

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-123372

(P2019-123372A)

(43) 公開日 令和1年7月25日(2019.7.25)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 2 D 55/065 (2006.01)	B 6 2 D 55/065	
B 6 2 D 57/02 (2006.01)	B 6 2 D 57/02	N

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2018-5241 (P2018-5241)</p> <p>(22) 出願日 平成30年1月16日 (2018.1.16)</p> <p>特許法第30条第2項適用申請有り 刊行物 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会予稿集論文 平成29年12月20日 集会 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会スポットライトセッション 平成29年12月20日 集会 第18回計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会インタラクティブセッション 平成29年12月20日</p>	<p>(71) 出願人 597065329 学校法人 龍谷大学 京都府京都市伏見区深草塚本町67番地 100121337</p> <p>(74) 代理人 弁理士 藤河 恒生</p> <p>(72) 発明者 永瀬 純也 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 学校法人龍谷大学内</p> <p>(72) 発明者 福永 二三佳 滋賀県大津市瀬田大江町横谷1-5 学校法人龍谷大学内</p>
---	---

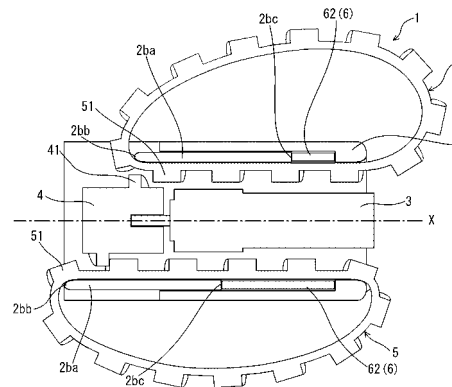
(54) 【発明の名称】 クローラ型ロボット

(57) 【要約】

【課題】簡易な構造でありながら、能動的な配管内の進路選択が可能なクローラ型ロボットを提供する。

【解決手段】このクローラ型ロボット1は、中空孔2aを形成する壁部にクローラベルトコア部2bが形成されそれにスライド部2baが形成されたフレームと、回転トルク生成部3と、回転トルクによって中心軸Xのまわりを回転しウォーム歯部41が形成されたウォーム4と、クローラベルトコア部2bに巻かれて配置され、ウォーム歯部41にかみ合い得る多数の突起したクローラベルト歯部51が外周面に形成されており、それらの一部がウォーム歯部41に接触してかみ合うことでウォーム4の回転に追従して回転するクローラベルト5と、クローラベルト5を回転させないときは、クローラベルト歯部51がウォーム歯部41にかみ合わないようスライド部2baを長手方向にスライド可能な非固定状態に制御するクローラベルト回転制御部6と、を備える。

【選択図】 図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

長手方向の中心軸に沿って中空孔を有するとともに、該中空孔を形成する壁部に複数のクローラベルトコア部が形成され、該クローラベルトコア部の各々にスライド部が形成されたフレームと、

前記中空孔に収容され、回転トルクを生成する回転トルク生成部と、

前記中空孔に収容され、前記回転トルクによって中心軸のまわりを回転し、螺旋状の突起したウォーム歯部が側面に形成されたウォームと、

前記ウォームの側面の外方に前記クローラベルトコア部の各々に巻かれて配置される輪状のものであって、前記ウォームのウォーム歯部にかみ合い得る多数個の突起したクローラベルト歯部が外周面に形成されており、該多数個のクローラベルト歯部の一部のクローラベルト歯部が前記ウォーム歯部に接触してかみ合うと該ウォームの回転に追従して回転する複数のクローラベルトと、

各々のクローラベルトに対して設けられ、該クローラベルトを回転させないときは、該クローラベルトの前記クローラベルト歯部が前記ウォーム歯部にかみ合わないよう前記スライド部を長手方向にスライド可能な非固定状態に制御し、該クローラベルトを回転させるときは、該クローラベルトの一部の前記クローラベルト歯部が前記ウォーム歯部にかみ合う位置で前記スライド部を固定状態に制御する複数のクローラベルト回転制御部と、を備えることを特徴とするクローラ型ロボット。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のクローラ型ロボットにおいて、

前記クローラベルト回転制御部は、リニアアクチュエータを有しており、該リニアアクチュエータの移動体の移動により前記スライド部の非固定状態と固定状態を制御することを特徴とするクローラ型ロボット。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のクローラ型ロボットにおいて、

前記クローラベルト回転制御部の前記リニアアクチュエータは、前記スライド部の前記固定状態では、伸張状態となって前記スライド部の移動を制限し、前記スライド部の前記非固定状態では、縮小状態となって前記スライド部の移動を制限しないことを特徴とするクローラ型ロボット。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のクローラ型ロボットにおいて、

前記クローラベルト回転制御部は、前記スライド部を前記固定状態の位置に戻す復元力を有する弾性体を更に有していることを特徴とするクローラ型ロボット。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、配管内の走行に好適なクローラ型ロボットに関する。

【背景技術】**【0002】**

人間の進入が難しい場所での検査や探索等の作業は、その場所を適切に走行可能なロボットに行わせることが好ましい。そのようなロボットとしては、種々のものが知られている。その中で、クローラ（無限軌道）型ロボットは、クローラのクローラベルトが地面に接することで地面の状態に柔軟に対応して走行することが可能であるといったメリットを有する。

