

(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2012-125877  
(P2012-125877A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
<b>B 2 5 J 19/06 (2006.01)</b>	B 2 5 J 19/06	3 C 0 0 7
<b>B 2 5 J 17/00 (2006.01)</b>	B 2 5 J 17/00	Z 3 C 7 0 7
<b>B 2 5 J 15/08 (2006.01)</b>	B 2 5 J 15/08	D

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-279346 (P2010-279346)  
(22) 出願日 平成22年12月15日 (2010.12.15)

(71) 出願人 000003207  
トヨタ自動車株式会社  
愛知県豊田市トヨタ町1番地  
(74) 代理人 100103894  
弁理士 冢入 健  
(72) 発明者 磯部 達  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
Fターム(参考) 3C007 CX00 CX09 CY13 DS01 ES03  
ET03 EU02 EU05 EU07 EU11  
HS27 HT34 HT36 KS21 KS36  
KV11 KX15 MS02 MS30  
3C707 CX00 CX09 CY17 DS01 ES03  
ET03 EU02 EU05 EU07 EU11  
HS27 HT34 HT36 KS21 KS36  
KV11 KX15 MS02 MS30

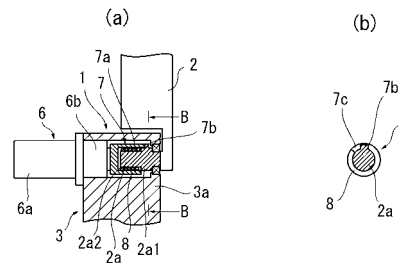
(54) 【発明の名称】 ロボットハンドの挟み込み軽減機構及びロボットハンド

(57) 【要約】

【課題】高い安全性と大きな指先力を確保できるロボットハンドの挟み込み軽減機構を提供する。

【解決手段】本発明の一形態に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構1は、駆動機構6から伝達される駆動力によって開閉する一対のハンド部2を備えるロボットハンドの挟み込み軽減機構であって、ハンド部2が開方向に回転駆動するときのみ、ハンド部2に所定の大きさの負荷が作用すると、駆動機構6からハンド部2への駆動力の伝達を減少させる過負荷軽減機構7を備える。

【選択図】図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

駆動機構から伝達される駆動力によって開閉する一対のハンド部を備えるロボットハンドの挟み込み軽減機構であって、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するときのみ、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記駆動機構から前記ハンド部への駆動力の伝達を減少させる過負荷軽減機構を備えるロボットハンドの挟み込み軽減機構。

## 【請求項 2】

前記過負荷軽減機構は、

前記ハンド部又は前記ハンド部が連結される被連結部材の一方の端部に設けられた第 1 の回転軸と、他方の端部に設けられた前記駆動機構の第 2 の回転軸との間に、前記駆動機構の駆動力を前記第 1 の回転軸に伝達可能に配置された弾性部材と、

前記第 1 の回転軸に連結された第 1 の突出部と、

前記第 2 の回転軸に連結された第 2 の突出部と、を備え、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記第 1 の突出部と前記第 2 の突出部とが接触して前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記第 1 の突出部と前記第 2 の突出部とが離間可能な状態となり、前記弾性部材を介して前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容する請求項 1 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

## 【請求項 3】

前記過負荷軽減機構は、

前記ハンド部が連結される被連結部材に搭載された前記駆動機構の回転軸に、当該回転軸から前記駆動機構の駆動力が伝達可能に設けられた第 1 の歯車と、

前記第 1 の歯車と噛み合わされ、前記ハンド部の回転軸に回転可能に設けられた第 2 の歯車と、

前記第 2 の歯車に設けられた突出部と、

前記突出部が内部に配置され、前記ハンド部の端部に形成された切り欠き部と、

一端が前記第 2 の歯車に係合され、他端が前記ハンド部に係合された弾性部材と、を備え、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記突出部と前記切り欠き部の端面とが接触して、前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記突出部が前記切り欠き部内を移動可能な状態となり、前記弾性部材を介して前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容する請求項 1 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

## 【請求項 4】

前記弾性部材は、外力によって前記ハンド部を開方向に回転動作させた際における前記突出部の前記切り欠き部内の位置から、前記突出部を前記切り欠き部内の所定の位置に復帰させる請求項 3 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

## 【請求項 5】

前記ハンド部が開方向に回転駆動する際の前記ハンド部の回転量を検出する検出部を備える請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

## 【請求項 6】

前記過負荷軽減機構は、

食い違い歯車の一方の歯車であって、前記ハンド部の回転軸に設けられた第 1 の歯車と、

前記食い違い歯車の他方の歯車であって、前記第 1 の歯車と噛み合わされて前記駆動機

構の駆動力を前記ハンド部に伝達し、前記ハンド部が連結される被連結部材の内部において長手方向に移動可能に配置された第 2 の歯車と、

前記被連結部材の内部において、前記第 2 の歯車を被覆し、前記第 2 の歯車の移動に倣って移動する被覆部材と、

前記被覆部材と、前記被連結部材の一方の内側面との間であって、前記第 2 の歯車の長手方向に配置された第 1 の弾性部材と、を備え、

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記第 2 の歯車は前記第 1 の弾性部材を介して前記被連結部材の一方の内側面に反力をとって、前記駆動機構の駆動力を前記第 1 の歯車に伝達し、且つ前記被覆部材が前記被連結部材の他方側の内側面に接触して、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、

10

前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記被覆部材と前記被連結部材の他方側の内側面とが接触して、前記第 2 の歯車は前記被連結部材の他方側の内側面に反力をとって、前記駆動機構の駆動力を前記第 1 の歯車に伝達し、且つ前記第 1 の弾性部材の収縮によって、外力による前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容する請求項 1 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 7】

前記被覆部材と、前記被連結部材の他方の内側面との間であって、前記第 2 の歯車の長手方向に配置された第 2 の弾性部材を備え、

前記第 2 の弾性部材の弾性係数は、前記第 1 の弾性部材の弾性係数より大きい請求項 6 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

20

【請求項 8】

前記第 2 の歯車の移動量を検出する検出部を備える請求項 6 又は 7 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 9】

前記駆動機構は、前記ハンド部が連結される被連結部材に搭載されており、

前記駆動機構は、

駆動源と、

前記駆動源の回転軸に設けられた第 1 のプーリと、

前記ハンド部の回転軸に設けられた第 2 のプーリと、

前記第 1 のプーリと前記第 2 のプーリとに渡されたベルトと、を備え、

30

前記過負荷軽減機構は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するときに、前記ベルトにおける負荷が作用する側の前記第 1 のプーリと前記第 2 のプーリとの間に配置されている請求項 1 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 10】

前記過負荷軽減機構は、

前記ベルトの両端部を挟み込む一組の板材と、

前記一組の板材に挟み込み力を付与する付与機構と、を備え、

前記付加機構は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記一組の板材における前記ベルトの端部の挟み込み状態が破綻するように、前記一組の板材を挟み込む請求項 9 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

40

【請求項 11】

前記板材に対する前記ベルトの変位を検出する検出部を備える請求項 9 又は 10 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 12】

前記過負荷軽減機構は、磁気継手であって、

前記磁気継手は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記磁気継手の接合関係が破綻する請求項 9 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 13】

50

前記過負荷軽減機構は、弾性部材であって、

前記弾性部材は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容する請求項 9 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 14】

前記ハンド部は、

前記駆動機構の駆動力が伝達される第 1 のリンク部と、

前記第 1 のリンク部に前記過負荷軽減機構を介して連結される第 2 のリンク部と、を備え、

前記過負荷軽減機構は、

前記第 2 のリンク部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記第 2 のリンク部の閉方向への回転動作を許容するように、与圧が与えられたボールジョイントと、

前記第 2 のリンクの開方向への回転動作を所定の角度以下に拘束するストッパーと、を備える請求項 1 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 15】

前記第 2 のリンク部を元位置に復帰させる復帰部材を備える請求項 14 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 16】

前記第 1 のリンク部に対する前記第 2 のリンク部の閉方向への回転量を検出する検出部を備える請求項 14 又は 15 に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 のいずれか 1 項に記載のロボットハンドの挟み込み軽減機構を備えるロボットハンド。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ロボットハンドの挟み込み軽減機構及びそれを用いたロボットハンドに関し、特にハンド部が開方向に回転駆動した際に、ハンド部と当該ハンド部が連結される被連結部材との間での挟み込みを軽減する機構及びそれを用いたロボットハンドに関する。

【背景技術】

【0002】

ロボットハンドは、把持対象物を把持するために一对のハンド部が開閉する構成とされている。このハンド部は、基部等の被連結部材に回転可能に連結されている。このようなロボットハンドは、ハンド部に大きな負荷が作用する場合があります、この場合にハンド部が損傷しない構成とすることが好ましい。

【0003】

例えば特許文献 1 には、ハンド部と駆動機構との間にクラッチ機構を配置して、ハンド部に大きな負荷が作用した際に、ハンド部への駆動力の伝達を減少させる技術が開示されている。

【0004】

ちなみに、特許文献 2 及び 3 には、ロボットハンドの関節部にクラッチ機構を配置する技術が開示されている。具体的に云うと、特許文献 2 の技術は、関節部に所定の大きさの負荷が作用すると、クラッチ機構が関節部の連結状態を解除できる構成とされている。これにより、ハンド部を把持対象物の外形に沿わせている。また、特許文献 3 の技術は、ロボットハンドの故障等の原因で関節部が回動不能となると、クラッチ機構が関節部の連結状態を解除できる構成とされている。これにより、関節部をフリーの状態として、人間が手の届かない箇所からロボットハンドを回収可能としている。

また、特許文献 4 乃至 7 には、ハンド部を元位置に復帰させる技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開2008-261504号公報

