

(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2017-206063

(P2017-206063A)

(43) 公開日 平成29年11月24日(2017.11.24)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 6 3 C 11/00 (2006.01)	B 6 3 C 11/00 C	2 G 0 7 5
G 0 5 D 1/00 (2006.01)	G 0 5 D 1/00 B	3 C 7 0 7
G 2 1 C 17/003 (2006.01)	G 2 1 C 17/00 E	5 H 3 0 1
G 2 1 C 19/02 (2006.01)	G 2 1 C 19/02 J	
G 2 1 F 9/28 (2006.01)	G 2 1 F 9/28 5 0 1 B	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2016-98197 (P2016-98197)
 (22) 出願日 平成28年5月16日 (2016. 5. 16)

(71) 出願人 000003687
 東京電力ホールディングス株式会社
 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100140774
 弁理士 大浪 一徳
 (74) 代理人 100179833
 弁理士 松本 将尚
 (74) 代理人 100114937
 弁理士 松本 裕幸
 (72) 発明者 桜木 洋一
 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 東
 京電力ホールディングス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔操作調査装置

(57) 【要約】

【課題】 探査機を目標位置まで確実に移動させることができる遠隔操作調査装置を提供する。

【解決手段】 遠隔操作調査装置1は、原子炉格納容器90の内部空間Sを移動可能な探査機10と、探査機10に接続され、探査機10に対して信号を送送するケーブル3と、ケーブル3に外挿され、ケーブル3に沿って移動可能に設けられた管状部材30と、を備える。管状部材30の内面には、複数の凹凸が管状部材30の延在方向に沿って形成されている。

【選択図】 図1

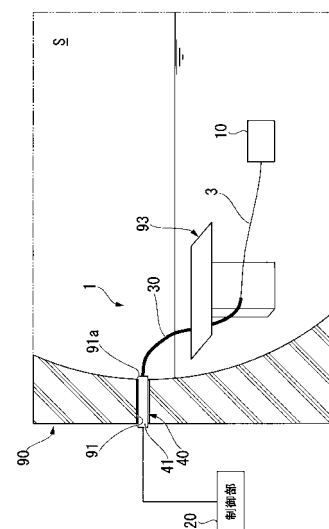


図1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空間を移動可能な探査機と、
前記探査機に接続され、前記探査機に対して信号を伝送するケーブルと、
前記ケーブルに外挿され、前記ケーブルに沿って移動可能に設けられた管状部材と、
を備えることを特徴とする遠隔操作調査装置。

【請求項 2】

前記管状部材の内面には、複数の凹凸が前記管状部材の延在方向に沿って形成されている、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の遠隔操作調査装置。

10

【請求項 3】

前記管状部材の内面には、前記管状部材の径方向における前記管状部材の外側から内側に向かって先細る複数の凸部が形成されている、
ことを特徴とする請求項 2 に記載の遠隔操作調査装置。

【請求項 4】

前記管状部材は、コルゲートチューブである、
ことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の遠隔操作調査装置。

【請求項 5】

前記管状部材は、
管状の本体部と、
前記本体部の内面に配置され、フッ素樹脂により形成された摩擦低減部と、
を備える、
ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の遠隔操作調査装置。

20

【請求項 6】

前記空間にアクセス可能な導通路に対して固定され、前記管状部材を挟み込んで前記空間に送り込むことが可能な複数のローラを備え、
前記複数のローラは、前記管状部材の径方向に沿う位置を変更可能に設けられ、前記管状部材の径方向に沿う位置を変更することで、前記ケーブルを挟み込んで前記空間に送り込むことが可能となっている、
ことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の遠隔操作調査装置。

30

【請求項 7】

前記空間にアクセス可能な導通路に対して固定され、前記管状部材を前記空間に送り込むことが可能な第 1 搬送手段と、
前記管状部材に対して固定され、前記ケーブルを前記空間に向かって搬送可能な第 2 搬送手段と、
を備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の遠隔操作調査装置。

【請求項 8】

前記管状部材の前記探査機側の端部には、前記第 2 搬送手段が設けられ、
前記第 2 搬送手段は、前記管状部材とは反対側を撮影可能な画像取得手段を備える、
ことを特徴とする請求項 7 に記載の遠隔操作調査装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、遠隔操作調査装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

福島第一原子力発電所の廃炉作業では、原子炉格納容器内に堆積した燃料デブリの位置等を把握する必要がある。原子炉格納容器の内部空間を調査するに際し、燃料デブリが堆積した原子炉格納容器内には作業員が立ち入ることができないので、遠隔操作可能な遠隔操作調査装置が用いられることがある。ここで、廃炉作業が行われる原子炉格納容器内に

50

は、燃料デブリを冷却するための水が注入されている。このような環境で用いられる遠隔操作調査装置は、例えば非特許文献 1 に開示されたように、水中を移動可能な探査機と、探査機に接続されたケーブルと、を備え、ケーブルを通じて探査機に対して信号を送ることで、探査機を遠隔操作することが可能とされている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献 1】株式会社東芝、“原子力事業部 原子力技術 水中ビークル”、[平成 28 年 4 月 11 日検索]、インターネット<URL : <https://www.toshiba.co.jp/nuclearenergy/gijyutsu/rov/vehicle.htm>>

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、空間における探査機の投入位置から移動目標位置までの経路上に障害物が存在する場合には、探査機に接続されたケーブルが障害物に接触するおそれがある。ケーブルが障害物に接触すると、ケーブルと障害物との間に摩擦力が発生し、この摩擦力が探査機の推進力よりも大きい場合には、探査機の移動が制限される。これにより、探査機を目標位置まで移動させることができない可能性がある。

【0005】

そこで本発明は、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる遠隔操作調査装置を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の遠隔操作調査装置は、空間を移動可能な探査機と、前記探査機に接続され、前記探査機に対して信号を伝送するケーブルと、前記ケーブルに外挿され、前記ケーブルに沿って移動可能に設けられた管状部材と、を備えることを特徴とする。

