

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7424924号  
(P7424924)

(45)発行日 令和6年1月30日(2024.1.30)

(24)登録日 令和6年1月22日(2024.1.22)

(51)国際特許分類

B 6 0 B 33/08 (2006.01)  
B 6 2 D 57/02 (2006.01)

F I

B 6 0 B 33/08  
B 6 2 D 57/02A  
L

請求項の数 5 (全17頁)

(21)出願番号 特願2020-109947(P2020-109947)  
 (22)出願日 令和2年6月25日(2020.6.25)  
 (65)公開番号 特開2022-7174(P2022-7174A)  
 (43)公開日 令和4年1月13日(2022.1.13)  
 審査請求日 令和5年4月13日(2023.4.13)  
 特許法第30条第2項適用 2020年5月31日に、  
 下記アドレスのウェブサイトで学会参加者限定で公開し  
 た。 <https://events.info.vaya.com/presentation?id=69616>

(73)特許権者 000002107  
 住友重機械工業株式会社  
 東京都品川区大崎二丁目1番1号  
 (74)代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重  
 (74)代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (72)発明者 衛藤 晴彦  
 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友  
 重機械工業株式会社 横須賀製造所内  
 審査官 浅野 麻木

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 磁気吸着車輪及び車両

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

磁気吸着面に接触する外周面が球面形状を有する球殻車輪と、  
 前記球殻車輪の内側に配置され、永久磁石を保持する永久磁石保持部と、  
 前記球殻車輪の回転軸と同軸に配置され、前記球殻車輪とは独立して回転し、前記永久  
 磁石保持部を第1回転方向に回転可能な第1シャフトと、  
 前記第1シャフトとともに前記第1回転方向に回転し、前記第1シャフトの軸と直交す  
 る軸を有して該軸に振動可能に前記永久磁石保持部を懸架する第2シャフトと、  
 前記球殻車輪を回転駆動する車輪駆動部と、  
 前記第1シャフトを回転駆動することで前記永久磁石を回転させる磁石駆動部と、を備  
 え、

前記車輪駆動部は、車輪駆動用モータと、前記車輪駆動用モータの回転動力を前記球殻  
 車輪に伝達する第1動力伝達部と、を有し、

前記磁石駆動部は、磁石駆動用モータと、前記磁石駆動用モータの回転動力を前記球殻  
 車輪に伝達する第2動力伝達部と、を有する、磁気吸着車輪。

## 【請求項2】

前記車輪駆動用モータ及び/又は前記磁石駆動用モータは、前記球殻車輪の回転軸とは  
 異なる位置に配置される、

請求項1に記載の磁気吸着車輪。

## 【請求項3】

前記第1動力伝達部及び/または第2動力伝達部は、ベルトプーリ機構を有する、請求項1または請求項2に記載の磁気吸着車輪。

【請求項4】

前方及び後方に請求項1乃至請求項3のいずれか1項に記載の磁気吸着車輪を設ける一对の部材と、

前記一对の部材を独立して回転可能に接続する回転機構と、

前記回転機構と固定されるボディと、を備える車両。

【請求項5】

該車両が床面を走行する際、前記床面と接する前記磁気吸着車輪の前記永久磁石保持部は、前記第1回転方向において、前記ボディの方向を向く、

請求項4に記載の車両。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、磁気吸着車輪及び車両に関する。

【背景技術】

【0002】

造船や大型クレーン等の製造現場において、曲面形状をした大型の鉄鋼部材表面に磁気吸着して走行する磁気吸着車輪を有し、溶接・塗装・外観検査等の作業を行う車両が知られている。

20

【0003】

特許文献1には、車軸と車輪フランジの間の空間の一部に、軸心を回転中心として揺動可能な外面円弧状の磁石を車輪フランジとは分離状態に設け、車軸と鋼製壁面との間に強い車輪押付け力が発生するように前記磁石を磁石の最大磁力の方向が常に鋼製壁面に向くように配設したことを特徴とする磁石内蔵タイプの吸着車輪が開示されている。

【0004】

また、特許文献2には、永久磁石が非強磁性の材料から成る球体内に埋め込まれており、該球体が球形シェル内にあらゆる方向に回転可能に支承され、球形シェルが磁力により吸引可能なベース上を転動する、転動要素が開示されている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特許第2639895号公報

【文献】特許第5650224号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、特許文献1に開示された吸着車輪及び特許文献2に開示された転動要素において、磁石の回転はいずれも受動的である。このため、特許文献1に開示された吸着車輪及び特許文献2に開示された転動要素において、磁気吸着力が発生していない状態では、磁石の方向を調整することができない。

40

【0007】

そこで、本発明は、好適に壁面を走行可能な磁気吸着車輪及び車両を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、一の態様によれば、磁気吸着面に接触する外周面が球面形状を有する球殻車輪と、前記球殻車輪の内側に配置され、永久磁石を保持する永久磁石保持部と、前記球殻車輪の回転軸と同軸に配置され、前記球殻車輪とは独立して回転し、前記永久磁石保持部を第1回転方向に回転可能な第1シャフトと、前記第1シャフトとともに前記第1回転方向に回転し、前記第1シャフトの軸と直交する軸を有して該軸に揺動

50

可能に前記永久磁石保持部を懸架する第2シャフトと、前記球殻車輪を回転駆動する車輪駆動部と、前記第1シャフトを回転駆動することで前記永久磁石を回転させる磁石駆動部と、を備え、前記車輪駆動部は、車輪駆動用モータと、前記車輪駆動用モータの回転動力を前記球殻車輪に伝達する第1動力伝達部と、を有し、前記磁石駆動部は、磁石駆動用モータと、前記磁石駆動用モータの回転動力を前記球殻車輪に伝達する第2動力伝達部と、を有する、磁気吸着車輪が提供される。

【発明の効果】

【0009】

一の側面によれば、好適に壁面を走行可能な磁気吸着車輪及び車両を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態に係る車両の斜視図。

【図2】本実施形態に係る車両の正面図。

【図3】本実施形態に係る車両の側面図。

【図4】本実施形態に係る磁気吸着車輪の部分切断斜視図。

【図5】本実施形態に係る磁気吸着車輪の断面図。

【図6】本実施形態に係る磁気吸着車輪の部分拡大断面図。

【図7】第1シャフト回りの回転角と、永久磁石によって永久磁石保持部に働く回転トルクとの関係の一例を示すグラフ。

20

【図8】車輪駆動部及び磁石駆動部の構成を説明する模式図。

【図9】本実施形態に係る車両が種々の曲面形状の壁面に吸着している際の永久磁石の配置の一例を示す図。

【図10】車両が床面から壁面に移動する際の動作を示すフローチャート。

【図11】床面から壁面に移動する際の各時点における車両の状態を示す模式図。

【図12】車両が壁面から壁面（または天井面）に移動する際の動作を示すフローチャート。

【図13】第1壁面から第2壁面に移動する際の各時点における車両の状態を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

30

以下、図面を参照して本開示を実施するための形態について説明する。各図面において、同一構成部分には同一符号を付し、重複した説明を省略する場合がある。

【0012】

〈車両〉

本実施形態に係る車両1について、図1から図3を用いて説明する。図1は、本実施形態に係る車両1の斜視図である。図2は、本実施形態に係る車両1の正面図である。図3は、本実施形態に係る車両1の側面図である。なお、以下の説明において、車両1の進退方向を車両1の前後方向、車両1の車幅方向を車両1の左右方向、前後方向及び左右方向と垂直な方向を車両1の上下方向として、説明する。

