

(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2017-106818

(P2017-106818A)

(43) 公開日 平成29年6月15日(2017.6.15)

(51) Int.Cl.

F 1

テーマコード (参考)

G 2 1 F 9/30 (2006.01)

G 2 1 F 9/30

5 3 5 B

G 2 1 C 19/32 (2006.01)

G 2 1 C 19/32

C

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2015-240976 (P2015-240976)
 (22) 出願日 平成27年12月10日 (2015.12.10)

(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 110000350
 ポレー特許業務法人
 (72) 発明者 黒澤 孝一
 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
 (72) 発明者 大高 稔
 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
 (72) 発明者 平野 克彦
 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】 燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法

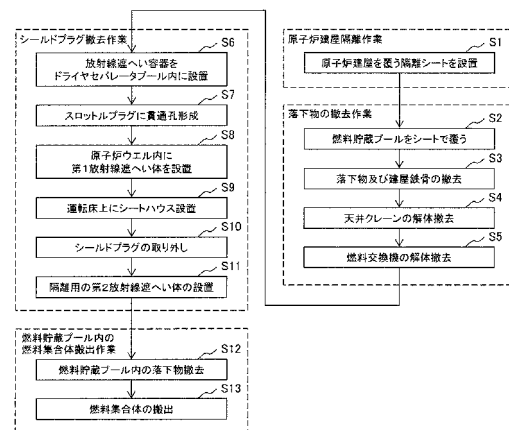
(57) 【要約】

【課題】被ばくを低減できる燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法を提供する。

【解決手段】運転床上に落下した落下物を撤去する（S3）。放射線遮へい容器をドライヤセパレータプール（DSP）内に設置する（S6）。放射線遮へい容器から、DSPと原子炉ウエルを連絡する通路に設けられたスロットルプラグに貫通孔を形成する（S7）。形成された貫通孔を通して放射線遮へい容器から原子炉ウエル内に遮へい袋を搬入し、シールドプラグで封鎖された原子炉ウエル内において水が充填された遮へい袋で格納容器ヘッドの上方を覆う（S8）。原子炉ウエルを覆うシートハウスを運転床上に設置する（S9）。原子炉ウエルを覆うシールドプラグを撤去し（S10）、シールドプラグが存在していた位置に放射線遮へい体を設置する（S11）。その後、燃料貯蔵プール内の使用済燃料集合体を搬出する（S13）。

【選択図】図3

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機器仮置きプール、前記機器仮置きプールに連絡される原子炉ウエル及び燃料貯蔵プールが原子炉建屋の運転床に形成され、前記原子炉ウエルがシールドプラグで覆われており、前記原子炉建屋内に原子炉格納容器が配置される原子力プラントにおける燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法であって、

前記原子炉ウエルを覆う前記シールドプラグを撤去し、

前記シールドプラグを撤去した後に、前記燃料貯蔵プールから燃料集合体を取り出すことを特徴とする燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 2】

前記シールドプラグを覆うシートハウスを前記運転床上に設置し、

前記シートハウス内で前記シールドプラグを撤去する請求項 1 に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 3】

前記機器仮置きプール内に放射線遮へい容器を設置し、

前記放射線遮へい容器内から、前記機器仮置きプールと前記原子炉ウエルを連絡する通路を封鎖しているスロットルプラグに、前記原子炉ウエルに連通する貫通孔を形成し、

前記放射線遮へい容器内から前記貫通孔を通して前記シールドプラグで封鎖された前記原子炉ウエル内に第 1 放射線遮へい体を移送して前記シールドプラグの下方において前記原子炉格納容器の格納容器ヘッドを前記第 1 放射線遮へい体で覆い、

前記シールドプラグの撤去は、前記格納容器ヘッドを前記第 1 放射線遮へい体で覆っている状態で実施する請求項 1 または 2 に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 4】

前記第 1 放射線遮へい体として内部に水が充填された遮へい袋を用いる請求項 3 に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 5】

前記シートハウスを前記運転床上に設置する前に、前記原子炉建屋を隔離シートで覆い、その後、前記運転床上に落下している落下物を撤去する請求項 2 に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 6】

前記機器仮置きプール内に前記放射線遮へい容器を設置する前に、前記原子炉建屋を隔離シートで覆い、その後、前記運転床上、及び前記機器仮置きプール内にそれぞれ落下している落下物を撤去する請求項 3 または 4 に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 7】

前記シールドプラグを撤去した後に、前記原子炉ウエルを覆う第 2 放射線遮へい体を前記運転床上に配置し、前記第 2 放射線遮へい体を前記運転床上に配置した状態で、前記燃料貯蔵プールからの前記燃料集合体の取り出しを実施する請求項 1、2 及び 5 のいずれか 1 項に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 8】

前記シールドプラグを撤去した後に前記第 1 放射線遮へい体の上方で前記運転床上に第 2 放射線遮へい体を配置し、前記第 2 放射線遮へい体を前記運転床上に配置した状態で、前記燃料貯蔵プールからの前記燃料集合体の取り出しを実施する請求項 3、4 及び 6 のいずれか 1 項に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項 9】

前記隔離シートとして、第 1 シートと、第 1 開口部が形成された開口部形成部材を有するカバー装置を含む隔離シートを用い、

前記第 1 シートを、前記原子炉建屋の周囲を取り囲むように配置して、前記原子炉建屋の周囲に設置された複数の支柱に取り付け、

10

20

30

40

50

前記カバー装置を、前記運転床の上方に配置して、前記複数の支柱に取り付け、クレーンの掴み具を、前記第1開口部を通して前記カバー装置の下方へ移動させ、前記原子炉建屋の運転床上の落下物を前記掴み具で把持して前記第1開口部を通して前記カバー装置の上方へ移動させ、

その後、前記第1開口部を封鎖する請求項5または6に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【請求項10】

前記カバー装置として、矩形状に配置されて前記支柱に取り付けられる4本の枠部材と、対向する一対の前記枠部材にそれぞれ取り付けられたガイドレールに移動可能に取り付けられた走行台車と、前記走行台車上を前記走行台車の移動方向と直交する方向に移動する横行台車と、前記横行台車に取り付けられて第1開口部が形成されている開口形成部材と、第2開口部が形成され、前記走行台車、前記横行台車及びそれぞれの前記枠部材を覆い、且つ前記第2開口部を前記第1開口部に一致させて前記開口形成部材及び前記複数の枠部材に取り付けられて周辺部が前記第1シートに溶着される、伸縮性を有する第2シートとを備えたカバー装置を用いる請求項9に記載の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法に係り、特に、沸騰水型原子力発電プラントに適用するのに好適な燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法に関する。

【背景技術】

【0002】

沸騰水型原子力プラント及び加圧水型原子力プラント等の原子力プラントでは、核燃料物質を含む複数の燃料集合体が、原子炉圧力容器内の炉心に装荷されている。炉心に装荷された燃料集合体は、炉心に装荷された時点から所定の運転サイクル数における原子力プラントの運転を経験した後、使用済燃料集合体として原子炉圧力容器内から取り出される。使用済燃料集合体の替りに、新しい燃焼度0GWd/tの燃料集合体が原子炉圧力容器内の炉心に装荷される。

【0003】

例えば、沸騰水型原子力プラントにおいては、原子炉圧力容器内の炉心に装荷された各燃料集合体が常に冷却されるように、多重の冷却系を備えた非常用炉心冷却装置が設けられている。非常用炉心冷却装置の設置により、炉心溶融事故の発生を防いでいる。しかしながら、極めて少ない確率ではあるが、非常用炉心冷却装置の機能が消失し、炉心に装荷された燃料集合体が溶融する可能性がある。このような燃料集合体の溶融が生じた場合における溶融核燃料物質の取り出し方法に関する検討が行われている。

【0004】

特開2013-19875号公報は、気中環境において原子炉圧力容器から溶融核燃料物質を取り出す方法を記載している。この溶融核燃料物質の取り出し方法では、外部環境への放射性核種の飛散を防止する隔離ハウスである2つの作業ハウスが重ねられて原子炉ウエルを覆うように原子炉建屋の運転床上に配置され、シールドプラグが原子炉ウエルを覆うように運転床に設置されている。

【0005】

また、特開2012-255742号公報は、炉心燃料の溶融が生じて廃炉作業の対象になった原子力プラントでは、原子炉建屋を二次遮へいテントで覆って、さらに、二次遮へいテントを一次遮へいテントで覆っている。二次遮へいテント内で、クレーンユニットが原子炉建屋を跨いで配置される。このクレーンユニットは、原子炉建屋の外側に設置された複数の支柱上に設置されたガイドレール上を走行する。作業装置を用いて切断された炉内構造物等の切断片が収納容器内に収納され、この収納容器はクレーンユニットによって仮置き台上の運搬台車に載せられて所定の保管建屋まで移送される。

【0006】

特開2011-106529号公報には、ロボットアーム型のロボットが記載されている。特開2011-106529号公報の段落0189～段落0200に記載されたロボットアーム型のロボットは、上下左右に自在に曲がる複数のアクチュエータ200'を連結し、液圧及びワイヤー機構により一方向にしか屈曲することができない複数のアクチュエータ100'を先端部のアクチュエータ200'に取り付けて構成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2013-19875号公報

10

【特許文献2】特開2012-255742号公報

【特許文献3】特開2011-106529号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

過酷事故が発生して水素爆発が生じた原子力プラントにおいて、燃料貯蔵プール内に保管された使用済燃料集合体の搬出が計画されている。燃料貯蔵プールからの使用済燃料集合体の搬出に際しては、原子炉建屋の運転床上、及び燃料貯蔵プール内の燃料貯蔵ラック上に存在するガレキの撤去を行う必要がある。これらのガレキが撤去された後、使用済燃料集合体が燃料貯蔵プールから搬出される。

20

【0009】

特開2013-19875号公報では、原子炉ウエルを覆って原子炉建屋の運転床上に隔離ハウスを設置し、原子炉ウエルの上端部に設置されて原子炉ウエルを封鎖しているシールドプラグを取り外している。

【0010】

シールドプラグを取り外すとき、健全な状態の格納容器ヘッドが原子炉格納容器の上端に取り付けられているため、原子炉格納容器の気密性が保たれ、炉心溶融事故が発生した場合でも原子炉格納容器内の放射性物質が格納容器ヘッドの上方に形成された原子炉ウエルに放出されることはない。しかしながら、格納容器ヘッドによる気密性が損なわれている場合には、原子炉格納容器内の放射性物質が、シールドプラグで封鎖されている原子炉ウエルに放出されている可能性がある。このような場合には、原子炉ウエルを封鎖しているシールドプラグを取り外すことにより、原子炉ウエルに放出された放射性物質が隔離ハウス内に侵入し、隔離ハウス内が放射性物質で汚染される。このため、隔離ハウス自体に放射性物質が蓄積し汚染源となり、周囲の線量当量率が上昇して作業員の隔離ハウスへの接近が阻害される。また、隔離ハウス内に設置した各種機材も汚染されるため、隔離ハウスからの機材の出し入れも全て除染する必要があるが生じ、作業性低下の要因となる。

30

【0011】

炉心溶融事故の発生に伴って原子炉建屋内で水素爆発が発生した場合には、原子炉建屋23の運転床上に散乱していると想定される放射性物質が付着されたガレキ及び構造部材片等の落下物の撤去作業が行われる。この落下物の撤去作業における外部の環境への放射性物質の飛散を抑制する必要がある。

40

【0012】

また、水素爆発が発生した原子力プラントにおいて、燃料貯蔵プールに貯蔵されている使用済燃料集合体を燃料貯蔵プールから取り出す際の被ばく低減も、重要な課題である。

【0013】

本発明の目的は、被ばくを低減することができる燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記した目的を達成する本発明の特徴は、機器仮置きプール、機器仮置きプールに連絡

50

される原子炉ウエル及び燃料貯蔵プールが原子炉建屋の運転床に形成され、原子炉ウエルがシールドプラグで覆われており、原子炉建屋内に原子炉格納容器が配置される原子力プラントにおける燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法であって、

原子炉ウエルを覆うシールドプラグを撤去し、

シールドプラグを撤去した後に、燃料貯蔵プールから燃料集合体を取り出す、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法にある。

【0015】

放射性物質が付着したシールドプラグを撤去した後に、燃料貯蔵プールからの燃料集合体の取り出しを行うので、この燃料集合体の取り出しに従事する作業員の被ばくを低減することができる。

10

【発明の効果】

【0016】

本発明によれば、燃料集合体の取り出しに従事する作業員の被ばくを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】沸騰水型原子力プラントの原子炉建屋の縦断面図である。

【図2】原子炉建屋の運転床の平面図である。

【図3】本発明の好適な一実施例である、沸騰水型原子力プラントに適用した燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法の手順を示すフローチャートである。

20

【図4】隔離シートで覆われた原子炉建屋の状態及び原子炉建屋の運転床上の落下物を搬送するクローラークレーンを示す説明図である。

【図5】図4のA-A矢視図である。

【図6】原子炉建屋の上方を覆うカバー装置の平面図である。

【図7】図6に示されたカバー装置のB-B断面図である。

【図8】図6に示されたカバー装置のC-C断面図である。

【図9】図6のD部の拡大図である。

【図10】図9のE-E断面図である。

【図11】図6に示されたカバー装置のシートの平面図である。

【図12】隔離シートのカバー装置を支える支持構造物の他の例を示す説明図である。

30

【図13】隔離シートのカバー装置を支える支持構造物の他の例を示す説明図である。

【図14】原子炉建屋の運転床上の落下物を搬送する走行クレーンを、隔離シートで覆われた原子炉建屋の上方に配置した状態を示す説明図である。

【図15】燃料貯蔵プールをシートで覆う状態を示す説明図である。

【図16】図15のF-F断面図である。

【図17】シートで覆われた燃料貯蔵プールを示す説明図である。

【図18】運転床上に落下した落下物、及び原子炉建屋鉄骨の撤去を示す説明図である。

【図19】原子炉建屋の運転床上の落下物をクローラークレーンの掴み具で掴む作業を示す説明図である。

【図20】図19に示された落下物を掴み具で掴む作業を上方から見た状態を示す説明図である。

40

【図21】クローラークレーンの掴み具で掴んだ落下物をシートで包み込む作業を示す説明図である。

【図22】図21に示された掴み具で掴んだ落下物をシートで包み込む作業を上方から見た状態を示す説明図である。

【図23】クローラークレーンの掴み具で掴んだ落下物を包み込んで溶着されたシートの溶着部が切断された状態を示す説明図である。

【図24】図23に示された掴み具で掴んだ落下物を包み込んで溶着されたシートの溶着部が切断された状態を上方から見た状態を示す説明図である。

【図25】ガレキの落下により損傷した燃料交換機を解体し、撤去する状態を示す説明図

50

である。

【図 2 6】図 2 5 の J-J 断面図である。

【図 2 7】放射線遮へい体設置装置を用いた、原子炉ウエル内への放射線遮へい袋の搬入作業を示す説明図である。

【図 2 8】シールドプラグの取り外し作業を示す説明図である。

【図 2 9】隔離ハウス内をドライヤセパレータプール真上の第 1 エリア及び原子炉ウエル真上の第 2 エリアに分割する隔離壁、及び放射線遮へい容器の原子炉ウエル側への新たな側壁のそれぞれの取り付け状態、並びに放射線遮へい容器の原子炉ウエル側への新たな側壁のそれぞれの取り付け状態、及び原子炉ウエル内の放射線遮へい袋の搬出作業を示す説明図である。

