

(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8月20日(20.08.2020)



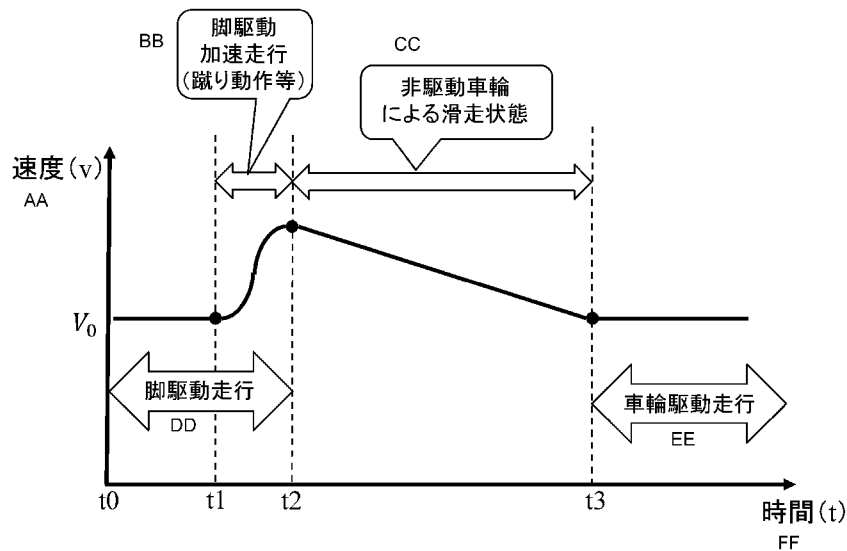
(10) 国際公開番号

WO 2020/166211 A1

- (51) 国際特許分類:
B25J 5/00 (2006.01) B62D 57/028 (2006.01)
G05D 1/02 (2020.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/050492
- (22) 国際出願日: 2019年12月24日(24.12.2019)
- (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 2019-023211 2019年2月13日(13.02.2019) 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: 高杉 憲明 (TAKASUGI, Noriaki); 〒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). 小久保 亘(KOKUBO, Wataru); 〒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). 木下 将也(KINOSHITA, Masaya); 〒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). 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).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外(MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 Tokyo (JP).

(54) Title: TRAVELING ROBOT, TRAVELING ROBOT CONTROL METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 走行ロボット、および走行ロボット制御方法、並びにプログラム



- AA Velocity (v)
BB Leg-driving acceleration travel (kicking action or similar)
CC Sliding condition due to non-driven wheel
DD Leg-driving travel
EE Wheel-driving travel
FF Time (t)

(57) Abstract: In a traveling robot that switches between leg driving and wheel driving for travel, the present invention achieves the suppression of a velocity reduction when switching between leg driving and wheel driving. The present invention has a drive unit, a clutch that switches the transmission destination for the driving force of the drive unit, a leg and a wheel that are driven by the driving force of the drive unit, and a control unit. At the time of a driving switch between leg driving and wheel driving, the control unit performs travel velocity control prior to the driving switch, such



WO 2020/166211 A1

(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, 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.

(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))

that the travel velocity after the driving switch will be nearly equal to the travel velocity before the driving switch. At the time of a driving switch between leg driving and wheel driving, the control unit sets the wheel to a sliding movement condition, in which the same is made to slide in a non-driven condition. At the time of a driving switch, an acceleration process is performed prior to the driving switch, such that the travel velocity after the driving switch will be nearly equal to the travel velocity before the driving switch.

(57) 要約 : 脚駆動と車輪駆動の切り替え走行を行う走行ロボットにおいて、脚駆動と車輪駆動切り替え時の速度低下の抑制を実現する。駆動部と、駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、制御部を有する。制御部は、脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように駆動切り替え前に走行速度制御を実行する。制御部は、脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、車輪を非駆動状態で滑走させる滑走移動状態に設定する。駆動切り替え時には、駆動切り替え後の走行速度を、駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に加速処理を実行する。

明 細 書

発明の名称：

走行ロボット、および走行ロボット制御方法、並びにプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、走行ロボット、および走行ロボット制御方法、並びにプログラムに関する。具体的には脚を前後に移動させて移動する歩行型の脚走行と、車輪を回転させて移動する車輪走行を切り替えて移動する走行ロボット、および走行ロボット制御方法、並びにプログラムに関する。

背景技術

[0002] 脚を前後に移動させて移動する歩行型の脚走行と、車輪を回転させて移動する車輪走行を切り替えて移動する走行ロボットがある。しかし、このような走行ロボットは、車輪走行時には脚を車輪の接地面より上部に収納して固定することが必要となる。また、脚走行時には、脚の接地面を車輪より下部に位置させる制御が必要となる。

[0003] また、脚走行と車輪走行を切り替えて移動する走行ロボットにおいて、ロボット重量を軽減するためには、脚および車輪の駆動源、すなわちモータ等のアクチュエータを複数持たず、1つの駆動源で脚および車輪の駆動を実行する構成とすることが好ましい。しかし、このようにアクチュエータ共有構成とすると、脚と車輪の切り替え時に、タイムラグが発生し、この切り替え期間に移動速度が低下してしまうという問題がある。

[0004] 脚走行と車輪走行を切り替えて移動する走行ロボットについて開示した従来技術として、例えば特許文献1（特開2009-113135号公報）がある。この文献は、脚先端に車輪と支持体による三点接地の足先を持った2足歩行ロボットを開示している。この構成は、脚と車輪を短時間で切り替えることが可能となるという利点がある。しかし、一方で駆動輪のアクチュエータが必要であり、重量コストが増加するという問題がある。また、車輪移動形態時も脚のアクチュエータを用いて自重を支持しなければいけないため

移動のエネルギー効率が悪いという欠点がある。

[0005] また、特許文献2（特開2008-260117号公報）は、股関節部に車輪を有し股関節アクチュエータと駆動輪のアクチュエータの電源を共通にして電力供給を制御することで、脚と車輪を切り替えるロボットを開示している。車輪移動中は脚を所定の位置に移動させる構成である。

この構成は、脚と車輪の動力源を同じにしているものの車輪走行時は脚の自重補償をするためにアクチュエータを駆動する必要があるため、エネルギー消費が大きくなる。また、余分に駆動輪のアクチュエータが必要である。

[0006] また、特許文献3（特開2008-062306号公報）は、車輪の円枠上に膝関節を有した脚ロボットで円枠内に脚の位置を制御して、円枠で車輪移動を行うロボットを開示している。

本構成は、脚と車輪のシームレスな移動が実現されるが、脚の長さを車輪の円枠半径以下にすることが必要であり、脚長を自由に設計できない。また車輪走行時に脚の位置を制御するために、車輪走行時でも脚のアクチュエータに対する電力供給が必要となる。

[0007] さらに、特許文献4（特開2008-049429号公報）は、脚と車輪を同じモータ数で駆動するロボットを開示している。モータを同期駆動して車輪移動を行い、差動駆動して脚を揺動させて脚移動を行うロボットである。

本構成は、車輪移動と脚移動の双方で効率よくモータを活用しているが、脚の関節数分、車輪が必要となる構成であり、重量が増加する欠点がある。また、脚と車輪の移動形態をシームレスに変更できない。

[0008] このように脚走行と車輪走行を切り替えて移動する走行ロボットについて開示した従来技術は複数あるが、脚駆動と車輪駆動の切り替え時の移動速度の低下を解消する構成について開示したものはない。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：特開2009-113135号公報

特許文献2：特開2008-260117号公報

特許文献3：特開2008-062306号公報

特許文献4：特開2008-049429号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] 本開示は、例えば上記問題点に鑑みてなされたものであり、脚走行と車輪走行を切り替えて連続的な走行を行うロボットにおいて、脚と車輪の切り替え時の移動速度の低下を抑制可能とした走行ロボット、および走行ロボット制御方法、並びにプログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0011] 本開示の第1の側面は、
駆動部と、
前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と、
前記駆動部の駆動力により駆動する車輪と、
制御部を有し、
前記制御部は、
脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボットにある。

[0012] さらに、本開示の第2の側面は、
走行ロボットにおいて実行する走行ロボット制御方法であり、
前記走行ロボットは、
駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、
制御部を有し、
前記制御部が、
脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆

動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボット制御方法にある。

- [0013] さらに、本開示の第3の側面は、
走行ロボットにおいて走行ロボット制御を実行させるプログラムであり、
前記走行ロボットは、
駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、
制御部を有し、
前記プログラムは、前記制御部に、
脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行させるプログラムにある。

- [0014] なお、本開示のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な情報処理装置やコンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、情報処理装置やコンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

- [0015] 本開示のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本開示の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

- [0016] 本開示の一実施例の構成によれば、脚駆動と車輪駆動の切り替え走行を行う走行ロボットにおいて、脚駆動と車輪駆動切り替え時の速度低下等大きな速度変化の抑制が実現される。

なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本開示の走行ロボットの構成例について説明する図である。
- [図2]本開示の走行ロボットの走行例について説明する図である。
- [図3]本開示の走行ロボットの走行時の駆動力伝達とロック機構の制御例について説明する図である。
- [図4]本開示の走行ロボットの実行する走行制御処理の一例について説明する図である。
- [図5]本開示の走行ロボットの実行する走行制御処理の一例について説明する図である。
- [図6]本開示の走行ロボットの実行する処理のシーケンスについて説明するフローチャートを示す図である。
- [図7]本開示の走行ロボットの走行時の状態遷移について説明する図である。
- [図8]本開示の走行ロボットの走行時の状態遷移について説明する図である。
- [図9]本開示の走行ロボットの実行する処理のシーケンスについて説明するフローチャートを示す図である。
- [図10]本開示の走行ロボットの走行時の状態遷移について説明する図である。
- 。
- [図11]本開示の走行ロボットの走行時の状態遷移について説明する図である。
- 。
- [図12]本開示の走行ロボットの構成例について説明する図である。
- [図13]本開示の走行ロボットの構成例について説明する図である。
- [図14]本開示の走行ロボットの走行例について説明する図である。
- [図15]本開示の走行ロボットの走行例について説明する図である。
- [図16]本開示の走行ロボットの走行例について説明する図である。
- [図17]本開示の走行ロボットの走行例について説明する図である。
- [図18]本開示の走行ロボットのハードウェア構成例について説明する図である。

発明を実施するための形態

- [0018] 以下、図面を参照しながら本開示の走行ロボット、および走行ロボット制

御方法、並びにプログラムの詳細について説明する。なお、説明は以下の項目に従って行なう。

1. 本開示の走行ロボットの概要について
2. 脚駆動から車輪駆動への切り替えシーケンスの詳細について
3. 車輪駆動から脚駆動への切り替えシーケンスの詳細について
4. その他の実施例について
5. 走行ロボットのハードウェア構成例について
6. 本開示の構成のまとめ

[0019] [1. 本開示の走行ロボットの概要について]

まず、図1以下を参照して本開示の走行ロボットの概要について説明する。

図1は本開示の走行ロボット100を示す図である。

本開示の走行ロボット100は、脚を前後に移動させて移動する歩行型の脚走行と、車輪を回転させて移動する車輪走行を切り替えて移動する走行ロボットである。

[0020] 図1に示す走行ロボットは駆動部であるモータ等のアクチュエータを共通とした構成を有する。このように1つの駆動部を共有した構成とすることで全体重量の軽量化が実現される。

[0021] 図1に示すように、走行ロボット100は、(a)脚走行と、(b)車輪走行を行うことができる。図に示す例で、走行ロボット100は、矢印方向(左から右)に走行している。

[0022] なお、図には(a)脚走行と、(b)車輪走行の2つの走行例を示しているが、走行ロボット100は、(a)脚走行と(b)車輪走行を、走行中に切り替えることができる。この走行時の切り替えに際して、速度低下や大きな速度変化を発生させることなく(a)脚走行と(b)車輪走行の切り替えを実現する。

[0023] 図1に示すように、走行ロボット100は、脚101、車輪102、クラッチ103、ロック機構104を有する。

脚101は、歩行型の脚走行を行う際に利用する。モータ等のアクチュエータの駆動力により関節部を回転駆動させる。すなわちモータ等のアクチュエータの駆動力を図に示す $r1$ 、 $r2$ 、 $r3$ 、 $r4$ の関節部の回転駆動に変換して、脚101を前後に移動させて歩行型の脚走行を行う。

[0024] 車輪102は、車輪走行を行う際に利用する。モータ等のアクチュエータの駆動力により車輪102を回転駆動させる。すなわちモータ等のアクチュエータの駆動力を図に示す $r5$ 、 $r6$ の車軸部の回転駆動に変換して、車輪102を回転させて車輪走行を行う。

[0025] クラッチ103は、詳細構成は省略するが、モータ等のアクチュエータの駆動力を脚101に伝達する脚駆動設定と、車輪102に伝達する車輪駆動設定を切り替える駆動力の伝達切り替え機構を有する。

例えば、モータ等のアクチュエータの動力の伝達先を切り替える噛み合いクラッチを有する。

[0026] 脚101を利用した歩行移動時は、アクチュエータの動力がクラッチ103を介して脚101の関節部に伝達され、脚が駆動される。この脚駆動期間において、車輪102には駆動力は伝達されない。また、車輪102を利用した車輪走行時は、アクチュエータの動力がクラッチ103を介して車輪に伝達される。この期間は、脚には駆動力が伝達されない。なお、アクチュエータの動力伝達を切り替える機構は噛み合いクラッチに限らず電磁クラッチなどを利用してよい。

[0027] ロック機構104は、図1(b)に示す車輪走行時に脚101を固定する機構である。ロック機構104は、例えば、脚101に設けられた穴、または凹部に、ロック機構104に設けられたピンを挿入して、脚101をロボット本体に固定させる機構等を利用することができる。

[0028] このロック機構104による脚101の固定処理により、図1(b)に示す車輪走行時、すなわち脚101に動力伝達されていない状態で、脚101が車輪102や地面と接触、すなわち干渉の発生を防止することができる。

なお、このロック機構104のロック処理やロック解除処理にも、脚10

1や車輪102の駆動源と同じ駆動源からの駆動力が利用可能である。

[0029] なお、図1に示す構成ではロック機構104は前後の脚101で共有した1つのロック機構104を利用する構成としているが、ロック機構104は、一脚ごとに個別に構成してもよい。

