

(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6月22日(22.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/112306 A1

(51) 国際特許分類:
B60L 15/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/046738

(22) 国際出願日: 2021年12月17日(17.12.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 Tokyo (JP).

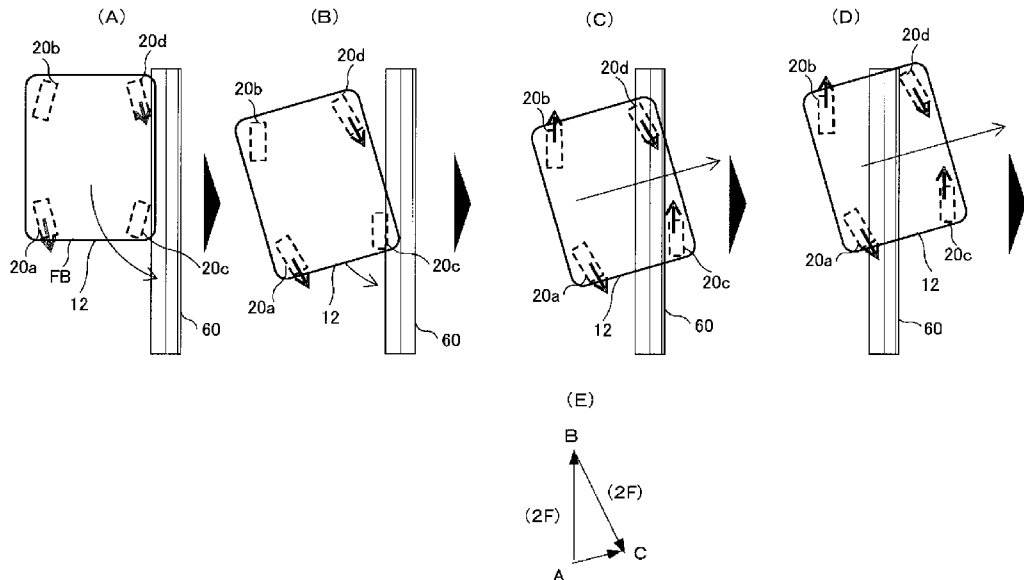
(72) 発明者: 荒井 大 (ARAI Dai); 〒1086290 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 西澤 和純, 外(NISHIZAWA Kazuyoshi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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,

(54) Title: TRAVELING CONTROL METHOD AND MOVING BODY

(54) 発明の名称: 走行制御方法及び移動体



(57) Abstract: According to the present invention, a moving body, which is driven omnidirectionally inside a traveling surface by means of four omni-wheels (20a-20d) which are rotationally driven by four driving parts, respectively, is provided with right and left front wheels and rear wheels which are each attached to a vehicle body at angles at which the component of force in the front-rear direction of a maximum driving force generated by the four omni-wheels is greater than the component of force in the left-right direction of the maximum driving force. This traveling control method for



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))

the moving body involves controlling the rotational driving state of the four omni-wheels so that when climbing over a step (60), the four omni-wheels climb over the step (60) one by one.

- (57) 要約: 4つの駆動部によって個別に回転駆動される4つのオムニホイール(20a~20d)によって走行面内の全方向に駆動される移動体は、4つのオムニホイールで発生する最大駆動力の前後方向の分力が最大駆動力の左右方向の分力より大きくなるような角度で、左右の前輪及び後輪が、車体にそれぞれ取り付けられており、その移動体の走行制御方法は、段差(60)を乗り越えるに際して、4つのオムニホイールを1輪ずつ段差(60)に乗り上げるように、4つのオムニホイールの回転駆動状態を制御することを含む。

明 細 書

発明の名称： 走行制御方法及び移動体

技術分野

[0001] 本発明は、走行制御方法及び移動体に係り、さらに詳しくは、4つの全方向移動車輪によって支持された車体を有し、4つの全方向移動車輪によって走行面内の全方向に駆動される移動体の走行を制御する走行制御方法及び車体を走行面内の全方向に駆動する4つの全方向移動車輪から成る左右の前輪及び後輪を備える移動体に関する。

背景技術

[0002] 従来、複数のオムニホイール（登録商標）を備える移動体が知られている。この種の移動体においては、移動体が移動する路面上に段差があると、段差進入時の移動体の姿勢によっては、オムニホイールの段差への引っかかりが生じることがある。

[0003] かかる不都合に対処するため、判断部により移動体の移動方向において段差があると判断された場合に、複数のオムニホイールの全てを回転させて移動方向に移動体を移動させ、移動体を段差に進入させる回転制御部を備える制御装置と、該制御装置の制御に応じて前記複数のオムニホイールのそれぞれを回転させる駆動部と、を備える移動体」に関する提案が、最近なされている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 特許文献1には、車軸が互いに直交している4つのオムニホイールの全てを駆動して段差を乗り越えることが開示されている。具体的には特許文献1の図6に、4つのオムニホイールが円周上に等間隔に（90°間隔で）配置された移動体が、互いに車軸が直交する4つの駆動輪の全ての向きが、段差に対して45°を成す状態で、段差を乗り越えることが開示されている。

[0005] しかるに、無人搬送車（Automatic Guided Vehicle）などの移動体では所定の一軸方向に速く動かしたいという要望があるが、特許文献1に開示される移動体は、このような用途には適していない。また、特許文献1では、進

行方向の前方以外の方向に存在する段差を乗り越える際には、移動体を一旦停止して方向転換する必要がある。

[0006] この一方、4つのオムニホイールなどの全方向移動車輪の車体に対する角度が 45° より小さくなるように車軸の取り付け角度を変更すれば、一方向、例えば前後方向に速く動かすことは可能になるが、取り付け角度によっては左右方向の推進力の分力が小さくなって車体の側方にある段差を乗り越えることが困難になる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2021-18485号公報

発明の概要

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の第1の態様によれば、モータをそれぞれ有する4つの駆動部によって個別に回転駆動される4つの全方向移動車輪によって支持された車体を有し、前記4つの全方向移動車輪によって走行面内の全方向に駆動される移動体の走行を制御する走行制御方法であって、前記4つの全方向移動車輪で発生する最大駆動力の前後方向の分力が前記最大駆動力の左右方向の分力より大きくなるような角度で、前記4つの全方向移動車輪から成る左右の前輪及び後輪が、前記車体にそれぞれの車軸を介して取り付けられており、段差を乗り越えるに際して、前記4つの全方向移動車輪を1輪ずつ前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御することを含む走行制御方法が、提供される。

[0009] 本発明の第2の態様によれば、車体を走行面内の全方向に駆動する4つの全方向移動車輪から成る左右の前輪及び後輪を備える移動体であって、前記4つの全方向移動車輪のそれぞれの車軸を個別に回転駆動するモータをそれぞれ有する4つの駆動部と、前記車体の移動方向における周囲の状況を検知してセンサ情報を出力するセンサと、移動経路の情報と前記センサ情報とに

基づいて、前記4つの駆動部を介して前記4つの全方向移動車輪の駆動を制御することで、前記移動体の走行を制御する制御装置と、を備え、前記4つの全方向移動車輪で発生する最大駆動力の前後方向の分力が前記最大駆動力の左右方向の分力より大きくなるような角度で、前記左右の前輪及び後輪が、前記車体にそれぞれの車軸を介して取り付けられており、前記制御装置は、前記移動経路の情報と前記センサ情報とに基づいて段差を確認したとき、前記段差を乗り越えるに際して、前記4つの全方向移動車輪を1輪ずつ前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体が、提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]一実施形態に係る移動体を概略的に示す斜視図である。

[図2]移動体の平面図である。

[図3]移動体の正面図（前方から見た図）である。

[図4]移動体の制御系の構成を示すブロック図である。

[図5]第1の方法を実施するに際し、制御装置のCPUによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[図6]図6（A）～図6（E）は、第1の方法を説明するための図である。

[図7]第2の方法を実施するに際し、制御装置のCPUによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[図8]図8（A）～図8（E）は、第2の方法を説明するための図である。

[図9]第3の方法を実施するに際し、制御装置のCPUによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[図10]図10（A）～図10（D）は、第3の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

[0011] 以下、一実施形態について、図1～図10に基づいて説明する。

図1には、一実施形態に係る移動体10が斜視図にて概略的に示され、図2には、移動体10の平面図が示され、図3には、移動体10の正面図（前

方から見た図）が、それぞれ示されている。

[0012] 移動体 10 は、車体 12、車体 12 を支持する 4 つの全方向移動車輪 20、4 つの全方向移動車輪 20 を個別に回転駆動する 4 つの駆動部 30（図 1 では不図示、図 4 参照）、車体に搭載されたセンサ 40（図 1 では不図示、図 4 参照）及び 4 つの駆動部 30 を制御して、移動体 10 の走行を制御する制御装置（図 1 では不図示、図 4 参照）50、等を備えている。

[0013] ここで、全方向移動車輪（以下、適宜、車輪又は駆動輪とも呼ぶ）20 は、その全方向移動車輪の車軸 21 を中心とする円（車輪の半径より小さい半径を有する）の円周に沿って配置された軸を中心にそれぞれ回転する回転体（小輪、例えばローラなど）が、車軸 21 周りに複数配置され、その複数の回転体それぞれの外周面が車輪の外周面に沿って配置されるように構成された回転体付き車輪であり、車軸 21 を中心とする回転による車軸直交方向への車輪 20 の移動と回転体の回転による車軸平行方向への車輪 20 の移動とが適宜組み合わせられることにより、車輪 20 の接地面における全方向への移動が可能となっている。全方向移動車輪 20 としては、本実施形態では、一例としてオムニホイールが用いられているので、以下、全方向移動車輪 20 をオムニホイール 20 とも表記する。ただし、全方向移動車輪 20 は、オムニホイールに限られるものではない。

[0014] 移動体 10 は、4 つのオムニホイールの 1 つ以上を（車軸 21 を中心として）回転させながら移動する。なお、本実施形態に係る移動体 10 は、4 つのオムニホイール 20 を用いて移動するものであれば、車体 12 の形状、構成などは特に問わない。また、移動体 10 の用途なども特に問わない。

[0015] 一例として、車体 12 は、図 1 に示されるように、厚さの薄い直方体状の外形を有する本体部 14 と、その下方に一体的に設けられたモータ収容部 16 との 2 部分を有している。

[0016] 本体部 14 は、一例として、上面が矩形に開口した平面視矩形の有底の中空部材から成る。本体部 14 の矩形開口 14b の内部には上方から蓋部材 14c が挿入されている。本体部 14 の底部には、車体 12 の前後方向（図 2

の左右方向）に細長い八角形（楕円形あるいは矩形）の開口（不図示）が形成されており、該開口を塞ぐように蓋部材 14 c が配置されている。

[0017] モータ収容部 16 は、本体部 14 底部の開口を下方から取り囲む状態で本体部 14 の下面に一体的に設けられた平面視（上方から見て）八角形の有底の中空部材から成る。

