



丁目 3 番 1 号 新東京ビル 中村合同特
許法律事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.
- (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:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 少なくとも1つの方向に伸縮自在な伸縮デバイスと、前記伸縮デバイスの少なくとも2つの端部にそれぞれ結合された、少なくとも2つのエンドエフェクタと、前記伸縮デバイスを伸縮させることができる制御部とを備え、前記少なくとも2つのエンドエフェクタの各々は、外方に向かって拡開する把持部を少なくとも1つ備え、前記制御部が、前記伸縮デバイスを伸展又は収縮させることによって、前記少なくとも2つのエンドエフェクタにより対象物を把持することができるロボット。

明 細 書

発明の名称： ロボット、把持システム

技術分野

[0001] この発明は、ロボット及び把持システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、スペースデブリの除去の必要性がますます高まっている。特に除去優先度の高いスペースデブリは、打ち上げロケットの上段部であるが、円筒形という大雑把な形状は等しいものの、各国の規格によって形状や径の大きさが多種多様となっている。スペースデブリとなったロケットを除去するためには、そのロケットを捕獲する必要がある。アクセス性や、各ロケットに必ず存在するという理由で、ロケットと衛星を結合するPAR (Payload Adapter Ring)が、ロケット捕獲のための把持連結部として最も有力である。また、ロケットのノズルも、ロケット捕獲のための把持連結部として有力である。

[0003] 一方、打ち上げられる衛星側も、ロケットの有するPARと同じ径のPARを有する。故障した衛星のメンテナンスサービスなどでも、PARの把持連結が必要である。

[0004] この点、PARを把持するための技術として、下記非特許文献1に示されるようなMDA方式がある。これは、ハンド901がPAR902の円筒端部902aをつまむ方式である（図13参照）。

[0005] また、ノズルを把持するための技術として、下記非特許文献2に示されるような、衛星姿勢制御用のスラスタを3本の爪で外側から把持する技術がある。

先行技術文献

非特許文献

[0006] 非特許文献1：John Ratti et al, "Spacecraft Robotic Capture Tool", i-SAIRAS 2014, 2014

非特許文献2 : Haidong Hu, et al., "A Vision System for Autonomous Satellite Grapple with Attitude Thruster", ICINCO 2014, 2014, pp. 333-337

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、非特許文献1に示されるようなMDA方式においては、図13に示されるとおり、位置誤差や姿勢誤差が生じた場合に把持の失敗やスペースデブリの弾き飛ばしを招く蓋然性が高い。
- [0008] また、非特許文献2に示されるような技術では、把持機構は、把持対象部位の大きさ以上の幅を有する必要がある。非特許文献2が扱うスラストのような小型の把持対象部位でなく、ロケットのノズルのような大型の把持対象部位に対しては、把持機構が巨大になってしまう。
- [0009] そこで、本発明は、形状や径の大きさが異なる把持対象に対しても汎用的にロボットの位置誤差や姿勢誤差に対してロバスト性に優れた小型のロボット及び把持システム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

- [0010] 本発明の1つの態様は、少なくとも1つの方向に伸縮自在な伸縮デバイスと、前記伸縮デバイスの少なくとも2つの端部にそれぞれ結合された、少なくとも2つのエンドエフェクタと、前記伸縮デバイスを伸縮させることができる制御部とを備え、前記少なくとも2つのエンドエフェクタの各々は、外方に向かって拡開する把持部を少なくとも1つ備え、前記制御部が、前記伸縮デバイスを伸展又は収縮させることによって、前記少なくとも2つのエンドエフェクタにより対象物を把持することができるロボットを提供するものである。
- [0011] 前記エンドエフェクタは、前記伸縮デバイスが伸縮する方向に対して折れ曲がるように回転自在に、前記伸縮デバイスの少なくとも2つの端部に結合され、前記制御部は、前記伸縮デバイスを伸展させ、前記エンドエフェクタを回転させることによって、又は、前記伸縮デバイスを伸展させ、前記エンドエフェクタを回転させ、前記伸縮デバイスを収縮させることによって、前

記少なくとも2つのエンドエフェクタにより対象物を把持することができるものとすることができる。

[0012] 前記伸縮デバイスは、少なくとも2つの方向に伸縮自在であり、互いに異なる第1～第 n （ n は2以上の整数）の方向にそれぞれ伸縮自在な第1～第 n の伸縮アームを備えるものとすることができる。

[0013] 前記伸縮デバイスは、第1～第 n のベース部を更に備え、前記第1～第 n のベース部の各々は、第1の駆動部を備え、前記第1～第 n の伸縮アームは、それぞれ、その基端部が、前記第1～第 n のベース部に連結され、前記第1の駆動部からの動力により前記第1～第 n の方向に沿って伸縮するものとすることができる。

[0014] 前記第1～第 n の伸縮アームは、それぞれ、互いに連動して軸線方向に沿って進退する複数の可動体を含むものとすることができる。

[0015] 前記エンドエフェクタは、前記ベース部に設けられた第2の駆動部からの動力により前記伸縮アームに対して回転可能であるものとすることができる。

[0016] 前記複数の可動体の少なくとも1つは、フレームと、前記フレームに回転自在に設けられ、前記フレームが移動することにより回転する基端側プーリと、前記フレームに回転自在に設けられた先端側プーリと、前記基端側プーリと前記先端側プーリとの間に張設され、前記基端側プーリの回転を前記先端側プーリに伝達する第1の伝達部材とを有し、前記第1の伝達部材は、先端側に隣接する可動体に固定されているものとすることができる。

[0017] 前記ベース部の各々は、ベースフレームを備え、前記第1の駆動部は、第1のモータと、前記第1のモータの回転軸に直結され、前記ベース部のベースフレームに回転自在に設けられた第1のモータプーリと、前記ベースフレームに回転自在に設けられた第1の従動プーリと、前記第1のモータプーリと前記第1の従動プーリとの間に張設され、前記第1のモータの回転を前記第1の従動プーリに伝達する第2の伝達部材とを有し、前記第2の伝達部材は、先端側に隣接する前記可動体に固定されているものとすることができる。

。

[0018] 前記第1の伝達部材は、その一端が前記基端側プーリに、その他端が前記先端側プーリに、それぞれ第1の側から巻き付けられている第3のワイヤと、その一端が前記基端側プーリに、その他端が前記先端側プーリに、それぞれ第2の側から巻き付けられている第4のワイヤとを含むものとすることができる。

[0019] 前記エンドエフェクタは、前記ベース部及び前記複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリを介して、第2の伝達部材によって前記第2の駆動部に接続され、前記第2の伝達部材は、前記ベース部及び前記複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリのうちの少なくとも1つの、前記エンドエフェクタとは反対の側に掛けられ、前記第2の伝達部材の長さは、前記第1～第nの伸縮アームの伸縮状態にかかわらず一定となるように構成されているものとすることができる。

[0020] 本発明の別の態様は、前記ロボットと、前記ロボットを、把持対象物が備える把持対象部位に対して位置合わせし、前記把持対象部位を把持するように、前記伸縮デバイスの伸展又は収縮を前記制御部に指示する把持制御装置とを備える把持システムを提供するものである。

[0021] 前記把持制御装置は、前記伸縮デバイスの伸展及び前記エンドエフェクタの回転を前記制御部に指示するものとすることができる。

[0022] 前記把持制御装置は、前記伸縮デバイスの伸展、前記エンドエフェクタの回転、及び前記伸展デバイスの収縮を前記制御部に指示するものとすることができる。

[0023] 前記把持制御装置は、前記把持対象物の把持に成功したか否かを判定し、前記把持対象物の把持に成功しなかったと判定された場合、前記把持対象部位の形状に応じて、前記伸縮デバイスを収縮又は伸展させるものとすることができる。

[0024] 前記把持対象部位の形状は、テーパ状の円筒形状又は逆テーパ状の円筒形状であるものとすることができる。

[0025] 前記把持対象物は、スペースデブリであり、前記把持対象部位は、P A R 又はノズルであるものとすることができる。

発明の効果

[0026] 上記構成を有する本発明によれば、形状や径の大きさが異なる把持対象に対しても汎用的にロボットの位置誤差や姿勢誤差に対してロバスト性に優れた小型のロボット及び把持システムが提供される。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の実施形態に係る把持システムの全体構成図である。

[図2]本発明の実施形態に係るロボットの斜視図（収縮状態）である。

[図3]本発明の実施形態に係るロボットの先端側から見た部分斜視図（伸展状態）である。

[図4]本発明の実施形態に係るロボットの基端側から見た部分斜視図（伸展状態）である。

[図5]本発明の実施形態に係るロボットの正面図（伸展状態）である。

[図6]本発明の実施形態に係るロボットの部分正面図（伸展状態）である。

[図7]図6のVII-VII断面図（伸展状態）である。

[図8]ワイヤによる回転伝達機構の原理を示す図である。

[図9]第5のワイヤ35の長さが、第1の伸縮アーム40の伸縮状態にかかわらず、一定の長さとなる原理を示す図である。

[図10]除去衛星がスペースデブリのP A Rにロボットを配置する動作を示す図である。

[図11]P A Rに対する把持動作を示す図である。

[図12]ノズルに対する把持動作を示す図である。

[図13]従来のMDA方式による把持を示す図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0029] 図1は、本発明の実施形態に係る把持システムの全体構成図、図2は、本発明の実施形態に係るロボットの斜視図（収縮状態）、図3は、本発明の実施

形態に係るロボットの先端側から見た部分斜視図（伸展状態）、図４は、本発明の実施形態に係るロボットの基端側から見た部分斜視図（伸展状態）、図５は、本発明の実施形態に係るロボットの正面図（伸展状態）、図６は、本発明の実施形態に係るロボットの部分正面図（伸展状態）である、図７は、図６のVII－VII断面図（伸展状態）である。

[0030] 把持システム１０００は、ロボット１と、把持制御装置である除去衛星２を備える。除去衛星２は、後述のように、把持対象部位であるスペースデブリ４００のPAR４０１やノズル４０２を把持するように、伸縮デバイス１００の伸展や収縮、エンドエフェクタ９０の回転を制御部９５に指示したり、把持の成功や不成功を判定する。ロボット１は、除去衛星２に内蔵されている伸展ばね３の先端に接続されている。

