

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6693444号
(P6693444)

(45) 発行日 令和2年5月13日 (2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月20日 (2020.4.20)

(51) Int.Cl.	F I
B 6 2 D 15/00 (2006.01)	B 6 2 D 15/00 Z YW
B 6 2 D 6/00 (2006.01)	B 6 2 D 6/00
B 6 2 D 137/00 (2006.01)	B 6 2 D 137/00

請求項の数 2 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2017-43055 (P2017-43055)	(73) 特許権者	000003218
(22) 出願日	平成29年3月7日 (2017.3.7)		株式会社豊田自動織機
(65) 公開番号	特開2018-144705 (P2018-144705A)		愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地
(43) 公開日	平成30年9月20日 (2018.9.20)	(74) 代理人	100105957
審査請求日	令和1年6月7日 (2019.6.7)		弁理士 恩田 誠
		(74) 代理人	100068755
			弁理士 恩田 博宣
		(72) 発明者	山村 憲司
			愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
			社 豊田自動織機 内
		審査官	瀬戸 康平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機台と、

前記機台に設けられた少なくとも3つの全方向車輪と、

全方向車輪毎に設けられ、前記全方向車輪を駆動する少なくとも3つのモータと、

目標の車両速度、旋回角速度となるように各モータを制御する制御回路と、

を備え、全方向に移動可能な車両において、

前記制御回路は、

並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標の機台の旋回方向の姿勢を推定する自己姿勢推定部と、

前記姿勢を補正する補正部と、

を有し、

前記補正部は、指令に対する動作の応答遅れにより機台が旋回する分だけ前記旋回角速度に応じて前記姿勢を補正し、

前記制御回路は、前記補正後の姿勢で各モータを制御して並進と旋回の動作を同時に実行させることを特徴とする車両。

【請求項 2】

前記姿勢を推定するのにかかる時間は、指令に対する動作の応答遅れよりも短いことを特徴とする請求項 1 に記載の車両。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両に関するものである。

【背景技術】

【0002】

全方向に移動可能な車両が、例えば、特許文献1に開示されている。詳しくは、特許文献1に開示の搬送車においては、一对の平行な駆動輪と、この駆動輪の方向と直交する方向に平行に配置された別の一对の駆動輪と、各車輪本体の外周部に駆動輪の外周円の接線と平行な軸を中心に自由回転可能なローラを備える。これにより、機台を前後又は左右に直進、斜方向に直進、旋回、カーブ走行を行うことが可能となる。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開昭63-149270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、全方向移動車両において、並進、旋回、斜行により自由な動作が可能であり、さらに、並進と旋回を組み合わせることで旋回しながら並進することも可能である。並進と旋回の動作を同時に実行している間、指令値が出力されてからモータが指令値に追従するまでの間に機台が旋回するため進行方向にずれが生じる。

20

【0005】

本発明の目的は、並進と旋回の動作を同時に実行するときに目標の方向に進行することができる車両を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

請求項1に記載の発明では、機台と、前記機台に設けられた少なくとも3つの全方向車輪と、全方向車輪毎に設けられ、前記全方向車輪を駆動する少なくとも3つのモータと、目標の車両速度、旋回角速度となるように各モータを制御する制御回路と、を備え、全方向に移動可能な車両において、前記制御回路は、並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標の機台の旋回方向の姿勢を推定する自己姿勢推定部と、前記姿勢を補正する補正部と、を有し、前記補正部は、指令に対する動作の応答遅れにより機台が旋回する分だけ前記旋回角速度に応じて前記姿勢を補正し、前記制御回路は、前記補正後の姿勢で各モータを制御して並進と旋回の動作を同時に実行させることを要旨とする。

30

【0007】

請求項1に記載の発明によれば、制御回路の自己姿勢推定部により、並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標の機台の旋回方向の姿勢が推定される。補正部により、指令に対する動作の応答遅れにより機台が旋回する分だけ旋回角速度に応じて姿勢が補正される。そして、制御回路により、補正後の姿勢で各モータが制御されて並進と旋回の動作が同時に実行される。よって、並進と旋回の動作を同時に実行するときに目標の方向に進行することができる。

