

(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  
2014年5月8日(08.05.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/068759 A1

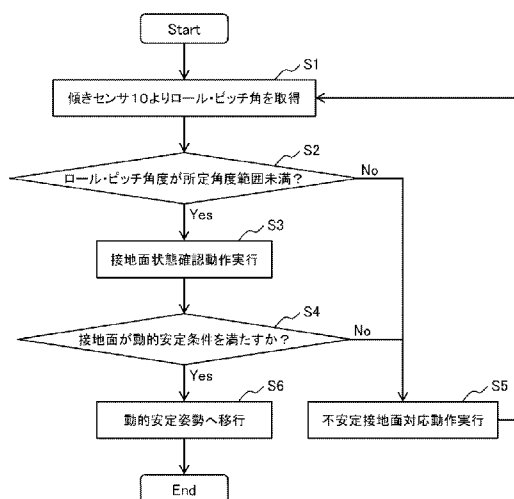
- (51) 国際特許分類:  
G05D 1/08 (2006.01) B25J 13/00 (2006.01)  
B25J 5/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/078429
- (22) 国際出願日: 2012年11月2日(02.11.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.)  
[JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目  
6番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 上田 泰士 (UEDA Taishi); 〒3191292 茨城  
県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日  
立製作所 日立研究所内 Ibaraki (JP). 中村 亮介  
(NAKAMURA Ryosuke); 〒3191292 茨城県日立市大  
みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所  
日立研究所内 Ibaraki (JP). 網野 梓 (AMINO  
Azusa); 〒3191292 茨城県日立市大みか町七丁目  
1番1号 株式会社日立製作所 日立研究所内  
Ibaraki (JP).
- (74) 代理人: ポレール特許業務法人 (POLAIRE I.P.C.);  
〒1040032 東京都中央区八丁堀二丁目7番1号  
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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN,  
IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,  
LS, LT, 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, 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, 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, ML, MR,  
NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MOVING APPARATUS

(54) 発明の名称: 移動装置

図 5



- S1 Acquire roll, pitch angle from slope sensor  
S2 Roll, pitch angle less than predetermined angular range?  
S3 Execute contacted ground condition recognition operation  
S4 Contacted ground meets dynamic stability parameter?  
S5 Execute unstable contacted ground countermeasure operation  
S6 Transition to dynamically stable posture

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a moving apparatus having a means for easily determining the possibility of self-support in a dynamically stable posture. For this purpose, this moving apparatus is provided with: a displacement unit for displacing the position of the apparatus itself, with respect to a ground surface contacted by the apparatus itself; and a control unit for controlling the displacement unit in such a way that the apparatus itself can move to a target spot. The moving apparatus has at least two different self-supporting postures: a statically stable posture for which control is not required for self support, and a dynamically stable posture for which control is required for self support. During transition from the statically stable posture to the dynamically stable posture, through a contacted ground condition recognition operation involving actively applying force to a portion of the ground contacted by the apparatus itself, with respect to the contacted ground surface, the apparatus recognizes that the contacted ground surface is such that self-support is possible, and thereafter transitions to the dynamically stable posture.

(57) 要約: 本発明の目的は、動的安定姿勢の自立可能性を簡便に判断する手段をもつ移動装置を提供することである。このために、本発明の移動装置は、自接地面に対して自身の位置を変位する変位装置と、自身が目標地点へ移動できるような前記変位装置を制御する制御装置とを備え、自立に制御を必要としない静的安定姿勢と、自立に制御を必要とする動的安定姿勢との少なくとも2種類の自立姿勢を持つ移動装置において、前記静的安定姿勢から前記動的安定姿勢へ移行する際に、能動的に接地面に対する自身の接地部へ力を加える接地面状態確認動作によって、接地面が動的安定姿勢で自立可能であることを確認した後に、動的安定姿勢へ移行する。



---

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

## 明 細 書

**発明の名称：移動装置**

### 技術分野

[0001] 本発明は、自立に制御を必要としない静的安定姿勢と、自立に制御を必要とする動的安定姿勢との２種類の自立姿勢を持つ移動装置に関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献１に、倒立振子姿勢と安定姿勢の２種類の自立姿勢を備え、倒立振子制御によって自立したまま機敏に移動し、転倒の危険性が高い時は１つ以上の支持脚を繰り出して安定姿勢を保つ移動装置が開示されている。この移動装置では、安定姿勢から倒立振子姿勢へ移行する際は、接地した前記支持脚の繰り出し量と移動装置の傾斜姿勢角から走行面の傾斜角を推定し、走行面の傾斜角が所定の値より小さい場合、走行面が水平面かどうかを判定してから、倒立振子姿勢へ移行する。

[0003] さらに、特許文献２に、２足歩行姿勢と、３点支持姿勢の２種類の自立姿勢を持ち、２足歩行姿勢で転倒の危険が高い時は補助脚を繰り出して３点支持姿勢へ移行する移動装置が開示されている。この移動装置では、３点支持姿勢から２足歩行姿勢への移行時は、傾斜センサから得た姿勢データを基に安定な姿勢であるかを判定し、安定姿勢の場合のみ２足歩行姿勢へ移行する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献１：特開２００６－２４７８０２号公報

特許文献２：特開２００３－３３４７７３号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 倒立振子や２足歩行の様に、移動能力が高いが自立するための制御が必要な姿勢（以後、動的安定姿勢と呼ぶ）では、接地面の傾斜角、凹凸、摩擦等

の状態が自立の可否に影響する。特許文献1の移動装置は、接地した支持脚の繰り出し量と移動装置の傾斜姿勢角から、接地面の水平を判定し倒立振子姿勢への移行を決定するが、例えば支持脚が水平面上の突起物の上に位置している場合は、接地面が水平であるにもかかわらず傾斜していると判定したり、接地面が滑りやすい場合や柔らかい場合は、接地面が水平でも倒立振子姿勢へ移行後に転倒したりする可能性がある。また、特許文献2の移動装置は傾斜センサにより装置の姿勢が2足歩行に耐えうるかを判定しているが、接地面が滑りやすい場合は、2足歩行中に転倒する可能性がある。また、接地面にかかわらず動的安定姿勢への移行を試みて、転倒した場合は接地面が滑りやすいと判断する方法があるが、転倒は装置の故障を引き起こしたり、周囲へ不安感を与えたりするため極力防止することが重要である。

[0006] したがって、動的安定姿勢で自立する移動装置には、接地面の傾斜だけでなく、摩擦や凹凸などを考慮して、動的安定姿勢へ移行する前に自立可能性を判断する手段が必要である。また、自立可能性を判断する手段は、コスト面、エネルギー効率面から、新たな構成部品等を必要としない方法が望ましい。

[0007] このような背景に鑑みて本発明がなされたのであり、本発明の目的は、動的安定姿勢の自立可能性を簡便に判断する手段を持つ移動装置を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の移動装置は、自立に制御を必要としない静的安定姿勢から、自立に制御を必要とする動的安定姿勢へ移行する際、能動的に移動装置の接地部へ力を加えることによって、接地面が動的安定姿勢での自立可能な条件を満たすことを確認した後に、動的安定姿勢へ移行することを特徴とする。

### 発明の効果

[0009] 本発明によれば、移動装置において、動的安定姿勢の自立可能性を簡便に判断することができる。

[0010] 上記した以外の課題、構成及び効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]本発明の実施形態の移動装置の機能構成図である。

