

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6301078号  
(P6301078)

(45) 発行日 平成30年3月28日(2018.3.28)

(24) 登録日 平成30年3月9日(2018.3.9)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>B 6 1 B</b> 13/10	(2006.01)	B 6 1 B	13/10
<b>F 1 6 L</b> 55/32	(2006.01)	F 1 6 L	55/32
<b>G O 1 N</b> 21/84	(2006.01)	G O 1 N	21/84
<b>G O 1 N</b> 21/954	(2006.01)	G O 1 N	21/954
			B
			A

請求項の数 3 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-155720 (P2013-155720)	(73) 特許権者	505087230
(22) 出願日	平成25年7月26日(2013.7.26)		株式会社ハイボット
(65) 公開番号	特開2015-24748 (P2015-24748A)		東京都品川区北品川5丁目9番15号
(43) 公開日	平成27年2月5日(2015.2.5)	(74) 代理人	100113516
審査請求日	平成28年7月20日(2016.7.20)		弁理士 磯山 弘信
		(72) 発明者	廣瀬 茂男
			東京都目黒区下目黒二丁目18番3号 株
			式会社ハイボット内
		(72) 発明者	グアラニエリ ミケレ
			東京都目黒区下目黒二丁目18番3号 株
			式会社ハイボット内
		(72) 発明者	デベネスト パウロ
			東京都目黒区下目黒二丁目18番3号 株
			式会社ハイボット内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 配管内移動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転方向へ縦並びに配置された少なくとも3組の車輪ユニットと、  
前記少なくとも3組の車輪ユニット間を回動可能に連結する少なくとも2組のジョイント部と、を備え、

前記少なくとも3組の車輪ユニットのうち、少なくとも1組の車輪ユニットは、車輪と、前記車輪を回転駆動する駆動部と、前記駆動部に固定された第1フレームと、前記駆動部または前記第1フレームに回動可能に取り付けられる少なくとも1個の第2フレームとを、有し、

前記少なくとも1組の車輪ユニットの前記第1フレームと前記第2フレームの間には、当該第1フレームと当該第2フレームをV字状に折り曲げるための張力を付与する屈曲生成器を設け、

前記少なくとも2組のジョイント部は、前記第2フレームの回動方向と略直交する方向に回動可能に構成され、

前記少なくとも1組の車輪ユニットの前記第1フレームは隣り合う車輪ユニットの第2フレームと回動可能に連結し、当該車輪ユニットの前記第2フレームは隣り合う車輪ユニットの第1フレームと回動可能に連結することにより、前記少なくとも2組のジョイント部を構成した

ことを特徴とする配管内移動装置。

【請求項2】

前記車輪ユニットは、原動機と、前記原動機の出力部の半径方向外側に所定の隙間をあけて回動可能に連結されると共に前記原動機の出力部と一体とされた車輪と、前記原動機の部材に固定された前記第1フレームと、前記原動機の部材に対して回動可能に支持された前記第2フレームと、前記第1フレームと前記第2フレームをV字状に折り曲げるための張力を付与する屈曲生成器と、を有する

ことを特徴とする請求項1記載の配管内移動装置。

【請求項3】

前記屈曲生成器は、前記第1フレームと前記第2フレームを互いに近づける方向に力を付与するばね若しくはケーブルを有するばね、又は、ばねの張力を可変にする張力調節機構で構成されている

10

ことを特徴とする請求項2記載の配管内移動装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、屈曲部や分岐部のある配管の内部を自由に移動可能であって、その配管の内部を検査したり補修したりするための作業装置を搬送することができる配管内移動装置に関する。

【背景技術】

20

【0002】

一般に、ガス管、上水道・下水道等の配管、化学プラントの配管等においては、配管を切断せずに、配管の内部を検査したり補修したりすることができる技術が強く求められている。これを実現するためには、配管の開口部から配管内に作業装置を挿入し、配管にある屈曲部や分岐部を必要により通過して、その作業装置を所望の位置に搬送できる配管内移動装置が必要である。

【0003】

特許文献1、特許文献2、特許文献3及び非特許文献1は、配管の内部を移動しながら配管の内部を検査するための従来装置の例が記載されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-76475号(特許第4677595号)公報

【特許文献2】特開2005-241474号公報

【特許文献3】特開平8-230666号公報

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Edwin Dertien, Stefano Stramigioli, Kees Pulles, "Development of an inspection robot for small diameter gasdistribution mains", 2011 IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.5044-5049, Shanghai International Conference Center May 9-13, 2011

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1には、本願発明の発明者が先に特許出願したもので、曲がり管、分岐管等にて所望の方向に移動させることができる配管検査装置が記載されている。この特許文献1に係る配管検査装置は、少なくとも1個の駆動ユニットと少なくとも1個の検査ユニットとを有している。駆動ユニットは、複数の駆動部と、その駆動部を連結する複数の連結部と、駆動部及び連結部を通る2本の操縦用ケーブルと、その操縦用ケーブルの張力を調節する張力調節部とを有し、駆動部はモータによって回転可能な車軸と、その車軸に装着さ

50

れた車輪とを有している。かくして、2本の操縦用ケーブルを互いに同一の張力によって引っ張ることにより、駆動ユニットはジグザグ状に屈折し、駆動部の車輪が配管の内壁に接触した状態で、駆動ユニットは直進する。一方、2本の操縦用ケーブルを互いに異なる張力によって引っ張ることにより、駆動ユニットはジグザグ状に屈折し且つ螺旋状に配列し、駆動部の車輪が配管の内壁に接触した状態で、駆動ユニットは螺旋状に進むように構成されている。

【0007】

特許文献2には、内径が小さく屈曲した配管の内部を検査する装置が記載されている。この特許文献2に係る配管検査装置は、複数の車輪と、複数の車輪のうちの2個の車輪を結ぶ線と複数の車輪のうちの他の1個の車輪とが離れる方向に押し付ける力を発生する機構と、を具備することを特徴としている。

10

【0008】

また、特許文献3には、管径の変化や、異物、段差、エルボがある配管内で常に一定の圧力で配管の内壁を押しながら安定した姿勢で走行可能な装置が記載されている。この特許文献3に係る配管内走行装置は、地中埋設管、地上高所配管、及び人間が直接入れないために定期的な内部点検が不可能な配管内面の点検を行う配管内走行装置において、配管断面上反対方向に拡縮可能に設けられた複数の車輪群からなる2組の走行車輪と、その2組の走行車輪を管軸から管壁に向け一定の押し力で押し付ける力伝達機構と、2組の走行車輪を全輪同時駆動する走行機構とを有し、遠隔操作により配管内を自由に移動可能としたことを特徴としている。

20

【0009】

非特許文献1には、非常に小さなパイプを通して移動することのできる小型のパイプ検査ロボットに関するものが記載されている。この非特許文献1に係るパイプ検査ロボットは、自律的にガス分配ネットワークの特定の領域を検査し、管の正確な位置及び状態を記録することができるようにすることを目的としている。

【0010】

しかしながら、特許文献1、特許文献2、特許文献3及び非特許文献1のいずれに記載された装置においても、部品点数が多くて構造が複雑であり、走行のための制御機構が複雑なものになっていた。しかも、装置が屈曲部を通過する場合には、その屈曲部に入る所定距離の以前に、その装置の軸周りの姿勢を制御する必要があり、屈曲部が多い配管内では、装置に搭載した多数の小型カメラで配管の屈曲の向きを監視しながらその装置を操縦する必要があったために、その装置の操縦が著しく難しいものとなっていた。

30

【0011】

例えば、特許文献1に係る装置では、駆動ユニットが、L字状に折り曲げ形成された水平部の一侧の中間直線部から垂直方向に延びる垂直直線部を有する配管構造を通過する動作を行う時には、それぞれの配管の屈曲の方向に合わせて配管検査装置のジグザグ状に屈折する方向を配管の軸周りに配管検査装置を旋回させて合わせる必要がある。ところが、この旋回動作は屈曲配管部ではできないため、1個の駆動ユニットの全体が中間直線部内に入り込んでいる状況で旋回運動を行う必要があった。そのため、配管移動装置の長さが配管の中間直線部の長さより短い場合には装置が移動できず、また、例え往復検査装置の長さが中間直線部より短くても、旋回するための距離が短いために、何度も往復運動を繰り返して旋回する必要がある、というような課題があった。

40

【0012】

更に、一对の操縦用ケーブルを牽引することでジグザグ状に屈折する動作と、このジグザグ状に屈折する動作と直交する方向にジグザグ状に屈折させ、車輪を配管内壁に螺旋状に押し付ける動作を実現するものであるため、各関節を通過する際に、ケーブルとそれを誘導するチューブ間に大きな摩擦力が生成され、ジグザグに屈折する運動が滑らかにできないという課題もあった。

【0013】

また、特許文献2に係る装置では、本体の前後に配置された一对の車輪が、それぞれア

50

ームによって二方向（例えば、上下方向）へのみ揺動可能に支持されており、その二方向と直交する方向への揺動は不能な構造となっていた。そのため、配管内において旋回動作（配管の軸周りの回転）を行うことができず、色々な方向に屈曲部がある配管内では移動が不可能であった。

【0014】

更に、特許文献3に係る装置では、複数の車輪を二方向へ突っ張らせ、配管の内面を一定の圧力で押圧して走行する構造となっていた。そのため、装置の安定した姿勢を確保することはできるが、特許文献2に係る装置と同様に、配管内において旋回動作を行うためには複雑な制御を行う必要があり、配管内の屈曲部や分岐部におけるスムーズな移動動作を行うことが難しいという問題があった。

10

【0015】

また、非特許文献1に係る装置では、色々な方向に屈曲部がある配管内では、原理的に中心部の配管軸周りの回転自由度で移動は可能であるが、それを配管外部から操作しようとする、配管の屈曲の向きを装置に搭載する多数の小型カメラで監視して判断し、その方向に装置の姿勢を正すことを屈曲部毎に行うことが必要となり、著しく操作が難しいものになっていた。

【0016】

本発明は、このような従来の問題点に鑑みてなされたものであり、装置の構造が極めて簡単であって防塵防水性を実現し易く、また、どのような方向の屈曲管であっても、装置の姿勢制御をすることなく屈曲部等を通することができ、更に、T字分岐管では、その推進方向を選択できる特性を有する配管内移動装置を提供することを目的としている。

20

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の配管内移動装置は、回転方向へ縦並びに配置された少なくとも3組の車輪ユニットと、少なくとも3組の車輪ユニット間を回動可能に連結する少なくとも2組のジョイント部と、を備え、少なくとも3組の車輪ユニットは、車輪と、この車輪を回転駆動する駆動部と、この駆動部に固定された第1フレームと、駆動部に回動可能に取り付けられる少なくとも1個の第2フレームとを、それぞれ有し、少なくとも3組の車輪ユニットの第1フレームと第2フレームの間には、第1フレームと第2フレームをV字状に折り曲げるための張力を付与する屈曲生成器を設け、2組のジョイント部は、第2フレームの回動方向と略直交する方向に回動可能に構成されている、ことを特徴としている。

30

【0018】

少なくとも3組の車輪ユニットのうち、中間に位置する車輪ユニットの第1フレームは隣り合う車輪ユニットの第2フレームと回動可能に連結し、車輪ユニットの第2フレームは隣り合う車輪ユニットの第1フレームと回動可能に連結することにより、少なくとも2組のジョイント部を構成するとよい。

【0019】

車輪ユニットは、原動機と、この原動機の出力部の半径方向外側に所定の隙間をあけて回動可能に連結されると共に原動機の出力部と一体とされた車輪と、原動機の部材に固定された第1フレームと、原動機の部材に対して回動可能に支持された第2フレームと、第1フレームと第2フレームをV字状に折り曲げるための張力を付与する屈曲生成器と、を有する構成にするとよい。

40

【0020】

屈曲生成器は、前記第1フレームと前記第2フレームを互いに近づける方向に力を付与するばね若しくはケーブルを有するばね、又は、ばねの張力を可変にする張力調節機構で構成することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明の配管内移動装置によれば、装置の構造が極めて簡単であって防塵防水性の実現し易く、また、どのような方向の屈曲管でも、装置の姿勢制御をすることなく通過するこ

50

とができ、更に、T字分岐管では、その推進方向を選択できる特性を有する配管内移動装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の配管内移動装置の第1の実施例を示す外観斜視図である。

【図2】本発明の配管内移動装置の第1の実施例を示すもので、図2Aは側面図、図2Bは平面図である。

【図3】図1に示す配管内移動装置の分解斜視図である。

【図4】図1に示す配管内移動装置を構成する1の車輪ユニットの分解斜視図である。

【図5】図1に示す配管内移動装置を構成する1の車輪ユニットの断面図である。

10

【図6】図1に示す配管内移動装置に検査装置等を接続して配管内を移動する状態を説明するもので、図6Aは側面図、図6Bは走行方向前方から見た斜視図である。

【図7】図1に示す配管内移動装置が配管内のT字路を垂直姿勢で直進する動作を説明するもので、T字路に入る直前の状態の平面図である。

【図8】図1に示す配管内移動装置が配管内のT字路を垂直姿勢で直進する動作を説明するもので、図8Aは1両目（先頭）の車輪ユニットの車輪がT字路に入る直前の状態の平面図、図8Bは1両目の車輪ユニットの車輪がT字路に入った状態の平面図、図8Cは2両目の車輪ユニットの車輪がT字路に入った状態の平面図である。

【図9】図1に示す配管内移動装置が配管内のT字路を垂直姿勢で直進する動作を説明するもので、図9Aは3両目の車輪ユニットの車輪がT字路に入る直前の状態の平面図、図9Bは3両目の車輪ユニットの車輪がT字路に入った状態の平面図、図9Cは3両目の車輪ユニットの車輪がT字路の中央部まで移動した状態の平面図である。

