| \leqq \Delta\theta_S$であれば要求される精度を満たしているためである。

[0052] 一方、移動制御部１０４は、$|\Delta\theta| > \Delta\theta_S$であれば清掃装置２を旋回させる。旋回方向の判定条件は上記のとおりである。つまり、移動制御部１０４は、$\Delta\theta > \Delta\theta_S$であれば右旋回、$\Delta\theta < -\Delta\theta_S$であれば左旋回の制御信号を出力する。この後、移動制御部１０４は、再度$|\Delta\theta| > \Delta\theta_S$であるかの判定に戻る。このような処理を$|\Delta\theta| \leqq \Delta\theta_S$となるまで繰り返すことにより、むだ時間$t_d$の間における傾斜角度の変化（$t_d * \gamma$）と、停止信号を送信してから停止するまでの間における傾斜角度の変化（Ｖ／ａ＊γ／２）を考慮して、要求精度を満たす旋回が実現される。

[0053] （ずれ量の算出方法の概要）

図５は、ずれ量算出部１０３によるずれ量の算出方法の概要を示す図である。図５には、管ＰＩＬおよびＰＩＲ上に位置する清掃装置２の平面図と、該平面図におけるＡ－Ａ’線断面図を示している。なお、断面図では清掃装

置２が備える近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒと、管ＰＩＬおよびＰＩＲ以外のものは図示を省略している。

[0054] 上述のように、ずれ量の算出には、清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた、管ＰＩを検出する一組の近接センサの検出値が用いられる。図５の例では、清掃装置２の前部に近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒが設けられている。なお、清掃装置２を左右方向に二等分する中心線Ｌ３に対して左側に設けられているのが近接センサ２７２Ｌであり、中心線Ｌ３に対して右側に設けられているのが近接センサ２７２Ｒである。これらのセンサは、収容部２７（図２参照）に収容されている。

[0055] 平面図に示すように、中心線Ｌ３は管ＰＩＬおよびＰＩＲと平行であるが、管ＰＩＬとＰＩＲとの中央位置を示す中間線Ｌ４に対して、Δｙだけ左側にずれている。ずれ量算出部１０３は、このずれ量Δｙを近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値に基づいて算出する。

[0056] より詳細には、ずれ量算出部１０３は、Δｙがゼロのときには近接センサ２７２Ｌの検出値と近接センサ２７２Ｒの検出値との差がゼロになり、Δｙがゼロ以外のときにはその差がゼロにならないことを利用してΔｙを算出する。

[0057] 例えば、図５の例では、同図の断面図に示すように、近接センサ２７２Ｌから管ＰＩＬまでの距離の方が、近接センサ２７２Ｒから管ＰＩＲまでの距離よりも短い。このため、近接センサ２７２Ｌの検出値と近接センサ２７２Ｒの検出値との差はゼロにはならない。例えば、対象物までの距離が短いほど検出値が小さくなる近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒを用いた場合、検出値の差は負の値となる。

[0058] よって、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差が負の値となったことにより、管ＰＩＬとＰＩＲとの中央位置を示す直線Ｌ６に対し、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの中央位置を示す直線Ｌ５が左側にずれた位置にあることがわかる。また、検出値の差の大きさは、ずれ量の大きさを反映しているから、検出値の差の大きさからΔｙを算出することができる。

[0059] （近接センサの配置）

一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒは、一方が管の真上の位置となるときに、他方がその管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置することが好ましい。このような配置とする理由について図６および図７に基づいて説明する。

[0060] 図６は、近接センサ２７２と管ＰＩの位置関係と、近接センサ２７２の検出値との関係を説明する図である。なお、近接センサ２７２は、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒと同じセンサである。

[0061] 図６には、近接センサ２７２の初期位置からのずれ量（単位はｍｍ）と、近接センサ２７２の測定値（近接センサ２７２の検出値、単位はボルト）との関係を示している。なお、初期位置は、管ＰＩの真上の位置よりも約５ｍｍ左側の位置である。

[0062] 図示のように、近接センサ２７２を初期位置から右方向に移動させていき、近接センサ２７２が管ＰＩの真上の位置となったとき、すなわち近接センサ２７２が管ＰＩに最接近したときに、検出値が約１．２Ｖとなっている。この値が近接センサ２７２の出力値の最小値である。

[0063] この後、近接センサ２７２をさらに右方向に移動させていくと、近接センサ２７２の検出値は増加してゆき、管ＰＩが検知範囲外となったときには、検出値（電圧値）が約５．０Ｖとなっている。この値が近接センサ２７２の出力値の最大値であり、近接センサ２７２の検知範囲の境界となる値である。つまり、検出値（電圧値）が５．０Ｖより小さければ近接センサ２７２は管ＰＩを検知しているといえ、５．０Ｖであれば管ＰＩを検知していないといえる。

[0064] 近接センサ２７２の位置と検出値との関係は、管ＰＩまでの距離が比較的近い場合と、検知範囲境界に近い場合とで異なるパターンとなっている。このうち、管ＰＩまでの距離が比較的近い場合については、近接センサ２７２の位置と検出値との関係は近似により関数として定式化することが可能である。この関数を図６には「近似曲線」として示している。

[0065] 図６では、この近似曲線において、検知範囲外の電圧値（約５．０Ｖ）となるときのずれ量と、近接センサ２７２が管ＰＩに最接近したとき（近接センサ２７２が管ＰＩの真上に位置するとき）のずれ量との差をＤで表している。近接センサ２７２が管ＰＩの真上に位置している状態から、近接センサ２７２が右方向に距離Ｄだけ移動すると、近接センサ２７２の検出値は最大値にまでは達しないが、最大値に近い値となる。

[0066] このため、Ｄを検出限界の距離とみなし、近接センサ２７２が管ＰＩの真上の位置から、その右方向にＤだけ離れた位置までの区間に存在するときには、近接センサ２７２の検出値とずれ量との関係を図６に示すような近似曲線で近似することができる。そして、近接センサ２７２の検出限界よりも離れた位置に管ＰＩが存在するときには、近接センサ２７２の検出値は一定値（約５．０Ｖ）に近似することができる。

[0067] なお、近接センサ２７２が管ＰＩに最接近したときの近接センサ２７２と管ＰＩの間の距離を変えて実験を行ったが、当該距離が短いほど最近接時の検出値が小さくなっただけで、検出限界となる位置は変わらなかった。この実験結果から、近接部分を図６に示すような近似曲線で近似することは妥当であり、その近似曲線を示す関数から求めた検出限界の位置よりも離れた位置における検出値を一定値（近接センサ２７２の最大値）とすることも妥当であるといえる。

[0068] 図７は、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒと管ＰＩＬおよびＰＩＲの位置関係と、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値の近似式との関係を説明する図である。図７では、隣接する２本の管のうち左側に位置する管ＰＩＬの真上に左側の近接センサ２７２Ｌが位置しているときのずれ量をゼロとしている。そして、その位置から近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒを右方向に水平移動させたときの上記位置からのずれ量ｘと、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの各検出値$Ｖ_1$、$Ｖ_2$との関係を表した近似式を示している。

[0069] 図示のように、

$V_1 = a(x-p)^2 + q$

$V_2 = a(x-p-D)^2 + q$

である。なお、ａ、ｐ、ｑは、近接センサ２７２間の距離、管ＰＩの径、管ＰＩのピッチ、および近接センサ２７２と管ＰＩとの距離から決まる定数である。また、Ｄは、V_1の近似曲線において、$V_1 = V_{1MAX}$（約５．０Ｖ）となるときのずれ量と、$V_1 = V_{1MIN}$（約１．２Ｖ）となるときのずれ量との差である。

[0070] このようにして求めたＤを用いて近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒを配置する。具体的には、近接センサ２７２Ｌが管ＰＩＬの真上の位置にあるときの、近接センサ２７２Ｒから管ＰＩＲの真上の位置までの水平方向距離の距離がＤとなるようにする。また、近接センサ２７２Ｒが管ＰＩＲの真上の位置にあるときの、近接センサ２７２Ｌから管ＰＩＬの真上の位置までの水平方向距離の距離もＤとなるようにする。このような位置関係とするためには、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの間隔ｄ＝（Ｐ－Ｄ）とすればよい。Ｐは、管ＰＩＬとＰＩＲの間隔である。

[0071] このような配置とした場合、管ＰＩＬの真上に近接センサ２７２Ｌが位置しているとき検出値V_1は最小値V_{1MIN}（約１．２Ｖ）となる。このとき近接センサ２７２Ｒは、管ＰＩＲの検出限界の位置にあるからV_2は最大値V_{2MAX}（約５．０Ｖ）となる。一方、管ＰＩＲの真上に近接センサ２７２Ｒが位置しているときには検出値V_2が最小値V_{2MIN}（約１．２Ｖ）となる。このとき近接センサ２７２Ｌは、管ＰＩＬの検出限界の位置にあるからV_1は最大値V_{1MAX}（約５．０Ｖ）となる。

[0072] また、管ＰＩＬの真上に近接センサ２７２Ｌが位置している状態から、管ＰＩＲの真上に近接センサ２７２Ｒが位置している状態までの区間には、近接センサ２７２Ｌが管ＰＩＬを検知しており、かつ、近接センサ２７２Ｒが管ＰＩＲを検知している状態となる。この区間における近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差は、下記のように表すことができる。

$V_1 - V_2 = \{a(x-p)^2 + q\} - \{a(x-p-D)^2 + q\}$

$$=2aDx-a(2pD+D^2)^2$$

ここで、図５で説明したように、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値が等しいとき、つまり$V_1-V_2=0$のときにずれ量もゼロになる。よって、ずれ量を表す関数は、上記数式の右辺第二項をゼロとして、下記の一次関数で表される。

[0073] $x=(V_1-V_2)/2aD$

ここで、管ＰＩＲの真上に近接センサ２７２Ｒが位置している状態から、さらに近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒが右方に移動したとする。この状態において、近接センサ２７２Ｌは、管ＰＩＬの検知範囲外であるから$V_1=V_{1MAX}$（約５．０Ｖ）の定数となる。一方、近接センサ２７２Ｒは、管ＰＩＲの検知範囲内であり、$V_2=a(x-p-D)^2+q$と表される。よって、この状態における近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差は、下記のように表すことができる。

$V_1-V_2=V_{1MAX}-a(x-p-D)^2-q$

上述のように、$V_1-V_2=0$のときにずれ量がゼロになるようにする。つまり、$-a(2pD+D^2)^2=0$とする。$a\neq0$かつ$D\neq0$であるため、$2p+D=0$となる。よって、近接センサ２７２Ｌが管ＰＩＬの検知範囲外であり、かつ近接センサ２７２Ｒが管ＰＩＲの検知範囲内である場合において、ずれ量を表す関数は、下記のように表される。$x=\{-(V_1-V_2+q-V_{1MAX})/a\}^{1/2}+D/2$

以上のように、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの一方のみが管を検出している場合と、両方が管を検出している場合とのそれぞれについて、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値の差を簡単な近似式で表すことができる。そして、それらの近似式を用いることにより、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差から、ずれ量を求めるための関数を導出することができる。

[0074] 図８は、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差（V_1-V_2）から、ずれ量を求めるための関数を示す図である。図８のグラフの縦軸は近接セン

サ２７２Ｌの管ＰＩＬの直上位置からのずれ量（単位：ｍｍ）であり、横軸は近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの検出値の差（電圧差。単位：Ｖ）である。

[0075] 図８に示す関数は、ずれ量が０から１５ｍｍ付近までの区間は直線（一次関数）となっている。具体的には、この区間における関数は図８の数式（１）に示すように、ずれ量が電圧差（V_1-V_2）に比例して増加する一次関数である。

[0076] また、図８に示す関数は、ずれ量が１５から４５ｍｍ付近までの区間は曲線となっている。具体的には、この区間における関数は図８の数式（２）に示すように、ずれ量が$(V_1-V_2)^{1/2}$の値に応じて減少する関数である。なお、図８では、$V_{1MAX}=5$としている。つまり、数式（２）の（V_1-V_2+q-5）における「５」はV_{1MAX}である。

[0077] すなわち、ずれ量算出部１０３は、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの両方が管を検知しているとき（$V_1\neq V_{1MAX}$かつ$V_2\neq V_{2MAX}$のとき）には、上記数式（１）によりずれ量ｘを算出する。また、ずれ量算出部１０３は、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの一方のみが管を検知しているときには、上記数式（２）によりずれ量ｘを算出する。ここで近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの一方のみが管を検知しているときとは、（$V_1=V_{1MAX}$かつ$V_2\neq V_{2MAX}$）または（$V_2=V_{2MAX}$かつ$V_1\neq V_{1MAX}$）のときである。

[0078] このように、近接センサ２７２Ｌが管ＰＩＬの真上の位置となるときに、近接センサ２７２Ｒが管ＰＩＲの検出限界の位置となり、近接センサ２７２Ｒが管ＰＩＲの真上の位置となるときに、近接センサ２７２Ｌが管ＰＩＬの検出限界の位置となるように、近接センサ２７２Ｌと近接センサ２７２Ｒを配置することにより、数式（１）および（２）というシンプルな関数でずれ量を算出することができる。