10

【図 3 0】燃料貯蔵プール内に落下したガレキ等の大きな落下物を撤去する作業の説明図である。

【図 3 1】燃料貯蔵プール内に落下したガレキ等の中小の大きな落下物を撤去する作業の説明図である。

【図 3 2】燃料貯蔵プール内に貯蔵されている燃料集合体の搬出を示す説明図である。

【図 3 3】運転床上にシートハウスを設置した状態で燃料貯蔵プール内に落下したガレキ等の大きな落下物を撤去する作業の開始を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明の実施例を以下に説明する。

20

【実施例 1】

【0019】

本発明の好適な一実施例である実施例 1 の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法を図 3 及び図 4 を用いて以下に説明する。本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法は、沸騰水型原子力発電プラントに適用される。

【0020】

本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法では、図 3 に示されたステップ S 1 ～S 1 3 の各工程が実施される。この燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法は、原子炉建屋隔離作業（ステップ S 1）、落下物の撤去作業（ステップ S 2 ～S 5）、シールドプラグ撤去作業（ステップ S 6 ～S 1 1）及び燃料貯蔵プール内の燃料集合体搬出作業（ステップ S 1 2 及び S 1 3）を含んでいる。シールドプラグ撤去作業（ステップ S 6 ～S 1 1）は、燃料貯蔵プール内の燃料集合体搬出作業（ステップ S 1 2 及び S 1 3）の前作業である。

30

【0021】

本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法を説明する前に、この燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法が適用される沸騰水型原子力発電プラントの概略の構成を、図 1 及び図 2 を用いて説明する。

【0022】

沸騰水型原子力プラント 1 は、原子炉 2 及び原子炉格納容器 1 7 を備えている。原子炉格納容器 1 7 は、原子炉建屋 2 3 内に設置されて、上端部に蓋である格納容器ヘッド 1 8 が取り付けられて密封されている。原子炉格納容器 1 7 は、内部に形成されたドライウエル 1 9、及び冷却水が充填された圧力抑制プールが内部に形成された圧力抑制室 2 1 を有する。ドライウエル 1 9 に連絡されるベント通路の一端が、圧力抑制室 2 1 内の圧力抑制プールの冷却水中に浸漬されている。原子炉格納容器 1 7 は、原子炉建屋 2 3 の一部になる生体遮へい体 1 0 0 で取り囲まれている。

40

【0023】

格納容器ヘッド 1 8 の真上に複数に分割された放射線遮へい体であるシールドプラグ 2 8 が配置され、これらのシールドプラグ 2 8 が、原子炉ウエル 2 5 内に配置され、原子炉建屋 2 3 の運転床 2 4 に設置されている。シールドプラグ 2 8 は原子炉ウエル 2 5 を封鎖している。ドライヤセパレータプール（機器仮置きプール）2 6 及び燃料貯蔵プール 2 7

50

が、原子炉ウエル 25 に隣接して配置され、運転床 24 に取り囲まれている。ドライヤセパレータプールは、以下において D S P と称する。D S P 26、原子炉ウエル 25 及び燃料貯蔵プール 27 は、図 2 に示すように一直線状に配置される。D S P 26 と原子炉ウエル 25 は水路によって連絡され、この水路は、少なくとも沸騰水型原子力プラント 1 の運転中では複数のスロットルプラグ（ゲート部材）29 A により封鎖されている。これらのスロットルプラグ 29 A は、その水路の底部に形成されたコンクリート製の突出部 57 の上面上に積み重ねられている。原子炉ウエル 25 と燃料貯蔵プール 27 も水路によって連絡され、この水路は、少なくとも沸騰水型原子力プラント 1 の運転中では積み重ねられた複数のスロットルプラグ（ゲート部材）29 B により封鎖されている。

【0024】

10

原子炉 2 は、蓋である圧力容器ヘッド 4 が取り付けられて構成される原子炉圧力容器 3、核燃料物質を含む複数の燃料集合体 8 が装荷された炉心 7、気水分離器 11 及び蒸気乾燥器 12 等を備えている。炉心 7、気水分離器 11 及び蒸気乾燥器 12 は原子炉圧力容器 3 内に配置される。原子炉圧力容器 3 内に設置された炉心シュラウド 6 が、炉心 7 を取り囲んでいる。炉心 7 内に装荷された各燃料集合体 8 は、下端部が炉心支持板 9 によって支持され、上端部が上部格子板 10 によって保持される。気水分離器 11 は炉心 7 の上端部に位置する上部格子板 10 よりも上方に配置され、蒸気乾燥器 12 が気水分離器 11 の上方に配置される。

【0025】

20

複数の制御棒案内管 13 が、原子炉圧力容器 3 内で炉心支持板 9 の下方に配置される。炉心 7 内の燃料集合体 8 間に出し入れされて原子炉出力を制御する制御棒（図示せず）が、各制御棒案内管 13 内に配置される。複数の制御棒駆動機構ハウジング 14 が、原子炉圧力容器 3 の下鏡部 5 に取り付けられる。制御棒駆動機構（図示せず）が、それぞれの制御棒駆動機構ハウジング 14 内に設置され、制御棒案内管 13 内の制御棒と連結される。

【0026】

原子炉圧力容器 3 内に設置された炉心シュラウド 6、炉心支持板 9、上部格子板 10、気水分離器 11、蒸気乾燥器 12 及び制御棒案内管 13 は、炉内構造物である。

【0027】

原子炉圧力容器 3 は、原子炉格納容器 7 内の底部に設けられたコンクリートマット 16 上に設けられた円筒状のペDESTAL 15 上に据え付けられている。筒状の γ 線遮蔽体 22 が、ペDESTAL 15 の上端に設置され、原子炉圧力容器 3 を取り囲んでいる。下部プレナム 20 が、原子炉圧力容器 3 の下方でペDESTAL 15 内に形成される。

30

【0028】

一対のガイドレール 27 A が、これらの間に原子炉ウエル 25 を封鎖しているシールドプラグ 28 及び燃料貯蔵プール 27 を挟むように、運転床 24 上に敷設されている（図 2 参照）。大物搬入口 103 が、運転床 24 から原子炉建屋 23 の一階に向かって伸びるように、形成されている。

【0029】

このような沸騰水型原子力プラント 1 において、原子炉がスクラムされて原子炉出力が低下した状態において、一時的に、沸騰水型原子力プラント 1 に供給する全部の電源が消失して非常用炉心冷却系が作動しなかった状態が生じたことを想定する。全部の電源が消失して非常用炉心冷却系のポンプ等が作動しなくなり、炉心 7 内の各燃料集合体 8 に含まれる各燃料棒の冷却が損なわれた場合には、これらの燃料棒に含まれる核燃料物質が溶融し、核燃料物質の溶融によって燃料集合体 8 の構造部材、例えば、燃料棒の被覆管、燃料集合体 8 のチャンネルボックス及び上部タイプレート及び下部タイプレートも溶融する。核燃料物質、及び燃料集合体 8 の構造部材等の溶融物である燃料デブリ 39 A は、原子炉圧力容器 3 の底部である下鏡部 5 の内面上に落下する可能性がある。燃料デブリ 39 A には、炉心支持板 9 等の炉内構造物の溶融物が含まれる場合もある。溶融して下鏡部 5 の内面上に落下した燃料デブリ 39 は、冷却されて固まる。

40

【0030】

50

炉心 7 内の核燃料物質が溶融する炉心溶融事故が発生したとき、図 4 に示すように、D S P 2 6 と原子炉ウエル 2 5 は複数のスロットプラグ 2 9 A によって仕切られている。また、手摺 3 1 が格納容器ヘッド 1 8 の頂部に設けられており、圧力容器ヘッド 4 は保温材 3 0 によって覆われている。原子炉圧力容器 3 と原子炉格納容器 1 7 の間には、原子炉ウエル 2 5 の底部の一部になるバッフルプレート 7 6 が配置され、このバッフルプレート 7 6 は原子炉圧力容器 3 と原子炉格納容器 1 7 に取り付けられている。なお、炉心溶融事故の発生により、格納容器ヘッド 1 8 の損傷個所を通して原子炉ウエル 2 5 内に放射性物質（例えば、C s - 1 3 7 等）を含むガスが流出したとする。

【0031】

さらに、炉心溶融事故の発生に伴って原子炉建屋内で水素爆発が発生した場合には、放射性物質が付着されたガレキ及び構造部材片等の落下物が原子炉建屋 2 3 の運転床 2 4 上に散乱していると想定される。

【0032】

図 3 に示された手順に基づいて、本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法を以下に具体的に説明する。この燃料集合体の搬出方法は、前述の原子炉建屋隔離作業、落下物の撤去作業、シールドプラグ撤去作業及び燃料貯蔵プール内の燃料集合体搬出作業を含んでいる。

【0033】

原子炉建屋隔離作業を実施する。原子炉建屋を覆う隔離シートを設置する（ステップ S 1）。放射性物質が付着したガレキ及び構造部材片等の落下物を撤去する際に、周囲への放射性物質の飛散を防止するために、原子炉建屋 2 3 を隔離シート 4 1 で覆う必要がある。この隔離シート 4 1 は、図 4 に示すように、原子炉建屋 2 3 の側面を取り囲むシート（例えば、アラミドシート）6 6 及び原子炉建屋 2 3 の上方を覆うカバー装置 6 7 を含んでいる。シート 6 6 は、図 5 に示すように、原子炉建屋 2 3 の側面の周囲を取り囲む。

【0034】

原子炉建屋 2 3 の側面を取り囲むシート 6 6 の設置の一例を図 4 及び図 5 に基づいて説明する。原子炉建屋 2 3 の周囲で原子炉建屋 2 3 の側面の 4 つの角のそれぞれから離れた各位置に、横断面が矩形で鋼製の支柱 6 5 を設置する。支柱 6 5 の相互間に何本かの支柱を設置してもよい。これらの支柱 6 5 が設置された後、シートロール（図示せず）に巻き付けられたシート 6 6 の端部を、1 本の支柱 6 5 に取り付ける。シートロールを、シート設置装置（図示せず）の上方に向かって伸びる回転体に装着する。シートロールを装着したこの回転体を回転させながらシート設置装置を原子炉建屋 2 3 の側面に沿って移動させる。シートロールからシート 6 6 が引き出され、引き出されたシート 6 6 を各支柱 6 5 に順次取り付ける。このため、原子炉建屋 2 3 の側面の全周を取り囲むように、シート 6 6 が配置される。このシート 6 6 は各支柱 6 5 に取り付けられる。支柱 6 5 に取り付けられるシート 6 6 の最後の端部は、最初に 1 本の支柱 6 5 に取り付けられた最初の端部に重ねられ、この端部に隙間が生じないように溶着される。原子炉建屋 2 3 の角付近に配置された 2 本の支柱 6 5 の間に、他の支柱 6 5（例えば、後述の支柱 1 5 8 A 及び 1 5 8 B）が配置されたときには、このシート 6 6 は他の支柱 6 5 にも取り付けられる。

【0035】

シート 6 6 の設置は、地面から上方に向かって順番に行われる。前述の設置されたシート 6 6 の上方に、さらにシート 6 6 を各支柱 6 5 に順番に取り付ける場合には、シート設置装置のシートロールが装着された回転体を、上方に向かって所定の高さの位置になるように上昇させ、回転体に装着されたシートロールから引き出されたシート 6 6 の端部を 1 本の支柱 6 5 に取り付ける。このとき、上方に新たに設置するシート 6 6 の下端部が、既に設置された下側のシート 6 6 の上端部の上方に位置するように、これらの端部を重ねて、前述したように、シートロールを装着したその回転体を回転させながらシート設置装置を原子炉建屋 2 3 の側面に沿って移動させる。最初に設置したシート 6 6 の上方において、シートロールから引き出されたシート 6 6 が、各支柱 6 5 に順番に取り付けられる。上側に配置されたシート 6 6 の下端は、原子炉建屋 2 3 の側面の全周に亘って隙間が生じな

10

20

30

40

50

いように、下側に配置されたシート 66 の上に溶着される。上方に配置されたシート 66 の最後の端部も、最初に 1 本の支柱 65 に取り付けられた最初の端部に重ねられ、この端部に隙間が生じないように溶着される。原子炉建屋 23 の側面を取り囲むシート 66 は、前述のカバー装置 4 が配置される高さまで配置される。

【0036】

このようにして、原子炉建屋 23 の側面の全周を覆うように、シート 66 が、地面から原子炉建屋 23 の運転床よりも上方の位置まで配置されて各支柱 65 に取り付けられる。

【0037】

その後、カバー装置 67 が、原子炉建屋 23 の運転床 24 を覆うように各支柱 65 に取り付けられる。カバー装置 67 の構成を、図 6、図 7 及び図 8 に基づいて説明する。カバー装置 67 は、少なくとも、原子炉建屋 23 の側面の 4 つの角付近に配置された 4 本の支柱 65 に取り付けられる。カバー装置 67 は、シート（例えば、アラミドシート）102、ガイドレール 68A、68B、その 4 本の支柱 65 にそれぞれ取り付けられる 4 本の棒状の枠部材 65A、走行台車（走行部材）69、横行台車（横行部材）74、及び開口形成部材 77 を有する。ガイドレール 68A は対向して配置される一対の枠部材 65A のうちの一つの枠部材 65A に取り付けられ、ガイドレール 68B は対向して配置されるその一対の枠部材 65A のうちの残りの枠部材 65A に取り付けられる。隣り合う各枠部材 65A 同士は、支柱 65 付近に位置する部分において連結部材（図示せず）により連結される。この連結部材は、ガイドレール 68A または 68B よりも下方に配置されている。走行台車 69 はガイドレール 68A、68B に移動可能に設置される。横行台車 74 は、ガイドレール 68A、68B と直交する方向に移動可能に走行台車 69 に取り付けられる。開口部 78 が形成された開口形成部材 77 が横行台車 74 の上面に取り付けられる。矩形の枠フレーム 101 が、開口部 78 を取り囲むように、開口形成部材 77 の上面に取り付けられる。

【0038】

シート 102 の開口部 78A（図 11 参照）の周囲の部分が、シート 102 と枠フレーム 101 の間に隙間が生じないように、横行台車 74 に取り付けられた枠フレーム 101 の上面に取り付けられる。横行台車 74 に取り付けられたシート 102 は走行台車 69、ガイドレール 68A、68B 及び 4 本の枠部材 65A を覆っており、シート 102 の周辺部が各枠部材 65A に取り付けられる。シート 102 は、伸縮性を有し且つ気密性を有する素材で作られている。走行台車 69 及び横行台車 74 による開口部 78 の移動範囲がより大きくなるように、シート 102 は、図 7 及び図 8 に示すように、十分にたるませてカバー装置 67、具体的には、枠フレーム 101 及び各枠部材 65A に取り付けられる。

【0039】

前述したように、隣り合う各枠部材 65A 同士を連結部材（図示せず）により連結することにより、シート 102、ガイドレール 68A、68B、4 本の枠部材 65A、走行台車 69、横行台車 74、及び枠フレーム 101 が取り付けられた開口形成部材 77 が一体化したカバー装置 67 を地上で組み立てることができる。このため、このカバー装置 67 を、原子炉建屋 23 を取り囲むシート 66 の外側で地上に配置されたクローラークレーン 106（図 4 参照）で吊り上げて、各支柱 65 に設けられた受け台（図示せず）上に配置することができる。カバー装置 67 の 4 本の枠部材 65A のそれぞれの両端部が、原子炉建屋 23 の側面の 4 つの角に配置された 4 本の支柱 65 に設けられた前述の各受け台上に載せられ、各枠部材 65A はその 4 本の支柱 65 のうちの一对ごとの支柱 65 の間に配置される。その後、各枠部材 65A が該当する支柱 65 に取り付けられる。各支柱 65 に取り付けられたその受け台は、原子炉建屋 23 よりも上方に位置しており、カバー装置 67 の取り付け位置になっている。各構成が一体化されたカバー装置 67 を支柱 65 に取り付けることによって、原子炉建屋 23 を覆うカバー装置 67 の各支柱 65 への取り付けに要する時間を短縮することができる。クローラークレーン 106 は、後述するように、運転床 24 上のガレキ等の落下物の撤去に用いられる。