[0031] ロボット１は、伸縮デバイス１００、エンドエフェクタ９０、制御部９５を備える。

[0032] 伸縮デバイス１００は、ベース部１０、第１の伸縮アーム４０、第２の伸縮アーム８０を備える。

[0033] ベース部１０は、ベースフレーム１１、第１の駆動部２０、第２の駆動部３０を備える。本実施形態においては、第１の伸縮アーム４０に対するベース部と第２の伸縮アーム８０に対するベース部が共通のベース部１０として構成されている。

[0034] ベースフレーム１１は、矩形板状に形成されている。ベースフレーム１１には、第１の駆動部２０、第２の駆動部３０が取り付けられている。

[0035] 第１の駆動部２０は、（図示しない）第１のモータ、第１の駆動歯車２１、第１の従動歯車２２、第１のモータプーリ２３、第１の駆動プーリ２４、第１の従動プーリ２５、第１のワイヤ２６、第２のワイヤ２７を備える。

[0036] 第１のモータの回転軸には、第１の駆動歯車２１、第１のモータプーリ２３が直結されている。第１のモータプーリ２３及び第１の従動プーリ２５には、第２の伝達部材である第１のワイヤ２６及び第２のワイヤ２７が張設されており、第１のモータの回転力が、第１のモータプーリ２３、第１のワイ

ヤ 26 及び第 2 のワイヤ 27 を介して、第 1 の従動プーリ 25 に伝達され、第 1 の従動プーリ 25 を回転させる。以下、この点について、詳述する。

[0037] 図 8 は、ワイヤによる回転伝達機構の原理を示す図である。なお、図 8 の上図において、理解の容易のために、第 2 のワイヤ 27 が第 1 のモータプーリ 23 及び第 1 の従動プーリ 25 から離れて記載されているが、実際は図 8 の下図及び後述のように、第 2 のワイヤ 27 は、第 1 のモータプーリ 23 及び第 1 の従動プーリ 25 に巻き付けられている。第 1 のモータプーリ 23 の回転中心と第 1 の従動プーリ 25 の回転中心とを結ぶ線に対する一方の側を第 1 の側、第 1 のモータプーリ 23 の回転中心と第 1 の従動プーリ 25 の回転中心とを結ぶ線に対する他方の側を第 2 の側とすると、第 1 のワイヤ 26 の一端は第 1 のモータプーリ 23 に、他端は第 1 の従動プーリ 25 に、第 1 の側である上側から巻き付けられて固定部材によりそれぞれ固定されている。そして、第 2 のワイヤ 27 の一端は第 1 のモータプーリ 23 に、他端は第 1 の従動プーリ 25 に、第 2 の側である下側から巻き付けられて固定部材によりそれぞれ固定されている。

[0038] このような構成において、第 1 のモータプーリ 23 を時計回りに回転させると、第 1 のワイヤ 26 のプーリ間の部分が $-z$ 方向に移動され、それによって、第 1 の従動プーリ 25 が時計回りに回転する。一方、第 1 のモータプーリ 23 を反時計回りに回転させると、第 2 のワイヤ 27 のプーリ間の部分が $-z$ 方向に移動され、それによって、第 1 の従動プーリ 25 が反時計回りに回転する。なお、第 1 の伸縮アーム 40 が完全に収縮している状態では、第 1 のモータプーリ 23 には、プーリ間の長さとはほぼ同じ長さの第 1 のワイヤ 26 が巻き付けられ、第 1 の従動プーリ 25 には、プーリ間の長さとはほぼ同じ長さの第 2 のワイヤ 27 が巻き付けられている。一方、第 1 の伸縮アーム 40 が完全に伸展している状態では、第 1 のモータプーリ 23 には、プーリ間の長さとはほぼ同じ長さの第 2 のワイヤ 27 が巻き付けられ、第 1 の従動プーリ 25 には、プーリ間の長さとはほぼ同じ長さの第 1 のワイヤ 26 が巻き付けられている。そして、巻き付けられるワイヤの長さの誤差を防止するた

めに、各プーリには、ワイヤを通すための溝が互いに隣り合うように設けられ、ワイヤの上にワイヤが重なることがないようにされている。

[0039] したがって、このような構成により、第1のモータプーリ23の回転方向に応じて、第1の従動プーリ25を双方向に回転することができる。なお、第1の従動プーリ25が駆動プーリで、第1のモータプーリ23が従動プーリであった場合も同様の原理で、双方向の回転が可能である。

[0040] このような構成により、放射線等に暴露される宇宙空間で使用することが難しいベルトを用いることなく伝達機構を実現することができるが、伝達部材は、これに限定されるものでなく、ベルト等の適切な任意の伝達部材を用いることができる。

[0041] ベースフレーム11には、ベースフレーム11の長手方向（+z方向）に延びる長尺状の第1のガイド突部12が取り付けられている。

[0042] また、ベースフレーム11には、後述のエンドエフェクタ90の回転制御のための第5のワイヤ35を掛けるためのプーリ13、14が回転可能に取り付けられている。

[0043] 第1の伸縮アーム40は、互いに連動して第1の方向（+z方向）に沿って進退する第1の可動体50と第2の可動体70を備える。

[0044] 第1の可動体50は、第1のフレーム51、第1のガイド溝部52、第2のガイド突部53、基端側プーリ54、基端側プーリ支持部55、先端側プーリ56、先端側プーリ支持部57、第3のワイヤ58、第4のワイヤ59を備える。

[0045] 第1のフレーム51は、矩形板状に形成されており、第1のフレーム51のベース部と対向する面の上側には、第1の方向（+z方向）に延びる長尺状の第1のガイド溝部52が取り付けられている。第1のガイド溝部52は、第1のガイド突部12を受け入れ、これを保持する。ベース部10と第1の可動体50をガイド機構（ガイド溝部、ガイド突部）を介して係合することによって、ベース部10に対して第1の可動体50を第1の方向（+z方向）に移動させることができる。

[0046] また、第1のフレーム51の第1のガイド溝部52が取り付けられている面と反対側の面の下側には、第1の方向（+z方向）に延びる長尺状の第2のガイド突部53が取り付けられている。

[0047] 基端側プーリ支持部55及び先端側プーリ支持部57は、第1のフレーム51において長手方向（第1の方向）に所定の間隔で取り付けられている。基端側プーリ支持部55及び先端側プーリ支持部57によって、基端側プーリ54及び先端側プーリ56がそれぞれ回転可能に支持されている。すなわち、基端側プーリ54及び先端側プーリ56は、第1のフレーム51において長手方向（第1の方向）において所定間隔で取り付けられている。そして、第1の駆動部20と同様に、基端側プーリ54及び先端側プーリ56には、第1の伝達部材である第3のワイヤ58及び第4のワイヤ59が張設されている。すなわち、第3のワイヤ58の一端は基端側プーリ54に、他端は先端側プーリ56に、上側（第1の側）から巻き付けられて固定され、第4のワイヤ59の一端は基端側プーリ54に、他端は先端側プーリ56に、下側（第2の側）から巻き付けられて固定されている。このような構成により、基端側プーリ54及び先端側プーリ56は共に時計回りと反時計回りの双方向に回転することができる。

[0048] また、先端側プーリ56の回転軸には、後述のエンドエフェクタ90の回転制御のためのワイヤを掛けるためのプーリ61、62が回転可能に取り付けられている。

[0049] 第2の可動体70は、第2のフレーム71、第2のガイド溝部72、エンドエフェクタ支持部73、プーリ74、75を備える。

[0050] 第2のフレーム71は、矩形板状に形成されており、第2のフレーム71の第1のフレーム51と対向する面には、第1の方向（+z方向）に延びる長尺状の第2のガイド溝部72が取り付けられている。第2のガイド溝部72は、第2のガイド突部53を受け入れ、これを保持する。第1の可動体50と第2の可動体70をガイド機構（ガイド溝部、ガイド突部）を介して係合することによって、第1の可動体50に対して第2の可動体70を第1の

方向（＋ z 方向）に移動させることができる。

[0051] 第2のフレーム71の先端部には、エンドエフェクタ90を回転可能に支持するコの字状のエンドエフェクタ支持部73が設けられている。

[0052] また、第2のフレーム71には、後述のエンドエフェクタ90の回転制御のための第5のワイヤを掛けるためのプーリ74、75が回転可能に取り付けられている。

[0053] 第1のモータプーリ23と第1の従動プーリ25との間において、第1のワイヤ26と第1のフレーム51とが、第2の固定部材63を介して固定されている。また、基端側プーリ54と先端側プーリ56との間において、第3のワイヤ58とベースフレーム11とが、L字状の第1の固定部材15を介して固定されている。また、基端側プーリ54と先端側プーリ56との間において、第4のワイヤ59と第2のフレーム71とが、第3の固定部材76を介して固定されている。

[0054] エンドエフェクタ90は、長尺状の基部90aの両端において、基部90aの長手方向に対して垂直な平面において外方に向かってV字状に拡開する把持部90b、90c、基部の中央に取り付けられた円筒形状の軸支部90dを備える。軸支部90dの長手方向両端には、凸部90eが形成されており、該凸部90eがエンドエフェクタ支持部73に設けられた穴73aに回転自在に嵌合され、軸支部90dの長手方向が第2のフレーム71の主面に平行で第1の伸縮アーム40が伸縮する方向に垂直な方向となるように、エンドエフェクタ90が支持される。すなわち、エンドエフェクタ90は、第2のフレーム71の主面に平行で第1の伸縮アーム40が伸縮する方向に垂直な方向を軸として回転自在に第1の伸縮アームの先端部に結合されている。軸支部90dの長手方向中央には、第5のワイヤを掛けるための溝90fが周方向に設けられている。エンドエフェクタの伸縮アームに対する結合の構成は、上記の構成に限定されるものでなく、エンドエフェクタが伸縮アームが伸縮する方向に対して折れ曲がるように回転自在に伸縮アームの端部に結合されるような構成であれば、任意の適切な構成とすることができる。

