

(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2017-228158

(P2017-228158A)

(43) 公開日 平成29年12月28日(2017.12.28)

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

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-124880 (P2016-124880)
 (22) 出願日 平成28年6月23日 (2016.6.23)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (71) 出願人 000004617
 日本車輛製造株式会社
 愛知県名古屋市熱田区三本松町1番1号
 (74) 代理人 110000291
 特許業務法人コスモス特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 貴幸
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 近藤 裕司
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

最終頁に続く

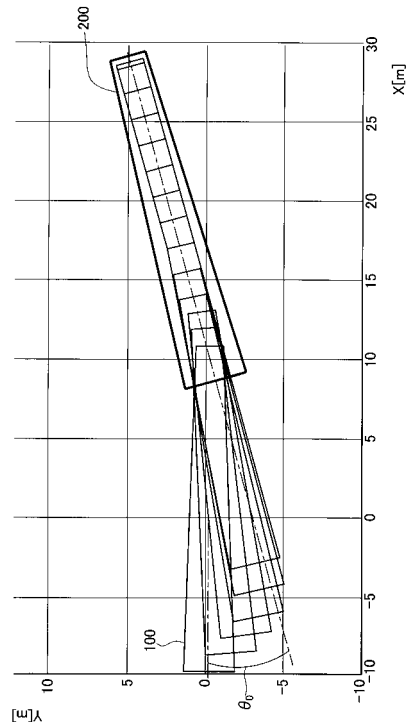
(54) 【発明の名称】 無人搬送システム

(57) 【要約】

【課題】 外乱に強い誘導方法を備えた無人搬送システムの提供。

【解決手段】 ベース210と脚部220を備えるパレット200と、パレット200を持ち上げ支持するリフト140と走行装置120と制御部160を備える無人搬送車100を有し、無人搬送車100をパレット200の脚部220の間の所定位置まで走行させる無人搬送システム500において、ベース210の下面には、下方に突出しパレット200の中心線を貫くように延配されるブラケット230が備えられ、無人搬送車100には、少なくとも3つのレーザーセンサ150と、レーザーセンサ150から得られたデータを元に運転を行う制御部160が備えられ、レーザーセンサ150でブラケット230までの距離を検出し、制御部160によりデータに基づいて走行装置120の角度を調整し、無人搬送車100を適切な位置に誘導する。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

搬送物を載置する台部と、該台部を支持する脚部と、を備えるパレットと、
該パレットを持ち上げ支持する持上手段と、複数の独立制御可能な走行装置と、該
走行装置を制御する制御手段と、を備える無人搬送車と、を有し、

前記無人搬送車を、前記持上手段により前記パレットを持ち上げ可能な前記脚部の
間の位置まで走行させる無人搬送システムにおいて、

前記台部の下面には、下方に突出し前記パレットの中心線を貫くように延配される被検
出体が備えられ、

前記無人搬送車には、少なくとも 3 つの距離測定手段が備えられ、該距離測定手段から
得られたデータを元に前記制御手段によって前記距離測定手段で前記被検出体までの距離
を検出し、前記制御手段により前記データに基づいて前記走行装置の舵角を調整し、前記
無人搬送車を適切な位置に誘導すること、

を特徴とする無人搬送システム。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無人搬送システムにおいて、

前記距離測定手段は、特定の波長を出してその反射波を測定することにより距離を算出
する距離センサを用いたものであり、

3 つの前記距離測定手段は、第 1 距離センサ、第 2 距離センサ、及び第 3 距離センサよ
りなり、

前記第 1 距離センサが前記無人搬送車の前端付近に、前記第 2 距離センサが前記第 1 距
離センサの近傍であって前記無人搬送車の中央より前に、前記第 3 距離センサが前記無人
搬送車の中央より後方で後端より前方に配置され、

前記第 1 距離センサと前記第 2 距離センサ、又は前記第 1 距離センサと前記第 3 距離セ
ンサより得られた前記データを用い、前記制御手段に備える演算装置により前記無人搬送
車の旋回中心を算出し、該旋回中心からの距離である旋回半径から前記走行装置の舵角を
算出すること、

を特徴とする無人搬送システム。

【請求項 3】

搬送物を載置する台部と、該台部を支持する脚部と、を備えるパレットと、
該パレットを持ち上げ支持する持上手段と、複数の独立制御可能な走行装置と、該
走行装置を制御する制御手段と、を備える無人搬送車と、を有し、

前記無人搬送車を、前記持上手段により前記パレットを持ち上げ可能な前記脚部の
間の位置まで走行させる無人搬送システムにおいて、

前記無人搬送車の中心線上に仮想原点を定め、該仮想原点が前記パレットの中心線の直
下に位置するように前記無人搬送車の走行位置を補正すること、

を特徴とする無人搬送システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、無人搬送車の誘導に関する技術であり、特にパレットの脚部の設置位置によ
ること無く、パレットの脚部間に無人搬送車を正確に誘導する技術に関する。

【背景技術】**【0002】**

工場内において、大型の搬送物が載置されたパレットを移動させる為に無人搬送車が用
いられるケースがある。しかしながら、パレットが事前に定められた設置場所に精確に設
置されていないケースもある。こうしたケースでは無人搬送車をパレットの脚部の間に移
動させる為には、その運転経路を補正する必要がある。このため、作業者がペンダントス
イッチ等のコントローラを用いて無人搬送車の操作を行い、正しくパレットの脚部の間に
無人搬送車が収まるようにしていた。そして、パレットの脚部の間に無人搬送車を移動さ

10

20

30

40

50

せた後、無人搬送車によってパレットを持ち上げ、そのまま搬送するといった運用がなされていた。

【0003】

しかしながら縦長のパレットの脚部の間は狭く、パレットに対して無人搬送車の進入角度が大きく付いている場合、パレットの脚部の間に無人搬送車を移動させる操作は困難である。このため、無人搬送車のコントローラを操作する作業者の他に、監視役の作業者を多数必要とし、無人搬送車を慎重に誘導するという作業が必要であった。このため、この問題を解消する技術が望まれていた。

【0004】

特許文献1には、無人搬送システム及び無人搬送車に関する技術が開示されている。10
 入口からパレットの下方へ進入した無人搬送車は、第1及び第2レーザーセンサを用いてパレットの台部の下面に設けられている誘導体までの距離を測定する。そしてその測定値とレーザー測定メモリに記憶されている目標値とが一致するように走行方向に制御を行う。ここで、誘導体は脚部の設置状況とは無関係に台部の前後方向に伸びる中心線に沿って連続して設けられているので、脚部の設置状況によることなく無人搬送車を誘導することが出来る。

【0005】

特許文献2には、全方位走行無人搬送車の誘導走行方法に関する技術が開示されている。無人搬送車は前提条件として車体前部の誘導センサから前方に距離Lだけ離れた目標点を設定し、距離L及び誘導センサにより検出された誘導偏差に基づいて操舵輪の操舵角を20
 計算によって求める。この際に、誘導偏差について距離Lの条件によって操舵角の補正をすることで、直進時の直進性及び収束性の向上を図っている。

