

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5773479号
(P5773479)

(45) 発行日 平成27年9月2日(2015.9.2)

(24) 登録日 平成27年7月10日(2015.7.10)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 G 5/00 (2006.01) A 6 1 G 5/00 5 0 3
A 6 1 H 1/02 (2006.01) A 6 1 H 1/02 A

請求項の数 2 (全 9 頁)

| | |
|---|---|
| <p>(21) 出願番号 特願2011-2376 (P2011-2376) (22) 出願日 平成23年1月7日(2011.1.7) (65) 公開番号 特開2012-143314 (P2012-143314A) (43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2) 審査請求日 平成25年12月24日(2013.12.24)</p> | <p>(73) 特許権者 304021277 国立大学法人 名古屋工業大学 愛知県名古屋市昭和区御器所町字木市29番 (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 (72) 発明者 中山 学之 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 審査官 増山 慎也</p> |
|---|---|

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械式自重補償装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

天板(13)と、前記天板(13)と平行に配置した底板(14)と、
 同じ長さの第1リンク(5)、第2リンク(6)、第3リンク(7)、第4リンク(8)、
 第5リンク(9)、第6リンク(10)、第7リンク(11)、第8リンク(12)を
 有し、

前記第1リンク(5)と前記第3リンク(7)、

前記第2リンク(6)と前記第4リンク(8)、

前記第5リンク(9)と前記第7リンク(11)、

および前記第6リンク(10)と前記第8リンク(12)との端部同士を、それぞれ回転
 自在に固定し、

前記底板(14)に枢軸され、かみ合う第1ギヤ(1)と第2ギヤ(2)を有し、

前記第1ギヤ(1)と前記第2ギヤ(2)に、それぞれ固定されて互いに逆方向に回転す
 る前記第1リンク(5)と前記第2リンク(6)と、

前記底板(14)に枢軸され、前記第1リンク(5)と逆方向に回転する前記第6リンク
 (10)と、

前記底板(14)に枢軸され、前記第2リンク(6)と逆方向に回転する前記第5リンク
 (9)と、

前記天板(13)に枢軸され、かみ合う第3ギヤ(3)と第4ギヤ(4)を有し、

前記第3ギヤ(3)と前記第4ギヤ(4)に、それぞれ固定されて互いに逆方向に回転す

10

20

る第3リンク(7)と第4リンク(8)と、
前記天板(13)に枢軸され、前記第3リンク(7)と逆方向に回転する前記第8リンク
(12)と、
前記天板(13)に枢軸され、前記第4リンク(8)と逆方向に回転する前記第7リンク
(11)と、
前記第1リンク(5)と前記第6リンク(10)の間に前記第2リンク(6)上のプーリ
を介して張られた第1ゴム弾性体(15)および第2ゴム弾性体(16)と、
前記第2リンク(6)と前記第5リンク(9)の間に前記第1リンク(5)上のプーリを
介して張られた第3ゴム弾性体(17)および第4ゴム弾性体(18)と、
前記第3リンク(7)と前記第8リンク(12)の間に前記第4リンク(8)上のプーリ
を介して張られた第5ゴム弾性体(19)および第6ゴム弾性体(20)と、
前記第4リンク(8)と前記第7リンク(11)の間に前記第3リンク(7)上のプーリ
を介して張られた第7ゴム弾性体(21)および第8ゴム弾性体(22)と、
前記底板(14)に垂直に組みつけられた支柱(23)と、
前記天板(13)と前記底板(14)間に、前記支柱(23)上に配置したプーリ(24
)を介して張られた第9ゴム弾性体と、
 から構成され、
前記天板(13)を押し下げた場合に、
前記天板(13)は前記底板(14)と平行に移動するとともに、
前記第1リンク(5)、前記第4リンク(8)、前記第5リンク(9)、および前記第8
リンク(12)は一方に、
前記第2リンク(6)、前記第3リンク(7)、前記第6リンク(10)、および前記第
7リンク(11)は他方に、それぞれ同じ角度だけ回転し、
前記第1ゴム弾性体(15)、前記第2ゴム弾性体(16)、前記第3ゴム弾性体(17
)、前記第4ゴム弾性体(18)、前記第5ゴム弾性体(19)、前記第6ゴム弾性体(
20)、前記第7ゴム弾性体(21)、および前記第8ゴム弾性体(22)は常に前記天
板(13)と前記底板(14)と平行を保ちながら引張されることにより、
 任意の高さにおいて、前記天板(13)に載せた重量物の自重を補償することのできる機
 械式自重補償装置。