20

【図10】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブ（屈曲部）を水平姿勢で移動する動作を説明するもので、図10Aは1両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブに入る直前まで移動した状態の平面図、図10Bは1両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブに入る直前の状態の平面図である。

【図11】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブを水平姿勢で移動する動作を説明するもので、図11Aは2両目の車輪ユニットの車輪が外壁面に接触しつつL字カーブに入る直前まで移動した状態の平面図、図11Bは2両目の車輪ユニットの車輪が外壁面に接触しつつL字カーブに入った状態の平面図、図11Cは3両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブに入った状態の平面図である。

30

【図12】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブを水平姿勢で移動する動作を説明するもので、図12Aは3両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブを通過する状態の平面図、図12Bは3両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブを通過した直後の状態の平面図である。

【図13】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブを水平姿勢で通過する動作を説明するもので、図13Aは1両目と3両目の車輪ユニットの車輪が外壁面に接触し、2両目の車輪ユニットの車輪が内壁面に接触しつつL字カーブを通過する状態の平面図、図13Bは同じく斜視図である。

【図14】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブ（屈曲部）を垂直姿勢で移動する動作を説明するもので、図14Aは1両目の車輪ユニットの車輪が上面（又は下面）に接触しつつL字カーブに入る直前まで移動した状態の平面図、図14Bは1両目の車輪ユニットの車輪がL字カーブに入った状態の平面図である。

40

【図15】図1に示す配管内移動装置が配管内のL字カーブを垂直姿勢で移動する動作を説明するもので、図15Aは2両目の車輪ユニットの車輪がL字カーブに移動した状態の平面図、図15Bは3両目の車輪ユニットの車輪がL字カーブに移動した状態の平面図、図15Cは3両目の車輪ユニットの車輪がL字カーブを通過した状態の平面図である。

【図16】図1に示す配管内移動装置が配管内のT字路を水平姿勢で分岐路に入り込む動作を説明するもので、1両目の車輪ユニットの車輪が分岐路の手前まで移動した状態の平面図である。

50

【図 17】図 1 に示す配管内移動装置が配管内の T 字路を水平姿勢で分岐路に入り込む動作を説明するもので、図 17 A は 1 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路に入る直前の状態の平面図、図 17 B は 1 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路に入った状態の平面図である。

【図 18】図 1 に示す配管内移動装置が配管内の T 字路を水平姿勢で分岐路に入り込む動作を説明するもので、図 18 A は 2 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路に入った状態の平面図、図 18 B は 3 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路に入った直後の状態の平面図である。

【図 19】図 1 に示す配管内移動装置が配管内の T 字路を水平姿勢で分岐路に入り込む動作を説明するもので、図 19 A は 3 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路に入った状態の平面図、図 19 B は 3 両目の車輪ユニットの車輪が分岐路を通過した直後の状態の平面図である。

10

【図 20】本発明の第 1 の実施例に係る配管内移動装置の姿勢制御の動作を説明するもので、図 20 A は 3 組の車輪ユニットの車輪が水平姿勢で移動する状態の平面図、図 20 B は図 20 A の状態から姿勢を略 30 度回転変化させた状態の平面図である。

【図 21】本発明の第 1 の実施例に係る配管内移動装置の姿勢制御の動作を説明するもので、図 21 A は図 20 A の状態から姿勢を略 60 度回転変化させた状態の平面図、図 21 B は図 20 A の状態から姿勢を略 90 度回転変化させた状態の平面図、図 21 C は図 20 A の状態から姿勢を略 120 度回転変化させた状態の平面図である。

【図 22】本発明の第 1 の実施例に係る配管内移動装置の姿勢制御の動作を説明するもので、図 22 A は図 20 A の状態から姿勢を略 150 度回転変化させた状態の平面図、図 22 B は図 20 A の状態から姿勢を略 180 度回転変化させた状態の平面図、図 22 C は図 22 B の状態の後 3 組の車輪ユニットの車輪が水平姿勢に変化した状態の平面図である。

20

【図 23】図 1 に示す配管内移動装置が配管内の T 字路を垂直姿勢から水平姿勢に姿勢を変化させて分岐部に入り込む動作を説明するもので、図 23 A は 3 組の車輪ユニットが垂直姿勢で直線状に移動している状態の平面図、図 23 B は 3 組の車輪ユニットの車輪に速度差を設けて水平方向にジグザグ状に変位させた状態の平面図、図 23 C は 3 組の車輪ユニットの車輪が略 30 度傾いた状態の平面図である。

【図 24】図 1 に示す配管内移動装置が配管内の T 字路を垂直姿勢から水平姿勢に姿勢を変化させて分岐路に入り込む動作を説明するもので、図 24 A は 3 組の車輪ユニットの車輪が略 60 度傾いた状態の平面図、図 24 B は 3 組の車輪ユニットの車輪が略 90 度傾いた状態のジグザグ姿勢の平面図、図 24 C は 3 組の車輪ユニットの車輪がジグザグ姿勢から水平姿勢に姿勢を変化させた状態の平面図である。

30

【図 25】本発明の配管内移動装置の第 2 の実施例を示す外観斜視図である。

【図 26】本発明の配管内移動装置の第 3 の実施例を示す外観斜視図である。

【図 27】本発明の配管内移動装置の第 4 の実施例を示す外観斜視図である。

【図 28】本発明の配管内移動装置に係る屈曲生成器の他の実施例を示すもので、図 28 A は屈曲生成器の第 2 の実施例の構成の概略を示す説明図、図 28 B は屈曲生成器の第 3 の実施例の構成の概略を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

40

【0023】

以下に、図 1 乃至図 28 を参照して、本発明の配管内移動装置の実施の例を説明する。

まず、本発明の配管内移動装置の第 1 の実施例について、図 1 乃至図 24 を参照して説明する。

【0024】

図 1 乃至図 5 に示すように、本発明の第 1 の実施例に係る配管内移動装置 1 は、3 組の車輪ユニット 2 A, 2 B, 2 C と、隣り合う車輪ユニット 2 A, 2 B 及び 2 B, 2 C 間を回動可能に連結する 2 組のジョイント部 3 A, 3 B と、縦方向に配置された 3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C を V 字状に折り曲げるように配列させるために張力を付与する屈曲生成器 4 等を備えて構成されている。

50

## 【 0 0 2 5 】

図3～図5に示すように、3組の車輪ユニット2A, 2B, 2Cは、一部の構成部品を除いて基本的構成は同一であり、それぞれが、モータ5と減速機6と連結部材8とカバー筒体9等を有する駆動部10と、駆動部10に固定される第1のフレーム26と、駆動部10に回動自在に取り付けられる第2のフレーム25と、駆動部10のモータ5の回転軸11に連結され、且つ、カバー筒体9にベアリング14で回転支持される車輪7等を備えて構成されている。

## 【 0 0 2 6 】

モータ5は、電力の供給を受けて機械動力を発生する原動機であり、その構成は周知であるため、ここでは詳細な説明を省略する。この実施例で示すモータ5は、円筒状筒体の内部に収容されていて、その一端の中央部から一側に突出された軸に、モータ5の一側に固定された円筒状をなす減速機6の回転軸11が連結されていて、その回転軸11が減速機6の一端の中央部から突出されている。減速機6は、モータ5の回転数を適宜に減速して回転軸11から出力させるもので、この減速機6にはカバー筒体9が装着されて一体的に構成されている。カバー筒体9のモータ5側は、段部を設けることによって大径部9aが設けられており、この大径部9aによってモータ5との間に適当な隙間を設けている。

## 【 0 0 2 7 】

カバー筒体9の軸方向の両側部には2個のベアリング14A, 14Bが装着されており、これらのベアリング14A, 14Bを介して車輪7が回転可能に支持され、その車輪7は連結部材8を介して回転軸11に固定されており、モータ5で車輪7を回転駆動できるように構成されている。車輪7は、リング状をなす金属製のホイール15と、このホイール15の外周面に一体に設けられたゴム製のタイヤ16とによって構成されている。ホイール15の穴の軸方向の一側には、カバー筒体9のモータ5側に嵌合されたベアリング14Aの外輪が嵌合され、同じ穴の軸方向の他側には、カバー筒体9の回転軸11側に嵌合されたベアリング14Bの外輪が嵌合されている。

## 【 0 0 2 8 】

減速機6の連結部材8側にはベアリング押え17が固定ネジ18によってネジ止めされており、このベアリング押え18によってベアリング14Bの内輪の移動が防止されている。回転軸11の先端部には、その回転軸11とホイール15とを一体的に連結する連結部材8が止めネジ19によってネジ止めされている。連結部材8は、中央部に貫通穴を設けた円盤状の部材からなり、その外周縁に設けたフランジ部8aには固定ネジ22が挿通される複数の挿通孔が設けられている。これらの挿通孔に挿通される複数の固定ネジ22によって連結部材8の外周縁がホイール15のリング状をなす端面に固定されている。

## 【 0 0 2 9 】

また、カバー筒体9の大径部9aには、リング状をなすシール部材23とベアリング24とが嵌合されている。シール部材23はホイール15の内面に摺動接触し、ホイール15の内側に設定された空間部に関して、内部からの潤滑剤等の漏れや、外部からの水やホコリ等の侵入を防止している。このシール部材23の外側に所定の隙間をあけてベアリング24が配置されており、このベアリング24を介して、第2フレーム26が駆動部10に対して回動可能に取り付けられている。

## 【 0 0 3 0 】

ジョイント部3A, 3Bは、3組の車輪ユニット2A, 2B, 2Cが配置される位置によって異なる構成となっている。即ち、図1及び図3等に示すように、第1ジョイント部3Aは、3組の車輪ユニット2A, 2B, 2Cのうち走行方向の1両目(先頭)の車輪ユニット2Aに設けられた第2フレーム25を有する固定フレーム27と、2両目の車輪ユニット2Bに設けられた第1フレーム26によって構成されていて、第1の車輪ユニット2Aと第2の車輪ユニット2Bを回動可能に連結している。また、第2ジョイント部3Bは、走行方向の2両目の車輪ユニット2Bに設けられた第2フレーム25と、3両目の車輪ユニット2Cに設けられた第1フレーム26によって構成されていて、第2の車輪ユニット2Bと第3の車輪ユニット2Cを回動可能に連結している。

## 【 0 0 3 1 】

第2フレーム25は、ベアリング24の外輪が嵌合されるリング状をなす環状部25aと、この環状部25aの一侧から半径方向外側へ突出するように形成された張出し部25bとからなっている。そして、環状部25aには、ベアリング24の抜け出しを防止するためのベアリングストッパ28が止めネジ29によって固定されている。また、張出し部25bの外面には、一对のジョイント片31、31が所定間隔あけて対向するよう一体に設けられている。張出し部25bは、環状部25aに対して略直交する方向へ展開するように形成されている。

## 【 0 0 3 2 】

第1フレーム26は、リング状をなす環状部26aと、この環状部26aの一侧から半径方向外側へ突出するように形成された張出し部26bとからなっている。張出し部26bは、環状部26aに対して略直交する方向へ展開するように形成されている。そして、張出し部26bの外面には、一对のジョイント片31、31間に嵌まり合うことができるジョイント片32が一体に設けられている。第1フレーム26の環状部26aには、モータ5の外側を覆うキャップ33が複数の固定ネジ34によって一体的に固定されている。

10

## 【 0 0 3 3 】

前述した第1フレーム26と第2フレーム25は、2両目の車輪ユニット2Bと3両目の車輪ユニット2Cだけに使用されていて、1両目の車輪ユニット2Aには第2フレーム25のみが使用され、その先に連結される車輪ユニットが無いため、第2フレーム25を有する固定フレーム27が取り付けられている。また、3両目の第2フレーム25には、

20

## 【 0 0 3 4 】

キャップ33は、モータ5の外側を覆うもので、モータ5よりも若干大きな円形をなす端面部33aと、この端面部33aの外周縁に連続して一体に設けられた円筒部33bと、この円筒部33bの外周面において半径方向外側へ展開するように設けられたフランジ部33cとを有している。キャップ33の円筒部33bの開口側端部の内周面には雌ネジ部が設けられており、この雌ネジ部に螺合される雄ネジがカバー筒体9の大径部9aの開口側端部の外周面に設けられている。この大径部9aの雄ネジに円筒部33bの雌ネジを螺合させることにより、キャップ33がカバー筒体9にネジ止めされて一体的に固定されている。このキャップ33に対して、全ての車輪ユニット2A、2B、2Cとも、それぞれ第1フレーム26がネジ止めされて固定されている。

30

## 【 0 0 3 5 】

具体的には、2つの車輪ユニット2B、2Cには第1フレーム26の環状部26aの穴にキャップ33の円筒部33bが嵌合され、車輪ユニット2Aには固定フレーム27の環状部27aの穴にキャップ33の円筒部33bが嵌合されている。そして、各環状部26a、27aに設けた複数の挿通孔とキャップ33のフランジ部33cに設けたネジ孔を用いて複数の固定ネジ34によりネジ止めされ、キャップ33に第2フレーム26が連結固定されている。

## 【 0 0 3 6 】

かくして、3組の車輪ユニット2A～2Cにおいて、それぞれ車輪7は、2個のベアリング14A、14Bを介して駆動部10のカバー筒体9に回転自在に支持されている。更に、車輪7は、連結部材8を介して駆動部10の回転軸11と一体的に構成されている。また、第2フレーム25は、ベアリング24を介してカバー筒体9に回転自在に支持されている。一方、第1フレーム26は、これと一体化されたキャップ33によってカバー筒体9とネジ結合されている。その結果、第1フレーム26は、モータ5の本体及び減速機6と一体的に回動され、この第1フレーム26に対して第2フレーム25が相対的に回動可能に構成されている。

