

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 970 285**

51 Int. Cl.:

F28D 17/00 (2006.01)
F28D 17/02 (2006.01)
F28D 19/00 (2006.01)
F28D 19/02 (2006.01)
F28D 20/00 (2006.01)
F28D 20/02 (2006.01)
C09K 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.11.2018** **PCT/US2018/062224**
87 Fecha y número de publicación internacional: **31.05.2019** **WO19104150**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.11.2018** **E 18881022 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.12.2023** **EP 3714228**

54 Título: **Recipiente disipador de calor**

30 Prioridad:

21.11.2017 US 201762588997 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.05.2024

73 Titular/es:

AESTUS ENERGY STORAGE, LLC (100.0%)
1173 Pittsford-Victor Road Suite 250
Pittsford, NY 14534, US

72 Inventor/es:

BAGEPALLI, BHARAT;
WAGNER, THOMAS y
DUMLUPINAR, ERCAN

74 Agente/Representante:

ESPIELL GÓMEZ, Ignacio

ES 2 970 285 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

Recipiente disipador de calor

5 Campo técnico

La presente descripción se refiere en general a un recipiente disipador de calor mejorado y, en particular, a un almacenamiento de energía mejorado.

10 Antecedentes de la invención

El almacenamiento de energía ha entrado en uso de calificación piloto en la industria de generación de energía. Esta tecnología está atrayendo la atención de analistas clave, como los de Bloomberg, McKinsey y Green Tech Media, y se la considera la próxima tecnología disruptiva para la generación de energía. Por ejemplo, más de 20 estados (por ejemplo, California, Illinois, Hawái, Texas, Ohio, Nueva York, Oregón, Massachusetts y Utah) ofrecen actualmente incentivos a los proveedores de generación para que prueben el almacenamiento en baterías, como medio para suavizar los períodos de generación de energía renovable, regular la frecuencia de la red y aplazar las actualizaciones de transmisión y distribución. En un ejemplo específico, Utah está promoviendo actualmente inversiones en servicios públicos en un proyecto de almacenamiento. Además, ha habido una reducción significativa de costos en el almacenamiento de baterías de aproximadamente \$ 1 000/kW en 2010 a aproximadamente \$ 230/kW en 2016.

Además, el estado actual de la tecnología está permitiendo la aplicación de medidores que pueden ayudar a reducir los cargos por demanda, reemplazar la energía de respaldo convencional y también almacenar y enviar energía generada renovable en el sitio. Analistas clave en el campo han pronosticado una disminución aún mayor de los costos del almacenamiento en baterías, a una tasa de aproximadamente 10 % anual, y una generación total de servicios de aproximadamente 1 GW para 2018. Una parte del aumento se destinará a aplicaciones detrás del medidor y distribuidas en apoyo del aplazamiento de la actualización de la red.

La patente US 4 346 753 A describe un ladrillo trapezoidal del regenerador para un sistema de estufa de alto horno que presenta una configuración hexagonal. Un espacio de flujo central para un medio de intercambio de calor posee seis superficies de pared planas. Una serie de espacios de flujo exteriores presentan cada uno seis superficies de pared planas, una de las cuales es paralela a una superficie de pared del espacio de flujo central.

La patente US 2016/312663 A1 describe un depósito de calor que incluye una carcasa, primeros elementos de depósito para almacenar energía térmica y un puerto de entrada. El puerto de entrada está acoplado a la carcasa de tal manera que un fluido de trabajo puede fluir hacia el interior de la carcasa a través del puerto de entrada. El puerto de entrada está provisto de un orificio de entrada a través del cual el fluido de trabajo puede fluir desde los alrededores del depósito de calor al puerto de entrada.

La patente GB 1 281 125 A describe un intercambiador de calor regenerativo que comprende una cubierta cilíndrica hueca con ambos extremos abiertos, ladrillos refractarios que recubren la pared interior de la cubierta, un tubo de entrada fijado a una abertura de extremo de la cubierta, a través del cual se introduce el fluido a calentar en la propia cubierta, un tubo de salida a través del cual el fluido calentado dentro de la cubierta es descargado al exterior de la misma, una pluralidad de piezas trituradas de material refractario cargadas en la cubierta para formar una capa de acumulación de calor, y medios para calentar las piezas trituradas.

La patente US 2015/256119 A1 describe un sistema de almacenamiento de energía, que incluye un recipiente fabricado de un material refractario y que contiene un material de cambio de fase, una cubierta térmicamente aislante que rodea al menos parcialmente el recipiente, un emisor fabricado de un material refractario, que presenta un primer lado dispuesto para ser calentado por el material de cambio de fase y un segundo lado destinado a irradiar potencia térmica, al menos una celda fotovoltaica dispuesta para recibir la potencia térmica emitida por el emisor, y medios eléctricos para calentar el material de cambio de fase.

La patente US 2014/074314 A1 describe una zona de almacenamiento de energía térmica que comprende una primera y una segunda pluralidad de trayectorias de flujo, y un lecho de medios de almacenamiento de calor que comprende elementos estructurados de almacenamiento de calor y medios de almacenamiento de calor aleatorios. La primera pluralidad de trayectorias de flujo se extiende a través de los elementos estructurados de almacenamiento de calor y la segunda pluralidad de trayectorias de flujo se extiende a través de los medios de almacenamiento de calor aleatorios, en donde la primera y segunda pluralidad de trayectorias de flujo no se intersecan dentro del lecho de medios de almacenamiento de calor.

La patente US 2011/048388 A1 describe un elemento de acumulación de calor con un cuerpo principal que posee una estructura de panel, y pasajes de fluido por donde circula un fluido y porciones del medio de acumulación de calor donde se encierra un medio para almacenar calor. Las porciones abiertas de cada una de las celdas predeterminadas de una estructura de panel son taponadas y se cuecen para formar celdas taponadas. En las celdas taponadas está previsto un medio de acumulación de calor. Las celdas abiertas que no están taponadas ni cocidas sirven como

pasajes de fluido, sirviendo las celdas taponadas y cocidas como porciones del medio de acumulación de calor, y el fluido que circula a través de las celdas abiertas y el medio de acumulación de calor en las celdas taponadas intercambian calor.

- 5 Existe la necesidad de mejorar el almacenamiento de energía térmica para fuentes de energía renovables.

Resumen

10 En algunas realizaciones, un recipiente disipador de calor se describe aquí. El recipiente disipador de calor incluye un cuerpo y uno o más medios de calentamiento. El cuerpo define un volumen interior. El cuerpo incluye una porción superior, una porción intermedia y una porción inferior. La porción superior presenta una entrada cónica para el flujo entrante de fluido. La porción intermedia posee un primer lado y un segundo lado. La porción intermedia se interconecta con la porción superior del primer lado. La porción inferior se interconecta con la porción intermedia en el segundo lado. La porción inferior incluye un revestimiento cónico perforado invertido y una placa perforada. El uno o más medios de calentamiento están dispuestos en el volumen interior. El uno o más medios de calentamiento están configurados para almacenar calor durante el procesamiento en el exterior del mismo, una pluralidad de piezas trituradas de material refractario cargadas en la cubierta para formar una capa de acumulación de calor, y medios para calentar las piezas trituradas.

20 La patente US 2015/256119 A1 describe un sistema de almacenamiento de energía, que incluye un recipiente fabricado de un material refractario y que contiene un material de cambio de fase, una cubierta térmicamente aislante que rodea al menos parcialmente el recipiente, un emisor fabricado de un material refractario, que posee un primer lado dispuesto para ser calentado por el material de cambio de fase y un segundo lado destinado a irradiar potencia térmica, al menos una celda fotovoltaica dispuesta para recibir la potencia térmica emitida por el emisor, y medios eléctricos para calentar el material de cambio de fase.

30 La patente US 2014/074314 A1 describe una zona de almacenamiento de energía térmica que comprende una primera y una segunda pluralidad de trayectorias de flujo, y un lecho de medios de almacenamiento de calor que comprende elementos estructurados de almacenamiento de calor y medios de almacenamiento de calor aleatorios. La primera pluralidad de trayectorias de flujo se extiende a través de los elementos estructurados de almacenamiento de calor y la segunda pluralidad de trayectorias de flujo se extiende a través de los medios de almacenamiento de calor aleatorios, en donde la primera y segunda pluralidad de trayectorias de flujo no se intersecan dentro del lecho de medios de almacenamiento de calor.

35 La patente US 2011/048388 A1 describe un elemento de acumulación de calor con un cuerpo principal que presentan una estructura de panal, y pasajes de fluido por donde circula un fluido y porciones del medio de acumulación de calor donde se encierra un medio para almacenar calor. Las porciones abiertas de cada una de las celdas predeterminadas de una estructura de panal son taponadas y son cocidas para formar celdas taponadas. En las celdas taponadas está previsto un medio de acumulación de calor. Las celdas abiertas que no están taponadas ni cocidas sirven como pasajes de fluido, sirviendo las celdas taponadas y cocidas como porciones del medio de acumulación de calor, y el fluido que circula a través de las celdas abiertas y el medio de acumulación de calor en las celdas taponadas intercambian calor.

- 45 Existe la necesidad de mejorar el almacenamiento de energía térmica para fuentes de energía renovables.

Resumen

50 La invención es expuesta en el conjunto de las reivindicaciones adjuntas.

En algunas realizaciones, en la presente descripción se describe un recipiente disipador de calor. El recipiente disipador de calor incluye un cuerpo y uno o más medios de calentamiento. El cuerpo define un volumen interior. El cuerpo incluye una porción superior, una porción intermedia y una porción inferior. La porción superior posee una entrada cónica para el flujo entrante de fluido. La porción intermedia presenta un primer lado y un segundo lado. La porción intermedia se interconecta con la porción superior del primer lado. La porción inferior se interconecta con la porción intermedia en el segundo lado. La porción inferior incluye un revestimiento cónico perforado invertido y una placa perforada. El revestimiento cónico perforado invertido y la placa perforada controlan el flujo de fluido que sale del recipiente. El uno o más medios de calentamiento están dispuestos en el volumen interior. El uno o más medios de calentamiento están configurados para almacenar calor durante el proceso.

60 En algunos ejemplos (no realizaciones de la invención), un recipiente disipador de calor se describe aquí. El recipiente disipador de calor incluye un cuerpo que define un volumen interior. El cuerpo incluye una primera porción, una segunda porción y una porción intermedia. La primera porción incluye una entrada cónica para el flujo entrante de fluido. La segunda porción incluye una salida cónica invertida para la salida de fluido desde el volumen interior. La porción intermedia está situada entre la primera porción y la segunda porción. La porción intermedia incluye un refractario y un medio de calentamiento. El refractario define un volumen interior de la porción intermedia. El refractario

posee una abertura formada a través del mismo. El medio de calentamiento está dispuesto en el refractario. El medio de calentamiento está configurado para almacenar calor durante el proceso.

En algunos ejemplos (no realizaciones de la invención), en la presente descripción se describe un aparato. El aparato incluye un cuerpo que define un volumen interior. El cuerpo incluye un refractario, una camisa y medios de calentamiento. El refractario define un volumen interior de la porción intermedia. El refractario presenta una abertura formada a través del mismo. La camisa rodea al menos parcialmente el refractario. La camisa está formada a partir de un material que incluye sílice de alúmina y magnesio. El medio de calentamiento está dispuesto en el volumen interior del refractario. El medio de calentamiento está configurado para almacenar calor durante el proceso.

En algunos ejemplos, los medios de calentamiento pueden ser configurados para liberar calor durante el proceso.

Breve descripción de los dibujos

La presente descripción se entiende mejor a partir de la siguiente descripción detallada cuando se lee junto con los dibujos acompañatorios. Se enfatiza que, de acuerdo con la práctica común, varios accesorios de los dibujos no se han dibujado a escala. Por el contrario, las dimensiones de los diversos elementos pueden ampliarse o reducirse arbitrariamente para mayor claridad. Además, en el dibujo se utilizan referencias numéricas comunes para representar elementos similares. En los dibujos se incluyen las siguientes figuras:

La Figura 1A es una vista en explosión de un recipiente disipador de calor, de acuerdo con una realización.

La Figura 1B es una vista esquemática del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 1A, de acuerdo con una realización.

La Figura 2 ilustra un medio de calentamiento que puede usarse con el recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 1A, de acuerdo con una realización.

La Figura 3A ilustra un medio de calentamiento que puede usarse con el recipiente disipador de calor mostrado en las Figuras 1A, 6, 12A y 13, de acuerdo con una realización.

La Figura 3B ilustra un medio de calentamiento que puede usarse con el recipiente disipador de calor mostrado en las Figuras 1A, 6, 12A y 13, de acuerdo con una realización.

La Figura 4A ilustra un recipiente disipador de calor que presenta medios de calentamiento dispuestos en el mismo, de acuerdo con una realización.

La Figura 4B ilustra una vista en sección transversal más detallada del recipiente disipador de calor de la Figura 4A, de acuerdo con una realización.

La Figura 5 ilustra una vista en sección transversal de un recipiente disipador de calor que presenta medios de calentamiento dispuestos en el mismo, de acuerdo con una realización.

La Figura 6 es una vista en explosión de un recipiente disipador de calor, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

La Figura 7 es una vista en explosión una región intermedia del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 6, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

La Figura 8 es una vista en sección transversal del recipiente disipador de calor de la Figura 6, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

La Figura 9 es una vista en sección transversal de una región intermedia del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 6, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

Las Figuras 10A, 10B y 10C ilustran múltiples vistas de un medio de calentamiento usado en el recipiente disipador de calor de la Figura 6, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

La Figura 11 es una vista en sección transversal de una región intermedia del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 7, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención).

La Figura 12A es una vista en explosión de un recipiente disipador de calor, de acuerdo con una realización.

La Figura 12B es una vista esquemática del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 12A, de acuerdo con una realización.

Las Figuras 12C, 12D y 12E son vistas parciales en sección transversal del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 12A, de acuerdo con una realización.

La Figura 13 es una vista en explosión de un recipiente disipador de calor, de acuerdo con un ejemplo de realización.

La Figura 14 es una vista en explosión de una región intermedia del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 13, de acuerdo con un ejemplo de realización ilustrativa.

La Figura 15 es una vista en sección transversal del recipiente disipador de calor de la Figura 13, de acuerdo con un ejemplo de realización.

La Figura 16 es una vista en sección transversal de una región intermedia del recipiente disipador de calor mostrado en la Figura 13, de acuerdo con un ejemplo de realización.

Las Figuras 17A, 17B y 17C ilustran una o más vistas del bloque de cordierita, de acuerdo con ejemplos de realizaciones.

Descripción detallada

Los diseños de recipientes a presión convencionales normalmente utilizan aceros de alta aleación o materiales Inconel. El costo de estos materiales está entre aproximadamente \$ 8 y \$ 12 por libra. La fabricación del recipiente a presión implica normalmente láminas cubiertas hasta formar cilindros y formar cabezas para encapsular las secciones cilíndricas. Luego se suelda todo el conjunto mediante soldaduras de penetración total. El proceso de ensamblaje puede añadir otros \$5 a \$8 por libra al costo del recipiente. Estos elevados costos pueden dar como resultado una batería térmica que no es competitiva con otros métodos convencionales de almacenamiento de energía.

La presente descripción está dirigida a un aparato de almacenamiento térmico incorporado en un recipiente disipador de calor que aborda las limitaciones de los diseños convencionales. Los recipientes disipadores de calor de la presente descripción pueden usar un material refractario que comprende principalmente sílice de alúmina y magnesio o equivalente. La sílice de alúmina y magnesio presenta una pluralidad de ventajas sobre el material convencional utilizado. Por ejemplo, la sílice de alúmina y magnesio puede verterse como si fuera hormigón, lo que permite por lo tanto que al material se le pueda dar forma fácilmente en un recipiente a presión. Verter el refractor, por ejemplo, ayuda a aislar el recipiente, lo que permite por lo tanto la retención de presión utilizando acero con bajo contenido de carbono. El costo del material es de aproximadamente \$ 0,60 por libra y el costo de conformado también es inferior a \$ 1 por libra. El material también tiene propiedades aislantes muy favorables que son mucho mejores que los metales convencionales para recipientes a presión. La sílice de alúmina y magnesio también se puede revestir con secciones delgadas de Inconel, que ayudan a distribuir las cargas de contacto, soportando de esta manera las cargas de contacto de los medios de calentamiento. La sección de Inconel también puede ser encapsulada con cubiertas de acero con bajo contenido de carbono, lo cual tiene costos similares a los materiales refractarios. El acero con bajo contenido de carbono puede ser aislado con el material refractario. El acero con bajo contenido de carbono tiene un costo comparable al del material refractario (es decir, aproximadamente \$ 0,40 por libra con un costo de conformado de aproximadamente \$1 por libra). Una sección de pared puede incluir un revestimiento de Inconel (por ejemplo, aleación 625 o similar), una capa de sílice de alúmina y magnesio, una manta cerámica con alto valor aislante (por ejemplo, conductividad térmica de aproximadamente 0,15 W/mK o menos) y una cubierta de acero con bajo contenido de carbono (por ejemplo, a una temperatura de trabajo de menos de aproximadamente 100 °C).

Además de las ventajas del costo del refractario moldeable o vertible, el material también puede adaptarse a la forma del interior del recipiente para mejorar el flujo aerodinámico. El recipiente incluye un difusor de entrada cónico para el flujo entrante. La forma cónica del difusor de entrada ayuda a distribuir el flujo a lo largo del diámetro del recipiente (de manera más uniforme). Frente al difusor de entrada cónico, se forma una salida de forma similar que imita una boquilla para acelerar el flujo desde el recipiente hacia la tubería de salida.

Como se ha mencionado anteriormente, el recipiente puede revestirse con una capa de Inconel[®]. Por ejemplo, el material utilizado puede ser la aleación 625. Este material es utilizado para formar el cono en la base del recipiente. En una realización, el grosor de la capa de Inconel[®] es de entre aproximadamente 2 y 3 mm. Tal intervalo de grosor puede ayudar a mejorar la conformación conveniente del recipiente. La capa distribuye la carga de los elementos absorbentes de calor. Además, en la base del recipiente hay una placa o lámina tubular perforada. La placa perforada o lámina tubular está configurada para impedir que el medio absorbente de calor entre en la sección de tubería inferior. La placa también puede actuar como enderezador de flujo y difusor para dirigir el flujo hacia los elementos absorbentes de calor. Cada elemento del medio de calentamiento puede ayudar a difundir aún más el flujo a través del diámetro del recipiente. En algunos ejemplos, los medios de calentamiento pueden incluir material formado en guijarros de diámetro adecuado, granos de arena/cerámica y características de absorción de calor adecuadas, para formar un lecho de guijarros (es decir, un lecho de guijarros). En algunas realizaciones, tales como las que utilizan una lámina tubular, los medios de almacenamiento de calor pueden ser aislados del equipo de turbina mediante tubos conectados a la lámina tubular en la parte superior e inferior del volumen del medio de almacenamiento de calor. En algunos ejemplos, los medios de calentamiento pueden incluir uno o más medios que presentan una estructura de panal o de malla con unas características adecuadas de absorción de calor. En algunos ejemplos, los medios de calentamiento pueden incluir una combinación de guijarros y una o más estructuras de panal. Para una aplicación de panal, esta misma configuración puede ser usada con guijarros debajo de la sección de panal, para actuar como distribución de flujo o el panal puede ser independiente, sin guijarros debajo de la sección de panal. La estructura de panal puede ser soportada mediante una carga de cizallamiento del panal transferida a las paredes de sílice de alúmina y magnesio. La lámina tubular puede soportar el peso del recipiente disipador de calor contenido.

Las mismas formas cónicas debajo y encima del panal pueden difundir y acelerar el flujo de manera similar a la versión del diseño del lecho de guijarros. Por ejemplo, encima y debajo del panal puede haber un conjunto difusor/acelerador. El conjunto difusor/acelerador puede incluir una pluralidad de revestimientos en forma de cono que están configurados para difundir el flujo en una entrada (por ejemplo, que conduce al diseño de panal o lecho de guijarros) y acelerar el flujo como una boquilla en la salida (por ejemplo, que sale del diseño de lecho de panal o de guijarros). Estructuras similares tanto en la entrada como en la salida del panal (o diseño de lecho de guijarros) ayudan a proporcionar una difusión completa y aceleración del flujo a través del recipiente, y también permiten la reversibilidad del flujo.

