

(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2014-190893

(P2014-190893A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 2 1 C 19/20 (2006.01)	G 2 1 C 19/20 Z	2 G 0 7 5
G 2 1 C 17/003 (2006.01)	G 2 1 C 17/00 E	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2013-67836 (P2013-67836)
(22) 出願日 平成25年3月28日 (2013. 3. 28)

(71) 出願人 507250427
日立GEニュークリア・エナジー株式会社
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(74) 代理人 100100310
弁理士 井上 学
(74) 代理人 100098660
弁理士 戸田 裕二
(74) 代理人 100091720
弁理士 岩崎 重美
(72) 発明者 石澤 幸治
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
日立GEニュークリ
ア・エナジー株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子炉圧力容器内部の調査方法及び装置

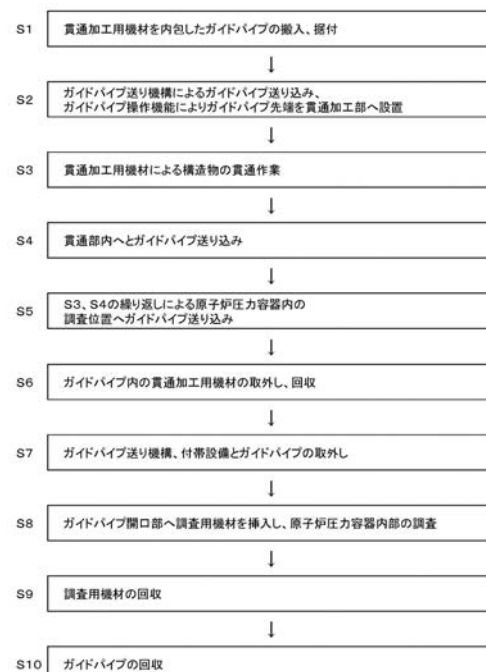
(57) 【要約】

【課題】原子炉施設の事故発生により、通常の調査、保全作業手順を実施することが困難な場合であっても、R P V 内部の調査作業を効率的に行なうことが可能な原子炉圧力容器内部の調査方法を提供するものである。

【解決手段】本発明の課題を解決するための手段は、原子力プラントにおける原子炉圧力容器内部の調査方法において、原子炉圧力容器内部へ至るまでの構造物に貫通加工を行うステップと、前記貫通加工された構造物内にアクセス経路を確保するステップと、前記アクセス経路を用いて機器を挿入するステップを有することを特徴とする。

【選択図】 図1

【図1】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

原子力プラントにおける原子炉圧力容器内部の調査方法において、
原子炉圧力容器内部へ至るまでの構造物に貫通加工を行うステップと、
前記貫通加工された構造物内にアクセス経路を確保するステップと、
前記アクセス経路を用いて機器を挿入するステップを有することを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の原子炉圧力容器内部の調査方法において、
前記アクセス経路の確保は、前記貫通加工の際に用いた外筒を利用することを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査方法。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の原子炉圧力容器内部の調査方法において、
前記貫通加工を行うと同時に調査経路上にガイドパイプを施設することを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査方法。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の原子炉圧力容器内部の調査方法において、
前記貫通加工は、所定の深さまで穿孔し、前記所定の深さまで穿孔した孔の幅方向の大きさを拡げ、その後、前記孔が形成された構造物の残りの部材に貫通孔を設けることを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査方法。

20

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の原子炉圧力容器内部の調査方法において、
前記アクセス経路を用いて機器を挿入するステップは、複数の調査機器を挿入及び取出しすることを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査方法。

【請求項 6】

原子力プラントにおける原子炉圧力容器内部の調査装置において、
複数の節を有するガイドパイプと、
前記ガイドパイプを操作する操作機構と、
前記ガイドパイプの先端に設けられた貫通加工用機器と、
前記ガイドパイプの先端に設けられたカメラを有することを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 における原子炉圧力容器内部の調査装置において、
前記操作機構は、前記ガイドパイプに設けられた複数のワイヤと、前記ワイヤを調整するワイヤ調整機構であることを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査装置。

【請求項 8】

請求項 6 における原子炉圧力容器内部の調査装置において、
前記操作機構は、前記ガイドパイプに設けられた複数のダンパーと、前記ダンパーを調整する調整機構であることを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査装置。

【請求項 9】

請求項 6 ～ 8 のいずれか一項に記載の原子炉圧力容器内部の調査装置において、
前記貫通加工用機器はウォータジェット切断装置であって、前記ガイドパイプの先端外周には飛散防止カバーを設けたことを特徴とする原子炉圧力容器内部の調査装置。

40

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、原子炉圧力容器外部から原子炉圧力容器内部の環境を把握するための調査方法及び装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

原子炉施設における通常の定期検査においては、シールドプラグ、原子炉格納容器蓋、原子炉压力容器蓋を順次取外し、更に原子炉压力容器の上部に位置する原子炉ウェルに水を満たした状態で、炉内機器を順次取り出し、原子炉压力容器（R P V : Reactor Pressure Vessel）内部の調査、保全作業等を行う。特許文献 1 では、これら構造物を取外した後に、ガイドパイプを炉内に設置し、ガイドパイプ内を通じて R P V 内へ保全装置を搬入することにより、R P V 内部の保全作業を短縮化させる工法が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】W O 0 2 / 0 1 1 1 5 1

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

万が一、原子炉建屋の全体的な機能が喪失するような非常事態が発生した場合には、これら構造物の取り外し装置が作動しない等の理由により、R P V 内部の通常の調査、保全作業手順を実施することが困難となる場合が考えられる。このような状況に至った場合、R P V 内部の調査に至るまでに多大な時間を要する可能性がある。

【0005】

本発明は、原子炉施設の事故発生により、通常の調査、保全作業手順を実施することが困難な場合であっても、R P V 内部の調査作業を効率的に行なうことが可能な原子炉压力容器内部の調査方法を提供するものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の課題を解決するための手段は、原子力プラントにおける原子炉压力容器内部の調査方法において、原子炉压力容器内部へ至るまでの構造物に貫通加工を行うステップと、前記貫通加工された構造物内にアクセス経路を確保するステップと、前記アクセス経路を用いて機器を挿入するステップを有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0007】

前記手段により、通常の調査手順を実施することが困難な場合であっても、R P V 内部の調査、保全作業を効率的に行なうことが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図 1】本発明の実施例 1 における沸騰水型原子炉（B W R : Boiling Water Reactor）の R P V 内調査に適用した作業ステップのフローチャートである。

【図 2】本発明の実施例 1 における B W R の R P V 内部へアクセス経路確保装置を適用した断面概略図を示す説明図である。

【図 3】本発明の実施例 1 におけるアクセス経路確保装置を示す説明図である。

【図 4】本発明の実施例 1 におけるアクセス経路確保装置の詳細を示す説明図である。

【図 5】図 1 のステップ S 2 の作業を示す説明図である。

40

【図 6】図 1 のステップ S 2 の作業を示す説明図である。

【図 7】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 8】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 9】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 10】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 11】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 12】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 13】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 14】図 1 のステップ S 3 の作業を示す説明図である。

【図 15】図 1 のステップ S 4 の作業を示す説明図である。

50

【図 16】図 1 のステップ S 5 の作業を示す説明図である。

【図 17】図 1 のステップ S 6 の作業を示す説明図である。

【図 18】図 1 のステップ S 7 の作業を示す説明図である。

【図 19】図 1 のステップ S 8 の作業を示す説明図である。

【図 20】図 1 のステップ S 9 の作業を示す説明図である。

【図 21】図 1 のステップ S 10 の作業を示す説明図である。

【図 22】本発明の実施例 2 における断面概略図を示す説明図である。

【図 23】本発明の実施例 2 におけるアクセス経路確保装置を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

10

本発明を沸騰水型原子炉（BWR）における原子炉圧力容器（RPV）内の調査を例に取り、図面を用いて説明する。

【実施例 1】

【0010】

図 1 は本発明における RPV 内調査に適用した作業ステップのフローチャートである。

【0011】

図 2 は BWR の原子炉建屋及び RPV の概略断面図である。通常の定期検査においては、シールドプラグ 1、原子炉格納容器蓋 2、原子炉圧力容器蓋 3 を順次取外し、更に原子炉圧力容器の上部に位置する原子炉ウェル 4 に水を満たした状態で、炉内機器 5（蒸気乾燥器 101、気水分離器 102 等）を順次取り出し、原子炉圧力容器内部の調査、保全作業等を行うのが一般的である。然しながら、万が一、原子炉建屋の全体的な機能が喪失するような非常事態が発生した場合には、これら構造物の取り外し装置（図示せず）が作動しない場合が考えられる。

20

【0012】

このような場合に、例えば、図 2 に示した原子炉圧力容器 100 内部の箇所 A の調査を実施するためには、シールドプラグ 1 の箇所 E、原子炉格納容器蓋 2 の箇所 D、原子炉圧力容器蓋 3 の箇所 C、蒸気乾燥器 101 と気水分離器 102 での箇所 B（必要に応じて蒸気乾燥器及び気水分離器）へ貫通孔を設ける必要がある。ただし、貫通孔を設ける際には、予め薄い部材を選ぶ、又は、既に設けられている貫通孔を利用することで効率的に調査箇所まで到達できる。例えば、同一軸上に垂直に貫通孔を設ける場合には、厚い部材に貫通孔を設ける必要が生じる為効率ではない。そこで、図 2 では効率的に貫通孔を設けられる経路の一例を記載した。