[0030] なお、図には、脚101を2本のみ示し、車輪102を2つのみ示しているが、図の奥側にも脚と車輪があり、脚101は4本、車輪102も4つ有する構成である。

ロック機構104は、これら4本の脚、全てを1つのロック機構で固定する構成としてもよい。また、前述のクラッチ機構103と構造を共有したロック機構としてもよい。

[0031] なお、図1に示す走行ロボット100は脚101と車輪102の回転角を計測するセンサやエンコーダ、さらに速度計を有する。また、走行環境を検出するセンサを有する。センサは、例えば滑らかな整地であるか、あるいは滑らかでない不整地であるか等の走行面の環境を判別する。例えば整地では車輪走行を行い、不整地では脚走行を行う。

[0032] さらに、センサは走行面が平面であるか、上り坂であるか、下り坂であるか、また勾配の角度、さらにと登り階段であるか、下り階段であるか、また段差の大きさを検出する。センサは例えばカメラ、距離センサ等によって構成される。

[0033] 走行ロボットの制御部は、これらセンサや速度計の検出情報に基づいて走行制御を実行する。具体的には、脚101を利用した脚走行と、車輪102を利用した車輪走行の切り替え制御を行う。さらに、脚101を利用した脚走行と、車輪102を利用した車輪走行、各走行時の走行速度の制御を行う。

[0034] 次に、図2を参照して、走行ロボット100が実行する脚走行と車輪走行の切り替え処理について説明する。

前述したように、走行ロボット100の制御部は、例えば、整地では車輪走行を行い、不整地では脚走行を行う。

[0035] 図2は、脚駆動状態から車輪駆動状態への遷移例を示している。図2に示すように、脚駆動状態から車輪駆動状態へ遷移する場合の走行ロボットの状態は、時間推移に伴い、以下のように変化する。

(t 1) 脚駆動状態

(t 2) 滑走移動状態 a (脚収納処理実行中)

(t 3) 滑走移動状態 b (脚ロック後の駆動切り替え処理実行中)

(t 4) 車輪駆動状態

[0036] (t 1) 脚駆動状態は、モータ等のアクチュエータからの駆動力が脚101に伝達され、脚駆動による走行が実行されている状態である。

[0037] (t 2) 滑走移動状態 a (脚収納処理実行中) は、脚101の収納処理の実行期間である。この期間は、モータ等のアクチュエータからの駆動力が脚101に伝達されているが、この駆動力は、脚101の収納処理、すなわち脚101をロック機構104のロック位置に移動させるために利用される。

従って、この期間は、モータ等のアクチュエータからの駆動力を走行ロボット100の移動処理に利用することができない。この期間は、駆動力の伝達されていない車輪102の空回りによる滑走移動が行われる。

[0038] (t 3) 滑走移動状態 b (脚ロック後の駆動切り替え処理実行中) は、脚101をロック機構104にロックした後、モータ等のアクチュエータからの駆動力を脚101から車輪102に切り替える処理の実行期間である。

すなわちクラッチ103の切り替え制御により、モータ等のアクチュエータからの駆動力を脚101から車輪102に切り替える。

この期間も、モータ等のアクチュエータからの駆動力を走行ロボット100の移動処理に利用することができない。この期間も、駆動力の伝達されていない車輪102の空回りによる滑走移動が行われる。

[0039] (t 4) 車輪駆動状態は、モータ等のアクチュエータからの駆動力が車輪102に切り替えられた後の状態である。クラッチ103の制御により、モータ等のアクチュエータからの駆動力が車輪102に伝達され、車輪102が回転駆動する。走行ロボット100は車輪102の駆動回転によって移動

する。

[0040] この図2に示す(t1)～(t4)の各状態における、

- (1) 駆動力伝達状態(脚)
- (2) 駆動力伝達状態(車輪)
- (3) ロック機構の状態

上記(1)～(3)の各状態の設定について図3を参照して説明する。

[0041] 図3には、図2を参照して説明した、

- (t1) 脚駆動状態
- (t2) 滑走移動状態a(脚収納処理実行中)
- (t3) 滑走移動状態b(脚ロック後の駆動切り替え処理実行中)
- (t4) 車輪駆動状態

これらの4状態における、

- (1) 駆動力伝達状態(脚)
- (2) 駆動力伝達状態(車輪)
- (3) ロック機構の状態

上記(1)～(3)の各状態の設定を示している。

[0042] (t1) 脚駆動状態

この脚駆動状態では、

- (1) 駆動力伝達状態(脚) = ON(走行)
- (2) 駆動力伝達状態(車輪) = OFF
- (3) ロック機構の状態 = OFF

この状態である。すなわち、モータ等のアクチュエータの駆動力は、脚101に伝達され、車輪102には伝達されない。

脚101は、モータ等のアクチュエータの駆動力により駆動して、走行ロボット100を移動させる。

ロック機構はOFFであり、脚はロックされていないロック解除状態である。

[0043] (t2) 滑走移動状態a(脚収納処理実行中)

この滑走移動状態 a（脚収納処理実行中）では、

- (1) 駆動力伝達状態（脚）＝ON（収納処理）
- (2) 駆動力伝達状態（車輪）＝OFF
- (3) ロック機構の状態＝OFF→ON

この状態である。すなわち、モータ等のアクチュエータの駆動力は、脚 101 に伝達され、車輪 102 には伝達されない。

脚 101 は、モータ等のアクチュエータの駆動力により駆動して、収納処理が行われる。前述したように駆動力は走行ロボット 100 の移動には利用されず、移動は、車輪 102 の空回りによる滑走によって行われる。

ロック機構は OFF から ON に変化する。脚はロック機構位置に移動した時点でロック、すなわち固定される。

[0044] (t3) 滑走移動状態 b（脚ロック後の駆動切り替え処理実行中）

この滑走移動状態 b（脚ロック後の駆動切り替え処理実行中）では、

- (1) 駆動力伝達状態（脚）＝OFF
- (2) 駆動力伝達状態（車輪）＝OFF
- (3) ロック機構の状態＝ON

この状態である。すなわち、モータ等のアクチュエータの駆動力は、脚 101 にも、車輪 102 にも伝達されない。

[0045] この期間は、クラッチ 103 により、モータ等のアクチュエータの駆動力の伝達先を、脚 101 から車輪 102 に切り替えている期間である。

モータ等のアクチュエータの駆動力は走行ロボット 100 の移動には利用されず、移動は、車輪 102 の空回りによる滑走によって行われる。

ロック機構は ON であり、脚はロック機構 104 の位置に固定された状態にある。

[0046] (t4) 車輪駆動状態

この車輪駆動状態では、

- (1) 駆動力伝達状態（脚）＝OFF
- (2) 駆動力伝達状態（車輪）＝ON

(3) ロック機構の状態＝ON

この状態である。すなわち、モータ等のアクチュエータの駆動力は、脚101に伝達されず、車輪102に伝達される。

[0047] この期間は、モータ等のアクチュエータの駆動力は車輪102に伝達され、走行ロボット100は車輪102の回転によって移動する。

ロック機構はONであり、脚はロック機構104の位置に固定された状態にある。

[0048] 図2、図3を参照して説明したように、脚駆動と車輪駆動を切り替える場合、脚104の収納処理およびロック処理と、クラッチ制御によるモータ等のアクチュエータからの駆動力伝達先の切り替え処理が必要となる。これらの処理期間は、モータ等のアクチュエータからの駆動力は、走行ロボット100の移動（走行）に利用できない。すなわち駆動力が移動処理に適用できない駆動力利用不可走行期間が発生する。

結果として、この駆動力利用不可走行期間に走行ロボット100の速度の低下が発生することになる。

[0049] なお、この駆動力利用不可走行期間は、脚駆動から車輪駆動への切り替え処理時にも、車輪駆動から脚駆動への切り替え処理時にも発生する。

本開示の走行ロボット100は、この駆動力利用不可走行期間の速度低下を抑制する制御を実行する。

[0050] 具体的な制御処理例について図4を参照して説明する。

図4に示すグラフは、横軸が時間（ t ）、縦軸が速度（ v ）を示すグラフであり、脚駆動走行から、車輪駆動走行に切り替える際の速度変化を示している。

[0051] 時間 $t_0 \sim t_1$ と時間 $t_1 \sim t_2$ が脚駆動走行期間である。

時間 $t_2 \sim t_3$ が、脚収納とクラッチ操作による駆動力の切り替え（脚から車輪への切り替え）に必要となる期間である。この期間が駆動力利用不可走行期間になる。

時間 $t_3 \sim$ が車輪駆動走行期間である。

[0052] 本開示の走行ロボット100の制御部は、脚駆動走行が完了する直前、すなわち脚駆動走行期間から、駆動力利用不可走行期間に移行する直前に、脚駆動加速走行期間を設定している。

図に示す時間 $t_1 \sim t_2$ の期間である。

本開示の走行ロボット100の制御部は、駆動力利用不可走行期間に入る直前に、脚101の駆動制御を行い、走行ロボット100の走行速度を上げる加速処理を実行する。具体的には、例えば脚101による蹴り動作を実行させて走行ロボット100を加速させる。

[0053] この加速処理の後、時間 t_2 から駆動力利用不可走行期間、すなわち脚収納とクラッチ操作による駆動力の切り替え（脚から車輪への切り替え）処理の実行期間に移行し、徐々に移動速度が低下する。

[0054] 時間 t_3 で、脚収納とクラッチ操作による駆動力の切り替え（脚から車輪への切り替え）が終了し、モータ等のアクチュエータの駆動力が車輪102に伝達され車輪駆動による走行が開始される。

この車輪駆動走行開始時間 t_3 における走行ロボット100の走行速度は脚駆動走行を実行していた時間 $t_0 \sim t_1$ の速度 V_0 にほぼ等しい。すなわち、大きな速度低下を発生させることなく、車輪駆動走行を開始させることができる。

[0055] 図5は、車輪駆動走行から、脚駆動走行に切り替える際の速度変化を示している。

時間 $t_0 \sim t_1$ と時間 $t_1 \sim t_2$ が車輪駆動走行期間である。

時間 $t_2 \sim t_3$ が、脚のロック解除とクラッチ操作による駆動力の切り替え（車輪から脚への切り替え）に必要となる期間である。この期間が駆動力利用不可走行期間になる。

時間 $t_3 \sim$ が脚駆動走行期間である。

[0056] 本開示の走行ロボット100の制御部は、車輪駆動走行が完了する直前、すなわち車輪駆動走行期間から、駆動力利用不可走行期間に移行する直前に、車輪駆動加速走行期間を設定している。

図に示す時間 $t_1 \sim t_2$ の期間である。

本開示の走行ロボット 100 の制御部は、駆動力利用不可走行期間に入る直前に、車輪 102 の駆動制御を行い、走行ロボット 100 の走行速度を上げる加速処理を実行する。具体的には、車輪 102 の回転速度を上げて走行ロボット 100 を加速させる。

[0057] この加速処理の後、時間 t_2 から駆動力利用不可走行期間、すなわち脚ロック解除とクラッチ操作による駆動力の切り替え（車輪から脚への切り替え）処理の実行期間に移行し、徐々に移動速度が低下する。

[0058] 時間 t_3 で、脚ロック解除とクラッチ操作による駆動力の切り替え（車輪から脚への切り替え）が終了し、モータ等のアクチュエータの駆動力が脚 101 に伝達され脚駆動による走行が開始される。

この脚駆動走行開始時間 t_3 における走行ロボット 100 の走行速度は車輪駆動走行を実行していた時間 $t_0 \sim t_1$ の速度 V_0 にほぼ等しい。すなわち、大きな速度低下を発生させることなく、脚駆動走行を開始させることができる。

[0059] [2. 脚駆動から車輪駆動への切り替えシーケンスの詳細について]

次に、本開示の走行ロボット 100 が実行する脚駆動から車輪駆動への切り替えシーケンスの詳細について説明する。

[0060] 図 6 に示すフローチャートを参照して、本開示の走行ロボット 100 が実行する脚駆動から車輪駆動への切り替えシーケンスについて説明する。

なお、図 6 に示すフローチャートに従った処理は、走行ロボット 100 の制御部（データ処理部）が、例えば走行ロボット 100 の記憶部に格納されたプログラムに従って実行することが可能である。例えばプログラム実行機能を有する CPU 等のプロセッサによるプログラム実行処理として行うことができる。

以下、図 6 に示すフローの各ステップの処理について説明する。

[0061] (ステップ S101)

まず、本開示の走行ロボット 100 の制御部は、ステップ S101 におい

て、モータ等のアクチュエータの駆動力を脚101に伝達し、脚駆動による脚走行を実行する。

この状態は、図7（S101）に示す脚駆動走行状態である。

[0062] （ステップS102）

次に、制御部は、ステップS102において、走行ロボット100の下降処理を開始する。これは車輪102による走行に移行するための準備処理である。具体的には脚101を折り曲げて走行ロボット100を下降させる。

[0063] この状態は、図7（S102）に示すロボット下降状態である。なお、この状態でも、モータ等のアクチュエータの駆動力は脚101に伝達され、脚駆動による脚走行が継続されている。

[0064] （ステップS103）

次に、制御部は、ステップS103において、走行ロボット100の車輪102が接地したか否かを判定する。

接地していない場合はステップS102に戻り、下降処理を継続する。

走行ロボット100の車輪102が接地したことが確認された場合は、ステップS104に進む。

[0065] この状態は、図7（S103）に示す車輪接地確認状態である。なお、この状態でも、モータ等のアクチュエータの駆動力は脚101に伝達され、脚駆動による脚走行が継続されている。

[0066] （ステップS104）

ステップS103において、走行ロボット100の車輪102が接地したことが確認されると、制御部はステップS104において、脚駆動による加速処理を実行する。例えば蹴り動作を実行して、走行ロボットの走行速度をあげる加速処理を実行する。

この処理は、先に図4を参照して説明した時間 $t_1 \sim t_2$ の脚駆動走行加速期間の処理に相当する。

[0067] この状態は、図7（S104）に示す脚駆動による加速状態である。なお、この状態でも、モータ等のアクチュエータの駆動力は脚101に伝達され

、脚駆動による脚走行が継続されている。

[0068] (ステップS105)

ステップS104における蹴り動作等による加速処理の後、次に、制御部はステップS105において、脚101をロック機構104の位置まで移動して脚101をロック機構104にロック、すなわち固定する。