40

## 【 0 0 3 7 】

1両目の車輪ユニット2Aと2両目の車輪ユニット2Bは第1ジョイント部3Aにより、また、2両目の車輪ユニット2Bと3両目の車輪ユニット2Cは第2ジョイント部3B

50



によって、それぞれ車輪 7 の回転方向と略直交する方向へ揺動可能に連結されている。即ち、各車輪ユニット 2 A ~ 2 C における車輪 7 の回転方向に対して、隣り合う車輪ユニット間 2 A , 2 B 及び 2 B , 2 C が、それぞれ略直交する方向に揺動可能に構成されている。

【 0 0 3 8 】

第 1 ジョイント部 3 A は、1 両目の車輪ユニット 2 A の第 2 フレーム 2 5 に設けた一对のジョイント片 3 1 , 3 1 と、2 両目の車輪ユニット 2 B の第 1 フレーム 2 6 に設けたジョイント片 3 2 と、これらジョイント片 3 1 , 3 2 間を回動可能に連結する枢軸 3 5 と、この枢軸 3 5 の両端を支持する 2 個の軸受ブシュ 3 6 , 3 6 によって構成されている。即ち、一对のジョイント片 3 1 , 3 1 間にジョイント片 3 2 が介在されていて、各ジョイント片 3 1 , 3 2 に設けた孔に 1 個の枢軸 3 5 が挿通されている。そして、枢軸 3 5 の両端部が、それぞれ軸受ブシュ 3 6 を介して各ジョイント片 3 1 に固定されている。

10

【 0 0 3 9 】

第 2 ジョイント部 3 B は、2 両目の車輪ユニット 2 B の第 2 フレーム 2 5 に設けた一对のジョイント片 3 1 , 3 1 と、3 両目の車輪ユニット 2 C の第 1 フレーム 2 6 に設けたジョイント片 3 2 と、これらジョイント片 3 1 , 3 2 間を回動可能に連結する枢軸 3 5 と、この枢軸 3 5 の両端を支持する 2 個の軸受ブシュ 3 6 , 3 6 によって構成されている。即ち、一对のジョイント片 3 1 , 3 1 間にジョイント片 3 2 が介在されていて、各ジョイント片 3 1 , 3 2 に設けた孔に 1 個の枢軸 3 5 が挿通されている。そして、枢軸 3 5 の両端部が、それぞれ軸受ブシュ 3 6 を介して各ジョイント片 3 1 に固定されている。

20

【 0 0 4 0 】

枢軸 3 5 の軸心線は、車輪 7 の軸心線である駆動部 1 0 の回転軸 1 1 の軸心線に対して略直交する方向となるように設定されている。ここで「略直交する方向」とは、その傾斜角度にある程度の範囲を設定したものであり、厳密には 9 0 度で直交するように構成するのが最適である。

【 0 0 4 1 】

配管内移動装置 1 が配管内の L 字カーブ（屈曲部）を通過する際、その L 字カーブが構成する平面と車輪 7 の軸心線が直交した姿勢であれば、配管内移動装置 1 はそのまま通過することができる。しかし、車輪 7 の軸心線が上記平面と直交していない場合は、配管内移動装置 1 を配管の軸心線周りに旋回させ、それらを一致させる制御が必要となる。この場合、最も通過し難い姿勢は、車輪 7 の軸心線が上記平面と平行で 9 0 度傾いている場合であるが、上述したように車輪 7 間に枢軸 3 5 があり、その枢軸 3 5 の車輪軸に対する交差角度が 9 0 度であれば、その交差角度が最も望ましいものであるため、この最も通過しにくい姿勢でも枢軸 3 5 を中心として屈折することで、容易に通過できることになる。

30

【 0 0 4 2 】

しかしながら、回転軸 1 1 の軸心線に対する枢軸 3 5 の交差角度は、4 5 度から 1 3 5 度の範囲に設定することができる。交差角度が 4 5 度以上で 1 3 5 度以下であれば、配管内移動装置 1 が L 字カーブに任意の姿勢で通過しようとする場合、枢軸 3 5 を中心に適度に屈曲することで L 字カーブに合わせて配管内移動装置 1 の全体の姿勢が変形できて通過できるためである。

40

【 0 0 4 3 】

第 1 ジョイント部 3 A の固定フレーム 2 7 には、1 両目の車輪ユニット 2 A と 2 両目の車輪ユニット 2 B との間の上下方向及び左右方向への揺動角度を検出するためのポテンシオメータ 3 8 が設けられている。このポテンシオメータ 3 8 にはメータカバー 3 9 が装着されており、このメータカバー 3 9 によってポテンシオメータ 3 8 の保護が図られている。

【 0 0 4 4 】

また、図 1 及び図 4 等に示すように、2 両目の車輪ユニット 2 B には屈曲生成器 4 の一側が固定されている。屈曲生成器 4 は、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C に対して、床等の載置面と直交する方向へ姿勢を V 字状に折り曲げるための引っ張り力を付与するものであ

50

る。この実施例では、屈曲生成器 4 は、図 6 A に示すように、ケーブル 4 1 と、チューブ 4 2 と、ケース 4 3 と、コイルばね 4 4 と、コイルばね 4 4 をケース 4 3 に固定する牽引力調整ユニット 4 5 によって構成されている。牽引力調整ユニット 4 5 は、配管の状態に応じてパネ力を調整したり、非常時に解除して配管内移動装置 1 を引き出せるようにするためのものである。ケース 4 3 は、円筒状の空間部を有する筒状の部材からなり、このケース 4 3 の空間部にコイルばね 4 4 が伸長されて収納されている。このケース 4 3 の軸方向の一侧にチューブ 4 2 の一端が固定されている。

【 0 0 4 5 】

コイルばね 4 4 をケース 4 3 に固定する牽引力調整ユニット 4 5 は、配管内移動装置 1 の配管内部を圧接する圧力を調整して、移動状態に必要な推進力を生成して適度な圧力を出して推進抵抗を増やすことを防止したり、配管内移動装置 1 が配管内で故障した時に、車輪 7 の配管内壁に押し付け力を解除して、容易に配管内部から引き出せるようにするための装置である。

【 0 0 4 6 】

チューブ 4 2 の先端 4 2 a は、2 両目の車輪ユニット 2 B の第 2 フレーム 2 5 に設けた貫通穴 4 6 に固定されている。コイルばね 4 4 の一端はケース 4 3 に固定されていて、そのコイルばね 4 4 の他端にケーブル 4 1 の一端が連結されている。ケーブル 4 1 はチューブ 4 2 を貫通しており、ケーブル 4 1 の突出側は、第 2 フレーム 2 5 の貫通穴を貫通し、且つ、その内部を通して第 1 フレーム 2 6 にまで到達している。そして、ケーブル 4 1 の先端 4 1 a が第 2 フレーム 2 6 に設けた挿通孔 4 7 に固定されている。

【 0 0 4 7 】

ケーブル 4 1 の先端 4 1 a を第 1 フレーム 2 6 に固定する際には、コイルばね 4 4 を適宜に引っ張って常に第 1 フレーム 2 6 に対して引っ張り力が作用するように設定する。このコイルばね 4 4 のパネ力により、2 両目の車輪ユニット 2 B において、第 2 フレーム 2 5 を基準にして第 1 フレーム 2 6 にケーブル 4 1 側に向かう回転力を付与する。これにより、3 組の車輪ユニット 2 A, 2 B, 2 C は、図 2 A に示すように、2 両目の車輪ユニット 2 B を中心として、1 両目の車輪ユニット 2 A と 3 両目の車輪ユニット 2 C がケーブル 4 1 側において互いに近づく方向へ付勢され、車輪 7 が接触する面に対して垂直をなす方向へ V 字状に折り曲げられるように姿勢が制御される。

【 0 0 4 8 】

図 6 A 及び図 6 B は、上述したような構成を有する配管内移動装置 1 に視覚装置 5 0 と制御装置 5 1 と検査装置 5 2 とコントローラ 5 3 を接続し、配管 6 0 内を移動させる状態を説明する図である。視覚装置 5 0 は、配管 6 0 内の状態を目視によって認識するもので、例えば、監視カメラを適用することができる。制御装置 5 1 は、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C の動作を制御するもので、例えば、マイクロコンピュータ及びその他の必要な電子部品と、これらの電子部品が搭載され且つ必要な電子回路が設けられた配線基板と、これらが収容されたハウジング等を備えて構成されている。

【 0 0 4 9 】

検査装置 5 2 は、配管内移動装置 1 の搬送対象となるもので、配管 6 0 の内径や肉厚、配管内の亀裂や腐食の有無等を検査する装置であって、例えば、超音波センサや渦流探傷センサ等を適用することができる。コントローラ 5 3 は、視覚装置 5 0 からの情報に基づいて制御装置 5 1 や検査装置 5 2 の駆動を制御するもので、配管 6 0 の外部において作業者の手動操作によって操作される。なお、屈曲生成器 4 は、この実施例では、当初から所定の引っ張り力に調節しておくようにする。しかしながら、屈曲生成器の張力は、後述するように強弱調節可能に構成できることは勿論である。

【 0 0 5 0 】

次に、配管内移動装置 1 の走行動作を説明する。

図 7 乃至図 9 は、配管内移動装置 1 が、配管 6 0 内の水平方向に展開された T 字路 6 2 を、車軸を垂直に保った姿勢で直進移動する動作を説明するもので、分岐路 6 3 が水平方向に延在されている場合である。この場合、張力付与部材 4 のコイルばね 4 4 のパネ力に

10

20

30

40

50

より、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7のうち、1両目と3両目の車輪7、7が配管60内の下面（奥側面）{又は上面（手前面）}に圧接され、2両目の車輪7が反対側の配管60内の上面（手前面）{又は下面（奥側面）}に圧接される。この状態でコントローラ53を操作し、制御装置51の制御を介して3組の車輪ユニット2A～2Cのモータ5を同一速度で駆動させる。これにより、配管内移動装置1が、車輪7の縦断面を垂直方向に保持した状態で、図8A、図8B、図8C及び図9A、図9B、図9Cの状態を経て、直線路64を真っ直ぐに移動することができる。

#### 【0051】

図10乃至図12は、配管内移動装置1が、配管60内の垂直方向に展開されたL字状の屈曲部（L字カーブ）65を、車輪7の車軸を水平に保った姿勢で移動する動作を説明するものである。なお、屈曲部65が水平方向に展開されている場合も同様である。この実施例では、張力付与部材4のコイルばね44のパネ力により、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7のうち、1両目と3両目の車輪7、7が屈曲部65の曲率半径の小さい内側面に圧接され、2両目の車輪7が反対側の曲率半径の大きい外側面に圧接されている。

10

#### 【0052】

この状態でコントローラ53を操作し、制御装置51の制御を介して3組の車輪ユニット2A～2Cのモータ5を同一速度で駆動させる。これにより、配管内移動装置1が、車輪7の回転中心を水平方向に保持した状態で、図10A、図10B、図11A、図11B、図11C及び図12A、図12Bの状態を経て、屈曲部65を通過することができる。この場合、1両目と3両目の車輪7、7は常に屈曲部65の内側面に圧接され、2両目の車輪7は常に外側面に圧接される。

20

#### 【0053】

図13A及び図13Bは、配管内移動装置1が、配管60内の水平方向に展開されたL字状の屈曲部65を水平姿勢で移動する動作を説明するもので、この実施例が図10乃至図12に示した実施例と異なるところは、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7のうち、1両目の車輪ユニット2Aの車輪7と3両目の車輪ユニット2Cの車輪7が屈曲部65の曲率半径の大きい外側面に圧接され、2両目の車輪ユニット2Bの車輪7が反対側の曲率半径の小さい内側面に圧接されている点である。その他の動作は、前記実施例と同様である。

30

#### 【0054】

図14及び図15は、配管内移動装置1が、配管60内の水平方向に展開されたL字状の屈曲部（L字カーブ）65を垂直姿勢で移動する動作を説明するもので、この実施例が図10乃至図12に示した実施例と異なるところは、3組の車輪ユニット2A～2Cの車輪7が載置面に対して垂直をなす姿勢とされており、1両目の車輪ユニット2Aの車輪7と3両目の車輪ユニット2Cの車輪7が屈曲部65の下面（奥側面）{又は上面（手前面）}に圧接され、2両目の車輪ユニット2Bの車輪7が屈曲部65の上面（手前面）{又は下面（奥側面）}に圧接されている点である。

#### 【0055】

図14Aの状態では、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7～7は、それぞれ同一速度で回転駆動されていて、車輪7を垂直に保つ姿勢で屈曲部65内に入り込む。この屈曲部65において、図14Bに示すように、1両目の車輪ユニット2Aの車輪7は、張力付与部材4のコイルばね44のパネ力によって配管60内の紙面に対して最も高い位置にある上面（又は最も低い位置にある下面）に圧接され、その上面（又は下面）の管路内壁にガイドされて屈曲部65の中央部を、その曲線に沿って円弧状に移動する。同様に、図15Aに示すように、2両目の車輪ユニット2Bの車輪7においても、張力付与部材4のコイルばね44のパネ力によって配管60内の最も低い位置にある下面（又は最も高い位置にある上面）に圧接され、その下面（又は上面）にガイドされて曲線部65の中央部を、その曲線に沿って円弧状に移動する。

40

#### 【0056】

50

更に、図15Bに示すように、続く3両目の車輪ユニット2Cの車輪7においても、張力付与部材4のコイルばね44のパネ力によって配管60内の紙面に対して最も高い位置にある上面（又は最も低い位置にある下面）に圧接され、その上面（又は下面）にガイドされて屈曲部65の中央部を、その曲線に沿って円弧状に移動する。そして、図15Cに示すように、配管内移動装置1は、当初の垂直姿勢を保持した状態のまま屈曲部65を通過することができる。

