

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4006678号  
(P4006678)

(45) 発行日 平成19年11月14日(2007.11.14)

(24) 登録日 平成19年9月7日(2007.9.7)

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

請求項の数 11 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2001-390855 (P2001-390855)	(73) 特許権者	000229461
(22) 出願日	平成13年12月25日 (2001.12.25)		株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン
(65) 公開番号	特開2003-194979 (P2003-194979A)		神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号
(43) 公開日	平成15年7月9日 (2003.7.9)	(74) 代理人	100145816
審査請求日	平成16年11月24日 (2004.11.24)		弁理士 鹿股 俊雄
		(74) 代理人	100087332
			弁理士 猪股 祥晃
		(74) 代理人	100103333
			弁理士 菊池 治
		(74) 代理人	100081189
			弁理士 猪股 弘子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子燃料集合体下部タイプレートおよびその組立て方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、

このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイプレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、

前記下部タイプレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切り板と、

前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の筒状フィルタを貫通固定させる穴と、を有し、

前記複数の筒状フィルタは、前記仕切り板の下方および上方に開口部を有するとともに上端部は閉じていて前記仕切り板の上方の前記開口部は前記筒状フィルタの側面に設けられていること、

を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項2】

請求項1に記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、あらかじめ前記仕切り板に前記筒状フィルタを取り付けた後に、前記仕切り板と、前記ネットワーク部と、前記ノズル部とを互いに結合してなること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項3】

請求項1または2に記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記筒状フィル

タは、上端に向かって次第に細く形成されていること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記筒状フィルタは、前記仕切り板への取り付け部の上方が前記仕切り板への取り付け部の下方よりも細く形成されており、

前記仕切り板には、前記仕切り板の上方は貫通しかつ前記仕切り板の下方は貫通しない大きさの穴を有すること、

を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記筒状フィルタの周囲に環状の水平板が取り付けられており、この水平板が前記仕切り板と結合されていること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、

前記筒状フィルタは、下端に設けられた下向き開口部と、前記下向き開口部から上方に向かって滑らかに流路面積が縮小する第 1 の縮流部と、前記縮流部の上方でかつ前記仕切り板の上方に設けられた横向き大開口部と、前記横向き大開口部の上方に設けられ上方に向かって滑らかに流路面積が縮小する第 2 の縮流部と、前記第 2 の縮流部の上方に設けられて前記横向き大開口部よりも小さな複数の横向き小開口部と、を有すること、

を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記複数の筒状フィルタの少なくとも一部は、前記格子状に配列された複数の燃料棒同士の間中央のほぼ真下の位置に配置されていること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記筒状フィルタは前記仕切り板の下方に延びており、前記筒状フィルタの前記仕切り板の下方を相互に連結する連結材をさらに有すること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイプレートにおいて、前記燃料棒は、前記仕切り板の下方に延びる下部端栓を有し、

前記筒状フィルタは前記仕切り板の下方に延びており、前記筒状フィルタの前記仕切り板の下方と、前記下部端栓の前記仕切り板の下方とを連結する連結材をさらに有すること、

を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 10】

原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、

このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイプレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、

前記下部タイプレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切り板と、

前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の底部部材を挿入固定する穴と、

上端部は閉じているとともに側面に開口部を有する複数の筒状フィルタと、を有し、

前記底部部材は、前記穴の外側に前記仕切り板の下面に沿って広がる環状のつばと、このつばの内周に接続されて前記穴の上方に延びて上端に開口を持つ筒状部と、からなり、

10

20

30

40

50

前記筒状フィルタは前記底部部材の前記筒状部を囲むようにして前記仕切り板の上面に立設されていること、

を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレート。

【請求項 11】

原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、

このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイプレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、

前記下部タイプレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切り板と、

前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の筒状フィルタを貫通固定させる穴と、を有し、

前記複数の筒状フィルタは、前記仕切り板の下方および上方に開口部を有するとともに上端部は閉じていて前記仕切り板の上方の前記開口部は前記筒状フィルタの側面に設けられている原子燃料集合体下部タイプレートの組立て方法において、

前記筒状フィルタを前記仕切り板に取り付ける第1の工程と、

前記第1の工程の後に、前記仕切り板と前記ネットワーク部と前記ノズル部とを相互に結合する第2の工程と、

を有すること、を特徴とする原子燃料集合体下部タイプレートの組立て方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、軽水型原子炉用の燃料集合体の下部タイプレートに関し、特に、冷却材中に混入した異物が燃料部に流入するのを阻止・抑制できるようにした下部タイプレートに関する。また、その下部タイプレートの組立て方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

沸騰水型原子炉用の燃料集合体は、例えば図18に示すように、ほぼ正方形の断面を有する筒形のチャンネルボックス1を有し、このチャンネルボックス1内に正方格子状に配列された複数の燃料棒2と少なくとも1本のウォータロッド3が収容されている。この燃料集合体の上下部にはそれぞれ上部タイプレート4および下部タイプレート5が装着されている。ウォータロッド3には、その軸方向に所定の間隔をおいて複数のスペーサ6(図18では一つだけを示す)が取り付けられ、このスペーサ6によって燃料棒2が整列・支持されている。

【0003】

下部タイプレート5は、燃料棒2およびウォータロッド3を直接的に固定・支持するネットワーク部7と、ネットワーク部7の周辺部から下方に延びるノズル部8とを有し、これらによって、ネットワーク部7の下方に下部タイプレート空洞9が形成されている。ノズル部8の下部には下部タイプレート入口開口10が形成されている。

【0004】

各燃料棒2は被覆管の中に複数の燃料ペレットを充填したものであるが(図示せず)、この被覆管の下端部を閉じる栓として下部端栓11がある。燃料棒の下部端栓11の下部は細い円柱の棒状になっていて、この部分が下部タイプレートのネットワーク部7に設けられた挿入孔13に挿入され、それによって燃料棒の下部端栓11が支持されている。

【0005】

一方、ウォータロッド3は中空の金属管であって、チャンネルボックス1内の下部タイプレート5のわずか上方に入口孔26が設けられ、上部タイプレート4のわずか下方に出口孔27が設けられている。入口孔26から液相の冷却材がウォータロッド3内に流入し、液相のままの冷却材がウォータロッド3内を上昇して、出口孔27から流出するようになっている。