10

20

【請求項2】

前記天板(13)が指定位置よりも上に上がらないように前記支柱(23)にストッパ(
26)が取り付けられていることを特徴とする請求項1に記載の機械式自重補償装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物の自重を補償する機械式自重補償装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ばねの復元力を用いて対象物の自重を正確に補償する装置として、特許文献1、
 非特許文献1に、鉛直軸とリンク間に直立姿勢で自然長となるようにバネを張ることで、
 複雑な構造を用いずに姿勢に依存することなく自重トルクを補償することのできる機械式
 自重補償装置が、また、リハビリ支援装置への応用を目的とした自重補償装置として、非
 特許文献2に天井吊り下げ型の自重補償装置が、非特許文献3、非特許文献4に、車椅子
 使用者の上腕の自重を補償する車椅子装着型の自重補償装置がそれぞれ提案されている。
 また、非特許文献5では、背中に支柱を背負った形で装着する、下肢自重補償装置が提案
 されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

50

【特許文献1】特開2003-181789号公報

【非特許文献】

【0004】

【非特許文献1】J. L. Herder : Development of a Statically Balanced Arm Support: ARMON, Proc. of the 2005 IEEE 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 1114/1120, 2007.

【非特許文献2】A. H. A. Stienen et al. : Freebal: dedicated gravity compensation for the upper extremities, Proc. of the IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, 804/808, 2007.

【非特許文献3】森田他：バイオメカニズム学会誌、Vol. 30、No. 4、200/204、2006.

【非特許文献4】B. Mastenbroek et al. : Development of a Mobile Arm Support (Armon): Design Evolution and Preliminary User Experience, Proc. of the 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, 1114/1120, 2007.

【非特許文献5】S. K. Banala, S. K. Agrawal, A. Fattah, V. Krishnamoorthy, W. Hsu, J. Scholz and K. Rudolph : Gravity Balancing Leg Orthosis and Its Performance Evaluation, IEEE Transaction on Robotics, Vol. 22, No. 6, 1228/1238, 2006.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記の自重補償装置では、弾性体としてバネが使われていたため、人の体重のように大きな自重を補償する場合には、線径の太い大型のバネが必要となってしまう、これを車椅子やリハビリ支援装置に用いた場合には装置重量が重くなってしまうために持ち運びが困難になる、装置内に組み込むことが困難になる、折り畳みができなくなるために広い収納スペースを必要としてしまうといった問題点があった。

【0006】

このような問題を解決し、車椅子やリハビリ支援装置に組み込んで使用することが可能な自重補償装置を構築するためには、自重補償機構を従来のものよりも格段に軽量でコンパクトにする必要があり、従来技術に見られるようなバネを弾性体に使用した自重補償機構に代わる、新たな補償力生成機構を開発する必要がある。

