

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7036618号

(P7036618)

(45)発行日 令和4年3月15日(2022.3.15)

(24)登録日 令和4年3月7日(2022.3.7)

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 C 17/08 (2006.01)

G 2 1 C 17/08

G 0 3 B 17/56 (2021.01)

G 0 3 B 17/56

A

G 2 1 C 17/003(2006.01)

G 2 1 C 17/003

G 2 1 C 19/02 (2006.01)

G 2 1 C 19/02

0 2 0

請求項の数 5 (全21頁)

(21)出願番号 特願2018-26141(P2018-26141)
 (22)出願日 平成30年2月16日(2018.2.16)
 (65)公開番号 特開2019-144015(P2019-144015
 A)
 (43)公開日 令和1年8月29日(2019.8.29)
 審査請求日 令和2年12月10日(2020.12.10)

(73)特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74)代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72)発明者 吉川 利一
 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 水野 雅史
 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 橋川 雄樹
 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱
 重工業株式会社内
 審査官 後藤 大思

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮影装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

原子炉容器に設けられたコンジットチューブと、当該コンジットチューブに挿し込まれる
 シンプルチューブとについて、前記コンジットチューブの端部と前記シンプルチューブと
 の間のシール部分の撮影を行う撮影装置であって、
 前記コンジットチューブに固定されて前記コンジットチューブの中心軸の回りに回転可能
 に支持された回転台と、
 前記回転台に設けられてカメラを保持するカメラ保持部と、
 を含み、
 前記回転台は、
前記コンジットチューブの径方向から配置可能に2分割に形成された固定部を有すると共に、
前記中心軸の回りに円弧状に連続する第一案内部を有する第一回転台部材と、
前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第一回転台
部材の前記第一案内部に係合する第一係合部を有すると共に、前記中心軸の回りに前記第
一案内部と合わせて±180度を超えて±360度未満で円弧状に連続する第二案内部を
有する第二回転台部材と、
前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第二回転台
部材の前記第二案内部に係合する第二係合部を有し、前記カメラ保持部が取り付けられる
第三回転台部材と、
 を備える、撮影装置。

【請求項 2】

原子炉容器に設けられたコンジットチューブと、当該コンジットチューブに挿し込まれる
シンプルチューブとについて、前記コンジットチューブの端部と前記シンプルチューブと
の間のシール部分の撮影を行う撮影装置であって、
前記コンジットチューブに固定されて前記コンジットチューブの中心軸の回りに回転可能
に支持された回転台と、
前記回転台に設けられてカメラを保持するカメラ保持部と、
を含み、
前記カメラ保持部は、
前記中心軸に沿って延在して前記回転台に固定される支柱部と、
前記支柱部の延在方向に沿ってスライド移動が可能に設けられた第一スライド部と、
前記第一スライド部を前記支柱部の回りに回転可能に支持する第一回転部と、
前記第一スライド部に取り付けられて前記支柱部に交差して延在する交差軸に沿ってスラ
イド移動が可能に設けられた第二スライド部と、
前記第二スライド部を前記交差軸の回りに回転可能に支持する第二回転部と、
前記第二スライド部に取り付けられて前記カメラを固定するカメラ固定部と、
を備える、撮影装置。

10

【請求項 3】

原子炉容器に設けられたコンジットチューブと、当該コンジットチューブに挿し込まれる
シンプルチューブとについて、前記コンジットチューブの端部と前記シンプルチューブと
の間のシール部分の撮影を行う撮影装置であって、
前記コンジットチューブに固定されて前記コンジットチューブの中心軸の回りに回転可能
に支持された回転台と、
前記回転台に設けられてカメラを保持するカメラ保持部と、
を含み、
前記回転台は、
前記コンジットチューブの径方向から配置可能に 2 分割に形成された固定部を有すると共
に、前記中心軸の回りに円弧状に連続する第一案内部を有する第一回転台部材と、
前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第一回転台
部材の前記第一案内部に係合する第一係合部を有すると共に、前記中心軸の回りに前記第
一案内部と合わせて ± 180 度を超えて ± 360 度未満で円弧状に連続する第二案内部を
有する第二回転台部材と、
前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第二回転台
部材の前記第二案内部に係合する第二係合部を有し、前記カメラ保持部が取り付けられる
第三回転台部材と、
を備え、
前記カメラ保持部は、
前記中心軸に沿って延在して前記回転台に固定される支柱部と、
前記支柱部の延在方向に沿ってスライド移動が可能に設けられた第一スライド部と、
前記第一スライド部を前記支柱部の回りに回転可能に支持する第一回転部と、
前記第一スライド部に取り付けられて前記支柱部に交差して延在する交差軸に沿ってスラ
イド移動が可能に設けられた第二スライド部と、
前記第二スライド部を前記交差軸の回りに回転可能に支持する第二回転部と、
前記第二スライド部に取り付けられて前記カメラを固定するカメラ固定部と、
を備える、撮影装置。

20

30

40

【請求項 4】

前記カメラで撮影された画像を表示する表示部をさらに備える、請求項 1 ~ 3 のいずれか
1 つに記載の撮影装置。

【請求項 5】

前記カメラで撮影された画像を記憶する記憶部をさらに備える、請求項 1 ~ 4 のいずれか

50

1 つに記載の撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、原子炉下部に設置されている炉内計測用機器の案内管としてのシンプルチューブが、その外管としてのコンジットチューブに対して挿入されている構成において、コンジットチューブの端部とシンプルチューブとの間でのシールの点検を行うための撮影装置に関する。

【背景技術】

【0002】

原子力発電所（加圧水型原子炉（PWR：Pressurized Water Reactor））において、原子炉容器は、下鏡を貫通する多数の計装管台が設けられており、各計装管台は、炉内側の上端部に炉内計装案内管が連結されている一方、炉外側の下端部にコンジットチューブが連結されている。コンジットチューブには、中性子束を計測可能な中性子束検出器が挿入されるシンプルチューブが挿通される。シンプルチューブは、コンジットチューブを介して計装管台および炉内計装案内管を通り、燃料集合体まで挿入可能となっている。一方、コンジットチューブは、下鏡から原子炉容器の外部に引き出され、端部が原子炉容器とは別室のシールテーブルに固定されている。このコンジットチューブと、コンジットチューブに挿通されたシンプルチューブとは、コンジットチューブの端部において高圧シール（例えば、耐圧15MPa以上）により漏水を防止するようにシールされている。

【0003】

上述した原子力発電所において、定期検査時に燃料集合体を原子炉容器から取り出す場合、燃料集合体の取り出しや装着に際して中性子検出器およびシンプルチューブが邪魔になることから、シンプルチューブを燃料集合体から抜き出すことになる。従って、中性子検出器をシンプルチューブから抜き出した後、少なくとも燃料集合体から抜き出される数m分のシンプルチューブをコンジットチューブ端部から引き抜くことになる。この際、コンジットチューブの端部におけるシールの健全性を確認するため目視点検が行われる。

【0004】

ところで、例えば、特許文献1には、燃料集合体の外観検査装置として、燃料集合体の下部を回転支持機構により回転自在に垂直支持し、燃料集合体に対向して昇降ガイド装置を並設し、昇降ガイド装置にテレビカメラとズームレンズを取り付けることが示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】実開平8-262180号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

従来、上述したコンジットチューブの端部におけるシールの健全性を確認するため目視点検では、シールが健全であるか否かを現場で判定し当該判定のみを記録していた。しかし、健全と判定しても、若干の傷が生じている場合、当該傷の存在は記録として残らず、次の点検に反映されることはない。また、健全であるか否かの判定は、熟練者により現場で行われており、判定基準のような判定する技術を伝えることが難しかった。

【0007】

そこで、目視する箇所を撮影することで記録を残すことが考えられるが、コンジットチューブの端部におけるシールの健全性を確認できるようにカメラで撮影する装置について確立されていない。

【0008】

本発明は上述した課題を解決するものであり、コンジットチューブの端部とシンプルチューブとの間のシールの点検をするための撮影を行うことのできる撮影装置を提供すること

10

20

30

40

50

を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上述の目的を達成するために、本発明の一態様に係る撮影装置は、原子炉容器に設けられたコンジットチューブと、当該コンジットチューブに挿し込まれるシンプルチューブとについて、前記コンジットチューブの端部と前記シンプルチューブとの間のシール部分の撮影を行う撮影装置であって、前記コンジットチューブに固定されて前記コンジットチューブの中心軸の回りに回転可能に支持された回転台と、前記回転台に設けられてカメラを保持するカメラ保持部と、を含む。

