(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 492 525**

(51) Int. Cl.:

F27B 17/00 (2006.01)

F28D 21/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.03.2011** **E 11721795 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.05.2014** **EP 2551625**

(54) Título: **Horno para la fusión de sales inorgánicas**

(30) Prioridad:

24.03.2010 ES 201000389

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.09.2014

(73) Titular/es:

HERLOGAS, S.A. (100.0%)
Pérez Galdós 20
48010 Bilbao (Bizkaia), ES

(72) Inventor/es:

LÓPEZ LLORCA, HERMINIO y
LÓPEZ FANARRAGA, ALEJANDRO

(74) Agente/Representante:

TRIGO PECES, José Ramón

ES 2 492 525 T3

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

Horno para la fusión de sales inorgánicas.

Sector de la técnica

La invención se refiere a un horno para la fusión de sales inorgánicas, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. US2008/0233527 describe un horno de ese tipo.

Estado de la técnica

En el estado de la técnica se conocen diversos tipos de hornos para la fusión de sales inorgánicas. Todos estos hornos se caracterizan por estar formados por un recipiente que se mantiene caliente por medio de elementos calentadores, un medio de entrada para alimentar el horno de sales inorgánicas en estado sólido y un medio de salida (por ejemplo un rebosadero) para extraer las sales inorgánicas fundidas.

Las sales inorgánicas fundidas por estos hornos pueden ser utilizadas posteriormente para diversos usos. Por ejemplo, se conoce el uso de sales inorgánicas fundidas para transferir o mantener calientes sistemas en procesos industriales, tratamientos térmicos, acumulación de energía térmica, en centrales termosolares, etc.

Los hornos de fusión de sales inorgánicas suelen comprender en su interior algún medio para remover las sales inorgánicas en proceso de fusión y así homogeneizar la temperatura de las sales en su interior. También se encuentran en ocasiones elementos físicos de separación entre el medio de entrada de sales sólidas y el medio de salida de sales fundidas, para evitar que las sales sólidas (de menor peso específico aparente) salgan flotando sobre las fundidas por el medio de salida.

Un ejemplo de horno de fusión de sales inorgánicas puede verse en el documento US20050005646, el cual comprende un recipiente de una forma relativamente compleja con unos quemadores que funden la zona superior de las sales contenidas en el mismo. Una unidad de recirculación remueve las sales para facilitar la homogeneización de las mismas y su extracción por una zona de salida.

Otro ejemplo de horno de fusión de sales está descrito en la patente US4042318. En este horno, el recipiente está dividido en un elevado número de particiones. Una vez fundidas las sales sólidas introducidas por una zona de entrada, deben recorrer todas las particiones hasta salir por un rebosadero.

Otro ejemplo de horno de fusión de sales inorgánicas puede encontrarse en el documento US20080233527A1. Dicho horno comprende un recipiente de disposición sustancialmente vertical, unos tubos intercambiadores de calor, por el interior de los cuales circula la llama de unos quemadores, una zona de entrada de sales sólidas y una unidad de extracción de sales fundidas. Además, el horno comprende una unidad de circulación que crea un flujo de sales fundidas en el interior del recipiente. Dicho flujo, afirma el documento, crea dos zonas, una de sales sólidas y otra de sales fundidas, siendo de esta supuesta segunda zona de donde la unidad de extracción extrae las sales fundidas. Los tubos intercambiadores de calor del horno en cuestión están cercanos a las paredes del recipiente, presentando una forma de serpentín vertical, doblemente descendente y ascendente, con salida de gases en su parte más alta a un colector en la parte superior del horno.

El uso de tubos intercambiadores de calor verticales presenta dos riesgos importantes.

Por un lado, dichos tubos intercambiadores de calor verticales pueden sobrecalentarse por falta de nivel de sales en el horno. Por ello, el calentamiento de este tipo de hornos ha de realizarse en todo momento con el horno completamente lleno de sales, para evitar el deterioro de los tubos. Sin embargo, en la práctica existe una gran dificultad en crear un lecho fundido con tubos intercambiadores de calor verticales ya que el volumen de las sales al fundirse se reduce en un 50% aproximadamente dejando los tubos intercambiadores de calor al descubierto constantemente.

Por otro lado, ha de tenerse en cuenta que el calentamiento de las sales genera gases y vapores. Si estando el horno en producción y por lo tanto lleno de sales, sufriera una parada imprevista (bien por avería, bien por falta de suministro eléctrico o bien por falta de combustible) y por lo tanto se quedara sin aportación calorífica, las sales fundidas se irían enfriando, iniciándose la solidificación de las mismas en la parte superior o superficie por ser la zona con más pérdidas de calor y más comunicada con el exterior. En estas condiciones, reiniciar el calentamiento supondría un grave riesgo, con peligro de explosión, ya que las sales solidificadas en la superficie impedirían la salida de los gases generados por el nuevo calentamiento de las mismas, haciendo de tapón. Los tubos intercambiadores de calor verticales no permiten fundir las sales de la parte superior, sin calentar el resto, para eliminar el riesgo de explosión.

La presente invención tiene como objetivo fabricar un horno de fusión de sales inorgánicas que elimine los riesgos citados, mejorando así la seguridad. Además, el horno de la invención busca aumentar el rendimiento, así como

mejorar las condiciones de trabajo de los operarios.

