

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6251025号  
(P6251025)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int.Cl.

F 1

G 2 1 C 17/003 (2006.01)

G 2 1 C 17/00

E

G 2 1 C 17/00

F

請求項の数 12 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2013-245754 (P2013-245754)	(73) 特許権者	507250427
(22) 出願日	平成25年11月28日 (2013.11.28)		日立GEニュークリア・エナジー株式会社
(65) 公開番号	特開2015-102527 (P2015-102527A)		茨城県日立市幸町三丁目1番1号
(43) 公開日	平成27年6月4日 (2015.6.4)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成28年7月20日 (2016.7.20)		ポレール特許業務法人
		(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	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	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】 原子炉圧力容器ノズルの保全装置及びその保全方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原子炉圧力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部を点検する点検装置を備え、

前記点検装置は、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて点検する探傷プローブと、該探傷プローブを前記給水ノズルのコーナー部の任意の位置に設定するオフセットアームと、該オフセットアームを前記給水ノズルのコーナー部の外周に合わせて旋回及び/又は前後動作させる駆動部と、該駆動部を支持するベースと、該ベースと一体に構成され、前記原子炉圧力容器内の給水スパーチャに前記点検装置を固定する固定部とから成り、

前記オフセットアームは、前記駆動部の軸方向から1段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この1段目のオフセットアームの先端部から軸方向に2段目のオフセットアームが延び、この2段目のオフセットアームの先端部から周方向に3段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされ、前記3段目のオフセットアームの先端に前記探傷プローブが軸方向に延びて固定されているダブルオフセットアームであることを特徴とする原子炉圧力容器ノズルの保全装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の原子炉圧力容器ノズルの保全装置において、

前記駆動部は、前記給水ノズルのコーナー部に沿って前記ダブルオフセットアームを旋回する旋回軸と、前記探傷プローブを前記給水ノズルのコーナー部に押し付けるために前

記ダブルオフセットアームを前後方向に駆動する前後軸とを備えていることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の原子炉压力容器ノズルの保全装置において、

前記固定部は、前記ベースを両側から挟み込むように 2 枚の板状部材から成り、それぞれの板状部材の上部は、前記探傷プローブの伸延方向に延びると共に、その先端部が前記給水スパージャの形状に沿った型取り部が形成され、かつ、それぞれの前記板状部材の下部は、前記探傷プローブの伸延方向に延びると共に、その先端部が前記固定部の傾きを強制するための当て部が形成されていることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の原子炉压力容器ノズルの保全装置において、

前記探傷プローブは、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて点検する探傷センサと、該探傷センサを固定するシューと、該シューに固定された前記探傷センサを前記ダブルオフセットアームに取り付ける取付座と、該取付座に支持され、かつ、前記探傷センサを前記給水ノズルのコーナー部に押し付けるバネとから成ることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の原子炉压力容器ノズルの保全装置において、

前記探傷プローブは、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて点検する探傷センサと、該探傷センサを固定するシューと、該シューに固定された前記探傷センサを前記ダブルオフセットアームに取り付ける取付座と、該取付座に支持され、かつ、前記探傷センサを前記給水ノズルのコーナー部に流体圧で押し付けるチューブとから成ることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

20

【請求項 6】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の原子炉压力容器ノズルの保全装置において、

前記探傷プローブは、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて点検する探傷センサと、該探傷センサを固定するシューと、該シューに固定された前記探傷センサを前記ダブルオフセットアームに取り付ける取付座と、該取付座に支持され、かつ、前記探傷センサを前記給水ノズルのコーナー部に押し付ける弾性体とから成ることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

30

【請求項 7】

請求項 4 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の原子炉压力容器ノズルの保全装置において、

前記探傷センサは、フィルム状の渦電流探傷センサであることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

【請求項 8】

原子炉压力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部を研磨する研磨装置を備え、

前記研磨装置は、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて研磨する砥石と、該砥石を前記給水ノズルのコーナー部の任意の位置に設定するオフセットアームと、該オフセットアームを前記給水ノズルのコーナー部の外周に合わせて旋回及び／又は前後動作させる駆動部と、該駆動部を支持するベースと、該ベースと一体に構成され、前記原子炉压力容器内の給水スパージャに前記研磨装置を固定する固定部とから成り、

40

前記オフセットアームは、前記駆動部の軸方向から 1 段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この 1 段目のオフセットアームの先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアームが延び、この 2 段目のオフセットアームの先端部から周方向に 3 段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされ、前記 3 段目のオフセットアームの先端に前記砥石が軸方向に延びて固定されているダブルオフセットアームであることを特徴とする原子炉压力容器ノズルの保全装置。

【請求項 9】

50

請求項 8 に記載の原子炉圧力容器ノズルの保全装置において、

前記駆動部は、前記給水ノズルのコーナー部に沿って前記ダブルオフセットアームを旋回する旋回軸と、前記砥石を前記給水ノズルのコーナー部に押し付けるために前記ダブルオフセットアームを前後方向に駆動する前後軸とを備えていることを特徴とする原子炉圧力容器ノズルの保全装置。

【請求項 10】

請求項 8 又は 9 に記載の原子炉圧力容器ノズルの保全装置において、

前記固定部は、前記ベースを両側から挟み込むように 2 枚の板状部材から成り、それぞれの板状部材の上部は、前記砥石の伸延方向に延びると共に、その先端部が前記給水スパージャの形状に沿った型取り部が形成され、かつ、それぞれの前記板状部材の下部は、前記砥石の伸延方向に延びると共に、その先端部が前記固定部の傾きを強制するための当て部が形成されていることを特徴とする原子炉圧力容器ノズルの保全装置。

【請求項 11】

原子炉圧力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部のひびを検査しサイジングを実施する探傷検査装置を備え、

前記探傷検査装置は、前記給水ノズルのコーナー部のひびサイジングを実施する超音波探傷センサと、該超音波探傷センサを前記給水ノズルのコーナー部の任意の位置に設定するオフセットアームと、該オフセットアームを前記給水ノズルのコーナー部の外周に合わせて旋回及び／又は前後動作させる駆動部と、該駆動部を支持するベースと、該ベースと一体に構成され、前記原子炉圧力容器内の給水スパージャに前記探傷検査装置を固定する固定部とから成り、

前記オフセットアームは、前記駆動部の軸方向から 1 段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この 1 段目のオフセットアームの先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアームが延び、この 2 段目のオフセットアームの先端部から周方向に 3 段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされ、前記 3 段目のオフセットアームの先端に前記超音波探傷センサが軸方向に延びて固定されているダブルオフセットアームであることを特徴とする原子炉圧力容器ノズルの保全装置。

【請求項 12】

原子炉圧力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部を点検補修するに当たり、

前記原子炉圧力容器の炉壁に沿って存在する配管を回避して前記給水ノズルのコーナー部に、駆動部の軸方向から 1 段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この 1 段目のオフセットアームの先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアームが延び、この 2 段目のオフセットアームの先端部から周方向に 3 段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされたダブルオフセットアームの前記 3 段目のオフセットアームの先端部に固定された探傷プローブを設定し、前記原子炉圧力容器の炉壁に沿って存在する配管の炉内側に配置された駆動部で前記ダブルオフセットアームを動作させて前記給水ノズルのコーナー部を点検すると共に、