【0013】

40

車両1は、ボディ2と、ロッカーリング3L, 3Rと、シャフト4L, 4Rと、磁気吸着車輪5(5FL, 5FR, 5RL, 5RR)と、ディファレンシャルギア6と、を備えている。

【0014】

車両1は、磁気吸着車輪5が有する磁石（後述する永久磁石52）で吸着可能な物体であれば、その位置、危険度にかかわらず、例えば高所であったり狭所であっても、遠隔又は無人で移動することができる。ボディ2には、例えば、溶接・塗装・外観検査等の作業を行うための作業用アタッチメント（図示せず）を固定するための固定部（図示せず）を有し、固定部に作業用アタッチメントが搭載されていてもよい。これにより、車両1は、移動先で作業用アタッチメントを用いて所望の作業を実現することができる。また、ボデ

50

イ 2 には、磁気吸着車輪 5 (後述する車輪駆動部 5 6、磁石駆動部 5 7) の動作を制御する制御部 (図示せず) が設けられている。なお、車両 1 は、オペレータの操作を受け付けるコントローラ (図示せず) を有していてもよい。コントローラは、有線又は無線で制御部と通信可能に接続される。制御部は、オペレータによるコントローラの操作に基づいて、磁気吸着車輪 5 を制御してもよい。また、制御部は、予め入力されたプログラムに基づいて、磁気吸着車輪 5 を制御してもよい。これにより、車両 1 は、オペレータが近くにいない場面で、無人又は遠隔により操作される。

【 0 0 1 5 】

左右のロッカーリンク 3 L, 3 R は、中央のボディ 2 を挟んで配置される。

【 0 0 1 6 】

ロッカーリンク 3 L は、前後両端に磁気吸着車輪 5 (5 F L, 5 R L) が設けられ、シャフト 4 L を回転軸として回転可能に支持される部材である。具体的には、ロッカーリンク 3 L は、側面視して、略逆 V 字形状に形成される部材であり、中央部 3 1 と、中央部 3 1 から前方下向きに伸びる前方部 3 2 と、中央部 3 1 から後方下向きに伸びる後方部 3 3 と、を有する。中央部 3 1 には、円柱状の軸部材であるシャフト 4 L が固定される。また、シャフト 4 L は、ボディ 2 の軸受 2 1 に回転自在に支持されている。ロッカーリンク 3 L の前方部 3 2 には磁気吸着車輪 5 F L が設けられ、後方部 3 3 には磁気吸着車輪 5 R L が設けられている。ロッカーリンク 3 L は、軸受 2 1 に回転自在に支持されるシャフト 4 L を回転軸として回転することにより、磁気吸着車輪 5 F L 及び磁気吸着車輪 5 R L の両方を磁気吸着面 (吸着対象面) に接触 (接地) させることができる。

【 0 0 1 7 】

同様に、ロッカーリンク 3 R は、前後両端に磁気吸着車輪 5 (5 F R, 5 R R) が設けられ、シャフト 4 R を回転軸として回転可能に支持される部材である。具体的には、ロッカーリンク 3 R は、側面視して、略逆 V 字形状に形成される部材であり、中央部 3 4 と、中央部 3 4 から前方下向きに伸びる前方部 3 5 と、中央部 3 4 から後方下向きに伸びる後方部 3 6 と、を有する。中央部 3 4 には、円柱状の軸部材であるシャフト 4 R が固定される。また、シャフト 4 R は、ボディ 2 の軸受 2 2 に回転自在に支持されている。ロッカーリンク 3 R の前方部 3 5 には磁気吸着車輪 5 F R が設けられ、後方部 3 6 には磁気吸着車輪 5 R R が設けられている。ロッカーリンク 3 R は、軸受 2 2 に回転自在に支持されるシャフト 4 R を回転軸として回転することにより、磁気吸着車輪 5 F R 及び磁気吸着車輪 5 R R の両方を磁気吸着面に接触 (接地) させることができる。

【 0 0 1 8 】

シャフト 4 L とシャフト 4 R とは、同軸に配置されている。また、シャフト 4 L とシャフト 4 R とは、独立して回転可能に設けられている。シャフト 4 L の一端 (車幅方向の外側) は、ロッカーリンク 3 L の中央部 3 1 と固定される。シャフト 4 R の一端 (車幅方向の外側) は、ロッカーリンク 3 R の中央部 3 4 と固定される。シャフト 4 L の軸部分は、軸受 2 1 に回転自在に支持される。シャフト 4 R の軸部分は、軸受 2 2 に回転自在に支持される。また、シャフト 4 L の他端 (車幅方向の内側) とシャフト 4 R の他端 (車幅方向の内側) とは、ディファレンシャルギア 6 を介して接続されている。

【 0 0 1 9 】

ディファレンシャルギア (回転機構) 6 は、シャフト 4 L とシャフト 4 R とを独立して回転可能に接続する装置である。また、ディファレンシャルギア 6 は、シャフト 4 L の回転とシャフト 4 R の回転との差動に基づいてボディ 2 の前後方向の傾斜角 (ピッチ角) を規定する装置である。

【 0 0 2 0 】

ディファレンシャルギア 6 は、例えば、第 1 の傘歯車、第 2 の傘歯車、第 3 の傘歯車、枠部 (いずれも図示せず) を有する。第 1 の傘歯車は、シャフト 4 L の端部と固定され、シャフト 4 L が回転することによって第 1 の傘歯車も回転する。第 2 の傘歯車は、シャフト 4 R の端部と固定され、シャフト 4 R が回転することによって第 2 の傘歯車も回転する。第 1 の傘歯車と第 2 の傘歯車とは、同軸に配置される。第 3 の傘歯車は、第 1 の傘歯車

10

20

30

40

50

及び第2の傘歯車の回転軸と直交する回転軸に配置され、第1の傘歯車及び第2の傘歯車とそれぞれ噛み合わされる。枠部は、第1の傘歯車、第2の傘歯車、第3の傘歯車を回転自在に支持する。また、枠部はボディ2と固定される。

#### 【0021】

ここで、シャフト4Rに対してシャフト4Lを回転させた場合、シャフト4Lの回転によって第1の傘歯車が回転し、第1の傘歯車と第2の傘歯車との回転の差動分に応じて第3の傘歯車が回転する。また、第2の傘歯車に対して第3の傘歯車が回転することにより、枠部が第2の傘歯車の回転軸（第1の傘歯車の回転軸）を回転軸として回転する。この際、枠部の回転角は、シャフト4Lの回転角の半分となる。シャフト4Lに対してシャフト4Rを回転させた場合も同様である。

10

#### 【0022】

このように、車両1は、同軸に配置されるシャフト4L, 4Rを回転軸（揺動軸）として、ロッカーリンク3Lとロッカーリンク3Rとを個別に回転（揺動）させることができる。よって、ロッカーリンク3Lは、軸受21に回転自在に支持されるシャフト4Lを回転軸として回転することにより、磁気吸着車輪5FL及び磁気吸着車輪5RLの両方を磁気吸着面に接触（接地）させることができる。また、ロッカーリンク3Rは、軸受22に回転自在に支持されるシャフト4Rを回転軸として回転することにより、磁気吸着車輪5FR及び磁気吸着車輪5RRの両方を磁気吸着面に接触（接地）させることができる。即ち、車両1は、磁気吸着面が曲面や凹凸を有する面であっても、4つの磁気吸着車輪5(5FL, 5FR, 5RL, 5RR)の全てを磁気吸着面に接触（接地）させることができる。

