

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5590622号  
(P5590622)

(45) 発行日 平成26年9月17日(2014.9.17)

(24) 登録日 平成26年8月8日(2014.8.8)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 6 2 B</b> 11/00 (2006.01)	B 6 2 B 11/00 Z
B 2 5 J 5/00 (2006.01)	B 2 5 J 5/00 F
B 2 5 J 1/00 (2006.01)	B 2 5 J 1/00

請求項の数 10 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2011-547529 (P2011-547529)	(73) 特許権者	304021277
(86) (22) 出願日	平成22年12月20日 (2010.12.20)		国立大学法人 名古屋工業大学
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/072859		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番
(87) 国際公開番号	W02011/078104	(74) 代理人	110001128
(87) 国際公開日	平成23年6月30日 (2011.6.30)		特許業務法人ゆうあい特許事務所
審査請求日	平成25年10月7日 (2013.10.7)	(72) 発明者	佐野 明人
(31) 優先権主張番号	特願2009-291495 (P2009-291495)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
(32) 優先日	平成21年12月22日 (2009.12.22)	(72) 発明者	池俣 吉人
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内
		(72) 発明者	藤本 英雄
			愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 国立大学法人名古屋工業大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2脚受動歩行機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

人のアシストにより歩行を行う2脚受動歩行機であって、  
腰軸に回転可能に連結され、膝関節を介して相対的に回転する大腿部と下腿部を備えた2本の脚と、

当該2脚受動歩行機を歩行させるためのアシスト治具と、を有し、

人が前記アシスト治具を用いて当該2脚受動歩行機をアシストすることによって歩行を行うように構成されており、

当該2脚受動歩行機は、さらに、前記腰軸に連結され、歩行状態において重心位置が前記腰軸より上方にある上体を有することを特徴とする2脚受動歩行機。

【請求項2】

前記上体と前記2本の脚のそれぞれの大腿部の前後に弾性部材が張られていることを特徴とする請求項1に記載の2脚受動歩行機。

【請求項3】

前記上体と前記2本の脚のそれぞれの大腿部の前後に張られた弾性部材は、

遊脚初期では前記脚の振り出しを促進し、

遊脚後期では前記脚の振り出し量を抑制し、

支持脚初期では前記上体の前傾を抑制し、

支持脚後期では前記上体の後傾を抑制することを特徴とする請求項2に記載の2脚受動歩行機。

## 【請求項 4】

前記大腿部の前後に張られた弾性部材のそれぞれは、前記上体にスライダを介して取り付けられており、当該スライダが前記上体に設けられたストッパに当たると張力を発生するようになっていることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の 2 脚受動歩行機。

## 【請求項 5】

前記上体にローラが取り付けられて前記弾性部材の可動を妨げないようになっていることを特徴とする請求項 4 に記載の 2 脚受動歩行機。

## 【請求項 6】

前記脚が支持脚期か遊脚期かによって前記大腿部の後ろに張られた背面の弾性部材の張力の作用を切換える機構を有することを特徴とする請求項 4 または 5 に記載の 2 脚受動歩行機。

10

## 【請求項 7】

前記上体が荷物を搭載できる荷台として構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載の 2 脚受動歩行機。

## 【請求項 8】

前記アシスト治具は、前記腰軸に連結されていることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載の 2 脚受動歩行機。

## 【請求項 9】

前記アシスト治具は、前記荷台の背面に取り付けられた運搬ハンドルであることを特徴とする請求項 7 に記載の 2 脚受動歩行機。

20

## 【請求項 10】

前記腰軸で前記 2 本の脚を回転可能に連結する腰関節および / または前記膝関節に回転抵抗を生じさせるブレーキ機構を有し、

前記ブレーキ機構を操作するためのブレーキハンドルが前記運搬ハンドルに取り付けられていることを特徴とする請求項 7 または 9 に記載の 2 脚受動歩行機。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、受動歩行機に関し、特に脚を 2 本とした 2 脚受動歩行機に関するものである。

30

## 【背景技術】

## 【0002】

受動歩行の研究を平地歩行に展開する場合、解析やシミュレーションにより適切な関節トルクの導出を図ったり、アクチュエータを有する実機の開発を行うことがほとんどである。これに対し、非特許文献 1 では、脚を 4 本とした受動歩行機とし、ヒトが受動歩行機をアシストすることで平地歩行を実現したものが提案されている。この中で、ヒトは巧みに適切なアシスト力を生み出している。また、ヒトと歩行機は自然と同調し、両者の歩容はほとんど同じになっている。

## 【先行技術文献】

## 【非特許文献】

40

## 【0003】

【非特許文献 1】田部井聡，佐野明人，池俣吉人，林祐史，藤本英雄：「受動歩行機のアシスト平地歩行の実現」，日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会"09講演論文集，2P1-C14，2009年