【0010】

また、本発明の一態様に係る撮影装置では、前記回転台は、前記コンジットチューブの径方向から配置可能に2分割に形成された固定部を有すると共に、前記中心軸の回りに円弧状に連続する第一案内部を有する第一回転台部材と、前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第一回転台部材の前記第一案内部に係合する第一係合部を有すると共に、前記中心軸の回りに前記第一案内部と合わせて ± 180 度を超えて ± 360 度未満で円弧状に連続する第二案内部を有する第二回転台部材と、前記第一回転台部材に対して前記中心軸の回りに回転可能に設けられて、前記第二回転台部材の前記第二案内部に係合する第二係合部を有し、前記カメラ保持部が取り付けられる第三回転台部材と、を備えることが望ましい。

【0011】

また、本発明の一態様に係る撮影装置では、前記カメラ保持部は、前記中心軸に沿って延在して前記回転台に固定される支柱部と、前記支柱部の延在方向に沿ってスライド移動が可能に設けられた第一スライド部と、前記第一スライド部を前記支柱部の回りに回転可能に支持する第一回転部と、前記第一スライド部に取り付けられて前記支柱部に交差して延在する交差軸に沿ってスライド移動が可能に設けられた第二スライド部と、前記第二スライド部を前記交差軸の回りに回転可能に支持する第二回転部と、前記第二スライド部に取り付けられて前記カメラを固定するカメラ固定部と、を備えることが望ましい。

【0012】

また、本発明の一態様に係る撮影装置では、前記カメラで撮影された画像を表示する表示部をさらに備えることが望ましい。

【0013】

また、本発明の一態様に係る撮影装置では、前記カメラで撮影された画像を記憶する記憶部をさらに備えることが望ましい。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、コンジットチューブの中心軸の回りに回転可能にカメラを支持しながら撮影をすることができる。この結果、コンジットチューブの端部とシンプルチューブとの間のシールの点検をするための撮影を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、原子力発電プラントの一例の概略構成図である。

【図2】図2は、加圧水型原子炉の縦断面図である。

【図3】図3は、コンジットチューブを説明する概略側面図である。

【図4】図4は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの側面図である。

【図5】図5は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの縦断面図である。

【図6】図6は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの側面図である。

【図7】図7は、本発明の実施形態に係る撮影装置の側面図である。

【図8】図8は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の平面図である。

【図9】図9は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の一部の平面図である。

【図10】図10は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の一部の平面図で

10

20

30

40

50

ある。

【図 1 1】図 1 1 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の一部の平面図である。

【図 1 2】図 1 2 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の一部の平面図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の動作をあらわす平面図である。

【図 1 4】図 1 4 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の動作をあらわす平面図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の動作をあらわす平面図である。

10

【図 1 6】図 1 6 は、本発明の実施形態に係る撮影装置における回転台の動作をあらわす平面図である。

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施形態に係る撮影装置におけるカメラ保持部の平面図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の実施形態に係る撮影装置の他の例の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施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。

20

【0017】

図 1 は、原子力発電プラントの一例の概略構成図であり、図 2 は、加圧水型原子炉の縦断面図である。

【0018】

図 1 に示す原子力発電プラントは、加圧水型原子炉 (PWR: Pressurized Water Reactor) を有する。この原子力発電プラントは、原子炉格納容器 100 内において、加圧水型原子炉の原子炉容器 101、加圧器 102、蒸気発生器 103 および一次冷却水ポンプ 104 が、一次冷却水管 105 により順次接続されて、一次冷却水の循環経路が構成されている。

30

【0019】

原子炉容器 101 は、内部に燃料集合体 120 を密閉状態で格納するもので、燃料集合体 120 が挿抜できるように、原子炉容器本体 101a とその上部に装着される原子炉容器蓋 101b とにより構成されている。原子炉容器本体 101a は、上部に一次冷却水としての軽水を給排する入口側管台 101c および出口側管台 101d が設けられている。出口側管台 101d は、蒸気発生器 103 の入口側水室 103a に連通するように一次冷却水管 105 が接続されている。また、入口側管台 101c は、蒸気発生器 103 の出口側水室 103b に連通するように一次冷却水管 105 が接続されている。

【0020】

蒸気発生器 103 は、半球形状に形成された下部において、入口側水室 103a と出口側水室 103b とが仕切板 103c によって区画されて設けられている。入口側水室 103a および出口側水室 103b は、その天井部に設けられた管板 103d によって蒸気発生器 103 の上部側と区画されている。蒸気発生器 103 の上部側には、逆 U 字形状の伝熱管 103e が設けられている。伝熱管 103e は、入口側水室 103a と出口側水室 103b とを繋ぐように端部が管板 103d に支持されている。そして、入口側水室 103a は、入口側の一次冷却水管 105 が接続され、出口側水室 103b は、出口側の一次冷却水管 105 が接続されている。また、蒸気発生器 103 は、管板 103d によって区画された上部側の上端に、出口側の二次冷却水管 106a が接続され、上部側の側部に、入口側の二次冷却水管 106b が接続されている。

40

【0021】

50

また、原子力発電プラントは、蒸気発生器 103 が、原子炉格納容器 100 外で二次冷却水管 106a, 106b を介して蒸気タービン 107 に接続されて、二次冷却水の循環経路が構成されている。

【0022】

蒸気タービン 107 は、高圧タービン 108 および低圧タービン 109 を有するとともに、発電機 110 が接続されている。また、高圧タービン 108 および低圧タービン 109 は、湿分分離加熱器 111 が、二次冷却水管 106a から分岐して接続されている。また、低圧タービン 109 は、復水器 112 に接続されている。この復水器 112 は、二次冷却水管 106b に接続されている。二次冷却水管 106b は、上述したように蒸気発生器 103 に接続され、復水器 112 から蒸気発生器 103 に至り、復水ポンプ 113、低圧給水加熱器 114、脱気器 115、主給水ポンプ 116、および高圧給水加熱器 117 が設けられている。

10

【0023】

従って、原子力発電プラントでは、一次冷却水が原子炉容器 101 にて加熱されて高温・高圧となり、加圧器 102 にて加圧されて圧力を一定に維持されつつ、一次冷却水管 105 を介して蒸気発生器 103 に供給される。蒸気発生器 103 では、一次冷却水と二次冷却水との熱交換が行われることにより、二次冷却水が蒸発して蒸気となる。熱交換後の冷却した一次冷却水は、一次冷却水管 105 を介して一次冷却水ポンプ 104 側に回収され、原子炉容器 101 に戻される。一方、熱交換により蒸気となった二次冷却水は、蒸気タービン 107 に供給される。蒸気タービン 107 に係り、湿分分離加熱器 111 は、高圧タービン 108 からの排気から湿分を除去し、さらに加熱して過熱状態とした後に低圧タービン 109 に送る。蒸気タービン 107 は、二次冷却水の蒸気により駆動され、その動力が発電機 110 に伝達されて発電される。タービンの駆動に供された蒸気は、復水器 112 に排出される。復水器 112 は、取水管 112a を介してポンプ 112b により取水した冷却水（例えば、海水）と、低圧タービン 109 から排出された蒸気とを熱交換し、当該蒸気を凝縮させて低圧の飽和液に戻す。熱交換に用いられた冷却水は、排水管 112c から排出される。また、凝縮された飽和液は、二次冷却水となり、復水ポンプ 113 によって二次冷却水管 106b を介して復水器 112 の外部に送り出される。さらに、二次冷却水管 106b を経る二次冷却水は、低圧給水加熱器 114 で、例えば、低圧タービン 109 から抽気した低圧蒸気により加熱され、脱気器 115 で溶存酸素や不凝結ガス（アンモニアガス）などの不純物が除去された後、主給水ポンプ 116 により送水され、高圧給水加熱器 117 で、例えば、高圧タービン 108 から抽気した高圧蒸気により加熱された後、蒸気発生器 103 に戻される。

20

30

【0024】

このように構成された原子力発電プラントの加圧水型原子炉において、図 2 に示すように、原子炉容器 101 は、その内部に燃料集合体 120 を含む炉内構造物が挿入できるように、原子炉容器本体 101a に対して原子炉容器蓋 101b が複数のスタッドボルト 121 およびナット 122 により開閉可能に固定されている。

【0025】

原子炉容器本体 101a は、原子炉容器蓋 101b を取り外すことで上部が開口可能であり、下部が半球形状をなす下鏡 101e により閉塞された円筒形状をなしている。原子炉容器本体 101a は、内部にて、入口側管台 101c および出口側管台 101d より上方に上部炉心支持板 123 が固定される一方、下方の下鏡 101e の近傍に位置して下部炉心支持板 124 が固定されている。この上部炉心支持板 123 および下部炉心支持板 124 は、円板形状をなして図示しない多数の連通孔が形成されている。そして、上部炉心支持板 123 は、複数の炉心支持ロッド 125 を介して下方に図示しない多数の連通孔が形成された上部炉心板 126 が連結されている。

40

【0026】

原子炉容器本体 101a は、内部に円筒形状をなす炉心槽 127 が内壁面と所定の隙間をもって配置されており、この炉心槽 127 は、上部が上部炉心板 126 に連結され、下部

