(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 326 635**

(51) Int. Cl.:
B04B 1/04 (2006.01)
B04B 11/00 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **03707473 .9**
(96) Fecha de presentación : **20.01.2003**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1487585**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **22.12.2004**

(54) Título: **Separación por centrifugación de componentes mezclados en una corriente de fluido.**

(30) Prioridad: **25.01.2002 US 56190**
25.01.2002 US 56200

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2009

(73) Titular/es: **Econova Inc.**
537 West 600 South, Suite 900
Salt Lake City, Utah 84101, US

(72) Inventor/es: **Collier, Kevin, E.**

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Separación por centrifugación de componentes mezclados en una corriente de fluido.

Antecedentes de la invención

1. **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a procedimientos de separación de componentes de fluidos de diferentes densidades centrífugamente.

Tecnología relevante

La patente de EE. UU. nº 2,557.629 revela un separador centrífugo que tiene un primer tubo que transporta un líquido a separar a un cuerpo rotatorio. La materia en partículas pesada del líquido se asienta en el perímetro exterior del cuerpo rotatorio. Un segundo tubo espaciado del primer tubo transporta un líquido de impulsión al cuerpo rotatorio. El líquido de impulsión se usa para ayudar en la retirada de la materia en partículas pesada del cuerpo rotatorio de manera que el procedimiento de separación pueda continuar.

La patente de EE. UU. nº 4.846.780 revela un separador centrífugo que tiene un rotor que rota dentro de un alojamiento. Una corriente de fluido recibida dentro del rotor se acelera en la pared del rotor. Inicialmente, el separador elimina cualquier gas de la corriente de luido. El resto de la corriente de fluido se separa seguidamente dentro de sus componentes individuales a lo largo de la longitud de la pared sobre la base del peso específico de los diferentes componentes.

La Solicitud Internacional de PCT nº WO 01/10562 A revela un separador centrífugo presurizado que tiene un vaso rotatorio con una pluralidad de aletas dispuestas en su interior. El vaso tiene una entrada, una salida de componentes ligeros y una salida de componentes pesados. La salida de componentes pesados y la salida de componentes ligeros están separadas del eje de rotación del vaso de manera que se puede formar una línea de separación entre ambas.

La purificación de agua es una actividad antigua dedicada a lograr tanto agua potable como agua de uso industrial. Con el crecimiento de la industrialización, la purificación de agua tomó una nueva importancia a causa del uso del agua industrial generalmente concerniente a la descarga de agua contaminada al medio ambiente.

Con el aumento de la preocupación por el medio ambiente, el agua descargada al medio ambiente ha sido sometida a estándares crecientemente mayores. De esta manera, se han emprendido esfuerzos incrementados para identificar procedimientos de tratamiento del agua para reducir sustancialmente tanto los contaminantes disueltos como los particulados.

Un aspecto de la purificación de agua que es especialmente lento y/o intensivo en equipo es la separación de líquidos y sólidos. Tradicionalmente, se han usado estanques de asentamiento o empesadores en los que se permite residir un gran volumen de agua que contiene partículas en un estado inactivo. Con la fuerza de la gravedad que actúa sobre la mezcla, las partículas, incluso las que se encuentran en régimen de flujo de Stokes se separarán del líquido.

Una desventaja del uso de espesadores es que tienen que ser extremadamente grandes para tener una capacidad de flujo significativa. Por lo que su uso no es práctico en áreas urbanas muy pobladas donde es mayor la necesidad de dichos sistemas de purificación de agua. Consecuentemente, se han desarrollado espesadores que permiten un flujo continuo de líquido que contiene partículas alrededor del centro del espesador, produciendo un líquido flotante clarificado y un lodo compacto. El lodo compacto que sale del fondo del espesador, típicamente tiene un contenido de agua equivalente a entre 10 y 30 por ciento del agua total que alimentó el espesador.

En la última década aproximadamente los espesadores tradicionales han sido mejorados con la llegada del espesador de gran caudal. El espesador de gran caudal tiene un pozo de alimentación central que se extiende bajo la línea de lodo del material de flujo inferior. Consecuentemente, toda el agua que entra en el espesador tiene que pasar a través del lodo que actúa como medio de filtro. Usando el lodo como medio de filtro, se incrementan las velocidades de separación de sólidos y líquidos, aunque solamente se incrementa en comparación con los espesadores tradicionales. Además, los espesadores de gran caudal también tienen que ser muy grandes y, consecuentemente, también tienen grandes espacios ocupados, lo que hace su uso impracticable en muchas situaciones.

Otro aspecto de la separación incluye sistemas de líquido-líquido, tales como la separación de aceite y agua de un sumidero de un taller mecánico o de estanque de lavado de trenes o autobuses etc. En la industria de los alimentos se utilizan otros sistemas de separación de líquido-líquido en los que tiene que tiene que separarse aceite y agua y aceite. Uno de los problemas de la técnica anterior es el efecto de perturbadores de carga tales como el oleaje de aceite o agua en una operación de limpieza que altera el equilibrio de la relación de alimentación de aceite/agua al separador. Aunque se puede controlar el separador para prevenir que un componente entre en la corriente de salida errónea, una oleada catastrófica de un componente u otro no se puede controlar.

Breve descripción de los dibujos

Ahora se van a exponer varias realizaciones de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos. Se aprecia que estos dibujos representan solamente realizaciones típicas de la invención y, por consiguiente, no se deben considerar limitativas de su ámbito.

La figura 1 es una vista general mediante un diagrama de bloques de un procedimiento que usa uno o más separadores de la presente invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de una realización de un separador de sólido-líquido útil para comprender la presente invención pero ajeno a su ámbito;

La figura 3 es una vista en sección transversal de una realización de separador de sólido-líquido mostrado en la figura 2;

Las figuras 4A-B son vistas en sección transversal tomadas a lo largo de las líneas 4A-4A y 4B-4B de la figura 3, respectivamente;

La figura 5 es una vista en perspectiva de un conjunto parcial del interior del vaso del separador de sólido-líquido mostrado en la figura 3, que revela una parte del conjunto de aletas y discos;

La figura 6 es una vista en perspectiva de un conjunto parcial del interior del vaso del separador de sólido-líquido ilustrado en la figura 3, que revela una parte más completa del conjunto de aletas y discos;

Las figuras 7A, B y C son realizaciones de aletas alternativas que pueden utilizarse en los separadores de la presente invención;

La figura 8 es una vista en perspectiva de un conjunto parcial del interior del vaso del separador de sólido-líquido ilustrado en la figura 3, que revela un conjunto de aletas y discos terminado;

La figura 9 es una vista en sección transversal de un alzado tomada a lo largo de la línea 9-9 de la figura 3;

La figura 10 es una vista en sección transversal del separador de sólido-líquido ilustrado en la figura 3 que muestra el separador de sólido-líquido en operación;

La figura 11 es una vista en sección transversal de una realización de un separador de líquido-líquido útil para la comprensión de la presente invención pero ajeno a su ámbito;

La figura 12 es una vista en perspectiva de un conjunto parcial del interior del vaso del separador de líquido-líquido mostrado en la figura 11, que revela una parte del conjunto de aletas y discos perforados;

Las figuras 13A-13C son diagramas de bloque que muestran realizaciones alternativas de conjuntos de válvula que controlan el flujo de líquido hacia dentro y fuera del separador de líquido-líquido;

La figura 14 es un diagrama de bloques que muestra otra realización de un conjunto de válvula que controla el flujo de líquido hacia dentro y fuera del separador de líquido-liquido;

La figura 15 es un diagrama de bloques de una visión general de un procedimiento de la presente invención que usa el separador de líquido-líquido en conexión con un hidrociclón;

La figura 16 es una vista en sección transversal de una realización alternativa de un separador, en el que el vaso a presión esférico ha sido sustituido por un vaso a presión troncocónico doble;

La figura 17 es una vista en perspectiva de un conjunto parcial del interior del vaso del separador mostrado en la figura 16;

La figura 18 es una vista lateral en alzado de una realización alternativa de un separador de acuerdo con la invención y que puede funcionar como separador de sólido-líquido y/o líquido-líquido;

La figura 19 es una vista lateral en sección transversal del separador mostrado en la figura 18 sin el bastidor de soporte;

La figura 20 es una vista en perspectiva parcialmente recortada de un conjunto de árbol del separador mostrado en la figura 19;

La figura 21 es una vista lateral en sección transversal del separador tomada a lo largo de la línea 21-21 de la figura 19;

La figura 22 es una vista en sección transversal ampliada del vaso a presión del separador mostrado en la figura 19;

La figura 23 es una vista lateral en sección transversal de un tubo de extracción del separador mostrado en la figura 22;

La figura 24 es una vista en perspectiva de una tobera del tubo de extracción mostrado en la figura 23;

La figura 25 es una vista en planta de una aleta del separador mostrado en la figura 22;

La figura 26 es una vista en perspectiva de un conjunto de aleta del separador mostrado en la figura 19;

La figura 27 es una vista lateral en sección transversal de una realización alternativa del tubo de extracción mostrado en la figura 24;

La figura 28 es una vista lateral en sección transversal de otra realización alternativa del tubo de extracción mostrado en la figura 24; y

La figura 29 es una vista en perspectiva de un conjunto de aleta del separador mostrado en la figura 19 que usa discos sólidos.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

La presente invención se refiere a sistemas correspondientes a un aparato de clarificación y/o separación de componentes de una corriente de fluido. Por ejemplo, en una realización el sistema se puede usar para clarificar agua u otros líquidos que han sido contaminados con materia en partículas, que incluye contaminantes orgánicos e inorgánicos. El sistema también se puede usar para separar líquidos inmiscibles tales como una mezcla de aceite-agua o separar líquidos de diferente densidad. Ahora se hace referencia a los dibujos en los que los números de referencia similares refieren a operaciones o estructuras unitarias similares. Se entiende que los dibujos son diagramáticos y/o esquemáticos y no necesariamente dibujado a escala ni son limitativos del espíritu y ámbito de la presente invención.

La figura 1 es un diagrama de bloques de una visión general de una realización de un sistema 8 que usa un separador de la invención como separador 10 de sólido-líquido y/o un separador 22 de aceite-agua. Como se ilustra en la figura 1, los separadores 10 y 22 están conectados con una variedad de otros componentes de tratamiento. El sistema 8 está configurado para el tratamiento de una corriente 12 de alimentación que contiene agua, aceite y partículas. Se aprecia que en función del contenido de la corriente 12 de alimentación y de los componentes finales deseados, la selección de componentes del sistema 8 representado puede, eliminarse, intercambiarse en otro aparato o que se puedan añadir otros componentes.

La corriente 12 de alimentación puede constar de una variedad de composiciones diferentes, tales como agua con contaminantes como aceite, contaminantes bacterianos, metales disueltos, y sólidos suspendidos coloidalmente. La corriente 12 de alimentación puede originarse, a modo de ejemplo y no como limitación, de instalaciones industriales, instalaciones de tratamiento de productos animales, tratamiento de aguas residuales, tratamiento de aguas municipales, la industria del petróleo, y cualquier otro tipo de instalación o sistema que tenga un producto de desecho fluido que tenga que ser clarificado y/o separado.

