

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4294477号  
(P4294477)

(45) 発行日 平成21年7月15日(2009.7.15)

(24) 登録日 平成21年4月17日(2009.4.17)

(51) Int.Cl.

G21C 3/30 (2006.01)  
G21C 3/33 (2006.01)

F 1

G21C 3/30  
G21C 3/30 G D P K

請求項の数 7 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2003-514564 (P2003-514564)  
 (86) (22) 出願日 平成14年6月26日 (2002.6.26)  
 (65) 公表番号 特表2005-524047 (P2005-524047A)  
 (43) 公表日 平成17年8月11日 (2005.8.11)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2002/020139  
 (87) 國際公開番号 WO2003/009306  
 (87) 國際公開日 平成15年1月30日 (2003.1.30)  
 審査請求日 平成17年2月25日 (2005.2.25)  
 (31) 優先権主張番号 09/907,405  
 (32) 優先日 平成13年7月17日 (2001.7.17)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 501010395  
 ウエスチングハウス・エレクトリック・カンパニー・エルエルシー  
 アメリカ合衆国 ペンシルベニア州 15  
 230-0355 ピッツバーグ ピー・  
 オー・ボックス 355  
 (74) 代理人 100088454  
 弁理士 加藤 純一郎  
 (72) 発明者 スミス,マイケル,ジー  
 アメリカ合衆国 サウス・カロライナ州  
 29229 コロンビア コーデータ・コ  
 ート 5  
 (72) 発明者 リー,キヨウシク  
 大韓民国 タイエージョン・シティ ヨン  
 ムーンドン 224-92  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】原子炉燃料集合体用の圧力降下が小さく破片をろ過する下部ノズル

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

互いに整列する複数の第1のストラップと、互いに整列する複数の第2のストラップとを有し、第1のストラップと第2のストラップが協働して燃料棒を支持する複数のセルを画定するグリッドと、

実質的に平らな第1の表面と、その反対側の実質的に平らな第2の表面とを有し、第1と第2の表面間を延びる複数の第1の流孔及び複数の第2の流孔が形成された破片をろ過するプレート部材とより成り、

複数の第1の流孔の断面は長軸及び短軸を有する長円形または卵形であり、

第1の表面はグリッドに隣接する位置にあり、

10

プレート部材は流孔間に画定された複数の支持結合部を有し、

第1の流孔は複数の支持結合部のうちの少なくとも1つが4つの第1の流孔間に画定されるように配置され、これら4つの第1の流孔の長軸は支持結合部の中心点から半径方向外方へ延び、これら4つの第1の流孔は第1または第2のストラップの直下にあり、

第2の流孔はその少なくとも1つが第1のストラップのうちの1つと第2のストラップのうちの1つの交差部の直下にあるようにプレート部材に配置されている原子炉の燃料集合体。

## 【請求項 2】

第1の群の第1の流孔の長軸と第2の群の第1の流孔の長軸とは実質的に垂直である請求項1の燃料集合体。

20

## 【請求項 3】

第1の流孔はそれぞれの長軸または短軸が第1または第2のストラップの直下にあるようにプレート部材に配置されている請求項1の燃料集合体。

## 【請求項 4】

第1の群の第1の流孔は短軸が第1のストラップの直下にあるように、また第2の群の第1の流孔は短軸が第2のストラップの直下にあるようにプレート部材に配置されている請求項3の燃料集合体。

## 【請求項 5】

第1の流孔はそれぞれ一対の弓状端部を有する請求項1の燃料集合体。

## 【請求項 6】

複数の第1の流孔及び複数の第2の流孔のうちの少なくとも一部は第2の表面に隣接する面取り部を有する請求項1の燃料集合体。

## 【請求項 7】

互いに整列する複数の第1のストラップと、互いに整列する複数の第2のストラップとを有するグリッドと、複数の燃料棒とを備え、第1のストラップと、第2のストラップが協働して燃料棒を支持する複数のセルを画定する原子炉燃料集合体用の破片をろ過する下部ノズルであって、