30

【0013】

図 3 及び図 4 に原子炉圧力容器 100 内部へ調査装置を出し入れする際に利用する、アクセス経路確保のためのアクセス経路確保装置 21 を示す。アクセス経路確保装置 21 は貫通加工用機材 6（例えばウォータジェット切断用ノズル、レーザ切断用ノズル）を先端部に内包したガイドパイプ 7、及び貫通加工機材の付帯設備 8（例えばウォータジェット切断装置本体、レーザ切断装置本体、）ガイドパイプ 7 を操作するためのガイドパイプ操作機構 22、及びガイドパイプ送り機構 9 を有する。

【0014】

40

図 4 に示すようにガイドパイプ 7 を操作するためのガイドパイプ操作機構 22 は、複数本のワイヤ 13 のそれぞれのテンションを調整できるように、複数個のワイヤ調整機構 23 を有している。ガイドパイプ 7 の周囲には、複数本のワイヤ 13 がフック 24 を通して設けられている。各ワイヤ 13 の長さは予め決められた箇所でガイドパイプ 7 の動きを制御可能にできるように、異なる長さにして設けられている。さらに、ガイドパイプ 7 の周囲には、挿入の際、外部にワイヤ 13 が引っかからないように、外筒カバー 25 を備えている。外筒カバー 25 は不要としても良い。

【0015】

本実施例では図 1 に示したフローチャートに示す方法によって、RPV 内の調査作業を実施する。以下作業ステップ毎に説明をする。

50

【 0 0 1 6 】

ステップ S 1 において貫通加工用機材 6 を先端部に内包したガイドパイプ 7、及び貫通加工機材の付帯設備 8、及びガイドパイプ送り機構 9 を原子炉建屋内に搬入し、据付を行う。図 2 はこれら設備をフロア 1 0 上に設置した図である。

【 0 0 1 7 】

以下の説明では、図 2 の箇所 B の作業を代表として、図 5 以降に説明する。貫通加工用機材 6 としてはウォータジェット切断を用いた場合を説明する。なお、説明は省略するが基本的には箇所 C、箇所 D、及び箇所 E も同様の作業ステップである。

【 0 0 1 8 】

次に、ステップ S 2 においてガイドパイプ送り機構 9 によりガイドパイプ 7 全体が R P V 内へ送り込まれる。

10

【 0 0 1 9 】

図 5 に示すように、ガイドパイプ 7 の先端には貫通加工用機材 6 のほかに、固定治具 1 1 にて固定されたカメラ 1 2 が内包されており、このカメラ 1 2 により送り込みの際にガイドパイプ先端部より先の状況確認を行う。またガイドパイプ 7 外側には、フロア 1 0 にてテンションの調整が可能な複数本のワイヤ 1 3 がガイドパイプ先端及び中間の位置からフロア 1 0 に設けられたガイドパイプ操作機構 2 2 にかけて取り付けられ、またガイドパイプ 7 には全長にわたり複数箇所の可変する節 1 4 が設けられている。カメラ 1 2 の機能と、ワイヤ 1 3 のテンションを変えることによる節の機能により、ガイドパイプヘッドを任意の場所へ可動させることが可能となり、構造物 1 5 上にガイドパイプ 7 先端を設置することが可能となる（図 6 ）。

20

【 0 0 2 0 】

図 7 ～ 1 4 に、次のステップ S 3 における、貫通加工用機材 6 による構造物の貫通作業を説明する。

【 0 0 2 1 】

まず、貫通加工を始める前の準備作業を説明する。高圧ホース 2 6 へポンプにて昇圧した水を注入する。なお、高圧ホース 2 6 とは別に研磨材を注入するための研磨材注入ホース 2 7 を有しても良い。これは、ウォータジェット切断の切削効率を上げるため高圧水に研磨材を混合させる場合があり、その混合材を注入するためである。また、混合材を回収させるための回収装置（図示せず）へ接続され、かつ固定治具 1 1 にて固定された回収ノズル 1 6 がガイドパイプ 7 先端に取り付けられており、適宜混合材の回収を行なう。このほかに、ガイドパイプ 7 外側へ研磨材の飛散を防止するため、エア供給チューブにより任意に大きさが変えられる混合水飛散防止カバー 1 7 がガイドパイプ 7 先端の外側に取り付けられている。エア供給により混合水飛散防止カバー 1 7 を膨らまし、ウォータジェット切断装置、及び研磨材回収装置の起動を行う（図 7 ）。

30

【 0 0 2 2 】

次に加工のためにウォータジェット切断装置を作動させる。高圧水と研磨材の混合水による切断効果で構造物 1 5 に穴を開ける（図 8 ）。ここで、このまま加工を進行し、構造物 1 5 に貫通口を開け、次に貫通口を外側に広げる加工をしても問題ないが、貫通口を開けると切断側と反対側の空間 1 8 に混合水が流出してしまうため、流出量を抑えたい場合は、構造物 1 5 の厚みを考慮して穴あけ加工を途中で中断し、貫通部の残りの厚み 1 9 を蓋の役割とし、穴を外側に拡大する手法も考えられる。以降はこの手法の説明を行う。

40

【 0 0 2 3 】

カメラ 1 2、ワイヤ 1 3、及び節 1 4 の機能により図 8 で開けた穴を基準として同心円状に順次穴を開けていき、全体として穴を拡大していく（図 9 ）。ガイドパイプ 7 に設けられた各ワイヤ 7 のテンションをワイヤ調整機構 2 3 により調整することで、ガイドパイプ 7 の各節 1 4 を利用してガイドパイプを目的とする場所へ移動し、カメラ 1 2 でガイドパイプの位置を観察しながら、順次、穴の大きさを確認し、穴を拡大していく。更に同様の手順を続けガイドパイプ 7 全体が貫通口を通る大きさまで穴を拡大していく（図 1 0 ）。この際、混合水飛散防止カバー 1 7 を膨らませていることにより最外周の穴開け加工の

50

際にも、ガイドパイプ 7 外側へ混合水の飛散を防止することが可能となっている。

【 0 0 2 4 】

ガイドパイプ 7 全体が貫通口を通る大きさまで穴を拡大させたのち、再びカメラ 1 2、ワイヤ 1 3、及び節 1 4 の機能により最初に穴を開けた位置に戻し（図 1 1）、蓋の役割をしていた構造物 1 5 の貫通加工を行うため、貫通加工用機材 6 を降下させ、貫通加工を行う。その後は図 9、図 1 0 に示した手順と同様の方法にて貫通加工を行い（図 1 2、図 1 3）、ガイドパイプ 7 全体が貫通口を通る大きさまで貫通口を拡大した後、貫通加工用機材 6 を当初の位置に戻し、ウォータージェット切断装置、及び研磨材回収装置の停止を行い、エア供給を停止し混合水飛散防止カバー 1 7 を収縮させる（図 1 4）。

【 0 0 2 5 】

次に、ステップ S 4 においてガイドパイプ送り機構 9 により更にガイドパイプ 7 全体を R P V 内へ送り込みを行う（図 1 5）。

【 0 0 2 6 】

次に、ステップ S 5 においてステップ S 3 と S 4 の手順を繰返ししながら、R P V 内の調査位置（本実施例では箇所 A）までガイドパイプ 7 先端を送り込む（図 1 6）。この際に、ガイドパイプ 7 に設けられた各ワイヤ 7 のテンションをワイヤ調整機構 2 3 により調整することで、ガイドパイプ 7 の各節 1 4 を利用してガイドパイプを目的とする場所へ移動させながら穿孔作業が実施できる。

【 0 0 2 7 】

調査箇所となる目的の位置までの穿孔作業が終了したら、次に、ステップ S 6 において、貫通加工用機材 6、カメラ 1 2、回収ノズル 1 6、及び固定治具 1 1 を取外し、フロア 1 0 まで回収を行う（図 1 7）。なお、ガイドパイプは現状の位置に据付けたままとする。図示しないが、固定治具 1 1 にはロック機構が設けられており、固定治具 1 1 はロック機構によりガイドパイプ 7 の先端へ取り付けられている。ロック機構を解除することで、固定治具 1 1 へ設けられた貫通加工用機材 6、カメラ 1 2、回収ノズル 1 6 は回収可能となる。ガイドパイプ 7 を回収せずに残しておくことで、この後の作業において、効率的に各種装置を調査箇所まで挿入することが出来る。

【 0 0 2 8 】

次に、ステップ S 7 において、フロア 1 0 上に設置されたガイドパイプ送り機構 9、付帯設備 8 をガイドパイプ 7 から取外す（図 1 8）。最終的に形成された調査装置を挿入するための経路は図 1 8 に示す通りである。

【 0 0 2 9 】

次に、ステップ S 8 において、フロア 1 0 上のガイドパイプ 7 の開口部から調査用機材 2 0 をガイドパイプ 7 内へ挿入し、ガイドパイプ 7 のガイド機能にて R P V 内部の開口部に出し、R P V 内の調査を行う（図 1 9）。

【 0 0 3 0 】

次に、ステップ S 9 において、調査終了後にガイドパイプ 7 のガイド機能にて調査用機材 2 0 の回収を行う（図 2 0）。ステップ S 8 と S 9 を繰返すことにより、複数の調査用機材を R P V 側への開口部に出せ、R P V 内の様々な調査をすることが可能となる。このように調査の際に、ガイドパイプ 7 を用いることで、効率的に装置の出し入れが可能となり、従って、全体の作業効率も大幅に向上する。

