

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5445946号
(P5445946)

(45) 発行日 平成26年3月19日(2014.3.19)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int.Cl.	F I
G 2 1 C 3/33 (2006.01)	G 2 1 C 3/30 G D L K
G 2 1 C 3/30 (2006.01)	G 2 1 C 3/30 R

請求項の数 12 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2009-540805 (P2009-540805)	(73) 特許権者	509104562
(86) (22) 出願日	平成19年12月5日 (2007.12.5)		アレヴァ エヌベ
(65) 公表番号	特表2010-513851 (P2010-513851A)		フランス 9 2 4 0 0 クールベヴォワ
(43) 公表日	平成22年4月30日 (2010.4.30)		ブラス ジャン ミリエ 1 トゥール
(86) 国際出願番号	PCT/FR2007/001997		アレヴァ
(87) 国際公開番号	W02008/087267	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開日	平成20年7月24日 (2008.7.24)		弁理士 熊倉 禎男
審査請求日	平成22年12月6日 (2010.12.6)	(74) 代理人	100088694
(31) 優先権主張番号	06/10877		弁理士 弟子丸 健
(32) 優先日	平成18年12月13日 (2006.12.13)	(74) 代理人	100103609
(33) 優先権主張国	フランス (FR)		弁理士 井野 砂里
		(74) 代理人	100095898
			弁理士 松下 満
		(74) 代理人	100098475
			弁理士 倉澤 伊知郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 核燃料集合体のためのバッフルを備えた抗破片装置を有する底部端部ピース及び核燃料集合体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

軽水炉における燃料集合体(1)のための底部端部ピース(7)であって、燃料集合体(1)は、燃料棒(3)と、燃料棒(3)を支持する支持骨組み(5)とを備え、燃料棒(3)は、長手方向(A)に延在し、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、支持骨組み(5)は、底部端部ピース(7)と、上部端部ピース(9)と、底部端部ピース(7)及び上部端部ピース(9)同士を結合する要素(11)とを備え、燃料棒(3)は、底部端部ピース(7)及び上部端部ピース(9)の間に長手方向に配置され、

ここで、底部端部ピース(7)が、

- 方向ノズル(39)であって、下向き方向に収束する少なくとも一部分を有し、原子炉の水の流れを、燃料棒(3)の下側の長手方向端部(19)に沿って導き、方向ノズル(39)は、上記実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、少なくともいくつかの燃料棒(3)及び/又は支持骨組み(5)における少なくともいくつかの結合要素(11)の長手方向下方に継続して配置されている、上記ノズルと、

- 燃料棒(3)の長手方向下方に位置決めされるように配置され且つ格子の仕切(45)を有し、この格子の仕切(45)により水の流れ流路(47)を区切る抗破片装置(43)と、

を備えた上記底部端部ピースにおいて、

少なくともいくつかの水の流れ流路(47)は、上記実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、方向ノズル(39)は、水の流れ流路(47)内で格子の仕切(45

10

20

）と共に、水の通路（５１）を区切るために、少なくとも部分的に水の流れ流路（４７）内に配置され、少なくとも１つの水の通路（５１）は、下流側部分（Ｓ１）と中間部分（Ｓ２）とを備え、これらは、水の流れを逸らせるバッフル（５６）を形成するために、対応する網状構造における交点に対して、半径方向に互いにオフセットしている、

ことを特徴とする底部端部ピース。

【請求項２】

水の通路（５１）を通るいかなる水の流線も、長手方向に直線状に延びていないことを特徴とする請求項１に記載の底部端部ピース。

【請求項３】

水の通路（５１）は、上流側部分（Ｓ３）を備え、これは、対応する網状構造の交点に関連して、中間部分（Ｓ２）に対して、半径方向にオフセットしており、下流側部分（Ｓ１）と中間部分（Ｓ２）と上流側部分（Ｓ３）とは、水の流れを逸らせる反対方向の２つの連続するバッフル（５６，６４）を形成するために、互いに続いていることを特徴とする請求項１又は２に記載の底部端部ピース。

10

【請求項４】

少なくとも１つの水の通路（５１）は、対応する方向ノズル（３９）を取り囲んであることを特徴とする請求項１乃至３の何れか１項に記載の底部端部ピース。

【請求項５】

少なくとも１つの水の通路（５１）は、水の流れ方向に分岐する下流側部分を有していることを特徴とする請求項１乃至４の何れか１項に記載の底部端部ピース。

20

【請求項６】

少なくとも１つの水の通路（５１）は、水の流れ方向に収束する上流側部分を有していることを特徴とする請求項１乃至５の何れか１項に記載の底部端部ピース。

【請求項７】

方向ノズル（３９）と抗破片装置（４３）とは一体的になっていることを特徴とする請求項１乃至６の何れか１項に記載の底部端部ピース。

【請求項８】

底部端部ピースは、水の通路（５１）の上流側及びノ又は下流側に取り付けられて、破片を保持するための少なくとも１つの追加的な格子（３１，６５）を有していることを特徴とする請求項１乃至７の何れか１項に記載の底部端部ピース。

