

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7588560号
(P7588560)

(45)発行日 令和6年11月22日(2024.11.22)

(24)登録日 令和6年11月14日(2024.11.14)

(51)国際特許分類	F I
H 0 2 P 3/22 (2006.01)	H 0 2 P 3/22 B
B 6 0 L 15/20 (2006.01)	B 6 0 L 15/20 S
B 6 0 L 7/06 (2006.01)	B 6 0 L 7/06
B 6 0 L 9/18 (2006.01)	B 6 0 L 9/18 P

請求項の数 5 (全68頁)

(21)出願番号	特願2021-117079(P2021-117079)	(73)特許権者	000137292 株式会社マキタ 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号
(22)出願日	令和3年7月15日(2021.7.15)	(74)代理人	110000110 弁理士法人 快友国際特許事務所
(65)公開番号	特開2023-13127(P2023-13127A)	(72)発明者	嶋 邦久 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
(43)公開日	令和5年1月26日(2023.1.26)	(72)発明者	鈴木 均 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
審査請求日	令和6年4月17日(2024.4.17)	(72)発明者	梅本 亮 愛知県安城市住吉町3丁目11番8号 株式会社マキタ内
		審査官	池田 貴俊

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 運搬車

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

運搬車であって、
駆動輪と、
前記駆動輪を回転させるモータと、
前記モータを駆動するように構成されたモータ駆動回路と、
前記モータを電氣的に制動するように構成されたモータ制動回路と、
前記モータの回転速度を検出する回転速度センサと、
前記モータの目標回転速度と前記回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記モータ駆動回路と前記モータ制動回路を介して前記モータを制御するように構成された制御ユニットを備えており、
前記モータ制動回路が、制御入力信号に応じて第1モードと第2モードで動作可能な半導体素子を備えており、
前記半導体素子において、前記モータを電氣的に制動するためのブレーキ電流が流れており、
前記半導体素子が前記第1モードで動作する場合に、前記制御入力信号が変動した時に前記ブレーキ電流の大きさが実質的に線形に変動し、
前記半導体素子が前記第2モードで動作する場合に、前記制御入力信号が変動した時の前記ブレーキ電流の大きさの変動が、前記第1モードにおける変動よりも少なく、
前記モータ制動回路が、前記モータを制動する際に、前記半導体素子を前記第1モード

10

20

で動作させるように構成されており、

前記制御ユニットは、前記モータの目標回転減速度と、前記モータの現在の回転減速度をそれぞれ特定し、前記目標回転減速度が前記現在の回転減速度よりも低い場合に、前記ブレーキ電流の電流指令値を増加させ、前記目標回転減速度が前記現在の回転減速度よりも高い場合に、前記電流指令値を減少させる、運搬車。

【請求項 2】

前記モータの前記目標回転減速度は、前記モータの目標回転速度と前記モータの現在の回転速度に基づいて特定される、請求項 1 の運搬車。

【請求項 3】

前記モータ制動回路が、
前記半導体素子と直列に接続された抵抗器と、
前記抵抗器を流れる電流を検出する電流検出回路と、
前記制御ユニットから入力された前記電流指令値と前記電流検出回路で検出された電流値を比較して前記制御入力信号を生成する比較回路をさらに備えている、請求項 1 または 2 の運搬車。

【請求項 4】

第 2 駆動輪と、
前記第 2 駆動輪を回転させる第 2 モータと、
前記第 2 モータを駆動するように構成された第 2 モータ駆動回路と、
前記第 2 モータを電氣的に制動するように構成された第 2 モータ制動回路と、
前記第 2 モータの回転速度を検出する第 2 回転速度センサをさらに備えており、
前記制御ユニットが、前記第 2 モータの目標回転速度と前記第 2 回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記第 2 モータ駆動回路と前記第 2 モータ制動回路を介して前記第 2 モータを制御するように構成されており、
前記第 2 モータ制動回路が、第 2 制御入力信号に応じて第 3 モードと第 4 モードで動作可能な第 2 半導体素子を備えており、
前記第 2 半導体素子において、前記第 2 モータを電氣的に制動するための第 2 ブレーキ電流が流れており、
前記第 2 半導体素子が前記第 3 モードで動作する場合に、前記第 2 制御入力信号が変動した時に前記第 2 ブレーキ電流の大きさが実質的に線形に変動し、
前記第 2 半導体素子が前記第 4 モードで動作する場合に、前記第 2 制御入力信号が変動した時の前記第 2 ブレーキ電流の大きさの変動が、前記第 3 モードにおける変動よりも少なく、

前記第 2 モータ制動回路が、前記第 2 モータを制動する際に、前記第 2 半導体素子を前記第 3 モードで動作させるように構成されている、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の運搬車。

【請求項 5】

前記モータの前記目標回転速度と前記第 2 モータの前記目標回転速度が別個に設定されている、請求項 4 の運搬車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書で開示する技術は、運搬車に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、運搬車が開示されている。前記運搬車は、駆動輪と、前記駆動輪を回転させるモータと、前記モータを駆動するように構成されたモータ駆動回路と、前記モータを電氣的に制動するように構成されたモータ制動回路と、前記モータの回転速度を検出する回転速度センサと、前記モータの目標回転速度と前記回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記モータ駆動回路と前記モータ制動回路を介して前記モータを制御

10

20

30

40

50

するように構成された制御ユニットを備えている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2004-284555号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

運搬車を安定して動作させるためには、モータ制動回路によってモータに作用する制動力の大きさを安定させる必要がある。本明細書では、モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさを安定させることが可能な技術を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

本明細書が開示する運搬車は、駆動輪と、前記駆動輪を回転させるモータと、前記モータを駆動するように構成されたモータ駆動回路と、前記モータを電氣的に制動するように構成されたモータ制動回路と、前記モータの回転速度を検出する回転速度センサと、前記モータの目標回転速度と前記回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記モータ駆動回路と前記モータ制動回路を介して前記モータを制御するように構成された制御ユニットを備えていてもよい。前記モータ制動回路は、制御入力信号に応じて線形モードとスイッチングモードで動作可能な電子的可変抵抗素子を備えていてもよい。前記モータ制動回路は、前記モータを制動する際に、前記電子的可変抵抗素子を前記線形モードで動作させるように構成されていてもよい。

20

【0006】

上記の構成では、モータ制動回路によってモータに作用する制動力の大きさは、電子的可変抵抗素子を流れる電流の大きさに応じて変化する。上記の構成によれば、モータ制動回路が、モータを制動する際に、電子的可変抵抗素子を線形モードで動作させるので、電子的可変抵抗素子を流れる電流の大きさをきめ細かく調整することができ、モータ制動回路によってモータに作用する制動力の大きさをきめ細かく調整することができる。このような構成とすることによって、モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさを安定させることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施例に係る運搬車2を前方右方上方から見た斜視図である。

【図2】実施例に係る車台ユニット4を前方右方下方から見た斜視図である。

【図3】実施例に係る車台ユニット4を後方右方上方から見た斜視図である。

【図4】実施例に係る車台ユニット4の右前過積載検知機構302aを前方右方上方から見た斜視図である。

【図5】実施例に係る車台ユニット4において、過積載検知センサ320aがオフの状態での右前過積載検知機構302aの縦断面図である。

【図6】実施例に係る車台ユニット4において、過積載検知センサ320aがオンの状態での右前過積載検知機構302aの縦断面図である。

40

【図7】変形例に係る車台ユニット4において、過積載検知センサ380がオフの状態での過積載検知機構364の縦断面図である。

【図8】変形例に係る車台ユニット4において、過積載検知センサ380がオンの状態での過積載検知機構364の縦断面図である。

【図9】実施例に係る車台ユニット4を前後方向および上下方向に沿った断面で見た断面図である。

【図10】実施例に係る車台ユニット4を左右方向および上下方向に沿った断面で見た断面図である。

【図11】実施例に係るハンドルユニット8を後方右方上方から見た斜視図である。

50

【図 1 2】実施例に係るハンドルユニット 8 の下部を前方右方下方から見た斜視図である。

【図 1 3】実施例に係るハンドルユニット 8 の支持パイプ 7 8 と、クランプ部材 8 0 と、固定部材 8 2 と、ハンドルシャフト 8 4 と、回動角度センサ 8 8 を、前方右方下方から見た斜視図である。

【図 1 4】実施例に係るハンドルユニット 8 の可動カム部材 9 0 を、後方左方上方から見た斜視図である。

【図 1 5】実施例に係るハンドルユニット 8 の固定カム部材 9 2 を、前方左方上方から見た斜視図である。

【図 1 6】実施例に係るハンドルユニット 8 において、右方向へ操舵する操作が行われた状態での、ハンドルユニット 8 の下部を前後方向および左右方向に沿った断面で見た断面図である。

10

【図 1 7】実施例に係るハンドルユニット 8 において、右方向へ操舵する操作が行われた状態での、ハンドルユニット 8 の下部を前方右方下方から見た斜視図である。

【図 1 8】実施例に係る操舵ユニット 1 0 および前輪ユニット 1 2 を前方左方上方から見た斜視図である。

【図 1 9】実施例に係る操舵ユニット 1 0 を前方左方上方から見た斜視図である。

【図 2 0】実施例に係る操舵ユニット 1 0 を前後方向および左右方向に沿った断面で見た断面図である。

【図 2 1】実施例に係る操舵ユニット 1 0 のスピンドル 1 7 8、カムホイール 1 8 0、可動ギヤ 1 8 2 およびコイルバネ 1 8 4 を、後方左方下方から見た分解斜視図である。

20

【図 2 2】実施例に係る操舵ユニット 1 0 を前後方向および上下方向に沿った断面で見た断面図である。

【図 2 3】実施例に係る右前輪ユニット 1 2 a を前方左方上方から見た斜視図である。

【図 2 4】実施例に係る右前輪ユニット 1 2 a を左右方向および上下方向に沿った断面で見た断面図である。

【図 2 5】実施例に係る後輪ユニット 1 4 を後方右方上方から見た斜視図である。

【図 2 6】実施例に係る右後輪ユニット 1 4 a を後方左方上方から見た斜視図である。

【図 2 7】実施例に係るバンパユニット 1 6 を前方右方上方から見た斜視図である。

【図 2 8】実施例に係るバンパユニット 1 6 の直動軸受 5 2 2 の近傍を前後方向および左右方向に沿った断面で見た断面図である。

30

【図 2 9】実施例に係るバンパユニット 1 6 を後方左方上方から見た斜視断面図である。

【図 3 0】実施例に係る運搬車 2 の回路構成を模式的に示す図である。

【図 3 1】実施例に係る切換回路 4 3 6 の回路構成を模式的に示す図である。

【図 3 2】実施例に係る遮断回路 4 3 8、モータドライバ 4 5 4、4 5 6、4 5 8、4 6 0、ブレーキ回路 4 6 8、4 7 0、4 7 2、4 7 4 の回路構成を模式的に示す図である。

【図 3 3】実施例に係る遮断回路 4 4 0、電磁ブレーキドライバ 4 6 4、4 6 6 の回路構成を模式的に示す図である。

【図 3 4】実施例に係る遮断回路 4 4 2、モータドライバ 4 6 2 の回路構成を模式的に示す図である。

【図 3 5】実施例に係る運搬車 2 のメイン M C U 4 3 4 が実行する処理のフローチャートである。

40

【図 3 6】実施例に係る運搬車 2 のメイン M C U 4 3 4 が手動モードで実行する処理のフローチャートである。

【図 3 7】実施例に係る運搬車 2 のメイン M C U 4 3 4 が自動モードで実行する処理のフローチャートである。

【図 3 8】実施例に係る運搬車 2 のモータ M C U 4 4 4、4 4 6 が実行する処理のフローチャートである。

【図 3 9】実施例に係る運搬車 2 のモータ M C U 4 4 4、4 4 6 が実行する処理のフローチャートである。

【図 4 0】実施例に係る運搬車 2 のモータ M C U 4 4 8、4 5 0 が実行する処理のフロー

50

チャートである。

【図４１】実施例に係る運搬車２のモータＭＣＵ４４８，４５０が実行する処理のフローチャートである。

【図４２】実施例に係る運搬車２が手動モードで平地および下り坂を走行する場合の進行速度と、ブレーキ電流と、ブレーキ回路温度の経時的な変化の例を示すグラフである。

【図４３】実施例に係る運搬車２のモータＭＣＵ４５２が実行する処理のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【０００８】

以下では、本発明の代表的かつ非限定的な具体例について、図面を参照して詳細に説明する。この詳細な説明は、本発明の好ましい例を実施するための詳細を当業者に示すことを単純に意図しており、本発明の範囲を限定することを意図したものではない。また、以下に開示される追加的な特徴ならびに発明は、さらに改善された運搬車、その製造方法及び使用方法を提供するために、他の特徴や発明とは別に、又は共に用いることができる。

【０００９】

また、以下の詳細な説明で開示される特徴や工程の組み合わせは、最も広い意味において本発明を実施する際に必須のものではなく、特に本発明の代表的な具体例を説明するためにのみ記載されるものである。さらに、上記及び下記の代表的な具体例の様々な特徴、ならびに、独立及び従属クレームに記載されるものの様々な特徴は、本発明の追加的かつ有用な実施形態を提供するにあたって、ここに記載される具体例のとおり、あるいは列挙された順番のとおりに組合せなければならないものではない。

【００１０】

本明細書及び／又は特許請求の範囲に記載された全ての特徴は、実施例及び／又はクレームに記載された特徴の構成とは別に、出願当初の開示ならびにクレームされた特定事項に対する限定として、個別に、かつ互いに独立して開示されることを意図するものである。さらに、全ての数値範囲及びグループ又は集団に関する記載は、出願当初の開示ならびにクレームされた特定事項に対する限定として、それらの中間の構成を開示する意図を持ってなされている。

【００１１】

１つまたはそれ以上の実施形態において、運搬車は、駆動輪と、前記駆動輪を回転させるモータと、前記モータを駆動するように構成されたモータ駆動回路と、前記モータを電氣的に制動するように構成されたモータ制動回路と、前記モータの回転速度を検出する回転速度センサと、前記モータの目標回転速度と前記回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記モータ駆動回路と前記モータ制動回路を介して前記モータを制御するように構成された制御ユニットを備えていてもよい。前記モータ制動回路は、制御入力信号に応じて線形モードとスイッチングモードで動作可能な電子的可変抵抗素子を備えていてもよい。前記モータ制動回路は、前記モータを制動する際に、前記電子的可変抵抗素子を前記線形モードで動作させるように構成されていてもよい。

【００１２】

上記の構成では、モータ制動回路によってモータに作用する制動力の大きさは、電子的可変抵抗素子を流れる電流の大きさに応じて変化する。上記の構成によれば、モータ制動回路が、モータを制動する際に、電子的可変抵抗素子を線形モードで動作させるので、電子的可変抵抗素子を流れる電流の大きさをきめ細かく調整することができ、モータ制動回路によってモータに作用する制動力の大きさをきめ細かく調整することができる。このような構成とすることによって、モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさを安定させることができる。

【００１３】

１つまたはそれ以上の実施形態において、前記モータ制動回路は、前記電子的可変抵抗素子と直列に接続された抵抗器と、前記抵抗器を流れる電流を検出する電流検出回路と、前記制御ユニットから入力された電流指令値と前記電流検出回路で検出された電流値を比

10

20

30

40

50

較して前記制御入力信号を生成する比較回路をさらに備えていてもよい。

【 0 0 1 4 】

上記の構成によれば、制御ユニットから入力される電流指令値に応じた電流を電子的可変抵抗素子に流すことができる。モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさをより安定させることができる。

【 0 0 1 5 】

1つまたはそれ以上の実施形態において、前記運搬車は、第2駆動輪と、前記第2駆動輪を回転させる第2モータと、前記第2モータを駆動するように構成された第2モータ駆動回路と、前記第2モータを電氣的に制動するように構成された第2モータ制動回路と、前記第2モータの回転速度を検出する第2回転速度センサをさらに備えていてもよい。前記制御ユニットは、前記第2モータの目標回転速度と前記第2回転速度センサで検出される回転速度に基づいて、前記第2モータ駆動回路と前記第2モータ制動回路を介して前記第2モータを制御するように構成されていてもよい。前記第2モータ制動回路は、第2制御入力信号に応じて線形モードとスイッチングモードで動作可能な第2電子的可変抵抗素子を備えていてもよい。前記第2モータ制動回路が、前記第2モータを制動する際に、前記第2電子的可変抵抗素子を前記線形モードで動作させるように構成されていてもよい。

10

【 0 0 1 6 】

上記の構成によれば、モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさと、第2モータ制動回路が第2モータに作用させる制動力の大きさを、それぞれ安定させることができる。

20

【 0 0 1 7 】

1つまたはそれ以上の実施形態において、前記モータの前記目標回転速度と前記第2モータの前記目標回転速度が別個に設定されていてもよい。

【 0 0 1 8 】

上記の構成によれば、モータと第2モータがそれぞれ異なる回転速度で動作する場合であっても、モータ制動回路がモータに作用させる制動力の大きさと、第2モータ制動回路が第2モータに作用させる制動力の大きさを、それぞれ安定させることができる。

【 0 0 1 9 】

(実施例)

図1に示す運搬車2は、車台ユニット4と、荷台ユニット6と、ハンドルユニット8と、操舵ユニット10と、前輪ユニット12と、後輪ユニット14と、バンパユニット16を備えている。運搬車2は、荷台ユニット6に積載された荷物を運搬する。運搬車2は、車台ユニット4に搭載された受信機(図示せず)を備えている。運搬車2は、手動モード、自動モードまたはパーキングモードの何れかで動作することができる。手動モードでは、運搬車2は、ハンドルユニット8の後方に立ったユーザがハンドルユニット8を把持した状態で、ユーザによる操作に応じて前方または後方へ移動する。自動モードでは、運搬車2は、車台ユニット4の前方に立ったユーザが携帯するビーコン(図示せず)を追尾して移動する追従運転や、ユーザが操作するリモコン(図示せず)からの指示に応じて移動するリモコン運転を行う。この場合、運搬車2は、受信機によって、ビーコンやリモコンからの電波を受信する。パーキングモードでは、運搬車2は、後輪ユニット14をロックしてその場で停止し続ける。

30

【 0 0 2 0 】

(車台ユニット4)

図2、図3に示すように、車台ユニット4は、ベースプレート20と、前側支持部材22と、後側支持部材24と、右下側フレーム26と、左下側フレーム28と、右上側フレーム30と、左上側フレーム32と、バッテリーボックス34と、過積載検知機構302と、緊急停止スイッチケース304と、上側コントローラケース306と、下側コントローラケース36を備えている。過積載検知機構302は、右前過積載検知機構302aと、左前過積載検知機構302bと、右後過積載検知機構302cと、左後過積載検知機構302dを備えている。

40

50

【 0 0 2 1 】

図 2 に示すように、ベースプレート 2 0 は、アルミ製の部材であって、長手方向が前後方向に沿っており、短手方向が左右方向に沿った、略矩形の平板形状を有している。緊急停止スイッチケース 3 0 4 は、樹脂製の部材であって、ベースプレート 2 0 の前端において、ベースプレート 2 0 の下面に固定されている。緊急停止スイッチケース 3 0 4 の前面には、ユーザが押圧操作可能な緊急停止スイッチ 3 0 8 が設けられている。緊急停止スイッチ 3 0 8 は、通常時はオフであり、ユーザにより押圧操作されるとオンになる。緊急停止スイッチ 3 0 8 は、後述するメイン制御回路基板 4 4 に電氣的に接続されている。なお、緊急停止スイッチケース 3 0 4 は、ベースプレート 2 0 の後端、右端または左端に設けられていてもよく、それに応じて、緊急停止スイッチ 3 0 8 は、緊急停止スイッチケース 3 0 4 の後面、右面または左面に設けられていてもよい。

10

【 0 0 2 2 】

前側支持部材 2 2 は、鋼製の部材であって、ベースプレート 2 0 の前部において、右前過積載検知機構 3 0 2 a および左前過積載検知機構 3 0 2 b を介してベースプレート 2 0 の下面に取り付けられている。図 3 に示すように、後側支持部材 2 4 は、鋼製の部材であって、ベースプレート 2 0 の後部において、右後過積載検知機構 3 0 2 c および左後過積載検知機構 3 0 2 d を介してベースプレート 2 0 の下面に取り付けられている。右下側フレーム 2 6 と左下側フレーム 2 8 は、いずれも鋼製の部材であって、ベースプレート 2 0 よりも下方で、前後方向に延びている。右下側フレーム 2 6 の前部と左下側フレーム 2 8 の前部は、それぞれ、前側支持部材 2 2 に固定されている。右下側フレーム 2 6 の後部と左下側フレーム 2 8 の後部は、それぞれ、後側支持部材 2 4 に固定されている。

20

【 0 0 2 3 】

右前過積載検知機構 3 0 2 a と、左前過積載検知機構 3 0 2 b と、右後過積載検知機構 3 0 2 c と、左後過積載検知機構 3 0 2 d は、いずれも同様の構成を備えている。図 4 に示すように、右前過積載検知機構 3 0 2 a と、左前過積載検知機構 3 0 2 b と、右後過積載検知機構 3 0 2 c と、左後過積載検知機構 3 0 2 d は、いずれも、ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d と、コイルバネ 3 1 4 a , 3 1 4 b , 3 1 4 c , 3 1 4 d と、検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d と、ベース部材 3 1 8 a , 3 1 8 b , 3 1 8 c , 3 1 8 d と、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d を備えている。図 5 に示すように、ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d は、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d と、フランジ部 3 2 4 a , 3 2 4 b , 3 2 4 c , 3 2 4 d と、上側小径部 3 2 6 a , 3 2 6 b , 3 2 6 c , 3 2 6 d と、下側小径部 3 2 8 a , 3 2 8 b , 3 2 8 c , 3 2 8 d を備えている。円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d は、軸方向が上下方向に沿った略円柱形状を有している。フランジ部 3 2 4 a , 3 2 4 b , 3 2 4 c , 3 2 4 d は、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d の上方に配置されており、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d よりも径方向外側に突出した形状を有している。上側小径部 3 2 6 a , 3 2 6 b , 3 2 6 c , 3 2 6 d は、フランジ部 3 2 4 a , 3 2 4 b , 3 2 4 c , 3 2 4 d の上方に配置されており、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d よりも小径の略円柱形状を有している。下側小径部 3 2 8 a , 3 2 8 b , 3 2 8 c , 3 2 8 d は、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d の下方に配置されており、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d よりも小径の略円柱形状を有している。

30

40

【 0 0 2 4 】

上側小径部 3 2 6 a , 3 2 6 b , 3 2 6 c , 3 2 6 d は、ベースプレート 2 0 に形成された貫通孔 3 3 0 a , 3 3 0 b , 3 3 0 c , 3 3 0 d に下方から挿入されている。ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d の上端には、ネジ穴 3 3 2 a , 3 3 2 b , 3 3 2 c , 3 3 2 d が形成されている。ネジ穴 3 3 2 a , 3 3 2 b , 3 3 2 c , 3 3 2 d には、ワッシャ 3 3 4 a , 3 3 4 b , 3 3 4 c , 3 3 4 d を介してボルト 3 3 6 a , 3 3 6 b , 3 3 6 c , 3 3 6 d が螺合している。ボルト 3 3 6 a , 3 3 6 b , 3 3 6 c , 3 3 6 d がネジ穴 3 3 2 a , 3 3 2 b , 3 3 2 c , 3 3 2 d に螺合した状態では、ベースプレ

50

ート20がワッシャ334a, 334b, 334c, 334dとフランジ部324a, 324b, 324c, 324dによって挟持される。貫通孔20a, 20b, 20c, 20dの内径は、上側小径部326a, 326b, 326c, 326dの外径よりも僅かに大きいので、ピラー部材312a, 312b, 312c, 312dはベースプレート20に対して僅かに傾動可能である。

【0025】

下側小径部328a, 328b, 328c, 328dは、前側支持部材22（または後側支持部材24）に形成された貫通孔338a, 338b, 338c, 338dに上方から挿入されている。貫通孔338a, 338b, 338c, 338dの内径は、下側小径部328a, 328b, 328c, 328dの外径よりも僅かに大きいので、ピラー部材312a, 312b, 312c, 312dは前側支持部材22（または後側支持部材24）に対して僅かに傾動可能である。ピラー部材312a, 312b, 312c, 312dには、コイルバネ314a, 314b, 314c, 314dが取り付けられている。コイルバネ314a, 314b, 314c, 314dの上端は、ワッシャ340a, 340b, 340c, 340dの下面に当接している。ワッシャ340a, 340b, 340c, 340dの上面は、フランジ部324a, 324b, 324c, 324dの下面に当接している。コイルバネ314a, 314b, 314c, 314dの下端は、前側支持部材22（または後側支持部材24）の上面に当接している。コイルバネ314a, 314b, 314c, 314dは、ピラー部材312a, 312b, 312c, 312dを前側支持部材22（または後側支持部材24）に対して上方に向けて付勢している。

【0026】

ピラー部材312a, 312b, 312c, 312dの下端には、ネジ穴342a, 342b, 342c, 342dが形成されている。ネジ穴342a, 342b, 342c, 342dには、検知プレート316a, 316b, 316c, 316dを介してボルト344a, 344b, 344c, 344dが螺合している。検知プレート316a, 316b, 316c, 316dは、前後方向および左右方向に沿った略平板形状を有する支持部346a, 346b, 346c, 346dと、支持部346a, 346b, 346c, 346dの端部から下方に向けて屈曲しており、前後方向および上下方向に沿った略平板形状を有する検知部348a, 348b, 348c, 348dを備えている。

【0027】

ベース部材318a, 318b, 318c, 318dは、係合部350a, 350b, 350c, 350dと、ナット部352a, 352b, 352c, 352dと、ガイド部354a, 354b, 354c, 354dと、センサ保持部356a, 356b, 356c, 356dを備えている。係合部350a, 350b, 350c, 350dは、前側支持部材22（または後側支持部材24）に係合可能である。ナット部352a, 352b, 352c, 352dには、ボルト358a, 358b, 358c, 358dが螺合している。ボルト358a, 358b, 358c, 358dの下端は、ナット部352a, 352b, 352c, 352dを貫通して、前側支持部材22（または後側支持部材24）の上面に当接する。ベース部材318a, 318b, 318c, 318dは、係合部350a, 350b, 350c, 350dを前側支持部材22（または後側支持部材24）に係合させた状態で、ナット部352a, 352b, 352c, 352dに対してボルト358a, 358b, 358c, 358dを締め付けることで、前側支持部材22（または後側支持部材24）に固定されている。ガイド部354a, 354b, 354c, 354dは、検知プレート316a, 316b, 316c, 316dの上下方向の移動をガイドする形状を有している。センサ保持部356a, 356b, 356c, 356dには、過積載検知センサ320a, 320b, 320c, 320dが取り付けられている。過積載検知センサ320a, 320b, 320c, 320dのセンサ保持部356a, 356b, 356c, 356dに対する上下方向の取付位置は、調整可能である。

【0028】

本実施例の過積載検知センサ320a, 320b, 320c, 320dは、いわゆるフ

10

20

30

40

50

オートインタラプタである。過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d は、互いに対向して配置された発光素子 3 6 0 a , 3 6 0 b , 3 6 0 c , 3 6 0 d および受光素子 3 6 2 a , 3 6 2 b , 3 6 2 c , 3 6 2 d を備えている。過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d は、発光素子 3 6 0 a , 3 6 0 b , 3 6 0 c , 3 6 0 d と受光素子 3 6 2 a , 3 6 2 b , 3 6 2 c , 3 6 2 d の間が遮られていない場合にオフとなり、発光素子 3 6 0 a , 3 6 0 b , 3 6 0 c , 3 6 0 d と受光素子 3 6 2 a , 3 6 2 b , 3 6 2 c , 3 6 2 d の間が遮られている場合にオンとなる。過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d は、後述するメイン制御回路基板 4 4 (図 9 参照) に電氣的に接続されている。

【 0 0 2 9 】

10

図 5 に示すように、荷台ユニット 6 に荷物が積載されておらず、ベースプレート 2 0 に荷台ユニット 6 からの荷重が作用しない状態では、コイルバネ 3 1 4 a , 3 1 4 b , 3 1 4 c , 3 1 4 d の付勢力によって、検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d の支持部 3 4 6 a , 3 4 6 b , 3 4 6 c , 3 4 6 d の上面が前側支持部材 2 2 (または後側支持部材 2 4) の下面に当接する。この状態では、検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d の検知部 3 4 8 a , 3 4 8 b , 3 4 8 c , 3 4 8 d は発光素子 3 6 0 a , 3 6 0 b , 3 6 0 c , 3 6 0 d と受光素子 3 6 2 a , 3 6 2 b , 3 6 2 c , 3 6 2 d の間を遮っていないため、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d はオフとなっている。

【 0 0 3 0 】

20

図 5 に示す状態から、荷台ユニット 6 に荷物が載置され、ベースプレート 2 0 に荷台ユニット 6 からの荷重が作用すると、コイルバネ 3 1 4 a , 3 1 4 b , 3 1 4 c , 3 1 4 d の付勢力に抗して、ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d と検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d が前側支持部材 2 2 (または後側支持部材 2 4) に対して下方に移動する。この際に、ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d に所定の上限荷重 (例えば 2 5 k g f) 以上の荷重が作用すると、図 6 に示すように、検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d が発光素子 3 6 0 a , 3 6 0 b , 3 6 0 c , 3 6 0 d と受光素子 3 6 2 a , 3 6 2 b , 3 6 2 c , 3 6 2 d の間を遮り、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d はオフからオンに切り換わる。なお、ピラー部材 3 1 2 a , 3 1 2 b , 3 1 2 c , 3 1 2 d と検知プレート 3 1 6 a , 3 1 6 b , 3 1 6 c , 3 1 6 d は、円柱部 3 2 2 a , 3 2 2 b , 3 2 2 c , 3 2 2 d の下面がベースプレート 2 0 の上面に当接するまで、ベースプレート 2 0 に対して下方に移動可能である。このような構成とすることによって、過積載検知機構 3 0 2 は、荷台ユニット 6 への過積載を検知することができる。例えば、右前過積載検知機構 3 0 2 a と、左前過積載検知機構 3 0 2 b と、右後過積載検知機構 3 0 2 c と、左後過積載検知機構 3 0 2 d のそれぞれの上限荷重が 2 5 k g f である場合には、過積載検知機構 3 0 2 は、荷台ユニット 6 に 1 0 0 k g を超える荷物が載置された場合に、荷台ユニット 6 への過積載を検知する。

