

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2024-514017

(P2024-514017A)

(43)公表日 令和6年3月27日(2024.3.27)

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 C	19/02	(2006.01)	G 2 1 C	19/02	0 4 0
G 2 1 C	13/00	(2006.01)	G 2 1 C	13/00	1 1 0
G 2 1 D	1/00	(2006.01)	G 2 1 C	19/02	1 8 0
G 2 1 C	13/02	(2006.01)	G 2 1 D	1/00	
G 2 1 F	3/00	(2006.01)	G 2 1 C	13/02	1 0 0

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全19頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2023-564010(P2023-564010)
 (86)(22)出願日 令和4年4月14日(2022.4.14)
 (85)翻訳文提出日 令和5年12月1日(2023.12.1)
 (86)国際出願番号 PCT/EP2022/060105
 (87)国際公開番号 WO2022/223460
 (87)国際公開日 令和4年10月27日(2022.10.27)
 (31)優先権主張番号 2105562.9
 (32)優先日 令和3年4月19日(2021.4.19)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 英国(GB)
 (81)指定国・地域 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA
 ,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(
 AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A
 T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR
 ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
 最終頁に続く

(71)出願人 522223039
 ロールス・ロイス・エスエムアール・リ
 ミテッド
 イギリス国ダービーシャー ディーイー
 24・8 ピージェイ,ダービー,ムーア
 ・レーン,ケア/オブ・ロールス・ロイ
 ス・ビーエルシー
 (74)代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74)代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (74)代理人 100133400
 弁理士 阿部 達彦
 (72)発明者
 ダニエル・ロバートソン
 イギリス・ダービーシャー・DE24・
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 原子炉の燃料補給

(57)【要約】

反応炉圧力容器ヘッドに結合させ、取り外すことができ
 するリフトヘッドと、放射線遮蔽体とを備える、反応炉
 圧力容器のためのリフトヘッド。放射線遮蔽体は、リフ
 トヘッドおよび放射線シールドが、反応炉圧力容器ヘッ
 ド、および反応炉圧力容器ヘッドと共に反応炉圧力容器
 から取り外されたいかなるヘッドパッケージ内容物も包
 み込むようにリフトヘッドに接続可能である。放射線シ
 ールドは、貝殻構造のものであってもよい。リフトヘッ
 ドには、反応炉圧力容器ヘッドを反応炉圧力容器に接続
 するボルトを締めたり緩めたりするための機構が備わっ
 てもよい。リフトヘッドは、炉心内部構造物をモニタ
 ーするためのモニタリング設備が備わっていてもよい。

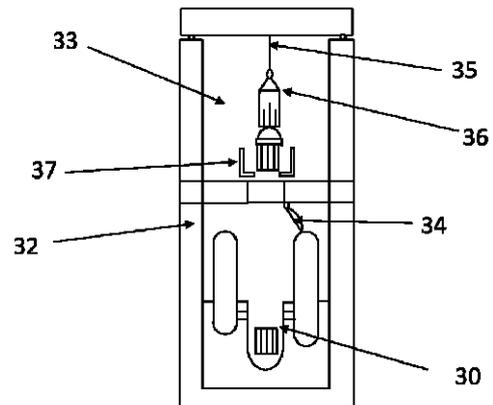


Fig. 3

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

反応炉圧力容器ヘッドに結合され、取り外すことができるリフトヘッドと、放射線遮蔽体とを備える、反応炉圧力容器のためのリフトヘッドであって、前記放射線遮蔽体は、前記リフトヘッドおよび前記放射線シールドが、前記反応炉圧力容器ヘッド、および前記反応炉圧力容器ヘッドと共に反応炉圧力容器から取り外されたいかなるヘッドパッケージ内容物も包み込むように前記リフトヘッドに接続可能である、反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。

【請求項 2】

前記放射線シールドは、貝殻構造のものである、請求項 1 に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。 10

【請求項 3】

前記リフトヘッドには、前記反応炉圧力容器ヘッドを前記反応炉圧力容器に接続するボルトを締めたり緩めたりするための機構が備わっている、請求項 1 または 2 に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。

【請求項 4】

前記リフトヘッドには、アクセスが獲得され得る閉鎖可能な入口が備わっている、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。

【請求項 5】

前記リフトヘッドには、炉心内部構造物をモニタするためのモニタリング設備が備わっている、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。 20

【請求項 6】

前記リフトヘッドには、ドリフトレイが備わっている、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。

【請求項 7】

前記リフトヘッドには、除湿器が備わっている、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。

【請求項 8】

前記リフトヘッドには、任意の放射線照射された構成要素を中に含むためにシールおよび負圧システムが備わっている、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器のためのリフトヘッド。 30

【請求項 9】

支持体と、後退位置から下方位置まで伸張可能なウインチシステムとを備えるクレーンを備え、前記クレーンは、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載のリフトヘッドに結合される、原子炉の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項 10】

前記反応炉圧力容器から離れたたいかなる取り外された炉心内部構造物も遮蔽するために第 2 の放射線シールドが提供される、請求項 9 に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項 11】

前記第 2 のシールドは、貝殻シールドである、請求項 10 に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。 40