【0007】

本発明によれば、管状部材がケーブルに外挿されているので、探査機の移動目標位置までの経路上に障害物が存在する場合に、管状部材が障害物に接触することで、ケーブルが障害物に接触することを防止できる。そして、管状部材は、ケーブルに沿って移動可能に設けられているので、探査機を移動させる際に、管状部材を障害物に接触させた状態で、ケーブルを障害物に対して摺動させることなく移動させることができる。これにより、ケーブルと障害物との間の摩擦力の発生を防止でき、探査機の移動が制限されることを抑制できる。したがって、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる。

30

【0008】

上記の遠隔操作調査装置において、前記管状部材の内面には、複数の凹凸が前記管状部材の延在方向に沿って形成されている、ことが望ましい。

【0009】

本発明によれば、管状部材の内面が平滑に形成されている場合と比較して、ケーブルと管状部材との接触面積を小さくすることができる。これにより、ケーブルと管状部材との間の摩擦力を低減することができ、探査機の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機を目標位置までより確実に移動させることができる。

40

【0010】

上記の遠隔操作調査装置において、前記管状部材の内面には、前記管状部材の径方向における前記管状部材の外側から内側に向かって先細る複数の凸部が形成されている、ことが望ましい。

【0011】

本発明によれば、ケーブルと管状部材との接触面積をより小さくすることができる。これにより、ケーブルと管状部材との間の摩擦力を低減することができ、探査機の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機を目標位置までより確実に移

50

動させることができる。

【0012】

上記の遠隔操作調査装置において、前記管状部材は、コルゲートチューブである、ことが望ましい。

【0013】

管状部材を硬質な材料により形成することで、管状部材を軟質な材料により形成した場合と比較して、管状部材とケーブルとの間の摩擦力を低減させることができる。本発明によれば、管状部材が硬質な材料により形成されている場合であっても、管状部材に対して柔軟性を容易に付与することができる。これにより、管状部材を障害物の位置や形状に合わせて変形させることが可能となり、管状部材を障害物の周囲に確実に配置できる。よって、ケーブルを障害物に対して摺動させることなく移動させることができる。したがって、探査機を目標位置までより確実に移動させることができる。

10

【0014】

上記の遠隔操作調査装置において、前記管状部材は、管状の本体部と、前記本体部の内面に配置され、フッ素樹脂により形成された摩擦低減部と、を備える、ことが望ましい。

【0015】

本発明によれば、ケーブルが管状部材の摩擦低減部に接触するので、ケーブルと管状部材との間の摩擦力を低減することができる。これにより、探査機の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機を目標位置までより確実に移動させることができる。

20

【0016】

上記の遠隔操作調査装置において、前記空間にアクセス可能な導通路に対して固定され、前記管状部材を挟み込んで前記空間に送り込むことが可能な複数のローラを備え、前記複数のローラは、前記管状部材の径方向に沿う位置を変更可能に設けられ、前記管状部材の径方向に沿う位置を変更することで、前記ケーブルを挟み込んで前記空間に送り込むことが可能となっている、ことが望ましい。

【0017】

本発明によれば、複数のローラにより、管状部材およびケーブルを空間に送り込むことができる。このため、探査機の推進力のみにより管状部材およびケーブルを空間に搬送する構成と比較して、探査機の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる。

30

また、遠隔操作調査装置に、管状部材を空間に送り込む機構と、ケーブルを空間に送り込む機構と、をそれぞれ設ける必要がない。したがって、簡素な構成の遠隔操作調査装置を提供できる。

【0018】

上記の遠隔操作調査装置において、前記空間にアクセス可能な導通路に対して固定され、前記管状部材を前記空間に送り込むことが可能な第1搬送手段と、前記管状部材に対して固定され、前記ケーブルを前記空間に向かって搬送可能な第2搬送手段と、を備えることが望ましい。

【0019】

本発明によれば、第1搬送手段および第2搬送手段により、管状部材およびケーブルを空間に送り込むことができる。このため、探査機の推進力のみにより管状部材およびケーブルを空間に搬送する構成と比較して、探査機の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる。

40

また、ケーブルを搬送可能な第2搬送手段が管状部材に対して固定されているので、第2搬送手段によりケーブルを搬送する際に、第2搬送手段と管状部材との間でケーブルを撓ませることなく、管状部材の内部を通るケーブルを搬送することができる。このため、ケーブルを空間に確実に送り込むことができるので、探査機がケーブルを牽引することによる探査機の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる。

50

【0020】

上記の遠隔操作調査装置において、前記管状部材の前記探査機側の端部には、前記第2搬送手段が設けられ、前記第2搬送手段は、前記管状部材とは反対側を撮影可能な画像取得手段を備える、ことが望ましい。

【0021】

本発明によれば、管状部材の探査機側の端部から離間して移動する探査機を、探査機の移動経路上における進行方向後方から画像取得手段により撮影することができる。このため、探査機の移動操作時等において、例えば障害物の回避等の操作をより容易に行うことができる。したがって、使い勝手の良い遠隔操作調査装置とすることができる。

【発明の効果】

10

【0022】

本発明の遠隔操作調査装置によれば、探査機を目標位置まで確実に移動させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1実施形態に係る遠隔操作調査装置が原子炉格納容器に配置された状態を示す模式図である。

【図2】第1実施形態に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

【図3】第1実施形態に係る探査機の外観斜視図である。

【図4】第1実施形態に係る管状部材の部分断面図である。

20

【図5】図4に示す管状部材の断面の拡大図である。

【図6】第1実施形態に係る導入装置をベース部材の延在方向から見た概略構成図である。

【図7】第2実施形態に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

【図8】第2実施形態に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

【図9】第2実施形態の変形例に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

【図10】第2実施形態の変形例に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

【図11】管状部材の変形例の説明図であり、管状部材の拡大断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

30

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

〔第1実施形態〕

最初に第1実施形態の遠隔操作調査装置1について説明する。

図1は、第1実施形態に係る遠隔操作調査装置が原子炉格納容器に配置された状態を示す模式図である。図2は、第1実施形態に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。