[図2]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置の側面図である。

[図3]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置の構成図である。

[図4]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置のシステム構成図である。

[図5]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置の姿勢移行時のフローチャートである。

[図6]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置の接地面状態確認動作を説明する図である。

[図7]本発明の実施形態の2足歩行型移動装置の側面図である。

[図8]本発明の実施形態の2足歩行型移動装置の構成図である。

[図9]本発明の実施形態の2足歩行型移動装置のシステム構成図である。

[図10]本発明の実施形態の倒立振子型移動装置の接地面状態確認動作を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0012] 次に、本発明に係る実施例について、適宜図面を参照しながら詳細に説明する。なお、各図面において、同様の構成要素については、同一の符号を付して説明を省略する。

[0013] まず始めに、図1を用いて本発明の実施形態の移動装置の機能構成を説明する。その後、具体的な機構を用いた実施例1及び実施例2について説明する。

[0014] 移動装置1000は、移動装置1000の姿勢を認識するための姿勢認識装置1100と、移動装置1000の動作の制御を行う制御装置1001と、外部との情報の入出力を行う情報入出力装置1002と、各構成要素へ動力源を供給する動力源供給装置1003と、移動装置1000を変位させる変位装置1004とを備える。

[0015] 制御装置１００１は、運動制御部１０１１と、情報記憶部１０１２と、接地面状態確認部１０１３とで構成される。運動制御部１０１１は、他の構成要素からの情報を基に移動装置１０００の姿勢や変位を制御する。情報記憶部１０１２は、情報入力装置１００２からの動作目標値や、ハードウェアの仕様値などのパラメータ、運動制御部１０１１や接地面状態確認部１０１３からの動作ログ等を記憶する。接地面状態確認部１０１３は、変位装置１００４からの駆動情報と、情報記憶部１０１２へ記憶したパラメータとを基に、変位装置１００４の接地面が走行可能であることを確認する。

[0016] 変位装置１００４は、駆動部１０４０と、駆動情報検出部１０４１と、接地部１０４２と、姿勢制御部１０４３とで構成される。駆動部１０４０は接地部１０４２を駆動して移動装置１０００を変位させる。駆動情報検出部１０４１は駆動部１０４０の駆動情報を検出し、運動制御部１０１１と接地面状態確認部１０１３とへ駆動情報を伝える。姿勢制御部１０４３は運動制御部１０１１からの制御信号に従って、移動装置１０００の自立姿勢を、静的安定姿勢から動的安定姿勢へ移行或いは動的安定姿勢から静的安定姿勢へ移行し、動作ログを運動制御部１０１１へ送る。

[0017] なお、動的安定姿勢は移動能力が高いが自立するための制御が必要な姿勢であり、静的安定姿勢は移動能力が動的安定姿勢に比べて低いものの自立するための制御が必要でない姿勢である。

[0018] 以下に、具体的な機構を用いた場合の実施例を述べる。ただし機構は以下に記載する限りではなく、各機能構成要素の機能を実現可能な機構であれば好適に変更や付加が可能である。

## 実施例 １

[0019] 実施例１では、倒立振り子制御による差動２輪で移動する装置を挙げる。まず始めに、本実施例の倒立振り子型移動装置１の特徴を述べ、詳細は後述する。

[0020] 倒立振り子型移動装置１の側面図を図２に示す。倒立振り子型移動装置１は左右１対の駆動輪１４２と前後１対の補助輪１４３を持ち、（ａ）静的安定姿勢と、（ｂ）動的安定姿勢の２種類の自立姿勢を持つ。待機中や、滑りやす

い路面、凹凸の多い路面などを走行する際は補助輪を接地した静的安定姿勢で低速走行し、十分な摩擦力がある滑らかな路面を機敏に動く際は補助輪を上昇させて動的安定姿勢で走行する。動的安定姿勢での走行は、倒立振子制御によって行うが、接地面が滑りやすく摩擦力が不十分な場合や、凹凸が激しすぎて車輪が滑らかに回転しない場合は転倒する可能性がある。そこで、本実施例の倒立振子型移動装置 1 は、静的安定姿勢から動的安定姿勢へ移行する前に、接地部である駆動輪 142 を能動的に回転させ、動的安定姿勢での走行が可能であることを確認してから動的安定姿勢へ移行する。

[0021] 以後、詳細を述べる。

[0022] 図 3 に倒立振子型移動装置 1 の構成を示す。倒立振子型移動装置 1 は、情報入出力装置 1002 として無線 LAN 端末 12 を、姿勢認識装置 1100 として装置のロール・ピッチ・ヨー角を検出する傾きセンサ 10 を、変位装置 1004 として走行装置 14 を、傾きセンサ 10 と走行装置 14 との情報を基に走行装置 14 を制御する制御装置 11 を具備している。走行装置 14 は、駆動部 1040 として左右 1 対のモータ 140、駆動情報検出部 1041 としてエンコーダ 141、接地部 1042 として駆動輪 142、姿勢制御部 1043 として前後 1 対の補助輪 143 及び補助輪昇降装置 144 を具備している。補助輪 143 は自在式のキャストで、それぞれ補助輪昇降装置 144 によって垂直方向へ昇降可能である。動力源供給装置 1003 としてバッテリー 13 を用いて各構成要素へ電力を供給する。

[0023] 図 4 に、倒立振子型移動装置 1 のシステム構成を示す。傾きセンサ 10 は倒立振子型移動装置 1 のロール・ピッチ・ヨー角を制御装置 11 へ伝える。エンコーダ 141 は、モータ 140 の瞬時角度差分を制御装置 11 へ伝え、制御装置 11 は前記角度差分を基にモータ 140 の回転速度を計算する。制御装置 11 は、傾きセンサ 10 とエンコーダ 141 の情報を基にモータ 140 へ制御信号を送り、モータ 140 を制御する。また、制御装置 11 は補助輪昇降装置 144 へ補助輪昇降制御信号を送る。補助輪昇降装置 144 には、例えばポテンシオメータを付属したボールスプライン機構が適用可能であ

るが、他の機構であっても、補助輪 143 を昇降させ、昇降量を計測可能であれば同様の効果を得る事が可能である。補助輪昇降装置 144 は補助輪 143 の位置情報を制御装置 11 へ送る。

[0024] 図 5 に倒立振子型移動装置 1 が静的安定姿勢から動的安定姿勢へ移行する際のフローチャートを示す。S1 では、傾きセンサ 10 より装置のロール・ピッチ角を取得する。S2 では、倒立振子型移動装置 1 が動的安定姿勢で自立可能な所定角度範囲未満に前記ロール・ピッチ角が収まっているかを調べる。前記ロール・ピッチ角が予め制御装置 11 の情報記憶部に記憶した一定角度範囲以上の場合には動的安定姿勢での自立は不可能と判断し、S5 へ進み不安定接地面对応動作を実行し、再度 S1 へ戻り前述のフローを繰り返す。不安定接地面对応動作 S5 としては、例えば、任意の位置へ静的安定姿勢のまま移動して動的安定姿勢で移動可能な接地面を探したり、警告音を鳴らして周囲へ倒立振子型移動装置 1 が動的安定姿勢で移動不可能なことを知らせたりすればよい。前記ロール・ピッチ角が所定角度範囲未満の場合は、S3 へ進み、接地面状態確認動作を実行する。接地面状態確認動作の具体例は後述する。S4 で、接地面が倒立振子型移動装置 1 の動的安定姿勢での走行可能な条件（動的安定条件）を満たすかを判断し、動的安定条件を満たさない場合は S5 へ進んで不安定接地面对応動作を実行し、S1 へ戻る。S4 で動的安定条件を満たす場合は、S6 へ進み、補助輪 143 を上昇させて動的安定姿勢へ移行する。