【請求項 12】

前記リフトシステムは、前記格納容器構造体より上の空間内に設置され、ハッチが前記格納容器にアクセスするために設けられる、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項 13】

前記シールドは、前記反応炉圧力容器ヘッドが前記格納容器より上の空間に持ち上げられたとき、前記リフトヘッドに接続される、請求項 11 に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。 50

【請求項14】

前記リフトヘッドおよび前記シールドを前記ハッチから離れるように移動させるために走路が設けられる、請求項11に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項15】

請求項1から8のいずれか一項に記載のリフトヘッドに結合される油圧式ジャックを備える、原子炉の前記反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、2021年4月19日に提出された英国特許第GB2105562.9号の優先権を主張し、その内容および要素は、すべての目的のために参照により本明細書に組み込まれている。

【0002】

本開示は、原子炉に燃料補給することに関する。詳細には、それは、原子炉のヘッドを持ち上げて燃料補給を可能にするためのデバイスおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

原子力発電所は、燃料組立体に含まれる核分裂性材料の核分裂からの熱エネルギーを電気エネルギーに変換する。加圧水型反応炉(PWR)原子力発電所は、以下の加圧構成要素、すなわち、燃料組立体を中に含む反応炉圧力容器(RPV)、1つまたは複数の蒸気生成器および加圧器を典型的に接続する一次冷却剤回路を有する。一次回路内の冷却剤ポンプは、これらの構成要素間の配管を通して加圧された水を循環させる。RPVは、一次回路内の水を加熱する炉心を収容する。蒸気生成器は、一次回路と、タービンに動力を供給するために蒸気が生成される二次システムとの間の熱交換器として機能する。沸騰水型反応炉(BWR)は、高圧回路を使用して水を液体状態に維持するのではなく、BWRは、炉心を使用して、水を加熱し、蒸気生成器を駆動するための蒸気にそれを替える点を除いて、PWRと同様の方法で動作する。

【0004】

そのような反応炉は、典型的には18~24カ月の間隔で燃料補給する必要がある。この燃料補給の間、反応炉は電源を落とされ、反応炉圧力容器のヘッドは取り外される。PWRプラントまたはBWRプラントは、圧力を格納容器建物内の大気の圧力に等しくするように減圧され、必要であれば、一次ループ内の水は、反応炉のヘッドのレベルよりすぐ下のレベルまで排出される。図1は、対応付けられた燃料補給設備10を備えた従来技術の反応炉の一例を提示する。この中では、反応炉は、水で満たされた燃料補給キャビティ11を使用し、反応炉圧力容器13のヘッドは、キャビティ内に着座し、水の体積を保持するように設計される。反応炉は、壁12を有する格納容器構造の中に収容される。燃料補給を可能にするために、反応炉のヘッドのボルトが緩められ、別の場所(図示せず)に持ち上げられ、この場所は、燃料補給動作の邪魔をしない。反応炉ヘッドより上のキャビティは、一次回路と同じ品質の水で満たされてガンマ放射からの遮蔽を提供する。燃料の一部はその後、取り出され、新たな燃料棒と交換され、その一方で他の燃料棒は、反応炉圧力容器内で再度位置決めされてもよい。使用済みの燃料は、典型的には、リモート処理技術によって持ち上げられる。典型的には、燃料ルート内で、燃料棒または燃料組立体16は、オーバーヘッド移動クレーン14を使用して反応炉圧力容器から外に持ち上げられる。ひとたび反応炉圧力容器より上になると、それはオーバーヘッド進行クレーンを使用して水平に並進され、使用済みの燃料棒を水平位置に回転させるターンオーバー装置15内に置かれる。ターンオーバー装置は、燃料を冠水したトンネルを介して格納容器から外に移動させる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

10

20

30

40

50

PWR反応炉の1つのタイプは、反応炉圧力容器および蒸気生成器が、それらの間にいかなる構造物もなしに管のショットセクションによって接続される、いわゆる閉鎖結合PWRである。このような配置は、従来の燃料補給方法を不可能にするか、またはさらによつとより複雑で難しいものにする。あるいは、それらは、プラントの設計の考慮すべき事柄に影響を与える場合があり、詳細には、それは、プラントが閉鎖結合され得る度合いに対して制限を加える可能性がある。したがって、反応炉の燃料補給を可能にするための代替の方法および構成に対する要望がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第1の態様によると、反応炉圧力容器ヘッドに結合され、取り外すことができるリフトヘッドと、放射線遮蔽体とを備える、反応炉圧力容器のためのリフトヘッドが提供されており、放射線遮蔽体は、リフトヘッドおよび放射線シールドが、反応炉圧力容器ヘッド、および反応炉圧力容器ヘッドと共に反応炉圧力容器から取り外されたいかなるヘッドパッケージ内容物も包み込むようにリフトヘッドに接続可能である。

