

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4255663号
(P4255663)

(45) 発行日 平成21年4月15日(2009.4.15)

(24) 登録日 平成21年2月6日(2009.2.6)

(51) Int. Cl. F I
B 2 5 J 17/00 (2006.01) B 2 5 J 17/00 H
B 2 5 J 5/00 (2006.01) B 2 5 J 5/00 F

請求項の数 5 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-248467 (P2002-248467)	(73) 特許権者	000005326 本田技研工業株式会社 東京都港区南青山二丁目1番1号
(22) 出願日	平成14年8月28日(2002.8.28)	(74) 代理人	100081972 弁理士 吉田 豊
(65) 公開番号	特開2005-334978 (P2005-334978A)	(72) 発明者	五味 洋 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
(43) 公開日	平成17年12月8日(2005.12.8)	(72) 発明者	浜谷 一司 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
審査請求日	平成16年9月9日(2004.9.9)	(72) 発明者	豊田 均 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会 社本田技術研究所内
審判番号	不服2007-30038 (P2007-30038/J1)		
審判請求日	平成19年11月5日(2007.11.5)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脚式移動ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

上腿リンクと下腿リンクと足部からなる関節脚部を備えると共に、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記脚部は、少なくとも前記上腿リンクと前記下腿リンクを接続する第1の関節と、前記第1の関節より重力方向において下方に配置され、前記下腿リンクと前記足部を接続すると共に、少なくとも異なる2方向の回転軸線を備える第2の関節を備え、前記第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータが、前記第1の関節と同位置および前記第1の関節より重力方向において上方の位置のいずれかに配置されると共に、前記第2の関節は、前記複数個のアクチュエータがそれぞれ対応するロッドを駆動することで駆動されると共に、前記2方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ前記複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行うことを特徴とする脚式移動ロボット。

【請求項2】

前記第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかが、前記第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記第1の関節の軸線と同軸に配置された出力軸に前記対応するロッドを介して駆動されるように接続されることを特徴とする請求項1項記載の脚式移動ロボット。

【請求項3】

前記第2の関節は、前記複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかと、複数本のロッドを介して駆動されるように接続され

ることを特徴とする請求項 1 項または 2 項記載の脚式移動ロボット。

【請求項 4】

前記複数本のロッドは、前記第 2 の関節の軸線から所定の距離離間して配置されることを特徴とする請求項 3 項記載の脚式移動ロボット。

【請求項 5】

前記第 2 の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節であることを特徴とする請求項 1 項から 4 項のいずれかに記載の脚式移動ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は脚式移動ロボットに関し、より詳しくは、脚式移動ロボットの脚部に関する。

【0002】

【従来の技術】

脚式移動ロボット、特に脚式移動ロボットの脚部に関する技術としては、例えば特許第 3293952 号公報記載の技術が知られている。この従来技術にあつては、膝関節を駆動する電動モータを大腿リンクに配置すると共に、足首関節を駆動する電動モータを下腿リンクに配置し、各関節の軸線と同軸に配置された減速機をベルトを介して駆動することにより、歩行に必要な駆動力を得るように構成している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

脚式移動ロボットを移動させる場合、特に、高速で移動させる場合にあつては、脚部に大きな慣性力が生じる。このため、移動時に脚部に発生する慣性力を低減させるよう、脚部、特にその接地側（床面に接地する側。即ち、末端側）の重量が軽量であることが望ましい。しかしながら、上記した従来技術にあつては、下腿リンクに足首関節を駆動するための電動モータが配置されると共に、足首関節の軸線と同軸に減速機が配置されることから、脚部の接地側の重量が重くなり、慣性力の低減の点で改善の余地を残していた。

【0004】

従つて、この発明の目的は、脚部の接地側（末端側）の重量を軽量化し、よつて移動時に脚部に発生する慣性力を低減できるようにした脚式移動ロボットを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

上記した目的を達成するために、請求項 1 項においては、上腿リンクと下腿リンクと足部からなる関節脚部を備えると共に、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボットにおいて、前記脚部は、少なくとも前記上腿リンクと前記下腿リンクを接続する第 1 の関節と、前記第 1 の関節より重力方向において下方に配置され、前記下腿リンクと前記足部を接続すると共に、少なくとも異なる 2 方向の回転軸線を備える第 2 の関節を備え、前記第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータが、前記第 1 の関節と同位置および前記第 1 の関節より重力方向において上方の位置のいずれかに配置されると共に、前記第 2 の関節は、前記複数個のアクチュエータがそれぞれ対応するロッドを駆動することで駆動されると共に、前記 2 方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ前記複数個のアクチュエータの駆動力の和によつて行う如く構成した。

【0006】

脚部が少なくとも上腿リンクと下腿リンクを接続する第 1 の関節とそれより重力方向において下方に配置され、下腿リンクと足部を接続すると共に、少なくとも異なる 2 方向の回転軸線を備える第 2 の関節を備え、前記第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータが、前記第 1 の関節と同位置、およびそれより重力方向において上方の位置のいずれかに配置されると共に、第 2 の関節は、複数個のアクチュエータがそれぞれ対応するロッドを駆動することで駆動されると共に、2 方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ複数個のアク

10

20

30

40

50

チュエータの駆動力の和によって行うように構成したので、脚部の接地側（末端側。即ち、第2の関節側）の重量を軽量化することができ、よって移動時、特に高速移動時に脚部に発生する慣性力を低減することができる。

【0007】

また、請求項2項にあっては、前記第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかが、前記第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記第1の関節の軸線と同軸に配置された出力軸に前記対応するロッドを介して駆動されるように接続される如く構成した。