30

【請求項９】

底部端部ピースは、水の流れ流路（４７）の下流側端部と、対応する方向ノズル（３９）の上部に延びるブロック（３３）との間に長手方向に延在している少なくとも１つの破片保持スリーブ（６７）を備え、この破片保持スリーブ（６７）には、破片を保持することが意図された枝部（７１）によって区切られている水流れ開口部（６９）が設けられていることを特徴とする請求項１乃至８の何れか１項に記載の底部端部ピース。

【請求項１０】

破片保持スリーブ（６７）は、水が流れる開口部を有していない領域（７５）を有し、水が流れる開口部を有していない領域（７５）は、破片保持スリーブ（６７）内部において破片を捕捉するためのキャビティを方向ノズル（３９）とともに形成していることを特徴とする請求項９に記載の底部端部ピース。

40

【請求項１１】

底部端部ピースは、実質的にすべての燃料棒（３）の下側長手方向端部を、横方向に保持するための保持手段（５７）を備え、この保持手段（５７）は、燃料棒（３）の下側長手方向端部を受け入れるための孔を備え、保持手段（５７）は、方向ノズル（３９）の上部に延びるブロック（３３）に設けられていることを特徴とする請求項１乃至１０の何れか１項に記載の底部端部ピース。

【請求項１２】

原子炉用の燃料集合体（１）であって、燃料集合体（１）は、燃料棒（３）と、燃料棒（３）を支持するための支持骨組み（５）とを備え、燃料棒（３）は、長手方向（Ａ）に

50

延在し、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、支持骨組み（５）は、底部端部ピース（７）と、上部端部ピース（９）と、底部端部ピース（７）及び上部端部ピース（９）同士を結合する要素（１１）とを備え、燃料棒（３）は、底部端部ピース（７）及び上部端部ピース（９）の間に長手方向に配置され、この燃料集合体において、底部端部ピース（７）は、請求項１乃至１１の何れか１項に記載の底部端部ピースであり、方向ノズル（３９）は、底部端部ピース（７）及び上部端部ピース（９）を結合するために、燃料棒（３）又は要素（１１）の長手方向下方に配置されていることを特徴とする燃料集合体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【０００１】

本発明は、軽水炉における燃料集合体のための底部端部ピースに関し、燃料集合体は、燃料棒と、燃料棒を支持する骨組みとを備え、燃料棒は、長手方向に延在し、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、支持骨組みは、底部端部ピースと、上部端部ピースと、端部ピース同士を結合する要素とを備え、燃料棒は、端部ピースの間に長手方向に配置されている。

このタイプの底部端部ピースは、

- ノズルであって、原子炉の水の流れを、燃料棒の下側の長手方向端部に沿って導き、ノズルは、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、少なくともいくつかの燃料棒及びノズル又は支持骨組みにおける少なくともいくつかの結合要素の長手方向の継続部に配置されている、上記ノズルと、

20

- 水の流路を区切る抗破片装置と、
を備えている。

【０００２】

本発明は、特に、但し、非排他的に、軽水炉（ＬＷＲ）のための核燃料集合体用の底部端部ピースの製造に関する。

【背景技術】

【０００３】

従来、核燃料集合体の底部端部ピースは、３つの機能を実行する。

【０００４】

30

第１の機能は、機械的強度に関し、というのは、端部ピースは、核燃料集合体の骨組みの一部を形成し、燃料集合体は、それにより、下側炉心プレート上に支持されるためである。

【０００５】

第２の機能は、非常に速い上昇速度にて、原子炉の炉心中を底部から頂部へ垂直に流れる冷却水を、分配させる機能である。

【０００６】

より正確には、冷却水は、下部炉心プレートを通して炉心に進入し、次に、底部端部ピースを通過して、それから、燃料棒の外面に接触する。

【０００７】

40

第３の機能は、破片を保持するための機能である。原子炉の冷媒回路内を流れるとき、冷却水は、存在する破片を蓄積する。この破片は、燃料棒と燃料棒を保持する要素との間に、特に、骨組みの下部格子の領域において、楔状に詰まらないように防ぐことが望ましい。この破片は、この領域においてかなりの軸線方向及び横断方向の液圧力に曝され、燃料棒のクラディングの摩耗をもたらす、その結果、密封の観点から損失を生じ、原子炉の冷媒回路の放射能レベルを増加させる。

【０００８】

この機能は、抗破片装置によって満足され、かかる装置は、底部端部ピースに統合され又は取り付けられ、多かれ少なかれ複雑である。

【０００９】

50

米国特許第5,030,412号明細書は、複雑な抗破片装置を開示しており、これは、垂直な横断面において、連続的な形態の通路を区切り、2枚のパッフルが、大きな体積の破片を保持できるようにしている。

【0010】

しかしながら、そのような複雑な抗破片装置を設けられた、底部端部ピースは、大きな圧力低下につながる。この圧力低下は、明らかに、核燃料棒の冷却効率のレベルを引き下げ、この追加的な圧力の低下を補償する必要から、核燃料集合体におけるその他の要素の液圧的な透明性を高め、及び/又は、上部炉心プレートによって、核燃料集合体に、より大きな保持力を作用させる必要を生じる。