La corriente 12 de alimentación alimenta inicialmente un depósito 14 de almacenamiento que actúa como depósito de retención para almacenar un flujo de entrada grande de fluido. El depósito 14 de almacenamiento puede incluir cualquier depósito de almacenamiento disponible comercialmente, un estanque en el suelo, u otro vaso de retención de líquido. En otras realizaciones, el depósito 14 de almacenamiento no es necesario y se puede eliminar del sistema. Desde el depósito 14 de almacenamiento, el fluido sigue una vía 16 de flujo hasta un filtro 18 de basura para eliminar basura y partículas sobredimensionadas que pudieran atascar el sistema. Al salir del filtro 18 de basura, el fluido sigue una vía 20 de flujo hacia dentro de un separador 22 de aceite-agua que desune una corriente 24 de aceite de una corriente 26 de agua. Como se va a exponer más adelante con mayor detalle, el separador 22 de aceite-agua también puede ser enjuagándolo a presión periódicamente para eliminar materia en partículas recogida dentro del separador 22. La materia en partículas se enjuaga a presión a través de una línea 21 de sólidos hacia un filtro 46 expuesto más adelante.

Aunque se puede emplear una variedad de separadores de aceite-agua, en una realización el separador 22 de aceite-agua, como se va a exponer más adelante más detalladamente, se compone de un separador que tiene muchas de las características de la invención como se va a exponer con respecto al separador 10 de sólido-líquido. Alternativamente, el separador 22 de aceite-agua puede comprender un separador de aceite-agua tal como los separadores revelados en las Patentes de EE. UU. Números 5.387.342, 5.582.724 y 5.464.536.

La corriente 26 de agua se puede combinar con un filtro de corriente 28 de agua para formar una corriente 29 de alimentación que se introduce en un coagulador 32 electrostático. El coagulador 32 electrostático opera para esterilizar eléctricamente el agua matando organismos vivos, descomponiendo suspensiones coloidales e impurezas coloidales de un coagulante. Este tipo de sistemas está disponible en Scott Powell Water Systems, Inc. de Denver, Colorado.

Una corriente 34 de aguas residuales coaguladas suministra a un depósito 36 de desarrollo que típicamente tiene un tiempo de residencia de entre aproximadamente un minuto y cinco minutos o más largo. Mientras que en el depósito 36 de desarrollo, el tamaño de las partículas del coagulante crece. La corriente 38 de aguas residuales desde el depósito 36 de desarrollo suministra al separador 10 de sólido-líquido que se expondrá más adelante con mayor detalle. El separador 10 de sólido-líquido genera una corriente 40 con partículas que constituyen la materia en partículas que ha sido eliminada de la corriente 38 de aguas residuales, y una corriente 42 clarificada que constituye el agua u otro líquido clarificado. El agua clarificada de la corriente 42 clarificada se descarga bien directamente o a través de un filtro 45 posterior al medio ambiente o en otro destino previsto. La corriente 40 con partículas se suministra al filtro 46 del cual se generan una corriente 28 de agua filtrada y un depósito 48 de sólidos.

En una realización, el gas y el aceite residual recogidos en la parte superior del depósito 36 de desarrollo pueden extraerse directamente a través de la línea 49 hacia el filtro 46. También se aprecia que el separador 22 de aceite-agua, el coagulador 32 electrostático, el depósito 36 de desarrollo, el separador 10 de sólido-líquido, y el filtro 46 cada uno puede ser operado a una presión elevada, tal como por la aplicación de una bomba, para facilitar flujos deseados a través del sistema. La presión puede variar en uno o más de los componentes 22,32, 36,10 y 46 para controlar el flujo en direcciones deseadas.

En la figura 2 se representa una realización de separador de sólido-líquido útil para la comprensión de la presente invención. El separador 10 de sólido-líquido incluye un vaso 60 a presión impulsado por un motor 62. Aunque el separador 10 de sólido-líquido de la presente invención se puede fabricar en varios tamaños diferentes, la realización representada está diseñada para tratar aproximadamente 40 litros/minuto. En dicha realización, se puede utilizar un motor eléctrico 3440 RUM de 2,5 caballos de vapor.

Preferiblemente, el vaso 60 a presión está montado dentro de un protector 64. El protector 64 meramente provee una cubierta o alojamiento como mecanismo de seguridad para mantener a la gente y objetos alejados del vaso 60 a presión giratoria. En la realización ilustrada, está instalado un conjunto 66 de bastidor en el que está montado el protector 64 por medio de aletas 68 de montaje. Por supuesto que un experto en la técnica puede apreciar que el protector 64 puede estar configurado y unido al bastidor 66 de varias maneras.

El conjunto 66 de bastidor está configurado además para dar soporte al motor 62 y a la estructura de rodamiento que soporta el vaso 60 a presión. El separador 10 de sólido-líquido incluye un alojamiento 70 de entrada fijo configurado para recibir una línea 72 de entrada. Análogamente, el alojamiento 74 de salida está situado en el extremo opuesto del vaso 60 a presión al que está unida una línea 78 de eliminación de salida y una línea 78 aguas residuales de salida.

Se usa una bomba 80 para recibir e introducir la corriente 38 de aguas residuales en el separador 10 de sólido-líquido a través de la línea 72 de entrada. La bomba 80 presuriza la corriente 38 de aguas residuales en la línea 72 de entrada de manera tal que el separador 10 de sólido-líquido opera a dicha presión. Por lo tanto, la bomba 80 debe ser capaz de bombear la corriente 38 de aguas residuales con una capacidad de caudal del separador 10 de sólido-líquido manteniendo al mismo tiempo una presión deseada. En una realización, la bomba 80 mantiene la corriente de aguas residuales a una presión en el rango de entre aproximadamente 1 libra/pulgada^2 (6,89 x 103 Pa) y aproximadamente 600 libras/pulgada^2 (4,14 x 106 Pa) siendo más preferente una presión de entre aproximadamente 30 libras/pulgada^2 (2,07 x 105 Pa) y aproximadamente 125 libras/pulgada^2 (8, 61 x 105 Pa). La bomba también produce caudales en el rango de entre aproximadamente 3 litros/minuto y aproximadamente 1.000 litros/minuto. Cualquier bomba disponible comercialmente que pueda crear las presiones anteriores y los caudales deseados puede funcionar para el fin deseado. Dependiendo de uso previsto, se aprecia que el rango de presión y de flujo también puede ser mayor o menor.

Como se ilustra en la figura 3, el vaso 60 a presión está montado para rotar alrededor del eje 90 de rotación que también coincide con el eje de rotación del separador 10 de sólido líquido. El vaso 60 a presión incluye una pared 92 periférica que tiene una superficie 93 interior que limita una cámara 95. En la realización representada, la cámara 95 tiene forma de esfera, aunque pueden usarse otras configuraciones. Debido a que el vaso 60 está montado para rotar alrededor del eje 90 de rotación, el vaso 60 a presión incluirá generalmente una geometría que comprende un cuerpo de rotación alrededor del eje 90.

Además, es deseable, aunque no requerido, que las paredes del vaso 60 a presión estén inclinadas radialmente exteriormente hacia un ecuador 97 que tiene un diámetro mayor que rodea el eje 90 de rotación. De manera que, aunque un vaso a presión con paredes 92 esféricas sea una realización deseada debido a sus cualidades de rodamiento a presión eficientes, también se pueden emplear otros vasos curvos tales como los que tienen una forma oval, elíptica o simétricamente irregular. Además, se pueden usar configuraciones de líneas rectas tales como dos conos truncados con sus extremos amplios fijos entre sí. Análogamente, se puede usar un vaso de configuración cilíndrica en los bordes y con un centro formado por conos truncados conectados entre sí. En otras realizaciones, la el vaso 60 no necesita tener paredes inclinadas hacia fuera. Por ejemplo, el vaso 90 puede ser cilíndrico o tener una sección transversal poligonal.

El vaso 60 a presión puede estar hecho de una variedad de materiales que incluyen acero inoxidable, plástico, compuestos, estructuras bobinadas de filamento, y otros materiales convencionales. En una realización, el vaso 60 a presión es capaz de resistir presiones en el rango de entre aproximadamente 1 libras/pulgada^2 (6,89 x 103 Pa) y aproximadamente 2.000 libras/pulgada^2 (1,38 x 107 Pa) siendo más preferentes presiones de aproximadamente 100 libras/pulgada^2 (6,89 x 105 Pa) a aproximadamente 1.000 libras/pulgada^2 (6,89 x 106 Pa). En la realización representada, el vaso 60 a presión está hecho de acero inoxidable y tiene dos mitades de fácil fabricación y construcción.

Las dos mitades están aseguradas entre sí tal como por soldadura, pernos u otros procedimientos convencionales de manera tal que se forma una costura en el ecuador 97 del vaso 60.

Como se ilustra en la figura 3, el separador 10 de sólido-líquido incluye un árbol 94 de transmisión en su extremo de entrada que está montado rígidamente en el vaso 60. El árbol 94 de transmisión está configurado para enganchar el motor 62 (figura 2) como es sabido en la técnica. El árbol 94 de transmisión está montado dentro de un eje 98 hueco que está asegurado dentro de un collarín 100 de montaje de la entrada, asegurado a su vez al vaso 60 entre una pluralidad de pernos 102, de manera conocida para un experto en la técnica.

El árbol 94 de transmisión, el eje 98 hueco, y el collarín 100 de montaje de entrada están, por consiguiente, asegurados entre sí y al vaso por cualquiera de los procedimientos conocidos en la técnica, tales como por soldadura o por el uso de pernos, tales como pernos 102 de montaje que enganchan una brida 104 de montaje de entrada. Estos componentes comprenden un conjunto de de transmisión que está fijo rígidamente al vaso 60 y, consecuentemente, rota con el vaso 60.

El conjunto de transmisión está configurado para engancharse al alojamiento 70 de entrada. El alojamiento 70 de entrada soporta el conjunto de transmisión con un conjunto 106 de rodamiento de entrada que, en esta realización, engancha el collarín 100 de montaje de entrada. El conjunto 106 de rodamiento de entrada es un conjunto de rodamiento de bolas estanco que se apoya en una almohadilla tal como las conocidas por expertos en la técnica.

El alojamiento 70 de entrada está configurado con una entrada 114 de corriente de alimentación que está configurada para recibir la línea 72 de entrada (figura 2) por medio de cualquier procedimientos de unión conocidos en la técnica para proveer comunicación fluida. Como se ilustra con referencia a las figuras 3 y 4A, el alojamiento 70 de entrada está configurado además con una cavidad 108 de colector anular que rodea el eje 98 hueco. El eje 98 hueco incluye una pluralidad de puertos 110 de acceso. Las juntas 112 estancas de la bomba están instaladas entre el eje 98 hueco y el alojamiento 70 de entrada a cada lado de la cavidad 108 de colector, aportando así una estanqueidad fluida que permite al mismo tiempo el movimiento rotatorio relativo entre el alojamiento 70 fijo y el eje 98 hueco. Las juntas mecánicas de la bomba, tales como las que están disponibles en A.W. Chesterton Co. of Stoneham, Massachusetts funcionan para el fin deseado.

Con referencia de nuevo a la figura 3, se ilustra y describe la estructura de soporte del vaso 60 en el extremo 120 de salida. Como en el extremo 96 de entrada, el vaso 60 en el extremo 120 de salida 60 está configurado análogamente con una brida 122 de montaje de la salida. Un collarín 124 de montaje de la salida está unido a la brida 122 de montaje de salida 122 con varios pernos 102. EL collarín 124 de montaje de salida está apoyado sobre el alojamiento 74 de salida por medio de un conjunto 126 de rodamiento de salida.