【0057】

図16乃至図19は、配管内移動装置1が、配管60内の水平方向に展開されたT字部62を水平姿勢で分岐路63に入り込む動作を説明するもので、分岐路63が垂直上方へ延在されている場合も同様である。この実施例では、張力付与部材4のコイルばね44のパネ力により、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7のうち、1両目と3両目の車輪7,7がT字部62の内側面に圧接され、2両目の車輪7がT字部62の外面に圧接される場合を示している。

10

【0058】

この状態でコントローラ53を操作し、制御装置51の制御を介して3組の車輪ユニット2A～2Cのそれぞれのモータ5を同一速度で駆動させる。これにより、配管内移動装置1が、それぞれの車輪7の回転中心である車輪軸を垂直方向に保持した状態で、図16、図17A、図17B、図18A、図18B及び図19A、図19Bの状態を経て、分岐路63に対してスムーズに入り込んで移動することができる。この場合、1両目と3両目の車輪7,7は常に分岐路63の内側の側面に圧接され、2両目の車輪7は常に外側の側面に圧接される。

20

【0059】

図20乃至図22は、配管内移動装置1が、配管60内の水平方向に展開されたT字部62を水平姿勢で分岐路63に入り込む動作を説明するもので、分岐路63が垂直上方に延在されている場合も同様である。この実施例が図16乃至図19に示した実施例と異なる点は、配管内移動装置1が分岐路63に入り込む前のある距離において、3組の車輪ユニット2A～2Cの各車輪7～7のうち、2両目の車輪7が分岐路63の内面に圧接されていて、1両目と3両目の車輪7,7が配管60内の分岐路63の外面に圧接される点である。

【0060】

この状態では、1両目の車輪ユニット2Aの車輪7がT字部62の分岐路63と反対側の直線部に接触していることから、このまま配管内移動装置1を直進的に移動させても、1両目の車輪7がその直線部の側面にガイドされるために、配管内移動装置1が分岐路63内に入れ込むことができない。従って、この場合には、分岐路63に入る所定距離以前に配管内移動装置1の姿勢を制御して、1両目と3両目の車輪7,7を分岐路63の内側の側面に圧接させ、2両目の車輪7を外側の側面に圧接させる必要がある。

30

【0061】

このときの配管内移動装置1の姿勢制御は、例えば、次のようにして行うことができる。まず、図20Aに示すように、分岐路63に到達する所定距離前の時点において、コントローラ53を操作して制御装置51の制御を介し、3組の車輪ユニット2A～2Cの3個のモータ5～5の回転数を異ならせる制御を行う。即ち、1両目の車輪ユニット2Aの車輪7の回転数(N1)よりも2両目の車輪ユニット2Bの車輪7の回転数(N2)を高くし、更に、2両目の車輪ユニット2Bの車輪7の回転数(N2)よりも3両目の車輪ユニット2Cの車輪7の回転数(N3)を高くする(N1 < N2 < N3)。

40

【0062】

これにより、前方に位置する車輪7よりも後方に位置する車輪7の回転数が高いことから、図20Aに示すように、走行方向前方に位置する車輪が走行方向後方に位置する車輪によって押されたような状態となり、図20Bに示す状態（図20Aの状態から略30度回転した状態）、図21Aに示す状態（図20Aの状態から略60度回転した状態）、図21Bに示す状態（図20Aの状態から略90度回転した状態）、図21Cに示す状態（

50

図 2 0 A の状態から略 1 2 0 度回転した状態)、図 2 2 A に示す状態(図 2 0 A の状態から略 1 5 0 度回転した状態)を経て、図 2 2 B に示す状態(図 2 0 A の状態から略 1 8 0 度回転した状態)のように、配管内移動装置 1 の姿勢が略 1 8 0 度回転変位される。

【 0 0 6 3 】

その結果、図 2 2 C に示すように、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C の各車輪 7 ~ 7 のうち、1 両目と 3 両目の車輪 7 , 7 が配管 6 0 内の T 字部 6 2 の内面に圧接され、2 両目の車輪 7 が T 字部 6 2 の外面に圧接されるようになる。これにより、前述したように、配管内移動装置 1 が分岐路 6 3 内に入り込むことが可能となる。

【 0 0 6 4 】

図 2 3 及び図 2 4 は、配管 6 0 内の水平方向に展開された T 字部 6 2 を配管内移動装置 1 が車輪の車軸を垂直に保つ姿勢で走行しており、この状態から分岐路 6 3 に入り込む動作を説明するもので、分岐路 6 3 が垂直上方へ延在されている場合も同様である。この状態では、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C の 3 個の車輪 7 ~ 7 のすべてが、分岐路 6 3 の方向と直交する上面又は下面に接触しているため、このまま配管内移動装置 1 を直進的に移動させても、配管内移動装置 1 が分岐路 6 3 内に入れ込むことができない。従って、この場合にも、分岐路 6 3 に入る所定距離以前に、前述したように配管内移動装置 1 の姿勢を制御して、1 両目と 3 両目の車輪 7 , 7 を分岐路 6 3 の内側の側面に圧接させ、2 両目の車輪 7 を外側の側面に圧接させるように制御する必要がある。

【 0 0 6 5 】

まず、図 2 3 A に示すように、T 字部 6 2 に到達する所定距離前の時点において、コントローラ 5 3 を操作して制御装置 5 1 の制御を介し、前述したように、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C の 3 個のモータ 5 ~ 5 の回転数を異ならせる制御を行う。そして、1 両目の車輪ユニット 2 A の車輪 7 の回転数 ( N 1 ) よりも 2 両目の車輪ユニット 2 B の車輪 7 の回転数 ( N 2 ) を高くし、2 両目の車輪ユニット 2 B の車輪 7 の回転数 ( N 2 ) よりも 3 両目の車輪ユニット 2 C の車輪 7 の回転数 ( N 3 ) を高くする ( N 1 < N 2 < N 3 ) 。

【 0 0 6 6 】

これにより、前方に位置する車輪 7 よりも後方に位置する車輪 7 の回転数が高いことから、3 個の車輪 7 ~ 7 が図 2 3 B に示すように、互いに縮められたような状態となり、図 2 3 C に示す状態(図 2 3 A の状態から略 3 0 度回転した状態)、図 2 4 A に示す状態(図 2 3 B の状態から略 6 0 度回転した状態)を経て、図 2 4 B に示す状態(図 2 3 B の状態から略 9 0 度回転した状態)のように、配管内移動装置 1 の姿勢が略 9 0 度回転変位される。

【 0 0 6 7 】

その結果、図 2 4 C に示すように、3 組の車輪ユニット 2 A ~ 2 C の各車輪 7 ~ 7 のうち、1 両目と 3 両目の車輪 7 , 7 が配管 6 0 内の T 字部 6 2 の内面に圧接され、2 両目の車輪 7 が分岐路 6 3 の外面に圧接されるようになる。これにより、前述したように、配管内移動装置 1 が分岐路 6 3 内に入り込むことが可能となる。

【 0 0 6 8 】

この実施例によれば、配管 6 0 内の直線部における直進走行は勿論のこと、屈曲部 ( T 字カーブ ) 6 5 や T 字路や十字路等の分岐部等において、配管内移動装置 1 の姿勢 ( 垂直姿勢と水平姿勢 ) のいかにかわらず、配管内移動装置 1 をそのまま又は簡単な姿勢制御によってスムーズに通過させることができる。

【 0 0 6 9 】

図 2 5 は、本発明の配管内移動装置の第 2 の実施例を示すものである。この第 2 の実施例に係る配管内移動装置 7 1 は、4 組の車輪ユニット 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D と、隣り合う車輪ユニット 7 2 A と 7 2 B 、 7 2 B と 7 2 C 及び 7 2 C と 7 2 D 間を回動可能に連結する 3 組のジョイント部 7 3 A , 7 3 B , 7 3 C と、車輪の車軸を水平に向けて直列に配置された 4 組の車輪ユニット 7 2 A ~ 7 2 D をジグザグ状に配列させるために張力を付与する屈曲生成器である張力付与部材 7 4 等を備えて構成されている。

【 0 0 7 0 】

10

20

30

40

50

1 両目の車輪ユニット72Aの駆動部10の回転軸には第1フレーム82の一側部が固定されている。第1フレーム81は、L字状に折り曲げ形成されており、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する一对の第1ジョイント片89が設けられている。一对の第1ジョイント片89には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔がそれぞれ設けられている。

【0071】

2 両目の車輪ユニット72Bの駆動部10の回転軸には第1フレーム83の一側部が固定されている。第1フレーム83は、L字状に折り曲げ形成されており、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する一对の第1ジョイント片89が設けられている。一对の第1ジョイント片89には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔がそれぞれ設けられている。この第1フレーム83の折り曲げ部には、軸受部83aと反対側に突出するケーブル支持片83bが設けられている。

10

【0072】

第1フレーム83の一側部には第2フレーム82が回動可能に連結されている。第2フレーム82は、L字状に折り曲げ形成された部材からなり、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する第2ジョイント片が設けられている。この第2ジョイント片には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔が設けられている。更に、第2フレーム82の折り曲げ部には、ケーブル支持片82aが設けられている。

【0073】

第1フレーム81の一对の第1ジョイント片89と、第2フレーム82の第2ジョイント片と枢軸91とによって第1ジョイント部73Aが構成されている。即ち、一对の第1ジョイント片89間に第2ジョイント片を介在させた状態で、それらの挿通孔に枢軸91を挿通させることにより、第1フレーム81と第2フレーム82が、車輪7の縦断面と直交する水平方向へ揺動自在に連結されている。

20

【0074】

3 両目の車輪ユニット72Cの駆動部10の回転軸には第1フレーム85が固定されている。第1フレーム85は、L字状に折り曲げ形成されており、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する一对の第1ジョイント片89が設けられている。一对の第1ジョイント片89には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔がそれぞれ設けられている。この第1フレーム85の折り曲げ部には、軸受部85aと反対側に突出するケーブル支持片85bが設けられている。

30

【0075】

第1フレーム85の一側部には第2フレーム84が回動可能に連結されている。第2フレーム84は、L字状に折り曲げ形成された部材からなり、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する第2ジョイント片が設けられている。この第2ジョイント片には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔が設けられている。更に、第2フレーム84の折り曲げ部には、ケーブル支持片84aが設けられている。

【0076】

第1フレーム83の一对の第1ジョイント片89と、第2フレーム84の第2ジョイント片と枢軸91とによって第2ジョイント部73Bが構成されている。即ち、一对の第1ジョイント片89間に第2ジョイント片を介在させた状態で、それらの挿通孔に枢軸91を挿通させることにより、第1フレーム83と第2フレーム84が、車輪7の縦断面と直交する水平方向へ揺動自在に連結されている。

40

【0077】

更に、4 両目の車輪ユニット72Dの駆動部10の回転軸には第2フレーム86が固定されている。第2フレーム86は、L字状に折り曲げ形成された部材からなり、その他側部には、一側部が延在する方向と反対側に突出する第2ジョイント片が設けられている。この第2ジョイント片には、軸受穴が貫通する方向と略直交する方向に貫通する挿通孔が設けられている。

【0078】

50

第2フレーム86の第2ジョイント片と、第1フレーム85の一对の第1ジョイント片89と枢軸91とによって第3ジョイント部73Cが構成されている。即ち、一对の第1ジョイント片89間に第2ジョイント片を介在させた状態で、それらの挿通孔に挿通された枢軸91により、第1フレーム85と第2フレーム86が、車輪7の縦断面と直交する水平方向へ揺動自在に連結されている。

【0079】

かくして、4組の車輪ユニット72A~72Dは、上下方向へジグザグ状(交互)に配置される。このように揺動可能に連結された4組の車輪ユニット72A~72Dにおいて、2両目の車輪ユニット72Bから3両目の車輪ユニット72Cにかけて屈曲生成器の第1の実施例を示す張力調節機構74が、適当な引っ張り力を付与されて架け渡されている。

10

【0080】

張力調節機構74は、前述した実施例と同様の構成を有しており、ケーブル41とチューブ42とケース43とコイルばね44とによって構成されている。チューブ42の先端は、第1フレーム85に設けたケーブル支持片85bに固定されており、このチューブ42から突出したケーブル41の先部は、第2フレーム84に設けたケーブル支持片84aと、第2フレーム84と第1フレーム83との間に設けたチューブ片42Aを貫通して、第2フレーム82に設けたケーブル支持片82aにケーブル先端41aが固定されている。

【0081】

この場合に、2両目の車輪ユニット72Bの第2フレーム82のケーブル支持片82aと第1フレーム83のケーブル支持片83bは、2両目の車輪ユニット72Bの車輪回転軸の上側に張られている。これに対して、3両目の車輪ユニット72Cの第2フレーム84のケーブル支持片84aと第1フレーム85のケーブル支持片85bは、3両目の車輪ユニット72Cの車輪回転軸の下側に張られている。

20

【0082】

これにより、コイルばね44のバネ力によって1両目の車輪ユニット72Aと3両目の車輪ユニット72Cが同一方向に付勢され、これとは逆方向に2両目の車輪ユニット72Bと4両目の車輪ユニット72Dが付勢される。また、ケーブル支持片83bとケーブル支持片84aの間には、チューブ片42Aが存在しているため、ケーブル41の牽引力によって枢軸91周りの不必要な旋回運動は生成されない。