[0018] 4つのオムニホイール 20 それぞれは、モータ収容部 16 の内部に設けられた4つの駆動部 30（図1～図3等では不図示、図4参照）にそれぞれ接続されている。ここで、4つのオムニホイール 20 と駆動部 30 は、モータ収容部 16 に剛に接続されていても良いし、バネを介して柔に接続されていても良い。後者の場合に複数のオムニホイール 20 と駆動部 30 が一体となって柔に接続されていても良いし、4つが別々に柔に接続（すなわち、4輪独立懸架）されていても良い。4つの駆動部 30 のそれぞれは、同一構造を有しており、同一性能を有するモータを中心として構成されている。4つのオムニホイール 20 それぞれの車軸 21 は、4つの駆動部 30 それぞれのモータの軸にカップリングをそれぞれ介して接続されている。4つの駆動部 30 それぞれは、ブレーキとして無励磁作動形ブレーキを有していても良い。また、4つの駆動部 30 それぞれは、減速機を備えていても良いし、備えていなくても良い。なお、図1、図2等では図示していないが、駆動部 30 の駆動を制御する制御装置 50 の全部又は一部は、車体 12 に搭載されている。また、駆動部 30 に電力を供給するバッテリー等が、車体 12 に搭載されていても良い。また、駆動部 30 は、オムニホイール 20 を駆動できるものであれば、どのようなものであっても良い。

[0019] なお、モータ収容部 16 には、実際には、モータの発熱を外部に逃がすための排熱用の開口（不図示）が複数形成されている。また、モータ収容部 16 は中空部材に限られるものではなく、例えば本体部 14 の下面に設けられた複数本の支持部材によって吊り下げられた板部材を含むフレーム構造によってモータ収容部を構成しても良い。例えば、モータ収容部 16 のハウジング（箱）が4つ別々にあり、それらのハウジングをバネで柔に支持する、4輪

独立懸架の構成であっても良い。

[0020] 移動体 10 では、4 つのオムニホイール 20 の最大発生トルクによる推進力の合力の前後方向の分力を、その左右方向の分力に比べて大きくするために、4 つのオムニホイールの車体 12 に対する取り付け角度 θ を、図 2 に示されるように、 15° 程度に設定している。これにより、移動体 10 は、左右方向に比べて前後方向に各段速く走行できる。図 2 において、符号 FB、RB は、車体 12 の前端、後端を、それぞれ示す。本実施形態では、4 輪の取り付け角度 θ を全て同じに設定しているが、これに限られるものではない。

[0021] なお、車輪で発生する推進力は、実際には、車輪の発生トルク及び車輪と接地面との間の動摩擦係数などによって定まるものであるが、本明細書では、回転に伴う車輪の発生トルクによって推進力（駆動力）が、その車輪で発生するものとし、推進力の発生についての詳細は説明を省略する。また、以下においては、4 つの駆動輪 20 それぞれで発生する推進力あるいは 2 つ以上の駆動輪 20 で発生する推進力の合力、又はそれらの任意の方向の分力を、便宜上、駆動力と呼ぶ。なお、それぞれの車輪 20 は、小輪の回転によって、車軸 21 と平行な方向の推進力（駆動力）を発生する。

[0022] ところで、移動体 10 は、図 3 の正面図（前方から見た図）に示されるように、移動体 10 の左側に例えばケーブルカバーなどの段差 60 があり、その段差 60 の高さがある一定の高さ以上であると、白抜き矢印で示される左側方への直線的な移動では、その段差 60 を乗り越えられないことが生じる。ここで、その一定の高さは、オムニホイール 20 の回転体（ローラなど）の直径と段差 60 の高さとの大小関係、及びモータトルク、角度 θ などによって定まる。なお、段差とは、通常、道路などの路面に出来た高低差を意味するが、本実施形態で問題とする段差 60 は、移動体 10 の走行路面上で低い路面より所定高さ以上高い所定幅の凸部は勿論、低い路面と該路面に連続する上り斜面との境界部分をも含む。本実施形態で問題とする段差には、例えば長手方向に直交する断面が円弧状を有するケーブルカバー（配線モール

）などが該当する。この他、段差は、例えば点字ブロックなどであっても良い。また、以下の説明では、一定高さ以上で移動体の側方への直線的な移動のみでは乗り越え困難な段差 60 を取り上げる。

移動体 10 は、1 つ以上のオムニホイール 20 を同時に駆動させることで、走行路面上のどの方向（水平面内方向）にも移動できる。

[0023] 図 4 には、移動体 10 の制御系の構成がブロック図にて示されている。図 4 の制御系は、制御装置 50 を中心として構成されている。制御装置 50 は、CPU（中央情報処理装置）と CPU 上で動作するプログラムを保持する役目などを有するリード・オンリ・メモリ（ROM）と CPU のワークエリアとしても機能するランダム・アクセス・メモリ（RAM）などからなる汎用のコンピュータである。

制御系は、制御装置 50 に接続されたセンサ 40 及び 4 つの駆動部 30 等を備えている。

[0024] 制御装置 50 には、センサ 40 から出力されたセンサ情報が入力される。また、制御装置 50 は、移動経路の情報（移動経路の取得方法などについては後述する）とセンサ情報とに基づいて、4 つの駆動部 30 の動作を個別に制御する。換言すると、制御装置 50 は、移動経路の情報とセンサ情報とに基づいて、4 つの駆動部 30 の動作を個別に制御することにより 4 つのオムニホイール 20 のそれぞれを適宜回転させて、移動体 10 の走行動作を制御する。

[0025] センサ 40 は、車体 12 に搭載され、本実施形態では、一例としてインテル社の RealSense 3D カメラ（商品名）が用いられている。この 3D カメラは、RGB カメラ及び赤外線カメラ等を含み、周囲の画像を撮影することで、従来の色情報のほかに奥行きを取得でき、3次元での認識が可能である。なお、センサ 40 としては、その他の 3D カメラ、周囲の物体との距離を測定可能なレーダ測距センサ、周囲の装置等と無線通信を行うことにより周囲の状況を検知する無線通信装置、物体との接触を検知する感圧センサ、床面のランドマーク（マーキング）読み取るセンサなどを用いることが可能であ

る。

- [0026] センサ４０は、移動体１０の移動方向における周囲の状況を検知して、センサ情報を出力する。センサ情報は、例えば、周囲の物体までの距離の測定結果及び周囲の画像の撮影結果の両者を含む。センサ４０として複数種類のセンサが設けられていても良い。
- [0027] 本実施形態では、制御装置５０は、地図情報及び段差情報などを格納する格納部と、移動経路の取得、センサ情報の取得、各種判断、及び駆動部の制御その他の処理を行う処理部との役目を有する。地図情報及び段差情報などはＲＯＭなどの不揮発性の記録媒体に記憶すると良いが、ＲＡＭなどの揮発性の記録媒体に記憶しても良い。ＲＯＭ、ＲＡＭ等の記憶媒体には、地図情報及び段差情報などの取得された情報などを含む、取得された情報及び／又は生成された情報などが格納される。
- [0028] 記録媒体に情報等が記憶される過程は、特定のものに限られない。例えば、記録媒体を介して情報等が記録媒体で記憶されるようになっていても良いし、通信回線等を介して入力された情報等又は入力デバイスを介して入力された情報等が記録媒体で記憶されるようになっていても良い。
- [0029] 地図情報は、移動体１０が移動する領域に関する地図情報であり、後述する移動経路の取得に用いられる。制御装置５０のＣＰＵは、移動経路の取得に際して、ノード探索法による経路の演算及び状態空間探索法による経路の演算のいずれを行っても良い。例えば、ノード探索法による経路の演算が行われる場合には、地図情報には、ノード探索で用いられるノードやリンクが含まれていることが好適である。ノード探索を行うことができる種類のフォーマットの地図情報であっても良い。また、状態空間探索法による経路の演算が行われる場合には、地図情報は、移動体１０の移動可能領域を示す情報であっても良い。移動可能領域を示す地図情報は、ある領域において移動体１０が移動できる領域と、移動できない領域とを区別可能な情報であり、例えば、移動体１０の移動領域における障害物の領域を示す情報であっても良く、移動体１０の移動領域における移動体１０が通行可能な領域を示す情報

であっても良い。障害物の領域は、例えば、障害物の位置と大きさによって示されても良く、障害物の境界線や輪郭線によって示されても良い。障害物とは、移動体10が移動する領域に継続的又は一時的に存在する、移動体10の移動の障害となるものであり、例えば、柱や壁、載置物等であっても良い。したがって、その地図情報は、例えば、柱や壁等を示す地図の情報であると考えても良い。

[0030] 段差情報とは、移動体10が移動する領域の段差情報であり、移動体10が移動する領域における段差の位置に関する情報を含む。段差情報とは、段差の位置、移動路面からの高さ、幅等を示す情報である。例えば、移動する領域にある地形（高低や傾斜などの情報）であっても良いし、移動体10が乗り越えられるか否か（例えば、所定の閾値未満の高さであるか否か）を示す情報が含まれていても良い。段差情報として、移動体10が乗り越えられる段差に関する情報のみが含まれていても良い。なお、段差を、障害物の一種として捉えることも可能である。段差情報は、センサ40から出力されるセンサ情報に含まれるものであっても良く、地図情報に含まれるものであっても良く、あるいは、センサ情報と地図情報の両方に含まれるものでも良いが、本実施形態では、説明を容易にするため、段差情報はセンサ情報に含まれるものとする。なお、センサ情報に含まれる段差情報は、段差と移動体10との相対的な距離（位置関係）に関する情報を含んでも良い。センサ40によって移動体10と段差との相対的な距離を取得する代わりに、例えば地図情報と移動体10の位置情報（現在位置）に基づいて移動体10と段差との相対的な位置関係に関する情報を取得しても良い。

[0031] 前述したように、制御装置50のCPU（以下、単にCPUと表記する）は、移動体10の移動経路を取得する。本明細書において、取得とは、キーボード、マウス、あるいはタッチパネルなどの入力デバイスから入力された情報の受け付け、有線もしくは無線の通信回線を介して送信された情報の受信、光ディスクや磁気ディスク、半導体メモリなどの記録媒体から読み出された情報の受け付けなどにより情報を得ることを含む概念である。取得には

、情報処理を行うことにより情報を生成することが含まれていても良い。本実施形態において、CPUは、移動体10の移動経路を生成する。例えば、CPUは、ユーザから入力された情報に基づいて、移動経路を生成しても良い。CPUは、地図情報と、ユーザから入力された移動体10の出発地の位置情報及び目的地の位置情報とに基づいて、移動経路を生成しても良い。出発地の位置情報、目的地の位置情報としては、例えば、外部の装置から送信されたものを用いるようにしても良いし、所定の条件に基づいて、CPUがこれらの位置情報を算出するようにしても良い。また、例えば、CPUは、地図情報と、現在値の位置情報及び目的地の位置情報とに基づいて、移動経路を生成しても良い。

