

(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2011-237293

(P2011-237293A)

(43) 公開日 平成23年11月24日(2011.11.24)

(51) Int.Cl.

G 2 1 C 19/32 (2006.01)

F 1

G 2 1 C 19/32

R

G 2 1 C 19/32

T

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-109209 (P2010-109209)
 (22) 出願日 平成22年5月11日 (2010.5.11)

(71) 出願人 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都港区港南二丁目16番5号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 小谷 健一郎
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内
 (72) 発明者 玉置 廣紀
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重
 工業株式会社内

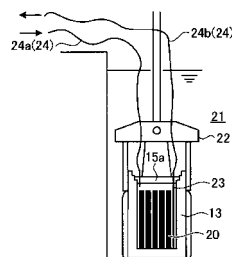
(54) 【発明の名称】 放射性物質収納方法

(57) 【要約】

【課題】 収納容器の重量を軽量化すること。

【解決手段】 一次蓋15aが取り外されたキャスク10の胴本体13を水中に沈め、胴本体13内に使用済燃料集合体20を収容する工程と、次に、胴本体13を水中に沈めたままで胴本体13の上部開口に一次蓋15aを取り付ける工程と、次に、胴本体13を水中に沈めたままで胴本体13内の水を排出する工程と、次に、キャスク10を水中から取り出す工程とを含む。このため、水中から取り出すときのキャスク10の重量が軽量化される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

蓋部が取り外された収納容器の胴本体を水中に沈め、前記胴本体内に放射性物質を収容する工程と、

次に、前記胴本体を水中に沈めたままで前記胴本体の上部開口に前記蓋部を取り付ける工程と、

次に、前記胴本体を水中に沈めたままで前記胴本体内の水を排出する工程と、

次に、前記収納容器を水中から取り出す工程と、

を含むことを特徴とする放射性物質収納方法。

【請求項 2】

前記胴本体内の水を排出する工程において、前記胴本体内に不活性ガスを導入することを特徴とする請求項 1 に記載の放射性物質収納方法。

【請求項 3】

前記収納容器を水中から取り出す工程中に、前記胴本体内に不活性ガスを導入することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の放射性物質収納方法。

【請求項 4】

前記胴本体内の水を排出する工程において、止具により前記蓋部を前記胴本体に押さえ付けることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一つに記載の放射性物質収納方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、使用済燃料などの放射性物質を収納容器に収納する放射性物質収納方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

核燃料サイクルの終期にあって、原子炉にて燃焼させた使用済燃料（放射性物質）は、高放射能物質を含み、その崩壊熱が発生するために熱的に冷却する必要があることから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間にわたって冷却される。その後、使用済燃料は、キャスク（収納容器）に収納され、輸送船、トラックの搬送方法により中間貯蔵施設、再処理工場などに搬送して貯蔵または処理される。なお、使用済燃料は、貯蔵にあたり、棒状のものが支持格子により複数支持された燃料集合体として構成されている（以下、使用済燃料を使用済燃料集合体という）。

【0003】

キャスクは、一般的に、上部が開口して円筒形状をなす胴本体と、この胴本体の外周部に設けられた中性子遮蔽体であるレジンと、このレジンの外周部に設けられた外筒と、胴本体の内部に配置されて使用済燃料集合体を収容するバスケットと、胴本体の上部に固定される一次蓋及び二次蓋とから構成されている。

【0004】

使用済燃料集合体をキャスクに収納するには、蓋が取り外されたキャスクの胴本体をこの燃料貯蔵プールに沈め、水中でこの胴本体内のバスケットに使用済燃料集合体を収容する作業を行う。そして、胴本体内に所定本数の使用済燃料集合体が収容されると、胴本体が水中に沈められたまま、胴本体の上部に一次蓋を固定することで上部開口を閉止する。続いて、一次蓋が固定された胴本体をプールから吊上げて取り出した後、除染ピット内で、一次蓋に形成されたベント・ドレン孔を通して内部の水を排出すると共に、真空ポンプを用いて残留した水を吸引除去し、キャビティ内にヘリウムガスを充填して密閉する。そして、胴本体の上部に二次蓋を固定することで上部開口を完全に閉止する。その後、使用済燃料集合体が収容されたキャスクは、中間貯蔵施設で適正な年数、つまり、所定の温度以下に冷却されるまで保管される（例えば、非特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】**【非特許文献】**

