(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 3 月 16 日(16.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/043582 A1

(51) 国際特許分類:
F16G 13/20 (2006.01) *B25J 18/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/076472

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 8 日(08.09.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-179213 2015 年 9 月 11 日(11.09.2015) JP

(71) 出願人: ライフロボティクス株式会社(LIFE ROBOTICS INC.) [JP/JP]; 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 尹 祐根(YOON Woo-Keun); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP). 佐野 光(SANO Hikaru); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP). 栗原 眞二(KURIHARA Shinji); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP). 川口 順央(KAWAGUCHI Masateru); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP). ▲高▼▲瀬▼ 宗祐(TAKASE Sosuke); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP). 飯田 一輝(IIDA Kazuki); 〒1350047 東京都江東区富岡二丁目９番１１号 ライフロボティクス株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人にじいろ特許事務所(SEVEN COLOR PATENT FIRM); 〒1100005 東京都台東区上野３丁目２番２号 アイオス秋葉原３階 Tokyo (JP).

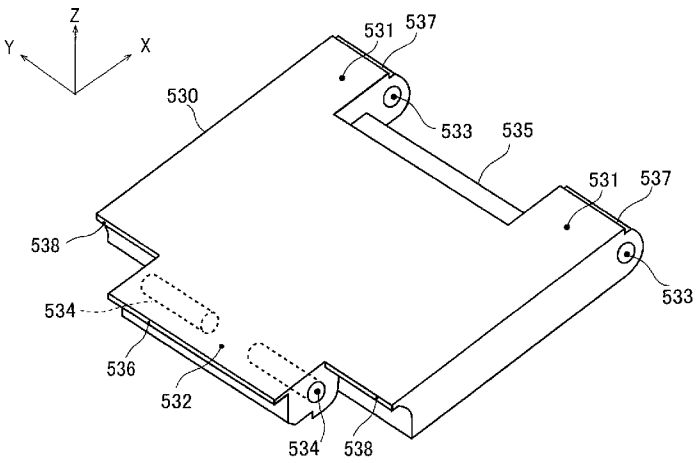
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) **Title**: LINEAR EXTENSION-RETRACTION MECHANISM

(54) 発明の名称 : 直動伸縮機構

図9



(57) **Abstract**: The present invention joins two types of connecting piece rows that constitute a linear extension-retraction mechanism to enhance the stiffness of the rigid state thereof and achieves smooth deploying and retracting of the connecting piece rows. The linear extension-retraction mechanism is provided with a plurality of first connecting pieces (53) that are flexibly connected together and a plurality of second connecting pieces (54) that are flexibly connected together. The first and second connecting pieces become rigid in a linear fashion when joined together and return to a bent state when separated. The first connecting pieces are each provided with a main body (530). A pair of shaft receiving sections (531) are provided to both sides of the front of the main body. A single shaft receiving section (532) is provided to the center of the rear of the main body. In order to limit bending toward the top surface side from a position in which the connected first connecting pieces are in linear alignment, a protruding section (536) that protrudes rearward is provided to the rear shaft receiving section of the main body, and a receiving section (535) that receives the protruding section is provided between the pair of front shaft receiving sections of the main body.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2017/043582 A1

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

直動伸縮機構を構成する２種類の連結コマ列を接合してその硬直状態の剛性を高め、連結コマ列の平滑な送り出しと引き戻しの動作を実現すること。　直動伸縮機構は屈曲可能に連結された複数の第１連結コマ（５３）と、屈曲可能に連結された複数の第２連結コマ（５４）とを有する。第 1、第２連結コマは互いに接合されたとき直線的に硬直し、分離されたとき屈曲状態に復帰する。第１連結コマは本体部（５３０）を有する。本体部の前方両側には一対の軸受け部（５３１）が設けられ、本体部の後方中央には単一の軸受け部（５３２）が設けられる。連結された第１連結コマが直線的に並んだ姿勢から表面側への屈曲を制限するために、本体部の後方の軸受け部には後方に突出した突起部（５３６）が設けられ、本体部の前方の一対の軸受け部の間には突起部を受ける受け部（５３５）が設けられる。

明　細　書

発明の名称 ： 直動伸縮機構

技術分野

[0001] 本発明の実施形態は直動伸縮機構に関する。

背景技術

[0002] 従来より多関節ロボットアーム機構が産業用ロボットなどさまざまな分野で用いられている。このような多関節ロボットアーム機構には、例えば、直動伸縮関節が組み合わされて装備されている。直動伸縮関節を構成するアーム部は、例えば、同一形状を有する複数のコマを列状に連結した２種類の連結コマ列の接合で構成される。２種類の連結コマ列を接合することで硬直状態が形成され一定の剛性を有する柱状体が構成される。直動伸縮関節のモータが順回転すると柱状体となったアーム部が射出部から送り出され、逆回転するとアーム部は引き戻される。射出部の後方では連結コマ列の接合状態は解除され、硬直状態から屈曲状態に回復し、その状態で本体内部に収容される。

[0003] この直動伸縮関節の多関節ロボットアーム機構への採用は肘関節部を不要とし、容易に特異点を解消することができるので今後非常に有益な構造である。

[0004] 直動伸縮関節で重要なのは２種類の連結コマ列を接合してその硬直状態の剛性を高めること、それとともに連結コマ列の平滑な前後への送り出しと引き戻しの動作を実現することである。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 目的は、直動伸縮機構を構成する２種類の連結コマ列を接合してその硬直状態の剛性を高めること、それとともに連結コマ列の平滑な送り出しと引き戻しの動作を実現することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本実施形態に係る直動伸縮機構は、屈曲可能に連結された平板形状の複数の第１連結コマと、底面側において屈曲可能に連結された溝形状の複数の第２連結コマとを有する。先頭の第２連結コマは先頭の第１連結コマと結合される。第1、第２連結コマは互いに接合されたとき直線的に硬直し、分離されたとき屈曲状態に復帰する。第１連結コマは平板形状の本体部を有する。本体部の前方両側には一対の軸受け部が設けられる。本体部の後方中央には単一の軸受け部が設けられる。前方の一対の軸受け部と後方の軸受け部とは軸支される。連結された第１連結コマが直線的に並んだ姿勢から表面側への屈曲を制限するために、後方の軸受け部には後方に突出した突起部が設けられ、前方の一対の軸受け部の間には突起部を受ける受け部が設けられる。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図１は、本実施形態に係る直動伸縮関節を備えたロボットアーム機構の外観斜視図である。

[図2]図２は、図１のロボットアーム機構の内部構造を断面方向から見た図である。

[図3]図３は、図１のロボットアーム機構の構成を図記号表現により示す図である。

[図4]図４は、図１のアーム部の側面図、上方平面図、下方平面図である。

[図5]図５は、図１の第１連結コマの側面図である。

[図6]図６は、図１の第１連結コマを後方下側から見た斜視図である。

[図7]図７は、図１の第１連結コマを前方下側から見た斜視図である。

[図8]図８は、図１の第１連結コマを前方上側から見た斜視図である。

[図9]図９は、図１の第１連結コマを後方上側から見た斜視図である。

[図10]図１０は、図１の第１連結コマ列の側面図である。

[図11]図１１は、図１０のＡ－Ａ断面図である。

[図12]図１２は、図１の第２連結コマの側面図である。

[図13]図１３は、図１の第２連結コマを後方上側から見た斜視図である。

[図14]図１４は、図１の第２連結コマを前方上側から見た斜視図である。

[図15]図１５は、図１の第１連結コマ列と射出部のローラとの位置関係を示す側面図である。

[図16]図１６は、図１の第２連結コマに対する第１連結コマの長さを示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0008] 以下、図面を参照しながら本実施形態に係る直動伸縮機構を説明する。なお、本実施形態に係る直動伸縮機構は、単独の機構（関節）として使用することができる。以下の説明では、複数の関節部のうち一の関節部が本実施形態に係る直動伸縮機構で構成されたロボットアーム機構を例に説明する。以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

[0009] 図１は、本実施形態に係るロボットアーム機構の外観斜視図である。ロボットアーム機構は、複数、ここでは６つの関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３，Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６を有する。複数の関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３，Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６は基台１から順番に配設される。各関節部の間は、リンクにより接続される。一般的に、第１、第２、第３関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３は根元３軸と呼ばれ、第４、第５、第６関節部Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６はハンド装置の姿勢を変化させる手首３軸と呼ばれる。手首部は、手首３軸を構成する第４、第５、第６関節部Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６とこれら関節部の間を接続するリンクとを有する。根元３軸を構成する関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３の少なくとも一つは直動伸縮関節である。ここでは第３関節部Ｊ３が直動伸縮関節部、特に伸縮距離の比較的長い関節部として構成される。アーム部５は直動伸縮関節部Ｊ３（第３関節部Ｊ３）の伸縮部分を表している。

[0010] 第１関節部Ｊ１は基台１の接地面に対して垂直に支持される第１回転軸ＲＡ１を中心としたねじり関節である。第２関節部Ｊ２は第１回転軸ＲＡ１に対して垂直に配置される第２回転軸ＲＡ２を中心とした曲げ関節である。第３関節部Ｊ３は第２回転軸ＲＡ２に対して垂直に配置される第３軸（移動軸）ＲＡ３を中心として直線的にアーム部５が伸縮する関節である。

[0011] 第４関節部Ｊ４は第３移動軸ＲＡ３と略一致する第４回転軸ＲＡ４を中心としたねじり関節である。第５関節部Ｊ５は第４回転軸ＲＡ４に対して垂直に配置される第５回転軸ＲＡ５を中心とした曲げ関節である。第６関節部Ｊ６は第４回転軸ＲＡ４と第５回転軸ＲＡ５とに対して垂直に配置される第６回転軸ＲＡ６を中心とした曲げ関節である。

[0012] 基台１から順番に第１、第２、第３関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３が配設される。基台１と第１関節部Ｊ１との間にはリンクとしての本体フレーム２が、第１関節部Ｊ１と第２関節部Ｊ２との間にはリンクとしての回転フレーム３が、第２関節部Ｊ２と第３関節部Ｊ３との間にはリンクとしての起伏フレーム４がそれぞれ介在される。

[0013] 具体的には、基台１には本体フレーム２の一端が接続される。本体フレーム２の他端は第１関節部Ｊ１の固定部に接続される。第１関節部Ｊ１の固定部には、第１関節部Ｊ１の可動部が回転軸ＲＡ１を中心に回転自在に取り付けられる。第１関節部Ｊ１の可動部には、回転フレーム３の一端が接続される。第１関節部Ｊ１が回転するとき、第１関節部Ｊ１の固定部に対して可動部が回転軸ＲＡ１を中心に回転する。これにより可動部に接続された回転フレーム３はそれよりも前方部分とともに回転軸ＲＡ１を中心に回動、つまり左右に旋回動作する。なお、第１関節部Ｊ１の固定部は基台に固定されてもよい。この場合、第１関節部Ｊ１の可動部に本体フレーム２の他端と回転フレーム３の一端とが接続される。第１関節部Ｊ１の回転するとき、可動部に接続された本体フレーム２は回転軸ＲＡ１を中心に回転し、回転フレーム３はそれよりも前方部分とともに回転軸ＲＡ１を中心に旋回する。

[0014] 回転フレーム３の他端には第２関節部Ｊ２の固定部が接続される。第２関節部Ｊ２の固定部に対して、第２関節部Ｊ２の可動部が回転軸ＲＡ２を中心に回転自在に取り付けられる。第２関節部Ｊ２の可動部には、起伏フレーム４の一端が接続される。第２関節部Ｊ２が回転するとき、第２関節部Ｊ２の固定部に対して可動部が回転軸ＲＡ２を中心に回転する。これにより可動部に接続された起伏フレーム４はそれよりも前方部分とともに回転軸ＲＡ２を

中心に垂直方向に起伏する。

[0015] 起伏フレーム４の他端には第３関節部Ｊ３の固定部（射出部５８）が接続される。第３関節部Ｊ３の固定部には、第３関節部Ｊ３の可動部（アーム部５）が移動軸ＲＡ３に沿って伸縮自在に取り付けられている。第３関節部Ｊ３の可動部には手首部が取り付けられる。第３関節部Ｊ３が伸縮するとき、第３関節部Ｊ３の固定部に対して可動部（アーム部５）が伸縮する。これにより、可動部に接続された手首部は移動軸ＲＡ３に沿って直線的に移動する。