【0007】

放射線シールドは、貝殻構造のものであってもよい。

【0008】

リフトヘッドには、反応炉圧力容器ヘッドを反応炉圧力容器に接続するボルトを締めつけたり、緩めたりするための機構が備わっていてもよい。

【0009】

リフトヘッドには、アクセスが獲得され得る閉鎖可能な入口が備わっていてもよい。

【0010】

リフトヘッドには、炉心内部構造物をモニタするためのモニタリング設備が備わっていてもよい。

【0011】

リフトヘッドには、ドリフトレイが備わっていてもよい。

【0012】

リフトヘッドには、除湿器が備わっていてもよい。

【0013】

リフトヘッドには、任意の放射線照射された構成要素を中に含むためにシールおよび負圧システムが備わっていてもよい。

【0014】

本発明の第2の態様によると、支持体を備えるクレーンと、後退位置から下方位置まで伸張可能なウインチシステムとを備え、クレーンは、上記で考察したような第1の態様に従ってリフトヘッドに結合される、原子炉の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステムが提供される。

【0015】

反応炉圧力容器から離れたいかなる取り外された炉心内部構造物も遮蔽するために第2の放射シールドが提供されてもよい。

【0016】

第2のシールドは、貝殻シールドであってよい。

【0017】

リフトシステムは、格納容器構造体より上の空間内に設置されてもよく、ハッチが、格納容器にアクセスするために設けられる。

【0018】

シールドは、反応炉圧力容器ヘッドが、格納容器より上の空間に持ち上げられたとき、リフトヘッドに接続されてもよい。

【0019】

リフトヘッドおよびシールドをハッチから離れるように移動させるために走路が設けられてもよい。

10

20

30

40

50

【0020】

本発明の第3の態様によると、油圧式ジャックであり、請求項1から8のいずれか一項に記載のリフトヘッドに結合される油圧式ジャックを備える、原子炉の反応炉压力容器ヘッドのためのリフトシステムが提供される。

【0021】

態様の任意選択の機構はここでは詳述されない。これらは、単一で、または任意の組み合わせで適用可能である。

【0022】

本発明は、原子炉発電所(本明細書では原子炉としても呼ばれる)を備えてもよい、またはその一部として構成されてもよい。詳細には、本発明は、加圧水型反応炉に関連してもよい。あるいは、それは沸騰水型反応炉に関する場合もある。原子炉発電所は、250から600MWの間、または300から550MWの間の電力出力を有してもよい。

10

【0023】

原子炉発電所は、モジュール式反応炉であってもよい。モジュール式反応炉は、現場から離れて(例えば、工場で)製造され、その後、モジュールと一緒に接続することによって、モジュールが、現場で原子炉発電所に組み立てられるいくつかのモジュールから成る反応炉として考えられてもよい。一次回路、二次回路および/または三次回路のいずれも、モジュール構造で形成されてもよい。

【0024】

本開示の原子炉は、反応炉压力容器と、1つまたは複数の蒸気生成器とを備える一次回路を備えてもよい。さらに、それは、1つまたは複数の加圧器を備えてもよい。一次回路は、反応炉压力容器を通る媒体(例えば水)を循環させて、炉心内の核分裂によって生成される熱を抽出し、熱はその後、蒸気生成器に送達され、二次回路に移される。一次回路は、1つから6つの蒸気生成器、もしくは2つから4つの蒸気生成器を備えてもよい、または3つの蒸気生成器、もしくは上記に述べた数値のいずれかの範囲を備えてもよい。一次回路は、1つ、2つ、または3つ以上の加圧器を備えてもよい。一次回路は、反応炉压力容器から蒸気生成器の各々まで延びる回路を備えてもよく、回路は、高温の媒体を反応炉压力容器から蒸気生成器に運び、冷却された媒体を蒸気生成器から反応炉压力容器に戻るよう運んでよい。媒体は、1つまたは複数のポンプによって循環されてもよい。いくつかの実施形態において、一次回路は、一次回路内の蒸気生成器当たり1つまたは2つのポン

20

30

【0025】

いくつかの実施形態において、一次回路内を循環される媒体は、水を含んでよい。いくつかの実施形態において、媒体は、媒体に加えられた中性子吸収物質(例えば、ホウ素、ガドリニウム)を含んでもよい。いくつかの実施形態において、一次回路内の圧力は、フルパワー動作中少なくとも50、80、100または150バールであってもよい。圧力は、フルパワー動作中、80、100、150または180バールに達する可能性がある。いくつかの実施形態において、水が一次回路内の媒体である場合、反応炉压力容器を出て行く水の加熱された水温は、フルパワー動作中、540から670Kの間、または560から650Kの間、または580から630Kの間であってもよい。いくつかの実施形態において、水が一次回路

40

【0026】

本開示の原子炉は、蒸気生成器内で一次回路から熱を抽出し、タービンを駆動するための蒸気に水を変換する、水の循環ループを備える二次回路を備えてもよい。実施形態では、二次ループは、1つまたは2つの高圧タービンおよび1つまたは2つの低圧タービンを備えてもよい。