10

20

30

40

50

【 0 0 0 5 】

【非特許文献 1】使用済燃料貯蔵施設（中間貯蔵施設）に係る技術検討報告書 資源エネルギー庁 平成 12 年 12 月 添付資料 2 - 1 - 1 福島第一原子力発電所及び東海第二発電所の使用済燃料乾式貯蔵施設の概要について p. 2 - 8 ~ 2 - 10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

近年では、保管する使用済燃料集合体が増加傾向にあり、より多くの使用済燃料集合体をキャスクに収納する要望がある。ところが、使用済燃料集合体をプール内においてキャスクに収納し、胴本体をプールから吊上げる際、胴本体内に水が充填されていることから、当該作業時が最も重い状態であって、クレーンの揚重設備容量を超えることが考えられる。このため、クレーン揚重設備容量に応じた使用済燃料集合体の収納数とする必要があり、収納効率が低下する場合などがあった。この制限を緩和し収納効率を向上させるには、より高い揚重設備容量のクレーンを新設しなければならず、設備コストが嵩むことになる。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は上述した課題を解決するものであり、収納容器の重量を軽量化することのできる放射性物質収納方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

上述の目的を達成するために、本発明の放射性物質収納方法は、蓋部が取り外された収納容器の胴本体を水中に沈め、前記胴本体内に放射性物質を収容する工程と、次に、前記胴本体を水中に沈めたまま前記胴本体の上部開口に前記蓋部を取り付ける工程と、次に、前記胴本体を水中に沈めたまま前記胴本体内の水を排出する工程と、次に、前記収納容器を水中から取り出す工程と、を含むことを特徴とする。

20

【 0 0 0 9 】

この放射性物質収納方法によれば、胴本体を水中に沈めたまま胴本体内の水を排出するため、水中から取り出すときの収納容器の重量を軽量化することができる。この結果、収納容器を水中から取り出すときの揚重設備に係る荷重が軽減され、ハンドリング性を向上することができる。また、収納容器の重量が軽量化された分、揚重設備の容量の制限内で、より多くの放射性物質を収納容器に収納することができる。

30

【 0 0 1 0 】

また、本発明の放射性物質収納方法では、前記胴本体内の水を排出する工程において、前記胴本体内に不活性ガスを導入することを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

この放射性物質収納方法によれば、不活性ガスの導入により、水を排出した後の温度上昇を防ぐことができる。この結果、温度上昇により金属ガasketが腐食する事態を防ぐことができる。しかも、放射性物質の保護などにより収納容器内部の構造が複雑化して狭隘部分が多くなることにより、水はけが悪くなって後の真空乾燥に要する時間が延びる傾向にあるが、胴本体を水中に沈めたまま胴本体内の水を排出して、胴本体内に不活性ガスを導入することで、水はけを良好にし、真空乾燥に要する時間が延びる事態を抑制することができる。

40

【 0 0 1 2 】

また、本発明の放射性物質収納方法では、前記収納容器を水中から取り出す工程中に、前記胴本体内に不活性ガスを導入することを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この放射性物質収納方法によれば、不活性ガスの導入により、水を排出した後の温度上昇を防ぐことができる。この結果、温度上昇により金属ガasketが腐食する事態を防ぐことができる。しかも、放射性物質の保護などにより収納容器内部の構造が複雑化して狭隘部分が多くなることにより、水はけが悪くなって後の真空乾燥に要する時間が延びる傾

50

向にあるが、胴本体を水中に沈めたまま胴本体内の水を排出して、胴本体内に不活性ガスを導入することで、水はけを良好にし、真空乾燥に要する時間が延びる事態を抑制することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の放射性物質収納方法では、前記胴本体内の水を排出する工程において、止具により前記蓋部を前記胴本体に押さえ付けることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

この放射性物質収納方法によれば、水の排出中に胴本体内の内圧により蓋部が浮く事態を防止し、胴本体内部への水の侵入を防ぐことができる。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、収納容器の重量を軽量化することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法に適用される収納容器（キャスク）の一例を示す一部断面概略図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 に示す収納容器の横断面概略図である。

【 図 3 】 図 3 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 4 】 図 4 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 5 】 図 5 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

20

【 図 6 】 図 6 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 7 】 図 7 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、収納容器の排水構造の他の例を示す概略図である。

【 図 1 1 】 図 1 1 は、収納容器の排水構造の他の例を示す概略図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

