

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5634073号  
(P5634073)

(45) 発行日 平成26年12月3日(2014.12.3)

(24) 登録日 平成26年10月24日(2014.10.24)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>G 2 1 C</b>	<b>19/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 2 1 C</b>	<b>19/02</b>	<b>G D P Y</b>
<b>F 2 2 B</b>	<b>37/02</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>F 2 2 B</b>	<b>37/02</b>	<b>E</b>
<b>G 2 1 D</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 2 1 D</b>	<b>1/00</b>	<b>S</b>
<b>B 2 5 J</b>	<b>5/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 5 J</b>	<b>5/00</b>	<b>Z</b>

請求項の数 7 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2010-7395 (P2010-7395)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成22年1月15日 (2010.1.15)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2011-145223 (P2011-145223A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成23年7月28日 (2011.7.28)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成24年10月5日 (2012.10.5)		弁理士 酒井 宏明
前置審査		(74) 代理人	100118762
			弁理士 高村 順
		(72) 発明者	藤田 淳
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	磯崎 芳史
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 水室内作業装置および水室内作業方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

蒸気発生器の水室の管板面から吊り下げられると共に遠隔操作により駆動されて水室内作業を行う水室内作業装置であって、

前記管板面にある伝熱管を保持して前記管板面に固定されるベースと、前記ベースに連結されると共に前記水室内に吊り下げられて配置されるマニピュレータとを備え、

前記ベースが、マニピュレータに連結されるベース本体と、複数のウイングと、前記ウイングに配置されると共に前記伝熱管に挿入されて前記伝熱管をクランプ保持するクランプと、前記複数のウイングを前記ベース本体に対して相互に異なる方向に独立してスライド変位させて前記ベース本体から突出および前記ベース本体に収納するスライド機構とを有し、且つ、

すべての前記ウイングが、前記ベース本体の側面から相互に独立して突出および収納可能に前記ベース本体に対して配置されることを特徴とする水室内作業装置。

【請求項2】

前記クランプが、テーパロッドおよびコッタから成るクランプ機構を備え、且つ、

前記クランプ機構が、前記テーパロッドを前記コッタに嵌め合わせることにより前記コッタを拡径して前記伝熱管をクランプすると共に、前記テーパロッドを前記コッタから引き抜くことにより前記コッタを縮径して前記伝熱管のクランプを解除する請求項1に記載の水室内作業装置。

【請求項3】

前記ベースと前記マニピュレータとを連結する連結リンクを備え、且つ、前記マニピュレータが基本姿勢の基準軸を前記連結リンクの回転軸に対して所定の傾斜角にて傾斜させて連結される請求項 1 または 2 に記載の水室内作業装置。

【請求項 4】

前記マニピュレータが分割構造を有する請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の水室内作業装置。

【請求項 5】

マニピュレータを備える水室内作業装置を蒸気発生器の水室の管板面から吊り下げると共に遠隔操作により駆動して水室内作業を行う水室内作業方法であって、

前記水室内作業装置が前記管板面にある伝熱管をクランプ保持するベースを備えると共に前記伝熱管に対するクランプ保持位置を移動させることにより前記管板面に沿って移動し、

前記ベースが、前記マニピュレータに連結されるベース本体と、前記ベース本体に対して相互に異なる方向に独立して進退変位できる複数のウイングと、前記ウイングに配置されると共に前記伝熱管に挿入されて前記伝熱管をクランプ保持するクランプとを有すると共に、すべての前記ウイングが、前記ベース本体の側面から相互に独立して突出および収納可能に前記ベース本体に対して配置され、且つ、

前記ベースが、すべての前記ウイングを閉じた状態で前記水室のマンホールから前記水室に搬入されることを特徴とする水室内作業方法。

【請求項 6】

前記ベースが相互に異なる方向に独立して進退変位できる少なくとも一対の前記ウイングを有し、且つ、水室内作業時にて、前記ベースが前記ウイングを開いた状態で前記伝熱管を保持する請求項 5 に記載の水室内作業方法。

【請求項 7】

水室内作業装置が前記水室の管板面から吊り下がり前記伝熱管をクランプ保持して移動する時に、前記マニピュレータの重心が前記ベース本体に対して鉛直方向真下に配置される請求項 5 または 6 に記載の水室内作業方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、水室内作業装置および水室内作業方法に関し、さらに詳しくは、蒸気発生器における水室内作業の作業性を向上できる水室内作業装置および水室内作業方法に関する。

【背景技術】

【0002】

水室内作業装置は、蒸気発生器の水室に搬入されて設置されて、遠隔操作により水室内作業を行う装置である。また、近年では、水室内作業用のツールを先端に取り付けたマニピュレータを備えた水室内作業装置が提案されている。かかる構成を採用する従来の水室内作業装置として、特許文献 1 に記載される技術が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2007 - 183278 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

この発明は、蒸気発生器における水室内作業の作業性を向上できる水室内作業装置および水室内作業方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

10

20

30

40

50

上記目的を達成するため、この発明にかかる水室内作業装置は、蒸気発生器の水室の管板面から吊り下げられると共に遠隔操作により駆動されて水室内作業を行う水室内作業装置であって、前記管板面にある伝熱管を保持して前記管板面に固定されるベースと、前記ベースに連結されると共に前記水室内に吊り下げられて配置されるマニピュレータとを備え、前記ベースが、マニピュレータに連結されるベース本体と、複数のウイングと、前記ウイングに配置されると共に前記伝熱管に挿入されて前記伝熱管をクランプ保持するクランプと、前記複数のウイングを前記ベース本体に対して相互に異なる方向に独立してスライド変位させて前記ベース本体から突出および前記ベース本体に収納するスライド機構とを有し、且つ、すべての前記ウイングが、前記ベース本体の側面から相互に独立して突出および収納可能に前記ベース本体に対して配置されることを特徴とする。

10

## 【0006】

この水室内作業装置は、ベースがウイングを進退変位させてクランプの保持位置を移動させることにより、管板面に沿って移動できる。したがって、マニピュレータの起点となる位置を管板面に移動させ得るので、水室内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得る。これにより、水室内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

この水室内作業装置では、ベースが一对のウイングを交互に進退変位させることにより、水室を管板面に沿って任意の方向に移動できる。これにより、水室内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

また、この水室内作業装置は、前記クランプが、テーパロッドおよびコッタから成るクランプ機構を備え、且つ、前記クランプ機構が、前記テーパロッドを前記コッタに嵌め合わせることにより前記コッタを拡径して前記伝熱管をクランプすると共に、前記テーパロッドを前記コッタから引き抜くことにより前記コッタを縮径して前記伝熱管のクランプを解除する。

20

## 【0009】

また、この発明にかかる水室内作業装置は、前記ベースと前記マニピュレータとを連結する連結リンクを備え、且つ、前記マニピュレータが基本姿勢の基準軸を前記連結リンクの回転軸に対して所定の傾斜角にて傾斜させて連結される。

## 【0010】

この水室内作業装置は、マニピュレータが、ベースを起点として吊り下げられた状態にて、その基本姿勢の基準軸を管板面の法線方向に対して傾斜させる。したがって、水室が管板面を天井とした1/4球状の室内形状を有するときに、マニピュレータの向きを水室の床面および壁面の双方に対して容易に変化させ得る。これにより、水室の隅々までツールを移動させ得るので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

30

## 【0011】

また、この発明にかかる水室内作業装置は、前記マニピュレータが分割構造を有する。

## 【0012】

この水室内作業装置では、マニピュレータ4が分割構造を有する(図14および図15参照)。かかる構成では、マニピュレータの設置時に、マニピュレータを分割してベースあるいは中間リンクに組み付け得る。したがって、重量のあるマニピュレータを組み付けるときに、伝熱管に対するベースのクランプ保持が外れる事態が抑制される。これにより、伝熱管をクランプ保持する方式のベースに対してマニピュレータを安全に設置できる利点がある。

40

## 【0013】

また、この発明にかかる水室内作業方法は、マニピュレータを備える水室内作業装置を蒸気発生器の水室の管板面から吊り下げると共に遠隔操作により駆動して水室内作業を行う水室内作業方法であって、前記水室内作業装置が前記管板面にある伝熱管をクランプ保持するベースを備えると共に前記伝熱管に対するクランプ保持位置を移動させることにより前記管板面に沿って移動し、前記ベースが、前記マニピュレータに連結されるベース本体と、前記ベース本体に対して相互に異なる方向に独立して進退変位できる複数のウイン

50

グと、前記ウイングに配置されると共に前記伝熱管に挿入されて前記伝熱管をクランプ保持するクランプとを有すると共に、すべての前記ウイングが、前記ベース本体の側面から相互に独立して突出および収納可能に前記ベース本体に対して配置され、且つ、前記ベースが、すべての前記ウイングを閉じた状態で前記水室のマンホールから前記水室に搬入されることを特徴とする。

【0014】

この水室内作業方法では、マニピュレータの起点となる位置を管板面にて移動させ得るので、水室内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得る。これにより、水室内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

【0015】

また、この発明にかかる水室内作業方法は、前記ベースが相互に異なる方向に独立して進退変位できる少なくとも一対の前記ウイングを有し、且つ、水室内作業時にて、前記ベースが前記ウイングを開いた状態で前記伝熱管を保持する。