[0025] 前述した確認動作の具体例を、図 6 を用いて説明する。倒立振子型移動装置 1 が動的安定姿勢で移動中に、車輪と接地面間の静止摩擦力の最大値を与えるモータトルクを  $N_{max}$  とする。図 6 最上欄のグラフのように、左右のモータ 140 へ互いに逆位相となるように  $N_{max}$  を最大値、 $-N_{max}$  を最小値とするステップ上のトルクを与えたときの装置の動作を、走行可能な接地面で上記トルク与えた場合の動作と比較することで、接地面が動的安定姿勢で走行可能であるかを調べる。

[0026] 例えば、図 6 (a) のように、走行可能な接地面で前記モータトルクを与

えた場合のモータ回転量  $\theta_l$ 、 $\theta_r$ を複数回観察した結果、それぞれ  $\theta_{min} < \theta_l < \theta_{max}$ 、 $-\theta_{max} < \theta_r < -\theta_{min}$ を満たしたとする。そこで、走行可能か否かが不明な接地面に対し前記トルクをモータ140へ与えた時、もしモータ回転量が、 $\theta_{min} < \theta_l < \theta_{max}$ 、 $-\theta_{max} < \theta_r < -\theta_{min}$ を満たせば、その接地面は走行可能と判断する。

[0027] 一方、図6(b)欄に示すように  $\theta_l > \theta_{max}$ 、 $\theta_r < -\theta_{max}$ となる場合は、走行可能な場合に比べモータ140が回転し過ぎている。この場合は、車輪が滑りやすい接地面だと判断できる。

[0028] 逆に図6(c)欄に示すように  $\theta_l < \theta_{min}$ 、 $\theta_r > -\theta_{min}$ となる場合は、走行可能な場合に比べモータ140の回転が少ない。この場合は、車輪が滑らかに転がらない接地面だと判断できる。

[0029] 以上のように、前記トルクに対するモータ回転量が、 $\theta_{min} < \theta_l < \theta_{max}$ 、 $-\theta_{max} < \theta_r < -\theta_{min}$ を満たすか否かで、接地面が動的安定姿勢で走行可能か否かを判断可能である。あるいは、例えば駆動情報検出部1041として傾きセンサ10を用いて、前記トルクを与えた際に傾きセンサ10から得るヨー角が、走行可能な接地面の場合と同様に変化しているかを調べることによって接地面の走行可能性を判断することも可能である。あるいは、例えば前記検出部1041としてひずみセンサを用いて、前記トルクをモータ140へ与えた際に、車輪軸へかかるひずみを計測するなど、力学センサを利用して走行可能性を判断可能である。

[0030] 左右逆位相にトルク与えるのは、旋回のみで前述の確認動作を行い、狭いスペースでも動作可能とするための工夫である。本実施例では、モータ140へ与えるトルクを図6のようなステップ状のパターンにしたが、移動可能な接地面上と移動不可能な接地面上において倒立振子型移動装置1の挙動に差が現れるパターンであればどのようなパターンでも良い。また、様々な強さのトルクをモータ140へ与え、車輪が滑り始めるトルクを把握することで、移動中にモータ140へ与えるトルクを、車輪が滑らないようにコント

ロールすることが可能である。また、最大静止摩擦力を把握して、車輪が滑らないように車輪への荷重をコントロールしたりすることも可能である。

[0031] 以上によって、特別なセンサや装置を追加することなく接地面が動的安定姿勢で走行可能であるかを確認し、動的安定姿勢からの転倒を低減可能な倒立振子型の移動装置を実現する。

## 実施例 2

[0032] 実施例 2 では、2 足歩行型の移動装置を挙げる。まず始めに本実施例の二足歩行型移動装置 2 の特徴を述べ、詳細を後述する。

[0033] 二足歩行型移動装置 2 の側面図を図 7 に示す。二足歩行型移動装置 2 は左右 1 対の脚部 2 4 を持ち、直立不動状態の (a) 静的安定姿勢と、転倒しないようバランスを保ちながら歩行する (b) 動的安定姿勢の 2 種類の自立姿勢を持つ。動的安定姿勢で歩行中は、バランスを保つ様に制御するが、接地面が滑りやすい場合は足部 2 4 7 の裏面が滑って転倒する可能性がある。本実施例の二足歩行型移動装置 2 は、静的安定姿勢から動的安定姿勢へ移行する前に、能動的に脚部 2 4 を開閉する方向へ力を加える接地面状態確認動作を行う。この接地面状態確認動作により、滑るかどうかを判断することで、接地面が動的安定姿勢での歩行が可能であるかを確認する。また、前記接地面確認動作は、装置起動直後や、環境が変わった際等に適宜行う事とし、歩行に支障の無い頻度で行う。

[0034] 以後、詳細を説明する。

[0035] 図 8 に二足歩行型移動装置 2 の構成を示す。(a) 図は二足歩行型移動装置 2 の正面図である。(b) 図は二足歩行型移動装置 2 の側面図である。(c) 図は左足 2 4 7 l と右足 2 4 7 r の各裏面を示す図である。二足歩行型移動装置 2 は、変位装置 1 0 0 4 として 2 足歩行で移動するための脚部 2 4 を具備する。脚部 2 4 は、1 対の x 軸周り関節 2 4 0、y 軸周り関節 2 4 1、上腿部 2 4 2、膝関節 2 4 3、下腿部 2 4 4、足首 x 軸周り関節 2 4 5、足首 y 軸周り関節 2 4 6、足部 2 4 7 (2 4 7 l、2 4 7 r) から成り立っている。各関節は駆動部 1 0 4 0 である内蔵モータ 2 4 9 により駆動し、各

内蔵モータ 249 には駆動情報検出部 1041 としてモータ回転量を検出するポテンシオメータ 250 を具備する。

図 9 に二足歩行型移動装置 2 のシステム構成を示す。各関節の内蔵モータ 249 へ、制御装置 11 が信号を送り回転制御する。ポテンシオメータ 250 はモータ回転量を制御装置 11 へ送ることで、制御装置 11 は歩行時のバランス制御を行う。尚、図 9 では、内蔵モータ 249 及びポテンシオメータ 250 は一つの関節分について示している。内蔵モータ 249 及びポテンシオメータ 250 は脚部 24 の中に関節の個数分設けられる。

[0036] 静的安定姿勢から動的安定姿勢への移行時のフローは実施例 1 の図 5 と同じである。

[0037] 接地面状態確認動作について図 10 を用いて説明する。動的安定姿勢での歩行時に発生する足部 247 と接地面との間の静止摩擦力の最大値と等しい摩擦力を与える、上腿 x 軸周り関節 240 のトルクを  $N_{max}$  とする。図 10 最上欄のグラフのように時間とともに変化するトルクを両脚の上腿 x 軸周り関節 240 に与え、脚部 24 が開閉する方向（y 軸方向）へ力（ $F_{1l}$ ,  $F_{1r}$ ）を加える。脚部 24 の開閉方向は、例えば、左の足部 247l の裏面内の代表点  $O_l$  を左足部 247l の概略接地点（接地中心点）とし、右の足部 247r の裏面内の代表点  $O_r$  を右足部 247r の概略接地点とした場合に、左右の概略接地点（ $O_l$ ,  $O_r$ ）同士の中点  $O_c$  を基準に対称の方向とする。前記代表点  $O_l$ ,  $O_r$  は、例えば足部 247 の裏面形状の幾何的な重心位置などが適しているが、脚部開閉の際に移動装置が転倒しなければ他の位置でも差し支えない。代表点  $O_l$ ,  $O_r$  は左足 247l と右足 247r とで同じように設定する。また、加える力は、 $F_{2l}$ ,  $F_{2r}$  のようにして、左右の概略接地点（ $O_l$ ,  $O_r$ ）同士の中点  $O_c$  を基準に対称の方向としてもよい。