以下に、本発明に係る実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施の形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

30

【 0 0 1 9 】

図 1 は、本実施の形態の放射性物質収納方法に適用される収納容器（キャスク）の一例を示す一部断面概略図であり、図 2 は、図 1 に示す収納容器の横断面概略図である。

【 0 0 2 0 】

図 1 および図 2 に示すように、放射性物質を収納する収納容器としてのキャスク 1 0 は、略円筒形状に形成されている。キャスク 1 0 は、キャビティ 1 1 と、バスケット 1 2 と、容器本体としての胴本体 1 3 と、底部 1 4 と、蓋部 1 5 と、中性子遮蔽体 1 6 と、補助遮蔽体 1 7 とを備える。なお、補助遮蔽体 1 7 は、収納するリサイクル燃料の仕様によって、装着が必要な場合に補助的に用いられるものである。

40

【 0 0 2 1 】

キャビティ 1 1 は、キャスク 1 0 の内部に形成されている。キャビティ 1 1 は、胴本体 1 3 と底部 1 4 と蓋部 1 5 によって囲まれる空間である。バスケット 1 2 は、キャスク 1 0 の内部に設けられる。バスケット 1 2 は、後述する使用済燃料集合体 2 0 を収納するセル 1 2 a を有する。バスケット 1 2 は、例えば、中性子吸収性能をもつ材料の粉末を添加したアルミニウム複合材によって構成される。キャビティ 1 1 は、その内面が、バスケット 1 2 の外周形状に合わせて形成されている。なお、キャビティ 1 1 を単純形状の円筒形として、キャビティ 1 1 とバスケット 1 2 との間のセルとして使えない隙間に伝熱性能に優れたスペーサを配置したものとしてもよい。

【 0 0 2 2 】

50

胴本体 13 は、略円筒形状に形成されている。胴本体 13 は、一方の端部に底部 14 が溶接により結合される。また、胴本体 13 は、他方の開口端に蓋部 15 が設けられる。また、胴本体 13 は、その外側にトラニオン 18 が固定されている。トラニオン 18 は、キャスク 10 をクレーンなどの揚重設備で吊るための吊具として機能する。胴本体 13 は、周囲に中性子遮蔽体 16 が封入されている。中性子遮蔽体 16 は、水素を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を実現するものである。中性子遮蔽体 16 は、中性子吸収剤としてほう素またはほう素化合物を含むレジンが代表的である。これにより、胴本体 13 は、中性子遮蔽機能が高められる。また、底部 14 は、内部に中性子遮蔽体 16 が封入され、中性子遮蔽機能が高められている。

【0023】

蓋部 15 は、胴本体 13 の底部 14 とは反対側の開口端を閉塞する。蓋部 15 は、一次蓋 15 a と二次蓋 15 b とを含んで構成される。一次蓋 15 a は、線を遮蔽する炭素鋼やステンレス鋼を材料として円盤形状に形成される。二次蓋 15 b も、一次蓋 15 a と同様に、線を遮蔽する炭素鋼やステンレス鋼を材料として円盤形状に形成される。また、二次蓋 15 b は、内部に中性子遮蔽体 16 が封入され、中性子遮蔽機能が高められている。

【0024】

一次蓋 15 a および二次蓋 15 b は、炭素鋼やステンレス鋼を材料とするボルト 19 a , 19 b により胴本体 13 に取付けられる。この時、図には明示しないが、一次蓋 15 a と胴本体 13 との間には金属ガスケットが設けられる。また、図には明示しないが、二次蓋 15 b と胴本体 13 との間にも、金属ガスケットが設けられる。この金属ガスケットは、一次蓋 15 a と胴本体 13 との間の密封性を確保する。また、金属ガスケットは、二次蓋 15 b と胴本体 13 との間の密封性を確保する。

【0025】

図 3 ~ 図 9 は、本実施の形態に係る放射性物質収納方法を示す工程図である。この図 3 ~ 図 9 を参照し、上述したキャスク（収納容器）10 に放射性物質としての使用済燃料集合体 20 を収納する収納方法について説明する。使用済燃料集合体 20 は、使用済燃料棒が支持格子により複数支持されたものである。なお、キャスク 10 に収納される放射性物質は、使用済燃料集合体 20 に限らず、未使用燃料や放射性廃棄物を含む。