10

20

30

40

50

## 【0006】

このウォータロッド3の下部にも燃料棒の下部端栓11とほぼ同様の構造の下部端栓12があり、下部端栓12の下部は細い円柱の棒状になっていて、この部分が下部タイプレートのネットワーク部7に設けられた挿入孔13に挿入され、それによってウォータロッドの下部端栓12が支持されている。

## 【0007】

下部タイプレートのネットワーク部7は、下部端栓11、12が挿入されてそれらの下部端栓11、12を支持する挿入孔13を有するとともに、これら下部端栓11、12同士の間を冷却材が通り抜けるための流通孔(図示せず)を有する。

## 【0008】

図18の燃料集合体で、冷却材15は、下部タイプレート入口開口10から、下部タイプレート空洞9内に入り、ネットワーク部7の流通孔を通り抜けて、チャンネルボックス1内の燃料棒2およびウォータロッド3の周辺へと流れ、上部タイプレート4を通過して燃料集合体の外へ出ていく。

## 【0009】

なお、図18に示すように、下部タイプレートノズル部8の側面には微小なリークホール17が設けられており、下部タイプレート空洞9内の冷却材15のうちの若干量がチャンネルボックス1の外側へ流れるようになっている。

## 【0010】

近年の高性能化された燃料集合体では、燃料集合体内部に異物が侵入するのを防ぐことを目的としてフィルタ機能を付加するものもある。例えば、下部タイプレートのネットワーク部の流通孔の口径を従来よりも小さく約5mmとすることにより、流れに対する抵抗を増加(即ち、高圧損化)する設計もあり、これによって炉心の安定性の改善が図られているが、これは異物フィルタの役目も果たしている。

## 【0011】

燃料集合体に侵入することが予想される異物としては、プラント建設時に原子炉一次系内に僅かに残された金属屑、機器洗浄時の金属性ブラシの折れ片、機器損傷時の破片等が想定されている。その形状も、板状、弦巻バネ状(螺旋状)、針金状(直線状)等、多岐にわたることが予想されている。

## 【0012】

図19は、異物フィルタ機能を有する下部タイプレートの例を示す(例えば特開平7-306284号公報参照)。図19で、燃料棒2とウォータロッド3の下部端栓11、12の下部が、下部タイプレート5のネットワーク部7の挿入孔13を貫通している。ネットワーク部7の下方には、異物フィルタの機能を有する仕切り板20が、下部プレート空洞9を横断してほぼ水平に設けられている。仕切り板20には、図20に示すように、燃料棒2とウォータロッド3の各下部端栓11、12が通る貫通孔21、22のほかに、冷却材が流通し、異物の流通を阻止する小孔24が多数設けられている。

## 【0013】

図19の構成で、冷却材15は、下部タイプレート入口開口10から下部タイプレート空洞9内に流入し、仕切り板20の小孔24を通り、さらにネットワーク部7の流通孔を通過して、チャンネルボックス1内の燃料棒2およびウォータロッド3の周辺へと流れる。このとき、冷却材15中の異物は、仕切り板20の小孔24を通り抜けないので、チャンネルボックス1内への異物流入が阻止される。

## 【0014】

## 【発明が解決しようとする課題】

従来の異物フィルタを有する下部タイプレートでは、炉心入口部に達した異物を炉心内に侵入することある程度の確率で防止することはできた。しかしながら、従来の仕切り板20の小孔24を通過してネットワーク部7の流通孔を通る流れは、ほぼ鉛直上向きの直線状である。このため、特に直線的な細長い異物が冷却材によって流れに対して縦方向に運ばれたときに、これらの流路を通過してしまう可能性がないとはいえなかった。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

本発明の目的は、特に直線的な細長い異物の捕捉性能にすぐれた下部タイププレートとその組立てを提供することにある。

## 【 0 0 1 6 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は上記目的を達成するものであって、請求項1の発明は、原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイププレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、

前記下部タイププレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイププレート空洞を上下に区画する仕切り板と、前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の筒状フィルタを貫通固定させる穴と、を有し、前記複数の筒状フィルタは、前記仕切り板の下方および上方に開口部を有するとともに上端部は閉じていて前記仕切り板の上方の前記開口部は前記筒状フィルタの側面に設けられていること、を特徴とする。

10

請求項1の発明によれば、特に直線的な細長い異物の捕捉性能にすぐれた下部タイププレートを提供することができる。

## 【 0 0 1 7 】

また請求項2の発明は、請求項1に記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、あらかじめ前記仕切り板に前記筒状フィルタを取り付けた後に、前記仕切り板と、前記ネットワーク部と、前記ノズル部とを互いに結合してなること、を特徴とする。

20

請求項2の発明によれば、請求項1の発明の作用・効果が得られるほか、かかる下部タイププレートを容易に組み立てることができる。

## 【 0 0 1 8 】

また請求項3の発明は、請求項1または2に記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記筒状フィルタは、上端に向かって次第に細く形成されていること、を特徴とする。

請求項3の発明によれば、請求項1または2の発明の作用・効果が得られるほか、筒状フィルタを出た後の冷却材の流れが滑らかになる。

## 【 0 0 1 9 】

30

また請求項4の発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記筒状フィルタは、前記仕切り板への取り付け部の上方が前記仕切り板への取り付け部の下方よりも細く形成されており、前記仕切り板には、前記仕切り板の上方は貫通しかつ前記仕切り板の下方は貫通しない大きさの穴を有することを特徴とする。

請求項4の発明によれば、請求項1ないし3のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、筒状フィルタを仕切り板で確実に支持することができる。

## 【 0 0 2 0 】

また請求項5の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記筒状フィルタの周囲に環状の水平板が取り付けられており、この水平板が前記仕切り板と結合されていること、を特徴とする。請求項5の発明によれば、請求項1ないし4のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、筒状フィルタを仕切り板に取り付ける作業が容易になる。

40

## 【 0 0 2 1 】

また請求項6の発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記筒状フィルタは、下端に設けられた下向き開口部と、前記下向き開口部から上方に向かって滑らかに流路面積が縮小する第1の縮流部と、前記縮流部の上方でかつ前記仕切り板の上方に設けられた横向き大開口部と、前記横向き大開口部の上方に設けられ上方に向かって滑らかに流路面積が縮小する第2の縮流部と、前記第2の縮流部の上方に設けられて前記横向き大開口部よりも小さな複数の横向き小開口部と、を有す