前記探傷プローブによる前記給水ノズルのコーナー部の点検前に、研磨装置により前記給水ノズルのコーナー部表面の付着クラッド及び表面酸化膜を研磨除去する手順を有し、

前記探傷プローブによる点検結果により、前記給水ノズルのコーナー部のひびの有無を判断する手順と、該ひびの有無を判断する手順にてひび有りとは判断された場合に、超音波探傷センサを用いてひびサイジングを実施し、前記給水ノズルのコーナー部のひび除去範囲を決定する手順と、研磨装置を用いてひびを研磨除去する手順を有し、かつ、前記研磨装置を用いたひび研磨除去する手順の後に、再度ひびサイジングを実施する手順に戻り、ひび除去が完了するまで前記手順を繰り返すことを特徴とする原子炉圧力容器ノズルの保全方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は原子炉圧力容器ノズルの保全装置及びその保全方法に係り、特に、原子力発電プラントの供用期間中に原子炉圧力容器ノズルのコーナー部の表面を効率よく点検、補修するものに好適な原子炉圧力容器ノズルの保全装置及びその保全方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、原子炉圧力容器（以下、R P Vという）の給水ノズルは、サーマルスリーブに溶接したT字管と、このT字管に接続された環状のヘッダー配管より構成される給水スパージャがR P Vノズルの前面に位置し、しかも、その下方には炉心スプレイ配管が接近して配置されているため、給水ノズルのコーナー部を点検、補修する際の当該箇所へのアクセス性を阻害している。

10

【0003】

また、R P Vの壁面と環状ヘッダーは所定の寸法で据付けられており、その隙間は数10mmと極めて狭く、かつ、T字管からR P Vノズルの軸方向にサーマルスリーブが存在するため、R P Vノズル内も狭隘寸法となっており、点検、補修の作業可能な空間が極めて少ない。

【0004】

このようなR P Vの狭隘空間に位置する部材を検査する装置として、例えば、特許文献1及び2に記載されたものがある。

【0005】

特許文献1に記載されているのは、R P Vノズル内のサーマルスリーブ溶接部の検査に使用する非破壊検査装置である。その構造は、炉心スプレイ配管に固定され、軸方向にスキャナ部を移動させるテープブローブと、このテープブローブを周方向に移動するガイドレールを有するもので、R P Vノズルの内側とサーマルスリーブ外側により形成される円周状の狭隘空間にアクセスするための巻尺に類するテープブローブによりスキャナ部を軸方向に移動し、サーマルスリーブ溶接部にアクセスする構造となっている。そして、サーマルスリーブ溶接部に到達したスキャナ部は、ガイドレールに沿って周方向に旋回動作させることにより円周状に位置する溶接部を検査するものである。

20

【0006】

一方、特許文献2に記載されているのは、2重管の構造体のうち、外管と内管との隙間に位置する溶接部を探傷するための2重管構造体の探傷装置である。その構造は、R I PケーシングとR I Pノズルが設置されているR P Vとの隙間にアクセスする探傷ヘッドと、そのアームを周方向に旋回させる回転リングを備えて、R I PケーシングとR I Pノズルとの溶接部を円周状に探傷するものである。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特許第4910715号公報

【特許文献2】特許第2760712号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0008】

上述した如く、R P Vノズルのコーナー部は、その前面にT字管に接続された環状のヘッダー配管が位置し、かつ、その下方には炉心スプレイ配管が配置されているため、アクセス性が極めて悪い。また、R P Vノズルのコーナー部は、円筒形のR P V壁面に対して直交する貫通穴で、かつ、その交点は小さい曲率で面取りしていることから、R P Vノズルのコーナー部の断面形状は、円周上一様ではなく角度によって変化する3次元形状となっている。

【0009】

しかしながら、上述した特許文献1では、サーマルスリーブの溶接部を対象としているので、R P Vノズルのコーナー部と環状のヘッダー配管との隙間の狭さを考慮していない

50

ため、スキャナ部を狭隘部へアクセスすることができない。また、炉心スプレイ配管を対象としているため、その下方に別配管の存在を想定していない。そのため、給水ノズルを対象とした場合、半円状の下部ガイドレールが炉心スプレイ配管と干渉し、装置の設定はできない。更に、サーマルスリーブの溶接部形状は、円筒形の表面に位置している２次元の曲線であるため、そのテープブローを円周上に旋回することで対応しているが、ＲＰＶノズルのコーナー部は、断面形状が３次元的に変化する形状となっているため、従来技術では、その形状に追従できない。

#### 【００１０】

一方、上述した特許文献２では、ＲＰＶノズルの前面に位置する給水スパージャに相当する障害物を考慮していないため、装置を探傷位置にアクセスできない。また、探傷部位であるＲＩＰケーシングとＲＩＰノズルとの溶接部形状は、円筒形の表面に位置している２次元の曲線であるため、特許文献１と同様に、コーナー部の断面形状が変化する給水ノズルのコーナー部には対応できない。

#### 【００１１】

本発明は上述の点に鑑みなされたもので、その目的とするところは、アクセス性の悪い給水ノズルのコーナー部であっても、前面に配置したＴ字管と環状のヘッダー配管で構成される給水スパージャを回避し、３次元的に曲率形状が変化する給水ノズルのコーナー部を点検、補修することが可能な原子炉压力容器ノズルの保全装置及びその保全方法を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【００１２】

本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置は、上記目的を達成するために、原子炉压力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部を点検する点検装置を備え、前記点検装置は、前記給水ノズルのコーナー部の表面に設定されて点検する探傷プローブと、該探傷プローブを前記給水ノズルのコーナー部の任意の位置に設定するオフセットアームと、該オフセットアームを前記給水ノズルのコーナー部の外周に合わせて旋回及び／又は前後動作させる駆動部と、該駆動部を支持するベースと、該ベースと一体に構成され、前記原子炉压力容器内の給水スパージャに前記点検装置を固定する固定部とから成り、前記オフセットアームは、前記駆動部の軸方向から１段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この１段目のオフセットアームの先端部から軸方向に２段目のオフセットアームが延び、この２段目のオフセットアームの先端部から周方向に３段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされ、前記３段目のオフセットアームの先端に前記探傷プローブが軸方向に延びて固定されているダブルオフセットアームであることを特徴とする。

#### 【００１３】

また、本発明の原子炉压力容器ノズルの保全方法は、上記目的を達成するために、原子炉压力容器の炉壁に沿って配管が存在する給水ノズルのコーナー部を点検補修するに当たり、

前記原子炉压力容器の炉壁に沿って存在する配管を回避して前記給水ノズルのコーナー部に、駆動部の軸方向から１段目のオフセットアームが径方向に延びオフセットされ、この１段目のオフセットアームの先端部から軸方向に２段目のオフセットアームが延び、この２段目のオフセットアームの先端部から周方向に３段目のオフセットアームが延びて更にオフセットされたダブルオフセットアームの前記３段目のオフセットアームの先端部に固定された探傷プローブを設定し、前記原子炉压力容器の炉壁に沿って存在する配管の炉内側に配置された駆動部で前記ダブルオフセットアームを動作させて前記給水ノズルのコーナー部を点検すると共に、前記探傷プローブによる前記給水ノズルのコーナー部の点検前に、研磨装置により前記給水ノズルのコーナー部表面の付着クラッド及び表面酸化膜を研磨除去する手順を有し、前記探傷プローブによる点検結果により、前記給水ノズルのコーナー部のひびの有無を判断する手順と、該ひびの有無を判断する手順にてひび有り判断された場合に、超音波探傷センサを用いてひびサイジングを実施し、前記給水ノズルの

10

20

30

40

50

コーナー部のひび除去範囲を決定する手順と、研磨装置を用いてひびを研磨除去する手順を有し、かつ、前記研磨装置を用いたひび研磨除去する手順の後に、再度ひびサイジングを実施する手順に戻り、ひび除去が完了するまで前記手順を繰り返すことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、アクセス性の悪い給水ノズルのコーナー部であっても、前面に配置したＴ字管と環状のヘッダー配管で構成される給水スパージャを回避し、３次元的に曲率形状が変化する給水ノズルのコーナー部を点検、補修することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 が適用される R P V の概略構成を示す図である。