【0040】

時間は掛かるが、カバー装置 6 7 の各構成を支柱 6 5 への設置位置まで吊り上げてカバー装置 6 7 の設置位置において、カバー装置 6 7 を組み立てることも可能である。

【0041】

各支柱 6 5 に取り付けられたカバー装置 6 7 のシート 1 0 2 の周辺部は、原子炉建屋 2 3 の側面の周囲に配置されたシート 6 6 のうち最も上方に位置しているシート 6 6 の外面上に折り曲げられ、シート 6 6 とシート 1 0 2 の間に隙間が生じないように、原子炉建屋 2 3 の側面を覆うシート 6 6 の全周に亘って最も上方に位置しているシート 6 6 の外面に溶着される。各支柱 6 5 のカバー装置 6 7 側の側面にも、隙間生じないように、シート 1 0 2 の周辺部が溶着される。

【0042】

シール切断装置 1 0 5 が、図 9 及び図 1 0 に示すように、カバー装置 6 7 の開口形成部材 7 7 に形成された開口部 7 8 と枠フレーム 1 0 1 の間で、開口形成部材 7 7 の上面に取り付けられる。シール切断装置 1 0 5 は、アーム及びアームの先端部に設けられた加熱装置を有する。伸縮性を有するシート（例えば、アラミドシート）1 0 4 が蛇腹状に畳まれて開口部 7 8 を覆って枠フレーム 1 0 1 の内側で開口形成部材 7 7 の上面に置かれる。

【0043】

図 5 に示すように、ガイドレール 6 8 A 及び 6 8 B に直交する方向において、対向する一対の支柱 6 5 の間に、鋼製の支柱 1 5 8 A 及び 1 5 8 B が設置され、その一対の支柱 6 5 に対向する他の一対の支柱 6 5 の間にも、支柱 1 5 8 A 及び 1 5 8 B が設置される。2 本の支柱 1 5 8 A 及び 2 本の支柱 1 5 8 B は、原子炉建屋 2 3 を取り囲むシート 6 6 の内側で原子炉建屋 2 3 の外側に配置される。シート 6 6 は、2 本の支柱 1 5 8 A 及び 2 本の支柱 1 5 8 B にも取り付けられる。1 本のガイドレール 1 4 1（図 4 参照）が対向する一対の支柱 1 5 8 A に取り付けられる。他の 1 本のガイドレール 1 4 1 が対向する一対の支柱 1 5 8 B に取り付けられる。これらのガイドレール 1 4 1 は、運転床 2 4 の真上に配置され、カバー装置 6 7 よりも下方に位置しており、後述する運転床 2 4 上に設置されたシートハウス 4 9 の天井よりも上方に位置している（図 3 0 参照）。天井クレーン 1 4 0 が一対のガイドレール 1 4 1 上に走行可能に設置される。この天井クレーン 1 4 0 は、図示されていないが、一対のガイドレール 1 4 1 上を走行する走行台車、及び走行台車上をガイドレール 1 4 1 と直交する方向に走行する横行台車を有する。

【0044】

天井クレーン 1 4 0 及び一対のガイドレール 1 4 1 の設置は、カバー装置 6 7 の設置の前に実施される。クローラクレーン 1 0 6 を用いて吊り上げられたガイドレール 1 4 1 のそれぞれを、前述の支柱 1 5 8 A のそれぞれに取り付ける。天井クレーン 1 4 0 は、クローラクレーン 1 0 6 によって吊り上げられて一対のガイドレール 1 4 1 上に設置される。その後、クローラクレーン 1 0 6 によって吊り上げられたカバー装置 6 7 が、天井クレーン 1 4 0 の上方で、前述したように、各支柱 6 5 に取り付けられる。

【0045】

図 4 に示すクローラクレーン 1 0 6 の替りに、走行クレーン 1 0 9 を運転床 2 4 上のガレキ等の落下物の撤去に用いてもよい。支柱 6 5 に走行クレーン 1 0 9 を設置した例を図 1 4 に示す。図 4 に示された支柱 6 5 よりも長い 4 本の支柱 6 5 が、図 5 に示すように、原子炉建屋 2 3 の側面の 4 つの角のそれぞれから離れた各位置に設置される。シート 6 6 が、原子炉建屋 2 3 の側面を取り囲むように、4 本の支柱 6 5 にそれぞれ取り付けられる。原子炉建屋 2 3 の運転床 2 4 を覆うカバー装置 6 7 が、前述したように、4 本の支柱 6 5 に取り付けられる。走行クレーン 1 0 9 は、原子炉建屋 2 3 の周囲に設置された複数の支柱 6 5 のうち原子炉建屋 2 3 の側面の 2 つの角付近に配置された 2 本の支柱 6 5 に設置されたガイドレール 1 0 8、及び原子炉建屋 2 3 の側面の他の 2 つの角付近に配置された 2 本の支柱 6 5 に設置された他のガイドレール 1 0 8 上に移動可能に設置された走行台車（図示せず）を有する。さらに、走行クレーン 1 0 9 は、この走行台車にガイドレール 1 0 8 と直交する方向に移動可能に設置された横行台車（図示せず）を有する。掴み具 1 0 9 A は横行台車に取り付けられる。

10

20

30

40

50

【0046】

原子炉建屋23を覆う隔離シート41のカバー装置67を支持する支持構造物の他の例を図12を用いて説明する。本例では、カバー装置67を支持する支持構造物である、図4に示された構成の4本の支柱65として、炭素繊維強化プラスチック製の支柱65Aが用いられる。少なくとも4本の支柱65Aは、原子炉建屋23の運転床24の四隅で運転床24上に設置される。一对のガイドレール141を支持する4本の支柱158Aが、図5に示すように、一对の支柱65Aの間に配置され、そして、運転床24上に設置される。4本の支柱158Aも、炭素繊維強化プラスチック製である。一本のガイドレール141が対向する一对の支柱158Aに取り付けられる。他の一本のガイドレール141が対向する別の一对の支柱158Aに取り付けられる。クローラークレーン106によって吊り上げられた天井クレーン140が、一对のガイドレール141上に設置される。

10

【0047】

シート（例えば、アラミドシート）66は、前述したように、シート設置装置を用いて設置される。本例では、シート66は、運転床24よりも下方では原子炉建屋23の外面に取り付けられ、運転床24よりも上方では各支柱65A及び各支柱158Aに取り付けられる。支柱85に設置されたカバー装置67のシート102の周辺部は、折り曲げられて各支柱65A及び各支柱158Aに取り付けられたシート66の外面に重ねられ、シート66の外面に溶着される。

【0048】

炭素繊維強化プラスチック製の支柱65A及び支柱158Aは、高強度であるため、カバー装置67及び天井クレーン140を支持することができる。また、炭素繊維強化プラスチック製の支柱65A及び支柱158Aは、軽量であるため、原子炉建屋23の運転床24上に設置することができる。このため、炭素繊維強化プラスチック製の支柱65A及び支柱158Aは、鋼製の支柱65及び支柱158Aに比べて短尺になり、取り扱いが容易になる。

20

【0049】

さらに、原子炉建屋23を覆う隔離シート41Aのカバー装置67を支持する支持構造物の例を図13を用いて説明する。隔離シート41Aは、カバー装置67及びシート66Aを含んでいる。本例において用いられるカバー装置67を支持する少なくとも4本の支柱65A及び複数の支柱158Aは、図12に示すそれらと同様に、炭素繊維強化プラスチック製であり、運転床24上に設置される。天井クレーン140が設置される一对のガイドレール141が各支柱158Aに取り付けられ、カバー装置67がガイドレール141に設置された天井クレーン140の上方で各支柱65Aに取り付けられる。

30

【0050】

図13に示される例では、原子炉建屋23の側壁は、き裂が発生していなく気密性が保たれており、原子炉建屋23内に存在する放射性物質の外部環境への放出を防止することができる。このため、図13に示された例は、図12に示された例と異なり、隔離シート41Aのシート、すなわち、シート（例えば、アラミドシート）66Aは、実質的に運転床24よりも上方に存在する。シート66Aは、前述したように、シート設置装置を用いて設置される。シート66Aは各支柱65A及び各支柱158Aに取り付けられる。各支柱65A及び各支柱158Aに取り付けられた、最も下方に位置するシート66Aの下端部は、原子炉建屋23の外面上に重ねられ、原子炉建屋23の外面に気密性を保つように溶着される。

40

【0051】

図13に示される例も、図12に示される例と同じ効果を得ることができる。さらに、図13に示される例では、シート66Aが実質的に運転床24よりも上方に設置されるので、隔離シート41Aの、設置されたシート66Aの高さが、図4及び図12のそれぞれに示された隔離シート41の、設置されたシート66の高さよりも低くなり、シート66Aの設置に要する時間がシート66の設置に要する時間よりも短縮される。

【0052】

50

図 1 2 および図 1 3 に示されるそれぞれの例において、支柱 6 5 A 及び 1 5 8 A のそれぞれにガラス繊維強化プラスチック製の支柱を用いてもよい。

【0053】

ステップ S 2 において図 1 2 に示す隔離シート 4 1 または図 1 3 に示す隔離シート 4 1 A の設置を行った場合にも、その設置が終了した後、後述のステップ S 2 ～ S 1 3 の各工程が、順次、実施される。

【0054】

なお、図 1 4 に示されたように、運転床 2 4 上のガレキ等の落下物の撤去に用いられる走行クレーン 1 0 9 をカバー装置 6 7 の上方に配置する場合においても、走行クレーン 1 0 9 を設置する一対のガイドレール 1 0 8 を支持する各支柱 6 5 、及び天井クレーン 1 4 0 を設置する一対のガイドレール 1 4 1 を支持する各支柱 1 5 8 A として、炭素繊維強化プラスチック製の支柱及びガラス繊維強化プラスチック製の支柱のいずれかを用いてもよい。

【0055】

次に、落下物撤去作業（ステップ S 2 ～ S 5 の各工程）が実施される。この落下物撤去作業、すなわち、本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法の一部である原子炉建屋における落下物の撤去方法について説明する。

【0056】

燃料貯蔵プールをシートで覆う（ステップ S 2）。筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B が運転床 2 4 上に置かれる。筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B は、例えば、図 1 5 に示される左側のシート 6 6 に形成された開口部（図示せず）を通して運転床 2 4 上に搬入される。図 1 5 に図示されていないが、例えば、運転床 2 4 と同じ高さに上面が位置する仮置き台が、その開口部が形成されたシート 6 6 の外側に配置されて地面に設置される。筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B がクローラクレーン 1 0 6 で吊り上げられてその仮置き台上的搬送台車（図示せず）の上に置かれる。筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B を載せた搬送台車が、シート 6 6 に形成された開口部を通してシート 6 6 の内側の運転床 2 4 まで移動する。シート 6 6 に形成された開口部は、気密性を有するドア（図示せず）により開閉される。搬送台車がシート 6 6 の内側まで移送した後、そのドアが閉められ、シート 6 6 に形成された開口部が封鎖される。シート 6 6 の内側に搬入された筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B は、天井クレーン 1 4 0 に吊り下げられて運転床 2 4 上の所定の位置まで搬送される。

【0057】

筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B のそれぞれは、特開 2 0 1 1 - 1 0 6 5 2 9 号公報の段落 0 1 8 9 ～段落 0 2 0 0 に記載された、上下左右に自在に曲がる複数のアクチュエータ 2 0 0 ' を連結して構成された多関節の複数の作業アームを有する。これらの作業アームの一部の先端部には切断機 1 1 7 （図 2 5 参照）が取り付けられ、残りの作業アームには掴み具が取り付けられる。シート 1 1 0 のロールが運転床 2 3 上に置かれ、筋肉ロボット 1 1 1 A 及び 1 1 1 B によりシート 1 1 0 のロールを転がしながらシート 1 1 0 を、燃料貯蔵プール 2 7 を跨いで運転床 2 4 上に設置する。この結果、燃料貯蔵プール 2 7 は、図 1 6 及び図 1 7 に示すように、シート 1 1 0 によって覆われる。シート 1 1 0 として、高強度繊維を用いた例えば、ポリアミドシートを用いる。燃料貯蔵プール 2 7 をシート 1 1 0 で覆うことによって、運転床 2 4 上に落下したガレキ等の落下物を撤去する際の移送時に、万が一、この落下物が燃料貯蔵プール 2 7 内に落下することを防ぐことができ、燃料貯蔵プール 2 7 内に貯蔵されている使用済燃料集合体等の損傷を避けることができる。

【0058】

落下物及び建屋鉄骨を撤去する（ステップ S 3）。前述の水素爆発により原子炉建屋の天井及び運転床周囲の側壁が破壊され、破壊によって生じたガレキ 1 1 3 （図 1 6 参照）、及び天井、側壁及び運転床に設置されていた機器及び配管等の金属片が、原子炉建屋の運転床上に落下し、散乱する可能性がある。運転床 2 4 上に散乱しているこれらのガレキ

及び金属片を落下物と称する。これらの落下物には放射性物質が付着している恐れがある。炉心溶融が生じた原子力プラントの廃炉作業を円滑に進めるためには、運転床 24 上に存在する各落下物を撤去する必要がある。また、落下物の撤去作業中において、放射性物質を周囲の環境に飛散させることも避けなければならない。このため、運転床 24 上に存在する落下物の撤去、及び側壁のコンクリートが落下してむき出しになった原子炉建屋 23 の建屋鉄骨 63（図 18 参照）の切断、撤去は、原子炉建屋 23 の側面をシート 66 で取り囲み、運転床 24 の上方をカバー装置 67 で覆った状態で実施される。

【0059】

図示されていないが、天井クレーン 140 の走行台車及び横行台車、及びガイドレール 141 のそれぞれには、運転床 24 の状態を撮影するカメラが設置される。これらのカメラで撮影された映像は、原子炉建屋 23 の外部に設置された各表示装置に表示される。オペレータは、各表示装置に表示された映像を見ることにより、落下物の撤去作業が行われる運転床 24 の状態（例えば、図 16 に示される状態）を把握することができる。特に、運転床 24 上での複数の落下物の位置及びそれらの落下物の大きさを知ることができる。さらに、それらの落下物の撤去作業を監視することができる。

10

【0060】

オペレータは、表示装置に表示された映像を見て撤去すべき落下物を特定し、原子炉建屋 23 の外部に設置されている操作盤（図示せず）を操作してカバー装置 67 の走行台車 69 及び横行台車 74 をそれぞれ移動させる。走行台車 69 はガイドレール 68A 及び 68B 上を移動し、横行台車 74 は走行台車 69 に設けられたガイドレール（図示せず）に沿って移動する。この結果、横行台車 74 に取り付けられた開口形成部材 77 に形成された開口部 78 が、特定した落下物の真上まで移動する。シート 102 は伸縮性を有しさらに十分たるませて枠フレーム 101 及び 4 本の枠部材 68A に取り付けられているため、走行台車 69 及び横行台車 74 のそれぞれの移動により、カバー装置 67 内で任意の位置に開口部 78 を移動させることができる。

