

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 950 508**

51 Int. Cl.:

F24H 7/00 (2012.01)
F28D 20/00 (2006.01)
F28F 21/02 (2006.01)
F28F 21/04 (2006.01)
F28F 9/02 (2006.01)
H05B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.06.2017** **PCT/CA2017/000161**
87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2018** **WO18232486**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.06.2017** **E 17914403 (5)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2023** **EP 3641925**

54 Título: **Sistema de salida de energía térmica estabilizada**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.10.2023

73 Titular/es:

KELVIN THERMAL ENERGY, INC. (100.0%)
250A Eglinton Avenue East Box 321
Toronto, ON M4P 1K2, CA

72 Inventor/es:

AHADI, AMIRHOSSEIN;
LYNCH, GEORGE;
CROCKER, ADAM y
SUTHERLAND, STEPHEN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 950 508 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

Sistema de salida de energía térmica estabilizada

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a disposiciones de transferencia y almacenamiento de energía térmica y, en particular, se refiere a disposiciones que incluyen un segmento de almacenamiento de energía térmica y un fluido de transferencia de energía.

Antecedentes de la invención

10 Durante muchos años, los sistemas de almacenamiento de energía térmica basados en grafito, típicamente calentados con elementos calefactores eléctricos, han sido reconocidos como conceptualmente capaces de operar a temperaturas ultra altas. Un ejemplo de un dispositivo de almacenamiento de energía térmica con base de grafito se describe en solicitudes anteriores del solicitante, a saber, Solicitud de Patente canadiense N° 2.780.437 y Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2015/0219404 A1. La publicación PCT N° WO 2015/085357 A1, presentada por Graphite Energy N.V también describe un sistema basado en grafito.

15 Aunque el medio de almacenamiento de grafito teóricamente puede funcionar a temperaturas superiores a los 3000 °C, existe un problema cuando la temperatura del fluido de transferencia de calor de salida (utilizado para extraer y entregar energía térmica) supera la temperatura que el equipo aguas abajo (normalmente componentes de conexión tradicionales e intercambiadores de calor limitados a aproximadamente 700 °C) puede tolerar. Por razones de eficiencia y densidad de energía, es deseable operar el cuerpo de almacenamiento de grafito a temperaturas considerablemente más altas que las que tolera este equipo. Por ejemplo, el uso de componentes de acero de alta temperatura se vuelve difícil o inestable a aproximadamente 850 °C y los avances en los diseños de turbinas e intercambiadores de calor aún limitan su tolerancia a temperaturas muy por debajo de las del propio medio de grafito.

20 Un fluido de transferencia de energía térmica circula a través del cuerpo de grafito cuando se va a eliminar la energía térmica y normalmente sale del sistema de almacenamiento a la temperatura del cuerpo de grafito o muy cerca de ella. Así, la temperatura máxima de funcionamiento del medio de grafito está limitada por la tolerancia térmica de los componentes situados a la salida y aguas abajo del sistema de almacenamiento.

25 Otra limitación a la temperatura operativa máxima del medio de grafito se relaciona con la resistencia térmica de la estructura de soporte. Los núcleos de grafito de temperatura ultra elevada deben estar rodeados de materiales, tales como la espuma de carbono, para aislar el recipiente exterior del núcleo de alta temperatura. Debido al peso del núcleo de grafito, la estructura de soporte debajo del núcleo debe construirse con materiales más resistentes que, por lo general, tienen capacidades de aislamiento más bajas.

30 La presente invención proporciona una estructura y un método para operar un cuerpo de almacenamiento de energía de alta temperatura, a temperaturas superiores a aproximadamente 700 °C y preferiblemente superiores a 1000 °C a la vez que se asegura que el fluido de transferencia de energía térmica de salida no exceda las tolerancias térmicas de los componentes exteriores. La presente invención permite además el uso efectivo de materiales más resistentes y menos aislantes para soportar el núcleo de grafito en un sistema de almacenamiento de energía térmica.

Compendio de la invención

35 Por consiguiente, se proporciona un colector de mezcla de flujo de fluido como se detalla en las reivindicaciones siguientes. Tal colector de mezcla de flujo de fluido para reducir la temperatura de un fluido de trabajo de transferencia de energía térmica a una temperatura que se puede utilizar como entrada de fluido de trabajo para equipos convencionales de acuerdo con la presente invención comprende una alojamiento dividido que incluye un puerto de descarga de energía térmica, un puerto de entrada de fluido de trabajo y un puerto de entrada de flujo de mezcla de enfriamiento junto con un colector de distribución de fluido que incluye estos flujos de fluido más un puerto de entrada de enfriamiento adicional para enfriar la carcasa exterior del sistema de conexión. El alojamiento dividido incluye una cámara de mezcla estando el puerto de entrada de flujo de mezcla de enfriamiento y el puerto de entrada de fluido de trabajo de energía térmica en comunicación con un extremo de entrada de la cámara de mezcla. La cámara de mezcla incluye una serie de miembros de mezcla que hacen que el fluido de trabajo de transferencia de energía térmica que llega del cuerpo de grafito se mezcle con el fluido de mezcla de enfriamiento antes de salir por el puerto de descarga del fluido de trabajo de energía térmica situado en un extremo de salida del colector de mezcla. Tanto los colectores de distribución como de mezcla están diseñados y son de un material adecuado para funcionar a temperaturas superiores a 1000 °C, con la excepción de la estructura exterior del colector de distribución, que puede estar fabricada con materiales de baja temperatura similares a los del equipo aguas abajo.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la serie de miembros de mezcla son deflectores dispuestos en la cámara de mezcla que también sirven para bloquear la energía que irradia el cuerpo de grafito.

En otro aspecto de la invención, el colector de mezcla de flujo de fluido es de un material cerámico.

De acuerdo con un aspecto preferido de la invención, el colector de mezcla incluye un controlador que controla la temperatura de cada uno de los fluidos que fluyen fuera del sistema adyacente a la salida del colector de distribución. El controlador incluye una disposición para regular el volumen de cada uno de los flujos de entrada para producir un volumen neto de fluido de trabajo calentado que sale del sistema y suministra la cantidad precisa de energía térmica requerida para el equipo externo.

El controlador regula los flujos de fluido que pasan a través de los puertos de entrada para hacer que el flujo de fluido mezclado que pasa por el puerto de salida esté a una temperatura segura para el equipo aguas abajo y, por lo general, por debajo de aproximadamente 700 °C. Modificando el volumen de fluido, el controlador asegura además que el fluido de trabajo que regresa, después de que dicho equipo aguas abajo haya utilizado algo de la energía térmica transportada, tiene una temperatura suficientemente más baja que el fluido de trabajo entregado de manera que este fluido de salida es efectivo para las operaciones de mezclado y enfriamiento dentro del sistema.

El colector reivindicado también puede incluir una base cerámica que soporta un cuerpo de almacenamiento térmico de alta temperatura. La base de cerámica incluye uno o más canales de enfriamiento que actúan como un segmento de separación térmica situado entre el cuerpo de almacenamiento térmico caliente y una parte inferior fría de la base. Un fluido puede circular a través de estos canales de enfriamiento según sea necesario para proporcionar esta separación térmica.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones preferidas de la invención se muestran en los dibujos, en los que:

La Figura 1 es una vista en perspectiva de los componentes de trabajo de la disposición de transferencia y almacenamiento de energía térmica de alta temperatura sin mostrar ningún aislamiento y recipiente externo ni estructura de soporte convencional;

la Figura 2 es una vista similar a la Figura 1, en la que se ha retirado el colector de distribución de fluido dispuesto en un extremo de la disposición para mostrar detalles adicionales del colector de mezcla;

la Figura 3 es una vista en perspectiva despiezada de la estructura que tiene una orientación inversa con respecto a la Figura 1;

la Figura 4 es una vista en sección parcial que muestra varias vías de flujo de fluido diferentes asociadas con la disposición de almacenamiento y transferencia;

la Figura 5 es una vista parcialmente seccionada y en perspectiva que muestra flujos adicionales introducidos en el colector de mezcla;

la Figura 5a es una vista en perspectiva del colector de mezcla que muestra el extremo del colector de mezcla que sería un apoyo con el colector de distribución;

la Figura 5b es una vista en perspectiva del colector de mezcla que muestra el extremo opuesto del mismo que estará en contacto con el colector de salida;

la Figura 5c es una vista de extremo del colector de mezcla de la Figura 5a;

la Figura 5d es una sección transversal del colector de mezcla tomada a lo largo de la línea bb de la Figura 5c;

la Figura 5e es una vista en sección tomada a lo largo de la línea cc mostrada en la Figura 5c;

la Figura 6 es una vista en perspectiva parcial del segmento de almacenamiento de grafito que descansa sobre un bloque de soporte diseñado para reducir la pérdida de calor por conducción a través del bloque de soporte;

la Figura 7 es una vista en perspectiva parcial (orientación inversa) que muestra algunos detalles del colector de entrada y de salida asociado con el segmento de almacenamiento de grafito;

la Figura 8 es otra vista en perspectiva de la disposición de transferencia de almacenamiento de energía térmica en la que no se muestra el segmento de almacenamiento de grafito;

la Figura 9 es una vista en perspectiva del segmento de almacenamiento de grafito;

la Figura 10 es otra vista en sección transversal a través de la disposición de transferencia y almacenamiento de energía térmica de alta temperatura;

la Figura 11 es una vista en perspectiva del colector de distribución;

la Figura 12 es una vista en perspectiva del colector de distribución con la placa frontal retirada;

la Figura 13 es una vista en perspectiva posterior del colector de distribución con algunas cubiertas traseras

retiradas;

la Figura 14 es una vista en perspectiva posterior similar a la Figura 3 con las tapas traseras en su sitio;

la Figura 15 es un esquema de la disposición de transferencia y almacenamiento de energía térmica en asociación con el equipo aguas abajo; y

5 La Figura 16 es un diagrama lógico de control.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1 muestra en general la disposición de almacenamiento y transferencia de energía térmica de alta temperatura 2 donde no se han mostrado el aislamiento envolvente y un depósito de contención asociado. En una realización, el recipiente de contención es un recipiente de envío a granel dimensionado para el envío por camión. Los componentes de trabajo de la disposición de almacenamiento y transferencia están claramente ilustrados. El segmento de almacenamiento de grafito 4 descansa sobre un bloque de soporte 6 que está hecho de un material cerámico de alta temperatura. El material cerámico se elige para proporcionar una expansión y contracción térmica mínimas a altas temperaturas cíclicas y para proporcionar propiedades aislantes con respecto a la transferencia de calor por conducción a través del bloque de soporte, el cual podría recibir un revestimiento aislante tal como una barrera térmica adicional entre el bloque de soporte y el cuerpo de grafito.

La realización preferida se describirá con respecto a un segmento de almacenamiento de grafito de alta temperatura 4, sin embargo, la invención implica el soporte de dicho segmento de almacenamiento de alta temperatura y/o la transferencia de energía térmica a un fluido de trabajo. La temperatura del fluido de trabajo después se reduce a una temperatura aceptable como entrada de energía para la utilización de sistemas externos de temperatura más baja. El grafito es un medio de almacenamiento de alta temperatura preferido, sin embargo, se pueden utilizar otros materiales tales como el carburo de silicio. Por lo tanto, la presente invención no se limita a un segmento de almacenamiento térmico basado en grafito.

Un colector de entrada de fluido de trabajo 8 está situado en un extremo del segmento de almacenamiento de grafito 4 y un colector de salida 10 está provisto en el extremo opuesto del segmento de almacenamiento de grafito. El segmento de almacenamiento de grafito 4 permite que un fluido de transferencia térmica de trabajo inerte pase a través del segmento de almacenamiento de grafito y sea recogido en el colector de salida 10 y sea dirigido al colector de mezcla 12. El colector de mezcla 12 reduce la temperatura del fluido de trabajo a una temperatura adecuada para su utilización como entrada a equipos convencionales o equipos aguas abajo. Esta temperatura puede estar típicamente en el rango de 100°C a 700°C. El fluido de trabajo, cuando sale del segmento de almacenamiento de grafito, estará a una temperatura típicamente superior a 1000°C. La estructura de almacenamiento de grafito es teóricamente capaz de operar hasta aproximadamente 3000°C.

La disposición de transferencia y almacenamiento de energía térmica de alta temperatura 2 también incluye placas laterales 16 que cierran los lados del segmento de almacenamiento de grafito. Por lo general, las placas laterales 16, el colector de mezcla 12, el colector de salida 10 y el colector de entrada 8 son todos de un material cerámico que puede soportar el rango de temperatura elevada y ultra elevada del segmento de almacenamiento de grafito.

La Figura 1 incluye el colector de distribución de fluido 20 utilizado para conectar la unidad de almacenamiento térmico 2 al equipo convencional aguas abajo. Durante la circulación, después de que el fluido de trabajo calentado sale del colector de mezcla 12, estará a una temperatura más baja, apropiada para equipos convencionales y ya no se requieren materiales cerámicos u otros materiales de alta temperatura. Básicamente, el fluido de trabajo calentado que sale del colector de distribución de fluido 20 estará preferiblemente aproximadamente a 700°C o menos, posiblemente a temperatura mucho más baja, durante la circulación. La temperatura real del fluido de trabajo se puede controlar regulando los flujos de fluido de trabajo que pasan a través del colector de distribución 20. Una ventaja de la presente disposición es la capacidad de mantener una temperatura del fluido relativamente alta (por ejemplo, del orden de 700°C) durante un largo período de tiempo para alimentar equipos aguas abajo sin la necesidad de actuadores o válvulas móviles dentro de la disposición 2. A medida que la temperatura del segmento de almacenamiento desciende, se requerirá menos fluido de mezcla para mantener la temperatura de salida más alta. El colector de distribución 20 y el colector de mezcla 12 cooperan para reducir la temperatura del fluido de salida proporcionada al equipo convencional aguas abajo. El controlador 409 (mostrado en la Figura 15) coopera con el ventilador externo de velocidad variable 408 y las válvulas de flujo 100a, 106a y 108a para proporcionar este control de temperatura. El controlador puede utilizar opcionalmente técnicas de algoritmos de aprendizaje profundo para optimizar las temperaturas de inicio y operación durante la vida útil del núcleo de grafito para compensar el envejecimiento de los componentes del sistema y la acumulación parcial de polvo de grafito y otros contaminantes en los componentes del sistema que afectan el flujo y las características de transferencia de calor.

Una serie de elementos calefactores eléctricos 30 están situados en el segmento de almacenamiento de grafito como se muestra en la Figura 1. Muchos elementos de calentamiento pueden funcionar a temperaturas de hasta aproximadamente 2000°C. Para temperaturas más altas se requieren elementos de calentamiento más especializados. La capacidad de reducir y controlar la temperatura del flujo de fluido 70 que sale del colector de mezcla 12 es un aspecto importante de la presente solicitud.