【図 2 ( a )】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 が適用される R P V 内の給水ノズル及び給水スパージャの構造を示す部分断面図である。

【図 2 ( b )】図 2 ( a ) を矢印 P 方向から見た図である。

【図 3】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 が適用される R P V 内の給水ノズルのコーナー部の断面変化を説明する図である。

【図 4】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置に採用されるシングルオフセットアーム点検装置を示す斜視図である。

【図 5】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 に採用されるダブルオフセットアーム点検装置を示す斜視図である。

【図 6】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 に採用されるダブルオフセットアーム点検装置による原子炉压力容器ノズルの保全方法の手順を示し、ダブルオフセットアーム点検装置の初期状態の斜視図である。

【図 7】図 6 の状態から駆動部を前後軸により前方にスライドさせて給水ノズルのコーナー部の上方に探傷プローブを押し付けた状態を示す斜視図である。

【図 8】図 7 の状態から旋回軸によりダブルオフセットアームを右旋回させることで、２段目のオフセットにより給水スパージャの裏側のコーナー部を探傷プローブで点検している状態を示す斜視図である。

【図 9】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 が適用される R P V 内の給水ノズルのコーナー部上側へのダブルオフセットアームのアクセス対応の区分を示す断面図である。

【図 1 0】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 が適用される R P V 内の給水ノズルのコーナー部下側へのダブルオフセットアームのアクセス対応の区分を示す断面図である。

【図 1 1】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 に採用されるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の一例を示し、R P V の内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや開いた形状で探傷センサを押し付けた状態の部分断面図である。

【図 1 2】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 1 に採用されるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の一例を示し、R P V の内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや閉じた形状で探傷センサを押し付けた状態の部分断面図である。

【図 1 3】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 2 であるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の他の例を示し、R P V の内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや開いた形状で探傷センサを押し付けた状態の部分断面図である。

【図 1 4】本発明の原子炉压力容器ノズルの保全装置の実施例 2 であるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の他の例を示し、R P V の内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや閉じた形状で探傷センサを押し付けた状態の部

10

20

30

40

50

分断面図である。

【図１５】本発明の原子炉圧力容器ノズルの保全装置の実施例３であるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の他の例を示し、ＲＰＶの内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや開いた形状で探傷センサを押し付けた状態の部分断面図である。

【図１６】本発明の原子炉圧力容器ノズルの保全装置の実施例３であるダブルオフセットアームの先端に固定される探傷プローブの構造の他の例を示し、ＲＰＶの内径とコーナー部の曲率を組み合わせた形状に沿ってやや閉じた形状で探傷センサを押し付けた状態の部分断面図である。

【図１７】本発明の原子炉圧力容器ノズルの保全装置の実施例４であり、保全装置に採用される研磨装置を示す斜視図である。

【図１８】図１７に示した研磨装置３８における砥石３９の動作構成を示す図である。

【図１９】本発明の実施例５である原子炉圧力容器ノズルの保全方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１６】

以下、図示した実施例に基づいて本発明の原子炉圧力容器ノズルの保全装置及びその保全方法を説明する。なお、各実施例において、同一構成部品には、同符号を使用する。

【実施例１】

【００１７】

本発明の原子炉圧力容器ノズルの保全装置の実施例１が適用されるＲＰＶの概略構成を図１に示す。

【００１８】

該図に示す如く、ＲＰＶ１内には、シュラウド２と、このシュラウド２の内側に上部格子板３及び炉心支持板４が上下に配置されている。また、シュラウド２の上部には、炉心スプレイスパージャ５が設置されていると共に、シュラウド２の上方の炉心スプレイノズル６から出た炉心スプレイ配管７に接続される。また、炉心スプレイノズル６の上方には給水ノズル８が位置し、給水スパージャ９がＲＰＶ１の内壁面に配置されている。

【００１９】

図２（ａ）及び図２（ｂ）に、給水ノズル８及び給水スパージャ９の構造を示す。該図において、給水ノズル８は、ＲＰＶ１の円周６箇所に等間隔で配置され、ＲＰＶ１の壁面を貫通し、そのコーナー部１０は、曲率形状で面取りされている。一方、給水スパージャ９は、給水ノズル８の内側に位置するサーマルスリーブ１１の先に固定されたＴ字管１２と、そのＴ字管１２の両端に接続された環状のヘッダー配管１３を有し、ヘッダー配管１３の上面には、多数のスプレイノズル１４が配置されている。

【００２０】

給水スパージャ９の両端部は、ＲＰＶ１の内壁面に取付けられたブラケット１Ａにより、ＲＰＶ１の内壁面に沿って固定されているが、このとき、給水スパージャ９とＲＰＶ１の内壁面との隙間ｇは、数１０ｍｍ程度と極めて狭い。また、炉心スプレイノズル６は、給水スパージャ９の下方に位置し（図１参照）、炉心スプレイ配管７がＲＰＶ１の内壁面に沿って環状に位置され、その端部で下方に延びた配管が炉心スプレイスパージャ５に接続されている（図１参照）。

【００２１】

このとき、給水スパージャ９と炉心スプレイ配管７の間隔Ｇは、約２００ｍｍ弱と接近している（図２（ｂ）参照）。このため、給水ノズル８のコーナー部１０へ接近するには、正面（図２（ａ）の方向）に給水スパージャ９が位置し、下方には炉心スプレイ配管７が位置しているため、それらを回避する必要がある。また、給水ノズル８の内部には、サーマルスリーブ１１とＴ字管１２がテーパ管１５を介して溶接固定されており、給水ノズル８のコーナー部１０へのアクセス可能な空間は、Ｔ字管１２とテーパ管１５の外周に位置するわずかな隙間のみである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

次に、図 3 を用いて給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の断面変化を説明する。図 3 において、給水ノズル 8 は円筒形の R P V 1 の内壁面を貫通するため、R P V 1 の水平面で見た給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の断面（図 3 の（ a ） - （ a ）断面）は、R P V 1 の内径とそれに直交するコーナー部 1 0 の曲率と組み合わせた形状となる（図 3 の（ a ）参照）。また、R P V 1 の縦断面で見た給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の断面（図 3 の（ c ） - （ c ）断面）は、円筒形の R P V 1 の縦断面とそれに直交するコーナー部 1 0 の曲率と組み合わせた形状となり（図 3 の（ c ）参照）、断面形状は異なる。その中間の角度における断面（図 3 の（ b ） - （ b ）断面）は、水平面と縦断面を結ぶ曲率で形成される断面形状となっており（図 3 の（ b ）参照）、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の外周に沿って点検、補修を実施する場合、角度によって変化する断面の曲率に合せた対応が必要となる。

10

## 【 0 0 2 3 】

上述したような狭隘部に位置する給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に適用される、原子炉圧力容器ノズルの保全装置の実施例 1 を図 4 及び図 5 を用いて説明する。

## 【 0 0 2 4 】

図 4 及び図 5 に示す本実施例の原子炉圧力容器ノズルの保全装置は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の探傷を目的としたシングルオフセットアーム点検装置 1 6 及びダブルオフセットアーム点検装置 2 4 をそれぞれ示す。

