(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **1 294 972**

(21) Número de solicitud: 202231168

(51) Int. Cl.:

F23C 3/00 (2006.01)
F23C 7/00 (2006.01)
F23D 14/46 (2006.01)

(12) SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD U

(22) Fecha de presentación:

12.07.2022

(43) Fecha de publicación de la solicitud:

14.10.2022

(71) Solicitantes:

FUNDACION CIRCE - CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS (100.0%)
Parque Empresarial Dinamiza, Avd. Ranillas nº3D, 1ª Planta.
50018 ZARAGOZA (Zaragoza) ES

(72) Inventor/es:

PEREZ HERAS, Luis

(74) Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

(54) Título: **CALDERA DE COMBUSTIÓN DE HIDRÓGENO**

ES 1 294 972 U

DESCRIPCIÓN

CALDERA DE COMBUSTIÓN DE HIDRÓGENO

OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente solicitud de invención tiene por objeto el registro de una caldera de combustión de hidrógeno, que incorpora notables innovaciones y ventajas frente a las técnicas utilizadas hasta el momento.

Más concretamente, la invención propone el desarrollo de una caldera de combustión de hidrógeno, que por su particular disposición, permite un mejor aprovechamiento energético en una combustión utilizada para un calentamiento de una masa de agua líquida.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Son conocidas en el actual estado de la técnica las calderas de generación de agua caliente y vapor de agua.

Las más presentes en la industria se dividen en acuotubulares y pirotubulares. En las primeras, los gases de combustión intercambian calor con bancos de tubos por los que circula agua hasta ser evacuados por la chimenea.

En las segundas, son los gases de combustión a alta temperatura los que recorren uno o múltiples pasos a través de tubos rodeados por agua, en su recorrido hasta la chimenea intercambian calor enfriándose antes de su salida. Estas calderas pueden ser alimentadas por todo tipo de combustibles fósiles o biocombustibles: gas natural, GLP, carbón, biomasa, etc.

Por otra parte, el mercado de generación de vapor y agua caliente se enfrenta en la próxima década a la descarbonización impulsado por el aumento en el coste de los derechos de emisiones de dióxido de carbono, la legislación y la presión ciudadana. Se espera que el hidrógeno tenga un papel clave para sustituir los combustibles tradicionales en equipos de combustión.

La presente invención contribuye a solucionar y solventar la presente problemática, pues permite un mejor aprovechamiento energético en una combustión utilizada para un calentamiento de una masa de agua líquida.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

La presente invención se ha desarrollado con el fin de proporcionar una caldera de combustión de hidrógeno, que comprende una cámara de combustión, unos medios de recepción de hidrógeno como combustible, unos medios de recepción de comburente y unos medios de salida de gases de la combustión; estando los medios de recepción de hidrógeno y los medios de recepción de comburente habilitados al mismo tiempo y mutuamente cada uno de ellos con la misma cámara de combustión para su comunicación con la cámara de combustión y una correspondiente introducción respectiva del hidrógeno y del comburente en dicha cámara de combustión, y estando los medios de salida de gases de la combustión habilitados para una conducción de los gases de combustión salientes desde la cámara de combustión y una introducción de los mismos en el interior de una masa de agua líquida; estando la cámara de combustión habilitada y dotada de unos medios de quemado habilitados para una combustión entre el hidrógeno y el comburente suministrados e introducidos en ella.

Preferentemente, en la caldera de combustión de hidrógeno los medios de salida de gases de la combustión comprenden unos medios de burbujeo habilitados para una introducción de los gases de combustión en la masa de agua mediante una generación de burbujas de dichos gases de la combustión en el interior de la masa de agua.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno el comburente es oxígeno puro.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno el comburente es aire ambiental.

Adicionalmente, en la caldera de combustión de hidrógeno, los medios de salida de gases de la combustión comprenden unos medios de purgado de compuestos de los gases de la combustión.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, la masa de agua líquida está contenida en un depósito.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, la masa de agua líquida se encuentra en una corriente de agua circulante.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, los medios de salida de gases de la combustión están habilitados para una generación de agua caliente en la masa de agua líquida.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, los medios de salida de gases de la combustión están habilitados para una generación de vapor en la masa de agua líquida.

