

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3749946号

(P3749946)

(45) 発行日 平成18年3月1日(2006.3.1)

(24) 登録日 平成17年12月16日(2005.12.16)

(51) Int. Cl.

F 1

**B 2 5 J 17/00 (2006.01)**  
**A 6 3 H 11/00 (2006.01)**  
**A 6 3 H 11/18 (2006.01)**  
**B 2 5 J 5/00 (2006.01)**

B 2 5 J 17/00 K  
 A 6 3 H 11/00 Z  
 A 6 3 H 11/18 A  
 B 2 5 J 5/00 F

請求項の数 3 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-30320 (P2002-30320)  
 (22) 出願日 平成14年2月7日(2002.2.7)  
 (65) 公開番号 特開2003-231081 (P2003-231081A)  
 (43) 公開日 平成15年8月19日(2003.8.19)  
 審査請求日 平成14年2月7日(2002.2.7)

(73) 特許権者 504137912  
 国立大学法人 東京大学  
 東京都文京区本郷7丁目3番1号  
 (74) 代理人 100072051  
 弁理士 杉村 興作  
 (72) 発明者 中村 仁彦  
 東京都江戸川区北篠崎2-24-10  
 (72) 発明者 岡田 昌史  
 東京都文京区白山1-33-8-210  
 (72) 発明者 篠原 徹也  
 東京都豊島区西巣鴨2-31-7 東大豊  
 島学寮

審査官 佐々木 一浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 関節機構、それを用いた双腕ロボットおよび二足歩行ロボット

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

それぞれが3つの自由度を有する2つの関節を備える関節機構において、6つの自由度の関節回転軸が一点で交わる構造である二重球面関節を使用して2つの関節を構成するとともに、前記6つの自由度の各回転を一軸のモータとギアの組み合わせで実現するように構成したことを特徴とする関節機構。

【請求項2】

請求項1に記載の関節機構を双腕肩関節機構として用いたことを特徴とする双腕ロボット。

【請求項3】

請求項1に記載の関節機構を両足股関節機構として用いたことを特徴とする二足歩行ロボット。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、双腕ロボットの双腕肩関節機構および二足歩行ロボットの両足股関節機構及びそれらを用いたヒューマノイドロボットの肩関節機構と股関節機構に関するものである。

【0002】

【従来技術】

一般に、産業用等で使用される双腕ロボットは、図6に示すように、ベース51に対して

独立した二つのロボット52-1、52-2によって実現される。このロボット52-1、52-2の可動範囲は、上から見ると図7の斜線部で表され、ロボットの腕の長さ比べ、両腕で協調動作可能な可動範囲は小さなものとなる。可動範囲を大きくする方法として、ベース全体を回転させるアクチュエータ設けることなどが考えられるが、これは自由度を増やし、重量、体積の拡大につながる。このことは、ヒューマノイドロボットの肩関節についても同様である。

#### 【0003】

一方、二足歩行ロボットの股関節について、例えば図8に示すように、モータA、B、Cからなる三つの回転関節を順に配置することで実現され、これらの回転軸が一点で交わる構造も使われている。

10

#### 【0004】

一方、一般に人間の股関節は左右それぞれ3自由度の球面関節で合計6自由度を有しているが、これとは別に腰の自由度や背骨の自由度をも有しており、歩行においてはこれら全ての自由度を有効に利用している。これまでのヒューマノイドロボットはアクチュエータの数を減らし軽量化を図るといった観点から、図9に示すように、腰や背骨の自由度は持たずに、二本の足63-1、63-2を配置している。これにより、以下の問題がおこっている。

#### 【0005】

(1) 図10(a)~(d)に示されるように、腰61を含む上半身71を左右に傾けたり、鉛直軸周りに回転するためには、膝72を曲げることが必要となる。

20

(2) ヒューマノイドロボットが歩行動作をする場合、上半身71で左右のバランスをとる必要があるため、歩行時にはどの方向にもこれが可能なようにするため常に膝72を曲げたまま歩行しなければならず、その動きがぎこちなく見える。