なお、この際の脚101の移動、すなわちロック機構104の位置まで移動するための駆動力はモータ等のアクチュエータから供給される。従って、走行ロボット100の移動処理には駆動力が利用できない。すなわち駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

この処理は、先に図4を参照して説明した時間 $t_2 \sim t_3$ の非駆動車輪による滑走状態の前半の処理に相当する。

[0069] また、この状態は、図8(S105)に示す脚101をロック機構104まで移動してロックする処理の実行状態である。前述したようにモータ等のアクチュエータの駆動力は脚101に伝達されるが、この駆動力は、脚101のロック機構までの移動処理に利用される。走行ロボット100は、駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

[0070] (ステップS106)

ステップS105において、脚101のロック機構104へのロックが完了すると、次に、制御部はステップS106において、クラッチ103を制御して、モータ等のアクチュエータの駆動力の伝達先を脚101から車輪102に切り替える。

[0071] この処理は、先に図4を参照して説明した時間 $t_2 \sim t_3$ の非駆動車輪による滑走状態の後半の処理に相当する。

また、この状態は、図8(S106)に示すクラッチ制御により、駆動力を脚101から車輪102に切り替える処理の実行状態である。この間にモータ等のアクチュエータの駆動力は脚101から車輪102に切り替えられる。ただし、この切り替え期間は、走行ロボット100は、駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

[0072] (ステップS107)

ステップS106における駆動力の伝達先の切り替え、すなわち脚101から車輪102への切り替え処理が完了すると、制御部はステップS107において、モータ等のアクチュエータの駆動力を車輪102に伝達して車輪102を回転させる。すなわち走行ロボット100を車輪駆動で走行させる。

[0073] この処理は、先に図4を参照して説明した時間t3～の車輪駆動走行状態の処理に相当する。

また、この状態は、図8(S107)に示す車輪駆動走行状態である。モータ等のアクチュエータの駆動力は車輪102に伝達され、走行ロボット100は車輪駆動で走行する。

[0074] このように、本開示の走行ロボット100は、脚101のロック処理とクラッチ制御による駆動力の伝達先の切り替え(脚から車輪)を行う直前に、脚101による加速処理、例えば蹴り動作を実行して加速を行う。この加速処理によって、脚101のロック処理とクラッチ制御による駆動力伝達先の切り替え時に発生する減速の影響を低減し、車輪駆動走行開始時の速度を、脚駆動走行時の速度とほぼ同じ速度に維持することが可能となる。すなわち、大きな速度低下を発生させることなく、車輪駆動走行を開始させることができる。

[0075] [3. 車輪駆動から脚駆動への切り替えシーケンスの詳細について]

次に、本開示の走行ロボット100が実行する車輪駆動から脚駆動への切り替えシーケンスの詳細について説明する。

[0076] 図9に示すフローチャートを参照して、本開示の走行ロボット100が実行する車輪駆動から脚駆動への切り替えシーケンスについて説明する。

なお、図9に示すフローチャートに従った処理は、走行ロボット100の制御部(データ処理部)が、例えば走行ロボット100の記憶部に格納されたプログラムに従って実行することが可能である。例えばプログラム実行機能を有するCPU等のプロセッサによるプログラム実行処理として行うこと

ができる。

以下、図9に示すフローの各ステップの処理について説明する。

[0077] (ステップS201)

まず、本開示の走行ロボット100の制御部は、ステップS201において、モータ等のアクチュエータの駆動力を車輪102に伝達し、車輪駆動による走行を実行する。

この状態は、図10(S201)に示す車輪駆動走行状態である。

[0078] (ステップS202)

次に、制御部は、ステップS202において、車輪駆動による加速処理を実行する。例えば車輪102の回転速度を上げる処理を実行して、走行ロボットの加速処理を実行する。

この処理は、先に図5を参照して説明した時間 $t_1 \sim t_2$ の車輪駆動走行加速期間の処理に相当する。

[0079] この状態は、図10(S202)に示す車輪駆動による加速状態である。

なお、この状態でも、モータ等のアクチュエータの駆動力は車輪102に伝達され、車輪駆動による走行が継続されている。

[0080] (ステップS203)

ステップS202における加速処理の後、次に、制御部はステップS203において、クラッチ103を制御して、モータ等のアクチュエータの駆動力の伝達先を車輪102から脚101に切り替える。

[0081] この処理は、先に図5を参照して説明した時間 $t_2 \sim t_3$ の非駆動車輪による滑走状態の前半の処理に相当する。

また、この状態は、図10(S203)に示す車輪駆動停止状態である。この間にモータ等のアクチュエータの駆動力は車輪102から脚101に切り替えられる。この切り替え期間は、走行ロボット100は、駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

[0082] (ステップS204)

ステップS203におけるクラッチ制御、すなわちモータ等のアクチュエ

ータの駆動力の伝達先を車輪102から脚101に切り替えが完了すると、次に、制御部はステップS204において、脚101のロック機構104からの解除を行い、さらに、モータ等のアクチュエータの駆動力により脚101の接地処理を開始する。

この処理は、先に図5を参照して説明した時間t2～t3の非駆動車輪による滑走状態の後半の処理に相当する。

[0083] また、この状態は、図11（S204）に示す脚駆動による接地処理開始状態である。この期間において、モータ等のアクチュエータの駆動力は脚101に伝達されるが、この駆動力は、脚101の接地に必要な脚101の移動処理に利用される。従って、走行ロボット100は、駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

[0084] （ステップS205～S206）

次に、制御部は、ステップS205～S206において、脚101が接地したことを確認し、さらに、脚101の駆動による安定走行が可能か否かを判定する。具体的には、例えば、4本の脚各々について、走行面に対する接触、離間を試験的に実行し、安定的な脚駆動走行が可能か否かを判定する。

なお、この処理は、車輪102が接地した状態の非駆動車輪による滑走状態で実行する。

[0085] 安定的な脚駆動走行が可能でないと判定した場合はステップS201に戻り、車輪駆動に切り替える。

一方、安定的な脚駆動走行が可能であると判定した場合はステップS207に進む。

[0086] このステップS205～S206の処理も、先に図5を参照して説明した時間t2～t3の非駆動車輪による滑走状態の後半の処理に相当する。すなわち、走行ロボット100は、駆動力の供給されない車輪102による滑走状態となる。

[0087] （ステップS207）

ステップS205～S206において、安定的な脚駆動走行が可能である

と判定された場合は、制御部はステップS207において、ロボットを上昇させて、通常の間駆動走行を開始する。

[0088] この処理は、先に図5を参照して説明した時間t3～の間駆動走行状態の処理に相当する。

また、この状態は、図11(S207)に示す間駆動走行状態である。モータ等のアクチュエータの間動力は車輪102に伝達され、走行ロボット100は車輪駆動で走行する。

[0089] このように、本開示の走行ロボット100は、クラッチ制御による間動力の伝達先の切り替え(車輪から脚)処理や、脚101のロック解除や接地処理を行う前に、車輪102による加速処理、例えば車輪102の回転速度を上げて加速を行う。この加速処理によって、クラッチ制御による間動力伝達先の切り替え処理や脚接地処理の処理期間に発生する減速の影響を低減し、間駆動走行開始時の速度を、車輪駆動走行時の速度とほぼ同じ速度に維持することが可能となる。すなわち、大きな速度低下を発生させることなく、間駆動走行を開始させることができる。

[0090] [4. その他の実施例について]

次に、本開示の処理を適用可能なその他の実施例について説明する。

上述した実施例では、脚101が4本、車輪102の数も4つの4脚4間駆動輪の走行ロボット100を例として説明した。

本開示の処理は、4脚4間駆動輪の走行ロボットに限らず、脚や車輪の数の異なる様々な走行ロボットに適用可能である。

[0091] 例えば図12に示す走行ロボット120は、モータ等のアクチュエータによって間駆動する間駆動車輪122を2つとし、アクチュエータの間動力が伝達されない非間駆動車輪123を設けた3輪構成である。

脚121は4本であり、すべてアクチュエータの間動力が伝達される。

[0092] また、図13に示す走行ロボット150は、モータ等のアクチュエータによって間駆動する間駆動クローラ(キャタピラ)152を2つ設けた構成である。脚151は2本であり、アクチュエータの間動力によって間駆動する。

このように、本開示の処理は、4脚4駆動輪の走行ロボットに限らず、脚や車輪の数の異なる様々な走行ロボットに適用可能である。

[0093] また、上述した実施例では、走行ロボット100の走行面を平面として説明したが、走行ロボット100の走行面は平面に限らない。

図14以下を参照して、走行面が平面でない場合の走行ロボット100の動作例について説明する。

[0094] 図14は、走行面が階段状であり、走行ロボット100が階段状の走行面を下る場合の例である。

走行ロボット100は、ステップS301において、階段の最上段を車輪駆動で走行している。階段を下りる過程で車輪駆動走行を脚駆動走行に切り替えるものとする。

[0095] この場合、走行ロボット100は、走行面である階段の面に接触して走行することなく、図のステップS302に示すように滑空状態に移行した後、階段の最下段において脚101を利用して着地して脚駆動で走行を開始する。

この場合の駆動切り替え時の加速処理は、落下による加速の影響を考慮して、抑えた加速制御を行うことになる。

走行ロボット100は、センサによる検出情報に基づいて落下距離や、滑空時間を算出して、必要となる加速処理のレベルを算出して、加速処理を実行する。

[0096] 図15は、図14と同様、走行面が階段状であるが、走行ロボット100が階段状の走行面を登場合の例である。

走行ロボット100は、ステップS321において、階段の最下段を脚駆動で走行している。階段を上がる過程で脚駆動走行を車輪駆動走行に切り替えるものとする。

[0097] この場合、走行ロボット100は、走行面である階段の面に接触して走行することなく、図のステップS322に示すようにジャンプして、階段の最上段において車輪102を利用して着地して車輪駆動で走行を開始する。

この場合の駆動切り替え時の加速処理は、ジャンプ処理による減速の影響を考慮して、より大きな加速制御を行うことになる。

走行ロボット100は、センサによる検出情報に基づいてジャンプする高さや、滑空時間を算出して、必要となる加速処理のレベルを算出して、加速処理を実行する。

[0098] 図16は、走行面が坂道であり、走行ロボット100が坂道を下る場合の例である。

走行ロボット100は、ステップS341において、坂道を下るように脚駆動で走行している。この坂道を下る過程で脚駆動走行を車輪駆動走行に切り替えるものとする。

[0099] この場合、走行ロボット100は、走行面である坂道を下る過程で、ステップS342に示すように非駆動車輪による滑走状態に移行した後、ステップS343で車輪駆動走行に移行する。

この場合の駆動切り替え時の加速処理は、坂道の落下による加速の影響を考慮して、抑えた加速制御を行うことになる。

走行ロボット100は、センサによる検出情報に基づいて落下距離や、坂道の滑走時間を算出して、必要となる加速処理のレベルを算出して、加速処理を実行する。

[0100] 図17は、図16と同様、走行面が坂道であるが、走行ロボット100が坂道を上る場合の例である。

走行ロボット100は、ステップS361において、坂道を上るように脚駆動で走行している。この坂道を上る過程で脚駆動走行を車輪駆動走行に切り替えるものとする。

[0101] この場合、走行ロボット100は、走行面である坂道を上る過程で、ステップS362に示すように非駆動車輪による滑走状態に移行した後、ステップS363で車輪駆動走行に移行する。

この場合の駆動切り替え時の加速処理は、坂道を上ることによる減速の影響を考慮して、より大きな加速制御を行うことになる。

走行ロボット100は、センサによる検出情報に基づいて坂道を上る高さや、非駆動車輪による滑走時間を算出して、必要となる加速処理のレベルを算出して、加速処理を実行する。

[0102] このように、本開示の走行ロボットは、様々な走行面に応じた制御を行う。

すなわち脚駆動走行から車輪駆動走行に切り替える際には、車輪駆動走行開始時の速度を、脚駆動走行時の速度にほぼ一致するように、脚駆動走行の終了時に蹴り動作等による加速処理を実行する。

[0103] また、車輪駆動走行から脚駆動走行に切り替える際には、脚駆動走行開始時の速度を、車輪駆動走行時の速度にほぼ一致するように、車輪駆動走行の終了時に車輪の回転速度を制御して加速処理を実行する。

[0104] これらの処理より、クラッチの切り替えや脚のロック処理、またはロック解除と接地処理等の期間に発生する走行速度の減速の影響を低減して、安定した走行速度の維持を行うことが可能となる。

[0105] [5. 走行ロボットのハードウェア構成例について]

次に、走行ロボット100のハードウェア構成の一例について説明する。

図18は、本開示の走行ロボット100の一構成例を示すブロック図である。

[0106] 図18に示すように、走行ロボット100は、制御部201、入力部202、出力部203、センサ群204、駆動部205、通信部206、記憶部207を有する。

[0107] 制御部201は、走行ロボット100において実行する処理の制御を行う。例えば記憶部207に格納されている制御プログラムに従った処理を実行する。制御部201はプログラム実行機能を有するプロセッサを有する。

[0108] 入力部202は、ユーザにより、様々なデータ入力可能なインタフェースであり、タッチパネル、コード読み取り部、各種のスイッチ等によって構成される。

出力部203はアラートや音声を出力するスピーカ、画像出力するディスプレイ

プレイ、、さらにライト等を出力する出力部である。

[0109] センサ群204はカメラ、マイク、レーダ、距離センサ等の様々なセンサによって構成される。

駆動部205は走行ロボット100を移動させるための車輪や脚の駆動部であるモータ等のアクチュエータや方向制御機構等によって構成される。

通信部206は、例えば管理サーバや、外部センサ等の外部機器等との通信処理を実行する。

記憶部207は、走行経路情報や、制御部201において実行するプログラム情報等を格納している。

[0110] [6. 本開示の構成のまとめ]

以上、特定の実施例を参照しながら、本開示の実施例について詳解してきた。しかしながら、本開示の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本開示の要旨を判断するためには、特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

[0111] なお、本明細書において開示した技術は、以下のような構成をとることができる。

(1) 駆動部と、

前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、

前記駆動部の駆動力により駆動する脚と、

前記駆動部の駆動力により駆動する車輪と、

制御部を有し、

前記制御部は、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボット。

[0112] (2) 前記制御部は、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、前記車輪を非駆動状態で滑走さ