Descripción breve de la invención

Es objeto de la invención un horno para fusión de sales inorgánicas, que comprende un recipiente, al menos una zona de entrada de sales inorgánicas sólidas y al menos una zona de salida de sales inorgánicas fundidas. El horno según la invención comprende al menos un tubo intercambiador de calor (también conocido como serpentín) caracterizado por estar provisto de una zona de entrada conectada a la pared lateral exterior del recipiente, un cuerpo en espiral sustancialmente a lo largo de las paredes internas del recipiente, delimitando un espacio interior y un tramo de salida sustancialmente vertical descendente hacia la base o ascendente hacia la parte superior del recipiente. El cuerpo en espiral del tubo intercambiador de calor está dispuesto en un plano sustancialmente horizontal. A la zona de entrada del tubo intercambiador de calor se conecta, por fuera del recipiente, un quemador, no siendo éste relevante para la presente invención.

De forma especialmente ventajosa, el horno comprende varios tubos intercambiadores de calor del tipo descrito, instalados a diferentes alturas y definiendo diferentes niveles de calentamiento. Ello permite que, durante la puesta en marcha del horno, es decir, durante el llenado inicial del mismo, se puedan calentar las sales sólidas en orden ascendente en altura, empezando por el tubo intercambiador de calor situado más abajo y hasta llegar al superior. De este modo se elimina el riesgo de explosión del horno ya que los gases generados pueden evacuar libremente al no tener sobre ellos una capa de sales en estado sólido. Por otro lado, si estando el horno en producción lleno de sales fundidas se queda frío, el calentamiento de las sales se realizara en sentido inverso, es decir, iniciándose el calentamiento en orden descendente, empezando por el tubo intercambiador de calor situado más alto, para continuar, una vez fundidas las sales de su nivel, por el segundo tubo y así hasta llegar al último tubo de la parte inferior. De esta forma se evita el riesgo de explosión, ya que por encima de la zona que se está calentando no existen sales en estado sólido, permitiendo la evacuación de los gases que se generan durante el calentamiento a través de las sales fundidas a modo de burbujeo, evacuando finalmente por una salida de gases.

Descripción breve de las figuras

Los detalles de la invención se aprecian en las figuras que se acompañan, no pretendiendo éstas ser limitativas del alcance de la invención:

- La Figura 1 muestra una perspectiva del modo de realización preferente del horno según la invención.
- La Figura 2 muestra un alzado del horno de la Figura 1.
- La Figura 3 muestra una vista en planta del horno de la Figura 1.
- La Figura 4 muestra una perspectiva de un tubo intercambiador de calor de acuerdo con la invención.
- La Figura 5 muestra un alzado del tubo intercambiador de calor de la Figura 4.
- La Figura 6 muestra una vista en planta del tubo intercambiador de calor de la Figura 4.
- La Figura 7 muestra una vista en sección del horno de acuerdo con el plano de sección A-A de la Figura 2.
- La Figura 8 muestra una vista en sección del horno de acuerdo con el plano de sección B-B de la Figura 2.

Descripción detallada de la invención

La Figura 1 muestra una perspectiva del modo de realización preferente del horno según la invención. El horno comprende un recipiente (1), que en el presente modo de realización tiene una forma cilíndrica. En la zona superior del recipiente (1) se observa una zona de entrada (2) de sales inorgánicas sólidas, por donde se introducen las sales inorgánicas sólidas trituradas y mezcladas. Además, el horno comprende una zona de salida (3) de sales inorgánicas fundidas, que en el presente modo de realización presenta la forma de rebosadero. Las Figuras 2 y 3 muestran, respectivamente, un alzado y una vista en planta del horno de la Figura 1. El horno comprende una serie de tubos intercambiadores de calor o serpentines internos, que conducen gases de combustión a muy elevada temperatura por su interior, provocando el calentamiento y la fusión de las sales inorgánicas. El calor de los tubos intercambiadores de calor lo generan unos quemadores (4) situados en el exterior del recipiente, uno por cada tubo intercambiador de calor (5). Dichos quemadores pueden observarse en las Figuras 1, 2, 3 y 7.

Las Figuras 4 a 6 muestran tres vistas de uno de los tubos intercambiadores de calor (5) de acuerdo con la invención. Cada tubo intercambiador de calor (5) comprende un tramo de entrada (5a), un tramo en espiral (5b) y un tramo de salida (5c). El tramo de entrada (5a) está conectado a la pared lateral exterior del recipiente (1), montándose exteriormente el quemador (4) correspondiente. En dicho tramo de entrada (5a) se inicia la combustión, actuando el mismo de hogar. El tramo en espiral (5b) se extiende sustancialmente a lo largo de las paredes laterales internas del recipiente (1) delimitando un espacio interior (6), y está dispuesto sobre un plano sustancialmente horizontal. La forma en espiral es muy relevante ya que permite la dilatación en todos los sentidos, evitando que el tubo intercambiador de calor (5) soporte esfuerzos mecánicos y deformaciones como consecuencia de las citadas dilataciones, aumentando la vida de los tubos intercambiadores de calor (5) al no existir fatiga mecánica. El tramo de salida (5c), en el presente modo de realización, desciende de forma sustancialmente vertical hacia la base del recipiente (1), alcanzando en este caso dicha base.

