

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4266143号  
(P4266143)

(45) 発行日 平成21年5月20日(2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日(2009.2.27)

(51) Int.Cl.		F I			
<b>F 1 6 H</b>	<b>21/10</b>	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 H	21/10	H
<b>B 2 5 J</b>	<b>15/08</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 5 J	15/08	J

請求項の数 2 (全 11 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-322367 (P2003-322367)</p> <p>(22) 出願日 平成15年9月16日(2003.9.16)</p> <p>(65) 公開番号 特開2005-90562 (P2005-90562A)</p> <p>(43) 公開日 平成17年4月7日(2005.4.7)</p> <p>審査請求日 平成16年12月15日(2004.12.15)</p>	<p>(73) 特許権者 304021417 国立大学法人東京工業大学 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号</p> <p>(74) 代理人 100100011 弁理士 五十嵐 省三</p> <p>(72) 発明者 高木 健 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学内</p> <p>(72) 発明者 小俣 透 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 東京工業大学内</p> <p>審査官 鈴木 充</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リンク式無段変速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ベースリンク部材と、該ベースリンク部材の一端側に第1の枢着点で枢着され、しかもリンク長を連続的に変化し得るように構成された入力リンク部材と、該ベースリンク部材の他端側に第2の枢着点で枢着された出力リンク部材と、前記ベースリンク部材に対峙するように前記入力リンク部材と前記出力リンク部材とに枢着された中間リンク部材とを具備し、

前記第1の枢着点の周りに前記入力リンク部材を回動させるように入力される入力トルク  $T_{in}$  が前記第2の枢着点の周りに前記出力リンク部材を回動させる出力トルク  $T_{out}$  として変換され、

前記入力トルク  $T_{in}$  と前記出力トルク  $T_{out}$  との関係が、

$$T_{out} = (L_{out} / L_{in}) T_{in}$$

但し、

$L_{in}$  は前記第1の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

$L_{out}$  は前記第2の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

で表され、

前記入力リンク部材が互いにピボット軸に枢動自在に連結された第1及び第2のリンク要素から成り、前記第1のリンク要素の外端側が前記第1の枢着点で前記ベースリンク部

材に枢着され、前記第 2 のリンク要素の外端側が前記中間リンク部材の該当端側に枢着され、前記第 1 及び第 2 のリンク要素の間の角度を変えることにより前記入力リンク部材のリンク長が連続的に変化させられ、

前記出力リンク部材が負荷を受けたとき、その負荷に感応して前記第 1 及び第 2 のリンク要素がその間の角度を小さくすべく枢動させられるように該第 1 及び第 2 のリンク要素のピボット軸にトーションばねを装着し、該トーションばねの 2 つのアーム部が該第 1 及び第 2 のリンク要素のそれぞれに係止され、

前記第 2 のリンク要素を当接させるためのストッパ片を前記第 1 のリンク要素上に設け、前記第 2 のリンク要素が該ストッパ片に当接したときに前記入力リンク部材のリンク長  $l_{vir}$  を最小とするようにしたリンク式無段変速機。

10

【請求項 2】

ベースリンク部材と、該ベースリンク部材の一端側に第 1 の枢着点で枢着され、しかもリンク長を連続的に変化し得るように構成された入力リンク部材と、該ベースリンク部材の他端側に第 2 の枢着点で枢着された出力リンク部材と、前記ベースリンク部材に対峙するように前記入力リンク部材と前記出力リンク部材とに枢着された中間リンク部材とを具備し、

前記第 1 の枢着点の周りに前記入力リンク部材を回動させるように入力される入力トルク  $T_{in}$  が前記第 2 の枢着点の周りに前記出力リンク部材を回動させる出力トルク  $T_{out}$  として変換され、

前記入力トルク  $T_{in}$  と前記出力トルク  $T_{out}$  との関係が、

20

$$T_{out} = (L_{out}/L_{in}) T_{in}$$

但し、

$L_{in}$  は前記第 1 の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

$L_{out}$  は前記第 2 の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

で表され、

前記入力リンク部材が互いにピボット軸に枢動自在に連結された第 1 及び第 2 のリンク要素から成り、前記第 1 のリンク要素の外端側が前記第 1 の枢着点で前記ベースリンク部材に枢着され、前記第 2 のリンク要素の外端側が前記中間リンク部材の該当端側に枢着され、前記第 1 及び第 2 のリンク要素の間の角度を変えることにより前記入力リンク部材のリンク長が連続的に変化させられ、