30

【 0 0 3 1 】

上記のように、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d は、いずれも、非接触式の検知センサである。このため、荷台ユニット 6 からの振動や衝撃が過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d に伝達して過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d が故障することを抑制することができる。

40

【 0 0 3 2 】

なお、右前過積載検知機構 3 0 2 a と、左前過積載検知機構 3 0 2 b と、右後過積載検知機構 3 0 2 c と、左後過積載検知機構 3 0 2 d として、図 7 に示す過積載検知機構 3 6 4 を用いてもよい。過積載検知機構 3 6 4 は、支持部材 3 6 6 と、ピラー部材 3 6 8 と、コイルバネ 3 7 0 と、検知プレート 3 7 2 と、上側ハウジング 3 7 4 と、センサ保持部材 3 7 6 と、下側ハウジング 3 7 8 と、過積載検知センサ 3 8 0 と、キャップ 3 8 2 を備えている。

50

【 0 0 3 3 】

支持部材 3 6 6 は、ベースプレート 2 0 の下面に固定されている。ピラー部材 3 6 8 は、円柱部 3 8 4 と、上側小径部 3 8 6 と、下側小径部 3 8 8 を備えている。円柱部 3 8 4 は、軸方向が上下方向に沿った略円柱形状を有している。上側小径部 3 8 6 は、円柱部 3 8 4 の上方に配置されており、円柱部 3 8 4 よりも小径の略円柱形状を有している。下側小径部 3 8 8 は、円柱部 3 8 4 の下方に配置されており、円柱部 3 8 4 よりも小径の略円柱形状を有している。上側小径部 3 8 6 は、支持部材 3 6 6 に形成された貫通孔 3 9 0 に下方から挿入されている。ピラー部材 3 6 8 の上端には、ネジ穴 3 9 2 が形成されている。ネジ穴 3 9 2 には、ワッシャ 3 9 4 , 3 9 6 を介してボルト 3 9 8 が螺合している。ボルト 3 9 8 がネジ穴 3 9 2 に螺合した状態では、支持部材 3 6 6 がワッシャ 3 9 6 と円柱部 3 8 4 によって挟持される。貫通孔 3 9 0 の内径は、上側小径部 3 8 6 の外径よりも僅かに大きいので、ピラー部材 3 6 8 は支持部材 3 6 6 に対して僅かに傾動可能である。

10

【 0 0 3 4 】

下側小径部 3 8 8 と円柱部 3 8 4 は、上側ハウジング 3 7 4 に形成された収容室 4 0 0 に上方から挿入されている。下側小径部 3 8 8 は、収容室 4 0 0 の底壁 4 0 2 に形成された貫通孔 4 0 4 に上方から挿入されている。貫通孔 4 0 4 の内径は、下側小径部 3 8 8 の外径よりも僅かに大きいので、ピラー部材 3 6 8 は上側ハウジング 3 7 4 に対して僅かに傾動可能である。ピラー部材 3 6 8 には、コイルバネ 3 7 0 が取り付けられている。コイルバネ 3 7 0 の上端は、円柱部 3 8 4 の下面に当接している。コイルバネ 3 7 0 の下端は、底壁 4 0 2 の上面に当接している。コイルバネ 3 7 0 は、ピラー部材 3 6 8 を上側ハウジング 3 7 4 に対して上方に向けて付勢している。収容室 4 0 0 の内径は、円柱部 3 8 4 の外径より僅かに大きい。収容室 4 0 0 の上端近傍には、円柱部 3 8 4 の側面と摺動可能に当接するシール部材 4 0 6 が設けられている。シール部材 4 0 6 は、例えば樹脂製のリングである。シール部材 4 0 6 によって、収容室 4 0 0 の内部に異物が侵入することが抑制されている。また、上側ハウジング 3 7 4 の上端には、円環状のクッション 4 0 8 が設けられている。

20

【 0 0 3 5 】

ピラー部材 3 6 8 の下端には、ネジ穴 4 1 0 が形成されている。ネジ穴 4 1 0 には、検知プレート 3 7 2 を介してボルト 4 1 2 が螺合している。検知プレート 3 7 2 は、前後方向および左右方向に沿った略平板形状を有する支持部 4 1 4 と、支持部 4 1 4 の端部から下方に向けて屈曲しており、前後方向および上下方向に沿った略平板形状を有する検知部 4 1 6 を備えている。上側ハウジング 3 7 4 の下部には、検知プレート 3 7 2 の上下方向の移動をガイドするガイド部 4 1 8 が形成されている。

30

【 0 0 3 6 】

上側ハウジング 3 7 4 の下端には、センサ保持部材 3 7 6 が固定されている。センサ保持部材 3 7 6 には、過積載検知センサ 3 8 0 が取り付けられている。本実施例の過積載検知センサ 3 8 0 は、いわゆるフォトインタラプタである。過積載検知センサ 3 8 0 は、互いに対向して配置された発光素子 4 2 0 および受光素子 4 2 2 を備えている。過積載検知センサ 3 8 0 は、発光素子 4 2 0 と受光素子 4 2 2 の間が遮られていない場合にオフとなり、発光素子 4 2 0 と受光素子 4 2 2 の間が遮られている場合にオンとなる。過積載検知センサ 3 8 0 は、後述するメイン制御回路基板 4 4 (図 9 参照) に電氣的に接続されている。

40

【 0 0 3 7 】

下側ハウジング 3 7 8 には、下側ハウジング 3 7 8 を上方から下方まで貫通する収容空間 4 2 4 が形成されている。上側ハウジング 3 7 4 の下部は、下側ハウジング 3 7 8 の収容空間 4 2 4 に上方から挿入されている。検知プレート 3 7 2 と、センサ保持部材 3 7 6 と、過積載検知センサ 3 8 0 は、収容空間 4 2 4 内に収容されている。下側ハウジング 3 7 8 は、上側ハウジング 3 7 4 とともに、前側支持部材 2 2 (または後側支持部材 2 4) に対して固定されている。下側ハウジング 3 7 8 の下端には、キャップ 3 8 2 が着脱可能に取り付けられている。

50

【 0 0 3 8 】

図 7 に示すように、荷台ユニット 6 に荷物が積載されておらず、ベースプレート 2 0 に荷台ユニット 6 からの荷重が作用しない状態では、コイルバネ 3 7 0 の付勢力によって、検知プレート 3 7 2 の支持部 4 1 4 の上面が上側ハウジング 3 7 4 の底壁 4 0 2 の下面に当接する。この状態では、検知プレート 3 7 2 の検知部 4 1 6 は発光素子 4 2 0 と受光素子 4 2 2 の間を遮っていないため、過積載検知センサ 3 8 0 はオフとなっている。

【 0 0 3 9 】

図 7 に示す状態から、荷台ユニット 6 に荷物が載置され、ベースプレート 2 0 に荷台ユニット 6 からの荷重が作用すると、コイルバネ 3 7 0 の付勢力に抗して、ピラー部材 3 6 8 と検知プレート 3 7 2 が上側ハウジング 3 7 4 に対して下方に移動する。この際に、ピラー部材 3 6 8 に所定の上限荷重（例えば 2 5 k g f ）以上の荷重が作用すると、図 8 に示すように、検知プレート 3 7 2 が発光素子 4 2 0 と受光素子 4 2 2 の間を遮ぎり、過積載検知センサ 3 8 0 はオフからオンに切り換わる。なお、ピラー部材 3 6 8 と検知プレート 3 7 2 は、支持部材 3 6 6 の下面がクッション 4 0 8 の上面に当接するまで、ベースプレート 2 0 に対して下方に移動可能である。このような構成とすることによって、過積載検知機構 3 0 2 は、荷台ユニット 6 への過積載を検知することができる。

【 0 0 4 0 】

上記のように、過積載検知センサ 3 8 0 は、非接触式の検知センサである。このため、荷台ユニット 6 からの振動や衝撃が過積載検知センサ 3 8 0 に伝達して過積載検知センサ 3 8 0 が故障することを抑制することができる。

【 0 0 4 1 】

過積載検知機構 3 0 2 では、上側ハウジング 3 7 4 と下側ハウジング 3 7 8 、キャップ 3 8 2 によって、コイルバネ 3 7 0 、検知プレート 3 7 2 、過積載検知センサ 3 8 0 の周囲が覆われている。このような構成とすることによって、コイルバネ 3 7 0 、検知プレート 3 7 2 、過積載検知センサ 3 8 0 等に異物が付着して過積載検知機構 3 0 2 の動作に影響を及ぼすことを抑制することができる。

【 0 0 4 2 】

図 3 に示すように、右上側フレーム 3 0 と左上側フレーム 3 2 は、いずれもアルミ製の部材であって、ベースプレート 2 0 よりも上方で、前後方向に延びている。右上側フレーム 3 0 と左上側フレーム 3 2 は、それぞれ、ベースプレート 2 0 の上面に固定されている。上側コントローラケース 3 1 2 は、樹脂製の部材であって、右上側フレーム 3 0 と左上側フレーム 3 2 の間で、ベースプレート 2 0 の上面に固定されている。図 9 に示すように、上側コントローラケース 3 1 2 の内部には、自動運転制御回路基板 4 2 6 が収容されている。自動運転制御回路基板 4 2 6 には、車台ユニット 4 に搭載された受信機と電氣的に接続された無線インターフェース（以下では I / F ともいう）4 2 8 （図 3 0 参照）、無線 I / F 4 2 8 と電氣的に接続された自動運転マイクロコントローラユニット（以下では M C U ともいう）4 3 0 （図 3 0 参照）等が搭載されている。自動運転制御回路基板 4 2 6 は、後述するメイン制御回路基板 4 4 に電氣的に接続されている。

【 0 0 4 3 】

図 3 に示すように、バッテリーボックス 3 4 は、樹脂製の部材であって、ベースプレート 2 0 の後部近傍で、ベースプレート 2 0 よりも下方に配置されている。バッテリーボックス 3 4 は、後側支持部材 2 4 に固定されている。図 9 に示すように、バッテリーボックス 3 4 の内部には、バッテリーパック 3 8 を着脱可能なバッテリー取付部 4 0 が設けられている。バッテリーパック 3 8 は、例えばリチウムイオン電池セル等の二次電池セルを備えている。運搬車 2 は、バッテリー取付部 4 0 に取り付けられたバッテリーパック 3 8 から供給される電力によって動作する。バッテリーボックス 3 4 の後部には、開閉可能なバッテリーカバー 4 2 が設けられている。バッテリーカバー 4 2 を開いた状態とし、バッテリーパック 3 8 をバッテリー取付部 4 0 に対して前後方向にスライドさせることで、バッテリーパック 3 8 をバッテリー取付部 4 0 に対して着脱することができる。

【 0 0 4 4 】

図 2 に示すように、下側コントローラケース 36 は、樹脂製の部材であって、ベースプレート 20 の中央近傍で、ベースプレート 20 よりも下方に配置されている。下側コントローラケース 36 は、右下側フレーム 26 の上面および左下側フレーム 28 の上面に載置された状態で、右下側フレーム 26 と左下側フレーム 28 に固定されている。図 9、図 10 に示すように、下側コントローラケース 36 は、1 つのメイン制御回路基板 44 と、2 つの駆動制御回路基板 46、48 と、4 つの電気ブレーキ回路基板 50、52、54、56 を保持している。

【0045】

図 9 に示すように、メイン制御回路基板 44 は、回路基板ケース 44a の内部に收容されている。回路基板ケース 44a は、下側コントローラケース 36 の内部の後方に收容されている。回路基板ケース 44a は、メイン制御回路基板 44 が上下方向および左右方向に沿うように配置されている。メイン制御回路基板 44 には、後述する制御電源回路 432、メイン MCU 434、切換回路 436、遮断回路 438、440、442 (図 30 参照) 等が搭載されている。

【0046】

図 10 に示すように、駆動制御回路基板 46、48 は、それぞれ、回路基板ケース 46a、48a の内部に收容されている。図 9 に示すように、回路基板ケース 46a、48a は、下側コントローラケース 36 の内部の前方下方に收容されている。回路基板ケース 46a、48a は、駆動制御回路基板 46、48 が前後方向および左右方向に沿うように配置されている。駆動制御回路基板 46、48 は、それぞれ、メイン制御回路基板 44 に電氣的に接続されている。駆動制御回路基板 46 には、後述するモータ MCU 444、448、452、モータドライバ 454、458、462、電磁ブレーキドライバ 464 (図 30 参照) 等が搭載されている。駆動制御回路基板 48 には、後述するモータ MCU 446、450、モータドライバ 456、460、電磁ブレーキドライバ 466 (図 30 参照) 等が搭載されている。

【0047】

図 10 に示すように、電気ブレーキ回路基板 50、52、54、56 は、それぞれ、放熱ケース 50a、52a、54a、56a に取り付けられている。放熱ケース 50a、52a、54a、56a は、それぞれ、電気ブレーキ回路基板 50、52、54、56 を收容する回路基板收容部 50b、52b、54b、56b と、放熱フィン 50c、52c、54c、56c と、冷却ファン 50d、52d、54d、56d を備えている。放熱ケース 50a、52a は、下側コントローラケース 36 の内部の前方上方に收容されている。放熱ケース 50a、52a は、電気ブレーキ回路基板 50、52 が前後方向および左右方向に沿うように、かつ冷却ファン 50d、52d が上方を向くように配置されている。放熱ケース 54a、56a は、下側コントローラケース 36 の外部の前方下方で下側コントローラケース 36 に固定された放熱プレート 58 に固定されている。放熱ケース 54a、56a は、電気ブレーキ回路基板 54、56 が前後方向および左右方向に沿うように、かつ冷却ファン 54d、56d が下方を向くように配置されている。電気ブレーキ回路基板 50、54 および冷却ファン 50d、54d は、駆動制御回路基板 46 に電氣的に接続されている。電気ブレーキ回路基板 52、56 および冷却ファン 52d、56d は、駆動制御回路基板 48 に電氣的に接続されている。電気ブレーキ回路基板 50、52、54、56 には、それぞれ、後述するブレーキ回路 468、470、472、474 (図 30 参照) 等が搭載されている。

【0048】

(荷台ユニット 6)

図 1 に示すように、荷台ユニット 6 は、メインフレーム 60 と、右側ガード 62 と、左側ガード 64 と、前側ガード 66 を備えている。メインフレーム 60 と、右側ガード 62 と、左側ガード 64 と、前側ガード 66 は、いずれも、鋼製の丸パイプから構成されている。メインフレーム 60 は、車台ユニット 4 のベースプレート 20 の上方において、前後方向および左右方向に沿うように配置されている。メインフレーム 60 は、車台ユニット

10

20

30

40

50

4の右上側フレーム30と左上側フレーム32の上面に載置された状態で、右上側フレーム30と左上側フレーム32に固定されている。メインフレーム60の上面には、運搬車2によって運搬する荷物が載置される。右側ガード62は、メインフレーム60の上面よりも上方に突出するように、メインフレーム60の右端に取り付けられている。右側ガード62は、前後方向および上下方向に沿うように配置されている。左側ガード64は、メインフレーム60の上面よりも上方に突出するように、メインフレーム60の左端に取り付けられている。左側ガード64は、前後方向および上下方向に沿うように配置されている。前側ガード66は、メインフレーム60の上面よりも上方に突出するように、メインフレーム60の前端に取り付けられている。前側ガード66は、左右方向および上下方向に沿うように配置されている。

10

【0049】

(ハンドルユニット8)

図11に示すように、ハンドルユニット8は、スイッチボックス70と、右側ハンドル72と、左側ハンドル74と、ハンドルアーム76と、支持パイプ78と、クランプ部材80と、固定部材82と、ハンドルシャフト84と、ベース部材86と、回転角度センサ88と、可動カム部材90と、固定カム部材92と、コイルバネ94を備えている。なお、以下では右側ハンドル72と、左側ハンドル74と、ハンドルアーム76と、支持パイプ78を総称して、操舵ハンドル73ともいう。

【0050】

スイッチボックス70には、主電源スイッチ96と、モード切換スイッチ98と、トリガスイッチ100と、進行方向切換スイッチ102と、速度切換スイッチ104と、警笛スイッチ106と、LED476が設けられている。主電源スイッチ96は、運搬車2の主電源のオン/オフを切り替えることができる。モード切換スイッチ98は、運搬車2の動作モードを、手動モード、自動モードおよびパーキングモードの間で切り換えることができる。トリガスイッチ100は、手動モードにおいて、運搬車2の前進や後退のオン/オフを切り替えることや、運搬車2の進行速度の調整を行うことができる。進行方向切換スイッチ102は、手動モードにおいて、運搬車2の進行方向を切り換えることができる。速度切換スイッチ104は、手動モードにおいて、運搬車2の上限進行速度を切り換えることができる。警笛スイッチ106は、スイッチボックス70に内蔵されたブザー478(図30参照)によって警笛を鳴らすことができる。LED476は、運搬車2の主電源のオン/オフや、設定されている進行方向や上限進行速度を表示することができる。主電源スイッチ96、モード切換スイッチ98、トリガスイッチ100、進行方向切換スイッチ102、速度切換スイッチ104、警笛スイッチ106、LED476、ブザー478は、それぞれ、メイン制御回路基板44(図9参照)に電氣的に接続されている。

20

30

【0051】

右側ハンドル72は、上下方向に伸びる支持部72aと、支持部72aの上端から右方に屈曲したハンドル部72bを備えている。支持部72aの下端は、ハンドルアーム76に固定されている。ハンドル部72bの右端には、右側グリップ72cが設けられている。スイッチボックス70は、右側グリップ72cよりも左方で、ハンドル部72bに固定されている。左側ハンドル74は、上下方向に伸びる支持部74aと、支持部74aの上端から左方に屈曲したハンドル部74bを備えている。支持部74aの下端は、ハンドルアーム76に固定されている。ハンドル部74bの左端には、左側グリップ74cが設けられている。ハンドルアーム76には、支持パイプ78の上端が固定されている。支持パイプ78は、上下方向に延びている。クランプ部材80は、支持パイプ78を左右両側から挟持するクランプ片80a、80bを備えている。クランプ片80a、80bの後端には、締結具(図示せず)により締結される締結部80cが形成されている。締結部80cの締結具が締め付けられると、クランプ片80a、80bが支持パイプ78の外面に強く押し付けられ、支持パイプ78はクランプ部材80に対して固定される。締結部80cの締結具が緩められると、クランプ片80a、80bが支持パイプ78の外面に押し付けられず、支持パイプ78はクランプ部材80に対して上下方向に移動可能となり、かつ上下

40

50

方向周りに回動可能となる。締結部 80c の締結具を緩めた状態で、支持パイプ 78 をクランプ部材 80 に対して所望の位置および角度に調整した後、締結部 80c の締結具を締め付けることで、クランプ部材 80 に対する支持パイプ 78 の位置および角度を固定することができる。

【0052】

図 12 に示すように、クランプ部材 80 の前部は、固定部材 82 に固定されている。固定部材 82 には、ハンドルシャフト 84 の上端が固定されている。ハンドルシャフト 84 の下端は、ベース部材 86 に回動可能に支持されている。ベース部材 86 は、車台ユニット 4 のベースプレート 20 の上面に固定されている。ベース部材 86 の下部には、回動角度センサ 88 が固定されている。回動角度センサ 88 は、ハンドルシャフト 84 の下端に連結している。回動角度センサ 88 は、ベース部材 86 に対するハンドルシャフト 84 の回動角度を検出する。回動角度センサ 88 は、例えば、回動角度の変化に応じた電気抵抗値の変化を検出するポテンショメータであってもよい。あるいは、回動角度センサ 88 は、ベース部材 86 に対して位置が固定されたホール素子と、ハンドルシャフト 84 に対して位置が固定された永久磁石を備える磁気ロータリセンサであってもよい。回動角度センサ 88 は、メイン制御回路基板 44 (図 9 参照) に電氣的に接続されている。

10

【0053】

図 13 に示すように、ハンドルシャフト 84 には、ガイド突起 84a が設けられている。ガイド突起 84a は、ハンドルシャフト 84 の外周面から径方向外側に突出しており、ハンドルシャフト 84 の軸方向に沿って延びている。

20

【0054】

図 14 に示すように、可動カム部材 90 は、略円筒形状を有している。可動カム部材 90 の下部には、下方に向けて延びるカム凸部 90a, 90b が形成されている。カム凸部 90a, 90b には、それぞれ、第 1 カム面 90c, 90d と、第 2 カム面 90e, 90f が設けられている。第 1 カム面 90c, 90d は、可動カム部材 90 を上方から見たときに、時計方向に向かうにつれて下方から上方へ向かうように傾斜している。第 2 カム面 90e, 90f は、可動カム部材 90 を上方から見たときに、反時計方向に向かうにつれて下方から上方へ向かうように傾斜している。可動カム部材 90 の内周面には、ガイド溝 90g が形成されている。ガイド溝 90g は、ガイド突起 84a (図 13 参照) に対応する幅を有しており、可動カム部材 90 の中心軸に沿う方向に延びている。可動カム部材 90 がハンドルシャフト 84 に取り付けられる際には、ガイド突起 84a がガイド溝 90g に上下方向に摺動可能に係合する。このため、可動カム部材 90 はハンドルシャフト 84 に上下方向に移動可能に保持される。可動カム部材 90 の上部には、コイルバネ 94 を支持するバネ受け部 90h が形成されている。図 12 に示すように、コイルバネ 94 は、固定部材 82 に対して可動カム部材 90 を下方に向けて付勢する。

30

【0055】

図 15 に示すように、固定カム部材 92 は、略円筒形状の円筒部 92a と、円筒部 92a の下端から径方向外側に延びるフランジ部 92b を備えている。固定カム部材 92 は、フランジ部 92b がベース部材 86 (図 12 参照) の上面に締結具 (図示せず) により締結されることで、ベース部材 86 に固定されている。円筒部 92a の上部には、可動カム部材 90 のカム凸部 90a, 90b に対応するカム凹部 92c, 92d が形成されている。カム凹部 92c, 92d には、それぞれ、第 1 カム面 92e, 92f と、第 2 カム面 92g, 92h が設けられている。第 1 カム面 92e, 92f は、それぞれ、可動カム部材 90 の第 1 カム面 90c, 90d に対応している。第 2 カム面 92g, 92h は、それぞれ、可動カム部材 90 の第 2 カム面 90e, 90f に対応している。また、円筒部 92a の内周面には、ストッパ部 92i, 92j が設けられている。図 16 に示すように、ストッパ部 92i, 92j は、ハンドルシャフト 84 が固定カム部材 92 に対して回動した時に、ハンドルシャフト 84 のガイド突起 84a に当接することで、ハンドルシャフト 84 の回動範囲を規制する。

40

【0056】

50

図 1 1 に示すハンドルユニット 8 において、ユーザが操舵ハンドル 7 3 を上方から見て時計方向（または反時計方向）に回転させると、ハンドルシャフト 8 4 が時計方向（または反時計方向）に回転する。この際に、図 1 7 に示すように、可動カム部材 9 0 がハンドルシャフト 8 4 と一体的に回転することで、可動カム部材 9 0 の第 1 カム面 9 0 c , 9 0 d（または第 2 カム面 9 0 e , 9 0 f）が固定カム部材 9 2 の第 1 カム面 9 2 e , 9 2 f（または第 2 カム面 9 2 g , 9 2 h）に対して摺動し、可動カム部材 9 0 は固定カム部材 9 2 に対して相対的に回転しながら、コイルバネ 9 4 の付勢力に抗して上方に向けて移動する。この際に可動カム部材 9 0 が固定カム部材 9 2 から受ける反力によるトルクが、操舵ハンドル 7 3 を回転させるユーザに作用する。

【 0 0 5 7 】

10

（操舵ユニット 1 0）

図 1 8 に示すように、操舵ユニット 1 0 は、車台ユニット 4 のベースプレート 2 0（図 2 参照）の前部下方向において、前側支持部材 2 2 に取り付けられている。操舵ユニット 1 0 は、前輪ユニット 1 2 に連結されており、前輪ユニット 1 2 の操舵を行う。

【 0 0 5 8 】

図 1 9 に示すように、操舵ユニット 1 0 は、モータハウジング 1 6 0 と、モータ支持部材 1 6 2 と、ギヤハウジング 1 6 4 と、操舵角センサ 1 6 6 と、操舵シャフト 1 6 8 と、操舵プレート 1 7 0 と、右側タイロッド 1 7 2 と、左側タイロッド 1 7 4 を備えている。モータハウジング 1 6 0 は、モータ支持部材 1 6 2 に固定されている。モータ支持部材 1 6 2 は、ギヤハウジング 1 6 4 に固定されている。ギヤハウジング 1 6 4 は、車台ユニット 4 の前側支持部材 2 2（図 1 8 参照）に固定されている。

20

【 0 0 5 9 】

図 2 0 に示すように、モータハウジング 1 6 0 の内部には、操舵モータ 1 7 6 が収容されている。操舵モータ 1 7 6 は、例えば、インナロータ型のブラシレス DC モータである。操舵モータ 1 7 6 は、駆動制御回路基板 4 6（図 1 0 参照）に電氣的に接続されている。操舵モータ 1 7 6 は、前後方向に延びるモータシャフト 1 7 6 a と、モータシャフト 1 7 6 a の回転を検出するホールセンサ 4 8 0（図 3 4 参照）を備えている。モータシャフト 1 7 6 a は、後端近傍においてモータハウジング 1 6 0 に回転可能に保持されており、前部においてモータ支持部材 1 6 2 に回転可能に保持されている。モータシャフト 1 7 6 a の前部は、モータ支持部材 1 6 2 を貫通して、ギヤハウジング 1 6 4 の内部に入り込んでいる。モータシャフト 1 7 6 a の前端近傍には、ギヤ部 1 7 6 b が形成されている。

30

【 0 0 6 0 】

ギヤハウジング 1 6 4 の内部には、スピンドル 1 7 8 と、カムホイール 1 8 0 と、可動ギヤ 1 8 2 と、コイルバネ 1 8 4 と、円筒ウォーム 1 8 6 と、ウォームホイール 1 8 8 と、中継シャフト 1 9 0 が収容されている。スピンドル 1 7 8 は、前後方向に沿うように配置されている。スピンドル 1 7 8 は、前端近傍と後部において、ギヤハウジング 1 6 4 に回転可能に保持されている。また、スピンドル 1 7 8 は、後端近傍において、モータ支持部材 1 6 2 に回転可能に保持されている。

【 0 0 6 1 】

カムホイール 1 8 0 は、スピンドル 1 7 8 の後端近傍に固定されている。図 2 1 に示すように、カムホイール 1 8 0 の前面には、カム溝 1 8 0 a が形成されている。可動ギヤ 1 8 2 は、カムホイール 1 8 0 よりも前方で、スピンドル 1 7 8 に取り付けられている。可動ギヤ 1 8 2 は、スピンドル 1 7 8 に対して前後方向に移動可能であり、かつ前後方向周りに回転可能に、スピンドル 1 7 8 に保持されている。可動ギヤ 1 8 2 の外周面には、モータシャフト 1 7 6 a のギヤ部 1 7 6 b（図 2 0 参照）と噛み合うギヤ部 1 8 2 a が形成されている。可動ギヤ 1 8 2 の後部には、カムホイール 1 8 0 が入り込む凹部 1 8 2 b が形成されている。凹部 1 8 2 b には、カムホイール 1 8 0 のカム溝 1 8 0 a に対応するカム突起 1 8 2 c が形成されている。コイルバネ 1 8 4 は、可動ギヤ 1 8 2 よりも前方で、スピンドル 1 7 8 に取り付けられている。コイルバネ 1 8 4 は、スピンドル 1 7 8 に設けられたバネ受け部 1 7 8 a に保持されている。コイルバネ 1 8 4 は、スピンドル 1 7 8 に

40

50

対して可動ギヤ 182 を後方に向けて付勢する。

【0062】

モータシャフト 176a (図 20 参照) が回転すると、可動ギヤ 182 も回転する。可動ギヤ 182 のカム突起 182c がカムホイール 180 のカム溝 180a に係合している場合、可動ギヤ 182 の回転に伴ってカムホイール 180 が回転し、それによってスピンドル 178 も回転する。可動ギヤ 182 とカムホイール 180 の間に作用するトルクが小さい場合、コイルバネ 184 の付勢力によってカム突起 182c とカム溝 180a の係合が維持されて、モータシャフト 176a からスピンドル 178 への回転の伝達が維持される。これに対して、可動ギヤ 182 とカムホイール 180 の間に作用するトルクが大きい場合は、コイルバネ 184 の付勢力に抗して可動ギヤ 182 が前方に向けて移動し、カム突起 182c とカム溝 180a の係合が解除されて、モータシャフト 176a からスピンドル 178 への回転の伝達が遮断される。すなわち、カムホイール 180 と、可動ギヤ 182 と、コイルバネ 184 によって、トルクリミッタ 181 が構成されている。

10

【0063】

図 20 に示すように、円筒ウォーム 186 は、スピンドル 178 の前部に固定されている。ウォームホイール 188 は、円筒ウォーム 186 と噛み合うように配置されている。図 22 に示すように、ウォームホイール 188 は、中継シャフト 190 の上部に固定されている。中継シャフト 190 は、上下方向に沿うように配置されている。中継シャフト 190 は、上端近傍と中央部において、ギヤハウジング 164 に回転可能に保持されている。中継シャフト 190 の下端近傍には、ギヤ部 190a が形成されている。

20

【0064】

ギヤハウジング 164 の上部には、操舵角センサ 166 が固定されている。操舵角センサ 166 は、中継シャフト 190 の上端に連結している。操舵角センサ 166 は、ギヤハウジング 164 に対する中継シャフト 190 の回動角度を検出する。操舵角センサ 166 は、例えば、回動角度の変化に応じた電気抵抗値の変化を検出するポテンショメータであってもよい。あるいは、操舵角センサ 166 は、ギヤハウジング 164 に対して位置が固定されたホール素子と、中継シャフト 190 に対して位置が固定された永久磁石を備える磁気ロータリセンサであってもよい。操舵角センサ 166 は、メイン制御回路基板 44 (図 9 参照) に電氣的に接続されている。

【0065】

30

操舵シャフト 168 は、上端近傍と上部において、ギヤハウジング 164 に回転可能に保持されている。操舵シャフト 168 は、上下方向に沿うように配置されている。操舵シャフト 168 の上部には、中継シャフト 190 のギヤ部 190a と噛み合うギヤ部 168a が形成されている。操舵シャフト 168 の下端は、操舵プレート 170 の前端近傍に固定されている。図 19 に示すように、操舵プレート 170 は、前後方向に長手方向を有しており、左右方向に短手方向を有する、細長い平板形状を有している。操舵プレート 170 の後端近傍には、右側タイロッド 172 の後端と、左側タイロッド 174 の後端が、それぞれ連結されている。右側タイロッド 172 の後端は、操舵プレート 170 に対して、右側タイロッド 172 の長手方向に直交する二軸周りに回動可能に連結されている。左側タイロッド 174 の後端は、操舵プレート 170 に対して、左側タイロッド 174 の長手方向に直交する二軸周りに回動可能に連結されている。