30

【0083】

このように、本実施例の構成によれば、配管内移動装置1の車輪列の外側に取り付けた張力調節機構74は、単一のスプリングで複数の車輪ユニット72Bと車輪ユニット72Cに屈折するトルクを生成できるという特性を有する。その結果、この実施例においても、記実施例と同様に、配管60内の直線部における直進走行は勿論のこと、曲線部やT字路等の分岐部等において、配管内移動装置の姿勢(垂直姿勢と水平姿勢)のいかにかわらず、簡単な制御によってスムーズに通過させることができる。しかも、モータ5による動力部が4箇所が増えるため、車輪ユニットの数を増やすことにより、その増加分に応じて配管内移動装置71の駆動力を増加させることができる。

40

【0084】

図26A及び図26Bは、本発明の配管内移動装置の第3の実施例を示すものである。この第3の実施例に係る配管内移動装置101が図1等に示す第1の実施例と異なるところは、屈曲生成器をコイルばね104だけで構成した点である。そのため、ここではコイルばね104と、このコイルばね104に関連する部分についてのみ説明し、その他の同一部分については同一符号を付して、それらの説明を省略する。

【0085】

配管内移動装置101は、3組の車輪ユニット2A, 2B, 2Cと、2組のジョイント部3A, 3Bと、コイルばね104を備えて構成されている。そして、第1の車輪ユニット2Aには第2のフレーム25が回転自在に取り付けられ、第1のフレーム26が車輪ユ

50

ニット2Aの駆動部10に固定され、第2の車輪ユニット2Bには第2のフレーム25が回動自在に取り付けられ、第1のフレーム26が車輪ユニット2Aの駆動部10に固定され、第3の車輪ユニット2Cには第1フレーム26が車輪ユニット2Cの駆動部10に固定され、第2のフレーム25が回動自在に取り付けられている。そして、コイルばね104は、第2の車輪ユニット2Bに関連させて取り付けられている。そのため、車輪ユニット2Bの第2フレーム25に第2ばね受け片108を設け、同じく第1フレーム26に第1ばね受け片107を設けている。そして、これら第1ばね受け片107と第2ばね受け片108との間にコイルばね104を架け渡すことにより、車輪ユニット2Bの第2フレーム25と第1フレーム26との間に互いに引き合う引っ張り力を付与している。

【0086】

この第3の実施例によれば、張力付与部材がコイルばね104だけで構成されているため、配管内移動装置101の構成を簡単なものとすることができる。しかも、コイルばね104によっても配管内移動装置101に対して第1実施例に係る配管内移動装置1と同様の動作を行わせることができ、部品点数の削減と、製造コストの軽減化を図ることができるという利点がある。なお、コイルばね104は、例えば、ねじりばね、板ばね等のように他の形式のばねであってもよい。

【0087】

図27は、本発明の配管内移動装置の第4の実施例を示すものである。この第4の実施例に係る配管内移動装置111が図25に示す第2の実施例に係る配管内移動装置71と異なるところは、張力付与部材74に代えて2個のコイルばね114A, 114Bを用いた点である。そのため、ここではコイルばね114A, 114Bと、これらのコイルばね114A, 114Bに関連する部分についてのみ説明し、その他の同一部分については同一符号を付して、それらの説明を省略する。

【0088】

2両目の車輪ユニット112Bの第2フレーム82と第1フレーム83には、それらの1片において対向するように同一方向に突出するばね受け片115, 116を設け、これらのばね受け片115, 116間に第1コイルばね114Aが架け渡されている。また、3両目の車輪ユニット112Cの第2フレーム84と第1フレーム85には、それらの1片においてばね受け片115, 116と反対側であって対向するように同一方向に突出するばね受け片117, 118を設け、これらのばね受け片117, 118間に第2コイルばね114Bが架け渡されている。このように構成することによっても、4組の車輪ユニット112A~112Dに関して、駆動部10の回転軸の軸方向と直交する垂直方向にジグザグ状に揺動可能に配置することができる。

【0089】

この第4の実施例によれば、張力付与部材が2個のコイルばね114A, 114Bだけで構成されているため、配管内移動装置111の構成を簡単なものとすることができる。しかも、コイルばね114A, 114Bによっても配管内移動装置111に対して第2実施例に係る配管内移動装置71と同様の動作を行わせることができ、部品点数の削減と、製造コストの軽減化を図ることができるという利点がある。更に、モータ5を有する駆動部10が4箇所に増えるため、車輪ユニットの数を増やすことにより、その増加分に応じて配管内移動装置71の駆動力を増加させることができる。なお、車輪ユニットの数は、上記実施例の3組又は4組に限定されるものではなく、5組以上の車輪ユニットを連結させて配管内移動装置を構成できることは勿論である。なお、符号119は、各車輪ユニット112A~112Dの各駆動部10から引き出されたりード線を案内するガイドフレームである。このガイドフレーム119の一端は、支持軸119Aによって第2フレーム86に回動可能に取り付けられている。

【0090】

図28Aは、本発明の配管内移動装置に係る屈曲生成器の第3の実施例を示すものである。この実施例で示す屈曲生成器120は、コイルばねの引っ張り力を変化させることにより、配管内移動装置のV字角の大小による車両長さ、又は、ジグザグ角の大小による車

10

20

30

40

50



両長さを調節可能に構成したものである。この屈曲生成器 120 は、コイルばね 44 と、ケース 121 と、モータ 122 と、ナット 124 等を備えて構成されている。

【0091】

屈曲生成器 120 のケース 121 は、一端が閉じられた有底筒状の部材からなり、ナット 124 の回転を防止するために、例えば断面形状が矩形、六角形、八角形、三角形等の多角形、或いは、楕円形等の形状をなす筒体を用いるのが好適である。このような形状のケース 121 を用いる目的は、ケースの形状によってナット 124 の回転を防止するためであり、ケースの形状によらずにナット 124 の回転を防磁できれば、円筒状のケースを用いることができる。その方法としては、例えば、ケースにピンやキー状の突起を設ける一方、その突起が摺動可能に係合されるキー溝をナットに設ける構成などである。

10

【0092】

ケース 121 の開口側の端部には、ケース 121 の穴内に回転軸 123 を挿入した状態でモータ 122 が、図示しない固定ネジ等の固定手段によって固定されている。回転軸 123 には、その略全長に亘って雄ネジが設けられており、そのネジ部にナット 123 が螺合されている。ナット 123 には一側に突出するアーム部 124a が設けられており、そのアーム部 124a の先端部にコイルばね 44 の一端が係止されている。コイルばね 44 の他端にはケーブル 41 が連結されており、そのケーブル 41 がケース 121 の端面部 121a の中央に設けた孔 125 を貫通して外部に取り出されている。なお、モータ 122 は、リード線 126 によってコントローラ（図 6B のコントローラ 53）に接続されており、そのコントローラ 53 の操作によって駆動制御される。

20

【0093】

この屈曲生成器 120 によれば、モータ 122 の駆動により回転軸 123 を回転して、ナット 124 をモータ 122 から遠ざけることにより、コイルばね 44 を緩めてそのパネ力を弱め、配管内移動装置の折れ角を小さくして車両長さを長くすることができる。これに対して、モータ 122 の駆動により回転軸 123 を回転して、ナット 124 をモータ 122 に近づけることにより、コイルばね 44 を緊張させてそのパネ力を強め、配管内移動装置の折れ角を大きくして車両長さを短くすることができる。

【0094】

図 28B は、本発明の配管内移動装置に係る屈曲生成器の第 4 の実施例を示すものである。この実施例で示す屈曲生成器 130 は、配管内移動装置の故障時において、コイルばね 44 の一端を支持する繊維片 132 をヒータ 133 で焼き切ってコイルばね 44 の引っ張り力をゼロにすることにより、配管内移動装置を真っ直ぐな状態にして、配管内から配管内移動装置を容易に取り出すことができるようにしたものである。この屈曲生成器 130 は、コイルばね 44 と、ケース 131 と、繊維片 132 と、ヒータ 133 等を備えて構成されている。

30

【0095】

屈曲生成器 130 のケース 131 は、両端が閉じられた有底筒状の部材からなり、ケース 131 の一方の端面部 131a には繊維片 132 の一端が固定されている。繊維片 132 の他端にはコイルばね 44 が連結され、コイルばね 44 の他端にはケーブル 41 が連結されていて、そのケーブル 41 がケース 131 の他方の端面部 131b の中央に設けた孔 125 を貫通して外部に取り出されている。また、繊維片 132 にはヒータ 133 が巻回されている。このヒータ 133 はコントローラ（図 6B のコントローラ 53）に接続されており、そのコントローラ 53 の操作によって駆動制御される。

40

【0096】

この屈曲生成器 130 によれば、配管内において配管内移動装置に故障が発生し、自力走行が不能となったような場合に、繊維片 132 を切断して、配管内移動装置を容易に取り出すことが可能となる。例えば、配管内で配管内移動装置に故障が発生し、配管内移動装置が自力走行できなくなると、コイルばね 44 のパネ力によって各車輪 7 が配管内面に圧接されるため、その配管内移動装置を配管内から取り出すことが困難になる。このような場合に、ヒータ 133 に電力を供給して繊維片 132 を焼切るようにする。このように

50

繊維片 1 3 2 を焼切ると、コイルばね 4 4 の一端が解放されるため、その引っ張り力がゼロになる。その結果、配管内移動装置を V 字状（又はジグザグ状）に引っ張る力が取り除かれるため、配管内移動装置が真っ直ぐな状態となる。これにより、車輪 7 を配管内面に圧接する力がなくなるため、配管内から配管内移動装置を容易に取り出すことが可能となる。

【 0 0 9 7 】

以上説明したが、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、均等の範囲内で種々の変形が可能であり、特許請求の範囲に記載された発明の範囲にて様々な変更が可能であることは、当業者によって容易に理解されよう。

【 符号の説明 】

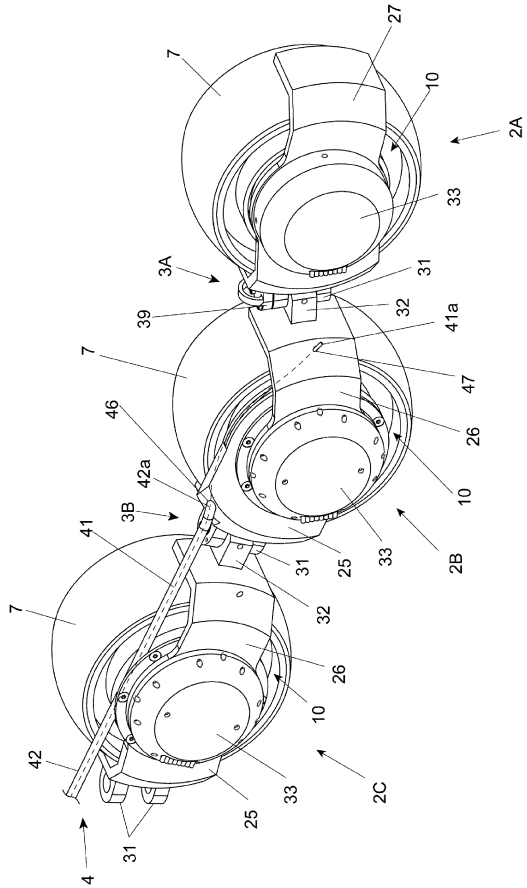
【 0 0 9 8 】

1, 7 1, 1 0 1, 1 1 1 ... 配管内移動装置、 2 A, 2 B, 2 C, 7 2 A, 7 2 B, 7 2 C, 7 2 D, 1 1 2 A, 1 1 2 B, 1 1 2 C, 1 1 2 D ... 車輪ユニット、 3 A, 3 B, 7 3 A, 7 3 B, 7 3 C, 1 1 3 A, 1 1 3 B, 1 1 3 C ... ジョイント部、 4, 7 4, 1 2 0, 1 3 0 ... 屈曲生成器、 5 ... モータ（原動機）、 6 ... 減速機、 7 ... 車輪、 8 ... 連結部材、 9 ... カバー筒体、 1 0 ... 駆動部、 1 1 ... 回転軸、 1 5 ... ホイール、 1 6 ... タイヤ、 2 5, 8 2, 8 4, 8 6 ... 第 2 フレーム、 2 6, 8 1, 8 3, 8 5 ... 第 1 フレーム、 2 7 ... 固定フレーム、 3 3 ... キャップ、 3 5 ... 枢軸、 4 1 ... ケーブル、 4 2 ... チューブ、 4 3, 1 2 1, 1 3 1 ... ケース、 4 4, 1 0 4, 1 1 4 A, 1 1 4 B ... コイルばね（屈曲生成器）、 5 0 ... 視覚装置、 5 1 ... 制御装置、 5 2 ... 検査装置、 5 3 ... コントローラ、 6 0 ... 配管、 6 2 ... T 字部、 6 3 ... 分岐路、 6 4 ... 直線路、 6 5 ... 屈曲部、 8 1 ~ 8 6 ... フレーム、 9 1 ... 枢軸、 9 2 ... 支持軸、 8 2 a, 8 3 b, 8 4 a, 8 5 b ... ケーブル支持片、 1 0 7, 1 0 8, 1 1 5, 1 1 6, 1 1 7, 1 1 8 ... ばね受け片、 1 2 2 ... モータ、 1 2 3 ... 回転軸、 1 2 4 ... ナット、 1 3 2 ... 繊維片、 1 3 3 ... ヒータ

