(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4335520号
(P4335520)
(45)発行日　平成21年9月30日(2009.9.30)　(24)登録日　平成21年7月3日(2009.7.3)

(51)Int.Cl.　F I
B23K 9/00 (2006.01)　B23K 9/00 501S

請求項の数 9　(全 16 頁)

(21)出願番号　特願2002-375946(P2002-375946)
(22)出願日　平成14年12月26日(2002.12.26)
(65)公開番号　特開2004-202553(P2004-202553A)
(43)公開日　平成16年7月22日(2004.7.22)
審査請求日　平成17年6月9日(2005.6.9)

特許法第３０条第１項適用　平成１４年７月２３日メルパルク仙台において開催された　社団法人日本原子力学会原子力発電部会　第２回原子力発電技術　夏期セミナーにおいて発表　「ＰＷＲ原子炉圧力容器の保全技術について」

(73)特許権者　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　100102864
弁理士　工藤　実
(73)特許権者　000156938
関西電力株式会社
大阪府大阪市北区中之島三丁目６番１６号
(73)特許権者　000241957
北海道電力株式会社
北海道札幌市中央区大通東１丁目２番地
(73)特許権者　000164438
九州電力株式会社
福岡県福岡市中央区渡辺通２丁目１番８２号

最終頁に続く

(54)【発明の名称】炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
原子炉の炉底を貫通する貫通体と、
前記貫通体と前記炉底とが接合する接合部位を外側底面から被覆する被覆体
とを具備し、
前記被覆体と前記貫通体との間に閉じられた空間が存在し、
前記被覆体は、
前記接合部位と前記炉底の下側面とを被覆する環状の溶接層と、
前記溶接層を下側方向に貫通し前記溶接層より下方に露出する前記貫通体の露出部分を囲むキャップと、
前記露出部分の下端部位の外側周面と前記キャップの下端部位の内側周面との間の環状空間に装着されるシールリングとを形成する
炉底貫通部の密封構造。
【請求項２】
原子炉の炉底を貫通する貫通体と、
前記貫通体と前記炉底とが接合する接合部位を外側底面から被覆する被覆体
とを具備し、
前記被覆体と前記貫通体との間に閉じられた空間が存在し、
前記空間には不活性ガスが封入される
炉底貫通部の密封構造。

【請求項３】
原子炉の炉底を貫通する貫通体と、
前記貫通体と前記炉底とが接合する接合部位を外側底面から被覆する被覆体
とを具備し、
前記被覆体は、
前記接合部位と前記炉底の下側面とを直接に被覆する環状の第１溶接層と、
前記第１溶接層を下側方向に貫通し前記第１溶接層より下方に露出する前記貫通体の露出部分を囲むキャップと、
前記第１溶接層の下側面に接合する第２溶接層と、
前記キャップの上端部位の外側周面と前記第２溶接層に固着する第３溶接層と、
前記露出部分の下端部位の外側周面と前記キャップの下端部位の内側周面との間の環状空間に装着されるシールリングとを形成する
炉底貫通部の密封構造。
【請求項４】
前記第１溶接層の材料は６００合金であり、前記第２溶接層の材料は６９０合金であり、
前記第３溶接層の材料は６９０合金である
請求項３の炉底貫通部の密封構造。
【請求項５】
前記被覆体は、前記キャップの上端部位の前記外側周面に直接に接合する第４溶接層を更に形成し、
前記第３溶接層は前記第４溶接層を介して前記キャップの前記上端部位に接合し、
前記第１溶接層の材料は６００合金であり、前記第２溶接層の材料は６９０合金であり、
前記第３溶接層の材料は６９０合金であり、前記第４溶接層は６９０合金である
請求項３の炉底貫通部の密封構造。
【請求項６】
前記被覆体は、
前記露出部分の前記下端部位の外側周面と前記シールリングの下端面とに接合する第５溶接層と、
前記シールリングの外側周面と前記キャップの下端面とを接合する第６溶接層とを更に形成する
請求項３～５から選択される１請求項の炉底貫通部の密封構造。
【請求項７】
前記キャップに結合するガス供給管を更に構成し、
前記ガス供給管の内部は、前記環状空間に接続している
請求項３の炉底貫通部の密封構造。
【請求項８】
前記ガス供給管に介設される開閉弁
を更に構成する請求項５の炉底貫通部の密封構造。
【請求項９】
前記ガス供給管を介して前記環状空間に不活性ガスが供給される
請求項７又は８の炉底貫通部の密封構造。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法に関し、特に、既存原子炉の計装筒のような貫通体がその炉底に貫通する貫通部位の水の漏洩を防止する炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
原子炉容器の炉底には、中性子検出センサを装備させるための炉内計装筒、又は、炉内

制御対象物体を駆動する駆動機構のような貫通体が貫通している。炉底と貫通体との貫通部位の水の漏洩は、取替工事のような補修工事が実行されるまで貫通体が持つ機能を保持することが求められる。その補修工事は、そのプラントの停止期間を短縮することができるために、短期間で終了することが更に求められる。そのような補修工事を無用にする密封構造を実現する技術の確立が求められる。

【０００３】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、確実に漏洩を防止することができる炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法を提供することにある。

本発明の他の課題は、プラント停止期間を短縮することができる炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法を提供することにある。