La Figura 1 describe los detalles estructurales del bloque de soporte 6 que incluye dos cavidades grandes 6a y 6b que se extienden a lo largo del bloque de soporte 6. La cavidad 6b es una cavidad abierta que se utiliza para proporcionar una mayor resistencia térmica entre la superficie superior 6f del bloque de soporte 6 y la base 6c del mismo. Las paredes verticales del bloque de soporte 6 son relativamente delgadas para proporcionar una vía de conducción térmica restringida. El flujo de vía de conducción térmica restringida también se puede conseguir proporcionando orificios a través de las paredes verticales y engrosando las paredes, si es necesario para proporcionar la resistencia estructural requerida. La superficie superior 6f del bloque de soporte 6 puede estar a menudo a la temperatura del cuerpo de grafito o próxima a ella, el cual descansa directamente sobre esta superficie o está separado de esta superficie por un revestimiento de material aislante de alta resistencia. La base 6c del bloque de soporte puede estar a aproximadamente 60°C o menos. El pasaje 6a a través de la base 6 es de nuevo un pasaje aislante y funciona de la misma manera que 6b. El bloque de soporte 6 (debido a la temperatura inferior más baja) puede ser soportado utilizando materiales y aislamiento convencionales.

La Figura 2 proporciona detalles adicionales del colector de mezcla de flujo de fluido 12 que incluye el pasaje de entrada de flujo de mezcla fría 40 (que tiene un puerto de entrada 40a), el pasaje de salida de fluido caliente 42 (que tiene un puerto de entrada 42a, véase la Figura 5) y un pasaje de entrada de fluido de trabajo 44 (que tiene un puerto de entrada 44a). El colector de mezcla 12 es de un material de alta temperatura y preferiblemente es del mismo material cerámico o similar que el colector de salida 10. El colector de mezcla 12 coopera con el colector de salida 10 y con el bloque de soporte 6.

Más detalles del bloque de soporte 6 se muestran en la Figura 3 (orientación inversa). Como se puede observar, el bloque de soporte 6 incluye dos pasajes superiores 6d y 6e. El pasaje superior 6d se utiliza para canalizar el fluido de trabajo al colector de entrada 8. Este flujo inicial del fluido de trabajo a través del pasaje 6d proporciona enfriamiento del bloque de soporte 6 y algo de calentamiento inicial del fluido de trabajo. Como se detallará más adelante, en los sistemas que soportan núcleos de grafito más grandes, los bloques de soporte 6 se colocarían extremo con extremo y/o uno al lado del otro dependiendo de las dimensiones deseadas del núcleo. Dichos sistemas más grandes también canalizarían opcionalmente el fluido de trabajo a través de todos los pasajes superiores antes de entrar en el cuerpo de grafito.

Saliendo del pasaje 6d, el fluido de trabajo es recibido en el colector de entrada 8 y es canalizado a través de una serie de pasajes longitudinales 121 que se extienden a través del segmento de almacenamiento de grafito 4 antes de ser descargado en el colector de salida 10. En la realización preferida, solo el pasaje superior 6d se utiliza para canalizar el fluido de trabajo y proporcionar enfriamiento. El pasaje 6e también se puede usar para canalizar el fluido de trabajo y proporcionar enfriamiento. En la presente realización, un pasaje de enfriamiento es suficiente para precalentar el fluido de trabajo y enfriar o hacer bajar la temperatura de la base por debajo de estos pasajes. Se pueden utilizar otras configuraciones de estos pasajes y se pueden utilizar múltiples pasajes a través de la base como parte de la función de enfriamiento.

El bloque de soporte 6 se puede dividir en una serie de unidades a lo largo del segmento de almacenamiento térmico. El segmento de almacenamiento térmico a menudo tendrá un gran diferencial de temperatura a lo largo de su longitud y dividir la base en unidades reduce posibles problemas tales como el choque térmico, el estrés térmico y la expansión térmica.

Las Figuras 3 y 8 muestran la placa de cierre 24 utilizada para cerrar el lado interior inferior de la cavidad 52, de manera que el fluido caliente que sale del segmento de almacenamiento de grafito 4 sea conducido al pasaje de salida 42 del colector de mezcla.

La Figura 4, la Figura 5 y las Figuras 5a a 5e ilustran la vía del flujo de fluido de trabajo 50 cuando pasa ininterrumpidamente a través del colector de mezcla y a través del canal 6d en la estructura del bloque de soporte del cuerpo de grafito 6 antes de ser dirigido a través del segmento de almacenamiento de grafito 4 y después volviendo a entrar en el colector de mezcla donde se mezcla con el flujo de fluido de mezcla 60 y saliendo a través del colector de distribución de fluido donde el flujo de fluido de enfriamiento 62 se mezcla con el flujo de fluido de trabajo antes de salir del sistema de almacenamiento cuando el flujo de fluido de salida de energía térmica 70 pasa a un equipo convencional aguas abajo del colector de distribución de fluido 20. Este flujo de fluido de trabajo 50 inicialmente está a una temperatura reducida y proporciona enfriamiento al bloque de soporte 6 y también enfría una parte limitada del segmento de almacenamiento de grafito directamente sobre el bloque de soporte. El flujo de fluido de trabajo 50 se proporciona al colector de entrada 8 y está expuesto al extremo del segmento de almacenamiento de grafito 4. Hay dispuestos una serie de pasajes 121 a través del segmento de almacenamiento de grafito, de tal manera que el flujo de fluido de trabajo 50 pasa a través de la disposición de almacenamiento de grafito y es descargado en la cavidad de salida 52 del colector 10 como se muestra en la Figura 4.

Como se describe con respecto a las Figuras 4 y 5, el extremo del colector de mezcla 12 mostrado en la Figura 5a que linda con el colector de distribución de fluido está dividido en tres segmentos separados, a saber, el pasaje de entrada de flujo de mezcla 40, la salida de la cámara de mezcla de fluido de trabajo de energía térmica 42 y el pasaje de entrada de fluido de trabajo frío 44 para el flujo de fluido 50. Dado que ambos pasajes 40 y 44 contienen fluido entrante durante la extracción de calor del cuerpo de grafito, ayudan a enfriar la estructura del colector de mezcla, particularmente el extremo de este colector donde entran estos fluidos más fríos que están junto al colector de

distribución de fluido 20. Se prevé un diseño alternativo, en el que el pasaje de mezcla de fluido de trabajo de energía térmica 42 es central para el fluido de trabajo entrante y los fluidos de mezcla y está dentro del alcance de esta invención, pero requiere un proceso de fabricación más costoso para ofrecer el diseño de vía más complejo.

Como se muestra en la vista en perspectiva de la Figura 5b del extremo del colector de mezcla que hace tope con los colectores 10 y 11, el conducto de fluido de mezcla 40 y el conducto de salida del fluido de trabajo de energía térmica 42 están conectados entre sí, lo que permite que el flujo de mezcla frío 60 se mezcle con el flujo fluido de trabajo caliente 50 que es descargado del segmento de almacenamiento de grafito 4. El pasaje de fluido de trabajo entrante 44 simplemente canaliza el flujo de fluido de trabajo entrante 50 a través de este colector de mezcla mientras enfría ligeramente el fluido de trabajo saliente a través de la pared contigua. A expensas de una mayor resistencia de circulación, se podrían instalar deflectores dentro del pasaje 44 y/o del pasaje 40, opcionalmente revestidos con materiales aislantes, para reducir la energía radiada que retrocede a lo largo de estos canales.

La Figura 5c ilustra los tres pasajes separados y la ubicación para la vista en sección B-B mostrada en la Figura 5d y C-C mostrada en la Figura 5e. La vista en sección B-B de la Figura 5d ilustra cómo el pasaje de entrada de fluido de mezcla frío 40 se conecta al pasaje de mezcla de fluido de trabajo caliente 42, aunque los deflectores de mezcla 43 no están ilustrados. La vista en sección C-C de la Figura 5e ilustra cómo el pasaje de entrada de fluido de trabajo 44 continúa a través del colector de mezcla. Como se indicó, estos pasajes se pueden equipar con deflectores para reducir la energía radiada y, en el caso del pasaje de mezcla, garantizar que el fluido de mezcla se mezcle completamente con el fluido de trabajo que sale del cuerpo de grafito. Un enfoque rentable para el diseño de deflectores para sistemas de menor caudal es fabricar estos deflectores a partir de láminas de CFC (carbono-carbono reforzado) que crearán suficiente mezcla y un bloqueo de radiación algunas veces y con una caída de presión de flujo mínima. Para caudales más altos y/o sistemas grandes, las simulaciones aerodinámicas corroboran el uso de múltiples haces horizontales de fluido de mezcla introducidos perpendicularmente al flujo de fluido de trabajo perforando orificios alargados entre los pasajes 40 y 42 acoplados con miembros aerodinámicos dentro del conducto del pasaje 42 creando flujos turbulentos, para producir el fluido de trabajo totalmente mezclado deseado que sale del colector de mezcla y al mismo tiempo bloquea la vía de radiación.

Como se muestra en la Figura 4, el colector de mezcla 12 se apoya esencialmente en una pared exterior del colector de salida 10 y sirve para conectar la cavidad 52 con el conducto de salida de fluido caliente 42 y conecta el flujo de fluido de trabajo 60 con el conducto 6d del bloque de soporte. De esta manera, el colector de salida 10 está conectado a partes del colector de mezcla 12 y también el pasaje de fluido de trabajo 44 del colector de mezcla está conectado al pasaje 6d del bloque de soporte 6. Un marco cerámico 13 actúa como un sello y soporte parcial entre el colector de mezcla y el colector de salida.

El flujo de fluido de trabajo 50, después de pasar a través de la disposición de almacenamiento de grafito 4, es descargado en la cavidad 52 del colector de salida 10 y el fluido de trabajo puede estar a alta temperatura. Por ejemplo, si el segmento de almacenamiento de grafito está a una temperatura alta en relación con las demandas de temperatura de salida, entonces, en la puesta en marcha, el fluido de trabajo en el colector de salida 10 estará a una temperatura considerablemente más alta que la deseada. Normalmente, la temperatura del fluido de trabajo será generalmente igual a la temperatura del segmento de almacenamiento de grafito adyacente al colector de salida. Esta alta temperatura en modo de espera también calentará el colector de mezcla.

La capacidad de almacenar y concentrar energía térmica en el segmento de almacenamiento de grafito está directamente relacionada con la cantidad de grafito. La capacidad de extraer energía térmica del segmento de almacenamiento de grafito es una función del caudal y del tamaño de los pasajes 121. A menudo es deseable proporcionar más grafito y menos pasajes para aumentar la capacidad de almacenamiento térmico. Si se proporciona más grafito, la temperatura del fluido de trabajo cuando sale del segmento de almacenamiento térmico estará a la temperatura aproximada del segmento de almacenamiento térmico.

Si la demanda del flujo de fluido de trabajo 50 aumenta cuando el segmento de almacenamiento de grafito está a su temperatura más alta, la temperatura del flujo de salida permanecerá sin cambios durante algún tiempo y, a menudo, horas o días a medida que el sistema ajusta dinámicamente los flujos de mezcla y enfriamiento. Los equipos convencionales utilizados para recibir un fluido de trabajo caliente inerte como fuente de entrada normalmente no pueden aceptar el flujo de fluido de trabajo a temperaturas superiores a unos 800 °C sin revestimientos especiales. Para reducir la temperatura de manera eficiente y gestionar la temperatura de salida, se introduce un flujo de mezcla de fluido de enfriamiento 60 en el colector de mezcla 12 y se mezcla con el flujo de salida 50 debajo de la flecha 63. El flujo de mezcla variable 60 se puede proporcionar en cantidades suficientes y a una velocidad suficiente para reducir la temperatura resultante del flujo de fluido de trabajo de salida 70. Para algunas aplicaciones, el flujo de fluido de salida de energía térmica 70 resultante puede estar a una temperatura de 400°C. La temperatura deseada puede ser configurada preferentemente por el usuario. La Figura 16 proporciona un diagrama lógico de control simplificado para proporcionar una temperatura de salida según sea necesario para alimentar eficientemente el equipo aguas abajo.

Después de haber atravesado el cuerpo de grafito, el flujo de fluido de trabajo 50 entra en el colector de salida 10 que lo desvía hacia el pasaje 42 donde es combinado con el flujo de fluido de mezcla 60. El pasaje 42 incluye preferiblemente una serie de deflectores para favorecer la mezcla del fluido para reducir la temperatura y las variaciones de temperatura. Los deflectores también bloquean el flujo de energía radiante desde el cuerpo de grafito

hasta el colector de salida. El colector de mezcla 12 reduce la temperatura del fluido de salida de energía térmica 70 saliente en función de la proporción relativa de los flujos 50 y 60, de tal manera que después de una combinación adicional con el flujo de enfriamiento 62 (si lo hay), entonces, los equipos convencionales pueden recibir eficientemente este fluido de trabajo como entrada de energía para el procesamiento posterior. Los deflectores de mezcla 43 están situados para bloquear colectivamente la radiación de la línea de visión desde el colector de salida 10 al colector de distribución 20.

La operación efectiva del segmento de almacenamiento de grafito a altas temperaturas requiere el control del fluido de trabajo de transferencia de energía térmica, particularmente durante la puesta en marcha del sistema para proteger el equipo aguas abajo. En esta situación, el flujo de fluido de trabajo de energía térmica inicial 50 impulsará el fluido de trabajo previamente estacionario desde el cuerpo de grafito que entrará en el colector de mezcla 12 inicialmente a la temperatura máxima. El colector de distribución de fluido 20 actúa como un componente de barrera adicional que protege los componentes convencionales de baja temperatura aguas abajo. Para superar problemas potenciales y para proteger la placa frontal del colector de distribución de fluido 20 de temperaturas excesivas, el colector de distribución de fluido 20 incluye una entrada 100 para recibir un flujo de enfriamiento 62 que pasa a través del colector de distribución de fluido, enfriando el colector antes de que sea descargado en el flujo de fluido de trabajo poco antes de que abandone el sistema.

Los detalles del colector de distribución de fluido 20 se muestran en las Figuras 11 a 14. El colector de distribución de fluido 20, como se muestra en la Figura 15, forma una interfaz entre el equipo de almacenamiento de alta temperatura en un lado del distribuidor de distribución y el equipo convencional de baja temperatura 400 conectado al exterior de este colector. El colector 20 incluye una placa frontal 202 que se puede fabricar con acero de alta temperatura y se extiende a través de la pared de un depósito de contención asociado, típicamente también de acero u hormigón que rodea el sistema de almacenamiento térmico. El exterior de esta placa frontal normalmente estará expuesto al aire no acondicionado a temperatura ambiente (aunque el depósito puede estar enterrado o rodeado de agua) e incluye cuatro puertos en la placa frontal para recibir la tubería asociada con las tuberías 100, 104, 106 y 108 mostrados en la Figura 1. En funcionamiento, la placa frontal 202 estará a una temperatura relativamente baja, del orden de 60°C o inferior dependiendo de la temperatura ambiente.