- [0055] ここで、把持部 90b、90c が、所定の間隔を空けて配置されているので、把持対象物の把持時に安定して把持することができる。把持部の形状は、外方に向かって拡開するものであれば、例えば U 字状や γ 状の形状等任意の適切な形状とすることができる。
- [0056] 第 2 の駆動部 30 は、（図示しない）第 2 のモータ、第 2 の駆動歯車 31、第 2 の従動歯車 32、第 2 のモータプーリ 33、第 2 の駆動プーリ 34 を備える。
- [0057] 第 2 のモータの回転軸には、第 2 の駆動歯車 31、第 2 のモータプーリ 33 が直結されている。
- [0058] 第 2 のモータプーリ 33 には周方向に溝 33a、33b が 2 つ形成されている。第 5 のワイヤ 35 の一端が、第 2 のモータプーリ 33 に固定部材 33c により固定され、エンドエフェクタ 90 側から引き出されて、第 5 のワイヤ 35 を、第 2 のモータプーリ 33 の溝 33a、ベース部 10 に取り付けられたプーリ 13、先端側プーリ 56 の回転軸に取り付けられたプーリ 13、第 2 のフレーム 71 に取り付けられたプーリ 74、エンドエフェクタ 90 の軸支部 90d の溝 90f、第 2 のフレーム 71 に取り付けられたプーリ 75、先端側プーリ 56 の回転軸に取り付けられたプーリ 14、ベース部 10 に取り付けられたプーリ 14、第 2 のモータプーリ 33 の溝 33b の順に掛けて、第 5 のワイヤ 35 の他端が、第 2 の駆動プーリ 34 側から、第 2 のモータプーリ 33 に固定部材 33d により固定されている。このような構成によって、制御部 95 が、第 2 のモータの回転角を制御することにより、エンドエフェクタ 90 の回転角を制御することができる。
- [0059] このような構成において、第 5 のワイヤ 35 の長さは、第 1 の伸縮アーム 40 の伸縮状態にかかわらず、一定の長さとなる。以下、この点について、詳述する。
- [0060] 図 9 は、第 5 のワイヤ 35 の長さが、第 1 の伸縮アーム 40 の伸縮状態にかかわらず、一定の長さとなる原理を示す図である。L：第 5 のワイヤ 35 の長さ、 L_1 ：固定部材 33c からプーリ 13 の下端までの長さ、 L_2 ：プーリ

61の半周分の長さ、 L_3 ：プーリ74の半周分の長さ、 L_4 ：プーリ14の下端から固定部材33dまでの長さ、 z_a ：プーリ13の中心の z 座標、 z_1 ：プーリ61の中心の z 座標、 z_{10} ：第1の伸縮アーム40が収縮状態（初期状態）のときのプーリ61の中心の z 座標、 z_2 ：プーリ74の中心の z 座標、 z_{20} ：第1の伸縮アーム40が収縮状態のときのプーリ74の中心の z 座標、 z_3 ：エンドエフェクタ90の軸支部90dの z 座標、 z_{30} ：エンドエフェクタ90の軸支部90dの z 座標としたとき、

$$L = L_1 + 2 \{ (z_1 - z_a) + L_2 + (z_1 - z_2) + L_3 + (z_3 - z_2) \} + L_4$$

である。

[0061] また、エンドエフェクタ90の軸支部90dとプーリ74との距離は一定であるから、 $z_3 - z_2 = z_{30} - z_{20}$ である。

[0062] 一方、後述のように、プーリ74の移動速度は、プーリ61の移動速度 v の2倍であるから、プーリ74の移動距離は、プーリ61の移動距離の2倍であり、

$$z_2 - z_{20} = 2(z_1 - z_{10})$$

が成立する。

[0063] よって、以上の式から、

$$L = 2 \{ (z_{10} - z_a) + (z_{10} - z_{20}) + (z_{30} - z_{20}) \} + L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

となり、第5のワイヤ35の長さは、第1の伸縮アーム40の伸縮状態にかかわらず、一定の長さとなることが分かる。

[0064] したがって、各エンドエフェクタの駆動部を、各伸縮アームの先端側でなく、各伸縮アームの基端側、すなわちロボット1の中心部に配置することができる。そのため、ロボット1全体の慣性モーメントを小さくすることができる。また、各エンドエフェクタの駆動部を、各伸縮アームの基端側に配置できるので、1つの共通の駆動部によって各エンドエフェクタを駆動させることができ、アクチュエータの数を減らすことができる。

[0065] ここで、第5のワイヤの長さを伸縮アームの伸縮状態にかかわらず、一定

の長さとする構成は、上記の構成に限定されるものではなく、任意の適切な構成とすることができる。すなわち、エンドエフェクタが、ベース部及び複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリを介して、第5のワイヤによって第2の駆動部に接続され、第5のワイヤが、ベース部及び複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリのうちの少なくとも1つの、エンドエフェクタとは反対の側に掛けられる（上記の構成においては、第5のワイヤ35がプーリ74の右側に掛けられている）ことによって、収縮状態において、伸縮アームが伸展した場合に繰り出すことができるワイヤの部分（上記の構成においては、プーリ61とプーリ74の間のワイヤの部分）を用意することができる。よって、第5のワイヤの長さが伸縮アームの伸縮状態にかかわらずに一定となるように、第5のワイヤがエンドエフェクタとは反対の側に掛けられたプーリを移動させ、必要に応じてその他の要素を構成すればよい。

[0066] 第2の伸縮アーム80は、第1の伸縮アーム40と同様の構成を有する。そして、第1のモータの回転は、第1の駆動歯車21と第1の従動歯車22を介して、反対方向の回転として第1の駆動プーリ24に伝達される。また、第2のモータの回転は、第2の駆動歯車31と第2の従動歯車32を介して、反対方向の回転として第2の駆動プーリ34に伝達される。

[0067] 制御部95は、ロボットの内部又は外部からの指示を受けて、第1のモータ及び第2のモータの回転を制御する。

[0068] （動作）

以上のシステム構成を前提として、本発明の1つの実施形態に係るロボット及び把持システムの動作について説明する。図10は、除去衛星がスペースデブリのPARにロボットを配置する動作を示す図、図11は、PARに対する把持動作を示す図、図12は、ノズルに対する把持動作を示す図である。

[0069] ロボット1を備えた除去衛星2は、スペースデブリ400に対して相対位置計測を実施しながらスペースデブリ400に接近する。そして、最終的に

、ロボット1がスペースデブリ400のPAR401又はノズル402に面するように、伸展ばね3の伸展長さに応じた領域に移動し、先端にロボット1が接続された伸展ばね3を伸展する(図10)。このようなスペースデブリ除去のために除去衛星が備える除去装置をスペースデブリ付近に配置する方法は、例えば特開2014-226974号公報に開示されているように公知であるので、詳細な説明は省略する。

[0070] そして、除去衛星2は、ロボット1の把持動作を開始する。まず、テーパ状の円筒形状を有するPAR401に対して把持動作をする場合について説明する。

[0071] 除去衛星2が、除去衛星2の備える推進装置によって位置や姿勢を変更することにより、除去衛星2に伸展ばね3を介して接続されたロボット1が、把持対象部位であるPAR401の開口面401aに位置合わせされる。

[0072] 続いて、除去衛星2からの制御部95への指示により、第1の伸縮アーム40及び第2の伸縮アーム80が伸展される。具体的には以下の通りである。

[0073] 制御部95により、第1のモータの回転軸が反時計回りに回転される。これにより、第1のモータからの動力は、第1のモータプーリ23、第1のワイヤ26及び第2のワイヤ27を介して第1の従動プーリ25に伝達され、第1の従動プーリ25が反時計回りに回転する。このとき、第1のワイヤ26は第1の方向(+z方向)に、すなわち基端側から先端側に速度vで移動するが、これに伴って、第2の固定部材63によって第1のワイヤ26に固定された第1のフレーム51も第1の方向(+z方向)に速度vで移動する。

[0074] 第1のフレーム51が、第1の方向(+z方向)に移動することにより、第1の固定部材15によってベース部10に固定された第3のワイヤ58が第1の方向とは逆の方向(-z方向)に移動し、これにより、基端側プーリ54及び先端側プーリ56が時計回りに回転する。このとき、第3のワイヤ58は、速度vで+z方向に移動する第1のフレーム51に対して相対速度v

で $-z$ 方向に移動するので、速度 $2v$ で $+z$ 方向に移動することになる。

[0075] 基端側プーリ54及び先端側プーリ56が時計回りに回転することにより、第4のワイヤ59が第1の方向($+z$ 方向)に速度 $2v$ で移動する。これによって、第3の固定部材76によって第4のワイヤ59に固定された第2のフレーム71及び第2のフレーム71に取り付けられたエンドエフェクタ90が第1の方向($+z$ 方向)に速度 $2v$ で移動する。

[0076] 一方、制御部95により、第1のモータの回転軸が反時計回りに回転されるが、第1の駆動歯車21と第1の従動歯車22を介して、第1の駆動プーリ24は時計回りに回転する。これによって、第1の伸縮アーム40と同様の構成を有する第2の伸縮アーム80は、上に述べたのと同様の動作によって、第2の方向($-z$ 方向)に、第1の伸縮アーム40とは対称的に伸展する。制御部95により、第2のモータの回転軸が回転されると、第2の駆動歯車31と第2の従動歯車32を介して、第2の駆動プーリ34は反対の方向に回転する。これによって、第1の伸縮アーム40と同様の構成を有する第2の伸縮アーム80の先端に接続されたエンドエフェクタ90は、上に述べたのと同様の動作によって、第1の伸縮アーム40の先端に接続されたエンドエフェクタ90の回転方向とは反対の方向に同じ回転角だけ回転する。

[0077] 第1の伸縮アーム40に取り付けられたエンドエフェクタ90と第2の伸縮アーム80に取り付けられたエンドエフェクタ90の両方が、PAR401の開口端部401bに接触すると、把持部90b、90cはV字形状を有するので、PAR401の開口端部に対して各伸縮アーム40、80が位置案内されて、把持部90b、90cの谷部がPAR401の開口端部401bに到達するように各伸縮アーム40、80が伸展する。そして、把持部90b、90cの谷部がPAR401の開口端部401bに到達すると、把持動作が完了する。このとき、除去衛星2によって第1のモータのエンコーダの値や第1のモータへ供給される電流の値がモニタされているが、各伸縮アーム40、80が伸展している場合は、エンコーダの値は増加し、モータへ供給される電流の値は小さい。把持動作の完了によって、各伸縮アーム40

、８０の伸展が停止すると、エンコーダの値の増加が止まり、モータへ供給される電流の値は大きくなる。したがって、除去衛星２が、このようなエンコーダ値、電流値の変化を検出した場合は、把持に成功したと判定する。