【0026】

図 3 に示すように、蓋部 15 が取り外された状態のキャスク 10 の胴本体 13 を燃料貯蔵プール 21（またはキャスクローディングピット）の水底に沈める。これにより、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 は、燃料貯蔵プール 21 の水で満たされた状態となる。胴本体 13 は、トラニオン 18 に掛けられたクレーン 22 により吊り下げられて燃料貯蔵プール 21 内に運ばれる。なお、本実施の形態のキャスク 10 は、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 に、底部 14 から上部開口に向けて上下に延在する排水管 23 が設けられている。一方、取り外された蓋部 15 の一次蓋 15 a は、胴本体 13 の内部のキャビティ 11に通じる管 24 が設けられている。管 24 は、一次蓋 15 a に設けられた図示しないペントポートおよびドレンポートに対して着脱自在に設けられている。本実施の形態において、管 24 は、給気ライン 24 a と排水ライン 24 b とで構成されている。給気ライン 24 a は、一次蓋 15 a を胴本体 13 に取り付けた状態で、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 上部域に通じる。また、排水ライン 24 b は、一次蓋 15 a を胴本体 13 に取り付けた状態で、排水管 23 に連通する。なお、胴本体 13 は、燃料貯蔵プール 21 の水により胴本体 13 が汚れる事態を防ぐため、その外周が防染バッグ 25 で覆われている。

【0027】

次に、図 4 に示すように、胴本体 13 を燃料貯蔵プール 21 に沈めたままで、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 に設けられたバスケット 12 の各セル 12 a に、使用済燃料集合体 20 を収容する。使用済燃料集合体 20 は、燃料取扱工具 26 により吊り下げられてセル 12 a に装荷される。

【0028】

次に、図 5 および図 6 に示すように、胴本体 13 を燃料貯蔵プール 21 に沈めたままで、胴本体 13 の上部開口に一次蓋 15 a を取り付け。一次蓋 15 a は、クレーン 22 により吊り下げられて胴本体 13 に対して設置される。ここで、数本のボルト 19 a を止具とし、一次蓋 15 a を胴本体 13 に押さえ付ける。なお、一次蓋 15 a を胴本体 13 に押さえ付ける止具は、ボルト 19 a に限らず、例えば、一次蓋 15 a を設置したクレーン 22 をそのまま用いてもよい。

【 0 0 2 9 】

次に、図 6 に示すように、胴本体 13 を燃料貯蔵プール 21 に沈めたままで、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 の水を排出する。具体的には、給気ライン 24 a により不活性ガス（例えば、ヘリウム、アルゴン、または窒素）を給気することで、キャビティ 11 内の水を排水管 23 および排水ライン 24 b により排出する。給気した気体が排水ライン 24 b から排気されることでキャビティ 11 内の水の大部分が排出されたことを確認できる。なお、全ての水が排出された後も、不活性ガスを給気し続ける。

10

【 0 0 3 0 】

次に、図 7 に示すように、一次蓋 15 a が取り付けられた胴本体 13（カスク 10）を、燃料貯蔵プール 21 の外部に取り出す。カスク 10 は、トラニオン 18 に掛けられたクレーン 22 により吊り上げられて燃料貯蔵プール 21 外に運ばれる。燃料貯蔵プール 21 の外部に取り出されたカスク 10 は、図 8 に示すように、除染場 27 に載置される。なお、カスク 10 を燃料貯蔵プール 21 の外部に取り出す本工程中に、不活性ガスを給気し続ける。

20

【 0 0 3 1 】

次に、図 8 に示すように、一次蓋 15 a をボルト 19 a により密閉し、図示しない真空ポンプを用いてキャビティ 11 に残留した水を吸引除去し（真空乾燥）、キャビティ 11 にヘリウムガスを充填する。

【 0 0 3 2 】

次に、図 9 に示すように、給気ライン 24 a および排水ライン 24 b を取り外し、胴本体 13 の上部に二次蓋 15 b を固定することで上部開口を完全に閉止する。

【 0 0 3 3 】

なお、図 10 の排水構造の他の例を示す概略図に示すように、排水管 23 および排水ライン 24 b を用いなくてもよい。この場合、胴本体 13 のキャビティ 11 の水を燃料貯蔵プール 21 に排出する排出口 28 を、胴本体 13 の底部 14 側に配置する。排出口 28 には、燃料貯蔵プール 21 の水がキャビティ 11 内に逆流する事態を防ぐために逆止弁を設ける。