[0032] なお、CPUは、例えばノード探索法によって経路探索を行う場合には、あらかじめノードやリンクの設定されている地図情報を用いて、種々の公知のアルゴリズムを用いて移動経路の探索を行っても良い。ノード探索法では、予め定められたノードをつなげた移動経路が取得されることになる。また、例えば状態空間探索法によって経路探索を行う場合には、移動体10の移動可能領域を示す地図情報を用いて、種々の公知のアルゴリズムを用いて移動経路の探索を行っても良い。状態空間探索法では、あらかじめノード等の設定されていない空間において、障害物を回避するように移動経路が取得されることになる。また、例えば、CPUは、移動体10の前端が移動方向を向くように方向情報を含む経路を生成しても良い。なお、CPUは、例えば、経路を演算することによって取得しても良いし、経路を演算するサーバ等に経路の演算の指示を送信し、その送信に応じて経路の演算結果を受信することによって経路を取得しても良い。本実施形態では、前者の場合、すなわちCPUによって経路の生成が行われるものとする。

[0033] また、CPUは、移動体10に設けられているセンサ40により検知された移動体10の移動方向における周囲の状況に関するセンサ情報を取得する。

[0034] また、CPUは、移動体10の移動方向における段差の有無を判断する。

本実施形態において、CPUは、取得された移動経路と、センサ情報に含まれる段差情報とに基づいて、移動体10の移動方向における段差の有無を判断する。このようなセンサ情報を利用することにより、実際の移動体10の周囲の状況に基づいて段差の有無に関する判断を行うことができる。なお、CPUは、段差有無の判断を、現実には移動体10が段差に所定距離まで近づいたときに段差があると判断するようにしているが、これに限られない。

[0035] なお、CPUは、取得されたセンサ情報の代わりに、地図情報に含まれる段差情報に基づいて、移動体10の移動方向における段差の有無を判断しても良い。また、地図情報とセンサ情報の両方に基づいて段差の有無を判断しても良い。ここで、地図情報に含まれる段差情報と、センサ40によって取得される段差情報とに差異がある場合は、センサ40によって取得される段差情報に基づいて地図情報に含まれる段差情報を更新しても良い。なお、本実施形態ではセンサ情報を段差の有無の判断に用いるものとしたが、センサ40によって移動体10と段差との相対的な位置関係に関する情報を取得可能とし、段差の有無の判断以外、例えば移動体10の駆動制御に段差の高さ及び段差との位置関係の少なくとも一方の情報を用いても良い。

[0036] さらに、CPUは、4つの駆動部30それぞれを駆動させて4つのオムニホイール20それぞれの回転を制御することにより、移動体10の走行動作を制御する。本実施形態において、CPUは、移動体10が取得された移動経路を移動するように4つの駆動部30のそれぞれを制御する。すなわち、CPUは、取得された移動経路を移動体10が移動するように、4つの駆動部30それぞれを制御する。なお、CPUは、現在位置と移動体10の姿勢とを取得し、動的に移動方向を決定しながら移動体10を移動させるように構成されていても良い。移動体10の現在位置と姿勢との少なくとも一方を取得するセンサは、センサ40と一体に構成しても良いし、センサ40と分離して設けても良い。

[0037] CPUは、4つの駆動部30それぞれを駆動させて4つのオムニホイール20それぞれの回転を制御することにより、車体12（移動体10）の向き

、すなわち移動方向に対する車体 1 2（移動体 1 0）の姿勢を設定する。

[0038] 本実施形態では、移動体 1 0では、CPUは、移動経路（算出又は取得した移動経路）の情報とセンサ情報（および／または地図情報に含まれる段差情報）とに基づいて段差を確認したとき、その段差を乗り越えるに際して、4つのオムニホイール 2 0を1輪ずつ段差 6 0に乗り上げるように、4つのオムニホイール 2 0の回転駆動状態を4つの駆動部 3 0をそれぞれ介して制御する。以下、このようなオムニホイールの駆動制御方法が採用された、本実施形態に係る移動体 1 0の側方段差（車体 1 2の右側及び左側の一方の側にある段差） 6 0の乗り越え方法について、具体例を用いて説明する。以下では、説明の便宜上、4つのオムニホイール 2 0のそれぞれを、車体 1 2に対する取り付け位置に応じて右前輪 2 0 a、右後輪 2 0 b、左前輪 2 0 c、左後輪 2 0 dと表記し、これに対応して右前輪 2 0 a、右後輪 2 0 b、左前輪 2 0 c、左後輪 2 0 dのそれぞれを回転駆動する駆動部を、駆動部 3 0 a、駆動部 3 0 b、駆動部 3 0 c、駆動部 3 0 dと表記する。以下では、車体 1 2の左側に存在する段差 6 0を乗り越える場合について説明する。

[0039] 《第 1 の方法》

この第 1 の方法は、段差に対して、同時に2つ以上の車輪を乗り越えさせようとせず、車体の回転と直進移動の組み合わせによって、1つずつ車輪を登らせる方法の一態様である。具体的には、段差に対して、段差側の前輪の小輪（ローラ、回転体）が滑りづらい姿勢に車体を回転させてから、車体の直線的な移動によって1輪ずつ段差に乗り上げる（段差を登る）。

[0040] 第 1 の方法について、図 5 のフローチャートに基づいて、かつ図 6（A）～図 6（E）を参照しつつ、説明する。図 5 は、第 1 の方法を実施するに際し、CPUによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[0041] 図 5 のフローチャートで示される処理アルゴリズムは、CPUが、移動体 1 0の移動経路に沿った移動中に移動経路の情報とセンサ 4 0からのセンサ情報とに基づいて、走行路上の段差を確認したときにスタートする。

- [0042] ステップS 1 0 2では、その段差は、車体の側方（右側又は左側）に位置する段差であるか否かを判断する。このステップS 1 0 2における判断が否定された場合には、段差が進行方向前方又は後方に存在する段差であるため、本ルーチンの処理を終了する。
- [0043] この一方、ステップS 1 0 2における判断が肯定された場合には、車体 1 2（移動体 1 0）が段差 6 0に目標距離まで接近するまで移動経路に沿った移動を続行する（ステップS 1 0 4、S 1 0 6）。ここで、目標距離とは、例えば車体 1 2を十分なレベルで段差 6 0に接近させるために予め定めた距離である。また、ここでの移動は、移動経路の情報とセンサ 4 0からのセンサ情報とに基づいて、CPUが、駆動部 3 0 a～3 0 dの少なくとも1つを制御して右前輪 2 0 a、右後輪 2 0 b、左前輪 2 0 c、左後輪 2 0 dの少なくとも1つを回転駆動することで行われる。
- [0044] そして、車体 1 2が車体側方の一侧にある段差 6 0に目標距離まで接近すると、ステップS 1 0 6の判断が肯定され、ステップS 1 0 8に進む。図 6（A）には、車体 1 2の左側（一侧）に位置する段差 6 0に目標距離まで接近した時の車体 1 2（移動体 1 0）が示されている。
- [0045] ステップS 1 0 8及びステップS 1 1 0では、段差 6 0側の前輪 2 0 cが段差 6 0に対して平行になるまで、すなわち段差 6 0側の前輪 2 0 cの小輪（回転体、ローラ）が滑りづらい姿勢になるまで、車体 1 2を僅かに前方に駆動しつつ段差側の前輪 2 0 cが段差に対して平行になる向きに向けて、車体の姿勢を変更する。図 6（A）及び図 6（B）には、ステップS 1 0 8及びステップS 1 1 0で行われる姿勢の変更の一例が示されている。まず、図 6（A）に示されるように左後輪 2 0 d（段差側の後輪）で所定大きさの駆動力を発生するとともに、左後輪 2 0 dより大きな駆動力を右前輪 2 0 a（段差と反対側の前輪）で発生し、それらの駆動力の方向に車体 1 2を駆動するとともに、両駆動力の差に応じた反時計回り方向のモーメント（例えば図心を中心とする）を発生させて車体 1 2を左回転させることで車体 1 2の向きを変更する。そして、左前輪 2 0 c（段差側の前輪）が段差 6 0に対して

平行になる直前に左後輪 20 d の推力を右前輪 20 a の推力と同じ大きさにする。これにより、図 6 (B) に示されるように左前輪 20 c (段差側の前輪) が段差 60 に対して平行になるとともに、左前輪 20 c が段差に押し付けられる。

[0046] 図 6 (B) に示される状態になったときに、ステップ S 110 における判断が肯定され、ステップ S 112 及びステップ S 114 において、4 つのオムニホイール 20 の全てが段差を乗り越えるまでその姿勢を維持して所定の速度 (必要十分なトルクを発生した速度) で一側 (左側) に直線移動する。図 6 (C) 及び図 6 (D) には、ステップ S 112 及びステップ S 114 のループの処理に従う移動による車体 12 の位置変化の様子が示されている。これらの図に示されるように、ここでの移動は、駆動部 30 a ~ 30 d を介して右前輪 20 a、右後輪 20 b、左前輪 20 c、左後輪 20 d の全てで車体 12 を左側へ移動させる、同じ大きさ F の駆動力 (F は例えば最大大きさ F_{max} でも良い) を発生することで行われる。すなわち図 6 (E) に示される、ベクトル $AB + \text{ベクトル } BC = \text{ベクトル } AC$ から明らかなように、右前輪 20 a、右後輪 20 b、左前輪 20 c、左後輪 20 d でそれぞれ発生する駆動力 F の合力によって車体 12 は、一側 (左側) に直線移動する。なお、ベクトル AB (大きさ $2F$) は左前輪 20 c 及び右後輪 20 b でそれぞれ発生する駆動力 F の合力を示し、ベクトル BC (大きさ $2F$) は右前輪 20 a 及び左後輪 20 d でそれぞれ発生する駆動力 F の合力を示し、ベクトル AC は、ベクトル AB とベクトル BC の合力を示す。この合力 AC の方向 (すなわち、左方向) へ車体 12 は移動する。

[0047] そして、一側の前輪 (左前輪 20 c)、一側の後輪 (左後輪 20 d)、他側 (進行方向後側) の前輪 (右前輪 20 a) の順に 1 輪ずつ段差 60 を通過した後、他側の後輪 (右後輪 20 b) が段差 60 を通過すると、ステップ S 114 における判断が肯定され、本ルーチンの一連の処理を終了する。

なお、図 6 (A) ~ 図 6 (D) では、左前輪 20 c、左後輪 20 d、右前輪 20 a、右後輪 20 b の順番で 1 輪ずつ、段差 60 を順次乗り越える場合

について図示しているが、図5のフローチャートの一部の複数のステップにかっこ書きで示されるように、左後輪20d、左前輪20c、右後輪20b、右前輪20aの順番で1輪ずつ、段差60を順次乗り越えることとしても良い。

[0048] 《第2の方法》

この第2の方法は、段差に対して、同時に2つ以上の車輪を乗り越えさせようとせず、車体の回転と直進移動の組み合わせによって、1つずつ車輪を登らせる方法の別の一態様である。具体的には、段差に対して、段差側の前輪の小輪（ローラ、回転体）が滑りづらい姿勢に車体を回転させてから、車体の直線的な移動によって1輪ずつ段差に乗り上げる（段差を登る）。

