(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年2月20日(20.02.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/036111 A1

(51) 国際特許分類:
B25J 5/00 (2006.01) *B62D 57/032* (2006.01)
B62D 57/028 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/031276

(22) 国際出願日： 2019年8月7日(07.08.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-153165 2018年8月16日(16.08.2018) JP

(71) 出願人: ソニー株式会社 (**SONY CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 Tokyo (JP).

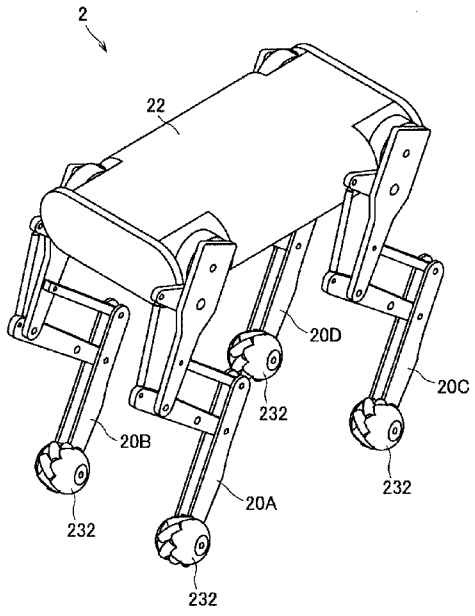
(72) 発明者: 川浪 康範 (**KAWANAMI, Yasunori**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 神川 康久 (**KAMIKAWA, Yasuhisa**); 〒1080075 東京都港区港南１丁目７番１号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** CONTROL DEVICE AND CONTROL METHOD

(54) 発明の名称： 制御装置及び制御方法



(57) **Abstract:** This control device is provided with a control unit (29) which controls the attitude of a moving body (2) provided with a plurality of leg portions (20) each having at least one joint, wherein each leg portion includes a wheel main body (2311) which is provided at a distal end of the leg portion and which allows the leg portion to be grounded, and a pad portion (2312) which is provided on at least one side surface of the wheel main body, and which has a higher frictional resistance with respect to a grounding surface than the wheel main body, and wherein the control unit controls the attitude of each leg portion in a pitch axis direction of the moving body, thereby controlling a braking force acting on the moving body from the grounding surface.

(57) 要約：少なくとも１つ以上の関節を有する脚部（２０）を複数備える移動体（２）の姿勢を制御する制御部（２９）を備え、前記脚部は、前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体（２３１１）と、前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部（２３１２）と、を有し、前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御装置。

WO 2020/036111 A1

［続葉有］

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明　細　書

発明の名称 ： 制御装置及び制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、制御装置及び制御方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、ロボットは、工場などの生産現場等だけでなく、公共施設又は生活空間などにも活躍の場を増やしている。そのため、例えば、舗装されていない不整地等を移動可能な脚式歩行ロボットなどの様々なロボットの開発が進められている。

[0003] ここで、脚式歩行ロボットは、障害物が存在する経路又は不整地等の凹凸を有する歩行面、階段又は梯子等の不連続な歩行面に対応することができるため、対地適応性に優れた移動体として期待されている。

[0004] ただし、脚式歩行ロボットは、高い対地適応性を有する反面、移動の速度又は効率が車輪式の移動体よりも低くなってしまう。これは、歩行動作は、各脚部の往復動作によって行われるため、脚式歩行ロボットのエネルギ変換効率は、モータの回転を直接車輪の回転に変換可能な車輪式の移動体よりも低くなってしまうためである。

[0005] そこで、脚による歩行、及び車輪による走行の双方を行うことが可能な脚車輪式の移動ロボットが検討されている。例えば、下記の特許文献１には、脚部の足底に車輪を配設した２足歩行ロボットが開示されている。特許文献１に開示されたロボットは、脚部による歩行、及び車輪による走行の双方を行うことが可能である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００６－５５９７２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかし、特許文献１では、ロボットの脚部の足底に配設された車輪のブレーキ（制動とも称する）機構については十分な検討がされていなかった。

[0008] 車輪のブレーキ機構としては、ディスクブレーキ又はドラムブレーキが一般的に用いられている。しかしながら、ディスクブレーキ又はドラムブレーキは、機構が大型であるため、仮に、脚部の車輪のブレーキ機構としてディスクブレーキ又はドラムブレーキを用いた場合、脚部の質量及び慣性を大幅に増加させてしまう。このような場合、脚部による歩行移動の際に必要なトルクが増加してしまう。したがって、脚部の車輪にディスクブレーキ又はドラムブレーキ等を備える脚車輪式の移動ロボットでは、歩行移動時により大きなエネルギが必要となり、より大型のアクチュエータが必要となってしまう。

[0009] そのため、より簡易かつ軽量な機構にて、脚車輪式の移動体に対する制動力を制御することが求められていた。

課題を解決するための手段

[0010] 本開示によれば、少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御する制御部を備え、前記脚部は、前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、を有し、前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御装置が提供される。

[0011] また、本開示によれば、演算装置によって、少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御することを含み、前記脚部は、前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、を有し、前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御方法が提供される。

[0012] 本開示によれば、脚部の姿勢をピッチ軸方向に制御し、脚部と地面との接地部位を、車輪本体よりも摩擦抵抗が高いパッド部に変更することで、脚部と接地面との間の摩擦を増大させることができる。

発明の効果

[0013] 以上説明したように本開示によれば、より簡易かつ軽量な機構にて、脚車輪式の移動体に対する制動力を制御することが可能である。

[0014] なお、上記の効果は必ずしも限定的なものではなく、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書に示されたいずれかの効果、または本明細書から把握され得る他の効果が奏されてもよい。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本開示に係る技術が適用され得る脚式ロボットについて説明する。

[図2]脚式ロボットの脚部の構造の具体例を示す模式図である。

[図3A]車輪機構が設けられた脚部を模式的に示す斜視図である。

[図3B]脚部に設けられる車輪機構の一例を模式的に示す斜視図である。

[図4A]本開示に係る技術に用いられる車輪を模式的に示す説明図である。

[図4B]図４Ａに示す車輪の変形例を模式的に示す説明図である。

[図5]本開示に係る技術に用いられる車輪の他の例を模式的に示す斜視図である。

[図6]本開示に係る技術に用いられる脚車輪式ロボットを模式的に示す斜視図である。

[図7]脚車輪式ロボットの制御装置の機能構成を説明するブロック図である。

[図8]制御装置による脚車輪式ロボットの制御の流れを説明するフローチャート図である。

[図9A]図８に示すフローチャートの各時点における脚車輪式ロボットの姿勢を示す模式的な説明図である。

[図9B]図８に示すフローチャートの各時点における脚車輪式ロボットの姿勢を示す模式的な説明図である。

[図9C]図８に示すフローチャートの各時点における脚車輪式ロボットの姿勢

を示す模式的な説明図である。

[図10A]第１の変形例に係る脚車輪式ロボットを模式的に示す説明図である。

[図10B]図１０Ａに示す脚車輪式ロボットが追加パッド部を接地させた様態を示す説明図である。

[図11A]第２の変形例に係る脚車輪式ロボットを模式的に示す説明図である。

[図11B]図１１Ａに示す脚車輪式ロボットが追加パッド部を接地させた様態の一例を示す説明図である。

[図11C]図１１Ａに示す脚車輪式ロボットが追加パッド部を接地させた様態の他の例を示す説明図である。

[図12]本変形例における脚車輪式ロボットの制御の流れを説明するフローチャート図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に添付図面を参照しながら、本開示の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0017] なお、説明は以下の順序で行うものとする。

１．本開示に係る技術の適用対象

１．１．脚式ロボットの構成

１．２．脚部の構成

１．３．車輪の構成

２．本開示に係る技術の詳細

２．１．車輪の構成

２．２．脚式ロボットの構成

２．３．制御装置の構成

２．４．制御方法

３．変形例

[0018] ＜１．本開示に係る技術の適用対象＞

（１．１．脚式ロボットの構成）

まず、図１を参照して、本開示に係る技術が適用され得る脚式ロボットについて説明する。図１は、本開示に係る技術が適用され得る脚式ロボット１の一例を示す模式図である。

[0019] 図１に示すように、本開示に係る技術が適用され得る脚式ロボット１は、胴体部１２と、複数の脚部１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｃ、１０Ｄ（以下、これらの各々を区別しない場合には、まとめて脚部１０とも称する）と、を備える。

[0020] 胴体部１２は、脚式ロボット１の姿勢又は移動を全体的に制御する制御装置を含み、複数の脚部１０によって支持される。例えば、胴体部１２は、脚部１０の姿勢を制御する制御装置を含んでもよい。胴体部１２に備えられる制御装置は、脚部１０の各々に備えられた各種センサからのセンシング情報に基づいて、脚部１０の各々の駆動を協働して制御する。制御装置による制御により、脚式ロボット１では、脚部１０を用いた歩行が可能となる。

[0021] 脚部１０は、胴体部１２に複数取り付けられ、胴体部１２を支持する。具体的には、脚部１０は、少なくとも１つ以上の関節と、該関節に回動可能に結合されたリンクとを含むリンク構造で構成されてもよい。脚部１０Ａ、１０Ｂ、１０Ｃ、１０Ｄは、互いに同一のリンク構造であってもよく、異なるリンク構造であってもよい。脚部１０の数は、脚式ロボット１の歩行を可能とするためには、少なくとも２以上であればよく、上限は特に限定されない。ただし、脚式ロボット１の姿勢又は歩行の安定性を高めるためには、脚部１０の数は、４以上としてもよい。

[0022] 脚部１０は、それぞれ胴体部１２に備えられた制御装置からの指令に基づいて、駆動モータによって姿勢が制御されることで、脚式ロボット１を歩行させることができる。

[0023] （１．２．脚部の構成）

次に、図２を参照して、脚式ロボット１の脚部１０の具体例について説明する。図２は、脚式ロボット１の脚部１０の構造の具体例を示す模式図であ

る。

[0024] 図２に示すように、例えば、脚部１０は、リンク機構５２と、モータ６２と、一対の非円形ギヤ８０と、を備える。リンク機構５２は、モータ６２から出力される動力に応じて伸縮可能に構成される。

[0025] 脚部１０では、モータ６２から出力される動力は、一対の非円形ギヤ８０を介して、リンク機構５２へ出力される。一対の非円形ギヤ８０は、一対の回動体であり、リンク機構５２の姿勢に応じた減速比にて、モータ６２から出力される動力をリンク機構５２へ出力する。具体的には、一対の非円形ギヤ８０は、入力側ギヤ８２と、出力側ギヤ８１と、を備え、モータ６２から入力された動力を減速して出力する変速機構として機能する。入力側ギヤ８２及び出力側ギヤ８１が互いに接触する領域には、互いに噛み合う複数の歯が設けられ、出力側ギヤ８１は、入力側ギヤ８２の回転に応じて回転してもよい。例えば、一対の非円形ギヤ８０は、出力側ギヤ８１の回動角が入力側ギヤ８２の回動角に対して非線形性を有することにより、リンク機構５２の姿勢に応じた減速比の変更を実現してもよい。入力側ギヤ８２の回転軸は、モータ６２の回転軸と直接的に連結されてもよく、１以上の円形ギヤを介して連結されてもよい。なお、一対の非円形ギヤ８０は、単に非円形ギヤ８０とも称される。

[0026] リンク機構５２は、複数のリンクによって構成される。具体的には、リンク機構５２は、リンク４１と、出力側ギヤ８１の一部であるリンク４２と、リンク４４と、リンク４６と、リンク４７と、リンク４８と、を含む。

[0027] リンク機構５２の少なくとも一部は、台形リンク機構を構成する。例えば、リンク４１、リンク４２、リンク４４及びリンク４６は、互いに対向するリンクのリンク長が異なる台形形状の４節リンク機構を構成する。

[0028] リンク４１には、上述した一対の非円形ギヤ８０及びモータ６２が設けられる。具体的には、入力側ギヤ８２及びモータ６２は、リンク４１の一端側に設けられ、出力側ギヤ８１は、入力側ギヤ８２よりもリンク４１の延伸方向の中央寄りに設けられる。入力側ギヤ８２及び出力側ギヤ８１は、それぞ

れ回転軸を介してリンク４１と結合され、リンク４１に対して回動可能に設けられる。ただし、入力側ギヤ８２及び出力側ギヤ８１の各々の回転軸の位置は、リンク４１に対して相対的に固定される。モータ６２は、リンク４１に対して固定されて設けられる。

[0029] また、リンク４１は、一端側にて、胴体部１２と回動可能に結合される。具体的には、リンク４１は、一端側にて、入力側ギヤ８２の回転軸まわりに回動可能にとなるように胴体部１２と結合される。リンク４１は、他端側にて、軸部３０を回転軸として回動可能となるようにリンク４６の中央と結合され、他端側にて、軸部６８を回転軸として回動可能となるようにリンク４７の一端側と結合される。なお、軸部３０は、軸部６８よりもリンク４１の中央側に設けられる。