[0079] なお、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒと管ＰＩＬおよびＰＩＲとの距離によっては、数式（２）の根号の中が負になることがある。この場合には、ずれ量算出部１０３は、数式（２）の右辺第一項をゼロとする。また、（

$V_1 - V_2$）の値の正負、言い換えればV_1とV_2の大小関係により、隣接する管の中央位置と、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの中央位置とが、左右何れの方向にずれているかを判定することもできる。具体的には、$V_1 > V_2$であれば右にずれており、$V_2 > V_1$であれば左にずれていると判定することができる。

[0080] 以上のように、制御装置１は、清掃装置２に取り付けられた、管を検出する一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値に基づいて、清掃装置２の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部１０３を備える。そして、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度と、ずれ量算出部１０３が算出するずれ量とに基づいて清掃装置２の移動制御を行う。

[0081] より詳細には、一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒは、一方が管の真上の位置となるときに、他方が当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されている。そして、ずれ量算出部１０３は、一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値の差と、ずれ量との関係を近似した近似式である数式（２）を用いてずれ量を算出する。

[0082] 上述のように、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒを清掃装置２の左右対称な位置に取り付けて、平行に配列された２本の管をそれぞれ検出する場合、清掃装置２が２本の管の中央位置にあるときには、近接センサ２７２Ｌから管ＰＩＬまでの距離と、近接センサ２７２Ｒから管ＰＩＲまでの距離とが等しくなる。この場合、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの出力値は同じかほぼ同じ値となる。

[0083] 一方、清掃装置２が２本の管の中央位置からずれた位置にあるときには、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの出力値は異なる値となる。この場合、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの出力値の差は、清掃装置２の左右方向の中央位置と、管ＰＩＬと管ＰＩＲの間の中央位置とのずれ量の大きさに応じた値となる。

[0084] したがって、清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた近接センサ２

７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値に基づいて、清掃装置２の基準位置からのずれ量を算出することができる。例えば、清掃装置２の左右方向の中央位置と、平行に配列された複数の管の間の中央位置とのずれ量を算出することもできる。

[0085] そして、このずれ量を用いて移動制御を行うことにより、清掃装置２を管に対して所定の位置に位置合わせすることができる。例えば、ずれ量がゼロになるように清掃装置２の移動制御を行うことにより、清掃装置２を管と管の間の中央位置に位置合わせすることもできる。

[0086] ここで、図６に示したように、近接センサ２７２の出力特性は、検出対象が当該近接センサ２７２の近くにある場合と、検出対象が近接センサ２７２から離れた位置、すなわち検出限界付近にある場合とで異なっている。このため、検出対象が当該近接センサ２７２の近くにあるときの出力特性を二次式で近似する場合、厳密には、検出限界付近にあるときの出力特性はまた別の式で近似する必要がある。

[0087] しかし、この場合、近接センサ２７２の出力特性が二次式と上記別の式と定数の３つに分かれることになる。そして、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒという２つの近接センサを用いた場合には、それらの検出値の差を表す式は煩雑なものとなり、また、場合分けも多くなり計算も煩雑化する。

[0088] そこで、清掃装置２の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒは、一方が管の真上の位置となるときに、他方が当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されている。そして、検出限界の位置における検出値を、検出値の最大値であると近似する。これにより、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの両方が管を検知しているときには上記数式（１）を用い、近接センサ２７２Ｌと２７２Ｒの一方のみが管を検知しているときには上記数式（２）を用いる、という簡易な演算によりずれ量を算出することができる。

[0089] なお、本実施形態では、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒが清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた例を説明しているが、この例に限られない。近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒは、清掃装置２の基準位置（例えば

中心位置）に対して所定の方向および所定の距離となるように配置すればよい。例えば、清掃装置２の中心位置に対して、一方の近接センサを所定距離だけ前方側に配置し、他方の近接センサを所定距離だけ後方側に配置してもよい。

[0090] また、管を検出するための検出器は、近接センサ２７２に限られない。例えば、測距センサ（例えばレーザ測距センサ）や超音波センサ等の非接触で管を検出可能な任意の検出器を適用することができる。また、検出器の設置数は２個に限られず、３個以上としてもよく、複数種類の検出器を併用してもよい。

[0091] また、近接センサの検出値の差とずれ量との関係を近似した近似式は、数式（１）（２）の例に限られない。例えば、管を検出するための検出器の種類や配置等に応じて、高次関数（二次関数や三次関数を含む）、指数関数、対数関数、あるいはそれらの組み合わせ等により近似することもできる。ただし、上述した数式（１）（２）を用いる構成は、簡易な演算によりずれ量を算出することができるという利点があり好ましい。

[0092] （制御の例：センタリング）

上述のずれ量および傾斜角度に基づいた清掃装置２の制御の例として、ここでは清掃装置２のセンタリング制御について説明する。センタリングとは、管と管の中央位置に清掃装置２を移動させることを指し、センタリングすることによりそれらの管の間にパンタグラフ２５を降ろして清掃を行うことが可能な状態となる（図２参照）。

[0093] 図９はセンタリング時における清掃装置２の動作例を示す図である。なお、図９には、互いに平行で等間隔に配列した管ＰＩ１～ＰＩ３上の清掃装置２を上方から見下ろした様子を示している。また、図９では、管ＰＩ１と管ＰＩ２との中央位置を破線Ｌ７で示している。清掃装置２を左右方向に２等分する破線Ｌ８が破線Ｌ７に一致すればセンタリング完了である。

[0094] センタリングにあたり、まず、移動制御部１０４は、清掃装置２を管ＰＩ１～ＰＩ３に対して平行な状態とする。具体的には、移動制御部１０４は、

角度特定部１０２が特定した最新の傾斜角度Δθを取得し、目標となる傾斜角度$\Delta\theta_T$をゼロに設定し、閾値$\Delta\theta_S$を求め、｜Δθ｜＝$\Delta\theta_S$であるか判定する（ＳＴ１）。図９の例では、｜Δθ｜＞$\Delta\theta_S$である。この場合、移動制御部１０４は、｜Δθ｜＝$\Delta\theta_S$となるまで清掃装置２を左に旋回させる（ＳＴ２）。

[0095] ｜Δθ｜＝$\Delta\theta_S$となると、移動制御部１０４は、ずれ量算出部１０３が算出した最新のずれ量Δｙを取得し、｜Δｙ｜＝y_Sであるか判定する（ＳＴ３）。y_Sは例えば０に所定のマージンを加えた値とすればよい。マージンは、管のピッチ、管の直径、およびパンダグラフの幅等に応じて決定される。マージンは数ｍｍ程度になることが多いと考えられる。図９の例では、｜Δｙ｜＞Δy_Sである。この場合、移動制御部１０４は、Δｙをゼロに近付けるための制御を行う。

[0096] 具体的には、移動制御部１０４は、清掃装置２を管ＰＩ１～ＰＩ３の延伸方向に対して傾斜した方向に向けた上で前進または後進させることにより、Δｙをゼロに近付ける。この際、前進のみあるいは後進のみでセンタリングすることで、直進走行の開始位置から離れてしまうことも想定される。このため、前進と後進を交互に繰り返すという複数段階の処理でセンタリングすることが好ましい。

[0097] 前進と後進を交互に繰り返す場合、移動制御部１０４は、前回の移動が前進による移動であったか、後進による移動であったかを判定する。また、Δｙの値から、左方向への移動を行うか、右方向への移動を行うかを判定する。例えば、Δｙ＝０より右側の位置におけるΔｙの値を正、Δｙ＝０より左側の位置におけるΔｙの値を負で出力するようにした場合、移動制御部１０４はΔｙの値が正であれば左方向、負であれば右方向への移動を行うと判定すればよい。

[0098] そして、移動制御部１０４は、これらの判定結果に基づいて旋回方向を決定する。具体的には、移動制御部１０４は、左方向に移動する場合で、かつ、前回の移動が前進であった場合には右旋回を行うことを決定する。また、

移動制御部１０４は、左方向に移動する場合で、かつ、前回の移動が後進であった場合には左旋回を行うことを決定する。右方向に移動する場合も同様であり、移動制御部１０４は、前回の移動が前進であった場合には左旋回、前回の移動が後進であった場合には右旋回を行うことを決定する。図９の例では、右方向に移動する必要があり、かつ、前回の移動が前進であったことを想定しているため、移動制御部１０４は、左旋回を行うことを決定している（ＳＴ４）。

[0099] 旋回方向を決定した移動制御部１０４は、決定した方向への旋回指示を清掃装置２に送信する。旋回の目標角度$\Delta\theta_T$は予め決めておけばよい。つまり、移動制御部１０４は、旋回指示を送信した後、角度特定部１０２が特定する角度$\Delta\theta=\Delta\theta_T$となったタイミングで清掃装置２に旋回終了を指示する（ＳＴ５）。

[0100] 上記の旋回の終了後、移動制御部１０４は、清掃装置２を前進または後進させる。具体的には、前回の移動が前進による移動であれば後進指示を、後進による移動であれば前進指示を清掃装置２に送信する（ＳＴ６）。このときの前進または後進時間、つまり清掃装置２の走行時間の決定方法については図１０に基づいて後述する。

[0101] （走行時間の算出方法）

図１０は、センタリング時における清掃装置２の走行時間の算出方法を説明する図である。図１０では、清掃装置２を上方から見下ろした様子を示している。なお、清掃装置２は小さめに描画している。また、図１０では、互いに平行な管ＰＩＬとＰＩＲの中央位置を破線Ｌ９で示し、清掃装置２を左右方向に２等分する線を線Ｌ１０で示している。

[0102] 図示のように、破線Ｌ９と線Ｌ１０のなす角は$\Delta\theta_T$であり、清掃装置２の破線Ｌ９からのずれ量はΔyである。また、線Ｌ１０に沿って前進するときの清掃装置２の中心位置から破線Ｌ９上の位置までの移動距離はL_Pである。

[0103] このとき、移動制御部１０４は、図１０に示す数式（３）を用いて、清掃装置２の走行時間を算出してもよい。なお、数式（３）におけるＶは清掃装

置２の走行速度である。また、数式（３）における$\Delta y / \sin(\Delta\theta_T) = L_P$である。つまり、数式（３）は、清掃装置２の走行距離をL_Pではなく、L_Pを（１＋k_b）倍した$L_P *（1+k_b）= \Delta y / \sin(\Delta\theta_T) *（1+k_b）$として走行時間を求める、という式である。一般に管の上は滑りやすいため、このように走行距離を割り増しした上で走行時間を求めることにより、L_Pにより近い走行距離だけ走行させることができる。

[0104] 上記k_bは、バイアス値である。図１０に示すように、$k_b =（k_p + k_n）/ 2$、つまり、前回の移動時におけるバイアス値k_pと今回の移動時におけるバイアス値k_nの算術平均値をk_bとしてもよい。なお、図１０に示すように、今回のバイアス値k_nは、直近の移動後の位置ずれ量Δy_nと当該移動前の位置ずれ量Δy_pとの比（$\Delta y_n / \Delta y_p$）である。

[0105] 例えば、図１０のＥＸ１には、位置ずれ量がΔy_1である状態から３段階の移動によりセンタリングする例を示している。なお、ＥＸ１では、位置ずれ量がΔy_1のときの清掃装置２の中心位置を点Ｐ１で示している。また、１段階目の移動後の位置ずれ量をΔy_2、このときの清掃装置２の中心位置を点Ｐ２で示し、２段階目の移動後の位置ずれ量をΔy_3、このときの清掃装置２の中心位置を点Ｐ３で示している。

[0106] １段階目の移動においては、移動制御部１０４は、デフォルトのバイアス値k_dを用いて数式（３）により走行時間を算出する。ここで、数式（３）におけるΔyにはΔy_1を代入すればよい。k_dとしては、例えば最後に使用したバイアス値k_bを適用してもよいし、予め定めた値を適用してもよい。なお、センタリングが必ず複数段階で行われるようにするために、Δy_1よりも小さい所定の定数をΔyに代入してもよい。この定数は、１段階の移動における寄せ幅の上限値を示すものであり、管上のスペース等に応じて予め設定しておけばよい。ずれ量算出部１０３が算出するずれ量がこの定数以下となるまでは、この定数を用いて走行時間を算出する。

[0107] ２段階目の移動においては、移動制御部１０４は、１段階目の移動後の位置ずれ量Δy_2と当該移動前の位置ずれ量Δy_1との比（$\Delta y_2 / \Delta y_1$）

を今回のバイアス値k_nとして算出する。そして、移動制御部１０４は、算出したk_nと前回適用したバイアス値k_dとの算術平均値を２段階目の移動用のバイアス値とする。これにより、２段階目の移動においては、１段階目の移動前後のずれ量に応じた移動距離の制御が実現される。

[0108] ３段階目の移動においては、移動制御部１０４は、２段階目の移動後の位置ずれ量Δｙ３と当該移動前の位置ずれ量Δｙ２との比（Δｙ３／Δｙ２）を今回のバイアス値k_nとして算出する。そして、移動制御部１０４は、算出したk_nと前回適用したバイアス値k_bとの算術平均値を３段階目の移動用のバイアス値とする。これにより、３段階目の移動においては、２段階目の移動前後のずれ量に応じた移動距離の制御が実現される。