【0016】

この水室内作業方法では、ベースに作用するモーメントを低減できるので、水室内作業時におけるベースのクランプ外れが防止される利点がある。

【0017】

また、この発明にかかる水室内作業方法は、水室内作業装置が前記水室の管板面から吊り下がり前記伝熱管をクランプ保持して移動する時に、前記マニピュレータの重心が前記ベース本体に対して鉛直方向真下に配置される。

【0018】

この水室内作業方法では、ベースに作用するモーメントを低減できるので、水室内作業装置の移動時におけるベースのクランプ外れが防止される利点がある。

【発明の効果】

【0019】

この発明にかかる水室内作業装置は、ベースがウイングを進退変位させてクランプの保持位置を移動させることにより、管板面に沿って移動できる。したがって、マニピュレータの起点となる位置を管板面にて移動させ得るので、水室内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得る。これにより、水室内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、この発明の実施の形態にかかる水室内作業装置の設置状態を示す斜視図である。

【図2】図2は、図1に記載した水室内作業装置を示す斜視図である。

【図3】図3は、図1に記載した水室内作業装置のベースおよび連結リンクの組立体を示す説明図である。

【図4】図4は、図1に記載した水室内作業装置の使用状態を示す説明図である。

【図5】図5は、図1に記載した水室内作業装置の使用状態を示す説明図である。

【図6】図6は、図1に記載した水室内作業装置の使用状態を示す説明図である。

【図7】図7は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示すフローチャートである。

【図8】図8は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図9】図9は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図10】図10は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図11】図11は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図12】図12は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図13】図13は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図14】図14は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図15】図15は、図1に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 16】図 16 は、図 1 に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図 17】図 17 は、図 1 に記載した水室内作業装置の設置工程を示す説明図である。

【図 18】図 18 は、図 1 に記載した水室内作業装置のベースの実施例を示す斜視図である。

【図 19】図 19 は、図 18 に記載したベースを示す正面図である。

【図 20】図 20 は、図 18 に記載したベースを示す平面図である。

【図 21】図 21 は、図 18 に記載したベースを示す右側面図である。

【図 22】図 22 は、図 18 に記載したベースを示す斜視図である。

【図 23】図 23 は、図 18 に記載したベースを示す右側面図である。

【図 24】図 24 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

10

【図 25】図 25 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 26】図 26 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 27】図 27 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 28】図 28 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 29】図 29 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 30】図 30 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 31】図 31 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 32】図 32 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 33】図 33 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。

【図 34】図 34 は、一般的な原子力プラントを示す構成図である。

20

【図 35】図 35 は、図 34 に記載した原子力プラントの蒸気発生器の水室を示す構成図である。

【図 36】図 36 は、図 35 に記載した蒸気発生器の水室を示す A - A 視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、この実施の形態の構成要素には、発明の同一性を維持しつつ置換可能かつ置換自明なものが含まれる。また、この実施の形態に記載された複数の変形例は、当業者自明の範囲内にて任意に組み合わせが可能である。

【0022】

30

[原子力プラントの蒸気発生器]

原子力プラント 100 には、例えば、加圧水型軽水炉原子力発電設備がある（図 34 参照）。この原子力プラント 100 では、原子炉容器 110、加圧器 120、蒸気発生器 130 およびポンプ 140 が一次冷却材管 150 により順に連結されて、一次冷却材の循環経路（一次系循環経路）が構成される。また、蒸気発生器 130 とタービン（図示省略）との間に二次冷却材の循環経路（二次系循環経路）が構成される。

【0023】

この原子力プラント 100 では、一次冷却材が原子炉容器 110 にて加熱されて高温・高圧となり、加圧器 120 にて加圧されて圧力を一定に維持されつつ、一次冷却材管 150 を介して蒸気発生器 130 に供給される。蒸気発生器 130 では、一次冷却材が入口側水室 131 に流入し、この入口側水室 131 から U 字状かつ複数本の伝熱管 132 に供給される。そして、伝熱管 132 にて一次冷却材と二次冷却材との熱交換が行われることにより、二次冷却材が蒸発して蒸気となる。そして、この蒸気となった二次冷却材がタービンに供給されることにより、タービンが駆動されて動力が発生する。なお、伝熱管 132 を通過した一次冷却材は、出口側水室 133 から一次冷却材管 150 を介してポンプ 140 側に回収される。

40

【0024】

ここで、蒸気発生器 130 では、入口側水室 131 に入口管台 135 が設けられ、この入口管台 135 に入口側の一次冷却材管 150 が溶接されて接続される（図 35 参照）。また、出口側水室 133 に出口管台 136 が設けられ、この出口管台 136 に出口側の一

50

次冷却材管 150 が溶接されて接続される。また、入口側水室 131 と出口側水室 133 とが仕切板 134 を介して仕切られる。また、蒸気発生器 130 の内部には、管板 137 が設置される。この管板 137 は、伝熱管 132 の下端部を支持し、また、蒸気発生器 130 の上部と水室 131、133 とを区画して水室 131、133 の天井部を構成する。また、入口側水室 131 および出口側水室 133 には、作業員が水室 131、133 内に出入りするためのマンホール 138 が設けられる（図 36 参照）。

#### 【0025】

##### [ 水室内作業装置 ]

図 1 は、この発明の実施の形態にかかる水室内作業装置の設置状態を示す斜視図である。図 2 は、図 1 に記載した水室内作業装置を示す斜視図である。図 3 は、図 1 に記載した水室内作業装置のベースおよび連結リンクの組立体を示す説明図である。

10

#### 【0026】

この水室内作業装置 1 は、蒸気発生器 130 の水室 131、133 に搬入されて設置され、遠隔操作されて水室内作業を行う装置である（図 1 参照）。水室内作業装置 1 は、ベース 2 と、連結リンク 3 と、マニピュレータ 4 と、ツール 5 とを備える（図 2 参照）。

#### 【0027】

ベース 2 は、水室内作業装置 1 を水室 131、133 の管板面 137 a から吊り下げるための部品であり、ベース本体 21 と、一对のウイング 22 a、22 b と、複数のクランパ 23 a、23 b とを有する。ベース本体 21 は、枠型形状のケーシングである。一对のウイング 22 a、22 b は、ベース本体 21 に挿入されて設置される。これらのウイング 22 a、22 b は、伸縮式のはしご機構により駆動されて、ベース本体 21 の設置位置に対してスライド変位できる（図 3 参照）。また、一对のウイング 22 a、22 b は、相互に異なる方向にスライド変位できる。また、一对のウイング 22 a、22 b は、相互に独立して駆動される。クランパ 23 a、23 b は、伝熱管 132 をクランプするクランプ機構を有する。このクランプ機構には、例えば、爪状の先端部を伝熱管に挿入して爪先を拡幅させることにより先端部を伝熱管の内周面に摩擦接触させて伝熱管をクランプする構成が採用され得る。

20

#### 【0028】

例えば、この実施の形態では、ベース本体 21 が略立方形状の枠状部材から成り、このベース本体 21 に伸縮機構を有する一对のウイング 22 a、22 b がそれぞれ挿入されて設置されている（図 2 および図 3 参照）。また、各ウイング 22 a、22 b が、その伸縮機構を駆動させることにより、その端部をベース本体 21 の幅方向（設置状態にて管板面 137 a の平面方向）にスライド変位させ得る。また、一对のウイング 22 a、22 b が、相互に直交する方向にスライド変位できるように配置されている。また、ウイング 22 a（22 b）の端部には、複数を一組としたクランパ 23 a（23 b）が伝熱管 132 の設置間隔に合わせて一列に揃えられて配置されている。また、この一組のクランパ 23 a（23 b）がウイング 22 a（22 b）の前後にそれぞれ配置されている。これにより、ベース 2 が管板面 137 a に設置された状態にて、ベース 2 の前後左右にそれぞれクランパ 23 a（23 b）が配置され、また、ウイング 22 a（22 b）が伸縮して端部をスライド変位させることにより、これらのクランパ 23 a（23 b）が管板面 137 a の平面方向にスライド変位できる。

30

40

#### 【0029】

連結リンク 3 は、ベース 2 とマニピュレータ 4 とを連結するための部品である。この連結リンク 3 は、ベース 2 のベース本体 21 に対してベース 2 の高さ方向を回転軸 1 として回転可能に連結される。また、連結リンク 3 は、その回転軸 1 に対して傾斜する取付面 31 を有する。そして、この取付面 31 には、マニピュレータ 4 が連結される。

#### 【0030】

マニピュレータ 4 は、多軸マニピュレータである。このマニピュレータ 4 は、その基本姿勢（直立状態）の基準軸 m を連結リンク 3 の回転軸 1 に対して所定の傾斜角にて傾斜させて、連結リンク 3 に連結される。また、マニピュレータ 4 は、前段部 41 および後段