20

【0061】

開口部 78 がその真上に達したとき、走行台車 69 及び横行台車 74 のそれぞれ移動が停止される。クローラクレーン 106 が操作され、クローラクレーン 106 の掴み具 107 が開口部 78 の真上に到達し、掴み具 107 が下降される。

【0062】

掴み具 107 は、開口形成部材 77 の上に置かれて開口部 78 を覆っているシート 104 を運転床 24 上の特定された撤去すべき落下物に向かって押し下げる。シート 104 の下面がその落下物の上面に接触し、掴み具 107 はシート 104 の上からその落下物 115 を把持する（図 19 及び 20 参照）。掴み具 107 が落下物 115 を掴んだ後、この掴み具 107 を上昇させる。掴み具 107 に掴まれた落下物 115 が、開口形成部材 77 の開口部 78 を通って枠フレーム 101 の上方に達したとき、掴み具 107 の上昇を停止する。落下物 115 の下方でシート 104 が絞られて溶着される。シート 104 の溶着は、シール切断装置 105 のアーム先端部に設けられた加熱装置でシート 104 を加熱することにより行われる。シール切断装置 105 の加熱装置がシート 104 の溶着部 104A にさらに押し付けられることにより、この溶着部 21 は加熱装置が発生する熱により切断される（図 21 及び図 22 参照）。シート 104 が溶着されて切断された後、掴み具 107 はさらに上昇する（図 23 及び図 24 参照）。落下物 115 を包んでいるシート 104 は切断箇所が完全に溶着されており、シート 104 内の気密性が保たれ、掴み具 107 で掴んでいる落下物 115 に付着している放射性物質が落下物 115 を包んでいるシート 104 の外部に飛散しない。図 21 の状態で落下物 115 を包み込んだシート 104 を熱により切断するため、開口形成部材 77 上に置かれた蛇腹状のシート 104 は、溶着により開口部が形成されず（図 23 及び図 24 参照）、次の落下物 115 を包むときに利用することができる。

30

40

【0063】

クローラクレーン 106 を操作して掴み具 107 を下降させることにより、シート 10

50

4で包まれた落下物115の梱包116を地上まで降ろすことができる。さらに、この梱包116は、搬送容器（図示せず）内に収納されて保管場所まで移送される。運転床24上に落下したガレキ113も、同様に、開口部78を通してシート104に包み込まれて地上に下ろされる。

【0064】

DSP26内に落下物が存在する場合には、この落下物は、運転床24上の落下物と同様に、掴み具107で掴まれて開口部78を通してカバー装置67の上方に取り出され、シート104に包まれ、地上まで下ろされる。

【0065】

むき出しになっている建屋鉄骨63（図18参照）の切断及び撤去について説明する。建屋鉄骨63は、筋肉ロボット111A及び111Bのそれぞれの作業アームに取り付けられた掴み具によって把持され、他の作業アームに取り付けられた切断機によって切断される。所定の長さに切断された建屋鉄骨63は、前述の落下物115と同様に、クローラークレーン106の掴み具107で掴まれて開口部78を通してカバー装置67の上方に取り出され、シート104に包まれ、地上まで下ろされる。天井を支えていた落下した鉄骨部材及び落下した配管等も、必要に応じて筋肉ロボット111A及び111Bにより切断され、落下物115と同様に開口部78を通して取り出されてシート104で包まれ、地上まで下ろされる。

【0066】

上記の作業が繰り返されて運転床24及びDSP26の底部に落下した落下物が全て撤去され、建屋鉄骨63が完全に撤去されたとき、ステップS3の工程が終了する。

【0067】

落下した天井クレーンを解体し撤去する（ステップS4）。原子炉建屋23内で運転床24より上方に設置されていた天井クレーン（図示せず）が運転床24上に落下している。運転床24上に落下しているその天井クレーンが、運転床24上に存在する筋肉ロボット111A及び111Bのそれぞれ作業アームの先端部に取り付けられた切断機117によって切断されて解体される。その天井クレーンの切断された部分は、カバー装置67の開口部78から外部に取り出せる大きさになっている。天井クレーンの切断された部分は、クローラークレーン106の掴み具107で把持されて開口部78を通してカバー装置67の上方に取り出され、原子炉建屋23を取り囲むシート66の外側で地上に下ろされる。天井クレーンの切断された部分も、前述の落下物115と同様に、開口形成部材77の上に置かれて開口部78を覆っているシート104によって包まれる。

【0068】

燃料交換機を解体し撤去する（ステップS5）。炉心溶融事故が発生する前に、運転床24上に敷設された一对のガイドレール27Aに設置されていた燃料交換機118は、水素爆発による原子炉建屋23の天井及び側壁の落下による衝撃により損傷しており、撤去する必要がある。落下した天井クレーンの解体、撤去が終了した後、この燃料交換機118は、図25及び図26に示すように、運転床24上に存在する筋肉ロボット111A及び111Bにそれぞれ設けられた前述の切断機117によって切断されて解体される。燃料交換機118の切断された部分は、カバー装置67の開口部78から外部に取り出せる大きさになっている。燃料交換機118の切断された部分は、クローラークレーン106の掴み具107で把持されて開口部78を通してカバー装置67の上方に取り出され、原子炉建屋23を取り囲むシート66の外側で地上に下ろされる。燃料交換機118の切断された部分も、前述の落下物115と同様に、開口形成部材77の上に置かれて開口部78を覆っているシート104によって包まれる。

【0069】

ステップS5における燃料交換機118の解体、撤去が終了したとき、落下物の撤去作業が終了する。このとき、建屋鉄骨63、及びガレキ等の落下物が撤去された原子炉建屋23は図1に示された状態になり、運転床24も図2に示される状態になる。その後、シールドプラグの撤去作業（ステップS6～S11の各工程）が実施される。

【0070】

機器仮置きプール内を遮へい及び放射性物質の拡散を防止するための隔離エリアとして整備するための一例として、放射線遮へい容器をDSP内に設置する（ステップS6）。放射線遮へい容器32が、原子炉建屋23外に設置された移動式のクローラクレーン106によって吊り上げられ、前述の仮置き台上の搬送台車（図示せず）の上に置かれる。この放射線遮へい容器32を載せた搬送台車が、気密性のドアが開いた、シート66に形成された開口部を通してシート66の内側の運転床24まで移動する。そして、放射線遮へい容器32は、天井クレーン140を用いてDSP26内に設置される（図27参照）。放射線遮へい容器32は、開口部36Aを形成した放射線遮へい板33を天井部材として放射線遮へい容器32に取り付けており、原子炉ウエル25側の側壁に開口部36Bを形成している。放射線遮へい容器32には、開口部36Aを開閉する移動式のドア34が取り付けられる。また、開口部36Bを開閉する移動式のドア35が、原子炉ウエル25側の側壁に取り付けられる。開口部36Bはドア35によって封鎖されている。

10

【0071】

スロットルプラグに貫通孔を形成する（ステップS7）。穿孔装置（図示せず）が、放射線遮へい容器32と同様に、地上からシート66の内側の運転床24上まで移送される。さらに、穿孔装置が、天井クレーン140に吊り下げられ、開口部36Aを通して放射線遮へい容器32内の空間37に搬入されて放射線遮へい容器32の底面上の台車40Aの上に載せられる。穿孔装置の空間37への搬入時にはドア34は開いており、穿孔装置の空間37への搬入後にドア34は閉じられる。

20

【0072】

ドア35が開けられ、穿孔装置は、開口部36Bを通して設置されたコンクリート製の一つのスロットルプラグ29Aと対向する。スロットルプラグ29Aが、穿孔装置（例えば、ワイヤーソー）によってブロック状に切断される。この切断によって削り出された、スロットルプラグ29Aのブロックは、搬送容器（図示せず）内に収納される。この搬送容器は、開口部36Aを通して運転床24上に移送され、さらに、地上まで移送される。この結果、スロットルプラグ29Aに貫通孔43が形成され、ドア35が開いているとき、原子炉ウエル25と放射線遮へい容器32内の空間37が連通される（図27参照）。

【0073】

原子炉ウエル内に第1放射線遮へい体を設置する（ステップS8）。遮へい体搬送装置47及び折り畳まれた遮へい袋48が、ステップS7の工程における放射線遮へい容器32の搬入と同様に、地上から開口部36Aを通して放射線遮へい容器32内に搬入され、その後に、ドア34が閉じられる。遮へい袋48は、伸縮特性を持つシートと強度を保つ繊維から構成される複合シートで作られた袋であり、折り畳みである。このシートは、必要に応じて高強度、高弾性、高延性のある繊維を組み込んだものでも良い。遮へい袋48は、伸縮性のある剛性ゴムで作ってもよい。

30

【0074】

遮へい体搬送装置47は、支持部材42の上端部に取り付けられたスライド機構45B、スライド機構45Bに設置された伸縮管45A及び伸縮管45Aの先端部に取り付けられた作業アーム45Cを有する。把持具（図示せず）が作業アーム45Cの先端に取り付けられる。この作業アーム45Cは、多関節を有し、上下左右に自由に曲げられる。作業アーム45Cは、例えば、特開2011-106529号公報に記載されて互いに連結された複数のアクチュエータ200'で構成される。

40

【0075】

ドア35が開いて、スライド機構45B及び伸縮管45Aが原子炉ウエル25に向かって移動することにより、作業アーム45C、及び遮へい袋48を掴んでいる掴み具47Aが原子炉ウエル25内で格納容器ヘッド18とシールドプラグ28の間に挿入される。掴み具47Aに掴まれた遮へい袋48が、格納容器ヘッド18の上方で原子炉ウエル25内の所定の位置まで移動される（図27参照）。

【0076】

50

伸縮管 4 5 A の先端部に取り付けられたカメラ（図示せず）によって、原子炉ウエル 2 5 内での作業（例えば、遮へい袋 4 8 の設置作業）が撮影される。カメラで撮影された映像は、原子炉建屋 2 3 の運転床、若しくは別の建屋内に形成された運転操作室のモニタに送信され、作業員により監視される。

【0077】

掴み具 4 7 A に掴まれた遮へい袋 4 8 が原子炉ウエル 2 5 内の所定の位置まで移動された後、伸縮管 4 5 A 及び作業アーム 4 5 C に沿って設置された給水ホース（図示せず）が遮へい袋 4 8 に設けられた逆止弁に接続され、給水ホースで供給される水が逆止弁付きのワンタッチカプラを介して遮へい袋 4 8 内に供給される。遮へい袋 4 8 は、水の供給により膨張し、格納容器ヘッド 1 8 の一部を覆って格納容器ヘッド 1 8 とシールドプラグ 2 8 の間に配置される。

10

【0078】

他の遮へい袋 4 8 も、同様に、原子炉ウエル 2 5 内の所定の位置まで移送される。この遮へい袋 4 8 内にも水が供給され、遮へい袋 4 8 は膨張する。格納容器ヘッド 1 8 は、格納容器ヘッド 1 8 とシールドプラグ 2 8 の間に配置された、水で膨張した複数の遮へい袋 4 8 で覆われる（図 2 8 参照）。内部に水が充填されたこれらの遮へい袋 4 8 は、放射線遮へい体（第 1 放射線遮へい体）となる。

【0079】

放射線遮へい容器 3 2 内に配置された遮へい体搬送装置 4 7 を用いて、遮へい袋 4 8 を、放射線遮へい容器 3 2 から貫通孔 4 3 を通して格納容器ヘッド 1 8 とシールドプラグ 2 8 の間に容易に移送することができる。このため、格納容器ヘッド 1 8 を覆う、水を充填した遮へい袋 4 8、すなわち第 1 放射線遮へい体の設置を容易に行うことができる。

20

【0080】

内部に水が充填されたこれらの遮へい袋 4 8 を格納容器ヘッド 1 8 とシールドプラグ 2 8 の間に配置することにより、格納容器ヘッド 1 8 の下方からの放射線を水が充填されたこれらの遮へい袋 4 8 で遮へいすることができる。この結果、汚染された原子炉ウエル内の除染及び遮蔽体設置作業を機器仮置きプール側からアクセスすることによって原子炉ウエル内からの放射性物質の拡散及び線量の漏えいを機器仮置きプールに設置した放射線遮へい容器 3 2 で抑えることができ、運転床に直接放射性ダストと線量の漏えいが生じることを防止できる。また、後述するように、シールドプラグ 2 8 を除去した場合においても、運転床 2 4 上での線量を低減することができる。また、原子炉ウエル 2 5 内に水が充填されたそれらの遮へい袋 4 8 が配置されるため、原子炉ウエル 2 5 内での空気の流れが阻害され、放射性物質の拡散を防止することができる。

30

【0081】

原子炉ウエル 2 5 内への水が充填された所定数の遮へい袋 4 8 の設置が終了した後、遮へい体搬送装置 4 7 の作業アーム 4 5 C 及び掴み具 4 7 A が放射線遮へい容器 3 2 内に戻され、ドア 3 5 が閉じられる。遮へい体搬送装置 4 7 が、放射線遮へい容器 3 2 から地上まで搬送される。

【0082】

なお、ステップ S 6 ～ S 9 の各工程を実施する間、原子炉ウエル 2 5 を封鎖しているシールドプラグ 2 8 の上面が養生シート 3 8 で覆われている（図 2 7 参照）。この養生シート 3 8 はシールドプラグ 2 8 の間からの放射性核種の漏洩を抑制している。

40

【0083】

シートハウスを原子炉建屋の運転床上に設置する（ステップ S 9）。ステップ S 6 の工程における放射線遮へい容器 3 2 の搬入と同様に、シートハウス 4 9 を地上からシート 6 6 の内側の運転床 2 4 上まで搬送し、このシートハウス 4 9 を運転床 2 4 上に設置する（図 2 8 参照）。シートハウス 4 9 は、D S P 2 6 の一部、すなわち、放射線遮へい容器 3 2 の一部、及び原子炉ウエル 2 5 を覆っている。このシートハウス 4 9 は、図示されていないが、例えば、四方の側壁に位置する側壁部鉄骨構造、及びこの側壁部鉄骨構造に支持される天井部鉄骨構造を有する。さらに、このシートハウス 4 9 は、側壁部鉄骨構造の外

50

側を取り囲んでこの側壁部鉄骨構造に取り付けられて、天井部鉄骨構造の上面を覆ってこの天井部鉄骨構造に取り付けられるカバーシートを有する。このカバーシートの側壁部には、シートハウス49内外への出入口となる開口部（図示せず）が形成され、この開口部の開閉を行うドア（図示せず）が移動可能に取り付けられる。作業員は、シートハウス49のカバーシートの側壁部に形成された、ドアが開けられたその開口部を通して運転床24上からシートハウス49内の空間部53に入ることができる。

【0084】

走行台車及び横行台車を含む天井クレーン50が、シートハウス49内の空間部53内に配置され、シートハウス49の天井部鉄骨構造付近に配置されるガイドレール51上に移動可能に設置される。ガイドレール51は、側壁部鉄骨構造の、対向する部分にそれぞれ取り付けられる。天井クレーン50の横行台車には、掴み具52に取り付けられたワイヤー56の巻き取り及び巻き戻しを行う回転ドラム（図示せず）が取り付けられる。

【0085】

空間部53の底面を形成する板状の床部材58がシートハウス49の下端部に取り付けられる。床部材58には、原子炉ウエル25の内径と同じ大きさの開口部58Aが形成されている。