【特許文献2】特開昭63-47085号公報

【特許文献3】特開平5-301191号公報

【特許文献4】特開2008-149444号公報

【特許文献5】特開2009-101424号公報

【特許文献6】特開2003-145474号公報

【特許文献7】特開2001-277174号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

## 【 0 0 0 6 】

特許文献1の技術は、ハンド部が閉方向に回転駆動した場合と、開方向に回転駆動した場合と、の両方の場合で、クラッチ機構によってハンド部への駆動力の伝達を減少させる構成である。

## 【 0 0 0 7 】

ハンド部が開方向に回転駆動した場合、ハンド部と被連結部材との間に物等が強く挟み込まれないように、ハンド部への駆動力の伝達を減少させる必要がある。つまり、ハンド部が開方向に回転駆動するときの安全性を確保する必要がある。

## 【 0 0 0 8 】

一方、例えば重い物を把持しようとしてハンド部が閉方向に回転駆動する場合、ハンド部に大きな負荷が作用することになるが、このような場合にクラッチ機構によってハンド部への駆動力の伝達が減少されると、重い物を把持することができない。つまり、ハンド部が閉方向に回転駆動するときの指先力を確保する必要がある。

20

## 【 0 0 0 9 】

本発明の目的は、このような問題を解決するためになされたものであり、高い安全性と大きな指先力を確保できるロボットハンドの挟み込み軽減機構とそれを用いたロボットハンドを提供することである。

【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 0 】

本発明の一形態に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構は、駆動機構から伝達される駆動力によって開閉する一对のハンド部を備えるロボットハンドの挟み込み軽減機構であって、前記ハンド部が開方向に回転駆動するときのみ、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記駆動機構から前記ハンド部への駆動力の伝達を減少させる過負荷軽減機構を備える。

30

## 【 0 0 1 1 】

前記過負荷軽減機構は、前記ハンド部又は前記ハンド部が連結される被連結部材の一方の端部に設けられた第1の回転軸と、他方の端部に設けられた前記駆動機構の第2の回転軸との間に、前記駆動機構の駆動力を前記第1の回転軸に伝達可能に配置された弾性部材と、前記第1の回転軸に連結された第1の突出部と、前記第2の回転軸に連結された第2の突出部と、を備え、前記ハンド部が閉方向に回転駆動するとき、前記第1の突出部と前記第2の突出部とが接触して、前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記第1の突出部と前記第2の突出部とが離間可能な状態となり、前記弾性部材を介して前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容すること、が好ましい。

40

## 【 0 0 1 2 】

前記過負荷軽減機構は、前記ハンド部が連結される被連結部材に搭載された前記駆動機構の回転軸に、当該回転軸から前記駆動機構の駆動力が伝達可能に設けられた第1の歯車と、前記第1の歯車と噛み合わされ、前記ハンド部の回転軸に回転可能に設けられた第2の歯車と、前記第2の歯車に設けられた突出部と、前記突出部が内部に配置され、前記ハ

50

ンド部の端部に形成された切り欠き部と、一端が前記第2の歯車に係合され、他端が前記ハンド部に係合された弾性部材と、を備え、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記突出部と前記切り欠き部の端面とが接触して、前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記突出部が前記切り欠き部内を移動可能な状態となり、前記弾性部材を介して前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達しつつ、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を許容すること、が好ましい。

【0013】

前記弾性部材は、外力によって前記ハンド部を開方向に回転動作させた際における前記突出部の前記切り欠き部内の位置から、前記突出部を前記切り欠き部内の所定の位置に復帰させること、が好ましい。

10

前記ハンド部が開方向に回転駆動する際の前記ハンド部の回転量を検出する検出部を備えること、が好ましい。

【0014】

前記過負荷軽減機構は、食い違い歯車の一方の歯車であって、前記ハンド部の回転軸に設けられた第1の歯車と、前記食い違い歯車の他方の歯車であって、前記第1の歯車と噛み合わされて前記駆動機構の駆動力を前記ハンド部に伝達し、前記ハンド部が連結される被連結部材の内部において長手方向に移動可能に配置された第2の歯車と、前記被連結部材の内部において、前記第2の歯車を被覆し、前記第2の歯車の移動に依って移動する被覆部材と、前記被覆部材と、前記被連結部材の一方の内側面との間であって、前記第2の歯車の長手方向に配置された第1の弾性部材と、を備え、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記第2の歯車は前記第1の弾性部材を介して前記被連結部材の一方の内側面に反力をとって、前記駆動機構の駆動力を前記第1の歯車に伝達し、且つ前記被覆部材が前記被連結部材の他方側の内側面に接触して、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を拘束し、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記被覆部材と前記被連結部材の他方側の内側面とが接触して、前記第2の歯車は前記被連結部材の他方側の内側面に反力をとって、前記駆動機構の駆動力を前記第1の歯車に伝達し、且つ前記第1の弾性部材の収縮によって、外力による前記ハンド部の開方向への回転動作を許容すること、が好ましい。

20

【0015】

前記被覆部材と、前記被連結部材の他方の内側面との間であって、前記第2の歯車の長手方向に配置された第2の弾性部材を備え、前記第2の弾性部材の弾性係数は、前記第1の弾性部材の弾性係数より大きいこと、が好ましい。

30

前記第2の歯車の移動量を検出する検出部を備えること、が好ましい。

【0016】

前記駆動機構は、前記ハンド部が連結される被連結部材に搭載されており、前記駆動機構は、駆動源と、前記駆動源の回転軸に設けられた第1のプーリと、前記ハンド部の回転軸に設けられた第2のプーリと、前記第1のプーリと前記第2のプーリとに渡されたベルトと、を備え、前記過負荷軽減機構は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するときに、前記ベルトにおける負荷が作用する側の前記第1のプーリと前記第2のプーリとの間に配置されていること、が好ましい。

40

【0017】

前記過負荷軽減機構は、前記ベルトの両端部を挟み込む一組の板材と、前記一組の板材に挟み込み力を付与する付与機構と、を備え、前記付加機構は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記一組の板材における前記ベルトの端部の挟み込み状態が破綻するように、前記一組の板材を挟み込むこと、が好ましい。

前記板材に対する前記ベルトの変位を検出する検出部を備えること、が好ましい。

【0018】

前記過負荷軽減機構は、磁気継手であって、前記磁気継手は、前記ハンド部が開方向に

50

回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記磁気継手の接合関係が破綻すること、が好ましい。

【0019】

前記過負荷軽減機構は、弾性部材であって、前記弾性部材は、前記ハンド部が開方向に回転駆動するとき、前記ハンド部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記ハンド部の閉方向への回転動作を許容すること、が好ましい。

【0020】

前記ハンド部は、前記駆動機構の駆動力が伝達される第1のリンク部と、前記第1のリンク部に前記過負荷軽減機構を介して連結される第2のリンク部と、を備え、前記過負荷軽減機構は、前記第2のリンク部に所定の大きさの負荷が作用すると、前記第2のリンク部の閉方向への回転動作を許容するように、与圧が与えられたボールジョイントと、前記第2のリンクの開方向への回転動作を所定の角度以下に拘束するストッパーと、を備えること、が好ましい。

10

前記第2のリンク部を元位置に復帰させる復帰部材を備えること、が好ましい。

前記第1のリンク部に対する前記第2のリンク部の閉方向への回転量を検出する検出部を備えること、が好ましい。

【0021】

本発明の一形態に係るロボットハンドは、上述のロボットハンドの挟み込み軽減機構を備える。

【発明の効果】

20

【0022】

以上、説明したように、本発明によると、高い安全性と大きな指先力を確保できるロボットハンドの挟み込み軽減機構とそれを用いたロボットハンドを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明に係る実施の形態1のロボットハンドを概略的に示す図である。

【図2】(a)は図1のII-II矢視断面図である。(b)は(a)のB-B矢視断面図である。

【図3】ハンド部の回転量を検出する検出部を備えた、ロボットハンドの挟み込み軽減機構を示す断面図である。

30

【図4】本発明に係る実施の形態2のロボットハンドを概略的に示す図である。

【図5】本発明に係る実施の形態2のロボットハンドの挟み込み軽減機構を概略的に示す斜視図である。

【図6】本発明に係る実施の形態2のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、弾性部材周辺を概略的に示す拡大図である。

【図7】本発明に係る実施の形態2のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、ハンド部が開方向に回転駆動する際の様子を概略的に示す斜視図である。

【図8】本発明に係る実施の形態2のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、ハンド部が開方向に回転動作する際の様子を概略的に示す斜視図である。

【図9】本発明に係る実施の形態3のロボットハンドを概略的に示す図である。

40

【図10】本発明に係る実施の形態3のロボットハンドの挟み込み軽減機構を概略的に示す部分断面図である。

【図11】本発明に係る実施の形態3のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、ハンド部が開方向に回転駆動する際の様子を概略的に示す図である。

【図12】本発明に係る実施の形態3のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、ハンド部が開方向に回転動作する際の様子を概略的に示す図である。

【図13】本発明に係る実施の形態4のロボットハンドを概略的に示す図である。

【図14】本発明に係る実施の形態4のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、過負荷軽減機構を概略的に示す図である。

【図15】板材に対するベルトの変位を検出する検出部を備えた、過負荷軽減機構を示す

50

図である。

【図 16】本発明に係る実施の形態 4 のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、異なる過負荷軽減機構を概略的に示す図である。

【図 17】本発明に係る実施の形態 4 のロボットハンドの挟み込み軽減機構における、異なる過負荷軽減機構を概略的に示す図である。

【図 18】本発明に係る実施の形態 5 のロボットハンドを概略的に示す図である。

【図 19】復帰部材を備えた、ロボットハンドの挟み込み軽減機構を概略的に示す図である。

【図 20】第 1 のリンク部に対する第 2 のリンク部の回転量を検出する検出部を備えた、ロボットハンドの挟み込み軽減機構を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付図面を参照しながら説明する。但し、本発明が以下の実施の形態に限定される訳ではない。また、説明を明確にするため、以下の記載及び図面は、適宜、簡略化されている。