【0007】

本発明はかかる問題に鑑みたもので、軽量でコンパクトな機械式自重補償装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明は、天板(13)と、天板(13)と平行に配置した底板(14)と、同じ長さの第1リンク(5)、第2リンク(6)、第3リンク(7)、第4リンク(8)、第5リンク(9)、第6リンク(10)、第7リンク(11)、第8リンク(12)を有し、第1リンク(5)と第3リンク(7)、第2リンク(6)と第4リンク(8)、第5リンク(9)と第7リンク(11)、および第6リンク(10)と前記第8リンク(12)との端部同士を、それぞれ回転自在に固定し、底板(14)に枢軸され、かみ合う第1ギヤ(1)と第2ギヤ(2)を有し、第1ギヤ(1)と第2ギヤ(2)に、それぞれ固定されて互いに逆方向に回転する第1リンク(5)と第2リンク(6)と、底板(14)に枢軸され、第1リンク(5)と逆方向に回転する第6リンク(10)と、底板(14)に枢軸され、前記第2リンク(6)と逆方向に回転する第5リンク(9)と、天板(13)に枢軸され、かみ合う第3ギヤ(3)と第4ギヤ(4)を有し、第3ギヤ(3)と第4ギヤ(4)に、それぞれ固定されて互いに逆方向に回転する第3リンク(7)と第4リンク(8)と、天板(13)に枢軸され、第3リンク(7)と逆方向に回転する第8リンク(12)と、天板(13)に枢軸され、第4リンク(8)と逆方向に回転する第7リンク(11)と、第1リンク(5)と第6リンク(10)の間に第2リンク(6)上のプーリを介して張られた第1ゴム弾性体(15)および第2ゴ

10

20

30

40

50

ム弾性体(16)と、第2リンク(6)と第5リンク(9)の間に前記第1リンク(5)上のプーリを介して張られた第3ゴム弾性体(17)および第4ゴム弾性体(18)と、第3リンク(7)と第8リンク(12)の間に第4リンク(8)上のプーリを介して張られた第5ゴム弾性体(19)および第6ゴム弾性体(20)と、第4リンク(8)と第7リンク(11)の間に第3リンク(7)上のプーリを介して張られた第7ゴム弾性体(21)および第8ゴム弾性体(22)と、底板(14)に垂直に組みつけられた支柱(23)と、天板(13)と底板(14)間に、支柱(23)上に配置したプーリ(24)を介して張られた第9ゴム弾性体と、から構成され、天板(13)を押し下げた場合に、天板(13)は底板(14)と平行に移動するとともに、第1リンク(5)、第4リンク(8)、第5リンク(9)、および第8リンク(12)は一方に、第2リンク(6)、第3リンク(7)、第6リンク(10)、および第7リンク(11)は他方に、それぞれ同じ角度だけ回転し、第1ゴム弾性体(15)、第2ゴム弾性体(16)、第3ゴム弾性体(17)、第4ゴム弾性体(18)、第5ゴム弾性体(19)、第6ゴム弾性体(20)、第7ゴム弾性体(21)、および第8ゴム弾性体(22)は常に天板(13)と底板(14)と平行を保ちながら引張されることにより、任意の高さにおいて、天板(13)に載せた重量物の自重を補償することのできる機械式自重補償装置である。

10

【0009】

また、請求項2に記載の発明では、請求項1に記載の機械式自重補償装置において、前記天板が指定位置よりも上に上がらないように前記支柱にストッパが取り付けられていることを特徴とする。

20

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施形態に係る自重補償装置の模式的な構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明の実施形態に係る自重補償装置は、車いす等の持ち運びを必須とする装置において、軽量でありながらも、モータ等の動力源を用いずに、人の体重程度の重量を完全に支えることのできる機械式自重補償装置であり、車椅子やリハビリ支援装置などの福祉機器に内蔵することが可能な、軽量でコンパクトな自重補償装置である。

30

【0012】

このため、本実施形態では、天板と底板と同じ長さの8本のリンクから構成されるリンク機構と、前記リンク機構内の内側のリンクに固定され、前記底板および前記天板に枢軸された2対のギヤと、前記底板に鉛直に組みつけられた支柱と、リンク間に前記底板に平行に配置した第1のゴム弾性体と、前記天板と前記底板間に前記支柱上に配置したプーリを介して張られた第2のゴム弾性体から構成され、任意の高さにおいて、前記天板に載せた重量物の自重を補償することのできる機械式自重補償装置としている。