Preferentemente, en la caldera de combustión de hidrógeno los medios de purgado están dispuestos en una región más alta del depósito que contiene la masa de agua.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, el depósito que contiene la masa de agua líquida dispone de una primera zona en la que se produce un burbujeo y por su punto más alto tiene lugar una purga del nitrógeno del aire de combustión u otros gases, y dispone de una segunda zona en la que tiene lugar un intercambio de calor de los gases calientes de la combustión en la masa de agua hasta generar vapor que también es evacuado por la parte superior de dicha segunda zona.

Preferentemente, en la caldera de combustión de hidrógeno, la salida de agua caliente tiene lugar en la parte superior del depósito que contiene la masa de agua.

Preferentemente, en la caldera de combustión de hidrógeno, la salida del vapor tiene lugar en la parte superior del depósito que contiene la masa de agua.

Alternativamente, en la caldera de combustión de hidrógeno, los medios de burbujeo comprenden un burbujeador “sparger”.

Gracias a la presente invención, se consigue un mejor aprovechamiento energético en una combustión utilizada para un calentamiento de una masa de agua líquida.

La descarbonización posiciona al hidrógeno como uno de los vectores más prometedores para aumentar la sostenibilidad de los procesos de combustión. La inclusión del hidrógeno en calderas de generación de agua caliente y vapor sobrecalentado permitirá rediseños innovadores que aumenten la eficiencia en este tipo de equipos. Este nuevo sistema

permitirá una producción de agua caliente y vapor sobrecalentado de alta eficiencia y libre de carbono.

Otras características y ventajas de la caldera de combustión de hidrógeno resultarán evidentes a partir de la descripción de una realización preferida, pero no exclusiva, que se ilustra a modo de ejemplo no limitativo en los dibujos que se acompañan, en los cuales:

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Figura 1.- Es una vista en esquemática de una modalidad de realización preferida de la caldera de combustión de hidrógeno de la presente invención.
Figura 2.- Es una vista esquemática indicativa de una disposición de tarado de unos medios de burbujeo de una modalidad de realización preferida de la caldera de combustión de hidrógeno de la presente invención.
Figuras 3 a 5.- Son unas vistas esquemáticas indicativas de diferentes disposiciones de los medios de salida de gases de la combustión en diferentes modalidades de realización preferidas de la caldera de combustión de hidrógeno de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DE UNA REALIZACIÓN PREFERENTE

Tal y como se muestra esquemáticamente en la figura 1, la caldera de combustión de hidrógeno de la presente invención, y representada genéricamente con la referencia 1, comprende una cámara de combustión 2, unos medios de recepción de hidrógeno 3 como combustible, unos medios de recepción de comburente 4 y unos medios de salida 5 de gases de la combustión desde dicha cámara de combustión 2.

Tal y como se aprecia esquemáticamente en la figura 1, los medios de recepción de hidrógeno 3 y los medios de recepción de comburente 4 están habilitados al mismo tiempo y mutuamente cada uno de ellos con la misma cámara de combustión 2, para permitir una comunicación y una correspondiente introducción del hidrógeno y del comburente respectivamente en la misma cámara de combustión 2.

Por otra parte, los medios de salida 5 de gases de la combustión están habilitados para una conducción de los gases de combustión resultantes y salientes desde la cámara de combustión 2, y una introducción de los mismos en el interior de una masa 6 de agua líquida

para una transferencia de calor. Dicha masa 6 de agua líquida puede estar contenida en un depósito habilitado a tal efecto, o bien puede ser parte de una corriente de agua circulante.

Además de ello, la cámara de combustión 2 está habilitada y dotada de unos medios de quemado 21 habilitados para un inicio de una combustión entre el hidrógeno y el comburente suministrados e introducidos en ella.

En diferentes modalidades de realización preferidas, el comburente suministrado a la cámara de combustión 2 desde los medios de recepción de comburente 4 es oxígeno puro, por lo que los gases de la combustión resultantes son únicamente vapor de agua a alta temperatura.

En otras modalidades de realización preferidas, el comburente suministrado a la cámara de combustión 2 desde medios de recepción de comburente 4 puede ser aire ambiental, por lo que los gases de la combustión resultantes son vapor de agua a alta temperatura y además otros compuestos como óxidos de nitrógeno o el nitrógeno del propio aire ambiental.

Este vapor de agua a alta temperatura resultante de la combustión entre el hidrógeno utilizado como combustible y el oxígeno puro o bien el aire ambiental utilizado como comburente, es introducido e incorporado directamente en el interior de la masa 6 de agua contenida en el depósito o que bien es parte de la corriente de agua que desee calentarse.