[0049] 第2の方法について、図7のフローチャートに基づいて、かつ図8（A）～図8（E）を参照しつつ、説明する。図7は、第2の方法を実施するに際し、CPUによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[0050] 図7のフローチャートで示される処理アルゴリズムは、CPUが、移動体10の移動経路に沿った移動中に移動経路の情報とセンサ40からのセンサ情報とに基づいて、走行路上の段差を確認したときにスタートする。

[0051] ステップS202では、その段差は、車体の側方（右側又は左側）に位置する段差であるか否かを判断する。このステップS202における判断が否定された場合には、段差が進行方向前方又は後方に存在する段差であるため、本ルーチンの処理を終了する。

[0052] この一方、ステップS202における判断が肯定された場合には、車体12（移動体10）が段差60に目標距離まで接近するまで移動経路に沿った移動を続行する（ステップS204、S206）。ここで、目標距離とは、例えば車体12を十分なレベルで段差60に接近させるために予め定めた距離である。また、ここでの移動は、移動経路の情報とセンサ40からのセンサ情報とに基づいて、CPUが、駆動部30a～30dの少なくとも1つを制御して右前輪20a、右後輪20b、左前輪20c、左後輪20dの少な

くとも1つを回転駆動することで行われる。

[0053] そして、車体12が車体の側方の一侧にある段差60に目標距離まで接近すると、ステップS206の判断が肯定され、ステップS208に進む。図8(A)には、車体12の左側(一侧)に位置する段差60に目標距離まで接近した時の車体12(移動体10)が示されている。

[0054] ステップS208及びステップS210では、段差60側の前輪20cが段差60に対して平行になるまで、すなわち段差60側の前輪20cの小輪(回転体、ローラ)が滑りづらい姿勢になるまで、車体12を段差側の後輪20d及び反対側の前輪20aが発生する駆動力(推進力)の方向に駆動しつつ段差60側の前輪20cが段差に対して平行になる向きに向けて、車体の姿勢を変更する。図8(A)及び図8(B)には、ステップS208及びステップS210で行われる姿勢の変更の一例が示されている。まず、図8(A)に示されるように左後輪20d(段差側の後輪)で所定の大きさの駆動力を発生するとともに、左後輪20dより大きな駆動力を右前輪20a(段差と反対側の前輪)で発生し、それらの駆動力の方向に車体12を駆動するとともに、両駆動力の差に応じた反時計回り方向のモーメント(例えば図心を中心とする)を発生させて車体12を左回転させることで車体12の向きを変更する。そして、左前輪20c(段差側の前輪)が段差60に対して平行になると同時又はその直前に左後輪20dの駆動力を右前輪20aの駆動力と同じ大きさにする。これにより、図8(B)に示されるように左前輪20c(段差側の前輪)が段差60に対して平行になるとともに、左前輪20cが段差に押し付けられる。このとき、ステップS210における判断が肯定され、ステップS212及びステップS214において、4つのオムニホイール20の全てが段差を乗り越えるまでその姿勢を維持して所定の速度(必要十分なトルクを発生した速度)で前方(又は後方)に直線移動する。図8(B)～図8(D)には、ステップS212及びステップS214のループの処理に従う移動による車体12の位置変化の様子が示されている。これらの図に示されるように、ここでの移動は、右前輪20a及び左後輪20

dでともに同じ大きさ F_1 (F_1 は最大の大きさ F_{max} でも良い)の駆動力を発生し、これと同時に、右後輪20b及び左前輪20cで F_1 より小さい大きさ F_2 の駆動力を発生することで行われる。すなわち図8(E)に示される、ベクトルDE+ベクトルEF=ベクトルDFから明らかなように、右前輪20a、右後輪20b、左前輪20c、左後輪20dの駆動力の合力によって車体12は、前方に直線移動する。なお、ベクトルDE(大きさ $2F_1$)は右前輪20a及び左後輪20cでそれぞれ発生する駆動力(大きさ F_1)の合力を示し、ベクトルEF(大きさ $2F_2$)は左前輪20c及び右後輪20bでそれぞれ発生する駆動力(大きさ F_2)の合力を示し、ベクトルDEは、ベクトルDEとベクトルEFの合力を示す。この合力EFの方向(すなわち、前方)へ車体12は移動する。

[0055] そして、一側の前輪(左前輪20c)、一側の後輪(左後輪20d)、他側の前輪(右前輪20a)の順に1輪ずつ段差60を通過した後、他側後輪(右後輪20b)が段差60を通過すると、ステップS214における判断が肯定され、本ルーチンの一連の処理を終了する。

なお、図8(A)～図8(D)には、左前輪20c、左後輪20d、右前輪20a、右後輪20bの順番で1輪ずつ、段差60を順次乗り越える場合について図示されているが、図5のフローチャートの一部の複数のステップにかっこ書きで示されるように、左後輪20d、左前輪20c、右後輪20b、右前輪20aの順番で1輪ずつ、移動体を後方に移動させながら段差60を順次乗り越えることとしても良い。

[0056] 《第3の方法》

この第3の方法は、段差に対して、同時に2つ以上の車輪を乗り越えさせようとせず、車体の反時計回り回転と時計回り回転の組み合わせによって、1つずつ車輪を登らせる方法の一態様である。具体的には、段差に向かって力を掛けつつ、車体を反時計回り方向と時計回り方向に回転させながら、1輪ずつ段差に乗り上げさせる(段差を登らせる)。

[0057] 第3の方法について、図9のフローチャートに基づいて、かつ図10(A

）～図１０（Ｄ）を参照しつつ、説明する。図９は、第３の方法を実施するに際し、ＣＰＵによって実行される処理アルゴリズムを示すフローチャートである。

[0058] 図９のフローチャートで示される処理アルゴリズムは、ＣＰＵが、移動体１０の移動経路に沿った移動中に移動経路の情報とセンサ４０からのセンサ情報とに基づいて、走行路上の段差を確認したときにスタートする。

[0059] ステップＳ３０２では、その段差は、車体の側方（右側又は左側）に位置する段差であるか否かを判断する。このステップＳ３０２における判断が否定された場合には、段差が進行方向前方又は後方に存在する段差であるため、本ルーチンの処理を終了する。

[0060] この一方、ステップＳ３０２における判断が肯定された場合には、車体１２（移動体１０）が段差に目標距離まで接近するまで移動経路に沿った移動を続行する（ステップＳ３０４、Ｓ３０６）。ここで、目標距離とは、例えば車体１２を十分なレベルで段差６０に接近させるために予め定めた距離である。また、ここでの移動は、移動経路の情報とセンサ４０からのセンサ情報とに基づいて、ＣＰＵが、駆動部３０ａ～３０ｄの少なくとも１つを制御して右前輪２０ａ、右後輪２０ｂ、左前輪２０ｃ及び左後輪２０ｄの少なくとも１つを回転駆動することで行われる。

[0061] そして、車体１２が車体側方の一侧にあるその段差に目標距離まで接近すると、ステップＳ３０６の判断が肯定され、ステップＳ３０８に進む。図１０（Ａ）には、車体１２の左側（一侧）に位置する段差６０に目標距離まで接近した車体１２（移動体１０）が示されている。

[0062] ステップＳ３０８及びステップＳ３１０では、段差側の前輪が段差に乗り上げるまで、車体を段差方向に付勢しつつ段差側の前輪が段差に乗り上げる向きに、車体の姿勢を変更する。図１０（Ａ）及び図１０（Ｂ）には、ステップＳ３０８及びステップＳ３１０で行われる姿勢の変更の一例が示されている。まず、図１０（Ａ）に示されるように左後輪２０ｄ（段差側の後輪）で所定大きさの後向きの駆動力を発生し、右前輪２０ａ及び右後輪２０ｂ（

段差と反対側の前後輪）で左後輪 20 d と同じ大きさの前向きの駆動力を発生する。これにより、右後輪 20 b （段差と反対側の後輪）で発生した駆動力の車体 12 の図心に向かう方向の分力により左前輪 20 c （段差側の前輪）を段差 60 に向かって付勢しつつ、左後輪 20 d、右前輪 20 a 及び右後輪 20 b でそれぞれ発生した駆動力によって反時計回り方向のモーメント（例えば図心を中心とする）を発生させて車体 12 を左回転させることで車体 12 の向きを変更する。

[0063] そして、図 10（B）に示されるように左前輪 20 c （段差側の前輪）が、段差 60 に対して平行になるとともに段差 60 に乗り上げると、ステップ S 3 1 0 における判断が肯定され、ステップ S 3 1 2 及びステップ S 3 1 4 において、段差側の後輪（左後輪 20 d）が段差 60 に乗り上げて車体 12 の向きが段差に平行になるまで、車体の向きを変更する。図 10（C）及び図 10（D）には、ステップ S 3 1 2 及びステップ S 3 1 4 のループの処理に従う移動による車体 12 の位置変化の様子が示されている。

[0064] 図 10（C）に示されるように、ここでの移動は、段差 60 と反対側の後輪（右後輪 20 b）と段差上にある前輪（左前輪 20 c）とに互いに逆向きの同じ大きさの駆動力を発生させるとともに、これらの駆動力より小さな大きさの互いに同じ向き（前向き）の駆動力を残りの 2 つの駆動輪（右前輪 20 a と左後輪 20 d）に発生させることで行われる。これにより、右後輪 20 b と左前輪 20 c とでそれぞれ発生する駆動力によって生じる時計回りのモーメントによって、車体 12 は、右回転するとともに、右前輪 20 a と左後輪 20 d で発生する駆動力の合力によって、姿勢変更中に左前輪 20 c が段差から滑り落ちるのが防止される。

[0065] そして、図 10（D）に示されるように、段差側の後輪（左後輪 20 d）が段差 60 に乗り上げて車体 12 の向きが段差に平行になると、ステップ S 3 1 4 における判断が肯定され、本ルーチンの一連の処理を終了する。図 10（D）では、ステップ S 3 1 4 における判断が肯定された直後に全ての駆動輪 20 a ～ 20 d が、車体 12 を左方向に所定速度で移動させるモードに

移行した状態が示されている。

なお、図10(A)～図10(D)には、車体12を左回転させた後に右回転させることで、段差側の前輪(左前輪20c)、段差側の後輪(左後輪20d)の順に、段差60に乗り上げる場合について図示されているが、これに限らず、図9のフローチャートの一部の複数のステップにかっこ書きで示されるように、段差側の後輪(左後輪20d)、段差側の前輪(左前輪20c)の順に、段差60に乗り上げさせても良い。この場合、車体12を右回転させた後に左回転させることになる。

[0066] この第3の方法では、図10(D)の状態以後は、移動体10は、その移動経路に従った移動が行われるが、左方向移動を続行して行うように移動経路が設定されている場合には、その移動経路に沿って左方向に所定距離移動した後、上述の第3の方法と同様の手順で、車体の左回転(又は右回転)及びこれに続く右回転(又は左回転)により、右前輪20a及び右後輪20bを順次1輪ずつ段差60を乗り越えさせても良い。