40

【0066】

図 20 に示すように、モータシャフト 176a の回転によってスピンドル 178 が回転すると、円筒ウォーム 186 とウォームホイール 188 を介して、スピンドル 178 の回転が中継シャフト 190 に伝達する。図 22 に示すように、中継シャフト 190 が回動すると、それによって操舵シャフト 168 が回動し、操舵プレート 170 の後端が左右方向に回動する。この操舵プレート 170 の回動により、図 19 に示す右側タイロッド 172 および左側タイロッド 174 が移動し、前輪ユニット 12 の操舵が行われる。なお、以下の説明では、操舵シャフト 168 と、操舵プレート 170 と、右側タイロッド 172 と、左側タイロッド 174 と、スピンドル 178 と、トルクリミッタ 181 と、円筒ウォーム

50

１８６と、ウォームホイール１８８と、中継シャフト１９０を総称して、伝達機構１６９ともいう。

【００６７】

メイン制御回路基板４４（図９参照）は、手動モードにおいて、ハンドルユニット８（図１１参照）の回転角度センサ８８からの検出信号に基づいて、操舵ユニット１０において実現されるべき操舵角を算出する。そして、メイン制御回路基板４４は、操舵ユニット１０において実現されるべき操舵角に基づいて、操舵モータ１７６で実現されるべき回転角度を算出し、駆動制御回路基板４６に操舵モータ１７６の駆動を指示する。これによって、操舵ユニット１０において、ハンドルユニット８でのユーザの操作に応じた操舵角が実現される。

10

【００６８】

（前輪ユニット１２）

図１８に示すように、前輪ユニット１２は、車台ユニット４のベースプレート２０（図２参照）の前部下方において、前側支持部材２２に取り付けられている。前輪ユニット１２は、右前輪ユニット１２ａと、左前輪ユニット１２ｂを備えている。右前輪ユニット１２ａは、右前輪１９２と、右側ギヤハウジング１９４と、右側モータハウジング１９６と、右側キングピン１９８と、右側スリーブ２００と、右上側アーム２０２と、右下側アーム２０４と、右側緩衝部材２０６と、右側操舵プレート２０８を備えている。左前輪ユニット１２ｂは、左前輪２１２と、左側ギヤハウジング２１４と、左側モータハウジング２１６と、左側キングピン２１８と、左側スリーブ２２０と、左上側アーム２２２と、左下側アーム２２４と、左側緩衝部材２２６と、左側操舵プレート２２８を備えている。なお、以下の説明では、右側ギヤハウジング１９４と、右側キングピン１９８と、右側スリーブ２００と、右側操舵プレート２０８を総称して右側保持部材１９５ともいい、左側ギヤハウジング２１４と、左側キングピン２１８と、左側スリーブ２２０と、左側操舵プレート２２８を総称して左側保持部材２１５ともいう。また、右側保持部材１９５と、右上側アーム２０２と、右下側アーム２０４と、右側緩衝部材２０６と、左側保持部材２１５と、左上側アーム２２２と、左下側アーム２２４と、左側緩衝部材２２６と、操舵ユニット１０を総称して、懸架機構１１ともいう。

20

【００６９】

図２３に示すように、右側ギヤハウジング１９４は、右前輪１９２の左側に配置されている。右側モータハウジング１９６は、右側ギヤハウジング１９４の左部に固定されている。図２４に示すように、右側モータハウジング１９６の内部には、右前輪モータ２３２が収容されている。右前輪モータ２３２は、例えば、インナロータ型のブラシレスＤＣモータである。右前輪モータ２３２は、駆動制御回路基板４６（図１０参照）に電気的に接続されている。右前輪モータ２３２は、左右方向に延びる右前輪モータシャフト２３２ａと、右前輪モータシャフト２３２ａの回転を検出するホールセンサ４８２（図３２参照）を備えている。右前輪モータシャフト２３２ａは、左端近傍において右側モータハウジング１９６に回転可能に保持されており、右端近傍において右側ギヤハウジング１９４に回転可能に保持されている。右前輪１９２は、左方に延びる右前輪アクスル１９２ａを備えている。右前輪アクスル１９２ａは、左端近傍において右側ギヤハウジング１９４に回転可能に保持されている。右側ギヤハウジング１９４の内部には、遊星歯車機構２３４が収容されている。遊星歯車機構２３４は、右前輪モータシャフト２３２ａの回転を減速して右前輪アクスル１９２ａに伝達する。右前輪モータ２３２が駆動すると、右前輪モータシャフト２３２ａの回転が遊星歯車機構２３４を介して右前輪アクスル１９２ａに伝達して、右前輪１９２が回転する。

30

40

【００７０】

右側キングピン１９８は、右側ギヤハウジング１９４の上部に固定されている。右側キングピン１９８は、上下方向に沿って延びている。右側キングピン１９８の上部は、右側スリーブ２００の内部に入り込んでいる。右側キングピン１９８は、右側スリーブ２００の上端近傍と下端近傍において、右側スリーブ２００に回転可能に保持されている。図２

50

3に示すように、右側スリーブ200の上部には、右上側アーム202の右端が、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。右側スリーブ200の下部には、右下側アーム204の右端が、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。図18に示すように、右上側アーム202の左端は、前側支持部材22の右上側連結部22aに、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。右下側アーム204の左端は、前側支持部材22の右下側連結部22bに、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、右側スリーブ200は、前側支持部材22に、右上側アーム202と右下側アーム204の可動範囲内で移動可能に支持されている。

【0071】

右側緩衝部材206は、ダンパ206aと、コイルバネ206bを備えている。右側緩衝部材206の上端は、前側支持部材22の前面に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。右側緩衝部材206の下端は、右下側アーム204の前面に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、右前輪192が前側支持部材22に対して上下方向に移動する際には、ダンパ206aによる減衰力と、コイルバネ206bによる弾性復元力により、右前輪192からの衝撃や振動が車台ユニット4に伝達することが抑制される。

【0072】

図23に示すように、右側操舵プレート208は、右側キングピン198の下端近傍に固定されている。右側操舵プレート208の左前端には、右側タイロッド172の前端が、右側タイロッド172の長手方向に直交する二軸周りに回動可能に連結されている。右前輪ユニット12aを上方から見た時に、右側タイロッド172は、右上側アーム202および右下側アーム204に対して交差している。前輪ユニット12が右方向（または左方向）に操舵される場合には、操舵プレート170（図19参照）の後端が右方向（または左方向）に移動し、それによって右側操舵プレート208と、右側キングピン198と、右側ギヤハウジング194と、右側モータハウジング196と、右前輪192が、右側キングピン198の軸方向を転舵軸として、右側スリーブ200を上方から見た時に、右側スリーブ200に対して時計回りに（または反時計回りに）回動する。

【0073】

図18に示すように、左前輪ユニット12bは、右前輪ユニット12aと左右対称の構成を備えている。以下では、右前輪ユニット12aを図示した図23、図24を参照しながら、左前輪ユニット12bについて説明する。

【0074】

図23に示すように、左側ギヤハウジング214は、左前輪212の右側に配置されている。左側モータハウジング216は、左側ギヤハウジング214の右部に固定されている。図24に示すように、左側モータハウジング216の内部には、左前輪モータ242が収容されている。左前輪モータ242は、例えば、インナロータ型のブラシレスDCモータである。左前輪モータ242は、駆動制御回路基板48（図10参照）に電氣的に接続されている。左前輪モータ242は、左右方向に延びる左前輪モータシャフト242aと、左前輪モータシャフト242aの回転を検出するホールセンサ484（図32参照）を備えている。左前輪モータシャフト242aは、右端近傍において左側モータハウジング216に回転可能に保持されており、左端近傍において左側ギヤハウジング214に回転可能に保持されている。左前輪212は、右方に延びる左側アクスル212aを備えている。左側アクスル212aは、右端近傍において左側ギヤハウジング214に回転可能に保持されている。左側ギヤハウジング214の内部には、遊星歯車機構244が収容されている。遊星歯車機構244は、左前輪モータシャフト242aの回転を減速して左側アクスル212aに伝達する。左前輪モータ242が駆動すると、左前輪モータシャフト242aの回転が遊星歯車機構244を介して左側アクスル212aに伝達して、左前輪212が回転する。

【0075】

左側キングピン218は、左側ギヤハウジング214の上部に固定されている。左側キ

10

20

30

40

50

キングピン 218 は、上下方向に沿って延びている。左側キングピン 218 の上部は、左側スリーブ 220 の内部に入り込んでいる。左側キングピン 218 は、左側スリーブ 220 の上端近傍と下端近傍において、左側スリーブ 220 に回転可能に保持されている。図 23 に示すように、左側スリーブ 220 の上部には、左上側アーム 222 の左端が、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。左側スリーブ 220 の下部には、左下側アーム 224 の左端が、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。図 18 に示すように、左上側アーム 222 の右端は、前側支持部材 22 の左上側連結部 22c に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。左下側アーム 224 の右端は、前側支持部材 22 の左下側連結部 22d に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、左側スリーブ 220 は、前側支持部材 22 に、左上側アーム 222 と左下側アーム 224 の可動範囲内で移動可能に支持されている。

10

【0076】

左側緩衝部材 226 は、ダンパ 226a と、コイルバネ 226b を備えている。左側緩衝部材 226 の上端は、前側支持部材 22 の前面に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。左側緩衝部材 226 の下端は、左下側アーム 224 の前面に、前後方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、左前輪 212 が前側支持部材 22 に対して上下方向に移動する際には、ダンパ 226a による減衰力と、コイルバネ 226b による弾性復元力により、左前輪 212 からの衝撃や振動が車台ユニット 4 に伝達することが抑制される。

【0077】

20

図 23 に示すように、左側操舵プレート 228 は、左側キングピン 218 の下端近傍に固定されている。左側操舵プレート 228 の右前端には、左側タイロッド 174 の前端が、左側タイロッド 174 の長手方向に直交する二軸周りに回動可能に連結されている。左前輪ユニット 12b を上方から見た時に、左側タイロッド 174 は、左上側アーム 222 および左下側アーム 224 に対して交差している。前輪ユニット 12 が右方向（または左方向）に操舵される場合には、操舵プレート 170（図 19 参照）の後端が右方向（または左方向）に移動し、それによって左側操舵プレート 228 と、左側キングピン 218 と、左側ギヤハウジング 214 と、左側モータハウジング 216 と、左前輪 212 が、左側キングピン 218 の軸方向を転舵軸として、左側スリーブ 220 を上方から見た時に、左側スリーブ 220 に対して時計回りに（または反時計回りに）回動する。

30

【0078】

（後輪ユニット 14）

図 25 に示すように、後輪ユニット 14 は、車台ユニット 4 のベースプレート 20（図 2 参照）の後部下方において、後側支持部材 24 に取り付けられている。後輪ユニット 14 は、右後輪ユニット 14a と、左後輪ユニット 14b を備えている。右後輪ユニット 14a は、右後輪 252 と、右側ギヤハウジング 254 と、右側モータハウジング 256 と、右側ブレーキハウジング 258 と、右側クラッチレバー 260 と、右側緩衝部材 264 を備えている。左後輪ユニット 14b は、左後輪 272 と、左側ギヤハウジング 274 と、左側モータハウジング 276 と、左側ブレーキハウジング 278 と、左側クラッチレバー 280 と、左側緩衝部材 284 を備えている。

40

【0079】

図 26 に示すように、右側ギヤハウジング 254 は、右後輪 252 の左側に配置されており、右後輪 252 の右後輪アクスル（図示せず）を回転可能に保持している。右側ギヤハウジング 254 は、右後輪アクスルから前方上方に延びている。右側モータハウジング 256 は、右側ギヤハウジング 254 の前方上方の左部に固定されている。右側ブレーキハウジング 258 は、右側モータハウジング 256 の左部に固定されている。右側モータハウジング 256 の内部には、右後輪モータ 486（図 30 参照）が収容されている。右後輪モータ 486 は、例えば、インナロータ型のブラシレス DC モータである。右後輪モータ 486 は、駆動制御回路基板 46（図 10 参照）に電氣的に接続されている。右後輪モータ 486 は、左右方向に延びる右後輪モータシャフト（図示せず）と、右後輪モータ

50

シャフトの回転を検出するホールセンサ 488 (図 32 参照) を備えている。右側ブレーキハウジング 258 には、右後輪電磁ブレーキ 490 (図 30 参照) が収容されている。右後輪電磁ブレーキ 490 は、右後輪モータシャフトに連結している。右後輪電磁ブレーキ 490 は、右後輪モータシャフトの回転を許容する状態と回転を禁止する状態の間で切り換わる。右後輪電磁ブレーキ 490 は、駆動制御回路基板 46 (図 10 参照) に電氣的に接続されている。パーキングモードにおいては、右後輪電磁ブレーキ 490 は、右後輪モータシャフトの回転を禁止する状態で維持される。

【0080】

右側ギヤハウジング 254 の内部には、平歯車機構 (図示せず) と、クラッチ機構 (図示せず) が収容されている。平歯車機構は、右後輪モータシャフトの回転を減速して右後輪アクスルに伝達する。右後輪モータ 486 が駆動すると、右後輪モータシャフトの回転が平歯車機構を介して右後輪アクスルに伝達して、右後輪 252 が回転する。クラッチ機構は、右側クラッチレバー 260 への操作に応じて、右後輪モータシャフトから右後輪アクスルへの回転の伝達を許容する状態と遮断する状態の間で切り換わる。このため、右後輪電磁ブレーキ 490 が右後輪モータシャフトの回転を禁止した時に、クラッチ機構を右後輪モータシャフトから右後輪アクスルへの回転の伝達を遮断する状態に切り換えることで、右後輪 252 がロックしてしまうことを抑制することができる。

【0081】

右側ギヤハウジング 254 の前上端近傍には、連結部 254a が設けられている。連結部 254a は、後側支持部材 24 に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。右側緩衝部材 264 は、ダンパ 264a と、コイルバネ 264b を備えている。右側緩衝部材 264 の上端は、連結部 254a よりも後方上方で、後側支持部材 24 に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。右側緩衝部材 264 の下端は、右側ギヤハウジング 254 の後上面に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、右後輪 252 が後側支持部材 24 に対して上下方向に移動する際には、ダンパ 264a による減衰力と、コイルバネ 264b による弾性復元力により、右後輪 252 からの衝撃や振動が車台ユニット 4 に伝達することが抑制される。

【0082】

図 25 に示すように、左後輪ユニット 14b は、右後輪ユニット 14a と左右対称の構成を備えている。以下では、右後輪ユニット 14a を図示した図 26 を参照しながら、左後輪ユニット 14b について説明する。

【0083】

図 26 に示すように、左側ギヤハウジング 274 は、左後輪 272 の右側に配置されており、左後輪 272 の左後輪アクスル (図示せず) を回転可能に保持している。左側ギヤハウジング 274 は、左後輪アクスルから前方上方に延びている。左側モータハウジング 276 は、左側ギヤハウジング 274 の前方上方の右部に固定されている。左側ブレーキハウジング 278 は、左側モータハウジング 276 の右部に固定されている。左側モータハウジング 276 の内部には、左後輪モータ 492 (図 30 参照) が収容されている。左後輪モータ 492 は、例えば、インナロータ型のブラシレス DC モータである。左後輪モータ 492 は、駆動制御回路基板 48 (図 10 参照) に電氣的に接続されている。左後輪モータ 492 は、左右方向に延びる左後輪モータシャフト (図示せず) と、左後輪モータシャフトの回転を検出するホールセンサ 494 (図 32 参照) を備えている。左側ブレーキハウジング 278 には、左後輪電磁ブレーキ 496 (図 30 参照) が収容されている。左後輪電磁ブレーキ 496 は、左後輪モータシャフトに連結している。左後輪電磁ブレーキ 496 は、左後輪モータシャフトの回転を許容する状態と回転を禁止する状態の間で切り換わる。左後輪電磁ブレーキ 496 は、駆動制御回路基板 48 (図 10 参照) に電氣的に接続されている。駆動制御回路基板 48 は、左後輪電磁ブレーキ 496 の動作を制御する。パーキングモードにおいては、左後輪電磁ブレーキ 496 は、左後輪モータシャフトの回転を禁止する状態で維持される。

【0084】

左側ギヤハウジング 274 の内部には、平歯車機構（図示せず）と、クラッチ機構（図示せず）が収容されている。平歯車機構は、左後輪モータシャフトの回転を減速して左後輪アクスルに伝達する。左後輪モータ 492 が駆動すると、左後輪モータシャフトの回転が平歯車機構を介して左後輪アクスルに伝達して、左後輪 272 が回転する。クラッチ機構は、左側クラッチレバー 280 への操作に応じて、左後輪モータシャフトから左後輪アクスルへの回転の伝達を許容する状態と遮断する状態の間で切り換わる。このため、左後輪電磁ブレーキ 496 が左後輪モータシャフトの回転を禁止した時に、クラッチ機構を左後輪モータシャフトから左後輪アクスルへの回転の伝達を遮断する状態に切り換えることで、左後輪 272 がロックしてしまうことを抑制することができる。

【0085】

10

左側ギヤハウジング 274 の前上端近傍には、連結部 274a が設けられている。連結部 274a は、後側支持部材 24 に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。左側緩衝部材 284 は、ダンパ 284a と、コイルバネ 284b を備えている。左側緩衝部材 284 の上端は、連結部 274a よりも後方上方で、後側支持部材 24 に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。左側緩衝部材 284 の下端は、左側ギヤハウジング 274 の後上面に、左右方向に沿った回動軸周りに回動可能に連結している。このため、左後輪 272 が後側支持部材 24 に対して上下方向に移動する際には、ダンパ 284a による減衰力と、コイルバネ 284b による弾性復元力により、左後輪 272 からの衝撃や振動が車台ユニット 4 に伝達することが抑制される。

【0086】

20

（バンパユニット 16）

図 1 に示すように、バンパユニット 16 は、車台ユニット 4 のベースプレート 20 の前部下方において、前側支持部材 22 に取り付けられている。図 27 に示すように、バンパユニット 16 は、ベース部材 500 と、ハウジング 502 と、右側前照灯 504 と、左側前照灯 506 と、バンパフレーム 508 と、バンパ支持部材 510, 512 と、直動パイプ 514, 516 と、コイルバネ 518, 520 と、直動軸受 522, 524（図 28 参照）と、当接プレート 526, 528（図 29 参照）と、衝突検知スイッチ 530, 532（図 29 参照）を備えている。

【0087】

30

ベース部材 500 は、車台ユニット 4 の前側支持部材 22（図 2 参照）に固定されている。図 27 に示すように、ハウジング 502 は、ベース部材 500 に固定されている。ハウジング 502 は、左右方向に長手方向を有する略直方体の箱型形状を有する収容部 502a と、収容部 502a の右端に形成された右側支持部 502b と、収容部 502a の左端部に形成された左側支持部 502c を備えている。右側前照灯 504 は、右側支持部 502b に固定されている。左側前照灯 506 は、左側支持部 502c に固定されている。右側前照灯 504 と左側前照灯 506 は、それぞれ、運搬車 2 の前方を照明する。右側前照灯 504 と左側前照灯 506 は、それぞれ、メイン制御回路基板 44（図 9 参照）に電氣的に接続されている。

【0088】

40

バンパフレーム 508 は、鋼製の丸パイプから構成されている。バンパ支持部材 510, 512 は、それぞれ、バンパフレーム 508 よりも後方に配置されており、バンパフレーム 508 に固定されている。バンパ支持部材 510 は、ボルト 534a, 534b およびナット 536a, 536b（図 28 参照）を介して、直動パイプ 514 に取り付けられている。バンパ支持部材 512 は、ボルト 538a, 538b およびナット 540a, 540b を介して、直動パイプ 516 に取り付けられている。

【0089】

図 28 に示すように、直動パイプ 514 は、長手方向が前後方向に沿うように配置されている。直動パイプ 514 の前端近傍には、前後方向に並んで配置されており、それぞれが前後方向に長手方向を有する、長孔 514a, 514b が形成されている。ボルト 534a は、長孔 514a を貫通しており、ボルト 534b は、長孔 514b を貫通している

50

。このため、バンパ支持部材 5 1 0 は、ボルト 5 3 4 a , 5 3 4 b が長孔 5 1 4 a , 5 1 4 b の前縁に当接する位置と、ボルト 5 3 4 a , 5 3 4 b が長孔 5 1 4 a , 5 1 4 b の後縁に当接する位置の間で前後方向に移動可能に、直動パイプ 5 1 4 に支持されている。同様に、直動パイプ 5 1 6 は、長手方向が前後方向に沿うように配置されている。直動パイプ 5 1 6 の前端近傍には、前後方向に並んで配置されており、それぞれが前後方向に長手方向を有する、長孔 5 1 6 a , 5 1 6 b が形成されている。ボルト 5 3 8 a は、長孔 5 1 6 a を貫通しており、ボルト 5 3 8 b は、長孔 5 1 6 b を貫通している。このため、バンパ支持部材 5 1 2 は、ボルト 5 3 8 a , 5 3 8 b が長孔 5 1 6 a , 5 1 6 b の前縁に当接する位置と、ボルト 5 3 8 a , 5 3 8 b が長孔 5 1 6 a , 5 1 6 b の後縁に当接する位置の間で前後方向に移動可能に、直動パイプ 5 1 6 に支持されている。

10

【 0 0 9 0 】

直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 の後端は、ベース部材 5 0 0 とハウジング 5 0 2 の前壁を貫通して、ハウジング 5 0 2 の内部に入り込んでいる。直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 は、後端近傍において、直動軸受 5 2 2 , 5 2 4 に前後方向に移動可能に支持されている。直動軸受 5 2 2 , 5 2 4 は、ハウジング 5 0 2 の前壁に固定されている。直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 には、コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 が取り付けられている。コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 の前端は、バンパ支持部材 5 1 0 , 5 1 2 の後面に当接しており、コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 の後端は、ベース部材 5 0 0 の前面に当接している。コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 は、ベース部材 5 0 0 に対して、バンパ支持部材 5 1 0 , 5 1 2 を前方に向けて付勢している。

【 0 0 9 1 】

20

図 2 9 に示すように、直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 の後端には、当接プレート 5 2 6 , 5 2 8 が固定されている。当接プレート 5 2 6 , 5 2 8 は、径方向外側に延びる当接部 5 2 6 a , 5 2 8 a を備えている。当接部 5 2 6 a , 5 2 8 a の前方には、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 が配置されている。バンパフレーム 5 0 8 に外力が作用していない状態では、コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 の付勢力によって、直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 はハウジング 5 0 2 に対して前方に移動している。この場合、当接部 5 2 6 a , 5 2 8 a が衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 に当接しており、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 はオフとなっている。バンパフレーム 5 0 8 に後方に向けた外力が作用すると、コイルバネ 5 1 8 , 5 2 0 の付勢力に抗して、直動パイプ 5 1 4 , 5 1 6 はハウジング 5 0 2 に対して後方に移動する。この場合、当接部 5 2 6 a , 5 2 8 a が衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 から離反して、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 はオンとなる。衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 は、それぞれ、メイン制御回路基板 4 4 (図 9 参照) に電氣的に接続されている。

30

【 0 0 9 2 】

(運搬車 2 の回路構成)

図 3 0 に示すように、制御電源回路 4 3 2 は、主電源スイッチ 9 6 に電氣的に接続されている。制御電源回路 4 3 2 は、主電源スイッチ 9 6 にオン操作が行われた場合に、バッテリーパック 3 8 からの電力の供給を許容し、主電源スイッチ 9 6 にオフ操作が行われた場合に、バッテリーパック 3 8 からの電力の供給を禁止する。制御電源回路 4 3 2 は、運搬車 2 の主電源がオンの場合に、バッテリーパック 3 8 から供給される電力を、バッテリーパック 3 8 の電圧 (V b a t) から降圧することなく、遮断回路 4 3 8 , 4 4 0 , 4 4 2 へ供給する。また、制御電源回路 4 3 2 は、運搬車 2 の主電源がオンの場合に、バッテリーパック 3 8 から供給される電力を、バッテリーパック 3 8 の電圧 (V b a t) から所定の電圧 (V c c) まで降圧して、メイン M C U 4 3 4 , 切換回路 4 3 6 , 自動運転 M C U 4 3 0 , モータ M C U 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0 , 4 5 2 等の各電子部品に供給する。以下では、バッテリーパック 3 8 の電圧 (V b a t) の電位をバッテリー電位ともいい、制御電源回路 4 3 2 によって降圧された電圧 (V c c) の電位を電源電位ともいう。

40

【 0 0 9 3 】

メイン M C U 4 3 4 は、運搬車 2 の全般的な動作を制御する。メイン M C U 4 3 4 には、主電源スイッチ 9 6 、速度切換スイッチ 1 0 4 、警笛スイッチ 1 0 6 、 L E D 4 7 6 、ブザー 4 7 8 、操舵角センサ 1 6 6 、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c ,

50

320d、右側前照灯504、左側前照灯506が電氣的に接続されている。また、メインMCU434には、モード切換スイッチ98、トリガスイッチ100、進行方向切換スイッチ102、緊急停止スイッチ308、衝突検知スイッチ530、532、回動角度センサ88が、切換回路436を介して、電氣的に接続されている。さらに、メインMCU434には、無線I/F428が、自動運転MCU430を介して、電氣的に接続されている。自動運転MCU430は、無線I/F428からの信号に基づいて、運搬車2が自動モードで行う追従運転やリモコン運転の際に運搬車2が実現すべき走行軌道を生成して、メインMCU434へ指令値として出力する。

【0094】

モータMCU444、446、448、450、452は、メインMCU434に電氣的に接続されている。モータMCU444は、モータドライバ454を介して右前輪モータ232の動作を制御するとともに、ブレーキ回路468、冷却ファン50dの動作を制御する。モータMCU446は、モータドライバ456を介して左前輪モータ242の動作を制御するとともに、ブレーキ回路470、冷却ファン52dの動作を制御する。モータMCU448は、モータドライバ458を介して右後輪モータ486の動作を制御するとともに、ブレーキ回路472、冷却ファン54dの動作を制御する。また、モータMCU448は、電磁ブレーキドライバ464を介して右後輪電磁ブレーキ490の動作を制御する。モータMCU450は、モータドライバ460を介して左後輪モータ492の動作を制御するとともに、ブレーキ回路474、冷却ファン56dの動作を制御する。また、モータMCU450は、電磁ブレーキドライバ466を介して左後輪電磁ブレーキ496の動作を制御する。モータMCU452は、モータドライバ462を介して操舵モータ176の動作を制御する。

【0095】

遮断回路438は、制御電源回路432からモータドライバ454、456、458、460への電力供給経路上に設けられている。遮断回路438は、制御電源回路432からモータドライバ454、456、458、460への電力供給を許容する状態と禁止する状態の間で切り換わる。遮断回路440は、制御電源回路432から電磁ブレーキドライバ464、466への電力供給経路上に設けられている。遮断回路440は、制御電源回路432から電磁ブレーキドライバ464、466への電力供給を許容する状態と禁止する状態の間で切り換わる。遮断回路442は、制御電源回路432からモータドライバ462への電力供給経路上に設けられている。遮断回路442は、制御電源回路432からモータドライバ462への電力供給を許容する状態と禁止する状態の間で切り換わる。遮断回路438、440、442は、いずれも、メインMCU434と切換回路436に電氣的に接続されている。

【0096】

(切換回路436の構成)

図31に示すように、切換回路436は、キャンセル回路542、544、546と、遅延回路548と、ANDゲート550、552と、ORゲート554、556と、NOTゲート558、560、562、564、566と、抵抗器568、570、572、574、576、578を備えている。

【0097】

モード切換スイッチ98は、接地端子98aと、手動モード端子98bと、自動モード端子98cを備えている。接地端子98aは、接地電位に接続されている。手動モード端子98bは、抵抗器568を介して電源電位に接続されているとともに、メインMCU434に接続されている。自動モード端子98cは、抵抗器570を介して電源電位に接続されているとともに、メインMCU434に接続されている。

【0098】

ユーザがモード切換スイッチ98において手動モードを選択した場合、接地端子98aと手動モード端子98bは導通となり、接地端子98aと自動モード端子98cは非導通となる。この場合、手動モード端子98bはL電位となり、自動モード端子98cはH電

10

20

30

40

50

位となる。メインMCU434は、手動モード端子98bからの入力が高電位となると、ユーザによって手動モードが選択されたと認識する。ユーザがモード切換スイッチ98において自動モードを選択した場合、接地端子98aと手動モード端子98bは非導通となり、接地端子98aと自動モード端子98cは導通となる。この場合、手動モード端子98bは高電位となり、自動モード端子98cは低電位となる。メインMCU434は、自動モード端子98cからの入力が高電位となると、ユーザによって自動モードが選択されたと認識する。ユーザがモード切換スイッチ98においてパーキングモードを選択した場合、接地端子98aと手動モード端子98bは非導通となり、接地端子98aと自動モード端子98cも非導通となる。この場合、手動モード端子98bは高電位となり、自動モード端子98cも高電位となる。メインMCU434は、手動モード端子98bからの入力と自動モード端子98cからの入力の両方が高電位となると、ユーザによってパーキングモードが選択されたと認識する。

10

【0099】

キャンセル回路542は、トランジスタ542aと、抵抗器542b, 542c, 542dを備えている。トランジスタ542aは、PNP型のトランジスタである。抵抗器542bは、一端がトランジスタ542aのエミッタに接続されており、他端がトランジスタ542aのベースに接続されている。抵抗器542cは、一端がトランジスタ542aのベースに接続されており、他端がモード切換スイッチ98の自動モード端子98cに接続されている。抵抗器542dは、一端が回転角度センサ88に接続されており、他端がトランジスタ542aのコレクタに接続されている。また、トランジスタ542aのエミッタは電源電位に接続されており、トランジスタ542aのコレクタはメインMCU434に接続されている。

20

【0100】

回転角度センサ88は、回転角度に応じた電位をキャンセル回路542に出力する。自動モード端子98cが高電位の場合には、トランジスタ542aはオフであり、メインMCU434には回転角度センサ88から出力された電位が入力される。自動モード端子98cが低電位の場合には、トランジスタ542aはオンとなり、回転角度センサ88から出力された電位に関わらず、メインMCU434には高電位が入力される。すなわち、キャンセル回路542は、モード切換スイッチ98において自動モードが選択されている場合に、回転角度センサ88からの入力信号をキャンセルする。

