

(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2016-206154

(P2016-206154A)

(43) 公開日 平成28年12月8日(2016.12.8)

(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 F 9/28 (2006.01)	G 2 1 F 9/30 5 3 5 C	
G 2 1 F 3/00 (2006.01)	G 2 1 F 9/30 5 3 1 E	
	G 2 1 F 9/28 5 2 2 B	
	G 2 1 F 3/00 E	
審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 51 頁)		

(21) 出願番号 特願2015-91995 (P2015-91995)
 (22) 出願日 平成27年4月28日 (2015.4.28)

(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 110000350
 ポレール特許業務法人
 (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 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
 (72) 発明者 守中 廉
 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】 原子炉圧力容器を開放する方法及び燃料デブリの取出し方法

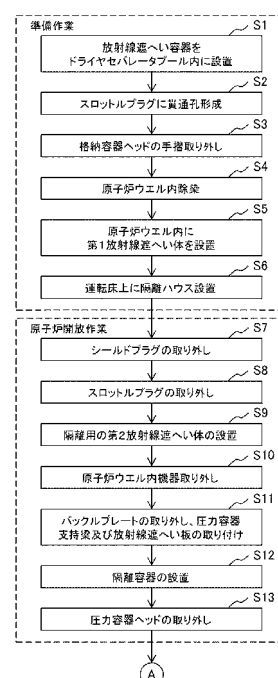
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】被ばくの危険性を低減できる燃料デブリの取出し方法を提供する。

【解決手段】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S1。放射線遮へい容器から、DSPと原子炉ウェ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S2。その貫通孔から原子炉ウェル内を洗浄しS4、さらに、その貫通孔から原子炉ウェル内に遮へい袋を搬入し、この遮へい袋内に水を供給する。シールドプラグで封鎖された原子炉ウェ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いS5、次いで原子炉ウェルを覆う隔離ハウスを運転床上に設置してS6、準備作業を終了し、次いで原子炉開放作業に進み、シールドプラグ及びスロットルプラグを取り外しS7、S8、隔離容器を原子炉ウェル及び隔離ハウス内に配置しS9、隔離容器で圧力容器ヘッドを覆いS12、圧力容器ヘッドを取り外すS13。

【選択図】 図3

図 3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

機器仮置きプール及び前記機器仮置きプールに連絡される原子炉ウェルが原子炉建屋の運転床に形成され、前記原子炉ウェルがシールドプラグで覆われており、前記機器仮置きプールと前記原子炉ウェルを連絡する通路がスロットルプラグで封鎖されており、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前記原子炉格納容器内に配置される原子炉圧力容器を開放する方法であって、

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スロットルプラグに第 1 貫通孔を形成し、

前記放射線遮へい容器内から前記第 1 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ェル内に第 1 放射線遮へい体を送り込んで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うことを特徴とする原子炉圧力容器を開放する方法。

10

【請求項 2】

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 1 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 3】

前記原子炉ウェル内に第 1 放射線遮へい体を送り込む前に、前記第 1 貫通孔を通して前記原子炉ウェル内における前記シールドプラグと前記格納容器ヘッドの洗浄を実施する請求項 1 または 2 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

20

【請求項 4】

前記原子炉ウェルを覆う隔離ハウスを前記運転床上に設置し、前記格納容器ヘッドを前記第 1 放射線遮へい体で覆った状態で前記シールドプラグを除去する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 5】

前記第 1 放射線遮へい体で覆われた前記格納容器ヘッドを原子炉格納容器から取り外し、取り外した前記格納容器ヘッドを前記隔離ハウス内に移送する請求項 4 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 6】

前記シールドプラグを除去した後に前記第 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 放射線遮へい体を配置した状態で、前記原子炉ウェル内の、前記格納容器ヘッドを覆っている前記第 1 放射線遮へい体を除去する請求項 4 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

30

【請求項 7】

放射線遮へい吊り天秤装置で前記格納容器ヘッドを覆って前記格納容器ヘッドが前記放射線遮へい吊り天秤装置に吊り下げられ、前記格納容器ヘッドを原子炉格納容器から取り外し、取り外した前記格納容器ヘッドを前記放射線遮へい吊り天秤装置で覆った状態で前記隔離ハウス内に移送する請求項 6 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 8】

前記格納容器ヘッドを除去した後、前記原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを取り外す請求項 5 または 7 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

40

【請求項 9】

機器仮置きプール及び前記機器仮置きプールに連絡される原子炉ウェルが原子炉建屋の運転床に形成され、前記原子炉ウェルがシールドプラグで覆われており、前記機器仮置きプールと前記原子炉ウェルを連絡する通路がスロットルプラグで封鎖されており、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前記原子炉格納容器内に配置される原子炉圧力容器を開放する方法であって、

前記原子炉ウェルを覆う隔離ハウスを前記運転床上に設置し、

前記格納容器ヘッドを第 1 放射線遮へい体で覆った状態で前記シールドプラグを除去し、

50

前記原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを覆う隔離容器を、前記原子炉ウェル及び前記隔離ハウス内に配置し、

前記隔離容器内で、前記原子炉圧力容器から取り外された前記圧力容器ヘッドを上方に向かって移送することを特徴とする原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 10】

前記隔離容器を配置する前で前記シールドプラグを除去する前に、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法を実施する請求項 9 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 11】

前記隔離容器内を上方に向かって移送する前記圧力容器ヘッドを、前記隔離ハウスの位置で前記隔離容器に取り付けられた第 1 エアロックを通して前記隔離ハウス内に移送する請求項 9 または 10 に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 12】

前記隔離容器内で前記圧力容器ヘッドを上方に向かって移送するとき、上方に向かって移送される前記圧力容器ヘッドが、前記圧力容器ヘッドの上方に配置されて水が充填された遮へい袋に形成された貫通孔内を上昇する請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 13】

前記圧力容器ヘッドが取り外された後、前記原子炉圧力容器から取り外された蒸気乾燥器を前記原子炉圧力容器内から前記隔離容器内に取り出し、前記機器仮置きプール内に設置された放射線遮へい容器の位置で前記隔離容器に取り付けられた第 2 エアロックを通して前記放射線遮へい容器内に移送する請求項 9 ないし 12 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 14】

前記シールドプラグを除去した後で前記隔離容器が配置される前に、前記第 1 放射線遮へい体にて覆われた前記格納容器ヘッドを原子炉格納容器から取り外し、取り外した前記格納容器ヘッドを前記隔離ハウス内に移送する請求項 9 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 15】

前記シールドプラグを除去した後で前記隔離容器が配置される前に、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 放射線遮へい体を配置した状態で、前記原子炉ウェル内の、前記格納容器ヘッドを覆っている前記第 1 放射線遮へい体を除去する請求項 9 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法。

【請求項 16】

原子炉建屋内に設置されて前記原子炉建屋の一部である生体遮へい体で取り囲まれた原子炉格納容器、及び前記原子炉格納容器内に設置された筒状の原子炉圧力容器支持部材によって支持され、前記原子炉格納容器によって取り囲まれる原子炉圧力容器を有する燃料デブリの取り出し方法であって、

前記原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを取り外して前記原子炉圧力容器を開放し、

前記原子炉圧力容器の底部に第 2 貫通孔を形成し、

前記原子炉圧力容器内において前記原子炉圧力容器内の炉内構造物及び燃料デブリを切断し、

前記炉内構造物及び前記燃料デブリのそれぞれの切断片を、前記第 2 貫通孔を通して前記原子炉圧力容器よりも下方で前記原子炉圧力容器支持部材によって取り囲まれた領域に排出することを特徴とする燃料デブリの取出し方法。

【請求項 17】

前記第 2 貫通孔を通して排出された前記切断片が、前記原子炉圧力容器支持部材に形成された第 1 開口部を通して前記原子炉圧力容器支持部材に移送される請求項 16 に記載の

10

20

30

40

50

燃料デブリの取出し方法。

【請求項 18】

前記第2貫通孔を通して排出された前記切断片が、前記原子炉圧力容器支持部材によって取り囲まれた領域内に配置された緩衝装置の、前記原子炉圧力容器支持部材に形成された第1開口部に向かって傾斜する傾斜面に落下し、

落下した前記切断片が前記傾斜面に沿って下降して前記第1開口部を通して前記原子炉圧力容器支持部材の外部に置かれた収納容器内に供給される請求項16に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 19】

前記原子炉圧力容器の底部に第2貫通孔を形成する前に、前記原子炉圧力容器から前記原子炉圧力容器支持部材によって取り囲まれた領域に落下した燃料デブリを、前記原子炉圧力容器支持部材に形成された第1開口部及び前記原子炉格納容器の周囲を取り囲む生体遮へい体に形成された第2開口部を通して前記原子炉格納容器の外部に移送する請求項16に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 20】

前記原子炉圧力容器の開放が、請求項1ないし8のいずれか1項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法を実施することによって行われる請求項16ないし19のいずれか1項に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 21】

前記原子炉圧力容器の開放が、請求項9ないし15のいずれか1項に記載の原子炉圧力容器を開放する方法を実施することによって行われる請求項16ないし19のいずれか1項に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 22】

前記第2貫通孔を通して排出された前記切断片が、前記原子炉圧力容器支持部材によって取り囲まれた領域内に配置された緩衝装置の、前記原子炉圧力容器支持部材に形成された第1開口部に向かって傾斜する傾斜面に落下し、

この落下した前記切断片の量を監視し、

前記傾斜面上に堆積する前記切断片の量に基づいて、前記第2貫通孔を通して排出される前記切断片の量を調節する請求項16に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 23】

前記第2貫通孔を通して排出される前記切断片の量の調節は、原子炉圧力容器内に配置されて前記炉内構造物及び前記燃料デブリを切断する切削装置の下降速度を調節することによって行われる請求項22に記載の燃料デブリの取出し方法。

【請求項 24】

前記第2貫通孔を通して排出される前記切断片の量の調節は、荷重計で測定される、前記傾斜面に加わる荷重に基づいて、原子炉圧力容器内に配置されて前記炉内構造物及び前記燃料デブリを切断する切削装置の下降速度を調節することによって行われる請求項22に記載の燃料デブリの取出し方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原子炉圧力容器を開放する方法及び燃料デブリの取出し方法に係り、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原子炉圧力容器を開放する方法及び燃料デブリの取出し方法に関する。

【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、核燃料物質を含む封数の燃料集合体が、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

10

20

30

40

50

。使用済燃料集合体の替りに、新しい燃焼度 0 GWd / t の燃料集合体が原子炉压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、原子炉压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压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ェ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ェルを覆うように運転床に設置され、シールドプラグ上に設置されたボーリング装置を用いて原子炉格納容器ヘッド、原子炉压力容器の上蓋、さらに、原子炉压力容器内の蒸気乾燥器及び気水分離器に孔が明けられる。この孔を通して炉心に挿入されたカメラにより、炉心の状態を観察し、炉心内の燃料集合体が溶融しているとき、粒状の放射線遮へい体はその孔を通して炉心に充填される。

【0005】

その後、隔離ハウス内に配置された切断装置で原子炉压力容器を取り囲んでいる原子炉格納容器のヘッドが切断される。切断されたヘッドは、搬出される。原子炉压力容器の上蓋も取り外される。さらに原子炉压力容器内の蒸気乾燥器及び気水分離器も、隔離ハウス内に配置された切断装置で切断された後に搬出される。

【0006】

特開 2013-19875 号公報に記載された溶融核燃料物質を取り出す方法では、1 つの円の 1 / 4 の円弧となるガイドレールがそれぞれの上面に取り付けられた 4 つの追加床が運転床上に設置される。運転床上に追加床を設置することによって、各追加床上のガイドレールはつながって 1 つの円になるガイドレールを形成する。隔離ハウス内の天井クレーンに吊り下げられた電磁石を原子炉格納容器のヘッドの外面に付着させ、切断装置を上記のガイドレールに沿って移動しながら、切断装置の伸縮管の下端部に設けられたアームの先端に取り付けられた切断装置で原子炉格納容器のヘッドを切断する。切断されたこのヘッドは、天井クレーンに吊り下げられたその電磁石を引き上げることによって隔離ハウス内に引き上げられ、外部に搬出される。原子炉压力容器の上蓋は、上蓋を原子炉压力容器に固定しているボルトを取り外し、その後、この上蓋を電磁石で吸引して隔離ハウス内に引き上げる。上蓋を原子炉压力容器に固定しているボルトが固着して取り外せない場合には、原子炉格納容器のヘッドと同様に、隔離ハウス内の天井クレーンに吊り下げられた電磁石を原子炉压力容器の上蓋の外面に付着させ、上記のガイドレールに沿って移動される切断装置で上蓋を円形に切断し、切断された上蓋を隔離ハウス内に引き上げる。

【0007】

原子炉压力容器内に設置された蒸気乾燥器及び気水分離器はそれぞれ切断され、それらの切断片が隔離ハウス内に取り出される。特開 2013-19875 号公報では、その後、ボーリング装置を用いて原子炉压力容器の底部に存在する燃料デブリを取り出している。

【0008】

また、特開 2014-70946 号公報は、原子炉建屋の側壁に開口部を形成し、この開口部を通して、原子炉格納容器を取り囲む生体遮へい体に形成された制御棒駆動機構ハッチに向かって放射線遮へい体によりアクセス通路を形成し、このアクセス通路を通して原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリを取り出すことを記載している。この燃料デブリ取出し方法では、原子炉建屋内で生態遮へい体の外面に隣接させてそのアクセス通路

10

20

30

40

50

に連絡される放射線遮へい室を形成し、この放射線遮へい室内に配置した多関節アクセス装置の多関節アームの先端部に取り付けた破碎機によってペDESTAL内で原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリを破碎し、燃料デブリの破碎片を多関節アームの先端部に取り付けた掴み具で掴んでペDESTALの内側から放射線遮へい室に取り出して放射線遮へい室内の収納容器内に収納している。

【0009】

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。

10

【0010】

特開2013-217705号公報は、破損燃料の取出し方法を記載する。この破損燃料の取出し方法では、燃料デブリが底部に落下している原子炉圧力容器内に硝酸を供給し、燃料デブリを硝酸により溶解して液体化し、燃料デブリが溶解した液体を原子炉圧力容器から取り出している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】特開2013-19875号公報

20

【特許文献2】特開2014-70946号公報

【特許文献3】特開2011-106529号公報

【特許文献4】特開2013-217705号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特開2013-19875号公報に記載された溶融核燃料物質の取り出し方法では、原子炉ウェ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、原子炉ウェルの上端部に設置されて原子炉ウェルを封鎖しているシールドプラグを取り外している。

【0013】

30

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ェ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ェルに放出されている可能性がある。このような場合には、原子炉ウェ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、原子炉ウェ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が隔離ハウスに接近することを阻害することとなる。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生じ、作業性低下の要因となる。

40

【0014】

また、燃料デブリの取出しに要する時間のさらなる短縮が望まれている。

【0015】

本発明の第1の目的は、被ばくの危険性を低減できる原子炉圧力容器を開放する方法を提供することにある。

【0016】

本発明の他の目的は、燃料デブリの取出しに要する時間をさらに短縮できる燃料デブリの取出し方法を提供することにある。

50

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記した第1の目的を達成する本発明の特徴は、機器仮置きプール及び機器仮置きプールに連絡される原子炉ウェルが原子炉建屋の運転床に形成され、原子炉ウェルがシールドプラグで覆われており、機器仮置きプールと原子炉ウェルを連絡する通路がスロットルプラグで封鎖されており、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原子炉格納容器内に配置される原子炉圧力容器を開放する方法であって、

機器仮置きプール内に放射線遮へい容器を設置し、

放射線遮へい容器内からスロットルプラグに第1貫通孔を形成し、

放射線遮へい容器内から第1貫通孔を通してシールドプラグで封鎖された原子炉ウェル内に第1放射線遮へい体を送り込んでシールドプラグの下方において原子炉格納容器の格納容器ヘッドを第1放射線遮へい体で覆うことにある。

【0018】

原子炉ウェルをシールドプラグで封鎖した状態で、機器仮置きプール内に設置した放射線遮へい容器から、スロットルプラグに形成された第1貫通孔を通して原子炉ウェル内に第1放射線遮へい体を送り込んでこの第1放射線遮へい体で格納容器ヘッドを覆ってシールドプラグを取り外すことができ、格納容器ヘッドの下方からの放射線を第1放射線遮へい体で遮へいすることができるため、原子炉ウェル内からの放射性ダストの拡散防止と線量低減は、機器仮置きプール内に設置した放射線遮へい容器で対応することとなり、原子炉建屋の運転床上に放射性ダストの拡散及び線量の漏えいを防止することができる。

【0019】

上記した第1の目的を達成する本発明の他の特徴は、機器仮置きプール及び機器仮置きプールに連絡される原子炉ウェルが原子炉建屋の運転床に形成され、原子炉ウェルがシールドプラグで覆われており、機器仮置きプールと原子炉ウェルを連絡する通路がスロットルプラグで封鎖されており、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原子炉格納容器内に配置される原子炉圧力容器を開放する方法であって、

原子炉ウェルを覆う隔離ハウスを運転床上に設置し、

格納容器ヘッドを第1放射線遮へい体で覆った状態でシールドプラグを取り外し、

原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを覆う隔離容器を、原子炉ウェル及び隔離ハウス内に配置し、

隔離容器内で、原子炉圧力容器から取り外された圧力容器ヘッドを上方に向かって移送することにある。

【0020】

シールドプラグを取り外して、原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを覆う隔離容器を、原子炉ウェル及び隔離ハウス内に配置し、隔離容器内で、原子炉圧力容器から取り外された圧力容器ヘッドを上方に向かって移送するので、圧力容器ヘッドを取り外すことにより原子炉圧力容器からの放射性物質が、容積の小さな隔離容器内に拡散されるので放射性物質により汚染される領域を隔離容器内に制限することができる。このため、原子炉圧力容器からの放射性核種が運転床上の隔離ハウス内に拡散されないので、隔離ハウスの汚染による運転床での線量増加を防止できるとともに、隔離ハウス内で使用する機材の汚染も防止できる。

【0021】

上記した第2の目的を達成する本発明の他の特徴は、原子炉圧力容器に取り付けられた圧力容器ヘッドを取り外して原子炉圧力容器を開放し、

原子炉圧力容器の底部に第2貫通孔を形成し、

原子炉圧力容器内において原子炉圧力容器内の炉内構造物及び燃料デブリを切断し、

炉内構造物及び燃料デブリのそれぞれの切断片を、第2貫通孔を通して原子炉圧力容器よりも下方で原子炉圧力容器支持部材によって取り囲まれた領域に排出することにある。

【0022】

原子炉圧力容器の底部に第2貫通孔を形成し、原子炉圧力容器内において切断された炉

内構造物及び燃料デブリのそれぞれの切断片を、第2貫通孔を通して原子炉压力容器よりも下方で原子炉压力容器支持部材によって取り囲まれた領域に排出するので、原子炉内での切断作業、及び発生した切断片の収納容器への収納及び収納容器の搬出の作業を並行して実施でき、原子炉压力容器内の炉内構造物及び燃料デブリの原子炉压力容器外への取り出しに要する時間を短縮することができる。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、作業員の被ばくの危険性を低減できる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

10

【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実施例1の燃料デブリの取出し方法の手順の一部を示すフローチャートである。

【図4】実施例1の燃料デブリの取出し方法の手順の残りを示すフローチャートである。

【図5】燃料デブリの取出し方法の手順に含まれる原子炉压力容器の開放を開始する前における、原子炉建屋に形成されたドライセパレータプール及び原子炉ウエルのそれぞれの状態を示す説明図である。

【図6】ドライセパレータプール内に放射線遮へい容器を設置した状態を示す説明図である。

20

【図7】ドライセパレータプール内に設置した放射線遮へい容器内への穿孔装置の搬入状態を示す説明図である。

【図8】放射線遮へい容器内において穿孔対象のスロットプラグの前面に設置した穿孔装置の状態を示す説明図である。

【図9】穿孔装置を用いてスロットプラグを穿孔する状態を示す説明図である。

【図10】スロットプラグの切断したブロックを取り出した状態を示す説明図である。

【図11】放射線遮へい容器内における手摺取り外し装置の設置状態を示す説明図である。

【図12】手摺取り外し装置を用いた、原子炉ウェル内に配置された格納容器ヘッドの手摺の取り外し作業を示す説明図である。

30

【図13】放射線遮へい容器内における除染装置の設置状態を示す説明図である。

【図14】除染装置を用いた、原子炉ウェル内での除染作業を示す説明図である。

【図15】放射線遮へい容器内における放射線遮へい体設置装置の設置状態を示す説明図である。

【図16】放射線遮へい体設置装置を用いた、原子炉ウェ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17】原子炉ウェル内に搬入されて内部への給水により膨張した放射線遮へい袋の状態を示す説明図である。

【図18】原子炉ウェル内に配置されて給水により膨張した複数の放射線遮へい袋によって格納容器ヘッドを覆った状態を示す説明図である。

40

【図19】ドライセパレータプール及び原子炉ウェルを覆う隔離ハウスを原子炉建屋の運転床上に設置した状態を示す説明図である。

【図20】シールドプラグの取り外し作業を示す説明図である。

【図21】取り外したシールドプラグを、隔離ハウス内で放射線遮へい容器の上面に配置した搬出容器内に収納する状態を示す説明図である。

【図22】スロットプラグの取り外し作業を示す説明図である。

【図23】取り外したスロットプラグの搬送途中の状態を示す説明図である。

【図24】取り外したスロットプラグを、隔離ハウス内で放射線遮へい容器の上面に配置した搬出容器内に収納する状態を示す説明図である。

【図25】ドライセパレータプール内に設置された放射線遮へい容器の原子炉ウェル側

50

の側壁を取り外した状態を示す説明図である。

【図 2 6】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ェル真上の第 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ェル側への新たな側壁のそれぞれの取り付け状態を示す説明図である。

【図 2 7】格納容器ヘッド切断装置を備えた格納容器ヘッド吊り装置を、隔離ハウス内の原子炉ウェル真上の第 2 エリアに搬入した状態を示す説明図である。

【図 2 8】格納容器ヘッドへの格納容器ヘッド吊り装置の取り付け及び格納容器ヘッド切断装置による格納容器ヘッドの切断を示す説明図である。

【図 2 9】切断されて吊り上げられた格納容器ヘッドの内面の除染作業を示す説明図である。

【図 3 0】除染された格納容器ヘッドの搬出作業を示す説明図である。

【図 3 1】バッフルプレートの取り外し作業を示す説明図である。

【図 3 2】他のバッフルプレートの取り外し及び原子炉圧力容器と原子炉格納容器の間への放射線遮へいプレート設置の各作業を示す説明図である。

【図 3 3】他の放射線遮へいプレートの設置及び原子炉圧力容器と原子炉格納容器の間への支持梁部材設置の各作業を示す説明図である。

【図 3 4】他の支持梁部材の設置作業を示す説明図である。

【図 3 5】圧力容器ヘッドを覆う隔離容器を、原子炉ウェル、及び隔離ハウス内の第 2 エリアのそれぞれの内部に配置した状態を示す説明図である。

【図 3 6】隔離容器内で圧力容器ヘッドを吊り上げる状態を示す説明図である。

【図 3 7】隔離容器内で吊り上げた圧力容器ヘッドの内面の除染作業を示す説明図である。

【図 3 8】除染された圧力容器ヘッドの隔離容器外への搬出を示す説明図である。

【図 3 9】隔離容器内での蒸気乾燥器の取り外し作業を示す説明図である。

【図 4 0】取り外された蒸気乾燥器の隔離容器外への搬出を示す説明図である。

【図 4 1】取り外された蒸気乾燥器の、ドライヤセパレータプール内に設置された放射線遮へい容器内への搬入を示す説明図である。

【図 4 2】隔離容器内での蒸気乾燥器の取り外し作業の他の例を示す説明図である。

【図 4 3】原子炉圧力容器の下鏡部への貫通孔形成作業を示す説明図である。

【図 4 4】回転式切削装置による原子炉圧力容器内の炉内構造物の切削作業を示す説明図である。

【図 4 5】図 4 4 に示す回転式切削装置の側面図である。

【図 4 6】図 4 5 の Y-Y 矢視図である。

【図 4 7】原子炉圧力容器からペDESTAL の内側の領域に落下させた燃料デブリの切削片の回収作業を示す説明図である。

【図 4 8】ペDESTAL の内側の領域に落下した燃料デブリの切削片をペDESTAL の外側に搬出する搬出装置をペDESTAL の開口部内に配置した状態を示す説明図である。