[0016] 手首部において、第３関節部Ｊ３の可動部から順番に、第４、第５、第６関節部Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６が配設される。第３関節部Ｊ３と第４関節部Ｊ４との間にはリンクとしてのフレーム６が、第４関節部Ｊ４と第５関節部Ｊ５との間にはリンクとしてのフレーム７が、第５関節部Ｊ５と第６関節部Ｊ６との間にはリンクとしてのフレーム８がそれぞれ介在される。

[0017] 具体的には、フレーム６の一端は第３関節部Ｊ３の可動部（アーム部５）に接続される。フレーム６の他端には第４関節部Ｊ４の固定部が接続される。第４関節部Ｊ４の固定部に対して、第４関節部Ｊ４の可動部が回転軸ＲＡ４を中心に回転自在に取り付けられる。第４関節部Ｊ４の可動部には、フレーム７の一端が接続される。第４関節部Ｊ４が回転するとき、第４関節部Ｊ４の固定部に対して可動部が回転軸ＲＡ４を中心に回転する。これにより可動部に接続されたフレーム７はそれよりも前方部分とともに回転軸ＲＡ４を中心に回転する。

[0018] フレーム７の他端には第５関節部Ｊ５の固定部が接続される。第５関節部Ｊ５の固定部に対して、第５関節部Ｊ５の可動部が回転軸ＲＡ５を中心に回転自在に取り付けられる。第５関節部Ｊ５の可動部には、フレーム８の一端が接続される。第５関節部Ｊ５が回転するとき、第５関節部Ｊ５の固定部に対して可動部が回転軸ＲＡ５を中心に回転する。これにより可動部に接続されたフレーム８はそれよりも前方部分とともに回転軸ＲＡ５を中心に垂直方向に起伏する。

[0019] フレーム８の他端には第６関節部Ｊ６の固定部が接続される。第６関節部Ｊ６の固定部に対して、第６関節部Ｊ６の可動部が回転軸ＲＡ６を中心に回転自在に取り付けられる。第６関節部Ｊ６の可動部には、ハンド装置を取り付けるためのアダプタが設けられている。第６関節部Ｊ６が回転するとき、第６関節部Ｊ６の固定部に対して可動部が回転軸ＲＡ６を中心に回転する。これにより可動部のアダプタに取り付けられたハンド装置が回転軸ＲＡ６を中心に旋回する。

[0020] 上記の通り手首部の第６関節部Ｊ６の可動部に設けられたアダプタに取り付けられたハンド装置は、第１、第２、第３関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３により任意位置に移動され、第４、第５、第６関節部Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６により任意姿勢に配置される。特に第３関節部Ｊ３のアーム部５の伸縮距離の長さは、基台１の近接位置から遠隔位置までの広範囲の対象にハンド装置を到達させることを可能にする。第３関節部Ｊ３はそれを構成する直動伸縮機構により実現される直線的な伸縮動作とその伸縮距離の長さとが特徴的である。

[0021] 根元３軸を構成する第１、第２、第３関節部Ｊ１，Ｊ２，Ｊ３は複数のカバー１２，１３，１４により覆われる。本体カバー１２は円筒形状に成形される。本体カバー１２は、その円筒の中心軸が回転軸ＲＡ１に一致するように、一端が基台１に固定され他端が第１関節部Ｊ１の固定部に固定される。これにより、基台１から第１関節部Ｊ１の固定部にかけて配設されている機構（本体フレーム２）が本体カバー１２により覆われる。

[0022] 回転カバー１３は、楕円蓋状に成形される。回転カバー１３は、その一端が第１関節部Ｊ１の可動部に固定され、第２関節部Ｊ２の固定部に固定される。これにより、回転カバー１３は、第１関節部Ｊ１の可動部から第２関節部Ｊ２の固定部にかけて配設されている機構が回転カバー１３により覆われる。

[0023] 起伏カバー１４は、入れ子構造に構成された４つのカバー２１，２２，２３，２４からなる。４つのカバー２１，２２，２３，２４のうち後方のカバー２４は、その後方部分が本体カバー１２と連続する円筒形状に成形され、

前方部分が鞍形形状に成形されている。前方のカバー２１は、その前方部分が円筒形状に成形され、後方部分が鞍形形状に成形されている。カバー２２，２３各々は鞍形形状に成形されている。後方カバー２４は、その後端が第１関節部Ｊ１の可動部に固定されている。カバー２１，２２，２３は、第２関節部Ｊ２をその回転軸ＲＡ２に垂直な側方から跨いだ状態で第２関節部Ｊ２の可動部に装着される。アーム部５が下向きになるよう第２関節部Ｊ２が回転するとき、第２関節部Ｊ２の可動部に従動して起伏カバー１４のカバー２４からカバー２１，２２，２３が順番に引き出される。アーム部５が上向きになるよう第２関節部Ｊ２が回転するとき、第２関節部Ｊ２の可動部に従動してカバー１４のカバー２４にカバー２３，２２，２１が順番に収納される。これにより、第２関節部Ｊ２の可動部から第３関節部Ｊ３の固定部までに配設されている機構（起伏フレーム４）とともに、第１関節部Ｊ１の可動部から第３関節部Ｊ３の固定部までの、アーム部５の搬送経路が起伏カバー１４により覆われる。

[0024] 起伏カバー１４は、本体カバー１２とともに連続する中空構造を形成する。この中空部分には、アーム部５の後方部分が収納される。アーム部５が伸長するとき、アーム部５は起伏カバー１４の先端の開口から外に向かって送り出される。アーム部５が収縮するとき、アーム部５は起伏カバー１４の先端の開口から内に向かって引き戻され、中空部分に収納される。

[0025] 手首３軸を構成する第４、第５、第６関節部Ｊ４，Ｊ５，Ｊ６はそれぞれカバー１６，１７，１８により覆われる。カバー１６は、一端に開口を有する箱形状に成形されている。カバー１６は、開口が後方に向くように第４関節部Ｊ４の可動部又はフレーム７に固定される。これにより、第４関節部Ｊ４とその前後のリンク（フレーム６，７）と第５関節部Ｊ５の固定部とがカバー１６によりを覆われる。第５関節部Ｊ５を覆うカバー１７と第６関節部Ｊ６を覆うカバー１８とは結合されている。カバー１７は、円蓋状に成形される。カバー１８は、円筒形状に成形される。カバー１７からカバー１８にかけて、フレーム８の形状にあわせたカバーが連続している。これらカバー

１７，１８は第５関節部Ｊ５の可動部に対して固定される。これにより、第５関節部Ｊ５の可動部とフレーム８と第６関節部Ｊ６とは、カバー１７、１８により覆われる。

[0026] 図２は、図１のロボットアーム機構の内部構造を示す斜視図である。直動伸縮機構はアーム部５と射出部５８とを有する。アーム部５は第１連結コマ列５１と第２連結コマ列５２とを有する。第１連結コマ列５１は列状に連結された複数の第１連結コマ５３からなる。第１連結コマ５３は略平板形に構成される。前後の第１連結コマ５３は、互いの端部箇所においてシャフトにより列状に連結される。第１連結コマ列５１は内側に屈曲自在に、外側に屈曲不可に構成される。第２連結コマ列５２は列状に連結された複数の第２連結コマ５４からなる。例えば、第２連結コマ５４は横断面Ｕ字形状の溝状体に構成される。前後の第２連結コマ５４は、互いの底面端部箇所においてシャフトにより列状に連結される。第２連結コマ列５２は内側に屈曲自在に、外側に屈曲不可に構成される。第１、第２連結コマ５３、５４の構造については後述する。第１連結コマ列５１のうち先頭の第１連結コマ５３と、第２連結コマ列５２のうち先頭の第２連結コマ５４とは結合コマ５５により接続される。例えば、結合コマ５５は第２連結コマ５４と第１連結コマ５３とを合成した形状を有している。

[0027] 射出部５８は、第１、第２連結コマ列５１，５２を接合して柱状体を構成するとともに、その柱状体を上下左右に支持する。射出部５８は、複数のローラ５９が角筒形状のフレーム６０に支持されてなる。複数のローラ５９は、フレーム６０により、アーム部５を挟んで上下左右に分散されている。例えば、アーム部５を上方から支持する複数のローラ５９はアーム部５を下方から支持する複数のローラ５９からアーム部５の厚みと略等価又はアーム部５の厚みよりも若干短い距離を隔てられている。アーム部５を上方から支持する複数のローラ５９は、第１連結コマ５３の長さと略等価な間隔を隔ててアーム中心軸に沿って配列される。同様に、アーム部５を下面から支持する複数のローラ５９は第２連結コマ５４の長さと略等価な間隔を隔ててアーム

中心軸に沿って配列される。射出部５８の後方には、ガイドローラ５７とドライブギア５６とが第１連結コマ列５１を挟んで対向するように設けられる。ドライブギア５６は減速器を介してステッピングモータ（図示しない）に接続される。第１連結コマ５３の背面には連結方向に沿ってリニアギア５００が形成されている。複数の第１連結コマ５３が直線状に整列されたときに隣合うリニアギア５００は直線状につながって、長いリニアギアを構成する。ドライブギア５６は、直線状のリニアギアにかみ合わされる。直線状につながったリニアギアはドライブギア５６とともにラックアンドピニオン機構を構成する。

[0028] アーム部５が伸長するとき、ドライブギア５６が順回転し、第１連結コマ列５１はガイドローラ５７により、アーム中心軸と平行な姿勢となって、射出部５８の内部に誘導される。第１連結コマ列５１の移動に伴い、第２連結コマ列５２は射出部５８の後方に配置されたガイドレール（図示しない）により射出部５８に誘導される。射出部５８に誘導された第１、第２連結コマ列５１，５２は、上下に配設された複数のローラ５９により互いに押圧（狭圧）される。これにより、第２連結コマ列５２に第１連結コマ列５１が接合し、第１、第２連結コマ列５１，５２は柱状の棒体（以下、柱状体又はアーム部５という）を構成する。第１、第２連結コマ列５１，５２の接合による柱状体が射出部５８により堅持されることで、第１、第２連結コマ列５１，５２の接合状態が維持される。第１、第２連結コマ列５１，５２の接合状態が維持されているとき、第１、第２連結コマ列５１，５２の屈曲は互いに拘束される。それにより第１、第２連結コマ列５１，５２の接合による柱状体は、一定の剛性を備える。この柱状体は第２連結コマ５４が第１連結コマ５３とともに全体として様々な断面形状の筒状体に構成される。筒状体とは上下左右が天板、底板及び両側板で囲まれ、前端部と後端部とが開放された形状として定義される。第１、第２連結コマ列５１，５２の接合による柱状体は、結合コマ５５が始端となって、第３移動軸ＲＡ３に沿って直線的に起伏カバー１４の開口から外に向かって送り出される。

[0029] アーム部５が収縮するとき、ドライブギア５６が逆回転し、ドライブギア５６と係合している第１連結コマ列５１が本体カバー１２と起伏カバー１４とにより形成された中空部分に引き戻される。第１連結コマ列５１の移動に伴って、柱状体が起伏カバー１４の開口から内に向かって引き戻される。引き戻された柱状体は射出部５８後方で分離される。例えば、柱状体を構成する第１連結コマ列５１はガイドローラ５７とドライブギア５６とにより水平姿勢を維持し、柱状体を構成する第２連結コマ列５２は重力により下方に引かれ、それにより第２連結コマ列５２と第１連結コマ列５１とは互いに離反される。離反された第１、第２連結コマ列５１，５２はそれぞれ屈曲可能な状態に復帰する。屈曲可能な状態に復帰した第１、第２連結コマ列５１，５２は、ともに同じ方向（内側）に屈曲しながら、本体カバー１２の内部の収納部に収納される。このとき、第１連結コマ列５１は第２連結コマ列５２に略平行な状態で収納される。