20

#### 【0023】

また、ボディ2の前後方向の傾斜角（ピッチ角）は、ロッカーリンク3Lの前後方向の傾斜角とロッカーリンク3Rの前後方向の傾斜角との中間の傾斜角となる。これにより、ボディ2の前後方向の傾斜角（ピッチ角）の変動は、ロッカーリンク3Lの前後方向の傾斜角の変動及びロッカーリンク3Rの前後方向の傾斜角の変動よりも、小さくすることができる。これにより、車両1が凹凸の変化が激しい磁気吸着面を走行する場合であっても、ボディ2の振動を抑制することができる。

#### 【0024】

なお、4つの磁気吸着車輪5の全てを磁気吸着面に接触させるためには、ロッカーリンク3Lとロッカーリンク3Rとを個別に揺動させることができればよく、ディファレンシャルギア6に代えて、ロッカーリンク3Lとロッカーリンク3Rとが回転機構によって接続されていてもよい。

30

#### 【0025】

##### <磁気吸着車輪>

次に、車両1が備える磁気吸着車輪5(5FL, 5FR, 5RL, 5RR)について、図4から図8を用いてさらに説明する。ここで、車両1が備える4つの磁気吸着車輪5FL, 5FR, 5RL, 5RRは、同様の構成を有している。このため、以下の説明では、磁気吸着車輪5FRを例に説明し、磁気吸着車輪5FL, 5RL, 5RRについての説明を省略する。

40

#### 【0026】

図4は、本実施形態に係る磁気吸着車輪5FRの部分切断斜視図である。図5は、本実施形態に係る磁気吸着車輪5FRの断面図である。図6は、本実施形態に係る磁気吸着車輪5FRの部分拡大断面図である。なお、図4において、球殻車輪51の一部を切断（取り外し）して、球殻車輪51の内部の構造が見えるように図示している。また、図5は、第1シャフト54の軸中心を通る垂直な面で切断した断面図を示す。図6は、第1シャフト54と垂直な面で切断した断面図を示す。

#### 【0027】

磁気吸着車輪5は、球殻車輪51と、永久磁石52と、永久磁石保持部53と、第1シャフト54と、第2シャフト55と、車輪駆動部56と、磁石駆動部57と、ペアリング

50

58～60と、を備えている。

【0028】

ロッカーリンク3Rの前方部35には、二又に分岐して磁気吸着車輪5を支持する支持部351, 352と、支持部351と支持部352とを接続する接続部353と、が形成されている。

【0029】

球殻車輪51は、球面部511を有する中空形状を有している。具体的には、球殻車輪51は、球面部511と、平面部512, 513と、を有する。球面部511は、磁気吸着面に接触（接地）する面であり、外周面が球面形状を有している。これにより、磁気吸着面が車幅方向に傾斜していても、球殻車輪51を磁気吸着面に接触（接地）することができる。平面部512, 513は、球殻車輪51の回転軸に対して垂直な面である。換言すれば、球殻車輪51の外形状は、球形状から左右を一部切断した形状を有している。球殻車輪51に平面部512, 513を設けることにより、車幅方向の寸法を短くすることができる。球殻車輪51は、例えば、アルミニウム等の非磁性体材料で形成される。これにより、球殻車輪51の内部に配置された永久磁石52と磁気吸着面との間に磁気吸引力を発生させることができる。なお、球殻車輪51の材料は、永久磁石52と磁気吸着面との間に磁気吸引力を発生させることができる材料であればよく、アルミニウムに限られるものではない。球殻車輪51は、支持部351と支持部352との間に配置される。

10

【0030】

車輪駆動部56は、支持部351の側に設けられている。車輪駆動部56の出力軸561は、支持部351の貫通部351aを貫通し、球殻車輪51の平面部512と固定される。具体的には、球殻車輪51の平面部512の外側には、シャフトホルダ514が設けられている。シャフトホルダ514は、図示しないボルト、ナット等によって、球殻車輪51と固定されている。シャフトホルダ514は、車輪駆動部56の出力軸561と球殻車輪51とを接続する部材である。シャフトホルダ514には、車輪駆動部56の出力軸561が挿入される。車輪駆動部56の出力軸561が挿入されるシャフトホルダ514の内周面には、キー溝を有する。また、シャフトホルダ514に挿入する車輪駆動部56の出力軸561の外周面には、キー溝を有する。シャフトホルダ514のキー溝及び車輪駆動部56の出力軸561のキー溝には、キー562が配置される。キー562は、車輪駆動部56の出力軸561の回転動力をシャフトホルダ514に伝達するための機械要素である。これにより、車輪駆動部56の出力軸561、シャフトホルダ514、球殻車輪51は共に回転する。

20

【0031】

第1シャフト54は、球殻車輪51の回転軸（車輪駆動部56の出力軸561）と同軸に配置され、球殻車輪51の両端に取り付けられたベアリング58, 59によって、回転自在に支持されている。

30

【0032】

具体的には、球殻車輪51の平面部512の内面側（球殻車輪51の内部空間側）には、ベアリング支持部材515及び押さえ部材516が設けられている。ベアリング支持部材515は、ベアリング58の外輪を挿入可能な穴を有する板状（円環状）の部材である。押さえ部材516は、ベアリング58の外径よりも小さく、第1シャフト54の直径よりも大きな径の穴を有する板状（円環状）の部材である。ベアリング支持部材515及び押さえ部材516は、図示しないボルト、ナット等によって、球殻車輪51と固定されている。ベアリング支持部材515は、ベアリング支持部材515の穴の軸が球殻車輪51の回転軸と一致するようにして平面部512の内面側に固定される。また、押さえ部材516は、押さえ部材516の穴の軸が球殻車輪51の回転軸と一致するようにしてベアリング支持部材515に固定される。ベアリング58の外輪は、ベアリング支持部材515の穴に配置され、押さえ部材516によって抜け止めされている。ベアリング58の内輪は、第1シャフト54の一端を支持する。

40

【0033】

50

また、球殻車輪 5 1 の平面部 5 1 3 には、第 1 シャフト 5 4 が貫通する貫通孔 5 1 7 が形成されている。球殻車輪 5 1 の平面部 5 1 3 の内側には押さえ部材 5 1 8 が設けられている。球殻車輪 5 1 の平面部 5 1 3 の外側には押さえ部材 5 1 9 が設けられている。押さえ部材 5 1 8, 5 1 9 は、ペアリング 5 9 の外径よりも小さく、第 1 シャフト 5 4 の直径よりも大きな径の穴を有する板状(円環状)の部材である。押さえ部材 5 1 8, 5 1 9 は、図示しないボルト、ナット等によって、球殻車輪 5 1 と固定されている。押さえ部材 5 1 8 は、押さえ部材 5 1 8 の穴の軸が球殻車輪 5 1 の回転軸と一致するようにして平面部 5 1 3 の内面側に固定される。押さえ部材 5 1 9 は、押さえ部材 5 1 8 の穴の軸が球殻車輪 5 1 の回転軸と一致するようにして平面部 5 1 3 の外面側に固定される。ペアリング 5 9 の外輪は、貫通孔 5 1 7 に配置され、押さえ部材 5 1 8, 5 1 9 によって抜け止めされている。ペアリング 5 9 の内輪は、貫通孔 5 1 7 を貫通する第 1 シャフト 5 4 を支持する。