50

ること、を特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 の発明によれば、請求項 1 ないし 5 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、何らかの原因で多量の異物が発生した場合にも、横向き大開口部の流路が確保されて燃料部に冷却材が流れるので、安全性が高まる。しかも、通常時は縮流部の効果により異物は横向き大開口部から出ることなく捕捉されることが期待できる。

【 0 0 2 3 】

また請求項 7 の発明は、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記複数の筒状フィルタの少なくとも一部は、前記格子状に配列された複数の燃料棒同士の間中央のほぼ真下の位置に配置されていること、を特徴とする。 10

請求項 7 の発明によれば、請求項 1 ないし 6 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、下部タイププレート内の冷却材の流れの偏りが比較的小さくなる。

【 0 0 2 4 】

また請求項 8 の発明は、請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記筒状フィルタは前記仕切り板の下方に延びており、前記筒状フィルタの前記仕切り板の下方を相互に連結する連結材をさらに有すること、を特徴とする。

【 0 0 2 5 】

請求項 8 の発明によれば、請求項 1 ないし 7 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、筒状フィルタの取り付けが確実となり、筒状フィルタの全体または一部の脱落の可能性が小さくなる。 20

【 0 0 2 6 】

また請求項 9 の発明は、請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の原子燃料集合体下部タイププレートにおいて、前記燃料棒は、前記仕切り板の下方に延びる下部端栓を有し、前記筒状フィルタは前記仕切り板の下方に延びており、前記筒状フィルタの前記仕切り板の下方と、前記下部端栓の前記仕切り板の下方とを連結する連結材をさらに有すること、を特徴とする。

【 0 0 2 7 】

請求項 9 の発明によれば、請求項 1 ないし 8 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、筒状フィルタの取り付けがさらに確実となり、筒状フィルタの全体または一部の脱落の可能性が小さくなる。 30

【 0 0 2 8 】

また請求項 10 は、原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイププレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、前記下部タイププレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイププレート空洞を上下に区画する仕切り板と、前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の底部部材を挿入固定する穴と、上端部は閉じているとともに側面に開口部を有する複数の筒状フィルタと、を有し、前記底部部材は、前記穴の外側に前記仕切り板の下面に沿って広がる環状のつばと、このつばの内周に接続されて前記穴の上方に延びて上端に開口を持つ筒状部と、からなり、前記筒状フィルタは前記底部部材の前記筒状部を囲むようにして前記仕切り板の上面に立設されていること、を特徴とする。 40

請求項 10 の発明によれば、筒状フィルタを仕切り板に取り付ける作業が容易になる。

【 0 0 2 9 】

また、請求項 11 の発明は、原子燃料を充填した複数の燃料棒が互いに間隔をあけて格子状に配列されるようにそれらの燃料棒の下部を保持するネットワーク部と、このネットワーク部の周囲から下方に延びてこのネットワーク部の下方に下部タイププレート空洞を形成し、下端に入口開口を有するノズル部と、前記下部タイププレート空洞内の前記ネットワーク部の下方にほぼ水平に配置されて前記下部タイププレート空洞を上下に区画する仕切り板と、前記仕切り板に設けられ前記複数の燃料棒の下部端栓と複数の筒状フィルタを貫通 50

固定させる穴と、を有し、前記複数の筒状フィルタは、前記仕切り板の下方および上方に開口部を有するとともに上端部は閉じていて前記仕切り板の上方の前記開口部は前記筒状フィルタの側面に設けられている原子燃料集合体下部タイプレートの組立て方法において、前記複数の筒状フィルタを前記仕切り板に取り付ける第1の工程と、前記第1の工程の後に、前記仕切り板と前記ネットワーク部と前記ノズル部とを相互に結合する第2の工程と、を有すること、を特徴とする。

請求項11の発明によれば、特に直線的な細長い異物の捕捉性能にすぐれた下部タイプレートを、容易に組み立てることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】

以下、図1～図17を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。ただし、従来の技術あるいは互いに、共通もしくは類似の部分には、共通の符号を付して、重複説明は適宜省略する。

【0031】

まず、図1～図4を参照して本発明の第1の実施の形態を説明する。この実施の形態では、図1に示すように、下部タイプレートは従来の一体形成のものではなく、ネットワーク部7と、ノズル部8とが別個の部品として構成され、これらの上に挟まれて、水平な板状の仕切り板30が形成されている。これらが例えば溶接によって接合されている。そして、仕切り板30には、仕切り板30を貫通する多数の筒状フィルタ32が立設されている。なお、図1では、チャンネルボックス1(図18)を示すのを省略している。

【0032】

図2に示すように、筒状フィルタ32は中空の円筒であって、上端33は閉じており、下端34は開いている。寸法は、例えば、直径5mm、高さ50mmである。また、側面の上半部に多数の小孔36が形成されている。小孔36の直径は、例えば2mmである。

【0033】

図3に示すように、筒状フィルタ32は仕切り板30を貫通し、仕切り板30が筒状フィルタ32の中間の高さ位置になるようにして固定されている。小孔36はすべて仕切り板30の上方に位置している。

【0034】

図1および図4からわかるように、仕切り板30には、筒状フィルタ32が格子状に配列されて取り付けられるほか、燃料棒2の下部端栓11が貫通する穴38、およびウォータロッド3の下部端栓12が貫通する穴40が設けられている。仕切り板30における筒状フィルタ32の取り付け穴の直径は筒状フィルタ32の外径とほぼ等しく、筒状フィルタ32の取り付け部外周から冷却材中の大きな異物が通り抜けられないようになっている。また、穴38、40は下部端栓11、12の太さよりもわずかに大きく、貫通部の間隙から冷却材中の大きな異物が通り抜けられないようになっている。

【0035】

また、穴38、40の位置は、下部端栓11、12の水平方向の位置、すなわち燃料棒2およびウォータロッド3の水平方向の位置に合わせて配列されている。また、筒状フィルタ32は、互いに隣接する下部端栓11、12のほぼ中央位置に配置されている。

【0036】

この実施の形態の下部タイプレートを組み立てるにあたっては、まず、図3および図4に示すように、仕切り板30に、下部端栓11、12を貫通させる穴38、40や筒状フィルタ32を貫通させる穴などの加工をし、この仕切り板30に筒状フィルタ32を挿入して、これを溶接などにより固定する。その後、筒状フィルタ32を取り付けた仕切り板30をネットワーク部7とノズル部8の間に挟みこむようにして、これらを、例えば溶接によって合体させる。