[0030] 図３は、図１のロボットアーム機構を図記号表現により示す図である。ロボットアーム機構において、根元３軸を構成する第１関節部Ｊ１と第２関節部Ｊ２と第３関節部Ｊ３とにより３つの位置自由度が実現される。また、手首３軸を構成する第４関節部Ｊ４と第５関節部Ｊ５と第６関節部Ｊ６とにより３つの姿勢自由度が実現される。

[0031] ロボット座標系Σbは第1関節部Ｊ１の第１回転軸ＲＡ１上の任意位置を原点とした座標系である。ロボット座標系Σｂにおいて、直交３軸（Ｘｂ、Ｙｂ，Ｚｂ）が規定されている。Ｚｂ軸は第１回転軸ＲＡ１に平行な軸である。Ｘｂ軸とＹｂ軸とは互いに直交し、且つＺb軸に直交する軸である。手先座標系Σｈは、手首部に取り付けられたハンド装置の任意位置（手先基準点）を原点とした座標系である。例えば、ハンド装置が２指ハンドのとき、手先基準点（以下、単に手先という。）の位置は２指先間中央位置に規定される。手先座標系Σｈにおいて、直交３軸（Ｘｈ、Ｙｈ，Ｚｈ）が規定されている。Ｘｈ軸は第６回転軸ＲＡ６に平行な軸である。Ｘｈ軸は、手先の前後軸として与えられる。Ｙｈ軸とＺｈ軸とは互いに直交し、且つＸｈ軸に直交す

る軸である。Ｙｈ軸は、手先の左右軸として与えられる。手先姿勢とは、手先座標系Σhのロボット座標系Σｂに対する直交３軸各々周りの回転角（Ｘｈ軸周りの回転角（ヨー角）αh、Ｙｈ軸周りの回転角（ピッチ角）βh、Ｚｈ軸周りの回転角（ロール角）γhとして与えられる。

[0032] 接地面ＢＰ上に基台１が設置されている。基台１に対して本体フレーム２の後端部分が垂直に設けられている。本体フレーム２の先端部分には第１関節部Ｊ１の固定部が取り付けられている。第１関節部Ｊ１は、回転軸ＲＡ１を中心としたねじり関節として構成されている。回転軸ＲＡ１は基台１が設置される接地面ＢＰに垂直に配置される。

[0033] 第１関節部Ｊ１の可動部には、第１関節部Ｊ１と第２関節部Ｊ２との間を接続するリンクとしての回転フレーム３の後端部分が取り付けられている。回転フレーム３の先端部分には、第２関節部Ｊ２の固定部が取り付けられている。第２関節部Ｊ２は回転軸ＲＡ２を中心とした曲げ関節として構成される。回転軸ＲＡ２は、第１関節部Ｊ１の回転軸ＲＡ１に対して垂直な向きに設けられる。さらに第２関節部Ｊ２は、第１関節部Ｊ１に対して、回転軸ＲＡ１の方向（Ｚb軸方向）と回転軸ＲＡ１に垂直な方向との２方向に関してオフセットされる。第２関節部Ｊ２が第１関節部Ｊ１に対して上記２方向にオフセットされるように、回転フレーム３が構成されている。

[0034] 第２関節部Ｊ２の可動部には、第２関節部Ｊ２と第３関節部Ｊ３との間を接続するリンクとしての起伏フレーム４の後端部分が取り付けられている。起伏フレーム４の先端部分には第３関節部Ｊ３の固定部が取り付けられている。この第３関節部Ｊ３の固定部は後述の射出部５８を構成する。この射出部５８に対して、第３関節部Ｊ３の可動部としてのアーム部５が伸縮自在に設けられている。第３関節部Ｊ３は移動軸ＲＡ３を中心とした直動伸縮関節として構成される。移動軸ＲＡ３は回転軸ＲＡ２に対して垂直な向きに設けられる。第２関節部Ｊ２の回転角がゼロ度、つまりアーム部５の起伏角がゼロ度であってアーム部５が水平な基準姿勢においては、第３関節部Ｊ３の移動軸ＲＡ３は、第２関節部Ｊ２の回転軸ＲＡ２とともに第１関節部Ｊ１の回

転軸ＲＡ１にも垂直な方向に設けられる。ロボット座標系Σｂ上では、移動軸ＲＡ３はＹb軸及びＺb軸に対して垂直なＸb軸に平行に設けられる。さらに、第３関節部Ｊ３は、第２関節部Ｊ２に対してその移動軸ＲＡ３の方向（Ｘb軸方向）と、移動軸ＲＡ３と第２関節部Ｊ２の回転軸ＲＡ２とに直交するＺb軸の方向との２方向に関してオフセットされる。第３関節部Ｊ３が第２関節部Ｊ２に対して上記２方向にオフセットされるように、起伏フレーム４が構成されている。

[0035] 第３関節部Ｊ３の可動部（アーム部５）には、第２関節部Ｊ２と第３関節部Ｊ３との間を接続するリンクとしてのフレーム６の後端部分が取り付けられている。フレーム６の先端部分には第４関節部Ｊ４の固定部が取り付けられている。第４関節部Ｊ４は回転軸ＲＡ４を中心としたねじり関節として構成される。回転軸ＲＡ４は第３関節部Ｊ３の移動軸ＲＡ３に略一致するよう配置される。

[0036] 第４関節部Ｊ４の可動部には、第４関節部Ｊ４と第５関節部Ｊ５との間を接続するリンクとしてのフレーム７の後端部分が取り付けられている。フレーム７の先端部分には、第５関節部Ｊ５の固定部が取り付けられている。第５関節部Ｊ５は回転軸ＲＡ５を中心とした曲げ関節として構成される。回転軸ＲＡ５は第３関節部Ｊ３の移動軸ＲＡ３及び第４関節部Ｊ４の回転軸ＲＡ４に略直交するよう配置される。

[0037] 第５関節部Ｊ５の可動部には、第５関節部Ｊ５と第６関節部Ｊ６との間を接続するリンクとしてのフレーム８の後端部分が取り付けられている。フレーム８の先端部分には、第６関節部Ｊ６の固定部が取り付けられている。第６関節部Ｊ６は回転軸ＲＡ６を中心としたねじり関節として構成される。回転軸ＲＡ６は第４関節部Ｊ４の回転軸ＲＡ４及び第５関節部Ｊ５の回転軸ＲＡ５に略直交するよう配置される。第６関節部Ｊ６の可動部はアダプタを有し、このアダプタに対して手先効果器としてのハンド装置が取り付けられる。第６関節部Ｊ６は手先効果器としてのハンド装置を左右に旋回するために設けられている。なお、第６関節部Ｊ６は、その回転軸ＲＡ６が第４関節部

Ｊ４の回転軸ＲＡ４及び第５関節部Ｊ５の回転軸ＲＡ５に略直交する曲げ関節として構成されてもよい。

[0038] このように複数の関節部Ｊ１－Ｊ６の根元３軸のうちの一つの曲げ関節部を直動伸縮関節部に換装し、第１関節部Ｊ１に対して第２関節部Ｊ２を２方向にオフセットさせ、第２関節部Ｊ２に対して第３関節部Ｊ３を２方向にオフセットさせることにより、本実施形態に係るロボット装置のロボットアーム機構は、特異点姿勢を構造上解消している。

[0039] 図４は、図１のアーム部５の側面図、上方平面図、下方平面図である。図４(a)は、図１のアーム部５を示す側面図である。図４(b)は、図４(a)のＡ矢視図（上方平面図）である。図４(c)は、図４(a)のＢ矢視図（下方平面図）である。図４(b)に示すように、第１連結コマ列５１は複数の第１連結コマ５３が列状に連結されてなる。第１連結コマ５３は、その前方部分が凹形状、後方部分が凸形状の略平板に成形されている。前後の第１連結コマ５３において、前方の第１連結コマ５３の後方の凸部分が後方の第１連結コマ５３の先端の凹部分に嵌め込まれ、シャフトにより連結される。同様に、第２連結コマ列５２は複数の第２連結コマ５４が列状に連結されてなる。第２連結コマ５４は、横断面略Ｕ字形状の溝状体に成形されている。第２連結コマ５４は、その前方部分が凹形状、後方部分が凸形状に成形されている。前後の第２連結コマ５４において、前方の第２連結コマ５４の後方の凸部分が後方の第２連結コマ５４の先端の凹部分に嵌め込まれ、シャフトにより連結される。以下、第１、第２連結コマ５３、５４の構造について説明する。

[0040] 図５は、図１の第１連結コマ５３の側面図である。図６は、図１の第１連結コマ５３を後方下側から見た斜視図である。図７は、図１の第１連結コマ５３を前方下側から見た斜視図である。図８は、図１の第１連結コマ５３を前方上側から見た斜視図である。図９は、図１の第１連結コマ５３を後方上側から見た斜視図である。図１０は、図１の第１連結コマ列５１の側面図である。図１１は、図１０のＡ－Ａ断面図である。

[0041] 第１連結コマ５３は、その前方部分が凹形状、後方部分が凸形状の略平板

に成形されている。具体的には、第１連結コマ５３は、平面矩形に成形された本体部５３０を有する。本体部５３０の前方両側に一対の軸受ブロック（以下、前方の軸受ブロックという。）５３１が設けられる。本体部５３０の後方中央に単一の軸受ブロック（以下、後方の軸受ブロックという。）５３２が設けられる。これら軸受ブロック５３１，５３２の表面は、本体部５３０の表面とともに単一の平坦面を構成する。

[0042] 本体部５３０の前方両側の一対の軸受ブロック５３１は互いに後方の軸受ブロック５３２の幅に略等価な距離を隔てられる。前方の軸受ブロック５３１は、後方の軸受ブロック５３２の幅方向の一端から第１連結コマ５３の幅方向の一端までの距離と略等価な幅を有する。例えば、後方の軸受ブロック５３２は第１連結コマ５３の幅の１／２の幅を有し、前方の軸受ブロック５３１は第１連結コマ５３の幅の１／４の幅を有する。これにより、前後の第１連結コマ５３において、後方の第１連結コマ５３の前方両側の一対の軸受ブロック５３１の間に、前方の第１連結コマ５３の後方中央の単一の軸受ブロック５３２を差し込むことができる。後方の第１連結コマ５３の前方両側の一対の軸受ブロック５３１の間に、前方の第１連結コマ５３の後方中央の軸受ブロック５３２が差し込まれた状態で、前後の第１連結コマ５３各々の側面は単一の平坦面を構成する。

[0043] 第１連結コマ５３は、前後の第１連結コマ５３を互いに回転可能に連結するための構造を有する。具体的には、前方の一対の軸受ブロック５３１には、第１連結コマ５３の幅方向と平行に貫通した一対の軸孔５３３がそれぞれ空けられている。後方の軸受ブロック５３２には、第１連結コマ５３の幅方向と平行に一対の軸孔５３４が空けられている。一対の軸孔５３４のうち一方は軸受ブロック５３２の幅方向の一端から他端に向かって空けられ、他方は軸受ブロック５３２の幅方向の他端から一端に向かって空けられている。一対の軸孔５３４各々は、軸受ブロック５３２の幅の１／２未満の深さを有する。これにより、後方の第１連結コマ５３の前方両側の一対の軸受ブロック５３１の間に、前方の第１連結コマ５３の後方中央の軸受ブロック５３２

が差し込まれた状態で、後方の第１連結コマ５３の前方の一対の軸孔５３３と前方の第１連結コマ５３の後方の一対の軸孔５３４とがそれぞれ連続的につながり、一対の挿入孔が構成される。一対の挿入孔各々にシャフトが挿入され、前後の第１連結コマ５３は連結される。このようにして、複数の第１連結コマ５３は列状に連結され、第１連結コマ列５１を構成する。前後の第１連結コマ５３はシャフトを中心に互いに回転することができ、これにより第１連結コマ列５１は屈曲することができる。

[0044] 第１連結コマ５３は、第１連結コマ列５１が直線状に配列された状態からそれ以上外側（コマ表面側）に屈曲しないための構造を有する。第１連結コマ５３の後端部分に突出部が形成され、先端部分に突出部を受ける受け部が形成される。

[0045] 具体的には、第１連結コマ５３の後方の軸受ブロック５３２の後端上面に、後方に向かって突出する突出部５３６が形成される。第１連結コマ５３の本体部５３０の後端両側の上面に、後方に向かって突出する一対の突出部５３８が形成される。