La Figura 1A es una vista en explosión del recipiente 100 de acuerdo con una realización. El recipiente 100 puede incluir la sección superior 101, la sección intermedia 103 y la sección inferior 105. La sección superior 101 interconecta con la sección intermedia 103 en un primer lado de la misma. La sección inferior 105 interconecta con la sección intermedia 103 en un segundo lado de la misma.

La sección inferior 105 puede incluir una tubería inferior 112, una camisa exterior inferior 138, una manta térmica inferior 140, una placa inferior 142, refractario inferior 104, revestimiento cónico perforado 130 y armazón de soporte de cordierita 134. Como se representa, la tubería inferior 112 interconecta una abertura (no mostrada) formada en la superficie inferior 144 de la camisa exterior inferior 138. La manta térmica inferior 140 está posicionada, al menos parcialmente, dentro de la camisa exterior inferior 138. Por ejemplo, la manta térmica inferior 140 y la camisa exterior inferior 138 pueden ser concéntricas, teniendo la manta térmica inferior 140 un diámetro exterior menor que un diámetro exterior de la camisa exterior inferior 138.

La placa inferior 142 incluye generalmente una superficie superior 146, una superficie inferior 148 y una abertura 151 formada en la misma. La superficie superior 146 puede incluir uno o más anclajes 150. Cada uno de uno o más anclajes 150 pueden ser configurados para reforzar el aislamiento refractario vertido (por ejemplo, el refractario inferior 104). El refractario inferior 104 generalmente incluye una superficie superior 154, una superficie inferior 152 y una abertura 153 formada en el mismo. La superficie superior 146 de la placa inferior 142 está interconectada con la superficie inferior 152 del refractario inferior 104, de tal manera que la abertura 153 del refractario inferior 104 y la abertura 151 de la placa inferior 142 esté alineada. Colectivamente, el refractario inferior 104 y la placa inferior 142 están colocados dentro de una circunferencia interior de la manta térmica inferior 140. Cuando están situadas dentro de la manta térmica 140, las aberturas 151, 153 están alineadas con la abertura formada en la camisa exterior inferior 138 y una abertura en la tubería inferior 112. En una realización, el refractario inferior 104 incluye una cavidad debajo de la placa inferior 142. El bolsillo puede ayudar a facilitar el flujo de gas dentro del recipiente 100.

La superficie superior 154 del refractario inferior 104 presenta una forma cónica. Por ejemplo, el área de sección transversal con respecto a un plano perpendicular a un eje del refractario inferior 104 puede disminuir desde una base del refractario inferior 104 hasta la superficie superior 104. El revestimiento cónico perforado 130 está dispuesto en la superficie inferior 153 del refractario inferior 104. El revestimiento cónico perforado 130 generalmente puede presentar la forma de un cono truncado. Por lo tanto, en lugar de que las paredes inclinadas del cono lleguen a un punto, las paredes inclinadas del revestimiento cónico perforado 130 pueden llegar a una base plana. Por tanto, el revestimiento cónico perforado 130 tiene una primera base con un primer diámetro y una segunda base con un segundo diámetro, donde el segundo diámetro es menor que el primer diámetro. El revestimiento cónico perforado 130 incluye una placa perforada 192 colocada en la segunda base. La placa perforada 192 está alineada con la abertura 153 del refractario inferior. La placa perforada 192 está fabricada para resistir el contacto directo con los medios de calentamiento dispuestos en el recipiente 100. En una realización, las paredes laterales del revestimiento cónico perforado 130 pueden ser más gruesas que la placa perforada 192. Por ejemplo, las paredes laterales pueden tener un grosor de 3 mm, mientras que la placa perforada 192 puede presentar un grosor de 14 mm. Por lo tanto, la placa perforada 192 puede permitir que los gases fluyan a través de la placa 192 y también puede resistir la carga de peso directa de cualquier medio de calentamiento posicionado sobre ella.

Opcionalmente, se puede colocar un deflector (no mostrado) sobre la abertura del revestimiento cónico perforado 130. El deflector puede estar configurado para controlar el flujo de un fluido a través del revestimiento cónico 130.

El armazón de soporte de cordierita 134 puede situarse en el refractario inferior 104. Por ejemplo, el armazón de soporte de cordierita 134 puede colocarse en la superficie superior 154 del refractario inferior 104, de modo que el armazón de soporte de cordierita 134 cubra al menos parcialmente el revestimiento cónico perforado 130.

En algunos ejemplos, la porción inferior 105 puede incluir un conjunto de superficies cónicas para dirigir el flujo desde el recipiente 100 hacia las tuberías del sistema de interconexión. En algunos ejemplos, el revestimiento cónico perforado invertido 130 y la placa perforada 192 pueden funcionar como una boquilla y pueden acelerar la aceleración del fluido que sale del recipiente 100. En algunos ejemplos, el medio de calentamiento 126 puede configurarse para liberar calor durante el proceso.

La sección intermedia 103 incluye una camisa intermedia 108, una manta térmica intermedia 110, una jaula de anclaje 132 que posee unos anclajes 120, un refractario intermedio 106 y un elemento de almacenamiento de calor 126. La camisa intermedia 108 incluye la brida superior 160 y la brida inferior 153. La brida inferior 153 se interconecta con la brida 162 de la camisa exterior inferior 138. Generalmente, el elemento de almacenamiento de calor 126 puede estar compuesto por una red de tuberías (o tubos o conductos) que están rodeados por partículas cerámicas o arena real (por ejemplo, óxido de silicio). Por ejemplo, la camisa exterior superior 124 puede permitir el flujo a través de los tubos y prohibir la transferencia de las partículas cerámicas a la trayectoria de flujo que incluye el equipo de turbina. Sin embargo, para los fines de esta explicación, el elemento de almacenamiento de calor 126 puede tomar la forma de un bloque de cordierita. En consecuencia, la discusión sobre el elemento de almacenamiento de calor 126 puede denominarse "bloque de cordierita 126". El bloque de cordierita 126 puede situarse dentro de la camisa intermedia 108. Por ejemplo, el bloque de cordierita 126 puede situarse dentro de una circunferencia interior de la camisa intermedia 108. Se pueden disponer uno o más anclajes 118 en la camisa intermedia 108. Los anclajes 118 pueden ser configurado para ayudar a soportar el bloque de cordierita 126 dentro de la camisa intermedia 108, así como para acoplar la sección intermedia 103 con la sección superior 101.

La manta térmica 110 puede posicionarse dentro de la camisa intermedia 108. Por ejemplo, la manta térmica 110 puede ser concéntrica con la camisa intermedia 108, siendo el diámetro exterior de la manta térmica 110 menor que el diámetro interior de la camisa intermedia 108. La manta térmica 110 y la camisa intermedia 108 pueden rodear al menos parcialmente el bloque de cordierita 126.

La jaula de anclaje 132 puede estar dispuesta dentro de la manta térmica 110. Por ejemplo, la jaula de anclaje 132 puede ser concéntrica con la manta térmica 110, siendo el diámetro exterior de la jaula de anclaje 132 menor que el diámetro interior de la manta térmica 110.

El refractario intermedio 106 puede estar colocado dentro de la jaula de anclaje 132. Por ejemplo, el refractario intermedio 106 puede ser concéntrico con la jaula de anclaje 132, siendo el diámetro exterior del refractario intermedio 106 menor que el diámetro interior de la jaula de anclaje 132. La jaula de anclaje 132 puede incluir uno o más anclajes 120 que ayudan en el posicionamiento del refractario intermedio 106 dentro de la jaula de anclaje 132. El refractario intermedio 106 rodea al menos parcialmente el bloque de cordierita 126.

La sección superior 101 puede incluir una tubería superior 164, una camisa exterior superior 124, una manta térmica superior 122, una placa superior 116 y un refractario superior 121. Aunque no es visible en la Figura 1A, similar a la sección inferior 105, la sección superior 101 incluye además un revestimiento cónico perforado y un armazón de soporte de cordierita, similar a los descritos anteriormente. Debido a que la sección superior 101 es similar a la sección inferior 105 (por ejemplo, geometrías similares), el recipiente 100 puede proporcionar un flujo reversible de fluido a través de la misma. En consecuencia, el flujo para cargar y descargar el elemento de almacenamiento de calor 126 puede ser invertido.

La camisa exterior superior 124 incluye la superficie superior 168, la superficie inferior 166, la abertura 170 y puede ser acoplada a la brida superior 160 de la camisa intermedia 108. La tubería superior 164 interconecta la abertura 170 formada en la superficie superior 166 de la camisa exterior superior 124. La manta térmica superior 122 está posicionada al menos parcialmente dentro de la camisa exterior superior 124. Por ejemplo, la manta térmica superior 122 y la camisa exterior superior 124 pueden ser concéntricas, teniendo la manta térmica superior 122 un diámetro exterior menor que el diámetro interior de la camisa exterior superior 124. La manta térmica superior 122 presenta una superficie superior 174 que posee una abertura 176 formada en la misma. La abertura 176 puede alinearse parcialmente con la abertura 170 de la camisa exterior superior 124.

La placa superior 116 generalmente incluye una superficie superior 180, una superficie inferior 178 y una abertura 182 formada en la placa superior 116. La superficie inferior 178 puede incluir uno o más anclajes 184. El refractario superior 121 generalmente incluye la superficie superior 188, la superficie inferior 186 y la abertura 190 formada en la superficie superior 188. La superficie inferior 178 de la placa superior 116 está interconectada con la superficie superior 188 del refractario superior 121, de manera que la abertura 190 del refractario superior 121 y la abertura 182 de la placa superior 116 están en alineación. Colectivamente, el refractario superior 121 y la placa superior 116 están posicionados dentro de una circunferencia interior de la manta térmica superior 122. Cuando se colocan dentro de la manta térmica 122, las aberturas 182, 190 se alinean con la abertura 170 formada en la camisa exterior superior 124.

La superficie inferior 186 del refractario superior 121 puede presentar una forma cónica. Por ejemplo, la superficie inferior 186 del refractario superior 121, similar al refractario inferior 104, generalmente está inclinada hacia la abertura 190 formada en el refractario superior 121. En las realizaciones en las cuales la porción superior 101 incluye un revestimiento cónico perforado (similar al revestimiento 130) y un armazón de soporte de cordierita (similar al armazón 134), el revestimiento cónico perforado puede colocarse en la superficie inferior 186 del refractario superior 121. En algunos ejemplos, el revestimiento cónico perforado (en el refractario superior 121) puede incluir una placa perforada similar a la placa perforada 192. La placa perforada puede alinearse con la abertura 190 del refractario superior 121.

El deflector 136 puede posicionarse sobre la abertura 190 del refractario superior 121. En realizaciones donde el refractario superior incluye un revestimiento cónico perforado, el deflector 136 también puede estar dispuesto sobre la abertura del revestimiento cónico perforado. El deflector 136 puede estar configurado para controlar el flujo de un fluido a través del refractario superior 121.

En algunos ejemplos, puede estar colocado un armazón de soporte de cordierita sobre el refractario superior 121. Por ejemplo, el armazón de soporte de cordierita puede colocarse en la superficie inferior 186 del refractario superior 121, de manera que el armazón de soporte de cordierita cubra al menos parcialmente el revestimiento cónico perforado (en el refractario superior 121).

Como tal, el fluido puede entrar en la tubería superior 164 y viajar a través de la sección superior 101 a través de la abertura 170 formada en la camisa exterior superior 124, la abertura 176 de la manta térmica superior 122, la abertura 182 de la placa superior 116 y la abertura 190 del refractario superior 121.

Generalmente las paredes y camisas refractarias ayudan a retener el calor del recipiente 100. Las paredes refractarias también permiten la retención general de la presión utilizando acero de bajo costo y bajo contenido de carbono.

En algunos ejemplos, la entrada cónica de la primera porción 101 puede funcionar como un sistema de distribución de flujo, tal como un difusor del fluido entrante. En algunos ejemplos, la salida cónica invertida de la segunda porción 105 puede funcionar como una boquilla para la salida del fluido. En algunos ejemplos, el refractario puede incluir una cerámica, con un calor y una densidad específicos tal como se describe en la presente descripción. En algunos ejemplos, uno o más componentes de la porción intermedia 103 (y/o el medio de calentamiento 126) pueden estar configurados para calentar el medio de calentamiento 126. En algunos ejemplos, el medio de calentamiento 126 puede incluir un calentador de refuerzo específico dispuesto antes de la entrada al medio.

En una realización, el recipiente 100 puede estar formado creando un tapón para representar el espacio interior del recipiente 100 y usando una delgada cubierta de acero para soportar los anclajes. Los anclajes pueden estar soldados por puntos al armazón. Este molde puede luego ser llenado con material de sílice de alúmina y magnesio. Luego se puede mezclar el material con agua y verterlo en el molde. Después del curado del refractario, el exterior puede ser envuelto con una manta cerámica para mayor aislamiento. A continuación, puede ser insertado el conjunto en la cubierta exterior de acero. Esta cubierta puede estar formada enrollando lámina de acero y soldando bridas en las uniones para crear una barrera de presión. El acero puede ser aislado de los medios de calentamiento mediante refractario y una manta, de tal modo que la temperatura de trabajo esté dentro del nivel de servicio del acero.

Cuando se ensambla, como se muestra en múltiples vistas en la Figura 1B, el fluido puede fluir hacia el interior del recipiente 100 a través de la tubería superior 164, pasar a través de la porción superior 101, la porción intermedia 103, la porción inferior 105 y salir del recipiente 100 a través de la tubería inferior 112.

Generalmente, el recipiente 100 puede ser usado en un sistema de almacenamiento de energía térmica (TESS). El TESS puede ser utilizado una masa sólida para almacenar calor. El calor almacenado puede ser utilizado para accionar un expansor de turbina para crear un par, que accione un generador para la producción de energía. Este sistema es un ciclo termodinámico reversible, lo cual significa que el sistema puede funcionar para producir también calor comprimiendo el fluido de trabajo con el sistema turbo accionado por un motor.

Los candidatos de medios de almacenamiento de calor pueden incluir esferas o tubos sólidos que tengan un elevado calor específico y también una elevada densidad. Los materiales ilustrativos incluyen, pero no se limitan a, un metal de hierro y aluminio, KANTHAL®, una cerámica de óxido de aluminio y una malla o panal de sílice de alúmina (por ejemplo, cordierita, como se ilustra anteriormente).

Cada uno de estos materiales presenta un valor relativamente alto de calor específico y densidad, dos propiedades que ayudan a almacenar energía térmica. Por ejemplo, los materiales pueden tener calores específicos superiores a 0,7 kJ/kgK y densidades superiores a 1 900 kg/m³. Una variedad de metales, cerámicas y minerales cumplen estos criterios. En el presente ejemplo, los materiales utilizados para esta exposición son KANTHAL®, óxido de aluminio y cordierita. Como entenderá un experto en la técnica, pueden ser usados otros materiales (por ejemplo, hormigón, granito, grava, acero picado). Estos ejemplos de materiales pueden ser más adecuados para el modelado y pueden formarse fácilmente esferas o tubos geométricos.

Por ejemplo, KANTHAL® tiene un calor específico de 0,72 kJ/kgK y una densidad de 7 100 kg/m³. En una realización, el KANTHAL® pueden formarse en esferas. Los estudios que utilizan este material han demostrado que es totalmente capaz de almacenar calor y realizar múltiples ciclos de descarga.

Como otro ejemplo, el óxido de aluminio posee un calor específico de 0,88 kJ/kgK y una densidad de 3 720 kg/m³. Este material también es totalmente capaz de almacenar y descargar cargas de calor de forma cíclica y tiene la ventaja adicional de un peso total de aproximadamente 416 toneladas métricas, la cual puede ser adecuado para almacenar 20 MWh de energía térmica.

Como otro ejemplo, la cordierita presenta un calor específico de 1,15 kJ/kgK y una densidad de 1900 kg/m³. Este material también es totalmente capaz de almacenar y descargar cargas de calor de forma cíclica y tiene la ventaja adicional de un peso total de 320 toneladas métricas.

La Figura 6 es una vista en explosión del recipiente 600 de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). El recipiente 600 es similar al recipiente 100. El recipiente 600 puede incluir una primera sección 601, una segunda sección 605 y una o más secciones intermedias 603₁, 603₂, 603₃ y 603₄ (en adelante "sección intermedia 603"). Aunque el recipiente 600 está representado con cuatro secciones intermedias 603, los expertos en la técnica comprenderán fácilmente que dicho recipiente 600 puede incluir tan solo una sección intermedia 603. Como se ilustra, la primera sección 601 puede interconectarse con la sección intermedia 603 en un primer lado de la misma. La segunda sección 605 puede interconectarse con la sección intermedia 603 en un segundo lado de la misma.

La primera sección 601 puede incluir una primera tubería 602, una primera camisa exterior 608, un primer refractario 610, un revestimiento cónico 612 y un aislamiento de cono 614. La primera camisa exterior 608 puede incluir una primera superficie 604 y una segunda superficie 606 opuesta a la primera superficie 604. La primera camisa exterior 608 puede incluir además una superficie curva 605 que se extiende desde la primera superficie 604 hasta la segunda

superficie 606. Como se ha ilustrado, la superficie curva 605 puede inclinarse negativamente desde la primera superficie 604 a la segunda superficie 606, formando por lo tanto una camisa exterior de forma cónica.

La primera tubería 602 puede interconectarse con una abertura 611 formada en la superficie superior 604 de la primera camisa exterior 608. El primer refractario 610 puede incluir un cuerpo 616 en forma de cono. El primer refractario 610 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro de la primera camisa exterior 608. Por ejemplo, la primera camisa exterior 608 puede presentar una circunferencia base que es mayor que una circunferencia base del primer refractario 610. Aunque no es mostrado, el primer refractario 610 incluye una abertura formada en una superficie superior del mismo, de tal modo que la abertura del primer refractario 610 está alineada al menos parcialmente con la abertura 611 formada en la primera camisa exterior 608. En otras palabras, el primer refractario 610 puede estar al menos parcialmente encajado dentro de la primera camisa exterior 608. En algunos ejemplos, el cuerpo en forma de cono 616 del primer refractario 610 puede estar formado a partir de aislamiento de silicato de alúmina fundido.

El primer revestimiento cónico 612 puede incluir un cuerpo de forma cónica 613 que presenta una base de forma cuadrilátera 615. El cuerpo de forma cónica 613 puede ser un revestimiento cerámico que, en algunos ejemplos, puede estar formado a partir de cordierita fundida. Como se representa, el primer revestimiento cónico 612 puede estar colocado al menos parcialmente dentro del primer refractario 610. El primer revestimiento cónico 612 puede estar configurado para proteger un volumen interior del refractario inferior 610. El primer revestimiento cónico 612 puede incluir una superficie superior (no mostrada) opuesta a la base 615 con forma de cuadrilátero. La superficie superior puede incluir una abertura (no mostrada) que se interconecta con una abertura formada en el refractario inferior 610. La abertura del primer revestimiento cónico 612 puede alinearse al menos parcialmente con la abertura del primer refractario 610. En consecuencia, la abertura del primer revestimiento cónico 612 puede estar en comunicación de fluidos con la primera tubería 602.

El primer aislamiento 614 puede incluir un cuerpo 617 de forma cónica. El cuerpo de forma cónica 617 puede estar formado, en algunos ejemplos, a partir de una familia de conos de cordierita fundida que difunden el flujo de fluido uniformemente al bloque de cordierita 702 (Figura 7). Como se representa, el primer aislamiento 614 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro del primer revestimiento cónico 612. El primer aislamiento 614 puede estar configurado para aislar la primera sección 601. En algunas realizaciones, la sección transversal de aislamiento puede incluir una primera capa de silicato de aluminio vertible; una segunda capa formada a partir de un tablero fibroso de silicato de aluminato al que se le da forma alrededor de la primera capa (o, alternativamente, se le da forma alrededor de un molde de acero al carbono utilizado para dar forma a la capa vertida); una tercera capa que incluye una manta cerámica formada a partir de una composición base de sílice de alúmina, que es utilizada para completar la sección transversal del aislamiento. La sección transversal del aislamiento puede entonces insertarse en la barrera de presión de acero al carbono. También se pueden utilizar aislamientos refractarios equivalentes.

Como tal, la primera sección 601 puede estar compuesta por un primer aislamiento 614 posicionado al menos parcialmente dentro del primer revestimiento cónico 612, un primer revestimiento cónico 612 dispuestos al menos parcialmente dentro del primer refractario 610 y un primer refractario 610 colocado al menos parcialmente dentro de la primera camisa exterior 608.