【図 4 9】図 4 8 に示す搬出装置の平面図である。

【図 5 0】図 4 8 に示す搬出装置による収納容器内への燃料デブリの切削片の供給及び供給停止の動作を示す説明図である。

【図 5 1】原子炉圧力容器からペDESTAL の内側の領域に落下させた燃料デブリの切削片の回収作業の他の例を示す説明図である。

【図 5 2】本発明の好適な他の実施例である、沸騰水型原子力プラントに適用した実施例 2 の燃料デブリの取出し方法の手順の一部を示すフローチャートである。

【図 5 3】原子炉ウェル内に配置されて格納容器ヘッドを覆っている、給水により膨張した複数の放射線遮へい袋を撤去した状態を示す説明図である。

【図 5 4】格納容器ヘッド切断装置を備えた格納容器ヘッド吊り装置を、隔離ハウス内の原子炉ウェル真上の第 2 エリアに搬入した状態を示す説明図である。

【図 5 5】格納容器ヘッド吊り装置に取り付けられた格納容器ヘッド切断装置による格納容器ヘッドの切断作業を示す説明図である。

10

20

30

40

50

【図 5 6】切断されて吊り上げられた格納容器ヘッドの内面の除染作業を示す説明図である。

【図 5 7】除染された格納容器ヘッドの搬出作業を示す説明図である。

【図 5 8】運転操作室により炉内作業及びペDESTALの内側の領域に落下したデブリの搬出作業を遠隔で操作する例を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の実施例を、以下に説明する。

【実施例 1】

【0026】

10

本発明の好適な一実施例である実施例 1 の燃料デブリの取出し方法を、図 3 及び図 4 を用いて以下に説明する。本実施例の燃料デブリ取出し方法は、沸騰水型原子力発電プラントに適用される。本実施例の燃料デブリ取出し方法は、原子炉圧力容器の開放及び燃料デブリの取出しを含んでいる。

【0027】

本実施例の燃料デブリ取出し方法の一部である原子炉圧力容器を開放する方法は、図 3 に示された準備作業（ステップ S 1 ～ S 6 の各工程を含む）及び原子炉開放作業（ステップ S 7 ～ S 13 の各工程を含む）を含んでいる。さらに、この燃料デブリ取出し方法は、図 4 に示された原子炉格納容器底部に落下した燃料デブリの取出し作業（ステップ S 17 ～ S 20 の各工程を含む）及び原子炉格納容器底部に落下した燃料デブリの取出し作業（ステップ S 14 ～ S 16 及び S 21 ～ S 24 の各工程を含む）を含んでいる。

20

【0028】

本実施例の燃料デブリ取出し方法を説明する前に、この燃料デブリ取出し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。

【0029】

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 17 を備えている。原子炉格納容器 17 は、原子炉建屋 23 内に設置されて、上端部に蓋である格納容器ヘッド 18 が取り付けられて密封されている。原子炉格納容器 17 は、内部に形成されたドライウェル 19、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 21 を有する。ドライウェル 19 に連絡されるベント通路の一端が、圧力抑制室 21 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 17 は、原子炉建屋 23 の一部になる生体遮へい体 100 で取り囲まれている。

30

【0030】

格納容器ヘッド 18 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 28 が配置され、これらのシールドプラグ 28 が、原子炉ウェル 25 内に配置され、原子炉建屋 23 の運転床 24 に設置されている。シールドプラグ 28 は原子炉ウェル 25 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）26 及び燃料貯蔵プール 27 が、原子炉ウェル 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、原子炉ウェル 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 と原子炉ウェル 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）29A により封鎖されている。これらのスロットルプラグ 29A 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。原子炉ウェル 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）29B により封鎖されている。

40

【0031】

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

50

3内に配置される。原子炉压力容器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。

【0032】

複数の制御棒案内管13が、原子炉压力容器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、原子炉压力容器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

10

【0033】

原子炉压力容器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。

【0034】

原子炉压力容器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DESTAL15上に据え付けられている。筒状のγ線遮蔽体22が、ペDESTAL15の上端に設置され、原子炉压力容器3を取り囲んでいる。下部プレナム20が、原子炉压力容器3の下方でペDESTAL15内に形成される。

20

【0035】

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の電流を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39Aは、原子炉压力容器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39A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39Aは、冷却されて固まる。

30

【0036】

万が一、このような燃料デブリ39Aの原子炉压力容器3の底部への落下が生じた場合には、固まった燃料デブリ39Aの原子炉压力容器3外への搬出が実施され、さらに燃料デブリ39Aの落下が生じている沸騰水型原子力プラント1については、廃炉処理が実施される。また、原子炉压力容器3の底部に落下した燃料デブリ39Aの一部は、原子炉压力容器3の下鏡部5からさらに下方の、ペDESTAL15内で原子炉格納容器17の底部、すなわち、コンクリートマット16上に落下する可能性もある。ペDESTAL15内で原子炉格納容器17の底部に落下した燃料デブリを燃料デブリ39Bと称する。

【0037】

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5に示すように、DSP26内には何も存在していなく、DSP26と原子炉ウェル25は複数のスロットプラグ29Aによって仕切られている。また、手摺31が格納容器ヘッド18の頂部に設けられており、压力容器ヘッド4は保温材30によって覆われている。原子炉压力容器3と原子炉格納容器17の間には、原子炉ウェル25の底部の一部になるバッフルプレート76が配置され、このバッフルプレート76は原子炉压力容器3と原子炉格納容器17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18の損傷箇所を通して原子炉ウェル25内に放射性物質（例えば、Cs-137等）を含むガスが流出したとする。

40

【0038】

50

本実施例の燃料デブリの取出し方法を以下に説明する。まず、本実施例の燃料デブリ取出し方法の一部である原子炉圧力容器を開放する方法における準備作業について説明する。この準備作業は、原子炉開放作業の前作業である。

【0039】

放射線遮へい容器をDSP内に設置する（ステップS1）。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（図示せず）を用いて放射線遮へい容器32を吊り上げてDSP26内に設置する（図6参照）。なお、このクレーンは、門型クレーン、タワークレーン等の重量物を一体搬出入可能なものであれば良い。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、原子炉ウェル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、原子炉ウェル25側の側壁の内面に取り付けられる。開口部36Bはドア34によって、また、開口部36Bはドア35によってそれぞれ封鎖されている。

10

【0040】

スロットプラグに貫通孔を形成する（ステップS2）。内部に穿孔装置41が収納された隔離チャンバー40が、クローラクレーンに吊り下げられて開口部36Aを通して放射線遮へい容器32内の空間37に搬入される（図7参照）。このとき、ドア34は開いている。隔離チャンバー40の下面には台車40Aが取り付けられており、隔離チャンバー40の一つの側壁に開口部40Eが形成される。この開口部40Eは、その側壁の内面に移動可能に取り付けられたドア40Bによって開閉される。開口部40Eを取り囲む環状のシール装置40Cが、隔離チャンバー40のその側壁の外面に取り付けられる。

20

【0041】

穿孔装置41は、隔離チャンバー40内の空間40Dに配置され、移動可能に隔離チャンバー40の底面に取り付けられた支持部材42の上端部に取り付けられる。隔離チャンバー40が放射線遮へい容器32内に搬入された後、ドア34が閉じられ、隔離チャンバー40は台車40Aによって放射線遮へい容器32の原子炉ウェル25側の側壁まで移動される。シール装置40Cが、隔離チャンバー40の移動によって放射線遮へい容器32の、開口部36Bが形成された側壁の内面に、開口部36Bを取り囲むように、押し付けられる（図8参照）。ドア35は、シール装置40Cがこの側壁に押し付けられる直前に開けられる。開口部36Bは、隔離チャンバー40に形成された開口部40Eに連通し、ドア40Bを開くことによって隔離チャンバー40内の空間40Dと連通される。

30

【0042】

穿孔装置（例えば、ワイヤーソー）41を駆動し、穿孔装置41をコンクリート製の一つのスロットプラグ29Aに向かって移動させることによってスロットプラグ29Aをブロック状に切断する。穿孔装置41を用いたスロットプラグ29Aの切断位置は、原子炉ウェル25を封鎖しているシールドプラグ28のうち最も下方に位置するシールドプラグ28の下面よりも下方の位置である（図9参照）。穿孔装置41によって削り出された、シールドプラグ28のブロック44は、隔離チャンバー40内に搬入される（図10参照）。この結果、シールドプラグ28に貫通孔43が形成され、原子炉ウェル25と隔離チャンバー40内の空間が連通し、原子炉ウェル25内に存在する放射性核種を含むガスが、貫通孔43及び開口部36B及び40Eを通して隔離チャンバー40内に流入する。その後、ドア40Bを閉じて開口部を封鎖し、そして、直ちに、ドア35を閉じて開口部を封鎖する。

40

【0043】

ドア35を閉じて密封されて内部に放射性物質を含むガスが存在する隔離チャンバー40が、開口部36Aを通してクローラクレーンによりDSP32内から地上まで搬出される。その後、穿孔装置41を収納しているこの隔離チャンバー40が処分されるが、この処分に際して隔離チャンバー40内の放射性物質を含むガスが、浄化装置に供給されて浄化装置で除去される。

50

【0044】

格納容器ヘッドに設けられた手摺を除去する（ステップS3）。内部に手摺取り外し装置45が収納された別の隔離チャンバー40が、ステップS2の工程と同様に、開口部36Aを通して放射線遮へい容器32内の空間37に搬入される。隔離チャンバー40の搬入後に、ドア34が閉じられる。この隔離チャンバー40は、シール装置40Cが放射線遮へい容器32の原子炉ウェル25側の側壁の内面に接触するまで、放射線遮へい容器32内で移動される（図11参照）。ドア35は、シール装置40Cがこの側壁に押し付けられる直前に開けられる。

【0045】

手摺取り外し装置45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2つの作業アーム45Cを有する。把持具（図示せず）が一つの作業アーム45Cの先端に取り付けられ、カッタ（パイプカッタ）が他の作業アーム45Cの先端に取り付けられる。これらの作業アーム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。

【0046】

ドア40Bが開いて隔離チャンバー40内の空間40Dが原子炉ウェル25に連通される。スライド機構45Bの移動により伸縮管45Aが貫通孔43内に挿入され、さらに、伸縮管45Aが原子炉ウェル25に向かって伸ばされる。格納容器ヘッド18に取り付けられた手摺31は一つの作業アーム45Cの把持具で掴まれ、他の作業アーム45Cのカッタで切断する（図12参照）。上記の把持具で把持された手摺31の切断片は、スライド機構45B及び伸縮管45Aの移動により、隔離チャンバー40内に移動され、隔離チャンバー40内に収納される。このようにして、手摺31が順次切断される。手摺31がすべて除去された後、手摺取り外し装置45の作業アーム45Cが隔離チャンバー40内に収納され、ドア40B及び35が閉じられる。手摺取り外し装置45及び手摺31の切断片を収納した隔離チャンバー40が、クローラクレーンに吊り下げられて開口部36Aを通して放射線遮へい容器32から地上に搬送される。

【0047】

作業アーム45Cに取り付けられる伸縮管45Aの先端部にカメラ（図示せず）が取り付けられ、このカメラにより原子炉ウェル25内での作業（例えば、手摺31の切断）が撮影される。カメラで撮影された映像は、原子炉建屋23の運転床、若しくは別建屋に設置された運転操作室140（図58参照）のモニタに送信され、作業員により監視される。このカメラは、後述のステップS4及びS5で用いられる除染装置46及び遮へい体搬送装置47の各伸縮管45Aの先端部にも取り付けられる。

【0048】

原子炉ウェル内を除染する（ステップS4）。内部に除染装置46が収納された別の隔離チャンバー40が、ステップS2の工程と同様に、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。この隔離チャンバー40のシール装置40Cが放射線遮へい容器32の原子炉ウェル25側の側壁の内面に接触される（図13参照）。ドア35は、シール装置40Cがこの側壁に押し付けられる直前に開けられる。

【0049】

除染装置46は、手摺取り外し装置45と同様に、支持部材42の上端部に取り付けられたスライド機構45B、伸縮管45A及び作業アーム45Cを有する。噴射ノズル46Aが作業アーム45Cの先端に取り付けられる。

【0050】

ドア40Bが開いて隔離チャンバー40内の空間40Dが原子炉ウェル25に連通される。スライド機構45B及び伸縮管45Aが原子炉ウェル25に向かって移動することにより、作業アーム45C及び噴射ノズル46Aが原子炉ウェル25内で格納容器ヘッド1

10

20

30

40

50

8とシールドプラグ28の間に挿入される。噴射ノズル46Aから洗浄水が噴射され、例えば、シールドプラグ28の下面の除染が実施される(図14参照)。洗浄水は、伸縮管45A及び作業アーム45Cに沿って設置された給水ホース(図示せず)により供給される。この給水ホースは、隔離チャンバー40内から放射線遮へい容器32の外部へと伸びており、補給水系統に接続される。伸縮管45Aを伸縮させて作業アーム45Cを上下左右に曲げて格納容器ヘッド18の外面、及びスロットルプラグ29A及び29Bの各内面の除染が行われる。原子炉ウェル25における除染が終了した後、除染装置46の作業アーム45C及び噴射ノズル46Aが隔離チャンバー40内に収納され、ドア40B及び35が閉じられる。除染装置46を収納した隔離チャンバー40が、クローラクレーンに吊り下げられて開口部36Aを通して放射線遮へい容器32から地上に搬送される。

10

【0051】

除染時に噴射ノズル46Aからシールドプラグ28の下面に向かって噴射されて落下した洗浄水は、作業アーム45Cに取り付けられた洗浄水受け皿(図示せず)に受けられて洗浄水受け皿に接続された排水ホースを通して隔離チャンバー40内に設けられた排水タンク(図示せず)内に蓄えられる。格納容器ヘッド18の外面、スロットルプラグ29A及び29Bの各内面の除染に用いられた洗浄水は、洗浄水受け皿で受けることができなく、原子炉ウェル25内でバッフルプレート76の上面に落下する。バッフルプレート76の上面に落下した洗浄水は、隔離チャンバー40の排水タンクに接続されるポンプ(図示せず)を駆動してこのポンプに接続された排水ホース(図示せず)で吸引し、排水タンク内に蓄えられる。排水タンク内に蓄えられた水も、隔離チャンバー40と共に地上に搬送される。

20

【0052】

原子炉ウェル内に第1放射線遮へい体を設置する(ステップS5)。内部に遮へい体搬送装置47及び折りたたまれた遮へい袋48が収納された別の隔離チャンバー40が、ステップS2の工程と同様に、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。この隔離チャンバー40のシール装置40Cが放射線遮へい容器32の原子炉ウェル25側の側壁の内面に接触される(図15参照)。

30

【0053】

遮へい体搬送装置47は、手摺取り外し装置45と同様に、支持部材42の上端部に取り付けられたスライド機構45B、伸縮管45A及び作業アーム45Cを有する。掴み具47Aが作業アーム45Cの先端に取り付けられる。

【0054】

ドア40Bが開いて隔離チャンバー40内の空間40Dが原子炉ウェル25に連通される。空間40D内で、掴み具47Aが空間40D内に存在する一つの遮へい袋48を掴む。スライド機構45B及び伸縮管45Aが原子炉ウェル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が原子炉ウェル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の上方で原子炉ウェル25内の所定の位置まで移動される(図16参照)。その後、伸縮管45A及び作業アーム45Cに沿って設置された給水ホース(図示せず)が遮へい袋48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48内に供給される。遮へい袋48は、水の供給により膨張し、格納容器ヘッド18の一部を覆って格納容器ヘッド18とシールドプラグ28の間に配置される(図17参照)。

40

【0055】

作業アーム45Cに沿って設置された給水ホースがその逆止弁付きのワンタッチカプラから取り外され、スライド機構45B及び伸縮管45Aの移動により掴み具47Aが隔離

50

チャンバー４０内の空間４０Ｄに戻される。ここで、掴み具４７Ａは他の遮へい袋４８を掴み、再び、原子炉ウェル２５内の所定も位置まで移動して遮へい袋４８を所定の位置まで移送する。この遮へい袋４８内にも水が供給され、遮へい袋４８は膨張する。このように、必要な個数の遮へい袋４８が原子炉ウェル２５内に移送されて水により膨張されることにより、格納容器ヘッド１８は、格納容器ヘッド１８とシールドプラグ２８の間に配置された、水で膨張した複数の遮へい袋４８で覆われる（図１８参照）。内部に水が充填されたこれらの遮へい袋４８は、放射線遮へい体（第１放射線遮へい体）となる。

【００５６】

スロットルプラグ２９Ａに貫通孔４３が形成されているので、隔離チャンバー４０内の遮へい体搬送装置４７を用いて、ＤＳＰ２６内に設置した放射線遮へい容器３２から貫通孔４３を通して格納容器ヘッド１８とシールドプラグ２８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１８を覆う、水を充填した遮へい袋４８、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。

【００５７】

内部に水が充填されたこれらの遮へい袋４８を格納容器ヘッド１８とシールドプラグ２８の間に配置することにより、格納容器ヘッド１８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４８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ェ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で原子炉ウェル内からの放射性ダスト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２８を除去した場合においても、運転床２４上での線量を低減することができる。また、原子炉ウェル２５内に水が充填されたそれらの遮へい袋４８が配置されるため、原子炉ウェル２５内での空気の流れが阻害され、放射性ダストの拡散を防止することができる。

【００５８】

原子炉ウェル２５内への水が充填された所定数の遮へい袋の設置が終了した後、遮へい体搬送装置４７の作業アーム４５Ｃ及び掴み具４７Ａが隔離チャンバー４０内に収納され、ドア４０Ｂ及び３５が閉じられる。遮へい体搬送装置４７を収納した隔離チャンバー４０が、クローラクレーンに吊り下げられて開口部３６Ａを通して放射線遮へい容器３２から地上に搬送される。

【００５９】

なお、ステップＳ１～Ｓ６の各工程を実施する間、原子炉ウェル２５を封鎖しているシールドプラグ２８の上面が養生シート３８で覆われている。この養生シート３８はシールドプラグ２８の間からの放射性核種の漏洩を抑制している。

【００６０】

隔離ハウスを原子炉建屋の運転床上に設置する（ステップＳ６）。クローラクレーンを用いて隔離ハウス４９を原子炉建屋２３の運転床２４上まで搬送し、この隔離ハウス４９を運転床２４上に設置する（図１９参照）。隔離ハウス４９は、ＤＳＰ２６、すなわち、放射線遮へい容器３２及び原子炉ウェル２５を覆っている。隔離ハウス４９の側壁には、隔離ハウス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、隔離ハウス４９の側壁に形成された、ドアが開けられたその開口部を通して運転床２４上から隔離ハウス４９内の空間５３に入ることができる。走行台車及び横行台車を含む天井クレーン５０が、隔離ハウス４９内の空間５３内で天井付近に設置されるガイドレール５１上に移動可能に設置される。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。

【００６１】

以上により、原子炉圧力容器を開放する方法における準備作業の各工程が終了する。次に、原子炉圧力容器を開放する方法における原子炉開放作業について説明する。

【００６２】

シールドプラグを取り外す（ステップ S 7）。環状の隔離フィルム収納容器 7 3 が、隔離ハウス 4 9 内で、スロットルプラグ 2 9 A 及びシールドプラグ 2 8 を取り囲むように、放射線遮へい容器 3 2、運転床 2 4 及びスロットルプラグ 2 9 B 上に配置される。隔離フィルム収納容器 7 3 から取り出された隔離フィルム 5 4 が、スロットルプラグ 2 9 A 及びシールドプラグ 2 8 の上方を覆って配置される。天井クレーン 5 0 の掴み具 5 2 は、隔離フィルム 5 4 の上方から一つのシールドプラグ 2 8 に取り付けられた吊り具（図示せず）を掴む（図 1 9 参照）。ワイヤー 5 6 を巻き取ってシールドプラグ 2 8 を所定の位置まで吊り上げる（図 2 0 参照）。そして、吊り上げたシールドプラグ 2 8 を隔離フィルム 5 4 で包み込み、包み込んで絞った図 2 0 に示す X の位置で隔離フィルム 5 4 を溶着させ、溶着した部分で隔離フィルム 5 4 を切断する。

10

【0063】

その後、天井クレーン 5 0 を移動させ、隔離フィルム 5 4 で包み込んだシールドプラグ 2 8 を、隔離ハウス 4 9 内で、放射線遮へい容器 3 2 に取り付けられた放射線遮へい板 3 3 上に置かれた、放射線遮へい材で作られた搬出容器 5 5 内に収納される（図 2 1 参照）。シールドプラグ 2 8 を収納した搬出容器 5 5 は、ドアが開いた前述の開口部を通して運転床 2 4 上に搬出され、さらに、クローラクレーン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 2 8 も同様に搬送される。

【0064】

スロットルプラグを取り外す（ステップ S 8）。全てのシールドプラグ 2 8 が取り外されているが、格納容器ヘッド 1 8 が、水が充填された遮へい袋 4 8 で覆われているため、格納容器ヘッド 1 8 の下方からの放射線は、水が充填された遮へい袋 4 8 で遮へいされ、隔離ハウス 4 9 内の空間 5 3 に到達しない。隔離フィルム収納容器 7 3 から取り出された隔離フィルム 5 4 が、スロットルプラグ 2 9 A、及び原子炉ウェル 2 5 内の、水が充填された遮へい袋 4 8 の上方を覆って配置される。天井クレーン 5 0 の掴み具 5 2 は、隔離フィルム 5 4 の上方から一つのスロットルプラグ 2 9 A に取り付けられた吊り具（図示せず）を掴む（図 2 2 参照）。ワイヤー 5 6 を巻き取ってスロットルプラグ 2 9 A を所定の位置まで吊り上げ、吊り上げたスロットルプラグ 2 9 A を隔離フィルム 5 4 で包み込み、シールドプラグ 2 8 と同様に、包み込んで絞った位置で隔離フィルム 5 4 を溶着させ、溶着した部分で隔離フィルム 5 4 を切断する（図 2 3 参照）。

20

【0065】

そして、天井クレーン 5 0 を移動させ、隔離フィルム 5 4 で包み込んだシールドプラグ 2 8 を、隔離ハウス 4 9 内に配置された搬出容器 5 5 内に収納される（図 2 4 参照）。スロットルプラグ 2 9 A を収納した搬出容器 5 5 は、シールドプラグ 2 8 を収納した搬出容器 5 5 と同様に、地上に搬送され、さらに、所定の保管場所まで搬送される。残りのスロットルプラグ 2 9 A も同様に搬送される。

30

【0066】

その後、原子炉開放作業の一部である図 3 に示されていないステップ S 8 A ～ S 8 D の各工程が実施される。ステップ S 8 A ～ S 8 E の各工程を以下に説明する。