## 【 0 0 2 5 】

図 4 及び図 5 に示す如く、シングルオフセットアーム点検装置 1 6 及びダブルオフセットアーム点検装置 2 4 は、保全ツールとして給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の表面に設定されて該コーナー部 1 0 を点検する探傷プローブ 1 7 及び 2 8 と、その探傷プローブ 1 7 及び 2 8 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の任意の位置に設定するシングルオフセットアーム 1 8 及びダブルオフセットアーム 2 5 と、そのシングルオフセットアーム 1 8 及びダブルオフセットアーム 2 5 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の外周に合せて旋回及び/又は前後動作を実施させる駆動部 1 9 及び 2 6 と、駆動部 1 9 及び 2 6 を支持するベース 2 0 及び 3 0 と、ベース 2 0 及び 3 0 と一体に構成され、給水スパーチャ 9 の T 字管 1 2 にシングルオフセットアーム点検装置 1 6 及びダブルオフセットアーム点検装置 2 4 を設定する固定部 2 1 及び 3 1 とより概略構成される。

20

## 【 0 0 2 6 】

図 4 に示すシングルオフセットアーム 1 8 は、駆動部 1 9 の軸中心（図 4 の D ）に対して一方向（1 箇所）にオフセット、即ち、駆動部 1 9 の軸方向から 1 段目のオフセットアーム 1 8 a が径方向に延びてオフセットされ、この 1 段目のオフセットアーム 1 8 a の先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアーム 1 8 b が延びて構成され、2 段目のオフセットアーム 1 8 b の先端に探傷プローブ 1 7 が軸方向に延びて固定されている。

30

## 【 0 0 2 7 】

一方、図 5 に示すダブルオフセットアーム 2 5 は、駆動部 2 6 の軸中心（図 5 の D ）に対して一方向にオフセットされたアームが、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の周方向に更にオフセット、即ち、駆動部 2 6 の軸方向から 1 段目のオフセットアーム 2 5 a が径方向に延びオフセットされ、この 1 段目のオフセットアーム 2 5 a の先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアーム 2 5 b が延び、更に 2 段目のオフセットアーム 2 5 b の先端部から周方向に 3 段目のオフセットアーム 2 5 c が延びて更にオフセットされ、3 段目のオフセットアーム 2 5 c の先端に探傷プローブ 2 8 が軸方向に延びて固定されている。

40

## 【 0 0 2 8 】

そして、図 4 に示すシングルオフセットアーム点検装置 1 6 は、シングルオフセットアーム 1 8 が、給水ノズル 8 のコーナー 1 0 部のうち、給水スパーチャ 9 との干渉が生じない上側及び下側の部位に対応するもので、駆動部 1 9 に連結されるシングルオフセットアーム 1 8 の基準を給水ノズル 8 の中心上に位置したとき、給水スパーチャ 9 をオフセットにより回避して探傷プローブ 1 7 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に設定する。駆動部 1 9 は、このシングルオフセットアーム 1 8 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に沿って旋回

50

方向 2 2 に駆動する旋回軸（図示せず）と、探傷プローブ 1 7 を給水ノズル 8 に押し付けるためにシングルオフセットアーム 1 8 を前後方向 2 3 に駆動する前後軸（図示せず）を有する。

【 0 0 2 9 】

シングルオフセットアーム 1 8 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に沿って旋回方向 2 2 に駆動する旋回軸は、駆動部 1 9 の中に内蔵したモータと減速機（図示せず）により動作し、探傷プローブ 1 7 を給水ノズル 8 に押し付けるためにシングルオフセットアーム 1 8 を前後方向 2 3 に駆動する前後軸は、駆動部 1 9 をベース 2 0 上に沿って動作させるスライド機構（図示せず）により動作する。

【 0 0 3 0 】

また、固定部 2 1 は、ベース 2 0 を両側から挟み込むように 2 枚の板状部材 2 1 a、2 1 b から成り、それぞれの板状部材 2 1 a、2 1 b の上部は、探傷プローブ 1 7 の伸延方向に延びると共に、その先端部が給水スパージャ 9 の形状に沿った型取り部 2 1 c が形成され、かつ、それぞれの板状部材 2 1 a、2 1 b の下部は、探傷プローブ 1 7 の伸延方向に延びると共に、その先端部が固定部 2 1 の傾きを強制するための当て部 2 1 d が形成されている

一方、図 5 に示すダブルオフセットアーム点検装置 2 4 は、ダブルオフセットアーム 2 5 が、図 4 に示したシングルオフセットアーム 1 8 に対して、その先端部に給水ノズル 8 の周方向にオフセットを加えて構成されており、給水スパージャ 9 の裏側に位置する給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の左側及び右側の部位に対応するものである。そして、駆動部 2 6 は、このダブルオフセットアーム 2 5 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に沿って旋回方向 2 7 に駆動する旋回軸（図示せず）と、探傷プローブ 2 8 を給水ノズル 8 に押し付けるためにダブルオフセットアーム 2 5 を前後方向 2 9 に駆動する前後軸（図示せず）を有する。

【 0 0 3 1 】

ダブルオフセットアーム 2 5 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に沿って旋回方向 2 7 に駆動する旋回軸は、駆動部 2 6 の中に内蔵したモータと減速機（図示せず）により動作し、探傷プローブ 2 8 を給水ノズル 8 に押し付けるためにダブルオフセットアーム 2 5 を前後方向 2 9 に駆動する前後軸は、駆動部 2 6 をベース 3 0 上に沿って動作させるスライド機構（図示せず）により動作する。

【 0 0 3 2 】

また、固定部 3 1 は、ベース 3 0 を両側から挟み込むように 2 枚の板状部材 3 1 a、3 1 b から成り、それぞれの板状部材 3 1 a、3 1 b の上部は、探傷プローブ 2 8 の伸延方向に延びると共に、その先端部が給水スパージャ 9 の形状に沿った型取り部 3 1 c が形成され、かつ、それぞれの板状部材 3 1 a、3 1 b の下部は、探傷プローブ 2 8 の伸延方向に延びると共に、その先端部が固定部 3 1 の傾きを強制するための当て部 3 1 d が形成されている。

【 0 0 3 3 】

なお、シングルオフセットアーム点検装置 1 6 とダブルオフセットアーム点検装置 2 4 は、アーム部分を交換する構造として、駆動部 1 9 及び 2 6 と、ベース 2 0 及び 3 0 と固定部 2 1 及び 3 1 を共用化しても良い。

【 0 0 3 4 】

次に、図 6 乃至図 8 を用いて、ダブルオフセットアーム点検装置 2 4 による原子炉压力容器ノズルの保全方法の手順を説明する。なお、本実施例の手順は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の右側に対応する場合の手順である。

【 0 0 3 5 】

まず初期状態は、図 6 に示す如く、駆動部 2 6 はベース 3 0 の後端に位置し、給水スパージャ 9 とダブルオフセットアーム 2 5 の先端が干渉しない状態で、ダブルオフセットアーム点検装置 2 4 を R P V 1 の上部より吊り降ろし、板状部材 3 1 a、3 1 b の型取り部 3 1 c を給水スパージャ 9 に設定する（図 6 参照）。次に、ダブルオフセットアーム 2 5

10

20

30

40

50

を回転軸で回転して給水スパージャ 9 を回避する角度に調整し、その後、駆動部 2 6 を前後軸により前方にスライドさせて給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の上方に探傷プローブ 2 8 を押し付ける（図 7 参照）。次に、回転軸によりダブルオフセットアーム 2 5 を右旋回させることで、2 段目のオフセットにより給水スパージャ 9 の裏側のコーナー部 1 0 を探傷プローブ 2 8 により点検するものである（図 8 参照）。

【 0 0 3 6 】

図 9 及び図 1 0 に、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 へのダブルオフセットアーム 2 5 のアクセス対応の区分を示す。

