

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5561744号
(P5561744)

(45) 発行日 平成26年7月30日(2014.7.30)

(24) 登録日 平成26年6月20日(2014.6.20)

(51) Int.Cl. F I
B 6 2 D 57/02 (2006.01) B 6 2 D 57/02 J
B 6 0 G 9/02 (2006.01) B 6 0 G 9/02
B 6 0 G 17/0165 (2006.01) B 6 0 G 17/0165

請求項の数 8 (全 32 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-139035 (P2012-139035) (22) 出願日 平成24年6月20日(2012.6.20) (65) 公開番号 特開2014-922 (P2014-922A) (43) 公開日 平成26年1月9日(2014.1.9) 審査請求日 平成26年3月26日(2014.3.26)</p> <p>特許法第30条第2項適用 放送番組：BSフジ ガリ レオX 放送日：平成24年4月8日</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 598163064 学校法人千葉工業大学 千葉県習志野市津田沼2-17-1</p> <p>(74) 代理人 110000176 一色国際特許業務法人</p> <p>(72) 発明者 中嶋 秀朗 千葉県習志野市津田沼2-17-1 学校 法人千葉工業大学内</p> <p>(72) 発明者 冢富 和寿 茨城県稲敷郡河内町羽子騎420</p> <p>審査官 鈴木 敏史</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

4つの車輪である左前車輪、右前車輪、左後車輪、右後車輪と、
 2つの支持体である前側支持体及び後側支持体であって、該前側支持体は長手方向両端部にて前記左前車輪及び前記右前車輪を回転可能に支持し、該後側支持体は長手方向両端部にて前記左後車輪及び前記右後車輪を回転可能に支持する前側支持体及び後側支持体と、を有し、

前記2つの支持体の各々は、車輪が上下方向に移動するように回動する第一回動動作と、車輪が前後方向に移動するように回動する第二回動動作と、を実行可能であり、

前記4つの車輪のうちの少なくとも一の車輪が路面上の凸部に差し掛かった際に、該一の車輪を支持する前記2つの支持体のうちの一方の支持体が、該一の車輪が上方向に移動するように前記第一回動動作を、該一の車輪が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪を上げて前記凸部に乗せる車輪乗せ動作を行う車であって、

前記2つの支持体のうちの他方の支持体は、前記車輪乗せ動作の準備動作として、上げられた前記一の車輪以外の3つの車輪で前記車が支持されるときの前記車の安定度を増加させるように、前記第二回動動作を実行して前記他方の支持体により支持された車輪の前記路面上の位置を変更することを特徴とする車。

【請求項2】

請求項1に記載の車であって、

前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記安定度が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する前記第二回動動作を実行することを特徴とする車。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の車であって、

前記一の車輪が前記左前車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記右前車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記左後車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記右後車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することを特徴とする車。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれかに記載の車であって、

前記準備動作としての前記第二回動動作の実行により変更される前記車輪の前記路面上の位置に基づいて、前記安定度が閾値より大きいか否かを判定するコントローラーを備え、

前記コントローラーが、前記安定度が前記閾値よりも大きいと判定したときのみ、前記一方の支持体が前記車輪乗せ動作を開始することを特徴とする車。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の車であって、

前記コントローラーは、前記位置に基づいて、前記安定度が閾値より大きいか否かを、前記車の重心から鉛直方向に下ろした仮想線が、前記一の車輪以外の 3 つの車輪の各々が前記路面と接する接地点を結ぶ三角形の内部と交わるか否かによって判定することを特徴とする車。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 のいずれかに記載の車であって、

前記 4 つの車輪のうちの 2 つ又は 3 つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、

前記一方の支持体は、

前記安定度が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する前記第二回動動作を前記準備動作として仮に実行したときの該安定度が最も大きくなる車輪について、

最初に前記車輪乗せ動作を行うことを特徴とする車。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の車であって、

前記 4 つの車輪のうちの前記左前車輪及び前記左後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記 4 つの車輪のうちの前記右前車輪及び前記右後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記 4 つの車輪のうちの前記左前車輪及び前記右後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他

10

20

30

40

50

方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記右前車輪及び前記左後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することを特徴とする車。

【請求項8】

請求項6又は請求項7に記載の車であって、

前記4つの車輪のうちの前記左前車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

10

前記4つの車輪のうちの前記右前車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記左後車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

20

前記4つの車輪のうちの前記右後車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することを特徴とする車。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車に関する。特に、4つの車輪である左前車輪、右前車輪、左後車輪、右後車輪と、2つの支持体である前側支持体及び後側支持体であって、該前側支持体は長手方向両端部にて前記左前車輪及び前記右前車輪を回転可能に支持し、該後側支持体は長手方向両端部にて前記左後車輪及び前記右後車輪を回転可能に支持する前側支持体及び後側支持体と、を有する車に関する。

30

【背景技術】

【0002】

4つの車輪である左前車輪、右前車輪、左後車輪、右後車輪と、2つの支持体である前側支持体及び後側支持体であって、該前側支持体は長手方向両端部にて前記左前車輪及び前記右前車輪を回転可能に支持し、該後側支持体は長手方向両端部にて前記左後車輪及び前記右後車輪を回転可能に支持する前側支持体及び後側支持体と、を有する車は、既によく知られており、かかる車は、車輪を回転させることにより路面上を走行する。

40

【0003】

また、当該車の中には、前記2つの支持体の各々が、車輪が上下方向に移動するように回動する第一回動動作と、車輪が前後方向に移動するように回動する第二回動動作と、を実行することができるようになっているものがある。

【0004】

そして、かかる車は、前記4つの車輪のうち少なくとも一の車輪が路面上の凸部に差し掛かった際に、該一の車輪を支持する前記2つの支持体のうちの一方の支持体が、該一の車輪が上方向に移動するように前記第一回動動作を、該一の車輪が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪を上げて前記凸部に

50

乗せる車輪乗せ動作を行うようになっている。

【0005】

すなわち、当該車は、車輪を回転させることにより路面上を走行する第一モード（車輪モードと呼ぶ）と、凸部の存在により車輪モードの実行（すなわち、走行）が不可能なとき等に、路面上の凸部に対し車輪を脚として用いて前記車輪乗せ動作を行う第二モード（脚モードと呼ぶ）の双方を実行することができるようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2009-173133号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、上述した車輪乗せ動作においては、前記一の車輪を上げることとなるため、この車輪以外の3つの車輪で車が支持されることとなる。そのため、車が倒れないように、車の安定性を考慮する必要がある。

一方で、車輪モードと脚モードの双方を実行できる車を簡易（シンプル）に実現したいという要請がある。

したがって、前記安定性を適切なものとするために特別な機構を車に設けるのは、当該要請に反することとなる。

20

【0008】

本発明は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、構成が簡易であり、かつ、安定性が高い車を実現することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

主たる本発明は、4つの車輪である左前車輪、右前車輪、左後車輪、右後車輪と、

2つの支持体である前側支持体及び後側支持体であって、該前側支持体は長手方向両端部にて前記左前車輪及び前記右前車輪を回転可能に支持し、該後側支持体は長手方向両端部にて前記左後車輪及び前記右後車輪を回転可能に支持する前側支持体及び後側支持体と、を有し、

30

前記2つの支持体の各々は、車輪が上下方向に移動するように回動する第一回動動作と、車輪が前後方向に移動するように回動する第二回動動作と、を実行可能であり、

前記4つの車輪のうちの少なくとも一の車輪が路面上の凸部に差し掛かった際に、該一の車輪を支持する前記2つの支持体のうちの一方の支持体が、該一の車輪が上方向に移動するように前記第一回動動作を、該一の車輪が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪を上げて前記凸部に乗せる車輪乗せ動作を行う車であって、

前記2つの支持体のうちの他方の支持体は、前記車輪乗せ動作の準備動作として、上げられた前記一の車輪以外の3つの車輪で前記車が支持されるときの前記車の安定度を増加させるように、前記第二回動動作を実行して前記他方の支持体により支持された車輪の前記路面上の位置を変更することを特徴とする車である。

40

本発明の他の特徴については、本明細書及び添付図面の記載により明らかにする。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】車10の外観を模式的に示した斜視図である。

【図2】車10を正面側から見た図である。

【図3】車10を上方から見た図である。

【図4】図3のA-A断面図である。

【図5】第一アクチュエーター100及び第二アクチュエーター200についての拡大図である。

50

【図6】車10の制御系統を示すブロック図である。

【図7】車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。

【図8】安定余裕Sを説明するための説明概念図である。

【図9】凸部50に乗せる車輪20毎の第二回動動作について説明した図である。

【図10】安定余裕判定処理の必要性を説明するための説明概念図である。

【図11】歩幅判定処理の必要性を説明するための説明概念図である。

【図12】歩幅判定処理における閾値を説明するための説明概念図である。

【図13】2つの車輪20が凸部50に差し掛かったときの車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。

【図14】2つの車輪20のうちのどちらについて最初に車輪乗せ動作を行うかを示した図である。 10

【図15】3つの車輪20が凸部50に差し掛かったときの車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。

【図16】3つの車輪20のうちのどれについて最初に車輪乗せ動作を行うかを示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本明細書及び添付図面の記載により、少なくとも次のことが明らかにされる。

【0012】

4つの車輪である左前車輪、右前車輪、左後車輪、右後車輪と、 20

2つの支持体である前側支持体及び後側支持体であって、該前側支持体は長手方向両端部にて前記左前車輪及び前記右前車輪を回転可能に支持し、該後側支持体は長手方向両端部にて前記左後車輪及び前記右後車輪を回転可能に支持する前側支持体及び後側支持体と、を有し、

前記2つの支持体の各々は、車輪が上下方向に移動するように回動する第一回動動作と、車輪が前後方向に移動するように回動する第二回動動作と、を実行可能であり、

前記4つの車輪のうちの少なくとも一の車輪が路面上の凸部に差し掛かった際に、該一の車輪を支持する前記2つの支持体のうちの一方の支持体が、該一の車輪が上方に移動するように前記第一回動動作を、該一の車輪が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪を上げて前記凸部に乗せる車輪乗せ動作を行う車であって、 30

前記2つの支持体のうちの他方の支持体は、前記車輪乗せ動作の準備動作として、上げられた前記一の車輪以外の3つの車輪で前記車が支持されるときの前記車の安定度を増加させるように、前記第二回動動作を実行して前記他方の支持体により支持された車輪の前記路面上の位置を変更することを特徴とする車。

かかる場合には、構成が簡易であり、かつ、安定性が高い車を実現することが可能となる。

【0013】

また、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記安定度が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する前記第二回動動作を実行することとしてもよい。 40

かかる場合には、安定性がより高い車を実現することが可能となる。

【0014】

また、前記一の車輪が前記左前車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記右前車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記左後車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作とし 50

て、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記一の車輪が前記右後車輪である場合には、前記他方の支持体は、前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することとしてもよい。

かかる場合には、前記一の車輪が4つの車輪のうちどの車輪であっても、4つの車輪の各々毎に異なる(各々に特化した)準備動作が実行されることにより、車の安定性を高くすることが可能となる。

【0015】

また、前記準備動作としての前記第二回動動作の実行により変更される前記車輪の前記路面上の位置に基づいて、前記安定度が閾値より大きいか否かを判定するコントローラーを備え、

前記コントローラーが、前記安定度が前記閾値よりも大きいと判定したときのみ、前記一方の支持体が前記車輪乗せ動作を開始することとしてもよい。

かかる場合には、前記安定度を閾値よりも大きくして車輪乗せ動作における車の安定性を所望のものとするのが、車の構成を複雑にすることなく、容易にできるようになる。

【0016】

また、前記コントローラーは、前記位置に基づいて、前記安定度が閾値より大きいか否かを、

前記車の重心から鉛直方向に下ろした仮想線が、前記一の車輪以外の3つの車輪の各々が前記路面と接する接地点を結ぶ三角形の内部と交わるか否かによって判定することとしてもよい。

かかる場合には、簡便な方法で、安定度が閾値より大きいか否かを判定することができる。

【0017】

また、前記4つの車輪のうち2つ又は3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、

前記安定度が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する前記第二回動動作を前記準備動作として仮に実行したときの該安定度が最も高くなる車輪について、

最初に前記車輪乗せ動作を行うこととしてもよい。

かかる場合には、安定性がより一層高い車を実現することが可能となる。

【0018】

また、前記4つの車輪のうちの前記左前車輪及び前記左後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記右前車輪及び前記右後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記左前車輪及び前記右後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記右前車輪及び前記左後車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することとしてもよい。

