(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6366315号
(P6366315)

(45)発行日　平成30年8月1日(2018.8.1)　(24)登録日　平成30年7月13日(2018.7.13)

(51)Int.Cl.		F I		
B61B 13/10	(2006.01)	B61B	13/10	
B60B 19/00	(2006.01)	B60B	19/00	Z

請求項の数 14　(全 16 頁)

(21)出願番号	特願2014-60496(P2014-60496)
(22)出願日	平成26年3月24日(2014.3.24)
(65)公開番号	特開2015-182594(P2015-182594A)
(43)公開日	平成27年10月22日(2015.10.22)
審査請求日	平成29年1月5日(2017.1.5)

(73)特許権者　000000284
大阪瓦斯株式会社
大阪府大阪市中央区平野町四丁目１番２号
(74)代理人　110001818
特許業務法人Ｒ＆Ｃ
(72)発明者　田村　至
大阪府大阪市中央区平野町四丁目１番２号
大阪瓦斯株式会社内

審査官　諸星　圭祐

最終頁に続く

(54)【発明の名称】管内走行台車

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

配管の内周面を走行する管内走行台車であって、

前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、

前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、

前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、

前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、

前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、

前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、

前記走行駆動回転体は、前記スポークモジュールの前記車軸周りの外側回転軌跡が球状面を形成するように前記スポークモジュールは湾曲している管内走行台車。

【請求項２】

前記走行駆動回転体は、中空状の左半球状回転体と中空状の右半球状回転体とからなる二分割体であり、前記各半球状回転体の前記スポークモジュールは、前記車軸周りの外側

回転軌跡が半球状面を形成するように湾曲している請求項１に記載の管内走行台車。
【請求項３】
前記走行駆動回転体の内部空間に前記走行駆動回転体を駆動する駆動ユニットが収納されている請求項１又は２に記載の管内走行台車。
【請求項４】
前記走行駆動回転体の内部空間に前記走行駆動回転体を駆動する駆動ユニットが収納されており、
前記駆動ユニットは、前記左半球状回転体を駆動する第１駆動部と、前記右半球状回転体を駆動する第２駆動部とからなる請求項２に記載の管内走行台車。
【請求項５】
前記第１駆動部と前記第２駆動部のそれぞれが、前記車軸に回転動力を伝達するモータを備えている請求項４に記載の管内走行台車。
【請求項６】
前記アームモジュールが所定揺動角度以下で配管中心軸に近づくように揺動した際に、隣り合う前記アームモジュールの走行駆動回転体のスポークモジュール同士が咬み合い姿勢となる請求項１から５のいずれか一項に記載の管内走行台車。
【請求項７】
前記スポークモジュールは、スポーク体と、前記ハブの外周面を軸方向に延びたベース面から径方向に延びて前記スポーク体と連結するリブとを含む請求項１から６のいずれか一項に記載の管内走行台車。
【請求項８】
前記アームモジュールの揺動変位と相互連動して回転するギヤを相互にかみ合わせることで全ての前記アームモジュールの揺動変位を同期させる揺動同期機構が備えられている請求項１から７のいずれか一項に記載の管内走行台車。
【請求項９】
前記アームモジュールは前記アームブラケットに前記揺動軸心を有する揺動軸を介して支持されており、前記ギヤは前記揺動軸の両端に設けられたベベルギヤである請求項８に記載の管内走行台車。
【請求項１０】
前記アームユニットは、走行方向で前側に位置する前側アームユニットと、走行方向で前記前側アームユニットの後側に位置する後側アームユニットとからなり、前記前側アームユニットに属する前記アームモジュールと、前記後側アームユニットに属する前記アームモジュールとが互いに近接する方向に前記付勢手段によって付勢されている請求項１から９のいずれか一項に記載の管内走行台車。
【請求項１１】
配管の内周面を走行する管内走行台車であって、
前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、
前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、
前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、
前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、
前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、
前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、
前記アームモジュールが所定揺動角度以下で配管中心軸に近づくように揺動した際に、隣り合う前記アームモジュールの走行駆動回転体のスポークモジュール同士が咬み合い姿

勢となる管内走行台車。
【請求項１２】
配管の内周面を走行する管内走行台車であって、
前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、
前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、
前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、
前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、
前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、
前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、
前記アームモジュールの揺動変位と相互連動して回転するギヤを相互にかみ合わせることで全ての前記アームモジュールの揺動変位を同期させる揺動同期機構が備えられている管内走行台車。
【請求項１３】
配管の内周面を走行する管内走行台車であって、
前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、
前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、
前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、
前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、
前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、
前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、
前記アームユニットは、走行方向で前側に位置する前側アームユニットと、走行方向で前記前側アームユニットの後側に位置する後側アームユニットとからなり、前記前側アームユニットに属する前記アームモジュールと、前記後側アームユニットに属する前記アームモジュールとが互いに近接する方向に前記付勢手段によって付勢されている管内走行台車。
【請求項１４】
請求項１から１３のいずれか一項に記載の管内走行台車に用いられている走行駆動回転体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、地中に埋設されたガス管、水道管、及び地上のプラント配管等の配管内面欠陥を検査及び補修する目的のために、配管の内部を走行する管内走行台車に関する。
【背景技術】
【０００２】
埋設配管を露出する際の作業時間や作業コストを回避できることから、地面を掘削せずに配管検査を実施することができる管内走行台車が提案されている。このような管内走行台車では、直線的に延びている配管や緩やかな湾曲している配管での走行性はおおむね良

好である。しかしながら、配管にドレッサ形管継手など接続部が介装されている場合、その領域において配管は小径部と大径部を有し、その結果、内周面に段差が生じる。このような領域では、管内走行台車の走行性は悪くなる。