#### 【0034】

支持部 3 5 2 には、第 1 シャフト 5 4 が貫通する貫通孔 3 5 2 a が形成されている。ペアリング 6 0 の外輪は、貫通孔 3 5 2 a に配置されている。ペアリング 6 0 の内輪は、貫通孔 3 5 2 a を貫通する第 1 シャフト 5 4 を支持する。なお、ペアリング 6 0 の外輪は、球殻車輪 5 1 側の側面で支持部 3 5 2 と接し、ペアリング 6 0 の内輪が他方の側面でカプラ 5 7 2 と接することにより、ペアリング 6 0 は位置決めされている。

#### 【0035】

磁石駆動部 5 7 は、支持部 3 5 2 の側に設けられている。磁石駆動部 5 7 は、プラケット 3 5 2 b を介して、支持部 3 5 2 に固定される。磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 には、カプラ 5 7 2 が固定されている。カプラ 5 7 2 は、磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 と第 1 シャフト 5 4 とを接続する部材である。カプラ 5 7 2 には、第 1 シャフト 5 4 の他端が挿入される。第 1 シャフト 5 4 の他端が挿入されるカプラ 5 7 2 の内周面には、キー溝を有する。また、カプラ 5 7 2 に挿入する第 1 シャフト 5 4 の他端の外周面には、キー溝を有する。キー 5 4 1 を介して、カプラ 5 7 2 と固定されている。なお、磁石駆動部 5 7 は、例えばサーボ機能を有するサーボモータであって、第 1 シャフト 5 4 の回転角度、トルク等を制御可能とすることが好ましい。シャフトホルダ 5 1 4 には、車輪駆動部 5 6 の出力軸 5 6 1 が挿入される。車輪駆動部 5 6 の出力軸 5 6 1 が挿入されるシャフトホルダ 5 1 4 の内周面には、キー溝を有する。また、シャフトホルダ 5 1 4 に挿入する車輪駆動部 5 6 の出力軸 5 6 1 の外周面には、キー溝を有する。カプラ 5 7 2 のキー溝及び第 1 シャフト 5 4 のキー溝には、キー 5 4 1 が配置される。キー 5 4 1 は、カプラ 5 7 2 (磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 )の回転動力を第 1 シャフト 5 4 に伝達するための機械要素である。これにより、磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 、カプラ 5 7 2 、第 1 シャフト 5 4 は共に回転する。

#### 【0036】

このような構成により、球殻車輪 5 1 は、車輪駆動部 5 6 (出力軸 5 6 1 )及び第 1 シャフト 5 4 によって、支持部 3 5 1, 3 5 2 に回転自在に支持される。また、車輪駆動部 5 6 は、球殻車輪 5 1 を回転駆動させることができる。

#### 【0037】

また、第 1 シャフト 5 4 は、球殻車輪 5 1 とは独立して回転することができる。また、磁石駆動部 5 7 は、第 1 シャフト 5 4 を回転駆動させることができる。

#### 【0038】

球殻車輪 5 1 の内部には、第 1 シャフト 5 4 とともに回転する第 2 シャフト 5 5 が設けられている。第 2 シャフト 5 5 は、ベース 5 5 1 と、軸部 5 5 2, 5 5 3 と、を有する。ベース 5 5 1 は、第 1 シャフト 5 4 が挿通する貫通孔 5 5 1 a を有する。貫通孔 5 5 1 a の内周面には、キー溝を有する。また、貫通孔 5 5 1 a に挿入する第 1 シャフト 5 4 の外周面には、キー溝を有する。貫通孔 5 5 1 a のキー溝及び第 1 シャフト 5 4 のキー溝には、キー 5 4 2 が配置される。キー 5 4 2 は、第 1 シャフト 5 4 の回転動力をベース 5 5 1 (第 2 シャフト 5 5 )に伝達するための機械要素である。これにより、第 1 シャフト 5 4 、ベース 5 5 1 (第 2 シャフト 5 5 )は共に回転する。軸部 5 5 2, 5 5 3 は、同軸に配

10

20

30

40

50

置され、第1シャフト54の回転軸と直交する。

【0039】

第1シャフト54には、円筒状のカラー543, 544が配置されている。カラー543は、一端がベアリング58の内輪と接し、他端が第2シャフト55のベース551と接する。カラー544は、一端がベアリング59の内輪と接し、他端が第2シャフト55のベース551と接する。これにより、第2シャフト55のベース551は、左右方向の位置が位置決めされる。具体的には、軸部552, 553の軸が球殻車輪51(球面部511)の中心を通るように位置決めされる。

【0040】

永久磁石保持部53は、第2シャフト55の軸部552, 553に懸架されている。即ち、永久磁石保持部53は、第2シャフト55の軸部552, 553を回転軸として揺動することができるようになっている。また、永久磁石保持部53は、第1シャフト54を軸として、回転することができるよう構成されている。

10

【0041】

永久磁石52は、永久磁石保持部53に埋め込まれ、球殻車輪51の外径よりも内側に配置されている。例えば、永久磁石52は、永久磁石保持部53に設けられた凹部に収容され、押さえ部材531で抜け止めされている。永久磁石保持部53は、球殻車輪51の内面に沿う扇状の形状と有している。これにより、永久磁石52を磁気吸着面にできるだけ近づけることができる。永久磁石52は、例えば、図6に示すように、5個のネオジウム磁石が円弧状に配置されている。また、5個のネオジウム磁石でハルバッハ配列を構成することにより、小さな磁石体積で強力な磁力が得られる。なお、永久磁石保持部53は、球殻車輪51の内面に沿う扇状の形状を有している。永久磁石保持部53の外径は、球殻車輪51の内径以下に形成される。永久磁石保持部53の外面は、球殻車輪51の内面と接していてもよく、離れていてもよい。なお、永久磁石保持部53の外面と球殻車輪51の内面が接する構成においては、両者の間に潤滑剤を塗布してもよい。

20

【0042】

以上のように、永久磁石保持部53に保持された永久磁石52は、球殻車輪51内に配置され、第1シャフト54回り(第1回転方向、図4において白抜き矢印で示す。)に能動的または受動的に回転可能であり、第2シャフト55回り(第2回転方向、図4において黒塗り矢印で示す。)に受動的に回転(揺動)可能に構成されている。

30

【0043】

図7は、第1シャフト54回りの回転角 $\theta$ と、永久磁石52によって永久磁石保持部53に働く回転トルクとの関係の一例を示すグラフである。ここで、図7に示すグラフにおいて、横軸は、永久磁石52が壁面(磁気吸着面)Wの方向を向いた状態を角度 $\theta = 0^\circ$ とする回転角 $\theta$ を示し、縦軸はその回転角におけるトルクを示す。なお、永久磁石保持部53に働くトルクは、3次元磁場解析によって計算された磁気吸着力から求めた。この例では、トルクの最大値は、2.4 Nmである。このため、例えば、ストールトルクが6 Nmの磁石駆動部57を用いることにより、磁気吸着力に逆らって永久磁石保持部53を回転させ、永久磁石保持部53を壁面Wから遠ざけることができる。換言すれば、壁面Wに対する磁気吸着車輪5の磁気吸着を解除することができる。

