

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-163531
(P2020-163531A)

(43) 公開日 令和2年10月8日(2020.10.8)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード(参考)
B 2 5 J 15/08 (2006.01) B 2 5 J 15/08 S 3 C 7 0 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2019-67484(P2019-67484)
 (22) 出願日 平成31年3月29日(2019.3.29)

(71) 出願人 504157024
 国立大学法人東北大学
 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号
 (71) 出願人 591261509
 株式会社エクォス・リサーチ
 東京都千代田区外神田1丁目18番13号
 (74) 代理人 100214260
 弁理士 相羽 昌孝
 (74) 代理人 100139114
 弁理士 田中 貞嗣
 (74) 代理人 100139103
 弁理士 小山 卓志
 (74) 代理人 100119220
 弁理士 片寄 武彦

最終頁に続く

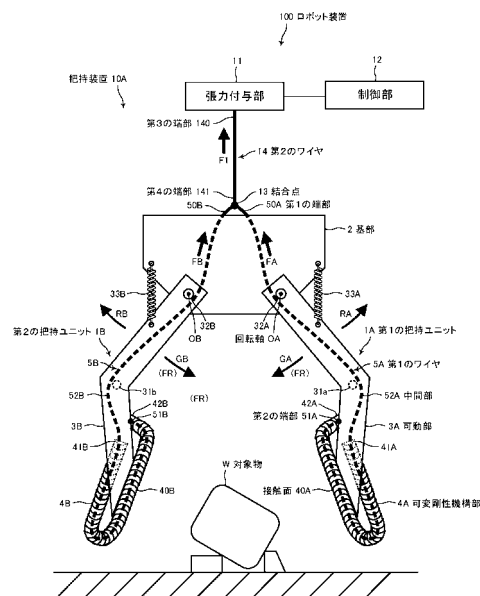
(54) 【発明の名称】 把持ユニット、把持装置及びロボット装置

(57) 【要約】

【課題】装置構成を簡略化又は小型化することができるとともに、破損の可能性を低減することができる把持ユニット及び把持装置を提供する。

【解決手段】把持ユニット1A、1Bは、基部2に対して回転軸OA、OBを中心として回転移動可能に軸支された可動部3A、3Bと、可動部3A、3Bが回転移動することにより対象物Wに接触する接触面40A、40Bを有する可変剛性機構部4A、4Bと、長尺方向に沿って、張力を付与可能な第1の端部50A、50B、可動部3A、3B及び可変剛性機構部5A、5Bを順に経由するように配置された中間部52A、52B、及び、可動部3A、3Bに固定された第2の端部51A、51Bを有する第1のワイヤ5A、5Bとを備え、可動部3A、3Bは、第1のワイヤ5A、5Bに付与された張力FA、FBに応じて回転移動し、可変剛性機構部4A、4Bは、張力FA、FBに応じて低剛性状態と高剛性状態とが切り替わる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物を把持する把持ユニットであって、
基部と、
前記基部に対して回転軸を中心として回転移動可能に軸支された可動部と、
前記可動部に取り付けられて、前記可動部が回転移動することにより前記対象物に接触する接触面を有するとともに、低剛性状態と高剛性状態とを切替可能な可変剛性機構部と

、
線状又は帯状の長尺な部材であって、長尺方向に沿って、張力を付与可能な第 1 の端部、前記可動部及び前記可変剛性機構部を順に經由するように配置された中間部、及び、前記可動部に固定された第 2 の端部を有する第 1 の長尺部材とを備え、

前記可動部は、

前記第 1 の長尺部材の前記第 1 の端部に付与された前記張力に応じて回転移動し、

前記可変剛性機構部は、

前記第 1 の長尺部材の前記第 1 の端部に付与された前記張力に応じて前記低剛性状態と前記高剛性状態とが切り替わる、
ことを特徴とする把持ユニット。

【請求項 2】

前記可動部は、

前記第 1 の長尺部材の前記第 1 の端部に前記張力が付与された場合、前記張力が前記可動部を回転移動させる方向の回転力として前記可動部に作用することで回転移動し、

前記可変剛性機構部は、

前記第 1 の長尺部材の前記第 1 の端部に前記張力が付与された場合であって、前記接触面が前記対象物に接触して前記回転力よりも大きな抵抗力が前記可動部に作用した場合、前記張力が前記可変剛性機構部に作用することで前記低剛性状態から前記高剛性状態に切り替わる、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の把持ユニット。

【請求項 3】

前記可変剛性機構部は、

前記回転軸と平行な幅方向に対して所定の幅で分割された複数の分割可変剛性機構部を備え、

前記第 1 の長尺部材は、

前記中間部のうち前記可変剛性機構部よりも前記第 1 の端部側に位置する分割点において、前記第 2 の端部側に向かって分割された複数の分割長尺部材を備え、

前記複数の分割長尺部材の各々は、

前記分割点から前記複数の分割可変剛性機構部の各々を經由するように配置された分割中間部、及び、前記可動部に固定された第 2 の端部を有する、
ことを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の把持ユニット。

【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の把持ユニットを、複数の把持ユニットとして備える把持装置であって、

前記複数の把持ユニットは、

前記対象物を把持する際、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部の前記接触面が前記対象物に接触するように配置されている、
ことを特徴とする把持装置。

【請求項 5】

前記複数の把持ユニットは、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部の前記回転軸が平行に配置されているとともに、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部の前記接触面が対向するように配置されている、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項 4 に記載の把持装置。

【請求項 6】

前記複数の把持ユニットは、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部の前記回転軸が同軸に配置されている、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の把持装置。

【請求項 7】

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記第 1 の長尺部材の第 1 の端部は、結合点にて結合されており、

線状又は帯状の長尺な部材であって、張力を付与可能な第 3 の端部、及び、前記結合点に接続された第 4 の端部を有する第 2 の長尺部材をさらに備え、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部は、

前記第 2 の長尺部材の前記第 3 の端部に付与された前記張力に応じて回転移動し、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部は、

前記第 2 の長尺部材の前記第 3 の端部に付与された前記張力に応じて前記低剛性状態と前記高剛性状態とが切り替わる、

ことを特徴とする請求項 4 乃至請求項 6 のいずれか一項に記載の把持装置。

【請求項 8】

前記第 2 の長尺部材の前記第 3 の端部に前記張力が付与されたとき、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記第 1 の長尺部材の長さを調節する長さ調節機構部をさらに備える、

ことを特徴とする請求項 7 に記載の把持装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項に記載の把持ユニット、又は、請求項 4 乃至請求項 8 のいずれか一項に記載の把持装置と、

前記把持ユニット又は前記把持装置が備える前記第 1 の長尺部材に前記張力を付与する張力付与部とを備える、

ことを特徴とするロボット装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、把持ユニット、把持装置及びロボット装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、変形可能なハウジング内を減圧状態にすることにより、袋状のハウジング内に内包された粒状物をジャミング転移現象により固体状とすることで、対象物を把持する把持装置が知られている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、一对の指部 30 a、30 b と、一对の指部 30 a、30 b にそれぞれ取り付けられたハウジング 10 a、10 b とを備え、ハウジング 10 a、10 b 内に、ジャミング転移現象を呈する粉体 11 が内包された把持装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 86185 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に開示された把持装置は、対象物 90 を把持する際、一对の指部 30 a、30 b を動かして、ハウジング 10 a、10 b の間に対象物を挟むようにして、ハウジング

10

20

30

40

50

10 a、10 bを対象物90に押し当ててから、ハウジング10 a、10 b内を減圧することにより、ジャミング転移現象により粉体11を固体状にして、対象物90を把持するものである。

【0006】

しかし、特許文献1に開示された把持装置は、一对の指部30 a、30 bを動かすための手段と、ハウジング10 a、10 b内を減圧するための手段とが別々に備えられているため、装置構成が複雑化又は大型化する傾向がある。また、ハウジング10 a、10 bは、変形可能な皮膜状に形成されているとともに、対象物90と接触する部分であるため、対象物90の形状や表面の状態によっては、ハウジング10 a、10 bが破損する可能性がある。