【０００３】

例えば、ドレッサ形管継手が装着されているような配管領域、つまり小径部と大径部を有する配管領域において、その窪み（大径部）に駆動ローラが落ち込んでも簡単に脱出できる管内走行台車が、特許文献１によって提案されている。この管内走行台車の台車本体には、上下・左右の１対の４つの支脚が相互に円周方向に９０度だけ位置をずらして取り付けられており、それぞれの先端には、駆動ローラ（駆動車輪）や舵取輪が設けられている。支脚は、駆動ローラや舵取輪が管内周面に対して遠近変位するように揺動可能である。さらに、駆動ローラの進行方向側に、上下方向に変位可能な作動部材が設けられている。当該作動部材の端部には車輪が設けられている。この管内走行台車では、支脚が閉じ方向に揺動するに伴って、作動部材の車輪は管内周面に向かって変位させられる。つまり、作動部材は、支脚の揺動によって台車本体を持ち上げるジャッキ機能を有する。台車本体の走行中に駆動ローラが段差を有する窪みに落ち込んで、この窪みから乗り上がれない場合には、支脚が閉じ方向に揺動することで、作動部材によって台車本体が持ち上がり、駆動ローラが窪みを乗り越えることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開平１１－２６８６３８号公報（段落番号〔０００９－００２５〕、図５、図６）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

特許文献１による管内走行台車では、駆動ローラが段差を有する窪みに落ち込んでも、台車本体を持ち上げるジャッキ機能を備えているので、駆動ローラは段差を乗り越えることができる。しかしながら、そのようなジャッキ機能を備えることは、構造的にも、制御的にも大きな負担となり、コストアップにつながる。さらには、ジャッキ機能の追加による重量増加は、上下左右に延びている複雑な配管の内部の走行に関して不利となる。なお、そのようなジャッキ機能がなくても、駆動ローラ（駆動車輪）のローラ径（車輪径）を段差よりはるかに大きくすることで、段差を乗り越えることは不可能ではない。しかしながら、乗り越え時に台車本体を持ち上げるために駆動ローラに要求される回転トルクが大きくなり、駆動ローラを回転させるための駆動系のコストが大きくなる。大径化された駆動車輪をもつ管内走行台車の走行可能な配管の最小径が、大きくなるという問題点を持つ。

【０００６】

このことから、ジャッキ機構のような別個に制御される専用機器を備えず、かつ走行駆動系のコスト負担を抑えながら、小径部と大径部とを有する配管領域においても円滑な走行が可能な管内走行台車が要望されている。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明による、配管の内周面を走行する管内走行台車は、前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備えている。さらに、前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数

の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、前記走行駆動回転体は、前記スポークモジュールの前記車軸周りの外側回転軌跡が球状面を形成するように前記スポークモジュールは湾曲している。

【０００８】

この構成によれば、付勢手段によって配管の内周面に押し付けられた、リムレスホイールタイプの走行駆動回転体が回転することで、台車本体は配管内を管方向に沿って確実に走行することができる。また、配管の大径部から小径部に移行する際には、スポークモジュールが段差のエッジにくい込んで、段差の上面から回転方向と逆向きの反力を受けることで、台車本体が持ち上がる力が作用し、アームモジュールがスムーズに閉じ方向に揺動し、段差を乗り越えていくことができる。

【０００９】

更に、上記構成では、前記走行駆動回転体は、前記スポークモジュールの前記車軸周りの外側回転軌跡が球状面を形成するように前記スポークモジュールは湾曲している。この構成では、走行駆動回転体は球状リムレスホイールの形態を有することになる。その結果、走行駆動回転体は回転走行の際、櫛状の湾曲面として外側に張り出す形態となるので、配管の内周面に凹凸が生じている場合には、このスポークモジュールのどこかの箇所で配管内面と接触し、その接触部分で反力を得て、スムーズな走行が可能となる。

【００１０】

本発明の好適な実施形態の１つでは、前記走行駆動回転体は、中空状の左半球状回転体と中空状の右半球状回転体とからなる二分割体であり、前記各半球状回転体の前記スポークモジュールは、前記車軸周りの外側回転軌跡が半球状面を形成するように湾曲している。これにより、複数のスポークモジュールを備えた走行駆動回転体の製造、特に成形が簡単となる。その際、前記走行駆動回転体の内部空間に前記走行駆動回転体を駆動する駆動ユニットが収納されるような形態を採用すれば、駆動ユニットが走行駆動回転体の内部空間に収納されるので、スペースが有効に利用されるだけでなく、走行駆動回転体への動力伝達系の長さが短くなるため、動力伝達系の構造が簡単となる。

【００１１】

本発明の好適な実施形態の１つでは、前記走行駆動回転体の内部空間内に前記走行駆動回転体を駆動する駆動ユニットが収納されており、前記駆動ユニットは、前記左半球状回転体を駆動する第１駆動部と、前記右半球状回転体を駆動する第２駆動部とから構成されている。この構成では、それぞれの駆動部の定格出力が小さくても、全体として大きな出力を走行駆動回転体に与えることができる。その際、前記第１駆動部と前記第２駆動部のそれぞれが、前記左半球状回転体と右半球状回転体との車軸に回転動力を伝達するモータを備えるようにすることで、第１駆動部と第２駆動部を実質的に同一にすることができる。これにより、片方の半球状回転体が空転しても、他方の半球状回転体で走行力を得ることができる。また、左半球状車輪と右半球状車輪をシンメトリに構成することができ、球状駆動車輪全体の重量バランスが良好となる。

【００１２】

さらに、本発明の好適な実施形態の１つでは、前記アームモジュールが所定揺動角度以下で配管中心軸に近づくように揺動した際に、隣り合う前記アームモジュールの走行駆動回転体のスポークモジュール同士が咬み合い姿勢となるように構成されている。これによれば、片方の半球状回転体が空転しても、その片方の半球状回転体に伝達される動力が他方の半球状回転体に伝達され、倍増された動力で他方の半球状回転体が回転するので、動力伝達の無駄のない走行が実現する。小径配管の走行において、従来型の駆動車輪では、車輪の外端が接触することでそれ以上のアームモジュールの揺動が不可能となる。しかしながら、本発明の上記構成では、隣接する走行駆動回転体の互いのスポークモジュール同士が入り込むことで、さらなるアームモジュールの閉じ方向の揺動が可能となって、管内走行台車自体の横断面積が小さくなり、より小径の配管における走行が可能となる。