[0067] 以上詳細に説明したように、本実施形態に係る移動体10及びその走行制御方法によると、所定の一軸方向(通常、車体の前後方向)に速く動かしたいという要望に応えることができるとともに、直線移動のみでは乗り越えることが困難な段差60であっても、1輪ずつ乗り越えることで、乗り越えることが可能になる。なお、本実施形態では前述のように取得した移動経路の情報を用いるものとしたが、センサ40によって移動体10と段差との相対的な距離(位置関係)に関する情報を取得可能とし、この取得した情報を、移動経路の情報として用いても良い。また、本実施形態ではセンサ40が段差の有無、段差の高さ、移動体10と段差との相対的な位置関係(距離)などを取得可能としたが、単一のセンサではなく、例えば異なるセンサを用いて、段差の高さ(段差の有無を含む)と、移動体10と段差との相対的な位置関係をそれぞれ取得可能としても良い。段差の高さに関する情報は、段差の幅、長さ、延設方向などの少なくとも1つを含んでいても良い。

[0068] なお、上述した第1から第3の方法は、移動体10の側方段差乗り越えに

際しての走行制御方法の一例であり、本実施形態に係る移動体 10 の段差の乗り越えに際しての走行制御方法がこれらに限られるものではない。

例えば、前述の第1の方法の説明に用いた図5のフローチャートにおいて、ステップS104における移動体10の移動が、前進方向の移動である場合、ステップS108における動作を、4つのオムニホイール20の少なくとも1つの発生する駆動力の前進方向の成分をゼロにすることなく開始することができる（図6（A）参照）。図6（A）の場合は、右前輪20aと左後輪20dとでそれぞれ発生する駆動力の前進方向の成分をゼロにしなくても良い。また、ステップS104における移動体10の移動が、後進方向の移動である場合、ステップS108における動作を、左前輪20cと右後輪20bとでそれぞれ発生する駆動力の後進方向の成分をゼロにすることなく開始することができる（ステップS108中の記載「（又は後方）」を参照）。ステップS108の動作を、4つのオムニホイール20全ての回転を一旦停止した後に開始することは勿論可能である。また、ステップS104における移動体10の移動は、段差60に向かった側方移動、あるいは回転方向の移動であっても良く、これらの方向の移動であっても、ステップS108における動作を、4つのオムニホイール20の少なくとも1つの発生する駆動力のその進行方向の成分をゼロにすることなく開始することは可能である。ここで説明した事柄は、図5のフローチャートと、図7、図9のフローチャートとを比較すれば明らかなように、前述の第2の方法、第3の方法においても、ほぼそのまま当てはまる。

これまでは、車体12の側方にある段差60を乗り越える場合について説明したが、本実施形態に係る移動体10では、制御装置50（CPU）は、走行時に取得又は算出した（既知の）移動経路の情報とセンサ情報とに基づいて車体12の周辺の段差（側方は勿論、側方以外の前方又は後方に存在する段差をも含む）を確認したとき、その段差を乗り越えるに際して、4つのオムニホイール20を1つ（1輪）ずつ段差に乗り上げるように、4つのオムニホイール20の回転駆動状態を4つの駆動部30をそれぞれ介して制御

すれば良い。例えば、進行方向の前方に存在する段差を乗り越える場合を考えると、車体 1 2 の向きを段差に対して直交させた状態で前方方向に直進移動する場合と比較して、上記実施形態と同様にして 4 つのオムニホイール 2 0 を、順に 1 つずつ段差に乗り上げるようにする場合の方が、乗り上げ可能な段差の限界高さが高くなる、すなわち前者に比べて後者の方法の方が、より高い段差を乗り越えることが可能になる。特に、最初に段差に乗り上げる第 1 番目のオムニホイール 2 0 の段差への乗り上げが、第 1 番目のオムニホイール 2 0 が段差に平行となる（すなわち、そのオムニホイール 2 0 の小輪が段差に直交する）車体 1 2 の向きで開始されるように、4 つのオムニホイール 2 0 の回転駆動状態を制御する場合には、最も高い段差の乗り越えが可能になる。

[0069] なお、上記実施形態では 4 つのオムニホイール 2 0 の車体 1 2 に対する取り付け角度 θ （図 2 に示される角度 θ ）を一例として 15 度程度に設定したが、これに限らず、取り付け角度 θ は、45 度より小さい角度であれば良い。特に、車体の前後方向の高速駆動に加えて段差の乗り上げ性能を所定レベル以上に維持する観点からは、取り付け角度 θ は、10 度以上 35 度以下程度の角度がより好ましい。

符号の説明

[0070] 1 0…移動体、1 2…車体、2 0…オムニホイール（全方向移動車輪）、3 0…駆動部、4 0…センサ、5 0…制御装置。

請求の範囲

- [請求項1] モータをそれぞれ有する4つの駆動部によって個別に回転駆動される4つの全方向移動車輪によって支持された車体を有し、前記4つの全方向移動車輪によって走行面内の全方向に駆動される移動体の走行を制御する走行制御方法であって、
- 前記4つの全方向移動車輪で発生する最大駆動力の前後方向の分力が前記最大駆動力の左右方向の分力より大きくなるような角度で、前記4つの全方向移動車輪から成る左右の前輪及び後輪が、前記車体にそれぞれの車軸を介して取り付けられており、
- 段差を乗り越えるに際して、前記4つの全方向移動車輪を1輪ずつ前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御することを含む走行制御方法。
- [請求項2] 請求項1に記載の走行制御方法において、
- 前記4つの全方向移動車輪の乗り越え対象である前記段差は、前記車体の右側及び左側の一方の側にある段差である走行制御方法。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の走行制御方法において、
- 前記制御することでは、前記段差を乗り越えるに際して、前記車体の右側及び左側の一方の側の前輪及び後輪が、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。
- [請求項4] 請求項3に記載の走行制御方法において、
- 前記制御することでは、前記車体の時計回り及び反時計回りのうちの所定の一方回りの回転と、直線移動とにより、前記一方の側の前輪及び後輪の前記他方の側の前輪及び後輪に先立つ前記段差乗り上げが実現するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。
- [請求項5] 請求項3又は4に記載の走行制御方法において、
- 前記制御することでは、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側

の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の前輪及び後輪の一方が前記段差に平行になる向きに前記車体が向くように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、このときの車体の向きを維持したまま前記車体を前記一方の側に向かって走行するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項6]

請求項3又は4に記載の走行制御方法において、

前記制御することでは、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の前輪及び後輪の一方が前記段差に平行になる向きに前記車体が向くように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、このときの車体の向きを維持したまま前記車体を前方又は後方に向かって走行するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項7]

請求項3に記載の走行制御方法において、

前記制御することでは、前記車体の時計回り及び反時計回りのうちの所定の一方回りの回転と、他方回りの回転とにより、前記一方の側の前輪及び後輪の前記他方の側の前輪及び後輪に先立つ前記段差乗り上げが実現するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項8]

請求項3又は7に記載の走行制御方法において、

前記制御することでは、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の前輪及び後輪の一方の車輪が前記段差に平行になる向きに前記車体が向いて前記一方の車輪が前記段差を乗りあげるように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、前記一方の車輪が前記段差上にある状態を維持したまま前記車体の向きを前記段差に平行になるように変えることで前記一方の側の前輪及び後輪の他方の車輪

が前記段差に乗り上げるように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項9] 請求項1～8のいずれか一項に記載の走行制御方法において、
制御することでは、前進走行時又は後進走行時に前記段差を乗り越えるに際して、前記4つの全方向移動車輪の少なくとも1輪で発生する駆動力の進行方向の成分をゼロにすることなく、前記4つの全方向移動車輪の前記段差の乗り越えが開始されるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項10] 請求項1～9のいずれか一項に記載の走行制御方法において、
制御することでは、最初に前記段差に乗り上げる1つの全方向移動車輪の前記段差への乗り上げが、前記1つの全方向移動車輪が前記段差に平行となる前記車体の向きで開始されるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御する走行制御方法。

[請求項11] 車体を走行面内の全方向に駆動する4つの全方向移動車輪から成る左右の前輪及び後輪を備える移動体であって、

前記4つの全方向移動車輪のそれぞれの車軸を個別に回転駆動するモータをそれぞれ有する4つの駆動部と、

前記車体の移動方向における周囲の状況を検知してセンサ情報を出力するセンサと、

移動経路の情報と前記センサ情報とに基づいて、前記4つの駆動部を介して前記4つの全方向移動車輪の駆動を制御することで、前記移動体の走行を制御する制御装置と、を備え、

前記4つの全方向移動車輪で発生する最大駆動力の前後方向の分力が前記最大駆動力の左右方向の分力より大きくなるような角度で、前記左右の前輪及び後輪が、前記車体にそれぞれの車軸を介して取り付けられており、

前記制御装置は、前記移動経路の情報と前記センサ情報とに基づいて段差を確認したとき、前記段差を乗り越えるに際して、前記4つの

全方向移動車輪を1輪ずつ前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項12] 請求項11に記載の移動体において、
前記4つの全方向移動車輪の乗り越え対象である前記段差は、前記車体の右側及び左側の一方の側にある段差である移動体。

[請求項13] 請求項11又は12に記載の移動体において、
前記制御装置は、前記段差を乗り越えるに際して、前記車体の右側及び左側の一方の側の前輪及び後輪が、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項14] 請求項13に記載の移動体において、
前記制御装置は、前記車体の時計回り及び反時計回りのうちの所定の一方回りの回転と、直線移動とによって、前記一方の側の前輪及び後輪の前記他方の側の前輪及び後輪に先立つ前記段差乗り上げが実現するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項15] 請求項13又は14に記載の移動体において、
前記制御装置は、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の前輪及び後輪の一方が前記段差に平行になる向きに前記車体が向くように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、このときの車体の向きを維持したまま前記車体を前記一方の側に向かって走行するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項16] 請求項13又は14に記載の移動体において、
前記制御装置は、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の

前輪及び後輪の一方が前記段差に平行になる向きに前記車体が向くように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、このときの車体の向きを維持したまま前記車体を前方又は後方に向かって走行するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項17]

請求項13に記載の移動体において、

前記制御装置は、前記車体の時計回り及び反時計回りのうちの所定の一方回りの回転と、他方回りの回転とによって、前記一方の側の前輪及び後輪の前記他方の側の前輪及び段差に先立つ前記段差乗り上げが実現するように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項18]

請求項13又は17に記載の移動体において、

前記制御装置は、前記一方の側の前輪及び後輪を、他方の側の前輪及び後輪より先に前記段差に乗り上げさせるに際し、前記一方の側の前輪及び後輪の一方の車輪が前記段差に平行になる向きに前記車体が向いて前記前輪一方の車輪が前記段差を乗りあげるように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を制御した後、前記一方の車輪が前記段差上にある状態を維持したまま前記車体の向きを前記段差に平行になるように変えることで前記一方の側の前輪及び後輪の他方の車輪が前記段差に乗り上げるように前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