図1および図2に示すように、第1実施形態の遠隔操作調査装置1は、原子炉格納容器90に貫通形成された導通路91を通じて、原子炉格納容器90の外部から内部空間Sを調査するために用いられる。遠隔操作調査装置1は、原子炉格納容器90の内部空間Sにおける水中を移動可能な探査機10と、探査機10の運転を制御する制御部20と、探査機10と制御部20との間に接続されたケーブル3と、ケーブル3に外挿され、ケーブル3に沿って移動可能に設けられた管状部材30と、管状部材30の搬送を担う導入装置40と、を備えている。

40

【0025】

図3は、第1実施形態に係る探査機の外観斜視図である。

図3に示すように、探査機10は、いわゆるROV(Remotely Operated Vehicle)等である。探査機10は、本体11や、本体11に設けられた第1推進機構13、第2推進機構15および撮像部17等を備えている。

【0026】

第1推進機構13は、本体11の後部における左右に設けられた一対のスクリューを備えている。第1推進機構13の一対のスクリューそれぞれは、モータ等の原動機に連結さ

50

れ、独立して回転可能とされている。第1推進機構13は、探査機10の前後方向への推進、および左右方向への旋回を可能としている。

第2推進機構15は、本体11の上部に設けられたスクリューを備えている。第2推進機構15のスクリューは、探査機10の上下方向への推進を可能としている。

撮像部17は、探査機10の前方を照射する照明、および探査機10の前方を撮影するカメラ（いずれも不図示）を含んでいる。

【0027】

図1に示すように、制御部20は、原子炉格納容器90外に配置されている。制御部20は、ケーブル3を通じて探査機10を航行させるための電力を供給する。また、制御部20は、ケーブル3を通じて探査機10の位置や姿勢を制御する制御信号を送る。さらに、制御部20には、後述するローラ駆動源やカム駆動源63、図示しない表示装置が接続されている。表示装置には、ケーブル3を通じて送られてきた探査機10のカメラの映像が表示されるとともに、探査機10の位置に関する情報が表示される。なお、制御部20には、図示しないコントローラが接続され、作業者が種々の操作を行うようになっている。

10

【0028】

ケーブル3は、上述した電力や制御信号等を探査機10に対して伝送する。また、ケーブル3は、探査機10から送られた撮像部17（図3参照）のカメラの映像信号等を制御部20に対して伝送する。ケーブル3は、柔軟性を有し、例えば各種信号線が束ねられた状態で、樹脂材料により被覆されている。ケーブル3の表面を形成する樹脂材料としては、例えば摺動材料を含有するポリウレタン等を用いることができる。

20

【0029】

図4は、第1実施形態に係る管状部材の部分断面図である。図5は、図4に示す管状部材の断面の拡大図である。

図4および図5に示すように、管状部材30は、柔軟性を有する円管状のコルゲートチューブである。コルゲートチューブとは、波形の縦断面形状を有することにより潰れを抑制しつつ柔軟に変形可能とされた中空のチューブである。管状部材30は、管状部材30に挿通されたケーブル3（図2参照）との間の摩擦力を低減させるべく、硬質な樹脂材料により形成されていることが好ましく、例えばポリオレフィンやポリスチレン、アクリル樹脂等の熱可塑性樹脂が好適である。ポリオレフィンとしては、例えばポリプロピレンやポリエチレン等を用いることができ、本実施形態では、管状部材30は、ポリプロピレンにより形成されている。管状部材30の厚さは、管状部材30の外径と比べて十分に薄く形成されている。管状部材30の内径は、ケーブル3の外径よりも大きくなっている。管状部材30の長さについては後述する。

30

【0030】

管状部材30の内面および外面には、複数の凹凸が管状部材30の延在方向に沿って形成されている。具体的に、管状部材30の内面には、管状部材30の周方向に沿って延びる内面凸部31および内面凹部33が管状部材30の延在方向に沿って交互に配列されている。内面凸部31の先端部（内面凸部31における管状部材30の径方向の内側端部）は、管状部材30の縦断面視で、管状部材30の径方向の内側に向かって膨らむ円弧状の曲面状に形成されている。換言すると、内面凸部31は、管状部材30の径方向の外側から内側に向かって先細っている。管状部材30の外面は、管状部材30の内面形状に倣って、外面凸部35および外面凹部37が管状部材30の延在方向に沿って交互に配列されている。外面凸部35の先端部（すなわち外面凸部35における管状部材30の径方向の外側端部）は、管状部材30の縦断面視で、管状部材30の延在方向に沿って平滑に形成されている。

40

【0031】

図1に示すように、導入装置40は、原子炉格納容器90の導通路91内に配置されている。図2に示すように、導入装置40は、ケーブル3および管状部材30が挿通された筒状のベース部材41と、ベース部材41の先端の内部に配置され、管状部材30を原子

50

炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む搬送手段 50 と、を備えている。

【0032】

図 6 は、第 1 実施形態に係る導入装置をベース部材の延在方向から見た概略構成図である。

図 6 に示すように、搬送手段 50 は、管状部材 30 を挟み込む第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 と、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 を回転可能に軸支する支持部材 54 と、第 1 ローラ 51 を第 2 ローラ 52 から離間する方向に付勢する付勢部材 56 と、第 2 ローラ 52 を回転駆動する図示しないローラ駆動源と、を有する。

【0033】

支持部材 54 は、各ローラ 51, 52 の軸方向両端部をそれぞれ支持する部材である。支持部材 54 には、第 1 ローラ 51 の軸部が挿通される一対の長孔 54a が形成されている。長孔 54a は、第 1 ローラ 51 が第 2 ローラ 52 に対して接近離間する方向に沿って長く形成されている。

ローラ駆動源（不図示）は、例えばモータ等であって、上述した制御部 20（図 2 参照）に接続されて、制御部 20 から送られた信号に基づいて駆動する。

【0034】

第 1 ローラ 51 は、付勢部材 56 により、支持部材 54 の長孔 54a における第 2 ローラ 52 とは反対側の端部に位置した状態とされている。この状態では、第 1 ローラ 51 と第 2 ローラ 52 との間隔は、管状部材 30 の外径に対応している。第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 は、管状部材 30 を挟み込んだ状態で、ローラ駆動源（不図示）の駆動に基づいて回転することで、管状部材 30 をその延在方向に沿って搬送することができる。以下の説明では、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 が管状部材 30 を挟み込んだ状態を「管状部材搬送状態」という。