【0025】

<実施の形態 1 >

本発明の実施の形態 1 に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構（以下、単に挟み込み軽減機構と省略する場合がある。）1 は、図 1 及び図 2（a）、（b）に示すように、ハンド部 2 と当該ハンド部 2 が連結される被連結部材（例えば基部 3。但し、ロボットを構成する他の要素でも良い。）との間での物等の挟み込みを軽減するために、ロボットハンド 4 に搭載される。

20

【0026】

ロボットハンド 4 は、一般的なロボットハンドを用いることができ、例えばロボットアーム 5 に X 軸又は Y 軸と平行な軸回りに回転可能に基部 3 が連結された構成である。基部 3 には、当該基部 3 に搭載されている駆動機構 6 から伝達される駆動力によって開閉する一对のハンド部 2 が間隔を開けて連結されている。

【0027】

但し、ハンド部 2 は、少なくとも一对備えていれば良く、対の個数は限定されない。なお、本実施の形態のハンド部 2 は、図 1 に示す状態を初期状態とする。しかし、ハンド部 2 の初期状態は、適宜変更することができる。

30

【0028】

ハンド部 2 と基部 3 との連結部分、即ち関節部分に過負荷軽減機構 7 が配置されている。この過負荷軽減機構 7 が、ハンド部 2 が開方向に回転駆動するときのみ、ハンド部 2 に所定の大きさの負荷（駆動力や外力）が作用すると、駆動機構 6 からハンド部 2 への駆動力の伝達を減少（遮断も含む。）させることで、ハンド部 2 と基部 3 との間での物等の挟み込みを軽減する。なお、所定の大きさとしては、例えばハンド部 2 と基部 3 との間に物等が挟まった際に、当該物等が損傷しない大きさに設定される。

【0029】

ここで、ハンド部 2 と基部 3 との関節部分の構成を説明する。基部 3 の筐体 3 a には、図 2（a）に示すように、ハンド部 2 の端部に形成された回転軸 2 a が軸受を介して嵌合されている。回転軸 2 a は、根元部分に形成された太径部分 2 a 1、太径部分 2 a 1 より先端部に形成された細径部分 2 a 2 を有する。細径部分 2 a 2 の直径は、過負荷軽減機構 7 の弾性部材 7 a を外周に嵌め込むことができるように設定されている。また、細径部分 2 a 2 の長さは、過負荷軽減機構 7 の弾性部材 7 a の自然長よりも短く設定されている。

40

【0030】

さらに基部 3 の筐体 3 a は、ハンド部 2 の回転軸 2 a に駆動力を与える駆動機構 6 を支持している。駆動機構 6 は、駆動源の一種である駆動モータ 6 a、減速機 6 b を備える。すなわち、駆動モータ 6 a は、例えば図示を省略したロボットの制御装置の制御信号に基づいて動作する。駆動モータ 6 a の回転軸は、減速機 6 b の入力側に連結されている。減

50

速機 6 b の出力軸は、ハンド部 2 の回転軸 2 a に連結されている。これにより、ハンド部 2 は、図 1 に示すように駆動モータ 6 a の駆動力によって開閉方向に回転駆動する。

【0031】

ちなみに、図 2 ( a ) では、駆動モータ 6 a の回転軸の中心と、減速機 6 b の出力軸の中心と、ハンド部 2 の回転軸 2 a の中心とが、同一線上に配置されているが、本実施の形態を実現するためには、少なくとも減速機 6 b の出力軸の中心と、ハンド部 2 の回転軸 2 a の中心とが、同一線上に配置されていれば良い。

【0032】

次に、過負荷軽減機構 7 の構成を説明する。過負荷軽減機構 7 は、図 2 ( a )、( b ) に示すように、弾性部材 7 a、第 1 の突出部 7 b、第 2 の突出部 7 c を備えている。

弾性部材 7 a は、ハンド部 2 の回転軸 2 a と減速機 6 b の出力軸との間に、減速機 6 b からの駆動力を当該回転軸 2 a に伝達可能に配置されている。詳細には、弾性部材 7 a は、圧縮した状態から復元力を発現する、コイルバネ等の部材である。弾性部材 7 a は、ハンド部 2 における回転軸 2 a の細径部分 2 a 2 の外周に嵌め込まれている。弾性部材 7 a は、被覆部材 8 によって覆われている。

【0033】

被覆部材 8 は、内部に被覆部材 8 を格納するのに十分な空間を有するカップ形状に形成されている。被覆部材 8 の底部外面は、減速機 6 b の出力軸に連結されている。一方、被覆部材 8 の底部内面は、弾性部材 7 a と接触している。

【0034】

つまり、弾性部材 7 a の一方の端部は、ハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 と細径部分 2 a 2 との段差部分に接触し、他方の端部が被覆部材 8 の底部内面に接触することになる。

【0035】

ここで、ハンド部 2 を開方向に回転駆動させるとき、減速機 6 b からの駆動力がハンド部 2 の回転軸 2 a に伝達されるように、弾性部材 7 a の他方の端部が被覆部材 8 の底部内面に押され、弾性部材 7 a が圧縮した状態で、一方の端部がハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 と細径部分 2 a 2 との段差部分に押し付けられる。すなわち、ハンド部 2 を開方向に回転駆動させるとき、減速機 6 b からの駆動力が被覆部材 8 の底部から弾性部材 7 a を介してハンド部 2 の回転軸 2 a に伝達されるように、弾性部材 7 a の圧縮力が設定される。

【0036】

その一方で、ハンド部 2 を開方向に回転駆動させるとき、ハンド部 2 と基部 3 との間で物等の挟み込みが生じて、ハンド部 2、ひいては関節部分に所定の大きさの負荷が作用すると、弾性部材 7 a の一方の端部とハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 と細径部分 2 a 2 との段差部分との間、又は弾性部材 7 a の他方の端部と被覆部材 8 の底部内面との間で滑りが生じて、ハンド部 2 に伝達される開方向への駆動力が減少するように弾性部材 7 a の圧縮力が設定される。

【0037】

第 1 の突出部 7 b は、ハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 に設けられている。第 1 の突出部 7 b は、ハンド部 2 の回転軸 2 a の中心から外方に向かって突出する。第 1 の突出部 7 b は、ハンド部 2 の初期状態で第 2 の突出部 7 c と接触する。

【0038】

第 2 の突出部 7 c は、図 2 ( b ) に示すように、被覆部材 8 の開口部側の端面に設けられている。第 2 の突出部 7 c は、ハンド部 2 の回転軸 2 a と略平行に形成され、減速機 6 b と逆側に突出する。第 2 の突出部 7 c は、ハンド部 2 の初期状態で第 1 の突出部 7 b より当該ハンド部 2 の開方向に配置されている。つまり、図 2 ( b ) は、ハンド部 2 が初期状態における第 1 の突出部 7 b と第 2 の突出部 7 c との配置関係を示している。

【0039】

これにより、ハンド部 2 を閉方向に回転駆動させるとき、減速機 6 b からの駆動力は被

10

20

30

40

50

覆部材 8 の第 2 の突出部 7 c を介して回転軸 2 a の第 1 の突出部 7 b に伝達され、ハンド部 2 が閉方向に回転駆動する。

【 0 0 4 0 】

このような構成の挟み込み軽減機構 1 は、以下のように動作する。ハンド部 2 が閉方向に回転駆動するとき、第 1 の突出部 7 b と第 2 の突出部 7 c とが接触して減速機 6 b からの駆動力をハンド部 2 に伝達する。

【 0 0 4 1 】

このとき、外力によってハンド部 2 が開方向に動作しようとしても、第 1 の突出部 7 b が第 2 の突出部 7 c に接触して、ハンド部 2 の開方向への回転は殆ど拘束される。つまり、ハンド部 2 で把持対象物を把持する際に、外力によってハンド部 2 が開方向に逃げてしまいうことがなく、ハンド部 2 に大きな指先力を発生させることが可能である。

10

【 0 0 4 2 】

一方、ハンド部 2 が開方向に回転駆動するとき、弾性部材 7 a を介して減速機 6 b からの駆動力をハンド部 2 に伝達する。すなわち、ハンド部 2 が開方向に回転駆動するとき、第 1 の突出部 7 b と第 2 の突出部 7 c とが離間しようとするので、第 1 の突出部 7 b と第 2 の突出部 7 c との接触状態が解除される。

【 0 0 4 3 】

このとき、ハンド部 2 と基部 3 との間に物等が挟まっても、上述のように弾性部材 7 a の一方の端部とハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 と細径部分 2 a 2 との段差部分との間、又は弾性部材 7 a の他方の端部と被覆部材 8 の底部内面との間で滑りが生じるので、ハンド部 2 に伝達される開方向への駆動力が減少する。

20

【 0 0 4 4 】

しかも、弾性部材 7 a の一方の端部とハンド部 2 の回転軸 2 a における太径部分 2 a 1 と細径部分 2 a 2 との段差部分との間、又は弾性部材 7 a の他方の端部と被覆部材 8 の底部内面との間で滑りが生じる構成とされているので、外力（例えば人の力）によりハンド部 2 を閉方向に回転させることができ、ハンド部 2 と基部 3 との間に挟まった物等を容易に排除することができる。つまり、ハンド部 2 と基部 3 との間に物等が挟まっても、物等を強く挟み込むことがなく、しかも容易に排除することができるので、安全性が高い。