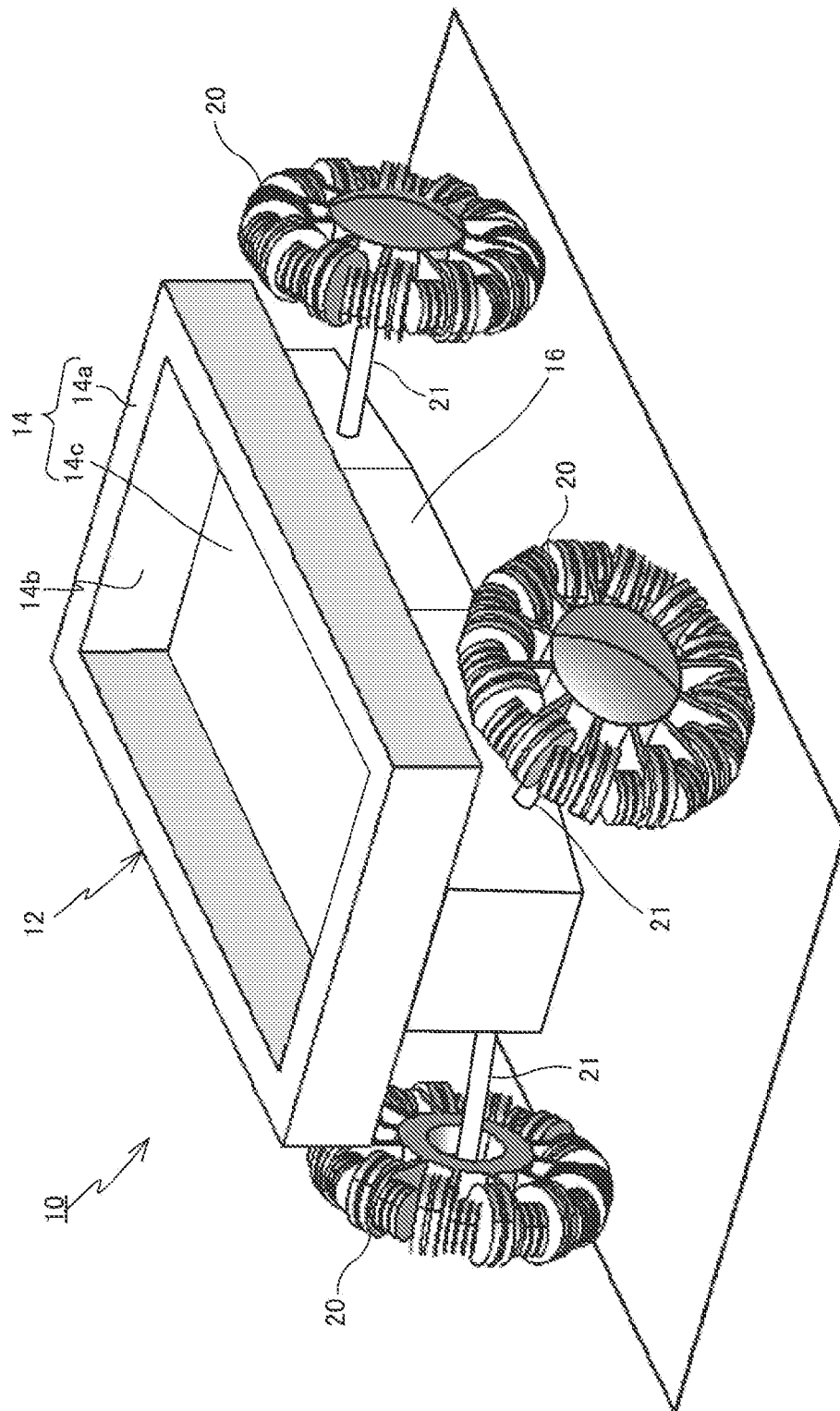
[請求項19]

請求項11～18のいずれか一項に記載の移動体において、

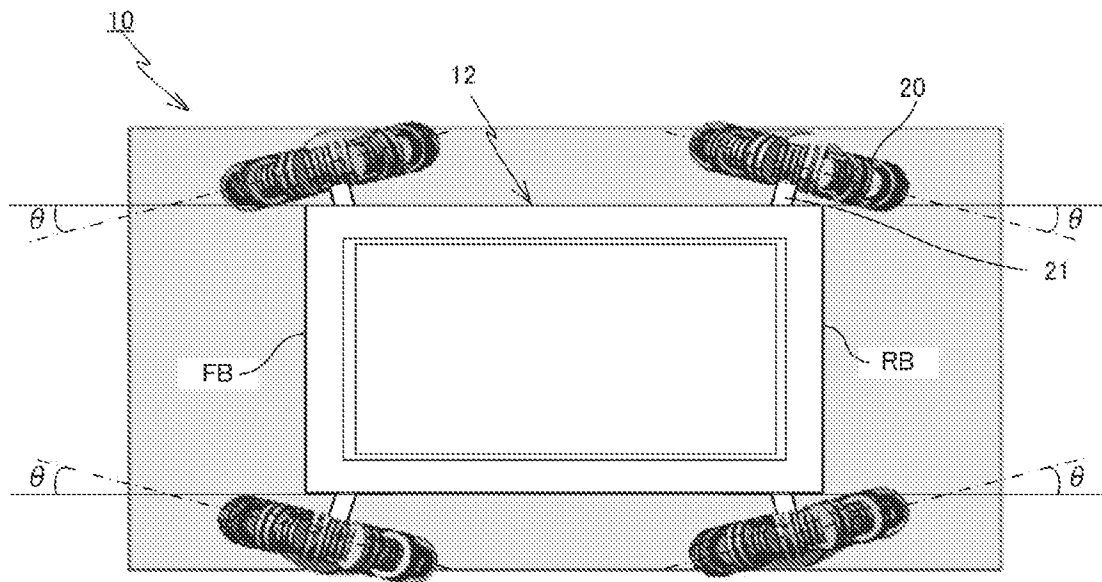
前記制御装置は、前進走行時又は後進走行時に前記段差を乗り越えるに際して、前記4つの全方向移動車輪の少なくとも1輪で発生する駆動力の進行方向の成分をゼロにすることなく、前記4つの全方向移動車輪の前記段差の乗り越えが開始されるように、前記4つの全方向移動車輪の回転駆動状態を前記4つの駆動部をそれぞれ介して制御する移動体。

[請求項20] 請求項11～19のいずれか一項に記載の移動体において、
制御装置は、前記段差に最初に乗り上げる1つの全方向移動車輪の
前記段差への乗り上げが、前記1つの全方向移動車輪が前記段差に平
行となる前記車体の向きで開始されるように、前記4つの全方向移動
車輪の回転駆動状態を制御する移動体。

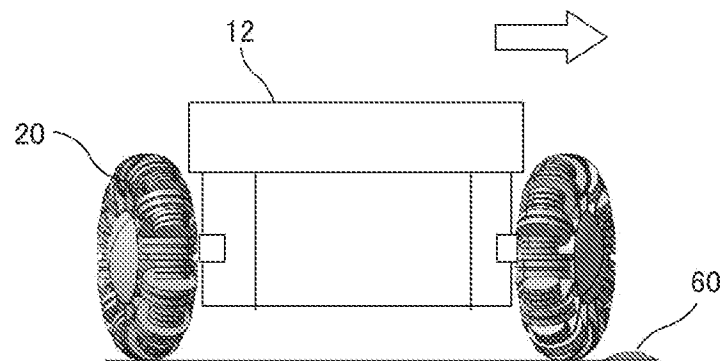
[図1]



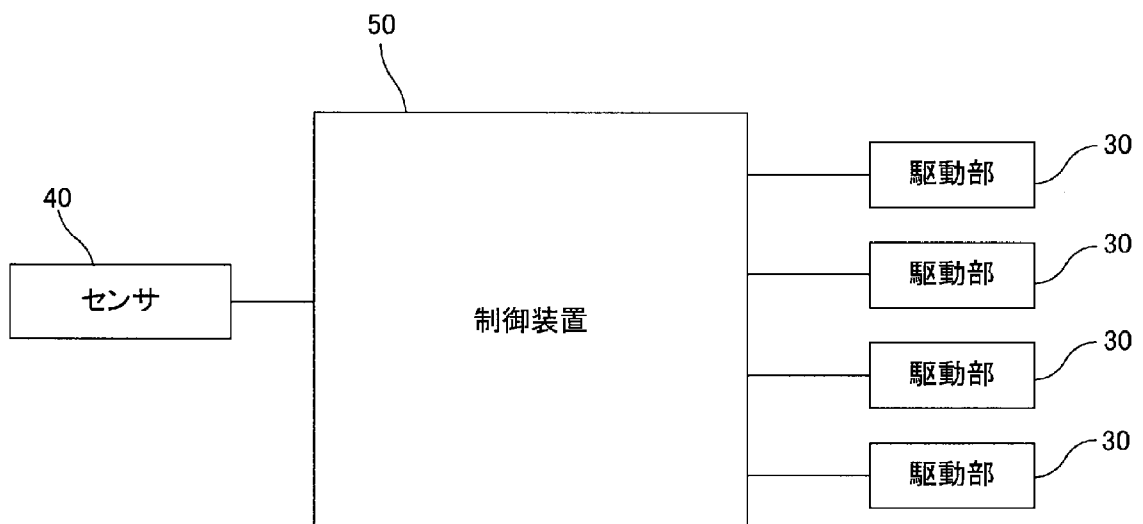
[図2]