La segunda sección 605 puede ser similar a la primera sección 601. Por ejemplo, la segunda sección 605 puede estar configurada de manera similar a la primera sección 601, de manera que el flujo a través del recipiente 600 puede ser reversible. La segunda sección 605 está representada en una vista en perspectiva en comparación con la primera sección 603, que se representa en una vista en explosión. Como tal, los expertos en la técnica entenderán fácilmente que la segunda sección 605 incluye un segundo aislamiento respectivo colocado al menos parcialmente dentro de un segundo revestimiento cónico, el segundo revestimiento cónico dispuesto al menos parcialmente dentro del segundo refractario, y el segundo refractario al menos parcialmente posicionado dentro de la segunda camisa exterior.

La primera sección 601 puede interconectarse con la sección intermedia 603 en un primer lado 620 de la sección intermedia 605. La segunda sección 605 puede interconectarse con la sección intermedia 603 en un segundo lado 622 de la sección intermedia 603. La sección intermedia 603 se muestra con más detalle en la Figura 7.

La Figura 7 es una vista en explosión de la sección intermedia 603 del recipiente 600 de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). La sección intermedia 603 puede incluir al menos unos medios de calentamiento 702, un aislamiento 708, en refractario intermedio 710, una jaula de anclaje 714, una manta térmica 718 y una camisa exterior 720.

La camisa exterior 720 puede incluir una primera brida 722 en el primer lado 620 y una segunda brida 724 en el segundo lado 622. En algunas realizaciones, la primera brida 722 puede interconectarse con la brida 619 de la primera camisa exterior 608. En algunas realizaciones, la primera brida 722 puede ser interconectada con la segunda brida 724 de otra sección intermedia 603. En algunas realizaciones, la segunda brida 724 puede interconectarse con la brida 621 de la segunda camisa exterior de la segunda sección 605. En algunas realizaciones, la segunda brida 724 puede interconectarse con la primera brida 722 de otra sección intermedia 603.

Los medios de calentamiento 702 pueden estar posicionados al menos parcialmente dentro de la camisa exterior 720. Por ejemplo, el medio de calentamiento 702 puede estar posicionado dentro de una circunferencia interna de la camisa exterior 720. La manta térmica 718 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro de la camisa exterior 720. Por ejemplo, la manta térmica 718 puede ser concéntrica con la camisa exterior 720, siendo el diámetro exterior de la manta térmica 718 menor que el diámetro interior de la camisa exterior 720. La manta térmica 718 y la camisa exterior 720 pueden rodear al menos parcialmente el medio de calentamiento 702. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 702 pueden formarse a partir de cordierita. Por ejemplo, el medio de calentamiento 702 puede estar tomados la forma de un bloque de cordierita. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 702 pueden estar formados a partir de una malla cerámica. Por ejemplo, el medio de calentamiento 702 puede estar formado a partir de óxido de alúmina, sílice de alúmina, óxido de aluminio o cualquier material cerámico adecuado.

La jaula de anclaje 714 puede estar colocado dentro de la manta térmica 718. Por ejemplo, la jaula de anclaje 714 puede ser concéntrica con la manta térmica 718, siendo el diámetro exterior de la jaula de anclaje 714 menor que el diámetro interior de la manta térmica 718. En algunas realizaciones, también puede disponer un tablero fibroso en el exterior de la jaula de anclaje 714. Una combinación de tablero fibroso y manta térmica puede ayudar a mejorar el costo y el rendimiento. El refractario intermedio 710 puede estar colocado dentro de la jaula de anclaje 714. Por ejemplo, el refractario intermedio puede ser concéntrico con la jaula de anclaje 714, siendo el diámetro exterior del refractario intermedio 710 menor que el diámetro interior de la jaula de anclaje 714. La jaula de anclaje 714 puede incluir uno o más anclajes 716 que ayudan a colocar el refractario intermedio 710 dentro de la jaula de anclaje 714. Además, en algunas realizaciones, uno o más anclajes 716 pueden ayudar a posicionar la jaula de anclaje 714 dentro de la manta térmica 718. En algunas realizaciones, se pueden usar anclajes 716 para reforzar el refractario de aislamiento vertido (por ejemplo, el refractario intermedio 710).

El refractario intermedio 710 puede rodear al menos parcialmente los medios de calentamiento 702. El aislamiento 708 puede ser colocado al menos parcialmente dentro del refractario intermedio 708. El aislamiento 708 puede presentar una forma poligonal. Por ejemplo, como está ilustrado, el aislamiento 708 puede tener forma de cuadrilátero. El aislamiento 708 puede configurarse para rodear al menos parcialmente el medio de calentamiento 702. Por ejemplo, el medio de calentamiento 702 puede incluir un cuerpo 703 que presenta una primera brida 704 y una segunda brida 706. El aislamiento 708 puede estar posicionado alrededor del cuerpo 703 entre la primera brida 704 y la segunda brida 706.

Volviendo a la Figura 6, cuando se ensambla, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 8, el fluido puede fluir hacia el recipiente 600 a través de la primera tubería 602, pasar a través de la primera sección 601, una o más secciones intermedias 603, la segunda sección 605 y salir del recipiente 600 a través de la segunda tubería 630. Como se ilustra con más detalle en la Figura 8, puede ser aplicado un mortero sairset 802 a una o más bridas dentro de un círculo de pernos para sellar las uniones en su lugar. Por ejemplo, entre la segunda brida 724 de una primera sección intermedia 603₁ y primera brida 722 de una segunda sección intermedia 603₂, se puede aplicar mortero sairset 802 para sellar la unión en su lugar.

Además, como se ilustra en las Figuras 6 y 8, cada primera sección 601, sección intermedia 603 y segunda sección 605 pueden incluir un soporte 632. El soporte 632 puede ser colocado para soportar cada sección 601, 603, 605 cuando el recipiente 600 esté completamente ensamblado. Aún más, en algunas realizaciones, cada sección 601, 603, 605 puede formarse en secciones de aproximadamente 2 m. Por ejemplo, cada sección 601, 603, 605 puede formarse en secciones de entre aproximadamente 1 m y aproximadamente 10 m. En algunas realizaciones, cada sección 601, 603, 605 puede estar formado en secciones mayores de aproximadamente 10 m. A medida que crecen las dimensiones de cada sección, el elemento de almacenamiento de calentamiento puede crecer consecuentemente.

La Figura 9 es una vista en sección transversal de la sección intermedia 603, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). El refractario intermedio 710 puede incluir una abertura 900 en forma de polígono formada en el mismo. Por ejemplo, como se ilustra, el refractario intermedio 710 puede incluir una abertura 900 en forma de cuadrilátero. La abertura 900 puede estar configurada para recibir un aislamiento 708 y medios de calentamiento 702. Por ejemplo, el aislamiento 708 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro de la abertura 900. Entre el aislamiento 708 y el medio de calentamiento 702 puede estar colocada una junta un sello de unión 902.

La Figura 10A ilustra una vista en perspectiva de un medio de calentamiento 1000 el cual puede ser usado con el recipiente disipador de calor 600 mostrado en la Figura 6, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). La Figura 10B ilustra una vista en sección transversal del medio de calentamiento 1000 ilustrado en la Figura 10A a lo largo de la línea A-A, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). La Figura 10C ilustra una vista en sección transversal del medio de calentamiento 1000 ilustrado en la Figura 10A a lo largo de la línea B-B, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). Los medios de calentamiento 1000 pueden estar formados de cordierita. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 1000 pueden estar formados de malla de cordierita. El medio de calentamiento 1000 puede tener un calor específico que varía de aproximadamente de 0,8 kJ/kgK a aproximadamente 1,20 kJ/kgK. En algunas realizaciones, el medio de calentamiento 1000 puede tener un calor específico que varía de aproximadamente 0,9 kJ/kgK a aproximadamente 1,15 kJ/kgK. El medio de calentamiento 1000 puede tener una densidad que varía entre aproximadamente 1900 kg/m³ a aproximadamente 2 500 kg/m³. Los medios de calentamiento 1000 pueden tener una fluctuación de la temperatura de

funcionamiento que excede los 1000 °C. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 1000 pueden tener una variación de temperaturas de funcionamiento entre aproximadamente 0 °C a aproximadamente 1 500 °C. Los medios de calentamiento 1000 pueden tener una ruptura de rendimiento que excede aproximadamente 450 MPa. En algunas realizaciones, el medio de calentamiento 1000 puede tener una ruptura de rendimiento de aproximadamente 480 MPa. El medio de calentamiento 1000 puede tener un coeficiente de expansión de aproximadamente $1,7 \times 10^{-6}$ m/mK. El medio de calentamiento 1000 puede tener una conductividad térmica de aproximadamente 3,0 W/mK.

Como se ha ilustrado, el medio de calentamiento 1000 puede presentar sustancialmente una forma de bloque. Los medios de calentamiento 1000 pueden incluir una o más aberturas 1002 formadas en el mismo. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 1000 pueden incluir una geometría regular para proporcionar un modelado de análisis de flujo. En algunas realizaciones, una o más aberturas 1002 pueden ser sustancialmente redondas. Por ejemplo, el medio de calentamiento 1000 puede ser un bloque que posee entre aproximadamente un 30 % - 45 % de porosidad (por ejemplo, un patrón de apertura de 3x3, 9x9, 12x12 y hasta 15x15 para un solo bloque). La naturaleza porosa del medio de calentamiento 1000 proporciona una mayor cantidad de área superficial.

La Figura 11 es una vista en sección transversal de la sección intermedia 1103, de acuerdo con un ejemplo (no es una realización de la invención). La sección intermedia 1103 es similar a la sección intermedia 603. Por ejemplo, la sección intermedia 1103 incluye la jaula de anclaje 714, la manta térmica 718 y la camisa exterior 720. La sección intermedia 1103 también puede incluir aislamiento 1108, un refractario 1110 y medios de calentamiento 1102. El aislamiento 1108, el refractario 1110 y el medio de calentamiento 1102 pueden ser similares al aislamiento 708, al refractario intermedio 710 y al medio de calentamiento 702, respectivamente, pero pueden diferir en forma. El aislamiento 1108 puede incluir la abertura 1107 formada en el mismo. Como se ilustra, la abertura 1107 puede tener una forma irregular. La abertura 1107 puede estar configurada para recibir el aislamiento 1108 y medios de calentamiento 1102. Por ejemplo, el aislamiento 1108 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro de la abertura 1107. Entre el aislamiento 1108 y el medio de calentamiento 1102 puede haber una junta de unión 1101. La junta de unión 1101 puede acoplar el aislamiento 1108 al medio de calentamiento 1102.

Varios ejemplos de recipientes se han expuesto anteriormente junto con las Figuras 1A, 1B, 6 y 7. La siguiente exposición ilustra varios medios de calentamiento (por ejemplo, 126 en la Figura 1A, 702 en la Figura 7) que pueden ser utilizados con uno o más recipientes proporcionados anteriormente.

La Figura 2 ilustra óxido de aluminio en forma esférica. En algunas realizaciones, las esferas pueden presentar un diámetro entre aproximadamente 5 mm a aproximadamente 50 mm.

Como otro ejemplo, la cordierita es una estructura de "panal" que presenta una química que incluye silicato de alúmina y magnesio. Este material puede estar formado en una estructura uniforme que produzca tubos con paredes que permitan un flujo uniforme del fluido de trabajo y un mejor almacenamiento de calor. El calor específico de esta cordierita es 1,15 kJ/kgK y la densidad es 1900 kg/m³. En un ejemplo, una masa total de 318 toneladas de cordierita almacena aproximadamente 20 MWh de energía térmica.

La Figura 3A ilustra un panal de cordierita 300, de acuerdo con una realización.

Cada uno de los materiales posee una geometría regular y, por lo tanto, es modelado más fácilmente y puede ser comprado fácilmente para crear recipientes de prueba para confirmar el comportamiento del disipador de calor. En algunos ejemplos, se pueden usar materiales con geometría irregular y densidad y calor específicos adecuados para crear recipientes de prueba.

La Figura 3B ilustra un bloque de cordierita 350, de acuerdo con una realización. Como se ha ilustrado, el bloque de cordierita 350 puede incorporar un material similar a una malla. El bloque de cordierita 350 puede presentar una porosidad entre aproximadamente 30 % y aproximadamente 45 %. En algunas realizaciones, el bloque de cordierita 350 puede tener una porosidad superior a aproximadamente 45 %.

La Figura 4A ilustra un recipiente 400 que presenta medios de calentamiento 450 dispuestos en el volumen interior 407 del recipiente 400, de acuerdo con una realización. En esta realización, los medios de calentamiento 450 tienen forma esférica. Aunque no se muestra, en algunas realizaciones los medios de calentamiento 450 pueden tomar la forma de bloque de cordierita 300 o 350 ilustrado anteriormente junto con las Figuras 3A o 3B. El recipiente 400 es similar al recipiente 100. El recipiente 400 incluye la sección superior 401, la sección intermedia 403 y la sección inferior 405. La sección superior 401 incluye el refractario superior 421. La sección intermedia 403 incluye el refractario intermedio 406 y la camisa intermedia 402, que rodea al menos parcialmente el refractario intermedio 406. La sección inferior 405 incluye el refractario inferior 404 y un revestimiento cónico perforado 430 posicionado dentro del refractario inferior 404. La entrada superior 464 está en comunicación con la abertura 490 formada en el refractario superior 421. La entrada inferior 412 está en comunicación con la abertura 453 del refractario inferior 404. La entrada superior 464 y la entrada inferior 412 proporcionan acceso y salida del volumen interior 407 del recipiente 400.

La Figura 4B es una vista en sección transversal parcial más detallada del recipiente 400, de acuerdo con una realización. Como se muestra, la manta térmica intermedia 410 y la jaula de anclaje 432 están colocadas entre la camisa intermedia 402 y el refractario intermedio 406, de manera similar al recipiente 100 en la Figura 1A. La sección

inferior 405 incluye además una camisa exterior inferior 438 que rodea al menos parcialmente el refractario inferior 404. La brida 462 de la sección inferior 401 está interconectado con la brida 458 de la sección intermedia 403.

En un ejemplo particular, el revestimiento cónico perforado 430 tiene una altura de aproximadamente 300 mm, un grosor de aproximadamente 3 mm, un primer diámetro de aproximadamente 2 mm y un segundo diámetro de aproximadamente 600 mm. La placa perforada 492 presenta un grosor aproximadamente de 14 mm.

La Figura 5 ilustra un recipiente 500 que posee dos tipos de medios de calentamiento (medios 550a y medios 550b) dispuestos en el volumen interior 507 del recipiente 500, de acuerdo con una realización. El medio de calentamiento 550a puede presentar forma de panal y puede estar formado a partir de cordierita. Los medios de calentamiento 550b pueden tener forma esférica (es decir, como guijarros). Por ejemplo, los medios de calentamiento 550a pueden estar colocados posicionarse encima de los medios de calentamiento 550b, llenando los medios de calentamiento 550b un revestimiento cónico perforado 530 del refractario inferior 504. Esta disposición puede ayudar a dirigir el flujo de gas hacia uno o más conductos formados en el medio de calentamiento 550a. Los medios de calentamiento 550b también pueden ayudar a soportar el peso de los medios de calentamiento 550a.

El recipiente 500 es similar al recipiente 100 y al recipiente 400. El recipiente 500 incluye la sección superior (no mostrada), la sección intermedia 503 y la sección inferior 505. La sección intermedia 503 incluye una camisa intermedia 502, una manta térmica intermedia 510, una jaula de anclaje 532 y un refractario intermedio 506, dispuestos de manera similar a los elementos numerados similares en la Figura 1A. La camisa intermedia 502 rodea al menos parcialmente la manta térmica intermedia 510. La manta térmica intermedia 510 rodea al menos parcialmente la jaula de anclaje 532. La jaula de anclaje 532 rodea al menos parcialmente el refractario intermedio 506.

La sección inferior 505 incluye el refractario inferior 504 y un revestimiento cónico perforado 530 dispuesto dentro del refractario inferior 504. La entrada inferior 512 está en comunicación con la abertura 553 del refractario inferior 504.

En un ejemplo particular, el revestimiento cónico perforado 530 posee una altura de aproximadamente 300 mm, un grosor de aproximadamente 3 mm, un primer diámetro de aproximadamente 2mm y un segundo diámetro aproximadamente de 700 mm. La placa perforada 592 cerca del segundo diámetro tiene un grosor de aproximadamente 7 mm.

La Figura 12A es una vista en explosión del recipiente 1200 de acuerdo con realizaciones ilustrativas. El recipiente 1200 es similar al recipiente 100. El recipiente 1200 puede incluir la sección superior 1201, la sección intermedia 1203 y la sección inferior 1205. La sección superior 1201 puede interconectarse con la sección intermedia 1203 en un primer lado de la misma. La sección inferior 1205 puede interconectarse con la sección intermedia 1203 en un segundo lado de la misma. La sección inferior 1205 puede incluir una tubería inferior 1214, una camisa exterior inferior 1216, una manta térmica inferior 1218, una placa inferior 1220, un refractario inferior 1222 y un revestimiento cónico perforado 1224. Como se muestra, la tubería inferior 1214 puede interconectarse con una abertura (no mostrada) formada en la superficie inferior 1207 de la camisa exterior inferior 1216. La manta térmica inferior 1218 puede ser colocada al menos parcialmente dentro de la camisa exterior inferior 1216. Por ejemplo, la manta térmica inferior 1218 y la camisa exterior inferior 1216 pueden ser concéntricas, teniendo la manta térmica inferior 1218 un diámetro exterior menor que un diámetro exterior de la camisa exterior inferior 1216.

La placa inferior 1220 generalmente incluye una superficie superior 1209, una superficie inferior 1213 y una abertura 1215 formada en las mismas. La superficie superior 1209 puede incluir uno o más anclajes 1211. El refractario inferior 1222 generalmente incluye una superficie superior 1217, una superficie inferior 1219 y una abertura 1221 formada en las mismas. La superficie superior 1209 de la placa inferior 1220 se interconecta con la superficie inferior 1219 del refractario inferior 1222, de tal manera que la abertura 1221 del refractario inferior 1222 y la abertura 1215 de la placa inferior 1220 se alinean. Colectivamente, el refractario inferior 1222 y la placa inferior 1220 están colocados dentro de una circunferencia interior de la manta térmica inferior 1218. Cuando se colocan dentro de la manta térmica 1218, las aberturas 1215, 1221 se alinean con la abertura formada en la camisa exterior inferior 1216 y una abertura en la tubería inferior 1214. En una realización, el refractario inferior 1222 incluye un bolsillo (no mostrado) debajo de la placa inferior 1220. El bolsillo puede ayudar a facilitar el flujo de gas dentro del recipiente 1200.

La superficie superior 1217 del refractario inferior 1222 puede presentar una forma cónica. Por ejemplo, la superficie superior 1217 generalmente se inclina negativamente hacia la abertura 1221 formada en el refractario inferior 1222. El revestimiento cónico perforado 1224 está posicionado en el refractario inferior 1222. El revestimiento cónico perforado 1224 generalmente puede tomar la forma de un cono truncado. Por lo tanto, en lugar de que las paredes inclinadas del cono lleguen a un punto, las paredes inclinadas del revestimiento cónico perforado 1224 pueden llegar a una base plana. Por lo tanto, el revestimiento cónico perforado 1224 presenta una primera base con un primer diámetro y una segunda base con un segundo diámetro, donde el segundo diámetro es menor que el primer diámetro.

La sección intermedia 1203 incluye una camisa intermedia 1226, una manta térmica intermedia 1228, una jaula de anclaje 1230 que posee unos anclajes 1234, un refractario intermedio 1232 y un bloque de cordierita 1236. La camisa intermedia 1226 incluye la brida superior 1238 y la brida inferior 1240. La brida inferior 1240 se interconecta con la camisa exterior inferior 1216. El bloque de cordierita 1236 puede ser colocado dentro de la camisa intermedia 1226. Por ejemplo, el bloque de cordierita 1236 puede colocarse dentro de una circunferencia interior de la camisa intermedia

1226. Se pueden disponer uno o más anclajes (no mostrados) en la camisa intermedia 1226. Los anclajes pueden ser configurados para ayudar a soportar el bloque de cordierita 1236 dentro de la camisa intermedia 1226, así como para acoplar la sección intermedia 1203 con la sección superior 1201. Como se ilustra, el bloque de cordierita 1236 puede presentar una forma cilíndrica.