【0086】

シールドプラグを取り外す（ステップS10）。水素爆発により、シールドプラグ28相互間に形成された非常に狭い隙間に放射性物質が浸入し、隙間に面する、シールドプラグの表面に放射性物質が付着している可能性がある。このため、シールドプラグ28が取り外される。環状の隔離フィルム収納容器73が、シートハウス49内で、スロットルプラグ29A及びシールドプラグ28を取り囲むように、放射線遮へい容器32、運転床24及びスロットルプラグ29B上に配置される。隔離フィルム収納容器73から取り出された隔離フィルム54が、スロットルプラグ29A及びシールドプラグ28の上方を覆って配置される。天井クレーン50の掴み具52は、隔離フィルム54の上方から一つのシールドプラグ28に取り付けられた吊り具（図示せず）を掴む。ワイヤー56を巻き取ってシールドプラグ28を所定の位置まで吊り上げる（図28参照）。そして、吊り上げたシールドプラグ28を隔離フィルム54で包み込み、包み込んで絞った図28に示すXの位置で隔離フィルム54を溶着させ、溶着した部分で隔離フィルム54を切断する。

【0087】

その後、天井クレーン50を移動させ、隔離フィルム54で包み込んだシールドプラグ28を、シートハウス49内で、放射線遮へい容器32に取り付けられた放射線遮へい板33上に置かれた、放射線遮へい材で作られた搬出容器55内に収納する。シールドプラグ28を収納した搬出容器55は、ドアが開いた、シートハウス49の前述の開口部を通して運転床24上に搬出される。さらに、この搬出容器55は、天井クレーン140、搬送台車及びクローラクレーン106を用いて地上に搬送され、さらに、所定の保管場所まで搬送される。残りのシールドプラグ28も同様に搬送される。

【0088】

その後、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出作業の一部である図3に示されていないステップS10Aの工程が、ステップS10の終了後でステップS11の実施前に実施される。ステップS10Aの工程を以下に説明する。

【0089】

放射線遮へい容器32の原子炉ウエル25側の側壁を除去する（ステップS10A）。放射線遮へい容器32の原子炉ウエル25側の側壁が、ドア35を取り付けた状態で、放射線遮へい容器32から取り外され、天井クレーン140によって吊り上げられて放射線遮へい容器32の開口部36Aを通して運転床24上に移送される。さらに、放射線遮へい容器32の、この取り外された側壁は、隔離シート41外に移送され、地上に搬送される。

【0090】

第2放射線遮へい体を設置する（ステップS11）。プラットフォームを兼ねた放射線

10

20

30

40

50

遮へい体（第2放射線遮へい体）59が、天井クレーン50を用いて、原子炉ウエル25の側壁に形成された段付部の最上段に取り外し可能に設置される（図29参照）。この放射性遮へい体59は、中央に配置される円形部59A及びこの円形部59Aを取り囲むリング部59Bを含んでいる。なお、このリング部59Bは、床部材58の開口部58Aを通して床部材58の下方に移送して上記の段付き部の最上段に設置できるように、半割構造になっている。放射性遮へい体59の半割にされた各リング部59Bが前述の段付部の最上段に置かれる。半割の2つのリング部59Bによって上記の円形部59Aを取り囲むリング状のリング部59Bが形成される。放射性遮へい体59の円形部59Aはリング部59Bの内面に形成された段付部に支持される。

【0091】

隔離フィルム収納容器73内に収納された開閉式の隔離シート54が、原子炉ウエル25を覆うように設置された放射線遮へい体59を覆って配置される。放射線遮へい体59は、クローラクレーン106、搬送台車及び天井クレーン140を用いて、地上からシート66の外側に存在する仮置き台の上面及びシート66に形成された開口部を経てシート66の内側においてシートハウス49外部の運転床24上に搬送される。さらに、放射線遮へい体59は、シートハウス49内の空間部53に移送される。放射線遮へい体59は、空間部53内において天井クレーン50に吊り下げられ、開閉式の隔離シート54の開口部を通して原子炉ウエル25の側壁に形成された段付部の最上段に、前述したように置かれる。放射線遮へい体59は、床部材58の開口部58Aを封鎖するように設置される。

【0092】

放射線遮へい体59の設置により、原子炉圧力容器3内からシートハウス49内の空間部53A、53Bに向かう放射線が遮へいされる。

【0093】

放射線遮へい体59の設置が終了した後、図3には図示されていないが、シートハウスの撤去が行われる（ステップS11A）。シートハウス49が、天井クレーン140で吊り上げられて運転床24の上方をシート66に形成された開口部付近まで搬送される。さらに、シートハウス49は、その開口部を通してシート66の外部まで移送され、クローラクレーン106によって地上に下ろされる。

【0094】

以上により、シールドプラグ撤去作業が終了し、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法の最後の作業である燃料貯蔵プール内の燃料集合体搬出作業（ステップS12及びS13）が実施される。ステップS12及びS13の各工程は、ステップS11Aにおいてシートハウス49が運転床24から撤去されて隔離シート41の外部に移送され、地上に下ろされた後に行われる。

【0095】

燃料貯蔵プール内の落下物を撤去する（ステップS12）。使用済燃料集合体（図示せず）を収納している燃料貯蔵ラック120が、図30に示すように、冷却水が充填された燃料貯蔵プール27内に設置されている。燃料貯蔵プール27内に落下しているガレキ等の大きな落下物、例えば、燃料貯蔵ラック120の上端に存在する大きな落下物146を撤去しなければならない。この落下物146の撤去には、落下物撤去用の大型の掴み装置142が用いられる。掴み装置142は、天井クレーン140にワイヤー145で吊り下げられた天秤144にワイヤー143によって吊り下げられる。掴み装置142及び天秤144の隔離シート41内への搬入は、撤去されたシートハウス49が地上に下ろされた後に、クローラクレーン106等を用いて行われる。

【0096】

天井クレーン140に取り付けられたカメラ（図示せず）により、燃料貯蔵プール27内が監視される。カメラで撮影された映像は、原子炉建屋23の外部に設置された前述の表示装置に表示される。オペレータは、表示装置に表示された映像を見ることにより、燃料貯蔵プール27内に落下物146の存在を確認したとき、遠隔で天井クレーン140を

10

20

30

40

50

移動させる。天井クレーン 140 に吊り下げられた掴み装置 142 が落下物 146 の真上に到達したとき、天井クレーン 140 の移動が停止され、掴み装置 142 が下降される。この掴み装置 142 で大型の落下物 146 を把持し、天井クレーン 140 を操作して掴み装置 142 を上昇させ、さらに、引き上げた落下物 146 を、運転床 24 上に置かれた、放射線遮へい材で作られた搬送容器（図示せず）内に収納する。燃料貯蔵プール 27 内で燃料貯蔵ラック 120 上に落下している他の大型の落下物 146 も、同様に、その搬送容器内に収納される。この搬送容器内が引き上げた落下物 146 で満たされたとき、搬送容器が放射線遮へい材で作られた蓋で密封される。その後、燃料貯蔵プール 27 内から回収された他の落下物 146 は、他の搬送容器に収納される。

【0097】

10

燃料貯蔵プール 27 内の全ての落下物 146 が回収された後、燃料貯蔵ラック 120 内の収納された燃料集合体の上部タイプレート（図示せず）上に落下している中、小の各落下物を回収する。これらの落下物の回収には、ハンドリング治具 148 及び 150 を含む落下物撤去装置 154 A、及び架台式の落下物撤去装置 154 B が用いられる（図 31 参照）。落下物撤去装置 154 A 及び 154 B は、作業台車 147 に設けられている。

【0098】

作業台車 147 は、ステップ S6 における放射線遮へい容器 32 の搬入と同様に、クローラクレーン 106、搬送台車及び天井クレーン 140 を用いて地上からシート 66 の内側に存在する運転床 24 まで搬入される。搬入された作業台車 147 は、天井クレーン 140 によって、燃料貯蔵プール 27 を跨いで運転床 24 上の一対のガイドレール 27 A 上に移動可能に設置される。

20

【0099】

落下物撤去装置 154 A 及び 154 B のそれぞれが、搬送される前において、予め作業台車 147 に取り付けられる。落下物撤去装置 154 A のハンドリング治具 148 は、ワイヤー 149 により作業台車 147 に設けられた回転ドラム 152 から吊り下げられる。また、ハンドリング治具 150 は、ワイヤー 151 により作業台車 147 に設けられた回転ドラム 153 から吊り下げられる。回転ドラム 152 及び 153 が設置された移動台車（図示せず）が、ガイドレール 27 A と直交する方向に移動可能に、作業台車 147 に設置されている。

【0100】

30

落下物撤去装置 154 B は、下側が開放されたケーシング 158、ケーシング 158 内に配置されてケーシング 158 の対向する一対の側壁に取り付けられた水平方向に伸びるガイドレール 156、及びガイドレール 156 に移動可能に取り付けられた掴み具 155 を備えている。落下物撤去装置 154 B が設置される他の移動台車（図示せず）も、ガイドレール 27 A と直交する方向に移動可能に、作業台車 147 に設置される。ケーシング 158 は、作業台車 147 に設置された他の移動台車に設けられた巻き取り装置（図示せず）に巻き付けられたワイヤー 157 に取り付けられている。

【0101】

天井クレーン 140 に取り付けられたカメラで撮影した映像に基づいて、燃料貯蔵ラック 120 内に収納された燃料集合体の上部タイプレート上に落下している中程度の大きさの落下物 159 を確認したとき、作業台車 147 に乗っている作業員が作業台車 147 を操作して作業台車 147 を移動させ、ハンドリング治具 148 及び 150 を落下物 159 の真上の位置まで移動させる。回転ドラム 152 及び 153 のそれぞれが回転されて各回転ドラムに巻き付けられたワイヤー 149、151 のそれぞれを巻き戻し、ハンドリング治具 148 及び 150 のそれぞれを下降させる。ハンドリング治具 148 及び 150 によって落下物 159 を掴み、回転ドラム 152 及び 153 のそれぞれを逆回転させて落下物 159 を掴んでいるハンドリング治具 148 及び 150 を上昇させる。ハンドリング治具 148 及び 150 により回収された落下物 159 は、落下物 146 と同様に、運転床 24 上に置かれた搬送容器内に収納する。

40

【0102】

50

さらに小さな落下物が燃料貯蔵ラック 1 2 0 内に収納された燃料集合体の上部タイプレート上に存在する場合には、作業台車 1 4 7 を移動させ、落下物撤去装置 1 5 4 B のケーシング 1 5 8 をその落下物の真上の位置まで移動させ、巻き取り装置を駆動してケーシング 1 5 8 を下降させる。やがて、ケーシング 1 5 8 の下端が燃料集合体の上面に接触したとき、ケーシング 1 5 8 の下降が停止される。カメラ及び照明が、図示されていないが、ケーシング 1 5 8 の内面に取り付けられている。このカメラで撮影された映像に基づいて、掴み具 1 5 5 をガイドレール 1 5 6 に沿って移動させ、下部タイプレート上の小さい落下物を掴み具 1 5 5 で掴む。掴み具 1 5 5 で落下物を掴んだ状態で、落下物撤去装置 1 5 4 を巻き取り装置の駆動により吊り上げ、この落下物を前述の搬送容器内に収納する。ケーシング 1 5 8 内に落下物収納容器を設置し、落下物を掴み具 1 5 5 で掴むたびに落下物撤去装置 1 5 4 B を吊り上げずに、掴む具 1 5 5 で掴んだ落下物をその収納容器内に収納するようにしてもよい。

10

【0103】

運転床 2 4 上に落下した落下物及び燃料貯蔵プール 2 7 に落下した大型の落下物 1 4 6 の撤去、放射性物質が付着しているシールドプラグ 2 8 の撤去（ステップ S 1 0）、及び放射線遮へい体 5 9 の設置のそれぞれが実施されるので、燃料貯蔵プール 2 7 の周囲の運転床 2 4 上まで到達する放射線が著しく低減される。このため、その運転床 2 4 上での放射線量は、許容値以下に低減される。作業台車 1 4 7 に乗っている作業員の被ばく線量が著しく低減される。特に、原子炉ウエル 2 5 内の除染は、被ばく線量の低減に大きく貢献する。

20

【0104】

作業台車 1 4 7 を用いた中程度及びさらに小さい落下物の撤去作業を開始するとき、これらの落下物が燃料貯蔵プール 2 7 内に存在するが、これらの落下物に付着した放射性物質から放出される放射線は、燃料貯蔵プール 2 7 内に充填された冷却水により遮へいされる。このため、これらの落下物から放出される放射線の、作業台車 1 4 7 に乗っている作業員への影響はほとんどない。

【0105】

作業台車 1 4 7 は、作業員により操作する替りに、遠隔制御により操作してもよい。

【0106】

運転床上 2 4 に存在する落下物を収納した複数の搬送容器は、例えば、天井クレーン 1 4 0 により大物搬入口 1 0 3 を通して原子炉建屋 2 3 の一階まで移送され、その後、搬送トラックにより所定の保管場所まで移送される。これらの搬送容器は、天井クレーン 1 4 0 及び搬送台車を用いてシート 6 6 の開口部を通してシート 6 6 の外部に存在する仮置き台上にまで搬送され、クローラクレーン 1 0 6 を用いて地上まで移送してもよい。

30

【0107】

燃料貯蔵プール 2 7 内に存在する中程度及びさらに小さい落下物の撤去が終了した後、作業台車 1 4 7 は、天井クレーン 1 4 0 及び搬送台車を用いてシート 6 6 の内側から前述の仮置き台の上まで搬送される。その後、作業台車 1 4 7 はクローラクレーン 1 0 6 によって地上まで下ろされる。

【0108】

燃料貯蔵プール内の燃料集合体を搬出する（ステップ S 1 3）。燃料貯蔵プール 2 7 内に貯蔵されている燃料集合体、特に、使用済燃料集合体の搬出を図 3 2 を用いて説明する。この使用済燃料集合体の搬出に用いられる燃料交換機 1 1 9 が、作業台車 1 4 7 と同様に、クローラクレーン 1 0 6、搬送台車及び天井クレーン 1 4 0 を用いて地上からシート 6 6 の内側に存在する運転床 2 4 まで搬入され、一対のガイドレール 2 7 A 上に移動可能に設置される。

40

【0109】

燃料交換機 1 1 9 は、本体 1 1 9 A を有し、この本体 1 1 9 A に、下方に向かって伸びる伸縮管 1 1 9 を取り付け、伸縮管 1 1 9 B の下端部に掴み具（図示せず）を取り付けている。伸縮管 1 1 9 は、ガイドレール 2 7 A と直交する方向に移動可能に本体 1 1 9 A に

50

設置された移動台車（図示せず）に取り付けられる。

【0110】

燃料交換機119がガイドレール27Aに沿って移動され、その移動台車がガイドレール27Aと直交する方向に移動されて、伸縮管119Bの下端部に取り付けられた掴み具が、燃料貯蔵ラック120に収納されている搬出すべき一体の使用済燃料集合体の真上に達する。伸縮管119Bを下降させて掴み具をその使用済燃料集合体のハンドル（図示せず）付近まで下降させる。この掴み具により使用済燃料集合体のハンドルを把持し、使用済燃料集合体の下端が燃料貯蔵ラック120の上端よりも上方に到達したとき、伸縮管119Bの上昇を停止する。燃料交換機119及び燃料交換機119に設けられた移動台車をそれぞれ移動させ、燃料貯蔵ラック120から取り出された使用済燃料集合体を冷却水中を水平方向に移動さる。この使用済燃料集合体は、燃料貯蔵プール27に形成されたキャスクピット（図示せず）内に置かれたキャスク（図示せず）内に収納される。燃料貯蔵プール27内の燃料貯蔵ラック120から取り出された使用済燃料集合体が、順次、そのキャスク内に収納される。所定体数の使用済燃料集合体がキャスク内に収納されたとき、このキャスクは蓋が取り付けられて密封される。燃料交換機119は、作業台車147と同様に、燃料交換機119に乗った作業員によって操作されて移動される。燃料交換機119は、遠隔制御により移動させてもよい。