[0046] 第１連結コマ５３の本体部５３０の先端上面に、後方の軸受ブロック５３２の後端の突出部５３６を受ける受け部５３５が形成されている。この受け部５３５は、本体部５３０の表面から窪んだ形状に形成される。この窪みは、突出部５３６の厚みに略等価な深さに、本体部５３０の先端中央の一対の軸受ブロック５３１の間の全面にわたって形成される。同様に、第１連結コマ５３の前方の一対の軸受ブロック５３１の先端上面に、本体部５３０の後端上面の一対の突出部５３８を受ける一対の受け部５３７がそれぞれ形成される。この一対の受け部５３７各々は、軸受ブロック５３１の表面から窪んだ形状に形成される。この窪みの深さは、突出部５３８の厚みに同一である。

[0047] 図１０に示すように、前後の第１連結コマ５３が内側に屈曲された状態から直線状に整列されたとき、後方の第１連結コマ５３の先端に形成された受け部５３５，５３７に前方の第１連結コマ５３の後端に形成された突出部５

３６，５３８がそれぞれ嵌め込まれる。後方の第１連結コマ５３の受け部５３５，５３７に前方の第１連結コマ５３の突出部５３６，５３８がそれぞれ嵌め込まれた状態で、第１連結コマ５３の突出部５３６，５３８の表面は、その後方の第１連結コマ５３の受け部５３５，５３７の表面とともに単一の平坦面を構成する。これにより、直線状に配列された第１連結コマ列５１は、その表面が平坦に構成される。また、第１連結コマ列５１が直線状に配列されたとき、第１連結コマ５３の突出部５３６，５３８により、その後方の第１連結コマ５３の受け部５３５，５３７がそれぞれ上方から抑えられる。これにより、後方の第１連結コマ５３は前方の第１連結コマ５３に対して、直線状に整列された状態からそれ以上外側に屈曲できない。

[0048] 図６、図７に示すように、第１連結コマ５３の背面には、ドライブギア５６とともにラックアンドピニオン機構を構成するリニアギア５００が形成されている。リニアギア５００は、第１連結コマ５３の背面の幅中央に長さ（連結）方向に沿って形成されている。また、第１連結コマ５３の背面には、第２連結コマ列５２に対して第１連結コマ列５１を接合するためのピンホールブロック５３９が形成されている。ピンホールブロック５３９は、第１連結コマ５３の背面の両側中央にそれぞれ設けられている。ピンホールブロック５３９は、縦断面台形状を有し、その厚み中央には第１連結コマ５３の長さ方向と平行にロックピンホールが空けられている。

[0049] 図１１(a)は、図１０の第１連結コマ列５１のＡ－Ａ断面図である。図１１(a)は、前後の第１連結コマ５３の連結構造を示す。第１連結コマ５３の前方の軸受ブロック５３１の軸孔５３３の内壁には軸受５３３１が設けられている。この軸受５３３１には、玉軸受、ころ軸受等の転がり軸受が適用される。なお、潤滑油を必要とする合金のすべり軸受、二硫化モリブデン等を主体とする固体潤滑剤を金属又は樹脂等に混入し、分散させることで、自己潤滑性を与えたすべり軸受等を適用してもよい。後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４は、軸受５３３１の径と略等価な径を有し、その先端部分の内壁にはネジ切り加工が施され雌ネジ５３４１が形成されている。シャフト５０１

は軸受５３３１の内径に略等価な径を有する円柱状体に成形されている。シャフト５０１は、その長さが第１連結コマ５３の一端から後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４の先端までの距離と略等価な長さに形成される。シャフト５０１の先端部分には、雄ネジ５０１１が形成される。この雄ネジ５０１１は、後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４の先端部分と同じピッチ、溝数のねじ切り加工により形成される。

[0050] 後方の第１連結コマ５３の前方両側の軸受ブロック５３１の間に、前方の第１連結コマ５３の後方中央の軸受ブロック５３２が差し込まれた状態で、後方の第１連結コマ５３の前方の一対の軸受ブロック５３１の軸孔５３３と前方の第１連結コマ５３の後方の軸受ブロック５３２の一対の軸孔５３４とが連続的につながり、一対の挿入孔が構成される。一対の挿入孔にはそれぞれシャフト５０１が挿入される。挿入孔に挿入されたシャフト５０１は、その先端の雄ネジ５０１１が軸孔５３４の雌ネジ５３４１に締結されることで、後方の軸受ブロック５３２に対して固定される。挿入孔に挿入されたシャフト５０１により、前方の軸受ブロック５３１の軸孔５３３の軸受５３３１は軸支される。これにより、挿入孔からのシャフト５０１の脱落を防止し、前後の第１連結コマ５３は連結され、シャフト５０１を中心に互いに回転することができる。

[0051] 図１１(b)は、図１１(a)の前後の第１連結コマ５３の連結構造の他の例を示す断面図である。図１１(b)に示すように、第１連結コマ５３の後方の軸受ブロック５３２に空けられた軸孔５３４は第１連結コマ５３の幅方向に貫通していてもよい。この場合、後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４の内壁には、軸受５３３１と同一の軸受５３４３が設けられる。シャフト５０３は、第１連結コマ５３の幅と略等価な長さを有する。

[0052] 後方の第１連結コマ５３の前方両側の軸受ブロック５３１の間に、前方の第１連結コマ５３の後方中央の軸受ブロック５３２が差し込まれた状態で、後方の第１連結コマ５３の前方の軸受ブロック５３１の軸孔５３３と前方の第１連結コマ５３の後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４とが連続的につ

ながり、第１連結コマ５３の幅方向に貫通した挿入孔が構成される。シャフト５０３は、貫通した挿入孔の一方側から挿入され、挿入孔の他方側で留め輪により留められる。これにより挿入孔からのシャフト５０３の脱落を防止できる。挿入孔に挿入されたシャフト５０３により、前方の軸受ブロック５３１の軸孔５３３の軸受５３３１と後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４の軸受５３４３とは軸支される。これにより、前後の第１連結コマ５３は連結され、シャフト５０３を中心に互いに回転することができる。

[0053] 第２連結コマ列５２を構成する第２連結コマ５４の構造について図１２―図１４を参照して説明する。図１２は、図１の第２連結コマ５４の側面図である。図１３は、図１の第２連結コマ５４を後方上側から見た斜視図である。図１４は、図１の第２連結コマ５４を前方上側から見た斜視図である。

[0054] 第２連結コマ５４は、その前方部分が凹形状、後方部分が凸形状の溝状体に成形されている。具体的には、第２連結コマ５４は、断面Ｕ字形の溝状体に成形された本体部を有する。本体部は、同サイズ、同形状の一対の側板５４０が底板５４１により平行に連結されてなる。底板５４１の後方中央に軸受ブロック（以下、後方の軸受ブロックという。）５４３が設けられている。底板５４１の前方両側に軸受ブロック（以下、前方の軸受ブロックという。）５４２が設けられる。これら前方の軸受ブロック５４２は、後方の軸受ブロック５４３の幅に略等価な距離を隔てられている。前方の軸受ブロック５４２は、後方の軸受ブロック５４３の幅方向の一端から第２連結コマ５４の幅方向の一端までの距離と略等価な幅を有する。例えば、後方の軸受ブロック５４３は第２連結コマ５４の幅の１／２の幅を有し、前方の軸受ブロック５４２は第２連結コマ５４の幅の１／４の幅を有する。これにより、前後の第２連結コマ５４において、後方の第２連結コマ５４の前方両側の軸受ブロック５４２の間に、前方の第２連結コマ５４の後方中央の軸受ブロック５４３を差し込むことができる。

[0055] 第２連結コマ５４は、前後の第２連結コマ５４を互いに回転可能に連結するための構造を有する。この構造は、既述の第１連結コマ５３における構造

と同一である。すなわち、前方の軸受ブロック５４２には、その幅方向の一端から他端に向かって、第２連結コマ５４の幅方向と平行に貫通した軸孔５４４が空けられている。後方の軸受ブロック５４３には、他端から一端に向かって、第２連結コマ５４の幅方向と平行に軸孔５４５が空けられている。これら後方の軸受ブロック５４３の軸孔５４５は、軸受ブロック５４３の幅の１／２未満の深さを有する。これにより、後方の第２連結コマ５４の前方両側の軸受ブロック５４２の間に、前方の第２連結コマ５４の後方中央の軸受ブロック５４３が差し込まれた状態で、後方の第２連結コマ５４の前方の一対の軸孔５４４と前方の第２連結コマ５４の後方の一対の軸孔５４５とがそれぞれ連続的につながり、一対の挿入孔が構成される。一対の挿入孔各々にシャフトが挿入され、前後の第２連結コマ５４は連結される。このようにして、複数の第２連結コマ５４は列状に連結され、第２連結コマ列５２を構成する。前後の第２連結コマ５４はシャフトを中心に互いに回転自在に連結される。第２連結コマ５４の本体部は断面Ｕ字形状であり、前後の第２連結コマ５４の側板５４０同士が接触するため、第２連結コマ列５２は直線状に整列された状態から内側には屈曲可能であるが、外側には屈曲不可である。

[0056] 第２連結コマ５４は、第１連結コマ列５１を第２連結コマ列５２に対して固定するためのロック機構を有する。このロック機構は、チャックブロック５４８とロックピンブロック５４６とにより構成される。

[0057] ロックピンブロック５４６は、第２連結コマ５４の側板５４０の先端上方の裏面に形成されている。ロックピンブロック５４６は直方体形状を有し、その前方の面には前方に向かって突出したロックピン５４７が形成されている。このロックピン５４７は、第１連結コマ５３のピンホールブロック５３９のピンホールにあわせた形状を有する。第２連結コマ５４の側板５４０の後端上方の裏面には、チャックブロック５４８が形成されている。チャックブロック５４８は直方体形状を有し、その後方部分は前方から後方に向かって斜めの切欠かれている。前後の第２連結コマ５４が直線状に整列されると、前方の第２連結コマ５４のチャックブロック５４８の後方部分と後方の第

２連結コマ５４のロックピンブロック５４６の前方部分とは所定形状の嵌合受け部を形成する。

[0058] 第１、第２連結コマ列５１、５２が直線状に整列され、第２連結コマ列５２に対して第１連結コマ列５１が押圧される際に、第１連結コマ５３のピンホールブロック５３９は、そのピンホールに第２連結コマ５４のロックピンブロック５４６のロックピン５４７が挿入されながら、前後の第２連結コマ５４により形成された嵌合受け部に嵌合される。これにより、第１連結コマ列５１は第２連結コマ列５２に対してロックされる。このロック状態は、第１連結コマ５３のピンホールブロック５３９が前後の第２連結コマ５４に形成された嵌合受け部に嵌め込まれることにより維持される。上述のように接合された第１、第２連結コマ列５１，５２は一定の剛性を有する柱状体を構成する。この柱状体は断面略ロ字形状の筒形状を有する。

[0059] 図１５(a)、図１５(b)は、図１の第１連結コマ列５１と射出部５８のローラ５９との位置関係を示す側面図である。図１５(a)において、第１連結コマ列５１は、前方部分が凹形状、後方部分が凸形状に成形された複数の第１連結コマ５３からなる。図１５(b)において、第１連結コマ列５１は、前方部分が凸形状、後方部分が凹形状に成形された複数の第１連結コマ５３からなる。

上述したように、第１連結コマ５３は、前方部分が凹形状、後方部分が凸形状に成形される。第１連結コマ５３の先端には受け部５３５，５３７が形成され、後端には突出部５３６，５３８が形成される。前後の第１連結コマ５３が直線状に配列されたとき、前方の第１連結コマ５３の後端の突出部５３６，５３８が後方の第１連結コマ５３の先端の受け部５３５，５３７に嵌め込まれる。これにより、前後の第１連結コマ５３は、直線状に配列された状態から、それ以上外側への屈曲が制限される。第１連結コマ列５１は内側に屈曲しながら収納され、また、内側に屈曲しながら射出部５８に誘導される。すなわち、第１連結コマ列５１が外側に屈曲できる必要がなく、第１連結コマ列５１の外側への屈曲を制限することで、第１、第２連結コマ列５１