[0109] ＥＸ１では、３段階の移動により破線Ｌ９上、すなわち管ＰＩＬとＰＩＲの中央位置に到達しているが、移動制御部１０４は、３段階目の移動でも破線Ｌ９上に到達しなければ同様にして４段階目の移動を行う。

[0110] このように、移動制御部１０４は、前進と後進を繰り返しつつ、かつ、バイアス値を更新しつつ、センタリングを行うようにしてもよい。なお、管上の状態等によっては、破線Ｌ９を通り過ぎてしまうこともあり得る。このような場合には、移動前後でずれ量Δｙの符号が逆転し、k_n＝（Δy_n／Δy_p）が負の値になる。この場合、移動制御部１０４は、k_n＝０として移動制御を行ってもよい。

[0111] 以上のように、移動制御部１０４は、清掃装置２を所定距離だけ移動させる際に、当該所定距離を複数段階で移動させてもよい。そして、この場合、移動制御部１０４は、先の段階の移動前後のずれ量に応じて、後の段階の移動における移動距離を調整することが好ましい。

[0112] 清掃装置２を管上で移動させる際、同じ設定速度で同じ時間だけ前進するように制御した場合であっても、管表面の滑りやすさ等に起因して、移動距離にばらつきが生じることがある。そこで、上記の構成によれば、清掃装置２を所定距離だけ移動させる際に、当該所定距離を複数段階で移動させ、先の段階の移動前後のずれ量に応じて、後の段階の移動における移動距離を調

整する。これにより、清掃装置２が移動する管の表面状態によらず、清掃装置２を所定距離だけ安定して移動させることが可能になる。

[0113] なお、図１０の例では直前の移動前後のずれ量に応じて調整を行っているが、それ以前のずれ量も考慮して調整を行うようにしてもよい。例えばＥＸ１における３段階目の移動において、１段階目の調整に用いたバイアス値と、２段階目の調整に用いたバイアス値と、新たに算出したb_nとの算術平均値をバイアス値b_bとして使用してもよい。また、算術平均値の代わりに、重み付け平均値等を用いてもよい。

[0114] （制御の例：直進走行）

センタリングを行い、管と管の中央位置で清掃を行った後、移動制御部１０４は、管と管の中央位置を維持した状態で清掃装置２を直進走行させる。これにより、同じ管の別の位置を清掃させることができる。

[0115] 管と管の中央位置を維持した状態で清掃装置２を直進走行させる制御には、例えば角度特定部１０２が特定する傾斜角度を用いることができる。傾斜角度がゼロの状態を維持することができれば、管と管の中央位置を維持した状態も維持されるためである。

[0116] また、直進走行前の清掃装置２と中央位置とのずれ量がゼロである場合やそれに近い値である場合には、最終的なずれ量を許容範囲内に収めることは難しくない。一方、直進走行前の清掃装置２と中央位置とのずれ量が、許容範囲内であるがある程度大きい値である場合には、最終的なずれ量を許容範囲内に収めることの難易度は高くなる。

[0117] このため、移動制御部１０４は、直進走行を行う前に、ずれ量算出部１０３が算出するずれ量が閾値以下であるか否か判定し、ずれ量が閾値以下である場合と閾値を超える場合とで異なる制御を行ってもよい。例えば、移動制御部１０４は、前者の場合には清掃装置２を高速で移動させる高速直進モードを適用し、後者の場合には高速直進モードよりも移動速度の遅い低速直進モードを適用してもよい。

[0118] （高速直進モード）

高速直進モードを適用する場合、移動制御部１０４は、移動すべき距離Ｌを走行速度Ｖで割ったＬ／Ｖを走行時間として算出してもよい。ある。そして、清掃装置２が走行を開始した後、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度が許容値を超えているか判定する。そして、移動制御部１０４は、許容値を超えたと判定した場合には、清掃装置２の進行方向の調整を行う。

[0119] 例えば、清掃装置２が図２に示したようなクローラ２２を備えている場合には、移動制御部１０４は、左右一対のクローラ２２のうち一方の速度を増加させるか、あるいは減少させることにより、清掃装置２の進行方向の調整を行うことができる。

[0120] ここで、直進走行開始後に角度特定部１０２が特定した傾斜角度Δθが許容値を超えたとする。この場合、移動制御部１０４は、傾斜角度が正（つまり図３の例のように清掃装置２が左に傾いている状態）であれば、左側のクローラ２２の速度をα倍（α＝１＋｜Δθ｜）してもよい。また、移動制御部１０４は、傾斜角度が負（つまり図３の例とは逆に清掃装置２が右に傾いている状態）であれば、右側のクローラ２２の速度をα倍してもよい。

[0121] なお、清掃装置２を後進させる場合には、上記とは逆の制御となり、移動制御部１０４は、傾斜角度が正であれば右側のクローラ２２の速度をα倍し、傾斜角度が負であれば左側のクローラ２２の速度をα倍する。このような処理を、距離Ｌの移動が完了するまで繰り返すことにより、比較的高速で移動しつつ、管と管の中央位置を保つことが可能になる。

[0122] （低速直進モード）

低速直進モードを適用する場合も、移動制御部１０４は、高速直進モードと同様に、走行時間をＬ／Ｖとして、距離Ｌの走行が完了するまで、傾斜角度を確認しつつ、傾斜角度が許容値を超えたときに一方のクローラ２２の速度をα倍にする制御を行えばよい。ただし、低速直進モードを適用する場合には、移動制御部１０４は、ずれ量の確認についても行い、ずれ量が許容値を超えたときには清掃装置２の進行方向の調整を行うことが好ましい。

[0123] 例えば、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度が許容値を超えている場合には上記の制御を行う一方、角度特定部１０２が特定する傾斜角度が許容値以下である場合に、ずれ量算出部１０３が算出するずれ量を確認してもよい。そして、移動制御部１０４は、ずれ量が許容値を超えている場合には、中央位置への寄せ動作を行ってもよい。なお、移動制御部１０４は、ずれ量が許容値以下であるときには、傾斜角度の確認処理に戻ればよい。

[0124] 寄せ動作において、移動制御部１０４は、上記のずれ量が、清掃装置２が中央位置に対して左側に寄っていることを示す値である場合には、左側のクローラ２２の速度をβ倍（β＞α）にしてもよい。そして、移動制御部１０４は、左側のクローラ２２の速度をβ倍とした状態で清掃装置２を所定時間走行させた後、右側のクローラ２２の速度もβ倍として車体角度を戻すようにしてもよい。また、移動制御部１０４は、上記のずれ量が、清掃装置２が中央位置に対して右側に寄っていることを示す値である場合には、右側のクローラ２２の速度をβ倍にしてもよい。そして、移動制御部１０４は、右側のクローラ２２の速度をβ倍とした状態で清掃装置２を所定時間走行させた後、左側のクローラ２２の速度もβ倍として車体角度を戻すようにしてもよい。なお、清掃装置２を後進させる場合には、上記とは逆の制御となる。すなわち、移動制御部１０４は、左寄りであれば左側のクローラ２２の速度をβ倍した状態で掃装置２を所定時間走行させ、右寄りであれば右側のクローラ２２の速度をβ倍した状態で掃装置２を所定時間走行させる。

[0125] 以上のようにして、左右のクローラ２２の速度を異ならせた状態で所定時間走行させることにより、清掃装置２のずれ量を減らすかまたはゼロにすることができる。そして、移動制御部１０４は、左右のクローラ２２の速度を異ならせた状態で清掃装置２を所定時間走行させた後は、左右のクローラ２２の速度を同じ速度に戻し、傾斜角度の確認処理に戻ればよい。

[0126] （制御の例：列移動）

２本の隣接する管の全体の清掃が終了すると、移動制御部１０４は、清掃

装置２に列移動を行わせる。なお、列移動における列とは、ある管とその管に隣接する管との間の部分を指す。

[0127] 列移動において、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度に基づいてまず目標角度$\Delta\theta_T$まで清掃装置２を旋回させ、旋回完了後に前進させる。この前進走行における走行時間は、例えば下記の数式（４）により算出すればよい。なお。Ｐは隣接する管間の距離、Ｖは清掃装置２の走行速度である。

[0128] （走行時間）＝Ｐ＊ｓｉｎ（$\Delta\theta_T$）／Ｖ …（４）

次に、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度に基づいて清掃装置２の傾斜角度をゼロに戻す。ここで、列移動前に清掃装置２が列の中央に位置しており、かつ、上記の走行制御により清掃装置２がＰ＊ｓｉｎ（$\Delta\theta_T$）だけ前進していたとする。この場合、傾斜角度をゼロに戻した時点における、移動後の列の中央位置からの清掃装置２のずれ量はＰ＊｛ｃｏｓ（$\Delta\theta_T$）｝^{2}となる。

[0129] 次に、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度に基づいて清掃装置２を（９０－$\Delta\theta_T$）だけ旋回させる。このように、移動制御部１０４は、最初と２回目の旋回角度が９０°異なるように清掃装置２を旋回させてもよい。そして、移動制御部１０４は、上記の旋回完了後に清掃装置２を後進させる。

[0130] ここで、列移動前に清掃装置２が列の中央に位置しており、かつ、最初の前進走行により清掃装置２がＰ＊ｓｉｎ（$\Delta\theta_T$）だけ前進していたとする。この場合、清掃装置２をＰ＊ｃｏｓ（$\Delta\theta_T$）だけ後進させれば、後進後における清掃装置２の位置は、列移動前の清掃装置２の位置から真横にＰだけ移動した位置になる。よって、後進走行における走行時間は、下記の数式（５）により算出される。

[0131] （走行時間）＝Ｐ＊ｃｏｓ（$\Delta\theta_T$）／Ｖ …（５）

以上のような旋回、前進、旋回、後進の組み合わせにより列移動が実現される。なお、最初の旋回後に清掃装置２を後進させてもよく、この場合、２

回目の旋回後には清掃装置２を前進させればよい。また、旋回方向は、清掃装置２を何れの列に移動させるか、および清掃装置２の進行方向に応じて決定すればよい。例えば、左側の列に移動させる場合で、かつ最初の旋回後に清掃装置２を前進させる場合には、左に旋回すればよい。

[0132] なお、上記の走行時間だけ清掃装置２を前進または後進させても、管表面の滑りやすさ等に起因して、清掃装置２が所望の位置まで移動しないこともあり得る。このため、ずれ量算出部１０３は、初回の走行後に、移動後の列の中央位置からのずれ量Δｙを算出してもよい。そして、移動制御部１０４は、ずれ量算出部１０３が算出したずれ量Δｙに応じて２回目の走行時間を調整してもよい。つまり、移動制御部１０４は、２回目の走行時間を、１回目の走行終了後に算出されたずれ量Δｙを用いて算出してもよい。

[0133] また、以上のような処理が終了すると、ずれ量算出部１０３が、移動後の列の中央位置からのずれ量Δｙを算出する。ここで、そのずれ量Δｙが許容範囲を超えていれば、上述のセンタリングが行われる。

[0134] （清掃装置の制御開始前の処理）

例えば、撮影装置２７１による撮影が正常に行われていない場合等には、角度特定部１０２は妥当な値の傾斜角度を特定することはできず、移動制御部１０４は妥当な制御を行うことができない。

[0135] そこで、移動制御部１０４は、上述したような各種制御に先立って、角度特定部１０２が特定する傾斜角度を取得し、その傾斜角度が予め設定された無効範囲内の値であるか否かを判定してもよい。そして、移動制御部１０４は、角度特定部１０２から時系列で取得した傾斜角度が、所定回数続けて無効範囲内の値であれば異常信号を送信して、清掃装置２の制御を終了してもよい。これにより、意図しない制御が行われることを防ぐ事ができる。

[0136] （清掃装置に実行させる動作の決定について）

上述のように、制御装置１は、センタリング、列移動、および直進走行等の動作を行わせることができる。これらの動作の何れを行わせるかは、制御装置１が判定する構成としてもよいし、制御装置１の上流側に別の制御装置

を設け、その制御装置により判定する構成としてもよい。後者の場合、上流側の制御装置は、例えばオペレータの操作に従って、清掃装置２に行わせる動作を決定し、決定した動作を制御装置１に通知する。制御装置１は、この通知に従って清掃装置２を動作させ、動作完了すると完了通知を上流側の制御装置に通知する。上流側の制御装置は、完了通知の受信後に、次に行わせる動作を決定し、決定した動作を制御装置１に通知する。このような処理の繰り返しにより、清掃装置２による管の清掃が実現できる。なお、パンタグラフ２５の伸縮の制御や、放水の制御等のずれ量や傾斜角度を用いない制御は、制御装置１が行うようにしてもよいし、上流側の制御装置が行うようにしてもよい。

[0137] （処理の流れ：傾斜角度に基づく制御）

制御装置１が実行する処理のうち、角度特定部１０２が特定する傾斜角度に基づく制御を図１１に基づいて説明する。図１１は、傾斜角度に基づく清掃装置２の制御方法の一例を示すフローチャートである。なお、ここでは、清掃装置２が平行に配列した複数の水管上に配置されており、清掃装置２に取り付けられた撮影装置２７１により水管の撮影が行われていることを想定している。