【０００４】

【課題を解決するための手段】

その課題を解決するための手段が、下記のように表現される。その表現中に現れる技術的事項には、括弧（）つきで、番号、記号等が添記されている。その番号、記号等は、本発明の実施の複数の形態又は複数の実施例のうちの少なくとも１つの実施の形態又は複数の実施例を構成する技術的事項、特に、その実施の形態又は実施例に対応する図面に表現されている技術的事項に付せられている参照番号、参照記号等に一致している。このような参照番号、参照記号は、請求項記載の技術的事項と実施の形態又は実施例の技術的事項との対応・橋渡しを明確にしている。このような対応・橋渡しは、請求項記載の技術的事項が実施の形態又は実施例の技術的事項に限定されて解釈されることを意味しない。

【０００５】

本発明による炉底貫通部の密封構造は、原子炉の炉底（２）を貫通する貫通体（３）と、貫通体（３）と炉底（２）とが接合する接合部位を外側底面から被覆する被覆体とから構成されている。炉底に接合するが炉底とは物理的に非一体である被覆体は、接合部位の物理的変化に独立して存在し、万に１つもないが仮想的に考えられる漏洩を更に万全に防止することができる。被覆体のその非一体化は、具体的には貫通体（３）と炉底との間に閉じられた空間の存在により実現される。空間は、被覆体と貫通体との間の物理的接合を有効に無効化し、接合部位の物理的変化がキャップである被覆体に及ぶことを効果的に防止することができる。

【０００６】

その被覆体は、その接合部位と炉底（２）の下側面とを直接に被覆する環状の第１溶接層（１１）と、第１溶接層（１１）を下側方向に貫通し第１溶接層（１１）より下方に露出する貫通体（３）の露出部分（４）を囲むキャップ（１）と、第１溶接層（１１）の下側面に接合する第２溶接層（１２）と、キャップ（１）の上端部位の外側周面と第２溶接層（１２）に接合する第３溶接層（１４）と、露出部分（４）の下端部位の外側周面とキャップ（１）の下端部位の内側周面との間の環状空間に装着されるシールリング（１５）とから形成されている。

【０００７】

このような接合構造は、キャップ（１）の上端部位が第２溶接層（１２）を介して第１溶接層（１１）に接合し、従って、キャップ（１）が第２溶接層（１２）と第１溶接層（１１）とを介して炉底２の下面に接合する新規な接合構造を有している。貫通体（３）の下端部位とキャップ（１）の下端部位との間には、シールリング（１５）が装着され、キャップ（１）と貫通体（３）との間の隙間（１８）は密閉状態に維持される。万一にその貫通部位に漏洩の恐れがある場合にも、キャップ（１）は、そのような恐れがある部位の漏洩を有効に回避することができる。

【０００８】

製造時に取り付けてある第１溶接層（１１）を利用することにより、現地でのＰＷＨＴが不要になり、作業が容易である。

【０００９】

第１溶接層（１１）の材料が６００合金であれば、第２溶接層（１２）の材料として、６００合金よりも応力腐食割れに対して強い６９０合金が用いられることは重要である。キャップ（１）と第２溶接層（１２）との接合部位は、応力腐食割れに対してより強く構造化されている。

【００１０】

キャップ（１）の上端部位の外周面に環状の第４溶接層（１３）が接合されることは、６９０合金どうしの継手になって、構造を強化する。第２溶接層（１２）は第３溶接層（１４）の環状の上端面に接合することが好ましい。この場合に、第１溶接層（１１）が既存の溶接層であれば、第１溶接層（１１）の材料は６００合金であり、第２溶接層（１２）の材料は６９０合金であり、第３溶接層（１４）の材料は６９０合金である。第２溶接層（１２）と第３溶接層（１４）との接合は、応力腐食割れに対して強い。

【００１１】

貫通体（３）の下方部位の外側周面とシールリング（１５）の下端面とは、第５溶接層（２６）により接合され、シールリング（１５）の外側周面とキャップ（１）の下端面とは、第６溶接層（２７）により接合され、密閉効果が充実化する。貫通体（３）の下方部位は、セーフエンドとして構成される。この場合、シールリング（１５）は、そのセーフエンドに外装されて溶接される。

【００１２】

キャップ（１）に結合するガス供給管（１６）の追加が好ましい。ガス供給管（１６）の内部は、貫通体（３）とキャップ（１）の間の環状空間に接触している。ガス供給管（１６）に、開閉弁（２９）が介設されることが有効である。ガス供給管（１６）を介して環状空間（１８）に不活性ガス（例示：Ａｒガス）が供給される。不活性ガスは、既述の溶接の工程の際の雰囲気として用いられる。

【００１３】

本発明による炉底貫通部の密封方法は、原子炉の炉底（２）を貫通する貫通体（３）と炉底（２）との間に生じる漏洩を防止する炉底貫通部の密封方法であり、第１半割れキャップ（１９）と第２半割れキャップ（１２）との対を工場で製造する製造ステップと、第１半割れキャップ（１９）と第２半割れキャップ（２１）とで貫通体（３）を現場で包み込む包込ステップと、第１半割れキャップ（１９）と第２半割れキャップ（２１）とを溶接により接合して１つのキャップ（１）を形成する形成ステップと、蓋キャップ（１）を炉底（２）に対して溶接により接合する接合ステップと、キャップ（１）の下端部位と貫通体（３）との間の環状空間（１８）にシールリング（１５）を嵌め込むことにより貫通体（３）とキャップ（１）との間の環状空間（１８）を密閉する密閉ステップとから構成されている。

【００１４】

半割れキャップを接合してキャップ（１）により既設の貫通体構造に蓋をすることにより、短工期の密封又はその補修が可能である。キャップ（１）の下端部位と貫通体（３）との間の環状空間（１８）にシールリング（１５）を嵌め込むことにより貫通体（３）とキャップ（１）との間の環状空間（１８）を密閉する工事を即応的に完了させることができる。