，５２の接合による柱状体の剛性を向上することができる。なお、上述の効果は、第１連結コマ５３がその前方部分が凸形状、後方部分が凹形状に成形されていても、つまり、第１連結コマ５３の先端に突出部５３６，５３８が形成され、後端に受け部５３５，５３７が形成されていた場合でも、同様に得られる。

[0060] 第１連結コマ５３がその前方部分が凹形状、後方部分が凸形状に成形されている場合、つまり、第１連結コマ５３の後端に突出部５３６，５３８が形成され、先端に受け部５３５，５３７が形成されている場合、第１連結コマ５３がその前方部分が凸形状、後方部分が凹形状に成形されている場合に比べて、第１連結コマ列５１の移動の平滑性を向上することができる。

[0061] 第１連結コマ列５１は、ドライブギア５６とガイドローラ５７との間に挟まれることで、第１連結コマ５３の背面のリニアギア５００がドライブギア５６に係合し、ドライブギア５６が回転されることで、第１連結コマ列５１は本体カバー１２の内部の収納部から送り出される。ドライブギア５６とガイドローラ５７との間を通過するときに、第１連結コマ列５１は内側に屈曲しながら、その姿勢を垂直姿勢から水平姿勢に変化させる。図１５(b)に示すように、第１連結コマ５３の後端に受け部５３５，５３７が、先端に突出部５３６，５３８が形成されている場合、後方の第１連結コマ５３は前方の第１連結コマ５３に対して内側に屈曲するとき、第１連結コマ５３の先端の突出部５３６，５３８が、その前方の第１連結コマ５３のコマ表面から突出する場合がある。第１連結コマ５３の先端の突出部５３６，５３８が、その前方の第１連結コマ５３のコマ表面から突出した場合、ドライブギア５６とガイドローラ５７との間を通過するときに、その突出部分がガイドローラ５７に衝突する可能性がある。これを回避するために、ガイドローラ５７の一部分を切り欠く、第１連結コマ５３がドライブギア５６とガイドローラ５７との間に挟まれる前に、第１連結コマ５３を垂直姿勢から水平姿勢に姿勢変化させ、その姿勢を維持した状態でドライブギア５６とガイドローラ５７との間に誘導するために、ガイドローラ５７の後方に他のガイドローラを配置す

るなどの対策が必要となる。

[0062] また、第１連結コマ列５１は直線状に配列された状態で射出部５８に誘導される。しかしながら、何らかの理由で、第１連結コマ列５１が内側に屈曲した状態で射出部５８に誘導された場合、上記と同様に、第１連結コマ５３の先端の突出部５３６，５３８が、その前方の第１連結コマ５３のコマ表面から突出し、その突出部分が射出部５８の上部に配置された複数のローラ５９に衝突する可能性がある。これを回避するために、射出部５８の上部ローラ５９の一部分を切り欠く等の対策が必要となる。

[0063] 一方、図１５(a)に示すように、第１連結コマ５３の先端に受け部５３５，５３７が、後端に突出部５３６，５３８が形成されている場合、第１連結コマ５３の後端の突出部５３６，５３８が、その後方の第１連結コマ５３のコマ表面から突出する場合はあっても、その前方の第１連結コマ５３のコマ表面から突出することはない。そのため、第１連結コマ列５１が送り出されるときに、上記のように第１連結コマ５３の突出部５３６，５３８が、ガイドローラ５７や射出部５８の上部ローラ５９に衝突するのを回避することができる。一方、第１連結コマ列５１が引き戻されるとき、第１連結コマ列５１は第２連結コマ列５２とともに柱状体を構成した状態で射出部５８に戻されるため、第１連結コマ５３の後方の突出部５３６，５３８が射出部５８の上部ローラ５９に衝突する可能性は低い。同様に、第１連結コマ列５１が引き戻されるとき、第１連結コマ列は、ドライブギア５６とガイドローラ５７との間を水平姿勢を維持した状態で通過するため、第１連結コマ５３の後方の突出部５３６，５３８がガイドローラ５７に衝突する可能性は低い。

[0064] このように、第１連結コマ５３の先端に受け部５３５，５３７が、後端に突出部５３６，５３８が形成されることで、ガイドローラ５７等に第１連結コマ５３の突出部５３６，５３８が衝突するのを回避することができ、これにより、第１連結コマ列５１をスムーズに移動させることができる。

[0065] 図１６(a)は、図１のアーム部５を示す側面図である。図１６(b)は、図１６(a)のアーム部５の他の寸法の例を示す側面図である。ここでは、第１連結

コマ５３の長さは、前方の軸受ブロック５３１の軸孔５３３の中心と後方の軸受ブロック５３２の軸孔５３４の中心との間の距離として定義する。同様に、第２連結コマ５４の長さは、前方の軸受ブロック５４２の挿入孔５４４の中心と後方の軸受ブロック５４３の挿入孔５４５の中心との間の距離として定義する。

[0066] 図１６(a)に示すように、典型的には、第１連結コマ５３の長さＬ１１は、第２連結コマ５４の長さＬ２１と同一長に構成される。結合コマ５５により、第１連結コマ列５１は、第２連結コマ列５２よりも、前方又は後方に長さＬｕ１オフセットされている。オフセット長Ｌｕ１は、第１連結コマ５３の長さＬ２１の１／２長に略等価である。これにより、第１、第２連結コマ列５１，５２各々の連結部分をアーム部５の厚み方向と平行な直線上に配置されるのを回避し、柱状体としてのアーム部５の剛性を確保することができる。

[0067] なお、第１連結コマ５３の長さＬ１１は、第２連結コマ５４の長さＬ２１と異なる長さ、典型的には第２連結コマ５４の長さＬ２１よりも短く構成されてもよい。例えば、図１６(b)に示すように、第１連結コマ５３の長さＬ１２は、第２連結コマ５４の長さＬ２２の１／３の長さに構成されてもよい。この場合も、結合コマ５５により、第１連結コマ列５１は、第２連結コマ列５２よりも後方に長さＬｕ２オフセットされている。オフセット長Ｌｕ２は、第１連結コマ５３の長さＬ１２の１／２長に略等価である。これにより、第１、第２連結コマ列５１，５２各々の連結部分をアーム部５の厚み方向と平行な直線上に配置されるのを回避し、柱状体としてのアーム部５の剛性を確保することができる。

[0068] 本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特

許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0069] ５３…第１連結コマ、５３０…本体部、５３１、５３２…軸受ブロック、５３３，５３４…軸孔、５３５，５３７…受け部、５３６，５３８…突出部。

請求の範囲

[請求項1] 屈曲可能に連結された平板形状の複数の第１連結コマと、

底面側において屈曲可能に連結された溝形状の複数の第２連結コマとを具備し、

先頭の前記第２連結コマは先頭の前記第１連結コマと結合され、

前記第1、第２連結コマは互いに接合されたとき直線的に硬直し、分離されたとき屈曲状態に復帰し、

前記第１連結コマは平板形状の本体部を有し、前記本体部の前方両側には一対の軸受け部が設けられ、前記本体部の後方中央には単一の軸受け部が設けられ、前記前方の一対の軸受け部と前記後方の軸受け部とは軸支され、

前記連結された第１連結コマが直線的に並んだ姿勢から表面側への屈曲を制限するために、前記後方の軸受け部には後方に突出した突起部が設けられ、前記前方の一対の軸受け部の間には前記突起部を受ける受け部が設けられることを特徴とする直動伸縮機構。

[請求項2] 前記接合された第１、第２連結コマを前後移動自在に支持するために前記接合された第１、第２連結コマを挟圧する複数のローラを備えた射出部と、

前記射出部の後方に配設され、前記第１連結コマに係合して前記第１連結コマを前後に移動するためのドライブギアと、

前記第１連結コマを前記ドライブギアに押圧するためのガイドローラとをさらに備えることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項3] 前記第１連結コマの前記前後の軸受け部及び前記突起部はそれら表面が前記本体部の表面と単一の平坦面をなすよう形成されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項4] 前記第１連結コマの前方の軸受け部の軸孔にシャフトが挿入され、前記シャフトの先端は前記後方の軸受け部内で締結されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項5] 前記第１連結コマの前方の軸受け部の軸孔と前記後方の軸受け部の軸孔とが連通する幅方向に貫通する貫通孔にシャフトが挿入されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項6] 前記第２連結コマの底板の前方両側には一対の軸受け部が設けられ、前記第２連結コマの底板の後方中央には単一の軸受け部が設けられ、前記前方の一対の軸受け部と前記後方の軸受け部とは軸支されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項7] 前記第１連結コマは前記第２連結コマと同一長で構成され、前記第１連結コマの先端が前記第２連結コマの先端に対して１／２長変位するよう前記先頭の第１連結コマは前記先頭の第２連結コマに対して結合されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項8] 前記第１連結コマの長さは前記第２連結コマの長さより短く、前記第１連結コマの先端が前記第２連結コマの先端に対して前記第１連結コマの長さの１／２長変位するよう前記先頭の第１連結コマは前記先頭の第２連結コマに対して結合されることを特徴とする請求項１記載の直動伸縮機構。

[請求項9] 屈曲可能に連結された複数の第１連結コマと、

屈曲可能に連結された複数の第２連結コマと、先頭の前記第２連結コマは先頭の前記第１連結コマと結合され、前記第1、第２連結コマは互いに接合されたとき直線的に硬直し、分離されたとき屈曲状態に復帰し、

前記接合された第１、第２連結コマを前後移動自在に支持する射出部とを具備し、

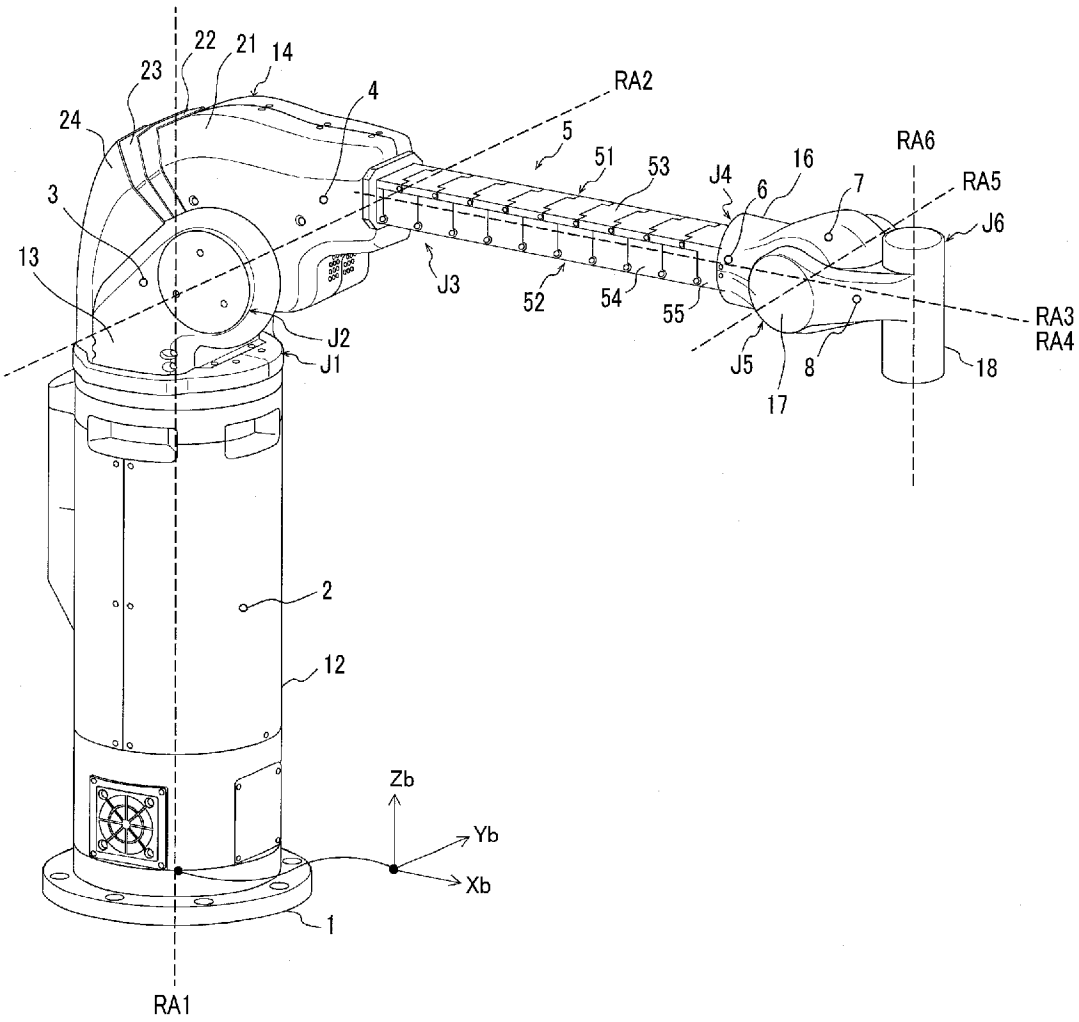
前記第１連結コマは本体部を有し、前記本体部の前方には少なくとも一の軸受け部が設けられ、前記本体部の後方には少なくとも一の軸受け部が設けられ、前記前後の軸受け部とは軸支され、