10

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、装置構成を簡略化又は小型化することができるとともに、破損の可能性を低減することができる把持ユニット、把持装置及びロボット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】

本発明は、上記課題を解決するものであって、本発明の一実施形態に係る把持ユニットは、

基部と、

前記基部に対して回転軸を中心として回転移動可能に軸支された可動部と、

20

前記可動部に取り付けられて、前記可動部が回転移動することにより前記対象物に接触する接触面を有するとともに、低剛性状態と高剛性状態とを切替可能な可変剛性機構部と

、
線状又は帯状の長尺な部材であって、長尺方向に沿って、張力を付与可能な第1の端部、前記可動部及び前記可変剛性機構部を順に経路するように配置された中間部、及び、前記可動部に固定された第2の端部を有する第1の長尺部材とを備え、

前記可動部は、

前記第1の長尺部材の前記第1の端部に付与された前記張力に応じて回転移動し、

前記可変剛性機構部は、

前記第1の長尺部材の前記第1の端部に付与された前記張力に応じて前記低剛性状態と前記高剛性状態とが切り替わる、ことを特徴とする。

30

【0009】

また、上記把持ユニットにおいて、

前記可動部は、

前記第1の長尺部材の前記第1の端部に前記張力が付与された場合、前記張力が前記可動部を回転移動させる方向の回転力として前記可動部に作用することで回転移動し、

前記可変剛性機構部は、

前記第1の長尺部材の前記第1の端部に前記張力が付与された場合であって、前記接触面が前記対象物に接触して前記回転力よりも大きな抵抗力が前記可動部に作用した場合、前記張力が前記可変剛性機構部に作用することで前記低剛性状態から前記高剛性状態に切り替わる、ことを特徴とする。

40

【0010】

また、上記把持ユニットにおいて、

前記可変剛性機構部は、

前記回転軸と平行な幅方向に対して所定の幅で分割された複数の分割可変剛性機構部を備え、

前記第1の長尺部材は、

前記中間部のうち前記可変剛性機構部よりも前記第1の端部側に位置する分割点において、前記第2の端部側に向かって分割された複数の分割長尺部材を備え、

前記複数の分割長尺部材の各々は、

50

前記分割点から前記複数の分割可変剛性機構部の各々を経由するように配置された分割中間部、及び、前記可動部に固定された第2の端部を有する、ことを特徴とする。

【0011】

また、本発明の一実施形態に係る把持装置は、
上記把持ユニットを、複数の把持ユニットとして備える把持装置であって、
前記複数の把持ユニットは、

前記対象物を把持する際、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部の前記接触面が前記対象物に接触するように配置されている、ことを特徴とする。

【0012】

また、上記把持装置において、
前記複数の把持ユニットは、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部の前記回転軸が平行に配置されているとともに、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部の前記接触面が対向するように配置されている、ことを特徴とする。

10

【0013】

また、上記把持装置において、
前記複数の把持ユニットは、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部の前記回転軸が同軸に配置されている、ことを特徴とする。

【0014】

また、上記把持装置において、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記第1の長尺部材の第1の端部は、結合点にて結合されており、

20

線状又は帯状の長尺な部材であって、張力を付与可能な第3の端部、及び、前記結合点に接続された第4の端部を有する第2の長尺部材をさらに備え、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可動部は、

前記第2の長尺部材の前記第3の端部に付与された前記張力に応じて回転移動し、

前記複数の把持ユニットの各々が備える前記可変剛性機構部は、

前記第2の長尺部材の前記第3の端部に付与された前記張力に応じて前記低剛性状態と前記高剛性状態とが切り替わる、ことを特徴とする。

30

【0015】

また、上記把持装置は、

前記第2の長尺部材の前記第3の端部に前記張力が付与されたとき、前記複数の把持ユニットの各々が備える前記第1の長尺部材の長さを調節する長さ調節機構部をさらに備える、ことを特徴とする。

【0016】

また、本発明の一実施形態に係るロボット装置は、

上記把持ユニット、又は、上記把持装置と、

前記把持ユニット又は前記把持装置が備える前記第1の長尺部材に前記張力を付与する張力付与部とを備える、ことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0017】

本発明の一実施形態に係る把持ユニット、把持装置及びロボット装置によれば、可動部は、第1の長尺部材の第1の端部に付与された張力に応じて回転移動し、可変剛性機構部は、当該張力に応じて低剛性状態と高剛性状態とが切り替わるので、第1の長尺部材という1つの操作自由度で、可動部及び可変剛性機構部という2つの操作対象を動作させることができる。そのため、把持ユニット及び把持装置における装置構成を簡略化又は小型化することができるとともに、破損の可能性を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

50

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A の全体構成例を示す図である。

【図 2】、本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る可変剛性機構部 4 A、4 B の一例を示す図であり、(a) は低剛性状態を示す正面図、(b) は高剛性状態を示す正面図、(c) は斜視図である。

【図 4】本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A が、対象物 W を把持するときの動作を説明する第 1 の説明図である。

【図 5】本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A が、対象物 W を把持するときの動作を説明する第 2 の説明図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施形態に係る把持装置 10 B の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【図 7】本発明の第 3 の実施形態に係る把持装置 10 C の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【図 8】本発明の第 4 の実施形態に係る把持装置 10 D、10 E の構成例を示し、(a) は第 1 の実施例を示す上面図、(b) は第 2 の実施例を示す上面図である。

【図 9】本発明の第 5 の実施形態に係る把持装置 10 F の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は長さ調節機構部 15 の動作状態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明の一実施形態について添付図面を参照しつつ説明する。

【0020】

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A の全体構成例を示す図である。

図 2 は、本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【0021】

ロボット装置 100 は、例えば、ロボットアーム (不図示) の先端部分に取り付けられた把持装置 10 A を動作させることにより、対象物 W を把持する装置である。ロボット装置 100 は、例えば、産業用、医療用、災害用、研究用等の各種用途で使用される。なお、対象物 W は、任意の特性 (大きさ、形状、重量、材質等) を有するものでよい。

【0022】

ロボット装置 100 は、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B からなる把持装置 10 A と、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B を動作させる動力源として機能する張力付与部 11 と、張力付与部 11 の動作を制御する制御部 12 とを備える。

【0023】

第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B の各々は、基部 2 と、基部 2 に対して回転軸 O A、O B を中心として回転移動可能に軸支された可動部 3 A、3 B と、可動部 3 A、3 B に取り付けられて、可動部 3 A、3 B が回転移動することにより対象物 W に接触する接触面 40 A、40 B を有する可変剛性機構部 4 A、4 B と、線状の長尺な部材である第 1 のワイヤ (第 1 の長尺部材) 5 A、5 B とを備える。

【0024】

第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B は、対象物 W を把持する際、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B の各々が備える可変剛性機構部 4 A、4 B の接触面 40 A、40 B により対象物 W を挟み込んで把持するように配置されている。具体的には、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B は、第 1 の把持ユニット 1 A の回転軸 O A と第 2 の把持ユニット 1 B の回転軸 O B とが平行に配置されるとともに、第 1 の把持ユニット 1 A の接触面 40 A と第 2 の把持ユニット 1 B の接触面 40 B とが対向するように配置されている。

【0025】

基部 2 は、例えば、ロボット装置 100 のロボットアームの先端部分に取り付けられる

10

20

30

40

50

。なお、基部 2 は、ロボットアームの先端部分を構成する部材であってもよい。

【0026】

基部 2 は、例えば、平板状の一对のプレート部材 20 を平行に配置するとともに、その一对のプレート部材 20 を、シャフト状の複数の連結部材 21 で連結することにより構成されている。

