

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-122399

(P2018-122399A)

(43) 公開日 平成30年8月9日(2018.8.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B25J 5/00 (2006.01)	B25J 5/00 E	3C707
G05D 1/02 (2006.01)	G05D 1/02 W	5H301

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2017-16679 (P2017-16679)
 (22) 出願日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(71) 出願人 000003207
 トヨタ自動車株式会社
 愛知県豊田市トヨタ町1番地
 (74) 代理人 100103894
 弁理士 冢入 健
 (72) 発明者 西野 環
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
 Fターム(参考) 3C707 BS10 ES03 LS15 LV14 WA16
 5H301 AA01 BB14 CC03 CC06 CC10
 HH10 HH19

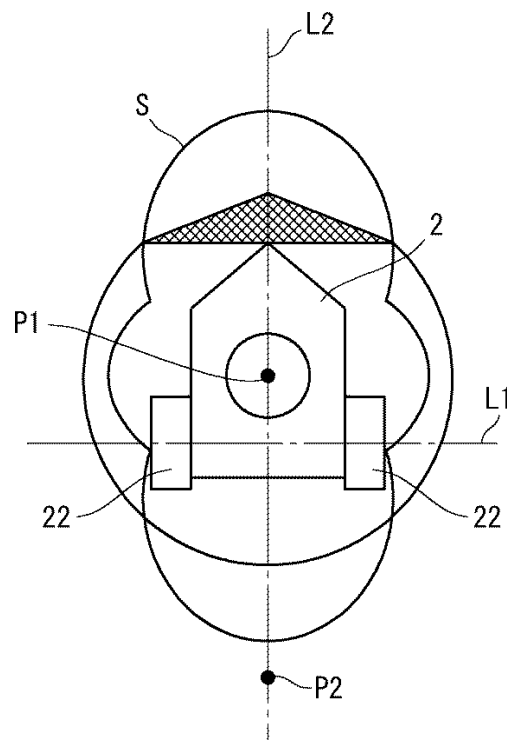
(54) 【発明の名称】 経路計画装置

(57) 【要約】

【課題】対象物を移動させる際の失敗を低減できること。

【解決手段】経路計画装置は、一对の駆動輪が設けられ全方位に移動可能な台車部と、対象物を把持するアーム部が設けられ、台車部に旋回可能に設けられた本体部と、を備え、台車部が初期位置から把持位置に移動し、該把持位置でアーム部が対象物を把持し、台車部が把持位置から対象物を移動させる移動位置に対応した目標位置に移動することで、対象物を移動させる全方位移動ロボットの移動経路を計画する。経路計画装置は、初期位置から把持位置までの移動経路であって、把持位置において、台車部的一对の駆動輪の車軸を通る線と、把持位置と目標位置とを通る線と、が垂直となるように移動経路を計画する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一対の駆動輪が設けられ全方位に移動可能な台車部と、対象物を把持するアーム部が設けられ、前記台車部に旋回可能に設けられた本体部と、を備え、前記台車部が初期位置から把持位置に移動し、該把持位置で前記アーム部が前記対象物を把持し、前記台車部が前記把持位置から前記対象物を移動させる移動位置に対応した目標位置に移動することで、前記対象物を移動させる全方位移動ロボットの移動経路を計画する経路計画装置であって、

前記初期位置から前記把持位置までの前記移動経路であって、前記把持位置において、前記台車部の一対の駆動輪の車軸を通る線と、前記把持位置と前記目標位置とを通る線と、が垂直となるように前記移動経路を計画する、
ことを特徴とする経路計画装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全方位に移動可能な全方位移動ロボットの移動経路を計画する経路計画装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一対の駆動輪が設けられ全方位に移動可能な台車部と、対象物を把持するアーム部が設けられ、前記台車部に旋回可能に設けられた本体部と、を備える全方位移動ロボットが知られている（特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平09-164968号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記全方位移動ロボットにおいて、アーム部によって対象物を把持した状態で移動させる場合、アーム部の力だけでは足りず、台車部を移動させることで、対象物を移動させることがある。この場合、対象物を把持したときの台車部の向きによっては、対象物を移動させることが困難となり、対象物の移動に失敗する虞があった。

