

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5450797号
(P5450797)

(45) 発行日 平成26年3月26日(2014.3.26)

(24) 登録日 平成26年1月10日(2014.1.10)

(51) Int. Cl.	F 1
F 2 2 B 21/26 (2006.01)	F 2 2 B 21/26
F 2 2 B 37/22 (2006.01)	F 2 2 B 37/22 C

請求項の数 7 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-508874 (P2012-508874)	(73) 特許権者	506259634 清華大学 中華人民共和国北京市海淀区清華▲園▼
(86) (22) 出願日	平成21年6月18日(2009.6.18)	(74) 代理人	100102842 弁理士 葛和 清司
(65) 公表番号	特表2012-526256 (P2012-526256A)	(72) 発明者	ホウ, スウヤン 中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア アンド ニュー エナジー テクノロジー
(43) 公表日	平成24年10月25日(2012.10.25)	(72) 発明者	ジウ, ファイミン 中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア アンド ニュー エナジー テクノロジー
(86) 国際出願番号	PCT/CN2009/000666		
(87) 国際公開番号	W02010/127471		
(87) 国際公開日	平成22年11月11日(2010.11.11)		
審査請求日	平成23年12月28日(2011.12.28)		
(31) 優先権主張番号	200910083490.5		
(32) 優先日	平成21年5月6日(2009.5.6)		
(33) 優先権主張国	中国 (CN)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸気発生器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心筒とスリーブとの間の環状空間において、異なる半径で同軸螺旋状配置により1個または複数の同心熱交換柱面を形成する螺旋状伝熱管束、前記中心筒と前記スリーブを有する構造が同一である複数の熱交換部品により組み立てられた熱交換器と、

一端が主給水管に連結され、他端が螺旋状伝熱管束に連結される液体ヘッダと、

一端が主蒸気管に連結され、他端が螺旋状伝熱管束に連結される蒸気ヘッダとを有し、

前記螺旋状伝熱管の曲率半径は、管材の体積・表面検知用プローブが螺旋状伝熱管のすべての管路に到達及び通過できるように設定されることを特徴とする、蒸気発生器。

【請求項 2】

前記熱交換柱面は、一個または複数の螺旋状伝熱管により構成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の蒸気発生器。

【請求項 3】

前記隣接する熱交換面上の螺旋状伝熱管束の巻線方法は、中心筒の軸線方向に沿って、時計回りと逆時計回りに間隔を置いて配列し、または完全に時計回りに配列し、または完全に逆時計回りに配列する方法であることを特徴とする、請求項 1 に記載の蒸気発生器。

【請求項 4】

前記螺旋状伝熱管束、前記中心筒と前記スリーブの横断面は円形または角丸の矩形であることを特徴とする、請求項 1 に記載の蒸気発生器。

【請求項 5】

10

20

熱媒体の流動方向において、前記液体ヘッダは熱交換器の上流側に配置され、蒸気ヘッダは熱交換器の下流側に配置され、または蒸気ヘッダは熱交換器の上流側に配置され、液体ヘッダは熱交換器の下流側に配置されることを特徴とする、請求項1に記載の蒸気発生器。

【請求項6】

前記蒸気発生器の配置方式は、立て式、横式、または任意角度の配置方式であることを特徴とする、請求項1に記載の蒸気発生器。

【請求項7】

螺旋状伝熱管ごとに液体ヘッダと連結する部の内部には、固定オリフィス板と取り除き可能なオリフィス板が取付けられ、前記固定オリフィス板は、螺旋状伝熱管束内の2相流体流動の安定性を確保し、各螺旋状伝熱管の抵抗を均一させ、前記取り除き可能なオリフィス板は、一つの螺旋状伝熱管が効かなくなった後、無効となった螺旋状伝熱管が所在する螺旋柱面にある他の螺旋状伝熱管の取り除き可能なオリフィス板を取り除くことにより、螺旋管内の流量を再配分することを特徴とする、請求項1～6のいずれか一項に記載の蒸気発生器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、蒸気動力サイクル技術分野、特に蒸気発生器に関する。