【００１５】

炉底（２）には貫通体（３）と炉底（２）の下面とを接合する第１溶接層（１１）が既に存在している。その接合ステップでは、第１溶接層（１１）が第２溶接層（１２）を介してキャップ（１）の上端部位と溶接される。炉底（２）には貫通体（３）と第１溶接層（１１）とが既に存在していて、第１溶接層（１１）の下面に貫通体（３）を環状に囲む第２溶接層（１２）を接合する新規接合ステップが更に追加される。その接合ステップは、第２溶接層（１２）とキャップ（１）の上端部位とを溶接する工程である。その新規接合ステップは、既述の製造ステップより時間的に先行している。その製造ステップは、第２溶接層（１２）の内径寸法と形状を計測するステップと、第１円柱と第２円柱に対してそれぞれに全周的に一定厚み部分を旋削して第１小径部分と第２小径部分とをそれぞれに

形成して第１第１半製品と第１第２半製品を形成するステップと、第１小径部分の半周領域に第１半周溶接層（３７）を接合して第２第１半製品（３４）を形成し、第２小径部分の半周領域に第２半周溶接層（３８）を接合して第２第２半製品（３５）を形成するステップと、第２第１半製品（３４）と第２第２半製品（３５）とにそれぞれに中心孔を形成して第３第１半製品（３４’）と第３第２半製品（３５’）とを形成するステップと、第３第１半製品（３４’）と第３第２半製品（３５’）とを半割りすることと、内径寸法（Ｗ１，Ｗ２）に適合する形状に調整することとにより、第１半割れキャップ（１９）と第２半割れキャップ（２１）とをそれぞれに形成するステップとから構成されている。その接合ステップは、第１半周溶接層（３７）と第２半周溶接層（３８）とをそれぞれに介して第２溶接層（１２）とキャップ（１）の上端部位とを溶接する工程である。

【００１６】

半割れキャップの中間品を工場で製作するので、短工期密封又はそれの補修がより促進される。

【００１７】

環状空間（１８）に不活性ガスを導入するガス導入管（１６）をキャップ（１）に結合するステップが追加される。既述の新規接合ステップは、不活性ガスを環状空間（１８）に導入するステップを有している。第１溶接層（１１）は６００合金で形成されていて、第２溶接層（１２）と第１半周溶接層（３７）と第２半周溶接層（３８）とは６９０合金で形成されている。

【００１８】

密閉ステップは、シールリング（１５）を楔状に環状空間（１８）に嵌め込む工程を含む。シールリング（１５）の下面と貫通体（３）の外側周面とを溶接により接合するステップと、シールリング（１５）の外側周面とキャップ（１）の下面とを溶接により接合するステップとが更に有効に追加される。

【００１９】

炉底（２）の下面は炉心軸心線に対して傾斜する斜面であり、第１半周溶接層（３７）と第２半周溶接層（３８）とのそれぞれの端面は、楕円輪面に形成される。このような形状化が工場で行われ、短工期補修又は短工期密封に更に資することになる。

【００２０】

【発明の実施の形態】

図に対応して、本発明による炉底貫通部の密封構造の実施の形態は、原子炉容器底（以下、炉底）を貫通する計装筒がキャップとともに配置されている。そのキャップ１は、図１に示されるように、炉底２を鉛直方向に貫通する計装筒３の炉底下面側部位４を炉底下面側で被覆している。炉内計装シンブル（図示されず）は、計装筒３の内部から炉内に配置されている。炉底２の環状周囲は、その鏡面５が円錐面状に斜めに形成されている。図示される計装筒３は、そのような炉底の斜面形成部分を貫通している。炉底２は、原子炉容器下部鏡といわれている。

【００２１】

計装筒３は、炉底上面側で溶接合金６により炉底２に固着されて鉛直方向に支持されている。キャップ１は、補修により追加された漏洩保護筒である。計装筒３の下方部位である炉底下面側部位４は、キャップ１により取り囲まれている。炉底下面側部位４の下方側で、炉底下面側部位４にセーフエンド７が一体に連結し下方に延びている。セーフエンド７には、それの下方側から鉛直方向上側方向に、コンジットチューブ８が密着的に挿入されている。長いコンジットチューブ８の図示されない側の端部からキャップ１を通すことは困難であり実質的には不可能である。キャップ１は、それの装着前には２つ割れであり、溶接により図示される位置で１つの筒に組み立てられる。

【００２２】

キャップ１と炉底２との間には、溶接固着多層構造９が介設されている。溶接固着多層構造９は、炉底２の炉底下側面に接合する第１金属製第１溶接層１１と、第２金属製第２溶接層１２と、第２金属製第３溶接層１３と、第２金属製第４溶接層１４から形成されて

構造化されている。第１金属製第１溶接層１１は、原子炉容器の初期製造時に設けられていて、補修工事開始時点で既に存在している。

【００２３】

第１金属製第１溶接層１１に使用されている第１金属は、６００合金（本業界で確定的に金属材料を表す呼称）が用いられている。第２金属製第２溶接層１２と第２金属製第３溶接層１３と第２金属製第４溶接層１４とに用いられている第２金属は、互いに同じである６９０合金（本業界で６００合金との対比で確定的に金属材料を表す呼称）である。それらの溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実行される。その不活性ガス１００％雰囲気は気体導入筒１６から導入される不活性ガスがその溶接部位の周囲を囲むことにより形成される。