【0037】

図19に示した従来の下部タイプレートでは、ネットワーク部7、ノズル部8、仕切り板20が初めから一体のものとして鋳造されていたので、仕切り板20に筒状フィルタ32

10

20

30

40

50

を取り付けるような加工は困難であったが、本実施の形態では、ネットワーク部 7、ノズル部 8、仕切り板 30 を初めに別個のものとして作るので、仕切り板 30 に筒状フィルタ 32 を取り付けるような加工も容易に実施できる。

【0038】

この実施の形態で、異物を含んだ冷却材 15 は、図 1 に示すように、ノズル部 8 の下端の下部タイプレート入口開口 10 から下部タイプレート空洞 9 内に流入する。さらに、冷却材 15 は筒状フィルタ 32 の下端 34 から筒状フィルタ 32 内に入って小孔 36 から横方向に流出する（図 3 参照）。このとき流れの向きが変えられるので、針金状（例えば長さ 20 ~ 30 mm）の異物は筒状フィルタ 32 内で捕捉される。また、小片板状の異物も、フィルタ 32 の下端 34 で止められる。

10

【0039】

小孔 36 を通じて筒状フィルタ 32 の外側に出た冷却材は、ネットワーク部 7 の下部端栓 11、12 の貫通部間にある流路 42 を通って、燃料棒 2 およびウオータロッド 3 の周囲への上昇していく。

【0040】

なお、仕切り板 30 の穴 38、40 とこれを貫通する下部端栓 11、12 の間隙からも若干の冷却材が上方に通り抜けるが、この間隙は小さいので、異物が通り抜けることはない。

上記説明では小孔 36 の形状を円形としたが、円形のほか、楕円形、半円形、十字形、星形、三日月形、多角形など、任意の形状とすることもできる。

20

【0041】

また、筒状フィルタ 32 の形状は、円筒形のほか、多角柱、円錐、多角錐、または、円筒と円錐を直列に繋ぎ合せたもの、あるいは、円筒と多角錐を直列に繋ぎ合せたものなどとすることもできる。

【0042】

次に、図 5 ~ 図 15 により、上記第 1 の実施の形態の筒状フィルタ 32 と置き換えることのできる筒状フィルタの他の実施の形態を説明する。筒状フィルタ以外の部分は第 1 の実施の形態と同様である。

【0043】

図 5 は、第 2 の実施の形態の筒状フィルタ 42 を示すものである。この筒状フィルタ 42 では、側面の上部のみならず側面全体に多数の小孔 36 を設けてある。他の構成は第 1 の実施の形態の筒状フィルタ 32 と同様である。この実施の形態では、筒状フィルタ 42 を仕切り板 30（図 3 など参照）に取り付けたときに、仕切り板 30 の上方のみならず下方にも小孔 36 が配置される。したがって、冷却材が、筒状フィルタ 42 の下端 34 のみならず仕切り板 30 の下方の小孔 36 から筒状フィルタ 42 に流入できる。したがって、冷却材中の異物による筒状フィルタ 42 の局所的な流路閉塞の可能性を低下させることができる。

30

【0044】

図 6 は、本発明の下部タイプレートの第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 44 を示すものである。この筒状フィルタ 44 では、上端部 46 が円錐状（逆椀状）になっていて、上方に向かって細くなっている。他の構成は第 1 の実施の形態の筒状フィルタ 32 と同様である。この実施の形態では、冷却材が小孔 36 から出た後に上方の下部タイプレートネットワーク部 7 に向かう流路が滑らかになるので、流動抵抗を低下させることができる。

40

【0045】

図 7 は、本発明の下部タイプレートの第 4 の実施の形態の筒状フィルタ 48 を示すものである。この筒状フィルタ 48 は第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 44（図 6 参照）に変更を加えたものであって、筒状フィルタ 48 の側面に段 50 があり、段 50 の下方は太径円筒部 52 になっている。段 50 の上方は第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 44 と同様であって、上端部 46 が円錐状（逆椀状）になっていて、上方に向かって細くなっている。また、段 50 の上方に多数の小孔 36 が設けられている。太径円筒部 52 の下端 34 は開放

50

されているが、太径円筒部 5 2 の側面は閉じている。

【 0 0 4 6 】

この実施の形態では、筒状フィルタ 4 8 に段 5 0 が形成されているので、筒状フィルタ 4 8 を仕切り板 3 0 に取り付けると同時に、位置決めが容易である。すなわち、筒状フィルタ 4 8 を仕切り板 3 0 の下面側から取り付け穴に差込み、筒状フィルタ 4 8 の段 5 0 が仕切り板 3 0 の下面に接触する位置で溶接などにより、筒状フィルタ 4 8 を仕切り板 3 0 に、例えば溶接によって固定する。

【 0 0 4 7 】

図 8 は、本発明の下部タイプレートの第 5 の実施の形態の筒状フィルタ 5 4 を示すものである。この筒状フィルタ 5 4 は第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 4 4 ( 図 6 参照 ) に変更を加えたものであって、筒状フィルタ 5 4 の下端 5 6 は閉じている。そして、筒状フィルタ 5 4 の側面には、上部のみならず、下部を含めて全体に多数の小孔 3 6 が設けられている。この実施の形態では、第 2 の実施の形態 ( 図 5 ) と同様に、筒状フィルタ 5 4 が仕切り板 3 0 の穴に挿入されて固定されたとき、仕切り板 3 0 の上方と下方の両方に小孔 3 6 が配置される。

10

【 0 0 4 8 】

すなわち、この実施の形態では、ノズル部 8 の下端の下部タイプレート入口開口 1 0 から下部タイプレート空洞 9 内に流入した冷却材 1 5 は、筒状フィルタ 5 4 の側面の仕切り板 3 0 の下方の小孔 3 6 から筒状フィルタ 5 4 内に入って、仕切り板 3 0 の上方の小孔 3 6 から流出する。

20

【 0 0 4 9 】

この実施の形態によれば、筒状フィルタ 5 4 の下端 5 6 が閉じていることから、冷却材 1 5 に異物が含まれている場合に、異物が筒状フィルタ 5 4 内に止まり、燃料集合体の取出しの際に異物も炉外に取り出される可能性が高い。すなわち、筒状フィルタの下端が開いている場合は、冷却材の流れが停止したときに、筒状フィルタで捕捉された異物が重力で落下し、下部タイプレート入口開口 1 0 を通して、原子炉圧力容器の底部である下部プレナム ( 図示せず ) に堆積する可能性があるが、この実施の形態では、筒状フィルタ 5 4 の下端 5 6 が閉じていることから、異物が筒状フィルタ 5 4 内に止まる。

