

⑫ 特許公報(B2)

平2-48397

⑬ Int. Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 ⑭ 公告 平成2年(1990)10月24日
 B 25 J 5/00 C 8611-3F
 B 62 D 57/032 6573-3D B 62 D 57/02 E
 発明の数 2 (全6頁)

⑮ 発明の名称 全方向移動機械

前置審査に係属中

⑯ 特 願 昭58-42029

⑰ 公 開 昭59-169770

⑱ 出 願 昭58(1983)3月14日

⑲ 昭59(1984)9月25日

⑳ 発 明 者 金 子 真 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉑ 発 明 者 館 暉 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉒ 発 明 者 阿 部 稔 茨城県新治郡桜村並木1丁目2番地 工業技術院機械技術研究所内

㉓ 出 願 人 工業技術院長 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

㉔ 指定代理人 工業技術院機械技術研究所長

審査官 島田 信一

出願人において、実施許諾の用意がある。

1

2

⑳ 特許請求の範囲

1 少なくとも、基台と、前記基台に取付けられ前記基台に対して上下に可変の位置をとり得る4本の足体とを備え、かつ機械全体及び積載物の合成された重心が前記足体の接地点を結ぶ線で区画される図形の垂直投影面内を通るように変位可能なバランス重りを有し、前記足体の内の3本以上の足体は前記基台に対して被駆動部分の軸心のまわりに回転可能であつて水平方向に離隔して位置する前記被駆動部分と接地部分と前記被駆動部分と前記接地部分を連結する連結部分とをもつ曲がり足体であることを特徴とする全方向移動機械。

2 前記連結部分は水平方向に伸縮可能に構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の全方向移動機械。

3 少なくとも、基台と、前記基台に取付けられ前記基台に対して上下に可変の位置をとり得る最少限5本の足体とを備え、機械全体及び積載物の合成された重心が前記足体の接地点を結ぶ線で区画される図形の垂直投影面内を通るように構成され、前記足体の内の3本以上の足体は前記基台に対して被駆動部分の軸心のまわりに回転可能であ

つて水平方向に離隔して位置する前記被駆動部分と接地部分と前記被駆動部分と前記接地部分を連結する連結部分とをもつ曲がり足体であることを特徴とする全方向移動機械。

5 4 前記連結部分は水平方向に伸縮可能に構成されていることを特徴とする特許請求の範囲第3項記載の全方向移動機械。

発明の詳細な説明

この発明はロボット、乗用機械等の歩行機械、10 特に不整地面や月面を移動する場合に有利な移動機械に関するものである。

不整地面を移動させるための移動機械として最低限満足しなければならない条件としては

- (イ) 本体を重力方向に対して、常に水平に保ち、
 - 15 (ロ) 本体の上下動が少なく、
 - (ハ) 平面上の任意の位置に行くことができ、本体を任意の方向に向け得る、
- ことが必要である。

従来にも、動物の足と似た4本またはそれ以上の足を持つ機構に歩行動作を行なわせるようにしたロボット用歩行装置等の多足歩行機械があるが、それらは一般的に安定性が悪いという欠点がある。

あり、特に、不整地上の歩行における足の歩行動作にともなつて、その足に支持されている基台が上下、前後または左右に傾き若しくは振れ、基台上に物品を積載して運搬しようとする場合には歩行面の地形に関係なく、常に一定の垂直方向位置を保つたまま移動させることが困難であるという問題があつて、それらの解決が望まれている。また従来の歩行移動機械における足の制御は、一般に、各足が3自由度をもち、 n 個の足について合計 $3n$ 自由度の協調制御を行なつているが、この方法は、微視的なレベルでの足場の選択は可能であるが、歩行速度は極めて遅く、かつ構造が複雑で、制御は極めて煩雑である。さらにまた、ステアリング時の各足の協調制御が必要となつており、これらの点の改良技術の開発が望まれている。

