

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 848**

51 Int. Cl.:

**F26B 3/12**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.11.2016** **E 22208248 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024** **EP 4191179**

54 Título: **Aparato y método para secar por pulverización**

30 Prioridad:

**03.11.2015 US 201562250318 P**

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

**18.11.2024**

73 Titular/es:

**SPRAYING SYSTEMS CO. (100.0%)  
North Avenue and Schmale Road P.O. Box 7900  
Wheaton, IL 60187-7901, US**

72 Inventor/es:

**ACKERMAN, THOMAS E;  
BARNES, CHRISTOPHER W;  
BRIGHT, ADAM;  
HUFFMAN, DAVID C;  
KOC SIS, SCOTT J;  
ROSKOS, KRISTOPHER E;  
ST PETER, GLENN R;  
SMITH, BRIAN K;  
SZCZAP, JOSEPH P y  
THENIN, MICHEL R**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 987 848 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**

Aparato y método para secar por pulverización

**Referencia cruzada a solicitudes relacionadas**

5 Esta solicitud de patente reivindica el beneficio de la solicitud de patente de EE. UU. No. 62/250,318, presentada el 3 de noviembre de 2015.

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a secadores por pulverización, y más en particular a un aparato y procedimientos para secar por pulverización líquidos en forma de polvo seco.

**Antecedentes de la invención**

10 El secado por pulverización es un proceso bien conocido y ampliamente utilizado en el que se pulverizan suspensiones líquidas en una cámara de secado en la que se introduce aire caliente para secar el líquido hasta convertirlo en polvo. La suspensión habitualmente incluye un líquido, tal como agua, un ingrediente, tal como un alimento, un sabor o un producto farmacéutico, y un vehículo. Durante el proceso de secado, el líquido se elimina dejando el ingrediente en  
15 que no requieren encapsulación, tal como diversos productos alimenticios, aditivos y productos químicos. Los documentos US 5 015 332 A, US 8 939 388 B1, US 5 624 530 A y US 8 533 972 B2 divulgan sistemas de secado por pulverización según la técnica anterior.

Los sistemas de secado por pulverización habitualmente tienen una construcción relativamente masiva y tienen torres  
20 de secado que pueden alcanzar varios pisos de altura. El equipo en sí no solo es una inversión de capital sustancial, sino que la instalación en la que se utiliza debe tener el tamaño y el diseño suficientes para albergar dicho equipo. Los requisitos de calentamiento para el medio de secado también pueden resultar caros.

Si bien se desea utilizar boquillas de pulverización electrostática para generar partículas cargadas eléctricamente que  
25 faciliten un secado más rápido, debido a la construcción en gran medida de acero de dichos sistemas de secadores por pulverización, el líquido cargado electrostáticamente puede cargar componentes del sistema de una manera, particularmente si se conecta a tierra involuntariamente, que pueden impedir el funcionamiento de los controles eléctricos e interrumpir el funcionamiento, lo que resulta en la descarga de líquido sin carga que no se seca según las especificaciones.

Si bien es conocido que la cámara de secado de los secadores por pulverización electrostática se forma con un  
30 material no metálico para aislar mejor el sistema del líquido cargado eléctricamente, las partículas pueden adherirse y acumularse en las paredes de la cámara de secado, lo que requiere una limpieza que requiere mucho tiempo y que interrumpe el uso del sistema. Además, el polvo seco muy fino dentro de la atmósfera de aire caliente en la cámara de secado puede crear una condición explosiva peligrosa debido a una chispa involuntaria o un mal funcionamiento de la boquilla de pulverización electrostática u otros componentes del sistema.

Dichos sistemas de secadores por pulverización también deben ser operativos para secar por pulverización diferentes  
35 formas de suspensiones líquidas. En la industria de los sabores, por ejemplo, puede ser necesario hacer funcionar el sistema con un ingrediente saborizante de cítricos en una ejecución, mientras que en el funcionamiento siguiente se utiliza un ingrediente saborizante de café. El material saborizante residual que se adhiere a las paredes de la cámara de secado puede contaminar el gusto de los productos procesados posteriormente. En el ámbito farmacéutico, por supuesto, es imprescindible que las ejecuciones sucesivas de productos farmacéuticos no sufran contaminación cruzada.

Los sistemas de secadores por pulverización existentes además carecían de una fácil versatilidad. A veces se desea  
40 procesar lotes más pequeños de un producto para secar que no requiera la utilización de todo el sistema de secado grande. Además, puede ser deseable alterar la manera en que se pulveriza y seca el material en el sistema para aplicaciones concretas. Aún en otros procesamientos, puede ser deseable que las partículas finas se aglomeren durante el secado para facilitar mejor la utilización final, tal como cuando se disuelve más rápidamente en los líquidos  
45 con los que se utiliza. Sin embargo, los pulverizadores existentes no se prestan a modificaciones fáciles para adaptarse a dichos cambios en los requisitos de procesamiento.

Además, los secadores por pulverización tienden a generar partículas muy finas que pueden permanecer en el aire  
50 en el gas de secado que sale del sistema de secado y que deben filtrarse del gas que sale del sistema. Esta materia particulada puede obstruir rápidamente los filtros, lo cual impide el funcionamiento eficaz del secador y requiere una limpieza frecuente de los filtros. Los secadores por pulverización existentes también han utilizado habitualmente una separación ciclónica compleja y disposiciones de filtro para eliminar materia particulada transmitida por el aire. Dicho equipo es caro y requiere un mantenimiento y una limpieza costosos.

**Objetos y compendio de la invención**

Un objeto de la presente invención es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostático adaptado para un funcionamiento más eficaz y versátil.

5 Otro objeto es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática como el caracterizado anteriormente que sea de tamaño relativamente pequeño y de funcionamiento más fiable.

Otro objeto más es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática que tenga una altura relativamente corta y que pueda instalarse y operarse en ubicaciones sin requisitos especiales de construcción o techo.

Un objeto adicional es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática del tipo anterior que sea eficaz para secar por pulverización diferentes lotes de productos sin contaminación cruzada.

10 Otro objeto más es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática del tipo anterior que sea fácilmente modificable, tanto en tamaño como en técnicas de procesamiento, para aplicaciones de secado particulares.

Un objeto adicional es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática que es operativo para secar polvos de una manera que permita que las partículas finas se aglomeren en una forma que facilite mejor la utilización posterior.

15 Otro objeto más es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática que pueda funcionar eficazmente con menores requisitos de calentamiento y, por tanto, de forma más económica. Un objeto relacionado es proporcionar un sistema de secador por pulverización de dicho tipo que sea operativo para secar eficazmente compuestos sensibles a la temperatura.

20 Otro objeto es proporcionar un sistema modular de secador por pulverización electrostática en el que los módulos se puedan utilizar de forma selectiva para requisitos de secado de diferentes capacidades y que se preste a reparación, mantenimiento y sustitución de los de módulos sin apagar el funcionamiento del sistema de secador por pulverización.

25 Otro objeto más es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática del tipo anterior que sea menos susceptible a fallos eléctricos y explosiones peligrosas debido al polvo fino y la atmósfera de calentamiento dentro de la cámara de secado del sistema. Un objeto relacionado es proporcionar un control para dicho sistema de secador por pulverización que sea eficaz para monitorizar y controlar posibles fallos eléctricos del sistema.

Otro objeto es proporcionar un sistema de secador por pulverización de dicho tipo que tenga un sistema de filtro para eliminar de forma más eficaz y eficiente la materia particulada transmitida por el aire del gas de secado que sale del secador y con menores requisitos de mantenimiento.

30 Un objeto adicional es proporcionar un sistema de secador por pulverización como el caracterizado anteriormente en el que el sistema de filtro de gas de secado incluye medios para eliminar automática y más eficazmente la acumulación de materia particulada en los filtros.

Otro objeto más es proporcionar un sistema de secador por pulverización electrostática de este tipo que sea de construcción relativamente sencilla y se preste a una fabricación económica.

35 Otros objetos y ventajas de la invención serán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada con referencia a los dibujos.

**Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en alzado lateral de la torre de procesamiento de polvo del sistema de secador por pulverización ilustrado;

la figura 2 es una sección vertical de la torre de procesamiento de polvo que se muestra en la figura 1;

40 la figura 3 es una perspectiva en despiece de la torre de procesamiento de polvo ilustrada;

la figura 3A es una vista en planta de un revestimiento flexible no permeable desensamblado que se puede utilizar con la torre de procesamiento de polvo ilustrada;

la figura 3B es una vista en planta de una realización alternativa de un revestimiento parecido al que se muestra en la figura A1, pero hecho de un material de filtro permeable;

45 la figura 3C es una vista en planta de otra realización alternativa del revestimiento, en este caso hecho en parte de un material no permeable y en parte de un material de filtro permeable, utilizable con la torre de procesamiento de polvo ilustrada;

la figura 3D es una vista en planta de otra realización alternativa del revestimiento, en este caso hecho de un material rígido no conductor, no permeable, utilizable con la torre de procesamiento de polvo ilustrada;

## ES 2 987 848 T3

- la figura 4 es una vista superior ampliada de la tapa o tapón superior de la torre de procesamiento de polvo ilustrada con una boquilla de pulverización electrostática que se sostiene centralmente en la misma;
- la figura 5 es una vista lateral de la tapa superior y del ensamblaje de la boquilla de pulverización que se muestra en la figura 4;
- 5 la figura 6 es una sección vertical ampliada del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática ilustrado;
- la figura 7 es una sección fragmentaria ampliada del cabezal de soporte de boquilla del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática ilustrado;
- la figura 8 es una sección fragmentaria ampliada del extremo de descarga del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática ilustrado;
- 10 la figura 8A es una sección fragmentaria, parecida a la figura 8, que muestra el ensamblaje de la boquilla de pulverización con la punta de pulverización de descarga alterada para facilitar la pulverización de líquidos más viscosos;
- la figura 9 es una sección transversal del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática ilustrado tomado en la línea 9-9 de la figura 8;
- 15 la figura 10 es una sección fragmentaria ampliada del cono de recogida de polvo y de la carcasa del elemento de filtro de la torre de procesamiento de polvo ilustrada;
- la figura 10A es una perspectiva en despiece del cono de recogida de polvo y de la carcasa del elemento de filtro que se muestran en la figura 10;
- 20 la figura 11 es una vista en alzado lateral, en sección parcial, de una realización alternativa de la carcasa del elemento de filtro para su uso con la torre de procesamiento de polvo ilustrada;
- la figura 11A es una sección fragmentaria ampliada de uno de los filtros de la carcasa del filtro que se muestra en la figura 11, que muestra un dispositivo de limpieza de filtro por pulsos de gas inverso del mismo en un estado no operativo;
- 25 la figura 11B es una sección fragmentaria ampliada, parecida a la figura 11A, que muestra el dispositivo de limpieza del filtro de aire por pulsos de gas inverso en una condición operativa;
- la figura 12 es una vista en alzado lateral de una realización alternativa de una carcasa del elemento de filtro y una cámara de recogida de polvo;
- 30 la figura 12A es una vista en planta superior de la carcasa del elemento de filtro y de la cámara de recogida de polvo que se muestran en la figura 12; la figura 12B es una vista parcial ampliada y en corte de la carcasa del elemento de filtro y de la cámara de recogida de polvo que se muestran en la figura 12;
- la figura 12C es una perspectiva en despiece de la carcasa del elemento de filtro y de una cámara impelente más arriba de la dirección del aire asociada que se muestra en la figura 12;
- 35 la figura 13 es una sección fragmentaria que muestra la disposición de sujeción para afianzar la cubierta superior a la cámara de secado con un ensamblaje de anillo separador del revestimiento superior asociado;
- la figura 13A es una sección fragmentaria, parecida a la figura 12, pero que muestra la disposición de sujeción para afianzar la cámara de secado al cono de recogida de polvo con un ensamblaje de anillo de separación del revestimiento inferior asociado;
- la figura 14 es una vista fragmentaria ampliada de uno de los elementos de fijación ilustrados;
- la figura 15 es un esquema del sistema de secador por pulverización ilustrado;
- 40 la figura 15A es un esquema de una realización alternativa de un secador por pulverización operativo para enfriamiento por pulverización de corrientes de flujo fundidas en partículas solidificadas;
- la figura 16 es una sección fragmentaria que muestra la bomba de suministro de fluido y su motor de accionamiento asociado para el sistema de secado por pulverización ilustrado;
- 45 la figura 16A es una sección vertical de la bomba de suministro de fluido ilustrada sostenida dentro de una carcasa exterior no conductora;
- la figura 17 es una vista superior ampliada del revestimiento aislante ilustrado y su ensamblaje de soporte de anillo de separación;

- la figura 18 es una vista superior ampliada, parecida a la figura 17, pero que muestra un ensamblaje de anillo de separación que sostiene un revestimiento aislante de diámetro más pequeño;
- la figura 19 es una vista en alzado lateral ampliada de la tapa superior de la torre de procesamiento de polvo ilustrada que sostiene una pluralidad de ensamblajes de boquillas de pulverización electrostática;
- 5 la figura 20 es una vista posterior de la tapa superior que se muestra en la figura 19;
- la figura 21 es una sección vertical de la torre de procesamiento de polvo ilustrada, modificada para sostener la boquilla de pulverización electrostática centralmente adyacente al fondo de la cámara de secado de la misma en la dirección hacia arriba del líquido pulverizado para secar;
- 10 la figura 22 es una vista esquemática en alzado lateral del soporte del montaje inferior del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática que se muestra en la figura 21;
- la figura 23 es una vista superior del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática y del soporte del montaje inferior que se muestra en la figura 22;
- la figura 24 es una sección ampliada de una de las varillas de soporte para el soporte del montaje inferior de la boquilla de pulverización que se muestra en las figuras 22 y 23;
- 15 la figura 25 es un gráfico que muestra configuraciones alternativas para el sistema de secado de polvo ilustrativo;
- la figura 25A es un esquema de una realización alternativa de un sistema de secador por pulverización en el que se introduce gas nitrógeno fresco en la línea de recirculación de gas del sistema;
- la figura 25B es un esquema de otra realización alternativa de un sistema de secador por pulverización que utiliza un ensamblaje de separador ciclónico/bolsa de filtro para filtrar la materia particulada de una corriente de gas de secado recirculante;
- 20 la figura 25C es una realización alternativa, parecida a la figura 25B, y en la que las partículas finas secas separadas en el separador ciclónico se reintroducen en la cámara de secado;
- la figura 25D es otra realización alternativa del sistema de secador por pulverización que tiene una pluralidad de filtros de lecho fluidizado para filtrar materia particulada del gas de secado recirculante;
- 25 la figura 26 es un diagrama de flujo para un procedimiento de funcionamiento de un procedimiento de recuperación de fallos del generador de tensión para su uso en un sistema de secador por pulverización electrostática según la divulgación;
- la figura 27 es un diagrama de flujo para un procedimiento de modulación de una anchura de pulso en una boquilla de pulverización electrostática para su uso en un sistema de secador por pulverización electrostática según la divulgación;
- 30 la figura 28 es una representación esquemática de una vista superior de un sistema modular de secador por pulverización que tiene una pluralidad de torres de procesamiento de polvo;
- la figura 29 es una vista en planta frontal del sistema modular de secador por pulverización que se muestra en la figura 28; y
- 35 la figura 30 es una vista superior del sistema modular de secador por pulverización, parecida a la figura 28, pero que tiene torres de procesamiento de polvo adicionales.

Si bien la invención es susceptible de diversas modificaciones y construcciones alternativas, en los dibujos se han mostrado determinadas realizaciones ilustrativas de la misma y se describirán a continuación en detalle.

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- 40 Con referencia a continuación más en particular a los dibujos, se muestra un sistema 10 de secado por pulverización ilustrativo según la invención que incluye una torre 11 de procesamiento que comprende una cámara 12 de secado en forma de una estructura cilíndrica vertical, una disposición de cierre superior en forma de una cubierta o tapa 14 para la cámara 12 de secado que tiene una entrada 15 de aire de calentamiento y un ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización de líquido, y una disposición de cierre inferior en forma de un cono 18 de recogida de polvo que se sostiene en el fondo de la cámara 12 de secado, una carcasa 19 del elemento de filtro a través del cual se extiende el cono 18 de recogida de polvo que tiene una salida 20 de escape de aire de calentamiento, y una cámara 21 de recogida de polvo inferior. La cámara 12 de secado, el cono 18 de recogida, la carcasa 19 del elemento de filtro y la cámara 21 de recogida de polvo están todos fabricados preferentemente de acero inoxidable. La cubierta 14 superior está hecha preferiblemente de plástico u otro material no conductor y en este caso sostiene centralmente el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización. La entrada 15 de aire de calentamiento ilustrada está orientada para
- 50

dirigir aire caliente al interior de la cámara 12 de secado en una dirección de turbulencia tangencial. Un armazón 24 sostiene la torre 11 de procesamiento en posición vertical.

Según un aspecto importante de esta realización, el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización, como se representa mejor en las figuras 6-9, es un ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática asistida por aire presurizado para dirigir una pulverización de partículas cargadas electrostáticamente hacia la cámara 12 del secador para un secado rápido y eficaz de suspensiones líquidas en la forma de polvo deseada. El ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización ilustrado, que puede ser de un tipo divulgado en la solicitud internacional PCT/US2014/056728, incluye un cabezal 31 de soporte de boquilla, un barril o cuerpo 32 de boquilla alargado que se extiende en sentido descendente desde el cabezal 31, y un ensamblaje 34 de punta de pulverización de descarga en un extremo en sentido descendente del cuerpo 32 de boquilla alargado. El cabezal 31 en este caso está hecho de plástico u otro material no conductor y está formado con un paso 36 radial de entrada de líquido que recibe y se comunica con un accesorio 38 de entrada de líquido para acoplarse a una línea 131 de suministro que se comunica con un suministro de líquido. Se entenderá que el líquido de suministro puede ser cualquiera de una variedad de suspensiones o líquidos similares que se pueden secar en forma de polvo, incluidas suspensiones líquidas que tienen un disolvente, tal como agua, un ingrediente deseado, tal como un saborizante, alimento, un producto farmacéutico o similar, y un vehículo de modo que, al secarse en forma de polvo, el ingrediente deseado quede encapsulado dentro del vehículo como se conoce en la técnica. También se pueden usar otras formas de suspensiones, incluidos líquidos que no incluyen un vehículo o requieren la encapsulación de los productos secos.

En este caso, el cabezal 31 de soporte de boquilla está formado además con un paso 39 de entrada de atomización de aire presurizado radial situado más abajo de dicho paso 36 de entrada de líquido que recibe y se comunica con un accesorio 40 de entrada de aire acoplado a un suministro de gas presurizado adecuado. El cabezal 31 también tiene un paso radial 41 situado más arriba del paso 36 de entrada de líquido que recibe un accesorio 42 para afianzar un cable de alta tensión 44 conectado a una fuente de alta tensión y que tiene un extremo 44a que se extiende dentro del paso 41 en relación de contacto eléctrico contigua con respecto a un electrodo 48 que se sostiene axialmente dentro del cabezal 31 y que se extiende en sentido descendente del paso 36 de entrada de líquido.

Para permitir el paso de líquido a través del cabezal 31, el electrodo 48 está formado con un paso 49 axial interno que se comunica con el paso 36 de entrada de líquido y se extiende en sentido descendente a través del electrodo 48. El electrodo 48 está formado con una pluralidad de pasos 50 radiales que se comunican entre el paso 36 de entrada de líquido y el paso 49 axial interno. El electrodo ilustrado 48 tiene un buje 51 radial que se extiende externamente en sentido descendente y que se ajusta dentro de un canal de corte avellanado del cabezal 31 con una junta tórica 52 de sellado interpuesta entre ellos.

El cuerpo 32 alargado tiene la forma de un miembro 55 de cuerpo cilíndrico exterior hecho de plástico u otro material no conductor adecuado, que tiene un extremo 55a en sentido ascendente acoplado de forma roscada dentro de un orificio roscado del cabezal 31 con una junta tórica 56 de sellado interpuesta entre el miembro 55 de cuerpo cilíndrico y el cabezal 31. Un tubo 58 de alimentación de líquido, hecho de acero inoxidable u otro metal eléctricamente conductor, se extiende axialmente a través del miembro 55 de cuerpo cilíndrico exterior para definir un paso 59 de flujo de líquido que comunica líquido entre el paso 49 de líquido del electrodo axial y el ensamblaje 34 de la punta de pulverización de descarga y para definir un paso 60 anular de atomización del aire entre el tubo 58 de alimentación de líquido y el miembro 55 de cuerpo cilíndrico exterior. Un extremo en sentido ascendente del tubo 58 de alimentación de líquido que sobresale por encima del extremo 55a de entrada roscado del cuerpo 55 de boquilla cilíndrico exterior encaja dentro de un orificio 65 cilíndrico que se abre hacia abajo en el buje 51 del electrodo en relación de conducción eléctrica. Con el electrodo 48 cargado por el cable 44 de alta tensión, se observará que la alimentación de líquido al paso 36 de entrada se cargará eléctricamente durante su recorrido a través del paso 49 del electrodo y el tubo 58 de alimentación de líquido en toda la longitud del cuerpo 32 de boquilla alargado. En este caso, el gas presurizado se comunica a través del paso 39 de entrada de aire radial alrededor del extremo en sentido ascendente del tubo 58 de alimentación de líquido y luego dentro del paso 60 de aire anular entre el tubo 58 de alimentación de líquido y el miembro 55 de cuerpo cilíndrico exterior.

El tubo 58 de alimentación de líquido está dispuesto en una relación de contacto eléctrico con el electrodo 48 para cargar eléctricamente líquido de manera eficaz a lo largo de su paso desde el cabezal 31 y a través del miembro alargado del cuerpo 32 de boquilla hasta el ensamblaje 34 de la punta de pulverización de descarga. Con ese fin, el ensamblaje 34 de la punta de pulverización de descarga incluye una punta 70 de pulverización que tiene una sección 71 cilíndrica en sentido ascendente en relación circundante con respecto a un extremo en sentido descendente del tubo 58 de alimentación de líquido con una junta tórica 72 de sellado interpuesta entre ellas. La punta 70 de pulverización incluye una sección intermedia cónica o ahusada hacia dentro 74 y una sección 76 de punta cilíndrica en sentido descendente que define un paso 75 de flujo cilíndrico y un orificio 78 de descarga de líquido de la punta 70 de pulverización. La punta 70 de pulverización en este caso tiene un reborde 78 de retención radial segmentada que se extiende hacia fuera de la sección 71 cilíndrica en sentido ascendente que define una pluralidad de pasos 77 de aire, como resultará evidente.

Para canalizar líquido desde el tubo 58 de alimentación hacia y a través de la punta 70 de pulverización mientras se continúa cargando electrostáticamente el líquido a medida que se dirige a través de la punta 70 de pulverización, se sostiene una unidad 80 de pasador eléctricamente conductora dentro de la punta 70 de pulverización en relación

contigua eléctricamente conductora con respecto al extremo en sentido descendente del tubo 58 de alimentación. La unidad 80 de pasador en este caso comprende una sección 81 cilíndrica del buje en sentido ascendente formada con una sección 82 de pared cónica en sentido descendente que se sostiene dentro de la sección 74 cónica intermedia de la punta 70 de pulverización. La sección 81 cilíndrica del buje está formada con una pluralidad de vías de paso 83 de flujo de líquido radiales (figura 8) espaciadas circunferencialmente que se comunican entre el tubo 58 de alimentación de líquido y la sección 75 de paso de la punta de pulverización cilíndrica. Se observará que la unidad 80 de pasador eléctricamente conductora, cuando está asentada dentro de la punta 70 de pulverización, sostiene físicamente en relación contigua el extremo en sentido descendente del tubo 58 de alimentación de líquido.

Para concentrar la carga eléctrica en el líquido que se descarga desde la punta de pulverización, la unidad 80 de pasador tiene un pasador 84 del electrodo central que se extiende hacia abajo y se sostiene en relación concéntrica con respecto al paso 75 de la punta de pulverización de modo que el orificio de descarga de líquido 78 está dispuesto anularmente alrededor del pasador 84 del electrodo. El pasador 84 del electrodo tiene un extremo puntiagudo gradualmente ahusado que se extiende una distancia, tal como entre aproximadamente  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{2}$  pulgada, más allá del orificio 78 de descarga de la punta de pulverización anular. El mayor contacto del líquido alrededor del pasador 84 saliente del electrodo a medida que sale de la punta 70 de pulverización mejora aún más la concentración de la carga en el líquido que se descarga para mejorar la descomposición y distribución de las partículas líquidas.

De forma alternativa, como se representa en la figura 8A, cuando se pulverizan líquidos más viscosos, el ensamblaje 34 de la punta de pulverización de descarga puede tener una sección 81 del buje, parecida a la descrita anteriormente, pero sin el pasador 84 del electrodo central que se extiende hacia abajo. Esta disposición proporciona un paso más libre del líquido más viscoso a través de la punta de pulverización, mientras que la carga electrostática para descargar el líquido todavía mejora la descomposición del líquido para un secado más eficaz de dichos líquidos viscosos.

El ensamblaje 34 de la punta de pulverización de descarga incluye además una tapa 90 de aire o gas dispuesta alrededor de la punta 70 de pulverización que define un paso 91 anular de atomización del aire alrededor de la punta 70 de pulverización y que retiene la punta 70 de pulverización, la unidad 80 de pasador y el tubo 58 de alimentación de líquido en relación conductora ensamblada entre sí. La tapa 90 de aire define en este caso una sección cónica de paso de flujo de aire presurizado 91a alrededor del extremo en sentido descendente de la punta 70 de pulverización que se comunica a través de los pasos de aire 77 circunferencialmente espaciados en el reborde 78 de retención de la punta de pulverización con el paso 60 de aire anular entre el tubo 58 de alimentación de líquido y el miembro 55 de cuerpo cilíndrico exterior para dirigir una corriente de descarga de gas o aire presurizado a través de un orificio 93 de descarga anular alrededor del saliente 76 de la punta de pulverización y el líquido que se descarga desde el orificio 78 de descarga de líquido de la punta de pulverización. Para retener los componentes internos de la boquilla de pulverización en una relación ensamblada, la tapa 90 de aire tiene un extremo 95 cilíndrico en sentido ascendente en acoplamiento roscado alrededor de un extremo roscado exterior situado más abajo del miembro 55 cilíndrico exterior. La tapa 90 de aire tiene un canal de corte avellanado 96 que recibe y sostiene el reborde 78 radial segmentado de la punta 70 de pulverización para sostener la punta 70 de pulverización y, por tanto, la unidad 80 de pasador y el tubo 58 de alimentación de líquido en relación de conducción eléctrica con el electrodo 48 en sentido ascendente.

El ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización puede funcionar para descargar una pulverización de partículas líquidas cargadas electrostáticamente en la cámara 12 de secado. En la práctica, se ha descubierto que el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática ilustrado puede funcionar para producir gotitas de partículas líquidas extremadamente finas, tal como del orden de 70 micras de diámetro. Como resultará evidente, debido a la naturaleza de descomposición y repulsión de dichas partículas finas de pulverización de líquido y del gas de secado calentado que se introduce en la cámara de secado, tanto desde la entrada 15 de aire de calentamiento como desde el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización asistida por aire, las partículas de líquido son susceptibles de un secado rápido y eficaz en forma de partículas finas. Se entenderá que, si bien se ha descubierto que el ensamblaje 16 de boquilla de pulverización electrostática ilustrado tiene una utilidad concreta en relación con la invención de la materia, podrían usarse otras boquillas y sistemas de pulverización electrostática, incluyendo boquillas de pulverización giratorias hidráulicas electrostáticas y boquillas de pulverización electrostática de alto volumen y baja presión de tipos conocidos.

De acuerdo con una característica importante adicional de la presente realización, la cámara 12 de secado tiene un revestimiento 100 aislante interno no metálico dispuesto en una relación espaciada concéntrica con respecto a la superficie de la pared interior 12 de la cámara 12 de secado en la que se descargan partículas cargadas electrostáticamente de pulverización líquida desde el ensamblaje 16 de la boquilla se descarga. Como se representa en la figura 2, el revestimiento tiene un diámetro  $d$  menor que el diámetro interno  $d_1$  de la cámara 12 de secado para proporcionar una separación 101 de aire aislante, preferiblemente por lo menos aproximadamente 2 pulgadas (aproximadamente 5 cm), con la superficie 12a de la pared exterior de la cámara 12 de secado, pero se pueden utilizar otras dimensiones. En esta realización, el revestimiento 100 no es estructural y está hecho preferiblemente de un material 100a plástico flexible no permeable (figuras 3 y 3A). De forma alternativa, como resultará evidente, puede estar hecho de un material rígido, no permeable y no conductor 100c (figura 3D), un material de filtro permeable 100b (figura 3B), o en parte un material no permeable 100a y en parte un material de filtro permeable 100b (figura 3C).

Según otro aspecto de la presente realización, la torre 11 de procesamiento tiene una construcción ensamblada de desconexión rápida que facilita el ensamblaje y el montaje del revestimiento 100 anular en relación aislada eléctricamente con respecto a la pared exterior de la cámara 12 de secado. Con este fin, el revestimiento 100 aislante

anular se sostiene en extremos opuestos por los respectivos ensamblajes 104 de los anillos de separación superior e inferior (figuras 1, 3, 13, 13A, 14 y 17). En este caso, cada ensamblaje de anillo 104 incluye un anillo 105 de separación cilíndrico interior al que está unido un extremo del revestimiento 100 y una pluralidad de espárragos 106 de separación, de polipropileno u otro plástico, no conductores, circunferencialmente espaciados, fijados en relación radial extendida hacia fuera con respecto al anillo 105 de separación. En la realización ilustrada, el extremo superior del revestimiento 100 se dobla sobre la parte superior del anillo 105 de separación del ensamblaje 104 de anillo superior y se fija al mismo mediante una junta 108 de goma anular configurada en U colocada sobre el extremo doblado del revestimiento 100 y el anillo 105 de separación (figura 13). El extremo inferior del revestimiento 100 está colocado de forma parecida alrededor de la parte inferior del anillo 105 de separación del ensamblaje 104 de anillo inferior y afianzado al mismo mediante una junta 108 de goma parecida (figura 13). En los extremos internos opuestos de los anillos 105 de separación cilíndricos de los ensamblajes 104 de los anillos también se sostienen juntas 108 de caucho parecidas para proteger el revestimiento 100 contra los daños provocados por los bordes expuestos de los anillos 105 de separación.

Para afianzar cada ensamblaje 104 de anillo de separación dentro de la cámara 12 de secado, está fijado un anillo 110 de montaje respectivo, por ejemplo, mediante soldadura, a un lado exterior de la cámara 12 de secado. Los tornillos 111 de montaje de acero inoxidable se extienden a través de aberturas alineadas en el anillo 110 de montaje y en la pared exterior de la cámara 12 de secado para acoplarse de manera roscada a los espárragos 106 aislantes de separación. En este caso, se proporciona una junta tórica 112 de goma alrededor del extremo de cada espárrago 106 de separación para sellar la pared interior de la cámara 12 de secado, y una arandela 114 de sellado unida con neopreno está dispuesta alrededor del cabezal de cada tornillo 111 de retención.

Para afianzar la cubierta 14 superior de la cámara de secado en su sitio sobre la cámara 12 de secado en una relación de sellado con respecto al ensamblaje 104 del anillo de separación superior, se afianza una matriz 120 anular (figuras 1 y 2) de ensamblajes 121 de enclavamiento liberables espaciados al anillo 110 de montaje (figuras 13-14) en ubicaciones espaciadas circunferencialmente intermedias de los espárragos 106 de separación. Los ensamblajes 121 de enclavamiento pueden ser de un tipo conocido que tiene un gancho 122 de tracción que se extiende hacia arriba, colocable sobre un borde marginal superior de la cubierta 14 y que se tira hacia abajo a una posición de bloqueo como consecuencia del movimiento pivotante hacia abajo de un brazo 124 de enclavamiento a una posición de bloqueo para retener la cubierta 14 superior contra la junta 108 en forma de U alrededor del borde superior del anillo 105 de separación y una junta 126 anular parecida en forma de U de gran diámetro alrededor de un borde superior de la cámara 12 de secado cilíndrica. Los ensamblajes 121 de enclavamiento pueden desbloquearse fácilmente mediante un movimiento pivotante inverso de los ganchos 124 de enclavamiento para mover los ganchos 122 de tracción hacia arriba y hacia fuera para poder retirar la cubierta 14 superior cuando sea necesario. Se proporciona una matriz 120a anular parecida de ensamblajes 121 de enclavamiento alrededor de un anillo 110 de montaje adyacente al fondo de la cámara 12 de secado, que en este caso tiene ganchos 124 de tracción colocados hacia abajo en relación superpuesta con un reborde 129 que se extiende hacia fuera del cono 18 de recogida para retener el reborde 129 del cono 18 de recogida en una relación de sellado con respecto a las juntas 108, 126 de goma alrededor del borde inferior del anillo 105 de separación y el borde cilíndrico inferior de la cámara 12 de secado (figura 13A). Se entenderá que para aplicaciones concretas el revestimiento 100, las juntas tóricas y otras juntas 108, 126 de sellado pueden estar hechos o no de materiales que cumplan con la FDA.

Durante el funcionamiento del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática, el líquido suministrado al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática desde un suministro de líquido, que en este caso es un depósito 130 de retención de líquido como se representa en la figura 15, se dirige por el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática a una zona 127 de secado eficaz definida por el revestimiento 100 anular. El líquido se suministra desde el depósito 130 de retención de suministro de líquido a través de una línea 131 de suministro o administración de líquido conectada al accesorio 38 de entrada de líquido del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización por medio de una bomba 132, que preferiblemente es una bomba dosificadora peristáltica que tiene un sistema de rodillos de dirección de líquido operativo de manera convencional. La bomba 132 dosificadora peristáltica en este caso, como se representa en la figura 16A, comprende tres rodillos 33 de bomba de plástico aislados eléctricamente dentro de una carcasa 37 de bomba de plástico. La línea 131 de suministro o administración de líquido en este caso es una tubería blindada eléctricamente, y la cámara de secado 12 de acero inoxidable está preferiblemente conectada a tierra mediante una línea de tierra aprobada a través del armazón 24 de soporte al que está afianzada con contacto de metal a metal.

Un controlador 133 electrónico está conectado de forma operativa a los diversos actuadores y dispositivos eléctricos o electrónicos del sistema de secador por pulverización electrostática tales como un motor 134 eléctrico, la bomba 132, el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización de líquido, un generador de alta tensión que proporciona tensión eléctrica al cable 44 de alta tensión, y otros, y funciona para controlar su funcionamiento. Si bien se muestra un único controlador, se debe apreciar que se puede utilizar una disposición de controlador distribuido que incluya más de un controlador. Como se muestra, el controlador 133 es capaz de funcionar en respuesta a un programa tal como un controlador de lógica programable. Las diversas conexiones operativas entre el controlador 133 y los otros componentes del sistema se omiten en la figura 15 para una mayor claridad.

Según un aspecto adicional de la presente realización, la bomba 132 se hace funcionar mediante el motor 134 eléctrico (figura 16) dispuesto en una relación eléctricamente aislada con respecto a la bomba 132 y la línea 131 de suministro de líquido que acopla la bomba 132 al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización para impedir una carga eléctrica

al motor 134 procedente del líquido cargado electrostáticamente por el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización. Con ese fin, el motor 134 de accionamiento tiene un eje 135 de salida acoplado a un eje de accionamiento del cabezal de la bomba 136 mediante un segmento 138 de accionamiento eléctricamente no conductor, tal como hecho de nailon rígido, que aísla la bomba 132 del motor 134 de accionamiento eléctrico. El segmento 138 de accionamiento no conductor en la realización ilustrada tiene un diámetro de aproximadamente 1,5 pulgadas (aproximadamente 3,8 cm) y una longitud axial de aproximadamente 5 pulgadas (aproximadamente 12,7 cm). El eje 135 de accionamiento del motor eléctrico en este caso lleva una placa de sujeción 139 que se fija al segmento 138 de accionamiento no conductor mediante tornillos 141. El eje 136 de accionamiento del cabezal de la bomba lleva de forma parecida una placa 140 de sujeción fijada mediante tornillos 141 al extremo opuesto del segmento 138 de accionamiento no conductor.

Un generador 222 de tensión electrostática está conectado eléctricamente al ensamblaje 16 de la boquilla por medio de una línea 224 eléctrica para proporcionar una tensión que carga electrostáticamente las gotitas de líquido pulverizadas. En la realización ilustrada, la línea 224 eléctrica incluye un elemento 226 de resistencia variable, que es opcional y que puede ajustarse de forma manual o automática para controlar la tensión y la corriente proporcionados al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización. Un cable 228 de conexión a tierra opcional también está conectado eléctricamente entre la línea 131 de suministro de líquido y una conexión a tierra 232. El cable 228 de conexión a tierra incluye una resistencia 230 variable que puede ajustarse de forma manual o automática para controlar una tensión que está presente en el fluido. En la realización ilustrada, el cable de conexión a tierra se coloca antes de la bomba 132 para controlar el estado de carga eléctrica del fluido proporcionado al sistema. El sistema puede incluir además sensores que comunican el estado cargado del fluido al controlador 133 de modo que el sistema pueda monitorizar automáticamente y controlar de forma selectiva el estado de carga del líquido al controlar la resistencia de la resistencia 230 de conexión a tierra variable para purgar la carga de la línea de líquido en el sistema.

El motor 134 de accionamiento, que también está apropiadamente conectado a tierra, en este caso se sostiene dentro de una carcasa 144 de montaje de motor de plástico no conductora. El depósito 130 de retención de líquido ilustrado se sostiene en una báscula 145 de líquido que permite monitorizar la cantidad de líquido en el depósito 130, y se proporciona una barrera 146 de aislamiento eléctrico entre el lado inferior del depósito 130 de retención de líquido y la báscula 145. Se entenderá que, en lugar de la bomba 132 peristáltica, se podrían usar recipientes a presión de plástico y otros tipos de bombas y sistemas de administración de líquido que pueden aislarse eléctricamente de su sistema de funcionamiento eléctrico.

El gas presurizado dirigido al accesorio 18 de entrada de aire de atomización del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización en este caso se origina a partir de un suministro 150 de nitrógeno a granel que se comunica con el accesorio 18 de entrada de aire de atomización del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización por medio de una línea 151 de suministro de gas (figura 15). Se proporciona un calentador 152 de gas en la línea 151 de suministro para permitir que se suministre gas nitrógeno inerte seco al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización a una temperatura y presión controladas. Se entenderá que si bien se describe el nitrógeno como gas de atomización en relación con la presente realización, se podrían usar otros gases inertes, o se podrían usar otros gases con aire siempre que el nivel de oxígeno dentro de la cámara de secado se mantenga por debajo de un nivel que crearía una atmósfera de combustión con las partículas de polvo seco dentro de la cámara de secado que se puede encender a partir de una chispa u otro mal funcionamiento eléctrico del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática u otros elementos controlados electrónicamente del sistema de secado.

Según otro aspecto importante de la presente realización, el gas de atomización de nitrógeno calentado suministrado al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización y dirigido a la cámara 12 de secado como consecuencia de la atomización del líquido que se pulveriza en la cámara 12 de secado se recircula de forma continua a través de la cámara 12 de secado como medio de secado. Como se entenderá con referencia adicional a la figura 15, el gas de secado introducido en la cámara 12 de secado tanto desde la entrada 15 de gas de secado como desde el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización circulará a lo largo de la cámara 12 de secado secando de forma eficaz las partículas líquidas cargadas electrostáticamente pulverizadas en la cámara 12 de secado en forma de polvo. El polvo seco migrará a través del cono 18 de recogida de polvo hacia la cámara 21 de recogida de polvo, donde se puede retirar por medios apropiados, ya sea manualmente o por otros medios automatizados.

El cono 18 de recogida de polvo ilustrado, como se representa mejor en las figuras 10 y 10A, tiene una sección 155 cilíndrica superior, una sección intermedia cónica ahusada hacia dentro 156 y una sección 158 cilíndrica inferior de administración de polvo que se extiende centralmente a través de la carcasa 19 del elemento de filtro para canalizar el polvo seco en la cámara 21 de recogida de polvo. La carcasa 19 del elemento de filtro en este caso tiene un par de filtros 160 HEPA anulares apilados verticalmente montados en una relación espaciada circundante hacia fuera con respecto a las secciones inferiores del cono 18 de recogida de polvo. El cono 18 de recogida de polvo ilustrado tiene un reborde 161 radial que se extiende hacia fuera intermedio de sus extremos colocados sobre el filtro 160 superior en la carcasa 19 del elemento de filtro con un sellado 162 anular interpuesto entre el reborde 161 radial y la carcasa 19 del elemento de filtro. Si bien la mayor parte del polvo seco caerá hacia abajo a través del cono 18 de recogida hacia la cámara 19 de recogida de polvo, solo las partículas más finas permanecerán arrastradas en el gas de secado a medida que migra hacia arriba alrededor de las secciones inferiores del cono 18 de recogida de polvo y luego hacia fuera a través de los filtros 160 HEPA que restringen y filtran el polvo fino, antes de salir a través de la salida 20 de gases de escape de la carcasa 19 del filtro.

De forma alternativa, como se representa en las figuras 11, 11A y 11B, se puede usar una carcasa 19a del elemento de filtro que comprende una pluralidad de filtros 160a cilíndricos espaciados circunferencialmente que están montados en una relación vertical dependiente a partir de un panel 163 de soporte transversal intermedio de una carcasa 19a. El gas latente con partículas de polvo dirigido desde el cono 18 de recogida a una cámara de recogida inferior fluye transversalmente a través de los filtros 160a en una cámara impelente 164 de escape común dentro de la carcasa 19a del elemento de filtro por encima del panel 163 de soporte transversal para la comunicación a través de un puerto 20a de salida con las partículas restringidas del flujo de aire por los filtros 160a. Para limpiar periódicamente los filtros 160a, los filtros 160a cada uno tiene un respectivo dispositivo 167 de limpieza de filtros de aire por pulso inverso de un tipo que se divulga en la patente estadounidense 8.876.928 asignada al mismo solicitante que la presente solicitud, cuya divulgación se incorpora en la presente memoria por referencia. Cada uno de los dispositivos 167 de limpieza de filtros de aire por pulso inverso tiene una línea 167a de suministro de gas respectiva para acoplar a un suministro de aire pulsado.

Los dispositivos 21 de limpieza de filtros de aire por pulso inverso ilustrados, como se representa en las figuras 11A y 11B, cada uno incluye una boquilla 240 de pulso inverso que tiene una entrada 241 de gas en una pared superior de la cámara impelente 164 de escape fijada por un retenedor 242 anular para la conexión a la línea de suministro de gas 167a comprimido acoplada a una fuente de gas presurizado, tal como nitrógeno. La boquilla 240 tiene una construcción de fondo cilíndrico cerrado que define una vía de paso 244 de aire interior hueca que se extiende desde la entrada 241 a través de la cámara impelente 164 de escape y sustancialmente a lo largo de la longitud del filtro 160a. La boquilla 240 está formada con una pluralidad de orificios 246 de descarga de diámetro relativamente grande en una sección dentro de la cámara impelente 164 de escape y una pluralidad de orificios 248 de descarga de aire de tamaño más pequeño en la longitud de la boquilla 240 dentro del filtro 160a.

Para interrumpir el flujo de gas de proceso desde la carcasa 19a del elemento de filtro a la cámara impelente 164 de escape durante el funcionamiento de la boquilla 240 de pulso inverso, un émbolo 249 anular de corte del puerto de escape está dispuesto por encima de la boquilla 160a de pulso inverso para el movimiento axial dentro de la cámara impelente 164 de escape entre las posiciones de apertura y cierre del puerto de escape. Para controlar el movimiento del émbolo 249, se monta un cilindro 250 de émbolo de apertura inferior en una relación de sellado dependiente de la pared superior de la cámara impelente 164 de escape. El émbolo 249 ilustrado incluye un reborde 252 anular superior de sellado y guía de diámetro relativamente pequeño que tiene un perímetro exterior adaptado para un acoplamiento de sellado deslizante con el interior del cilindro 250 y un cabezal 254 de la válvula inferior de diámetro mayor dispuesta debajo del extremo terminal inferior del cilindro 250 para sellar el acoplamiento con un puerto 253 de escape en el panel 163. El émbolo 249 está hecho preferiblemente de un material elástico, y el reborde 252 superior de sellado y guía y el cabezal 254 de la válvula inferior tienen configuraciones en forma de copa o ahusadas hacia abajo.

El émbolo 249 está dispuesto para un movimiento axial limitado a lo largo de la boquilla 240 de pulso inverso y está desviado a una posición normalmente abierta o retraída, como se muestra en la figura 3, mediante un resorte 256 helicoidal fijado alrededor del perímetro exterior de la boquilla 240 de pulso inverso. Con el émbolo de la válvula 249 desviado a dicha posición, el gas de proceso fluye desde la carcasa 19a del elemento de filtro a través del filtro 160a, el puerto 253 de escape y hacia la cámara impelente 164 de escape.

Durante un ciclo de limpieza de gas de pulso inverso, se dirige un pulso de gas comprimido a través de la boquilla 240 de pulso inverso desde la línea 167a de entrada. A medida que el gas comprimido se desplaza a través de la boquilla 160a, primero se dirige a través de los orificios 246 de accionamiento del émbolo o de mayor diámetro hacia el cilindro 250 del émbolo por encima del reborde 252 de guía y sellado del émbolo y luego a través de los orificios 248 de boquilla de pulso inverso más pequeños. Dado que los orificios más grandes 249 proporcionan la trayectoria de menor resistencia, el gas primero fluye hacia el interior del cilindro 250 del émbolo y, a medida que aumenta la presión en el cilindro 250 del émbolo, fuerza al émbolo 249 hacia abajo contra la fuerza de desviación del resorte 256. Finalmente, la presión aumenta hasta un punto en el que supera la fuerza del resorte 256 y fuerza al émbolo 249 hacia abajo, hacia el puerto 253 de escape, sellándolo temporalmente. Después de que el émbolo 249 sella el puerto 253 de escape, el gas comprimido en el cilindro 250 del émbolo exterior ya no puede desplazar el émbolo 249 y la presión del gas en el cilindro 250 del émbolo aumenta hasta un punto en el que el gas comprimido luego es forzado a través de los orificios 248 de boquilla más pequeños y contra el filtro 160a para desprender la acumulación de materia particulada alrededor de su superficie exterior.

Después del pulso inverso de aire comprimido y el desprendimiento de las partículas acumuladas en el filtro 160a, la presión se disipará dentro del cilindro 250 del émbolo hasta el punto de que ya no contrarrestará el resorte 256. A continuación, el émbolo 249 se moverá hacia arriba bajo la fuerza del resorte 256 hasta su posición retraída o de reposo, desprecintando el puerto 253 de escape para el funcionamiento continuo del secador.

Todavía otra realización alternativa de una carcasa 270 del elemento de filtro de gas de escape y una cámara 271 de recogida de polvo montables en un extremo inferior de la cámara 12 de secado se representa en las figuras 12-12B. En este caso, una cámara impelente 272 superior en la dirección del polvo se puede montar en un lado inferior de la cámara 12 de secado alargada, la carcasa 270 del elemento de filtro incluye una pluralidad de filtros 274 cilíndricos orientados verticalmente y está dispuesta debajo de la cámara impelente 272 en la dirección del polvo, un cono en la dirección del polvo 275 está acoplado al lado inferior de la carcasa 270 del elemento de filtro, y la cámara 271 de recogida de polvo se sostiene en un lado inferior del cono 275 en la dirección del polvo.

La cámara impelente 272 en la dirección del polvo ilustrada comprende una pared 289 de carcasa cilíndrica exterior, montada en una relación de sellado con respecto a un lado inferior de la cámara 12 de secado y que tiene un extremo superior abierto para recibir gas de secado y polvo desde la cámara 12 de secado y la zona 127 de secado. Alojado dentro de la cámara impelente 272 en la dirección del polvo hay una cámara impelente 281 de escape de configuración cónica que se abre hacia abajo y que define en su lado inferior una cámara 282 de escape (figura 12B) y en su lado superior dirige el gas de secado y el polvo desde la cámara 12 de secado hacia abajo y hacia fuera alrededor de un perímetro exterior de la cámara impelente 281 de escape cónica.

La carcasa 270 del elemento de filtro comprende una pared 284 exterior cilíndrica de la carcasa que se puede montar en una relación de sellado por medio de un sellado 285 anular a un borde periférico inferior de la cámara impelente 272 en la dirección del polvo y una cubierta 286 de filtro cilíndrica interior, montada en una relación de sellado por medio de un sellado 288 anular al borde periférico inferior de la cámara impelente 281 de escape cónica. La cámara impelente 281 de escape cónica y la cubierta 286 de filtro cilíndrico interior se sostienen dentro de una pared 289 de carcasa cilíndrica exterior de la cámara impelente 272 en la dirección del gas y la carcasa 270 de elemento de filtro por la pluralidad de soportes 290 radiales (figura 12A) para definir vías de paso 291 de aire que se comunican alrededor del perímetro inferior de la cámara de escape cónica 281 y un paso anular de gas 292 entre la cubierta de filtro cilíndrico interior 286 y la pared 284 de carcasa cilíndrica exterior de modo que el gas y el polvo que pasan a través de la cámara impelente 272 en la dirección del polvo son dirigidos por la cámara impelente 281 de escape cónica hacia fuera alrededor de la cubierta 281 del elemento de filtro hacia el cono 275 en la dirección del polvo subyacente y la cámara 271 de recogida.

Los filtros cilíndricos 274 en este caso se sostienen en una relación dependiente con respecto a una placa 295 de soporte circular dispuesta fijamente debajo del lado inferior de la cámara impelente 281 de escape cónica que se abre hacia abajo. La placa 295 de soporte de filtro circular en este caso está montada en una relación ligeramente rebajada con respecto a un perímetro superior de la cubierta 286 cilíndrica y define una pared inferior de la cámara 282 de escape. Cada uno de los filtros 274 cilíndricos ilustrados tiene forma de cartucho y comprende un elemento 296 de filtro cilíndrico, una placa 298 de sujeción de cartucho cilíndrico superior, una tapa de extremo inferior y una placa 299 de sellado con elementos 300, 301, 302 de sellado anulares interpuestos. Para afianzar los cartuchos de filtro en una relación ensamblada, la placa 298 de sujeción de cartucho superior tiene un miembro 304 de soporte dependiente en forma de U con un espárrago 305 de extremo inferior roscado colocable a través de una abertura central en la tapa 299 de extremo inferior que está afianzado por una tuerca 306 con un anillo 308 de sellado tipo junta tórica interpuesto entremedio. La placa 298 de sujeción superior de cada cartucho de filtro está fijada en una relación de sellado alrededor de una abertura 310 circular respectiva en la placa 295 de soporte central con el elemento 296 de filtro dispuesto en una relación dependiente con respecto a un lado inferior de la placa 295 de soporte y con una abertura 311 central en la placa 298 de soporte que comunica entre la cámara 282 de escape y el interior del elemento 296 de filtro cilíndrico. Los cartuchos de elementos de filtro en este caso están dispuestos en una relación circunferencialmente espaciados alrededor de un centro de la cubierta 274 interior.

En este caso, la carcasa 270 del elemento de filtro está afianzada a la cámara impelente 272 en la dirección del polvo mediante abrazaderas 315 liberables o elementos de fijación parecidos que permiten un fácil acceso a los cartuchos de filtro. La cubierta 286 de filtro interior también está montada de forma liberable en una relación circundante con respecto a los filtros 274 cilíndricos, tal como mediante una conexión de pasador y ranura, para habilitar el acceso a los filtros para su sustitución.