Por otra parte, los medios de salida 5 de gases de la combustión comprenden también unos medios de burbujeo 51 habilitados para una introducción de los gases de combustión en la masa 6 de agua del depósito, mediante una generación de burbujas de dichos gases de la combustión en el interior de la masa 6 de agua para facilitar así la transferencia de calor, tal y como también se aprecia en la figura 1.

En el caso de que la masa 6 de agua líquida esté contenida en un depósito habilitado a tal efecto, los medios de burbujeo 51 están presurizadamente tarados de modo adecuado para vencer la presión que ejerce sobre ellos la columna de agua de la misma masa 6 de agua líquida existente en el depósito, y permitir la salida del vapor de agua resultante de la combustión y su incorporación en la masa 6 de agua líquida del depósito, tal y como se representa esquemáticamente en la figura 2.

Este vapor de agua a alta temperatura incorporado directamente en la masa 6 de agua líquida, supone que aumente la entalpía en dicha masa 6 de agua líquida sin necesidad de disponer de los habituales y en muchas ocasiones complejos sistemas de intercambio de calor. De este modo se asegura la recuperación entálpica completa del calor liberado durante la combustión (rendimiento 100%), y no es necesario ningún diseño o fabricación de un sistema de intercambio de calor, ni que los gases calientes deban recorrer múltiples tubos que encarecen y complican el diseño y la instalación en su conjunto.

Este vapor de agua de los gases de combustión condensa entonces en la misma masa 6 de agua líquida, suponiendo por tanto que la eficiencia en el intercambio de calor sea del 100%, y que además se evite la contaminación del agua o vapor de agua generado por la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la presente invención con otros productos de la combustión, en el caso de utilizar oxígeno puro como comburente.

Al incorporar el vapor de agua caliente resultante en la masa 6 de agua líquida, ambas fases intercambian energía hasta igualar sus temperaturas y el vapor condensa incorporándose a la masa 6 de agua líquida. Por lo tanto, la cantidad de masa 6 de agua líquida resultante será superior a la inicial, ya que se habrá añadido el vapor de agua condensado.

En el otro caso referido anteriormente de que el comburente sea aire ambiental, y que por tanto los gases de la combustión resultantes son vapor de agua y además otros compuestos como óxidos de nitrógeno o el nitrógeno del propio aire ambiental, los medios de salida 5 de gases de la combustión comprenden también unos medios de purgado 52 para así evacuar los compuestos presentes además del vapor de agua resultantes en los gases de la combustión, que serán contabilizados como emisiones con impacto medioambiental.

Los referidos medios de purgado 52 pueden estar adaptados según si la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención está destinada a generar agua caliente o a la generación de vapor.

Si la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención está destinada a generar agua caliente, los medios de purgado 52 bastará que estén dispuestos en el punto más alto del depósito de la masa 6 de agua para evitar la acumulación de gases diferentes del vapor de agua resultante de la combustión, tal y como se representa en la figura 3.

Sin embargo, si la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención está destinada a la generación de vapor, los medios de salida 5 de gases de la combustión presentan dos zonas, una primera zona 521 en la que se produce el borboteo y por el punto más alto están dispuestos los medios de purgado del nitrógeno del aire de combustión u otros gases, y una segunda zona 522 en la que el intercambio de calor de los gases calientes de la combustión termine de calentar el agua hasta generar vapor que también será evacuado por la parte superior, tal y como se aprecia en la figura 4.

Alternativamente, en el caso de que la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención utilice oxígeno puro como comburente, para la generación de agua caliente los medios de salida 5 de gases de la combustión podrán ser como los representados en la misma figura 1, con la salida del agua caliente generada por la parte superior.

Alternativamente, en el caso de que la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención utilice también oxígeno puro como comburente, para generación de vapor los medios de salida 5 de gases de la combustión podrán ser como los representados en la misma figura 5, estando habilitada la salida de vapor en la parte superior del depósito que contiene la masa 6 de agua.

En el caso de que la masa 6 de agua líquida se encuentre en una corriente de agua que desee calentarse, el vapor de agua resultante de la combustión se incorpora en la corriente de agua que desee calentarse, y ambas fases de agua intercambian energía hasta igualar sus temperaturas y el vapor condensa incorporándose a la corriente de agua líquida. Por lo tanto, el flujo másico de agua será finalmente superior al alimentado, ya que se habrá añadido el condensado de los productos de la combustión.