Ha de hacerse notar que en otros modos de realización el tramo de salida (5c) podrá estar dirigido hacia la parte superior del recipiente (1) (por ejemplo hacia una tapa superior (14) que cubre el mismo). Además, el tramo de salida (5c) preferentemente se extiende hasta la base o la parte superior del recipiente (1), aunque no se descartan alternativas diferentes.

De forma especialmente ventajosa, como se muestra en las Figuras 7 y 8, el horno comprende varios tubos intercambiadores de calor (5), en este caso un total de ocho, dispuestos a diferentes alturas, definiendo diferentes niveles de calentamiento del recipiente (1) y pudiendo disponer o no cada nivel de un sistema de control de temperatura independiente. Ello permite ir fundiendo las sales por niveles, cuando se inicia la fusión, mejorando notablemente la seguridad.

El procedimiento de puesta en marcha es el siguiente:

- En primer lugar se aportan sales sólidas hasta cubrir el primer nivel de calentamiento del recipiente (1) (que se corresponde con el tubo intercambiador de calor (5) inferior). Se procede a encender el quemador (4) correspondiente, calentándose el tubo intercambiador de calor y fundiéndose las sales en contacto con él, hasta formar un lecho fundido de sales en la parte inferior del recipiente (1). Este proceso de calentamiento no es posible en un horno con tubos intercambiadores de calor verticales, ya que la mayor parte de estos quedaría al aire, fuera del contacto con las sales, y con el consiguiente riesgo de sobrecalentamiento.

- Posteriormente, se siguen añadiendo sales sólidas hasta un segundo nivel de calentamiento del recipiente (1), que corresponde al segundo tubo intercambiador de calor (5), en sentido ascendente. Una vez encendido el quemador (4) correspondiente, se produce la fusión de este segundo nivel de sales.

- Este proceso se repite con los sucesivos niveles de calentamiento del recipiente (1). Una vez encendidos todos los quemadores (4) y conseguida la temperatura necesaria para fundir y bombear las sales (aproximadamente 150ºC superior a la temperatura de fusión de éstas) se continúa añadiendo sales hasta el nivel de la zona de salida (3). Es entonces cuando el horno está en condiciones de suministrar sales fundidas. A partir de ese instante, con la adición de nuevas sales sólidas se provoca la salida de sales fundidas por la zona de salida (3) o rebosadero, a un tanque de post-fusión, no representado en las figuras.

- En todo momento, los gases y vapores generados por la fusión de las sales son expulsados por una salida (7) destinada a tal fin y situada en la zona superior del recipiente (1). Dicha salida (7) puede observarse en las Figuras 1 y 2.

Estando el horno el las condiciones descritas, se pone en marcha un sistema de agitación (por ejemplo mecánico o por inducción, habiéndose representado en este caso un agitador (8) giratorio mecánico) para conseguir temperaturas uniformes en todos los niveles del recipiente (1) y aumentar la transmisión de calor entre los tubos intercambiadores de calor (5) y las sales fundidas. Preferentemente, el sistema de agitación provoca el giro de las sales fundidas a contracorriente, es decir, en sentido contrario al giro de los gases de combustión en el interior del tramo en espiral (5b) de los tubos intercambiadores de calor (5). Ello permite aumentar el rendimiento y la transmisión de calor de los tubos intercambiadores de calor (5), consiguiendo una mayor producción de sales fundidas con un menor consumo energético.

Estando el horno en estas condiciones, al aportar sales sólidas sobre la parte superior de las sales fundidas, las primeras se funden instantáneamente, siendo arrastradas por el giro del ciclón vertical descendente que genera el sistema de agitación hasta el fondo del recipiente (1), retornando perimetralmente a la superficie con giro ascendente entre los tubos intercambiadores de calor (5) radiantes, que las sobrecalientan nuevamente a las temperaturas prefijadas por los sistemas de control y seguridad de cada zona en caso de estar instalados. Dicho sobrecalentamiento permite fundir las nuevas sales sólidas que de forma continua se añaden en la parte superior.

El horno según la invención comprende, preferentemente, una cavidad (9) colectora de gases situada en la parte inferior o en la parte superior del recipiente (1), en función de dónde desalojen los tramos de salida (5c) de los tubos intercambiadores de calor (5). Los tramos de salida (5c) de cada tubo intercambiador de calor (5) expulsan o evacuan sus gases de combustión dentro de dicha cavidad (9).

Las figuras muestra una cavidad (9) situada en la parte inferior del recipiente (1). En este caso la cavidad (9) aporta el calor residual de combustión al recipiente (1). Además, como puede observarse en la figura, la cavidad (9) comunica preferentemente con un conducto inferior (10) soterrado, que se utiliza como salida de los gases de combustión, según se muestra en las Figuras 1 y 2. Dicho conducto inferior (10) continúa en una chimenea (11) separada del horno. Con ello se mejora la seguridad y las condiciones de trabajo de los operarios del horno, al alejar la chimenea de la zona de trabajo.

En caso de estar la cavidad (9) localizada en la parte superior del recipiente (1), análogamente los gases pueden ser extraídos de dicha cavidad (9) hacia el exterior por un conducto que termina en una chimenea.