30

前記第 1 のリンク要素が前記ピボット軸に枢動自在に連結され、前記第 2 のリンク要素が前記ピボット軸上に固着され、前記ピボット軸の回動駆動により、前記第 1 及び第 2 のリンク要素間の角度が可変とされるリンク式無段変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的にはリンク式無段変速機に関し、一層詳しくは、可動範囲が制限されている可動体、例えばロボットハンド、特に多指ロボットハンドの指の駆動系に有利に適用し得るリンク式無段変速機に関する。

40

【背景技術】

【0002】

周知のように、多指ロボットハンドの駆動系では、個々の指の動きには或る程度の速度が要求されるだけでなく、多指ロボットハンドによる物体の確実な把持を保証するためには相当な把持力も要求される。

【0003】

多指ロボットハンドでの指の動きの速度を高める提案については、例えば非特許文献 1 及び 2 に開示されているが、多指ロボットハンドの場合にはスペース的に大型の高出力アクチュエータを使用できず、また指の速度とその把持力とは減速比においてトレードオフ

50

の関係にあり、このため多指ロボットハンドでの指の動きの速度を高めつつその把持力を増大させるという2つの要求を満足させることはきわめて困難であるとされていた。

【0004】

多指ロボットハンドで指の把持力を小型アクチュエータで増大させるためには、変速機として、指の開閉時に減速比を小さくして該指の速度を大きくし、物体を把持するときには減速比を大きくして大きな把持力を得るようにしたものが必要である。近年、ロボット工学の分野では、非特許文献3及び4に開示されているように、自動車用変速機に比べて小型化かつ軽量化された負荷感応型無段変速機が開発されているが、しかしそのような無段変速機は多指ロボットハンドに組み込み得るためには未だ大型でしかも重量があり過ぎるものである。即ち、多指ロボットハンドに組み込み得るような小型でしかも軽量の変速機については未だ開発されていない。

10

【非特許文献1】並木明夫等著「軽量高速ロボット指モジュールの開発」日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'02講演論文集、2P2-F04、2002

【非特許文献2】毛利哲也等著「人間型ロボットハンド“Gifu Hand III”とそのリアルタイム制御システム」日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'02講演論文集、2P2-F02、2002

【非特許文献3】広瀬茂男等著「負荷感応無段変速機X-screwの開発」日本機械学会論文集(C編)、66巻646号pp1912-1916、2000

【非特許文献4】萩原哲夫等著「回転型負荷感応無段変速機の開発 その1 基本機構の提案」日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'01講演論文集、1A1-M2、2001

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、本発明の目的は、可動範囲が制限されている可動体、例えばロボットハンド、特に多指ロボットハンドの指の駆動系に適用し得るような小型で軽量なリンク式無段変速機であって、大きな減速比が得られるように構成されたリンク式無段変速機を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明によるリンク式無段変速機は、ベースリンク部材と、該ベースリンク部材の一端側に第1の枢着点で枢着され、しかもリンク長を連続的に変化し得るよう構成された入力リンク部材と、該ベースリンク部材の他端側に第2の枢着点で枢着された出力リンク部材と、前記ベースリンク部材に対峙するように前記入力リンク部材と前記出力リンク部材とに枢着された中間リンク部材と具備し、前記第1の枢着点の周りに前記入力リンク部材を回動させるように入力される入力トルク $t_{in}$ が前記第2の枢着点の周りに前記出力リンク部材を回動させる出力トルク $t_{out}$ として変換され、前記入力トルク $t_{in}$ と前記出力トルク $t_{out}$ との関係が、

$$t_{out} = (L_{out}/L_{in})t_{in}$$

但し、

$L_{in}$ は前記第1の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

$L_{out}$ は前記第2の枢着点から前記中間リンク部材の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さ、