[0038] 代表点（概略接地点） $O_l$ ,  $O_r$  と左右の概略接地点（ $O_l$ ,  $O_r$ ）同士の中点  $O_c$  とは、実施例 1 の左右の駆動輪 142 に対しても実施例 2 と同様に設定することができる。そして、実施例 1 においては、左右の駆動輪 14

2と接地面との摩擦力が中点O<sub>c</sub>を基準に点対称となる方向に生じるように、モータトルクを発生させる。

[0039] 概略接地点（接地中心点）が理想的に設定された場合、二足歩行型移動装置2（実施例1における倒立振子型移動装置1）は実質的に位置を変えずに、向きを変える或いは上下方向に変位するなどして、その場で接地面状態確認動作を行うことができる。

[0040] この時、接地面が滑ることなく歩行可能であれば、脚部24の動きは足部247と床面との摩擦力によって妨げられる。このため、前記関節の回転量は変化しないか、図10（a）欄のようにわずかに滑りながらもバランスを維持できる角度範囲 $0 < \theta_l < \theta_{max}$ 、 $-\theta_{max} < \theta_r < 0$ に収まる。しかし接地面が滑りやすい場合は、足部247が大きく滑って変位する。このため、前記関節の回転量は図10（b）欄のように前記角度範囲を超えて変化する。よって、脚部24へ能動的に力を加え、前記関節が回転するかを調べることで、接地面が動的安定姿勢で歩行可能か否かを判断可能となる。

[0041] また、接地面の走行可能性を判断するために、駆動情報検出部1041として力学センサ等を用いて、前記トルクをモータへ加えた時の、上腿x軸周リ関節240や足首関節の負荷トルク、回転速度を調べてもよい。或いは、前記検出部1041としてひずみゲージを用いて、上腿部242や下腿部244のひずみを調べたりすることでも接地面の走行可能性を判断可能である。

[0042] また、図10最上欄の様に、脚部24を広げるような方向へトルクを加えることで、足部247が滑った時の前後左右の移動を少なくすることができる。

[0043] 本実施例では、前記関節245へ与えるトルクを図10のような台形状のパターンにしたが、移動可能な接地面上と移動不可能な接地面上において二足歩行型移動装置2の挙動に差が現れるパターンであればどのようなパターンでも良い。また、足部247が滑り始めた時のトルクから足部247と接

地面間の最大静止摩擦力を計算することで、歩行時の脚部繰り出し加速度、接地角度を、前記最大静止摩擦力以内に抑えるよう制御することができる。また、足部 2 4 7 の接地部分を変形して静止摩擦力を増やしたりすることで転倒を防ぐことも可能である。

[0044] 以上によって、特別なセンサや装置を追加することなく、接地面が動的安定姿勢で歩行可能であるかを確認することで転倒を低減可能な 2 足歩行型の移動装置を実現する。

[0045] なお、本発明は上記した各実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

[0046] また、上記の各構成、機能、処理部、処理手段等は、それらの一部又は全部を、例えば集積回路で設計する等によりハードウェアで実現してもよい。また、上記の各構成、機能等は、プロセッサがそれぞれの機能を実現するプログラムを解釈し、実行することによりソフトウェアで実現してもよい。各機能を実現するプログラム、テーブル、ファイル等の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記録装置、または、ICカード、SDカード、DVD等の記録媒体に置くことができる。

[0047] また、制御線や情報線は説明上必要と考えられるものを示しており、製品上必ずしも全ての制御線や情報線を示しているとは限らない。実際には殆ど全ての構成が相互に接続されていると考えてもよい。

## 符号の説明

[0048] 1000 移動装置, 1001 制御装置, 1002 情報入出力装置, 1003 動力源供給装置, 1004 変位装置, 1011 運

動制御部, 1012 情報記憶部, 1013 接地面状態確認部, 1  
040 駆動部, 1041 駆動情報検出部, 1042 接地部, 1  
043 姿勢制御部, 1100 姿勢認識装置, 1 倒立振子型移動装  
置, 10 傾きセンサ, 11 制御装置, 12 補助輪昇降装置,  
13 バッテリ, 14 走行装置, 140 モータ, 141 エンコ  
ーダ, 142 駆動輪, 143 補助輪, 2 二足歩行型移動装置,  
24 脚部, 240 上腿x軸周り関節, 241 上腿y軸周り関節  
, 242 上腿部, 243 膝関節, 244 下腿部, 245 足  
首x軸周り関節、 246 足首y軸周り関節, 247 足部

## 請求の範囲

- [請求項1]            接地面に対して自身の位置を変位する変位装置と、自身が目標地点へ移動できるよう前記変位装置を制御する制御装置とを備え、自立に制御を必要としない静的安定姿勢と、自立に制御を必要とする動的安定姿勢との少なくとも2種類の自立姿勢を持つ移動装置において、
- 前記静的安定姿勢から前記動的安定姿勢へ移行する際に、能動的に接地面に対する自身の接地部へ力を加える接地面状態確認動作によって、接地面が動的安定姿勢で自立可能であることを確認した後に、動的安定姿勢へ移行することを特徴とする移動装置。
- [請求項2]            請求項1に記載の移動装置において、
- 前記接地面状態確認動作では、確認対象である接地面上で、時間とともに変化する所定パターンの力を前記接地部へ加えた場合の移動装置の挙動を、動的安定姿勢で移動可能な接地面上で前記所定パターンの力を前記接地部へ加えた場合の挙動と比較することで、前記確認対象の接地面が動的安定姿勢で自立可能であるかを判断することを特徴とする移動装置。
- [請求項3]            請求項2に記載の移動装置において、
- 前記変位装置は、車輪又は脚のいずれかを移動手段として、1対の移動手段を備え、
- 前記1対の移動手段のそれぞれの接地面内に含まれる代表点を概略接地点としたとき、接地面状態確認動作で、前記1対の移動手段に設定される2つの概略接地点間の中心点を基準に点対象、又は前記2つの概略接地点を結ぶ線分の垂直2等分線を基準に線対象になるように、前記1対の移動手段へ力を加えることを特徴とする移動装置。
- [請求項4]            請求項3に記載の移動装置において、
- 前記移動手段として車輪を備え、前記接地面状態確認動作で、1対の車輪を逆位相に回転することを特徴とする移動装置。
- [請求項5]            請求項3に記載の移動装置において、

前記移動手段として脚を備え、前記接地面状態確認動作で、1対の脚に対し、脚を左右へ開閉する方向へ力を与えることを特徴とする移動装置。

[請求項6]