このように、本実施の形態の挟み込み軽減機構 1 は、高い安全性と大きな指先力を確保できる。

30

【 0 0 4 5 】

ちなみに、図 3 に示すように、ハンド部 2 と基部 3 との関節部分に、治具 9 を介して角度検出センサ 1 0 を設けることが好ましい。角度検出センサ 1 0 としては、例えばエンコーダやポテンションメータ等を用いることができる。角度検出センサ 1 0 は、少なくとも駆動モータ 6 a の駆動力によってハンド部 2 が開方向に回転駆動する際の、ハンド部 2 の回転量を検出し、図示を省略したロボットの制御装置に出力する。制御装置には、予め駆動モータ 6 a の回転数等とハンド部 2 の回転量との関係が格納されている。制御装置は、当該関係と、ハンド部 2 を開方向に回転駆動させる際の駆動モータ 6 a の回転数等に基づいて、本来、回転しているはずであるハンド部 2 の回転量を算出する。そして、制御装置は、算出したハンド部 2 の回転量と、角度検出センサ 1 0 から入力されるハンド部 2 の回転量とを比較する。このとき、ハンド部 2 と基部 3 との間に物等が挟まって、ハンド部 2 の開方向への回転駆動が阻害されると、算出したハンド部 2 の回転量の方が、角度検出センサ 1 0 から入力されるハンド部 2 の回転量より大きくなる。そこで、制御装置は、このような比較結果となると、駆動モータ 6 a の駆動を停止、又はハンド部 2 を閉方向に回転駆動させる。これにより、安全性をより向上させることができる。

40

【 0 0 4 6 】

< 実施の形態 2 >

本発明の実施の形態 2 に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構 1 1 も、図 4 及び図 5 に示すように、ハンド部 1 2 と当該ハンド部 1 2 が連結される被連結部材（例えば基部 1 3。但し、ロボットを構成する他の要素でも良い。）との間での物等の挟み込みを軽減す

50

るために、ロボットハンド 14 に搭載される。

【0047】

ここで、ロボットハンド 14 も、一般的なロボットハンドを用いることができ、例えばロボットアーム 15 に X 軸又は Y 軸と平行な軸回りに回転可能に基部 13 が連結された構成である。基部 13 には、当該基部 13 に搭載されている駆動機構 16 から伝達される駆動力によって開閉する一対のハンド部 12 が間隔を開けて連結されている。

【0048】

但し、ハンド部 12 は、少なくとも一対備えていれば良く、対の個数は限定されない。なお、本実施の形態のハンド部 12 は、図 4 に示す状態を初期状態とする。しかし、ハンド部 2 の初期状態は、適宜変更することができる。

【0049】

ハンド部 12 と基部 13 との関節部分に過負荷軽減機構 17 が配置されている。この過負荷軽減機構 17 が、ハンド部 12 が開方向に回転駆動するときのみ、ハンド部 12 に所定の大きさの負荷が作用すると、駆動機構 16 からハンド部 12 への駆動力の伝達を減少させることで、ハンド部 12 と基部 13 との間での物等の挟み込みを軽減する。

【0050】

ここで、ハンド部 12 と基部 13 との関節部分の構成を説明する。基部 13 の筐体 13 a 内には、駆動機構 16 が内蔵されている。駆動機構 16 は、図 5 に示すように、駆動モータ（図示を省略）の駆動力を歯車列によって伝達する構成とされている。駆動機構 16 の最も出力側の歯車 16 a には、回転軸 16 b が通されて接合されている。歯車 16 a に伝達された駆動力は回転軸 16 b に伝達される。回転軸 16 b は、筐体 13 a に軸受（図示を省略）を介して回転可能に支持されている。一方、ハンド部 12 の回転軸 12 a は、回転軸 16 b の近傍に当該回転軸 16 b と略平行に配置され、基部 13 の筐体 13 a に設けられている。この駆動機構 16 の回転軸 16 b とハンド部 12 の回転軸 12 a との間に、駆動モータの駆動力を伝達可能に過負荷軽減機構 17 が配置されている。

【0051】

次に、過負荷軽減機構 17 の構成を説明する。過負荷軽減機構 17 は、図 5 及び図 6 に示すように、第 1 の歯車 17 a、第 2 の歯車 17 b、突出部 17 c、切り欠き部 17 d、弾性部材 17 e を備える。なお、図 6 では第 2 の歯車 17 b を省略して示している。

【0052】

第 1 の歯車 17 a は、回転軸 16 b に設けられている。つまり、第 1 の歯車 17 a には、駆動機構 16 の回転軸 16 b が通されて接合されている。そのため、歯車 16 a の回転と同じく歯車 17 a も回転する。第 2 の歯車 17 b は、第 1 の歯車 17 a に噛み合わされている。第 2 の歯車 17 b は、ハンド部 12 の回転軸 12 a に回転可能に支持されている。

【0053】

突出部 17 c は、第 2 の歯車 17 b の両平面（歯が形成されていない面）のいずれか一方の面から突出する。切り欠き部 17 d は、ハンド部 12 の回転軸 12 a 側の端部に形成されている。切り欠き部 17 d 内には、突出部 17 c が配置されている。切り欠き部 17 d は、回転軸 12 a を中心とする略円弧状に形成されている。切り欠き部 17 d は、ハンド部 12 が図 4 に示す初期状態で、閉方向側の端面が突出部 17 c に略接触するように形成されている。また、切り欠き部 17 d は、ハンド部 12 と基部 13 との間に物等が挟まれたときに、駆動機構 16 からの駆動力を逃がし、且つ当該物等をハンド部 12 と基部 13 との間から排除するために当該ハンド部 12 を閉方向に回転させるために、突出部 17 c が当該切り欠き部 17 d 内を移動できるように形成されている。

【0054】

弾性部材 17 e は、図 6 に示すように捺じりバネである。本実施の形態の弾性部材 17 e は、第 2 の歯車 17 b 内に格納されている。弾性部材 17 e の一方の端部は、第 2 の歯車 17 b に形成された係止部（図示を省略）に係止されている。弾性部材 17 e の他方の端部は、ハンド部 12 に係止されている。弾性部材 17 e は、ハンド部 12 が図 4 に示す

10

20

30

40

50

初期状態で、自然状態（即ち、復元力が発現していない状態）となるように調整される。

【0055】

このような構成の挟み込み軽減機構11は、以下のように動作する。ハンド部12が閉方向に回転駆動するとき、駆動機構16の駆動力を第1の歯車17aを介して第2の歯車17bに伝達する。第2の歯車17bはハンド部12の閉方向に回転して、図7に示すように、突出部17cが切り欠き部17dの閉方向側の端面に接触し、第2の歯車17bに伝達された駆動力を、突出部17cを介してハンド部12に伝達する。但し、図7も第2の歯車17bを省略して示している。

【0056】

このように、突出部17cが切り欠き部17dの閉方向側の端面に接触するので、外力によってハンド部12が開方向に動作しようとしても、ハンド部12の開方向への回転は殆ど拘束される。つまり、ハンド部12で把持対象物を把持する際に、ハンド部12が外力によって開方向に逃げてしまうことがなく、ハンド部12に大きな指先力を発生させることが可能である。

10

【0057】

一方、ハンド部12が開方向に回転駆動するとき、駆動機構16の駆動力を第1の歯車17aを介して第2の歯車17bに伝達する。第2の歯車17bはハンド部12の開方向に回転する。それに伴い、第2の歯車17bにおけるハンド部12の開方向の回転に倣うように弾性部材17eが捻じれ、第2の歯車17bに伝達された駆動力を、弾性部材17eを介してハンド部12に伝達する。

20

【0058】

このとき、ハンド部12と基部13との間に物等が挟まると、図8に示すように、突出部17cは切り欠き部17dの閉方向側の端面から離間するように、切り欠き部17d内を移動する。これにより、ハンド部12に伝達される開方向への駆動力が減少される。

【0059】

しかも、挟まった物等をハンド部12と基部13との間から排除しようとして、外力によってハンド部12を閉方向に回転させるとき、突出部17cを切り欠き部17dの閉方向側の端面から離間するように、切り欠き部17d内を移動させることができる。そのため、ハンド部12と基部13との間に挟まった物等を容易に排除することができる。つまり、ハンド部12と基部13との間に物等が挟まっても、物等を強く挟み込むことがなく、しかも容易に排除することができるので、安全性が高い。

30

【0060】

さらに、挟まった物等をハンド部12と基部13との間から排除した後は、弾性部材17eが発元力を発現するので、突出部17cを切り欠き部17d内におけるハンド部12と基部13との間に物等が挟まる以前の位置、即ち切り欠き部17dの閉方向側の端面に略接触した、初期状態に復帰させることができる。

このように、本実施の形態の挟み込み軽減機構11は、高い安全性と大きな指先力を確保できる。

【0061】

ちなみに、図示を省略するが、ハンド部12と当該ハンド部12の回転軸12aとの間に角度検出センサを配置することが好ましい。角度検出センサとしては、例えばエンコーダやポテンションメータ等を用いることができる。角度検出センサは、駆動モータの駆動力によってハンド部12が開方向に回転駆動する際の、回転軸12aに対するハンド部12の回転量を検出し、図示を省略したロボットの制御装置に出力する。制御装置には、予め駆動モータの回転数等と回転軸12aに対するハンド部12の回転量との関係が格納されている。制御装置は、当該関係と、ハンド部12を開方向に回転駆動させる際の駆動モータの回転数等に基づいて、本来、回転しているはずであるハンド部12の回転量を算出する。そして、制御装置は、算出したハンド部12の回転量と、角度検出センサから入力されるハンド部12の回転量とを比較する。このとき、ハンド部12と基部13との間に物等が挟まって、ハンド部12の開方向への回転駆動が阻害されると、算出したハンド

40

50

部 1 2 の回転量の方が、角度検出センサから入力されるハンド部 1 2 の回転量より大きくなる。そこで、制御装置は、このような比較結果となると、駆動モータの駆動を停止、又はハンド部 1 2 を閉方向に回転駆動させる。これにより、安全性をより向上させることができる。