ノズルはグリッドに隣接する実質的に平らな第1の表面と、その反対側の実質的に平らな第2の表面とを有するプレート部材を備え、

プレート部材には第1と第2の表面間に延びる複数の第1の流孔及び複数の第2の流孔が形成され、

複数の第1の流孔は断面が長軸及び短軸を有する長円形または卵形であり、

プレート部材は流孔間に画定された複数の支持結合部を有し、

第1の流孔は複数の支持結合部のうちの少なくとも1つが4つの第1の流孔間に画定されるように配置され、これら4つの第1の流孔の長軸は支持結合部の中心点から半径方向外方へ延び、これら4つの第1の流孔は第1または第2のストラップの直下にあり、

第2の流孔はその少なくとも1つが第1のストラップのうちの1つと第2のストラップのうちの1つの交差部の直下にあるようにプレート部材に配置されている下部ノズル。

## 【発明の詳細な説明】

## 【背景技術】

30

## 【0001】

## 【技術分野】

## 【0002】

本発明は、一般的に、原子炉に關し、さらに詳細には、原子炉燃料集合体用の圧力降下が小さく破片をろ過する下部ノズルに関する。

## 【従来技術の説明】

## 【0003】

原子炉冷却材循環系統を構成するコンポーネントの製造時及びその後の設置及び補修時には、種々の運転条件下で冷却材を循環させる原子炉容器及びその関連系統から全ての破片を確實に除去するための仕事が肅々と行われる。破片を確實に除去するための入念な手順が実行されるが、破片除去のためのこのような安全策にもかかわらず、系統内には破片及び金属粒子が多少、依然として隠れた状態にあることは経験の教えるところである。破片の大部分は、蒸気発生器の補修または交換後に一次系統に残る金属の削り屑である。

## 【0004】

詳述すると、原子炉の燃料集合体には、最下方のグリッドで捕捉された破片による損傷が認められている。破片は、発電所の運転開始により下方の炉心支持プレートの冷却材流れ開口から燃料集合体の下部ノズルの流孔を通って侵入する。破片は、燃料集合体の支持グリッドにおいて、「卵箱」型セル壁と管状の燃料棒との間の空間に溜まる傾向がある。損傷は、管体の外表面と接触する破片のフレッチングによりできる燃料棒の穿孔部である。流動する冷却材が破片を旋回させて燃料棒の被覆を切除する。

40

50

## 【0005】

原子炉から破片を除去するための多種多様な方法が幾つか提案されテストされている。1つの方法として、下部ノズルのプレート部材にノズル下流のグリッドの流路の最大寸法より小さいノズル孔を多数形成するものがある。破片をろ過するこのような下部ノズルは、大きい破片を捕捉して下流のグリッドに溜める。破片をろ過する下部ノズルを通過できる小さな破片は、グリッドに溜まつたり燃料棒を損傷したりすることなくグリッドの流路を通過する。

## 【0006】

下部ノズルの破片ろ過効果は、最下方のグリッドにより増強されている。最下方のグリッドまたは保護グリッドは、燃料集合体の他の構造グリッドと同一設計であり、相互に連結されたストラップが各燃料棒及びシンプル管の周りに正方形のセルを形成する。保護グリッドは、燃料集合体の下部ノズルに非常に近い所に位置する。下部ノズルの流孔は保護グリッドのストラップと整列関係にあるため、流孔の断面中心は、相互連結された一対のストラップの交差部と軸方向に整列するかまたはストラップのセル側壁の中間点と一致する。このようにすると、中心がストラップの交差部と一致する流孔は4分の1に、また、ストラップの中間点と整列する流孔は2分の1に分割される。従って、下部ノズル及び保護グリッドのこの組み合わせを通過できる破片の最大サイズが減少する。

10

## 【0007】

破片をろ過するこのような下部ノズルは意図した目的にとって有効であるが、かかるノズルに問題点がないわけではない。例えば、下部ノズルの流孔を通過する水の圧力降下を減少することが望ましい。このように、下部ノズルの破片ろ過効果を有意に損なうことなく圧力降下を減少させる改良型破片ろ過下部ノズルを提供することが望ましい。