30

【0005】

本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、対象物を移動させる際の失敗を低減できる経路計画装置を提供することを主たる目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するための本発明の一態様は、

一対の駆動輪が設けられ全方位に移動可能な台車部と、対象物を把持するアーム部が設けられ、前記台車部に旋回可能に設けられた本体部と、を備え、前記台車部が初期位置から把持位置に移動し、該把持位置で前記アーム部が前記対象物を把持し、前記台車部が前記把持位置から前記対象物を移動させる移動位置に対応した目標位置に移動することで、前記対象物を移動させる全方位移動ロボットの移動経路を計画する経路計画装置であって、

40

前記初期位置から前記把持位置までの前記移動経路であって、前記把持位置において、前記台車部の一対の駆動輪の車軸を通る線と、前記把持位置と前記目標位置とを通る線と、が垂直となるように前記移動経路を計画する、

ことを特徴とする経路計画装置

である。

50

【発明の効果】

【0007】

本発明によれば、対象物を移動させる際の失敗を低減できる経路計画装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットの概略的構成を示す斜視図である。

【図2】(a)本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットを上方から見た上面図である。(b)本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットを前方から見た正面図である。

(c)本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットを側方から見た側面図である。

【図3】本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットの概略的なシステム構成を示すブロック図である。

【図4】(a)アーム部がドアの取手を把持し台車部がドアの開く方向に移動する状態を示す図である。(b)アーム部が引出しの取手を把持し台車部が引出しの引く方向に移動する状態を示す図である。

【図5】操作力の算出方法を説明するための図である。

【図6】台車部の移動方向と操作力との関係を示す図である。

【図7】駆動輪の車軸を通る線L1と把持位置P1と目標位置P2とを通る線L2との関係を示す図である。

【図8】経路計画装置により計画された移動経路の一例を示す図である。

【図9】経路計画装置により計画された移動経路の一例を示す図である。

【図10】図10は、本実施形態に係る経路計画方法のフローの一例を示すフローチャートである。

【図11】移動経路の算出方法を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

本発明の一実施形態に係る経路計画装置は、全方位に移動可能な全方位移動ロボットの移動経路を計画する。本実施形態に係る経路計画装置は、例えば、全方位移動ロボットに搭載されている。

【0010】

図1は、本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットの概略的構成を示す斜視図である。図2(a)乃至(c)は、本発明の一実施形態に係る全方位移動ロボットの概略的構成を示す概略図であり、それぞれ、全方位移動ロボットを上方から見た上面図、前方から見た正面図、及び側方から見た側面図である。なお、図2(a)乃至(c)において、各構成要素を見易くするために、アーム部11を省略し、各構成要素を簡略して記載している。本発明の実施形態に係る全方位移動ロボット1は、例えば、アクティブキャスト式のロボットとして構成されている。

【0011】

全方位移動ロボット1は、移動を行う台車部2と、台車部2の上方側に旋回動可能に連結された本体部3と、を有している。台車部2は、一つの補助輪21と左右一对の駆動輪22が設けられている。本体部3は、台車部2に対して、旋回軸(Yaw回転軸)4を中心にして相対回転する。駆動輪22の駆動軸と本体部3の旋回軸4とはオフセットしている(交差しない)。

【0012】

全方位移動ロボット1は、駆動軸と旋回軸4とを独立して駆動することで、全方位移動を実現する。全方位移動ロボット1は、例えば、駆動軸による駆動輪22の回転差に加えて、旋回軸4による本体部3の相対回転によって全方位移動を実現する。また、本体部3には、例えば、物体を把持できる多関節型のアーム部11が回転可能に設けられている。

これにより、全方位移動ロボット1を任意の方向に移動させつつ、アーム部11を動作させることで、物体を容易に把持し移動させることができる。

【0013】

図3は、本実施形態に係る全方位移動ロボットの概略的なシステム構成を示すブロック図である。本実施形態に係る全方位移動ロボット1は、左右の駆動輪22の回転情報(回転角、回転速度、回転角加速度)を検出する一対の回転センサ5、旋回軸4の回転情報を検出する回転センサ6、一対の駆動輪22を駆動する一対の車輪アクチュエータ7と、旋回軸4を駆動する旋回アクチュエータ8と、アーム部11の各関節12の回転情報を検出する回転センサ13と、アーム部11の各関節12を駆動する関節アクチュエータ14と、車輪アクチュエータ7、旋回アクチュエータ8及び各関節アクチュエータ14を制御する制御装置9と、を備えている。