[0138] Ｓ１１では、管検出部１０１が、清掃装置２に取り付けられた撮影装置２７１により撮影された画像を取得する。そして、Ｓ１２では、管検出部１０１は、Ｓ１１で取得した画像から水管を検出する。水管の検出方法については既に説明したとおりであるから、ここでは説明を繰り返さない。

[0139] Ｓ１３では、角度特定部１０２が、Ｓ１２で検出された管の傾斜角度を特定する。画像中で検出された管の傾斜角度を特定する方法については既に説明したとおりであるから、ここでは説明を繰り返さない。

[0140] Ｓ１４では、移動制御部１０４が、Ｓ１３で特定された傾斜角度に基づき、清掃装置２に対する制御を行うか否かを判定する。ここで制御を行わないと判定された場合（Ｓ１４でＮＯ）には、図１１の処理は終了となる。一方、制御を行うと判定された場合（Ｓ１４でＹＥＳ）にはＳ１５の処理に進み

、移動制御部１０４は、Ｓ１３で特定された傾斜角度に基づいて清掃装置２に対する制御を行い、これにより図１１の処理は終了となる。

[0141] なお、Ｓ１５の制御内容としては様々なものが適用でき、Ｓ１４の判定基準はＳ１５の制御内容に応じて適宜設定すればよい。例えば、移動制御部１０４は、Ｓ１５において清掃装置２の傾斜角度を$\Delta\theta_T$にするための旋回制御を行う場合、Ｓ１４ではＳ１３で特定された傾斜角度が$\Delta\theta_T$から許容範囲内となっていれば制御不要、$\Delta\theta_T$から許容範囲内となっていなければ制御要と判定する。

[0142] また、例えば、移動制御部１０４は、清掃装置２に直進走行を行わせているときには、Ｓ１４では、Ｓ１３で特定された傾斜角度が許容値以内であれば制御不要、許容値を超えていれば制御要と判定する。そして、Ｓ１５では、移動制御部１０４は、Ｓ１３で特定された傾斜角度がゼロになるかまたはゼロに近付くように、クローラ２２の速度を調整する。

[0143] 以上のように、制御装置１が実行する清掃装置２の制御方法は、管の表面を清掃する清掃装置２に取り付けられた撮影装置２７１により撮影された画像から管を検出する管検出ステップ（Ｓ１２）と、管検出ステップで検出した管の傾斜角度を特定する角度特定ステップ（Ｓ１３）と、この傾斜角度に基づいて清掃装置２の移動制御を行う移動制御ステップ（Ｓ１５）と、を含む。この制御方法によれば、撮影装置２７１により撮影された画像に基づく、清掃装置２の汎用的な移動制御が実現できる。

[0144] （処理の流れ：ずれ量に基づく制御）

制御装置１が実行する処理のうち、ずれ量算出部１０３が特定するずれ量に基づく制御を図１２に基づいて説明する。図１２は、ずれ量に基づく清掃装置２の制御方法の一例を示すフローチャートである。なお、ここでは、清掃装置２が平行に配列した複数の水管のうち、隣接する一組の水管の間に位置していることを想定している。

[0145] Ｓ２１では、ずれ量算出部１０３が、清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値を取得する。

そして、Ｓ２２では、ずれ量算出部１０３は、Ｓ２１で取得した検出値に基づいて、清掃装置２の所定の基準位置からのずれ量を算出する。例えば、ずれ量算出部１０３は、清掃装置２の左右方向の中央位置と、平行に配列された複数の管と管の間の中央位置とのずれ量を算出する。

[0146] このずれ量の算出においては、上述したように、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの両方が水管を検出している場合（両方の検出値が最大値未満である場合）と、一方のみが水管を検出している場合（一方の検出値が最大値である場合）とで、ずれ量算出部１０３がずれ量の算出に用いる近似式が異なる。

[0147] 具体的には、ずれ量算出部１０３は、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの両方の検出値が最大値未満である場合には、上述の数式（１）にそれら検出値の差を代入してずれ量を算出する。一方、ずれ量算出部１０３は、近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの一方の検出値が最大値であり、他方の検出値が最大値未満である場合には、上述の数式（２）にそれら検出値の差を代入してずれ量を算出する。

[0148] Ｓ２３では、移動制御部１０４が、Ｓ２２で算出されたずれ量に基づき、清掃装置２に対する制御を行うか否かを判定する。ここで制御を行わないと判定された場合（Ｓ２３でＮＯ）には、図１２の処理は終了となる。一方、制御を行うと判定された場合（Ｓ２３でＹＥＳ）にはＳ２４の処理に進み、移動制御部１０４は、Ｓ２２で算出されたずれ量に基づいて清掃装置２に対する制御を行い、これにより図１２の処理は終了となる。

[0149] なお、Ｓ２４の制御内容としては様々なものが適用でき、Ｓ２３の判定基準はＳ２４の制御内容に応じて適宜設定すればよい。例えば、移動制御部１０４は、センタリング等を行う際には、Ｓ２３では、Ｓ２２で算出したずれ量が許容値以内であれば制御不要、許容値を超えていれば制御要と判定する。そして、Ｓ２４では、移動制御部１０４は、ずれ量を小さくするための制御を行う。例えば、移動制御部１０４は、清掃装置２を所定の傾斜角度まで旋回させた上で前進または後進させる制御、あるいは左右のクローラ２２の

うち一方の速度を速くまたは遅くする制御を行う。

[0150] 以上のように、制御装置１が実行する清掃装置２の制御方法は、平行に配列された複数の管を清掃する清掃装置２の左右対称な位置に取り付けられた、管を検出する一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値に基づいて、清掃装置２の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出ステップ（Ｓ２２）と、このずれ量に基づいて清掃装置２の移動制御を行う移動制御ステップ（Ｓ２４）と、を含む。また、一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒは、一方が管の真上の位置となるときに、他方が当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されている。そして、ずれ量算出ステップでは、一組の近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値の差と、ずれ量との関係を近似した近似式である数式（２）、または近接センサ２７２Ｌおよび２７２Ｒの検出値の差と、ずれ量との関係を一次関数で近似した近似式である数式（１）を用いてずれ量を算出する。これにより、清掃装置２の汎用的な移動制御を実現することができる。また、簡易な近似式を用いて、簡易な演算によりずれ量を算出することができる。

[0151] 〔実施形態２〕

本発明の他の実施形態について、以下に説明する。なお、説明の便宜上、上記実施形態にて説明した部材と同じ機能を有する部材については、同じ符号を付記し、その説明を繰り返さない。

[0152] 本実施形態では、ずれ量算出部１０３が、近接センサ２７２の検出値ではなく、管検出部１０１の検出結果に基づいて、清掃装置２の所定の基準位置からのずれ量を算出する例を図１３に基づいて説明する。図１３は、管検出部１０１の検出結果に基づくずれ量の算出例を示す図である。

[0153] なお、本実施形態の制御装置の構成は、ずれ量算出部１０３の実行する処理の内容が変わるだけで、実施形態１の制御装置１の構成（図１参照）と同様であるから、本実施形態の制御装置も制御装置１と呼ぶ。また、本実施形態の清掃装置も、実施形態１の清掃装置２と同様であるから、本実施形態の清掃装置も清掃装置２と呼ぶ。ただし、本実施形態の清掃装置２は、近接セ

ンサ２７２を備えている必要がない点で実施形態１の清掃装置２と相違している。

[0154] 実施形態１で説明したように、管検出部１０１は、清掃装置２に取り付けられた撮影装置２７１により撮影された画像から管を検出する。図１３の例では、撮影装置２７１により撮影された画像ＩＭＧ６から、管の輪郭線が４本検出されている。

[0155] より詳細には、画像ＩＭＧ６には、管ＰＩ１１～ＰＩ１４が写っており、このうち管ＰＩ１１とＰＩ１４が清掃装置２との接触面（最上段）に位置し、管ＰＩ１２とＰＩ１３はその奥側（二段目）に位置している。そして、管ＰＩ１１の右端の輪郭線とその上端点ｐ１、管ＰＩ１２の右端の輪郭線とその上端点ｐ２、管ＰＩ１３の左端の輪郭線とその上端点ｐ３、管ＰＩ１４の左端の輪郭線とその上端点ｐ４が検出されている。

[0156] 撮影装置２７１が清掃装置２の左右方向の中央位置に配置されている場合、最上段に位置する管ＰＩとＰＩ１４に挟まれる領域（以下、管間領域と呼ぶ）の左右方向の中央位置と、画像ＩＭＧ６の左右方向の中央位置とのずれ量が、清掃装置２のずれ量を表す。このため、ずれ量算出部１０３は、ずれ量を算出するにあたり、画像ＩＭＧ６から管間領域を特定すればよい。

[0157] 管間領域を特定するために、ずれ量算出部１０３は、角度特定部１０２が特定した傾斜角度と上端点ｐ１～ｐ４の座標値とを用いて、上端点ｐ１～ｐ４に対応する下端点を特定して、上端点と下端点で規定される矩形領域を特定する。そして、ずれ量算出部１０３は、特定した矩形領域が管間領域であるか否かを判定する。

[0158] 例えば、図１３のＩＭＧ７では、ずれ量算出部１０３は、上端点ｐ４に対応する下端点ｐ６を特定した後、上端点ｐ４に隣接する上端点ｐ３に対応する下端点ｐ５を特定し、これにより４点ｐ３、ｐ４、ｐ６、ｐ５で規定される矩形領域を特定している。

[0159] 次に、ずれ量算出部１０３は、ＩＭＧ８に示すように、特定した矩形領域外を黒色でマスクした上で、グレースケールに変換する。そして、ずれ量算

出部１０３は、矩形領域内の画素値のヒストグラムを計算し、中央値が閾値（例えば１００）より小さければ管間領域であると判定する。通常、最上段の管ＰＩ１１、ＰＩ１４が写る領域は、管間領域よりも画素値が高くなるため、上記の判定により、最上段の管ＰＩ１１、ＰＩ１４が写る領域と、管間領域とを区別することができる。この例では、４点ｐ３、ｐ４、ｐ６、ｐ５で規定される矩形領域は管間領域と判定されている。

[0160] 同様に、図１３のＩＭＧ９では、ずれ量算出部１０３は、上端点ｐ１に対応する下端点ｐ７を特定している。ここで、ずれ量算出部１０３は、下端点ｐ７を特定した後、上端点ｐ２に対応する下端点は特定することなく、上端点ｐ２の隣の上端点ｐ３に対応する下端点ｐ８を特定し、これにより４点ｐ１、ｐ３、ｐ８、ｐ７で規定される矩形領域を特定している。

[0161] このように、ずれ量算出部１０３は、ある上端点と、それに隣接する上端点との距離が閾値以下である場合、隣接する上端点については下端点を特定せず、ある上端点についてのみ下端点を特定するようにしてもよい。これは、近接した２つの端点が何れも管の端部である可能性は低いためである。

[0162] ずれ量算出部１０３は、４点ｐ１、ｐ３、ｐ８、ｐ７で規定される矩形領域を特定した後、ＩＭＧ８と同様に、特定した矩形領域外を黒色でマスクした上で、グレースケールに変換する（ＩＭＧ１０）。そして、ずれ量算出部１０３は、矩形領域内の画素値のヒストグラムを計算し、中央値が閾値より小さければ管間領域であると判定する。この例では、４点ｐ１、ｐ３、ｐ８、ｐ７で規定される矩形領域は管間領域と判定されている。このような処理は、検出された上端点に基づいて形成される全ての矩形領域について行われる。

[0163] 以上のようにして、検出された上端点に基づく矩形領域の特定と、その矩形領域が管間領域であるか否かの判定とを終えると、ずれ量算出部１０３は、特定した管間領域を統合する。具体的には、ずれ量算出部１０３は、特定した管間領域の頂点の座標のうち、最も左上寄りに位置する座標と、最も左下寄りに位置する座標と、最も右下寄りに位置する座標と、最も右上寄りに

位置する座標とを特定する。そして、ずれ算出部１０３は、それらの座標で規定される領域を最終的な管間領域とする。

[0164] 例えば、図１３の例では、ずれ量算出部１０３は、上述のようにして特定された２つの管間領域（「ｐ３、ｐ４、ｐ６、ｐ５」と「ｐ１、ｐ３、ｐ８、ｐ７」）の頂点の中から、ＩＭＧ１１に示すようにｐ１、ｐ７、ｐ６、ｐ４の４つを特定する。これにより、最終的な管間領域が４点ｐ１、ｐ７、ｐ６、ｐ４で規定される矩形領域であると特定される。

[0165] 最後に、ずれ量算出部１０３は、図１３の画像ＩＭＧ１２に示すように、点ｐ１と点ｐ４の中点と、点ｐ７と点ｐ６の中点とを求め、それら中点を結ぶ線分Ｌ１１と、画像ＩＭＧ１２を左右方向に二等分する線分Ｌ１２との距離Δｙをずれ量として算出する。

