

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7635591号  
(P7635591)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

|                        |              |   |  |  |
|------------------------|--------------|---|--|--|
| (51)国際特許分類             | F I          |   |  |  |
| E 0 2 F 5/00 (2006.01) | E 0 2 F 5/00 | B |  |  |
| E 0 2 F 5/28 (2006.01) | E 0 2 F 5/28 |   |  |  |
| E 0 2 F 3/88 (2006.01) | E 0 2 F 3/88 | A |  |  |

請求項の数 2 (全9頁)

|              |                                    |          |                   |
|--------------|------------------------------------|----------|-------------------|
| (21)出願番号     | 特願2021-48193(P2021-48193)          | (73)特許権者 | 000003687         |
| (22)出願日      | 令和3年3月23日(2021.3.23)               |          | 東京電力ホールディングス株式会社  |
| (65)公開番号     | 特開2022-147085(P2022-147085 A)      |          | 東京都千代田区内幸町一丁目1番3号 |
| (43)公開日      | 令和4年10月6日(2022.10.6)               | (74)代理人  | 100120400         |
| 審査請求日        | 令和6年2月1日(2024.2.1)                 |          | 弁理士 飛田 高介         |
| 特許法第30条第2項適用 | 2020年9月16日に2020年度 オンライン技術開発報告会にて発表 | (74)代理人  | 100124110         |
|              |                                    |          | 弁理士 鈴木 大介         |
|              |                                    | (72)発明者  | 阪上 知己             |
|              |                                    |          | 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  | 西沢 孝壽             |
|              |                                    |          | 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  | 永喜多 徹             |
|              |                                    |          | 東京都千代田区内幸町1丁目1番3号 |
|              |                                    |          | 最終頁に続く            |

(54)【発明の名称】 水中沈殿物回収システム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

水中を走行して沈殿物を回収する沈殿物回収ロボットと、該沈殿物回収ロボットとは非連結の状態で水中に固定設置されるステーションと含む沈殿物回収システムであって、前記沈殿物回収ロボットは、水中を走行可能なロボット本体と、前記ロボット本体に装着され水中の沈殿物が回収されるコンテナと、前記ロボット本体に搭載され沈殿物を含む水を吸引する内蔵ポンプと、前記コンテナに連通する吸引ノズルと、前記コンテナに連通する排出ノズルとを有し、前記ステーションは、水中に配置され前記排出ノズルと連結されるソケットと、前記ソケットと接続される汲み上げポンプとを有することを特徴とする沈殿物回収システム。

【請求項2】

水中を走行して沈殿物を回収する沈殿物回収ロボットと、該沈殿物回収ロボットとは非連結の状態で水中に固定設置されるステーションと含む沈殿物回収システムであって、前記沈殿物回収ロボットは、水中を走行可能なロボット本体と、前記ロボット本体に装着され水中の沈殿物が回収されるコンテナと、前記ロボット本体に搭載され沈殿物を含む水を吸引する内蔵ポンプと、前記コンテナに連通する吸引ノズルと、

前記コンテナに連通する排出ノズルとを有し、

前記ロボット本体は、前記排出ノズルのシャッターを開いて回収された沈殿物を移送可能であって、

前記ステーションは、移送された沈殿物を貯留する集積枡と、前記集積枡から沈殿物を地上に汲み上げる汲み上げポンプとを有し、

前記ロボット本体には、前記コンテナを傾斜させて該コンテナの内部に回収された沈殿物を前記集積枡に移動させる傾斜機構が設けられていることを特徴とする沈殿物回収システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、水中の沈殿物を回収する水中沈殿物回収システムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、水質汚染を防止するためや、水中に沈殿している有害物を除去するために、水中の沈殿物を回収することが行われている。沈殿物を回収する手段としては、例えば特許文献1に汚泥回収装置および方法が開示されている。特許文献1の汚泥回収装置は、水中を移動可能であると共に水底の汚泥を吸引して回収可能な浚渫装置と、水中を移動可能であると共に浚渫装置により回収された汚泥から水分を除去した回収物を回収物受槽に貯蔵する処理装置と、処理装置に電力や高圧空気などを供給する設備車とを有している。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2014-125754号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1の汚泥回収装置では、浚渫装置によって回収された汚泥は、処理装置の回収物受槽に貯槽される。このような構成であると、回収物受槽内に汚泥が回収されたら回収作業を一度中断し、汚泥回収装置（浚渫装置および処理装置）を一度地上に引き上げなくてはならない。そして、回収物受槽を空にした後に汚泥回収装置を水中に戻し、作業を再開する。このため、特許文献1の技術であると作業効率が低く、更なる改良の余地がある。