【0003】

産業用の分野では、個々の作業に特化したクローラ型ロボットが提案されている。例えば、特許文献 1 及び 2 などには、工場の配管内の検査等を行う配管内作業用のものが提案されている。特許文献 1 に記載のクローラ型ロボットは、3 個のクローラが中心軸に対して互いに回転対称な位置に設けられ、それらのクローラが半径方向に移動可能であるもの

10

20

30

40

50

である。3個のクローラベルトが配管の内壁に押し付けられることで、配管が傾斜したり垂直になったりしていても走行できる、としている。特許文献2に記載のクローラ型ロボットは、2個のクローラがハの字型に設けられたものである。2個のクローラにより、安定して配管内を走行できる、としている。

【0004】

その一方、近年、災害等が起こった場合に被害者の探索や救助又は被害物の検査などを行うレスキュー用のロボットが注目されている。レスキュー用のクローラ型ロボットとしては、例えば、特許文献3には、クローラを左右に設けたクローラ装置を2種類備え、大きな段差を容易に乗り越えることができるように、2種類のクローラ装置のどちらかを地面の状況に応じて選択するようなクローラ型ロボットが提案されている。また、特許文献4には、瓦礫の狭い空間にも進入し得るように、上下2段に積層したクローラの1対をロボット本体の左右それぞれに設けたクローラ型ロボットが提案されている。

10

【0005】

特許文献5、6には、配管内作業用やレスキュー用などに利用可能なものであって、配管や瓦礫の中などの非常に狭い空間への進入が容易なように、単一のウォームと、その側面の外方に配置されそれに追従して回転する複数のクローラベルトを備えているクローラ型ロボットが提案されている。このウォームは、螺旋状の突起したウォーム歯部が側面に形成されており、回転トルク生成部（ギヤモータ）によって回転する。クローラベルトは、ウォームのウォーム歯部にかみ合い得る複数の突起したクローラベルト歯部が外周面に形成されており、その複数のクローラベルト歯部の一部のクローラベルト歯部がウォーム歯部にかみ合うことで、ウォームの回転に追従して回転する。このクローラ型ロボットは、簡易な構造でありながら、様々な管内径の水平管内及び垂直管内を走行可能な利点を有する。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2002-220049号公報

【特許文献2】実用新案登録第3133667号公報

【特許文献3】特開2007-237991号公報

【特許文献4】特開2008-213671号公報

30

【特許文献5】特開2014-193707号公報

【特許文献6】特開2017-036018号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、配管に分岐が有る場合、クローラ型ロボットは、能動的な進路選択ができることが望ましい。これを実現する単純な方法は、クローラの各々を別個に回転トルク生成部（ギヤモータ）で駆動できるようにすることであるが、クローラ型ロボット全体のサイズ及び重量が増大したり構造が複雑になったりする。また、そうすると、管内径の小さな配管に使用できなくもなり得る。

40

【0008】

そこで、本願発明者は、特許文献5、6に提案されているクローラ型ロボットの基本構造を踏襲して、簡易な構造でありながら、配管に分岐が有る場合、能動的な進路選択が可能なクローラ型ロボットを案出した。

【0009】

本発明は、係る事由に鑑みてなされたものであり、その目的は、簡易な構造でありながら、配管に分岐が有る場合、能動的な進路選択が可能なクローラ型ロボットを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

50

上記目的を達成するために、請求項 1 に記載のクローラ型ロボットは、長手方向の中心軸に沿って中空孔を有するとともに、該中空孔を形成する壁部に複数のクローラベルトコア部が形成され、該クローラベルトコア部の各々にスライド部が形成されたフレームと、前記中空孔に收容され、回転トルクを生成する回転トルク生成部と、前記中空孔に收容され、前記回転トルクによって中心軸のまわりを回転し、螺旋状の突起したウォーム歯部が側面に形成されたウォームと、前記ウォームの側面の外方に前記クローラベルトコア部の各々に巻かれて配置される輪状のものであって、前記ウォームのウォーム歯部にかみ合い得る多数個の突起したクローラベルト歯部が外周面に形成されており、該多数個のクローラベルト歯部の一部のクローラベルト歯部が前記ウォーム歯部に接触してかみ合うと該ウォームの回転に追従して回動する複数のクローラベルトと、各々のクローラベルトに対して設けられ、該クローラベルトを回動させないときは、該クローラベルトの前記クローラベルト歯部が前記ウォーム歯部にかみ合わないよう前記スライド部を長手方向にスライド可能な非固定状態に制御し、該クローラベルトを回動させるときは、該クローラベルトの一部の前記クローラベルト歯部が前記ウォーム歯部にかみ合う位置で前記スライド部を固定状態に制御する複数のクローラベルト回動制御部と、を備えることを特徴とする。

10

【0011】

請求項 2 に記載のクローラ型ロボットは、請求項 1 に記載のクローラ型ロボットにおいて、前記クローラベルト回動制御部は、リニアアクチュエータを有しており、該リニアアクチュエータの移動体の移動により前記スライド部の非固定状態と固定状態を制御することを特徴とする。