で表され、前記入力リンク部材が互いにピボット軸に枢動自在に連結された第1及び第2のリンク要素から成り、前記第1のリンク要素の外端側が前記第1の枢着点で前記ベースリンク部材に枢着され、前記第2のリンク要素の外端側が前記中間リンク部材の該当端側に枢着され、前記第1及び第2のリンク要素の間の角度を変えることにより前記入力リンク部材のリンク長が連続的に変化させられ、前記出力リンク部材が負荷を受けたとき、その負荷に感応して前記第1及び第2のリンク要素がその間の角度を小さくすべく枢動さ

30

40

50

せられるように該第 1 及び第 2 のリンク要素のピボット軸にトーションばねを装着し、該トーションばねの 2 つのアーム部が該第 1 及び第 2 のリンク要素のそれぞれに係止され、前記第 2 のリンク要素を当接させるためのストッパ片を前記第 1 のリンク要素上に設け、前記第 2 のリンク要素が該ストッパ片に当接したときに前記入力リンク部材のリンク長  $l_{v1r}$  を最小とするようにしたものである。

#### 【 0 0 0 7 】

更に、本発明の別の局面においては、上記のトーションばね及びストッパ片の代わりに、第 1 のリンク要素がピボット軸に枢動自在に連結され、第 2 のリンク要素がピボット軸上に固着され、該ピボット軸の回動駆動により、第 1 及び第 2 のリンク要素間の角度が可変とされる。かくして、そのようなリンク式無段変速機では、その減速比がピボット軸の回動駆動により任意に変え得ることとなる。

#### 【 発明を実施するための最良の形態 】

#### 【 0 0 0 8 】

次に、添付図面の図 1 を参照して、本発明によるリンク式無段変速機の第 1 の実施の形態について説明する。

#### 【 0 0 0 9 】

図 1 に示すように、本発明によるリンク式無段変速機はベースリンク部材 1 0 を具備し、このベースリンク部材 1 0 は適当な支持構造体 S によって保持される。リンク式無段変速機は、また、ベースリンク部材 1 0 の一端側に第 1 の枢着点で枢着された入力リンク部材 1 2 と、該ベースリンク部材 1 0 の他端側に第 2 の枢着点で枢着された出力リンク部材 1 4 と、該ベースリンク部材 1 0 に対峙するように入力リンク部材 1 2 と出力リンク部材 1 4 とに枢着された中間リンク部材 1 6 とを具備する。

#### 【 0 0 1 0 】

本実施の形態では、入力リンク部材 1 2 は 2 つのリンク要素 1 2 A 及び 1 2 B から成り、これらリンク要素 1 2 A 及び 1 2 B はそれぞれの一端部側でピボット軸 1 8 によって互いに枢動自在に連結される。リンク要素 1 2 A の他端側即ち外端側にはピボット軸 2 0 が固着され、このピボット軸 2 0 にはベースリンク部材 1 0 の一端側が枢動自在に連結される。即ち、上述した第 1 の枢着点、即ちベースリンク部材 1 0 の一端側に対する入力リンク部材 1 2 の枢着点はピボット軸 2 0 の中心軸線上の一点として定義される。一方、リンク要素 1 2 B の他端側即ち外端側はピボット軸 2 2 によって中間リンク部材 1 6 の該当端部側に枢動自在に連結される。

#### 【 0 0 1 1 】

また、本実施の形態では、リンク要素 1 2 A 及び 1 2 B を互いに枢着させるピボット軸 1 8 にはトーションばね 2 4 が装着される。トーションばね 2 4 の一方のアーム部はリンク要素 1 2 A の側辺から延びた突出片 2 6 A によって係止され、その他方のアーム部はリンク要素 1 2 B の側辺から延びた突出片 2 6 B によって係止され、このトーションばね 2 4 により、入力リンク部材 1 2 は図 1 に示すような初期状態に維持され、このときピボット軸 2 0 及び 2 2 の距離が最大とされる。