10

【0014】

制御装置9は、回転センサ5、6、13により検出される回転情報に基づいて、車輪アクチュエータ7、旋回アクチュエータ8及び関節アクチュエータ14を制御する。

【0015】

制御装置9は、例えば、演算処理等を行うCPU(Central Processing Unit)9a、CPU9aによって実行される演算プログラム等が記憶されたROM(Read Only Memory)やRAM(Random Access Memory)からなるメモリ9b、外部と信号の入出力を行うインターフェイス部(I/F)9cなどからなるマイクロコンピュータを中心にして、ハードウェア構成されている。CPU9a、メモリ9b及びインターフェイス部9cは、データバスなどを介して相互に接続されている。

20

【0016】

各回転センサ5は、例えば、左右の駆動輪22の駆動軸に夫々設けられている。各回転センサ5は、ポテンショメータ、エンコーダなどで構成されている。各車輪アクチュエータ7は、例えば、左右の駆動輪22の駆動軸に連結されている。各車輪アクチュエータ7は、モータなどで構成されている。

【0017】

旋回アクチュエータ8は、例えば、旋回軸4に連結されている。各旋回アクチュエータ8は、モータなどで構成されている。各回転センサ13は、例えば、各関節12(手首関節、肘関節、肩関節など)の駆動軸に夫々設けられている。各関節アクチュエータ14は、モータなどで構成されている。車輪アクチュエータ7、旋回アクチュエータ8及び関節アクチュエータ14は、制御装置9から出力される制御信号に応じて回転駆動する。

30

【0018】

本実施形態に係る経路計画装置10は、設定された初期位置から、アーム部11が対象物を把持する把持位置まで、全方位移動ロボット1の移動経路を計画する。経路計画装置10は、制御装置9に接続されており、計画した全方位移動ロボット1の移動経路を制御装置9に送信する。制御装置9は、経路計画装置10から送信された全方位移動ロボット1の移動経路をメモリ9bなどに記憶する。

【0019】

制御装置9は、経路計画装置10から送信される移動経路に従って、全方位移動ロボット1が走行するように、車輪アクチュエータ7、旋回アクチュエータ8及び関節アクチュエータ14を制御する。なお、本実施形態において、経路計画装置10は、全方位移動ロボット1に搭載される構成であるが、これに限定されない。経路計画装置10は、全方位移動ロボット1と、独立していてもよい。この場合、経路計画装置10は、有線又は無線(ブルートゥース(登録商標)、Wi-Fi(登録商標)、インターネット、LANなどのネットワーク)を介して、全方位移動ロボット1の制御装置9に通信接続される。

40

【0020】

ところで、全方位移動ロボット1において、アーム部11によって対象物を把持した状態で移動させる場合、アーム部11の力だけでは足りず、台車部2を移動させることで、台車部2の駆動力を利用して対象物に操作力を与え、対象物を移動させる。本実施形態に

50

係る全方位移動ロボット 1 において、台車部 2 が、まず、初期位置から把持位置に移動し、該把持位置でアーム部 1 1 が対象物を把持する。そして、台車部 2 は、把持位置から、対象物を移動させる移動位置に対応した目標位置に移動することで、対象物を移動させる。これにより、台車部 2 の駆動力を利用して対象物により大きな操作力を与え、対象物を容易に移動させることができる。

【 0 0 2 1 】

例えば、図 4 (a) に示す如く、重いドアを開く方向に移動させる場合、アーム部 1 1 がドアの取手を把持した状態で、台車部 2 がドアの開く方向 (横方向) に移動する。これにより、重いドアを容易に開くことができる。図 4 (b) に示す如く、重い引出しを引く方向に移動させる場合、アーム部 1 1 が引出しの取手を把持した状態で、台車部 2 が引出しの引く方向 (前後方向) に移動する。これにより、重い引出しを容易に引くことができる。