30

【0101】

トリガスイッチ100は、接地端子100aと、トリガ端子100bと、可変抵抗器100cを備えている。接地端子100aは、接地電位に接続されている。トリガ端子100bは、抵抗器572を介して電源電位に接続されている。ユーザがトリガスイッチ100をオン操作していない場合、接地端子100aとトリガ端子100bは非導通となり、トリガ端子100bは高電位となる。ユーザがトリガスイッチ100をオン操作している場合、接地端子100aとトリガ端子100bは導通となり、トリガ端子100bは低電位となる。トリガスイッチ100の可変抵抗器100cは、一端が接地電位に接続されており、他端が電源電位に接続されており、ユーザがトリガスイッチ100をオン操作した時の押し込み量に応じた電位をキャンセル回路544に出力する。

40

【0102】

キャンセル回路544は、トランジスタ544aと、抵抗器544b, 544c, 544dを備えている。トランジスタ544aは、PNP型のトランジスタである。抵抗器544bは、一端がトランジスタ544aのエミッタに接続されており、他端がトランジスタ544aのベースに接続されている。抵抗器544cは、一端がトランジスタ544aのベースに接続されており、他端がモード切換スイッチ98の自動モード端子98cに接続されている。抵抗器544dは、一端がトリガスイッチ100の可変抵抗器100cに接続されており、他端がトランジスタ544aのコレクタに接続されている。また、トランジスタ544aのエミッタは電源電位に接続されており、トランジスタ544aのコレクタはメインMCU434に接続されている。

50

【 0 1 0 3 】

自動モード端子 9 8 c が H 電位の場合には、トランジスタ 5 4 4 a はオフであり、メイン M C U 4 3 4 には可変抵抗器 1 0 0 c から出力された電位が入力される。この場合、メイン M C U 4 3 4 は、可変抵抗器 1 0 0 c から出力された電位に基づいて、トリガスイッチ 1 0 0 に対するユーザの操作を認識する。自動モード端子 9 8 c が L 電位の場合には、トランジスタ 5 4 4 a はオンとなり、可変抵抗器 1 0 0 c から出力された電位に関わらず、メイン M C U 4 3 4 には H 電位が入力される。すなわち、キャンセル回路 5 4 4 は、モード切換スイッチ 9 8 において自動モードが選択されている場合に、トリガスイッチ 1 0 0 の可変抵抗器 1 0 0 c からの入力信号をキャンセルする。

【 0 1 0 4 】

トリガスイッチ 1 0 0 のトリガ端子 1 0 0 b は、NOT ゲート 5 5 8 を介して、OR ゲート 5 5 4 の第 1 入力端子に接続している。モード切換スイッチ 9 8 の自動モード端子 9 8 c は、NOT ゲート 5 6 0 を介して、OR ゲート 5 5 4 の第 2 入力端子に接続している。OR ゲート 5 5 4 の出力端子は、AND ゲート 5 5 0 の第 1 入力端子に接続している。AND ゲート 5 5 0 の出力端子は、遮断回路 4 3 8 に接続されている。後述するように、遮断回路 4 3 8 は、AND ゲート 5 5 0 の出力端子が H 電位の場合に、モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 への電力供給を許容し、AND ゲート 5 5 0 の出力端子が L 電位の場合に、モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 への電力供給を遮断する。

【 0 1 0 5 】

後述するように、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子には、通常は H 電位が入力される。この場合、自動モード端子 9 8 c が H 電位であれば、トリガ端子 1 0 0 b が H 電位の時に、OR ゲート 5 5 4 の出力端子と AND ゲート 5 5 0 の出力端子は L 電位となり、トリガ端子 1 0 0 b が L 電位の時に、OR ゲート 5 5 4 の出力端子と AND ゲート 5 5 0 の出力端子は H 電位となる。このため、モード切換スイッチ 9 8 で自動モードが選択されていない場合、トリガスイッチ 1 0 0 がオン操作されていると遮断回路 4 3 8 に H 電位が入力され、トリガスイッチ 1 0 0 がオン操作されていないと遮断回路 4 3 8 に L 電位が入力される。これに対して、自動モード端子 9 8 c が L 電位であれば、トリガ端子 1 0 0 b の電位に関わらず、OR ゲート 5 5 4 の出力端子と AND ゲート 5 5 0 の出力端子は H 電位となる。このため、モード切換スイッチ 9 8 で自動モードが選択されている場合、トリガスイッチ 1 0 0 へのオン操作の有無に関わらず、切換回路 4 3 6 から遮断回路 4 3 8 に H 電位が入力される。

【 0 1 0 6 】

AND ゲート 5 5 0 の出力端子は、遅延回路 5 4 8 の入力端子にも接続されている。遅延回路 5 4 8 の出力端子は、遮断回路 4 4 0 に接続されている。後述するように、遮断回路 4 4 0 は、遅延回路 5 4 8 の出力端子が H 電位の場合に、電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 への電力供給を許容し、遅延回路 5 4 8 の出力端子が L 電位の場合に、電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 への電力供給を遮断する。遅延回路 5 4 8 は、ダイオード 5 4 8 a と、抵抗器 5 4 8 b と、キャパシタ 5 4 8 c と、バッファゲート 5 4 8 d を備えている。ダイオード 5 4 8 a のアノードは、遅延回路 5 4 8 の入力端子に接続されている。ダイオード 5 4 8 a のカソードは、バッファゲート 5 4 8 d の入力端子に接続されている。抵抗器 5 4 8 b は、一端がダイオード 5 4 8 a のカソードに接続されており、他端が接地電位に接続されている。キャパシタ 5 4 8 c は、一端がダイオード 5 4 8 a のカソードに接続されており、他端が接地電位に接続されている。バッファゲート 5 4 8 d の出力端子は、遅延回路 5 4 8 の出力端子に接続されている。AND ゲート 5 5 0 の出力端子が L 電位から H 電位に切り換わる場合、抵抗器 5 4 8 b とキャパシタ 5 4 8 c の時定数により定まる所定の遅延時間が経過した後に、遅延回路 5 4 8 の出力端子も L 電位から H 電位に切り換わる。また、AND ゲート 5 5 0 の出力端子が H 電位から L 電位に切り換わる場合、抵抗器 5 4 8 b とキャパシタ 5 4 8 c の時定数により定まる所定の遅延時間が経過した後に、遅延回路 5 4 8 の出力端子も H 電位から L 電位に切り換わる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 7 】

緊急停止スイッチ 3 0 8 は、接地端子 3 0 8 a と、緊急停止端子 3 0 8 b を備えている。接地端子 3 0 8 a は、接地電位に接続されている。緊急停止端子 3 0 8 b は、抵抗器 5 7 4 を介して電源電位に接続されているとともに、メイン M C U 4 3 4 に接続されている。緊急停止スイッチ 3 0 8 がオフの場合に、接地端子 3 0 8 a と緊急停止端子 3 0 8 b は導通となり、緊急停止端子 3 0 8 b は L 電位となる。緊急停止スイッチ 3 0 8 がオンの場合に、接地端子 3 0 8 a と緊急停止端子 3 0 8 b は非導通となり、緊急停止端子 3 0 8 b は H 電位となる。メイン M C U 4 3 4 は、緊急停止端子 3 0 8 b からの入力 H 電位となると、ユーザによって緊急停止スイッチ 3 0 8 がオンされたと認識する。

【 0 1 0 8 】

衝突検知スイッチ 5 3 0 は、接地端子 5 3 0 a と、衝突検知端子 5 3 0 b を備えている。衝突検知スイッチ 5 3 2 は、接地端子 5 3 2 a と、衝突検知端子 5 3 2 b を備えている。接地端子 5 3 0 a は、接地電位に接続されている。衝突検知端子 5 3 0 b は接地端子 5 3 2 a に接続されている。衝突検知端子 5 3 2 b は、抵抗器 5 7 6 を介して電源電位に接続されているとともに、メイン M C U 4 3 4 に接続されている。衝突検知スイッチ 5 3 0 がオフの場合に、接地端子 5 3 0 a と衝突検知端子 5 3 0 b は導通となり、衝突検知スイッチ 5 3 0 がオンの場合に、接地端子 5 3 0 a と衝突検知端子 5 3 0 b は非導通となる。衝突検知スイッチ 5 3 2 がオフの場合に、接地端子 5 3 2 a と衝突検知端子 5 3 2 b は導通となり、衝突検知スイッチ 5 3 2 がオンの場合に、接地端子 5 3 2 a と衝突検知端子 5 3 2 b は非導通となる。このため、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 の両方ともがオフの場合に、衝突検知端子 5 3 2 b は L 電位となり、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 の一方または両方がオンの場合に、衝突検知端子 5 3 2 b は H 電位となる。メイン M C U 4 3 4 は、衝突検知端子 5 3 2 b からの入力 H 電位となると、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 によって衝突が検知されたと認識する。

【 0 1 0 9 】

進行方向切換スイッチ 1 0 2 は、接地端子 1 0 2 a と、進行方向端子 1 0 2 b を備えている。接地端子 1 0 2 a は、接地電位に接続されている。進行方向端子 1 0 2 b は、キャンセル回路 5 4 6 に接続されている。進行方向切換スイッチ 1 0 2 では、ユーザによって前進が選択されている場合に、接地端子 1 0 2 a と進行方向端子 1 0 2 b が非導通となり、ユーザによって後退が選択されている場合に、接地端子 1 0 2 a と進行方向端子 1 0 2 b が導通となる。

【 0 1 1 0 】

キャンセル回路 5 4 6 は、トランジスタ 5 4 6 a と、抵抗器 5 4 6 b , 5 4 6 c , 5 4 6 d を備えている。トランジスタ 5 4 6 a は、P N P 型のトランジスタである。抵抗器 5 4 6 b は、一端がトランジスタ 5 4 6 a のエミッタに接続されており、他端がトランジスタ 5 4 6 a のベースに接続されている。抵抗器 5 4 6 c は、一端がトランジスタ 5 4 6 a のベースに接続されており、他端がモード切換スイッチ 9 8 の自動モード端子 9 8 c に接続されている。抵抗器 5 4 6 d は、一端が進行方向切換スイッチ 1 0 2 の進行方向端子 1 0 2 b に接続されており、他端がトランジスタ 5 4 6 a のコレクタに接続されている。また、トランジスタ 5 4 6 a のエミッタは電源電位に接続されており、トランジスタ 5 4 6 a のコレクタは抵抗器 5 7 8 を介して電源電位に接続されているとともに、メイン M C U 4 3 4 に接続されている。

【 0 1 1 1 】

自動モード端子 9 8 c が H 電位の場合には、トランジスタ 5 4 6 a はオフであり、トランジスタ 5 4 6 a のコレクタは、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で前進が選択されていれば H 電位となり、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で後退が選択されていれば L 電位となる。この場合、メイン M C U 4 3 4 は、入力される電位に基づいて、前進と後退の何れが選択されているのかを認識する。自動モード端子 9 8 c が L 電位の場合には、トランジスタ 5 4 6 a はオンとなり、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で前進と後退の何れが選択されているかに関わらず、トランジスタ 5 4 6 a のコレクタは H 電位となる。すなわち、キャンセル回

10

20

30

40

50

路 5 4 6 は、モード切換スイッチ 9 8 において自動モードが選択されている場合に、進行方向切換スイッチ 1 0 2 からの入力信号をキャンセルする。

【 0 1 1 2 】

緊急停止スイッチ 3 0 8 の緊急停止端子 3 0 8 b は、NOT ゲート 5 6 2 を介して、AND ゲート 5 5 2 の第 1 入力端子に接続されている。衝突検知スイッチ 5 3 2 の衝突検知端子 5 3 2 b は、NOT ゲート 5 6 2 を介して、OR ゲート 5 5 6 の第 1 入力端子に接続されている。キャンセル回路 5 4 6 のトランジスタ 5 4 6 a のコレクタは、NOT ゲート 5 6 4 を介して、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に接続されている。OR ゲート 5 5 6 の出力端子は、AND ゲート 5 5 2 の第 2 入力端子に接続されている。AND ゲート 5 5 2 の出力端子は、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子に接続されているとともに、遮断回路 4 4 2 に接続されている。後述するように、遮断回路 4 4 2 は、AND ゲート 5 5 2 の出力端子が H 電位の場合に、モータドライバ 4 6 2 への電力供給を許容し、AND ゲート 5 5 2 の出力端子が L 電位の場合に、モータドライバ 4 6 2 への電力供給を遮断する。

10

【 0 1 1 3 】

緊急停止端子 3 0 8 b が H 電位の場合、OR ゲート 5 5 6 の出力端子の電位に関わらず、AND ゲート 5 5 2 の出力端子は L 電位となる。このため、緊急停止スイッチ 3 0 8 がオンとなった場合、モード切換スイッチ 9 8 や衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 、進行方向切換スイッチ 1 0 2 の状態に関わらず、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子に L 電位が入力されるとともに、切換回路 4 3 6 から遮断回路 4 4 2 に L 電位が入力される。

20

【 0 1 1 4 】

緊急停止端子 3 0 8 b が L 電位であり、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に L 電位が入力される場合には、衝突検知端子 5 3 2 b が L 電位であれば、OR ゲート 5 5 6 の出力端子と AND ゲート 5 5 2 の出力端子は H 電位となり、衝突検知端子 5 3 2 b が H 電位であれば、OR ゲート 5 5 6 の出力端子と AND ゲート 5 5 2 の出力端子は L 電位となる。このため、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 で衝突が検知されていないと、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子が H 電位となり、切換回路 4 3 6 から遮断回路 4 4 2 に H 電位が入力される。衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 で衝突が検知されると、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子に L 電位が入力され、切換回路 4 3 6 から遮断回路 4 4 2 に L 電位が入力される。すなわち、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 による衝突検知が有効化される。

30

【 0 1 1 5 】

緊急停止端子 3 0 8 b が L 電位であり、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に H 電位が入力される場合には、衝突検知端子 5 3 2 b の電位に関わらず、OR ゲート 5 5 6 の出力端子と AND ゲート 5 5 2 の出力端子は H 電位となる。このため、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 の状態に関わらず、AND ゲート 5 5 0 の第 2 入力端子に H 電位が入力され、切換回路 4 3 6 から遮断回路 4 4 2 に H 電位が入力される。すなわち、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 による衝突検知が無効化される。

40

【 0 1 1 6 】

自動モード端子 9 8 c が H 電位の場合には、キャンセル回路 5 4 6 のトランジスタ 5 4 6 a はオフであるため、進行方向端子 1 0 2 b が H 電位であれば、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に L 電位が入力され、進行方向端子 1 0 2 b が L 電位であれば、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に H 電位が入力される。すなわち、モード切換スイッチ 9 8 で自動モードが選択されていない場合、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で前進が選択されていると、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 による衝突検知が有効化され、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で後退が選択されていると、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 による衝突検知が無効化される。

【 0 1 1 7 】

自動モード端子 9 8 c が L 電位の場合には、キャンセル回路 5 4 6 のトランジスタ 5 4 6 a はオンであるため、進行方向端子 1 0 2 b の電位に関わらず、OR ゲート 5 5 6 の第 2 入力端子に L 電位が入力される。すなわち、モード切換スイッチ 9 8 で自動モードが選択されている場合、進行方向切換スイッチ 1 0 2 の状態に関わらず、衝突検知スイッチ 5

50

3 0 , 5 3 2 による衝突検知が有効化される。

【 0 1 1 8 】

(遮断回路 4 3 8 の構成)

図 3 2 に示すように、遮断回路 4 3 8 は、スイッチング素子 4 3 8 a と、ドライバ IC 4 3 8 b と、AND ゲート 4 3 8 c を備えている。スイッチング素子 4 3 8 a は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOS FET である。スイッチング素子 4 3 8 a のドレインは制御電源回路 4 3 2 のバッテリー電位 (V b a t) 出力に接続されており、スイッチング素子 4 3 8 a のソースはモータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 に接続されており、スイッチング素子 4 3 8 a のゲートはドライバ IC 4 3 8 b に接続されている。AND ゲート 4 3 8 c の第 1 入力端子は、切換回路 4 3 6 に接続されており、AND ゲート 4 3 8 c の第 2 入力端子は、メイン M C U 4 3 4 に接続されており、AND ゲート 4 3 8 c の出力端子は、ドライバ IC 4 3 8 b に接続されている。ドライバ IC 4 3 8 b は、AND ゲート 4 3 8 c の出力端子が H 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 3 8 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の両方が H 電位の場合に、スイッチング素子 4 3 8 a を導通とする。ドライバ IC 4 3 8 b は、AND ゲート 4 3 8 c の出力端子が L 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 3 8 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の一方または両方が L 電位の場合に、スイッチング素子 4 3 8 a を非導通とする。

10

【 0 1 1 9 】

(モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 の構成)

モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 は、U 相出力端子、V 相出力端子および W 相出力端子を介して、右前輪モータ 2 3 2、左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 と接続されている。また、モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 は、ブレーキ回路出力端子を介して、ブレーキ回路 4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4 と接続されている。

20

【 0 1 2 0 】

モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 は、第 1 スwitchング素子 4 5 4 a , 4 5 6 a , 4 5 8 a , 4 6 0 a と、第 2 スwitchング素子 4 5 4 b , 4 5 6 b , 4 5 8 b , 4 6 0 b と、第 3 スwitchング素子 4 5 4 c , 4 5 6 c , 4 5 8 c , 4 6 0 c と、第 4 スwitchング素子 4 5 4 d , 4 5 6 d , 4 5 8 d , 4 6 0 d と、第 5 スwitchング素子 4 5 4 e , 4 5 6 e , 4 5 8 e , 4 6 0 e と、第 6 スwitchング素子 4 5 4 f , 4 5 6 f , 4 5 8 f , 4 6 0 f と、第 1 ダイオード 4 5 4 g , 4 5 6 g , 4 5 8 g , 4 6 0 g と、第 2 ダイオード 4 5 4 h , 4 5 6 h , 4 5 8 h , 4 6 0 h と、第 3 ダイオード 4 5 4 i , 4 5 6 i , 4 5 8 i , 4 6 0 i を備えている。第 1 スwitchング素子 4 5 4 a , 4 5 6 a , 4 5 8 a , 4 6 0 a と、第 2 スwitchング素子 4 5 4 b , 4 5 6 b , 4 5 8 b , 4 6 0 b と、第 3 スwitchング素子 4 5 4 c , 4 5 6 c , 4 5 8 c , 4 6 0 c と、第 4 スwitchング素子 4 5 4 d , 4 5 6 d , 4 5 8 d , 4 6 0 d と、第 5 スwitchング素子 4 5 4 e , 4 5 6 e , 4 5 8 e , 4 6 0 e と、第 6 スwitchング素子 4 5 4 f , 4 5 6 f , 4 5 8 f , 4 6 0 f は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOS FET である。

30

【 0 1 2 1 】

第 1 スwitchング素子 4 5 4 a , 4 5 6 a , 4 5 8 a , 4 6 0 a のドレインは遮断回路 4 3 8 のスイッチング素子 4 3 8 a のソースに接続されており、第 1 スwitchング素子 4 5 4 a , 4 5 6 a , 4 5 8 a , 4 6 0 a のソースは U 相出力端子に接続されており、第 1 スwitchング素子 4 5 4 a , 4 5 6 a , 4 5 8 a , 4 6 0 a のゲートはモータ M C U 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0 に接続されている。第 2 スwitchング素子 4 5 4 b , 4 5 6 b , 4 5 8 b , 4 6 0 b のドレインは U 相出力端子に接続されており、第 2 スwitchング素子 4 5 4 b , 4 5 6 b , 4 5 8 b , 4 6 0 b のソースは接地電位に接続されており、第 2 スwitchング素子 4 5 4 b , 4 5 6 b , 4 5 8 b , 4 6 0 b のゲートはモータ M C U 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0 に接続されている。

40

50

【 0 1 2 2 】

第3スイッチング素子454c, 456c, 458c, 460cのドレインは遮断回路438のスイッチング素子438aのソースに接続されており、第3スイッチング素子454c, 456c, 458c, 460cのソースはV相出力端子に接続されており、第3スイッチング素子454c, 456c, 458c, 460cのゲートはモータMCU444, 446, 448, 450に接続されている。第4スイッチング素子454d, 456d, 458d, 460dのドレインはV相出力端子に接続されており、第4スイッチング素子454d, 456d, 458d, 460dのソースは接地電位に接続されており、第4スイッチング素子454d, 456d, 458d, 460dのゲートはモータMCU444, 446, 448, 450に接続されている。

10

【 0 1 2 3 】

第5スイッチング素子454e, 456e, 458e, 460eのドレインは遮断回路438のスイッチング素子438aのソースに接続されており、第5スイッチング素子454e, 456e, 458e, 460eのソースはW相出力端子に接続されており、第5スイッチング素子454e, 456e, 458e, 460eのゲートはモータMCU444, 446, 448, 450に接続されている。第6スイッチング素子454f, 456f, 458f, 460fのドレインはW相出力端子に接続されており、第6スイッチング素子454f, 456f, 458f, 460fのソースは接地電位に接続されており、第6スイッチング素子454f, 456f, 458f, 460fのゲートはモータMCU444, 446, 448, 450に接続されている。

20

【 0 1 2 4 】

モータMCU444, 446, 448, 450には、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492のホールセンサ482, 484, 488, 494の検出信号が入力される。モータMCU444, 446, 448, 450は、ホールセンサ482, 484, 488, 494からの検出信号に応じて、第1スイッチング素子454a, 456a, 458a, 460a、第2スイッチング素子454b, 456b, 458b, 460b、第3スイッチング素子454c, 456c, 458c, 460c、第4スイッチング素子454d, 456d, 458d, 460d、第5スイッチング素子454e, 456e, 458e, 460e、第6スイッチング素子454f, 456f, 458f, 460fのオン/オフを切り換えることによって、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492を所望の回転速度で動作させることができる。また、モータMCU444, 446, 448, 450は、第2スイッチング素子454b, 456b, 458b, 460bと、第4スイッチング素子454d, 456d, 458d, 460dと、第6スイッチング素子454f, 456f, 458f, 460fをオンに切り換えることで、いわゆる短絡ブレーキによって右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492の回転を制動することができる。

30

【 0 1 2 5 】

第1ダイオード454g, 456g, 458g, 460gのアノードは、U相出力端子に接続されており、第1ダイオード454g, 456g, 458g, 460gのカソードは、ブレーキ回路出力端子に接続されている。第2ダイオード454h, 456h, 458h, 460hのアノードは、V相出力端子に接続されており、第2ダイオード454h, 456h, 458h, 460hのカソードは、ブレーキ回路出力端子に接続されている。第3ダイオード454i, 456i, 458i, 460iのアノードは、W相出力端子に接続されており、第3ダイオード454i, 456i, 458i, 460iのカソードは、ブレーキ回路出力端子に接続されている。

40

【 0 1 2 6 】

(ブレーキ回路468, 470, 472, 474の構成)

ブレーキ回路468, 470, 472, 474は、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 474aと、抵抗器468b, 470b, 472b, 474bと、増幅器

50

468c, 470c, 472c, 474cと、オペアンプ468d, 470d, 472d, 474dと、サーミスタ468e, 470e, 472e, 474eを備えている。

【0127】

スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aは、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有するnチャネル型のMOSFETである。スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aのドレインは、モータドライバ454, 456, 458, 460のブレーキ回路出力端子に接続されており、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aのソースは、抵抗器468b, 470b, 472b, 474bを介して接地電位に接続されており、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aのゲートは、オペアンプ468d, 470d, 472d, 474dの出力端子に接続されている。スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aは、ゲート電圧の大きさに応じて、ゲート電圧が変動するとドレイン電流も略線形に変動する線形モードと、ゲート電圧が変動してもドレイン電流がそれほど変動しないスイッチングモードでの動作が可能である。

10

【0128】

増幅器468c, 470c, 472c, 474cは、抵抗器468b, 470b, 472b, 474bの一端と他端の間の電圧を検出して、検出された電圧を増幅してオペアンプ468d, 470d, 472d, 474dの反転入力端子に出力する。オペアンプ468d, 470d, 472d, 474dの非反転入力端子は、モータMCU444, 446, 448, 450に接続されている。オペアンプ468d, 470d, 472d, 474dは、モータMCU444, 446, 448, 450から非反転入力端子に入力される電流指令値と、増幅器468c, 470c, 472c, 474cから反転入力端子に入力される電流検出値の差に応じた電圧をスイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aのゲートに印加する。これによって、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aが線形モードで動作し、モータMCU444, 446, 448, 450からの電流指令値に応じた電流が抵抗器468b, 470b, 472b, 474bを流れるように、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aの動作が制御される。すなわち、ブレーキ回路468, 470, 472, 474は、リニアレギュレータといえることができる。

20

【0129】

右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492が回転している時に、モータドライバ454, 456, 458, 460からブレーキ回路468, 470, 472, 474に大電流が流れると、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492に強力な制動力が作用する。このため、モータMCU444, 446, 448, 450は、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492の回転中に、ブレーキ回路468, 470, 472, 474によって右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492に大きな制動力を作用させることができる。

30

【0130】

ブレーキ回路468, 470, 472, 474によって右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492に制動力を作用させると、スイッチング素子468a, 470a, 472a, 472aと抵抗器468b, 470b, 472b, 474bに大電流が流れるため、発熱によってブレーキ回路468, 470, 472, 474の温度が上昇する。このため、モータMCU444, 446, 448, 450は、ブレーキ回路468, 470, 472, 474を動作させる際には、冷却ファン50d, 52d, 54d, 56dを駆動して、ブレーキ回路468, 470, 472, 474を冷却する。また、モータMCU444, 446, 448, 450には、サーミスタ468e, 470e, 472e, 474eが接続されている。サーミスタ468e, 470e, 472e, 474eは、ブレーキ回路468, 470, 472, 474の温度を検出して、モータMCU444, 446, 448, 450に出力する。

40

50

【 0 1 3 1 】

なお、ブレーキ回路 4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4 は、スイッチング素子 4 6 8 a , 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 2 a と、抵抗器 4 6 8 b , 4 7 0 b , 4 7 2 b , 4 7 4 b と、増幅器 4 6 8 c , 4 7 0 c , 4 7 2 c , 4 7 4 c と、オペアンプ 4 6 8 d , 4 7 0 d , 4 7 2 d , 4 7 4 d と、サーミスタ 4 6 8 e , 4 7 0 e , 4 7 2 e , 4 7 4 e の組を複数 (例えば 6 つ) 用意して、それらを互いに並列に接続した構成としてもよい。このような構成とすることによって、モータドライバ 4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0 からブレーキ回路 4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4 により大きな電流を流すことができ、右前輪モータ 2 3 2、左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 により大きな制動力を作用させることができる。

10

【 0 1 3 2 】

(遮断回路 4 4 0 の構成)

図 3 3 に示すように、遮断回路 4 4 0 は、スイッチング素子 4 4 0 a と、ドライバ IC 4 4 0 b と、AND ゲート 4 4 0 c を備えている。スイッチング素子 4 4 0 a は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOSFET である。スイッチング素子 4 4 0 a のドレインは制御電源回路 4 3 2 のバッテリー電位 (V b a t) 出力に接続されており、スイッチング素子 4 4 0 a のソースは電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 に接続されており、スイッチング素子 4 4 0 a のゲートはドライバ IC 4 4 0 b に接続されている。AND ゲート 4 4 0 c の第 1 入力端子は、切換回路 4 3 6 に接続されており、AND ゲート 4 4 0 c の第 2 入力端子は、メイン MCU 4 3 4 に接続されており、AND ゲート 4 4 0 c の出力端子は、ドライバ IC 4 4 0 b に接続されている。ドライバ IC 4 4 0 b は、AND ゲート 4 4 0 c の出力端子が H 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 4 0 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の両方が H 電位の場合に、スイッチング素子 4 4 0 a を導通とする。ドライバ IC 4 4 0 b は、AND ゲート 4 4 0 c の出力端子が L 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 4 0 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の一方または両方が L 電位の場合に、スイッチング素子 4 4 0 a を非導通とする。

20

【 0 1 3 3 】

(電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 の構成)

電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 は、正極出力端子および負極出力端子を介して、右後輪電磁ブレーキ 4 9 0、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 と接続されている。電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 は、スイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a と、ダイオード 4 6 4 b , 4 6 6 b を備えている。

30

【 0 1 3 4 】

スイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOSFET である。スイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a のドレインは負極出力端子に接続されており、スイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a のソースは接地電位に接続されており、スイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a のゲートはモータ MCU 4 4 8 , 4 5 0 に接続されている。ダイオード 4 6 4 b , 4 6 6 b のアノードは負極出力端子に接続されており、ダイオード 4 6 4 b , 4 6 6 b のカソードは正極出力端子に接続されている。

40

【 0 1 3 5 】

右後輪電磁ブレーキ 4 9 0、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 は、正極出力端子と負極出力端子の間に電圧が印加されていない場合に、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 へ制動力を作用させ、正極出力端子と負極出力端子の間に電圧が印加されると、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 への制動力を解除する。遮断回路 4 4 0 のスイッチング素子 4 4 0 a がオンの状態で、モータ MCU 4 4 8 , 4 5 0 が電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 のスイッチング素子 4 6 4 a , 4 6 6 a をオンにすると、正極出力端子と負極出力端子の間にバッテリー電圧 (V b a t) が印加されて、右後輪電磁ブレーキ 4 9 0、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 の制動力が解除される。なお、ダイオード 4 6 4 b , 4 6 6 b は、右後輪電磁ブレーキ 4 9 0、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 からのバックサージを吸収する。

50

【 0 1 3 6 】

(遮断回路 4 4 2 の構成)

図 3 4 に示すように、遮断回路 4 4 2 は、スイッチング素子 4 4 2 a と、ドライバ I C 4 4 2 b と、AND ゲート 4 4 2 c を備えている。スイッチング素子 4 4 2 a は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOS F E T である。スイッチング素子 4 4 2 a のドレインは制御電源回路 4 3 2 のバッテリー電位 (V b a t) 出力に接続されており、スイッチング素子 4 4 2 a のソースはモータドライバ 4 6 2 に接続されており、スイッチング素子 4 4 2 a のゲートはドライバ I C 4 4 2 b に接続されている。AND ゲート 4 4 2 c の第 1 入力端子は、切換回路 4 3 6 に接続されており、AND ゲート 4 4 2 c の第 2 入力端子は、メイン M C U 4 3 4 に接続されており、AND ゲート 4 4 2 c の出力端子は、ドライバ I C 4 4 2 b に接続されている。ドライバ I C 4 4 2 b は、AND ゲート 4 4 2 c の出力端子が H 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 4 2 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の両方が H 電位の場合に、スイッチング素子 4 4 2 a を導通とする。ドライバ I C 4 4 2 b は、AND ゲート 4 4 2 c の出力端子が L 電位の場合、すなわち AND ゲート 4 4 2 c の第 1 入力端子と第 2 入力端子の一方または両方が L 電位の場合に、スイッチング素子 4 4 2 a を非導通とする。