せる滑走移動状態に設定する（１）に記載の走行ロボット。

[0113] （３） 前記制御部は、

脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に、駆動切り替え後の車輪駆動による走行速度を、駆動切り換え前の脚駆動による走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前の脚駆動実行時に脚駆動態様を変更して加速処理を実行する（１）または（２）に記載の走行ロボット。

[0114] （４） 前記制御部は、

前記加速処理として、前記脚による蹴り動作を実行させる（３）に記載の走行ロボット。

[0115] （５） 前記制御部は、

車輪駆動から脚駆動への駆動切り替え時に、駆動切り替え後の脚駆動による走行速度を、駆動切り換え前の車輪駆動による走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前の車輪駆動実行時に車輪駆動態様を変更して加速処理を実行する（１）～（４）いずれかに記載の走行ロボット。

[0116] （６） 前記制御部は、

前記加速処理として、前記車輪の回転速度を上げる制御を実行する（５）に記載の走行ロボット。

[0117] （７） 前記走行ロボットは、

前記脚のロック機構を有し、

前記制御部は、

車輪駆動時に、前記脚を前記ロック機構による固定状態に維持する処理を実行する（１）～（６）いずれかに記載の走行ロボット。

[0118] （８） 前記制御部は、

脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に、

前記駆動部からの駆動力を、前記脚をロック機構に固定するための脚の移動処理に利用する制御を行う（１）～（７）いずれかに記載の走行ロボット。

[0119] （９） 前記制御部は、

脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に実行する駆動切り替え前の脚駆動実行時の加速制御を、

前記脚をロック機構に固定する脚移動処理と、前記クラッチによる前記駆動部の駆動力の伝達先を脚から車輪に切り替える処理の実行期間内の速度低下を考慮して実行する（１）～（８）いずれかに記載の走行ロボット。

[0120] （１０） 前記制御部は、

車輪駆動から脚駆動への駆動切り替え時に実行する駆動切り替え前の車輪駆動実行時の加速制御を、

前記クラッチによる前記駆動部の駆動力の伝達先を車輪から脚に切り替える処理と、前記脚のロックを解除して接地する脚移動処理の実行期間内の速度低下を考慮して実行する（１）～（９）いずれかに記載の走行ロボット。

[0121] （１１） 走行ロボットにおいて実行する走行ロボット制御方法であり、

前記走行ロボットは、

駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、

前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、

制御部を有し、

前記制御部が、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボット制御方法。

[0122] （１２） 走行ロボットにおいて走行ロボット制御を実行させるプログラムであり、

前記走行ロボットは、

駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、

前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、

制御部を有し、

前記プログラムは、前記制御部に、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆

動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行させるプログラム。

[0123] なお、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。例えば、プログラムは記録媒体に予め記録しておくことができる。記録媒体からコンピュータにインストールする他、LAN (Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介してプログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。

[0124] また、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

産業上の利用可能性

[0125] 以上、説明したように、本開示の一実施例の構成によれば、脚駆動と車輪駆動の切り替え走行を行う走行ロボットにおいて、脚駆動と車輪駆動切り替え時の速度低下の抑制が実現される。

具体的には、例えば、駆動部と、駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、制御部を有する。制御部は、脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように駆動切り替え前に走行速度制御を実行する。制御部は、脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、車輪を非駆動状態で滑走させる滑走移動状態に設定する。駆動切り替え時

には、駆動切り替え後の走行速度を、駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に加速処理を実行する。

本構成により、脚駆動と車輪駆動の切り替え走行を行う走行ロボットにおいて、脚駆動と車輪駆動切り替え時の速度低下の抑制が実現される。

符号の説明

- [0126] 100 走行ロボット
- 101 脚
- 102 車輪
- 103 クラッチ
- 104 ロック機構
- 120 走行ロボット
- 121 脚
- 122 駆動車輪
- 123 非駆動車輪
- 150 走行ロボット
- 151 脚
- 152 駆動クローラ（キャタピラ）
- 201 制御部
- 202 入力部
- 203 出力部
- 204 センサ群
- 205 駆動部
- 206 通信部
- 207 記憶部

請求の範囲

- [請求項1] 駆動部と、
前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と、
前記駆動部の駆動力により駆動する車輪と、
制御部を有し、
前記制御部は、
脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボット。
- [請求項2] 前記制御部は、
脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、前記車輪を非駆動状態で滑走させる滑走移動状態に設定する請求項1に記載の走行ロボット。
- [請求項3] 前記制御部は、
脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に、駆動切り替え後の車輪駆動による走行速度を、駆動切り換え前の脚駆動による走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前の脚駆動実行時に脚駆動態様を変更して加速処理を実行する請求項1に記載の走行ロボット。
- [請求項4] 前記制御部は、
前記加速処理として、前記脚による蹴り動作を実行させる請求項3に記載の走行ロボット。
- [請求項5] 前記制御部は、
車輪駆動から脚駆動への駆動切り替え時に、駆動切り替え後の脚駆動による走行速度を、駆動切り換え前の車輪駆動による走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前の車輪駆動実行時に車輪駆動態様を変更して加速処理を実行する請求項1に記載の走行ロボット。
- [請求項6] 前記制御部は、
前記加速処理として、前記車輪の回転速度を上げる制御を実行する

請求項5に記載の走行ロボット。

[請求項7] 前記走行ロボットは、
前記脚のロック機構を有し、
前記制御部は、
車輪駆動時に、前記脚を前記ロック機構による固定状態に維持する
処理を実行する請求項1に記載の走行ロボット。

[請求項8] 前記制御部は、
脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に、
前記駆動部からの駆動力を、前記脚をロック機構に固定するための
脚の移動処理に利用する制御を行う請求項1に記載の走行ロボット。

[請求項9] 前記制御部は、
脚駆動から車輪駆動への駆動切り替え時に実行する駆動切り替え前
の脚駆動実行時の加速制御を、
前記脚をロック機構に固定する脚移動処理と、前記クラッチによる
前記駆動部の駆動力の伝達先を脚から車輪に切り替える処理の実行期
間内の速度低下を考慮して実行する請求項1に記載の走行ロボット。

[請求項10] 前記制御部は、
車輪駆動から脚駆動への駆動切り替え時に実行する駆動切り替え前
の車輪駆動実行時の加速制御を、
前記クラッチによる前記駆動部の駆動力の伝達先を車輪から脚に切
り替える処理と、前記脚のロックを解除して接地する脚移動処理の実
行期間内の速度低下を考慮して実行する請求項1に記載の走行ロボッ
ト。

[請求項11] 走行ロボットにおいて実行する走行ロボット制御方法であり、
前記走行ロボットは、
駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、
制御部を有し、

前記制御部が、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行する走行ロボット制御方法。

[請求項12]

走行ロボットにおいて走行ロボット制御を実行させるプログラムであり、

前記走行ロボットは、

駆動部と、前記駆動部の駆動力の伝達先を切り替えるクラッチと、

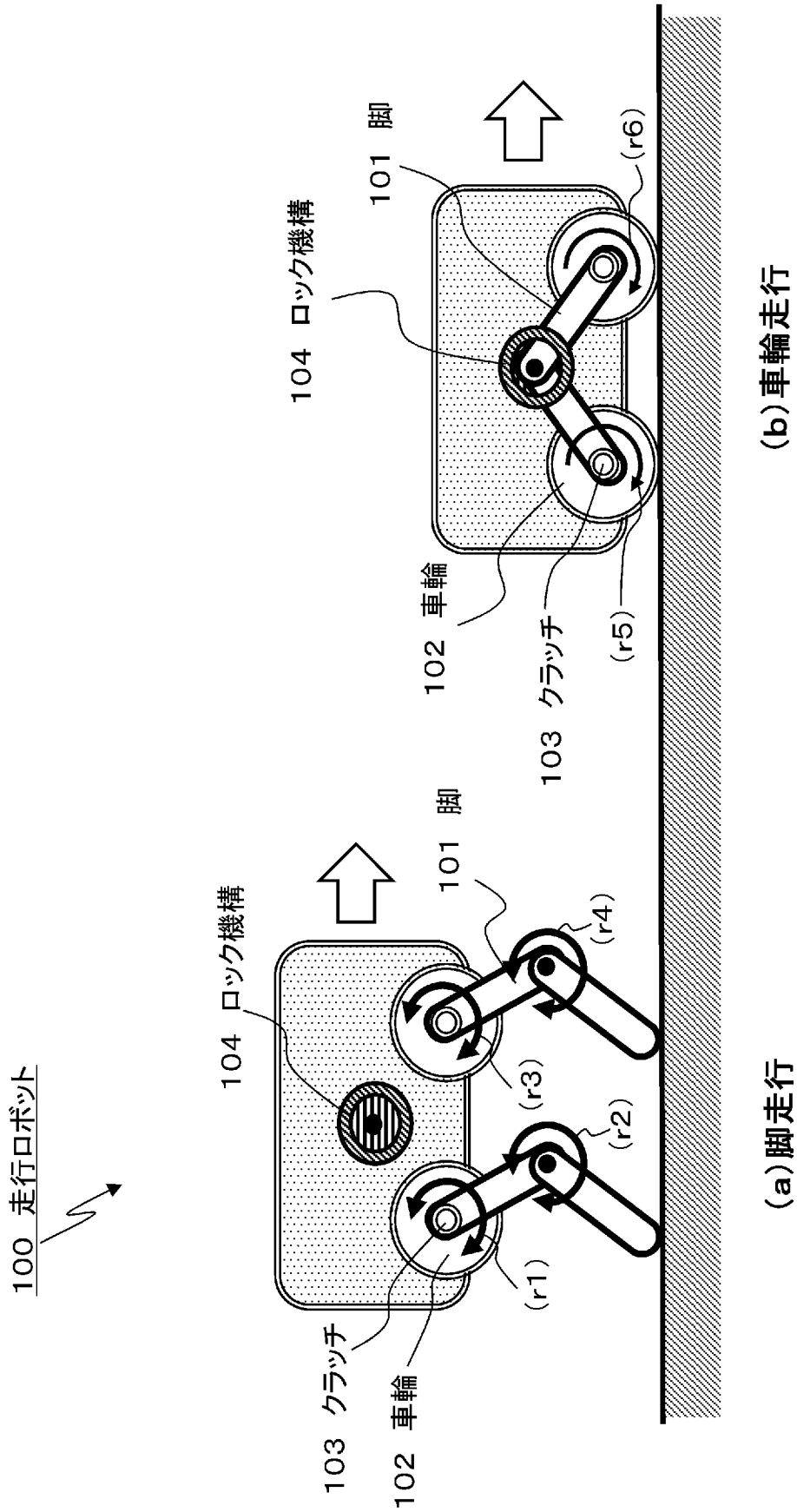
前記駆動部の駆動力により駆動する脚と車輪と、

制御部を有し、

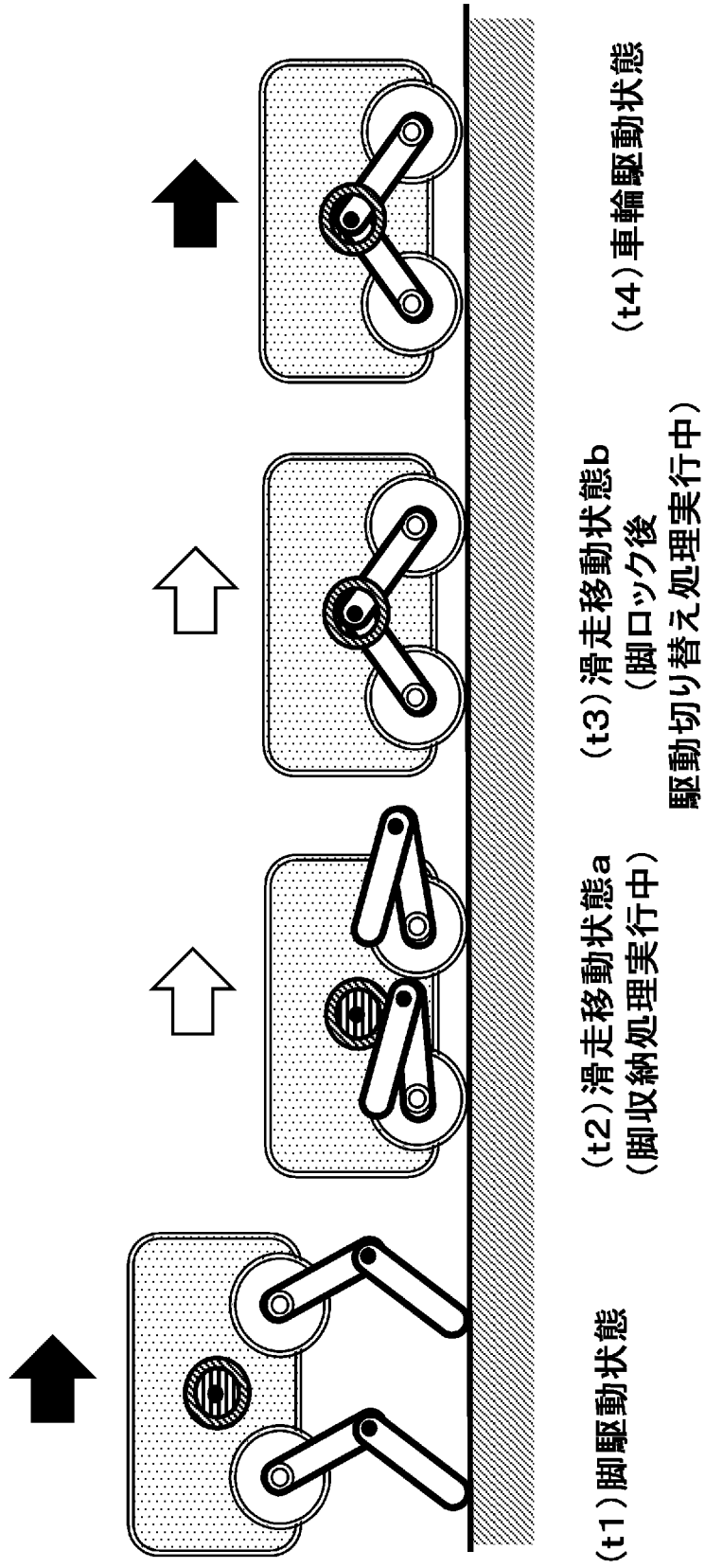
前記プログラムは、前記制御部に、

脚駆動と車輪駆動との駆動切り替え時に、駆動切り替え後の走行速度を駆動切り換え前の走行速度にほぼ等しくなるように、駆動切り替え前に走行速度制御を実行させるプログラム。