【0027】

第 1 のワイヤ 5A、5B は、例えば、金属材料や樹脂材料で形成されている。第 1 のワイヤ 5A、5B は、長尺方向に沿って、張力を付与可能な第 1 の端部 50A、50B、可動部 3A、3B 及び可変剛性機構部 4A、4B を順に經由するように配置された中間部 52A、52B、及び、可動部 3A、3B に固定された第 2 の端部 51A、51B を有する。第 1 のワイヤ 5A、5B の第 1 の端部 50A、50B は、結合点 13 にて結合されている。

10

【0028】

また、把持装置 10A は、線状の長尺な部材である第 2 のワイヤ（第 2 の長尺部材）14 をさらに備える。第 2 のワイヤ 14 は、第 1 のワイヤ 5A、5B と同様に、金属材料や樹脂材料で形成されており、張力を付与可能な第 3 の端部 140、及び、結合点 13 に接続された第 4 の端部 141 を有する。

【0029】

なお、第 1 のワイヤ 5A、5B 及び第 2 のワイヤ 14 は、ワイヤの代わりに、例えば、ベルトを用いてもよいし、ワイヤ及びベルト以外にも線状又は帯状の長尺な部材であれば、任意の部材を用いてもよい。

20

【0030】

張力付与部 11 は、例えば、電動モータ、油圧ポンプ、エアシリンダ等のアクチュエータで構成されており、第 2 のワイヤ 14 の第 3 の端部 140 に接続されている。張力付与部 11 は、アクチュエータが駆動したときの駆動力を、第 2 のワイヤ 14 を張力付与部 11 側に引っ張る引っ張り方向に作用する張力 F_1 として、第 2 のワイヤ 14 に付与する。

【0031】

そして、張力付与部 11 により第 3 の端部 140 を介して第 2 のワイヤ 14 に付与された張力 F_1 は、結合点 13 を介して第 1 のワイヤ 5A、5B の第 1 の端部 50A、50B に付与されることで、第 1 のワイヤ 5A、5B に張力 F_A 、 F_B として付与される。

30

【0032】

制御部 12 は、張力付与部 11 の動作として、張力付与部 11 のオン状態又はオフ状態を制御するとともに、張力付与部 11 がオン状態の場合には、張力 F_1 を制御する。なお、張力付与部 11 がオフ状態の場合には、張力 F_1 が解除された状態となり、第 1 のワイヤ 5A、5B 及び第 2 のワイヤ 14 を、引っ張り方向とは反対側の方向の送り出し方向に送り出すことが可能となる。

【0033】

(可動部 3A、3B の構成)

可動部 3A、3B は、中間部分で鈍角に屈折した形状を有する一对のリンク部材 30A、30B を平行に配置するとともに、その一对のリンク部材 30A、30B を、一对のプレート部材 20 に対して回転軸 O_A 、 O_B を中心として回転移動可能に軸支することにより構成されている。また、可動部 3A、3B は、その一对のリンク部材 30A、30B を、シャフト状の複数の連結部材 31 で連結することにより構成されている。

40

【0034】

可動部 3A、3B が回転移動する方向として、両者が接近して、対象物 W を把持する側の方向を「把持方向 G_A 、 G_B 」とし、把持方向 G_A 、 G_B とは反対側の方向であって、両者が離間して、対象物 W を解放する側の方向を「解放方向 R_A 、 R_B 」とする。

【0035】

一对のリンク部材 30A、30B は、中間部分より上側のリンク上部 300A、300B と、リンク下部 301A、301B とを備える。

50

【0036】

リンク上部300A、300Bは、例えば、ベアリングで構成された軸受部材32A、32Bを備え、プレート部材20に対して軸受部材32A、32Bを介して回転移動可能に軸支されている。また、リンク上部300A、300Bは、例えば、コイルばねで構成された付勢部材33A、33Bを備え、一对のプレート部材20に対して付勢部材33A、33Bを介して解放方向RA、RBに付勢されている。

【0037】

リンク下部301A、301Bは、可変剛性機構部4A、4Bが取り付けられている。

【0038】

可動部3A、3Bは、第1のワイヤ5A、5Bの中間部52A、52Bが可動部3A、3Bを経由するように、第1のワイヤ5A、5Bが配置されている。本実施形態では、中間部52A、52Bが、リンク上部300A、300Bでは、基部2の連結部材21a（軸受部材32A、32Bと同軸に配置された基部2の連結部材21）の把持方向GA、GB側を通過するとともに、リンク下部301A、301Bでは、可動部3A、3Bの連結部材31a、31b（屈折した中間部分に配置された連結部材31）の解放方向RA、RB側を通過するように配置されている。そして、可動部3A、3Bは、第1のワイヤ5A、5Bに付与された張力FA、FBに応じて回転移動可能に構成されている。

10

【0039】

ここで、第1のワイヤ5A、5Bに張力FA、FBが付与されていない場合には、リンク上部300A、300Bが、付勢部材33A、33Bにより解放方向RA、RBに付勢されていることから、可動部3A、3Bは、解放方向RA、RB側に回転移動することで、接触面40A、40Bの間隔が広い状態（ユニット開状態）を維持する。

20

【0040】

一方、第1のワイヤ5A、5Bに張力FA、FBが付与されて、中間部52A、52Bが、張力FA、FBにより緊張状態になると、張力FA、FBが可動部3A、3Bに作用する。そして、張力FA、FBが可動部3A、3Bに作用する場合、中間部52A、52Bは、連結部材21aの把持方向GA、GB側を通過するとともに、連結部材31a、31bの解放方向RA、RB側を通過するように配置されていることにより、張力FA、FBは、可動部3A、3Bを把持方向GA、GB側に回転移動させる方向の回転力FRとして、可動部3A、3Bに作用する。そのため、可動部3A、3Bは、把持方向GA、GB側に回転移動することで、上記ユニット開状態から接触面40A、40Bの間隔が狭い状態（ユニット閉状態）に移行する。そして、張力FA、FBが解除されると、可動部3A、3Bは、ユニット閉状態から上記ユニット開状態に移行する。

30

【0041】

（可変剛性機構部4A、4Bの構成）

可変剛性機構部4A、4Bは、可動部3A、3Bのリンク下部301A、301Bを湾曲状に覆うようにして配置されている。可変剛性機構部4A、4Bは、第1の機構部端部41A、41Bと、第2の機構部端部42A、42Bとを備え、第1の機構部端部41A、41Bは、リンク下部301A、301Bの解放方向RA、RB側に固定されており、第2の機構部端部42A、42Bは、リンク下部301A、301Bの把持方向GA、GB側に固定されている。なお、可変剛性機構部4A、4Bを配置するときの形状や、可変剛性機構部4A、4Bを固定するときの固定位置等は、可動部3A、3Bの形状等に応じて適宜変更してもよい。

40

【0042】

可変剛性機構部4A、4Bは、第1のワイヤ5A、5Bの中間部52A、52Bが可変剛性機構部4A、4Bを経由するように、第1のワイヤ5A、5Bが配置されている。本実施形態では、中間部52A、52Bが、第1の機構部端部41A、41Bと第2の機構部端部42A、42Bとの間を経由するように、可変剛性機構部4A、4Bの内部に挿通されている。そして、可変剛性機構部4A、4Bは、第1のワイヤ5A、5Bに付与された張力FA、FBに応じて、低剛性状態と高剛性状態とを切替可能に構成されている。

50

【 0 0 4 3 】

図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る可変剛性機構部 4 A、4 B の一例を示す図であり、(a) は低剛性状態を示す正面図、(b) は高剛性状態を示す正面図、(c) は斜視図である。

【 0 0 4 4 】

可変剛性機構部 4 A、4 B は、図 3 (a)、(b) に示すように、横断面が三日月状の複数の作動片 4 1 を、蛇腹状に、すなわち、同一の方向に重ねるように並べて配置するとともに、その複数の作動片 4 1 に形成された貫通孔 4 1 0 に第 1 のワイヤ 5 A、5 B の中間部 5 2 A、5 2 B を挿通することにより構成されている。

【 0 0 4 5 】

作動片 4 1 は、例えば、ABS 樹脂等の樹脂材料で形成されている。作動片 4 1 は、図 3 (c) に示すように、所定の長さ L 1 を有し、その長さ L 1 の長さ方向に沿って同一の断面形状 (三日月状) を有する。