【0067】

放射線遮へい容器 3 2 の原子炉ウェル 2 5 側の側壁を除去する（ステップ S 8 A）。放射線遮へい容器 3 2 の原子炉ウェル 2 5 側の側壁が、ドア 3 5 を取り付けられた状態で、放射線遮へい容器 3 2 から取り外され、天井クレーン 5 0 によって吊り上げられて隔離ハウス 4 9 内の空間 5 3 に移送される。さらに、この側壁は、隔離ハウス 4 9 内から隔離ハウス 4 9 外の運転床 2 4 上に移送され、地上に搬送される。必要であれば、その側壁は複数の切断片に切断され、切断片ごとに移送される。図 2 5 は、上記の側壁が除去された状態を示している。

40

【0068】

D S P と原子炉ウェルを連絡する水路の底に形成された突出部を除去する（ステップ S 8 B）。ステップ S 2 で用いられた穿孔装置 4 1 が収納された隔離チャンバー 4 0 が、クローラクレーンにより地上から運転床 2 4 上に搬送され、隔離ハウス 4 9 に形成された前

50

述の開口部から隔離ハウス４９内に移動される。図２５に図示されていないが、隔離チャンバー４０は、天井クレーン５０に吊り下げられて開放された開口部３６Ａを通して放射線遮へい容器３２内に搬入される。さらに、隔離チャンバー４０は、放射線遮へい容器３２の底面に沿って原子炉ウェル２５に向かって移動し、ＤＳＰ２６と原子炉ウェル２５を連絡する水路の底に形成された突出部５７付近で停止される。穿孔装置（例えば、ワイヤーソー）４１を用いて、格納容器ヘッド１８を覆っている、水が充填された遮へい袋４８に損傷を与えないようにして、突出部５７を切断する。切断された突出部５７の複数のブロック（図示せず）は、隔離チャンバー４０内の空間４０Ｄに収納される。これらのブロックを収納した隔離チャンバー４０は、搬入時とは逆に、開口部３６Ａを通して隔離ハウス４９内に搬入され、さらに、隔離ハウス４９外部の運転床２４上及び地上へと搬送される。その水路の、突出部５７が除去された部分には、図２６に示すように、平らな底面５７Ａが形成される。

10

【００６９】

突出部５７の除去により、後述する搬出入エアロック８９の設置（図３５参照）が突出部５７に邪魔されずに容易になる。このため、搬出入エアロック８９を用いて、原子炉圧力容器３内で除去された炉内構造物の放射線遮へい容器３２内への搬出ルートを容易に確保することができる。

【００７０】

放射線遮へい容器の新たな側壁を設置する（ステップＳ８Ｃ）。開口部６３Ａが下側に形成されてこの開口部６３Ａの開閉を行うドア６４Ａ及び６４Ｂが移動可能に取り付けられた側壁６３が、天井クレーン５０に吊り下げられて隔離ハウス４９内の空間５３から原子炉ウェル２５内に下される。この側壁６３は、放射線遮へい容器３２の原子炉ウェル２５側の端部に溶接にて取り付けられる。放射線遮へい容器３２の内面に取り付けられた開閉式の隔離シート６５が、側壁６３よりも放射線遮へい容器３２側に配置される。側壁６３は、複数の鋼板を隔離ハウス４９内で溶接して製造してもよい。

20

【００７１】

隔離ハウス内に設置されている天井クレーンを除去し、新たに、二基の天井クレーン及び隔離壁を隔離ハウス内に設置する（ステップＳ８Ｄ）。隔離ハウス４９内に設置されている天井クレーン５０を除去し、新たに、ガイドレール５１Ａ及び５１Ｂを隔離ハウス４９内で隔離ハウス４９の天井付近に設置する。そして、天井クレーン５１Ａ及び５１Ｂがガイドレール５１Ａ及び５１Ｂの上に設置される（図２６参照）。天井クレーン５０の除去及び天井クレーン５１Ａ及び５１Ｂの設置には、隔離ハウス４９内に搬入された走行クレーンが用いられる。天井クレーン５１Ａ及び５１Ｂが設置された後、開口部６０Ａが形成されて開口部６０Ａの開閉を行うドアが移動可能に取り付けられた隔離壁６０が、隔離ハウス４９内に搬入され、放射線遮へい容器３２の原子炉ウェル２５側の端部付近に立てて隔離ハウス４９の内面に溶接にて取り付けられる（図２６参照）。

30

【００７２】

隔離壁６０の取り付けにより、隔離ハウス４９内には二つの空間５３Ａ及び５３Ｂが形成される。原子炉ウェル２５の真上に形成される空間５３Ａには、天井クレーン５０Ａ及びガイドレール５１Ａが配置され、放射線遮へい容器３２の真上に形成される空間５３Ｂには、天井クレーン５０Ｂ及びガイドレール５１Ｂが配置される。天井クレーン５０Ａに取り付けられるワイヤー５６Ａには掴み具５２Ａが取り付けられ、天井クレーン５０Ｂに取り付けられるワイヤー５６Ｂには掴み具５２Ｂが取り付けられる。隔離ハウス４９の内面に取り付けられた開閉式の隔離シート６２が、ドア６１よりも空間５３Ｂ側に配置される。空間５３Ａの底面を形成する板状の床部材５８が隔離ハウス４９の下端部に取り付けられる。床部材５８には、原子炉ウェル２５の内径と同じ大きさの開口部５８Ａが形成されている。

40

【００７３】

第２放射線遮へい体を設置する（ステップＳ９）。複数の放射線遮へい板を折り畳めるように相互に連結して構成された放射線遮へい体（第２放射線遮へい体）５９が、天井ク

50

レーン 50 A を用いて、原子炉ウェル 25 を覆うように、隔離ハウス 49 内の空間 53 A の底面を形成する床部材 58 上に取り外し可能に設置される（図 26 参照）。放射線遮へい体 59 は、複数の放射線遮へい板の折り畳み及び伸長を行う駆動装置を備えている。なお、この放射線遮へい板は、複数の水遮へい袋を配置し、注水若しくは排水により折りたたみ可能で開閉動作もできる構造としても良い。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、原子炉ウェル 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、折り畳まれた状態で、クローラクレーンにより隔離ハウス 49 の外部で運転床 24 上に搬送され、さらに、空間 53 B を介して空間 53 A 内に移送される。この折り畳まれた放射線遮へい体 59 は、天井クレーン 50 A に吊り下げられて開閉式の隔離シート 54 の開口部を通して床部材 58 上に置かれ、上記の駆動装置により床部材 58 の開口部 58 A を覆うように伸長される。

10

【0074】

原子炉ウェル内の機器を取り外し、搬出する（ステップ S10）。原子炉ウェル 25 内に配置されている機器、例えば、原子炉格納容器 17 の上端に取り付けられて原子炉ウェル 25 内に配置されている格納容器ヘッド 18 の取り外し及び搬出を、図 27、図 28、図 29 および図 30 を用いて説明する。

【0075】

放射線遮へい体 59 と同様に、吊り天秤 66 が隔離ハウス 49 内の空間 53 A に搬入される。吊り天秤 66 には、下端部に掴み具 67 A が取り付けられた吊り棒 68 A 及び下端部に掴み具 67 B が取り付けられた吊り棒 68 B がそれぞれ下向きに取り付けられ、さらに、切断装置 70 が取り付けられる。切断装置 70 は、移動装置 78、下方に向かって伸びて移送装置 78 に取り付けられた伸縮管 77 及び伸縮管の下端部に取り付けられた切断機 69 を備える（図 27 参照）。円板である吊り天秤 66 の下面には、切断装置 70 を格納容器ヘッド 18 の周囲に旋回させるリング状のガイドレール（図示せず）が取り付けられており、移動装置 78 はこのガイドレールの下側に移動可能に取り付けられている。吊り天秤 66 の外径は、釣り天秤 66 が開口部 58 A を通過するように、開口部 58 A の内径よりも若干小さくなっている。

20

【0076】

水が充填されて膨張した各遮へい袋 48 には、上下方向に貫通する貫通孔 48 A が形成されている。この貫通孔 48 A は遮へい袋 48 の部材で取り囲まれており、貫通孔 48 A 内には遮へい袋 48 内の水が流出しない。貫通孔 48 A は水が充填されて膨張した遮へい袋 48 によって封鎖されている。

30

【0077】

原子炉ウェル 25 の上方を覆っている放射線遮へい体 59 は、前述の駆動装置により折り畳まれ、天井クレーン 50 A を用いて床部材 58 上から除去される。その後、吊り天秤 66 が、天井クレーン 50 A に吊り下げられて空間 53 A から原子炉ウェル 25 に向かって下降され、開閉式で広げられた隔離シート 54 の間及び開口部 58 A を通って原子炉ウェル 25 内に下降される。この吊り天秤 66 の下降に伴って、掴み具 67 A 及び 67 B 及び吊り棒 68 A 及び 68 B が、水が充填されたそれぞれの遮へい袋 48 に形成された貫通孔 48 A 内に挿入される（図 28 参照）。そして、格納容器ヘッド 18 の頂部に設けられた各吊り具が掴み具 67 A 及び 67 B によって把持される（図 28 参照）。

40

【0078】

図 27 及び図 28 には図示されていないが、吊り天秤 66 の外周部には、空気圧で移動するピストンを有するシリンダ装置（図示せず）が設けられている。このシリンダ装置は、吊り天秤 66 の周方向に 3 個所以上設けられている。各シリンダ装置のピストンロッドには支持部材が取り付けられている。シリンダ装置ごとに設けられたこの支持部材は、吊り天秤 66 が開口部 58 A を通過した後、シリンダ装置への高圧空気の供給により支持部材が原子炉ウェル 25 の外側に向かって押し出され、シールドプラグ 28 を支持していた原子炉ウェル 25 の段差部上に達する。このため、図 28 に示すように、吊り天秤 66 はそれらの支持部材によって原子炉ウェル 25 の段差部に支持される。

50

【0079】

その後、伸縮管77が下方に向かって伸ばされ、切断機69が格納容器ヘッド18の側壁の切断位置（格納容器ヘッド18の下端部に存在する位置）まで下降される（図28参照）。伸縮管77は、水が充填された遮へい袋48の外側に位置している。移動装置78が吊り天秤66に設けられた前述のリング状のガイドレールに沿って移動することにより、格納容器ヘッド18の側壁の下端部が、切断機69によって、格納容器ヘッド18の側壁の全周に亘って切断される。格納容器ヘッド18の切断後、切断された格納容器ヘッド18は、水が充填された遮へい袋48を載せた状態で、天井クレーン50Aによって引き上げられる。格納容器ヘッド18の下端が圧力容器ヘッド4を覆っている保温材30の頂部よりも上方に到達して格納容器ヘッド18の下端と保温材30の頂部の間に所定のスペースが形成されたとき、格納容器ヘッド18の上昇が停止される（図29参照）。 10

【0080】

内部に除染装置71が収納された別の隔離チャンバー40が、ステップS2の工程と同様に、開口部36Aを通して放射線遮へい容器32内に搬入される。除染装置71は、支持部材42の上端部に取り付けられた伸縮管71B及び作業アーム71Cを有する。噴射ノズル71Dが作業アーム71Cの先端に取り付けられる。隔離チャンバー40には、前述したように、ドア40Bによって開閉される開口部40Eが形成されている。隔離チャンバー40が側壁63付近まで移動された後、ドア40B、64A及び64Bがそれぞれ移動され、開口部40E及び63Aが開放される。 20

【0081】

伸縮管71Bが開口部40E及び63Aを通して原子炉ウェル25に向かって伸ばされ、作業アーム71C及び噴射ノズル71Dが原子炉ウェル25内で格納容器ヘッド18の下端と保温材30の頂部の間に達する。作業アーム71Cを操作し、噴射ノズル71Dの噴射口を格納容器ヘッド18の内面に対向させる。噴射ノズル71Dから水を噴射させ、伸縮管71B及び作業アーム71Cを操作しながら格納容器ヘッド18の内面の除染を実施する（図29参照）。さらに、噴射ノズル71Dから噴射される水により保温材30の表面の除染も実施する。噴射ノズル71Dから噴射された洗浄水は、格納容器ヘッド18の内面及び保温材30の表面を洗浄しながらバッフルプレート76上に落下し、バッフルプレート76上に溜まる。バッフルプレート76上に溜まった水は、前述したように、ポンプ及び排水ホースを用いて隔離チャンバー40内の排水タンクに回収される。 30

【0082】

格納容器ヘッド18等の除染が終了した後、除染装置71の作業アーム71C及び噴射ノズル71Dが隔離チャンバー40内に収納され、ドア40B、64A及び64Bがそれぞれ閉じられる。除染装置71を収納した隔離チャンバー40が、天井クレーン50Bに吊り下げられて空間53Bに引き上げられ、隔離ハウス49の外部で運転床24上に移動され、そして、クローラクレーンにより地上に搬送される。

【0083】

天井クレーン50Aにより、除染された格納容器ヘッド18を空間53Aまで移動させる。その後、複数の放射線遮へい体59が、ステップS9と同様に、原子炉ウェル25を覆うように、隔離ハウス49内の空間53Aの底面上に取り外し可能に設置される（図30参照）。格納容器ヘッド18を覆っている各遮へい袋48内の水を空間53A内に放出する（図30参照）。空間53A内で、切断された格納容器ヘッド18及び吊り天秤66を隔離フィルム54で包み込み（図30参照）、包み込んで絞った隔離フィルム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。隔離フィルム54で包み込まれた格納容器ヘッド18及び吊り天秤66は、開口部60Aを通して空間53B内に移送され、さらに、隔離ハウス49外で運転床24上に搬送され、地上に下される。 40

【0084】

次に、原子炉ウェル25内に配置されている機器である保温材30の取り外し及び搬出を説明する。保温材30の取り外し及び搬出には、吊り天秤66の替りに、図54に示すような保温材30用の放射線遮へい吊り天秤装置74が用いられる。 50

【0085】

放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 の詳細構造を、図 5 4 を用いて説明する。放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 は、放射線遮へいカバー 7 4 A、掴み具 7 5 C 及び 7 5 D 及び切断機 1 2 5 を有する。放射線遮へいカバー 7 4 A は天井部 7 4 B 及び天井部 7 4 B に取り付けられた円筒状の側壁部 7 4 C を含んでいる。放射線遮へいカバー 7 4 A の天井部 7 4 B 及び円筒状の側壁部 7 4 C 内は、それぞれ空間になっており、これらの空間には水が充填されている。各空間に水が充填されることによって、放射線遮へいカバー 7 4 A は放射線遮へい機能を有する。切断機 1 2 5 は、円筒状の側壁部 7 4 C の下面に取り付けられたリング状のガイドレール（図示せず）に移動可能に取り付けられる。保温材 3 0 の水平方向における幅が格納容器ヘッド 1 8 の外径よりも小さいので、保温材 3 0 用の放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 における円筒状の側壁部 7 4 C の内径は、図 5 4 に示す格納容器ヘッド 1 8 用の放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 における円筒状の側壁部 7 4 C の内径よりも小さくなっている。

10

【0086】

放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 は、空間 5 3 A に搬入され、図 5 4 に示されるように、天井クレーン 5 0 A に吊り下げられる。その後、放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 が、天井クレーン 5 0 A に吊り下げられて空間 5 3 A から原子炉ウェル 2 5 に向かって下降され、開閉式で広げられた隔離シート 5 4 の間を通して原子炉ウェル 2 5 内に下降される。さらに、円筒状の側壁部 7 4 C の下面がバッフルプレート 7 6 付近に達するまで、放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 が下降され、保温材 3 0 が円筒状の側壁部 7 4 C 内に挿入される。このとき、掴み具 7 5 C 及び 7 5 D のそれぞれは、保温材 3 0 の頂部に設けられた一对の吊り具（図示せず）のそれぞれを把持する。この保温材 3 0 は、放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 によって覆われる。切断機 1 2 5 が、放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 の円筒状の側壁部 7 4 C の下面に取り付けられたリング状のガイドレールに沿って移動しながら保温材 3 0 をバッフルプレート 7 6 付近で切断する。切断機 1 2 5 がそのリング状のガイドレールを一周することによって、保温材 3 0 の下端部が完全に切断される。

20

【0087】

保温材 3 0 が切断される間、放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 が保温材 3 0 を覆っているため、原子炉圧力容器 3 から上方に向かって放射される放射線が、内部に水が充填された放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 によって遮へいされる。このため、空間 5 3 A 及び 5 3 B 内の線量を低減することができる。

30

【0088】

切断された保温材 3 0 が天井クレーン 5 0 A により空間 5 3 A まで移動された後、保温材 3 0 及び放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 を隔離フィルム 5 4 で包み込み、包み込んで絞った隔離フィルム 5 4 を溶着させ、溶着した部分で隔離フィルム 5 4 を切断する。隔離フィルム 5 4 で包み込まれた保温材 3 0 及び放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 は、開口部 6 0 A を通して空間 5 3 B 内に移送され、さらに、隔離ハウス 4 9 外で運転床 2 4 上に搬送され、地上に下される。

【0089】

以上により、ステップ S 1 0 の原子炉ウェル内の機器の取り外し及び搬出が終了する。

40

【0090】

バッフルプレートの取り外し、及び圧力容器支持梁及び放射線遮へい板の取り付けを実施する（ステップ S 1 1）。このステップ S 1 1 の工程では、吊り天秤装置 1 2 7 が用いられる。吊り天秤装置 1 2 7 は前述の放射線遮へい吊り天秤装置 7 4、及び吊り天秤 6 6 を有する。吊り天秤 6 6 が放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 に吊り下げられる。この吊り天秤 6 6 は天井部 7 4 B の下方で円筒状の側壁部 7 4 C 内に配置され、吊り天秤 6 6 の上面に設けられた一对の吊り具のそれぞれが放射線遮へい吊り天秤装置 7 4 に設けられた吊り装置 7 5 A の掴み具 7 5 C 及び吊り装置 7 5 B の掴み具 7 5 D のそれぞれによって把持される。吊り天秤 6 6 には、下端部に掴み具 6 7 A が取り付けられた吊り装置 6 6 A 及び下端部に掴み具 6 7 B が取り付けられた吊り装置 6 6 B が取り付けられる。

50

【0091】

吊り天秤装置127は、隔離ハウス49の外部から空間53Bを介して空間53A内に搬入され、天井クレーン50Aに吊り下げられる。ステップS10における、放射線遮へい吊り天秤装置74と同様に、円筒状の側壁部74Cの下面がバッフルプレート76付近に達するまで、吊り天秤装置127が天井クレーン50Aにより原子炉ウェル25まで下降される（図31参照）。このとき、放射線遮へい吊り天秤装置74は原子炉ウェル25内の圧力容器ヘッド4を覆う。

【0092】

吊り天秤装置127が図31に示すように原子炉ウェル25内に配置された状態で、放射線遮へいプレート79及び支持梁部材80を収納した搬入された隔離チャンバー40を、図示されていないが、放射線遮へい容器32内に搬入する。隔離チャンバー40内には、伸縮管及び伸縮管の先端部に掴み具を取り付けた把持装置（図示せず）が収納されている。この掴み具で放射線遮へいプレート79を掴み、隔離チャンバー40内のドア64A及び64Bを開いて把持装置の伸縮管を伸ばして放射線遮へいプレート79を掴んでいる掴み具を原子炉ウェル25内のバッフルプレート76の上方まで移動させる。そして、この放射線遮へいプレート79はバッフルプレート76の上に置かれる。隔離チャンバー40内の支持梁部材80も、掴み具で掴まれて同様にドライウェル25内まで移送され、バッフルプレート76の上に置かれる。

【0093】

設置されている一部のバッフルプレート76が掴み具67Bに把持されて取り外される（図31参照）。設置されているバッフルプレート76上の放射線遮へいプレート79は、掴み具67Bに把持されて原子炉圧力容器3と原子炉格納容器17の間の領域まで下降され、そして、原子炉圧力容器3及び原子炉格納容器17に取り付けられる（図32参照）。他のバッフルプレート76も掴み具67Aに把持されて取り外される。取り外された各バッフルプレート76は、隔離チャンバー40内の把持装置の掴み具によって把持され、隔離チャンバー40内に移送されて隔離チャンバー40内に収納される。掴み具67Aに把持された放射線遮へいプレート79を、掴み具67Aに把持されて取り外されたバッフルプレート76の位置において、原子炉圧力容器3と原子炉格納容器17の間の領域まで下降させ、この放射線遮へいプレート79が原子炉圧力容器3及び原子炉格納容器17に取り付けられる（図33参照）。さらに、設置されているバッフルプレート76上の支持梁部材80は、掴み具67Bに把持されて下降され、放射線遮へいプレート79の上方で原子炉圧力容器3及び生体遮へい体100に設置される（図33参照）。掴み具67Aに把持されて取り外されたバッフルプレート76の位置において、掴み具67Aに把持された支持梁部材80を下降させ、この支持梁部材80が放射線遮へいプレート79の上方で原子炉圧力容器3及び生体遮へい体100に設置される（図34参照）。

【0094】

原子炉圧力容器3と原子炉格納容器17の間の領域に配置されて原子炉圧力容器3及び原子炉格納容器17に取り付けられた複数の放射線遮へいプレート79は、原子炉圧力容器3と原子炉格納容器17の間の領域を封鎖しており、原子炉格納容器17から原子炉ウェル25に向かう放射線を遮へいし、さらに、原子炉格納容器17から原子炉ウェル25に向かう放射性ダストの上昇を防止する。原子炉圧力容器3と生体遮へい体100の間の領域に配置されて原子炉圧力容器3及び生体遮へい体100に取り付けられた複数の支持梁部材80は、原子炉圧力容器3と生体遮へい体100の間の領域を封鎖しており、原子炉圧力容器3を生体遮へい体100から支持する。これは原子炉圧力容器3を支持するペデスタル15のコンクリート支持体の強度に万一支障があった場合の対応として、原子炉圧力容器3の下方への落下防止を考慮したものである。

【0095】

隔離容器を設置する（ステップS12）。ステップS11の工程が終了した後、隔離容器81が、原子炉ウェル25から空間53Aに亘って配置される（図35参照）。隔離容器81の構成を、図35を用いて説明する。隔離容器81は上部円筒部材81A、中間円

10

20

30

40

50

筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C を有し、上部円筒部材 8 1 A の上端が円板であるカバー部材 8 1 D で封鎖されている。内部に遮へい袋 8 6 が設置された下部円筒部材 8 1 C が原子炉ウェル 2 5 内において支持梁部材 8 0 上に設置される。内部に遮へい袋 8 5 が設置された中間円筒部材 8 1 B が、下部円筒部材 8 1 C の上端に置かれ、下部円筒部材 8 1 C に結合される。内部に保持部材 8 2 及び支持部材 8 2 A が配置された、カバー部材 8 1 D で封鎖された上部円筒部材 8 1 A が、中間円筒部材 8 1 B の上端に置かれ、中間円筒部材 8 1 B に結合される。中間円筒部材 8 1 B が通る開口部が形成された放射線遮へい板 9 1 が床部材 5 8 上に設置され、この放射線遮へい板 9 1 は中間円筒部材 8 1 B の部分を除いて床部材 5 8 に形成された開口部 5 8 A を覆っている。

【0096】

さらに、搬出入エアロック 8 9 が原子炉ウェル 2 5 内に配置され、搬出入エアロック 8 9 の一端が放射線遮へい容器 3 2 の側壁 6 3 に取り付けられる。搬出入エアロック 8 9 の、放射線遮へい容器 3 2 側の一端には、開閉扉 8 9 A が取り付けられる。搬出入エアロック 8 9 の他端が下部円筒部材 8 1 C に取り付けられる。搬出入エアロック 8 9 の、下部円筒部材 8 1 C 側の他端部には、開閉扉 8 9 B が取り付けられる。搬出入エアロック 8 9 内の空間 8 9 C は、開閉扉 8 9 A を開くことにより放射線遮へい容器 3 2 内と連絡され、開閉扉 8 9 B を開くことにより下部円筒部材 8 1 C 内と連絡される。