【背景技術】

【0002】

ランキン(Rankine)サイクルを基礎とする水蒸気動力サイクルは、原子力発電、ガス-蒸気複合サイクル及び石炭発電分野等で汎用されている。これらの分野において、高温高熱水蒸気の発生は、熱エネルギーを動力に変換させるための第一歩である。現在、水蒸気発生用装置としては、主に自然循環式蒸気発生器と、貫流式蒸気発生器の2種類がある。自然循環式蒸気発生器に比べて、貫流式蒸気発生器は、直接に過熱蒸気、及び超高压・超臨界パラメータ蒸気を発生でき、発電効率が向上されながら、構造がコンパクト化になっている。

【0003】

貫流式蒸気発生器における受熱水管の配置方式により、直管型と螺旋管型の2種類に分けられる。螺旋管配置に比べて、直管型の貫流式蒸気発生器の構造がより簡易であるが、その熱交換管が、筒体との材料の不一致のため、線膨張が異なり、伝熱管と管板において応力集中となり、装置全体の安全動作に影響を与えるようになってしまう。一方、螺旋管型の貫流式蒸気発生器は、総熱交換面積が大きい、構造の特徴は応力集中の問題を解決でき、また、空間での伸縮性も一層高められた。

【0004】

螺旋管型の貫流式蒸気発生器は、上記のメリットがあるため、原子炉発電及び動力分野で広く応用され、主に一体化大螺旋管デザインと、分離モジュール化デザインの2種類がある。

【0005】

ドイツのTHTR-300トリウム高温ガス冷却炉、アメリカサンクト・ペテルブルグ高温ガス冷却炉、イギリスAGR型原子炉、最新のナトリウム冷却式高速炉さえも、マルチヘッド巻線一体化配置の大螺旋管型貫流式蒸気発生器を用いる。上記蒸気発生器は、コンパクトな構造と、大きい螺旋曲率で体積及び表面検査ができるメリットを有する。一方、該装置の主な問題点は下記の通りである。1) 炉外の高温度効力試験でデザインを検査できないので、動作中水流側で再配分できず、蒸気温度の不均一を容易に起こす。2) 一体化配置の大螺旋管型貫流式蒸気発生器には、各層の螺旋管は、湾曲直径がそれぞれであるため、それに応じて、各層の螺旋管が各自の器具を必要とし、加工費用が高く、かつ周期がとても長い。3) 流動励起振動防止のために、より多くの支持板を増加すると、熱交換管と支持板の局所的な応力過大の問題が更に目立つようになる。

10

20

30

40

50

【0006】

ロシアのVG-400、A TY- 50、 P-300炉と清華大学の10MW高温ガス冷却炉は、ともに分離モジュール化貫流式蒸気発生器を採用した。このような蒸気発生器は、主にモジュールのバッチ生産可能による低コストと各モジュールの炉外で高温効力試験を実施できるメリットを有する。しかしながら、上記装置は下記のような問題点がある。1) 構造はコンパクト化されていない。2) 螺旋管の小さい曲率のため、体積と表面の動作中検査が実施できない。3) 管が詰められた際、水流側だけではなく、高温熱媒体側も塞ぐようになる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、その目的は、従来技術である一体化大螺旋管式デザインと分離モジュール化デザインのそれぞれの欠陥を克服して、伝熱管の体積と表面の動作中検査を実現し、早急にセキュリティリスクを発見し、使用前の高温効力検査試験を実施することによりデザインの信頼性を検証できる蒸気発生器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の目的を達成するための本発明が提供する蒸気発生器は、中心筒とスリーブとの間の環状空間において、異なる半径で同軸螺旋状配置により1個または複数の同心熱交換柱面を形成する螺旋状伝熱管束、中心筒とスリーブを有する構造が同一である複数の熱交換部品により組み立てた熱交換器と、一端が主給水管と連結し、他端が螺旋状伝熱管束と連結する液体ヘッダと、一端が主蒸気管と連結し、他端が螺旋状伝熱管束と連結する蒸気ヘッダを有する蒸気発生器である。