【 0 0 4 6 】

作動片 4 1 は、三日月状の外側部分に相当する凸部 4 1 1 と、三日月状の内側部分に相当する凹部 4 1 2 と、凸部 4 1 1 と凹部 4 1 2 との間を貫通する貫通孔 4 1 0 とを備える。凸部 4 1 1 と凹部 4 1 2 とは、両者が接したときに接触面積が大きくなるような曲面形状となっている。また、作動片 4 1 は、対象物 W に接触する接触面 4 0 A、4 0 B を構成する部分に、例えば、シート状又はパット状に形成されたゴム製のすべり止め部材 4 1 3 が取り付けられている。

【 0 0 4 7 】

ここで、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F_A 、 F_B が付与されていない場合には、図 3 (a) に示すように、隣接する作動片 4 1 の間に隙間が存在するか、又は、隙間が存在しないとしても、隣接する作動片 4 1 の間に強い摩擦力が生じていない。そのため、隣接する作動片 4 1 同士が柔軟に可動することができるため、可変剛性機構部 4 A、4 B は、低剛性状態となる。

【 0 0 4 8 】

一方、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F_A 、 F_B が付与されて、張力 F_A 、 F_B が可変剛性機構部 4 A、4 B に作用する場合には、図 3 (b) に示すように、隣接する作動片 4 1 の間の隙間が詰められることで、隣接する作動片 4 1 の凸部 4 1 1 と凹部 4 1 2 とが嵌まり込むことにより、凸部 4 1 1 と凹部 4 1 2 との間に強い摩擦力が生じる。そのため、隣接する作動片 4 1 同士が、張力 F_A 、 F_B が付与されたときの位置関係を保持したまま固定された状態となって可動することができなくなるため、可変剛性機構部 4 A、4 B は、上記低剛性状態から高剛性状態に切り替わる。そして、張力 F_A 、 F_B が解除されると、可変剛性機構部 4 A、4 B は、高剛性状態から上記低剛性状態に切り替わる。

【 0 0 4 9 】

(把持装置 1 0 A の動作)

図 4 は、本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 1 0 A が、対象物 W を把持するときの動作を説明する第 1 の説明図である。図 5 は、本発明の第 1 の実施形態に係る把持装置 1 0 A が、対象物 W を把持するときの動作を説明する第 2 の説明図である。

【 0 0 5 0 】

まず、図 4 (a) に示すように、把持装置 1 0 A は、ロボット装置 1 0 0 が動作することで、対象物 W の上方に移動される。このとき、制御部 1 2 は、張力付与部 1 1 をオフ状態に制御することにより、第 1 のワイヤ 5 A、5 B には、張力 F_A 、 F_B が付与されておらず、弛緩状態であるため、可動部 3 A、3 B は、ユニット開状態となっており、可変剛性機構部 4 A、4 B は、低剛性状態となっている。

【 0 0 5 1 】

次に、制御部 1 2 が、張力付与部 1 1 をオン状態に制御することにより、第 2 のワイヤ 1 4 を介して第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F_A 、 F_B が付与された場合、張力 F_A 、 F_B は、可動部 3 A、3 B を把持方向 G_A 、 G_B 側に回転移動させる方向の回転力 F_R とし

10

20

30

40

50

て、可動部 3 A、3 B に作用する。そのため、可動部 3 A、3 B は、ユニット開状態（図 4 (a)）からユニット閉状態に移行し、図 4 (b) に示すように、接触面 4 0 A、4 0 B の間隔が徐々に狭くなるとともに、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に徐々に接近する。

【 0 0 5 2 】

そして、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F_A 、 F_B が継続して付与されると、図 4 (c) に示すように、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に接触する。このとき、可変剛性機構部 4 A、4 B は、低剛性状態であるため、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に接触した後も、接触面 4 0 A、4 0 B が回転力 F_R により対象物 W に押し付けられることで、接触面 4 0 A、4 0 B を構成する複数の作動片 4 1 の位置関係が少しずつずれていく。

10

【 0 0 5 3 】

その結果、接触面 4 0 A、4 0 B は、図 5 (a) に示すように、対象物 W の表面形状に倣うように変形する。ここまでの動作により、可動部 3 A、3 B は、ユニット開状態からユニット閉状態への移行を完了する。

【 0 0 5 4 】

さらに、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F_A 、 F_B が継続して付与されると、張力 F_A 、 F_B は、可動部 3 A、3 B を把持方向 G_A 、 G_B 側に回転移動させる方向の回転力 F_R として、可動部 3 A、3 B に作用するが、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に押し付けられて変形した後は、可動部 3 A、3 B は、把持方向 G_A 、 G_B 側に回転移動することが制限される。これは、対象物 W 自体が、回転力 F_R よりも大きな抵抗力となって、可動部 3 A、3 B が把持方向 G_A 、 G_B 側に回転移動することを制限するからである。

20

【 0 0 5 5 】

このように、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に接触して回転力 F_R よりも大きな抵抗力が可動部 3 A、3 B に作用した場合、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に継続して付与されている張力 F_A 、 F_B は、可変剛性機構部 4 A、4 B に作用することで、可変剛性機構部 4 A、4 B は、図 5 (b) に示すように、低剛性状態から高剛性状態に切り替わる。

【 0 0 5 6 】

このとき、接触面 4 0 A、4 0 B は、対象物 W の表面形状に倣うように変形していることから、可変剛性機構部 4 A、4 B は、その変形した状態の接触面 4 0 A、4 0 B の形状を維持したまま複数の作動片 4 1 を固定する。そして、把持装置 1 0 A は、可動部 3 A、3 B に作用する回転力 F_R により対象物 W を挟み込んで把持した状態を保持し、ロボット装置 1 0 0 が動作することで、図 5 (c) に示すように、対象物 W を持ち上げる。

30

【 0 0 5 7 】

上記の動作により、把持装置 1 0 A は対象物 W を把持するが、把持している対象物 W を解放するときの動作は、制御部 1 2 が、張力付与部 1 1 をオフ状態に制御して、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に付与された張力 F_A 、 F_B を解除することにより行われる。すなわち、張力 F_A 、 F_B が解除されて、第 1 のワイヤ 5 A、5 B 及び第 2 のワイヤ 1 4 が、送り出し方向に送り出されると、可動部 3 A、3 B は、ユニット閉状態からユニット開状態に移行するとともに、可変剛性機構部 4 A、4 B は、高剛性状態から低剛性状態に切り替わる。その結果、把持装置 1 0 A は、図 4 (a) に示す状態に戻る。

40

【 0 0 5 8 】

したがって、本実施形態に係る第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B、把持装置 1 0 A 及びロボット装置 1 0 0 によれば、可動部 3 A、3 B は、第 1 のワイヤ 5 A、5 B の第 1 の端部 5 0 A、5 0 B に付与された張力 F_A 、 F_B に応じて回転移動し、可変剛性機構部 4 A、4 B は、当該張力 F_A 、 F_B に応じて低剛性状態と高剛性状態とが切り替わるので、第 1 のワイヤ 5 A、5 B という 1 つの操作自由度で、可動部 3 A、3 B 及び可変剛性機構部 4 A、4 B という 2 つの操作対象を動作させることができる。そのため、把持ユニット 1 A、1 B 及び把持装置 1 0 A における装置構成を簡略化又は小型化することができる。その結果、破損の可能性を低減することができる。