【0027】

二次回路は、それが蒸気生成器に戻されるとき、蒸気を水に液化するための熱交換器を備えてもよい。熱交換器は、ヒートシンクとして作用するために、水の大きな部分を含み

50

得る三次ループに接続されてもよい。

【0028】

反応炉圧力容器は、鋼圧力容器を備えてもよく、圧力容器は、5から15mの高さ、または9.5から11.5mの高さであってもよく、直径は、2から7mの間、または3から6mの間、または4から5mの間であってもよい。圧力容器は、反応炉本体と、垂直方向に反応炉本体より上に位置決めされた反応炉ヘッドとを備えてもよい。反応炉ヘッドは、反応炉ヘッド上のフランジ、および反応炉本体上の対応するフランジを通過する一連のスタッドによって反応炉本体に接続されてもよい。

【0029】

反応炉ヘッドは、反応炉構造体のいくつかの要素が単一の要素にまとめられてもよい一体式のヘッド組立体を備えてもよい。ひとまとめにされた要素の中には、圧力容器ヘッド、冷却シュラウド、制御棒駆動機構およびミサイルシールドが含まれる。

【0030】

炉心は、いくつかの燃料組立体で構成されてもよく、燃料組立体は燃料棒を中に含んでいる。燃料棒は、核分裂性物質のペレットの形態であってもよい。燃料組立体はまた、制御棒のための空間を含んでもよい。例えば、燃料組立体は、17x17グリッドのロッド、すなわち全部で289の空間のためのハウジングを提供してもよい。これらの全部で289の空間のうちの24は、反応炉の制御棒のために残されてもよく、その各々は、メインアームに接続された24の制御小ロッドで形成されてもよく、1つは、計測管のために残されてもよい。制御棒は、核分裂中に放出される中性子を吸収することによって、燃料によって受ける核分裂プロセスの制御を提供するために、炉心内に、または炉心から外に移動可能である。反応炉の炉心は、100~300個の燃料組立体を備えてもよい。制御棒を完全に挿入することは、典型的には、反応炉が運転停止される、未臨界状態につながる可能性がある。反応炉の炉心内の燃料組立体の100%までが制御棒を中に含んでよい。

【0031】

制御棒の移動は、制御棒駆動機構によって移動されてもよい。制御棒駆動機構は、制御棒を下げて燃料組立体に入れたり、持ち上げて燃料組立体から外に出したりし、また炉心に対する制御棒の位置を保持するようにアクチュエータに命令し、アクチュエータに電力を供給してもよい。制御棒駆動機構は、制御棒を素早く挿入することで、反応炉を迅速に運転停止(すなわち緊急停止)させることが可能であり得る。

【0032】

一次回路は、事故が起こった場合、一次回路からの蒸気を保持するために格納容器構造体の中に収容されてもよい。格納容器は、15から60mの直径、または30から50mの直径であってもよい。格納容器構造体は、鋼またはコンクリートから、または鋼で裏打ちされたコンクリートから形成されてもよい。格納容器は、反応炉の緊急冷却のための水タンクの中に含まれてもよい、またはその外側を支持してもよい。格納容器は、反応炉の燃料補給を可能にするため、燃料組立体の貯蔵のため、および燃料組立体の格納容器の内部とその外部との間の輸送のための設備および施設を中に含んでよい。

【0033】

発電所は、反応炉要素を外部の危険(例えば、ミサイル攻撃)および天災(例えば、津波)から保護するための1つまたは複数の土木構造体の中に含んでよい。土木構造体は、鋼、もしくはコンクリートまたはその両方の組み合わせで作成されてもよい。

【0034】

発明の実施形態が、添付の図面を参照して一例によって記載される。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図1】従来技術の燃料補給法の概略図である。

【図2】PWRの概略図である。

【図3】反応炉ヘッドの取り外しの概略図である。

【図4】格納容器構造体内の密閉された反応炉圧力容器の断面図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0036】

図2は、PWR20の概略図である。燃料組立体を中に含むRPV22は、反応炉の中心に配置されている。RPVの周りには、加圧された水の配管26、すなわち一次冷却剤回路によってRPVに接続された3つの蒸気生成器24が集まっている。冷却剤ポンプは、加圧された水を一次冷却剤回路の周りで循環させ、加熱された水をRPVから蒸気生成器に取り込み、蒸気生成器から冷却された水をRPVに取り込む。

【0037】

加圧器28は、一次冷却剤回路内の水圧をおよそ155バールに維持する。

【0038】

蒸気生成器24において、熱は、二次冷却剤回路の配管26内を循環する水を供給するために加圧された水から移され、これにより、タービンを駆動し、タービンが発電機を駆動するのに使用される蒸気を生み出す。蒸気はその後、蒸気生成器に戻る前に液化される。

【0039】

反応炉の炉心は、格納容器内に維持され、複数の蒸気生成器によって囲まれる。蒸気生成器は、閉鎖結合構成であってもよく、反応炉圧力容器は、蒸気生成器と反応炉圧力容器との間に物理的仕切りが全くないことになり、これは、例えば、Russian VBER 300などの一部の反応炉で使用される構成である。この種の反応炉では、反応炉圧力容器および蒸気生成器は、その間にいかなる構造物もなしに、管のショットセクションによって接続される。閉鎖結合プラントの使用は、従来の分散型の設計に対していくつかの利点を有する。しかしながら主な利点は、一次回路の直径を縮小することが可能であることであり、これは結果として、発電所のサイズを全体として縮小することになる。発電所のサイズのこのような縮小は、格納容器建物を構築するのに使用される設計技術および製造技術における変更を可能にする場合がある。結果として、これらの反応炉は、小さいモジュール式反応炉(SMR)において使用される可能性を有する。しかしながらそのような構成は、燃料補給システムが位置決めされるアクセス空間を欠くことになる可能性がある。