(3) 膝72を曲げた状態の直立姿勢は膝72に負担をかけるため、膝72のアクチュエータは高出力である必要があり、パワー不足の原因となる。

(4) この問題を解決する方法として、腰61にさらに自由度を配置することが考えられるが、軽量化・小型化を必要とするヒューマノイドロボットに対して自由度を増やすことは望ましくない。

#### 【0006】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、低自由度の機構設計によって軽量化を図ることができ、低自由度でより大きな協調動作可能な可動範囲を得ることができる双腕肩関節機構を提供しようとするものである。

30

#### 【0007】

また、本発明の他の目的は、低自由度の機構設計によって計量化を図ることができ、低自由度でありながらも従来の股関節に腰関節の機能を合わせて持たせることができ、これによって膝を曲げない自然な歩行動作を実現することのできる二足歩行ロボットの両足股関節機構を提供しようとするものである。

#### 【0008】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の関節機構は、双腕ロボットの双腕肩関節機構として、6つの自由度の関節軸を一点で交わらせた構造の二重球面関節を使用し、この二重球面関節の両端に各腕を接続したことを特徴とするものである。本発明の双腕肩関節機構では、自由度の数を減らすことなく、協調動作可能な可動範囲を拡げることができる。

40

#### 【0009】

また、本発明の双腕肩関節機構は、ヒューマノイドロボットの肩関節として使用したことを特徴とするものである。本発明の関節機構では、上述した双腕肩関節機構と同様に、ヒューマノイドロボットの二つの腕の強調動作可能な可動範囲を拡げることができる。

#### 【0010】

本発明の関節機構は、二足歩行ロボットの両足股関節機構として、6つの自由度の関節軸

50

を一点で交わらせた構造の二重球面関節を使用し、この二重球面関節の両端に各足を接続したことを特徴とするものである。本発明の両足股関節機構では、自由度を追加することなしに股関節の機能に加えて腰関節の機能を合わせて持つものである。

【0011】

また、本発明の両足股関節機構は、ヒューマノイドロボットの股関節として使用したことを特徴とするものである。本発明の関節機構では、ヒューマノイドロボットにおいて、膝を伸ばしたまま上半身を傾けたり、回転するといった動作を実現でき、自然な歩行動作を実現することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の双腕肩関節機構および両足股関節機構の特徴となる二重球面関節の一例を示す図である。図1に示す例において、二重球面関節1は、アクチュエータとしてのモータA、B、Cとそれぞれの回転軸を連結するリンク2とから構成される第1の球面関節3と、アクチュエータとしてのモータD、E、Fとそれぞれの回転軸を連結するリンク4とから構成される第2の球面関節とから構成され、これら第1の球面関節3と第2の球面関節5との回転中心を図の点Aで一致させた機構である。この機構も図8で示した機構と同様、固定座標XYZに対して、モータC、Fに固定された座標 $X_c Y_c Z_c$ 、 $X_f Y_f Z_f$ はそれぞれ独立に任意の姿勢をとることができる。なお、図示してはいないが、各モータには駆動装置としてのモータの他に回転数調整のためのギアも設けられている。

【0013】

この二重球面関節1を利用して双腕ロボットを構成する点が本発明の特徴となる。すなわち、図2に示すように、双腕ロボット11の双腕肩関節機構として、ベース12に二重球面関節1を固定し、二重球面関節1の第1の球面関節3に一方の腕13-1を接続するとともに、二重球面関節1の第2の球面関節5に他方の腕13-2を接続することで、双腕関節機構としての双腕ロボットを実現している。このとき、ロボットの協調動作可能な可動範囲は図3の斜線部分となり、二重球面関節を使用しない従来例の図7の例に比べて極めて大きくなる。

【0014】

一例として、この双腕肩関節機構をヒューマノイドロボットの肩関節機構として用いることができる。そうすることで、可動範囲の大きなヒューマノイドロボットの肩関節機構を実現することができる。