【0035】

また、搬送手段 50 は、第 1 ローラ 51 と第 2 ローラ 52 との間隔を変更するカム 61 をさらに有する。カム 61 は、第 1 ローラ 51 の軸部に接触した円板カム 62 と、円板カム 62 を回転駆動するカム駆動源 63 と、を備えている。カム駆動源 63 は、例えばモータ等であって、上述した制御部 20 に接続されている。カム駆動源 63 は、制御部 20 から送られた信号に基づいて駆動し、円板カム 62 を回転させる。

【0036】

カム 61 は、円板カム 62 を回転させることで、付勢部材 56 により第 2 ローラ 52 から離間する側に付勢された第 1 ローラ 51 を、支持部材 54 の長孔 54a の形状に沿って、第 2 ローラ 52 側に変位させることができる（図 6 中の 2 点鎖線で示す状態）。このようにして、第 1 ローラ 51 と第 2 ローラ 52 との間隔が変更され、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 は、管状部材 30 よりも細いケーブル 3 を挟み込むことができる。そして、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 は、ケーブル 3 を挟み込んだ状態で、ローラ駆動源（不図示）により第 2 ローラ 52 を回転させることで、ケーブル 3 をその延在方向に沿って搬送することができる。これにより、搬送手段 50 は、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことができる。以下の説明では、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 がケーブル 3 を挟み込んだ状態を「ケーブル搬送状態」という。

【0037】

以下、本実施形態における遠隔操作調査装置 1 の使用方法について説明する。なお、本実施形態で例に挙げて説明する原子炉格納容器 90 には、図 1 に示すように、その外部から内部空間 S にアクセス可能とするための導通路 91 が形成されている。また、原子炉格納容器 90 の内部空間 S では、導通路 91 の内部空間 S 側の開口部である内側開口部 91a の下方に水面が位置している。また、原子炉格納容器 90 の内部空間 S には、導通路 91 の内側開口部 91a と、探査機 10 を送り込む目標位置と、の間に足場（グレーディングやその脚）等の障害物 93 が配置されている。これにより、探査機 10 の移動経路は、水中において障害物 93 を迂回する経路となっている。

【0038】

最初に、探査機 10 を導入装置 40 のベース部材 41 の先端に配置した状態で、ベース部材 41 を原子炉格納容器 90 の導通路 91 に挿入し、ベース部材 41 の先端を導通路 91 の内側開口部 91 a まで到達させる。これにより、探査機 10 は、原子炉格納容器 90 の内部空間 S に搬送される。このとき、制御部 20 は、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 が管状部材搬送状態となるように、カム 61 のカム駆動源 63 を制御する。

【0039】

次に、導入装置 40 のベース部材 41 の先端に配置された探査機 10 を、導通路 91 の内側開口部 91 a の下方に位置する水面まで自重等により落下させる。この際、制御部 20 は、導入装置 40 のローラ駆動源（不図示）を制御して、探査機 10 の落下量に応じて管状部材 30 を原子炉格納容器 90 内に送り込む。これにより、管状部材 30 の先端部は、常に探査機 10 の近傍に位置した状態とされる。

10

【0040】

次に、作業者が制御部 20 に接続されたコントローラを操作することにより、探査機 10 を目標位置に向けて進行させる。この際、制御部 20 は、探査機 10 の位置に応じてローラ駆動源（不図示）を駆動し、管状部材 30 の先端部が常に探査機 10 の近傍に位置した状態となるように制御する。

【0041】

ここで、探査機 10 が移動経路上において障害物 93 を迂回し終わった後、わずかに進行すると、管状部材 30 の原子炉格納容器 90 内への送り込みが完了する。この状態では、管状部材 30 は、導通路 91 の内側開口部 91 a から障害物 93 の最後の迂回部に亘って配置されている。すなわち、探査機 10 の移動経路上における障害物 93 の周囲には、管状部材 30 が配置されている。

20

【0042】

なお、管状部材 30 の送り込みの完了は、例えば管状部材 30 がその全長に亘って第 1 ローラ 51 と第 2 ローラ 52 との間の通過することで実現する。すなわち、管状部材 30 の長さは、探査機 10 の移動経路上における導通路 91 の内側開口部 91 a から障害物 93 の最後の迂回部までの距離に対応して設定されている。また、管状部材 30 および導入装置 40 のうち少なくともいずれか一方には、送り込みが完了した管状部材 30 のさらなる送り込みを規制するストッパが設けられていてもよい。

【0043】

30

次に、管状部材 30 の送り込みが完了すると、制御部 20 は、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 がケーブル搬送状態となるように、カム 61 のカム駆動源 63 を制御する。続いて、制御部 20 は、導入装置 40 のローラ駆動源（不図示）を制御して、探査機 10 の位置に応じてケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む。このとき、障害物 93 の周囲には、ケーブル 3 に外挿された管状部材 30 が配置されているので、ケーブル 3 が障害物 93 と直接接触することを防止できる。このようにして、遠隔操作調査装置 1 では、ケーブル 3 が障害物 93 と直接接触することなく、探査機 10 を目標位置まで進行させることができる。

【0044】

以上詳述したように、本実施形態では、遠隔操作調査装置 1 が、ケーブル 3 に外挿されケーブル 3 に沿って移動可能に設けられた管状部材 30 を備える構成とした。

40

この構成によれば、管状部材 30 がケーブル 3 に外挿されているので、探査機 10 の移動目標位置までの経路上に障害物 93 が存在する場合に、管状部材 30 が障害物 93 に接触することで、ケーブル 3 が障害物 93 に接触することを防止できる。そして、管状部材 30 は、ケーブル 3 に沿って移動可能に設けられているので、探査機 10 を移動させる際に、管状部材 30 を障害物 93 に接触させた状態で、ケーブル 3 を障害物 93 に対して摺動させることなく移動させることができる。これにより、ケーブル 3 と障害物 93 との間の摩擦力の発生を防止でき、探査機 10 の移動が制限されることを抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置まで確実に移動させることができる。