【 0 0 3 1 】

次に、ステップ S 1 0 において、節 1 4 の機能により、ガイドパイプ 7 のフロア 1 0 上まで回収を行う（図 2 1）。

【 0 0 3 2 】

本実施例では、ガイドパイプ 7 を予め R P V 内部にまで貫通させておくことで、万が一、原子炉施設の事故発生により、通常の調査、保全作業手順を実施することが困難な場合であっても、R P V 内部の調査、保全作業を効率的に行なうことが可能となる。

【 実施例 2 】

【 0 0 3 3 】

10

20

30

40

50

本発明の実施例 2 について、図面を用いて説明する。作業ステップは実施例 1 と同じであるため説明は省略する。

【 0 0 3 4 】

実施例 2 では、図 2 2 に示す通り、密閉室 2 8 及びフィルタ 2 9 を備えている。これにより、R P V 内の放射性物質を外部に漏洩することなく作業が可能となる。また、図 2 3 に示すように、ガイドパイプ 7 の移動にはワイヤではなく、油圧またエア調整機構 3 0、ダンパー 3 1 及び調整機構 3 0 とダンパー 3 1 を接続する複数のホース 3 2 によって構成しても良い。このような構成とすることで、ガイドパイプ 7 のより細かな制御が可能となる。

【 符号の説明 】

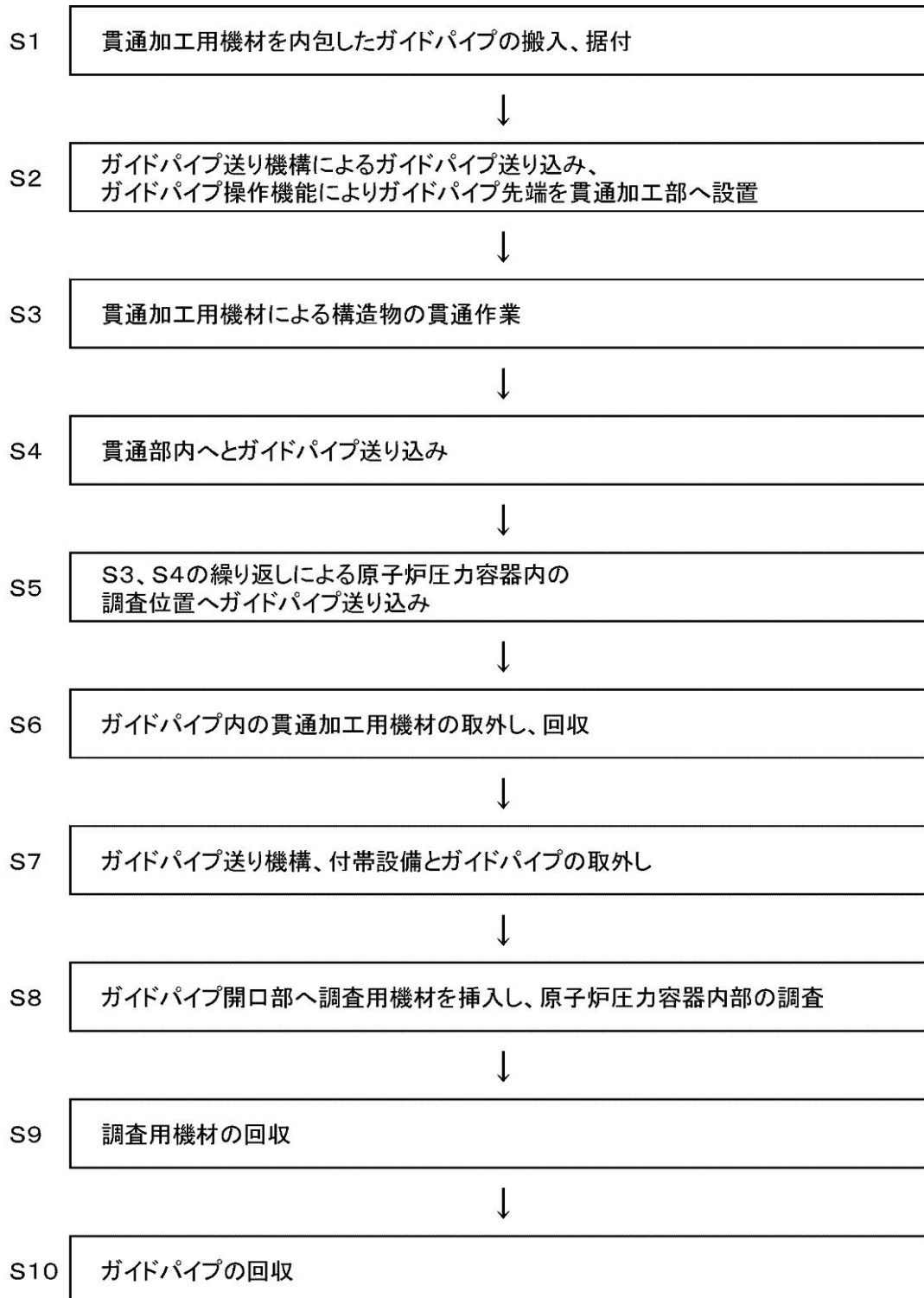
10

【 0 0 3 5 】

1 . . . シールドプラグ	
2 . . . 原子炉格納容器蓋	
3 . . . 原子炉压力容器蓋	
4 . . . 原子炉ウェル	
5 . . . 炉内機器	
6 . . . 貫通加工用機材	
7 . . . ガイドパイプ	
8 . . . 付帯設備	
9 . . . ガイドパイプ送り機構	20
1 0 . . . フロア	
1 1 . . . 固定治具	
1 2 . . . カメラ	
1 3 . . . ワイヤ	
1 4 . . . 節	
1 5 . . . 構造物	
1 6 . . . 回収ノズル	
1 7 . . . 混合水飛散防止カバー	
1 8 . . . 空間	
1 9 . . . 厚み	30
2 0 . . . 調査用機材	
2 1 . . . アクセス経路確保装置	
2 2 . . . ガイドパイプ操作機構	
2 3 . . . ワイヤ調整機構	
2 4 . . . フック	
2 5 . . . 外筒カバー	
2 6 . . . 高圧ホース	
2 7 . . . 研磨材注入ホース	
2 8 . . . 密閉室	
2 9 . . . フィルタ	40
3 0 . . . 調整機構	
3 1 . . . ダンパー	
3 2 . . . ホース	
1 0 0 . . . 原子炉压力容器	
1 0 1 . . . 蒸気乾燥器	
1 0 2 . . . 気水分離器	