【0015】

他の例として、この両足股関節機構を二足歩行ロボットおよびヒューマノイドロボットの股関節機構として用いることができる。図4は本発明の両足股関節機構を用いたヒューマノイドロボットの股関節機構の一例を示す図である。図4に示す例では、腰21に二重球面関節1を、第1の球面関節3のモータAと第2の球面関節5のモータDとの共通軸を腰21に接続することで固定している。同時に、第1の球面関節3のモータCの回転軸に一方の足22-1を接続するとともに、第2の球面関節5のモータFの回転軸に他方の足22-2を接続している。これにより、以下の効果を得ることができる。

【0016】

(1) 図5(a)~(d)に示すように、両足の動きとは独立に上半身31を前後左右に傾けたり、鉛直軸周りに回転させることができ、腰32を曲げる必要がない。

(2) 歩行動作の場合にも、バランスをとるための上半身の運動を独立に制御できるため、膝32を曲げる必要がなく、人間らしい自然な動きが実現される。

(3) 直立状態の場合にも、上半身でバランスをとる機能を生ぜしめるために、膝32を曲げる必要がなく、アクチュエータのエネルギー消費やパワーを節約できる。このため、アクチュエータの小型化・軽量化を図ることができる。

(4) この機構は両足股関節の6自由度だけで、股関節の機能だけでなく上半身を傾けたり、ねじったり回転するといった腰関節機能を合わせ持つ。

【0017】

10

20

30

40

50

## 【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、従来と同じ数の自由度のもとで以下のような効果を得ることができる。

- (a) 双腕ロボットの協調動作可能な可動範囲を大きくする。
- (b) ヒューマノイドロボットの肩関節機構に用いることで、可動範囲の大きな機構が構成される。
- (c) ヒューマノイドロボットの股関節および上半身を傾けたり、ねじったり回転することが可能となる。
- (d) 膝を伸ばしたまま、上半身を動かすことで前後左右の重心制御を可能とする。
- (e) 膝を伸ばしたままの歩行動作が可能となる。
- (f) 膝のアクチュエータへの負担が小さくなり、モータのエネルギー消費およびパワー不足が改善される。

10

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の関節機構の特徴となる二重球面関節の一例を示す図である。

【図2】本発明の二重球面関節を用いた双腕ロボットの一例を示す図である。

【図3】図2に示す双腕ロボットの可動範囲を示す図である。

【図4】本発明の関節機構の特徴となる二重球面関節を用いたヒューマノイドロボットの股関節機構の一例を示す図である。

【図5】(a)～(d)はそれぞれ本発明の双腕関節機構の特徴となる二重球面関節を股関節に用いたヒューマノイドロボットの動作の一例を示す図である。

20

【図6】従来の双腕ロボットの一例を示す図である。

【図7】図6に示す双腕ロボットの可動範囲を示す図である。

【図8】球面関節の一例を示す図である。

【図9】従来のヒューマノイドロボットの股関節の一例を示す図である。

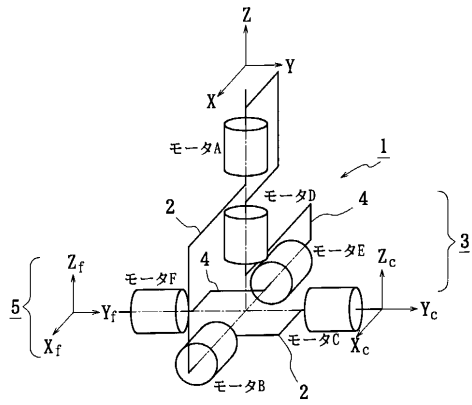
【図10】(a)～(d)はそれぞれ従来のヒューマノイドロボットの動作の一例を示す図である。

## 【符号の説明】

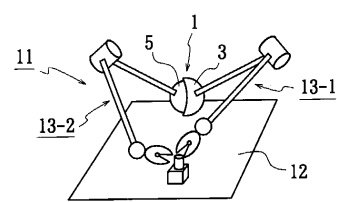
1 二重球面関節、2、4 リンク、3 第1の球面関節、5 第2の球面関節、11 双腕ロボット、12 ベース、13-1、13-2 腕、21 腰、22-1、22-2 足、31 上半身、32 膝