Durante el funcionamiento del sistema de secado, se observará que el gas de secado y el polvo dirigidos hacia la cámara impelente 272 en la dirección del polvo se canalizarán alrededor de la cámara impelente 281 de escape cónica hacia las vías de paso 291, 292 anulares alrededor de la cubierta 274 del elemento de filtro interior hacia abajo dentro del cono 275 en la dirección del polvo y la cámara 271 de recogida para la recogida en la cámara 271. Si bien la mayor parte del polvo seco que queda en el flujo de gas migrará hacia la cámara 271 de recogida de polvo, como se indica previamente, la materia particulada fina transmitida por el gas se separará y retendrá en los filtros 274 anulares a medida que el gas de secado pasa a través de los filtros hacia la cámara impelente 282 de escape del gas de secado para salir a través de un puerto 320 de escape del gas de secado y la recirculación a la cámara 12 de secado, como resultará evidente.

Para limpiar los filtros 274 cilíndricos de la acumulación de polvo durante el uso del sistema de secado, cada uno de los filtros 274 cilíndricos tiene un dispositivo 322 de limpieza por pulsos de gas inverso respectivo. Con este fin, la cámara impelente 272 en la dirección del gas en este caso tiene un canal 321 colector de gas a presión anular exterior acoplado a un suministro de aire a presión adecuado. Cada dispositivo 322 de limpieza por pulsos de aire inverso tiene una línea 325 respectiva de suministro de gas presurizado acoplada entre el canal 321 anular del colector de gas presurizado y una válvula 326 de control respectiva, que en este caso está montada en un lado exterior de la cámara impelente 272 en la dirección del aire. Una línea o tubo 328 en la dirección de los pulsos de gas se extiende radialmente desde la válvula 326 de control a través de la cámara impelente 272 en la dirección del aire y la pared cónica de la cámara impelente 329 de escape y luego con un giro en ángulo recto hacia abajo con un extremo 329 de descarga terminal de la línea 328 de dirección de los pulsos de gas dispuesta encima y en una relación alineada con respecto a la abertura 311 central de la placa de sujeción 298 del cartucho de filtro y el elemento 296 de filtro cilíndrico subyacente.

Mediante el control selectivo o automatizado apropiado de la válvula 326 de control, la válvula 26 de control se puede hacer funcionar cíclicamente para descargar pulsos del gas comprimido desde la línea 328 axialmente al filtro 274 cíclico para desprender el polvo acumulado en la pared exterior del elemento 296 de filtro cilíndrico. El extremo 329 de descarga de la línea en la dirección del gas 328 pulsado está dispuesto preferiblemente en una relación espaciada con respecto a un extremo superior del filtro 274 cíclico para facilitar la dirección de los pulsos de gas comprimido hacia el elemento 296 de filtro mientras simultáneamente extrae gas de la cámara 282 de escape lo que facilita pulsos de flujo inverso que desprenden el polvo acumulado del elemento 296 de filtro. Preferiblemente, el extremo 329 de descarga del tubo 328 de aire está espaciado a una distancia del extremo superior del elemento de filtro cilíndrico de modo que el flujo de aire en expansión, representado como 330 en la figura 12B, tras alcanzar el cartucho de filtro, tiene un perímetro exterior que corresponde sustancialmente al diámetro de la abertura 311 central en la placa 298 de sujeción del cartucho. En la realización ejemplar, el tubo 28 en la dirección del aire tiene un diámetro de aproximadamente una pulgada y el extremo 329 de descarga está espaciado una distancia de aproximadamente dos pulgadas y media de la placa 298 de sujeción.

La cámara 271 de recogida de polvo en este caso tiene una válvula 340 de mariposa circular (que se muestra en la figura 12B de forma separable dentro de la cámara 271 de recogida de polvo) montada en un extremo superior de la cámara 271 de recogida que se puede hacer funcionar mediante un dispositivo 341 de accionamiento adecuado para el movimiento giratorio entre una posición vertical o abierta que permite que el polvo seco se dirija hacia la cámara 271 de recogida y una posición cerrada horizontal que bloquea el paso del polvo seco hacia la cámara 271 de recogida cuando se retira el polvo. De forma alternativa, se entenderá que la cámara 271 de recogida de polvo podría depositar el polvo directamente sobre un transportador móvil desde un extremo inferior abierto.

Para permitir la recirculación y la reutilización del gas de secado que sale de la carcasa 19a del elemento de filtro, la salida 20 de escape de la carcasa 19 del filtro está acoplada a una línea 165 de recirculación que a su vez está conectada al puerto 15 de entrada del gas de calentamiento de la cubierta 14 superior de la cámara 12 de calentamiento a través de un condensador 166, un soplador 168 y un calentador 169 de gas de secado (figura 15). El condensador 170 elimina cualquier vapor de agua de la corriente de flujo de gas de escape por medio de bobinas 170a de condensación enfriadas con agua fría que tienen las líneas 171, 172 de suministro y retorno de agua fría respectivas. El condensado del condensador 170 se dirige a un contenedor 174 de recogida o a un drenaje. A continuación, el soplador 168 dirige el gas nitrógeno seco a través del calentador 169 de gas, que recalienta el gas de secado después de enfriarlo en el condensador 170 a una temperatura calentada predeterminada para un funcionamiento concreto de secado del polvo y redirigirlo de nuevo al puerto 15 de entrada del gas de calentamiento y a la cámara 12 de calentamiento. Una válvula 175 de control de escape acoplada a la línea 165 de recirculación entre el soplador 168 y el calentador 169 permite que el exceso de gas nitrógeno introducido en el sistema desde el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática se ventile a un conducto 176 de escape apropiado. El flujo de escape de la válvula 175 de control se puede configurar para que coincida con el exceso de nitrógeno introducido en la cámara 12 de secado por el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática. Se apreciará que mediante el control selectivo de la válvula 175 de control del flujo de escape y el soplador 168 se puede controlar de forma selectiva un nivel de vacío o presión en la cámara 12 de secado para funcionamientos de secado concretos o con el propósito de controlar la evaporación y el escape de sustancias volátiles. Si bien en la realización ilustrada se ha mostrado un condensador 170 de agua fría, se entenderá que podrían usarse otros tipos de condensadores o medios para eliminar la humedad de la corriente de flujo de gas recirculante.

Se apreciará que el gas de secado introducido en la zona 127 de secado eficaz definida por el revestimiento 100 flexible tanto desde el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática como desde el puerto 15 de entrada de gas de secado, es un gas inerte seco, es decir, nitrógeno en la realización ilustrada, que facilita el secado de las partículas líquidas pulverizadas en la cámara 12 de secado mediante el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática. La recirculación del gas de secado inerte, como se describe anteriormente, también purga el oxígeno del gas de secado para impedir la posibilidad de una explosión peligrosa de polvo dentro de la cámara de secado en caso de una chispa no intencionada del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática u otros componentes del sistema.

Además, se ha descubierto que la recirculación del gas de secado inerte a través del sistema 10 de secado por pulverización permite un funcionamiento altamente eficiente desde el punto de vista energético del sistema 10 de secado por pulverización a temperaturas de funcionamiento significativamente más bajas y, en consecuencia, con ahorros de costes significativos. Como se indica previamente, las emulsiones que se van a pulverizar típicamente están hechas de tres componentes, por ejemplo, agua (disolvente), almidón (vehículo) y un aceite saborizante (núcleo). En ese caso, el objetivo del secado por pulverización es formar almidón alrededor del aceite y secar toda el agua con el gas de secado. El almidón permanece como una capa protectora alrededor del aceite, lo cual evita que se oxide. Se ha descubierto que este resultado deseado se logra más fácilmente cuando se aplica una carga electrostática negativa a la emulsión antes y durante la atomización.

Si bien la teoría de funcionamiento no se comprende completamente, cada uno de los tres componentes de la emulsión pulverizada tiene diferentes propiedades eléctricas. El agua, que es la más conductora del grupo, atraerá fácilmente a la mayoría de electrones, seguida por el almidón y, finalmente, el aceite, que es el más resistivo, apenas atrae electrones. Sabiendo que las cargas opuestas se atraen y las cargas iguales se repelen, las moléculas de agua, todas con la misma carga más grande, tienen la fuerza más repulsiva entre sí. Esta fuerza dirige las moléculas de agua a la

superficie exterior de la gotita, donde tienen la mayor área de superficie hacia el gas de secado, lo que potencia el proceso de secado. Las moléculas de aceite que tienen una carga más pequeña permanecerán en el centro de la gotita. Se cree que este proceso contribuye a un secado más rápido o con una fuente de calor más baja, así como a un recubrimiento más uniforme. Con las pruebas del polvo secado por pulverización producido por el presente sistema de secado por pulverización que funciona con una temperatura del gas de secado de entrada de 90 grados C se descubrió que el polvo era comparable al secado en procesos de secado por pulverización convencionales que funcionan a 190 grados C. Además, en algunos casos, el sistema de secado por pulverización de la materia se puede hacer funcionar eficazmente sin el calentamiento del gas de secado.

La eficacia de la encapsulación, concretamente, la uniformidad del recubrimiento del polvo seco, también fue igual a la conseguida en el secado por pulverización a mayor temperatura. Además, se descubrió que el secado a menor temperatura reducía significativamente los aromas, olores y componentes volátiles descargados al medio ambiente en comparación con el secado por pulverización convencional, lo que indica además que la superficie exterior de la partícula seca estaba formada de almidón de manera más uniforme y completa. La reducción de los aromas y olores de descarga potencia aún más el entorno de trabajo y elimina la necesidad de purgar dichos olores que pueden ser irritantes y/o dañinos para el personal operativo. El procesamiento a menor temperatura también permite el secado por pulverización de componentes sensibles a la temperatura (orgánicos o inorgánicos) sin dañar ni afectar negativamente a los compuestos.

Si durante un proceso de secado alguna partícula puede adherirse o acumularse de otro modo en la superficie del revestimiento 100, se proporciona un dispositivo de agitación del revestimiento para conferir periódicamente un movimiento de agitación al revestimiento 100 suficiente para eliminar cualquier polvo acumulado. En la realización ilustrada, la cámara 12 de secado tiene un puerto de la válvula neumática lateral de agitación del revestimiento 180 que está acoplado a un depósito 181 neumático que puede accionarse periódicamente para dirigir aire presurizado a través del puerto de la válvula neumática de agitación del revestimiento 180 y hacia el espacio de aire anular entre el revestimiento 100 y la pared exterior de la cámara 12 de secado que agita el revestimiento 100 flexible hacia adelante y hacia atrás con fuerza suficiente para desprender cualquier polvo acumulado. Preferiblemente, el aire presurizado se dirige al puerto 180 de la válvula neumática de agitación del revestimiento de forma pulsante para acentuar dicho movimiento de agitación. De forma alternativa, se entenderá que podrían usarse medios mecánicos para agitar el revestimiento 100.

Para evitar la contaminación cruzada entre diferentes usos selectivos sucesivos del sistema de secador por pulverización, tal como entre ciclos de diferentes polvos en la cámara 12 de secado, las matrices 120, 120a anulares de los elementos de fijación 121 de desconexión rápida permiten el desensamblaje de la cubierta 14 y el cono 18 de recogida de la cámara 12 de secado para una sustitución fácil del revestimiento 100. Dado que el revestimiento 100 está hecho de un material relativamente económico, preferiblemente es desechable entre ciclos de diferentes polvos, realizándose la sustitución de un revestimiento nuevo sin gastos indebidos.

De acuerdo con otra característica importante de esta realización, la cámara 12 de secado es fácilmente modificable para diferentes requisitos de secado por pulverización. Por ejemplo, para requisitos de secado más pequeños, se puede utilizar un revestimiento 100a de menor diámetro para reducir el tamaño de la zona de secado eficaz. Con ese fin, los ensamblajes 104a de los anillos de separación (figura 18), parecidos a los descritos anteriormente, pero con anillos 105a de separación internos de diámetro más pequeño, pueden sustituirse fácilmente por el ensamblaje 104 del anillo de separación de diámetro mayor. La sustitución de los ensamblajes de anillos se puede lograr desenclavando las matrices 120, 120 de enclavamiento 121 espaciadas circunferencialmente en la cubierta 14 superior y el cono 18 de recogida, retirando los ensamblajes 104 de los anillos de diámetro mayor de la cámara 12 de secado, sustituyéndolos por los ensamblajes 104 de los anillos de diámetro menor y el revestimiento 100, y volviendo a ensamblar y volviendo a enclavar la cubierta 14 superior y el cono 18 de recogida en la cámara 12 de secado. El revestimiento 100a de diámetro más pequeño reduce eficazmente la zona de secado en la que se introduce el gas de secado calentado y el gas de atomización para permitir un secado de lotes más pequeños más rápido y con mayor eficiencia energética.

Al permitir además un secado más eficaz de ciclos de lotes más pequeños, la cámara 12 de secado tiene una construcción modular que permite reducir la longitud de la cámara 12 de secado. En la realización ilustrada, la cámara 12 de secado comprende una pluralidad, en este caso dos, módulos o secciones 185, 186 de cámara de secado cilíndricas apiladas verticalmente. La sección 186 de la cámara inferior tiene una longitud más corta que la sección 185 de la cámara superior. Las dos secciones 185, 186 cilíndricas de la cámara de secado nuevamente están afianzadas entre sí de forma liberable mediante una matriz 102b de elementos de fijación 121 de desconexión rápida espaciados circunferencialmente parecidos a los descritos anteriormente. El anillo 110 de montaje para esta matriz 102b de elementos de fijación 121 está soldado a la sección 185 de cámara de secado cilíndrica superior adyacente al extremo inferior de la misma y los elementos de fijación 121 de esa matriz 102b están orientados con los ganchos 122 de tracción colocados hacia abajo para acoplarse y retener un lado inferior de un reborde 188 radial exterior superior (figuras 1 y 2) de la sección 186 de cámara de secado cilíndrica inferior. Tras la liberación de las dos matrices 102a, 102b de elementos de fijación 121 que fijan la sección 186 cilíndrica inferior a la sección 185 cilíndrica superior y al cono 18 de recogida, la sección 186 cilíndrica inferior se puede retirar, el ensamblaje 104 del anillo de separación inferior se vuelve a colocar contiguo a la parte inferior de la sección 185 de la cámara superior, y el revestimiento 100 se sustituye por un revestimiento de menor longitud. La sección 185 superior cilíndrica de la cámara del secador se puede afianzar

directamente sobre el cono 18 de recogida de polvo con el ensamblaje 104 del anillo de separación inferior entremedio mediante los elementos de fijación 121 de la matriz 102b que luego se acoplan con el reborde 129 anular exterior del cono 18 de recogida. Esta modificación permite el uso de una zona de secado eficaz de longitud sustancialmente más corta para reducir aún más los requisitos de calentamiento para el secado de lotes más pequeños.

5 Se apreciará que se podrían añadir módulos o secciones 186 de cámara de secado cilíndricas adicionales para aumentar aún más la longitud eficaz de la cámara 12 de secado. Para aumentar la cantidad de líquido pulverizado en la cámara 12 de secado, se incrementa o no de tamaño, se puede proporcionar una pluralidad de ensamblajes 16 de boquillas de pulverización electrostática en la cubierta 14 superior, como se representa en las figuras 19 y 20. La pluralidad de ensamblajes 16 de boquillas de pulverización, que se pueden suministrar desde los suministros comunes de líquido y nitrógeno, preferiblemente se sostiene en una relación circunferencial espaciada entre sí en las respectivas aberturas 190, previamente tapadas, en la cubierta 14 superior (figura 4). La abertura 192 de montaje central (figura 20), que en ese momento no se utiliza, puede taparse adecuadamente o cerrarse de otro modo.

15 Según todavía otra característica de esta realización, los componentes modulares de desconexión rápida de la torre de secado 11 permiten además la reubicación del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática desde una posición en la parte superior de la cámara 12 de secado para la pulverización hacia abajo hacia una posición contigua al fondo de la cámara 12 de secado para la dirección hacia arriba de una pulverización de líquido cargada electrostáticamente hacia el interior de la cámara 12 de secado. Con este fin, el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización puede retirarse de la cubierta 14 superior y afianzarse en un soporte 195 de montaje de boquilla de pulverización inferior (figuras 21-24), que en este caso está montado dentro de la sección 155 de pared cilíndrica superior del cono 18 de recogida de polvo inmediatamente contiguo al fondo de la cámara 12 de secado para orientar el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática para pulverizar un patrón de pulverización cargado hacia arriba hacia el interior de la cámara 12 de secado, como se representa en la figura 21. El soporte 195 de montaje de la boquilla inferior ilustrado, como se representa en las figuras 22-24, incluye un buje 196 de montaje anular central para sostener el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización contiguo a un extremo en sentido ascendente que, a su vez, se sostiene en la sección 155 cilíndrica superior del cono 18 de recogida de polvo mediante una pluralidad de varillas 198 de montaje radiales hechas de un material no conductor. Cada una de las varillas 198 de montaje radiales está afianzada a la sección 155 de pared cilíndrica mediante los tornillos 199 de acero inoxidable (figura 24) respectivos con una arandela 200 de sellado unida con goma entre el cabezal del tornillo 199 y la superficie de la pared exterior del cono 18 de recogida de polvo y una junta tórica 201 de sellado se interpone entre el extremo exterior de cada varilla 198 de montaje y la superficie de la pared interior de la sección del cono 18 de recogida de polvo. Las líneas 205, 206 de suministro de teflón u otro líquido plástico no conductor y gas de atomización se conectan respectivamente radialmente hacia fuera a los accesorios 208, 209 aislados mediante el cono 18 de recogida de polvo, que a su vez están conectados a las líneas 151, 131 de suministro de líquido y aire de atomización. Un cable 210 de alimentación de alta tensión también se conecta radialmente con el ensamblaje de boquilla a través de un accesorio 211 aislado.

35 Con el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática montado junto al lado inferior de la cámara 12 de secado, se puede tapar adecuadamente una abertura 192 de montaje de la boquilla de pulverización central en la cubierta 14, así como el puerto 15 de entrada de gas. El cono 18 de recogida de polvo tiene además una entrada 215 de gas de secado orientada tangencialmente, que puede estar destapada y conectada a la línea 165 de recirculación de gas de secado, y la cubierta 14 en este caso tiene un par de puertos 216 de escape que también pueden estar destapados para su conexión a la línea de retorno del gas de calentamiento.

40 Con el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización montado en el lado inferior de la cámara 12 de secado, las partículas de pulverización líquidas cargadas electrostáticamente dirigidas hacia arriba dentro de la cámara 12 de secado se secan mediante gases de secado, que en este caso se dirigen tangencialmente a través de la entrada 215 del gas de calentamiento inferior y mediante el calentamiento del gas de atomización procedente del ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización, que a su vez son ambos gases inertes secos, es decir, nitrógeno.

45 Según esta realización, el revestimiento 100 anular en la cámara 12 de secado está hecho preferiblemente de un medio de filtro 100b (figura 3B) que permite que el gas de secado migre en última instancia a través del medio de filtro para salir por los puertos 216 de escape superiores en la cubierta 14 hacia la línea 165 de recirculación para su recirculación, recalentamiento y redirección al puerto 215 de entrada de gas inferior, como se explica anteriormente. El polvo secado por el gas de secado dirigido hacia arriba y el gas de atomización en última instancia flotará hacia abajo dentro y a través del cono 18 de recogida de polvo hacia la cámara 19 de recogida, como se describe anteriormente, siendo filtradas solo las partículas más finas por el revestimiento 100 del medio de filtro. El agitador neumático del revestimiento de nuevo puede accionarse periódicamente para impedir la acumulación de polvo en el revestimiento 100.

55 De los párrafos anteriores, se puede observar que la torre de procesamiento se puede configurar y hacer funcionar fácilmente en una variedad de modos de procesamiento para aplicaciones de pulverización concretas, como se muestra en la tabla 220 en la figura 25. La longitud de la cámara de secado se puede cambiar de forma selectiva al añadir o retirar la sección 186 de la cámara de secado cilíndrica, el material del revestimiento se puede determinar de forma selectiva, tal como no permeable o permeable, la orientación de la boquilla de pulverización electrostática se puede cambiar entre pulverización desde arriba hacia abajo o pulverización desde abajo hacia arriba, y la dirección del flujo de gas procesado se puede cambiar entre las direcciones hacia abajo o hacia arriba en base a la configuración deseada.

60

Mientras que, en las realizaciones anteriores, se introduce nitrógeno u otro gas de secado inerte en el sistema como gas de atomización para el ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática, de forma alternativa, el gas nitrógeno podría introducirse en el gas recirculante. En el sistema de secado por pulverización como se representa en la figura 25A, en el que a partes parecidas a las descritas anteriormente se les han dado números de referencia parecidos a los descritos anteriormente, se introduce nitrógeno u otro gas inerte en el calentador 169 de gas desde una línea 169a de inyección de nitrógeno para su dirección a la cámara 100 de secado por medio de la línea 169a de suministro y administración de gas y su recirculación desde la cámara 100 de secado a través del condensador 170 y el soplador 168 como se describe anteriormente. En esa realización, también se puede suministrar gas nitrógeno al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática como gas de atomización, como se describe anteriormente, o se puede suministrar aire, o una combinación de un gas inerte y aire, al ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática como el gas de atomización siempre que no cree una atmósfera de combustión dentro de la cámara de secado. Por lo demás, el funcionamiento del sistema de secado representado en la figura 25A es el mismo que se describe previamente.

Con referencia a la figura 25B, se muestra otra realización alternativa del sistema de secado parecido al que se describe anteriormente, excepto que un cono 18 de recogida de polvo dirige el polvo a una carcasa 19a de bolsa de filtro separador ciclónico convencional en la que el producto seco se descarga desde una salida 19b inferior y el aire de escape se dirige desde una línea 165 de puerto de escape superior para su recirculación a través del condensador 170, el soplador 168, el calentador de gas de secado 169 y la cámara 11 de secado. En la figura 25C, se muestra una realización alternativa del sistema de secado parecida a la que se muestra en la figura 25B, pero con una línea 19c de recirculación de polvo fino entre la carcasa 19a del separador ciclónico y la bolsa de filtro y el extremo superior de la cámara 11 de secado. Las partículas finas secas separadas en el separador ciclónico 19a se recirculan a través de la línea de recirculación de polvo fino 19c a la cámara 11 de secado para producir polvos que tienen aglomeraciones de partículas finas. De nuevo, el sistema por lo demás funciona igual a como se describe previamente.

Con referencia ahora a la figura 25D, se muestra otra realización alternativa en forma de un sistema de secado de polvo en un lecho fluidizado. El sistema de secado de polvo tiene nuevamente una cámara 12 de secado cilíndrica con un revestimiento 100 no permeable dispuesto de forma concéntrica en el mismo y un ensamblaje 16 de la boquilla de pulverización electrostática para dirigir partículas líquidas cargadas electrostáticamente hacia la zona 127 de calentamiento eficaz definida por el revestimiento 100 como se describe anteriormente. En este caso, una sección 18b de contenedor de recogida de forma cónica comunica el polvo desde la cámara 12 de secado a una cámara 19b de recogida a través de un separador 19c de malla de lecho fluidizado de tipo convencional. En esta realización, una pluralidad de elementos de filtro cilíndricos de lecho fluidizado 160b, parecidos a los descritos en relación con la realización de la figura 11A, se sostienen desde una placa 163b transversal superior que define una cámara impelente 164 de escape contigua a una parte superior de la cámara 12 de secado. En este caso, un soplador 168 extrae aire de la cámara impelente 164b de escape del cual se ha filtrado el polvo y la materia particulada para su dirección por medio de la línea 165 a través del condensador 170 y el calentador 169, para su reintroducción en la cámara 19b de recogida inferior y recirculación hacia arriba a través de la cámara 12 de secado. Los filtros 16b de nuevo tienen dispositivos 167b de limpieza de filtro de aire por pulso inverso del tipo que se divulga en la patente estadounidense 8.876.928 a la que se hace referencia, que tiene las válvulas 167c de control de aire respectivas para dirigir periódicamente aire presurizado hacia y a través de los filtros 16b para limpiar los filtros 16b de polvo acumulado.

Si bien el revestimiento 100 no permeable de las realizaciones anteriores está hecho preferiblemente de un material flexible no conductor, tal como por ejemplo plástico, de forma alternativa podría estar hecho de un material plástico rígido, como se representa en la figura 3D. En ese caso, se podrían proporcionar separadores 100d de montaje no conductores adecuados para afianzar el revestimiento en una relación concéntrica dentro de la cámara 12 de secado. De forma alternativa, como se representa en la figura 3C, el revestimiento permeable se puede fabricar en parte, tal como un lado diametral, de un material de filtro 100b permeable que permite que el aire fluya a través del revestimiento para escape y en parte, tal como en un lado diametral opuesto, de un material 100a no permeable que impide que las partículas secas entren en el revestimiento.

Como otra realización alternativa, el sistema de secador por pulverización ilustrado se puede modificar fácilmente, como se representa en la figura 15A, para su uso en el enfriamiento por pulverización de corrientes de flujo fundidas, tales como ceras, ceras duras y glicéridos, en una corriente de gas frío para formar partículas solidificadas. A elementos parecidos a los descritos anteriormente se les han asignado números de referencia parecidos. Durante el enfriamiento por pulverización, se calienta un material de alimentación con un punto de fusión ligeramente superior a las condiciones ambientales y se coloca en el depósito 130 de retención que en este caso está envuelto de un aislamiento 130a. El material de alimentación se bombea a la boquilla 16 de atomización a través de la línea 131 de alimentación usando la bomba 132. El material de alimentación fundido se atomiza de nuevo usando gas comprimido tal como nitrógeno 150. Durante el enfriamiento por pulverización, el material de alimentación líquido fundido puede estar cargado electrostáticamente o no. En este último caso, el electrodo del ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática se desconecta.