請求項1又は3に記載の移動装置において、

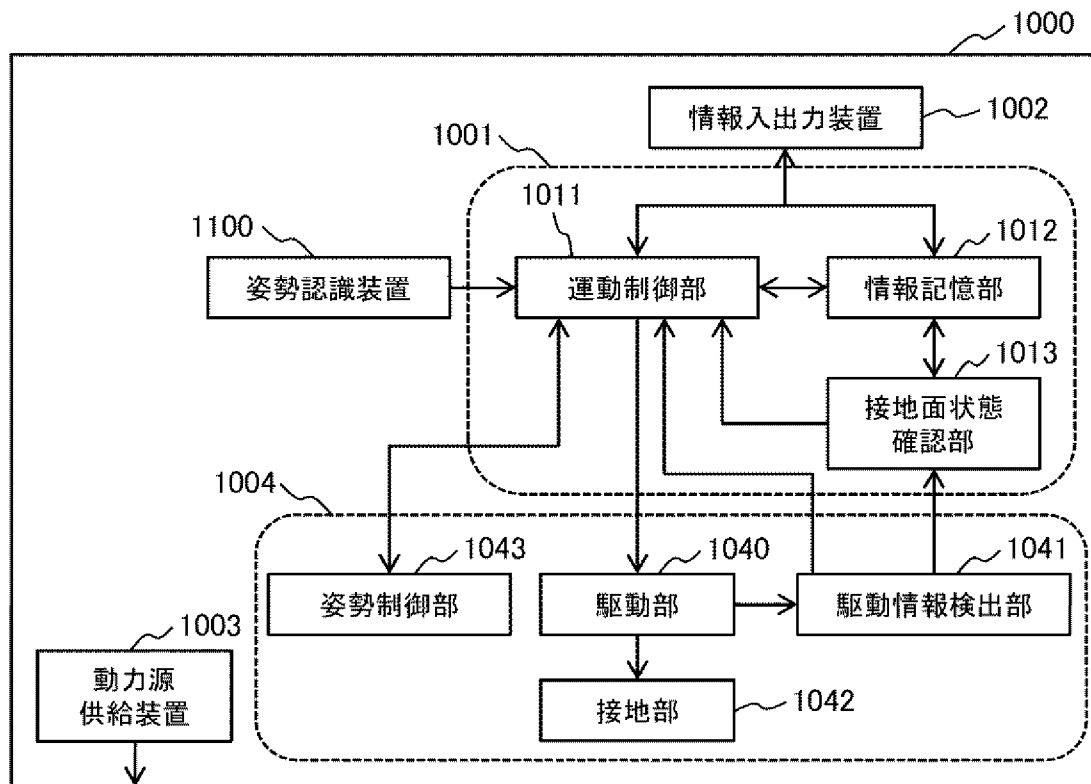
前記接地面状態確認動作によって接地面が動的安定姿勢で自立不可能と判断した場合、静的安定姿勢を保ったまま任意の位置へ移動し、再度接地面状態確認動作を行うことを特徴とする移動装置。

[請求項7]

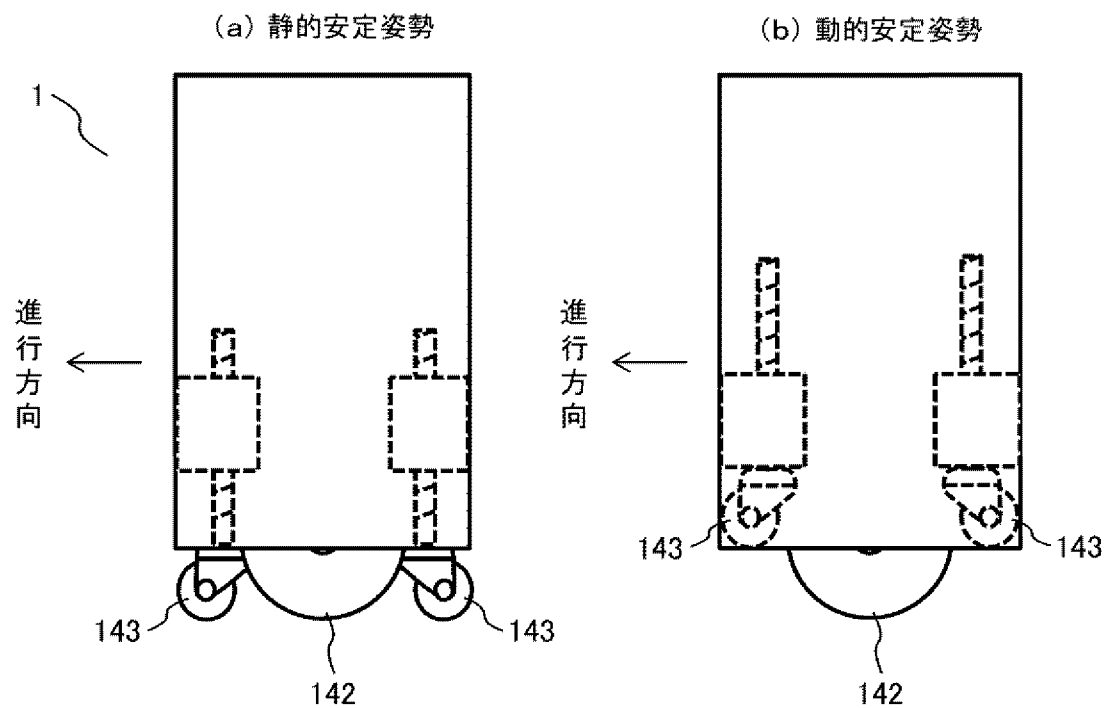
請求項1又は3に記載の移動装置において、

前記接地面状態確認動作によって接地面が動的安定姿勢で自立不可能と判断した場合、静的安定姿勢を保ったまま警告音を発して周囲へ動的安定姿勢での自立が不可能なことを知らせることを特徴とする移動装置。

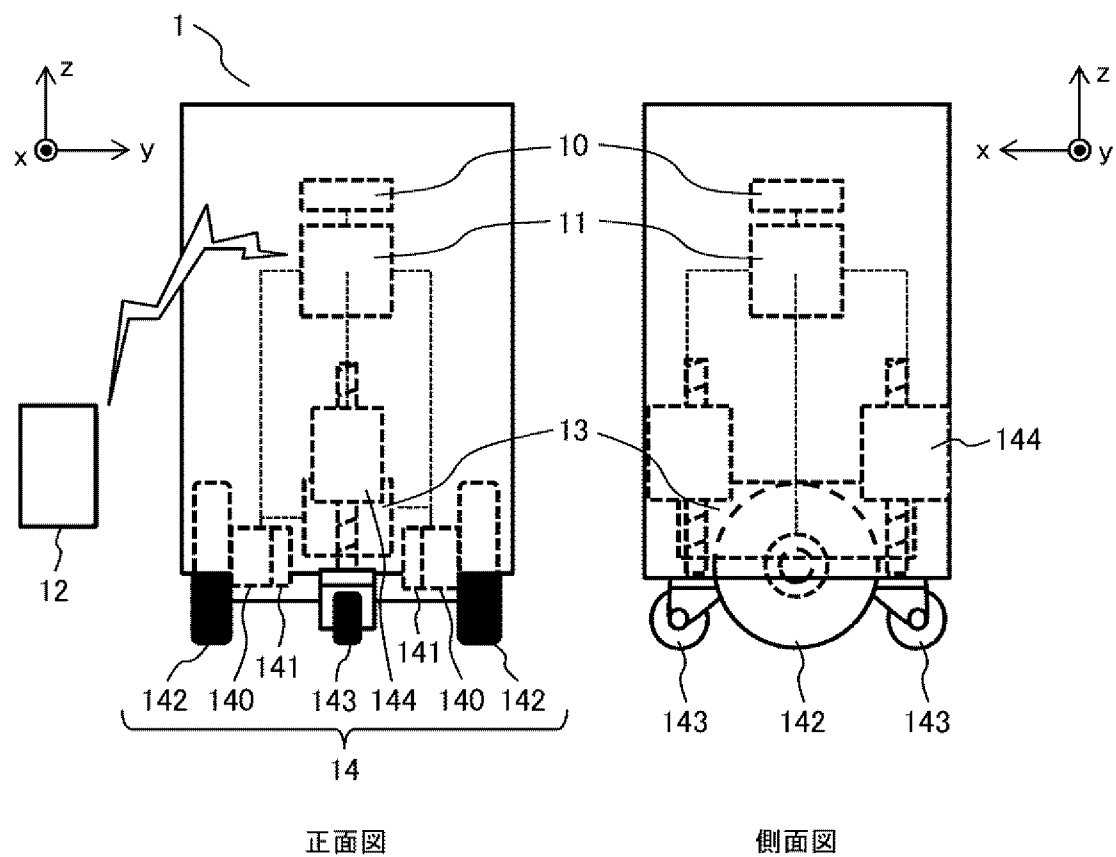
[図1]