【0006】

特許文献3には、無人搬送車の操舵駆動方法及び装置に関する技術が開示されている。無人搬送車の一方の対角位置には操舵駆動輪が設けられ、無人搬送車の他方の対角位置にはフリーキャストが備えられている。そして、制御装置によって操舵駆動輪の操舵駆動制御を行うにあたり、無人搬送車の中心点を通る車幅方向の中心線であるX座標軸上に無人搬送車の旋回中心点を設定している。また、入力された前側の操舵駆動輪の操舵角と中心点における速度に基づいて、操舵駆動輪を操舵駆動する制御値を算出している。こうすることで半自動走行時における無人搬送車の操舵駆動の制御を行っている。30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2012-198756号公報

【特許文献2】特許第4089344号公報

【特許文献3】特許第5407514号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、特許文献1に記載されるような無人搬送システムを用いた場合でも、無人搬送車を誘導する際に問題が生じることが分かった。無人搬送車を移動させる場所は、工場内でありコンクリートが打たれるなどして舗装されているものの、床面の荒れや小さな障害物によって外乱が発生する場合がある。この様な場合に、無人搬送車の誘導がうまく完了せず、誘導のやり直しなどの手間が発生する。40

【0009】

特許文献1には、パレットの前後方向に伸びる中心線に沿って設けられた誘導体と、無人搬送車の中心線とを重ねるように誘導するという手法は提案されているが、例えば無人搬送車と、パレット中央に設けたブラケットとの角度のずれ、及び無人搬送車とブラケットまでの距離を求め、角度ずれや距離が小さくなるよう修正する場合、特許文献2や特許文献3に示すような計算方法が考えられる。しかしながら、いずれの技術でも旋回中心の50

位置が限定される上、複雑な計算を必要とする為に、無人搬送車を適切に誘導できない虞がある。

【0010】

そこで、本発明はこの様な課題を解決する為に、外乱に強い誘導方法を備えた無人搬送システムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記目的を達成するために、本発明の一態様による無人搬送システムは、以下のような特徴を有する。

【0012】

(1)搬送物を載置する台部と、該台部を支持する脚部と、を備えるパレットと、該パレットを持ち上げ支持する持上手段と、複数の独立制御可能な走行装置と、該走行装置を制御する制御手段と、を備える無人搬送車と、を有し、前記無人搬送車を、前記持上手段により前記パレットを持ち上げ可能な前記脚部の間の位置まで走行させる無人搬送システムにおいて、前記台部の下面には、下方に突出し前記パレットの中心線を貫くように延配される被検出体が備えられ、前記無人搬送車には、少なくとも3つの距離測定手段が備えられ、該距離測定手段から得られたデータを元に前記制御手段によって前記距離測定手段で前記被検出体までの距離を検出し、前記制御手段により前記データに基づいて前記走行装置の舵角を調整し、前記無人搬送車を適切な位置に誘導すること、を特徴とする。

【0013】

上記(1)に記載の態様により、3つの距離測定手段を備えて無人搬送車を誘導するため、外乱の影響を抑えて適切な誘導が可能となる。

【0014】

(2)(1)に記載の無人搬送システムにおいて、前記距離測定手段は、特定の波長を出してその反射波を測定することにより距離を算出する距離センサを用いたものであり、3つの前記距離測定手段は、第1距離センサ、第2距離センサ、及び第3距離センサよりなり、前記第1距離センサが前記無人搬送車の前端付近に、前記第2距離センサが前記第1距離センサの近傍であって前記無人搬送車の中央より前に、前記第3距離センサが前記無人搬送車の中央より後方で後端より前方に配置され、前記第1距離センサと前記第2距離センサ、又は前記第1距離センサと前記第3距離センサより得られた前記データを用い、前記制御手段に備える演算装置により前記無人搬送車の旋回中心を算出し、該旋回中心からの距離である旋回半径から前記走行装置の舵角を算出すること、が好ましい。

【0015】

上記(2)に記載の態様により、距離センサを用いてパレットに取り付けられた被検出体までの距離を検出し、その距離に応じて走行装置の舵角を決定して無人搬送車を制御することが可能となる。この際に、第1距離センサが前端付近に設けられ、第2距離センサが第1距離センサより後方であって、第1距離センサの近傍であって前記無人搬送車の中央より前に配置され、第3距離センサは無人搬送車の中央より後方で後端より前方に配置される。このため、第2距離センサは無人搬送車の進入初期の位置検出を行い、第3距離センサは無人搬送車の進入中期以降の位置検出に用いて、より検出精度を高めることが可能となる。

【0016】

また、前記目的を達成するために、本発明の別の態様による無人搬送システムは、以下のような特徴を有する。

【0017】

(3)搬送物を載置する台部と、該台部を支持する脚部と、を備えるパレットと、該パレットを持ち上げ支持する持上手段と、複数の独立制御可能な走行装置と、該走行装置を制御する制御手段と、を備える無人搬送車と、を有し、前記無人搬送車を、前記持上手段により前記パレットを持ち上げ可能な前記脚部の間の位置まで走行させる無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車の中心線上に仮想原点を定め、該仮想原点が前記パレットの中

10

20

30

40

50

心線の直下に位置するように前記無人搬送車の走行位置を補正すること、を特徴とする。

【0018】

上記(3)に記載の態様により、仮想原点を定めて旋回中心を決定するという比較的単純な計算によって旋回中心を決定出来る。この結果、無人搬送車の誘導にあたって、複雑な計算を高速で演算処理する必要が無いために、比較的安価に精度の高い誘導を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本実施形態の、無人搬送システムの側面図である。

【図2】本実施形態の、無人搬送システムの上面図である。

10

【図3】本実施形態の、無人搬送システムの図1のAA矢視図である。

【図4】本実施形態の、無人搬送車の底面図である。

【図5】本実施形態の、無人搬送システムの制御に関するフローチャートである。

【図6】本実施形態の、仮想原点位置ずれ計算に用いた仮想点と距離に関する説明図である。

【図7】本実施形態の、パレットに対して無人搬送車を誘導する様子を示すグラフである。

【図8】本実施形態の、距離センサによるブラケットとの計測距離に関するグラフである。

【図9】本実施形態の、走行軸の舵角に関するグラフである。

20

【図10】比較のために用意した、従来技術における外乱が発生した場合の走行軸の舵角に関するグラフである。

【図11】本実施形態の、外乱が発生した場合の走行軸の舵角に関するグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0020】

まず、本発明の実施形態について図面を用いて説明を行う。図1に、本実施形態の無人搬送システム500の側面図を示す。図2に、無人搬送システム500の上面視図を示す。なお、図2ではリフタ140は省略されている。図3に、無人搬送システム500のAA矢視図を示す。図1のAA矢視図に相当する。本実施形態の無人搬送システム500は、無人搬送車100とパレット200よりなる。