En la Figura 8 se observa que el horno puede comprender además al menos un rebosadero de seguridad (12), que se utiliza en caso de necesidad supletoria. También puede comprender un elemento divisor interior (13) para separar las sales sólidas que se introducen por la zona de entrada (2) y que flotan sobre las sales fundidas, evitando así la salida de sales sólidas por la zona de salida (3) y amortiguando las posibles diferencias de nivel generadas por el sistema de agitación.

Preferentemente, los tubos intercambiadores de calor (5), el recipiente (1) (incluyendo una tapa superior (14) que cubre el mismo) y/o la cavidad (9) colectora de gases se fabrican parcialmente de acero inoxidable y parcialmente de acero al carbono.

REIVINDICACIONES

1. Horno para la fusión de sales inorgánicas, que comprende un recipiente (1), al menos una zona de entrada (2) de sales inorgánicas sólidas, al menos una zona de salida (3) de sales inorgánicas fundidas, comprendiendo al menos un tubo intercambiador de calor (5) o serpentín, por el cual circulan gases de combustión, donde dicho tubo intercambiador de calor (5) comprende un tramo de entrada (5a) conectado a una pared lateral exterior del recipiente (1), caracterizado por que comprende además un tramo en espiral (5b) sustancialmente a lo largo de las paredes laterales internas del recipiente (1) delimitando un espacio interior (6), estando dispuesto dicho tramo en espiral (5b) sobre un plano sustancialmente horizontal, y un tramo de salida (5c) sustancialmente vertical descendente hacia la base o ascendente hacia la parte superior del recipiente (1).

2. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende varios tubos intercambiadores de calor (5), dispuestos a diferentes alturas, definiendo diferentes niveles de calentamiento del recipiente (1).

3. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que la zona de salida (3) comprende un rebosadero.

4. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el tramo de salida (5c) de cada tubo intercambiador de calor (5) se extiende hasta la parte superior del recipiente (1).

5. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el tramo de salida (5c) de cada tubo intercambiador de calor (5) se extiende hasta la base del recipiente (1).

6. Horno, según la reivindicación 5, que se caracteriza por que comprende una cavidad (9) colectora de gases, a la que se expulsan los gases desde el tramo de salida (5c) de cada tubo intercambiador de calor (5).

7. Horno, según la reivindicación 6, que se caracteriza por que la cavidad (9) está ubicada en la parte superior del recipiente (1).

8. Horno, según la reivindicación 7, que se caracteriza por que los gases son extraídos de dicha cavidad (9) hacia el exterior por un conducto que termina en una chimenea.

9. Horno, según la reivindicación 6, que se caracteriza por que la cavidad (9) está ubicada en la parte inferior del recipiente (1).

10. Horno, según la reivindicación 9, que se caracteriza por que los gases son extraídos de dicha cavidad (9) hacia el exterior por un conducto inferior (10) soterrado, que termina en una chimenea (11) separada del horno.

11. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que el tubo intercambiador de calor (5), el recipiente (1), una tapa superior (14) que cubre el recipiente (1) y/o la cavidad (9) colectora de gases están fabricados parcialmente de acero inoxidable, y parcialmente de acero al carbono.

12. Horno, según la reivindicación 1, que comprende un sistema de agitación para homogeneizar las sales fundidas.

13. Horno, según la reivindicación 12, que se caracteriza por que el sistema de agitación hace girar las sales fundidas en sentido contrario al sentido de avance de los gases de combustión por el interior del tramo en espiral (5b) del tubo intercambiador de calor (5).

14. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende al menos un elemento divisor interior (13) entre la zona de entrada (2) y la zona de salida (3).

15. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende un rebosadero de seguridad (12).

16. Horno, según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende una salida (7) destinada a evacuar los gases y vapores generados por la fusión de las sales.