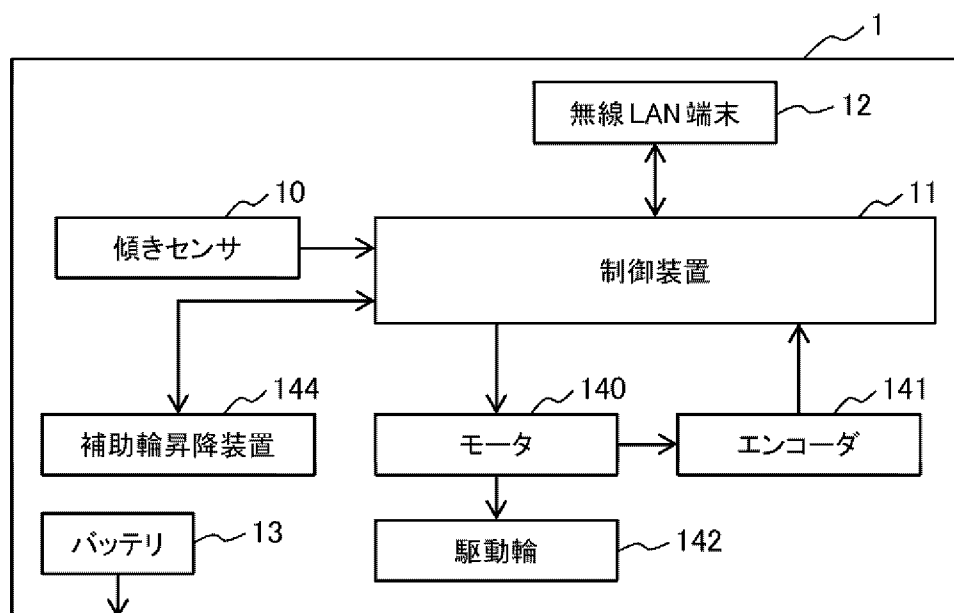
[図2]



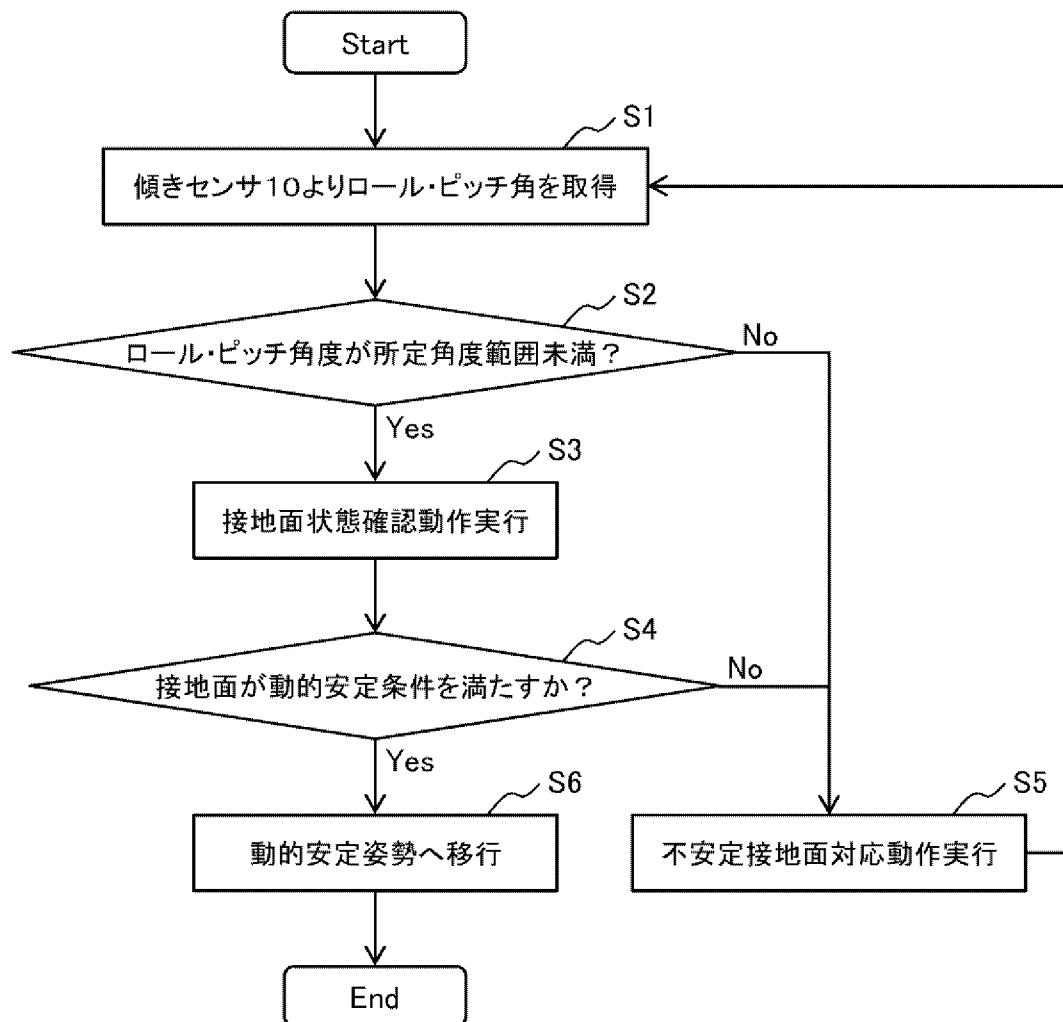
[図3]