この発明は上記のごとき事情に鑑みてなされたものであつて、歩行機械としての最低条件を容易に満足させ、車輪式移動機械で行けないような場所でも自由に行くことができ、自由度が少なく構造が簡単で各足の協調制御を極めて簡単にすることができ、歩行速度が高く、かつ全方向に進むことができる、全方向移動機械を提供することを目的とするものである。

この目的に対応して、この発明の第1の発明の全方向移動機械は、少なくとも、基台と、前記基台に取付けられ前記基台に対して上下に可変の位置をとり得る最少限4本の足体とを備え、機械全体及び積載物の合成された重心が前記足体の接地点を結ぶ線で区画される図形の垂直投影面内を通るように構成され、前記足体の内の3本以上の足体は前記基台に対して被駆動部分の軸心のまわりに回転可能であつて水平方向に離隔して位置する前記被駆動部分と接地部分と前記被駆動部分と前記接地部分を連結する連結部分とをもつ曲がり足体であることを特徴としている。

またこの発明の第2の発明の全方向移動機械は、少なくとも、基台と、前記基台に取付けられ前記基台に対して上下に可変の位置をとり得る最少限5本の足体とを備え、機械全体及び積載物な合成された重心が前記足体の接地点を結ぶ線で区画される図形の垂直投影面内を通るように構成され、前記足体の内の3本以上の足体は前記基台に対して被駆動部分の軸心のまわりに回転可能であ

つて水平方向に離隔して位置する前記被駆動部分と接地部分と前記被駆動部分と前記接地部分を連結する連結部分とをもつ曲がり足体であることを特徴としている。

5 以下、この発明の詳細を一実施例に示す図面について説明する。

第1図及び第2図において、1は4足歩行機械であり、4足歩行機械1は基台2と4本の足3、4、5および6を備えている。

10 足3は直棒状の直足で矢印10で示すように、基台2に対して上下方向に駆動される。足4、5、6はいわゆる曲がり足であつて、被駆動部分7と接地部分8を備えている。被駆動部分7と接地部分8は実質的に水平方向に所定の距離だけ
15 離隔して位置し、かつこの被駆動部分7と接地部分8は実質的に水平方向に位置する連結部分9によつて連結されている。この連結部分9は撓まないが、後述するように、必要に応じて水平方向に伸縮することができる。これらの足4、5及び6
20 は被駆動部分で駆動されて、基台2に対して矢印11で示すように上下動することができ、かつ基台2に対して矢印12で示すように回転変位することができる。

運転席14、バランス重り16は基台2上に設けられ、かつ垂直軸15に関して基台2に対して
25 回転することができる。なお、この運転席14の回転は歩行動作には直接関係なく、操縦性の立場で付加された機能である。

このように構成された4足歩行機械1の歩行動作は次のようにしてなされる。

30 第1図及び第2図に示すように、足4、5及び6の接地部分8が任意の方向に向いている場合はまず歩行動作の第1段階として、これらの接地部分の向きを一致させる必要がある。仮にそれぞれの接地部分の向きが一致するためには足4が角 α_a だけ回転し、足5が角 α_b だけ回転し、また足6が角 α_c だけ回転する必要があるとすると、まず足3、5及び6を接地させて基台2を支える立足とした後、足4を上昇させて遊び足とし、それから
40 足4を α_a だけ回転させ、その回転をさせた後、足4を接地させて立足とし、次に足5を遊び足とし α_b だけ回転させた後に足5を降ろして接地させて立足とし、次に足6を遊び足とし、角 α_c だけ回転させた後に足6を立足とする。このようにして足

4, 5、及び6の方向が一致する。

次に足3を上昇させて、遊び足とする。この状態から、足4, 5及び6を同期させて角βだけ回転させると、足4, 5及び6の接地部分8は接地して変位しない代りに足4, 5, 6の被駆動部分7と基台2との係合部分A, B、及びCがA', B', C'点に軌跡30を通つて相対変位し、結局基台2が1歩だけ歩行動作をしたことになる。