30

【0005】

本発明は、このような課題に鑑み、途中で装置を地上に戻すことなく沈殿物の回収作業を継続し、作業効率を大幅に向上することが可能な水中沈殿物回収システムを提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、本発明にかかる水中沈殿物回収システムの代表的な構成は、水中を走行して沈殿物を回収する沈殿物回収ロボットと、水中に固定設置されるステーションとを含む沈殿物回収システムであって、沈殿物回収ロボットは、水中を走行可能なロボット本体と、ロボット本体に装着され水中の沈殿物が回収されるコンテナと、ロボット本体に搭載され沈殿物を含む水を吸引する内蔵ポンプと、コンテナに連通する吸引ノズルと、コンテナに連通する排出ノズルとを有し、ステーションは、水中に配置され排出ノズルと連結されるソケットと、ソケットと接続される汲み上げポンプとを有することを特徴とする。

40

【0007】

上記構成によれば、ロボット本体に搭載されたコンテナ内に沈殿物が回収されたら、ロボット本体をステーションに接続して、汲み上げポンプによってコンテナ内の沈殿物のみを地上に移送することができる。したがって、途中で装置（ロボット本体）を地上に戻す

50

ことなく沈殿物の回収作業を継続することができるため、作業効率を大幅に向上することが可能となる。

【 0 0 0 8 】

上記課題を解決するために、本発明にかかる水中沈殿物回収システムの他の構成は、水中を走行して沈殿物を回収する沈殿物回収ロボットと、水中に固定設置されるステーションとを含む沈殿物回収システムであって、沈殿物回収ロボットは、水中を走行可能なロボット本体と、ロボット本体に装着され水中の沈殿物が回収されるコンテナと、ロボット本体に搭載され沈殿物を含む水を吸引する内蔵ポンプと、コンテナに連通する吸引ノズルと、コンテナに連通する排出ノズルとを有し、ロボット本体は、排出ノズルのシャッターを開いて回収された沈殿物を移送可能であって、ステーションは、移送された沈殿物を貯留する集積枡と、集積枡から沈殿物を地上に汲み上げる汲み上げポンプとを有することを特徴とする。

10

【 0 0 0 9 】

かかる構成によっても、途中で装置（ロボット本体）を地上に戻すことなく沈殿物の回収作業を継続することができるため、作業効率を大幅に向上することが可能となる。特に、バッファとしての集積枡を介して地上に汲み上げることから、ロボット本体から沈殿物を排出する作業と地上で沈殿物を処理する作業とを無関係なタイミングで行うことができるため、作業効率を大幅に向上することが可能となる。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、途中で装置を地上に戻すことなく沈殿物の回収作業を継続し、作業効率を大幅に向上することが可能な水中沈殿物回収システムを提供することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】第 1 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムによって沈殿物を回収する原子力発電所建屋の概略図である。

【図 2】回収ロボットの前方斜視図である。

【図 3】回収ロボットの後方斜視図である。

【図 4】第 1 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。

【図 5】第 2 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムによって沈殿物を回収する原子力発電所建屋の概略図である。

30

【図 6】第 2 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。

【図 7】第 2 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの他の例を説明する図である。

【図 8】第 3 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。かかる実施形態に示す寸法、材料、その他具体的な数値などは、発明の理解を容易とするための例示に過ぎず、特に断る場合を除き、本発明を限定するものではない。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能、構成を有する要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略し、本発明に直接関係のない要素は図示を省略する。