参照：

６９０合金：ASME Sec.IX Code Case2142 UNS NO6052FM

【００２４】

図２に示されるように、第２金属製第２溶接層１２は第１金属製第１溶接層１１の環状下面に溶接的に固着し、第２金属製第４溶接層１３はキャップ１の上方部位の円筒状外周面側に溶接的に固着し、第２金属製第３溶接層１４は第２金属製第２溶接層１２の環状下面と第２金属製第４溶接層１３の円筒面状外周面に溶接的に固着している。第２金属製第３溶接層１４は、すみ肉溶接部位である。

【００２５】

キャップ１の下方部位の内側円筒面とセーフエンド７の上方部位の外側円筒面との間に、図１に示されるように、シールリング１５が介設されている。キャップ１の下方部位で、気体導入筒１６がキャップ１に接合している。気体導入筒１６の気体導入通路１７は、炉底下面側部位４とシールリング１５と溶接固着多層構造９とキャップ１とにより囲まれて閉じられている環状空間１８に導通している。環状空間１８は、図３に示されるように、炉底下面側部位４の円筒状外周面とキャップ１の円筒状内周面との間に形成されている。

【００２６】

キャップ１は、図３に示されるように、２つ割れに構造化され、第１半割れキャップ１９と、第２半割れキャップ２１と、２つの突合わせ溶接部位２２とから形成されている。計装筒３の中心孔２３には、炉内計装シンブル（図示されず）が案内される。

【００２７】

図４は、第１半割れキャップ１９と第２半割れキャップ２１とが１円周上で対向する突合わせ部位を溶接して突合わせ結合する溶接部位２２を示している。第１半割れキャップ１９と第２半割れキャップ２１のそれぞれの上端面から下側方向に向かう領域のうち規定された幅で、外側から内側に向く厚み方向に規定された厚み分は、キャップ１の基材からそれぞれに削り取られている。既述の第２金属製第４溶接層１３は、削り取られている厚み分に相当するリング状空間を占めている。

【００２８】

第２金属製第４溶接層１３がともに形成されている第１半割れキャップ１９と第２半割れキャップ２１の突合わせ部位に、溶接部位２２が溶接的に埋め込まれている。突合わせ溶接部位２２は、上方側に位置する上側長手溶接部位（上側軸方向溶接部位）２４と下側に位置する下側長手溶接部位（下側軸方向溶接部位）２５とから形成されている。上側長手溶接部位２４の材料は、第２金属製第４溶接層１３の材料と同じ材料（６９０合金）である。下側長手溶接部位２５の材料は、キャップ１の材料（ＳＵＳ３１６）に相性がよい材料（ＳＵＳ３１６Ｌ）である。

【００２９】

図５は、シールリング１５をセーフエンド７とキャップ１の下端部位とに固着する溶接構造を示している。シールリング１５は、セーフエンド７とキャップ１との間で下側から上側に楔状に打ち込まれている。シールリング１５は、セーフエンド７の外周面とシールリング１５の下面とに跨る第１シール溶接部位２６により更に強固にセーフエンド７に固

着している。

【００３０】

第１シール溶接部位２６は、シールリング１５とセーフエンド７との間の気体漏洩を防止している。シールリング１５は、キャップ１の下面とシールリング１５の外周面とに跨る第２シール溶接部位２７によりキャップ１に固着している。第２シール溶接部位２７は、シールリング１５とキャップ１との間の漏洩を防止している。このような溶接の前には、シールリング１５は２つ割れ構造を有し、図６に示されるように、長手溶接部位２８により一体構造化される。

【００３１】

気体導入通路１７の途中には、図１に示されるように、封止用開閉弁２９が介設されている。封止用開閉弁２９を介して、不活性ガスが気体導入通路１７に通され、環状空間１８の中の空気はその不活性ガスで置換される。環状空間１８の中の不活性ガスは、閉じられる封止用開閉弁２９により非漏洩状態に封止される。不活性ガスは、溶接固着多層構造９の形成の際の溶接環境を形成するために用いられる。

【００３２】

図７～図２６は、本発明による炉底貫通部の密封方法の実施の形態を示している。図７は、補修前既存の計装筒３と炉底２の取合いを示している。第１金属製第１溶接層（６００合金肉盛座）１１が炉底２に既に固着していることは既述の通りである。図８は、炉底２と計装筒３の間の隙間を埋めるシール材料挿入工程を示している。炉底２と計装筒３の間の隙間に漏洩が発見される場合には、シール材料３１がその隙間に挿入される。

【００３３】

図９は、第１金属製第１溶接層１１の下面に第２金属製第２溶接層１２を形成する溶接工程を示している。第２金属製第２溶接層１２は、６９０合金が用いられて第１金属製第１溶接層１１の下面に接合する６９０合金肉盛座として形成される。その溶接方法は、ティグ溶接である。その溶接姿勢は、上向きである。溶接工程で用いられるシールドガスは、不活性ガス１００％である。溶接後には、第２金属製第２溶接層１２の寸法検査と、超音波その他の探傷法により、欠陥存否検査のような健全性確認検査が実行される。

【００３４】

図１０は、第１金属製第１溶接層１１の溶接盛りの引張残留応力の対策工程を示している。第１金属製第１溶接層１１には残留応力対策を行い、その対策の処理方法として、バフ３２によるバフかけが例示され、６９０合金肉盛りである第１金属製第１溶接層１１の引張残留応力が除去される。