El alojamiento 74 de salida y el collarín 124 de montaje de salida están configurados cada uno con un hueco interior para recibir un tubo 128 de salida que tiene en su interior un canal 130 de eliminación. Como se ilustra en la figura 4B, el hueco interior del alojamiento 74 de salida y del collarín 124 de montaje de salida está configurado con respecto al tubo 128 de salida de manera tal que se define un canal 132 de salida de aguas residuales entre los mismos. El canal 132 de aguas residuales se extiende en el exterior del tubo 128 de salida y está en comunicación fluida con una salida 134 de aguas residuales configurada en el alojamiento 74 de salida. Con referencia de nuevo a la figura 3, en una realización, la salida 134 de aguas residuales incluye una válvula 136 de seguridad para mantener la presión dentro del vaso 60. La válvula 136 de seguridad puede ser una válvula de cierre en caso de fallo cargada por muelle de una vía en la que la fuerza del muelle debe ser superada por una presión suficiente del fluido para forzar la apertura de la válvula.

Un extremo 129 de salida del tubo 128 de salida está sobreajustado con una junta 138 mecánica de bomba. El extremo opuesto de la junta 138 de bomba mecánica está fijo rígidamente en un escalón circular configurado en el extremo interior del alojamiento 74 de salida. Así, la junta 138 de bomba mecánica actúa como una barrera fluida entre el canal 130 de eliminación y el canal 132 de aguas residuales y permite el movimiento rotatorio relativo entre el tubo 128 de salida y el alojamiento 74 de salida. El extremo de salida del alojamiento 74 de salida está configurado además con un orificio 140 de salida que engancha la línea 76 de eliminación de salida. La línea 76 de eliminación de salida es accesible a través de una válvula 148 de salida que puede ser una válvula estándar o de solenoide, tal como una válvula de bola que está disponible comercialmente.

El tubo 128 de entrada también tiene un extremo 131 de entrada. En una realización, un obturador 162 es recibido dentro de de la abertura del extremo 131 de entrada. Un orificio 164 de escape de gas se extiende a través del obturador 162 para establecer comunicación fluida entre el centro de la cámara 95 y el canal 130 que se extiende a través del tuco 128 de salida. El orificio 164 de escape de gas típicamente tiene un diámetro en el rango de entre aproximadamente 0,02 pulgadas (0,05 cm) y aproximadamente 0,5 pulgadas (1,3 cm) siendo más preferente un diámetro de entre aproximadamente 0,02 pulgadas (0,05 cm) y aproximadamente 0,125 pulgadas (0,3 cm). Dependiendo del uso previsto, esta dimensión también puede ser mayor o menor. En una realización alternativa, el extremo 131 de entrada puede estar formado simplemente con un orificio pequeño que comunica con el canal 130 de eliminación, excluyéndose así la necesidad de un obturador 162.

Con referencia de nuevo a la figura 3, el tubo 128 de salida se extiende hasta el centro del vaso 60. El separador 10 de sólido-líquido también incluye una pluralidad de tubos 160 de extracción que se extienden radialmente por fuera.

Cada tubo 160 de extracción tiene un primer extremo 161 y un segundo extremo 163 en oposición. Cada primer extremo 161 está en comunicación fluida con el tubo 128 de salida en el extremo 131 de entrada del mismo. Extendiéndose a través de cada tubo 160 de extracción hay un canal que tiene un diámetro en un rango entre aproximadamente 0,06 pulgadas (0,15 cm) y aproximadamente 2,0 pulgadas (5 cm) siendo más preferente un diámetro de entre aproximadamente 0,125 pulgadas (0,3 cm) y aproximadamente 0,5 pulgadas (1,3 cm). En otras realizaciones el diámetro puede ser mayor o menor. En una realización, se emplean ocho tubos 160 de extracción, cada uno espaciado 45 grados del tubo contiguo. En realizaciones alternativas, se puede usar cualquier número de tubos 160 de extracción. En una realización, un número típico de tubos 160 de extracción va desde aproximadamente 2 a aproximadamente 144 siendo más preferente un número de tubos entre aproximadamente 4 y aproximadamente 24.

En otra realización más, los tubos 160 de extracción no es necesario que se proyecten radialmente hacia fuera desde el tubo 128 de salida de manera tal que los tubos 160 de extracción son perpendiculares al tubo 128 de salida. Preferentemente, los tubos 160 de extracción pueden proyectarse hacia fuera desde el tubo 128 de salida con una orientación en ángulo. Por ejemplo, en una realización, el ángulo interior entre cada tubo 160 de extracción y el tubo 128 de salida puede estar en un rango de entre aproximadamente 90º y aproximadamente 160º. En las realizaciones en las que el ángulo interior es superior a 90º, el tubo 128 de salida puede ser más corto de manera que el extremo 131 de entrada del tubo 128 de salida se acople con el primer extremo 161 de cada tubo 160 de extracción. En otras realizaciones, el ángulo interior entra cada tubo 160 de extracción y el tubo 128 de salida puede ser inferior a 90º.

Cada uno de los tubos 160 de extracción se extiende exteriormente una distancia igual desde el eje 90 de rotación del separador 10 de sólido-líquido. Cada tubo 160 de extracción tiene una abertura 166 en su segundo extremo 163 para recibir materia en partículas separada y fluida. En operación, los tubos 160 de extracción, como se explica más adelante, ayudan en la definición de una línea límite entres la materia en partículas recogida y el líquido clarificado. Por lo tanto, la longitud de los tubos 160 de extracción se fija para proveer una línea límite predeterminada con el vaso 60. En una realización en la que el vaso tiene un diámetro interior máximo de 47,5 cm en el ecuador 97, los tubos 160 de extracción están configurados para dejar un espacio de 0,25 pulgadas (0,65 cm) entre la abertura 166 de los tubos 160 y la pared 92 del vaso 60. En realizaciones alternativas, que incluyen vasos de diferentes tamaños, el espacio entre la abertura 166 de los tubos 160 de extracción y la pared 92 del vaso está típicamente en un rango de entre aproximadamente 0,125 pulgadas (0,3 cm) y aproximadamente 2 pulgadas (5 cm) siendo más preferente un espacio de aproximadamente 0,25 pulgadas (0,6 cm) a aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). En otras realizaciones, el espacio puede ser menor o mayor.

El vaso 60 también se configura con una pluralidad de aletas y discos para canalizar el flujo de fluido a través del vaso 60. Una realización del separador 10 de sólido-líquido incluye un disco 170 central situado en el centro del vaso 60 y orientado perpendicularmente al eje 90 de rotación, como se ilustra en la figura 3, el disco 170 central está configurado con un orificio central que encaja sobre el obturador 162. El disco 170 central se extiende con una configuración circular radialmente hacia fuera desde el obturador 162. El borde 172 exterior del disco 170 es circular (siguiendo la curvatura del vaso 60) y está configurado para dejar un pasadizo 174 de flujo axial entre el borde 172 del disco 170 y la pared 92 del vaso 60. El pasadizo 174 de flujo bajo se extiende anularmente alrededor del eje 90. El borde 172 exterior está típicamente, aunque no necesariamente, dispuesto radialmente hacia dentro desde la abertura 166 de los tubos 160 de extracción. En una realización, la distancia entre el borde 172 del disco 170 y la pared 92 del vaso está en un rango de entre aproximadamente 0,5 pulgadas (1,3 cm) y aproximadamente 4 pulgadas (10 cm) siendo más preferente una distancia de aproximadamente 0,8 pulgadas (2 cm) a aproximadamente 1,2 pulgadas (3 cm) siendo más preferente una distancia de 0,8 pulgadas (2 cm) a aproximadamente 1,2 pulgadas (3 cm). En otras realizaciones, la distancia puede ser también mayor o menor.

La realización representada también incluye cuatro discos 176, 178, 202 y 204 adicionales. Los discos 176 y 202 están situados en el lado de entrada del vaso 60 estando situados los discos 178 y 204 en el lado de salida. Los discos 176, 178, 202 y 204 se usan en parte para facilitar el ensamblaje del separador 10 de sólido-líquido y proveer soporte estructural durante la operación de la misma. Alternativamente, el separador 10 de sólido-líquido se puede ensamblar con un número menor o mayor de discos de ensamblaje. También se contempla que la invención del separador 10 de sólido-líquido pueda construirse sin discos asegurando las aletas, como se expone más adelante, directamente al tubo 128 de salida y/o a la pared 92 del vaso 60.

Como se ilustra en las figuras 5 y 6, los discos 176 y 202 incluyen orificios 180 centrales que permiten extraer el gas que se recoge en el centro del vaso 60. Los discos 178 y 204 están configurados de manera similar con orificios 182 centrales ligeramente mayores que el diámetro exterior del tubo 128 de salida, acomodándose así el pasadizo a su través del tubo 128 de salida. Pueden formarse muescas 210 en V, tal como por estar cortadas por láser, en el borde 172 exterior del disco 170. Estas muescas en V minimizan la perturbación de la materia en partículas cuando el agua clarificada fluye alrededor del disco 170. En una realización, estas muescas 210 en V están cortadas en el borde 172 del disco 170 que tiene una anchura en el rango de entre aproximadamente 0,1 pulgadas (0,25 cm) y aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm) y una profundidad en el rango de entre aproximadamente 0,1 pulgadas (0,25 cm) y aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). El número de muescas 210 en V que se cortan en el disco 170 central entre cada par de aletas 184 está típicamente en el rango de entre aproximadamente tres muescas y aproximadamente ocho muescas. Alternativamente, el número y tamaño de estas muescas 210 en V se puede incrementar o reducir.

Con referencia ahora a la figura 5, el separador 10 de sólido-líquido también incluye una pluralidad de aletas 184 radiales. Cada aleta 184 tiene un borde 186 interior que es generalmente paralelo al eje 90 de rotación y un borde

188 exterior que sigue generalmente la curvatura del vaso 60. Así, en la configuración ilustrada en la presente, en la que se emplea un vaso 60 esférico, el borde 188 exterior de las aletas 184 tiene una configuración sustancialmente semicircular.

En la realización ilustrada en la figura 8, se usan dos tipos de aletas 184: aletas 212 recortadas y aletas 214 no recortadas. Como se representa en la figura 7A, cada aleta 212 recortada incluye un borde 186 interior sustancialmente plano y un borde 188 exterior enfrente del anterior. El borde 188 exterior incluye una parte 187 lateral sustancialmente plana que se proyecta ortogonalmente desde cada extremo del borde 186 interior, una parte 189 de morro sustancialmente plana dispuesta sustancialmente paralela al borde 186 interior, y una parte 191 de reborde curvo que se extiende desde cada parte 187 interior hasta los extremos opuestos de la parte 189 de morro.

Como se ilustra en la figura 7B, cada aleta 214 no recortada incluye un borde 186 sustancialmente plano y un borde 188 exterior enfrente del anterior. El borde 188 exterior incluye una parte 187 lateral sustancialmente plana que se proyecta ortogonalmente desde cada extremo del borde 186 interior y una parte 193 de cara curva que se extiende entre cada parte 187 lateral. Sobre la parte 193 de cara está formada una muesca 194 semicircular dispuesta centralmente.

En la figura 7C se ilustra una aleta 215 alternativa. La aleta 215 tiene sustancialmente la misma configuración que la aleta 214 no recortada, excepto que la muesca 194 está sustituida por orificios 196 que se extienden a través de la aleta 215. Dichos orificios 196 típicamente tienen un diámetro en el rango de entre aproximadamente 0,5 pulgadas (1,3 cm) y aproximadamente 1,5 pulgadas (3,8 cm).