40

【0044】

ここで、車輪駆動部56及び磁石駆動部57について、さらに説明する。図8は、車輪駆動部56及び磁石駆動部57の構成を説明する模式図である。図8(a)は、本実施形態に係る磁気吸着車輪5の例を示す。図8(b)は、参考例に係る磁気吸着車輪5Xの例を示す。

【0045】

図8(a)に示すように、本実施形態の車輪駆動部56は、車輪駆動用モータ71と、動力伝達部72と、を備える。車輪駆動用モータ71は、接続部353内に設けられている。換言すれば、車輪駆動用モータ71の出力軸と、球殻車輪51の回転軸とは異なる位置に配置されている。

50

## 【0046】

動力伝達部72は、車輪駆動用モータ71の回転動力を球殻車輪51（出力軸561）に伝達する。動力伝達部72は、第1ブーリ73と、第2ブーリ74と、タイミングベルト75と、ペアリング76～78と、を備える。第1ブーリ73は、車輪駆動用モータ71の出力軸と接続される。第1ブーリ73は、ペアリング76によって、回転自在に支持される。第2ブーリ74は、出力軸561と接続される。第2ブーリ74は、ペアリング77, 78によって、回転自在に支持される。タイミングベルト75は、第1ブーリ73と第2ブーリ74とに亘ってかけ渡されている。

## 【0047】

また、図8(a)に示すように、本実施形態の磁石駆動部57は、磁石駆動用モータ81と、動力伝達部82と、を備える。磁石駆動用モータ81は、接続部353内に設けられている。換言すれば、磁石駆動用モータ81の出力軸と、第1シャフト54の回転軸とは異なる位置に配置されている。

10

## 【0048】

動力伝達部82は、磁石駆動用モータ81の回転動力を球殻車輪51（出力軸561）に伝達する。動力伝達部82は、第1ブーリ83と、第2ブーリ84と、タイミングベルト85と、ペアリング86～88と、を備える。第1ブーリ83は、磁石駆動用モータ81の出力軸と接続される。第1ブーリ83は、ペアリング86によって、回転自在に支持される。第2ブーリ84は、出力軸561と接続される。第2ブーリ84は、ペアリング87, 88によって、回転自在に支持される。タイミングベルト85は、第1ブーリ83と第2ブーリ84とに亘ってかけ渡されている。

20

## 【0049】

ここで、参考例に係る磁気吸着車輪5Xについて説明する。参考例に係る磁気吸着車輪5Xは、車輪駆動部56Xと、磁石駆動部57Xと、を備える。参考例の車輪駆動部56Xにおいて、車輪駆動用モータは支持部351の外側に設けられている。また、参考例の磁石駆動部57Xにおいて、磁石駆動用モータは支持部352の外側に設けられている。このような構成により、参考例に係る磁気吸着車輪5Xにおいて、壁面Wの車幅方向の傾斜角 $\alpha_2$ となると、車輪駆動部56Xが壁面Wと干渉する。このため、磁気吸着車輪5Xにおける磁気吸着可能領域が限定されてしまう。

30

## 【0050】

これに対し、本実施形態に係る磁気吸着車輪5では、車輪駆動用モータ71及び磁石駆動用モータ81を壁面Wと干渉しない位置に配置される。具体的には、図8(a)に示すように接続部353に配置される。これにより、磁気吸着車輪5が吸着可能な壁面の傾斜角 $\alpha_1$ を傾斜角 $\alpha_2$ よりも大きくすることができる。換言すれば、本実施形態に係る磁気吸着車輪5における磁気吸着可能領域を、参考例に係る磁気吸着車輪5Xにおける磁気吸着可能領域よりも広くすることができる。

30

## 【0051】

図9は、本実施形態に係る車両1が種々の曲面形状の壁面に吸着している際の永久磁石52の配置の一例を示す。なお、図9において、磁気吸着力の向きを黒塗り矢印で示す。

## 【0052】

図9(a)は、車両1の進行方向に沿って湾曲する面に車両1を吸着させる際の永久磁石52の向きを示す。ここでは、磁石駆動用モータ81への電源供給が絶たれており、磁石駆動用モータ81の出力軸（磁石駆動部57の出力軸571、第1シャフト54）は外部トルクによって受動的に回転可能なバッドライブ状態となっている。永久磁石52の磁力によって、永久磁石保持部53が第1シャフト54周りに受動的に回転させられ、永久磁石52の磁力方向を磁気吸着面の法線方向に向けることができる。これにより、永久磁石保持部53は、任意角度の壁面Wの方向を向くことが自動的に達成され、車両1を壁面Wに吸着させることができる。

40

## 【0053】

図9(b)は、車両1の車体幅方向に沿って凹状に湾曲する曲面に車両1を吸着させる

50

際の永久磁石 5 2 の向きを示す。永久磁石保持部 5 3 が第 2 シャフト 5 5 を揺動軸として揺動することにより、永久磁石 5 2 の磁力方向を磁気吸着面の法線方向に向けることができる。

#### 【 0 0 5 4 】

図 9 ( c ) は、車両 1 の車体幅方向に沿って凸状に湾曲する曲面に車両 1 を吸着させる際の永久磁石 5 2 の向きを示す。永久磁石保持部 5 3 が第 2 シャフト 5 5 を揺動軸として揺動することにより、永久磁石 5 2 の磁力方向を磁気吸着面の法線方向に向けることができる。

#### 【 0 0 5 5 】

図 9 ( d ) は、4 輪すべての接触面 ( 図 9 ( d ) において破線で示す。 ) の位置および法線方向が異なる場合を示す。車両 1 はロッカー機構を有することにより、4 輪すべてを磁気吸着面に吸着させることができる。

#### 【 0 0 5 6 】

##### < 吸着動作フロー >

次に、車両 1 が床面から壁面に移動する際の車両 1 の動作について、図 1 0 及び図 1 1 を用いて説明する。図 1 0 は、車両 1 が床面 W 1 から壁面 W 2 に移動する際の動作を示すフロー チャートである。図 1 1 は、各時点における車両 1 の状態を示す模式図である。なお、図 1 1 は、車両 1 を水平方向から見た図である。

#### 【 0 0 5 7 】

ステップ S 1 0 1 において、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 を制御して、前後輪 ( 磁気吸着車輪 5 F L , 5 F R , 5 R L , 5 R R ) の永久磁石保持部 5 3 をボディ 2 の方向に向ける ( 図 1 1 ( a ) 参照 )。そして、制御部は、永久磁石保持部 5 3 の向きを維持するように磁石駆動用モータ 8 1 を制御する。また、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して、球殻車輪 5 1 を駆動させる ( 図 1 1 ( a ) 白抜き矢印参照 )。これにより、車両 1 が床面 W 1 を走行する際、磁気吸着力によって駆動トルクが増加することを抑制することができる。また、床面 W 1 上の砂鉄等の磁性体異物を吸着することを抑制することができる。前輪 ( 磁気吸着車輪 5 F L , 5 F R ) が壁面 W 2 に到達すると、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を停止させてステップ S 1 0 2 に進む。