10

【 0 0 2 2 】

また、台車部 2 の一对の駆動輪 2 2 の車軸を通る線と、台車部 2 の移動方向の線と、の成す角度に応じて、その台車部 2 の移動より対象物に与える操作力の大きさが変化する。

例えば、操作力 (F_x 、 F_y 、 T) は、下記式によって求めることができ、 θ_s に応じて、操作力が変化することが分かる (図 5)。

【 数 1 】

$$\begin{pmatrix} F_x \\ F_y \\ T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{r}{2} \cos \theta_s - \frac{rs}{W} \sin \theta_s & \frac{r}{2} \cos \theta_s + \frac{rs}{W} \sin \theta_s & 0 \\ \frac{r}{2} \sin \theta_s + \frac{rs}{W} \sin \theta_s & \frac{r}{2} \sin \theta_s - \frac{rs}{W} \cos \theta_s & 0 \\ \frac{s}{W} & -\frac{s}{W} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} T_R \\ T_L \\ T_S \end{pmatrix}$$

20

【 0 0 2 3 】

上記式において、 r は駆動輪 2 2 の半径、 s は一对の駆動輪 2 2 の車軸と旋回軸との距離、 W は一对の駆動輪 2 2 間の距離、 T_R は右側の駆動輪 2 2 の駆動トルク、 T_L は左側の駆動輪 2 2 の駆動トルク、 T_S は旋回軸の駆動トルクである。

30

【 0 0 2 4 】

図 6 は、台車部の移動方向と操作力との関係を示す図である。図 6 において、実線 S は、操作力の大きさを示しており、台車部 2 は、半径の大きい方向により大きな操作力を出力する。図 6 に示すように、台車部 2 は初期位置 (1) の状態で、 Y 方向に最大の操作力を出力できる。しかし、台車部 2 が、単に、初期位置 (1) から、(2) 及び (3) のように方向を転換し、把持位置 (4) へと X 方向に移動した場合、把持位置 (4) の状態で、 X 方向には最大の操作力を出力できるが、必要な Y 方向には小さな操作力しか出力できない。

【 0 0 2 5 】

このため、従来の全方位移動ロボットにおいては、把持位置における台車部の向きによっては、操作力が足りず、対象物を移動させることが困難となり、対象物の移動に失敗する虞があった。

40

【 0 0 2 6 】

これに対し、本実施形態に係る経路計画装置 1 0 は、例えば、図 7 に示す如く、把持位置 P_1 において、台車部 2 の一对の駆動輪 2 2 の車軸を通る線 L_1 と、把持位置 P_1 と目標位置 P_2 とを通る線 L_2 と、が垂直となるように移動経路を計画する。これにより、台車部 2 は把持位置 P_1 から目標位置 P_2 に移動する際に、対象物に対して最大の操作力を出力できる。したがって、対象物を移動させる際の失敗を低減できる。なお、図 7 において、目標位置 P_2 は、台車部 2 の後方側に設定されているが、これに限定されず、前方側に設定されていてもよい。

50

【 0 0 2 7 】

例えば、図 8 に示す如く、初期位置 P 0 で台車部 2 が Y 方向を向いているとする。そして、台車部 2 が初期位置 P 0 から X 方向に向かって把持位置 P 1 まで移動し、把持位置 P 1 でアーム部 1 1 が対象物を把持し、台車部 2 が把持位置 P 1 から対象物を移動させる移動位置に対応した目標位置 P 2 に移動することで、対象物を Y 方向に移動させるとする。

【 0 0 2 8 】

この場合、経路計画装置 1 0 は、例えば、初期位置 P 0 から把持位置 P 1 までの最短距離かつ初期位置 P 0 と把持位置 P 1 との間の障害物を回避する、という条件を考慮し、さらに、最終点である把持位置 P 1 において、台車部 2 の一对の駆動輪 2 2 の車軸を通る線 L 1 と、把持位置 P 1 と目標位置 P 2 とを通る線 L 2 と、が垂直となるような、移動経路を算出する。