[0030] リンク４２は、上述した出力側ギヤ８１の一部として構成され、モータ６２から入力される動力によって回動可能に設けられる。出力側ギヤ８１は、例えば、入力側ギヤ８２の歯部と噛み合う歯部８１ａと、軸部６１を介してリンク４１に結合された取付け部８１ｂと、軸部６１の径方向へ突出する突出部８１ｃとから構成される。突出部８１ｃは、出力側ギヤ８１の周方向に設けられた歯部８１ａとは異なる箇所に設けられ、突出部８１ｃの先端側は、軸部６４を介してリンク４４の一端側と結合される。すなわち、リンク４２は、取付け部８１ｂと、突出部８１ｃとによって構成されることになる。これによれば、リンク４２は、出力側ギヤ８１と一体となって回動可能となり、かつリンク４１に対して軸部６１を回転軸として回動可能となる。ただし、リンク４２は、複数の部材にて構成されることも可能であり、出力側ギヤ８１の一部として構成されないことも可能である。

[0031] リンク４４は、リンク４１と対向して配置される。具体的には、リンク４４は、一端側にて、軸部６４を回転軸として回動可能となるように軸部６４を介してリンク４２の他端側と結合される。リンク４４は、他端側にて、軸部６６を回転軸として回動可能となるように軸部６６を介してリンク４６の一端側と介して結合される。

[0032] リンク４６は、リンク４２と対向して配置される。具体的には、リンク４６は、一端側にて、軸部６６を回転軸として回動可能となるように軸部６６を介してリンク４４の他端側と結合される。リンク４６は、他端側にて、軸部３４を回転軸として回動可能となるように軸部３４を介してリンク４８の中央と結合される。

[0033] さらに、リンク４７は、リンク４２とは異なる位置にてリンク４６と対向して配置される。リンク４７は、一端側にて、軸部３０を回転軸として回動可能となるように軸部３０を介してリンク４１の中央と結合される。リンク４７は、他端側にて、軸部３２を回転軸として回動可能となるように軸部３２を介してリンク４６の一端側と結合される。

[0034] リンク４８は、リンク４４と反対側にてリンク４１と対向して配置される。リンク４８は、一端側にて、軸部３２を回転軸として回動可能となるようにリンク４７の他端側と結合され、一端側にて、軸部３４を回転軸として回動可能となるようにリンク４６の他端側と結合される。なお、軸部３４は、軸部３２よりもリンク４８の中央側に設けられる。リンク４６の他端側には、接地部Ｐ１が設けられ、接地部Ｐ１は、地面等に当接する。

[0035] これにより、リンク４１、リンク４６、リンク４７及びリンク４８によって、平行リンク機構が構成される。平行リンク機構では、互いに対向するリンク４１及びリンク４８のリンク長さは略一致し、互いに対向するリンク４６及びリンク４７のリンク長さは略一致する。具体的には、軸部３０及び軸部６８の間の距離と、軸部３２及び軸部３４の間の距離とは略一致し、軸部３０及び軸部３２の間の距離と、軸部６８及び軸部３４の間の距離は略一致する。

[0036] このような脚部１０は、モータ６２から出力されるトルクをリンク機構５２に伝達することによって、リンク機構５２を伸縮させ、脚部１０の姿勢を制御することができる。なお、リンク機構５２の姿勢は、リンクの各々において、付与されるモーメントの釣り合いが保たれる姿勢となる。

[0037] （１．３．車輪の構成）

続いて、図３Ａ及び図３Ｂを参照して、脚式ロボット１の脚部１０に設けられる車輪機構について説明する。脚部１０に車輪機構が設けられた脚式ロボット１は、脚車輪式ロボットとも称する。図３Ａは、車輪機構が設けられた脚部１０を模式的に示す斜視図である。

[0038] 図３Ａに示すように、脚車輪式ロボットでは、脚部１０の接地部Ｐ１に相当する箇所に車輪１３１が設けられる。具体的には、脚部１０の末端のリンク４８の一端に車輪１３１が設けられる。リンク４８は、車輪１３１が回転可能となるように軸受等を介して車輪１３１の軸部に連結される。

[0039] 脚部１０に車輪１３１が設けられた脚車輪式ロボットは、舗装等された平坦面では、車輪１３１を用いて高速走行し、凹凸等が存在する走行面では、脚部１０の往復運動による歩行を行うことができる。したがって、車輪１３１が設けられた脚車輪式ロボットは、高い対地適応性を維持しつつ、移動の速度又は効率を向上させることができる。

[0040] 図３Ｂは、脚部１０に設けられる車輪機構の一例を模式的に示す斜視図である。脚部１０に設けられる車輪機構は、例えば、図３Ａに示すような一般的な車輪１３１以外にも、図３Ｂに示すようなオムニホイール１３２であってもよい。

[0041] 図３Ｂに示すように、オムニホイール１３２は、例えば、軸部１３２１を囲む車輪本体１３２２の円周部分に、車輪本体１３２２の幅方向に回転可能な小輪１３２３が複数設けられた車輪である。具体的には、小輪１３２３は、樽型形状又は紡錘形状の回転体形状を備え、回転軸が車輪本体１３２２の円周方向に向くように互いに離隔されて複数配置される。

[0042] 小輪１３２３を含む車輪本体１３２２は、全体としては、円形形状となる形状にて設けられる。したがって、オムニホイール１３２は、軸部１３２１を回転軸として車輪本体１３２２を回転させることで、脚車輪式ロボットを車輪本体１３２２の回転軸と垂直な方向に走行させることができる。また、小輪１３２３が車輪本体１３２２の幅方向に回転可能であるため、オムニホイール１３２は、接地している小輪１３２３を回転させることで、脚車輪式

ロボットを車輪本体１３２２の幅方向に走行させることができる。すなわち、オムニホイール１３２は、小輪１３２３及び車輪本体１３２２の各々の回転を組み合わせることで、車輪本体１３２２の向きを変化させることなく、脚車輪式ロボットを多方向に移動させることが可能である。

[0043] ここで、脚車輪式ロボットの脚部１０に備えられた車輪機構に、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等の制動機構を設けた場合、脚部１０の質量及び慣性が大きく増加してしまう。そのため、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等を脚部１０の車輪機構に設けることは、歩行移動時の脚部１０の駆動トルクを増大させてしまう。

[0044] また、脚部１０に備えられた車輪機構がオムニホイール１３２である場合、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等は、車輪本体１３２２の全体の回転に制動を掛けることはできるものの、小輪１３２３の各々の回転に制動を掛けることは困難である。そのため、オムニホイール１３２では、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等で制動を掛けたとしても、小輪１３２３が回転してしまうため、脚車輪式ロボットを停止させることが困難となる。

[0045] 本開示に係る技術は、上述した事情を鑑みることで想到された。本開示に係る技術は、脚車輪式ロボットに対して、より簡易かつ軽量な機構にて制動力を掛けることを可能とするものである。以下では、このような本開示に係る技術について詳細に説明する。なお、以下では、「接地する」とは、ある部材が地面に接触することを表す。

[0046] ＜２．本開示に係る技術の詳細＞

（２．１．車輪の構成）

まず、図４Ａ～図５を参照して、本開示に係る技術に用いられる車輪機構について説明する。図４Ａは、本開示に係る技術に用いられる車輪を模式的に示す説明図であり、図４Ｂは、図４Ａに示す車輪の変形例を模式的に示す説明図である。また、図５は、本開示に係る技術に用いられる車輪の他の例を模式的に示す斜視図である。

[0047] 図４Ａに示すように、本開示に係る技術に用いられる車輪２３１は、脚部

の末端のリンク２４の一端に設けられた車輪本体２３１１と、車輪本体２３１１の少なくとも一方の側面に設けられ、車輪本体２３１１よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部２３１２と、を備える。

[0048] 車輪本体２３１１は、略円板形状であり、図４Ａでは詳細を図示しないが、軸受等を介して略円板形状の中心を回転軸として回転可能になるように、脚部の末端のリンク２４に接続される。

[0049] パッド部２３１２は、車輪本体２３１１よりも接地面との摩擦抵抗が高い材料にて、車輪本体２３１１の一方又は双方の側面に設けられる。パッド部２３１２は、接地時の摩擦抵抗が高ければ、車輪本体２３１１と共に回転するように車輪本体２３１１に対して固定されて設けられてもよく、回転しないように車輪本体２３１１と分離して設けられてもよい。

[0050] 本開示に係る技術は、脚車輪式ロボットの脚部の姿勢をピッチ軸方向に制御し、脚部と地面との接地部位を車輪本体２３１１又はパッド部２３１２のいずれかに制御することで、脚車輪式ロボットに働く制動力を制御するものである。具体的には、本開示に係る技術は、脚車輪式ロボットの脚部をピッチ軸方向に傾けて、パッド部２３１２を接地面に接触させることで、脚部と接地面との摩擦抵抗を高め、脚車輪式ロボットに制動力を掛けるものである。

[0051] そのため、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１よりも接地面との摩擦抵抗が高い材料で形成されてもよい。例えば、パッド部２３１２は、ブレーキパッドに用いられる一般的な材料と同様の材料で形成されてもよい。

[0052] また、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１よりも接地面との摩擦抵抗が高くなるような表面形状にて設けられてもよい。このような場合、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１に用いられる一般的な材料と同様の材料で形成されてもよい。

[0053] また、パッド部２３１２が回転しないように車輪本体２３１１と分離して設けられる場合、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１よりも接地面に対する転がり抵抗が高くなる。パッド部２３１２は、このような構成によって

も、接地面に対する摩擦抵抗を車輪本体２３１１よりも高くすることが可能である。

[0054] パッド部２３１２の形状は、脚車輪式ロボットのピッチ軸方向に厚みを有する形状であれば、どのような形状であってもよいが、例えば、下記で説明する形状であってもよい。

[0055] パッド部２３１２の形状は、脚車輪式ロボットのロール軸と垂直な任意の切断面における断面形状が略半円形状又は略扇形形状となるような形状であってもよい。より具体的には、パッド部２３１２の形状は、半球型形状又は半楕円型形状であってもよい。本開示に係る技術では、車輪２３１の傾きによって車輪本体２３１１又はパッド部２３１２のいずれが接地するのかを制御している。そのため、パッド部２３１２の形状は、車輪２３１の傾きによって容易に接地可能な形状であってもよい。

[0056] 例えば、パッド部２３１２の形状が、脚車輪式ロボットのロール軸と垂直な切断面における断面形状が略半円形状又は略扇形形状となる形状である場合、パッド部２３１２の形状は、車輪本体２３１１から曲面が略連続した形状となる。これによれば、車輪２３１は、車輪２３１の傾きに応じて、円滑に地面との接地箇所を車輪本体２３１１及びパッド部２３１２の間で円滑に切り替えることができる。

[0057] また、パッド部２３１２の形状は、上述した略半円形状又は略扇形形状の円弧の一部が接地面に垂直な直線で置き換えられた断面形状となる形状であってもよい。具体的には、パッド部の形状は、半球形状又は半楕円球形状の曲面の一部を脚車輪式ロボットのロール軸と垂直な面で切り取った形状であってもよい。より具体的には、パッド部２３１２の形状は、図４Ａに示すように、お椀型形状であってもよい。これによれば、脚車輪式ロボットは、停止する際に、パッド部２３１２の半球形状又は半楕円球形状の曲面の一部に設けられた平面を接地させることで、接地面が斜面等であっても安定して停止することができるようになる。

[0058] また、本開示に係る技術に用いられる車輪２３１では、パッド部２３１２

は、車輪本体２３１１からの距離に応じて摩擦抵抗が変化するように設けられてもよい。具体的には、図４Ｂに示すように、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１から離れるほど摩擦抵抗が高くなるように設けられてもよい。この構成によれば、パッド部２３１２は、地面との接触面を制御することで、脚部に働かせる制動力の大きさを制御することができる。

[0059] このような場合、脚車輪式ロボットは、車輪本体２３１１が接地している状態から脚部１０を傾けることで、パッド部２３１２を接地させ、脚部に制動力を働かせることができる。さらに、脚車輪式ロボットは、脚部の傾きを大きくし、パッド部２３１２のより外側を接地させることで、脚部により大きな制動力を働かせることができる。

[0060] 特に、図５で示す車輪２３１では、車輪２３１を傾けていくことで、接地部位を摩擦抵抗が低い車輪本体２３１１から徐々に摩擦抵抗が高いパッド部２３１２に変化させていくことができる。また、図５で示す車輪２３１では、パッド部２３１２がお椀型形状であるため、脚車輪式ロボットが停止した後は、パッド部２３１２の曲面の一部に設けられた平面を接地させることで、脚車輪式ロボットを安定して停止させることができる。