【0045】

50

また、管状部材 30 は、硬質な樹脂材料により形成されているので、管状部材がゴム等の軟質な樹脂材料により形成された場合と比較して、管状部材 30 とその内部に挿通されたケーブル 3 との摩擦抵抗を低減することができる。これにより、探査機 10 の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置までより確実に移動させることができる。

【0046】

また、管状部材 30 の内面には、複数の凹凸が管状部材 30 の延在方向に沿って形成されているので、管状部材の内面が平滑に形成されている場合と比較して、ケーブル 3 と管状部材 30 との接触面積を小さくすることができる。これにより、ケーブル 3 と管状部材 30 との間の摩擦力を低減することができ、探査機 10 の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置までより確実に移動させることができる。

10

【0047】

さらに、管状部材 30 の内面には、管状部材 30 の径方向の外側から内側に向かって先細る複数の内面凸部 31 が形成されているので、ケーブル 3 と管状部材 30 との接触面積をより小さくすることができる。これにより、ケーブル 3 と管状部材 30 との間の摩擦力を低減することができ、探査機 10 の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置までより確実に移動させることができる。

【0048】

しかも、管状部材 30 は、コルゲートチューブとされ、波形の縦断面形状を有するので、同様の厚さで平滑な縦断面形状を有する構成と比較して、硬質な材料により形成された管状部材 30 に対して柔軟性を容易に付与することができる。これにより、管状部材 30 を障害物 93 の位置や形状に合わせて変形させることが可能となり、管状部材 30 を障害物 93 の周囲に確実に配置できる。よって、ケーブル 3 を障害物 93 に対して摺動させることなく移動させることができる。したがって、探査機 10 を目標位置までより確実に移動させることができる。

20

【0049】

また、遠隔操作調査装置 1 は、管状部材 30 を挟み込んで原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことが可能な第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 を備え、第 1 ローラ 51 と第 2 ローラ 52 との間隔は変更可能に設けられ、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 は、その間隔を変更することで、ケーブル 3 を挟み込んで原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことが可能になっている。

30

【0050】

この構成によれば、第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52 により、管状部材 30 およびケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことができる。このため、探査機 10 の推進力のみにより管状部材 30 およびケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に搬送する構成と比較して、探査機 10 の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置まで確実に移動させることができる。

また、遠隔操作調査装置 1 に、管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む機構と、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む機構と、をそれぞれ設ける必要がない。したがって、簡素な構成の遠隔操作調査装置 1 を提供できる。

40

【0051】

なお、本実施形態では、搬送手段 50 は、管状部材 30 を挟み込む一对のローラ（第 1 ローラ 51 および第 2 ローラ 52）を備えているが、これに限定されず、ローラを 3 個以上としてもよく、すなわち管状部材 30 を挟み込む複数のローラを備えていればよい。何れの場合であっても、複数のローラにおける管状部材 30 の径方向に沿う位置が変更可能に設けられ、その径方向に沿う位置を変更することで、ケーブル 3 を挟み込んで原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことが可能となっていれば、上述した作用効果を奏することができる。

【0052】

50

また、遠隔操作調査装置は、導入装置 40 を備えていなくてもよい。この場合には、例えば原子炉格納容器 90 外から作業者が管状部材 30 やケーブル 3 を探査機 10 の位置に応じて原子炉格納容器 90 の内部空間 S に向かって押し込むことが望ましい。これにより、探査機 10 がケーブル 3 を牽引することによる探査機 10 の推進力不足が生じることを抑制できる。

【0053】

[第2実施形態]

次に第2実施形態の遠隔操作調査装置 101 について説明する。

図7および図8は、第2実施形態に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。図7では、後述する第1搬送手段 150 により管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込んでいる状態を示している。図8は、第1搬送手段 150 による管状部材 30 の原子炉格納容器 90 の内部空間 S への送り込みが完了後、第2搬送手段 170 によりケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込んでいる状態を示している。

10

【0054】

図2に示す第1実施形態では、ケーブル 3 および管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む搬送手段 50 がベース部材 41 に固定されている。これに対して図7に示す第2実施形態では、管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む第1搬送手段 150 がベース部材 41 に固定されるとともに、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む第2搬送手段 170 が管状部材 30 に取り付けられている点で、第1実施形態と異なっている。なお、図1から図6に示す第1実施形態と同様の構成については、同一符号を付して詳細な説明を省略する（以下の変形例についても同様）。

20

【0055】

図7に示すように、遠隔操作調査装置 101 は、探査機 10 と、制御部 120 と、ケーブル 3 と、管状部材 30 と、導入装置 140 と、第2搬送手段 170 と、を備えている。

導入装置 140 は、管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S（図1参照）に送り込む第1搬送手段 150 を備えている。第1搬送手段 150 は、管状部材 30 を挟み込む複数のローラ 151 と、ローラ 151 を回転駆動する図示しない第1ローラ駆動源と、を有する。複数のローラ 151 は、ベース部材 41 の先端の内部に配置されている。第1ローラ駆動源は、制御部 120 に接続されて、制御部 120 から送られた信号に基づいて駆動する。複数のローラ 151 は、管状部材 30 を挟み込んだ状態で、第1ローラ駆動源の駆動に基づいて回転することで、管状部材 30 をその延在方向に沿って搬送することができる。

30

【0056】

管状部材 30 の後端部には、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む第2搬送手段 170 が設けられている。第2搬送手段 170 は、ケーブル 3 を挟み込む複数のローラ 171 と、ローラ 171 を回転駆動する図示しない第2ローラ駆動源と、複数のローラ 171 およびローラ駆動源を保持する筐体 173 と、を備えている。第2ローラ駆動源は、制御部 120 に接続されて、制御部 120 から送られた信号に基づいて駆動する。複数のローラ 171 は、ケーブル 3 を挟み込んだ状態で、第2ローラ駆動源の駆動に基づいて回転することで、ケーブル 3 をその延在方向に沿って搬送することができる。