10

【 0 0 2 9 】

経路計画部は、図 8 に示す如く、例えば、台車部 2 が把持位置 P 1 付近で外側にやや大回りして、把持位置 P 1 と目標位置 P 2 とを通る線 L 2 の方向に向くように、移動経路を算出する。また、経路計画部は、図 9 に示す如く、最初に把持位置 P 1 付近に移動した後、把持位置 P 1 と目標位置 P 2 とを通る線 L 2 の方向に把持位置 P 1 から離れるように移動し、再度、把持位置 P 1 に戻るように、移動経路を算出してもよい。なお、上述した移動経路は一例であり、これに限定されない。

【 0 0 3 0 】

図 1 0 は、本実施形態に係る経路計画方法のフローの一例を示すフローチャートである。

20

【 0 0 3 1 】

経路計画装置 1 0 は、対象物の移動位置が決まっており把持位置 P 1 及び目標位置 P 2 が設定されているか否かを判断する（ステップ S 1 0 1）。経路計画装置 1 0 は、把持位置 P 1 及び目標位置 P 2 が設定されていないと判断すると（ステップ S 1 0 1 の N O）、初期位置 P 0 から把持位置 P 1 までの最短距離、かつ初期位置 P 0 と把持位置 P 1 との間の障害物を回避する移動経路を算出し（ステップ 1 0 2）、本処理を終了する。

【 0 0 3 2 】

一方、経路計画装置 1 0 は、把持位置 P 1 及び目標位置 P 2 が設定されていると判断すると（ステップ S 1 0 1 の Y E S）、図 1 1 に示す如く、把持位置 P 1 と目標位置 P 2 とを通る線 L 2 の延長線上に仮把持位置 P 3 と、仮把持位置 P 3 を中心とした仮把持領域 S と、を設定する（ステップ S 1 0 3）。

30

【 0 0 3 3 】

経路計画装置 1 0 は、初期位置 P 0 から設定した仮把持位置 P 3 までの最短距離、かつ初期位置 P 0 と仮把持位置 P 3 との間の障害物を回避する移動経路 R 1 を算出する（ステップ S 1 0 4）。

【 0 0 3 4 】

経路計画装置 1 0 は、例えば、スプライン補間法などを用いて、算出した移動経路 R 1 と仮把持領域 S の境界線とが交わる交点 P 4 と、把持位置 P 1 と、を滑らかに結んだ補間経路 R 2 を算出する（ステップ S 1 0 5）。経路計画装置 1 0 は、算出した初期位置 P 0 から交点 P 4 までの移動経路 R 1 と、算出した交点 P 4 から把持位置 P 1 までの補間経路 R 2 とを繋げた移動経路を、最終的な全方位移動ロボット 1 の移動経路として算出する（ステップ S 1 0 6）。

40

【 0 0 3 5 】

以上、本実施形態に係る経路計画装置 1 0 は、把持位置において、台車部 2 の一对の駆動輪 2 2 の車軸を通る線と、把持位置と目標位置とを通る線と、が垂直となるように移動経路を計画する。これにより、台車部 2 は把持位置から目標位置に移動する際に、対象物に対して最大の操作力を出力できる。したがって、対象物を移動させる際の失敗を低減できる。

【 0 0 3 6 】

50

なお、本発明は上記実施の形態に限られたものではなく、趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更することが可能である。

例えば、上記実施形態において、経路計画装置 10 は、上述の如く、把持位置 P 1 において、台車部 2 の一対の駆動輪 22 の車軸を通る線 L 1 と、把持位置 P 1 と目標位置 P 2 とを通る線 L 2 と、が垂直となるように移動経路を計画する。さらに、経路計画装置 10 は、把持位置 P 1 において、アーム部 11 の手先位置が対象物から所定距離以内で接近するように移動経路を計画してもよい。

【0037】

さらにまた、制御装置 9 は、台車部 2 が経路計画装置 10 により計画された移動経路に従って把持位置 P 1 に移動したときに、把持位置 P 1 で、全方位移動ロボット 1 の重心位置がより低くなるように（例えば最も低くなるように）、車輪アクチュエータ 7、旋回アクチュエータ 8 及び関節アクチュエータ 14 を制御してもよい。これにより、台車部 2 が把持位置に移動した後、アーム部 11 が対象物を把持し移動させる際に、全方位移動ロボット 1 に力が掛かっても、全方位移動ロボット 1 を安定させることができる。