【 0 0 6 2 】

< 実施の形態 3 >

本発明の実施の形態 3 に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構 2 1 も、図 9 及び図 10 に示すように、ハンド部 2 2 と当該ハンド部 2 2 が連結される（例えば基部 2 3。但し、ロボットを構成する他の要素でも良い。）との間での物等の挟み込みを軽減するために、ロボットハンド 2 4 に搭載される。ちなみに、図 9 に示すロボットハンド 2 4 は、ロボットアーム 2 5 と連続するようにカバー部材によって覆われている。

10

【 0 0 6 3 】

ロボットハンド 2 4 も、一般的なロボットハンドを用いることができ、例えばロボットアーム 2 5 に基部 2 3 が連結された構成である。基部 2 3 には、当該基部 2 3 に搭載されている駆動機構 2 6 から伝達される駆動力によって開閉する一对のハンド部 2 2 が間隔を開けて連結されている。このとき、図示は省略するが、ハンド部 2 2 が基部 2 3 に対して開閉可能に、ハンド部 2 2 と基部 2 3 とが連結部材によって連結されている。

【 0 0 6 4 】

但し、ハンド部 2 2 は、少なくとも一对備えていれば良く、対の個数は限定されない。なお、本実施の形態のハンド部 2 2 は、図 9 に示す状態を初期状態とする。しかし、ハンド部 2 2 の初期状態は、適宜変更することができる。

20

【 0 0 6 5 】

ハンド部 2 2 と基部 2 3 との関節部分に過負荷軽減機構 2 7 が配置されている。この過負荷軽減機構 2 7 が、ハンド部 2 2 が開方向に回転駆動するときのみ、ハンド部 2 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、駆動機構 2 6 からハンド部 2 2 への駆動力の伝達を減少させることで、ハンド部 2 2 と基部 2 3 との間での物等の挟み込みを軽減する。

【 0 0 6 6 】

ここで、駆動機構 2 6 の構成を説明する。駆動機構 2 6 は、基部 2 3 の筐体 2 3 a に支持されている。駆動機構 2 6 は、駆動源である駆動モータ 2 6 a、減速機 2 6 b、第 1 のプーリ 2 6 c、第 2 のプーリ 2 6 d、ベルト 2 6 e を備えている。

30

【 0 0 6 7 】

駆動モータ 2 6 a の回転軸は、減速機 2 6 b の入力側に連結されている。減速機 2 6 b の出力軸には、第 1 のプーリ 2 6 c が設けられている。

第 1 のプーリ 2 6 c と第 2 のプーリ 2 6 d とには、無端体であるベルト 2 6 e が渡されている。第 2 のプーリ 2 6 d は、後述する過負荷軽減機構 2 7 における第 2 の歯車 2 7 b の回転軸 2 7 b 1 に設けられている。これにより、駆動モータ 2 6 a の駆動力は、減速機 2 6 b、第 1 のプーリ 2 6 c、ベルト 2 6 e、第 2 のプーリ 2 6 d を介して第 2 の歯車 2 7 b に伝達される。

【 0 0 6 8 】

ちなみに、第 2 のプーリ 2 6 d の幅寸法 T は、第 2 のプーリ 2 6 d の外周面をベルト 2 6 e が摺動して、後述する第 2 の歯車 2 7 b の軸方向への移動を許容できるように設定されている。

40

【 0 0 6 9 】

次に、過負荷軽減機構 2 7 の構成を説明する。過負荷軽減機構 2 7 は、図 10 に示すように、第 1 の歯車 2 7 a、第 2 の歯車 2 7 b、被覆部材 2 7 c、弾性部材 2 7 d を備える。第 1 の歯車 2 7 a は、第 2 の歯車 2 7 b とで食い違い歯車を構成する、ウォームホイールである。

【 0 0 7 0 】

第 1 の歯車 2 7 a は、ハンド部 2 2 における筐体 2 2 b の端部に設けられた回転軸 2 2 a に連結されている。この回転軸 2 2 a の端部は、第 1 の歯車 2 7 a から伝達される駆動

50



部 2 9 a、2 9 b に嵌合することで、第 2 の歯車 2 7 b が軸方向に移動する際に弾性部材 2 7 d の位置がずれることがない。

【 0 0 7 8 】

弾性部材 2 7 d は、圧縮した状態から復元力を発現する、コイルバネ等の部材である。弾性部材 2 7 d の弾性係数やバネレートは、外力によってハンド部 2 2 を閉方向に回転させて、第 2 の歯車 2 7 b を基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 に向かって移動させることができ、且つハンド部 2 2 を開方向に回転駆動させる際に、基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 から反力をとって、第 2 の歯車 2 7 b から第 1 の歯車 2 7 a に駆動力が伝達されるように、設定される。

【 0 0 7 9 】

ちなみに、被覆部材 2 7 c の外周面と、基部 2 3 の筐体 2 3 a における当該外周面と向かい合う内周面との間に、摺動部材 3 0 を配置することが好ましい。摺動部材 3 0 としては、低摩擦樹脂素材やローラ、リニアガイド、油を塗布した部材等を用いることができる。これにより、基部 2 3 の筐体 2 3 a 内で被覆部材 2 7 c、ひいては第 2 の歯車 2 7 b を良好に摺動させることができる。

【 0 0 8 0 】

このような構成の挟み込み軽減機構 2 1 は、以下のように動作する。ハンド部 2 2 が閉方向に回転駆動するとき、駆動モータ 2 6 a の駆動力を、減速機 2 6 b、第 1 のプーリ 2 6 c、ベルト 2 6 e、第 2 のプーリ 2 6 d を介して第 2 の歯車 2 7 b に伝達する。第 2 の歯車 2 7 b は回転しつつ、弾性部材 2 7 d を介して基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 から反力をとって、第 1 の歯車 2 7 a、ひいてはハンド部 2 2 を閉方向に回転させる。

【 0 0 8 1 】

このとき、被覆部材 2 7 c における端部 2 7 c 2 の外面は、図 1 1 に示すように、基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 2 に接触しているので、外力によってハンド部 2 2 が開方向に回転しようとしても、ハンド部 2 2 の開方向への回転は殆ど拘束される。つまり、ハンド部 2 で把持対象物を把持する際に、外力によってハンド部 2 2 が開方向に逃げてしまうことがなく、ハンド部 2 2 に大きな指先力を発生させることが可能である。

【 0 0 8 2 】

一方、ハンド部 2 2 が開方向に回転駆動するとき、駆動モータ 2 6 a の駆動力を、減速機 2 6 b、第 1 のプーリ 2 6 c、ベルト 2 6 e、第 2 のプーリ 2 6 d を介して第 2 の歯車 2 7 b に伝達する。第 2 の歯車 2 7 b は回転しつつ、基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 2 から反力をとって、第 1 の歯車 2 7 a、ひいてはハンド部 2 2 を開方向に回転させる。

【 0 0 8 3 】

このとき、ハンド部 2 2 と基部 2 3 との間に物等が挟まると、第 1 の歯車 2 7 a の回転が略止まり、図 1 2 に示すように、第 2 の歯車 2 7 b が被覆部材 2 7 c を介して弾性部材 2 7 d を押し込んで、基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 に向かって移動する。これにより、ハンド部 2 2 に伝達される開方向への駆動力が減少する。

【 0 0 8 4 】

しかも、挟まった物等をハンド部 2 2 と基部 2 3 との間から排除しようとして、外力によってハンド部 2 2 を閉方向に回転させるとき、第 1 の歯車 2 7 a におけるハンド部 2 2 の閉方向への回転が第 2 の歯車 2 7 b に伝達され、第 2 の歯車 2 7 b が被覆部材 2 7 c を介して弾性部材 2 7 d を押し込んで、基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 に向かって移動する。この第 2 の歯車 2 7 b の移動に伴って第 1 の歯車 2 7 a がハンド部 2 2 の閉方向に回転し、ハンド部 2 2 は閉方向に回転する。

【 0 0 8 5 】

そのため、ハンド部 2 2 と基部 2 3 との間に挟まった物等を容易に排除することができる。つまり、ハンド部 2 2 と基部 2 3 との間に物等が挟まっても、物等を強く挟み込むことがなく、しかも容易に排除することができるので、安全性が高い。

【 0 0 8 6 】

10

20

30

40

50

さらに、挟まった物等をハンド部 2 2 と基部 2 3 との間から排除した後は、弾性部材 2 7 d が復元力を発現するので、被覆部材 2 7 c における端部 2 7 c 2 の外面が基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 2 に略接触した、初期状態に復帰させることができる。

このように、本実施の形態の挟み込み軽減機構 2 1 は、高い安全性と大きな指先力を確保できる。

【 0 0 8 7 】

ちなみに、図示を省略するが、被覆部材 2 7 c に距離センサを設けることが好ましい。距離センサとしては、例えば光ファイバやレーザを用いた光学式の距離センサ等を用いることができる。このとき、被覆部材 2 7 c の内側面 2 3 a 3 (但し、内側面 2 3 a 2 でも良い。)には、距離センサから出射される光等を反射する反射部材が設けられる。距離センサは、第 2 の歯車 2 7 b の軸方向への移動量を検出し、図示を省略したロボットの制御装置に出力する。このとき、ハンド部 2 2 と基部 2 3 との間に物等が挟まって、第 1 の歯車 2 7 a の回転が阻害されると、第 2 の歯車 2 7 b が軸方向、即ち基部 2 3 の筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 に向かって移動する。そこで、制御装置は、例えば当該移動量が閾値より大きくなると、駆動モータ 2 6 a の駆動を停止、又はハンド部 2 2 を閉方向に回転駆動させる。これにより、安全性をより向上させることができる。