40

【 0 0 1 3 】

（第 1 実施形態）

図 1 は、第 1 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムによって沈殿物を回収する原子力発電所建屋 10 の概略図である。なお、第 1 実施形態では沈殿物を回収する施設として原子力発電所建屋 10 を例示したが、これに限定するものではない。水中に沈殿物が堆積している施設であれば、他の施設であっても第 1 実施形態の水中沈殿物回収システムを好適に用いることが可能である。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、原子力発電所建屋 10 は、地上 4 階、地下 2 階建ての建物である。

50

1 F は地上への出入り口であり、最地下の B 2 F に汚染水が貯蔵されている。この汚染水の放射性物質を吸着するために、B 2 F には袋に吸着材（例えばゼオライト等）を詰めた土嚢 1 2 が設置されている。土嚢 1 2 は長期の設置により放射線で繊維が崩壊して破れ、内容物である吸着材が散逸して沈殿物となる。第 1 実施形態では、水中に沈殿した吸着材を沈殿物として回収する。

【 0 0 1 5 】

原子力発電所建屋 1 0 の B 2 F には水中沈殿物回収ロボット（以下、回収ロボット 1 0 0 と称する）が配置される。回収ロボット 1 0 0 は、4 F に設置されているクレーン 1 4 によって B 2 F に搬入される。

【 0 0 1 6 】

回収ロボット 1 0 0 は B 2 F に到着するとフック 1 6 から外れて水中を自走する。回収ロボット 1 0 0 にはフロートケーブル 1 0 2 が接続されて、電源が供給されると共に、カメラの画像データや各種センサーの信号が不図示の制御装置に送信される。

【 0 0 1 7 】

図 2 は回収ロボット 1 0 0 の前方斜視図である。図 2 に示すように、第 1 実施形態の回収ロボット 1 0 0 は主に、ロボット本体 1 1 0、および沈殿物が回収されるコンテナ 1 5 0 を含んで構成され、水中を走行して沈殿物を回収する。ロボット本体 1 1 0 は下部にクローラ 1 1 2 を有し、設備（原子力発電所建屋 1 0 の B 2 F）の床面に沿って水中を走行可能である。ロボット本体 1 1 0 には、沈殿物が回収されるコンテナ 1 5 0 が装着されている。

【 0 0 1 8 】

ロボット本体 1 1 0 の前方には、沈殿物を吸引するための吸引ノズル 1 6 0 が配置されている。吸引ノズル 1 6 0 は、コンテナ 1 5 0 に連通している。これにより、ロボット本体 1 1 0 に搭載された内蔵ポンプ 1 2 0 が、コンテナ 1 5 0 を通じて吸引ノズル 1 6 0 から間接的に沈殿物を含んだ水を吸引する。

【 0 0 1 9 】

図 3 は回収ロボット 1 0 0 の後方斜視図である。ロボット本体 1 1 0 の後方には、コンテナ 1 5 0 と連通する排出ノズル 1 7 0 が備えられている。一方、水中にはステーション 2 0 0 が固定設置されている。ステーション 2 0 0 は汲み上げポンプ 2 1 0 とソケット 2 2 0 を備えている。汲み上げポンプ 2 1 0 はソケット 2 2 0 と接続されている。また後述するようにソケット 2 2 0 は排出ノズル 1 7 0 と連結される。

【 0 0 2 0 】

図 1 に示すように、コンテナ 1 5 0 内の沈殿物は、内蔵ポンプ 1 2 0 によってコンテナ 1 5 0 に回収され、汲み上げポンプ 2 1 0 と地上ポンプ 2 4 0 によって吸い上げホース 2 3 0 を通じて原子力発電所建屋 1 0 の地上 1 F に引き上げられる。そして、引き上げられた沈殿物は所定の容器 2 5 0 に回収されると共に、沈殿物と分離された水は戻り管 2 6 0 によって B 2 F に戻される。沈殿物が回収された容器 2 5 0 は放射線漏れを防ぐ遮蔽容器 2 7 0 に収納して、所定の格納庫に移送する。

【 0 0 2 1 】

ただし、上述した地上ポンプ 2 4 0 は、汲み上げポンプ 2 1 0 を補助するために設置しているだけであり、必ずしも設ける必要はない。例えば、汲み上げポンプ 2 1 0 の揚程が十分であれば、地上ポンプ 2 4 0 を不要とすることができる。