30

【0021】

無人搬送車100は、車体110と複数の走行装置120と複数のリフタ140と複数の距離測定手段であるレーザーセンサ150とを有している。車体110は、無人搬送車100の進行方向に向かって細く形成されている。この形状は、パレット200の形状にあわせている。

【0022】

図4に、無人搬送車100の底面図を示す。走行装置120は、第1走行装置121、第2走行装置122、第3走行装置123、第4走行装置124、第5走行装置125、第6走行装置126、第7走行装置127、第8走行装置128、第9走行装置129、及び第10走行装置130の10個の走行装置よりなる。それぞれの走行装置120は、車体110の下面に配置されて車体110の長手方向をX軸とするとZ軸に回転軸を有し、任意にその角度を変更することが可能である。また、走行装置120はそれぞれが2つの車輪を備えており、その車輪は車軸によって繋がれている。そして走行装置120のうち少なくとも幾つかは駆動輪とされている。本実施形態では、第1走行装置121、第2走行装置122、第5走行装置125、第6走行装置126、第9走行装置129、第10走行装置130が駆動輪となっている。また、それぞれの走行装置120の舵角は任意に制御可能な構成となっている。

40

【0023】

第1走行装置121と第2走行装置122は、車体110の一番前、第1列に並んで配置される。第3走行装置123と第4走行装置124は、その後方に少し離れて第2列に

50

並べて配置され、第5走行装置125と第6走行装置126は、第2列の直ぐ後方の第3列に並べて配置される。第7走行装置127と第8走行装置128は、第3列の後方に少し離れて第4列に並べて配置され、第9走行装置129と第10走行装置130は、第4列の直ぐ後方の第5列に並べて配置される。

【0024】

リフタ140は、車体110の上面の6箇所に設けられている。リフタ140は図示しない油圧機構を備え、後述の制御部160等によって制御されて無人搬送車100の高さ方向に昇降する。リフタ140は、パレット200の下に無人搬送車100が移動した後、パレット200の下面にリフタ140の上面が当接して押し上げ、パレット200を持ち上げるのに利用される。車体110には、このほかに演算装置などを備えた制御部160を備えており、この制御部160には有線で図示しない操作用ペンダントが接続されている。操作用ペンダントで無人搬送車100の誘導が可能である。

10

【0025】

レーザーセンサ150は、図4に示されるように2個ずつ3列に設けられ、合計6個が車体110の上面に取り付けられる。レーザーセンサ150は図3に示すように、無人搬送車100の少なくとも一部がパレット200の下方に進入した際に、パレット200のベース210の中央下部に設けられるブラケット230を検出するように、レーザー光Lが一定の角度をもって照射されるように車体110に固定されている。

【0026】

レーザーセンサ150は、第1センサ151、第2センサ152、第3センサ153、第4センサ154、第5センサ155、及び第6センサ156の6個よりなる。そして、第1距離センサに相当する第1センサ151と第2センサ152とで対となり、第2距離センサに相当する第3センサ153と第4センサ154とで対になり、第3距離センサに相当する第5センサ155と第6センサ156とで対になって運用される。

20

【0027】

第1センサ151と第2センサ152は車体110の前端付近の左右、つまり第1ラインL1上に取り付けられる。第3センサ153と第4センサ154は、車体110の前進側であって車体110の上から見て走行装置120の第1列と同じ位置、つまり第2ラインL2上に並んで左右に配置されている。第5センサ155と第6センサ156は、車体110の中央より後ろ側、走行装置120の第3列より後ろに並んで左右、つまり第3ラインL3上に配置されている。

30

【0028】

よって、第1ラインL1、第2ラインL2、第3ラインL3はそれぞれレーザーセンサ150の光軸の通るラインであるとも言える。つまり、この線上にレーザー光Lが重なることとなる。なお、各センサは車体110の幅方向中心(中心線CL)からの距離が等しくなるように配置されている。

【0029】

パレット200は、図1に示されるように略台形の板材で構成されるベース210と、ベース210の下方に突出するよう固定されて設けられる脚部220、そして、ベース210の下面にブラケット230が備えられる。ベース210の上面には、ワーク280が載置される。ベース210の下面には台形の上辺と下辺の中心を貫くようにブラケット230が取り付けられている。このブラケット230はレーザーセンサ150から出るレーザーを良好に反射するような金属部材よりなり、ベース210の長手方向に均一な高さで突出するよう構成することが望ましい。なお、ブラケット230の材質は金属に限定されるものではなく、レーザーを良好に反射するものであれば良い。

40

【0030】

脚部220は、ベース210の下方に突出するよう固定されて設けられている。脚部220は、ワーク280が載せられたベース210を支持する機能を有する。ベース210の斜辺部分に沿って合計10本の脚部220が備えられているが、この脚部220の数は特に限定されるものではない。

50

【 0 0 3 1 】

次に、無人搬送システム 5 0 0 の制御について説明する。図 5 に、無人搬送システム 5 0 0 の制御に関するフローチャートを示す。以下その内容を大まかに説明する。

【 0 0 3 2 】

まず、S 1 0 にてレーザーセンサ 1 5 0 の測定結果を取得する。上述の 6 つのレーザーセンサ 1 5 0 の計測データを読み取り値として、制御部 1 6 0 に渡す。そして S 1 1 にて、第 1 ライン L 1 における読み取り値が「条件」を満足しているかを判断する。第 1 ライン L 1 には前述の通り第 1 センサ 1 5 1 と第 2 センサ 1 5 2 が配置されており、その第 1 センサ 1 5 1 と第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値が「条件」を満足すれば S 1 2 に移行し、「条件」を満足しなければ S 2 1 に移行する。

10

【 0 0 3 3 】

その「条件」は、具体的には第 1 センサ 1 5 1 と第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値が異常であるかを調べる他、第 1 センサ 1 5 1 又は第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値の変化が 2 0 mm 以下か、或いは第 1 センサ 1 5 1 又は第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値が 1 m 以上か、をチェックする。第 1 センサ 1 5 1 又は第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値の変化は、レーザーセンサ 1 5 0 のスキャンタイミングと無人搬送車 1 0 0 の速度とに関連するが、本実施形態では無人搬送車 1 0 0 の変化が 2 0 mm を超える事を想定していないため、異常と判定する。

【 0 0 3 4 】

また、本実施形態では第 1 センサ 1 5 1 又は第 2 センサ 1 5 2 から無人搬送車 1 0 0 の中心までの距離を 2 m としており、ブラケット 2 3 0 の位置が無人搬送車 1 0 0 の中心から 1 m 以上離れたら、無人搬送車 1 0 0 がパレット 2 0 0 に接触、つまり異常と判定する。