20

## 【発明の概要】

## 【0008】

本発明によると、互いに整列する複数の第1のストラップと、互いに整列する複数の第2のストラップとを有し、第1のストラップと第2のストラップが協働して燃料棒を支持する複数のセルを画定するグリッドと、実質的に平らな第1の表面と、その反対側の実質的に平らな第2の表面とを有し、第1と第2の表面間を延びる複数の第1の流孔及び複数の第2の流孔が形成された破片をろ過するプレート部材とより成り、複数の第1の流孔の断面は長軸及び短軸を有する長円形または卵形であり、第1の表面はグリッドに隣接する位置にあり、プレート部材は流孔間に画定された複数の支持結合部を有し、第1の流孔は複数の支持結合部のうちの少なくとも1つが4つの第1の流孔間に画定されるように配置され、これら4つの第1の流孔の長軸は支持結合部の中心点から半径方向外方へ延び、これら4つの第1の流孔は第1または第2のストラップの直下にあり、第2の流孔はその少なくとも1つが第1のストラップのうちの1つと第2のストラップのうちの1つの交差部の直下にあるようにプレート部材に配置されている原子炉の燃料集合体が提供される。

30

本発明によると、互いに整列する複数の第1のストラップと、互いに整列する複数の第2のストラップとを有するグリッドと、複数の燃料棒とを備え、第1のストラップと、第2のストラップが協働して燃料棒を支持する複数のセルを画定する原子炉燃料集合体用の破片をろ過する下部ノズルであって、ノズルはグリッドに隣接する実質的に平らな第1の表面と、その反対側の実質的に平らな第2の表面とを有するプレート部材を備え、プレート部材には第1と第2の表面間を延びる複数の第1の流孔及び複数の第2の流孔が形成され、複数の第1の流孔は断面が長軸及び短軸を有する長円形または卵形であり、プレート部材は流孔間に画定された複数の支持結合部を有し、第1の流孔は複数の支持結合部のうちの少なくとも1つが4つの第1の流孔間に画定されるように配置され、これら4つの第1の流孔の長軸は支持結合部の中心点から半径方向外方へ延び、これら4つの第1の流孔は第1または第2のストラップの直下にあり、第2の流孔はその少なくとも1つが第1のストラップのうちの1つと第2のストラップのうちの1つの交差部の直下にあるようにプレート部材に配置されている下部ノズルをも提供される。

40

## 【0009】

50

本発明は、1つの局面として、原子炉燃料集合体用の、断面が長円形の複数の第1の流孔を有する下部ノズルを提供する。

【0010】

本発明は、別の局面において、原子炉の燃料集合体用の圧力降下が小さく破片をろ過する下部ノズルを提供する。

【0011】

本発明は、別の局面において、複数の流孔が燃料集合体の保護グリッドと協働するため十分大きい破片が該流孔を通過できず、燃料集合体のグリッドの流路に溜まる、原子炉燃料集合体用の破片ろ過下部ノズルを提供する。

【0012】

本発明は、別の局面において、破片をろ過する下部ノズルの流孔の圧力降下が小さく、大きな破片が該流孔を通過して燃料セル内へ流れ込まないように構成された原子炉用の燃料集合体を提供する。

【実施例】

【0015】

図1は、略示する原子炉4に装着された燃料集合体10の概略図である。燃料集合体10は、図1-5に示す圧力降下が小さく破片をろ過する下部ノズル12を備えている。以下に詳述するように、下部ノズル12は所与のサイズより大きい破片が燃料集合体10に侵入しないようにするだけでなく圧力降下が公知の下部ノズルに比べて小さくなるように構成されている。

