



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 342 492**

51 Int. Cl.:
H01M 8/02 (2006.01)
H01M 8/24 (2006.01)
C25B 9/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06807346 .9**
96 Fecha de presentación : **17.10.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1938409**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.07.2008**

54 Título: **Módulo de pila de combustible tubular y su dispositivo de estanqueidad.**

30 Prioridad: **19.10.2005 FR 05 53180**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.07.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.07.2010

73 Titular/es: **Commissariat à l'énergie atomique et
aux énergies alternatives
Bâtiment D "Le Ponant" - 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Sarro, Jean-Luc**

74 Agente: **Justo Bailey, Mario de**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Módulo de pila de combustible tubular y su dispositivo de estanqueidad.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a las pilas de combustible y, en particular, a aquellas que funcionan a alta temperatura, como las pilas de combustible SOFC ("Solid Oxide Fuel Cell"), así como a electrolizadores del tipo SOEC ("Solid Oxide Electrolysis Cell").

10 **Técnica anterior y problema planteado**

Las pilas de combustible del tipo SOFC funcionan con oxígeno e hidrógeno como combustibles, o con otro gas combustible, por ejemplo del tipo del metano, y a temperaturas incluidas entre 500 y 1.000°C. Estas pilas están constituidas por un apilamiento de varias celdas elementales unidas por elementos de conexión tales como interconectores o placas bipolares. Cada celda elemental está constituida a su vez por un apilamiento de un cátodo, un electrolito y un ánodo. La elevada temperatura es necesaria para obtener una conductividad en iones O_2 suficiente del electrolito.

En la arquitectura coaxial, el apilamiento de las distintas celdas elementales de pilas de combustible es concéntrico, estando cada celda elemental unida a su vez a la otra mediante un interconector, como se describe por ejemplo en el documento WO96/04690.

La figura 1 representa un tipo de estructura tubular que incluye principalmente un apilamiento concéntrico 2 de varias celdas elementales 6 de pilas de combustible intercaladas con interconectores 1. En cada extremo del apilamiento se encuentra una brida 4 o 5 que posee, bien una red de distribución de oxígeno e hidrógeno como la brida inferior de base 5, bien una red de recogida de los gases residuales como la brida superior 4. Además, se utiliza, entre la parte superior del apilamiento 2 y la brida superior 4, una junta 3 constituida por un disco de lana cerámica comprimido entre los dos elementos citados. De este modo, crea una pérdida de carga entre las distintas cámaras del circuito de los gases combustibles y tiene asimismo por función absorber las diferencias de dilatación entre los distintos elementos que constituyen el apilamiento, especialmente las celdas y los interconectores, siendo estos últimos metálicos.

Sin embargo, se pone de manifiesto que dicha junta no asegura una perfecta estanqueidad. En efecto, una fracción de los gases se mezcla y se quema. Esta imperfección se puede utilizar con objeto de calentar los gases entrantes, si fuese necesario. Por el contrario, esta aportación de calor puede hacerse innecesaria en ciertas condiciones de funcionamiento. Esta fuga a la salida del aparato se convierte entonces en un defecto perjudicial para el rendimiento del módulo de pila de combustible.

El objetivo de la invención es remediar dichos inconvenientes con el fin de recuperar los gases aprovechables a la salida del aparato y, por lo tanto, mejorar su rendimiento. Para las pilas de combustible SOFC, los gases presentes son el hidrógeno no consumido a la salida de la cámara anódica y el oxígeno a la salida de la cámara catódica y, para los electrolizadores del tipo SOEC, los gases presentes son el hidrógeno producido a la salida de la cámara catódica y el oxígeno más un gas vector a la salida de la cámara anódica.

La invención tiene asimismo por objetivo, en el marco de las pilas de combustible SOFC, así como en el de los electrolizadores del tipo SOEC, reducir el riesgo de agotamiento generado por una combustión incontrolada debida a la mezcla de los dos gases, y también absorber la diferencia de dilatación de los distintos componentes.