【符号の説明】

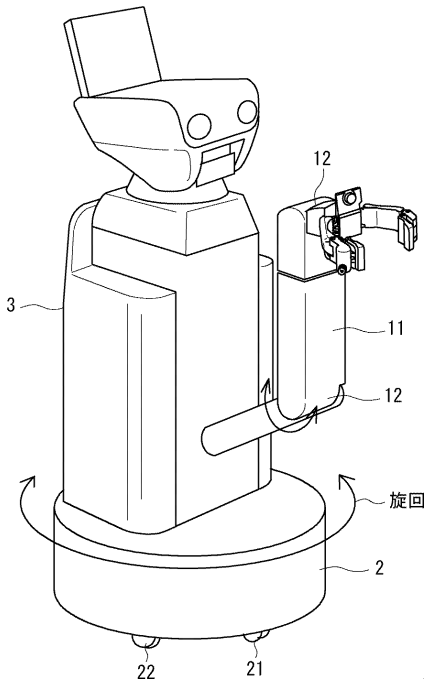
【0038】

- 1 全方位移動ロボット、2 台車部、3 本体部、4 旋回軸、5 回転センサ、6 回転センサ、7 車輪アクチュエータ、8 旋回アクチュエータ、9 制御装置、10 経路計画装置、11 アーム部、12 関節、13 回転センサ、14 関節アクチュエータ、21 補助輪、22 駆動輪