#### 【 0 0 1 2 】

入力リンク部材 1 2 のリンク要素 1 2 A にはピボット軸 2 0 側の端部に接近した側辺には突起体 2 8 が固着され、この突起体 2 8 はリンク要素 1 2 B に対するストッパ片として機能する。即ち、リンク要素 1 2 B がピボット軸 1 8 の周りに時計方向(図 1)に枢動させられた際に突起体即ちストッパ片 2 8 が該リンク要素 1 2 B に当接するようになっている。

#### 【 0 0 1 3 】

出力リンク部材 1 4 の一端部はピボット軸 3 0 によってベースリンク部材 1 0 の他端側に枢動自在に連結される。即ち、上述した第 2 の枢着点、即ちベースリンク部材 1 0 の他

10

20

30

40

50

端側に対する出力リンク部材 14 の枢着点はピボット軸 30 の中心軸線上の一点として定義される。一方、出力リンク部材 14 の他端部はピボット軸 32 によって中間リンク部材 16 の該当端部側に枢動自在に連結される。

【0014】

図2を参照すると、上述したリンク式無段変速機の物理モデルが示される。なお、同図において、図1に示す構成要素と同じものについては、同じ参照符号が用いられる。

【0015】

図2において、 $l_{fix}$  はベースリンク部材 10 のリンク長を示す。 $l_A$  及び  $l_B$  は入力リンク部材 12 のリンク要素 12A 及び 12B のそれぞれのリンク長を示し、これらリンク長  $l_A$  及び  $l_B$  により入力リンク部材 12 の事実上のリンク長  $l_{vir}$  が決まり、しかもリンク長  $l_{vir}$  はリンク要素 12A 及び 12B 間の成す角度に応じて変動する。 $l_{out}$  は出力リンク部材 14 のリンク長を示し、 $l_M$  は中間リンク部材 16 のリンク長を示す。また、 $L_{in}$  はピボット軸 20 の中心(即ち、上述した第1の枢動点)から中間リンク部材 16 の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さであり、 $L_{out}$  はピボット軸 30 (即ち、上述した第2の枢着点)から中間リンク部材 16 の両枢着点間を結ぶ直線に対して垂線を下ろした際の長さである。

【0016】

ピボット軸 20 に例えば電動モータ(図示されない)から適当な減速系を経て回転駆動力が伝達させられて、入力リンク部材 12 のリンク要素 12A が反時計方向に回転駆動させられると、出力リンク部材 14 もピボット軸 30 の周りで反時計方向に回転駆動させられ、このときリンク要素 12A のトルク及び角速度がそれぞれ入力トルク及び入力角速度として、出力リンク部材 14 のトルク及び角速度が出力トルク及び出力角速度として定義される。なお、図2においては、入力トルク及び入力角速度のそれぞれは  $\tau_{in}$  及び  $\omega_{in}$  で示され、また出力トルク及び出力角速度のそれぞれは  $\tau_{out}$  及び  $\omega_{out}$  で示されている。

【0017】

更に、図2において、ピボット軸 20 及び 30 の中心間の線分に沿ってピボット軸 20 の中心から外方に延長する線分とピボット軸 20 及び 22 の中心間の線分とが成す角度が  $\alpha_{vir}$  で示され、ピボット軸 20 及び 30 の中心間の線分とピボット軸 30 及び 32 の中心間の線分とが成す角度が  $\alpha_{out}$  で示される。勿論、入力リンク部材 12 がピボット軸 20 の周りで回動させられると、角度  $\alpha_{vir}$  は変動し、これに伴って角度  $\alpha_{out}$  も変動する。

【0018】

ここで、入力リンク部材 12 の事実上のリンク長  $l_{vir}$  が固定であると仮定すると、即ち入力リンク部材 12 がリンク長  $l_{vir}$  を持つ単一のリンク部材に置き換えられた場合を仮定すると、図2に示すリンク式無段変速機は4節リンク機構となり、このとき入力トルク  $\tau_{in}$  と出力トルク  $\tau_{out}$  との関係は以下の式によって表せる。

$$\tau_{out} = (L_{out}/L_{in})\tau_{in}$$

【0019】

ところで、本発明によるリンク式無段変速機にあっては、入力リンク部材 12 の事実上のリンク長  $l_{vir}$  はその2つのリンク要素 12A 及び 12B の枢動自在性のために可変であり、このリンク長  $l_{vir}$  の変化によりパラメータ  $L_{in}$  も変動する。かくして、図1に示すリンク機構はリンク式無段変速機としての機能を持つこととなる。

