

SISTEMA CICLONICO DE CONDENSACION Y ENFRIAMIENTO

CAMPO DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere, generalmente, a un dispositivo para la tecnología de intercambio de calor. Más particularmente, se refiere a un dispositivo para condensar económicamente vapores de hidrocarburos en una planta de energía renovable.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0002] El uso de intercambiadores de calor como sistemas de enfriamiento está bien establecido en la industria. Los ejemplos de dispositivos conocidos incluyen la patente de Estados Unidos núm. 4,858,681 de Sczlberger, la patente de Estados Unidos núm. 8,365,812 de Al-Hadhrami, la patente de Estados Unidos núm. 4,060,127 de Savin y otros, la patente de Estados Unidos núm. 3,168,136 de Ammon, y la patente de Estados Unidos núm. 3,258,068 de Hollister. Estas patentes enseñan intercambiadores de calor de múltiples etapas para enfriar lentamente un vapor. Los sistemas descritos de estas patentes usan condensadores que se atornillan de extremo a extremo en una pendiente, por lo que cualquier líquido que se acumule, como resultado de la condensación de vapor, fluirá hacia abajo en una pendiente o gradiente.

[0003] Sin embargo, los diseños de sistemas convencionales existentes, a menudo requieren una cantidad excesiva de espacio para adaptarse a la estructura del sistema de enfriamiento. Además, tales configuraciones de sistemas convencionales de refrigeración simplemente producen una baja área superficial dentro de los condensadores, limitando de esta manera su eficiencia. Además, los diseños mencionados anteriormente no permiten un fácil enlace y comunicación de sus componentes, como en un diseño de configuración de conexión en cadena. Como resultado, la condensación de vapores de combustible utilizables y reutilizables puede no optimizarse. En consecuencia, los diseños de la técnica anterior pueden conducir a la acumulación de carbón y al taponamiento de los tubos dentro del condensador, reduciendo de esta manera la efectividad del sistema.

[0004] Por lo tanto, existe la necesidad de producir un sistema de enfriamiento por intercambio de calor más eficiente, que proporcione la capacidad de optimizar los vapores de combustible utilizables y reutilizables. También existe la necesidad de proporcionar sistemas mejorados que reduzcan los contaminantes sin emplear gastos añadidos en equipos adicionales (como fuentes de calor externas, insumos eléctricos o aparatos de medios de enfriamiento) para lograr lo mismo.

SUMARIO

[0005] De acuerdo con un primer amplio aspecto, la presente invención proporciona un aparato para el procesamiento de combustible reutilizable, que comprende un enfriador de ciclón de un primer tipo, que tiene una primera configuración. El aparato también proporciona uno o más enfriadores de ciclón de un segundo tipo, en donde cada uno de uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo tienen una segunda configuración, sustancialmente idéntica a la respectiva del otro uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, en donde la segunda configuración es diferente a la primera configuración. El aparato también puede proporcionar un intercambiador de calor enfriado por aire, un condensador de bobina y uno o más burbujeadores. El enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados. Uno de uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados al intercambiador de calor enfriado por aire. El intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina. El condensador de bobina está conectado a uno o más burbujeadores.

[0006] De acuerdo con un segundo amplio aspecto, la presente invención proporciona un aparato para el procesamiento de combustible reutilizable, que comprende un enfriador de ciclón del primer tipo que tiene una primera configuración. El aparato también puede proporcionar uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, en donde cada uno de uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo tiene una segunda configuración idéntica, en donde la segunda configuración es diferente de la primera configuración. El aparato puede incluir un intercambiador de calor enfriado por aire, un condensador de bobina y uno o más burbujeadores. Uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo comprenden un primer conjunto de aletas giratorias dispuestas en una primera dirección. Uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo comprenden un segundo conjunto de aletas giratorias, dispuestas en una segunda dirección desde la primera dirección. El enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados. Uno de uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo está conectado al intercambiador de calor enfriado por aire. El intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina. El condensador de bobina está conectado a uno o más burbujeadores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0007] Los dibujos adjuntos que se incorporan en la presente descripción y constituyen parte de esta especificación, muestran modalidades de la invención ilustrativas y, junto con la descripción general

dada anteriormente y la descripción detallada dada más abajo, sirven para explicar las características de la invención.

La Figura 1 es una ilustración esquemática de un sistema ciclónico de condensación y enfriamiento de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

- 5 La Figura 2 ilustra un ensamblado, una vista despiezada y una interna de los ciclones B, C y D de la Figura 1, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 3 ilustra una vista ensamblada, una vista despiezada y una vista interna de un condensador de bobina, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

- 10 La Figura 4 ilustra una vista ensamblada y una vista despiezada de un sistema forzado de enfriamiento/condensación de aire, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 5 ilustra una vista ensamblada y parcialmente ensamblada de una unidad depuradora/burbujeadora, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

- 15 La Figura 6 ilustra una vista ensamblada y una vista despiezada de un tanque principal de recolección de combustible líquido y un tanque de venteo para la eliminación de gases de hidrocarburo, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La Figura 7 es un esquema de flujo del proceso, referido al proceso de condensación/enfriamiento, de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

- 20 Definiciones

[0015] Cuando la definición de términos se aparta del significado comúnmente usado del término, el solicitante intenta utilizar las definiciones proporcionadas más abajo, a menos que se indique específicamente de otra manera.

- 25 [0016] Deberá entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solamente ilustrativas y aclaratorias y no son restrictivas de cualquier materia reivindicada. En esta solicitud, el uso del singular incluye el plural a menos que específicamente se señale de cualquier otra manera. Se debe notar que, como es usado en la descripción y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares “un”, “una” y “el” incluyen los referentes en plural a menos que el contexto indique claramente que es de cualquier otra manera. En esta solicitud, el uso de “o” significa “y/o” a menos que se señale de cualquier otra manera. Además, el uso del término “incluyendo”, así como también otras formas tales como “incluye”, e “incluido”, no es limitante.
- 30

[0017] Para los fines de la presente invención, el término "que comprende", el término "que tiene", el término "que incluye" y las variaciones de estas palabras están destinadas a ser de extremo abierto y significa que puede haber elementos adicionales distintos a los elementos enumerados.

5 [0018] Para los fines de la presente invención, los términos direccionales como "parte superior", "parte inferior", "superior", "inferior", "arriba", "más abajo", "izquierda", "derecha", "horizontal", "vertical", "arriba", "abajo", etc., se usan solamente para conveniencia al describir varias de las modalidades de la presente invención. Las modalidades de la presente invención pueden estar orientadas de varias maneras. Por ejemplo, los diagramas, aparatos, etc., que se muestran en las Figuras en los dibujos acompañantes, los cuales ilustran una o más modalidades ilustrativas, pueden
10 voltearse, girarse 90 ° en cualquier dirección, invertirse, etc.

Para los fines de la presente invención, un valor o propiedad se "basa" en un valor particular, propiedad, la satisfacción de una condición, u otro factor, si ese valor se deriva de la realización de un cálculo matemático o de una decisión lógica mediante el uso de ese valor, propiedad u otro factor. Para los fines de la presente invención, se debe señalar que para proporcionar una descripción
15 más concisa, algunas de las expresiones cuantitativas que se ofrecen en la presente descripción no están calificadas con el término "aproximadamente". Se entiende que si el término "aproximadamente" se usa explícitamente o no, cada cantidad dada en la presente descripción se refiere al valor dado real, y también se refiere a la aproximación a dicho valor dado, que razonablemente se inferiría con base en la experiencia ordinaria en la técnica, incluidas las
20 aproximaciones debidas a las condiciones experimentales y/o de medición para dicho valor dado.

[0021] Para los fines de la presente invención, el término "temperatura ambiente del aire" se refiere generalmente a la temperatura del entorno circundante y, más particularmente, a la temperatura del entorno circundante del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento descrito.

25 [0022] Para los fines de la presente invención, el término "burbujeador" se refiere a un aparato que dirige el flujo de gas por debajo de un líquido en el que el gas burbujea a través de un líquido para filtrar, depurar y/o disolver gases/contaminantes dañinos. Además, el burbujeador puede servir como un supresor de llama posterior o un regulador de presión de retroceso.

[0023] Para los fines de la presente invención, el término "condensador de bobina" se refiere a un tubo enrollado, utilizado como medio básico de intercambio de energía entre un vapor a condensar
30 y un líquido a condensar. Los líquidos circundantes típicos que pueden utilizarse para lograr puntos de congelación más bajos o inhibir la acumulación de óxido pueden incluir agua o agua mezclada con glicol.

[0024] Para los propósitos de la presente invención, el término "refrigerador" se refiere a una unidad de refrigeración externa usada para bajar/reducir la temperatura de un líquido usado en la condensación para ser bombeado subsecuentemente, por ejemplo, a través de un condensador de bobina.

5 [0025] Para los propósitos de la presente invención, el término "enfriador de ciclón" se refiere a un dispositivo de condensación de estiramiento no eléctrico, que hace girar la masa de aire en una rotación ciclónica. En la aplicación, la rotación ciclónica puede incluir una rápida circulación hacia adentro de masas de aire, alrededor de un centro de baja presión.

[0026] Para los fines de la presente invención, el término "configuración de conexión en cadena" se
10 refiere a un ensamble en donde los componentes están conectados en secuencia. La conexión secuencial puede incluir una configuración en series de conexiones de varios componentes, en donde un componente está conectado al siguiente componente en línea.

[0027] Para los propósitos de la presente invención, el término "aleta" se refiere a un componente delgado o apéndice unido a un cuerpo o estructura más grande. Las aletas típicamente funcionan
15 como láminas que producen sustentación o empuje, o proporcionan la capacidad de dirigir o estabilizar el movimiento mientras se viaja en agua, aire u otros medios fluidos. Las aletas también se usan para aumentar las áreas superficiales para fines de transferir calor.

[0028] Para los propósitos de la presente invención, el término "intercambiador de calor" se refiere a un dispositivo diseñado para
20 transferir calor de una materia a otra. En la solicitud, el intercambiador de calor puede utilizarse para transferir calor entre un objeto sólido y un fluido (un líquido o un gas) o entre dos o más fluidos. Los fluidos pueden separarse (por ejemplo, mediante una pared sólida) para evitar la mezcla o pueden estar en contacto directo.