20

【 0 0 3 5 】

S 1 2 にて、第 1 ポジションデータ LZ S 1 の取得を行う。ここで、第 1 ポジションデータ LZ S 1 とは、第 1 ライン L 1 における車体 1 1 0 の中心からブラケット 2 3 0 までの距離と定義しており、第 1 ライン L 1 に配置された第 1 センサ 1 5 1 と第 2 センサ 1 5 2 の読み取り値の少なくとも一方から算出する。

【 0 0 3 6 】

S 1 3 にて、第 3 ライン L 3 における読み取り値が「条件」を満足しているかを判断する。第 3 ライン L 3 には上述したように、第 5 センサ 1 5 5 と第 6 センサ 1 5 6 が配置されている。なお、ここでの「条件」も、S 1 1 と同様に設定されている。第 5 センサ 1 5 5 と第 6 センサ 1 5 6 の読み取り値が条件を満足すれば S 1 4 に移行し、条件を満足しなければ S 1 6 に移行する。

30

【 0 0 3 7 】

第 5 センサ 1 5 5 と第 6 センサ 1 5 6 の読み取り値が条件を満足していれば、S 1 4 にて、第 3 ポジションデータ LZ S 3 を取得する。ここで第 3 ポジションデータ LZ S 3 とは、第 3 ライン L 3 における車体 1 1 0 の中心からブラケット 2 3 0 までの距離と定義しており、第 3 ライン L 3 に配置された第 5 センサ 1 5 5 と第 6 センサ 1 5 6 の読み取り値の少なくとも一方から算出する。

40

【 0 0 3 8 】

S 1 5 にて、第 1 ポジションデータ LZ S 1 と第 3 ポジションデータ LZ S 3 より旋回中心 A R を算出する。

【 数 1 】

$$\tan\theta_n = \frac{LZS_n}{L_s2 - L_s1} \quad (n = 1,2,3)$$

数式 1 に用いられる LZ S n は、第 1 ポジションデータ LZ S 1、第 2 ポジションデータ LZ S 2、第 3 ポジションデータ LZ S 3 の何れかである。また、L_s 1 は車体 1 1 0

50

の先端から第1ラインL1までの距離であり、 L_{s2} は車体110の先端から第2ラインL2までの距離である。 θ_n は仮想原点VPnと旋回中心ARを結ぶ直線と、旋回中心ARから車体110の幅方向の中心線CLに引いた垂線がなす角である。図6に、仮想原点位置ずれ計算に用いた仮想点と距離に関する説明図を示す。

【0039】

第1仮想原点VP1と旋回中心ARを結ぶ直線と、旋回中心ARと車体110の幅方向の中心線CLに引いた垂線PLがなす第1角 θ_1 は、第1仮想原点VP1と旋回中心ARを結ぶ直線と直角に交わり第1仮想原点VP1を通過する直線と中心線CLとがなす角度と同じとなる。これは第1三角形 A_1 と第2三角形 A_2 とが相似関係にある為に成立する。図6に示す旋回中心ARを頂点とする第1三角形 A_1 は、第1仮想原点VP1を頂点とする第2三角形 A_2 と相似関係だと言えるので、各々の角度も等しくなる。

10

【0040】

また、旋回中心ARと第3仮想原点VP3を結ぶ直線と垂線PLがなす第3角 θ_3 は、旋回中心ARと第3仮想原点VP3を通過する直線と直角に交る直線と中心線CLとがなす角度と同じとなる。これは第3三角形 B_1 と第4三角形 B_2 とが相似関係にある為に成立する。図6に示す旋回中心ARを頂点とする第3三角形 B_1 と第3仮想原点VP3を頂点とする第4三角形 B_2 と相似関係と言えるので、各々の角度も等しい。数式1はこの関係を利用して θ_n を求めている。

【0041】

【数2】

20

$$A = \frac{L_{s3} - L_{s1}}{\tan \theta_3 + \tan \theta_1}$$

次に、数式2を用いて中心線CLから旋回中心ARまでの距離Aを算出する。数式2も、旋回中心ARを頂点とする第1三角形 A_1 は第1仮想原点VP1を頂点とする第2三角形 A_2 と、旋回中心ARを頂点とする第3三角形 B_1 は第3仮想原点VP3を頂点とする第4三角形 B_2 と、それぞれ相似関係にある為、これを利用して距離Aを算出できる。なお、数式2の場合は、中心線CLに対して左側に第2三角形 A_2 が位置し、中心線CLに対して右側に第4三角形 B_2 が位置しているので、数式2で距離Aを求められるが、この位置関係によっては符号を変化させる必要がある。

30

【0042】

【数3】

$$FB = A \tan \theta_1$$

そして、数式3を用いて、旋回中心ARから第1走行装置121または第2走行装置122までの車体110の長手方向の距離、すなわち垂線PLから第2ラインL2までの第1距離FBを求める。こうして距離Aと第1距離FBより旋回中心ARが算出される。

【0043】

【数4】

$$RB = WB - FB$$

40

また、数式4を用いて、旋回中心ARから第9走行装置129又は第10走行装置130までの車体110の長手方向の第2距離RBを算出できる。ここで、距離WBは第1走行装置と第2走行装置の配置されている第1列から第9走行装置と第10走行装置の配置される第5列までの距離を示している。

【0044】

第5センサ155で第6センサ156の読み取り値が条件を満足していなければ、S16にて、第2ラインL2における読み取り値が「条件」を満足しているかを判断する。第2ラインL2には前述の通り第3センサ153と第4センサ154が配置されている。ここで言う「条件」は、S11と同様に設定されている。第3センサ153と第4センサ154の読み取り値が「条件」を満足すればS17に移行し、「条件」を満足しなければS

50

2 1 に移行する。

【0045】

S 1 7 にて、第 2 ポジションデータ L Z S 2 を取得する。ここで第 2 ポジションデータ L Z S 2 とは、第 2 ライン L 2 における車体の中心からブラケット 2 3 0 までの距離と定義しており、第 2 ライン L 2 に配置された第 3 センサ 1 5 3 と第 4 センサ 1 5 4 の読み取り値の少なくとも一方より算出する。

【0046】

S 1 8 にて、第 1 ポジションデータ L Z S 1 と第 2 ポジションデータ L Z S 2 より旋回中心 A R を算出する。旋回中心 A R の算出は数式 1、数式 3、数式 4 及び下記の数式 5 を用いる。

【数 5】

$$A = \frac{L_s2 - L_s1}{\tan \theta_2 - \tan \theta_1}$$

S 1 9 にて、各走行装置の舵角 θ_n と速度 V_n を算出する。S 1 5 又は S 1 8 で旋回中心 A R を算出した後、第 1 走行装置 1 2 1 乃至第 1 0 走行装置 1 3 0 の各軸の舵角 θ_n を、三角関数を用いて算出する。