40

【0008】

請求項2に記載のように、請求項1に記載の車両において、前記姿勢を推定するのにかかる時間は、指令に対する動作の応答遅れよりも短いとよい。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、並進と旋回の動作を同時に実行するときに目標の方向に進行することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【0010】

【図1】実施形態における4輪オムニホイール車両の概略平面図。

【図2】車両のブロック図。

【図3】4輪オムニホイール車両の概略平面図。

【図4】作用を説明するためのフローチャート。

【図5】作用を説明するための機能ブロック図。

【図6】作用を説明するためのタイムチャート。

【図7】(a)～(e)は4輪オムニホイール車両の動作を説明するための概略平面図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

10

以下、本発明を具体化した一実施形態を図面に従って説明する。

図1に示すように、車両10は、全方向に移動可能な車両である。車両10は、機台20と4つの車輪30、31、32、33を備えている。4つの車輪30、31、32、33は、機台20に設けられている。詳しくは、平面視において機台20の中心に対し90°毎に車輪30、31、32、33が配置されている。各車輪30、31、32、33は、それぞれ全方向車輪であって、具体的にはオムニホイールであり、各車輪30、31、32、33は、全方向に回転可能に構成された全方向車輪である。即ち、各車輪において、車輪の円周方向において自由回転するローラ（樽型を有する小輪）が複数設けられ、前後・左右に自由に動くことができる。このように構成された車輪を4つ用いて車軸を変動させないで機台を全方向に可動できるようになっている。

20

【0012】

図2に示すように、車両10は、車輪毎に設けられたモータ40、41、42、43と、各モータを制御する制御回路50と、目標となる車両速度値及び旋回角速度を受信する受信部65を備える。各モータ40、41、42、43としてDCモータを使用している。モータ40、41、42、43、制御回路50及び受信部65は機台20に搭載されている。モータ40の出力軸が車輪30と駆動連結されており、モータ40により車輪30を駆動することができる。同様に、モータ41の出力軸が車輪31と駆動連結されており、モータ41により車輪31を駆動することができる。モータ42の出力軸が車輪32と駆動連結されており、モータ42により車輪32を駆動することができる。モータ43の出力軸が車輪33と駆動連結されており、モータ43により車輪33を駆動することができる。

30

【0013】

制御回路50は、モータ40、41、42、43を制御して機台20を前後方向、左右方向及び回転方向に移動させるためのものである。制御回路50は、コントローラ60と駆動回路61、62、63、64を有する。コントローラ60は受信部65から目標となる車両速度値、旋回角速度を入力する。コントローラ60は駆動回路61を介してモータ40を制御して車輪30の回転速度を制御する。コントローラ60は駆動回路62を介してモータ41を制御して車輪31の回転速度を制御する。コントローラ60は駆動回路63を介してモータ42を制御して車輪32の回転速度を制御する。コントローラ60は駆動回路64を介してモータ43を制御して車輪33の回転速度を制御する。

40

【0014】

次に、作用について説明する。

まず、全方向移動車両である4輪オムニホイール車両における走行の際の動きを説明する。

【0015】

図7(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、4輪オムニホイール車両の駆動例である。

図7(a)に示すように、4つの車輪30、31、32、33のうちの車輪30を正転させ、車輪31を逆転させ、車輪32を逆転させ、車輪33を正転させることにより、機台20を前進させることができる。

50

【0016】

図7(b)に示すように、4つの車輪30, 31, 32, 33のうちの車輪30を停止させ、車輪31を逆転させ、車輪32を停止させ、車輪33を正転させることにより、機台20を斜行させることができる。