[0166] 以上のように、制御装置１は、管検出部１０１の検出結果に基づいて、清掃装置２の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部１０３を備えていてもよい。そして、移動制御部１０４は、角度特定部１０２が特定する傾斜角度と、ずれ量算出部１０３が算出するずれ量とに基づいて清掃装置２の移動制御を行う構成であってもよい。

[0167] 清掃装置２に取り付けられた撮影装置２７１により撮影された画像に写る管の位置は、清掃装置２と管との位置関係を反映している。よって、この画像から管を検出することにより、清掃装置２のずれ量を算出することができる。そして、このずれ量を用いて移動制御を行うことにより、清掃装置２を管に対して所定の位置に位置合わせすることができる。

[0168] 〔変形例〕

上述の各実施形態で説明した各処理の実行主体は任意であり、上述の例に限られない。つまり、上述の各実施形態で説明した各処理を実行可能であれば、装置構成は任意である。例えば、制御装置１が実行する処理のうち、傾斜角度を特定する処理と、ずれ量を算出する処理と、清掃装置２の動作制御を行う処理とをそれぞれ別の情報処理装置に分担して実行させてもよい。また、例えば、１台目の制御装置１が傾斜角度を特定する処理と特定した傾斜

角度に基づいて清掃装置２の動作制御を行う処理とを行い、２台目の制御装置１がずれ量を算出する処理と、算出したずれ量に基づいて清掃装置２の動作制御を行う処理とを行う構成としてもよい。

[0169] また、制御装置１を清掃装置２に搭載してもよい。つまり、制御装置１を備え、制御装置１の制御に従って移動する清掃装置２も本発明の範疇に含まれる。制御装置１を備える清掃装置２によれば、単体で管上の所定位置に移動することができる。

[0170] 〔ソフトウェアによる実現例〕

制御装置１（以下、「装置」と呼ぶ）の機能は、当該装置としてコンピュータを機能させるためのプログラムであって、当該装置の各制御ブロック（特に制御部１０に含まれる各部）としてコンピュータを機能させるためのプログラム（制御プログラム）により実現することができる。

[0171] この場合、上記装置は、上記プログラムを実行するためのハードウェアとして、少なくとも１つの制御装置（例えばプロセッサ）と少なくとも１つの記憶装置（例えばメモリ）を有するコンピュータを備えている。この制御装置と記憶装置により上記プログラムを実行することにより、上記各実施形態で説明した各機能が実現される。

[0172] 上記プログラムは、一時的ではなく、コンピュータ読み取り可能な、１または複数の記録媒体に記録されていてもよい。この記録媒体は、上記装置が備えていてもよいし、備えていなくてもよい。後者の場合、上記プログラムは、有線または無線の任意の伝送媒体を介して上記装置に供給されてもよい。

[0173] また、上記各制御ブロックの機能の一部または全部は、論理回路により実現することも可能である。例えば、上記各制御ブロックとして機能する論理回路が形成された集積回路も本発明の範疇に含まれる。この他にも、例えば量子コンピュータにより上記各制御ブロックの機能を実現することも可能である。

[0174] 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した

範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

符号の説明

[0175] １　制御装置

１０１　管検出部

１０２　角度特定部

１０３　ずれ量算出部

１０４　移動制御部

２　清掃装置

２７１　撮影装置

２７２（２７２Ｒ、２７２Ｌ）　近接センサ

請求の範囲

[請求項1] 管の表面を清掃する清掃装置に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から前記管を検出する管検出部と、

前記管検出部が検出した前記管の傾斜角度を特定する角度特定部と、

前記傾斜角度に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御部と、を備える制御装置。

[請求項2] 前記管検出部の検出結果に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部を備え、

前記移動制御部は、前記傾斜角度と前記ずれ量とに基づいて前記清掃装置の移動制御を行う、請求項１に記載の制御装置。

[請求項3] 前記清掃装置に取り付けられた、前記管を検出する一組の検出器の検出値に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部を備え、

前記移動制御部は、前記傾斜角度と前記ずれ量とに基づいて前記清掃装置の移動制御を行う、請求項１に記載の制御装置。

[請求項4] 前記移動制御部は、前記清掃装置を所定距離だけ移動させる際に、当該所定距離を複数段階で移動させ、先の段階の移動前後の前記ずれ量に応じて、後の段階の移動における移動距離を調整する、請求項３に記載の制御装置。

[請求項5] 平行に配列された複数の管を清掃する清掃装置の左右対称な位置に取り付けられた、前記管を検出する一組の近接センサの検出値に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出部と、

前記ずれ量に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御部と、を備え、

一組の前記近接センサは、一方の近接センサが前記管の真上の位置となるときに、他方の近接センサが当該管に隣接する管の検出限界の

位置となるように配置されており、

前記ずれ量算出部は、一組の前記近接センサの検出値の差と、前記ずれ量との関係を近似した近似式を用いて前記ずれ量を算出する、制御装置。

[請求項6] 請求項１から５の何れか１項に記載の制御装置を備え、該制御装置の制御に従って移動する清掃装置。

[請求項7] 制御装置が実行する清掃装置の制御方法であって、

管の表面を清掃する前記清掃装置に取り付けられた撮影装置により撮影された画像から前記管を検出する管検出ステップと、

前記管検出ステップで検出した前記管の傾斜角度を特定する角度特定ステップと、

前記傾斜角度に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御ステップと、を含む、清掃装置の制御方法。

[請求項8] 制御装置が実行する清掃装置の制御方法であって、

平行に配列された複数の管を清掃する前記清掃装置の左右対称な位置に取り付けられた、前記管を検出する一組の近接センサの検出値に基づいて、前記清掃装置の所定の基準位置からのずれ量を算出するずれ量算出ステップと、

前記ずれ量に基づいて前記清掃装置の移動制御を行う移動制御ステップと、を含み、

一組の前記近接センサは、一方の近接センサが前記管の真上の位置となるときに、他方の近接センサが当該管に隣接する管の検出限界の位置となるように配置されており、

前記ずれ量算出ステップでは、一組の前記近接センサの検出値の差と、前記ずれ量との関係を近似した近似式を用いて前記ずれ量を算出する、清掃装置の制御方法。

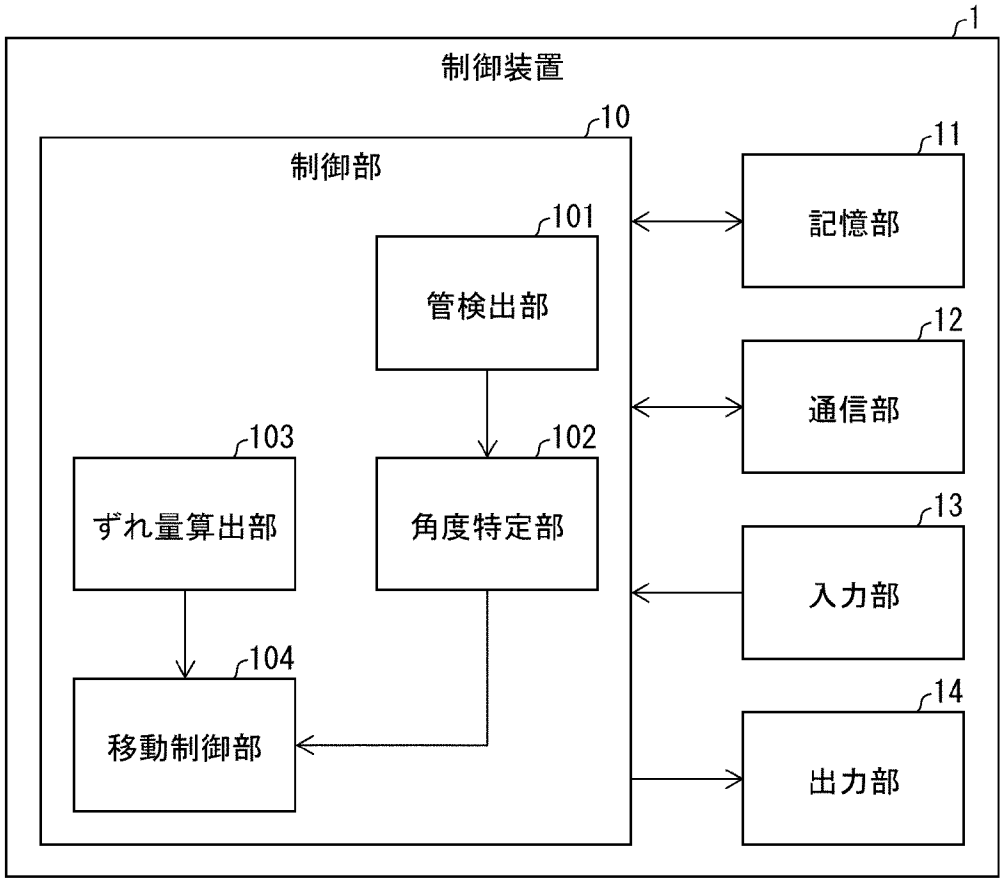
[請求項9] 請求項１に記載の制御装置としてコンピュータを機能させるための制御プログラムであって、前記管検出部、前記角度特定部、および前

記移動制御部としてコンピュータを機能させるための制御プログラム。

[請求項10] 請求項５に記載の制御装置としてコンピュータを機能させるための制御プログラムであって、前記ずれ量算出部および前記移動制御部としてコンピュータを機能させるための制御プログラム。

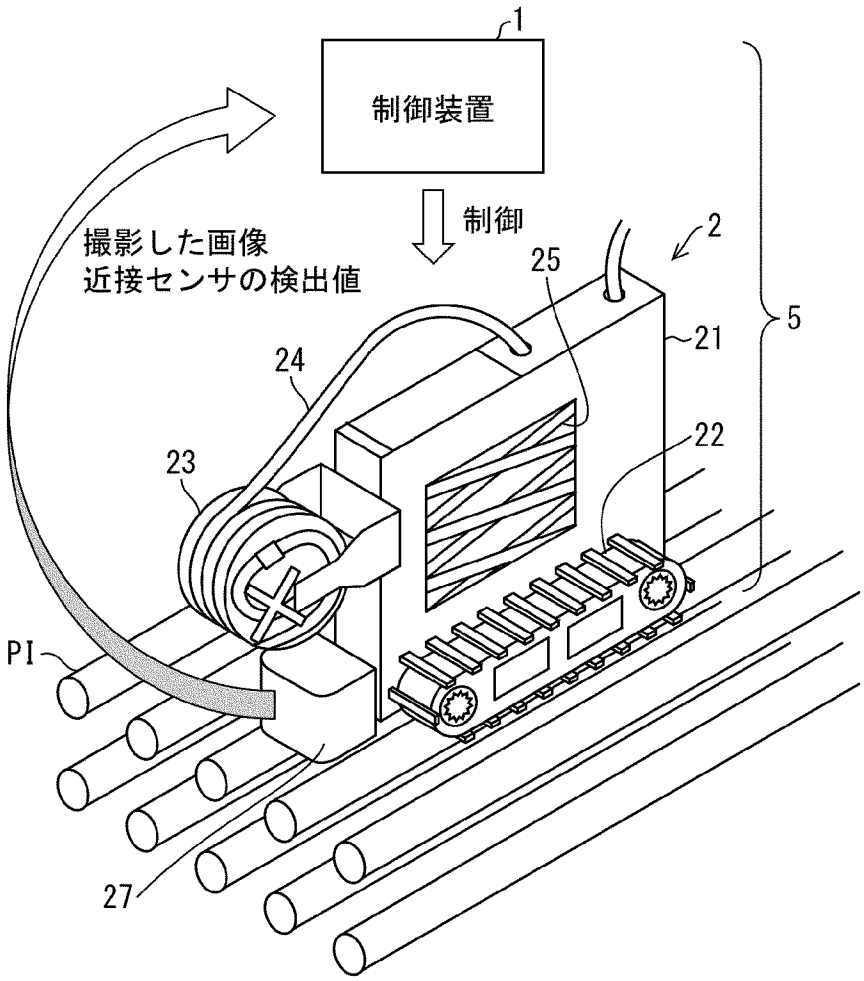
[図1]

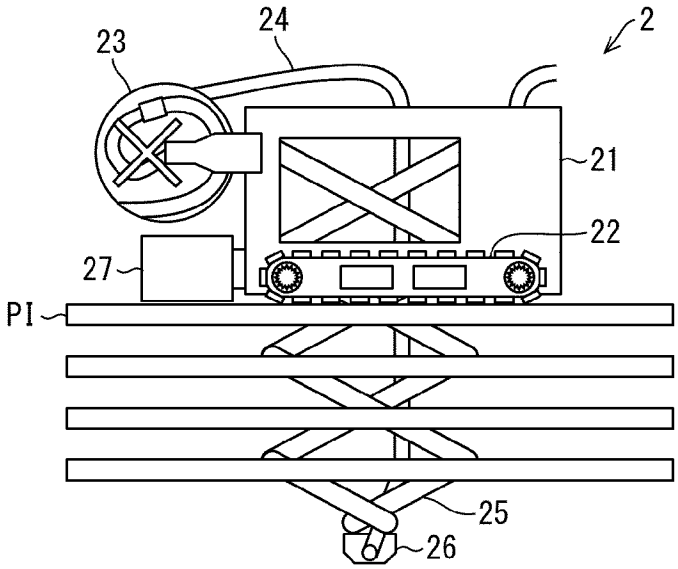
図 1


1
制御装置
10
制御部
101
管検出部
102
角度特定部
103
ずれ量算出部
104
移動制御部
11
記憶部
12
通信部
13
入力部
14
出力部