La manta térmica 1228 puede ser colocada dentro de la camisa intermedia 1226. Por ejemplo, la manta térmica 1228 puede ser concéntrica con la camisa intermedia 1226, siendo el diámetro exterior de la manta térmica 1228 menor que el diámetro interior de la camisa intermedia 1226. La manta térmica 1228 y la camisa intermedia 1226 pueden rodear al menos parcialmente el bloque de cordierita 1236.

La jaula de anclaje 1230 puede ser colocado dentro de la manta térmica 1228. Por ejemplo, la jaula de anclaje 1230 puede ser concéntrica con la manta térmica 1228, siendo el diámetro exterior de la jaula de anclaje 1230 menor que el diámetro interior de la manta térmica 1228. En algunas realizaciones, también puede ser colocado un tablero fibroso en el exterior de la jaula de anclaje 714. Una combinación de tablero fibroso y manta térmica puede ayudar a mejorar el costo y el rendimiento.

El refractario intermedio 1232 puede ser colocado dentro de la jaula de anclaje 1230. Por ejemplo, el refractario intermedio 1232 puede ser concéntrico con la jaula de anclaje 1230, siendo el diámetro exterior del refractario intermedio 1232 menor que el diámetro interior de la jaula de anclaje 1230. La jaula de anclaje 1230 puede incluir uno o más anclajes 1234 que ayudan a la colocación del refractario intermedio 1232 dentro de la jaula de anclaje 1230. El refractario intermedio 1232 rodea al menos parcialmente el bloque de cordierita 1236.

La sección superior 1201 puede incluir una tubería superior 1202, una camisa exterior superior 1204, una manta térmica superior 1206, una placa superior 1208 y un refractario superior 1210. Aunque no se muestra, de manera similar a la sección inferior 1201, la sección superior 1203 también puede incluir un revestimiento cónico perforado y un armazón de soporte de cordierita, similar a los descritos anteriormente.

La camisa exterior superior 1204 incluye la superficie superior 1225, la superficie inferior 1227 y la abertura 1229. La camisa exterior superior 1204 puede interconectarse con la brida superior 1238 de la camisa intermedia 1226. La tubería superior 1202 interconecta la abertura 1229 formada en la superficie superior 1225 de la camisa exterior superior 1204. La manta térmica superior 1206 está colocada al menos parcialmente dentro de la camisa exterior superior 1204. Por ejemplo, la manta térmica superior 1206 y la camisa exterior superior 1204 pueden ser concéntricas, teniendo la manta térmica superior 1206 un diámetro exterior menor que el diámetro interior de la camisa exterior superior 1204. La manta térmica superior 1206 posee una superficie superior 1231 y que tiene una abertura 1233 formada en la misma. La abertura 1233 puede alinearse parcialmente con la abertura 1229 de la camisa exterior superior 1204.

La placa superior 1208 generalmente incluye la superficie superior 1235, la superficie inferior 1237 y la abertura 1239 formada en la placa superior 1208. La superficie inferior 1237 puede incluir uno o más anclajes 1241. El refractario superior 1210 generalmente incluye la superficie superior 1243, la superficie inferior 1237 y la abertura 1247 formada en la superficie superior 1243. La superficie inferior 1245 de la placa superior 1208 se interconecta con la superficie superior 1243 del refractario superior 1210, de tal modo que la abertura 1247 del refractario superior 1210 y la abertura 1239 de la placa superior 1208 están alineadas. Colectivamente, el refractario superior 1210 y la placa superior 1208 están colocados en el interior de una circunferencia interna de la manta térmica superior 1206. Cuando se colocan dentro de la manta térmica 1206, las aberturas 1239, 1247 se alinean con la abertura 1229 formada en la camisa exterior superior 1204.

La superficie inferior 1245 del refractario superior 1210 puede tener forma cónica. Por ejemplo, la superficie inferior 1245 del refractario superior 1210, similar al refractario inferior 1222, generalmente se inclina hacia la abertura 1247 formada en el refractario superior 1210. Hay realizaciones en las cuales la porción superior 1201 incluye el revestimiento 1212. El revestimiento 1212 puede estar colocado en la superficie inferior 1245 del refractario superior 1210. En algunos ejemplos, el revestimiento 1212 puede incluir una placa perforada (no mostrada).

En funcionamiento, el fluido puede entrar en la tubería superior 1202 y viajar a través de la sección superior 1201 a través de la abertura 1229 formada en la camisa exterior superior 1204, la abertura 1233 de la manta térmica superior 1206, la abertura 1239 de la placa superior 1208 y la abertura 1247 del refractario superior 1210.

Cuando está ensamblado, como se muestra en la Figura 12B, el fluido puede fluir hacia el interior del recipiente 1200 a través de la tubería superior 1202, pasar a través de la porción superior 1201, la porción intermedia 1203, la porción inferior 1205 y salir del recipiente 1200 a través de la tubería inferior 1214. En algunas realizaciones, una entrada del recipiente 1200 y una salida del recipiente 1200 pueden cambiar entre fases operativas. Por ejemplo, el fluido puede fluir hacia el interior del recipiente 1200 a través de la tubería inferior 1214, pasar a través de la porción inferior 1205, la porción intermedia 1203 y la porción superior 1204, y salir del recipiente 1200 a través de la tubería superior 1202. En consecuencia, la geometría del recipiente 1200 puede ser la misma en la porción superior 1201 y en la porción inferior 1205.

La Figura 12C ilustra el recipiente 1250 que presenta medios de calentamiento 1252 dispuestos en el volumen interior 1257 del recipiente 1250, de acuerdo con una realización. Las Figuras 12D y 12E son vistas en sección transversal parciales más detalladas del recipiente 1250, de acuerdo con una realización. El recipiente 1250 es similar al recipiente 1200. En esta realización, los medios de calentamiento 1252 tienen forma esférica. El recipiente 1250 incluye la sección superior 1251, la sección intermedia 1253 y la sección inferior 1255. La sección superior 1251 incluye el refractario superior 1271. La sección intermedia 1253 incluye el refractario intermedio 1256 y la camisa intermedia 1258, que rodea al menos parcialmente el refractario intermedio 1256. La sección inferior 1255 incluye el refractario inferior 1254 y un revestimiento cónico perforado 1280 dispuesto dentro del refractario inferior 1254. La entrada superior 1264 está en comunicación con la abertura 1290 formada en el refractario superior 1271. La entrada inferior 1262 está en comunicación con la abertura 1283 del refractario inferior 1254. La entrada superior 1264 y la entrada inferior 1262 proporcionan acceso y salida desde el volumen interior 1257 del recipiente 1250.

La Figura 13 es una vista en explosión del recipiente 1300 de acuerdo con una modalidad. El recipiente 1300 es similar a los recipientes 100, 600 y 1200. El recipiente 1300 puede incluir una primera sección 1301, una segunda sección 1305 y una o más secciones intermedias 1303₁, 1303₂, 1303₃ y 1303₄ (en adelante "sección intermedia 1303"). Aunque el recipiente 1300 está representado con cuatro secciones intermedias 1303, los expertos en la técnica comprenderán fácilmente que el recipiente 1300 puede incluir tan solo una sección intermedia 1303. Como se ha ilustrado, con una primera sección 1301 puede interconectarse con la sección intermedia 1303 en un primer lado de la misma. La segunda sección 1305 puede interconectarse con la sección intermedia 1303 en un segundo lado de la misma.

La primera sección 1301 puede incluir la primera tubería 1302, la primera camisa exterior 1308, el primer refractario 1310, el conjunto difusor/acelerador 1313 y el primer aislamiento 1314. La primera camisa exterior 1308 puede incluir una primera superficie 1304 y una segunda superficie 1306 opuesta a la primera superficie 1304. La primera camisa exterior 1308 puede incluir además una superficie curva 1307 que se extiende desde la primera superficie 1304 hasta la segunda superficie 1306. Como se ha ilustrado, la superficie curva 1307 puede inclinarse negativamente desde la primera superficie 1304 hasta la segunda superficie 1306, formando por lo tanto una camisa exterior de forma cónica.

La primera tubería 1302 puede interconectarse con una abertura 1311 formada en la superficie superior 1304 de la primera camisa exterior 1308. El primer refractario 1310 puede incluir un cuerpo en forma de cono 1316. El primer refractario 1310 puede estar colocado al menos parcialmente dentro de la primera camisa exterior 1308. Por ejemplo, la primera camisa exterior 1308 puede presentar una circunferencia base que es mayor que una circunferencia base del primer refractario 1310. Aunque no se ha representado, el primer refractario 1310 incluye una abertura formada en una superficie superior del mismo, de tal modo que la abertura del primer refractario 1310 se alinea al menos parcialmente con la abertura 1311 formada en la primera camisa exterior 1308. En otras palabras, el primer refractario 1310 puede estar al menos parcialmente encajado dentro de la primera camisa exterior 1308.

El conjunto difusor/acelerador 1313 puede incluir uno o más primeros conos. El revestimiento 1312 puede incluir un cuerpo de forma cónica que presenta una base 1315 de forma sustancialmente circular. Como se representa, el primer revestimiento cónico 1312 puede estar posicionado al menos parcialmente dentro del primer refractario 1310. Cada primer revestimiento cónico 1312 puede estar configurado para proteger un volumen interior del refractario inferior 1310. Cada primer revestimiento cónico 1312 puede incluir una superficie superior (no mostrada) opuesta a la base 1315 de forma sustancialmente circular. La superficie superior puede incluir una abertura (no mostrada) que se interconecta con la abertura formada en el refractario inferior 1310. La abertura del primer revestimiento cónico 1312 puede alinearse al menos parcialmente con una abertura del primer refractario 1310. En consecuencia, la abertura del primer revestimiento cónico 1312 puede estar en comunicación con la primera tubería 1302 de fluidos.

El primer aislamiento 1314 puede incluir un cuerpo de forma cónica 1317. Como se muestra, el primer aislamiento 1314 puede estar colocado al menos parcialmente dentro del primer revestimiento cónico 1312. El primer aislamiento 1314 puede estar configurado para aislar la primera sección 1301. En algunas realizaciones, la sección transversal de aislamiento puede incluir una primera capa de silicato de aluminio vertible; una segunda capa formada a partir de un tablero fibroso de silicato de aluminio al que se le da forma alrededor de la primera capa (o, alternativamente, se le da forma alrededor de la forma de acero al carbono utilizada para dar forma a la capa vertida); una tercera capa que incluye una manta cerámica formada a partir de una composición base de sílice de alúmina, que es usada para completar la sección transversal del aislamiento. La sección transversal del aislamiento puede entonces ser insertada en la barrera de presión de acero al carbono. También pueden ser utilizados aislamientos refractarios equivalentes.

Como tal, la primera sección 1301 puede estar compuesta por un primer aislamiento 1314 colocado al menos parcialmente dentro del primer revestimiento cónico 1312, un primer revestimiento cónico 1312 dispuesto al menos parcialmente dentro del primer refractario 1310 y un primer refractario 1310 colocado al menos parcialmente dentro de la primera camisa exterior 1308.

La segunda sección 1305 puede ser similar a la primera sección 1303. La segunda sección 1305 se representa en una vista en perspectiva en comparación con la primera sección 1303, la cual se representa en una vista despiezada. Como tal, los expertos en la técnica entenderán fácilmente que la segunda sección 1305 incluye un segundo aislamiento respectivo colocado al menos parcialmente dentro de un segundo revestimiento cónico, uno o más

segundos revestimientos cónicos dispuestos al menos parcialmente dentro de un segundo refractario, y el segundo refractario colocado al menos parcialmente dentro de la segunda camisa exterior.

Debido a que la segunda sección 1305 es similar a la primera sección 1303, la segunda sección 1305 también puede incluir su propio conjunto de difusor/acelerador que es similar al conjunto de difusor/acelerador 1313 de la primera sección 1301. El beneficio de tener un conjunto de difusor/acelerador en la segunda sección 1305 así como en la primera sección 1303 permite la reversibilidad del flujo a través del recipiente 1300.

La primera sección 1301 puede interconectarse con la sección intermedia 1303 en un primer lado 1320 de la sección intermedia 1305. La segunda sección 1305 puede interconectarse con la sección intermedia 1303 en un segundo lado 1322 de la sección intermedia 1303. La sección intermedia 1303 es mostrado con mayor detalle en la Figura 14.

La Figura 14 es una vista en explosión de la sección intermedia 1303 del recipiente 1300 de acuerdo con una realización. La sección intermedia 1303 puede incluir al menos medios de calentamiento 1402, aislamiento 1408, refractario 1410, jaula de anclaje 1414, manta térmica 1418 y camisa exterior 1420.

La camisa exterior 1420 puede incluir una primera brida 1422 en el primer lado 1320 y una segunda brida 1424 en el segundo lado 1322. En algunas realizaciones, la primera brida 1422 puede interconectarse con la brida 1319 de la primera camisa exterior 1308. En algunas realizaciones, la primera brida 1422 puede interconectarse con la segunda brida 1424 de otra sección intermedia 1303. En algunas realizaciones, la segunda brida 1424 puede interconectarse con la brida 1321 de la segunda camisa exterior de la segunda sección 1305. En algunas realizaciones, la segunda brida 1324 puede interconectarse con la primera brida 1422 de otra sección intermedia 1303.

Los medios de calentamiento 1402 pueden colocarse al menos parcialmente dentro de la camisa exterior 1420. Por ejemplo, el medio de calentamiento 1402 puede disponerse dentro de una circunferencia interior de la camisa intermedia 1420. La manta térmica 1418 puede estar colocada al menos parcialmente dentro de la camisa exterior 1420. Por ejemplo, la manta térmica 1418 puede ser concéntrica con la camisa exterior 1420, siendo el diámetro exterior de la manta térmica 1418 menor que el diámetro interior de la camisa exterior 1420. La manta térmica 1418 y la camisa exterior 1420 pueden rodear al menos parcialmente el medio de calentamiento 1402. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 1402 pueden estar formados a partir de cordierita. Por ejemplo, el medio de calentamiento 1402 puede tomar la forma de un bloque de cordierita sustancialmente cilíndrico. En algunas realizaciones, los medios de calentamiento 1402 pueden estar formados a partir de una malla cerámica. Por ejemplo, el medio de calentamiento 1402 puede estar formados a partir de uno de óxido de alúmina, sílice de alúmina, óxido de aluminio o cualquier material cerámico adecuado.

La jaula de anclaje 1414 puede estar colocados dentro de la manta térmica 1418. Por ejemplo, la jaula de anclaje 1414 puede ser concéntrica con la manta térmica 1418, siendo el diámetro exterior de la jaula de anclaje 1414 menor que el diámetro interior de la manta térmica 1418. En algunas realizaciones, también puede colocarse un tablero fibroso en el exterior de la jaula de anclaje 714. Una combinación de tablero fibroso y manta térmica puede ayudar a mejorar el costo y el rendimiento. El refractario intermedio 1410 puede estar colocado dentro de la jaula de anclaje 1414. Por ejemplo, el refractario intermedio puede ser concéntrico con la jaula de anclaje 1414, siendo el diámetro exterior del refractario intermedio 1410 menor que el diámetro interior de la jaula de anclaje 1414. La jaula de anclaje 1414 puede incluir uno o más anclajes 1416 que ayudan a posicionar el refractario intermedio 1410 dentro de la jaula de anclaje 1414. Además, en algunas realizaciones, uno o más anclajes 1416 pueden ayudar a disponer la jaula de anclaje 1414 dentro de la manta térmica 1418.

El refractario intermedio 1410 puede rodear al menos parcialmente los medios de calentamiento 1402. El aislamiento 1408 puede ser colocado al menos parcialmente dentro del refractario intermedio 1408. El aislamiento 1408 puede tener una forma cilíndrica. El aislamiento 1408 puede ser configurado para rodear al menos parcialmente el medio de calentamiento 1402. Por ejemplo, el medio de calentamiento 1402 puede incluir un cuerpo 1403 que posee una primera brida 1404 y una segunda brida 1406. El aislamiento 1408 puede ser colocarse alrededor del cuerpo 1403 entre la primera brida 1404 y la segunda brida 1406.

Volviendo a la Figura 13, cuando se ensambla, como se muestra, por ejemplo, en la Figura 15, el fluido puede fluir hacia el recipiente 1300 a través de la primera tubería 1302, pasar a través de la primera sección 1301, una o más secciones intermedias 1303, la segunda sección 1305 y salir del recipiente 1300 a través de la segunda tubería 1330. Como se ilustra con más detalle en la Figura 15, se puede aplicar un mortero sairset 1502 a una o más bridas dentro de un círculo de pernos para sellar las uniones en su lugar. Por ejemplo, entre una segunda brida de una primera sección intermedia 1303₁ y una primera brida de una segunda sección intermedia 1303₂, se puede aplicar mortero sairset 1502 para sellar la unión en su lugar.

Además, como se ilustra en las Figuras 13 y 15, cada primera sección 1301, sección intermedia 1303 y segunda sección 1305 puede incluir un soporte 1332. El soporte 1332 puede estar colocado para soportar cada sección 1301, 1303, 1305 cuando el recipiente 1300 esté completamente ensamblado. Aún más, en algunas realizaciones, cada sección 1301, 1303 y 1305 puede estar formada en secciones de aproximadamente 2 m.

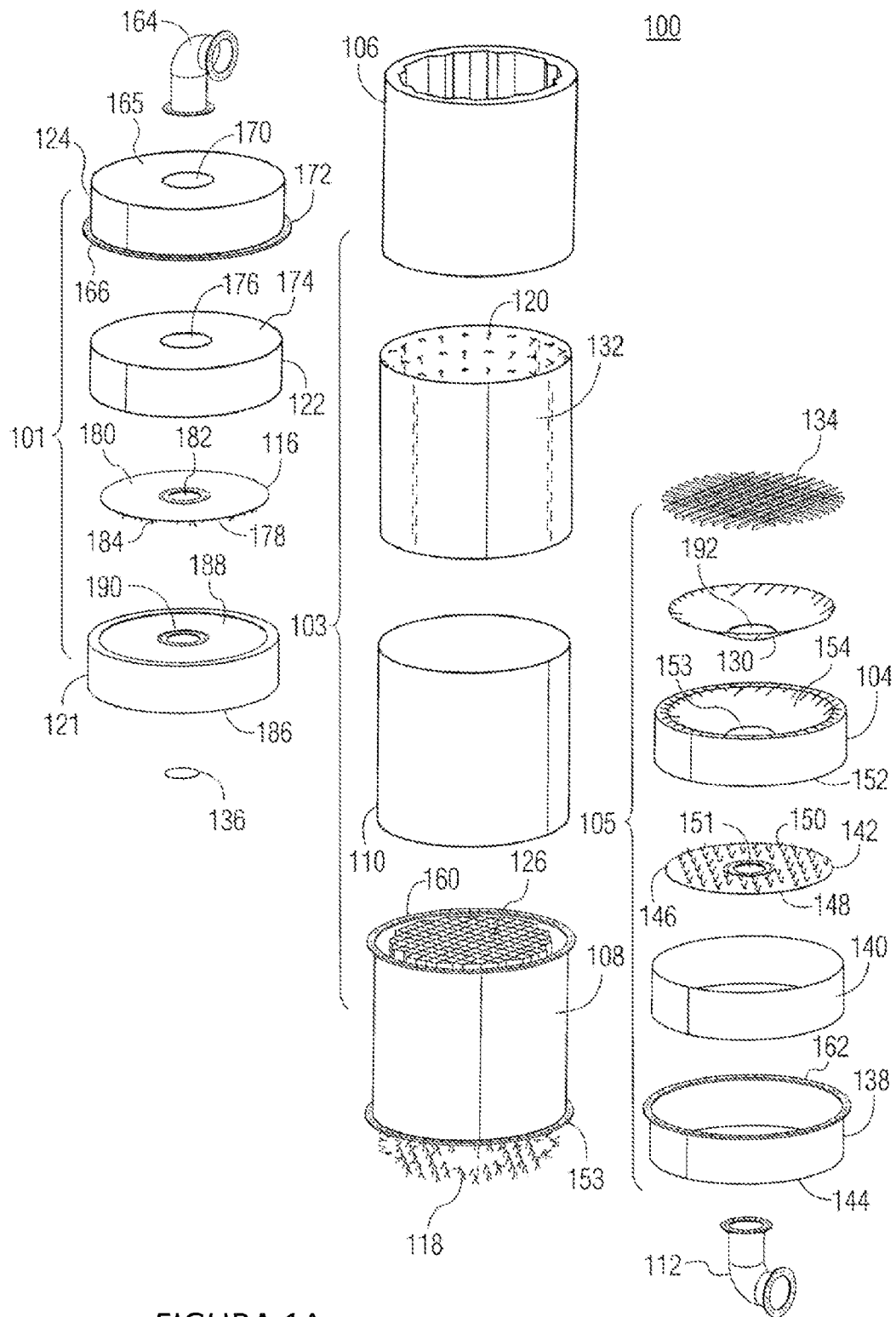
La Figura 16 es una vista en sección transversal de la sección intermedia 1303, de acuerdo con una realización. El refractario intermedio 1410 puede incluir una abertura 1600 sustancialmente circular formada en el mismo. La abertura 1600 puede estar configurado para recibir aislamiento 1408 y medios de calentamiento 1402. Por ejemplo, el aislamiento 1408 puede colocarse al menos parcialmente dentro de la abertura 1600. Entre el aislamiento 1408 y el medio de calentamiento 1402 puede figurar una junta de unión 1602.