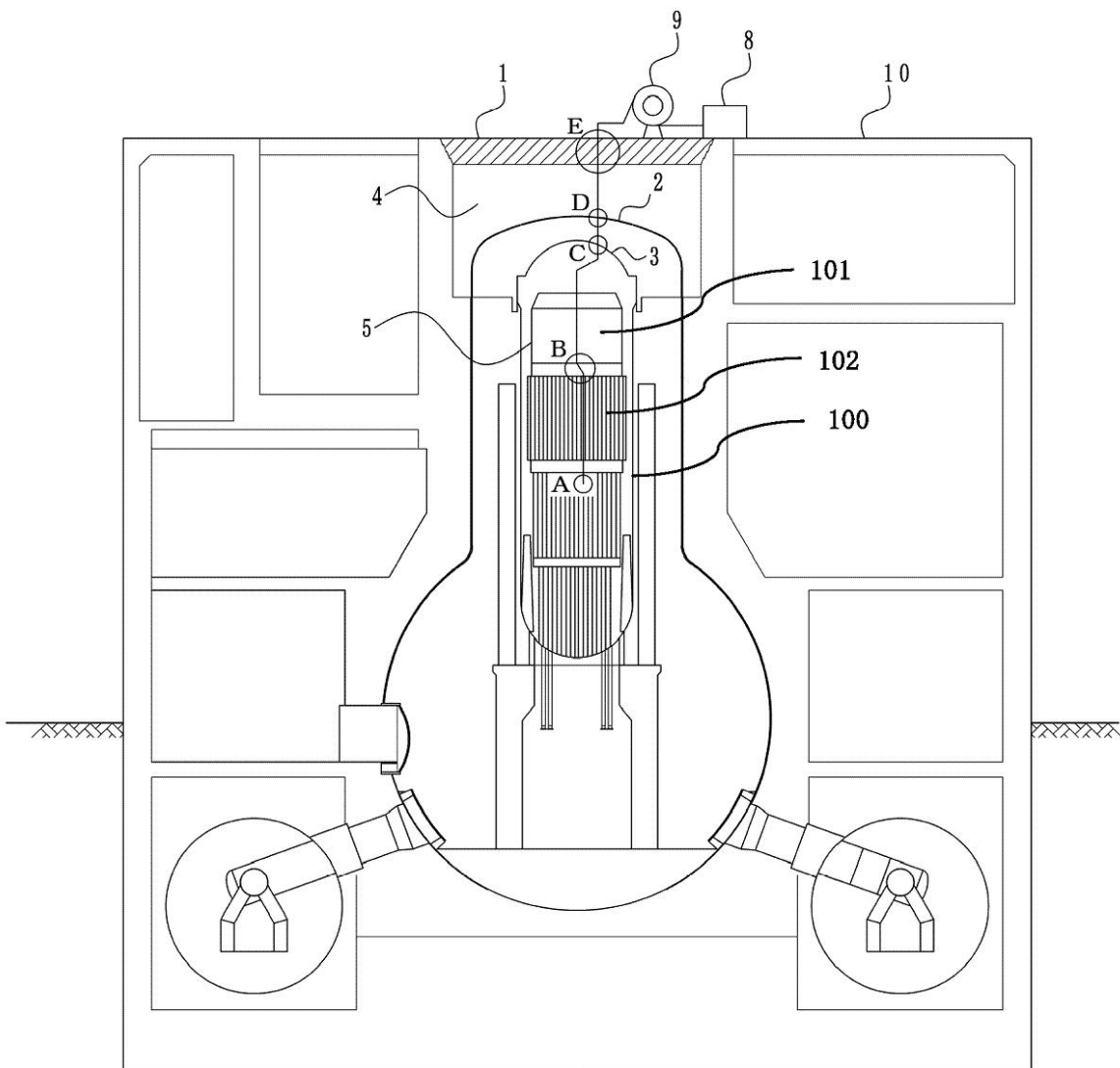
【図 1】

【図 1】

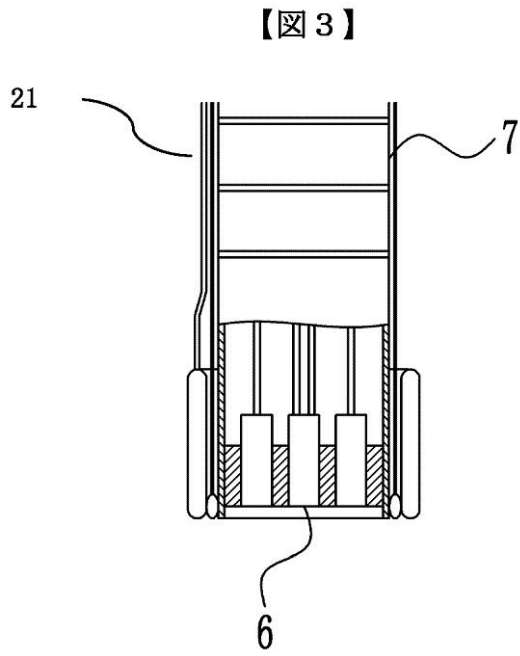


【図 2】

【図 2】



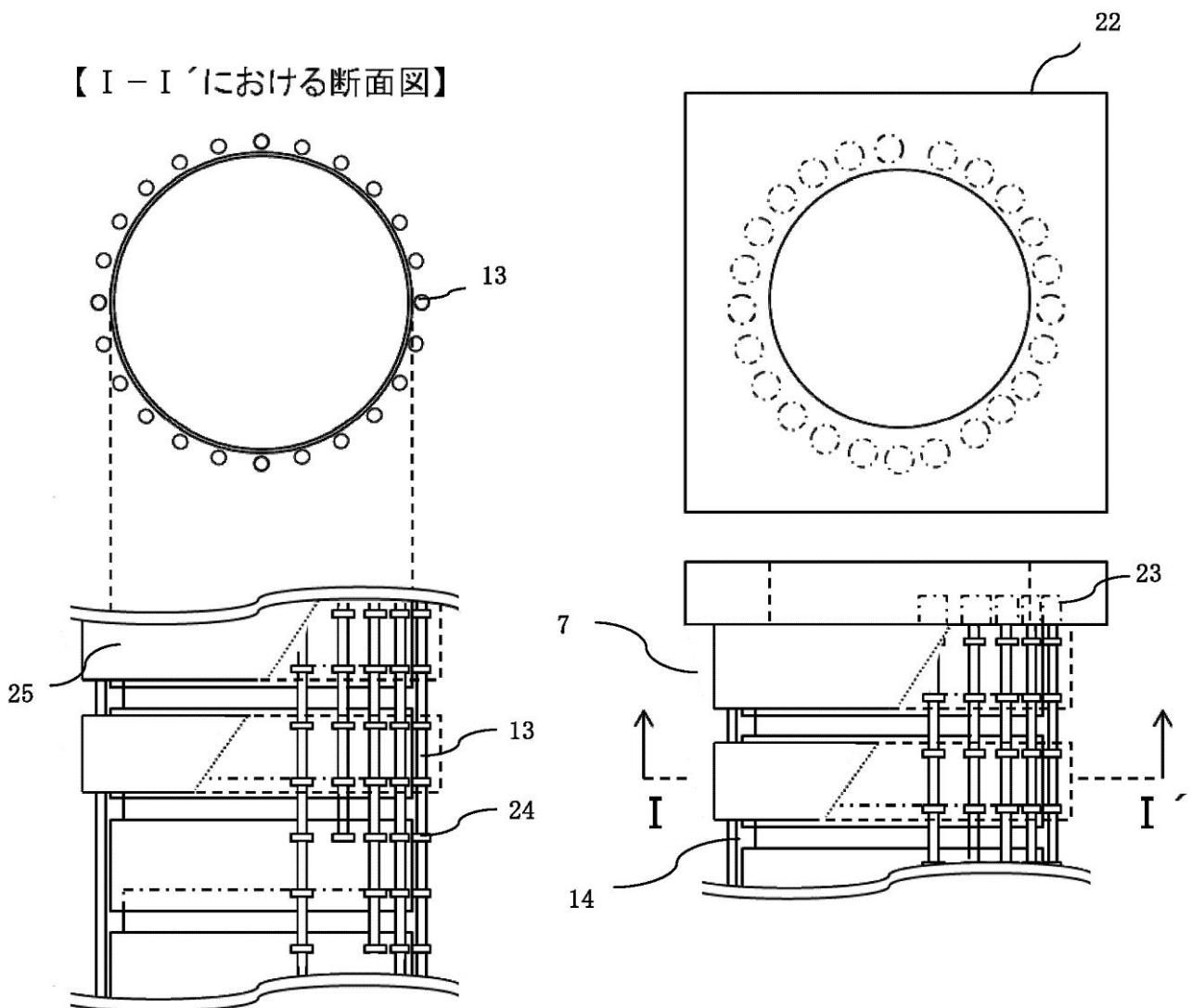
【図 3】



【図 4】

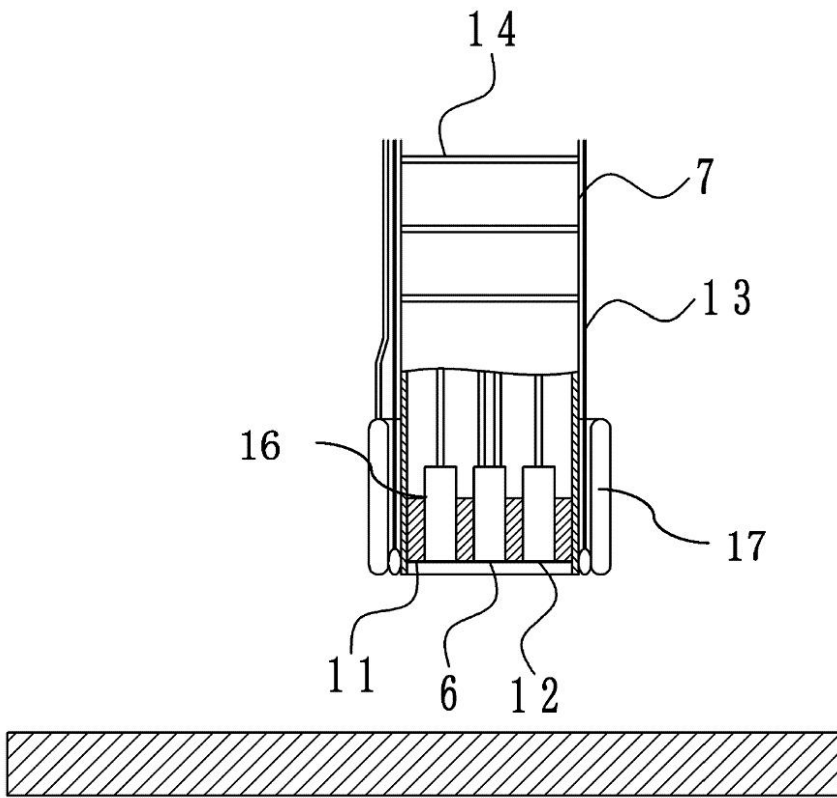
【図 4】

【I-I'における断面図】



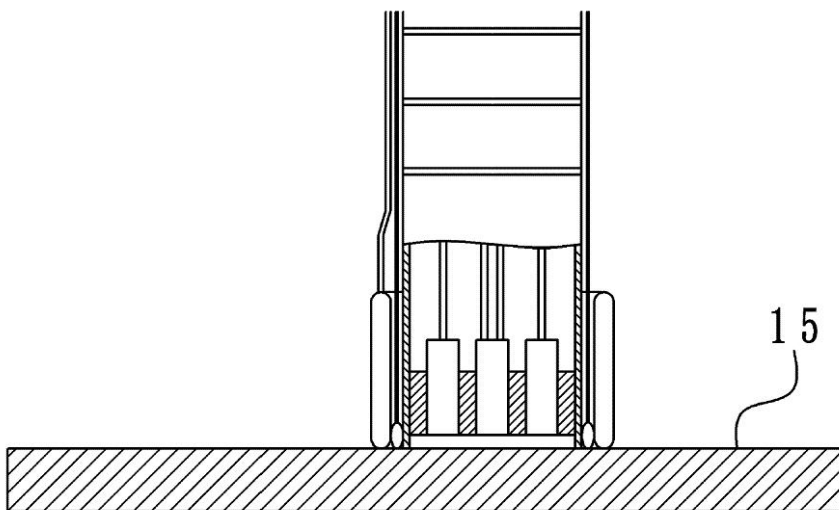
【図5】

【図5】



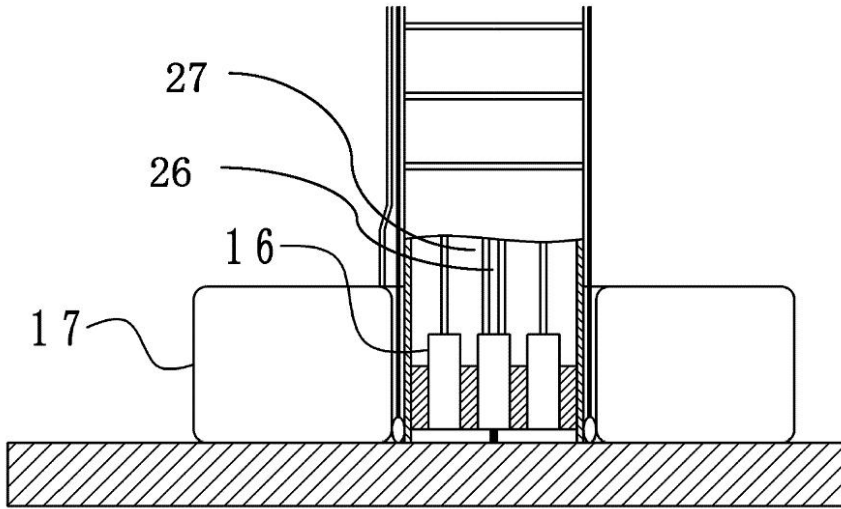
【図6】

【図6】