【0011】

10

さらに、高い圧力低下を有する底部端部ピースを設けられた燃料集合体と、低い圧力低下を有する底部端部ピースを設けられた、核燃料集合体が同一の原子炉炉心の内部に存在することには不都合がある。これは、燃料集合体における燃料棒の下部部分の冷却水の再分配の発生につながり、かなりの速度に達する横断流れをもたらす。これらの横断流れは、骨組みの格子にて、クラディングの摩擦に起因して、燃料棒の損傷につながる。このタイプの現象は、一般的に、“フレッチング”と称される。

【0012】

より一般的には、そのようなフレッチング現象は、たとえ、同一の圧力低下をもたらす、底部端部ピースを有する燃料集合体で炉心が装荷されているときであっても、核燃料棒の下端部の振動によって、支持骨組みの下部格子と、核燃料棒のクラディングとの間に

20

て生じる。

【0013】

これらのフレッチング現象は、クラディングを損傷し、核分裂生成気体又は生成物を、冷媒回路の冷却水中に放出する。

【0014】

このフレッチングの問題点を解消するために、FR 2 864 324号明細書は、上述したタイプの底部端部ピースを開示している。好ましくは、核燃料棒の下端部は、軸線方向及び横断方向にブロックに保持され、ブロックは、水の流れを導くノズルを被覆する。この保持と核燃料棒のまわりのノズルによる冷却水のガイドの改良とによって、燃料棒の下端部の振動を制限し、従って、フレッチングによる損傷のリスクを減少させる。

30

【0015】

本願における底部端部ピースには、さらに、抗破片装置が設けられ、これは、冷却水の流れを導くノズルの網状構造における上方に取り付けられる。変形例においては、この装置は、ノズルの網状構造と一体的になっている。

【0016】

このタイプの底部端部ピースは、満足できるが、破片を保持するその能力をさらに高めることが望ましいようである。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

40

本発明の目的は、この問題点を解決することであり、そのために、上述したタイプの底部端部ピースであって、破片の保持能力が改善され、一方、少ない圧力低下をもたらすものを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0018】

このため、本発明に関する上述したタイプの底部端部ピースは、少なくともいくつかの水の流れ通路が、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、方向ノズルは、水の通路を区切るために、少なくとも部分的に通路内に配置され、少なくとも1つの水の通路は、第1の部分と第2の部分とを備え、これらは、パッフルを形成するために、対応する網状構造における交点に対して、半径方向に互いにオフセットしていることを特徴とす

50

る。

【0019】

特定の実施形態によれば、端部ピースは、1又は複数の以下の特徴を備え、これらは、単独で、又は技術的に可能な任意の組合せに従って、採用できる。

- いかなる水の流れ配管も、通路を通して長手方向に直線状に延びていないこと、
- 水の通路は、第3の部分の備え、これは、対応する網状構造の交点に関連して、第2の部分に対して、半径方向にオフセットしており、第1の部分と第2の部分と第3の部分とは、反対方向の2つの連続するバッフルを形成するために、互いに続いていること、
- 少なくとも1つの水の通路は、対応するノズルを取り囲んでいること、
- 少なくとも1つの水の通路は、水の流れ方向に分岐する下流側部分を有していること、
- 少なくとも1つの水の通路が、水の流れ方向に収束する上流側部分を有していること、

- ノズルと抗破片装置とは一体的になっていること、
- 端部ピースは、少なくとも1つの追加的な格子を有し、通路の上流側及び/又は下流側に取り付けられた、破片を保持すること、

- 端部ピースは、少なくとも1つの破片保持スリーブを備え、これは、水の流れ通路の下流側端部と、対応するノズルを被覆するブロックとの間に長手方向に延在していること、

- スリーブは、領域を備え、これは、水が流れる開口部を有することがなく、ノズルで破片を捕捉するためのキャビティを区切っていること、

- 端部ピースは、実質的にすべての燃料棒の下側長手方向端部を、横方向に保持するための手段を備えていること、

- 保持手段は、燃料棒の下側長手方向端部を受け入れるための孔を備え、これらは、ノズルを被覆するブロックに設けられていること。

【0020】

本発明は、さらに、原子炉用の核燃料集合体に関し、燃料集合体は、燃料棒と、燃料棒を支持するための骨組みとを備え、燃料棒は、長手方向に延在し、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、支持骨組みは、底部端部ピースと、上部端部ピースと、端部ピース同士を結合する要素とを備え、燃料棒は、端部ピースの間に長手方向に配置され、この燃料集合体において、底部端部ピースは、前述したいずれかの端部ピースであり、ノズルは、端部ピースを結合するために、燃料棒又は要素の長手方向下方に配置されていることを特徴とする。

【0021】

本発明は、添付図面を参照して、単なる例示として与えられた、以下の説明を読むことで、より良く理解される。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】従来技術に従った燃料集合体を示した、模式的な側面図である。

【図2】図1の燃料集合体における燃料棒の分配を示した、模式的な平面図である。

【図3】従来技術に従った底部端部ピースを示した、模式的な斜視図である。

【図4】本発明の第1の実施形態に従った、底部端部ピースの構造を示した、模式的な一部を破断した側面図である。

【図5】第1の変形例を示した、図4と同様な図である。

【図6】図6及び図7は、本発明の2つの変形例を示した、模式的な部分斜視図である。

【図7】図6及び図7は、本発明の2つの変形例を示した、模式的な部分斜視図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