【００３５】

図１１は、第２金属製第２溶接層１２の寸法を計測する計測工程を示している。その計測に基づいて、キャップ１が工場で製作される。基準面（計装筒の軸心線に直交する面：通常は水平面）３３に対する第２金属製第２溶接層１２の複数位置の高さと幅が計測される。更に、その形状が計測される。

【００３６】

図１２は、キャップ１を工場で製作する製作工程を示している。図１２（ａ）に示されるように、２つの円柱が用意される。２つの円柱は、ともにＳＵＳ３１６で形成されている。一方の円柱に螺旋線３６が引かれ、螺旋線３６より上方部位で必要な厚み分が、一方の円柱から削り取られる。その削り取られた部分のうちの半周部分に、６９０合金が溶接的に接合される。その６９０合金肉盛３７は、第２金属製第４溶接層１３の半分に相当している。

【００３７】

他の円柱に螺旋線３６が引かれ、螺旋線３６より上方部位で既述の厚み分が、他のその円柱から削り取られる。その削り取られた部分のうちの半周と縮み代になる部分３７に、６９０合金が溶接的に接合される。その６９０合金肉盛３８は、第２金属製第４溶接層１３の他の半分に相当している。６９０合金肉盛３７と６９０合金肉盛３８の溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実施される。溶接前には開先面の検査が実行され、溶接後

には溶接部位の検査が実行され、寸法検査が同時に行われる。

【００３８】

図１２（ａ）に示される第１加工により形成された第１半製品３４に対して、図１２（ｂ）に示されるように、図１１で示される工程で計測された寸法に対応するように、内径加工が施される。図１２（ａ）に示される第１加工により形成された第１半製品３４に対して、図１２（ｂ）に示されるように、図１１で示される工程で計測された寸法に対応するように、内径加工が施される。図１２（ｂ）に示される第２加工により形成された第１半製品３４’の上方部位は、図１２（ｃ）に示されるように、斜めに切断される。図１２（ｂ）に示される第２加工により形成された第２半製品３５’の上方部位は、図１２（ｃ）に示されるように、斜めに切断される。

【００３９】

図１２（ｃ）に示される第３加工により形成された第３半製品３４”に対して、図１２（ｄ）に示されるように、溶接による縮み代を考慮した上で図１１で示される工程で計測された寸法に対応するように、半割り加工と長手開先加工が施される。図１２（ｃ）に示される第３加工により形成された第３半製品３５”に対して、図１２（ｄ）に示されるように、溶接による縮み代を考慮した上で図１１で示される工程で計測された寸法に対応するように、半割り加工と長手開先加工）が施される。

【００４０】

図１３は、キャップ１を溶接により組み立てる組立工程を示している。図１２（ｄ）で示されるように加工された第４半製品３９”，４１”は、コンジットチューブ８を囲むように突き合わせられ、一方の第４半製品３９”と他方の第４半製品４１”は、コンジットチューブ８を囲む配置状態で、図１４（ａ），（ｂ）に示されるように、突合わせ長手溶接により溶接されて円筒体状のキャップ１に組み立てられる。その突合わせ長手溶接部位４２に用いられている溶接材料は、キャップ１の本体材料に同じであるＳＵＳ３１６である。その溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実行される。その不活性ガス１００％雰囲気は、気体導入筒１６から導入される不活性ガスが溶接部位の周囲を囲むことにより形成される。

【００４１】

図１５は、第２金属製第４溶接層１３の完成のための突合わせ溶接の溶接工程を示している。キャップ１の一部分である未完成・２分割状態の第２金属製第４溶接層１３は、図１６に示されるように、半割れ接合部位の突合わせ溶接により結合される。長手開先面どうしのその突合わせ長手溶接部位４３に用いられている溶接材料は、第２金属製第４溶接層１３の材料に同じである６９０合金である。その溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実行される。その不活性ガス１００％雰囲気は、気体導入筒１６から導入される不活性ガスが溶接部位の周囲を囲むことにより形成される。

【００４２】

図１７は、キャップ１を第２金属製第２溶接層１２に仮接合する仮接合工程を示している。キャップ１が持ち上げられ、キャップ１の頂面と第２金属製第４溶接層１３の頂面が第２金属製第２溶接層１２の下面に接合する。第２金属製第４溶接層１３と第２金属製第２溶接層１２の下面に跨る仮溶接部４４により、キャップ１は第２金属製第２溶接層１２に仮接合される。

【００４３】

図１８は、シールリング１５とキャップ１の一部分であるセーフエンド７との間にシールリング１５を仮接合する仮接合工程を示している。半割れのシールリング形成半円筒１５－１，１５－２が、セーフエンド７とキャップ１との間に形成されている環状空間に装着される。シールリング形成半円筒１５－１，１５－２とキャップ１との間の仮接合は、仮溶接による接合である。それらの溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実行される。その不活性ガス１００％雰囲気は、気体導入筒１６から導入される不活性ガスがその溶接部位の周囲を囲むことにより形成される。この仮接合工程では、シールリング１５は、半割れ状態であり、図１９に示されるように、突合わせ溶接対象部位４５は溶接されて

いない。

【００４４】

図２０は、第２金属製第２溶接層１２とキャップ１との間の本接合工程を示している。図１７に示される仮溶接部４４により仮接合されたキャップ１は、第２金属製第２溶接層１２に本接合される。第２金属製第２溶接層１２の下面と第２金属製第４溶接層１３の外周面とに跨る本溶接部位である第２金属製第３溶接層１４に用いられている材料は、第２金属製第２溶接層１２の材料と第２金属製第４溶接層１３の材料とに同じである６９０合金である。