Inmediatamente debajo de la placa frontal 202, en el espacio entre la placa frontal 202 y una placa intermedia 204, hay una o más capas o revestimientos de aislamiento de alta temperatura en la placa frontal 202 y en la placa intermedia 204 para proteger eficazmente la placa frontal 202. Una placa interior 206 está separada debajo de la placa intermedia 204 y esta placa forma esencialmente una serie de canales de distribución a lo largo de la superficie de la misma, utilizados para enfriar el colector de distribución y, en particular, enfriar la placa intermedia 204 para asegurar que la placa frontal 202 se pueda mantener a una temperatura segura. Una serie de flujos se muestran como 50, 60, 70 y 62 en la Figura 11 y corresponden a los que se muestran en la Figura 1. El colector de distribución de fluido 20 distribuirá el flujo de enfriamiento 62 y también controlará el flujo de mezcla 60. Estos flujos se controlan abriendo y cerrando selectivamente las válvulas 100a, 106a y 108a, y activando el ventilador 402.

En la Figura 12, la placa frontal 202 y la placa intermedia 204 no se muestran para ayudar a comprender cómo el flujo de enfriamiento 62 pasa a través del colector de distribución de fluido 20. El flujo de gas 62 introducido en el colector de distribución de fluido en el tubo de entrada 100 que se abre en la capa entre la placa interior 206 y la placa intermedia 204. Como se indica, el flujo de fluido 62 se introduce en un extremo del colector de distribución y fluye entre la placa interior 206 y la placa intermedia 204, y alrededor de los manguitos de tubería 215, 217 y 219. El miembro deflector longitudinal 210 restringe el flujo a un lado del mismo antes de que el flujo invierta la dirección en el extremo opuesto de la placa intermedia 204. El fluido pasa después a través del canal exterior 212 y sale a través del puerto de escape 214. El puerto de escape 214, como se muestra en las Figuras 13 y 14, está conectado a la cámara 216 y el fluido de enfriamiento sale después a través del puerto de escape 218 en la cámara contigua para fusionarse con el fluido de trabajo de salida 70. Es importante notar que aunque este flujo de enfriamiento 62 se ilustra girando alrededor del miembro deflector 210, muchos deflectores similares podrían dirigir este flujo de enfriamiento 62 alrededor de un área más grande según sea necesario para enfriar cualquier componente externo del depósito de contención.

Cuando el sistema de almacenamiento de energía térmica está en espera sin ningún flujo de fluido, el segmento de almacenamiento de grafito puede estar a alta temperatura y la placa frontal 202 del colector de distribución de fluido 20 está a baja temperatura. Con el tiempo, aumentará la temperatura de los componentes entre el segmento de almacenamiento de grafito y la temperatura ambiente exterior. Para mantener la temperatura del colector de distribución de fluido a una temperatura segura, tanto el propio colector como la placa frontal 202 se enfrían mediante el flujo de fluido de enfriamiento 62, lo que requerirá una puesta en marcha periódica del ventilador de circulación o un funcionamiento constante a baja velocidad. Suponiendo que un ventilador esté conectado a todas las entradas de fluido (a diferencia de una alternativa de ventiladores de velocidad variable y válvulas de flujo negro independientes que conseguirían el mismo resultado), es necesario que el controlador coordine el ajuste de la válvula variable 100a junto con la velocidad del ventilador, para controlar el volumen del flujo de fluido para obtener el enfriamiento deseado. En contraste con el colector de mezcla que debe estar construido de cerámica u otro material capaz de soportar temperaturas extremas, el colector de distribución de fluido requiere su propio enfriamiento para mantener la temperatura exterior del mismo dentro de un rango de funcionamiento seguro mucho más bajo, suponiendo que los componentes exteriores estén contruidos de acero de alta temperatura o materiales similares en los diferentes modos del sistema de almacenamiento térmico. Los diferentes modos se muestran en la Figura 16.

Incluso si el colector de distribución de fluido se mantiene a una temperatura segura en un estado de espera del sistema de almacenamiento, la puesta en marcha del sistema de almacenamiento podría dañar el colector de distribución y el equipo aguas abajo. Al comienzo del proceso de descarga, el fluido de trabajo de temperatura ultra elevada (normalmente superior a 1000 °C) que ha quedado atrapado en el colector de mezcla debe ser enfriado. El flujo de enfriamiento 62 mantiene críticamente el colector de distribución de fluido a una temperatura segura durante el modo de espera y proporciona enfriamiento durante la puesta en marcha inicial.

Una segunda etapa de la disposición de puesta en marcha reduce la temperatura del colector de mezcla, de modo que ningún fluido caliente contenido en el mismo dañe el colector de distribución o el equipo externo. Esto se consigue en combinación con el flujo de enfriamiento 62, introduciendo el flujo de fluido de mezcla 60 a través del último puerto 108 en el colector de distribución de fluido como se muestra. Este volumen de flujo de fluido de mezcla se modifica ajustando la válvula 108a y variando el ventilador. Pasa a través de la placa frontal 202 y la placa intermedia 204 hacia su propia cámara 230. El flujo 60 después se redirige a través del colector de distribución de fluido a lo largo del pasaje 232 y saldrá del puerto rectangular 234 y se mezclará con el fluido contenido dentro del colector de mezcla y el fluido combinado saldrá a través del puerto de escape 218. Durante esta fase, el flujo de enfriamiento 62 preferiblemente continúa funcionando para proteger las partes exteriores del colector de distribución de fluido y reducir la temperatura del fluido de trabajo inicial que está siendo impulsado fuera de la cámara de mezcla por el gas de mezcla.

Cuando desciende la temperatura del colector de mezcla de cerámica, el flujo de fluido de trabajo 50 se introduce en el segmento de almacenamiento de grafito variando la válvula 106a y la velocidad del ventilador. Fluye a través del colector de distribución de fluido hacia el canal 44 a través del colector de mezcla antes de pasar por la estructura de soporte de grafito y después por el propio cuerpo de grafito. Este será un flujo de volumen relativamente bajo inicialmente ya que el flujo de fluido de trabajo 50 que es descargado del segmento de almacenamiento de grafito estará a la temperatura del segmento de almacenamiento de grafito. Controlando el flujo de mezcla 60 a través del colector de distribución y hacia la cámara de mezcla donde se fusiona con el fluido de trabajo 50 que sale del cuerpo de grafito, es posible controlar con precisión la temperatura del flujo de fluido de salida 70 cuando sale del colector de distribución.

El colector de distribución de fluido 20 proporciona una disposición eficaz para permitir que un operador o sistema complete una serie de pasos de inicio para pasar de un estado de espera a un estado operativo que elimine eficazmente el calor del segmento de almacenamiento de grafito. El diseño del sistema consigue esto sin la necesidad de válvulas ni de otras partes móviles ni de sensores de temperatura dentro del depósito de contención.

Los diversos flujos varían ajustando la velocidad del ventilador 408 junto con las válvulas de control 100a, 106a y 108a situadas aguas abajo del equipo de energía térmica o intercambiador de calor. Alternativamente, una serie de ventiladores separados de velocidad variable equipados con aletas de retención de reflujo conectadas desde dicho equipo de potencia a cada uno de los puertos de entrada del colector de distribución también pueden conseguir los caudales ajustables deseados.

La Figura 14 muestra la superficie trasera del colector de distribución de fluido 20 y se han provisto placas para redirigir el flujo de mezcla como se muestra y para cerrar de forma efectiva la cámara 216 en la superficie trasera del colector de distribución de fluido. Los flujos de fluido hacia y desde el colector de mezcla están situados centralmente en el colector de distribución 20.

El flujo de enfriamiento 62 se puede activar selectivamente o continuar pasando a través de la entrada 100 cuando el dispositivo se apaga solo para mantener el colector de distribución de fluido 20 por debajo de un límite superior de temperatura. Este flujo de enfriamiento se puede proporcionar según sea necesario cuando el segmento de almacenamiento de grafito está en un estado de almacenamiento o de espera. El bloque lógico de control 420, como se muestra en la Figura 16, proporciona un ejemplo de esta función.

El colector de distribución de fluido permite que el equipo aguas abajo tenga una temperatura más baja convencional. La salida 104 recibe el flujo de fluido de salida de transferencia de calor 70. Este es el flujo de fluido de salida que se proporciona como entrada al equipo convencional 400 para la generación de energía, aplicaciones de calor directo u otras aplicaciones. La temperatura del flujo de fluido está típicamente por debajo de un máximo de aproximadamente 700°C a 800°C y comúnmente entre 300°C y 500°C. La temperatura de salida puede ser ajustada por el usuario y es particularmente ventajosa para el funcionamiento eficiente de algunos equipos aguas abajo. Hasta que la energía en el cuerpo de grafito se agote por debajo de la temperatura de salida deseada, la temperatura real no se verá afectada por la temperatura del segmento de almacenamiento de grafito 4, ya que el controlador puede ajustar las válvulas y las velocidades del ventilador en función de la temperatura del fluido de trabajo de retorno (después de que el equipo aguas abajo haya utilizado la energía térmica) y la temperatura deseada y el caudal del fluido de trabajo. El bloque lógico de control 440 se puede utilizar para regular el flujo de salida 70 para tener un rango de temperatura deseado T_{demanda} y flujo de fluido de trabajo según lo establecido por el usuario.

La conexión de puerto 106 recibe el flujo de fluido de trabajo 50. La velocidad de este flujo de fluido 50 está determinada por el ventilador de velocidad variable 402 y por la válvula 106a. Se pueden utilizar diversos sensores y controles de temperatura para mantener una temperatura de salida deseada del flujo 70. La conexión 108 adapta el flujo de fluido de mezcla 60.

El control de las diversas entradas al segmento de almacenamiento de grafito y al colector de mezcla permite que el flujo de salida 70 sea utilizado eficientemente por el equipo aguas abajo. Durante el modo de espera o la puesta en marcha inicial, se proporcionará el flujo de enfriamiento 62 y el flujo de mezcla 60 al colector de mezcla 12, lo que generará un flujo de fluido de salida de bajo volumen 70. Una vez que el colector de mezcla 12 y el colector de distribución de fluido 20 estén a una temperatura más baja, el flujo de fluido de enfriamiento 62 se puede reducir y el flujo de fluido de trabajo de entrada 50 se puede modificar lentamente para obtener la temperatura y el flujo de salida deseados. Los bloques lógicos de control simplificados 430 y 440 se utilizan para obtener la temperatura y el caudal deseados para satisfacer una demanda de energía objetivo mediante el equipo conectado aguas abajo.

Si el segmento de almacenamiento de grafito está a una temperatura alta o máxima, el fluido de trabajo que sale del segmento de almacenamiento de grafito estará aproximadamente a la temperatura más alta y requerirá enfriamiento antes de salir al equipo convencional. En este caso, se introduce un flujo de mezcla significativo 60 para mezclar con el flujo de fluido de trabajo 50 que se descarga para administrar o controlar la temperatura del flujo de salida 70. Los flujos 62, 60 y 50 se ajustan variando la velocidad del ventilador y de las válvulas correspondientes para obtener una temperatura y un volumen de flujo 70 deseados y operar el sistema de manera efectiva, de una manera que sea ventajosa para el equipo aguas abajo mientras se mantiene la placa libre 202 del colector de distribución y cualquier otra estructura de contención externa unida al flujo 62 a una temperatura deseada.

Cuando disminuye la temperatura del segmento de almacenamiento de grafito, estos flujos se pueden ajustar para mantener el flujo de temperatura de salida (T_{demanda}) y caudal deseados. Las temperaturas muy altas posibles en la puesta en marcha, incluso en el colector de distribución 10 y el colector de mezcla 12, se controlan para evitar daños por temperatura en el colector de distribución y en el equipo aguas abajo. El colector de distribución de fluido 20 incluye materiales convencionales de baja temperatura y el flujo de enfriamiento 62 protege el colector en condiciones de espera y también durante la puesta en marcha de una etapa de extracción de energía del segmento de almacenamiento de grafito. El colector de distribución podría estar hecho de material cerámico para proporcionar protección a la temperatura; sin embargo, se prefieren y utilizan materiales convencionales y de enfriamiento apropiados para proteger el equipo aguas abajo.

El volumen sustancial de la cavidad 6a y 6b y de las paredes de la base de soporte reduce la vía directa del calor por conducción térmica a través de las paredes y, por lo tanto, aumentan el aislamiento efectivo proporcionado por el bloque de soporte 6 separando el segmento de almacenamiento de grafito de las temperaturas de soporte más frías de una superficie de soporte o suelo de una estructura de contención.

Las placas de bloqueo 16 se proporcionan dado que el segmento de almacenamiento de grafito 4 se compone preferiblemente de bloques preformados y los bloques individuales se pueden colocar en una de dos orientaciones diferentes. Esto se puede apreciar observando la Figura 5. Proporcionando una disposición escalonada de los bloques, el segmento de almacenamiento de grafito 4 es dividido en secciones (se muestran 5, véase la Figura 9) a lo largo de la unidad de almacenamiento y también es dividido verticalmente en secciones (se muestran 5). Esto permite algún movimiento del segmento de almacenamiento de grafito causado por la expansión térmica, contracción, etc. Los pasajes longitudinales del segmento de almacenamiento de grafito generalmente están alineados independientemente de la orientación de los bloques, ya sea en la dirección longitudinal del segmento de almacenamiento o atravesando el segmento de almacenamiento. En vista de esto, las placas 16 cierran efectivamente los lados del segmento para asegurar que el fluido fluya a lo largo del segmento de almacenamiento de grafito.

En la Figura 5, también se puede ver que hay varios puertos alargados 121 que se encuentran entre los bloques de grafito y están dimensionados para recibir elementos de calentamiento eléctricos. Típicamente, los elementos también serán de un electrodo de grafito para resistir las temperaturas y transferir energía al segmento de almacenamiento de grafito principalmente por radiación. Dependiendo de la temperatura máxima deseada del segmento de almacenamiento de grafito, se pueden utilizar otras disposiciones de entrada de calor.

La Figura 9 muestra detalles de los puertos 120 y la superficie superior muestra cómo se han proporcionado ranuras alargadas en las superficies de acoplamiento de los bloques para alojar los electrodos. Básicamente, se utilizan preferiblemente dos tipos de bloques que cooperan de la manera mostrada.

El flujo de fluido de enfriamiento 62 cuando pasa a través del colector de distribución protege las placas de acero del colector y el equipo aguas abajo. La temperatura de templado del acero es de aproximadamente 700°C y las temperaturas excesivas pueden cambiar las propiedades y los ciclos hacia y desde altas temperaturas pueden producir daños con el tiempo. El enfriamiento reduce esta posibilidad mientras que, al mismo tiempo, un funcionamiento continuo del ventilador a una velocidad reducida para hacer circular el fluido de trabajo (y los flujos de mezcla y enfriamiento relacionados) en un volumen que mantendrá el equipo aguas abajo a una temperatura constante, incluso cuando las cargas térmicas netas varíen, prolongará en gran medida la vida útil de los equipos aguas abajo y al mismo tiempo controlará la temperatura exterior del sistema de almacenamiento térmico.