【００１３】

スポークモジュールには大きな力がかかるため、スポークモジュールを、スポーク体と

、前記ハブの外周面を軸方向に延びたベース面から径方向に延びて前記スポーク体と連結する補強用のリブとで構成することが好ましい。

【００１４】

本発明の好適な実施形態の１つでは、前記アームモジュールの揺動変位と相互連動して回転するギヤを相互にかみ合わせることで全ての前記アームモジュールの揺動変位を同期させる揺動同期機構が備えられている。この構成によれば、付勢手段によって配管の内周面に押し付けられた球状駆動車輪が回転することで、台車本体は配管内を管方向に沿って移動する。配管の小径部から大径部に移行する際に、走行駆動回転体が大径部に落ち込むが、各アームモジュールの配管内周面への拡張揺動は、アームモジュールの揺動と相互連動しているギヤ同志のかみ合いにより全てのアームモジュールの動きが同期するので、全てのアームモジュールの開き具合は一定となる。つまり、全てのアームモジュールは同じ揺動姿勢となるので、走行安定性は保持される。

【００１５】

ギヤを用いた揺動同期機構を簡単な構成するには、アームモジュールの揺動軸に直接ギヤを取り付け、隣接するアームモジュールの揺動軸に取り付けられたギヤとかみ合わせるとよい。その際、隣接する揺動軸は交差する関係となるので、ギヤとしてベベルギヤを用いると、かみ合いがスムーズとなる。このことから、本発明の好適な実施形態の１つでは、前記アームモジュールは前記アームブラケットに前記揺動軸心を有する揺動軸を介して支持されており、前記ギヤは前記揺動軸の両端に設けられたベベルギヤである。

【００１６】

複数の走行台車を連結して使用する場合では、各走行台車には１つのアームユニットを備えるだけでも、前後に連結された走行台車のアームユニットによって、走行台車を安定的に支えることができる。しかしながら、その連結構造がかなり柔軟である場合、あるいは単独の走行台車で走行する場合には、台車本体に、その走行方向で間隔をあけて複数のアームユニットを備えることが必要となる。このため、本発明の好適な実施形態の１つでは、前記アームユニットは、走行方向で前側に位置する前側アームユニットと、走行方向で前記前側アームユニットの後側に位置する後側アームユニットとからなり、前記前側アームユニットに属する前記アームモジュールと、前記後側アームユニットに属する前記アームモジュールとが互いに近接する方向に前記付勢手段によって付勢されている。しかもこの構成では、前後に配置されたアームユニットの対応するアームモジュール同士が付勢手段によって互いに近接するように付勢するので、付勢手段を簡単に構成できる。例えば、その簡単な構成として、アームモジュール同士をコイルばねで連結することが提案される。

また、本発明による、配管の内周面を走行する管内走行台車は、

前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、

前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、

前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、

前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、

前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、

前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、

前記アームモジュールが所定揺動角度以下で配管中心軸に近づくように揺動した際に、隣り合う前記アームモジュールの走行駆動回転体のスポークモジュール同士が咬み合い姿勢となる。

更に、本発明による、配管の内周面を走行する管内走行台車は、

前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、
前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、
前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、
前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、
前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、
前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、
前記アームモジュールの揺動変位と相互連動して回転するギヤを相互にかみ合わせることで全ての前記アームモジュールの揺動変位を同期させる揺動同期機構が備えられている。
更に、本発明による、配管の内周面を走行する管内走行台車は、
前記管内走行台車の走行方向に延びた台車本体と、
前記配管の周方向で分布するように前記台車本体に配置された複数のアームモジュールからなるアームユニットと、
前記アームモジュールが前記走行方向に対する横断方向に延びた揺動軸心周りで揺動変位するように、前記アームモジュールを取り付けるアームブラケットと、
前記アームモジュールの先端部に取り付けられたリムレスホイールタイプの走行駆動回転体と、
前記走行駆動回転体が前記配管内周面に近づくように前記アームモジュールを付勢する付勢手段とを備え、
前記走行駆動回転体が、車軸を通じて回転するハブと、回転周方向に互いに間隔をあけて配置されている複数の接当部と、前記ハブから延びて前記接当部を先端領域に形成している複数のスポークモジュールとから構成され、
前記アームユニットは、走行方向で前側に位置する前側アームユニットと、走行方向で前記前側アームユニットの後側に位置する後側アームユニットとからなり、前記前側アームユニットに属する前記アームモジュールと、前記後側アームユニットに属する前記アームモジュールとが互いに近接する方向に前記付勢手段によって付勢されている。

【００１７】
本発明は、上述した管内走行台車だけを特許の対象としているのではなく、当該管内走行台車に用いられた走行駆動回転体も特許の対象としている。したがって、上述した本発明の管内走行台車における特徴及び作用効果のうちで、走行駆動回転体に関する特徴及び作用効果は全て、本発明の走行駆動回転体に流用される。

【図面の簡単な説明】

【００１８】
【図１】本発明による管内走行台車の実施形態の１つを示す、連結状態の管内走行台車の斜視図である。
【図２】図１による管内走行台車の斜視図である。
【図３】管内走行台車の正面図である。
【図４】台車本体の斜視図である。
【図５】台車本体とアームモジュールと走行駆動回転体との組み付けを示す斜視図である。
【図６】走行駆動回転体の分解斜視図である。
【図７】左半球状回転体の斜視図である。
【図８】隣接する走行駆動回転体のスポークモジュールが干渉する位置までアームモジュールが折り畳まれた管内走行台車の斜視図である。