【0020】

このようなリンク式無段変速機の特徴がシュミレーション計算によって求められた。即ち、シュミレーション計算では、ベースリンク部材 10 に対応するリンク部材として、 $l_{fix} = 47[\text{mm}]$  のリンク部材が、出力リンク部材 14 に対応するリンク部材として、 $l_{out} = 9[\text{mm}]$  の出力リンク部材が、中間リンク部材 16 に対応するリンク部材として、 $l_M = 50[\text{mm}]$  のリンク部材がそれぞれ用いられた。また、入力リンク部材 12 に対応するものとして、長さの異なる6種類の単一入力リンク部材 ( $l_{vir} = 5, 8, 11, 14, 17, 20[\text{mm}]$ ) が用いられた。要するに、前者の3つのリンク部材 ( $l_{fix} = 47[\text{mm}]$ 、 $l_{out} = 9[\text{mm}]$ 、 $l_M = 50[\text{mm}]$ ) に対して6種類の単一入力リンク部材 ( $l_{vir} = 5, 8, 11, 14, 17, 20[\text{mm}]$ ) をそ

10

20

30

40

50

れぞれを順次組み込み、各4節リンク機構についてトルク比 ( $\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}}$ )及び角速度比 ( $\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}$ )のシュミレーション計算が行われた。

【0021】

トルク比 ( $\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}}$ )の計算結果及び角速度比 ( $\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}$ )の測定結果をそれぞれ図3及び図4のグラフに示す。双方のグラフから明らかなように、単一入力リンク部材 ( $l_{vir} = 5, 8, 11, 14, 17, 20$ [mm])の長さが短い方が、トルク比 ( $\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}}$ )が全体的に増大するのに対して角速度比 ( $\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}$ )は全体的に減少することとなる。図1に示すリンク機構にあっては、入力リンク部材12の事実上のリンク長  $l_{vir}$  の変化は連続的であり、このため該リンク機構は無段変速機として機能することになる。

【0022】

図1に示すリンク式無段変速機は特に多指ロボットハンドに有利に適用し得るような負荷感応型無段変速機として構成され、多指ロボットハンドの指が把持すべき把持対象物に衝合した際にその変速機能が発揮されるようになっている。図5ないし図7を参照すると、図1に示すリンク式負荷感応型無段変速機を多指ロボットハンド内に適用した際の動作例が段階的に図示されている。図5ないし図7において、参照符号34は出力リンク14に固着された指先部材を示し、また参照符号36は把持対象物を示す。なお、図5ないし図7では、図示の簡略化のためにトーションばね24は省かれている。

【0023】

指先部材34が何らの負荷も受けていない状態で入力リンク部材12のリンク要素12Aが回転駆動させられているとき、入力リンク部材12の事実上のリンク長  $l_{vir}$  はトーションばね24のために最大長に維持され、このため角速度比 ( $\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}$ )も最大となり、指先部材34の動きは最も速くなる。

【0024】

図5に示すように、入力リンク部材12のリンク要素12Aが反時計方向に回転駆動させられて、指先部材34が把持対象物36に衝合すると、即ち指先部材34が負荷に感応すると、出力リンク部材14の動きが停止させられる。その結果、図5及び図6から明らかなように、入力リンク部材12のリンク要素12A及び12Bがトーションばね24のばね弾性力に抗して互いに接近するように枢動させられ、これにより入力リンク部材12のリンク長  $l_{vir}$  は次第に短くなって出力トルク  $\tau_{out}$  が増大し、これに伴い指先部材34によって把持対象物36に及ぼされる把持力Fも次第に増大する。

【0025】

入力リンク部材12のリンク要素12Aが更に反時計方向に回動駆動させられて、リンク要素12Bがリンク要素12A上のストッパ片28に当接させられると、入力リンク部材12のリンク長  $l_{vir}$  は図7に示すように最小となり、このときトルク比 ( $\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}}$ )は最大となって、入力トルク  $\tau_{in}$  に対する把持力Fも最大となる。