[図1]



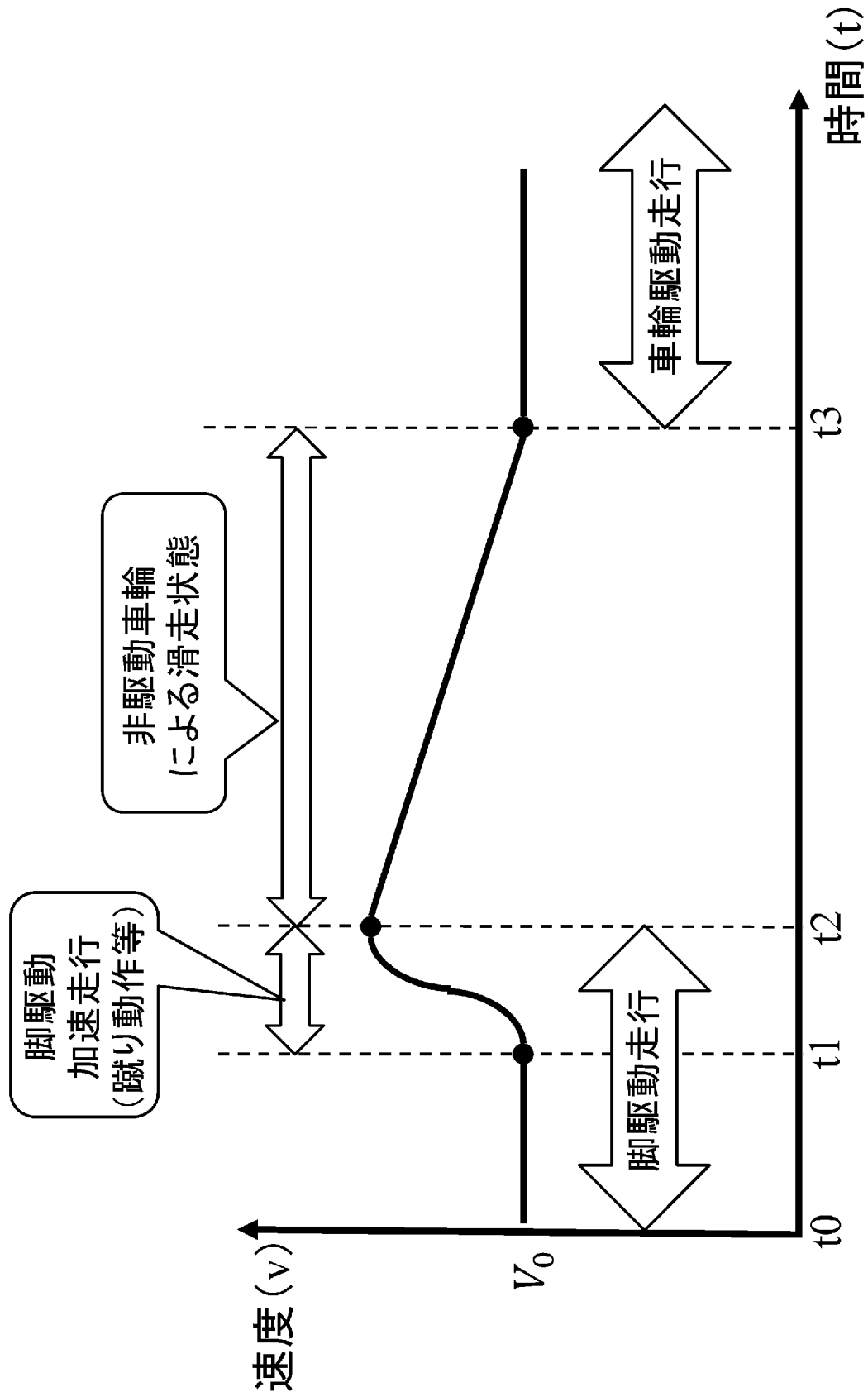
[図2]



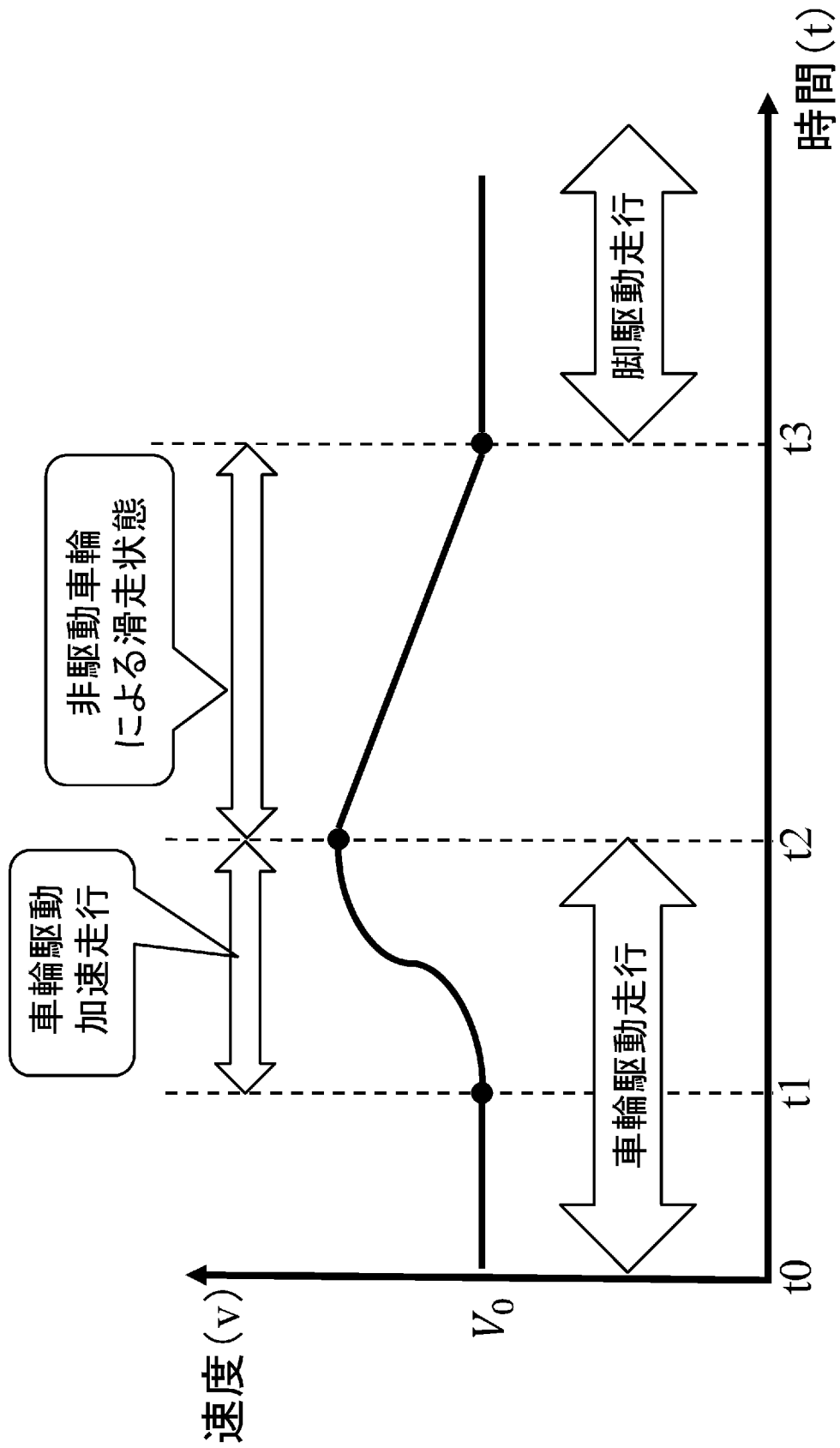
[図3]

| | | | | | | |
|-------|-----------|----|------------|-----------------------------------|--|----------------|
| | 駆動力 伝達 | 脚 | (t1)脚駆動状態 | (t2)滑走移動 状態a (脚収納処理 実行中) | (t3)滑走移動 状態b (脚ロック後、 駆動切り替え 処理実行中) | (t4)車輪駆動 状態 |
| | | 車輪 | ON (走行) | ON (収納処理) | OFF | OFF |
| ロック機構 | | | OFF | OFF→ON | ON | ON |
| | | | OFF | OFF | OFF | ON |

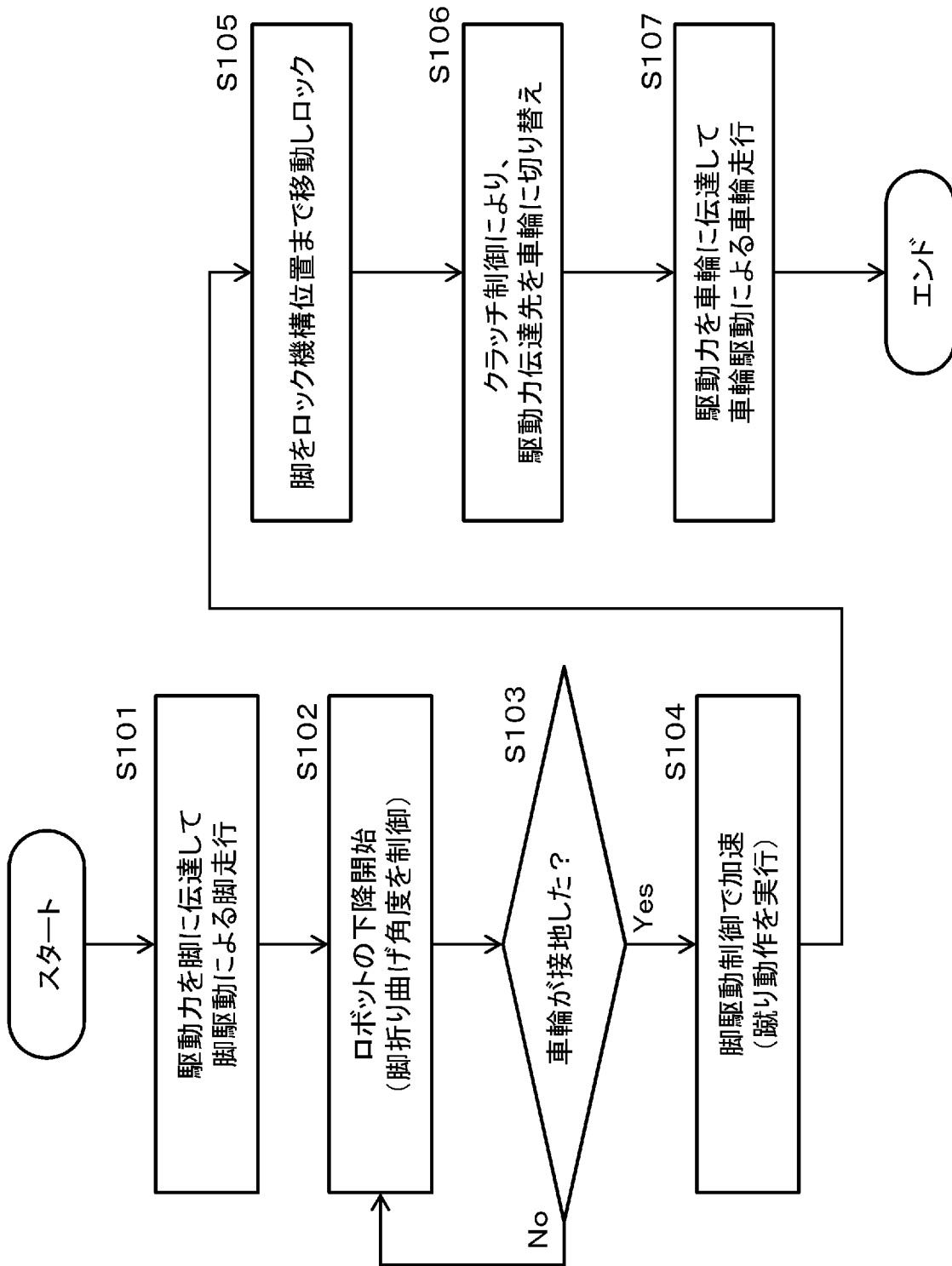
[図4]



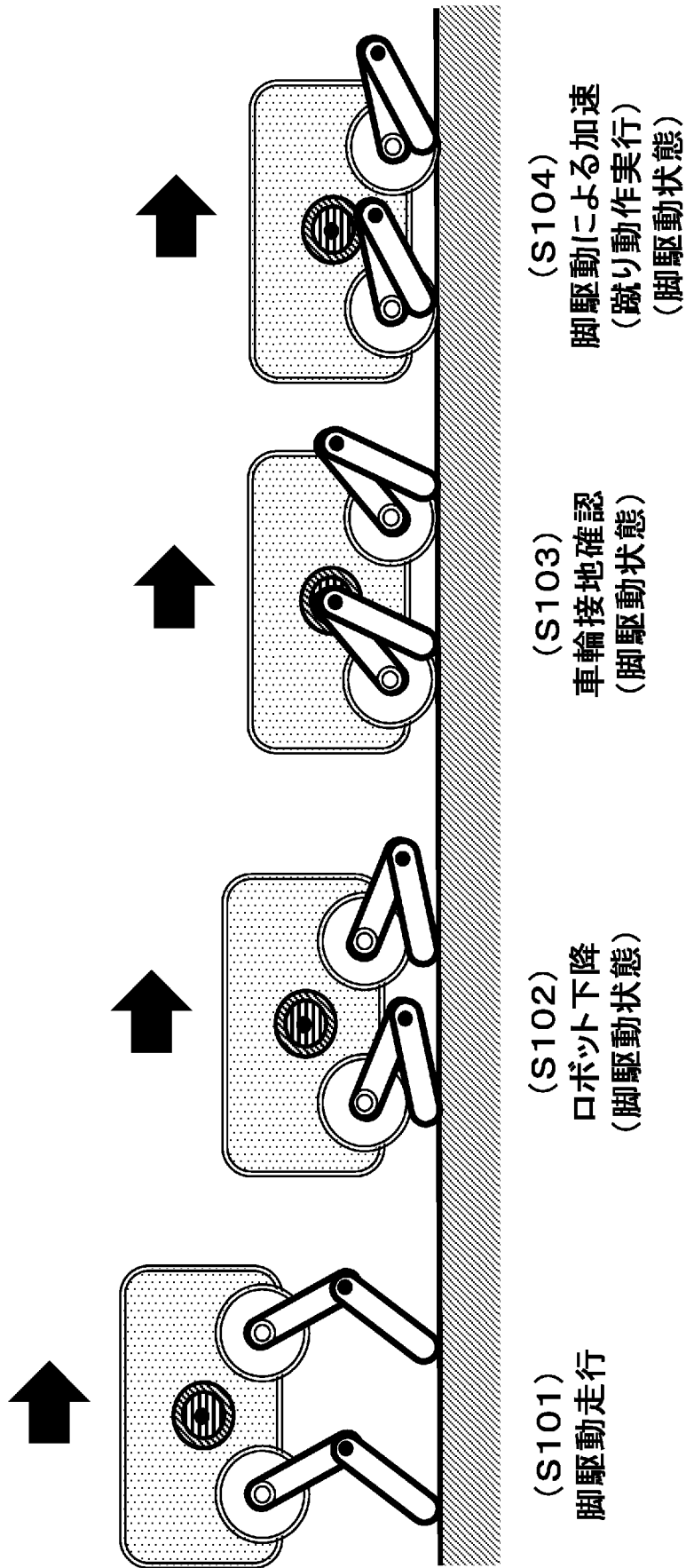
[図5]