[0061] なお、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１からの距離に応じて形成材料を変化させることで、車輪本体２３１１からの距離に応じて摩擦抵抗が異なるようにしてもよい。または、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１からの距離に応じて表面形状を変化させることで、車輪本体２３１１からの距離に応じて摩擦抵抗が異なるようにしてもよい。

[0062] さらに、本開示に係る技術に用いられる車輪２３１では、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１からの距離に応じて特性が異なるように設けられてもよい。例えば、パッド部２３１２は、車輪本体２３１１からの距離ごとに、積雪路及び凍結路用のスタッドレスタイヤ、スノータイヤ、又はスパイクタイヤの特性を備えるように、材料及び表面形状を変化させてもよい。この構成によれば、脚車輪式ロボットは、脚部の姿勢を変化させ、接地部位を車輪本体２３１１からパッド部２３１２に切り替えることで、車輪２３１の接

地面をそれぞれ異なる走行面に適した状態に変更することができる。

[0063] ここで、本開示に係る技術に用いられる車輪機構は、オムニホイールであってもよい。具体的には、図５に示すように、オムニホイール２３２は、オムニホイール２３２の回転軸となる軸部２３２１と、軸部２３２１の円周方向に帯状に設けられた複数の小輪２３２３と、帯状に設けられた複数の小輪２３２３の少なくとも一方の側面に設けられ、小輪２３２３よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部２３１４と、を備えてもよい。

[0064] ただし、本開示に係る技術に用いられる車輪機構として、図３Ｂに示すような構造のオムニホイール１３２が用いられてもよいことは言うまでもない。このような場合、オムニホイール１３２は、軸部１３２１の側面に図５で示すパッド部２３１２を設けることで、図５で示すオムニホイール２３２と同様の機能を果たすことができる。

[0065] 軸部２３２１は、幅方向にオムニホイール２３２を貫通して設けられ、オムニホイール２３２の全体を回転させる回転軸として機能する。軸部２３２１は、例えば、オムニホイール２３２の幅方向で図示しない脚部の末端のリンクと結合されていてもよい。

[0066] 小輪２３２３は、樽型形状又は紡錘形状の回転体形状にて回転可能に設けられる。小輪２３２３は、軸部２３２１の円周方向に帯状に複数設けられてもよい。具体的には、小輪２３２３は、脚車輪式ロボットのピッチ軸方向と斜交する方向に延伸した樽型形状又は紡錘形状にて、軸部２３２１の円周方向に帯状に複数設けられてもよい。小輪２３２３は、脚車輪式ロボットのピッチ軸方向と斜交する方向を回転軸として回転可能に設けられる。小輪２３２３は、回転によって脚車輪式ロボットのピッチ軸方向及びロール軸方向の各々に脚車輪式ロボットを走行させることができる。

[0067] 例えば、オムニホイール２３２を備える脚車輪式ロボットでは、脚車輪式ロボットのピッチ軸方向に並んだ脚部のオムニホイール２３２をそれぞれ回転させることで、ピッチ軸方向に進行する力を打ち消し合い、ロール軸方向に走行することができる。また、脚車輪式ロボットでは、脚車輪式ロボット

のロール軸方向に並んだ脚部のオムニホイール２３２をそれぞれ回転させることで、ロール軸方向に進行する力を打ち消し合い、ピッチ軸方向に走行することができる。

[0068] パッド部２３２４は、帯状に設けられた複数の小輪２３２３の双方の側面に、小輪２３２３よりも接地面との摩擦抵抗が高い材料にて設けられる。具体的には、パッド部２３２４は、ピッチ軸方向と斜交する方向にて小輪２３２３の両端を挟持するように、複数の小輪２３２３の双方の側面に設けられる。

[0069] なお、パッド部２３２４は、図４Ａで説明したパッド部２３１２と同様の材料で形成されてもよい。また、パッド部２３２４の形状は、図４Ａで説明したパッド部２３１２と同様の形状であってもよい。さらに、パッド部２３２４は、小輪２３２３からの距離に応じて摩擦抵抗が変化してもよい。

[0070] 以上にて、本開示に係る技術に用いられる車輪機構について具体的に説明した。本開示に係る技術では、脚車輪式ロボットの脚部のピッチ軸方向の姿勢を制御し、脚部１０と地面との接地部位を車輪本体２３１１からパッド部２３１２に切り替えることで、脚車輪式ロボットに働く制動力を制御することができる。すなわち、本開示に係る技術では、車輪本体２３１１よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部２３１２を接地させることで、パッド部２３１２の摩擦抵抗に起因する制動力を脚部に働かせるものである。

[0071] この構成によれば、脚車輪式ロボットは、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等のアクチュエータを備える大型の制動機構を用いずとも、車輪本体２３１１の側面に設けられたパッド部２３１２と、脚部の姿勢変更とによって脚部に制動力を働かせることができる。したがって、脚車輪式ロボットは、より簡易及び軽量な構成によって、脚部に制動を掛けることが可能となる。

[0072] また、脚部に備えられる車輪機構がオムニホイール２３２である場合、脚車輪式ロボットは、脚部の姿勢を変更することで、パッド部２３２４を接地させ、小輪２３２３を接地させないようにすることができる。これによれば

、脚車輪式ロボットは、より確実に停止することが可能となる。

[0073] 例えば、オムニホイール１３２では、オムニホイール１３２の全体の回転を停止した場合でも、外力等によって接地面の小輪１３２３が回転することで、脚部の接地位置が動いてしまうことがあり得る。本開示に係る技術では、脚部の姿勢を傾け、地面との接地面を小輪２３２３からパッド部２３２４に変更することで、接地面に対する摩擦抵抗を高めることができる。これによれば、脚車輪式ロボットは、小輪２３２３の各々に制動を掛けずとも、外力等によって脚部の設置位置が動いてしまうことを抑制することができる。

[0074] （２．２．脚式ロボットの構成）

続いて、図６を参照して、本開示に係る技術に用いられる脚車輪式ロボットについて説明する。図６は、本開示に係る技術に用いられる脚車輪式ロボットを模式的に示す斜視図である。

[0075] 図６に示すように、本開示に係る技術に用いられる脚車輪式ロボット２は、例えば、胴体部２２と、図５で示したオムニホイール２３２を接地部に有する脚部２０Ａ、２０Ｂ、２０Ｃ、２０Ｄ（以下、これらの各々を区別しない場合には、まとめて脚部２０とも称する）と、を備えてもよい。ただし、脚車輪式ロボット２の脚部２０は、オムニホイール２３２に替えて、図４Ａ等で示した車輪２３１を有してもよいことは言うまでもない。

[0076] 胴体部２２は、脚車輪式ロボット２の姿勢又は移動を制御する制御装置を含み、複数の脚部２０によって支持される。例えば、胴体部２２は、脚部２０の姿勢を制御する制御装置を含んでもよい。

[0077] 脚部２０は、胴体部２２に複数取り付けられ、胴体部２２を支持する。具体的には、脚部２０は、少なくとも１つ以上の関節と、該関節に回動可能に結合されたリンクとを含むリンク構造で構成され、脚部２０のリンク構造の末端のリンクの接地部には、オムニホイール２３２が設けられる。

[0078] 脚部２０の各々のオムニホイール２３２は、脚車輪式ロボット２のピッチ軸方向に対して斜交する方向に駆動力を掛けるように設けられる。加えて、脚車輪式ロボット２のピッチ軸方向及びロール軸方向に隣接する脚部２０の

オムニホイール２３２は、それぞれ互い違いの方向に駆動力を掛けるように設けられる。これにより、脚車輪式ロボット２では、脚部２０のオムニホイール２３２の各々からの駆動力を合成することで、脚車輪式ロボット２自体の向きを変えずに多方向に移動することが可能となる。

[0079] （２．３．制御装置の構成）

次に、図７を参照して、脚車輪式ロボット２の姿勢を制御する制御装置の機能構成について説明する。図７は、制御装置２９の機能構成を説明するブロック図である。

[0080] 図７に示すように、制御装置２９は、移動制御部２９１と、姿勢制御部２９２と、駆動制御部２９３と、を備える。

[0081] 移動制御部２９１は、脚車輪式ロボット２の移動速度を制御する。具体的には、移動制御部２９１は、自律的に決定した移動計画に基づいて、又は外部からの指示に基づいて、脚車輪式ロボット２の移動速度を制御する。例えば、移動制御部２９１は、センサ等で計測した脚車輪式ロボット２の現在の移動速度を取得し、現在の移動速度が目標とする移動速度に近づくように、脚車輪式ロボット２の加速又は減速を指示してもよい。

[0082] 姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２の姿勢を制御する。具体的には、姿勢制御部２９２は、移動制御部２９１から脚車輪式ロボット２の減速が指示された場合、脚車輪式ロボット２の姿勢を制御し、脚部２０の各々に制動を掛けることで、脚車輪式ロボット２を減速させる。

[0083] 例えば、姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２のピッチ軸方向に脚部２０の各々を傾けてパッド部２３１２を接地させることで、脚部２０の各々に制動を掛けてもよい。姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２を減速させる場合、すべての脚部２０に制動を掛けてもよく、一部の脚部２０に制動を掛けてもよい。ただし、姿勢制御部２９２がすべての脚部２０の姿勢を制御して脚車輪式ロボット２を減速させる場合、姿勢制御部２９２は、減速中の脚車輪式ロボット２の姿勢を安定させることが容易となる。

[0084] 駆動制御部２９３は、脚部２０の各々の関節の駆動を制御する。具体的に

は、駆動制御部２９３は、姿勢制御部２９２から指示された姿勢となるように、脚部２０の各々に備えられた関節の駆動を制御する。例えば、駆動制御部２９３は、脚部２０の各々に備えられた関節を駆動させるアクチュエータの出力を制御することで、脚部２０の各々の姿勢を姿勢制御部２９２から指示された姿勢に制御してもよい。

[0085] 上述した制御装置２９は、例えば、ＣＰＵ（Ｃｅｎｔｒａｌ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）又はＭＰＵ（Ｍｉｃｒｏ Ｐｒｏｃｅｓｓｉｎｇ Ｕｎｉｔ）、ＲＡＭ（Ｒａｎｄｏｍ Ａｃｃｅｓｓ Ｍｅｍｏｒｙ）、及びＲＯＭ（Ｒｅａｄ Ｏｎｌｙ Ｍｅｍｏｒｙ）などのハードウェアと、各構成の動作を制御するソフトウェアとの協働によって実現することができる。

[0086] ＣＰＵ又はＭＰＵは、演算処理装置として機能し、ＲＯＭ等に記憶された各種プログラムに従って、制御装置２９における情報処理及び情報演算の全般を実行する。ＲＯＭは、ＣＰＵが使用するプログラム、及び演算パラメータを記憶し、ＲＡＭは、ＣＰＵの実行において使用するプログラム、及びその実行において適宜変化するパラメータ等を一時記憶する。これらＣＰＵ、ＲＯＭ、及びＲＡＭは、例えば、内部バスまたはブリッジ等により相互に接続される。

[0087] なお、制御装置２９に内蔵されるＣＰＵ、ＲＯＭ及びＲＡＭなどのハードウェアに対して、上述した制御装置の各構成と同等の機能を発揮させるためのコンピュータプログラムも作成可能である。また、該コンピュータプログラムを記憶させた記憶媒体も提供することが可能である。

[0088] （２．４．制御方法）

続いて、図８～図９Ｃを参照して、上述した制御装置２９による脚車輪式ロボット２の制御の流れについて説明する。図８は、制御装置２９による脚車輪式ロボット２の制御の流れを説明するフローチャート図である。図９Ａ～図９Ｃは、図８に示すフローチャートの各時点における脚車輪式ロボット２の姿勢を示す模式的な説明図である。

[0089] なお、図９Ａ～図９Ｃで示す脚車輪式ロボット２では、脚部２０及び車輪

２３１は、つるまきばね等の弾性部材２４１を介して接続されている。このような場合、脚部２０及び車輪２３１は、互いに揺動することが可能となる。したがって、車輪２３１は、脚部２０の姿勢の変化に対して、接地面の凹凸等に合わせて車輪２３１の傾きを調整することができるようになる。また、弾性部材２４１は、脚部２０及び車輪２３１の間のショックアブソーバとして機能することも可能である。これによれば、弾性部材２４１は、接地面から胴体部２２に伝わる振動又は衝撃を緩和することができる。

[0090] 図８に示すように、まず、脚車輪式ロボット２が車輪２３１で移動しているとする（Ｓ１０１）。このとき、脚車輪式ロボット２の姿勢は、図９Ａに示すように、胴体部２２から脚部２０の各々を垂直に伸ばしたものとなる。このような場合、車輪２３１は、車輪本体２３１１にて接地するため、脚部２０には接地面からの制動力はほぼ働かない。