50

に円板形状をなして図示しない多数の連通孔が形成された下部炉心板 1 2 8 が連結されている。そして、下部炉心板 1 2 8 は、下部炉心支持板 1 2 4 に支持されている。即ち、炉心槽 1 2 7 は、原子炉容器本体 1 0 1 a の下部炉心支持板 1 2 4 に支持されることとなる。

【 0 0 2 7 】

上部炉心板 1 2 6 と炉心槽 1 2 7 と下部炉心板 1 2 8 とにより炉心 1 2 9 が形成されている。炉心 1 2 9 は、内部に多数の燃料集合体 1 2 0 が配置されている。燃料集合体 1 2 0 は、図示しないが、多数の燃料棒が支持格子により格子状に束ねられて構成され、上端部に上部ノズルが固定される一方、下端部に下部ノズルが固定されている。また、炉心 1 2 9 は、内部に多数の制御棒 1 3 0 が配置されている。この多数の制御棒 1 3 0 は、上端部がまとめられて制御棒クラスタ 1 3 1 となり、燃料集合体 1 2 0 内に挿入可能となっている。上部炉心支持板 1 2 3 は、この上部炉心支持板 1 2 3 を貫通して多数の制御棒クラスタ案内管 1 3 2 が固定されており、各制御棒クラスタ案内管 1 3 2 は、下端部が燃料集合体 1 2 0 内の制御棒クラスタ 1 3 1 まで延出されている。

10

【 0 0 2 8 】

原子炉容器 1 0 1 を構成する原子炉容器蓋 1 0 1 b は、上部が半球形状をなして磁気式ジャッキの制御棒駆動装置 1 3 3 が設けられており、原子炉容器蓋 1 0 1 b と一体をなすハウジング 1 3 4 内に収容されている。多数の制御棒クラスタ案内管 1 3 2 は、上端部が制御棒駆動装置 1 3 3 まで延出され、この制御棒駆動装置 1 3 3 から延出されて制御棒クラスタ駆動軸 1 3 5 が、制御棒クラスタ案内管 1 3 2 内を通過して燃料集合体 1 2 0 まで延出され、制御棒クラスタ 1 3 1 を把持可能となっている。

20

【 0 0 2 9 】

この制御棒駆動装置 1 3 3 は、上下方向に延設されて制御棒クラスタ 1 3 1 に連結されるとともに、その表面に複数の周溝を長手方向に等ピッチで配設してなる制御棒クラスタ駆動軸 1 3 5 を磁気式ジャッキで上下動させることで、原子炉の出力を制御している。

【 0 0 3 0 】

また、原子炉容器本体 1 0 1 a は、下鏡 1 0 1 e を貫通する多数の計装管台 1 4 6 が設けられ、この各計装管台 1 4 6 は、炉内側の上端部に炉内計装案内管 1 4 7 が連結される一方、炉外側の下端部にコンジットチューブ 1 4 8 が連結されている。各炉内計装案内管 1 4 7 は、上端部が下部炉心支持板 1 2 4 に連結されており、振動を抑制するための上下の接続板 1 4 9 , 1 5 0 が取付けられている。コンジットチューブ 1 4 8 は、下部炉心板 1 2 8 に至り設けられており、中性子束を計測可能な中性子束検出器（図示略）が挿入されるシンプルチューブ 1 5 1 が挿通される。シンプルチューブ 1 5 1 は、コンジットチューブ 1 4 8 を介して計装管台 1 4 6 および炉内計装案内管 1 4 7 を通り、下部炉心板 1 2 8 を貫通して燃料集合体 1 2 0 まで挿入可能となっている。

30

【 0 0 3 1 】

このような加圧水型原子炉は、制御棒駆動装置 1 3 3 により制御棒クラスタ駆動軸 1 3 5 を移動して燃料集合体 1 2 0 から制御棒 1 3 0 を所定量引き抜くことで、炉心 1 2 9 内での核分裂を制御し、発生した熱エネルギーにより原子炉容器 1 0 1 内に充填された軽水が加熱され、高温の軽水が出口側管台 1 0 1 d から排出される。即ち、燃料集合体 1 2 0 を構成する原子燃料が核分裂することで中性子を放出し、減速材および一次冷却水としての軽水が、放出された高速中性子の運動エネルギーを低下させて熱中性子とし、新たな核分裂を起こしやすくするとともに、発生した熱を奪って冷却する。一方、制御棒 1 3 0 を燃料集合体 1 2 0 に挿入することで、炉心 1 2 9 内で生成される中性子数を調整し、また、制御棒 1 3 0 を燃料集合体 1 2 0 に全て挿入することで、原子炉を緊急に停止することができる。原子炉容器 1 0 1 は、炉心 1 2 9 に対して、その上方に出口側管台 1 0 1 d に連通する上部プレナム 1 5 2 が形成されるとともに、下方に下部プレナム 1 5 3 が形成されている。そして、原子炉容器 1 0 1 と炉心槽 1 2 7 との間に入口側管台 1 0 1 c および下部プレナム 1 5 3 に連通するダウンカマー部 1 5 4 が形成されている。従って、軽水は、入口側管台 1 0 1 c から原子炉容器本体 1 0 1 a 内に流入し、ダウンカマー部 1 5 4 を下向きに流れ落ちて下部プレナム 1 5 3 に至り、この下部プレナム 1 5 3 の球面状の内面により

40

50

上向きに案内されて上昇し、下部炉心支持板 1 2 4 および下部炉心板 1 2 8 を通過した後、炉心 1 2 9 に流入する。この炉心 1 2 9 に流入した軽水は、炉心 1 2 9 を構成する燃料集合体 1 2 0 から発生する熱エネルギーを吸収することで、この燃料集合体 1 2 0 を冷却する一方、高温となって上部炉心板 1 2 6 を通過して上部プレナム 1 5 2 まで上昇し、出口側管台 1 0 1 d を通って排出される。原子炉容器 1 0 1 から排出された軽水は、上述したように、蒸気発生器 1 0 3 に送られる。

【 0 0 3 2 】

図 3 は、コンジットチューブを説明する概略側面図である。図 4 は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの側面図である。図 5 は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの縦断面図である。図 6 は、コンジットチューブおよびシンプルチューブの側面図

10

【 0 0 3 3 】

図 2 を参照し、上述したように、コンジットチューブ 1 4 8 は、シンプルチューブ 1 5 1 が挿通される。コンジットチューブ 1 4 8 は、計装管台 1 4 6 の外部まで延出される。図 3 に示すように、原子炉容器 1 0 1 は、原子炉格納容器 1 0 0 内において吊り下げ支持されている。原子炉格納容器 1 0 0 は、原子炉容器 1 0 1 の下方に配管室 1 5 5 が形成されている。複数のコンジットチューブ 1 4 8 は、下鏡 1 0 1 e から原子炉容器 1 0 1 の外部に引き出され、配管室 1 5 5 を湾曲して上方に引き回された後、端部が別室のシールテーブル 1 5 6 に固定されている。シンプルチューブ 1 5 1 は、この固定されたコンジットチューブ 1 4 8 の端部から挿通される。そして、このシンプルチューブ 1 5 1 に中性子束検出器が挿入される。

20

【 0 0 3 4 】

シールテーブル 1 5 6 は、図 4 に示すように、板状に形成され、コンジットチューブ 1 4 8 の端部が下から上に貫通された状態で固定されている。複数のコンジットチューブ 1 4 8 は、等間隔で並べられてシールテーブル 1 5 6 の上面から林立されている。

【 0 0 3 5 】

コンジットチューブ 1 4 8 は、上述したようにシンプルチューブ 1 5 1 が挿通されている。図 4 および図 5 に示すように、コンジットチューブ 1 4 8 は、その端部にシール座 1 4 8 A が設けられている。シール座 1 4 8 A は、コンジットチューブ 1 4 8 の中心軸 S が延在する軸方向（上下方向）において、下方に延在し、コンジットチューブ 1 4 8 の端部を挿通するように円筒形状をなし外周面に雄ネジ部が形成されたフェルール 1 4 8 A a を有している。フェルール 1 4 8 A a には、環状のフェルール 1 4 8 A b が嵌合し、各フェルール 1 4 8 A a , 1 4 8 A b の嵌合を維持することでシール座 1 4 8 A をコンジットチューブ 1 4 8 の端部にシールして固定されるようにフェルール 1 4 8 A a の外周面の雄ネジ部にナット 1 4 8 A c が螺合されている。また、シール座 1 4 8 A は、軸方向における上部にフランジ部 1 4 8 A d が形成されている。フランジ部 1 4 8 A d は、上方に向く端面 1 4 8 A e を有し、当該端面 1 4 8 A e において中心軸 S の軸回りを囲む環状凹部 1 4 8 A f が形成されている。環状凹部 1 4 8 A f は、Oリング 1 4 8 B が配置される。また、シール座 1 4 8 A は、シンプルチューブ 1 5 1 が挿通されるように軸方向に貫通して設けられ、フランジ部 1 4 8 A d 側においてシンプルチューブ 1 5 1 の外周面と隙間において対面する内周面 1 4 8 A g が形成されている。