【 0 0 5 0 】

図 9 は、本発明の下部タイプレートの第 6 の実施の形態の筒状フィルタ 5 8 を示すものである。この筒状フィルタ 5 8 は第 4 の実施の形態 ( 図 7 ) と第 5 の実施の形態 ( 図 8 ) を組み合わせたものである。すなわち、第 4 の実施の形態と同様に、筒状フィルタ 5 8 の側面の途中に段 5 0 が形成され、段 5 0 の下方は太径円筒部 5 2 になっている。段 5 0 の上方は第 5 の実施の形態の筒状フィルタ 5 4 と同様であって、上端部 4 6 が円錐状 ( 逆碗状 ) になっていて、上方に向かって細くなっている。太径円筒部 5 2 の下端 5 6 は、第 5 の実施の形態と同様に閉じていて、太径円筒部 5 2 の側面に多数の小孔 6 0 が形成されている。

30

【 0 0 5 1 】

第 4 の実施の形態と同様に、段 5 0 を仕切り板 3 0 の下面と接触するように筒状フィルタ 5 8 を仕切り板 3 0 に取り付けたとき、太径円筒部 5 2 の小孔 6 0 は仕切り板 3 0 の下方に位置する。

40

【 0 0 5 2 】

図 1 0 は、本発明の下部タイプレートの第 7 の実施の形態の筒状フィルタ 6 2 を示すものである。この筒状フィルタ 6 2 は第 1 の実施の形態の筒状フィルタ 3 2 ( 図 2 ) の側面の外側の途中高さ位置に環状水平板 6 4 が、例えば溶接によって取り付けられている。その他の構成は筒状フィルタ 3 2 と同様である。この実施の形態によれば、筒状フィルタ 6 2 にあらかじめ環状水平板 6 4 が取り付けられているので、これを仕切り板 3 0 に取り付けるときに位置決めが容易であり、例えば環状水平板 6 4 を仕切り板 3 0 に溶接することによって、確実に取り付けることができる。

【 0 0 5 3 】

50

図 1 1 は、本発明の下部タイプレートの第 8 の実施の形態の筒状フィルタ 6 6 を示すものである。この筒状フィルタ 6 6 は、第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 4 4 ( 図 6 ) に、第 7 の実施の形態 ( 図 1 0 ) と同様の環状水平板 6 4 を取り付けたものである。この実施の形態によれば、第 3 の実施の形態と第 7 の実施の形態の作用・効果を併せ持つことができる。

【 0 0 5 4 】

図 1 2 ( a ) は、本発明の下部タイプレートの第 9 の実施の形態の筒状フィルタ 6 8 を示すものである。この筒状フィルタ 6 8 は第 1 の実施の形態の筒状フィルタ 3 2 ( 図 2 ) とほぼ同様の構成のものであるが、これは、仕切り板 3 0 の取り付け穴に挿入されるのではなく、取り付け穴を囲む位置で仕切り板 3 0 の上面に立設される。このとき仕切り板 3 0 の取り付け穴の下方に、図 1 2 ( b ) に示す底部部材 7 0 が配置される。底部部材 7 0 は、水平な穴明き円板状 ( 円環状 ) のつば 7 2 と、つば 7 2 の内周から立ち上がり上方に向かって細くなった筒状部 7 4 とを有する。筒状部 7 4 の上端は開いている。

【 0 0 5 5 】

筒状フィルタ 6 8 を仕切り板 3 0 に取り付けるにあたっては、まず、筒状フィルタ 6 8 取り付け部の仕切り板 3 0 の穴 ( 図示せず ) に仕切り板 3 0 の下方から底部部材 7 0 の筒状部 7 4 を挿入し、つば 7 2 が仕切り板 3 0 の下面に密着するようにして、例えば溶接によって、つば 7 2 を仕切り板 3 0 の下面に固定する。このとき仕切り板 3 0 の上面から上方に筒状部 7 4 が突出しているので、この筒状部 7 4 の外側に筒状フィルタ 6 8 を被せるようにして筒状フィルタ 6 8 を仕切り板 3 0 上面上に立設し、溶接などによって固定する。

【 0 0 5 6 】

この実施の形態によれば、つば 7 2 を仕切り板 3 0 に固定することによって底部部材 7 0 が固定され、底部部材 7 0 の筒状部 7 4 に筒状フィルタ 6 8 を被せるようにするので、位置決めが容易であり、しかも仕切り板 3 0 に対して筒状フィルタ 6 8 を確実に取り付けることができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 ( a ) は、本発明の下部タイプレートの第 1 0 の実施の形態の筒状フィルタ 7 6 を示すものである。この筒状フィルタ 7 6 は第 3 の実施の形態の筒状フィルタ 4 4 ( 図 6 ) とほぼ同様の構成のものである。ただし、側面に設けられた小孔として円形の小孔 3 6 のほかに星形の小孔 7 8 も示してある。この筒状フィルタ 7 6 は、第 9 の実施の形態 ( 図 1 2 ) と同様に、図 1 3 ( b ) に示す底部部材 7 0 によって、位置決めされ、仕切り板 3 0 の上面に立設されて固定される。なお、図 1 3 ( b ) の底部部材 7 0 は図 1 2 ( b ) の底部部材 7 0 と同様のものである。

【 0 0 5 8 】

図 1 4 は、本発明の下部タイプレートの第 1 1 の実施の形態の筒状フィルタ 8 0 を示すものである。この筒状フィルタ 8 0 は、第 4 の実施の形態 ( 図 7 ) と類似しており、以下に相違点を中心として説明する。段 5 0 の高さ ( 仕切り板 3 0 への取り付け時に仕切り板 3 0 の高さ位置に相当する ) の下方の太径円筒部 5 2 の内部は、下端 ( 入口 ) 3 4 から上端 ( 出口 ) 8 2 に向けて次第に細くなっていて、たとえば、下端 3 4 では直径 1 0 mm、上端 8 2 では直径 6 mm になっている。