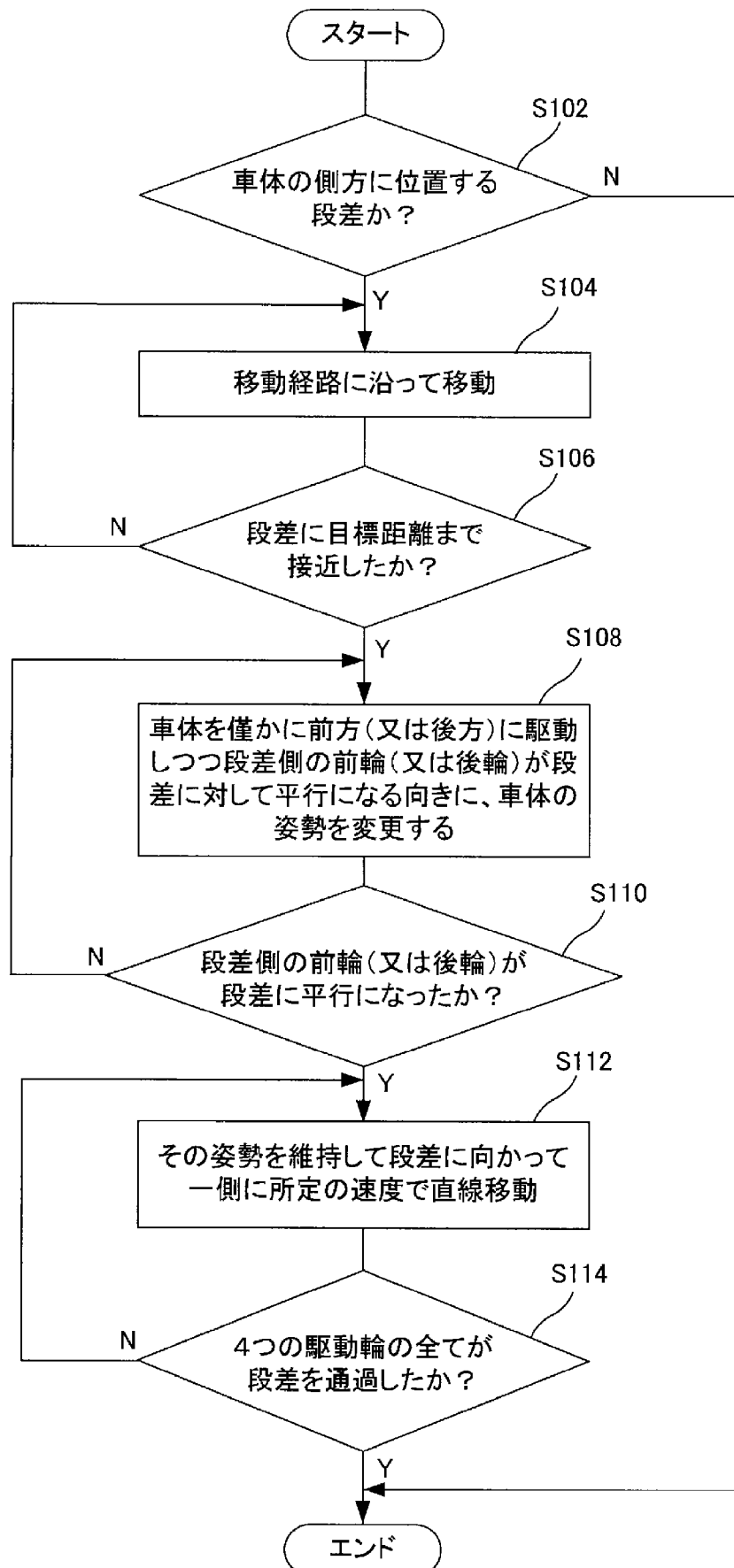
[図3]



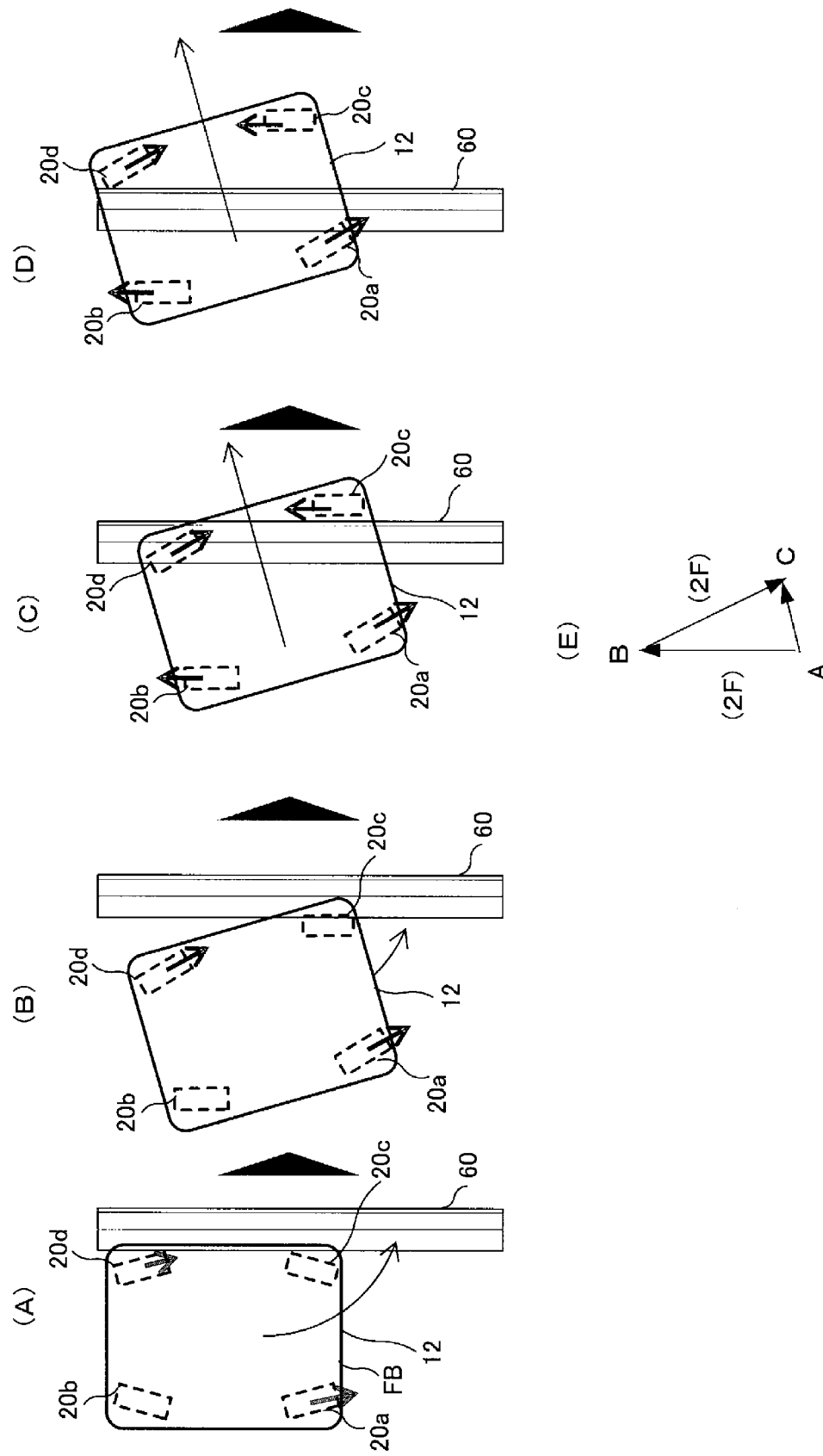
[図4]



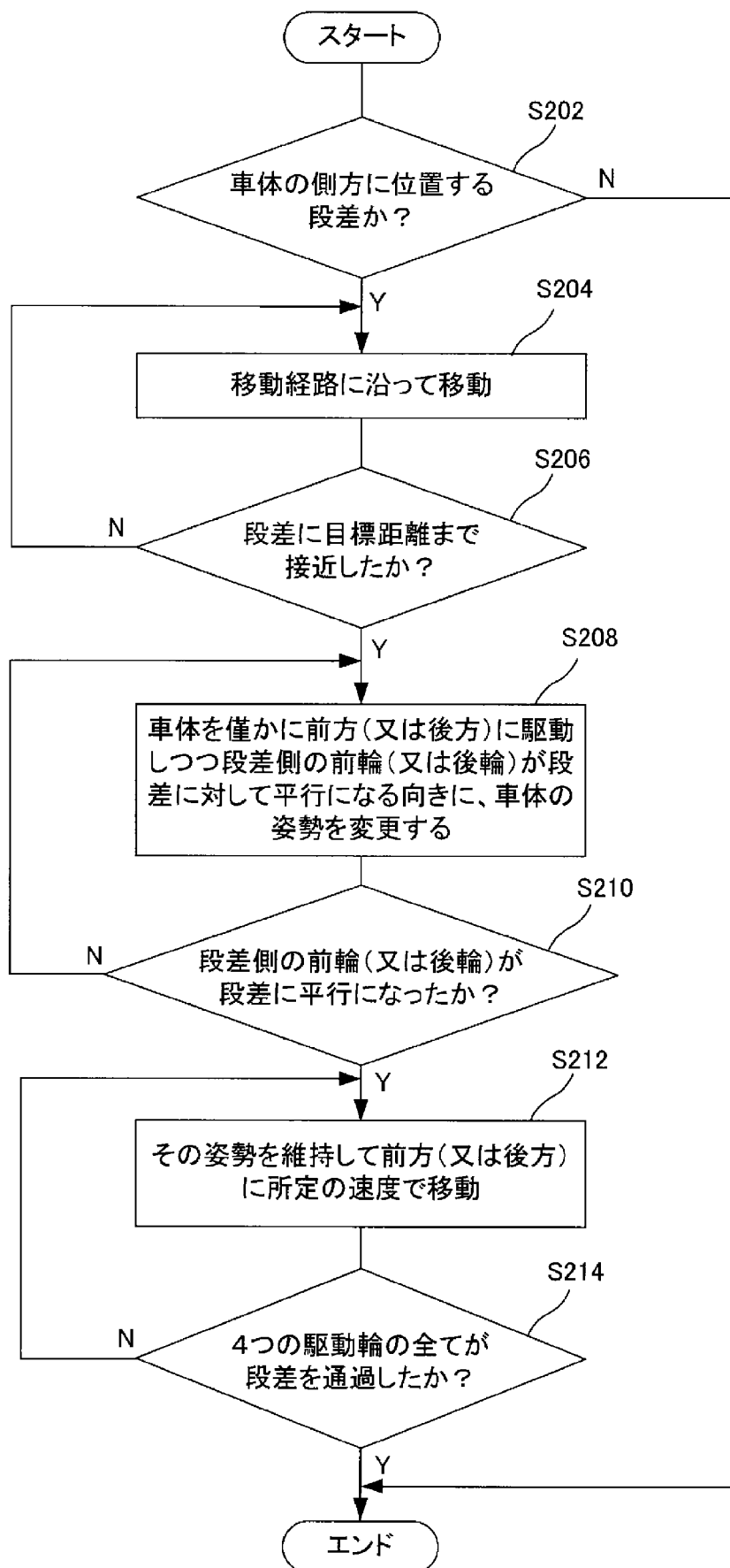
[図5]