【0026】

例えば、入力リンク部材12の事実上のリンク長  $l_{vir}$  の最大値が20[mm]で、しかも指先部材34が把持対象物36に衝合したときの角度  $\theta_{out}$  が100[deg]であるとする、図5ないし図7に示す動作において、トルク比 ( $\frac{\tau_{out}}{\tau_{in}}$ )は図3のグラフ上のA点からB点に沿って増大し、角速度比 ( $\frac{\omega_{out}}{\omega_{in}}$ )は図4のグラフ上のA点からB点に沿って減少することになる。なお、図7に示した最大把持力Fよりも更に大きな把持力が必要とされる場合には、リンク要素12Bがリンク要素12A上のストッパ片28に当接させられた後に、該リンク要素12Aに対する入力トルク  $\tau_{in}$  を増大させればよい。

【0027】

以上述べたリンク式無段変速機において、入力トルク  $\tau_{in}$  に対して、出力リンク部材14から得られる力について測定実験により検証された。この測定実験のために、出力リンク部材14には図5に二点鎖線で示すような測定桿38が連結させられ、ピボット軸30の中心から45[mm]隔てられた測定桿38上の測定個所で得られる力について測定が行われた。この測定には、アイコーエンジニアリング株式会社製の荷重測定器 (MODEL-9810) が使用され、測定桿38上の測定個所 (ピボット軸30の中心から45[mm]) が荷重測定器の

10

20

30

40

50

測定検出部に衝合させられ、このとき角度 $\theta_{out}$ は82[deg]であった。また、入力リンク部材12の2つのリンク要素12A及び12B間の角度は135[deg]であり、このときトーションばね24は自然長であり、そのばね定数は[0.196Nm/deg]であった。

【0028】

測定結果については、図8のグラフに黒丸のプロットで示される。入力トルク $T_{in}$ が大きくなるにつれて入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ が短くなり、入力トルク $T_{in}$ が約0.07[Nm]のとき入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ が最小となった。即ち、入力トルク $T_{in}$ が約0.07[Nm]に到達するまで入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ が連続的に変化するため無段変速が行われ、把持力Fが急激に増加していることが読み取れる。また、更に入力トルク $T_{in}$ を大きくすると、リンク要素12Bはストッパ片28に支えられて、リンク要素12Aに対して回転することができないので、入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ は最短に保たれ、指先部材34の把持の態様における最大の変速比で把持力Fが出力される。なお、図8のグラフにおいて、破線BLはリンク長 $l_{vir}$ が最小とされるときの最大変速比の推移を示している。

10

【0029】

比較のために、入力リンク部材12のリンク要素12A及び12Bを互いに枢動し得ないように故意に固定してそのリンク長 $l_{vir}$  ( $l_{in} = 14.5[\text{mm}]$ )を一定とした場合についても同様な測定が行われ、その測定結果は図8のグラフに黒四角のプロットで示されている。比較例から明らかなように、入力リンク部材12のリンク長が一定の場合には大きな力を出力させることはできない。

20

【0030】

以上の記載から明らかなように、本発明によるリンク式無段変速機が負荷感応型のもので構成された場合には、指先部材34の把持の態様によってはその減速比は無限大にもなり、特に多指ロボットハンドに有利に適用することができる。というのは、既に述べたように、指先部材34が把持対象物36を捕らえるまでは、指先部材34の動きは素早く、把持対象物36が一旦指先部材34によって捕らえられるや否や大きな把持力が指先部材34から把持対象物36に及ぼされるからである。

【0031】

図9を参照すると、本発明によるリンク式無段変速機の第2の実施の形態が示される。第2の実施の形態では、リンク式無段変速機は負荷感応型としては構成されずに任意に減速比を設定し得るようになっている。