30

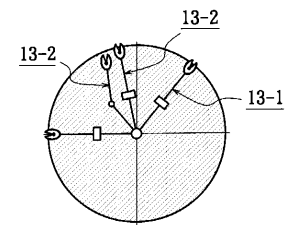
【 図 1 】



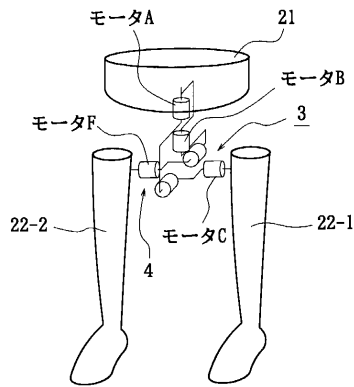
【 図 2 】



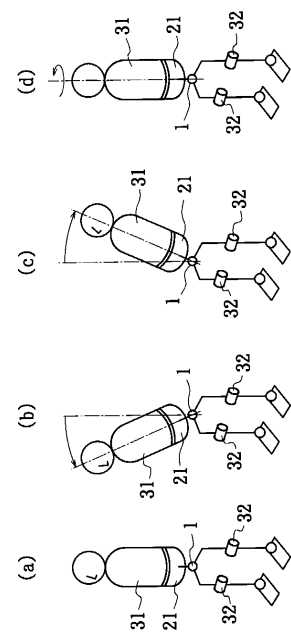
【 図 3 】



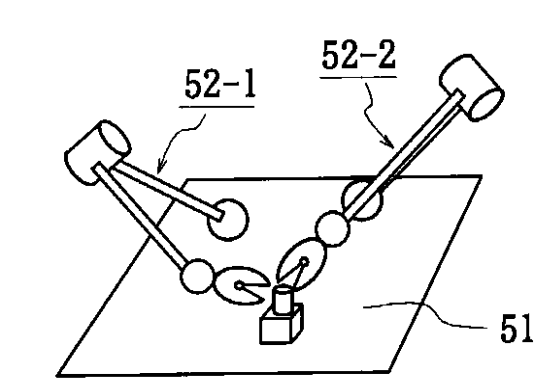
【 図 4 】



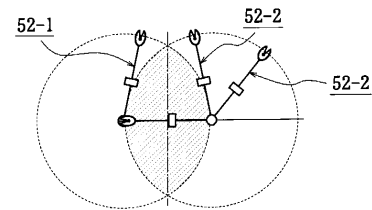
【 図 5 】



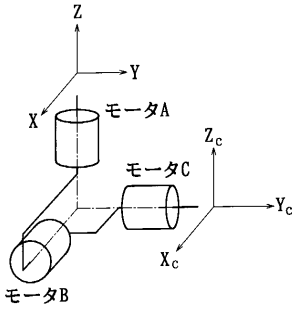
【 図 6 】



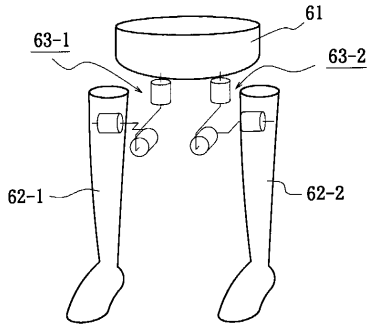
【 図 7 】



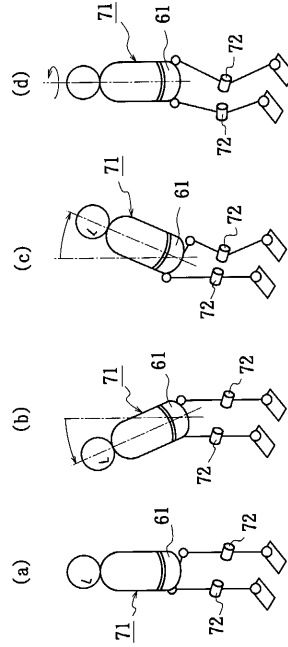
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 実開平02 - 078808 (JP, U)  
特開昭63 - 016989 (JP, A)  
特開平10 - 086090 (JP, A)  
実開昭60 - 094481 (JP, U)  
特開昭60 - 167796 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

B25J 17/00  
A63H 11/00  
A63H 11/18  
B25J 5/00