前記連結された第１連結コマが直線的に並んだ姿勢から表面側への屈曲を制限するために、前記後方の軸受け部には後方に突出した突起

部が設けられ、前記前方の軸受け部には前記突起部を受ける受け部が設けられることを特徴とする直動伸縮機構。

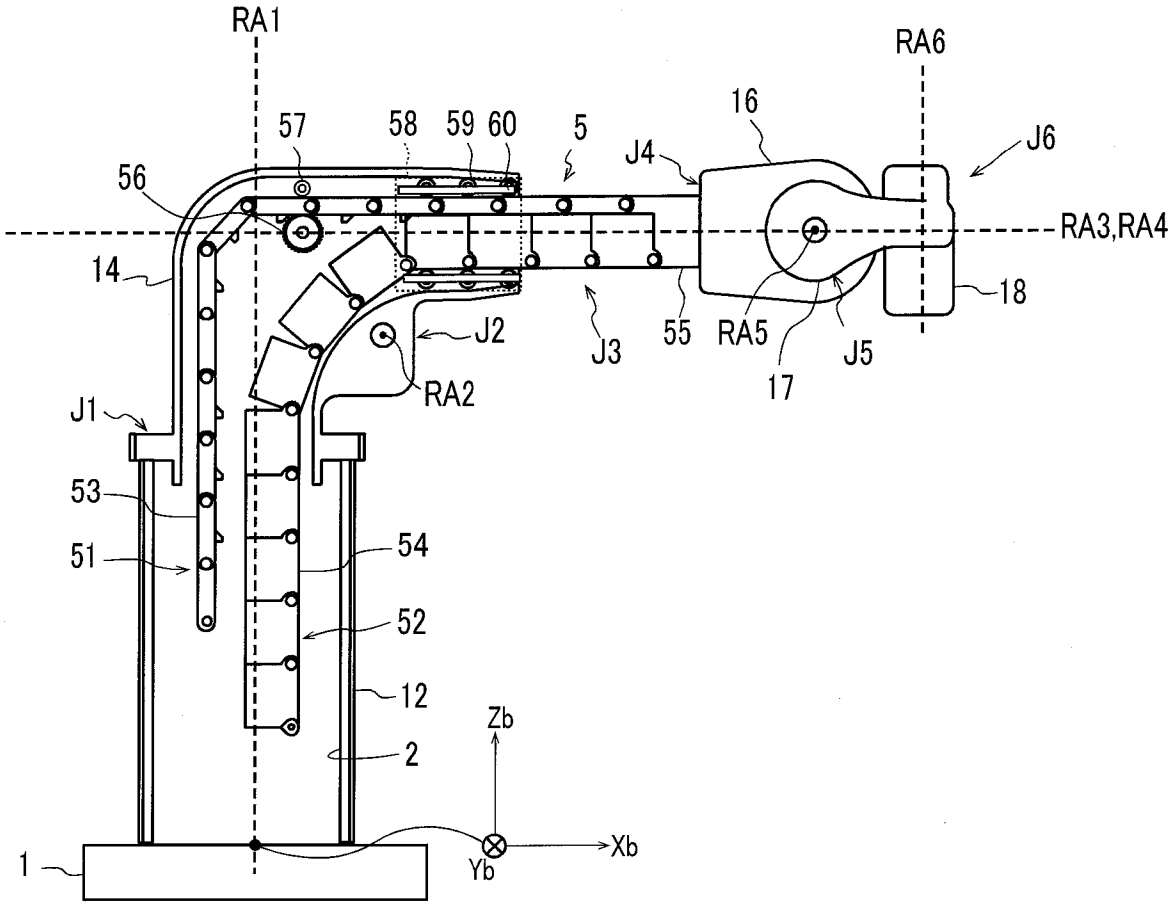
[図1]

図1


22
21
14
23
24
4
RA2
5
51
53
J4
16
6
7
RA6
RA5
J6
3
13
J3
52
54
55
RA3
RA4
J2
J1
J5
8
17
18
2
12
Zb
Yb
Xb
1
RA1

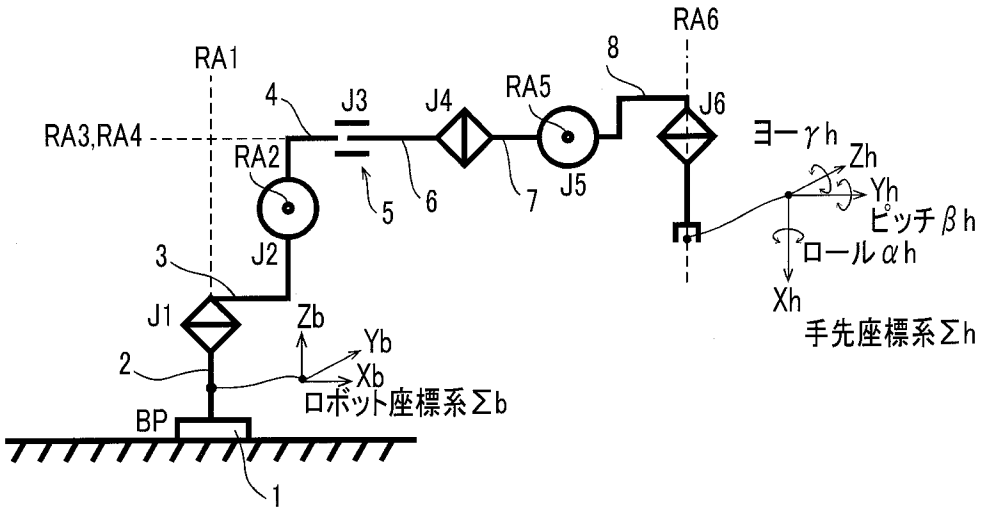
[図2]

図2


RA1
RA6
57
58
59
60
5
16
J4
J6
56
RA3,RA4
14
18
J2
J3
55
RA5
J5
17
RA2
J1
53
51
54
52
12
Zb
2
Xb
Yb
1

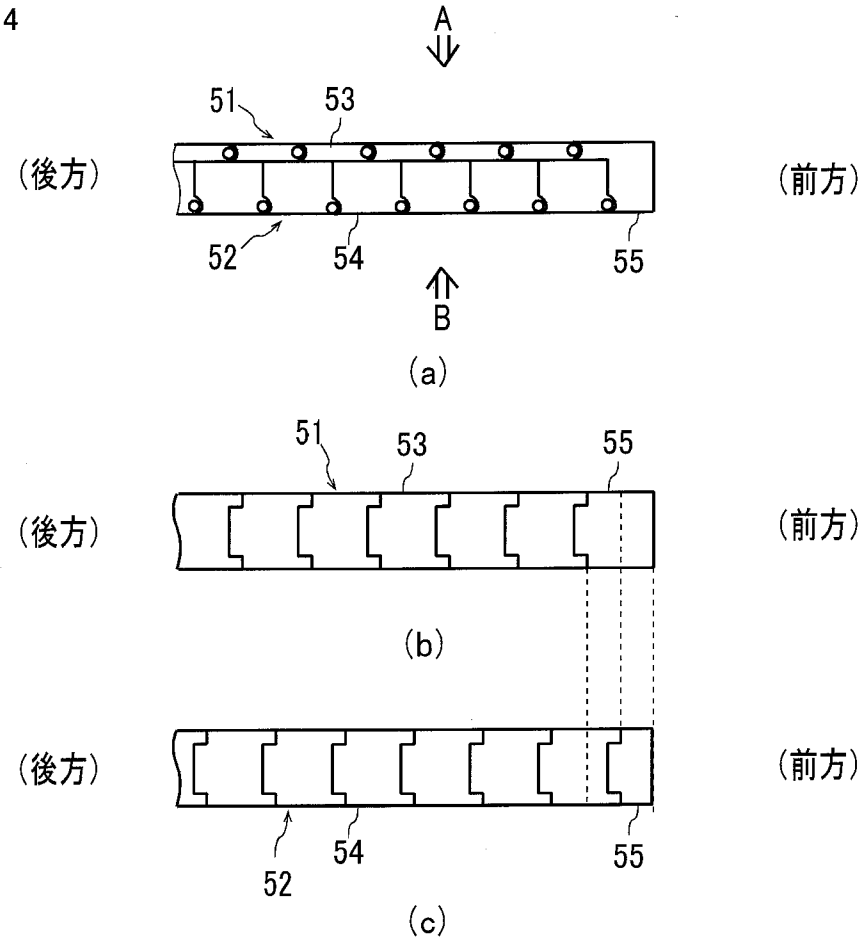
[図3]

図3


RA6
RA1
8
4
J3
J4
RA5
J6
ヨー γh
RA3,RA4
RA2
Zh
Yh
5
6
7
J5
ピッチ βh
3
J2
ロール αh
J1
Zb
Xh
Yb
2
Xb
手先座標系Σh
ロボット座標系Σb
BP
1

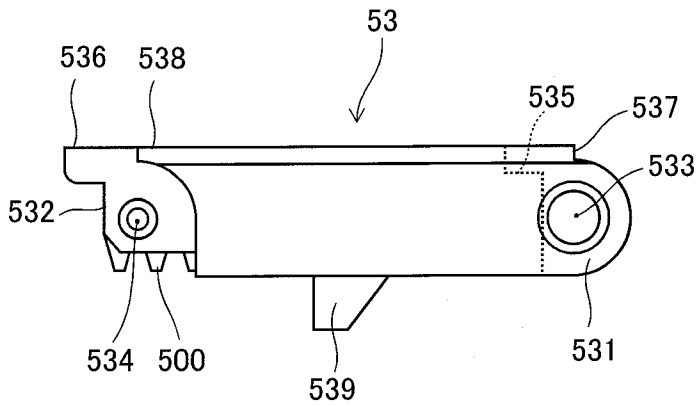
[図4]

図4


A
51
53
(後方)
(前方)
52
54
55
B
(a)
51
53
55
(後方)
(前方)
(b)
(後方)
(前方)
52
54
55
(c)

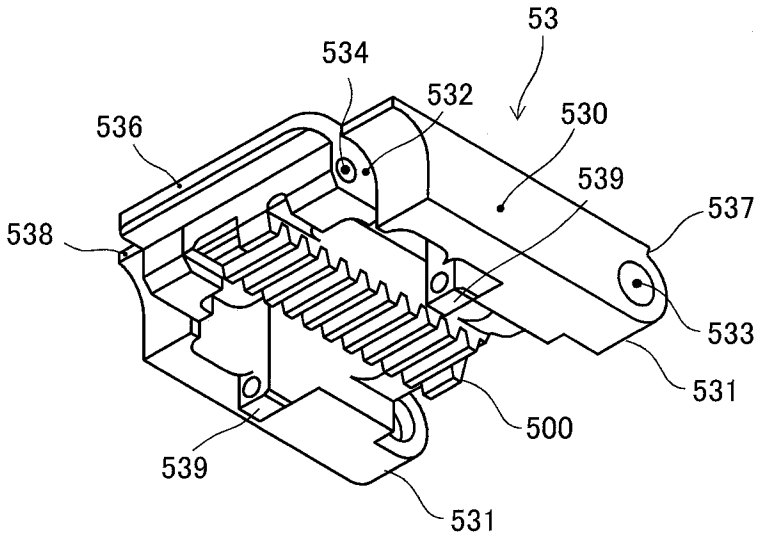
[図5]