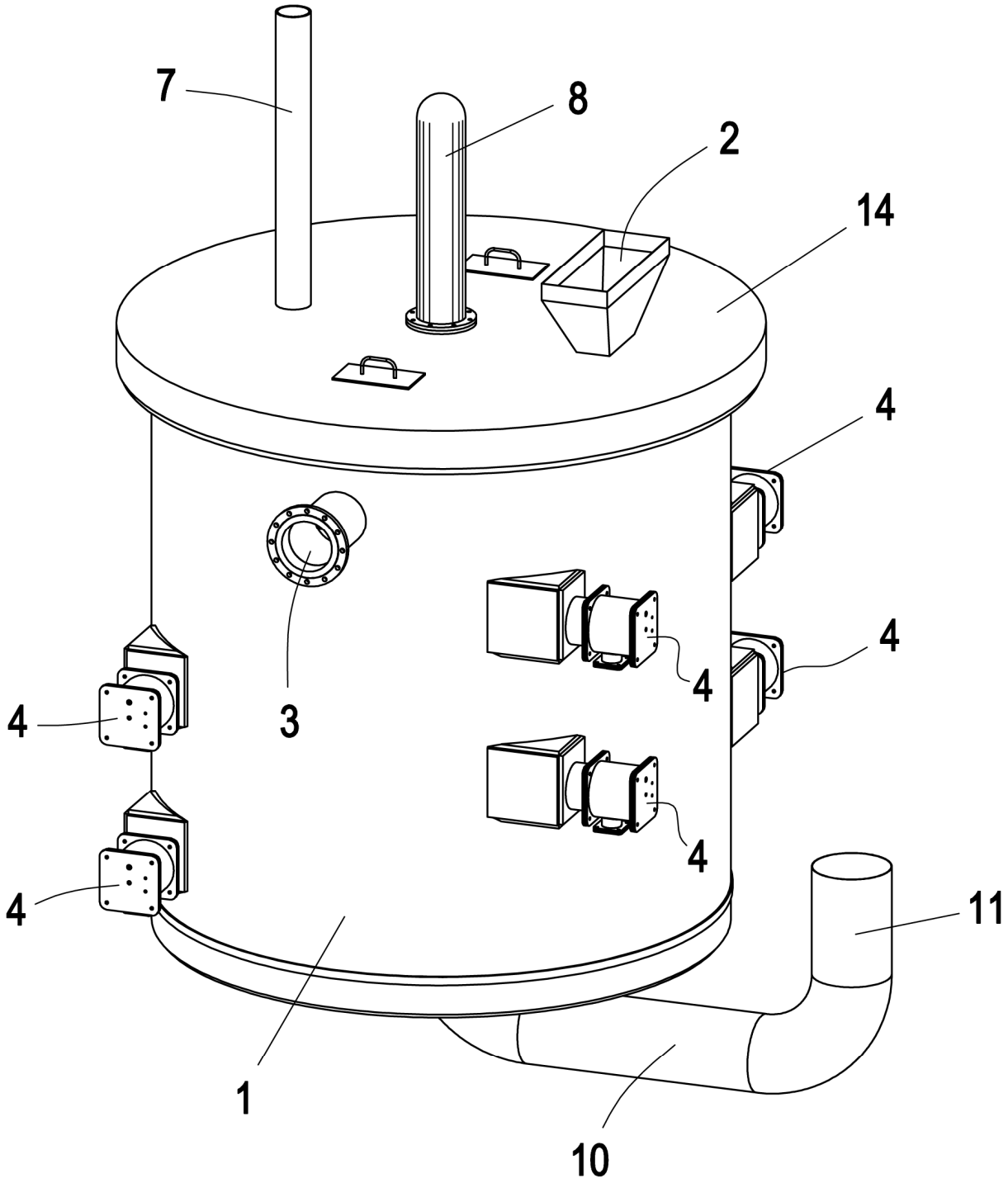

FIG.1

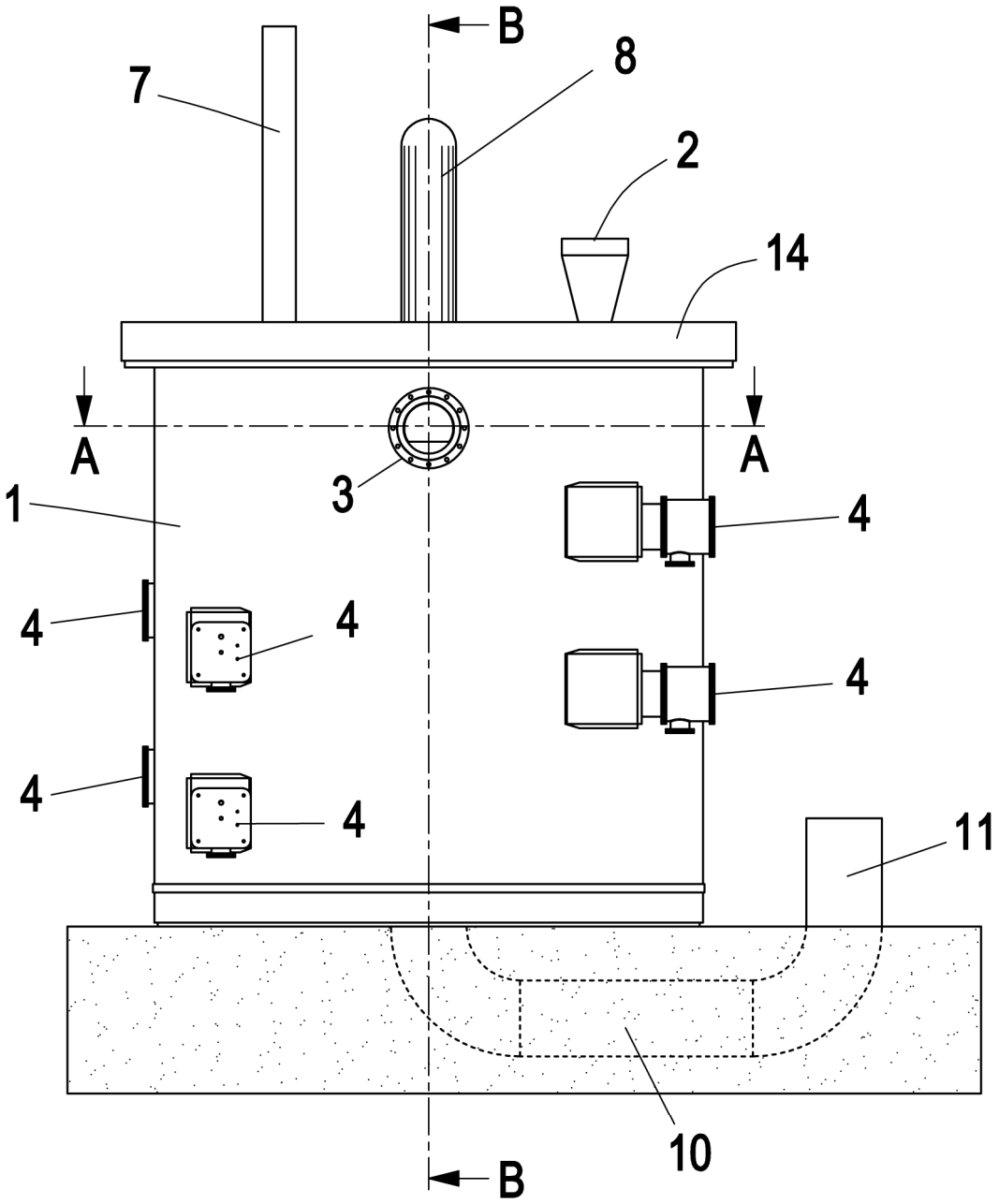

FIG.2