10

【 0 1 3 7 】

(モータドライバ 4 6 2 の構成)

モータドライバ 4 6 2 は、U 相出力端子、V 相出力端子および W 相出力端子を介して、操舵モータ 1 7 6 と接続されている。モータドライバ 4 6 2 は、第 1 スwitchング素子 4 6 2 a と、第 2 スwitchング素子 4 6 2 b と、第 3 スwitchング素子 4 6 2 c と、第 4 スwitchング素子 4 6 2 d と、第 5 スwitchング素子 4 6 2 e と、第 6 スwitchング素子 4 6 2 f を備えている。第 1 スwitchング素子 4 6 2 a と、第 2 スwitchング素子 4 6 2 b と、第 3 スwitchング素子 4 6 2 c と、第 4 スwitchング素子 4 6 2 d と、第 5 スwitchング素子 4 6 2 e と、第 6 スwitchング素子 4 6 2 f は、例えば、電界効果トランジスタであり、詳しくは、絶縁ゲートを有する n チャネル型の MOS F E T である。

20

【 0 1 3 8 】

第 1 スwitchング素子 4 6 2 a のドレインは遮断回路 4 4 2 のスイッチング素子 4 4 2 a のソースに接続されており、第 1 スwitchング素子 4 6 2 a のソースは U 相出力端子に接続されており、第 1 スwitchング素子 4 6 2 a のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。第 2 スwitchング素子 4 6 2 b のドレインは U 相出力端子に接続されており、第 2 スwitchング素子 4 6 2 b のソースは接地電位に接続されており、第 2 スwitchング素子 4 6 2 b のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。

30

【 0 1 3 9 】

第 3 スwitchング素子 4 6 2 c のドレインは遮断回路 4 4 2 のスイッチング素子 4 4 2 a のソースに接続されており、第 3 スwitchング素子 4 6 2 c のソースは V 相出力端子に接続されており、第 3 スwitchング素子 4 6 2 c のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。第 4 スwitchング素子 4 6 2 d のドレインは V 相出力端子に接続されており、第 4 スwitchング素子 4 6 2 d のソースは接地電位に接続されており、第 4 スwitchング素子 4 6 2 d のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。

40

【 0 1 4 0 】

第 5 スwitchング素子 4 6 2 e のドレインは遮断回路 4 4 2 のスイッチング素子 4 4 2 a のソースに接続されており、第 5 スwitchング素子 4 6 2 e のソースは W 相出力端子に接続されており、第 5 スwitchング素子 4 6 2 e のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。第 6 スwitchング素子 4 6 2 f のドレインは W 相出力端子に接続されており、第 6 スwitchング素子 4 6 2 f のソースは接地電位に接続されており、第 6 スwitchング素子 4 6 2 f のゲートはモータ M C U 4 5 2 に接続されている。

【 0 1 4 1 】

モータ M C U 4 5 2 には、操舵モータ 1 7 6 のホールセンサ 4 8 0 の検出信号が入力される。モータ M C U 4 5 2 は、ホールセンサ 4 8 0 からの検出信号に応じて、第 1 スイッ

50

チング素子 4 6 2 a、第 2 スイッチング素子 4 6 2 b、第 3 スイッチング素子 4 6 2 c、第 4 スイッチング素子 4 6 2 d、第 5 スイッチング素子 4 6 2 e、第 6 スイッチング素子 4 6 2 f のオン / オフを切り換えることによって、操舵モータ 1 7 6 を所望の回転速度で動作させることができる。また、モータ M C U 4 5 2 は、第 2 スイッチング素子 4 6 2 b と、第 4 スイッチング素子 4 6 2 d と、第 6 スイッチング素子 4 6 2 f をオンに切り換えることで、いわゆる短絡ブレーキによって操舵モータ 1 7 6 の回転を制動することができる。

【 0 1 4 2 】

(メイン M C U 4 3 4 が行う処理)

運搬車 2 の主電源がオンになると、メイン M C U 4 3 4 は、図 3 5 - 図 3 7 に示す処理を実行する。

10

【 0 1 4 3 】

図 3 5 に示すように、S 2 では、メイン M C U 4 3 4 は、温度保護フラグを 0 に設定する。

【 0 1 4 4 】

S 4 では、メイン M C U 4 3 4 は、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d の何れかで過積載が検知されるか否かを判断する。過積載が検知される場合 (Y E S の場合)、処理は S 6 へ進む。S 6 では、メイン M C U 4 3 4 は、過積載検知フラグを 1 に設定する。S 4 で過積載が検知されない場合 (N O の場合)、処理は S 8 へ進む。S 8 では、メイン M C U 4 3 4 は、過積載検知フラグを 0 に設定する。S 6 または S 8 の後、処理は S 1 0 へ進む。

20

【 0 1 4 5 】

S 1 0 では、メイン M C U 4 3 4 は、衝突検知スイッチ 5 3 0 , 5 3 2 の何れかで衝突が検知されるか否かを判断する。衝突が検知される場合 (Y E S の場合)、処理は S 1 2 へ進む。S 1 2 では、メイン M C U 4 3 4 は、衝突検知フラグを 1 に設定する。S 1 0 で衝突が検知されない場合 (N O の場合)、処理は S 1 4 へ進む。S 1 4 では、メイン M C U 4 3 4 は、衝突検知フラグを 0 に設定する。S 1 2 または S 1 4 の後、処理は S 1 6 へ進む。

【 0 1 4 6 】

S 1 6 では、メイン M C U 4 3 4 は、サーミスタ 4 6 8 e , 4 7 0 e , 4 7 2 e , 4 7 4 e で検出されるブレーキ回路温度 T が、温度保護しきい値 T 1 を超えているか否かを判断する。ブレーキ回路温度 T が温度保護しきい値 T 1 を超えている場合 (Y E S の場合)、処理は S 1 8 へ進む。S 1 8 では、メイン M C U 4 3 4 は、温度保護フラグを 1 に設定する。S 1 8 の後、処理は S 2 0 へ進む。S 1 6 でブレーキ回路温度 T が温度保護しきい値 T 1 を超えていない場合 (N O の場合)、処理は S 2 0 へ進む。

30

【 0 1 4 7 】

S 2 0 では、メイン M C U 4 3 4 は、モード切換スイッチ 9 8 で手動モードが選択されているか否かを判断する。手動モードが選択されている場合 (Y E S の場合)、処理は S 3 4 (図 3 6 参照) に進む。手動モードが選択されていない場合 (N O の場合)、処理は S 2 2 へ進む。

40

【 0 1 4 8 】

S 2 2 では、メイン M C U 4 3 4 は、モード切換スイッチ 9 8 で自動モードが選択されているか否かを判断する。自動モードが選択されている場合 (Y E S の場合)、処理は S 7 2 (図 3 7 参照) に進む。自動モードが選択されていない場合 (N O の場合)、処理は S 2 4 へ進む。

【 0 1 4 9 】

S 2 4 の処理は、モード切換スイッチ 9 8 で手動モードも自動モードも選択されていない場合、すなわちモード切換スイッチ 9 8 でパーキングモードが選択されている場合に実行される。S 2 4 では、メイン M C U 4 3 4 は、運搬車 2 の目標進行速度 V を 0 k m / h に設定し、運搬車 2 の目標旋回角度 θ を 0 ° に設定する。S 2 6 では、メイン M C U 4 3

50

4 は、遮断回路 4 3 8 , 4 4 0 , 4 4 2 に通電禁止信号を送信する。

【 0 1 5 0 】

S 2 8 では、メイン M C U 4 3 4 は、目標進行速度 V と目標旋回角度 θ から、右前輪モータ 2 3 2、左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 に対する回転速度指令値と、操舵モータ 1 7 6 に対する操舵角指令値を算出する。

【 0 1 5 1 】

S 3 0 では、メイン M C U 4 3 4 は、右前輪モータ 2 3 2、左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2 に対する回転速度指令値と、操舵モータ 1 7 6 に対する操舵角指令値を、モータ M C U 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0 , 4 5 2 へ送信する。

【 0 1 5 2 】

S 3 2 では、メイン M C U 4 3 4 は、モータ M C U 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0 , 4 5 2 から、状態信号を受信する。S 3 2 の後、処理は S 2 へ戻る。

【 0 1 5 3 】

(手動モードでのメイン M C U 4 3 4 の処理)

図 3 6 に示す S 3 4 の処理は、モード切換スイッチ 9 8 で手動モードが選択されている場合に実行される。S 3 4 では、メイン M C U 4 3 4 は、トリガスイッチ 1 0 0 から入力されるトリガスイッチ 1 0 0 の押し込み量に基づいて、トリガスイッチ 1 0 0 がオン操作されているか否かを判断する。トリガスイッチ 1 0 0 がオン操作されている場合 (Y E S の場合)、処理は S 3 6 へ進む。S 3 6 では、メイン M C U 4 3 4 は、遮断回路 4 3 8 , 4 4 0 , 4 4 2 に通電許可信号を送信する。S 3 6 の後、処理は S 4 6 へ進む。

【 0 1 5 4 】

S 3 4 でトリガスイッチ 1 0 0 がオン操作されていない場合 (N O の場合)、処理は S 3 8 へ進む。S 3 8 では、メイン M C U 4 3 4 は、運搬車 2 の目標進行速度 V を 0 k m / h に設定し、運搬車 2 の目標旋回角度 θ を 0 ° に設定する。

【 0 1 5 5 】

S 4 0 では、メイン M C U 4 3 4 は、遮断回路 4 3 8 , 4 4 0 , 4 4 2 に通電禁止信号を送信する。

【 0 1 5 6 】

S 4 2 では、メイン M C U 4 3 4 は、サーミスタ 4 6 8 e , 4 7 0 e , 4 7 2 e , 4 7 4 e で検出されるブレーキ回路温度 T が、温度保護解除しきい値 $T 2$ を下回るか否かを判断する。ブレーキ回路温度 T が温度保護解除しきい値 $T 2$ を下回る場合 (Y E S の場合)、処理は S 4 4 へ進む。S 4 2 でブレーキ回路温度 T が温度保護解除しきい値 $T 2$ 以上の場合 (N O の場合)、処理は S 2 8 (図 3 5 参照) へ進む。

【 0 1 5 7 】

S 4 4 の処理は、モード切換スイッチ 9 8 で手動モードが選択されており、運搬車 2 の目標進行速度 V が 0 k m / h に設定され、メイン M C U 4 3 4 から遮断回路 4 3 8 , 4 4 0 , 4 4 2 に通電禁止信号が送信されており (すなわち、運搬車 2 が停止しており)、かつ、ブレーキ回路温度 T が温度保護解除しきい値 $T 2$ を下回る場合に実行される。S 4 4 では、メイン M C U 4 3 4 は、温度保護フラグを 0 に設定する。S 4 4 の後、処理は S 2 8 (図 3 5 参照) へ進む。

【 0 1 5 8 】

S 4 6 では、メイン M C U 4 3 4 は、進行方向切換スイッチ 1 0 2 で前進が選択されているか否かを判断する。前進が選択されている場合 (Y E S の場合)、処理は S 4 8 へ進む。

【 0 1 5 9 】

S 4 8 では、メイン M C U 4 3 4 は、衝突検知フラグが 0 であるか否かを判断する。衝突検知フラグが 0 である場合 (Y E S の場合)、処理は S 5 0 へ進む。

【 0 1 6 0 】

S 5 0 では、メイン M C U 4 3 4 は、過積載検知フラグが 0 であるか否かを判断する。衝突検知フラグが 0 である場合 (Y E S の場合)、処理は S 5 2 へ進む。

10

20

30

40

50

【 0 1 6 1 】

S 5 2では、メインMCU 4 3 4は、温度保護フラグが0であるか否かを判断する。温度保護フラグが0である場合（YESの場合）、処理はS 5 4へ進む。

【 0 1 6 2 】

S 5 4では、メインMCU 4 3 4は、運搬車2の上限進行速度を第1上限進行速度（例えば5 km / h）に設定する。S 5 4の後、処理はS 5 8へ進む。

【 0 1 6 3 】

S 5 0で過積載検知フラグが1である場合（NOの場合）や、S 5 2で温度保護フラグが1である場合（NOの場合）、処理はS 5 6へ進む。S 5 6では、メインMCU 4 3 4は、運搬車2の上限進行速度を第1上限進行速度よりも小さい第2上限進行速度（例えば1 km / h）に設定する。S 5 6の後、処理はS 5 8へ進む。

10

【 0 1 6 4 】

S 5 8では、メインMCU 4 3 4は、トリガスイッチ1 0 0から入力されるトリガスイッチ1 0 0の押し込み量に基づいて、運搬車2の目標進行速度Vを特定する。この際に、トリガスイッチ1 0 0の押し込み量に基づいて特定される目標進行速度VがS 5 4，S 5 6で設定された上限進行速度以上である場合には、メインMCU 4 3 4は、目標進行速度Vを上限進行速度に一致させる。

【 0 1 6 5 】

S 6 0では、メインMCU 4 3 4は、回動角度センサ8 8から入力されるハンドルシャフト8 4の回動角度に基づいて、運搬車2の目標旋回角度θを特定する。S 6 0の後、処理はS 2 8（図3 5参照）へ進む。

20

【 0 1 6 6 】

S 4 8において衝突検知フラグが1である場合（NOの場合）、処理はS 6 2へ進む。S 6 2の処理は、モード切換スイッチ9 8で手動モードが選択されており、進行方向切換スイッチ1 0 2で前進が選択されており、かつ衝突検知フラグが1である場合に実行される。S 6 2では、メインMCU 4 3 4は、運搬車2の目標進行速度Vを0 km / hに設定し、運搬車2の目標旋回角度θを0°に設定する。S 6 4では、メインMCU 4 3 4は、遮断回路4 3 8，4 4 0，4 4 2に通電禁止信号を送信する。S 6 4の後、処理はS 2 8（図3 5参照）へ進む。

【 0 1 6 7 】

30

S 4 6において進行方向切換スイッチ1 0 2で後退が選択されている場合（NOの場合）、処理はS 6 6へ進む。S 6 6の処理は、モード切換スイッチ9 8で手動モードが選択されており、進行方向切換スイッチ1 0 2で後退が選択されている場合に実行される。S 6 6では、メインMCU 4 3 4は、運搬車2の上限進行速度を第2上限進行速度（例えば1 km / h）に設定する。

【 0 1 6 8 】

S 6 8では、メインMCU 4 3 4は、トリガスイッチ1 0 0から入力されるトリガスイッチ1 0 0の押し込み量に基づいて、運搬車2の目標進行速度Vを特定する。この際に、トリガスイッチ1 0 0の押し込み量に基づいて特定される目標進行速度VがS 6 6で設定された上限進行速度以上である場合には、メインMCU 4 3 4は、目標進行速度Vを上限進行速度に一致させる。

40

【 0 1 6 9 】

S 7 0では、メインMCU 4 3 4は、回動角度センサ8 8から入力されるハンドルシャフト8 4の回動角度に基づいて、運搬車2の目標旋回角度θを特定する。S 7 0の後、処理はS 2 8（図3 5参照）へ進む。

【 0 1 7 0 】

なお、S 5 4の処理における運搬車2の上限進行速度は、速度切換スイッチ1 0 4の操作に応じて、適宜変更されてもよい。例えば、速度切換スイッチ1 0 4で運搬車2の進行速度が高速に設定されている場合、運搬車2の上限進行速度は、第1上限進行速度（例えば5 km / h）に設定されてもよく、速度切換スイッチ1 0 4で運搬車2の進行速度が中

50

速に設定されている場合、運搬車 2 の進行速度は、第 1 上限進行速度よりも小さく、第 2 上限進行速度よりも大きい第 3 上限進行速度（例えば 3 km/h）に設定されてもよく、速度切換スイッチ 104 で運搬車 2 の進行速度が低速に設定されている場合、運搬車 2 の進行速度は、第 3 上限進行速度よりも小さく、第 2 上限進行速度よりも大きい第 4 上限進行速度（例えば 1.5 km/h）に設定されてもよい。

【0171】

（自動モードでのメインMCU434の処理）

図37に示すS72の処理は、モード切換スイッチ98で自動モードが選択されている場合に実行される。S72では、メインMCU434は、衝突検知フラグが0であるか否かを判断する。衝突検知フラグが0である場合（YESの場合）、処理はS74へ進む。

10

【0172】

S74では、メインMCU434は、過積載検知フラグが0であるか否かを判断する。衝突検知フラグが0である場合（YESの場合）、処理はS76へ進む。

【0173】

S76では、メインMCU434は、遮断回路438，440，442に通電許可信号を送信する。

【0174】

S78では、メインMCU434は、温度保護フラグが0であるか否かを判断する。温度保護フラグが0である場合（YESの場合）、処理はS80へ進む。S80では、メインMCU434は、運搬車2の上限進行速度を第3上限進行速度（例えば3 km/h）に設定する。S80の後、処理はS84へ進む。

20

【0175】

S78で、温度保護フラグが1である場合（NOの場合）、処理はS82へ進む。S82では、メインMCU434は、運搬車2の上限進行速度を第2進行速度（例えば1 km/h）に設定する。S82の後、処理はS84へ進む。

【0176】

S84では、メインMCU434は、自動運転MCU430からの指令値に基づいて、運搬車2の目標進行速度Vを特定する。この際に、自動運転MCU430からの指令値に基づいて特定される目標進行速度VがS80，S82で設定された上限進行速度以上である場合には、メインMCU434は、目標進行速度Vを上限進行速度に一致させる。

30

【0177】

S86では、メインMCU434は、自動運転MCU430からの指令値に基づいて、運搬車2の目標旋回角度θを特定する。S86の後、処理はS28（図35参照）へ進む。

【0178】

S72で衝突検知フラグが1である場合（NOの場合）や、S74で過積載検知フラグが1である場合（NOの場合）、処理はS88へ進む。S88の処理は、モード切換スイッチ98で自動モードが選択されており、かつ衝突検知フラグが1である場合、あるいは、モード切換スイッチ98で自動モードが選択されており、かつ過積載検知フラグが1である場合に実行される。S88では、メインMCU434は、運搬車2の目標進行速度Vを0 km/hに設定し、運搬車2の目標旋回角度θを0°に設定する。S90では、メインMCU434は、遮断回路438，440，442に通電禁止信号を送信する。S90の後、処理はS28（図35参照）へ進む。

40

【0179】

（モータMCU444，446が行う処理）

運搬車2の主電源がオンになると、モータMCU444，446は、図38、図39に示す処理を実行する。

【0180】

図38に示すように、S102では、モータMCU444，446は、メインMCU434から指令信号を受信する。

【0181】

50

S 1 0 4では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、メインMCU 4 3 4から受信した指令信号に基づいて、右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2の目標回転速度RS 1を特定する。

【0 1 8 2】

S 1 0 6では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ホールセンサ4 8 2 , 4 8 4から受信した検出信号に基づいて、右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2の現在の回転速度RS 2を特定する。

【0 1 8 3】

S 1 0 8では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、S 1 0 4で特定した目標回転速度RS 1がS 1 0 6で特定した現在の回転速度RS 2より大きいかなんかを判断する。目標回転速度RS 1が現在の回転速度RS 2よりも大きい場合(Y E Sの場合)、処理はS 1 1 0へ進む。

10

【0 1 8 4】

S 1 1 0では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、モータドライバ4 5 4 , 4 5 6によって右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2をPWM制御して、右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2の回転を加速させる。なお、S 1 1 0では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0に電流指令値として0を入力し、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0の動作を無効化する。

【0 1 8 5】

S 1 1 2では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、S 1 0 4で特定した目標回転速度RS 1とS 1 0 6で特定した現在の回転速度RS 2の差に基づいて、目標回転加速度RA 1を特定する。

20

【0 1 8 6】

S 1 1 4では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ホールセンサ4 8 2 , 4 8 4から受信した検出信号に基づいて、現在の回転加速度RA 2を特定する。

【0 1 8 7】

S 1 1 6では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、S 1 1 2で特定された目標回転加速度RA 1がS 1 1 4で特定された現在の回転加速度RA 2より大きいかなんかを判断する。目標回転加速度RA 1が現在の回転加速度RA 2より高い場合(Y E Sの場合)、処理はS 1 1 8へ進む。S 1 1 8では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、モータドライバ4 5 4 , 4 5 6による右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2のPWM制御におけるデューティ比を増加させる。S 1 1 6で目標回転加速度RA 1が現在の回転加速度RA 2以下の場合(N Oの場合)、処理はS 1 2 0へ進む。S 1 2 0では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、モータドライバ4 5 4 , 4 5 6による右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2のPWM制御におけるデューティ比を低減させる。S 1 1 8またはS 1 2 0の後、処理はS 1 3 4(図3 9参照)へ進む。

30

【0 1 8 8】

S 1 0 8で目標回転速度RS 1が現在の回転速度RS 2以下の場合(N Oの場合)、処理はS 1 2 2へ進む。S 1 2 2では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0を介して、右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2の回転を減速させる。なお、S 1 2 2では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、モータドライバ4 5 4 , 4 5 6の動作を無効化する。

40

【0 1 8 9】

S 1 2 4では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、S 1 0 4で特定した目標回転速度RS 1とS 1 0 6で特定した現在の回転速度RS 2の差に基づいて、目標回転減速度RD 1を特定する。

【0 1 9 0】

S 1 2 6では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ホールセンサ4 8 2 , 4 8 4から受信した検出信号に基づいて、現在の回転減速度RD 2を特定する。

【0 1 9 1】

50

S 1 2 8では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、S 1 2 4で特定された目標回転減速度RD 1がS 1 2 6で特定された現在の回転減速度RD 2より低いかなかを判断する。目標回転減速度RD 1が現在の回転減速度RD 2より低い場合（YESの場合）、処理はS 1 3 0へ進む。S 1 3 0では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0への電流指令値を増加させる。S 1 2 8で目標回転減速度RD 1が現在の回転減速度RD 2以下の場合（NOの場合）、処理はS 1 3 2へ進む。S 1 3 2では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0への電流指令値を低減させる。S 1 3 0またはS 1 3 2の後、処理はS 1 3 4（図3 9参照）へ進む。

【0 1 9 2】

図3 9に示すように、S 1 3 4では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、サーミスタ4 6 8 e , 4 7 0 eで検出されるブレーキ回路温度Tが、冷却開始温度T 3を上回るかなかを判断する。ブレーキ回路温度Tが冷却開始温度T 3を上回る場合（YESの場合）、処理はS 1 3 6へ進む。S 1 3 6では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、冷却ファン5 0 d、5 2 dを駆動して、電気ブレーキ回路基板5 0 , 5 2を冷却する。S 1 3 6の後、処理はS 1 3 8へ進む。S 1 3 4でブレーキ回路温度Tが冷却開始温度T 3以下の場合（NOの場合）、処理はS 1 3 8へ進む。

10

【0 1 9 3】

S 1 3 8では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、サーミスタ4 6 8 e , 4 7 0 eで検出されるブレーキ回路温度Tが、冷却開始温度T 3よりも低い冷却終了温度T 4を下回るかなかを判断する。ブレーキ回路温度Tが冷却終了温度T 4を下回る場合（YESの場合）、処理はS 1 4 0へ進む。S 1 4 0では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、冷却ファン5 0 d、5 2 dを停止して、電気ブレーキ回路基板5 0 , 5 2の冷却を終了する。S 1 4 0の後、処理はS 1 4 2へ進む。S 1 3 8でブレーキ回路温度Tが冷却終了温度T 4以上の場合（NOの場合）、処理はS 1 4 2へ進む。

20

【0 1 9 4】

S 1 4 2では、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、メインMCU 4 3 4に状態信号を送信する。S 1 4 2の後、処理はS 1 0 2（図3 8参照）に戻る。

【0 1 9 5】

上記のように、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、サーミスタ4 6 8 e , 4 7 0 eで検出されるブレーキ回路温度Tに基づいて、冷却ファン5 0 d , 5 2 dを駆動して電気ブレーキ回路基板5 0 , 5 2を冷却する。このような構成とすることで、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0による右前輪モータ2 3 2 , 左前輪モータ2 4 2の制動を長時間にわたって継続的に行うことができる。例えば、モータMCU 4 4 4 , 4 4 6は、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0による右前輪モータ2 3 2 , 左前輪モータ2 4 2の制動を、1 5分以上にわたって、詳しくは3 0分以上にわたって、より詳しくは1時間以上にわたって継続的に行うことができる。

30

【0 1 9 6】

（モータMCU 4 4 8 , 4 5 0が行う処理）

運搬車2の主電源がオンになると、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、図4 0、図4 1に示す処理を実行する。

40

【0 1 9 7】

図4 0に示すように、S 1 5 2では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、メインMCU 4 3 4から指令信号を受信する。

【0 1 9 8】

S 1 5 4では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、メインMCU 4 3 4から受信した指令信号に基づいて、右後輪モータ4 8 6、左後輪モータ4 9 2の目標回転速度RS 1を特定する。

【0 1 9 9】

S 1 5 6では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、ホールセンサ4 8 8 , 4 9 4から受信した検出信号に基づいて、右後輪モータ4 8 6、左後輪モータ4 9 2の現在の回転速度R

50

S 2 を特定する。

【 0 2 0 0 】

S 1 5 8 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、S 1 5 4 で特定した目標回転速度 R S 1 が下限回転速度 R S 0 以上であるか否かを判断する。目標回転速度 R S 1 が下限回転速度 R S 0 以上である場合 (Y E S の場合) 、処理は S 1 6 0 へ進む。S 1 6 0 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 を介して、右後輪電磁ブレーキ 4 9 0 、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 をオフにする。S 1 6 0 の後、処理は S 1 6 2 へ進む。目標回転速度 R S 1 が下限回転速度 R S 0 を下回る場合 (N O の場合) 、処理は S 1 6 2 へ進む。

【 0 2 0 1 】

S 1 6 2 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、S 1 5 6 で特定した現在の回転速度 R S 2 が下限回転速度 R S 0 以下であるか否かを判断する。現在の回転速度 R S 2 が下限回転速度 R S 0 以下である場合 (Y E S の場合) 、処理は S 1 6 4 へ進む。S 1 6 4 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、電磁ブレーキドライバ 4 6 4 , 4 6 6 を介して、右後輪電磁ブレーキ 4 9 0 、左後輪電磁ブレーキ 4 9 6 をオンにする。S 1 6 4 の後、処理は S 1 9 2 (図 4 1 参照) へ進む。現在の回転速度 R S 2 が下限回転速度 R S 0 を上回る場合 (N O の場合) 、処理は S 1 6 6 へ進む。

【 0 2 0 2 】

S 1 6 6 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、S 1 5 4 で特定した目標回転速度 R S 1 が S 1 5 6 で特定した現在の回転速度 R S 2 より大きいか否かを判断する。目標回転速度 R S 1 が現在の回転速度 R S 2 よりも大きい場合 (Y E S の場合) 、処理は S 1 6 8 へ進む。

【 0 2 0 3 】

S 1 6 8 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、モータドライバ 4 5 8 , 4 6 0 によって右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 を P W M 制御して、右後輪モータ 4 8 6 , 左後輪モータ 4 9 2 の回転を加速させる。なお、S 1 6 8 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、ブレーキ回路 4 7 2 , 4 7 4 に電流指令値として 0 を入力し、ブレーキ回路 4 7 2 , 4 7 4 の動作を無効化する。

【 0 2 0 4 】

S 1 7 0 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、S 1 5 4 で特定した目標回転速度 R S 1 と S 1 5 6 で特定した現在の回転速度 R S 2 の差に基づいて、目標回転加速度 R A 1 を特定する。

【 0 2 0 5 】

S 1 7 2 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、ホールセンサ 4 8 8 , 4 9 4 から受信した検出信号に基づいて、現在の回転加速度 R A 2 を特定する。

【 0 2 0 6 】

S 1 7 4 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、S 1 7 0 で特定された目標回転加速度 R A 1 が S 1 7 2 で特定された現在の回転加速度 R A 2 より大きいか否かを判断する。目標回転加速度 R A 1 が現在の回転加速度 R A 2 より高い場合 (Y E S の場合) 、処理は S 1 7 6 へ進む。S 1 7 6 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、モータドライバ 4 5 8 , 4 6 0 による右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 の P W M 制御におけるデューティ比を増加させる。S 1 7 4 で目標回転加速度 R A 1 が現在の回転加速度 R A 2 以下の場合 (N O の場合) 、処理は S 1 7 8 へ進む。S 1 7 8 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、モータドライバ 4 5 8 , 4 6 0 による右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 の P W M 制御におけるデューティ比を低減させる。S 1 7 6 または S 1 7 8 の後、処理は S 1 9 2 (図 4 1 参照) へ進む。

【 0 2 0 7 】

S 1 6 6 で目標回転速度 R S 1 が現在の回転速度 R S 2 以下の場合 (N O の場合) 、処理は S 1 8 0 へ進む。S 1 8 0 では、モータ M C U 4 4 8 , 4 5 0 は、ブレーキ回路 4 7 2 , 4 7 4 を介して、右後輪モータ 4 8 6 , 左後輪モータ 4 9 2 の回転を減速させる。な

10

20

30

40

50

お、S 1 8 0では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、モータドライバ4 5 8 , 4 6 0の動作を無効化する。

【0 2 0 8】

S 1 8 2では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、S 1 5 4で特定した目標回転速度RS 1とS 1 5 6で特定した現在の回転速度RS 2の差に基づいて、目標回転減速度RD 1を特定する。

【0 2 0 9】

S 1 8 4では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、ホールセンサ4 8 8 , 4 9 4から受信した検出信号に基づいて、現在の回転減速度RD 2を特定する。