[図2]

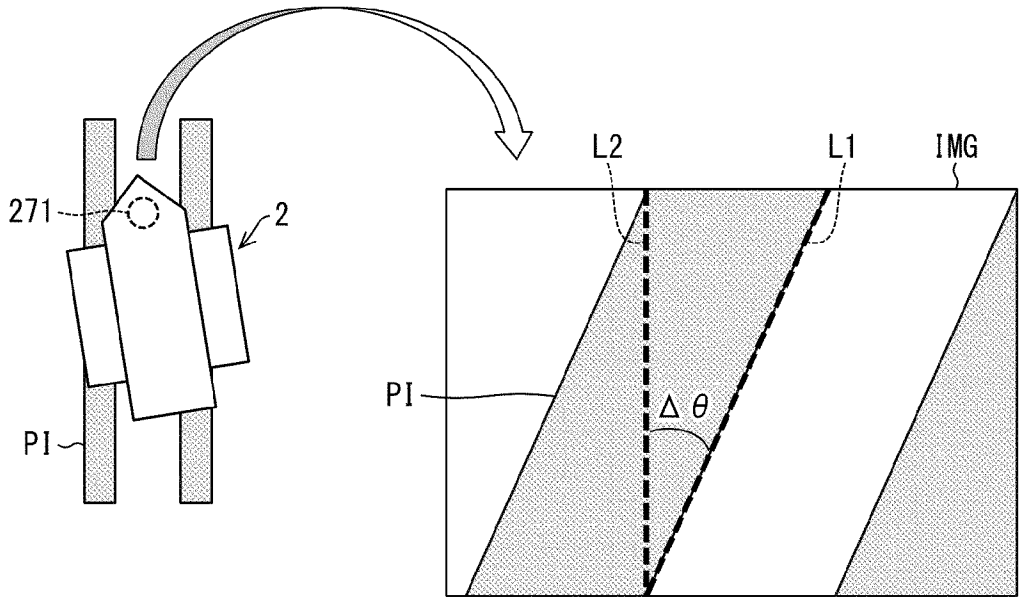
図 2


1
制御装置
制御
撮影した画像
近接センサの検出値
2
25
5
21
24
22
23
PI
27


24
2
23
21
22
27
PI
25
26

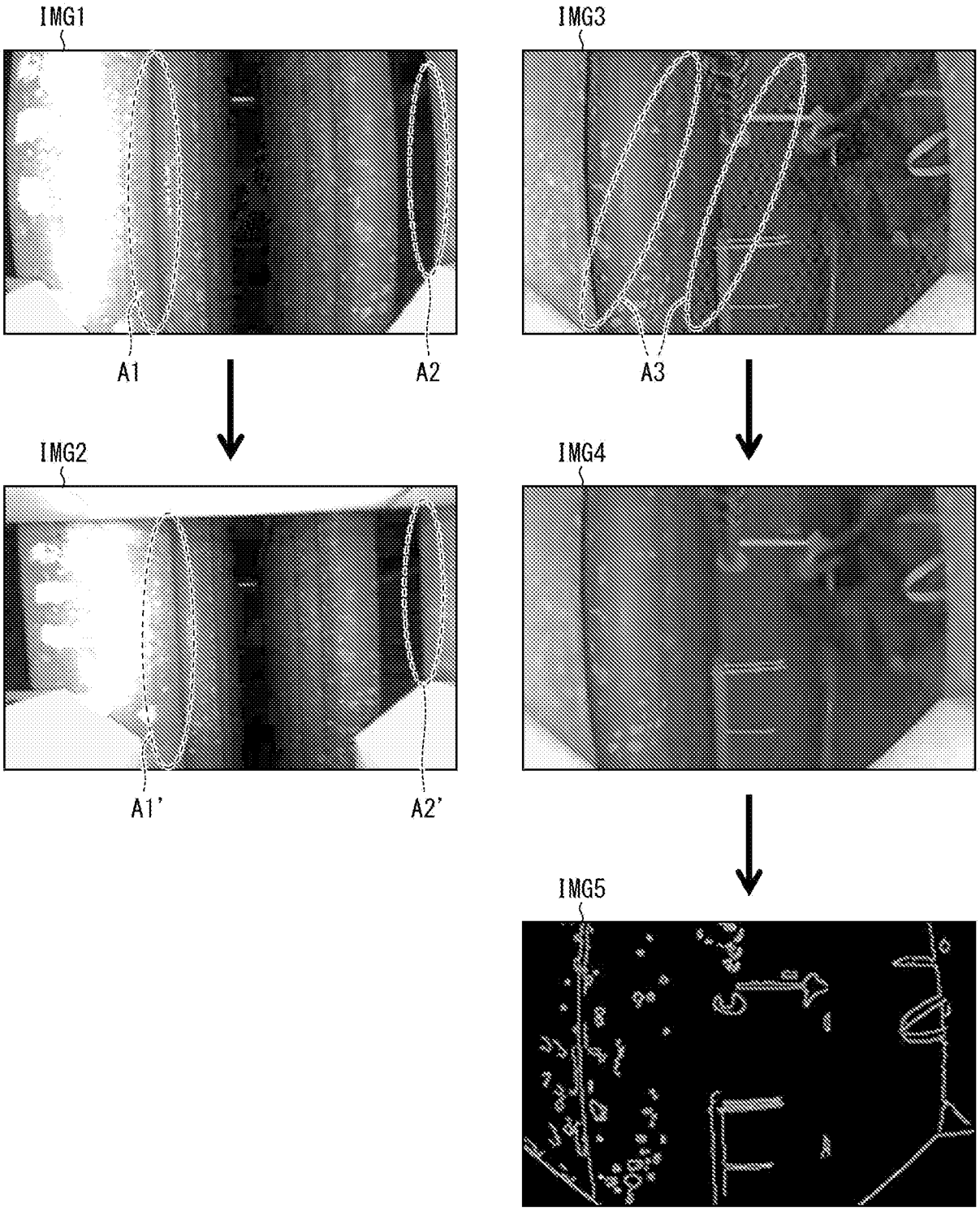
[図3]

図 3



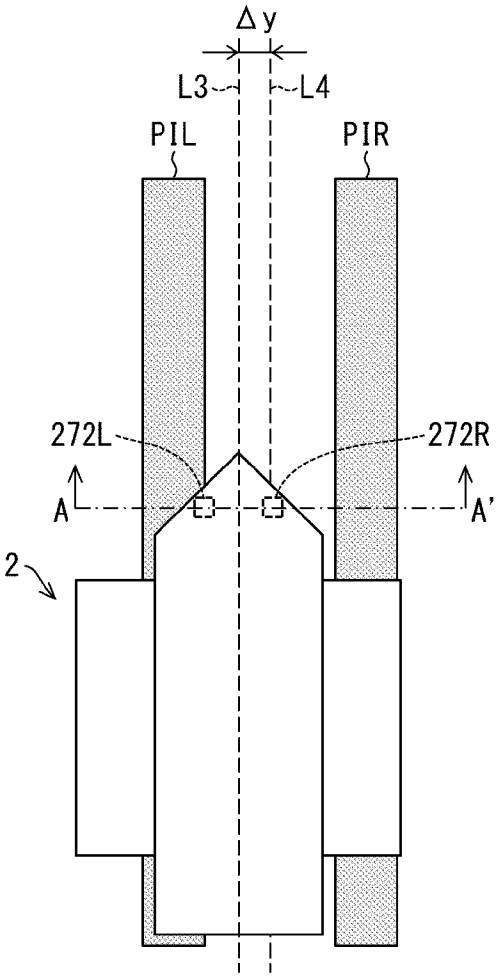
[図4]

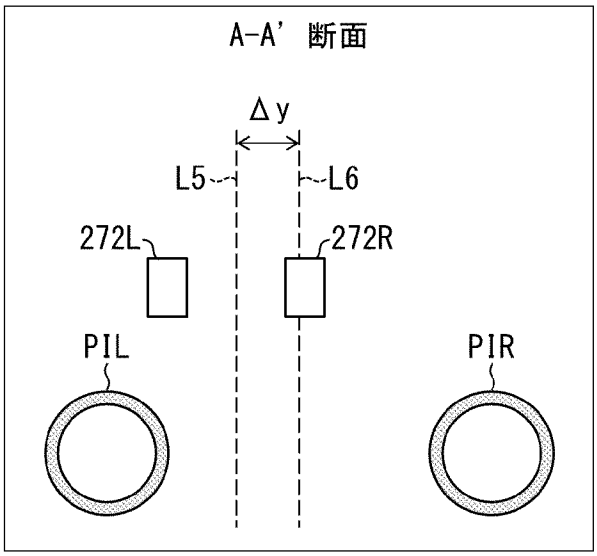
図 4



[図5]