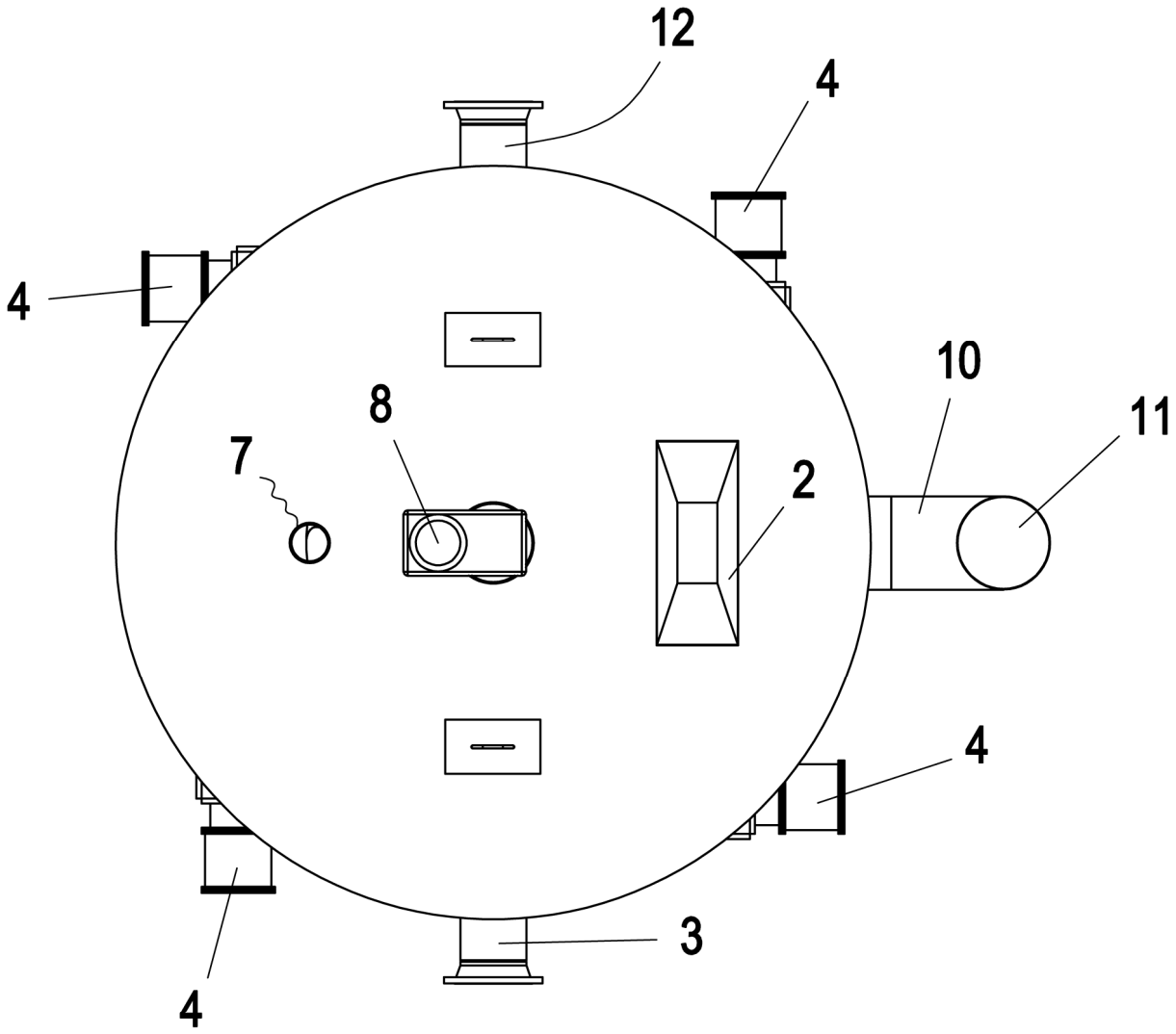

FIG.3

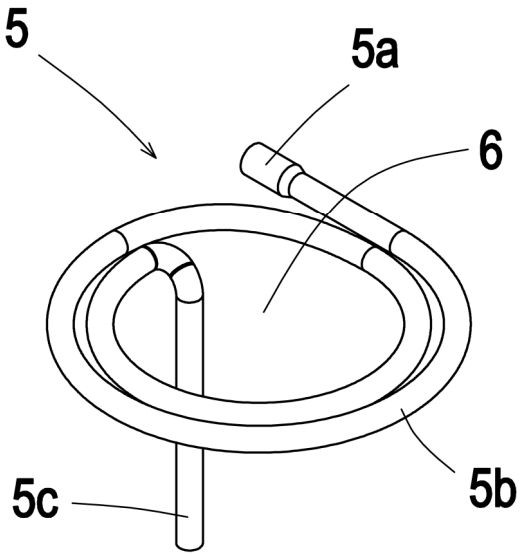

FIG.4