Sumario de la invención

A tal efecto, el principal objeto de la invención es un módulo de pilas de combustible compuesto por un apilamiento tubular de celdas elementales intercaladas con interconectores y que incluye, para cada nivel relativo a una celda:

- un interconector;
- una cámara anódica;
- una celda elemental;
- una cámara catódica,

completándose el módulo con dos cajas de distribución y recogida en ambos extremos del apilamiento, de las cuales una caja es superior y la otra inferior, y con un dispositivo de estanqueidad constituido por una junta superior entre el apilamiento y la caja superior. Cabe señalar que el vidrio, a la temperatura de funcionamiento, se encuentra en estado pastoso. Las formas tubulares de la caja superior quedan "sumergidas" en el vidrio, sin comprimirlo.

Según la invención, el dispositivo de estanqueidad se completa mediante una superficie inferior de la caja superior que posee paredes tubulares concéntricas, es decir dos para cada nivel relativo a una celda, que se sumergen en la junta superior, terminándose las cámaras anódicas y catódicas mediante depósitos constituidos cada uno por un casquillo

tubular interno y un casquillo tubular externo que contienen la junta superior y que desembocan por pares en el interior de una cavidad de la caja que es superior.

En una realización preferida de la invención, la junta es de vidrio.

Asimismo, en una realización principal de la invención, la estructura tubular del módulo es cilíndrica.

En una primera versión del módulo de la invención, la caja inferior es una caja de distribución, encontrándose situada una junta inferior entre la base del apilamiento y la superficie superior de la caja inferior, y la caja superior es una caja de recogida de los gases.

En este caso, los medios de distribución de la caja de distribución están constituidos por al menos dos canales anulares que desembocan en al menos dos canales radiales por medio de conductos y que desembocan a su vez en una superficie del apilamiento por medio de conductos de distribución destinados a alimentar los electrodos mediante las cámaras anódicas y catódicas.

En este caso, los medios de recogida de la caja de recogida están constituidos por al menos dos canales radiales que desembocan en la superficie enfrente del apilamiento por conductos de recogida y que desembocan en una superficie externa por medio de canales anulares, para la salida de los gases residuales.

En la segunda versión del módulo de la invención, las cajas inferior y superior se destinan cada una a la distribución y la recogida de uno de los gases combustibles.

En este segundo caso, los medios de distribución de las dos cajas están constituidas, para cada caja, por al menos un canal radial que desemboca en una cara del apilamiento por medio de orificios de distribución destinados a alimentar los electrodos por las cámaras anódicas y catódicas.

Asimismo, en este caso, los medios de recogida de las dos cajas están constituidos por al menos un canal anular en la superficie enfrente del apilamiento y por orificios de salida en una superficie externa y que desembocan en el canal anular para la salida de los gases residuales.

Es ventajoso utilizar un tubo de soporte en el centro del apilamiento, que asegure el centrado y el soporte de la caja superior.

Breve descripción de los dibujos

La invención y sus distintas características técnicas se entenderán mejor mediante la siguiente descripción detallada acompañada de las figuras, presentando respectivamente:

- la figura 1, ya descrita en corte, un elemento de pila de combustible según la técnica anterior;
- la figura 2, en corte, un elemento de pila de combustible según la invención; y
- la figura 3, en corte, el dispositivo de estanqueidad del módulo de pila de combustible según la invención.

Exposición detallada de realizaciones particulares

Con referencia a la figura 2, el módulo de la invención incluye principalmente una caja 20 de distribución que es aquí la caja inferior que sirve de base para un apilamiento concéntrico de celdas elementales 10 y una caja 30 de recogida que es aquí la caja superior, que cubre el apilamiento de celdas 10. Se completa el conjunto con un tubo 40 de soporte y centrado situado en el centro del apilamiento concéntrico de celdas 10. Dicho tubo 40 de soporte y centrado se coloca colocado en un empotramiento 29 de la caja 20 de distribución y en un empotramiento 39 de la caja 30 de recogida. El apilamiento de celdas 10 se sitúa en una ranura 21 de la caja 20 de distribución, con una junta de vidrio inferior 27 a modo de complemento. En su parte superior, el apilamiento de celdas 10 se coloca en cavidades 37 formadas en la superficie inferior de la caja 30 de recogida. Más concretamente, en su parte superior, cada celda 10 y cada interconector poseen un ensanche que constituye un depósito 43, estando dispuesto cada uno de éstos entre dos paredes que constituyen la cavidad 37. El detalle de esta instalación se describe con referencia a la figura 3.