[0078] 一方、一定時間経過後も、第１の伸縮アーム４０に取り付けられたエンドエフェクタ９０と第２の伸縮アーム８０に取り付けられたエンドエフェクタ９０の一方又は両方が、ＰＡＲ４０１の開口端部４０１ｂに接触しなかった場合、把持は失敗となる。この場合、第１の伸縮アーム４０及び第２の伸縮アーム８０は伸展し続けるので、エンコーダの値の増加は止まらず、モータへ供給される電流の値は小さいままとなる。したがって、一定時間経過後に、このようなエンコーダ値、電流値の変化を検出した場合は、把持に失敗したと判定する。

[0079] 把持に失敗したと判定されると、除去衛星２は、制御部９５に指示して、第１の伸縮アーム４０及び第２の伸縮アーム８０を収縮させる。そして、除去衛星２は、除去衛星２の備える推進装置によって位置や姿勢を変更することにより、ロボット１の位置を再調整し、ＰＡＲ４０１の開口面４０１ａに再配置し、把持成功まで上記の操作を繰り返す。

[0080] なお、各伸縮アーム４０、８０の伸展操作の前に、又は伸展操作と同時に、除去衛星２からの制御部９５への指示により、各エンドエフェクタ９０の各伸縮アーム４０、８０の長手方向に対する角度を、ＰＡＲ４０１のテーパ角にほぼ等しくなるように、エンドエフェクタ９０を回転させてもよい。ＰＡＲ４０１のテーパ角は、予め記憶されていたスペースデブリ４００の諸元データや除去衛星２が撮影したスペースデブリ４００の画像の分析等によって得ることができる。このような構成により、エンドエフェクタとＰＡＲ４０１を点接触でなく、面接触とすることができ、より強固に把持することが可能となる。

[0081] 次に、逆テーパ状の円筒形状を有するノズル４０２に対して把持動作をする場合について説明する。

[0082] まず、除去衛星２からの制御部９５への指示により、各伸縮アーム４０、

８０が、ノズル４０２の径よりも大きくなるまで、上に述べたと同様にして伸展され、各エンドエフェクタ９０の各伸縮アーム４０、８０の長手方向に対する角度を、ノズルのテーパ角にほぼ等しくなるように、エンドエフェクタ９０を回転させる。ノズルのテーパ角は、予め記憶されていたスペースデブリ４００の諸元データや除去衛星２が撮影したスペースデブリ４００の画像の分析等によって得ることができる。なお、伸展操作と回転操作の順序は逆に行っても、同時に行ってもよい。このような構成により、エンドエフェクタとＰＡＲ４０１を点接触でなく、面接触とすることができ、より強固な把持と、破損しやすいノズルの破損防止が可能となる。

[0083] 続いて、除去衛星２が、除去衛星２の備える推進装置によって位置や姿勢を変更することにより、除去衛星２に伸展ばね３を介して接続されたロボット１が、把持対象部位であるノズル４０２の開口面４０２ａに位置合わせされる。

[0084] 続いて、除去衛星２からの制御部９５への指示により、各伸縮アーム４０、８０が収縮される。第１の伸縮アーム４０に取り付けられたエンドエフェクタ９０と第２の伸縮アーム８０に取り付けられたエンドエフェクタ９０の両方が、ノズル４０２の側面４０２ｂに接触すると、Ｖ字状の把持部９０ｂ、９０ｃの各伸縮アーム側と各伸縮アーム４０、８０の間にノズル４０２の側面４０２ｃが挟み込まれ、その谷部がノズル４０２の開口端部３０２ｂに到達するように各伸縮アーム４０、８０が収縮する。そして、谷部がノズル４０２の開口端部４０２ｂに到達すると、把持動作が完了する。このとき、除去衛星２によって第１のモータのエンコーダの値や第１のモータへ供給される電流の値がモニタされているが、各伸縮アーム４０、８０が収縮している場合は、エンコーダの値は減少し、モータへ供給される電流の値は小さい。把持操作の完了によって、各伸縮アーム４０、８０の収縮が停止すると、エンコーダの値の減少が止まり、モータへ供給される電流の値は大きくなる。したがって、除去衛星２が、このようなエンコーダ値、電流値の変化を検出した場合は、把持に成功したと判定する。

- [0085] 一方、一定時間経過後も、第1の伸縮アーム40に取り付けられたエンドエフェクタ90と第2の伸縮アーム80に取り付けられたエンドエフェクタ90の一方又は両方が、ノズル402の側面402cに接触しなかった場合、把持は失敗となる。この場合、第1の伸縮アーム40及び第2の伸縮アーム80は収縮し続けるので、エンコーダの値の減少は止まらず、モータへ供給される電流の値は小さいままとなる。したがって、一定時間経過後に、このようなエンコーダ値、電流値の変化を検出した場合は、把持に失敗したと判定する。
- [0086] 把持に失敗したと判定されると、制御部95は、除去衛星2は、制御部95に指示して、各伸縮アーム40、80を伸展させる。そして、除去衛星2は、除去衛星2の備える推進装置によって位置や姿勢を変更することにより、ロボット1の位置を再調整し、ノズル402の開口面402aに再配置し、把持成功まで上記の操作を繰り返す。
- [0087] 上記実施形態によれば、形状や径の大きさが異なる把持対象に対しても汎用的にロボットの位置誤差や姿勢誤差に対してロバストで小型なものとすることができる。
- [0088] 上記実施形態においては、把持対象物として、スペースデブリを例として説明したが、把持対象物はこれに限定されるものではなく、任意の適切な把持対象物とすることができる。
- [0089] 上記実施形態においては、ロボットの位置合わせは、ロボット外部の装置により行われていたが、例えばロボット自体が位置・姿勢制御機構を備え、位置合わせを行う構成としてもよく、ロボットの位置合わせは、ロボット内部又は外部の任意の適切な装置によって行うものとすることができる。
- [0090] 上記実施形態においては、伸縮アームの数は2つであったが、伸縮アームの数は3つ以上の任意の適切な数とすることができる。伸縮アームの数を増やすと、より安定的に把持対象物を把持することができる。
- [0091] 上記実施形態においては、伸縮デバイスは、2つの伸縮アームから構成されていたが、基端と先端のそれぞれにエンドエフェクタが取り付けられた1

つの伸縮アームから構成されてもよい。また、伸縮デバイスは、伸縮アームと固定長のアームとから構成されてもよい。また、伸縮デバイスは、伸縮アーム以外の任意の適切な伸縮機構により構成されてもよい。

[0092] 上記実施形態においては、可動体の数は2つであったが、可動体の数は3つ以上の任意の適切な数とすることができる。

[0093] 以上、本発明について、例示のためにいくつかの実施形態に関して説明してきたが、本発明はこれに限定されるものでなく、本発明の範囲及び精神から逸脱することなく、形態及び詳細について、様々な変形及び修正を行うことができることは、当業者に明らかであろう。

符号の説明

- [0094] 1 ロボット
2 除去衛星
3 伸展ばね
400 スペースデブリ
401 PAR
402 ノズル
10 ベース部
11 ベースフレーム
13、14 プーリ
20 第1の駆動部
21 第1の駆動歯車
22 第1の従動歯車
23 第1のモータプーリ
24 第1の駆動プーリ
25 第1の従動プーリ
26 第1のワイヤ
27 第2のワイヤ
30 第2の駆動部

- 3 1 第2の駆動歯車
- 3 2 第2の従動歯車
- 3 3 第2のモータプーリ
- 3 4 第2の駆動プーリ
- 3 5 第5のワイヤ
- 4 0 第1の伸縮アーム
- 5 0 第1の可動体
- 5 1 第1のフレーム
- 5 4 基端側プーリ
- 5 5 基端側プーリ支持部
- 5 6 先端側プーリ
- 5 7 先端側プーリ支持部
- 5 8 第3のワイヤ
- 5 9 第4のワイヤ
- 6 1、6 2 プーリ
- 6 3 第2の固定部材
- 7 0 第2の可動体
- 7 1 第2のフレーム
- 7 4、7 5 プーリ
- 7 6 第3の固定部材
- 8 0 第2の伸縮アーム
- 9 0 エンドエフェクタ
- 9 0 b、9 0 c 把持部
- 9 0 d 軸支部
- 9 5 制御部
- 1 0 0 伸縮デバイス
- 1 0 0 0 把持システム

請求の範囲

- [請求項1] 少なくとも1つの方向に伸縮自在な伸縮デバイスと、
 前記伸縮デバイスの少なくとも2つの端部にそれぞれ結合された、
 少なくとも2つのエンドエフェクタと、
 前記伸縮デバイスを伸縮させることができる制御部と、
 を備え、
 前記少なくとも2つのエンドエフェクタの各々は、外方に向かって
 拡開する把持部を少なくとも1つ備え、
 前記制御部が、前記伸縮デバイスを伸展又は収縮させることによっ
 て、前記少なくとも2つのエンドエフェクタにより対象物を把持する
 ことができる
 ロボット。
- [請求項2] 前記エンドエフェクタは、前記伸縮デバイスが伸縮する方向に対し
 て折れ曲がるように回転自在に、前記伸縮デバイスの少なくとも2つ
 の端部に結合され、
 前記制御部は、前記伸縮デバイスを伸展させ、前記エンドエフェク
 タを回転させることによって、又は、前記伸縮デバイスを伸展させ、
 前記エンドエフェクタを回転させ、前記伸縮デバイスを収縮させるこ
 とによって、前記少なくとも2つのエンドエフェクタにより対象物を
 把持することができる請求項1に記載のロボット。
- [請求項3] 前記伸縮デバイスは、少なくとも2つの方向に伸縮自在であり、
 互いに異なる第1～第 n （ n は2以上の整数）の方向にそれぞれ伸
 縮自在な第1～第 n の伸縮アームを備える請求項1又は2に記載のロ
 ボット。
- [請求項4] 前記伸縮デバイスは、第1～第 n のベース部を更に備え、
 前記第1～第 n のベース部の各々は、第1の駆動部を備え、
 前記第1～第 n の伸縮アームは、それぞれ、その基端部が、前記第
 1～第 n のベース部に連結され、前記第1の駆動部からの動力により

