

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4076010号  
(P4076010)

(45) 発行日 平成20年4月16日 (2008. 4. 16)

(24) 登録日 平成20年2月8日 (2008. 2. 8)

(51) Int. Cl.

F I

**G 2 1 C 3/30 (2006. 01)**

G 2 1 C 3/30 G D B R

**G 2 1 C 3/10 (2006. 01)**

G 2 1 C 3/10 A

**G 2 1 C 3/33 (2006. 01)**

G 2 1 C 3/30 K

請求項の数 16 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2001-374253 (P2001-374253)  
 (22) 出願日 平成13年12月7日 (2001. 12. 7)  
 (65) 公開番号 特開2003-172791 (P2003-172791A)  
 (43) 公開日 平成15年6月20日 (2003. 6. 20)  
 審査請求日 平成16年11月24日 (2004. 11. 24)

(73) 特許権者 000229461  
 株式会社グローバル・ニュークリア・フュ  
 エル・ジャパン  
 神奈川県横須賀市内川二丁目3番1号  
 (74) 代理人 100145816  
 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】 燃料集合体

(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と、内部に冷却材が通る少なくとも1本のウォータロッドと、前記燃料棒およびウォータロッドの上部を保持する上部タイプレートと、前記燃料棒およびウォータロッドの下部を保持する下部タイプレートと、を有する燃料集合体において、

前記燃料棒およびウォータロッドの下部には下方に延びる棒状部を有する下部端栓が取り付けられていて、前記下部タイプレートは、前記下部端栓の下部が挿入される挿入孔を有して、前記燃料棒およびウォータロッドを相互に所定間隔になるように保持し、しかも冷却材が通る流路を有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該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側壁部と、

前記棒状部が貫通する複数の仕切部材開口を有して、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該下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切部材と、を有し、

前記棒状部に筒状のフィルタが取り付けられ、このフィルタの下端は前記仕切部材開口に向いて開いていて、このフィルタの上端は少なくとも冷却材中の異物が通り抜けない程度に閉じており、このフィルタの側面に側面開口部を有すること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載の燃料集合体において、前記フィルタは、前記棒状部の側面を囲むように取り付けられていること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の燃料集合体において、前記フィルタはほぼ同軸上の内管と外管とを有する二重筒状であって、前記側面開口部は前記外管の側面に設けられ、前記棒状部が前記内管の内側に挿入されて固定されるように構成されていること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の燃料集合体において、前記棒状部と前記内管とが嵌合により結合されるように構成されていること、を特徴とする燃料集合体。

10

【請求項 5】

請求項 2、3 または 4 に記載の燃料集合体において、前記棒状部が角柱形状であり、前記内管がこの棒状部の側面外側に被さる角筒形状であること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 6】

請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記棒状部の下部は前記仕切部材開口を貫通して前記仕切部材の下方に延びており、この棒状部の前記仕切部材の下方に、冷却材中の異物を保持する異物保持部が取り付けられていること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の燃料集合体において、前記異物保持部の水平方向外形寸法は、前記ネットワーク部の挿入孔の口径および前記仕切部材開口よりも小さく、前記異物保持部が前記ネットワーク部の上方から挿入可能な大きさであること、を特徴とする燃料集合体。

20

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記フィルタは上下方向に複数の部分に分割されており、これら各部分の間に、冷却材が前記フィルタの半径方向外側に向かって通過する隙間が設けられていること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 9】

請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記フィルタの側面開口部は前記フィルタの周に沿ってほぼ水平方向に延びる横長形状であること、を特徴とする燃料集合体。

30

【請求項 10】

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記フィルタの外径は、前記ネットワーク部の挿入孔の口径よりも小さく、前記フィルタが前記ネットワーク部の上方から挿入可能な大きさであること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 11】

請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口と前記フィルタの下端の間が、冷却材中の異物が通過しない程度に閉じていること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 12】

請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口と前記フィルタの下端の間が隙間を有すること、を特徴とする燃料集合体。

40

【請求項 13】

請求項 12 に記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口が上に向かって細くなったノズル形状を有すること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 14】

請求項 1 ないし 13 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材は、冷却材中の異物が通過しないで冷却材が通過する構造の複数の小孔をさらに有すること、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 15】

請求項 1 ないし 13 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材は、前記仕

50

切部材開口のほか流路を有しないこと、を特徴とする燃料集合体。

【請求項 16】

原子燃料を充填した複数の燃料棒と、内部に冷却材が通る少なくとも 1 本のウォータロッドと、前記燃料棒およびウォータロッドの上部を保持する上部タイプレートと、前記燃料棒およびウォータロッドの下部を保持する下部タイプレートと、を有する燃料集合体において、

前記燃料棒およびウォータロッドの下部には下方に延びる棒状部を有する下部端栓が取り付けられていて、前記下部タイプレートは、前記下部端栓の下部が挿入される挿入孔を有して、前記燃料棒およびウォータロッドを相互に所定間隔になるように保持し、しかも冷却材が通る流路を有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該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側壁部と、

複数の仕切部材開口を有して、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該下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切部材と、を有し、

前記棒状部に筒状のフィルタが取り付けられ、このフィルタの下端は前記仕切部材開口に向いて開いていて、このフィルタの上端は少なくとも冷却材中の異物が通り抜けない程度に閉じており、このフィルタの側面に側面開口部を有すること、を特徴とする燃料集合体。

【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燃料集合体に関する。

【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 14 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 14 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側壁部 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。側壁部 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 のわずかに上方に入口孔 26 が設けられ、上部タイプレート 4 のわずかに下方に出口孔 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。

【0006】

10

20

30

40

50

このウォータロッド 3 の下端部にも燃料棒の下部端栓 1 1 とほぼ同様の構造の下部端栓 1 2 があり、下部端栓 1 2 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 1 3 に挿入され、それによってウォータロッドの下部端栓 1 2 が支持されている。