【0047】

また、各軸の旋回半径 R_n も舵角 θ_n と三平方の定理を用いて計算が可能である。何れも数式は省略する。速度 V_n は以下の式を用いて算出できる。

【数 6】

$$V_n = \frac{R_n}{R_{max}} V (n = 1, 2, 5, 6, 9, 10)$$

数式 6 に用いられる V は、ユーザーが任意に定める。また R_{max} は R_n の最大値を用いている。この数式 6 によって、走行装置 1 2 0 である、第 1 走行装置 1 2 1、第 2 走行装置 1 2 2、第 5 走行装置 1 2 5、第 6 走行装置 1 2 6、第 9 走行装置 1 2 9、及び第 1 0 走行装置 1 3 0 の各軸の速度が決定される。そして S 2 0 にて算出した舵角 θ_n と速度 V_n の通り、各走行装置を制御する。

【0048】

本実施形態の無人搬送システム 5 0 0 では、上記流れでパレット 2 0 0 の下に無人搬送車 1 0 0 を誘導する。

【0049】

考え方としては、無人搬送車 1 0 0 の車体 1 1 0 の中心線 C L 上の任意の 2 点を仮想原点とする。本実施形態では、第 1 仮想原点 V P 1 及び第 3 仮想原点 V P 3 とし、第 1 仮想原点 V P 1 及び第 3 仮想原点 V P 3 をブラケット 2 3 0 に重なるように無人搬送車 1 0 0 を誘導することで、車体 1 1 0 を目的の位置に移動させることが可能としている。

【0050】

そして、仮想原点の進行方向を仮想原点の旋回軌跡の接線方向とすると、仮想原点から引いた垂線上に旋回中心は存在する。従って 2 つの仮想原点である第 1 仮想原点 V P 1 及び第 3 仮想原点 V P 3 の旋回中心が一致する点は 2 つの垂線の交点となり、無人搬送車 1 0 0 の旋回中心 A R が決定できる。なお、本実施形態では、第 1 ポジションデータ L Z S 1 と第 3 ポジションデータ L Z S 3 を用いた例を示しているため、第 1 仮想原点 V P 1 及び第 3 仮想原点 V P を仮想原点としている。よって、第 2 ポジションデータ L Z S 2 を利用する場合には、第 2 仮想原点 V P 2 を設定することになる。

【0051】

本実施形態の無人搬送システム 5 0 0 は上記に説明した構成であるため、以下に説明するような効果及び作用を奏する。まず、本実施形態における無人搬送システム 5 0 0 を備えるため、無人搬送車 1 0 0 の外乱に強い誘導方法を提供することが可能である。

【0052】

10

20

30

40

50

これは、本実施形態の無人搬送システム500が、ワーク280を載置するベース210と、ベース210を支持する脚部220と、を備えるパレット200と、パレット200を持ち上げ支持するリフタ140と、複数の独立制御可能な走行装置120を備える無人搬送車100と、を有し、無人搬送車100を、リフタ140によりパレット200を持ち上げ可能な脚部220の間の位置まで走行させる無人搬送システム500において、ベース210の下面には、下方に突出しパレット200の中心線を貫くように延配されるブラケット230が備えられ、無人搬送車100には、少なくとも3つのレーザーセンサ150と、レーザーセンサ150から得られたデータを元に運転を行う制御部160が備えられ、レーザーセンサ150でブラケット230までの距離を検出し、制御部160によりデータに基づいて走行装置120の角度を調整し、無人搬送車100を適切な位置に誘導するものだからである。

10

【0053】

図7に、パレット200に対して無人搬送車100を自動で誘導する様子をグラフに示す。無人搬送車100の移動の様子を5秒ごとに重ねて書き表して、図7の初期位置ではパレット200の中心に対して無人搬送車100の中心がズレ角 θ_0 だけズレている。この状態から、無人搬送車100を自動で誘導し、パレット200の下に収まる様子が示されている。図8には、距離センサによるブラケットとの計測距離に関するグラフを示す。縦軸にレーザーセンサ150の位置(m)を、横軸に経過時間(秒)を示す。図9には、走行装置の舵角に関するグラフを示す。縦軸に角度(deg)を、横軸に経過時間(秒)を示す。

20

【0054】

車体110に取り付けたレーザーセンサ150は、第1ラインL1上に設けられた第1センサ151、第2センサ152と、第2ラインL2上に設けられた第3センサ153、第4センサ154がセットになって、或いは、第1ラインL1上に設けられた第1センサ151、第2センサ152と、第3ラインL3上に設けられた第5センサ155、第6センサ156がセットになって運用される。図4に示すように、第1ラインL1は車体110の先端に設けられるが、センサ保護などの観点から先端より少し後ろ側に配置しても良い。ただし、第1ラインL1に配置される第1センサ151と第2センサ152は車体110がパレット200に入った時に真っ先に検知する機能を担うため、出来るだけ車体110の先端に近い位置に配置されることが望ましい。

30

【0055】

第2ラインL2は、上述した通り走行装置の1列目、即ち第1走行装置121及び第2走行装置122の上辺りに設けられる。この位置は第1ラインに近い方が良いため、角度検出に支障が無いレベルで、車体110の先端寄りで、車体110の中央より前に配置されるのが好ましい。これは、センサ150を用いた車体110の位置検出を出来るだけ早い段階で行いたいという要望による。本実施形態の構成であれば、第1ラインL1及び第2ラインL2の両方がブラケット230に交差する位置から誘導が開始出来る。

【0056】

一方で、第3ラインL3は、第5走行装置125、第6走行装置126より後ろ、車体110の中心よりも後ろに設けられているので、第3ラインL3がブラケット230と交差する位置に移動した後、無人搬送車100の誘導に使うことが出来る。その結果が図8に示される第2ポジションデータLZS2の使用の範囲と第3ポジションデータLZS3の使用の範囲となる。なお、第3ラインL3の設定は、車体110の補正を考えると出来るだけ車体110の先頭から離れた位置が望ましいが、あまり車体110の後方に配置しすぎると、車体110の大半がパレット200の下に収まってしまい、誘導に使える区間が短くなる。このため、本実施形態では第3ラインL3を車体110の先端から中程より少し後方に位置するように配置している。

40

【0057】

車体110の傾きは第1センサ151及び第2センサ152からより離れている第5センサ155及び第6センサ156の方が優位に検出することが出来る。これは、レーザー

50

センサ150が距離を検出する為、無人搬送車100の先頭から距離がある方が差は大きく開く傾向にある為である。そして、図9に示す各軸の舵角に関するグラフでも同様の傾向を示している。各軸の舵角も時間経過と共に角度0に収束する事が分かる。つまり、第2ポジションデータLZS2より第3ポジションデータLZS3を用いた方が検出に有利だと言える。この結果、無人搬送車100の誘導に対しても有利となる。