10

【0111】

密封されたキャスクは天井クレーン140に吊り下げられ、例えば、大物搬入口103を通して原子炉建屋23の一階まで移送され、その後、搬送トラックにより原子力発電所に設けられた共用プールまで搬送される。このキャスクを、前述の搬送容器と同様に、天井クレーン140及び搬送台車を用いてシート66の開口部を通してシート66の外部に存在する仮置き台上にまで搬送し、クローラクレーン106を用いて地上まで移送して搬送トラックにより共用プールまで搬送してもよい。

20

【0112】

燃料貯蔵プール27内の全燃料貯蔵ラック120に収納された全ての使用済燃料集合体は、順次、燃料交換機119によりキャスク内に収納され、共用プールまで搬送される。全燃料貯蔵ラック120に収納された全ての使用済燃料集合体を取り出された時、ステップS13の工程が終了する。以上により、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法が終了する。

30

【0113】

本実施例の燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出方法によれば、ステップS10において原子炉ウエル25の側壁に設置されているシールドプラグ28を撤去した後に、燃料貯蔵プール27からの使用済燃料集合体の取り出しを行うので、運転床24で燃料貯蔵ラック120からの使用済燃料集合体の取り出しに従事する作業員の被ばくを低減することができる。水素爆発により、シールドプラグ28の下面、及びシールドプラグ28相互間に形成された非常に狭い隙間に面する、各シールドプラグ28の表面に放射性物質が付着している。シールドプラグ28を原子炉ウエル25の側壁に設置したまま、燃料貯蔵プール27から使用済燃料集合体の取り出しを行うと、シールドプラグ28の表面に付着した放射性物質から放出される放射線により、使用済燃料集合体の取り出しに従事する作業員の被ばく線量が著しく増大する。本実施例は、シールドプラグ28を原子炉ウエル25の側壁から撤去した後に、その使用済燃料集合体の取り出しを行うので、前述したように、その作業員の被ばく線量が著しく低減される。

40

【0114】

さらに、シールドプラグ28を撤去した後に、放射線遮へい体59が原子炉ウエル25の側壁に取り外し可能に設置されて原子炉ウエル25を覆うので、この放射線遮へい体59が、格納容器ヘッド18の外表面、原子炉ウエル25の側壁の内面、及びスロットルプラグ29Bの原子炉ウエル25側の側面に付着した放射性物質のシートハウス49内の空間53Aへの上昇を防止する。放射線遮へい体59のこの機能によっても、燃料貯蔵プール27からの使用済燃料集合体の取り出しに従事する作業員の被ばくを低減できる。

50

【0115】

原子炉ウエル25を覆うシールドプラグ28の撤去、及び放射線遮へい体59の原子炉ウエル25の側壁への設置の各作業が、原子炉ウエル25を運転床24上に設置されたシートハウス49で覆った状態で実施されるので、シールドプラグ28に付着した放射性物質、及びシールドプラグ28の撤去時に原子炉ウエル25から上方に向かって放出される放射性物質をシートハウス49内に閉じ込めることができる。このため、シールドプラグ28の撤去及び放射線遮へい体59の設置の各作業時における、シートハウス49外へのそれらの放射性物質の飛散を防止することができ、シートハウス49外の外部環境、特に、運転床24の放射性物質による汚染を抑制することができる。

【0116】

シートハウス49は側壁部鉄骨構造及び天井部鉄骨構造をカバーシートで覆って構成されているため、シートハウス49は軽く、シートハウス49の搬送及び運転床24上への設置が容易になる。

【0117】

スロットルプラグ29Aに貫通孔43を形成するので、原子炉ウエル25をシールドプラグ28で覆った状態で、遮へい袋48をこの貫通孔43を通して原子炉ウエル25内の、格納容器ヘッド18よりも上方の領域に容易に挿入することができる。このため、水が充填された各遮へい袋48のその領域への配置を容易に行うことができる。

【0118】

本実施例では、原子炉圧力容器3内からの放射線を放射線遮へい体59で遮へいすることができる。また、原子炉ウエル25内からの放射性ダストの拡散防止は、貫通孔43により原子炉ウエル25と連通される、機器仮置きプール26内に設置した放射線遮へい容器32で対応することができ、運転床24の上方への放射性ダストの拡散を防止することができる。

【0119】

本実施例によれば、原子炉建屋23の側面を取り囲むシート66及び原子炉建屋23の運転床24の上方に配置されたカバー装置67を含む隔離シート41によって原子炉建屋23の周囲を覆っているため、運転床24上の落下物の撤去作業を行っている間、シート66及びカバー装置67の外側の外部環境に放射性物質を飛散させることを著しく抑制することができる。

【0120】

本実施例では、原子炉建屋23の周囲に配置されて地面に設置される複数の支柱65、158A及び158Bにシート66を取り付けて、支柱65によりカバー装置67を支持するので、シート66及びカバー装置67を含む隔離シート41で原子炉建屋23を容易に覆うことができる。さらに、シート66が取り付けられた支柱158A及び158Bに重量物である天井クレーン140を設置するため、原子炉建屋23ではなく、地面に直接設置された、強度部材である支柱158A及び158Bによって天井クレーン140の荷重を支えることができ、水素爆発によって強度が低下している恐れがある、原子炉建屋23の側壁に天井クレーン140の荷重を伝えることを避けることができる。

【0121】

また、カバー装置67に開口部68が形成されているため、この開口部68を通して運転床24上に散乱している落下物を移送することができ、運転床24上の落下物の撤去を容易に行うことができる。

【0122】

開口部68が形成されてカバー装置67に設けられる開口形成部材77の上にシート104を置き、開口部68をこのシート104で覆うので、原子炉建屋23を覆うシート66及びカバー装置67によって囲まれた内部領域から外部の環境に飛散される放射性物質を、さらに抑制することができる。

【0123】

落下物115がシート104で包まれるため、落下物115に付着した放射性物質がシ

10

20

30

40

50

ート 104 の外部に飛散することを防止できる。シート 104 で包まれた落下物 115 が搬送されるために、落下物 115 の搬送時においても落下物 115 に付着した放射性物質が外部環境に飛散することを防止できる。

【0124】

掴み具 107 はシート 104 の上から運転床 24 上に存在する落下物 115 を掴むので、落下物 115 をシート 104 で包み込み易くなる。落下物 115 の下方で落下物 115 を包み込んでいるシート 104 を加熱により溶着させて切断するために、落下物 115 を包み込んでいるシート 104 を、気密性を保ちながら容易に切断することができる。

【0125】

開口形成部材 77 に形成された開口部 78 は開口形成部材 77 に保持されたシート 104 で封鎖されているため、シール 66 及びカバー装置 67 で囲まれた内部に存在する放射性物質が開口部 78 を通して外部に飛散し難くなる。このため、放射性物質の外部環境への飛散がさらに抑制される。

【0126】

前述したように、シート 102 は伸縮性を有しさらに十分たるませて枠フレーム 101 及び 4 本の枠部材 65A に取り付けられているため、走行台車 69 及び横行台車 74 のそれぞれの移動により、カバー装置 67 内で任意の位置に開口部 78 を移動させることができる。このため、運転床 24 上に存在する各落下物の真上に開口部 78 を位置させることができ、運転床 24 上に存在する多くの落下物を撤去することができる。

【0127】

上述した原子炉建屋隔離作業において、原子炉建屋 23 を取り囲んだ、シート 66 及びカバー装置 67 を含む隔離シート 41 は、その内部と連通する排気装置（図示せず）を接続されて内側の領域を負圧に管理されるので、気密性を確保することができ、隔離シート 41 外への放射性物質の漏洩を抑制することができる。

【0128】

シートハウス 49 の運転床 24 からの撤去の他の例を以下に説明する。前述したように、ステップ S1～S11 の各工程が、順次、実施される。ステップ S11A のシートハウスの撤去は、ステップ S11 とステップ S12 の間では行われない。

【0129】

燃料貯蔵プル内の落下物を撤去する（ステップ S12）。燃料貯蔵プル内の落下物の撤去（ステップ S12）に用いられる掴み装置 142 及び天秤 144 は、ステップ S11 の工程が終了した後、図 33 に示すように、シートハウス 49 が運転床上に設置されている状態で、クローラクレーン 106 等を用いて隔離シート 41 内に搬入される。天秤 144 がワイヤー 145 によって天井クレーン 140 に吊り下げられ、掴み装置 142 がワイヤー 143 で天秤 144 に吊り下げられる。燃料貯蔵ラック 120 上の大きな落下物 146 が、前述したように、掴み装置 142 を用いて撤去される。落下物 146 の撤去に天井クレーン 140 に吊り下げられた天秤 144 及び掴み装置 142 が用いられる関係上、燃料貯蔵ラック 120 上の大きな落下物 146 の撤去作業を実施している間、シートハウス 49 の撤去作業に着手することができない。

【0130】

燃料貯蔵ラック 120 上の全ての落下物 146 の撤去が終了した後、燃料貯蔵ラック 120 内の燃料集合体の上部タイプレート上に落下している中、小の各落下物を回収するために用いられる落下物撤去装置 154A 及び 154B を設けた作業台車 147 が、前述したように、地上からシート 66 の内側まで搬入され、天井クレーン 140 によって運転床 24 上の一對のガイドレール 27A 上に移動可能に設置される。そして、上記の中、小の各落下物が、前述のように、落下物撤去装置 154A 及び 154B を用いて回収される。

【0131】

落下物撤去装置 154A 及び 154B を設けた作業台車 147 が一對のガイドレール 27A 上に移動可能に設置された後に、ステップ S11A のシートハウス 49 の撤去作業が、天井クレーン 140 を用いて実施される。シートハウス 49 の撤去作業は、少なくとも

10

20

30

40

50

、上記した中、小の各落下物の回収作業と並行して実施される。なお、中、小の各落下物の回収作業が短時間で終了してシートハウス49の撤去作業が中、小の各落下物の回収作業中に終了しない場合には、シートハウス49の撤去作業は、ステップS13の燃料貯蔵プール27からの燃料集合体の搬出作業の途中までこの燃料集合体の搬出作業と並行して実施される。

【0132】

シートハウス49の撤去作業を中、小の各落下物の回収作業と並行して実施することによって、燃料貯蔵プール内の燃料集合体の搬出作業（例えば、ステップS1～S13の各工程を含む）に要する時間を短縮することができる。

【符号の説明】

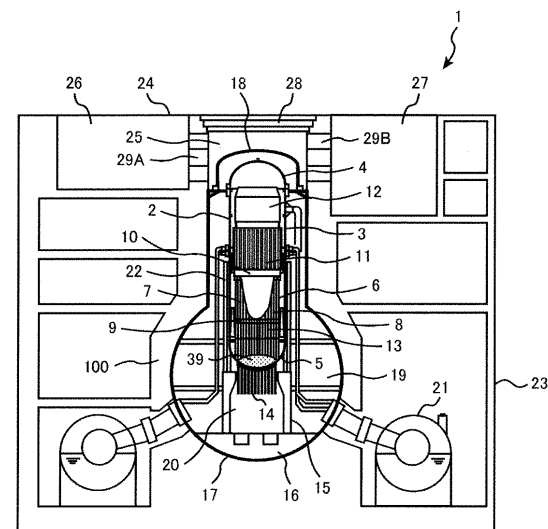
【0133】

2…原子炉、3…原子炉圧力容器、4…圧力容器ヘッド、5…下鏡部、6…炉心シュラウド、7…炉心、9…炉心支持板、10…上部格子板、11…気水分離器、12…蒸気乾燥器、17…原子炉格納容器、18…格納容器ヘッド、23…原子炉建屋、24…運転床、25…原子炉ウエル、26…ドライヤセパレータプール、28…シールドプラグ、29A、29B…スロットルプラグ、30…保温材、32…放射線遮へい容器、41、41A…隔離シート、47…遮へい体搬送装置、48…遮へい袋、49…シートハウス、54…隔離フィルム、59…放射性遮へい体、65、65A、158A、158B…支柱、66…シート、67…カバー装置、77…開口形成部材、78…開口部。