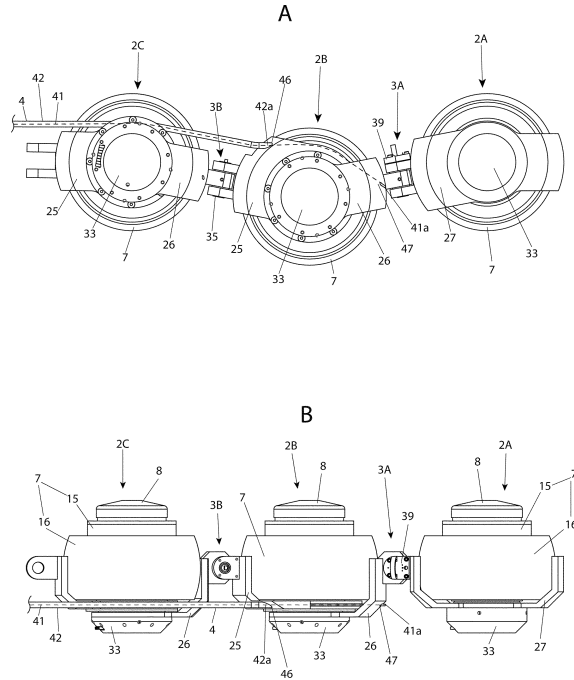
10

20

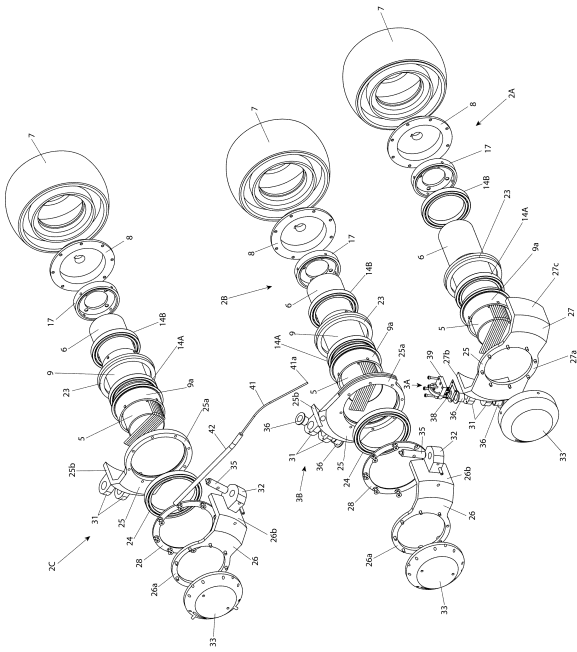
【 図 1 】



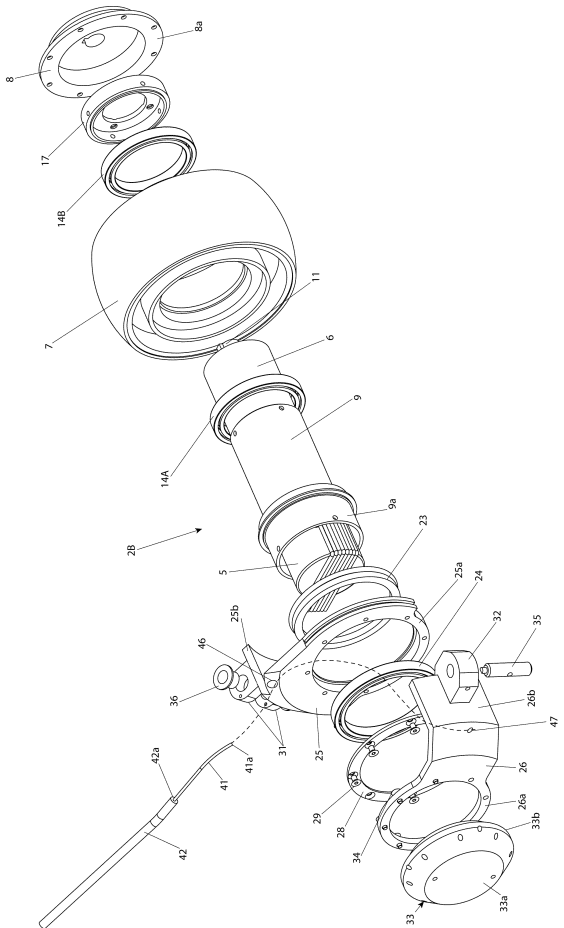
【 図 2 】



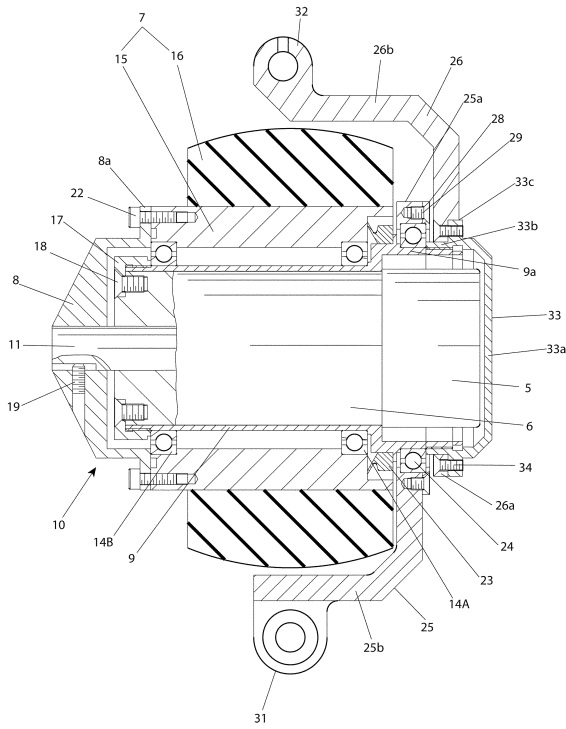
【 図 3 】



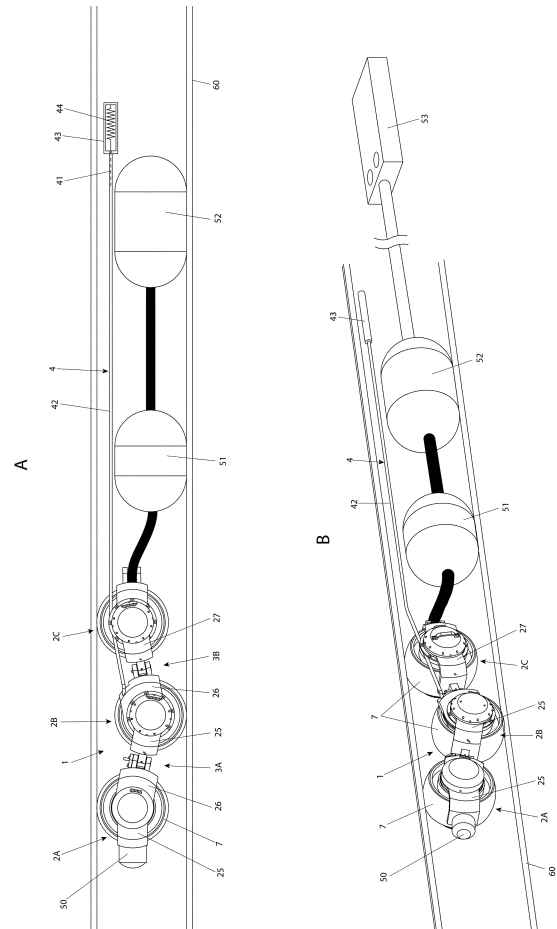
【 図 4 】



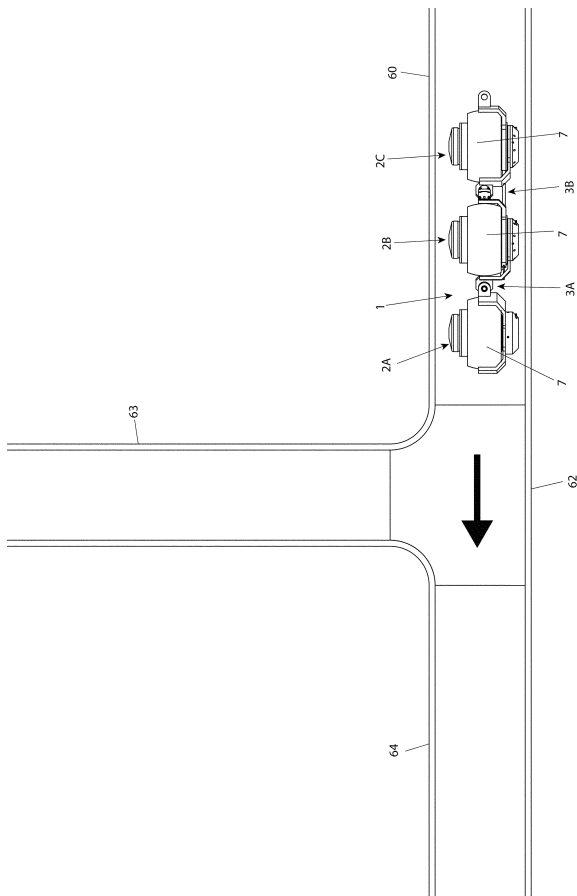
【 図 5 】



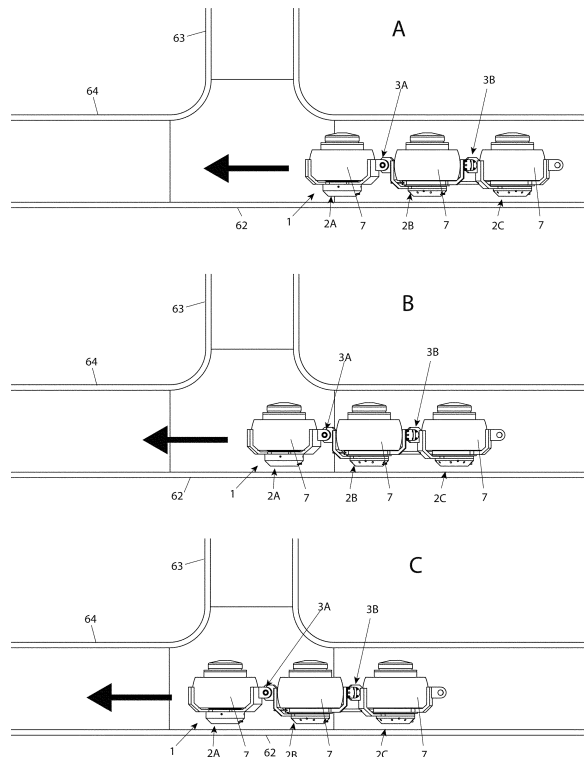
【 図 6 】



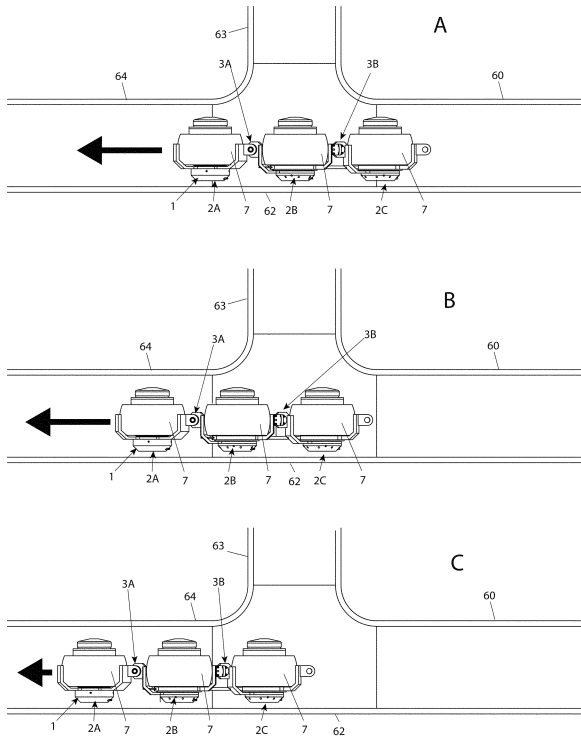
【 図 7 】



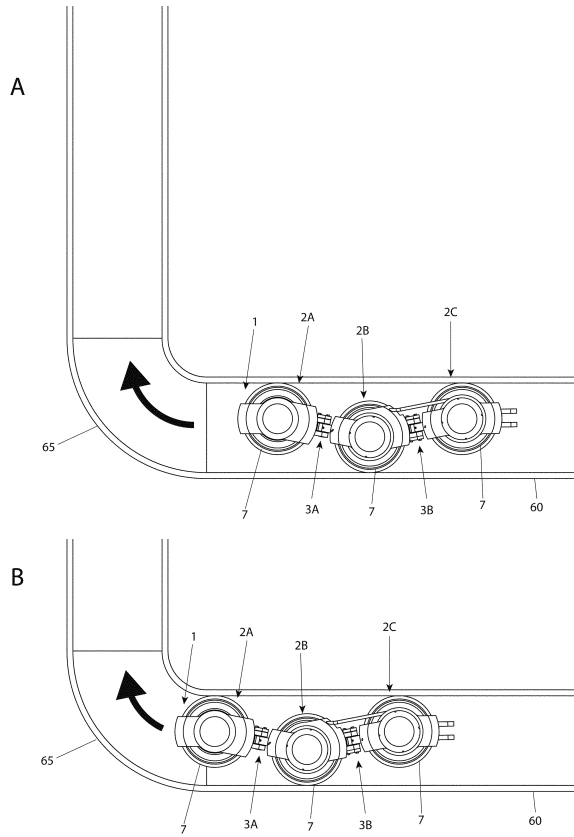
【 図 8 】



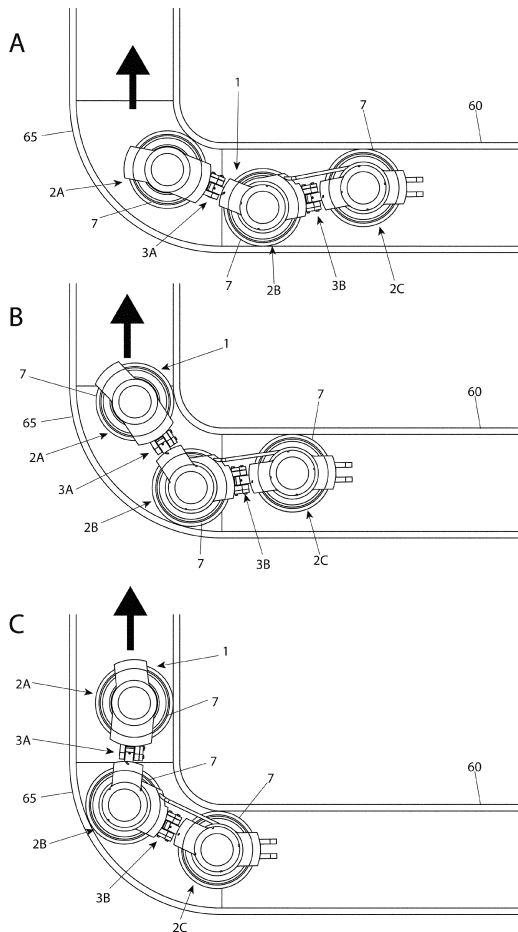
【図 9】



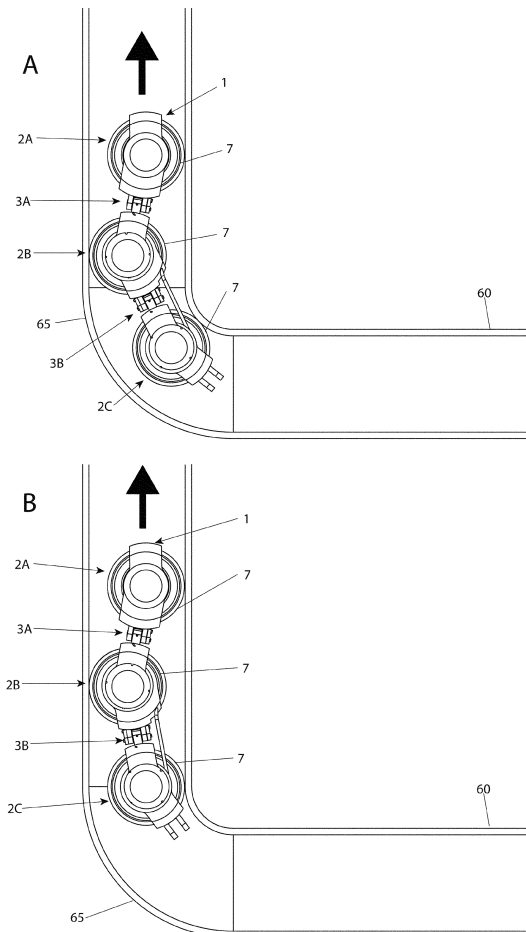
【図 10】



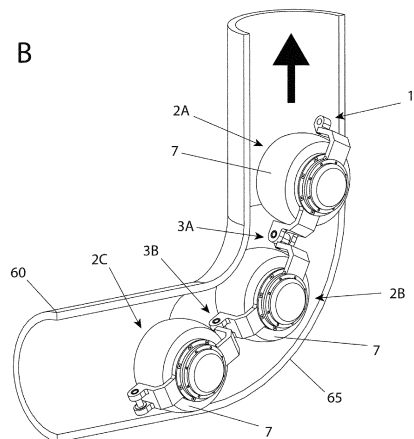