[0029] Para los propósitos de la presente invención, el término "idéntico" se refiere a ser similar en
25 todos los detalles; exactamente iguales.

[0030] Para los propósitos de la presente invención, el término "punto de inflamación" de un material volátil se refiere a la temperatura más baja a la cual los vapores del material se encenderán cuando se administre o se exponga a una fuente de ignición.

[0031] Para los propósitos de la presente invención, el término "nafta" se refiere a cualquiera de
30 varias mezclas líquidas inflamables altamente volátiles de hidrocarburos destilados del petróleo, alquitrán mineral y gas natural y usado como combustible, como solventes y para fabricar diversos productos químicos. También se llama bencina, ligroína, éter de petróleo, gasolina blanca.

[0032] Para los propósitos de la presente invención, el término "series" se refiere a una serie de cosas que se suceden una tras otra, en una sucesión espacial o temporal.

[0033] Para los propósitos de la presente invención, el término "depurador" se refiere a un dispositivo usado para eliminar y/o disolver contaminantes indeseables de un gas o de un flujo de escape.

- 5 [0034] Para los propósitos de la presente invención, el término "sustancialmente" se refiere a una gran o significativa extensión; en la mayor parte; esencialmente.

DESCRIPCIÓN

- 10 [0035] Aunque la invención puede ser susceptible a varias modificaciones y formas alternativas, la modalidad específica del mismo se ha mostrado a manera de ejemplo en los dibujos acompañantes, los cuales ilustran una o más modalidades ilustrativas y se describirá en detalles más abajo. Sin embargo, debe comprenderse que no se pretende limitar la invención a las formas particulares descritas, sino por el contrario, la intención pretende cubrir todas las modificaciones, equivalentes, y alternativas que caen dentro del espíritu y alcance de la invención.

- 15 [0036] El fraccionamiento incluye la separación de una mezcla de cadenas de hidrocarburos en un grupo de cadenas de carbono o fraccionamientos. El craqueo térmico es el proceso usado por las refinerías para descomponer las cadenas de carbono de los compuestos del petróleo, de modo que se pueda lograr el compuesto de carbono deseado. Este proceso típicamente involucra procesos de alto calor, destilación, re-hervido y enfriamiento intensivo de energía. Esta solicitud describe una
- 20 invención que condensará el vapor producido por un reactor (por ejemplo, un reactor de pirólisis). Al hacerlo, el sistema descrito utiliza un ciclón estándar; una pluralidad de ciclones en cascada especializados con aletas de rotación ciclónicas internas que obligan al vapor entrante a mantener una cantidad fija de rotación independientemente de la velocidad del vapor, disipadores de calor que aumentan la condensación, invirtiendo las aletas que obligan a los gases a invertir la dirección dentro
- 25 del ciclón, disminuyendo la velocidad del vapor para aumentar la pérdida de calor; un tanque de recolección principal que permite controlar el punto de inflamación del combustible; un enfriador de bobina compacto de baja temperatura que usa el 100 por ciento de la superficie de enfriamiento que permite la producción de combustible de alta calidad; y burbujeadores/depuradores que producen presión posterior en el reactor de pirólisis.

- 30 [0037] El objeto descrito mejora la tecnología de intercambio de calor al proporcionar un sistema de enfriamiento por intercambio de calor más eficiente, que brinda la capacidad para optimizar los vapores de combustible utilizables y reutilizables. Dichos vapores pueden capturarse y utilizarse en

cualquier dispositivo capaz de funcionar con combustible gaseoso, como cualquier combustible de petróleo no condensable.

[0038] Además, la materia descrita en la presente descripción difiere de la técnica anterior ya que emplea aletas de rotación modificadas, disipadores de calor de ciclones internos, inversión forzada de la dirección del gas dentro de cada ciclón, la capacidad de controlar los puntos de inflamación del combustible sin una fuente de calor externa, la separación de los combustibles recolectados sin una fuente externa, y un enfriador de bobina compacto de baja temperatura que utiliza el cien por ciento de la superficie de enfriamiento.

[0039] Además, la materia descrita emplea una configuración de diseño de conexión en cadena para que se optimice la condensación de vapores de combustible utilizables y reutilizables. El sistema ciclónico de condensación y enfriamiento descrito es parte de una tecnología de energía reutilizable y los diseños de la técnica anterior llevarán a la acumulación de carbón y el taponamiento de los tubos dentro del condensador reduciendo la efectividad.

[0052] Volviendo a la Figura 1, el objeto descrito se dirige a un sistema de enfriamiento que consiste de una pluralidad de enfriadores ciclónicos (por ejemplo, un enfriador ciclónico estándar y uno o más enfriadores ciclónicos especializados) formando de esta manera el sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 descrito. De acuerdo con modalidades descritas, el enfriador de ciclón estándar puede considerarse como un enfriador de ciclón del primer tipo que tiene una primera configuración, como se explica en la presente descripción. Uno o más refrigeradores ciclónicos especializados pueden considerarse enfriadores ciclónicos de segundo tipo. Por lo tanto, uno o más enfriadores de segundo tipo pueden tener unas segundas configuraciones, sustancialmente idénticas al respectivo otro uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, como se explica más abajo. Sin embargo, el enfriador de ciclón del primer tipo que tiene la primera configuración es diferente de los enfriadores de ciclón del segundo tipo, que tienen las segundas configuraciones como se explica más abajo.

[0041] A manera de ejemplo, un enfriador de ciclón estándar se representa como A en la Figura 1. En una modalidad ilustrativa, tres enfriadores ciclónicos especializados se ilustran como B, C y D en la Figura 1. Cada uno de los enfriadores de ciclón especializados B, C y D son del tipo ilustrado, por ejemplo, en la Figura 2. Una modalidad ilustrativa del enfriador de ciclón estándar puede comprender una primera configuración. Una modalidad ilustrativa de los enfriadores de ciclón especializados puede comprender una segunda configuración, cada una de las segundas configuraciones es similar entre sí pero diferente de la primera configuración del enfriador de ciclón

estándar. El sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 descrito puede incluir un refrigerador 300, un intercambiador de calor de aire 400, dos burbujeadores/depuradores de líquido 500, un depósito principal o un tanque principal de recolección de combustible líquido 136, y un tanque de expansión 142.

5 [0042] En una aplicación ilustrativa, un reactor de pirólisis procesa material de desecho plástico que puede triturarse y alimentarse allí dentro. La aplicación de calor a más de 350 grados Celsius hará que el material plástico triturado se derrita y se vaporice. El reactor de flujo ascendente requiere una presión posterior para ayudar al craqueo térmico de las cadenas de carbono presentes en el material plástico. El sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 puede emplearse para producir la
10 presión posterior requerida, que requiere el reactor de pirólisis. Dicha presión posterior se logra debido a la fricción estática de los enfriadores de tuberías y ciclones de la materia descrita, además de la presión de la columna de agua producida en los burbujeadores/depuradores 500 (por ejemplo, la representación en la Figura 5).

[0052] Volviendo a la Figura 1, el primer enfriador de ciclón se ilustra en 120a. El primer enfriador
15 de ciclón es un enfriador de ciclón estándar. Un enfriador de ciclón estándar consiste en una sección de entrada, la pared del cuerpo, un cono para descargar y un tubo interno. Cuando el flujo de vapor o gas ingresa al ciclón, gira alrededor del cuerpo y hacia abajo del cono, luego a través del tubo y sale del ciclón. La cantidad de rotación en el
gas entrante determina la cantidad de rotación y la fuerza centrípeta que produce y las partículas que
20 se transportan con el gas. Esta fuerza separa las partículas del gas y cae a través del cono, y luego sale del ciclón. El gas gira y hace descender el cono, aumentando la velocidad y la presión, debido al diámetro cada vez más pequeño en el cono. Esta acción mete el flujo de gas en la parte inferior del cono y lo obliga a subir de regreso a través del tubo interno, luego sale del ciclón al siguiente ciclón. Las rotaciones del vapor dentro del primer enfriador de ciclón 120a se basan en la velocidad
25 del gas cuando entra en el primer enfriador de ciclón 120a. En la materia descrita, se representa una entrada de ciclón en la Figura 1 en 134 y la Figura 2 en 134. La entrada 134 tiene un diámetro de aproximadamente 6 pulgadas, en donde su velocidad de entrada puede acomodar una corriente de vapor o gas de aproximadamente 3,234 pies por minuto, basado en la capacidad de velocidad del reactor de pirólisis, basada en los siguientes valores: aproximadamente 2,000 libras de material
30 plástico triturado procesado por hora a alrededor de 1,150 grados Fahrenheit. Como el reactor de pirólisis tiene aproximadamente un 7 por ciento de velocidad de carbón, el volumen restante de plástico triturado procesado (después de que se haya eliminado el carbón) es de aproximadamente

1,860 libras por hora procesada en un estado gaseoso. El gas pesa 0.78 onzas por pie cúbico. Por lo tanto, el enfriador de ciclón estándar 120a recibe gas a una velocidad de aproximadamente 635 pies cúbicos por minuto. Se asume que la temperatura ambiente es de aproximadamente 70 grados Fahrenheit para fines de exposición a pérdida de calor.

5 [0044] El vapor permanece en el primer enfriador de ciclón 120a durante aproximadamente 4 segundos. Esto permite una pérdida de calor de entre 3 y 8 grados Fahrenheit aproximadamente. El combustible recolectado en la parte inferior 151a del primer enfriador de ciclón 120a contiene cadenas de carbono que son C-28 o más grandes. El primer enfriador de ciclón 120a también recolecta partículas grandes de carbón que pueden haber viajado al sistema ciclónico de
10 condensación y enfriamiento 100. Estas partículas de carbón saldrán del flujo de vapor y se depositarán en la tolva de descarga en la parte inferior 151a, donde se mezclan con el combustible que contiene cadenas de carbono que son C-28 y más grandes. Esta mezcla de combustible de carbón puede devolverse y realimentarse en el reactor de pirólisis para un craqueo térmico adicional, a través de una bomba de alta temperatura 137. Los vapores que salen del enfriador de ciclón estándar 120a
15 viajan a una velocidad de aproximadamente 3,224 pies por minuto y viajarán a través de una tubería cruzada 135, durante aproximadamente 2.9 segundos. Debido a la delgada pared de la tubería cruzada 135, la pérdida de calor del vapor a medida que el vapor se desplaza a través de la tubería cruzada 135 será de aproximadamente 2 grados Fahrenheit. Esta pérdida de calor reduce el volumen de vapor de entrada del vapor que entra en el segundo enfriador de ciclón 120b.