【0017】

図7(c)に示すように、4つの車輪30, 31, 32, 33のうちの車輪30を逆転させ、車輪31を逆転させ、車輪32を正転させ、車輪33を正転させることにより、機台20を横行させることができる。

【0018】

図7(d)に示すように、4つの車輪30, 31, 32, 33のうちの車輪30を正転させ、車輪31を正転させ、車輪32を正転させ、車輪33を正転させることにより、機台20を旋回させることができる。

10

【0019】

このようにして、並進、旋回、斜行により自由な動作が可能である。

さらに、図7(e)に示すように、4つの車輪30, 31, 32, 33のうちの車輪30を正転させ、車輪31を所定の速度で回転させ、車輪32を所定の速度で回転させ、車輪33を正転させることにより、機台20を前進させながら旋回させるといった並進と旋回を組み合わせることで旋回しながら並進することも可能である。

【0020】

図2の制御回路50は、図3に示すように、目標の絶対2軸座標での車両速度 V_x , V_y 及び旋回角速度 Ω を入力して機台20を並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標 V_x^* , V_y^* の機台の旋回方向の姿勢(自己姿勢) θ を推定する。また、制御回路50は、指令に対する動作の応答遅れにより機台が旋回する分だけ旋回角速度 Ω に応じて姿勢(自己姿勢) θ を補正する。つまり、各車輪30, 31, 32, 33への速度指令値を算出する際、自己姿勢 θ の推定値に補正をかけて、車両を目標の方向に進行させる。

20

【0021】

即ち、並進しつつ旋回する動作を実行するとき、指令に対する動作の応答遅れ、具体的には、モータ応答遅れや駆動回路等の動作遅れを含めた応答遅れによる進行方向のずれを補正する制御を実行する。

30

【0022】

具体的には、コントローラ60は一定周期で図4に示す処理を実行する。

コントローラ60は、ステップS1で自己姿勢 θ を推定する。具体的には、例えば、エンコーダ信号とジャイロ信号とを用いて自己姿勢を求める。他にも、マップとレーザレンジファインダとを用いて自己姿勢を求めればよい。このようにして、自己姿勢推定手段として、エンコーダ信号とジャイロ信号とを用いて自己姿勢を求めることができる。他にも、マップデータとレーザレンジファインダによる周囲の環境の認識情報を用いて自己姿勢を求めることができる。

【0023】

コントローラ60は、ステップS2で車両速度指令値(V_x , V_y)、旋回角速度指令(Ω)を入力する。

40

コントローラ60は、ステップS3で並進と旋回の動作を同時に実行させるか否か判定する。即ち、車両速度指令値(V_x , V_y)及び旋回角速度指令(Ω)がゼロでないか否か判定する。コントローラ60は、並進と旋回の動作を同時に実行させる場合には、ステップS4に移行して、推定した自己姿勢 θ を補正する。

【0024】

その後、コントローラ60は、ステップS5で車両速度指令値(V_x , V_y)、旋回角速度指令(Ω)及び補正後の自己姿勢 θ から、式(1)で各車輪の速度指令値 v_1 , v_2 , v_3 , v_4 で分解し、ステップS6でモータ速度制御を実行して各車輪を速度制御する。図3に示すように、速度指令値 v_1 は車輪30の速度であり、速度指令値 v_2 は車輪3

50

1 の速度であり、速度指令値 v_3 は車輪 32 の速度であり、速度指令値 v_4 は車輪 33 の速度である。R は機台 20 の中心から各車輪 30 ~ 33 の中心までの距離である。

【0025】

【数1】

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\sin(\theta + \frac{\pi}{4}) & \cos(\theta + \frac{\pi}{4}) & R \\ -\cos(\theta + \frac{\pi}{4}) & -\sin(\theta + \frac{\pi}{4}) & R \\ \sin(\theta + \frac{\pi}{4}) & -\cos(\theta + \frac{\pi}{4}) & R \\ \cos(\theta + \frac{\pi}{4}) & \sin(\theta + \frac{\pi}{4}) & R \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ \Omega \end{pmatrix} \quad 10$$