30

【 0 0 3 4 】

また、胴本体 13 の内部のキャビティ 11 の水を排出する工程では、図示しない真空ポンプを用いて排水ライン 24 b からキャビティ 11 の水を吸引しつつ、給気ライン 24 a から不活性ガスを供給してもよい。

【 0 0 3 5 】

また、図 11 の排水構造の他の例を示す概略図に示すように、上述した給気ライン 24 a および排水ライン 24 b は、胴本体 13 に着脱自在に取り付けられる構成であってもよい。

40

【 0 0 3 6 】

このように、本実施の形態の放射性物質収納方法は、胴本体 13 を水中に沈めたままで胴本体 13 内のキャビティ 11 の水を排出する。このため、水中から取り出すときのカスク 10 の重量を軽量化することが可能になる。この結果、カスク 10 を水中から取り出すときのクレーン 22 に係る荷重が軽減され、ハンドリング性を向上できる。また、カスク 10 の重量が軽量化された分、クレーン 22 の揚重設備容量の制限内で、より多くの使用済燃料集合体 20 をカスク 10 に収納できる。

【 0 0 3 7 】

また、本実施の形態の放射性物質収納方法では、胴本体 13 内のキャビティ 11 の水を

50

排出する工程において、胴本体 13 内のキャビティ 11 に不活性ガスを導入する。このため、水を排出した後の温度上昇を防ぐことが可能になる。この結果、温度上昇により金属ガスケットが腐食する事態を防ぐことが可能になる。しかも、使用済燃料集合体 20 の保護などによりバスケット 12 の構造が複雑化して狭隘部分が多くなることにより、水はけが悪くなって後の真空乾燥に要する時間が延びる傾向にあるが、胴本体 13 を水中に沈めたまま胴本体 13 内のキャビティ 11 の水を排出して、胴本体 13 内のキャビティ 11 に不活性ガスを導入することで、水はけを良好にし、真空乾燥に要する時間が延びる事態を抑制することが可能になる。

【0038】

また、本実施の形態の放射性物質収納方法では、キャスク 10 を水中から取り出す工程中に、胴本体 13 内のキャビティ 11 に不活性ガスを導入する。このため、水を排出した後の温度上昇を防ぐことが可能になる。この結果、温度上昇により金属ガスケットが腐食する事態を防ぐことが可能になる。しかも、使用済燃料集合体 20 の保護などによりバスケット 12 の構造が複雑化して狭隘部分が多くなることにより、水はけが悪くなって後の真空乾燥に要する時間が延びる傾向にあるが、胴本体 13 を水中に沈めたまま胴本体 13 内のキャビティ 11 の水を排出して、胴本体 13 内のキャビティ 11 に不活性ガスを導入することで、水はけを良好にし、真空乾燥に要する時間が延びる事態を抑制することが可能になる。

【0039】

また、本実施の形態の放射性物質収納方法では、胴本体 13 内のキャビティ 11 の水を排出する工程において、止具（ボルト 19 a またはクレーン 22）により一次蓋 15 a を胴本体 13 に押さえ付ける。このため、水の排出中にキャビティ 11 の内圧により一次蓋 15 a が浮く事態を防止し、キャビティ 11 への水の侵入を防ぐことが可能になる。

【産業上の利用可能性】

【0040】

以上のように、本発明に係る放射性物質収納方法は、収納容器の重量を軽量化することに適している。

【符号の説明】

【0041】

- 10 キャスク
- 11 キャビティ
- 12 バスケット
- 12 a セル
- 13 胴本体
- 14 底部
- 15 蓋部
- 15 a 一次蓋
- 15 b 二次蓋
- 16 中性子遮蔽体
- 17 補助遮蔽体
- 18 トラニオン
- 19 a , 19 b ボルト
- 20 使用済燃料集合体
- 21 燃料貯蔵プール
- 22 クレーン
- 23 排水管
- 24 管
- 24 a 給気ライン
- 24 b 排水ライン
- 25 防染バッグ