20 [0052] Volviendo a la Figura 2, una sección transversal de los enfriadores de ciclón especializados 120b, 120c y 120d (segundo enfriador de ciclón, tercer enfriador de ciclón y cuarto enfriador de ciclón, respectivamente) de la Figura ilustra la estructura interna de los enfriadores de ciclón especializados (120b, 120c y 120d) que obliga a los vapores de gas a seguir una trayectoria ciclónica para maximizar el contacto del vapor con el exterior del cuerpo del enfriador de ciclón (que es
25 contiguo a la temperatura ambiente), para disipar calor y lograr la condensación.

[0046] En consecuencia, el segundo enfriador de ciclón 120b (las Figuras 1 y 2) es un enfriador de ciclón especializado construido con una configuración única diferente de la del enfriador de ciclón estándar/primer 120a. Como se ilustra en la Figura 2, el segundo ensamble de enfriador de ciclón 120b se ilustra en una vista ensamblada 200, y una vista despiezada 202 y una vista interna 204. El
30 segundo enfriador de ciclón puede incluir una porción del cuerpo 145 unida a un cono 150 en un estado final ensamblado. Al contrario del enfriador de ciclón estándar, el segundo enfriador de ciclón tiene componentes internos adicionales en un arreglo descrito de la materia descrita.

Específicamente, en conexión, la porción del cuerpo 145 y el cono 150 alojan una estructura interna o tubo interno que comprende una estructura de tubo exterior 210 y una estructura de tubo interior 212. La estructura del tubo interno puede considerarse como un tambor de relleno interno 148. La estructura de tubo exterior 210 tiene una cavidad 214. En un ensamble final, la estructura de tubo interior 212 está dispuesta dentro de una cavidad 214 de la estructura de tubo exterior 210. La estructura de tubo interior 212 comprende una cavidad 216 para alojar gases desembolsados a través del mismo.

[0047] El cuerpo 154 de la estructura de tubo exterior 210 incluye un primer conjunto de aletas giratorias 149 dispuestas a lo largo de su exterior en una primera dirección de rotación, como se describe más abajo. Una configuración de aletas giratorias 149 puede incluir una configuración interna de aletas de rotación ciclónica. La estructura de tubo interior 212 incluye un segundo conjunto de aletas giratorias 147 dispuestas a lo largo de su desplazamiento exterior, en una segunda dirección de rotación. Una configuración de aletas giratorias 147 puede incluir una configuración interna de aletas de rotación ciclónica. En una modalidad, la segunda dirección de rotación puede incluir una dirección de aleta de rotación ciclónica inversa u opuesta a las aletas giratorias 149, como se describe en más detalle más abajo.

[0048] Por lo tanto, en un ensamble final, la estructura de tubo interior está dispuesta en la cavidad 214 de la estructura de tubo exterior 210 para formar un ensamble de tubo interno. El ensamble de tubo interno está dispuesto, además, dentro de la cavidad de la porción del cuerpo unido 145 y el cono 150. En la configuración de ensamble final, se forma un primer canal 206 entre un exterior de la estructura de tubo exterior 210 y el interior de la porción del cuerpo 145. Adicionalmente, se forma un segundo canal entre un exterior de la estructura de tubo interior 212 y un interior de la estructura de tubo exterior 210 dentro de la cavidad 214. Las aletas giratorias 149 están dispuestas dentro del primer canal 206 en una primera dirección y las aletas giratorias 147 están dispuestas dentro del segundo canal 208 en la segunda dirección, como se explica más abajo.

[0049] En modalidades seleccionadas, la materia descrita proporciona un segundo enfriador de ciclón 120b diseñado con unos 158 pies de aletas giratorias 149. La distancia entre las aletas giratorias 149 es de aproximadamente 4 pulgadas (el paso) con el ancho del vuelo de aproximadamente 3 pulgadas. Las aletas giratorias 149 pueden diseñarse con 12 rotaciones en espiral con un radio exterior de 36 pulgadas. Las aletas 147 colocadas en la estructura del tubo interior 212 pueden incluir 6 rotaciones en espiral con el mismo paso y ancho que las aletas giratorias 149. Las aletas giratorias 149 están unidas dentro del cuerpo 145 del segundo enfriador de ciclón 120b para

forzar la cantidad de rotaciones de los gases recibidos. Esto hace que los gases entren en contacto con el cuerpo 145 una cantidad de veces fija, antes de entrar en un cono 150 dispuesto más abajo. El tiempo de viaje a través del segundo enfriador de ciclón 120b es de aproximadamente 3.8 segundos, según la velocidad de proceso del reactor de aproximadamente 2000 libras de plástico triturado por hora. Hay una pérdida de calor en el segundo enfriador de ciclón 120b debido a la fricción producida por las aletas 149, pues las aletas actúan como disipadores de calor. Cuando los vapores se enfrían, se condensan y pierden volumen; la pérdida de volumen reduce la velocidad del gas reduciendo su velocidad y creando más tiempo de retención. Esto ayuda a una mayor pérdida de calor dentro de los enfriadores de ciclón. (La Figura 7 proporciona un esquema de las pérdidas calculadas restantes del sistema de enfriamiento ciclónico para la materia descrita).

[0050] El tercer enfriador de ciclón 120c (Las Figuras 1 y 2) es idéntico al segundo enfriador de ciclón 120b. Igualmente, el tercer enfriador de ciclón 120c es un enfriador de ciclón especializado que se construye con una configuración única diferente de la del enfriador de ciclón estándar/primer 120a. El proceso involucrado en el tercer enfriador de ciclón 120c es idéntico al segundo enfriador de ciclón 120b; el tercer enfriador de ciclón 120c está diseñado y construido de la misma manera que el segundo enfriador de ciclón 120b. En operación, los vapores salen del segundo enfriador de ciclón 120b y viajan al tercer enfriador de ciclón 120c a través de la tubería cruzada 126a. El proceso de enfriamiento continúa reduciendo el volumen de vapor y reduciendo la velocidad del vapor.

[0051] El cuarto enfriador de ciclón 120d (Las Figuras 1 y 2) es idéntico al segundo enfriador de ciclón 120b y al tercer enfriador de ciclón 120c. Igualmente, el cuarto enfriador de ciclón 120d es un enfriador de ciclón especializado que se construye con una configuración única diferente de la del enfriador de ciclón estándar/primer 120a. El cuarto enfriador de ciclón 120d está diseñado y construido de la misma manera que el segundo enfriador de ciclón 120b y el tercer enfriador de ciclón 120c. En operación, los vapores salen del tercer enfriador de ciclón 120c y viajan al cuarto enfriador de ciclón 120d a través de la tubería cruzada 126b. El proceso de enfriamiento continúa reduciendo el volumen de vapor y reduciendo la velocidad del vapor. Una configuración de diseño del cuarto enfriador de ciclón 120d puede permitir que el vapor salga de este ciclón y entre en un intercambiador de calor de aire forzado 400 (ver, las Figuras 1 y 4). En un diseño ilustrativo, el intercambiador de calor de aire forzado (condensador enfriado por aire) 400 tiene un área de sección transversal total de aproximadamente 1600 pulgadas cuadradas, dentro de los tubos aplanados ovalados. Esta alta área superficial aumenta el tiempo de reacción y disminuye la velocidad del flujo de gas restante a aproximadamente 150 pies por minuto y reduce el calor de forma drástica de

aproximadamente 100 grados Celsius a 70 grados Celsius, debido a la temperatura del aire ambiente. Esto crea una gran cantidad de condensación que se acumula dentro de los tubos aplanados ovalados 157 y se deja que gotee de regreso dentro del cuarto enfriador de ciclón 120d ubicado directamente más abajo. Este combustible líquido que retorna, a su vez, enfría aún más el vapor que sale del tercer enfriador de ciclón 120c. El vapor se desplaza a través del intercambiador de calor de aire forzado 400 y se empuja hacia las bobinas de enfriamiento refrigeradas del condensador de la bobina 300 (las Figuras 1 y 3) a través de la tubería 141.

[0052] Volviendo a la Figura 3, se ilustra una configuración interna 302 y una vista despiezada 304 del condensador de bobina 300. El condensador de bobina 300 sirve como una unidad de condensación de cadena de carbono corta. En una modalidad ilustrativa, el condensador de bobina 300 es un enfriador que está construido con seis tubos de 1 pulgada enrollados internamente 167 que se sumergen a través de un tanque de glicol refrigerado 169. Los seis tubos redondos de acero inoxidable de 1 pulgada de diámetro tienen forma de espiral. La espiral reduce la longitud total del tubo de 1 pulgada desde sesenta pies donde está contenido, a un aparato que tiene aproximadamente cinco pies de altura. Las seis bobinas generalmente están dispuestas uniformemente alrededor entre sí en un patrón circular. Esto crea una distribución uniforme de los gases que fluyen dentro de las bobinas. La forma espiral ayuda a reducir la velocidad de los vapores entrantes mediante el uso de la presión estática de giro. Estas bobinas están unidas a través de una placa de bridas 170 en la parte superior y en la parte inferior. Este ensamble se inserta en una carcasa de tambor 169 con las bridas correspondientes 168 y 169. La carcasa de tambor 169 está relleno con un producto de glicol que actúa como medio para el intercambio de calor. El glicol permanece presente dentro de este tambor. Se introduce una bobina de enfriamiento 167 en el tambor que enfría el glicol. A su vez, el glicol enfría el tubo de 1 pulgada que lleva los vapores al interior.