【0008】

第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかが、第1の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第2の関節は、前記第1の関節の軸線と同軸に配置された出力軸に剛体である対応するロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、前述の効果に加え、第2の関節とアクチュエータ、あるいは第2の関節と伝達要素を離間して配置しても精度良く動力を伝達することができる。さらには、第1の関節と第2の関節を独立して角度調整することができる。

10

【0010】

また、請求項1の効果について付言すると、第2の関節が少なくとも異なる2方向の回転軸線を備える如く構成したので、前述の効果に加え、脚式移動ロボットの滑らかな移動が可能となる。また、2方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行うように構成したので、第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

20

【0011】

また、請求項3項にあっては、前記第2の関節は、前記複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかと、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成した。

【0012】

第2の関節が、前記複数個のアクチュエータの出力軸、およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかと、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、第2の関節（具体的には大きな駆動力が必要とされる足首関節）の駆動を複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行なうことができ、よって第2の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

30

【0013】

また、請求項4項にあっては、前記複数本のロッドは、前記第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成した。

【0014】

第2の関節とそれを駆動する複数個のアクチュエータ（あるいはそれらの出力が伝達される伝達要素）の出力軸を接続する複数本のロッドが、第2の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成したので、前述の効果に加え、小さな駆動力で第2の関節を駆動することができる。

40

【0015】

また、請求項5項にあっては、前記第2の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成した。

【0016】

第2の関節が脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成したので、前述の効果に加え、脚部の接地端から第2の関節（具体的には足首関節）までの距離を小さくすることができ、よって脚式移動ロボットの安定性を向上させることができる。

【0031】

【発明の実施の形態】

50

以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットについて説明する。

【0032】

図1はこの実施の形態に係る脚式移動ロボット、より詳しくは、2足歩行ロボットを、脚部の関節構造を中心に模式的に示す概略図である。

【0033】

図示の如く、2足歩行ロボット（以下「ロボット」という）1は、左右それぞれの脚部2R, 2L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）に6個の関節（軸線で示す）を備える。6個の関節は重力上方において上方から順に、股（腰部）の脚部回転用（Z軸まわり）の関節10R, 10L（右側をR、左側をLとする。以下同じ）、股（腰部）のロール方向（X軸まわり）の関節12R, 12L、股（腰部）のピッチ方向（Y軸まわり）の関節14R, 14L、膝部のピッチ方向の関節16R, 16L、足首のピッチ方向の関節18R, 18L、および同ロール方向の関節20R, 20Lから構成される。即ち、股関節（あるいは腰関節）は関節10R（L）、12R（L）、14R（L）から、膝関節（前記した第1の関節）は関節16R（L）から、足首関節（前記した第2の関節）は関節18R（L）、20R（L）から構成される。

10

【0034】

足首関節18R（L）、20R（L）の下部には足平22R, Lが取り付けられると共に、最上位には上体（基体）24が設けられ、その内部にマイクロコンピュータからなる制御ユニット26などが格納される。また、股関節10R（L）、12R（L）、14R（L）と膝関節16R（L）とは大腿リンク28R, Lで連結され、膝関節16R（L）と足首関節18R（L）、20R（L）とは下腿リンク30R, Lで連結される。

20

【0035】

また、同図に示す如く、足首関節18, 20R（L）と足平22R（L）の接地端の間には、公知の6軸力センサ（床反力検出器）34R（L）が取り付けられ、力の3方向成分 F_x , F_y , F_z とモーメントの3方向成分 M_x , M_y , M_z とを測定し、脚部2R（L）の着地（接地）の有無、および床面（図示せず）から脚部2R（L）に作用する床反力（接地荷重）などを検出する。また、上体24には傾斜センサ36が設置され、Z軸（鉛直方向（重力方向））に対する傾きとその角速度を検出する。また、各関節を駆動する電動モータには、その回転量を検出するロータリエンコーダ（図示せず）が設けられる。

30

【0036】

これら6軸力センサ34R（L）や傾斜センサ36などの出力は制御ユニット26に入力される。制御ユニット26は、メモリ（図示せず）に格納されているデータおよび入力された検出値に基づき、各関節を駆動する電動モータ（同図で図示せず）の制御値を算出する。

【0037】

このように、ロボット1は左右の脚部2R, 2Lのそれぞれについて6つの自由度を与えられ、これら $6 \times 2 = 12$ 個の関節を駆動する電動モータを制御ユニット26で算出された制御値に基づいて動作させることにより、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に3次元空間を移動させることができる。尚、上体24には腕部や頭部が接続されるが、それらの構造はこの発明の要旨に直接の関係を有しないため、図示を省略する。

40

【0038】

続いて、図2以降を参照してロボット1の脚部2R, 2Lについて詳説する。尚、以下、右側の脚部2Rを例に挙げて説明するが、脚部2R, 2Lは左右対称のため、以下の説明は脚部2Lにも妥当する。

【0039】

図2は、図1で模式的に示した脚部2Rを詳しく示す右側面図である。尚、同図において、股関節付近の図示は省略する。また、図3は、図2に示す脚部2Rの背面図である。

【0040】

両図に示すように、大腿リンク28Rの後部にはモータケース50が設けられ、モータ

50

ケース50の内部上方には、膝関節16Rを駆動する電動モータ（以下「膝関節用電動モータ」という）52が配置される。また、モータケース50の内部下方には、足首関節18R, 20Rを駆動する第1の電動モータ（以下「第1足首関節用電動モータ」という）54が配置されると共に、第1足首関節用電動モータ54のさらに下方には足首関節18R, 20Rを駆動する第2の電動モータ（以下「第2足首関節用電動モータ」という）56が配置される。第1足首関節用電動モータ54と第2足首関節用電動モータ56は、これらの出力軸54osと56osが左右方向（図1のY軸方向）において相反する向きに位置するように配置される。