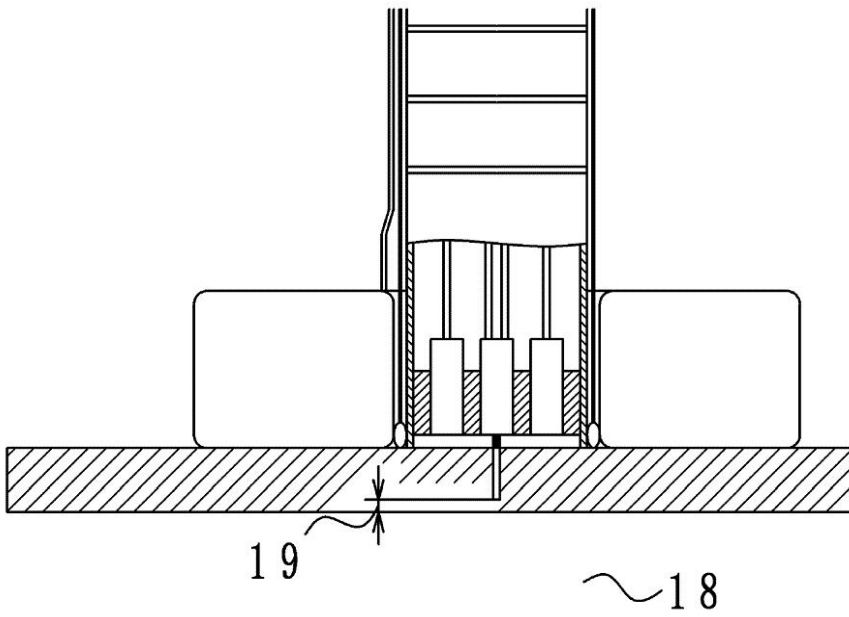
【図 7】

【図 7】



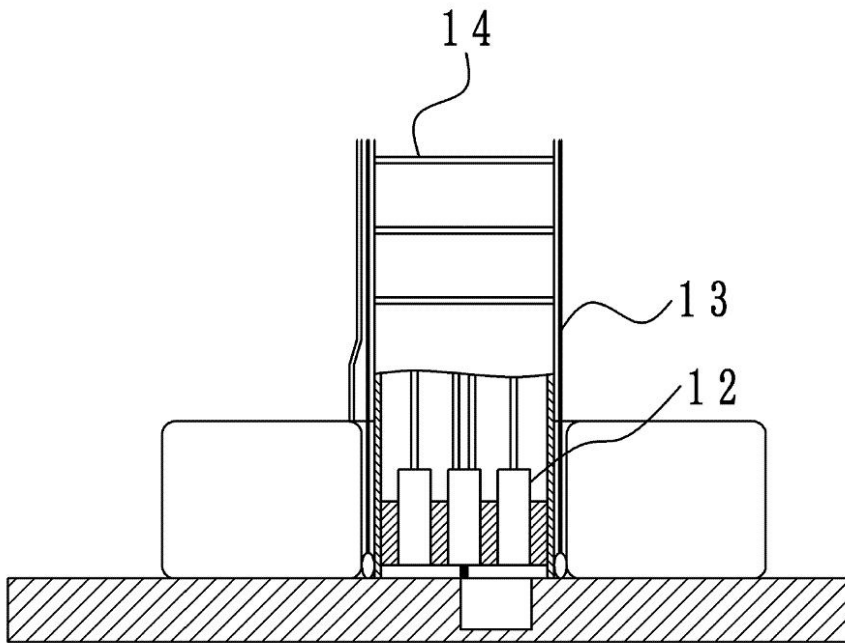
【図 8】

【図 8】



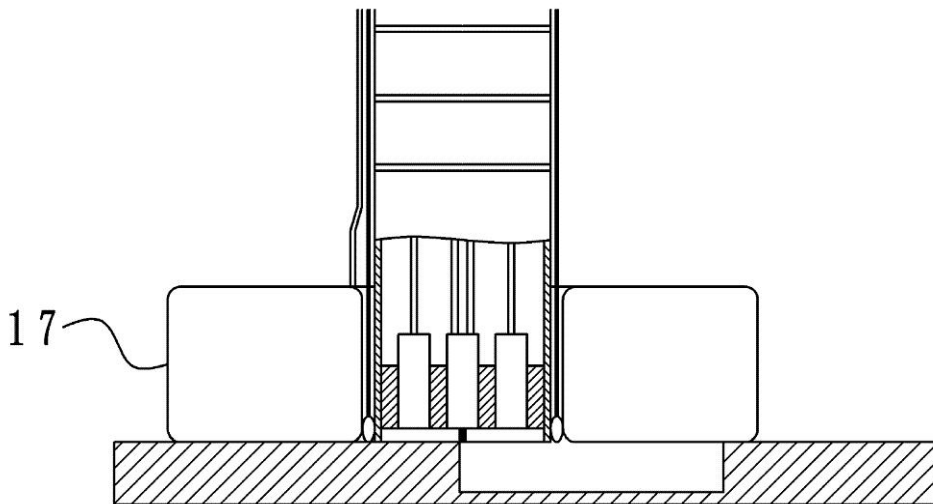
【図 9】

【図 9】



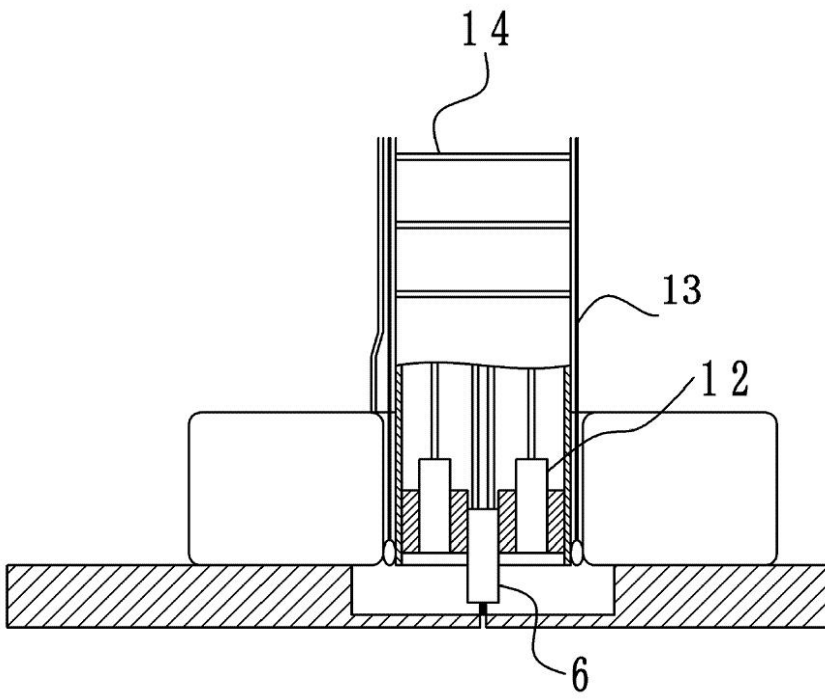
【図 10】

【図 10】



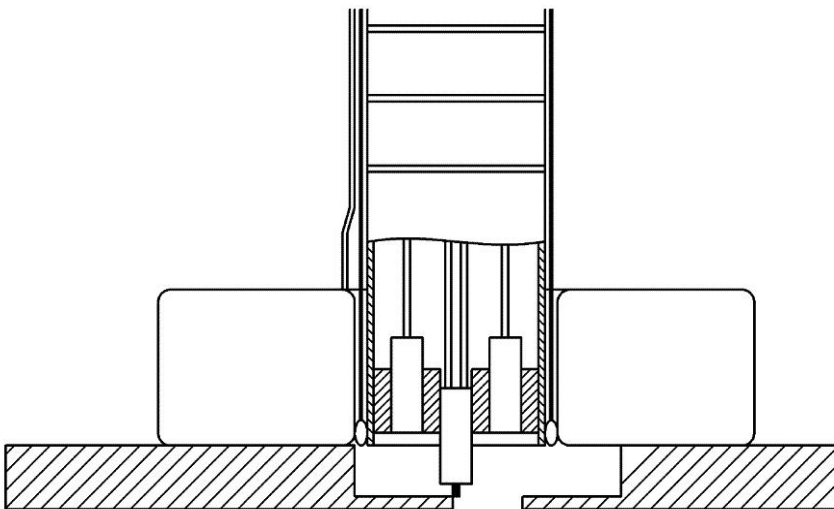
【図 1 1】

【図 1 1】



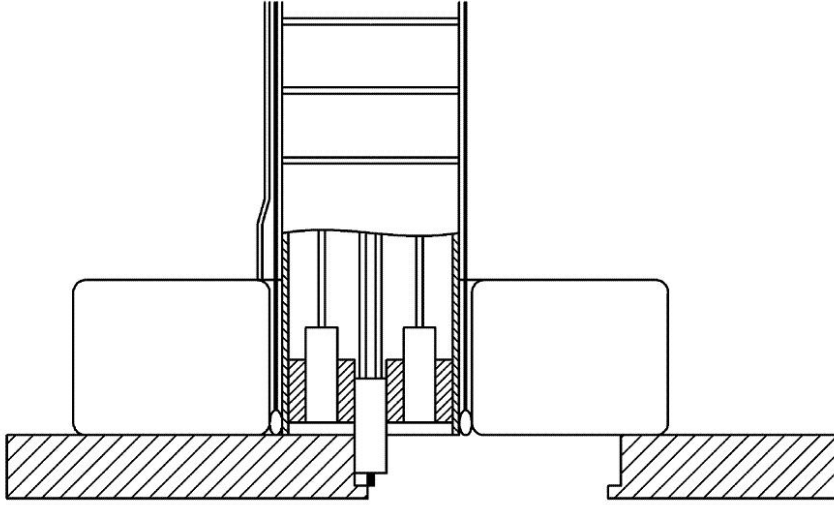
【図 1 2】

【図 1 2】



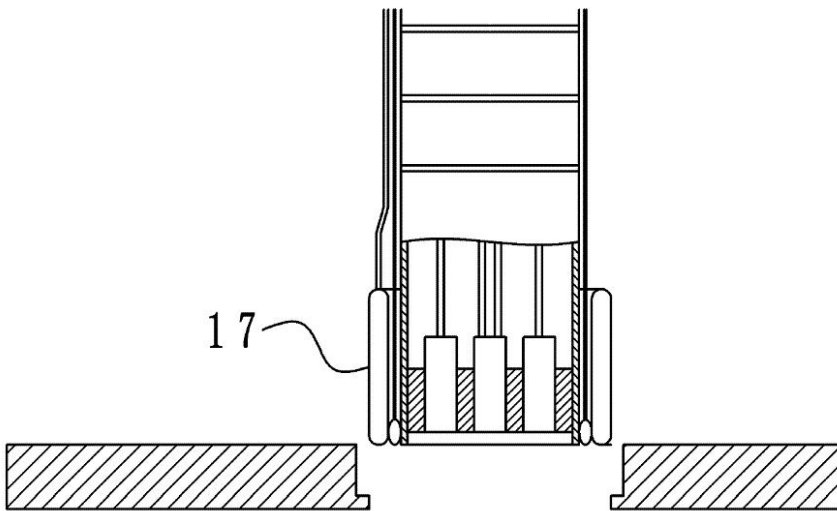