30

40

【 0 0 3 6 】

このコンジットチューブ 1 4 8 に対して挿通されるシンプルチューブ 1 5 1 は、その途中にシール座 1 5 1 A が設けられている。シール座 1 5 1 A は、コンジットチューブ 1 4 8 の中心軸 S が延在する軸方向（上下方向）において、上方に延在し、シンプルチューブ 1 5 1 を挿通するように円筒形状をなし外周面に雄ネジ部が形成されたフェルール 1 5 1 A a を有している。フェルール 1 5 1 A a には、環状のフェルール 1 5 1 A b が嵌合し、各フェルール 1 5 1 A a , 1 5 1 A b の嵌合を維持することでシール座 1 5 1 A をシンプルチューブ 1 5 1 にシールして固定されるようにフェルール 1 5 1 A a の外周面の雄ネジ部にナット 1 5 1 A c が螺合されている。また、シール座 1 5 1 A は、軸方向における下部

50

にフランジ部 1 5 1 A d が形成されている。フランジ部 1 5 1 A d は、下方に向いて環状凹部 1 4 8 A f に対向する端面 1 5 1 A e を有し、当該端面 1 5 1 A e の中央においてシール座 1 4 8 A の内周面 1 4 8 A g に当接しつつ当該内周面 1 4 8 A g とシンプルチューブ 1 5 1 の外周面との隙間に挿入される筒状部 1 5 1 A f が形成されている。

【 0 0 3 7 】

各シール座 1 4 8 A , 1 5 1 A は、各フランジ部 1 4 8 A d , 1 5 1 A d がクランプ部 1 5 1 B により固定されることで、各フランジ部 1 4 8 A d , 1 5 1 A d の端面 1 4 8 A e , 1 5 1 A e が互いに当接させた状態で維持された高圧シールを構成し、この高圧シールによりコンジットチューブ 1 4 8 の端部とシンプルチューブ 1 5 1 との間の漏水を防止するようにシールされている。この高圧シールによりシールされた状態で、シンプルチューブ 1 5 1 に中性子検出器（図 4 に一点鎖線で示す）が挿入される。

10

【 0 0 3 8 】

このような構成において、定期検査時に燃料集合体 1 2 0 を原子炉容器 1 0 1 から取り出す場合、燃料集合体 1 2 0 の取り出しや装着に中性子検出器およびシンプルチューブ 1 5 1 が邪魔になることから、中性子検出器およびシンプルチューブ 1 5 1 を燃料集合体 1 2 0 から抜き出すことになる。中性子検出器は、検出器チューブ（図示略）の先端に設けられており、シールテーブル 1 5 6 が配置された別室の上部に設けられた巻取機（図示略）で検出器チューブが巻き取られてシンプルチューブ 1 5 1 から抜き出される。その後、シンプルチューブ 1 5 1 は、少なくとも燃料集合体 1 2 0 から抜き出される数 m 分を、別室にてコンジットチューブ 1 4 8 の端部から引き抜かれる。具体的には、図 6 に示すように、クランプ部 1 5 1 B を外し、各フランジ 1 4 8 A d , 1 5 1 A d の各端面 1 4 8 A e , 1 5 1 A e が離れるようにシンプルチューブ 1 5 1 を軸方向の上方（図 6 の矢印方向）に引き抜く。

20

【 0 0 3 9 】

図 7 は、本実施形態に係る撮影装置の側面図である。図 8 は、本実施形態に係る撮影装置における回転台の平面図である。図 9 ~ 図 1 2 は、本実施形態に係る撮影装置における回転台の一部の平面図である。図 1 3 ~ 図 1 6 は、本実施形態に係る撮影装置における回転台の動作をあらわす平面図である。図 1 7 は、本実施形態に係る撮影装置におけるカメラ保持部の平面図である。

【 0 0 4 0 】

30

本実施形態の撮影装置は、上述したように、定期検査時において、シンプルチューブ 1 5 1 をコンジットチューブ 1 4 8 の端部から引き抜いた状態で、コンジットチューブ 1 4 8 のシール座 1 4 8 A の端面 1 4 8 A e や、シンプルチューブ 1 5 1 のシール座 1 5 1 A の端面 1 5 1 A e を点検するためのものである。具体的には、各端面 1 4 8 A e , 1 5 1 A e に傷や異物が存在しているような異常があるかを点検する。

【 0 0 4 1 】

本実施形態の撮影装置は、図 7 に示すように、回転台 1 と、カメラ保持部 2 と、記憶部 3 と、表示部 4 と、を含む。

【 0 0 4 2 】

回転台 1 は、図 7 に示すように、第一回転台部材 1 1 と、第二回転台部材 1 2 と、第三回転台部材 1 3 と、を有している。

40

【 0 0 4 3 】

第一回転台部材 1 1 は、図 7 ~ 図 9 に示すように、固定部 1 1 A と、第一案内部 1 1 B と、回転軸部 1 1 C と、を有している。

【 0 0 4 4 】

固定部 1 1 A は、2 分割に形成されており、これにより第一回転台部材 1 1 をナット 1 4 8 A c の下側位置においてコンジットチューブ 1 4 8 の径方向（軸方向に交差（直交）する方向）から配置することが可能に設けられている。固定部 1 1 A は、2 分割された一方の第一固定部 1 1 A a と、他方の第二固定部 1 1 A b と、で構成されている。第一固定部 1 1 A a および第二固定部 1 1 A b は、コンジットチューブ 1 4 8 を径方向から挟むこと

50

ができるように開閉軸 11Ac を介して開閉可能に設けられている。また、第一固定部 11Aa および第二固定部 11Ab は、コンジットチューブ 148 を径方向から挟んだ閉状態が維持されるように固定ネジ 11Ad で固定される。また、第一固定部 11Aa および第二固定部 11Ab は、コンジットチューブ 148 の外周面に当接してコンジットチューブ 148 を径方向から挟持できるように、略半円形状に 2 分割された挟持部 11Ae, 11Af が設けられている。従って、固定部 11A は、図 7 ~ 図 9 に示すように、閉状態において挟持部 11Ae, 11Af を介してコンジットチューブ 148 を径方向から挟持することで第一回転台部材 11 をコンジットチューブ 148 に固定する。

【0045】

第一案内部 11B は、第一回転台部材 11 がコンジットチューブ 148 に固定された状態でコンジットチューブ 148 の中心軸 S の回りに 180 度を超えて 360 度未満で連続する円弧状の長穴として形成されている。第一案内部 11B は、本実施形態では、180 度の両端に 10 度ずつ加えられた 200 度の円弧状の長穴として形成されている。第一案内部 11B は、後述する基本形態（図 8 参照）を基準とすると、基本形態から + 方向（R1 方向：図 13 参照）と - 方向（R2 方向：図 15 参照）とで ± 90 度を超えて ± 180 度未満（基本形態から ± 90 度に $\pm$ 方向でそれぞれ 10 度ずつ加えられた ± 100 度）の円弧状の長穴として形成されている。なお、第一案内部 11B は、図面上では上記角度の範囲で形成されているが、基本形態から ± 90 度で合わせて 180 度に形成されていてもよい。

【0046】

回転軸部 11C は、第一固定部 11Aa および第二固定部 11Ab に 2 分割して設けられて、第一固定部 11Aa および第二固定部 11Ab の閉状態でコンジットチューブ 148 の周りを囲みコンジットチューブ 148 の中心軸 S を中心とする円筒部材 11Ca を有している。そして、回転軸部 11C は、円筒部材 11Ca の外周において、中心軸 S を中心として環状に形成された 2 つの溝 11Cb, 11Cc が、中心軸 S の延在する軸方向（上下方向）で配置されている。これら、2 つの溝 11Cb, 11Cc は、第二回転台部材 12 および第三回転台部材 13 をそれぞれ独立して回転可能に支持するためのものである。

【0047】

第二回転台部材 12 は、図 7、図 8 および図 11 に示すように、板状に形成されており、軸受部 12A と、第一係合部 12B と、第二案内部 12C と、を有している。

【0048】

軸受部 12A は、コンジットチューブ 148 の中心軸 S を中心とする円弧状に形成された凸縁部であり、第一回転台部材 11 における回転軸部 11C の溝 11Cb に挿入される。