#### 【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 2 において、制御部は、前輪 ( 磁気吸着車輪 5 F L , 5 F R ) の永久磁石 5 2 を壁面 W 2 に向ける ( 図 1 1 ( b ) 参照 黒塗り矢印参照 )。即ち、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を制御して、永久磁石保持部 5 3 を壁面 W 2 に向ける。これにより、永久磁石 5 2 が磁気吸着面 ( 壁面 W 2 ) を吸着する。以降は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を遮断して磁石駆動用モータ 8 1 の出力軸 ( 磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 、第 1 シャフト 5 4 ) をバックドライブ状態とすることで、永久磁石 5 2 の磁気吸着力により永久磁石 5 2 の磁力方向が壁面 W 2 を向くように永久磁石保持部 5 3 が回転する。

#### 【 0 0 5 9 】

ステップ S 1 0 3 において、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 を制御して、後輪 ( 磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ) の永久磁石保持部 5 3 をボディ 2 の方向に向けたまま、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して、球殻車輪 5 1 を駆動させる ( 図 1 1 ( c ) 参照 )。これにより、壁面 W 2 に磁気吸着された前輪は、壁面 W 2 を上る ( 図 1 1 ( c ) 白抜き矢印参照 )。床面 W 1 上の後輪は、壁面 W 2 に向かってさらに前進する ( 図 1 1 ( c ) 白抜き矢印参照 )。後輪が壁面 W 2 に到達すると ( 図 1 1 ( d ) 参照 )、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を停止させてステップ S 1 0 4 に進む。

#### 【 0 0 6 0 】

ステップ S 1 0 4 において、制御部は、後輪 ( 磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ) の永久磁石 5 2 を壁面 W 2 に向ける ( 図 1 1 ( e ) 参照 )。即ち、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を制御して、永久磁石保持部 5 3 を壁面 W 2 に向ける。これにより、永久磁石 5 2 が磁気吸着面 ( 壁面 W 2 ) を吸着する。以降は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源

10

20

30

40

50

供給を遮断して磁石駆動用モータ 8 1 の出力軸（磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1、第 1 シャフト 5 4）をバックドライブ状態とすることで、永久磁石 5 2 の磁気吸着力により永久磁石 5 2 の磁力方向が壁面 W 2 を向くように永久磁石保持部 5 3 が回転する。

#### 【0061】

ステップ S 1 0 5 において、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して球殻車輪 5 1 を駆動させる（図 1 1 ( f ) 参照）。これにより、壁面 W 2 に磁気吸着された車両 1 の前後輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R, 5 R L, 5 R R）は、壁面 W 2 を上る（図 1 1 ( f ) 白抜き矢印参照）。

#### 【0062】

以上のように、本実施形態に係る車両 1 によれば、床面 W 1 に接地された状態から、壁面 W 2 を上ることができる。これにより、車両 1 の設置を容易に行うことができる。 10

#### 【0063】

##### <吸着動作フロー>

次に、車両 1 が壁面から他の壁面に移動する際の車両 1 の動作について、図 1 2 及び図 1 3 を用いて説明する。図 1 2 は、車両 1 が第 1 壁面 W 3 から第 2 壁面 W 4 に移動する際の動作を示すフローチャートである。図 1 3 は、各時点における車両 1 の状態を示す模式図である。なお、図 1 3 は、車両 1 を鉛直方向から見た図である。

#### 【0064】

なお、開始時においては、車両 1 は、第 1 壁面 W 3 に吸着されている。即ち、車両 1 の前後輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R, 5 R L, 5 R R）の永久磁石保持部 5 3 は、第 1 壁面を向いた状態である。 20

#### 【0065】

ステップ S 2 0 1 において、制御部は、前後輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R, 5 R L, 5 R R）の永久磁石保持部 5 3 が第 1 壁面 W 3 を向いた状態で、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して、球殻車輪 5 1 を駆動させる（図 1 3 ( a ) 白抜き矢印参照）。ここでは、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を遮断して磁石駆動用モータ 8 1 の出力軸（磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1、第 1 シャフト 5 4）をバックドライブ状態とすることで、永久磁石 5 2 の磁気吸着力により永久磁石 5 2 の磁力方向が第 1 壁面 W 3 を向くように永久磁石保持部 5 3 が回転する。これにより、車両 1 が第 1 壁面 W 3 に吸着して走行することができる。前輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R）が第 2 壁面 W 4 に到達すると、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を停止させてステップ S 2 0 2 に進む。 30

#### 【0066】

ステップ S 2 0 2 において、制御部は、前輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R）の永久磁石 5 2 を第 2 壁面 W 4 に向ける（図 1 3 ( b ) 参照黒塗り矢印参照）。即ち、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を制御して、永久磁石保持部 5 3 を第 2 壁面 W 4 に向ける。これにより、永久磁石 5 2 が磁気吸着面（第 2 壁面 W 4）を吸着する。以降は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を遮断して磁石駆動用モータ 8 1 の出力軸（磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1、第 1 シャフト 5 4）をバックドライブ状態とすることで、永久磁石 5 2 の磁気吸着力により永久磁石 5 2 の磁力方向が第 2 壁面 W 4 を向くように永久磁石保持部 5 3 が回転する。 40

#### 【0067】

ここで、制御部は、前輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R）の永久磁石 5 2 の一方を第 1 壁面 W 3 の法線方向から第 2 壁面 W 4 の法線方向に向ける。次に、制御部は、前輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R）の永久磁石 5 2 の他方を第 1 壁面 W 3 の法線方向から第 2 壁面 W 4 の法線方向に向ける。即ち、車両 1 は、4 輪のうち、少なくとも 3 輪が壁面 W 3, W 4 に吸着されている状態で、1 輪の永久磁石保持部 5 3 を回転させる。これにより、車両 1 は少なくとも 3 輪以上の磁気吸着車輪 5 で壁面 W 3, W 4 に吸着させることができるので、車両 1 が壁面 W 3, W 4 から落下することを防止することができる。

#### 【0068】

ステップ S 2 0 3 において、制御部は、前輪（磁気吸着車輪 5 F L, 5 F R R）の永久

磁石保持部 5 3 が第 2 壁面 W 4 を向いた状態、かつ、後輪（磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ）の永久磁石保持部 5 3 が第 1 壁面 W 3 を向いた状態で、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して、球殻車輪 5 1 を駆動させる（図 13 ( c ) 参照）。これにより、第 2 壁面 W 4 に磁気吸着された前輪は、第 2 壁面 W 4 を進む（図 13 ( c ) 白抜き矢印参照）。第 1 壁面 W 3 上の後輪は、第 2 壁面 W 4 に向かってさらに前進する（図 13 ( c ) 白抜き矢印参照）。後輪が第 2 壁面 W 4 に到達すると（図 13 ( d ) 参照）、制御部は、車輪駆動用モータ 7 1 を停止させてステップ S 2 0 4 に進む。

#### 【 0 0 6 9 】

ステップ S 2 0 4 において、制御部は、後輪（磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ）の永久磁石 5 2 を第 2 壁面 W 4 に向ける（図 13 ( e ) 参照）。即ち、制御部は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を制御して、永久磁石保持部 5 3 を第 2 壁面 W 4 に向ける。これにより、永久磁石 5 2 が磁気吸着面（第 2 壁面 W 4 ）を吸着する。以降は、磁石駆動用モータ 8 1 への電源供給を遮断して磁石駆動用モータ 8 1 の出力軸（磁石駆動部 5 7 の出力軸 5 7 1 、第 1 シャフト 5 4 ）をバックドライブ状態とすることで、永久磁石 5 2 の磁気吸着力により永久磁石 5 2 の磁力方向が第 2 壁面 W 4 を向くように永久磁石保持部 5 3 が回転する。