本発明の文脈を示すために、図1には、加圧水型原子炉用の核燃料集合体1を模式的に示している。冷却水は、冷却及び減速の機能を実行し、すなわち、核燃料が発生させた中

10

20

30

40

50

性を減速させる。

【 0 0 2 4 】

燃料集合体 1 は、垂直に延在し、長手方向 A において直線状に延びている。

【 0 0 2 5 】

従来の方法においては、燃料集合体 1 は主として、核燃料棒 3 と、燃料棒 3 を支持する構造又は骨組み 5 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

従来の支持骨組み 5 は、以下のものを備えている。すなわち、

- 燃料集合体 1 の長手方向端部に配置された、底部端部ピース 7 及び上部端部ピース 9 と、
 - 不図示の固定されたクラスタのロッドを受け入れることを意図し、原子炉を制御する、管状のガイド部材 1 1 と、
 - 燃料棒 3 を保持し又は冷却水を混合する格子 1 3 と、
- である。

【 0 0 2 7 】

端部ピース 7 及び 9 は、管状ガイド部材 1 1 における長手方向端部に固定されている。

【 0 0 2 8 】

燃料棒 3 は、端部ピース 7 及び 9 の間に垂直に延在する。燃料棒 3 は、実質的に規則的な網状構造における交点に配置され、網状構造は正方形を基調とし、燃料棒は、格子 1 3 によって保持される。網状構造におけるいくつかの交点は、管状のガイド部材 1 1 と、図 2 の中央に示された任意的要素である計測管 1 4 とによって占有される。この図 2 において、燃料棒 3 は、破線にて示され、管状ガイド部材 1 1 は、実線にて示され、計測管 1 4 は、黒丸にて示される。

【 0 0 2 9 】

従来より、格子 1 3 は、組をなす交差プレートを備え、これが、規則的な網状構造における交点の中心にある、セルを区切っている。セルの大部分は、燃料棒 3 を受け入れるように意図される。2 4 箇所のセルは、それぞれ、管状ガイド部材 1 1 を受け入れて、中央のセルは、計測管 1 4 を受け入れる。

【 0 0 3 0 】

図 1 及び図 2 の例においては、保持格子 1 3 は、一辺あたり 1 7 個のセルを有し、規則的な網状構造は、一辺あたり同一数の交点を備えている。

【 0 0 3 1 】

その他の変形例においては、一辺あたりのセル及び交点の数が異なり、例えば、加圧水型原子炉の燃料集合体では、1 4 × 1 4 から 1 8 × 1 8、沸騰水型原子炉の燃料集合体では、7 × 7 から 1 1 × 1 1 になっている。

【 0 0 3 2 】

従来より、それぞれの燃料棒 3 は、外側クラッディング 1 7 を備え、下部プラグ 1 9 及び上部プラグ 2 1 の手段によって封止され、核燃料を収容している。これは、例えば、燃料ペレットの積み重ねであり、ペレットは、下部プラグ 1 9 上に支持されている。

【 0 0 3 3 】

不図示の螺旋保持ばねが、クラッディング 1 7 の中に、上部ペレットと上部プラグ 2 1 との間に配置されている。

【 0 0 3 4 】

図 3 は、従来技術である F R 2 8 6 4 3 2 4 号明細書に従った、底部端部ピース 7 を示している。

【 0 0 3 5 】

端部ピース 7 は、水平壁部 2 3 と足部 2 5 とを備え、足部は、壁部 2 3 から下向きに延びて、原子炉の炉心の下部プレート上に支持される。

【 0 0 3 6 】

壁部 2 3 は、一般的に、平坦であり、平行六面体の形状を有し、足部 2 5 は、それぞれ

10

20

30

40

50

、壁部 23 の角部に配置されている。壁部 23 は、下部本体 29 と、本体 29 を被覆する上部プレート 31 とを備えている。

【0037】

本体 29 は、複数のブロック 33 を備え、これらは、燃料棒 3、管状ガイド部材 11、及び任意的要素である計測管 14 における、網状構造と同じ交点に配置されている。

【0038】

このように、図 3 に示すように、本体 29 は、 17×17 箇所の円筒形ブロックを備えている。

【0039】

従って、それぞれのブロック 33 は、燃料棒 3 と、管状ガイド部材 11 と、もしも集合体 1 が有するならば、計測管 14 との長手方向下方に配置されている。

【0040】

ブロック 33 は、補強リブ 37 によって、互いに結合されており、リブは下部本体 29 を横切って延在している。

【0041】

ブロック 33 は、燃料棒 3 の下方に配置され、すなわち、ブロック 33 の大部分は、燃料棒 3 の外径に実質的に対応する直径を有し、冷却水の流れを導くために、ノズル 39 によって下向きの方に延びている。これらのノズル 39 は、実質的に尖っており、下向き方向に収束し、興味のあるブロック 33 と一体的になっている。