40

【0057】

第2搬送手段 170 の筐体 173 は、管状部材 30 の外径よりも大きく形成されている。これにより、図8に示すように、第2搬送手段 170 は、管状部材 30 が第1搬送手段 150 により原子炉格納容器 90 内に送り込まれる際に、管状部材 30 を挟み込む複数のローラ 151 に引っ掛かる。その結果、第2搬送手段 170 は、管状部材 30 のさらなる送り込みを規制するストッパとして機能する。

【0058】

このように、本実施形態では、遠隔操作調査装置 101 が、管状部材 30 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことが可能な第1搬送手段 150 と、管状部材 30 に対

50

して固定され、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に向かって搬送可能な第 2 搬送手段 170 と、を備える構成とした。

【0059】

この構成によれば、第 1 搬送手段 150 および第 2 搬送手段 170 により、管状部材 30 およびケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込むことができる。このため、探査機 10 の推進力のみにより管状部材 30 およびケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に搬送する構成と比較して、探査機 10 の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置まで確実に移動させることができる。

また、ケーブル 3 を搬送可能な第 2 搬送手段 170 が管状部材 30 に対して固定されているので、第 2 搬送手段 170 によりケーブル 3 を搬送する際に、第 2 搬送手段 170 と管状部材 30 との間でケーブル 3 を撓ませることなく、管状部材 30 の内部を通るケーブル 3 を搬送することができる。このため、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に確実に送り込むことができるので、探査機 10 がケーブル 3 を牽引することによる探査機 10 の推進力不足が生じることを抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置まで確実に移動させることができる。

【0060】

〔第 2 実施形態の変形例〕

次に第 2 実施形態の遠隔操作調査装置 201 について説明する。

図 9 および図 10 は、第 2 実施形態の変形例に係る遠隔操作調査装置の概略構成図である。図 9 では、第 1 搬送手段 150 により管状部材 230 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込んでいる状態を示している。図 10 は、第 1 搬送手段 150 による管状部材 230 の原子炉格納容器 90 の内部空間 S への送り込みが完了後、第 2 搬送手段 270 によりケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込んでいる状態を示している。

図 7 および図 8 に示す第 2 実施形態では、第 2 搬送手段 170 が管状部材 30 の後端部に設けられている。これに対して図 9 に示す第 2 実施形態の変形例では、第 2 搬送手段 270 が管状部材 230 の先端部に設けられている点で、第 2 実施形態と異なっている。

【0061】

図 9 に示すように、管状部材 230 は、第 1 実施形態の管状部材 30 と同様に、柔軟性を有する円管状のコルゲートチューブである。管状部材 230 の後端部には、管状部材 230 の径方向外側に向かって張り出す錨部 239 が形成されている。錨部 239 は、管状部材 230 が第 1 搬送手段 150 により原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込まれる際に、管状部材 230 を挟み込む複数のローラ 151 に引っ掛かる（図 10 参照）。その結果、錨部 239 は、管状部材 230 のさらなる送り込みを規制するストッパとして機能する。

【0062】

管状部材 230 の先端部には、ケーブル 3 を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む第 2 搬送手段 270 が設けられている。第 2 搬送手段 270 は、ケーブル 3 を挟み込む複数のローラ 271 と、ローラ 271 を回転駆動する図示しない第 2 ローラ駆動源と、複数のローラ 271 およびローラ駆動源を保持する筐体 273 と、筐体 273 の管状部材 230 とは反対側に設けられたカメラ 275（画像取得手段）と、を備えている。第 2 ローラ駆動源は、制御部 120 に接続されて、制御部 120 から送られた信号に基づいて駆動する。カメラ 275 は、管状部材 230 とは反対側を撮影可能とされている。カメラ 275 は、制御部 120 に接続され、カメラ 275 により撮影された映像を制御部 120 に接続された表示装置に表示させることが可能となっている。

【0063】

このように、本変形例では、第 2 搬送手段 270 が管状部材 230 とは反対側を撮影可能なカメラ 275 を備える。これにより、管状部材 230 の探査機 10 側の端部から離間して移動する探査機 10 を、探査機 10 の移動経路上における進行方向後方からカメラ 275 により撮影することができる。このため、探査機 10 の移動操作時等において、例えば障害物 93 の回避等の操作をより容易に行うことができる。したがって、使い勝手の良

10

20

30

40

50

い遠隔操作調査装置 201 とすることができる。

【0064】

なお、本発明は、図面を参照して説明した上述の実施形態に限定されるものではなく、その技術的範囲において様々な変形例が考えられる。

【0065】

例えば、上記実施形態においては、管状部材 30, 230 が単一の材料により形成されているが、これに限定されるものではない。

図 11 は、管状部材の変形例の説明図であり、管状部材の拡大断面図である。

図 11 に示すように、管状部材 330 は、管状の本体部 330a と、本体部 330a の内面に配置された膜状の摩擦低減部 330b と、を備えている。本体部 330a は、第 1 実施形態の管状部材 30 と同様に形成されている。摩擦低減部 330b は、管状部材 330 に挿通されたケーブル 3 (図 2 参照) との間の摩擦力を低減させるべく、例えばポリテトラフルオロエチレン等のフッ素樹脂により形成されている。

【0066】

この構成によれば、管状部材 330 は、本体部 330a の内面に配置され、フッ素樹脂により形成された摩擦低減部 330b を備えるので、ケーブル 3 が管状部材 330 の摩擦低減部 330b に接触する。これにより、ケーブル 3 と管状部材 330 との間の摩擦力を低減することができ、探査機 10 の移動が制限されることをより確実に抑制できる。したがって、探査機 10 を目標位置までより確実に移動させることができる。

【0067】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 の外面に複数の凹凸が形成されているが、これに限定されず、平滑に形成されていてもよい。さらに、管状部材の本体部の外面には、フッ素樹脂が配置されていてもよい。これらの構成によれば、管状部材を原子炉格納容器 90 の内部空間 S に送り込む際に、管状部材の外面と障害物 93 とが摺接した場合の管状部材と障害物 93 との間の摩擦力を低減できるので、管状部材をスムーズに送り込むことができる。