En diferentes modalidades de realización preferidas, los medios de burbujeo 51 pueden comprender un burbujador “sparger”, dispuesto en el punto bajo de un depósito de la masa 6 de agua. De este modo los gases ascenderán por flotabilidad e igualarán su temperatura con el agua líquida antes de alcanzar la parte superior del depósito. La altura del depósito debe ser suficiente para evitar la creación de bolsas de vapor de agua en la zona superior que empeoren la eficiencia del intercambio de calor entre fases. Una de las características fundamentales del burbujeador “sparger” es que debe resistir las altas temperaturas de los gases de combustión, siendo recomendable el recurso a modelos fabricados con aleaciones metálicas sinterizadas. Aunque estos dispositivos ya se encuentran disponibles en el

mercado, su correcta selección permitirá reducir el coste y aumentar la durabilidad de la caldera.

Los medios de burbujeo 51 deben accionarse a partir de una cierta presión y quedar cerrados cuando la combustión se detiene para evitar una posible inundación de la cámara de combustión 2, estando para ello presurizadamente tarados tal y como se han representado esquemáticamente en la figura 2. La disposición de arriba abajo permitirá que las pequeñas filtraciones que puedan ocurrir durante el accionamiento se acumulen en la zona baja de la cámara de combustión 2 por efecto de la gravedad, y las altas temperaturas de la cámara de combustión 2 harán que las filtraciones se evaporen súbitamente incorporándose a los gases de combustión. El dispositivo de cierre automático es simple y se basa en la relación de presiones entre el depósito de la masa 6 de agua y la cámara de combustión 2. Cuando la caldera de combustión de hidrógeno 1 de la invención esté quemando hidrógeno, la presión en la cámara de combustión 2 aumentará venciendo la de la columna de agua que se encuentra sobre los borboteadores de los medios de burbujeo 51 y permitiendo la inyección de gases calientes en el depósito de la masa 6 de agua. En el momento en el que la combustión se interrumpa la presión caerá, haciendo que la columna de agua sobre los borboteadores de los medios de burbujeo 51 selle el cierre automático y evitando las filtraciones.

La mezcla del vapor de agua generado en la combustión de hidrógeno con la corriente líquida simplificará la construcción del equipo reduciendo el gasto en materiales y minimizando las múltiples soldaduras de los equipos actuales.

Tradicionalmente las calderas de generación de vapor y agua caliente se diseñan para maximizar el intercambio de calor y aumentar su eficiencia global. La caldera de combustión de hidrógeno de la invención no requiere complejas geometrías de intercambio y grandes cantidades de materiales, y el aumento de eficiencia se consigue asegurando la mezcla entre las corrientes gaseosa y líquida.

La solución que se propone en la caldera de combustión de hidrógeno de la invención consigue simplificar la fabricación de calderas, aumentar su eficiencia térmica y reducir la huella de carbono directa (emisiones de CO_2) e indirecta (menor peso y volumen de materiales).

Si bien la invención sería aplicable a cualquier tipo de combustión, su uso para hidrógeno de alta pureza (>99,9%) permite evitar la contaminación del agua o vapor de agua generado por la caldera con otros productos de la combustión.

Los detalles, las formas, las dimensiones y demás elementos accesorios, así como los materiales empleados en la fabricación de la caldera de combustión de hidrógeno de la invención, podrán ser convenientemente sustituidos por otros que sean técnicamente equivalentes y no se aparten de la esencialidad de la invención ni del ámbito definido por las reivindicaciones que se incluyen a continuación.

REIVINDICACIONES

1. Caldera de combustión de hidrógeno, caracterizada por el hecho de que comprende una cámara de combustión (2), unos medios de recepción de hidrógeno (3) como combustible, unos medios de recepción de comburente (4) y unos medios de salida (5) de gases de la combustión; estando los medios de recepción de hidrógeno (3) y los medios de recepción de comburente (4) habilitados al mismo tiempo y mutuamente cada uno de ellos con la misma cámara de combustión (2) para su comunicación con la cámara de combustión (2) y una correspondiente introducción respectiva del hidrógeno y del comburente en dicha cámara de combustión (2), y estando los medios de salida (5) de gases de la combustión habilitados para una conducción de los gases de combustión salientes desde la cámara de combustión (2) y una introducción de los mismos en el interior de una masa (6) de agua líquida; estando la cámara de combustión (2) habilitada y dotada de unos medios de quemado (21) habilitados para una combustión entre el hidrógeno y el comburente suministrados e introducidos en ella.

2. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 1, en que los medios de salida (5) de gases de la combustión comprenden unos medios de burbujeo (51) habilitados para una introducción de los gases de combustión en la masa (6) de agua mediante una generación de burbujas de dichos gases de la combustión en el interior de la masa (6) de agua.

3. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 1 o 2, en que el comburente es oxígeno puro.

4. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 1 o 2, en que el comburente es aire ambiental.

5. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 4, en que los medios de salida (5) de gases de la combustión comprenden unos medios de purgado (52) de compuestos de los gases de la combustión.

6. Caldera de combustión de hidrógeno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en que la masa (6) de agua líquida está contenida en un depósito.

7. Caldera de combustión de hidrógeno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en que la masa (6) de agua líquida se encuentra en una corriente de agua circulante.

8. Caldera de combustión de hidrógeno según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en que los medios de salida (5) de gases de la combustión están habilitados para una generación de agua caliente en la masa (6) de agua líquida.

9. Caldera de combustión de hidrógeno según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en que los medios de salida (5) de gases de la combustión están habilitados para una generación de vapor en la masa (6) de agua líquida.

10. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 2, 5 y 6, en que los medios de purgado (52) están dispuestos en una región más alta del depósito que contiene la masa (6) de agua.

11. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 2, 5 y 6, en que el depósito que contiene la masa (6) de agua líquida dispone de una primera zona (521) en la que se produce un burbujeo y por su punto más alto están dispuestos los medios de purgado (52) del nitrógeno del aire de combustión u otros gases, y dispone de una segunda zona (522) en la que tiene lugar un intercambio de calor de los gases calientes de la combustión en la masa (6) de agua hasta generar vapor que también es evacuado por la parte superior de dicha segunda zona (522).

12. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 8 cuando depende de la reivindicación 2, 3 y 6, en que la salida de agua caliente tiene lugar en la parte superior del depósito que contiene la masa (6) de agua.

13. Caldera de combustión de hidrógeno según la reivindicación 9 cuando depende de la reivindicación 2, 3 y 6, en que la salida del vapor tiene lugar en la parte superior del depósito que contiene la masa (6) de agua.

14. Caldera de combustión de hidrógeno según cualquiera de las reivindicaciones 3 a 13 cuando dependen de la reivindicación 2, en que los medios de burbujeo (51) comprenden un burbujeador “sparger”.