前記第 1 ～第 n の方向に沿って伸縮する請求項 3 に記載のロボット。

[請求項5] 前記第 1 ～第 n の伸縮アームは、それぞれ、互いに連動して軸線方向に沿って進退する複数の可動体を含む請求項 3 又は 4 に記載のロボット。

[請求項6] 前記エンドエフェクタは、前記ベース部に設けられた第 2 の駆動部からの動力により前記伸縮アームに対して回転可能である請求項 1 ～5 のいずれか 1 項に記載のロボット。

[請求項7] 前記複数の可動体の少なくとも 1 つは、

フレームと、

前記フレームに回転自在に設けられ、前記フレームが移動することにより回転する基端側プーリと、

前記フレームに回転自在に設けられた先端側プーリと、

前記基端側プーリと前記先端側プーリとの間に張設され、前記基端側プーリの回転を前記先端側プーリに伝達する第 1 の伝達部材と、を有し、

前記第 1 の伝達部材は、先端側に隣接する可動体に固定されている、

請求項 5 又は 6 に記載のロボット。

[請求項8] 前記ベース部の各々は、ベースフレームを備え、

前記第 1 の駆動部は、

第 1 のモータと、

前記第 1 のモータの回転軸に直結され、前記ベース部のベースフレームに回転自在に設けられた第 1 のモータプーリと、

前記ベースフレームに回転自在に設けられた第 1 の従動プーリと、

前記第 1 のモータプーリと前記第 1 の従動プーリとの間に張設され、前記第 1 のモータの回転を前記第 1 の従属プーリに伝達する第 2 の伝達部材と、

を有し、

前記第2の伝達部材は、先端側に隣接する前記可動体に固定されている、

請求項7に記載のロボット。

[請求項9] 前記第1の伝達部材は、その一端が前記基端側プーリに、その他端が前記先端側プーリに、それぞれ第1の側から巻き付けられている第3のワイヤと、その一端が前記基端側プーリに、その他端が前記先端側プーリに、それぞれ第2の側から巻き付けられている第4のワイヤとを含む

請求項8に記載のロボット。

[請求項10] 前記エンドエフェクタは、前記ベース部及び前記複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリを介して、第2の伝達部材によって前記第2の駆動部に接続され、

前記第2の伝達部材は、前記ベース部及び前記複数の可動体の少なくとも1つに設けられたプーリのうちの少なくとも1つの、前記エンドエフェクタとは反対の側に掛けられ、前記第2の伝達部材の長さは、前記第1～第nの伸縮アームの伸縮状態にかかわらず一定となるように構成されている請求項2～9のいずれか1項に記載のロボット。

[請求項11] 請求項1～10のいずれか1項に記載のロボットと、

前記ロボットを、把持対象物が備える把持対象部位に対して位置合わせし、

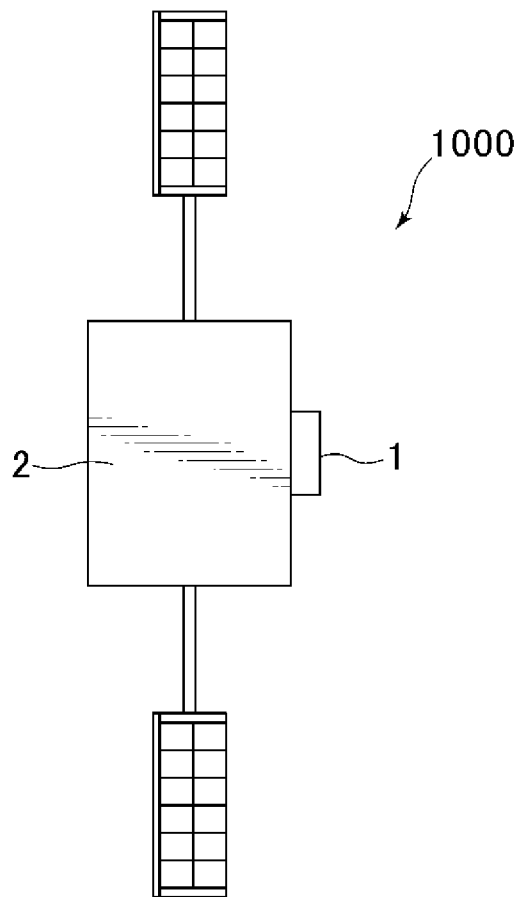
前記把持対象部位を把持するように、前記伸縮デバイスの伸展又は収縮を前記制御部に指示する把持制御装置と、
を備える把持システム。

[請求項12] 前記把持制御装置は、前記伸縮デバイスの伸展及び前記エンドエフェクタの回転を前記制御部に指示する請求項11に記載の把持システム。

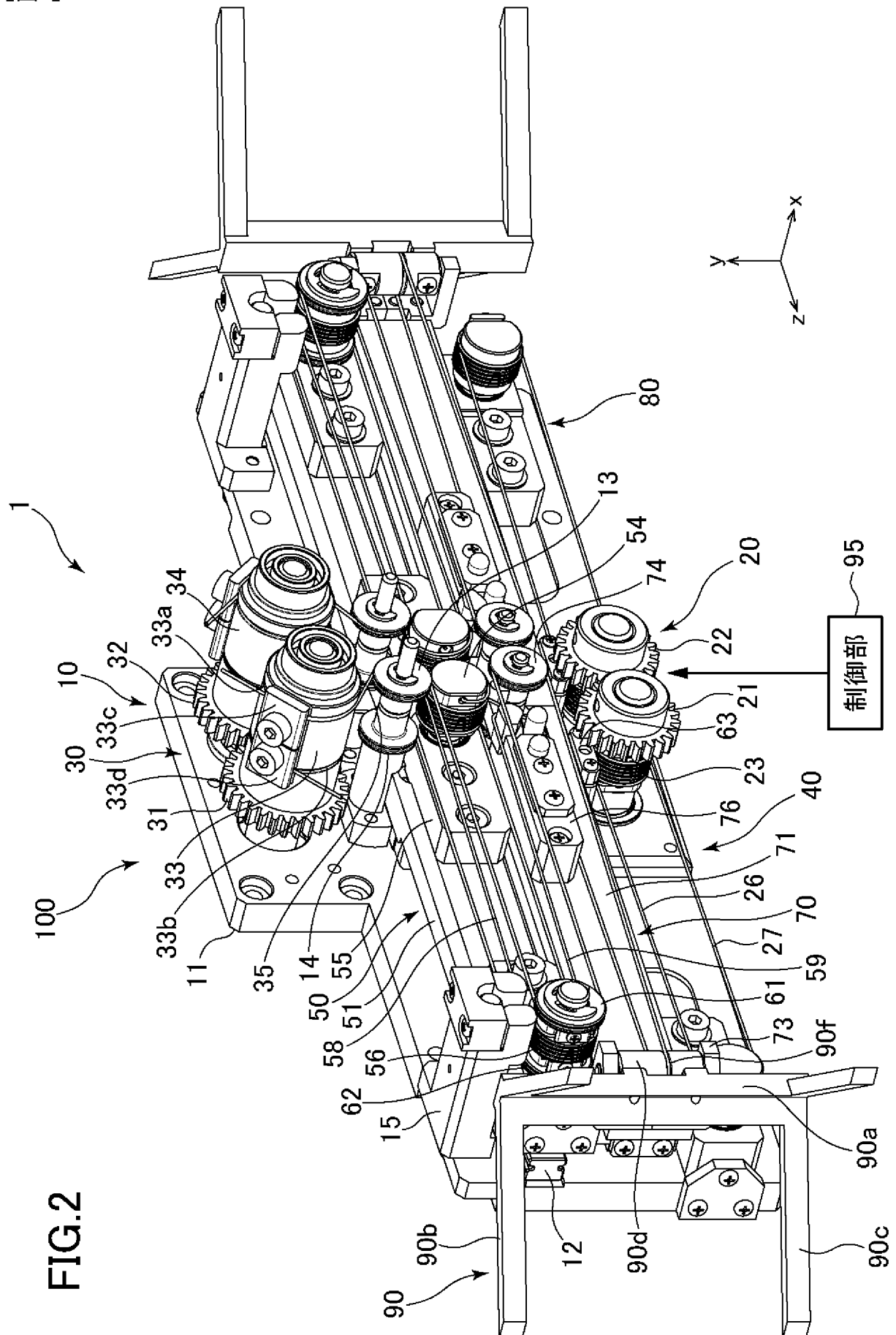
- [請求項13] 前記把持制御装置は、前記伸縮デバイスの伸展、前記エンドエフェクタの回転、及び前記伸展デバイスの収縮を前記制御部に指示する請求項11に記載の把持システム。
- [請求項14] 前記把持制御装置は、前記把持対象物の把持に成功したか否かを判定し、前記把持対象物の把持に成功しなかったと判定された場合、前記把持対象部位の形状に応じて、前記伸縮デバイスを収縮又は伸展させる請求項11～13のいずれか1項に記載の把持システム。
- [請求項15] 前記把持対象部位の形状は、テーパ状の円筒形状又は逆テーパ状の円筒形状である請求項11～14のいずれか1項に記載の把持システム。
- [請求項16] 前記把持対象物は、スペースデブリであり、前記把持対象部位は、PAR又はノズルである請求項11～15のいずれか1項に記載の把持システム。

[図1]