【0097】

搬出入エアロック 9 0 が空間 5 3 A 内で放射線遮へい板 9 1 上に配置され、搬出入エアロック 9 0 の一端が中間円筒部材 8 1 B に取り付けられる。搬出入エアロック 9 0 の、中間円筒部材 8 1 B 側の一端には、開閉扉 9 0 A が取り付けられる。搬出入エアロック 9 0 の他端部には、開閉扉 9 0 B が取り付けられる。搬出入エアロック 9 0 内の空間 9 0 C は、開閉扉 9 0 A を開くことにより中間円筒部材 8 1 B 内と連絡され、開閉扉 9 0 B を開くことにより隔離ハウス 4 9 内の空間 5 3 A と連絡される。

【0098】

搬出入エアロック 8 9 の内面の頂部付近に散水装置（図示せず）が設置され、搬出入エアロック 9 0 の内面の頂部付近に散水装置（図示せず）が設置される。さらに、搬出入エアロック 8 9 には空間 8 9 C 内の空気を入れ替える空気入替装置（図示せず）が設置され、搬出入エアロック 9 0 にも空間 9 0 C 内の空気を入れ替える空気入替装置（図示せず）が設置される。

【0099】

カバー部材 8 1 D で封鎖された上部円筒部材 8 1 A、中間円筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C が上記のように結合されて、さらに搬出入エアロック 8 9 の開閉扉 8 9 A 及び搬出入エアロック 9 0 の開閉扉 9 0 A がそれぞれ取り付けられたとき、上部円筒部材 8 1 A、中間円筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C が結合されて形成される隔離容器 8 1 内には、密封空間 9 3 が形成される。

【0100】

中間円筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C のそれぞれは、遮へい袋 8 5 及び 8 6 内に水が充填されていない状態で原子炉ウェル 2 5 及び空間 5 3 A に搬入される。遮へい袋 8 5 及び 8 6 内に水が充填されていないために中間円筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C は軽くなり、中間円筒部材 8 1 B 及び下部円筒部材 8 1 C の原子炉ウェル 2 5 及び空間 5 3 A への搬入は容易である。遮へい袋 8 5 及び 8 6 内への水の供給は、隔離容器 8 1 が原子炉ウェル 2 5 及び空間 5 3 A 内で組み立てられた後に、隔離ハウス 4 9 の外部に存在する補給水系統に接続された給水ホースを用いて行われる。内部に水が充填された遮へい袋 8 5 及び 8 6 のそれぞれは、放射線遮へい体である。内部に水が充填された遮へい袋 8 5 は隔離容器 8 1 内で搬出入エアロック 9 0 の開閉扉 9 0 A に対向するように配置され、内部に水が充填された遮へい袋 8 6 は隔離容器 8 1 内で搬出入エアロック 8 9 の開閉扉 8 9 B に対向して圧力容器ヘッド 4 を覆って配置される。内部に水が充填された遮へい袋 8 5 及び 8 6 のそれぞれには、遮へい袋 4 8 と同様に、貫通孔 8 5 A 及び 8 6 A がそれぞれ形成されている。この貫通孔 8 5 A は遮へい袋 8 5 の部材で取り囲まれており、貫通孔 8 5

A内には遮へい袋85内の水が流出しない。貫通孔85Aは水が充填されて膨張した遮へい袋85によって封鎖されている。遮へい袋86の貫通孔86Aも同様な構造になっている。

【0101】

棒状の支持部材82Aが水平方向に配置されて上部円筒部材81Aの内面に取り付けられる。保持部材82は支持部材82Aに設置されている。隔離シート84が、上部円筒部材81Aの下端に取り付けられ、上部円筒部材81A内の空間を中間円筒部材81B内の空間から隔離している。昇降装置（例えば、ホイスト）83がワイヤー128により保持部材82に保持される。このワイヤー128は隔離シート84を貫通しており、ワイヤー128と隔離シート84の間は気密性を保つために、シールされている。この隔離シートは、蛇腹形状に折りたたまれたもので、ワイヤーの下降、上昇に応じて伸縮できる構造としている。圧力容器ヘッドを取り外す（ステップS13）。圧力容器ヘッド4は複数のボルトによって原子炉圧力容器3のフランジに取り付けられているので、圧力容器ヘッド4を原子炉圧力容器3から外するためにはそれらのボルトを取り外す必要がある。それらのボルトの取り外しの概略を説明する。これらのボルトの取り外しには、スタットボルトテンショナーが用いられる。図示されていないが、スタットボルトテンショナー、半割の一对のガイドレール及びマニピュレータ装置（図示せず）を収納した隔離チャンバー40が、開口部36A及び放射線遮へい容器32内の空間37を介して、開閉扉89Aを開けることにより、搬出入エアロック89内の空間89Cに搬入される。このとき、開閉扉89Bは閉じている。マニピュレータ装置は、実質的には、ステップS5で用いられる遮へい体搬送装置47と同じ構成を有する。マニピュレータ装置は、支持部材42の上端部に取り付けられたスライド機構45B、伸縮管45A及び多関節の作業アーム45Cを有する。掴み具47Aが作業アーム45Cの先端に取り付けられる。

【0102】

掴み具47Aで隔離チャンバー40内の半割の一つのガイドレールを掴んだ後、開閉扉89Bを開いて、スライド機構45B及び伸縮管45Aを下部円筒部材81C内で水が充填された遮へい袋86の下方に向かって移動される。作業アーム45Cを曲げて伸ばし、掴み具47Aに掴まれた半割のガイドレールを、その遮へい袋86の下方であって圧力容器ヘッド4のフランジよりも上方で下部円筒部材81Cの内面と圧力容器ヘッド4の外面の間であって開閉扉89Bとは180°反対側の位置に配置する。この半割のガイドレールの下面には複数の支持部材が取り付けられており、ガイドレールはこれらの支持部材によって支持梁部材80上に支持される。もう一つの半割のガイドレールも、マニピュレータ装置により、その遮へい袋86の下方で下部円筒部材81Cの内面と圧力容器ヘッド4の外面の間であって開閉扉89B側の位置に配置される。二つの半割のガイドレールは互いに連結される。マニピュレータ装置を用いて、ガイドレールにはスタットボルトテンショナーの保持部を有する移動装置が取り付けられ、この保持部にスタットボルトテンショナーが取り付けられる。移動装置の駆動によりスタットボルトテンショナーが圧力容器ヘッド4と原子炉圧力容器3を結合しているボルトの上方に移送され、このボルトがスタットボルトテンショナーにより取り外される。このようにして、圧力容器ヘッド4と原子炉圧力容器3を結合しているボルトが順次取り外される。そして、圧力容器ヘッド4と原子炉圧力容器3の結合が解除される。取り外された各ボルトは、マニピュレータ装置により隔離チャンバー40内に回収される。その後、スライド機構45B及び伸縮管45Aが縮められ、掴み具47Aも隔離チャンバー40内に収納される。

【0103】

開閉扉89Bが閉じられ、隔離チャンバー40に設けられたドアも閉じられる。搬出入エアロック89の空気入替装置により、空間89C内の空気を外部に排出して外部の清浄な空気を空間89C内に供給する。空気入替装置は浄化装置を含んでおり、空間89Cから排出される空気に含まれた放射性物質がその浄化装置で除去される。搬出入エアロック90内の散水装置から隔離チャンバー40に水を掛け、付着している放射性物質を洗い流す。この水は搬出入エアロック89に設けられた排水装置に排出される。そして、その隔

離チャンバー４０は、開閉扉８９Ａを開いて放射線遮へい容器３２内の空間３７に移送され、開閉扉８９Ａを閉じた後、開口部３６Ａ等を通して隔離ハウス４９外に搬送される。

【０１０４】

圧力容器ヘッド４と原子炉圧力容器３を結合するボルトを取り外している間に、掴み具（図示せず）が昇降装置８３に巻き付けられたワイヤー８７の先端に取り付けられる。ワイヤー８７は水が充填された遮へい袋８５の貫通孔８５Ａ及び水が充填された遮へい袋８６の貫通孔８６Ａを通して圧力容器ヘッド４の頂部付近に達しており、ワイヤー８７に取り付けられた掴み具が圧力容器ヘッド４の頂部に取り付けられた吊り具８８を把持する。

【０１０５】

圧力容器ヘッド４と原子炉圧力容器３の結合が解除された後、昇降装置８３を駆動してワイヤー８７を巻き取ることによって、圧力容器ヘッド４が、上昇して水が充填された遮へい袋８６の貫通孔８６Ａ内に挿入される（図３６参照）。圧力容器ヘッド４が貫通孔８６Ａ内を上昇するに伴って、遮へい袋８６内で圧力容器ヘッド４よりも上方に存在する水が、遮へい袋８６内で圧力容器ヘッド４よりも下方に移動する。このため、圧力容器ヘッド４が、水が充填された遮へい袋８６の貫通孔８６Ａ内を容易に上昇することができ、遮へい袋８６の下端の位置が蒸気乾燥器１２の上端付近まで下降する。水が充填された遮へい袋８６は、蒸気乾燥器１２よりも下方の原子炉圧力容器３内からの放射線を遮へいする。

10

【０１０６】

圧力容器ヘッド４が密封空間９３内で水が充填されて遮へい袋８５と水が充填されて遮へい袋８６の間まで上昇したとき、圧力容器ヘッド４の内面（下面）の除染が実施される（図３７参照）。図２９に示された格納容器ヘッド１８の内面の除染と同様に、除染装置７１を収納した隔離チャンバー４０が、開口部３６Ａを介して放射線遮へい容器３２内に搬入され、さらに、開閉扉８９Ａを開いて搬出入エアロック８９内の空間８９Ｃ内に移動される。開閉扉８９Ａが閉められ、開閉扉８９Ｂの一部である上端部が開けられる。除染装置７１の伸縮管７１Ｂが空間９３内で圧力容器ヘッド４と遮へい袋８６の間に挿入される。作業アーム７１Ｃを操作して噴射ノズル７１Ｄを圧力容器ヘッド４の内面に対向させ、噴射ノズル７１Ｄから水を噴射させる。噴射ノズル７１Ｄから水を噴射しながら伸縮管７１Ｂ及び作業アーム７１Ｃを操作して圧力容器ヘッド４の内面の除染を実施する（図３７参照）。圧力容器ヘッド４の内面に当たって落下する水は、作業アーム７１Ｃに取り付けられた洗浄水受け皿（図示せず）に受けられて、前述したように、隔離チャンバー４０内の排水タンクに回収される。なお、圧力容器ヘッド４の除染は、遮へい袋８６の下面で実施しても良い。この場合は、圧力容器ヘッド４の下面がドライヤ１２の上端よりも除染装置７１を挿入可能な空間を考慮した上方位置に上げたときに、その下面に作業アーム７１Ｃを設定し噴射ノズル７１Ｄで除染する。その後、遮へい袋８６を通過して上げる。圧力容器ヘッド４の内面の除染が終了した後、伸縮管７１Ｂ、作業アーム７１Ｃ及び噴射ノズル７１Ｄが隔離チャンバー４０内に収納され、開閉扉８９Ｂが完全に閉じられる。隔離チャンバー４０は、搬出入エアロック８９内の空間８９Ｃから開口部３６Ａを通して地上に搬送される。

20

30

【０１０７】

遮へい袋８５内の水の一部を放出して内部に水が存在する状態で遮へい袋８５の厚みを薄くする。昇降装置８３を駆動して圧力容器ヘッド４を開閉扉９０Ａに対向する位置まで上昇させる（図３８参照）。その後、開閉扉９０Ａを開いて圧力容器ヘッド４を空間８９Ｃ内に移送して開閉扉８９Ａを閉じる。開閉扉９０Ａを開くことにより空間８９Ｃに放射性物質が流入する可能性が有る。このため、搬出入エアロック９０の空気入替装置により、空間９０Ｃ内の空気を外部に排出して外部の清浄な空気を空間９０Ｃ内に供給する。空気入替装置は浄化装置を含んでおり、空間９０Ｃから排出される空気に含まれた放射性物質がその浄化装置で除去される。圧力容器ヘッド４は空間９０Ｃに搬入される前に除染されているが、空間９０Ｃに搬入された後、再度、搬出入エアロック９０内の散水装置から圧力容器ヘッド４に水を掛け、付着している放射性物質を洗い流す。この水は、搬出入エ

40

50

アロック 90 に設けられた排水装置に排出される。そして、開閉扉 90 B を開いて圧力容器ヘッド 4 を空間 53 A 内に移送し、この圧力容器ヘッド 4 は所定の保管場所に保管される。開閉扉 90 B は閉じられる。

【0108】

本実施例では、原子炉ウェル 25 及び隔離ハウス 49 内の空間 53 A に、圧力容器ヘッド 4 を覆うように隔離容器 81 を配置し、圧力容器ヘッド 4 の取り外しによる原子炉の開放を内部容積の小さい隔離容器 81 内で行うため、圧力容器ヘッド 4 が取り外された原子炉圧力容器 3 内から放射性物質が放出されたとしても、この放射性物質により汚染される領域は、隔離容器 81 内に制限され、容積の大きな原子炉ウェル 25 及び隔離ハウス 49 内がその放射性物質により汚染されることを防止することができる。

10

【0109】

隔離容器 81 内には、水が充填された遮へい袋 85 及び 86 が配置されるため、原子炉圧力容器 3 内から放射される放射線を遮へい袋 85 及び 86 によって遮へいすることができる。このため、隔離ハウス 49 内の線量、例えば、空間 53 A 内の線量は、原子炉圧力容器 3 内からの放射線の影響を受けず、低い値に抑制することができる。空間 53 A 内で作業を行う作業員の被ばくを著しく低減することができる。

【0110】

隔離容器 81 内の機器（例えば、圧力容器ヘッド 4 等）の隔離容器 81 外への搬出、及び隔離容器 81 内への物品の搬入は、搬出入エアロック 89 及び 90 を通して行われるため、隔離容器 81 内の放射性物質を含む空気の外部環境への放出を防ぐことができる。特に、搬出入エアロック 89 及び 90 のそれぞれは、散水装置及び空気入替装置を備えているため、放射性物質の外部環境への放出を防ぐことができる。

20

【0111】

以上により、原子炉圧力容器を開放する方法における原子炉開放作業が終了し、原子炉圧力容器を開放する方法の全ての工程が終了する。

【0112】

図 4 を用いて、燃料デブリ取出し方法における、前述した原子炉圧力容器を開放する方法の各工程以外の各工程を以下に説明する。これらの工程は、原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業及び原子炉内の燃料デブリの取出し作業の各工程を含んでいる。原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業に関するステップ S17 ~ S20 の各工程及び原子炉内の燃料デブリの取出し作業のステップ S21 及び S22 の各工程は、原子炉内の燃料デブリの取出し作業のステップ S15（原子炉圧力容器 3 の下鏡部に貫通孔形成）の工程を開始する前に終了しなければならない。このため、原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業は、前述の原子炉開放作業と並行に実施される。また、場合によっては、原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業のステップ S17 の作業は、原子炉開放作業の前の準備作業において開始しなければならない。

30

【0113】

原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業について説明する。この燃料デブリの取出し作業では、特開 2014-70946 号公報に記載された第 1 放射線遮へい室の構築（ステップ S1）、孔開け装置の第 1 放射線遮へい室内への移動（ステップ S2）、及び原子炉建屋 23 の側壁への貫通した開口部の形成（ステップ S3）が順次実施される。

40

【0114】

その後、図 4 に示された、本実施例における原子炉建屋内の干渉物の除去が行われる（ステップ S17）。このステップ S17 の工程では、特開 2014-70946 号公報の段落 0031 及び 0032 に記載された原子炉建屋内の干渉物の除去（ステップ S4）の作業と同様な作業が行われる。生体遮へい体 100 に形成された制御棒駆動機構ハッチ 104（図 47 参照）に対向する作業ハウス 101（特開 2014-70946 号公報に記載された第 2 放射線遮へい室 47 及び部屋 48 に相当）を原子炉建屋 23 内で組み立てる

50

ために障害となる各干渉物が、特開 2014-70946 号公報に記載された干渉物除去装置を用いて除去される。この除去された干渉物を収納した収納容器は、例えば、放射性廃棄物処理建屋内の所定の領域に移送される（段落 0033）。

【0115】

原子炉建屋内に作業ハウスを設置する（ステップ S18）。本実施例のステップ S18 の工程では、特開 2014-70946 号公報の段落 0034～0040 に記載された各作業が行われ、作業ハウス 101 が原子炉建屋 23 内に設置される。本実施例のステップ S18 の工程で設置された作業ハウス 101 を、図 47 を用いて説明する。この作業ハウス 101 は、放射線遮へい材である鉄板を用いて構築される。空間 101A 及び 101B を内部に有する作業ハウス 101 が、原子炉建屋 23 内で生体遮へい体 100 に形成された制御棒駆動機構ハッチ 104 付近に構築される。作業ハウス 101 は、対向する両側壁を鉄板である 2 枚の放射線遮へい体（図示せず）、天井を鉄板である放射線遮へい体 101F 及び床を鉄板である放射線遮へい体（図示せず）で構成しており、これらの放射線遮へい体を互いに結合して形成される。これらの放射線遮へい体で取り囲まれた内部の領域を、下部に開口部が形成された、鉄板である放射線遮へい体 101D で仕切ることにより空間 101A 及び 101B が形成される。放射線遮へい体 101D は、生体遮へい壁 100 の外面に対向しており、両側壁、天井及び床になる各放射線遮へい体に溶接にて接合される。放射線遮へい体 101D の開口部には、内部に除染装置（図示せず）が設けられた搬出入エアロック 101E が取り付けられる。搬出入エアロック 101E は空間 101A 及び 101B のそれぞれの端部に開閉扉（図示せず）が取り付けられる。放射線遮へい体 101D に対向して鉄板である放射線遮へい体 101C が配置され、放射線遮へい体 101C が、放射線遮へい体 101D が取り付けられる各放射線遮へい体に溶接にて接合される。

【0116】

制御棒駆動機構ハッチ 104 に連絡される空間 101B が放射線遮へい体 101D と生体遮へい壁 100 の間に形成され、空間 101A が放射線遮へい体 101D と放射線遮へい体 101C の間に形成される。ガイドレール 102A 及びこのガイドレール 102A に沿って移動する吊り装置 102B を含む搬送装置 102 が、放射線遮へい体 101F 付近で空間 101A 内に設置される。ガイドレール 102A が放射線遮へい体 101C 及び 101D に取り付けられる。ガイドレール 103A 及びこのガイドレール 103A に沿って移動する吊り装置 103B を含む搬送装置 103 が、放射線遮へい体 101F 付近で空間 101B 内に設置される。ガイドレール 103A が放射線遮へい体 101C 及び生体遮へい壁 100 に取り付けられる。放射線遮へい体 101C には、特開 2014-70946 号公報に記載されたアクセス通路が接続される（段落 0040 参照）。

【0117】

原子炉格納容器内のアクセスルートを確認する（ステップ S19）。本実施例のステップ S19 の工程では、特開 2014-70946 号公報に記載された多関節アクセス装置が上記のアクセス通路を通して空間 101B まで移動される。この多関節アクセス装置の多関節アームを、制御棒駆動機構ハッチ 104 を通して原子炉格納容器 17 内に挿入する。多関節アームの先端部に取り付けられた掴み具を用いて、原子炉格納容器 17 内の搬送装置 106（図 47 参照）を設置する領域に散在する落下物（機器の一部及び保温材等）、原子炉格納容器 17 内におけるその多関節アームの操作を妨げる干渉物及び原子炉格納容器 17 内における、図 47 に示す搬送装置 106 の設置を妨げる干渉物を除去する。多関節アームに取り付けられた掴み具により落下物または干渉物を掴んで空間 101B 内に取り出し、搬送容器 113 内に収納する。この搬送容器 113 は、搬出入エアロック 101E 及び空間 101A を介して前述のアクセス通路を通して、放射性廃棄物処理建屋内の所定の領域に移送される。このようにして、原子炉格納容器 17 内の搬送装置 106 内のその領域に存在する全ての落下物がその所定の領域に移送される。

【0118】

ベデスタル内で原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリを取り出す（ステップ S2

0)。空間101B内に存在する多関節アクセス装置の上記多関節アームの先端部に破碎機と掴み具を交互に取り付け、多関節アームを、制御棒駆動機構ハッチ104及びペDESTAL15に形成されたペDESTAL開口部105のそれぞれを通して下部プレナム20内に挿入する。多関節アームの先端部に取り付けた破碎機で、下部プレナム20内で原子炉格納容器17の底部に落下した燃料デブリ39B(図1参照)を破碎する。燃料デブリ39Bをある程度破碎した後、多関節アームの先端部に取り付けた破碎機を掴み具に取り換え、この掴み具によって燃料デブリ39Bの破砕片を掴み、この破砕片を下部プレナム20から空間101Bに取り出し、空間101B内の搬送容器113に収納する。燃料デブリ39Bの破砕片が収納された搬送容器113は、搬出入エアロック101E、空間101A及び前述のアクセス通路を通して、所定の保管領域まで搬送される。ステップS20の、原子炉格納容器17の底部に落下した燃料デブリ39Bの取出しは、具体的には、特開2014-70946号公報の段落0046~0054に記載されている。

10

【0119】

以上により、原子炉格納容器の底部に落下した燃料デブリの取出し作業が終了する。この燃料デブリの取出し作業では、特開2014-70946号公報の実施例1で生じる各効果を得ることができる。その後、原子炉内の燃料デブリの取出し作業が開始される。

【0120】

ステップS20の工程が終了した後、原子炉格納容器内に搬送装置を設置する(ステップS21)。ステップS21では、図47に示される搬送装置106を、ステップS19により落下物及び干渉物が除去された、原子炉格納容器17内でペDESTAL15の外部に設置する。

20

【0121】

搬送装置106は、図47に示すように、複数の連結部材106A、少なくとも4本の支柱106C、ガイドレール160D及び吊り装置106Bを有する。各支柱106Cは、原子炉格納容器17内で制御棒駆動機構ハッチ104及びペDESTAL開口部105付近に配置されている水平梁133に設置される。各支柱106Cの上端部は、複数の連結部材106Aでそれぞれ結合される。ガイドレール160Dが一つの連結部材106Aに取り付けられ、吊り装置106Bがガイドレール160Dに移動可能に取り付けられる。このような搬送装置106の原子炉格納容器17内での組み立ては、空間101B内に存在する多関節アクセス装置を用いて行われる。ベルトコンベア112が、制御棒駆動機構ハッチ104内に設置され、原子炉格納容器17内の、搬送装置106の設置場所から空間101B内まで伸びている。

30

【0122】

緩衝装置及び搬出装置を設置する(ステップS22)。空間101B内に存在する多関節アクセス装置の多関節アームの先端部に取り付けた掴み具を用いて緩衝装置109を掴み、多関節アームを操作して緩衝装置109を制御棒駆動機構ハッチ104及びペDESTAL開口部105を通して下部プレナム20内に搬入する。緩衝装置109は、水を注入する袋であり、下部プレナム20内への搬入時にはその袋内には水が充填されていない。水が充填されていないため、緩衝装置109の下部プレナム20内への搬入は容易に行われる。緩衝装置109が下部プレナム20内に搬入された後、緩衝装置109、すなわち、袋内に水が充填される。この結果、水が充填された緩衝装置109が、図47に示すように、下部プレナム20内で原子炉格納容器17の底部に設置される。水が充填された緩衝装置109の上面には、ペDESTAL開口部105に向かって傾斜する傾斜面107が形成される。