【0068】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 の内面および外面に形成された複数の凹凸それぞれが円環状に形成されているが、これに限定されず、例えば螺旋状に形成されていてもよい。

【0069】

また、上記実施形態においては、管状部材 30 の内面凸部 31 が、管状部材 30 の径方向の外側から内側に向かって先細っているが、これに限定されず、管状部材 30 の縦断面視で、内面凸部の先端部が管状部材 30 の延在方向に沿って平滑に形成されていてもよい。管状部材 230, 330 についても同様である。

【0070】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 の内面には、複数の凹凸が形成されているが、これに限定されず、平滑に形成されていてもよい。ただし、ケーブル 3 と管状部材との接触面積を小さくして、ケーブル 3 と管状部材との間の摩擦力を低減させることができる点で、管状部材の内面には複数の凹凸が管状部材の延在方向に沿って形成されていることが望ましい。

【0071】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 が硬質な樹脂材料により形成されているが、これに限定されるものではない。管状部材は、例えばシリコーンゴムや軟質塩化ビニル樹脂等の軟質な材料により形成されていてもよい。この場合には、上述した管状部材 30, 230, 330 と同様に、内面や外面が複数の凹凸を有する形状に形成されていてもよいし、平滑に形成されていてもよい。また、管状部材は、コルゲートチューブであってもよい。管状部材の柔軟性を重視する場合には、管状部材をコルゲートチューブとすることが望ましい。また、管状部材とその内部に挿通されたケーブル 3 との摩擦力の低減を重視する場合には、内面に複数の凹凸を形成することが望ましい。ただし

、管状部材が軟質な材料により形成されている場合には、上述した管状部材 330 と同様に、内部に挿通されたケーブル 3 との間の摩擦力を低減させるべく、管状部材の内面に例えばポリテトラフルオロエチレン等のフッ素樹脂が配置されていることが望ましい。また、管状部材と障害物 93 との間の摩擦力を低減させるべく、管状部材の外面にフッ素樹脂が配置されていることが望ましい。

【0072】

また、上記実施形態においては、搬送手段 50, 150, 170, 270 による管状部材 30, 230, 330 またはケーブル 3 の原子炉格納容器 90 の内部空間 S への送り込みについてのみ説明したが、搬送手段は、ローラを逆転させることで、原子炉格納容器 90 の内部空間 S にある管状部材 30, 230, 330 またはケーブル 3 を引き出すことが可能であるとしてもよい。

10

【0073】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 は、円管状であるが、これに限定されず、例えば角管状であってもよい。また、管状部材 30, 230, 330 には、その延在方向に沿うスリット（裂け目）が形成されていてもよい。そして、このスリットを通してケーブル 3 を管状部材 30, 230, 330 の内部に押し込むことで、管状部材 30, 230, 330 を容易にケーブル 3 に外挿された状態とすることができる。

【0074】

また、上記実施形態においては、管状部材 30, 230, 330 は、単体の管体であるが、これに限定されるものではない。管状部材は、断面積の大きな管体の内側に断面積の小さな管体を収容することで、それらの延在方向に伸縮可能ないわゆるテレスコピック構造を有し、探査機 10 の位置に応じて伸縮する構成であってもよい。

20

【0075】

また、上記実施形態においては、空間を移動可能な探査機 10 として、水中を移動可能な ROV を例に挙げて説明したが、これに限定されるものではない。探査機は、例えば空中を飛行可能であってもよいし、空間を形成する床面や壁面上を自走可能であってもよい。

【0076】

その他、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、上記した実施の形態における構成要素を周知の構成要素に置き換えることは適宜可能である。

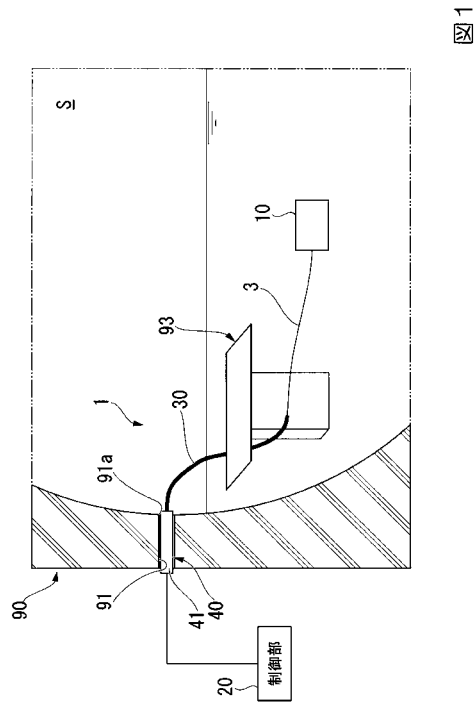
30

【符号の説明】

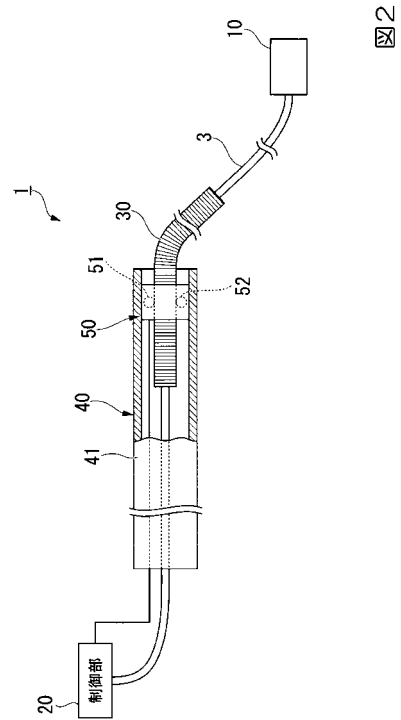
【0077】

1, 101, 201…遠隔操作調査装置 3…ケーブル 10…探査機 30, 230, 330…管状部材 30a…本体部 30b…摩擦低減部 31…内面凸部（凸部）
51…第1ローラ（ローラ） 52…第2ローラ（ローラ） 91…導通路 150…第1搬送手段 170, 270…第2搬送手段 275…カメラ（画像取得手段）