【0049】

第一係合部 12B は、第一回転台部材 11 の第一案内部 11B に係合するピンである。

【0050】

第二案内部 12C は、コンジットチューブ 148 の中心軸 S の回りに 180 度を超えて 360 度未満で連続する円弧状の長穴として形成されている。第二案内部 12C は、本実施形態では、180 度の両端に 10 度ずつ加えられた 200 度の円弧状の長穴として形成されている。第二案内部 12C は、後述する基本形態（図 8 参照）を基準とすると、+ 方向（R1 方向：図 14 参照）と - 方向（R2 方向：図 16 参照）とで ± 90 度を超えて ± 180 度未満（基本形態から ± 90 度に $\pm$ 方向でそれぞれ 10 度ずつ加えられた ± 100 度）の円弧状の長穴として形成されている。なお、第一案内部 11B が基本形態から ± 90 度で合わせて 180 度に形成されている場合、第二案内部 12C は、例えば、基本形態から ± 110 度で合わせて 220 度に形成されている。即ち、第一案内部 11B と第二案内部 12C とは、相互を合わせて基本形態から ± 180 度を超えて ± 360 度未満であって、それぞれの $\pm$ 角度を合わせて 360 度を超えるように円弧状の長穴として形成されていればよい。

【0051】

即ち、第二回転台部材 12 は、第一回転台部材 11 への軸受部 12A および第一係合部 1

10

20

30

40

50

2 B の係合により、コンジットチューブ 1 4 8 に固定された第一回転台部材 1 1 に対し、コンジットチューブ 1 4 8 の中心軸 S の回りに回転可能に設けられ、かつ回転範囲が第一案内部 1 1 B の 1 8 0 度 (± 9 0 度) を超えて 3 6 0 度 (± 1 8 0 度) 未満 (本実施形態では 2 0 0 度 (± 1 0 0 度)) の範囲に規制されている。

【 0 0 5 2 】

第三回転台部材 1 3 は、図 7、図 8 および図 1 2 に示すように、板状に形成されており、軸受部 1 3 A と、第二係合部 1 3 B と、を有している。

【 0 0 5 3 】

軸受部 1 3 A は、コンジットチューブ 1 4 8 の中心軸 S を中心とする円弧状に形成された凸縁部であり、第一回転台部材 1 1 における回転軸部 1 1 C の溝 1 1 C c に挿入される。

10

【 0 0 5 4 】

第二係合部 1 3 B は、第二回転台部材 1 2 の第二案内部 1 2 C に係合するピンである。

【 0 0 5 5 】

即ち、第三回転台部材 1 3 は、第一回転台部材 1 1 への軸受部 1 3 A および第二回転台部材 1 2 への第二係合部 1 3 B の係合により、コンジットチューブ 1 4 8 に固定された第一回転台部材 1 1 に対し、コンジットチューブ 1 4 8 の中心軸 S の回りに回転可能に設けられ、かつ回転範囲が第二案内部 1 2 C の 1 8 0 度 (± 9 0 度) を超えて 3 6 0 (± 1 8 0 度) 度未満 (本実施形態では 2 0 0 度 (± 1 0 0 度)) の範囲に規制されている。

【 0 0 5 6 】

また、第三回転台部材 1 3 は、カメラ保持部 2 が固定される。

20

【 0 0 5 7 】

ここで、図 1 3 ~ 図 1 6 を参照して、回転台 1 の動作を説明する。図 8 に示す形態を基本形態とする。

【 0 0 5 8 】

図 1 3 に示すように、基本形態からカメラ保持部 2 が固定される第三回転台部材 1 3 を中心軸 S の回りに矢印 R 1 方向に回転させる。この場合、第三回転台部材 1 3 は、軸受部 1 3 A が第一回転台部材 1 1 における回転軸部 1 1 C の溝 1 1 C c に係合され、第二係合部 1 3 B が第二回転台部材 1 2 の第二案内部 1 2 C に係合されているため、溝 1 1 C c および第二案内部 1 2 C に案内されつつ、第二案内部 1 2 C の一方の端に至るまで回転する。図 1 3 の形態では、第三回転台部材 1 3 は、図 8 の基本形態から矢印 R 1 方向に 9 0 度 + 1 0 度の 1 0 0 度回転 (または、図 8 の基本形態から矢印 R 1 方向に 9 0 度回転) している。

30

【 0 0 5 9 】

続いて、図 1 4 に示すように、図 1 3 の形態から第三回転台部材 1 3 を中心軸 S の回りに矢印 R 1 方向にさらに回転させる。第三回転台部材 1 3 は、第二回転台部材 1 2 と共に回転する。この場合、第二回転台部材 1 2 は、軸受部 1 2 A が第一回転台部材 1 1 における回転軸部 1 1 C の溝 1 1 C b に係合され、第一係合部 1 2 B が第一回転台部材 1 1 の第一案内部 1 1 B に係合されているため、溝 1 1 C b および第一案内部 1 1 B に案内されつつ、第一案内部 1 1 B の一方の端に至るまで回転する。図 1 4 の形態では、第三回転台部材 1 3 は、第二回転台部材 1 2 と共に図 1 3 の形態から矢印 R 1 方向に 9 0 度 + 1 0 度の 1 0 0 度回転し (または、図 1 3 の形態から矢印 R 1 方向に 1 1 0 度回転し) 、図 8 の基本形態から矢印 R 1 方向では 1 0 0 度 + 1 0 0 度 (または、9 0 度 + 1 1 0 度) の 2 0 0 度回転している。

40

【 0 0 6 0 】

一方、図 1 5 に示すように、第三回転台部材 1 3 を中心軸 S の回りに矢印 R 2 方向に回転させる。この場合、第三回転台部材 1 3 は、軸受部 1 3 A が第一回転台部材 1 1 における回転軸部 1 1 C の溝 1 1 C c に係合され、第二係合部 1 3 B が第二回転台部材 1 2 の第二案内部 1 2 C に係合されているため、溝 1 1 C c および第二案内部 1 2 C に案内されつつ、第二案内部 1 2 C の他方の端に至るまで回転する。図 1 5 の形態では、第三回転台部材 1 3 は、図 8 の基本形態から矢印 R 2 方向に 9 0 度 + 1 0 度の 1 0 0 度回転 (または、図

50

8の基本形態から矢印R 2方向に90度回転)している。

【0061】

続いて、図16に示すように、図15の形態から第三回転台部材13を中心軸Sの回りに矢印R 2方向にさらに回転させる。第三回転台部材13は、第二回転台部材12と共に回転する。この場合、第二回転台部材12は、軸受部12Aが第一回転台部材11における回転軸部11Cの溝11Cbに係合され、第一係合部12Bが第一回転台部材11の第一案内部11Bに係合されているため、溝11Cbおよび第一案内部11Bに案内されつつ、第一案内部11Bの他方の端に至るまで回転する。図16の形態では、第三回転台部材13は、第二回転台部材12と共に図15の形態から矢印R 2方向に90度+10度の100度回転し(図15の形態から矢印R 2方向に110度回転し)、図8の基本形態から矢印R 2方向では100度+100度(または、90度+110度)の200度回転している。

10

【0062】

即ち、回転台1は、コンジットチューブ148に固定されてコンジットチューブ148の中心軸Sの回りに360度以上(本実施形態では、矢印R 1方向および矢印R 2方向で200度+200度の400度)回転可能に支持されている。

【0063】

カメラ保持部2は、図7に示すように、支柱部21と、第一部材22と、第二部材23と、カメラ固定部24と、を有している。

【0064】

支柱部21は、回転台1における第三回転台部材13においてコンジットチューブ148の中心軸Sと平行となるように固定されている。即ち、支柱部21は、第三回転台部材13に対して上下方向に延在するように固定され、第三回転台部材13から上方に延出して設けられている。

20

【0065】

第一部材22および第二部材23は、カメラ20を支柱部21に対して支持するためのもので、本実施形態では上下の2箇所に配置されている。

【0066】

第一部材22は、図7および図17に示すように、支柱部21に挿入される挿入穴22aを有している。また、第一部材22は、挿入穴22aの一側を支柱部21の径方向に開放する切欠22bが形成されている。また、第一部材22は、切欠22bを開いたり閉じたりするネジ22cが設けられている。従って、第一部材22は、ネジ22cを締め付けることで切欠22bが閉じて支柱部21に固定され、ネジ22cを緩めることで支柱部21の延在方向に沿ってスライド移動が可能な第一スライド部として機能すると共に、第一スライド部を支柱部21の回り(図7および図17中矢印R 3方向)に回転可能に支持する第一回転部として機能する。

30

【0067】

第二部材23は、図7および図17に示すように、第一スライド部をなす第一部材22に取り付けられている。本実施形態では、第二部材23は、第一スライド部として機能する第一部材22と一体に設けられている。第二部材23は、支柱部21に交差して延在する交差軸25が挿入される挿入穴23aを有している。また、第二部材23は、挿入穴23aの一側を交差軸25の径方向に開放する切欠23b(切欠22bと同様の構成)が形成されている。また、第二部材23は、切欠23bを開いたり閉じたりするネジ23cが設けられている。従って、第二部材23は、ネジ23cを締め付けることで切欠23bが閉じて交差軸25が固定され、ネジ23cを緩めることで交差軸25の延在方向に沿って相対的にスライド移動が可能な第二スライド部として機能すると共に、第二スライド部を交差軸25の回り(図7および図17中矢印R 4方向)に相対的に回転可能に支持する第二回転部として機能する。