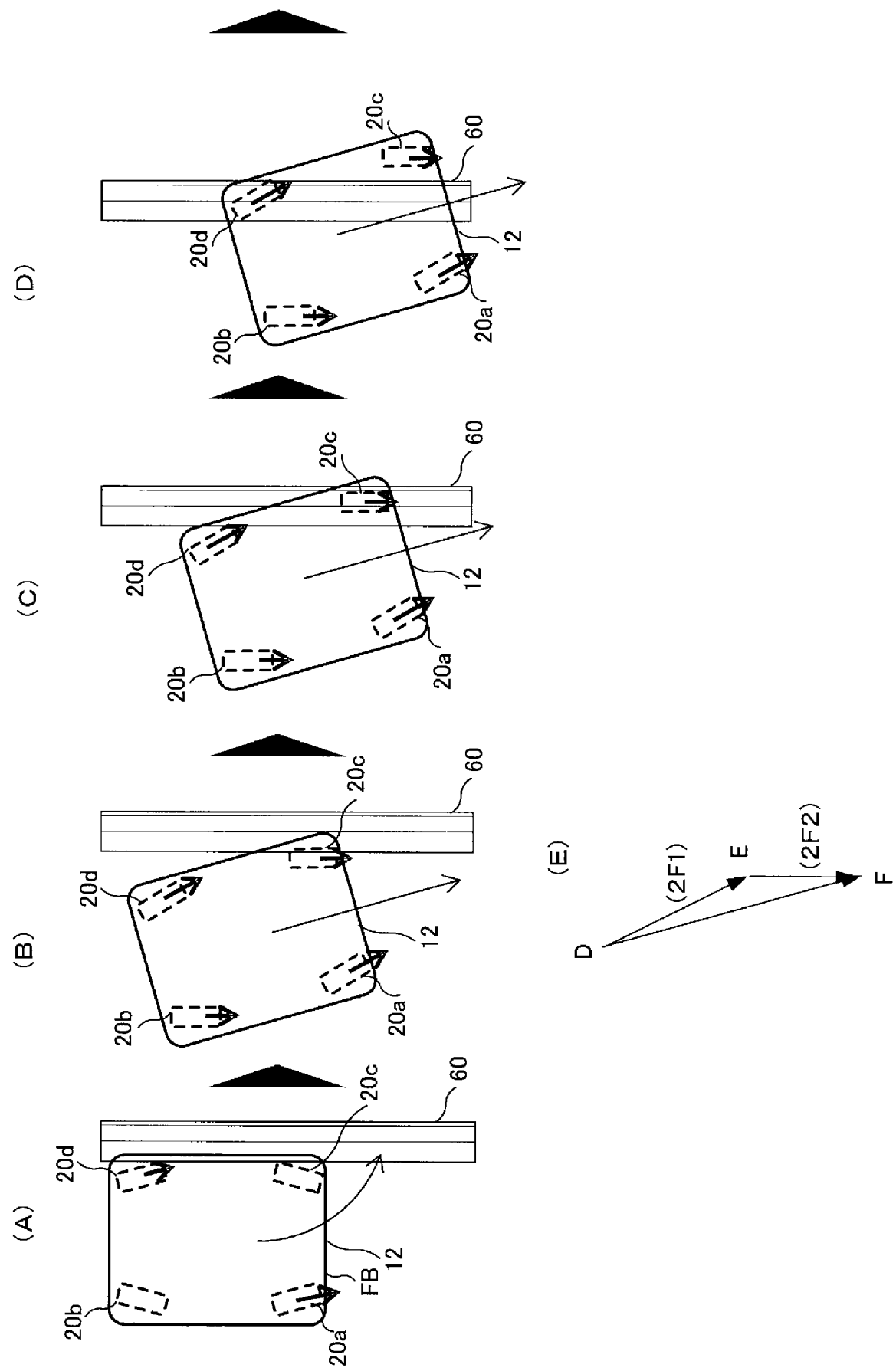
[図6]



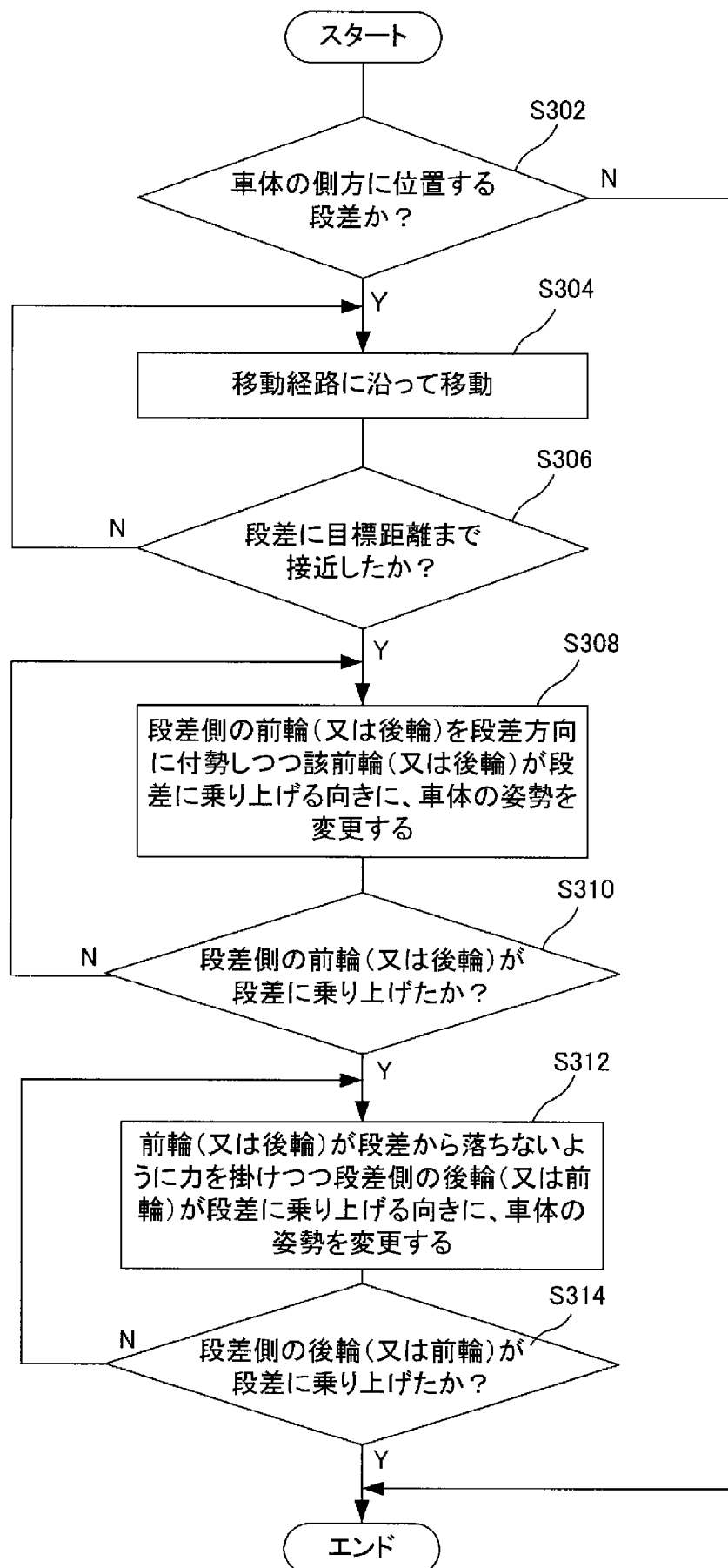
[図7]



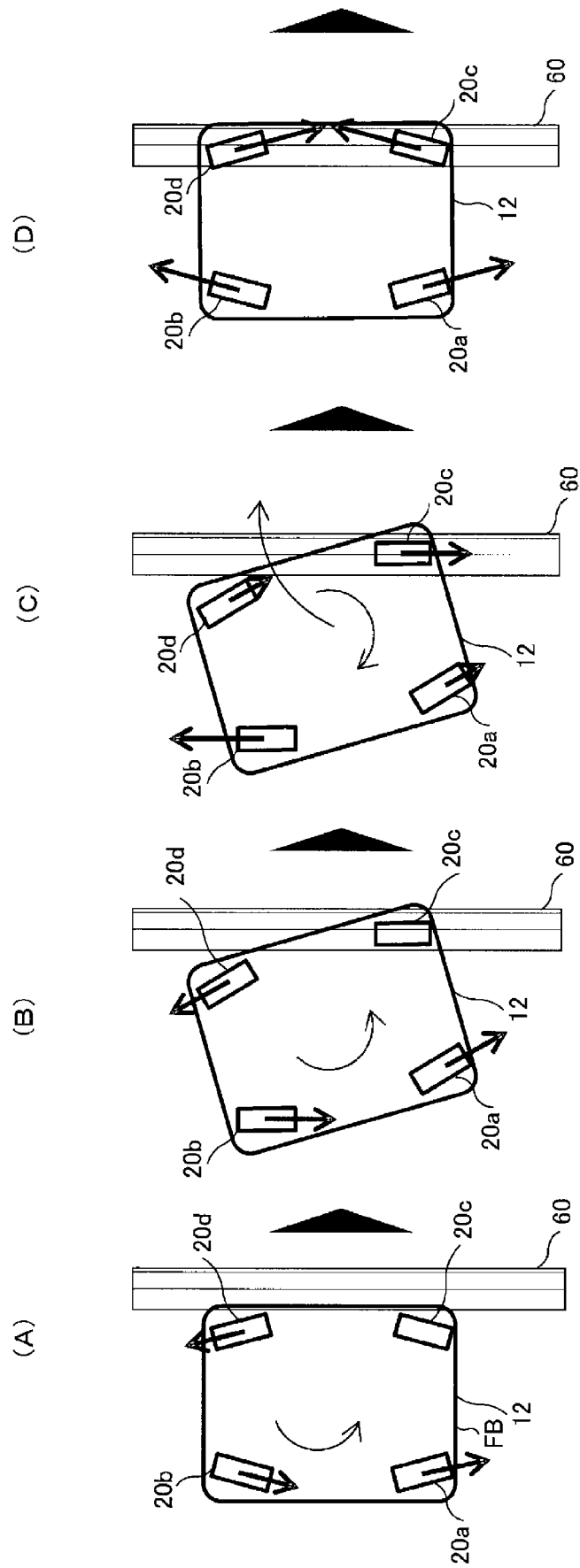
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/046738

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**B60L 15/20**(2006.01)i

FI: B60L15/20 S

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)

B60L15/20

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.
Y	JP 3-28002 A (RES DEV CORP OF JAPAN) 06 February 1991 (1991-02-06)	1-4, 7, 9, 11-14, 17, 19
A	p. 2, lower right column, line 11 to p. 4, lower left column, line 2, fig. 1-6	5-6, 8, 10, 15-16, 18, 20
Y	JP 2019-139666 A (TOYOTA IND CORP) 22 August 2019 (2019-08-22)	1-4, 7, 9, 11-14, 17, 19
	paragraphs [0033]-[0062], fig. 5-8	



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

03 February 2022

Date of mailing of the international search report

15 February 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/JP2021/046738

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	3-28002	A	06 February 1991	(Family: none)	
JP	2019-139666	A	22 August 2019	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B60L 15/20(2006.01)i FI: B60L15/20 S														
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）） B60L15/20 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> 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）			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				
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													
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												
Y A	JP 3-28002 A（新技術開発事業団）06.02.1991（1991-02-06） 第2ページ右下欄第11行－第4ページ左下欄第2行，第1－6図	1-4, 7, 9, 11-14, 17, 19 5-6, 8, 10, 15-16, 18, 20												
Y	JP 2019-139666 A（株式会社豊田自動織機）22.08.2019（2019-08-22） 段落[0033]－[0062]，図5－8	1-4, 7, 9, 11-14, 17, 19												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 03.02.2022	国際調査報告の発送日 15.02.2022													
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） 井古田 裕昭 3H 8370 電話番号 03-3581-1101 内線 3316													

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/JP2021/046738

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	3-28002	A	06.02.1991	(ファミリーなし)	
JP	2019-139666	A	22.08.2019	(ファミリーなし)	