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

このアシスト平地歩行において、歩行の移動効率を高めることができれば、アシスト力を低減することが可能である。

## 【0005】

50

本発明は、脚を2本とした2脚受動歩行機とし、この2脚受動歩行機において、歩行の移動効率を高め、アシスト力を低減することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明は、人のアシストにより歩行を行う2脚受動歩行機であって、腰軸に回転可能に連結され、膝関節を介して相対的に回転する大腿部と下腿部を備えた2本の脚と、当該2脚受動歩行機を歩行させるためのアシスト治具と、を有し、人が前記アシスト治具を用いて当該2脚受動歩行機をアシストすることによって歩行を行うように構成されており、当該2脚受動歩行機は、さらに、前記腰軸に連結され、歩行状態において重心位置が前記腰軸より上方にある上体を有することを特徴とする。

10

【0007】

これによれば、上体を設けることにより、歩行の移動効率を高め、アシスト力を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の一実施形態に係る2脚受動歩行機の構成を示す図である。

【図2】図1に示す2脚受動歩行機を斜め後方側から見た図である。

【図3】図1に示す上体2を後方から見た図である。

【図4】上体2の下部にローラ7を取り付けて背面ウレタンシート4bの可動を妨げない構成となっていることを示す図である。

20

【図5】PVDFフィルム13で膝ストッパー9の衝突を検知する構成を示す図である。

【図6】支持脚と上体2を模擬した簡単な2リンクモデルを示す図である。

【図7】着地直後から着地直前までの一步区間における水平方向のアシスト力を示す図である。

【図8】支持脚の角度を示す図である。

【図9】上体の角度を示す図である。

【図10】支持脚の腰関節トルクを示す図である。

【図11】2脚受動歩行機を脚式運搬機として構成した実施形態を示す図である。

【図12】2脚受動歩行機を脚式運搬機として構成した他の実施形態を示す図である。

【図13】2脚受動歩行機を脚式運搬機として構成した他の実施形態を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0009】

図1に、本実施形態で使用した受動歩行脚式ロボット(2脚受動歩行機)を模式的に示す。受動歩行脚式ロボットは、それぞれの脚先端に円弧状の足11を備えた2本の脚1と、上体2と、アシスト治具3と、前面ウレタンシート4aと、背面ウレタンシート4bと、膝の過伸展を防ぐ膝ストッパー9を備えている。

【0010】

図2に、図1に示す2脚受動歩行機を斜め後方から見た図を示す。2本の脚1は、腰軸15に回転可能に連結されている。腰軸15で2本の脚1を回転可能に連結する部分により腰関節16を構成している。それぞれの脚1は、膝関節(膝軸で連結する部分)1cを介して相対的に回転する大腿部1aと下腿部1bを備えている。なお、大腿部1aの長さは例えば40cm、下腿部1bの長さは例えば42cmである。

40

【0011】

上体2とアシスト治具3は、それぞれ2本の脚1の大腿部1aの間で腰軸15に連結(自由回転)されている。上体2の重心位置は歩行状態において腰軸15から例えば150mm上方にある。また、上体2と脚1の大腿部1aの前後にウレタンシート4を張った構造となっている。

【0012】

歩行は、アシスト治具3を持って受動歩行脚式ロボットの後方より行う。ここで、左右の安定化もヒトが容易に行うことができる。

50

## 【 0 0 1 3 】

なお、前面ウレタンシート 4 a と背面ウレタンシート 4 b は以下のような効果を有する。  
前面ウレタンシート 4 a : 遊脚初期に振り出しを促進する効果。支持脚後期での後傾 ( のけ反り ) 防止。

背面ウレタンシート 4 b : 遊脚後期に適切な歩幅に調整。支持脚初期での上体効果。

## 【 0 0 1 4 】

なお、遊脚は、地面から浮いている脚をいい、支持脚は、地面についている脚をいう。

## 【 0 0 1 5 】

前面ウレタンシート 4 a と背面ウレタンシート 4 b のそれぞれは、一端側が脚 1 の大腿部 1 a にボルト等でしっかりと固定され、上体にはスライダ 5 を介して取り付けられている。また、人体構造を模擬して、背面ウレタンシート 4 b は大腿部 1 a の後方に接続されている。背面ウレタンシート 4 b は、スライダ 5 が図 3 に示す固定ストッパー 6 に当たると張力を発生する。ここで、図 4 に示すように、上体 2 の下部にローラ 7 を取り付け、背面ウレタンシート 4 b の可動を妨げない工夫がしてあり、また、図示していないが、固定ストッパー 6 に当たっていない時に、ウレタンシート 4 が遊ばないようにスライダ 5 はバネによって上方に吊り上げられている。

## 【 0 0 1 6 】

本実施形態では、図 3 上体 2 を後方から見た図で、背面ウレタンシート 4 b が取り付けられていない状態のものに示すような機構により、脚 1 が支持脚期か遊脚期かによって、背面ウレタンシート 4 b の張力の作用を切替える。