40

【0068】

カメラ固定部24は、カメラ20を固定するもので、第二スライド部として機能する交差

50

軸 2 5 の一端に取り付けられている。カメラ固定部 2 4 は、カメラ 2 0 の向きを変更して固定することができるように構成されている。

【 0 0 6 9 】

従って、カメラ固定部 2 4 に固定されたカメラ 2 0 は、交差軸 2 5 および第二部材 2 3 と共に、第一部材 2 2 における第一スライド部により支柱部 2 1 の延在方向に沿ってスライド移動され、かつ第一部材 2 2 における第一回転部により支柱部 2 1 の回りに回転移動される。また、カメラ固定部 2 4 に固定されたカメラ 2 0 は、交差軸 2 5 を介し、第二部材 2 3 における第二スライド部により支柱部 2 1 と交差する交差軸 2 5 の延在方向に沿ってスライド移動され、かつ第二部材 2 3 における第二回転部により交差軸 2 5 の回りに回転移動される。

10

【 0 0 7 0 】

記憶部 3 は、カメラ 2 0 で撮影した画像（動画および静止画を含む）を記憶する。記憶部 3 は、図 7 に示すように、カメラ 2 0 に対して画像処理部 5 を介して接続されている。ここで、画像処理部 5 は、カメラ 2 0 で撮影された画像を処理するもので、例えば、本実施形態では 2 つのカメラ 2 0 を用いるため、各カメラ 2 0 で撮影された画像の信号を分割処理したり、分割した画像にそれぞれ撮影日や撮影したコンジットチューブ 1 4 8 の位置（シールテーブル 1 5 6 上での配列番号）など関連付ける処理を行う。また、画像処理部 5 は、マウスやキーボードなどからなる入力部 6 が接続され、撮影日やコンジットチューブ 1 4 8 の位置が入力される。従って、記憶部 3 は、撮影日や撮影したコンジットチューブ 1 4 8 の位置が関連付けられた画像を記憶する。

20

【 0 0 7 1 】

表示部 4 は、カメラ 2 0 で撮影した画像を表示する。表示部 4 は、図 7 に示すように、記憶部 3 に接続されている。従って、表示部 4 は、撮影日や撮影したコンジットチューブ 1 4 8 の位置が関連付けられた画像を表示する。

【 0 0 7 2 】

図 1 8 は、本実施形態に係る撮影装置の他の例の側面図である。

【 0 0 7 3 】

図 1 8 に示す撮影装置の他の例は、上述したコンジットチューブ 1 4 8 が異なる構成のシール座 1 4 8 C を有する場合に適用される。

【 0 0 7 4 】

図 1 8 において、コンジットチューブ 1 4 8 からシンプルチューブ 1 5 1 を一部引き抜いた状態を示している。コンジットチューブ 1 4 8 は、その端部にシール座 1 4 8 C が設けられている。シール座 1 4 8 C は、環状のフェルール 1 4 8 C a が嵌合し、下部にナット 1 4 8 A c がコンジットチューブ 1 4 8 に通して設けてある。このシール座 1 4 8 C は、軸方向における上部に円錐状のフェルール 1 4 8 C a が形成されている。一方、シンプルチューブ 1 5 1 は、その途中にシール座 1 5 1 C が設けられている。シール座 1 5 1 C は、シール座 1 4 8 C のフェルール 1 4 8 C a と嵌合するフェルール 1 5 1 C a が形成されている。また、シール座 1 5 1 C の外周には、雄ネジ部が形成されている。従って、シール座 1 4 8 C とシール座 1 5 1 C とは、ナット 1 4 8 A c を上記雄ネジ部に螺合することで、互いのフェルール 1 4 8 C a , フェルール 1 5 1 C a が嵌合した状態で維持された高圧シールを構成し、この高圧シールによりコンジットチューブ 1 4 8 の端部とシンプルチューブ 1 5 1 との間の漏水を防止するようにシールされている。この高圧シールによりシールされた状態で、シンプルチューブ 1 5 1 に中性子検出器（例えば、図 4 に一点鎖線で示す）が挿入される。

30

40

【 0 0 7 5 】

このような構成において、定期検査時に燃料集合体 1 2 0 を原子炉容器 1 0 1 から取り出す場合、燃料集合体 1 2 0 の取り出しや装着に中性子検出器およびシンプルチューブ 1 5 1 が邪魔になることから、中性子検出器およびシンプルチューブ 1 5 1 を燃料集合体 1 2 0 から抜き出すことになる。中性子検出器は、検出器チューブ（図示略）の先端に設けられており、シールテーブル 1 5 6 が配置された別室の上部に設けられた巻取機（図示略）

50

で検出器チューブが巻き取られてシンプルチューブ 151 から抜き出される。その後、シンプルチューブ 151 は、少なくとも燃料集合体 120 から抜き出される数 m 分を、別室にてコンジットチューブ 148 の端部から引き抜かれる。具体的には、図 18 に示すように、ナット 148Ac を雄ネジ部から緩めて外すことで、互いのシール座 148C, 151C が離れてシンプルチューブ 151 を軸方向の上方（図 6 の矢印方向）に引き抜く。

【0076】

このような構成のシール座 148C を有するコンジットチューブ 148 であっても、上述した撮影装置が適用できる。この場合は、カメラ保持部 2 において、シール座 148C のフェルール 148Ca を撮影する 1 つのカメラ 20 が支柱部 21 に支持される。その他の構成は上述した撮影装置と同様であり、図 18 において同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0077】

このように本実施形態の撮影装置は、原子炉容器 101 に設けられたコンジットチューブ 148 と、当該コンジットチューブ 148 に挿し込まれるシンプルチューブ 151 について、コンジットチューブ 148 の端部とシンプルチューブ 151 との間のシール部分の撮影を行う撮影装置であって、コンジットチューブ 148 に固定されてコンジットチューブ 148 の中心軸 S の回りに回転可能に支持された回転台 1 と、回転台 1 に設けられてカメラ 20 を保持するカメラ保持部 2 と、を含む。

【0078】

この撮影装置によれば、コンジットチューブ 148 の中心軸 S の回りに回転可能にカメラ 20 を支持しながら撮影をすることができる。この結果、コンジットチューブ 148 の端部とシンプルチューブ 151 との間のシールの点検をするための撮影を行うことができる。

20

【0079】

また、本実施形態の撮影装置では、回転台 1 は、コンジットチューブ 148 の径方向から配置可能に 2 分割に形成された固定部 11A を有すると共に、中心軸 S の回りに 180 度（基本形態から ± 90 度）を超えて 360 度（基本形態から ± 180 度）未満で円弧状に連続する第一案内部 11B を有する第一回転台部材 11 と、第一回転台部材 11 に対して中心軸 S の回りに回転可能に設けられて、第一回転台部材 11 の第一案内部 11B に係合する第一係合部 12B を有すると共に、中心軸 S の回りに 180 度（基本形態から ± 90 度）を超えて 360 度（基本形態から ± 180 度）未満であって、第一案内部 11B と合わせて 360 度を超えて（第一案内部 11B と合わせて基本形態から ± 180 度を超えて ± 360 度未満で）円弧状に連続する第二案内部 12C を有する第二回転台部材 12 と、第一回転台部材 11 に対して中心軸 S の回りに回転可能に設けられて、第二回転台部材 12 の第二案内部 12C に係合する第二係合部 13B を有し、カメラ保持部 2 が取り付けられる第三回転台部材 13 と、を備えることが望ましい。

30

【0080】

この撮影装置によれば、カメラ保持部 2 を中心軸 S の回りに 360 度以上回転移動させることができ、中心軸 S の回りに 360 度以上の画像を撮影することができる。この結果、シール部分の全周を撮影した画像を得ることができる。

【0081】

また、本実施形態の撮影装置では、カメラ保持部 2 は、中心軸 S に沿って延在して回転台 1 に固定される支柱部 21 と、支柱部 21 の延在方向に沿ってスライド移動が可能に設けられた第一スライド部（第一部材 22）と、第一スライド部を支柱部 21 の回りに回転可能に支持する第一回転部（第一部材 22）と、第一スライド部に取り付けられて支柱部 21 に交差して延在する交差軸 25 に沿ってスライド移動が可能に設けられた第二スライド部（第二部材 23）と、第二スライド部を交差軸 25 の回りに回転可能に支持する第二回転部（第二部材 23）と、第二スライド部に取り付けられてカメラ 20 を固定するカメラ固定部 24 と、を備えることが望ましい。