【0058】

次に、無人搬送車100に対して外乱が加えられた時の状況について説明する。外乱は、無人搬送車100が通過する路面に凹凸があったり、レーザーセンサ150にノイズが発生したりした場合に発生することが考えられ、実際の運用時には想定される事態である。図10には、従来技術における比較のために用意した外乱が発生した場合の、走行装置120の舵角に関するグラフを示す。図10では、第3ラインL3に備えるセンサ、つまり第5センサ155、第6センサ156を使わなかった場合を示している。図11には、本実施形態の、外乱が発生した場合の、走行装置120の舵角に関するグラフを示す。図10、図11共に誘導開始から50秒後に外乱が加わった場合の様子を示している。何れも同じ条件での外乱付与で比較した。

10

【0059】

比較して分かるように、第3ラインL3に備えるセンサ、つまり第5センサ155、第6センサ156を使わなかった場合には、各軸の舵角が大きく乱れている事が分かるが、本実施例によれば、大きく乱れること無く位置を修正することが出来ている。すなわち外乱が発生するような場合にも、本実施形態による無人搬送車100であれば素早く位置修正が可能である。

20

【0060】

なお、第1ポジションデータLZS1乃至第3ポジションデータLZS3はそれぞれ2つつつのレーザーセンサ150を用いている。距離計測はこの何れを使っても良いが、相互にデータを補完し合うのが望ましい。そうすることで外乱があった場合等でも対応が可能となる。その結果、車体110の正確な位置把握が可能となり、無人搬送車100の正確な誘導に貢献することができる。もちろん、外乱が発生しない場合には、第2ラインL2の第3センサ153及び第4センサ154、又は第3ラインL3の第5センサ155及び第6センサ156の何れかだけを用いて、無人搬送車100を誘導することが可能である。

30

【0061】

また、無人搬送システムの課題として、特許文献1に示すような無人搬送システムは従来から考案されていたものの、実際の現場ではコストに見合わないとして無人搬送車の誘導は行われてこなかった。

【0062】

しかし本実施形態では、搬送物を載置する台部と、該台部を支持する脚部と、を備えるパレットと、該パレットを持ち上げ支持する持上手段と、複数の独立制御可能な走行装置と、該走行装置を制御する制御手段と、を備える無人搬送車と、を有し、前記無人搬送車を、前記持上手段により前記パレットを持ち上げ可能な前記脚部の間の位置まで走行させる無人搬送システムにおいて、前記無人搬送車の中心線上に仮想原点を定め、該仮想原点が前記パレットの中心線の直下に位置するように前記無人搬送車の走行位置を補正すること、を特徴とする無人搬送システムを提案している。

40

【0063】

つまり、ワーク280を載置するベース210と、ベース210を支持する脚部220と、を備えるパレット200と、パレット200を持ち上げ支持するリフタ140と、複数の独立制御可能な走行装置120を備える無人搬送車100と、を有し、無人搬送車100を、リフタ140によりパレット200を持ち上げ可能な脚部220の間の位置まで走行させる無人搬送システム500において、無人搬送車100の中心線上に仮想原点を定め、該仮想原点がパレット200の中心線の直下に位置するように無人搬送車100の走行位置を補正している。

50

【 0 0 6 4 】

この結果、例えば図 6 に示される仮想原点である第 1 仮想原点 VP_1 及び第 3 仮想原点 VP_3 を車体 110 の中心線 CL 上の任意の 2 点に定め、これを元に第 1 三角形 A_1 と第 2 三角形 A_2 及び第 3 三角形 B_1 と第 4 三角形 B_2 が設定される。そして、これらの三角形の相似性を利用して、旋回中心 AR を求めている。そうして、無人搬送車 100 を求められた旋回中心 AR や旋回半径を実現するように、各軸の舵角 を決定して移動することで、無人搬送車 100 をパレット 200 の下の所定の位置に誘導が可能となる。

【 0 0 6 5 】

以上、本発明に係る無人搬送システム 500 の実施形態を説明したが、本発明はこれに限定されるわけではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。例えば、本実施形態で示す無人搬送車 100 の車体 110 の形状は、略台形の形状をしているが、この形状に限定されるものではなく例えば特許文献 1 の様な形状でも適用が可能である。また、パレット 200 の形状などもこれに限定されるものではない。また、本実施形態では走行装置 120 の駆動輪を 6 箇所としているが、これを増減することを妨げない。

10

【 0 0 6 6 】

また、本実施形態では仮想原点を第 1 仮想原点 VP_1 及び第 3 仮想原点 VP_3 として計算しているが、前述したように第 2 仮想原点を用いても計算できる。仮想原点は、前述の通りに無人搬送車 100 の車体 110 の中心線 CL 上の任意の 2 点を仮想原点とすれば良く、第 1 仮想原点 VP_1 乃至第 3 仮想原点 VP_3 以外を用いることでも、無人搬送車 100 の誘導が可能である。

20

【 0 0 6 7 】

このほか、本実施形態においては第 1 仮想原点 VP_1 を第 2 ライン L_2 と無人搬送車 100 の中心線 CL の交点に定めると共に、第 2 仮想原点 VP_2 から第 2 ライン L_2 までの距離、及び第 3 仮想原点 VP_3 から第 3 ライン L_3 までの距離が第 1 仮想原点 VP_1 から第 1 ライン L_1 までの距離と等しくなるように仮想原点を定めているが、仮想原点の位置はこれに限定されるものではない。この場合でも、仮想原点の進行方向を仮想原点の旋回軌跡の接線方向とすると、仮想原点から引いた垂線上に旋回中心が存在するように設定する事で無人搬送車 100 の誘導を行う。

【 符号の説明 】

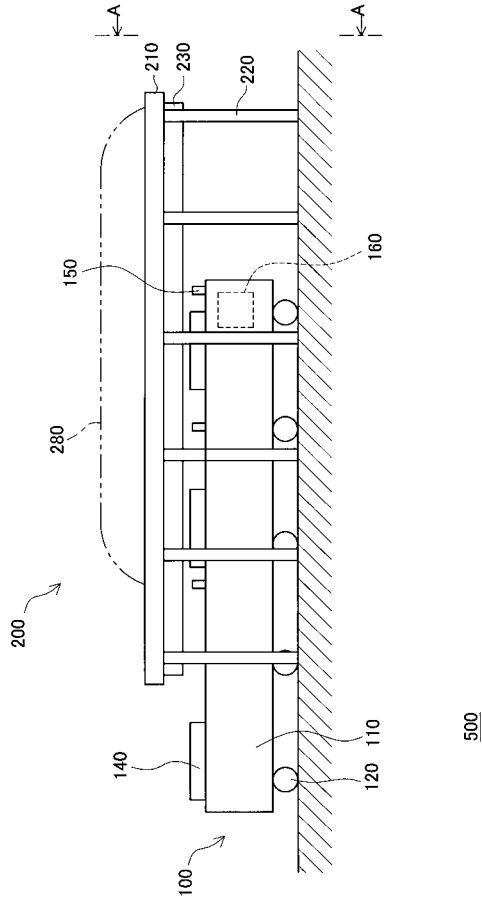
【 0 0 6 8 】

100	無人搬送車
110	車体
120	走行装置
140	リフタ
150	レーザーセンサ
200	パレット
210	ベース
220	脚部
230	ブラケット
280	ワーク
500	無人搬送システム