[0053] La bobina de enfriamiento 167 está unida a un sistema de refrigeración estándar 144 (la Figura 1) y permanece en lazo cerrado a través del tambor de glicol 169. Los vapores pasan a través de la bobina de enfriamiento 167, permitiendo que la condensación gotee hacia la cámara de recolección 171. El vapor que no se convierte en condensación sale del condensador de bobina en 174 después de que el vapor circula alrededor del tambor de glicol. La conexión de brida 170 en la parte inferior del tambor de glicol permite que el líquido vaya en una dirección y que el gas vaya en otra. La cámara 173 entre el tambor de glicol y la carcasa es la ubicación desde la cual los vapores viajan a la salida de gas en 174. Esta zona también ve la temperatura del glicol en el exterior del tambor de glicol 169 para enfriar aún más el vapor. El vapor condensado que sale del condensador

de bobina 300 como un líquido, se recoge en un tanque más pequeño o secundario 129 (la Figura 1) y se bombea al almacenamiento.

[0054] El condensador de bobina 300 está diseñado con conexiones de brida atornilladas, para el acceso y servicio a todos los componentes de este equipo. Cada enfriador de ciclón y el refrigerador de bobina tiene un tanque o tolva de recolección más abajo de ellos (la Figura 1 en 151a, 151b, 151c y 151d). En el caso de los enfriadores de ciclón, la tolva de recolección de descarga (la Figura 1 en 151a, 151b, 151c y 151d) tiene un puerto de drenaje, indicador de nivel (la Figura 1 en 153), una conexión de acoplamiento y un puerto de salida de combustible (derrame) (la Figura 2 a 15 lp). El desbordamiento 151p permite que la acumulación de combustible recolectado se descargue en un tanque de retención respetado.

[0055] Los primeros tres enfriadores de ciclones 120a, 120b y 120c se descargan en un primer tanque de retención también considerado como el tanque de retención principal 136, a través de las válvulas de bola de control 139 (las Figuras 1 y 6). El cuarto ciclón 120d se descarga en un tanque de retención más pequeño o segundo, también considerado como un tanque secundario 129 que está ubicado debajo de la bobina de refrigeración del condensador de bobina 300. De acuerdo con la materia descrita, el tanque más pequeño o secundario 129 recibe los combustibles recolectados más ligeros y más fríos. Los combustibles recolectados más ligeros o más fríos pueden incluir cadenas de carbono más ligeras o más cortas (es decir, gasolina, nafta), de modo opuesto al diésel, que tiene cadenas de carbono más largas. El tanque de retención principal 136 recoge combustibles calentados más pesados (es decir, aquellos combustibles que tienen un punto de ebullición más alto). Las modalidades descritas proporcionan que el tanque de retención principal 136 recolecte los combustibles calentados más pesados que se llenan de los enfriadores de ciclón 120a, 120b y 120c. Se considera que los combustibles de temperaturas más altas son aquellos combustibles que tienen puntos de ebullición y puntos de inflamación más altos, por ejemplo, por encima de los 40 grados Celsius. Aunque los primeros tres enfriadores de ciclón 120a, 120b y 120c recolectan combustibles de temperaturas más altas, también se puede recolectar cierta cantidad de combustible ligero (como el benceno). Los combustibles más ligeros se vaporizarán por el calor de los combustibles de retención dentro del tanque principal de retención 136 y elevarán la columna del tanque 121. Una bomba 122 ubicada en la parte superior de la columna de expansión 121 extraerá estos vapores del tanque de retención principal 136, antes de que puedan volver a recondensarse y los fuerza hacia el interior del condensador 300 de la bobina. Esto permite la recolección de combustible de mayor calidad en el tanque de retención principal 136, aumentando el punto de inflamación en el

combustible recolectado. Los enfriadores de ciclones descritos A, B, C, D trabajan juntos para recolectar combustibles con un intervalo de estructura de cadena de carbono a carbono. De acuerdo con las modalidades descritas, la configuración del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 permite que los enfriadores de ciclón A, B, C y D recolecten los combustibles más pesados, mientras que el combustible más ligero se puede recolectar en el condensador de bobina 300.

[0056] Los gases refrigerados dejan el condensador de bobina 300 y viajan a dos tanques burbujeadores 500 que están conectados en secuencia a través de la conexión de tubería 141. Estos tanques tienen una tubería extendida desde el puerto de entrada, que está sumergida bajo la línea de agua líquida la Figura 5 en 181. Esta tubería sumergida 181 causa una presión posterior al sistema por la resistencia del líquido en el tanque burbujeador. Esto se conoce como presión de la columna de agua. Mediante el uso de dos tanques para lograr la presión de la columna de agua, la altura se puede dividir. Estos tanques burbujeadores pueden contener diferentes componentes líquidos según sea necesario, para eliminar cualquier contaminante en los vapores restantes. Como se ilustra en la Figura 5, el primer tanque está diseñado para contener agua y está equipado con un indicador de nivel 186 y un medidor de pH 187 para monitorear el estado del agua. El agua se usa para eliminar el azufre y la acumulación de azufre indicará un cambio en el pH. El segundo burbujeador contiene soda cáustica. Esto capturará cualquier gas de cloro en los vapores. Este tanque también tiene un medidor de pH 187 y también está equipado con un indicador de nivel 186 y un sensor de nivel.

El último tanque en el sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 es un tanque de expansión estándar 142. El tanque de expansión 142 también está diseñado para atrapar cualquier gota de líquido que pueda viajar a través del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100. Los sensores e indicadores de presión monitorean la presión del reactor desde este punto en el sistema.

[0058] En operación, los gases se reciben dentro del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 descrito, las modalidades de la materia descrita fuerzan las rotaciones de los gases a través del sistema. A lo largo de la rotación, los gases calientes perderán calor por la pérdida de contacto térmico con la pared exterior del cuerpo 145. De acuerdo con el diseño de la materia descrita, los gases entrantes se canalizan hacia abajo en el primer canal 206, en una dirección proporcional a la primera dirección de rotación habilitada al girar las aletas 149 y hasta el segundo canal 208, en proporción a la segunda dirección de rotación exigida por la colocación de las aletas giratorias 147. En una modalidad ilustrativa, la segunda dirección de rotación puede incluir una dirección de rotación inversa desde la primera dirección de rotación. Antes de atravesar el segundo

canal 208, las modalidades de la materia descrita permiten que los gases se acumulen generalmente en la parte inferior del cono 150 como un ciclón estándar, con lo cual se les obliga a invertir la dirección de rotación antes de ingresar al tubo interno (es decir, la estructura del tubo exterior 210 y estructura de tubo interior 212). Esto se agrega a la separación de partículas, ya que los gases se detienen por completo antes de invertir la dirección, lo que permite que las partículas caigan fuera del flujo de gas. El diseño usa entonces el ciclón como separador y enfriador/condensador. A medida que los gases calientes pierden calor, la condensación se acumula en el área más fría. Al controlar el tiempo de residencia del gas dentro del ciclón, se puede lograr una temperatura de condensación fija. Al controlar esta temperatura, el combustible se puede destilar en grupos de cadena-c entre un grupo de ciclones.

[0059] Las modalidades del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento descrito proporcionan cuatro enfriadores de ciclón en serie (la Figura 1 en 120a, 120b, 120c y 120d). El primer enfriador de ciclón 120a recolecta solo las partículas más grandes y combustibles de cadena de carbono más alta. Los siguientes tres enfriadores ciclónicos 120b, 120c y 120d separan los grados de combustible (por ejemplo, gasolina, petróleo, líquido derivado del combustible) en función de las temperaturas de condensación. Los combustibles separados tienen temperaturas que causan que la vaporización de los combustibles se encienda cuando son expuestos a una llama abierta. Este proceso se conoce como un punto de inflamación. Cuanto menor sea el número de la cadena de carbono en el combustible, más baja será la temperatura del combustible líquido, lo que provocará que el combustible se encienda. Esta temperatura se denominará "indicador de inflamación de rendimiento" (YFI). Para aumentar el YFI, se requiere la eliminación de las cadenas de carbono más ligeras mediante el uso de calor.

[0060] Cada ciclón recolecta vapor a una temperatura más baja que la anterior en el flujo de gas, creando su propio valor YFI. En el interior del tubo interno la Figura 2 en 154 es un conjunto invertido de aletas 147, conectadas a un tambor de llenado 148 dentro del tubo. La descarga de cada enfriador de ciclón tiene una tolva o tanque de descarga 151 para almacenar combustibles condensados. Cada tolva puede dirigirse a un tanque de retención mediante válvulas de bola seleccionadas. Se usa un indicador de nivel 153 para iniciar la descarga de los combustibles recolectados. La tolva de recolección también tiene una válvula de drenaje (la Figura 1 en 139) para uso de limpieza.

[0061] El último enfriador de ciclón, el cuarto en la serie (la Figura 1 en 120d), tendrá un intercambiador de calor de contacto de aire 400 para asegurar el enfriamiento a temperatura

ambiente. Este intercambiador de calor 400 condensa el último de los combustibles a temperatura ambiente y lo gotea de regreso a través del ciclón, actuando como reflujo y enfriando el ciclón. Luego los vapores restantes pasan a través de una bobina de tipo refrigerador 300, a través de una tubería de conexión 141. Este es un conjunto de cinco bobinas (la Figura 3 en 167) con un promedio de 65 pies de largo cada una y se envuelven entre sí en una separación uniforme. Las bobinas se colocan dentro de un tubo relleno con glicol 169 para refrigerar. Este glicol se refrigera con bobinas refrigeradas 175 de un compresor de aire acondicionado y se controla para mantener la temperatura del punto de ajuste. Los vapores entrantes que entran en el condensador de bobina 300 en la entrada 164 se condensarán y gotearán fuera de la carcasa refrigeradora 171. Luego, los vapores suben desde la parte inferior de las bobinas y viajan a la salida de gas 174. En el camino hacia este puerto de salida, los gases se exponen nuevamente a la pared fría (la Figura 3 en 173) de la cámara de glicol (la Figura 3 en 169). Esto crea una efectividad de uso de la cámara de refrigeración del 100%. Los gases restantes se consideran no condensables a temperatura ambiente. Este gas se conoce como sintegas.

[0062] El sintegas se pasa luego a través de dos conjuntos o burbujeadores/depuradores 500. El primero se llena a un punto fijo con agua. Esta agua actúa como un dispositivo de presión posterior, un dispositivo de supresión de llamas y un depurador. Junto con el C4, el hidrógeno y otros gases que forman el sintegas, algunos gases no deseados, también viajan con el sintegas ocasionalmente. Sin un buen control de los plásticos que entran en el reactor, pueden introducirse cloro y azufre. El primer burbujeador capturará el azufre en el agua produciendo un ácido dibásico débil, $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$.