・・・(1)

つまり、速度指令値 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 は、

$$\begin{aligned} v_1 &= -\sin(\theta + \pi/4) \cdot V_x + \cos(\theta + \pi/4) \cdot V_y + R \cdot \Omega \\ v_2 &= -\cos(\theta + \pi/4) \cdot V_x - \sin(\theta + \pi/4) \cdot V_y + R \cdot \Omega \\ v_3 &= \sin(\theta + \pi/4) \cdot V_x - \cos(\theta + \pi/4) \cdot V_y + R \cdot \Omega \\ v_4 &= \cos(\theta + \pi/4) \cdot V_x + \sin(\theta + \pi/4) \cdot V_y + R \cdot \Omega \end{aligned} \quad 20$$

で表される。

【0026】

次に、図5のブロック図で制御回路50を説明する。

制御回路50は、目標の車両速度 V_x 、 V_y 、旋回角速度 Ω となるように各モータを制御するものであり、制御回路50は、指令値分解部70と、モータ速度制御部71と、自己姿勢推定部72と、姿勢（自己姿勢） θ を補正する補正部としての車両姿勢推定補償部73を有する。指令値分解部70は、車両速度指令値（ V_x 、 V_y ）、旋回角速度指令（ Ω ）を入力して各車輪の速度指令値 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 で分解する。モータ速度制御部71は、各車輪の速度指令値 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 でモータ速度を制御する。 30

【0027】

自己姿勢推定部72は、並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標の機台20の旋回方向の姿勢（自己姿勢） θ を推定する。補正部としての車両姿勢推定補償部73は、指令に対する動作の応答遅れ τ により機台20が旋回する分だけ旋回角速度 Ω に応じて姿勢（自己姿勢） θ を補正する。詳しくは、補正部としての車両姿勢推定補償部73は、推定した自己姿勢 θ を、車両速度指令値（ V_x 、 V_y ）、旋回角速度指令（ Ω ）に基づいて補正して、補正後の自己姿勢 θ を指令値分解部70に送る。並進と旋回の動作を同時に実行している間は、指令値分解部70においては、補正後の自己姿勢 θ 、車両速度指令値（ V_x 、 V_y ）、旋回角速度指令（ Ω ）を入力して各車輪の速度指令値 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 で分解する。その結果を受けてモータ速度制御部71において各車輪の速度指令値 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 でモータ速度を制御する。このように、制御回路50は、補正後の姿勢（自己姿勢） θ で各モータを制御して並進と旋回の動作を同時に実行させる。姿勢（自己姿勢） θ を推定するのにかかる時間は、指令に対する動作の応答遅れよりも短い。 40

【0028】

次に、指令値分解部70での処理について言及する。

4輪オムニホイール車両において、上記式(1)に示すように車両の絶対座標速度 V_x と V_y は各車輪の速度 v_1 、 v_2 、 v_3 、 v_4 へ分解できる。

【0029】

図3を用いて説明すると、4つの車輪（ホイール）30, 31, 32, 33が正回転し、車両は正面側（図3において Δ で示す）を有し、 V_x は絶対座標軸Xでの速度[m/s]、 V_y は絶対座標軸Yでの速度[m/s]、 V_{x*} は車両相対座標軸Xでの速度[m/s]、 V_{y*} は車両相対座標軸Yでの速度[m/s]である。また、 Ω は旋回角速度[rad/s]、 θ は自己姿勢[rad]である。なお、旋回角速度は、絶対座標軸及び車両相対座標軸のいずれを基準にしても一致する値である。