【0013】

この自重補償装置は、前記底板と前記天板に枢軸された前記ギヤにより、前記リンク機構内の内側のリンクが左右対称に回転し、これにより、前記天板の運動は上下方向に拘束されまた前記天板は常に水平に維持される。

40

【0014】

本装置では、前記天板が指定位置よりも上に上がらないように前記支柱にストッパが取り付けられており、これにより前記リンク機構内の各リンクは特異姿勢にならず常に同側に屈曲する。また、各リンクの長さは全て同じであるので、これにより、天板を押し下げた場合に前記リンク機構内の半数のリンクは正方向に、残る半数のリンクは逆方向にそれぞれ同じ角度だけ回転する。

【0015】

その結果、異方向に回転するリンク間に水平に張られた前記ゴム弾性体1はリンク回転角の正弦に比例する長さだけ伸張させられることになる。

50

【 0 0 1 6 】

また、前記天板が下降するにつれて、前記支柱上に配置したプーリを介して張られたゴム弾性体 2 は伸張させられる。

【 0 0 1 7 】

この結果、ゴム弾性体 1、ゴム弾性体 2 の伸張によって生じる復元力が発生し、天板を上方に押し戻す力が生成されることになる。このとき、ゴム弾性体 1 とゴム弾性体 2 のヤング率を、補償重量、各リンクの長さ、ゴム弾性体のリンク上の取り付け位置に応じ、後述するように適切に選定することで、天板に載せた重量物の自重をちょうど支えるだけの補償力を生成することができる。

【 0 0 1 8 】

本装置において、ゴム弾性体を組み付ける際には、天板が最上点にあるときに全てのゴムが自然長になるように調節する。また、ゴムの材質を選定する際には、まず、リンク機構の構造と天板の可動域からゴム伸張量の最大値を決定し、バネ定数は決定された最大伸張量以上の最大たわみを有するゴム材を複数枚並列に並べることで所望のヤング率を有するゴム弾性体を構成する。

【 0 0 1 9 】

このように複数枚のゴム材を並列に並べることで、所望の大きなヤング率と大きな最大たわみを有するゴム弾性体を構成することで、本発明の装置では従来のバネを用いた自重補償機構に比べて軽量かつコンパクトな自重補償装置を構成することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

以下、本実施形態を、図面を参照しつつ具体的に説明する。

【 0 0 2 1 】

図 1 は本発明の実施形態に係る自重補償装置を概念的に示す図である。本実施形態の自重補償装置は天板に重量物を載せた状態で天板を押し下げた場合に、装置内のゴムが伸張し、一定の補償力を鉛直上方に天板に発生させることで、任意の高さで自重を感じさせることなく天板を昇降させることを可能にした 1 自由度の自重補償装置である。