[0091] ここで、移動制御部２９１から脚車輪式ロボット２を減速させる制動指示が出力された場合（Ｓ１０３）、姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２のピッチ軸方向に脚部２０の各々を開脚させる（Ｓ１０５）。これにより、パッド部２３１２が接地することで、パッド部２３１２によって脚車輪式ロボット２に制動力が印加されるため（Ｓ１０７）、脚車輪式ロボット２は減速する。このとき、脚車輪式ロボット２の姿勢は、図９Ｂに示すように、脚部２０の末端側が広がるように脚部２０の各々を胴体部２２から延ばしたものとなる。これにより、車輪２３１は、車輪本体２３１１の側面のパッド部２３１２にて接地するようになるため、接地面から脚部２０には制動力が働くようになる。

[0092] その後、移動制御部２９１は、脚車輪式ロボット２を停止させるか否かを判断する（Ｓ１０９）。脚車輪式ロボット２を停止させない場合（Ｓ１０９／Ｎｏ）、ステップＳ１０１に戻って、移動制御部２９１にて脚車輪式ロボット２の加速又は減速が改めて判断される。一方、脚車輪式ロボット２を停止させる場合（Ｓ１０９／Ｙｅｓ）、姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２のピッチ軸方向に脚部２０の各々をさらに開脚させる（Ｓ１１１）。パ

ッド部２３１２が車輪本体２３１１からの距離に応じて摩擦抵抗が高まるように構成されていることにより、脚部２０の各々をさらに開脚させて外側のパッド部２３１２を接地させることで、接地面から脚部２０に働く制動力をさらに大きくすることができる。

[0093] 続いて、移動制御部２９１は、脚車輪式ロボット２が停止したか否かを判断する（Ｓ１１３）。脚車輪式ロボット２が停止していない場合（Ｓ１１３／Ｎｏ）、ステップＳ１１１に戻って、姿勢制御部２９２による脚部２０の各々の更なる開脚が行われる（Ｓ１１３）。一方、脚車輪式ロボット２が停止した場合（Ｓ１１３／Ｙｅｓ）、姿勢制御部２９２は、車輪２３１を倒すことで、パッド部２３１２の側面に設けられた平面を接地させることで、車輪２３１を停止姿勢に制御する（Ｓ１１５）。これにより、脚車輪式ロボット２は停止する（Ｓ１２１）。このとき、脚車輪式ロボット２の姿勢は、図９Ｃに示すように、脚部２０の末端側が広がるように脚部２０の各々を胴体部２２から延ばしたものとなる。また、弾性部材２４１を介して脚部２０と接続された車輪２３１は、脚部２０に対して揺動することで、パッド部２３１２の曲面の一部に設けられた平面で接地する。これにより、脚車輪式ロボット２は、外力が加えられた場合でも、停止状態を維持することが容易となる。

[0094] ＜３．変形例＞

さらに、図１０Ａ～図１２を参照して、本開示に係る技術の変形例について説明する。本変形例は、脚車輪式ロボット２の胴体部２２又は脚部２０のいずれかにさらに追加パッド部を備え、急停止時などの脚車輪式ロボット２に急減速を掛ける際に、追加パッド部を接地させることで、より大きな制動力を得るものである。以下では、本変形例の構成について、追加パッド部が設けられた部位ごとに分けて説明を行う。

[0095] まず、図１０Ａ及び図１０Ｂを参照して、追加パッド部が胴体部２２に設けられる第１の変形例について説明する。図１０Ａは、第１の変形例に係る脚車輪式ロボット２を模式的に示す説明図である。図１０Ｂは、図１０Ａに

示す脚車輪式ロボット２が追加パッド部を接地させた様態を示す説明図である。

[0096] 図１０Ａに示すように、例えば、追加パッド部２５１は、脚車輪式ロボット２の胴体部２２の地面と対向する面に設けられてもよい。具体的には、追加パッド部２５１は、脚車輪式ロボット２の胴体部２２の腹面側に設けられてもよい。

[0097] 追加パッド部２５１は、例えば、上述した車輪２３１のパッド部２３１２と同様の材料及び表面形状で設けられることで、車輪本体２３１１よりも摩擦抵抗が高くなるように設けられる。また、追加パッド部２５１は、脚車輪式ロボット２の胴体部２２に設けられるため、車輪２３１のパッド部２３１２よりも大面積で設けられる。そのため、追加パッド部２５１は、地面との接触した時の接触面積をパッド部２３１２よりも大きくすることができるため、接地時により大きな制動力を得ることが可能となり、脚車輪式ロボット２を急停止させることが可能となる。

[0098] 例えば、図１０Ａに示す脚車輪式ロボット２であれば、図１０Ｂに示すように、脚部２０を胴体部２２の背面側に広げることで、胴体部２２の腹面側に設けられた追加パッド部２５１を地面５０に接触させることができる。このような場合、地面５０との接触による脚車輪式ロボット２へのダメージを防止するために、追加パッド部２５１は、胴体部２２の腹面側に全面に亘って設けられてもよい。

[0099] 続いて、図１１Ａ～図１１Ｃを参照して、追加パッド部２５２、２５３が脚部２０に設けられる第２の変形例について説明する。図１１Ａは、第２の変形例に係る脚車輪式ロボット２を模式的に示す説明図である。図１１Ｂは、図１１Ａに示す脚車輪式ロボット２が追加パッド部を接地させた様態の一例を示す説明図であり、図１１Ｃは、図１１Ａに示す脚車輪式ロボット２が追加パッド部を接地させた様態の他の例を示す説明図である。

[0100] 図１１Ａに示すように、例えば、追加パッド部２５２、２５３は、脚車輪式ロボット２の脚部２０に設けられてもよい。具体的には、追加パッド部２

５２、２５３は、脚部２０を構成するリンク機構のいずれかのリンク又は関節に設けられてもよい。ただし、追加パッド部２５２、２５３は、脚部２０のリンク又は関節のうち、脚部２０を構成するリンク機構の伸縮によって接地可能なリンク又は関節に設けられる。なお、追加パッド部２５２、２５３は、脚部２０の各々の複数箇所に設けられてもよく、又は１箇所に設けられてもよい。

[0101] 追加パッド部２５２、２５３は、上述した車輪２３１のパッド部２３１２と同様の材料及び表面形状で設けられることで、車輪本体２３１１よりも摩擦抵抗が高くなるように設けられる。また、追加パッド部２５２、２５３は、脚部２０の各々に複数設けることが可能であるため、車輪２３１のパッド部２３１２よりも接地時により大きな制動力を得ることが容易となる。したがって、追加パッド部２５２、２５３は、脚車輪式ロボット２を急停止させることが可能となる。

[0102] 例えば、図１１Ａに示す脚車輪式ロボット２であれば、図１１Ｂ又は図１１Ｃに示すように、脚部２０を構成するリンク機構を収縮させることで、脚部２０のリンクの１つに設けられた追加パッド部２５２、２５３を地面５０に接触させることができる。このような場合、脚車輪式ロボット２は、急停止の際に、制御装置２９等が含まれる胴体部２２ではなく、脚部２０を地面５０に接触させるため、制御装置２９等がダメージを受ける可能性を低減することができる。

[0103] また、図１２を参照して、本変形例における脚車輪式ロボット２の制御の流れについて説明する。図１２は、本変形例における脚車輪式ロボット２の制御の流れを説明するフローチャート図である。

[0104] 図１２に示すように、まず、脚車輪式ロボット２が車輪２３１で移動しているとする（Ｓ１０１）。ここで、移動制御部２９１から脚車輪式ロボット２を急停止させる急停止指示が出力された場合（Ｓ１１７）、姿勢制御部２９２は、脚車輪式ロボット２の胴体部２２又は脚部２０の姿勢を接地姿勢に制御する（Ｓ１１９）。これにより、胴体部２２又は脚部２０に設けられた

追加パッド部２５１、２５２、２５３等が接地することで、追加パッド部２５１、２５２、２５３等によって、脚車輪式ロボット２により大きな制動力が印加されるため、脚車輪式ロボット２は急減速の後、停止する（Ｓ１２１）。

[0105] 本変形例によれば、ディスクブレーキ又はドラムブレーキ等のアクチュエータを備える大型の制動機構を用いずとも、追加パッド部２５１、２５２、２５３等を用いることで、脚車輪式ロボット２を急停止させることができる。したがって、脚車輪式ロボットは、より簡易及び軽量な構成によって、脚部１０に制動を掛けることが可能となる。

[0106] 以上、添付図面を参照しながら本開示の好適な実施形態について詳細に説明したが、本開示の技術的範囲はかかる例に限定されない。本開示の技術分野における通常の知識を有する者であれば、請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本開示の技術的範囲に属するものと了解される。

[0107] 例えば、上記実施形態では、脚車輪式ロボット２は、パッド部２３１２等を地面に接触させることで、脚部２０に制動力を働かせるとしたが、本技術はかかる例に限定されない。例えば、脚車輪式ロボット２は、パッド部２３１２等を地面以外の壁又は天井等に接触させることで、脚部２０に制動力を働かせてもよい。

[0108] また、本明細書に記載された効果は、あくまで説明的または例示的なものであって限定的ではない。つまり、本開示に係る技術は、上記の効果とともに、または上記の効果に代えて、本明細書の記載から当業者には明らかな他の効果を奏しうる。

[0109] なお、以下のような構成も本開示の技術的範囲に属する。

（１）

少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御する制御部を備え、

前記脚部は、

前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、

前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、

を有し、

前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御装置。

（２）

前記移動体のロール軸と垂直な任意の切断面における前記パッド部の断面形状は、略半円形状又は略扇形形状である、前記（１）に記載の制御装置。

（３）

前記切断面における前記パッド部の断面形状は、略半円形状又は略扇形形状の円弧の一部が前記接地面に垂直な直線で置き換えられた形状である、前記（２）に記載の制御装置。

（４）

前記パッド部の形状は、半球の曲面の一部を前記移動体のロール軸と垂直な面で切り取った形状である、前記（３）に記載の制御装置。

（５）

前記パッド部の表面の摩擦抵抗は、前記車輪本体からの距離に応じて異なる、前記（１）～（４）のいずれか一項に記載の制御装置。

（６）

前記パッド部の表面の摩擦抵抗は、前記車輪本体から離れるほど大きくなる、前記（５）に記載の制御装置。

（７）

前記パッド部の表面形状は、前記車輪本体からの距離に応じて異なる、前記（５）又は（６）に記載の制御装置。

（８）

前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向に前記脚部を揺動させ、前記パッド部を前記接地面に接触させることで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、前記（１）～（７）のいずれか一項に記載の制御装置。

（９）

前記移動体の胴体部又は前記脚部には、追加パッド部がさらに備えられ、

前記制御部は、前記移動体の姿勢を制御し、前記追加パッド部を前記接地面に接触させることで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、前記（１）～（８）のいずれか一項に記載の制御装置。

（１０）

前記車輪本体は、オムニホイールである、前記（１）～（９）のいずれか一項に記載の制御装置。

（１１）

前記車輪本体は、弾性部材にて前記脚部と接続される、前記（１）～（１０）のいずれか一項に記載の制御装置。

（１２）

前記関節の可動軸の方向は、前記移動体のピッチ軸方向である、前記（１）～（１１）のいずれか一項に記載の制御装置。

（１３）

前記移動体は、前記脚部を４以上備える、前記（１）～（１２）のいずれか一項に記載の制御装置。

（１４）

演算装置によって、少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御することを含み、

前記脚部は、

前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、

前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、

を有し、

前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御方法。

符号の説明

[0110] １　脚式ロボット

２　脚車輪式ロボット

１０、２０　脚部

１２、２２　胴体部

２９　制御装置

１３１、２３１　車輪

１３２、２３２　オムニホイール

２４１　弾性部材

２５１、２５２、２５３　追加パッド部

２９１　移動制御部

２９２　姿勢制御部

２９３　駆動制御部

１３２１、２３２１　軸部

１３２２、２３１１　車輪本体

１３２３、２３２３　小輪

２３１２、２３１４、２３２４　パッド部

請求の範囲

[請求項1] 少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御する制御部を備え、

前記脚部は、

前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、

前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、

を有し、

前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御装置。

[請求項2] 前記移動体のロール軸と垂直な任意の切断面における前記パッド部の断面形状は、略半円形状又は略扇形形状である、請求項１に記載の制御装置。

[請求項3] 前記切断面における前記パッド部の断面形状は、略半円形状又は略扇形形状の円弧の一部が前記接地面に垂直な直線で置き換えられた形状である、請求項２に記載の制御装置。