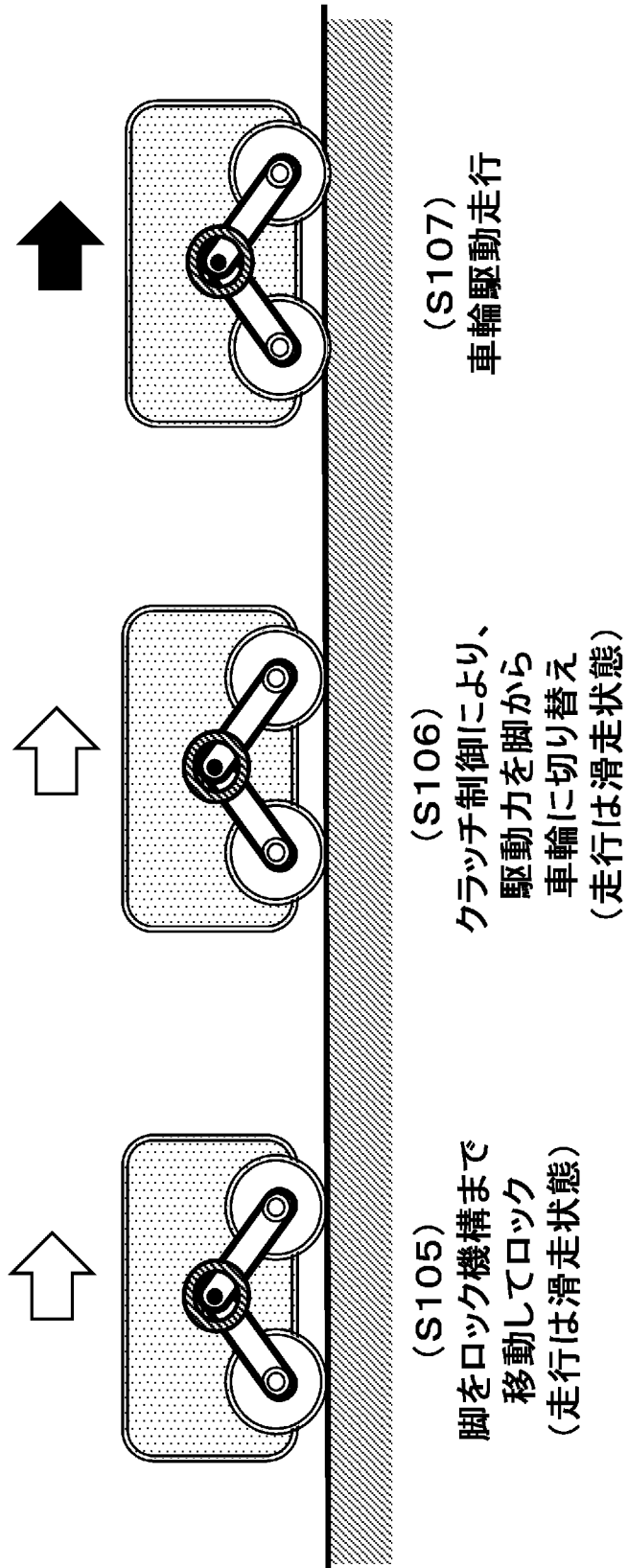
[図6]



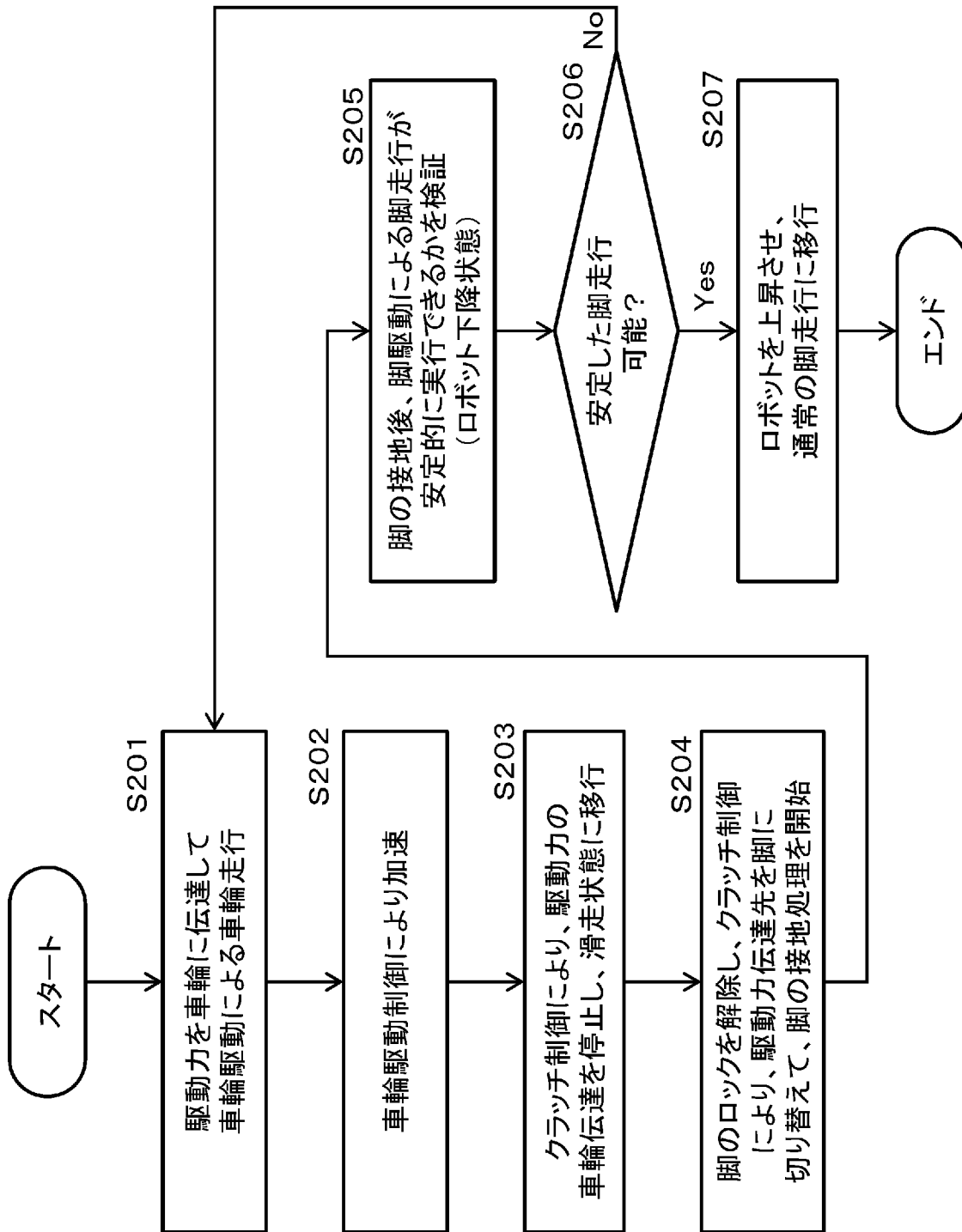
[図7]



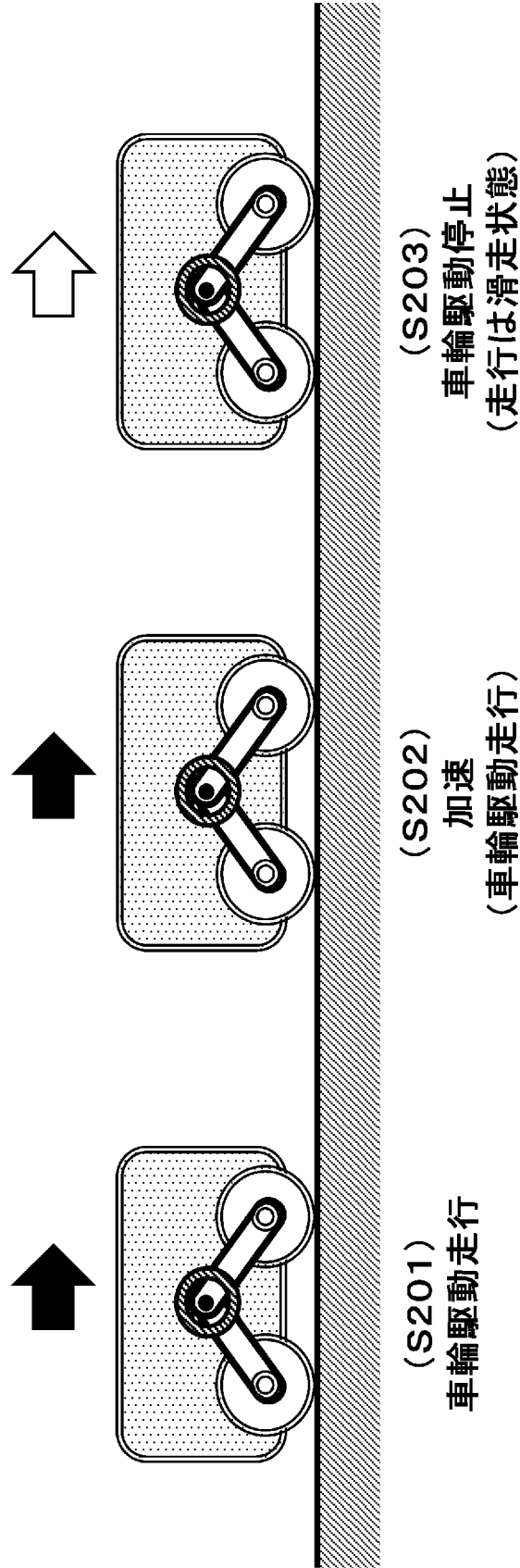
[図8]



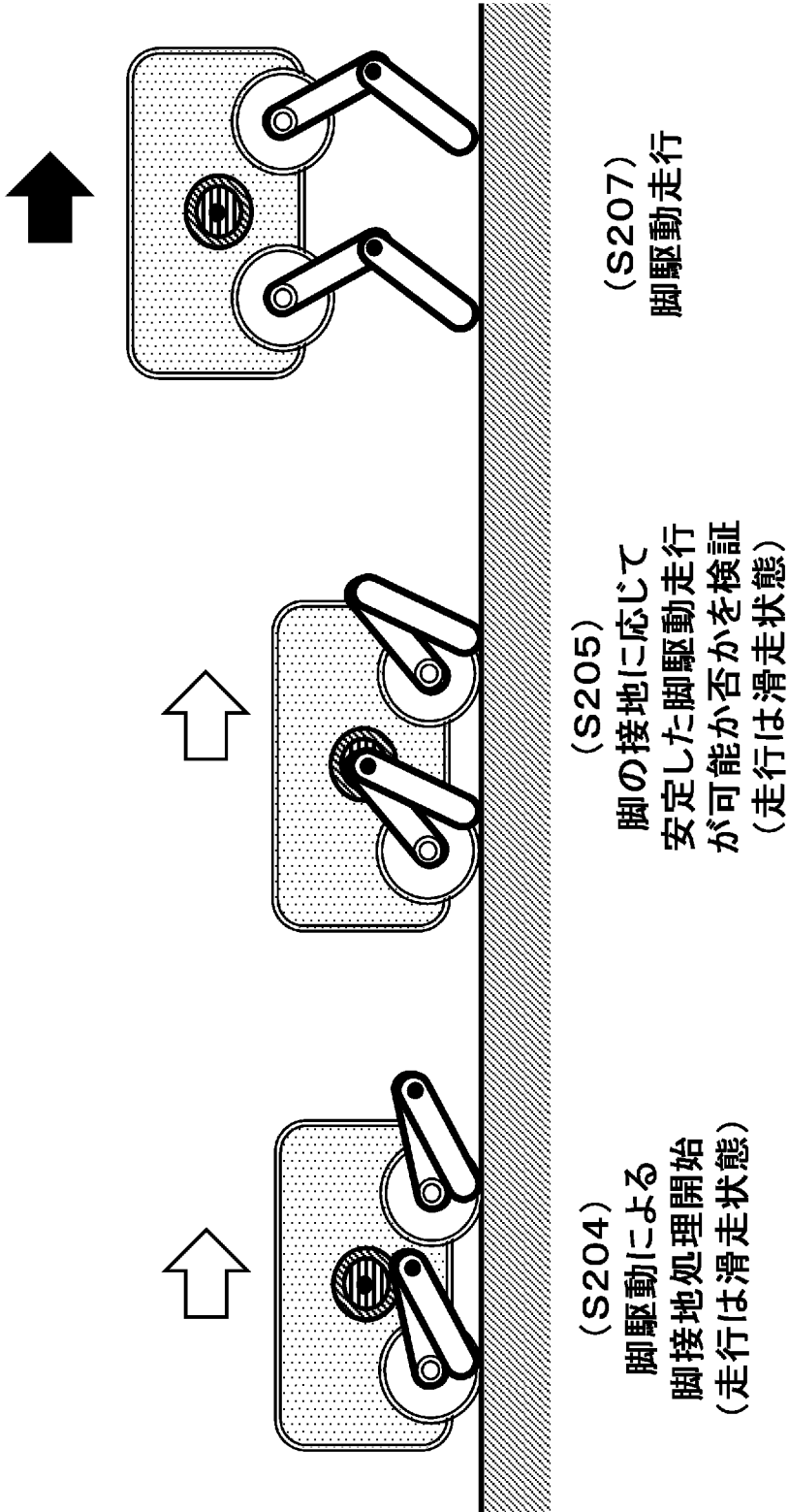
[図9]