【００４５】

その溶接工程は、不活性ガス１００％雰囲気中で実行される。その不活性ガス１００％雰囲気は、気体導入筒１６から導入される不活性ガスがその溶接部位の周囲を囲み、又は、その溶接接合面に入り込むことにより形成される。シールリング１５は、探傷試験と寸法検査が実施される。

【００４６】

図２１は、シールリング１５をセーフエンド７とキャップ１に本接合する本接合工程を示している。図２２に示されるように、図１８に示される突合わせ溶接対象部位４５に本溶接部位４６が長手突合わせ溶接により埋め込まれる。この溶接は、不活性ガス１００％雰囲気で実行される。本溶接部位４６は、超音波探傷が実施される。そのような探傷検査は、後述される隅肉溶接が実行された後に、ＵＴ用接触媒質とＰＴの液が溶接部位に侵入しない状態になってから実行される。

【００４７】

図２３は、シールリング１５とセーフエンド７との間の接合工程を示している。シールリング１５の下面とセーフエンド７の外周面とに跨る隅肉溶接が不活性ガス１００％雰囲気で行われ、図５に示されるように、第１シール溶接部位２６が形成される。第１シール溶接部位２６の材料は、ＳＵＳ３１６ｌ又はＳＵＳ３１６ｌ相当である。図２４は、セーフエンド７とシールリング１５との間の接合工程を示している。キャップ１の下面とシールリング１５の外周面とに跨る隅肉溶接が不活性ガス１００％雰囲気で行われ、図５に示されるように、第２シール溶接部位２７が形成される。第２シール溶接部位２７の材料は、ＳＵＳ３１６ｌ又はＳＵＳ３１６ｌ相当である。

【００４８】

不活性ガス又は脱気水が、図２５に示されるように、気体導入筒１６を通されて環状空間１８に導入され、封止用開閉弁２９が閉じられて不活性ガス又は脱気水の封入が実行される。

【００４９】

実働中の原子炉の炉底の検査の際に計装筒貫通部位（貫通体貫通部位）に漏洩が発見されれば、本発明による炉底貫通部の補修方法の工事が施工される。溶接対象部位の目視又は各種の探傷検査を行って、既述の溶接を行い、その溶接に関して、各種の探傷検査が確認のために実行され、その施工の健全性が確認される。

【００５０】

【発明の効果】

本発明による炉底貫通部の密封構造、及び、炉底貫通部の密封方法は、漏洩防止が確実であり、且つ、短工期の密封又は密封補修を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図１】図１は、本発明による炉底貫通部の密封構造の実施の形態を示す斜軸投影図である。

【図２】図２は、図１の一部を示す断面図である。

【図３】図３は、図１の平面断面図である。

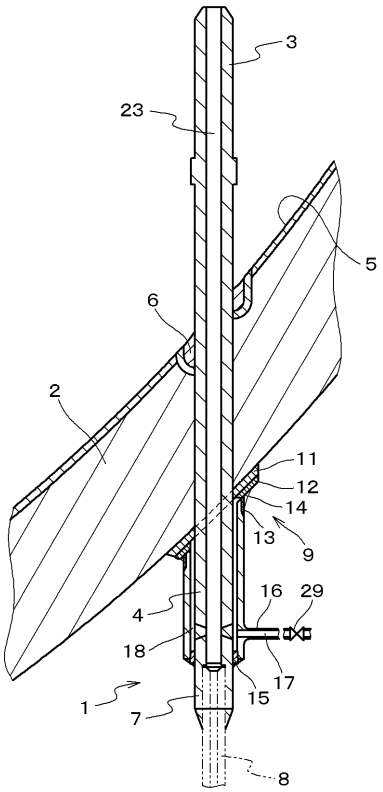
【図４】図４は、蓋筒を示す斜軸投影図である。

【図５】図５は、図１の一部を示す断面図である。

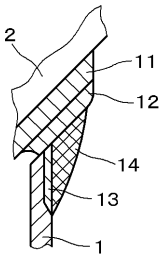
【図６】図６は、図５の一部を示す斜軸投影図である。

【図７】図７は、本発明による炉底貫通部の密封方法の実施の形態の初期工程を示す断面図である。
【図８】図８は、図７の次の工程を示す断面図である。
【図９】図９は、図８の次の工程を示す断面図である。
【図１０】図１０は、図９の次の工程を示す断面図である。
【図１１】図１１は、図１０の次の工程を示す断面図である。
【図１２】図１２（ａ），（ｂ），（ｃ），（ｄ）は、図１１の次の複数工程をそれぞれに示す断面図である。
【図１３】図１３は、図１２の次の工程を示す断面図である。
【図１４】図１４（ａ），（ｂ）は、図１３の２位置でそれぞれに切断する断面図である。
【図１５】図１５は、図１３の次の工程を示す断面図である。
【図１６】図１６は、図１５の断面図である。
【図１７】図１７は、図１５の次の工程を示す断面図である。
【図１８】図１８は、図１７の次の工程を示す断面図である。
【図１９】図１９は、図１８の断面図である。
【図２０】図２０は、図１９の次の工程を示す断面図である。
【図２１】図２１は、図２０の次の工程を示す断面図である。
【図２２】図２２は、図２１の断面図である。
【図２３】図２３は、図２１の次の工程を示す断面図である。
【図２４】図２４は、図２３の次の工程を示す断面図である。
【図２５】図２５は、図２４の次の工程を示す断面図である。
【図２６】図２６は、原子炉容器の外観を示す斜軸投影図である。
【符号の説明】
１…キャップ
２…炉底
３…貫通体（計装筒）
４…露出部位
１１…第１溶接層
１２…第２溶接層
１３…第４溶接層
１４…第３溶接層
１５…シールリング
１６…ガス供給管
１８…環状空間（隙間）
１９…第１半割れキャップ
２１…第２半割れキャップ
２９…開閉弁
３４…第２第１半製品
３４’…第３第１半製品
３５…第２第２半製品
３５’…第３第２半製品
３７…第１半周溶接層
３８…第２半周溶接層