【 0 0 5 9 】

段 5 0 の近傍上方の側面には例えば直径 5 mm の大型側面円形穴 8 4 が設けられている。大型側面円形穴 8 4 より上方の側面には直径 2 mm の多数の小孔 3 6 が開いている。また、大型側面円形穴 8 4 付側面と小孔 3 6 付側面の内面には、穴明き水平板 ( 環状板 ) 8 5 が取り付けられている。環状板 8 5 の開口部から上方に向かって細くなる内部テーパ筒 8 6 が取り付けられている。内部テーパ筒 8 6 の上端は開いている。

段 5 0 の上方の流路は例えば直径 5 mm であり、環状板 8 5 の開口部直径は例えば 4 mm であり、内部テーパ筒 8 6 の上端開口部直径は例えば 3 mm である。

【 0 0 6 0 】

この実施の形態の筒状フィルタ 8 0 の下端 3 4 から流入した冷却材は、上端 8 2 を通って

10

20

30

40

50

上方に向かう。太径円筒部 5 2 の内部は流路が次第に細くなっているため、ジェット流となる。このため、冷却材中の針金状の異物は大型側面円形穴 8 4 から横向きに出て行くことなく上方に向かい、内部テーパ筒 8 6 内を上昇する。ここで流れはさらに加速される。

【 0 0 6 1 】

また、小片板状の異物は、筒状フィルタ 8 0 の下端 3 4 で止められる。また、仮に大量の異物が発生した場合には、大型側面円形穴 8 4 を通して、異物が排出されるので、流路が閉塞する可能性が低下する。

【 0 0 6 2 】

図 1 5 は、本発明の下部タイプレートの第 1 2 の実施の形態の筒状フィルタ 8 8 を示すものである。この筒状フィルタ 8 8 は、第 1 1 の実施の形態 ( 図 1 4 ) と類似しており、以下に相違点を中心として説明する。この実施の形態では、流路内の環状板 8 5 の代わりに流路外に突出して環状板 9 0 が設けられている。この環状板 9 0 の開口部から上方に向かって細くなる内部テーパ筒 8 6 が取り付けられている点は第 1 1 の実施の形態と同様である。

10

【 0 0 6 3 】

この実施の形態では、段 5 0 を通り過ぎて上昇する流れが環状板 9 0 で急縮小することなく、滑らかに内部テーパ筒 8 6 内に入って徐々に縮小する。このため、第 1 1 の実施の形態の場合よりも流れが滑らかになる。ここで環状板 9 0 は、内部テーパ筒 8 6 を取り付けるためのものであって、環状板 9 0 を境にして筒状部が上下に分割されており、あらかじめ内部テーパ筒 8 6 を取り付けられた環状板 9 0 を挟み込んで結合する。

20

なお、この実施の形態では多数の円形の小孔 3 6 の代わりに多数の星形の小孔 7 8 を採用しているが、異物捕捉の機能としては特に変わらない。

【 0 0 6 4 】

図 1 6 は、本発明の下部タイプレートの第 1 3 の実施の形態を示す。以下、第 1 の実施の形態 ( 図 1 等 ) と異なる点を説明する。この実施の形態では、燃料棒の下部端栓 9 2 およびウォータロッドの下部端栓 9 4 の、ネットワーク部 7 より下方の部分が中空になって、流路が形成されており、そこで異物を捕捉できるように構成されている。このように構成することにより、第 1 の実施の形態と同様に、仕切り板 3 0 に取り付けられた筒状フィルタ 3 2 で異物捕捉が可能だけでなく、下部端栓 9 2 、 9 4 での異物捕捉もできる。

【 0 0 6 5 】

なお、下部端栓 9 2 、 9 4 自体を中空にしてその内部に流路を形成する代わりに、下部端栓 9 2 、 9 4 にフィルタ部材を取り付けることも同様に可能である。さらに、第 2 ~ 第 1 2 の実施の形態と、下部端栓 9 2 、 9 4 の異物捕捉機能を組み合わせることも同様に可能である。

30

【 0 0 6 6 】

図 1 7 は、本発明の下部タイプレートの第 1 4 の実施の形態を示す。以下、第 1 3 の実施の形態 ( 図 1 6 ) と異なる点を説明する。この実施の形態では、筒状フィルタ 3 2 の下端部同士が連結棒 9 6 によって連結されており、さらに下部端栓部 9 2 、 9 4 で固定されている。このような構成により、筒状フィルタ 3 2 が確実に固定されるので、筒状フィルタ 3 2 と仕切り板 3 0 との溶接点数を減らすこともできる。さらに、仮に筒状フィルタ 3 2 の一部が損傷した場合でも、異物となって冷却材とともに流れることを抑制または防止することができる。

40

【 0 0 6 7 】

なお、筒状フィルタ 3 2 の下端部を相互に連結棒 9 6 で結合することと、筒状フィルタ 3 2 の下端部を下部端栓部 9 2 、 9 4 で固定することは、どちらか一方だけ採用することもできる。

また、筒状フィルタを連結棒などによって連結する構造は、上記第 1 ~ 第 1 3 の実施の形態いずれにも適用することが可能である。

【 0 0 6 8 】

【 発明の効果 】

50

以上述べたように、本発明によれば、燃料集合体下部タイプレートで異物を捕捉することの確実性を向上させることができる。異物が原因となる燃料破損に対する信頼性が向上し、プラントの運転性能が改善される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 1 の実施の形態の模式的立断面図。

【図 2】図 1 の筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 3】図 1 の筒状フィルタを 1 個だけ仕切り板に取り付けた状態を示す模式的立面図。

【図 4】図 1 の筒状フィルタを仕切り板に取り付けた状態を示す模式的平面図。

【図 5】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 2 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。 10

【図 6】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 3 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 7】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 4 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 8】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 5 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 9】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 6 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 10】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 7 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。 20

【図 11】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 8 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 12】(a) は本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 9 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図、(b) は(a) の筒状フィルタと組み合わせて用いる底部部材の斜視図。

【図 13】(a) は本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 10 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図、(b) は(a) の筒状フィルタと組み合わせて用いる底部部材の斜視図。

【図 14】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 11 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。 30

【図 15】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 12 の実施の形態における筒状フィルタを単独で取り出して示す斜視図。