FIG. 1

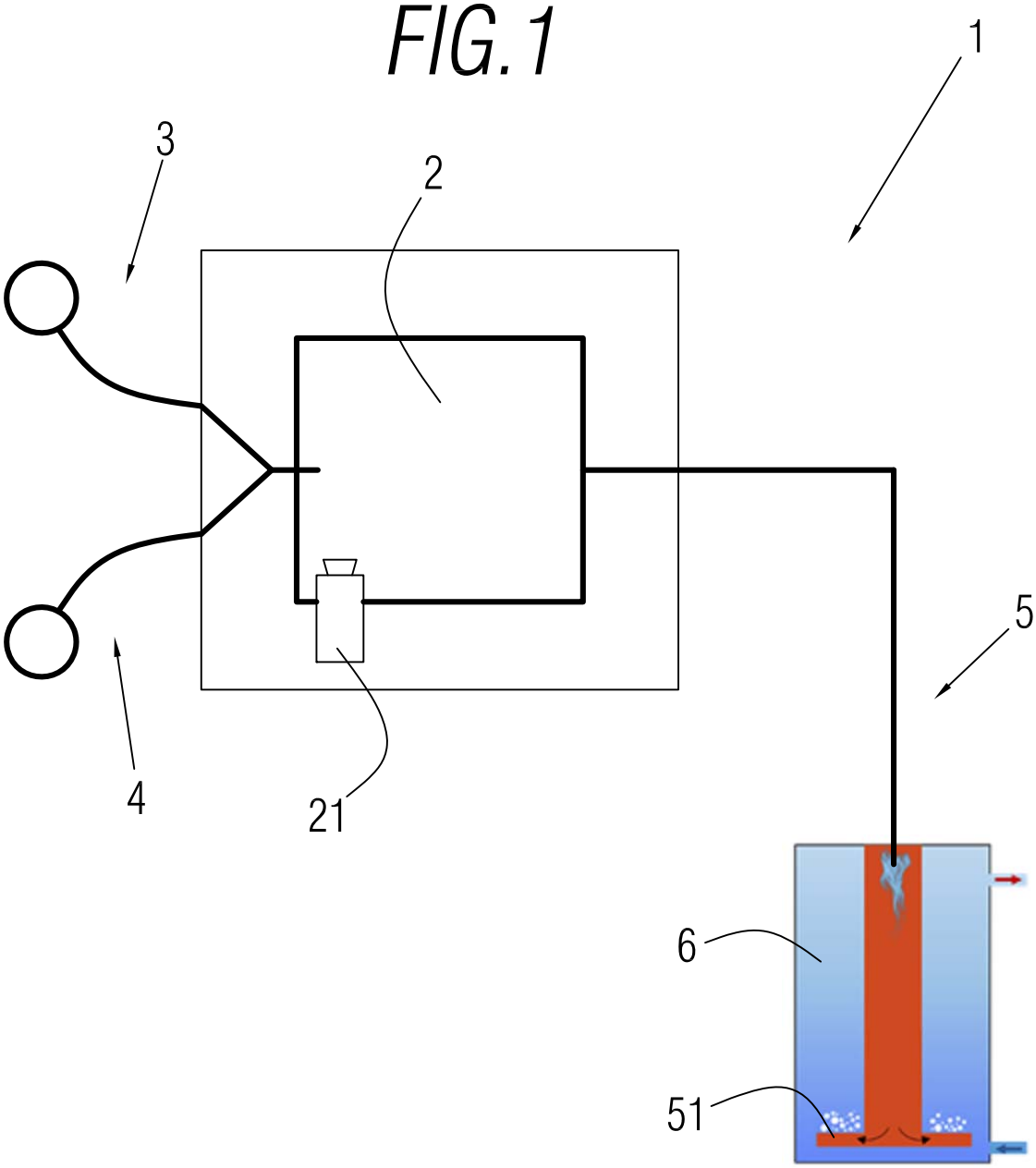

FIG.2

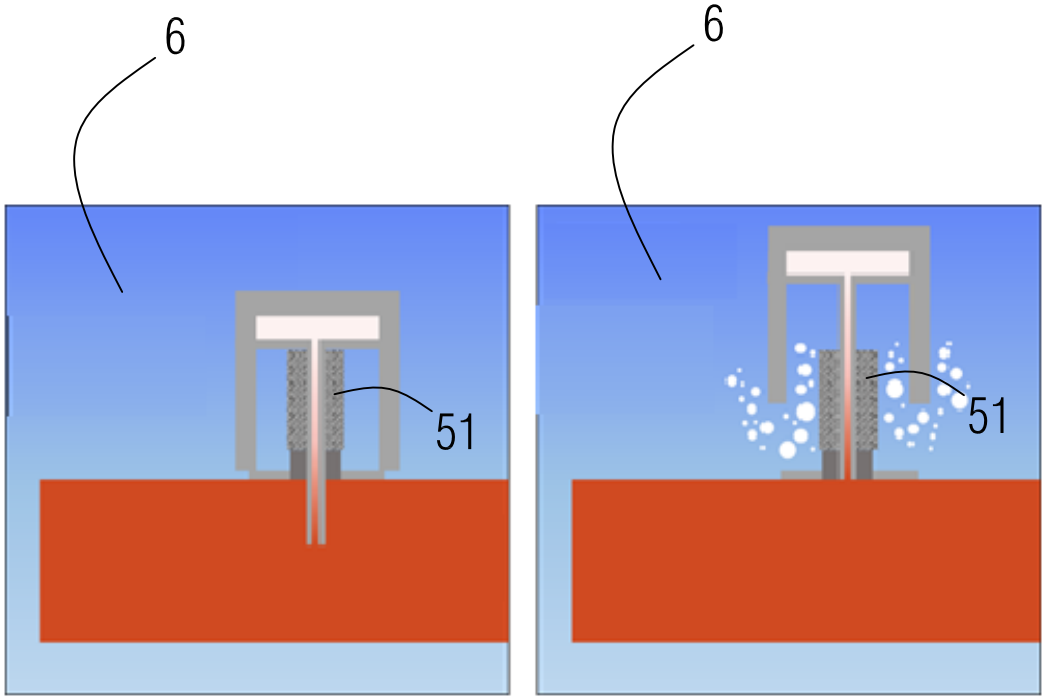