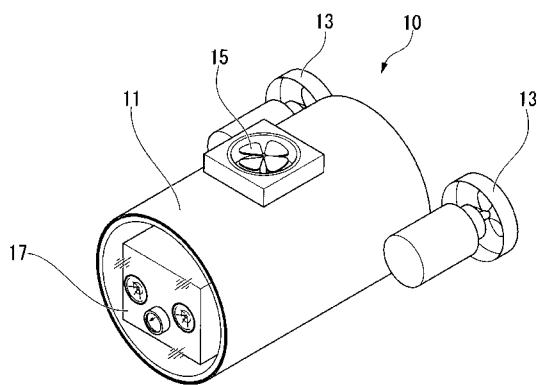
【図 1】



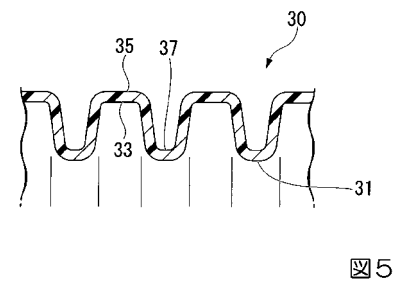
【図 2】



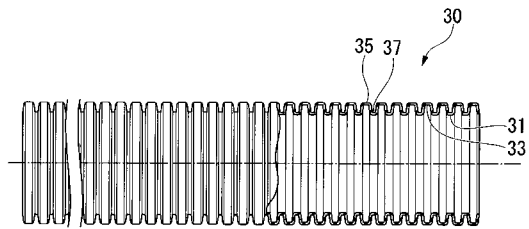
【図 3】



【図 5】



【図 4】



【図 6】

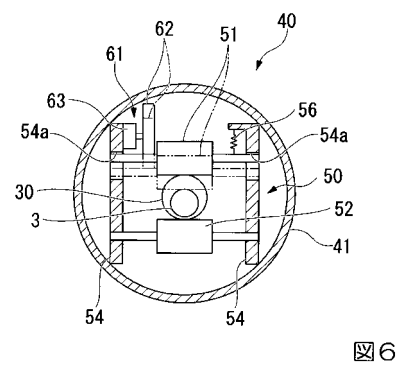


図 4

図 6

【図 7】

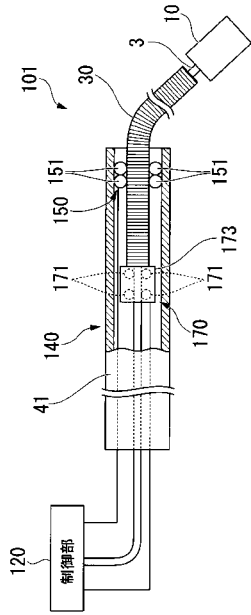


図 7

【図 8】

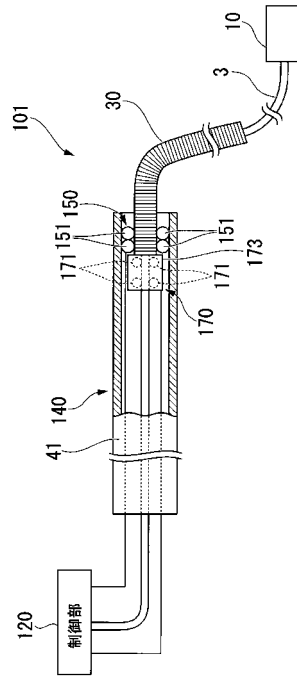


図 8

【図 9】

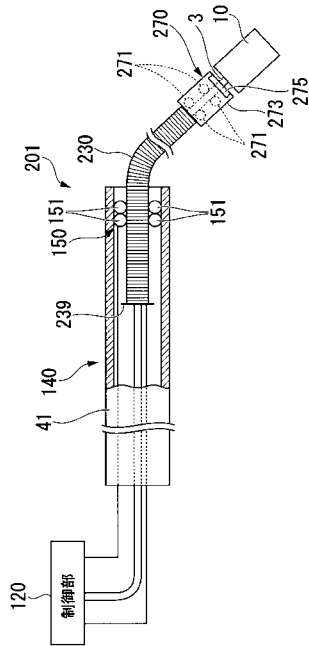


図 9

【図 10】

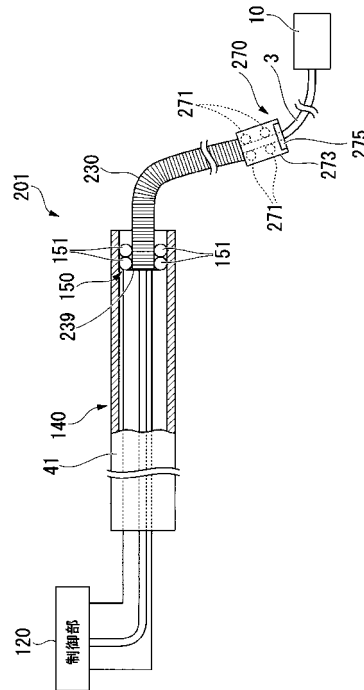


図 10

【図 1 1】

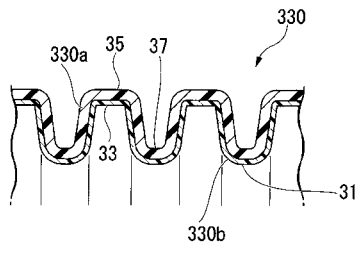


図 1 1

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
B 2 5 J	19/00	(2006.01)	B 2 5 J 19/00	F
B 2 5 J	5/00	(2006.01)	B 2 5 J 5/00	E
G 0 5 D	1/10	(2006.01)	G 0 5 D 1/10	

(72)発明者 吉川 慶一

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力ホールディングス株式会社内

(72)発明者 高木 愛夫

東京都千代田区内幸町 1 丁目 1 番 3 号 東京電力ホールディングス株式会社内

F ターム (参考) 2G075 AA01 BA12 CA10 FA13 FB02 FC01
3C707 AS27 CS08 CY12 JU12 MT16 WA27
5H301 AA05 AA10 BB10 DD06 DD13 GG09 LL01 LL06