20

【0009】

また、前記熱交換柱面は、一個または複数の螺旋状伝熱管により構成される。

【0010】

また、前記螺旋状伝熱管の曲率半径は、管材の体積・表面検知用プローブが螺旋状伝熱管のすべての管路に到達及び通過できるように設定される。

【0011】

また、前記隣接する熱交換面上の螺旋状伝熱管束の巻線方法は、中心筒の軸線方向に沿って、時計回りと逆時計回りに間隔を置いて配列し、または完全に時計回りに配列し、または完全に逆時計回りに配列する方法である。

30

【0012】

また、前記螺旋状伝熱管束、中心筒とスリーブの横断面は円形または角丸の矩形である。

【0013】

また、熱媒体の流動方向において、前記液体ヘッダは熱交換器の上流側に配置され、蒸気ヘッダは熱交換器の下流側に配置され、または蒸気ヘッダは熱交換器の上流側に配置され、液体ヘッダは熱交換器の下流側に配置される。

40

【0014】

また、前記蒸気発生器配置方式は、立て式、横式、または任意の角度の配置方式である。

【0015】

また、螺旋状伝熱管ごとに液体ヘッダと連結する部分の内部には、固定オリフィス板と取り除き可能なオリフィス板が取り付けられ、前記固定オリフィス板は、螺旋状伝熱管束内の2相流体流動の安定性を確保し、各螺旋状伝熱管の抵抗を均一化させ、前記取り除き可能なオリフィス板は、一つの螺旋状伝熱管が効かなくなった後、無効となった螺旋状伝熱管が所在する螺旋柱面にある他の螺旋状伝熱管の取り除き可能なオリフィス板を取り除くことにより、螺旋管内の流量を再配分する。

50

【発明の効果】

【0016】

従来の技術と比べると、本発明の技術案は以下のようなメリットがある。

- 1) 組立品のバッチ生産が可能であり、コストの削減ができる。
- 2) 単一組立品が炉外で高温効力試験が実施できる。
- 3) 組立品ごとに複数のマルチスタット螺旋管で形成された螺旋柱面により構成され、分離式配置構造がコンパクト化されていないという欠陥を改善し、また、螺旋管曲率半径が小さいため、構造の安定化ができ、流動励起振動が起こりにくくなり、支持構造が簡易かつ信用できるようになる。
- 4) 螺旋管の最小曲率半径は、現在使用中の検査器具の到達可能性により選出し、組立品の伝熱管にそれぞれヘッダを設置せずに、すべて同一の液体ヘッダと蒸気ヘッダに連結するため、体積と表面の動作中検査ができる。また、管が詰められた際、1つのモジュールではなく、管一本だけを塞げばよく、伝熱管の最大利用率を維持できる。
- 5) 固定オリフィス板と取り除き可能なオリフィス板というデザインは、管が詰められた後の流量再配分を簡単に行うようにする。

10

【図面の簡単な説明】

【0017】

- 【図1】本発明の実施の形態1に係る蒸気発生器の水平高温流体通路内での縦断面図。
 【図2】本発明の実施の形態2に係る蒸気発生器の水平高温流体通路内での縦断面図。
 【図3】本発明の実施の形態3に係る蒸気発生器の垂直高温流体通路内での縦断面図。
 【図4】本発明の実施の形態4に係る蒸気発生器の垂直高温流体通路内での縦断面図。
 【図5】本発明の実施の形態に係る熱交換組立品の構造を示す図。
 【図6】本発明の実施の形態に係る螺旋間の入り口のオリフィス板の構造を示す図。

20

【発明を実施するための形態】

【0018】

本発明は、依然としてモジュール式の特徴を維持するが、組立品ごとに複数のマルチスタット螺旋管で形成された螺旋柱面により構成されることにより、分離式構造のコンパクト化されていない欠陥が改善される。螺旋管の最小曲率は、現在使用中検査器具の到達可能性により選定し、各組立品の伝熱管を直接同一の液体ヘッダと蒸気ヘッダに連結するため、体積と表面の動作中検査ができる。また、管が詰められた際、1つのモジュールを塞