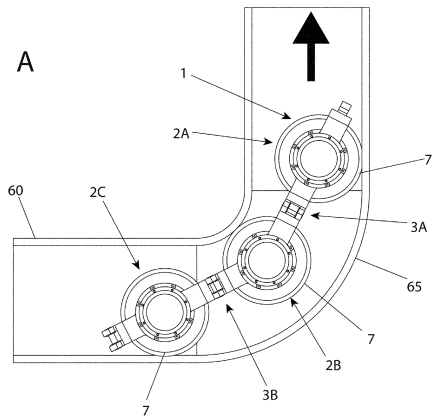
【図 11】



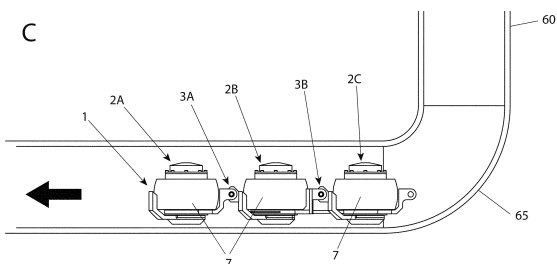
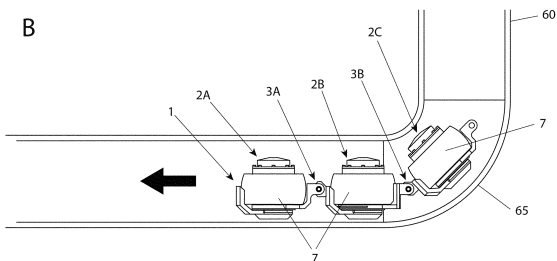
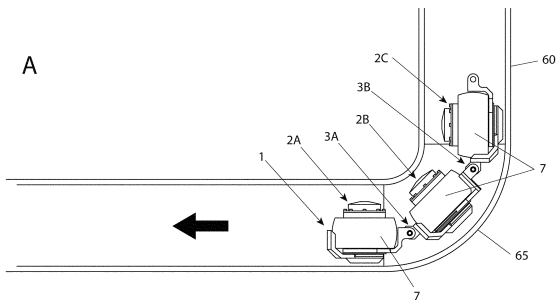
【図 12】



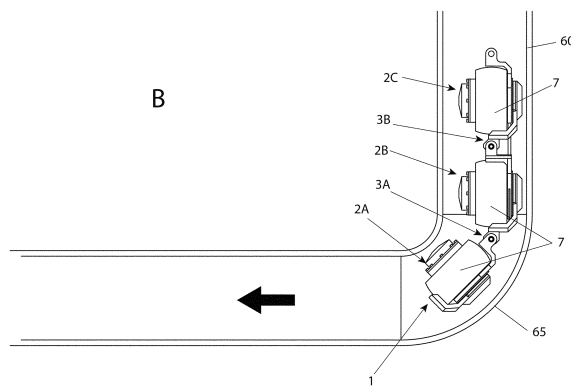
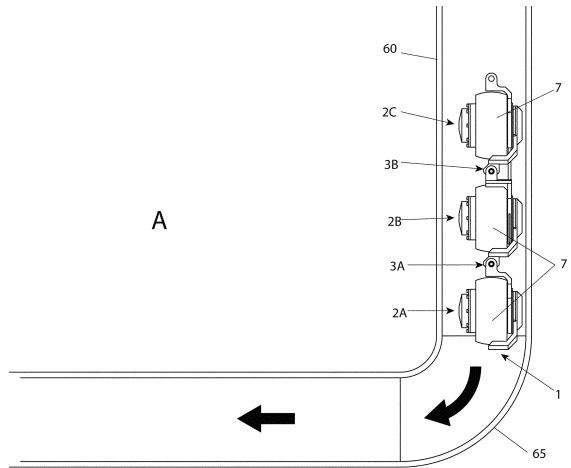
【図 13】



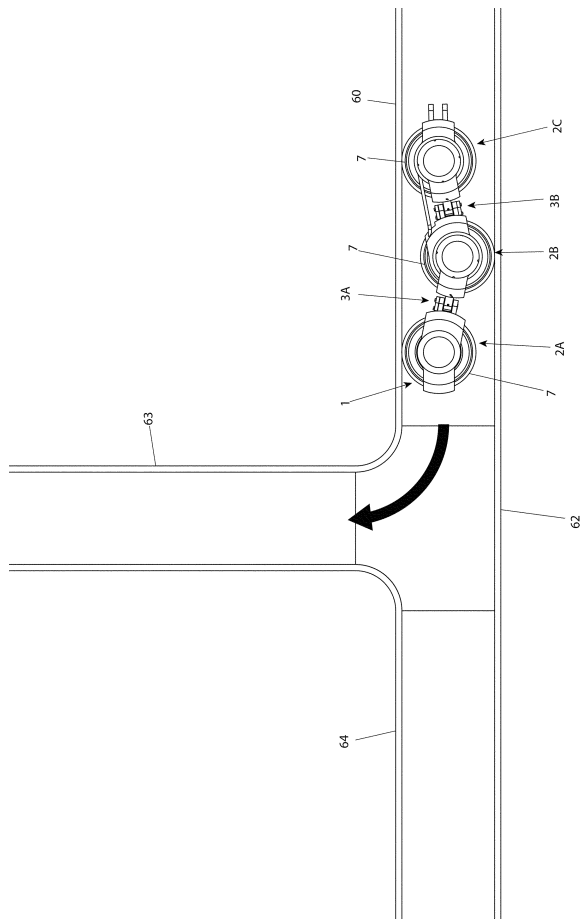
【図 15】



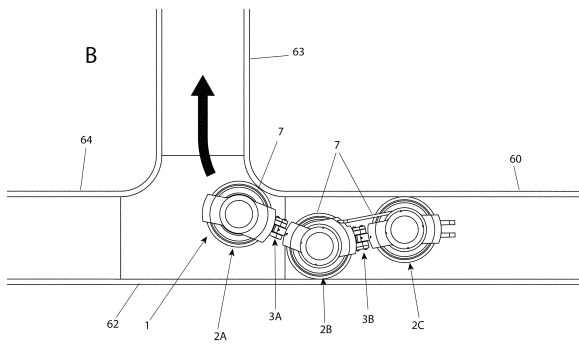
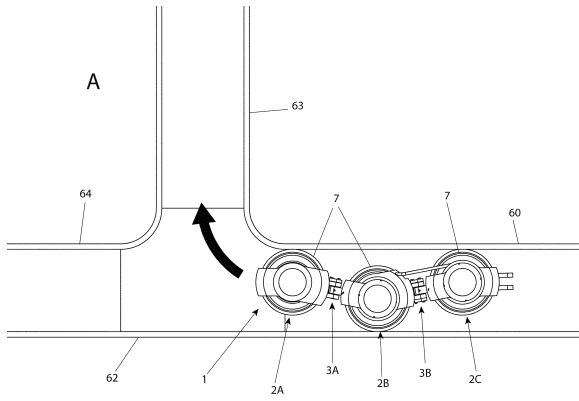
【図 14】



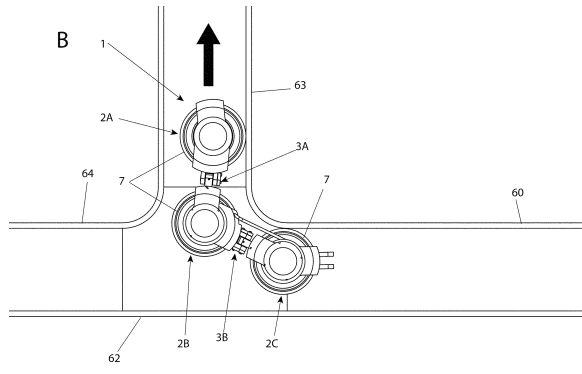
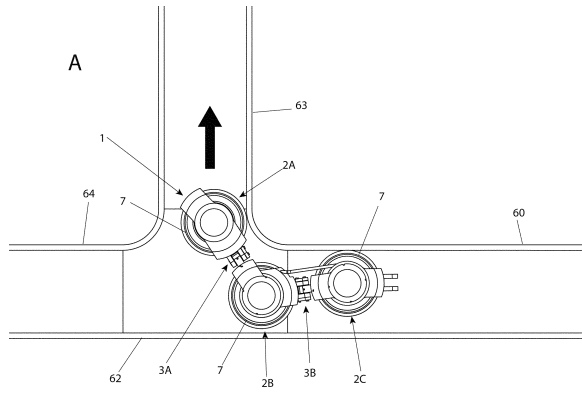
【図 16】



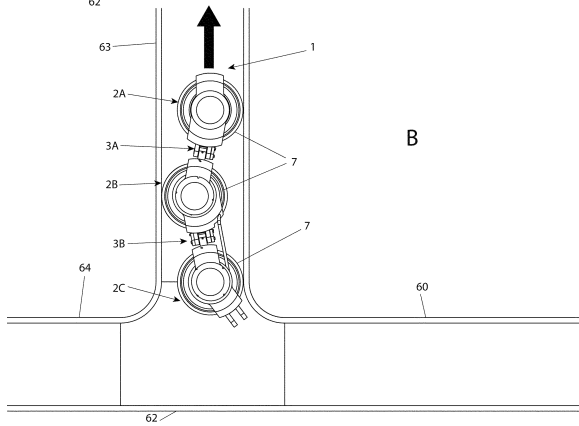
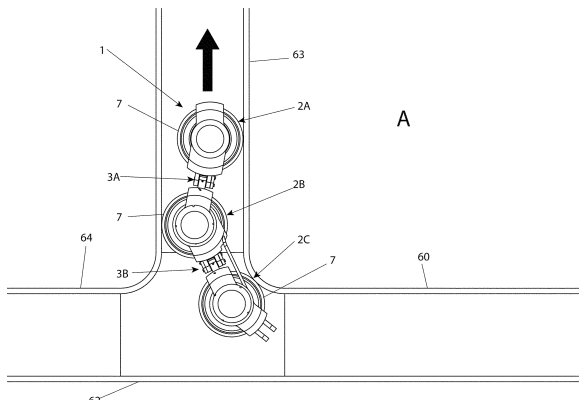
【 図 17 】