FIG. 1

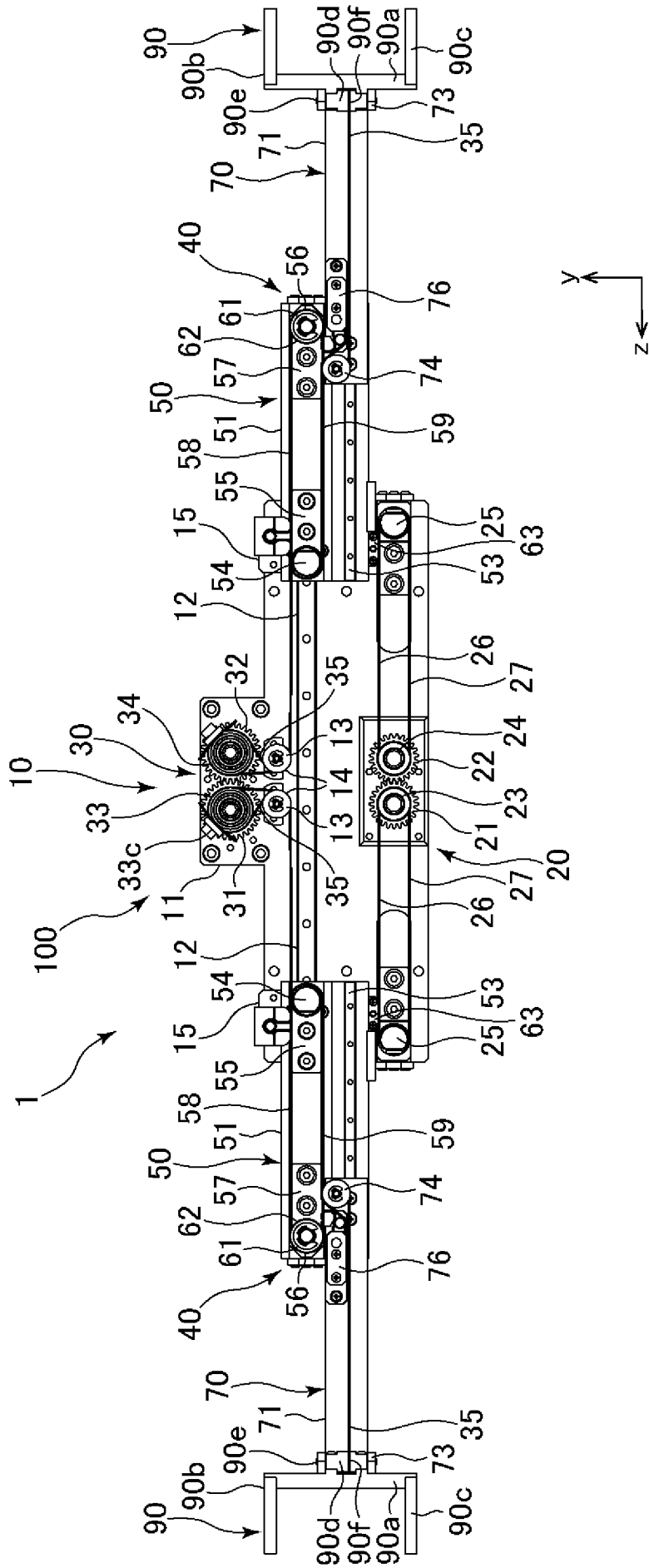


[図2]



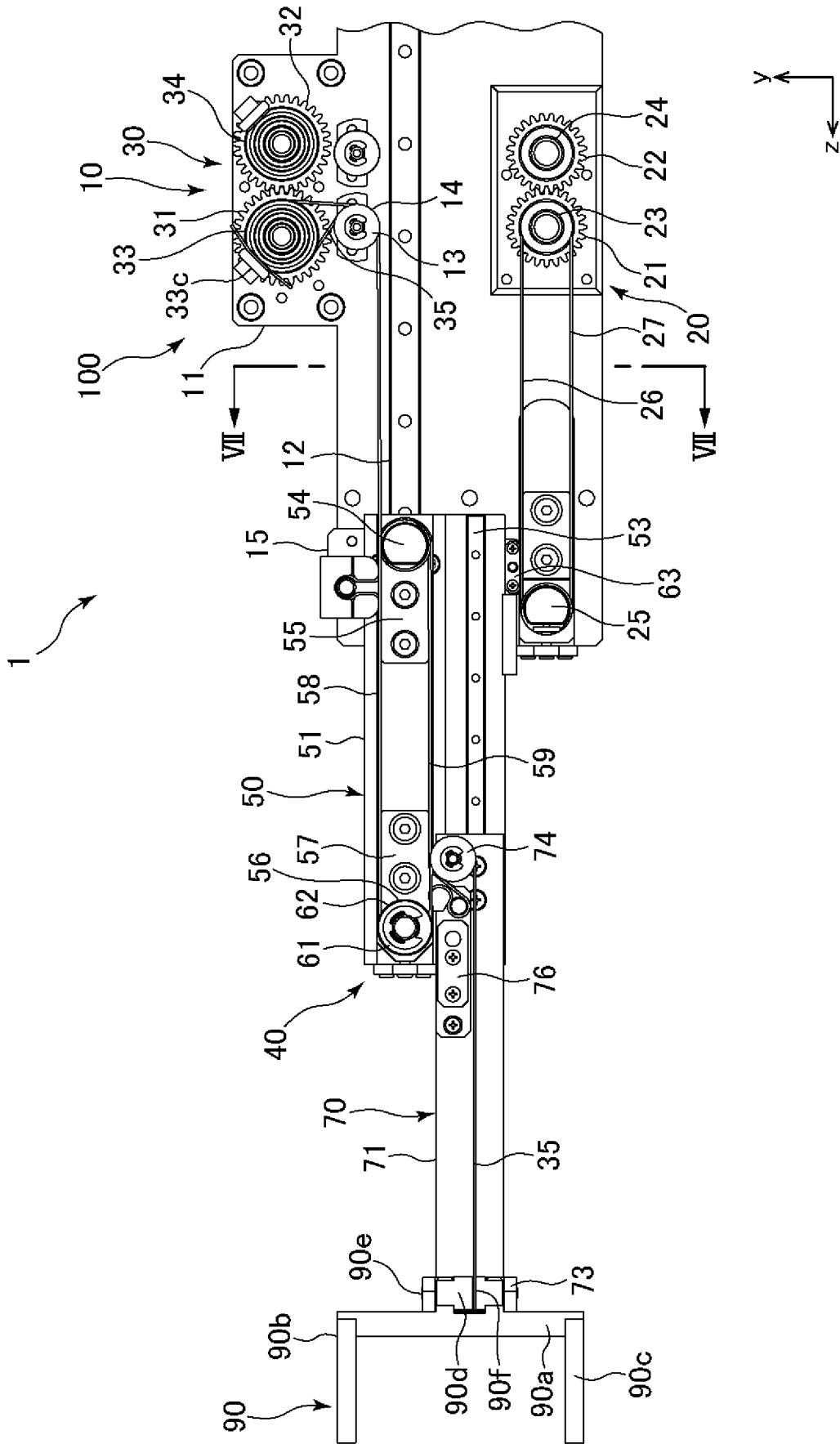
[図5]

FIG.5



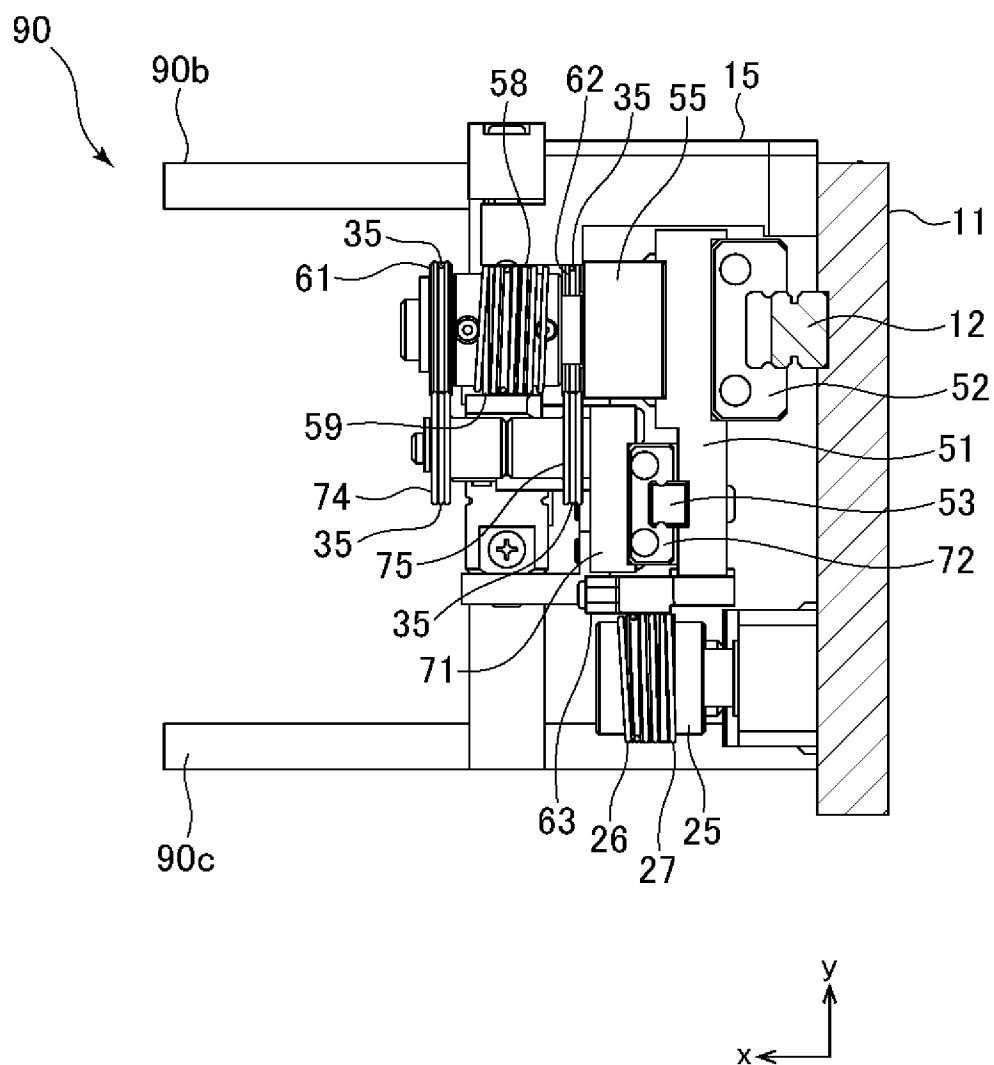
[図6]

FIG.6



[図7]

FIG.7



[図8]