20

【0012】

請求項 3 に記載のクローラ型ロボットは、請求項 2 に記載のクローラ型ロボットにおいて、前記クローラベルト回動制御部の前記リニアアクチュエータは、前記スライド部の前記固定状態では、伸張状態となって前記スライド部の移動を制限し、前記スライド部の前記非固定状態では、縮小状態となって前記スライド部の移動を制限しないことを特徴とする。

【0013】

請求項 4 に記載のクローラ型ロボットは、請求項 3 に記載のクローラ型ロボットにおいて、前記クローラベルト回動制御部は、前記スライド部を前記固定状態の位置に戻す復元力を有する弾性体を更に有していることを特徴とする。

30

【発明の効果】**【0014】**

本発明のクローラ型ロボットによれば、簡易な構造でありながら、配管に分岐が有る場合、能動的な進路選択が可能になる。

【図面の簡単な説明】**【0015】**

【図 1】本発明の実施形態に係るクローラ型ロボットを示す斜視図である。

【図 2】同上のクローラ型ロボットの正面視断面図である。

【図 3 A】同上のクローラ型ロボットの図 2 の A - A で示す切断面で切断し他方の端部側から見た断面図である。

40

【図 3 B】同上のクローラ型ロボットの図 2 の B - B で示す切断面で切断し他方の端部側から見た断面図である。

【図 3 C】同上のクローラ型ロボットの図 2 の C - C で示す切断面で切断し他方の端部側から見た断面図である。

【図 4】同上のクローラ型ロボットの回転トルク生成部とウォームの正面図である。

【図 5】同上のクローラ型ロボットの図 2 の C - C で示す切断面で切断し他方の端部側から見た断面図であって、スライド部の上側 3 つが非固定状態の場合を示したものである。

【図 6】同上のクローラ型ロボットのスライド部の上側 3 つが非固定状態の場合を示す斜視図である。

【図 7】同上のクローラ型ロボットのスライド部の上側が非固定状態の場合を示す正面視

50

断面図である。

【図 8】 同上のクローラ型ロボットに分岐などを検知するための部品と外部からの電力及び制御信号を受けるための部品を取り付けた例を示す正面視断面図である。

【図 9 A】 同上のクローラ型ロボットの動作実験を示す写真であって、途中に分岐の有る配管を上から下に直進する様子を示すものである。

【図 9 B】 同上のクローラ型ロボットの動作実験を示す写真であって、途中に分岐の有る配管を上側から入って分岐側に進路を変える様子を示すものである。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明を実施するための形態を図面を参照しながら説明する。本発明の実施形態に係るクローラ型ロボット 1 は、図 1 に示すように、大略柱形状をなしたものである。このクローラ型ロボット 1 は、図 2 に示すように、フレーム 2 と、回転トルク生成部 3 と、ウォーム 4 と、複数の（本実施形態では 6 つの）クローラベルト 5、5、・・・と、複数の（本実施形態では 6 つの）クローラベルト回動制御部 6、6、・・・と、を備えている。なお、図 1（及び図 6）においては、後述するスライド部 2 b a を理解し易いように灰色（見た目が灰色）で示している。また、図 2（及び後述する図 7、図 8）においては、背景に見える他のクローラベルト 5、5 は省略しており、また、内部の電気配線についても省略している。

10

【0017】

フレーム 2 は、大略筒状をなし、長手方向の中心軸 X に沿って中空孔 2 a を有する。フレーム 2 において中空孔 2 a を形成する壁部は、図 2、図 3 A、図 3 B、図 3 C に示すように、後に詳述するクローラベルト 5 が巻かれるクローラベルトコア部 2 b と、クローラベルト 5 が巻かれないクローラベルト間部 2 c と、が、中心軸 X の軸回りに複数（本実施形態では 6 つずつ）交互に設けられている。このフレーム 2 は、例えば、硬い樹脂製のものをを用いることができる。

20

【0018】

クローラベルトコア部 2 b の各々には、スライド部 2 b a が形成されている。スライド部 2 b a は、後述するクローラベルト回動制御部 6 によって、長手方向にスライド可能な非固定状態とスライドできない固定状態になり得る。クローラ型ロボット 1 の他方の端部 1 b において、スライド部 2 b a の外端部 2 b b には、クローラベルト 5 の折り返し部分が接触する。また、スライド部 2 b a は、スライド部 2 b a の支持のために、フレーム 2 におけるスライド部 2 b a 以外の部分に差し込まれる差し込み部 2 b a a を有している（図 3 A 等参照）。

30

【0019】

回転トルク生成部 3 は、ギヤモータ（又はギヤ付きでないモータ）を用いることができる。回転トルク生成部 3 は、フレーム 2 の中空孔 2 a に収容され、クローラベルト間部 2 c から内方に延びた部分（図 3 B 参照）によって動かないように固定されている。回転トルク生成部 3 は、電力が供給されると、その出力軸部 3 a（図 4 参照）が中心軸 X のまわりを回転する。なお、回転トルク生成部 3 の中心軸 X は、次に述べるウォーム 4 の中心軸 X と共通である。