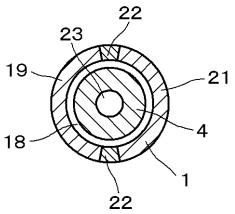
【図１】



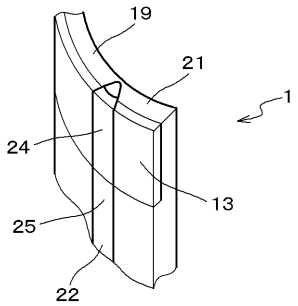
【図２】



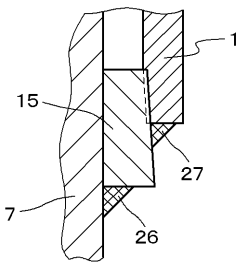
【図３】



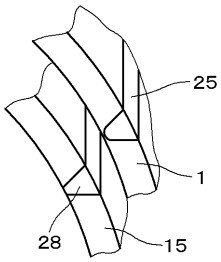
【図４】



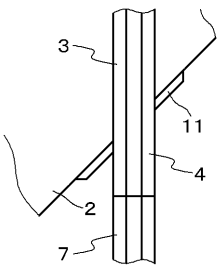
【図５】



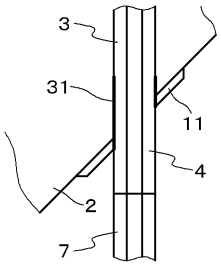
【図６】



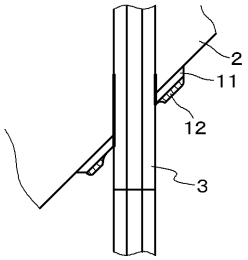
【図７】



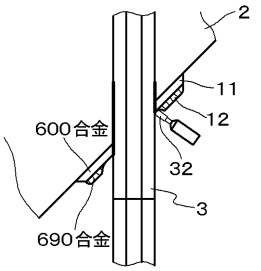
【図８】



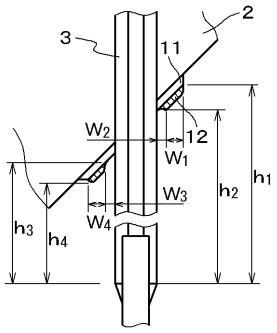
【図９】



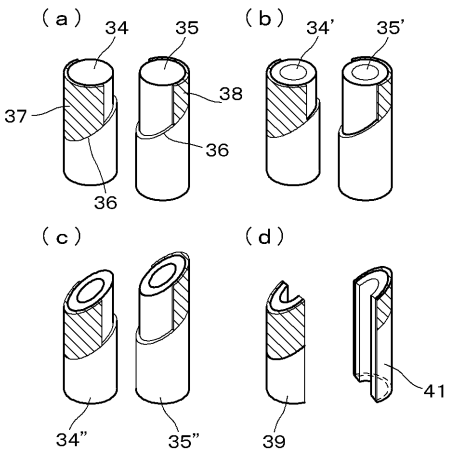
【図１０】



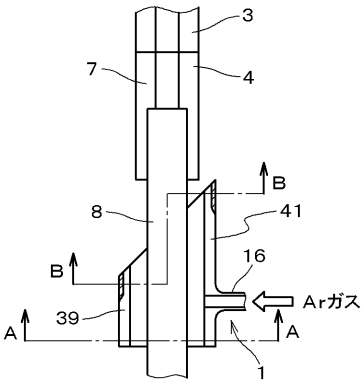
【図１１】



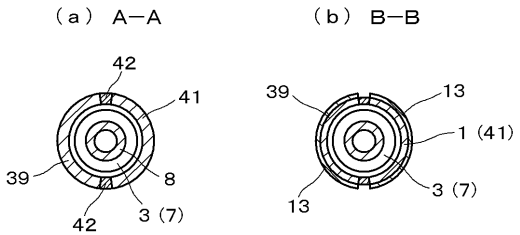
【図１２】



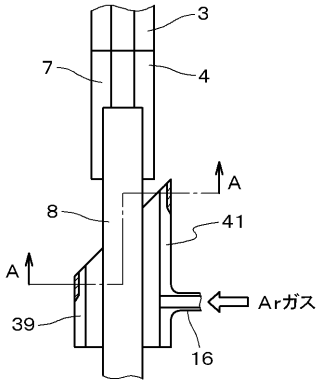
【図１３】



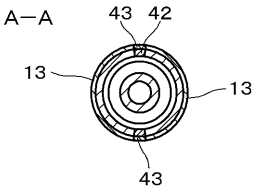
【図１４】



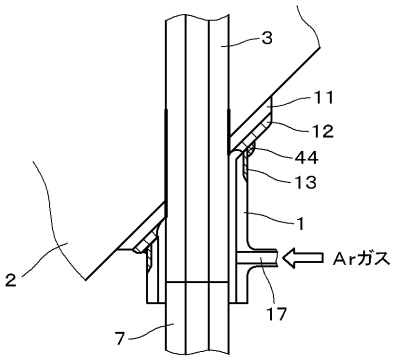
【図１５】



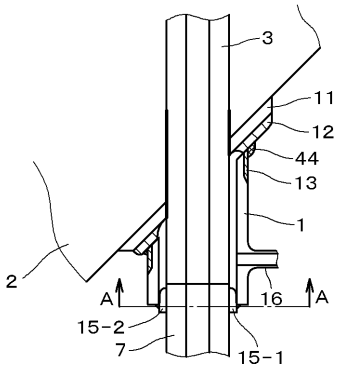
【図１６】



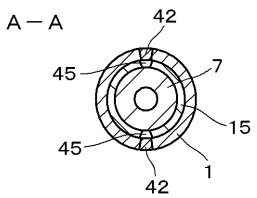
【図１７】



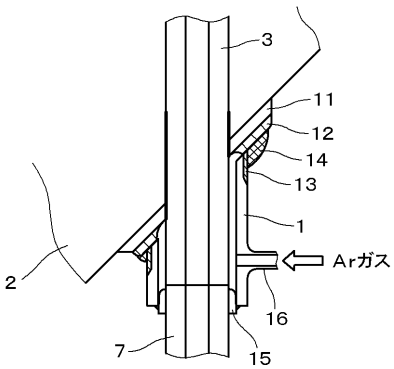
【図１８】



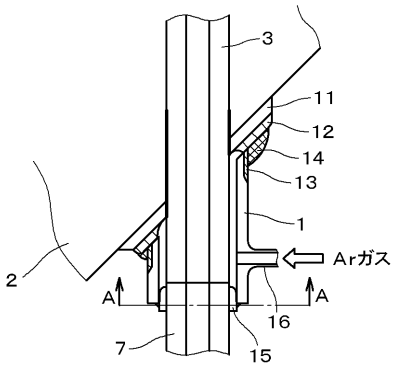
【図１９】



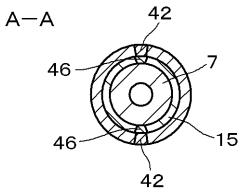
【図２０】



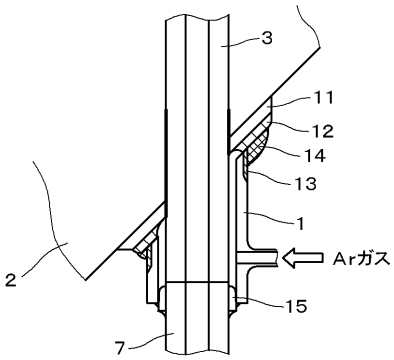