[0063] El siguiente burbujeador también actúa como un dispositivo de presión posterior, supresor de llamas y depurador. Esta vez está relleno con soda cáustica para depurar el cloro. $\text{Cl}_2 + \text{NaOH} = \text{NaClO}$ o sal y agua. Los burbujeadores 500 también están equipados con un control de nivel 186, por lo que el nivel de los líquidos burbujeantes se monitorea así como un medidor de pH 500 en 187 para indicar la condensación en los líquidos de burbujeo/depuración.

[0064] En este punto, el sintegas está listo para ser usado. Por lo tanto, las modalidades de la materia descrita

proporcionan un medio mejorado para capturar y procesar el exceso de gas para usar en cualquier dispositivo capaz de funcionar con combustible gaseoso, es decir, combustibles de petróleo no condensables. En consecuencia, los quemadores para sistemas de tipo reactor son capaces de utilizar el combustible de la materia descrita. El sintegas también puede ser usado para dar energía a un

generador que podría alimentar el sistema eléctrico del reactor. El último elemento en el sistema de enfriamiento es un tanque de acabado. Estos tanques actúan como recolectores de goteo si algún líquido pasa los burbujeadores. También sirve como un tanque de expansión para el sintegas. Cuando la presión dentro de este tanque está en el punto de ajuste, se permite que el gas sea usado.

5 [0065] Volviendo a una construcción de diseño de ejemplo del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100, las modalidades descritas pueden consistir en cuatro ciclones, dos tanques de combustible, un radiador enfriado por aire, un condensador de bobina refrigerada con glicol, dos burbujeadores y un tanque de expansión, todo unido a una armadura estructural de acero. Los enfriadores de ciclón se pueden construir a partir de material de acero inoxidable de calibre 10. Este
10 material se selecciona debido a su capacidad para soportar la presión interna del reactor mientras permite que el calor pase a través del metal, enfriando el gas entrante. Los enfriadores de ciclón consisten en una entrada enrollada, una sección de cuerpo bridada, un tubo interno con aletas de rotación fijas, un deflector interior con aletas de rotación invertidas, un cono atornillado con almohadillas de soporte y una tolva de descarga con un puerto de salida.

15 [0066] Las aletas de rotación interna están soldadas a un lado del tubo del ciclón permitiendo que el líquido condensado pase a través de las aletas a la tolva de descarga. El tubo interno también tiene una parte inferior de cono para continuar el vapor para presurizar el interior del ciclón. Dentro del tubo interno hay un tambor de cono que actúa como un deflector. Este deflector también tiene aletas de rotación soldadas a un lado. El deflector de tambor cónico tiene una parte superior inclinada para
20 permitir el drenaje de cualquier condensación que pueda ocurrir en el interior. Los puertos de descarga de entrada y salida de gas tienen una conexión de brida. La parte inferior del cono está equipada con un acoplamiento que actúa como un indicador de nivel. La parte inferior del cono tiene una parte de descarga con un cabo en la brida para la rotación y la conexión a la tolva de descarga. La tolva de descarga tiene un puerto de drenaje, dos puertos de salida y el acoplamiento del indicador
25 de nivel.

[0067] Los enfriadores de ciclón (A, B, C y D) se canalizan en una configuración de conexión en cadena. La tubería usada entre los enfriadores de ciclón es una tubería de acero inoxidable de delgado espesor de pared 10 con bridas ANSI 150. Esta tubería está inclinada de un enfriador de ciclón a otro y en bajada para drenar los vapores de condensación. El último enfriador de ciclón en la
30 configuración de conexión en cadena tiene un intercambiador de calor enfriado por aire conectado a la brida de descarga en la parte superior. Este intercambiador de calor enfriado por aire reduce la temperatura de vapor restante y permite que el líquido se condense y regrese al último ciclón donde

ingresa a la tolva de descarga. Este intercambiador de calor enfriado por aire se construye a partir de tubos de forma ovalada. El tubo de forma ovalada

se suelda a la parte superior y la parte inferior de la placa de sellado, las aberturas de la placa de sellado se sueldan al tubo de forma ovalada para permitir que los vapores pasen a través del interior de la tubería. La carcasa rodea la sección de la tubería y se conecta a una cámara de entrada y una cámara de descarga de gas. El ventilador está conectado a la carcasa de la sección del tubo. Esta parte del sistema usa aire ambiente y lo fuerza a través del exterior de la tubería para reducir la temperatura del vapor interior.

[0068] Los tanques de combustible pueden construirse a partir de tuberías de acero inoxidable con espesor de pared 40, con extremos de tuberías y puertos de conexión según sea necesario para llenar y descargar los combustibles entrantes. La parte superior del tanque principal 136 tiene una columna de expansión para permitir que los vapores ligeros se eliminen de los líquidos recolectados más abajo. El segundo tanque 129 es un tanque de retención estándar con conexiones de entrada y salida más un acoplamiento para la indicación de nivel. El tanque grande 136 está construido para permitir el almacenamiento de combustible de alta temperatura y se recolecta de los tres primeros ciclones. El tanque más pequeño 129 verá combustibles a baja temperatura y se usa para recolectar combustible del último ciclón y del condensador de bobina.

[0069] Después de que los vapores salen del intercambiador de calor enfriado por aire 400, éste entra en un condensador de bobina refrigerada 300. El condensador de la bobina está ubicado sobre el tanque pequeño de combustible 129. El condensador consta de seis tubos redondos de acero inoxidable de 1 pulgada de diámetro que se han enrollado en forma de espiral. La espiral reduce la longitud total de la tubería de 1 pulgada a una décima parte de la longitud. La forma en espiral también ayuda a reducir la velocidad de los vapores entrantes, mediante el uso de la presión estática de giro. Las bobinas están unidas a través de la parte superior y la parte inferior de la placa de bridas.

Este ensamble se inserta en una carcasa de tambor con bridas correspondientes. La carcasa del tambor está rellena con un producto de glicol que actúa como el medio para el intercambio de calor. El glicol permanece residente dentro de este tambor. Se introduce una bobina de enfriamiento en el tambor que enfría el glicol. A su vez, el glicol enfría la tubería de 1 pulgada que enfría los vapores en el interior. La bobina de enfriamiento está conectada a un sistema de refrigeración estándar y permanece en lazo cerrado a través del tambor de glicol. Los vapores que pasan a través de las bobinas de 1 pulgada se enfrían, por lo que el condensador de bobina permite que la condensación producida gotee hasta la parte inferior de la cámara de recolección, abandonando el

dispositivo. La conexión especial de la brida en la parte inferior del tambor de glicol permite que el líquido vaya en una dirección y el gas en otra. La cámara entre el tambor de glicol y el exterior es por donde viajan los vapores restantes. Esta zona también es enfriada por el glicol, por lo que se beneficia de un doble enfriamiento. El condensador de bobina está diseñado con conexiones de
5 bridas atornilladas para el acceso y servicio a todos los componentes de este equipo.

[0070] Los gases refrigerados salen del condensador de bobina y luego viajan a través de dos tanques burbujeadores 500. Estos tanques tienen una tubería extendida desde el puerto de entrada, que está sumergida bajo la línea de agua líquida la Figura Esta tubería sumergida causa una presión posterior al sistema por la resistencia del líquido en el tanque burbujeador.

10 Esto se conoce como presión de la columna de agua y mediante el uso de dos tanques, la altura se puede dividir entre cada uno. Un ejemplo es que si la presión posterior total de la columna de agua es de 60 pulgadas en un burbujeador y 50 pulgadas en el segundo burbujeador, se crea un total de 110 pulgadas de presión posterior de la columna de agua. Estos tanques burbujeadores pueden contener diferentes componentes líquidos según sea necesario, para eliminar cualquier contaminante
15 en los vapores restantes. El primer tanque está diseñado para contener agua y está equipado con un indicador de nivel y un medidor de pH para monitorear el estado del agua. El agua se usa para eliminar el azufre y la acumulación de azufre se indicará mediante un cambio en el pH. El segundo burbujeador contiene soda cáustica la cual capturará cualquier gas de cloro en los vapores. Esto también se monitorea con un medidor de pH y este segundo burbujeador también está equipado con
20 un indicador de nivel y un sensor de nivel.

[0071] El último tanque en el sistema de enfriamiento de ciclón es un tanque de expansión estándar 142 que está diseñado para atrapar cualquier gota de líquido que pueda viajar a través de la tubería. Los sensores e indicadores de presión montados en este tanque de expansión hacen un seguimiento de la presión del reactor. A lo largo del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 están
25 los manómetros de presión diferencial. Estos manómetros se usan para identificar cualquier acumulación o borde de obstrucción en la tubería o en cualquier componente del sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100. Todo el proceso se monta en un sistema atornillado de armadura de acero. El sistema de armadura puede utilizar una armadura estándar de acero al carbono A36, pintado y equipado con sujetadores de conexión correspondientes para todo el respectivo
30 equipo. El tamaño y la forma del equipo están diseñados para un rápido desglose y transporte en un contenedor marítimo estándar.

[0072] En consecuencia, el sistema ciclónico de condensación y enfriamiento 100 descrito mejora la tecnología de intercambio de calor, ya que no requiere el atornillado de los intercambiadores de calor de un extremo a otro; ocupa mucho menos espacio que si se usara la tecnología actual; aumenta el área superficial dentro de los condensadores que conforman un intercambiador de calor; requiere una velocidad mucho menor de vapor al entrar en el condensador; permite la liberación continua del líquido condensado después del intercambio de calor y la reacción, permitiendo que los vapores no condensados se muevan al siguiente condensador, y; evita la acumulación de carbón que podría taponear los tubos dentro de los condensadores.

Debe notarse y entenderse que, si bien lo anterior y otras ventajas y resultados de la presente invención serán evidentes para los expertos en la técnica, a partir de la siguiente descripción detallada y los dibujos adjuntos, que muestran la construcción novedosa, las combinaciones y los elementos que en la presente descripción se describen, y más particularmente definido por las reivindicaciones adjuntas, debe entenderse claramente que se pretende que los cambios en las modalidades de la invención que en la presente descripción se describen se pretenden incluir dentro del alcance de las reivindicaciones, excepto en la medida en que la técnica anterior pueda excluirlas.