【 0 0 2 2 】

図 4 は、第 1 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。回収ロボット 1 0 0 によって回収された沈殿物を地上に移送する際には、図 4 に示すように、回収ロボット 1 0 0 を後ろ向きに走行させて、排出ノズル 1 7 0 をステーション 2 0 0 のソケット 2 2 0 に連結する。これにより、コンテナ 1 5 0 の内部に回収された沈殿物が汲み上げポンプ 2 1 0 によって吸引されて地上に移送される。

【 0 0 2 3 】

上記説明した第 1 実施形態の水中沈殿物回収システムによれば、ロボット本体 1 1 0 に

10

20

30

40

50

搭載されたコンテナ 150 内に沈殿物が回収されたら、ロボット本体 110 をステーション 200 に接続して、汲み上げポンプ 210 によってコンテナ 150 内の沈殿物のみを地上に移送することができる。ロボット本体 110 はいちど水中に搬入したら、作業が完了するまで地上に戻すことなく沈殿物の回収作業を継続することができる。したがって、作業効率を大幅に向上することが可能となる。

【0024】

(第2実施形態)

図5は、第2実施形態にかかる水中沈殿物回収システムによって沈殿物を回収する原子炉建屋10の概略図である。図6は、第2実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。なお、第1実施形態と共通の構成要素については、同一の符号を付すことにより説明を省略する。

10

【0025】

図5に示すように、原子力発電所建屋10のB2F、すなわち汚染水が貯蔵されているフロアに配置されたステーション200には、集積桟280が設けられている。

【0026】

図6に示すように、ロボット本体110は、後方に排出ノズル170(図4参照)が配置されておらず、これに代えて下方に移送ノズル190が備えられている。移送ノズル190はコンテナ150に連通して下方に開口していて、途中でシャッター180を備えている。回収ロボット100が内蔵ポンプ120によって吸引している間はシャッター180は閉じられている。シャッター180を開くと、コンテナ150に回収された沈殿物を集積桟280に移送することができる。沈殿物は水よりも重いため、コンテナ150から集積桟280へとゆるやかに移動する。

20

【0027】

そして、ステーション200は、汲み上げポンプ210を用いて、集積桟280に堆積された沈殿物2を地上に汲み上げる。汲み上げられた沈殿物は、回収管230を通じて地上に移送される。地上1Fにおける沈殿物の処理については上記と同様である。

【0028】

上記説明したように、第2実施形態の水中沈殿物回収システムにおいても、コンテナ150に回収された沈殿物のみを地上に移送することができ、ロボット本体110は作業が完了するまで地上に戻すことなく作業を継続することができる。したがって第1実施形態と同様に、作業効率を大幅に向上することが可能となる。

30

【0029】

図7は、第2実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの他の例を説明する図である。図7(a)に示す例では、集積桟280の回収ロボット100と反対側の縁(ステーション200側の縁)を囲うコの字状の囲い282を設けている。図7(b)に示す例では、集積桟280の上面の開口の一部を覆う蓋284を設けている。かかる構成によれば、沈殿物を集積桟に流し込む際の沈殿物の拡散を好適に防ぐことができる。

【0030】

なお、囲い282の高さは、必ずしも汚染水の水面W(図6参照)よりも高い必要はなく、沈殿物の拡散を防ぐことが可能な程度であればよい。また蓋284は、集積桟280の上面の開口の全面ではなく、開口の一部を覆う大きさとする。これは、集積桟280の上面の開口の全面を覆うと、集積桟280への沈殿物の流し込みや、集積桟280からの沈殿物の汲み上げができなくなってしまうためである。

40

【0031】

(第3実施形態)

上述の第2実施形態では、汚染水が貯蔵されているフロアに配置されたステーション200に設けられている集積桟280、すなわち既設の集積桟280を用いる構成を例示したが、これに限定するものではない。既設の集積桟280が設けられてない場合には、仮設の集積桟を作業現場に搬入して据付し、かかる仮設の集積桟を用いる構成によっても上記と同様の効果を得ることが可能である。仮設の集積桟を用いる場合には、ポンプの排出