## 【 0 0 1 7 】

背面ウレタンシート 4 b が固定されたスライダ 5 は、図 3 の上下方向に移動可能で、可動ストッパー 8 あるいは固定ストッパー 6 のいずれかに当たると背面ウレタンシート 4 b が張力を発生する。図からわかるように、可動ストッパー 8 の方が上部にあり、同一の腰屈曲角でもより大きな張力を発生する。

## 【 0 0 1 8 】

背面ウレタンシート 4 b は、遊脚後期に適切な歩幅を決定し、着地をはさんで支持脚初期に上体効果を生み出す必要があるが、両者で望まれる張力特性が必ずしも同一であるとは限らない。具体的には、後者の方がより強力な張力が必要となる。

## 【 0 0 1 9 】

そこで、本実施形態では、図 5 に示す PVDF フィルム ( 検知手段 ) 1 3 で膝ストッパー 9 の衝突を検知した時点で、サーボ 1 0 を作動させてリンク機構を介して可動ストッパー 8 を移動させる ( 図 3 の場合、左方向に移動 ) 。このとき、遊脚後期で既に固定ストッパー 6 にスライダ 5 が当たっているため、くさび状の可動ストッパー 8 がこれを押し広げて挿入される ( 着地直前 ) 。これにより、支持脚初期には、より強力な張力特性が得られる。

## 【 0 0 2 0 】

なお、図示しないが、前面ウレタンシート 4 a も固定ストッパーに当たると張力を発生する構成となっている。しかし、前面ウレタンシート 4 a に対しては固定ストッパーのみで上記したような可動ストッパーは設けられていない。また、背面ウレタンシート 4 b と同様、上体 2 の下部に設けたローラにより前面ウレタンシート 4 a の可動を妨げない構成となっている。

## 【 0 0 2 1 】

上記構成を有する 2 脚受動歩行機の歩行動作に関して、歩行開始から歩行停止まで一連の動きに沿って以下に述べる。

## 【 0 0 2 2 】

まず、両脚を揃えて立っている 2 脚受動歩行機を左右いずれかに傾けながら、後方よりアシスト力を加える。これにより、片方の脚 1 が支持脚期として地面を支持し、もう片方の脚 1 が地面から浮いて、遊脚期として膝を屈曲しながら前方に振り出され、歩行が開始される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 3 】

遊脚初期では、前面ウレタンシート 4 a の張力で脚 1 の振り出しが促進する。脚 1 がある程度前方に振り出されると、脚 1 と背面ウレタンシート 4 b を介して接続されたスライダ 5 が固定ストッパー 6 に当たり、背面ウレタンシート 4 b が張力を発生する。これにより、振り出し量を抑え、遊脚後期に適切な歩幅を決定する。

## 【 0 0 2 4 】

遊脚後期では、脚 1 の大腿部 1 a が重力により減速することで、当該脚 1 の膝関節 1 c が屈曲から伸展に転換し、膝関節が真直ぐになると膝ストッパー 9 の衝突が起きる。この衝突を P V D F フィルム 1 3 で検知し、サーボ 1 0 が作動する。サーボ 1 0 の動作により、固定ストッパー 6 とスライダ 5 の間に可動ストッパー 8 が挿入される。この状態で当該の脚 1 が地面と衝突し、遊脚期から支持脚期に切り換る。

10

## 【 0 0 2 5 】

支持脚初期では、上体 2 は前方に傾斜し、背面ウレタンシート 4 b がより大きな張力を生みだし、前傾を抑制し上体姿勢を一定に保とうとする。この張力は、上体姿勢を一定にする腰トルクと等価的に働くので、ポテンシャルバリアが低くなり（後述する運動解析（数式 3）を参照）、アシスト力の低減につながる（上体効果）。

## 【 0 0 2 6 】

支持脚後期では、上体 2 は後傾しようとするが、前面ウレタンシート 4 a の張力で抑える。

## 【 0 0 2 7 】

遊脚期および支持脚期の動作を繰り返すことで、2脚受動歩行機の歩行を継続させることができる。

20

## 【 0 0 2 8 】

歩行速度の調整は、アシスト力の強弱で行う。アシスト力を強くすると、脚 1 の振り出し速度が促進されて歩行速度が上がる。逆に、アシスト力を弱めると歩行速度が減速する。徐々にアシスト力を弱めると歩幅が小さくなり、最終的に両脚を揃えて歩行を停止させることができる。

## 【 0 0 2 9 】

本実施形態では、2脚受動歩行機に上体 2 を設けることにより、歩行の移動効率を高め、アシスト力を低減することができる。以下、この点について説明する。

30

## 【 0 0 3 0 】

歩行アシストの一つの役割は、平地において脚を前方へ倒すことである。ここで、前方に倒れるためには、運動エネルギーが、腰関節が最高点になるまでのポテンシャルエネルギーを上回るか、このポテンシャルバリアを何らかの形で下げる必要がある。