図5


53
536
538
535
537
533
532
534
500
539
531

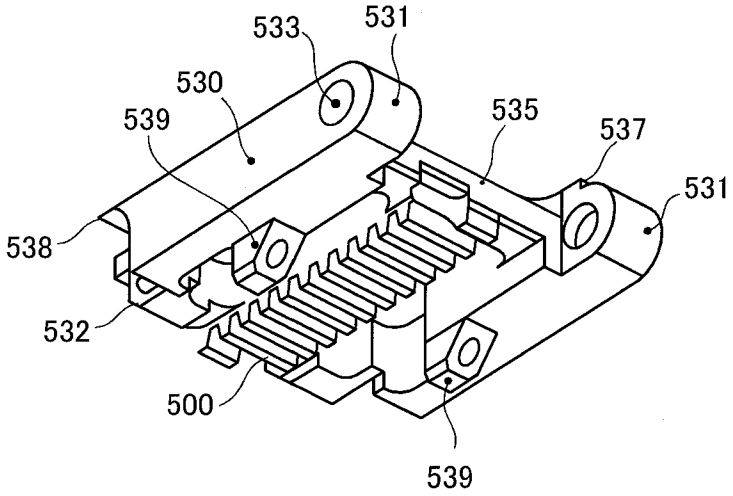
[図6]

図6


53
534
532
530
536
539
537
538
533
531
500
539
531

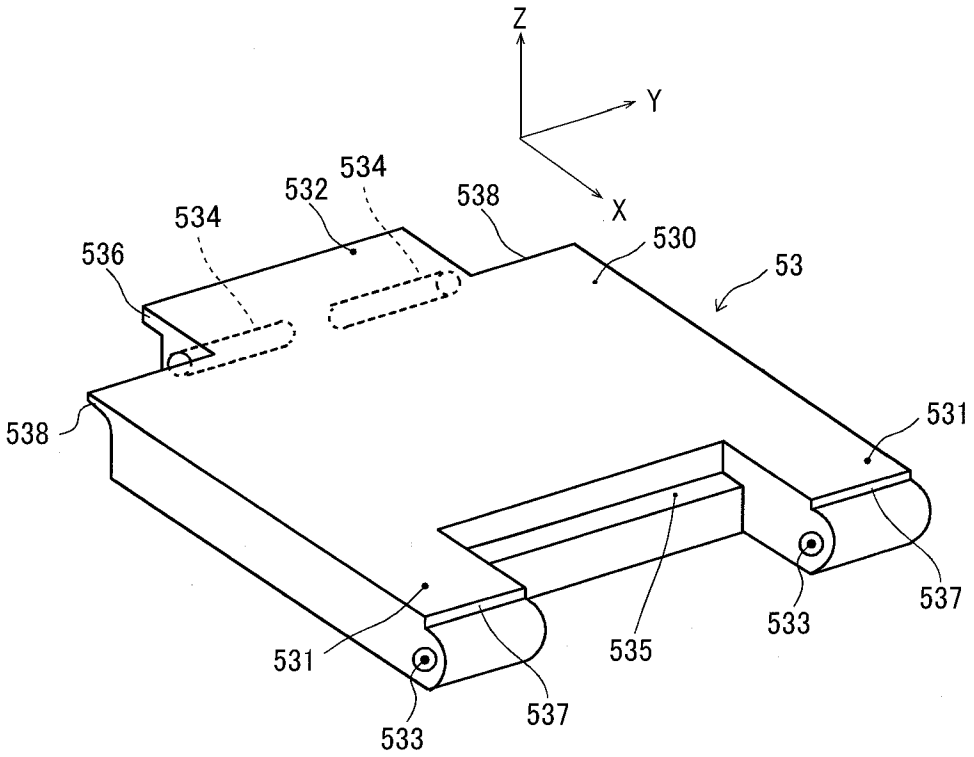
[図7]

図7


533
531
530
539
535
537
531
538
532
500
539

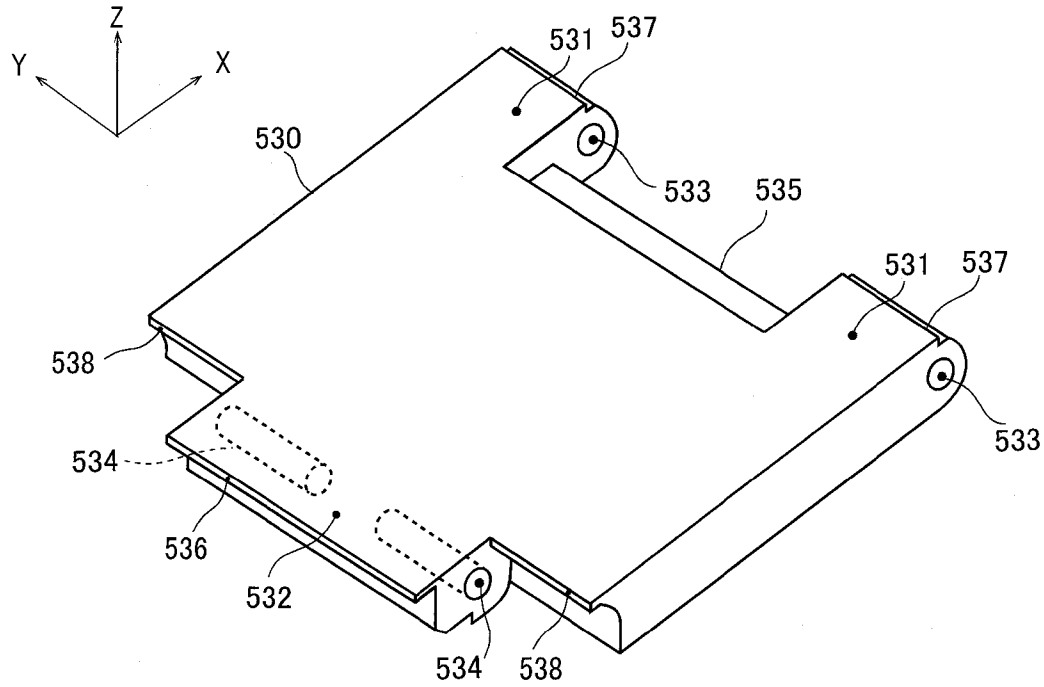
[図8]

図8


Z
Y
X
534
532
534
538
536
530
53
538
531
537
533
535
531
537
533

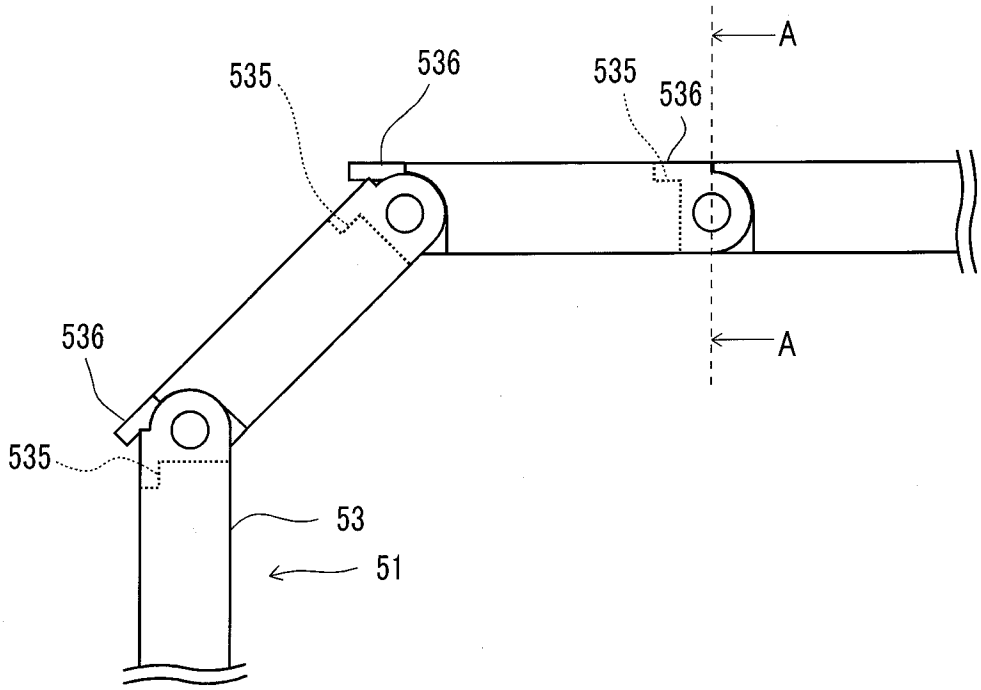
[図9]

図9


Z
Y
X
531
537
530
533
535
531
537
538
533
534
536
532
534
538

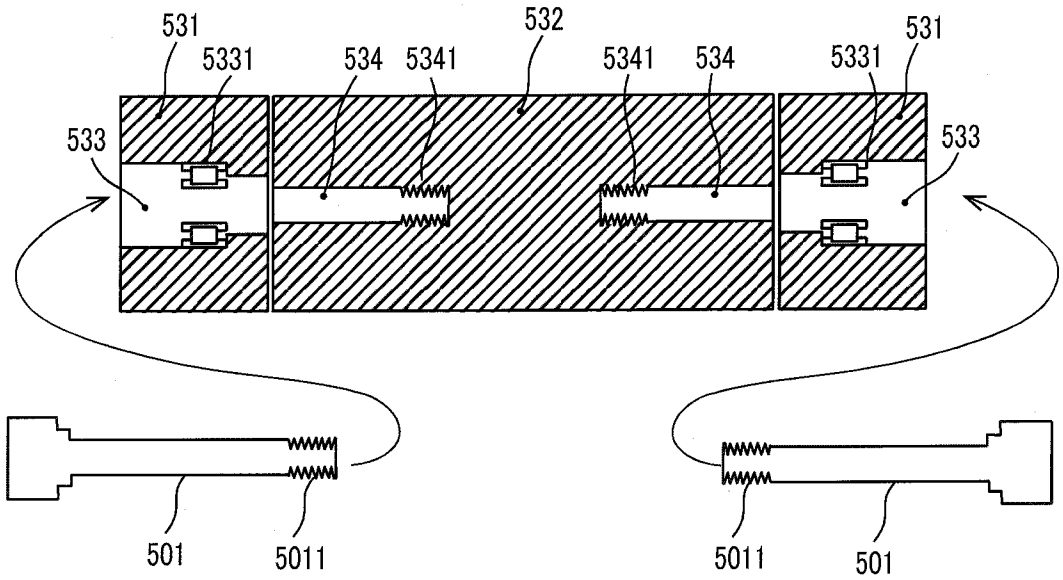
[図10]

図10

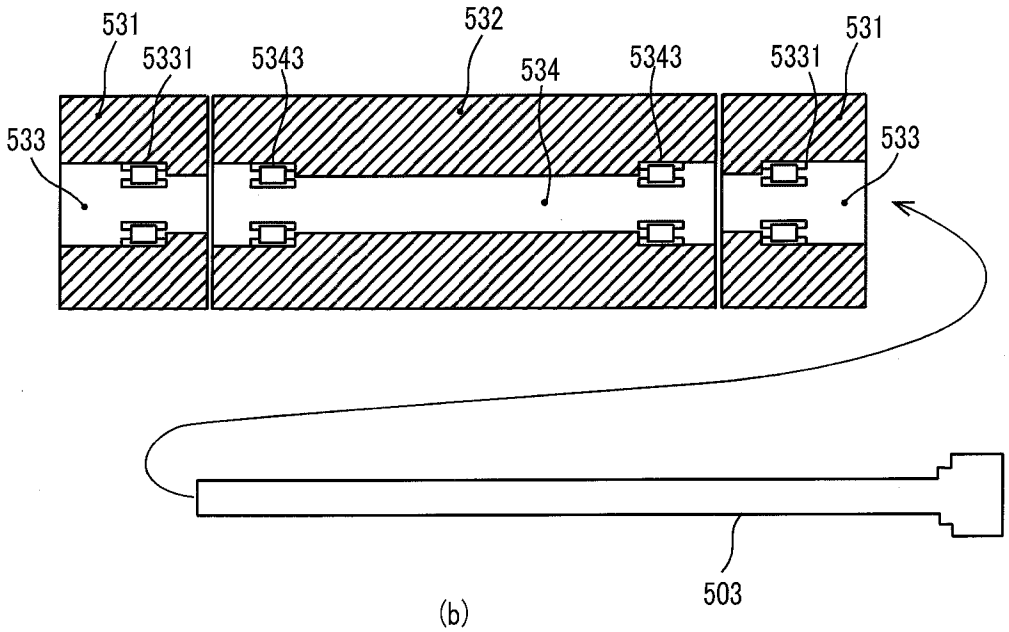


[図11]