40

【0020】

ウォーム 4 は、回転トルク生成部 3 が生成した回転トルクによって中心軸 X の回りを回転する単一のものである。ウォーム 4 は、フレーム 2 の中空孔 2 a に収容されている。ウォーム 4 は、中心部に回転トルク生成部 3 の出力軸部 3 a が接続されている。ウォーム 4 は、例えば、硬い樹脂製のものをを用いることができる。ウォーム 4 は、その外側面に螺旋状の突起したウォーム歯部 4 1 が形成されている（図 4 参照）。

【0021】

クローラベルト 5 は、ウォーム 4 の外側面の外方に配置され、無限軌道を形成するように、閉じて輪状になっており、フレーム 2 のクローラベルトコア部 2 b に巻かれて配置されている（図 2 参照）。複数のクローラベルト 5、5、・・・は、中心軸 X の軸回りに略

50

等間隔に配置されている（図3A、図3B、図3C参照）。

【0022】

クローラベルト5は、クローラ型ロボット1の一方の端部1aと他方の端部1bにおいて折り返すので、柔軟性を有する材料（弾性体）からできており、例えば、シリコンゴム製である。また、クローラベルト5は、フレーム2の外部側に位置する部分が、様々な外圧に応じて変形することが可能なように比較的大きく撓んだ形状になっている。

【0023】

クローラベルト5の外周面には、突起し少し斜めにクローラベルト5を横断する形状のクローラベルト歯部51が多数形成されている。クローラベルト5は、フレーム2のスライド部2baが固定状態のとき、クローラベルトコア部2bの内部側に位置する一部のクローラベルト歯部51が単一のウォーム4のウォーム歯部41とかみ合い得るように配置される（図2等参照）。クローラベルト5は、多数のクローラベルト歯部51のうち一部のクローラベルト歯部51がその歯部接触面51a（図1及び図2参照）においてウォーム歯部41に接触してかみ合うことでウォーム4の回転に追従して回動する。こうして、回転トルクがウォーム4からクローラベルト5に伝達される。

10

【0024】

回動するクローラベルト5は、クローラベルトコア部2bの外部側と内部側（中心軸X側）において長手方向に動く。他方の端部1b側（図2において左側）から見て右回りにウォーム4が回転すると、クローラベルト5は、クローラベルトコア部2bの内部側に位置したクローラベルト歯部51がかみ合ったウォーム4のウォーム歯部41に歯部接触面51aが押されて、クローラ型ロボット1の他方の端部1bから一方の端部1aに向かって（図2において左から右へ）長手方向に動き、その一方の端部1aで折り返し、クローラベルトコア部2bの外部側に位置したクローラベルト歯部51がクローラ型ロボット1の一方の端部1aから他方の端部1bに向かって（図2において右から左へ）長手方向に動き、その他方の端部1bで折り返す。なお、フレーム2の固定状態のスライド部2baの外端部2bbには、クローラベルト5によって他方の端部1bから一方の端部1aに向かう力がかかる。

20

【0025】

クローラベルト回動制御部6は、各々のクローラベルト5に対して設けられている。クローラベルト回動制御部6は、クローラベルト5を回動させるときは、スライド部2baを固定状態に制御して、クローラベルト5の一部のクローラベルト歯部51がウォーム歯部41にかみ合うようにする。クローラベルト回動制御部6は、また、クローラベルト5を回動させないときは、フレーム2のスライド部2baを長手方向にスライド可能な非固定状態に制御して、クローラベルト5のクローラベルト歯部51がウォーム歯部41にかみ合わないようにする。

30

【0026】

クローラベルト回動制御部6は、フレーム2のスライド部2baの固定状態と非固定状態を制御するリニアアクチュエータ61を有することができる（図3C及び図5参照）。リニアアクチュエータ61は、移動体61aと本体部61bを有している。リニアアクチュエータ61の本体部61bの底部は、回転トルク生成部3における出力軸部3a以外の部分又はフレーム2におけるスライド部2ba以外の部分などに固定される。リニアアクチュエータ61は、移動体61aの移動により、少なくとも、本体部61bの底部から移動体61aが離れてそれらの間の距離が伸張した伸張状態と移動体61aが近づいてそれらの間の距離が縮小した縮小状態の2状態になることができるものである。クローラベルト回動制御部6は、リニアアクチュエータ61の移動体61aの移動によりフレーム2のスライド部2baの固定状態と非固定状態を制御する。リニアアクチュエータ61は、同じく動力を生じるものである回転トルク生成部3に比べ非常に小さいサイズのものである。

40

【0027】

より詳細には、クローラベルト回動制御部6のリニアアクチュエータ61は、スライド

50

部 2 b a の固定状態では、伸張状態となってスライド部 2 b a の移動を制限し、スライド部 2 b a の非固定状態では、縮小状態となってスライド部 2 b a の移動を制限しないようにすることができる。