30

【0032】

図9に示すように、第2の実施の形態では、トーションばね24及びストッパ片28は使用されない。入力リンク部材12のリンク要素12A及び12Bの双方の一端部は上述した第1の実施の形態ではピボット軸18に枢動自在に連結されているが、しかし第2の実施の形態では、リンク要素12Aの一端部だけがピボット軸18に枢動自在に連結されるだけで、リンク要素12Bの一端部はピボット軸18上に固着される。ピボット軸18上には歯付プーリ40が固着され、この歯付プーリ40には歯付無端駆動ベルト42が装着される。

【0033】

第2の実施の形態においては、歯付無端駆動ベルト42を適宜駆動させることによって、リンク要素12Bはピボット軸18の周りで回動させられ、これによりピボット軸20及び22の中心間距離、即ち入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ を変えることが可能である。要するに、歯付無端駆動ベルト42の駆動によって、リンク式無段変速機の減速比を任意に選択することができる。

40

【0034】

上述した第1及び第2の実施の形態にあつては、入力リンク部材12のリンク長 $l_{vir}$ を可変とするために、該入力リンク部材12は2つのリンク要素12A及び12Bをピボット軸18によって相互に枢着させることにより構成されているが、しかしピボット軸20及び22間の距離 $l_{vir}$ を可変とするその他の手段により入力リンク部材12を構成す

50

ることも可能である。例えば、ボールねじ/ナット機構やピニオン/ラック機構を適宜スイベル継手等を介してピボット軸 20 及び 22 間に設けることにより、リンク長  $l_{vir}$  を可変となる入力リンク機構を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】本発明によるリンク式無段変速機の第1の実施の形態を示す立面図である。

【図2】図1に示すリンク式無段変速機の物理モデル示す概念図である。

【図3】図1に示すリンク式無段変速機において、入力リンク部材のリンク長の変化により、入力トルクに対する出力トルクのトルク比がどのように変化するかを説明するためのグラフである。

10

【図4】図1に示すリンク式無段変速機において、入力リンク部材のリンク長の変化により、入力角速度に対する出力角速度の角速度比がどのように変化するかを説明するためのグラフである。

【図5】図1に示すリンク式負荷感応型無段変速機を多指ロボットハンド内に適用した際の動作例の典型的な段階を示す説明図である。

【図6】図5の動作例の別の代表的な段階を示す説明図である。

【図7】図5の動作例の更に別の代表的な段階を示す説明図である。

【図8】図1に示すリンク式無段変速機において、入力トルクに対して出力リンク部材から得られる力の測定結果を示すグラフである。

【図9】本発明によるリンク式無段変速機の第2の実施の形態を示す立面図である。

20

【符号の説明】

【0036】

10：ベースリンク部材

12：入力リンク部材

12A：リンク要素

12B：リンク要素

14：出力リンク部材

16：中間リンク部材

18：ピボット軸

20：ピボット軸

22：ピボット軸

24：トーションばね

26A：突出片

26B：突出片

28：突起体(ストッパ片)