[0074] Por ejemplo, aunque se describe un número selecto de enfriadores ciclónicos a lo largo de la solicitud, se aprecia fácilmente que más o menos del aparato descrito puede ser empleado por la materia descrita, por ejemplo, para alojar sistemas alternativos, parámetros y resultados. Esto incluye los intervalos de temperatura, velocidades, combustibles, presiones y volúmenes descritos.

[0075] Habiendo descrito en detalle muchas de las modalidades de la presente invención, será aparente que modificaciones y variaciones son posibles sin apartarse del alcance de la invención definida en las reivindicaciones anexas. Además, se apreciará que todos los ejemplos en la presente descripción, mientras ilustran muchas modalidades de la invención, se proporcionan como ejemplos no limitativos y, por lo tanto, no deben tomarse como limitantes de los diversos aspectos así ilustrados.

[0076] Todos los documentos, patentes, artículos de revistas y otros materiales citados en la presente solicitud se incorporan en la presente descripción como referencia.

[0077] Aunque la presente invención se ha descrito con referencias a ciertas modalidades, son posibles numerosas modificaciones, alteraciones y cambios en las modalidades descritas, sin apartarse de la esfera y el alcance de la presente invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, se pretende que la presente invención no se limite a las modalidades

descritas, sino que tenga el alcance completo definido por el lenguaje de las siguientes reivindicaciones y los equivalentes de la misma.

REIVINDICACIONES

- 1 Un aparato para procesar combustible reutilizable que comprende:
 - un enfriador de ciclón de un primer tipo que tiene una primera configuración;
 - uno o más enfriadores de ciclón de un segundo tipo, en donde cada uno de uno o más
 - 5 enfriadores de ciclón del segundo tipo tiene una segunda configuración sustancialmente idéntica a la respectiva del otro uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, en donde la segunda configuración es diferente de la primera configuración;
 - un intercambiador de calor enfriado por aire;
 - un condensador de bobina; y
 - 10 uno o más burbujeadores,
 - en donde el enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados,
 - en donde uno de los uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo están conectados al intercambiador de calor enfriado por aire,
 - 15 en donde el intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina, en donde el condensador de bobina está conectado a uno o más burbujeadores.
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el enfriador de ciclón del primer tipo está conectado en una configuración de conexión en cadena con uno o más enfriadores de ciclón del
- 20 segundo tipo.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo comprenden un primer conjunto de aletas giratorias.
- 25 4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo comprenden un segundo conjunto de aletas giratorias.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el primer conjunto de aletas giratorias está dispuesto en una primera dirección y el segundo conjunto de aletas giratorias está dispuesto en
- 30 una segunda dirección, desde la primera dirección.

6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en donde la segunda dirección es una dirección inversa de la primera dirección.
7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están dispuestos como ciclones en cascada.
8. El aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en donde uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo comprenden tres enfriadores de ciclón del segundo tipo.
9. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo comprenden tres enfriadores de ciclón del segundo tipo.
10. El aparato de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el enfriador de ciclón del primer tipo y los tres enfriadores de ciclón del segundo tipo están dispuestos en serie comenzando con el enfriador de ciclón del primer tipo.
11. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el último enfriador ciclónico de segundo tipo está conectado al intercambiador de calor enfriado por aire.
12. El aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el enfriador de ciclón del primer tipo y dos de los enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados a un primer tanque de retención.
13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina.
14. El aparato de acuerdo con la reivindicación 13, el condensador de bobina está conectado a un segundo tanque de retención.
15. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde uno o más burbujeadores comprenden una pluralidad de burbujeadores que están conectados en secuencia.
16. El aparato de acuerdo con la reivindicación 15, en donde la pluralidad de burbujeadores están conectados entre sí.

17. El aparato de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende además:

un tanque de expansión, en donde el tanque de expansión está conectado a uno de los burbujeadores.

5 18. Un aparato para procesar combustible reutilizable que comprende:

un enfriador de ciclón de un primer tipo que tiene una primera configuración;

uno o más enfriadores de ciclón de un segundo tipo, en donde cada uno de uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo tiene una segunda configuración idéntica, en donde la segunda configuración es diferente de la primera configuración;

10 un intercambiador de calor enfriado por aire;

un condensador de bobina; y

uno o más burbujeadores,

en donde uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo comprenden un primer conjunto de aletas giratorias dispuestas en una primera dirección,

15 en donde uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo comprenden un segundo conjunto de aletas giratorias dispuestas en una segunda dirección, desde la primera dirección,

en donde el enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados,

en donde uno de los uno o más enfriadores ciclónicos de segundo tipo están conectados al

20 intercambiador de calor enfriado por aire,

en donde el intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina, y en donde el condensador de bobina está conectado a uno o más burbujeadores.

19. El aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en donde la segunda dirección está en una
25 dirección opuesta a la primera dirección.

20. El aparato de acuerdo con la reivindicación 18, en donde la primera dirección es una dirección de rotación ciclónica y la segunda dirección es una dirección de rotación ciclónica.

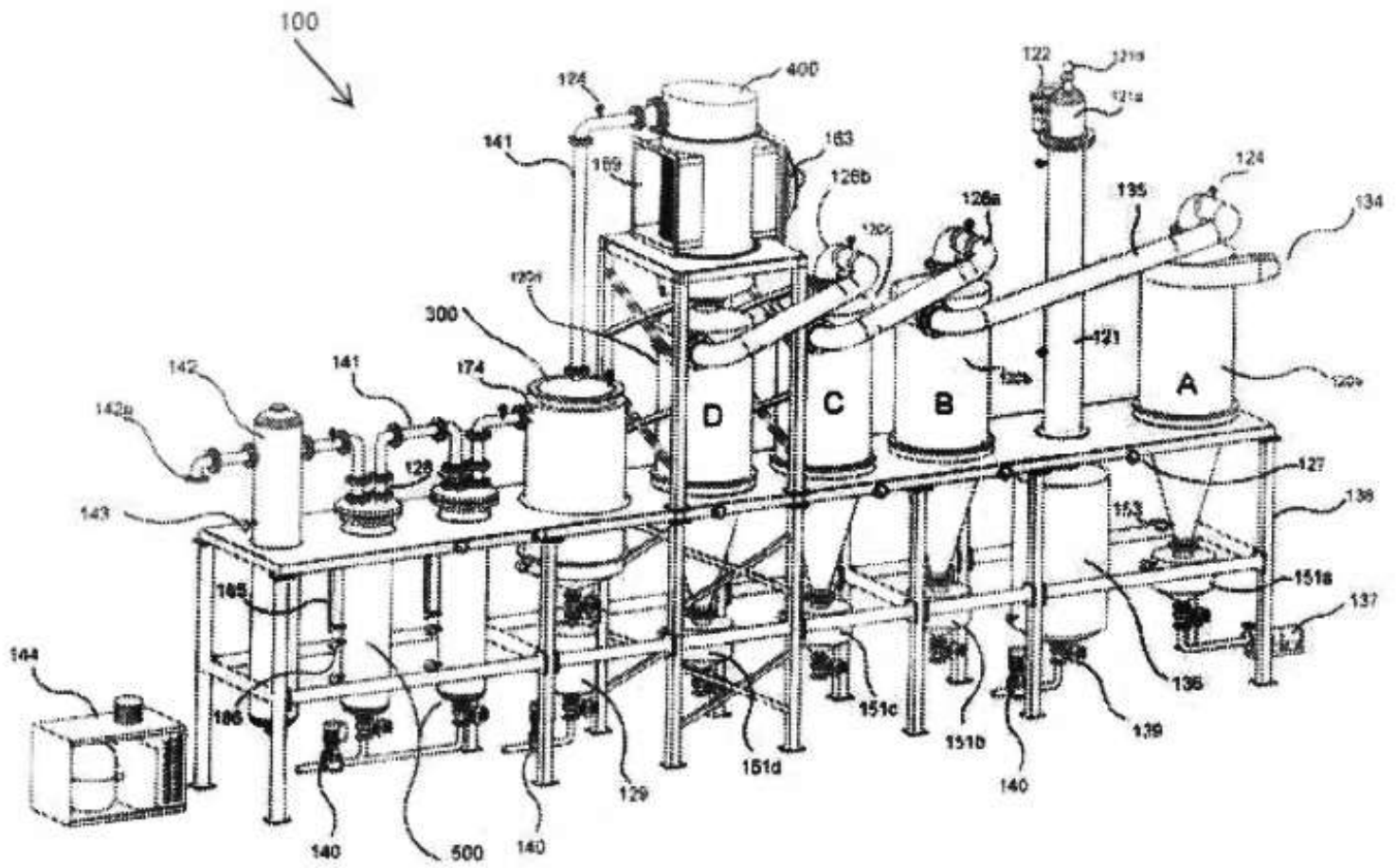
RESUMEN

Se proporciona un aparato para procesar combustible reutilizable que comprende un enfriador de ciclón del primer tipo que tiene una primera configuración. El aparato también proporciona uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, en donde cada uno o más enfriadores de ciclón del

5 segundo tipo tiene una segunda configuración sustancialmente idéntica al respectivo otro uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo, en donde la segunda configuración es diferente a la primera configuración. El aparato también puede proporcionar un intercambiador de calor enfriado por aire, un condensador de bobina y uno o más burbujeadores. El enfriador de ciclón del primer tipo y uno o más enfriadores de ciclón del segundo tipo están conectados. Uno de uno o más enfriadores de

10 ciclón del segundo tipo están conectados al intercambiador de calor enfriado por aire. El intercambiador de calor enfriado por aire está conectado al condensador de bobina. El condensador de bobina está conectado a uno o más burbujeadores.