【図９】大径部から小径部に移行するドレッサ領域への管内走行台車の走行状態を示す模式図である。
【図１０】隣接する走行駆動回転体のスポークモジュールが噛み合った状態の管内走行台車の正面図である。
【図１１】９０°に曲がっているエルボ領域での管内走行台車の走行状態を示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００１９】
本発明による管内走行台車の実施形態の１つを説明する。管内走行台車は、一般的には、図１に示すように、複数の台車が連結された台車列アッセンブリとして利用されるが、ここでは、単一の管内走行台車の構造を説明する。図２は、単一の管内走行台車の斜視図であり、図３は正面図である。
【００２０】
図２から理解できるように、管内走行台車６は、管内走行台車６の走行方向に延びた台車本体７と、この台車本体７に走行方向に間隔をあけて配置された前側アームユニット８Ａと後側アームユニット８Ｂを備えている。前側アームユニット８Ａと後側アームユニット８Ｂとは実質的には同じように構成されているので、特別に区別する必要がない場合には、単にアームユニット８と称する。アームユニット８は、図３から明らかなように、走行すべき配管の周方向において１２０°間隔で分布するように台車本体７に配置された３つのアームモジュール８０を備えている。アームモジュール８０は、管内走行台車６の走行方向（配管の管軸方向）に対する横断方向（配管の断面方向）に延びた揺動軸心Ｐａ周りで揺動変位するように、アームブラケット７１０に取り付けられている。
【００２１】
アームモジュール８０の先端部には、後で詳しく説明されるが、リムレススポークホイールタイプの走行駆動回転体５が取り付けられている。アームモジュール８０が揺動することにより、走行駆動回転体５は、配管の内周面に対して遠近変位する。３つのアームモジュール８０の揺動変位が一致するように、ギヤ式の揺動同期機構９が備えられている。この揺動同期機構９は、アームモジュール８０の揺動変位と相互連動して回転するベベルギヤ９０を相互にかみ合わせることで３つのアームモジュール８０の揺動変位を同期させている。
【００２２】
前側アームユニット８Ａのアームモジュール８０と後側アームユニット８Ｂのアームモジュール８０とを相互連動させるために付勢手段９１が備えられている。この実施形態では、付勢手段９１は、前側アームユニット８Ａのアームモジュール８０と後側アームユニット８Ｂのアームモジュール８０とを接続するコイルばね９１として形成されている。このコイルばね９１が、前側アームユニット８Ａのアームモジュール８０に取り付けられた走行駆動回転体５と後側アームユニット８Ｂのアームモジュール８０に取り付けられた走行駆動回転体５とが配管の内周面に近づくように互いのアームモジュール８０を近接させる。これにより、走行駆動回転体５は配管の内周面に接当し、その駆動回転により管内走行台車６が管内走行する。
【００２３】
管内走行台車６の車体としての台車本体７の中核部材である基台７０は、図４に示すように、その基本構成要素として長方形の板材から１２０°折り曲げられた３つの屈曲板材７１を有する。この３つの屈曲板材７１は、長手方向の折り曲げ線によって等分された部分を互いに接合することで一体化され、断面が三ツ矢状の基台７０を作り出している。この基台７０の接合中心が、台車本体７の走行方向に延びた前後軸心Ｘａとなっている。さらに、この基台７０の両端部には、円筒連結部７２が、その中心軸を前後軸心Ｘａに一致させるように接続されている。この円筒連結部７２を用いた他の管内走行台車６と連結可能である。図２で示すように、この実施形態では、前側の円筒連結部７２の先端に制御基板と制御ボタンＣＢが装着されている。

【００２４】
さらにこの実施形態では、基台７０の放射状に延びた板状部分は、アームブラケット７１０として機能する。そのため、各板状部分には、前後に間隔をあけて貫通孔７３が設けられている。この貫通孔７３の孔中心が、前側アームユニット８Ａのアームモジュール８０と後側アームユニット８Ｂのアームモジュール８０との揺動軸心Ｐａとなる。また、板状部分の縁部にはピン孔７５を設けた突出片７４が２つずつ形成されている。図示されていない連結ピンをこのピン孔７５に嵌入させることで屈曲板材７１同士のずれ防止が施されている。
【００２５】
アームモジュール８０は、図５に示すようなハーフモジュール８０ａを組み合わせて構成されている。図５には、左側と右側のハーフモジュール８０ａが示されているが、左右対称な形状となっている。ハーフモジュール８０ａは、揺動軸８１と、揺動軸８１を軸受けするボス部８２とアーム本体８３とからなる。揺動軸８１は、左側と右側のハーフモジュール８０ａとで共通である。アーム本体８３はＵ状断面をもつ形材である。図からは見えない軸孔が設けられているアーム本体８３の一端にボス部８２が取り付けられている。ボス部８２の外側端面にはベベルギヤ９０が取り付けられている。この軸孔とボス部８２とベベルギヤ９０の中心は揺動軸心Ｐａに一致している。アーム本体８３の他端には、走行駆動回転体５を取り付けるための板状の取付座８４が設けられている。
【００２６】
図３と図５とから理解できるように、左側と右側のハーフモジュール８０ａを背中合わせでアームブラケット７１０を挟むように、連結することで、アームモジュール８０が作り出される。その際、３つのアームモジュール８０の対応するベベルギヤ９０が互いにかみ合うことになる。これにより、前側アームユニット８Ａのアームモジュール８０同士、及び後側アームユニット８Ｂのアームモジュール８０同士は確実に連動して、揺動する。
【００２７】
アームモジュール８０の取付座８４に固定される走行駆動回転体５は、図６に示されているように、回転体本体５０と駆動ユニット５６とからなる。図６の上側には、ほぼ組み付けられた状態の走行駆動回転体５が示されており、図６の下側には、回転体本体５０と駆動ユニット５６とが分解された状態の走行駆動回転体５が示されている。回転体本体５０は、中空状の左半球状回転体５１と中空状の右半球状回転体５２との分割構成である。左半球状回転体５１と右半球状回転体５２の中心部には、それぞれの車軸５４ａと５４ｂと連結するハブ５３が形成されている。左半球状回転体５１と右半球状回転体５２とは、実質的には同じ形状であり、階段走行ロボットなどに用いられているようなリムレススポークホイールに似た形状を有している。
【００２８】
左半球状回転体５１と右半球状回転体５２とは、実質的には同じ形状であるので、ここでは、図７を用いて、左半球状回転体５１が代表として説明されるが、その説明内容は右半球状回転体５２にも適用される。左半球状回転体５１は、ハブ孔５３ａを有する円筒状のハブ５３と、このハブ５３の外周面から、径方向に延びている複数のスポークモジュール３とからなる。車軸５４ａをハブ５３のハブ孔５３ａに差し込んで固定することで、車軸５４ａを介してハブ５３は回転する。スポークモジュール３は、ハブ５３回転周方向に実質的に等ピッチで配置されており、この実施形態では、８本のスポークモジュール３が４５°ピッチで設けられている。スポークモジュール３の先端領域には、通常走行時において配管内周面に接当する接当部３０が形成されている。この接当部３０が配管内周面と接当して回転力を走行方向の駆動力に変換することになる。
【００２９】
各スポークモジュール３は、ハブ５３の外周面から立ち上がっているが、車軸５４ａ周りの外側回転軌跡が半球状面を形成するように、湾曲しながら延びて、その先端領域は、車軸５４ａとほぼ平行となっている。したがって、左半球状回転体５１の内部には、スポークモジュール３によって間欠的に境界付けられた半球状空間が作り出される。つまり、