【 0 0 5 9 】

50

また、可動部 3 A、3 B は、第 1 のワイヤ 5 A、5 B の第 1 の端部 5 0 A、5 0 B に張力 F A、F B が付与された場合、図 4 (a) ~ (c) に示すように、当該張力 F A、F B が可動部 3 A、3 B を回転移動させる方向の回転力 F R として可動部 3 A、3 B に作用することで回転移動し、可変剛性機構部 4 A、4 B は、当該張力 F A、F B が付与された場合であって、接触面 4 0 A、4 0 B が対象物 W に接触して回転力 F R よりも大きな抵抗力が可動部 3 A、3 B に作用した場合、図 5 (a)、(b) に示すように、当該張力 F A、F B が可変剛性機構部 4 A、4 B に作用することで低剛性状態から前記高剛性状態に切り替わるので、可動部 3 A、3 B を及び可変剛性機構部 4 A、4 B という順で 2 つの操作対象を動作させることにより、対象物 W を把持するとともに、その把持した状態を適切に保持することができる。

10

【 0 0 6 0 】

また、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B は、可動部 3 A、3 B の回転軸 O A、O B が平行に配置されているとともに、可変剛性機構部 4 A、4 B の接触面 4 0 A、4 0 B が対向するように配置されているので、対象物 W の両側を挟み込むようにして安定して把持することができる。

【 0 0 6 1 】

また、第 1 のワイヤ 5 A、5 B の第 1 の端部 5 0 A、5 0 B は、結合点 1 3 にて結合されており、第 2 のワイヤ 1 4 の第 4 の端部 1 4 1 は、結合点 1 3 に接続されているので、第 2 のワイヤ 1 4 の第 4 の端部 1 4 1 に付与された張力 F 1 は、第 1 のワイヤ 5 A、5 B 1 4 に張力 F A、F B として付与される。そのため、第 2 のワイヤ 1 4 という 1 つの操作自由度で、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B の各々が備える可動部 3 A、3 B 及び可変剛性機構部 4 A、4 B という 4 つの操作対象を動作させることができる。

20

【 0 0 6 2 】

(第 2 の実施形態)

図 6 は、本発明の第 2 の実施形態に係る把持装置 1 0 B の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【 0 0 6 3 】

本実施形態は、上記第 1 の実施形態と比較して、可変剛性機構部 4 A、4 B 及び第 1 のワイヤ 5 A、5 B の構成を変更したものである。なお、その他の基本的な構成は共通するため、説明を省略する。

30

【 0 0 6 4 】

可変剛性機構部 4 A、4 B は、可動部 3 A、3 B を回転させる回転軸 O A、O B と平行な幅方向に対して所定の幅 W 1 ~ W 3 で分割された 3 つの分割可変剛性機構部 4 A 1 ~ 4 A 3、4 B 1 ~ 4 B 3 を備える。なお、分割可変剛性機構部 4 A 1 ~ 4 A 3、4 B 1 ~ 4 B 3 の各々は、図 3 に示す可変剛性機構部 4 A、4 B と同様の構成を有するものである。

【 0 0 6 5 】

第 1 のワイヤ 5 A、5 B は、中間部 5 2 A、5 2 B のうち、可変剛性機構部 4 A、4 B よりも第 1 の端部 5 0 A、5 0 B 側に位置する分割点 5 3 A、5 3 B において、第 2 の端部 5 1 A、5 1 B 側に向かって分割された複数の分割ワイヤ 5 A 1 ~ 5 A 3、5 B 1 ~ 5 B 3 を備える。

40

【 0 0 6 6 】

分割ワイヤ 5 A 1 ~ 5 A 3、5 B 1 ~ 5 B 3 の各々は、分割点 5 3 A、5 3 B から複数の分割可変剛性機構部 4 A 1 ~ 4 A 3、4 B 1 ~ 4 B 3 の各々を経由するように配置された分割中間部 5 2 A 1 ~ 5 2 A 3、5 2 B 1 ~ 5 2 B 3、及び、可動部に固定された第 2 の端部 5 1 A 1 ~ 5 1 A 3、5 1 B 1 ~ 5 1 B 3 を有する。

【 0 0 6 7 】

なお、分割可変剛性機構部 4 A 1 ~ 4 A 3、4 B 1 ~ 4 B 3 の所定の幅 W 1 ~ W 3 は、図 6 に示すように同一の幅でもよいし、異なる幅でもよい。分割可変剛性機構部 4 A 1 ~ 4 A 3、4 B 1 ~ 4 B 3 の数は、2 つでもよいし、4 つ以上でもよい。第 1 の保持ユニッ

50

ト 1 A が備える分割可変剛性機構部 4 A₁ ~ 4 A₃ の数と、第 2 の保持ユニット 1 A が備える分割可変剛性機構部 4 B₁ ~ 4 B₃ の数とは、図 6 に示すように同一の数でもよいし、異なる数でもよい。

【0068】

上記構成を有する把持装置 10 B において、第 1 のワイヤ 5 A、5 B に張力 F A、F B が付与されて、張力 F A、F B が可変剛性機構部 4 A、4 B に作用する場合、分割点 5 3 A、5 3 B を介して分割ワイヤ 5 A₁ ~ 5 A₃、5 B₁ ~ 5 B₃ の各々に付与された張力が、分割可変剛性機構部 4 A₁ ~ 4 A₃、4 B₁ ~ 4 B₃ の各々に作用することで、低剛性状態から高剛性状態に切り替わる。

【0069】

したがって、本実施形態に係る第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B、把持装置 10 B 及びロボット装置 100 によれば、可変剛性機構部 4 A、4 B は、可動部 3 A、3 B を回転させる回転軸 O A、O B と平行な幅方向に対して所定の幅 W₁ ~ W₃ で分割された 3 つの分割可変剛性機構部 4 A₁ ~ 4 A₃、4 B₁ ~ 4 B₃ を備えるので、3 つの分割可変剛性機構部 4 A₁ ~ 4 A₃、4 B₁ ~ 4 B₃ の各々が、対象物 W に接触したとき、その接触した部分の対象物 W の形状に倣うように変形するので、対象物 W を安定した保持することができる。

【0070】

(第 3 の実施形態)

図 7 は、本発明の第 3 の実施形態に係る把持装置 10 C の構成例を示し、(a) は正面図、(b) は側面図、(c) は上面図 (基部 2 は不図示) である。

【0071】

本実施形態は、上記第 1 及び第 2 の実施形態と比較して、把持装置 10 C が備える複数の把持ユニット 1 A ~ 1 D の配置及び数を変更したものである。なお、その他の基本的な構成は共通するため、説明を省略する。

【0072】

第 1 乃至第 4 の把持ユニット 1 A ~ 1 D は、第 1 乃至第 4 の把持ユニット 1 A ~ 1 D の各々が備える可動部 3 A ~ 3 D を回転させる回転軸 O A ~ O D のうち、図 7 (c) に示すように、第 1 及び第 3 の把持ユニット 1 A、1 C の回転軸 O A、O C が同軸に配置されているとともに、第 2 及び第 4 の把持ユニット 1 B、1 D の回転軸 O B、O D が同軸に配置されている。換言すると、把持装置 10 D は、第 1 の実施形態に係る把持装置 10 A を 2 つ並列して配置したものである。なお、把持装置 10 A を並列して配置するときの把持装置 10 A の数は、3 つ以上でもよい。

【0073】

把持ユニット 1 A、1 C において、第 1 のワイヤ 5 A、5 C の第 1 の端部 5 0 A、5 0 C が、結合点 1 3 にて結合されている。また、把持ユニット 1 B、1 D において、第 1 のワイヤ 5 B、5 D の第 1 の端部 5 0 B、5 0 D が、結合点 1 3 にて結合されている。なお、2 つの第 2 のワイヤ 1 4 の第 3 の端部 1 4 0 が、さらに結合されていてもよいし、4 つの第 1 のワイヤ 5 A ~ 5 D が、1 つの結合点 1 3 にて結合されていてもよい。

【0074】

したがって、本実施形態に係る第 1 乃至第 4 の把持ユニット 1 A ~ 1 D、把持装置 10 C 及びロボット装置 100 によれば、第 1 及び第 3 の把持ユニット 1 A、1 C の回転軸 O A、O C が同軸に配置されているとともに、第 2 及び第 4 の把持ユニット 1 B、1 D の回転軸 O B、O D が同軸に配置されているので、対象物 W が、回転軸 O A ~ O D と平行な幅方向に対して長い場合であっても、対象物 W を安定した保持することができる。