10

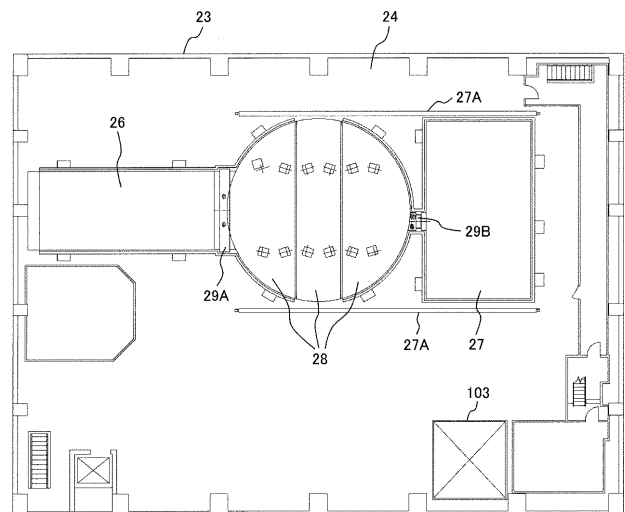
【図1】

図 1



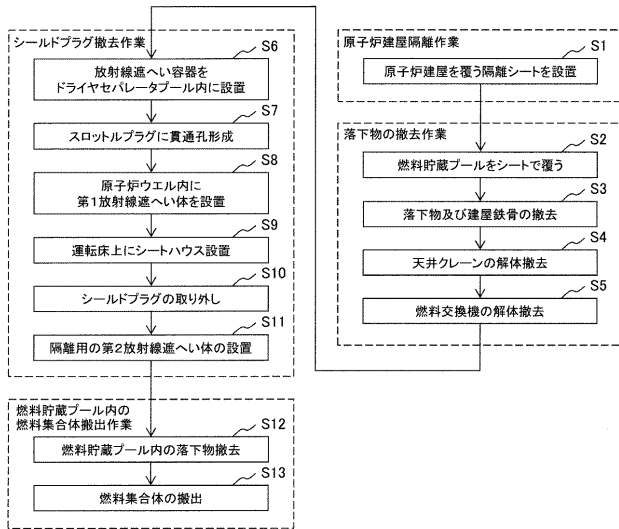
【図2】

図 2



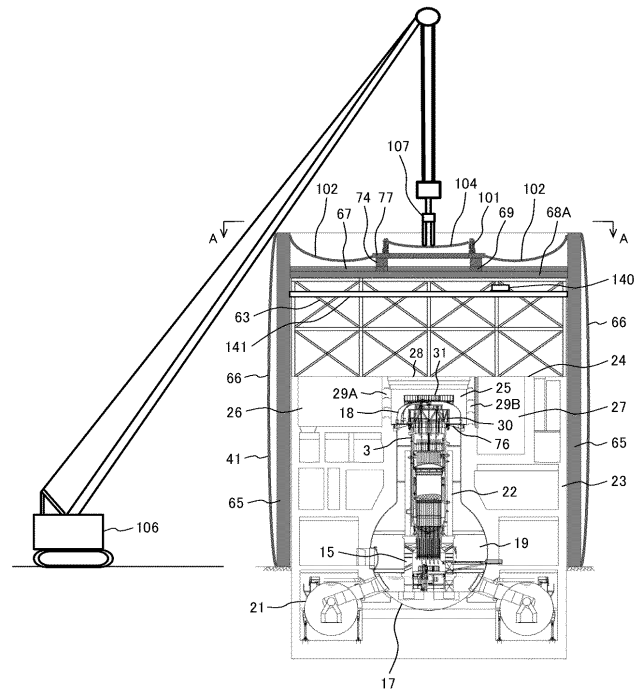
【図 3】

図 3



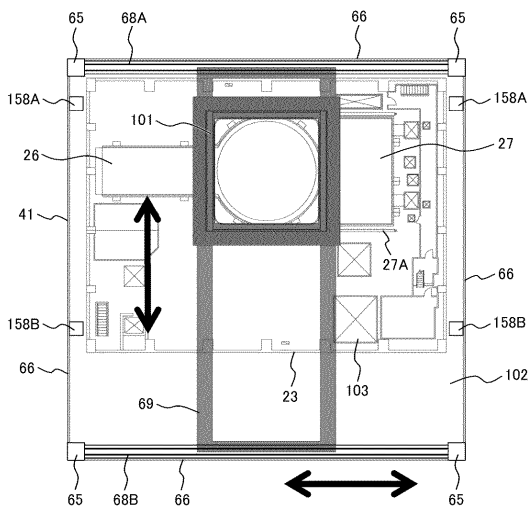
【図 4】

図 4



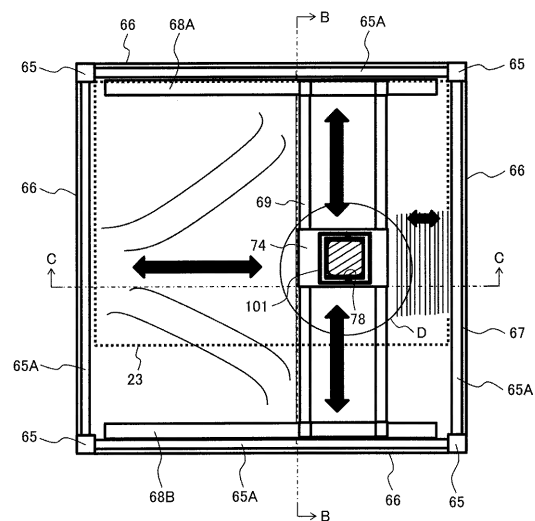
【図 5】

図 5



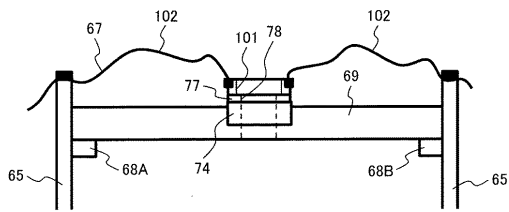
【図 6】

図 6



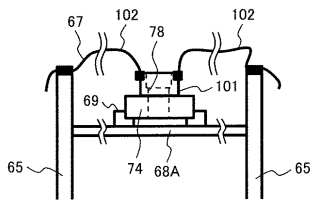
【図 7】

図 7



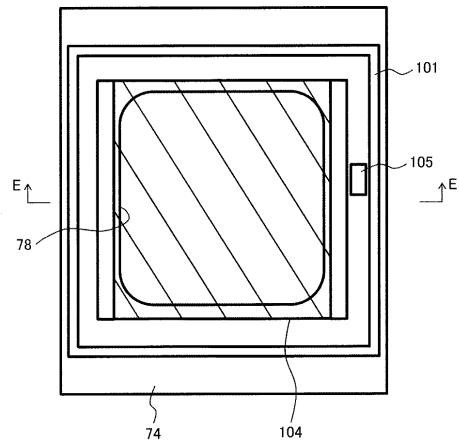
【図 8】

図 8



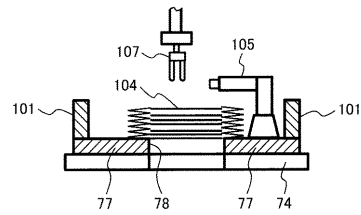
【図 9】

図 9



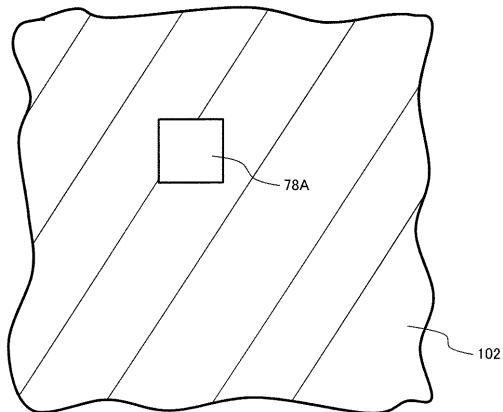
【図 10】

図 10



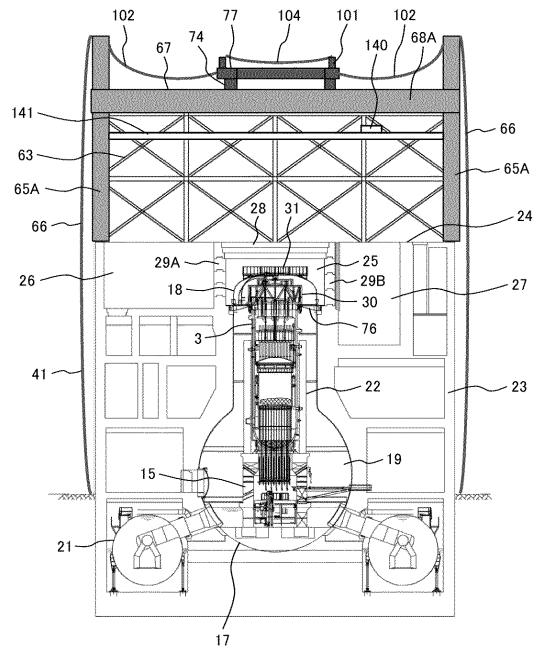
【図 11】

図 11



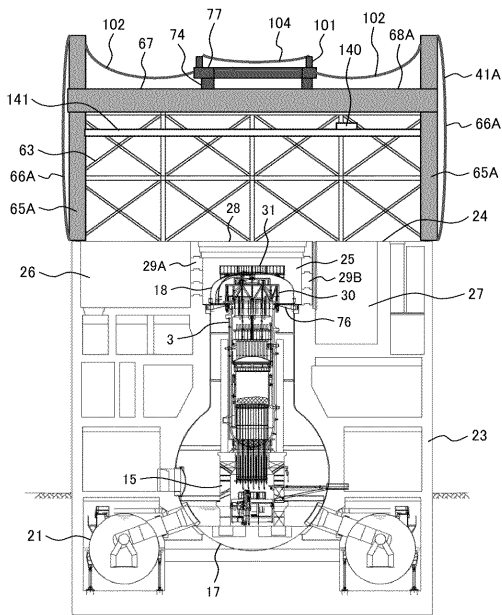
【図 12】

図 12



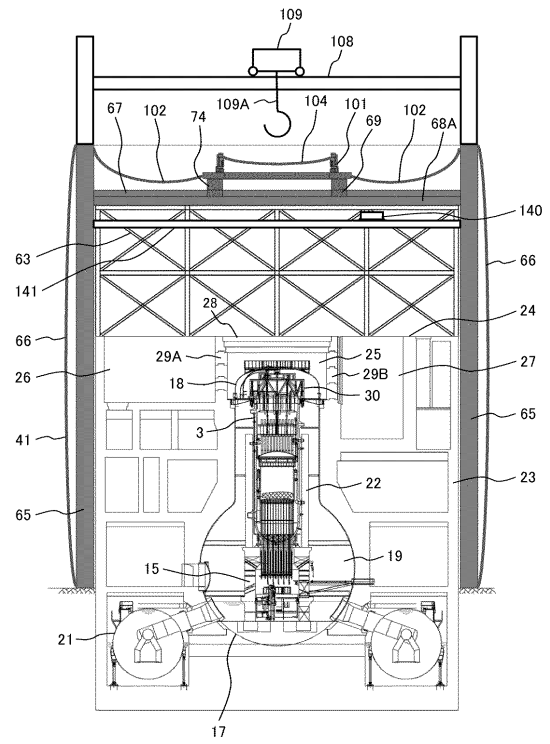
【図 13】

図 13



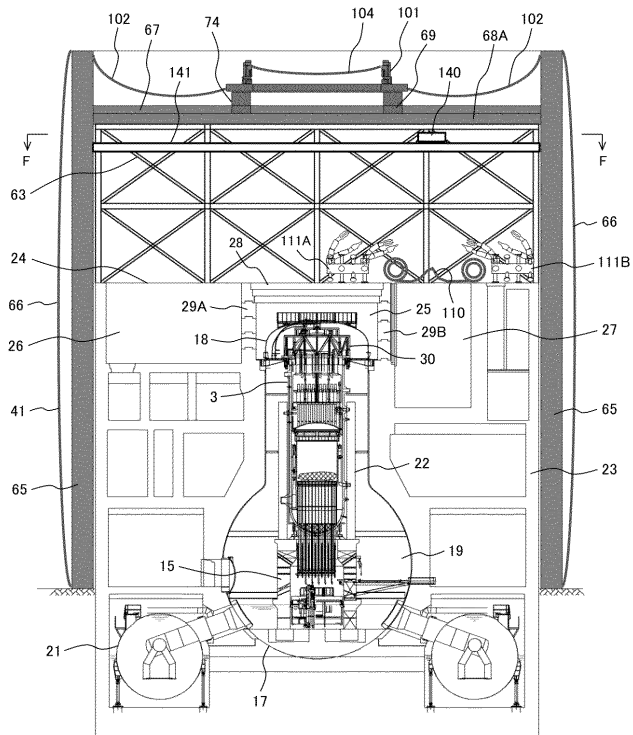
【図 14】

図 14



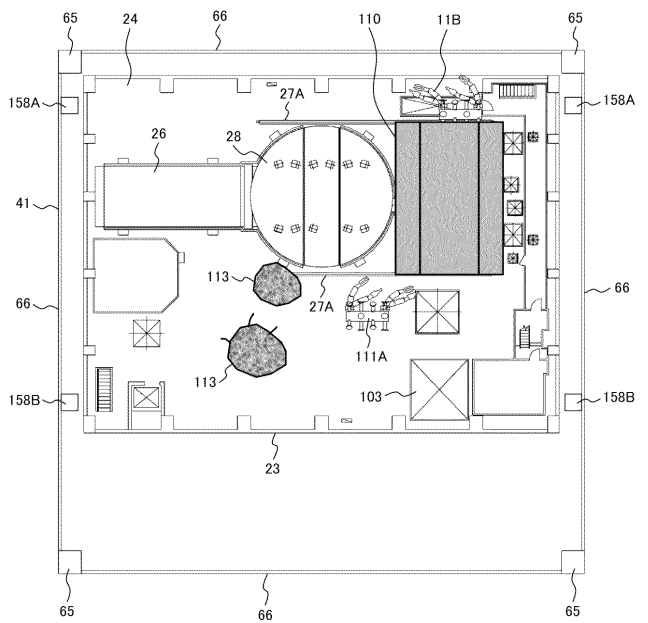
【図 15】

図 15



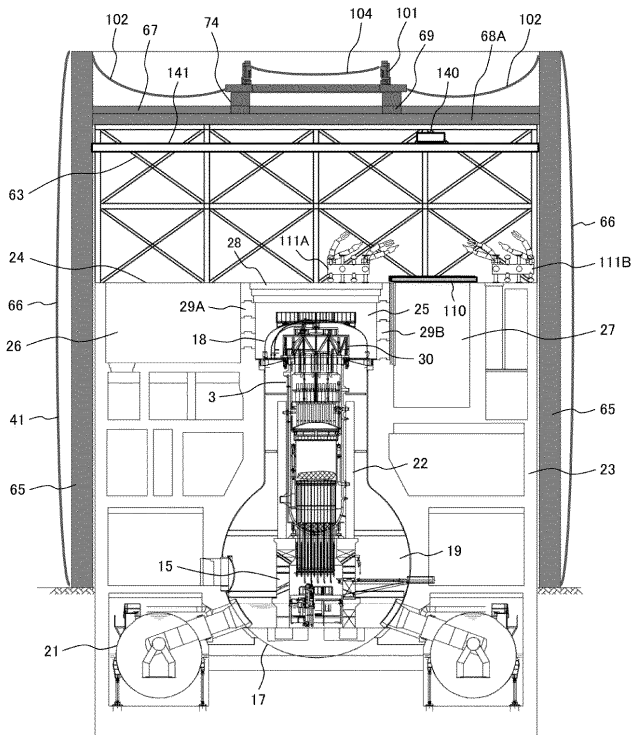
【図 16】

図 16



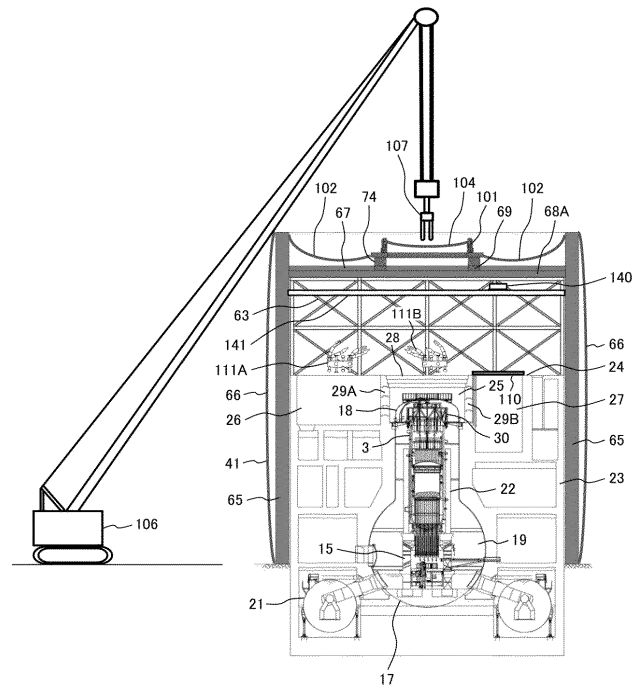
【図 17】

図 17



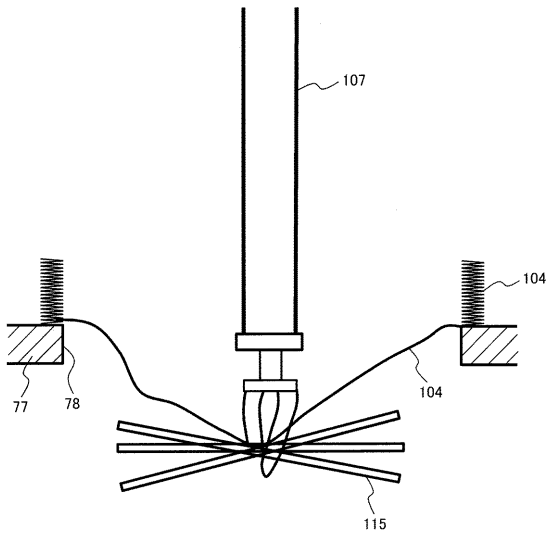