FIG. 1



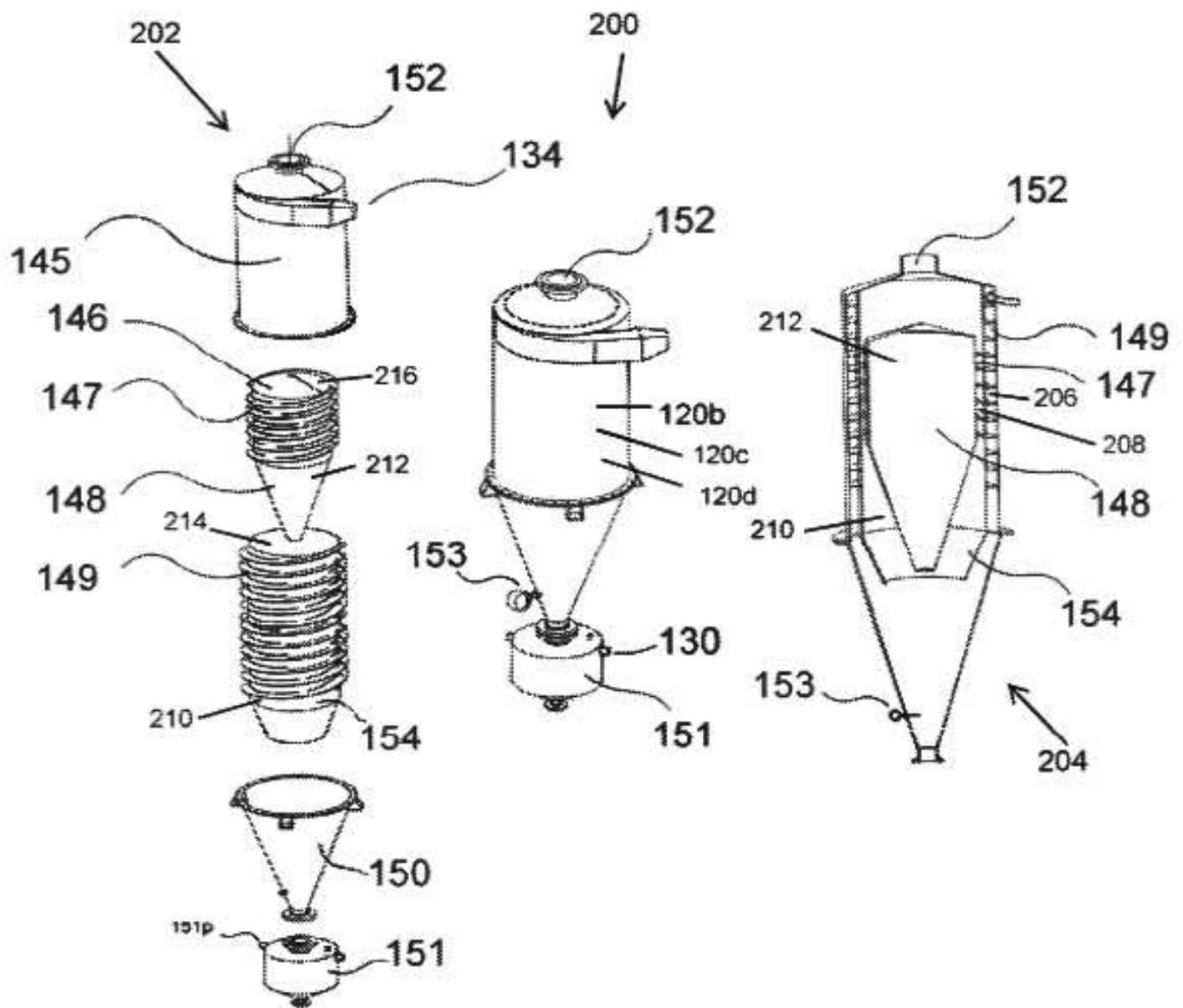
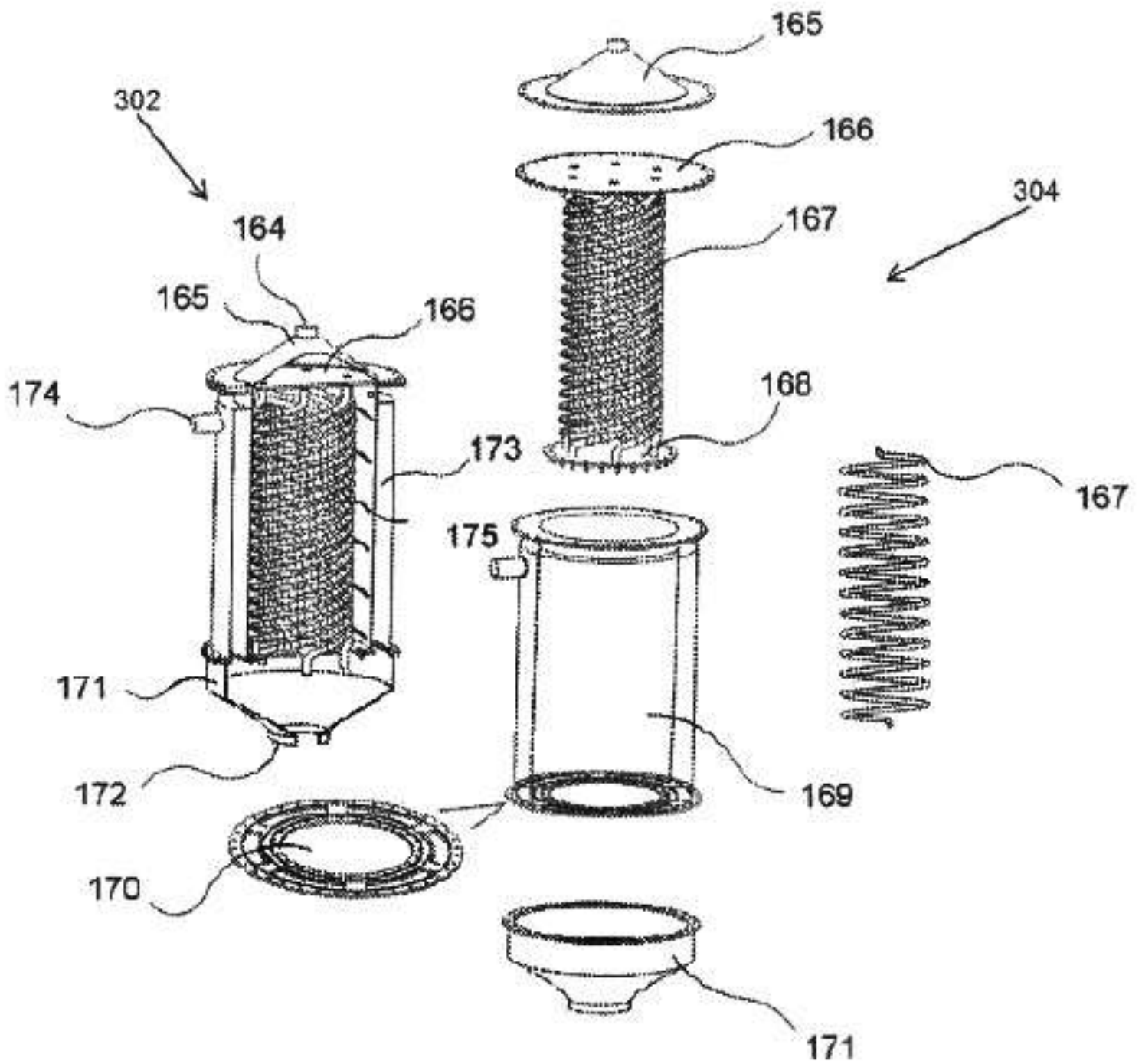