【 0 0 3 7 】

該図において、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の上側及び右側は、ダブルオフセットアーム 2 5 を給水スパージャ 9 の上方に回避することで対応する。給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の上側は、ダブルオフセットアーム 2 5 の 1 段目のオフセットアーム 2 5 a の位置で対応し、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の右側は、ダブルオフセットアーム 2 5 の 2 段目のオフセットアーム 2 5 b の位置で対応することは、前述した通りである。

【 0 0 3 8 】

一方、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の下側は、ダブルオフセットアーム 2 5 の 1 段目のオフセットアーム 2 5 a のオフセット方向が下向きに位置する角度に回転軸で回転させて設定し、駆動部 2 6 を前後軸により前方にスライドさせて給水スパージャ 9 と炉心スプレイ配管 7 の間の隙間を通して設定する。その後、回転軸を回転させて給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の下側を、探傷プローブ 2 8 により点検する。同様に給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の左側は、ダブルオフセットアーム 2 5 の 1 段目のオフセット方向が下向きに位置する角度に回転軸を設定し、駆動部 2 6 を前後軸により前方にスライドさせて給水スパージャ 9 と炉心スプレイ配管 7 の間の隙間を通して設定する。

【 0 0 3 9 】

そのとき、ダブルオフセットアーム 2 5 の 2 段目のオフセット方向は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の左側方向に位置することから、そのまま回転軸を右旋回動作させて給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の左側を探傷プローブ 2 8 により点検することができる。

【 0 0 4 0 】

図 1 1 及び図 1 2 に、本実施例に採用されるダブルオフセットアーム 2 5 の先端に固定される探傷プローブ 2 8 の構造の一例を示す。上述の図 3 で説明した通り、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 は、給水ノズル 8 の角度によってコーナー部 1 0 の形状は 3 次元的に変化する。そのため探傷プローブ 2 8 は、そのコーナー部 1 0 の形状変化に倣って密着するための構造を有する必要がある。

【 0 0 4 1 】

図 1 1 及び図 1 2 に示す本実施例に採用される探傷プローブ 2 8 は、探傷プローブ 2 8 を機械的バネ 3 4 により押し付ける構造の一例である。即ち、該図に示す探傷プローブ 2 8 は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の表面に設定されて点検する探傷センサ 3 2 と、この探傷センサ 3 2 を固定するシュー 3 3 と、シュー 3 3 に固定された探傷センサ 3 2 をダブルオフセットアーム 2 5 に取り付ける取付座 3 5 と、この取付座 3 5 に支持され、かつ、探傷センサ 3 2 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付ける機械的バネ 3 4 とから構成されている。

【 0 0 4 2 】

上述した探傷センサ 3 2 はフィルム状の渦電流探傷センサであり、曲率と弾性を持った樹脂であるシュー 3 3 に固定され、シュー 3 3 を介して給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付けられる。機械的バネ 3 4 は、常に給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付ける方向に働き、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の水平断面では、R P V 1 の内径とコーナー部 1 0 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや開いた形状で探傷センサ 3 2 を押し付けることで点検できる（図 1 1 参照）。また、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の縦断面では、R P V 1 の縦断面とコーナー部 1 0 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや閉じた形状で探傷センサ 3 2 を押し付けることで点検できる（図 1 2 参照）。

## 【 0 0 4 3 】

このような本実施例によれば、ダブルオフセットアーム 2 5 と給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の曲率変化に倣う探傷プローブ 3 2 を有する構造により、給水スパージャ 9 を回避して、給水スパージャ 9 の裏面も含めた給水ノズル 8 のコーナー部の全周の点検（探傷検査）作業を実施することでき、原子炉圧力容器ノズルの保全が可能となる効果がある。

## 【実施例 2】

## 【 0 0 4 4 】

図 1 3 及び図 1 4 に、本発明の実施例 2 であるダブルオフセットアーム 2 5 の先端に固定される探傷プローブ 2 8 の構造の他の例を示し、探傷プローブ 2 8 を流体圧により押し付ける構造の例である。

10

## 【 0 0 4 5 】

図 1 3 及び図 1 4 に示す本実施例に採用される探傷プローブ 2 8 は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の表面に設定されて点検する探傷センサ 3 2 と、この探傷センサ 3 2 を固定するシュー 3 3 と、シュー 3 3 に固定された探傷センサ 3 2 をダブルオフセットアーム 2 5 に取り付ける取付座 3 5 と、この取付座 3 5 に支持され、かつ、探傷センサ 3 2 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に流体圧で押し付けるチューブ 3 6 とから構成されている。

## 【 0 0 4 6 】

上述した探傷センサ 3 2 は、フィルム状の渦電流探傷センサであり、曲率と弾性を持った樹脂であるシュー 3 3 に固定され、シュー 3 3 を介して給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付けられる。チューブ 3 6 は、その両側を剛体（図示せず）にて挟み膨らむ方向に探傷センサ 3 2 側に規定したもので、常時加圧することで給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付ける方向（図 1 3 及び図 1 4 の E 方向）に作用する構造とする。

20

## 【 0 0 4 7 】

なお、チューブ 3 6 の流体圧は、空気圧、水圧のいずれでも良い。このとき、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の水平断面では、R P V 1 の内径とコーナー部 1 0 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや開いた形状で探傷センサ 3 2 を押し付けることで点検できる（図 1 3 参照）。また、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の縦断面では、R P V 1 の縦断面とコーナー部 1 0 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや閉じた形状で探傷センサ 3 2 を押し付けることで点検できる（図 1 4 参照）。

## 【 0 0 4 8 】

このような本実施例の構成であっても、その効果は、実施例 1 と同様である。

30

## 【実施例 3】

## 【 0 0 4 9 】

図 1 5 及び図 1 6 に、本発明の実施例 3 であるダブルオフセットアーム 2 5 の先端に固定される探傷プローブ 2 8 の構造の更に他の例を示し、探傷プローブ 2 8 を弾性体で押し付ける構造の例である。

## 【 0 0 5 0 】

図 1 5 及び図 1 6 に示す本実施例に採用される探傷プローブ 2 8 は、給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 の表面に設定されて点検する探傷センサ 3 2 と、この探傷センサ 3 2 を固定するシュー 3 3 と、シュー 3 3 に固定された探傷センサ 3 2 をダブルオフセットアーム 2 5 に取り付ける取付座 3 3 と、この取付座 3 3 に支持され、かつ、探傷センサ 3 2 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付ける弾性体 3 7 とから構成されている。

40

## 【 0 0 5 1 】

上述した探傷センサ 3 2 は、フィルム状の渦電流探傷センサであり、曲率と弾性を持った樹脂であるシュー 3 3 に固定され、シュー 3 3 を介して給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付けられる。弾性体 3 7 は、その両側を剛体（図示せず）にて挟み弾性反力の方向に探傷センサ 3 2 側に規定したもので、探傷センサ 3 2 を給水ノズル 8 のコーナー部 1 0 に押し付けることで、形状変化に倣う構造となっている。

## 【 0 0 5 2 】

弾性体 3 7 としては、弾性ゴム、弾性樹脂等で弾性反力を有すれば、いずれでも良い。

50

このとき、給水ノズル 8 のコーナー部 10 の水平断面では、R P V 1 の内径とコーナー部 10 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや開いた形状で探傷センサ 32 を押し付けることで点検できる（図 15 参照）。また、給水ノズル 8 のコーナー部 10 の縦断面では、R P V 1 の縦断面とコーナー部 10 の曲率を組み合わせた形状に沿って、やや閉じた形状で探傷センサ 32 を押し付けることで点検できる（図 16 参照）。

【0053】

このような本実施例の構成であっても、その効果は、実施例 1 と同様である。

【実施例 4】

【0054】

上述したダブルオフセットアーム点検装置 24 による給水ノズル 8 のコーナー部 10 の点検により、そのコーナー部 10 に万一欠陥が見つかった場合には、見つかった欠陥部分を表面研磨により除去することが行われる。