50

部 4 2 に分割できる構造を有する。例えば、この実施の形態では、7 軸マニピュレータが採用されており、マニピュレータ 4 の先端側の 4 軸と後段側の 3 軸とが前段部 4 1 および後段部 4 2 として分割可能に構成されている（図 1 4 および図 1 5 参照）。また、前段部 4 1 と後段部 4 2 とが差込式のクランプ機構によりワンタッチで着脱できる接続構造を有している。具体的には、前段部 4 1 のロッドが後段部 4 2 の連結孔に挿入され、エアシリンダ（図示要略）により前段部 4 1 が爪を開いて後段部 4 2 にクランプする。これにより、前段部 4 1 と後段部 4 2 との連結を、遠隔操作により簡易に行い得る。

#### 【 0 0 3 1 】

ツール 5 は、所定の水室内作業に対応したツールであり、マニピュレータ 4 の先端部に取り付けられる。このツール 5 は、例えば、水室内の保全作業に用いられる保全作業ツールであり、検査ツール、切削ツール、溶接ツールなどにより構成される。具体的には、入口管台 1 3 5 や出口管台 1 3 6、伝熱管 1 3 2、仕切板 1 3 4 と管板 1 3 7 との溶接部、仕切板 1 3 4 と水室鏡部との溶接部などを検査あるいは補修するためのツール 5 が用意されている。なお、この実施の形態では、多様な水室内作業に対応して複数種類のツール 5 が準備されている。そして、これらのツール 5 を交換できるように、ツール 5 がマニピュレータ 4 に対して着脱可能な構造を有している。

10

#### 【 0 0 3 2 】

##### [ 水室内作業装置による水室内作業 ]

水室内作業時には、水室内作業装置 1 が水室 1 3 1、1 3 3 内にて管板面 1 3 7 a から懸垂状態で吊り下げられて設置される（図 1 参照）。この設置状態では、ベース 2 のクランプ 2 3 a、2 3 b が伝熱管 1 3 2 をクランプ保持することにより、ベース 2 が管板面 1 3 7 a に固定される。また、マニピュレータ 4 がベース 2 に対して連結リンク 3 を介して連結される。したがって、設置状態では、マニピュレータ 4 が水室 1 3 1、1 3 3 の天井（管板面 1 3 7 a）から吊り下げられて保持される。そして、このマニピュレータ 4 の先端部に、水室内作業に対応したツール 5 が取り付けられる。なお、水室内作業装置 1 の設置工程については、後述する。

20

#### 【 0 0 3 3 】

ここで、水室内作業は、水室 1 3 1、1 3 3 外部の安全領域から作業員が水室内作業装置 1 を遠隔操作することにより行われる。これにより、水室 1 3 1、1 3 3 内に作業員が立ち入ることなく水室内作業が行われる。

30

#### 【 0 0 3 4 】

また、水室内作業装置 1 の設置状態では、マニピュレータ 4 が水室 1 3 1、1 3 3 の天井から吊り下げられた状態にある（図 1 参照）。したがって、マニピュレータ 4 を回転させてその姿勢を変化させることにより、ベース 2 を起点とした広範囲での水室内作業が実現される（図 4 および図 5 参照）。具体的には、水室内作業装置 1 がベース 2 を起点として管板面 1 3 7 a から吊り下げられて設置される。そして、遠隔操作により連結リンク 3 が駆動されると、マニピュレータ 4 が連結リンク 3 の回転軸 1 周りに回転して、その向きを水室 1 3 1、1 3 3 の周方向に変化させ得る。さらに、マニピュレータ 4 自身が姿勢を変化させることにより先端部のツール 5 を水室 1 3 1、1 3 3 の任意の位置まで移動させ得る。これにより、水室 1 3 1、1 3 3 内の隅々までツール 5 を移動させ得るので、多様な水室内作業に柔軟に対応できる。例えば、図 4 は、仕切板 1 3 4 と管板 1 3 7 との溶接部の点検作業の様子を示しており、図 5 は、伝熱管 1 3 2 の点検作業の様子を示している。これらの図に示すように、ベース 2 が定位置に固定されている場合であっても、マニピュレータ 4 を回転させて屈曲変形させることにより、水室 1 3 1、1 3 3 の隅々までツール 5 を移動させ得ることが分かる。

40

#### 【 0 0 3 5 】

また、蒸気発生器 1 3 0 では、水室 1 3 1、1 3 3 の床面が半球状を有するので、この床面上に水室内作業装置を設置することは、容易でない。この点において、この水室内作業装置 1 は、水室 1 3 1、1 3 3 の天井（管板面 1 3 7 a）から吊り下げられて設置されるので（図 1 参照）、床面での設置作業が不要な点で好ましい。例えば、マニピュレータ

50

が支柱状の旋回支持部に支持されて水室内に設置される構成（特許文献1参照）では、作業員が水室内に立ち入って旋回支持部を設置する必要があるため、好ましくない。

【0036】

また、この水室内作業装置1では、その設置状態にて、連結リンク3がその回転軸1を管板面137aから下方に向けてベース2に連結される（図2および図3参照）。このため、マンピュレータ4が、ベース2を起点として吊り下げられた状態にて、管板面137aの法線方向を回転軸1として旋回できる（図4および図5参照）。したがって、水室131、133が管板面137aを天井とした1/4球状の室内形状を有するときに、マンピュレータ4の向きを水室131、133の周方向に旋回させ得る。これにより、水室131、133の隅々までツール5を移動させ得るので、水室内作業の作業性が向上する。10

なお、この実施の形態では、連結リンク3がその回転軸1を管板面137aの法線方向に向けて設置されている（図2および図3参照）。しかし、これに限らず、連結リンク3は、その回転軸1を管板面137aの法線方向から下方に向けていればよく、例えば、回転軸1を管板面137aの法線方向に対して所定角度で傾斜させて配置されても良い。

【0037】

また、この水室内作業装置1では、その設置状態にて、マンピュレータ4が基本姿勢の基準軸mを連結リンク3の回転軸1に対して所定の傾斜角にて傾斜させて連結リンク3に連結される（図2および図3参照）。かかる構成では、マンピュレータ4が、ベース2を起点として吊り下げられた状態にて、その基本姿勢の基準軸mを管板面137aの法線方向に対して傾斜させる。したがって、水室131、133が管板面137aを天井とした1/4球状の室内形状を有するときに、マンピュレータ4の向きを水室131、133の床面および壁面の双方に対して容易に変化させ得る。これにより、水室131、133の隅々までツール5を移動させ得るので、水室内作業の作業性が向上する。20

【0038】

また、この水室内作業装置1は、ベース2が管板面137a上を移動することにより、水室131、133内を所定の範囲内で移動できる（図6参照）。具体的には、ベース2が伝熱管132に対するクランプ位置を移動させて管板面137a上を移動することにより、マンピュレータ4の起点となる位置（ベース2の固定位置）を管板面137aにて移動させ得る。これにより、水室131、133内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得るので、水室内作業の作業領域が拡大されて水室内作業の作業性が向上する。30

【0039】

特に、蒸気発生器130では、水室131、133の床面が半球状を有するので、この床面上にて水室内作業装置を移動させることは、容易でない。この点において、この水室内作業装置1は、水室131、133の管板面137aから吊り下げられることにより、平坦な管板面137a上に設置される。これにより、水室131、133内における水室内作業装置1の移動が容易となる。

【0040】

なお、水室内作業装置1（ベース2）の移動は、例えば、次のように行われる。水室内作業時には、ベース2が双方のクランプ23a、23bの先端部を伝熱管132に挿入して伝熱管132をクランプ保持することにより定位置に固定されている。そして、水室内作業装置1の移動時には、まず、一方のクランプ23a（23b）が伝熱管132をクランプ保持しつつ、他方のクランプ23b（23a）が伝熱管132から引き抜かれて伝熱管132に対するクランプ保持を解除する。次に、ウイング22b（22a）が伸びて（あるいは縮んで）先端をスライド変位させることにより、この他方のクランプ23b（23a）が管板面137aに沿って移動する。次に、この他方のクランプ23b（23a）が先端部を再び伝熱管132に挿入して伝熱管132をクランプ保持する。これにより、他方のクランプ23b（23a）のクランプ位置が移動する。次に、この他方のクランプ23b（23a）が伝熱管132をクランプ保持した状態のまま、一方のクランプ23a（23b）が同様にしてクランプ位置を移動させる。そして、双方のクランプ23a、23bが交互にクランプ位置を移動させることにより、ベース2が管板面137a上を歩行40

50

して移動できる。

【 0 0 4 1 】

また、ツール 5 を交換するときは、水室内作業装置 1 が水室 1 3 1、1 3 3 内に設置された状態のまま、マニピュレータ 4 が遠隔操作されて先端部を水室 1 3 1、1 3 3 のマンホール 1 3 8 から水室 1 3 1、1 3 3 の外部に突出させる（図 1 参照）。そして、この状態にて、マニピュレータ 4 の先端部に取り付けられたツール 5 が交換される。したがって、水室 1 3 1、1 3 3 内に水室内作業装置 1 を設置したまま、水室 1 3 1、1 3 3 外にてツール 5 の交換作業を行い得る。これにより、ツール 5 の交換作業が容易化される。

【 0 0 4 2 】

[ 水室内作業装置の設置工程 ]