FIG.8

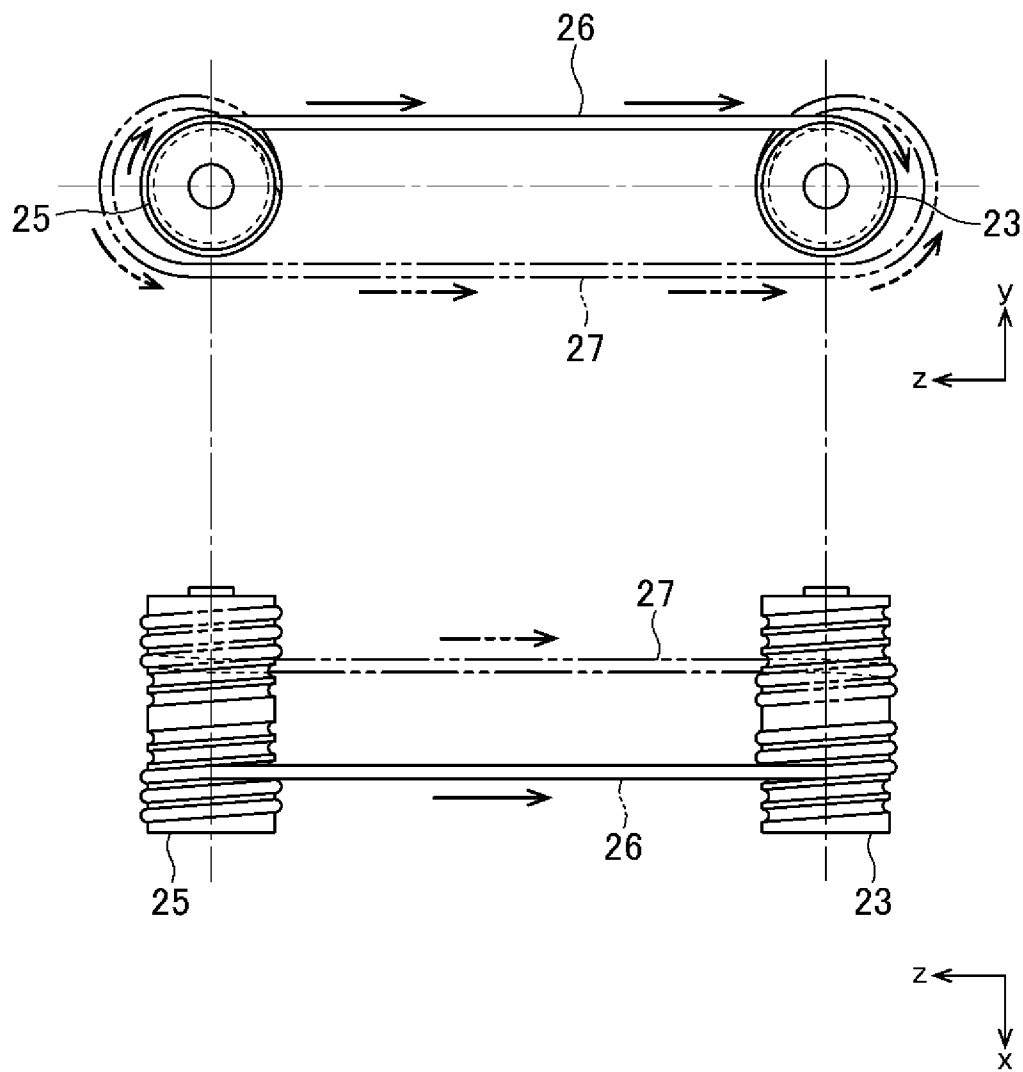
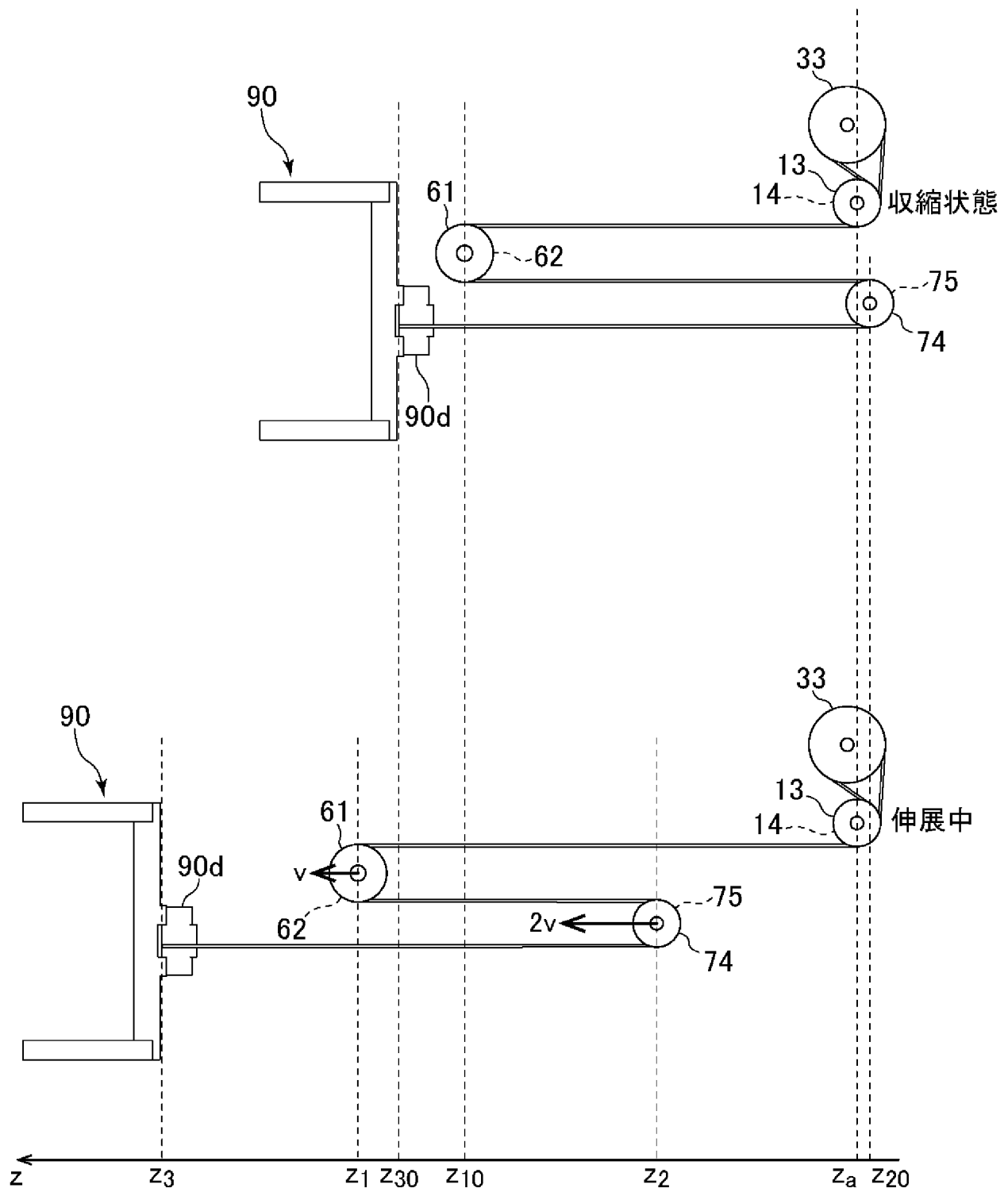
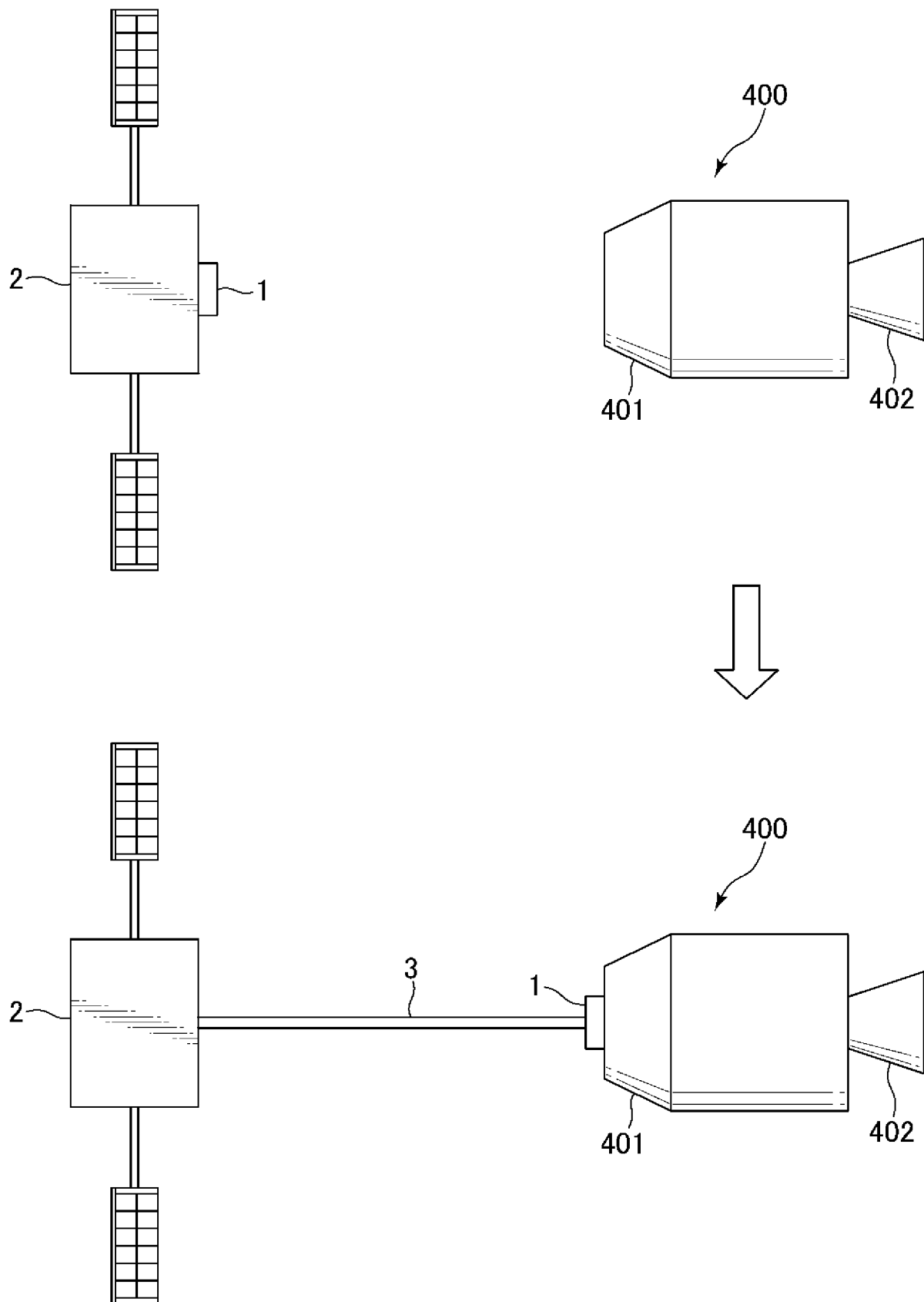