【0 2 1 0】

S 1 8 6では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、S 1 8 2で特定された目標回転減速度RD 1がS 1 8 4で特定された現在の回転減速度RD 2より低いかなかを判断する。目標回転減速度RD 1が現在の回転減速度RD 2より低い場合(Y E Sの場合)、処理はS 1 8 8へ進む。S 1 8 8では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、ブレーキ回路4 7 2 , 4 7 4への電流指令値を増加させる。S 1 8 6で目標回転減速度RD 1が現在の回転減速度RD 2以下の場合(N Oの場合)、処理はS 1 9 0へ進む。S 1 9 0では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、ブレーキ回路4 7 2 , 4 7 4への電流指令値を低減させる。S 1 8 8またはS 1 9 0の後、処理はS 1 9 2(図4 1参照)へ進む。

【0 2 1 1】

図4 1に示すように、S 1 9 2では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、サーミスタ4 7 2 e , 4 7 4 eで検出されるブレーキ回路温度Tが、冷却開始温度T 3を上回るかなかを判断する。ブレーキ回路温度Tが冷却開始温度T 3を上回る場合(Y E Sの場合)、処理はS 1 9 4へ進む。S 1 9 4では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、冷却ファン5 4 d , 5 6 dを駆動して、電気ブレーキ回路基板5 4 , 5 6を冷却する。S 1 9 4の後、処理はS 1 9 6へ進む。S 1 9 2でブレーキ回路温度Tが冷却開始温度T 3以下の場合(N Oの場合)、処理はS 1 9 6へ進む。

【0 2 1 2】

S 1 9 6では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、サーミスタ4 7 2 e , 4 7 4 eで検出されるブレーキ回路温度Tが、冷却終了温度T 4を下回るかなかを判断する。ブレーキ回路温度Tが冷却終了温度T 4を下回る場合(Y E Sの場合)、処理はS 1 9 8へ進む。S 1 9 8では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、冷却ファン5 4 d , 5 6 dを停止して、電気ブレーキ回路基板5 4 , 5 6の冷却を終了する。S 1 9 8の後、処理はS 2 0 0へ進む。S 1 9 6でブレーキ回路温度Tが冷却終了温度T 4以上の場合(N Oの場合)、処理はS 2 0 0へ進む。

【0 2 1 3】

S 2 0 0では、モータMCU 4 4 8 , 4 5 0は、メインMCU 4 3 4に状態信号を送信する。S 2 0 0の後、処理はS 1 5 2(図4 0参照)に戻る。

【0 2 1 4】

図4 2は、運搬車2が手動モードで平地および下り坂を走行する場合の進行速度と、ブレーキ電流と、ブレーキ回路温度の経時的な変化の例を示している。図4 2に示す例では、モード切換スイッチ9 8で手動モードが選択されており、前進/後退切換スイッチで前進が選択されている。時刻t 1でトリガスイッチ1 0 0がオフからオンに切り換わると、電磁ブレーキドライバ4 6 4 , 4 6 6によって右後輪電磁ブレーキ4 9 0、左後輪電磁ブレーキ4 9 6が解除されて、モータドライバ4 5 4 , 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0が右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2、右後輪モータ4 8 6、左後輪モータ4 9 2を駆動して、運搬車2は前進を開始する。時刻t 2で運搬車2の進行速度が第1上限進行速度に到達すると、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4が作動して右前輪モータ2 3 2、左前輪モータ2 4 2、右後輪モータ4 8 6、左後輪モータ4 9 2に電気ブレーキが作用する。運搬車2が平地から下り坂へ移動しても、ブレーキ回路4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4が作動することで、運搬車2の進行速度は第1上限進行速度で維持される。また、ブ

10

20

30

40

50

ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 が作動することで、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度は上昇していく。時刻 t_3 でブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度が温度保護しきい値 T_1 を超えると、運搬車 2 の上限進行速度が第 1 上限進行速度から第 2 上限進行速度に切り換わり、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 が右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 に、より強い電気ブレーキを作用させる。これにより、運搬車 2 の進行速度は低減していくものの、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度はより急峻に上昇していく。時刻 t_4 で運搬車 2 の進行速度が第 2 上限進行速度まで低減すると、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 が右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 に作用させる電気ブレーキが弱まることで、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度は下降していく。ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度が温度保護しきい値 T_1 を下回り、さらに温度保護解除しきい値 T_2 を下回っても、運搬車 2 が停止するまでは温度保護は解除されず、運搬車 2 の上限進行速度は第 2 上限進行速度のまま維持される。時刻 t_5 でトリガスイッチ 100 がオンからオフに切り換わると、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 によって右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 に強い電気ブレーキが作用する。時刻 t_6 で運搬車 2 が停止すると、温度保護が解除されて、運搬車 2 の上限進行速度は第 2 上限進行速度から第 1 上限進行速度に切り換わる。また、時刻 t_6 で運搬車 2 が停止すると、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 による電気ブレーキは終了し、モータドライバ 454, 456, 458, 460 による短絡ブレーキが右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 に作用し、その後に右後輪電磁ブレーキ 490 と左後輪電磁ブレーキ 496 によって右後輪 252 と左後輪 272 がロックされる。ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 による電気ブレーキが終了した後は、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 の温度が下降していく。その後、時刻 t_7 で再びトリガスイッチ 100 がオフからオンに切り換わると、電磁ブレーキドライバ 464, 466 によって右後輪電磁ブレーキ 490、左後輪電磁ブレーキ 496 が解除されて、モータドライバ 454, 456, 458, 460 が右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 を駆動して、運搬車 2 は前進を開始する。時刻 t_8 で運搬車 2 の進行速度が第 1 上限進行速度に到達すると、ブレーキ回路 468, 470, 472, 474 が作動して右前輪モータ 232、左前輪モータ 242、右後輪モータ 486、左後輪モータ 492 に電気ブレーキが作用する。

【0215】

(モータ M C U 452 が行う処理)

運搬車 2 の主電源がオンになると、モータ M C U 452 は、図 43 に示す処理を実行する。

【0216】

S202 では、モータ M C U 452 は、メイン M C U 434 から指令信号を受信する。

【0217】

S204 では、モータ M C U 452 は、メイン M C U 434 から受信した指令信号に基づいて、操舵ユニット 10 の目標操舵角 δ を特定する。

【0218】

S206 では、モータ M C U 452 は、操舵角センサ 166 から受信した検出信号に基づいて、操舵ユニット 10 の現在の操舵角 γ を特定する。

【0219】

S208 では、モータ M C U 452 は、S204 で特定された目標操舵角 δ と S206 で特定された現在の操舵角 γ が一致するか否かを判断する。目標操舵角 δ と現在の操舵角 γ が一致しない場合 (N O の場合)、処理は S210 へ進む。

【0220】

S210 では、モータ M C U 452 は、S204 で特定された目標操舵角 δ と S206

10

20

30

40

50

で特定された現在の操舵角 γ の差に基づいて、操舵モータ 176 の目標回転速度 $PR1$ を特定する。

【0221】

S212では、モータMCU452は、操舵モータ176がS210で特定された目標回転速度 $PR1$ で回転するように、モータドライバ462を介したPWM制御によって、操舵モータ176を駆動する。S212の後、処理はS216へ進む。

【0222】

S208で目標操舵角 δ と現在の操舵角 γ が一致する場合（YESの場合）、処理はS214へ進む。S214では、モータMCU452は、モータドライバ462を介して、操舵モータ176に短絡ブレーキをかける。S214の後、処理はS216へ進む。

10

【0223】

S216では、モータMCU452は、メインMCU434に状態信号を送信する。S216の後、処理はS202に戻る。

【0224】

（変形例）

上記の実施例において、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492は、右前輪192、左前輪212、右後輪252、左後輪272に組み込まれたインホイールモータ（図示せず）であってもよい。

【0225】

上記の実施例において、操舵モータ176、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492は、アウトロータ型のブラシレスDCモータであってもよいし、ブラシ付きDCモータであってもよいし、ACモータであってもよいし、他の種類のモータであってもよい。

20

【0226】

上記の実施例において、モータMCU444、446、448、450、452は、ホールセンサ482、484、488、494、480の代わりに、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492、操舵モータ176の誘起電圧を検出する回路を用いて、右前輪モータ232、左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492、操舵モータ176の回転速度を検出してもよい。

【0227】

30

上記の実施例において、前輪ユニット12や後輪ユニット14の代わりに、前後に並んで配置された駆動輪および従動輪と、駆動輪および従動輪に架け渡されたベルトと、駆動輪を回転させるモータを備えるクローラユニットによって、運搬車2を移動させる構成としてもよい。

【0228】

上記の実施例において、操舵ユニット10は、操舵モータ176の代わりに、他の種類のアクチュエータを用いて操舵シャフト168を回動させる構成としてもよい。

【0229】

上記の実施例では、バンパユニット16が、運搬車2の前方に設けられており、衝突検知スイッチ530、532が、運搬車2の前方からの衝突を検知する。これとは異なり、バンパユニット16が、運搬車2の後方に設けられており、衝突検知スイッチ530、532が、運搬車2の後方からの衝突を検知する構成としてもよい。あるいは、2つのバンパユニット16が、運搬車2の前方と後方にそれぞれ設けられており、それぞれのバンパユニット16の衝突検知スイッチ530、532が、運搬車2の前方と後方からの衝突をそれぞれ検知する構成としてもよい。バンパユニット16が、運搬車2の後方に設けられており、衝突検知スイッチ530、532が、運搬車2の後方からの衝突を検知する場合、図36のS46で前進が選択されている場合（YESの場合）に、処理はS50へ進み、S46で後退が選択されている場合（NOの場合）に、処理はS48へ進み、S48で衝突検知フラグが0である場合（YESの場合）に、処理はS66へ進み、S48で衝突検知フラグが1である場合（NOの場合）に、処理はS62へ進むようにしてもよい。

40

50

【 0 2 3 0 】

上記の実施例において、ハンドルユニット 8 は、可動カム部材 9 0 と、固定カム部材 9 2 と、コイルバネ 9 4 と、ハンドルシャフト 8 4 の一部を覆うカバー部材（図示せず）を備えていてもよい。この場合、固定部材 8 2 は、カバー部材の一部を構成していてもよい。

【 0 2 3 1 】

上記の実施例において、ハンドルユニット 8 は、コイルバネ 9 4 の代わりに、他の種類の弾性部材を備えていてもよい。また、ハンドルユニット 8 は、ハンドルシャフト 8 4 の回転に対して減衰力を作用させるダンパ（図示せず）を備えていてもよい。

【 0 2 3 2 】

上記の実施例では、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d , 3 8 0 が、フォトインタラプタである場合について説明したが、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d , 3 8 0 は、検知部 3 4 8 a , 3 4 8 b , 3 4 8 c , 3 4 8 d , 4 1 6 による光の反射の有無を検出するフォトリフレクタであってもよいし、検知部 3 4 8 a , 3 4 8 b , 3 4 8 c , 3 4 8 d , 4 1 6 に設けられた磁石からの磁気を検出する磁気センサであってもよいし、他の種類の非接触式の検知センサであってもよい。あるいは、過積載検知センサ 3 2 0 a , 3 2 0 b , 3 2 0 c , 3 2 0 d , 3 8 0 は、接触式の検知センサであってもよい。

【 0 2 3 3 】

上記の実施例では、ブレーキ回路 4 6 8 , 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4 のスイッチング素子 4 6 8 a , 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 2 a は、nチャネル型の MOSFET である場合について説明したが、スイッチング素子 4 6 8 a , 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 2 a は、pチャネル型の MOSFET であってもよいし、IGBT であってもよいし、バイポーラトランジスタであってもよいし、他の種類のトランジスタであってもよい。あるいは、スイッチング素子 4 6 8 a , 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 2 a は、サイリスタ等の他の種類の電子的可変抵抗素子であってもよい。スイッチング素子 4 6 8 a , 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 2 a は、Si 半導体から構成されていてもよいし、SiC 半導体から構成されていてもよいし、GaN 半導体から構成されていてもよいし、他の種類の半導体から構成されていてもよい。

【 0 2 3 4 】

以上のように、1つまたはそれ以上の実施形態において、運搬車 2 は、右前輪 1 9 2（または左前輪 2 1 2、右後輪 2 5 2、左後輪 2 7 2）（駆動輪の例）と、右前輪 1 9 2（または左前輪 2 1 2、右後輪 2 5 2、左後輪 2 7 2）を回転させる右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）（モータの例）と、右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）を駆動するように構成されたモータドライバ 4 5 4（またはモータドライバ 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0）（モータ駆動回路の例）と、右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）を電氣的に制動するように構成されたブレーキ回路 4 6 8（またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4）（モータ制動回路の例）と、右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）の回転速度を検出するホールセンサ 4 8 2（またはホールセンサ 4 8 4 , 4 8 8 , 4 9 4）（回転速度センサの例）と、右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）の目標回転速度とホールセンサ 4 8 2（またはホールセンサ 4 8 4 , 4 8 8 , 4 9 4）で検出される回転速度に基づいて、モータドライバ 4 5 4（またはモータドライバ 4 5 6 , 4 5 8 , 4 6 0）とブレーキ回路 4 6 8（またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4）を介して右前輪モータ 2 3 2（または左前輪モータ 2 4 2、右後輪モータ 4 8 6、左後輪モータ 4 9 2）を制御するように構成されたメイン MCU 4 3 4 およびモータ MCU 4 4 4 , 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0（制御ユニットの例）を備えている。ブレーキ回路 4 6 8（またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4）は、ゲートへの入力信号（制御入力信号の例）に応じて線形モードとスイッチングモードで動作可能なスイッチング素子 4 6 8 a（またはスイッチング素子 4

10

20

30

40

50

7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) (電子的可変抵抗素子の例) を備えている。ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) は、右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) を制動する際に、スイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) を線形モードで動作させるように構成されている。

【 0 2 3 5 】

上記の構成では、ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) によって右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) に作用する制動力の大きさは、スイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) を流れる電流の大きさに応じて変化する。上記の構成によれば、ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) が、右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) を制動する際に、スイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) を線形モードで動作させるので、スイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) を流れる電流の大きさをきめ細かく調整することができ、ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) によって右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) に作用する制動力の大きさをきめ細かく調整することができる。このような構成とすることによって、ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) が右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) に作用させる制動力の大きさを安定させることができる。

【 0 2 3 6 】

1 つまたはそれ以上の実施形態において、ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) は、スイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) と直列に接続された抵抗器 4 6 8 b (または抵抗器 4 7 0 b , 4 7 2 b , 4 7 4 b) 、と、抵抗器 4 6 8 b (または抵抗器 4 7 0 b , 4 7 2 b , 4 7 4 b) を流れる電流を検出する増幅器 4 6 8 c (または増幅器 4 7 0 c , 4 7 2 c , 4 7 4 c) (電流検出回路の例) と、モータ M C U 4 4 4 (またはモータ M C U 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0) から入力された電流指令値と増幅器 4 6 8 c (または増幅器 4 7 0 c , 4 7 2 c , 4 7 4 c) で検出された電流値を比較してスイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) のゲートへの入力信号を生成するオペアンプ 4 6 8 d (またはオペアンプ 4 7 0 d , 4 7 2 d , 4 7 4 d) (比較回路の例) をさらに備えている。

【 0 2 3 7 】

上記の構成によれば、モータ M C U 4 4 4 (またはモータ M C U 4 4 6 , 4 4 8 , 4 5 0) から入力される電流指令値に応じた電流をスイッチング素子 4 6 8 a (またはスイッチング素子 4 7 0 a , 4 7 2 a , 4 7 4 a) に流すことができる。ブレーキ回路 4 6 8 (またはブレーキ回路 4 7 0 , 4 7 2 , 4 7 4) が右前輪モータ 2 3 2 (または左前輪モータ 2 4 2 、右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2) に作用させる制動力の大きさをより安定させることができる。

【 0 2 3 8 】

1 つまたはそれ以上の実施形態において、運搬車 2 は、左前輪 2 1 2 (または右後輪 2 5 2 、左後輪 2 7 2 、右前輪 1 9 2) (第 2 駆動輪の例) と、左前輪 2 1 2 (または右後輪 2 5 2 、左後輪 2 7 2 、右前輪 1 9 2) を回転させる左前輪モータ 2 4 2 (または右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 、右前輪モータ 2 3 2) (第 2 モータの例) と、左前輪モータ 2 4 2 (または右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 、右前輪モータ 2 3 2) を駆動するように構成されたモータドライバ 4 5 6 (またはモータドライバ 4 5 8 , 4 6 0 , 4 5 4) (第 2 モータ駆動回路の例) と、左前輪モータ 2 4 2 (または右後輪モータ 4 8 6 、左後輪モータ 4 9 2 、右前輪モータ 2 3 2) を電氣的に制動するように構成されたブレーキ回路 4 7 0 (またはブレーキ回路 4 7 2 , 4 7 4 , 4 6 8) (第 2 モータ

制動回路の例)と、左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)の回転速度を検出するホールセンサ484(またはホールセンサ488, 494, 482)(第2回転速度センサの例)をさらに備えている。メインMCU434およびモータMCU444, 446, 448, 450は、左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)の目標回転速度とホールセンサ484(またはホールセンサ488, 494, 482)で検出される回転速度に基づいて、モータドライバ456(またはモータドライバ458, 460, 454)とブレーキ回路470(またはブレーキ回路472, 474, 468)を介して左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)を制御するように構成されている。ブレーキ回路470(またはブレーキ回路472, 474, 468)は、ゲートへの入力信号(第2制御入力信号の例)に応じて線形モードとスイッチングモードで動作可能なスイッチング素子470a(またはスイッチング素子472a, 474a, 468a)(第2電子的可変抵抗素子の例)を備えている。ブレーキ回路470(またはブレーキ回路472, 474, 468)が、左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)を制動する際に、スイッチング素子470a(またはスイッチング素子472a, 474a, 468a)を線形モードで動作させるように構成されている。

10

【0239】

上記の構成によれば、ブレーキ回路468(またはブレーキ回路470, 472, 474)が右前輪モータ232(または左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492)に作用させる制動力の大きさと、ブレーキ回路470(またはブレーキ回路472, 474, 468)が左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)に作用させる制動力の大きさを、それぞれ安定させることができる。

20

【0240】

1つまたはそれ以上の実施形態において、右前輪モータ232(または左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492)の目標回転速度と左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)の目標回転速度が別個に設定されている。

【0241】

30

上記の構成によれば、右前輪モータ232(または左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492)と左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)がそれぞれ異なる回転速度で動作する場合であっても、ブレーキ回路468(またはブレーキ回路470, 472, 474)が右前輪モータ232(または左前輪モータ242、右後輪モータ486、左後輪モータ492)に作用させる制動力の大きさと、ブレーキ回路470(またはブレーキ回路472, 474, 468)が左前輪モータ242(または右後輪モータ486、左後輪モータ492、右前輪モータ232)に作用させる制動力の大きさを、それぞれ安定させることができる。

【符号の説明】

【0242】

40

- 2 : 運搬車
- 4 : 車台ユニット
- 6 : 荷台ユニット
- 8 : ハンドルユニット
- 10 : 操舵ユニット
- 11 : 懸架機構
- 12 : 前輪ユニット
- 12a : 右前輪ユニット
- 12b : 左前輪ユニット
- 14 : 後輪ユニット

50

1 4 a	: 右後輪ユニット	
1 4 b	: 左後輪ユニット	
1 6	: バンパユニット	
2 0	: ベースプレート	
2 0 a	: 貫通孔	
2 0 b	: 貫通孔	
2 0 c	: 貫通孔	
2 0 d	: 貫通孔	
2 2	: 前側支持部材	
2 2 a	: 右上側連結部	10
2 2 b	: 右下側連結部	
2 2 c	: 左上側連結部	
2 2 d	: 左下側連結部	
2 4	: 後側支持部材	
2 6	: 右下側フレーム	
2 8	: 左下側フレーム	
3 0	: 右上側フレーム	
3 2	: 左上側フレーム	
3 4	: バッテリーボックス	
3 6	: 下側コントローラケース	20
3 8	: バッテリーパック	
4 0	: バッテリー取付部	
4 2	: バッテリーカバー	
4 4	: メイン制御回路基板	
4 4 a	: 回路基板ケース	
4 6	: 駆動制御回路基板	
4 6 a	: 回路基板ケース	
4 8	: 駆動制御回路基板	
4 8 a	: 回路基板ケース	
5 0	: 電気ブレーキ回路基板	30
5 0 a	: 放熱ケース	
5 0 b	: 回路基板収容部	
5 0 c	: 放熱フィン	
5 0 d	: 冷却ファン	
5 2	: 電気ブレーキ回路基板	
5 2 a	: 放熱ケース	
5 2 b	: 回路基板収容部	
5 2 c	: 放熱フィン	
5 2 d	: 冷却ファン	
5 4	: 電気ブレーキ回路基板	40
5 4 a	: 放熱ケース	
5 4 b	: 回路基板収容部	
5 4 c	: 放熱フィン	
5 4 d	: 冷却ファン	
5 6	: 電気ブレーキ回路基板	
5 6 a	: 放熱ケース	
5 6 b	: 回路基板収容部	
5 6 c	: 放熱フィン	
5 6 d	: 冷却ファン	
5 8	: 放熱プレート	50

6 0	: メインフレーム	
6 2	: 右側ガード	
6 4	: 左側ガード	
6 6	: 前側ガード	
7 0	: スイッチボックス	
7 2	: 右側ハンドル	
7 2 a	: 支持部	
7 2 b	: ハンドル部	
7 2 c	: 右側グリップ	
7 3	: 操舵ハンドル	10
7 4	: 左側ハンドル	
7 4 a	: 支持部	
7 4 b	: ハンドル部	
7 4 c	: 左側グリップ	
7 6	: ハンドルアーム	
7 8	: 支持パイプ	
8 0	: クランプ部材	
8 0 a	: クランプ片	
8 0 b	: クランプ片	
8 0 c	: 締結部	20
8 2	: 固定部材	
8 4	: ハンドルシャフト	
8 4 a	: ガイド突起	
8 6	: ベース部材	
8 8	: 回動角度センサ	
9 0	: 可動カム部材	
9 0 a	: カム凸部	
9 0 b	: カム凸部	
9 0 c	: 第 1 カム面	
9 0 d	: 第 1 カム面	30
9 0 e	: 第 2 カム面	
9 0 f	: 第 2 カム面	
9 0 g	: ガイド溝	
9 0 h	: バネ受け部	
9 2	: 固定カム部材	
9 2 a	: 円筒部	
9 2 b	: フランジ部	
9 2 c	: カム凹部	
9 2 d	: カム凹部	
9 2 e	: 第 1 カム面	40
9 2 f	: 第 1 カム面	
9 2 g	: 第 2 カム面	
9 2 h	: 第 2 カム面	
9 2 i	: ストップ部	
9 2 j	: ストップ部	
9 4	: コイルバネ	
9 6	: 主電源スイッチ	
9 8	: モード切換スイッチ	
9 8 a	: 接地端子	
9 8 b	: 手動モード端子	50

9 8 c	: 自動モード端子	
1 0 0	: トリガスイッチ	
1 0 0 a	: 接地端子	
1 0 0 b	: トリガ端子	
1 0 0 c	: 可変抵抗器	
1 0 2	: 進行方向切換スイッチ	
1 0 2 a	: 接地端子	
1 0 2 b	: 進行方向端子	
1 0 4	: 速度切換スイッチ	
1 0 6	: 警笛スイッチ	10
1 0 8	: ハンドルユニット	
1 2 6	: ハンドルシャフト	
1 3 6	: コイルバネ	
1 6 0	: モータハウジング	
1 6 2	: モータ支持部材	
1 6 4	: ギヤハウジング	
1 6 6	: 操舵角センサ	
1 6 8	: 操舵シャフト	
1 6 8 a	: ギヤ部	
1 6 9	: 伝達機構	20
1 7 0	: 操舵プレート	
1 7 2	: 右側タイロッド	
1 7 4	: 左側タイロッド	
1 7 6	: 操舵モータ	
1 7 6 a	: モータシャフト	
1 7 6 b	: ギヤ部	
1 7 8	: スピンドル	
1 7 8 a	: バネ受け部	
1 8 0	: カムホイール	
1 8 0 a	: カム溝	30
1 8 1	: トルクリミッタ	
1 8 2	: 可動ギヤ	
1 8 2 a	: ギヤ部	
1 8 2 b	: 凹部	
1 8 2 c	: カム突起	
1 8 4	: コイルバネ	
1 8 6	: 円筒ウォーム	
1 8 8	: ウォームホイール	
1 9 0	: 中継シャフト	
1 9 0 a	: ギヤ部	40
1 9 2	: 右前輪	
1 9 2 a	: 右前輪アクスル	
1 9 4	: 右側ギヤハウジング	
1 9 5	: 右側保持部材	
1 9 6	: 右側モータハウジング	
1 9 8	: 右側キングピン	
2 0 0	: 右側スリーブ	
2 0 2	: 右上側アーム	
2 0 4	: 右下側アーム	
2 0 6	: 右側緩衝部材	50

2 0 6 a	: ダンパ	
2 0 6 b	: コイルバネ	
2 0 8	: 右側操舵プレート	
2 1 2	: 左前輪	
2 1 2 a	: 左側アクスル	
2 1 4	: 左側ギヤハウジング	
2 1 5	: 左側保持部材	
2 1 6	: 左側モータハウジング	
2 1 8	: 左側キングピン	
2 2 0	: 左側スリーブ	10
2 2 2	: 左上側アーム	
2 2 4	: 左下側アーム	
2 2 6	: 左側緩衝部材	
2 2 6 a	: ダンパ	
2 2 6 b	: コイルバネ	
2 2 8	: 左側操舵プレート	
2 3 2	: 右前輪モータ	
2 3 2 a	: 右前輪モータシャフト	
2 3 4	: 遊星歯車機構	
2 4 2	: 左前輪モータ	20
2 4 2 a	: 左前輪モータシャフト	
2 4 4	: 遊星歯車機構	
2 5 2	: 右後輪	
2 5 4	: 右側ギヤハウジング	
2 5 4 a	: 連結部	
2 5 6	: 右側モータハウジング	
2 5 8	: 右側ブレーキハウジング	
2 6 0	: 右側クラッチレバー	
2 6 4	: 右側緩衝部材	
2 6 4 a	: ダンパ	30
2 6 4 b	: コイルバネ	
2 7 2	: 左後輪	
2 7 4	: 左側ギヤハウジング	
2 7 4 a	: 連結部	
2 7 6	: 左側モータハウジング	
2 7 8	: 左側ブレーキハウジング	
2 8 0	: 左側クラッチレバー	
2 8 4	: 左側緩衝部材	
2 8 4 a	: ダンパ	
2 8 4 b	: コイルバネ	40
3 0 2	: 過積載検知機構	
3 0 2 a	: 右前過積載検知機構	
3 0 2 b	: 左前過積載検知機構	
3 0 2 c	: 右後過積載検知機構	
3 0 2 d	: 左後過積載検知機構	
3 0 4	: 緊急停止スイッチケース	
3 0 6	: 上側コントローラケース	
3 0 8	: 緊急停止スイッチ	
3 0 8 a	: 接地端子	
3 0 8 b	: 緊急停止端子	50

3 1 2	: 上側コントローラケース	
3 1 2 a	: ピラー部材	
3 1 2 b	: ピラー部材	
3 1 2 c	: ピラー部材	
3 1 2 d	: ピラー部材	
3 1 4 a	: コイルバネ	
3 1 4 b	: コイルバネ	
3 1 4 c	: コイルバネ	
3 1 4 d	: コイルバネ	
3 1 6 a	: 検知プレート	10
3 1 6 b	: 検知プレート	
3 1 6 c	: 検知プレート	
3 1 6 d	: 検知プレート	
3 1 8 a	: ベース部材	
3 1 8 b	: ベース部材	
3 1 8 c	: ベース部材	
3 1 8 d	: ベース部材	
3 2 0 a	: 過積載検知センサ	
3 2 0 b	: 過積載検知センサ	
3 2 0 c	: 過積載検知センサ	20
3 2 0 d	: 過積載検知センサ	
3 2 2 a	: 円柱部	
3 2 2 b	: 円柱部	
3 2 2 c	: 円柱部	
3 2 2 d	: 円柱部	
3 2 4 a	: フランジ部	
3 2 4 b	: フランジ部	
3 2 4 c	: フランジ部	
3 2 4 d	: フランジ部	
3 2 6 a	: 上側小径部	30
3 2 6 b	: 上側小径部	
3 2 6 c	: 上側小径部	
3 2 6 d	: 上側小径部	
3 2 8 a	: 下側小径部	
3 2 8 b	: 下側小径部	
3 2 8 c	: 下側小径部	
3 2 8 d	: 下側小径部	
3 3 0 a	: 貫通孔	
3 3 0 b	: 貫通孔	
3 3 0 c	: 貫通孔	40
3 3 0 d	: 貫通孔	
3 3 2 a	: ネジ穴	
3 3 2 b	: ネジ穴	
3 3 2 c	: ネジ穴	
3 3 2 d	: ネジ穴	
3 3 4 a	: ワッシャ	
3 3 4 b	: ワッシャ	
3 3 4 c	: ワッシャ	
3 3 4 d	: ワッシャ	
3 3 6 a	: ボルト	50

3 3 6 b	: ボルト	
3 3 6 c	: ボルト	
3 3 6 d	: ボルト	
3 3 8 a	: 貫通孔	
3 3 8 b	: 貫通孔	
3 3 8 c	: 貫通孔	
3 3 8 d	: 貫通孔	
3 4 0 a	: ワッシャ	
3 4 0 b	: ワッシャ	
3 4 0 c	: ワッシャ	10
3 4 0 d	: ワッシャ	
3 4 2 a	: ネジ穴	
3 4 2 b	: ネジ穴	
3 4 2 c	: ネジ穴	
3 4 2 d	: ネジ穴	
3 4 4 a	: ボルト	
3 4 4 b	: ボルト	
3 4 4 c	: ボルト	
3 4 4 d	: ボルト	
3 4 6 a	: 支持部	20
3 4 6 b	: 支持部	
3 4 6 c	: 支持部	
3 4 6 d	: 支持部	
3 4 8 a	: 検知部	
3 4 8 b	: 検知部	
3 4 8 c	: 検知部	
3 4 8 d	: 検知部	
3 5 0 a	: 係合部	
3 5 0 b	: 係合部	
3 5 0 c	: 係合部	30
3 5 0 d	: 係合部	
3 5 2 a	: ナット部	
3 5 2 b	: ナット部	
3 5 2 c	: ナット部	
3 5 2 d	: ナット部	
3 5 4 a	: ガイド部	
3 5 4 b	: ガイド部	
3 5 4 c	: ガイド部	
3 5 4 d	: ガイド部	
3 5 6 a	: センサ保持部	40
3 5 6 b	: センサ保持部	
3 5 6 c	: センサ保持部	
3 5 6 d	: センサ保持部	
3 5 8 a	: ボルト	
3 5 8 b	: ボルト	
3 5 8 c	: ボルト	
3 5 8 d	: ボルト	
3 6 0 a	: 発光素子	
3 6 0 b	: 発光素子	
3 6 0 c	: 発光素子	50