Un ejemplo de esta operación continua es el mantenimiento de una "reserva giratoria" en la red eléctrica donde una turbina de vapor se mantiene a la temperatura de funcionamiento y gira con una carga de generación mínima hasta que se produce un pico de demanda eléctrica. En tal caso, el sistema de control satisface un salto brusco de la demanda en el volumen de la corriente que pasa por un intercambiador de calor alimentado térmicamente por el

sistema de almacenamiento de energía aumentando instantáneamente la velocidad del ventilador y ajustando las válvulas 100a, 106a y 108a de modo que del volumen apropiado de fluido de trabajo a la temperatura establecida se puede entregar a los intercambiadores de calor externos que entregan el vapor. Una vez que disminuye la demanda, el sistema de control reduce la velocidad del ventilador y ajusta las válvulas para obtener la reducción deseada en la entrega de btu.

Dicho sistema, si está equipado con ventiladores redundantes y amortiguadores de contraflujo, podría operar prácticamente indefinidamente ya que no hay partes móviles dentro del sistema de almacenamiento térmico y habría poca variación en la temperatura de cualquiera de los componentes externos o del colector de distribución y, por lo tanto, una expansión y contracción térmicas mínimas que típicamente envejecen tales equipos aguas abajo en sistemas térmicos de combustión cíclicos convencionales. Además, la presente invención asegura que las válvulas 100a, 106a y 108a también se mantendrán a temperaturas operativas relativamente constantes durante este estado operativo continuo y, al mismo tiempo, se puede controlar el control de la energía radiada de retorno a través del colector de mezcla, al igual que la temperatura de la estructura de soporte debajo del cuerpo de grafito, en caso de que el equipo externo inactivo tenga un tamaño relativo al sistema de almacenamiento térmico tal que algún fluido de trabajo aún deba atravesar el cuerpo de grafito durante dicho estado inactivo (y por lo tanto, algo de fluido de trabajo se movería a su través y enfriamiento de los pasajes debajo del cuerpo de grafito).

El colector de mezcla, el colector de distribución y la base de cerámica utilizan un flujo de fluido para reducir la posibilidad de daños por temperatura. Estos componentes cooperan con el segmento de almacenamiento térmico y están diseñados para funcionar en un amplio rango de temperatura, a saber, los límites de temperatura existentes de los segmentos de almacenamiento térmico en la actualidad y los límites de temperatura teóricos posibles en el futuro.

La lógica de control 410, como se muestra en la Figura 16, se puede utilizar para proporcionar el flujo de fluido de salida de potencia 70 a una temperatura (T_{70}) adecuada para equipos aguas abajo y según lo establecido por el usuario. Esta temperatura deseada se indica como T_{demanda} .

El bloque de control 420 se utiliza para purgar fluido caliente en el colector de distribución 20 como parte del proceso de puesta en marcha. El bloque de control 430 se utiliza después para reducir la temperatura del fluido de trabajo en el colector de mezcla. El bloque de control 440 proporciona lógica para mantener una temperatura deseada del flujo de salida 70.

Aunque varias realizaciones preferidas de la presente invención se han descrito aquí en detalle, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden realizar modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) para reducir la temperatura de un fluido de transferencia de energía térmica, comprendiendo dicho colector de mezcla de flujo de fluido (12):

5 un alojamiento dividido que incluye un puerto de descarga térmica, un puerto de entrada de fluido de alta temperatura (42a) y un puerto de entrada de mezcla de fluido de enfriamiento (40a);

incluyendo dicho alojamiento dividido un pasaje de salida de fluido de trabajo (42) estando dicho puerto de entrada de fluido de mezcla de enfriamiento (40a) y dicho puerto de entrada de fluido de alta temperatura (42a) en comunicación con un extremo de entrada de dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42);

10 incluyendo dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42) una serie de miembros de mezcla (43) que hacen que el fluido que fluye a través de dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42) se mezcle de manera efectiva cuando el fluido fluye a dicho puerto de descarga térmica situado en un extremo de salida de dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42); y

15 en donde el colector de mezcla (12) está diseñado para funcionar a temperaturas superiores a 1000 °C e incluye un controlador (409) que supervisa la temperatura del colector de mezcla (12) adyacente al puerto de descarga térmica; regulando dicho controlador (409) dichos flujos de fluido que pasan a través de dicho puerto de entrada de fluido de alta temperatura (42a) y dicho puerto de entrada de mezcla de fluido de enfriamiento (40a) para hacer que el flujo de fluido mezclado que pasa a través de dicho puerto de descarga térmica salga a una temperatura reducida regulada por dicho controlador (409).

20 2. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha serie de miembros de mezcla (43) son deflectores dispuestos en la cámara de mezcla.

3. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que dichos deflectores están colocados en dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42) para proporcionar un bloqueo de radiación directa a través de dicha cámara de mezcla.

25 4. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en donde el colector de mezcla de flujo de fluido (12) es de un material cerámico.

5. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador (409) regula dichos flujos de fluido que pasan a través de dicho puerto de entrada de fluido de alta temperatura (42a) y dicho puerto de entrada de mezcla de fluido de enfriamiento (40a) para hacer que el flujo de fluido mezclado que pasa por dicho puerto de descarga térmica esté a una temperatura inferior a aproximadamente 700°C.

30 6. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho controlador (409) es ajustable para establecer una salida de temperatura preseleccionada del flujo de fluido mezclado.

7. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el alojamiento incluye un pasaje de entrada de flujo de mezcla fría (40) que conduce a dicho puerto de entrada de flujo de mezcla fría.

35 8. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el pasaje de entrada de flujo de mezcla fría (40) y dicho pasaje de salida de fluido de trabajo (42) se superponen y comparten una pared común para facilitar el intercambio de calor entre ellos.

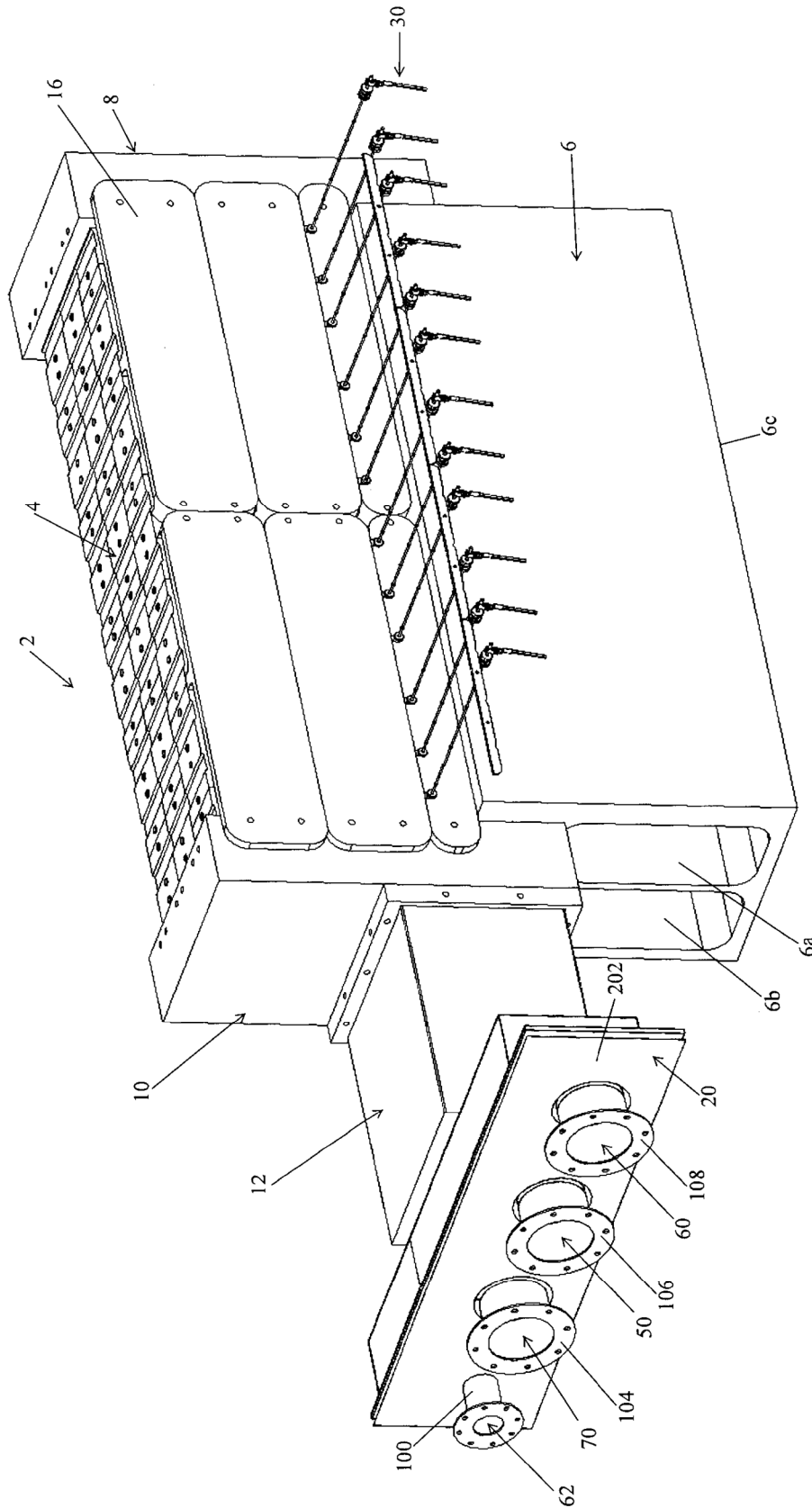
40 9. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8 en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2); teniendo dicha unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) un colector de salida (10) conectado a dicho puerto de entrada de fluido de alta temperatura (42a) que permite el pasaje y la mezcla del fluido de transferencia de energía térmica que inicialmente pasa a través de dicha unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) .

45 10. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) tiene un segmento de almacenamiento de alta temperatura (4) con una serie pasajes de transferencia de calor (121) que se extienden a su través para la descarga de energía al fluido de transferencia de energía térmica que pasa por dichos pasajes de transferencia de calor (121); y una serie de calentadores (30) situados dentro de dicho segmento de almacenamiento de alta temperatura (4) para calentarlo.

50 11. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que dicha unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) incluye una base de cerámica de alta temperatura (6) situada debajo y que soporta dicho segmento de almacenamiento de alta temperatura (4); y en donde dicha base cerámica (6) incluye una superficie superior en contacto con dicho segmento de almacenamiento de alta temperatura (4), paredes laterales que se extienden hacia abajo desde dicha superficie superior y que soportan dicha superficie superior a lo largo de la misma; y en donde dicha base cerámica (6) incluye dos o más cavidades (6d, 6e) entre dichas paredes laterales y que se extienden paralelas

a dicha longitud de dicha superficie superior; y en donde al menos una de dichas cavidades actúa como vía para distribuir dicho fluido de transferencia de energía térmica a un extremo de entrada de dicho segmento de almacenamiento de alta temperatura.

- 5 12. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dichas paredes laterales son delgadas en relación con la altura de dichas paredes laterales y definen una vía de conducción de calor restringida entre dicha superficie superior y una parte de soporte dispuesta en un borde inferior de dichas paredes laterales.
- 10 13. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicha al menos una cavidad tiene al menos dos cavidades adyacentes situadas una al lado de la otra, debajo de dicha superficie superior que tiene una pared intermedia común entre las mismas que se extiende en la longitud de dicha superficie superior.
- 15 14. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 13, en el que dicha al menos una cavidad tiene al menos dos cavidades adyacentes situadas una al lado de la otra debajo de dicha superficie superior que tiene una pared intermedia común entre las mismas que se extiende en la longitud de dicha superficie superior.
- 20 15. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) como se reivindica en la reivindicación 14, en el que dichas al menos dos cavidades adyacentes tienen superficies inferiores que se extienden a lo largo de dicha superficie superior y están ubicadas en una posición intermedia la altura de dichas paredes laterales.
- 25 16. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) de acuerdo con la reivindicación 15, que incluye un colector de entrada de cerámica en un extremo de dicho segmento de almacenamiento de grafito (4) que forma una conexión de fluido de trabajo entre dicha base y el segmento de almacenamiento de grafito (4).
17. Un colector de mezcla de flujo de fluido (12) en combinación con una unidad de almacenamiento térmico de alta temperatura (2) como se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16 y que incluye un equipo de conversión de energía térmica convencional alimentado por dicho fluido de transferencia de energía térmica después de salir de dicho colector de mezcla (12) y de fluir aguas abajo del mismo.