## 【 0 0 3 1 】

図 6 に支持脚と上体を模擬した簡単な 2 リンクモデルを示す。ここで、上体の質量  $m_2$  が脚の質量  $m_1$  に比べて十分大きいものとするとき、運動方程式は数式 1 のように得られる。

## 【 0 0 3 2 】

## 【数 1】

40

$$\begin{bmatrix} I_1 + a_1^2 & 0 \\ l_1 a_2 \cos(\theta_2 - \theta_1) & I_2 + a_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -a_1 \sin \theta_1 \\ -a_2 \sin \theta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tau_{1a} \\ \tau_{2a} \end{bmatrix}$$

ただし、 $\tau_{1a} = \tau_1 / m_1$ 、 $\tau_{2a} = \tau_2 / m_2$  である。上体の姿勢変化は小さいと仮定して、上体姿勢を一定にするため（ $d^2 \theta_2 / dt^2 = d^2 \theta_1 / dt^2 = 0$ ）の腰トルクを線形近似した運動方程式から導くと数式 2 を得る。なお、足首トルクは  $\tau_{1a} = 0$  とした。

50

【 0 0 3 3 】

【 数 2 】

$$\tau_{2a} = \frac{l_1 a_2}{l_1 + a_2} \theta_1 g - \frac{l_1 a_2}{l_1 + a_2} \theta_2 g$$

このとき、支持脚の角加速度  $d^2 \theta_1 / dt^2$  は数式 3 のように得られる。

【 0 0 3 4 】

【 数 3 】

$$\ddot{\theta}_1 = \frac{1}{l_1 + a_2} \theta_1 g + \frac{a_2}{l_1 (l_1 + a_2)} \theta_2 g$$

10

支持脚が前方に倒れるに従って、減速 ( $d \theta_1 / dt < 0$ ) して加速 ( $d \theta_1 / dt > 0$ ) することになるが、上体 ( $a_2 > 0$ ) を有するとこれらの減速と加速の大きさは小さくなる。すなわち、ポテンシャルバリアが低くなったと捉えることができる。さらに、着地直前の速度が小さくなって床面との衝突が小さくなる。

【 0 0 3 5 】

さて、歩幅が等しくなるようにアシストを行い、上体の有無による違いの検証実験を行った。なお、関節角度は高速度カメラを用いて算出した。ただし、撮影速度は 500 [frame/s]、フレームサイズは 1024 × 512 [pixels] とする。アシスト力は、アシスト治具の途中に取り付けた 6 軸力覚センサにより計測した。

20

【 0 0 3 6 】

着地直後から着地直前までの一歩区間における水平方向のアシスト力を図 7 に示す。図 7 からわかるように、着地直後および 0.6 [s] 前後にスパイク状の押し付け力が発生している。これらは、それぞれ床面との衝突および膝ストッパーとの衝突による反動をヒトが受け止めた形となっている。これは、ヒトによる意図的なアシストではないが、後方から支えていることから、結果的にアシスト力の発生となっている。ここで、上体の有無と比較すると、膝衝突に関してはほぼ同レベルであるにも関わらず、床面との衝突に関しては上体付きでは半分程度に抑えられている。

30

【 0 0 3 7 】

図 8、図 9 および図 10 に、それぞれ支持脚の角度、上体の角度および支持脚の腰関節トルクを示す。ただし、トルクは前後のウレタンシートの張力から算出している。図 8 からわかるように、ポテンシャルバリアが下がったことから、上体有りの場合、支持脚の角速度 (図では傾き) があまり低下することなく、腰関節が頂点 (支持脚角度 0 [deg]) を越えている。頂点では、上体無しと比べて、角速度に 2 倍程度の差が生じている。さらに、10 [deg] 付近で上体有りの場合は支持脚の加速が大きくなっている。

【 0 0 3 8 】

図 9 からわかるように、上体の挙動は、最大前傾角度が約 6 [deg] であり、1 歩行周期中に 2 度前傾している (2 峰性)。なお、再前傾と遊脚の膝ストッパーとの衝突のタイミングが一致していることから、その反動が上体に作用したと考えられる。ヒトの場合は、一旦、5 [deg] 程前傾し、遊脚膝が真直ぐになるころ、前傾から鉛直へ上体が起き上がってくる。

40

【 0 0 3 9 】

図 10 からわかるように、支持脚背面のウレタンシートが張った状態で、上体の前傾を抑制して真直ぐになるように腰トルクが働いている。その後、支持脚前面のウレタンシートが張ることで上体の後傾 (のけ反り) を防止している。なお、脚が切り換わり遊脚になって床面からの拘束が解かれると、前面のウレタンシートが収縮することにより遊脚の振り出しが促進される。