30

【0019】

各伝熱管の給水入口にオリフィス板が取付けられ、オリフィス板は固定オリフィス板と取り除き可能なオリフィス板に分けられる。固定オリフィス板は、初期流量配分と安定性を満たし、取り除き可能なオリフィス板は管が詰められた後の流量再配分の要求を満たす。1つの組立品内においては、同一の螺旋柱面の螺旋管は、同一のヘリウム流路内に設けられ、そのうちの1つの管が故障で詰められた後、ヘリウム流量が調節不可能であり、蒸気出口の温度を均一化させるために、同一螺旋柱面の他の管内流体の流量を増大しなければならない。当該螺旋柱面の他の管の取り除き可能なオリフィス板を取り除くことで、管が詰められた後の流量再配分を仕上げられ、蒸気出口温度の均一性を満たす。つまり、未

40

【0020】

以下、図面と実施形態を合わせて、本発明の具体的な実施形態に対して更に詳しく説明する。ただし、下記の実施形態は本発明を説明するためのであり、本発明の範囲を限定するものではない。

【実施例1】

【0021】

50

図1に示すように、蒸気発生器の水平高温流体通路内での縦断面図においては、蒸気発生器1は、熱媒体の流動方向であるx方向に配置され、液体ヘッダ11、蒸気ヘッダ12と熱交換器13により構成される。本実施形態に係る蒸気発生器1は横式配置である。液体ヘッダ11と蒸気ヘッダ12は、それぞれ熱交換器13の両側に配置され、本実施形態には逆流配置案を採用し、即ち、蒸気ヘッダ12は、熱交換器13の上流側に配置され、また、液体ヘッダ11は下流側に配置される。

【0022】

液体ヘッダ11の一端は螺旋状伝熱管束3に連結され、他端は主給水管14に連結される。蒸気ヘッダ12の一端は螺旋状伝熱管束3に連結され、他端は主蒸気管15に連結される。

【0023】

熱交換器13は、複数の構造が同一である熱交換部品2により組み立てられる。図5に示すように、本実施形態に係る熱交換部品の内部構造には、熱交換部品2は、主に螺旋状伝熱管3、中心筒4とスリーブ5により構成される。螺旋状伝熱管3は、中心筒4とスリーブ5との間の環状空間において、異なる半径で同軸螺旋状配置により1個または複数の同心の熱交換柱面6を形成し、各熱交換柱面6は、1個または複数の螺旋状伝熱管3により構成される。

【0024】

中心筒4と、スリーブ5と、螺旋状伝熱管束3の横断面は、円形または近円形（例えば、角丸矩形）であっても良い。

【0025】

各螺旋状伝熱管3の曲率半径は、管材の体積・表面検知用プローブが螺旋状伝熱管のすべての管路に到達及び通過できるように設定される。

【0026】

熱交換柱面6内の螺旋状伝熱管3の巻線式は、中心筒4の軸線方向に沿って見ると、隣接する熱交換柱面6上の螺旋状伝熱管束3は時計回りと逆時計回りで一定の間隔をおいて配列し、又は完全に時計回り或いは完全に逆時計回りに配列する巻線式を用いることもできる。

【0027】

各螺旋状伝熱管3は、液体ヘッダ11と連結する部分の内部で、オリフィス板が設けられ、本発明の実施形態に係る螺旋管入口のオリフィス板の構造は図6に示すようである。オリフィス板は固定オリフィス板7と取り除き可能なオリフィス板8とに分かれる。一つの螺旋状伝熱管3が効かなくなった後、無効となった螺旋状伝熱管3が所在する螺旋柱面6にある他の螺旋状伝熱管3の取り除き可能なオリフィス板8を取り除くことにより、螺旋管3内の流量再配分を実現させる。

【実施例2】

【0028】

蒸気発生器の水平高温流体通路内での縦断面図を図2に示す。本実施形態は、実施形態1の蒸気発生器と類似するが、本実施形態にかかる液体ヘッダ11と蒸気ヘッダ12が下流配置案を取り、即ち、蒸気ヘッダ12を熱交換器13の下流側に配置し、液体ヘッダ11が上流側に配置されることが実施の形態1と違う。