図 7 ~ 図 1 7 は、図 1 に記載した水室内作業装置の設置工程を示すフローチャート（図 7）および説明図（図 8 ~ 図 1 7）である。水室内作業装置の設置工程では、以下のように、水室内作業装置 1 が水室 1 3 1、1 3 3 内に搬入されて設置される。ここでは、水室内作業装置 1 が入口側水室 1 3 1 に設置される場合について説明する。

【 0 0 4 3 】

まず、竿状の治具 1 0 がマンホール 1 3 8 から水室 1 3 1 内に挿入され、この治具 1 0 が用いられて、管板面 1 3 7 a にベース搬入取付治具 1 1 が設置される（ステップ S T 1）（図 8 参照）。このベース搬入取付治具 1 1 は、ベース 2 を管板面 1 3 7 a に取り付けるための治具であり、伝熱管 1 3 2 に挿入されて管板面 1 3 7 a に固定される。このベース搬入取付治具 1 1 には、ベース 2 を吊り上げるためのワイヤ 1 2 が係留される（図 9 参照）。

【 0 0 4 4 】

次に、ベース 2 および連結リンク 3 が水室 1 3 1 内に搬入されて管板面 1 3 7 a に設置される（ベース設置ステップ S T 2）（図 1 0 参照）。このとき、ベース 2 および連結リンク 3 があらかじめ連結されて水室 1 3 1 内に搬入される。また、ベース 2 が、ウインチ 2 4 を搭載しており（図 1 1 参照）、このウインチ 2 4 でワイヤ 1 2 を巻き取ることによりマンホール 1 3 8 から水室 1 3 1 内の管板面 1 3 7 a まで吊り上げられる。これにより、重量のあるベース 2 を水室 1 3 1 の管板面 1 3 7 a まで容易に引き上げ得る。そして、ベース 2 が、クランプ 2 3 a、2 3 b の先端部を伝熱管 1 3 2 に挿入して伝熱管 1 3 2 をクランプ保持することにより、管板面 1 3 7 a に固定される（図 3 参照）。このとき、作業員が竿状の治具 1 0 を用いてベース 2 を下方から押し上げ、あるいは、他のロープ（図示省略）を用いて引き上げることにより、ベース 2 が管板面 1 3 7 a まで上手く吊り上げられるように操作する。

【 0 0 4 5 】

次に、ベース 2 の下部に取付治具 1 3 が設置される（ステップ S T 3）（図 1 2 参照）。この取付治具 1 3 は、円弧状に湾曲した長尺な板状部材から成り、マニピュレータ 4 を連結リンク 3 に連結するための治具として用いられる。取付治具 1 3 は、上端部にてベース 2 の下部に取り付けられ、下端部にてマンホール 1 3 8 の入口に固定される。これにより、取付治具 1 3 がベース 2 の下部からマンホール 1 3 8 の入口に渡されて、滑り台状のガイドが形成される。

【 0 0 4 6 】

次に、マニピュレータ 4 の後段部 4 2 が連結リンク 3 に連結される（ステップ S T 4）（図 1 3 参照）。このとき、竿状の治具 1 4 が後段部 4 2 に差し込まれて取り付けられる。そして、後段部 4 2 が取付治具 1 3 に乗せられてガイドされながら治具 1 4 で押し上げられて連結リンク 3 に連結される。これにより、重量のある後段部 4 2 をマンホール 1 3 8 から管板面 1 3 7 a 上のベース 2 まで容易に搬送できる。また、滑り台状の取付治具 1 3 により、後段部 4 2 を水室 1 3 1 内の連結リンク 3 まで容易にガイドできる。なお、治具 1 4 は、後段部 4 2 と連結リンク 3 との連結後に、後段部 4 2 から取り外される（図 1 4 参照）。

【 0 0 4 7 】

10

20

30

40

50

次に、マニピュレータ4の前段部41がマニピュレータ4の後段部42に連結され、この前段部41にツール5が取り付けられる(ステップST5)(図15参照)。このとき、前段部41が取付治具13に乗せられてガイドされながら押し上げられて後段部42に連結される。これにより、重量のある前段部41をマンホール138から後段部42まで容易に搬送できる。また、滑り台状の取付治具13により、前段部41の上端部を後段部42の下端部まで容易にガイドできる。なお、この作業は、作業員が水室131の外部からマンホール138越しに行う。

【0048】

その後、取付治具13が連結リンク3から取り外されて撤去される(ステップST6)(図1参照)。これにより、水室内作業装置の設置工程が終了する。

10

【0049】

なお、この実施の形態では、ベース2がウインチ24を搭載し、ベース搬入取付治具11が管板面137aに設置され(ステップST1)、このベース搬入取付治具11に取り付けられたワイヤ12をウインチ24が巻き取ることにより、ベース2が水室131内の管板面137aまで吊り上げられて設置される(ステップST2)(図8~図11)。しかし、これに限らず、例えば、マンホール138に固定できる小型のクレーン装置16が用いられてベース2が管板面137aに設置されても良い(図16および図17参照)。

【0050】

また、この実施の形態では、ベース2を水室131に搬入するとき(ステップST2)に用いられるウインチ24が、ベース2に搭載されている(図11参照)。しかし、これに限らず、ウインチ24が、管板面137a側に設置されるベース搬入取付治具11に搭載されても良い(図示省略)。

20

【0051】

また、この実施の形態では、竿状の治具10が用いられてベース搬入取付治具11が管板面137aに設置されている(ステップST1)(図8および図9参照)。しかし、これに限らず、例えば、マンホール138に固定できる小型のクレーン装置16(図16および図17参照)が用いられてベース搬入取付治具11が管板面137aに設置されても良い。

【実施例】

【0052】

[ベースの具体例]

図18は、図1に記載した水室内作業装置のベースの実施例を示す斜視図である。同図は、ベース2および中間リンク3の組立体を示しており、また、ベース2がウイング22a、22bを開いた状態を示している。図19~図21は、図18に記載したベースを示す正面図(図19)、平面図(図20)および右側面図(図21)である。これらの図は、ベース2が管板面137aにて伝熱管132をクランプしている状態を示している。図22および図23は、図18に記載したベースを示す斜視図(図22)および右側面図(図23)である。同図は、ベース2がウイング22a、22bを閉じた状態を示している。

30

【0053】

この実施例では、ベース本体21が略立方形状の枠状部材により構成されている(図18~図23参照)。また、ベース2が、一对のウイング22a、22a;22b、22bを一組として、二組のウイング22a、22a、22b、22bを有している。また、これらのウイング22a、22bがベース本体21の四方の側面からそれぞれ挿入されて配置されている。また、これらのウイング22a、22bが、ベース本体21の側面から相互に独立して突出および収納できるように、ベース本体21に対してスライド可能(進退可能)に配置されている。また、ウイング22a、22bが、ベース本体21に収納されたアクチュエータにより相互に独立して駆動される。かかる構成では、ベース2がウイング22a、22bを開くときには、ウイング22a、22bがベース本体21の側面からスライド変位して突出する。また、ベース2がウイング22a、22bを閉じるときには

40

50

、ウイング 2 2 a、2 2 b がベース本体 2 1 に収納される。

【 0 0 5 4 】

また、これらのウイング 2 2 a、2 2 b には、3 つを一組とするクランパ 2 3 a ; 2 3 b が伝熱管 1 3 2 の設置間隔に合わせて一列に揃えられて配置されている（図 1 8 ~ 図 2 3 参照）。また、クランパ 2 3 a、2 3 b が、クランプ機構 2 3 1 と、グリップシリンダ機構 2 3 2 と、メインシリンダ機構 2 3 3 とを有している（図示省略。図 2 4 ~ 図 3 3 参照。）。クランプ機構 2 3 1 は、クランパ 2 3 a、2 3 b の先端部に配置され、伝熱管 1 3 2 に挿入されて拡径および縮径することにより、伝熱管 1 3 2 をクランプする機構である。具体的には、クランプ機構 2 3 1 がテーパロッドおよびコッタから成る。そして、テーパロッドがコッタに嵌め合わされてコッタが開くことにより、クランプ機構 2 3 1 が拡径して伝熱管 1 3 2 をクランプする（クランプ状態 ON）。また、テーパロッドがコッタから引き抜かれることにより、クランプ機構 2 3 1 が縮径して伝熱管 1 3 2 のクランプを解除する（クランプ状態 OFF）。グリップシリンダ機構 2 3 2 は、クランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを駆動してクランプ機構 2 3 1 のクランプ状態の ON / OFF（拡径および縮径）を切り替える機構である。具体的には、グリップシリンダ機構 2 3 2 が、クランプ機構 2 3 1 のテーパロッドをピストンとするシリンダから成る。そして、クランプ機構 2 3 1 が伝熱管 1 3 2 に挿入された状態にて、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側から引き込むと、クランプ機構 2 3 1 がクランプ状態 ON となる。また、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側に押し込むと、クランプ機構 2 3 1 がクランプ状態 OFF となる。メインシリンダ機構 2 3 3 は、グリップシリンダ機構 2 3 2 を進退変位させてクランプ機構 2 3 1 を伝熱管 1 3 2 に挿入退出させる機構である。具体的には、ベース 2 が管板面 1 3 7 a に設置された状態にて、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を押し上げることにより、グリップシリンダ機構 2 3 2 が管板面 1 3 7 a に当接して、クランプ機構 2 3 1 が伝熱管 1 3 2 に挿入される。また、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を引き下げることにより、グリップシリンダ機構 2 3 2 が管板面 1 3 7 a から離隔して、クランプ機構 2 3 1 が伝熱管 1 3 2 から引き抜かれる。