10

20

30

40

50

かかる場合には、凸部に差し掛かった車輪がどの2つの車輪であっても、状況に応じて最適な順番で車輪乗せ動作が実行され、安定性がより一層高い車を実現することが可能となる。

【0019】

また、前記4つの車輪のうちの前記左前車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が前方向に、前記右前車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記右前車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左後車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左前車輪が後方向に、前記右前車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記左後車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記左前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が前方向に、前記右後車輪が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、

前記4つの車輪のうちの前記右後車輪以外の3つの車輪が前記凸部に差し掛かった際には、前記一方の支持体は、前記右前車輪について最初に前記車輪乗せ動作を行い、前記他方の支持体は、該車輪乗せ動作の前記準備動作として、前記左後車輪が後方向に、前記右後車輪が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することとしてもよい。

かかる場合には、凸部に差し掛かった車輪がどの3つの車輪であっても、状況に応じて最適な順番で車輪乗せ動作が実行され、安定性がより一層高い車を実現することが可能となる。

【0020】

===車10の構成例について===

以下に、本実施の形態に係る車10の構成例について説明する。

まず、図1乃至図4を用いて、車10の機器構成の概要を説明する。

図1は、車10の外観を模式的に示した斜視図である。図2は、車10を正面側から見た図である。図3は、車10を上方から見た図である。なお、図2及び図3には、車10の内部構造を示す都合上、車10の外側からは本来見えない部品についても図示している。図4は、図3のA-A断面図である。図5は、図4に図示された第一アクチュエーター100及び第二アクチュエーター200についての拡大図である。

【0021】

また、図1には座標軸としてのX軸、Y軸、及びZ軸が、図2にはY軸及びZ軸が、図3にはX軸及びY軸が、図4にはX軸及びZ軸が、それぞれ示されている。ここで、X軸方向は、車10の姿勢が基本姿勢であるときの該車10の前後方向に相当する。また、X軸方向は、車10が水平な地面を直進走行する際の直進方向と一致する。Y軸方向は、車10の姿勢が基本姿勢であるときの該車10の左右方向に相当する。つまり、Y軸方向は、水平方向であって、X軸方向と直交する方向である。また、Y軸方向は、車10が水平な地面を直進走行する際に車輪20の回転軸方向と一致する。Z軸方向は、車10の姿勢が基本姿勢であるときの該車10の上下方向に相当する。また、Z軸方向は鉛直方向と一致する。

【0022】

本実施形態の車10は、図1に示すように、互いに同径である4つの車輪20を有する車である。すなわち、車10は、一对の車輪20を2つ有し、当該2つのうちの一方は該車10の前方側に位置し、他方は後方側に位置している。そして、それぞれの一对の車輪20が回転することにより、該車10は地面を走行する。以下、前方側に位置した一对の車輪20を左前車輪21、右前車輪22とし、後方側に位置した一对の車輪20を左後車輪23、右後車輪24とする。

【 0 0 2 3 】

なお、左前車輪 2 1 及び右前車輪 2 2 の各々の回転軸は、同一直線上にあり、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには Y 軸方向に略平行である。同様に、左後車輪 2 3 及び右後車輪 2 4 の各々の回転軸も同一直線上にあり、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには Y 軸方向に略平行である。

【 0 0 2 4 】

また、本実施形態では、図 3 に示すように、左前車輪 2 1、右前車輪 2 2、左後車輪 2 3、右後車輪 2 4 を回転させるためのモーター 3 0 が、車輪 2 0 毎に 4 つ備えられている。そして、本実施形態では、モーター 3 0 をそれぞれ個別に制御することが可能である。換言すると、左前車輪 2 1、右前車輪 2 2、左後車輪 2 3、右後車輪 2 4 の回転速度を車輪 2 0 毎に制御することが可能である。

10

【 0 0 2 5 】

車 1 0 は、図 1 に示すように、車輪 2 0 及びモーター 3 0 の他に、車体 1 2 と、2 つの支持体の一例としての 2 つの車輪支持アーム 3 8 である前側車輪支持アーム 4 0 (前側支持体に相当) 及び後側車輪支持アーム 4 2 (後側支持体に相当) を有する。

【 0 0 2 6 】

車輪支持アーム 3 8 (前側車輪支持アーム 4 0 及び後側車輪支持アーム 4 2) は、図 1 に示すように、長尺体であり、後述するケーシング 1 4 の長手方向両端の先に配置されている。図 2 や図 3 に示すように、車輪支持アーム 3 8 (前側車輪支持アーム 4 0 及び後側車輪支持アーム 4 2 の各々) の長手方向両端部には、前記モーター 3 0 が固定されている。そして、モーター 3 0 の回転軸を介して前記車輪 2 0 が車輪支持アーム 3 8 (前側車輪支持アーム 4 0 及び後側車輪支持アーム 4 2 の各々) の長手方向両端部に回転可能に支持されている。すなわち、前側車輪支持アーム 4 0 は、長手方向両端部にて左前車輪 2 1 及び右前車輪 2 2 を回転可能に支持し、後側車輪支持アーム 4 2 は、長手方向両端部にて左後車輪 2 3 及び右後車輪 2 4 を回転可能に支持している。

20

【 0 0 2 7 】

なお、車輪支持アーム 3 8 は、その長手方向が、該車輪支持アーム 3 8 が支持する車輪 2 0 の回転軸方向に沿った状態で車 1 0 に備えられている。したがって、車輪支持アーム 3 8 の長手方向は、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには Y 軸方向に略平行である。

【 0 0 2 8 】

車体 1 2 は、図 1 に示すように、ケーシング 1 4 と、載置台 1 6 とを有している。ケーシング 1 4 は、鋼材からなる構造体であり、上壁、下壁、及び、側壁を有する。このケーシング 1 4 の長手方向が車 1 0 の前後方向となる。したがって、ケーシング 1 4 の長手方向は、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには X 軸方向と一致する。また、図 1 に示すように、ケーシング 1 4 の長手方向両端部には側壁が備えられておらず、上壁及び下壁のみが備えられている。すなわち、ケーシング 1 4 の長手方向両端部には、上壁及び下壁が張り出した状態で備えられていることになる。

30

【 0 0 2 9 】

載置台 1 6 は、人又は物を載せるための略矩形状の平板台である。すなわち、本実施形態の車 1 0 は、人又は物を前記載置台 1 6 に載せた状態で走行可能な車である。載置台 1 6 は、図 1 等に示すように、ケーシング 1 4 の長手方向中央部の上方に位置している。また、載置台 1 6 の長手方向は、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときにはケーシング 1 4 の長手方向に沿っている。

40

【 0 0 3 0 】

載置台 1 6 の下面には、図 1 及び図 2 に示すように、一对の台支持アーム 1 8 が取り付けられている。この一对の台支持アーム 1 8 の各々は、載置台 1 6 の下面から下方に延出した長尺体である。台支持アーム 1 8 は、車 1 0 の左右方向においてケーシング 1 4 よりも外側に位置する位置にて載置台 1 6 を支持している。なお、台支持アーム 1 8 の長手方向は、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには、鉛直方向 (すなわち、Z 軸方向) に略平行である。

50

【 0 0 3 1 】

さらに、図 3 に示すように、車 1 0 は、第一アクチュエーター 1 0 0、1 1 0、第二アクチュエーター 2 0 0、2 1 0、及び、第三アクチュエーター 3 0 0 を有している。

【 0 0 3 2 】

第一アクチュエーター 1 0 0、1 1 0 及び第二アクチュエーター 2 0 0、2 1 0 は、それぞれ、2 つの車輪支持アーム 3 8 毎に備えられている。すなわち、図 4 に示すように、本実施形態の車 1 0 は、2 つの第一アクチュエーター 1 0 0、1 1 0 と、2 つの第二アクチュエーター 2 0 0、2 1 0 とを有している。そして、一方の第一アクチュエーター 1 0 0 及び一方の第二アクチュエーター 2 0 0 は、車 1 0 の前方側に位置している。他方の第一アクチュエーター 1 1 0 及び他方の第二アクチュエーター 2 1 0 は、車 1 0 の後方側に位置している。

10

【 0 0 3 3 】

なお、前方側の第一アクチュエーター 1 0 0 は、後方側の第一アクチュエーター 1 1 0 と同じ構造及び機能を有する。同様に、前方側の第二アクチュエーター 2 0 0 は、後方側の第二アクチュエーター 2 1 0 と同じ構造及び機能を有する。このため、以下では、主として、前方側の第一アクチュエーター 1 0 0 及び第二アクチュエーター 2 0 0 について説明する。

【 0 0 3 4 】

第一アクチュエーター 1 0 0 は、前側車輪支持アーム 4 0 を支持するとともに、該前側車輪支持アーム 4 0 を後述のアーム支持部 1 0 2 の中心軸を中心にして回転させるための機構である。この第一アクチュエーター 1 0 0 は、図 4 に示すように、前記ケーシング 1 4 の長手方向端部において該ケーシング 1 4 の上壁と下壁との間に配置されている。また、第一アクチュエーター 1 0 0 は、図 5 に示すように、アーム支持部 1 0 2 と、駆動モーター 1 0 4 と、駆動力伝達部 1 0 6 とを有している。

20

【 0 0 3 5 】

アーム支持部 1 0 2 は、前側車輪支持アーム 4 0 を支持するための円筒状の部材である。このアーム支持部 1 0 2 は、図 5 に示すように、ケーシング 1 4 の長手方向端部側に位置し、その一部は該ケーシング 1 4 よりも外側に突き出ている。そして、アーム支持部 1 0 2 の一端面に前側車輪支持アーム 4 0 の長手方向中央部がボルト止めされることにより、該前側車輪支持アーム 4 0 が前記アーム支持部 1 0 2 に支持される。なお、アーム支持部 1 0 2 の中心軸方向は、前側車輪支持アーム 4 0 の長手方向と略直交し、ケーシング 1 4 の長手方向（すなわち、車 1 0 の前後方向）に略平行である。したがって、当該中心軸方向は、車 1 0 の姿勢が基本姿勢であるときには、X 軸方向に略平行である。

30

【 0 0 3 6 】

駆動モーター 1 0 4 は DC サーボモーターであり、該駆動モーター 1 0 4 が有する回転軸は正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能である。駆動力伝達部 1 0 6 は、アーム支持部 1 0 2 及び駆動モーター 1 0 4 の双方を支持するとともに、駆動モーター 1 0 4 からの駆動力をアーム支持部 1 0 2 に伝達するためのものである。この駆動力伝達部 1 0 6 は、複数のギア（不図示）を有し、駆動モーター 1 0 4 の回転軸の回転を減速して前記アーム支持部 1 0 2 に伝達する。そして、駆動モーター 1 0 4 からの駆動力がアーム支持部 1 0 2 まで伝達されると、該アーム支持部 1 0 2 がその中心軸周りに回転するようになる。なお、駆動力伝達部 1 0 6 には、図 5 に示すように、第二アクチュエーター 2 0 0 が有するアクチュエーター保持部 2 0 5（詳細は後述する）が取り付けられている。そして、当該アクチュエーター保持部 2 0 5 により、第一アクチュエーター 1 0 0 はケーシング 1 4 の上壁と下壁との間に保持される。

40

【 0 0 3 7 】

以上のような構造を有する第一アクチュエーター 1 0 0 では、図 2 に示すように、駆動モーター 1 0 4 が回転することにより、アーム支持部 1 0 2 が、その中心軸を中心にして前側車輪支持アーム 4 0 と一体的に回転する。なお、前述したように、駆動モーター 1 0 4 の回転軸は正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能であるため、前側車輪支持

50

アーム４０は、アーム支持部１０２の中心軸を中心にして正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能である。なお、本実施の形態においては、図２に示すように、前側車輪支持アーム４０の長手方向が水平方向に対して最大約２８．５度傾くまで該前側車輪支持アーム４０を回転させることが可能である。

【００３８】

そして、前側車輪支持アーム４０が前記中心軸周りに回転する結果、車輪２０が上下移動するようになる。すなわち、前側車輪支持アーム４０は、車輪２０が上下方向に移動するように回転する回転動作（第一回転動作と呼ぶ）を実行可能である。

【００３９】

例えば、前側車輪支持アーム４０が、車１０の正面から見て反時計回りに回転したときには、左前車輪２１が上方方向に移動するように、右前車輪２２を支点（ここで、支点とは、回転動作実行の際に路面上の（路面をXY座標としたときの座標上の）位置が動かない点を意味する）として、第一回転動作を実行する。そして、このことにより、左前車輪２１を路面から離して上げることが可能となる。