10

【 0 0 8 8 】

なお、上記実施の形態では、被覆部材 2 7 c における端部 2 7 c 1 の外面と、基部 2 3 における筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 3 との間にのみ弾性部材 (第 1 の弾性部材) 2 7 d を配置したが、この限りでない。すなわち、図示を省略するが、被覆部材 2 7 c における端部 2 7 c 2 の外面と、基部 2 3 における筐体 2 3 a の内側面 2 3 a 2 との間にも、第 2 の弾性部材を配置しても良い。この場合は、第 2 の弾性部材の弾性係数は、第 1 の弾性部材の弾性係数より大きく設定される。

20

【 0 0 8 9 】

また、上記実施の形態では、ウォームギアを構成要素とする食い違い歯車を用いたが、この限りでない。すなわち、図示を省略するが、ネジ歯車やハイポイントギア等を構成要素とする食い違い歯車を用いても、略同様に実施できる。

【 0 0 9 0 】

< 実施の形態 4 >

本発明の実施の形態 4 に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構 3 1 も、図 1 3 に示すように、ハンド部 3 2 と当該ハンド部 3 2 が連結される被連結部材 (例えば基部 3 3。但し、ロボットを構成する他の要素でも良い。)との間での物等の挟み込みを軽減するために、ロボットハンド 3 4 に搭載される。

30

【 0 0 9 1 】

ロボットハンド 3 4 も、一般的なロボットハンドを用いることができ、例えばロボットアーム 3 5 に基部 3 3 が連結された構成である。基部 3 3 には、当該基部 3 3 に搭載されている駆動機構 3 6 から伝達される駆動力によって開閉する一对のハンド部 3 2 が間隔を開けて連結されている。

【 0 0 9 2 】

但し、ハンド部 3 2 は、少なくとも一对備えていれば良く、対の個数は限定されない。なお、図 1 3 では、一方のハンド部 3 2 の駆動機構 3 6 のみを図示しており、他方のハンド部 3 2 の駆動機構 3 6 の図示を省略している。

40

【 0 0 9 3 】

ここで、ハンド部 3 2 と基部 3 3 との関節部分及び駆動機構 3 6 の構成を説明する。ハンド部 3 2 の根元部分には、回転軸 3 2 a が設けられている。回転軸 3 2 a は、基部 3 3 に軸受等を介して回転可能に連結されている。この回転軸 3 2 a に駆動機構 3 6 から駆動力が伝達されることで、ハンド部 3 2 が回転駆動する。

【 0 0 9 4 】

駆動機構 3 6 は、基部 3 3 内に格納されている。駆動機構 3 6 は、駆動源である駆動モータ 3 6 a、減速機 (図示を省略)、第 1 のプーリ 3 6 b、第 2 のプーリ 3 6 c、ベルト

50

36dを備えている。

【0095】

駆動モータ36aの回転軸は、減速機の入力側に連結されている。減速機の出力軸には、第1のプーリ36bが設けられている。第2のプーリ36cは、ハンド部32の回転軸32aに設けられている。第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとは、ベルト36dが渡されている。これにより、駆動モータ36aの駆動力が、減速機、第1のプーリ36b、ベルト36d、第2のプーリ36cを介してハンド部32に伝達される。本実施の形態では、一对のハンド部32の間に駆動モータ36aが配置されているので、駆動モータ36aからハンド部32に伝達される閉方向への駆動力は、ベルト36dにおける第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとの間の一方の部分である、基部33の外方側の部分Mで伝達される。一方、駆動モータ36aからハンド部32に伝達される開方向への駆動力は、ベルト36dにおける第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとの間の他方の部分である、基部33の内方側の部分Nで伝達される。

10

【0096】

ベルト36dには、ハンド部32が開方向に回転駆動するとき、負荷が作用する側の第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとの間の部分、即ち当該部分Nに過負荷軽減機構37が配置されている。ちなみに、ベルト36dの当該部分Nの長さ、ひいては第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとの間隔などは、ハンド部32が開方向及び閉方向に回転したときに、過負荷軽減機構37が第1のプーリ36b又は第2のプーリ36cに干渉しないように設定される。

20

【0097】

次に、過負荷軽減機構37の構成を説明する。過負荷軽減機構37は、ハンド部32が開方向に回転駆動するときのみ、ハンド部32に所定の大きさの負荷が作用すると、駆動機構36からハンド部32への駆動力の伝達を減少させることで、ハンド部32と基部33との間での物等の挟み込みを軽減する。

【0098】

具体的に云うと、過負荷軽減機構37は、図14に示すように、一組の板材37a、当該一組の板材37aに挟み込み力を付加する付加機構37bを備える。一組の板材37aは、ベルト36dの両端部を挟み込んでいる。このとき、ベルト36dの両端部は、間隔を開けて板材37aに挟み込まれる。一方の板材37aにおける当該間隔部分には、付加機構37bが通される貫通孔(図示を省略)が形成されている。他方の板材37aにおける当該間隔部分には、付加機構37bの先端部に形成された雄ネジ部が捻じ込まれる雌ネジ部(図示を省略)が形成されている。

30

【0099】

付加機構37bは、ボルト等の締結部材である。付加機構37bは、一方の板材37aにおける当該間隔部分の貫通孔に通され、その先端の雄ネジ部が他方の板材37aにおける当該間隔部分の雌ネジ部に捻じ込まれる。但し、付加機構37bは、一組の板材37aを挟み込むことができる機構であれば良い。

【0100】

このとき、付加機構37bは、ハンド部32が開方向に回転駆動するとき、ハンド部32に所定の大きさの負荷が作用すると、一組の板材37aにおけるベルト36dの端部の挟み込み状態が破綻するように、一組の板材37aを挟み込む。

40

【0101】

このような構成の挟み込み軽減機構31は、以下のように動作する。ハンド部32が開方向に回転駆動するとき、駆動モータ36aの駆動力を、減速機、第1のプーリ36b、ベルト36d、第2のプーリ36cを介してハンド部32に伝達し、当該ハンド部32を閉方向に回転させる。

【0102】

このとき、ベルト36dの部分Mは、第1のプーリ36bと第2のプーリ36cとの間で張った状態であるので、外力によってハンド部32が開方向に回転しようとしても、ハ

50

ンド部 3 2 の開方向への回転は殆ど拘束される。つまり、ハンド部 3 2 で把持対象物を把持する際に、外力によってハンド部 3 2 が開方向に逃げてしまうことがなく、ハンド部 3 2 に大きな指先力を発生させることが可能である。

【 0 1 0 3 】

一方、ハンド部 3 2 が開方向に回転駆動するとき、駆動モータ 3 6 a の駆動力を、減速機、第 1 のプーリ 3 6 b、ベルト 3 6 d、第 2 のプーリ 3 6 c を介してハンド部 3 2 に伝達し、当該ハンド部 3 2 を開方向に回転させる。

【 0 1 0 4 】

このとき、ハンド部 3 2 と基部 3 3 との間に物等が挟まって、ハンド部 3 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、張った状態のベルト 3 6 d の部分 N は強く引っ張られ、一組の板材 3 7 a におけるベルト 3 6 d の端部の挟み込み状態が破綻する。これにより、駆動モータ 3 6 a からのハンド部 3 2 の開方向への駆動力が遮断される。

【 0 1 0 5 】

しかも、ハンド部 3 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、一組の板材 3 7 a におけるベルト 3 6 d の端部の挟み込み状態が破綻するので、ハンド部 3 2 と基部 3 3 との間に挟まった物等を容易に排除することができる。つまり、ハンド部 3 2 と基部 3 3 との間に物等が挟まっても、物等を強く挟み込むことがなく、しかも容易に排除することができるので、安全性が高い。

このように、本実施の形態の挟み込み軽減機構 3 1 は、高い安全性と大きな指先力を確保できる。

【 0 1 0 6 】

ちなみに、図 1 5 に示すように、板材 3 7 a に距離センサ 3 8 を設けることが好ましい。距離センサ 3 8 としては、例えば光ファイバやレーザを用いた光学式の距離センサ等を用いることができる。このとき、ベルト 3 6 d の部分 M における板材 3 7 a を挟んで第 1 のプーリ 3 6 b 側には、距離センサから出射される光等を反射する反射部材 3 9 が設けられる。距離センサ 3 8 は、板材 3 7 a に対するベルト 3 6 d の移動量（間隔）を検出し、図示を省略したロボットの制御装置に出力する。このとき、ハンド部 3 2 と基部 3 3 との間に物等が挟まって、ハンド部 3 2 の回転が阻害されると、ベルト 3 6 d の部分 M は強く引っ張られ、板材 3 7 a に対するベルト 3 6 d の移動量が大きくなる。そこで、制御装置は、当該移動量が閾値より大きくなると、駆動モータ 3 6 a の駆動を停止、又はハンド部 3 2 を閉方向に回転駆動させる。これにより、安全性をより向上させることができる。

【 0 1 0 7 】

なお、上記実施の形態の過負荷軽減機構 3 7 は、一組の板材 3 7 a、付加機構 3 7 b を備える構成であるが、この限りでない。すなわち、図 1 6 に示すように、過負荷軽減機構 3 7 を磁気継手で構成しても良い。このとき、磁気継手の接合力は、ハンド部 3 2 が開方向に回転駆動するとき、ハンド部 3 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、当該磁気継手の接合関係が破綻するように設定される。

【 0 1 0 8 】

また、図 1 7 に示すように、過負荷軽減機構 3 7 を弾性部材で構成しても良い。このとき、弾性部材の弾性係数は、ハンド部 3 2 が開方向に回転駆動するとき、ハンド部 3 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、外力によるハンド部 3 2 の閉方向への回転を許容するように設定される。但し、図 1 7 の過負荷軽減機構 3 7 は、コイルバネを用いたが、弾性係数などによって、ハンド部 3 2 が開方向に回転駆動するとき、ハンド部 3 2 に所定の大きさの負荷が作用すると、外力によるハンド部 3 2 の閉方向への回転を許容するように設定することができる部材であれば良い。