【 0 0 5 5 】

[ ベースの歩行ロジック ]

図 2 4 ~ 図 3 3 は、ベースの歩行ロジックを示す説明図である。これらの図は、ベース 2 が管板面 1 3 7 a を歩行するときのウイング 2 2 a、2 2 b およびクランパ 2 3 a、2 3 b の基本動作の実施例を示している。なお、ベース 2 の歩行ロジックは、この実施例に限定されない。

【 0 0 5 6 】

この実施例では、ベース 2 は、相互に直交するウイング 2 2 a、2 2 b を交互にスライド変位させつつ、伝熱管 1 3 2 に対するクランパ 2 3 a、2 3 b のクランプ位置を順次移動させることにより、管板面 1 3 7 a に沿って移動する。また、対向する一对のウイング 2 2 a、2 2 a ; 2 2 b、2 2 b が同時に駆動される。ここでは、ベース 2 が図中の左方向から右方向に移動する場合について説明する（図 2 4 ~ 図 3 3 参照）。

【 0 0 5 7 】

ベース 2 の停止状態では、ベース 2 がすべてのクランパ 2 3 a、2 3 b の先端部を伝熱管 1 3 2 に挿入して伝熱管 1 3 2 をクランプしている（図 1 9、図 2 1 および図 2 3 参照）。このとき、各クランパ 2 3 a、2 3 b では、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を押し上げ、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側から引き込むことにより、クランプ機構 2 3 1 のクランプ状態が ON となっている（図 2 4 参照）。この状態では、ベース 2 が管板面 1 3 7 a にしっかりと固定された状態にある。

【 0 0 5 8 】

ベース 2 の移動時には、まず、ベース 2 の移動方向にスライド変位できるウイング 2 2 b のクランパ 2 3 b にて、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロ

10

20

30

40

50

ッドを伝熱管 1 3 2 側に押し込む (図 2 5 参照)。すると、クランプ機構 2 3 1 のクランプ状態が OFF となる。次に、このクランプ 2 3 b にて、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を引き下げる (図 2 6 参照)。この状態では、ベース本体 2 1 が残りのウイング 2 2 a (図示省略) のクランプ 2 3 a (クランプ状態 ON) により支持されている。そして、このクランプ状態 OFF となったクランプ 2 3 b を有するウイング 2 2 b がベース 2 の移動方向にスライド変位する (図 2 7 参照)。

【 0 0 5 9 】

次に、この移動したクランプ 2 3 b にて、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を押し上げて管板面 1 3 7 a に当接させる (図 2 8 参照)。そして、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側から引き込むことにより、クランプ機構 2 3 1 のクランプ状態が ON となる。これにより、すべてのクランプ 2 3 a、2 3 b のクランプ状態が ON となる。

10

【 0 0 6 0 】

次に、ベース 2 の移動方向に直交する方向のウイング 2 2 a (図示省略) のクランプ 2 3 a にて、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側に押し込む (図 2 9 参照)。すると、クランプ機構 2 3 1 のクランプ状態が OFF となる。次に、このクランプ 2 3 a にて、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を引き下げる (図 3 0 参照)。この状態では、ベース本体 2 1 が移動方向のウイング 2 2 b のクランプ 2 3 b により支持されている。

【 0 0 6 1 】

20

次に、ベース本体 2 1 とクランプ状態 OFF となったウイング 2 2 a (図示省略) とが、ベース 2 の移動方向にスライド変位する (図 3 1 参照)。具体的には、クランプ状態 ON のウイング 2 2 b が駆動されてベース 2 の移動方向の逆側に向かってスライド変位することにより、ベース本体 2 1 とウイング 2 2 a (図示省略) とがクランプ状態 ON のウイング 2 2 b に対して相対的に変位する。これにより、ベース 2 が管板面 1 3 7 a に対して移動する (図 3 2 参照)。

【 0 0 6 2 】

次に、このベース本体 2 1 と共に移動したクランプ 2 3 a にて、メインシリンダ機構 2 3 3 がグリップシリンダ機構 2 3 2 を押し上げて管板面 1 3 7 a に当接させる (図 3 3 参照)。そして、グリップシリンダ機構 2 3 2 がクランプ機構 2 3 1 のテーパロッドを伝熱管 1 3 2 側から引き込むことにより、クランプ機構 2 3 1 のクランプ状態が ON となる (図 2 4 に戻り参照)。これにより、すべてのクランプ 2 3 a、2 3 b のクランプ状態が ON となり、ベース 2 が最初の停止状態に戻る。

30

【 0 0 6 3 】

そして、ベース 2 が、上記の動作を繰り返し行うことにより、管板面 1 3 7 a に沿って任意の距離を移動できる。また、ベース 2 が、相互に直交するウイング 2 2 a、2 2 b を用いることにより、管板面 1 3 7 a 上を任意の方向に移動できる (図 3 参照)。

【 0 0 6 4 】

[ 水室内作業装置の搬入工程の具体例 ]

水室内作業装置 1 の搬入工程 (図 7 参照) では、ベース設置ステップ ST 2 (図 7 および図 1 0 ~ 図 1 2 参照) にて、ベース 2 (ベース 2 および中間リンク 3 の組立体) がすべてのウイング 2 2 a、2 2 b を閉じた状態 (図 2 2 参照) で水室 1 3 4 に搬入されることが好ましい。すると、ベース 2 がウイング 2 2 a、2 2 b を開いた状態 (図 1 8 参照) で搬入される構成と比較して、組立体 2、3 がコンパクト化されるので、水室 1 3 4 への搬入作業および管板面 1 3 7 a への設置作業が容易化される。

40

【 0 0 6 5 】

また、マニピュレータ 4 の後段部 4 2、前段部 4 1 およびツール 5 の取付作業時 (ステップ ST 4、ST 5) (図 7、図 1 4 および図 1 5 参照) では、ベース 2 がすべてのウイング 2 2 a、2 2 b を開いて管板面 1 3 7 a に設置された状態 (図 1 9 ~ 図 2 1 参照) とすることが好ましい。特に、マニピュレータ 4 の前段部 4 1 およびツール 5 の取付作業時

50

には、マニピュレータ4の重量がベース2のクランプ23a、23bに作用する。したがって、この取付作業時にて、ベース2がすべてのウイング22a、22bを開いた状態とすることにより、ベース2に作用するモーメントを低減できる。これにより、マニピュレータ4の取付作業時におけるベース2のクランプ外れが防止される。

【0066】

同様に、ツール5の交換作業時にも、ベース2がすべてのウイング22a、22bを開いて管板面137aに設置された状態(図19~図21参照)とすることが好ましい。これにより、ベース2に作用するモーメントを低減できるので、ツール5の交換作業時におけるベース2のクランプ外れが防止される。

【0067】

さらに、ツール5の取付作業時(ステップST5)および交換作業時には、マニピュレータ4の通電を解除した状態とすることが好ましい。すなわち、マニピュレータ4の間接部を外力に対してフリーにした状態で、ツール5の取付作業および交換作業が行われることが好ましい。これにより、ベース2に作用するモーメントを低減できるので、ツール5の取付作業時および交換作業時におけるベース2のクランプ外れが防止される。

【0068】

また、水室内作業時(図5参照)には、ベース2がすべてのウイング22a、22bを開いて管板面137aに設置された状態(図19~図21参照)とすることが好ましい。これにより、ベース2に作用するモーメントを低減できるので、水室内作業時におけるベース2のクランプ外れが防止される。

【0069】

さらに、水室内作業装置1の移動時(図6参照)には、ベース2のクランプ状態が一方のウイング22a;22bにてOFFとなる(例えば、図26および図27参照)。このとき、マニピュレータ4の重心がベース本体21に対して鉛直方向真下にあることが好ましい(図示省略)。例えば、水室内作業装置1の移動時には、まず、ベース2がすべてのウイング22a、22bを開いて管板面137aに設置された状態(図19~図21参照)にて、マニピュレータ4の重心がベース本体21に対して鉛直方向真下となるように、マニピュレータ4が前段部41を折り畳む(図示省略)。そして、この状態にて、ベース2が管板面137aを移動する(図24~図33参照)。これにより、ベース2に作用するモーメントを低減できるので、水室内作業装置1の移動時におけるベース2のクランプ外れが防止される。

【0070】

[効果]

以上説明したように、この水室内作業装置1は、管板面137aにある伝熱管132を保持して管板面137aに固定されるベース2と、このベース2に連結されると共に水室130内に吊り下げられて配置されるマニピュレータ4とを備える(図1参照)。そして、ベース2が、マニピュレータ4に連結されるベース本体21と、このベース本体21に対して進退変位できるウイング22a、22bと、このウイング22に配置されると共に伝熱管132に挿入されて伝熱管132をクランプ保持するクランプ23a、23bとを有する(図3および図18~図23参照)。かかる構成では、ベース2がウイング22a、22bを進退変位させてクランプ23a、23bの保持位置を移動させることにより、管板面137aに沿って移動できる(図6および図24~図33参照)。したがって、マニピュレータ4の起点となる位置(ベース2の固定位置)を管板面137aにて移動させるので、水室131、133内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得る。これにより、水室130内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