【0055】

図 17 に、本発明の実施例 4 として給水ノズル 8 のコーナー部 10 で見つかった欠陥部分を、表面研磨により除去する研磨装置 38 の一例を示す。

【0056】

該図に示す如く、本実施例の研磨装置 38 は、給水ノズル 8 のコーナー部 10 の表面に設定されて研磨する砥石 39 と、この砥石 39 を給水ノズル 8 のコーナー部 10 の任意の位置に設定するダブルオフセットアーム 41 と、ダブルオフセットアーム 41 を給水ノズル 8 のコーナー部 10 の外周に合わせて旋回及び/又は前後動作させる駆動部 42 と、この駆動部 42 を支持するベース 43 と、ベース 43 と一体に構成され、R P V 1 内の給水スパージャ 9 の T 字管 12 に研磨装置 38 を固定する固定部 44 とから構成されている。

【0057】

なお、ダブルオフセットアーム 41 に代えて、上述したシングルオフセットアーム点検装置 16 と同様に、1 箇所でオフセットするシングルオフセットアームを使用することもできる。

【0058】

本実施例でのダブルオフセットアーム 41 は、1 段目のオフセットアーム 41 a で給水スパージャ 9 を回避し、この 1 段目のオフセットアーム 41 a の先端部から軸方向に 2 段目のオフセットアーム 41 b が延び、更に 2 段目のオフセットアーム 41 b の先端部から周方向に 3 段目のオフセットアーム 41 c が延びて更にオフセットされ、3 段目のオフセットアーム 41 c の先端に砥石 39 が軸方向に延びて固定され、3 段目のオフセットアーム 41 c で給水スパージャ 9 の裏側にアクセスが可能となっている。

【0059】

また、駆動部 42 は、このダブルオフセットアーム 41 を給水ノズル 8 のコーナー部 10 に沿って旋回方向 45 に駆動する旋回軸と、砥石 39 を給水ノズル 8 のコーナー部 10 に押し付けるためにダブルオフセットアーム 41 を、前後方向 46 に駆動する前後軸を有する。旋回軸は、駆動部 42 の中に内蔵したモータと減速機（図示せず）により動作し、前後軸は、駆動部 42 をベース 43 上に沿って動作させるスライド機構（図示せず）により動作する。

【0060】

また、固定部 44 は、ベース 43 を両側から挟み込むように 2 枚の板状部材 44 a、44 b から成り、それぞれの板状部材 44 a、44 b の上部は、砥石 39 の伸延方向に延びると共に、その先端部が給水スパージャ 9 の形状に沿った型取り部 44 c が形成され、かつ、それぞれの板状部材 44 a、44 b の下部は、砥石 39 の伸延方向に延びると共に、その先端部が固定部 44 の傾きを強制するための当て部 44 d が形成されている。

【0061】

図 18 に、本実施例の研磨装置 38 における砥石 39 の動作構成を示す。該図に示す如く、本実施例の研磨装置 38 は、ダブルオフセットアーム 41 の 1 段目のオフセットアーム 41 a と 3 段目のオフセットアーム 41 c の間に配置された 2 段目のオフセットアーム

４１ｂにモータ４７が内蔵され、モータ４７の先には第１のギヤ４８が、砥石３９の根元側には第２のギヤ４９がそれぞれ設けられ、その第１のギヤ４８と第２のギヤ４９の間を伝達機構５０で連結することで、モータ４７の回転力を砥石３９に伝達することができる。伝達機構５０は３段目のオフセットアーム４１ｃに内蔵され、例えば、チューン、ベルト若しくはギヤ等の組合せのいずれの方法でも良い。

【００６２】

このような本実施例の構成による研磨装置３８は、給水ノズル８のコーナー部１０の任意に位置にアクセスすることが可能であり、給水ノズル８のコーナー部１０で見つかった欠陥に対して砥石３９を設定することで、欠陥部分を表面研磨により除去することができる。

10

【実施例５】

【００６３】

次に、図１９を用いて、本実施例における原子炉压力容器ノズルの保全方法の詳細について説明する。なお、図１９に示す手順は、給水ノズル８を対象とした保全方法を代表例として説明する。

【００６４】

該図に示す如く、ＲＰＶ１に据え付けられた蒸気乾燥器（図示せず）及び気水分離器（図示せず）等のシュラウド２の上部に位置する炉内機器を取外し（Ｓ１）、給水ノズル８の周囲の作業空間を確保する。次に炉心上部より研磨装置３８を吊り降ろし、給水スパージャ９のＴ字管１２を中心に、その両側に位置するヘッダー配管１３に研磨装置３８を設定し、その後、給水ノズル８の点検範囲を研磨する（Ｓ２）。給水ノズル８は低合金鋼製で、その表面は付着クラッド及び表面酸化膜が付着していることから、そのままでは次のステップの点検における探傷性能に影響を与えるため、予め点検範囲の表面を研磨し、付着クラッド及び表面酸化膜の除去を実施する。

20

【００６５】

研磨装置３８による研磨終了後は、研磨装置３８を給水ノズル８から引き上げる。続いてダブルオフセットアーム点検装置２４を研磨装置３８と同様の手順で給水スパージャ９に設定し、給水ノズル８のコーナー部１０の点検（探傷検査）を実施する（Ｓ３）。

【００６６】

なお、点検（探傷検査）は、渦流探傷センサを用いて給水ノズル８のコーナー部１０表面のひびの有無の確認する（Ｓ４）。万一、点検（探傷検査）でひびが検出された場合、必要に応じてひび深さの測定を含めたひびサイジングを実施する（Ｓ５）。ここで、ひびサイジング（Ｓ５）は、ダブルオフセットアーム点検装置２４の探傷プローブ２８をＵＴセンサに置き換えた装置を使用する。ひびサイジング（Ｓ５）の結果を元に、ひび除去範囲を決定し、研磨装置３８にてひびの除去を実施し（Ｓ６）、その後、再度点検（探傷検査）にてひびの有無を確認し（Ｓ４）、ひびが無くなる状態まで繰り返す。ひびの有無（Ｓ４）にてひびが無いことを確認したら、保全作業は終了し、炉内機器の復旧（Ｓ７）を実施する。

30

【００６７】

このような本実施例の原子炉压力容器ノズルの保全方法とすることにより、給水スパージャ９を回避して、給水スパージャ９の裏面も含めた給水ノズル８のコーナー部１０の全周の点検及び研磨装置３８を使用した探傷前研磨、点検（探傷検査）及びひび研磨除去等の一連の作業を実施することができ、原子炉压力容器ノズルの保全が可能となる。

40

【００６８】

本発明によれば、アクセス性の悪い給水ノズルのコーナー部であっても、前面に配置したＴ字管と環状のヘッダー配管で構成される給水スパージャを回避し、３次元的に曲率形状が変化する給水ノズルのコーナー部を点検、補修することができるので、原子力発電プラントの供用期間中に、原子炉压力容器ノズルコーナーの表面の点検、補修ができる。

【００６９】

なお、本発明は上記した実施例に限定されるものではなく、様々な変形例が含まれる。

50

例えば、上記した実施例は本発明を分かりやすく説明するために詳細に説明したものであり、必ずしも説明した全ての構成を備えるものに限定されるものではない。また、ある実施例の構成の一部を他の実施例の構成に置き換えることが可能であり、また、ある実施例の構成に他の実施例の構成を加えることも可能である。また、各実施例の構成の一部について、他の構成の追加・削除・置換をすることが可能である。