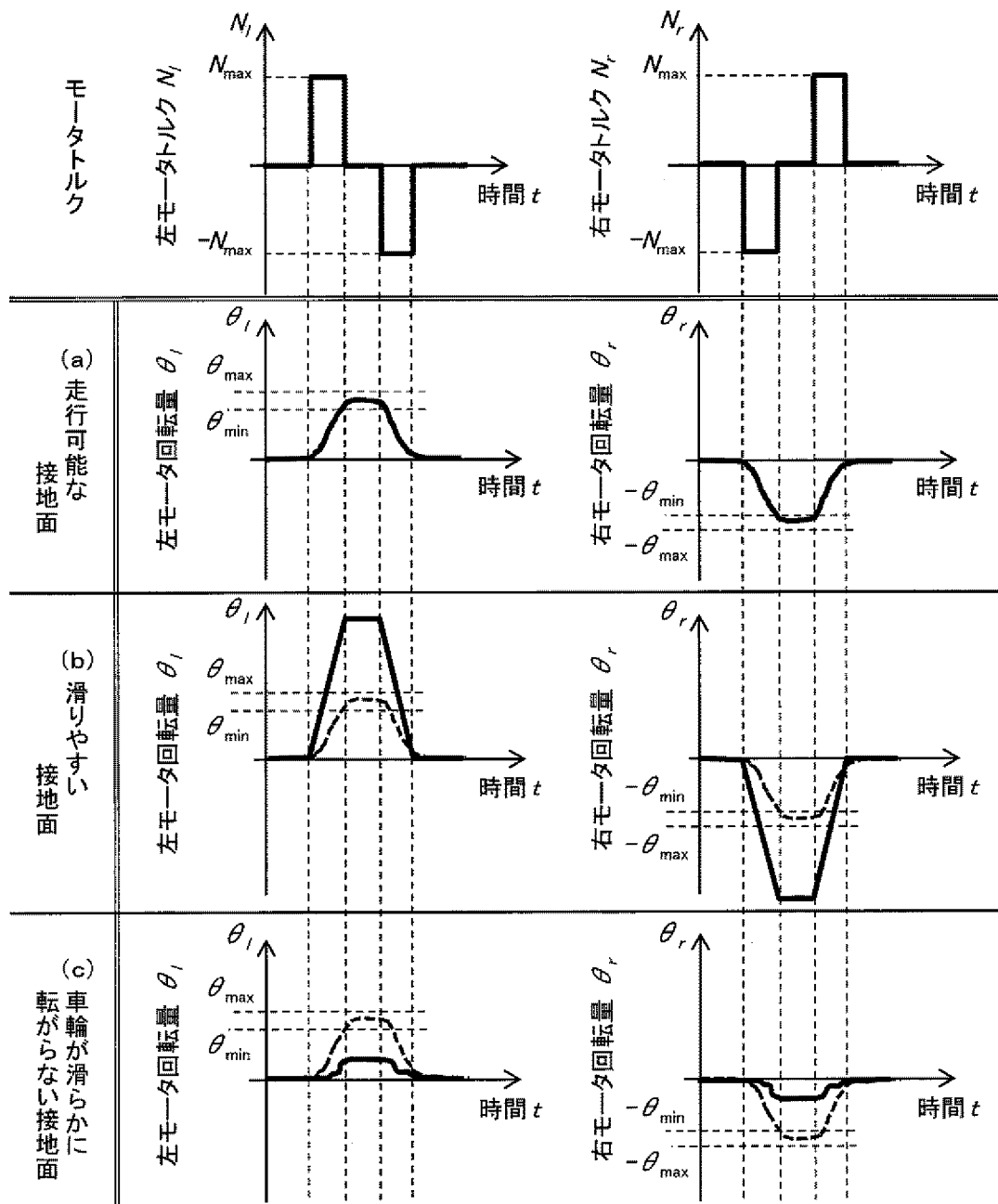


[図4]

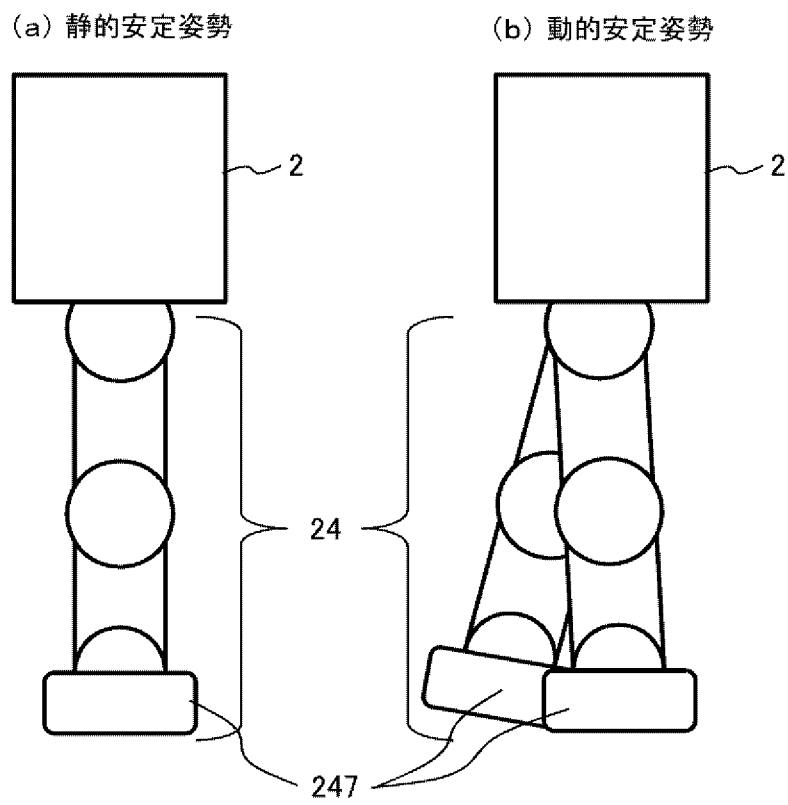


[図5]