40

【0123】

搬出装置116が、ペDESTAL開口部105付近でペDESTAL15の外側で原子炉格納容器17内に設置される(図47及び図48参照)。搬出装置116は、支持部材110、カート114、分岐カート115A~115C及び収納容器受台119を有する。カート114は、ペDESTAL15に形成されたペDESTAL開口部105内に配置され、ペDESTAL15に取り付けられる。カート114は、下部プレナム20からペDESTAL15の

50

外側に向かって傾斜面 107 と同じ角度で傾斜している。分岐カート 115A～115C のそれぞれは、ペDESTAL 15 の外部で原子炉格納容器 17 内に配置され、カート 114 の先端部に、回転可能で折り曲げられるように設置されている。分岐カート 115A～115C のそれぞれの出口には、開閉可能なシャッタ（図示せず）が取り付けられており、各シャッタは分岐カート 115A～115C のそれぞれの出口の開閉を行う。板状の支持部材 110 が、ペDESTAL 開口部 105 よりも下方で、ペDESTAL 15 の外面に取り付けられている。収納容器 111 が載せられる収納容器受台 119 が、バネ 120 を介して支持部材 110 の上面に取り付けられる。搬出装置 116 は、カート 114 の先端部に取り付けられる支持部材の下面に滑車 117A 及び 117B を回転可能に取り付けており、ワイヤー 118 がこれらの滑車 117A 及び 117B に掛けられ、ワイヤー 118 の一端部が収納容器受台 119 に取り付けられ、このワイヤー 118 の他端部が分岐カート 115A に取り付けられている。滑車 117A 及び 117B、ワイヤー 118、収納容器受台 119 及びバネ 120 は、分岐カート 115B 及び 115C のそれぞれに対しても同様に設けられる。収納容器受台 119 は、分岐カート 115A～115C のそれぞれの出口の真下に配置される。搬出装置 116 は、搬送装置 106 と同様に、空間 101B 内に存在する多関節アクセス装置を用いて組み立てられ、収納容器 11 の移送を搬送装置 106 に委ねられるように配置される。

10

【0124】

緩衝装置 109 の傾斜面 107 には、ペDESTAL 開口部 105 に向かって幅が徐々に狭くなるように、対向する一対のガイド部材が配置される。これらのガイド部材の設置により、原子炉圧力容器 3 からその傾斜面上に落下した炉内構造物の切断片等のカート 114 への移動が円滑に行われる。

20

【0125】

次に、蒸気乾燥器及び気水分離器の取出しについて説明する。圧力容器ヘッド 4 の取出し（ステップ S13）が終了した後、蒸気乾燥器及び気水分離器の取出しが行われる（ステップ S14）。まず、蒸気乾燥器 12 が原子炉圧力容器 3 から容易に取り外しできる場合における蒸気乾燥器 12 の取出しを、図 39～図 41 を用いて以下に説明する。

【0126】

図 39 には図示されていないが、ステップ S13 で用いられたマニピュレータ装置、及び吊り天秤 92 を収納した隔離チャンバー 40 を、開口部 36A を通して放射線遮へい容器 32 内の空間 37 に搬入し、さらに、開閉扉 89A を開けて搬出入エアロック 89 内に移送する。隔離チャンバー 40 が搬出入エアロック 89 内に移送された後、開閉扉 89A を閉じて開閉扉 89B を開ける。マニピュレータ装置の掴み具 47A で隔離チャンバー 40 内の吊り天秤 92 を掴み、その後、スライド機構 45B 及び伸縮管 45A を伸ばして吊り天秤 92 を隔離容器 81 内の空間 93 に搬入する。吊り天秤 92 を蒸気乾燥器 12 上に置いた後、吊り天秤 92 から掴み具 47A を離し、この掴み具 47A で吊り天秤 92 の吊り具を掴んで持ち上げる。昇降装置 83 に接続されているワイヤー 87 に取り付けられた掴み具が吊り天秤 92 の吊り具を把持する。

30

【0127】

マニピュレータ装置の作業アーム 45C 及び掴み具 47A が隔離チャンバー 40 内に収納された後、開閉扉 89B が閉じられ、空間 89C の空気が空気入替装置により清浄な空気と入れ替えられ、そして、搬出入エアロック 89 内で散水装置から噴射された水が隔離チャンバー 40 の外面に掛けられて付着している放射性核種が洗い流される。開閉扉 89A が開けられて隔離チャンバー 40 が空間 37 に移送され、開閉扉 39A が閉じられる。隔離チャンバー 40 は、開口部 36A を通って地上に搬送される。

40

【0128】

蒸気乾燥器 12 が原子炉圧力容器 3 から取り外された後、昇降装置 83 を駆動してワイヤー 87 を巻き取る（図 39 参照）。さらに、ワイヤー 87 を巻き取ると、蒸気乾燥器 12 が上昇する。蒸気乾燥器 12 の下端が搬出入エアロック 89 の位置まで上昇したとき、蒸気乾燥器 12 の上昇が停止され、開閉扉 89A 及び 89B が開けられる。放射線遮へい

50

容器 3 2 内に搬入されて放射線遮へい容器 3 2 の底面上に置かれていたスライド式台車 9 2 を、搬出入エアロック 8 9 内を通して下部円筒部材 8 1 C 内まで移動させる。昇降装置 8 3 を駆動してワイヤー 8 7 を巻き戻すことにより、蒸気乾燥器 1 2 が下部円筒部材 8 1 C 内でスライド式台車 9 2 上に置かれる（図 4 0 参照）。開閉扉 8 9 A 及び 8 9 B が開いているので、下部円筒部材 8 1 C 内の放射性核種が搬出入エアロック 8 9 及び放射線遮へい容器 3 2 に拡散する可能性がある。

【0129】

スライド式台車 9 2 を移動させることにより、蒸気乾燥器 1 2 が搬出入エアロック 8 9 内を通して放射線遮へい容器 3 2 内の空間 3 7 まで移送される（図 4 0 参照）。開閉扉 8 9 A 及び 8 9 B が閉じられる。前述したように、搬出入エアロック 8 9 内の空間 8 9 C の空気が入れ替えられ、搬出入エアロック 8 9 内が散水により洗浄される。放射線遮へい容器 3 2 内で放射線遮へい板 3 3 の下面に散水装置（図示せず）が設置され、放射線遮へい板 3 3 に空気入替装置（図示せず）が設置されている。蒸気乾燥器 1 2 が放射線遮へい容器 3 2 内の空間 3 7 に移送され、開閉扉 8 9 A 及び 8 9 B が閉じられた後に、空気入替装置により放射線遮へい容器 3 2 内の空気が清浄な空気と入れ替えられ、散水装置から噴射される水により放射線遮へい容器 3 2 の蒸気乾燥器 1 2 及びスライド式台車 9 2 が洗浄される。放射線遮へい容器 3 2 の蒸気乾燥器 1 2 及びスライド式台車 9 2 が開口部 3 6 A を通して地上まで搬送される。

【0130】

原子炉圧力容器 3 内で炉心シュラウド 6 に取り付けられている気水分離器 1 1 も、蒸気乾燥器 1 2 と同様に原子炉圧力容器 3 から取り出され、開口部 3 6 A を通して地上まで搬送される。

【0131】

蒸気乾燥器 1 2 の取り出しにおいて、蒸気乾燥器 1 2 が原子炉圧力容器 3 から取り外せない場合には、前述の蒸気乾燥器 1 2 の取り出しの代案として、図 4 2 に示す蒸気乾燥器 1 2 の取り出しが実施される。この蒸気乾燥器 1 2 の取り出しは、蒸気乾燥器 1 2 が切断されて切断片として取り出される。その代案を、図 4 2 を用いて説明する。

【0132】

解体装置 9 4 が、放射線遮へい容器 3 2 内の空間 3 7 から搬出入エアロック 8 9 を通して下部円筒部材 8 1 C 内に搬入される。放射線遮へい容器 3 2 のドア 3 4 は閉じられている。この搬入には、前述のマニピュレータ装置が使用される。解体装置 9 4 は、昇降装置 8 3 の掴み具に吊り下げられ、原子炉圧力容器 3 の上部フランジ上に設置される。

【0133】

解体装置 9 4 の構成を以下に説明する。解体装置 9 4 は 4 本の支柱 9 4 B を有し、これらの支柱 9 4 B は水平方向に配置された 4 本の連結部材 9 4 A のそれぞれによって結合される。先端部に切断機 9 4 D が設けられた、多関節を有するアーム 9 4 C、及び先端部に掴み具 9 4 F が設けられた、多関節を有するアーム 9 4 E が、水平方向に伸びる連結部材 9 4 A に移動可能に取り付けられた移動台車に取り付けられる。4 本の支柱 9 4 B が原子炉圧力容器 3 の上部フランジ上に設置される。

【0134】

さらに、収納容器搬送装置 9 5 が放射線遮へい容器 3 2 内の空間 3 7 から搬出入エアロック 8 9 内の空間 8 9 C に搬入される。収納容器搬送装置 9 5 は、支持部材を兼ねた収納部 9 5 E、収納部 9 5 E を横切って収納部 9 5 E の上端部に取り付けられた水平部材（図示せず）に取り付けられた一対の支持部材 9 5 B、及びこれらの支持部材 9 5 B の上端部に取り付けられて水平方向に伸びるガイドアーム 9 5 A を有する。吊り装置 9 5 C が、ガイドアーム 9 5 A に沿って移動可能に、ガイドアーム 9 5 A に取り付けられる。ワイヤー 9 5 D が吊り装置 9 5 C に取り付けられ、吊り具（図示せず）がワイヤー 9 5 D に取り付けられる。

【0135】

解体装置 9 4 において、連結部材 9 4 A に沿って移動する移動台車に取り付けられたア

10

20

30

40

50

ーム 9 4 E の先端部の掴み具 9 4 F を用いて蒸気乾燥器 1 2 の切断部分を掴み、その移動台車に取り付けられたアーム 9 4 C の先端部の切断機 9 4 D を用いてその切断部分を切断する。掴み具 9 4 F に掴まれた、蒸気乾燥器 1 2 の切断片は、アーム 9 4 E の操作により、収納容器搬送装置 9 5 のガイドアーム 9 5 A に沿って移動する吊り装置 9 5 に吊り下げられて下部円筒部材 8 1 C 内に位置する収納容器 9 6 内に収納される。切断機 9 4 D による切断で順次発生する蒸気乾燥器 1 2 の切断片は、掴み具 9 4 F に掴まれて、順次、吊り装置 9 5 に吊り下げられた収納容器 9 6 内に収納される。

【0136】

収納容器 9 6 がそれらの切断片で一杯になったとき、吊り装置 9 5 が収納部 9 5 E の真上に移動して吊り下げられているその収納容器 9 6 を収納部 9 5 E 内に吊り降ろし、収納部 9 5 E 内に収納する。蒸気乾燥器 1 2 の切断片が収納された収納容器 9 6 が、所定個数、収納部 9 5 E 内に収納されたとき、開閉扉 8 9 A を開いて、収納容器搬送装置 9 5 が搬出入エアロック 8 9 から放射線遮へい容器 3 2 内の空間 3 7 に移動される。吊り装置 9 5 C を用いて収納部 9 5 E 内の全ての収納容器 9 6 を、順次、放射線遮へい容器 3 2 の底面に置かれた複数の搬送容器（図示せず）内に移送する。収納部 9 5 E 内の収納容器 9 6 がなくなったとき、収納容器搬送装置 9 5 は、再び、搬出入エアロック 8 9 内に移動される。下部円筒部材 8 1 C 内で、蒸気乾燥器 1 2 の切断が行われ、その切断片が吊り装置 9 5 C に吊り下げられた収納容器 9 6 内に収納され、この収納容器 9 6 が収納部 9 5 E 内に収納される。そして、切断片が収納された収納容器 9 6 が、放射線遮へい容器 3 2 内の搬送容器に収納される。このような一連の作業は、蒸気乾燥器 1 2 の切断が終了するまで行われる。放射線遮へい容器 3 2 内で散水装置により洗浄された搬送容器が、開口部 3 6 A を通して外部に搬送される。

【0137】

蒸気乾燥器 1 2 の切断及び搬出が終了した後、解体装置 9 4 及び収納容器搬送装置 9 5 による原子炉圧力容器 3 内の気水分離器 1 1 の切断及び搬出が蒸気乾燥器 1 2 と同様に行われる。

【0138】

原子炉圧力容器の下鏡部に貫通孔を形成する（ステップ S 1 5）。前述のステップ S 2 の工程が終了した後に、ステップ S 1 5 の工程が開始される。原子炉圧力容器 3 の下鏡部 5 への貫通孔 1 2 9 C の形成には、ボーリング装置 1 2 9 が用いられる（図 4 3 参照）。ボーリング装置 1 2 9 として、特開 2 0 1 3 - 1 9 8 7 5 号公報の段落 0 0 3 4 ~ 0 0 4 3 及び図 6 に記載されたボーリング装置が用いられる。原子炉圧力容器 3 内に配置される円板状の支持装置 1 3 0 A の上面には第 1 回転テーブル（図示せず）が回転可能に取り付けられ、第 2 回転テーブル（図示せず）が第 1 回転テーブルに偏心して取り付けられる。ボーリング装置 1 2 9 は、第 2 回転テーブルの上面に設置される。円筒部材 1 3 0 B が第 1 および第 2 回転テーブルを取り囲んで支持装置 1 3 0 A の上面に取り付けられる。円筒部材 1 3 0 B の外面と原子炉圧力容器 3 の内面とのシールを行う一対のリング状のシール部材 1 3 0 C が円筒部材 1 3 0 B の外面に取り付けられる。下方からの放射線を遮へいする水が、支持装置 1 3 0 A の上で円筒部材 1 3 0 B の内側に充填される。支持装置 1 3 0 A と第 1 回転テーブルの間及び第 1 回転テーブルと第 2 回転テーブルの間のそれぞれには、その水が漏えいしないようにシールが施されている。

【0139】

支持部材 9 6 が中間円筒部材 8 1 B の内面に取り付けられ、一対の巻取り装置 9 7 A 及び 9 7 B が支持部材 9 6 の上面に設置される。巻取り装置 9 7 A に巻き取られるワイヤー 9 8 A 及び巻取り装置 9 7 B に巻き取られるワイヤー 9 8 B が、下部円筒部材 8 1 C の内面に設置された、水が充填された遮へい袋 8 5 に形成された貫通孔を貫通して遮へい袋 8 5 の下方に達し、円筒部材 1 3 0 B の上面に取り付けられる。支持装置 1 3 0 A はワイヤー 9 8 A 及び 9 8 B によって支持される。

【0140】

ボーリング装置 1 2 9 は、特開 2 0 1 3 - 1 9 8 7 5 号公報の段落 0 0 3 4 に記載され

ているように、切削装置 1 2 9 C、支持スタンド 1 2 9 A、一对の第 1 及び第 2 のクランプ装置（図示せず）及び延長管供給装置（図示せず）を備える。支持スタンド 1 2 9 A は、回転テーブル上に設置される。第 1 のクランプ装置は支持スタンド 1 2 9 A のマスト部材の下端部に固定される。第 2 のクランプ装置はマスト部材に上下方向に移動可能に取り付けられた移動テーブルに取り付けられる。切削装置 1 2 9 C は、特開 2 0 1 3 - 1 9 8 7 5 号公報の段落 0 0 3 6 に記載されているように、外筒（外刃シャフト）、外刃、内刃及び回転軸（内刃シャフト）を有する。外刃が外筒の下端に設けられ、内刃が外筒内に配置される回転軸の下端に設けられる。延長管供給装置により切削装置 1 2 9 C の上端に複数の延長管 1 2 9 B が順番に連結され、切削装置 1 2 9 C は原子炉压力容器 3 の下鏡部 5 まで下降される。最も上方に位置する延長管 1 2 9 B は、上記の移動テーブルに取り付けられた支持部材に回転可能に取り付けられた第 3 のクランプ装置に着脱可能に把持されている。

10

【0 1 4 1】

移動テーブルに取り付けられた支持部材に設置されたモータにより第 3 のクランプ装置が回転され、延長管 1 2 9 B が回転される。この結果、切削装置 1 2 9 C の外筒及び回転軸が回転され、外刃及び内刃により下鏡部 5 が下方に向かって切削されて下鏡部 5 に貫通孔 1 3 2（図 4 7 参照）が形成される。下鏡部 5 上に燃料デブリ 3 9 A が存在する場合には、その貫通孔 1 3 2 は燃料デブリ 3 9 A にも形成される。貫通孔 1 3 2 は燃料デブリ 3 9 A 及び下鏡部 5 を貫通して複数個形成される。

【0 1 4 2】

ボーリング装置 1 2 9 及び支持装置 1 3 0 A は、放射線遮へい容器 3 2 から搬出入エアロック 8 9 を通して出し入れされる。

20

【0 1 4 3】

原子炉压力容器内の炉内構造物及び燃料デブリを切断する（ステップ S 1 6）。原子炉压力容器 3 内に存在する炉内構造物である炉心シュラウド 6、炉心支持板 9、上部格子板 1 0 及び制御棒案内管 1 3 等の炉内構造物が、図 4 4 に示すように、切削装置 9 9 により切削される。

【0 1 4 4】

支持部材 1 3 1 が、水が充填された遮へい袋 8 5 の下方で、中間円筒部材 8 1 B の内面に取り付けられ、一对の巻取り装置 9 7 A 及び 9 7 B が支持部材 9 6 の上面に設置される。巻取り装置 9 7 A に巻き取られるワイヤー 9 8 A 及び巻取り装置 9 7 B に巻き取られるワイヤー 9 8 B が、切削装置 9 9 の本体部 9 9 A の上端にそれぞれ取り付けられる。原子炉压力容器 3 内に配置された切削装置 9 9 はワイヤー 9 8 A 及び 9 8 B によって支持される。切削装置 9 9 及び支持部材 1 3 1 の原子炉压力容器 3 への出し入れは、搬出入エアロック 8 9 を通して行われる。

30

【0 1 4 5】

切削装置 9 9 の構成を、図 4 5 及び図 4 6 を用いて説明する。切削装置 9 9 は、本体部 9 9 A、複数の切削刃 9 9 C が下面に取り付けられた回転体 9 9 B、及びはつりヘッド 9 9 D を有する。本体部 9 9 A 内に設置されたモータ（図示せず）に連結される回転体 9 9 B が、本体部 9 9 A に回転可能に取り付けられる。回転体 9 9 B には、下方に向かって開放される溝 9 9 E が回転体 9 9 B の回転中心を通るように形成される。はつりヘッド 9 9 D は、溝 9 9 E 内に配置されて半径方向に移動可能に回転体 9 9 B に取り付けられた移動テーブル 9 9 I に取り付けられる。この移動テーブルには、図示されていないが、はつりヘッド 9 9 D を回転させる回転機構及びはつりヘッド 9 9 D を回転体 9 9 B の回転軸方向に移動させる移動機構が移動テーブル 9 9 I に設けられている。はつりヘッド 9 9 D の下面には、ウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェット用の噴射ノズル 9 9 F 及びレーザヘッド 9 9 G が取り付けられている。

40

【0 1 4 6】

原子炉压力容器 3 内で切削装置 9 9 の回転体 9 9 B を回転させて複数の切削刃 9 9 C により上記した各炉内構造物を切削する。炉内構造物の切削は、巻取り装置 9 7 A 及び 9 7

50

Bを駆動してワイヤー98A及び98Bをそれぞれ巻き戻して切削装置99を下降させながら実施される。切削刃99Cによる炉内構造物の切削を実施しているときは、はつりヘッド99Dは、回転体99Bの下面よりも上方に位置するように、溝99E内に存在する。切削刃99Cによる切削で生じた炉内構造物の切削片は、原子炉压力容器3内を下鏡部5に向かって落下する。

【0147】

炉内構造物片及び燃料デブリ片をそれぞれ原子炉压力容器から下部プレナムに搬出する（ステップS23）。落下した炉内構造物の切削片は、さらに、下鏡部5に形成された複数の貫通孔132からペDESTAL15の内側の下部プレナム20内で緩衝装置109の傾斜面107上に落下する。このようにして、炉内構造物の切削片は、原子炉压力容器3の外部に搬出される。

10

【0148】

炉内構造物片及び燃料デブリ片のそれぞれをペDESTALの外部に搬出する（ステップS24）。傾斜面107上に落下した切削片は、傾斜面107上を滑ってペDESTAL開口部105に向って移動する。必要に応じて、傾斜面107上を走行するシャベル走行装置108により傾斜面107上に落下した切削片をペDESTAL開口部105側に向って押し出す。傾斜面107上を滑る、炉内構造物の切削片は、カート114を経て一つの分岐カート115Aに達する。分岐カート115Aの出口のシャッタは開いており、分岐カート115Aに達した、炉内構造物の切削片は、分岐カート115Aの出口の真下の収納容器受台119上に置かれた収納容器111内に落下する。分岐カート115B及び115Cのそれぞれの出口のシャッタは閉じているため、分岐カート115B及び115Cの各出口からはその切削片は落下しない。収納容器受台119上に置かれた収納容器111への切削片の供給状態は、搬送装置106に取り付けられたカメラ135によって監視される。

20

【0149】

分岐カート115Aの出口の真下にある収納容器111内に所定量の切削片が収納された時、この収納容器111への切削片の供給が停止される。図50を用いて収納容器111への切削片の供給停止について説明する。

【0150】

収納容器受台119上に置かれた収納容器111内に切削片が収納されると、収納容器111の重さが増加し、バネ120で支持されている収納容器受台119がその重さに対応して下降する。収納容器111内に所定量の切削片が収納されたとき、収納された切削片の重みで収納容器受台119が図50に示す位置まで下降するため、収納容器受台119に取り付けられたワイヤー118も下降する。この結果、分岐カート115Aの出口が、図50に示すように、カート114の下端の位置よりも上方に移動し、分岐カート115Aの出口からその収納容器111への切削片の供給が自動的に停止される。

30

【0151】

分岐カート115Aの出口がカート114の下端の位置よりも上方に移動したとき、その出口のシャッタが閉じられ、分岐カート115Bの出口のシャッタが開く。このため、カート114内の切削片は、分岐カート115Bの出口からこの出口の真下に位置する収納容器受台119上の収納容器111内に供給される。この収納容器111内に所定量の切削片が供給されたとき、上記したように、収納容器受台119の下降により分岐カート115Bの出口が持ち上げられて分岐カート115Bから収納容器111への切削片の供給が停止され、分岐カート115Bの出口のシャッタが閉じられる。このとき、分岐カート115Cの出口のシャッタが開く。カート114内の切削片は、分岐カート115Cの出口からこの出口の真下に位置する収納容器受台119上の収納容器111内に供給される。分岐カート115Cからの収納容器111への切削片の供給は、分岐カート115A及び115Bと同様に、分岐カート115Bの出口が持ち上げられたときに停止される。そのとき、分岐カート115Aの出口のシャッタが開けられる。

40

【0152】

分岐カート115Aの出口の真下に位置して所定量の切削片が収納された収納容器11

50

1 は、搬送装置 106 の吊り装置 106B に吊り下げられて制御棒駆動機構ハッチ 104 に向かって移動され、ベルトコンベア 112 上に置かれる。この収納容器 111 は、ベルトコンベア 112 の駆動によって制御棒駆動機構ハッチ 104 内を通り、空間 101B 内に到達する。空間 101B 内で、収納容器 111 は、放射線遮へい体で囲まれた搬送装置 103 の吊り装置 103B に吊り下げられて搬送容器 113 内に収納される。分岐カート 115B 及び 115C の各出口の真下に位置して所定量の切削片が収納された各収納容器 111 も、同様に移送され、空間 101B 内の搬送容器 113 内に収納される。切削片が収納された所定個数の収納容器 111 が収納された搬送容器 113 は、搬出入エアロック 101E を通って空間 101A 内に移送され、空間 101A に連絡された前述のアクセス通路を通して原子炉建屋 23 外の、放射性廃棄物処理建屋内の所定の領域まで移送されて保管される。