左半球状回転体５１と右半球状回転体５２とのスポークモジュール３の、車軸５４ａ周りの外側回転軌跡は、球状面を形成することになり、回転体本体５０の内部には、スポークモジュール３によって間欠的に境界付けられた球状空間が作り出されることになる。

【００３０】

スポークモジュール３は、やや先窄まりのロッド状のスポーク体３１と、スポーク体３１を補強するリブ３２とからなる。リブ３２は、ハブ５３の外周面を軸方向に延びたベース面から径方向に延びて前記スポーク体３１の下面に連結する板状部材である。この実施形態では、リブ３２は、スポーク体３１の先端領域でスポーク体３１から突き出しており、接当部３０を形成している。なお、スポーク体３１とリブ３２は一体形成されてもよいし、樹脂等で成形される場合には、ハブ５３も含めて一体形成されることが好ましい。

【００３１】

図６から明らかなように、組み立てられた状態において、左半球状回転体５１と右半球状回転体５２の互いの先端の間には隙間が形成されている。つまり、左半球状回転体５１と右半球状回転体５２とは独立して回転可能である。

【００３２】

図８から理解できるように、管内走行台車６が小径の配管を通過する際には、前側アームユニット８Ａ及び後側アームユニット８Ｂの各アームモジュール８０が、配管の管中心に向かって揺動し、各アームモジュール８０の先端部に位置する走行駆動回転体５同士が近接する。ある一定の揺動角までアームモジュール８０が揺動すると、隣接する走行駆動回転体５における一方の走行駆動回転体５の左半球状回転体５１と他方の走行駆動回転体５の右半球状回転体５２とが咬み合うようになる(図１０参照)。つまり、左半球状回転体５１のスポークモジュール３と右半球状回転体５２のスポークモジュール３とが互いの隙間に入り込むことになる。このことにより、走行駆動回転体５によって規定される管内走行台車６の外径がより小さくなり、より小径の配管の内部を走行することが可能となる。

【００３３】

さらに、この左半球状回転体５１のスポークモジュール３と右半球状回転体５２のスポークモジュール３との噛み合いは、一方の半球状回転体が空転していた場合には、当該半球状回転体が噛み合い相手となっている半球状回転体に動力を伝達することができるという利点を生み出す。つまり、小径断面部の走行時や小径曲管部の走行時には、必ずしも、全ての走行駆動回転体５の左・右半球状回転体５１、５２が配管内周面に接当しないことがある。しかしながらこの走行駆動回転体５では、隣り合う走行駆動回転体５の間で噛み合っている半球状回転体の一方が空転していても、他方の半球状回転体が配管内周面に接当していれば、他方の半球状回転体は、一方の半球状回転体からも動力を伝達されることで、駆動力倍増で走行回転することができる。

【００３４】

なお、スポークモジュール３は、好ましくは３本以上で、互いの間に段差部のエッジが十分に入り込めるスペースが確保できれば、９本以上でもよい。また、接当部３０には、ゴム材を付着または装着させてもよい。

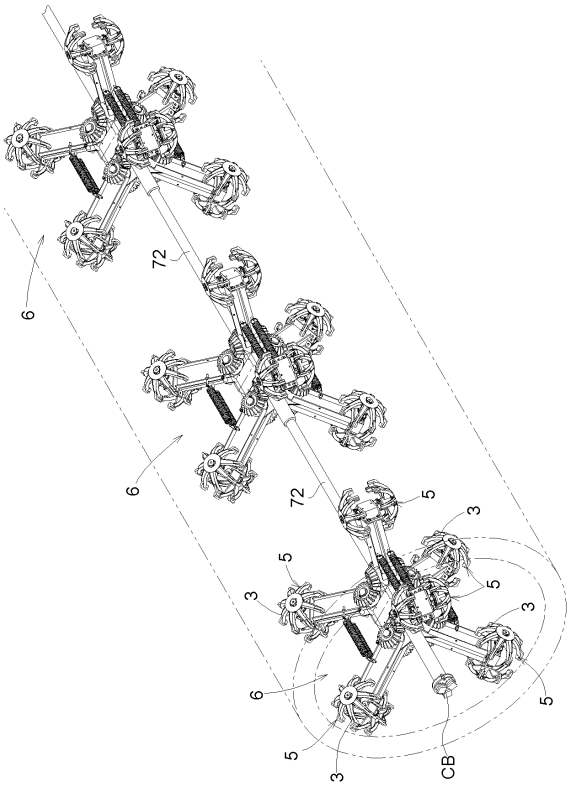
【００３５】

図６に示すように、駆動ユニット５６は、共通のユニットケース５５に取り付けられた第１駆動部５６ａと第２駆動部５６ｂとを備えている。第１駆動部５６ａと第２駆動部５６ｂは、それぞれモータとギヤ式の減速機構５８とを有し、第１駆動部５６ａは左半球状回転体５１の車軸５４ａを駆動し、第２駆動部５６ｂは右半球状回転体５２の車軸５４ｂを駆動する。ユニットケース５５は、それぞれの車軸５４ａと５４ｂを介して左半球状回転体５１と右半球状回転体５２とを支持している。ユニットケース５５は、対応するアームモジュール８０の取付座８４にねじによって着脱可能に装着される。なお、走行駆動回転体５、つまり左半球状回転体５１と右半球状回転体５２の半径は、走行すべき配管内面に存在する段差よりわずかに小さいか、それより大きいことが要求されるので、走行すべき配管の段差の大きさによって、走行駆動回転体５のサイズを選択できることは好都合である。