【0041】

また、大腿リンク28Rの前部において、前記した膝関節用電動モータ52と対向する位置には、減速機（以下「膝関節用減速機」という）60が配置される。膝関節用電動モータ52の出力軸52osに固定されたプーリ52pは、ベルト52vを介して膝関節用減速機60の入力軸60isに固定されたプーリ60pと接続され、よって膝関節用電動モータ52の出力は膝関節用減速機60に伝達される。尚、膝関節用減速機60は公知のハーモニック減速機（登録商標）であり、詳細な説明は省略する。

【0042】

また、膝関節用減速機60の出力軸（図示せず）には、ロッド接続部（以下「膝関節用ロッド接続部」という）62が設けられ、膝関節用ロッド接続部62には剛体からなるロッド（以下「膝関節用ロッド」という）64の上端がピッチ方向（図1のY軸回り）において回動自在に接続される。

【0043】

他方、二股に分岐された膝関節用ロッド64の下端は、下腿リンク30Rの上端に形成された下腿リンク側膝関節用ロッド接続部66に、ピッチ方向において回動自在に接続される。このように、下腿リンク30Rは、膝関節用ロッド接続部62と膝関節用ロッド64を介して膝関節用減速機60に接続され、よって膝関節用電動モータ52の出力によってピッチ方向に駆動される。このとき、下腿リンク30Rの回転軸線が、前記した膝関節16Rの軸線16sとなる。

【0044】

膝関節16Rの軸線16s上において、膝関節16Rの両側（左右方向における両側）には、2個の減速機70, 72が配置される。減速機70の入力軸70isに固定されたプーリ70pは、前記した第1足首関節用電動モータ54の出力軸54osに固定されたプーリ54pとベルト54vを介して接続され、よって第1足首関節用電動モータ54の出力は減速機70に伝達される。以下、減速機70を「第1足首関節用減速機」という。

【0045】

また、減速機72の入力軸72isに固定されたプーリ72pは、前記した第2足首関節用電動モータ56の出力軸56osに固定されたプーリ56pとベルト56vを介して接続され、よって第2足首関節用電動モータ56の出力は減速機72に伝達される。以下、減速機72を「第2足首関節用減速機」という。尚、第1足首関節用減速機70と第2足首関節用減速機72は、共に公知のハーモニック減速機であり、それらのベース部（回転しない部位）は、下腿リンク30Rに固定される。

【0046】

図4は、図3のIV-IV線断面図、即ち、膝関節16Rの断面図である。

【0047】

同図に示す如く、第1足首関節用減速機70と第2足首関節用減速機72の入力軸70is, 72isと出力軸70os, 72osは、いずれも膝関節16Rの軸線16sと同軸に配置される。また、第1足首関節用減速機70の出力軸70osには第1足首関節用ロッド接続部80が固定され、第1足首関節用ロッド接続部80には剛体からなる第1足首関節用ロッド82の上端がピッチ方向に回動自在に接続される。同様に、第2足首関節用減速機72の出力軸72osには、第2足首関節用ロッド接続部84が固定され、第2足首関節用ロッド接続部84には剛体からなる第2足首関節用ロッド86の上端がピッチ

10

20

30

40

50

方向に回動自在に接続される。

【 0 0 4 8 】

図 2 および図 3 の説明に戻ると、6 軸力センサ 3 4 R の上部には台座部 8 8 が設けられる。台座部 8 8 には、同一平面上において異なる 2 方向の回転軸線 9 0 a と 9 0 b を備えるユニバーサル・ジョイント 9 0 が設置される。下腿リンク 3 0 R の下端は、ユニバーサル・ジョイント 9 0 に接続され、よってユニバーサル・ジョイント 9 0、台座部 8 8 および 6 軸力センサ 3 4 R を介して前記した足平 2 2 R に接続される。以下、ユニバーサル・ジョイント 9 0 を「下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント」という。

【 0 0 4 9 】

図 5 は、図 3 の V - V 線断面図、即ち、足首関節 1 8 R , 2 0 R の断面図である。

10

【 0 0 5 0 】

同図に示すように、下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント 9 0 は、直交する 2 本の軸 9 0 A と 9 0 B を備える。軸 9 0 A は、ロール方向 (X 軸まわり) の回転軸であり、前記した関節 2 0 R に相当すると共に、その回転中心が上記した回転軸線 9 0 a となる。また、軸 9 0 A の両端は、台座部 8 8 によって支持 (固定) される。

【 0 0 5 1 】

他方、軸 9 0 B は、ピッチ方向 (Y 軸まわり) の回転軸であり、前記した関節 1 8 R に相当すると共に、その回転中心が上記した回転軸線 9 0 b となる。また、軸 9 0 B の両端には、二股に分岐された下腿リンク 3 0 R の下端が固定される。これにより、足首関節 1 8 R , 2 0 R は、ロール方向とピッチ方向によって規定される平面内の任意の軸線を中心として、回動自在に構成される。

20

【 0 0 5 2 】

図 2 および図 3 の説明に戻ると、台座部 8 8 において下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント 9 0 の後方には、それより小さな第 1 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 2 と第 2 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 4 が設置され、第 1 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 2 には第 1 足首関節用ロッド 8 2 の下端が接続されると共に、第 2 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 4 には第 2 足首関節用ロッド 8 6 の下端が接続される。