La caja 20 de distribución posee conductos de entrada 22 y 23 de los gases combustibles que la atraviesan por medio de dos canalizaciones circulares 24, de conductos 27 que desembocan en al menos un canal radial 25. Unos conductos 26 permiten distribuir el gas en cámaras anódica y catódica situadas por una y otra parte de cada una de las celdas 10.

Unos tubos capilares 41 se sitúan en la prolongación de los interconectores 12. Éstos se ajustan en unos refrentados, con objeto de evitar la obstrucción de canales de alimentación por la junta inferior 28 de vidrio. La cara inferior de las celdas 11 y de los interconectores 12, está, en contacto con la junta inferior 28 de vidrio, situada en la ranura 21 de la caja 20 de distribución.

ES 2 342 492 T3

De manera similar, unos conductos 36 están dispuestos enfrente de las salidas de dichas cámaras anódicas y catódicas, en la caja 30 de recogida. De este modo, los gases residuales son captados por al menos un canal radial 35 y son enviados hacia conductos 32 y 33 de salida por medio de conductos 37 y de canalizaciones circulares 34.

5 Como se muestra mediante la dirección de las flechas, la circulación de los gases se efectúa globalmente de manera vertical ascendente o descendente. Según la realización descrita en la figura 2, se efectúa de manera co-corriente, pero puede plantearse asimismo a contracorriente.

10 En lo que se refiere al dispositivo de estanqueidad específico de este módulo, en la figura 3 se encuentra la caja 30 de recogida, más concretamente su parte inferior, las cavidades 37 formadas por paredes 38 que son concéntricas. Se distinguen asimismo los depósitos 43 constituidos por una alternancia de casquillo interno 44 y externo 45 cuyos extremos están ligeramente desplazados para constituir dichos ensanches. El casquillo interno 44 y el casquillo 45 de cada depósito 43 se colocan cada uno en dos cavidades 37 adyacentes. Dicho de otra manera, las cámaras anódicas y catódicas 14 que rodean cada celda 10 desembocan cada una en una de las cavidades 37. En esta figura 3, se muestran
15 asimismo los interconectores 12 que están situados de manera concéntrica e intercalados entre las celdas 10 también concéntricas.

La estanqueidad de este módulo a este nivel está asegurada por una junta superior 50, de vidrio, hundida en el conjunto constituido por el apilamiento de las celdas 10 y los interconectores 12 a nivel de los depósitos 43. Por lo
20 tanto, esta junta superior 50 obstruye los extremos de los interconectores 12 y de las celdas 10 en un grosor bastante relevante. Además, se observa que las paredes 38, que forman las cavidades 37, están asimismo hundidas en la junta 50.

Los casquillos internos 44 y externos 45 se obtienen a partir de un fleje metálico, por ejemplo de una aleación a
25 base de níquel o a base de hierro, enrollado y soldado. Más concretamente, los casquillos internos 44 y externos 45 que cubren los interconectores 12, se realizan a partir del mismo material que éste y pueden ir, bien encajadas bien soldadas en el extremo del tubo. En el caso en que van encajadas, poseen una forma adicional que hace oficio de tope axial. Los casquillos internos 44 y externos 45 que cubren las celdas 10 están realizados a partir de un material que posee un coeficiente de dilatación lo más próximo posible del de las celdas 11. Estas están encajadas y poseen una
30 forma que hace oficio de tope axial.

En lo que se refiere a la estanqueidad en el extremo de las celdas 10, se determinan los diámetros en frío de los casquillos internos 44 y externos 45 para obtener, cualquiera que sea la temperatura, juego entre cada celda 11 y su casquillo interno 44 y externo 45. Este juego se debe dimensionar para suprimir cualquier esfuerzo radial que pudiese
35 causar el agotamiento de la celda 10, asegurando a la vez el confinamiento del vidrio que constituye la junta 50.

Para limitar los problemas de corrosión y cortocircuito, los casquillos internos 44 y externos 45 pueden ir revestidas de un material resistente a la corrosión y aislante eléctrico, por ejemplo zirconio.