50

力を利用して沈殿物を集積桷に移送してもよいし、重力を利用して沈殿物を集積桷に移送してもよい。

【 0 0 3 2 】

図 8 は、第 3 実施形態にかかる水中沈殿物回収システムの詳細を説明する図である。なお、第 3 実施形態では、仮設の集積桷 3 8 0 を用いる場合を想定している。仮設の集積桷 3 8 0 は、端的に表現すれば箱であり、フロア床面に載置される。図 8 ( a ) および ( b ) では、集積桷 3 8 0 の上面の開口が蓋 3 8 2 によって覆われている。そして蓋の四隅には、吊り降ろし用金具 3 9 0 が設けられている。これにより、吊り降ろし用金具 3 9 0 にケーブル 1 0 2 を取り付け、クレーン 1 4 ( 図 1 参照 ) によって集積桷 3 8 0 を地下に搬入することができる。

10

【 0 0 3 3 】

図 8 ( a ) に示す例では、蓋 3 8 2 には、汲み上げポンプ 2 1 0 に連結している管 2 1 2 を挿通するための挿通孔 3 8 4 が形成されている。また集積桷 3 8 0 には、排出ノズル 1 7 0 と連結されるソケット 3 8 6 が設けられている。

【 0 0 3 4 】

かかる構成では、回収ロボット 1 0 0 によって回収された沈殿物を地上に移送する際には、回収ロボット 1 0 0 を後ろ向きに走行させて、排出ノズル 1 7 0 を集積桷 3 8 0 のソケット 3 8 6 に連結する。これにより、コンテナ 1 5 0 の内部に回収された沈殿物が 1 7 0 およびソケットを通じて集積桷 3 8 0 に流れ込む。

【 0 0 3 5 】

また図 8 ( a ) に示す集積桷 3 8 0 では、その底面に、汲み上げポンプ 2 1 0 に向かうにしたがって下方に傾斜する傾斜部 3 8 8 が設けられている。これにより、集積桷 3 8 0 内に堆積された沈殿物が汲み上げポンプ 2 1 2 に向かって流れやすくなる。したがって、沈殿物をより効率的に地上に汲み上げることが可能となる。

20

【 0 0 3 6 】

図 8 ( b ) では、図 8 ( a ) のソケット 3 8 6 に替えて、排出ノズル 1 7 0 から流下した沈殿物を受け入れるための第 2 挿通孔 3 9 2 を蓋 3 8 2 に形成している。一方、回収ロボット 1 0 0 には、コンテナ 1 5 0 を傾斜させるための傾斜機構 3 9 4 が設けられている。

【 0 0 3 7 】

かかる構成においてコンテナ 1 5 0 の内部に回収された沈殿物を集積桷 3 8 0 に移動する際には、排出ノズル 1 7 0 が第 2 挿通孔 3 9 2 に対応するように回収ロボット 1 0 0 の位置を調整する。そして、排出ノズル 1 7 0 のシャッター ( 不図示 ) を閉じた状態で傾斜機構 3 9 4 によってコンテナ 1 5 0 を傾斜させる。コンテナ 1 5 0 を傾斜させたら、シャッターを開く。これにより排出ノズル 1 7 0 を通じて沈殿物がソケット 3 8 6 に流れ込む。

30

【 0 0 3 8 】

以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されないことは言うまでもない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 産業上の利用可能性 】

40

【 0 0 3 9 】

本発明は、水中の沈殿物を回収する水中沈殿物回収システムとして利用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 0 】