【 0 0 0 7 】

下部タイプレートのネットワーク部 7 は、下部端栓 1 1、1 2 が挿入されてそれらの下部端栓 1 1、1 2 を支持する挿入孔 1 3 を有するとともに、これら下部端栓 1 1、1 2 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。

【 0 0 0 8 】

図 1 4 の燃料集合体で、冷却材 1 5 は、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 を通って燃料集合体の外へ出ていく。

10

【 0 0 0 9 】

なお、図 1 4 に示すように、下部タイプレート側壁部 8 の側面には微小なリークホール 1 7 が設けられており、下部タイプレート空洞 9 内の冷却材 1 5 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。

【 0 0 1 0 】

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 5 mm 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。

20

【 0 0 1 1 】

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、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、弦巻パネ状（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。

【 0 0 1 2 】

図 1 5 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 - 3 0 6 2 8 4 号公報参照）。図 1 5 で、燃料棒 2 とウォータロッド 3 の下部端栓 1 1、1 2 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 1 3 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部材 2 0 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。仕切部材 2 0 には、図 1 6 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 1 1、1 2 が通る貫通孔 2 1、2 2 のほかに、冷却材が流通し、異物の流通を阻止する小孔 2 4 が多数設けられている。

30

【 0 0 1 3 】

図 1 5 の構成で、冷却材 1 5 は、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、仕切部材 2 0 の小孔 2 4 を通り、さらにネットワーク部 7 の流通孔を通じて、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 1 5 中の異物は、仕切部材 2 0 の小孔 2 4 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。

40

【 0 0 1 4 】

【 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、従来の仕切部材 2 0 の小孔 2 4 を通ってネットワーク部 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。

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、しかも圧力損失の増大を

50

抑えた燃料集合体を提供することにある。

【 0 0 1 5 】

【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と、内部に冷却材が通る少なくとも 1 本のウォータロッドと、前記燃料棒およびウォータロッドの上部を保持する上部タイプレートと、前記燃料棒およびウォータロッドの下部を保持する下部タイプレートと、を有する燃料集合体において、前記燃料棒およびウォータロッドの下部には下方に延びる棒状部を有する下部端栓が取り付けられていて、前記下部タイプレートは、前記下部端栓の下部が挿入される挿入孔を有して、前記燃料棒およびウォータロッドを相互に所定間隔になるように保持し、しかも冷却材が通る流路を有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該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側壁部と、前記棒状部が貫通する複数の仕切部材開口を有して、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該下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切部材と、を有し、前記棒状部に筒状のフィルタが取り付けられ、このフィルタの下端は前記仕切部材開口に向いて開いていて、このフィルタの上端は少なくとも冷却材中の異物が通り抜けられない程度に閉じており、このフィルタの側面に側面開口部を有すること、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、しかも圧力損失の増大を抑えた燃料集合体を提供することができる。

20

【 0 0 1 6 】

また、請求項 2 の発明は、請求項 1 に記載の燃料集合体において、前記下部端栓の少なくとも一つの下部には下方に向かって延びる棒状部があり、前記フィルタは、この棒状部の側面を囲むように取り付けられていること、を特徴とする。

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、下部端栓の棒状部の働きで、異物の捕捉性能を高めることができる。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 3 の発明は、請求項 2 に記載の燃料集合体において、前記フィルタはほぼ同軸上の内管と外管とを有する二重筒状であって、前記側面開口部は前記外管の側面に設けられ、前記棒状部が前記内管の内側に挿入されて固定されるように構成されていること、を特徴とする。

30

請求項 3 の発明によれば、請求項 2 の発明の作用・効果が得られるほか、フィルタを下部端栓に対して簡単にかつ確実に取り付けることができる。

【 0 0 1 8 】

また、請求項 4 の発明は、請求項 3 に記載の燃料集合体において、前記棒状部と前記内管とが嵌合により結合されるように構成されていること、を特徴とする。

請求項 4 の発明によれば、請求項 3 の発明の作用・効果が得られるほか、フィルタを下部端栓に対してさらに容易に取り付けることができる。通常、一つの燃料集合体に取り付けられるフィルタの数は数百個にもなるため、取付けの容易さが重要である。

【 0 0 1 9 】

40

また、請求項 5 の発明は、請求項 2、3 または 4 に記載の燃料集合体において、前記棒状部が角柱形状であり、前記内管がこの棒状部の側面外側に被さる角筒形状であること、を特徴とする。

【 0 0 2 0 】

請求項 5 の発明によれば、請求項 2、3 または 4 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、フィルタを取り付ける際の周方向の位置決めを簡単に行なえ、しかも取付け後に不用意に回転してしまうことを防止できる。

【 0 0 2 1 】

また、請求項 6 の発明は、請求項 2 ないし 5 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記棒状部の下部は前記仕切部材開口を貫通して前記仕切部材の下方に延びており、この棒

50

状部の前記仕切部材の下方に、冷却材中の異物を保持する異物保持部が取り付けられていること、を特徴とする。

【 0 0 2 2 】

請求項 6 の発明によれば、請求項 2 ないし 5 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、冷却材中の異物を燃料集合体の下部に保持することができ、燃料集合体を原子炉から取り出すときにこの異物も原子炉外に取り出すことができる。

【 0 0 2 3 】

また、請求項 7 の発明は、請求項 6 に記載の燃料集合体において、前記異物保持部の水平方向外形寸法は、前記ネットワーク部の挿入孔の口径および前記仕切部材開口よりも小さく、前記異物保持部が前記ネットワーク部の上方から挿入可能な大きさであること、を特徴とする。

10

【 0 0 2 4 】

請求項 7 の発明によれば、請求項 6 の発明の作用・効果が得られるほか、燃料集合体を組み立てる際に、異物保持部を下部端栓に取り付けた後に、下部タイプレートのネットワーク部の挿入孔に下部端栓を挿入することができる。

【 0 0 2 5 】

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燃料集合体において、前記フィルタは上下方向に複数の部分に分割されており、これら各部分の間に、冷却材が前記フィルタの半径方向外側に向かって通過する隙間が設けられていること、を特徴とする。