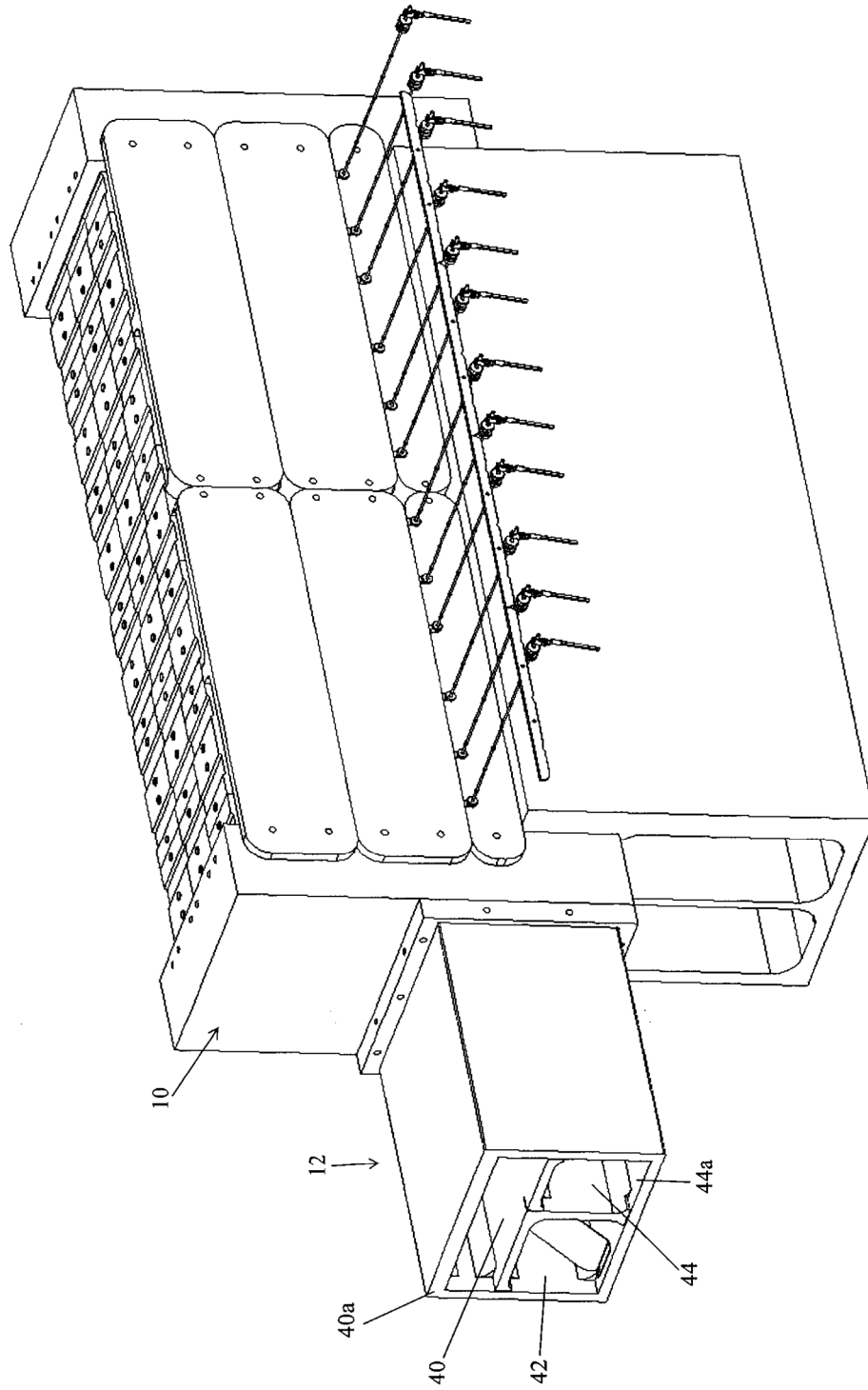


FIGURA 2

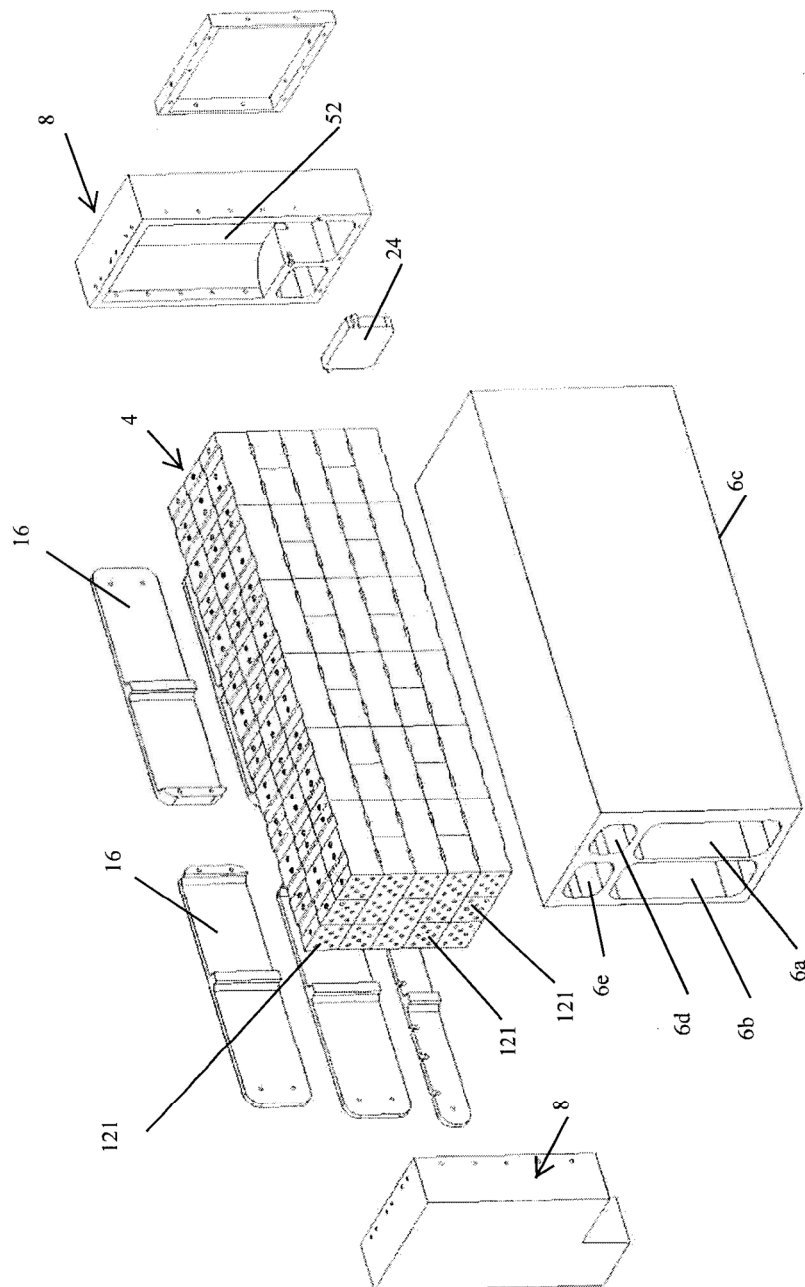


FIGURA 3

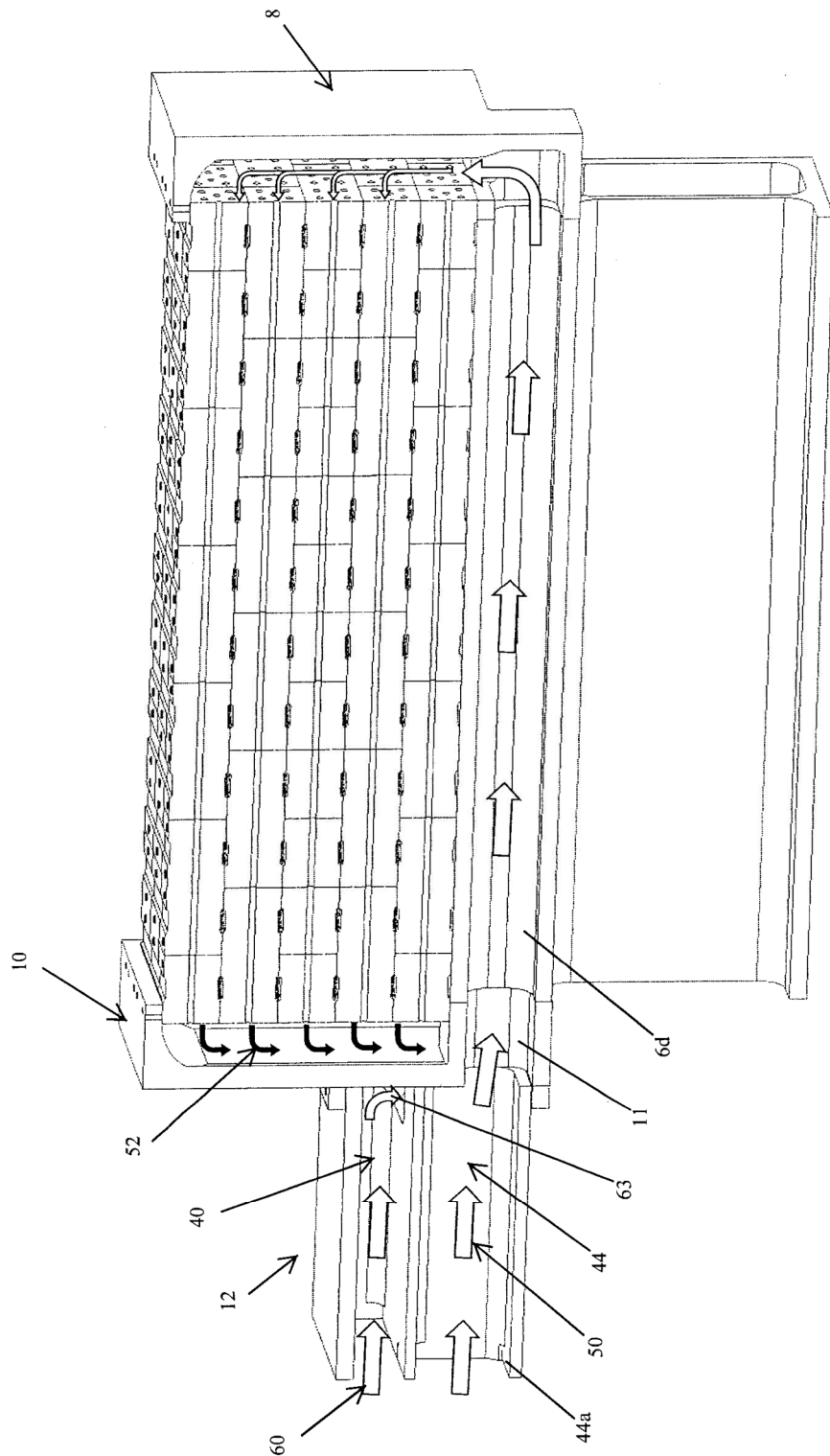


FIGURA 4

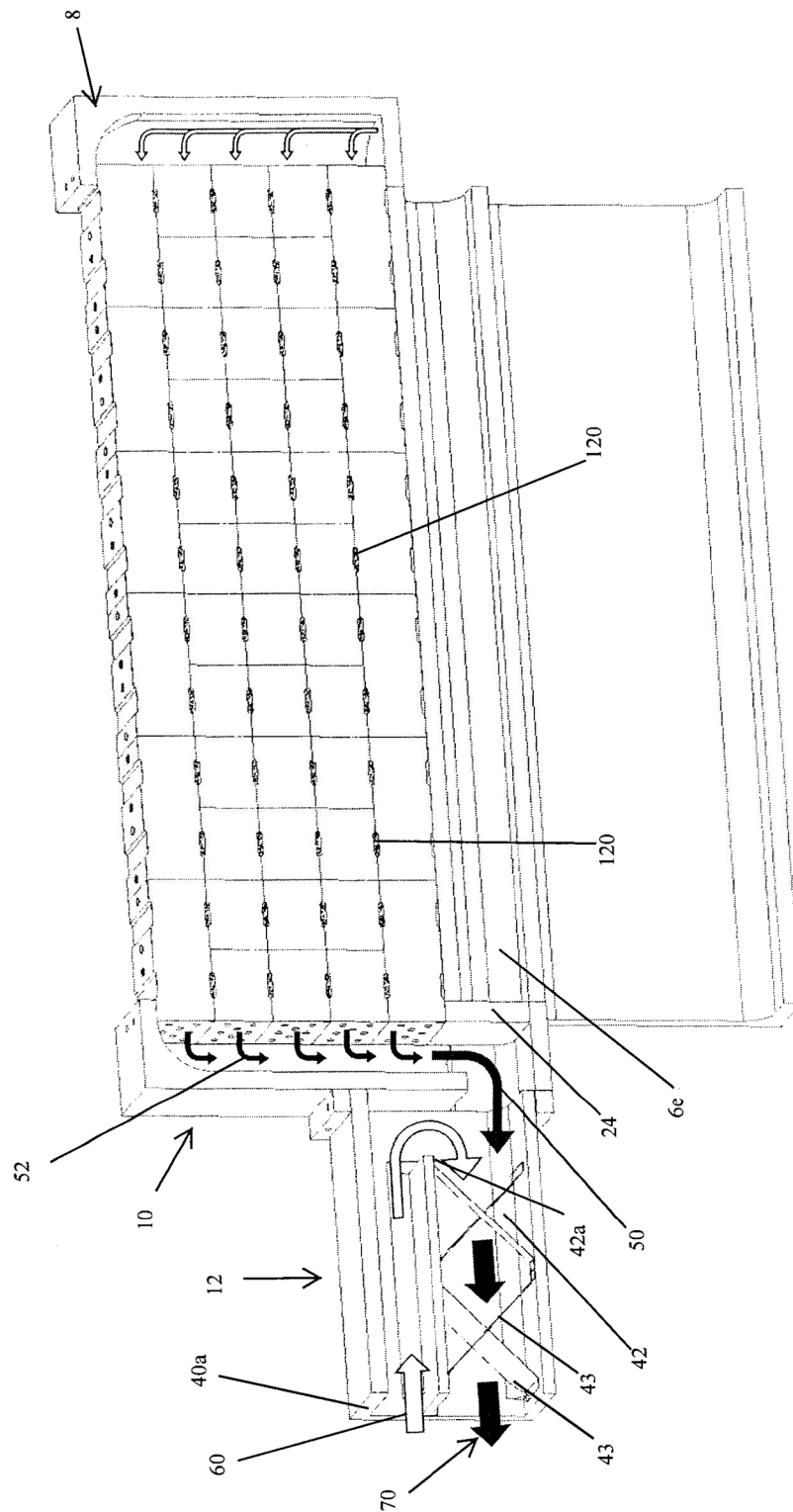


FIGURA 5

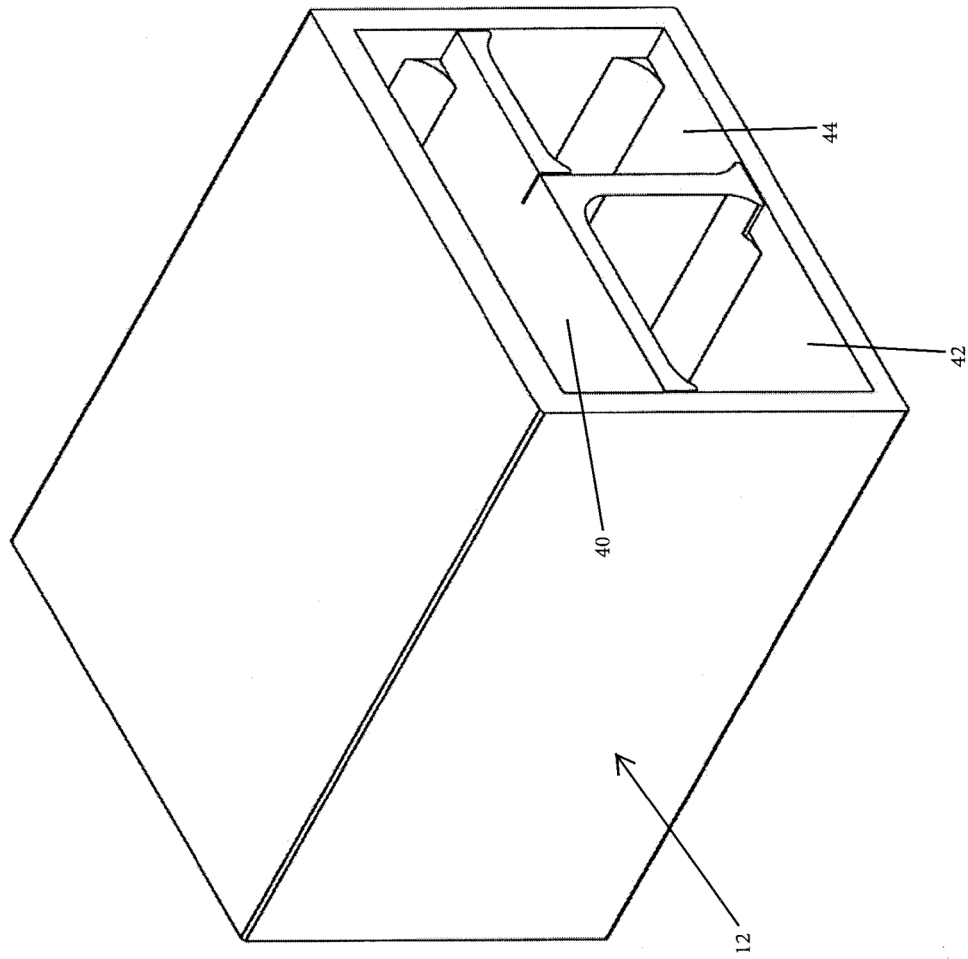


FIGURA 5a