Las aletas 184 están situadas dentro de la cámara 95 del vaso 60 perpendicularmente a los discos 170, 176, 178, 202 y 204 como se ilustra mejor en las figuras 5 y 6. Cada disco está dotado con una ranura 198 que se corresponde con cada aleta 184. Las ranuras 200, que se corresponden con cada disco 170, 176, 178, 202 y 204, también están configuradas en cada aleta 184. Las aletas 184 y los discos 170, 176, 178, 202 y 204 están formados, en una realización, de acero inoxidable pero también pueden estar formados de plástico, compuestos y otro material suficientemente fuerte. Las ranuras 198 y 200 se pueden formar usando cualquier procedimiento convencional tal como cortando por láser. Las ranuras 198 y 200 están configuradas para permitir que las aletas y los discos se enganchen entre sí en una relación de adaptación de ajuste exacto. De esta manera, las ranuras 198 configuradas en los discos 170, 176, 178, 202 y 204 tienen una anchura al menos tan grande como el espesor de las aletas 184. Análogamente, las ranuras 200 configuradas en la saletas 184, tienen una anchura al menos tan grande como el espesor de los discos 170, 176, 178, 202 y 204 que se corresponden con estas ranuras.

Así, el conjunto de aleta y disco dentro del vaso 60 se ensambla como se ilustra en la figura 5 colocando los discos 204 y 178 de salida sobre el tubo 128 de salida. El disco 170 central, como se ve en la figura 6, se coloca seguidamente alrededor del obturador 162 y alguna saletas 184 se enganchan en sus correspondientes ranuras de los discos 170 y 178 enganchándose al mismo tiempo los discos con las correspondientes aletas sobre las aletas 184. Cuando la aleta 184 está así colocada en enganche de acoplamiento con un disco, virtualmente todo movimiento relativo entre el disco y la aleta está impedido. Seguidamente, los discos 176 y 202 de entrada se colocan en enganche de acoplamiento con las ranuras 200 sobre las aletas 184. Con los cinco discos 170, 176, 178, 202 y 204 ahora en posición, las aletas restantes se instalan deslizándolas radialmente en posición, hasta que se complete la configuración interior del vaso 60 como se ilustra en la figura 8. Las ranuras 198 y 200 son simplemente un medio de aseguramiento de las aletas y los discos entre sí. En realizaciones alternativas, las aletas y los discos pueden soldarse, sujetarse, moldearse integralmente o, de otra manera, asegurarse entre sí usando procedimientos convencionales.

En la realización representada se utilizan veinticuatro aletas 184 en el vaso 60, como se ilustra en las figuras 8 y 9. En realizaciones alternativas, el número de aletas 184 está típicamente en el rango de entre aproximadamente 8 y aproximadamente 144 siendo más preferente un número de aproximadamente 12 a aproximadamente 48. Como se representa mejor en las figuras 3, 8, y 9, las aletas 184 ensambladas se proyectan exteriormente desde el eje 90 de rotación en alineación sustancialmente paralela con el eje 90 de rotación. Cada borde 186 interior está separado del centro del eje 90 de rotación de manera que se forma un canal 219, representado en la figura 3, que se extiende desde el extremo 96 de entrada hasta el orificio 164 de escape de gas. El canal 219 tiene un diámetro típicamente en el rango de entre aproximadamente 0,25 pulgadas (0,6 cm) y aproximadamente 2 pulgadas (5 cm) siendo más preferente un diámetro de aproximadamente 0,25 pulgadas (0,6 cm) a aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). Dependiendo del uso previsto, el diámetro también puede ser menor o mayor. Como se ilustra en las figuras 7A y 7B el borde 186 interior de cada aleta 184 se corta para prevenir interferencias con el tubo 128 de salida y el obturador 162 de escape de gas.

Para acomodar los ocho tubos 160 de extracción radial, las aletas 212 recortadas están modificadas con una muesca 216 central como se ilustra en la figura 5. La muesca 216 está dimensionada para permitir algún grado de intersección de las aletas 212 recortadas con los tubos 160 de extracción, como se ilustra en la figura 9. Por lo tanto, en la realización representada, se utilizan dieciséis aletas 212 recortadas modificadas con una muesca 216 en combinación con ocho aletas 214 no recortadas que no han sido modificadas.

En una realización alternativa, se aprecia que esas aletas 184 no necesitan proyectarse exteriormente radialmente en alineación con el eje 90 de rotación. Preferentemente, el borde 186 interior de cada aleta 184 puede estar desviado de la alineación con el eje 90 de rotación y, a pesar de eso, ser retenido en posición por los discos. Con el uso en la especificación y en las reivindicaciones adjuntas de la frase, "aleta que se proyecta desde alrededor del eje de rotación"

se pretende ampliamente incluir realizaciones en las que un borde interior de una aleta está dispuesto en un plano que ni está alineado con ni está desviado del eje de rotación, donde al menos un aparte del borde interior está dispuesto directamente a lo largo del eje de rotación o está espaciado radialmente hacia fuera del eje de rotación, y/o donde el borde interior es paralelo a o forma ángulo con el eje de rotación.

Con las aletas y los discos ensamblados alrededor del tubo 128 de salida, como se ilustra en la figura 8, el conjunto interno está acotado dentro de la cámara 95 del vaso 60. En una realización, el vaso 60 está compuesto de dos mitades aseguradas entre sí, tal como solándolas o empernándolas con una junta tal como una frisa o anillo dispuesta entre las mismas. Protegiendo el conjunto interno de la figura 8 dentro de la pared 92 del vaso 60, las aletas y los discos quedan bloqueados entre sí en enganche relativo y no es necesaria soldadura alguna para mantenerlos seguros.

Específicamente, como se representa en la figura 10, las partes 187 laterales planas de cada aleta 184 están dispuestas contiguas a las bridas 104 y 122 de montaje. Las partes 188 de reborde curvas de aletas 212 recortadas están dispuestas contiguas a la pared 92. Análogamente, las partes 193 de la cara curva de las aletas 214 no recortadas también están dispuestas contiguas a la pared 92. Las partes 187 laterales, las partes 188 de reborde, y la parte 193 de cara de las aletas 184 pueden estar predispuestas directamente contra el vaso 60. Alternativamente, puede estar formado un pequeño espacio, típicamente menor que aproximadamente 6,3 mm, entre el vaso 60 y las partes 187, 188, y 193. Como se ilustra en la figura 9, la colocación de las aletas 184 contiguas a la pared 92 da lugar a la formación de una pluralidad de canales 218 de flujo discreto a través del vaso 60 y a lo largo del eje de rotación. Sin embargo, cada canal 218 de flujo está parcialmente bloqueado por la intersección de los varios discos 170, 176, 178, 202, y 204. Como consecuencia de los discos, el fluido que se desplaza a través de los canales 218 de flujo es necesario que fluya alrededor del borde exterior de los discos.

Volviendo a la figura 10, entre la parte 189 de morro plana de las aletas 214 recortadas y la pared 92 está formado un pasadizo 190 de flujo bajo. El pasadizo 190 de flujo bajo posibilita que el fluido fluya entre los canales 218 de flujo discreto del ecuador 97. En una realización, el espacio máximo entre la parte 189 de morro plana de la aleta 214 recortada y la pared 92 está en un rango de entre aproximadamente 0,125 pulgadas (0,3 cm) y aproximadamente 2 pulgadas (5 cm) siendo más preferente una separación de aproximadamente 0,25 pulgadas (0,6 cm) a aproximadamente 1 pulgada (2,5 cm). En otras realizaciones, el espacio máximo puede ser mayor o menor. Aunque no es un requisito, en una realización la parte 189 de morro plana de cada aleta 184 está situada radialmente hacia dentro de la abertura 166 de cada correspondiente tubo 160 de extracción.

Por supuesto, se contempla que las aletas 184 puedan estar formadas con una variedad de configuraciones diferentes para facilitar el pasadizo 190 de flujo bajo entre los canales 218 de flujo 218. Por ejemplo, las aletas 212 recortadas pueden sustituirse por aletas 215 alternativas. En esta realización, los orificios 196 facilitan el paso 190 de flujo bajo. En otras realizaciones, las muescas, las ranuras, los orificios, los surcos y similares pueden estar formados en una aleta 184 para facilitar el paso 190 de flujo bajo.

La muesca 194 (figura 7B) formada en las aletas 214 no recortadas está diseñada para realizar dos funciones. Primera, en una realización en la que se forma una costura en el ecuador 97, tal como una brida interior, la muesca 194 provee espacio para recibir la costura. La muesca 194 también funciona para permitir al menos algún flujo entre los canales 218 de flujo separados por aletas 214 no recortadas. DE esta manera, el flujo de fluido a través de la muesca 194 ayuda a asegurar que las capas límite y los caudales sean iguales en cada canal 218 de flujo.

Una vez que el conjunto interno está acotado dentro del vaso 60, los collarines 100, 124 de montaje de entrada y salida, los conjuntos de rodamiento y los alojamientos ensamblados como se describió anteriormente se empernan o, de otro modo, se aseguran al vaso 60 usando procedimientos convencionales conocidos por los expertos en la técnica.

En operación, como se ilustra en la figura 2, la rotación del vaso 60 se inicia girando sobre el motor 62. Típicamente, el motor 62 hace que el vaso 60 rote con una velocidad de rotación en el rango de entre aproximadamente 600 rpm y aproximadamente 10.000 rpm, siendo más preferente velocidades de apropiadamente 1.200 rpm a aproximadamente 3.600 rpm. En el separador 10 de sólido-líquido se recibe una corriente 38 por medio de la bomba 80 que bombea dicha corriente a través de la línea 72 de entrada. Preferiblemente, la corriente 38 se presuriza por medio de la bomba 80 de manera tal que se mantiene una presión hidráulica dentro del vaso 60 durante la operación del separador 10 de sólido-líquido. En una realización el vaso 60 del separador 10 de sólido-líquido opera a una presión hidráulica en un rango de entre aproximadamente 1 libra/pulgada^2 (6,89 x 10^3 Pa) y aproximadamente 600 libras/pulgada^2 (4,14 x 10^6 Pa) siendo más preferente una presión de aproximadamente 30 libras/pulgada^2 (2,07 x 10^5 Pa) a aproximadamente 125 libras/pulgada^2 (8,61 x 10^5 Pa). Dependiendo del uso previsto, la velocidad de rotación puede ser mayor o menor.

Además de la presión hidráulica aplicada al vaso 60 por la corriente 38, se aplica una fuerza centrífuga a la corriente 38 y al vaso 60 como consecuencia de la rotación del vaso 60. Esta fuerza centrífuga se incrementa a medida que la distancia al eje 90 de rotación se incrementa. Así pues, la fuerza total en el perímetro del vaso 60 puede ser varias veces la de la presión hidráulica.

La corriente 38 puede incluir virtualmente cualquier líquido que haya sido contaminado con un componente en partículas que tenga una densidad mayor que la del líquido. En la mayor parte de las aplicaciones, sin embargo, el líquido es agua. Por lo tanto, aunque el agua se denomina en la presente líquido que se clarifica, se entenderá que el separador 10 de sólido-líquido de la presente invención se puede usar para clarifica runa variedad de líquidos.

Como se ilustra en la figura 10, la corriente 38 de alimentación entra en el separador 10 de sólido-líquido a través de la entrada 114 de corriente de alimentación. Cuando la corriente 38 de alimentación llega al eje 98 hueco de rotación, es forzada a través de los puertos 110 de acceso (véase también la figura 4) hacia dentro del eje 98 hueco donde la corriente es acelerada hasta la misma velocidad de rotación que la del vaso 60. El flujo a través del eje 98 hueco de rotación prosigue en la dirección de a flecha A. Tras la llegada a la entrada del vaso 60 contiguo a la brida 104 de montaje de la entrada, la fuerza centrífuga impuesta debida a la rotación del vaso 60 empuja la corriente radialmente hacia la pared 92 del vaso 60. Cuando la corriente entra en el vaso 60, entra en uno de los canales 218 de flujo (figura 9) y prosigue para llenar el vaso 60.