【0040】

閉鎖結合反応炉は、しかしながら、そのよりコンパクトな幾何学形状により、図1に示される燃料補給設備の使用を許可しない。詳細には、空間の制限は、反応炉圧力容器ヘッドを移動させるためのリフトクレーンの操作をより難しくする。結果として、この制限された空間を克服するための手段は、反応炉圧力容器ヘッドおよび任意の接続された炉心内部構造物のためのクレーンおよびシールド構造体の使用を通してである。クレーンは、格納容器構造体の頂部またはそれより上の空間のいずれかに配置されてもよく、反応炉圧力容器ヘッドを反応炉圧力容器から離れるように持ち上げるのに使用される。クレーンは、可動式であってもよく、床の上のレールに設置されてもよい、または天井にあるガントリーに設置されてもよい。あるいは、クレーンは、格納容器構造体より上の空間内で天井に対して固定式に位置決めされてもよい。クレーンは、クレーンホイストが、垂直方向に反応炉の炉心より上に位置決めされることが可能であるように位置決めされる。クレーンを使用する代わりに、ヘッドは、油圧式ジャックを使用して持ち上げられてもよい。格納容器構造体へのアクセスは、クレーンがそれより上の空間に配置されている場合、ハッチの使用を通して行われてもよい。このハッチは、圧力容器ヘッドリフトクレーンを操作するプロセスのために開放および閉鎖されることが可能である。ハッチは、自動で開放されてもまたは手動で開放されてもよい。格納容器内のハッチは、クレーンがアクセスすることが可能であるように、かつ格納容器構造体からの反応炉圧力容器ヘッドの取り外しに適應することが可能であるように十分に大きくなければならない。クレーンアームを、ハッチを通して、ヘッドに近接した位置まで下げることができる。ヘッドには、一体式のボルト締めシステムが備わっていてもよく、これは、ヘッドがリモート式に解放されることを可能にする。このケースでは、ヘッドは、このプロセスが起きるのを可能にするために所定の位置に下げられる。ひとたびボルトが、ヘッド上の機構を使用して、または任意の他の好適な手段のいずれかを使用して取り外されると、クレーンが次いで反応炉圧力容器ヘッ

10

20

30

40

50

ドに装着される。接続部は、単一の地点で生じてもよい、または反応炉圧力容器ヘッド上の2つ以上の位置に結合されてもよい。クレーンが反応炉圧力容器ヘッドにしっかりと接続された状態で、反応炉圧力容器ヘッドを、反応炉の頂部のその所定の位置から外に持ち上げることができる。ひとたび反応炉圧力容器ヘッドが反応炉のレベルより上になると、クレーンは、ヘッドが安全のために反応炉から離れた場所まで移動され得るように並進移動で移動してもよい。反応炉ヘッドはまた、炉心内部構造物を備えてもよく、これもまた反応炉ヘッドと共に取り外されてもよい。

【0041】

反応炉ヘッドは、反応炉圧力容器より上で、蒸気生成器から安全に離れている空間内にあるが、これは、格納容器構造体の内側または外側のいずれであってもよく、シールドが、反応炉ヘッドの周りに配置される。シールドは、貝殻シールドであってもよく、これは、それが閉鎖され、反応炉圧力容器ヘッドがその中に入るように下げられることを可能にする。シールドは、ヘッドがシールド内に持ち上げられている間、光路が提示されないように設計されてもよい。これは、重なり合う要素の使用を通して行われてもよい。シールドは、モニタリングまたは検査設備を使用することができるように、内部へのアクセスを取り入れてもよい。あるいは、シールドには、シールド内に含まれる反応炉圧力ヘッドと共に取り外された任意の炉心内部構造物の状態をモニタするためにモニタリング設備または検査設備が備わっていてもよい。シールドは、ヘッドおよび炉心内部構造物が取り外された後、それらになおも存在するいかなる残りの水も捕らえるためにドリフトレイを組み込んでもよい。シールドは、ヘッドが取り外された後、ヘッドまたは炉心内部構造物からいかなる残りの水も除去するために除湿器または同様の乾燥器を有してもよい。シールドは、放射線照射された構成要素を中に含むためにシールドおよび負圧システムを含んでもよい。リフトはリモート式に達成されてもよい。これは、取り外しプロセス中の炉心内部構造物のための放射線遮蔽が必要とされないことを意味する。