図 11


531
5331
534
5341
532
5341
534
5331
531
533
533
501
5011
5011
501

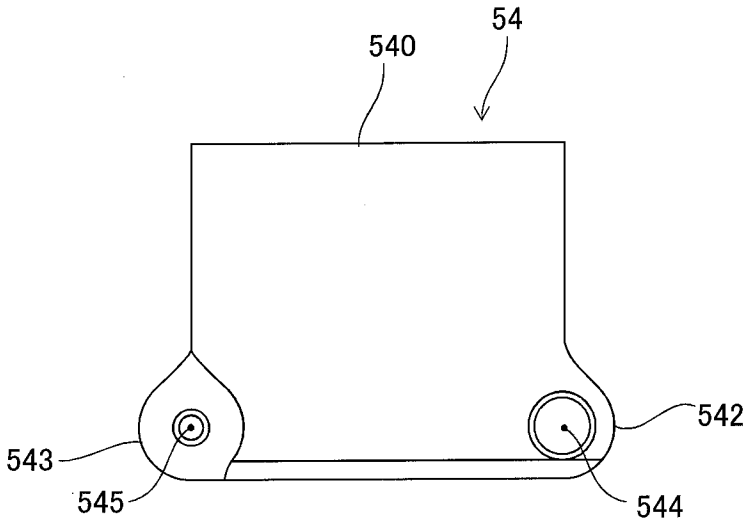
(a)


531
5331
5343
532
534
5343
5331
531
533
533
503

(b)

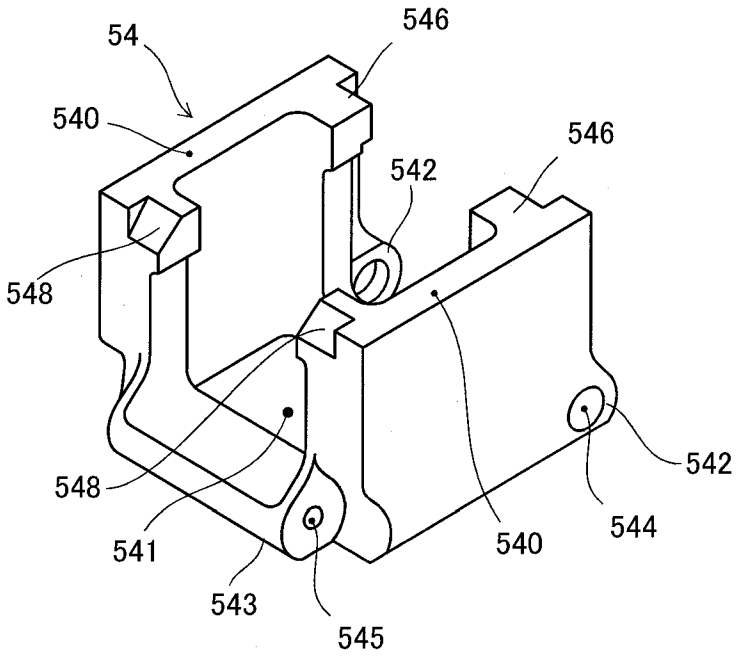
[図12]

図12



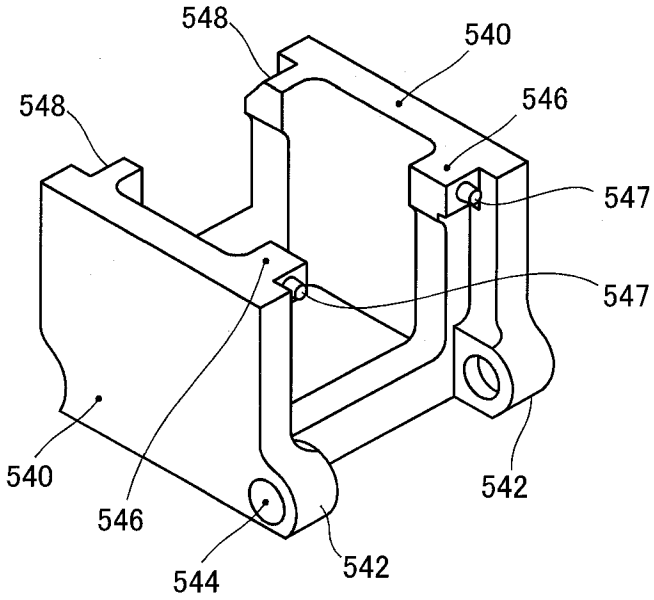
[図13]

図13



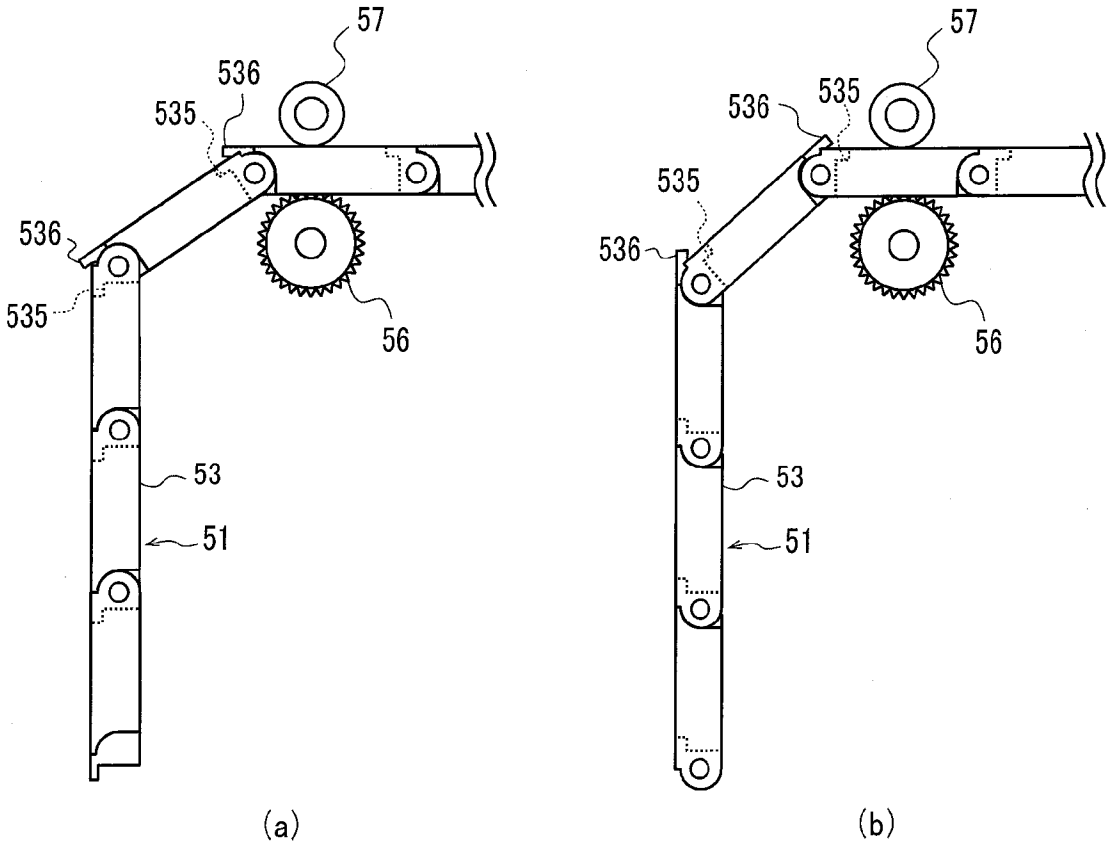
[図14]

図14



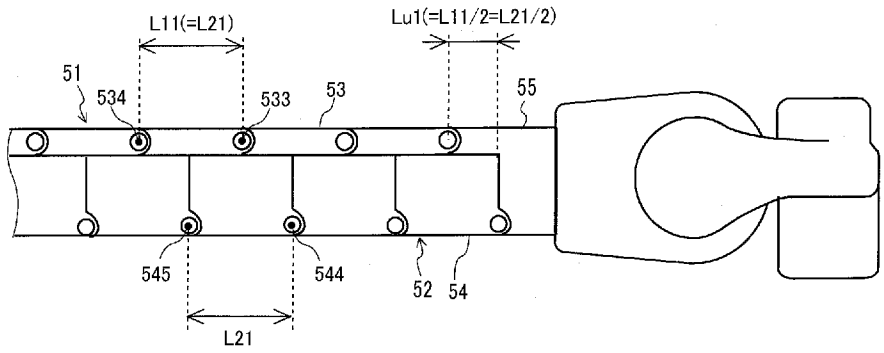
[図15]

図15

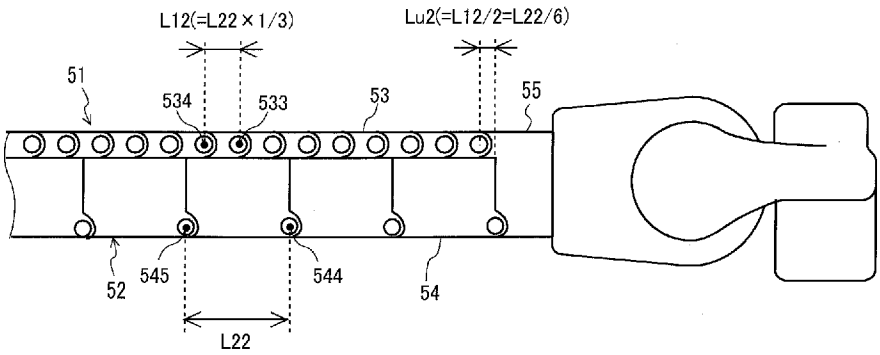


[図16]

図16


L11(=L21)
Lu1(=L11/2=L21/2)
51
534
533
53
55
545
544
52
54
L21

(a)


L12(=L22×1/3)
Lu2(=L12/2=L22/6)
51
534
533
53
55
52
545
544
54
L22

(b)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/076472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16G13/20(2006.01)i, *B25J18/02*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
F16G13/20, B25J18/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2011/152265 A1 (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0017] to [0095], [0113] to [0115]; fig. 1 to 15 & US 2013/0068061 A1 paragraphs [0042] to [0127], [0148] to [0150]; fig. 1 to 15	1-6,8-9 7
Y	WO 2010/070915 A1 (Kawabuchi Mechanical Engineering Laboratory, Inc.), 24 June 2010 (24.06.2010), paragraphs [0049] to [0052]; fig. 9 to 10 & US 2012/0024091 A1 paragraphs [0087] to [0090]; fig. 9 to 10 & EP 2375104 A1 & CN 102257292 A	7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
09 December 2016 (09.12.16)	20 December 2016 (20.12.16)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７６４７２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16G13/20(2006.01)i, B25J18/02(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16G13/20, B25J18/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	WO 2011/152265 A1 (独立行政法人産業技術総合研究所) 2011.12.08, 段落[0017]-[0095], [0113]-[0115], 第1-15図 & US 2013/0068061 A1, 段落[0042]-[0127], [0148]-[0150], 第1-15図	１－６、８－９
Y		７
Y	WO 2010/070915 A1 (株式会社川渕機械技術研究所) 2010.06.24, 段落[0049]-[0052], 第9-10図 & US 2012/0024091 A1, 段落[0087]-[0090], 第9-10図 & EP 2375104 A1 & CN 102257292 A	７

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０９．１２．２０１６	国際調査報告の発送日 ２０．１２．２０１６
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｊ　３８３０ 岡本　健太郎 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３２８