【 0 0 2 8 】

例えば、リニアアクチュエータ 6 1 は、スライド部 2 b a の固定状態では、図 3 C に示すように、伸張状態となってスライド部 2 b a (より具体的には差し込み部 2 b a a) の内端部 2 b c (外端部 2 b b の反対側の端部) に接してスライド部 2 b a の移動を阻止し、スライド部 2 b a の非固定状態では、図 5 に示すように、縮小状態となってスライド部 2 b a の移動を阻止しないようにすることができる。なお、図 3 C (及び図 5) は、回転トルク生成部 3 における出力軸部 3 a 以外の部分にそれぞれの本体部 6 1 b が固定されたリニアアクチュエータ 6 1、6 1、・・・が現れる位置 (図 2 の C - C で示す位置) で切断した断面図である。図 3 C では、全てのリニアアクチュエータ 6 1、6 1、・・・が伸張状態であり、図 5 では、上側の 3 つのスライド部 2 b a、2 b a、・・・に対応する 3 つのリニアアクチュエータ 6 1、6 1、・・・が縮小状態、下側の 3 つのスライド部 2 b a、2 b a、・・・に対応する 3 つのリニアアクチュエータ 6 1、6 1、・・・が伸張状態である。

10

【 0 0 2 9 】

或いは、スライド部 2 b a (より具体的には差し込み部 2 b a a) に位置固定のための孔を設け、リニアアクチュエータ 6 1 は、スライド部 2 b a の固定状態では、伸張状態となって位置固定のための孔に嵌入しそれによりスライド部 2 b a を拘束し、スライド部 2 b a の非固定状態では、縮小状態となって位置固定のための孔からはずれるようにすることも可能である。

20

【 0 0 3 0 】

また、クローラベルト回動制御部 6 は、スライド部 2 b a を固定状態の位置に戻す復元力を有する弾性体 6 2 を有するようにすることができる。弾性体 6 2 は、典型的には、バネ体を用いることができる。

【 0 0 3 1 】

スライド部 2 b a の非固定状態では、クローラ型ロボット 1 は、以下のように動作する。すなわち、他方の端部 1 b 側 (図 7 において左側) から見て右回りにウォーム 4 が回転しているとき、スライド部 2 b a が固定状態から非固定状態に変わると、スライド部 2 b a は、クローラベルト 5 による他方の端部 1 b から一方の端部 1 a に向かう力に従って移動し、クローラベルト 5 は、それまでのようには回動せず、ウォーム歯部 4 1 に接触してかみ合っていたクローラベルト歯部 5 1 がウォーム 4 の回転によって押されてウォーム歯部 4 1 の端部近傍の位置まで移動し、そこに留まる。図 6 の斜視図に、上側の 3 つのクローラベルト 5、5、・・・に対応するスライド部 2 b a、2 b a、・・・が非固定状態、下側の 3 つのクローラベルト 5、5、・・・に対応するスライド部 2 b a、2 b a、・・・が固定状態のものを示す。また、図 7 の正面視断面図に、上側のクローラベルト 5 に対応するスライド部 2 b a が非固定状態、下側のクローラベルト 5 に対応するスライド部 2 b a が固定状態のものを示す。なお、ウォーム 4 は、その回転力により、クローラベルト 5 (及びスライド部 2 b a) を押して移動させるが、その力は、弾性体 6 2 の復元力よりも大きいものである。

30

40

【 0 0 3 2 】

スライド部 2 b a を非固定状態から固定状態にするには、以下のようにすることができる。すなわち、まず、回転トルク生成部 3 への電力供給を停止し、ウォーム 4 を回転させないようにする。そうすると、弾性体 6 2 の復元力により、スライド部 2 b a が固定状態の位置に戻ろうとし、クローラベルト 5 が押されてクローラベルト歯部 5 1 がウォーム歯部 4 1 に確実に接触するようになる。なお、スライド部 2 b a は、フレーム 2 におけるスライド部 2 b a 以外の部分との間に多少の摩擦力が生じるが、弾性体 6 2 の復元力はそれよりも大きいものである。

【 0 0 3 3 】

50

その後、回転トルク生成部 3 にかかる電圧の正負を逆にして回転トルク生成部 3 に電力を供給し、ウォーム 4 を逆回転させる。そうすると、クローラベルト歯部 5 1 はウォーム歯部 4 1 にかみ合う位置まで戻ることになる。

【0034】

クローラ型ロボット 1 は、以上説明した構成の他に、所望の機能を発揮するように、以下のように、様々な部品を搭載した機能部をフレーム 2 の中空孔 2 a に或いはフレーム 2 (特にその前後)に取り付けたりすることができる。すなわち、クローラ型ロボット 1 は、図 8 に示すように、分岐などを検知するための部品 7 として、周囲を照明する照明器と周囲の画像を取得するカメラを設けることができる。照明器とカメラに代えて、各種センサなどを設けることも可能である。また、クローラ型ロボット 1 は、図 8 に示すように、回転トルク生成部 3 とクローラベルト回動制御部 6、6、・・・に所望の動作をさせるために、外部からの電力及び制御信号(必要に応じて)を受けるための部品 8 として、外部の制御装置につながる電線群を設けることができる。電線群に代えて、バッテリーと外部の制御装置と通信する無線通信器とを中空孔 2 a に収容して設けることも可能である。

10

【0035】

以上のように、クローラ型ロボット 1 は、簡易な構成のものとなっている。また、クローラ型ロボット 1 は、比較的大きくなり易い回転トルク生成部 3 が 1 つで済み、回転トルク生成部 3 に比べ非常に小さいサイズのリニアアクチュエータ 6 1 をクローラベルト回動制御部 6 の主要構成部品にすることができるので、全体のサイズが大きなものとはならない。