【0042】

FR 2 864 324 号に開示されているように、管状ガイド部材 11 の下方に配置されるブロック 33 は、一体的なノズル 39 を備えていない。これらは、端部ピース 7 を管状ガイド部材 11 に固定するためのねじに置き換えられている。これらのねじは、対応するブロック 33 を延通する。ねじの頭部は、実質的に尖っており、冷却水の流れを導くノズル 39 を構成する。変形例においては、ねじの頭部は、他の形状を有しており、導くノズルを構成しない。

【0043】

一般的に、計測管 14 が存在すれば、その下方にはノズル 39 は設けられず、対応するセンサの通路が設けられる。

【0044】

このように、端部ピース 7 における下部本体 29 は、ノズルの網状構造 39 を有し、これは、燃料棒 3、管状ガイド部材 11、及び任意的要素である計測管 14 の網状構造と同様である。

【0045】

この網状構造は、任意的要素である計測管 14 の領域においてのみ、中断される。いくつかの変形例においては、網状構造は、この管 14 の領域で、より大きく局所的に中断される。これらの変形例においては、それにもかかわらず、ほとんどの燃料棒 3 は、ノズル 39 の上方に配置されたままである。変形例においては、下部本体 29 の外側輪郭には、スカートが設けられ、スカートは、足部 25 の間に配置された周辺ブロック 33 を互いに結合し、また、これらのブロック 33 を足部 25 に結合する。このスカートは、燃料集合体の取扱いを容易にするために、上下に面取り部を有する。

【0046】

ブロック 33 は、燃料棒 3 の下方に配置され、さらに、燃料棒 3 の下部プラグ 19 を受け入れるためのめくら穴を有し、従って、燃料棒 3 を横方向及び軸線方向に保持する。

【0047】

上部プレート 31 自体は、抗破片装置を形成する。

【0048】

図 4 乃至図 6 には、本発明が示され、図 3 のタイプの底部端部ピース 7 を改良して構成され、後述され及び / 又は図面に示される特徴によって、主として区別される。

【0049】

10

20

30

40

50

図４の実施形態においては、底部端部ピース２７における水平壁部２３は、依然として、本体２９を備え、複数のブロック３３を備え、これらは、燃料棒３、管状ガイド部材１１、及び任意的要素である計測管１４と同一の網状構造の交点に配置される。

【００５０】

これらのブロック３３は、上述したように、冷却水の流れを導くために、ノズル３９によって下向きに延びている。図示の例においては、ノズル３９は、実質的に円錐形の形状であり、下向きに収束している。図４に見られるように、最前のブロック３３を結合するリブ３７は、図示されていない。

【００５１】

また、図示された例においては、格子３１は、金属製下部プレート４３で分配及び置換され、これは、本体２９の下方に配置され、本体２９と一体的になっている。このプレート４３は、後述するように、抗破片装置を形成する。

10

【００５２】

また、本体２９とプレート４３とは、互いに取り付けられる２つの別個の構成要素の形態とすることも可能である。それらの互いの固定は、例えば、本体２９の外側角部と下部プレート４３における溶接によって、さらに、下部プレート４３を本体２９に対して圧接させる、管状ガイド部材１１を底部端部ピース７に固定するためのねじによって、行われる。プレート４３と本体２９とは、例えば、摩耗に対して抵抗力のある金属から生産され、例えば、インコネル（登録商標）タイプのニッケルベースの合金、Ａ２８６のタイプの鋼、又は、チタンベースの合金などである。

20

【００５３】

下部プレート４３は、仕切４５の格子を備え、これは、プレート４３を垂直に通って延びる、通路４７を一緒に区切る。

【００５４】

通路４７は、燃料棒３、管状ガイド部材１１、及び任意的要素である計測管１４と同一の網状構造における交点に配置されている。

【００５５】

下部プレート４３は、本体２９と同一の方法で、特に、管状ガイド部材１１又は任意的要素である計測管１４の領域において、いくつかの不規則性を備えることが可能である。

【００５６】

30

通路４７は同様な構造を有しているので、図４に示される通路４７の構造だけについて、以下に説明する。この図において、通路４７を束縛する２つの側部仕切４５は、垂直中心面に沿って区分される。

【００５７】

通路４７は、円板の形状である連続的な横断面を有し、連続的に、冷却水の上方への流れ方向に、収束する下部半体と拡散する上部半体とを備えている。上述した収束及び拡散する形状を得るために、通路４７を区切る仕切４５の中間にある突出部が用いられる。

【００５８】

通路４７と同じ網状構造の交点に関連したノズル３９は、通路４７の上部半体に係合している。

40

【００５９】

従って、ノズル３９は、通路４７において、冷却水のための通路５１を区切り、これは、一方においては、上向き方向に収束して、円板の形状である部分の連続から構成される、下部半体５３を備え、他方においては、ノズル３９を遠まきに取り囲み、環状の部分の連続から構成された、上部半体５５を備えている。上述した円板状の環状部分は、長手方向に対応する燃料棒３の中心軸線Ｃに中心合わせされ、すなわち、興味のある、通路４７、ブロック３３、及びノズル３９と同じ網状構造の交点に関連している。この燃料棒３は、図３には、１本だけが示される。