【0042】

この一実施形態は図3に示されており、反応炉圧力容器ヘッドの取り外しを示している。蒸気生成器31を備えた反応炉圧力容器30は、格納容器構造体32内に配置される。格納容器構造体は、ハッチ34を通してアクセス可能な、反応炉より上の空間33を有する。ハッチは、格納容器または格納容器より上の空間のいずれかの中に開放してもよい。このケースのクレーン35は、格納容器構造体より上の空間の屋根に設置される。クレーンは、格納容器または他の好適な構造体に設置された支持体を備える。クレーンは、使用されないとき、後退した位置で後退した状態で静止しており、使用するとき、下方位置に伸張されるウインチを有する。下方位置では、ウインチを反応炉圧力容器ヘッドに結合するために結合機構が提供される。これを使用して、クレーンを使用して、反応炉圧力容器ヘッド36および任意の対応付けられた炉心内部構造物を反応炉から離れるように、格納容器構造体より上の空間へと持ち上げ、そこで、それらは次いで保護シールド37によって覆われる。燃料補給が完了すると、反応炉圧力容器ヘッドおよび任意の対応付けられた炉心内部構造物は、その後、クレーンを使用して反応炉圧力容器の頂部へと所定の位置に下げられる。そこから、存在する場合、ボルト締め機構を使用してボルトをしっかりと締め、反応炉圧力容器ヘッドを再び接続する。シールドは、レール上に配置されてもよい。これらのレールを使用して、ヘッドをハッチから離して格納容器内に搬送し、貯蔵場所に搬送してもよい。

【0043】

格納容器は冠水されてもよく、ヘッドは、反応炉フランジが水レベルになるまで、クレーンを使用して垂直方向に持ち上げられてもよい。ヘッドを持ち上げる、または取り外す前に、シールドは、ヘッドフランジのいずれかの側に配置される。冠水した格納容器内の水の中でヘッドを持ち上げることによって、シールドデバイスは、ヘッドの下に摺動されてもよく、ヘッドを、その後、シールドの中に下げることができる。ひとたびそうになると、シールドは密閉されてもよい。シールドが所定の位置にある状態で、ヘッドを、ヘッドを貯蔵領域に搬送することができるレール走路などの支持デバイスに移動させることがで

10

20

30

40

50

きる。ヘッドは次いで輸送機へと下げられ、ウインチが切り離されてもよい。

【0044】

図4は、格納容器構造体のフラディングの例証となる例を提示しており、この図面では、格納容器構造体の半分のみが表示されている。炉心は、反応炉圧力容器41内に収容され、パイプライン43を介して蒸気生成器42と接続される。格納容器全体は、反応炉の炉心からの燃料の取り出しより前に冠水される。この例では、格納容器のフラディングが反応炉フランジより下になるのを阻止するためにシール44が設けられる。蒸気生成器、加圧器または他の対応付けられた設備は、格納容器内のフラディングに浸漬される必要はない。このケースでは、それらを水から保護するためにこれらの機構の周りに仕切り45が位置決めされてもよい。そのようなケースでの仕切りは、反応炉フランジのレベルからフラディング水レベルより上まで延在する。仕切りを使用して通路が形成されることで、人間および設備を、含まれる可能性のある燃料補給プールより上の空間とそれより下の空間との間で移動させることを可能にしてもよい。仕切りは、円筒形であり、水レベルより上に延在し、反応炉ヘッドを取り囲み、そこに接続されることで、それはヘッドと共に持ち上げられる。そのような構成の利点は、反応炉内の水レベルを格納容器の冠水より前に下げる必要がないことである。

10

【0045】

そのような方法の使用は、燃料補給キャビティの使用、中継、または燃料補給機械の使用などの代替の方法に対する利点を有する。燃料補給キャビティと比べて、上記に記載した方法は、そのようなキャビティの必要性をなくし、これにより、格納容器の壁が燃料補給水を保持するための構造体を提供するような設計から構造上の複雑さを取り去る。また、反応炉圧力容器および蒸気生成器の周りの壁の除去は、システムを嚴重に結合することを可能にし、これは反応炉のサイズを縮小する。中継と比べて、この方法は、反応炉より上に必要とされる水の量の高さを縮小し、これは、格納容器の構造を簡素にする。燃料補給機械と比べて、この方法は、プール水が放射線シールドとして機能するような機械の簡素化を可能にし、そのため、これは、同時に燃料をシールドし移動させることが可能である燃料補給機械の必要性を低減させる。

20

【0046】

発明を上記に記載される例示の実施形態に関連して記載してきたが、本開示が与えられるとき、多くの等価の修正形態および変形形態が当業者にあきらかであろう。したがって、上記に記載した発明の例示の実施形態は、限定ではなく、例示とみなすべきである。記載される実施形態に対する様々な変更が、発明の精神および範囲から逸脱することなく行われてもよい。

30

【符号の説明】

【0047】

- 10 燃料補給設備
- 11 燃料補給キャビティ
- 12 壁
- 13 反応炉圧力容器
- 14 オーバーヘッド移動クレーン
- 15 ターンオーバー装置
- 16 燃料組立体
- 20 PWR
- 22 RPV
- 24 蒸気生成器
- 26 配管
- 28 加圧器
- 30 反応炉圧力容器
- 32 格納容器構造体
- 33 空間

40

50

- 34 ハッチ
- 35 クレーン
- 36 反応炉圧力容器ヘッド
- 37 保護シールド
- 41 反応炉圧力容器
- 42 蒸気生成器
- 43 パイプライン
- 44 シール
- 45 仕切り