20

【0036】

クローラ型ロボット 1 は、様々な場所での走行が可能である。特に、クローラ型ロボット 1 は、管内検査や清掃などのため水道管、ガス管又はダクト管などの配管内を直進でき、配管に分岐が有る場合、外部からの指示によりそのまま直進したり或いは分岐する方に進路を変えたりするような能動的な進路選択が可能である。

【0037】

クローラ型ロボット 1 が配管内及び配管の分岐を直進する場合、フレーム 2 の全てのスライド部 2 b a が固定状態となっており、他方の端部 1 b 側(図 2 において左側)から見て右回りにウォーム 4 が回転すると、複数の(本実施形態では 6 つの)クローラベルト 5、5、・・・の全てにおいて、クローラベルトコア部 2 b の外部側に位置したクローラベルト歯部 5 1 がクローラ型ロボット 1 の一方の端部 1 a から他方の端部 1 b に向かって(図 2 において右から左へ)長手方向に動く。そうすると、クローラベルト歯部 5 1 が配管内壁などを蹴り出すことで、クローラベルト 5 に推進力(他方の端部 1 b から一方の端部 1 a に向かう力)が生じる。この推進力は、クローラ型ロボット 1 の他方の端部 1 b においてクローラベルト 5 から固定状態のスライド部 2 b a に、そして、フレーム 2 全体に伝達される。それにより、クローラ型ロボット 1 が他方の端部 1 b から一方の端部 1 a に向かって(図 2 において左から右へ)直進する。

30

【0038】

クローラ型ロボット 1 が配管の分岐において分岐する方に進路を変える場合、複数の(本実施形態では 6 つの)クローラベルト 5、5、・・・のうち分岐側に位置する一部に対応するスライド部 2 b a、2 b a、・・・を非固定状態にする。分岐側に位置する一部は、進路を変えるときの実確性などの点から、複数のクローラベルト 5、5、・・・のうち半分(全数が 6 つの場合は 3 つ)であるのが好ましい。図 7 においては、上側に向かう分岐がクローラ型ロボット 1 の進行方向(右方向)にある場合のものであり、上側のスライド部 2 b a が非固定状態、下側のスライド部 2 b a が固定状態となっているものを示している。

40

【0039】

他方の端部 1 b 側(図 7 において左側)から見て右回りにウォーム 4 が回転していると、固定状態のスライド部 2 b a、2 b a、・・・に対応するクローラベルト 5、5、・・・だけが回動し、クローラベルトコア部 2 b (スライド部 2 b a)の外部側に位置したクロー

50

ーラベルト歯部 5 1 がクローラ型ロボット 1 の一方の端部 1 a から他方の端部 1 b に向かって (図 7 において右から左へ) 長手方向に動く。そうすると、クローラベルト歯部 5 1 が配管内壁などを蹴り出すことで、クローラベルト 5 に推進力 (他方の端部 1 b から一方の端部 1 a に向かう力) が生じる。この推進力は、クローラ型ロボット 1 の他方の端部 1 b においてクローラベルト 5 から固定状態のスライド部 2 b a に、そして、その近傍のフレーム 2 に伝達される。一方、非固定状態のスライド部 2 b a、2 b a、・・・に対応するクローラベルト 5、5、・・・は固定状態のスライド部 2 b a、2 b a、・・・に対応するクローラベルト 5、5、・・・のようには回動せず、これらには推進力は生じない。従って、推進力が生じない方を内側にして進路を変えようとし、配管の分岐に進路を変えることができる。

10

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態におけるクローラ型ロボット 1 は、外部からの電力及び制御信号を受けるための部品 8 として外部の制御装置につながる電線群を設けた場合はそれを牽引したり、別個にクローラ型ロボット 1 につながる線を他方の端部 1 b に接続して牽引したりして、配管内の元の位置又は出発した位置に戻ることができる。また、このクローラ型ロボット 1 に更に、逆走しても配管の分岐する方に進路を変えることができる機能を追加すれば、上記の方法によらず、配管内の元の位置又は出発した位置に戻ることが可能である。

【 0 0 4 1 】

次に、試作したクローラ型ロボット 1 の動作実験について述べる。なお、試作のクローラ型ロボット 1 のフレーム 2 及びウォーム 4 は、ABS 樹脂を 3 D プリントによって造形したものである。試作のクローラ型ロボット 1 のクローラベルト 5 は、液状のシリコンゴム (信越化学工業株式会社製 KE 1 6 0 3) を型に流し込んで硬化させ、その内面側 (クローラベルト歯部 5 1 が設けられていない面の側) にシリコンゴムシート (共和工業株式会社製 SA 0 0 0 2 - 1) を貼り付けて制作したものである。クローラ型ロボット 1 は、その全長 (一方の端部 1 a から他方の端部 1 b までの長さ) が約 9 0 m m、外径が外圧を受けていない状態で半径約 4 5 m m とした。実験で用いる配管 T は、クローラ型ロボット 1 が観察できる程度に透明なもので管内径が 7 7 m m であり、分岐 T B を有するものである。