【００４０】

また、前側車輪支持アーム４０が、車１０の正面から見て時計回りに回転したときには、右前車輪２２が上方方向に移動するように、左前車輪２１を支点として、第一回転動作を実行する。そして、このことにより、右前車輪２２を路面から離して上げることが可能となる。

【００４１】

第二アクチュエーター２００は、第一アクチュエーター１００を介して前側車輪支持アーム４０を支持するとともに、該前側車輪支持アーム４０を後述の回転軸２０２を中心にして回転させるための機構である。この第二アクチュエーター２００は、図４に示すように、前記ケーシング１４の長手方向端部に取り付けられている。また、第二アクチュエーター２００は、図５に示すように、駆動モーター２０１と、回転軸２０２と、駆動力伝達部２０３と、連結部２０４と、アクチュエーター保持部２０５とを有している。

【００４２】

駆動モーター２０１はDCサーボモーターであり、該駆動モーター２０１が有する回転軸は、正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能である。回転軸２０２は、前記駆動モーター２０１からの駆動力により回転する軸であり、その軸方向は車の上下方向に沿っている。当該軸方向は、車１０の姿勢が基本姿勢であるときには、Z軸方向に略平行である。

【００４３】

駆動力伝達部２０３は、連結部２０４との協働により、駆動モーター２０１からの駆動力を回転軸２０２に伝達するためのものである。この駆動力伝達部２０３は、図５に示すように、ベルトプーリー機構からなる。つまり、駆動モーター２０１の回転軸の回転が、該回転軸と直結した駆動プーリー２０３aからベルト２０３bを介して従動プーリー２０３cに伝達された後、該従動プーリー２０３cと直結した軸２０３dまで伝達される。この結果、駆動モーター２０１の回転軸の回転が減速されて前記軸２０３dに伝達され、該軸２０３dがその中心軸を中心にして回転するようになる。

【００４４】

また、従動プーリー２０３cと直結した軸２０３dと回転軸２０２とは連結部２０４により連結している。この連結部２０４によって、従動プーリー２０３cに直結された軸２０３dは、回転軸２０２と一体的に回転する。また、連結部２０４は、図５に示すように、ケーシング１４の上壁に取り付けられている。

【００４５】

アクチュエーター保持部２０５は、前述したように、第一アクチュエーター１００をケーシング１４の上壁及び下壁の間に保持するためのものである。そして、アクチュエーター保持部２０５は、第一アクチュエーター１００を保持することにより、該第一アクチュエーター１００に支持された前側車輪支持アーム４０を支持することになる。アクチュエ

10

20

30

40

50

ーター保持部 205 は、図 5 に示すように、第一アクチュエーター 100 の駆動力伝達部 106 に取り付けられる。

【0046】

また、アクチュエーター保持部 205 は、図 5 に示すように、上端部 205 a と、下端部 205 b と、を有する。アクチュエーター保持部 205 を第一アクチュエーター 100 の駆動力伝達部 106 に取り付けると、該駆動力伝達部 106 は前記上端部 205 a 及び下端部 205 b の間に位置する。そして、アクチュエーター保持部 205 は、駆動力伝達部 106 に取り付けられた状態でケーシング 14 内に配置される。ケーシング 14 内では、上端部 205 a がケーシング 14 の上壁に対向し、下端部 205 b がケーシング 14 の下壁に対向する。また、上端部 205 a には、回動軸 202 を挿入するための挿入孔が設けられている。下端部 205 b には、後述する下軸 207 の軸部 207 a を嵌入するための嵌入孔が設けられている。

10

【0047】

そして、アクチュエーター保持部 205 の上端部 205 a は、図 5 に示すように、回動軸 202 の先端部が前記挿入孔に挿入された状態で、該回動軸 202 に軸着された軸着部 206 にボルト止めされている。これにより、回動軸 202 が回動すると、軸着部 206、及び、軸着部 206 に固定されたアクチュエーター保持部 205 も一体的に回動することになる。さらに、アクチュエーター保持部 205 に保持された第一アクチュエーター 100、及び、該第一アクチュエーター 100 に支持された前側車輪支持アーム 40 も、回動軸 202 を中心にして回動することになる。

20

【0048】

一方、アクチュエーター保持部 205 の下端部 205 b は、図 5 に示すように、下軸 207 の軸部 207 a が前記嵌入孔に嵌入された状態で、該下軸 207 の固定部 207 b にボルト止めされている。下軸 207 の軸部 207 a は軸受を介してケーシング 14 の下壁に回動自在に支持されている。そして、アクチュエーター保持部 205 が回動軸 202 を中心にして回動する際には、下軸 207 も該アクチュエーター保持部 205 と一体的に回動する。すなわち、下軸 207 は、アクチュエーター保持部 205 の回動を妨げることなく、該アクチュエーター保持部 205 の下端部 205 b を支持する。なお、当然ながら、回動軸 202 の軸中心と、下軸 207 の軸中心とは一致する。

【0049】

以上のような構造を有する第二アクチュエーター 200 では、駆動モーター 201 が回転することにより回動軸 202 が回動する。そして、回動軸 202 が回動すると、アクチュエーター保持部 205、該アクチュエーター保持部 205 に保持された第一アクチュエーター 100、が前記回動軸 202 を中心にして回動する。この結果、図 3 に示すように、第一アクチュエーター 100 に支持された前側車輪支持アーム 40 が、回動軸 202 を中心にして回動する。なお、前述したように、駆動モーター 201 の回転軸は正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能であるため、前側車輪支持アーム 40 は、回動軸 202 を中心にして正回動方向及び逆回動方向のいずれにも回動可能である。なお、本実施の形態においては、図 3 に示すように、前記回転軸方向が Y 軸方向に対して最大約 50 度傾くまで前側車輪支持アーム 40 を回動させることが可能である。

30

40

【0050】

そして、前側車輪支持アーム 40 が回動軸 202 を中心にして回動する結果、車輪 20 が前後移動するようになる。すなわち、前側車輪支持アーム 40 は、車輪 20 が前後方向に移動するように回動する回動動作（第二回動動作と呼ぶ）を実行可能である。

【0051】

例えば、前側車輪支持アーム 40 が、車 10 の上方から見て反時計回りに回動したときには、右前車輪 22 が前方向に移動するように、左前車輪 21 を支点として、第二回動動作を実行する。そして、このことにより、右前車輪 22 を前方へ運ぶことが可能となる。また、前側車輪支持アーム 40 が、車 10 の上方から見て時計回りに回動したときには、左前車輪 21 が前方向に移動するように、右前車輪 22 を支点として、第二回動動作を実

50

行する（図7の右図参照）。そして、このことにより、左前車輪21を前方へ運ぶことが可能となる。

【0052】

なお、前側車輪支持アーム40は、車輪20を支点とせずに、回動軸202を支点として、第二回動動作を実行することもできる。そして、前側車輪支持アーム40が、車10の上方から見て反時計回りに回動軸202を支点として回動したときには、右前車輪22が前方向に、左前車輪21が後方向に、それぞれ移動することとなる（図13の上中央図参照）。同様に、前側車輪支持アーム40が、車10の上方から見て時計回りに回動軸202を支点として回動したときには、右前車輪22が後方向に、左前車輪21が前方向に、それぞれ移動することとなる。そして、このことによっても、右前車輪22や左前車輪21を前方へ運ぶことができるし、また、このことにより、車10の走行方向を変える（例えば、直進からカーブへの変化）ことも可能となる。

10

なお、以下では、便宜上、前者を車輪支点第二回動動作、後者を回動軸支点第二回動動作とも呼ぶ。

【0053】

第三アクチュエーター300は、前述した2つの台支持アーム18を支持するとともに、該2つの台支持アーム18、及び、該2つの台支持アーム18に支持された載置台16を、後述の回動軸304を中心にして回動させるための機構である。この第三アクチュエーター300は、図4に示すように、前記ケーシング14の長手方向中央部にて該ケーシング14内に収容されている。また、第三アクチュエーター300は、図4に示すように、駆動モーター302と、回動軸304と、駆動力伝達部306とを有している。

20

【0054】

駆動モーター302はDCサーボモーターであり、該駆動モーター302が有する回転軸は、正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能である。回動軸304は、駆動モーター302からの駆動力により回動する軸であり、その軸方向は車の左右方向に沿っている。なお、当該軸方向は、車10の姿勢が基本姿勢であるときには、Y軸方向に略平行である。この回動軸304の両端部は、ケーシング14の側壁を貫通している。そして、回動軸304の、ケーシング14の側壁を貫通した部分に、前記台支持アーム18の下端部が固定支持されている。したがって、回動軸304が回動する際には、前記台支持アーム18が一体的に回動することになる。

30

【0055】

駆動力伝達部306は、駆動モーター302の駆動力を回動軸304に伝達するためのものである。この駆動力伝達部306は、複数のギア（不図示）を有し、駆動モーター302の回転軸の回転を減速して回動軸304に伝達する。そして、駆動モーター302からの駆動力が回動軸304まで伝達されると、該回動軸304が回動する。

【0056】

以上のような構造を有する第三アクチュエーター300では、駆動モーター302が回転すると、回動軸304が、該回動軸304に支持された2つの台支持アーム18と一体的に回動する。これにより、載置台16が回動軸304を中心にして回動する。なお、前述したように、駆動モーター302の回転軸は正回転方向及び逆回転方向のいずれにも回転可能であるため、台支持アーム18及び載置台16は、回動軸304を中心にして正回動方向及び逆回動方向のいずれにも回動可能である。

40

【0057】

そして、載置台16が回動軸304を中心にして回動する結果、該載置台16の状態が水平方向に対して前後に傾斜した傾斜状態となったときに、該載置台16の状態を前記傾斜状態から非傾斜状態に復帰させることが可能になる。ここで、非傾斜状態とは、載置台16の長手方向が水平方向となる状態を意味する。

【0058】

<<<車の制御構成について>>>

次に、車10の制御ユニットの構成について図6を用いて説明する。図6は、車10の

50

制御ユニットを示すブロック図である。なお、図6では、第一アクチュエーター100、110、第二アクチュエーター200、210、及び、モーター30について、車10の前方側に位置したものをまとめて前方ユニットと表記し、後方側に位置したものをまとめて後方ユニットと表記している。また、同図では、左前車輪21、右前車輪22、左後車輪23、右後車輪24に対応したモーター30を、それぞれ、左前モーター31、右前モーター32、左後モーター33、右後モーター34と表記している。

【0059】

車10の制御ユニットは、図6に示すように、コントローラー400を有する。このコントローラー400は、CPU402と、メモリー404と、制御回路406とを有し、車10の走行方向や車体12の姿勢等を制御する。CPU402は、車10全体の制御を行うための演算処理装置である。メモリー404は、RAM、EEPROM等の記憶素子を有する。

10

【0060】

そして、コントローラー400は、CPU402がメモリー404に格納されているプログラムを実行することにより、制御回路406を介して、第一アクチュエーター100、110、第二アクチュエーター200、210、第三アクチュエーター300、及び、モーター30を制御する。なお、前述したように、2つの第一アクチュエーター100、110が備えられており、コントローラー400は、該2つの第一アクチュエーター100、110をそれぞれ個別に制御する。同様に、コントローラー400は、2つの第二アクチュエーター200、210をそれぞれ個別に制御する。さらに、コントローラー400は、車輪20毎に備えられた左前モーター31、右前モーター32、左後モーター33、右後モーター34を該モーター毎に制御する。

20

【0061】

また、車10の制御ユニットは、図6に示すように、車10の姿勢を監視するための姿勢センサ500を有する。この姿勢センサ500は、前記姿勢に応じた信号をコントローラー400に向けて出力する。本実施形態の姿勢センサ500は、加速度センサ及びジャイロセンサにより構成されている。

【0062】

以上のような制御ユニットにより、車10は、姿勢センサ500によって該車10の姿勢が監視されながら、動作する。そして、車10の動作中、該車10の姿勢が変化すると、前記姿勢センサ500からの出力信号が変化する。この姿勢センサ500の出力信号の変化に応じて、コントローラー400は、第三アクチュエーター300等を制御する。これにより、車10の走行中における載置台16の状態が制御され、載置台16が常に水平状態に維持されることとなる。

30

【0063】

さらに、本実施形態では、車10の制御ユニットが、路面の状態を検知する路面状態検知センサを有する。かかる路面状態検知センサとしては、所謂内界センサ510と所謂外界センサとを挙げることができる。