【0071】

また、この水室内作業装置1では、ベース2が相互に異なる方向に独立して進退変位できる少なくとも一对のウイング22a、22bを有する(図3および図18~図23参照)。かかる構成では、ベース2が一对のウイング22a、22bを交互に進退変位させる

10

20

30

40

50

ことにより、水室 130 を管板面 137a に沿って任意の方向に移動できる。これにより、水室 130 内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

【0072】

また、この水室内作業装置 1 は、ベース 2 とマニピュレータ 4 とを連結する連結リンク 3 を備える（図 2 および図 3 参照）。そして、マニピュレータ 4 が基本姿勢の基準軸 m を連結リンク 3 の回転軸 1 に対して所定の傾斜角  $\theta$  にて傾斜させて連結リンク 3 に連結される。かかる構成では、マニピュレータ 4 が、ベース 2 を起点として吊り下げられた状態にて、その基本姿勢の基準軸 m を管板面 137a の法線方向に対して傾斜させる。したがって、水室 131、133 が管板面 137a を天井とした 1/4 球状の室内形状を有するとき、マニピュレータ 4 の向きを水室 131、133 の床面および壁面の双方に対して容易に変化させ得る。これにより、水室 131、133 の隅々までツール 5 を移動させ得るので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

10

【0073】

また、この水室内作業装置 1 では、マニピュレータ 4 が分割構造を有する（図 14 および図 15 参照）。かかる構成では、マニピュレータ 4 の設置時にて、マニピュレータ 4 を分割してベース 2 あるいは中間リンク 3 に組み付け得る。したがって、重量のあるマニピュレータ 4 を組み付けるときに、伝熱管 132 に対するベース 2 のクランプ保持が外れる事態が抑制される。これにより、伝熱管 132 をクランプ保持する方式のベース 2 に対してマニピュレータ 4 を安全に設置できる利点がある。

20

【0074】

また、この水室内作業方法では、水室内作業装置 1 が、管板面 137a にある伝熱管 132 をクランプ保持するベース 2 を備えると共に、この伝熱管 132 に対するクランプ保持位置を移動させることにより管板面 137a に沿って移動する（図 6 および図 24 ~ 図 33 参照）。したがって、マニピュレータ 4 の起点となる位置（ベース 2 の固定位置）を管板面 137a にて移動させ得るので、水室 131、133 内の異なる位置を起点として水室内作業を行い得る。これにより、水室 130 内における作業領域が拡大されるので、水室内作業の作業性が向上する利点がある。

【0075】

また、この水室内作業方法では、水室内作業時あるいは水室内搬入時にて、ベース 2 がウイング 22a、22b を開いた状態で伝熱管 132 を保持する（図 19 ~ 図 21 参照）。これにより、ベース 2 に作用するモーメントを低減できるので、水室内作業時におけるベース 2 のクランプ外れが防止される利点がある。

30

【0076】

また、この水室内作業方法では、水室内作業装置 1 の移動時にて、マニピュレータ 4 の重心がベース本体 21 に対して鉛直方向真下に配置される（図示省略）。かかる構成では、ベース 2 に作用するモーメントを低減できるので、水室内作業装置 1 の移動時におけるベース 2 のクランプ外れが防止される利点がある。

【産業上の利用可能性】

【0077】

以上のように、この発明にかかる水室内作業装置および水室内作業方法は、蒸気発生器における水室内作業の作業性を向上できる点で有用である。

40

【符号の説明】

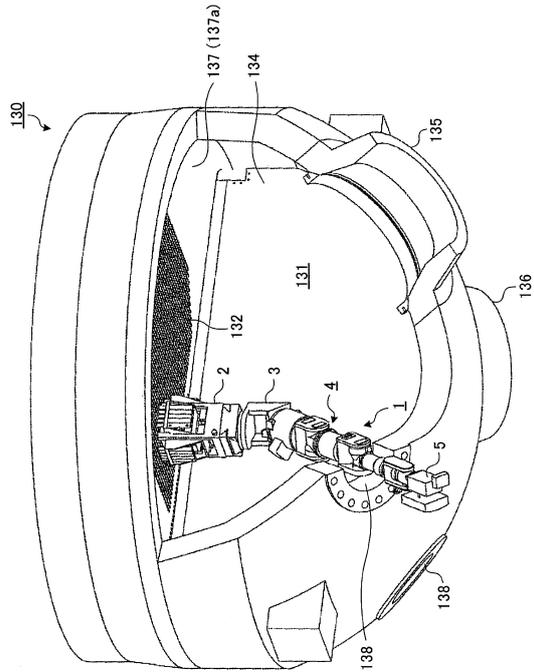
【0078】

- 1 水室内作業装置
- 2 ベース
- 21 ベース本体
- 22a、22b ウイング
- 23a、23b クランパ
- 231 クランプ機構

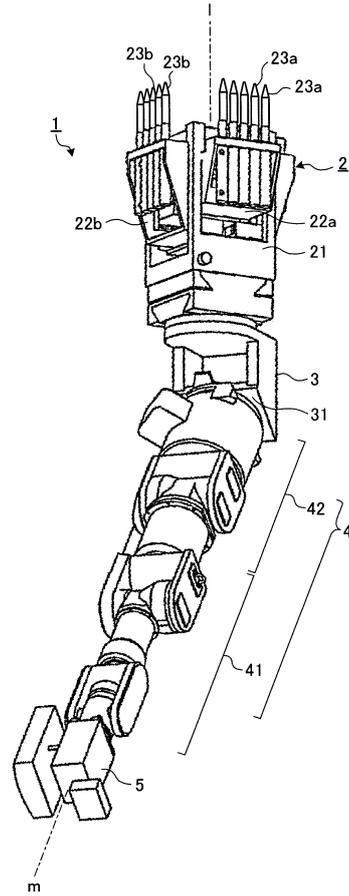
50

2 3 2	グリップシリンダ機構	
2 3 3	メインシリンダ機構	
2 4	ウインチ	
3	連結リンク	
3 1	取付面	
4	マニピュレータ	
4 1	前段部	
4 2	後段部	
5	ツール	
1 0	治具	10
1 1	ベース搬入取付治具	
1 2	ワイヤ	
1 3	取付治具	
1 4	治具	
1 6	クレーン装置	
1 0 0	原子力プラント	
1 1 0	原子炉容器	
1 2 0	加圧器	
1 3 0	蒸気発生器	
1 3 1	入口側水室	20
1 3 2	伝熱管	
1 3 3	出口側水室	
1 3 4	仕切板	
1 3 5	入口管台	
1 3 6	出口管台	
1 3 7	管板	
1 3 7 a	管板面	
1 3 8	マンホール	
1 4 0	ポンプ	
1 5 0	一次冷却材管	30