【図 1 3】

【図 1 3】



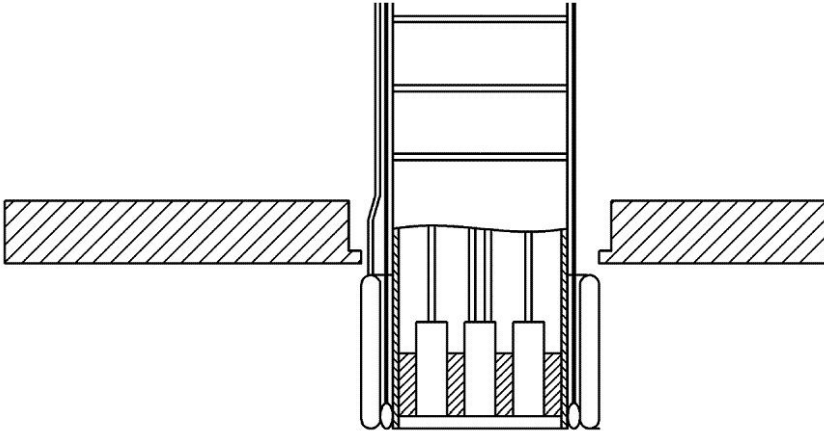
【図 1 4】

【図 1 4】



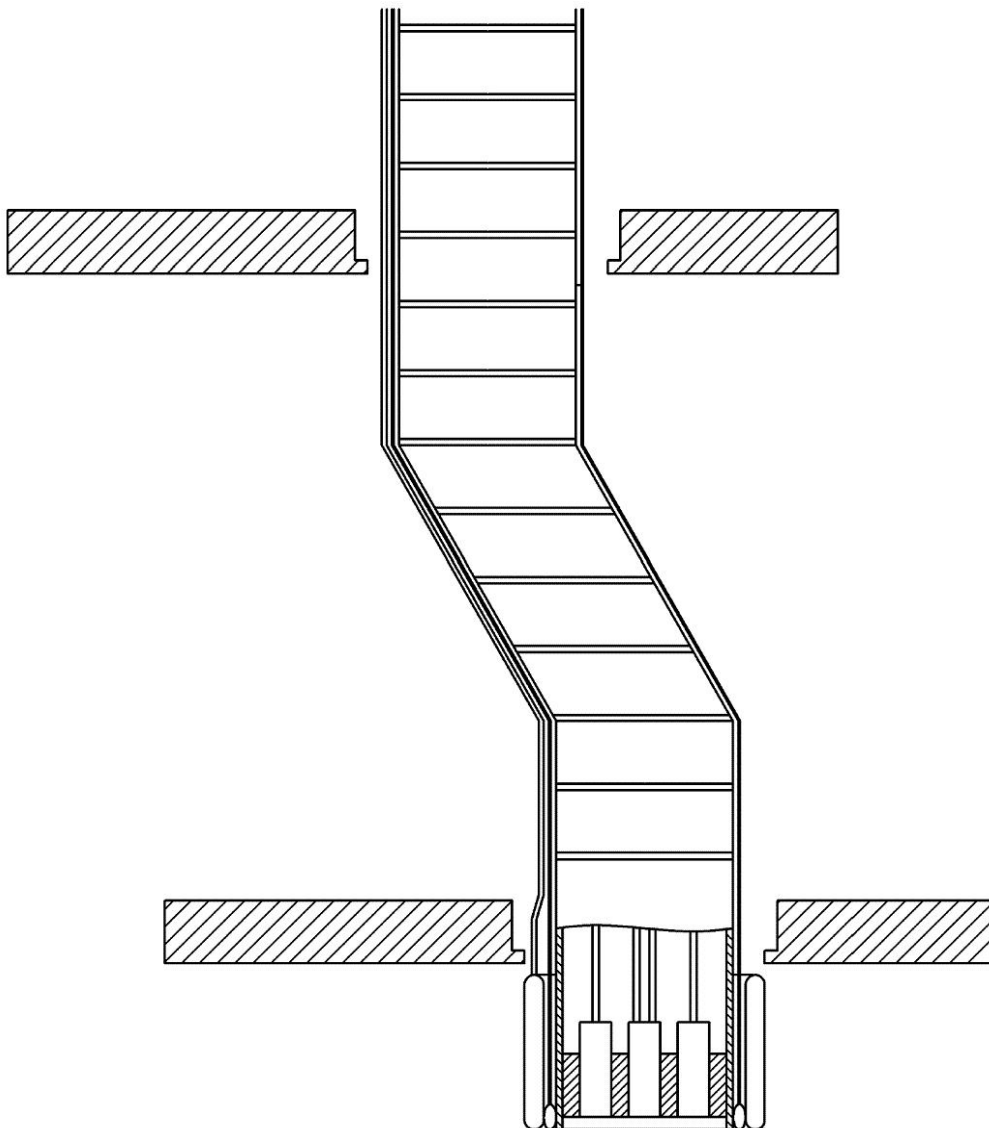
【図 15】

【図 15】



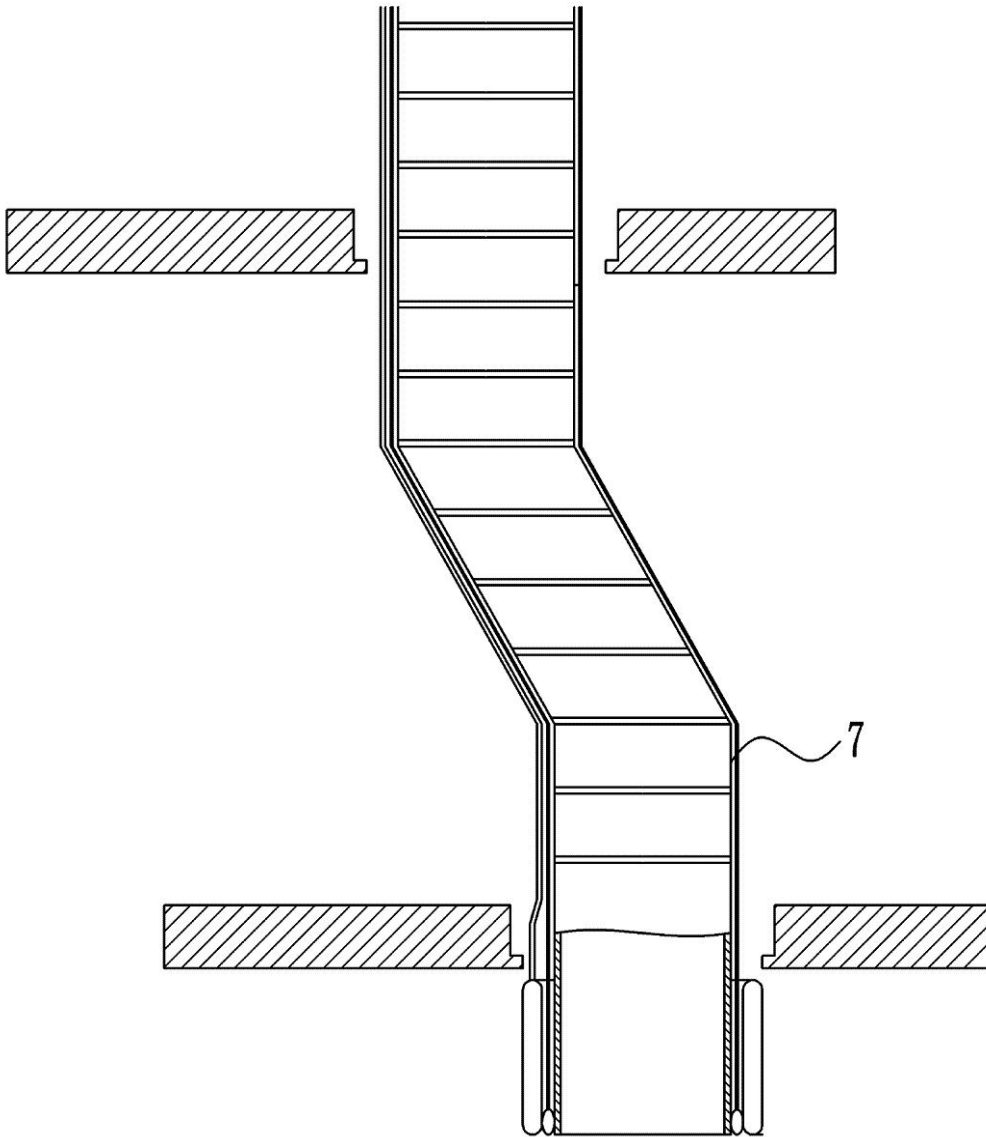
【図 16】

【図 16】



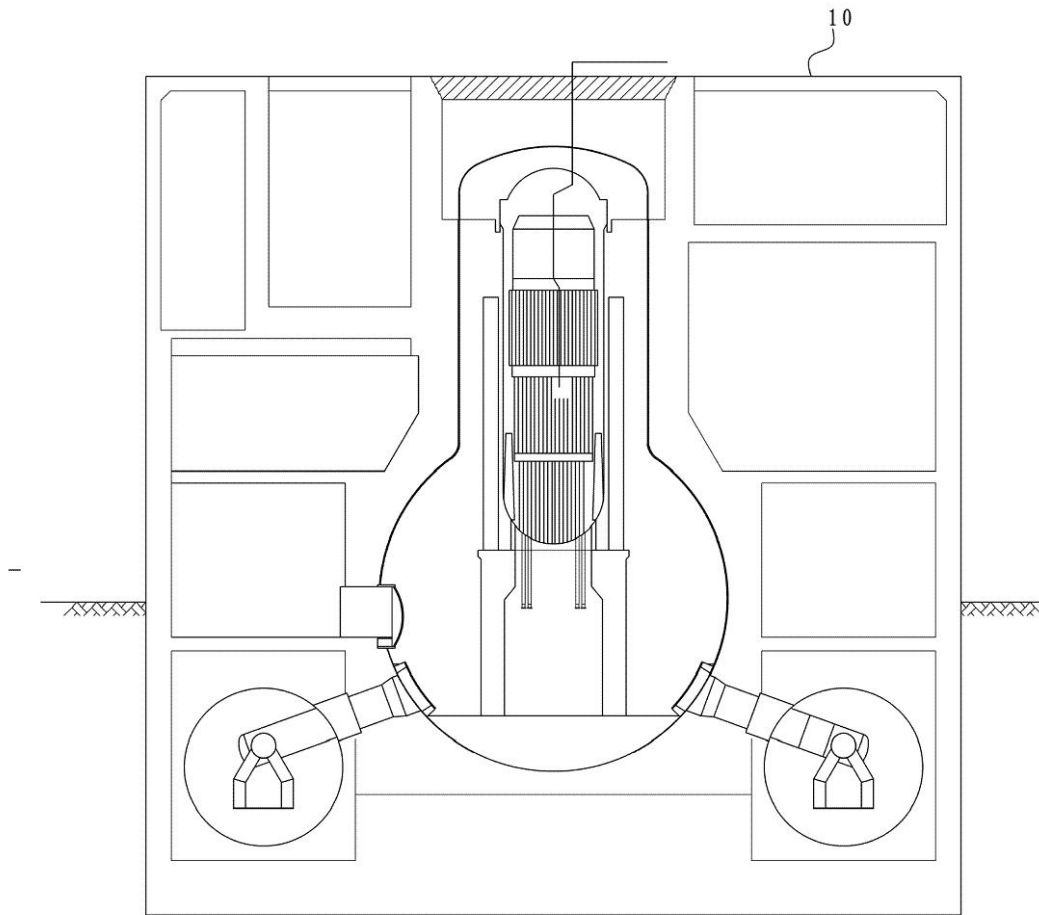
【図 17】

【図 17】



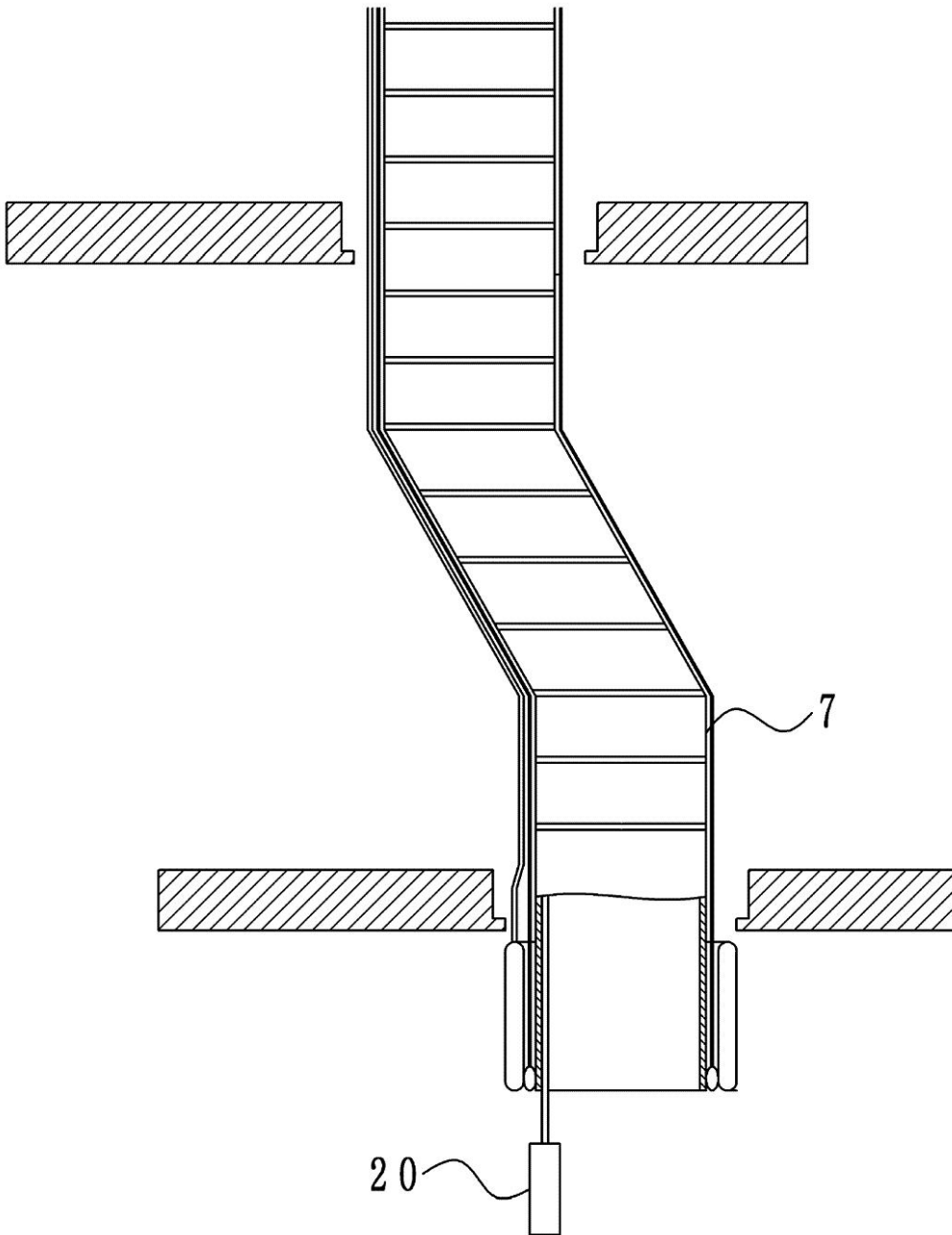
【図 18】

【図 18】



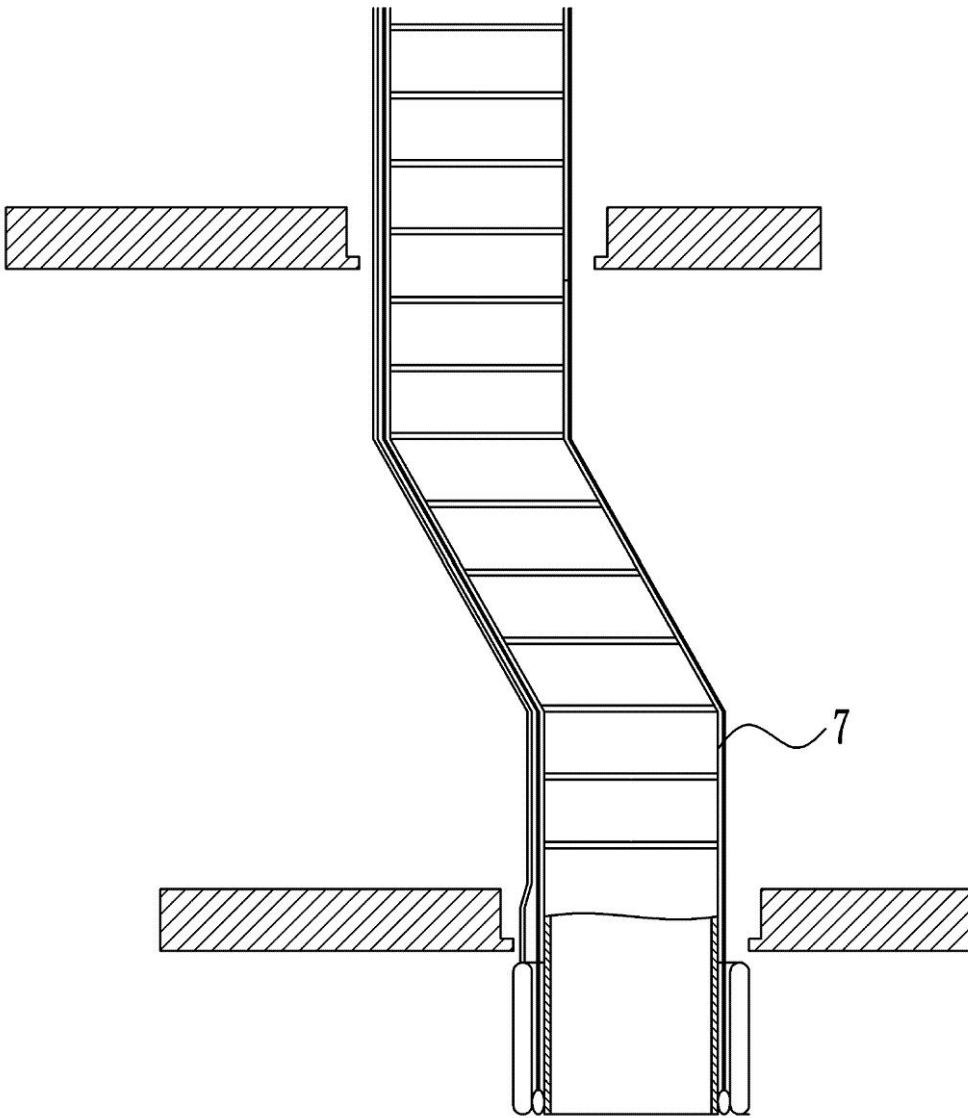