【0030】

制御の観点から見ると、車両の並進速度を指令値として与え、上記式(1)で各車輪の速度指令値で分解し、各車輪を速度制御する。

上記式(1)から明らかに、絶対座標並進速度 V_x や V_y を固定値とした場合、すなわち車両の外から見て一定方向へ動作する場合、各車輪の速度 v_1, v_2, v_3, v_4 は自己姿勢 θ に依存する。並進と旋回の動作を同時に実行する場合、自己姿勢 θ は $\Omega \times t$ （ t :時間）となり、時間とともに変化するため、各モータ40, 41, 42, 43の回転速度は図6に示すようにサイン波状になる。

【0031】

各車輪30, 31, 32, 33を速度制御するとき、指令に対する動作の応答遅れ（モータ応答遅れや駆動回路等の動作遅れを含めた応答遅れ）が発生すると、回転速度指令値のサイン波に対して出力回転数は位相が遅れる。この位相遅れは、車両の並進方向のずれと一致する。つまり、指令値は、現在の自己姿勢 θ を考慮し、絶対座標での直進を指令するが、出力回転数は、位相が遅れているため、車両の相対速度は、現在より以前の指令値と同じになっているので、現在の絶対座標速度は、現在の指令値と方向が異なる。

【0032】

このように、4輪オムニホイール車両等においては、制御の際に、並進と旋回の動作を同時に実行すると、進行方向にずれが生じる。

図6で説明する。図6の横軸は時間をとっている。図6の縦軸は車輪（オムニホイール）の周速度幾何分解値、即ち、図5の指令値分解部70の出力をとるとともに、実際のモータの出力値（モータ回転速度）をとっている。

【0033】

図6において、3つのカーブL1, L2, L3は指令カーブであり、3つのカーブのうちの第1のサインカーブL1は、指令値（狙いのカーブ）であり、現在の自己姿勢をもとに算出したホイール周速度幾何分解値[m/s]である。第2のサインカーブL2は、第1のサインカーブL1に対し遅れが発生したときのカーブであり、幾何分解値に対して遅れたホイール周速度出力値[m/s]である。第3のサインカーブL3は、補正により要求をずらしたときのカーブであり、自己姿勢補正したホイール周速度指令値[m/s]である。

【0034】

幾何分解値に対する出力値に遅れ量 τ_1 [rad]が発生するので、遅れを考慮した自己姿勢補正量 τ_2 [rad]とする。 τ_1, τ_2 （ $=\tau$ ）は、指令に対する動作の応答遅れ（モータ応答遅れや駆動回路等の動作遅れを含めた応答遅れ）、即ち、制御回路50とモータ40, 41, 42, 43を合成した系の時定数[s]である。

【0035】

つまり、ある時刻のホイール周速度出力値は、ホイール周速度幾何分解値に対して τ （ $=\tau_1=\tau_2$ ）だけ遅れて出力され、遅れ τ （ $=\tau_1=\tau_2$ ）の後には車両の姿勢は（ $\Omega \cdot \tau$ ）だけ変化している。ホイール回転速度幾何分解値は、現在の自己姿勢推定値をもとに算出しているため、変化した自己姿勢（ $\Omega \cdot \tau$ ）分だけ車両の並進方向がずれるので、自己姿勢推定値に対し（ $\Omega \cdot \tau$ ）分だけ加算して補正をかける。例えば、図3において現在の車両位置から並進と旋回とを同時に実行する場合、自己姿勢 θ に対し旋回方向と同一方向に補正值 $\Delta\theta$ （ $=\Omega \cdot \tau$ ）だけ加算して自己姿勢 θ を補正する。