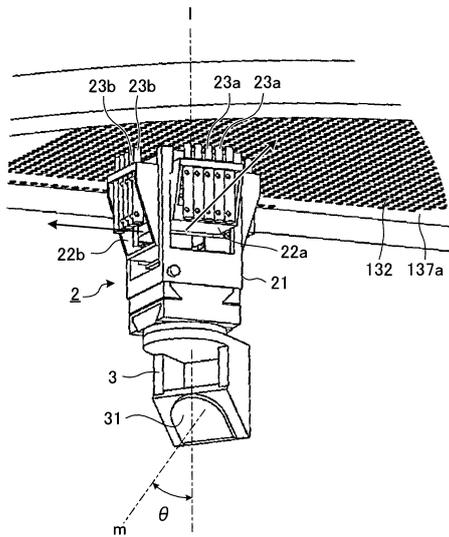
【図 1】



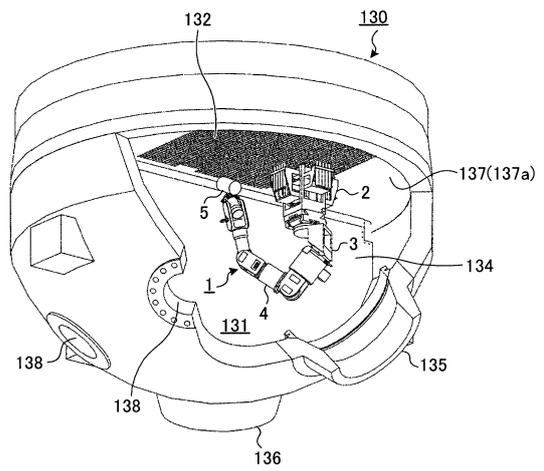
【図 2】



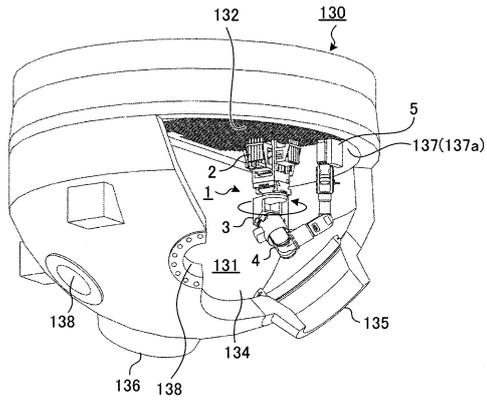
【図 3】



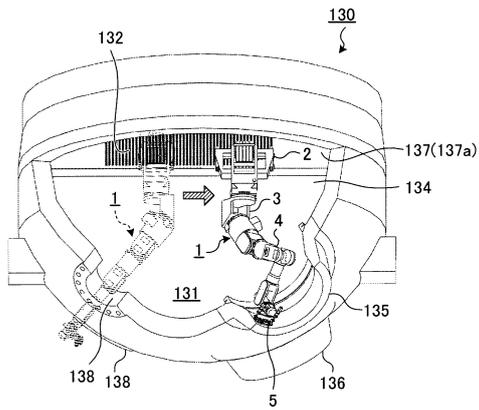
【図 4】



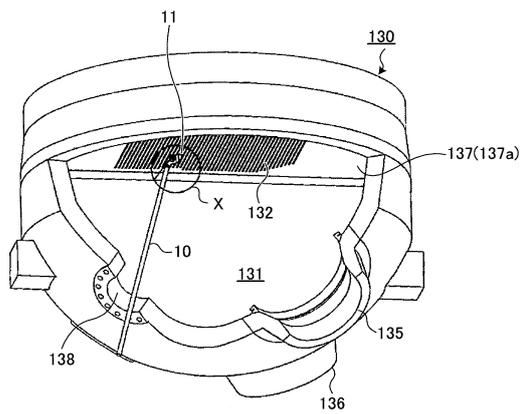
【図5】



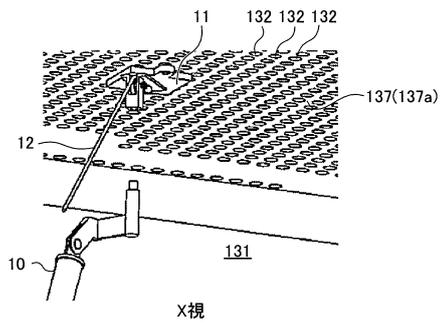
【図6】



【図8】



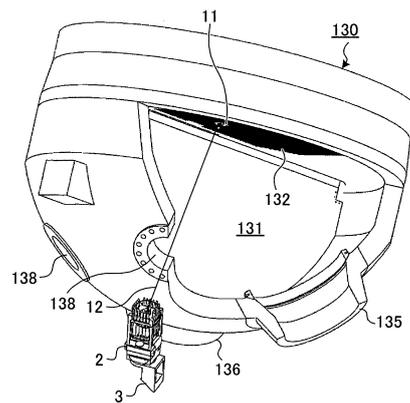
【図9】



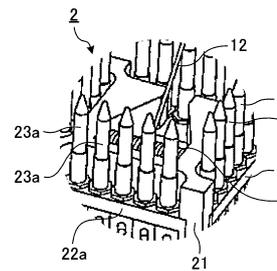
【図7】



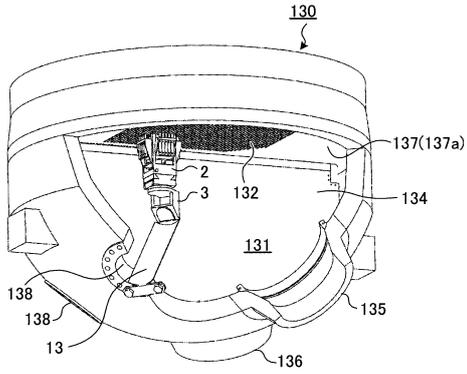
【図10】



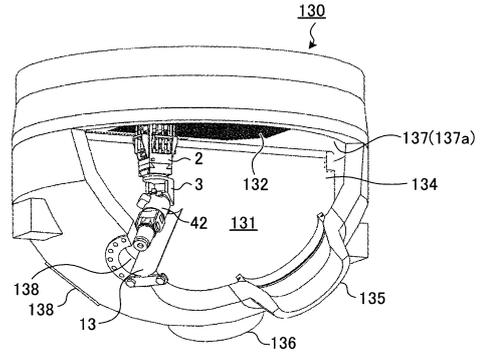
【図11】



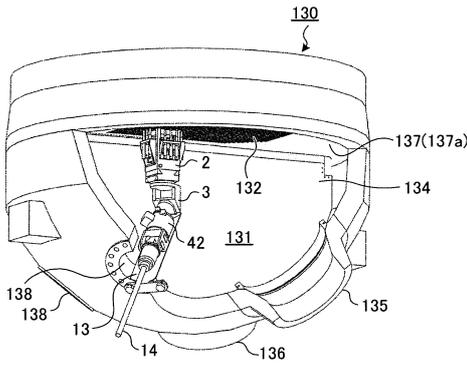
【図12】



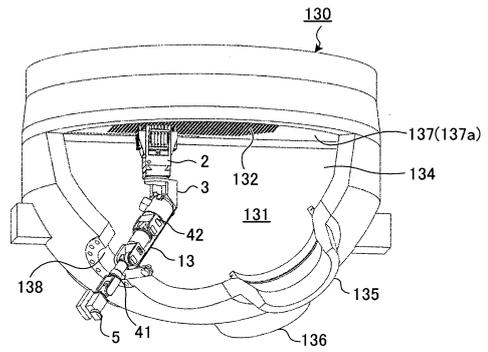
【図14】



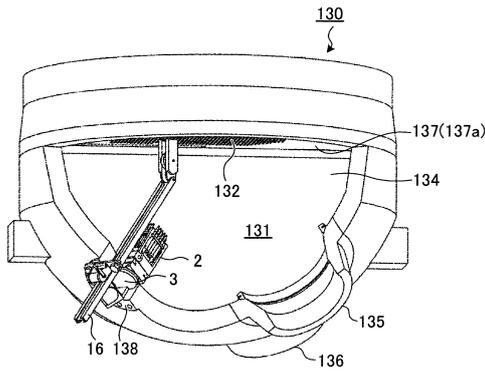
【図13】



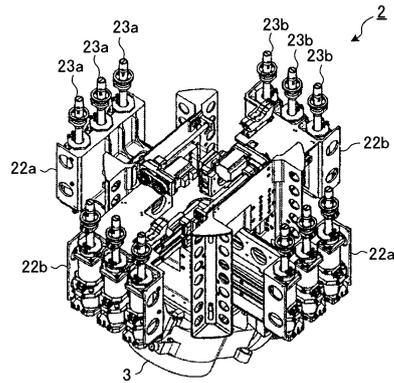
【図15】



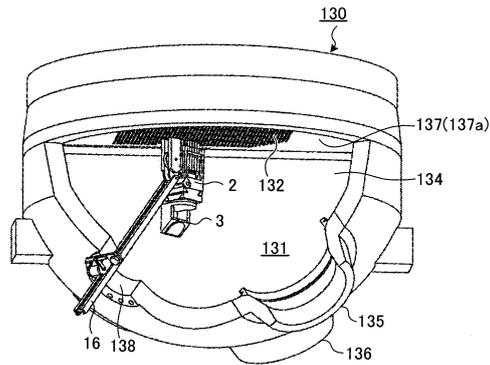
【図16】



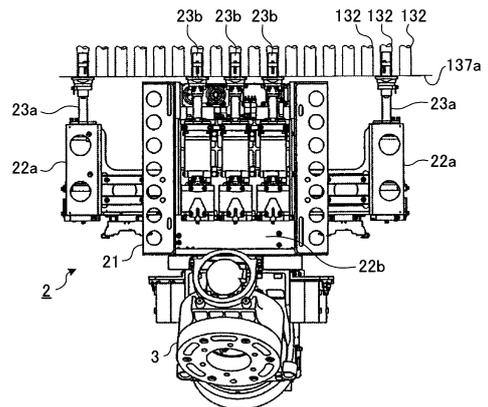
【図18】



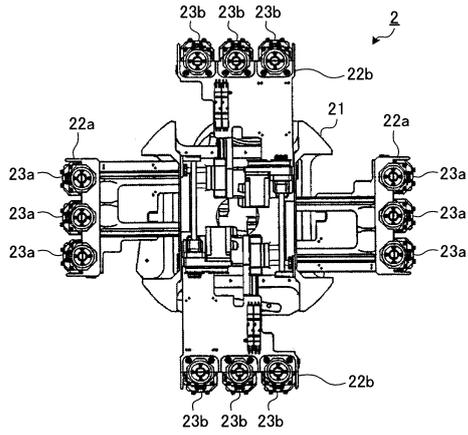
【図17】



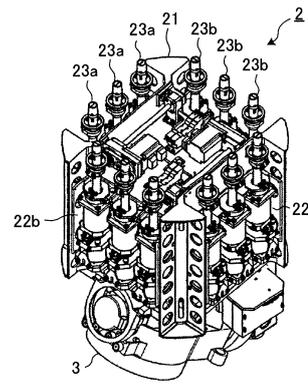
【図19】



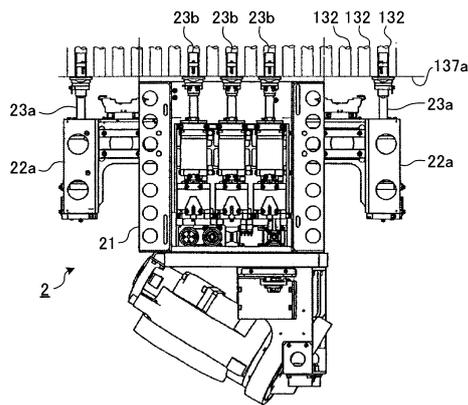
【図20】



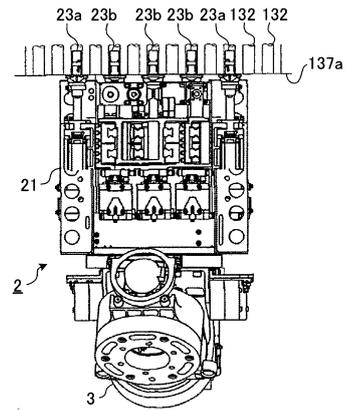