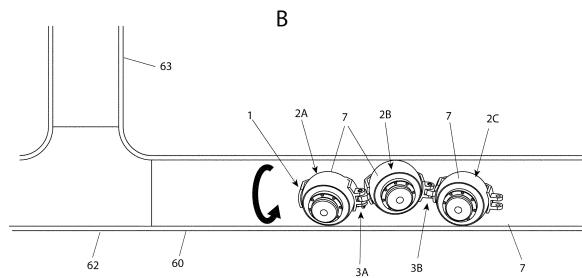
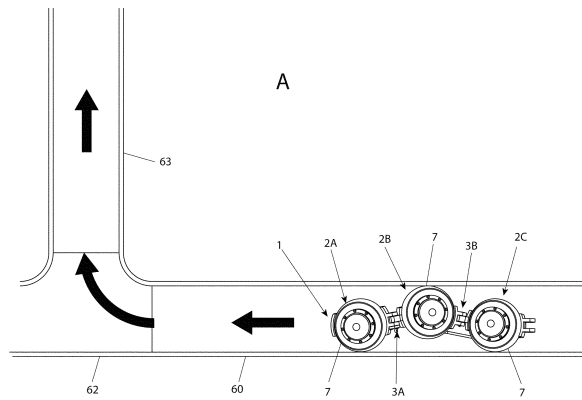
【 図 18 】



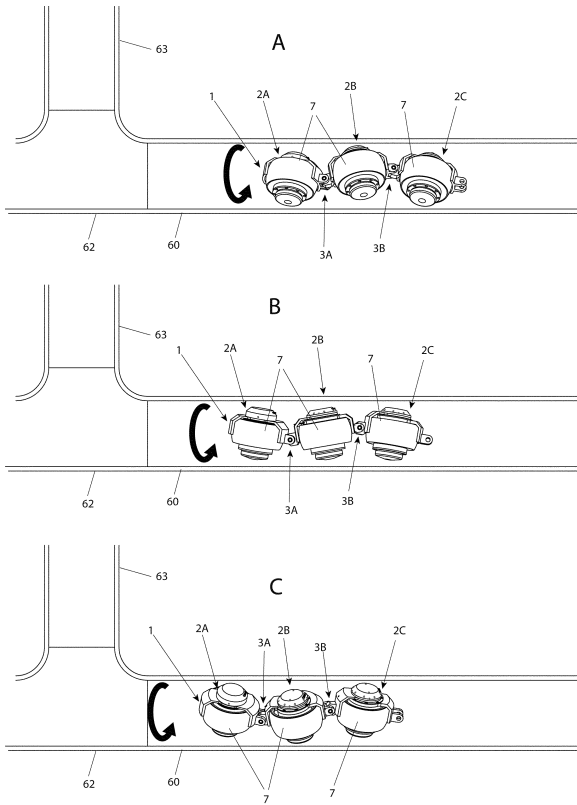
【 図 19 】



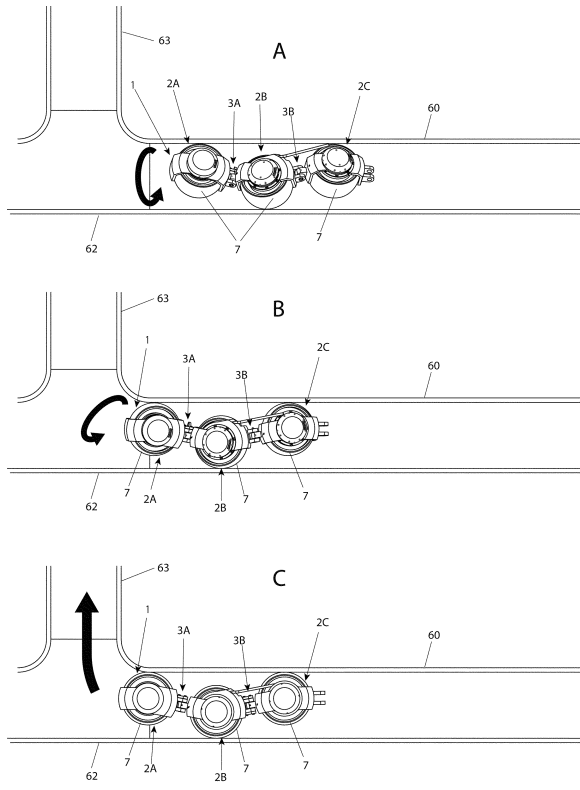
【 図 20 】



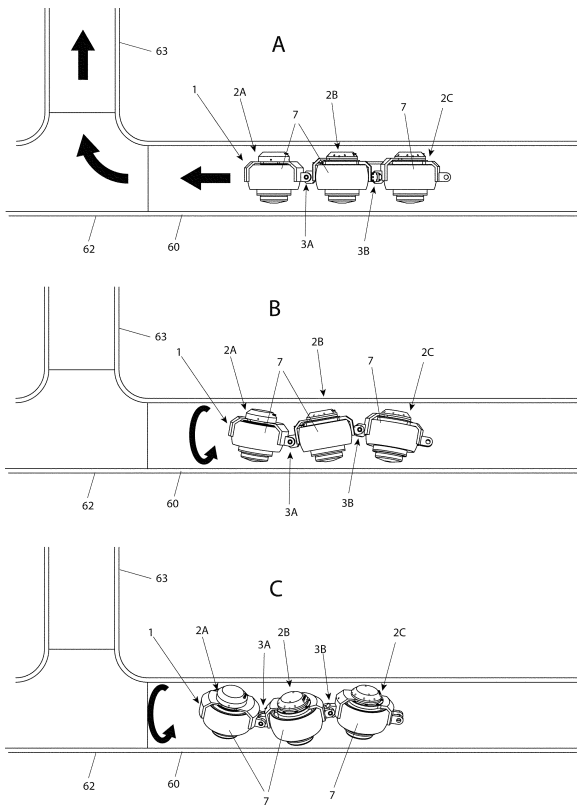
【 2 1 】



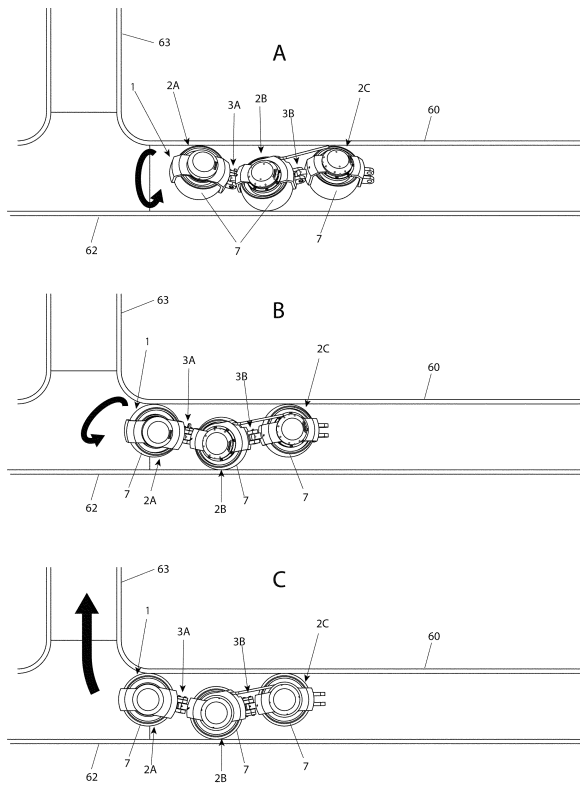
【 2 2 】



【 2 3 】

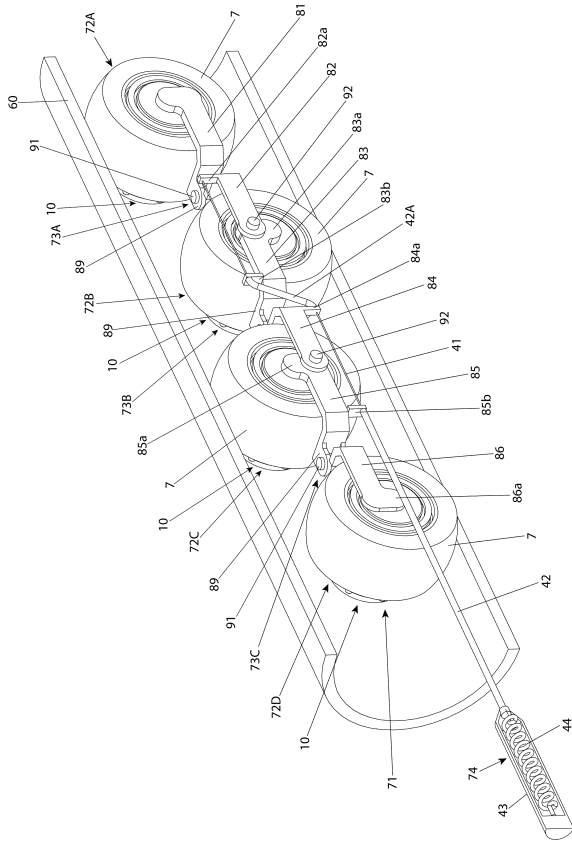


【 2 4 】

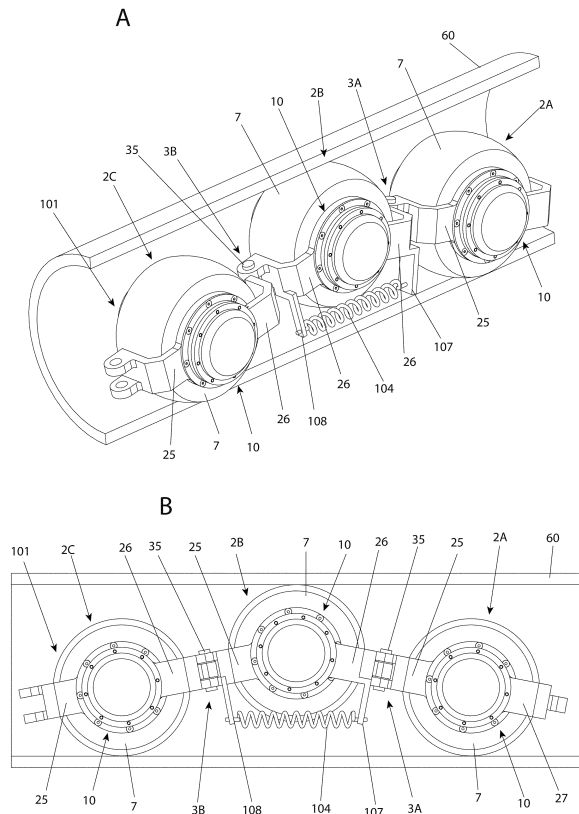




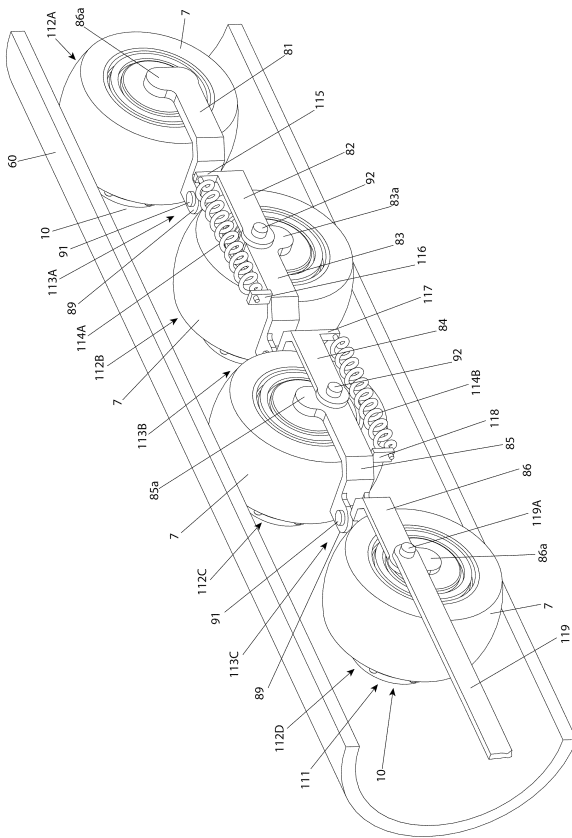
【 25 】



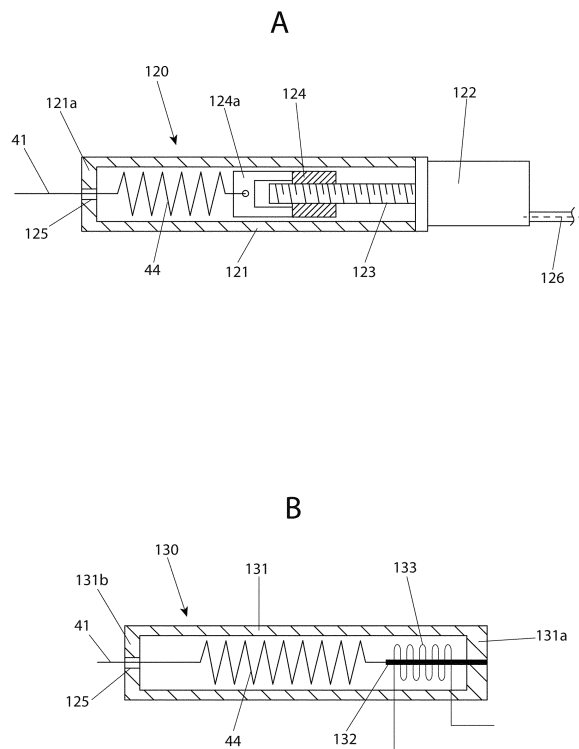
【 26 】



【 27 】



【 28 】



---

フロントページの続き

審査官 志水 裕司

- (56)参考文献 特開平08-133073(JP,A)  
特開2012-076475(JP,A)  
特開平04-008658(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B61B	13/00	-	13/12
B61C	15/00	-	15/14
F16L	55/00	-	55/48
G01N	21/84		
G01N	21/954		