【図 16】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 13 の実施の形態の模式的立断面図。

【図 17】本発明に係る燃料集合体下部タイプレートの第 14 の実施の形態の模式的立断面図。

【図 18】従来の燃料集合体の全体立断面図。

【図 19】図 18 の下部タイプレート付近の拡大立断面図。

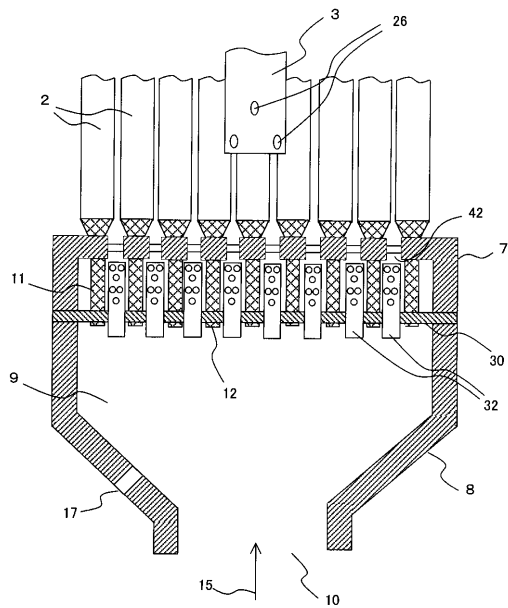
【図 20】図 19 の仕切り板だけを取り出して示す平面図。 40

【符号の説明】

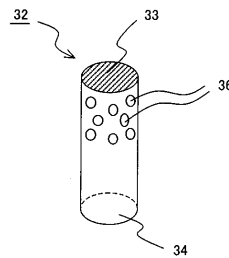
1 ... チャンネルボックス、2 ... 燃料棒、3 ... ウォータロッド、4 ... 上部タイプレート、5 ... 下部タイプレート、6 ... スペース、7 ... ネットワーク部、8 ... ノズル部、9 ... 下部タイプレート空洞、10 ... 下部タイプレート入口開口、11 ... 燃料棒の下部端栓、12 ... ウォータロッドの下部端栓、13 ... 挿入孔、15 ... 冷却材、17 ... リークホール、20 ... 仕切り板、21 ... 燃料棒の下部端栓が通る貫通孔、22 ... ウォータロッドの下部端栓が通る貫通孔、24 ... 小孔、26 ... ウォータロッドの入口孔、27 ... ウォータロッドの出口孔、30 ... 仕切り板、32 ... 筒状フィルタ、33 ... 上端、34 ... 下端、36 ... 小孔、38 ... 穴、40 ... 穴、42 ... 筒状フィルタ、44 ... 筒状フィルタ、46 ... 上端部、48 ... 筒状フィルタ、50 ... 段、52 ... 太径円筒部、54 ... 筒状フィルタ、56 ... 下端、60 ... 小孔、62 50

...筒状フィルタ、64...環状水平板、66...筒状フィルタ、68...筒状フィルタ、70...底部部材、72...つば、74...筒状部、76...筒状フィルタ、78...星形の小孔、80...筒状フィルタ、82...上端(出口)、84...大型側面円形穴、85...穴明き水平板(環状板)、86...内部テーパ筒、88...筒状フィルタ、90...環状板、92...燃料棒の下部端栓、94ウォーターロッドの下部端栓、96...連結棒。