FIG.9



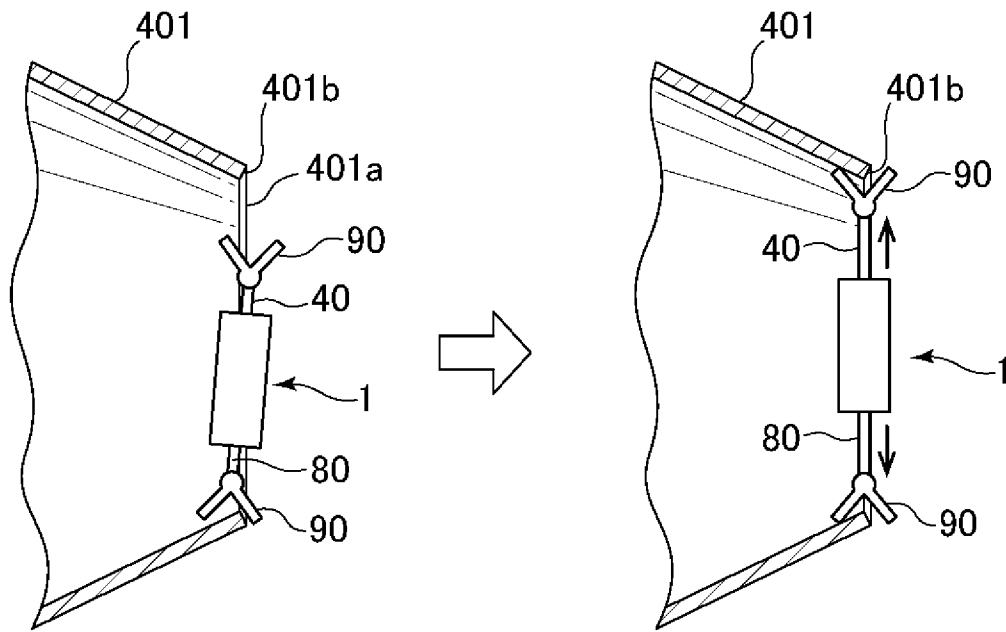
[図10]

FIG.10



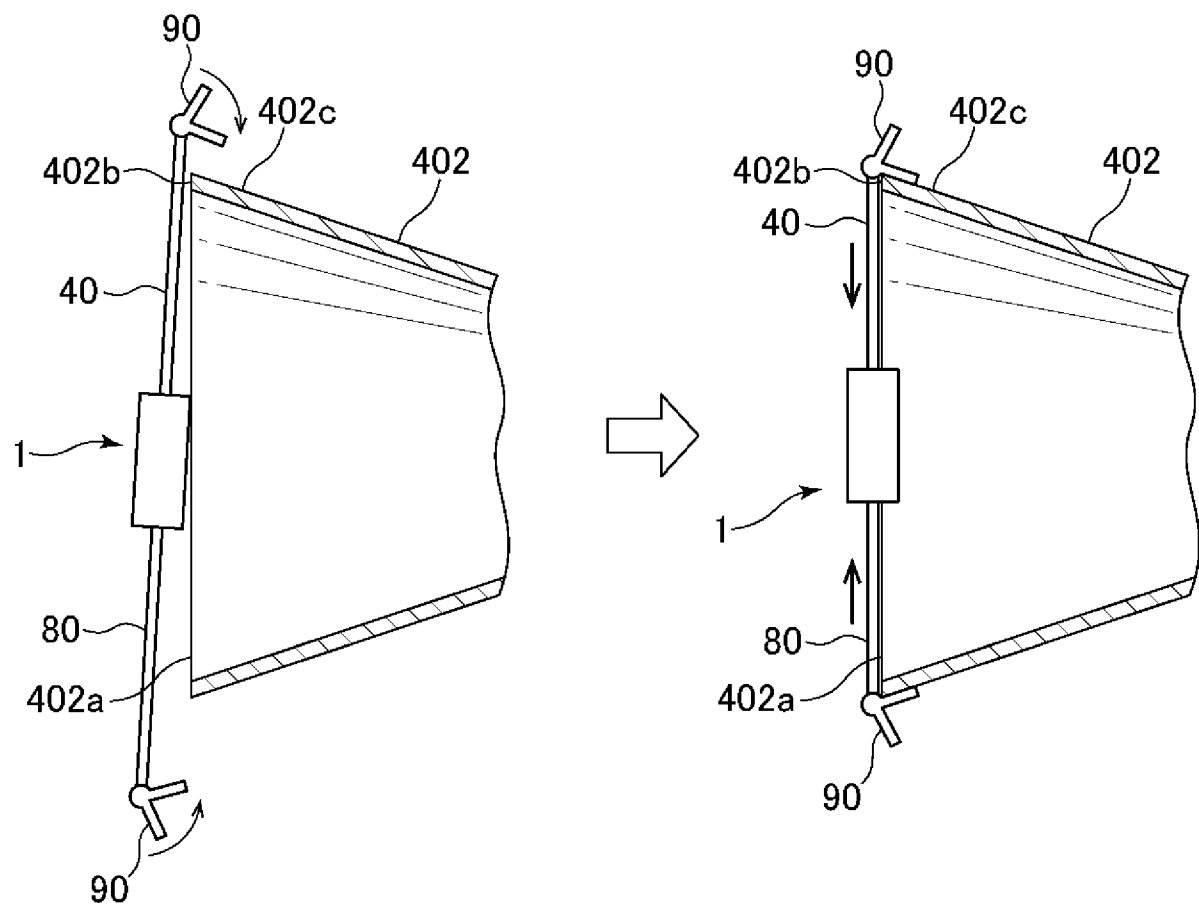
[図11]

FIG.11



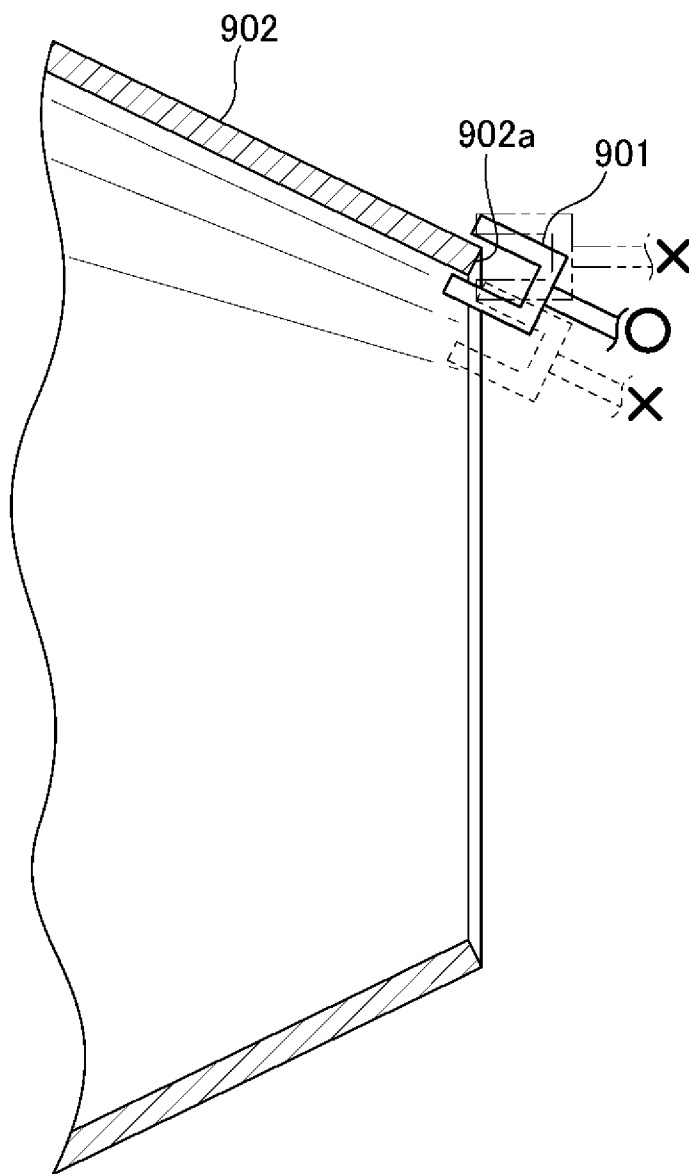
[図12]

FIG.12



[図13]

FIG.13



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/019968

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B25J18/02 (2006.01) i, B25J17/02 (2006.01) i, B64G1/64 (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)

Int.Cl. B25J1/00-21/02, B64G1/64

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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 A	JP 8-71964 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 19 March 1996, paragraphs [0020]-[0028], fig. 1-4 (Family: none)	1-6, 11-16 7-10
A	JP 2014-226974 A (KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08 December 2014, entire text, all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 9-36200 A (CKD CORPORATION) 07 February 1997, entire text, all drawings (Family: none)	7-10



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

"I" 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
13 August 2018 (13.08.2018)

Date of mailing of the international search report
21 August 2018 (21.08.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/019968

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-285989 A (YAMAHA MOTOR CO., LTD.) 04 November 1997, entire text, all drawings (Family: none)	7-10
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 36501/1973 (Laid-open No. 137267/1974) (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 26 November 1974, entire text, all drawings (Family: none)	7-10
A	JP 58-177293 A (PULTON) 17 October 1983, entire text, all drawings (Family: none)	1-16

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B25J18/02(2006.01)i, B25J17/02(2006.01)i, B64G1/64(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. B25J1/00-21/02, B64G1/64

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 8-71964 A（三菱重工業株式会社）1996.03.19, 段落[0020] - [0028], 第1-4図（ファミリーなし）	1-6, 11-16 7-10
A	JP 2014-226974 A（川崎重工業株式会社）2014.12.08, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-16
A	JP 9-36200 A（シーケーディ株式会社）1997.02.07, 全文, 全図（ファミリーなし）	7-10

☒ 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

13.08.2018

国際調査報告の発送日

21.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

貞光 大樹

3U

3629

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

C (続き) . 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
A	JP 9-285989 A (ヤマハ発動機株式会社) 1997. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7-10
A	日本国実用新案登録出願 48-36501 号 (日本国実用新案登録出願公開 49-137267 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマ イクロフィルム (三菱電機株式会社) 1974. 11. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	7-10
A	JP 58-177293 A (プルトンチエン株式会社) 1983. 10. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-16