10

【0153】

吊り装置 106B による、収納容器受台 119 上の収納容器 111 がベルトコンベア 112 上まで移送されるのに要する時間と吊り装置 106B がベルトコンベア 112 の真上から収納容器受台 119 の真上まで戻るのに要する時間の合計時間を考慮して、分岐カート 115A、115B 及び 115C の各出口におけるシャッタの開閉周期を短くすることが可能である。

【0154】

切削装置 99 による原子炉圧力容器 3 内の炉内構造物の切削が開始された後では、実質的にステップ S16、S23 及び S24 の各工程は並行して実施される。

20

【0155】

ペDESTアル 15 の内面に設置されたカメラ 134 は、傾斜面 107 上の切削片の状態を監視する。カメラ 134 で撮影された映像は原子炉建屋 23 外に設置した表示装置(図示せず)に表示され、オペレータが表示装置に表示された映像を監視する。傾斜面 107 上に堆積される切削片の量が多くなったときは、収納容器 111 に供給される切削片の量よりも原子炉圧力容器 3 から落下する切削片の量が多くなったことを示している。この場合には、支持部材 131 に設置された巻取り装置 97A 及び 97B のそれぞれの回転数を減少させて切削装置 99 の下降速度を減少させる。逆に、傾斜面 107 上の切削片の量が少なくなった場合には、切削装置 99 の下降速度を増加する。この下降速度は、図 58 に示す運転操作室 140 に設置した操作盤上で、運転員が監視し、傾斜面 107 上の炉内構造物の切削片(後述の燃料デブリの切削時においては燃料デブリの切削片)の堆積状況に応じて切削装置の下降速度を調整する。または、緩衝装置 109 の傾斜面の下に荷重計 141 (図 58 参照)を設置し、荷重計 141 で測定された、所定量の炉内構造物の切削片(後述の燃料デブリの切削時においては燃料デブリの切削片)が傾斜面に堆積したときの荷重に基づいて、運転操作室 140 内の操作盤に設けられた制御装置(図示せず)により切削装置 99 の下降速度を制御しても良い。

30

【0156】

回転体 99B が回転しながら切削装置 99 を原子炉圧力容器 3 内で下降させることにより、切削される炉内構造物が下鏡部 5 に近い炉内構造物になってくる。この炉内構造物の切削片も、下鏡部 5 に形成された各貫通孔 132 から緩衝装置 109 の傾斜面上に落下し、カート 114 を通って収納容器受台 119 上の収納容器 111 に供給される。収納容器 111 が搬送された収納容器受台 119 上には、空の収納容器 111 が置かれる。

40

【0157】

例えば、必要個数の空の収納容器 111 は、下鏡部 5 に貫通孔 132 を形成する前に、空間 101B に配置された関節アクセス装置を用いて、原子炉格納容器 17 内の、搬送装置 106 が設置された水平梁 133 上のグレーチング(図示せず)の上で搬送装置 106 の周囲の領域に予め置かれている。そのグレーチング上で走行可能な多関節アクセス装置(図示せず)を前以って原子炉格納容器 17 内に搬入し、この多関節アクセス装置の多関節アームの先端部に取り付けられた掴み具でグレーチング上に置かれた空の収納容器 111 を掴んでこの空の収納容器 111 が、収納容器 111 が載っていない収納容器受台 11

50

9 上に置かれる。

【0158】

原子炉圧力容器 3 内において切削装置 99 による炉内構造物の切削が進められると、切削装置 99 は下鏡部 5 に近づいて来る。やがて、原子炉圧力容器 3 内で下鏡部 5 付近に存在する燃料デブリ 39 A が切削装置 99 により切削され始める。燃料デブリ 39 A の表面には、セラミックに類する物質と金属溶融物の混合物が存在し、この混合物の高度が高いため、切削装置 99 の切削刃 99 C で切削することが困難である。このため、切削刃 99 C の替りに、はつりヘッド 99 D に設けられた噴射ノズル 99 F 及びレーザーヘッド 99 G のいずれかを用いて燃料デブリ 39 A を表面からはつっていく。ウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェット用の噴射ノズル 99 F を用いる場合には、噴射ノズル 99 F から燃料デブリ 39 A に向かってウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェットの噴射し、燃料デブリ 39 A をウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェットによりはつる。レーザーヘッド 99 G を用いる場合には、レーザーヘッド 99 G からレーザーを燃料デブリ 39 A の表面に照射して燃料デブリ 39 A の表面をはつる。

【0159】

噴射ノズル 99 F またはレーザーヘッド 99 G による燃料デブリ 39 A のはつりを効率良く行うために、ウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェットまたはレーザーが切削刃 99 C に当たらないように、はつりヘッド 99 D を回転体 99 B の回転軸方向で切削刃 99 C 側に移動させ、噴射ノズル 99 F またはレーザーヘッド 99 G が切削刃 99 C よりも前方に出るようにする。このような状態で、ウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェットの燃料デブリ 39 A に対する噴射またはレーザーの燃料デブリ 39 A への照射を行う。ウォータジェット若しくはアブレッシブウォータジェットの噴射またはレーザーの照射は、はつりヘッド 99 D を回転させながら行われる。

【0160】

はつりヘッド 99 D を溝 99 E の長手方向に移動させながら回転体 99 B をゆっくり回転させることにより、原子炉圧力容器 3 の半径方向及び周方向のあらゆる位置で噴射ノズル 99 F またはレーザーヘッド 99 G による燃料デブリ 39 A のはつりを行うことができる。このはつりによって生じた燃料デブリ 39 A のはつり片（切削片）は、下鏡 5 に形成された各貫通孔 132 を通して原子炉圧力容器 3 の下方の緩衝装置 109 の傾斜面 107 上に落下し、前述の炉内構造物の切削片と同様に、ペDESTAL 15 の外部で収納容器受台 119 上に載っている収納容器 111 内に収納される。この収納容器 111 は、前述したように、放射性廃棄物処理建屋内の所定の領域まで移送されて保管される。

【0161】

本実施例では、原子炉圧力容器 3 内に存在する炉内構造物及び燃料デブリ 39 A の切断片を、下鏡部 5 に形成された貫通孔 132 を通してペDESTAL 15 内の下部プレナム 20 に落下させ、落下した切断片をペDESTAL 15 外に移送して収納容器 111 に収納し、搬送するため、炉内構造物及び燃料デブリ 39 A の各切断片を収納容器に収納して原子炉圧力容器 3 の上方の運転床 24 上まで移送する場合に比べて短時間に原子炉圧力容器 3 から外部に搬送することができる。

【0162】

また、炉内構造物及び燃料デブリ 39 A の各切断片を原子炉圧力容器 3 から原子炉圧力容器 3 の下方に位置する緩衝装置 109 の傾斜面 107 上に落下させているので、ペDESTAL 15 に位置させた収納容器 111 に実質的に連続的に収納させることができる。

【0163】

本実施例は、収納容器 111 内の切断片の重さに応じて下降する収納容器受台 119、カート（第 1 カート）114 に回転可能に取り付けられる分岐カート（第 2 カート）115 A 及び収納容器受台 119 の下降に伴って分岐カート 115 A の出口部を持ち上げる持ち上げ機構を有する切断片供給停止装置を備えているので、収納容器受台 119 上の収納容器 111 内に所定量の切断片を供給したとき、この収納容器 111 への切断片の供給を停止することができる。このため、切断片を溢れさせずに、各収納容器 111 に所定量の

切断片を収納することができる。

【0164】

原子炉圧力容器3の下鏡部5に形成された貫通孔132を通してペDESTAL15内の下部プレナム20に落下する炉内構造物及び燃料デブリ39Aの各切断片を収納容器111に収納する他の案を、図51を用いて説明する。この案では、ペDESTAL15内の下部プレナム20に配置された上面が水平な緩衝装置109の上に支持プレート121を配置し、多数の収納容器111がこの支持プレート121上に配置される。図51において、ペDESTAL15の内面で右側に配置された押圧装置が、支持プレート121上の多数の収納容器111を左側に押している。一個の収納容器111が取り出されたとき、押圧装置により、多数の収納容器111が左側に押圧されているので、この収納容器111が配置されていた領域を埋めるように右側に位置する各収納容器111が左側に移動する。また、多関節を有する作業アーム121が、ペDESTAL15内の各収納容器111の上方に配置されてペDESTAL15の内面に取り付けられる。多関節を有する他の作業アーム122が、ペDESTAL15の外側における、原子炉格納容器17内の搬送装置106が配置された領域付近に設置される。ベルトコンベア124がペDESTAL開口部105内に設置される。一個の収納容器111が取り出されたときには、図51においてペDESTAL15の一番右側に空の収納容器111を追加する。

10

【0165】

原子炉圧力容器3の下鏡5に形成された各貫通孔132から落下する切削片は、支持プレート121上の各収納容器111内に供給される。カメラ134による監視により、上端まで切削片が収納された収納容器111は、作業アーム121で掴まれて持ち上げられ、ベルトコンベア124上に置かれる。この収納容器111は、ペDESTAL開口部105内を通過してペDESTAL15の外部で原子炉格納容器17内の搬送装置106の設置領域に到達する。この収納容器111は、作業アーム122に把持されて搬送装置106の吊り装置106Bに吊り下げられ、ベルトコンベア112上に置かれる。そして、この収納容器111は、前述したように空間101B及び101Aを通り、原子炉建屋23外の所定の保管場所まで搬送される。

20

【0166】

図51に示された案でも、原子炉圧力容器3から下部プレナム20に炉内構造物及び燃料デブリ39Aの各切断片を落下させ、この落下する切断片を収納容器111内に収納するので、図47に示された切断片の搬出方法と同様に、炉内構造物及び燃料デブリ39Aの各切断片を短時間に原子炉圧力容器3から外部に搬送することができる。

30

【実施例2】

【0167】

本発明の好適な他の実施例である実施例2の燃料デブリの取出し方法を、図52を用いて説明する。本実施例の燃料デブリの取出し方法は、沸騰水型原子力発電プラントに適用され、原子炉開放作業においてステップS25の工程を追加し、実施例1におけるステップS10をステップS10Aに替えている。本実施例の燃料デブリの取出し方法で実施される他の工程は、実施例1の燃料デブリ取出し方法で実施される工程と同じである。

【0168】

本実施例の燃料デブリの取出し方法を、ステップS25及びS10Aを中心に説明する。本実施例の燃料デブリの取出し方法でも、ステップS1～S9の各工程が実施される。その後、第1放射線遮へい体が除去される(ステップS25)。放射線遮へい体59が水が充填された各遮へい袋48の上方で床部材58上に配置された状態で、原子炉ウェル25内で格納容器ヘッド18とシールドプラグ28の間に配置された、水が充填された各遮へい袋48が、遮へい体搬送装置47を用いて除去される。遮へい袋48を除去する前に内部の水が遮へい袋48外に排出される。放射線遮へい容器32内に搬入された隔離チャンバー40内に存在する遮へい体搬送装置47のスライド機構45B及び伸縮管45Aを原子炉ウェル25に向かって移動させ、作業アーム45Cを操作して掴み具47Aにより、水が排出された遮へい袋48を掴む。掴み具47Aを隔離チャンバー40内に移動させ

40

50

て遮へい袋 48 を離す。残りの遮へい袋 48 も同様にしてチャンバー 40 内に回収する。ドライウェル 25 内で遮へい袋 48 から放出された水は、ステップ S 4 と同様に、ポンプ及び排水ホースにより隔離チャンバー 40 内の排水タンク内に回収される。ドア 64 A 及び 64 B を閉じて、放射線遮へい容器 32 内のその隔離チャンバー 40 を外部に搬送する。

【0169】

その後、原子炉ウェル内の機器を取り外し、搬出する（ステップ S 10 A）。実施例 1 のステップ 10 では、切断した格納容器ヘッド 18 を水が充填された遮へい袋 48 で覆って搬出する。これに対して、本実施例のステップ 10 A では、水が充填された遮へい袋 48 の替りに、実施例 1 で保温材の取り外しに用いた放射線遮へい吊り天秤装置 74 が用いられる。放射線遮へい吊り天秤装置 74 の構成は、保温材の取り外しにおいて既に説明している。

【0170】

放射線遮へい吊り天秤装置 74 が、空間 53 A に搬入され、天井クレーン 50 A に吊り下げられる（図 54 参照）。放射線遮へい吊り天秤装置 74 は、前述したように、天井部 74 B 及び側壁部 74 C 内のそれぞれの空間に水が充填されている。放射線遮へい吊り天秤装置 74 が下降される前に、床部材 58 上に設置された放射線遮へい体 59 が取り外される。その後、放射線遮へい吊り天秤装置 74 が、天井クレーン 50 A に吊り下げられて空間 53 A から原子炉ウェル 25 に向かって下降され、開閉式で広げられた隔離シート 54 の間を通過して原子炉ウェル 25 内に下降される。さらに、円筒状の側壁部 74 C の下面がバッフルプレート 76 付近に達するまで、放射線遮へい吊り天秤装置 74 が下降され、格納容器ヘッド 18 が円筒状の側壁部 74 C 内に挿入される（図 55 参照）。このとき、掴み具 75 C 及び 75 D のそれぞれは、格納容器ヘッド 18 の頂部に設けられた一対の吊り具のそれぞれを把持する。この格納容器ヘッド 18 は、放射線遮へい吊り天秤装置 74 によって覆われる。円筒状の側壁部 74 C の下面のリング状のガイドレールに取り付けられた切断機 125 が、そのガイドレールに沿って移動しながら格納容器ヘッド 18 の側壁をバッフルプレート 76 付近で切断する。切断機 125 がそのリング状のガイドレールを一周することによって、格納容器ヘッド 18 の側壁の下端部が完全に切断される（図 55 参照）。

【0171】

格納容器ヘッド 18 が切断される間、放射線遮へい吊り天秤装置 74 が格納容器ヘッド 18 を覆っているため、原子炉圧力容器 3 から上方に向かって放射される放射線が、内部に水が充填された放射線遮へい吊り天秤装置 74 によって遮へいされる。このため、空間 53 A 及び 53 B 内の線量を低減することができる。

【0172】

格納容器ヘッド 18 の切断後、切断された格納容器ヘッド 18 は、放射線遮へい吊り天秤装置 74 で覆われた状態で、天井クレーン 50 A によって引き上げられる。格納容器ヘッド 18 の下端が圧力容器ヘッド 4 を覆っている保温材 30 の頂部よりも上方に到達して格納容器ヘッド 18 の下端と保温材 30 の頂部の間に所定のスペースが形成されたとき、格納容器ヘッド 18 の上昇が停止される（図 56 参照）。

【0173】

放射線遮へい容器 32 内に搬入された除染装置 71 の伸縮管 71 B が原子炉ウェル 25 に向かって伸ばされ、作業アーム 71 C 及び噴射ノズル 71 D が原子炉ウェル 25 内で格納容器ヘッド 18 の下端と保温材 30 の頂部の間に達する。噴射ノズル 71 D から格納容器ヘッド 18 の内面に向かって水を噴射させ、この水により格納容器ヘッド 18 の内面が洗浄され（図 56 参照）、付着している放射性核種が洗い流される。洗浄後に下方に落下した水は、前述したように、ポンプ及び排水ホースを用いて隔離チャンバー 40 内の排水タンクに回収される。

【0174】

格納容器ヘッド 18 の除染が終了した後、除染装置 71 の噴射ノズル 71 D が隔離チャ

ンバー４０内に収納される。この隔離チャンバー４０が、放射線遮へい容器３２から地上に搬送される。

【０１７５】

天井クレーン５０Ａにより、除染された格納容器ヘッド１８を空間５３Ａまで移動させる。その後、放射線遮へい体５９が床部材５８上に設置され、放射線遮へい吊り天秤装置７４内の水が排出される。軽くなった放射線遮へい吊り天秤装置７４及び切断された格納容器ヘッド１８が外部に搬送される。

【０１７６】

圧力容器ヘッド４を覆っている保温材３０も、格納容器ヘッド１８と同様に切断され、外部に搬送される。

10

【０１７７】

ステップＳ１０Ａの工程が終了した後、ステップＳ１１～Ｓ１３の各工程が実施され、原子炉圧力容器を開放する方法が終了する。さらに、実施例１で実施されたステップＳ１７～Ｓ２０の各工程（原子炉格納容器底部に落下した燃料デブリの取出し作業）、及びステップＳ１４～Ｓ１６，Ｓ２３及びＳ２４の各工程（原子炉内の燃料デブリの取出し作業）が実施される。

【０１７８】

本実施例は、実施例１で生じる各効果を得ることができる。

【符号の説明】

【０１７９】

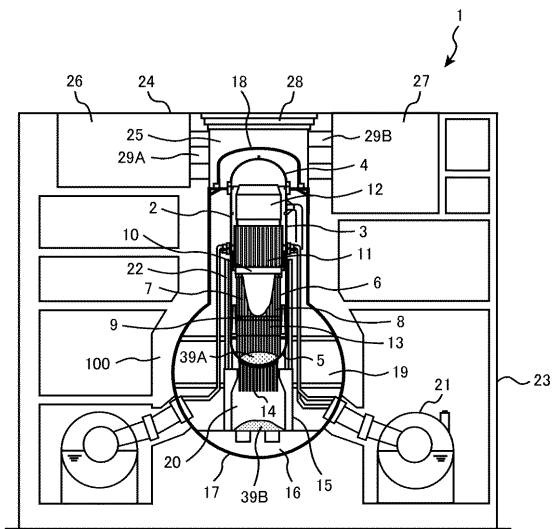
20

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…原子炉ウェル、２６…ドライヤセパレータプール、２８…シールドプラグ、２９Ａ…スロットルプラグ、３２…放射線遮へい容器、４０…隔離チャンバー、４１…穿孔装置、４６…除染装置、４７…遮へい体搬送装置、４８…遮へい袋、４９…隔離ハウス、５４…隔離フィルム、７０…切断装置、７４…放射線遮へい吊り天秤装置、８１…隔離容器、８１Ａ…上部円筒部材、８１Ｂ…中間円筒部材、８１Ｃ…下部円筒部材、８９，９０…搬出入エアロック、９４…解体装置、９５…収納容器搬送装置、９９…切削装置、９９Ｂ…回転体、９９Ｃ…切削刃、９９Ｄ…はつりヘッド、９９Ｆ…噴射ノズル、９９Ｇ…レーザヘッド、１００…生体遮へい体、１０１Ａ，１０１ｂ，１０６…搬送装置、１０４…制御棒駆動機構ハッチ、１０５…ペDESTAL開口部、１０７…傾斜面、１０９…緩衝装置、１１１…収納容器、１１４…カート、１１５ａ，１１５ｂ，１１５ｃ…分岐カート、１２１，１２２…作業アーム、１２９…ボーリング装置、１３２…貫通孔。