3 6 0 d	: 発光素子	
3 6 2 a	: 受光素子	
3 6 2 b	: 受光素子	
3 6 2 c	: 受光素子	
3 6 2 d	: 受光素子	
3 6 4	: 過積載検知機構	
3 6 6	: 支持部材	
3 6 8	: ピラー部材	
3 7 0	: コイルバネ	
3 7 2	: 検知プレート	10
3 7 4	: 上側ハウジング	
3 7 6	: センサ保持部材	
3 7 8	: 下側ハウジング	
3 8 0	: 過積載検知センサ	
3 8 2	: キャップ	
3 8 4	: 円柱部	
3 8 6	: 上側小径部	
3 8 8	: 下側小径部	
3 9 0	: 貫通孔	
3 9 2	: ネジ穴	20
3 9 4	: ワッシャ	
3 9 6	: ワッシャ	
3 9 8	: ボルト	
4 0 0	: 収容室	
4 0 2	: 底壁	
4 0 4	: 貫通孔	
4 0 6	: シール部材	
4 0 8	: クッション	
4 1 0	: ネジ穴	
4 1 2	: ボルト	30
4 1 4	: 支持部	
4 1 6	: 検知部	
4 1 8	: ガイド部	
4 2 0	: 発光素子	
4 2 2	: 受光素子	
4 2 4	: 収容空間	
4 2 6	: 自動運転制御回路基板	
4 2 8	: 無線 I / F	
4 3 0	: 自動運転 M C U	
4 3 2	: 制御電源回路	40
4 3 4	: メイン M C U	
4 3 6	: 切換回路	
4 3 8	: 遮断回路	
4 3 8 a	: スイッチング素子	
4 3 8 b	: ドライバ I C	
4 3 8 c	: A N D ゲート	
4 4 0	: 遮断回路	
4 4 0 a	: スイッチング素子	
4 4 0 b	: ドライバ I C	
4 4 0 c	: A N D ゲート	50

4 4 2	: 遮断回路	
4 4 2 a	: スイッチング素子	
4 4 2 b	: ドライバ I C	
4 4 2 c	: A N D ゲート	
4 4 6	: モータ M C U	
4 4 8	: モータ M C U	
4 5 0	: モータ M C U	
4 5 2	: モータ M C U	
4 5 4	: モータドライバ	
4 5 4 a	: 第 1 スイッチング素子	10
4 5 4 b	: 第 2 スイッチング素子	
4 5 4 c	: 第 3 スイッチング素子	
4 5 4 d	: 第 4 スイッチング素子	
4 5 4 e	: 第 5 スイッチング素子	
4 5 4 f	: 第 6 スイッチング素子	
4 5 4 g	: 第 1 ダイオード	
4 5 4 h	: 第 2 ダイオード	
4 5 4 i	: 第 3 ダイオード	
4 5 6	: モータドライバ	
4 5 6 a	: 第 1 スイッチング素子	20
4 5 6 b	: 第 2 スイッチング素子	
4 5 6 c	: 第 3 スイッチング素子	
4 5 6 d	: 第 4 スイッチング素子	
4 5 6 e	: 第 5 スイッチング素子	
4 5 6 f	: 第 6 スイッチング素子	
4 5 6 g	: 第 1 ダイオード	
4 5 6 h	: 第 2 ダイオード	
4 5 6 i	: 第 3 ダイオード	
4 5 8	: モータドライバ	
4 5 8 a	: 第 1 スイッチング素子	30
4 5 8 b	: 第 2 スイッチング素子	
4 5 8 c	: 第 3 スイッチング素子	
4 5 8 d	: 第 4 スイッチング素子	
4 5 8 e	: 第 5 スイッチング素子	
4 5 8 f	: 第 6 スイッチング素子	
4 5 8 g	: 第 1 ダイオード	
4 5 8 h	: 第 2 ダイオード	
4 5 8 i	: 第 3 ダイオード	
4 6 0	: モータドライバ	
4 6 0 a	: 第 1 スイッチング素子	40
4 6 0 b	: 第 2 スイッチング素子	
4 6 0 c	: 第 3 スイッチング素子	
4 6 0 d	: 第 4 スイッチング素子	
4 6 0 e	: 第 5 スイッチング素子	
4 6 0 f	: 第 6 スイッチング素子	
4 6 0 g	: 第 1 ダイオード	
4 6 0 h	: 第 2 ダイオード	
4 6 0 i	: 第 3 ダイオード	
4 6 2	: モータドライバ	
4 6 2 a	: 第 1 スイッチング素子	50

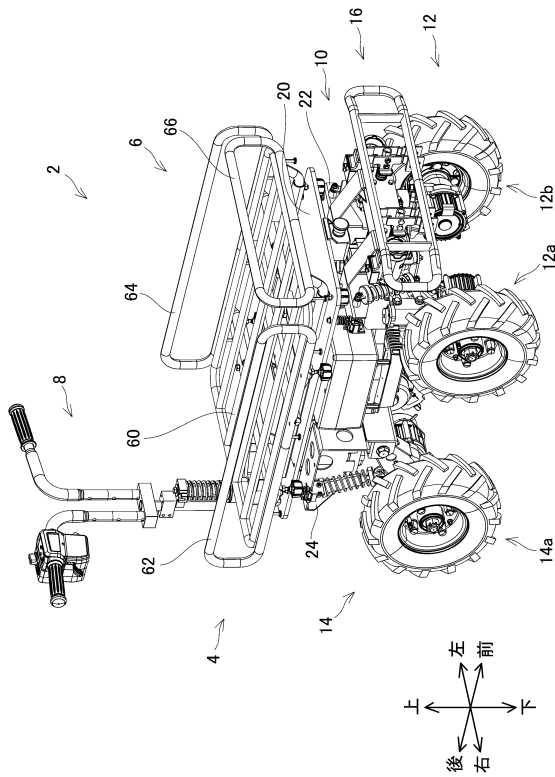
4 6 2 b	: 第 2 スイッチング素子	
4 6 2 c	: 第 3 スイッチング素子	
4 6 2 d	: 第 4 スイッチング素子	
4 6 2 e	: 第 5 スイッチング素子	
4 6 2 f	: 第 6 スイッチング素子	
4 6 4	: 電磁ブレーキドライバ	
4 6 4 a	: スイッチング素子	
4 6 4 b	: ダイオード	
4 6 6	: 電磁ブレーキドライバ	
4 6 6 a	: スイッチング素子	10
4 6 6 b	: ダイオード	
4 6 8	: ブレーキ回路	
4 6 8 a	: スイッチング素子	
4 6 8 b	: 抵抗器	
4 6 8 c	: 増幅器	
4 6 8 d	: オペアンプ	
4 6 8 e	: サーマスタ	
4 7 0	: ブレーキ回路	
4 7 0 a	: スイッチング素子	
4 7 0 b	: 抵抗器	20
4 7 0 c	: 増幅器	
4 7 0 d	: オペアンプ	
4 7 0 e	: サーマスタ	
4 7 2	: ブレーキ回路	
4 7 2 a	: スイッチング素子	
4 7 2 b	: 抵抗器	
4 7 2 c	: 増幅器	
4 7 2 d	: オペアンプ	
4 7 2 e	: サーマスタ	
4 7 4	: ブレーキ回路	30
4 7 4 b	: 抵抗器	
4 7 4 c	: 増幅器	
4 7 4 d	: オペアンプ	
4 7 4 e	: サーマスタ	
4 7 6	: L E D	
4 7 8	: ブザー	
4 8 0	: ホールセンサ	
4 8 2	: ホールセンサ	
4 8 4	: ホールセンサ	
4 8 6	: 右後輪モータ	40
4 8 8	: ホールセンサ	
4 9 0	: 右後輪電磁ブレーキ	
4 9 2	: 左後輪モータ	
4 9 4	: ホールセンサ	
4 9 6	: 左後輪電磁ブレーキ	
5 0 0	: ベース部材	
5 0 2	: ハウジング	
5 0 2 a	: 収容部	
5 0 2 b	: 右側支持部	
5 0 2 c	: 左側支持部	50

5 0 4	: 右側前照灯	
5 0 6	: 左側前照灯	
5 0 8	: バンパフレーム	
5 1 0	: バンパ支持部材	
5 1 2	: バンパ支持部材	
5 1 4	: 直動パイプ	
5 1 4 a	: 長孔	
5 1 4 b	: 長孔	
5 1 6	: 直動パイプ	
5 1 6 a	: 長孔	10
5 1 6 b	: 長孔	
5 1 8	: コイルバネ	
5 2 0	: コイルバネ	
5 2 2	: 直動軸受	
5 2 4	: 直動軸受	
5 2 6	: 当接プレート	
5 2 6 a	: 当接部	
5 2 8	: 当接プレート	
5 2 8 a	: 当接部	
5 3 0	: 衝突検知スイッチ	20
5 3 0 a	: 接地端子	
5 3 0 b	: 衝突検知端子	
5 3 2	: 衝突検知スイッチ	
5 3 2 a	: 接地端子	
5 3 2 b	: 衝突検知端子	
5 3 4 a	: ボルト	
5 3 4 b	: ボルト	
5 3 6 a	: ナット	
5 3 6 b	: ナット	
5 3 8 a	: ボルト	30
5 3 8 b	: ボルト	
5 4 0 a	: ナット	
5 4 0 b	: ナット	
5 4 2	: キャンセル回路	
5 4 2 a	: トランジスタ	
5 4 2 b	: 抵抗器	
5 4 2 c	: 抵抗器	
5 4 2 d	: 抵抗器	
5 4 4	: キャンセル回路	
5 4 4 a	: トランジスタ	40
5 4 4 b	: 抵抗器	
5 4 4 c	: 抵抗器	
5 4 4 d	: 抵抗器	
5 4 6	: キャンセル回路	
5 4 6 a	: トランジスタ	
5 4 6 b	: 抵抗器	
5 4 6 c	: 抵抗器	
5 4 6 d	: 抵抗器	
5 4 8	: 遅延回路	
5 4 8 a	: ダイオード	50

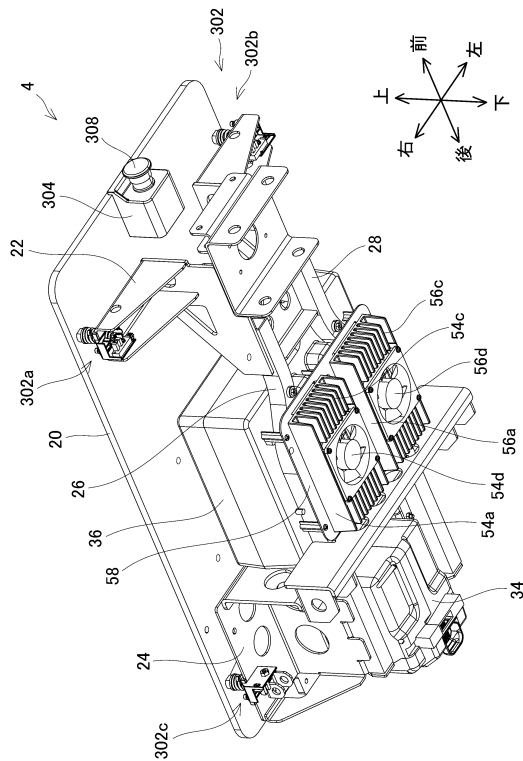
- 5 4 8 b : 抵抗器
- 5 4 8 c : キャパシタ
- 5 4 8 d : バッファゲート
- 5 5 0 : ANDゲート
- 5 5 2 : ANDゲート
- 5 5 4 : ORゲート
- 5 5 6 : ORゲート
- 5 5 8 : NOTゲート
- 5 6 0 : NOTゲート
- 5 6 2 : NOTゲート
- 5 6 4 : NOTゲート
- 5 6 6 : ゲート
- 5 6 8 : 抵抗器
- 5 7 0 : 抵抗器
- 5 7 2 : 抵抗器
- 5 7 4 : 抵抗器
- 5 7 6 : 抵抗器
- 5 7 8 : 抵抗器