【図２１】



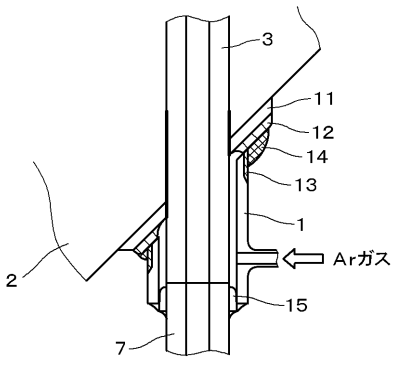
【図２２】



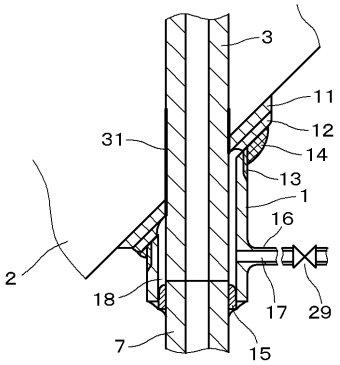
【図２３】



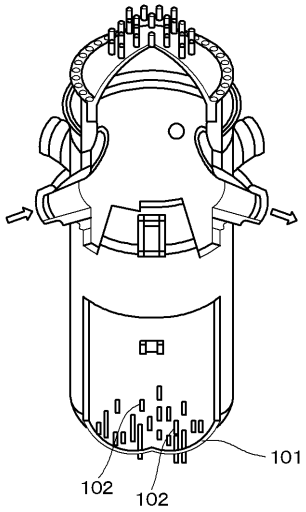
【図２４】



【図２５】



【図２６】



フロントページの続き

(73)特許権者　000230940
日本原子力発電株式会社
東京都千代田区神田美土代町１番地１
(74)代理人　100102864
弁理士　工藤　実
(74)代理人　100099553
弁理士　大村　雅生
(72)発明者　山本　和秀
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目１番１号　三菱重工業株式会社神戸造船所内
(72)発明者　朝田　誠治
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目１番１号　三菱重工業株式会社神戸造船所内
(72)発明者　段林　勝治
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目１番１号　三菱重工業株式会社神戸造船所内
(72)発明者　鴨　和彦
兵庫県高砂市荒井町新浜二丁目１番１号　三菱重工業株式会社高砂研究所内
(72)発明者　亀山　雅司
大阪府大阪市北区中之島三丁目３番２２号　関西電力株式会社内
(72)発明者　長谷川　宏司
大阪府大阪市北区中之島三丁目３番２２号　関西電力株式会社内
(72)発明者　清水　秀高
北海道札幌市中央区大通東一丁目２番地　北海道電力株式会社内
(72)発明者　内田　竜己
福岡県福岡市中央区渡辺通二丁目１番８２号　九州電力株式会社内
(72)発明者　小林　広幸
東京都千代田区神田美土代町１番１号　日本原子力発電株式会社内

審査官　中島　昭浩

(56)参考文献　特開平０２－０９８６９６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０６８２７１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B23K　9/00
G21C　19/02
F16J　12/00