Durante el enfriamiento por pulverización, el calentador 152 del gas de atomización se apaga para que el gas de atomización frío se administre a la boquilla 16 de atomización. Durante el enfriamiento por pulverización, el calentador de gas de secado 169 también se apaga y administra gas de secado que se ha enfriado mediante la bobina 170a de deshumidificación a la cámara 12 de secado a través de la línea 165 de gas de secado. A medida que las gotitas

atomizadas entran en la zona 127 de gas de secado, se solidifican para formar partículas que caen en el cono 18 de recogida y se recogen en la cámara de recogida 19 a medida que la corriente de gas sale para su recirculación. El revestimiento 100 extraíble ayuda de nuevo en la limpieza de la cámara del secador ya que puede retirarse y desecharse. El hueco 101 de aire aislante impide que la cámara 12 de secado se enfríe lo suficiente como para que se forme condensación en la superficie exterior.

Al llevar a cabo aún otro rasgo característico de esta realización, el sistema 10 de pulverización puede funcionar utilizando un sistema automatizado de recuperación de fallos que permite el funcionamiento continuo del sistema en el caso de una avería momentánea del campo de carga en la cámara de secado, al mismo tiempo que proporciona una señal de alarma en el caso de una avería eléctrica continua. En la figura 27 se muestra un diagrama de flujo de un procedimiento de funcionamiento de un procedimiento de recuperación de fallos del generador de tensión para su uso en el sistema 10 de pulverización. El procedimiento ilustrado puede funcionar en forma de un programa o un conjunto de instrucciones ejecutables por ordenador que se llevan a cabo dentro del controlador 133 (figura 15). De acuerdo con las realizaciones ilustradas, el procedimiento que se muestra en la figura 26 incluye activar o en cualquier caso arrancar una bomba de líquido en 300 para proporcionar un suministro presurizado de fluido a una entrada de inyector. En 302, se lleva a cabo una verificación de si un suministro de tensión está activo. En el caso de que se determine que el suministro de tensión está inactivo en 302, se proporciona un mensaje de error en una interfaz de máquina en 304, y un generador de tensión y la bomba de líquido se desactivan en 306 hasta que un fallo que está presente, que puede haber provocado que el suministro de tensión no esté activo como se determina en 302, se haya rectificado.

A veces, cuando se determina que el suministro de tensión en 302 está activo, se usa un retraso de un tiempo predefinido, por ejemplo, 5 segundos, antes de que la bomba de líquido se inicie en 308, y la bomba de líquido se pone en marcha en 310 después de que haya agotado el retraso. Se realiza una comprobación en 312 para detectar un cortocircuito o un arco en 312 mientras la bomba continúa en marcha en 310. Cuando se detecta un cortocircuito o arco en 312, se mantienen un contador de eventos y también un temporizador para determinar si se ha detectado más de un número predefinido de cortocircuitos o arcos, por ejemplo, cinco, dentro de un período predefinido, por ejemplo, 30 segundos. Estas comprobaciones se determinan en 314 cada vez que se detecta un cortocircuito o un arco en 312. Cuando se producen menos cortocircuitos o arcos que los predefinidos dentro del período predefinido, o incluso si se detecta un único cortocircuito o arco, la bomba de líquido se detiene en 316, el generador de tensión que produce la tensión se restablece, por ejemplo, apagándolo y reiniciándolo, en 318, y la bomba de líquido se reinicia en 310 después del retraso en 308, de modo que el sistema puede corregir el fallo que provocó la chispa o el arco y el sistema puede continuar en funcionamiento. Sin embargo, en el caso de que se produzcan más chispas o arcos que el número predefinido dentro del período predefinido en 314, se genera un mensaje de error en una interfaz de máquina en 320 y el sistema se coloca en modo de espera al desactivar el generador de tensión y la bomba de líquido en 306.

Por lo tanto, en un aspecto, el procedimiento para corregir un fallo en un sistema de secado por pulverización electrostática incluye iniciar una secuencia de arranque de la bomba, que implica primero determinar un estado del generador de tensión y no permitir que la bomba de líquido se encienda mientras el generador de tensión aún no se ha activado. Para lograr esto, en una realización, se utiliza un retardo de tiempo antes de que se encienda la bomba de líquido, para permitir el tiempo suficiente para que se active el generador de tensión. A continuación, se inicia la bomba de líquido y el sistema monitoriza de forma continua la presencia de una chispa o un arco, por ejemplo, monitorizando la corriente extraída del generador de tensión, mientras la bomba está en funcionamiento. Cuando se detecta un fallo, el generador de tensión se apaga, al igual que la bomba de líquido, y dependiendo de la magnitud del fallo, el sistema se reinicia automáticamente o entra en un modo de espera que requiere la atención y la acción del operador para reiniciar el sistema.

Según la presente invención, el sistema 10 electrostático de secado por pulverización tiene un control que permite variar periódicamente la carga del líquido pulverizado por el ensamblaje de la boquilla de pulverización electrostática de una forma que pueda inducir una aglomeración controlada y selectiva de las partículas pulverizadas en aplicaciones de pulverización concretas y la utilización final del producto seco. Según la presente invención, la aglomeración selectiva o controlada de las partículas pulverizadas se logra al variar el tiempo y la frecuencia de activación del pulverizador mediante el uso de una señal de comando del inyector modulada por ancho de pulso (PWM), entre frecuencias de activación altas y bajas para producir partículas pulverizadas de diferentes tamaños que pueden dar lugar a un grado variable de aglomeración. En otra realización, la aglomeración selectiva o controlada de las partículas pulverizadas se puede lograr modulando el nivel de la tensión que se aplica para cargar electrostáticamente el fluido pulverizado. Por ejemplo, la tensión puede variarse de forma selectiva en un intervalo tal como 0-30 kV. Se contempla que, para dichas variaciones de tensión, una tensión más alta aplicado para cargar el fluido actuará para disminuir en general el tamaño de las gotitas, de este modo disminuye el tiempo de secado, y puede inducir aún más que el vehículo migre hacia las superficies exteriores de las gotitas, lo que mejora la encapsulación. De forma similar, una disminución de la tensión aplicada puede tender a incrementar el tamaño de las gotitas, lo que puede ayudar a la aglomeración, en especial en presencia de gotitas o partículas más pequeñas.

Otras realizaciones contempladas que pueden afectar de forma selectiva a la aglomeración de las partículas pulverizadas incluyen cambiar de forma selectiva con el tiempo, o pulsar entre valores predeterminados altos y bajos, diversos otros parámetros de funcionamiento del sistema. En una realización, la presión del gas de atomización, la presión de administración de fluido y la temperatura del gas de atomización se pueden variar para controlar o afectar en general al tamaño de las partículas y también al tiempo de secado de las gotitas. Realizaciones adicionales pueden

incluir además variar otros parámetros del gas de atomización y/o del aire de secado tales como su contenido respectivo de humedad absoluto o relativo, actividad acuosa, tamaño de gotita o partícula y otros. En una realización particular contemplada, la temperatura del punto de condensación del gas de atomización y el aire de secado se controlan activamente, y en otra realización, el volumen o flujo másico del aire del gas de atomización y/o el aire de secado también se controlan activamente.

En la figura 27 se muestra un diagrama de flujo para un procedimiento de modulación de una anchura de pulso en una boquilla de pulverización electrostática para controlar de forma selectiva la aglomeración de partículas pulverizadas. De acuerdo con una realización, al inicio del proceso, se enciende un generador de tensión en 322. En 324 se lleva a cabo una determinación de si un control PWM, que controlará de forma selectiva la aglomeración, está activo o se desea. Cuando no se desea o no está activo ningún PWM, el proceso controla el sistema mediante el control del generador de tensión a un punto de consigna de tensión en 326, y el inyector de fluido se hace funcionar con normalidad. Cuando se desea o está activo la PWM, el sistema alterna entre un punto de consigna de PWM bajo y un punto de consigna de PWM alto durante periodos predefinidos y durante un tiempo de ciclo. En la realización ilustrada, esto se logra mediante el control del punto de consigna de PWM bajo en 328 durante un tiempo de duración del pulso bajo en 330. Cuando el tiempo de duración del pulso bajo se ha agotado, el sistema conmuta a un punto de consigna de PWM alto en 332 hasta que se agota un tiempo de duración del pulso alto en 334, y vuelve a 324 para determinar si se desea un ciclo de PWM adicional. Si bien los cambios en el punto de consigna de PWM se analizan en la presente memoria en relación con el diagrama de flujo que se muestra en la figura 27, se debe apreciar que se pueden modular otros parámetros además de, o en lugar de, la PWM del pulverizador. Como se analiza anteriormente, otros parámetros que pueden usarse incluyen el nivel de tensión aplicado para cargar el líquido, la presión del gas de atomización, la velocidad y/o presión de administración del líquido, la temperatura del gas de atomización, el contenido de humedad del gas de atomización y/o del aire de secado, y/o el volumen o flujo másico del aire del gas de atomización y/o del aire de secado.

Por lo tanto, en un aspecto, la aglomeración de partículas pulverizadas se controla al variar el tiempo de inyección del pulverizador. A frecuencias altas, es decir, a una PWM alta, el pulverizador se abrirá y se cerrará más rápidamente produciendo partículas más pequeñas. A bajas frecuencias, es decir, a una PWM baja, el pulverizador se abrirá y se cerrará más lentamente produciendo partículas más grandes. A medida que las partículas más grandes y más pequeñas avanzan a través del secador en capas alternantes, algunas interactuarán físicamente y se unirán independientemente de sus cargas eléctricas repulsivas para producir aglomerados por colusión. El tamaño específico de las partículas más grandes y más pequeñas, y también el número respectivo de cada tamaño de partícula por unidad de tiempo que se producen, puede controlarse mediante el sistema al establecer los respectivos puntos de consigna de PWM alto y bajo, y también la duración de cada uno, para adaptarse a cada aplicación específica.

De acuerdo con todavía una característica adicional, se puede proporcionar una pluralidad de torres 10 de procesamiento de polvo que tienen cámaras 11 de secado y ensamblajes 16 de boquillas de pulverización electrostática como se describe anteriormente, en un diseño modular, como se representa en las figuras 28 y 29, y el polvo se descarga sobre un sistema 340 transportador común o similar. En este caso, se proporciona una pluralidad de torres 10 de procesamiento en una relación adyacente entre sí alrededor de una plataforma 341 de trabajo común accesible a la parte superior por una escalera 342, y que tiene un panel de control y una interfaz 344 de operador ubicados en un extremo de la misma. En este caso, las torres 10 de procesamiento incluyen cada una una pluralidad de ensamblajes 16 de boquillas de pulverización electrostática. Como se representa en la figura 28, se proporcionan ocho torres 10 de procesamiento sustancialmente idénticas, en este caso descargando polvo sobre un transportador 340 de polvo común, tal como un medio de alimentación de tornillos, neumático u otro medio de transferencia del polvo, a un contenedor de recogida.

Se ha descubierto que un sistema de procesamiento modular de este tipo tiene varias ventajas importantes. Al principio, es un sistema de procesamiento escalable que se puede adaptar a los requisitos de los usuarios, utilizando componentes comunes, concretamente torres 10 de procesamiento de polvo sustancialmente idénticas. El sistema también se puede ampliar fácilmente con módulos adicionales, como se muestra en la figura 30. El uso de una disposición modular de torres 10 de procesamiento de este tipo también permite el procesamiento de mayores cantidades de polvo con requisitos de altura de construcción más pequeños (15-20 pies) en comparación con los sistemas estándar de secadores por pulverización de producción más grande con una altura de 40 pies y más y requieren diseños de construcción especiales para su instalación. El diseño modular permite además aislar y dar servicio a las torres de procesamiento individuales del sistema sin interrumpir el funcionamiento de otros módulos para el mantenimiento durante el procesamiento. La disposición modular también permite escalar el sistema para el uso de energía según los requisitos de producción particulares del usuario. Por ejemplo, se podrían utilizar cinco módulos para un requisito de procesamiento y solo tres en otro lote.

De los párrafos anteriores se puede observar que se proporciona un sistema de secador por pulverización que tiene un funcionamiento más eficaz y versátil. Debido a la mejor eficacia de secado, el sistema de secador por pulverización puede ser más pequeño en tamaño y de uso más económico. El sistema de pulverización electrostática además es eficaz para secar diferentes lotes de productos sin contaminación cruzada y es fácilmente modificable, tanto en tamaño como en técnicas de procesamiento, para aplicaciones de pulverización particulares. Además, el sistema de secado por pulverización es menos susceptible a averías eléctricas y explosiones peligrosas de polvo fino dentro de la atmósfera de la cámara de secado. Además, el sistema se puede hacer funcionar de forma selectiva para formar

- partículas que se aglomeran de una forma que facilita mejor su uso posterior. El sistema tiene además un sistema de filtración de gases de escape para eliminar de forma más eficaz y eficiente la materia particulada transmitida por el aire del gas de secado que sale del secador y que incluye medios automáticos para eliminar la acumulación de materia particulada seca en los filtros que puede impedir el funcionamiento y requiere un mantenimiento costoso. Aun así, el sistema es de construcción relativamente sencilla y se presta a una fabricación económica.
- 5

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar la aglomeración de partículas pulverizadas producidas en un sistema de pulverización electrostático, que comprende:
- proporcionar un pulverizador electrostático configurado para descargar un flujo de líquido en una cámara de secado;
- 5 activar el pulverizador electrostático utilizando una señal modulada por anchura de pulso (PWM);
- alternar entre:
- una primera señal PWM que tiene un primer ciclo de trabajo a una primera frecuencia de activación, y
- una segunda señal PWM que tiene un segundo ciclo de trabajo a una segunda frecuencia de activación,
- en donde la primera frecuencia de activación es menor que la segunda frecuencia de activación;
- 10 operar el pulverizador electrostático a la primera señal PWM por primera vez para producir partículas de un primer tamaño, y
- operar el pulverizador electrostático a la segunda señal PWM por segunda vez para producir partículas de un segundo tamaño,
- en donde el segundo tamaño es menor que el primer tamaño; y
- 15 en donde controlar la aglomeración de partículas pulverizadas durante el funcionamiento del sistema de secado por pulverización electrostático incluye ajustar la primera vez y la segunda vez.
2. El método de la reivindicación 1, en donde se utiliza un controlador electrónico para proporcionar las señales PWM primera y segunda al pulverizador electrostático.
3. El método de la reivindicación 1, que comprende además regular selectivamente un potencial de voltaje comunicado al pulverizador electrostático.
- 20 4. El método de la reivindicación 1, que comprende además presurizar el flujo de líquido a una presión de inyección, en donde el método incluye además variar selectivamente la presión de inyección a lo largo del tiempo.
5. El método de la reivindicación 1, que comprende además proporcionar un gas presurizado al pulverizador electrostático a una presión de gas atomizador para atomizar el flujo de líquido descargado en la cámara de secado,
- 25 en donde el método incluye además variar selectivamente la presión del gas atomizador.
6. El método de la reivindicación 5, que comprende además proporcionar el gas presurizado al pulverizador electrostático a una temperatura del gas atomizador, en donde el método incluye además variar selectivamente la temperatura del gas atomizador.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende además proporcionar un flujo de gas de secado a través de la
- 30 cámara de secado, proporcionándose el gas de secado con un contenido de humedad y una temperatura, en donde el método incluye además variar el contenido de humedad del flujo de gas de secado.
8. El método de la reivindicación 7, que comprende además variar la temperatura del flujo de gas de secado.
9. El método de la reivindicación 7, en donde el flujo de gas de secado se proporciona con una tasa de flujo de aire másico, y en donde el método incluye además variar selectivamente la tasa de flujo de aire másico.
- 35 10. Un sistema de secado por pulverización electrostático para secar líquido y convertirlo en polvo, que comprende:
- una cámara de secado;
- un pulverizador electrostático configurado para descargar un flujo de líquido en la cámara de secado, estando configurado el pulverizador electrostático para descargar el suministro de líquido en función de una señal de ciclo de trabajo proporcionada al pulverizador electrostático, determinando la señal de ciclo de trabajo períodos en los que el
- 40 pulverizador electrostático está abierto para inyectar el suministro de líquido;
- un controlador dispuesto para controlar el pulverizador electrostático para llevar a cabo un proceso que comprende:
- activar el pulverizador electrostático utilizando una señal modulada por anchura de pulso (PWM);
- alternar entre:
- una primera señal PWM que tiene un primer ciclo de trabajo a una primera frecuencia de activación, y

- una segunda señal PWM que tiene un segundo ciclo de trabajo a una segunda frecuencia de activación, en donde la primera frecuencia de activación es menor que la segunda frecuencia de activación; operar en la primera señal PWM por primera vez para provocar la producción de partículas de un primer tamaño, y operar en la segunda señal PWM por segunda vez para provocar la producción de partículas de un segundo tamaño, en donde el segundo tamaño es menor que el primer tamaño; y
- 5 controlar la aglomeración de partículas pulverizadas durante el funcionamiento del sistema de secado por pulverización electrostático ajustando la primera vez y la segunda vez.