20

【 0 0 2 6 】

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、フィルタの各部分の間の隙間から冷却材が流出できるので流路面積を大きく取れ、圧力損失を小さくすることができる。

【 0 0 2 7 】

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燃料集合体において、前記フィルタの側面開口部は前記フィルタの周に沿ってほぼ水平方向に延びる横長形状であること、を特徴とする。

【 0 0 2 8 】

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、側面開口部の流路面積を大きく取れ、圧力損失を小さくすることができる。

30

【 0 0 2 9 】

また、請求項 10 の発明は、請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記フィルタの外径は、前記ネットワーク部の挿入孔の口径よりも小さく、前記フィルタが前記ネットワーク部の上方から挿入可能な大きさであること、を特徴とする。

【 0 0 3 0 】

請求項 10 の発明によれば、請求項 1 ないし 9 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、燃料集合体を組み立てる際に、フィルタを下部端栓に取り付けた後に、下部タイプレートのネットワーク部の挿入孔に下部端栓を挿入することができる。

【 0 0 3 1 】

また、請求項 11 の発明は、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口と前記フィルタの下端の間が、冷却材中の異物が通過しない程度に閉じていること、を特徴とする。

40

請求項 11 の発明によれば、請求項 1 ないし 10 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、冷却材中の異物を確実に捕捉することができる。

【 0 0 3 2 】

また、請求項 12 の発明は、請求項 1 ないし 10 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口と前記フィルタの下端の間が隙間を有すること、を特徴とする。

【 0 0 3 3 】

請求項 12 の発明によれば、請求項 1 ないし 10 のいずれかの発明の作用・効果が得られ

50

るほか、万一、何らかの原因で冷却材中の異物が短時間で多量に発生した場合にも、流路が閉塞されることがないので、原子炉の安全性が高められる。

【 0 0 3 4 】

また、請求項 1 3 の発明は、請求項 1 2 に記載の燃料集合体において、前記仕切部材開口が上に向かって細くなったノズル形状を有すること、を特徴とする。請求項 1 3 の発明によれば、請求項 1 2 の発明の作用・効果が得られるほか、仕切部材開口を通過した冷却材が噴流となってフィルタに向かうため、冷却材中の異物が直接フィルタの外に流れていく確率を低下させることができる。

【 0 0 3 5 】

また、請求項 1 4 の発明は、請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材は、冷却材中の異物が通過しないで冷却材が通過する構造の複数の小孔をさらに有すること、を特徴とする。

10

【 0 0 3 6 】

請求項 1 4 の発明によれば、請求項 1 ないし 1 3 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、仕切部材の小孔を通して冷却材が流れるので、全体の流路面積を大きく取ることができ、圧力損失を低下させることができる。

【 0 0 3 7 】

また、請求項 1 5 の発明は、請求項 1 ないし 1 3 のいずれかに記載の燃料集合体において、前記仕切部材は、前記仕切部材開口のほかに流路を有しないこと、を特徴とする。

【 0 0 3 8 】

20

請求項 1 5 の発明によれば、請求項 1 ないし 1 3 のいずれかの発明の作用・効果が得られるほか、仕切部材を通過した異物を含んだ冷却材がフィルタを通らずに下部タイプレートのネットワーク部へ向かう確率を低下させることができる。

また、請求項 1 6 の発明は、原子燃料を充填した複数の燃料棒と、内部に冷却材が通る少なくとも 1 本のウォータロッドと、前記燃料棒およびウォータロッドの上部を保持する上部タイプレートと、前記燃料棒およびウォータロッドの下部を保持する下部タイプレートと、を有する燃料集合体において、前記燃料棒およびウォータロッドの下部には下方に延びる棒状部を有する下部端栓が取り付けられていて、前記下部タイプレートは、前記下部端栓の下部が挿入される挿入孔を有して、前記燃料棒およびウォータロッドを相互に所定間隔になるように保持し、しかも冷却材が通る流路を有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該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側壁部と、複数の仕切部材開口を有して、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該下部タイプレート空洞を上下に区画する仕切部材と、を有し、前記棒状部に筒状のフィルタが取り付けられ、このフィルタの下端は前記仕切部材開口に向いて開いていて、このフィルタの上端は少なくとも冷却材中の異物が通り抜けられない程度に閉じており、このフィルタの側面に側面開口部を有すること、を特徴とする。

30

【 0 0 3 9 】

【発明の実施の形態】

以下、図 1 ～ 図 1 3 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。

40

【 0 0 4 0 】

[ 第 1 の実施の形態 ]

まず、図 1 ～ 図 3 を参照して本発明の第 1 の実施の形態を説明する。図 1 に示す下部タイプレート 5 は、図 1 4 および図 1 5 に示したものと同様のものである。また、図 1 5 および図 1 6 に示した仕切部材 2 0 とほぼ同様の仕切部材 3 0 が、下部タイプレート空洞 9 内に配置されている。仕切部材 3 0 には、各下部端栓 1 1 および下部端栓 1 2 に対応する位置に仕切部材開口 3 2 が設けられ、さらに、その他の部分に、仕切部材開口 3 2 よりも口径の小さな小孔 2 4 が多数個設けられている。

50

## 【 0 0 4 1 】

下部タイプレート 5 のネットワーク部 7 の挿入孔 1 3 には、燃料棒 2 の下部端栓 1 1 およびウォータロッド 3 の下部端栓 1 2 の各下部が挿入されている。下部端栓 1 1 および下部端栓 1 2 の各下端はさらに、仕切部材開口 3 2 を貫通して仕切部材 3 0 の下方まで延びている。以下の説明では、燃料棒 2 の下部端栓 1 1 を例にとって説明するが、ウォータロッド 3 の下部端栓 1 2 も同様の構造である。