40

【0082】

この撮影装置によれば、カメラ 20 の向きや撮影対象への距離を可変することができる。

50

この結果、シール部分を所望とする向きや距離で撮影した画像を得ることができる。

【 0 0 8 3 】

また、本実施形態の撮影装置では、カメラ 2 0 で撮影された画像を表示する表示部 4 をさらに備えることが望ましい。

【 0 0 8 4 】

この撮影装置では、表示部 4 によりカメラ 2 0 で撮影された画像を表示することで、現場以外において、シール部分の健全性の合否判定を行うことができる。この結果、放射線にさらされる時間を短縮することができる。しかも、表示を見ながら、シール部分の健全性の合否判定の熟練者が、非熟練者に対して判定の仕方を教示することができ、点検の品質向上を図ることができる。

10

【 0 0 8 5 】

また、本実施形態の撮影装置では、カメラ 2 0 で撮影された画像を記憶する記憶部 3 をさらに備えることが望ましい。

【 0 0 8 6 】

この撮影装置によれば、記憶部 3 によりカメラ 2 0 で撮影された画像を記憶することで、シール部分の健全性の合否判定において、合否判定の記録を残しておくことができる。この結果、例えば、健全と判定したが若干の傷が生じている場合、当該傷の存在が記録として残るため、次の点検に反映することができ、点検の品質向上を図ることができる。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

20

- 1 回転台
- 2 カメラ保持部
- 3 記憶部
- 4 表示部
- 5 画像処理部
- 6 入力部
- 1 1 第一回転台部材
- 1 1 A 固定部
- 1 1 A a 第一固定部
- 1 1 A b 第二固定部
- 1 1 A c 開閉軸
- 1 1 A d 固定ネジ
- 1 1 A e , 1 1 A f 挟持部
- 1 1 B 第一案内部
- 1 1 C 回転軸部
- 1 1 C a 円筒部材
- 1 1 C b , 1 1 C c 溝
- 1 2 第二回転台部材
- 1 2 A 軸受部
- 1 2 B 第一係合部
- 1 2 C 第二案内部
- 1 3 第三回転台部材
- 1 3 A 軸受部
- 1 3 B 第二係合部
- 2 0 カメラ
- 2 1 支柱部
- 2 2 第一部材
- 2 2 a 挿入穴
- 2 2 b 切欠
- 2 2 c ネジ

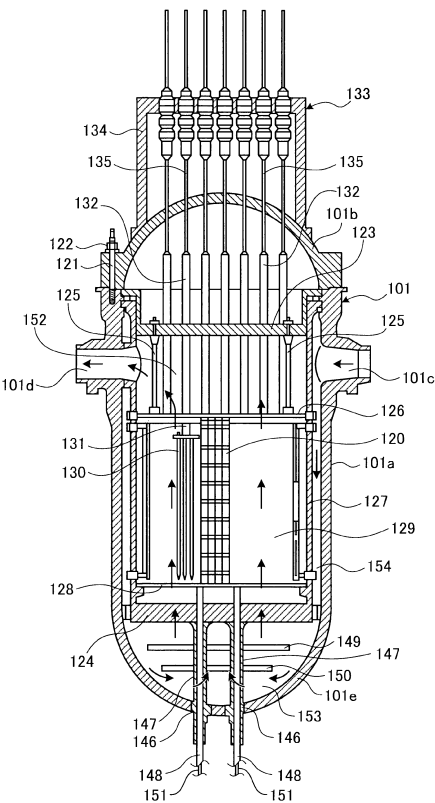
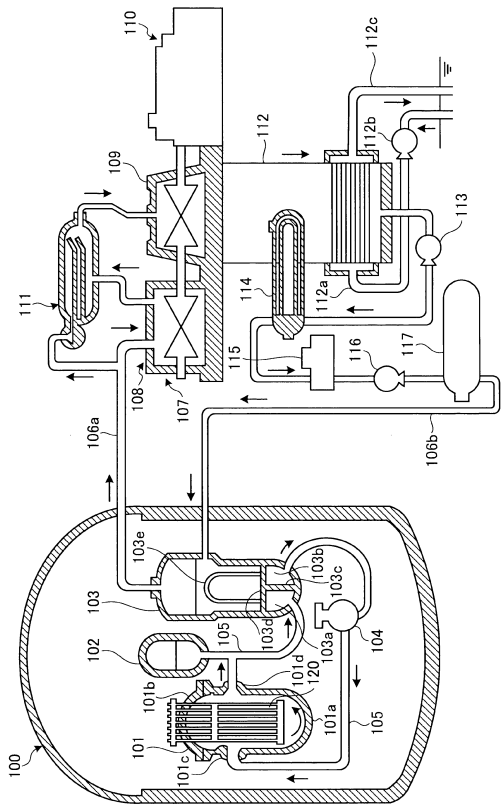
30

40

50

- 2 3 第二部材
- 2 3 a 挿入穴
- 2 3 b 切欠
- 2 3 c ネジ
- 2 4 カメラ固定部
- 2 5 交差軸
- 1 4 8 コンジットチューブ
- 1 5 1 シンプルチューブ
- S 中心軸
- 【図面】
- 【図 1】

【図 2】



10

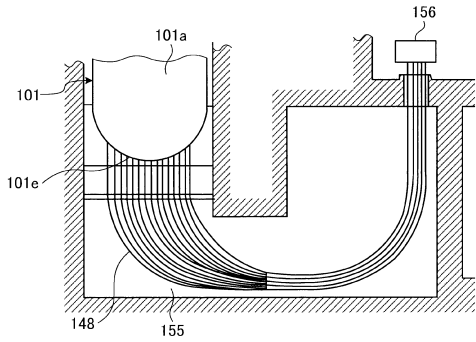
20

30

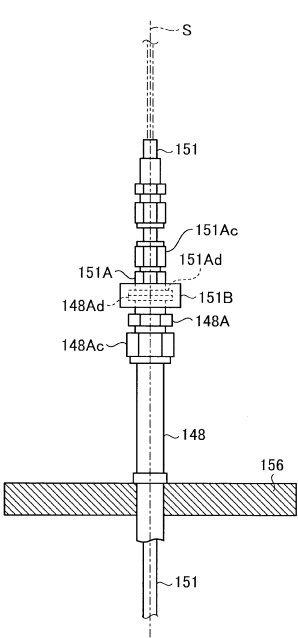
40

50

【 図 3 】



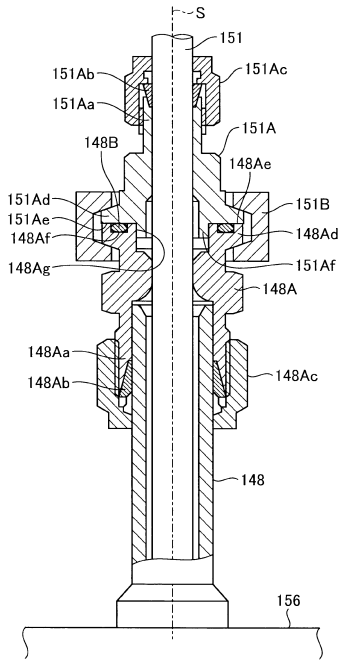
【 図 4 】



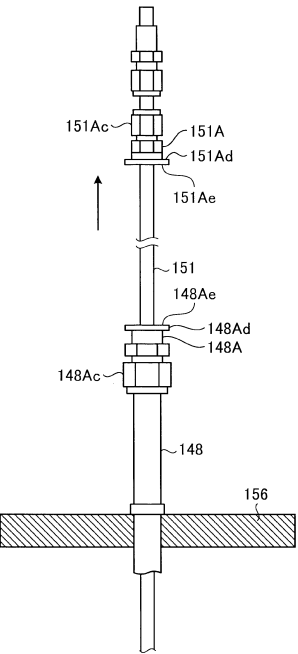
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