10

【0016】

下部ノズル12は、原子炉4の炉心領域下方の炉心支持プレート14上に燃料集合体10を支持する。原子炉4は、炉心支持プレート14上に複数の燃料集合体10を搭載した加圧水型原子炉である。燃料集合体10の骨格構造は、下部ノズル12の他に、上端部の上部ノズル16、及び下部ノズル12と下部ノズル16との間を縦方向に延びて上端部でそれらに連結された多数の細長い案内管またはシンプル管18を備えている。

20

【0017】

燃料集合体10はさらに、シンプル管18に沿って軸方向に離隔し該管に装着された複数の横方向グリッド20と、グリッド20により横方向離隔関係に支持された細長い燃料棒22の整列アレイとを有する。燃料集合体10はまた、その中心に位置して下部ノズル12と上部ノズル16との間を延びる計装管24を有する。燃料集合体10は、その部品がこのように配置されると、組立て部品を損傷せずに取り扱うことができる便利な一体的ユニットを形成する。

30

【0018】

上述したように、燃料集合体10内にアレイ状に配置される燃料棒22は、燃料集合体10の長さ方向に離隔したグリッド20により互いに離隔関係に保持される。各燃料棒22は、複数の原子燃料ペレットを有し、上方及び下方の端部プラグ28、30により両端部を閉じられている。燃料ペレットは核分裂物質より成り、原子炉4の反応エネルギー発生の元となる。

【0019】

40

水または硼素を含む水のような液状減速/冷却材は、下部炉心プレート14の複数の流れ開口を介して燃料集合体10内へ上方に圧送される。燃料集合体10の下部ノズル12は、利用可能な仕事を発生させる熱を抽出すべく冷却材がシンプル管18を介してまた燃料集合体の燃料棒22に沿って流れるようにする。

【0020】

核分裂プロセスを制御するために、多数の制御棒34が燃料集合体10の所定の位置にあるシンプル管18内を往復運動することができる。詳述すると、制御棒34は上部ノズル16の上方に位置する燃料棒クラスター制御機構36により支持される。制御機構36は内部に螺設部を備えた円柱部材37を有し、これに複数の半径方向に延びるアーム38が設けられている。各アーム38は制御棒34と相互に連結されているため、制御機構3

50

6は、よく知られた態様で、制御棒34をシンプル管18内で垂直方向に移動させることにより燃料集合体10の核分裂プロセスを制御することができる。しかしながら、下部ノズル12は、本発明の思想から逸脱することなく上述のものとは異なる構成の原子炉に使用できることがわかる。

【0021】

上述したように、グリッド20の箇所またはその下方で捕捉される破片による燃料集合体10の損傷を、下部ノズル12の流孔により破片が捕捉され燃料集合体10内に侵入しないように構成することにより回避するのが好ましい。以下に詳述するように、下部ノズル12は、かかる破片が侵入しないようにするだけでなく、公知の下部ノズルと比べて圧力降下が小さい構造の流孔を備えると有利である。

10

【0022】

図1からわかるように、下部ノズル12は、炉心支持プレート14上の複数の脚部42により支持されるプレート部材46を有する。これらの脚部42は、溶接、ボルト締めまたは他の固着方法によりプレート部材46に固着するか、または脚部42とプレート部材46とを鋳造または鍛造等により一体的な構造物として一体的に形成してもよい。

【0023】

図2及び3から最もよくわかるように、プレート部材46には、断面が非円形の複数の第1の流孔50と、断面が実質的に円形の複数の第2の流孔54とが形成されている。プレート部材46はさらに、ほぼ中央に形成した計装案内孔58と、分散位置に形成した複数のシンプル管装着孔62とを有する。

20

【0024】

図3及び5からわかるように、第1の流孔50はほぼ長円形、さらに詳しくは、ほぼ卵形であり、これは、断面形状が半円形の端部が真直ぐな側部で連結されていることを意味する。卵形は「並進円」とも呼ぶことも可能であるが、これは円が第1の点とその第1の点からシフトした第2の点との間を並進する際に円が占有する空間を意味する。しかしながら、第1の流孔50は、本発明の思想から逸脱することなく、橢円形または他の弓形もしくは多角形のような他の細長い断面形状でよいことがわかるであろう。