#### 【 0 0 7 0 】

ここで、制御部は、後輪（磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ）の永久磁石 5 2 の一方を第 1 壁面 W 3 の法線方向から第 2 壁面 W 4 の法線方向に向ける。次に、制御部は、後輪（磁気吸着車輪 5 R L , 5 R R ）の永久磁石 5 2 の他方を第 1 壁面 W 3 の法線方向から第 2 壁面 W 4 の法線方向に向ける。即ち、車両 1 は、4 輪のうち、少なくとも 3 輪が壁面 W 3 , W 4 に吸着されている状態で、1 輪の永久磁石保持部 5 3 を回転させる。これにより、車両 1 は少なくとも 3 輪以上の磁気吸着車輪 5 で壁面 W 3 , W 4 に吸着させることができるので、車両 1 が壁面 W 3 , W 4 から落下することを防止することができる。

#### 【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 0 5 において、制御部は、前後輪（磁気吸着車輪 5 F L , 5 F R , 5 R L , 5 R R ）の永久磁石保持部 5 3 が第 2 壁面 W 4 を向いた状態で、車輪駆動用モータ 7 1 を制御して、球殻車輪 5 1 を駆動させる（図 13 ( f ) 白抜き矢印参照）。これにより、第 2 壁面 W 4 に磁気吸着された車両 1 の前後輪（磁気吸着車輪 5 F L , 5 F R , 5 R L , 5 R R ）は、第 2 壁面 W 4 を進む（図 13 ( f ) 白抜き矢印参照）。

#### 【 0 0 7 2 】

なお、図 12 及び図 13 を用いて、車両 1 が壁面から壁面に移動する場合を例に説明したが、同様の動作により、車両 1 は、壁面から天井面、天井面から壁面に移動することができる。また、車両 1 は、壁面から床面に移動することもできる。

#### 【 0 0 7 3 】

以上、本実施形態に係る磁気吸着車輪 5 を有する車両 1 について説明したが、本開示は上記実施形態等に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本開示の要旨の範囲内において、種々の変形、改良が可能である。

#### 【 0 0 7 4 】

動力伝達部 7 2 , 8 2 は、ベルト / プーリによって回転動力を伝達する構成を例に説明したが、これに限られるものではない。例えば、チェーン / スプロケットによって回転動力を伝達する構成であってもよく、ギアによって回転動力を伝達する構成であってもよい。

#### 【 符号の説明 】

#### 【 0 0 7 5 】

1 , 1 A 車両

2 ボディ

2 1 軸受

2 2 軸受

3 L , 3 R ロッカーリンク

3 5 1 , 3 5 2 支持部

10

20

30

40

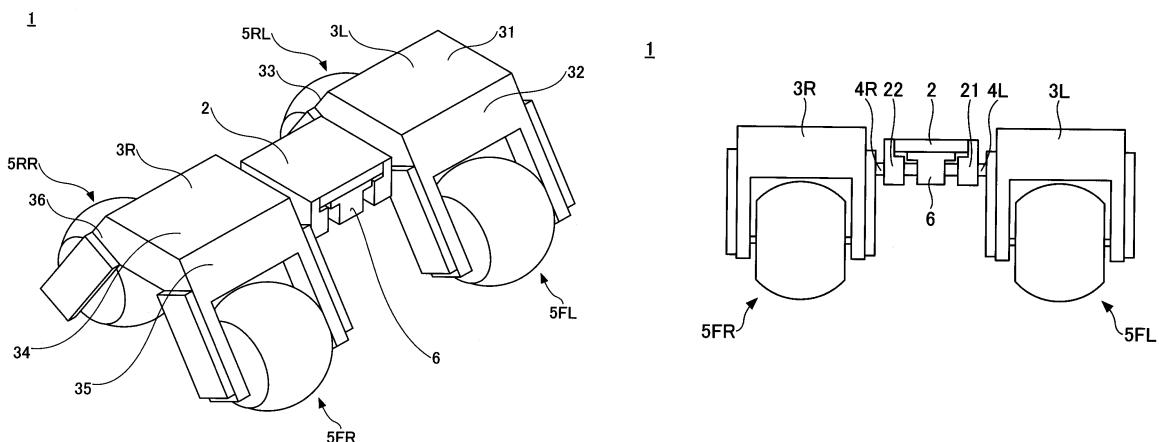
50

4 L , 4 R シャフト	
5 , 5 F L , 5 F R , 5 R L , 5 R R 磁気吸着車輪	
6 ディファレンシャルギア(回転機構)	
3 5 1 支持部	
3 5 1 a 貫通部	
5 1 球殻車輪	
5 2 永久磁石	
5 3 永久磁石保持部	
5 4 第1シャフト	10
5 5 第2シャフト	
5 6 車輪駆動部	
5 6 1 出力軸	
5 7 磁石駆動部	
5 7 1 出力軸	
5 7 2 カプラ	
5 8 ~ 6 0 ベアリング	
7 1 車輪駆動用モータ	
7 2 動力伝達部	
7 3 第1ブーリ	
7 4 第2ブーリ	20
7 5 タイミングベルト	
7 6 ~ 7 8 ベアリング	
8 1 磁石駆動用モータ	
8 2 動力伝達部	
8 3 第1ブーリ	
8 4 第2ブーリ	
8 5 タイミングベルト	
8 6 ~ 8 8 ベアリング	