【0064】

本実施の形態においては、内界センサ510が備えられており、例えば、当該内界センサ510は、路面上の凸部に車輪20が接触した際に車輪20や車輪20を支持する車輪支持アーム38のトルク等が変化することに基づいて、車輪20が凸部に接触したこと（また、いずれの車輪20が凸部に接触したか）を示す信号をコントローラー400に向けて出力する。そして、このことにより、車10は、車輪20が凸部に差し掛かった（なお、「差し掛かった」とは、必ずしも車輪20が凸部に接触したことを意味するものではなく、車輪20の前方に凸部が位置し、車10が当該凸部を越えようとする状況を意味する）ことを把握することができる。

40

【0065】

なお、本実施の形態においては、車輪20が凸部に差し掛かったことの把握のために、路面状態検知センサとして内界センサ510が用いられるが、CCDカメラ等の前記外界

50

センサを用いることとしてもよい。

【 0 0 6 6 】

＝ ＝ 車の動作例について ＝ ＝

< < 概要 > >

本実施の形態に係る車 1 0 は、上述したとおり、車輪モードと脚モードとを実行できるようになっており、双方を状況に応じて使い分けることにより、凸部を備えた地形を有する路面を移動することができるようになっている。

すなわち、車 1 0 が、車輪モードにより走行中に、4 つの車輪 2 0 のうちの少なくとも一の車輪 2 0 (差掛車輪と呼ぶ) が路面上の凸部に差し掛かると、路面状態検知センサによりこのことが検知される。そして、車 1 0 は車輪モードから脚モードへ移行する。

10

すなわち、車 1 0 は、前記差掛車輪を上方向かつ前方向に移動させることにより、該差掛車輪を上げて凸部に乗せる車輪乗せ動作を実行する。

車輪乗せ動作が終了すると、車 1 0 は、脚モードから車輪モードへ戻り、車輪 2 0 を回転させることにより走行を再開する。かかる際に、凸部の前後方向の距離が長くない場合には、車輪乗せ動作により凸部に乗った車輪 2 0 は、すぐに凸部から自然落下する。そして、その後、車輪モードによる走行は問題なく継続されることとなる。

【 0 0 6 7 】

< < 車輪乗せ動作について > >

次に、本実施の形態に係る車輪乗せ動作について、図 7 乃至図 1 2 を用いて説明する。図 7 は、車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。図 8 は、安定余裕 S を説明するための説明概念図である。図 9 については、後述する。図 1 0 は、安定余裕判定処理の必要性を説明するための説明概念図である。図 1 1 は、歩幅判定処理の必要性を説明するための説明概念図である。図 1 2 は、歩幅判定処理における閾値を説明するための説明概念図である。

20

【 0 0 6 8 】

なお、ここでは、主として、左前車輪 2 1 を路面上の凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作について説明する(つまり、「一の車輪 2 0」が左前車輪 2 1 である場合について説明する)。また、以降で説明される動作は、主として、コントローラ 4 0 0 により実現される。特に、本実施の形態においては、メモリ 4 0 4 に格納されたプログラムを CPU 4 0 2 が処理することにより実現される。そして、このプログラムは、以下で説明される各種の動作を行うためのコードから構成されている。

30

【 0 0 6 9 】

左前車輪 2 1 が路面上の凸部 5 0 に差し掛かった(本実施の形態においては、左前車輪 2 1 が路面上の凸部 5 0 に接触した)際に(図 7 の左図参照)、車 1 0 は、車輪モードから脚モードへ移行するが、左前車輪 2 1 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作を実行する前に、先ず、当該車輪乗せ動作の準備動作を行う。

【 0 0 7 0 】

準備動作について説明すると、車輪乗せ動作においては、左前車輪 2 1 を上げる(すなわち、路面から離す)こととなるため、右前車輪 2 2、左後車輪 2 3、右後車輪 2 4 の 3 つの車輪 2 0 で車 1 0 を支持することとなる。そして、かかる際に、車 1 0 が倒れないように、車 1 0 の安定性を考慮する必要がある。そこで、本実施の形態においては、上げられた左前車輪 2 1 以外の 3 つの車輪 2 0 で車 1 0 が支持されるとき安定度(本実施の形態においては、当該安定度を、便宜上、安定余裕 S と呼ぶ)を、準備動作を実行することにより増加させる。

40

【 0 0 7 1 】

ここで、安定余裕 S について、図 8 を用いて説明する。図 8 の左右の図には、法線方向が鉛直方向(Z軸方向)と一致するXY平面(すなわち、紙面)に、車 1 0 が表されている。符号 R 2 1 で示された白丸(白丸は、車輪 2 0 が路面から離れ上げられた状態を表している。他の図においても同様)、符号 R 2 2、R 2 3、R 2 4 で示された黒丸(黒丸は、車輪 2 0 が路面に接した状態を表している。他の図においても同様)は、それぞれ、車

50

10の左前車輪21、右前車輪22、左後車輪23、右後車輪24をXY平面上に投影した投影点である(右前車輪22、左後車輪23、右後車輪24が鉛直方向において同じ高さに位置する場合には、XY平面は路面と一致し、符号R22、R23、R24で示された黒丸は、それぞれ、右前車輪22、左後車輪23、右後車輪24の接地点となる)。また、符号Cで表された黒丸は、車10の重心をXY平面上に投影した投影点である。

【0072】

左図と右図を比較すると、右図のケースにおいては、黒丸(重心)Cが、黒丸(右前車輪)R22、黒丸(左後車輪)R23、黒丸(右後車輪)R24により形成される三角形の外部に位置する一方で、左図のケースにおいては、黒丸(重心)Cが、当該三角形の内部に位置している。そして、右図のケースにおいては、黒丸(重心)Cが三角形の外部に位置しているため、左前車輪21を上げて3つの車輪20で車10を支持することとなった際に、車10が左斜め前方向に倒れる可能性が高い。これに対し、左図のケースにおいては、黒丸(重心)Cが三角形の内部に位置しているため、車10が倒れる可能性が低い。

10

【0073】

上記を踏まえて、安定余裕Sは、以下のように定義される。すなわち、安定余裕Sは、黒丸(重心)Cから三角形の各辺に下ろした垂線の足F1、F2、F3と黒丸(重心)Cとの距離CF1、距離CF2、距離CF3のうち、最短距離(図8の左図及び右図においては、距離CF3となる)であり、黒丸(重心)Cが三角形の内部に位置していれば、正の値を、黒丸(重心)Cが三角形の外部に位置していれば、負の値を採る。例えば、図8の左図において、距離CF3がd1であれば、 $S = d1$ となる。一方で、図8の右図において、距離CF3がd2であれば、 $S = -d2$ となる。

20

【0074】

このように、安定余裕Sは、換言すれば、その絶対値が、法線方向が鉛直方向である平面上に一の車輪20(左前車輪21)以外の3つの車輪20を投影した3つの車輪投影点により形成される三角形の各辺に、車10の重心を前記平面上に投影した重心投影点から下ろした3つの垂線のうち、最も短い垂線の長さであり、かつ、その符号が、前記重心投影点が前記三角形の内部に位置するときには正であり、前記重心投影点が前記三角形の外部に位置するときには負である値と言える。

【0075】

ここで、車輪乗せ動作の準備動作の説明に戻って、説明を続ける。前述したとおり、準備動作は、上述した安定余裕Sを増加させることを目的として実行される。すなわち、図7の中央図に示すように、2つの車輪支持アーム38のうちの一の車輪20(左前車輪21)を支持していない方の車輪支持アーム38(すなわち、後側車輪支持アーム42。他方の支持体に相当)が、当該準備動作として、安定余裕Sを増加させるように、前記第二回動動作(車輪20が前後方向に移動するように回動する回動動作)を実行して後側車輪支持アーム42により支持された車輪20の路面上の位置を変更する。

30

【0076】

具体的には、後側車輪支持アーム42が、左後車輪23が前方向に、右後車輪24が後方向に、それぞれ移動するように、換言すれば、上方から車10を見たときに後側車輪支持アーム42が時計回りに回動するように、前述した回動軸202を支点とした第二回動動作を実行する。そして、かかる第二回動動作は、図7の左図における三角形と重心Cの位置関係と図7の中央図における当該位置関係とを比較することにより明らかとなり、安定余裕Sを増加させるような第二回動動作となる(一方で、図7の中央図とは逆方向(すなわち、反時計回り)に後側車輪支持アーム42を、仮に回動させることとすれば、安定余裕Sは減少することとなる)。

40

【0077】

また、本実施の形態に係る後側車輪支持アーム42は、安定余裕Sが後側車輪支持アーム42の可動範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を実行する。本実施の形態においては、後側車輪支持アーム42が時計回りに回動すれば回動するほど安

50

定余裕 S が大きくなるため、第二回動動作において、後側車輪支持アーム 4 2 が可動限界まで切られることとなる（図 7 の中央図に示された後側車輪支持アーム 4 2 の回動位置が、本実施の形態に係る後側車輪支持アーム 4 2 が可動限界まで切られたときの当該回動位置となっている）。

【 0 0 7 8 】

なお、安定余裕 S を増加させる第二回動動作は、凸部 5 0 に乗せる車輪 2 0 がどの車輪 2 0 か（「一の車輪」がどの車輪 2 0 であるか）によって、異なる。例えば、一の車輪 2 0 が右前車輪 2 2 である場合には、他方の支持体としての後側車輪支持アーム 4 2 が、前記準備動作として、左後車輪 2 3 が後方向に、右後車輪 2 4 が前方向に、それぞれ移動するように回動軸 2 0 2 を支点とした第二回動動作を実行する。また、一の車輪 2 0 が左後車輪 2 3 である場合には、他方の支持体としての前側車輪支持アーム 4 0 が、前記準備動作として、左前車輪 2 1 が後方向に、右前車輪 2 2 が前方向に、それぞれ移動するように回動軸 2 0 2 を支点とした第二回動動作を実行する。また、一の車輪 2 0 が右後車輪 2 4 である場合には、他方の支持体としての前側車輪支持アーム 4 0 が、前記準備動作として、左前車輪 2 1 が前方向に、右前車輪 2 2 が後方向に、それぞれ移動するように回動軸 2 0 2 を支点とした第二回動動作を実行する。図 9 は、これまでに説明した凸部 5 0 に乗せる車輪 2 0 毎の第二回動動作について表に纏めたものである。

【 0 0 7 9 】

準備動作が終了すると、コントローラ 4 0 0 が、準備動作としての前記第二回動動作の実行により変更される車輪 2 0 の路面上の位置に基づいて、安定余裕 S が閾値より大きいか否かを判定する安定度判定処理（以下、安定余裕判定処理と呼ぶ）を実施する。すなわち、第二回動動作が実行され左後車輪 2 3 が前方向に右後車輪 2 4 が後方向にそれぞれ移動したことによって安定余裕 S が変化することとなったが、コントローラ 4 0 0 は、変化した当該安定余裕 S が閾値より大きいか否かを判定する。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施の形態に係る安定余裕判定処理においては、閾値を 0 とし、 $S > 0$ を満足するか否かを判定する。すなわち、車 1 0 の重心の前記重心投影点が一の車輪 2 0（左前車輪 2 1）以外の 3 つの車輪 2 0 の前記車輪投影点により形成される前記三角形の内部に位置するか否かを判定する。そして、このことは、当該重心から鉛直方向に下ろした仮想線が、前記一の車輪 2 0（左前車輪 2 1）以外の 3 つの車輪 2 0 の各々が路面と接する接地点を結ぶ三角形（この三角形は、必ずしも法線方向が鉛直方向と一致する $X Y$ 平面上にあるとは限らない）の内部と交わるか否かを判定しているとも言える。

【 0 0 8 1 】

このように、車輪乗せ動作が開始される前に、安定余裕判定処理を実施する理由は、以下の通りである。すなわち、準備動作を行えば、安定余裕 S は増加するが、安定余裕 S が閾値を越えるまで増加するとは限らない。

【 0 0 8 2 】

図 1 0 には、車 1 0 が右カーブを行っている途中で凸部 5 0 に左前車輪 2 1 が差し掛かり、その後準備動作が行われた例が示されている。かかる車 1 0 においては、後側車輪支持アーム 4 2 の回動可能範囲が、前側車輪支持アーム 4 0 の回動可能範囲よりも狭くなっており、準備動作において後側車輪支持アーム 4 2 が図 1 0 に示すように可動限界まで切られたとしても、 $S > 0$ を満足しない状況が生じ得る。