【0025】

計装案内孔58は、公知の態様で計装管24を下部ノズル12上に取り付けるために設けられている。同様に、シンプル管装着孔62は、シンプル管18を公知の態様で下部ノズル12に取り付けるために設けられている。計装案内孔58及びシンプル管装着孔62についてはさらに説明しない。

30

【0026】

図3は、グリッド20の一部及び多数の燃料棒22を有するプレート部材46の拡大部分を示すが、下部プラグ30がプレート部材46の上方にある。図4は図3の構成を一般的に立面図で示したものである。燃料集合体10の最下方のグリッド20を通常、保護グリッド66と呼ぶが、本発明によると、保護グリッド66は第1の流孔50及び第2の流孔54と協働して、所与のサイズより大きい破片が燃料集合体10に侵入しないようにする。図示を簡略にするため、保護グリッド66は図1に示されていないことに注意されたい。

40

【0027】

図3から最もよくわかるように、保護グリッド66は、複数の第1のストラップ70と、複数の第2のストラップ74により成る。第1のストラップ70は細長く幅の狭いシート状材料であり、これらは互いに実質的に平行に整列している。同様に、同じ構成の第2のストラップ74は互いに実質的に平行に整列している。第1のストラップ70と第2のストラップ74とは、それらの間に複数のセル76が画定されるようにグリッドまたは格子パターンに互いに連結されている。燃料棒22はセル76内に配置され、公知の態様で第1及び第2のストラップ70、74上に形成されたばね80及びディンプル84によりその内部に保持される。

【0028】

50

プレート部材 4 6 は、互いに反対側にあるほぼ平らな第 1 の表面 7 8 及び第 2 の表面 8 2 を有する。図 4 から最もよくわかるように、第 1 の表面 7 8 は保護グリッド 6 6 に隣接している。関連分野において公知のように、液状減速 / 冷却材は図 4 に関して垂直方向に流れるが、これは冷却材が第 2 の表面 8 2 から第 1 及び第 2 の流孔 5 0 、 5 4 を経て第 1 の表面 7 8 を通過することを意味する。

【 0 0 2 9 】

図 3 及び 5 から最もよくわかるように、第 1 の流孔 5 0 の断面はそれぞれ長軸 8 6 及び短軸 9 0 を有し、長軸 1 6 は短軸 9 0 よりも長い。下部ノズル 1 2 のこの実施例において、第 1 の流孔 5 0 の長軸 8 6 及び短軸 9 0 は互いに実質的に垂直であるが、第 1 の流孔 5 0 をかかる垂直関係が存在しない他の構成にしてよいことがわかるであろう。

10

【 0 0 3 0 】

添付図面には、第 1 の流孔 5 0 を全て同一サイズ及び形状であるとして、また、第 2 の流孔 5 4 を全て同一サイズ及び形状として示すが、特定の用途の特定のニーズに応じて、第 1 の流孔 5 0 を単一のプレート部材 4 6 上で種々のサイズ及び形状にし、また、第 2 の流孔 5 4 のサイズ及び形状を同様に変更できることがわかるであろう。

【 0 0 3 1 】

図 5 からわかるように、第 2 の流孔 5 4 の断面は直径 9 4 を有する。第 1 の流孔 5 0 の短軸 9 0 は第 2 の流孔 5 4 の直径 9 4 に実質的に等しく、通常は約 0 . 4 4 5 - 0 . 5 7 2 c m ( 0 . 1 7 5 - 0 . 2 2 5 インチ ) の範囲である。長軸 8 6 は約 0 . 6 3 5 - 0 . 7 6 2 c m ( 0 . 2 5 0 - 0 . 3 0 0 インチ ) の範囲内のサイズである。しかしながら、特定の用途の特定のニーズに応じて、長軸 8 6 と短軸 9 0 との間及び第 1 の流孔 5 0 と第 2 の流孔 5 4 との間の寸法関係を異なるものにしてもよいことがわかるであろう。