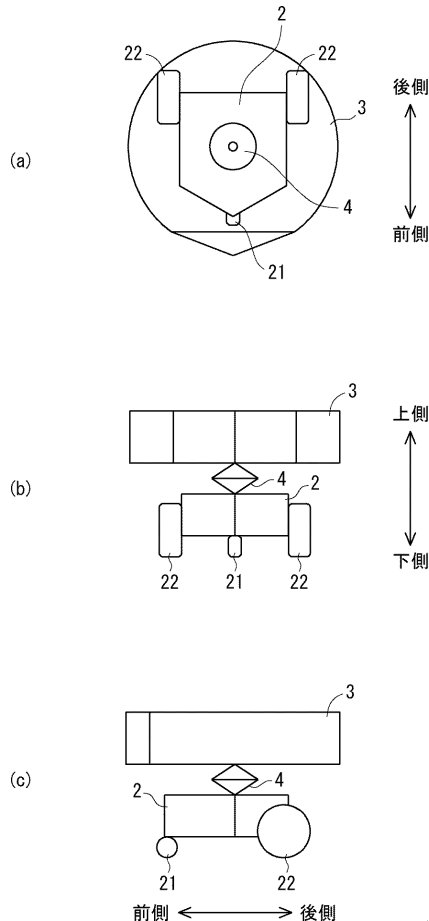
10

20

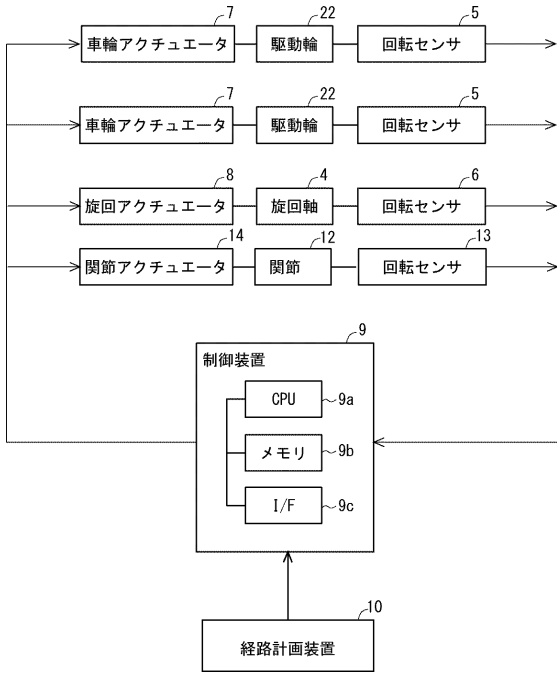
【図 1】



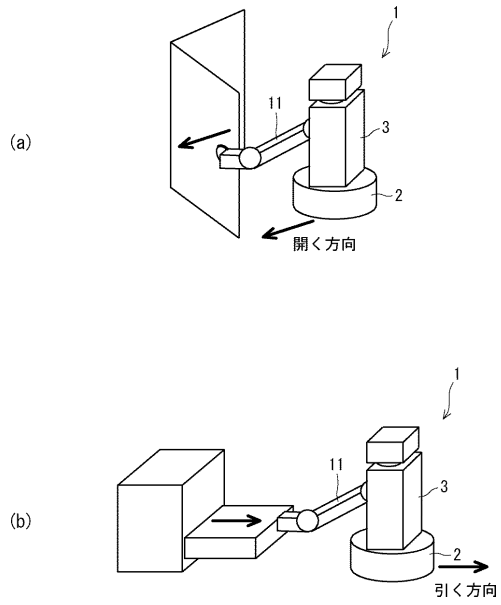
【図 2】



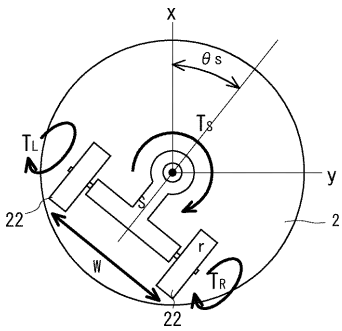
【図3】



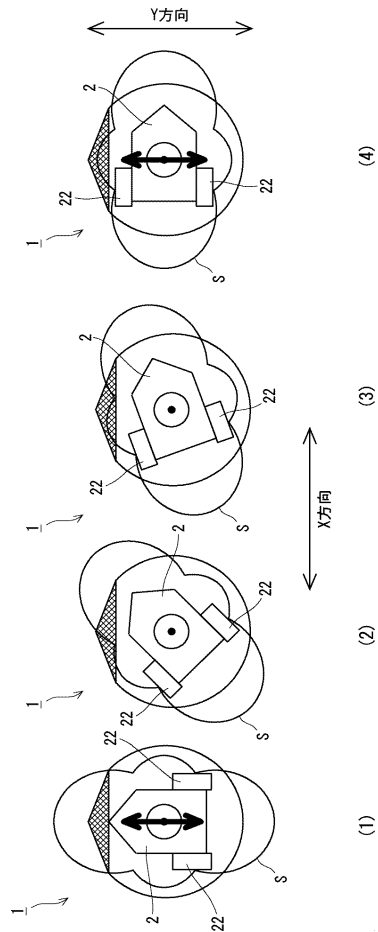