Los canales 218 de flujo ayudan en la eliminación del efecto Coriolis. Es decir, si se eliminaran las aletas 184, cuando el fluido entra en el vaso 60, el fluido se arremolinaría en un torbellino. Dicha agitación produce un flujo turbulento que suspende partículas dentro del fluido. Como se expone más adelante, en una realización el separador 10 de sólido-líquido opera sedimentando la materia en partículas contra o al lado de la pared 92 del vaso 60 de donde se elimina posteriormente. Pasando el fluido a través de los canales 218 de flujo discreto, el arremolinamiento del flujo se elimina sustancialmente. El fluido se desplaza en un flujo sustancialmente laminar en el que el fluido rota a la misma velocidad que el vaso 60. Como consecuencia, el potencial de sedimentación de partículas dentro del líquido se maximiza.

Cuando la corriente 38 entra en el vaso, es forzada alrededor del disco 176 y a lo largo de la dirección de las flechas B. Dentro del vaso 60, la corriente es sometida a tremendas fuerzas centrífugas impuestas a la misma debido a la rotación del vaso 60. Así, el componente de la corriente más denso, es decir, la materia en partículas, fluye radialmente hacia fuera mientras que el componente menos denso fluye radialmente hacia dentro o permanece arriba. En una realización, las fuerzas centrífugas presentes en el separador 10 de sólido-líquido producen un promedio de aproximadamente 500 veces g a aproximadamente 2.000 veces g sobre la mezcla de fluidos. La fuerza centrífuga clarifica rápidamente el fluido dando lugar a un contenido de líquido bajo en al materia en partículas más densa. Así, el separador 10 de sólido-líquido puede lograr en minutos o segundos la cantidad de separación que un separador de depósito estático tarda horas para lograr el mismo resultado.

Como se expuso anteriormente, la materia en partículas de la corriente 38 es forzada por la rotación del vaso 60 a acumularse contra la pared 92 en el ecuador 97. La materia en partículas acumulada se identifica como sólidos 224 recogidos. Una línea 228 límites está definida entre los sólidos 224 recogidos y el agua 226 clarificada dispuesta radialmente hacia dentro de los mismos Se permite que los sólidos 224 recogidos se acumulen y la línea 228 límite asciende hasta que la línea 228 límite esté situada radialmente hacia dentro de la abertura 166 de los tubos 160 de extracción (una condición ilustrada en la figura 10). Los sólidos 224 recogidos se extraen seguidamente del vaso 60 a presión a través de los tubos 169 de extracción, como se describe seguidamente.

El agua que fluye alrededor del borde del disco 170 a través del pasadizo 174 de flujo axial puede agitar los sólidos 224 recogidos que se han depositado en el radio de la mayor dimensión o ecuador 97 del vaso 60 a presión. Aunque no siempre, en una realización esta agitación producida por efectos de remolinos actúa en oposición a la finalidad del separador 10 de sólido-líquido. Por consiguiente, las muescas tales como las muescas 210 en V expuestas anteriormente con respecto a la figura 6 se pueden cortar en el perímetro exterior del disco 170. Las muescas minimizan la agitación reduciendo la fuerza del flujo de agua alrededor del disco 170, con lo que se reducen los efectos de los remolinos. Así, los torbellinos 210 mantienen la capa 224 límite entre los sólidos 224 recogidos y el agua 226 clarificada.

Además del funcionamiento de las aletas 184 de soporte, los diferentes discos, especialmente el disco 170, funcionan para ayudar en la eliminación de la materia en partículas. Es decir, todo el fluido que entra en el vaso 60 debe fluir bien hacia o alrededor del borde exterior del disco 170 antes de que pueda salir del vaso 60. Forzando todo el fluido a fluir hacia el borde exterior del disco 170 al ecuador 97, todo el fluido se somete a las fuerzas centrifugas más grandes producidas por la rotación del vaso 60, con lo que se asegura que se elimine del fluido entrante la más alta concentración de materia en partículas. Los discos 176 y 178 también funcionan a este fin. Además, situando los discos 176 y 178 en lados enfrentados del disco 170, el fluido fluye radialmente hacia dentro y hacia fuera cuando se mueve entre los discos. Este movimiento radial del fluido incrementa el tiempo de retención del fluido dentro del vaso, con lo que el fluido se somete a una fuerza centrífuga en el vaso durante un periodo de tiempo más prolongado. Como consecuencia, se elimina una gran parte de la materia en partículas. Sin embargo, en una realización alternativa, el separador 10 de sólido-líquido puede ser operado sin el uso de discos, especialmente del disco 170.

Debido a que ocasionalmente pueden encontrarse gases en la corriente 38 de alimentación, puede formarse una capa 230 de gas alrededor del eje 90 en lado de entrada del vaso 60. El disco 170 sirve de manera efectiva como barrera entre el lado de entrada y el lado de salida del vaso 60. Consecuentemente, los gases encontrados dentro de la corriente de alimentación generalmente se encontrarán solamente en el lado de entrada del vaso 60 porque es probable que se separen antes de que el líquido pase a través del pasadizo 174 de flujo axial.

A medida que la corriente 38 de alimentación continua fluyendo hacia el interior del vaso 60, el fluido pasa alrededor del perímetro exterior del disco 170 central y hacia dentro del lado de salida del vaso 60. El agua 226 clarificada, que puede ser otros fluidos en otras realizaciones, llena el lado de salida del vaso 60 y seguidamente sale a través del canal 132 de aguas residuales. Posteriormente, el agua 226 clarificada sale del separador 10 de sólido-líquido a través de la salida 134 de aguas residuales y de la válvula 136 de seguridad. La válvula 136 de seguridad

solamente se abre cuando la contrapresión en la salida 134 de aguas residuales supera la fuerza del muelle de la válvula, asegurándose así que se mantenga una presión predeterminada dentro del vaso 60. En una realización alternativa, la válvula 136 de seguridad puede sustituirse por otros sistemas de operación que realizan la misma función. Por ejemplo, la válvula 136 de seguridad puede sustituirse por una válvula operada electrónicamente y un sensor de presión. La válvula se abre electrónicamente cuando el sensor de presión detecta una presión predeterminada dentro del vaso 60 o en la salida 134. En otras realizaciones, la válvula 136 puede ser autoajustable para permitir que el agua 226 clarificada fluya continuamente a su través a una presión dada. Si el flujo aumenta o disminuye, la válvula 136 se abre o se cierra automáticamente una cantidad proporcional de manera que la presión se mantiene sustancialmente constante.

La línea 228 límite se mantiene a un nivel deseado abriendo la válvula 148 periódicamente y permitiendo que los sólidos 224 recogidos sean extraídos a través de los tubos 160 de extracción. Cuando la válvula 148 se abre se crea un gradiente de presión entre el interior del vaso 60 y la línea 76 de eliminación de la salida. El flujo de sólidos 224 recogidos prosigue desde el entorno de mayor presión dentro del vaso 60 hacia la menor presión a través de los tubos 160 de extracción. Esta presión diferencial se puede crear de varias maneras, tales como operando el vaso 60 a presión ambiente e imponiendo una presión negativa en los tubos 160 de extracción o, como se representa actualmente, operando el vaso 60 a presión e imponiendo en los tubos 160 de extracción una presión próxima a la ambiental.

Admitiendo que los ocho tubos 160 de extracción solamente se extienden hacia el interior de ocho de los canales 218 de flujo (figura 9), la línea 228 límite cae en estos canales 218 de flujo a medida que los sólidos 224 recogidos son extraídos. Cuando la línea 228 límite en estos canales 218 de flujo cae, los sólidos 224 recogidos de canales 218 de flujo contiguos fluyen a través del pasadizo 190 de flujo bajo para mantener la línea 228 límite a un nivel generalmente constante en toda la circunferencia del vaso 60. En una realización alternativa, se contempla que pueda avanzarse un tubo 160 de extracción hasta cada canal 218 de flujo discreto. En esta realización no es necesario tener pasadizo 190 de flujo bajo entre los canales 218 de flujo, es decir, las aletas 184 pueden extenderse hasta el final de la pared 92 del vaso 60 a lo largo de la longitud de las aletas 184.

Cuando la válvula 148 de salida se abre, todo el gas que se haya acumulado dentro del vaso 60 para formar una capa de gas comenzará inmediatamente a escapar a través del orificio 164 del obturador 162 que está en comunicación fluida con el canal 130 de eliminación. Por lo tanto, preferiblemente, el orificio 164 debería estar dimensionado de manera tal que toda acumulación de gas prevista pueda ser eliminada por medio de la apertura periódica de la válvula 148. Sin embargo, el orificio 164 debería ser suficientemente pequeño para permitir una extracción suficiente en los tubos 160 de extracción para eliminar los sólidos 224 recogidos. Por lo tanto, el tamaño del orificio 164 depende en parte del tiempo de residencia y de la naturaleza del flujo de fluido En una realización, el orificio 164 tiene el interior roscado y un diámetro de aproximadamente 0,375 pulgadas (1 cm). Este orificio de 0,375 pulgadas (1 cm) está roscado para posibilitar un inserto con el que el diámetro del orificio puede reducirse o, incluso, ocluirse totalmente, lo que depende del inserto seleccionado. Se puede roscar un inserto incluso después de la construcción del vaso 60 porque el orificio 164 permanece accesible a través del orificio 140 de salida y del canal 130 de eliminación. La naturaleza ajustable del diámetro de este orificio permite hacer el orificio 164 a la medida de los diferentes flujos de fluido usando al mismo tiempo el mismo separador 10 de sólido-líquido.

En una realización de la presente invención, el vaso 60 esférico tiene un diámetro interior de aproximadamente 19 pulgadas (48 cm) y es capaz de tratar aproximadamente 38 litros de agua por minuto. Esto permite un tiempo de residencia de aproximadamente 1,5 minutos en el separador 10 de sólido-líquido sometiendo el agua al mismo tiempo a fuerzas de un promedio de aproximadamente 700 g. Esto es aproximadamente el equivalente a 2 horas de tiempo de residencia en un clarificador estático de la misma capacidad. En una realización, el separador de sólido-líquido es capaz de clarificar agua para eliminar al menos 99% de sólidos. En realizaciones alternativas, la presente invención contempla que los vasos típicos puedan ser formados con un diámetro interior máximo en un rango de entre aproximadamente 6 pulgadas (15 cm) y aproximadamente 120 pulgadas (300 cm) siendo más preferente aproximadamente 12 pulgadas (30 cm) a aproximadamente 60 pulgadas (150 cm). Dichos vasos pueden diseñarse para tratar fluido a una velocidad en un rango de entre aproximadamente 0 litros/minuto y aproximadamente 4.000 litros/minuto, siendo mas preferente aproximadamente 1 litro/minuto a aproximadamente 1.000 litros/minuto. Se aprecia que en otras realizaciones, las variables anteriores pueden ser mayores o menores.

La corriente 40 de materia en partículas resultante de pasa a través de un filtro de bolsa, prensa filtradora, y/o filtro de cinta para eliminar el agua restante y "aglutinar" los sólidos. Los sólidos "aglutinados" pueden eliminarse seguidamente por compostaje u otros procedimientos conocidos en la técnica. Finalmente, el procedimiento de eliminación dependerá de la composición de los sólidos "aglutinados". Por ejemplo, los sólidos que contienen metales pesados no se pueden compostar y se deben usar procedimientos de eliminación adecuados.

Para detener el separador 10 de sólido-líquido, se desconectan la bomba y el motor, seguidamente de drena el vaso 60 y se enjuaga a presión. Alternativamente, simplemente puede dejarse fluido dentro del vaso 60 durante su inactividad.