## 【 0 0 4 2 】

なお、図 1 では、チャンネルボックス 1 ( 図 1 4 ) を示すのを省略している。

図 2 に拡大して示すように、下部端栓 1 1 は、燃料棒 2 の被覆管 3 4 の下端を閉じる栓の役割を持つものであって、上端付近にテーパ部 3 6 があって、その上端は被覆管 3 4 の外径と同径であり、下方に向かって細くなっている。テーパ部 3 6 の下方には中間円柱部 3 8 が形成されている。中間円柱部 3 8 は、下部タイプレート 5 のネットワーク部 7 の挿入孔 1 3 をちょうど貫通する太さ ( 例えば直径 1 0 m m ) であって、下部端栓 1 1 がネットワーク部 7 の挿入孔 1 3 に挿入されたときにこの中間円柱部 3 8 とテーパ部 3 6 で燃料棒 2 が支持される。

## 【 0 0 4 3 】

中間円柱部 3 8 の下方はさらに細径 ( 例えば直径 3 m m ) の円柱状の棒状部 4 0 になっている。棒状部 4 0 の外側を取り囲むようにフィルタ 4 2 が取り付けられている。

## 【 0 0 4 4 】

フィルタ 4 2 は、図 2 および図 3 に示すように、例えば金属製の二重円筒構造であって、外側管 4 4 と内側管 4 6 が同軸上に内外に重ねて配置されている。外側管 4 4 と内側管 4 6 の上下端部は開放されているが、それぞれ、半径方向に延びる複数の連結板 4 8 によって互いに連結されている ( 図 3 参照 ) 。外側管 4 4 の上部側面には複数個 ( 例えば 4 個 ) の冷却材出口孔 5 0 が設けられている。冷却材出口孔 5 0 は例えば円形や楕円形である。

## 【 0 0 4 5 】

外側管 4 4 の外径は、下部タイプレート 5 のネットワーク部 7 の挿入孔 1 3 の直径よりも小さくしておけば、下部端栓 1 1 にフィルタ 4 2 を予め取り付け付けた状態で、これを挿入孔 1 3 に挿入して下部タイプレート 5 に取り付け燃料集合体を組み立てることができる。

## 【 0 0 4 6 】

内側管 4 6 の内径は棒状部 4 0 の直径よりもわずかに大きく、棒状部 4 0 を下端から内側管 4 6 内に挿入できるようになっている。棒状部 4 0 の側面には例えば 4 個の突起 5 2 が設けられており、また、内側管 4 6 には突起 5 2 の位置に合わせた固定孔 5 4 が設けられている。内側管 4 6 は例えば弾性金属材料でできていて、棒状部 4 0 を下端から内側管 4 6 内に挿入し、突起 5 2 が固定孔 5 4 に嵌ることによって、フィルタ 4 2 が棒状部 4 0 に固定され、保持される。

## 【 0 0 4 7 】

フィルタ 4 2 が棒状部 4 0 に取り付けられた状態で、フィルタ 4 2 の上端は中間円柱部 3 8 の下端との間にわずかな隙間 5 6 を形成している。また、フィルタ 4 2 の下端は仕切部材開口 3 2 のわずかな上方にあって、仕切部材開口 3 2 に向かって開いている ( 図 1 参照 ) 。

## 【 0 0 4 8 】

異物を含んだ冷却材は、下部タイプレート入口開口 1 0 を通って下部タイプレート空洞 9 に流入し、仕切部材開口 3 2 を通って、フィルタ 4 2 の下端から、外側管 4 4 と内側管 4 6 の間の環状部に流入する。その後、外側管 4 4 の側面の冷却材出口孔 5 0 および隙間 5 6 を通ってフィルタ 4 2 の外側に出る。このとき、流れの向きが、鉛直上向きから水平方向 ( 半径方向外向き ) に変わるので、冷却材中の異物、特に直線的形状 ( 針金状 ) の異物をここで捕捉することができる。冷却材出口孔 5 0 および隙間 5 6 の大きさは、冷却材中の異物を捕捉できる程度の大きさに設定する。

## 【 0 0 4 9 】

フィルタ 4 2 を通過して外側に出た冷却材は、下部タイプレートのネットワーク部 7 の挿

10

20

30

40

50

入孔 1 3 同士の間の流通孔（図示せず）を通して燃料棒 2 およびウォータロッド 3 の周囲へと上昇していく。

【 0 0 5 0 】

下部タイプレート空洞 9 に流入した冷却材の一部は、仕切部材 3 0 の小孔 2 4 を通って直接フィルタ 4 2 の外側に出る（図 1 参照）。このため、小孔 2 4 は、異物が通過しないような形状寸法とする。

【 0 0 5 1 】

上記実施の形態では、外側管 4 4 と内側管 4 6 が同軸上に配置されており、しかも下部端栓 1 1 の棒状部 4 0 が仕切部材開口 3 2 を貫通していることから、冷却材中に含まれる異物が棒状部 4 0、外側管 4 4 または内側管 4 6 で引っかかる可能性が高く、異物が通過するのを阻止・抑制することができる。

10

【 0 0 5 2 】

上記実施の形態ではフィルタ 4 2 の上端と中間円柱部 3 8 の下端との間にわずかな隙間 5 6 を形成するとしたが、変形例として、この隙間 5 6 をなくすることも可能である（図示せず）。この場合、隙間 5 6 の分の流路面積が小さくなるので、圧力損失低減のためには不利であるが、冷却材出口孔 5 0 を十分に大きくすることにより圧力損失低減も可能である。

【 0 0 5 3 】

また上記実施の形態では、棒状部 4 0 に突起 5 2 を設け、内側管 4 6 に固定孔 5 4 を設けてこれらを嵌め合わせることとしたが、変形例として、内側管 4 6 に突起を設け、棒状部 4 0 に孔を設けてこれらを嵌め合わせるようにしてもよい。さらに、突起との嵌め合い部は貫通した孔でなくて、窪みであってもよい。また、突起は孤立した点状のものでなく、山脈状の畝とし、これと嵌め合う部分は谷状の溝としてもよい。組み立ての簡便性の観点からは嵌合が望ましいが、溶接、ろう付けや、ねじ込み、あるいは小ねじで止めることも可能である（いずれも図示せず）。