【 0 1 0 9 】

< 実施の形態 5 >

本発明の実施の形態 5 に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構 4 1 も、図 1 8 に示すように、ハンド部 4 2 と当該ハンド部 4 2 が連結される被連結部材（例えばロボットアーム 4 5。但し、ロボットを構成する他の要素でも良い。）との間での物等の挟み込みを軽

10

20

30

40

50

減するために、ロボットハンド 4 4 に搭載される。

【 0 1 1 0 】

ロボットハンド 4 4 も、一般的なロボットハンドを用いることができ、例えばロボットアーム 4 5 に基部 4 3 が連結された構成である。基部 4 3 には、当該基部 4 3 に搭載されている駆動機構（図示を省略）から伝達される駆動力によって開閉する一对のハンド部 4 2 が間隔を開けて連結されている。

【 0 1 1 1 】

ハンド部 4 2 は、少なくとも第 1 のリンク部 4 2 b、第 2 のリンク部 4 2 c を備えている。第 1 のリンク部 4 2 b の一方の端部は、回転軸 4 2 a を有する。第 1 のリンク部 4 2 b の他方の端部は、過負荷軽減機構 4 7 を介して第 2 のリンク部 4 2 c と連結されている。この過負荷軽減機構 4 7 が、第 2 のリンク部 4 2 c が開方向に回転駆動するときのみ、第 2 のリンク部 4 2 c に所定の大きさの負荷が作用すると、駆動機構から第 2 のリンク部 4 2 c への駆動力の伝達を減少させることで、ハンド部 4 2 と基部 4 3 との間での物等の挟み込みを軽減する。

10

【 0 1 1 2 】

但し、ハンド部 4 2 は、少なくとも一对備えていれば良く、対の個数は限定されない。なお、図 1 8 では、一方のハンド部 4 2 のみを図示しており、他方のハンド部 4 2 の図示を省略している。

【 0 1 1 3 】

ここで、ハンド部 4 2 と基部 4 3 との関節部分の構成を説明する。第 1 のリンク部 4 2 b の回転軸 4 2 a は、基部 4 3 に軸受等を介して回転可能に連結されている。この回転軸 4 2 a に駆動機構（図示を省略）から駆動力が伝達されることで、ハンド部 4 2 が回転駆動する。

20

【 0 1 1 4 】

次に、過負荷軽減機構 4 7 の構成を説明する。過負荷軽減機構 4 7 は、ボールジョイント 4 7 a、ストッパ 4 7 b を備えている。ボールジョイント 4 7 a は、一般的なボールジョイントと略同様に、ボール部分が受け皿部分に嵌め込まれている。このとき、ボール部分は、第 2 のリンク部 4 2 c に所定の大きさの負荷が作用すると、第 2 のリンク部 4 2 c の回転を許容するように、パネ等の弾性部材によって与圧が与えられた状態で、受け皿部分に嵌め込まれている。これにより、第 2 のリンク部 4 2 c は、当該第 2 のリンク部 4 2 c に所定の大きさの負荷が作用すると、第 1 のリンク部 4 2 b に対して X・Y・Z 軸と平行な軸回りに回転可能となる。

30

【 0 1 1 5 】

ストッパ 4 7 b は、第 1 のリンク部 4 2 b の他方の端部における当該第 1 のリンク部 4 2 b の開方向側の隅部に形成されている。ストッパ 4 7 b は、第 2 のリンク部 4 2 c の開方向への回転を所定の角度以下に（本実施の形態では、第 1 のリンク部 4 2 b とで成す角度 が約 1 8 0 ° 以下になるように）拘束する。

【 0 1 1 6 】

このような構成の挟み込み軽減機構 4 1 は、以下のように動作する。ハンド部 4 2 が閉方向に回転駆動するとき、駆動モータの駆動力を、第 1 のリンク部 4 2 b 及びストッパ 4 7 b を介して第 2 のリンク部 4 2 c に伝達し、当該第 2 のリンク部 4 2 c を閉方向に回転させる。

40

【 0 1 1 7 】

このとき、第 2 のリンク部 4 2 c の開方向への回転は、ストッパ 4 7 b によって拘束される。つまり、ハンド部 4 2 で把持対象物を把持する際に、外力によって第 2 のリンク部 4 2 c が開方向に逃げてしまうことがなく、ハンド部 4 2 に大きな指先力を発生させることが可能である。

【 0 1 1 8 】

一方、ハンド部 4 2 が開方向に回転駆動するとき、駆動モータの駆動力を、第 1 のリンク部 4 2 b 及びボールジョイント 4 7 a を介して第 2 のリンク部 4 2 c に伝達し、当該第

50

2のリンク部42cを開方向に回転させる。

【0119】

このとき、第2のリンク部42cとロボットアーム45との間に物等が挟まって、第2のリンク部42cに所定の大きさの負荷が作用すると、第2のリンク部42cは、ボールジョイント47aによって第1のリンク部42bに対して閉方向への回転が許容されているので、閉方向に回転して逃げようとする。これにより、駆動モータから第2のリンク部42cに伝達される開方向への駆動力が減少する。

【0120】

しかも、第2のリンク部42cは、ボールジョイント47aによって第1のリンク部42bに対して閉方向への回転が許容されているので、第2のリンク部42cと基部43との間に挟まった物等を容易に排除することができる。つまり、第2のリンク部42cとロボットアーム45との間に物等が挟まっても、物等を強く挟み込むことがなく、しかも容易に排除することができるので、安全性が高い。

10

【0121】

また、例えば基部43をY軸と平行な軸回りに回転させた際に、第2のリンク部42cとロボットアーム45との間に物等が挟まっても、ボールジョイント47aによって第2のリンク部42cはX軸と平行な軸回りの回転も許容されているので、第2のリンク部42cがZ軸と平行な軸だけでなく、X軸と平行な軸回りにも回転して、挟まった物等を強く押し込むことがない。つまり、本実施の形態の過負荷軽減機構47は、基部43がX・Y・Z軸と平行な軸回りに回転可能なロボットハンドに好適に用いることができる。

20

このように、本実施の形態の挟み込み軽減機構41は、高い安全性と大きな指先力を確保できる。

【0122】

ちなみに、図19に示すように、第1のリンク部42bと第2のリンク部42cとを、バネやゴム等の弾性部材48で連結することが好ましい。弾性部材48は、第2のリンク部42cをX・Y・Z軸と平行な軸回りに回転した状態から元位置に復帰させることができるように、第1のリンク部42bと第2のリンク部42cとを連結する。これにより、第2のリンク部42cがX・Y・Z軸と平行な軸回りに回転しても、第2のリンク部42cを容易に元位置に復帰させることができる。

【0123】

また、図20に示すように、第1のリンク部42bに距離センサ49を設けることが好ましい。距離センサ49としては、例えば光ファイバやレーザを用いた光学式の距離センサ等を用いることができる。このとき、第2のリンク部42cには、距離センサ49から出射される光等を反射する反射部材50が設けられる。距離センサ49は、第1のリンク部42bに対する第2のリンク部42cの回転量(例えば、第1のリンク部42bに対する第2のリンク部42cの閉方向の移動量)を検出し、図示を省略したロボットの制御装置に出力する。このとき、第2のリンク部42cとロボットアーム45との間に物等が挟まると、第2のリンク部42cが閉方向に回転して第1のリンク部42に近づく。そこで、制御装置は、当該移動量が閾値より大きくなると、駆動モータの駆動を停止、又はハンド部を閉方向に回転駆動させる。これにより、安全性をより向上させることができる。但し、本実施の形態の距離センサ49は第1のリンク部42bに設け、反射部材50を第2のリンク部42cに設けたが、逆の構成でも良い。

30

40

【0124】

以上、本発明に係るロボットハンドの挟み込み軽減機構及びそれを用いたロボットハンドの実施の形態を説明したが、上記の構成に限らず、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で、変更することが可能である。

【符号の説明】

【0125】

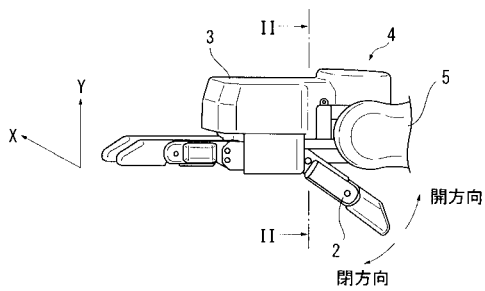
- 1 ロボットハンドの挟み込み軽減機構
- 2 ハンド部

50

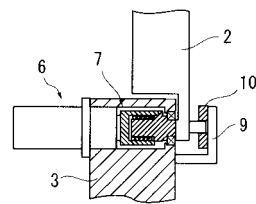
2 a	回転軸、2 a 1 太径部分、2 a 2 細径部分	
3	基部、3 a 筐体	
4	ロボットハンド	
5	ロボットアーム	
6	駆動機構、6 a 駆動モータ、6 b 減速機	
7	過負荷軽減機構	
7 a	弾性部材	
7 b	突出部	
7 c	突出部	
8	被覆部材	10
9	冶具	
10	角度検出センサ	
11	ロボットハンドの挟み込み軽減機構	
12	ハンド部、12 a 回転軸	
13	基部、13 a 筐体	
14	ロボットハンド	
15	ロボットアーム	
16	駆動機構、16 a 歯車、16 b 回転軸	
17	過負荷軽減機構、17 a 第1の歯車、17 b 第2の歯車、17 c 突出部、17 d 切り欠き部、17 e 弾性部材	20
21	ロボットハンドの挟み込み軽減機構	
22	ハンド部、22 a 回転軸、22 b 筐体、22 b 1 開口部	
23	基部、23 a 筐体、23 a 1 開口部、23 a 2、23 a 3 内側面	
24	ロボットハンド	
25	ロボットアーム	
26	駆動機構、26 a 駆動モータ、26 b 減速機、26 c 第1のプーリ、26 d 第2のプーリ、26 e ベルト	
27	過負荷軽減機構、27 a 第1の歯車、27 b 第2の歯車、27 b 1 回転軸、27 b 2 歯車、27 c 被覆部材、27 d 弾性部材	
28 a、28 b	軸受	30
29 a、29 b	突出部	
30	摺動部材	
31	ロボットハンドの挟み込み軽減機構	
32	ハンド部、32 a 回転軸	
33	基部	
34	ロボットハンド	
35	ロボットアーム	
36	駆動機構、36 a 駆動モータ、36 b 第1のプーリ、36 c 第2のプーリ、36 d ベルト	
37	過負荷軽減機構、37 a 板材、37 b 付加機構	40
38	距離センサ	
39	反射部材	
41	ロボットハンドの挟み込み軽減機構	
42	ハンド部、42 a 回転軸、42 b 第1のリンク部、42 c 第2のリンク部	
43	基部	
44	ロボットハンド	
45	ロボットアーム	
47	過負荷軽減機構、47 a ボールジョイント、47 b ストッパー	
48	弾性部材	
49	距離センサ	50