30：ピボット軸

32：ピボット軸

34：指先部材

36：把持対象物

38：測定桿

40：歯付プーリ

42：歯付無端駆動ベルト

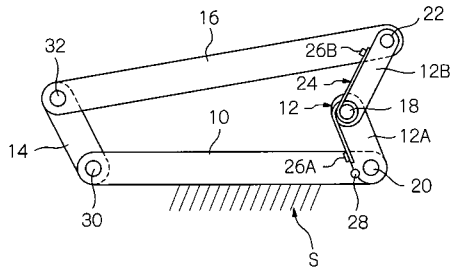
S：支持構造体

30

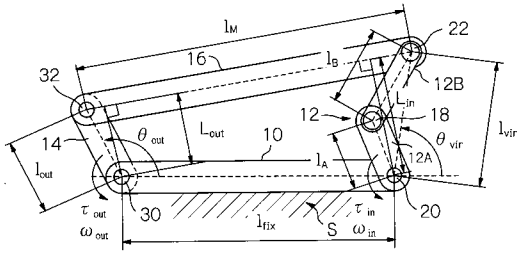
40



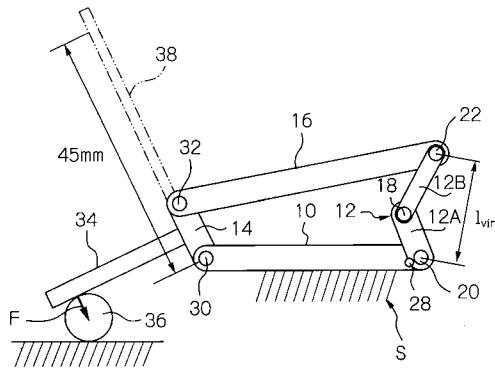
【図1】



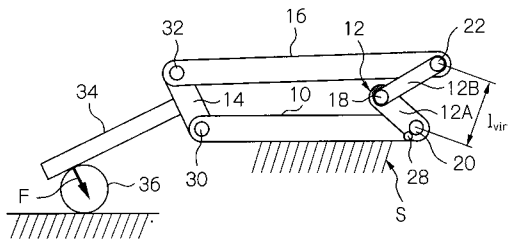
【図2】



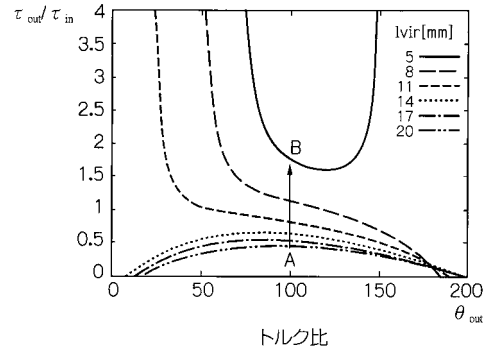
【図5】



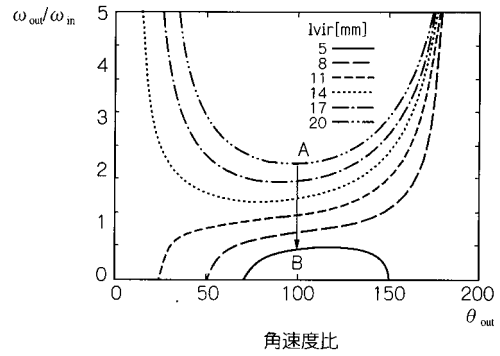
【図6】



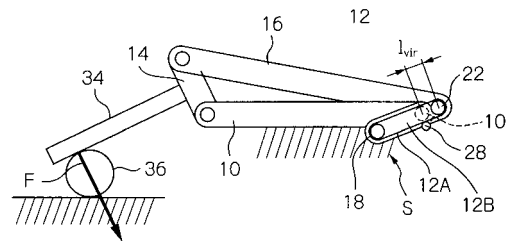
【図3】



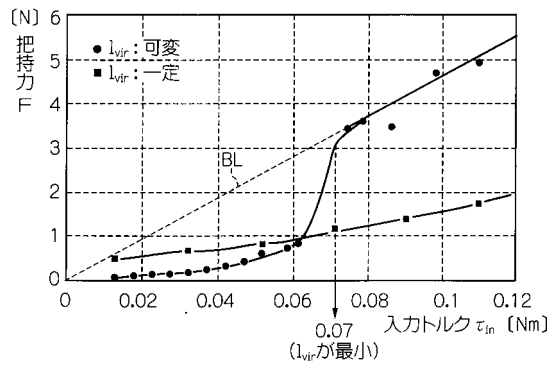
【図4】



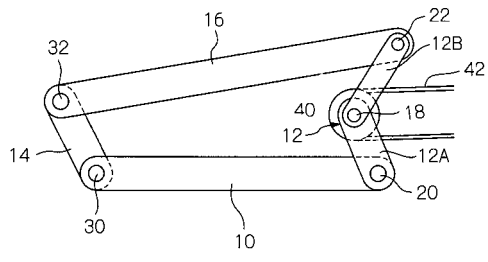
【図7】



【図8】



【 図 9 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第03/067126(WO, A1)  
実開昭58-018037(JP, U)  
特開平06-114785(JP, A)  
特開2003-136459(JP, A)  
実開昭50-087377(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 19/00 - 33/20  
F16H 35/10 - 37/16  
B25J 1/00 - 21/02