【 0 0 4 0 】

50

消費エネルギー  $W$  および移動効率  $C_t$  は、それぞれ数式 4 および数式 5 のように表される。

【 0 0 4 1 】

【数 4】

$$W = \int_0^T |F_x v_x| + |F_z v_z| dt$$

【 0 0 4 2 】

【数 5】

$$C_t = \frac{W}{MS}$$

10

ただし、 $F_x$  および  $F_z$  はそれぞれ垂直方向および水平方向のアシスト力、 $v_x$  および  $v_z$  はそれぞれ垂直方向および水平方向の速度、 $T$  は歩行周期、 $M$  は全質量、 $S$  は移動距離（歩幅）である。表 1 に歩行機の諸元と消費エネルギーおよび移動効率を示す。

【 0 0 4 3 】

【表 1】

	Body	No - Body
Leg length $l_1$ [m]	0.91	0.91
Leg weight $m_1$ [kg]	2.5	2.5
Dist. body CoM $a_z$ [m]	0.15	—
Body weight $m_z$ [kg]	2	—
Step length $S$ [m]	0.35	0.35
Velocity $v$ [m]	1.56	1.27
Consumption - $E W$ [J]	2.75	3.04
Specific cost $c_t$	0.114	0.177

20

30

表 1 からわかるように、上体を付加することで、移動効率が 35% 程良くなっている。これは、上体効果に加え、ヒトによる効果的なアシスト力生成によるものと考えられる。

【 0 0 4 4 】

なお、上記実施形態において、図 4 に示すように、ローラ 7 の固定部品に歪ゲージ 12 を取り付けてウレタンシート 4 の張力を計測し、それによってウレタンシート 4 の張力を自動調整するようにしてもよい。

40

【 0 0 4 5 】

また、ウレタンシート 4 は、シート状のものに限らず、断面丸形状のものでもよく、またその機能からして、それが固定されたスライダ 5 が可動ストッパー 8 あるいは固定ストッパー 6 のいずれかに当たったときに張力を発生するような部材、例えば弾性部材であればよく、その場合、ウレタンでなく硬めのゴムを用いたものであってもよい。

【 0 0 4 6 】

また、図 11 に示すように、2脚受動歩行機を脚式運搬機として構成してもよい。この場合、上体 2 は図に示すように荷物 14 を搭載できる荷台 2 として構成されている。また、荷台でなくても荷物を引っ掛けるような構成となってもよい。なお、図 11 は、図

50

2と同様、ウレタンシート4 a、4 b等を省略したものとなっている。

【0047】

さらに、図12、図13に、2脚受動歩行機を脚式運搬機として構成した他の実施形態を示す。この実施形態では、荷台2における背板の裏側つまり荷台2の背面(より具体的には荷台2の背面の中央よりやや上部の位置)に、アシスト治具3として運搬ハンドル3が取り付けられている。荷台は2本の脚の間で腰軸に連結されている。

【0048】

この例に示す脚式運搬機は、ブレーキ機構を有している。ブレーキは油圧式であり、図12、図13に示すように、ブレーキハンドル20が運搬ハンドル3に取り付けられ、ブレーキ機構21は膝関節1c(図12参照)あるいは腰関節16(図13参照)に取り付けられ、膝関節1cあるいは腰関節16に回転抵抗を生じさせることができる。なお、ブレーキ機構21は、膝関節1cと腰関節16の両方に取り付けられていてもよい。

10

【0049】

運搬者は、荷台に荷物14を搭載し、運搬ハンドル3を把持する。運搬ハンドル3を介して後方より脚式運搬機を押すことで、歩行させながら荷物を楽に運搬することができる。実験では、5kgの荷物の運搬に成功している。

【0050】

運搬者は、運搬ハンドル3を操作することで、1輪車のように左右の安定化や方向転換などを容易に行うことができ、様々な経路を運搬して行くことができる。また、2本の脚の間隔(調整可能)は15cm程度であり、狭隘な場所を運搬することが可能となっている。また、車輪式運搬機では困難な段差、溝などの不整地の運搬に適している。

20

【0051】

運搬者は、ブレーキハンドル20を操作することで、膝関節1cおよび/または腰関節16の動きを調節したり、止めたりすることができる。これにより、歩幅の調整や停止時の姿勢保持を容易に行うことができる。

【0052】

図11~図13に示す脚式運搬機は、2本の脚を有する受動歩行機に荷台を設置し、その上に荷物を搭載して運搬する機構であり、しかも、運搬者がハンドルを押して脚式運搬機を歩行させながら、荷物を運搬するものである。

【0053】

この脚式運搬機を用いることにより、キャリアバッグ、台車、一輪車などでは困難な階段などの段差、列車とホームとの間の隙間などの溝、パイプなどの障害物を踏破し、荷物を運搬することができる。また、荷物下方に配置された細身の脚は占有面積が小さく、人ごみなどでも邪魔にならない。