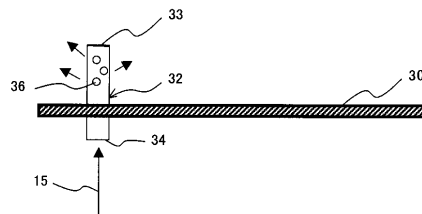
【図1】



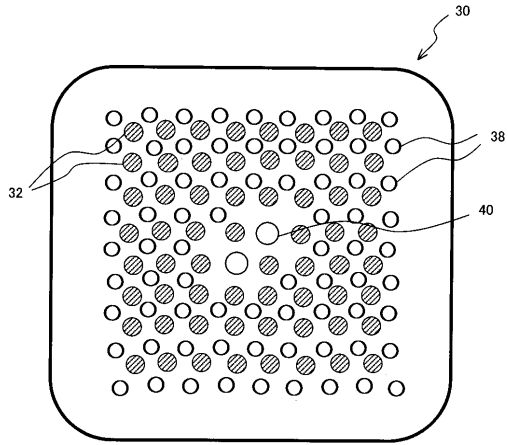
【図2】



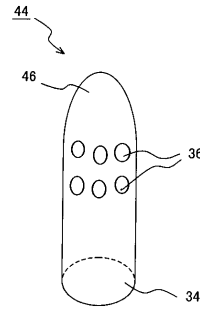
【図3】



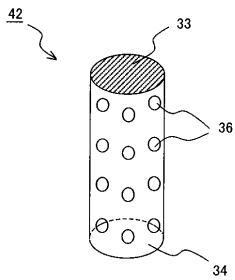
【 図 4 】



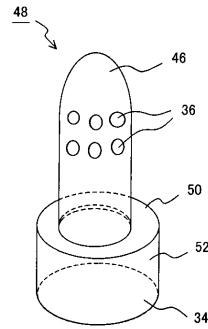
【 図 6 】



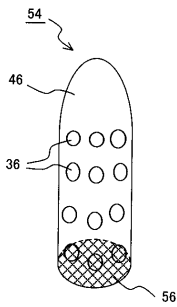
【 図 5 】



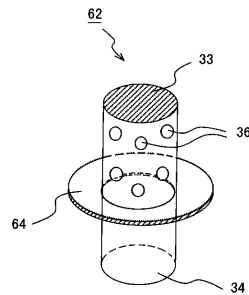
【 図 7 】



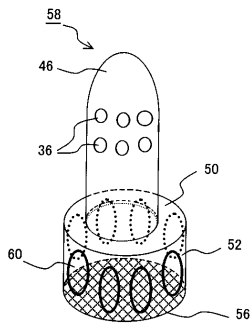
【 図 8 】



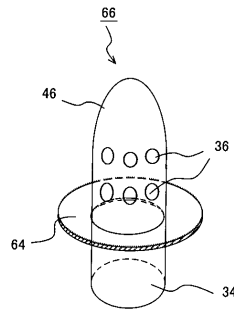
【 図 10 】



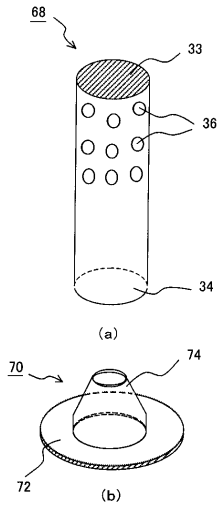
【 図 9 】



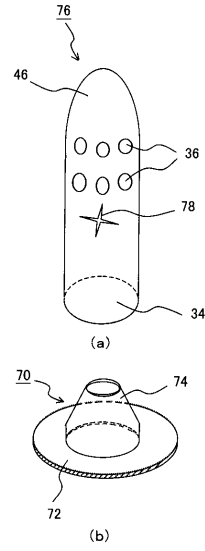
【 図 11 】



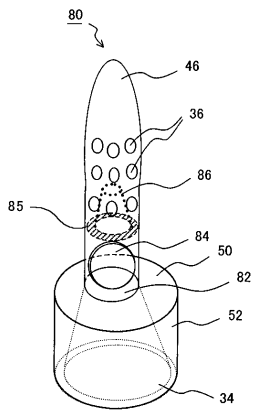
【 図 1 2 】



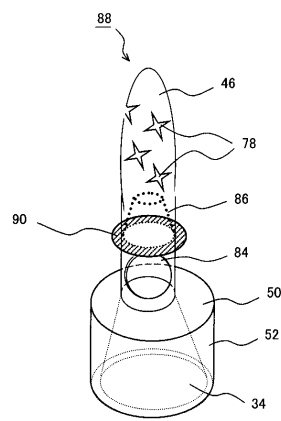
【 図 1 3 】



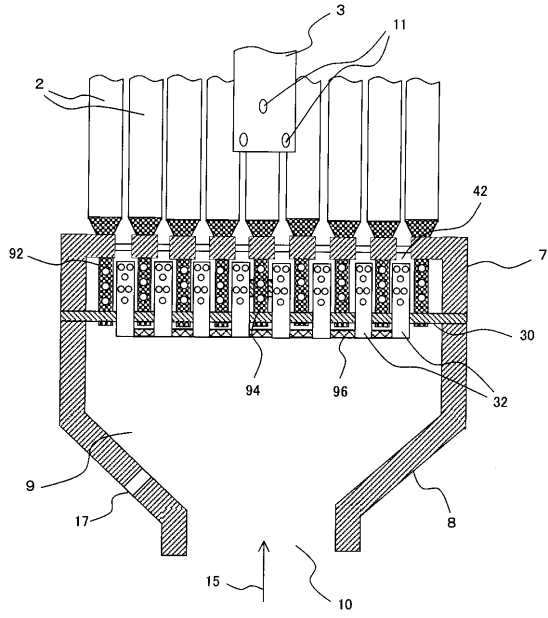
【 図 1 4 】



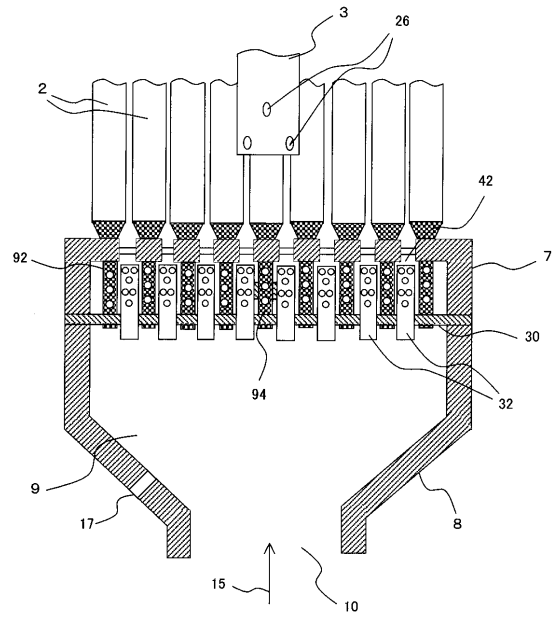
【 図 1 5 】



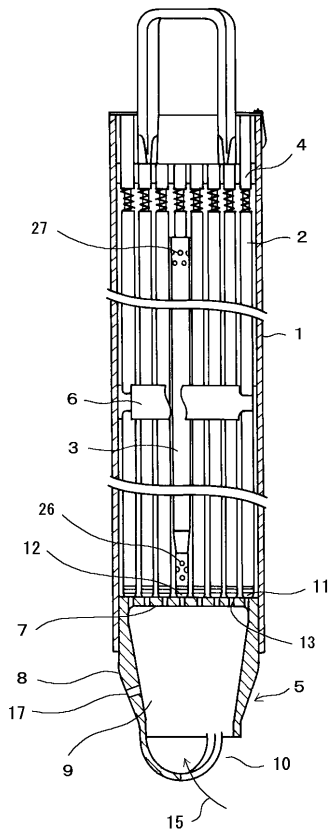
【 図 1 6 】



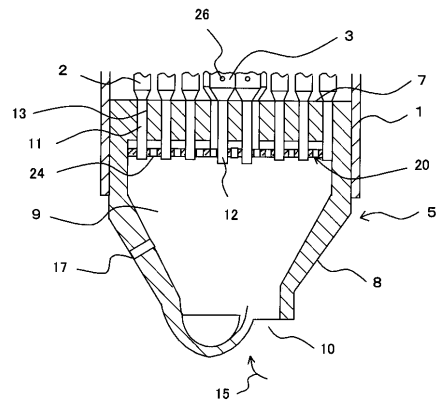
【 図 1 7 】



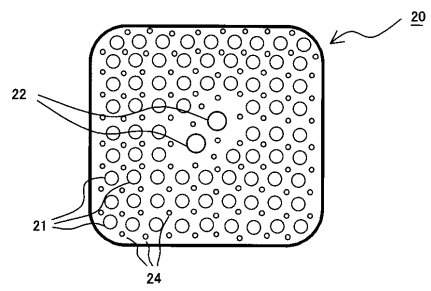
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 影山 隆夫  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内
- (72)発明者 本谷 朗  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内
- (72)発明者 田辺 朗  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内
- (72)発明者 岩本 優二  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内
- (72)発明者 増原 康博  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内
- (72)発明者 深堀 貴憲  
神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号 株式会社グローバル・ニュークリア・フュエル・ジャパン  
内

審査官 今浦 陽恵

- (56)参考文献 特開平08-166479(JP,A)  
特開平09-211162(JP,A)  
特開平10-213691(JP,A)  
特開2001-133574(JP,A)  
特開平10-253786(JP,A)  
特開平08-240678(JP,A)  
特開2003-172790(JP,A)  
特開2003-172791(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G21C 3/33  
G21C 3/30