【 0 0 2 2 】

本実施形態の自重補償装置は、基台となる底板 1 4 と、底板 1 4 に枢軸された第 1 ギヤ 1 と第 2 ギヤ 2、第 1 ギヤ 1 と第 2 ギヤ 2 に固定されて互いに逆方向に回転する第 1 リンク 5 と第 2 リンク 6、重量物を積載するための天板 1 3、天板 1 3 に枢軸された第 3 ギヤ 3 と第 4 ギヤ 4、第 3 ギヤ 3 と第 4 ギヤ 4 に固定されて互いに逆方向に回転する第 3 リンク 7 と第 4 リンク 8、天板 1 3 と底板 1 4 に枢軸された第 5 リンク 9 と第 6 リンク 1 0 および第 7 リンク 1 1 と第 8 リンク 1 2、第 1 リンク 5 と第 6 リンク 1 0 の間に第 2 リンク 6 上のプーリを介して張られた第 1 ゴム弾性体 1 5 と第 2 ゴム弾性体 1 6、第 2 リンク 6 と第 5 リンク 9 の間に第 1 リンク 5 上のプーリを介して張られた第 3 ゴム弾性体 1 7 と第 4 ゴム弾性体 1 8、第 3 リンク 7 と第 8 リンク 1 2 の間に第 4 リンク 8 上のプーリを介して張られた第 5 ゴム弾性体 1 9 と第 6 ゴム弾性体 2 0、第 4 リンク 8 と第 7 リンク 1 1 の間に第 3 リンク 7 上のプーリを介して張られた第 7 ゴム弾性体 2 1 と第 8 ゴム弾性体 2 2、底板 1 4 に垂直に組みつけられた支柱 2 3、支柱 2 3 に枢軸されたプーリ 2 4、底板 1 4 と天板 1 3 の間に張られた第 9 ゴム弾性体 2 5 と、天板 1 3 が指定位置よりも上に上がらないように支柱 2 3 に取り付けられたストッパ 2 6 とから構成される。

【 0 0 2 3 】

各ゴム弾性体は、天板 1 3 が最上点、つまり、第 1 リンク 5 ~ 第 8 リンク 1 2 が全て直立姿勢になった状態で、自然長にあるように配置される。

【 0 0 2 4 】

本実施形態の自重補償装置では、天板 1 3 を h だけ下方に押し下げたとき、第 1 リンク 5 ~ 第 8 リンク 1 2 は図のように角度 θ だけ左右に傾く。このとき、第 1 リンク 5 の底板 1 4 との枢着軸から距離 L_1 のところに張られた第 1 ゴム弾性体 1 5 は底板 1 4 と平行に

【 0 0 2 5 】

10

20

30

40

【数 1】

$$2L_1 \sin \theta$$

【0026】

だけ伸張する。これにより、第 1 ゴム弾性体 15 には、第 1 ゴム弾性体 15 のヤング率を K_1 とすると、

【0027】

【数 2】

$$2K_1(L_1 \sin \theta)^2$$

【0028】

の弾性エネルギーが蓄積されることになる。

【0029】

同様にして、第 i リンクの天板 13 もしくは底板 14 との枢着点から第 i ゴム弾性体 ($i = 1 \sim 8$) の取り付け点までの距離を L_i とすると、第 1 ゴム弾性体 15 ~ 第 8 ゴム弾性体 22 に蓄えられる弾性エネルギーは全体で

【0030】

【数 3】

$$2 \sum_i K_i (L_i \sin \theta)^2$$

【0031】

となる。

【0032】

一方、幾何学的な関係から、各リンクの長さを L とすると、

【0033】

【数 4】

$$h = 2L(1 - \cos \theta)$$

【0034】

が成り立つから、第 9 ゴム弾性体 25 のヤング率を K_9 とすると第 9 ゴム弾性体 25 には

【0035】

【数 5】

$$2K_9 L^2 (1 - \cos \theta)^2$$

【0036】

のエネルギーが蓄積されることになる。

これより、

【0037】

【数 6】

$$L_1^2 K_1 = L_2^2 K_2 = \dots = L_8^2 K_8 = \frac{1}{8} L K_9 = c$$

【0038】

とすることで、ゴム弾性体全体に蓄積される全エネルギーは

【0039】

10

20

30

40

【数 7】

$$16c \left\{ \sin^2 \theta + (1 - \cos \theta)^2 \right\} = 32c(1 - \cos \theta)$$

【0040】

となる。

一方、直立姿勢からの重力エネルギーの変化は、積載物の質量を M として

【0041】

【数 8】

$$Mgh = 2MgL(1 - \cos \theta)$$

【0042】

とかけるから、条件：

【0043】

【数 9】

$$c = \frac{1}{16}MgL$$

【0044】

を満たすようにゴム弾性体のヤング率を設定することで、重力エネルギーの変化とゴムに蓄えられる弾性エネルギーの和が 0 になり、その結果、任意の位置において釣り合いの状態が保たれ、正確な自重補償を実現することができる。