30

【0054】

したがって、本実施形態に係る脚式運搬機によれば、荷物を搭載することを可能とし、さらに受動歩行機の脚を4本から2本にして占有面積の低減、旋回など機動性を高めたものとすることができる。これらにより、使用者は押すだけで、歩行しながら荷物を楽に運搬することができる。

【0055】

以下、上記実施形態から把握できる発明について述べる。本発明は、人のアシストにより歩行を行う2脚受動歩行機であって、腰軸に回転可能に連結され、膝関節を介して相対的に回転する大腿部と下腿部を備えた2本の脚と、当該2脚受動歩行機を歩行させるためのアシスト治具と、を有し、人が前記アシスト治具を用いて当該2脚受動歩行機をアシストすることによって歩行を行うように構成されており、当該2脚受動歩行機は、さらに、前記腰軸に連結され、歩行状態において重心位置が前記腰軸より上方にある上体を有することを特徴とする。

40

【0056】

これによれば、上体を設けることにより、歩行の移動効率を高め、アシスト力を低減することができる。

50



## 【 0 0 5 7 】

また、本発明は、前記上体と前記 2 本の脚のそれぞれの大腿部の前後に弾性部材が張られた構成とすることにより、安定した歩行を行うことができる。

## 【 0 0 5 8 】

具体的には、前記上体と前記 2 本の脚のそれぞれの大腿部の前後に張られた弾性部材は、遊脚初期では前記脚の振り出しを促進し、遊脚後期では前記脚の振り出し量を抑制し、支持脚初期では前記上体の前傾を抑制し、支持脚後期では前記上体の後傾を抑制する。

## 【 0 0 5 9 】

この場合、前記大腿部の前後に張られた弾性部材のそれぞれは、前記上体にスライダを介して取り付けられており、当該スライダが前記上体に設けられたストッパに当たると張力を発生する構成とするのが好ましく、さらに、前記上体にローラが取り付けられて前記弾性部材の可動を妨げないようになっているのが好ましい。

10

## 【 0 0 6 0 】

また、本発明は、前記脚が支持脚期か遊脚期かによって前記大腿部の後ろに張られた背面の弾性部材の張力の作用を切替える機構を有するようにすれば、支持脚初期に、より強力な張力特性を得ることができ、好ましい。

## 【 0 0 6 1 】

さらに、本発明は、前記上体が荷物を搭載できる荷台として構成されていれば、上記した 2 脚受動歩行機を脚式運搬機として用いることができる。

前記アシスト治具は、前記腰軸に連結されたものとする他、2 脚受動歩行機が脚式運搬機として用いられる場合には、前記荷台の背面に取り付けられた運搬ハンドルとすることができる。

20

## 【 0 0 6 2 】

さらに、2 脚受動歩行機が脚式運搬機として用いられる場合には、前記腰軸で前記 2 本の脚を回転可能に連結する腰関節および/または前記膝関節に回転抵抗を生じさせるブレーキ機構を有し、前記ブレーキ機構を操作するためのブレーキハンドルが前記運搬ハンドルに取り付けられている構成とするのが好ましい。

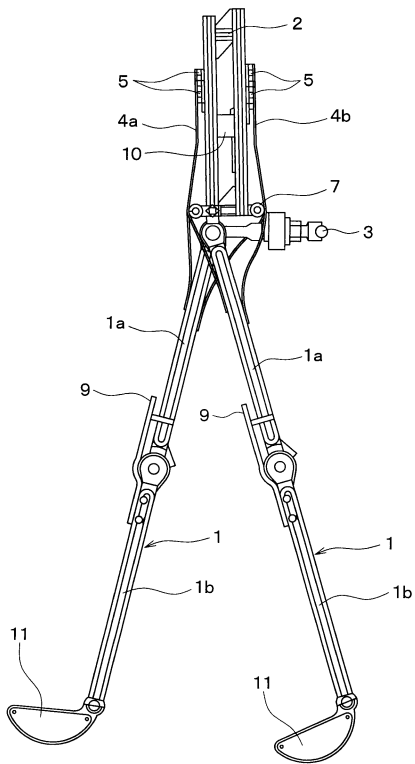
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 6 3 】