Las Figuras 17A-17C ilustran una o más vistas del bloque de cordierita 1402, de acuerdo con ejemplos ilustrativos. Tal como se ilustra, el bloque de cordierita 1402 puede presentar una forma sustancialmente cilíndrica. En consecuencia, el bloque de cordierita 1402 puede poseer una cara de forma sustancialmente circular.

Si bien la presente descripción se ha descrito en términos de ciertas realizaciones, se debe comprender que la presente descripción no está tan limitada. Las realizaciones se explican en la presente descripción a modo de ejemplo, y existen numerosas modificaciones, variaciones y otras realizaciones que pueden emplearse y que estarían aún dentro del alcance de la presente invención tal como es definida en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300), que comprende:
 - 5 un cuerpo que define un volumen interior (407; 507; 1257), comprendiendo el cuerpo:
 - una porción superior (101; 401; 1201; 1251; 1301) que presenta una entrada cónica para el flujo entrante de fluido;
 - una porción intermedia (103; 403; 503; 1203; 1253; 1303) que comprende un primer lado y un segundo
 - 10 lado, la porción intermedia (103; 403; 503; 1203; 1253; 1303) interconectada con la porción superior (101; 401; 1201; 1251; 1301) en el primer lado; y
 - una porción inferior (105; 405; 505; 1205; 1255; 1305) que se interconecta con la porción intermedia (103; 403; 503; 1203; 1253; 1303) en el segundo lado; y
 - 15 uno o más medios de calentamiento (126; 450; 550a, 550b; 1252; 1402) dispuestos en el volumen interior (407; 507; 1257), el uno o más medios de calentamiento (126; 450; 550a, 550b; 1252; 1402) configurado para almacenar calor durante el proceso,
 - 20 **caracterizado porque** la porción inferior (105; 405; 505; 1205; 1255; 1305) que incluye un revestimiento cónico perforado invertido (130; 430; 530; 1224; 1280) y una placa perforada (192; 492; 592), el revestimiento cónico perforado invertido (130; 430; 530; 1280) y la placa perforada (192; 492; 592) controlan el flujo de fluido que sale del recipiente (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300).
- 25 2. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 1, en el que uno o más medios de calentamiento (126; 450; 550a, 550b; 1252; 1402) son al menos uno de los medios de calentamiento de forma esférica o una estructura de panal.
- 30 3. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 1, en el que la porción superior (101; 401; 1201; 1251; 1301) comprende además un primer conjunto difusor/acelerador (1313) y la porción inferior (105; 405; 505; 1205; 1255; 1305) comprende un segundo conjunto de difusor/acelerador, en donde el primer conjunto de difusor/acelerador (1313) es estructuralmente similar al segundo conjunto de difusor/acelerador.
- 35 4. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 1, en el que la porción intermedia (103; 403; 1203; 1253; 1303) comprende:
 - un refractario (106; 406; 506; 1232; 1256; 1410) que define el volumen interior (407; 507; 1257) del
 - 40 recipiente de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300);
 - una manta térmica (110; 410; 510; 1228; 1418) que rodea al menos parcialmente el refractario (106; 406; 506; 1232; 1256; 1410); y
 - una camisa (108; 402; 502; 1226; 1258; 1420) que rodea al menos parcialmente la manta térmica (110; 410; 510; 1228; 1418).
- 45 5. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 1, en el que uno o más medios de calentamiento (126; 450; 550a, 550b; 1252; 1402) comprenden una estructura en forma de malla.
6. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 1, en el que uno o más medios de calentamiento (126; 450; 550a, 550b; 1252; 1402) están formados a partir de un material cerámico.
- 50 7. El recipiente disipador de calor (100; 400; 500; 1200; 1250; 1300) de la reivindicación 6, en el que el material cerámico es al menos uno de óxido de alúmina, sílice de alúmina y óxido de circonio.



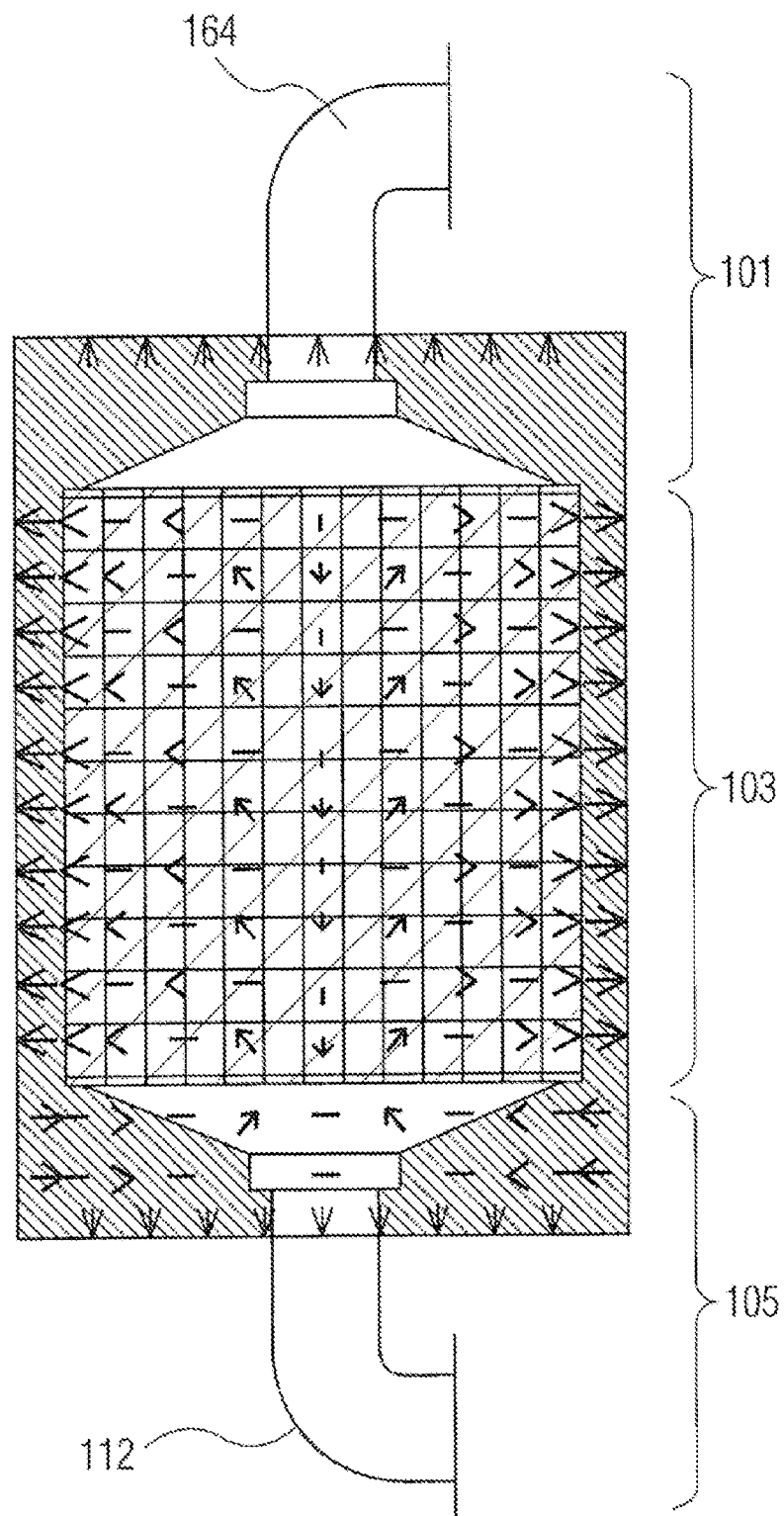


FIGURE 1B

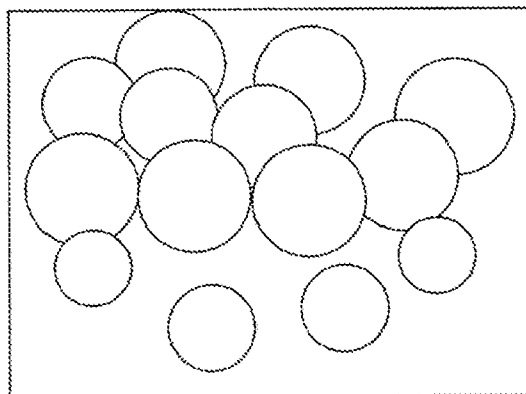


FIGURE 2

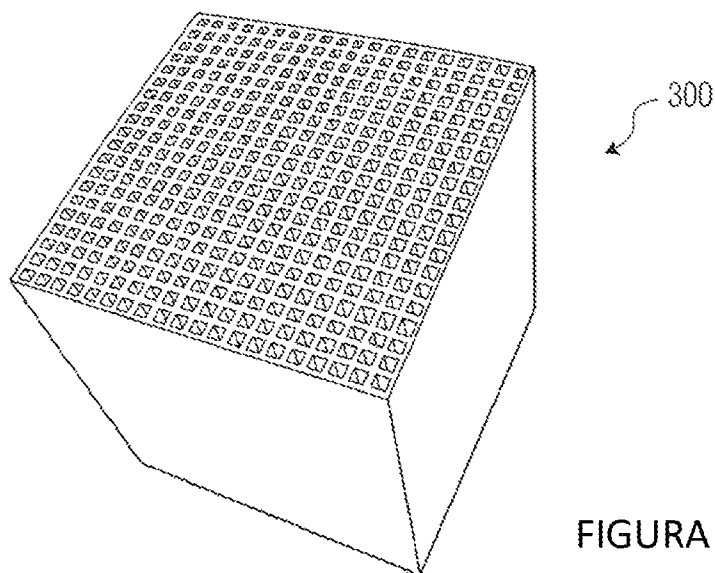


FIGURE 3A

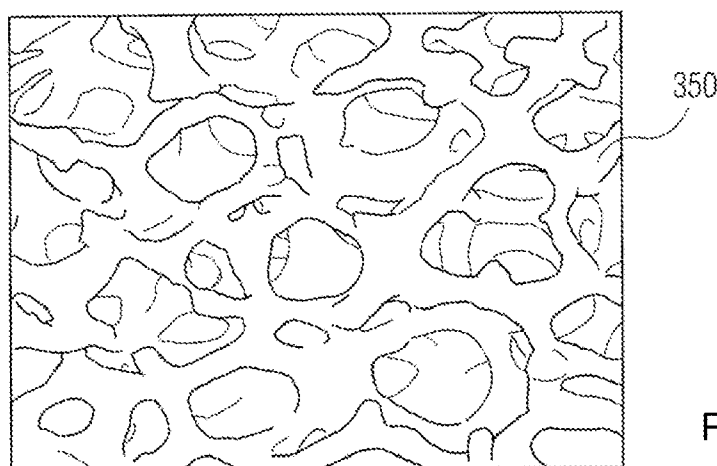
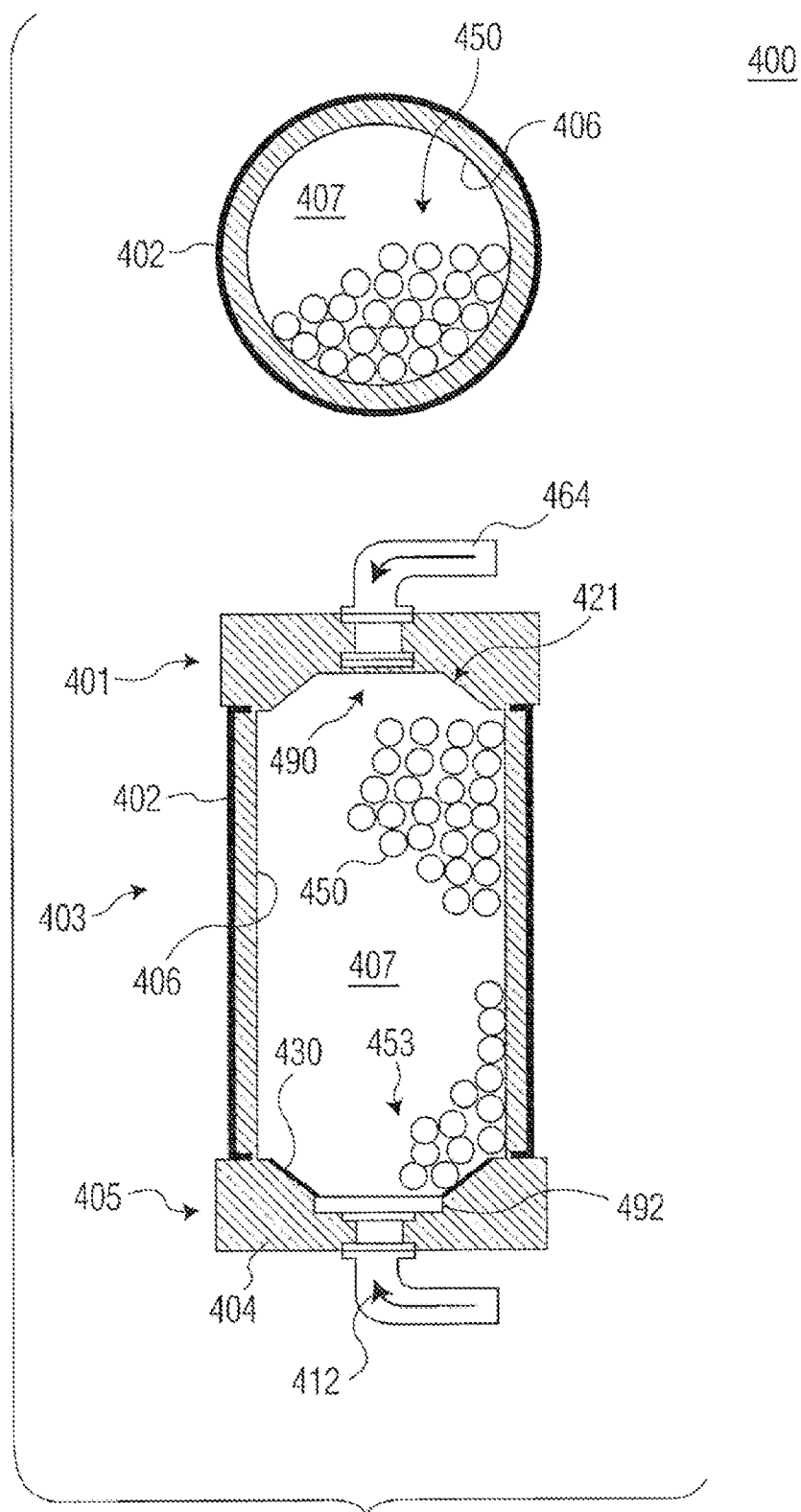


FIGURE 3B



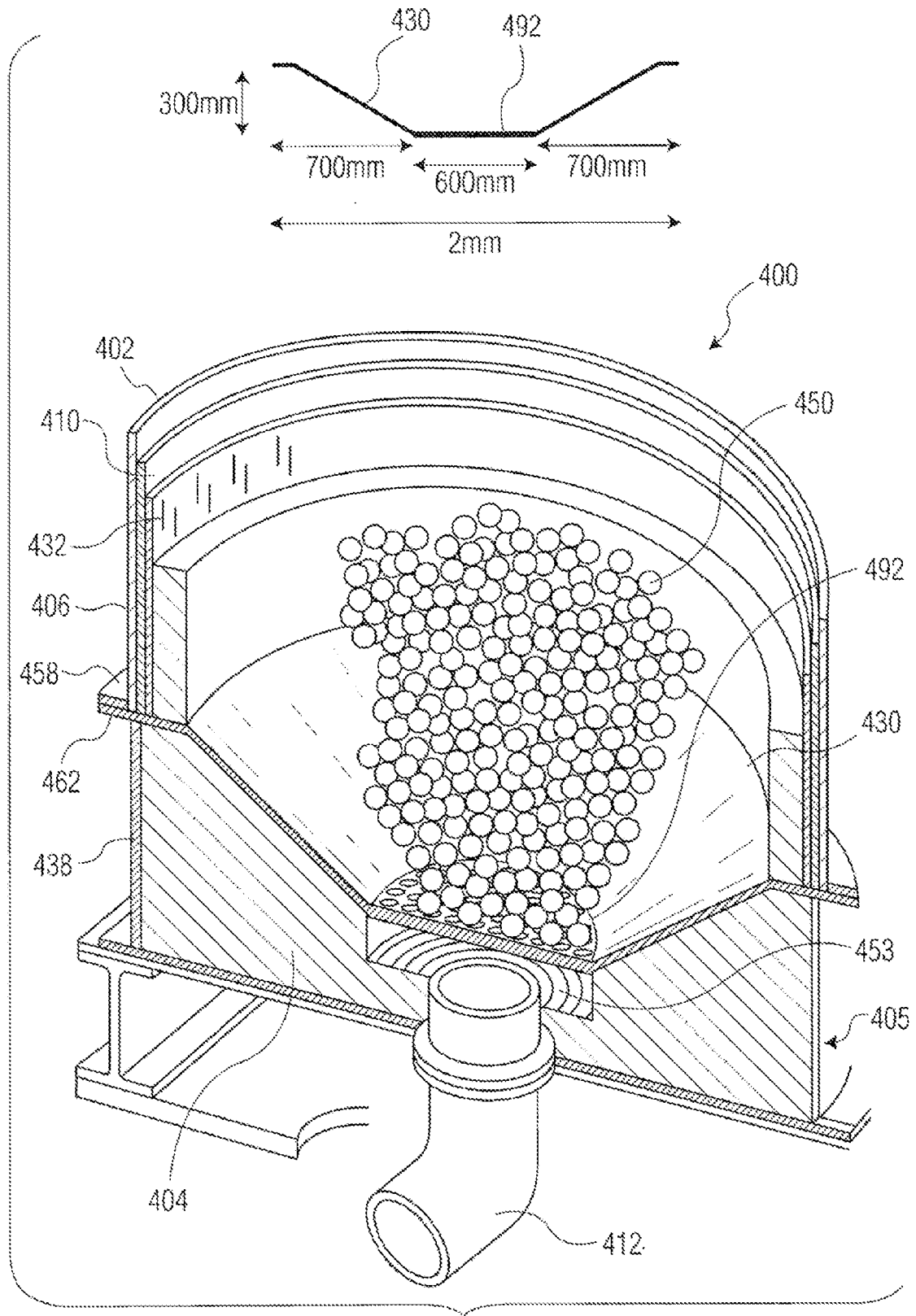
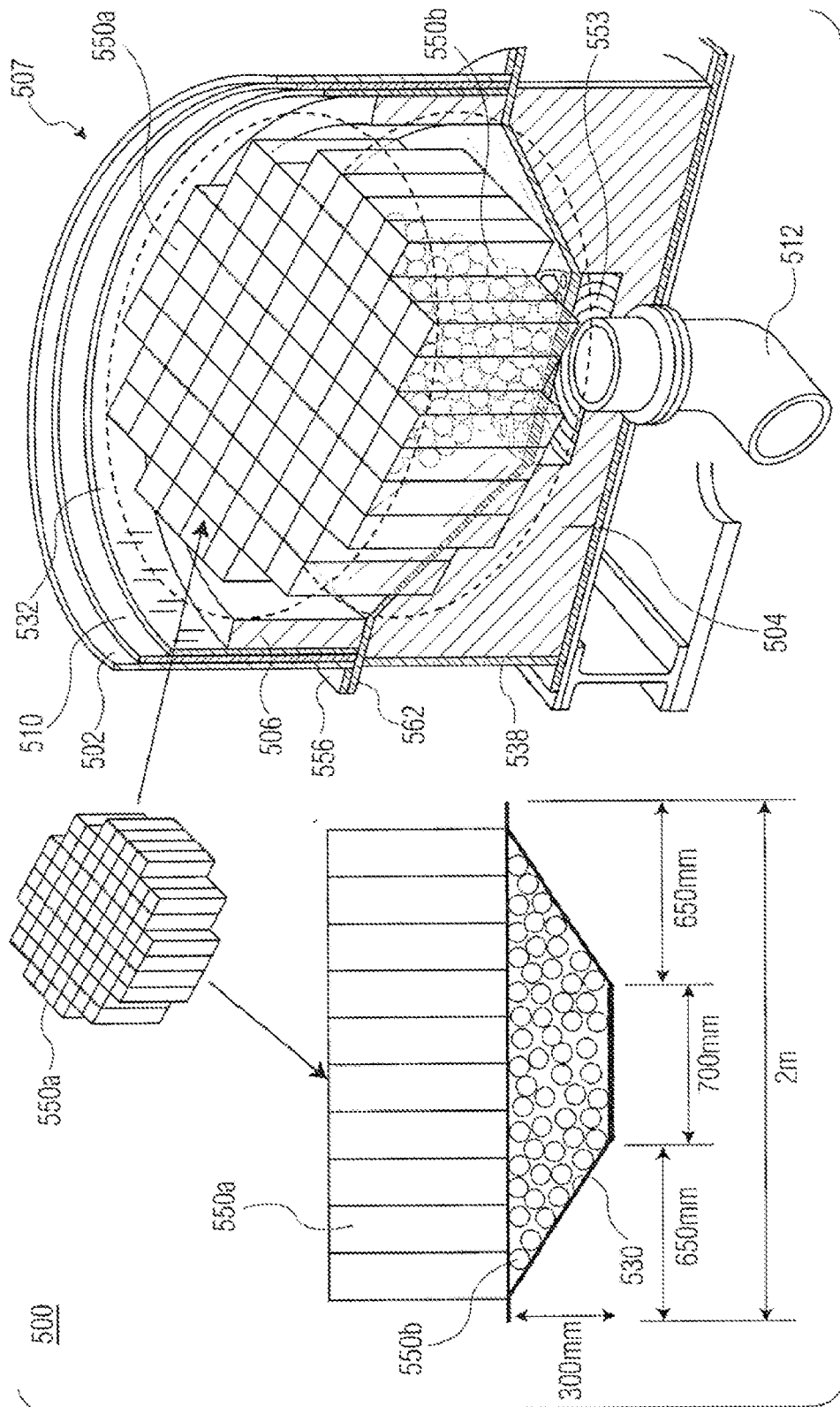