【 0 0 8 3 】

以上のことから、本実施の形態に係るコントローラ 4 0 0 は、車輪乗せ動作が開始される直前に、安定余裕判定処理を行い、安定余裕 S が閾値よりも大きいと判定した（すなわち、 $S > 0$ と判定した）ときのみ、車輪乗せ動作が開始される。

【 0 0 8 4 】

また、本実施の形態においては、コントローラ 4 0 0 が、当該安定余裕判定処理に加えて、以下に説明する歩幅判定処理を行う。

【 0 0 8 5 】

10

20

30

40

50

歩幅判定処理とは、一の車輪 20（左前車輪 21）を支持する一方の支持体としての前側車輪支持アーム 40 が、該一の車輪 20（左前車輪 21）が前方向に移動するように第二回動動作を実行して車輪乗せ動作を行う場合に、一の車輪 20（左前車輪 21）が前方向に移動する際の歩幅が閾値より大きいか否かを判定する処理である。すなわち、車輪乗せ動作においては、左前車輪 21 を凸部 50 に乗せるために、前側車輪支持アーム 40 が第二回動動作を行って左前車輪 21 を前方向へ移動させる（前方へ運ぶ）が、左前車輪 21 を凸部 50 に乗せるのに十分な歩幅（前後方向における左前車輪 21 の移動量）が採れない場合がある。

【0086】

図 11 には、図 10 と同様、車 10 が右カーブを行っている途中で凸部 50 に左前車輪 21 が差し掛かり、その後準備動作が行われた例が示されている。かかる車 10 においては、図 10 とは異なり、後側車輪支持アーム 42 の回動可能範囲が前側車輪支持アーム 40 の回動可能範囲と略同等となっており、準備動作において後側車輪支持アーム 42 が可動限界まで切られると、 $S > 0$ を満足する。しかしながら、右カーブのために可動限界ぎりぎりまで前側車輪支持アーム 40 を時計回りに切っていたため、図 11 の状態からさらに前側車輪支持アーム 40 を時計回りに切って、左前車輪 21 を凸部 50 に乗せる（ための歩幅を生じさせる）ことが困難となっている。

【0087】

以上のことから、コントローラ 400 は、車輪乗せ動作の実行可能性を確認するために、車輪乗せ動作が開始される直前に歩幅判定処理を行う。なお、図 12 に示された凸部 50 と左前車輪 21 との位置関係から明らかなように、左前車輪 21 が前方向に移動する際に移動可能な最大歩幅（前後方向における左前車輪 21 の最大移動量）が、左前車輪 21 の半径 r よりも大きい場合には、左前車輪 21 を凸部 50 に乗せることが可能となるため、本実施の形態においては、歩幅が閾値よりも大きいか否かを、当該最大歩幅が当該半径 r よりも大きいか否かによって判定する。

【0088】

上述したとおり、コントローラ 400 は、車輪乗せ動作が開始される直前に、安定余裕判定処理と歩幅判定処理を行う。そして、双方において是と判定する安定余裕歩幅クリア判定が得られたときのみ、車輪乗せ動作が開始される。なお、本実施の形態においては、双方の判定処理のうちの少なくとも一方で否と判定された場合には、車輪 20 を逆回転させてバックする車輪モードによる走行が行われる。

【0089】

車輪乗せ動作は、4つの車輪 20 のうちの少なくとも一の車輪 20（左前車輪 21）が路面上の凸部 50 に差し掛かった際に、該一の車輪 20（左前車輪 21）を支持する前記 2つの支持体のうちの一方の支持体（前側車輪支持アーム 40）が、該一の車輪 20（左前車輪 21）が上方方向に移動するように前記第一回動動作を、該一の車輪 20（左前車輪 21）が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪 20（左前車輪 21）を上げて凸部 50 に乗せる動作である。

【0090】

具体的に説明すると、前側車輪支持アーム 40 は、左前車輪 21 が上方方向に移動するように、車 10 の正面から見て反時計回りに、右前車輪 22 を支点として、前記第一回動動作を実行する（図 7 の中央図の車 10 図 7 右図の一点鎖線の車 10）。このことにより、右前車輪 22 が路面に接地している状態が維持されたまま（右前車輪 22 が、図 7 右図の一点鎖線の車 10 において、黒丸のままであることがこのことを表している）、左前車輪 21 が上方に上がることとなる（左前車輪 21 が、図 7 右図の一点鎖線の車 10 において、黒丸から白丸に変化していることがこのことを表している）。

【0091】

さらに、前側車輪支持アーム 40 は、左前車輪 21 が前方向に移動するように、車 10 の上方から見て時計回りに、右前車輪 22 を支点として、前記第二回動動作を実行する（図 7 右図の一点鎖線の車 10 図 7 右図の実線の車 10）。このことにより、右前車輪 2

10

20

30

40

50

2が路面上を移動せずその場で止まっている状態が維持されたまま、左前車輪21が前方に運ばれることとなる。

【0092】

このようにして、図7右図に示すように、左前車輪21が凸部50に乗ることとなる。なお、第一回動動作と第二回動動作の動作順については、前者が完了してから後者が開始されてもよいし、平行実施されることとしてもよい。

【0093】

<2つの車輪20が凸部に差し掛かったときの車輪乗せ動作について>

前述したとおり、一の車輪20が凸部に差し掛かった際に当該一の車輪20を上げて凸部に乗せる車輪乗せ動作を実行する前に、当該一の車輪20を支持していない方の車輪支持アームが、準備動作として第二回動動作を実行するが、かかる第二回動動作実行の際に、第二回動動作により前方に運ばれる車輪20が新たな凸部に差し掛かってしまう状況が生じ得る。そして、このような場合には、2つの車輪20が凸部に差し掛かった状態となる。

10

【0094】

例を挙げて具体的に説明すると、前述したとおり、左前車輪21が凸部50に差し掛かった際には(図7の左図参照)、当該左前車輪21を上げて凸部50に乗せる車輪乗せ動作を実行する(図7の右図参照)。そして、かかる車輪乗せ動作の前には、後側車輪支持アーム42が、準備動作として、左後車輪23が前方向に移動するように第二回動動作を実行する(図7の左図 図7の中央図)。

20

【0095】

ここで、図7においては、左後車輪23の前方に障害物が存在しないため、後側車輪支持アーム42は第二回動動作を適切に実行することが可能である。しかしながら、左後車輪23の前方に凸部50が存在する場合もあり、この場合には、左前車輪21だけではなく左後車輪23も凸部50に差し掛かった状態となり、凸部50が障害物となって十分な第二回動動作(すなわち、準備動作)が実行不可能となる。

【0096】

ここでは、このように2つの車輪20が凸部50に差し掛かったときに、以降の車輪乗せ動作がどのように実行されるかについて説明する。

【0097】

なお、図9に示したように、一の車輪20(凸部50に乗せる車輪20)が左前車輪21である第一ケースにおいては、後側車輪支持アーム42が、第二回動動作を実行することにより、左後車輪23が前方向に移動し、一の車輪20(凸部50に乗せる車輪20)が右前車輪22である第二ケースにおいては、後側車輪支持アーム42が、第二回動動作を実行することにより、右後車輪24が前方向に移動し、一の車輪20(凸部50に乗せる車輪20)が左後車輪23である第三ケースにおいては、前側車輪支持アーム40が、第二回動動作を実行することにより、右前車輪22が前方向に移動し、一の車輪20(凸部50に乗せる車輪20)が右後車輪24である第四ケースにおいては、前側車輪支持アーム40が、第二回動動作を実行することにより、左前車輪21が前方向に移動する。

30

【0098】

そのため、第一ケースにおいては、2つの車輪20として左前車輪21及び左後車輪23が凸部50に差し掛かる可能性があり、第二ケースにおいては、2つの車輪20として右前車輪22及び右後車輪24が凸部50に差し掛かる可能性があり、第三ケースにおいては、2つの車輪20として左後車輪23及び右前車輪22が凸部50に差し掛かる可能性があり、第四ケースにおいては、2つの車輪20として右後車輪24及び左前車輪21が凸部50に差し掛かる可能性がある。

40

【0099】

以下では、これらの4つのケースのうち、主として第一ケースについて、図13を用いて説明する。図13は、2つの車輪20が凸部50に差し掛かったときの車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。

50

【 0 1 0 0 】

図 1 3 の上左図には、左前車輪 2 1 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作を実行する前に、後側車輪支持アーム 4 2 が、準備動作として、左後車輪 2 3 が前方向に移動するように第二回動動作を実行しようとしたが、左後車輪 2 3 の前方に凸部 5 0 が存在していたため、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 の双方が凸部 5 0 に差し掛かった状態となったときの様子が示されている（なお、当該上左図には、車体 1 2 と車輪支持アーム 3 8 が直角になった状態を一例として示したが、当然のことながら、車 1 0 がカーブしている等の車体 1 2 と車輪支持アーム 3 8 が直角になっていない状態であってもよい）。

【 0 1 0 1 】

かかる場合には、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 の双方を最終的には凸部 5 0 に乗せる必要があるが、双方を平行実施するのではなく、一方の車輪 2 0 の車輪乗せ動作を行ってから、他方の車輪 2 0 の車輪乗せ動作を行う。そして、本実施の形態においては、前述した安定余裕 S が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を準備動作として仮に実行したときの該安定余裕 S が最も大きくなる車輪 2 0 について、最初に車輪乗せ動作を行う。

【 0 1 0 2 】

このこと（すなわち、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 のうちのどちらの車輪乗せ動作を先に行うかをどのように決定するか（決定についての思想））について、具体的に説明する。

前述したとおり（また、図 9 の第一ケースに示したとおり）、左前車輪 2 1 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の準備動作は、左後車輪 2 3 が前方向に右後車輪 2 4 が後方向にそれぞれ移動するように他方の支持体としての後側車輪支持アーム 4 2 が時計回りに回動する第二回動動作となるが、図 1 3 の上左図の状況では、後側車輪支持アーム 4 2 は、凸部 5 0 の存在により、全く又は殆ど回動することができない。そのため、準備動作、すなわち、安定余裕 S が後側車輪支持アーム 4 2 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作、を仮に実行したとしても、安定余裕 S は全く又は殆ど増加しない。

【 0 1 0 3 】

一方で、図 9 の第三ケースに示したとおり、左後車輪 2 3 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の準備動作は、右前車輪 2 2 が前方向に左前車輪 2 1 が後方向にそれぞれ移動するように他方の支持体としての前側車輪支持アーム 4 0 が反時計回りに回動する第二回動動作となるが、図 1 3 の上左図の状況で、前側車輪支持アーム 4 0 は、問題なく回動することができる。そのため、準備動作、すなわち、安定余裕 S が前側車輪支持アーム 4 0 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作、を仮に実行した場合に、安定余裕 S は適切に増加する。

【 0 1 0 4 】

このことにより、左後車輪 2 3 を凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の当該準備動作を仮に実行したときの安定余裕 S は、左前車輪 2 1 を凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の当該準備動作を仮に実行したときの安定余裕 S よりも大きくなる。したがって、本実施の形態においては、安定余裕 S が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を準備動作として仮に実行したときの該安定余裕 S が最も大きくなる車輪 2 0、つまり、左後車輪 2 3 について、最初に車輪乗せ動作を行うこととなる。

【 0 1 0 5 】

なお、上記においては、左前車輪 2 1 及び左後車輪 2 3 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 9 の第一ケースの準備動作において発生し得る場合）について説明したが、右前車輪 2 2 及び右後車輪 2 4 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 9 の第二ケースの準備動作において発生し得る場合）、左後車輪 2 3 及び右前車輪 2 2 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 9 の第三ケースの準備動作において発生し得る場合）、右後車輪 2 4 及び左前車輪 2 1 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 9 の第四ケースの準備動作において発生し得る場合）についても、同様の思想に基づいて、どちらの車輪 2 0 について最初に車輪乗せ動作を行うかが決

10

20

30

40

50

定される。

【 0 1 0 6 】

右前車輪 2 2 及び右後車輪 2 4 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、右後車輪 2 4 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 2 1 が前方向に、右前車輪 2 2 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

【 0 1 0 7 】

左後車輪 2 3 及び右前車輪 2 2 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、右前車輪 2 2 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、右後車輪 2 4 が前方向に、左後車輪 2 3 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

10

【 0 1 0 8 】

右後車輪 2 4 及び左前車輪 2 1 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、左前車輪 2 1 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 2 3 が前方向に、右後車輪 2 4 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