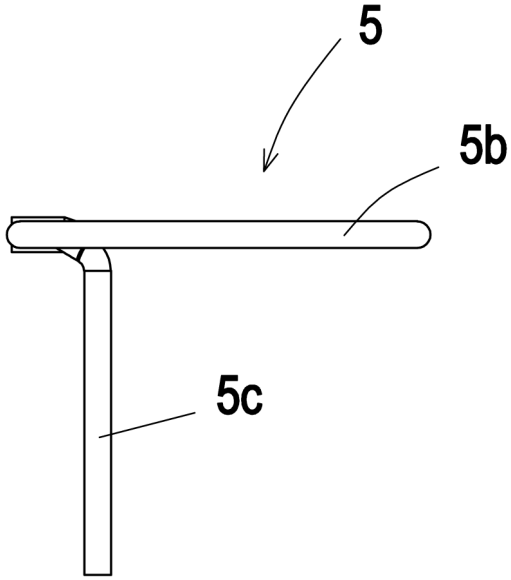

FIG.5

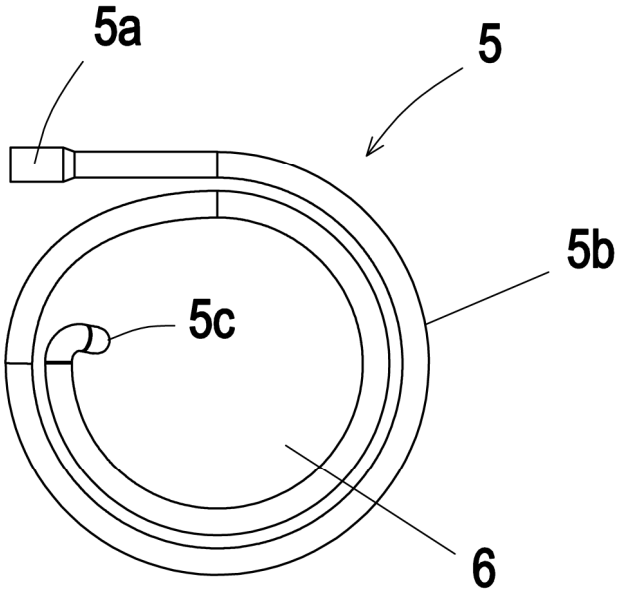

FIG.6