【 0 0 5 3 】

図 5 を参照して第 1 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 2 と第 2 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 4 について詳説すると、第 1 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 2 と第 2 ロッド用ユニバーサル・ジョイント 9 4 は、それぞれ直交する 2 本の軸 9 2 A と 9 2 B , 9 4 A と 9 4 B を備える。軸 9 2 A , 9 4 A は、共にロール方向 (X 軸まわり) の回転軸であり、それらの回転軸線 9 2 a , 9 4 a は、前記した下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント 9 0 の回転軸線 9 0 a と同一平面上かつ平行に位置する。軸 9 2 A と 9 4 A の両端には、二股に分岐された第 1 足首関節用ロッド 8 2 の下端と第 2 足首関節用ロッド 8 6 の下端がそれぞれ固定される。

30

【 0 0 5 4 】

また、軸 9 2 B , 9 4 B は、共にピッチ方向 (Y 軸まわり) の回転軸であり、それらの回転軸線 9 2 b , 9 4 b は、前記した下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント 9 0 の回転軸線 9 0 b と同一平面上かつ平行に位置する。軸 9 2 B と 9 4 B の両端は、それぞれ台座部 8 8 によって支持 (固定) される。これにより、各足首関節用ロッド 8 2 , 8 6 の下端は、ロール方向とピッチ方向によって規定される平面内の任意の軸線を中心として、回動自在に構成される。

40

【 0 0 5 5 】

このように、足首関節 1 8 R , 2 0 R は、第 1 足首関節用ロッド 8 2 と第 2 足首関節用ロッド 8 6 を介して第 1 足首関節用電動モータ 5 4 および第 2 足首関節用電動モータ 5 6 の出力が伝達される伝達要素である第 1 足首関節用減速機 7 0 と第 2 足首関節用減速機 7 2 に接続され、よって足首関節 1 8 R , 2 0 R は、第 1 足首関節用電動モータ 5 4 および第 2 足首関節用電動モータ 5 6 によって駆動される。

【 0 0 5 6 】

50

ここで、第1足首関節用減速機70と第2足首関節用減速機72は、足首関節18R, 20Rより重力方向において上方に位置する膝関節16Rの軸線16sと同軸に配置されると共に、第1足首関節用電動モータ54と第2足首関節用電動モータ56は、膝関節16Rよりさらに上方に位置する上腿リンク28Rに配置されるので、脚部2Rの接地側(末端側。即ち、足首関節18R, 20R側)の重量を軽量化することができ、よって移動時、特に高速移動時に脚部に発生する慣性力を低減することができる。

【0057】

また、足首関節18R, 20Rに減速機や電動モータなどが配置されないため、脚部2Rの接地端と足首関節18R, 20Rの距離を小さくすることができ、よってロボット1の安定性を向上させることができる。さらには、足平22Rの接地端と6軸力センサ34R、6軸力センサ34Rと足首関節18R, 20Rのそれぞれの離間距離を短くすることができるため、脚部2Rに作用する床反力の大きさや方向を精度良く検出することができる。

10

【0058】

また、足首関節18R, 20Rを下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント90から構成し、異なる2方向の回転軸線90a, 90bを備えるようにしたので、ロボット1の滑らかな移動が可能となる。

【0059】

次いで、図6および図7を参照し、足首関節18R, 20Rの駆動動作について説明する。図6は、右側の脚部2Rを右側方から見た、足首関節18R, 20Rの駆動動作を説明する模式図である。図7は、右側の脚部2Rを後方から見た、足首関節18R, 20Rの駆動動作を説明する模式図である。

20

【0060】

以下説明すると、図6において、Aで示す脚部2Rを初期状態としたとき、第2足首関節用減速機72を第2足首関節用電動モータ56(図示せず)によって紙面において時計回り(即ち、脚部2Rを右側から見た場合における時計回り)に駆動すると共に、第2足首関節用減速機72の裏側に位置する第1足首関節用減速機70を第1足首関節用電動モータ54(図示せず)によって時計回り(図示しない左側の脚部2L側から見た場合は反時計回り)に駆動することにより、同図Bに示すように、第2足首関節用ロッド接続部84と第2足首関節用ロッド86、ならびに第1足首関節用ロッド接続部80と第1足首関節用ロッド82が上方に駆動され、よって足平22Rが踵を上げる(つま先を下げる)ように駆動される。

30

【0061】

他方、第2足首関節用減速機72を第2足首関節用電動モータ56によって紙面において反時計回りに駆動すると共に、第1足首関節用減速機70を第1足首関節用電動モータ54によって反時計回り(図示しない左側の脚部2L側から見た場合は時計回り)に駆動することにより、同図Cに示すように、第2足首関節用ロッド接続部84と第2足首関節用ロッド86、ならびに第1足首関節用ロッド接続部80と第1足首関節用ロッド82が下方に駆動され、よって足平22Rが踵を下げる(つま先を上げる)ように駆動される。このように、第1足首関節用ロッド82と第2足首関節用ロッド86を同方向に駆動することにより、足首関節18R, 20Rはピッチ方向(Y軸回り)に駆動される。

40

【0062】

一方、図7においてAで示す脚部2Rを初期状態としたとき、第1足首関節用ロッド82を下方に駆動すると共に、第2足首関節用ロッド86を上方に駆動することで、同図Bに示すように、足平22Rが左側を下げる(右側を上げる)ように駆動される。