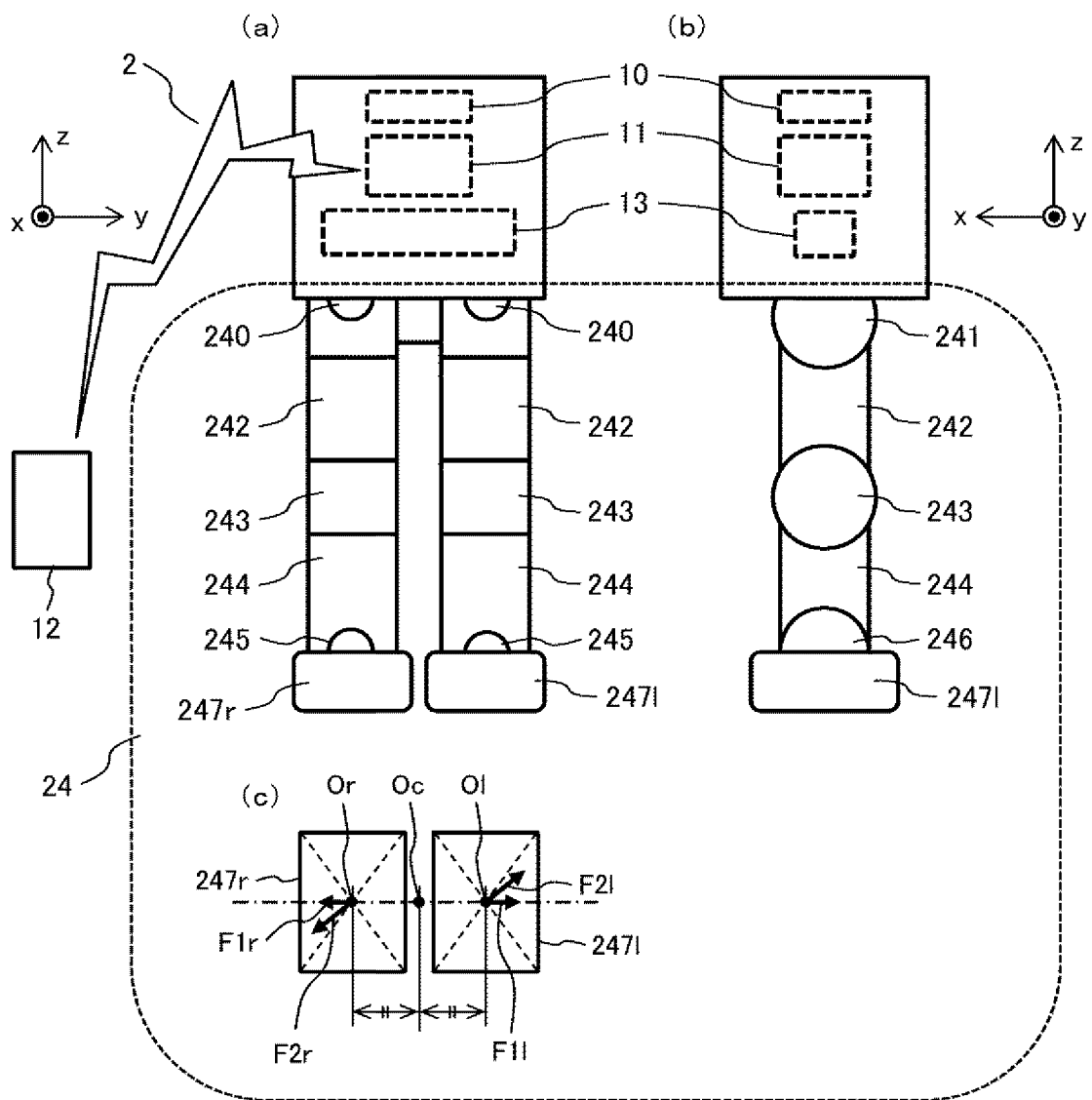




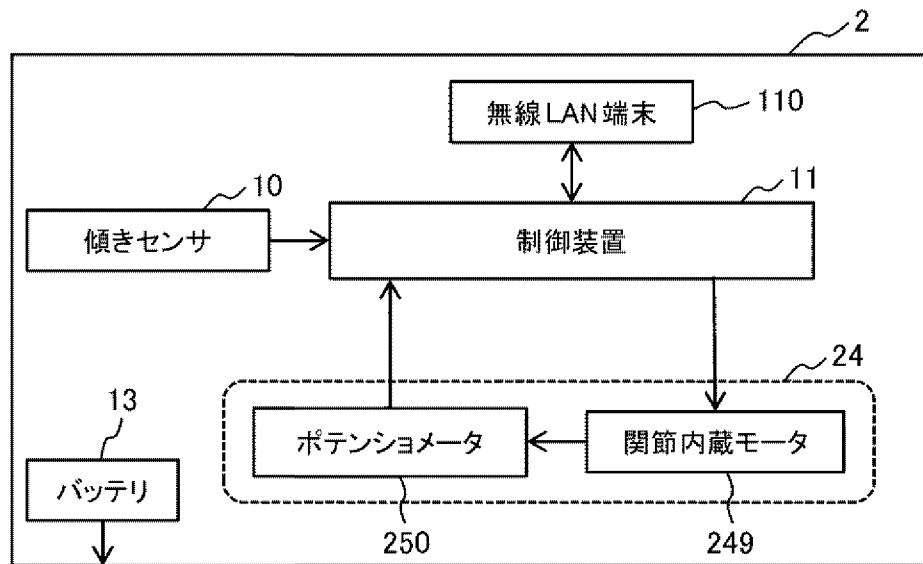
[図7]



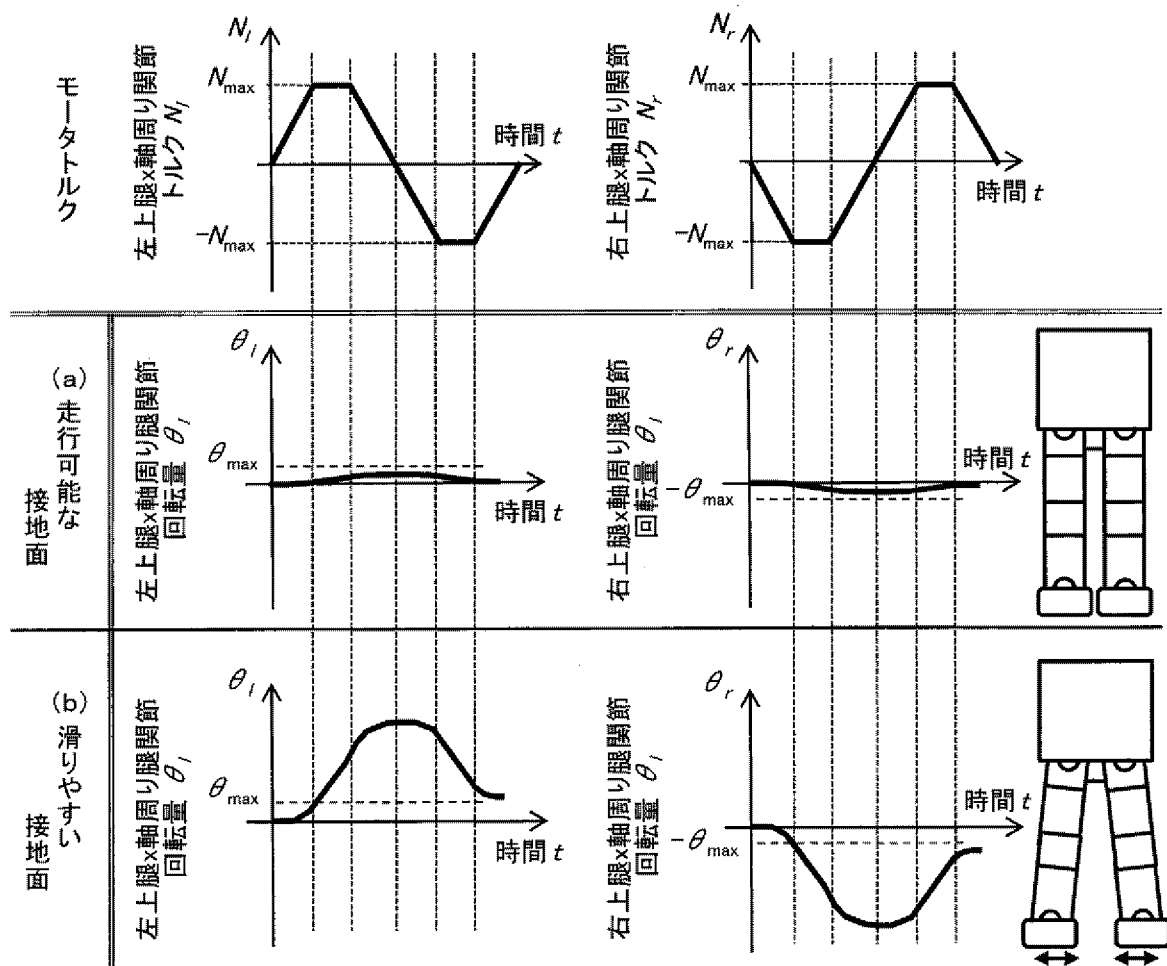
[図8]



[図9]



[図10]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/078429

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D1/08(2006.01)i, B25J5/00(2006.01)i, B25J13/00(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)

G05D1/08, B25J5/00, B25J13/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2009-101484 A (Toyota Motor Corp.),<br>14 May 2009 (14.05.2009),<br>paragraphs [0001], [0008] to [0009], [0015],<br>[0022] to [0025], [0057] to [0058]; fig. 1<br>(Family: none) | 1, 7<br>2-6           |
| Y<br>A    | JP 2012-115988 A (Fujisoft Inc.),<br>21 June 2012 (21.06.2012),<br>paragraphs [0001], [0006], [0009], [0026] to<br>[0029]; fig. 1<br>(Family: none)                                 | 1, 7<br>2-6           |
| Y         | JP 2012-136207 A (Toyota Motor Corp.),<br>19 July 2012 (19.07.2012),<br>paragraphs [0001], [0014]; fig. 3<br>(Family: none)                                                         | 7                     |



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 December, 2012 (10.12.12)

Date of mailing of the international search report

18 December, 2012 (18.12.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G05D1/08(2006.01)i, B25J5/00(2006.01)i, B25J13/00(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 (I P C))

Int.Cl. G05D1/08, B25J5/00, B25J13/00

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y<br>A          | JP 2009-101484 A (トヨタ自動車株式会社) 2009.05.14,<br>段落【0001】、【0008】 - 【0009】、【0015】、<br>【0022】 - 【0025】、【0057】 - 【0058】、第1図<br>(ファミリーなし) | 1, 7<br>2-6    |
| Y<br>A          | JP 2012-115988 A (富士ソフト株式会社) 2012.06.21,<br>段落【0001】、【0006】、【0009】、【0026】 -<br>【0029】、第1図<br>(ファミリーなし)                            | 1, 7<br>2-6    |

☒ 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

1 0 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 8 . 1 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

佐藤 彰洋

3 U

3 9 3 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 2 4

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                               |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2012-136207 A (トヨタ自動車株式会社) 2012.07.19,<br>段落【0001】、【0014】、第3図<br>(ファミリーなし) | 7              |