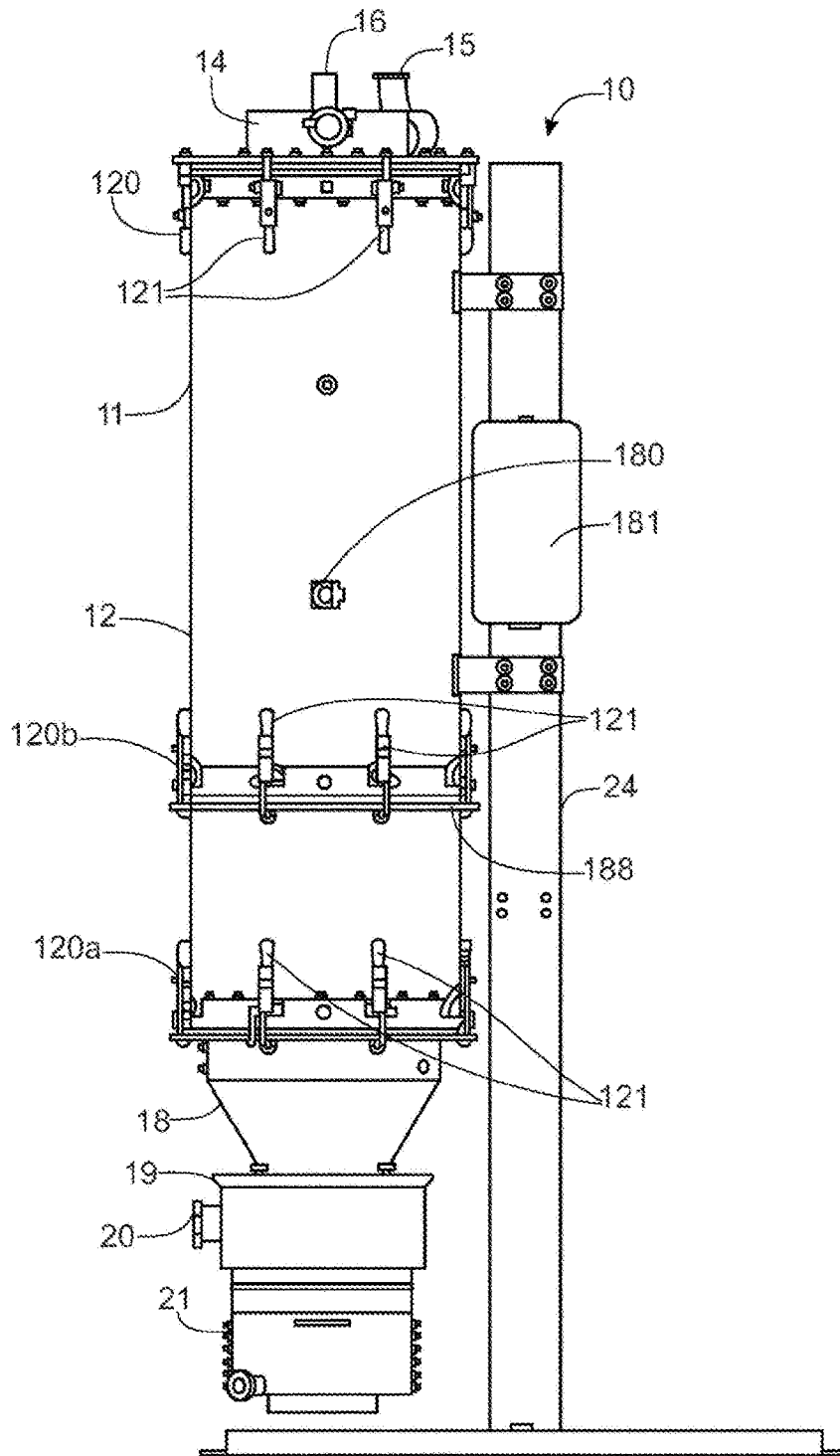


FIG. 1

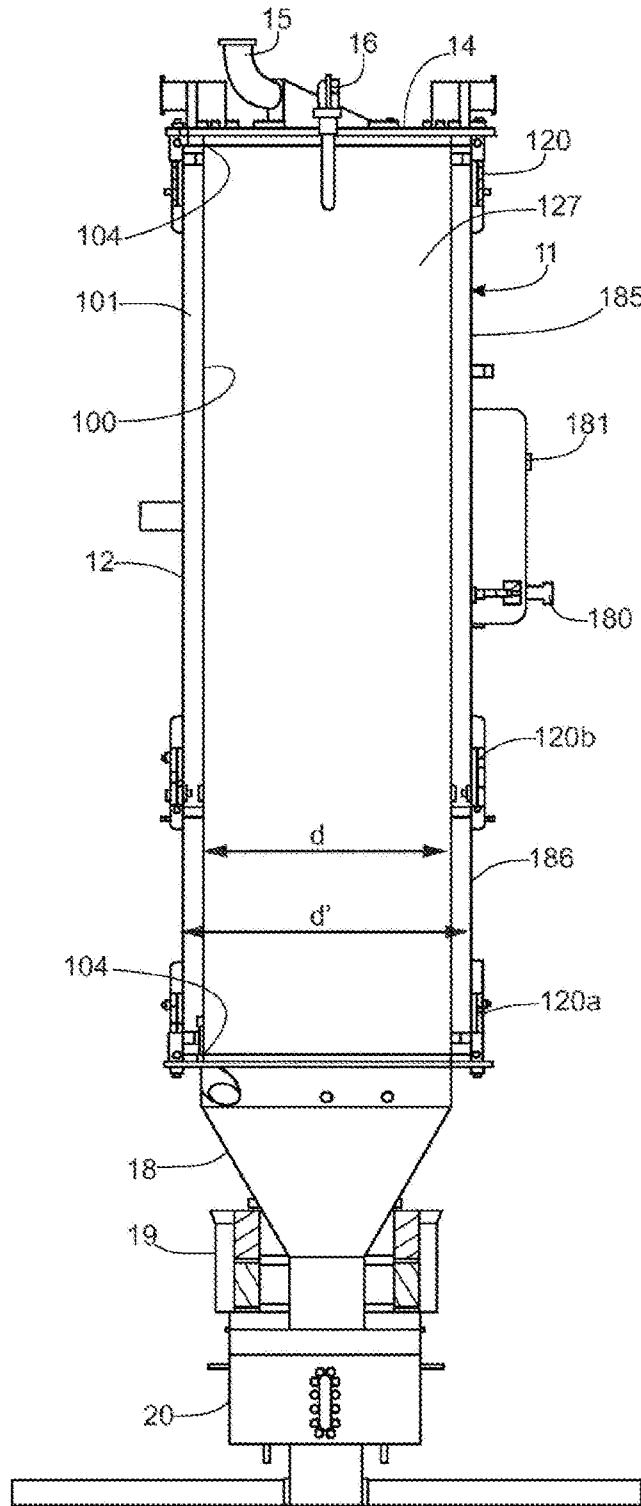


FIG. 2

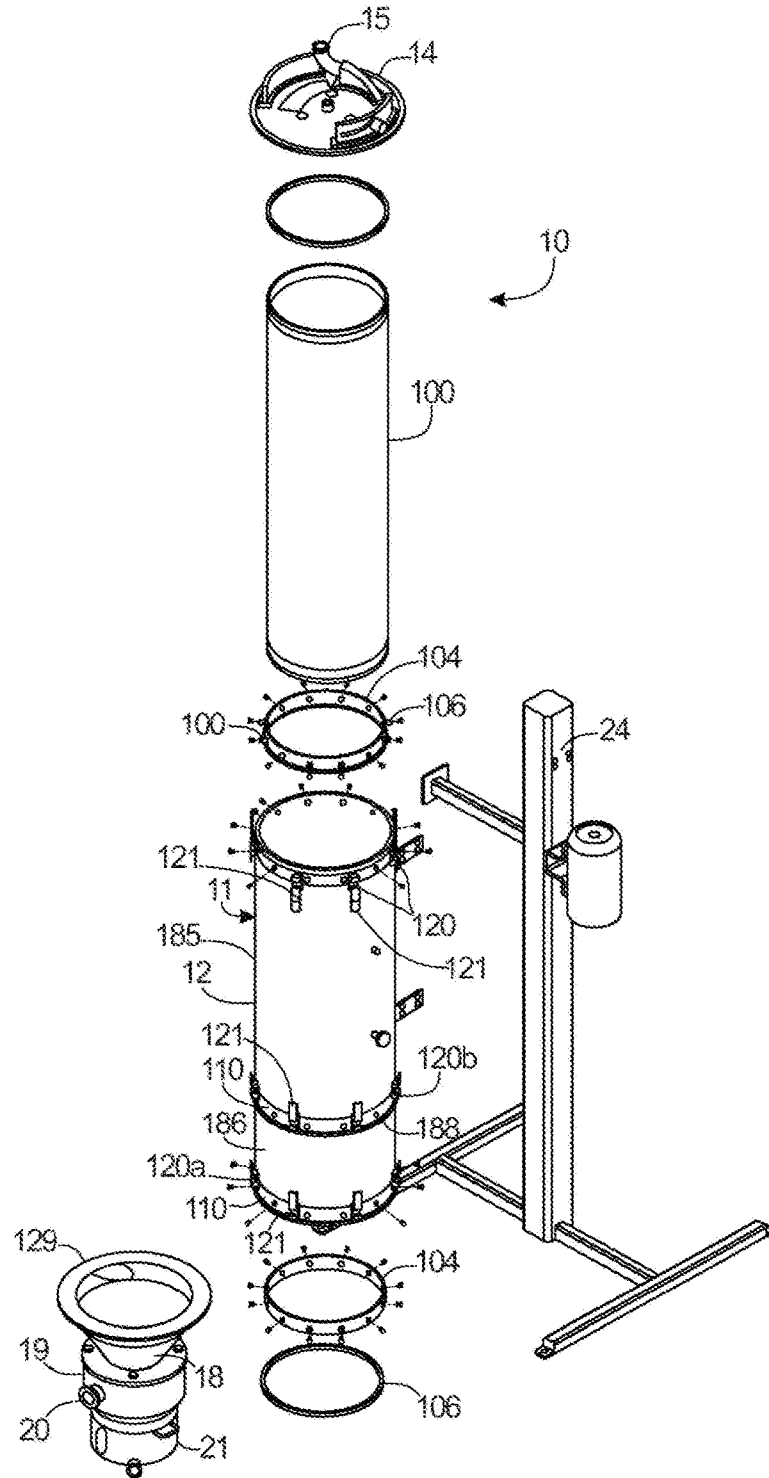


FIG. 3



FIG. 3A

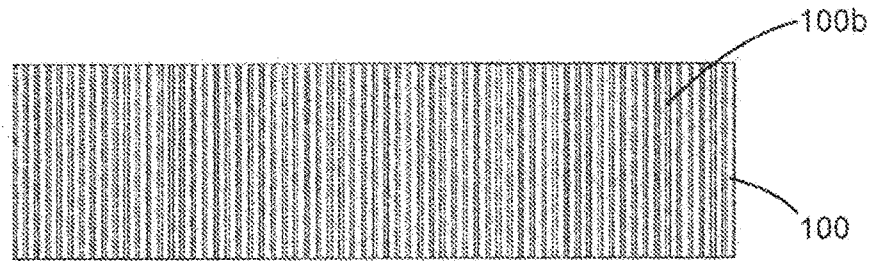


FIG. 3B

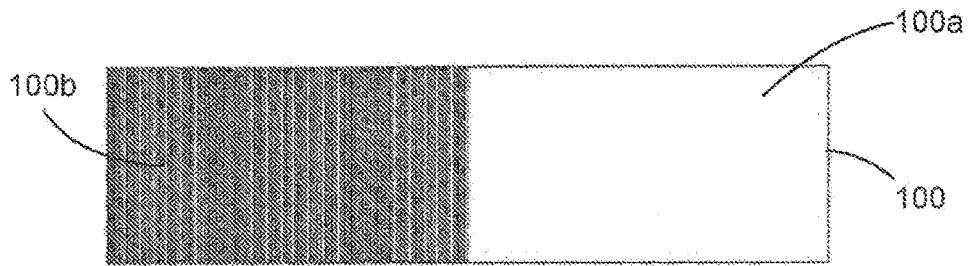


FIG. 3C

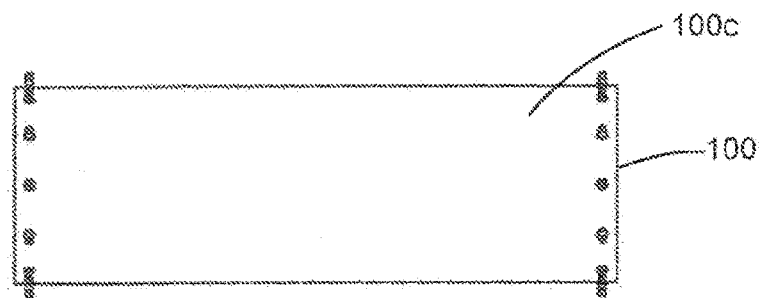


FIG. 3D

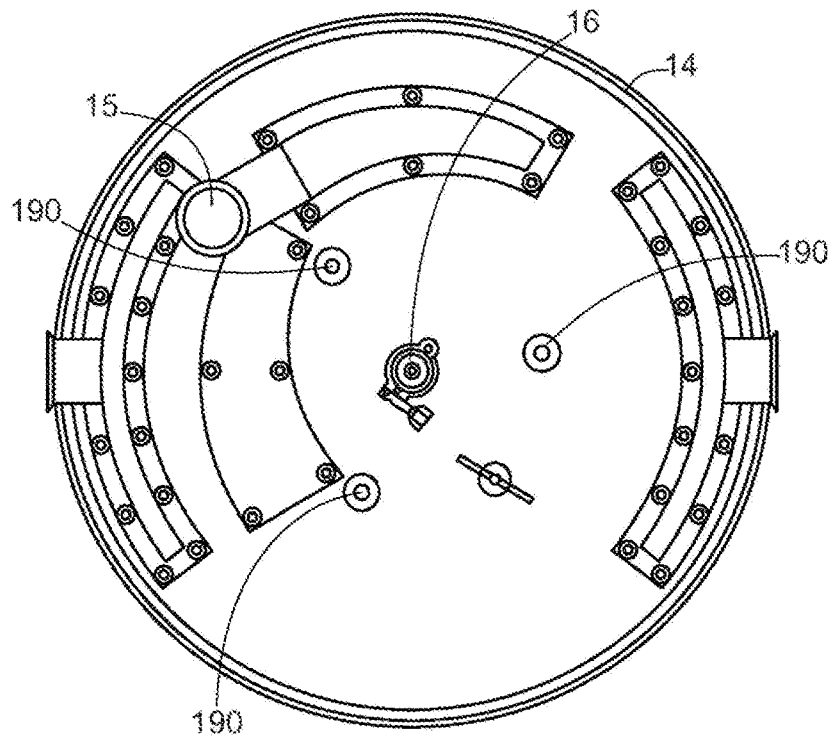


FIG. 4

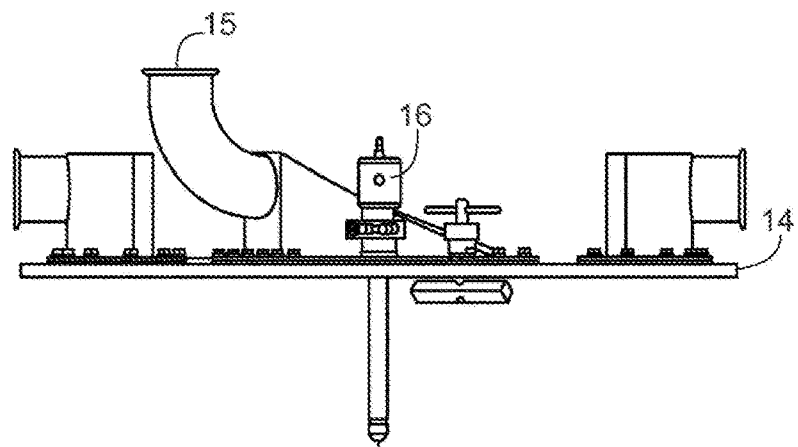


FIG. 5

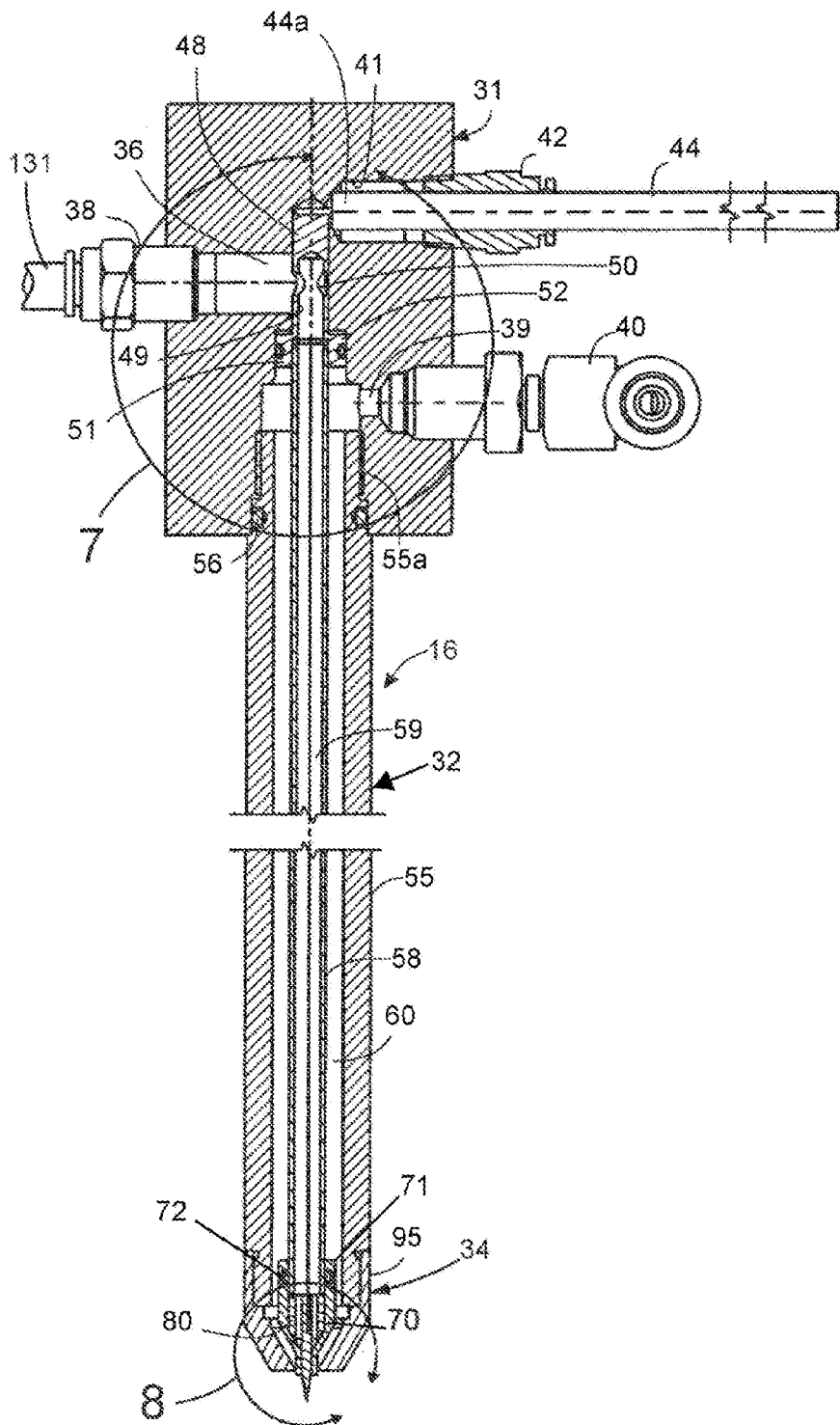


FIG. 6

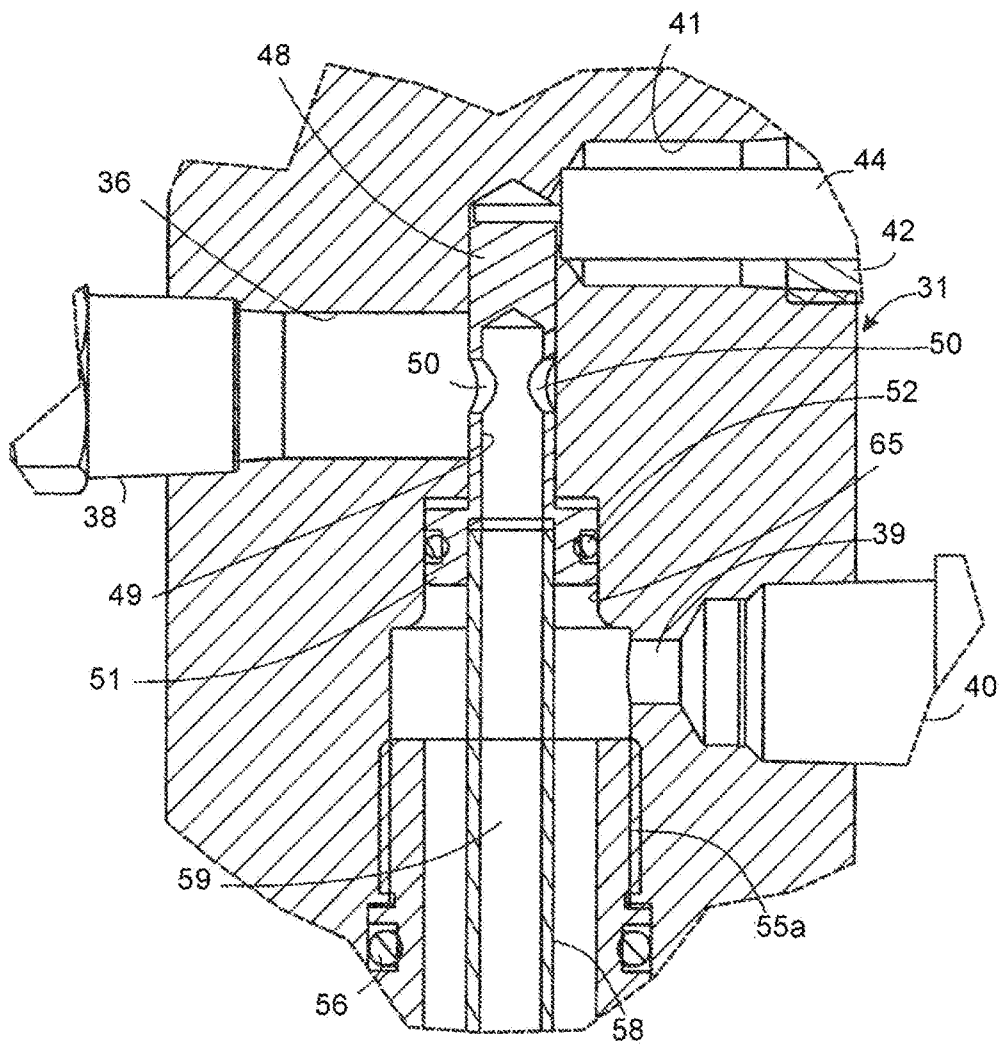


FIG. 7

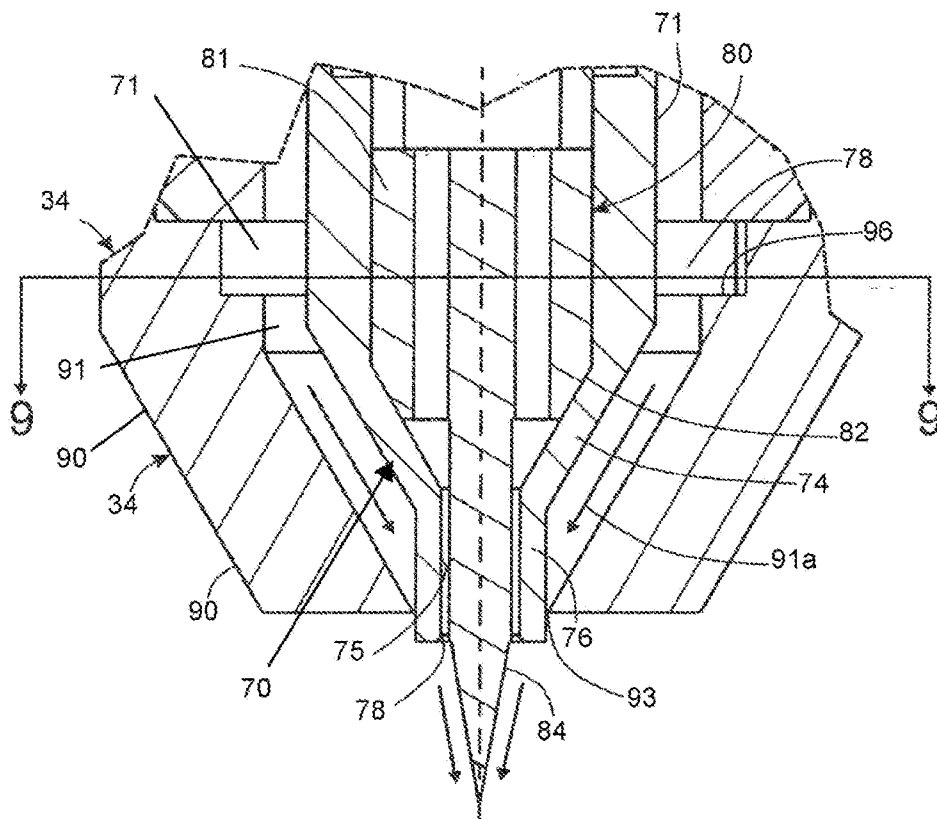
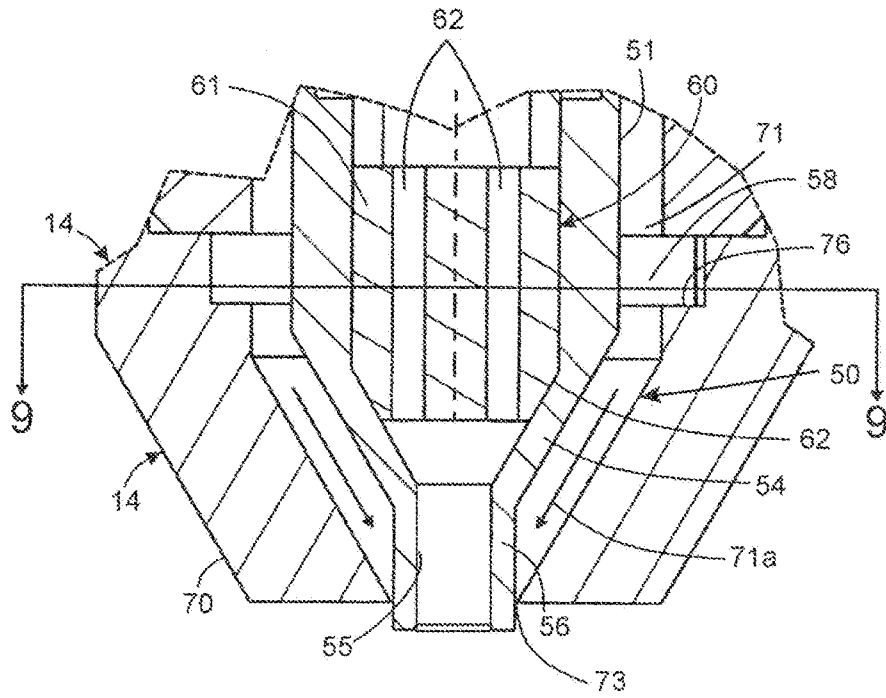