[請求項4] 前記パッド部の形状は、半球の曲面の一部を前記移動体のロール軸と垂直な面で切り取った形状である、請求項３に記載の制御装置。

[請求項5] 前記パッド部の表面の摩擦抵抗は、前記車輪本体からの距離に応じて異なる、請求項１に記載の制御装置。

[請求項6] 前記パッド部の表面の摩擦抵抗は、前記車輪本体から離れるほど大きくなる、請求項５に記載の制御装置。

[請求項7] 前記パッド部の表面形状は、前記車輪本体からの距離に応じて異なる、請求項５に記載の制御装置。

[請求項8] 前記制御部は、前記移動体のピッチ軸方向に前記脚部を揺動させ、前記パッド部を前記接地面に接触させることで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、請求項１に記載の制御装置。

[請求項9] 前記移動体の胴体部又は前記脚部には、追加パッド部がさらに備えられ、

前記制御部は、前記移動体の姿勢を制御し、前記追加パッド部を前記接地面に接触させることで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、請求項１に記載の制御装置。

[請求項10] 前記車輪本体は、オムニホイールである、請求項１に記載の制御装置。

[請求項11] 前記車輪本体は、弾性部材にて前記脚部と接続される、請求項１に記載の制御装置。

[請求項12] 前記関節の可動軸の方向は、前記移動体のピッチ軸方向である、請求項１に記載の制御装置。

[請求項13] 前記移動体は、前記脚部を４以上備える、請求項１に記載の制御装置。

[請求項14] 演算装置によって、少なくとも１つ以上の関節を有する脚部を複数備える移動体の姿勢を制御することを含み、

前記脚部は、

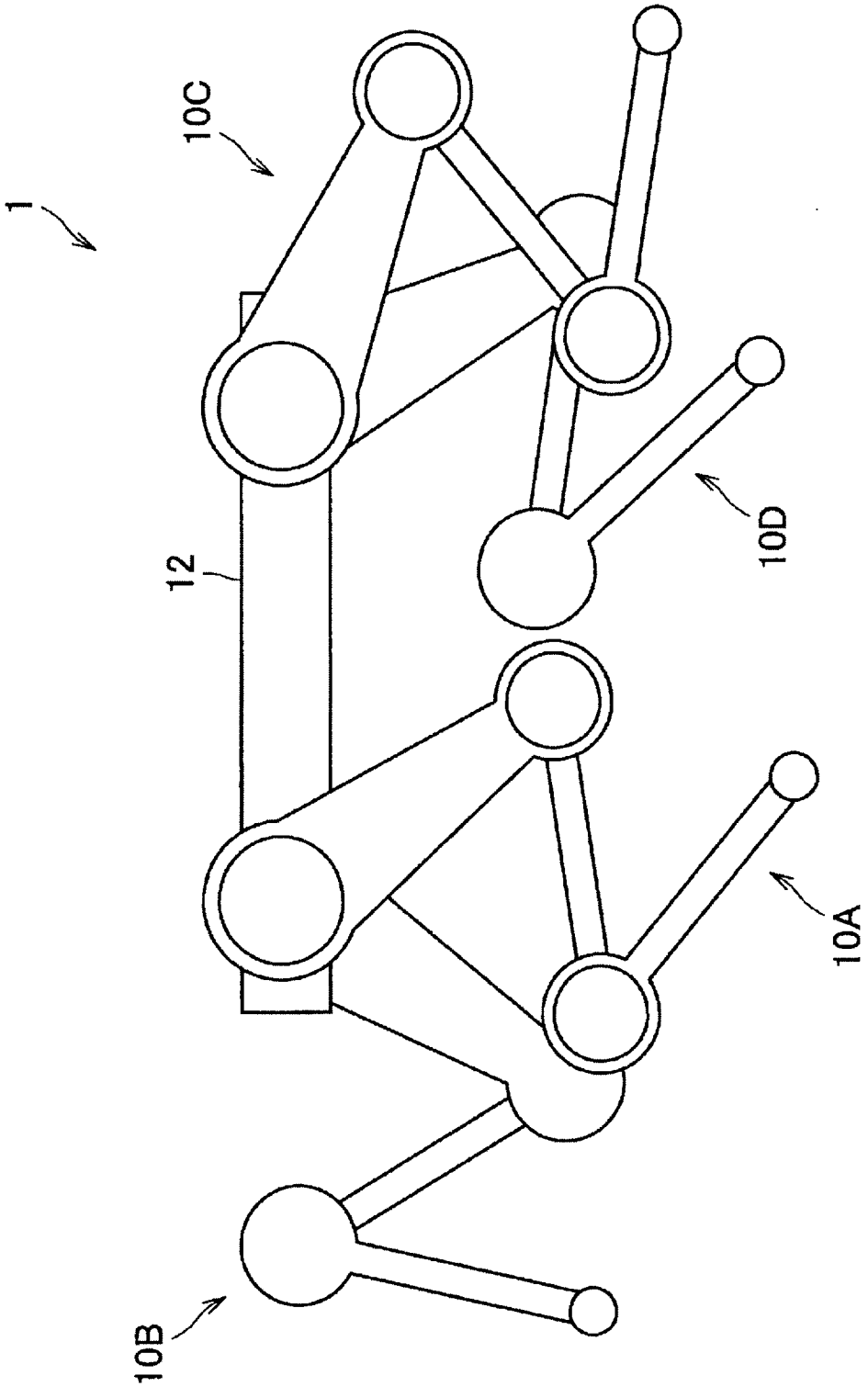
前記脚部の先端に設けられ、前記脚部を接地させる車輪本体と、

前記車輪本体の少なくとも一方の側面に設けられ、前記車輪本体よりも接地面との摩擦抵抗が高いパッド部と、

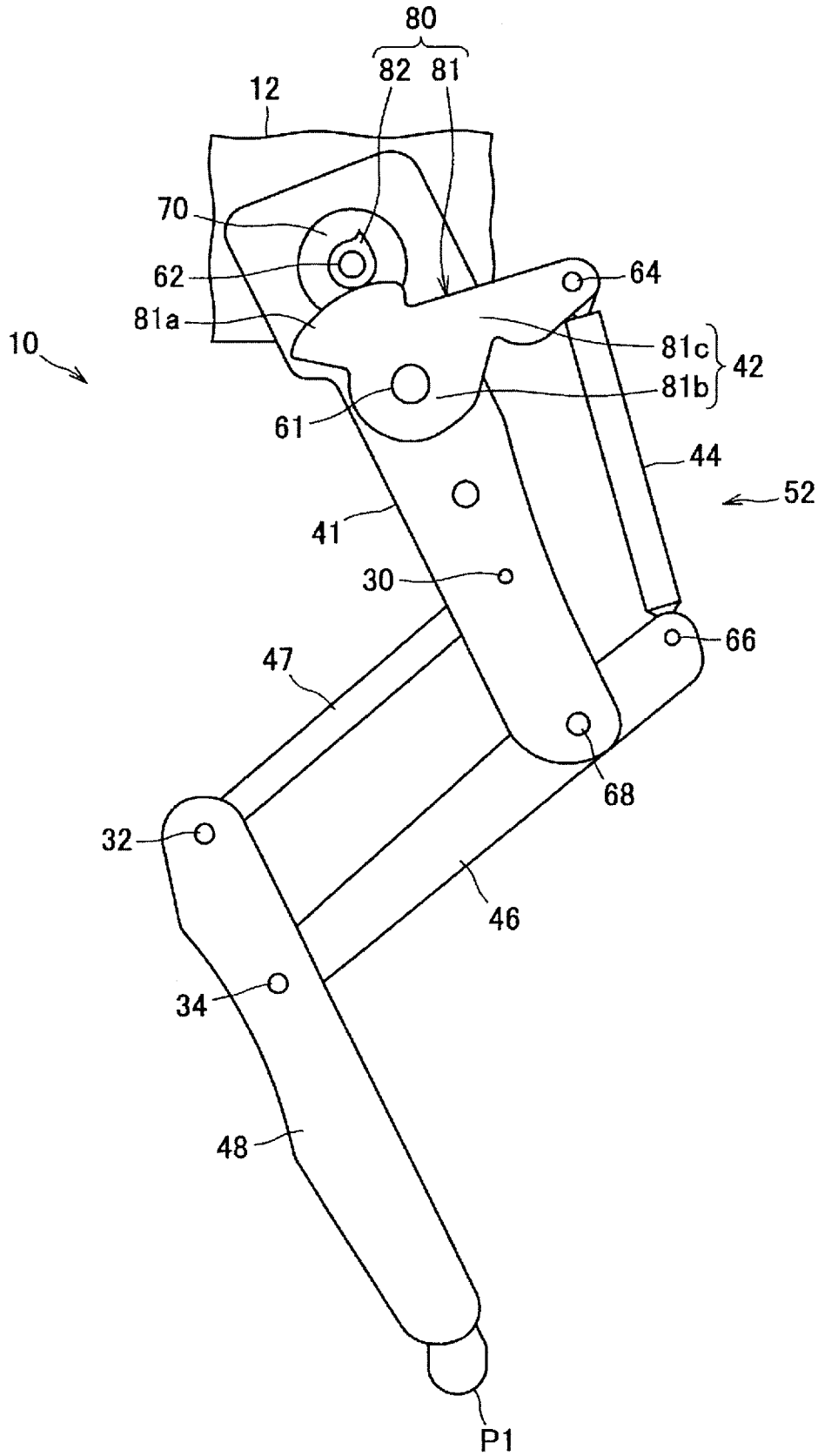
を有し、

前記移動体のピッチ軸方向における前記脚部の姿勢を制御することで、前記接地面から前記移動体に働く制動力を制御する、制御方法。

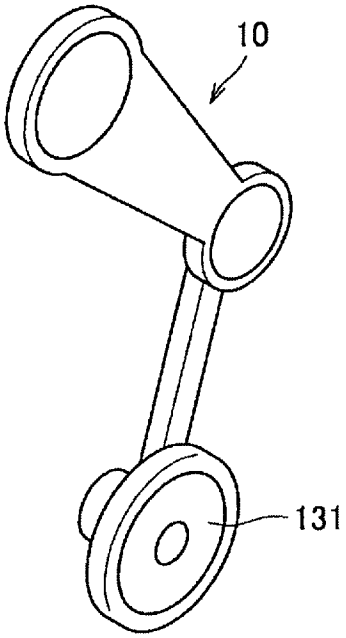
[図1]



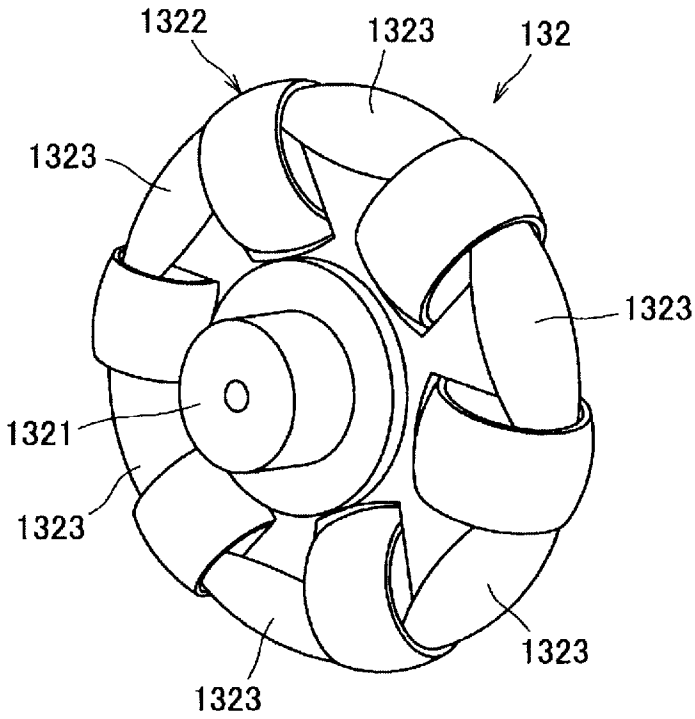
[図2]


80
82
81
12
70
62
64
81a
10
81c
42
81b
61
44
52
41
30
66
47
68
32
46
34
48
P1

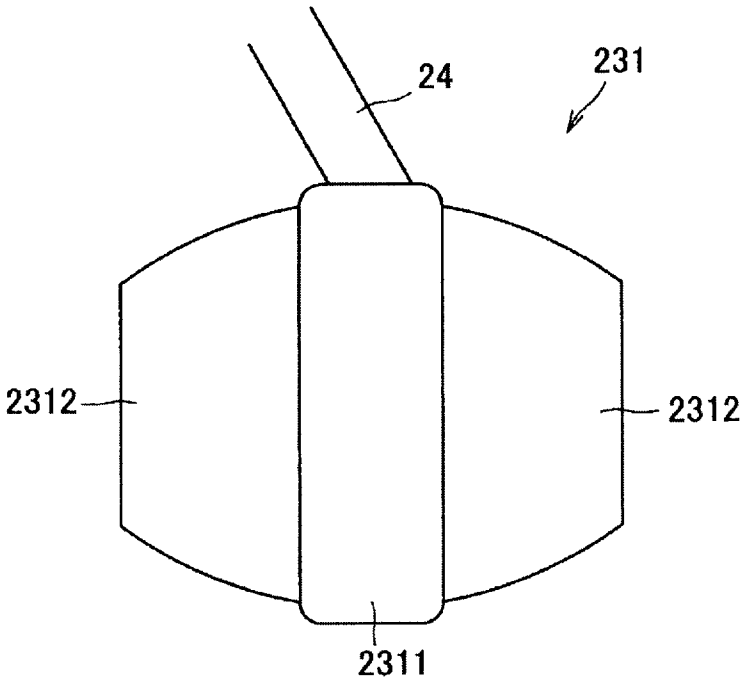
[図3A]