20

【 0 0 3 2 】

図 3 からわかるように、プレート部材 4 6 上の第 1 の流孔 5 0 の配置は、短軸 9 0 が全て第 1 のストラップ 7 0 のうちの 1 つまたは第 2 のストラップ 7 4 のうちの 1 つと重合関係になるようなものである。この文脈において、「重合関係」とは、短軸 9 0 が第 1 のストラップ 7 0 または第 2 のストラップ 7 4 と整列するかまたはその直下にある関係をいう。しかしながら、短軸 9 0 でなくて、または短軸と共に、一部または全ての長軸 8 6 が第 1 のストラップ 7 0 及び / または第 2 のストラップ 7 4 と重合関係となるように、第 1 の流孔 5 0 をプレート部材 4 6 上に配置してもよいことがわかるであろう。また、第 1 の流孔 5 0 が第 1 及び第 2 のストラップ 7 0 、 7 4 と他の空間的関係をもつようにしてもよい。

30

【 0 0 3 3 】

図 3 からわかるように、第 1 及び第 2 のストラップ 7 0 、 7 4 は第 1 の流孔 5 0 をそれぞれその短軸 9 0 に沿って二分する。上述したように、保護グリッド 6 6 の第 1 及び第 2 のストラップ 7 0 、 7 4 は第 1 及び第 2 の流孔 5 0 、 5 4 と協働して所与サイズの破片が燃料集合体 1 0 内に侵入しないようにする。かくして、第 1 の流孔 5 0 を通過して燃料集合体 1 0 に侵入できる破片の最大断面サイズは、第 1 及び第 2 のストラップ 7 0 、 7 4 により短軸 9 0 に沿って二分される第 1 の流孔 5 0 の分割部分を通過できる破片のサイズであることがわかる。

40

【 0 0 3 4 】

図 5 からわかるように、第 2 の流孔 5 4 はそれぞれ断面中心 9 8 を有する。図 3 に示す下部ノズル 1 2 の実施例では、断面中心 9 8 はそれぞれ 1 つの第 1 のストラップ 7 0 と 1 つの第 2 のストラップ 7 4 の交差部 1 0 0 と軸方向整列関係にある。従って、図 3 から、下部ノズル 1 2 の実施例では、第 2 の流孔 5 4 はそれぞれ第 1 のストラップ 7 0 及び第 2 のストラップ 7 4 により四分されることがわかる。換言すれば、第 2 の流孔 5 4 の断面中心 9 8 は、交差部 1 0 0 と重合関係にある。しかしながら、上記からわかるように、プレート部材 4 6 上の第 2 の流孔 5 4 の配置を、第 2 の流孔 5 4 が、特定の用途の特定のニーズに応じて、第 1 及び第 2 のストラップ 7 0 、 7 4 により単に二分されるか、またはそれと重合関係となるか、もしくは重合関係にならないような種々の態様にすることができる

50

。図3に示す実施例において、保護グリッド66との協働により第2の流孔54を通過できる粒子の最大断面直径は、第2の流孔54の1つの4分の1部分を流れるこことできる直径である。大きい破片は二分された第1の流孔50なら通過できるであろうが、そのように大きな破片でも第1の流孔50にとっては依然として十分に大きくないため燃料集合体10内に溜まることがないように第1の流孔50を構成するのが好ましい。

#### 【0035】

以上から、第1及び第2の流孔50、54は、それらと第1および第2のストラップ70、74との間に他の関係が存在するようにプレート部材46上に配置できることもわかる。例えば、第1の流孔50の断面中心がそれぞれ交差部の1つと重合関係となるようにしてもよい。同様に、第2の流孔54を第1及び第2のストラップ70、74により二分するようにしてもよい。このように、他の多数の構成がプレート部材46について可能であることがわかる。

#### 【0036】

図4から最もよくわかるように、第1の流孔50にはそれぞれ第2の表面82に隣接して面取り部102が形成されているため、第1の流孔50を流れる液状減速／冷却材の圧力降下がさらに減少する。特に図示しないが、第2の流孔54にも同様に第2の表面82に隣接して面取り部が形成される。本発明の思想から逸脱することなく、特定の用途の特定のニーズに応じて、第1及び第2の流孔50、54の1つまたはそれ以上に面取り部を設けない構成にしてもよい。