FIGURA 4B



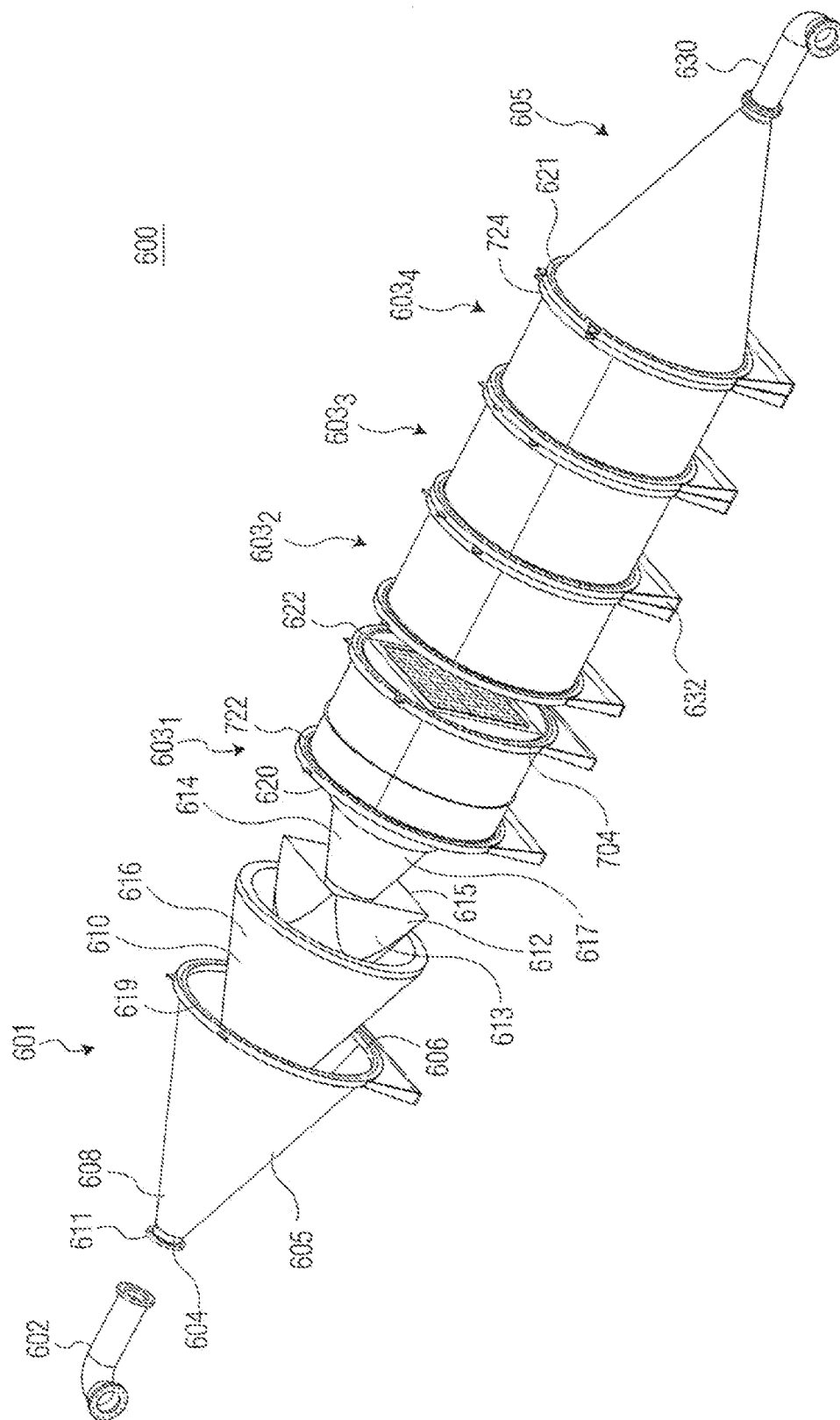


FIGURA 6

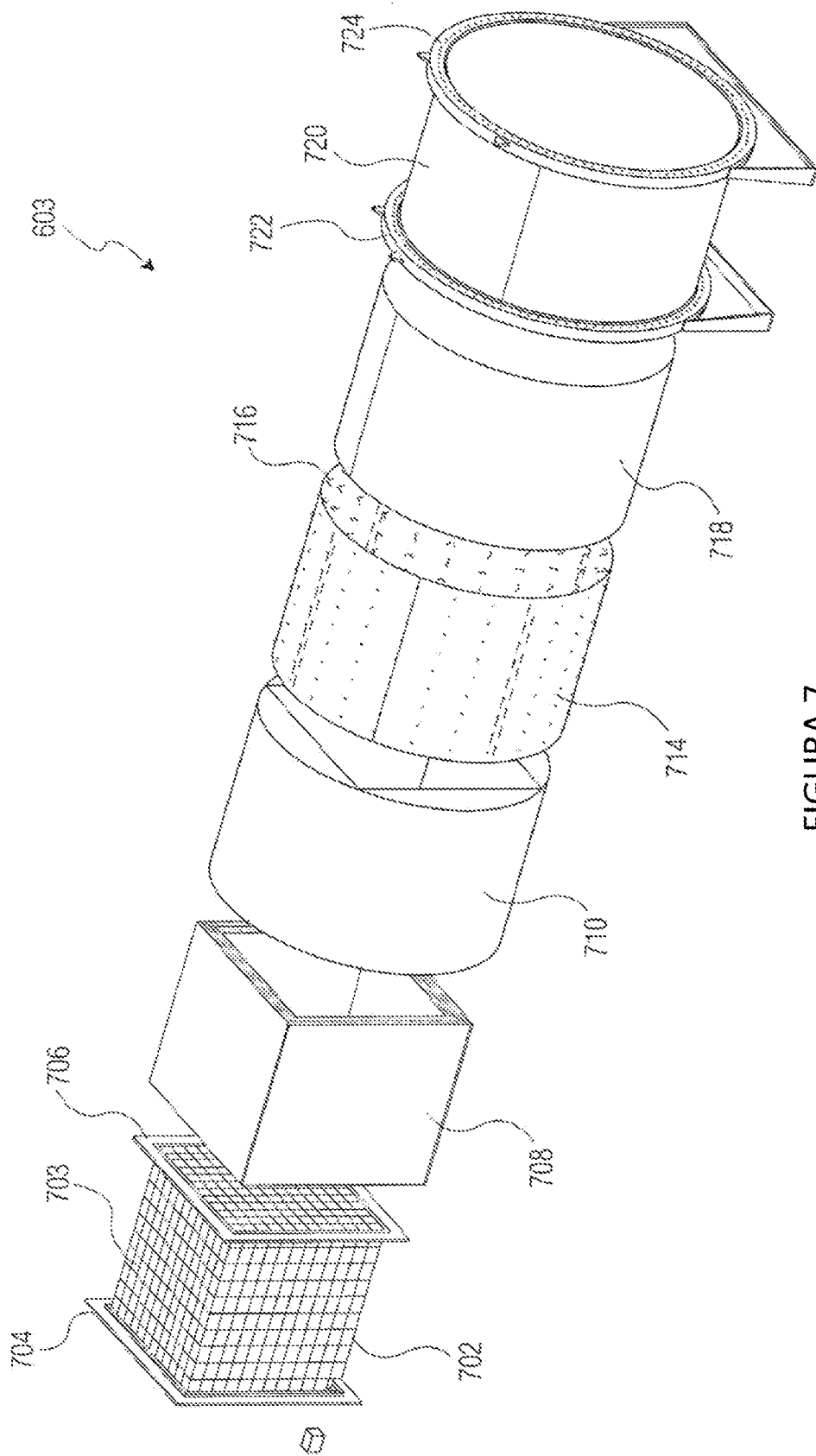


FIGURA 7

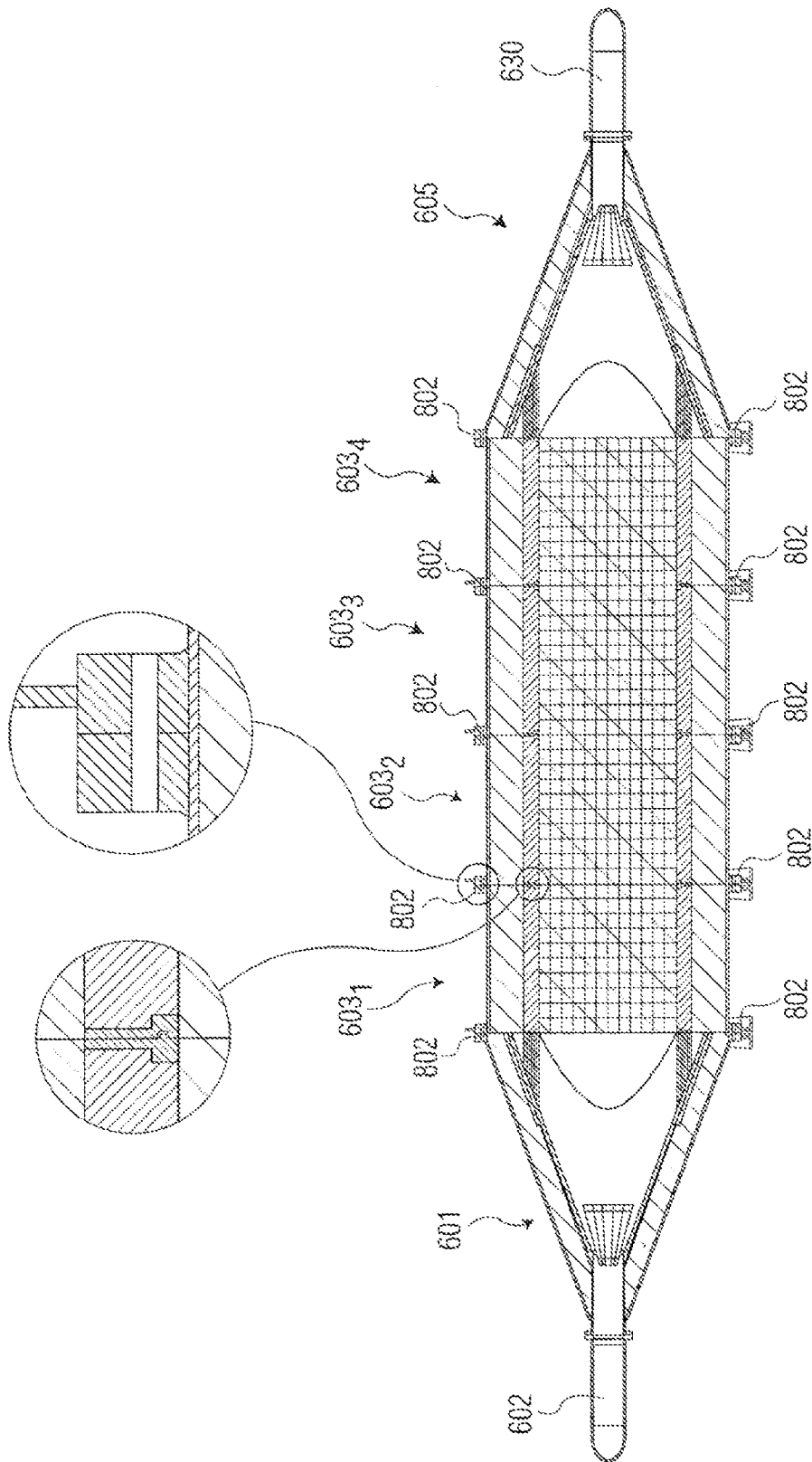


FIGURE 8

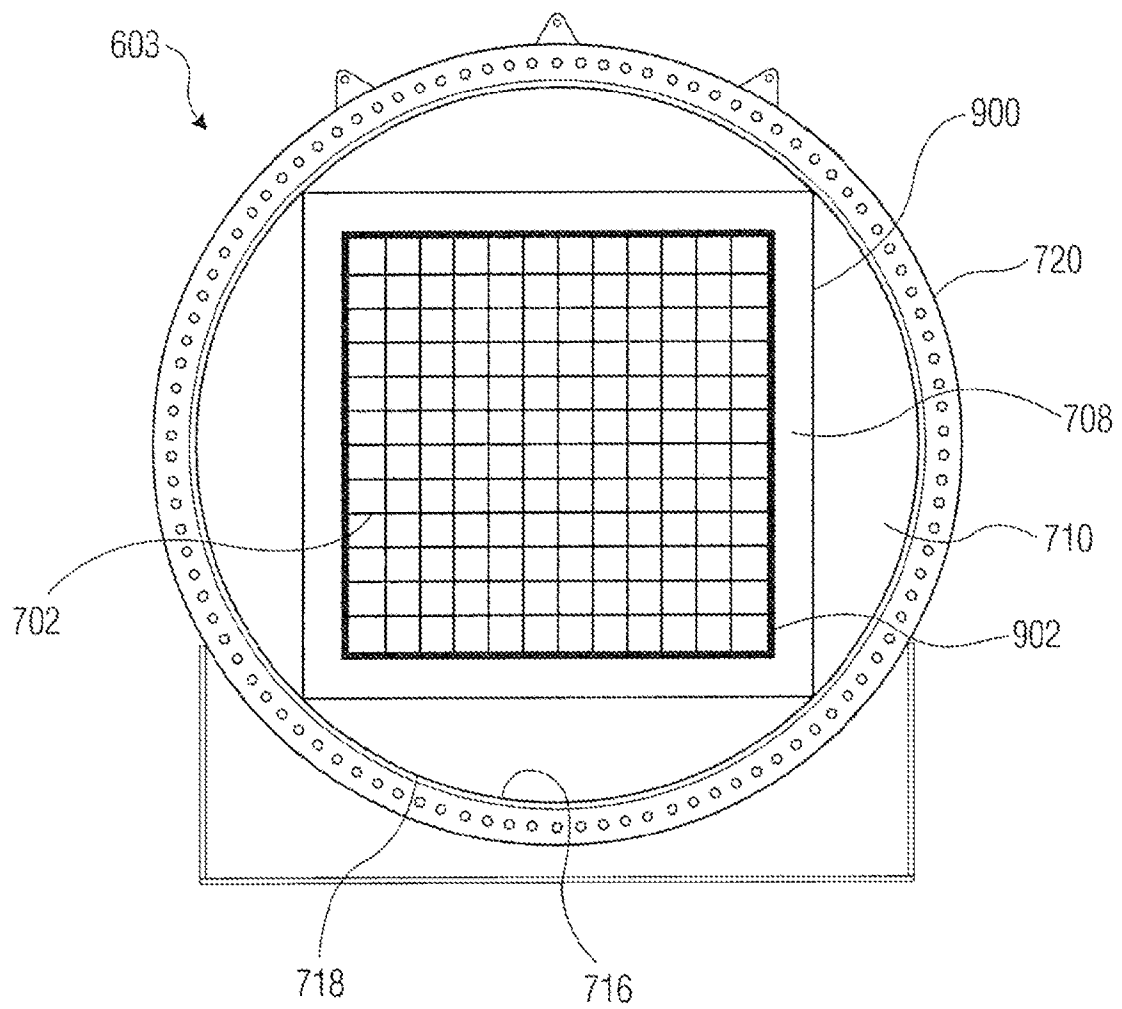


FIGURA 9

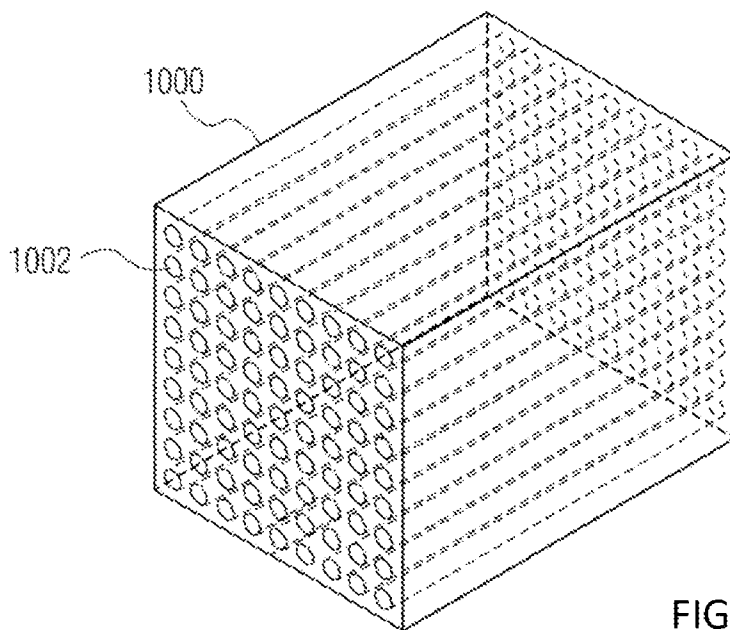


FIGURA 10A

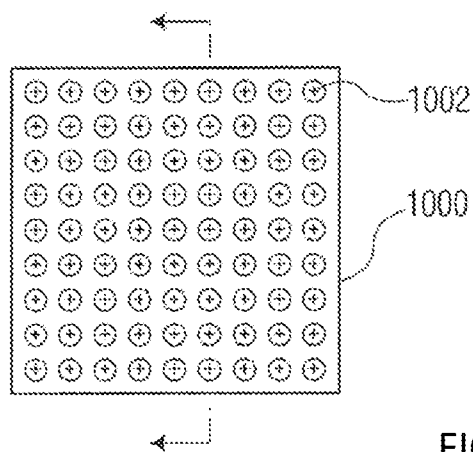


FIGURA 10B

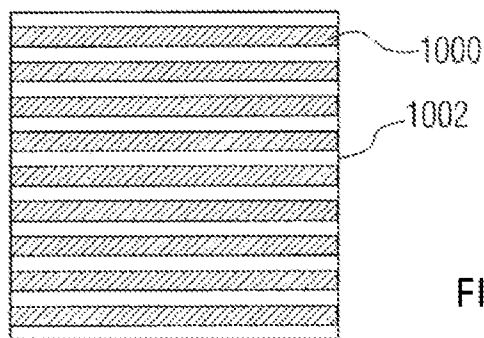


FIGURA 10C

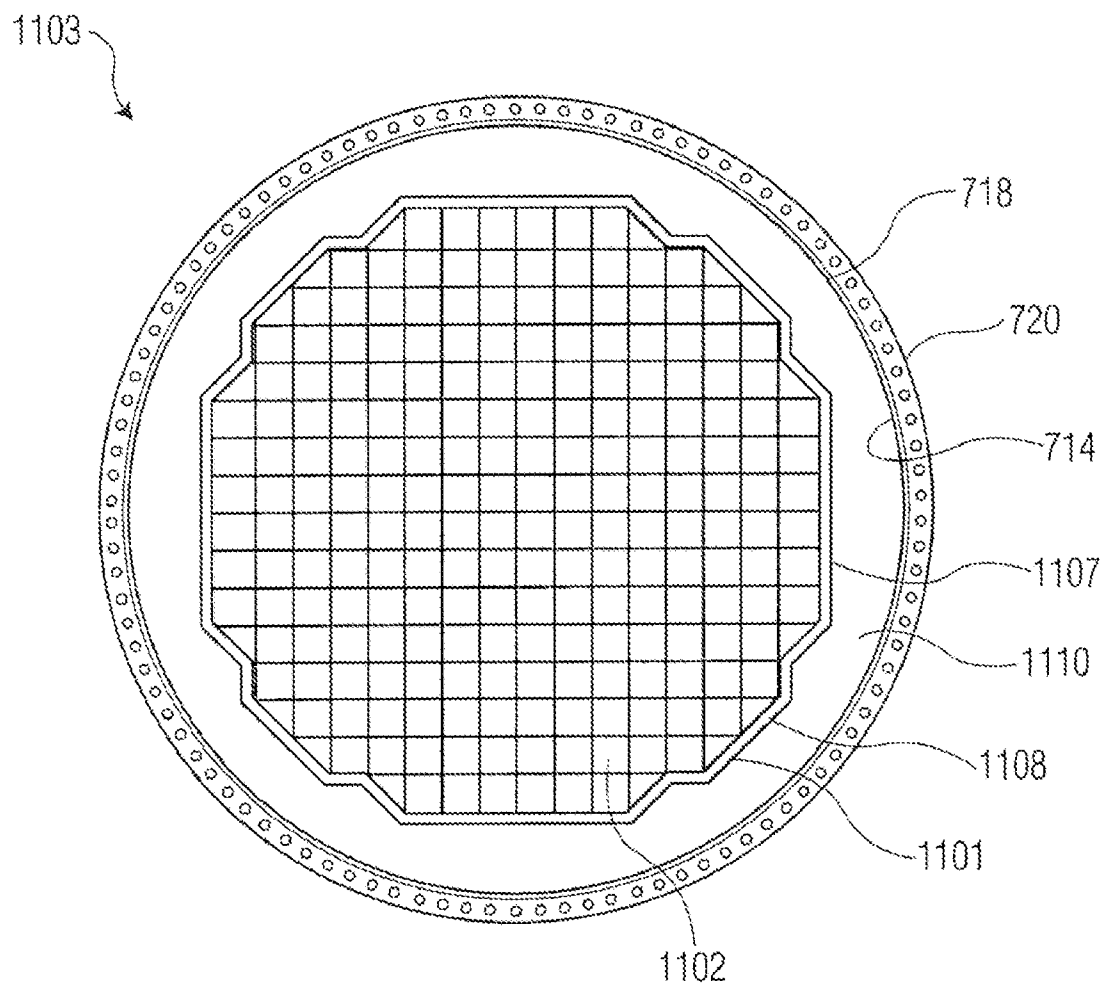


FIGURE 11

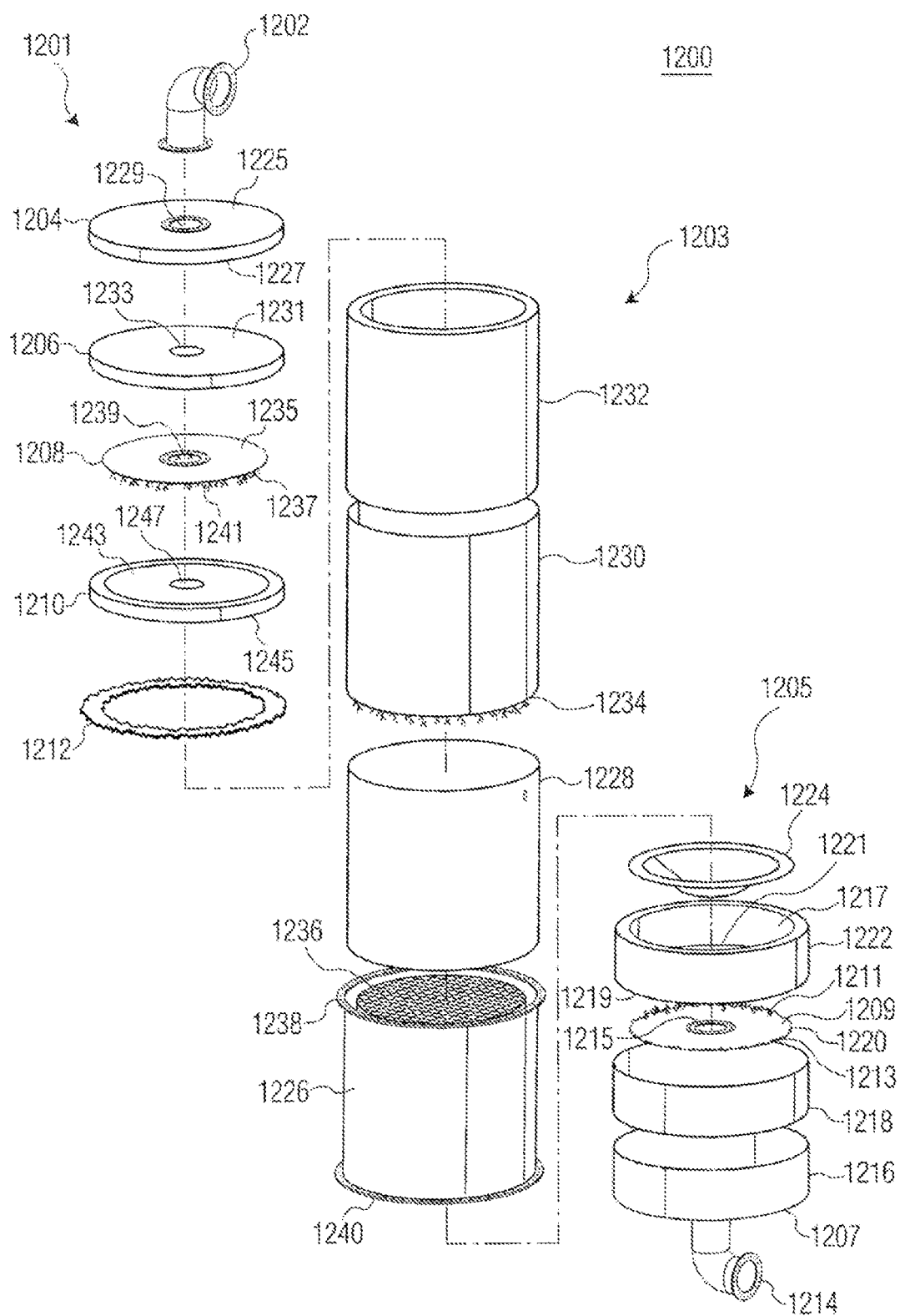


FIGURA 12A

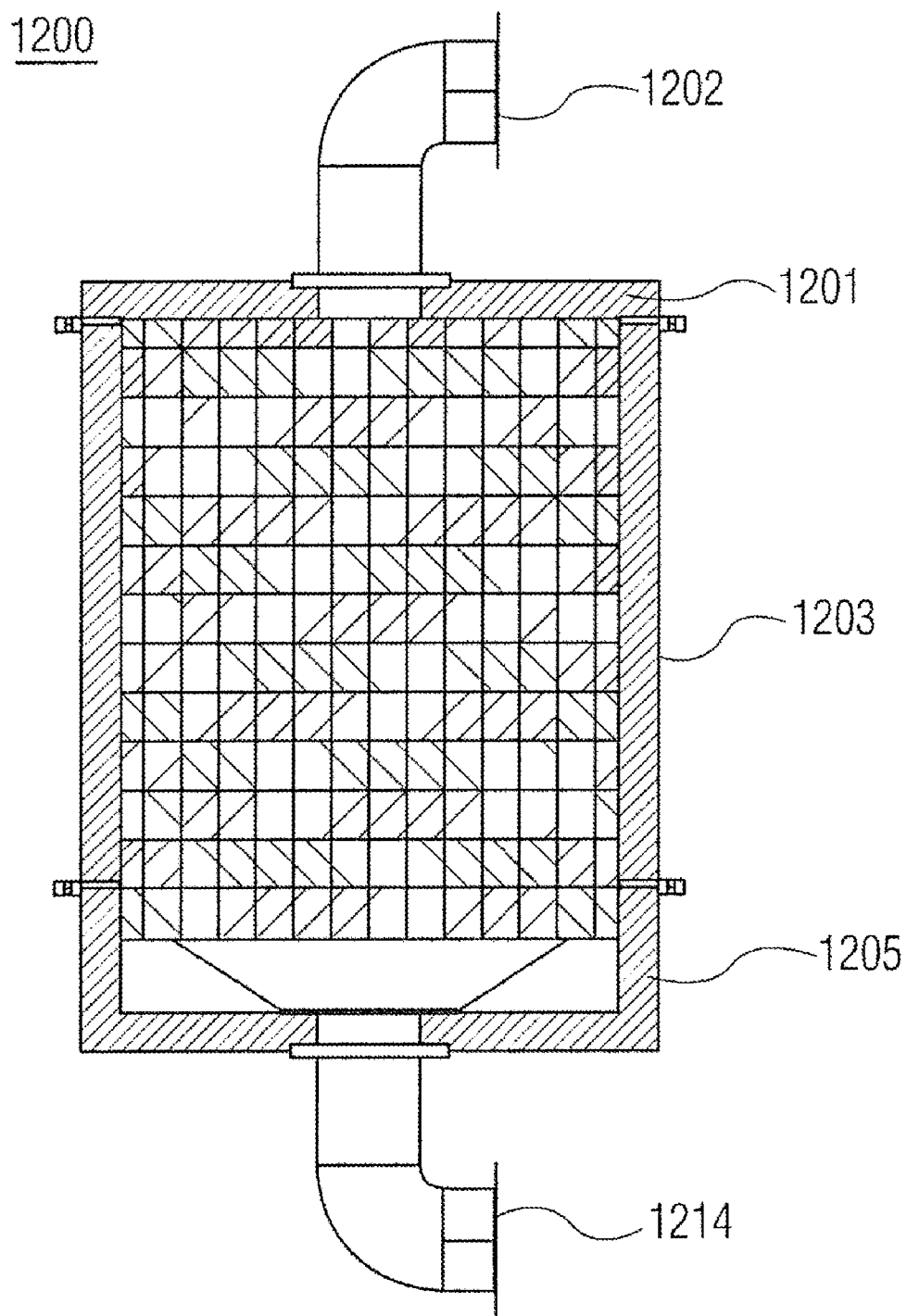


FIGURA 12B