20

【 0 0 4 2 】

図 9 A は、クローラ型ロボット 1 が、配管 T の上側から入って下方に向かって直進し、更に分岐 T B を直進して通り過ぎる動作させた場合の様子を示すものである。この場合、スライド部 2 b a、2 b a、・・・を全て固定状態とし、それらに対応するクローラベルト 5、5、・・・が全て回動するようにした。図 9 A では、分岐 T B に到達する前後のクローラ型ロボット 1 の 3 つの状態を重ねて示している。クローラ型ロボット 1 は、分岐 T B にかかわらず、配管 T 内を直進できることが分かる。

30

【 0 0 4 3 】

図 9 B は、クローラ型ロボット 1 が、配管 T の上側から入って下方に向かって直進し、次に分岐 T B 側に進路を変える動作させた場合の様子を示すものである。この場合、分岐 T B 側に位置する 3 つのスライド部 2 b a、2 b a、・・・を非固定状態にしてそれらに対応するクローラベルト 5、5、・・・が回動しないようにし、残りの 3 つのスライド部 2 b a、2 b a、・・・を固定状態にしてそれらに対応するクローラベルト 5、5、・・・が回動するようにした。図 9 B では、分岐 T B に到達する前後のクローラ型ロボット 1 の 3 つの状態を重ねて示している。クローラ型ロボット 1 は、分岐 T B 側に進路を変えることができることが分かる。

40

【 0 0 4 4 】

以上、本発明の実施形態に係るクローラ型ロボットについて説明したが、本発明は、実施形態に記載したものに限られることなく、特許請求の範囲に記載した事項の範囲内での様々な設計変更が可能である。例えば、特許文献 5 に記載されているのと同様に、クローラ型ロボット 1 を関節部を介して複数連結し走行ロボット連結体にすることも可能である。

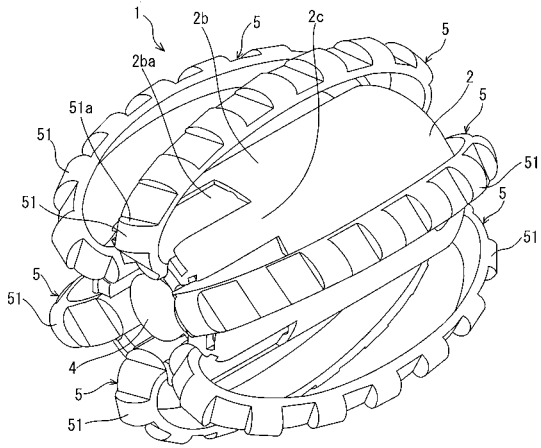
50

【符号の説明】

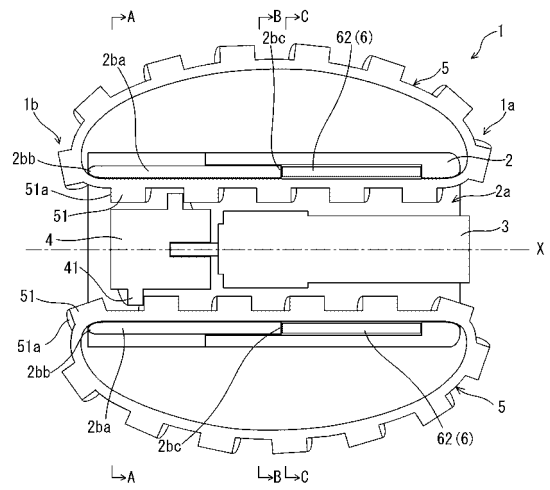
【0045】

- 1 クローラ型ロボット
- 1 a クローラ型ロボットの一方の端部
- 1 b クローラ型ロボットの他方の端部
- 2 フレーム
- 2 a フレームの中空孔
- 2 b フレームのクローラベルトコア部
- 2 b a スライド部
- 2 b a a スライド部の差し込み部 10
- 2 b b スライド部の外端部
- 2 b c スライド部の内端部
- 3 回転トルク生成部
- 3 a 回転トルク生成部の出力軸部
- 4 ウォーム
- 4 1 ウォーム歯部
- 5 クローラベルト
- 5 1 クローラベルト歯部
- 5 1 a クローラベルト歯部の歯部接触面
- 6 クローラベルト回動制御部 20
- 6 1 リニアアクチュエータ
- 6 1 a リニアアクチュエータの移動体
- 6 1 b リニアアクチュエータの本体部
- 6 2 弾性体
- 7 分岐などを検知するための部品
- 8 外部からの電力及び制御信号を受けるための部品
- X 中心軸