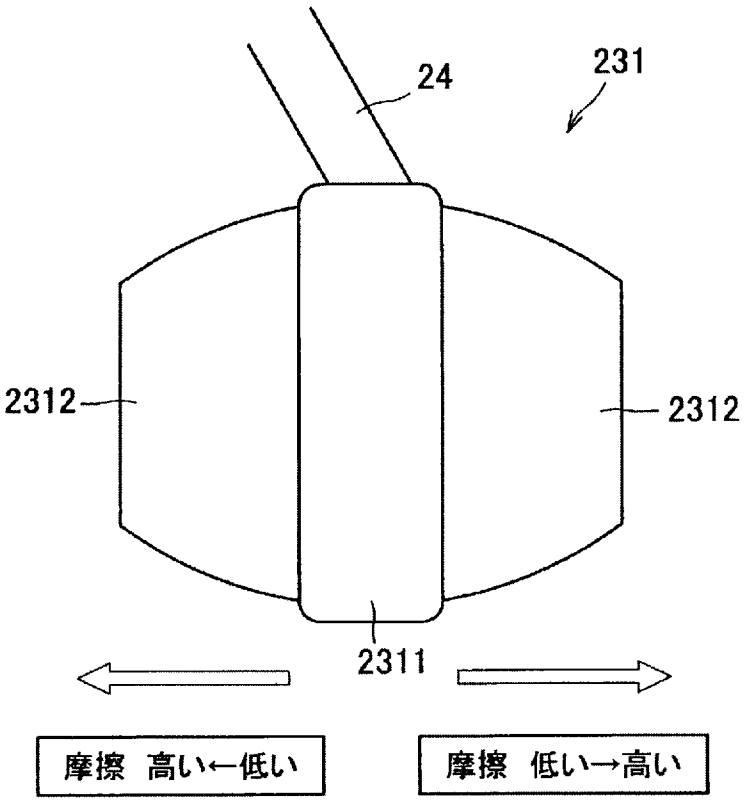
[図3B]



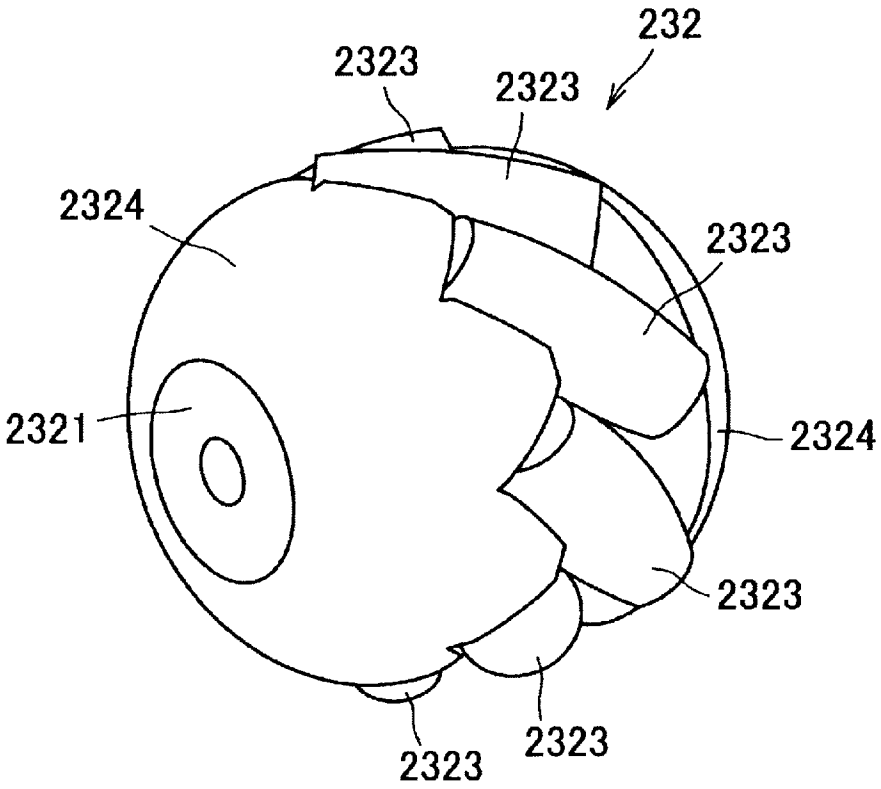
[図4A]



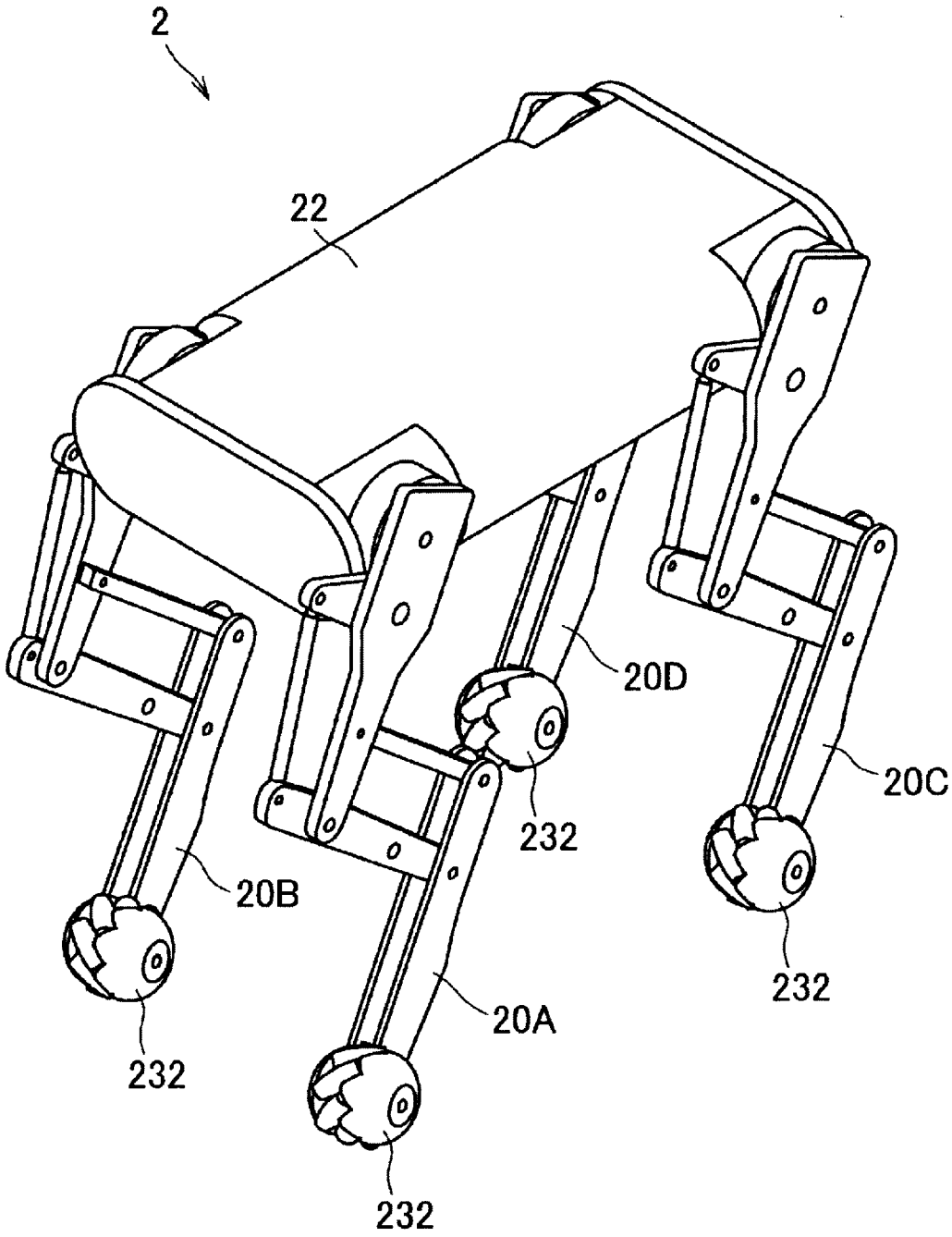
[図4B]



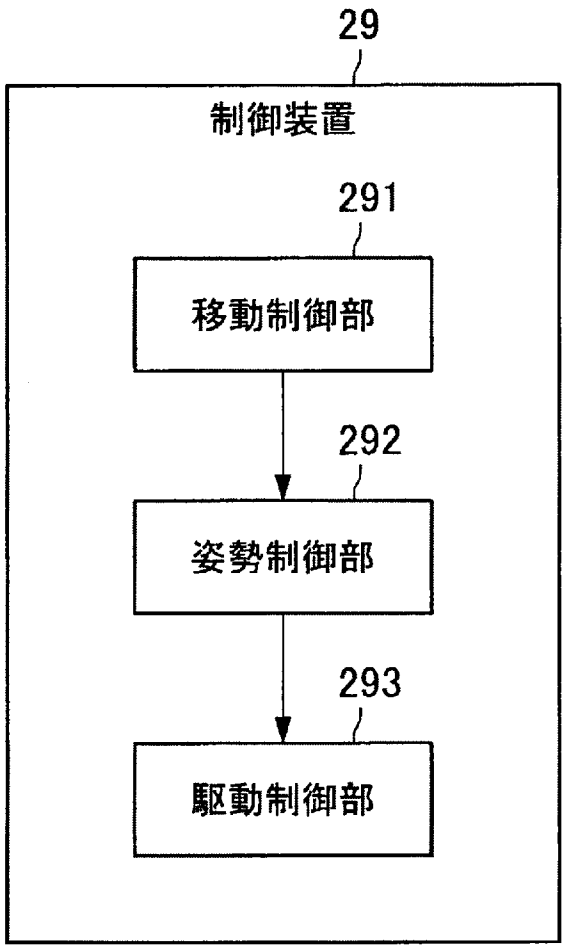
[図5]



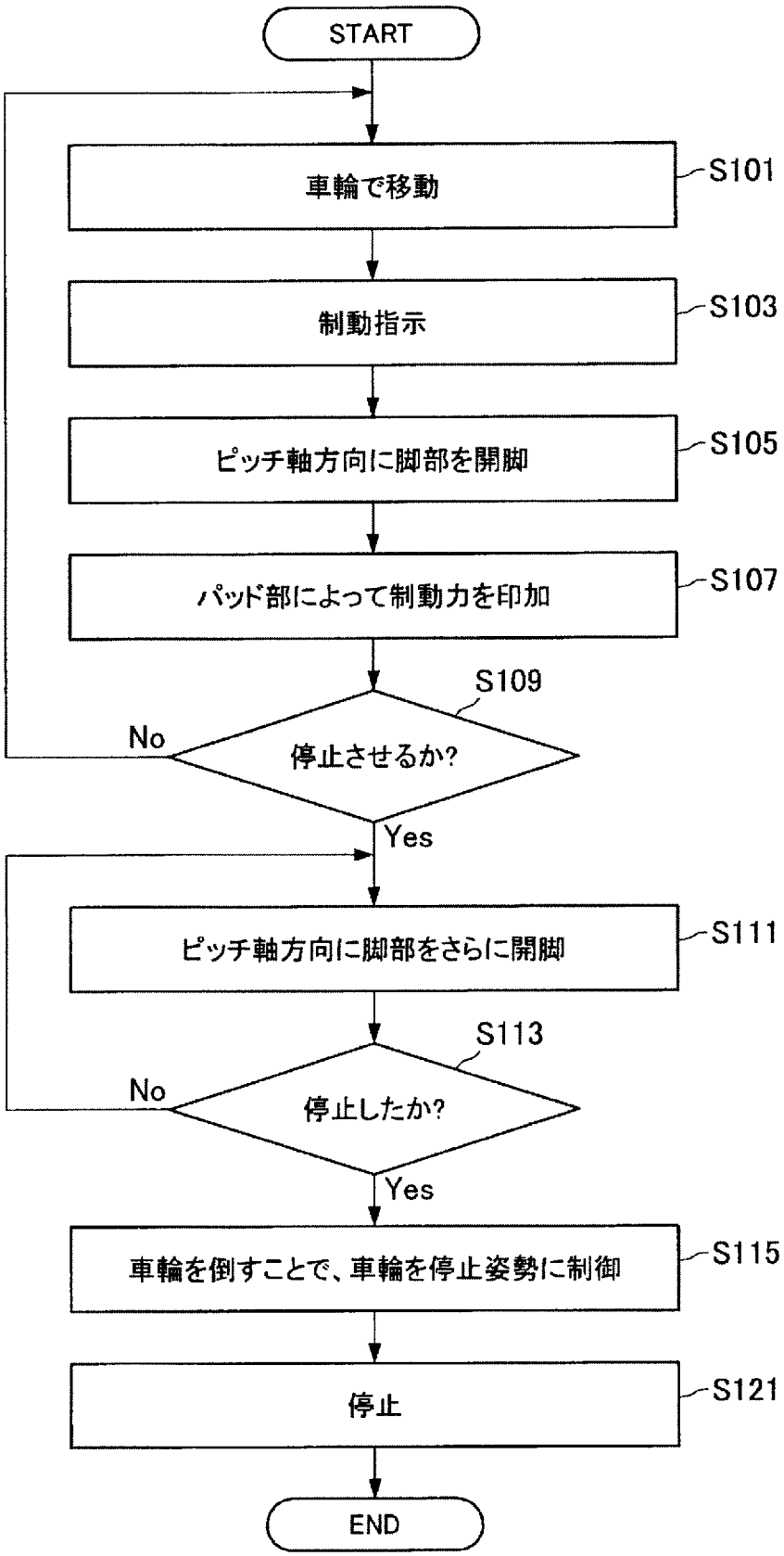
[図6]