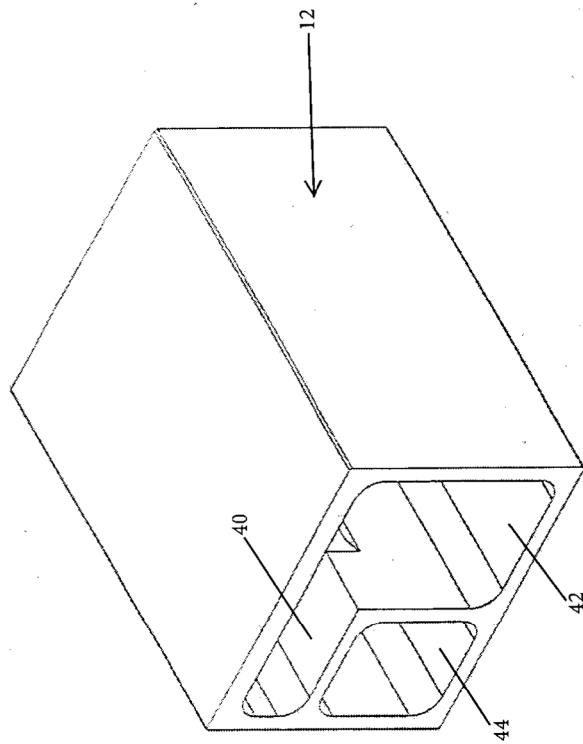


FIGURA 5b

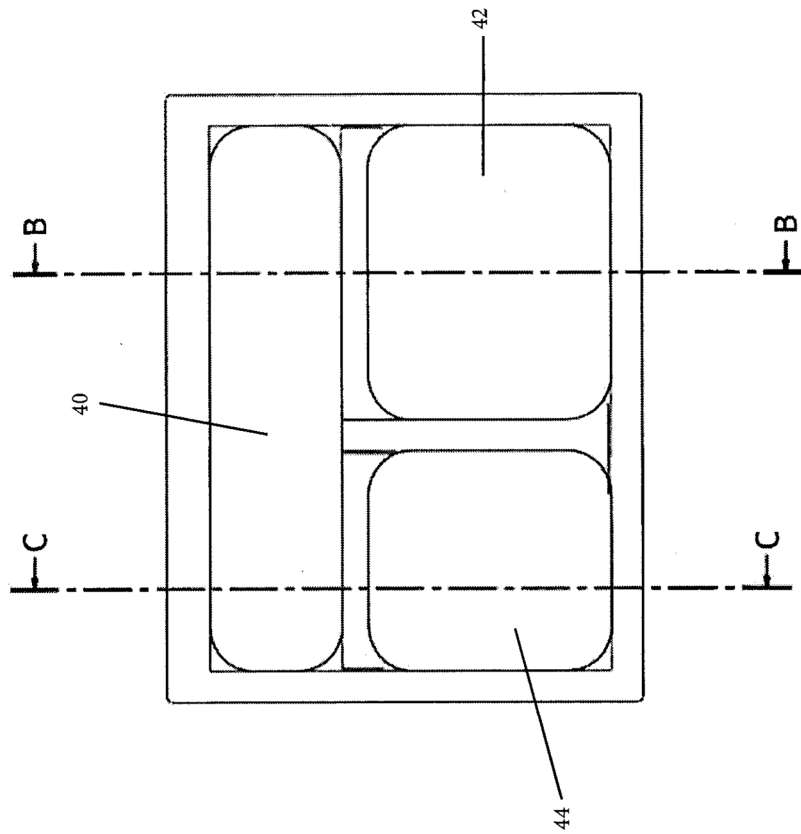


FIGURA 5c

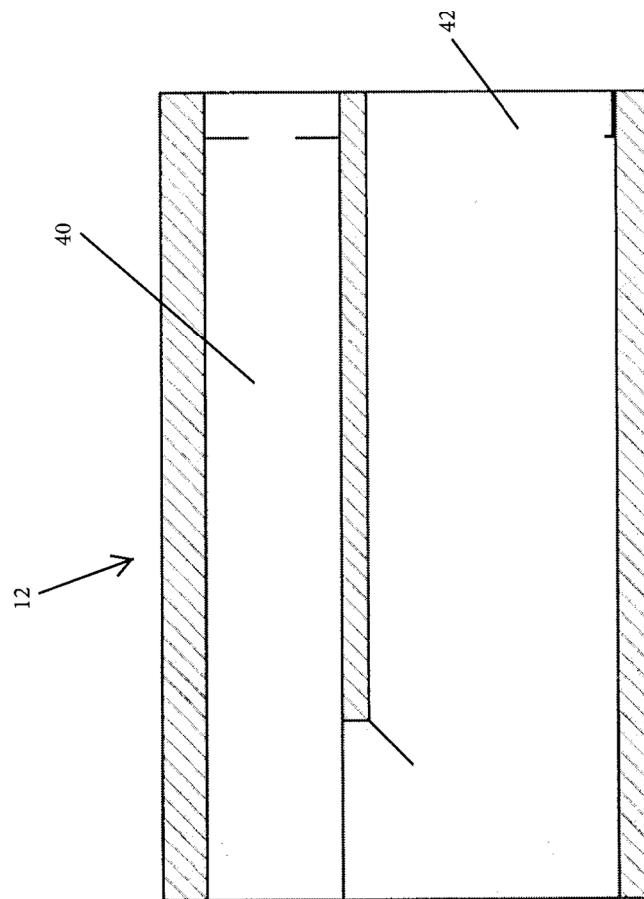


FIGURA 5d

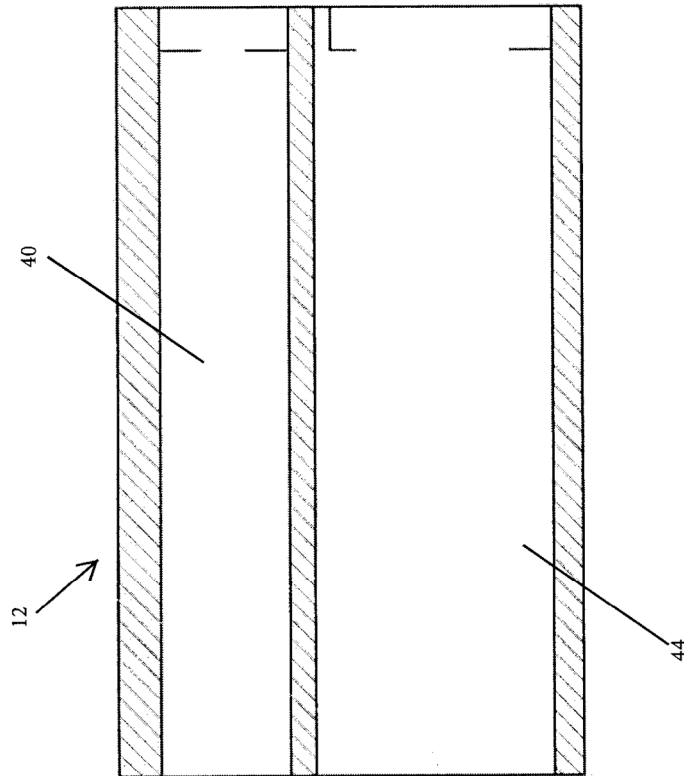
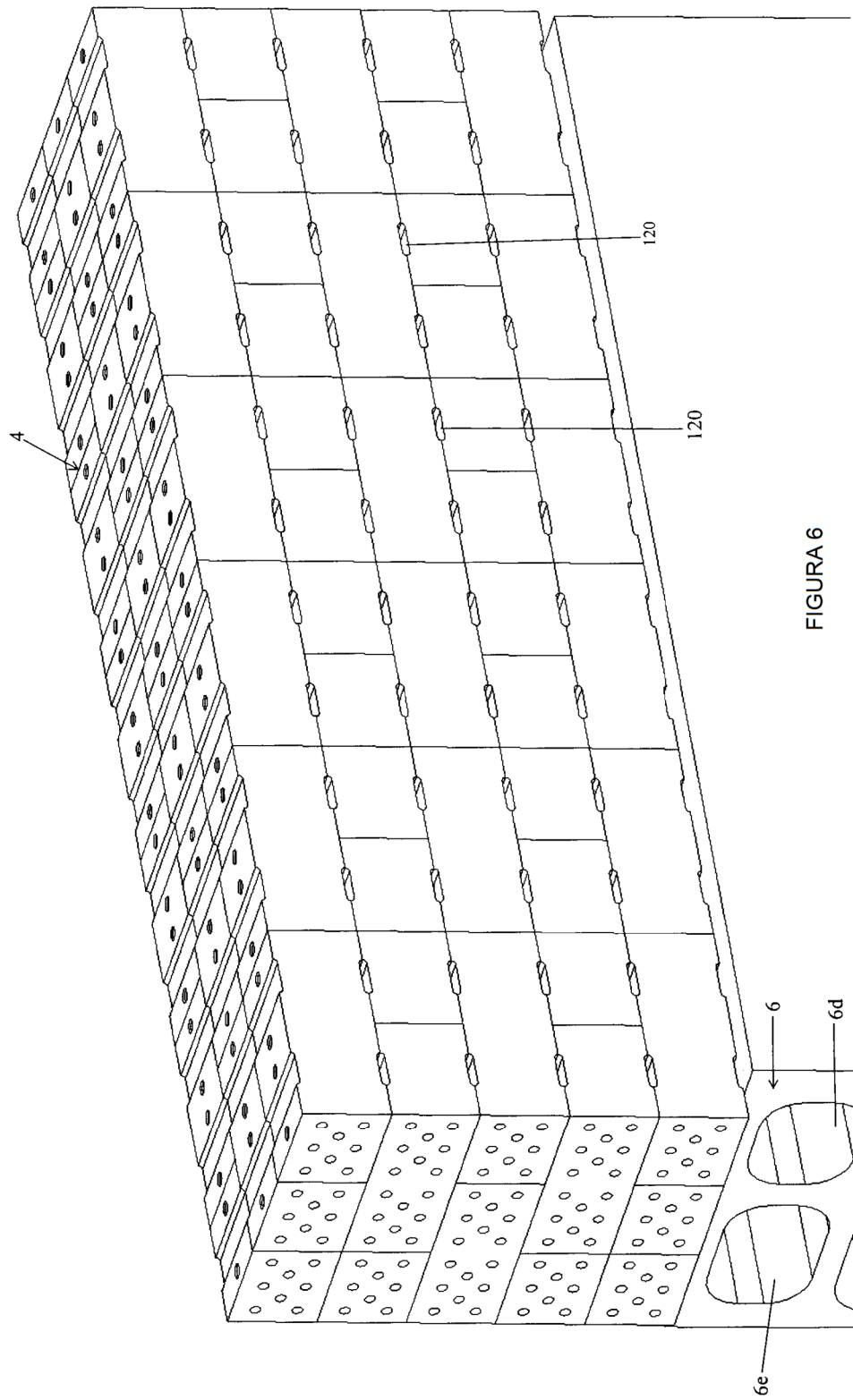
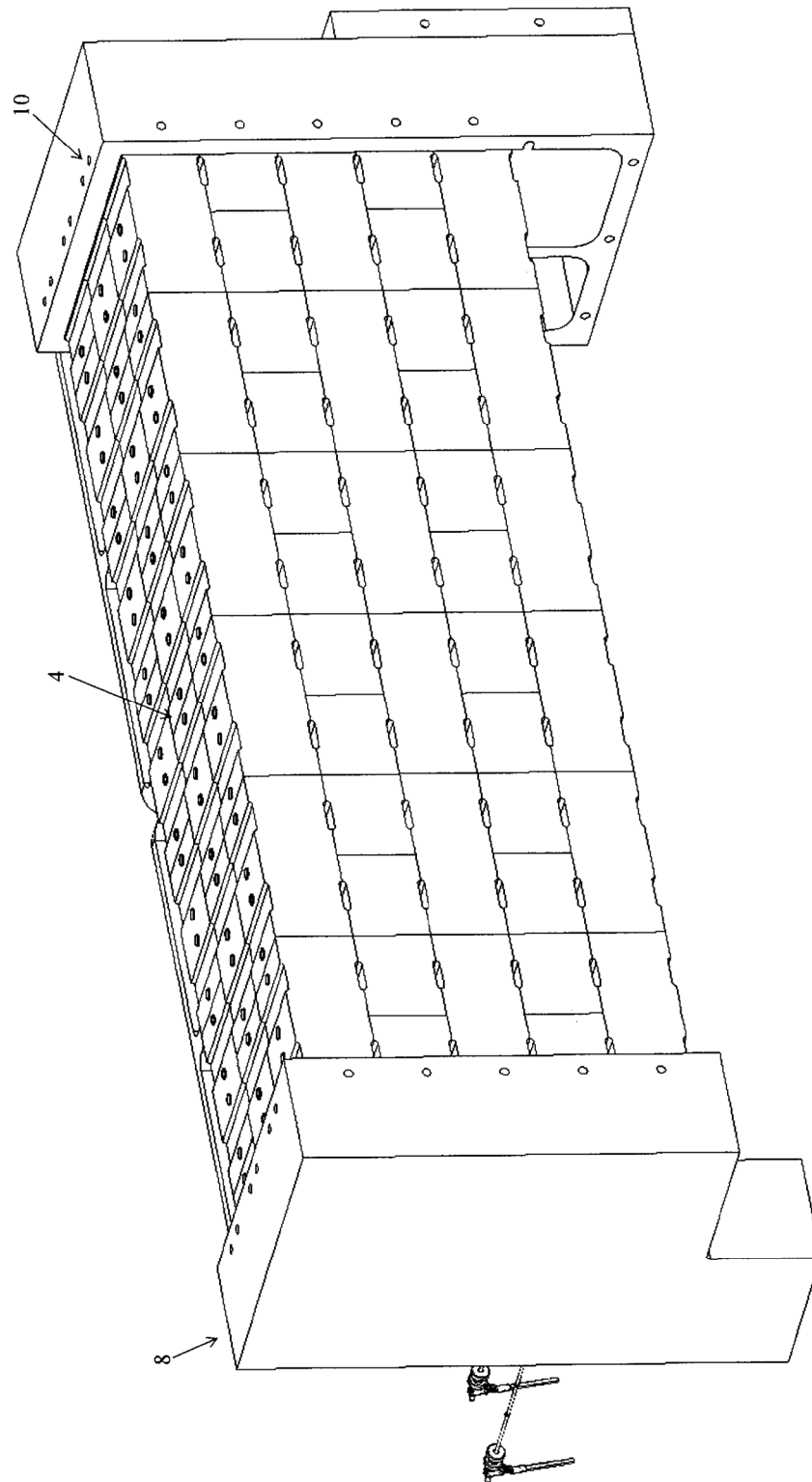