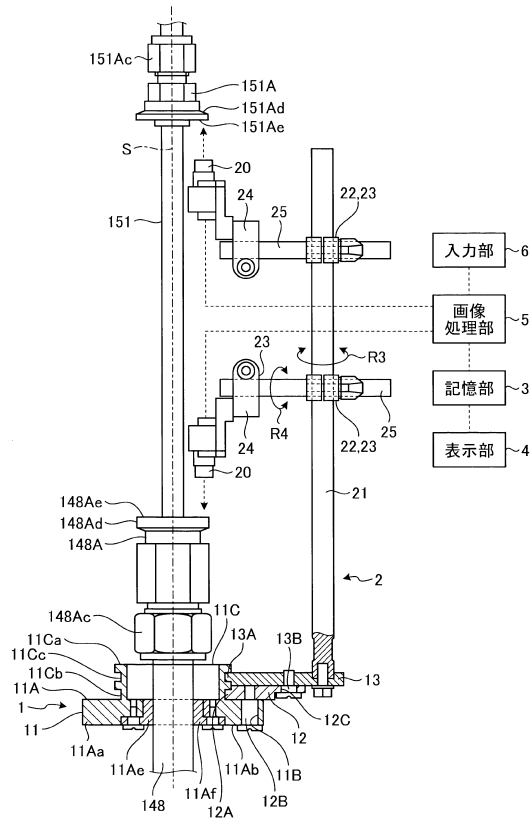


30

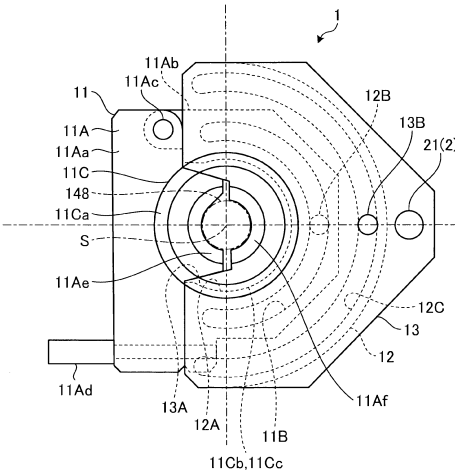
40

50

【図 7】



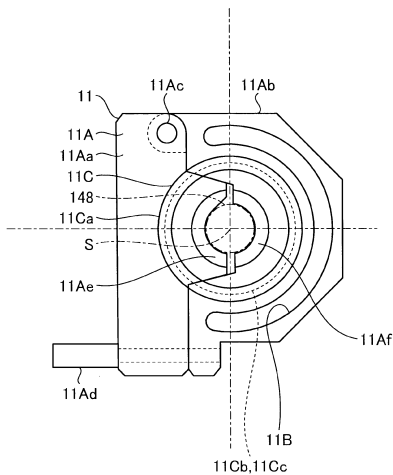
【図 8】



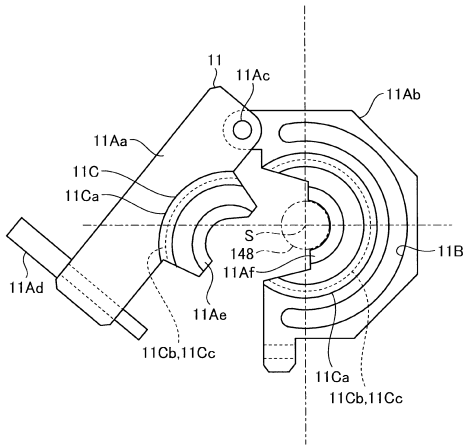
10

20

【図 9】



【図 10】

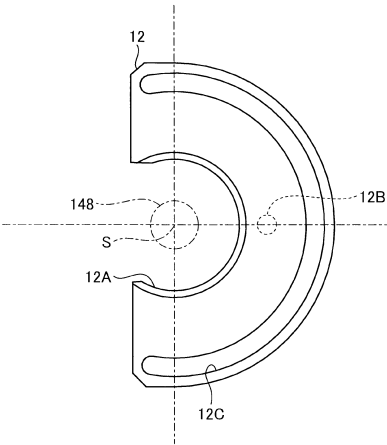


30

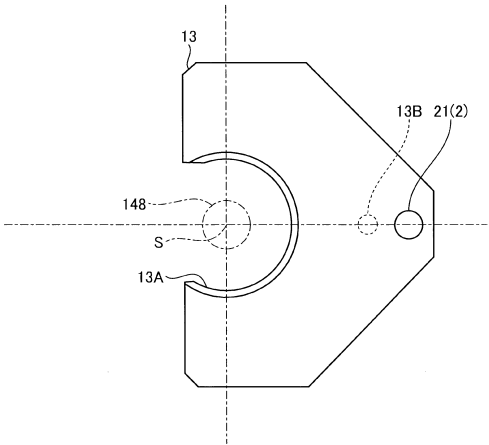
40

50

【図 1 1】

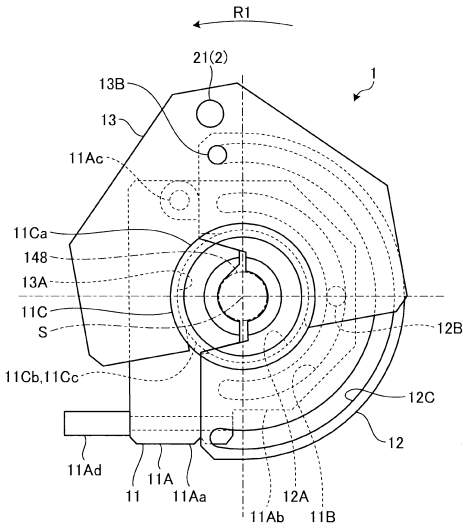


【図 1 2】

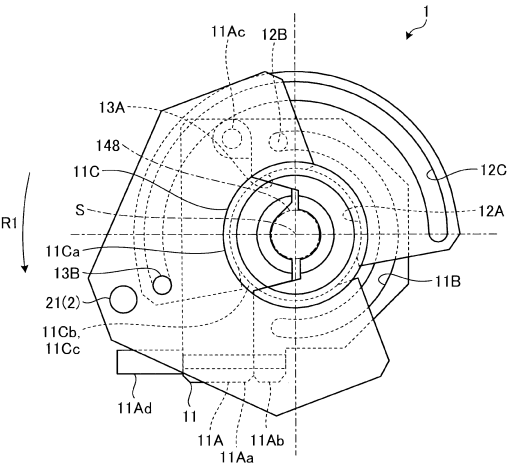


10

【図 1 3】



【図 1 4】



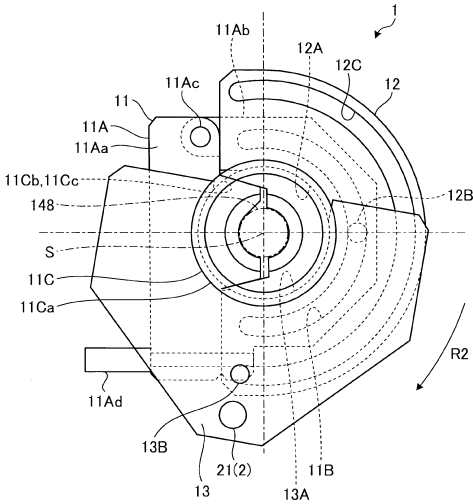
20

30

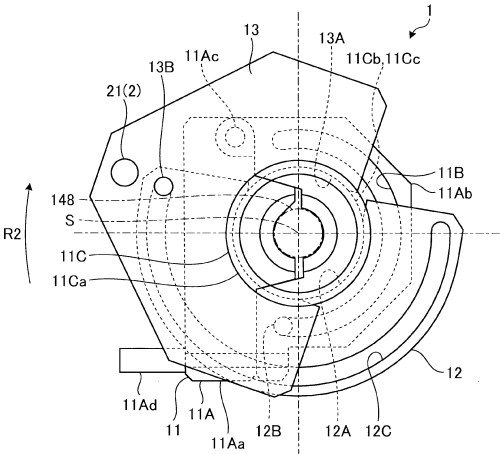
40

50

【図 15】

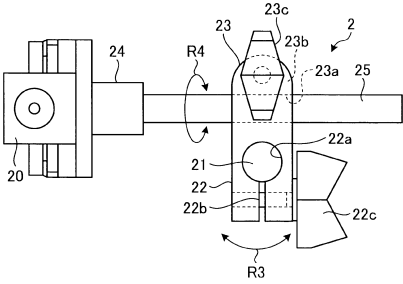


【図 16】

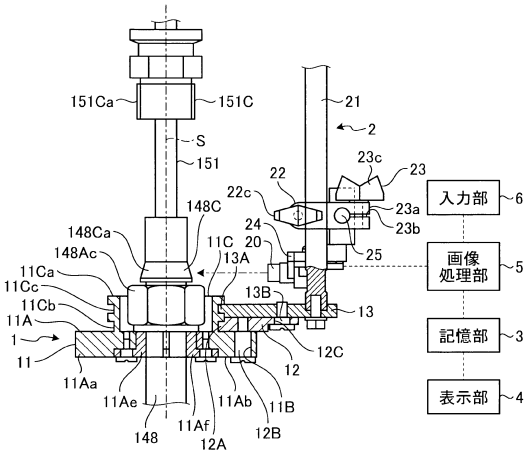


10

【図 17】



【図 18】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 4 / 1 1 5 8 1 2 (W O , A 1)
特開平 0 3 - 0 2 1 8 9 5 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 0 6 8 7 8 0 (J P , A)
特開昭 6 3 - 1 9 5 5 4 9 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 2 1 C 1 7 / 0 0 - 1 7 / 1 4
G 2 1 C 1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 0
G 2 1 C 2 3 / 0 0