【図 18】

図 18



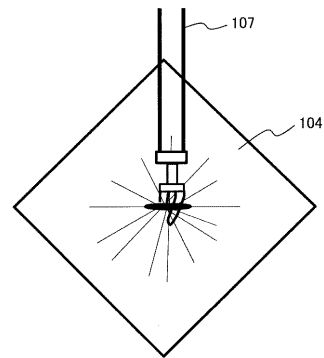
【図 19】

図 19

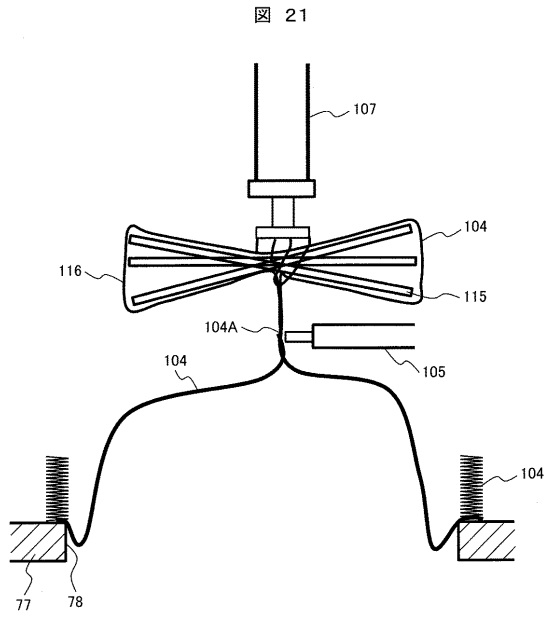


【図 20】

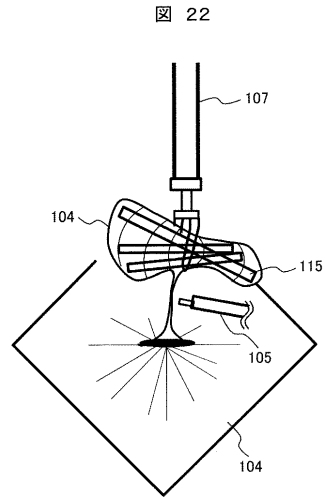
図 20



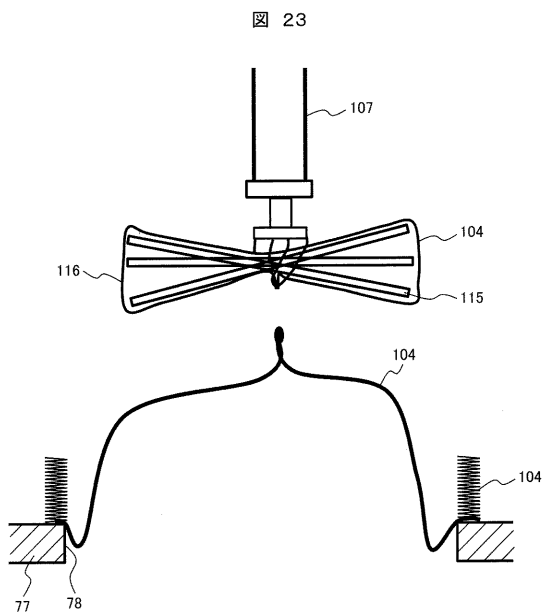
【図 2 1】



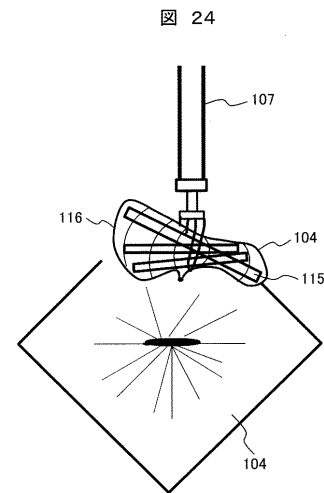
【図 2 2】



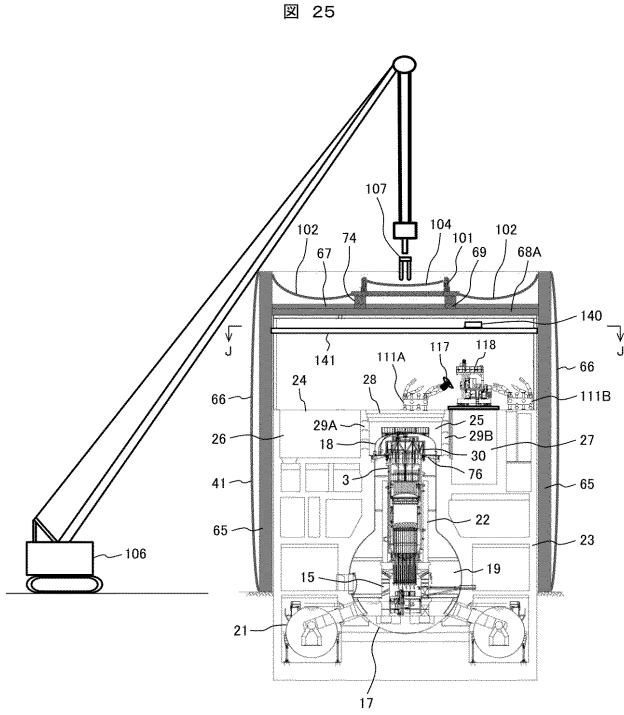
【図 2 3】



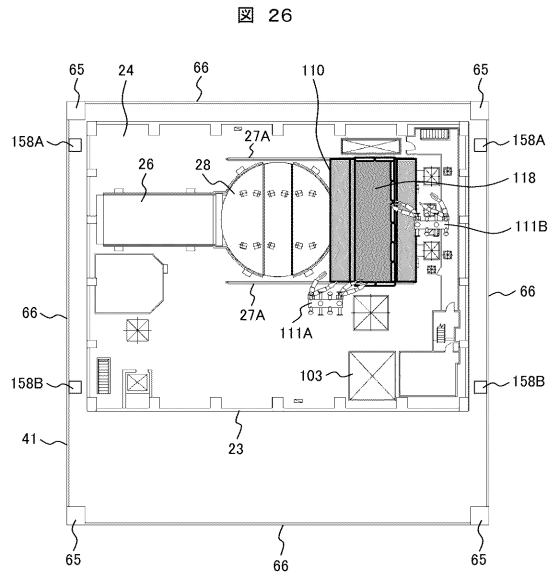
【図 2 4】



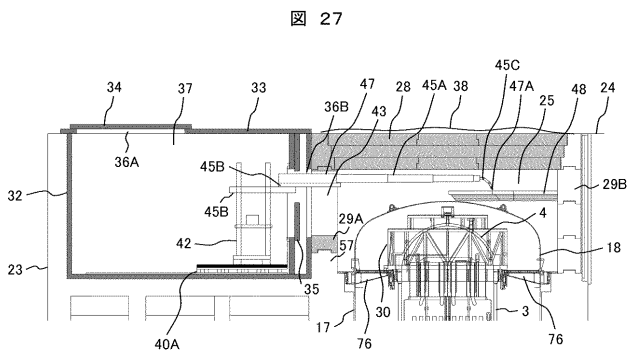
【図 25】



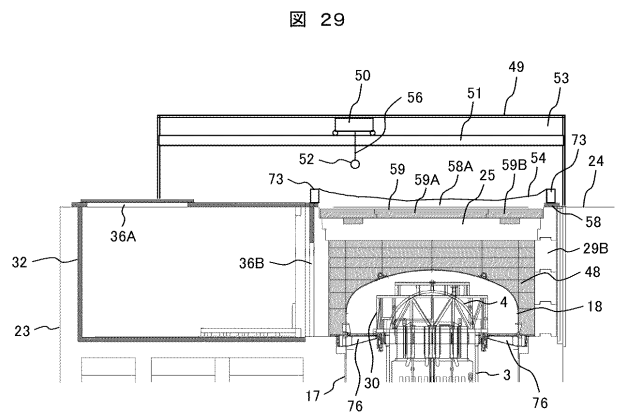
【図 26】



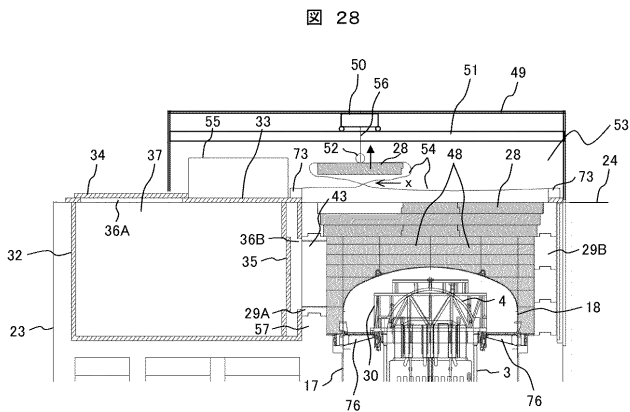
【図 27】



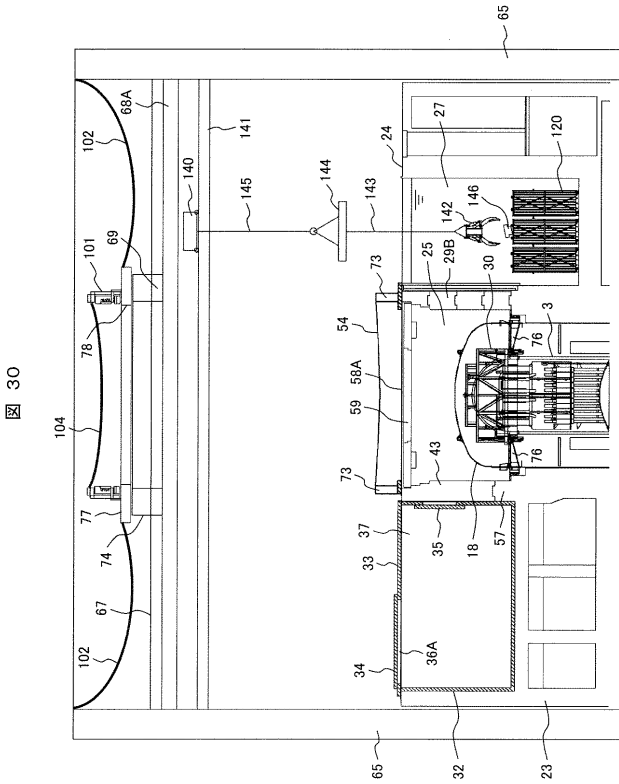
【図 29】



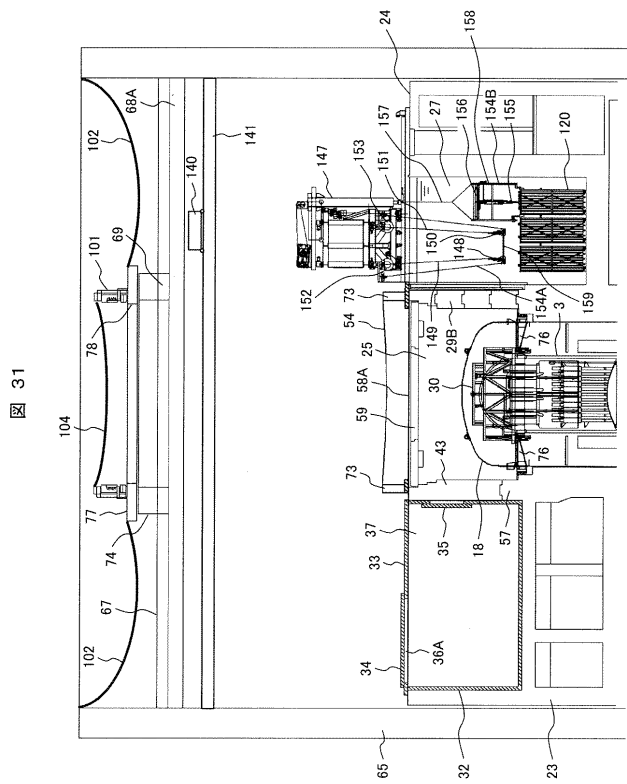
【図 28】



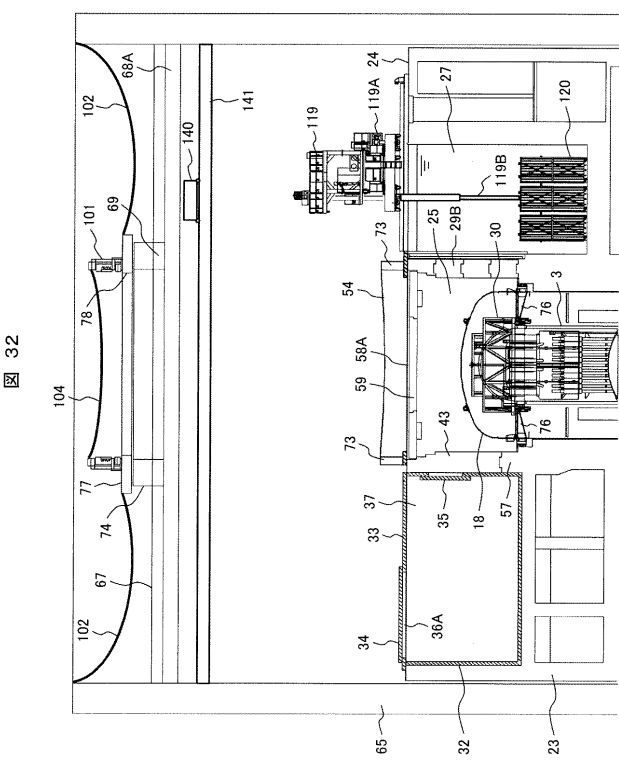
【図 30】



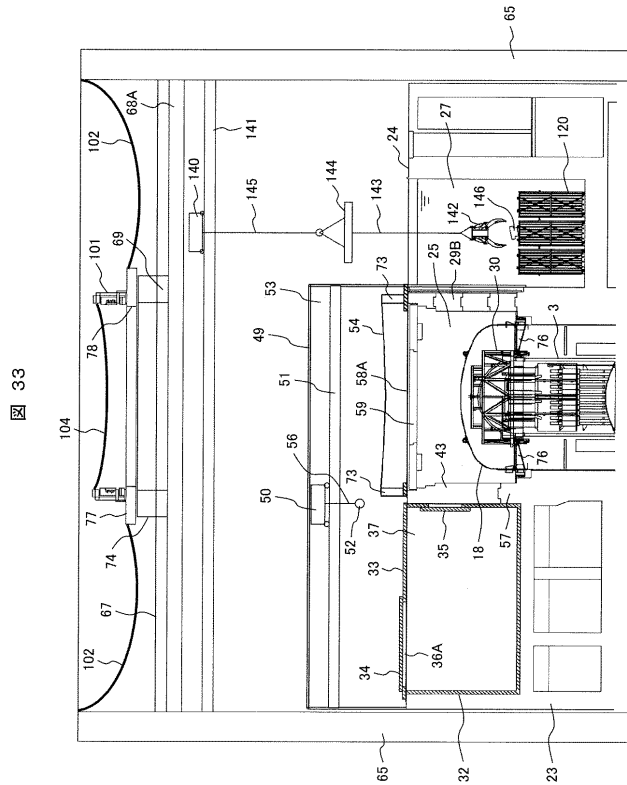
【図 31】



【図 32】



【図 33】



フロントページの続き

- (72)発明者 元木 智彦
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
- (72)発明者 菊地 克也
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
- (72)発明者 北田 剛
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