FIGURA 5e





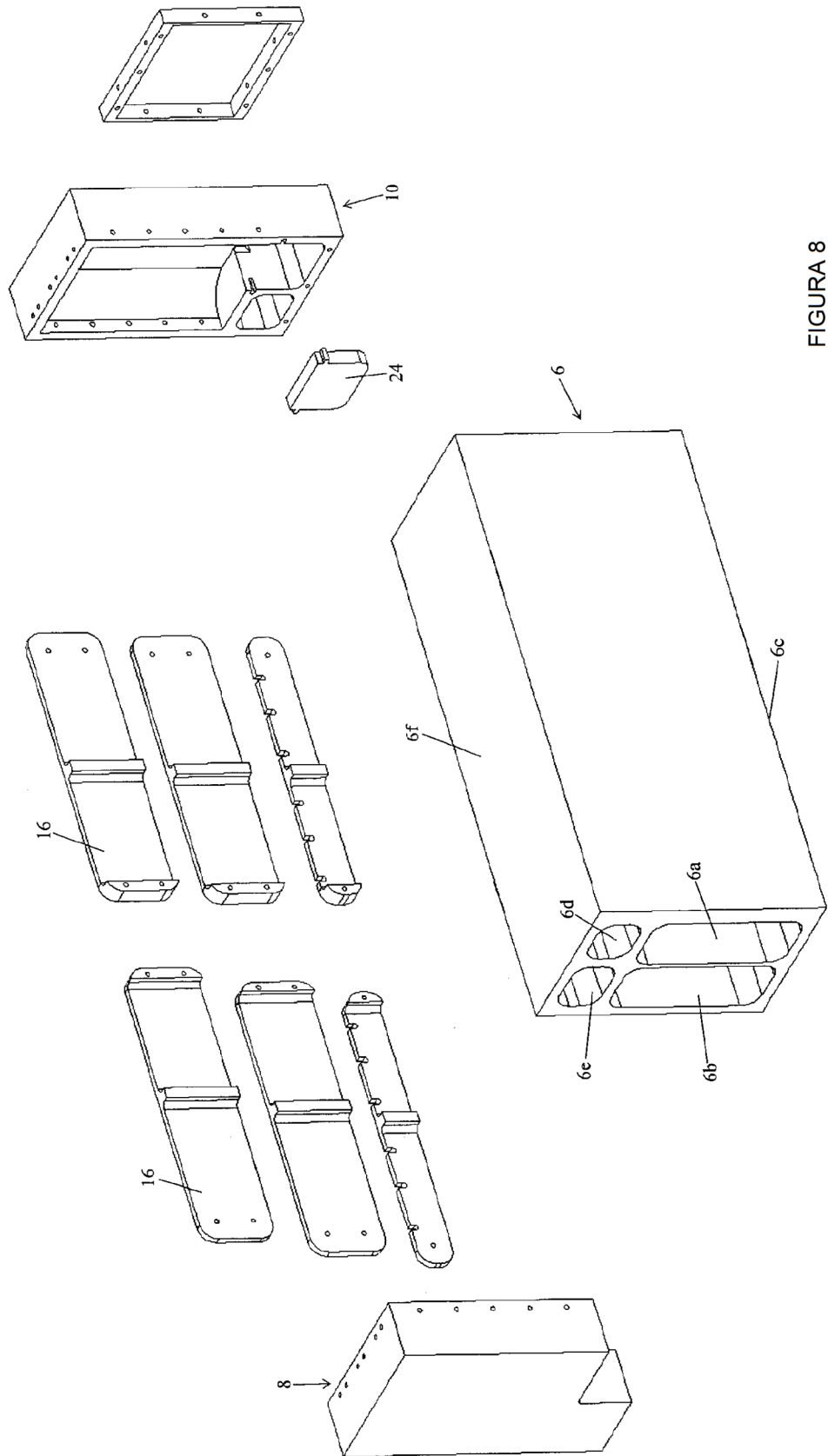


FIGURA 8

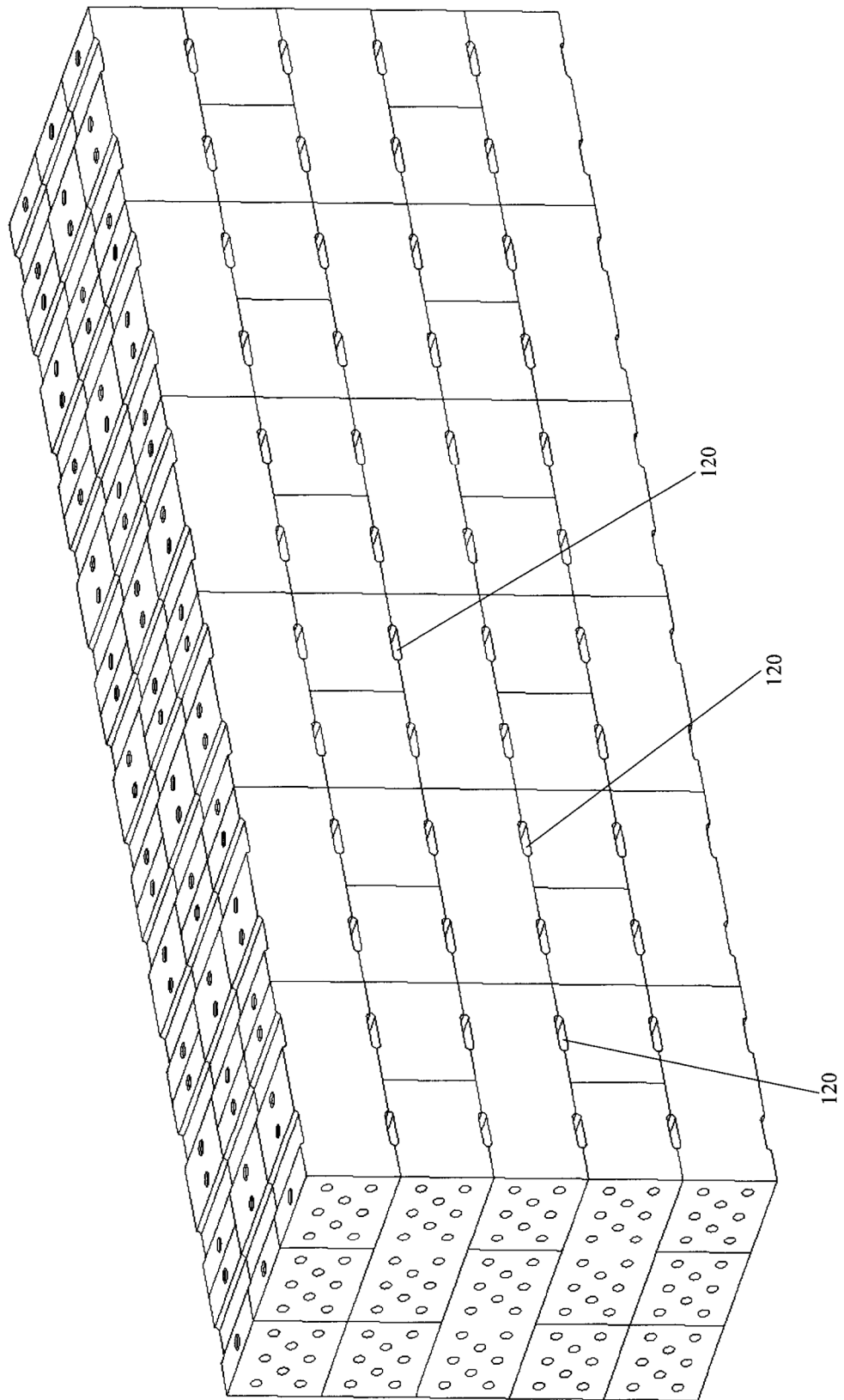


FIGURA 9

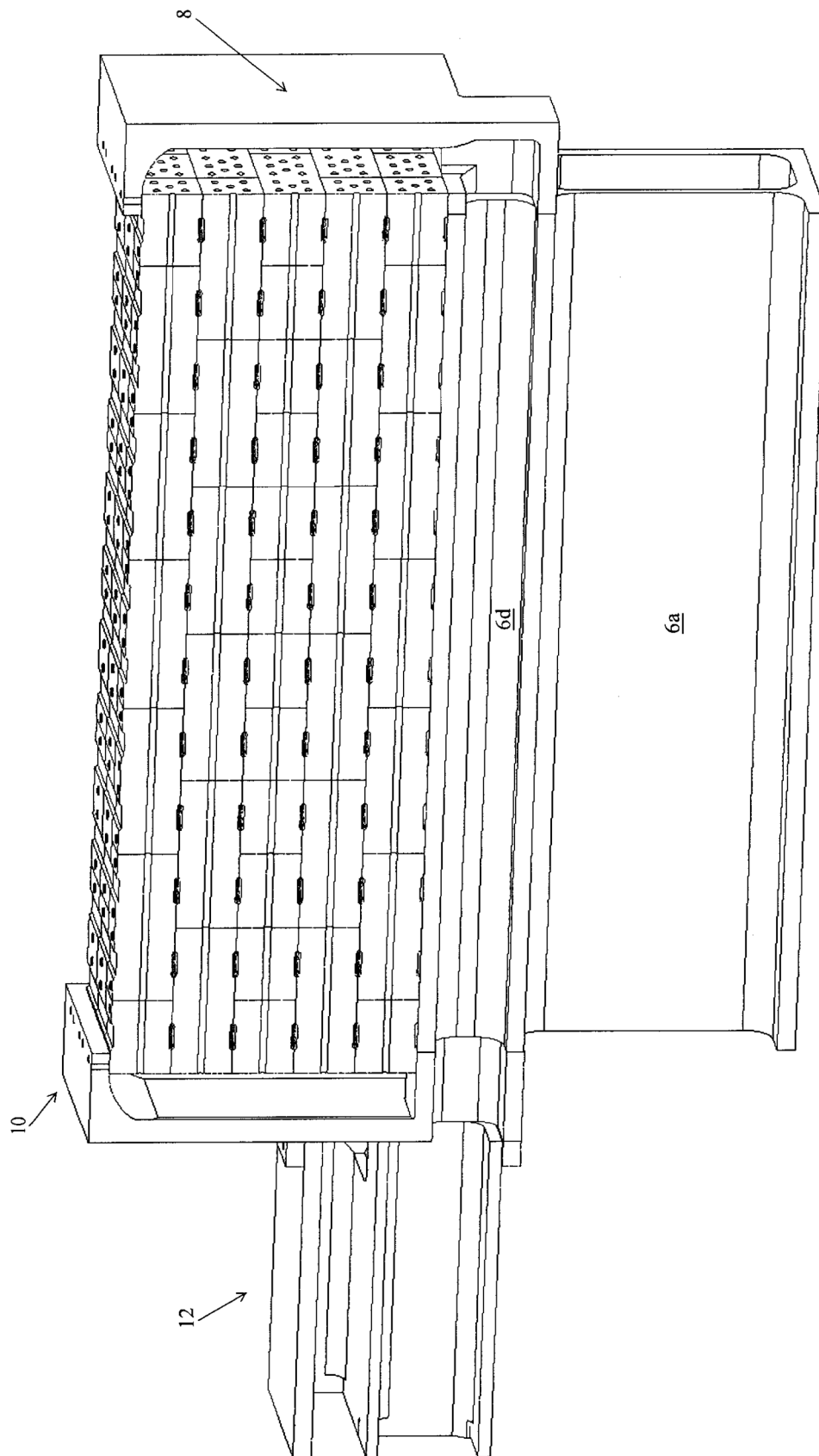


FIGURA 10

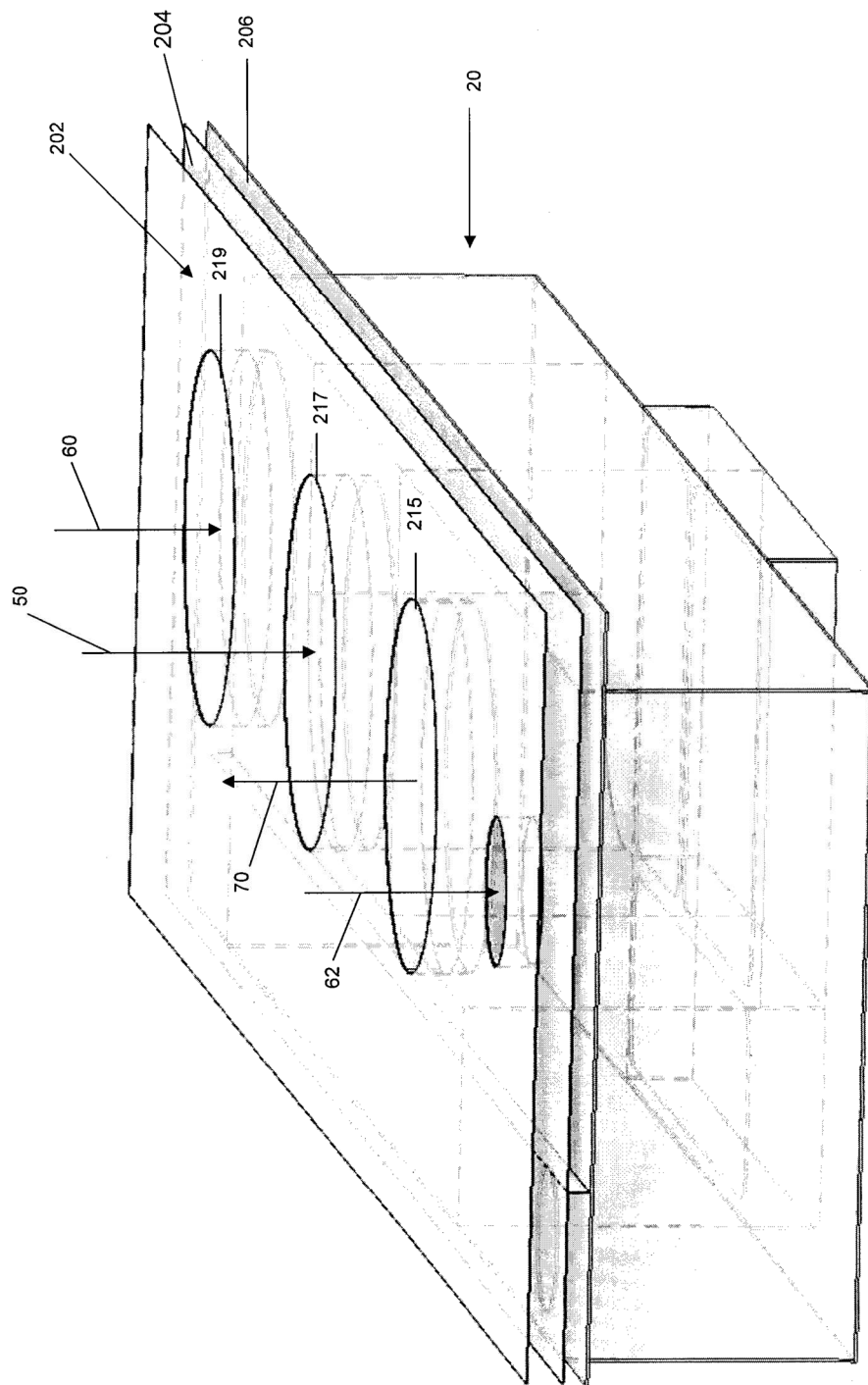