#### 【0037】

添付図面からわかるように、プレート部材46は第1の流孔50同士の間に複数の支持結合部106を有する。詳述すると、各支持結合部106は、第1の流孔50（他の実施例では、及び／または第2の流孔54）をプレート部材46に形成した後に残るプレート部材46の材料部である。図3に示す実施例では、支持結合部106はそれぞれ、4つの第1の流孔50より成る集合の間を延びる。

#### 【0038】

さらに、各支持結合部106はプレート部材46の第1の表面78上に画定される中心点110を有することがわかる。図3に示すプレート部材46の実施例では、各支持結合部106を取り囲む第1の流孔50の長軸86は中心点110と整列し、中心点110から半径方向外方に延びる。再び、第1及び第2の流孔50、54の配置によるが、支持結合部106は第1の流孔50の長軸86及び短軸90に関して異なる配置にことができる。

#### 【0039】

図3及び4からわかるように、支持結合部106はそれぞれ第1の表面78上に画定される支持表面114を提供するが、原子炉4の長期使用後に時として起こるように、燃料棒22がセル76内のはね80及びディンプル84の緩みによりそれらから離脱すると、その表面上に燃料棒22の下方端部プラグ30が載ることがある。この点について、支持結合部106の中心点110は燃料棒20及び下方端部プラグ30と重合関係にあるが、これはそれらが互いに軸方向整列関係にあるかまたはその上にあることを意味する。

#### 【0040】

この点について、第1の流孔50の長軸90の全てが互いに整列関係にあるわけではないことがわかる。しかしながら、第1の群の第1の流孔50の長軸86は互いに整列し、第2の群の第1の流孔50の長軸86は互いに整列関係にある。詳述すると、第1の群の第1の流孔50の長軸86は第2の群の第1の流孔50の長軸86と実質的に垂直であるが、本発明の思想から逸脱することなく第1の流孔50には他の関係の存在が可能であることがわかるであろう。下部ノズル20の他の実施例では、長軸86が互いに他の関係を有するようにしてもよい。

#### 【0041】

第1及び第2の流孔50、54と第1及び第2のストラップ70、74との協働により、燃料集合体10を介する液状減速／冷却材の流れ分布が平衡になるという有意な効果も

10

20

30

40

50

得られる。詳述すると、細長くて丸い第1及び第2の流孔54の対称的配置により、燃料棒22を通過する液状減速／冷却材の流れが均等に分布されるという有意な効果が得られる。かかる均等な流れパターンは、望ましくない不等な流れパターンの存在により燃料棒22とグリッド20との間に有害な接触摩耗を生ぜしめる燃料棒22の活動及び振動の可能性を軽減する。

#### 【0042】

当該技術分野では、流れチャンネルの液圧直径は流れチャンネルの断面積を流れチャンネルの断面周長により割算したものと定義される。流れチャンネルの断面が円形であれば、その流れチャンネルの液圧直径は、定義により、流れチャンネルの公称直径に等しい。このように、第1の流孔50の液圧直径は第2の流孔54の液圧直径よりも大きいことがわかる。従って、第1の流孔50を流れる液状減速／冷却材が受ける圧力降下は第2の流孔54を流れる時よりも小さい。このように、図3に示すプレート部材46の圧力降下は直径94の円形孔を有するプレート部材の圧力降下よりも一般的に小さくなる。このように、プレート部材46は破片をろ過する構造を有するだけでなく、その圧力降下は円形孔部だけが形成された他の公知の下部ノズルと比べて小さい。

10

#### 【0043】

本発明の特定の実施例を説明したが、本発明の範囲から逸脱することなく種々の変形、追加、設計変更が可能であることがわかる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0044】