【0063】

また、第1足首関節用ロッド82を上方に駆動すると共に、第2足首関節用ロッド86を下方に駆動することで、同図Cに示すように、足平22Rが左側を上げる(右側を下げる)ように駆動される。即ち、第1足首関節用ロッド82と第2足首関節用ロッド86を逆方向に駆動することにより、足首関節18R, 20Rはロール方向(X軸回り)に駆動

50

される。

【0064】

このように、大きな駆動力が必要とされる足首関節18R, 20Rの駆動を2個の電動モータ(第1足首関節用電動モータ54と第2足首関節用電動モータ56)の駆動力の和によって行なうようにしたので、各足首関節用電動モータ54, 56を小型化することができる。

【0065】

また、第1足首関節用ロッド82と第2足首関節用ロッド86は、図3に示すように、下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント90のロール方向の軸線90aから所定の距離d1だけ側方に離間して配置されると共に、図2に示すように、下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント90のピッチ方向の軸90Bから所定の距離d2だけ後方に離間して配置される。即ち、力点(第1ロッド用ユニバーサル・ジョイント92と第2ロッド用ユニバーサル・ジョイント94)を支点(下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント90)から所定の距離離間した位置に配置するようにしたので、小さな駆動力で足首関節18R, 20Rを駆動することができる。

【0066】

さらに、第1足首関節用減速機70と足首関節18R, 20R、および第2足首関節用減速機72と足首関節18R, 20Rを、それぞれ剛体である第1足首関節用ロッド82と第2足首関節用ロッド86を介して駆動されるように接続したので、各足首関節用減速機70, 72と足首関節18R, 20Rを離間して配置しても精度良く動力を伝達することができる。

【0067】

これについて図2を参照して詳しく説明すると、例えば、第2足首関節用電動モータ56と第2ロッド用ユニバーサル・ジョイント94の相対位置は、膝関節16Rが駆動されることによって変化するため、それらを剛体からなるロッドで接続することはできない。しかしながら、膝関節16Rの軸線16sと第2ロッド用ユニバーサル・ジョイント94の相対位置は、膝関節16Rが駆動されても変化しないため、膝関節16Rの軸線16sと同軸に電動モータ、あるいはその出力が伝達される減速機(伝達要素)の出力軸を配置することで、それらを剛体からなるロッドで接続することができる。

【0068】

尚、上記において、例えば図8に示すように、上腿リンク100に配置された電動モータ102と足首関節104を、膝関節106に支点を持つ剛体からなる平行リンク108で接続することも考えられる。しかしながら、このような平行リンク108で接続すると、膝関節106の角度(屈曲角) $knee$ の変位に伴って足首関節の角度(屈曲角) $ankle$ も変化するため、膝関節106と足首関節104を独立して角度調整することが困難であるという不具合が生じる。具体的には、膝関節106の角度 $knee$ の変位を $move$ とすると、 $ankle$ は、およそ $ankle$ と $move$ の和になる。即ち、 $ankle$ も $move$ だけ変位する。

【0069】

他方、この発明に係る脚式移動ロボット1にあっては、膝関節16R(L)の角度が変位しても足首関節18R(L), 20R(L)の角度にはほとんど影響を及ぼさない。正確には、膝関節16R(L)の角度が変化すると前記したベース部(下腿リンク30に固定されて回転しない部分)と入力軸70is, 72isの相対角度が変化するため、減速機70, 72の減速比倍低減された角度だけ足首関節18R(L), 20R(L)がピッチ方向(Y軸まわり)に駆動される。具体的には、膝関節16R(L)の角度 $knee$ の変位を $move$ とすると、足首関節の角度 $ankle$ は、およそ $move$ /減速比だけ変化する。

【0070】

しかしながら、前述した如く、足首関節の駆動には大きな駆動力が必要とされるため、通常は減速機70, 72の減速比も大きく設定される。このため、 $move$ /減速比は

10

20

30

40

50

非常に小さな値となることから、膝関節 16 R (L) の角度の変化は足首関節 18 R (L) , 20 R (L) の角度にはほとんど影響を及ぼさない。また、膝関節 16 R (L) の回転運動 (ピッチ方向の回転運動) は、足首関節 18 R (L) , 20 R (L) のロール方向 (X 軸まわり) の回転運動とは全く関係しないため、膝関節 16 R (L) の運動が足首関節 18 R (L) , 20 R (L) のロール方向の運動に影響を及ぼすことはない。従って、膝関節 16 R (L) と足首関節 18 R (L) , 20 R (L) を独立して角度調整することができる。

【 0 0 7 1 】

以上のように、この実施の形態に係る脚式移動ロボットにあっては、上腿リンク 28 R (L) と下腿リンク 30 R (L) と足部 (足平 22 R (L)) からなる関節脚部 2 R (L) を備えると共に、前記脚部を駆動して移動する脚式移動ロボット (ロボット) 1 において、前記脚部は、少なくとも前記上腿リンクと前記下腿リンクを接続する第 1 の関節 (膝関節 16 R (L)) と、前記第 1 の関節より重力方向において下方に配置され、前記下腿リンクと前記足部を接続すると共に、少なくとも異なる 2 方向の回転軸線 90 a , 90 b を備える第 2 の関節 (足首関節 18 R (L) , 20 R (L)) を備え、前記第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータ (第 1 足首関節用電動モータ 54 , 第 2 足首関節用電動モータ 56) が、前記第 1 の関節と同位置および前記第 1 の関節より重力方向において上方の位置 (上腿リンク 28 R (L)) のいずれかに配置されると共に、前記第 2 の関節は、前記複数個のアクチュエータがそれぞれ対応するロッド (第 1 足首関節用ロッド 82 , 第 2 足首関節用ロッド 86) を駆動することで駆動されると共に、前記 2 方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ前記複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行う如く構成した。