【図面】

【図 1】

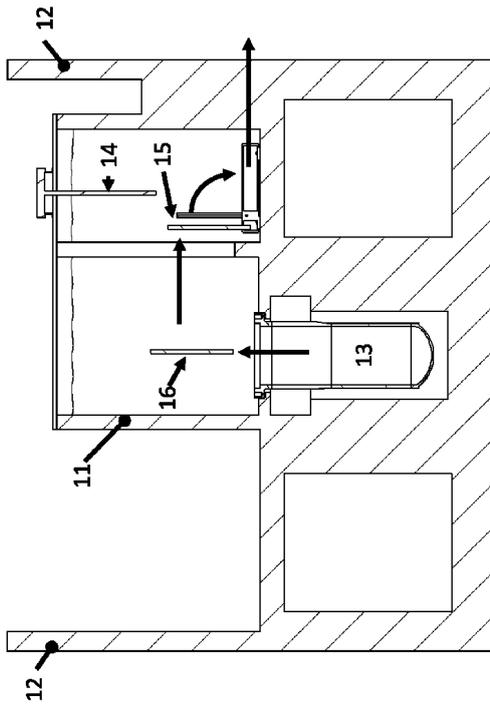


Fig. 1

【図 2】

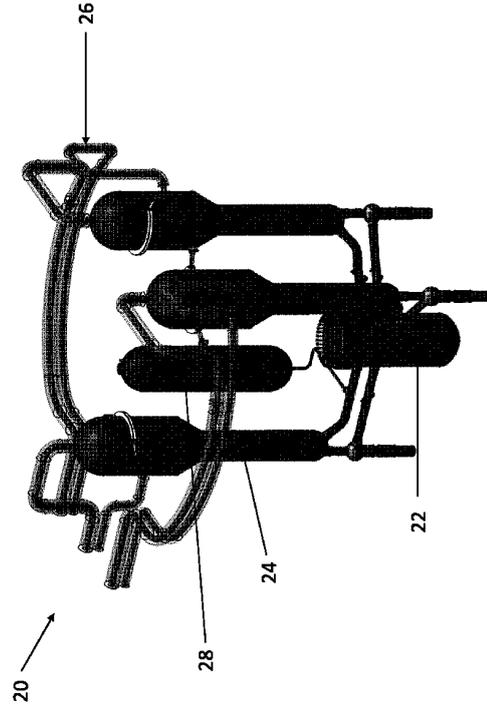


Fig. 2

10

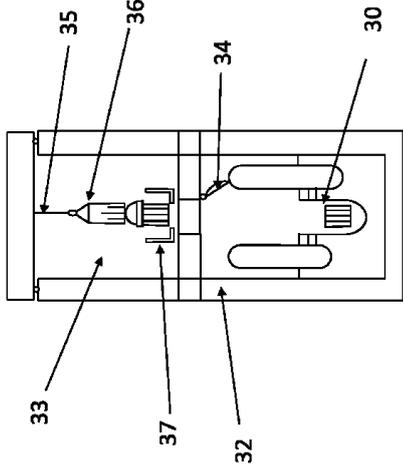
20

30

40

50

【 図 3 】



【 図 4 】

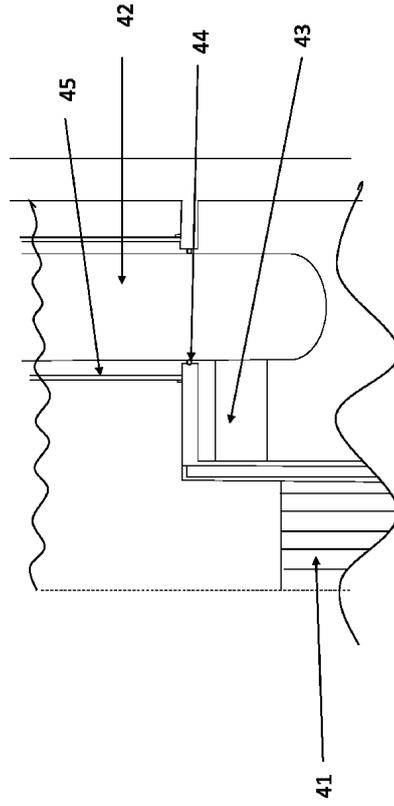


Fig. 3

Fig. 4

10

20

30

40

50

【手続補正書】

【提出日】令和5年12月19日(2023.12.19)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

原子炉圧力容器の反応炉圧力容器ヘッドに結合され、取り外すことができるリフトヘッドと、放射線遮蔽体を備える、原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステムであって、前記放射線遮蔽体は、前記リフトヘッドおよび前記放射線遮蔽体が、前記原子炉圧力容器から取り外されたとき前記反応炉圧力容器ヘッドを包み込み、前記反応炉圧力容器ヘッドと共に前記原子炉圧力容器から取り外されたいかなるヘッドパッケージ内容物も包み込むように前記リフトヘッドに接続可能である、原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項2】