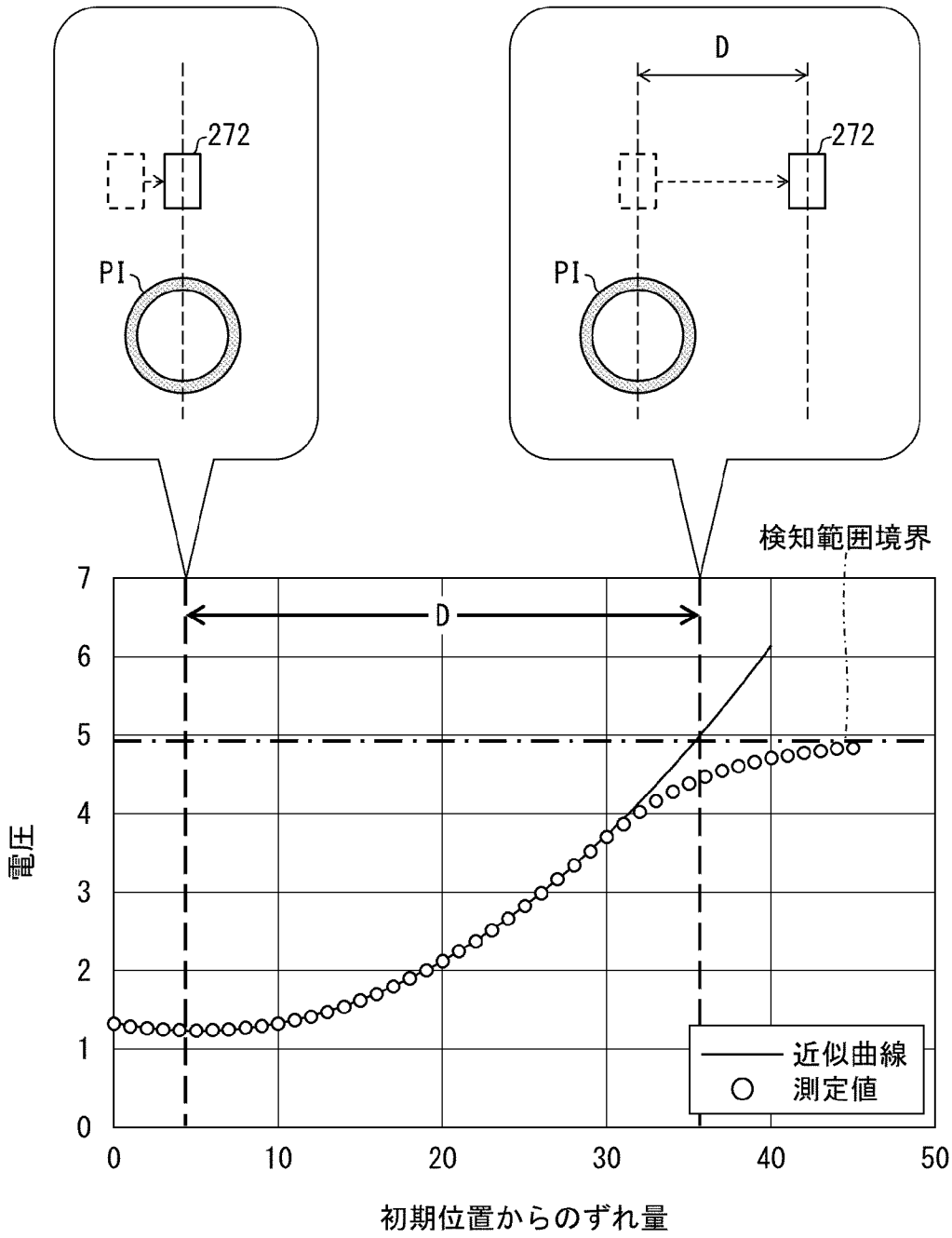
図 5





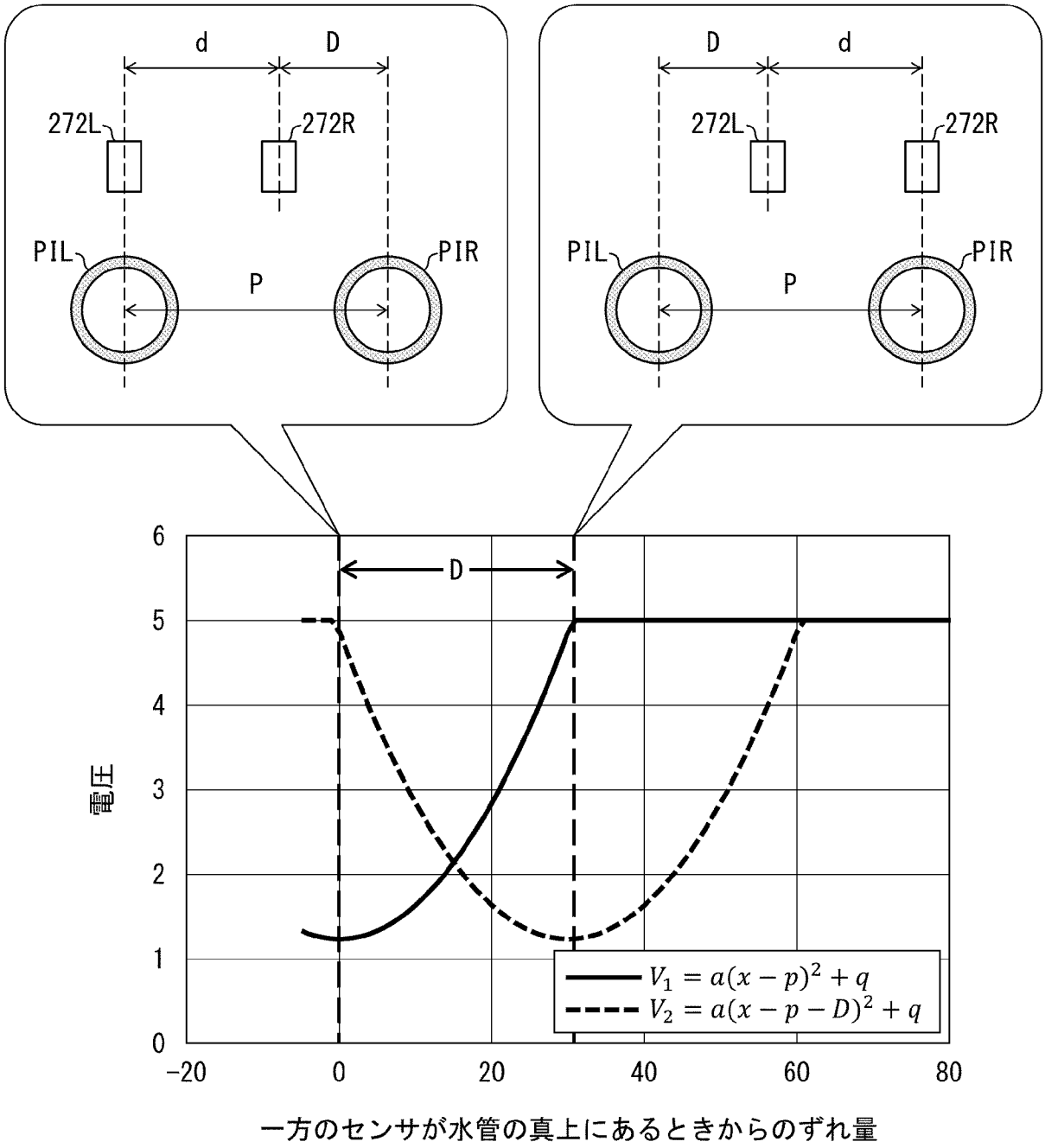
[図6]

図 6


D
272
272
PI
PI
検知範囲境界
D
電圧
0
1
2
3
4
5
6
7
0
10
20
30
40
50
近似曲線
測定値
初期位置からのずれ量

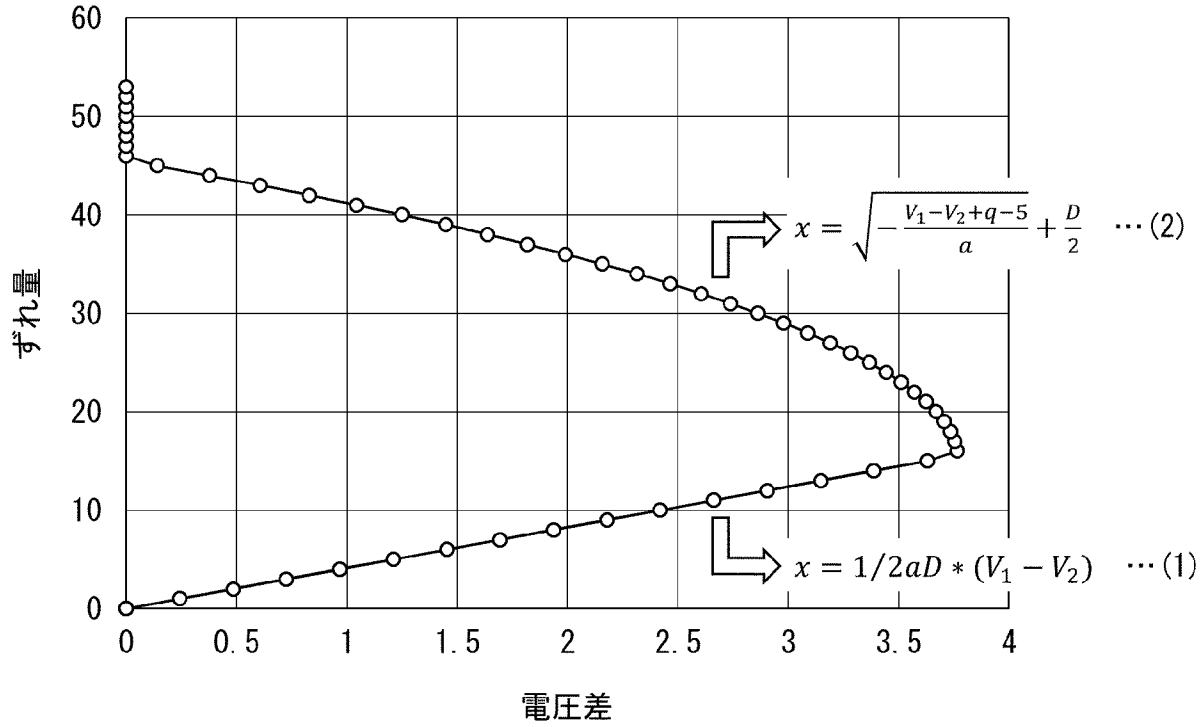
[図7]

図 7


d
D
272L
272R
PIL
PIR
P
D
d
272L
272R
PIL
PIR
P
D
電圧
6
5
4
3
2
1
0
−20
0
20
40
60
80
$V_1 = a(x-p)^2 + q$
$V_2 = a(x-p-D)^2 + q$
一方のセンサが水管の真上にあるときからのずれ量

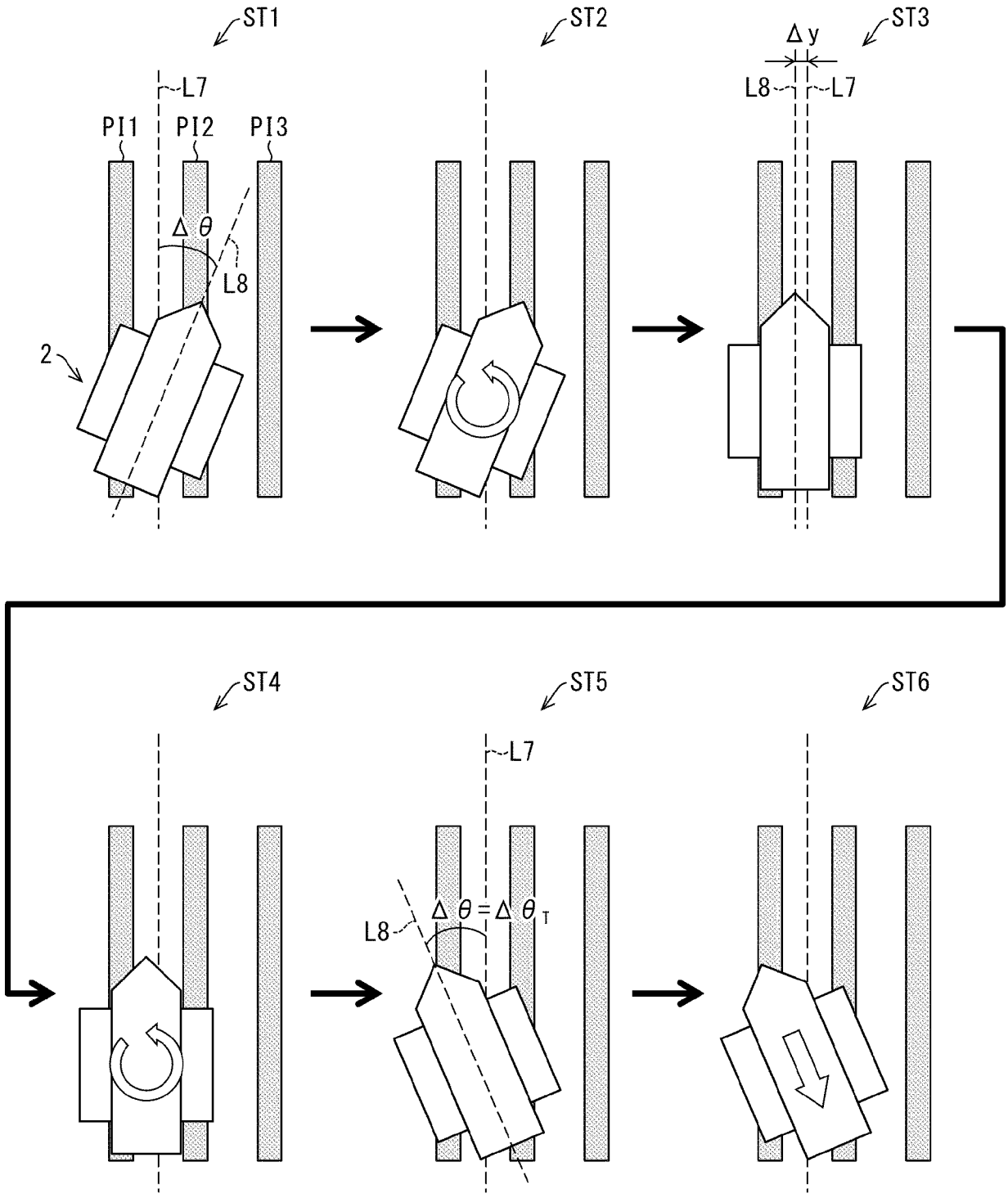
[図8]

図 8


60
50
40
30
20
10
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
ずれ量
電圧差
$x = \sqrt{-\frac{V_1-V_2+q-5}{a}} + \frac{D}{2}$ …(2)
$x = 1/2aD * (V_1 - V_2)$ …(1)

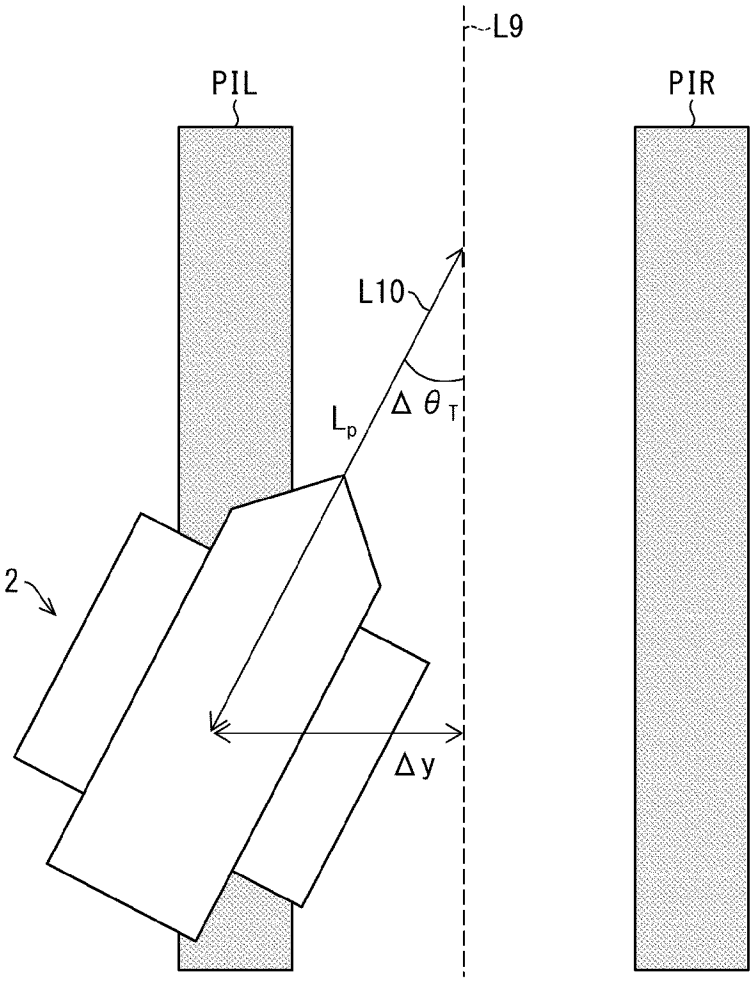
[図9]