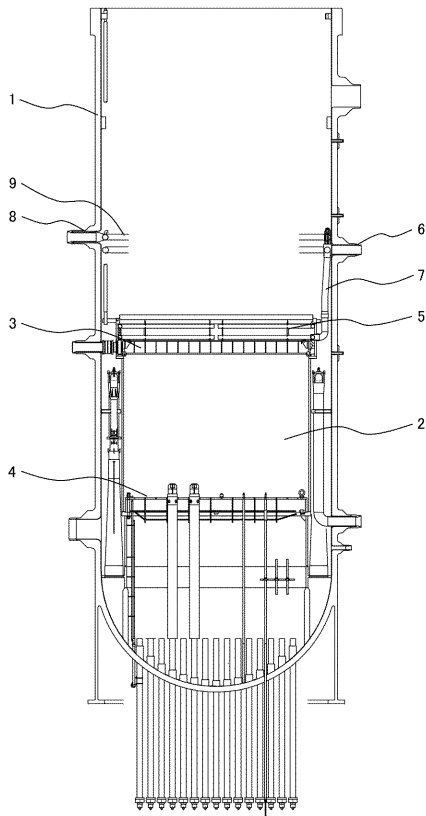
【符号の説明】

【0070】

1 ... 原子炉圧力容器 ( R P V )、1 A ... ブラケット、2 ... シュラウド、3 ... 上部格子板、4 ... 炉心支持板、5 ... 炉心スプレースパージャ、6 ... 炉心スプレイノズル、7 ... 炉心スプレイ配管、8 ... 給水ノズル、9 ... 給水スパージャ、10 ... 給水ノズルのコーナー部、11 ... サーマルスリーブ、12 ... T字管、13 ... ヘッダー配管、14 ... スプレイノズル、15 ... テーパー管、16 ... シングルオフセットアーム点検装置、17、28 ... 探傷プローブ、18 ... シングルオフセットアーム、18 a ... シングルオフセットアームの1段目のオフセットアーム、18 b ... シングルオフセットアームの2段目のオフセットアーム、19、26、42 ... 駆動部、20、30、43 ... ベース、21、31、44 ... 固定部、21 a、21 b、31 a、31 b、44 a、44 b ... 板状部材、21 c、31 c、44 c ... 型取り部、21 d、31 d、44 d ... 当て部、22、27 ... 旋回方向、23、29 ... 前後方向、24 ... ダブルオフセットアーム点検装置、25、41 ... ダブルオフセットアーム、25 a、41 a ... ダブルオフセットアームの1段目のオフセットアーム、25 b、41 b ... ダブルオフセットアームの2段目のオフセットアーム、25 c、41 c ... ダブルオフセットアームの3段目のオフセットアーム、27、45 ... 旋回方向、29、46 ... 前後方向、32 ... 探傷センサ、33 ... シュー、34 ... 機械的バネ、35 ... 取付座、36 ... チューブ、37 ... 弾性体、38 ... 研磨装置、39 ... 砥石、47 ... モータ、48 ... 第1のギヤ、49 ... 第2のギヤ、50 ... 伝達機構。

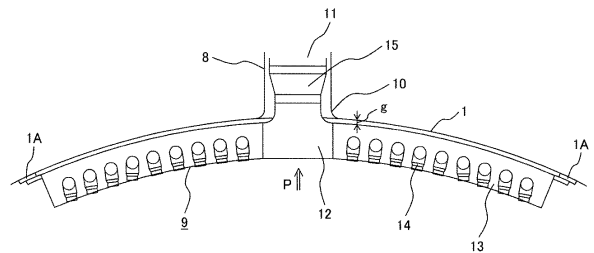
【図1】

図 1



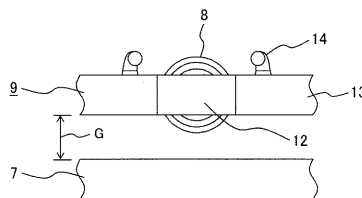
【図2(a)】

図 2(a)

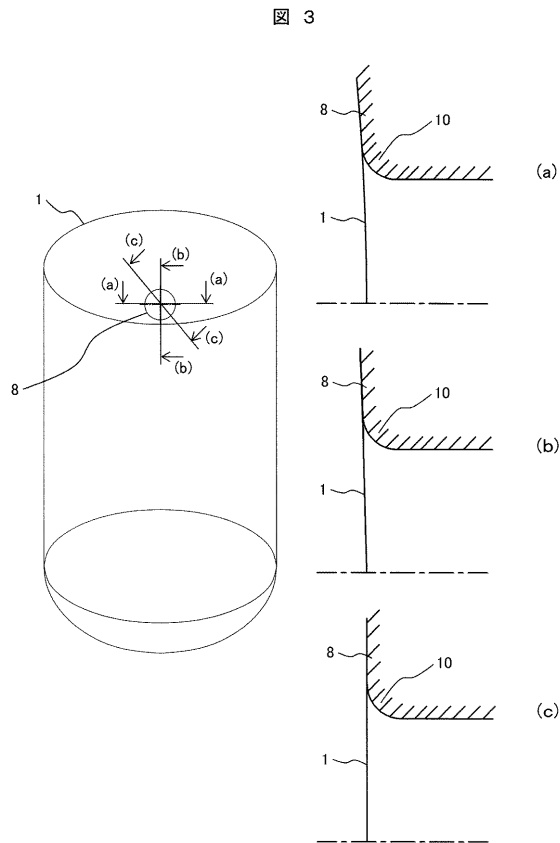


【図2(b)】

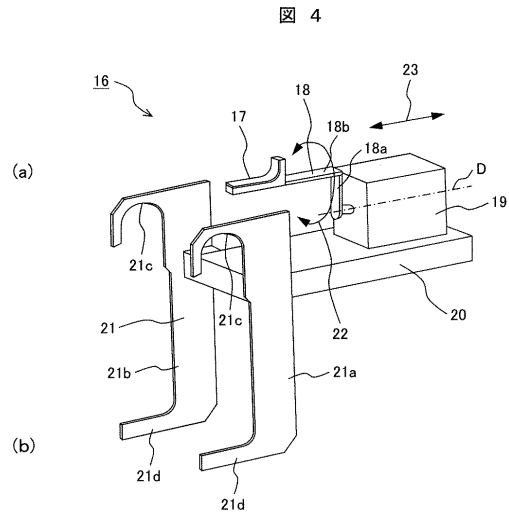
図 2(b)