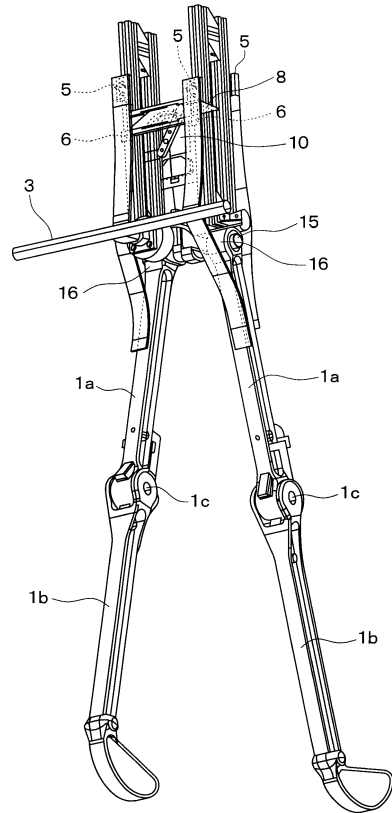
1	脚	30
1 a	大腿部	
1 b	下腿部	
1 c	膝関節	
2	上体	
3	アシスト治具	
4 a	前面ウレタンシート（弾性部材）	
4 b	背面ウレタンシート（弾性部材）	
5	スライダ	
6	固定ストッパ	
7	ローラ	40
8	可動ストッパ	
9	膝ストッパ	
1 0	サーボ	
1 1	円弧足	
1 2	歪ゲージ	
1 3	PVDFフィルム	
1 4	荷物	
1 5	腰軸	
1 6	腰関節	
2 0	ブレーキハンドル	50