FIG. 8



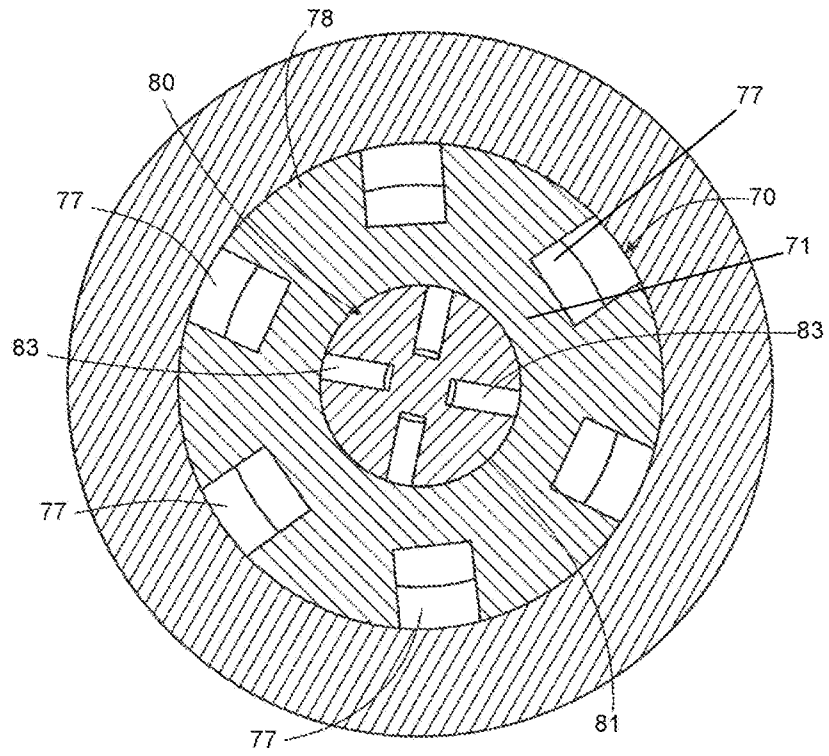


FIG. 9

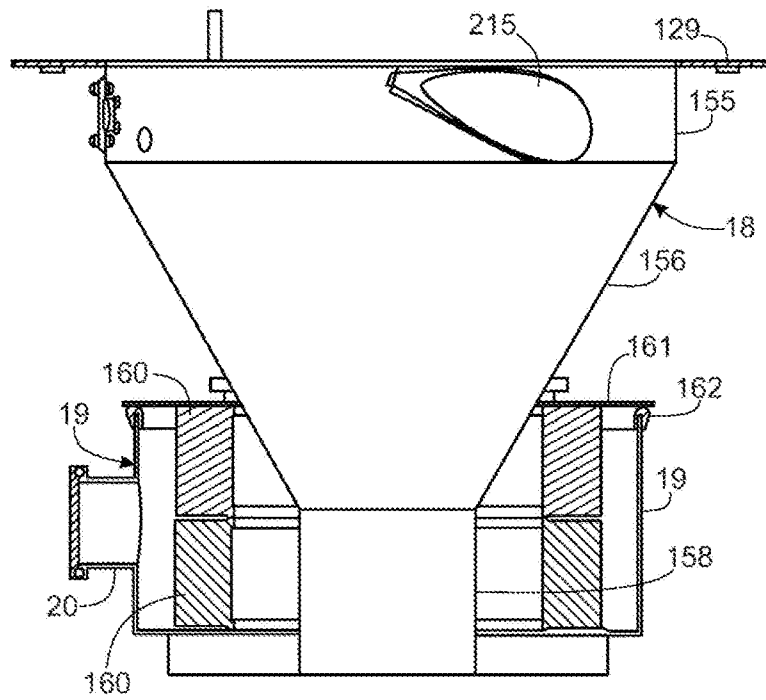


FIG. 10

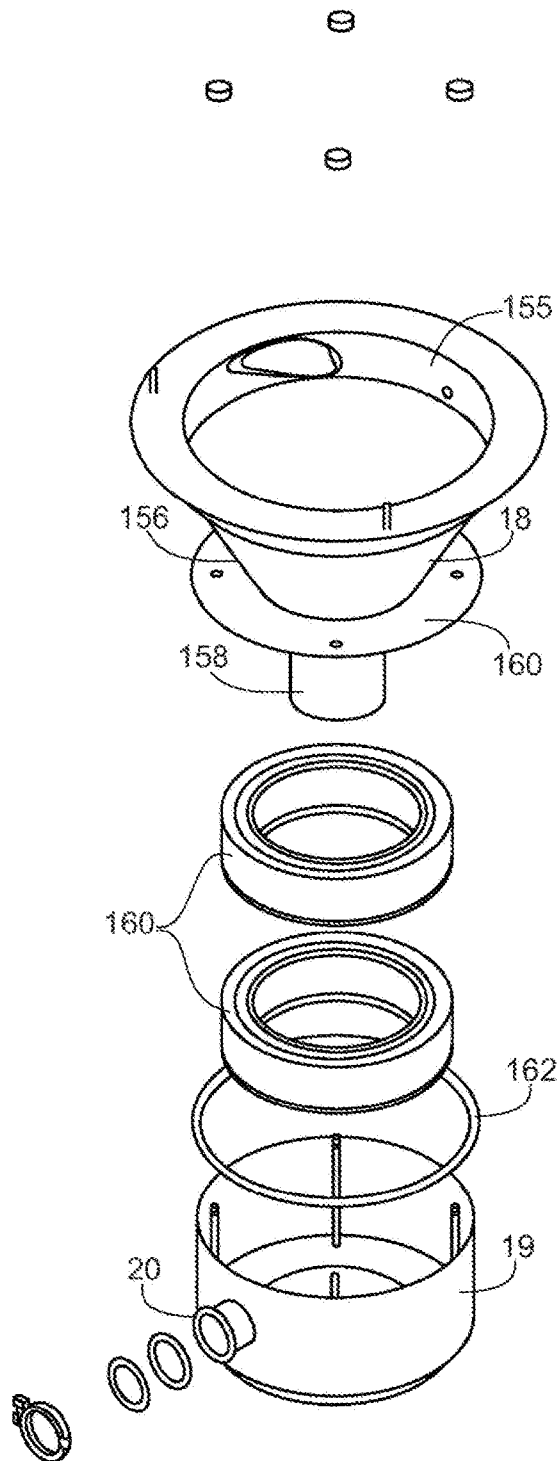


FIG. 10A

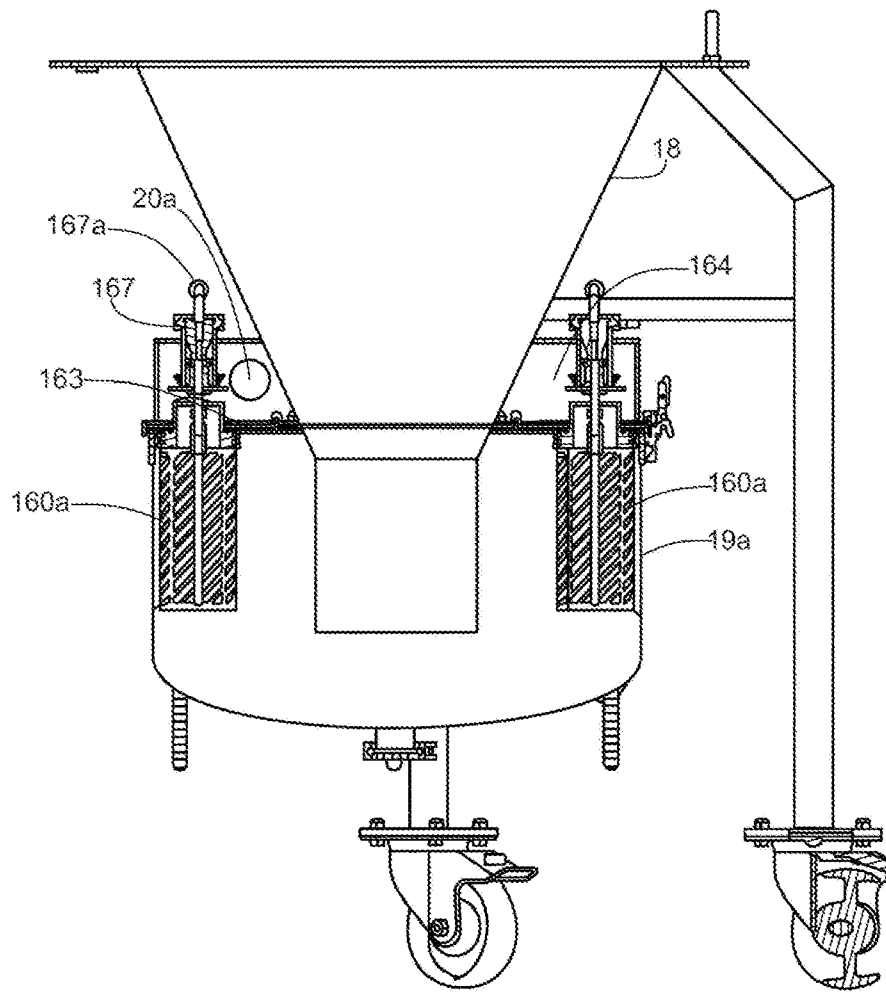


FIG. 11

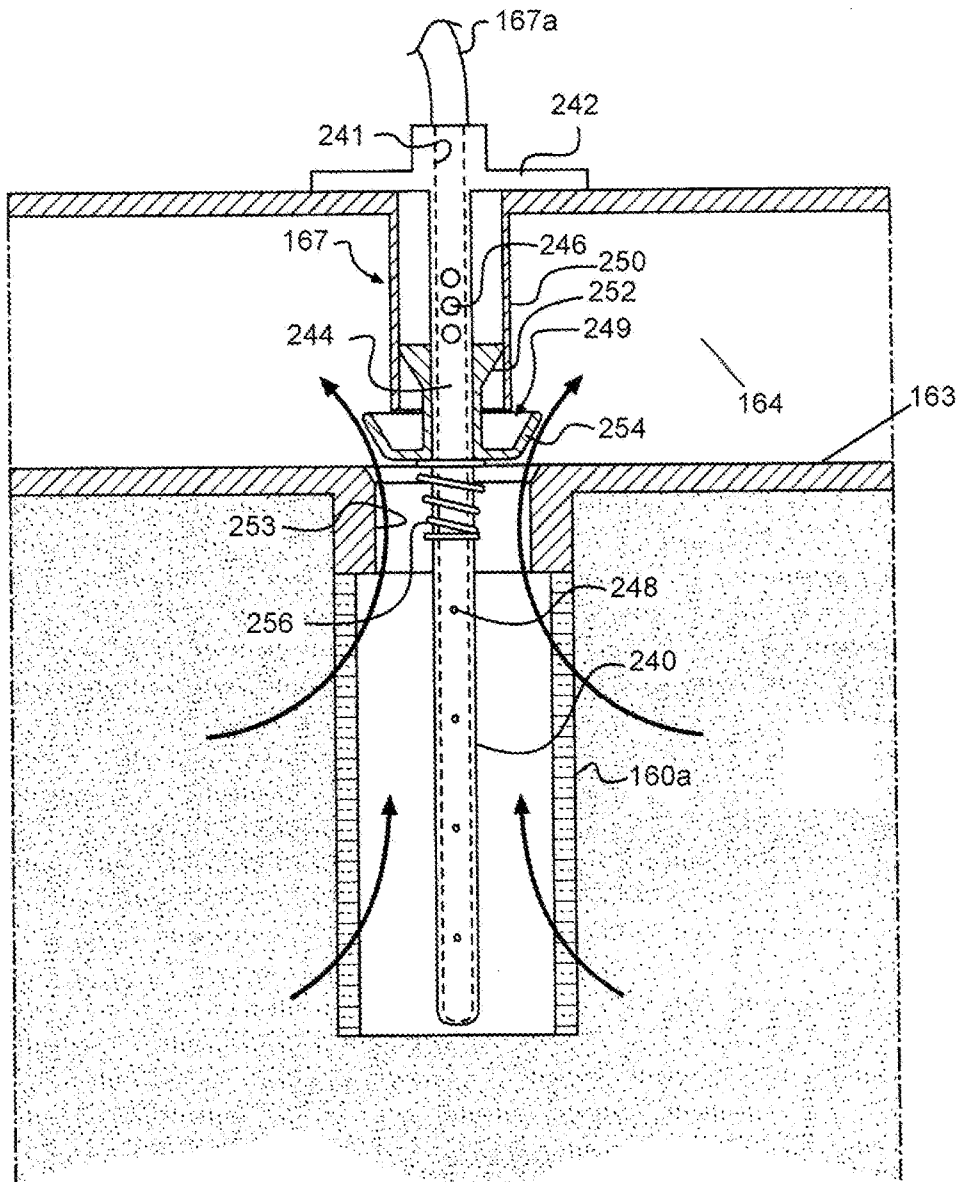


FIG. 11A



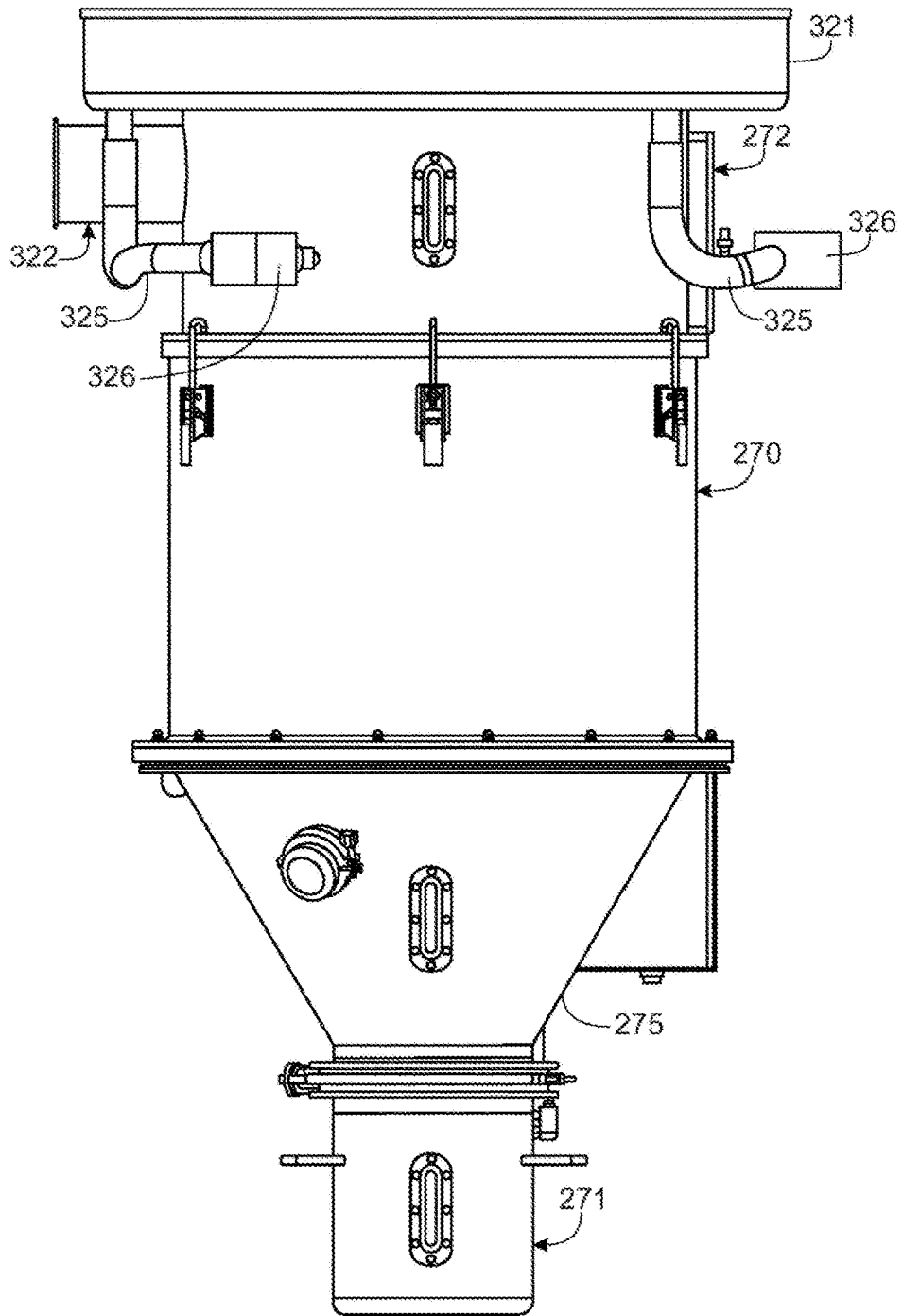


FIG. 12

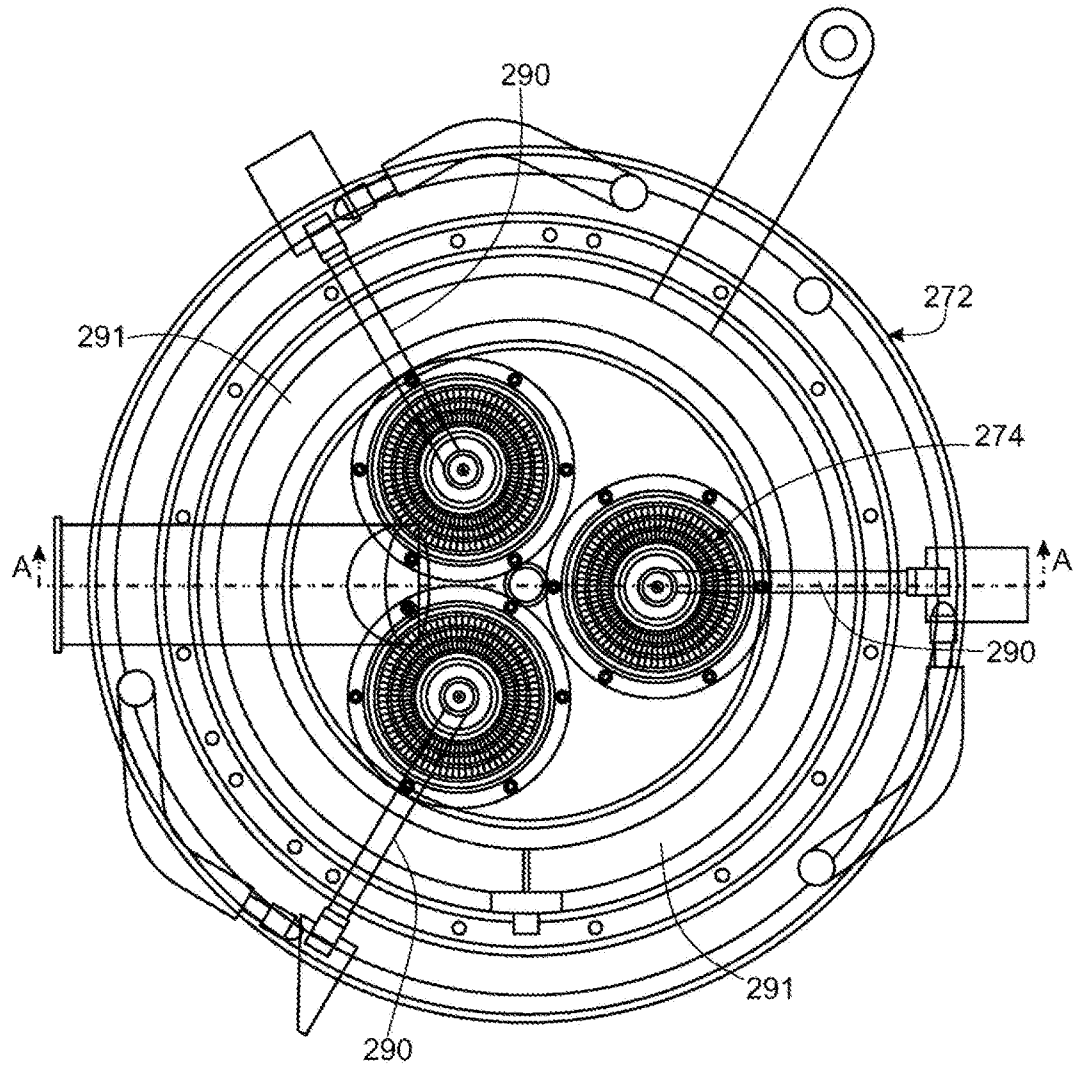


FIG. 12A

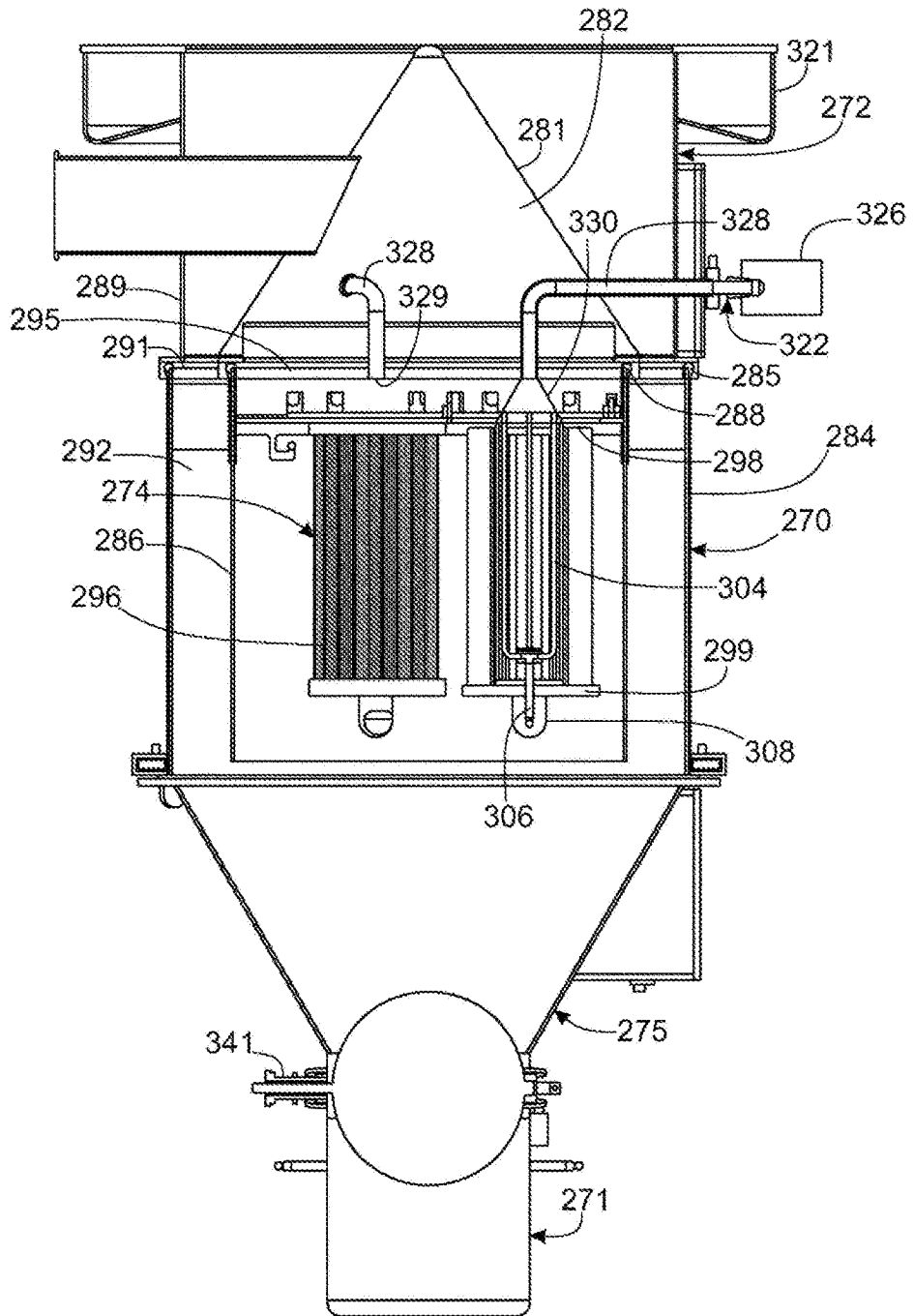


FIG. 12B

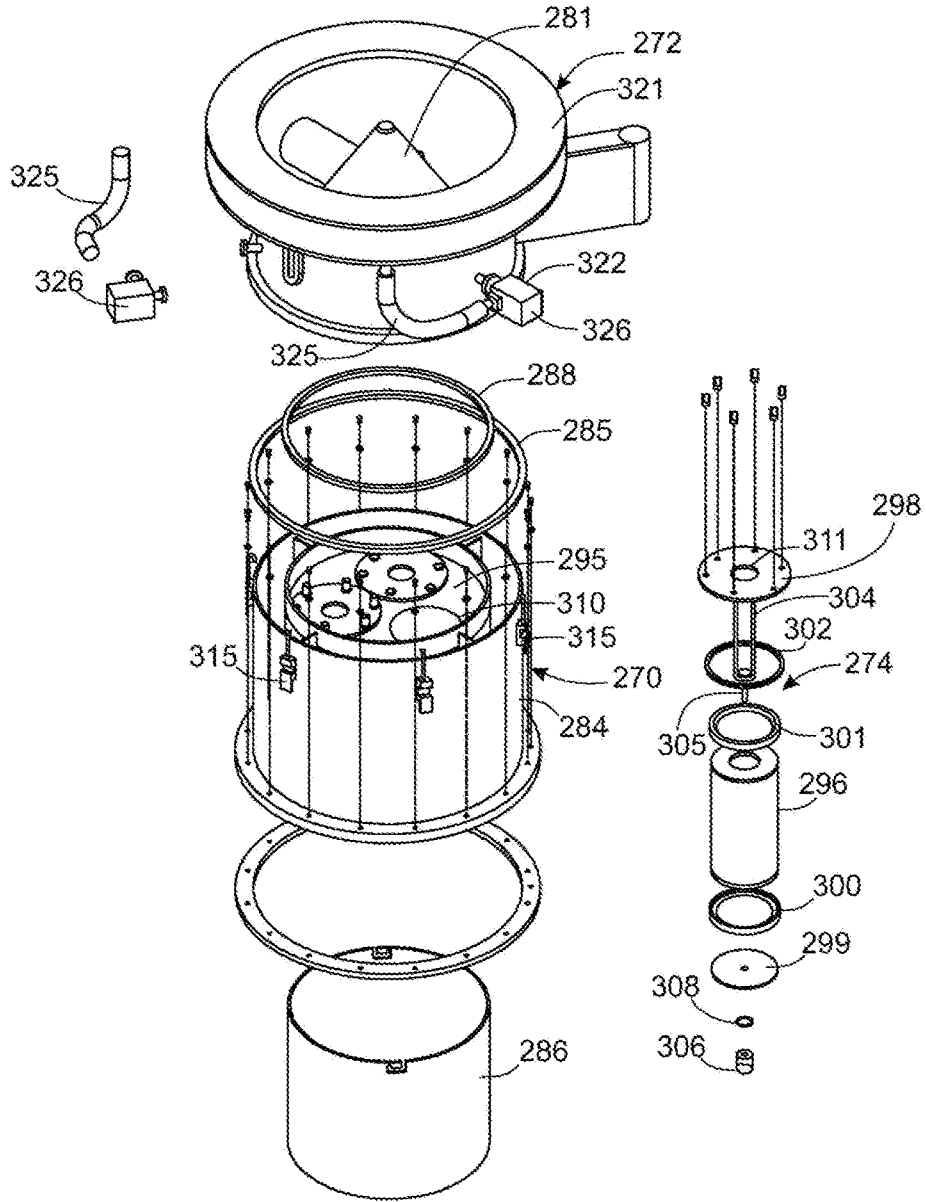


FIG. 12C

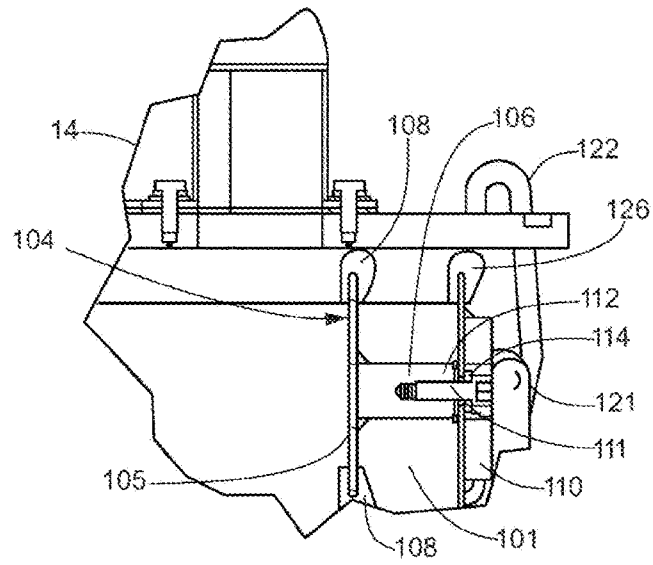


FIG. 13

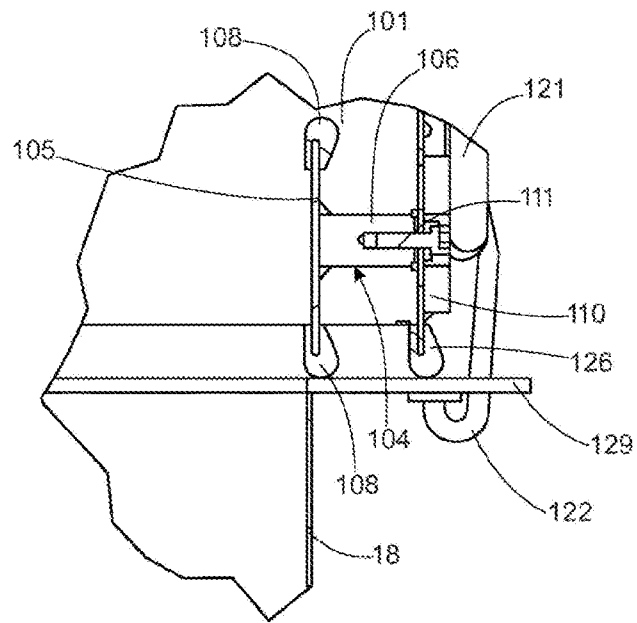


FIG. 13A

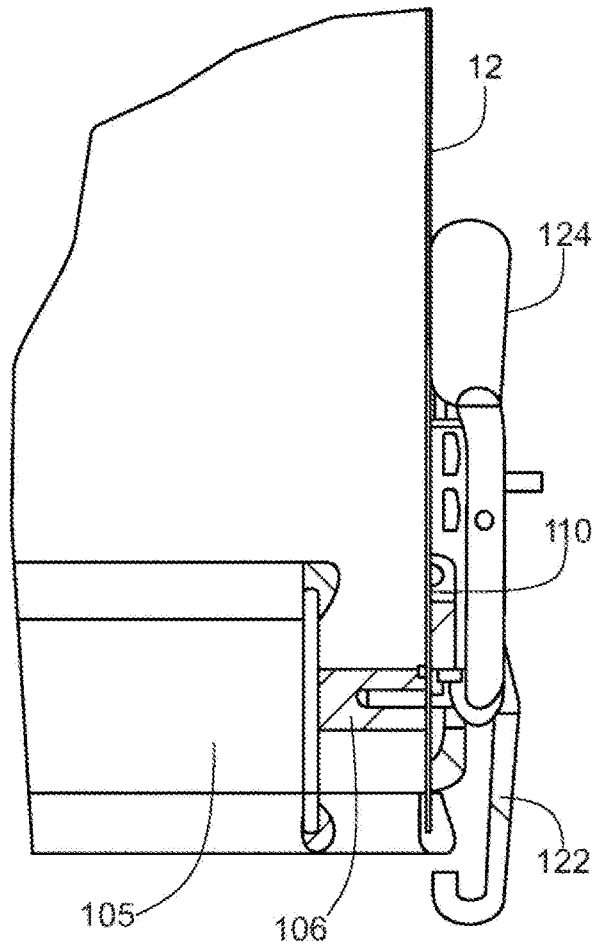


FIG. 14



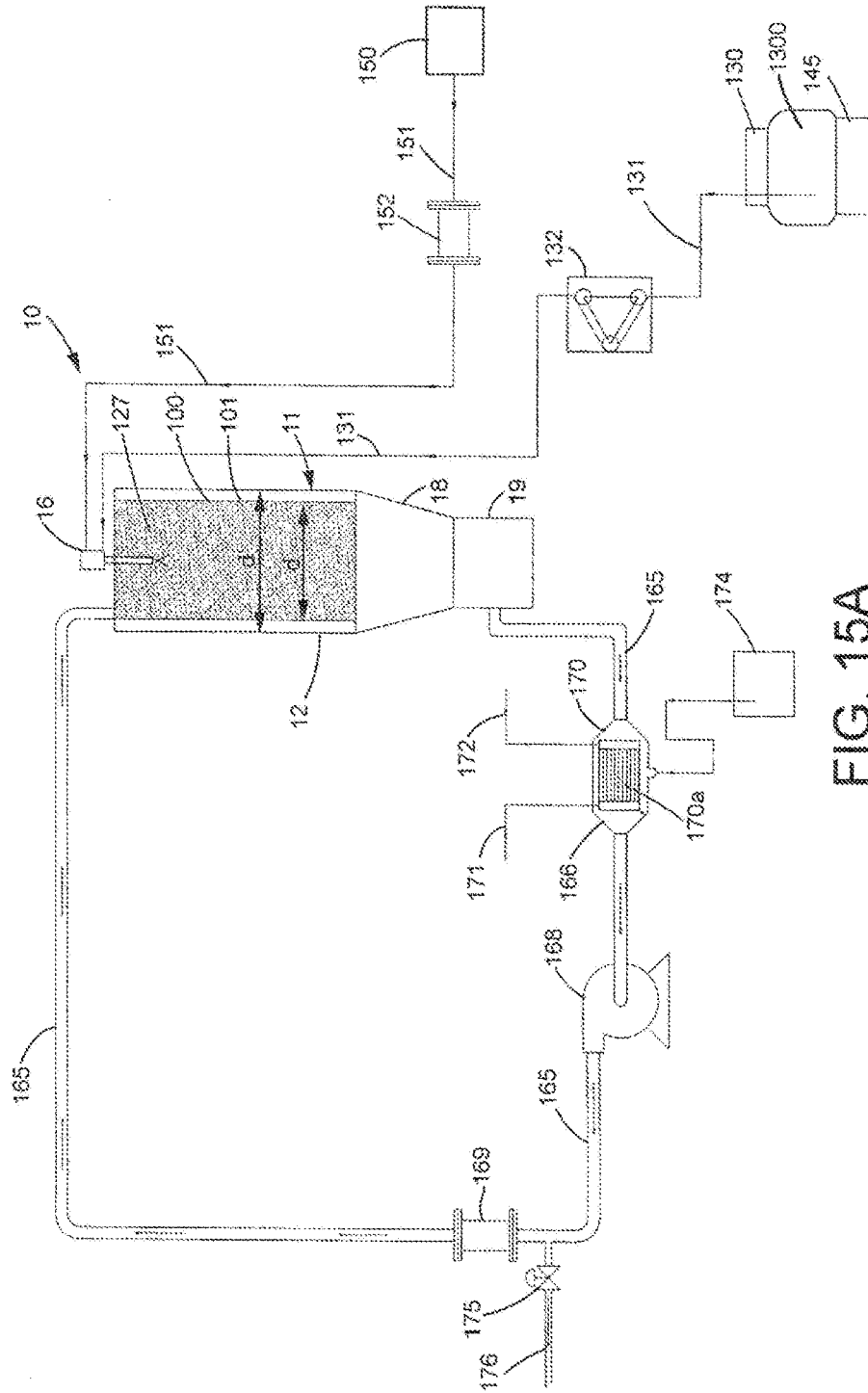


FIG. 15A

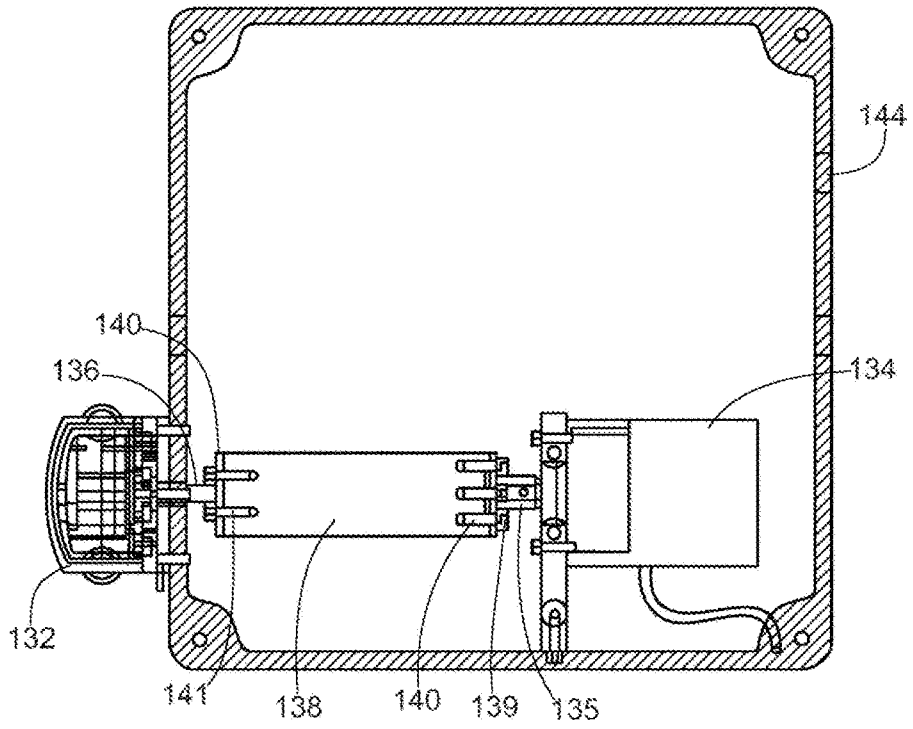


FIG. 16

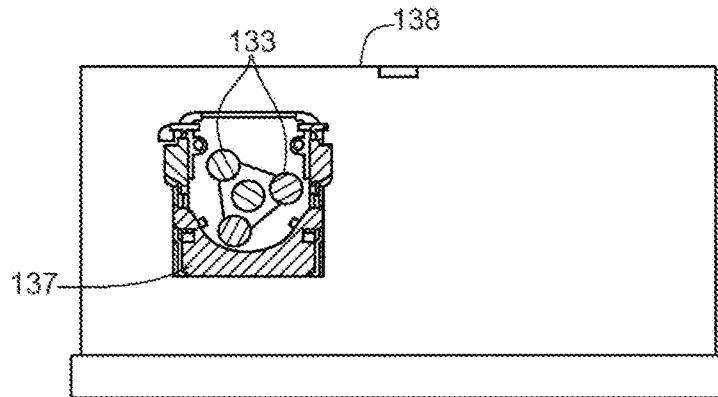


FIG. 16A

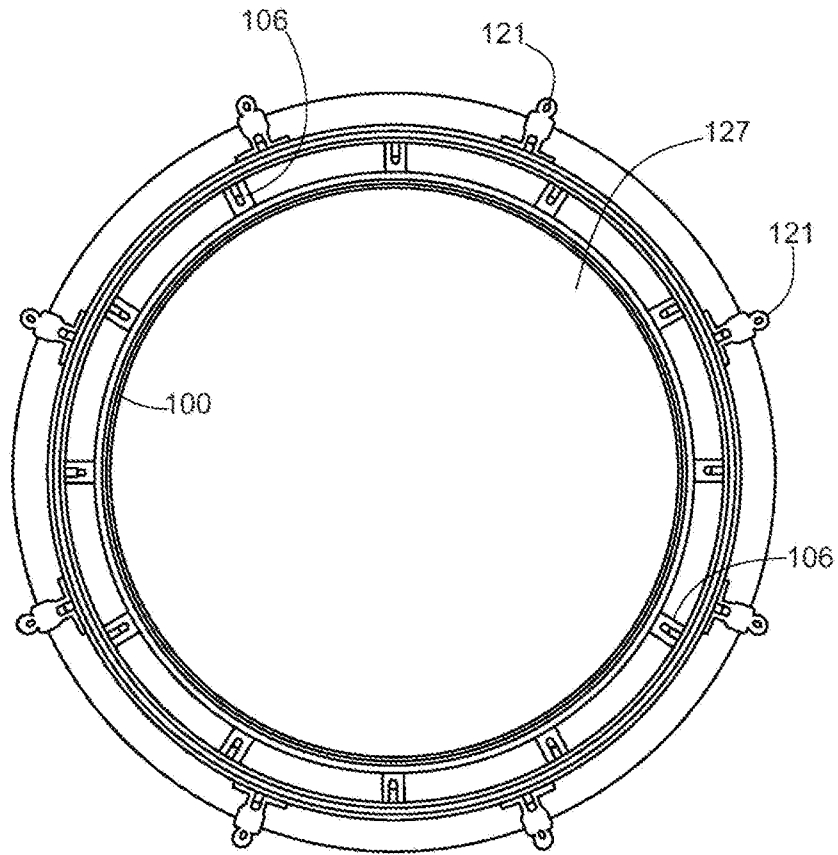


FIG. 17

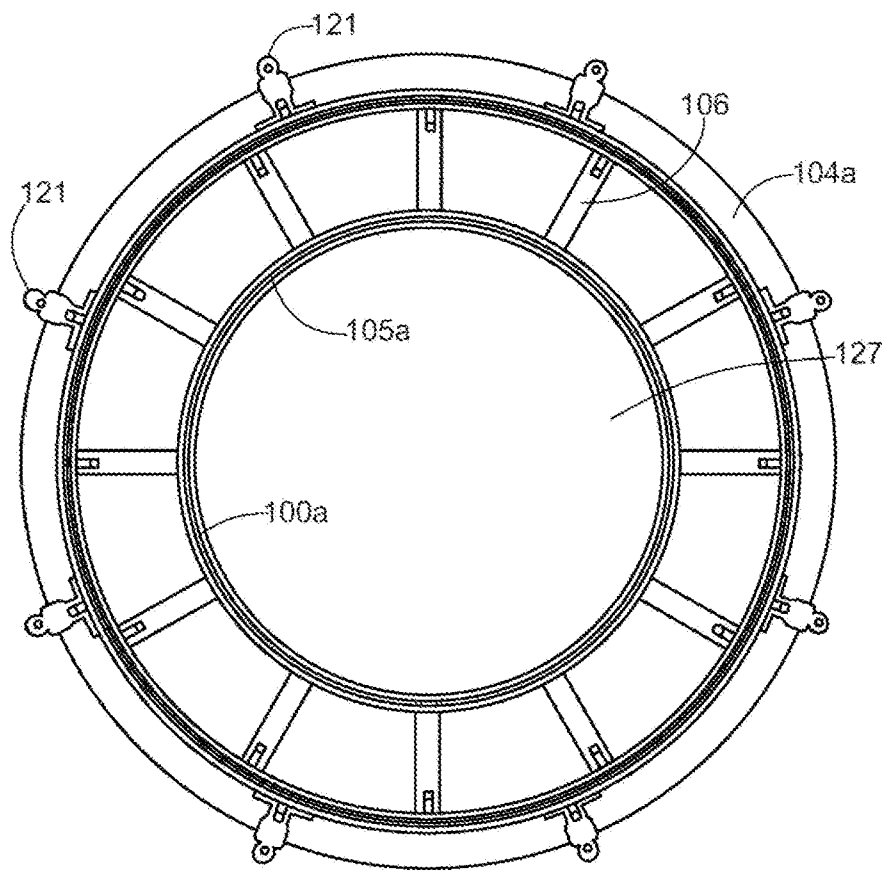


FIG. 18

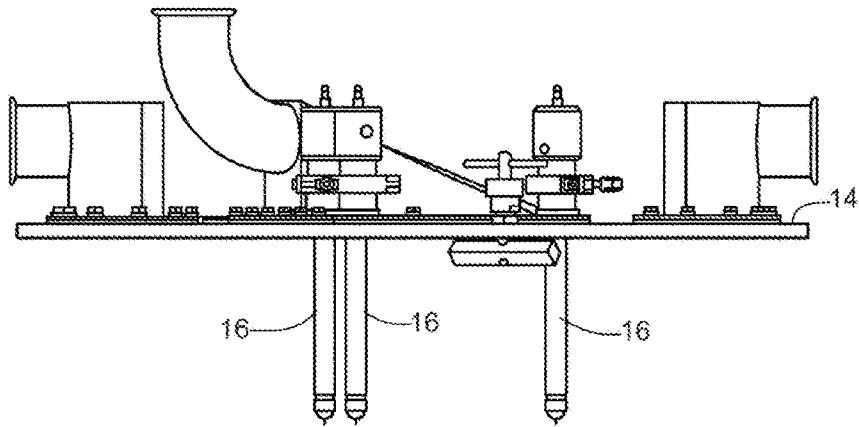