そして次の歩行動作のためには以上のステップを繰返すことになる。ただし、足4, 5、及び6の向きはすでに一致しているから次の動作では足4, 5及び6を同じ角度だけ回転させればよい。以上の動作中、装置全体の静的バランスを保持するため、バランス重り16の位置は遊び足の位置と反対側に位置するように調節される。

この4足歩行機械の自由度は歩行に要する7自由度と歩行中に運転席14を任意の方向に向けるための1自由度と、立足の足先で形成される図形の中に重心を位置させるためのバランス重り16の回転の1自由度の合計9自由度が必要である。以上の動作シーケンスを表にまとめると次のようになる。

足先整列 足の状態 足先の動き

4 5 6 3

(始めの任意の状態)

- (1) 遊立立立
- (2) 遊立立立 P₁ → P
- (3) 立立立立 P Q₁ R₁
- (4) 立遊立立
- (5) 立遊立立 P Q₁ → Q R₁
- (6) 立立立立 P Q R₁
- (7) 立立遊立
- (8) 立立遊立 P Q R₁ → R
- (9) 立立立立 P Q R

(移動)

- (10) 立立立遊 P Q R
- (11) 立立立遊 A → A' B → B' C → C' D → D'
- (12) 立立立立 A' B' C' D'

繰返し

第3図及び第4図は他の実施例に係わる5足歩行機械を示しており、5足歩行装置1bは基台2にそれぞれ直足3, 31と曲がり足4, 5及び6の計5本の足を設けたものである。

この場合の歩行方法としては、足3, 4, 5, 31を立足とし、足6を遊び足にして位置決めし、次に足3, 6, 31を立足とし、足4, 5を遊び足として位置決めし、次に足3, 31を遊び足にして足4, 5, 6を同期させて回転変位させ基台2を移動させる。

この5足歩行機械の場合は、位置決めに当たっては足4, 5の回転は同期させることができる。さらに立足の足先で形成される図形の中に常に重心を位置づけるため、自由度は8自由度となり、4足の場合の9自由度よりバランス重り移動の1自由度分少なくてすむ。

第5図及び第6図に示すものはこの発明の他の実施例に係わる6足歩行機械1cであり、基台2に合計6本の足を設けたものであり、このうち、足3, 7及び8は直足であり、足4, 5及び6は曲がり足である。

歩行方法としては、足3, 7, 8を立足とし、足4, 5, 6を遊び足にして位置決めし、次に足3, 7, 8を遊び足とし、足4, 5, 6を同期させて回転させ、基台2を移動させる。この6足歩行機械の場合は、位置決めに当たって足4, 5, 6の回転は同期させることができるので、自由度は5足の場合と同様で8自由度で済む。

第7図に示すものは、この発明のさらに当の実施例に係わる6足歩行機械1dであつて、特に高速歩行を可能にするように考慮されたものである。基台2に6本の足を使用し、全てを画がり足としたもので、足4, 5, 6が立足となつて駆動されているときに足17, 18, 19が遊び足となつて位置決めを行なう。この場合の自由度は9自由度である。第7図中、破線で示すものは静的安定性を保持する上で最も厳しい足配置、すなわち、基台を含む機械全体と積載物の合成された重心Gの位置と三角形の一辺との距離Zの最少を与える足配置を示している。

このように構成された歩行機械では曲がり足を立足として同期して回転させると、その反作用として、基台2が移動するのであるが、基台2の移動軌跡は第8図の実線で示すように多数の円弧の繋がりであり、軌跡が直線でないため、運転者の乗り心地が悪いことが考えられる。この点を改良するためには、曲がり足の連結部分9を水平方向に伸縮可能とする。すなわち、第9図に示すよう