【図22】



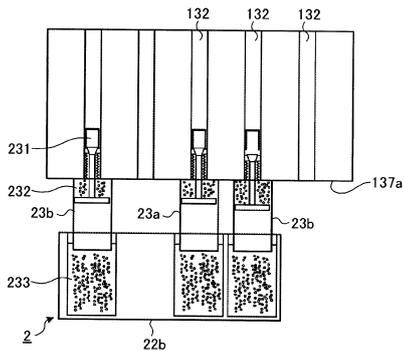
【図21】



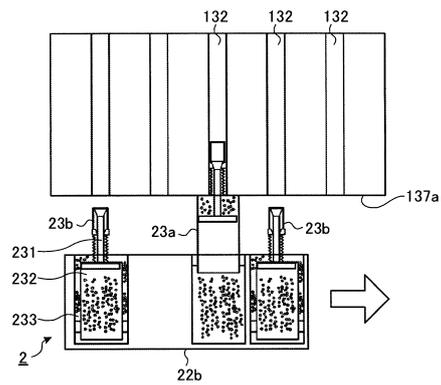
【図23】



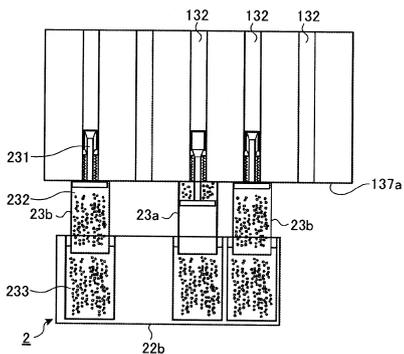
【図24】



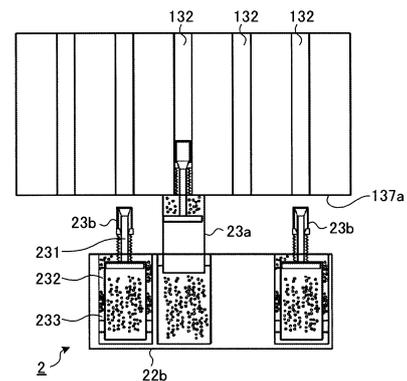
【図26】



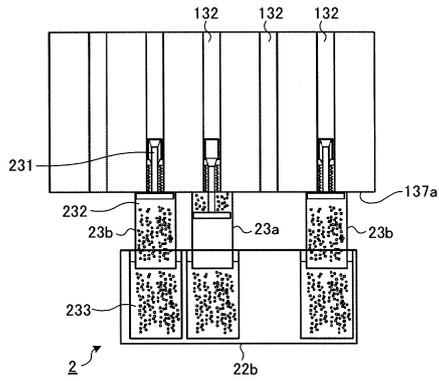
【図25】



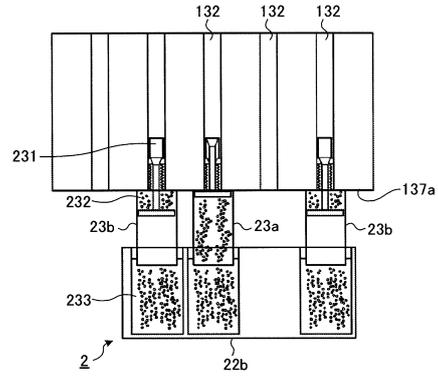
【図27】



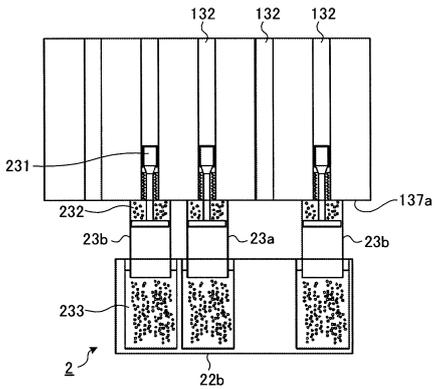
【図28】



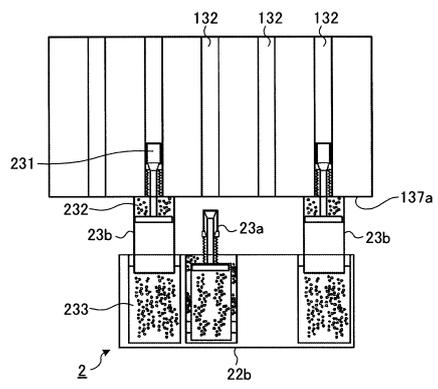
【図30】



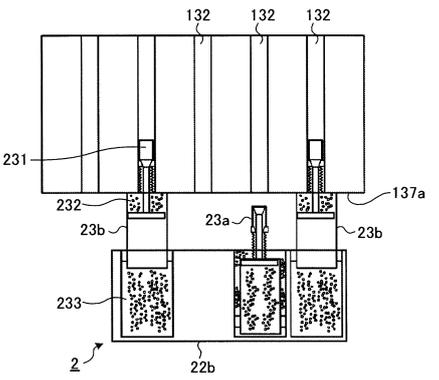
【図29】



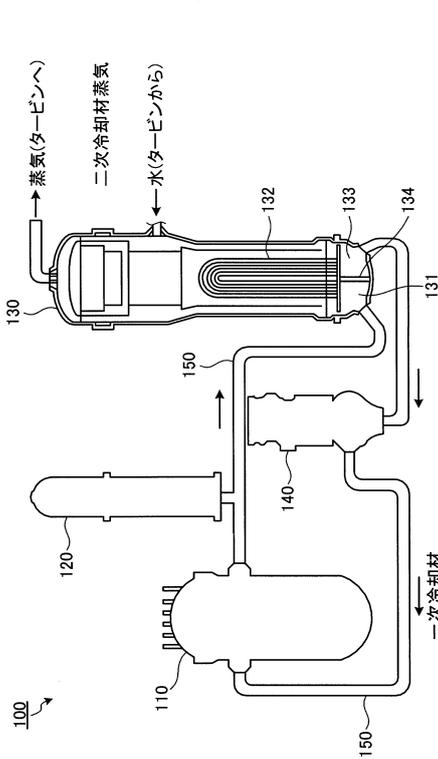
【図31】



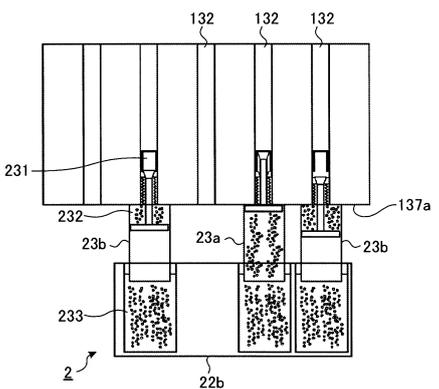
【図32】



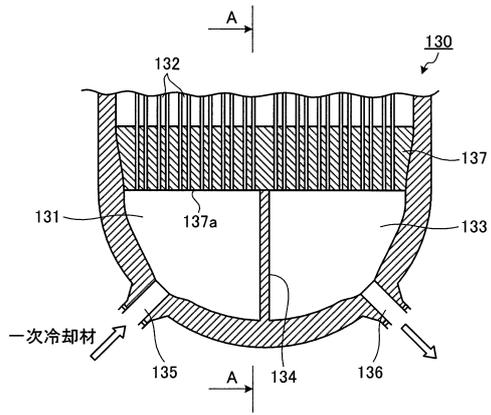
【図34】



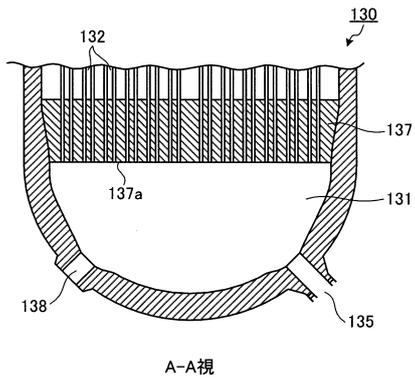
【図33】



【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 神吉 厚之  
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 村川 雄一

(56)参考文献 特開昭61-217603(JP,A)  
特開2007-181909(JP,A)  
特開2009-216310(JP,A)  
特開平03-208586(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G21C 19/02  
B25J 5/00  
F22B 37/02  
G21D 1/00