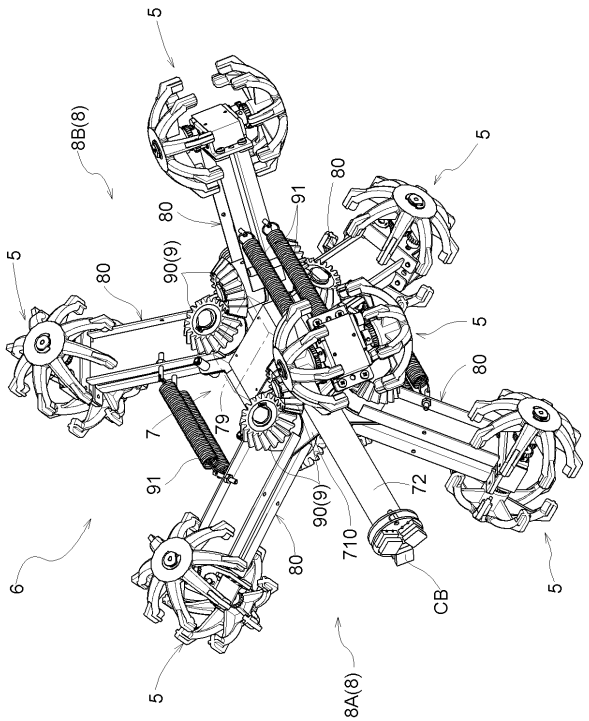
【００３６】
図２でその上面の輪郭が一点鎖線で示されているだけであるが、電池ボックス７９が基台７０に取り付けられている。この電池ボックス７９に装着された電池から図示しない給電線を介して、モータ５７に、電力が供給されるが、給電線の途中にはこの給電をＯＮ／ＯＦＦするスイッチが設けられている。このスイッチは、円筒連結部７２の先端に設けられている制御ボタンＣＢの操作によって制御される。
【００３７】
次に、特異な配管領域における上述した管内走行台車６の走行状態を説明する。図９は、大径部から小径部に移行するドレッサ領域での走行状態を示している。ここでは、管内走行台車６の前側アームユニット８Ａの走行駆動回転体５が大径部と小径部との間の段差に衝突しても、スポークモジュール３が段差のエッジを捉まえることさえできれば、その回転トルクで台車本体７を持ち上げながら、エッジを乗り越えることができる。
【００３８】
図１０は、小径領域での走行状態を示している。ここでは、配管断面が小さいため、隣接する走行駆動回転体５の左・右半球状回転体５１、５２が噛み合っている。このように、走行駆動回転体５のスポークモジュール３が歯車のように噛み合っていると、管内走行台車６の横断面積が小さくなるだけでなく、左・右半球状回転体５１、５２の一方が空転したとしても、その空転側の半球状回転体がスポークモジュール３を介して他方の半球状回転体に動力を伝達することができ、無駄のない走行が実現する。
【００３９】
図１１は９０°に曲がっているエルボ領域での走行状態を示している。この走行においても、前側アームユニット８Ａの３つの走行駆動回転体５のうち１つまたは２つ、及び後側アームユニット８Ｂの３つの走行駆動回転体５のうち１つまたは２つが、同時に内周面に接当するので、走行可能である。さらに、ここでも、配管断面が小さいため、隣接する走行駆動回転体５の左・右半球状回転体５１、５２が噛み合っていると、左・右半球状回転体５１、５２の一方が空転したとしても、その空転側の半球状回転体がスポークモジュール３を介して他方の半球状回転体に動力を伝達することができる。
【００４０】
〔別実施の形態〕
（１）上述した実施形態では、スポークモジュール３の先端領域に接当部３０を形成したが、スポークモジュール３の先端を車軸方向に延ばし、スポークモジュール３の中間領域に接当部３０を形成してもよい。
（２）上述した実施形態では、前側アームユニット８Ａと後側アームユニット８Ｂのそれぞれに、１２０°間隔で３つのアームモジュール８０が配置されていたが、２つのアームモジュール８０または４つ以上のアームモジュール８０の配置を採用してもよい。
（３）上述した実施形態では、台車本体７にアームユニット８として、前側アームユニット８Ａと後側アームユニット８Ｂが設けられていたが、それらの中間にさらなるアームユニット８を追加してもよい。また、複数の台車本体７が連結して用いられる場合には、各台車本体７に１つのアームユニット８を設けるだけの構成を採用してもよい。
（４）上述した実施形態では、付勢手段９１としてコイルばねを採用したが、これに代えてガススプリングなど他の付勢手段を採用してもよい。
【産業上の利用可能性】
【００４１】
本発明は、配管内部、特に直管のみでなくエルボ部やドレッサ部など大径部と小径部を有する配管の内部を走行する管内走行装置に適用される。
【符号の説明】
【００４２】
３　　：スポークモジュール
３０　　：接当部
３１　　：スポーク体