【図4】



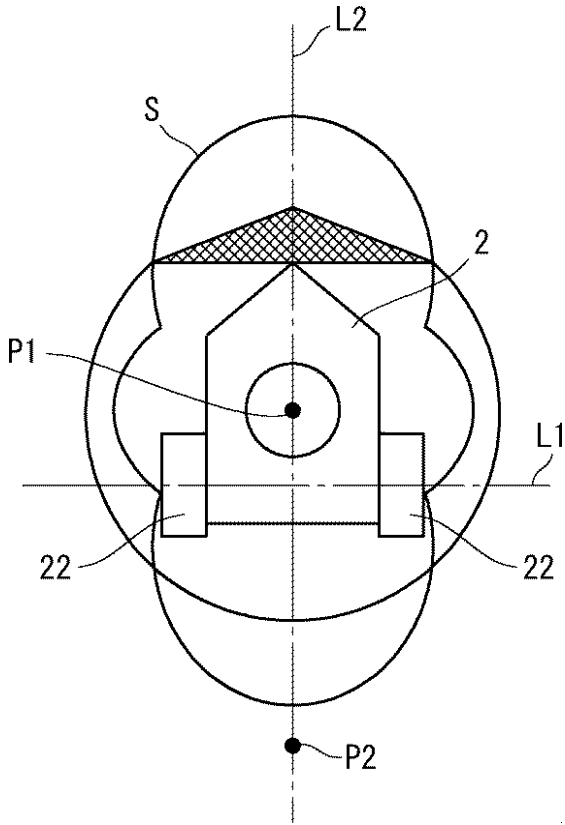
【図5】



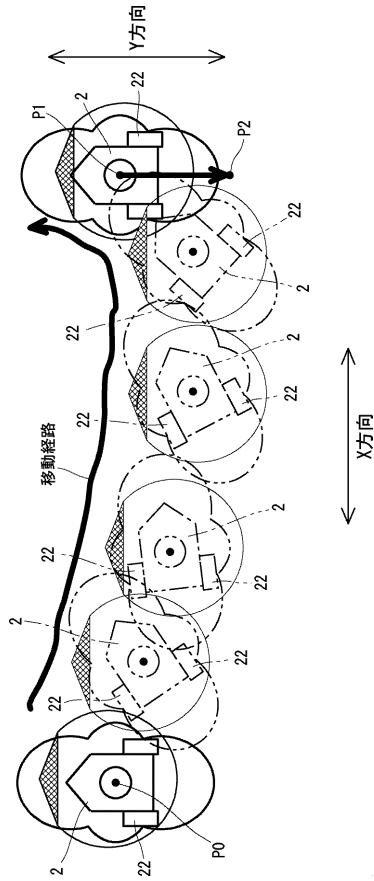
【図6】



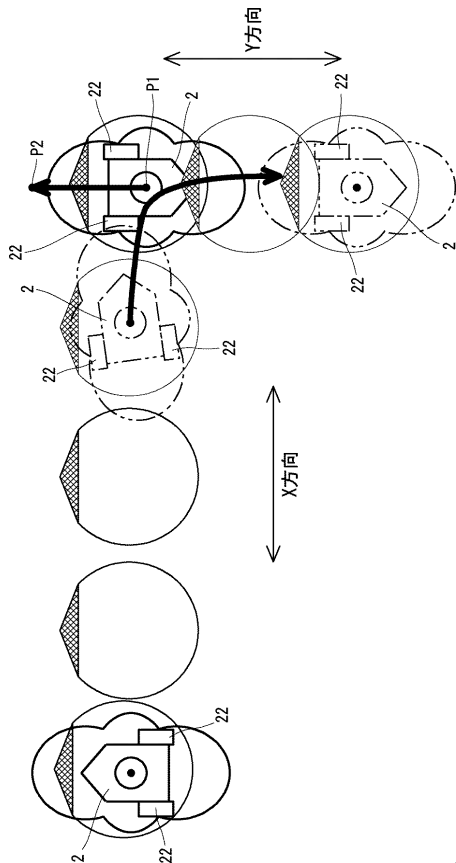
【図7】



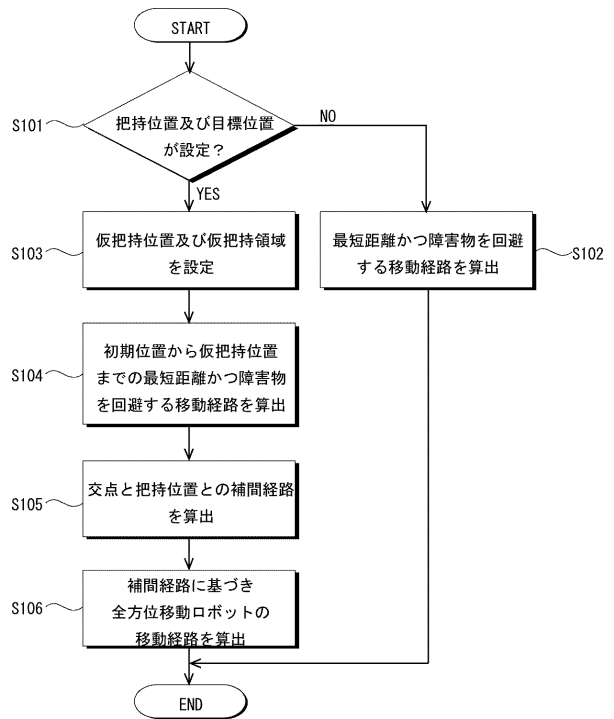
【図8】



【図9】



【図10】



【 図 1 1 】