【0075】

(第 4 の実施形態)

図 8 は、本発明の第 4 の実施形態に係る把持装置 10 D、10 E の構成例を示し、(a) は第 1 の実施例を示す上面図、(b) は第 2 の実施例を示す上面図である。

【0076】

10

20

30

40

50

本実施形態は、上記第1乃至第3の実施形態と比較して、把持装置10D、10Eが備える複数の把持ユニット1A~1Dの配置及び数を変更したものである。なお、その他の基本的な構成は共通するため、説明を省略する。

【0077】

複数の把持ユニット1A~1Dは、対象物Wを把持する際、複数の把持ユニット1A~1Dの各々が備える可変剛性機構部4A~4Dの接触面40A~40Dが、対象物Wに対して複数の方向から接触するように、所定の基準点P1、P2を中心とした径方向に沿って所定の間隔で配置されている。

【0078】

図8(a)に示す第1の実施例では、把持装置10Dが備える第1乃至第4の把持ユニット1A~1Dが、所定の基準点P1を中心とした径方向に沿って所定の間隔(中心角は90度)で配置されている。したがって、第1乃至第4の把持ユニット1A~1Dは、所定の基準点P1上に存在する対象物Wを、対象物Wに対して4方向から把持する。

10

【0079】

図8(b)に示す第2の実施例では、把持装置10Eが備える第1乃至第3の把持ユニット1A~1Cが、所定の基準点P2を中心とした径方向に沿って所定の間隔(中心角は120度)で配置されている。したがって、第1乃至第3の把持ユニット1A~1Cは、所定の基準点P2上に存在する対象物Wを、対象物Wに対して3方向から把持する。

【0080】

なお、所定の基準点P1、P2を中心とした径方向に沿って所定の間隔で複数の把持ユニット1A~1Dを配置するときの把持ユニット1A~1Dの数は、5つ以上でもよいし、所定の間隔は、図8(a)、(b)に示すように等間隔でもよいし、異なる間隔でもよい。

20

【0081】

したがって、本実施形態に係る複数の把持ユニット1A~1D、把持装置10D、10E及びロボット装置100によれば、複数の把持ユニット1A~1Dが、対象物Wを複数の方向から把持するので、対象物Wを安定した保持することができる。

【0082】

(第5の実施形態)

図9は、本発明の第5の実施形態に係る把持装置10Fの構成例を示し、(a)は正面図、(b)は長さ調節機構部15の動作状態を示す図である。

30

【0083】

本実施形態は、上記第1乃至第4の実施形態と比較して、把持装置10Fは、第1の長尺部材としての第1のワイヤ5A、5B及び第1のチューブ6A、6Bと、第2の長尺部材としての第2のチューブ16と、第1のワイヤ5A、5Bと第1のチューブ6A、6Bとの間を接続する長さ調節機構部15とをさらに備えるように構成を変更したものである。なお、その他の基本的な構成は共通するため、説明を省略する。

【0084】

第1のチューブ6A、6Bは、結合点13にて第2のチューブ16に接続された第1の端部60A、60B、及び、長さ調節機構部15に接続された第2の端部61A、61Bを有する。第2のチューブ16は、張力を付与可能な第3の端部160、及び、結合点13にて第1のチューブ6A、6Bに接続された第4の端部161を有する。

40

【0085】

第1のチューブ6A、6B及び第2のチューブ16は、中空状であり、その内部に、例えば、空気、水、油等の作動流体162が密閉された状態で充填されている。張力付与部11は、例えば、流体ポンプ等で構成されており、作動流体162を吸引する吸引力を、張力F1として、第2のチューブ16の第3の端部160に付与し、結合点13を介して、張力FA、FBとして、第1のチューブ6A、6Bの第4の端部161に付与する。

【0086】

長さ調節機構部15は、第2のチューブ16の第3の端部160に張力F1が付与され

50

たとき、第1及び第2の把持ユニット1A、1Bの各々が備える第1のワイヤ5A、5B及び第1のチューブ6A、6Bの長さ(第1の長尺部材の長さ)を調節する。

【0087】

具体的には、長さ調節機構部15は、第1のワイヤ5Aの第1の端部50Aと第1のチューブ6Aの第2の端部61Aとの間に配置された第1のフロート部150Aと、第1のワイヤ5Bの第1の端部50Bと第1のチューブ6Aの第2の端部61Bとの間に配置された第2のフロート部150Bとを備える。

【0088】

第1及び第2のフロート部150A、150Bは、作動流体162が吸引されたときの吸引力、すなわち、張力FA、FBに応じて、第1のチューブ6A、6Bの第2の端部61A、61Bに対する第1のワイヤ5A、5Bの第1の端部50A、50Bの相対位置を変更することで、第1のワイヤ5A、5Bの第2の端部51A、51Bから第1のチューブ6A、6Bの第1の端部60A、60Bまでの長さ(第1の長尺部材の長さ)を短く調節する。

【0089】

ここで、第1の実施形態に係る把持装置10Aにおいて、対象物Wが、接触面40Aと接触面40Bとの中央に配置されていない状態、例えば、図9(a)に示すように、第1のユニット1Aの接触面40A側に著しく寄っている状態で、第2のワイヤ14を介して第1のワイヤ5A、5Bに張力FA、FBが付与された場合、図4(b)に示すように、ユニット開状態からユニット閉状態に移行し、接触面40Aだけが先に対象物Wに接触することになる。

【0090】

そして、第2のワイヤ14を介して第1のワイヤ5A、5Bに張力FA、FBが継続して付与されると、第1のユニット1Aでは、可動部3Aが、ユニット開状態からユニット閉状態への移行を完了する。一方、第2のユニット1Bの接触面40Bは、対象物Wにまだ接触していない。

【0091】

このとき、さらに第2のワイヤ14に張力F1が付与されても、第1のワイヤ5Aが限界まで引っ張られているため、第1のワイヤ5Bに張力FBを付与することができない。その結果、第2のユニット1Bの接触面40Bを対象物Wに接触させることができず、対象物Wを把持することが困難である。

【0092】

本実施形態に係る把持装置10Fにおける長さ調節機構部15は、上記の状況を解消するために機能するものであり、上記の状況において、第2のチューブ16に張力F1が付与されて、第1のチューブ6A、6Bに張力FA、FBが付与されると、第1のユニット1Aの接触面40Aが対象物Wに接触するまで、第1及び第2のフロート部150A、150Bは、第1のユニット1Aにおける第1の長尺部材の長さ、第2のユニット1Bにおける第1の長尺部材の長さとが、同一の長さになるように短く調節する。

【0093】

そして、第1のユニット1Aの接触面40Aが対象物Wに接触すると、第2のチューブ16に付与された張力F1は、張力FAとして第1のフロート部150Aに作用せず、張力FBとして第2のフロート部150Bだけに作用して、第2のユニット1Bにおける第1の長尺部材の長さだけを短く調節することで、第2のユニットの接触面40Bについても対象物Wに接触することとなる。その結果、第1及び第2のフロート部150A、150Bは、図9(b)に示す状態となることで、可動部3A、3Bが、ユニット開状態からユニット閉状態への移行を完了するとともに、可変剛性機構部4Bが、低剛性状態から高剛性状態に切り替わることにより、把持装置10Fは、図5(b)に示すように、対象物Wを挟み込んで把持する。

【0094】

なお、長さ調節機構部15は、張力F1が付与されたとき、第1及び第2の把持ユニッ

10

20

30

40

50

ト 1 A、1 B の各々が備える第 1 のワイヤ 5 A、5 B の長さを調節するものであればよい。例えば、把持装置 1 0 F が、長さ調節機構部 1 5 として、棒状部材を結合点 1 3 に備え、その棒状部材の両端部に第 1 のワイヤ 5 A、5 B をそれぞれ接続するとともに、その棒状部材の中央部に第 2 のワイヤ 1 4 を接続した状態で、第 2 のワイヤ 1 4 に張力 F 1 を付与するようにしてもよい。また、把持装置 1 0 F が、長さ調節機構部 1 5 として、滑車を結合点 1 3 に備え、その滑車の回転部分に 1 つのワイヤで構成した第 1 のワイヤ 5 A、5 B を通すとともに、その滑車の固定軸部分に第 2 のワイヤ 1 4 を接続した状態で、第 2 のワイヤ 1 4 に張力 F 1 を付与するようにしてもよい。