【実施例3】

【0029】

蒸気発生器の垂直高温流体通路内での縦断面図を図3に示す。蒸気発生器1は熱交換器13、液体ヘッダ11と蒸気ヘッダ12を有する。本実施形態の蒸気発生器1は、立て式配置である。液体ヘッダ11と蒸気ヘッダ12は、それぞれ熱交換器13の両側に配置され、本実施形態には逆流配置案を採用し、即ち、蒸気ヘッダ12が熱交換器13の上流側に配置され、液体ヘッダ11が下流側に配置される。

【0030】

熱交換器13は複数の同一構造の熱交換部品2により組立てられる。図5に示すように、本実施形態に係る熱交換部品の内部構造において、熱交換部品2は螺旋状伝熱管束3、中心筒4とスリーブ5を有し、中心筒4とスリーブ5との間の環状空間において、螺旋状

10

20

30

40

50

伝熱管束3は異なる半径で同軸螺旋状配置により1個また複数の同心熱交換柱面6を形成し、熱交換柱面6は1つまたは複数の螺旋状伝熱管により構成される。螺旋状伝熱管3の曲率半径は管材の体積・表面検知用プローブが螺旋状伝熱管のすべての管路に到達及び通過できるように設定され、且つ、中心筒軸線方向に沿って、隣接する熱交換面上の螺旋状伝熱管束3の巻線式は、時計回りと逆時計回りで一定の間隔をおいて配列し、又は完全に時計回り或いは完全に逆時計回りで配列する巻線式を用いる。螺旋状伝熱管束3、中心筒4とスリーブ5の横断面は、円形または丸角矩形である。液体ヘッダ11の一端は主給水管14に連結され、他端は螺旋状伝熱管束3に連結される。蒸気ヘッダ12の一端は主蒸気管15に連結され、他端は螺旋状伝熱管束3に連結される。

【0031】

図6に示すように、各螺旋状伝熱管束は、液体ヘッダと連結する部分の内部で、固定オリフィス7板と取り除き可能なオリフィス板8が設けられる。固定オリフィス板7は、螺旋状伝熱管束内の2相流体流動の安定性を保持し、且つ各螺旋状伝熱管束の抵抗を均一させ、取り除き可能なオリフィス板8は、一つの螺旋状伝熱管が効かなくなった後、無効となった螺旋状伝熱管が所在する螺旋柱面にある他の螺旋状伝熱管の取り除き可能なオリフィス板を取り除くことにより、螺旋管内の流量再配分を実現させる。

【実施例4】

【0032】

蒸気発生器の垂直高温流体通路内での縦断面図を、図4に示す。本実施形態は、実施の形態3の蒸気発生器と類似するが、本実施形態にかかる液体ヘッダ11と蒸気ヘッダ12が下流配置案、即ち、蒸気ヘッダ12を熱交換器13の下流側に配置し、液体ヘッダ11を上流側に配置することが実施の形態3と違う。

【0033】

本発明に係る前記熱交換部品2、固定オリフィス板7は取り除き可能なオリフィス板8は、使用前、必ず高温効力試験検証ができる性能を具備しなければならない。

【0034】

以上は、単に本発明の好ましい実施の形態であることに過ぎない。本分野の通常の技術者にとって、本発明の趣旨及び実質を逸脱しない限り、上記各実施の形態に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、各実施の形態は、適宜組み合わせで実施することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0035】

本発明の蒸気発生器は、熱交換器、液体ヘッダと蒸気ヘッダを有する。本発明に係る単一の組立品は、炉外で高温効力試験を実施でき、また、構造が安定で、バッチ生産が可能であり、コストを削減するようになる。本発明の蒸気発生器は、伝熱管の体積と表面の動作中検査を実現し、早急にセキュリティリスクを発見し、使用前の高温効力検証試験を実施することにより、デザインの信頼性を検証できる。従って、本発明は産業上の利用可能性を有する。