FIG. 2

**FIG. 3**

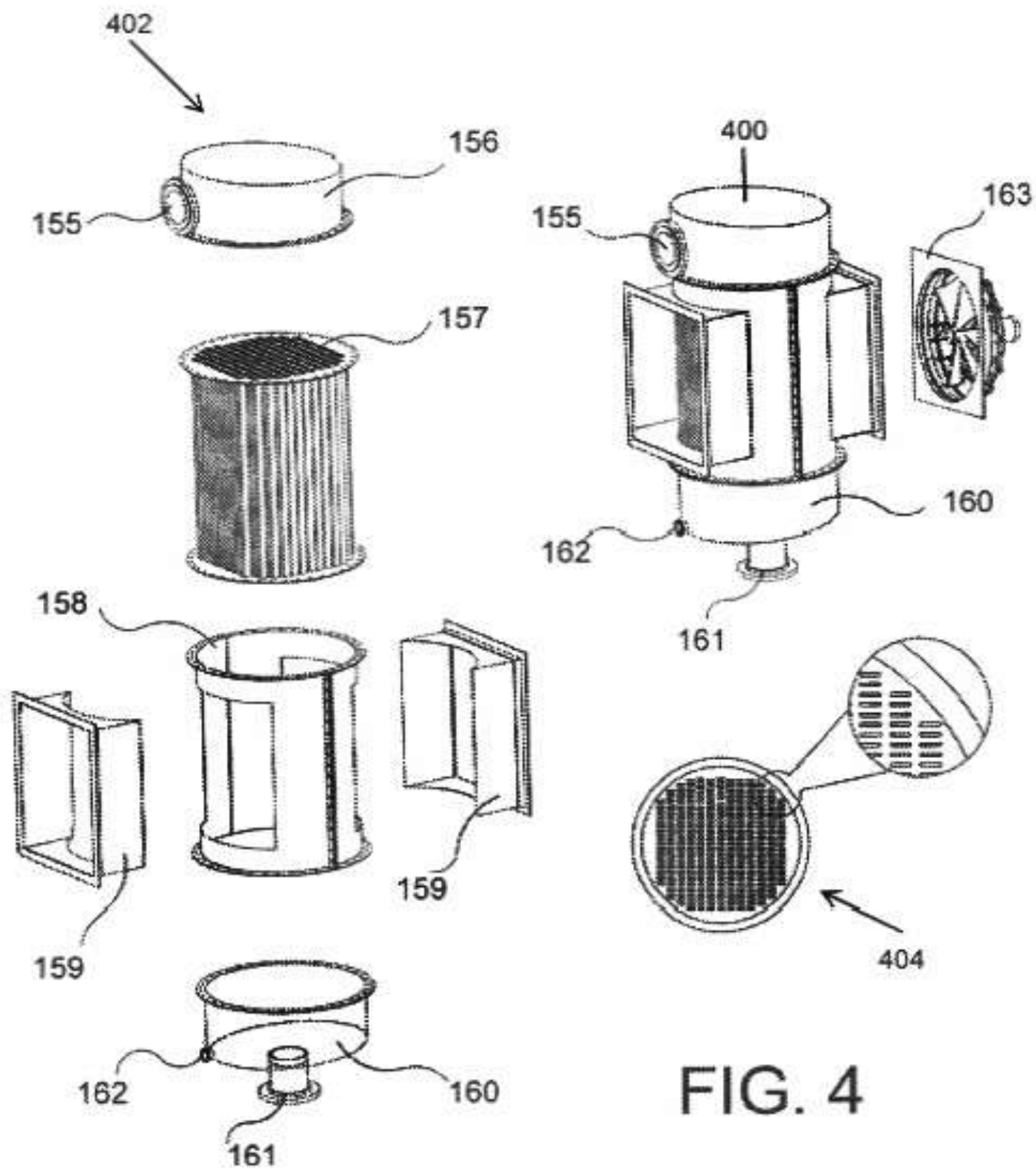
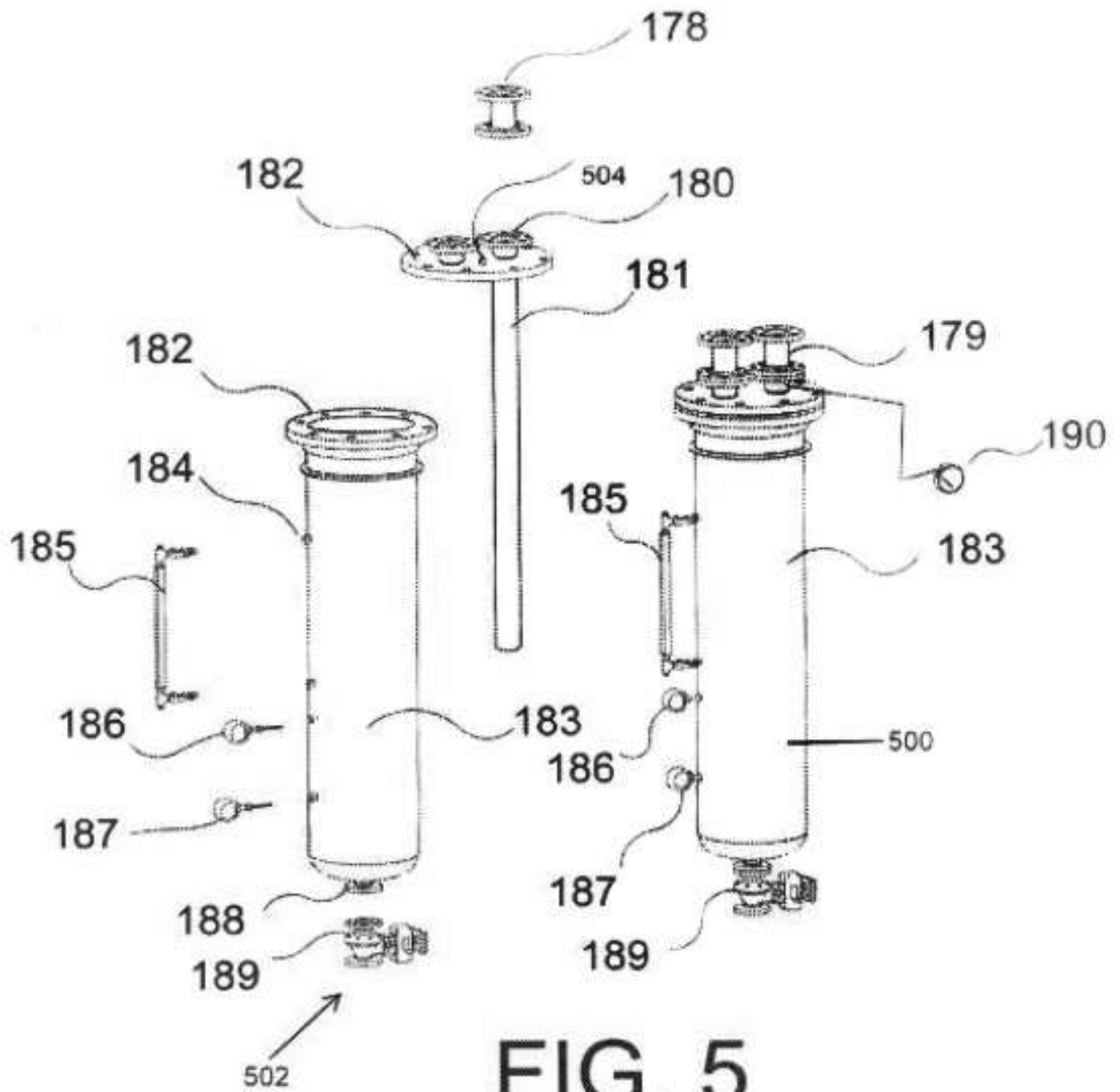


FIG. 4



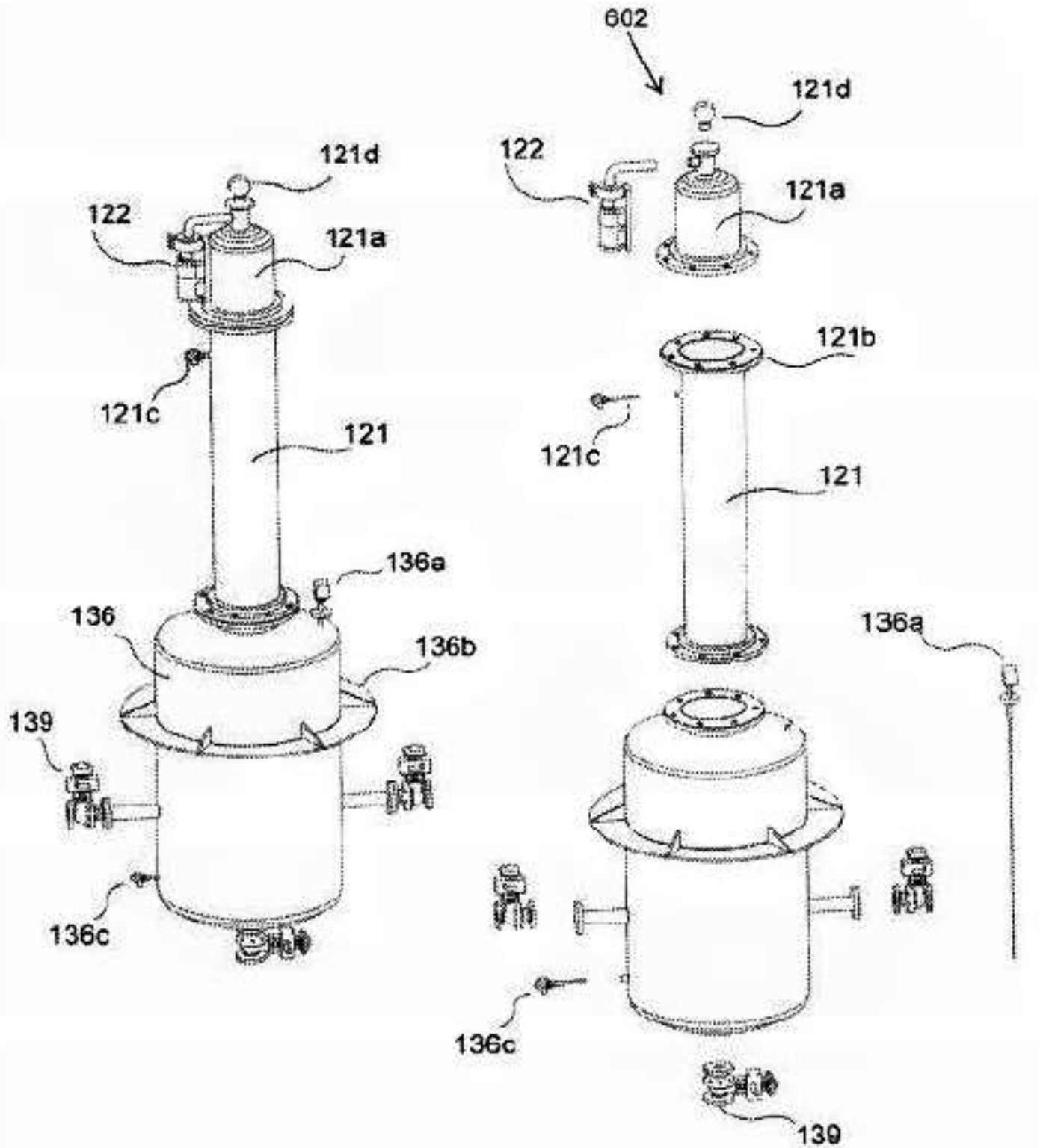
**FIG. 6**

FIG 7

Ciclón A

635	Volumen de entrada CFM
3234	Velocidad de entrada FPM
290	Temp. de entrada Celsius
0.31	Cadena-C recolectado %
>28	Cadena-C condensado
1.8"	Pérdida de presión estática WC

Ciclón B

633	Volumen de entrada CFM
3224	Velocidad de entrada FPM
285	Temp. de entrada Celsius
15.4	Cadena-C recolectado %
>26	Cadena-C condensado
8.3"	Pérdida de presión estática WC

Ciclón C

292	Volumen de entrada CFM
1487	Velocidad de entrada FPM
215	Temp. de entrada Celsius
53	Cadena-C recolectado %
>10	Cadena-C condensado
3.6"	Pérdida de presión estática WC

Ciclón D

236	Volumen de entrada CFM
1202	Velocidad de entrada FPM
175	Temp. de entrada Celsius
19	Cadena-C recolectado %
>6	Cadena-C condensado
1.1"	Pérdida de presión estática WC

Intercambiador de calor de aire

191	Volumen de entrada CFM
150	Velocidad de entrada FPM
100	Temp. de entrada Celsius
1	Cadena-C recolectado %
>5	Cadena-C condensado
0.3"	Pérdida de presión estática WC

Refrigerador de bobina

190	Volumen de entrada CFM
150	Velocidad de entrada FPM
70	Temp. de entrada Celsius
11	Cadena-C recolectado %
>4	Cadena-C condensado
12"	Pérdida de presión estática WC

Burbujeadores

50	Volumen de entrada CFM
1019	Velocidad de entrada FPM
2	Temp. de entrada Celsius
0	Cadena-C recolectado %
0	Cadena-C condensado
120"	Pérdida de presión estática WC