FIG. 19

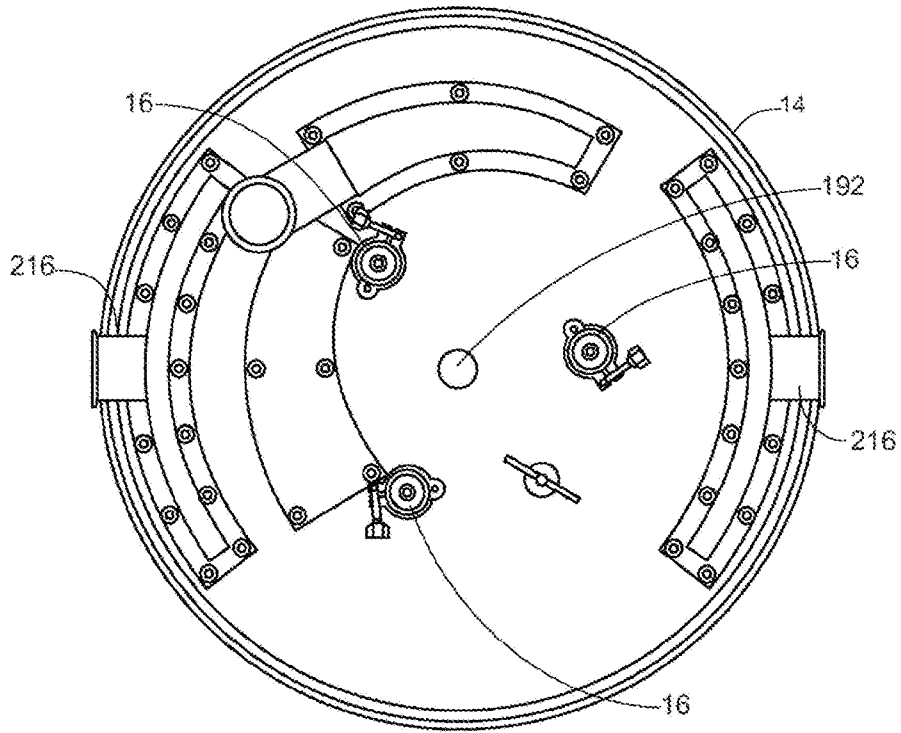


FIG. 20

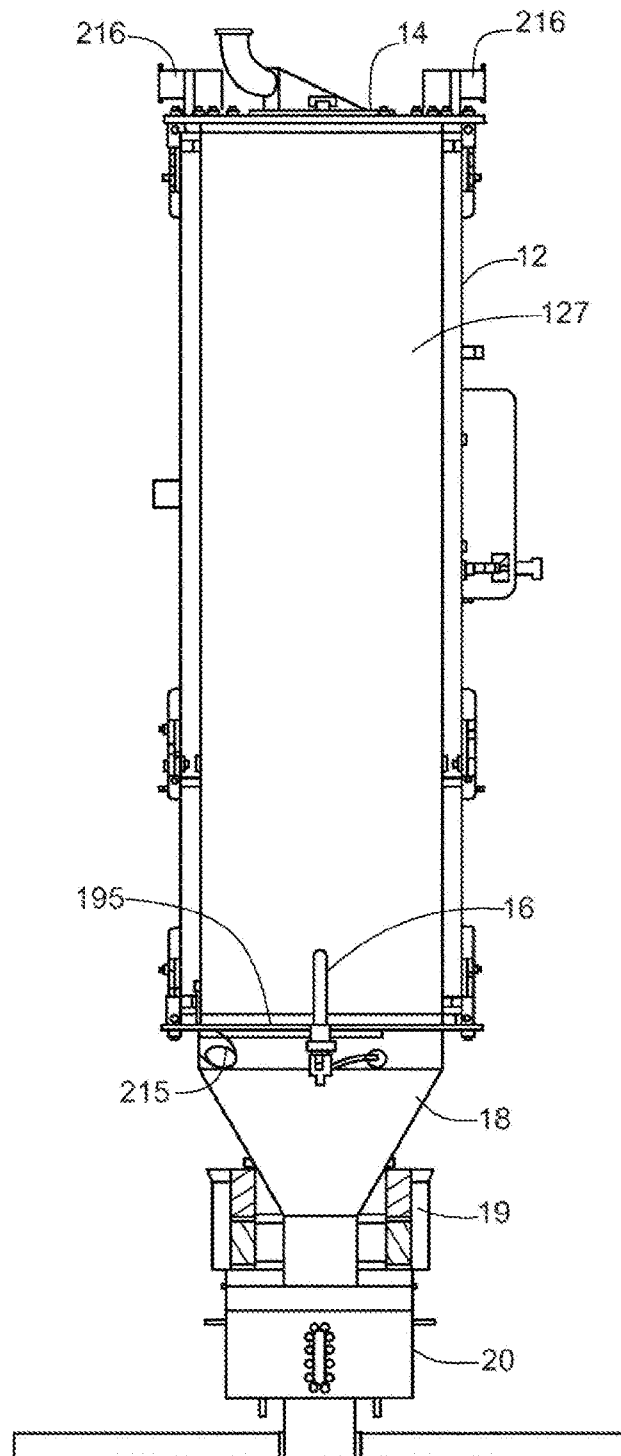


FIG. 21

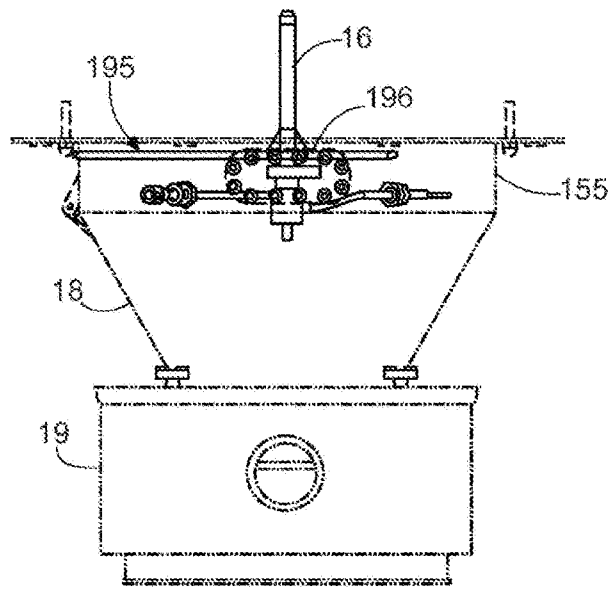


FIG. 22

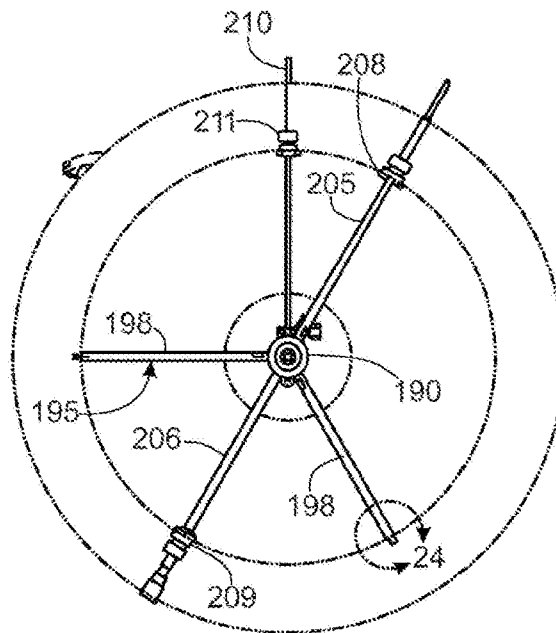


FIG. 23

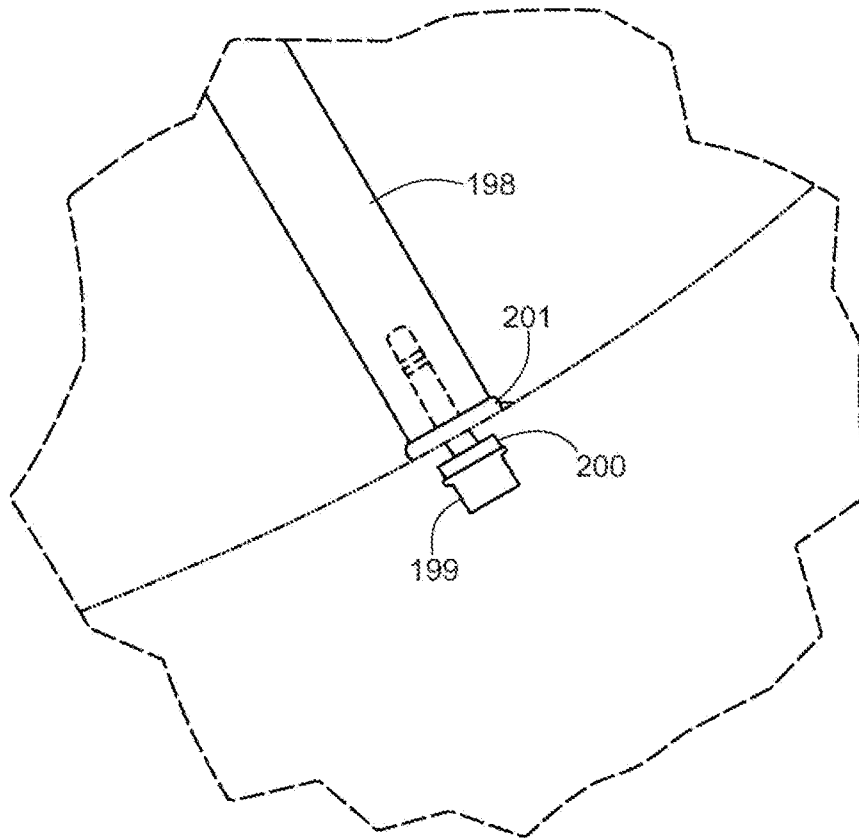


FIG. 24

CONFIGURACIONES DEL FLUJO DE AIRE DE LA MÁQUINA:  
 EL FLUJO DE AIRE A TRAVÉS DE LA MÁQUINA SE PUEDE CONFIGURAR EN MÚLTIPLES DIRECCIONES, DEPENDIENDO DE LA ORIENTACIÓN  
 DESEADA DE LA BOQUILLA DE PULVERIZACIÓN, EL MATERIAL DEL REVESTIMIENTO Y LA DIRECCIÓN DEL FLUJO DE AIRE (HACIA LA CORRIENTE  
 O CONTRACORRIENTE CON RESPECTO A LA ORIENTACIÓN DE LA BOQUILLA DE PULVERIZACIÓN). CONSULTE LA TABLA SIGUIENTE Y LAS  
 HOJAS SIGUIENTES PARA CONOCER LAS POSIBLES CONFIGURACIONES DE FLUJO DE AIRE.  
 NOTA: PARA CADA CONFIGURACIÓN DE FLUJO DE AIRE, LA CÁMARA SE PUEDE CONFIGURAR EN LONGITUDES VARIABLES CON DIÁMETROS  
 VARIABLES DEL MATERIAL DE REVESTIMIENTO.