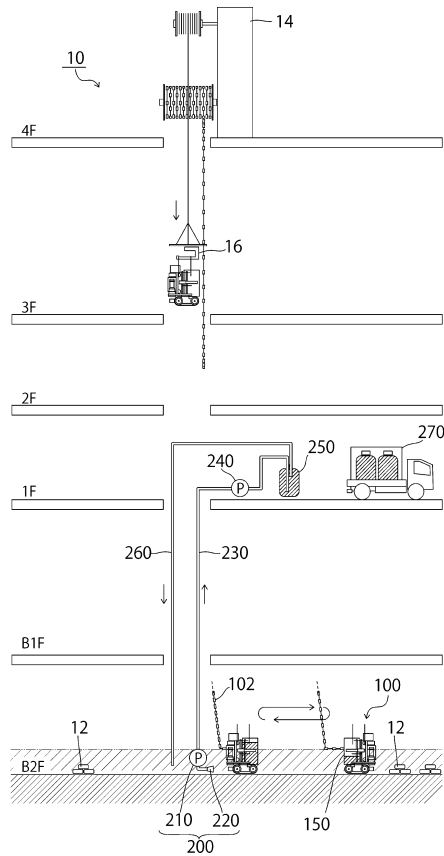
1 0 ... 原子力発電所建屋、1 2 ... 土嚢、1 4 ... クレーン、1 6 ... フック、1 0 0 ... 回収ロボット、1 0 2 ... フロートケーブル、1 1 0 ... ロボット本体、1 1 2 ... クローラ、1 2 0 ... 内蔵ポンプ、1 5 0 ... コンテナ、1 6 0 ... 吸引ノズル、1 7 0 ... 排出ノズル、1 8 0 ... シャッター、1 9 0 ... 流下ノズル、2 0 0 ... ステーション、2 1 0 ... 汲み上げポンプ、2 1 2 ... 管、2 2 0 ... ソケット、2 3 0 ... 回収管、2 4 0 ... 地上ポンプ、2 5 0 ... 容器、2

50

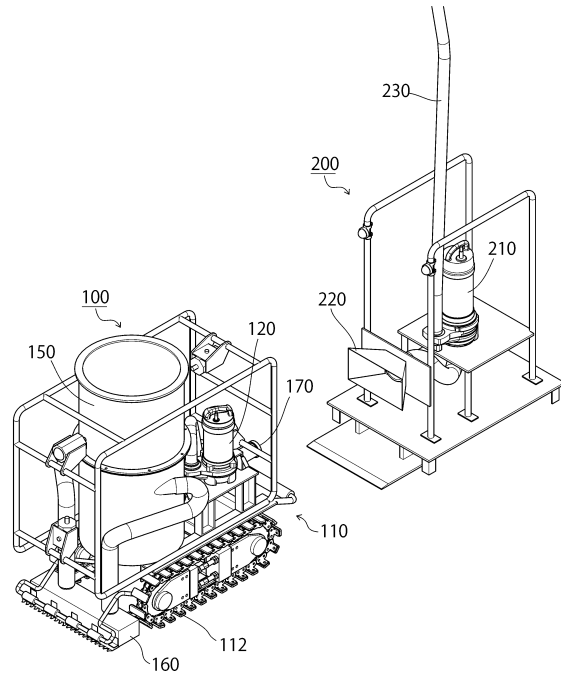
60 ... 戻り管、270 ... 遮蔽容器、280 ... 集積桟、282 ... 囲い、284 ... 蓋、380 ... 集積桟、382 ... 蓋、384 ... 挿通孔、386 ... ソケット、388 ... 傾斜部、390 ... 吊り降ろし用具、392 ... 第2挿通孔、394 ... 傾斜機構、Z ... 沈殿物