20

【 0 0 5 4 】

[ 第 2 の実施の形態 ]

つぎに、図 4 を参照して本発明の第 2 の実施の形態を説明する。この実施の形態では、第 1 の実施の形態におけるフィルタ 4 2 を上下に 2 分割して上部フィルタ 6 0 および下部フィルタ 6 2 とし、これらの間に周方向に延びるフィルタ間隙 6 4 を設けている。このような構成とすることにより、上部フィルタ 6 0 および下部フィルタ 6 2 の内側から外側への水平方向流路としてフィルタ間隙 6 4 が追加されるので、流路面積を大きく取ることができる。

30

【 0 0 5 5 】

[ 第 3 の実施の形態 ]

つぎに、図 5 を参照して本発明の第 3 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 2 の実施の形態（図 4）の変形例であって、第 2 の実施の形態における下部フィルタ 6 2 の円形の冷却材出口孔 5 0 に代えて、横長の長方形の冷却材出口孔 6 6 が上下 2 段に設けられている。このように横長の冷却材出口孔 6 6 を設けることによって、鉛直方向の流れに沿って直立姿勢で流れてきた直線的形状の異物の流通を有効に阻止することができ、しかも流路面積を大きく取って圧力損失を小さくすることができる。

40

【 0 0 5 6 】

なお、この実施の形態では、横長の長方形の冷却材出口孔 6 6 を下部フィルタ 6 2 だけに採用した例を示したが、上部フィルタ 6 0 と下部フィルタ 6 2 のいずれにも採用可能であるし、また、両方に採用してもよい。さらに、この横長の長方形の冷却材出口孔 6 6 を第 1 の実施の形態（図 1 ~ 図 3）に採用することもできる。

【 0 0 5 7 】

[ 第 4 の実施の形態 ]

つぎに、図 6 を参照して本発明の第 4 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 2 の実施の形態（図 4）の変形例であって、燃料棒 2 の下部端栓 6 8 の棒状部 7 0 が第 2 の実

50

施の形態の棒状部 40 よりも短く、棒状部 70 の下端が下部フィルタ 62 の下端と同じ高さになっている。したがって、棒状部 70 は仕切部材開口 32 に挿入されていない。このようにすることによって、第 2 の実施の形態（図 4）に比べて、異物捕捉性能が若干低下する可能性があるが、仕切部材開口 32 の流路面積を大きく取れるので、圧力損失を低減することができる。

#### 【0058】

また、ウォータロッド 3 の下部端栓 72 の棒状部 74 は、下部フィルタ 62 の下端より下方に延びているが、この下方に延びた部分がその上方よりも細くなっている。この例は、第 2 の実施の形態（図 4）の場合と、本実施の形態の燃料棒 2 の下部端栓 68 の短い棒状部 70 の場合との中間的性格を持つものであって、棒状部 74 の下部を細くしない場合に

10

#### 【0059】

この実施の形態では、燃料棒の下部端栓を短くし、ウォータロッドの下部端栓の下方を細くする例を示した。この実施の形態の変形例として、燃料集合体全体で、下部端栓の棒状部を短くしたもの、または棒状部の下方を細くしたもののどちらか一方に統一することも可能であり、またこれらを任意に組み合わせることが可能である。

#### 【0060】

##### [第 5 の実施の形態]

つぎに、図 7 を参照して本発明の第 5 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 4 の実施の形態（図 6）の変形例であって、すべての下部端栓 72 の棒状部 74 が下部フィルタ 62 の下方で細くなっていて、仕切部材開口 32 を貫通している。この実施の形態ではさらに、棒状部 74 の下端に異物保持部 76 が取り付けられている。異物保持部 76 は図 7（b）に示すように、棒状部 74 に固定された底部 78 と上方に開いたテーパ状の側壁部 80 とを有する。

20

#### 【0061】

原子炉運転時は冷却材の流れによって、冷却材中の異物はフィルタ 60、62 内に保持されるが、原子炉の定期点検のときなどに冷却材の流れが停止すると、冷却材中の異物が重力によって落下し、異物保持部 76 に保持される。原子炉の定期点検のときに、一部の燃料集合体を上方に吊り上げて炉外に搬出し、燃料交換が行なわれる。このとき、異物保持部 76 に保持された異物を燃料集合体とともに炉外に搬出することができる。

30

#### 【0062】

異物保持部 76 の側壁部 80 の最も広がった部分の大きさは、仕切部材開口 32 および下部タイプレートのネットワーク部 7 の挿入孔 13 よりも小さいことが望ましい。このような構成にすれば、燃料集合体の組立てに際して、下部端栓 72 に異物保持部 76 をあらかじめ取り付けけた状態でこれを下部タイプレートのネットワーク部 7 の挿入孔 13 および仕切部材開口 32 に挿入して燃料集合体の組立てができる。

#### 【0063】

なお、側壁部 80 を上方に開いたテーパ状としたのは、落下してきた異物を広い範囲で捕獲し、しかも、通常運転時になるべく流動抵抗を小さくするためである。通常運転時の流動抵抗をさらに小さくするために、異物保持部 76 に多数の小孔を設けたり、異物保持部 76 を網構造とすることも可能である（図示せず）。

40

#### 【0064】

##### [第 6 の実施の形態]

つぎに、図 8 を参照して本発明の第 6 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 4 の実施の形態（図 6）の変形例であって、すべての下部端栓 68 の棒状部 70 の下端が下部フィルタ 62 の下端と同じ高さになっている。さらにこの実施の形態では、仕切部材 30 の小孔 24（図 6）がなく、仕切部材 30 を通過する冷却材はすべて仕切部材開口 32 を通る。したがって、冷却材中の異物がフィルタ 60、62 で捕捉されずに下部タイプレートのネットワーク部 7 へ行ってしまいう確率を下げるることができる。