FIG.3

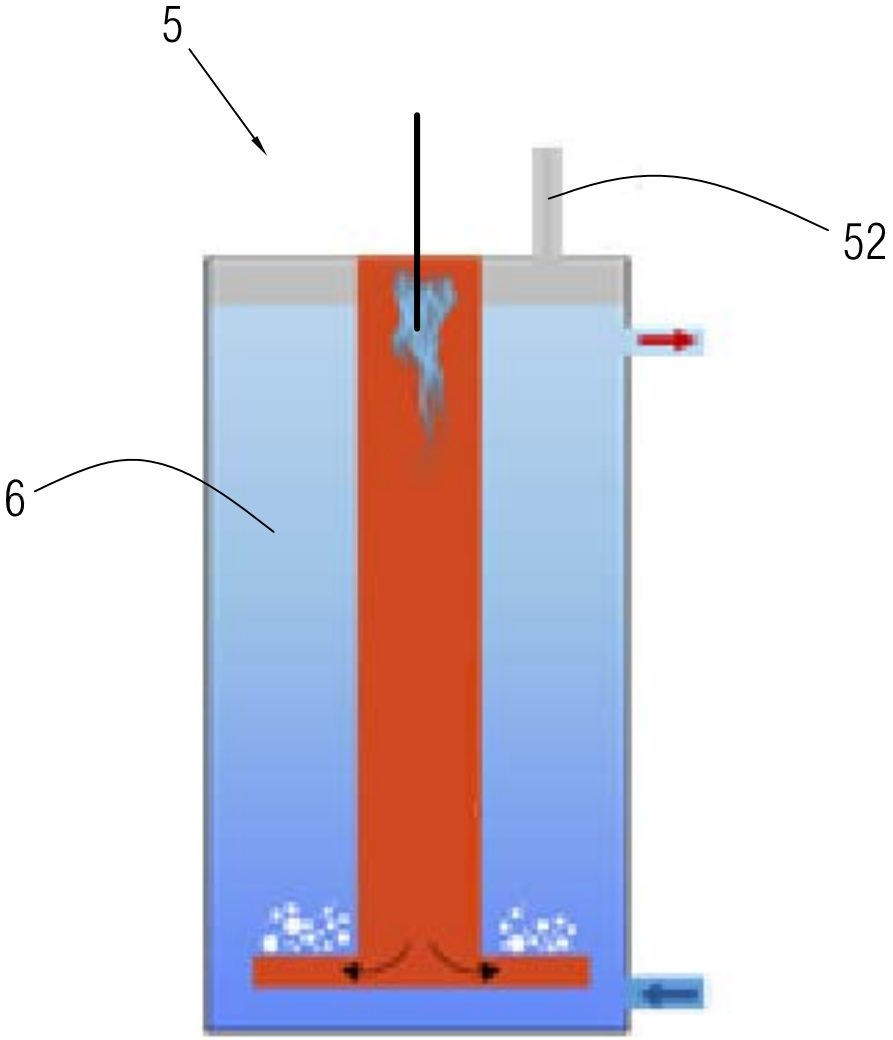

FIG.4