20

【図1】燃料セルを有する本発明の原子炉の概略的短縮前立面図である。

【図2】圧力降下が小さく破片をろ過する本発明の下部ノズルの上面図である。

【図3】図2の一部拡大図であり、保護グリッドの一部とその上の複数の燃料棒とを示す。

【図4】図3の線4-4に沿う断面図である。

【図5】第1及び第2の流孔が形成されたノズルの一部を示す拡大上面図である。

【 図 1 】

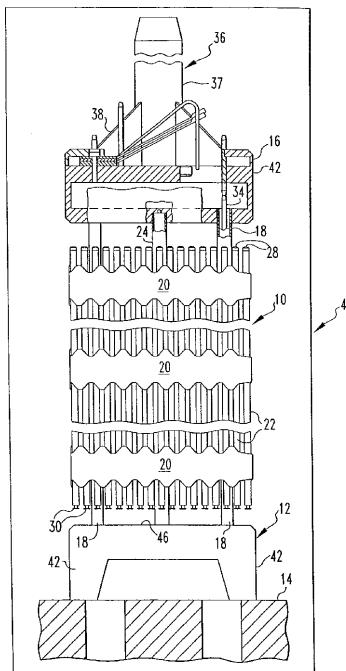


FIG. 1

【 図 2 】

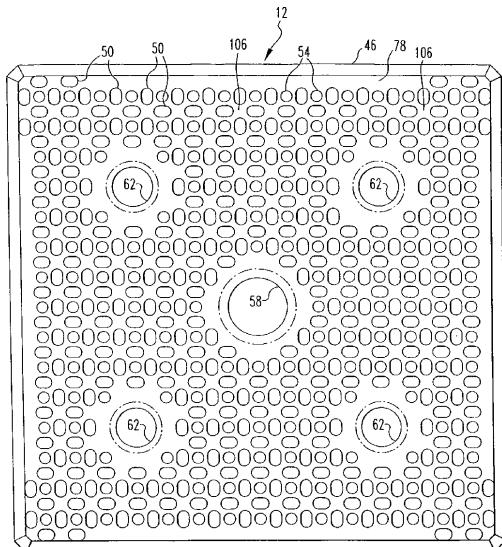


FIG. 2

【図3】

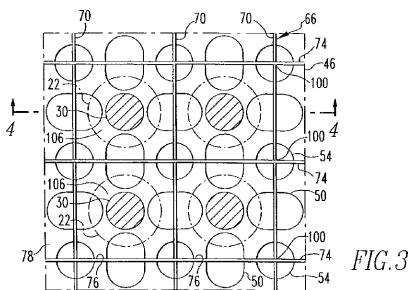


FIG. 3

【 図 4 】

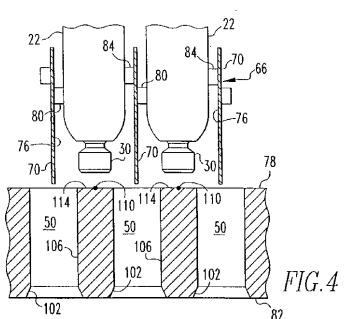


FIG. 4

102

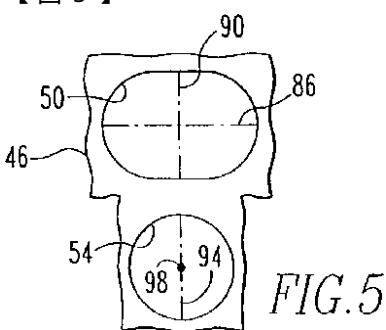


FIG. 5

---

フロントページの続き

(72)発明者 リー, ユ, チュン

アメリカ合衆国 サウス・カロライナ州 コロンビア スウィート・ガム・ロード 220

(72)発明者 キム, ヨンワン

大韓民国 タイエ-ジョン・シティ ジュンミン-ドン 460-1 アパートメント 105-1403

審査官 今浦 陽恵

(56)参考文献 特開平07-140280 (JP, A)

特開平04-232893 (JP, A)

特開平11-109074 (JP, A)

特開2002-296379 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 3/30