【0045】

以上において、本発明を実施形態に即して説明したが、本発明は上記実施形態に制限されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更して適用できることはいうまでもない。

【0046】

また説明を簡便にするため、上記実施形態ではゴム弾性体を 9 個配置した場合について説明したが、並列に配置するゴムの本数は補償重量に合わせていくらでも多くすることができる。

【0047】

本発明に係る自重補償装置は、車いすやリハビリ支援装置に限らず、組立工場における作業アシスト装置や、重量の重い機械の動力補助にも利用可能である。また、ヒューマノイドロボットの駆動系の出力補助としても利用可能である。

【符号の説明】

【0048】

1 ... 第 1 ギヤ

2 ... 第 2 ギヤ

3 ... 第 3 ギヤ

4 ... 第 4 ギヤ

5 ... 第 1 リンク

6 ... 第 2 リンク

7 ... 第 3 リンク

8 ... 第 4 リンク

9 ... 第 5 リンク

M

【0049】

1 0 ... 第 6 リンク

1 1 ... 第 7 リンク

1 2 ... 第 8 リンク

1 3 ... 天板

1 4 ... 底板

1 5 ... 第 1 ゴム弾性体

10

20

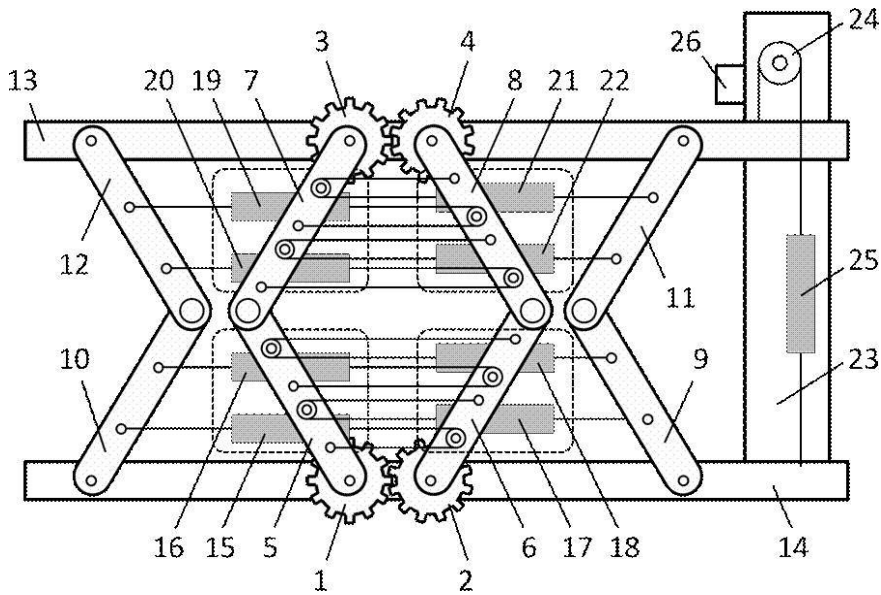
30

40

50

- 16 ... 第2 ゴム弾性体
- 17 ... 第3 ゴム弾性体
- 18 ... 第4 ゴム弾性体
- 19 ... 第5 ゴム弾性体
- 20 ... 第6 ゴム弾性体
- 21 ... 第7 ゴム弾性体
- 22 ... 第8 ゴム弾性体
- 23 ... 支柱
- 24 ... プーリ
- 25 ... 第9 ゴム弾性体
- 26 ... ストップ

【図1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-222348(JP,A)
特開2007-107678(JP,A)
米国特許第04883249(US,A)
特開平07-267595(JP,A)
特開2006-055494(JP,A)
特開2009-018157(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61G 5/00~5/02
A61H 1/02、3/00
B25J 1/00~21/02
B66F 19/00