40 La caja 30 de recogida es metálica o de cerámica. Está constituida por un material que posee el coeficiente de dilatación más próximo posible de las celdas 10, de manera a limitar los esfuerzos durante las fases transitorias térmicas para las temperaturas inferiores a la temperatura de transición vidriosa del vidrio que constituye la junta 50.

Las celdas 10, de forma tubular, se realizan mediante un depósito de plasma o cualquier otro procedimiento de
45 fabricación de piezas de cerámica. Dado que poseen radios crecientes, se montan unas dentro de otras. Se precisa que su eje en posición de funcionamiento es vertical.

Los interconectores 12 son asimismo tubulares y metálicos. Se recuerda que aseguran la separación de los gases y la puesta en serie de las celdas 10 gracias a láminas montadas sobre los mismos mediante soldadura.
50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Módulo de pila de combustible compuesto:

- por un apilamiento tubular de celdas elementales (10) intercaladas con interconectores (12), incluyendo el módulo para cada nivel relativo a una celda (10):
 - un interconector (12);
 - una cámara anódica (14);
 - una celda elemental (10);
 - una cámara catódica,
- dos cajas (20, 30) de distribución y recogida situadas en ambos extremos del apilamiento, de las cuales una caja (30) es superior y la otra caja (20) es inferior, y
- un dispositivo de estanqueidad constituido por una junta superior (50) situada entre el apilamiento y la caja superior (30),

caracterizado porque el dispositivo de estanqueidad se completa mediante una superficie inferior de la caja (30) que es superior, que posee, para cada nivel relativo a una celda (10) dos paredes tubulares concéntricas (38), que se sumergen en la junta superior (50), terminándose las cámaras anódicas (14) y catódicas (14) mediante depósitos (43) constituidos cada uno por un casquillo tubular interno (44) y un casquillo tubular externo (45), que contienen la junta superior (50) y que desembocan por pares en el interior de una cavidad (37) de la caja (30) que es superior.

2. Módulo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la junta superior (50) es de vidrio.3. Módulo según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado** porque la estructura del módulo es cilíndrica.

4. Módulo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la caja inferior es una caja (20) de distribución completada por una junta inferior (27) colocada entre el apilamiento y la caja (20) de distribución, y porque la caja superior es una caja (30) de recogida completada por una junta superior (50).

5. Módulo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las cajas inferior y superior constituyen cada una caja de distribución de un primer gas y una caja de recogida para un segundo gas.

6. Módulo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque incluye medios de distribución de la caja (20) de distribución constituidos por al menos dos canales anulares (24) que desembocan en al menos dos canales radiales (25) que desembocan a su vez en una superficie del apilamiento por medio de conductos (26) de distribución destinados a alimentar los electrodos de las celdas (10) por medio de las cámaras anódicas y catódicas (14).

7. Módulo según la reivindicación 4, **caracterizado** porque incluye medios de recogida de la caja (30) de recogida constituidos por al menos dos canales radiales (35) que desembocan en la superficie enfrente del apilamiento por medio de conductos de recogida (36) y que desembocan en la superficie externa de la caja (30) de recogida por medio de canales anulares (34) y conductos de salida (37) para la salida de los gases residuales.

8. Módulo según la reivindicación 1, **caracterizado** porque incluye un tubo de soporte y centrado (40) colocado en el centro del apilamiento.