En una realización, dependiendo de los parámetros de operación y de la materia en partículas que se recoja, puede ser difícil extraer totalmente del vaso 60 los sólidos 224 recogidos a través de los tubos 160 de extracción. Por ejemplo, los sólidos 224 recogidos pueden estar aglutinados en la pared 92 en una extensión tal que no fluyan libremente hacia dentro de los tubos 160 de extracción. En una aproximación a una eliminación de sólidos 224 recogidos más fácilmente y totalmente, el flujo entrante de la corriente 38 al vaso 60 y el flujo saliente de agua 226 clarificada del vaso 60 pueden

ser detenidos momentáneamente. Mientras tanto el vaso 60 continúa su rotación, y se puede bombear una corriente de eliminación al canal 130 de eliminación del tubo 128 de salida de manera que la corriente de eliminación descienda a través de los tubos 160 de extracción y hacia el interior del vaso 60.

A medida que la corriente de eliminación pasa al interior del vaso 60, a corriente de eliminación vuelve a suspender los sólidos aglutinados en el fluido circundante. Sin embargo, la fuerza centrífuga mantiene la materia en partículas sustancialmente contigua a la pared 92 perimétrica. Una vez que la materia en partículas vuelve a ser suspendida en una fase menos densa, los tubos 160 de extracción pueden volver a su operación original en la que el fluido que contiene la materia en partículas suspendida se extrae fuera del vaso 60 a través de tubos 160 de extracción. Una vez eliminada la cantidad deseada de materia en partículas, se puede cerrar el flujo a través de los tubos 160 de extracción mientras que la rotación del vaso reasienta la materia en partículas contra la pared 92 periférica. Una vez que la materia en partículas está suficientemente asentada, la corriente 38 de alimentación y el agua clarificada pueden volver a fluir hacia dentro y fuera del vaso 60.

Como se va a exponer más adelante con mayor detalle, pueden colocarse diferentes formas de toberas en el extremo de los tubos 160 de extracción para volver a suspender más eficientemente la materia en partículas. Además, se puede usar un tubo aparte para enviar la corriente de eliminación al interior del vaso 60.

En las figuras 11 y 12 está representada otra realización útil para el entendimiento de la presente invención, aunque está fuera de su ámbito, que se refiere a un separador 224 de líquido-líquido que usa una construcción similar a la del separador 10 de sólido-líquido representado en las figuras 2-10. A diferencia con el separador 10 de sólido-líquido que está diseñado para principalmente eliminar partículas de un fluido, el separador 244 de líquido-líquido está diseñado para principalmente separar dos o más líquidos inmiscibles de un líquido mezclado tales como aceite y agua o cualquier otro tipo de líquidos inmiscibles. De esta manera, el separador 224 de liquido-líquido se puede usar como separador 22 de aceite-agua.

La figura 12 ilustra un subconjunto 232 del separador 244 de líquido-líquido. El subconjunto 232 incluye un disco 234 menor lateral de entrada similar al disco 176 menor lateral de entrada representado en la figura 6. Se representa un disco 236 central con una pluralidad de perforaciones 238. Las perforaciones 238 permiten el paso de líquidos a su través. Además, también se representa un disco 240 menos lateral de salida con una pluralidad de perforaciones 238 que se extienden a su través.

Como se representa en la figura 11, el resto del subconjunto 232 y el vaso en el que está dispuesto el subconjunto 232 son sustancialmente iguales que los presentados anteriormente con respecto al separador 10 de sólido-líquido. Así que, los elementos similares están identificados por caracteres de referencia similares. Además, las alternativas presentadas anteriormente con respecto al separador 10 de sólido-líquido son aplicables también al separador 244 de líquido-líquido.

El separador 244 de líquido-líquido también opera de manera similar al separador 10 de sólido-líquido. Por ejemplo, con el vaso 60 rotatorio, el líquido mezclado se bombea al interior de la entrada 114 para que fluya hasta el eje 98 hueco a lo largo de la flecha A. Tras alcanzar la entrada al vaso 60, el líquido mezclado entra en uno de los canales 218 de flujo (figura 9) y procede a llenar el vaso 60. Como consecuencia de la fuerza centrífuga producida por la rotación del vaso 60 y el impacto del líquido mezclado contra el disco 234 menor, el líquido mezclado es empujado radialmente hacia fuera hacia la pares 92 del vaso 60 y alrededor del disco 234.

El líquido mezclado incluye un componente 241 pesado y un componente 243 ligero que se definen por sus densidades relativas. Se aprecia que el componente 241 pesado puede incluir también materia que comprende partículas. Donde el líquido mezclado incluye más de dos líquidos inmiscibles. El componente 241 pesado o el componente 243 ligero puede estar definido para incluir más de un líquido. El líquido extraído que incluye más de un líquido puede ser tratado posteriormente por medio de un segundo 244 separador de líquido-líquido para separar los líquidos del mismo.

Como consecuencia de la fuerza centrífuga aplicada, el componente 241 pesado fluye hacia la pared 92 al ecuador 97. El componente 243 ligero fluye hacia el centro o hacia el eje 90 de rotación del vaso 60. Como consecuencia, se forma una línea 245 límite entre el componente 241 pesado y el componente 243 ligero. La línea 245 límite se mantiene dentro de un rango de distancias radiales alejadas del eje 90 de rotación. Esta línea 245 límite de líquido-líquido es análoga a la línea 228 límite representada en la figura 10 del separador 10 de sólido-líquido. En cambio, sin embargo, la línea 245 límite de líquido-líquido está situada típicamente a una distancia radial del eje 90 de rotación en un rango de aproximadamente 1/5 a aproximadamente 4/5 de la distancia entre el eje 90 de rotación y el diámetro máximo en el ecuador 97, preferiblemente 1/4 a aproximadamente 3/4 de la distancia, incluso más preferiblemente de aproximadamente 1/3 a aproximadamente 2/3 de la distancia. En otras realizaciones la distancia puede ser menor o mayor.

Como consecuencia de las perforaciones 238 que se extienden a través de los discos 236 y 240, el componente 243 ligero y el gas 230 pueden fluir a través de los discos 236 y 240 y fuera del canal 132 de aguas residuales. Dado que el gas 230 sale con el componente 243 ligero, no hay necesidad de un orificio de escape de gas en el extremo 131 de la entrada del tubo 128 de salida. En esta realización, los discos 236 y 240 funcionan principalmente como soportes de las aletas 184 y por lo tanto pueden ser de cualquier configuración deseada. Alternativamente, los discos 236 y 240 se pueden suprimir.

El componente 241 pesado se elimina del vaso 60 a través de los tubos 160 de extracción y del tubo 128 de salida. Donde hay menos tubos 160 de extracción que canales 218 de flujo discreto, los pasadizos 190 de flujo bajo están formados entre los canales 218 de flujo discreto de manera que la línea 245 límite es constante en todos los canales 218 de flujo. Dado que la línea 245 límite está típicamente más próxima al eje 90 de rotación que la línea 189 límite, el segundo extremo 163 de los tubos 160 de extracción pueden aproximarse al eje 90 de rotación.

En una realización, se proveen medios para presurizar el fluido dentro del vaso 60 a presión para controlar automáticamente la posición de la línea 245 límite dentro del vaso 60 a presión en cuanto a cambios del porcentaje de componente pesado y de componente ligero del fluido que entra en el vaso 60 a presión. Más adelante se describen varios ejemplos de dichos medios. En las figuras 11 y 13A está representada, a modo de ejemplo y no de limitación, una realización de un sistema 290 de control para la eliminación del separador 244 de líquido-líquido de líquidos separados, Específicamente, una corriente 30 de suministro que contiene dos líquidos inmiscibles se introduce en el separador 244 de líquido-líquido donde los dos líquidos se separan dentro del vaso 60 a presión del componente 241 pesado y del componente 243 ligero como se expuso anteriormente. El sistema 290 de control incluye una primera válvula 248 acoplada a la línea 78 de aguas residuales y una segunda válvula 256 acoplada a la línea 76 de eliminación.

Se mantiene una presión diferencial entre la primera válvula 248 y la segunda válvula 256. La presión diferencial es necesaria para mantener la línea 245 límite a una distancia radial definida del eje 90 de rotación de manera tal que solamente sale componente 243 ligero a través del canal 132 de aguas residuales y de la línea 78 de aguas residuales y solamente sale componente 241 pesado a través de tubos 160 de extracción, del tubo 128 de salida y de la línea 76 de eliminación. El fallo en el establecimiento y mantenimiento de una presión diferencial entre las válvulas 248 y 256 puede dar lugar a la extensión de la línea 245 límite hasta más allá de los tubos 160 de extracción de manera tal que un aparte del componente 243 ligero sale con componente 241 pesado a través de tubos 160 de extracción o puede dar lugar a que la línea límite se extienda en el canal 132 de aguas residuales de manera tal que una parte del componente 241 pesado salga con componente 243 ligero a través del canal 132 de aguas residuales.

La presión diferencial se basa en las propiedades de operación del separador 244, tales como la velocidad de rotación y la propiedades materiales de la corriente 30 de suministro, tales como la densidad y viscosidad de los al menos dos líquidos inmiscibles contenidos en la corriente 30 de suministro. La presión diferencial también se basa en la localización deseada de la línea 245 límite dentro del vaso 60. SE aprecia que en algunas realizaciones la presión diferencial puede ser cero o sustancialmente cero para mantener la línea 245 límite en la localización deseada.

En la práctica, la presión diferencial se puede determinar empíricamente. Por ejemplo, inicialmente la primera válvula 248 se ajusta para operar a una primera presión. Es decir, la primera válvula 248 mantiene la salida de componente 243 ligero a la primera presión permitiendo al mismo tiempo que el componente 243 ligero que sale fluya continuamente a través de la primera válvula 248. Consecuentemente, si el flujo de componente 243 ligero que sale decrece, la primera válvula 248 cierra automáticamente una cantidad correspondiente para mantener la primera presión. A este respecto, la primera válvula 248 puede comprender un regulador de contrapresión tal como un Fisher 98L hecho por Fisher Controls International, Inc., de Marshall Town, Iowa. Alternativamente, la primera válvula 248 puede comprender un regulador de contrapresión dirigido o controlado, también disponible en Fisher Controls International, Inc., que opera en comunicación con un sensor 246 de presión acoplado a la línea 78 de aguas residuales. En cualquiera de las realizaciones anteriores o en otras configuraciones de válvula alternativa, la primera válvula 248 está configurada para ajustarse automáticamente y mantener una presión deseada en el componente 243 ligero que sale cuando el caudal del mismo cambia. Cuando el caudal es sustancialmente constante, la primera válvula 248 puede configurarse para ajuste manual en vez de automático.

La cantidad de primera presión es en algún aspecto arbitraria ya que es la presión diferencial el que controla la posición de la línea 245 límite. En una realización, sin embargo, la primera presión está típicamente en un rango de entre aproximadamente 1 libra/pulgada^2 (6,89 x 10^3 Pa) y aproximadamente 600 libras/pulgada^2 (4,14 x 10^6 Pa) siendo más preferente aproximadamente 30 libras/pulgada^2 (2,07 x 10^5 Pa) a aproximadamente 125 libras/pulgada^2 (8,61 x 10^5 Pa). En otras realizaciones, la presión puede ser mayor o menor.