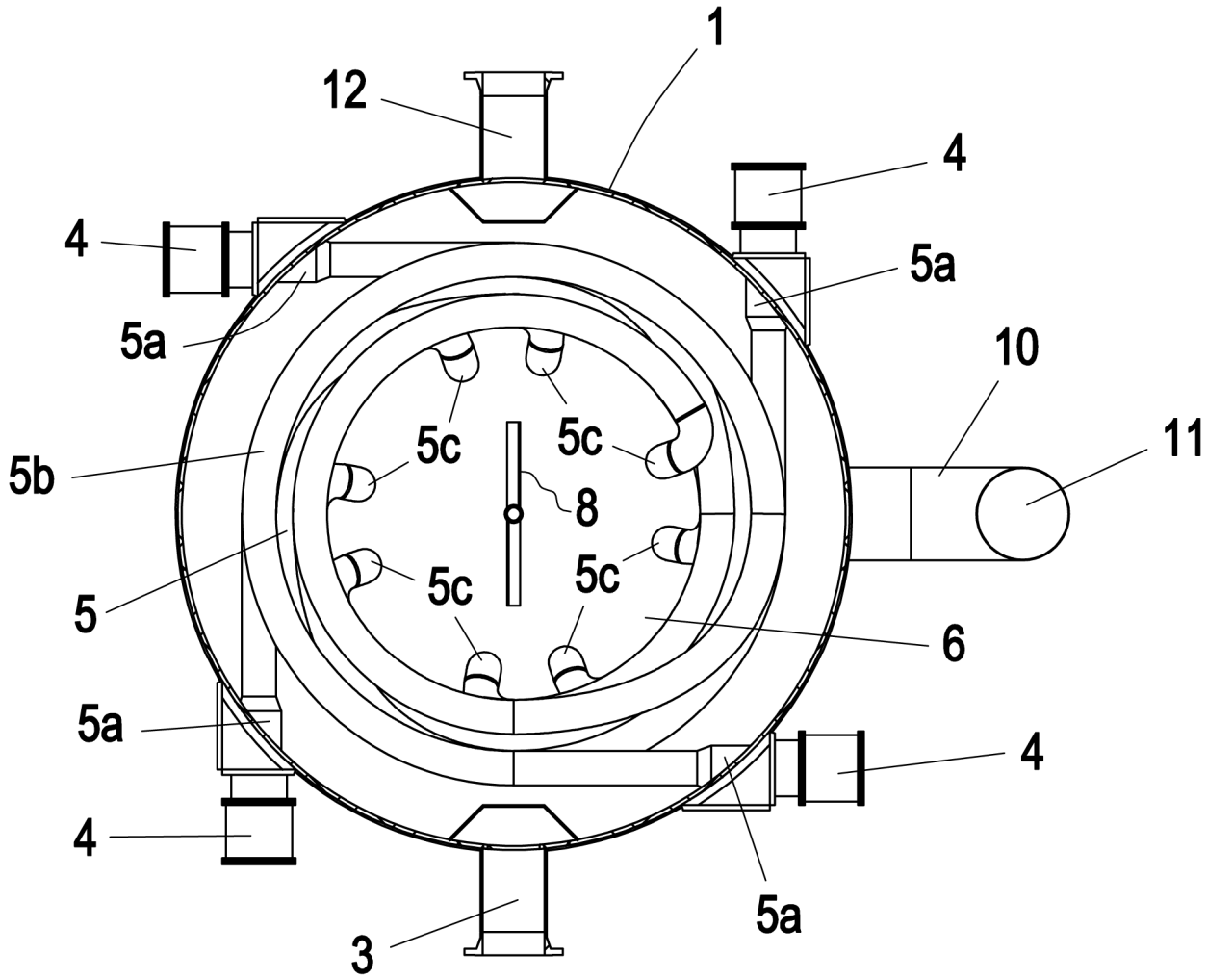

FIG.7

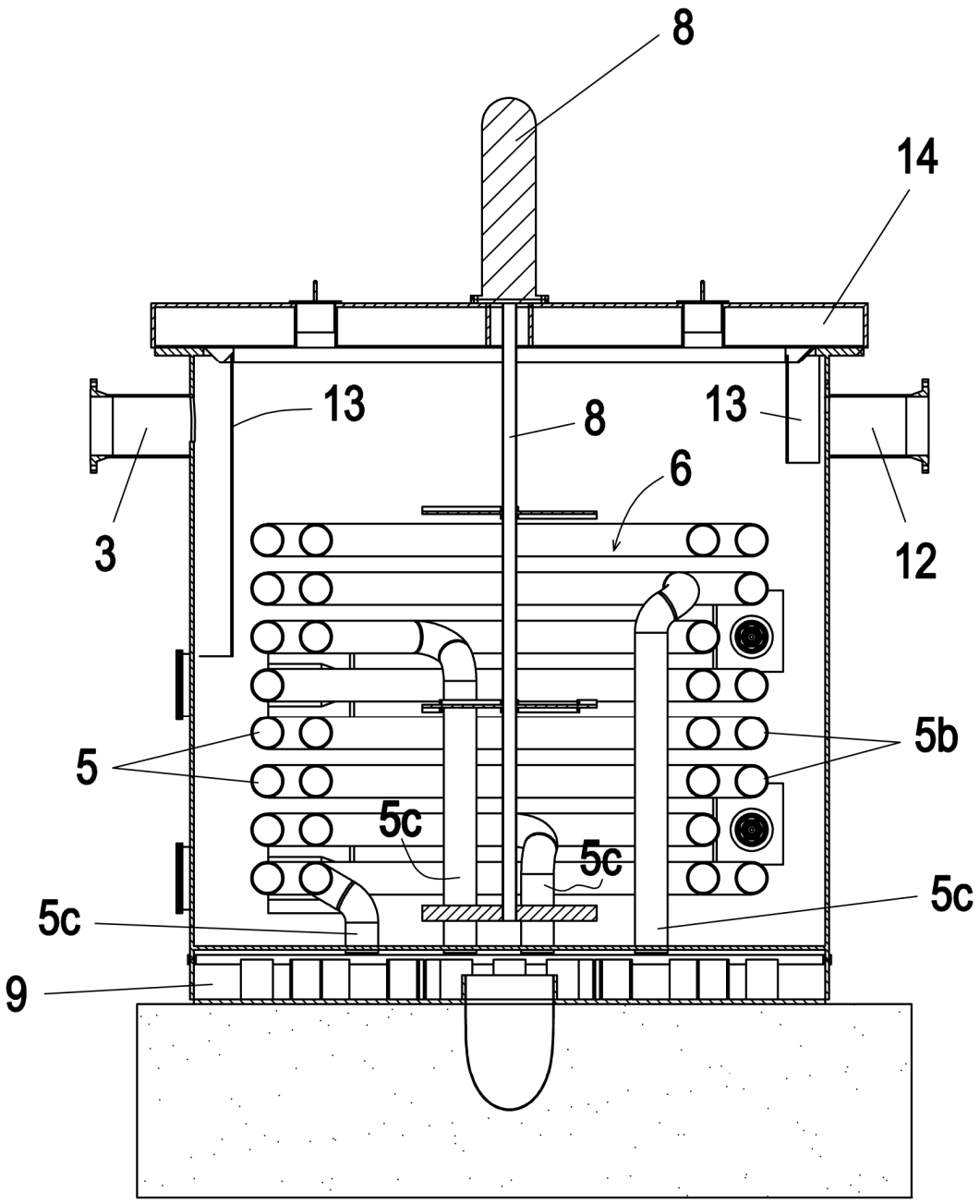

FIG.8