図 9



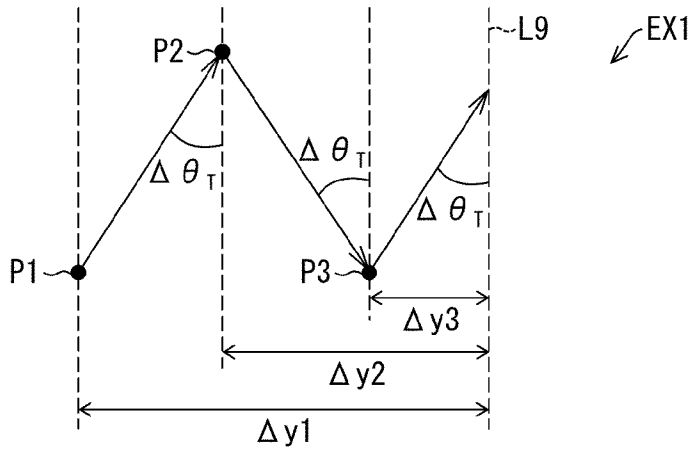
[図10]

図 10



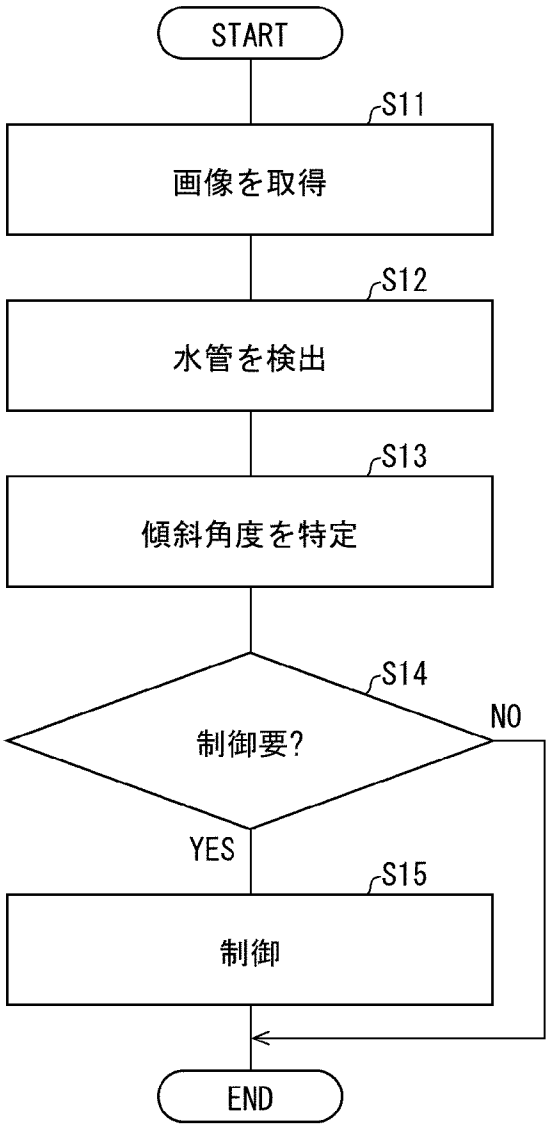
$$(\text{走行時間}) = \Delta y / \sin(\Delta\theta_T) * (1 + k_b)/V \quad \cdots (3)$$

$$k_b = \frac{(k_p + k_n)}{2} \quad , \quad k_n = \frac{\Delta y_n}{\Delta y_p}$$



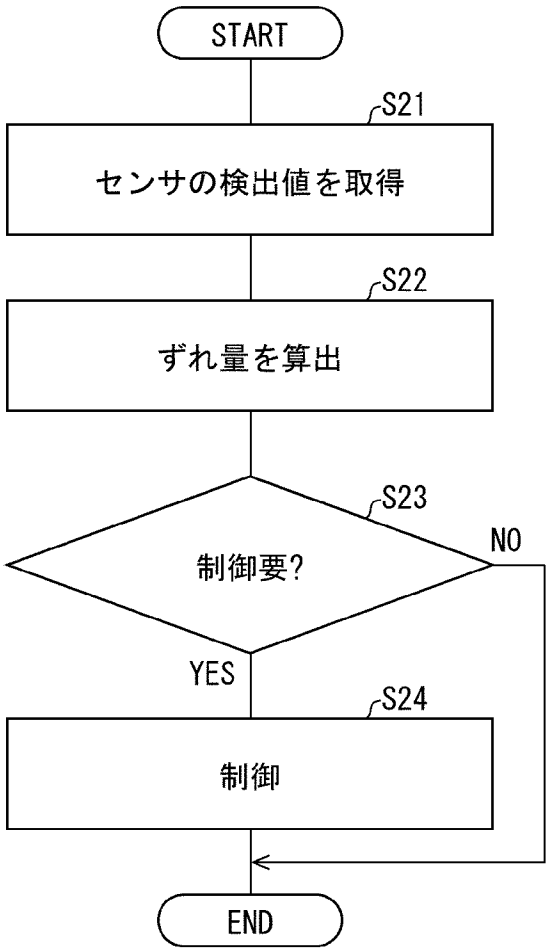
[図11]

図 11


START
S11
画像を取得
S12
水管を検出
S13
傾斜角度を特定
S14
制御要?
NO
YES
S15
制御
END

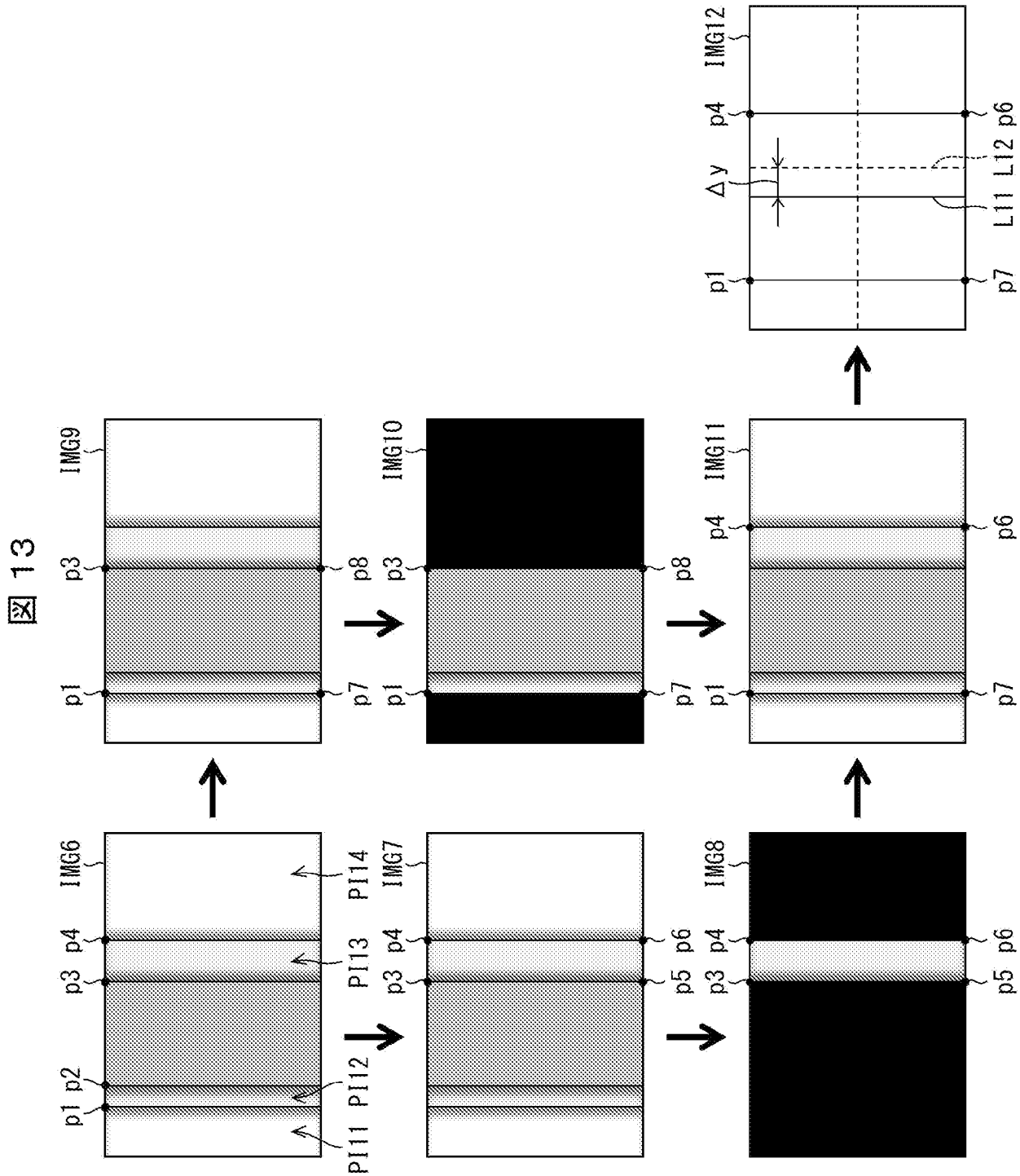
[図12]

図 12



[図13]

図13


IMG12
p4
p6
Δy
L12
L11
p1
p7
IMG9
IMG10
IMG11
p3
p8
p1
p7
p4
p6
IMG6
IMG7
IMG8
PI14
PI13
PI12
PI11
p2
p5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2022/026141

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B08B 13/00(2006.01)i; ***G05D 1/02***(2020.01)i; ***B08B 9/023***(2006.01)i
FI: B08B9/023; B08B13/00; G05D1/02 G

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)

B08B1/00-13/00; G05D1/02; F22B37/02; F22B37/48; F22B37/56; F23J3/00; F28G3/04; F28G15/04

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 1971-2022
Registered utility model specifications of Japan 1996-2022
Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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.
A	JP 2006-138572 A (JFE ENGINEERING KK) 01 June 2006 (2006-06-01) abstract, fig. 9	1-10
A	JP 2008-25893 A (JFE ENGINEERING KK) 07 February 2008 (2008-02-07) abstract, fig. 1	1-10
A	JP 2001-194319 A (CHUGOKU ELECTRIC POWER CO INC) 19 July 2001 (2001-07-19) abstract, fig. 6	1-10
A	JP 2006-308555 A (JFE STEEL KK) 09 November 2006 (2006-11-09) abstract, fig. 1	1-10
A	US 1594518 A (HATHAWAY, Erving) 03 August 1926 (1926-08-03) claims, fig. 1-8	1-10
A	DE 482728 C1 (KENNEDY, David) 19 September 1929 (1929-09-19) entire text, all drawings	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	Date of mailing of the international search report
24 August 2022	**06 September 2022**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **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/JP2022/026141

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2006-138572 A	01 June 2006	(Family: none)	
JP 2008-25893 A	07 February 2008	(Family: none)	
JP 2001-194319 A	19 July 2001	(Family: none)	
JP 2006-308555 A	09 November 2006	(Family: none)	
US 1594518 A	03 August 1926	(Family: none)	
DE 482728 C1	19 September 1929	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2022/026141

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B08B 13/00(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; B08B 9/023(2006.01)i
FI: B08B9/023; B08B13/00; G05D1/02 G

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））

B08B1/00-13/00; G05D1/02; F22B37/02; F22B37/48; F22B37/56; F23J3/00; F28G3/04; F28G15/04

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	１９７１－２０２２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２２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
A	JP 2006-138572 A（ＪＦＥエンジニアリング株式会社）01.06.2006（2006-06-01） 要約，図9	1-10
A	JP 2008-25893 A（ＪＦＥエンジニアリング株式会社）07.02.2008（2008-02-07） 要約，図1	1-10
A	JP 2001-194319 A（中国電力株式会社）19.07.2001（2001-07-19） 要約，図6	1-10
A	JP 2006-308555 A（ＪＦＥスチール株式会社）09.11.2006（2006-11-09） 要約，図1	1-10
A	US 1594518 A (HATHAWAY, Erving) 03.08.1926 (1926-08-03) claims, Fig.1-8	1-10
A	DE 482728 C1 (KENNEDY, David) 19.09.1929 (1929-09-19) 全文，全図	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	国際調査報告の発送日
24.08.2022	06.09.2022

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）
渡邉　洋 3K 9331

電話番号 03-3581-1101 内線 3332

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/JP2022/026141

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-138572 A	01.06.2006	（ファミリーなし）	
JP 2008-25893 A	07.02.2008	（ファミリーなし）	
JP 2001-194319 A	19.07.2001	（ファミリーなし）	
JP 2006-308555 A	09.11.2006	（ファミリーなし）	
US 1594518 A	03.08.1926	（ファミリーなし）	
DE 482728 C1	19.09.1929	（ファミリーなし）	