Una vez que la primera presión está ajustada para la primera válvula 248, la segunda válvula se ajusta inicialmente para operar a la misma presión. El separador 244 de líquido-líquido es operado seguidamente a un caudal de la corriente 30 de suministro y a una velocidad de rotación definida del vaso 60. La presión de operación de la segunda válvula 256 se varía seguidamente crecientemente en direcciones opuestas para determinar las presiones de operación extremas de la segunda válvula 256. Por ejemplo, la presión de operación de la segunda válvula se puede decrecer crecientemente y seguidamente incrementar crecientemente para determinar la presión de la segunda válvula 256 a la que el componente 243 ligero primero comienza a fluir por la línea 76 de eliminación con componente 241 pesado y el componente 241 pesado primero comienza a fluir por la línea 78 de aguas residuales con componente 243 ligero.

Una vez que las dos presiones de operación extremas de la segunda válvula 256 están determinadas, la segunda válvula se ajusta para operar a una presión entre las dos presiones extremas. Esto sitúa la línea 245 límite sustancialmente centrada entre la abertura para el canal 132 de aguas residuales y la abertura para los tubos 160 de extracción. Alternativamente, la segunda válvula 256 se puede ajustar para operar a cualquier presión deseada entre las dos presiones extremas. La presión diferencial resultante entre la primera válvula 248 y la segunda válvula 256 define la presión diferencial. La segunda válvula 256 puede comprender el mismo tipo de válvula expuesto con respecto a la primera

válvula 248. Así pues, en una realización, la segunda válvula 256 puede operar en conjunción con un sensor 252 de presión acoplado a la línea 76 de eliminación.

Una de las ventajas inigualables es su capacidad para compensar los cambios en la proporción de los dos líquidos inmiscibles de la corriente 30 de suministro. Por ejemplo, asumiendo que una corriente 30 de suministro de aceite-agua alimenta el separador 244 de líquido-líquido con una mezcla de 50/50 mixture. En un momento dado, la mezcla de 50/50 experimenta súbitamente un cambio de carga a 10% aceite y 90% agua. Donde la velocidad de rotación del separador 244 de líquido-líquido permanece sustancialmente constante, una cantidad de agua incrementada (componente 241 pesado) tenderá a hacer que la línea 245 limite se desplace hacia el ele 90 de rotación. Consecuentemente, la presión detectada en la primera válvula 248 decrecerá mientras que la presión detectada en la segunda válvula crecerá. Como consecuencia, la segunda válvula 256 se cerrará automáticamente ligeramente y la primera válvula 248 se abrirá automáticamente ligeramente. Como consecuencia, las presiones de operación de las válvulas 248 y 256 y la presión diferencial entre las válvulas 248 y 256 se mantienen continuamente relativamente constantes aún cuando la proporción de los líquidos de la corriente 30 de suministro pueda cambiar continuamente. Así pues, la posición de la línea 245 límite se mantiene relativamente constante dentro del vaso 60.

Una corriente 30 de suministro de 100% agua o una corriente 30 de suministro de 100% aceite también se puede controlar manteniendo la línea 245 límite dentro del rango de distancias preferente desde el eje 90 de rotación. Por ejemplo, cuando se introduce una corriente 30 de suministro de 100% aceite en el separador 244 de líquido-líquido, la segunda válvula 256 se cerrará finalmente totalmente con el fin de mantener la interfaz de líquido-líquido dentro de un rango de distancias preferente lejos del eje 90 de rotación. Consecuentemente, cuando todo el líquido de la corriente 30 de suministro es aceite, el aceite se desplazará a través del separador 244 de liquido-líquido sustancialmente sin mezcla alguna de agua que en esta situación, se estancaría sustancialmente en su interior.

En la figura 13B se representa otra realización de un sistema 294 de control. Los elementos similares de los sistemas 290 y 294 de control se representan con caracteres de referencia similares. A diferencia con el sistema 290 de control en el que la segunda válvula 256 mide la presión en la línea 76 de eliminación, en el sistema 294 de control el sensor 252 de presión está acoplado a la línea 78 de aguas residuales. Una línea 254 de señales acopla el sensor 252 a la segunda válvula 256. En estar realización, la segunda válvula 256 se ajusta para operar a una presión diferencial relativo a la presión de operación ajustada de la primera válvula 248. A modo de ejemplo, cuando la primera válvula 248 se ajusta para operar a 20 libras/pulgada^2, la segunda válvula 256 puede ajustarse para operar a una presión de 35 kPa con respecto a la presión en la línea 78 de aguas residuales. Consecuentemente, aunque ambas válvulas 248 y 256 miden la presión en la línea 78 de aguas residuales, se mantiene una presión diferencial predefinido entre las dos válvulas. Aunque los sensores 246 y 252 se muestran en la figura 13 estando ambos acoplados a la línea 78 de aguas residuales, en una realización alternativa los sensores 246 y 252 cada uno se puede acoplar a la línea 78 76 de eliminación. En una realización la segunda válvula 256 puede ser un regulador de presión diferencial tal como el Fisher 98LD fabricado por Fisher Controls International, Inc., de Marshall Town, Iowa.

En otra realización más, se aprecia que la primera válvula 248 en el sistema 294 de control puede estar configurada de manera tal que no se ajuste la presión en la línea 78 de aguas residuales cuando el caudal del fluido que pasa a su través es cambiante. Por ejemplo, la primera válvula 248 puede estar configurada de manera tal que cuando la cantidad de componente 243 ligero saliente que pasa a su través decrece, la presión del fluido dentro de la línea 78 de aguas residuales 78 puede también permitirse decrecer. Sin embargo, la segunda válvula 256 se ajusta para operar a una presión relativa a la presión de la línea 78 de aguas residuales, la presión de operación de la segunda válvula 256 también decrece, con lo que se mantiene la presión diferencial deseado entre las válvulas 248 y 256.

En otra realización más representada en la figura 13C, se usa un controlador 260 para sacar los fluidos separados del separador 244 de líquido-líquido. Se transmiten señales del primer sensor 246 de presión usando un primer transmisor 262 que opera, a modo de ejemplo no limitativo, con una señal 4-20 mA. Análogamente, la primera válvula 248 transmite una señal usando un primer convertidor 264 de I/P también con una señal de 4-20 mA. El primer convertidor 264 de I/P convierte una señal de control de 4-20 mA en señal neumática con el fin de operar la primera válvula 248. La línea 76 de eliminación también se configura con un segundo sensor 252 de presión, un segundo transmisor 266, una segunda válvula 256, y un segundo convertidor 268 de I/P.

Cuando se produce una perturbación de carga dentro de la corriente 30 de suministro, el primer sensor 246 de presión y el segundo sensor 252 de presión detectan un cambio en las respectivas presiones entre el componente 241 pesado saliente que pasa a través de la línea 76 de eliminación y el componente 243 ligero saliente que pasa a través de la línea 78 de aguas residuales. Dicha perturbación de carga será percibida por el controlador 260 las respectivas válvulas 248 y 256 se ajustarán con el fin de mantener la línea 245 límite a un rango de distancias preferente lejos del eje 90 de rotación. La presión diferencial la mantiene el control de la primera válvula 256. Consecuentemente, se puede mantener la posición de la línea 245 límite dentro de un rango preferente de distancias alejadas del eje 90 de rotación.

En otra configuración de operación, las realizaciones representadas en las figuras 13A, 13B y 13C pueden mezclarse. Por ejemplo, un sistema alternativo podría proveer una primera válvula 248 en la línea 78 de aguas residuales como se expuso anteriormente con respecto a la figura 13A y una segunda válvula 256 en la línea 76 de eliminación como se expuso con respecto a la figura 13C. La segunda válvula 256 se acoplaría al sensor, al controlador y a otra electrónica como también se expuso con respecto a la figura 13C.

En la figura 14 está representado un sistema 295 de control que opera de manera ligeramente diferente. El sistema 295 de control incluye una válvula 296 acoplada a la línea 78 de aguas residuales. La válvula 296 comprende una válvula de bola u otro tipo de válvula que pueda fijarse para producir una abertura definida constante de manera que en procedimientos de operación normales el componente 243 ligero saliente esté a una primera presión. Cuando el caudal es cambiante, sin embargo, no es necesario ajustar la válvula 296 para mantener la presión.

El sistema 295 de control incluye también una válvula 297, tal como una válvula de solenoide, que está diseñada para abrirse y cerrarse totalmente a voluntad. La válvula 297 se acopla eléctricamente al sensor 298 que puede acoplarse, a su vez, a la línea 76 de eliminación o a la línea 78 de aguas residuales. La válvula 297 se ajusta para abrirse y cerrarse totalmente a una presión en rango de presiones. Por ejemplo, durante un modo de operación la válvula 296 se deja siempre abierta una cantidad definida, mientras que la válvula 297 está cerrada inicialmente. Cuando la presión detectada por el sensor 298 alcanza un límite superior definido, como consecuencia de la recogida de componente pesado dentro del vaso 60, la válvula 297 se abre dejando que el componente pesado salga a su través. La válvula 297 permanece abierta hasta que la presión detectada por el sensor 298 caiga hasta un limite inferior momento en el cual la válvula 297 se cierra y el procedimiento se repite. Controlando la válvula 297 en un rango de presiones estrecho, la línea 245 límite permanece relativamente constante. En realizaciones alternativas, se aprecia que las válvulas 296 y 297 se pueden emparedar entre las líneas 76 y 78. Además, la válvula 297 se puede ajustar para que se abra y se cierre durante un rango de tiempos definido y/o rango de presiones.

Una de las características relativas al control del sistema de separación de líquido-líquido es la posibilidad de separar líquidos inmiscibles que tienen pesos específicos diferentes de menos de aproximadamente de 5% entre sí. Esto es útil para separar líquidos inmiscibles que tienen una diferencia de peso específico en un rango de entre aproximadamente 5% y aproximadamente 0,5%, más preferiblemente entre aproximadamente 4% y aproximadamente 0,5%, y lo más preferiblemente entre aproximadamente 3% y aproximadamente 0,5%. Por supuesto, se usa para separar líquidos inmiscibles que tienen una diferencia de de pesos específicos mayor que 5%. Donde se provee un sistema de líquido-líquido dado de manera tal que los pesos específicos de los dos líquidos son desconocidos, y se logra el control de dichos sistemas. La calibración se puede realizar para un vaso presurizado de rotación dada como se revela aquí. Se puede establecer una primera rpm y varias diferencias de presión indicadas para diferentes proporciones de los dos líquidos. Se puede ajustar una curva para estos datos. Análogamente, se pueden ensayar otras cantidades de rpm con el fin de calibrar el vaso a presión rotatorio. Mediante el uso de procedimientos de control estándar tales como un controlador PID, se puede rastrear la cantidad de rpm del vaso a presión rotatorio y manteniendo la capa 245 límite dentro de un rango deseado se puede encontrar el sistema de liquido-líquido separado.

En la figura 15 está representada una aplicación del separador 244 de líquido-líquido. En ciertas condiciones, las normas de descarga ambiental pueden exigir que el agua esté limpia de su aceite suspendido a un nivel inferior a aproximadamente de 100 ppm. De acuerdo con la realización representada en la figura 15, la corriente 12 de alimentación no comprende sustancialmente material en partículas alguno suelto excepto algún desecho incidental que se puede eliminar en el filtro 18 de basura. La corriente 30 de suministro entra en el separador 244 de líquido-líquido y los dos líquidos inmiscibles se separan como se describió anteriormente.

Una corriente 250 de componente pesado saliente, que puede comprender agua en un sistema de aceite/agua, se introduce en un hidrocilón 270 de líquido-líquido. El hidrocilón 270 ejecuta una separación en su interior que elimina algo más del componente ligero líquido de una concentración de menos de aproximadamente 10 ppm.