【 0 0 7 2 】

また、前記第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータの出力軸 54 o s , 56 o s およびそれらの出力が伝達される伝達要素 (第 1 足首関節用減速機 70 , 第 2 足首関節用減速機 72) の出力軸 70 o s , 72 o s のいずれかが、前記第 1 の関節の軸線 16 s と同軸に配置されると共に、前記第 2 の関節は、前記第 1 の関節の軸線と同軸に配置された出力軸に前記対応するロッド (第 1 足首関節用ロッド 82 , 第 2 足首関節用ロッド 86) を介して駆動されるように接続される如く構成した。

【 0 0 7 4 】

また、前記第 2 の関節は、前記複数個のアクチュエータの出力軸 54 o s , 56 o s およびそれらの出力が伝達される伝達要素 (第 1 足首関節用減速機 70 , 第 2 足首関節用減速機 72) の出力軸 70 o s , 72 o s のいずれかと、複数本のロッド (第 1 足首関節用ロッド 82 , 第 2 足首関節用ロッド 86) を介して駆動されるように接続される如く構成した。

【 0 0 7 5 】

また、前記複数本のロッドは、前記第 2 の関節の軸線 90 a , 90 b から所定の距離 d_1 , d_2 離間して配置される如く構成した。

【 0 0 7 6 】

また、前記第 2 の関節は、前記脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される (足首) 関節である如く構成した。

【 0 0 7 7 】

尚、上記において、脚式移動ロボットとして 2 本の脚部を備えた 2 足歩行ロボットを例にとって説明したが、1 本あるいは 3 本以上の脚部を備えた脚式移動ロボットでも良い。

【 0 0 7 8 】

また、足首関節を 2 個の電動モータによって駆動するように構成したが、1 個でも良いし、3 個以上の電動モータを使用するようにしても良い。

【 0 0 7 9 】

また、膝関節の軸線と同軸に減速機を配置するようにしたが、電動モータを直接配置しても良い。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 0 】

また、膝関節を駆動する電動モータ（あるいはその出力が伝達される伝達要素）を股関節の軸線と同軸に配置し、それらをロッドで接続するようにしても良い。

【 0 0 8 1 】

また、剛体からなるロッド以外にも、例えばプッシュプル・ケーブルなどを用いても良い。

【 0 0 8 2 】

また、使用するアクチュエータも電動モータに限られるものではなく、他のアクチュエータであっても良い。

【 0 0 8 3 】

【 発明の効果 】

請求項 1 項にあっては、脚部が少なくとも上腿リンクと下腿リンクを接続する第 1 の関節とそれより重力方向において下方に配置され、下腿リンクと足部を接続すると共に、少なくとも異なる 2 方向の回転軸線を備える第 2 の関節を備え、前記第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータが、前記第 1 の関節と同位置、およびそれより重力方向において上方の位置のいずれかに配置されると共に、第 2 の関節は、複数個のアクチュエータがそれぞれ対応するロッドを駆動することで駆動されると共に、2 方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行うように構成したので、脚部の接地側（末端側。即ち、第 2 の関節側）の重量を軽量化することができ、よって移動時、特に高速移動時に脚部に発生する慣性力を低減することができる。

【 0 0 8 4 】

請求項 2 項にあっては、第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータの出力軸およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかが、第 1 の関節の軸線と同軸に配置されると共に、前記第 2 の関節は、前記第 1 の関節の軸線と同軸に配置された出力軸に剛体である対応するロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、前述の効果に加え、第 2 の関節とアクチュエータ、あるいは第 2 の関節と伝達要素を離間して配置しても精度良く動力を伝達することができる。さらには、第 1 の関節と第 2 の関節を独立して角度調整することができる。

【 0 0 8 5 】

また、請求項 1 の効果について付言すると、第 2 の関節が少なくとも異なる 2 方向の回転軸線を備える如く構成したので、前述の効果に加え、脚式移動ロボットの滑らかな移動が可能となる。また、2 方向の回転軸線回りの駆動をそれぞれ複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行うように構成したので、第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

【 0 0 8 6 】

請求項 3 項にあっては、第 2 の関節が、前記複数個のアクチュエータの出力軸、およびそれらの出力が伝達される伝達要素の出力軸のいずれかと、複数本のロッドを介して駆動されるように接続される如く構成したので、第 2 の関節（具体的には大きな駆動力が必要とされる足首関節）の駆動を複数個のアクチュエータの駆動力の和によって行なうことができ、よって第 2 の関節を駆動する複数個のアクチュエータを小型化することができる。

【 0 0 8 7 】

請求項 4 項にあっては、第 2 の関節とそれを駆動する複数個のアクチュエータ（あるいはそれらの出力が伝達される伝達要素）の出力軸を接続する複数本のロッドが、第 2 の関節の軸線から所定の距離離間して配置される如く構成したので、前述の効果に加え、小さな駆動力で第 2 の関節を駆動することができる。

【 0 0 8 8 】

請求項 5 項にあっては、第 2 の関節が脚部が有する関節の中で最も接地側に配置される関節である如く構成したので、前述の効果に加え、脚部の接地端から第 2 の関節（具体的には足首関節）までの距離を小さくすることができ、よって脚式移動ロボットの安定性を向上させることができる。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【図 1】 この発明の一つの実施の形態に係る脚式移動ロボットを、脚部の関節構造を中心に模式的に示す概略図である。