【 0 1 0 9 】

図 1 4 は、2 つの車輪 2 0 のうちのどちらについて最初に車輪乗せ動作を行うかを表に纏めたものである。

【 0 1 1 0 】

図 1 3 の例に戻って説明を続ける。左後車輪 2 3 について最初に車輪乗せ動作を行うにあたっては、その前にまず、安定余裕 S を増加させるべく実際に当該車輪乗せ動作の準備動作が実行される。すなわち、前側車輪支持アーム 4 0 が、左前車輪 2 1 が後方向に、右前車輪 2 2 が前方向に、それぞれ移動するように、換言すれば、上方から車 1 0 を見たとき前側車輪支持アーム 4 0 が反時計回りに回動するように、前述した回動軸 2 0 2 を支点とした第二回動動作（回動軸支点第二回動動作）を実行する（図 1 3 の上左図 図 1 3 の上中央図）。

20

【 0 1 1 1 】

準備動作が終了すると、コントローラ 4 0 0 が、安定度判定処理及び歩幅判定処理を実施する。そして、前記安定余裕歩幅クリア判定が得られると、車輪乗せ動作が開始される。すなわち、後側車輪支持アーム 4 2 が、左後車輪 2 3 が上方向に移動するように前記第一回動動作を、左後車輪 2 3 が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、左後車輪 2 3 を上げて凸部 5 0 に乗せる（図 1 3 の上中央図 図 1 3 の上右図）。

30

【 0 1 1 2 】

なお、図 7 に示した例においては、車輪乗せ動作における第二回動動作として車輪支点第二回動動作を行っていたが、ここでは、図 1 3 の上右図に示したように、回動軸支点第二回動動作が行われる。ただし、これに限定されるものではなく、車輪支点第二回動動作が実行されることとしてもよい。

【 0 1 1 3 】

上記車輪乗せ動作により左後車輪 2 3 が凸部 5 0 に乗ると、2 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かった状態から 1 つの車輪 2 0 である左前車輪 2 1 のみが凸部 5 0 に差し掛かった状態へ移行する。したがって、ここからの車 1 0 の動作は、図 7 に示した例とほぼ同様となる。

40

【 0 1 1 4 】

すなわち、左前車輪 2 1 についての車輪乗せ動作の前に当該車輪乗せ動作の準備動作が実行される（図 1 3 の上右図 図 1 3 の下左図）。すなわち、後側車輪支持アーム 4 2 が、左後車輪 2 3 が前方向に、右後車輪 2 4 が後方向に、それぞれ移動するように、換言すれば、上方から車 1 0 を見たときに後側車輪支持アーム 4 2 が時計回りに回動するように、回動軸支点第二回動動作を実行する。なお、図 1 3 の上右図における車 1 0 の状態と図

50

13の下左図における車10の状態間の差異が殆どないが、これは、後側車輪支持アーム42の回動可能範囲の制限により第二回動動作における回動角度が微小となっているためである。

【0115】

準備動作が終了すると、コントローラ400が、安定度判定処理及び歩幅判定処理を実施するが、これらの処理は、車輪乗せ動作の直前に行われるため、先ず、前側車輪支持アーム40を、左前車輪21が前方向に移動するように、右前車輪22を支点とした第二回動動作を、左前車輪21が凸部50に接触するまで実行する(図13の下左図 図13の下中央図)。そして、このタイミングで、安定度判定処理及び歩幅判定処理を実施し、前記安定余裕歩幅クリア判定が得られると、車輪乗せ動作が開始される。すなわち、前側車輪支持アーム40が、左前車輪21が上方向に移動するように第一回動動作を、左前車輪21が前方向に移動するように第二回動動作を、それぞれ実行することにより、左前車輪21を上げて凸部50に乗せる(図13の下中央図 図13の下右図)。

10

【0116】

<3つの車輪20が凸部に差し掛かったときの車輪乗せ動作について>

前述したとおり、2つの車輪20が凸部50に差し掛かった際に、一方の車輪20の車輪乗せ動作を行ってから、他方の車輪20の車輪乗せ動作を行うが、当該一方の車輪20の車輪乗せ動作の準備動作として第二回動動作を実行する際に、第二回動動作により前方に運ばれる車輪20が新たな凸部に差し掛かってしまう状況が生じ得る。そして、このような場合には、3つの車輪20が凸部に差し掛かった状態となる。

20

【0117】

例を挙げて具体的に説明すると、前述したとおり、左前車輪21と左後車輪23が凸部50に差し掛かった際には(図13の上左図参照)、先ず、当該左後車輪23を上げて凸部50に乗せる車輪乗せ動作を実行する(図13の上右図参照)。そして、かかる車輪乗せ動作の前には、前側車輪支持アーム40が、準備動作として、右前車輪22が前方向に移動するように第二回動動作を実行する(図13の上左図 図13の上中央図)。

【0118】

ここで、図13においては、右前車輪22の前方に障害物が存在しないため、前側車輪支持アーム40は第二回動動作を適切に実行することが可能である。しかしながら、右前車輪22の前方に凸部50が存在する場合もあり、この場合には、左前車輪21及び左後車輪23だけではなく右前車輪22も凸部50に差し掛かった状態となり、凸部50が障害物となって十分な第二回動動作(すなわち、準備動作)が実行不可能となる。

30

【0119】

ここでは、このように3つの車輪20が凸部50に差し掛かったときに、以降の車輪乗せ動作がどのように実行されるかについて説明する。

【0120】

なお、図14に示したように、凸部50に差し掛かった車輪20が左前車輪21及び左後車輪23である第一ケースにおいては、左後車輪23について車輪乗せ動作が最初に行われ、かかる車輪乗せ動作の準備動作の際には、前側車輪支持アーム40が、第二回動動作を実行することにより、右前車輪22が前方向に移動する(図9の第3ケース参照)。

40

【0121】

また、凸部50に差し掛かった車輪20が右前車輪22及び右後車輪24である第二ケースにおいては、右後車輪24について車輪乗せ動作が最初に行われ、かかる車輪乗せ動作の準備動作の際には、前側車輪支持アーム40が、第二回動動作を実行することにより、左前車輪21が前方向に移動する(図9の第4ケース参照)。

【0122】

また、凸部50に差し掛かった車輪20が右前車輪22及び左後車輪23である第三ケースにおいては、右前車輪22について車輪乗せ動作が最初に行われ、かかる車輪乗せ動作の準備動作の際には、後側車輪支持アーム42が、第二回動動作を実行することにより、右後車輪24が前方向に移動する(図9の第2ケース参照)。

50

【 0 1 2 3 】

また、凸部 5 0 に差し掛かった車輪 2 0 が左前車輪 2 1 及び右後車輪 2 4 である第四ケースにおいては、左前車輪 2 1 について車輪乗せ動作が最初に行われ、かかる車輪乗せ動作の準備動作の際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、第二回動動作を実行することにより、左後車輪 2 3 が前方向に移動する（図 9 の第 1 ケース参照）。

【 0 1 2 4 】

そのため、図 1 4 の第一ケースにおいては、3 つの車輪 2 0 として右後車輪 2 4 以外の車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる可能性があり、第二ケースにおいては、3 つの車輪 2 0 として左後車輪 2 3 以外の車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる可能性があり、第三ケースにおいては、3 つの車輪 2 0 として左前車輪 2 1 以外の車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる可能性があり、第四ケースにおいては、3 つの車輪 2 0 として右前車輪 2 2 以外の車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる可能性がある。

10

【 0 1 2 5 】

以下では、これらの図 1 4 の 4 つのケースのうち、主として第一ケースについて、図 1 5 を用いて説明する。図 1 5 は、3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かったときの車輪乗せ動作を説明するための説明概念図である。

【 0 1 2 6 】

図 1 5 の左図には、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 が凸部 5 0 に差し掛かった際に、左後車輪 2 3 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作を実行する前に、前側車輪支持アーム 4 0 が、準備動作として、右前車輪 2 2 が前方向に移動するように第二回動動作を実行しようとしたが、右前車輪 2 2 の前方に凸部 5 0 が存在していたため、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 と右前車輪 2 2 が凸部 5 0 に差し掛かった状態となったときの様子が示されている。

20

【 0 1 2 7 】

かかる場合には、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 と右前車輪 2 2 を最終的には凸部 5 0 に乗せる必要があるが、これらを平行実施するのではなく、車輪乗せ動作は順番に行われることとなる。そして、本実施の形態においては、前述した安定余裕 S が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を準備動作として仮に実行したときの該安定余裕 S が最も大きくなる車輪 2 0 について、最初に車輪乗せ動作を行う。

30

【 0 1 2 8 】

このこと（すなわち、左前車輪 2 1 と左後車輪 2 3 と右前車輪 2 2 のうちのどの車輪乗せ動作を最初に行うかをどのように決定するか（決定についての思想））について、具体的に説明する。

前述したとおり（また、図 9 の第三ケースに示したとおり）、左後車輪 2 3 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の準備動作は、右前車輪 2 2 が前方向に左前車輪 2 1 が後方向にそれぞれ移動するように他方の支持体としての前側車輪支持アーム 4 0 が反時計回りに回動する第二回動動作となるが、図 1 5 の左図の状況では、前側車輪支持アーム 4 0 は、凸部 5 0 の存在により、全く又は殆ど回動することができない。そのため、準備動作、すなわち、安定余裕 S が前側車輪支持アーム 4 0 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作、を仮に実行したとしても、安定余裕 S は全く又は殆ど増加しない。

40

【 0 1 2 9 】

同様に、図 9 の第一ケースに示したとおり、左前車輪 2 1 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の準備動作は、左後車輪 2 3 が前方向に右後車輪 2 4 が後方向にそれぞれ移動するように他方の支持体としての後側車輪支持アーム 4 2 が時計回りに回動する第二回動動作となるが、図 1 5 の左図の状況では、後側車輪支持アーム 4 2 は、凸部 5 0 の存在により、全く又は殆ど回動することができない。そのため、準備動作、すなわち、安定余裕 S が後側車輪支持アーム 4 2 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作、を仮に実行したとしても、安定余裕 S は全く又は殆ど増加しない。

50

【 0 1 3 0 】

一方で、図 9 の第二ケースに示したとおり、右前車輪 2 2 を上げて凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の準備動作は、右後車輪 2 4 が前方向に左後車輪 2 3 が後方向にそれぞれ移動するように他方の支持体としての後側車輪支持アーム 4 2 が反時計回りに回動する第二回動動作となるが、図 1 5 の左図の状況で、後側車輪支持アーム 4 2 は、問題なく回動することができる。そのため、準備動作、すなわち、安定余裕 S が後側車輪支持アーム 4 2 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作、を仮に実行した場合に、安定余裕 S は適切に増加する。

【 0 1 3 1 】

このことにより、右前車輪 2 2 を凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の当該準備動作を仮に実行したときの安定余裕 S は、左後車輪 2 3 や左前車輪 2 1 を凸部 5 0 に乗せる車輪乗せ動作の当該準備動作を仮に実行したときの安定余裕 S よりも大きくなる。したがって、本実施の形態においては、安定余裕 S が前記他方の支持体の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を準備動作として仮に実行したときの該安定余裕 S が最も大きくなる車輪 2 0、つまり、右前車輪 2 2 について、最初に車輪乗せ動作を行うこととなる。

【 0 1 3 2 】

なお、上記においては、右後車輪 2 4 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 1 4 の第一ケースの準備動作において発生し得る場合）について説明したが、左後車輪 2 3 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 1 4 の第二ケースの準備動作において発生し得る場合）、左前車輪 2 1 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 1 4 の第三ケースの準備動作において発生し得る場合）、右前車輪 2 2 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かる場合（図 1 4 の第四ケースの準備動作において発生し得る場合）についても、同様の思想に基づいて、どの車輪 2 0 についても最初に車輪乗せ動作を行うかが決定される。

【 0 1 3 3 】

左後車輪 2 3 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、左前車輪 2 1 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 2 3 が前方向に、右後車輪 2 4 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

【 0 1 3 4 】

左前車輪 2 1 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、右後車輪 2 4 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 2 1 が前方向に、右前車輪 2 2 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

【 0 1 3 5 】

右前車輪 2 2 以外の 3 つの車輪 2 0 が凸部 5 0 に差し掛かった際には、後側車輪支持アーム 4 2 が、左後車輪 2 3 について最初に車輪乗せ動作を行う（この際には、前側車輪支持アーム 4 0 が、該車輪乗せ動作の準備動作として、右前車輪 2 2 が前方向に、左前車輪 2 1 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行する）。