前記放射線シールドは、貝殻構造のものである、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項3】

前記リフトヘッドには、前記反応炉圧力容器ヘッドを前記反応炉圧力容器に接続するボルトを締めたり緩めたりするための機構が備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項4】

前記リフトヘッドシステムには、アクセスが獲得され得る閉鎖可能な入口が備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項5】

前記リフトヘッドシステムには、炉心内部構造物をモニタするためのモニタリング設備が備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項6】

前記リフトヘッドシステムには、ドリフトレイが備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項7】

前記リフトヘッドシステムには、除湿器が備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項8】

前記リフトヘッドシステムには、任意の放射線照射された構成要素を中に含むためにシールドおよび負圧システムが備わっている、請求項1に記載の原子炉圧力容器のためのリフトヘッドシステム。

【請求項9】

請求項1から8のいずれか一項に記載のリフトヘッドシステムと、

支持体と、後退位置から下方位置まで伸張可能なウインチシステムとを備えるクレーンとを備え、

前記クレーンは、前記リフトヘッドシステムに結合される、原子炉の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項10】

前記リフトシステムは、前記原子炉圧力容器から離れたたいかなる取り外された炉心内部構造物も遮蔽するために第2の放射線シールドをさらに備える、請求項9に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項11】

10

20

30

40

50

前記第2のシールドは、貝殻シールドである、請求項10に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項12】

原子炉圧力容器を中に含む格納容器構造体と、

前記格納容器構造体より上の空間内に設置された、請求項1から8のいずれか一項に記載のリフトヘッドシステムとを備え、

ハッチが前記格納容器構造体にアクセスするために設けられる、原子炉発電所。

【請求項13】

原子炉圧力容器を中に含む格納容器構造体と、

請求項10に記載のリフトシステムとを備え、

前記第2の放射線シールドは、前記反応炉圧力容器ヘッドが前記格納容器構造体より上の空間に持ち上げられたとき、前記リフトヘッドに接続される、原子炉発電所。

【請求項14】

前記リフトヘッドおよび前記シールドを前記ハッチから離れるように移動させるために走路が設けられる、請求項12に記載の原子炉発電所。

【請求項15】

請求項1から8のいずれか一項に記載の前記リフトヘッドシステムと、

前記リフトヘッドシステムに結合される油圧式ジャックとを備える、原子炉の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

【請求項16】

前記クレーンは、可動式であるように床の上のレール上に設置される、または天井のガントリーに設置される、請求項9に記載の反応炉圧力容器ヘッドのためのリフトシステム。

10

20

30

40

50

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2022/060105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. G21C19/20 G21C19/32 G21C13/02		
ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G21D		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2002/122523 A1 (AOKI MASATAKA [JP] ET AL) 5 September 2002 (2002-09-05) see in particular fig. 11 and the description thereof -----	1, 2, 9, 10, 12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 1 August 2022		Date of mailing of the international search report 05/10/2022
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Angloher, Godehard

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

1

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/060105

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

10

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

20

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

30

2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.

3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims;; it is covered by claims Nos.:
1, 2, 9, 10, 12

40

Remark on Protest

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/EP2022/060105

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. claims: 1, 2, 9, 10, 12

A lift head according to claim 1;
 additional subject-matter of claim 2:
 the radiation shield is of a clam shell construction;

1.1. claims: 9, 10, 12

see the additional features of the respective claims;

2. claim: 3

A lift head according to e.g. claim 1;
 special technical features according to claim 3:
 the lift head is provided with a mechanism for fastening and
 unfastening the bolts connecting the reactor pressure vessel
 head to the reactor pressure vessel;

3. claim: 4

A lift head according to e.g. claim 1;
 special technical features according to claim 4:
 the lift head is provided with closable portals through
 which access may be gained;

4. claim: 5

A lift head according to e.g. claim 1;
 special technical features according to claim 5:
 the lift head is provided with monitoring equipment to
 monitor the core internals;

5. claims: 6, 7

A lift head according to e.g. claim 1;
 special technical features according to claim 6:
 the lift head is provided with a drip tray;
 special technical features according to claim 7:
 the lift head is provided with a dehumidifier;

6. claim: 8

A lift head according to e.g. claim 1;
 special technical features according to claim 8:
 the lift head is provided with a seal and a negative
 pressure system to contain any irradiated components;

10

20

30

40

50

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

7. claims: 11, 13, 14

A lift head according to claim 10;
special technical features common to claims 11, 13, and 14:
the second shield is a clam shell shield;

10

8. claim: 15

A lift system coupled to a lift according to e.g. claim 1;
special technical features according to claim 15:
a hydraulic jack, which is coupled to the lift head;

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2022/060105

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2002122523 A1	05-09-2002	JP 2002131483 A	09-05-2002
		TW 523761 B	11-03-2003
		US 2002097827 A1	25-07-2002
		US 2002122523 A1	05-09-2002

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

G 2 1 F 7/015(2006.01)

F I

G 2 1 F 3/00

G 2 1 F 7/015

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,N
E,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,
CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JM,JO,J
P,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,N
A,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,
TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

8 B J ・ ダービー ・ ピーオー ・ ボックス ・ 3 1 ・ ロールス - ロイス ・ ピーエルシー内