10

20

30

【図1】

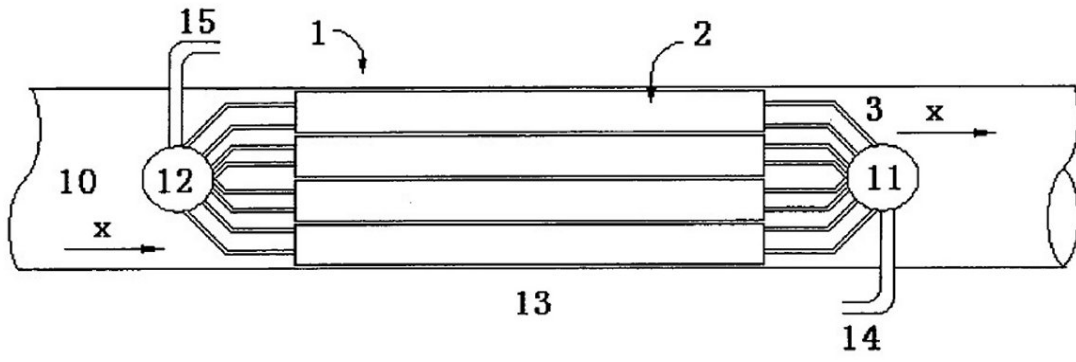


図1

【図2】

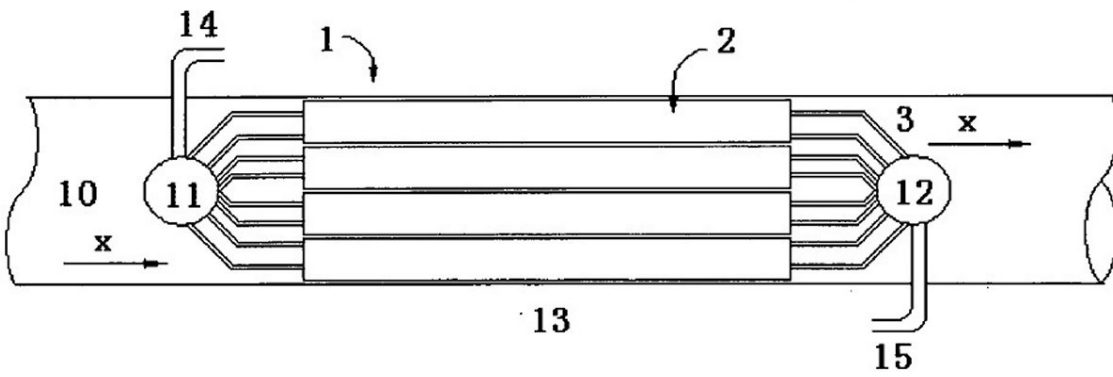


図2

【図3】

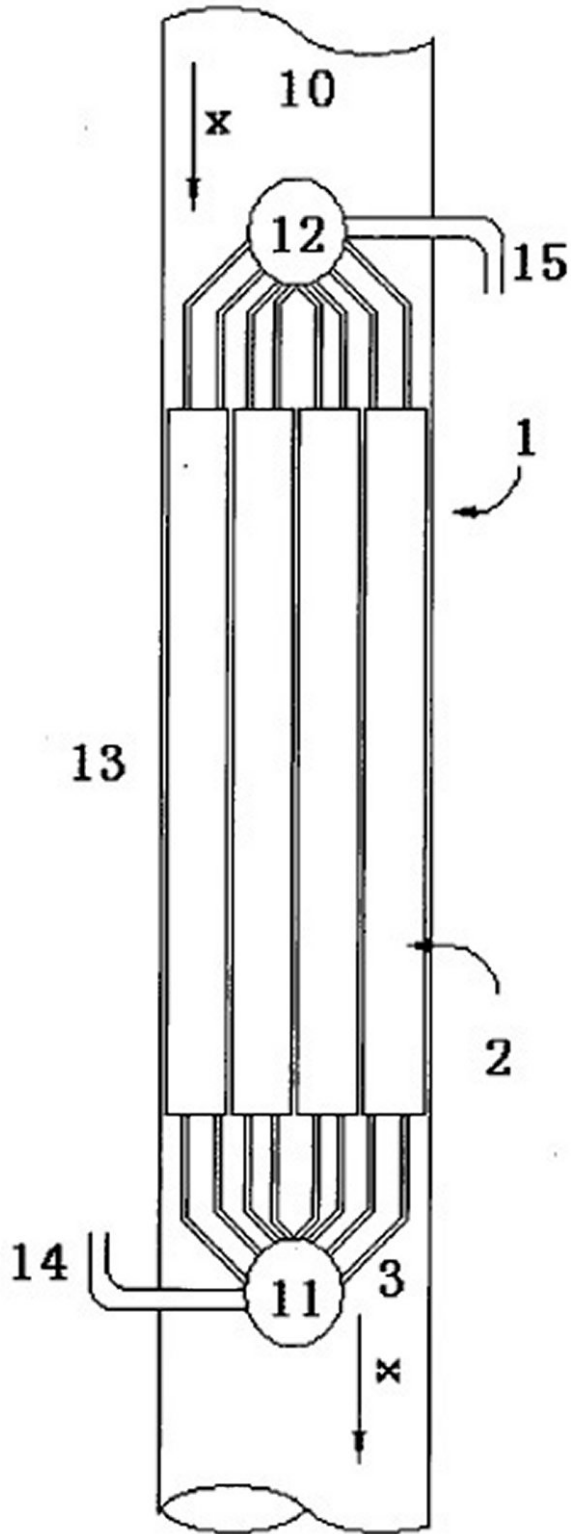


図3

【図4】

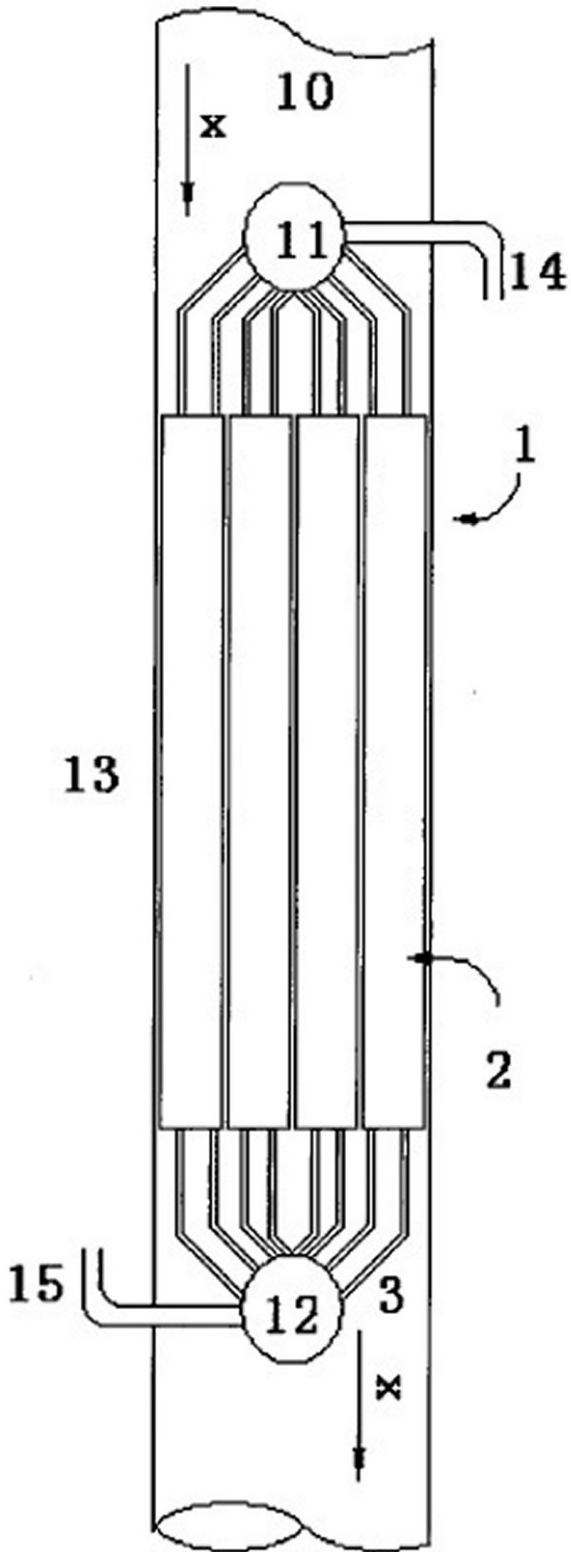


図4

【図5】

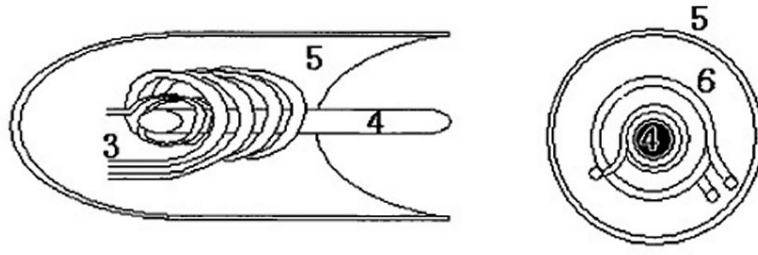


図5

【図6】

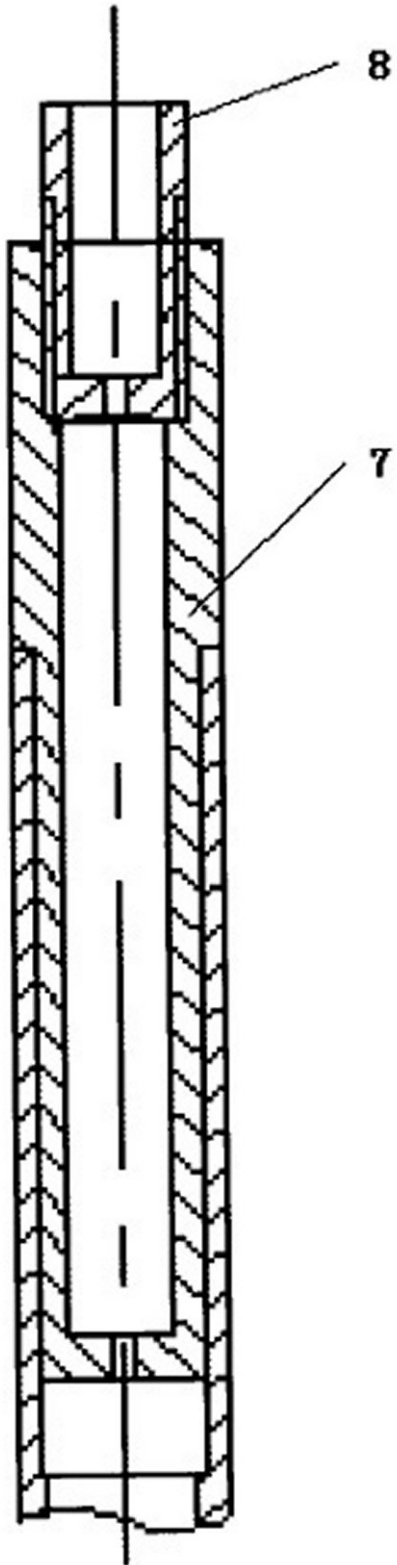


図6

フロントページの続き

- (72)発明者 ウー, シンシン
中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア ア
ンド ニュー エナジー テクノロジー
- (72)発明者 ルオ, シャオウェイ
中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア ア
ンド ニュー エナジー テクノロジー
- (72)発明者 チャン, チェンミン
中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア ア
ンド ニュー エナジー テクノロジー
- (72)発明者 ウー, ツォンシン
中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア ア
ンド ニュー エナジー テクノロジー
- (72)発明者 チャン, ツォイー
中華人民共和国 北京 100084、清華大学、インスティテュート オブ ニュークリア ア
ンド ニュー エナジー テクノロジー

審査官 山本 崇昭

- (56)参考文献 米国特許第3219017 (US, A)
特開平11-264676 (JP, A)
英国特許出願公開第974662 (GB, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F22B 21/26
F22B 37/22