【００６０】

上部半体５５の横断面は、通路５１の下部半体５３に向けて動くとき、軸線Ｃに向けて

50

半径方向に動く。

【 0 0 6 1 】

このように、上部半体 5 5 における下流側部分 S 1 は、上部半体 5 5 における上流側部分 S 2 に比べて、軸線 C に対して、半径方向に外方に配置され、部分 S 2 は、通路 5 1 の中間部分とも称される。興味のある部分の半径位置は、図 4 に示した両方向矢印の中央に対応する。このように、部分 S 1 の中央 M S 1 は、部分 S 2 の中央 M S 2 に比べて、さらに半径方向に外方に配置されている。

【 0 0 6 2 】

従って、上部半体 5 5 は、バッフル 5 6 を形成する。これは、さらに、冷却水の流れ線を示した、2 つの矢印によって示される。これらの矢印 E は、冷却水の流れ線が、バッフル 5 6 によって、垂直に対して横方向に逸れているのを示している。

10

【 0 0 6 3 】

好ましくは、図示した例と同様に、形成されるバッフル 5 6 は、流れ線が通路 5 1 を通って垂直に直線状に延びないように設けられる。これを達成するために、図示の例においては、部分 S 2 の外径が、部分 S 1 の内径以下であるという事実によっている。円形及び環状の部分以外の部分が考えられる場合には、部分の横断寸法の間、同様な関係が存在することになる。例えば、正方形の部分においては、この関係は、正方形の辺の長さの間に存在する。

【 0 0 6 4 】

図 4 において、破線にて示すように、興味のある燃料棒 3 における下部プラグ 1 9 は、めくら穴 5 7 に受け入れられ、これは、ブロック 3 3 に配置され、興味のあるノズル 3 9 を被覆している。

20

【 0 0 6 5 】

ストッパ 1 9 は、例えば、孔 5 7 に設けられた相補的な形状を有する円錐面上の円錐面 5 9 を介して支持される。このように、燃料棒 3 は、ブロック 3 3 上に載置され、従って、重力の影響を打ち消して軸線方向に保持され、横断する流れの影響を打ち消して横方向に保持される。

【 0 0 6 6 】

図 3 の従来技術と同様に、ノズル 3 9 の存在によって、冷却水の流れ線は、燃料棒 3 の下端部に沿って実質的に垂直に向けられ、従って、横方向の冷却水の流速は減少する。その結果、原子炉の運転中には、燃料棒 3 の下端部の振動が減少する。これらの振動は、端部ピース 7 自体による燃料棒 3 の下端部の横方向の保持によっても、さらに減少する。従って、フレッチングによって生じる、燃料棒 3 におけるクラディング 1 7 の損傷のリスクは限られる。

30

【 0 0 6 7 】

さらに、下部プレート 4 3 の存在によって、特に、通路 5 1 のバッフル 5 6 の存在によって、破片保持能力は実質的に増加する。特に、保持能力は、長くて細かい破片に関して増加する。

【 0 0 6 8 】

また、下部プレート 4 3 の存在によって、冷却水の流れ線の向きは、さらに増加し、従って、振動、及びフレッチングによって生じる燃料棒 3 が損傷するリスクは制限される。

40

【 0 0 6 9 】

この結果は、通路 5 1 の収束してから発散する形状によってさらに高まり、この通路は、冷却水を獲得して長い距離にわたってガイドし、従って、横方向の流速をさらに減少させる。

【 0 0 7 0 】

それにもかかわらず、端部ピース 7 は、それらの端部ピースの間で、比較的減少した圧力低下を有し、端部ピースは簡単な抗破片装置を有し、及び、従来技術の複雑な抗破片装置を有する。従って、これは、炉心内におけるその使用を容易にし、ここで、すべての燃料集合体が同一の底部端部ピースを有しているのではなく、というのは、取り巻く端部ピ

50

ースによってもたらされる圧力損失に対する圧力損失の偏差は減少する。

【 0 0 7 1 】

また、特に、本体 2 9 及びプレート 4 3 が別々に、又はモールド成形によって単一部品として生産されるという事実のおかげで、端部ピース 7 の製造コストも減少し、従って、例えば、米国特許第 5 0 3 0 0 4 1 2 号明細書などのいくつかの抗破片装置のようには、多数の要素の集合体を必要としない。

【 0 0 7 2 】

地震などの重大な事故の場合、又は、冷媒回路からの冷却水が失われた場合、ブロック 3 3 は、燃料棒 3 が底部端部ピース 7 を通って落下するのを防止する。

【 0 0 7 3 】

この軸線方向の保持は、ブロック 3 3 の網状構造によって提供され、又は、ブロック 3 3 が設けられない、いくつかの変形例においては、ノズル 3 9 によって提供されるので、通路 5 1 の網状構造をノズル 3 9 の網状構造と重ね合わせることが可能になり、落下を防ぐために、燃料棒 3 に対して抗破片装置のリブを保持することが試みられていた、従来技術による示唆とは対照的である。