【図 2】 図 1 で模式的に示したロボットの右側の脚部を詳しく示す右側面図である。

【図 3】 図 2 に示す脚部の背面図である。

【図 4】 図 3 の I V - I V 線断面図である。

【図 5】 図 3 の V - V 線断面図である。

【図 6】 図 1 に示すロボットの右側の脚部を右側方から見た、足首関節の駆動動作を説明する模式図である。

【図 7】 図 1 に示すロボットの右側の脚部を後方から見た、足首関節の駆動動作を説明する模式図である。

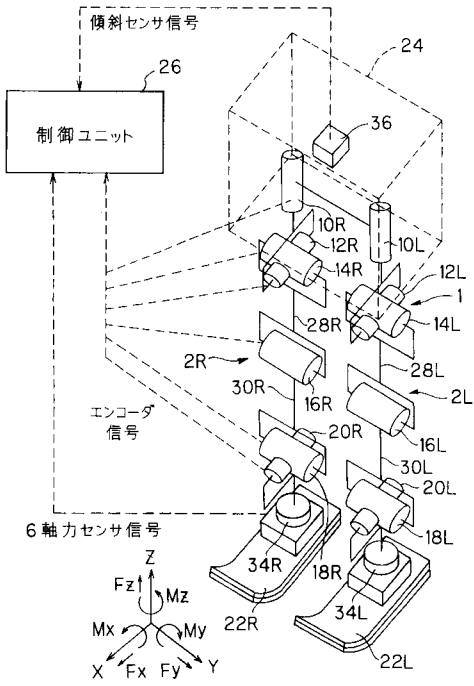
10

【図 8】 足首関節とそれを駆動するアクチュエータとの一つの接続手法を示す説明図である。

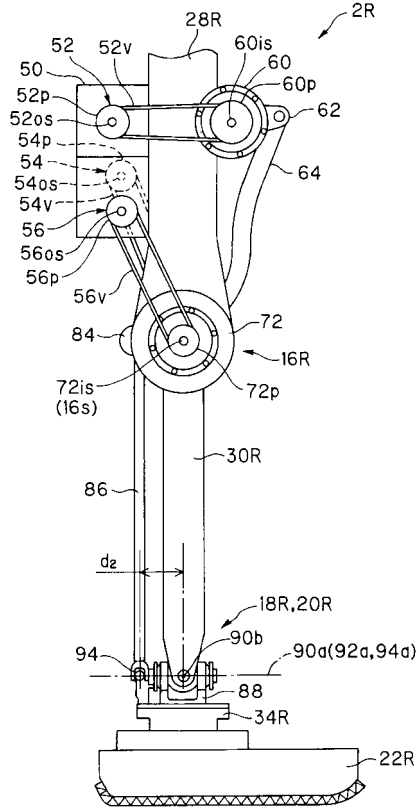
【符号の説明】

1	ロボット（脚式移動ロボット）	
2 R, L	脚部	
16 R, L	膝関節	
16 s	（膝関節の）軸線	
18 R, L, 20 R, L	足首関節	
22 R, L	足平	20
28 R, L	上腿リンク	
30 R, L	下腿リンク	
54	第 1 足首関節用電動モータ（アクチュエータ）	
54 o s	（第 1 足首関節用電動モータの）出力軸	
56	第 2 足首関節用電動モータ（アクチュエータ）	
56 o s	（第 2 足首関節用電動モータの）出力軸	
70	第 1 足首関節用減速機	
70 i s	（第 1 足首関節用減速機の）入力軸	
70 o s	（第 1 足首関節用減速機の）出力軸	
72	第 2 足首関節用減速機	30
72 i s	（第 2 足首関節用減速機の）入力軸	
72 o s	（第 2 足首関節用減速機の）出力軸	
82	第 1 足首関節用ロッド	
86	第 2 足首関節用ロッド	
90	下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイント	
90 a	（下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイントの）軸線	
90 b	（下腿リンク接続用ユニバーサル・ジョイントの）軸線	