【 0 0 9 5 】

したがって、本実施形態に係る第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B、把持装置 1 0 F 及びロボット装置 1 0 0 によれば、長さ調節機構部 1 5 が、第 2 のチューブ 1 6 の第 3 の端部 1 6 0 に張力 F 1 が付与されたとき、第 1 及び第 2 の把持ユニット 1 A、1 B の各々が備える第 1 のワイヤ 5 A、5 B 及び第 1 のチューブ 6 A、6 B の長さを調節するので、対象物 W が、接触面 4 0 A と接触面 4 0 B との中央に配置されていない状態、すなわち、対象物 W の位置がずれた状態であっても、対象物 W を安定した保持することができる。

【 0 0 9 6 】

(他の実施形態)

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

【 0 0 9 7 】

例えば、上記第 1 乃至第 5 の実施形態を適宜組み合わせてもよく、第 2 の実施形態を、第 3 乃至第 5 の実施形態に組み合わせてもよいし、第 5 の実施形態を、第 1 乃至第 4 の実施形態に組み合わせてもよいし、これら以外の複数の実施形態を組み合わせてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、上記実施形態では、把持装置 1 0 A ~ 1 0 F が、複数の把持ユニット 1 A ~ 1 D を備えるものとして説明したが、1 つの把持ユニットを単独で用いてもよく、例えば、把持装置が、1 つの把持ユニットを備えるようにしてもよいし、1 つの把持ユニットが、ロボット装置 1 0 0 に取り付けられるようにしてもよい。その場合には、張力付与部 1 1 が、1 つの把持ユニットが備える第 1 のワイヤに対して張力を付与するよう構成すればよい。

【 0 0 9 9 】

また、上記実施形態では、複数の把持ユニット 1 A ~ 1 D が、複数の把持ユニット 1 A ~ 1 D の内側に位置する対象物 W を把持するものとして説明したが、可動部 3 A、3 B が回転移動する際の把持方向と解放方向とを逆にするにより、複数の把持ユニットが、複数の把持ユニットの外側に位置する対象物、例えば、複数の把持ユニットが挿入可能な程度に、複数の把持ユニットの外形よりも広く形成された開口部を備える対象物（孔（開口部）があるようなパイプ状の対象物や、凹み（開口部）があるような対象物）を把持するようにしてもよい。

【 0 1 0 0 】

この場合には、複数の把持ユニットが、対象物の開口部に挿入された後、第 1 のワイヤに張力を付与することにより、当該張力に応じて、可動部が、把持方向側（外側）に回転移動し、可変剛性機構部が、開口部の表面形状になじんだ状態で高剛性状態に切り替わることで、外側に位置する対象物を把持する。さらに、例えば、配管のような構造体内部を移動する移動体（ロボット装置）に適用した場合には、配管の内壁を上記対象物の開口部に見立てることにより、移動体が、把持ユニットにより配管の内壁を把持することで、構造体内部に対して移動体の姿勢を固定することが可能となる。

【 0 1 0 1 】

また、上記実施形態では、張力付与部 1 1 が、複数の把持ユニット 1 A ~ 1 D が備える第 1 のワイヤ 5 A ~ 5 D に対して第 2 のワイヤ 1 4 を介して張力を付与するものとして説明したが、ロボット装置 1 0 が、複数の張力付与部 1 1 を備えることにより、複数の張力

10

20

30

40

50

付与部 11 の各々が、複数の把持ユニット 1A ~ 1D が備える第 1 のワイヤ 5A ~ 5D の各々に対して張力を付与するようにしてもよい。

【0102】

また、上記実施形態では、可動部 3A、3B が、中間部分で鈍角に屈折した形状を有する一対のリンク部材 30A、30B で構成されたものとして説明したが、リンク部材 30A、30B の形状はこれに限られない。また、リンク部材 30A、30B は、複数のリンク部材を連結したものでよく、連結部分が回転移動可能に軸支されていてもよい。その場合には、複数のリンク部材の各々が回転移動するときの回転抵抗に差を付けることで、張力が付与された場合に、回転抵抗が小さいリンク部材から順に回転移動するようにしてもよい。

10

【0103】

また、上記実施形態では、第 1 のワイヤ 5A、5B が、基部 2 の連結部材 21a の把持方向 GA、GB 側を通過するとともに、可動部 3A、3B の連結部材 31a、31b の解放方向 RA、RB 側を通過するように配置されて、第 1 のワイヤ 5A、5B に付与された張力 FA、FB は、可動部 3A、3B を把持方向 GA、GB 側に回転移動させる方向の回転力 FR として、可動部 3A、3B に作用するものとして説明したが、第 1 のワイヤ 5A、5B に付与された張力 FA、FB が回転力 FR として可動部 3A、3B に作用するものであれば、第 1 のワイヤ 5A、5B を通過させる経路や部材は適宜変更してもよい。

【0104】

また、上記実施形態では、可変剛性機構部 4A ~ 4B が、横断面が三日月状の複数の作動片 41 で構成されたものとして説明したが、第 1 のワイヤ 5A、5B に付与された張力 FA、FB に応じて低剛性状態と高剛性状態とが切り替わる形状であれば、作動片 41 の形状は適宜変更してもよく、例えば、椀状に形成されていてもよい。