220

TABLA DE CONFIGURACIONES DE FLUJO DE AIRE DE LA MÁQUINA

OPCIONES VARIABLES	CONFIGURACIÓN A	CONFIGURACIÓN B	CONFIGURACIÓN C	CONFIGURACIÓN D	CONFIGURACIÓN E	CONFIGURACIÓN F
LONGITUD DE LA CÁMARA (VARIA AL AÑADIR O QUITAR LA BOBINA DE EXTENSION)	LARGA O CORTA	LARGA O CORTA	LARGA O CORTA	LARGA O CORTA	LARGA O CORTA	LARGA O CORTA
MATERIAL DE REVESTIMIENTO (NO PERMEABLE O PERMEABLE)	NO PERMEABLE	NO PERMEABLE	PERMEABLE	PERMEABLE	PERMEABLE	PERMEABLE
ORIENTACIÓN DE LA BOQUILLA (PULVERIZACIÓN DESDE ARRIBA HACIA ABAJO, PULVERIZACIÓN DESDE ABAJO HACIA ARRIBA)	PULVERIZACIÓN DESDE ARRIBA	PULVERIZACIÓN DESDE ABAJO	PULVERIZACIÓN DESDE ARRIBA	PULVERIZACIÓN DESDE ARRIBA	PULVERIZACIÓN DESDE ABAJO	PULVERIZACIÓN DESDE ABAJO
DIRECCIÓN DEL FLUJO DE GAS DEL PROCESO (DIRECCIÓN GENERAL A TRAVÉS DE LA CÁMARA; LA UTILIZACIÓN DEL PUERTO VARIA SEGÚN LA CONFIGURACIÓN)	HACIA ABAJO	HACIA ABAJO	HACIA ARRIBA	HACIA ABAJO	HACIA ARRIBA	HACIA ABAJO

FIG. 25

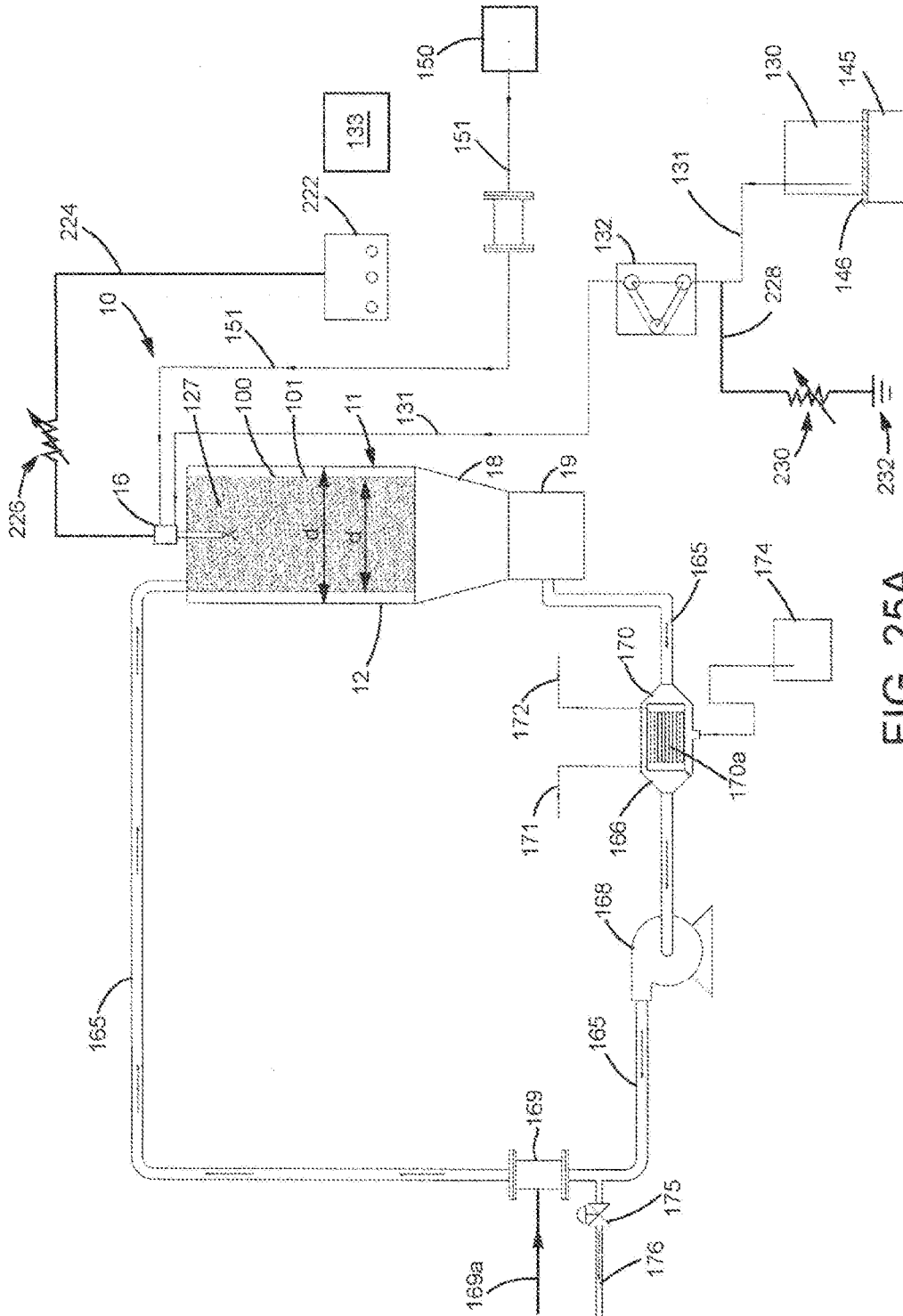


FIG. 25A



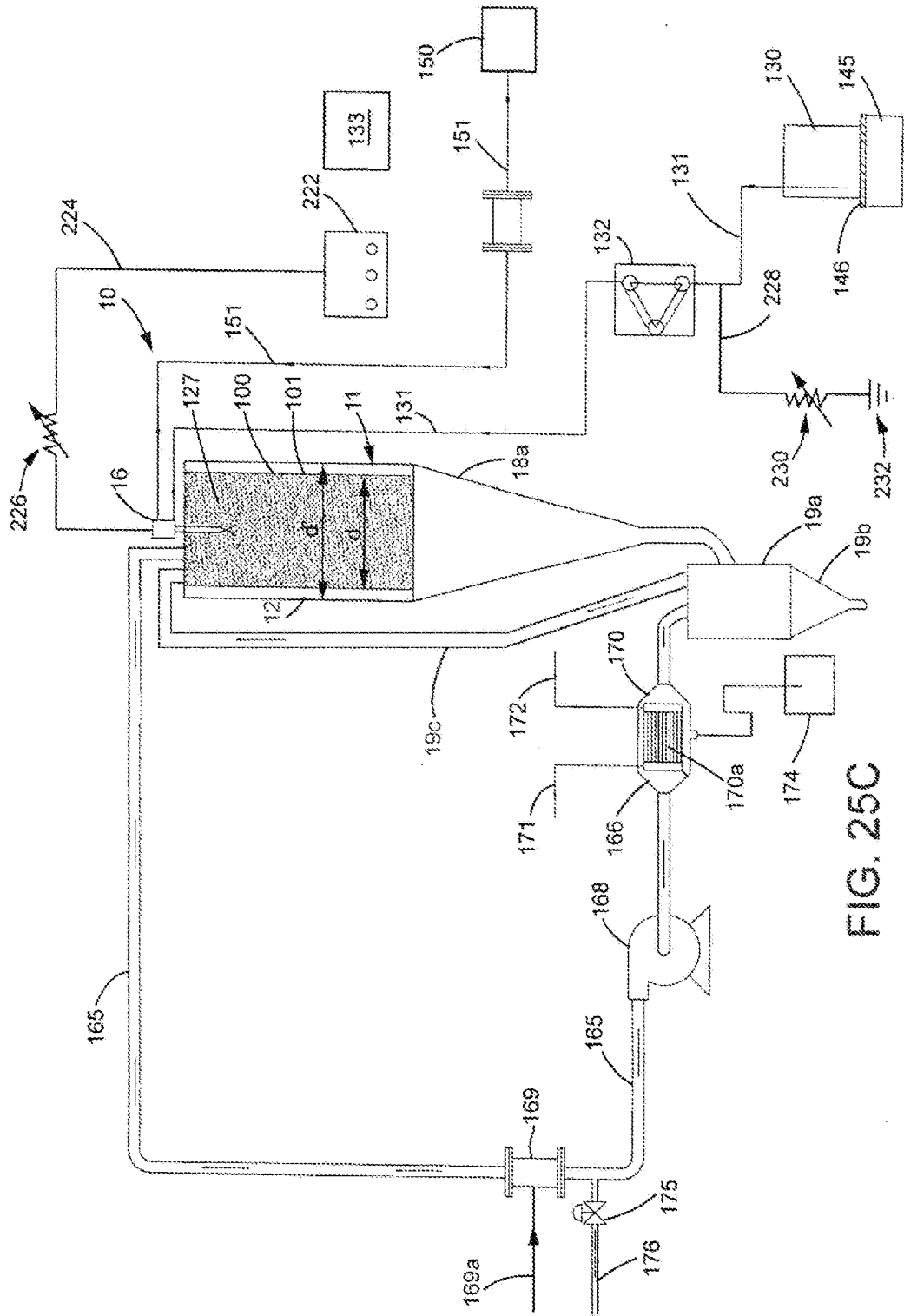


FIG. 25C

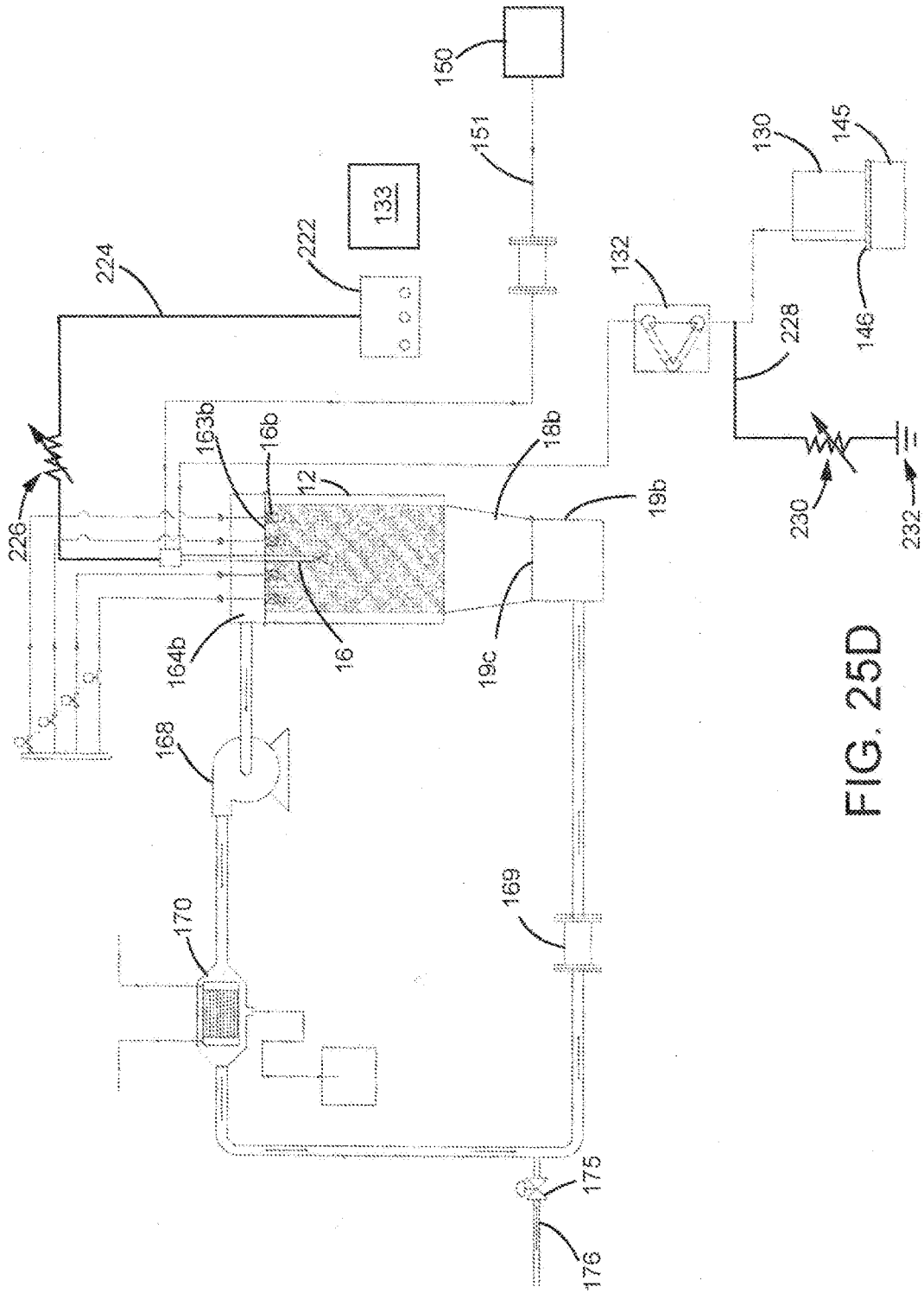


FIG. 25D

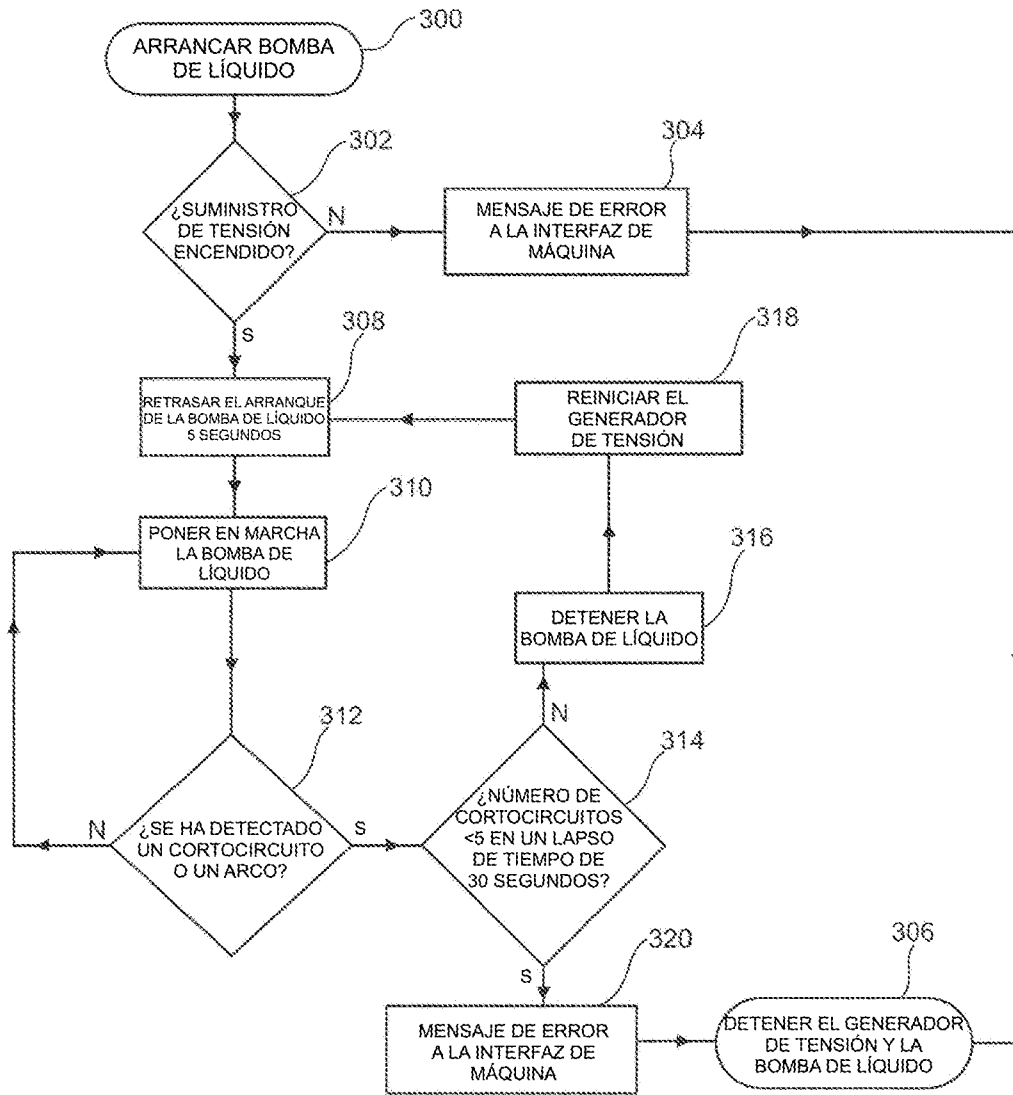


FIG. 26

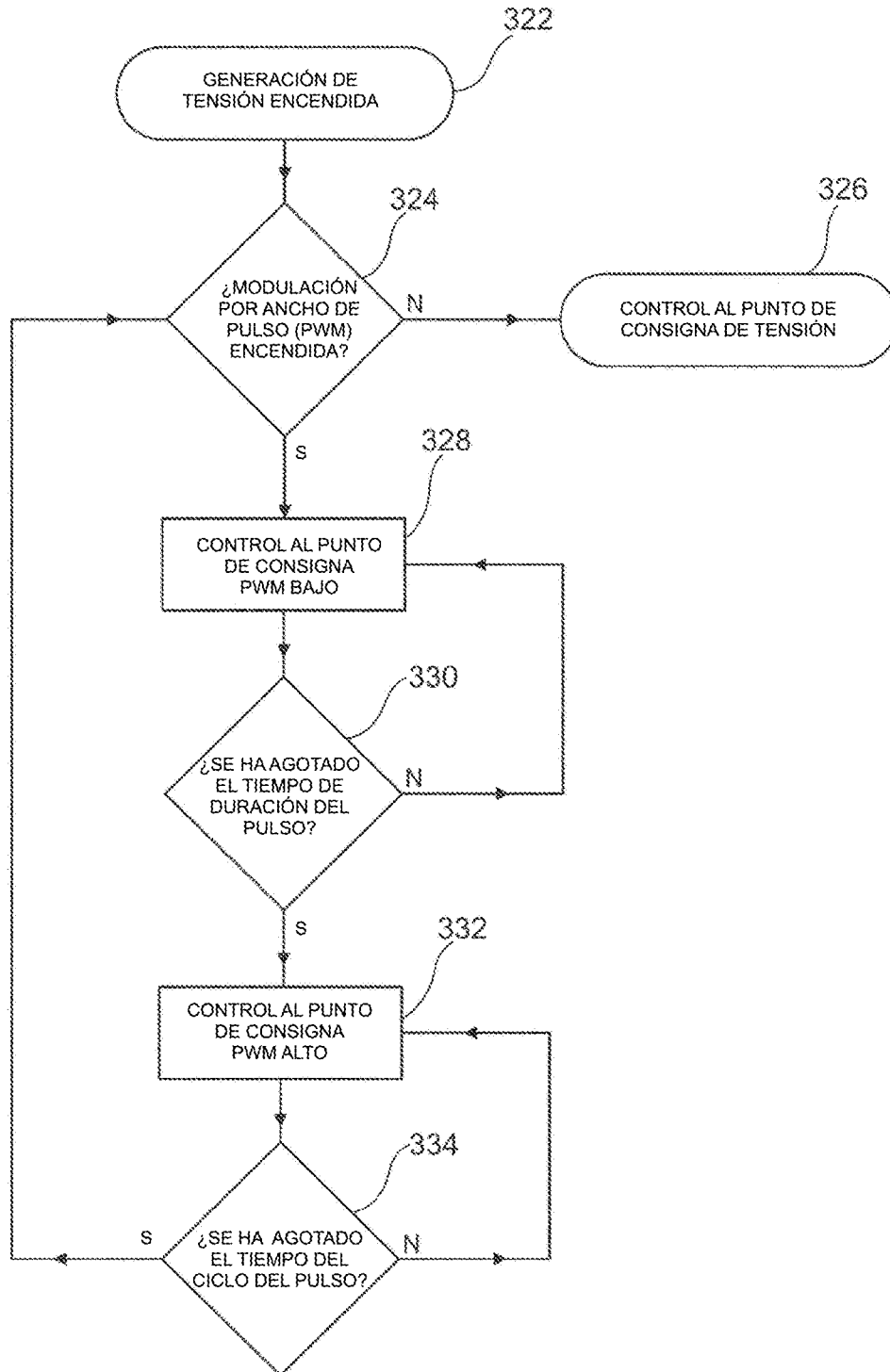


FIG. 27

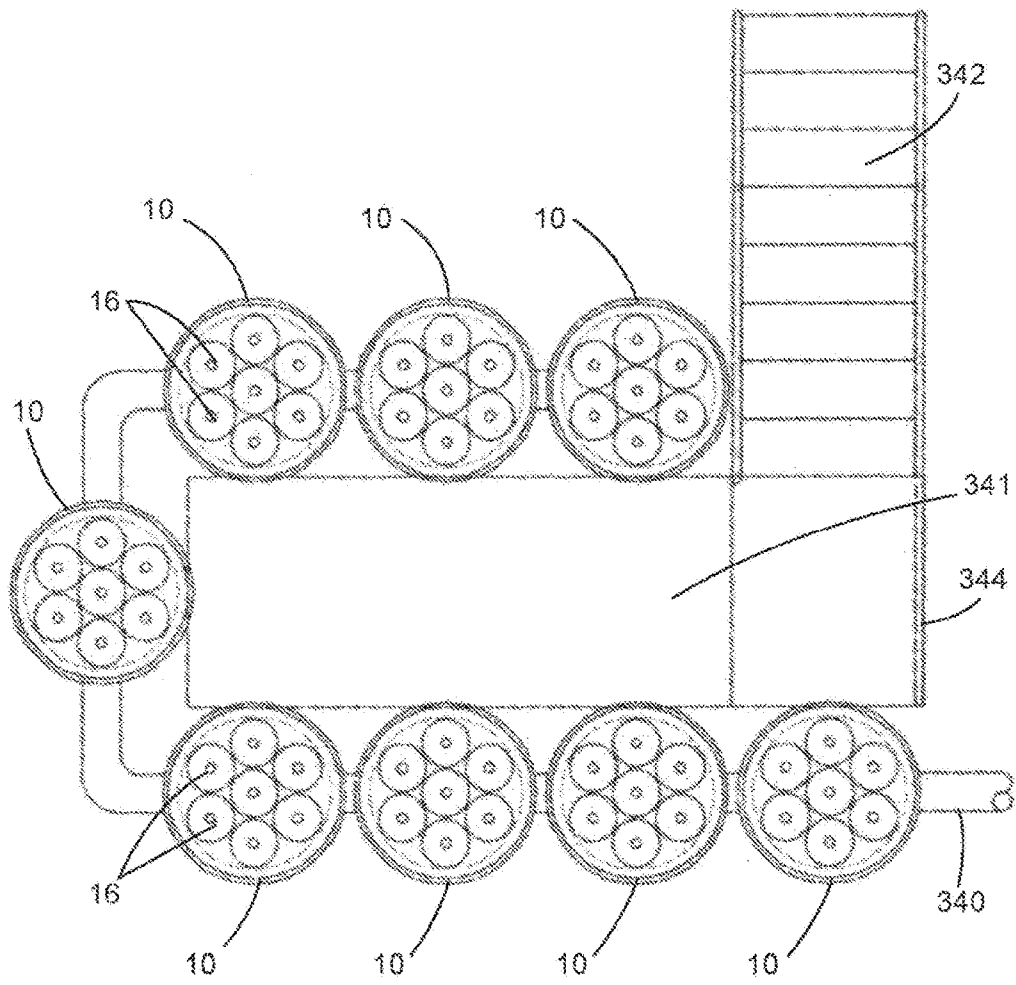


FIG. 28

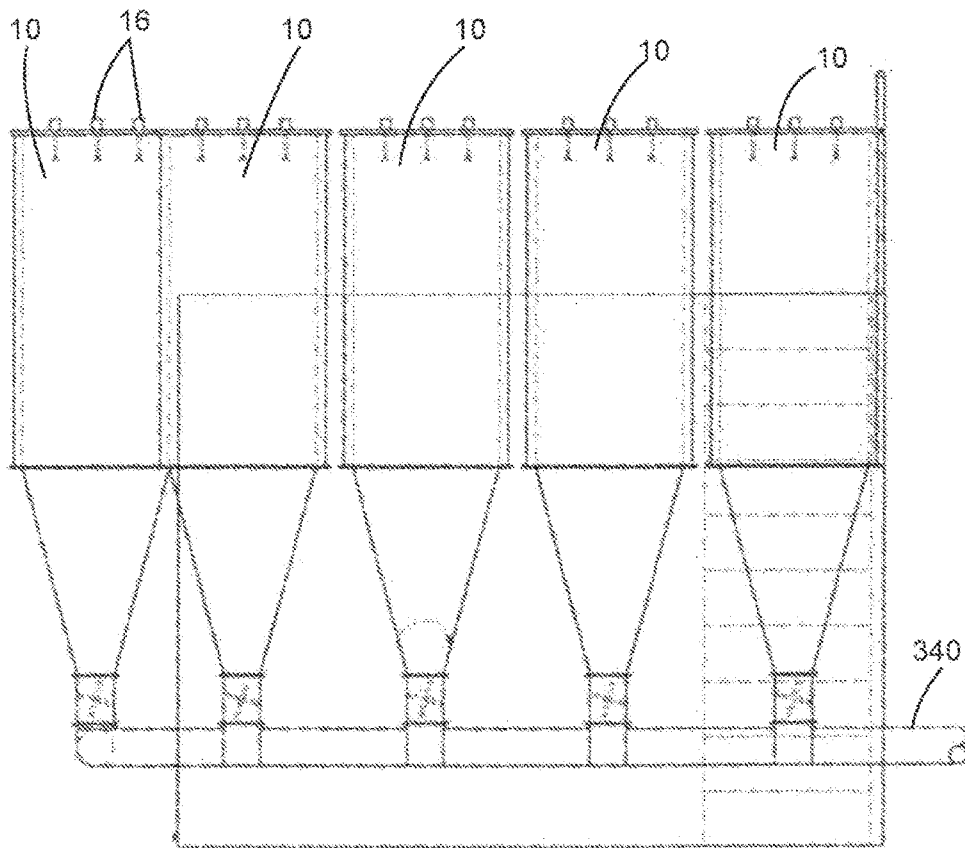


FIG. 29

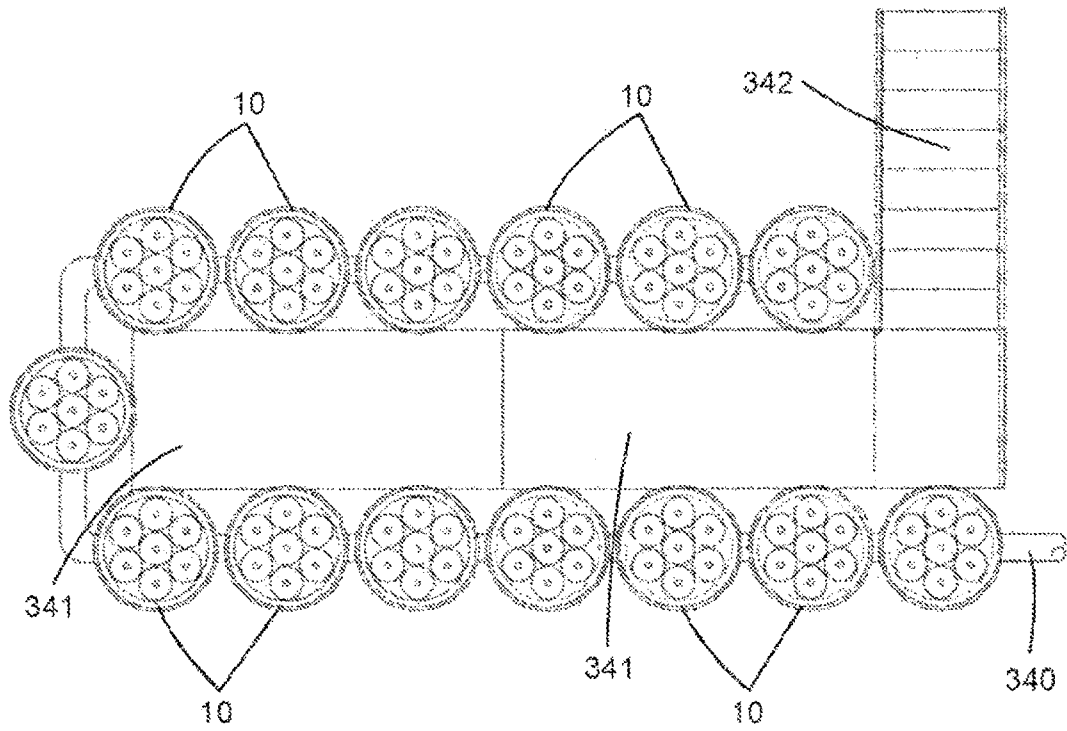


FIG. 30