【0036】

このようにして、全方向移動車両において、従来の制御では、並進と旋回の動作を同時

10

20

30

40

50

に実行すると、進行方向にずれが生じてしまうが、本実施形態では、進行方向のずれを発生させることなく並進と旋回の動作を同時に実行することができる。

【0037】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

(1) 車両10の構成として、機台20と、機台20に設けられた少なくとも3つの車輪(全方向車輪)30~33と、車輪(全方向車輪)毎に設けられ、車輪(全方向車輪)を駆動する少なくとも3つのモータ40~43と、目標の車両速度 V_x 、 V_y 、旋回角速度 Ω となるように各モータを制御する制御回路50と、を備え、全方向に移動可能な車両である。制御回路50は、並進と旋回の動作を同時に実行している間、絶対2軸座標の機台20の旋回方向の姿勢(自己姿勢) θ を推定する自己姿勢推定部72と、姿勢(自己姿勢) θ を補正する補正部としての車両姿勢推定補償部73を有する。補正部としての車両姿勢推定補償部73は、指令に対する動作の応答遅れ τ により機台20が旋回する分だけ旋回角速度 Ω に応じて姿勢(自己姿勢) θ を補正し、制御回路50は、補正後の姿勢(自己姿勢) θ で各モータを制御して並進と旋回の動作を同時に実行させる。

10

【0038】

よって、従来、並進と旋回の動作を同時に実行している間、指令値が出力されてからモータが指令値に追従するまでの間に機台が旋回するため進行方向にずれが生じる(車両の目的の方向に進まずずれた方向に進んでしまっていた)が、本実施形態では、モータの応答遅れを含めた指令に対する動作の応答遅れに起因する進行方向がずれることが抑制できる。その結果、並進と旋回の動作を同時に実行するときに目標の方向に進行することができる。

20

【0039】

(2) 自己姿勢を推定するのにかかる時間は、指令に対する動作の応答遅れよりも短い。よって、より正確に目標の方向に進行することができる。

実施形態は前記に限定されるものではなく、例えば、次のように具体化してもよい。

【0040】

○ 車両は4つの車輪(全方向車輪)30, 31, 32, 33を備えていたが、3つの車輪(全方向車輪)、又は、5つ以上の車輪(全方向車輪)を備えていてもよい。つまり、4輪オムニホイール車両以外にも、例えば3輪オムニホイール車両に適用してもよい。要は、車両は、機台に設けられた少なくとも3つの全方向車輪を備えるものであればよい。

30

【0041】

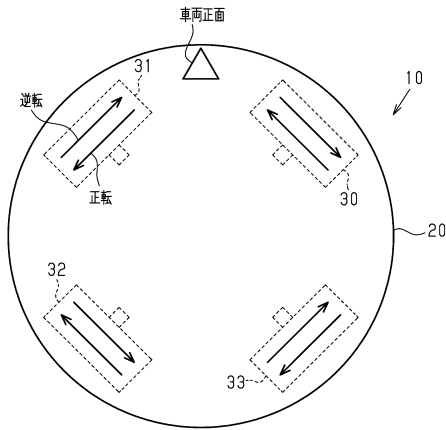
○ オムニホイール車両以外にも、例えばオムニボール車両やメカナムホイール車両に適用してもよい。

【符号の説明】

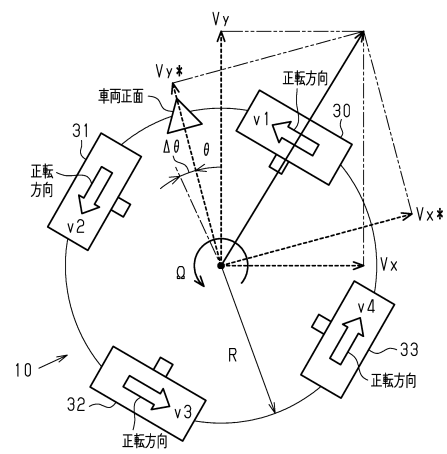
【0042】

10…車両、20…機台、30, 31, 32, 33…車輪(全方向車輪)、40, 41, 42, 43…モータ、50…制御回路、72…自己姿勢推定部、73…車両姿勢推定補償部(補正部)。