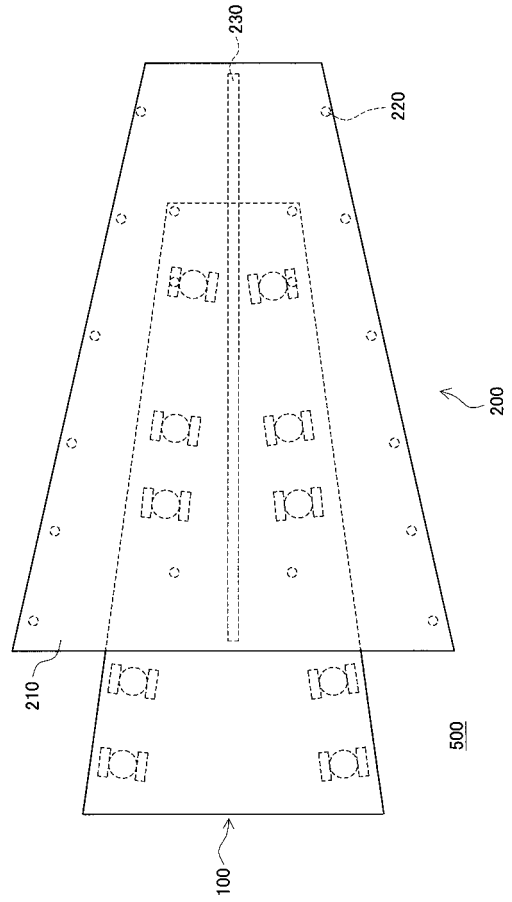
30

40

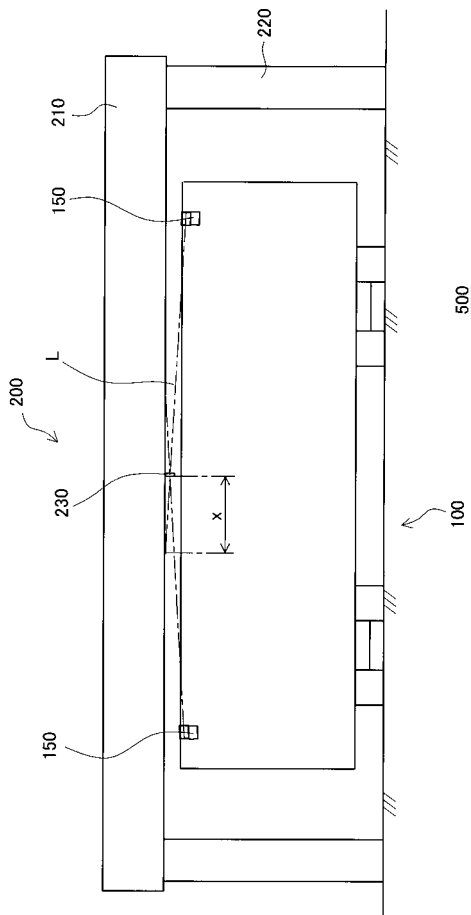
【図 1】



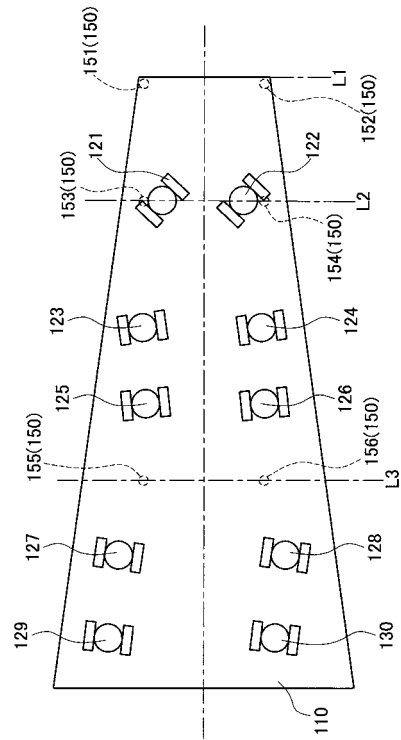
【図 2】



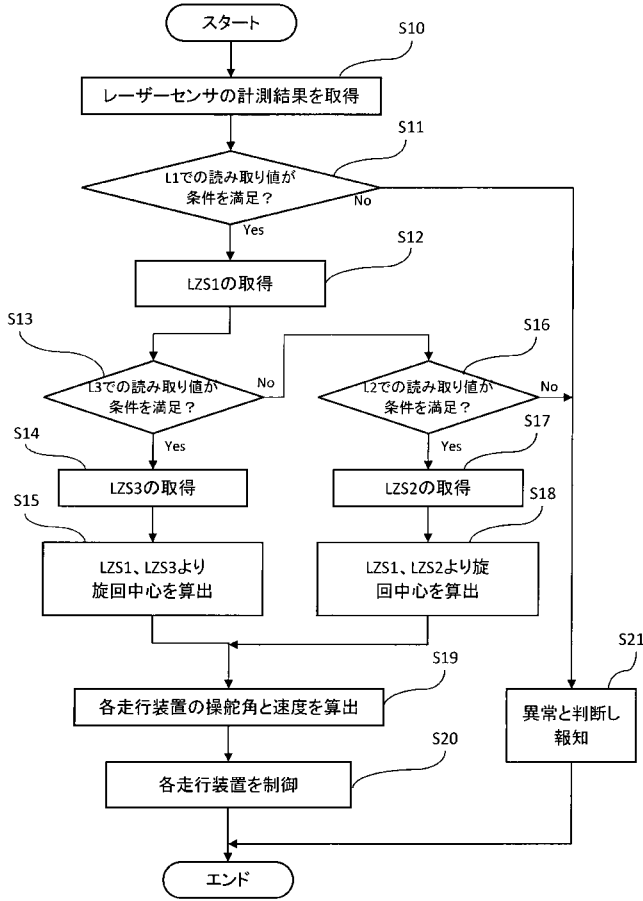
【図 3】



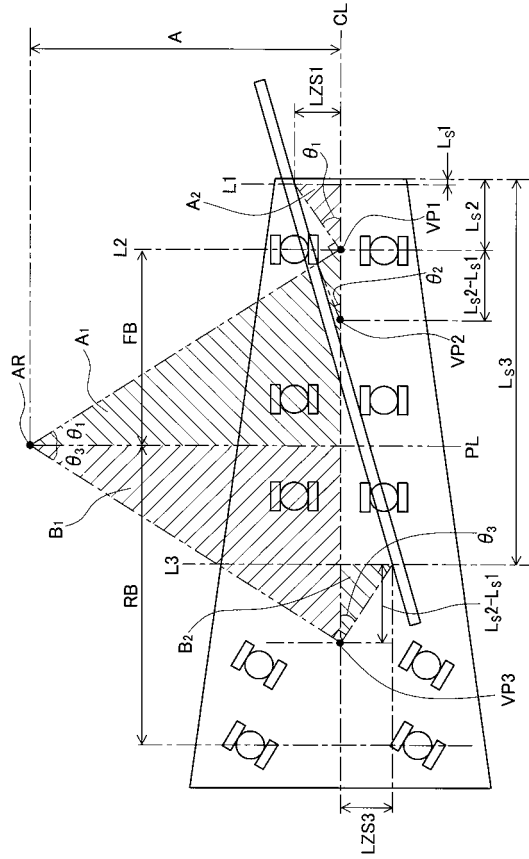
【図 4】



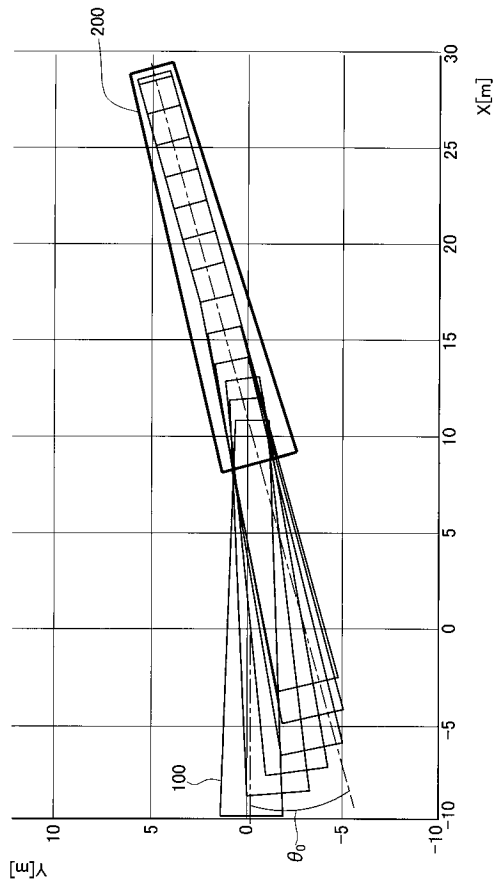
【図5】



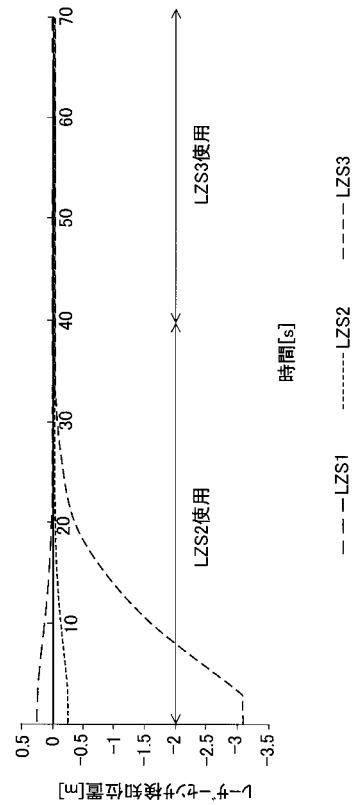
【図6】