30

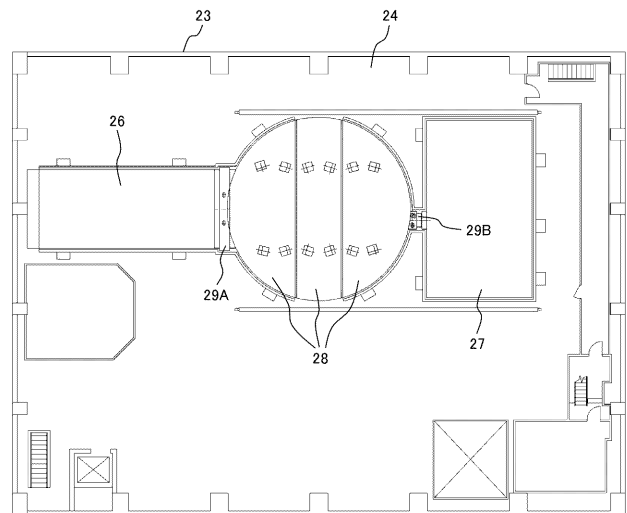
【図 1】

図 1



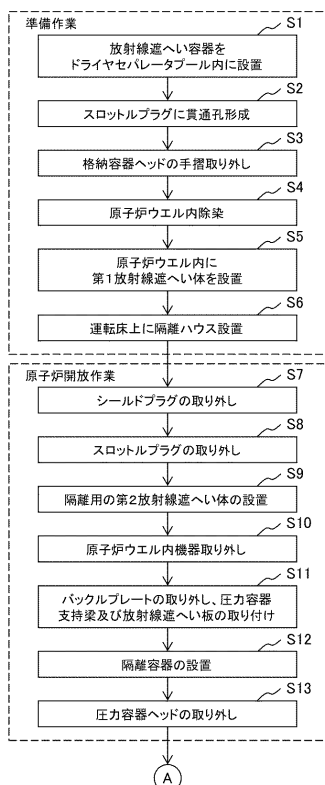
【図 2】

図 2



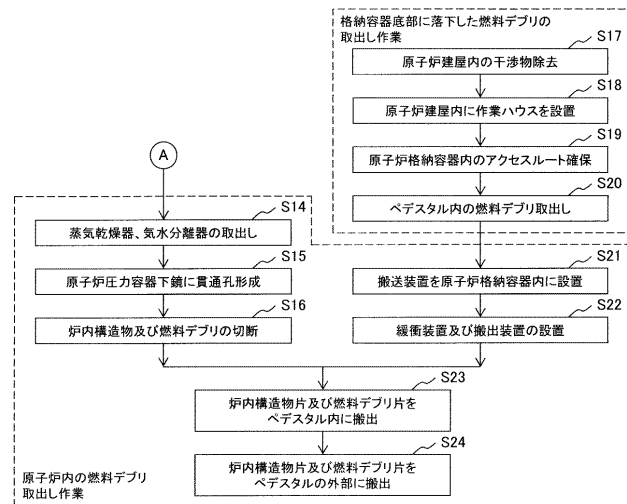
【図 3】

図 3

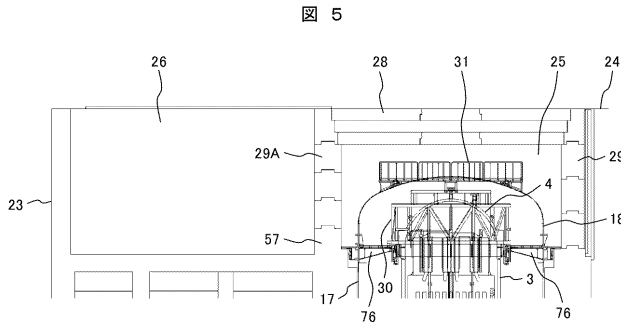


【図 4】

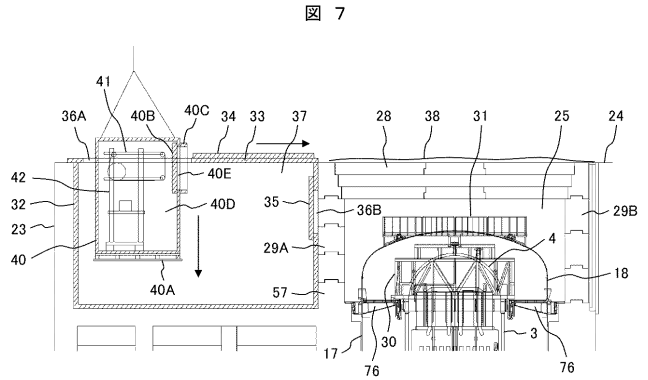
図 4



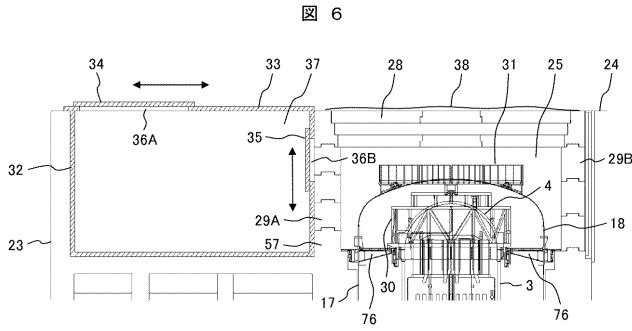
【図 5】



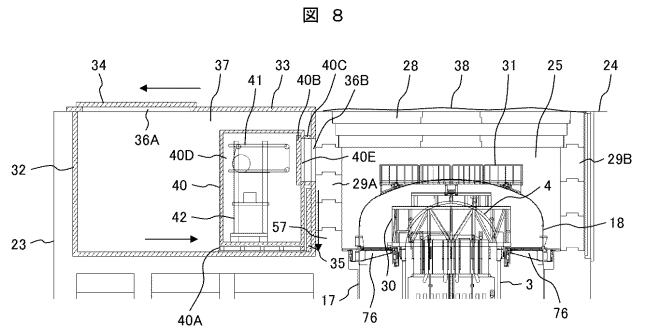
【図 7】



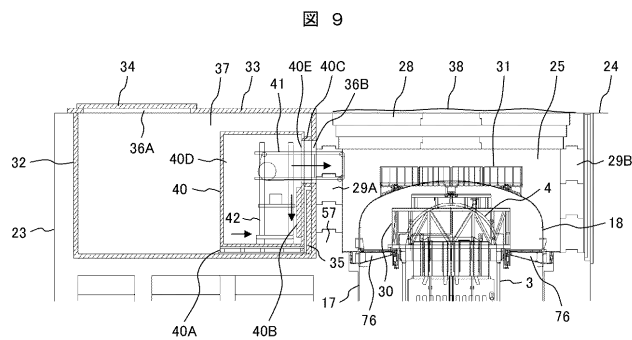
【図 6】



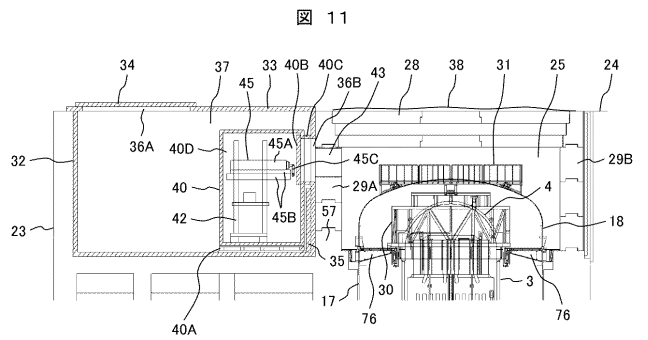
【図 8】



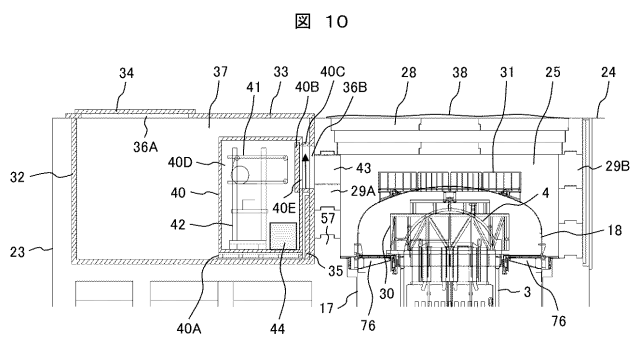
【図 9】



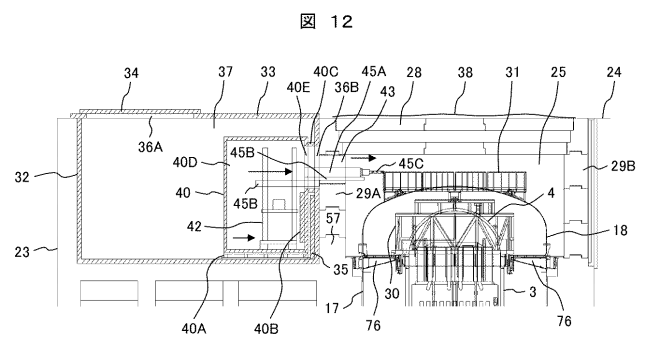
【図 11】



【図 10】

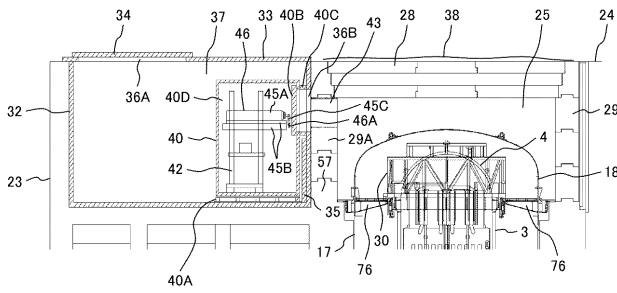


【図 12】



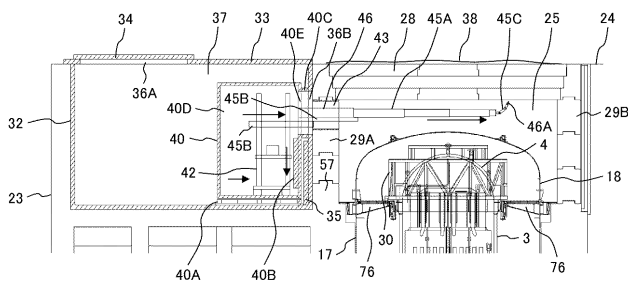
【図 13】

図 13



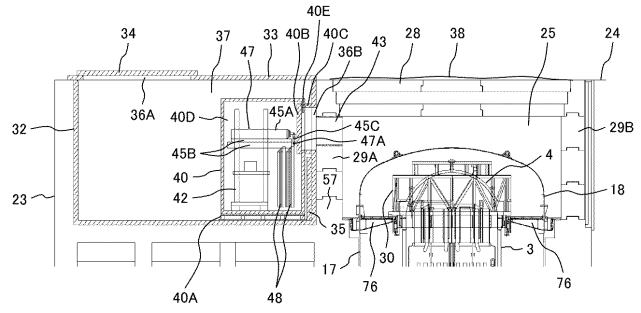
【図 14】

図 14



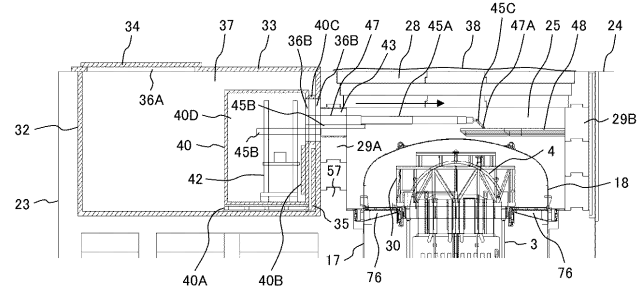
【図 15】

図 15



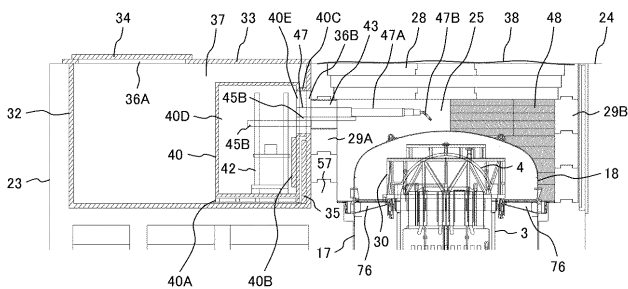
【図 16】

図 16



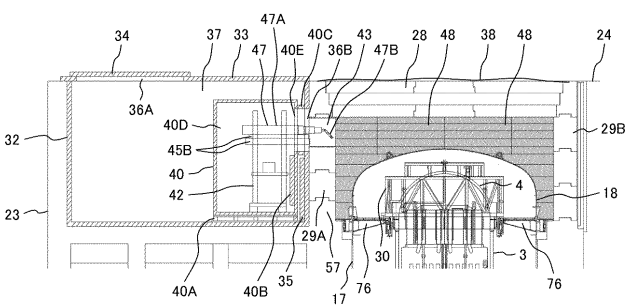
【図 17】

図 17



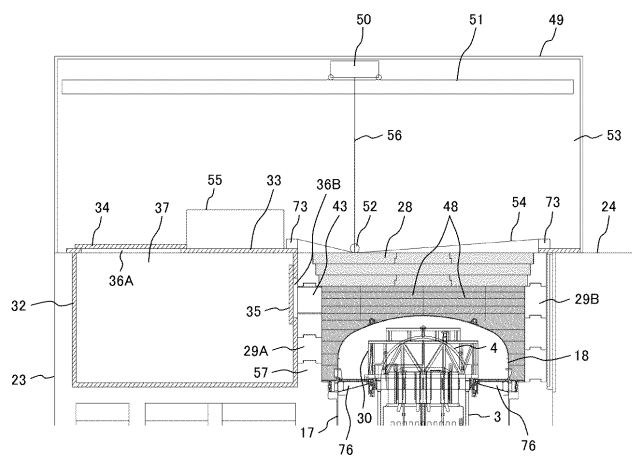
【図 18】

図 18



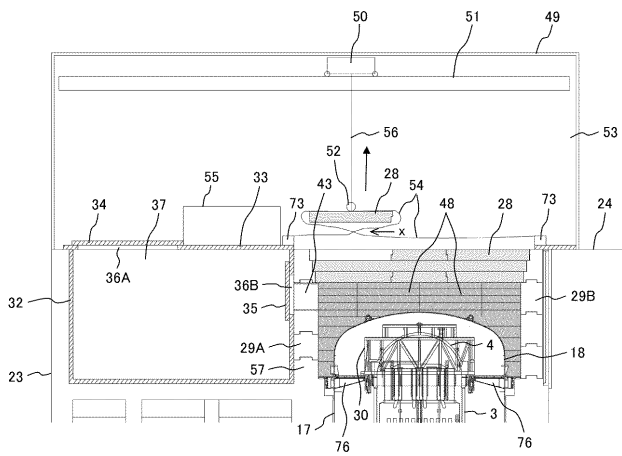
【図 19】

図 19



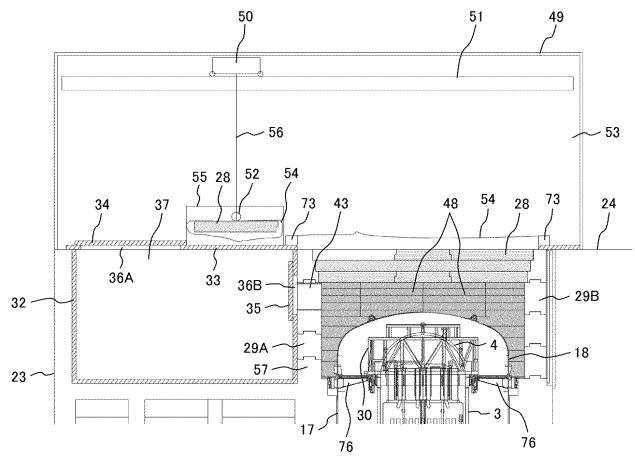
【図 20】

図 20



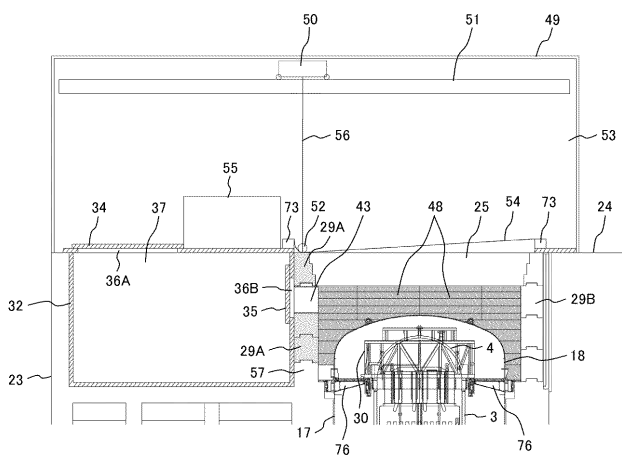
【図 21】

図 21



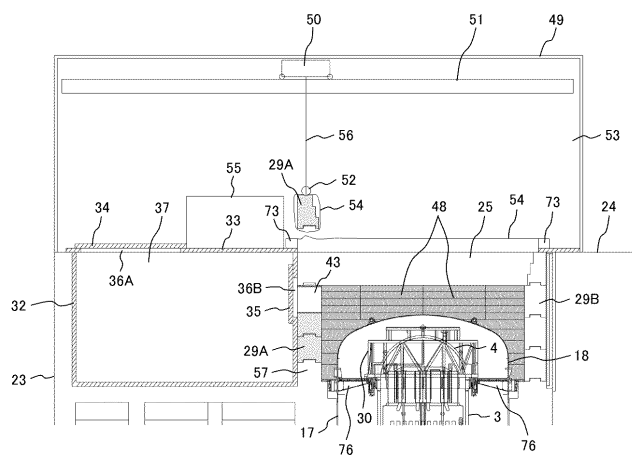
【図 22】

図 22



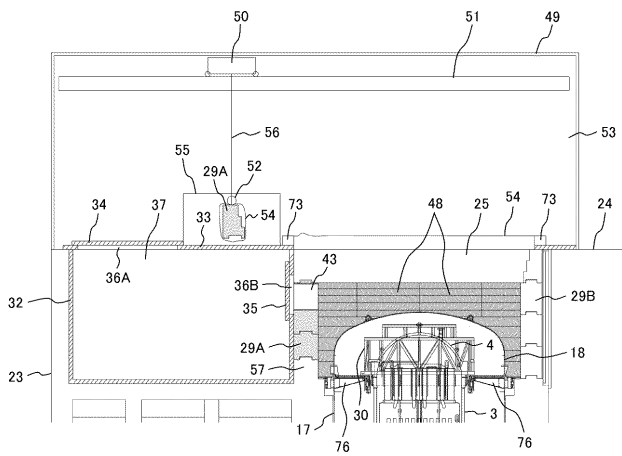
【図 23】

図 23



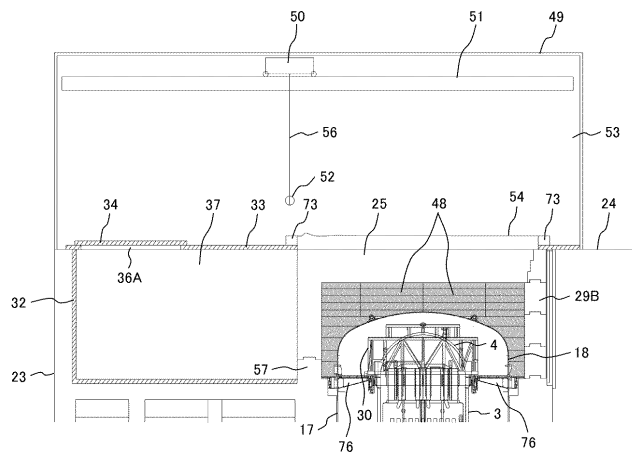
【図 24】

図 24



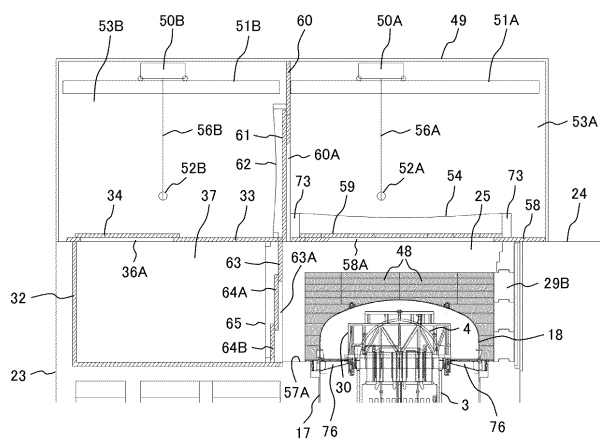
【図 25】

図 25



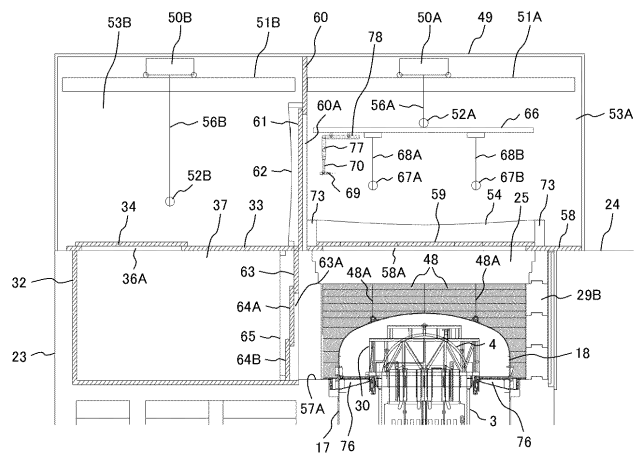
【図 26】

図 26

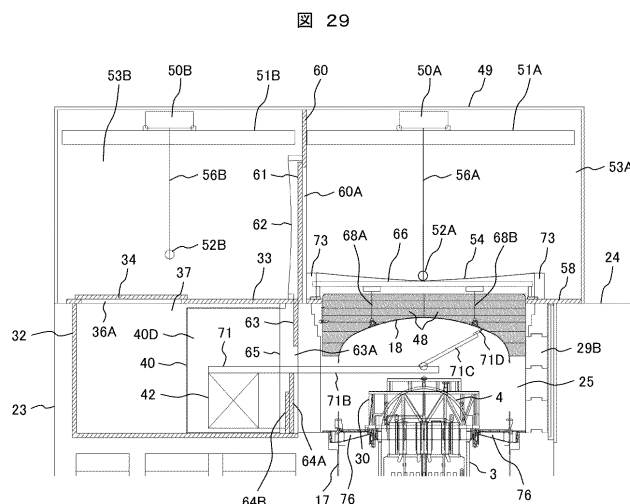


【図 27】

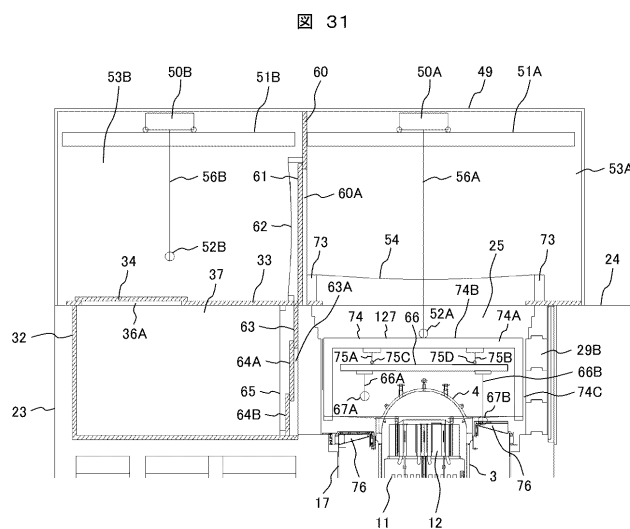
図 27



【図 29】

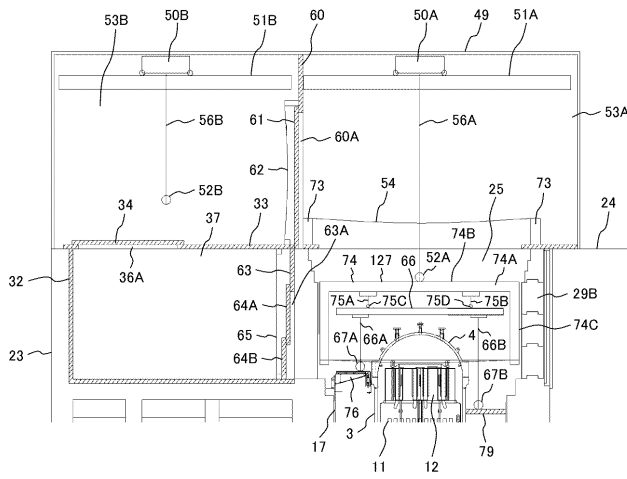


【図 3 1】



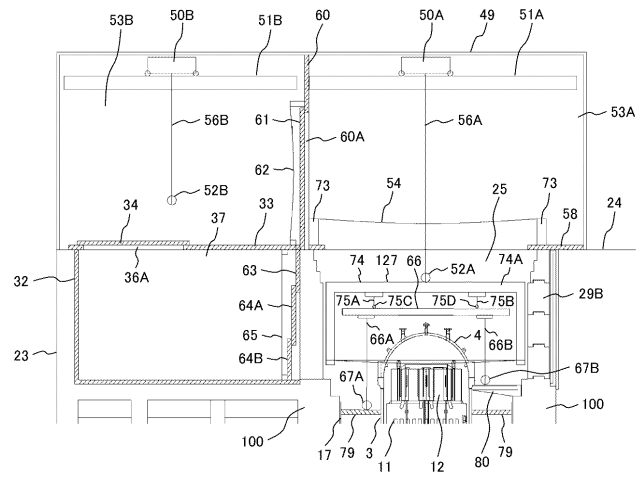
【図 3 2】

図 32



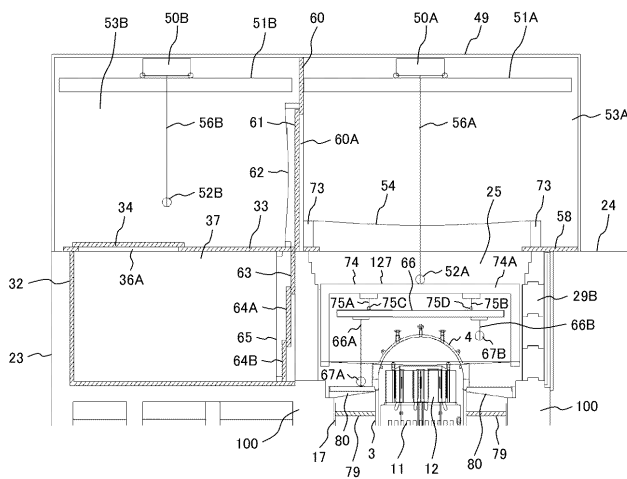
【図 3 3】

図 33



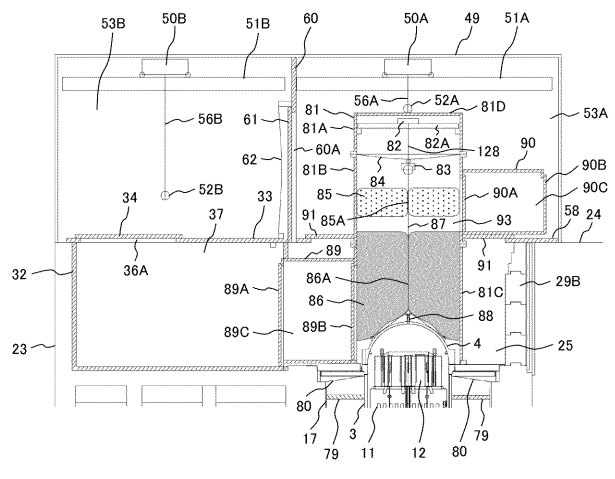
【図 3 4】