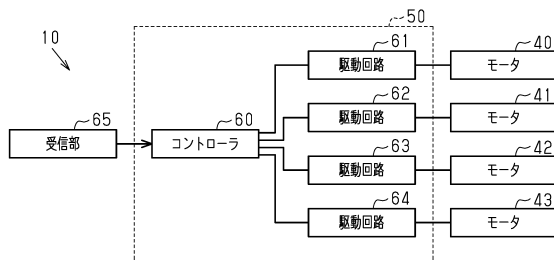
【図 1】



【図 3】

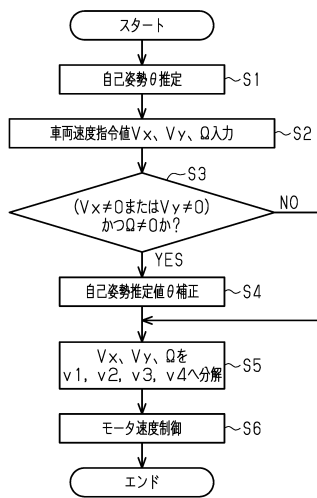


【図 2】

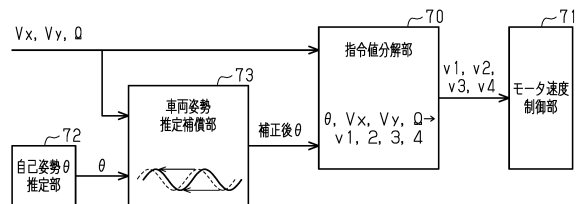


V_y : 絶対座標Y速度 [m/s]
 V_x : 絶対座標X速度 [m/s]
 V_{y*} : 車両相対Y速度 [m/s]
 V_{x*} : 車両相対X速度 [m/s]
 Q : 旋回角速度 [rad/s]
 θ : 自己姿勢 [rad]

【図 4】

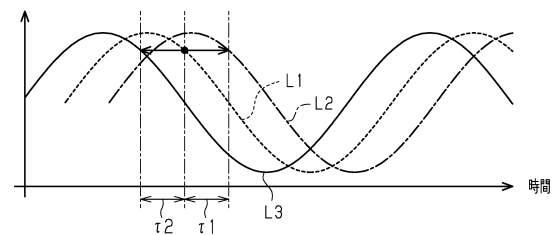


【図 5】

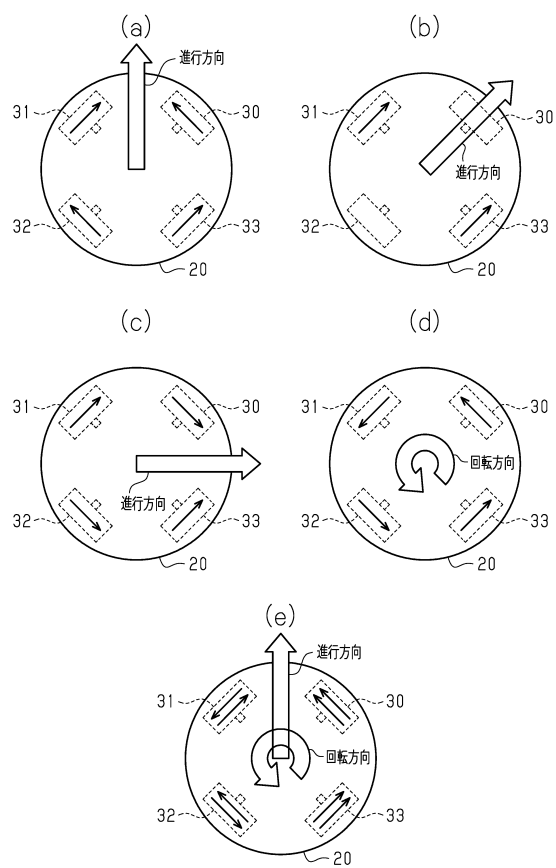


【図 6】

ホイール周速度幾何分解値/出力値



【図 7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-149270 (JP, A)
特開平03-279081 (JP, A)
特開平03-178801 (JP, A)
特開2002-037120 (JP, A)
特開2001-354155 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B60B 19/00
B62D 6/00, 15/00