2 1 ブレーキ機構

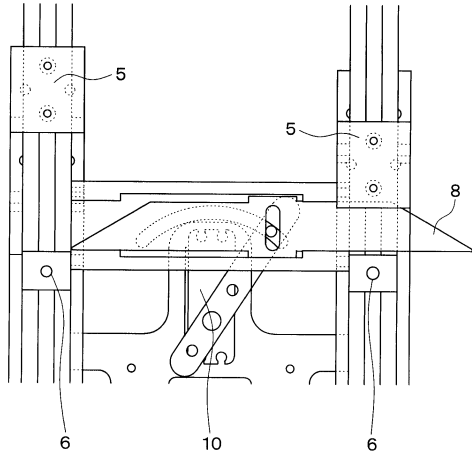
【図 1】



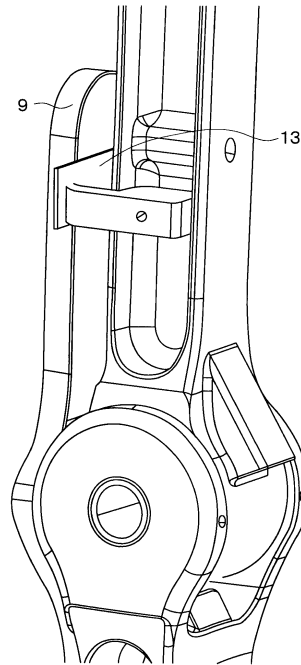
【図 2】



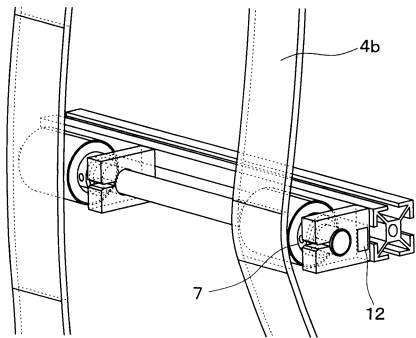
【図3】



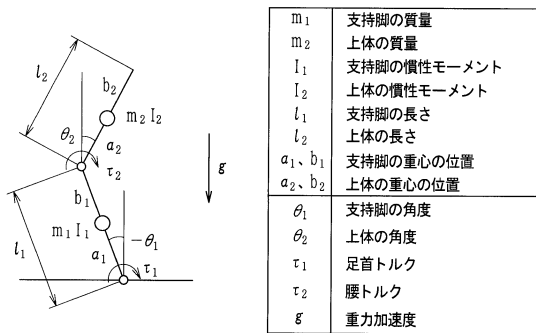
【図5】



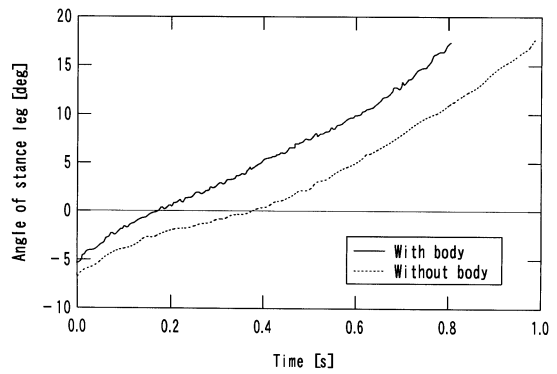
【図4】



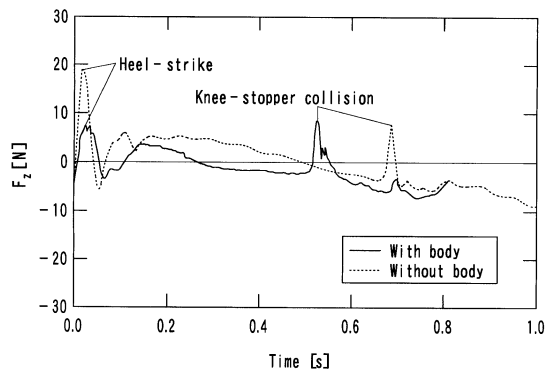
【図6】



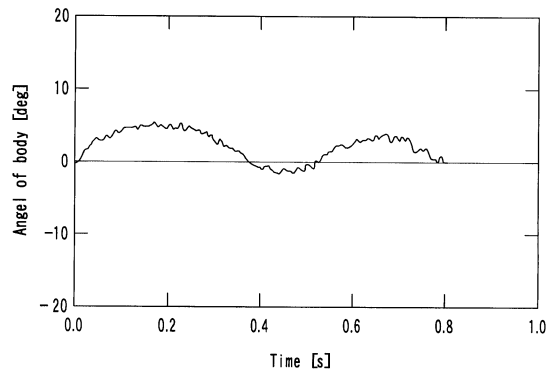
【図8】



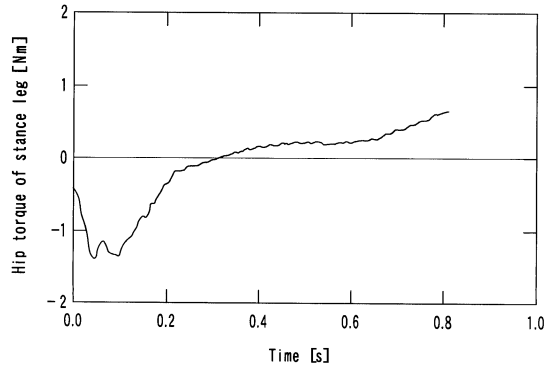
【図7】



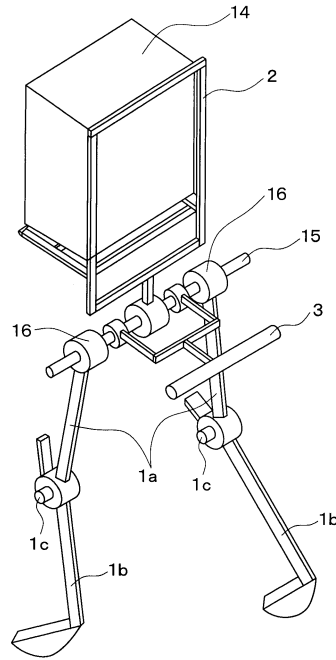
【図9】



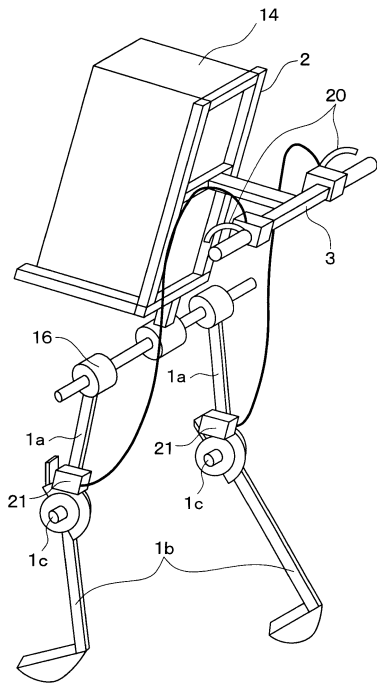
【図10】



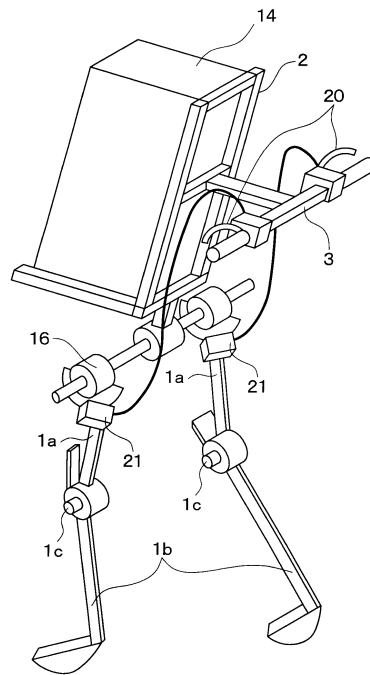
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

審査官 松浦 陽

(56)参考文献 国際公開第2006/132330(WO, A1)

田部井聡 田部井聡 Satoshi TAMEGAI Satoshi TAMEGAI, 受動歩行機のアシスト平地歩行の実現 Realization of Assist Level Walking of Passive Walker, ロボティクス・メカトロニクス講演会 '09 講演論文集 Proceedings of the 2009 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, 社団法人日本機械学会

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B62B 11/00

B25J 1/00 - 21/02

CiNii