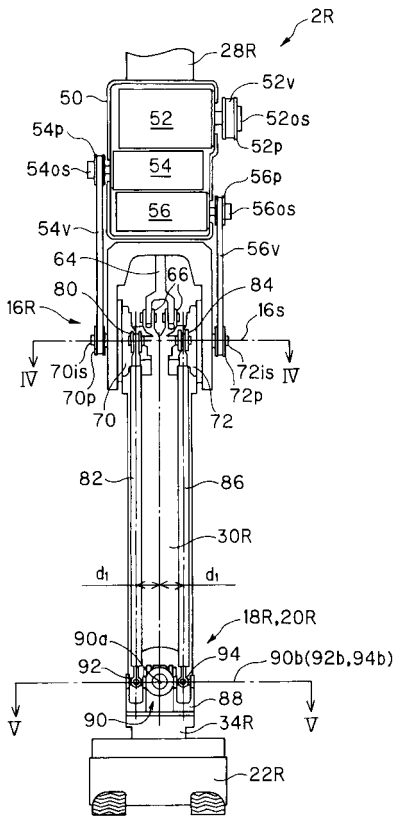
【図1】



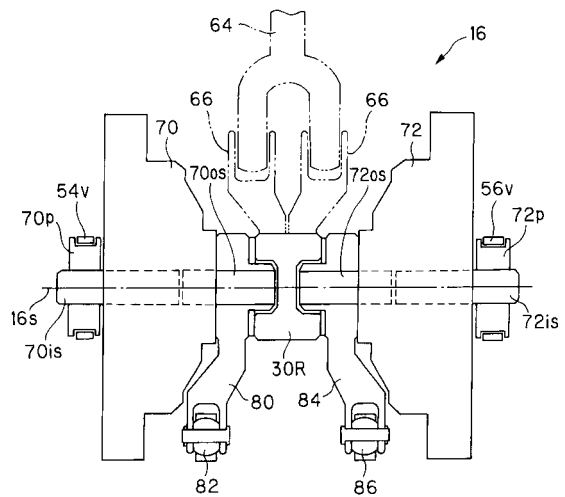
【図2】



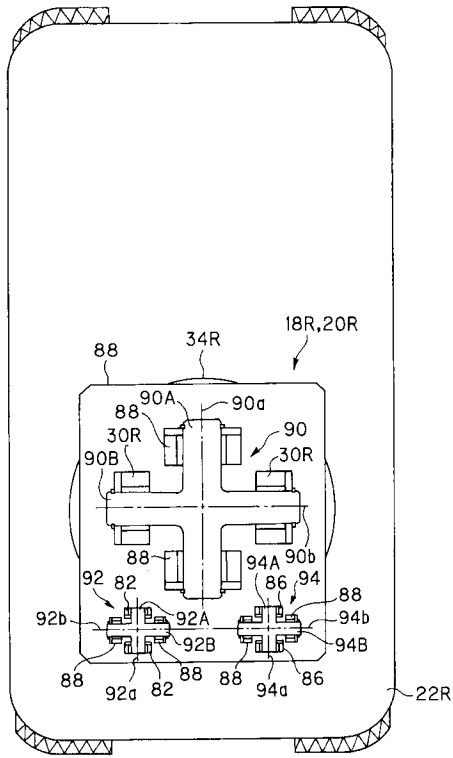
【図3】



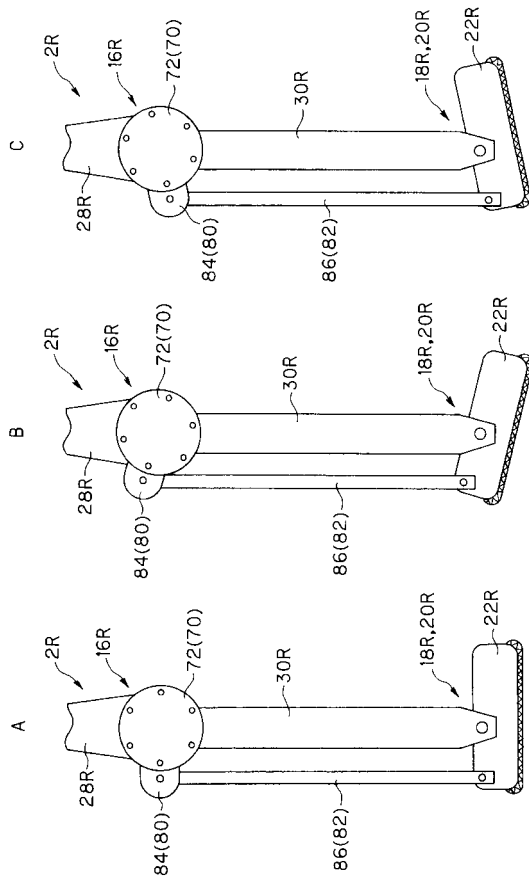
【図4】



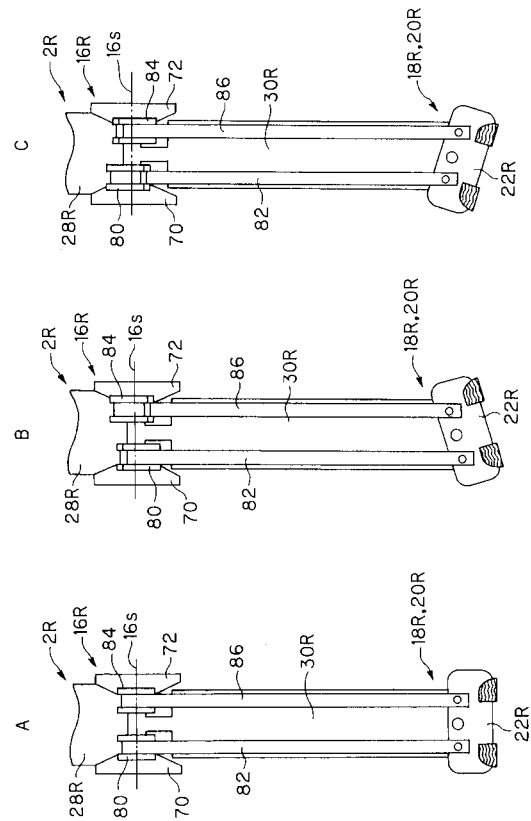
【 図 5 】



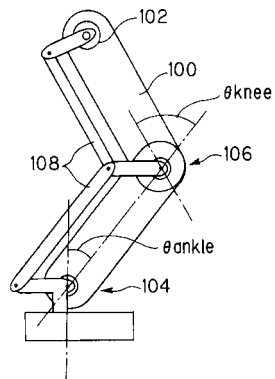
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(72)発明者 竹村 佳也
埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

合議体

審判長 千葉 成就

審判官 佐々木 一浩

審判官 菅澤 洋二

(56)参考文献 特開平7 - 227482 (JP, A)
特開2001 - 260058 (JP, A)
特開2002 - 166385 (JP, A)
特開平9 - 57669 (JP, A)
特開平9 - 66479 (JP, A)
特開平9 - 239635 (JP, A)
特開平9 - 295295 (JP, A)
特開2000 - 94245 (JP, A)
実開昭60 - 150355 (JP, U)
特開昭60 - 146688 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25J5/00

B25J17/00