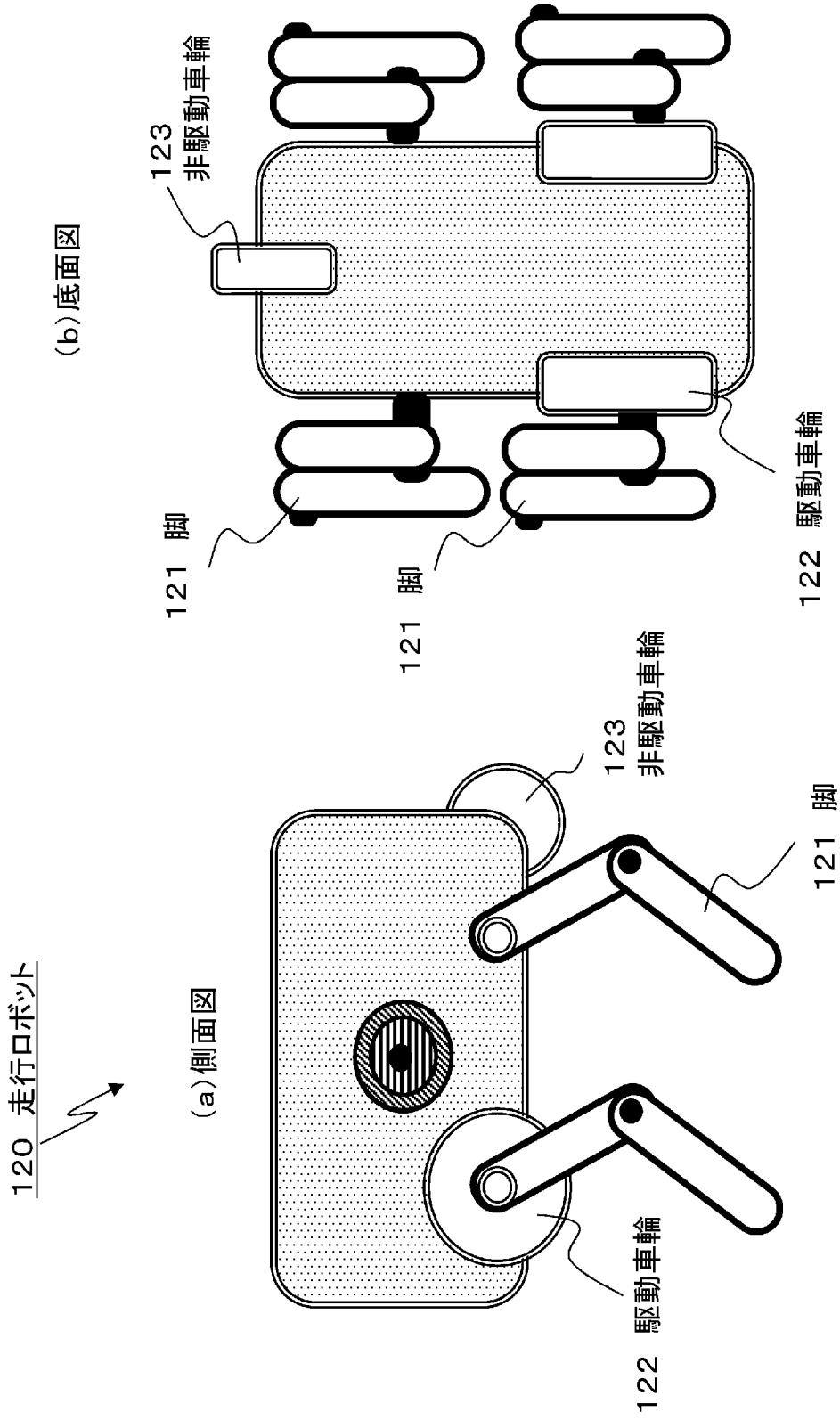
[図10]



[図11]



[図12]

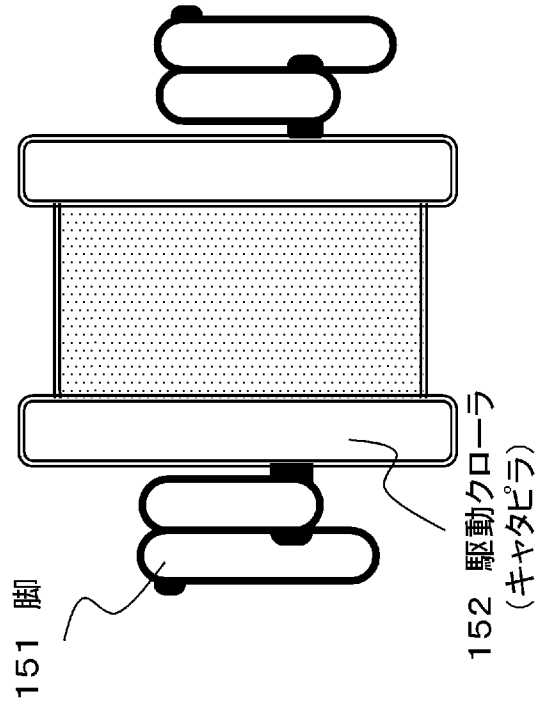


[図13]