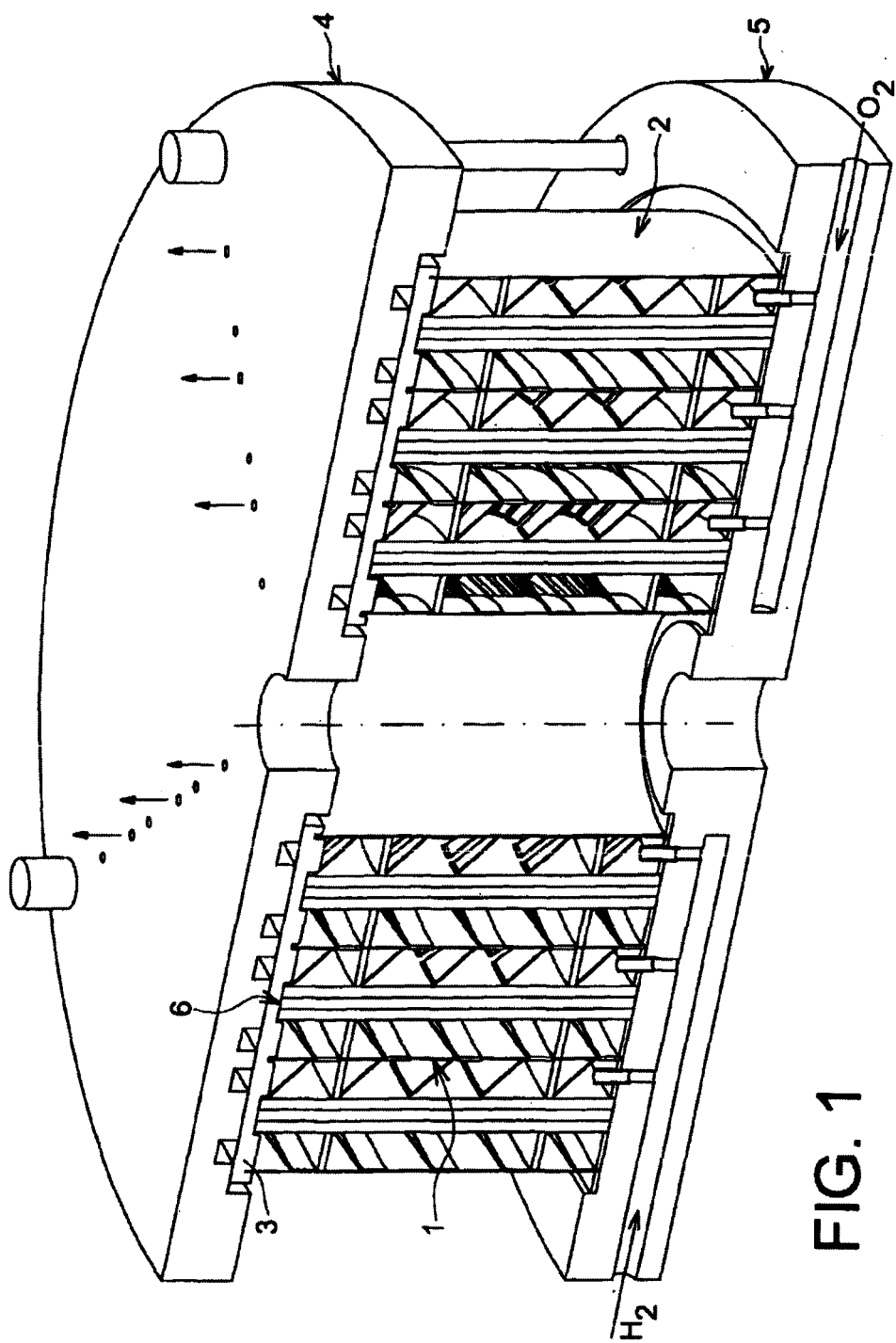
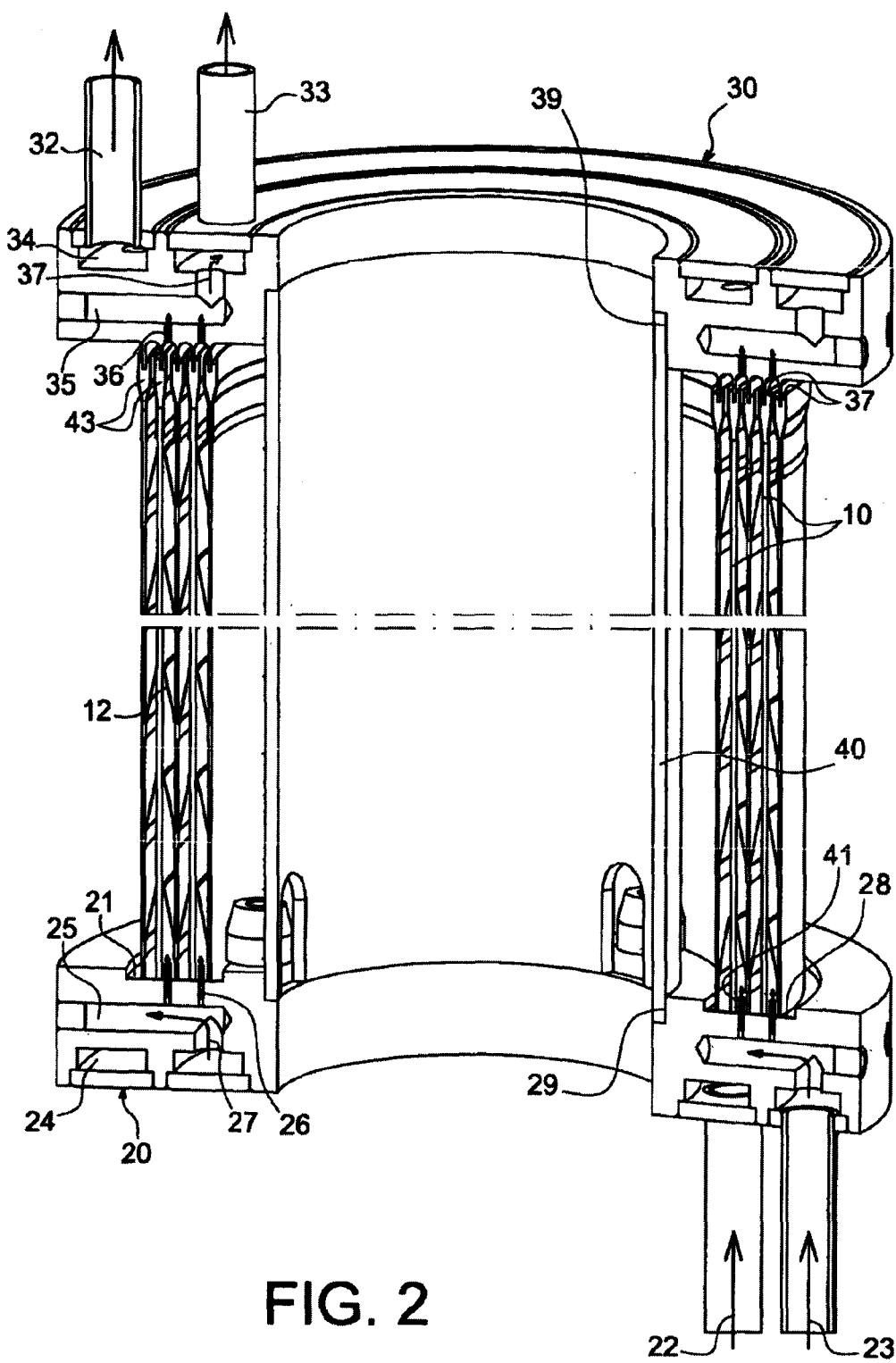