【 0 0 7 4 】

通路 5 1 は、上述したものとは異なる変形した形態を有することができ、特に、その断面、必ずしも半体を構成しない部分 5 3 及び 5 5 高さ、その拡張又は収束、又は、拡散又は収束の欠落を調整する。これらの様々な形状は、仕切 4 5 及びノズル 3 9 を調整することで得られる。

【 0 0 7 5 】

このように、図 5 は、変形例を示しており、ノズル 3 9 のそれぞれは、上部部分 6 1 を備え、下向き方向に収束し、下部部分 6 3 を備えて延在し、下向き方向に拡張して、連続的な 2 つのバッフル 5 6 及び 6 4 を形成している。

【 0 0 7 6 】

下部部分 6 3 における下端部は、丸められていて、冷却水の流れを阻止しないようになっていることに留意されたい。

【 0 0 7 7 】

図 4 と同一の参照符号を使用すると、通路 5 1 はさらに、下流側部分 S 1 と、中間部分 S 2 と、上流側部分 S 3 とを備え、上流側部分は、部分 S 2 に対して半径方向外方にオフセットすることで、バッフル 5 6 に対して反対方向に屈曲した、第 2 のバッフル 6 4 を形成している。

【 0 0 7 8 】

従って、この変形例では、破片を妨げる能力が、さらに増加している。

【 0 0 7 9 】

上述した例においては、通路 5 1 の横断面は、円板又はリング形を基調としていたが、その他の形状、例えば、角部を丸めた多角形を使用し及び組み合わせてもよい。

【 0 0 8 0 】

破片を保持する能力をさらに高めるために、例えば、図 6 のプレート 4 3 の下方に示すように、追加的な格子を設けることも可能である。この図 6 において、格子は、参照符号 6 5 にて示され、3 本だけのリブ 3 7 が部分的に図示され、プレート 4 3 の形状は簡略化されている。格子 3 1 は、例えば、図 3 に示した格子と同様であり、格子 6 5 に加え又は代えて、本体 2 9 の上方に設けられる。

【 0 0 8 1 】

上述した補助格子に加えて又は代えて、スリーブを使用することも可能である。

【 0 0 8 2 】

図 7 には、このタイプのスリーブ 6 7 を示している。このスリーブ 6 7 には、一連の冷却水流れ開口部 6 9 が設けられ、破片を保持することを意図された、枝部 7 1 によって区切られている。

【 0 0 8 3 】

スリーブ 67 は、例えば、それぞれの燃料棒集合体 3、ブロック 33、ノズル 39、及び網状構造の交点に対応する、通路 51 毎に設けられる。

【0084】

スリーブ 67 における下端部 73 は、通路 47 の上端部に係合し、その場所で、例えば、弾性的な方法で、保持される。スリーブ 67 における上端部 75 は、例えば、ブロック 33 のまわりに、弾性的な方法で係合している。従って、スリーブ 67 は、通路 51 の下流側端部を閉じ、通路 51 からの冷却水は必ず、スリーブ 67 を通過するので、破片保持能力が高まる。

【0085】

スリーブ 67 の上端部が有する領域は、冷却水流れ開口部には設けられず、ノズル 39 でキャビティの内部を区切る。このキャビティによれば、フィラメント状の破片が捕らえられ、破片保持能力はさらに向上する。

【0086】

上述した例においては、燃料棒 3 は、本体 29 によって横方向に保持されているが、これは必ずしも常に当てはまらない。

【0087】

このように、本発明に従った燃料集合体 1 においては、燃料棒 3 の下部プラグ 19 は、底部端部ピース 7 から間隔を隔てている。しかしながら、ほとんどの燃料棒 3 は、ノズル 39 を被覆し、それ自体、プレート 43 の通路 47 に係合し、この例では、冷却水である、流体の流れのために、通路 51 を区切っている。“ほとんどの燃料棒 3”とは、燃料棒 3 の少なくとも 50%、好ましくは、少なくとも 70%、さらに好ましくは 90% を称することを意図している。

【0088】

また、ノズル 39 は、一般的に必ずしも、ブロックによって被覆されているわけではない。

【0089】

また、すべての通路 51 が、一般的に必ずしも、端部ピース 7 の内部と同じ形状を有するわけではない。

【0090】

プレート 43 は、上述した通路 47 に加えて、燃料棒 3、管状ガイド部材 11、及び任意的要素である計測管 14 のある、網状構造の交点に配置された、追加的な通路 47 を備えてもよいことを留意されたい。このタイプの追加的な通路 47 は、端部ピース 7 による圧力低下を減少させる。これらの追加的な通路 47 は、バッフルを形成する。

【0091】

上述した例においては、底部端部ピース 7 は、PWR の燃料集合体を意図している。しかしながら、上述した特徴は、沸騰水型原子炉 (BWR) の燃料集合体にも使用できるとに留意されたい。