【 0 1 3 6 】

図 1 6 は、3 つの車輪 2 0 のうちのどれについて最初に車輪乗せ動作を行うかを表に纏めたものである。

【 0 1 3 7 】

図 1 5 の例に戻って説明を続ける。右前車輪 2 2 について最初に車輪乗せ動作を行うにあたっては、その前にまず、安定余裕 S を増加させるべく実際に当該車輪乗せ動作の準備動作が実行される。すなわち、後側車輪支持アーム 4 2 が、左後車輪 2 3 が後方向に、右後車輪 2 4 が前方向に、それぞれ移動するように、換言すれば、上方から車 1 0 を見たとき後側車輪支持アーム 4 2 が反時計回りに回動するように、前述した回動軸支点第二回動動作を実行する（図 1 5 の左図 図 1 5 の中央図）。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 8 】

準備動作が終了すると、コントローラ 400 が、安定度判定処理及び歩幅判定処理を実施する。そして、前記安定余裕歩幅クリア判定が得られると、車輪乗せ動作が開始される。すなわち、前側車輪支持アーム 40 が、右前車輪 22 が上方向に移動するように前記第一回動動作を、右前車輪 22 が前方向に移動するように前記第二回動動作を、それぞれ実行することにより、右前車輪 22 を上げて凸部 50 に乗せる（図 15 の中央図 図 15 の右図）。

【 0 1 3 9 】

上記車輪乗せ動作により右前車輪 22 が凸部 50 に乗ると、3つの車輪である左前車輪 21、右前車輪 22、左後車輪 23 が凸部 50 に差し掛かった状態から2つの車輪 20 である左前車輪 21 及び左後車輪 23 が凸部 50 に差し掛かった状態へ移行する。したがって、ここからの車 10 の動作は、図 13 に示した例とほぼ同様となる。

【 0 1 4 0 】

つまり、図 13 に 6 つに分けて示した手順が順番に実行され、最終的には3つの車輪 20 についての車輪乗せ動作が完了する。

【 0 1 4 1 】

=== 本実施の形態に係る車 10 の有効性について ===

上述したとおり、本実施の形態に係る車 10 は、4つの車輪 20 である左前車輪 21、右前車輪 22、左後車輪 23、右後車輪 24 と、2つの車輪支持アーム 38 である前側車輪支持アーム 40 及び後側車輪支持アーム 42 であって、該前側車輪支持アーム 40 は長手方向両端部にて左前車輪 21 及び右前車輪 22 を回転可能に支持し、該後側車輪支持アーム 42 は長手方向両端部にて左後車輪 23 及び右後車輪 24 を回転可能に支持する前側車輪支持アーム 40 及び後側車輪支持アーム 42 と、を有することとした。そして、2つの車輪支持アーム 38 の各々は、車輪 20 が上下方向に移動するように回動する第一回動動作と、車輪 20 が前後方向に移動するように回動する第二回動動作と、を実行可能であり、4つの車輪 20 のうちの少なくとも一の車輪 20 が路面上の凸部 50 に差し掛かった際に、該一の車輪 20 を支持する前記2つの車輪支持アーム 38 のうちの一方の車輪支持アーム 38 が、該一の車輪 20 が上方向に移動するように第一回動動作を、該一の車輪 20 が前方向に移動するように第二回動動作を、それぞれ実行することにより、該一の車輪 20 を上げて凸部 50 に乗せる車輪乗せ動作を行うこととした。

【 0 1 4 2 】

そして、2つの車輪支持アーム 38 のうちの他方の車輪支持アーム 38 は、車輪乗せ動作の準備動作として、上げられた一の車輪 20 以外の3つの車輪 20 で車 10 が支持されるときの前記車 10 の安定度を増加させるように、第二回動動作を実行して他方の車輪支持アーム 38 により支持された車輪 20 の路面上の位置を変更することとした。そのため、構成が簡易であり、かつ、安定性が高い車 10 を実現することが可能となる。

【 0 1 4 3 】

すなわち、前述したとおり、当該車輪乗せ動作においては、前記一の車輪 20 を上げることとなるため、この車輪 20 以外の3つの車輪 20 で車 10 が支持されることとなる。そのため、車 10 が倒れないように、車 10 の安定性を考慮する必要がある。

一方で、車輪モードと脚モードの双方を実行できる車 10 を簡易（シンプル）に実現したいという要請がある。

【 0 1 4 4 】

したがって、前記安定性を適切なものとするために特別な機構を車 10 に設けるのは、当該要請に反することとなる。例えば、車 10 の重心の位置を変えるための重しと当該重しを移動（例えば、スライド）させて当該重心の位置を変化させる機構を車 10 に搭載し、車輪乗せ動作の前に、適切な安定性を得るため当該機構により重心を移動させることが考えられる。しかしながら、このような機構を車 10 に設けると、車 10 の構成が複雑になる。

【 0 1 4 5 】

10

20

30

40

50

これに対し、本実施の形態においては、既存の車輪支持アーム 38 の回動機構を用いて、車輪乗せ動作における安定性を向上させることができる。したがって、特別な機構を車 10 に設ける必要がなく、構成が簡易であり、かつ、安定性が高い車 10 を実現することが可能となる。

【0146】

また、本実施の形態において、前記他方の車輪支持アーム 38 は、前記準備動作として、安定余裕 S が他方の車輪支持アーム 38 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する前記第二回動動作を実行することとしたため、安定性がより高い車 10 を実現することが可能となる。

【0147】

また、上記実施の形態においては、前記一の車輪 20 が左前車輪 21 である場合には、前記他方の車輪支持アーム 38 は、準備動作として、左後車輪 23 が前方向に、右後車輪 24 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行し、前記一の車輪 20 が右前車輪 22 である場合には、前記他方の車輪支持アーム 38 は、準備動作として、左後車輪 23 が後方向に、右後車輪 24 が前方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行し、前記一の車輪 20 が左後車輪 23 である場合には、前記他方の車輪支持アーム 38 は、準備動作として、左前車輪 21 が後方向に、右前車輪 22 が前方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行し、前記一の車輪 20 が右後車輪 24 である場合には、前記他方の車輪支持アーム 38 は、準備動作として、左前車輪 21 が前方向に、右前車輪 22 が後方向に、それぞれ移動するように第二回動動作を実行することとした。

【0148】

そのため、当該一の車輪 20 が 4 つの車輪 20 のうちのどの車輪 20 であっても、4 つの車輪 20 の各々毎に異なる（各々に特化した）準備動作が実行されることにより、車 10 の安定性を高くすることが可能となる。

【0149】

また、上記実施の形態においては、前記準備動作としての前記第二回動動作の実行により変更される車輪 20 の路面上の位置に基づいて、安定余裕 S が閾値より大きいか否かを判定するコントローラ 400 を備え、コントローラ 400 が、安定余裕 S が閾値よりも大きいと判定したときのみ、前記一方の車輪支持アーム 38 が車輪乗せ動作を開始することとした。

【0150】

そのため、既存の車輪支持アーム 38 の回動機構を用いて安定余裕 S を増加させた結果、当該安定余裕 S が増加した状態において、車輪乗せ動作開始判断のための安定余裕判定処理が実行できるので、車 10 の安定余裕 S を閾値よりも大きくして車輪乗せ動作における車 10 の安定性を所望のものとするのが、車 10 の構成を複雑にすることなく、容易にできるようになる。

【0151】

また、上記実施の形態においては、4 つの車輪 20 のうちの 2 つ又は 3 つの車輪 20 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、安定余裕 S が前記他方の車輪支持アーム 38 の回動可能範囲の中で最も高くなる回動位置まで回動する第二回動動作を準備動作として仮に実行したときの該安定余裕 S が最も大きくなる車輪 20 について、最初に車輪乗せ動作を行うこととした。

そのため、安定性がより一層高い車 10 を実現することが可能となる。

【0152】

また、上記実施の形態においては、4 つの車輪 20 のうちの左前車輪 21 及び左後車輪 23 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、左後車輪 23 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 21 が後方向に、右前車輪 22 が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4 つの車輪 20 のうちの右前車輪 22 及び右後車輪 24 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、右後車輪 24

10

20

30

40

50

について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 21 が前方向に、右前車輪 22 が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4つの車輪 20 のうちの左前車輪 21 及び右後車輪 24 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、左前車輪 21 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 23 が前方向に、右後車輪 24 が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4つの車輪 20 のうちの右前車輪 22 及び左後車輪 23 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、右前車輪 22 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 23 が後方向に、右後車輪 24 が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することとした。

10

そのため、凸部 50 に差し掛かった車輪 20 がどの 2 つの車輪 20 であっても、状況に応じて最適な順番で車輪乗せ動作が実行され、安定性がより一層高い車 10 を実現することが可能となる。

【0153】

また、上記実施の形態においては、4つの車輪 20 のうちの左前車輪 21 以外の 3 つの車輪 20 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、右後車輪 24 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 21 が前方向に、右前車輪 22 が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4つの車輪 20 のうちの右前車輪 22 以外の 3 つの車輪 20 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、左後車輪 23 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左前車輪 21 が後方向に、右前車輪 22 が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4つの車輪 20 のうちの左後車輪 23 以外の 3 つの車輪 20 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、左前車輪 21 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 23 が前方向に、右後車輪 24 が後方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行し、4つの車輪 20 のうちの右後車輪 24 以外の 3 つの車輪 20 が凸部 50 に差し掛かった際には、前記一方の車輪支持アーム 38 は、右前車輪 22 について最初に車輪乗せ動作を行い、前記他方の車輪支持アーム 38 は、該車輪乗せ動作の準備動作として、左後車輪 23 が後方向に、右後車輪 24 が前方向に、それぞれ移動するように前記第二回動動作を実行することとした。

20

30

そのため、凸部 50 に差し掛かった車輪 20 がどの 3 つの車輪 20 であっても、状況に応じて最適な順番で車輪乗せ動作が実行され、安定性がより一層高い車 10 を実現することが可能となる。

【0154】

=== その他の実施の形態 ===

上記の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることは言うまでもない。特に、以下に述べる実施形態であっても、本発明に含まれるものである。

40

【0155】

上記実施の形態に係るコントローラ 400 は、前記準備動作としての前記第二回動動作の実行により変更される車輪 20 の路面上の位置に基づいて、安定余裕 S が閾値より大きいか否かを、前記車 10 の重心から鉛直方向に下ろした仮想線が、前記一の車輪 10 以外の 3 つの車輪 10 の各々が前記路面と接する接地点を結ぶ三角形の内部と交わるか否かによって判定することとした。しかしながら、安定余裕 S が閾値より大きいか否かを判定する方法は、これに限定されるものではなく、他の方法でも構わない。