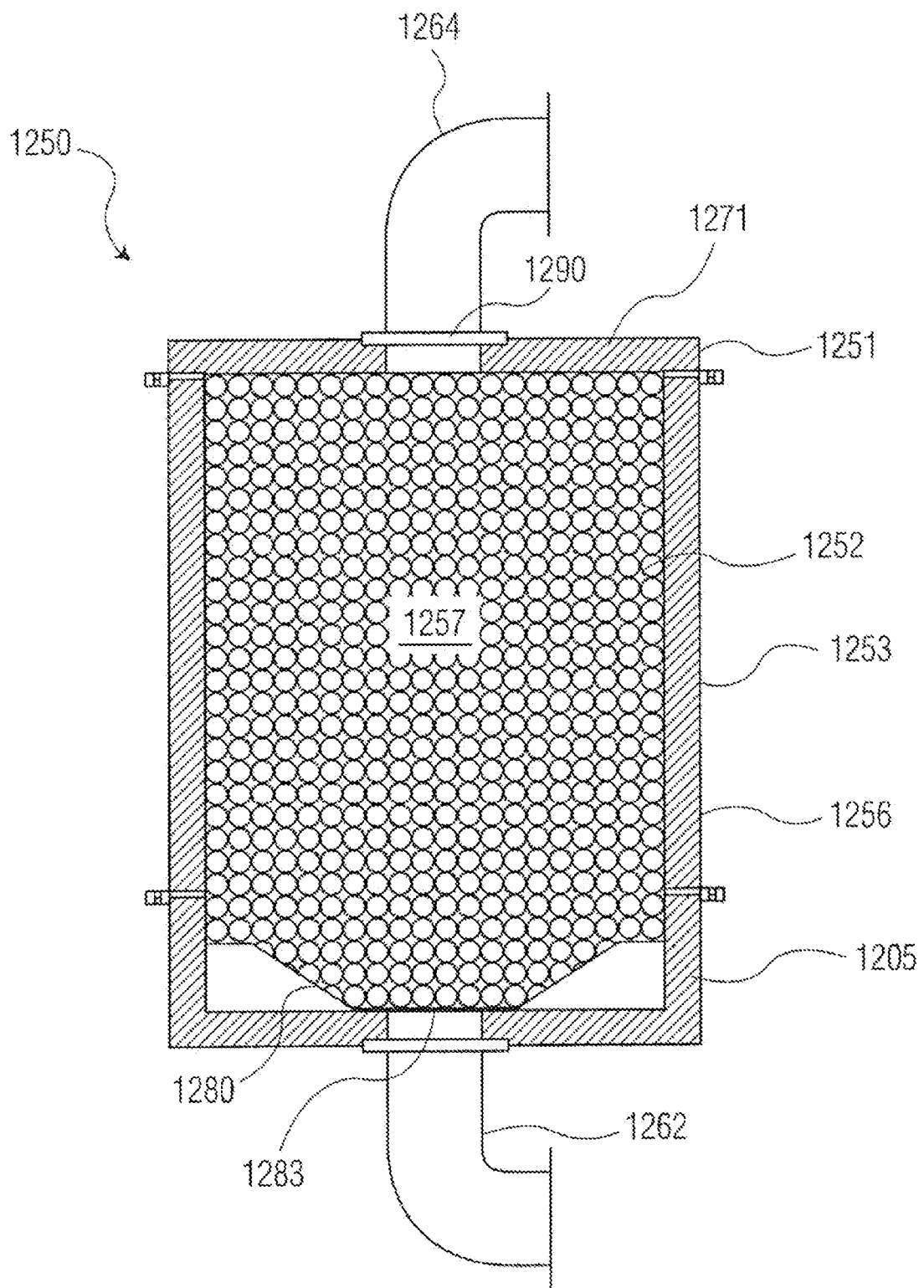


FIGURA 12C

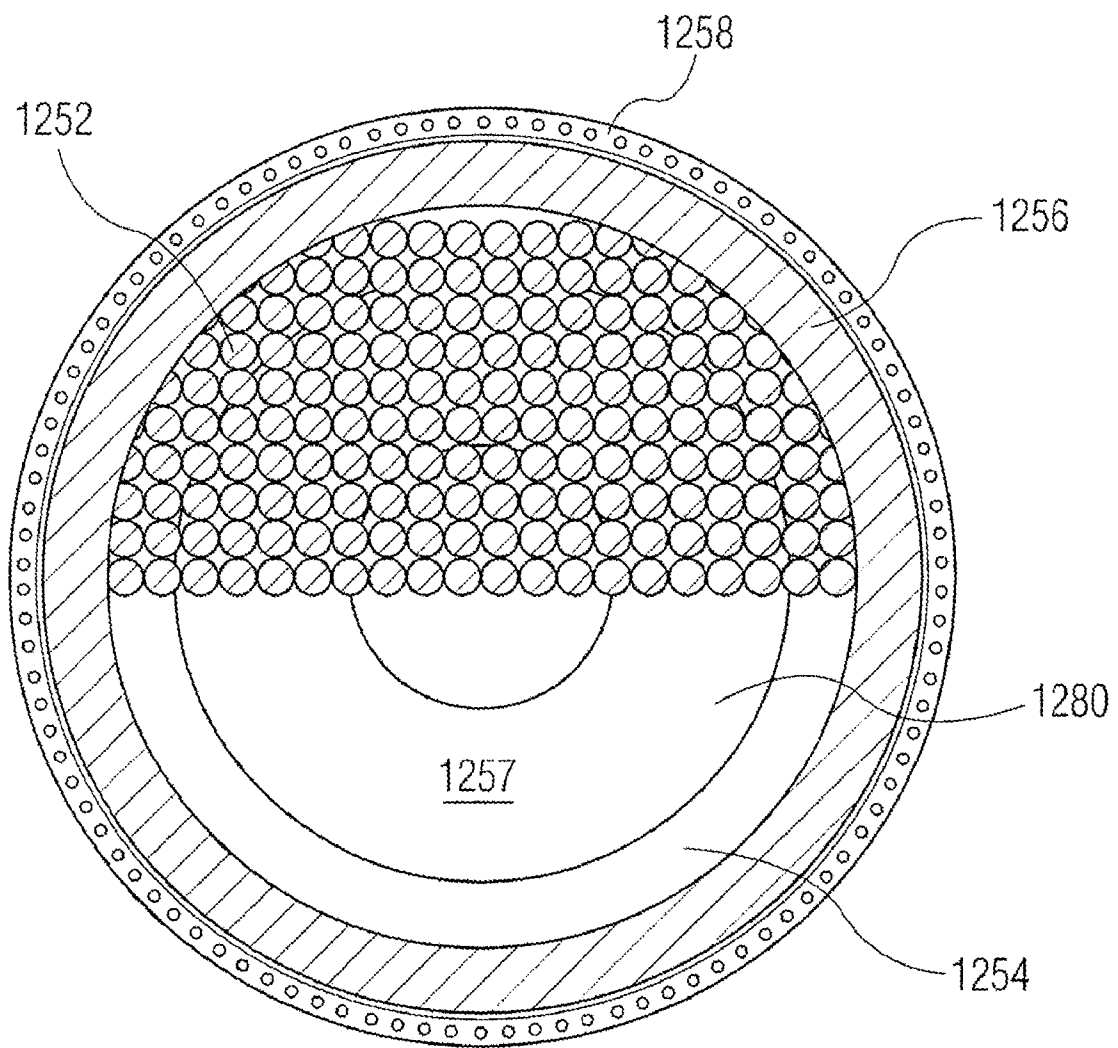


FIGURA 12D

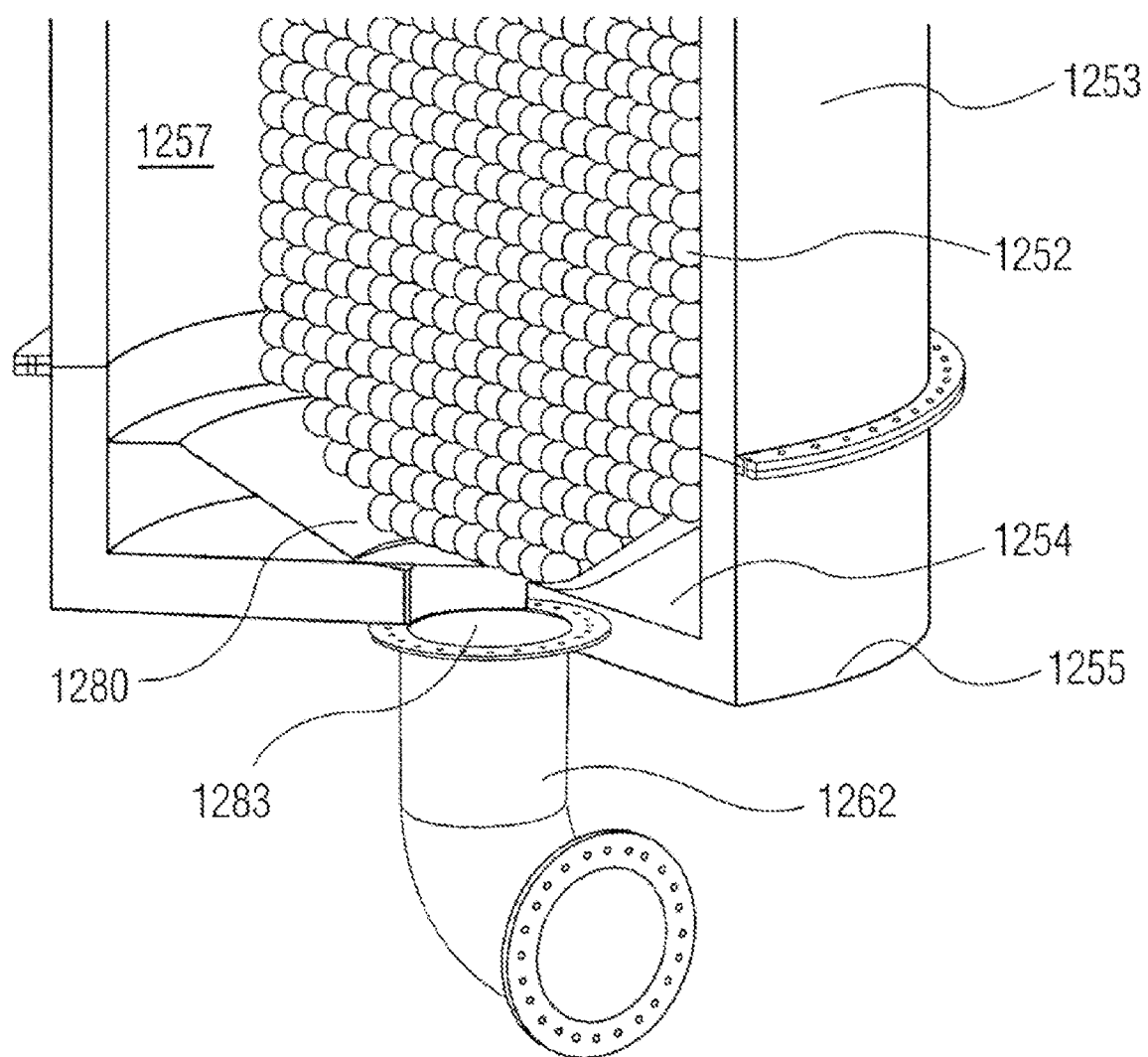


FIGURA 12E

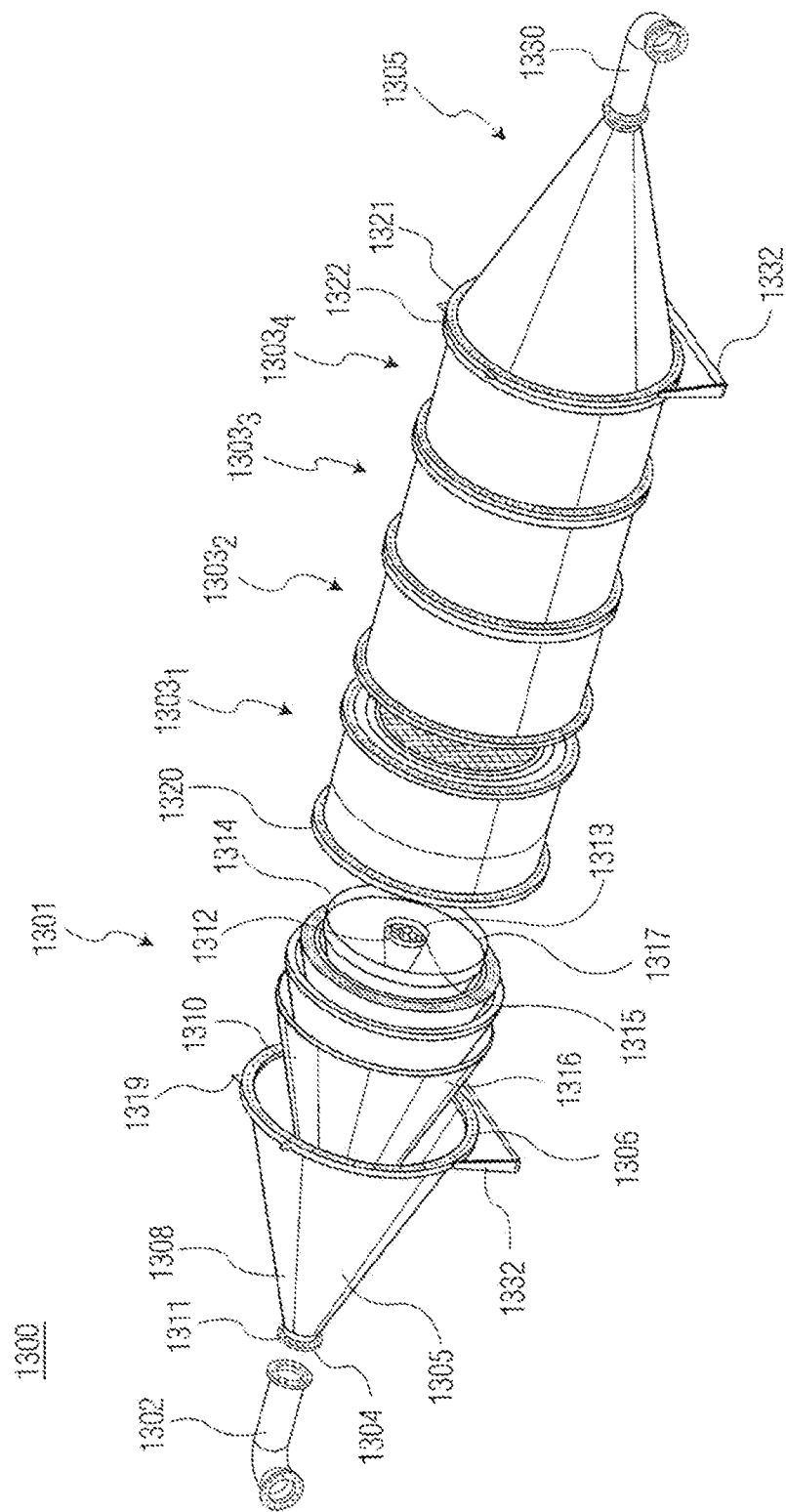


FIGURE 13

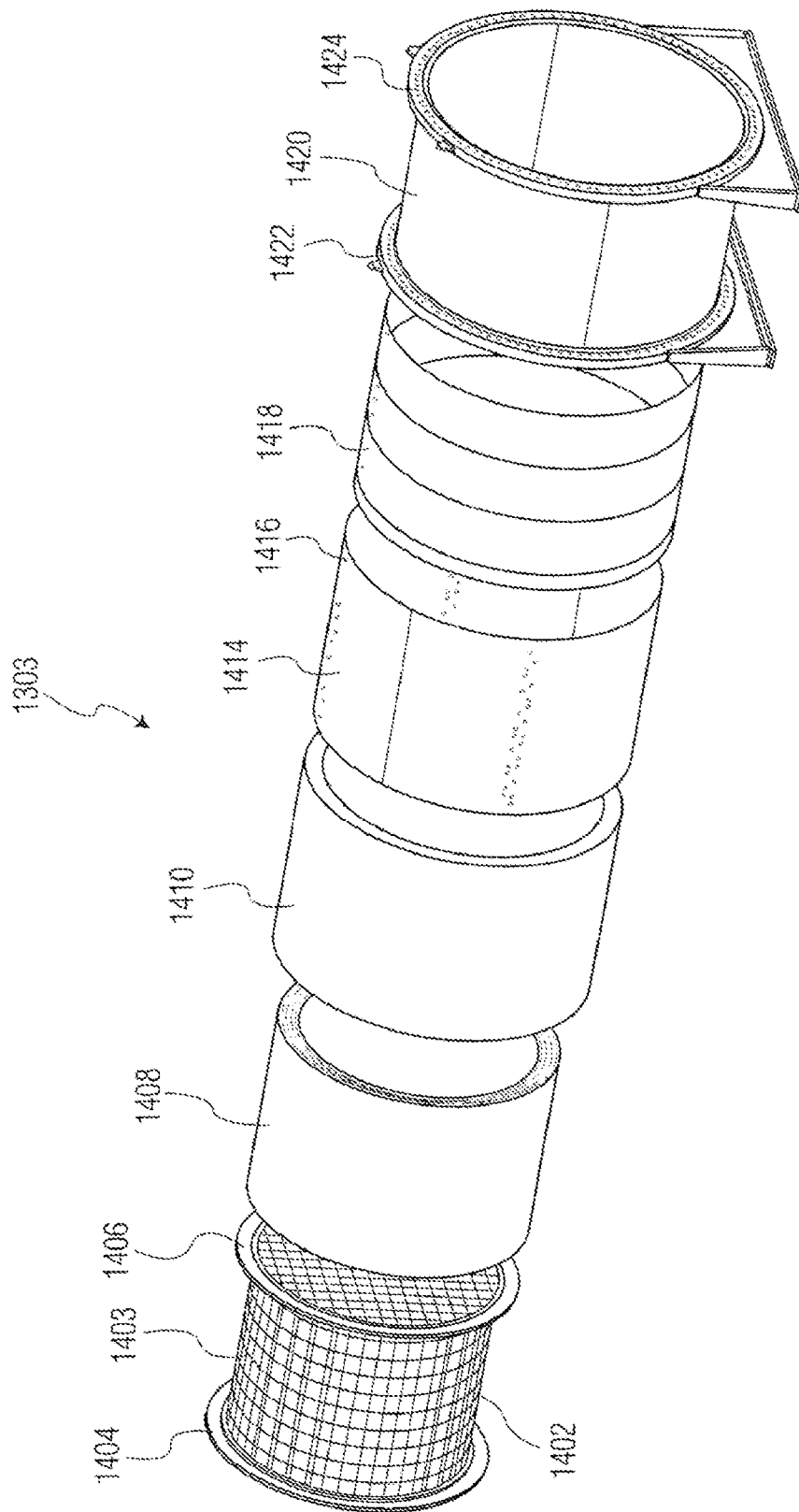


FIGURE 14

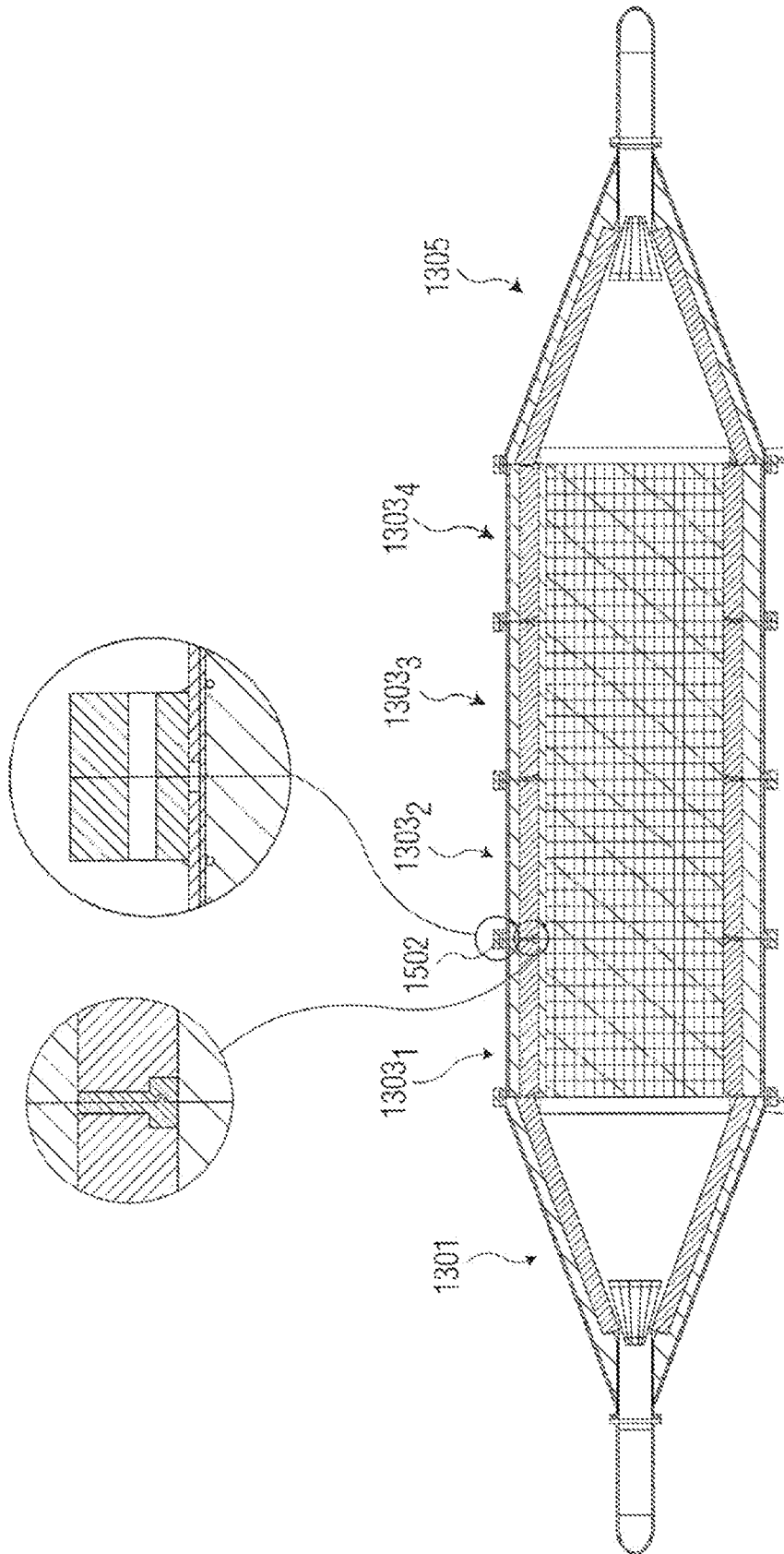


FIGURE 15

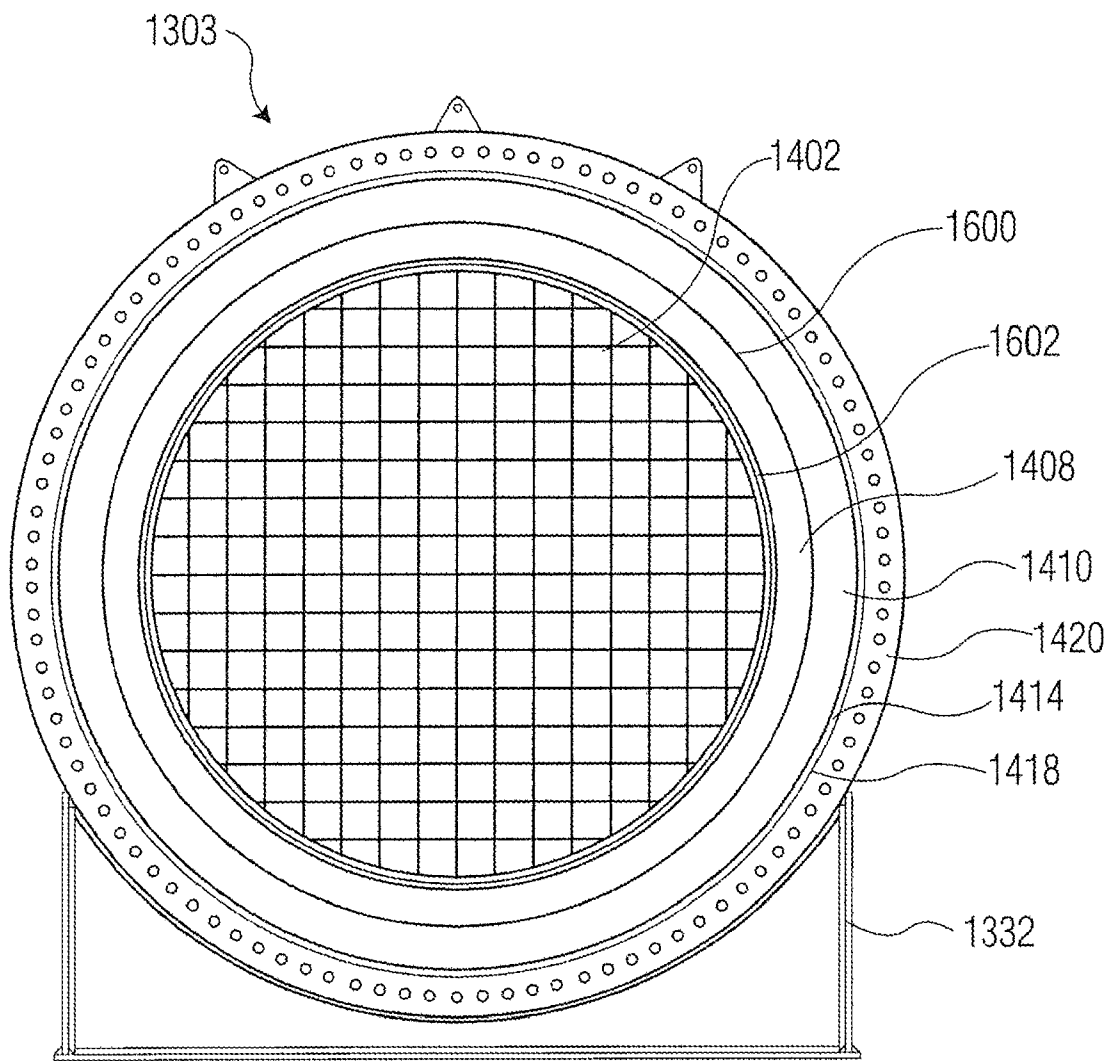


FIGURA 16

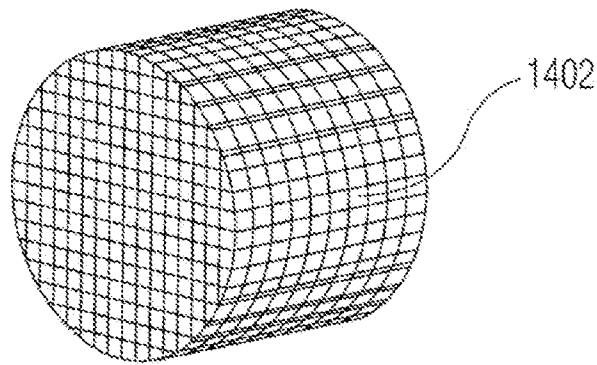


FIGURA 17A

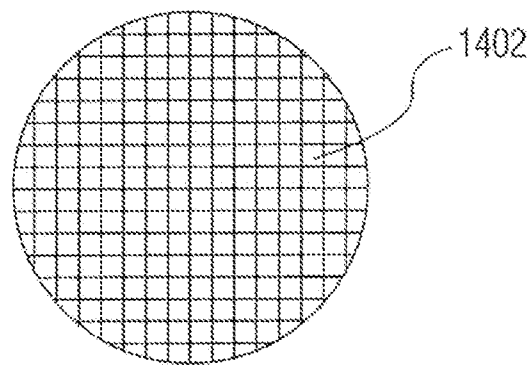


FIGURA 17B

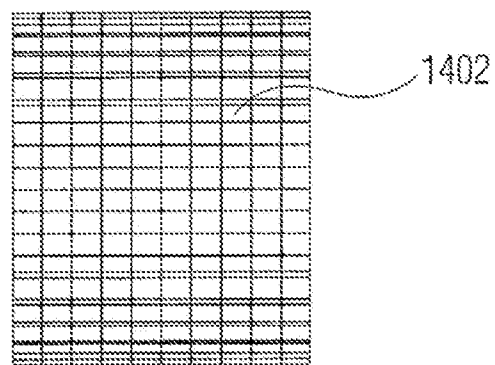


FIGURA 17C

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Este listado de referencias citadas por el solicitante tiene como único fin la conveniencia del lector. No forma parte del documento de la Patente Europea. Aunque se ha puesto gran cuidado en la compilación de las referencias, no pueden excluirse errores u omisiones y la EPO rechaza cualquier responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

- US 4346753 A [0004]
- US 2016312663 A1 [0005]
- GB 1281125 A [0006]
- US 2015256119 A1 [0007] [0012]
- US 2014074314 A1 [0008] [0013]
- US 2011048388 A1 [0009] [0014]