【図 19】

【図 19】



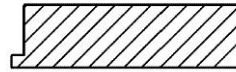
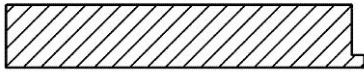
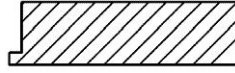
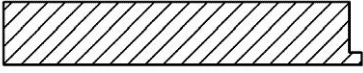
【図 20】

【図 20】



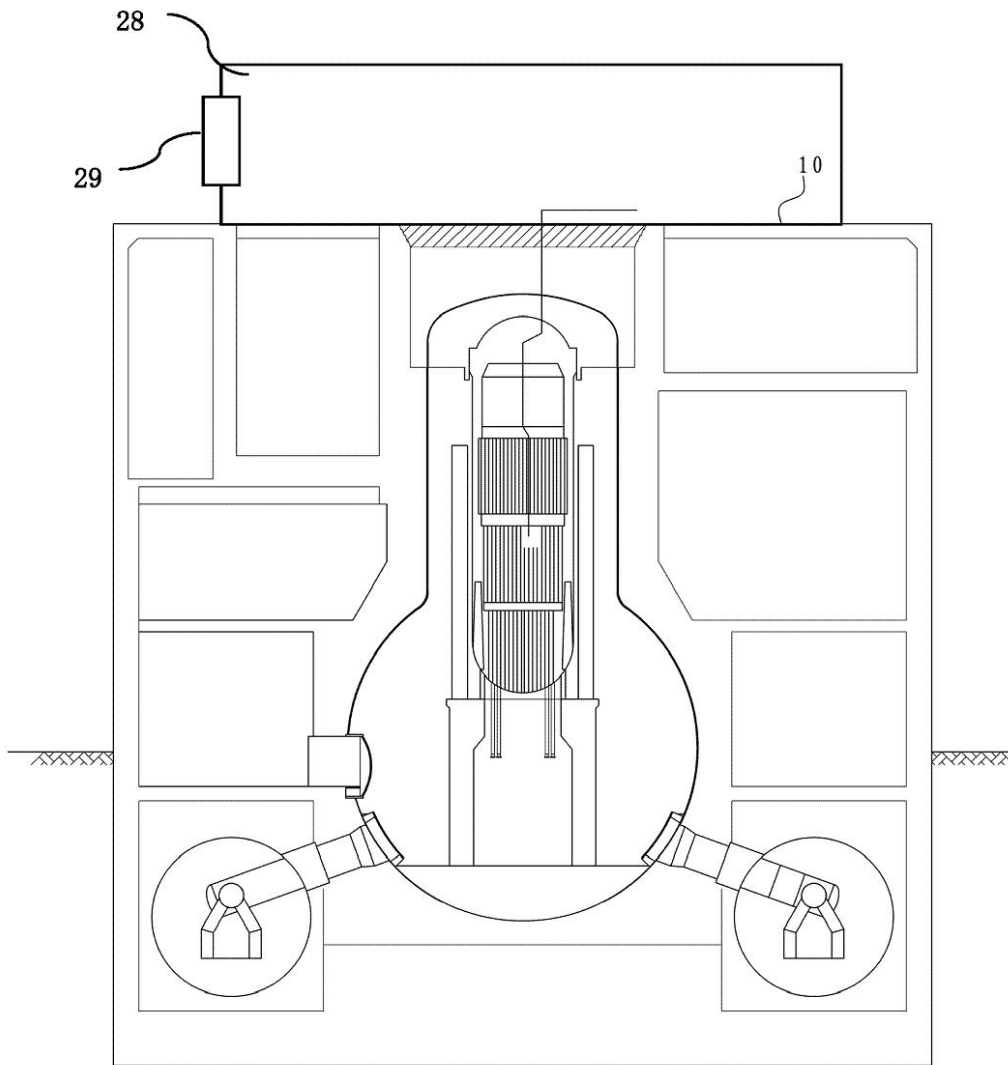
【図 2 1】

【図 2 1】



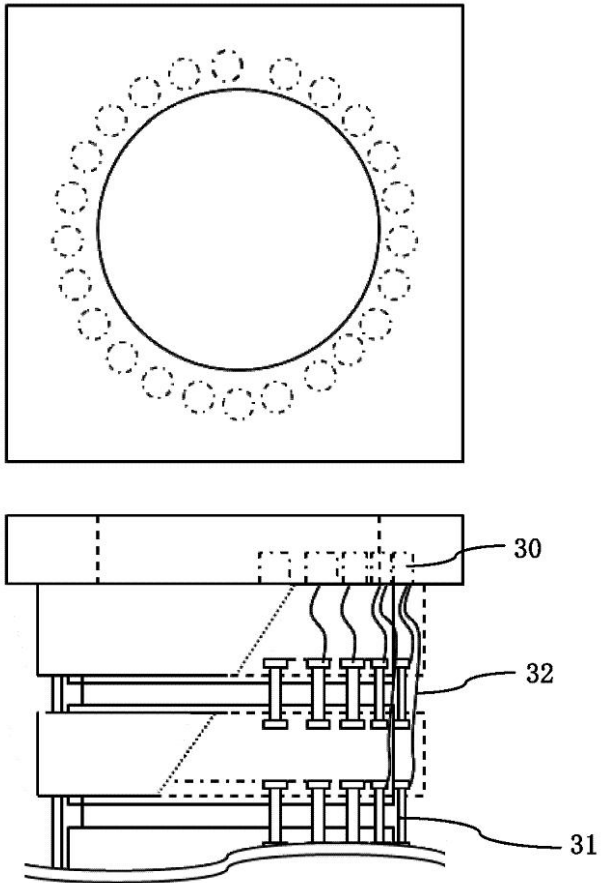
【図 2 2】

【図 2 2】



【図 23】

【図 23】



フロントページの続き

- (72)発明者 高橋 良知
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
株式会社内
日立GEニュークリア・エナジー
- (72)発明者 守中 廉
茨城県日立市幸町三丁目1番1号
株式会社内
日立GEニュークリア・エナジー
- (72)発明者 岡田 聡
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
株式会社日立製作所日立研究所内
- (72)発明者 武士 哲
茨城県日立市幸町三丁目2番2号
アンド・サービス内
株式会社日立エンジニアリング・
- (72)発明者 千葉 昇
茨城県日立市幸町三丁目2番2号
アンド・サービス内
株式会社日立エンジニアリング・
- Fターム(参考) 2G075 BA12 CA04