10

20

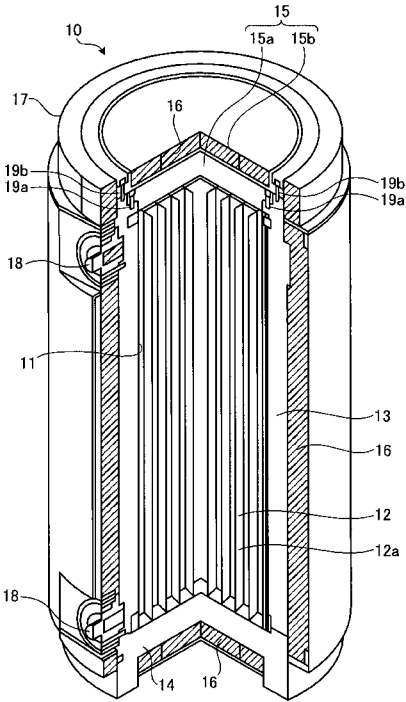
30

40

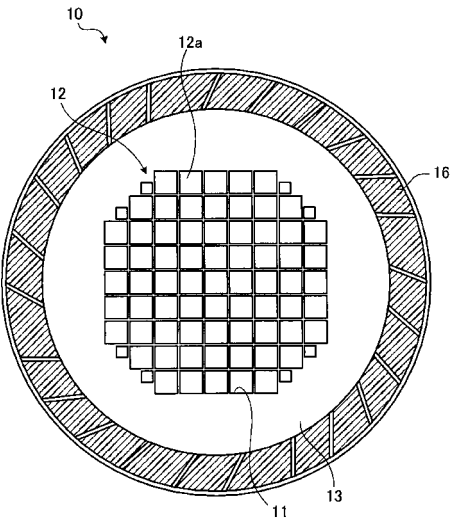
50

- 2 6 燃料取扱工具
- 2 7 除染場
- 2 8 排出口

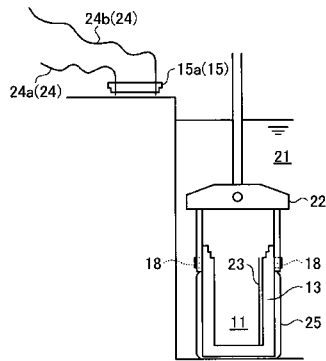
【 図 1 】



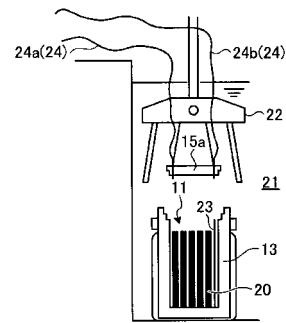
【 図 2 】



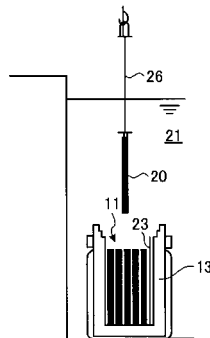
【図 3】



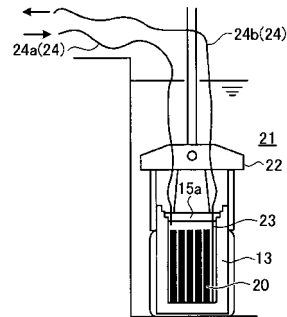
【図 5】



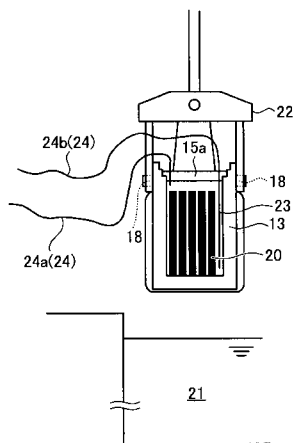
【図 4】



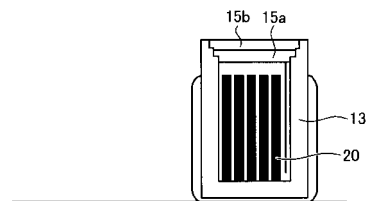
【図 6】



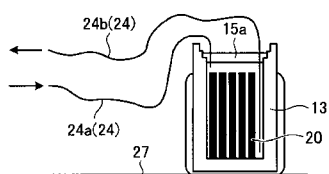
【図 7】



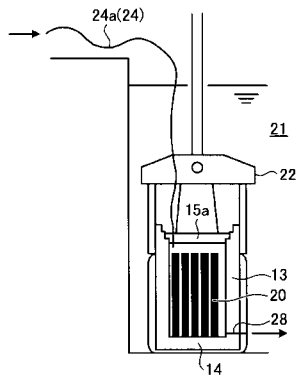
【図 9】



【図 8】



【図 10】



【図 11】