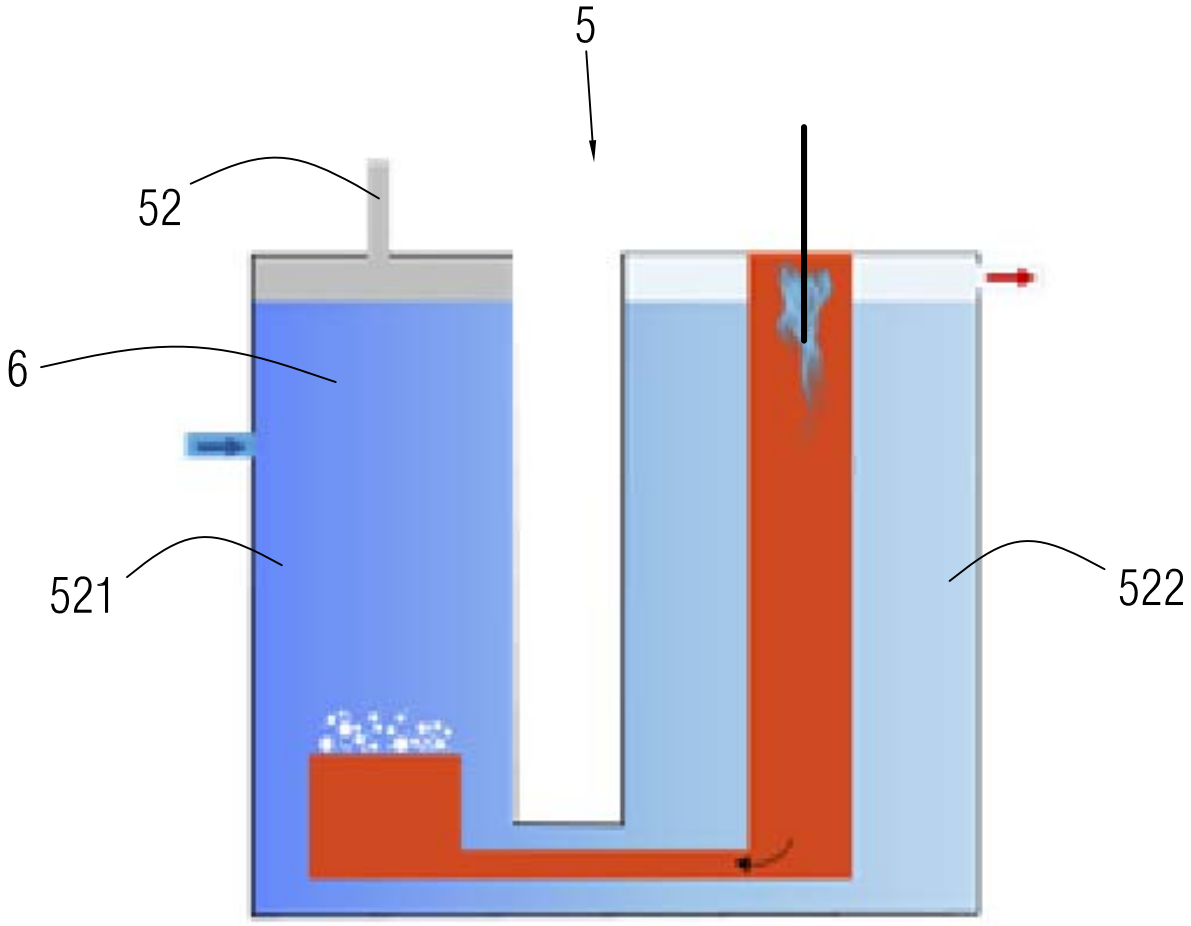
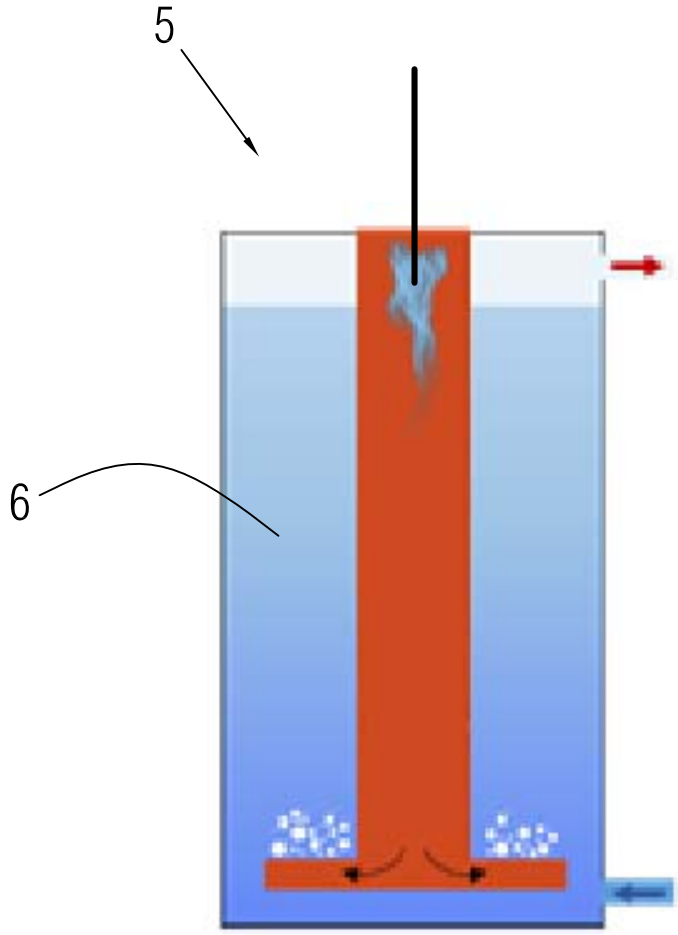
FIG.5