50

## 【 0 0 6 5 】

## [ 第 7 の実施の形態 ]

つぎに、図 9 を参照して本発明の第 7 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 6 の実施の形態（図 8）の変形例であって、すべての下部端栓 7 6 の棒状部 7 8 に各一つのフィルタ 8 0 が取り付けられ、棒状部 7 8 の下端がフィルタ 8 0 の下端と同じ高さになるように設置されている。図示のフィルタ 8 0 の冷却材出口孔 8 2 は第 3 の実施の形態（図 5）の冷却材出口孔 6 6 と同様に横長の長方形となっている。

## 【 0 0 6 6 】

棒状部 7 8 およびフィルタ 8 0 の下端は仕切部材開口 8 6 の真上にあって、仕切部材開口 8 6 の上端から離れた位置（例えば 5 mm 上方）にある。仕切部材開口 8 6 は上方に向かって流路が縮小したテーパ状である。

10

## 【 0 0 6 7 】

この実施の形態では、仕切部材開口 8 6 が上方に向かって流路が縮小していることから、仕切部材開口 8 6 を上方に通過した冷却材は噴流となってフィルタ 8 0 の下端の開口から流入する。ここで仕切部材開口 8 6 とフィルタ 8 0 の下端の間に隙間 8 8 があるが、冷却材中の異物は噴流に運ばれてフィルタ 8 0 の下端の開口内に入る。また、何らかの理由によるプラント不具合時に多量の異物が発生した場合にも、隙間 8 8 があるために、流路が完全に閉塞されることを避けて冷却材流路を確保することができ、安全性が高められる。

## 【 0 0 6 8 】

## [ 第 8 の実施の形態 ]

20

つぎに、図 1 0 および図 1 1 を参照して本発明の第 8 の実施の形態を説明する。この実施の形態は第 1 の実施の形態（図 1 ~ 図 3）の変形例であって、下部端栓 9 0 の中間円柱部 3 8 から下方に延びる棒状部 9 2 が四角柱状である。また、この棒状部 9 2 の外側に被さるフィルタ 9 4 の内側管 9 6 は四角筒状である。その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

## 【 0 0 6 9 】

この実施の形態によれば、フィルタ 9 4 を棒状部 9 2 に被せる際に周方向の位置合せが容易である。また、一旦取り付けた後にフィルタ 9 4 が回転することがないので、冷却材流路 5 0 の向きが不用意に変動することもなく安定した運転を維持することができる。

## 【 0 0 7 0 】

30

## [ 第 9 の実施の形態 ]

つぎに、図 1 2 および図 1 3 を参照して本発明の第 9 の実施の形態を説明する。この実施の形態では、下部端栓 9 7 は、図 2（a）および（b）に示す下部端栓 1 1 と同様にテーパ部 3 6 と中間円柱部 3 8 を有するが、その下方の棒状部 4 0（図 2）は有しない。この下部端栓 9 7 の中間円柱部 3 8 にフィルタ 9 8 が取り付けられている。

## 【 0 0 7 1 】

フィルタ 9 8 には、図 2 および図 3 に示すフィルタ 4 2 の内側管 4 6 および連結板 4 8 に相当する部分がなく、外側管 4 4 に相当する一つの円筒部材 1 0 0 のみからなる。円筒部材 1 0 0 の上部側面には、複数の冷却材出口孔 1 0 2 が設けられている。また、円筒部材 1 0 0 の下端は開いていて冷却材が流入するようになっている。

40

## 【 0 0 7 2 】

下部端栓 9 7 の中間円柱部 3 8 の側面に、例えば 2 個の突起 1 0 4 が設けられ、これらに対応する位置の円筒部材 1 0 0 の側面には固定孔 1 0 6 が設けられていて、各突起 1 0 4 と固定孔 1 0 6 が係合することによって、フィルタ 9 8 が下部端栓 9 7 に吊り下げられる。円筒部材 1 0 0 の上端付近の内面は下部端栓 9 7 の中間円柱部 3 8 の側面と嵌め合い関係になり、これらの隙間から冷却材中の異物が流出するのが阻止される。

## 【 0 0 7 3 】

この実施の形態では下部端栓の棒状部がないので、構造が比較的簡単であって、圧力損失も小さい。

## 【 0 0 7 4 】

50

# 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、圧力損失の増大を抑制しながら燃料集合体の異物捕捉をより確実なものとすることができ、これにより、原子炉の運転性能・信頼性の向上を図ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

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

【図 2】図 1 の下部端栓付近の拡大図であって、( a ) は立断面図、( b ) は ( a ) の B - B 線矢視立断面図、( c ) は ( b ) の C - C 線矢視平断面図、( d ) は ( b ) の D - D 線矢視平断面図。

10

【図 3】図 2 のフィルタだけを取り出して示す斜視図。

【図 4】本発明に係る燃料集合体の第 2 の実施の形態の下部タイプレート付近の模式的立断面図。

【図 5】本発明に係る燃料集合体の第 3 の実施の形態の下部タイプレート付近の模式的立断面図。

【図 6】本発明に係る燃料集合体の第 4 の実施の形態の下部タイプレート付近の模式的立断面図。

【図 7】本発明に係る燃料集合体の第 5 の実施の形態を示す図であって、( a ) は下部タイプレート付近の模式的立断面図、( b ) は ( a ) の異物保持部拡大立断面図。

【図 8】本発明に係る燃料集合体の第 6 の実施の形態の下部タイプレート付近の模式的立断面図。

20

【図 9】本発明に係る燃料集合体の第 7 の実施の形態の下部タイプレート付近の模式的立断面図。

【図 10】本発明に係る燃料集合体の第 8 の実施の形態を示す図であって、( a ) は下部端栓付近の立断面図、( b ) は ( a ) の B - B 線矢視平断面図。

【図 11】図 10 のフィルタだけを取り出して示す斜視図。

【図 12】本発明に係る燃料集合体の第 9 の実施の形態を示す図であって、( a ) は下部端栓付近の立断面図、( b ) は ( a ) の B - B 線矢視平断面図、( c ) は ( a ) の C - C 線矢視平断面図。