FIG. 1



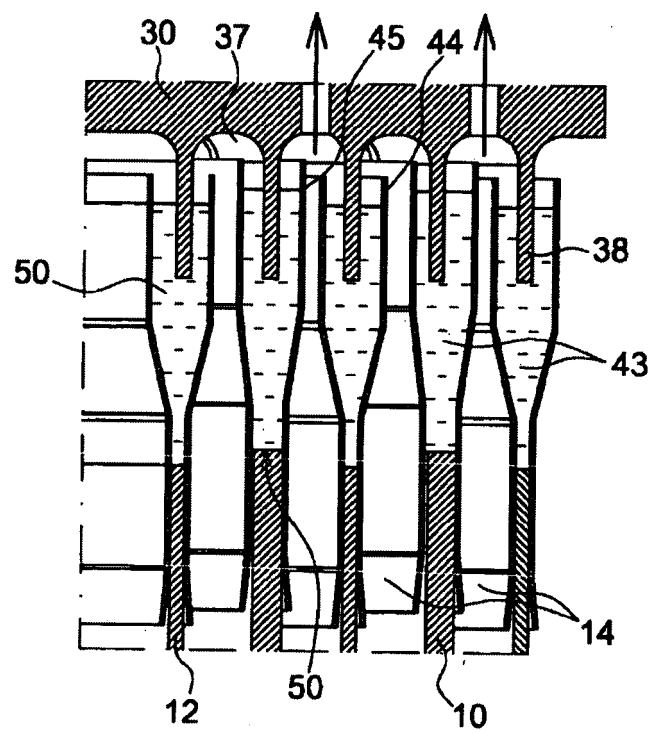


FIG. 3