5 0 反射部材

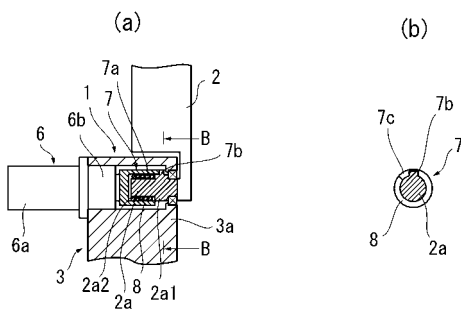
【 図 1 】



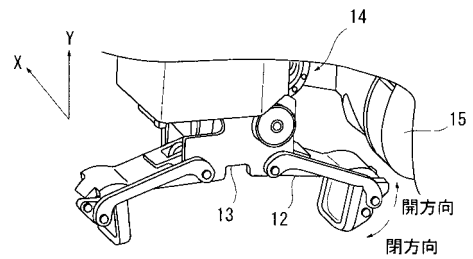
【 図 3 】



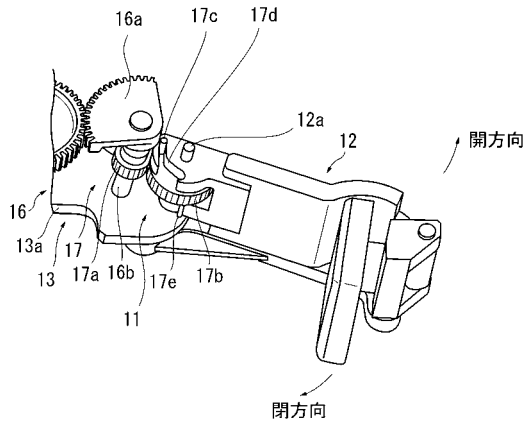
【 図 2 】



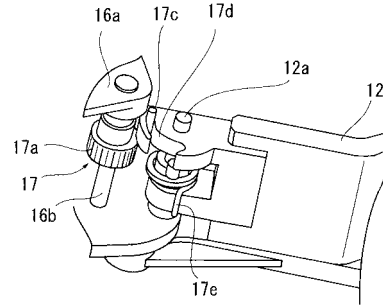
【 図 4 】



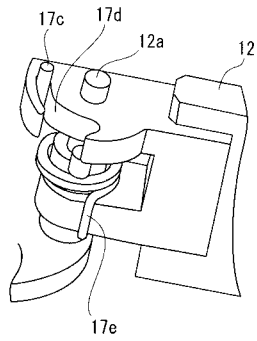
【 図 5 】



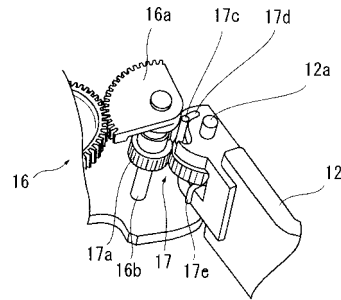
【 図 7 】



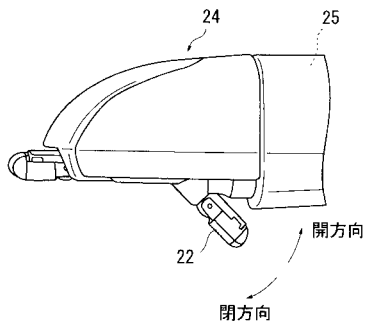
【 図 6 】



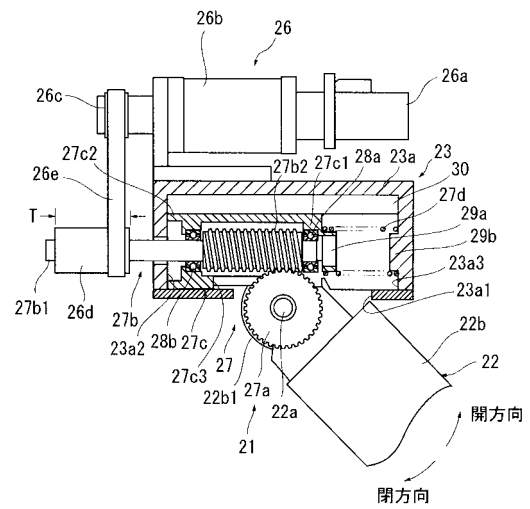
【 図 8 】



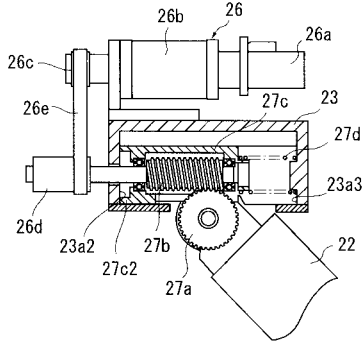
【 図 9 】



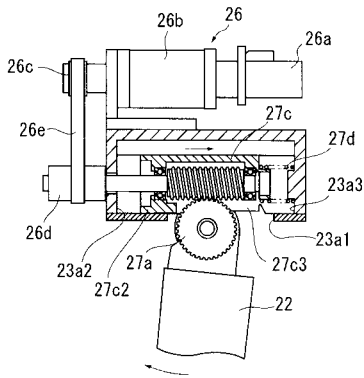
【 図 10 】



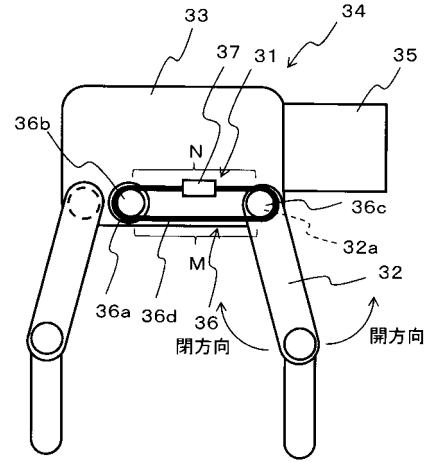
【 図 1 1 】



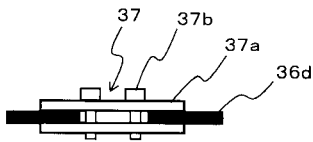
【 図 1 2 】



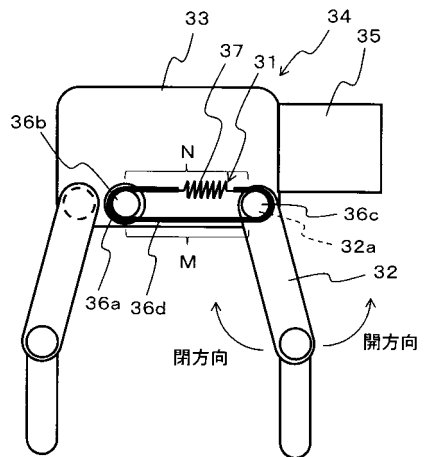
【 図 1 3 】



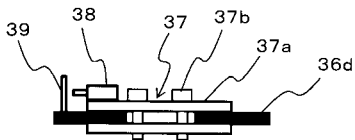
【 図 1 4 】



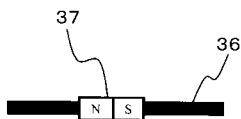
【 図 1 7 】



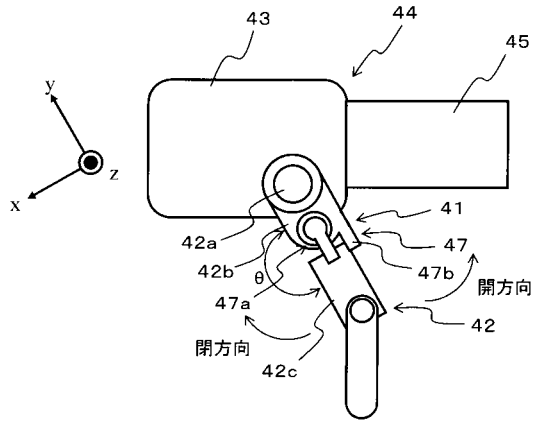
【 図 1 5 】



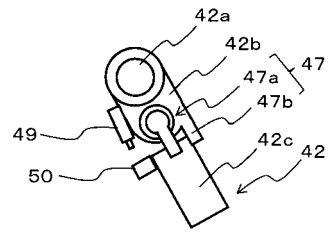
【 図 1 6 】



【 図 1 8 】



【 図 2 0 】



【 図 1 9 】