【図 13】図 12 のフィルタだけを取り出して示す斜視図。

30

【図 14】従来の燃料集合体の全体立断面図。

【図 15】図 14 の下部タイプレート付近の拡大立断面図。

【図 16】図 15 の仕切部材だけを取り出して示す平面図。

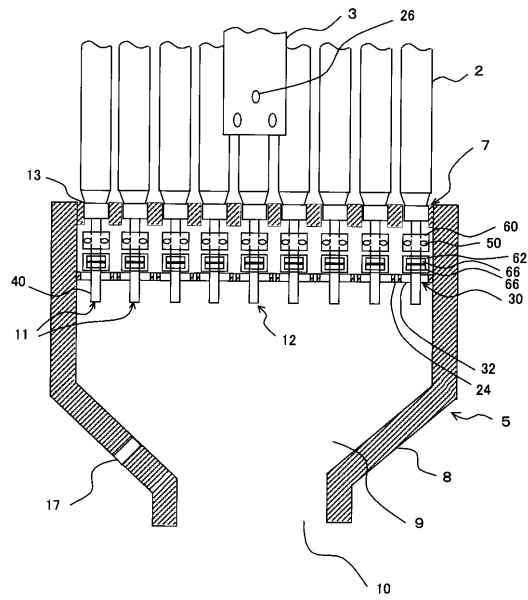
## 【符号の説明】

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 ... 側壁部、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 ... 仕切部材、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 ... 仕切部材、32 ... 仕切部材開口、34 ... 被覆管、36 ... テーパ部、38 ... 中間円柱部、40 ... 棒状部、42 ... フィルタ、44 ... 外側管、46 ... 内側管、48 ... 連結板、50 ... 冷却材出口孔、52 ... 突起、54 ... 固定孔、56 ... 隙間、60 ... 上部フィルタ、62 ... 下部フィルタ、64 ... フィルタ間隙、66 ... 冷却材出口孔、68 ... 下部端栓、70 ... 棒状部、72 ... 下部端栓、74 ... 棒状部、76 ... 異物保持部、78 ... 棒状部、80 ... フィルタ、82 ... 冷却材出口孔、84 ... 仕切部材、86 ... 仕切部材開口、88 ... 隙間、90 ... 下部端栓、92 ... 棒状部、94 ... フィルタ、96 ... 内側管、97 ... 下部端栓、98 ... フィルタ、100 ... 円筒部材、102 ... 冷却材出口孔、104 ... 突起、106 ... 固定孔。

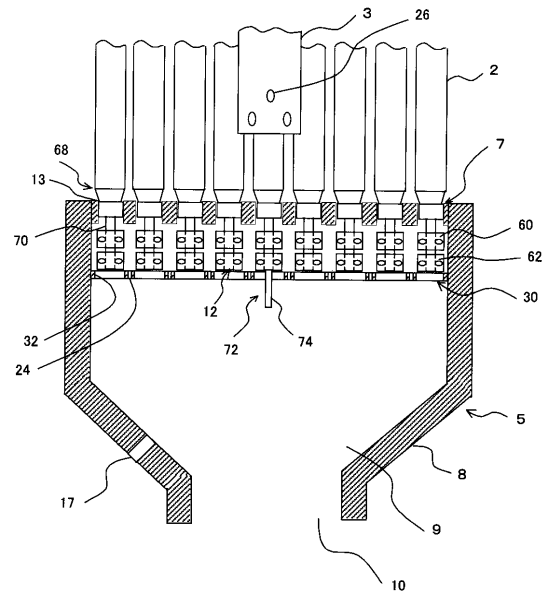
40



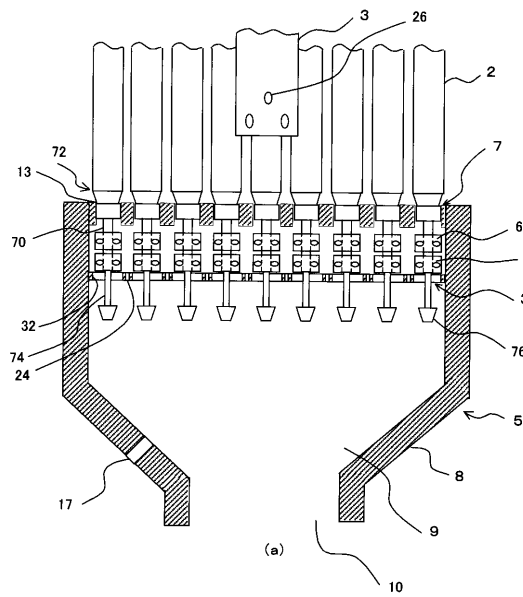
【図 5】



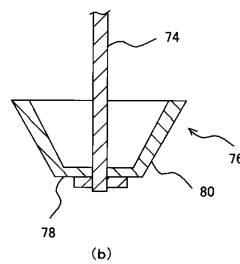
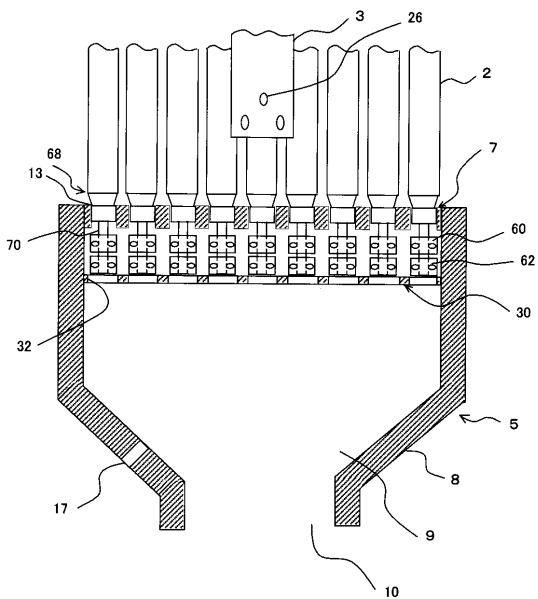
【図 6】