に、連結部分 9 にピストンシリンダー装置 20 等を設けて、撓まないが軸方向に伸縮可能とする。曲がり足の位置決めをする場合には弁 21 を通してシリンダー 22 内に圧縮空気を送り、ピストン 23 を押して連結部分 9 を伸長させ、曲がり足の被駆動部分 7 と接地部分 8 を所定の水平方向位置に保つ。次に、基台 2 の移動に際して曲がり足を回転駆動する場合は、弁 25 を開いてシリンダー 22 内の圧縮空気を逃がすようにし、したがって連結部分を伸縮可能にしておく。このように構成された曲がり足においては、これを回転させる場合には、連結部分に作用する力のうち、連結部分 9 の軸方向に作用する力に対して、連結部分 9 が抵抗なく伸縮する結果、基台 2 を反力として押すことがなく、したがって基台 2 は第 8 図及び第 10 図の破線で示すように直線運動をすることができる。この場合の弁 21, 25 の開閉時期及び上下動駆動装置、回転駆動装置の動作のタイミングは第 11 図のようになる。

以上の説明から明らかな通り、この発明によれば、歩行機械としての最低条件を容易に満足させ、車輪式移動機械では、行けないような場所でも自由に行くことができ、自由度が少なく構造が

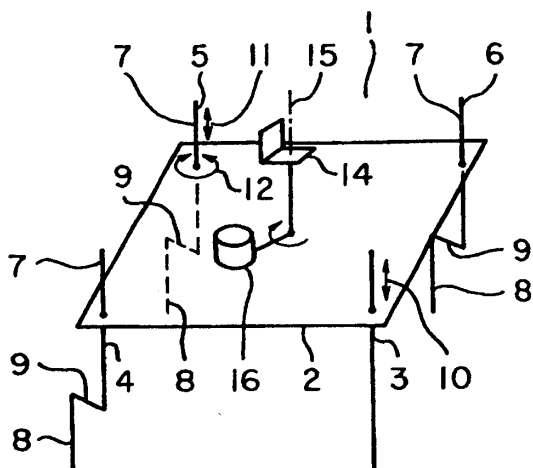
簡単で各足の協調制御を極めて単純にすることができ、歩行速度が高く、かつ全方向に進むことができる、全方向移動機械を得ることができる。

図面の簡単な説明

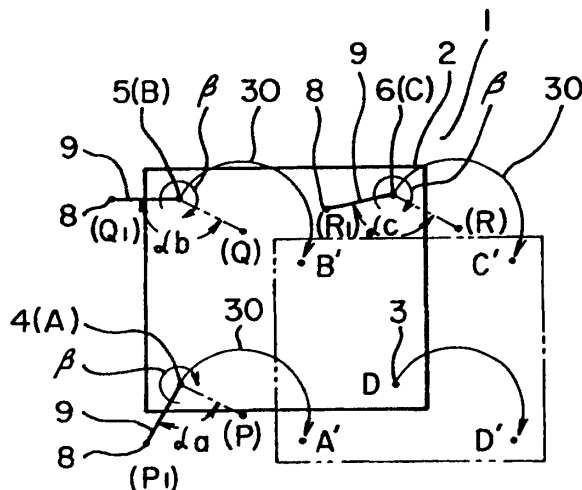
5 第 1 図はこの発明の一実施例に係わる 4 足歩行機械を示す斜視説明図、第 2 図はこの発明の一実施例に係わる 4 足歩行機械を示す平面説明図、第 3 図はこの発明の他の実施例に係わる 5 足歩行機械を示す斜視説明図、第 4 図はこの発明の他の実施例に係わる 5 足歩行機械を示す平面説明図、第 5 図はこの発明の他の実施例に係わる 6 足歩行機械を示す斜視説明図、第 6 図はこの発明の他の実施例に係わる 6 足歩行機械を示す平面説明図、第 7 図はこの発明の他の実施例に係わる 6 足歩行機械を示す斜視説明図、第 8 図は歩行機械の移動軌跡を示す線図、第 9 図は曲がり足の連結部分を示す断面説明図、第 10 図は曲がり足の動きを示す平面説明図、及び第 11 図は弁及び駆動装置の動作時期を示すタイミングチャートである。

10 1 ……歩行機械、2 ……基台、3, 4, 5, 6, 17, 18, 19 ……足、7 ……被駆動部分、8 ……接地部分、9 ……連結部分、20 ……ピストンシリンダー装置、21, 25 ……弁。