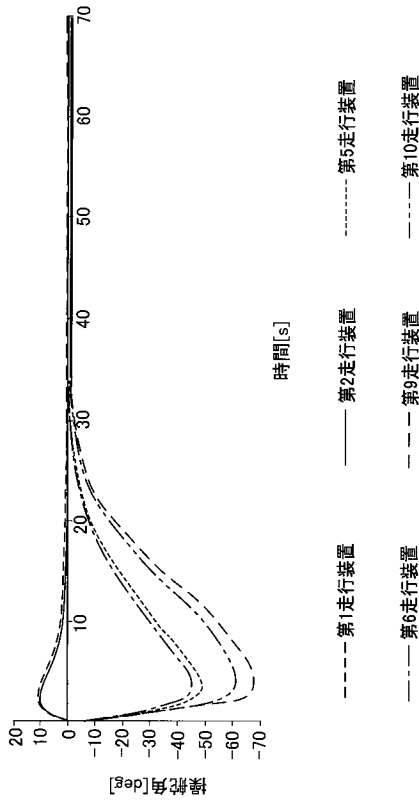
【図7】



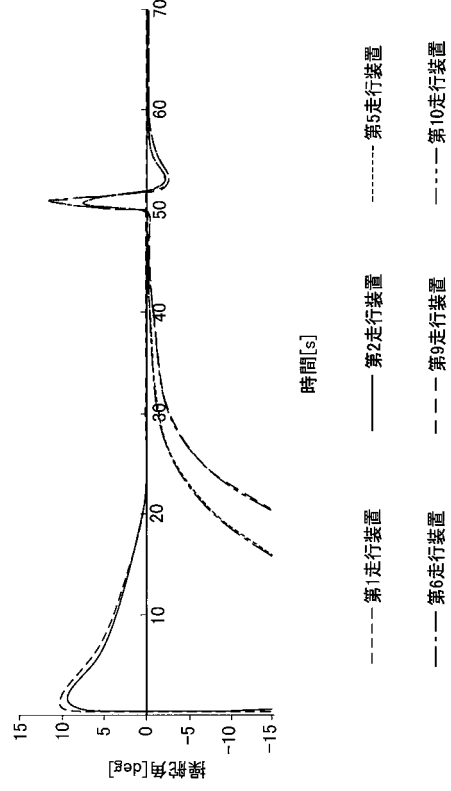
【図8】



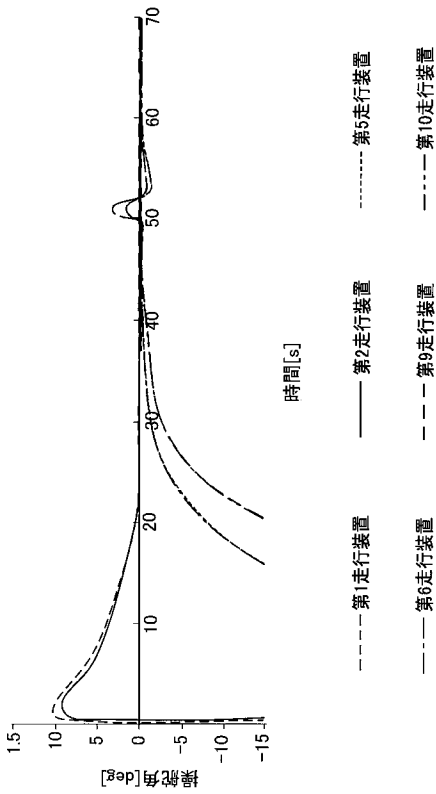
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 大島 敬大

愛知県名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車輛製造株式会社内

(72)発明者 北田 慎治

愛知県名古屋市熱田区三本松町1番1号 日本車輛製造株式会社内

Fターム(参考) 5H301 AA01 BB05 CC03 CC06 CC10 FF06 GG08 JJ10