【0156】

ただし、簡便な方法で、安定余裕 S が閾値より大きいか否かを判定することができる点

50

で上記実施の形態の方が望ましい。

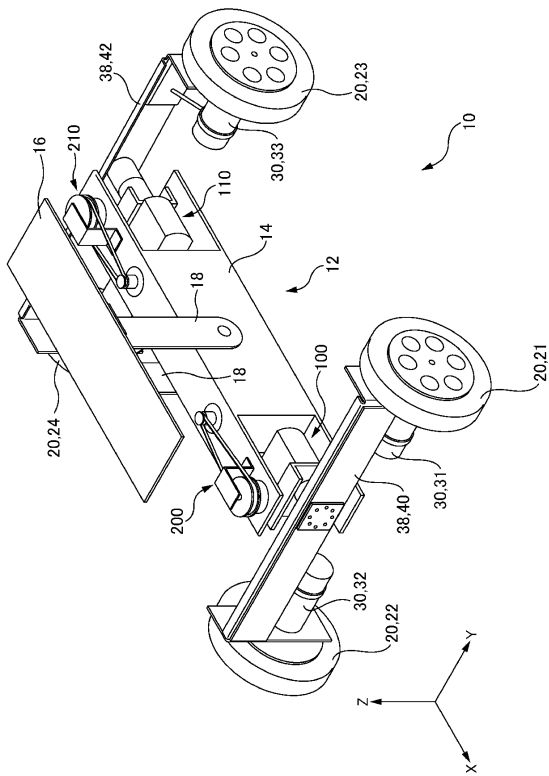
【符号の説明】

【 0 1 5 7 】

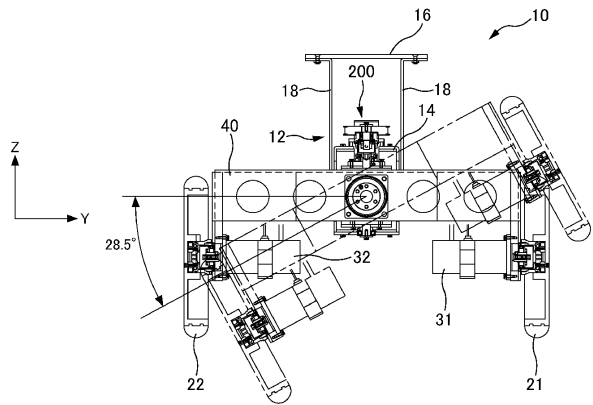
1 0	車	
1 2	車体	
1 4	ケーシング	
1 6	載置台	
1 8	台支持アーム	
2 0	車輪	
2 1	左前車輪	10
2 2	右前車輪	
2 3	左後車輪	
2 4	右後車輪	
3 0	モーター	
3 1	左前モーター	
3 2	右前モーター	
3 3	左後モーター	
3 4	右後モーター	
3 8	車輪支持アーム	
4 0	前側車輪支持アーム	20
4 2	後側車輪支持アーム	
5 0	凸部	
1 0 0	第一アクチュエーター	
1 0 2	アーム支持部	
1 0 4	駆動モーター	
1 0 6	駆動力伝達部	
1 1 0	第一アクチュエーター	
2 0 0	第二アクチュエーター	
2 0 1	駆動モーター	
2 0 2	回動軸	30
2 0 3	駆動力伝達部	
2 0 3 a	駆動プーリー	
2 0 3 b	ベルト	
2 0 3 c	従動プーリー	
2 0 3 d	軸	
2 0 4	連結部	
2 0 5	アクチュエーター保持部	
2 0 5 a	上端部	
2 0 5 b	下端部	
2 0 6	軸着部	40
2 0 7	下軸	
2 0 7 a	軸部	
2 0 7 b	固定部	
2 1 0	第二アクチュエーター	
3 0 0	第三アクチュエーター	
3 0 2	駆動モーター	
3 0 4	回動軸	
3 0 6	駆動力伝達部	
4 0 0	コントローラー	
4 0 2	C P U	50

- 4 0 4 メモリー
- 4 0 6 制御回路
- 5 0 0 姿勢センサ
- 5 1 0 内界センサ

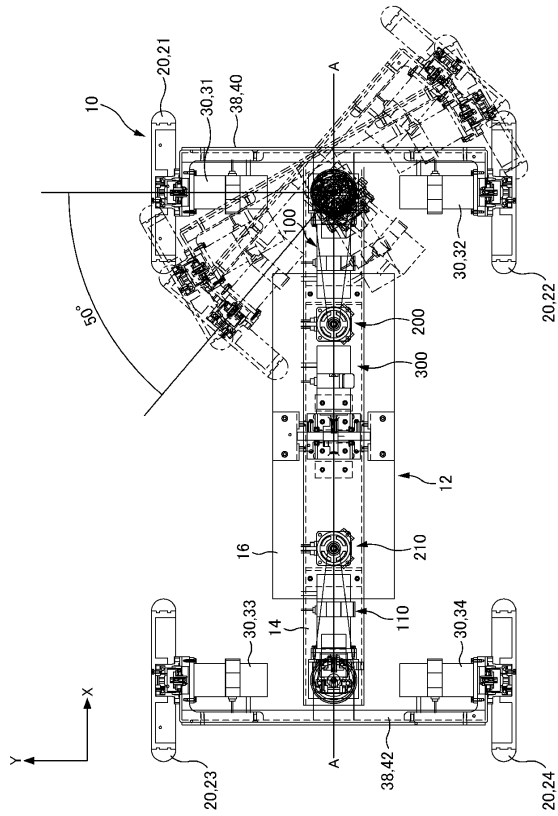
【図1】



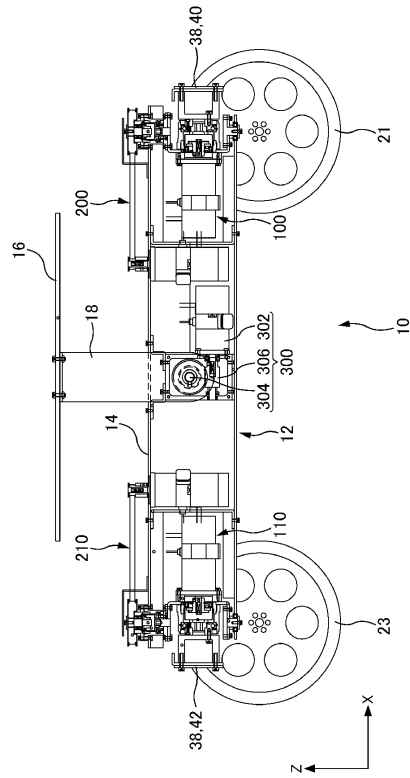
【図2】



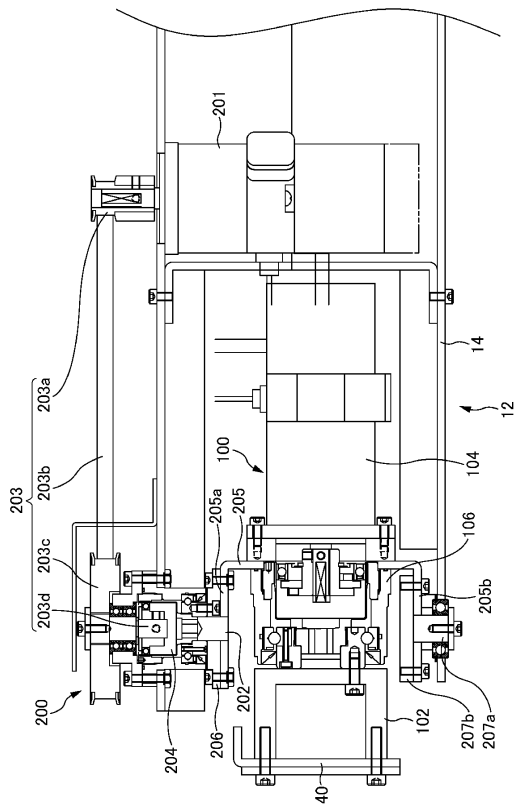
【図3】



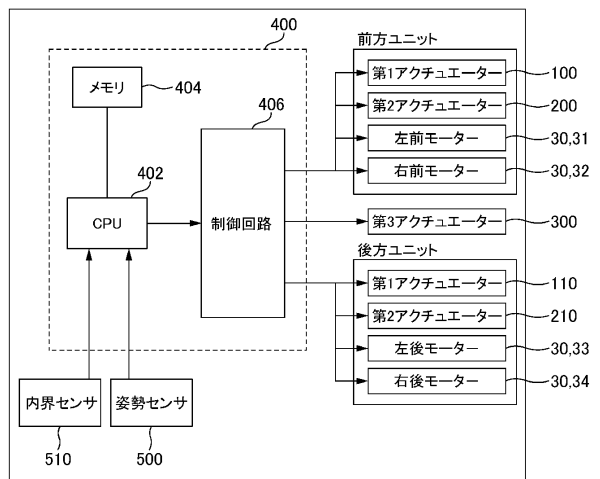
【図4】



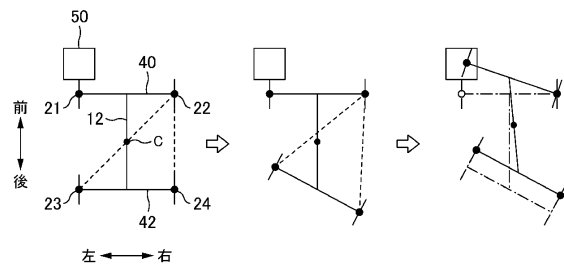
【図5】



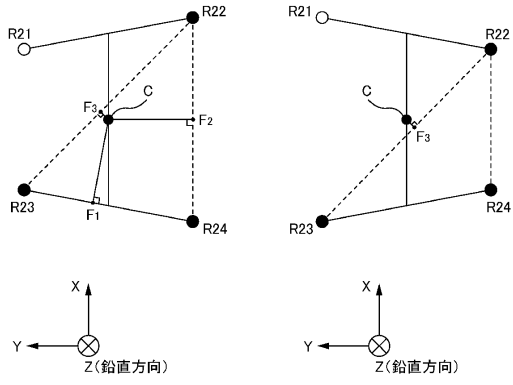
【図6】



【図7】



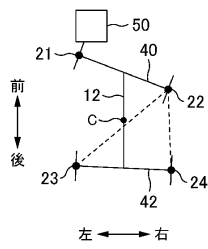
【図 8】



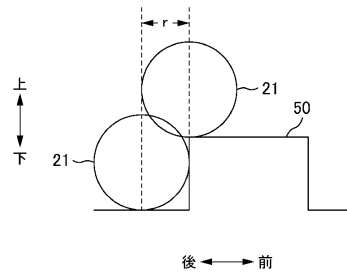
【図 9】

	凸部に乗せる (差し掛かった) 車輪	第二回動作を 実行する 車輪支持アーム	上方向から 取組むときの の回転方向	前方へ 移動する車輪	後方向へ 移動する車輪
第1ケース	左前車輪	後側車輪支持アーム	時計回り	左後車輪	右後車輪
第2ケース	右前車輪	後側車輪支持アーム	反時計回り	右後車輪	左後車輪
第3ケース	左後車輪	前側車輪支持アーム	反時計回り	右前車輪	左前車輪
第4ケース	右後車輪	前側車輪支持アーム	時計回り	左前車輪	右前車輪

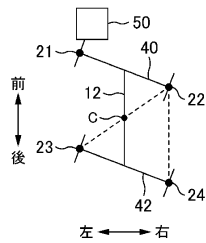
【図 10】



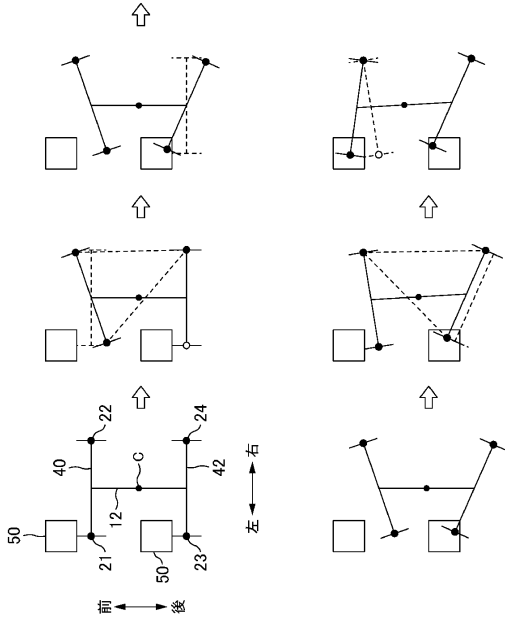
【図 12】



【図 11】



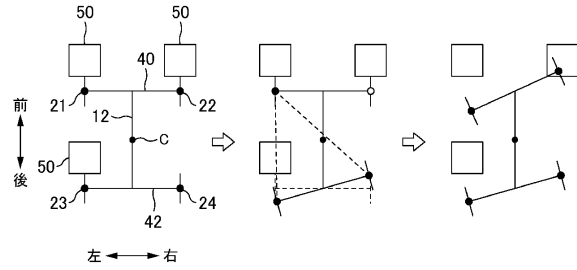
【図13】



【図14】

	凸部に差し掛かった車輪	最初の車輪乗せ動作	後の車輪乗せ動作
第1ケース	左前、左後車輪	左後車輪	左前車輪
第2ケース	右前、右後車輪	右後車輪	右前車輪
第3ケース	右前、左後車輪	右前車輪	左後車輪
第4ケース	左前、右後車輪	左前車輪	右後車輪

【図15】



【図16】

	凸部に差し掛かった車輪	最初の車輪乗せ動作	後の車輪乗せ動作
第1ケース	右後車輪以外の3つの車輪	右前車輪	左前、左後車輪
第2ケース	左後車輪以外の3つの車輪	左前車輪	右前、右後車輪
第3ケース	左前車輪以外の3つの車輪	右後車輪	右前、左後車輪
第4ケース	右前車輪以外の3つの車輪	左後車輪	左前、右後車輪

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2009-173133(JP,A)
特開2010-94802(JP,A)
特開2010-155520(JP,A)
実開昭62-37504(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62D 57/02
B60G 9/02
B60G 17/0165