３２　：リブ
５　：走行駆動回転体
５０　：回転体本体
５１　：左半球状回転体
５２　：右半球状回転体
５３　：ハブ
５４ａ　：車軸
５４ｂ　：車軸
５５　：ユニットケース
５６　：駆動ユニット
５６ａ　：第１駆動部
５６ｂ　：第２駆動部
５７　：モータ
５８　：減速機構
６　：管内走行台車
７　：台車本体
７０　：基台
７１　：屈曲板材
７１０　：アームブラケット
７２　：円筒連結部
８　：アームユニット
８Ａ　：前側アームユニット
８Ｂ　：後側アームユニット
８０　：アームモジュール
８０ａ　：ハーフモジュール
８１　：揺動軸
８２　：ボス部
８３　：アーム本体
８４　：取付座
９　：揺動同期機構
９０　：ベベルギヤ
９１　：付勢手段
９１　：コイルばね

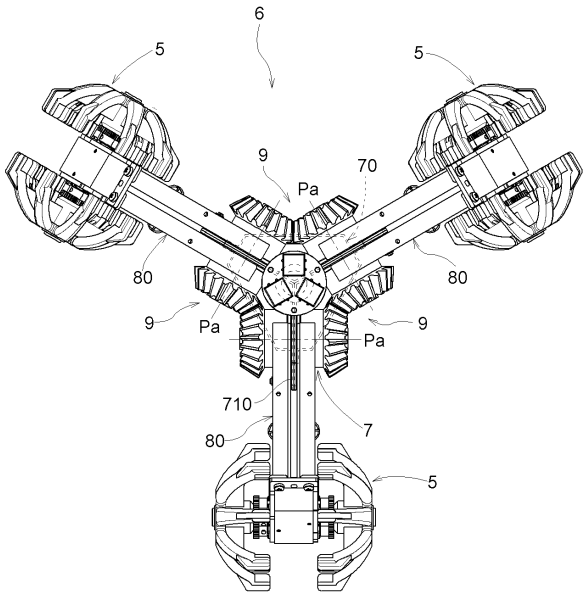
【図１】


6
72
6
72
5
3
5
3
5
3
6
5
5
3
CB

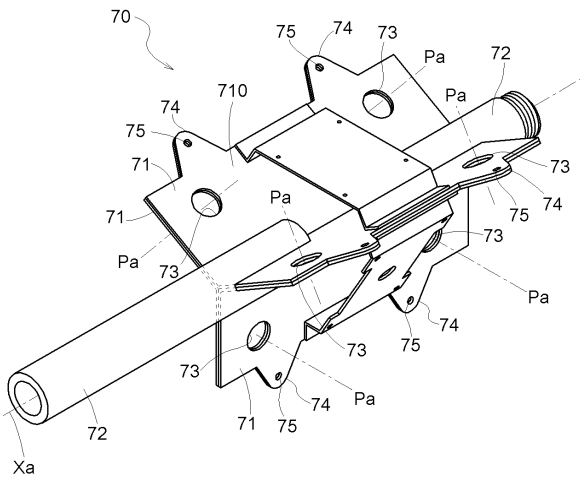
【図２】


5
8B(8)
5
80
91
80
90(9)
5
80
5
80
7
79
91
72
90(9)
710
6
80
CB
5
5
8A(8)

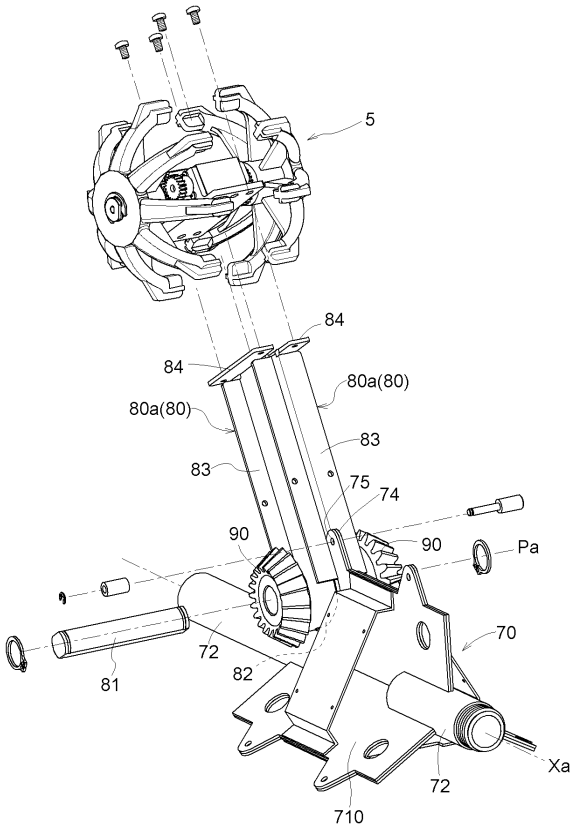
【図３】


6
5
5
9
Pa
70
80
80
9
Pa
Pa
9
710
7
80
5

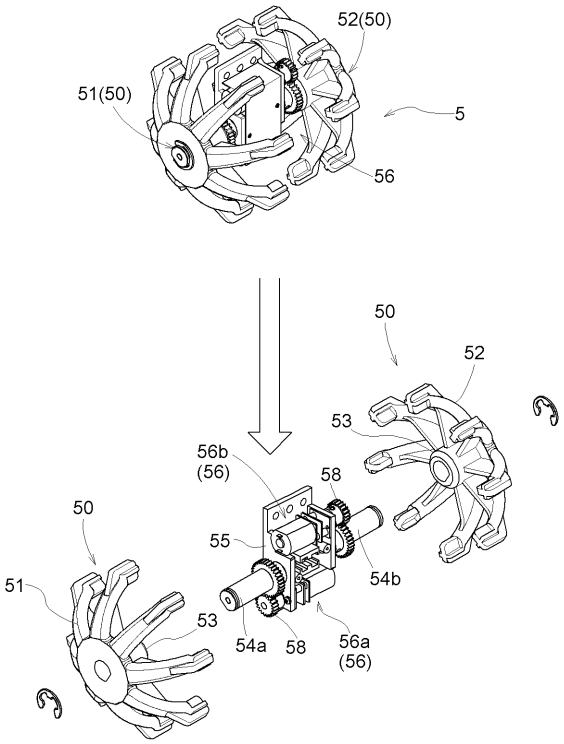
【図４】


70
75
74
73
Pa
72
710
Pa
74
75
71
73
Pa
74
71
75
73
Pa
73
Pa
74
73
75
73
Pa
74
71
75
72
Xa