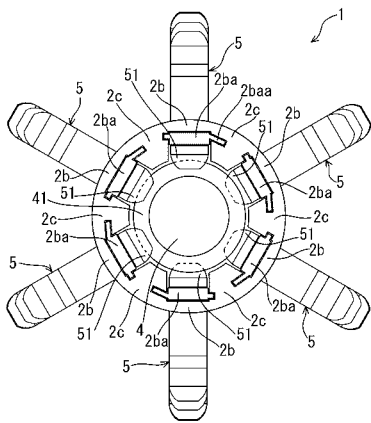
【 図 1 】



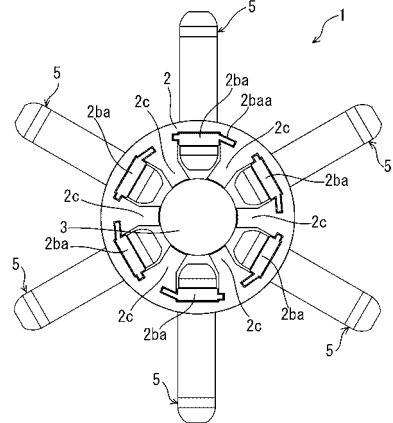
【 図 2 】



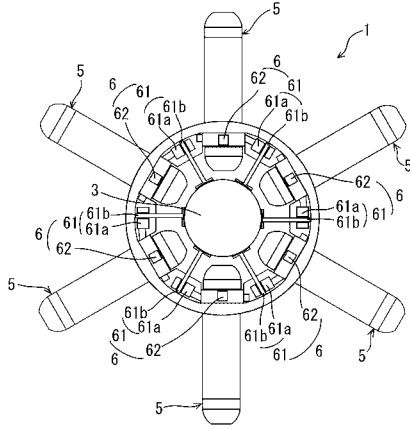
【 図 3 A 】



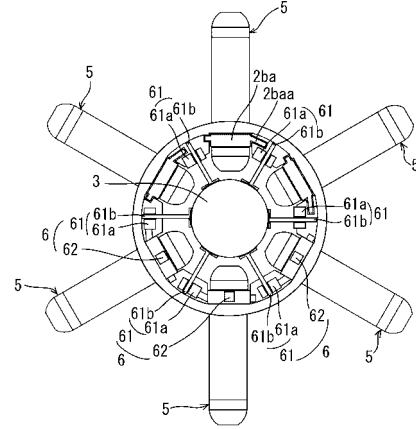
【 図 3 B 】



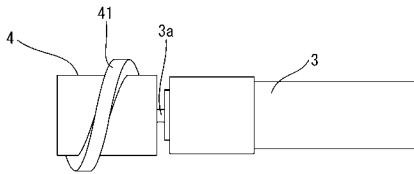
【 図 3 C 】



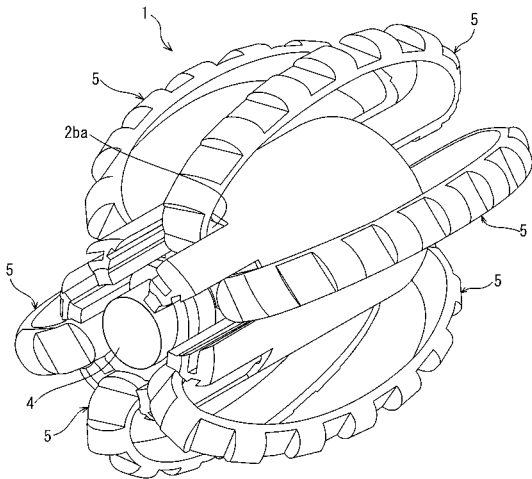
【 図 5 】



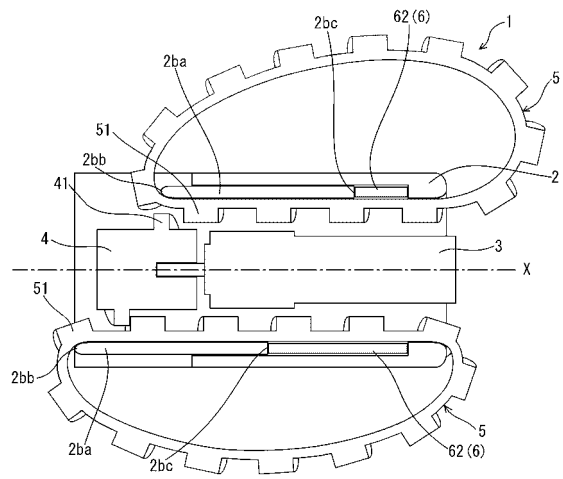
【 図 4 】



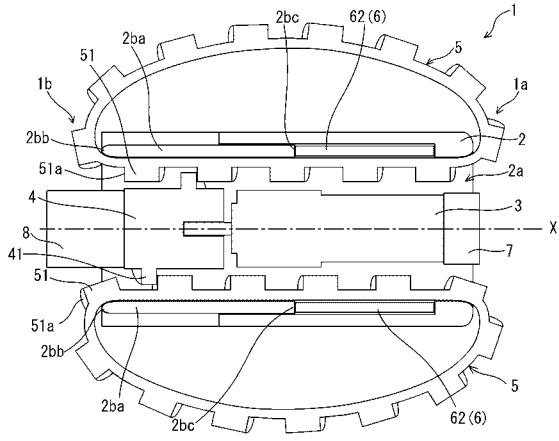
【 図 6 】



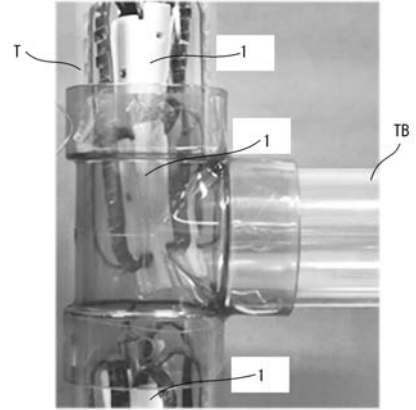
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 A 】



【 図 9 B 】