20

【符号の説明】

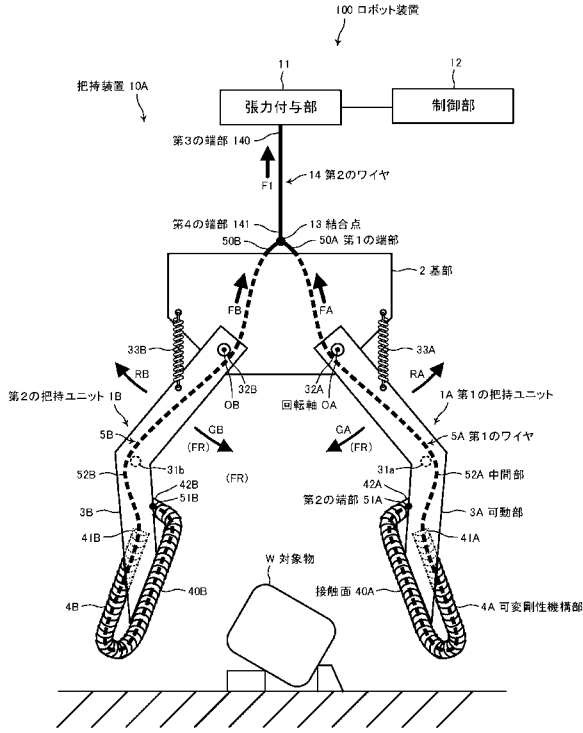
【0105】

1A ~ 1D ... 把持ユニット、2 ... 基部、3A ~ 3D ... 可動部、
 4A ~ 4D ... 可変剛性機構部、4A₁ ~ 4A₃、4B₁ ~ 4B₃ ... 分割可変剛性機構部、
 5A ~ 5D ... 第 1 のワイヤ (第 1 の長尺部材)、
 5A₁ ~ 5A₃、5B₁ ~ 5B₃ ... 分割ワイヤ (分割長尺部材)、
 6A、6B ... 第 1 のチューブ (第 1 の長尺部材)
 10A ~ 10F ... 把持装置、11 ... 張力付与部、12 ... 制御部、13 ... 結合点、
 14 ... 第 2 のワイヤ (第 2 の長尺部材)、15 ... 長さ調節機構部、
 16 ... 第 2 のチューブ (第 2 の長尺部材)、
 20 ... プレート部材、21、21a ... 連結部材、
 30A、30B ... リンク部材、31、31a、31b ... 連結部材、
 32A、32B ... 軸受部材、33A、33B ... 付勢部材、
 40A ~ 40D ... 接触面、41 ... 作動片、
 41A、41B ... 第 1 の機構部端部、42A、42B ... 第 2 の機構部端部、
 50A ~ 50D ... 第 1 の端部、51A ~ 51B ... 第 2 の端部、
 51A₁ ~ 51A₃、51B₁ ~ 51B₃ ... 第 2 の端部、52A、52B ... 中間部、
 52A₁ ~ 52A₃、52B₁ ~ 52B₃ ... 分割中間部、53A、53B ... 分割点、
 60A、60B ... 第 1 の端部、61A、61B ... 第 2 の端部、
 100 ... 口ポット装置、140 ... 第 3 の端部、141 ... 第 4 の端部、
 150A ... 第 1 のフロート部、150B ... 第 2 のフロート部、
 160 ... 第 3 の端部、161 ... 第 4 の端部、162 ... 作動流体、
 300A ~ 300C ... リンク上部、301A ~ 301C ... リンク下部、
 410 ... 貫通孔、411 ... 凸部、412 ... 凹部、413 ... すべり止め部材、
 F1、FA、FB ... 張力、FR ... 回転力、GA、GB ... 把持方向、
 RA、RB ... 解放方向、OA ~ OD ... 回転軸、W ... 対象物

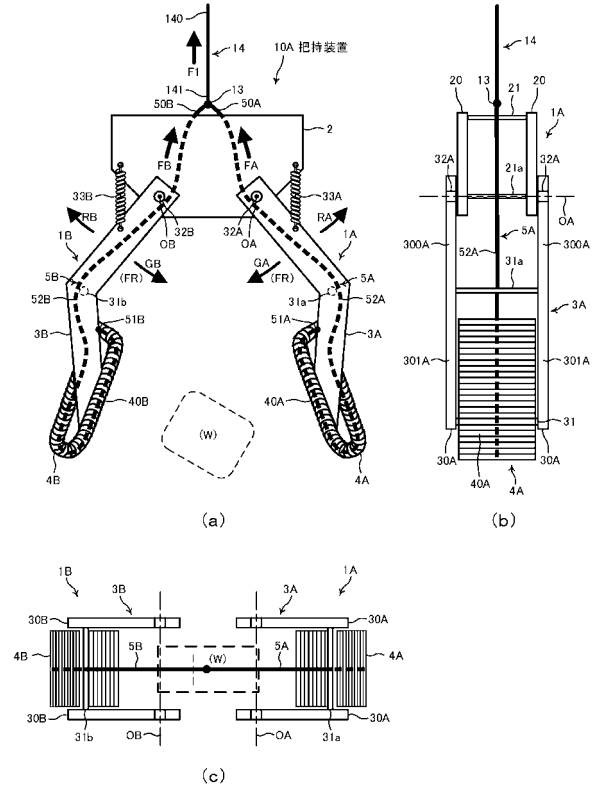
30

40

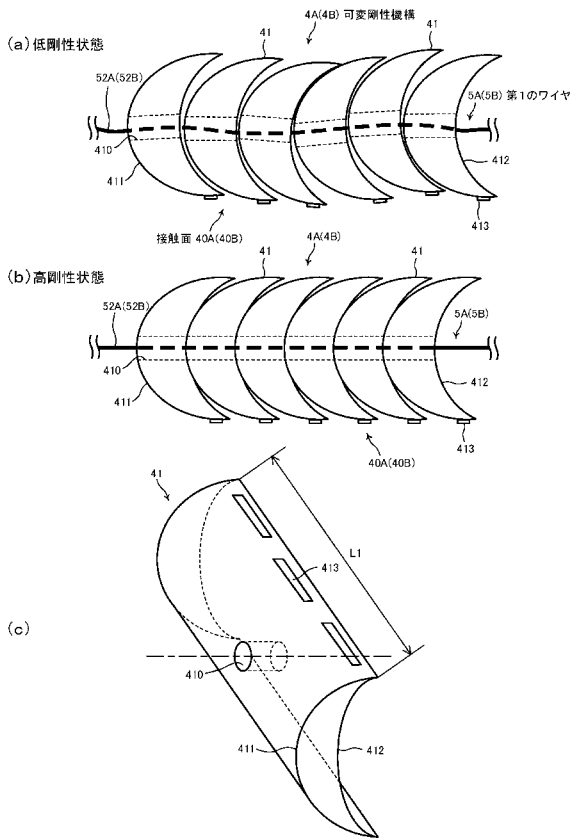
【 図 1 】



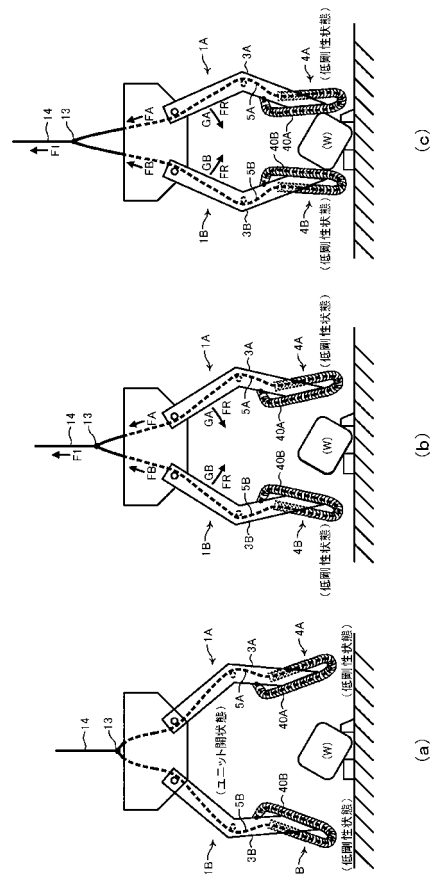
【 図 2 】



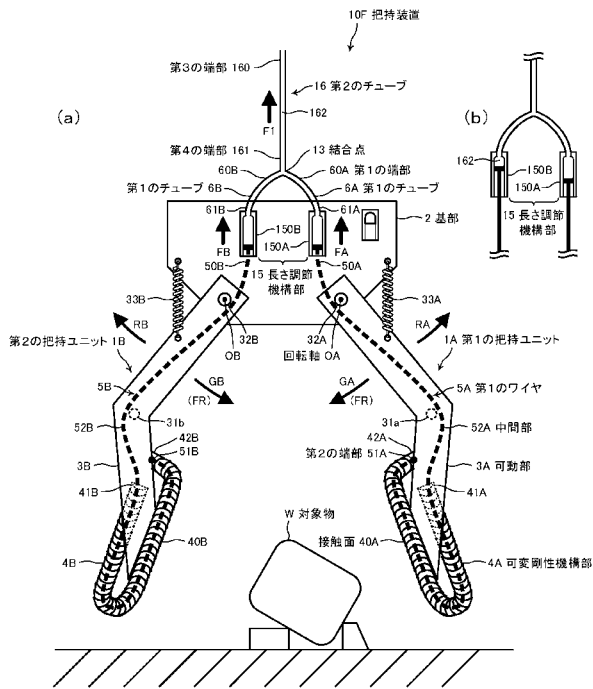
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(74)代理人 100088041

弁理士 阿部 龍吉

(72)発明者 多田隈 建二郎

宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内

(72)発明者 渡邊 豊

東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内

(72)発明者 岡田 真規

東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内

(72)発明者 久野 和宏

東京都千代田区外神田1丁目18番13号 秋葉原ダイビル7F 株式会社エクス・リサーチ内

Fターム(参考) 3C707 AS01 AS06 AS14 AS32 AS35 CY36 CY37 DS01 ES03 ES04

ES05 ET03 EU11 EV11 EW14 HS14 HS27 LV06 MT05