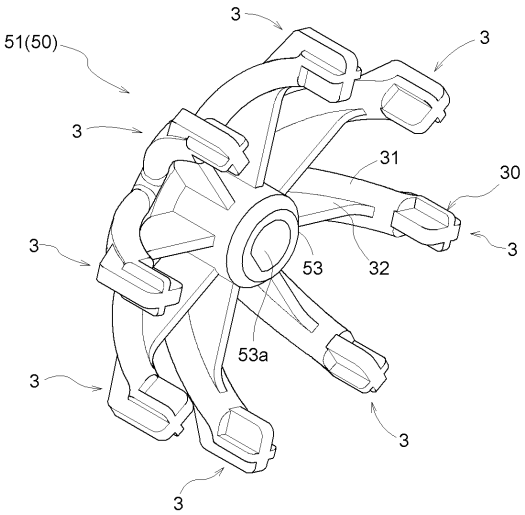
【図５】


5
84
84
80a(80)
80a(80)
83
83
75
74
90
90
Pa
70
72
81
82
72
710
Xa

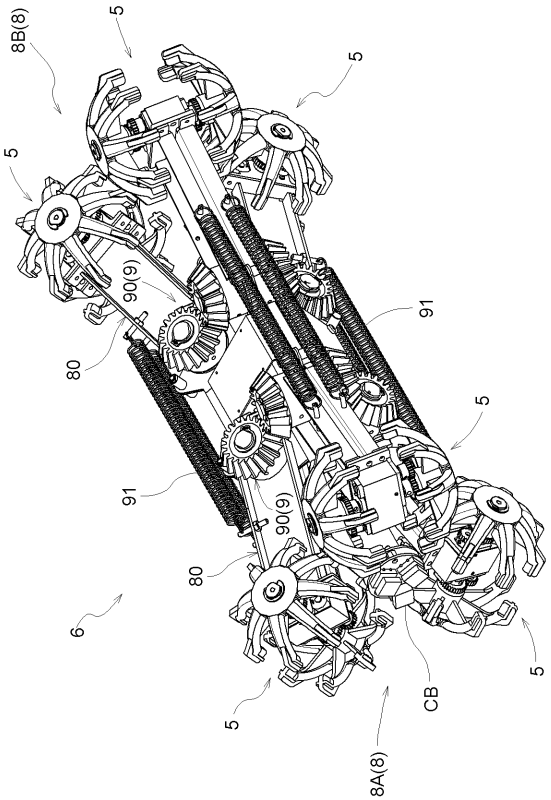
【図６】


52(50)
51(50)
5
56
50
52
53
56b
(56)
58
50
55
54b
51
53
54a
58
56a
(56)

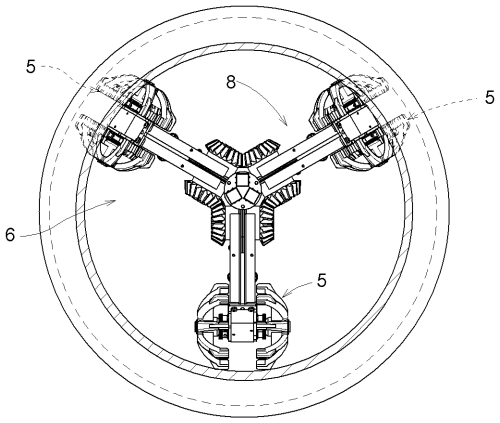
【図７】


3
51(50)
3
3
3
31
30
3
3
53
32
53a
3
3
3

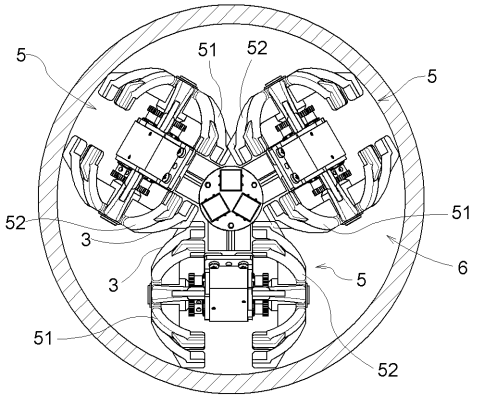
【図８】


8B(8)
5
5
5
90(9)
91
80
5
91
90(9)
80
6
5
CB
5
8A(8)

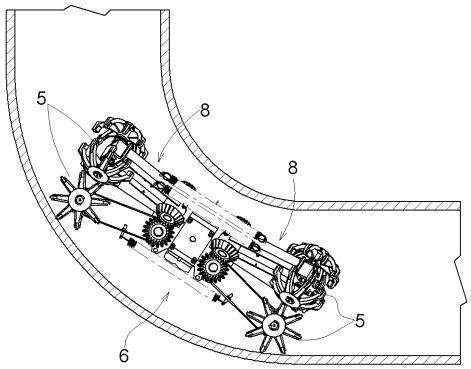
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 実開平０３－０９１２７７（ＪＰ，Ｕ）
国際公開第２０１２／１４３７１５（WO，Ａ１）
特開平０４－００８６５８（ＪＰ，Ａ）
特開昭４９－０８０７４１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１１７７４３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－１４７０７８（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－２６８６３８（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１９３６７５（ＪＰ，Ａ）
特開２０１４－１９３６７６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ６１Ｂ １３／１０
Ｂ６０Ｂ １９／１０
Ｂ６０Ｂ １９／１４
Ｂ６２Ｄ ５７／０２
Ｂ６４Ｇ １／１６
Ａ６３Ｈ １７／２６
Ｇ０１Ｎ ２１／９５４
Ｂ２５Ｊ ５／００
Ｅ０３Ｆ ９／００