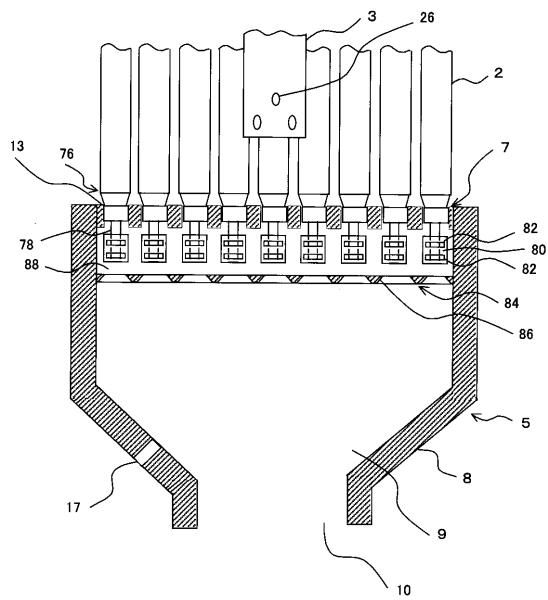
【図 7】



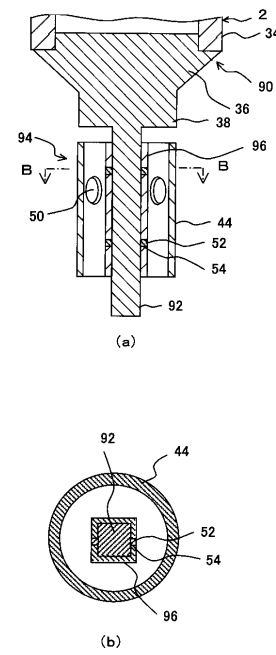
【図 8】



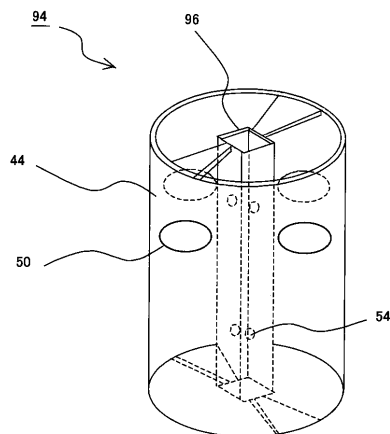
【図 9】



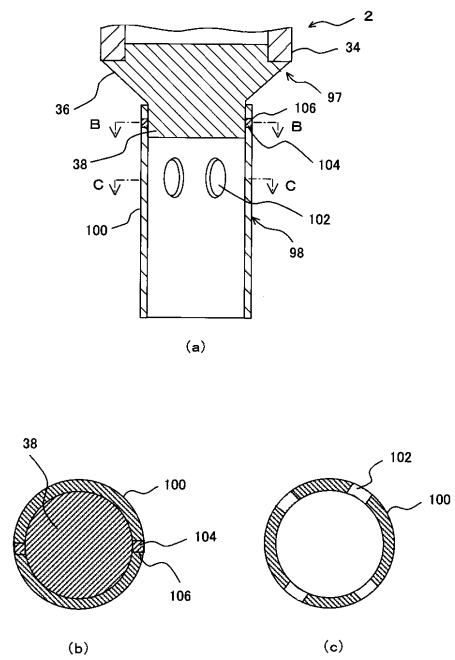
【図 10】



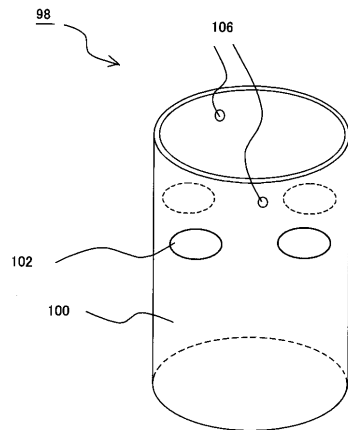
【図 11】



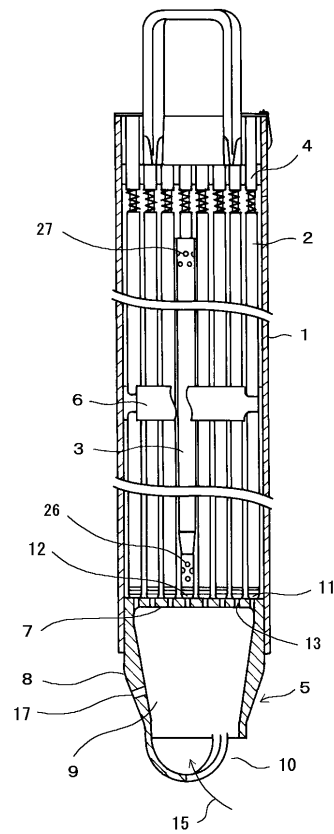
【図 12】



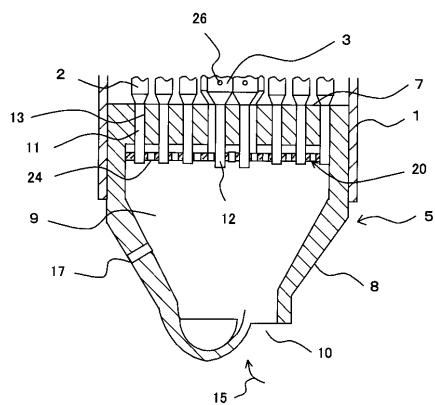
【図 13】



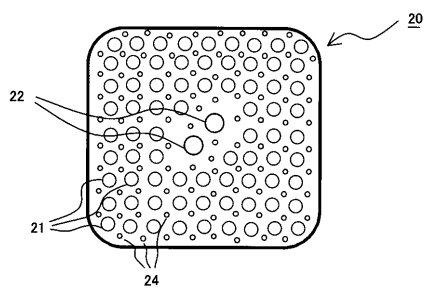
【図 14】



【図 15】



【図 16】



---

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11-133176(JP,A)  
特開平07-167975(JP,A)  
特開平10-213691(JP,A)  
特開平02-057997(JP,A)  
特開2001-133574(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 3/30