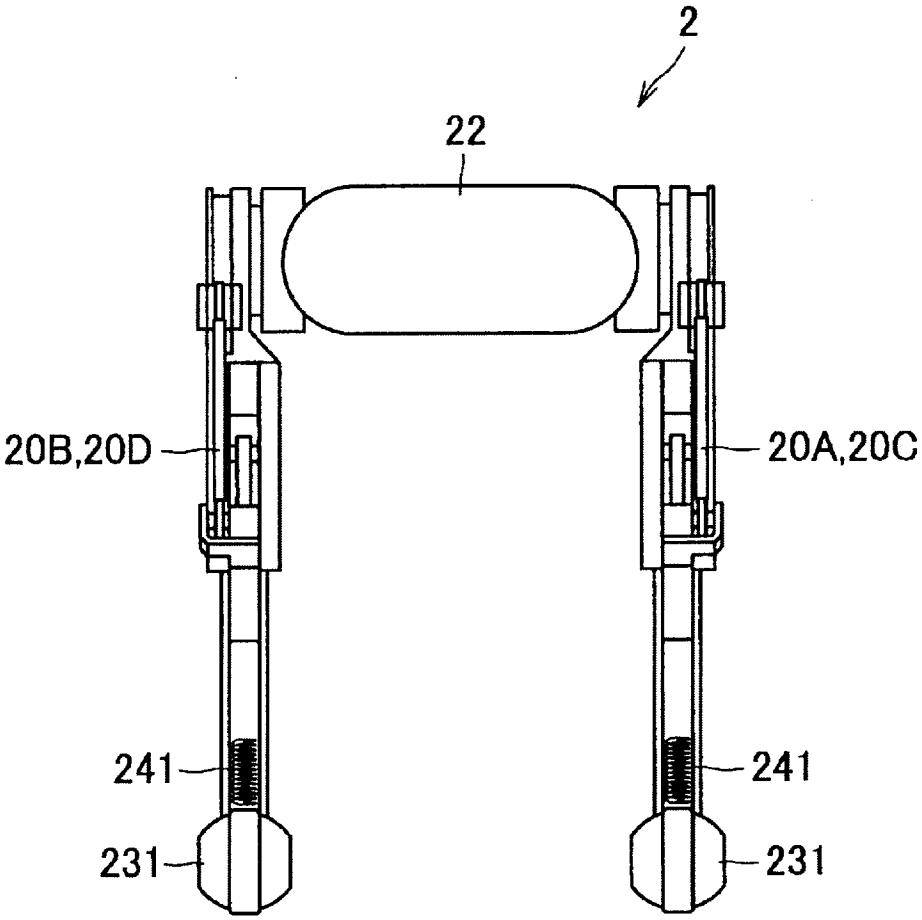
[図7]



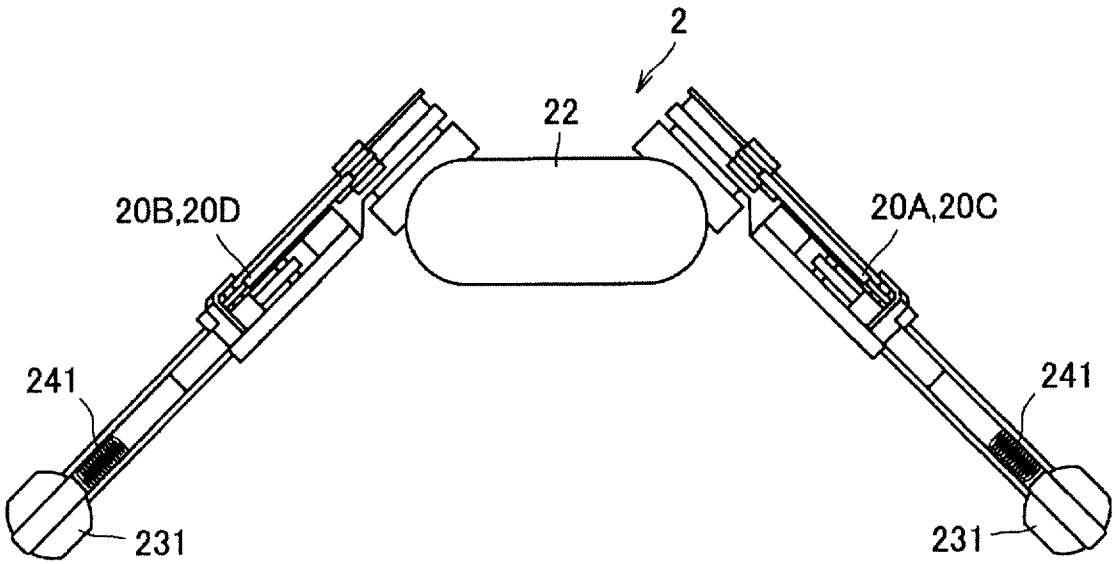
[図8]


START
車輪で移動
S101
制動指示
S103
ピッチ軸方向に脚部を開脚
S105
パッド部によって制動力を印加
S107
S109
停止させるか?
No
Yes
ピッチ軸方向に脚部をさらに開脚
S111
S113
停止したか?
No
Yes
車輪を倒すことで、車輪を停止姿勢に制御
S115
停止
S121
END

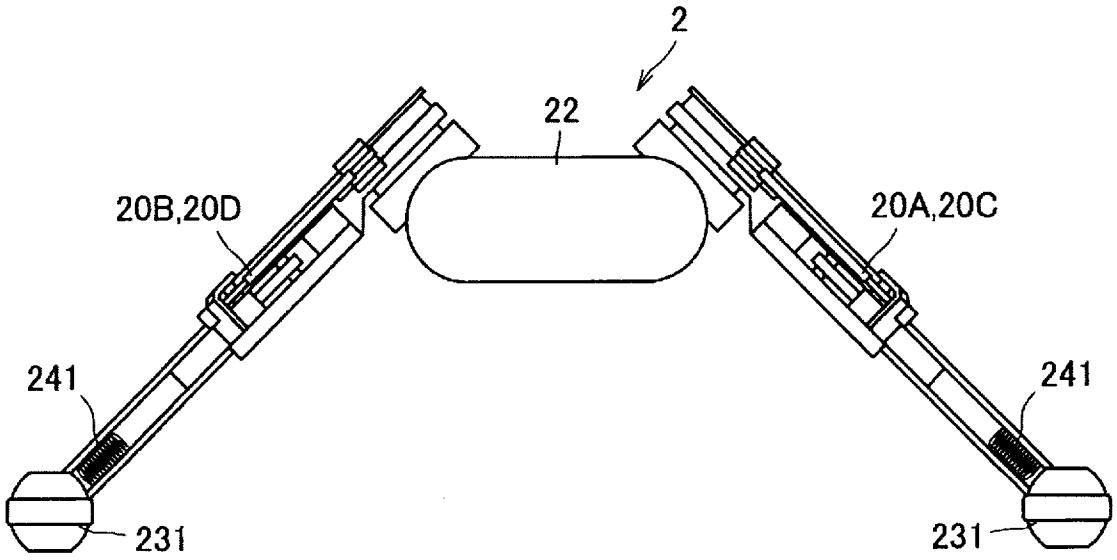
[図9A]



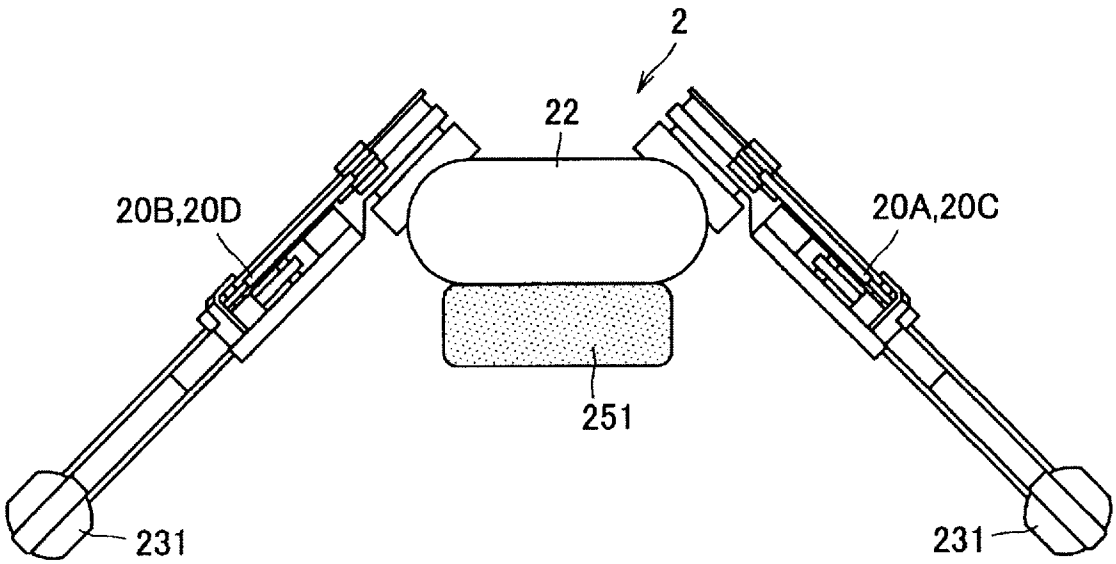
[図9B]


2
22
20B,20D
20A,20C
241
241
231
231

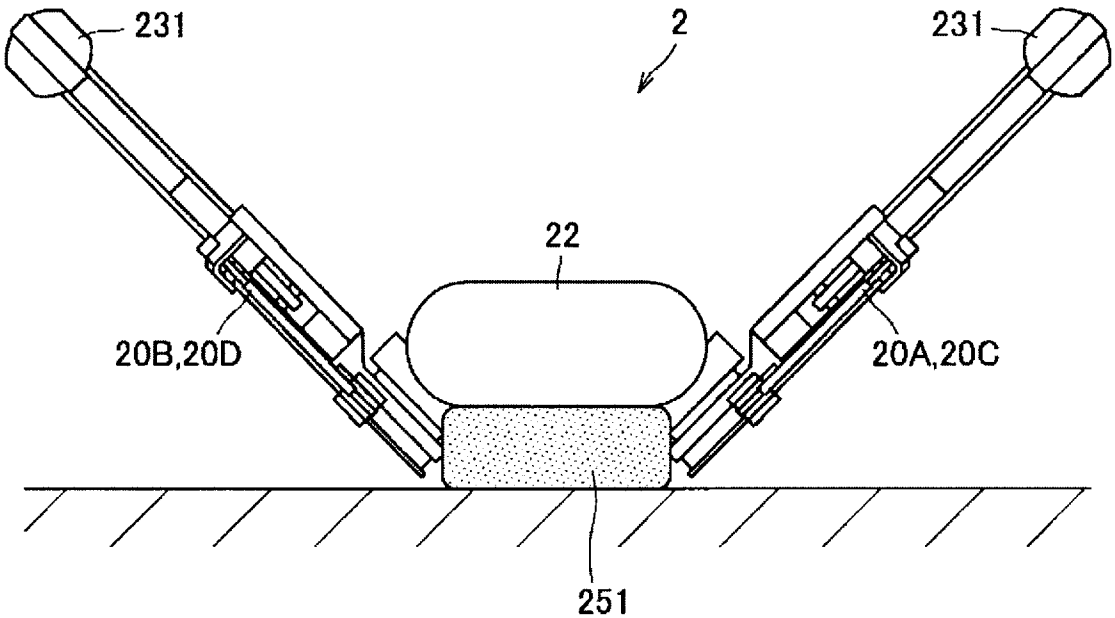
[図9C]