【図面】

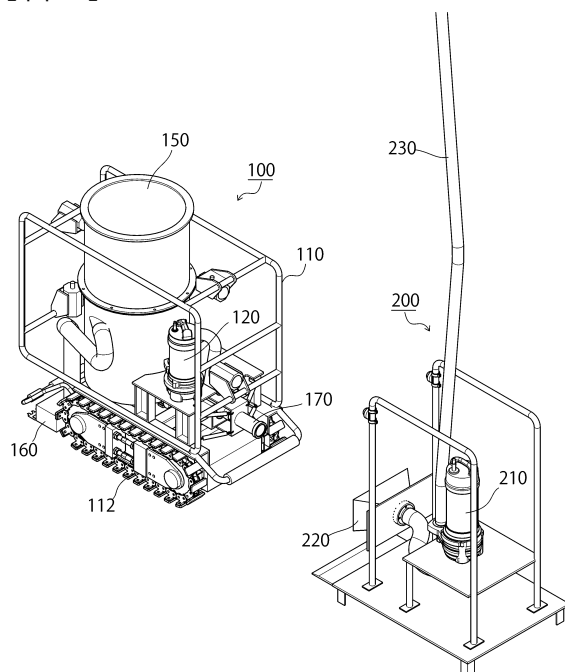
【図1】



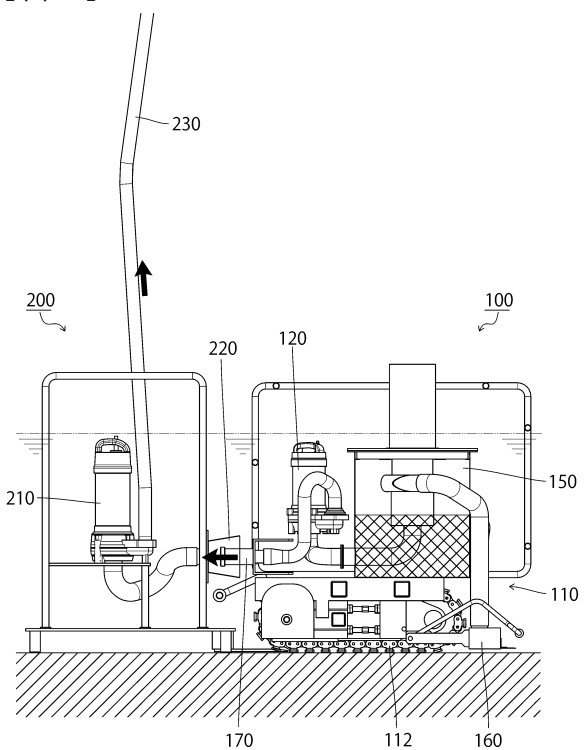
【図2】



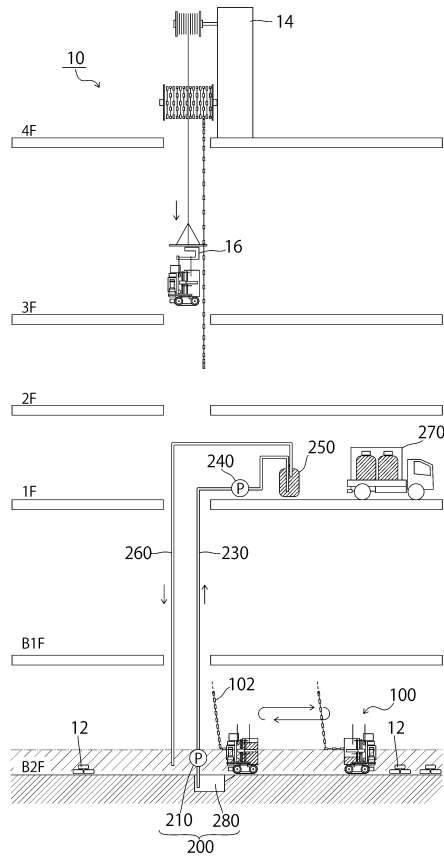
【図3】



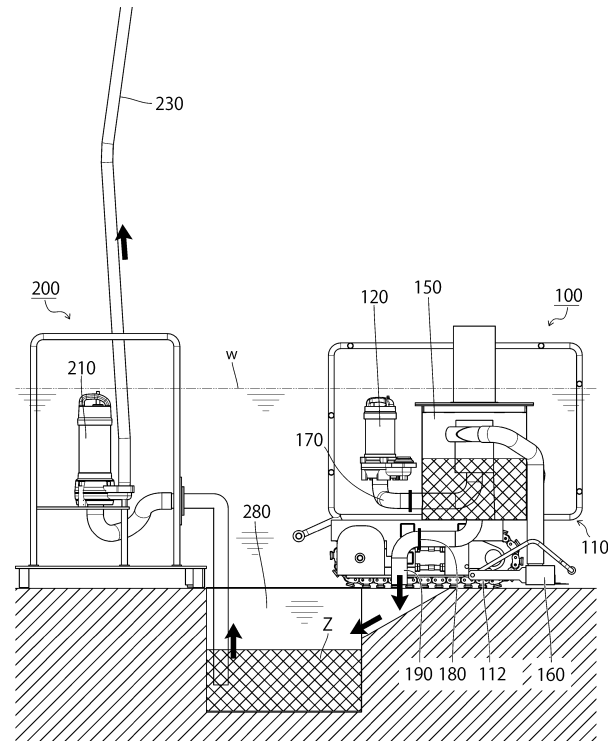
【図4】



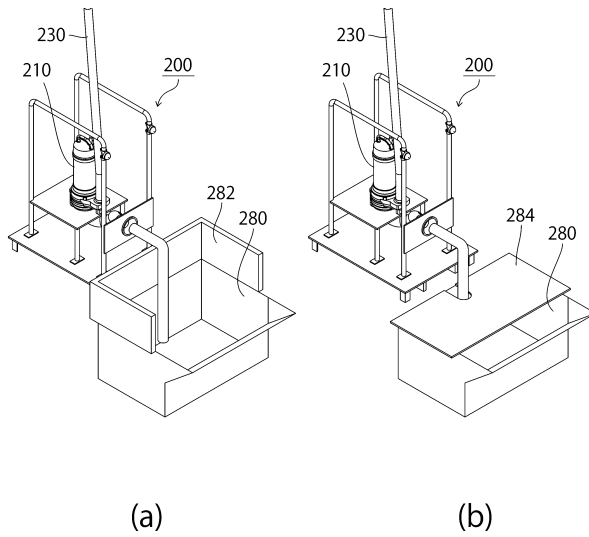
【図 5】



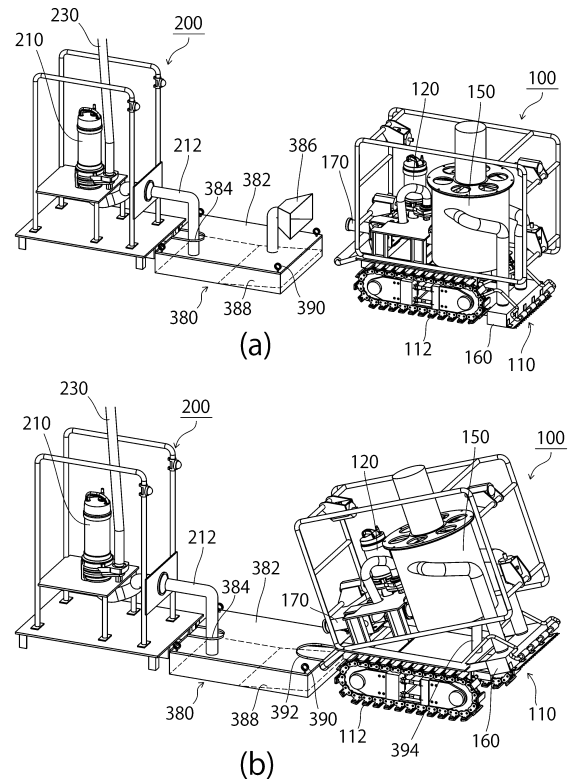
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- 東京電力ホールディングス株式会社内  
(72)発明者 花岡 草  
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 鎌原 健志  
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 広瀬 茂男  
東京都府中市日鋼町 1 - 1 J タワー 10 F 白山工業株式会社内  
(72)発明者 吉田 稔  
東京都府中市日鋼町 1 - 1 J タワー 10 F 白山工業株式会社内  
(72)発明者 四ツ田 裕嗣  
東京都府中市日鋼町 1 - 1 J タワー 10 F 白山工業株式会社内  
(72)発明者 松平 昌之  
東京都府中市日鋼町 1 - 1 J タワー 10 F 白山工業株式会社内  
審査官 荒井 良子  
(56)参考文献 特開 2016 - 204875 (JP, A)  
中国実用新案第 210564422 (CN, U)  
特開平 04 - 122485 (JP, A)  
特開平 08 - 326098 (JP, A)  
特開 2014 - 125754 (JP, A)  
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB 名)  
E 02 F 3 / 627 - 3 / 815  
E 02 F 3 / 88 - 3 / 96  
E 02 F 5 / 00 - 7 / 10  
E 21 C 1 / 00 - 51 / 00