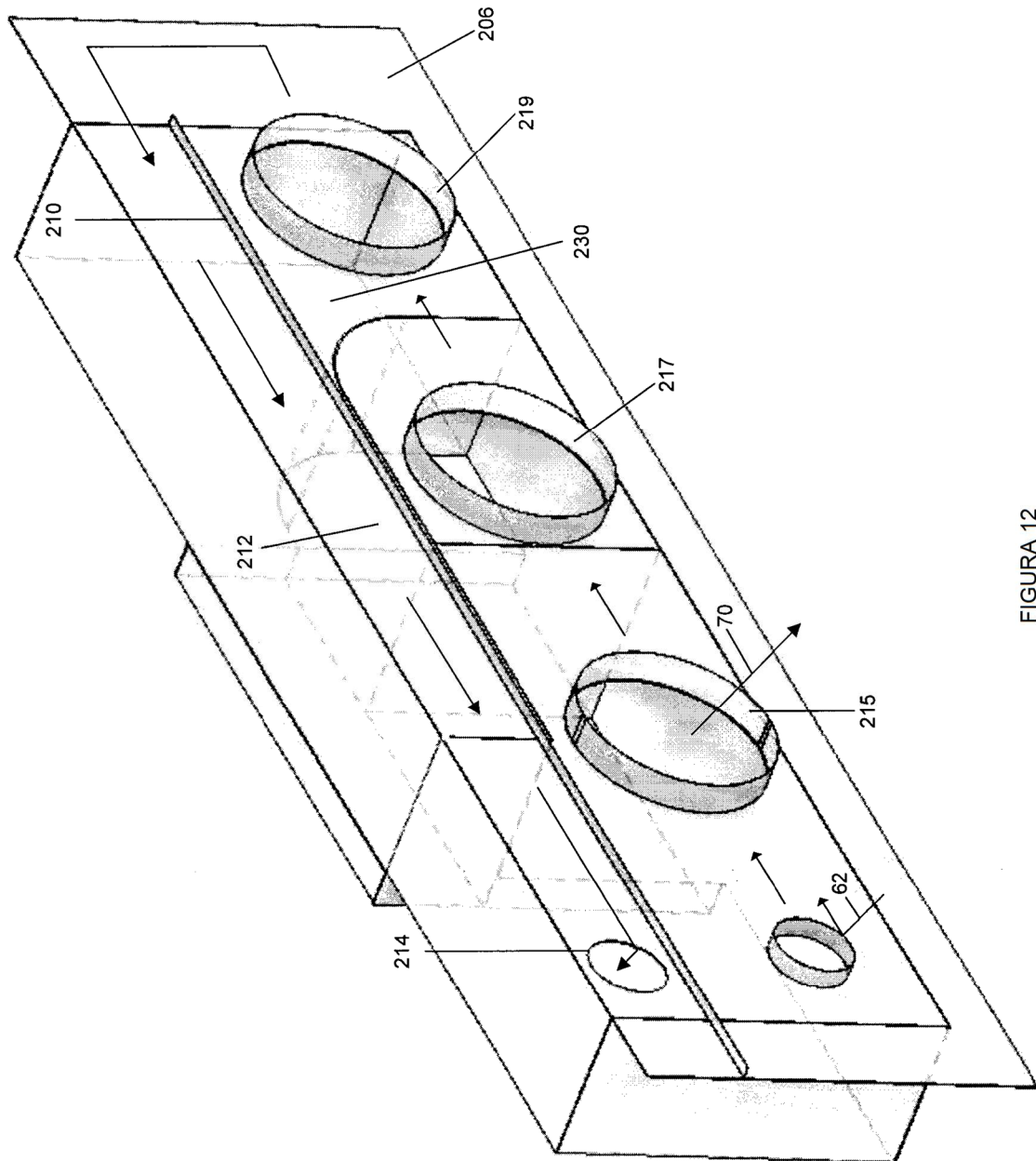


FIGURE 11



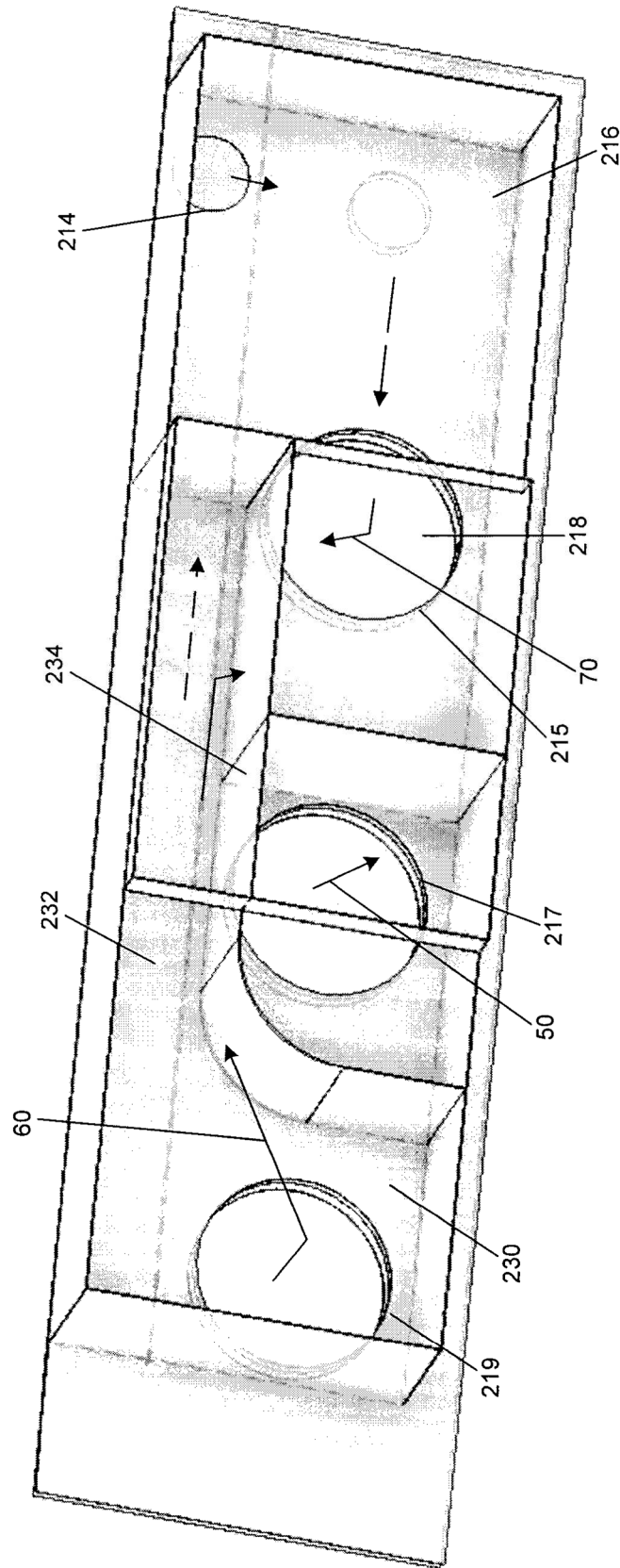


FIGURA 13

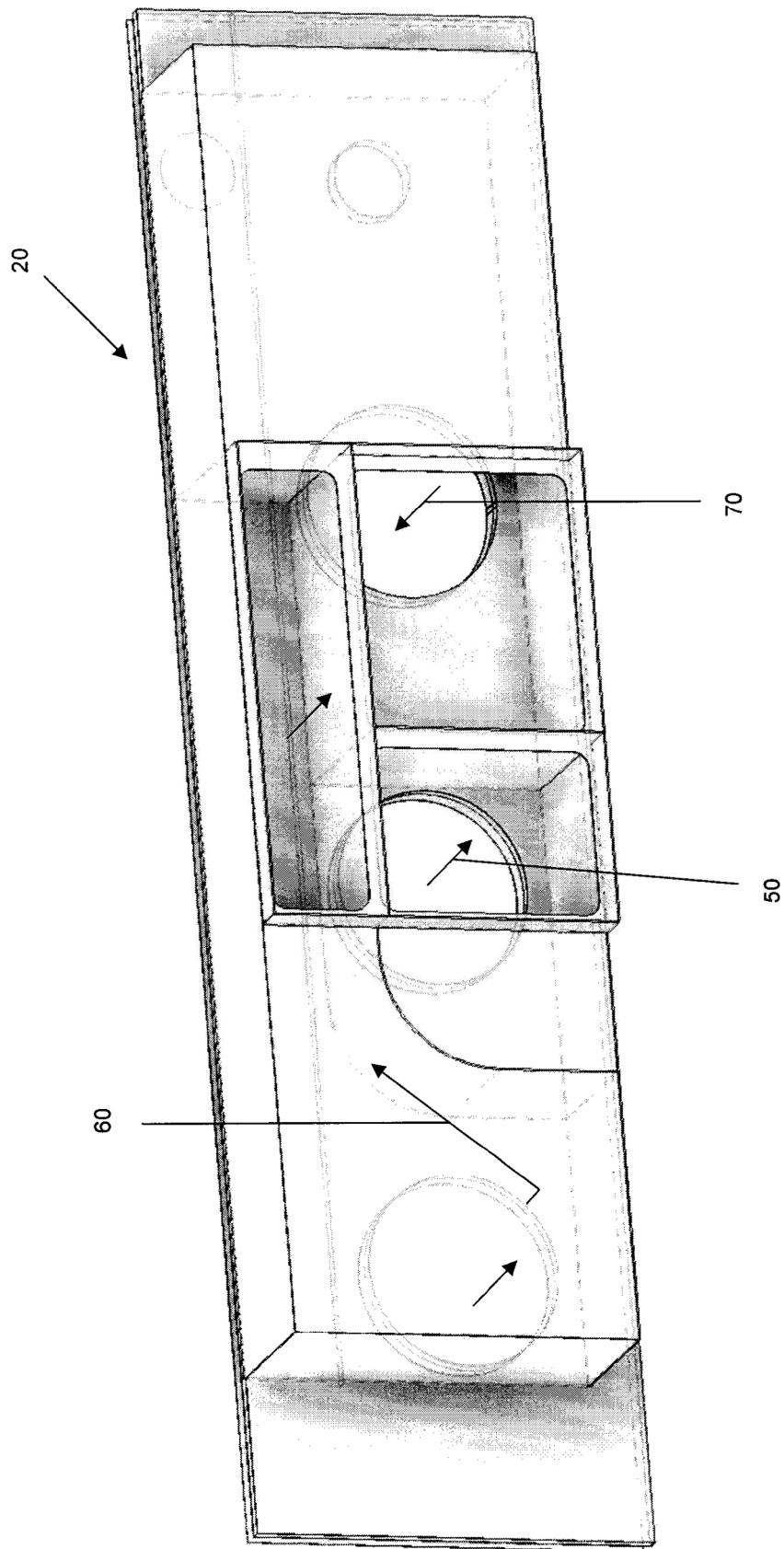


FIGURA 14

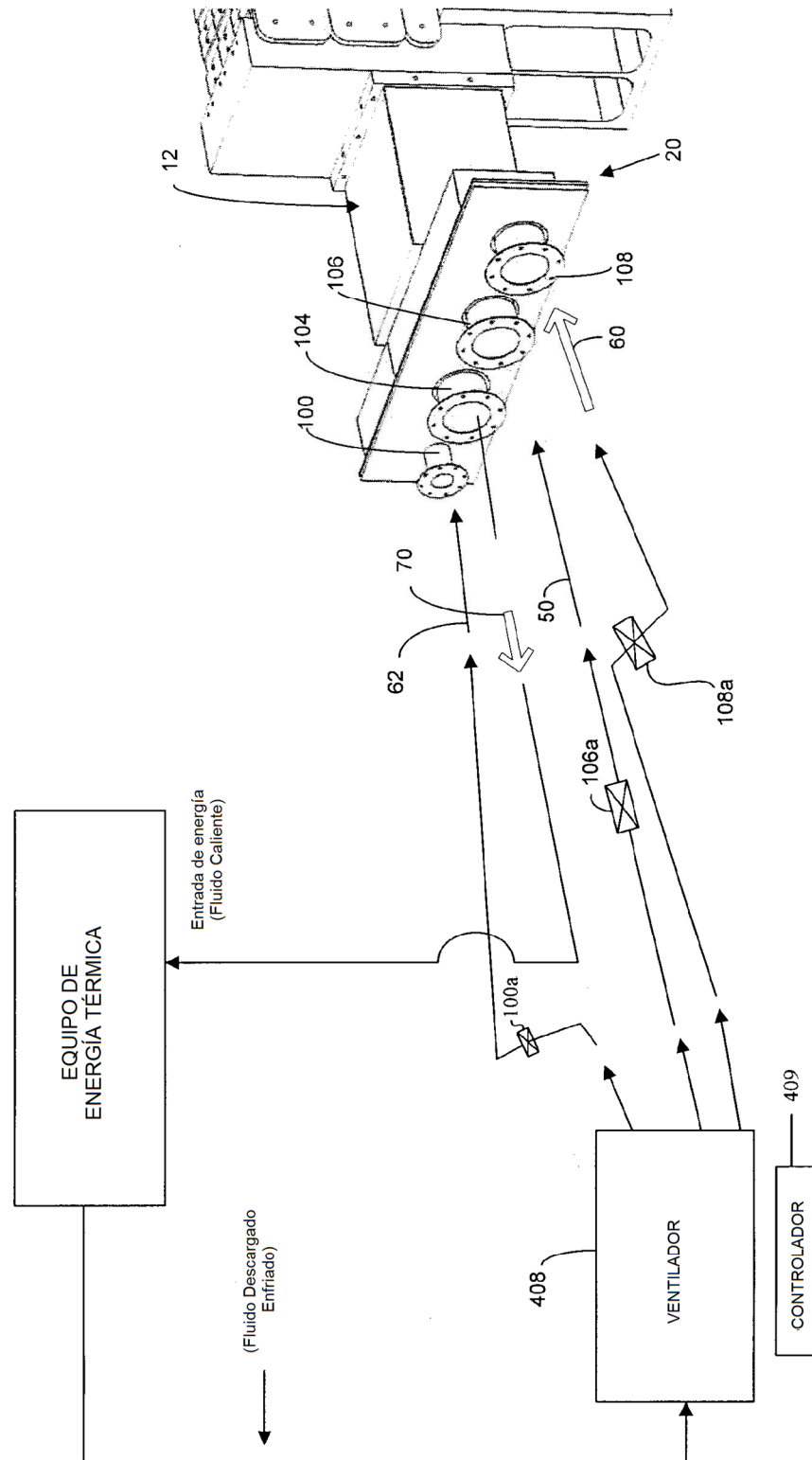


FIGURA 15