10

20

30

【図 1】

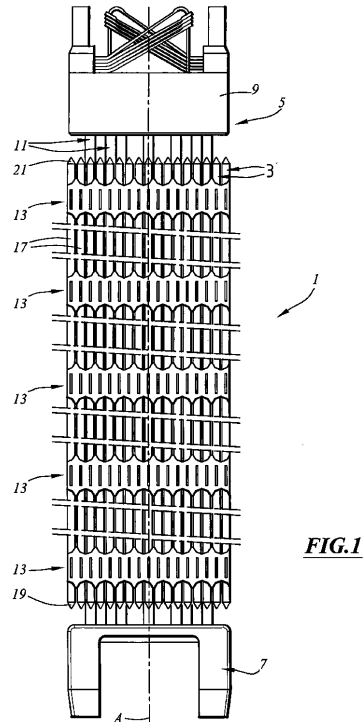


FIG.1

【図 2】

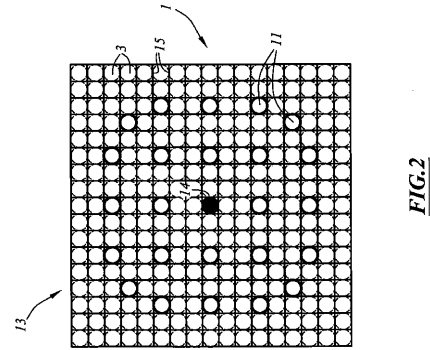


FIG.2

【図 3】

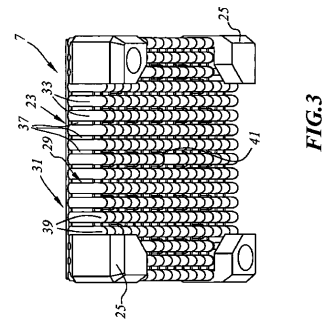


FIG.3

【図 4】

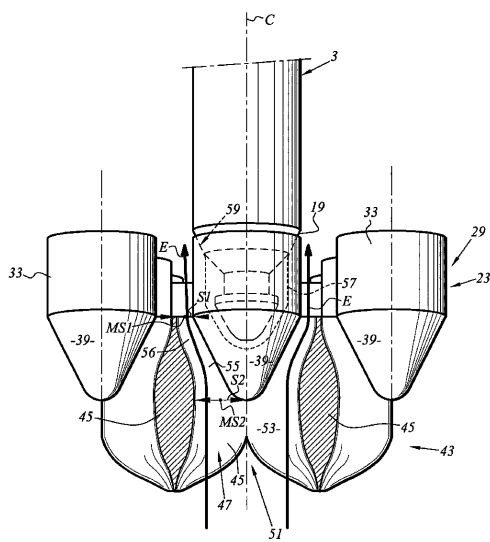


FIG.4

【図 5】

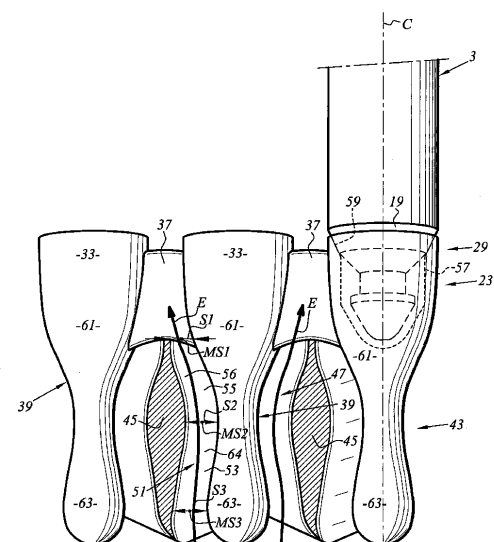


FIG.5

【 図 6 】

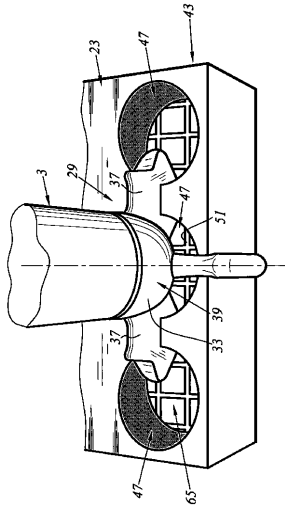


FIG. 6

【圖 7】

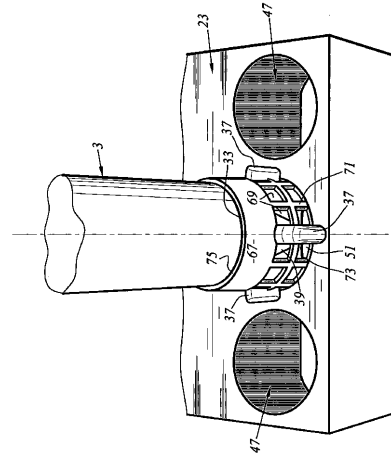


FIG. 7

フロントページの続き

- (72)発明者 ヴェルディエ ミッシェル
フランス エフ - 6 9 0 0 3 リヨン リュー デュノワール 17ア
(72)発明者 ラバリエール エリック
フランス エフ - 0 1 8 0 0 サンテロワ マ プレシュール

審査官 青木 洋平

- (56)参考文献 特開2001 - 174579 (JP, A)
特開2004 - 340580 (JP, A)
特開2001 - 133574 (JP, A)
実開昭64 - 002199 (JP, U)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G 2 1 C 3 / 3 3
G 2 1 C 3 / 3 0