図 34



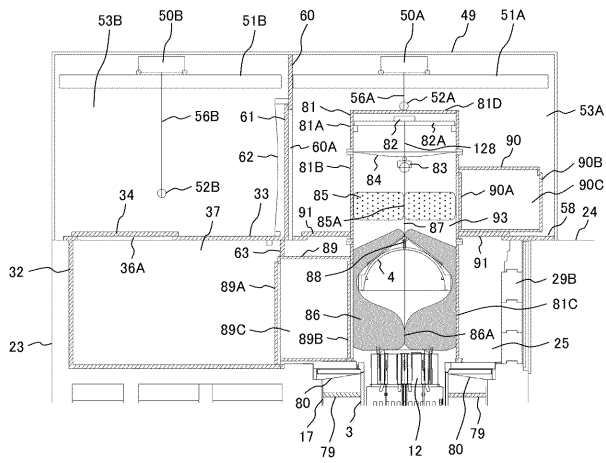
【図 3 5】

図 35



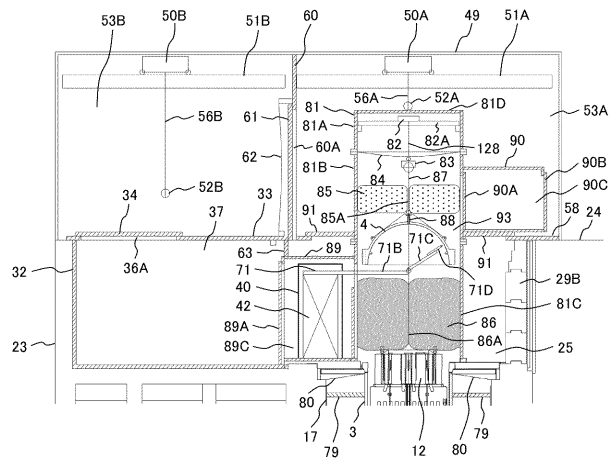
【図 36】

図 36



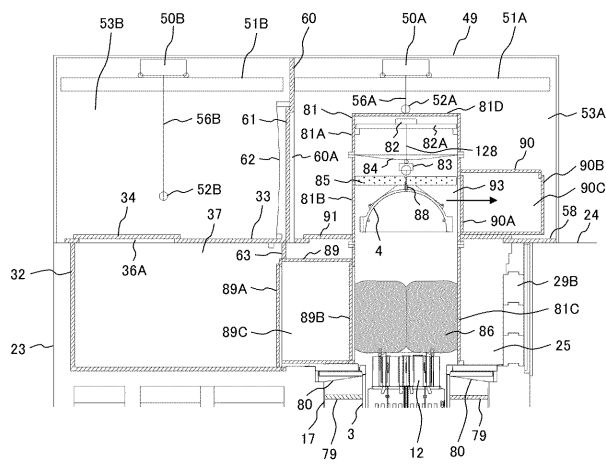
【図 37】

図 37



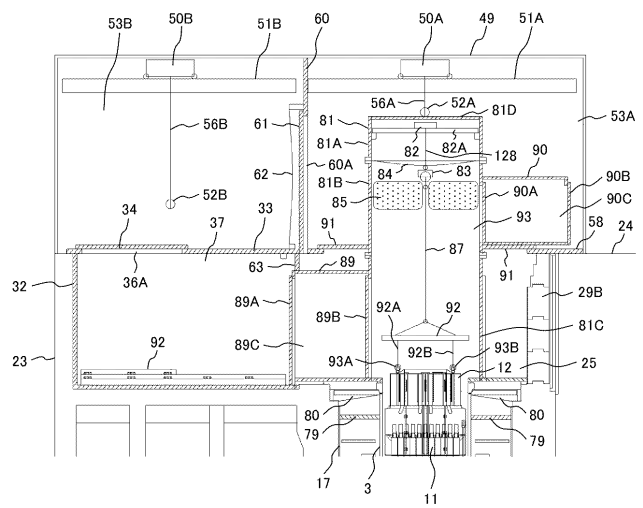
【図 38】

図 38



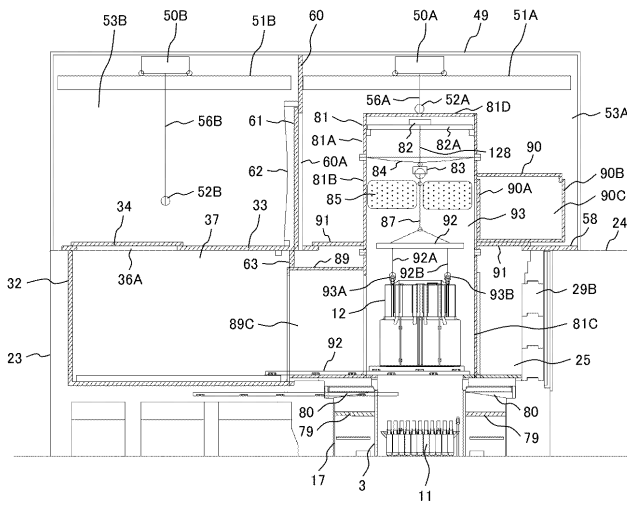
【図 39】

図 39



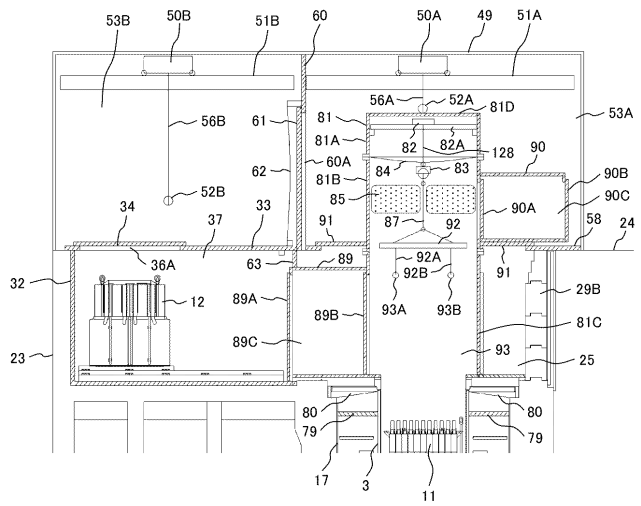
【図 40】

図 40



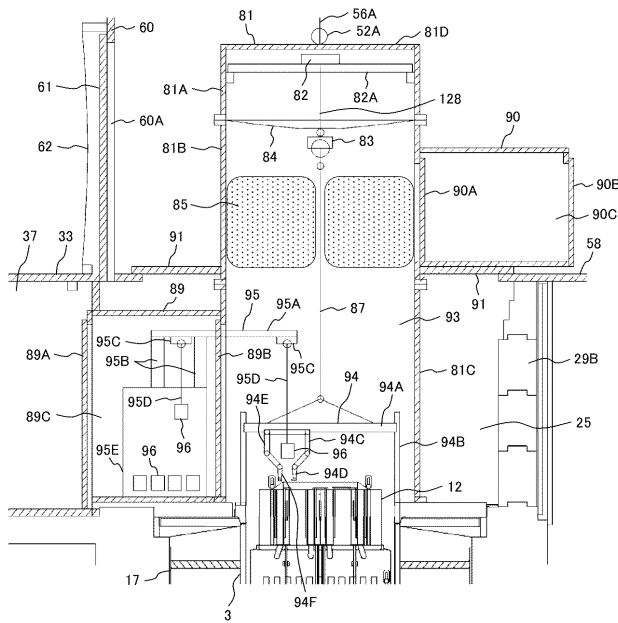
【図 41】

図 41



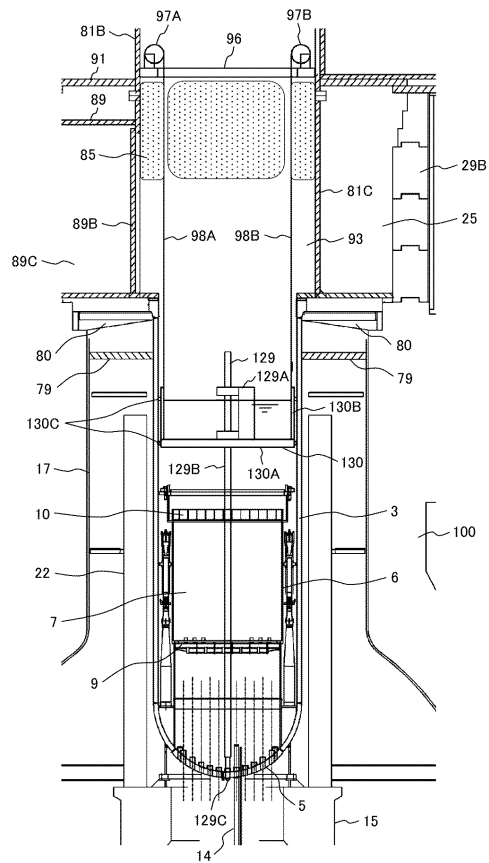
【図 42】

図 42

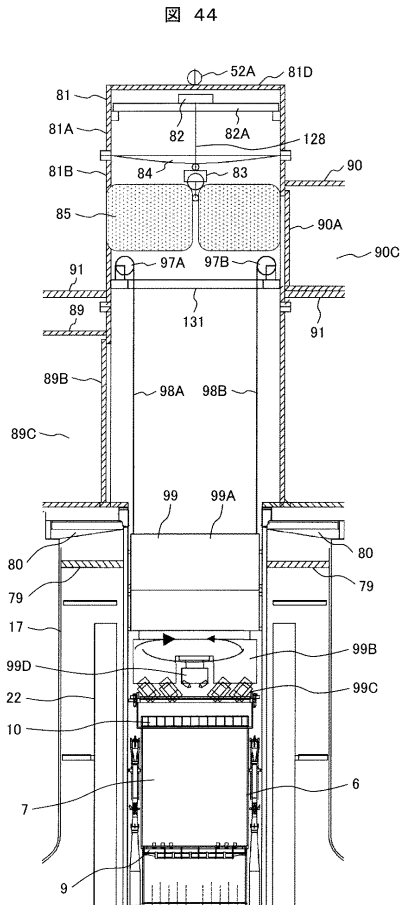


【図 43】

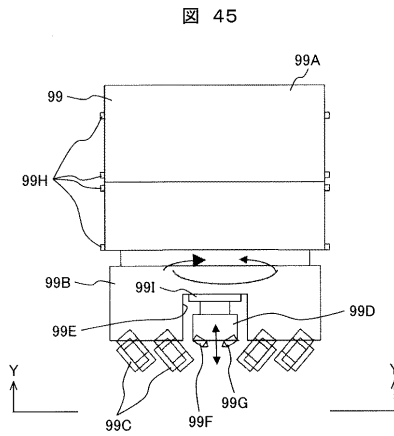
図 43



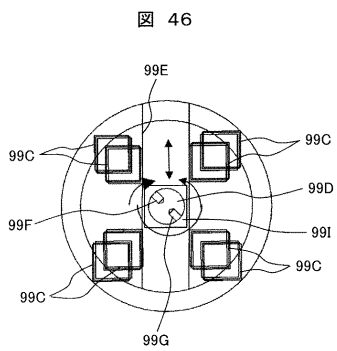
【図 4 4】



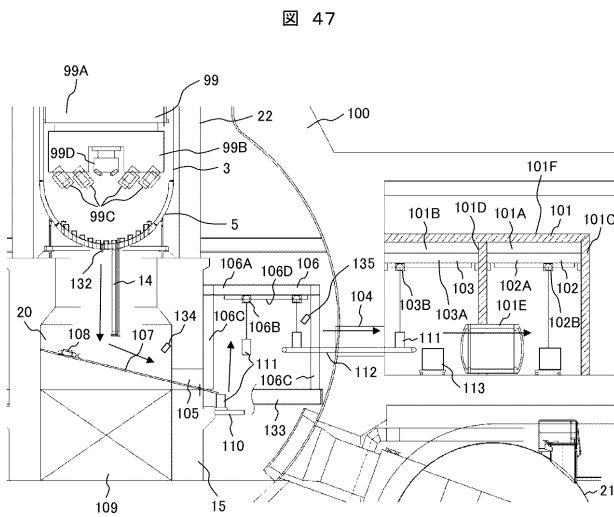
【図 4 5】



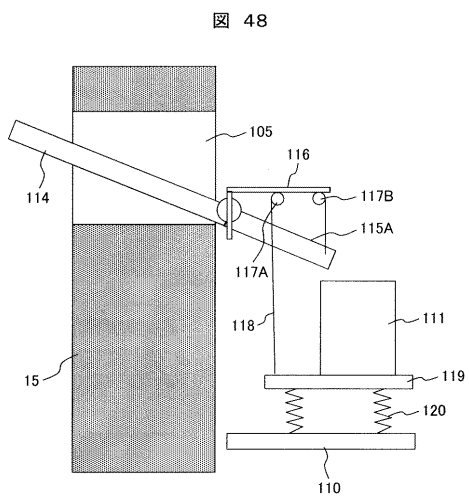
【図 4 6】



【図 4 7】

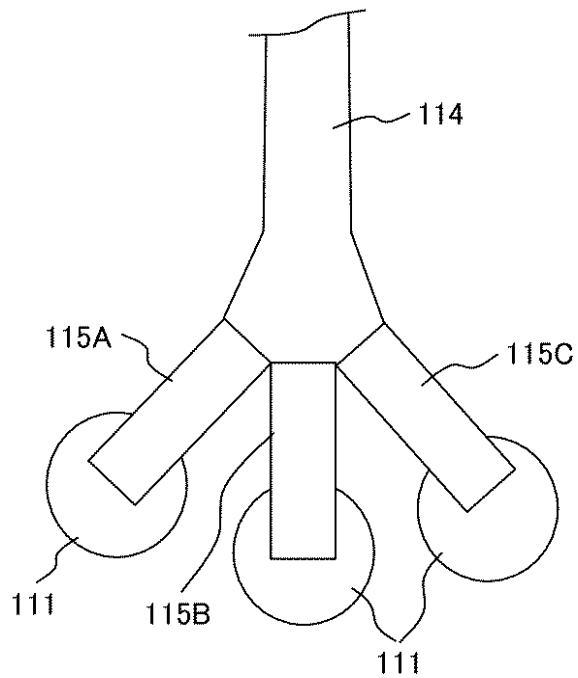


【図 4 8】



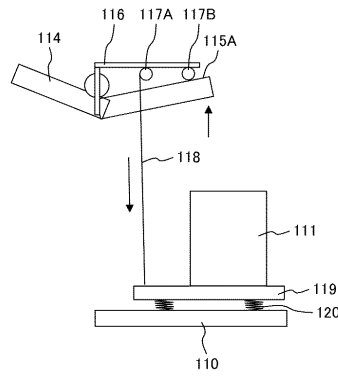
【図 49】

図 49



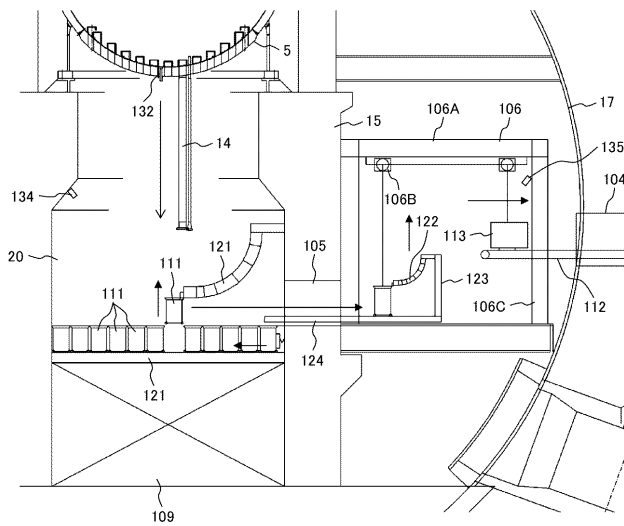
【図 50】

図 50



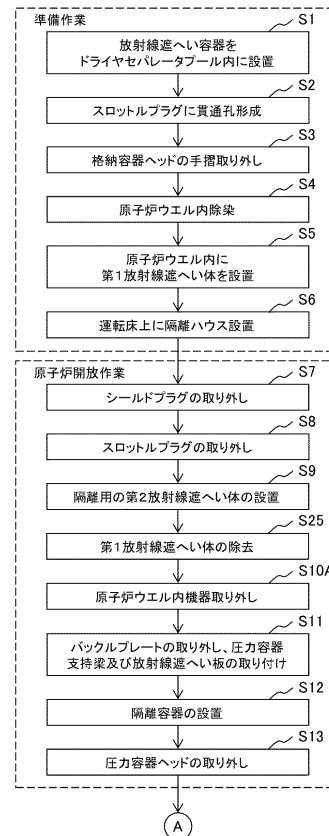
【図 51】

図 51



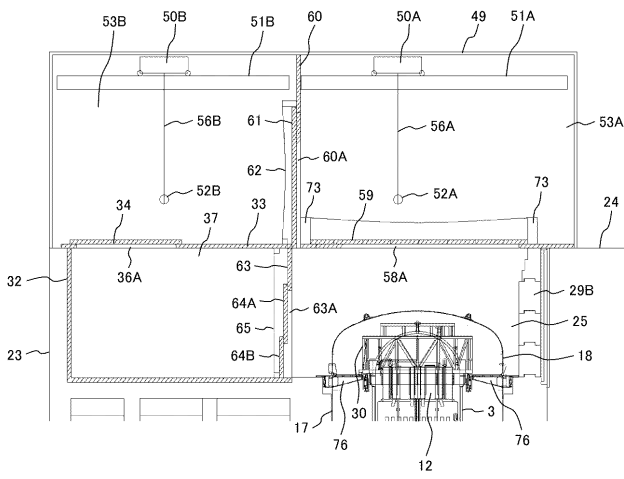
【図 52】

図 52



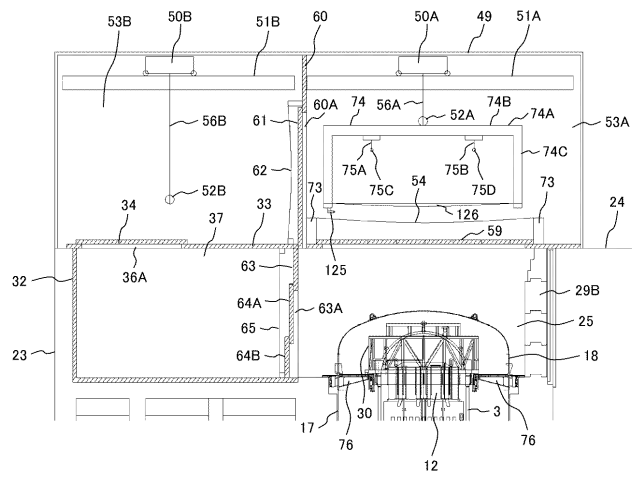
【図 5 3】

図 53



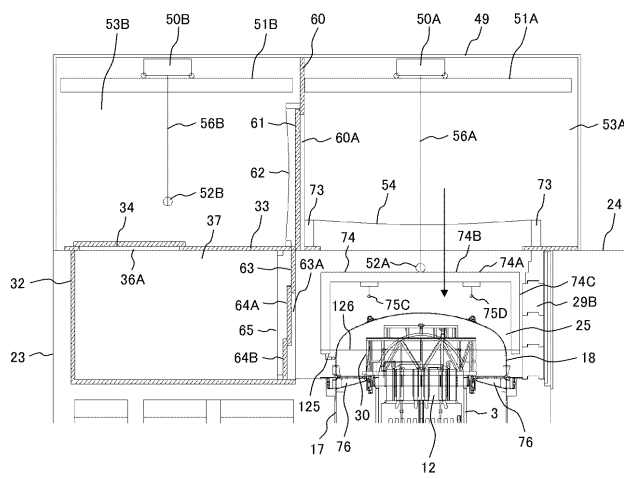
【図 5 4】

図 54



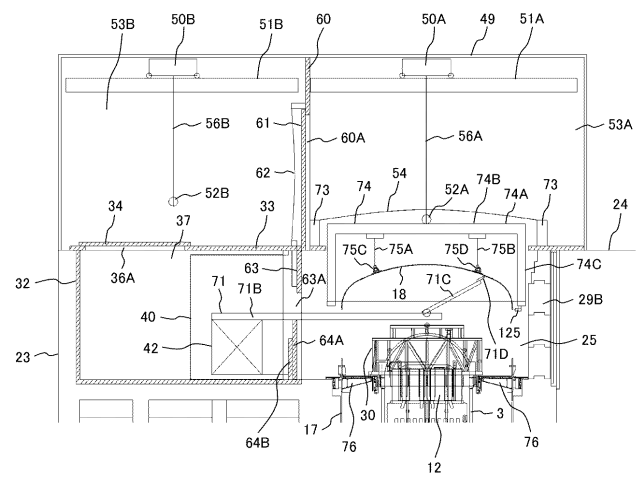
【図 5 5】

図 55



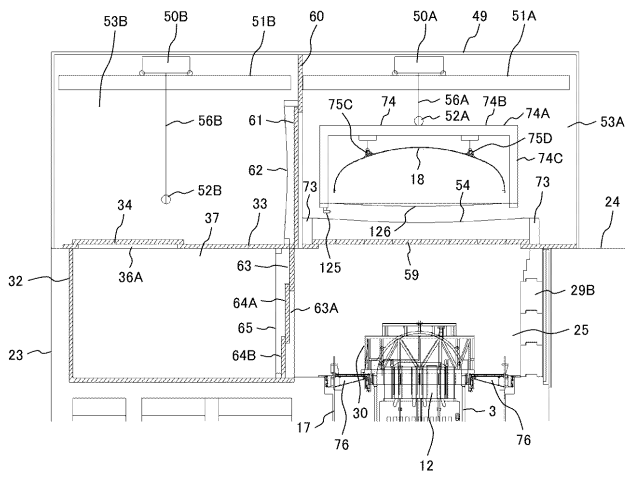
【図 5 6】

図 56



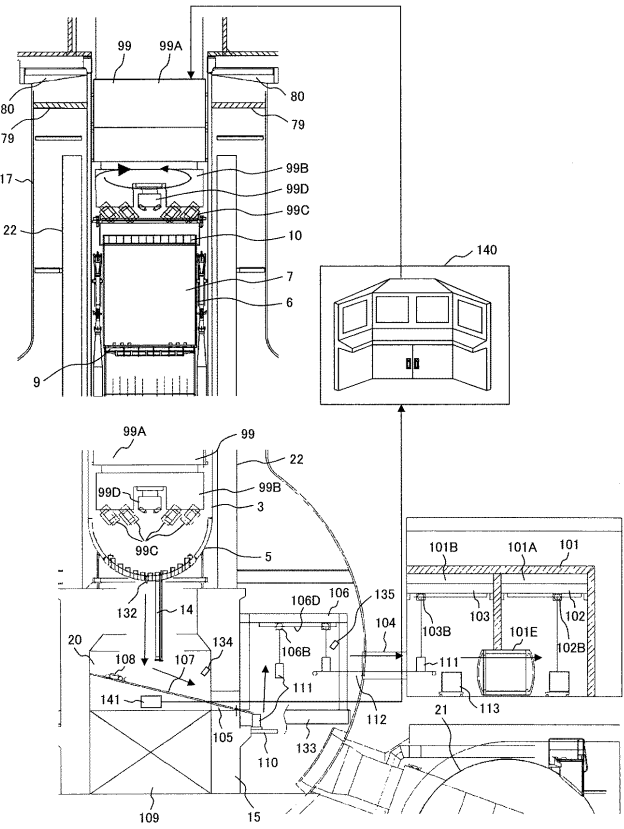
【図 57】

図 57



【図 58】

図 58



フロントページの続き

- (72)発明者 大森 信哉
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 柳谷 勝美
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 石塚 一平
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 千葉 昇
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 水上 祥次
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 成澤 正孝
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内
- (72)発明者 鈴木 貢
茨城県日立市幸町三丁目2番2号 株式会社日立パワーソリューションズ内