2
22
20B,20D
20A,20C
241
241
231
231

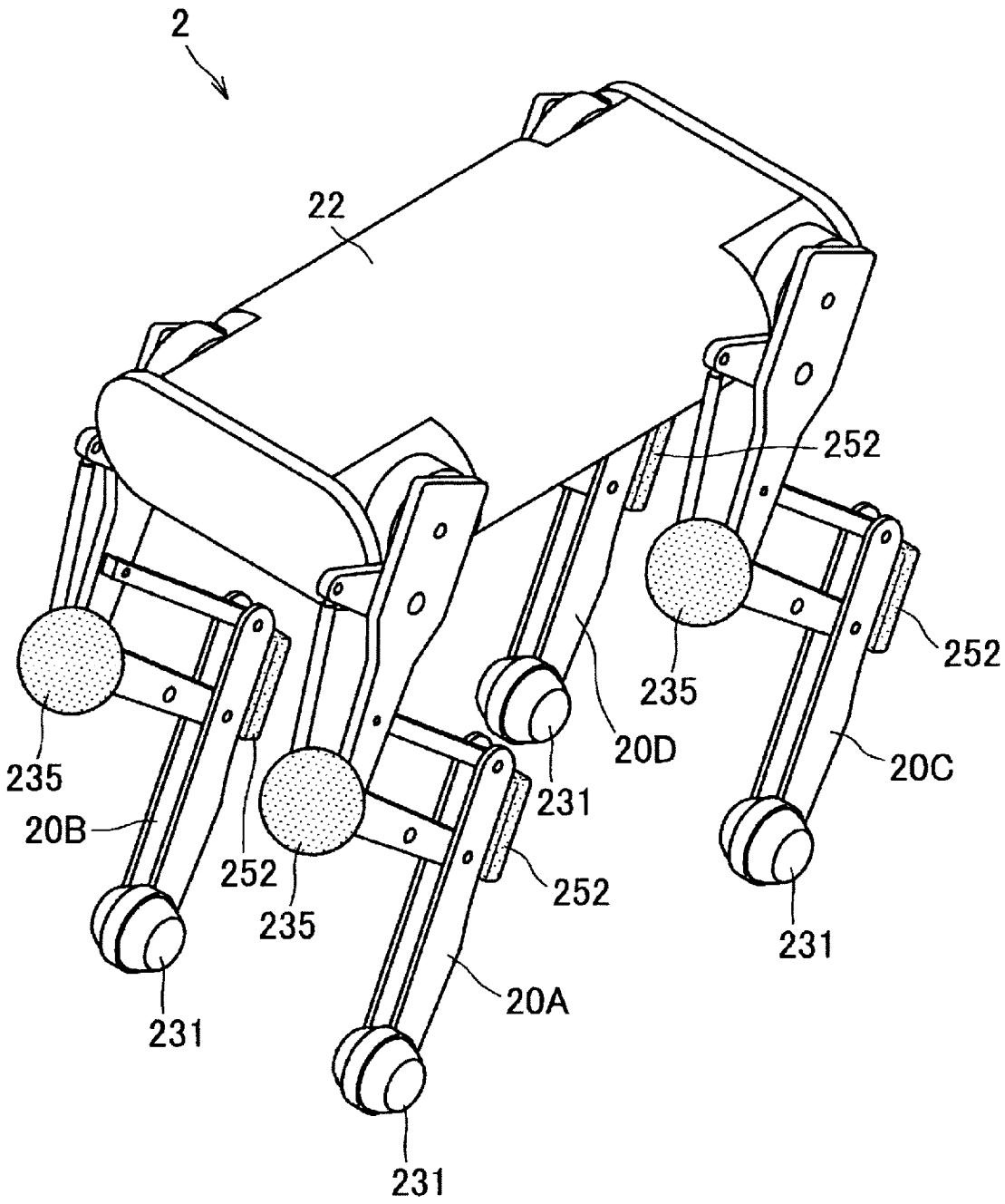
[図10A]



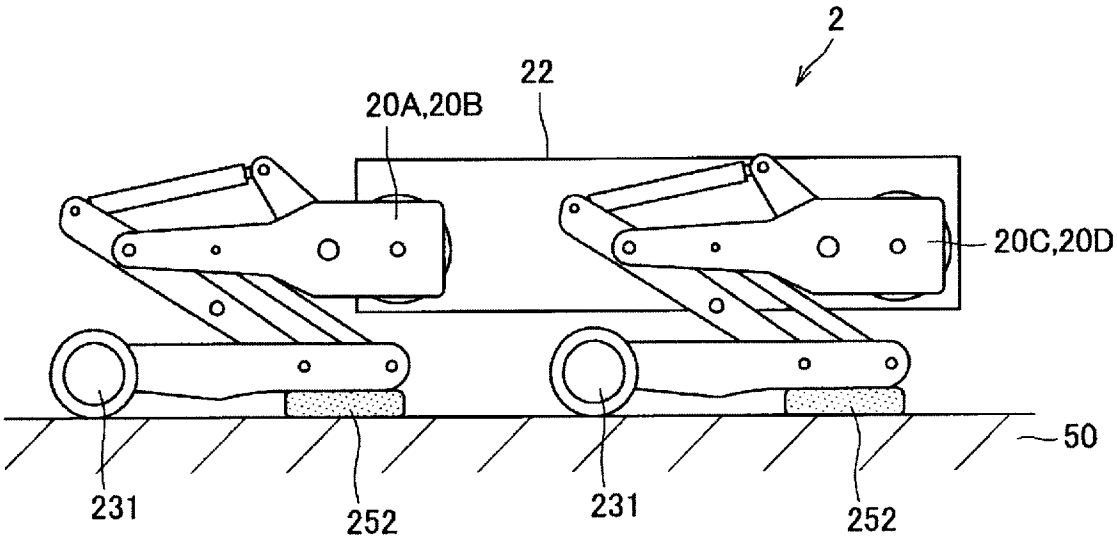
[図10B]



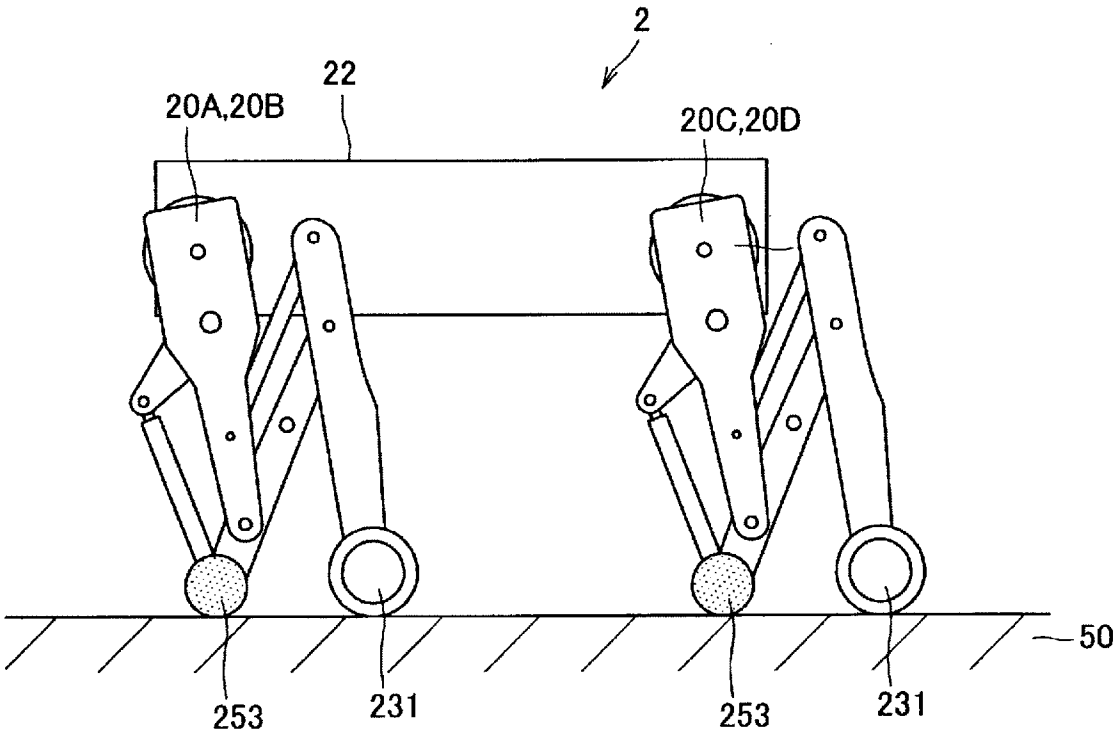
[図11A]



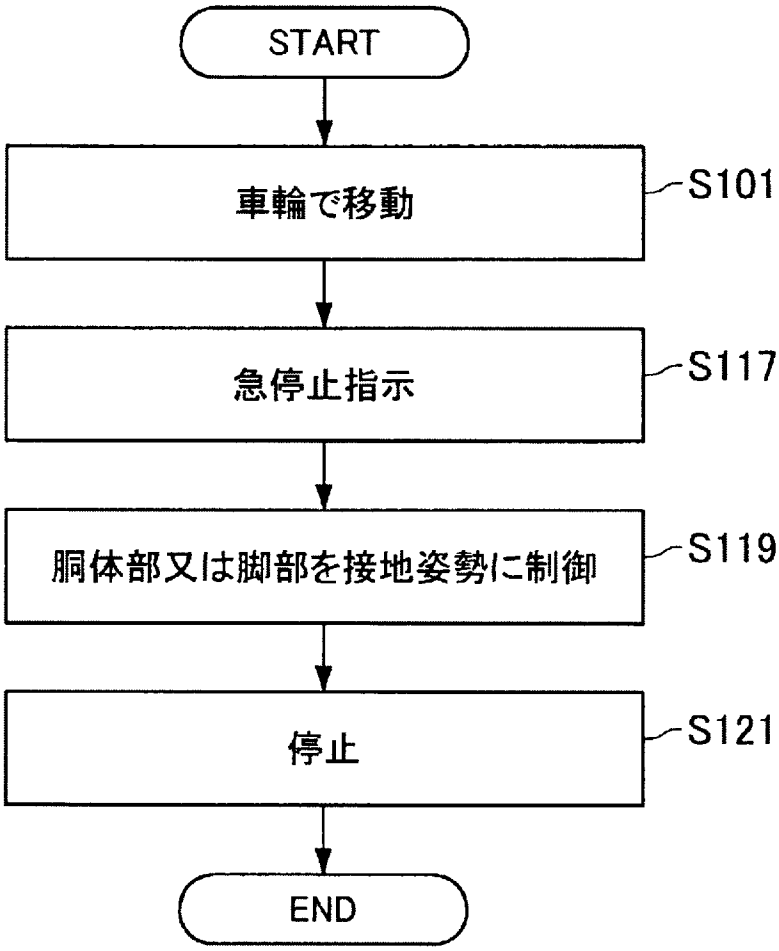
[図11B]


2
22
20A,20B
20C,20D
50
231
252
231
252

[図11C]


2
22
20A,20B
20C,20D
50
253
231
253
231

[図12]


START
車輪で移動
S101
急停止指示
S117
胴体部又は脚部を接地姿勢に制御
S119
停止
S121
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/031276

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. B25J5/00(2006.01)i, B62D57/028(2006.01)i, B62D57/032(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. B25J5/00, B62D57/028, B62D57/032

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922–1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971–2019
Registered utility model specifications of Japan	1996–2019
Published registered utility model applications of Japan	1994–2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-68883 A (SONY CORP.) 16 March 2006, entire text, all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2012-30735 A (PANASONIC CORP.) 16 February 2012, entire text, all drawings (Family: none)	1-14
A	JP 2014-161991 A (NSK LTD.) 08 September 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 September 2019 (20.09.2019)	Date of mailing of the international search report 01 October 2019 (01.10.2019)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３１２７６

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J5/00(2006.01)i, B62D57/028(2006.01)i, B62D57/032(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B25J5/00, B62D57/028, B62D57/032

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2006-68883 A（ソニー株式会社）2006.03.16, 全文，全図（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2012-30735 A（パナソニック株式会社）2012.02.16, 全文，全図（ファミリーなし）	1-14
A	JP 2014-161991 A（日本精工株式会社）2014.09.08, 全文，全図（ファミリーなし）	1-14

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２０．０９．２０１９	０１．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｕ　４０３２
松田　長親
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４