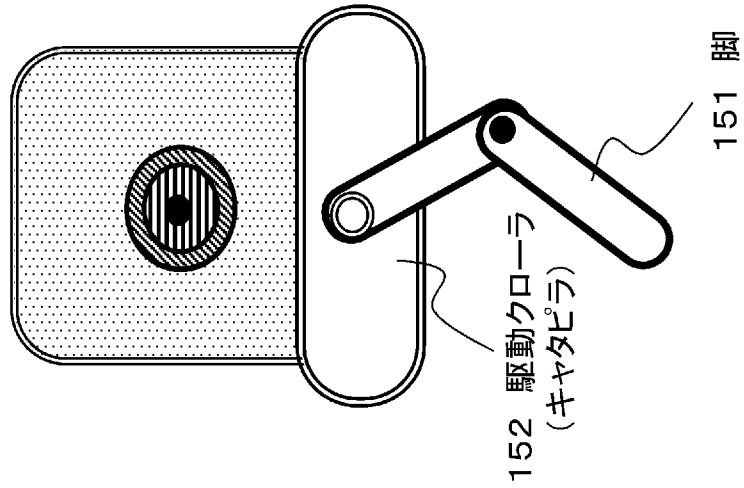
150 走行ロボット



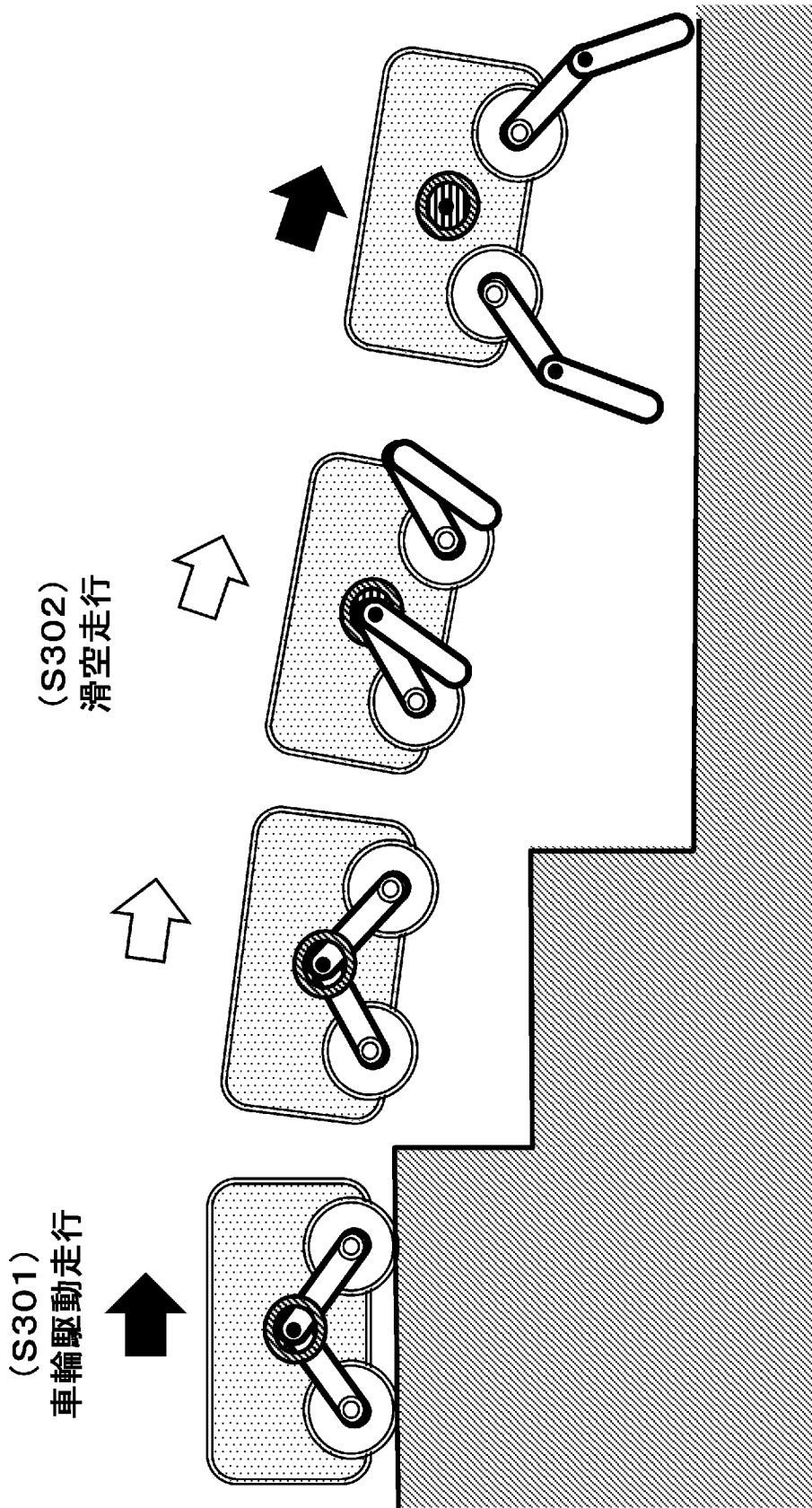
(b) 底面図



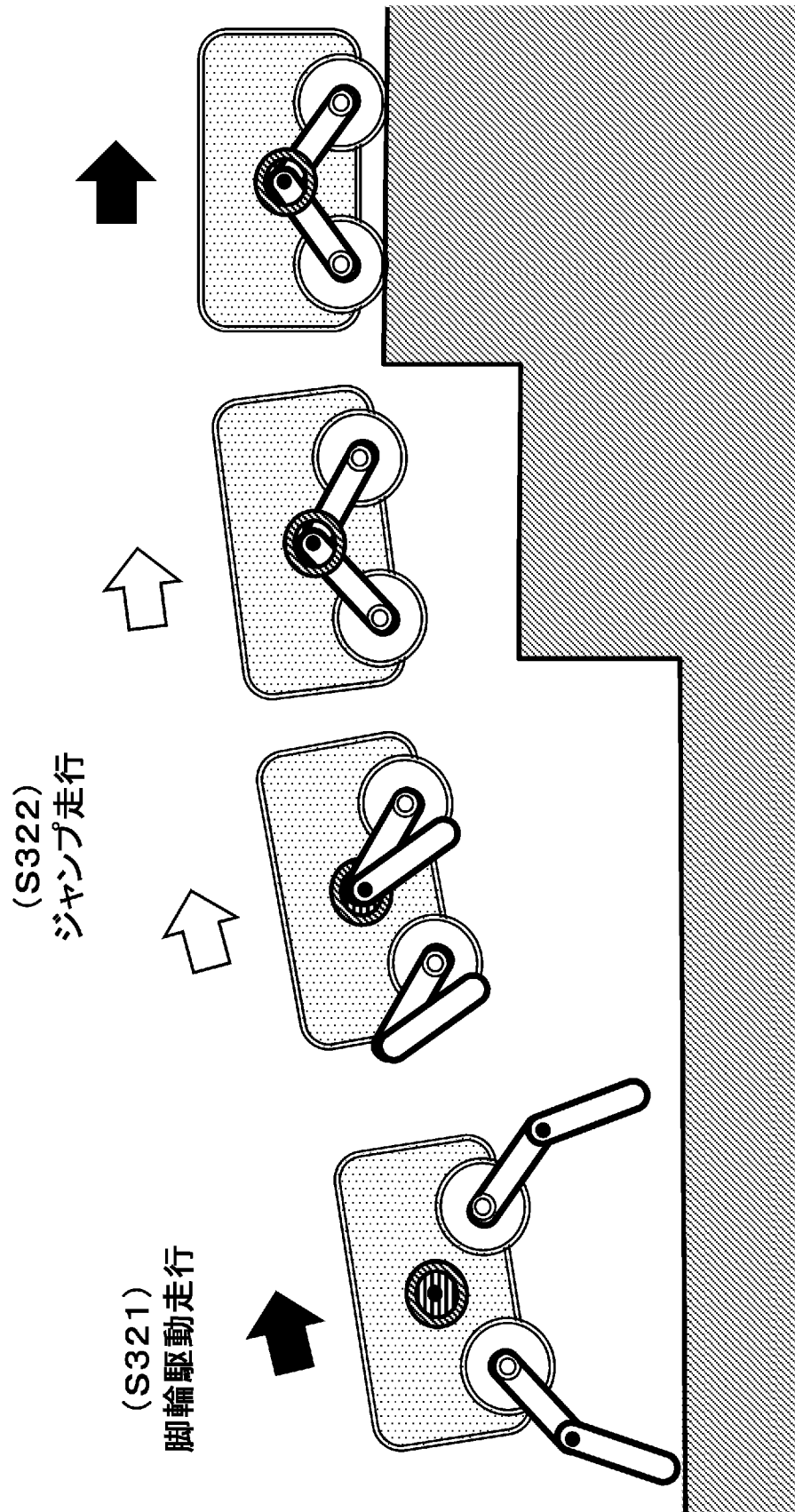
(a) 側面図



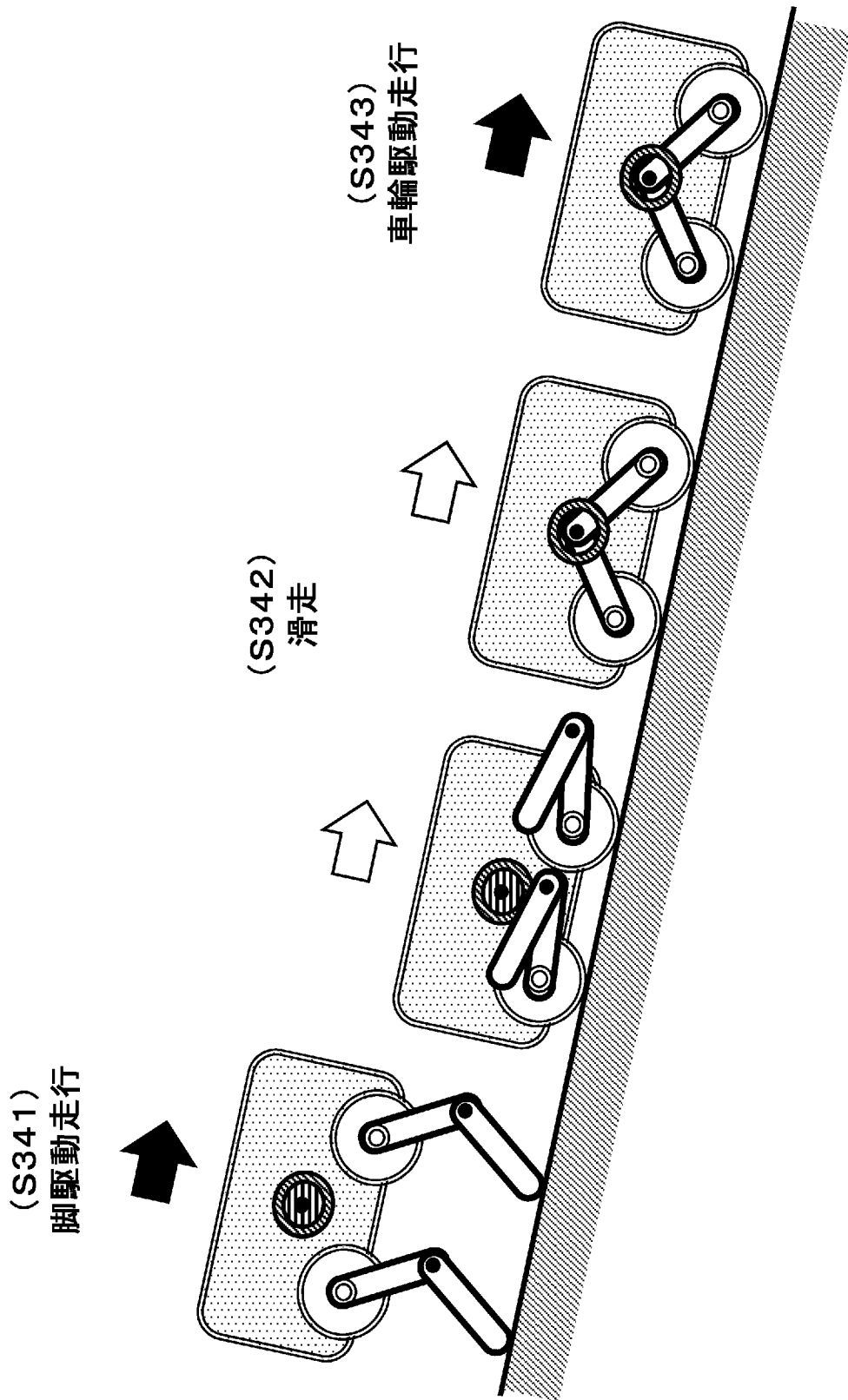
[図14]



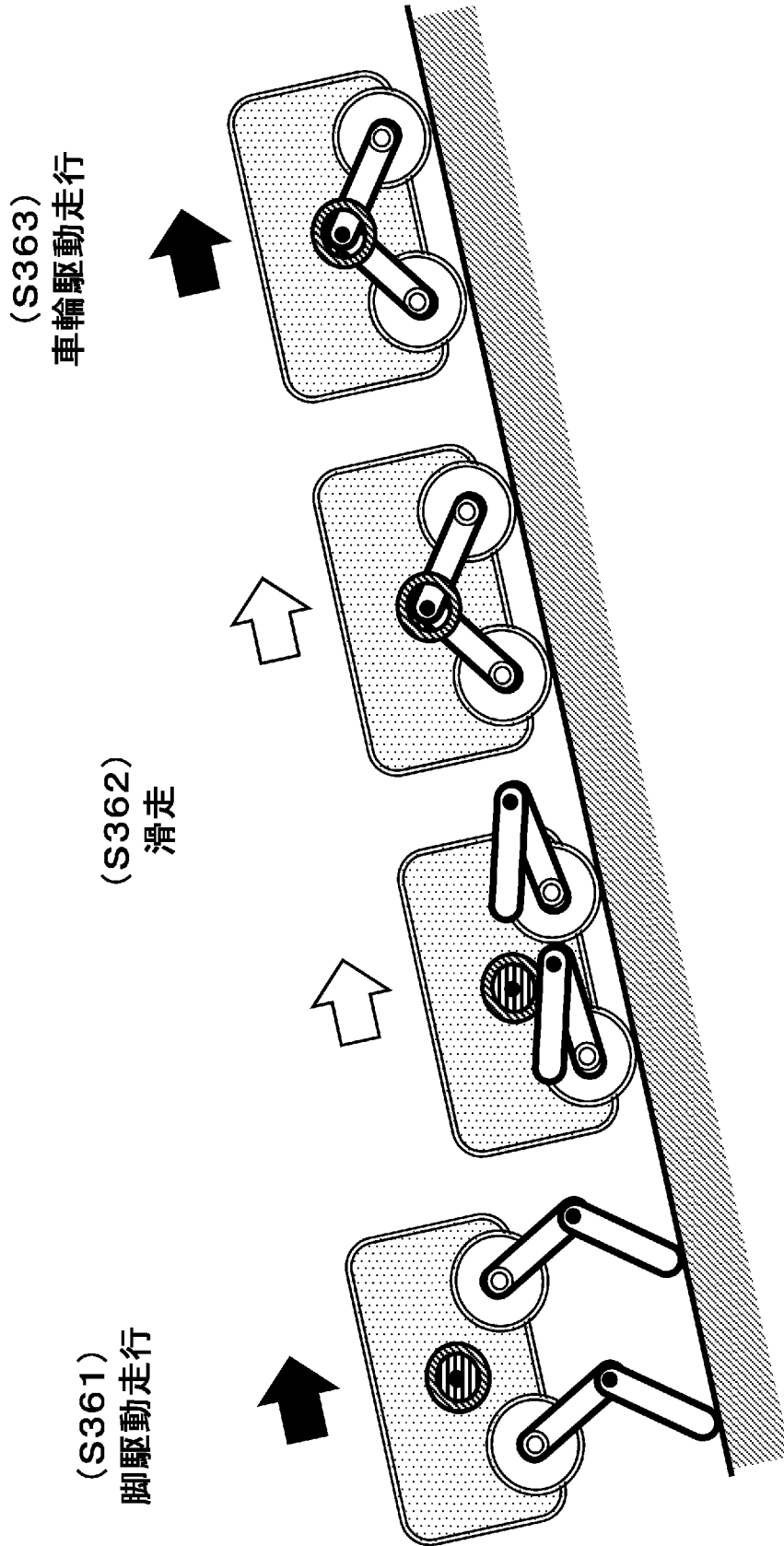
[図15]



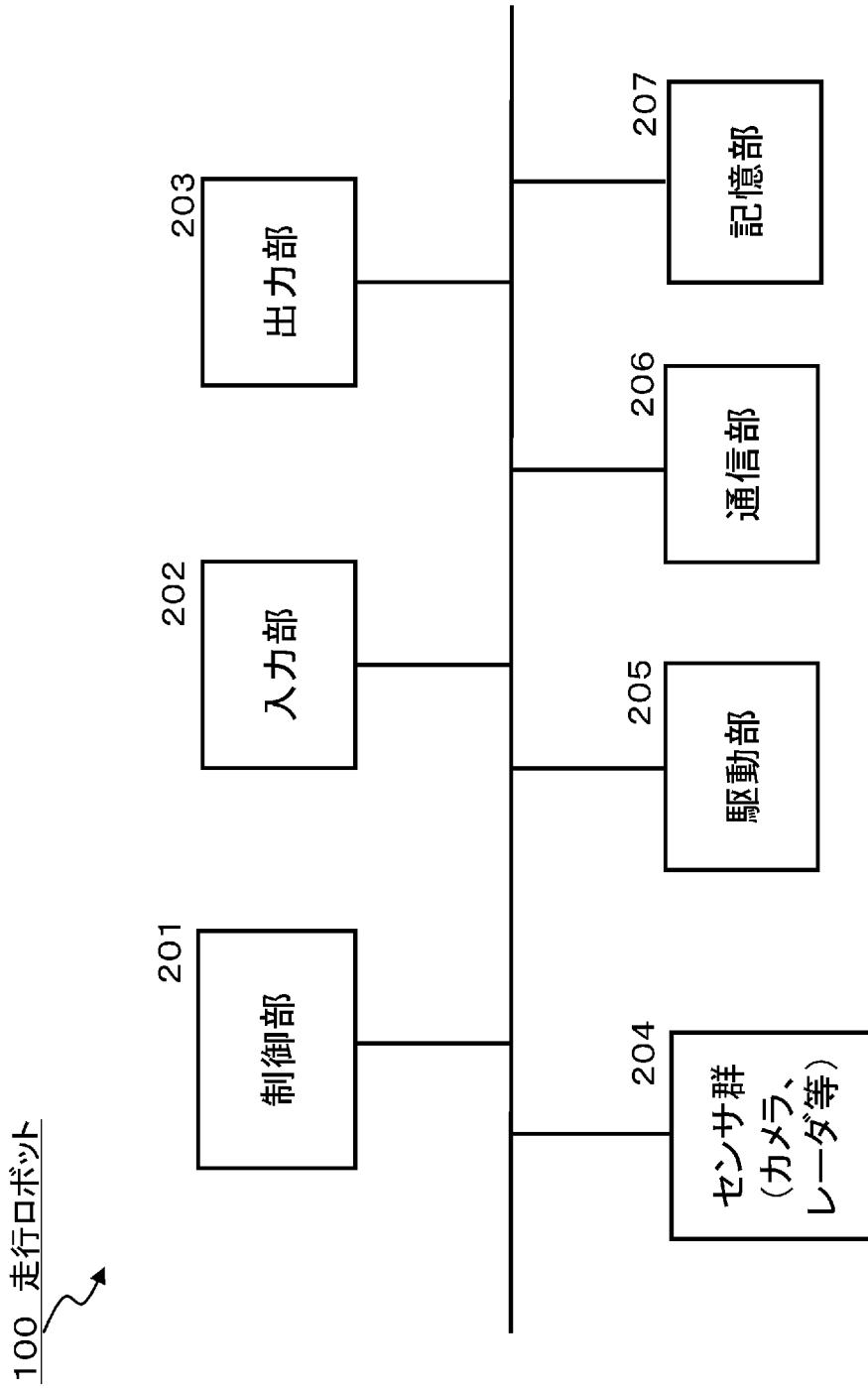
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/050492

| A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B25J 5/00 (2006.01) i; G05D 1/02 (2020.01) i; B62D 57/028 (2006.01) i FI: B25J5/00 C; B62D57/028 Z; B25J5/00 A; G05D1/02 X 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) B25J5/00; G05D1/02; B62D57/028 | | |
| 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 | | 1971-2020 |
| Registered utility model specifications of Japan | | 1996-2020 |
| Published registered utility model applications of Japan | | 1994-2020 |
| 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 | Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 151611/1985 (Laid-open No. 061485/1987) (AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) 16.04.1987 (1987-04-16) entire text, all drawings | 1-12 |
| A | JP 63-275486 A (KOBE STEEL, LTD.) 14.11.1988 (1988-11-14) entire text, all drawings | 1-12 |
| A | US 7017687 B1 (SARCOS INVESTMENTS LC) 28.03.2006 (2006-03-28) entire text, all drawings | 1-12 |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 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 27 January 2020 (27.01.2020) | | Date of mailing of the international search report 10 February 2020 (10.02.2020) |
| Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan | | Authorized officer Telephone No. |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2019/050492

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|---|------------------|----------------|------------------|
| JP 62-061485 U1 | 16 Apr. 1987 | (Family: none) | |
| JP 63-275486 A | 14 Nov. 1988 | (Family: none) | |
| US 7017687 B1 | 28 Mar. 2006 | (Family: none) | |

| | | |
|---|--|----------------|
| A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B25J 5/00(2006.01)i; G05D 1/02(2020.01)i; B62D 57/028(2006.01)i FI: B25J5/00 C; B62D57/028 Z; B25J5/00 A; G05D1/02 X | | |
| 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）） B25J5/00; G05D1/02; B62D57/028 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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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 | 日本国実用新案登録出願60-151611号(日本国実用新案登録出願公開62-061485号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（工業技術院長）16.04.1987（1987-04-16）全文、全図 | 1-12 |
| A | JP 63-275486 A（株式会社神戸製鋼所）14.11.1988（1988-11-14）全文、全図 | 1-12 |
| A | US 7017687 B1（SARCOS INVESTMENTS LC）28.03.2006（2006-03-28）全文、全図 | 1-12 |
| <input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “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 27.01.2020 | 国際調査報告の発送日 10.02.2020 | |
| 名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 | 権限のある職員（特許庁審査官） 石川 薫 3U 4860 電話番号 03-3581-1101 内線 3364 | |

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2019/050492

| 引用文献 | 公表日 | パテントファミリー文献 | 公表日 |
|-----------------|------------|-------------|-----|
| JP 62-061485 U1 | 16.04.1987 | (ファミリーなし) | |
| JP 63-275486 A | 14.11.1988 | (ファミリーなし) | |
| US 7017687 B1 | 28.03.2006 | (ファミリーなし) | |