【図面】

【図1】

【図2】



10

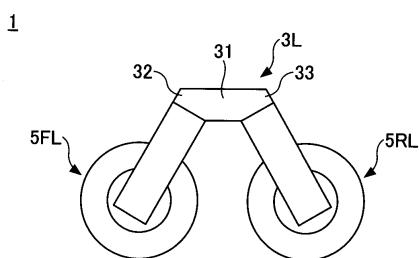
20

30

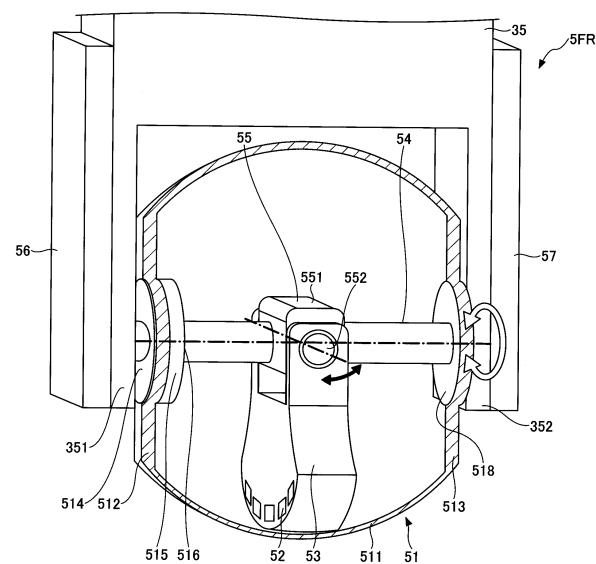
40

50

【図3】



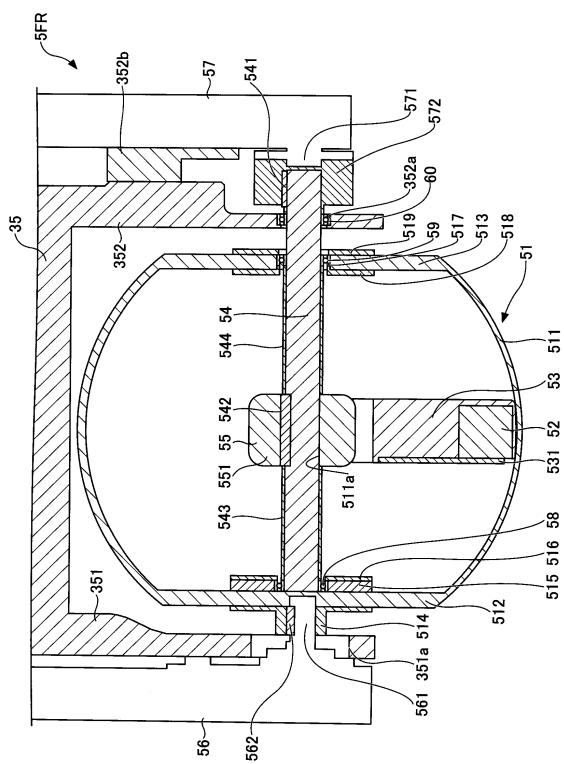
【図4】



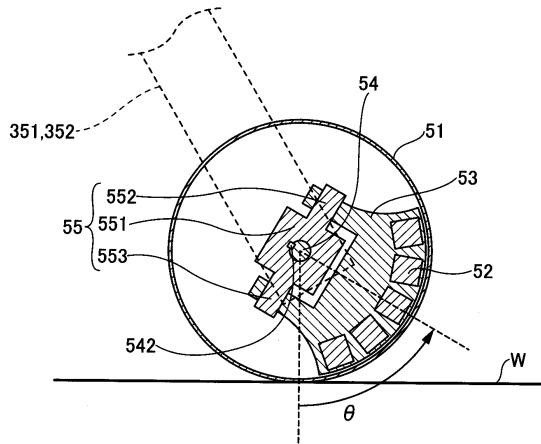
10

20

【図5】



【図6】

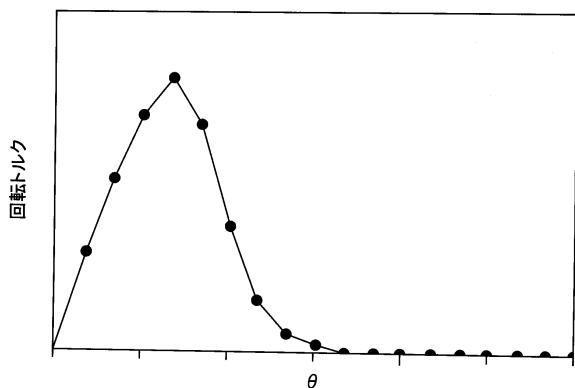


30

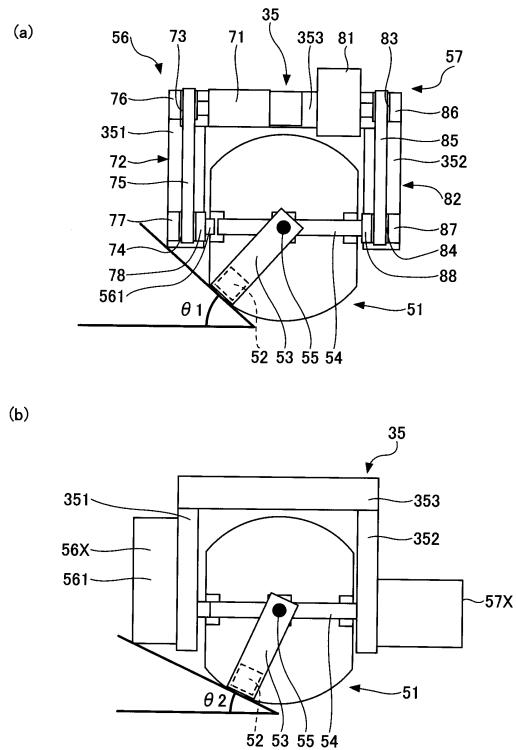
40

50

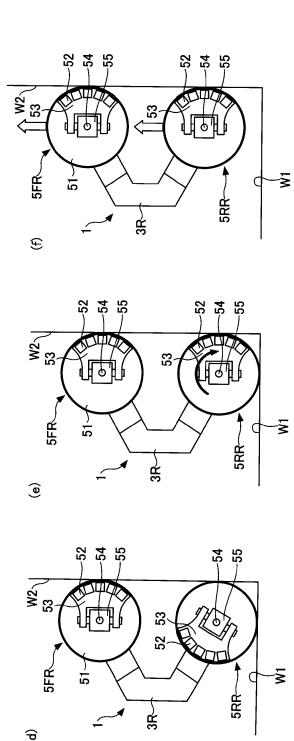
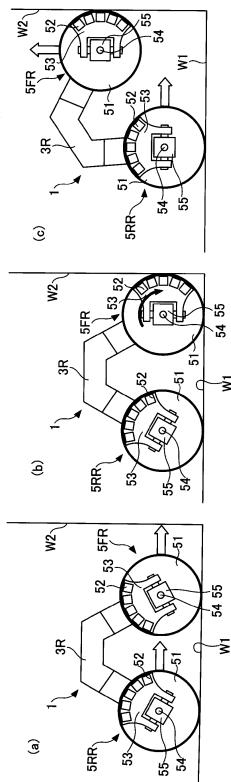
【図 7】



【図 8】



【図 1 1】



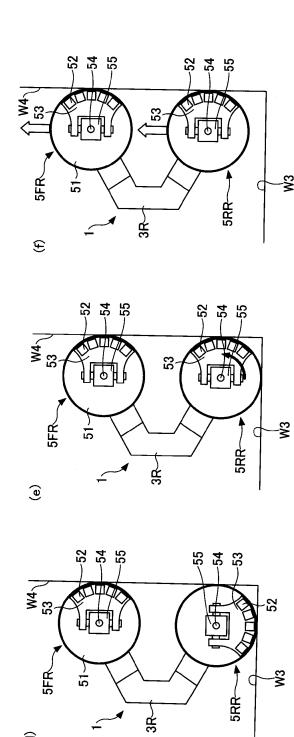
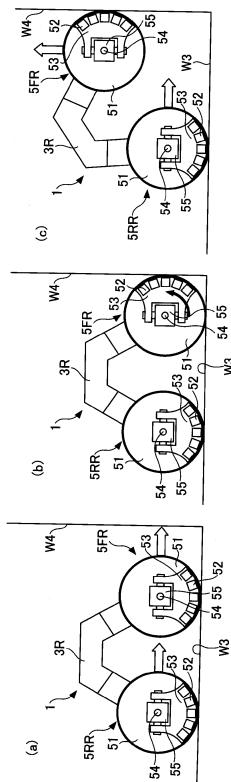
10

20

30

40

【図 1 3】



50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献
- 特開平05-185964 (JP, A)  
特開2010-202154 (JP, A)  
特開2000-052702 (JP, A)  
特開平11-192803 (JP, A)  
特開平09-011893 (JP, A)  
米国特許出願公開第2016/0325794 (US, A1)  
中国特許出願公開第109484507 (CN, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
- B60B 33/08  
B62D 57/02