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

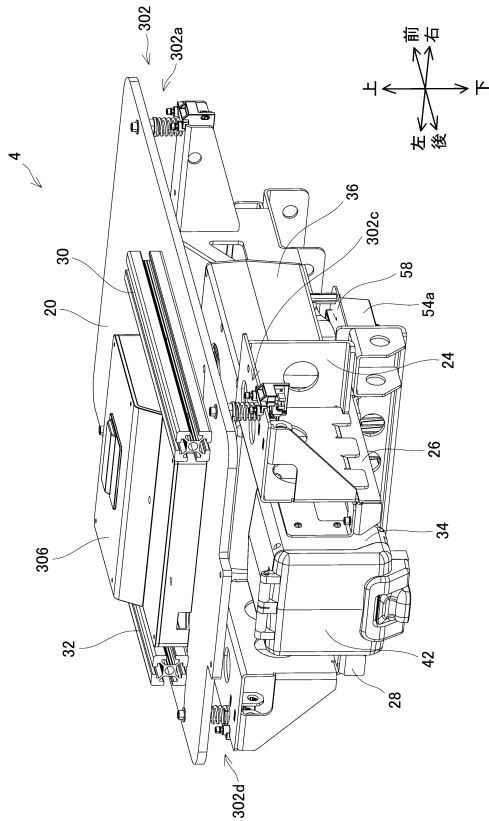
20

30

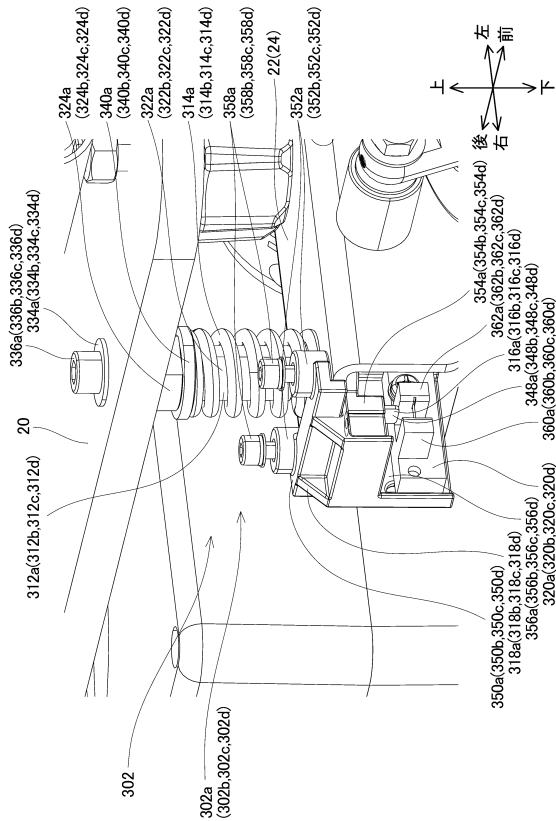
40

50

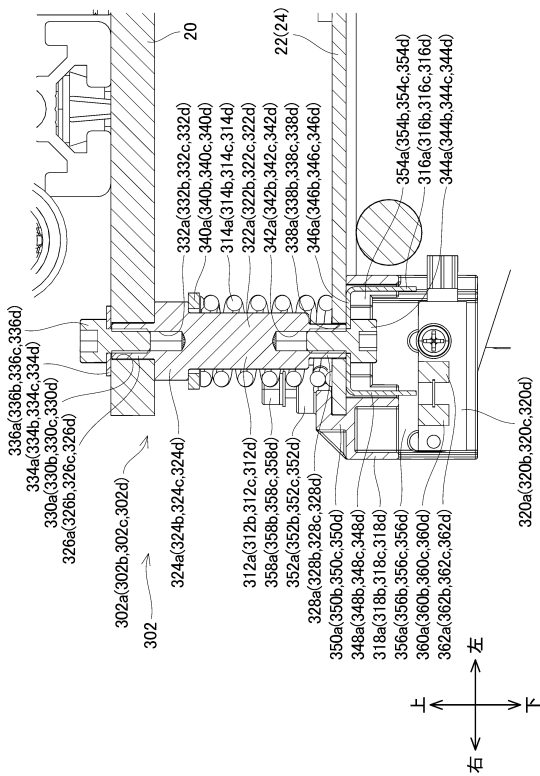
【図 3】



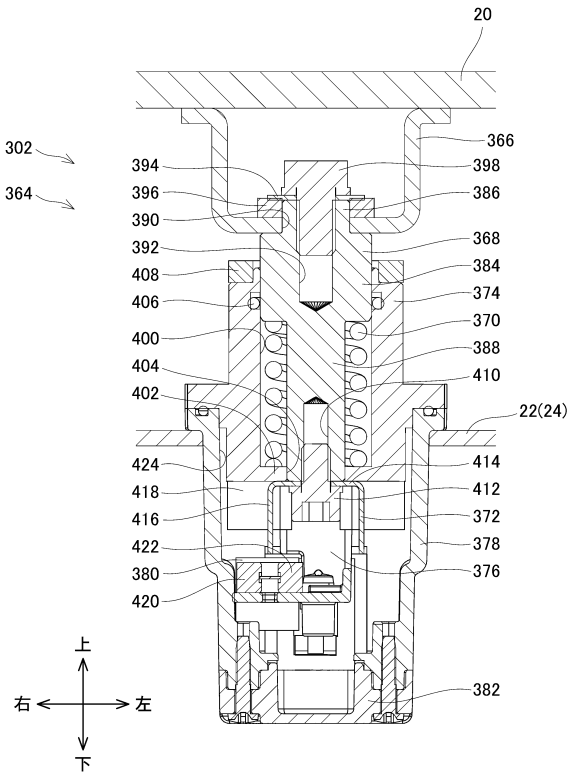
【図 4】



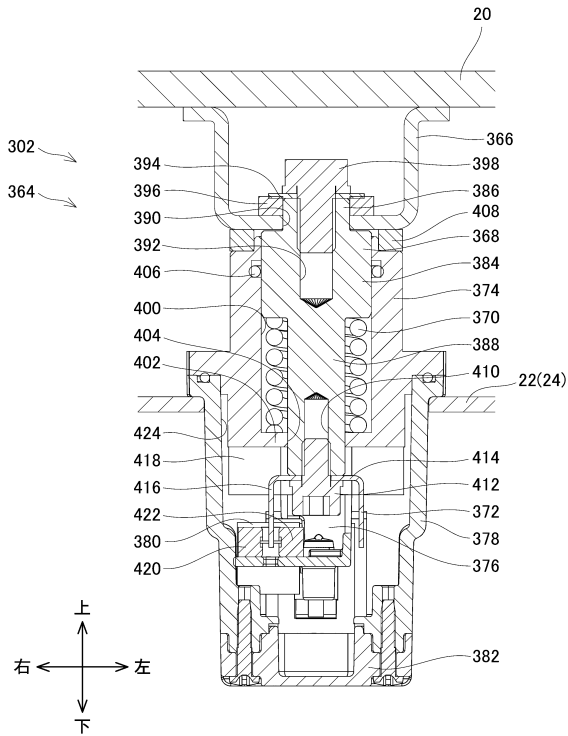
【図 5】



【図 7】



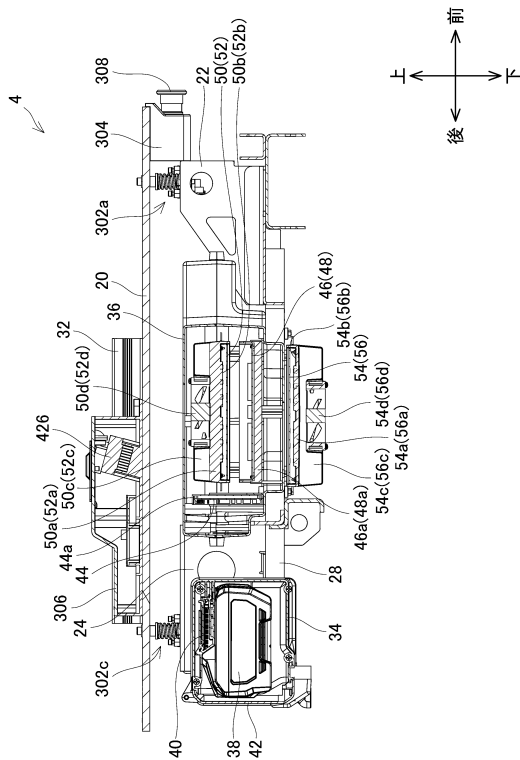
【図 8】



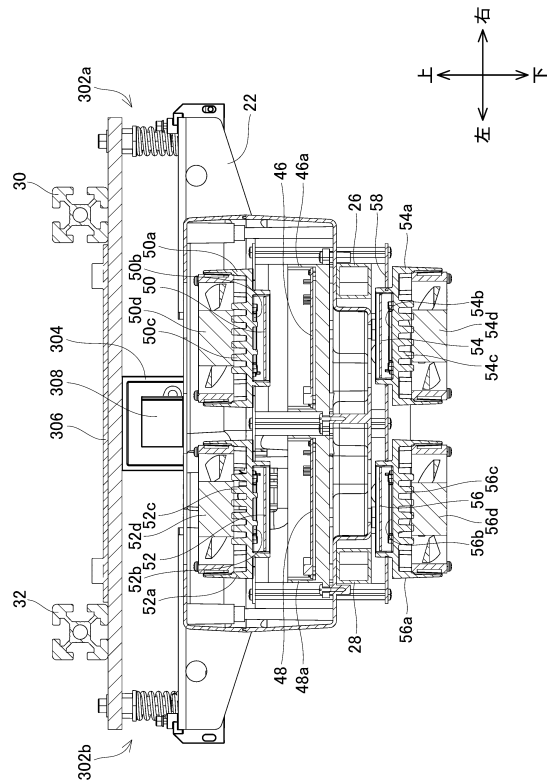
10

20

【図 9】



【図 10】

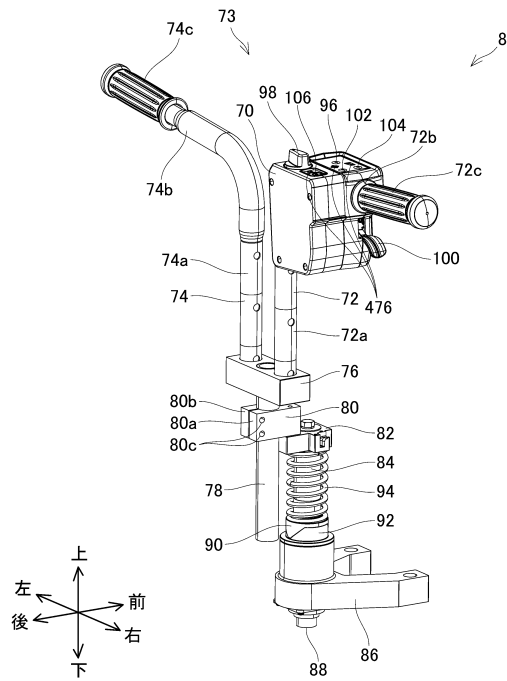


30

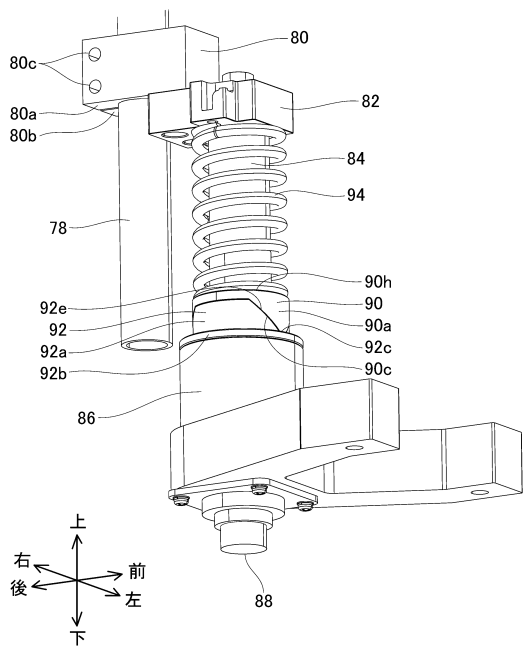
40

50

【図 1 1】



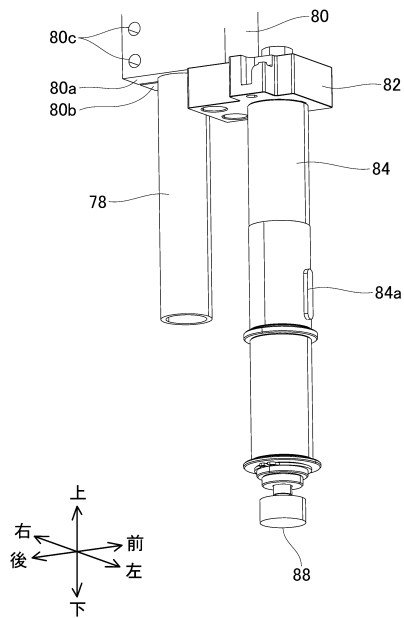
【図 1 2】



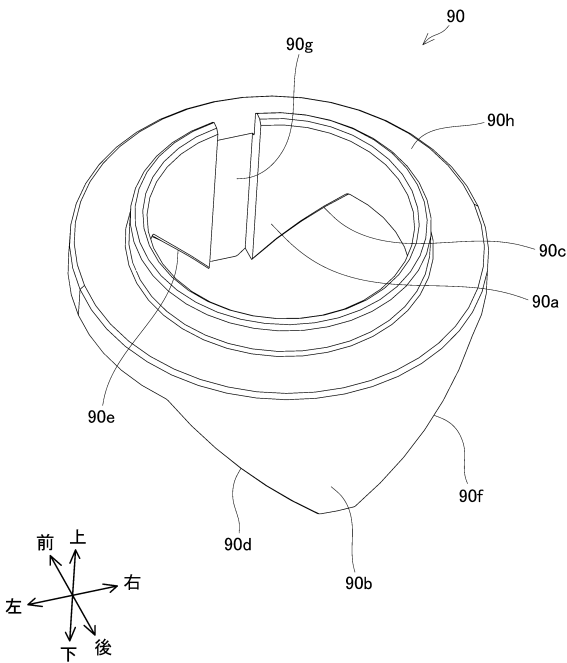
10

20

【図 1 3】



【図 1 4】

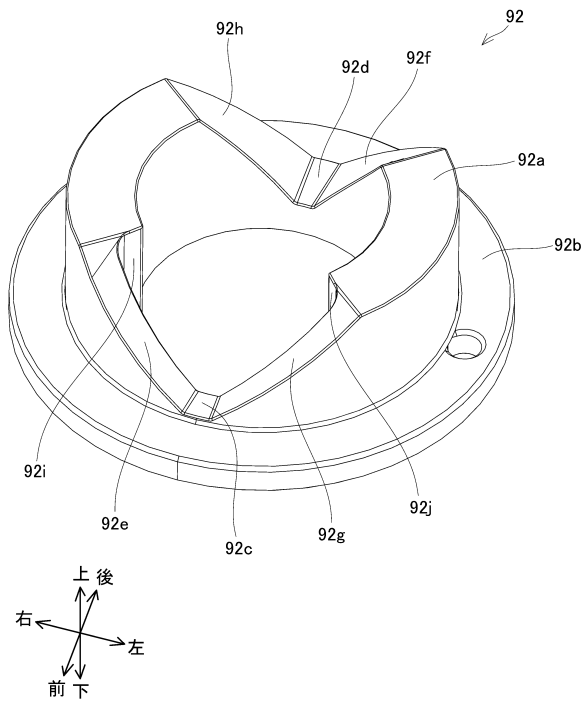


30

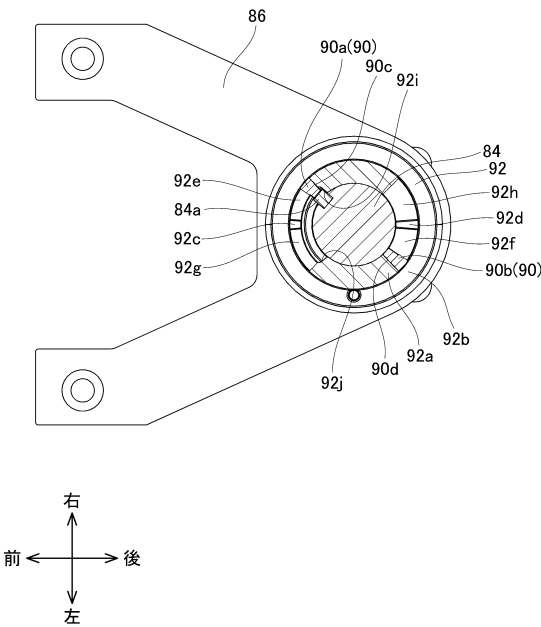
40

50

【図 15】



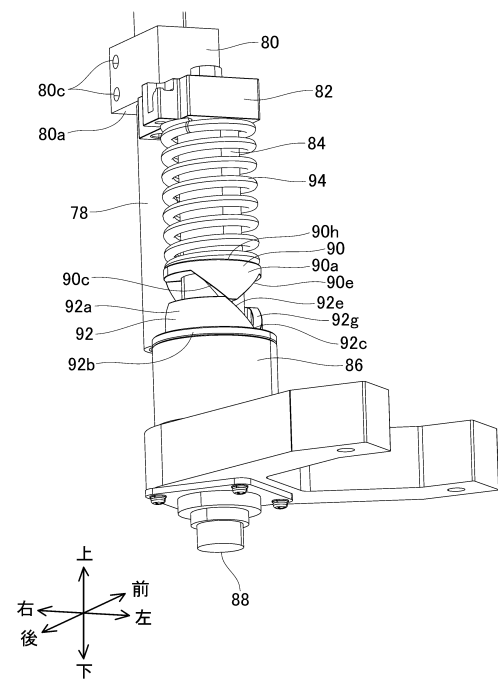
【図 16】



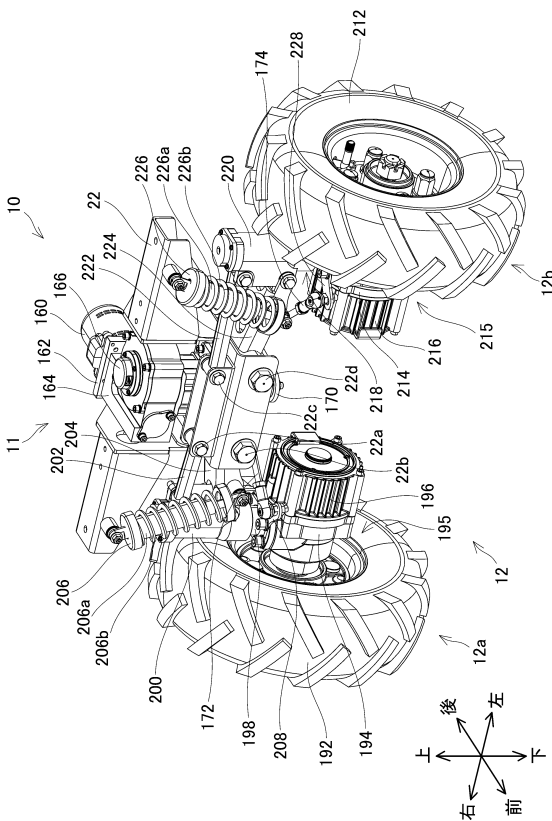
10

20

【図 17】



【図 18】

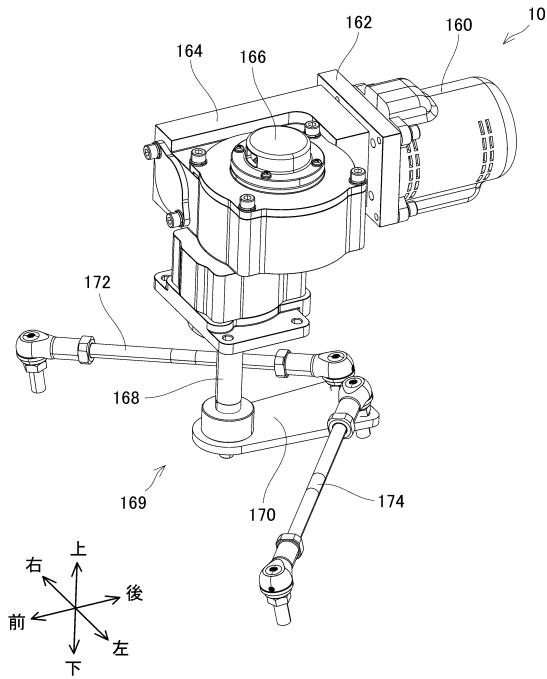


30

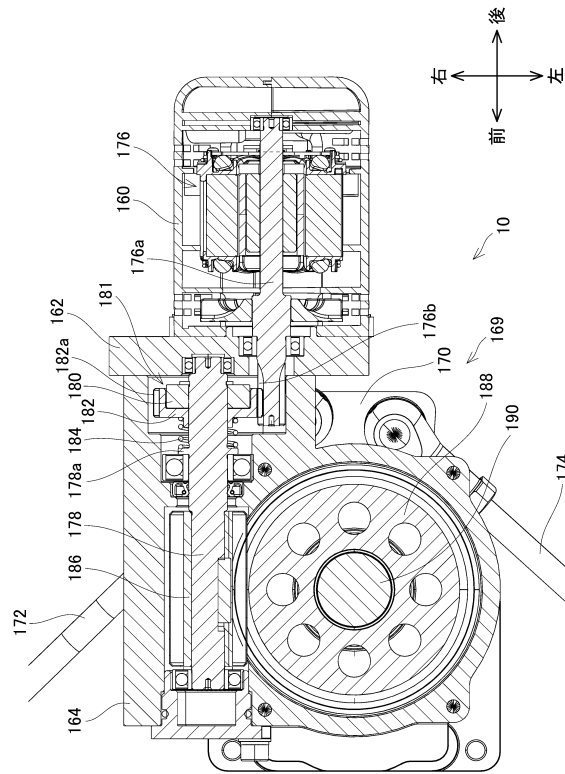
40

50

【図 19】



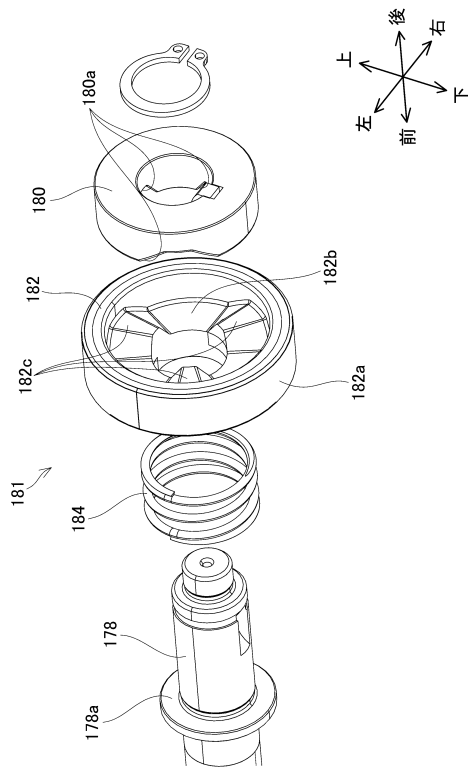
【図 20】



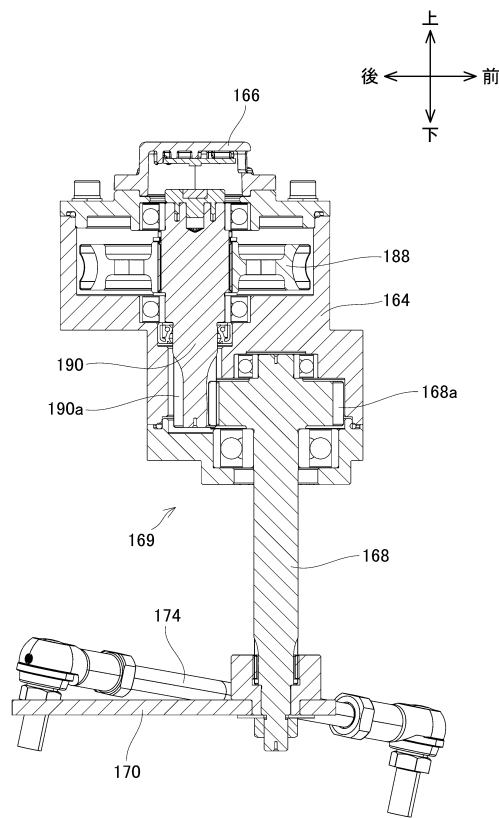
10

20

【図 21】



【図 22】

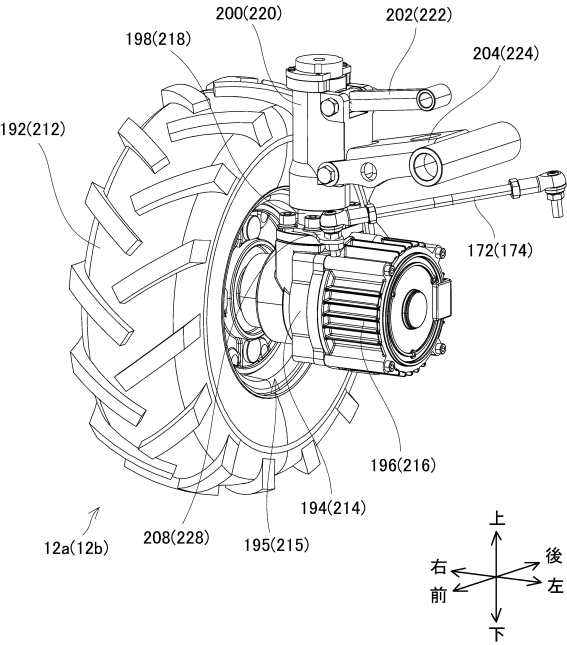


30

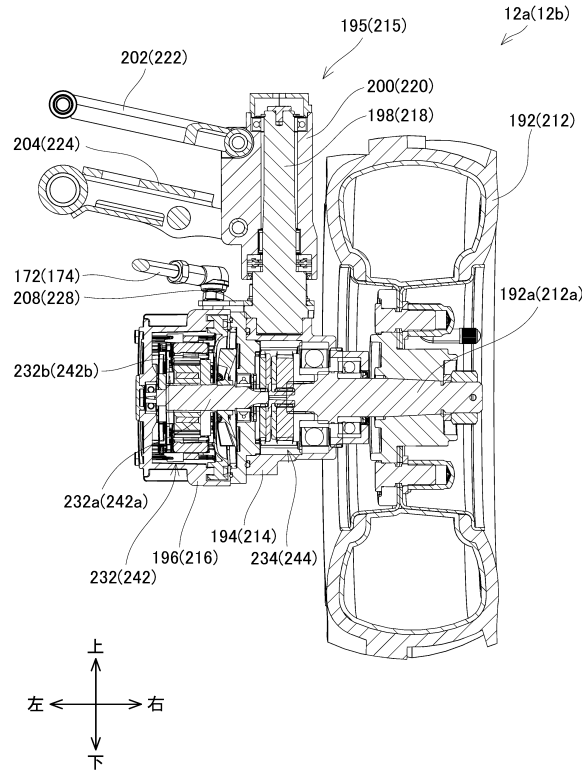
40

50

【図 2 3】



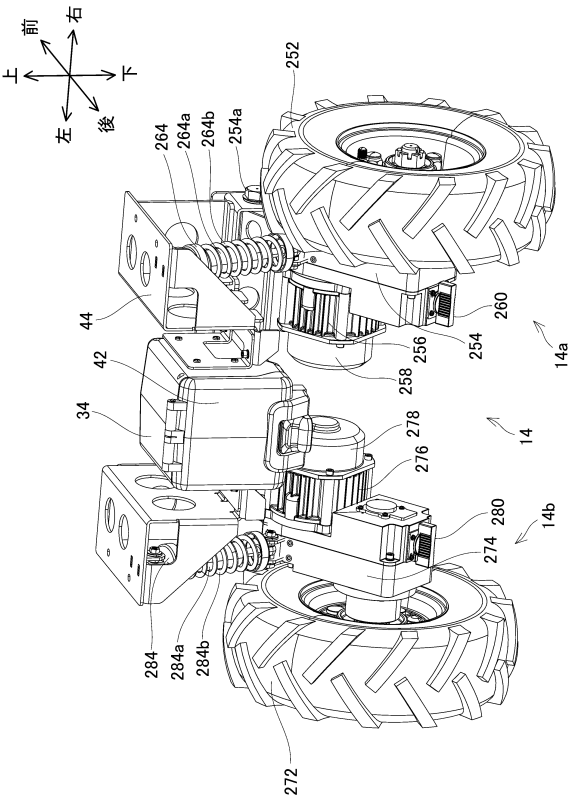
【図 2 4】



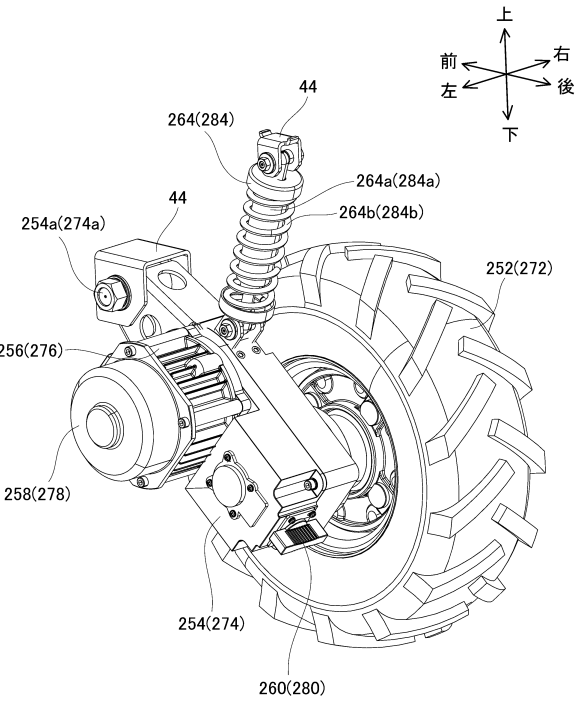
10

20

【図 2 5】



【図 2 6】

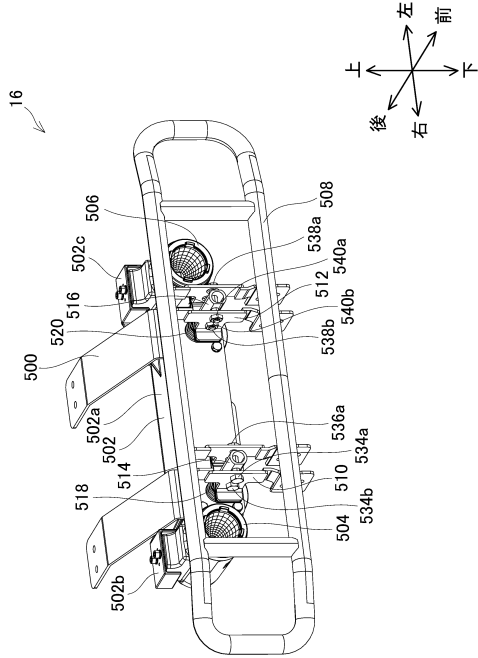


30

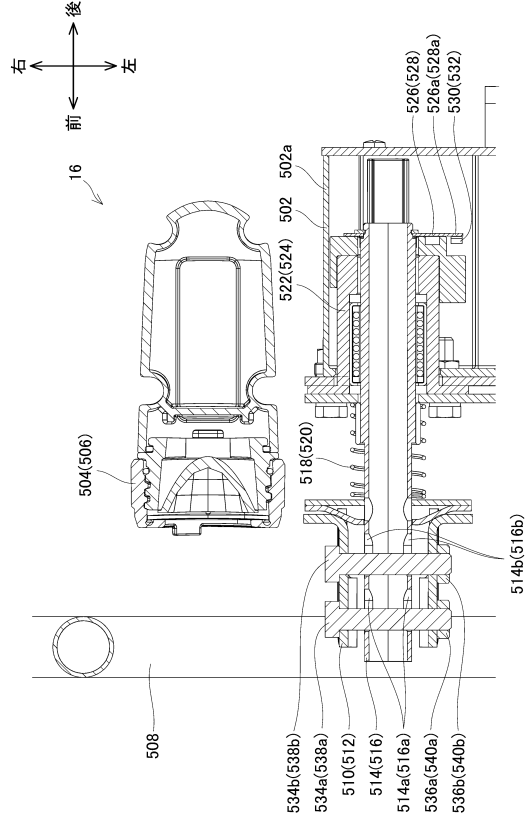
40

50

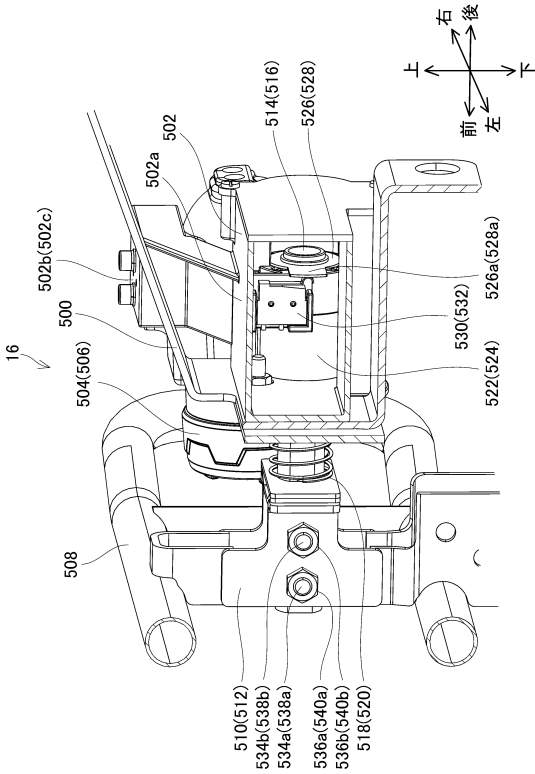
【図 27】



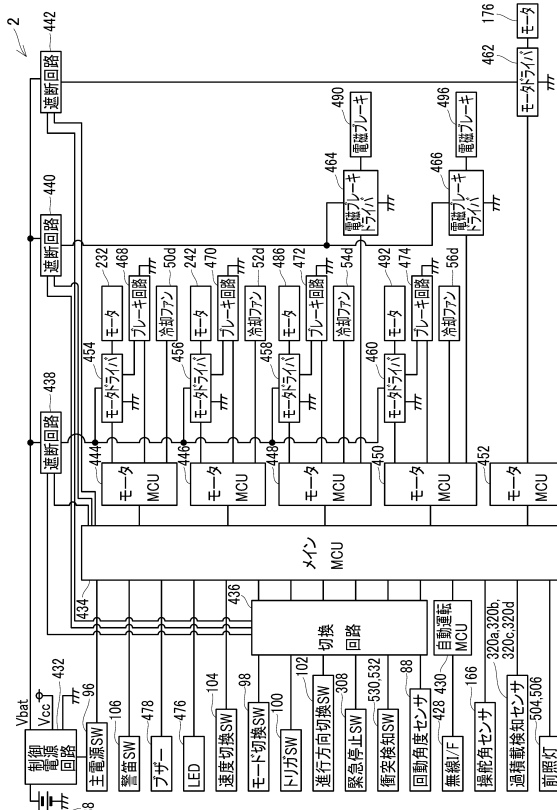
【図 28】



【図 29】



【図 30】



10

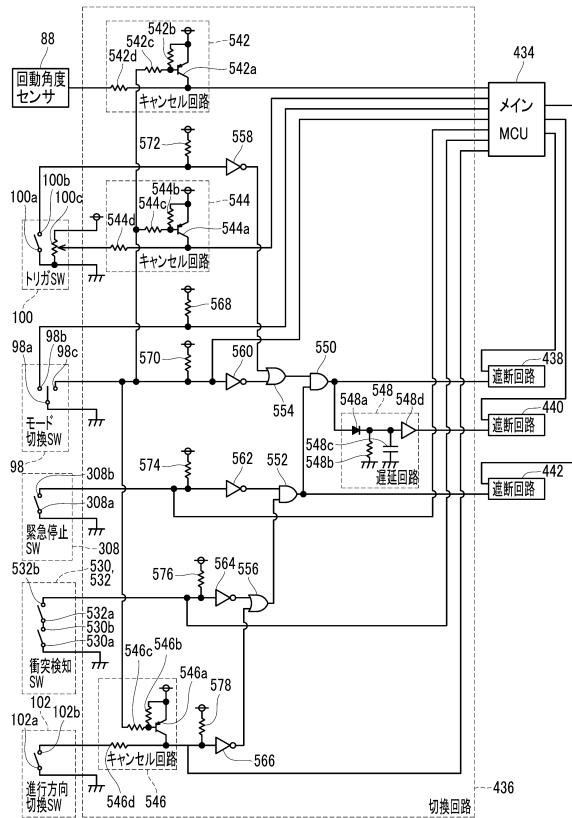
20

30

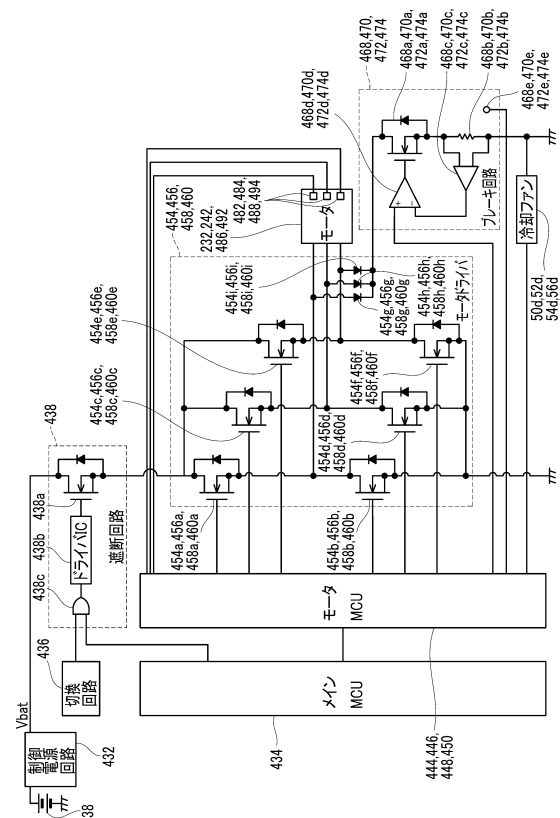
40

50

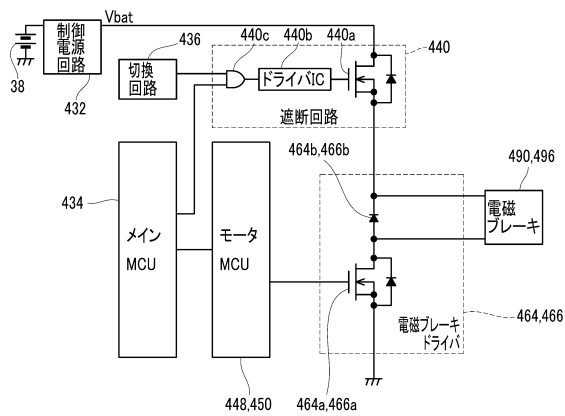
【図 3 1】



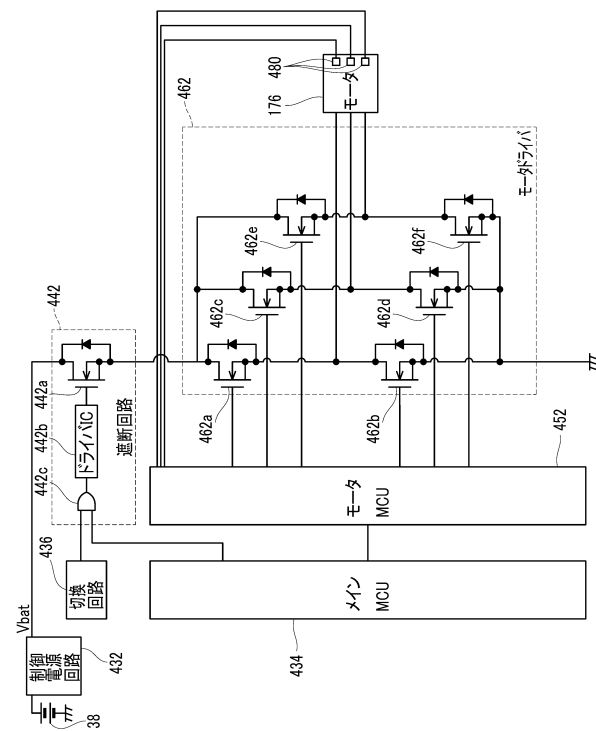
【図 3 2】



【図 3 3】



【図 3 4】



10

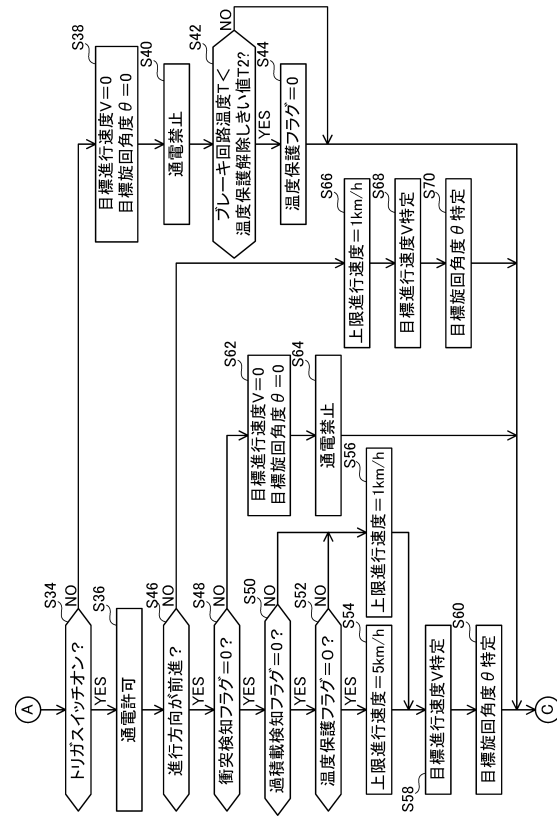
20

30

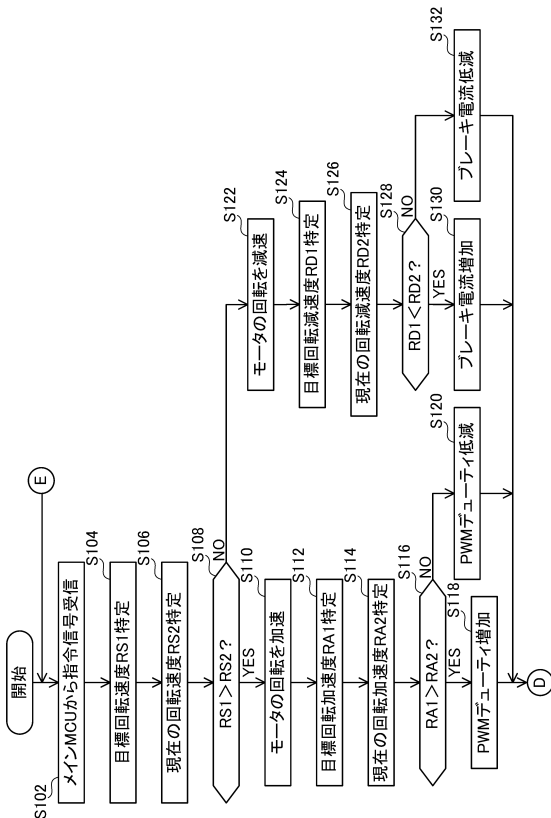
40

50

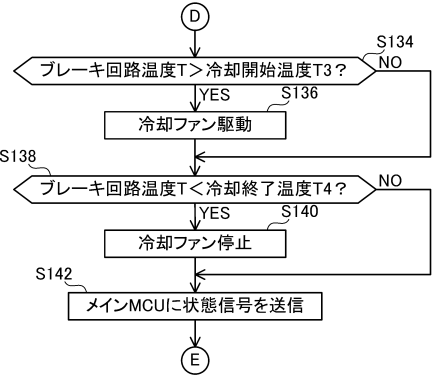
20



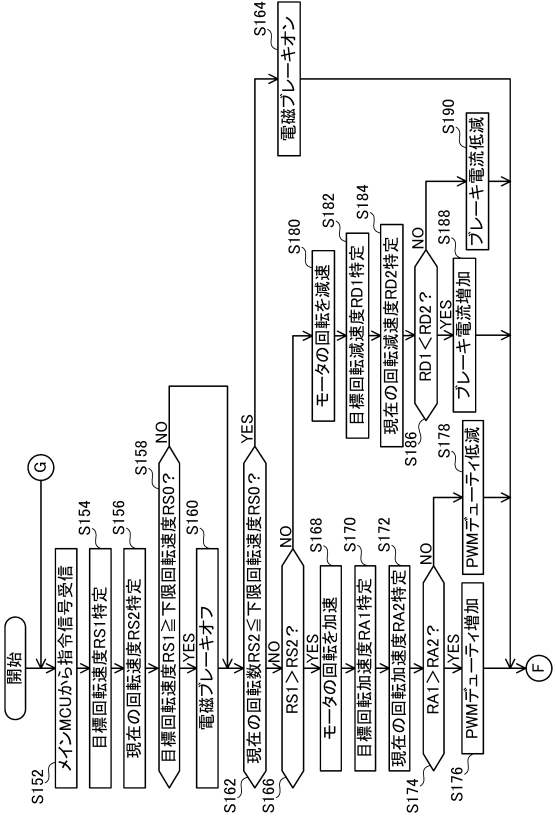
40



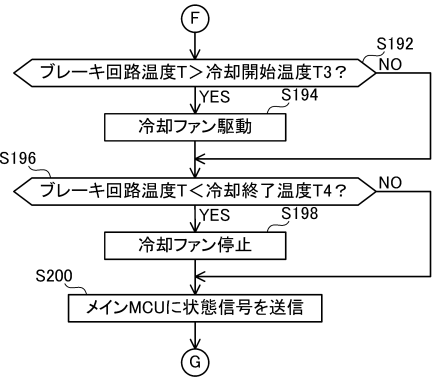
【図 3 9】



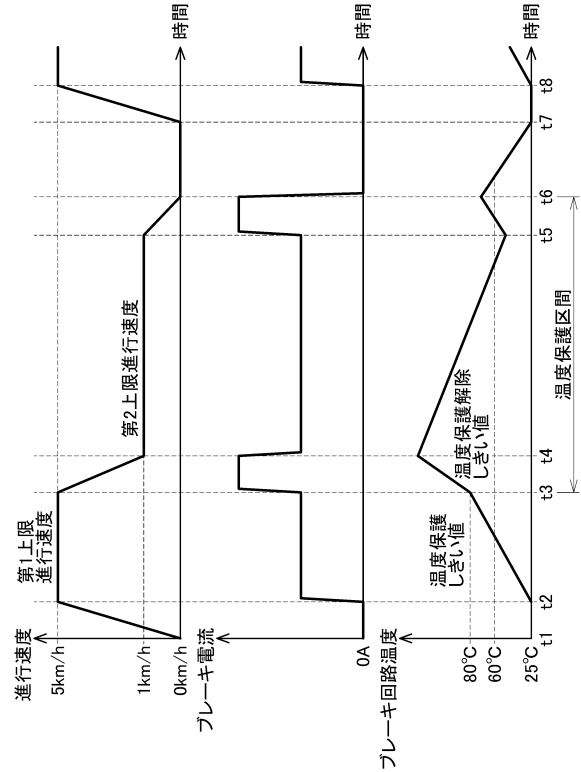
【図 4 0】



【図 4 1】



【図 4 2】



10

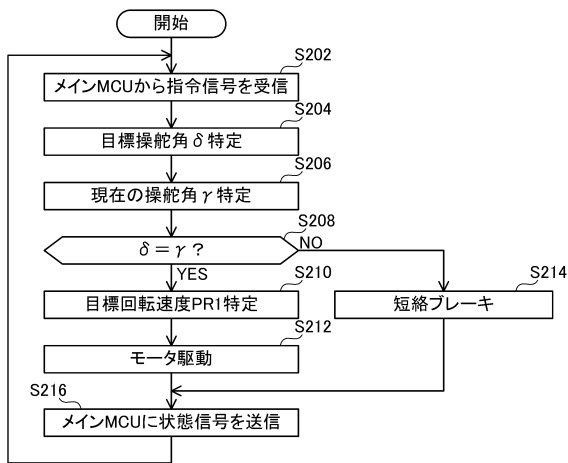
20

30

40

50

【図 4 3】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 1 4 3 7 0 4 (J P , A)
 特開 2 0 2 0 - 0 5 4 1 1 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 2 5 2 1 2 6 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 2 1 8 8 4 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

 H 0 2 P 3 / 2 2
 B 6 0 L 1 5 / 2 0
 B 6 0 L 7 / 0 6
 B 6 0 L 9 / 1 8