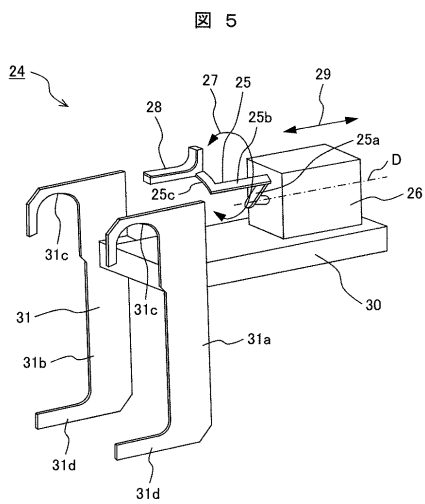
【図 3】



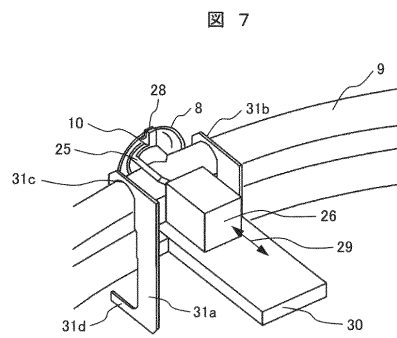
【図 4】



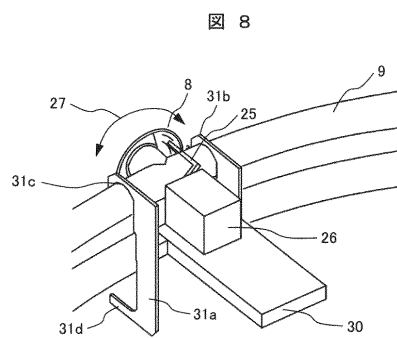
【図 5】



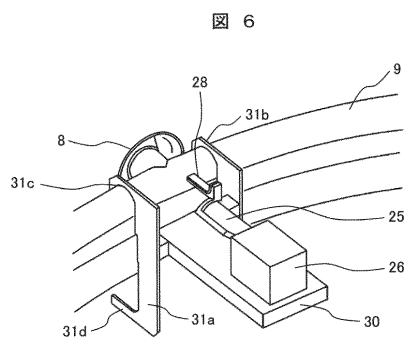
【図 7】



【図 8】

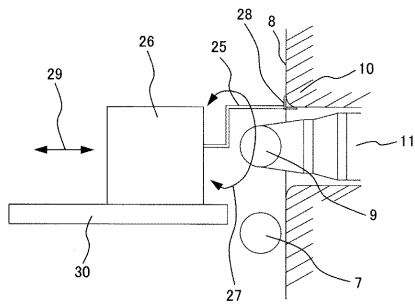


【図 6】



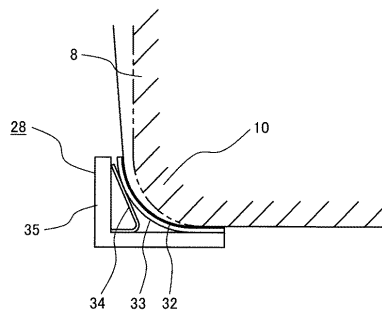
【図 9】

図 9



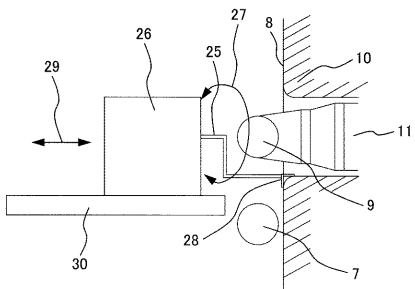
【図 11】

図 11



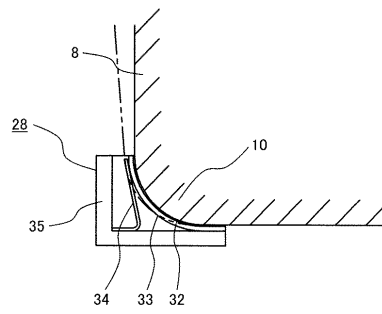
【図 10】

図 10



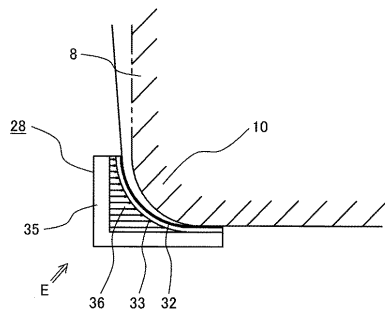
【図 12】

図 12



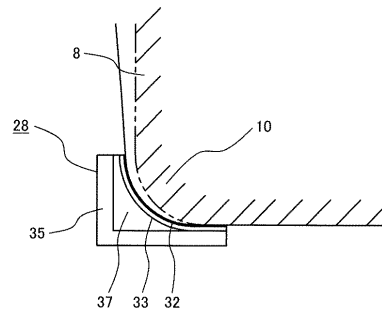
【図 13】

図 13



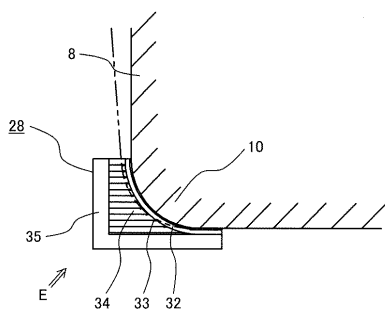
【図 15】

図 15



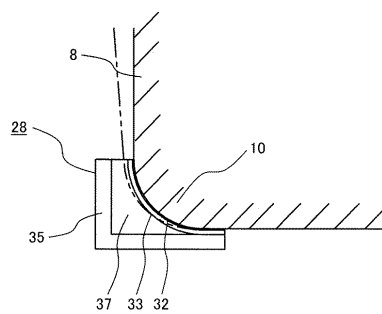
【図 14】

図 14



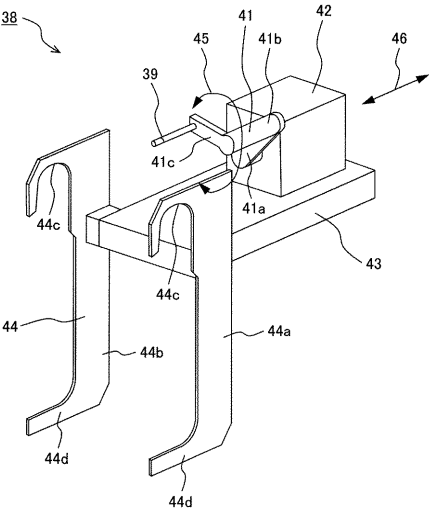
【図 16】

図 16



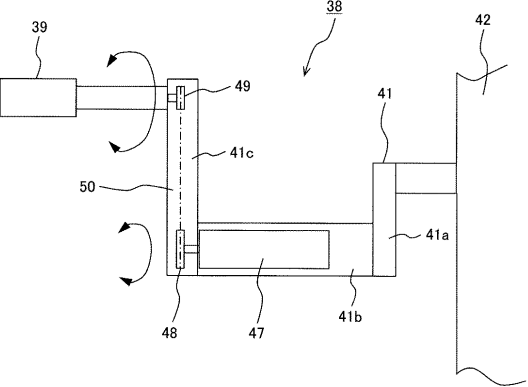
【図 17】

図 17



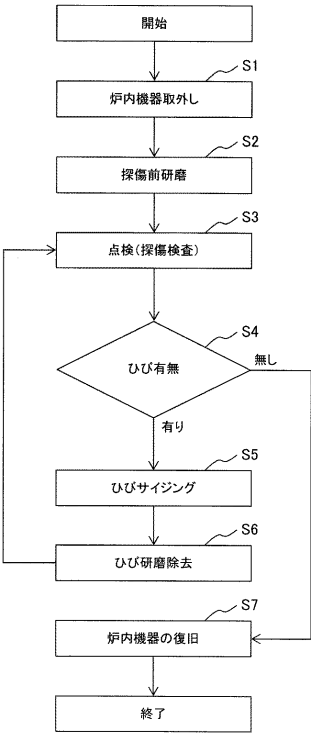
【図 18】

図 18



【図 19】

図 19



---

フロントページの続き

審査官 南川 泰裕

- (56)参考文献 特開昭55-018962(JP,A)  
特開2007-256262(JP,A)  
実開昭53-138099(JP,U)  
実開昭56-161567(JP,U)  
特開2008-298478(JP,A)  
特開2010-276491(JP,A)  
実開昭61-122559(JP,U)  
実開昭64-017461(JP,U)  
特開昭61-044348(JP,A)  
特開2002-168992(JP,A)  
特開2003-344360(JP,A)  
特開2007-003442(JP,A)  
特開2013-015445(JP,A)  
国際公開第2006/135386(WO,A2)

- (58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

G21C 17/00-17/14