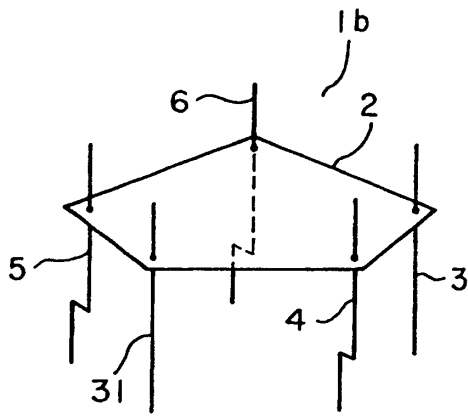
第 1 図



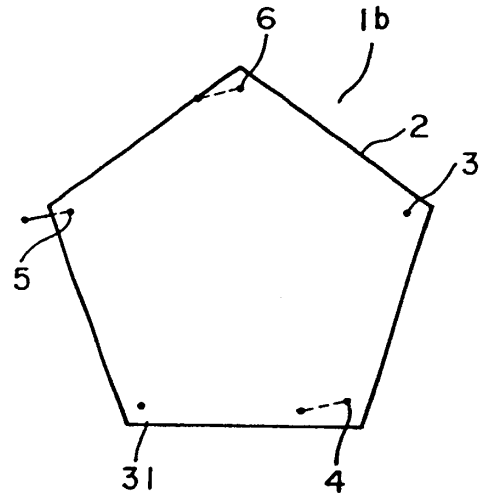
第 2 図



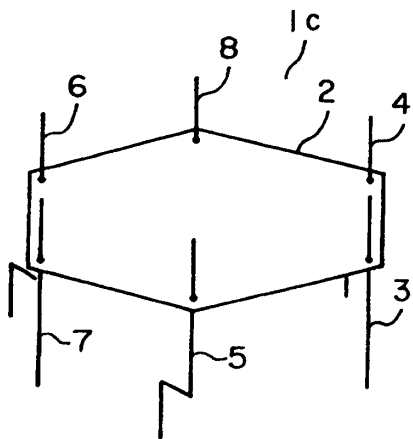
第 3 图



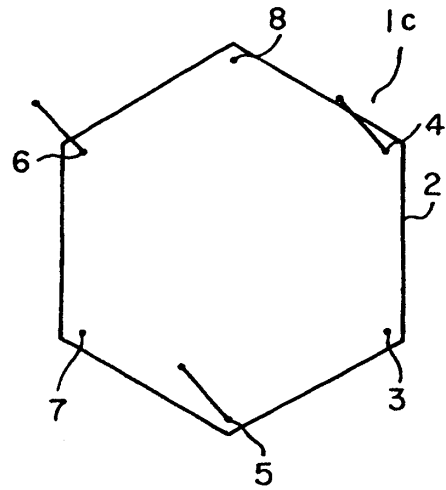
第 4 图



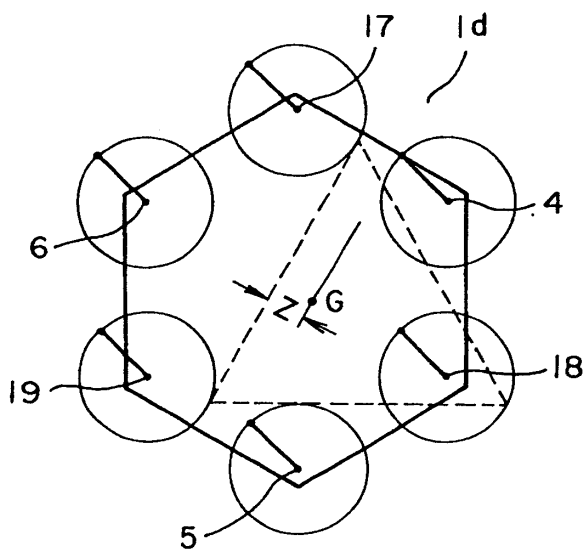
第 5 图



第 6 图



第 7 图



第 8 图