Por ejemplo, cuando se provee un sistema de aceite/agua, la corriente 250 de componente pesado saliente que comprende el agua puede tener un contenido de aceite de aproximadamente 100 ppm. El hidrociclón 270 provee una corriente 272 líquida de componente pesado purificada que tiene un contenido de aceite en rango de entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 100 ppm, preferiblemente entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 ppm, y más preferiblemente entre aproximadamente 2 y aproximadamente 5 ppm. Una corriente 274 líquida de componente ligero de reciclado es extraída del hidrociclón 276 de líquido-líquido y mezclada la ruta 20 de flujo para formar corriente 30 de suministro. Típicamente, en una ruta 20 de flujo de 50/50 de aceite/agua, el contenido de agua dentro de la corriente 274 líquida de componente ligero de reciclado estará en un rango de entre aproximadamente 50% de agua y aproximadamente 80% de agua. El hidrociclón 276 puede comprender cualquier hidrociclón conocido para expertos en la técnica. Un ejemplo de hidrociclón se revela en la patente de EE. UU. nº 5.133.861.

Consecuentemente, un procedimiento de separación de una mezcla de líquido-líquido mediante el uso de un separador 244, representado en la figura 11, puede incluir uno de los sistemas de control representados en las figuras 13 y 14 o una combinación de los mismos y puede incluir además un hidrociclón que se conecta a la salida de componente pesado.

En la figura 16 está representada otra realización, en la que el más costoso vaso 60 a presión esférico ha sido sustituido por un vaso 276 a presión de doble cono truncado. La figura 16 representa tubos 160 de extracción que son más largos que sus equivalentes representados en la figura 3. Además, un borde 278 embridado del doble cono 276 truncado está dotado con un perno 280 con el fin de ensamblar el doble cono 276 truncado. Una frisa o un anillo (no representado) puede estar situado entre superficies de acoplamiento del borde 278 embridado con el fin de lograr una junta estanca a líquidos que se mantenga a la presión contemplada por la presente invención.

La figura 16 también representa el pasadizo 174 de flujo axial que es más angular debido a la forma del doble cono 276 truncado. Una distinción del doble cono 276 truncado es la ausencia una pendiente de flujo decreciente. Dicho de otra manera, la pendiente del flujo a lo largo de la pared 92 del vaso es constante para materia en partículas sólida o componente pesado líquido ya que se desplaza a lo largo de la pared 92 del vaso en dirección hacia la abertura 166 de un tubo de extracción radial.

La figura 17 es una vista en perspectiva de un subconjunto 292 de separador que incluye discos 202, 204 adicionales junto con un disco principal tal como el disco 170 central. La figura 17 representa una forma de aleta de aletas radiales que conforman con el doble cono truncado la forma del vaso 276 a presión. Otra distinción entre el subconjunto 292 y los correspondientes componentes en el separador 10 de sólido-líquido es que un tubo 160 de extracción está dispuesto entre las aletas 184 del subconjunto 292. En esta realización, el pasadizo 190 de flujo bajo no es necesario que esté formado entre canales 218 de flujo contiguos. De acuerdo con la presente invención, el doble cono 270 truncado representado en las figuras 16 y 17 se puede usar con cualquier separador de sólido-líquido o de líquido-líquido.

En otra realización más, se contempla que se pueda configurar un solo separador para separar simultáneamente tanto dos o más líquidos inmiscibles como materia en partículas de una corriente fluida. El separador puede estar configurado sustancialmente idéntico a los revelados en las figuras 10 y 11. En esta realización, sin embargo, la materia en partículas recoge a la distancia radial más lejana del eje de rotación, el más ligero de los dos líquidos inmiscibles recogidos alrededor del eje de rotación, y el más pesado de los dos líquidos inmiscibles se recoge entre el material en partículas y el líquido más ligero. Se usan dos conjuntos separados de tubos de extracción. El primer conjunto se extiende hasta la materia en partículas para la extracción de la misma. Esto es similar a lo expuesto anteriormente con respecto a la figura 10. El segundo conjunto de tubos de extracción se extiende hasta el líquido más pesado para la extracción del mismo. El líquido más ligero sale de la misma manera que la expuesta anteriormente con respecto a la figura 11.

En la figura 18 se representa una realización de un separador 300 de acuerdo con la invención que puede funcionar como separador de sólido-líquido y/o separador de líquido-líquido. El separador 300 comprende un conjunto 302 de bastidor que incluye una placa base 304 dispuesta horizontalmente y una placa 306 de cabeza en alineación sustancialmente paralela a la anterior. Un protector 308 cilíndrico se extiende entre la placa 304 base y la placa 306 de cabeza para delimitar un compartimento 310. La placa 304 base está soportada por una pluralidad de patas 312 ajustables que se proyectan descendentemente desde la misma.

Un alojamiento 314 de entrada fijo está unido a la placa 304 base y se extiende debajo la misma. Como se expone más adelante con mayor detalle, una línea 311 de entrada de fluido y una línea 313 de distribución de fluido está cada una acoplada al alojamiento 314 de entrada. La línea 311 de entrada de fluido se usa para distribuir el fluido que está separado, clarificado y/o de otra manera tratado. Consecuentemente, dependiendo de la configuración y del uso previsto del separador 300, la línea 300 de entrada de fluido puede comprender una ruta 20 de flujo o la corriente 38 de aguas residuales de la figura 1. La línea 313 de distribución se usa para distribuir un fluido a un vaso a presión del separador 300 para su uso en la eliminación de la materia en partículas recogida dentro del vaso a presión. Una válvula 317 está acoplada a la línea 311 de entrada de fluido mientras que una válvula 319 está acoplada a la línea 313 de distribución.

Un alojamiento 315 de salida fijo está unido a la placa 306 de cabeza y se extiende ascendentemente desde la misma. El fluido unido al alojamiento 315 de salida es una línea 347 de eliminación y una línea 348 de aguas residuales. La línea 347 de eliminación se usa para la eliminación de sólidos y los fluidos más pesados mientras que la línea 348 de aguas residuales se usa para la eliminación de los fluidos clarificados y/o más ligeros. Las válvulas 249 y 351 de cierre están acopladas a la línea 347 de eliminación y a la línea 348 de aguas residuales, respectivamente.

Un vaso 316 a presión que tiene un extremo 318 de entrada y un extremo 320 de salida enfrentado está dispuesto rotablemente dentro del compartimento 310. Como se representa en la figura 19, el vaso 316 a presión está montado para su rotación alrededor de un eje 466 de rotación. El vaso 316 a presión incluye una pared 468 periférica que tiene una superficie 470 interior que delimita una cámara 472. Como se expuso anteriormente con respecto al vaso 60 de presión, el vaso 316 a presión y la cámara 472 pueden tener una variedad de configuraciones diferentes y pueden estar hechos de una variedad de materiales diferentes para resistir una presión interna deseada. Aunque no se requiere, en la realización representada las paredes del vaso 316 a presión están inclinadas radialmente hacia fuera hacia un ecuador 474 que tiene un diámetro máximo que rodea el eje 466 de rotación.

Un conjunto 322 de eje que también está configurado para rotar alrededor del eje 466 de rotación, se extiende a través del vaso 316 a presión y está acoplado al mismo. El conjunto 322 de eje incluye un extremo 324 de entrada que está soportado rotablemente dentro del alojamiento 314 de entrada. El conjunto 322 de eje incluye también un extremo 326 de salida que está soportado rotablemente dentro del alojamiento 315 de salida.

Una polea 328 anular que rodea el conjunto 322 de eje está unida al vaso 316 a presión en el extremo 318 de entrada. Volviendo a la figura 18, en la placa 330 base está montado un motor 330. El motor 330 hace rotar una rueda 332 motriz que está dispuesta también dentro del compartimento 310. Una correa 334 se extiende entre la rueda 332 motriz y la polea 328 para facilitar la rotación del vaso 316 a presión y el conjunto 322 de eje con respecto al alojamiento 314 de entrada fijo y al alojamiento 315 de salida fijo. A este respecto, se aprecia que entre el conjunto 322 de de eje y los alojamientos 314 y 315 están dispuestos rodamientos.

El conjunto 322 de eje representado en la figura 20, comprende un colector 336 central. Como se representa en la figura 22, el colector 336 comprende un collarín 337 sustancialmente cilíndrico que tiene una superficie 338 interior que se extiende entre un extremo 340 de entrada y un extremo 343 enfrentado de salida. Una brida 344 anular se proyecta radialmente hacia dentro desde la superficie 338 interior del collarín 337. La brida 344 rodea un compartimento 339. Una pluralidad de canales 346 separados radialmente se extienden a través del colector 336 y de la brida 344 en el lado de salida de la brida 344. Cada canal 346 comprende una primera parte 341 del canal, una segunda parte 343 del canal y una tercera parte 345 del canal, estando cada parte dispuesta concéntricamente y consecutivamente estrechada hacia el compartimento 339.

Una pared 353 terminal se extiende a través de la brida 344 en el lado de salida de los canales 346 para delimitar una parte del compartimento 339. Una boca 355 anular se proyecta desde la pared 353 terminal y desde la brida 344 hacia el extremo 342 de salida. Una ranura 357 anular se extiende entre la boca 355 y el collarín 337 para comunicarse con la segunda parte 343 de cada canal.

Volviendo a la figura 20, el conjunto 322 de eje también incluye un eje 350 de entrada tubular. El eje 350 de entrada se extiende desde un primer extremo 352, que se corresponde con el extremo 324 de entrada del conjunto 322 de eje, hacia un segundo extremo 354 en oposición. El segundo extremo 354 está dispuesto fijamente dentro del extremo 340 de entrada del colector 336 para tender contra la brida 344. El eje 356 de entrada tiene una superficie 360 interior que delimita un canal 362 de distribución de fluido. El canal 362 de distribución se extiende desde una boca 364 de entrada en el primer extremo 352 hasta los canales 346 del colector 336. Como se representa en la figura 19, la boca 364 de entrada está en comunicación fluida sellada con un puerto 365 de acoplamiento formado en el alojamiento 314 de entrada, A su vez, el puerto 365 de acoplamiento está acoplado fluidamente a la línea 313 de distribución de fluido, como se expuso anteriormente con respecto a la figura 18. Así pues, el fluido que entra a través de la línea 313 de distribución pasa a través del alojamiento 314 de entrada y hacia dentro del canal 362 de distribución de fluido.

Volviendo a la figura 20, el eje 350 de entrada comprende un eje 356 interior tubular y un eje 358 exterior tubular. El eje 356 interior y el eje 358 exterior cada uno se extiende entre el primer extremo 352 y el segundo extremo 354. Una pluralidad de puertos 366 de entrada separados radialmente se extienden a través del eje 358 exterior en o hacia el primer extremo 352. Análogamente, una pluralidad de puertos 368 de salida se parados radialmente se extienden a través del eje 358 exterior en o hacia el segundo extremo 354. Un tubo 370 de extensión está acoplado a cada puerto 368 de salida y se proyecta radialmente hacia fuera desde el mismo. Un canal 372 de entrada de fluido sustancialmente cilíndrico está formado entre el eje 356 interior y el eje 358 exterior y discurre longitudinalmente desde los puertos 366 de entrada hasta los puertos 368 de salida.

Como se representa en la figura 19, los puertos 368 de salida y los tubos 370 de extensión están dispuestos dentro del vaso 316 a presión. Por el contrario, los puertos 366 de entrada están en comunicación fluida sellada con un puerto 373 de acoplamiento formado en el alojamiento 314 de entrada. Más concretamente, como se representa en la figura 21, el alojamiento 314 de entrada delimita una cavidad 374 que rodea el eje 350 de entrada en los puertos 366 de entrada. Así pues, la cavidad 374 está en comunicación fluida con los puertos 366 de entrada. La cavidad 374 tiene una pared 375 lateral interior en espiral para contraerse radialmente.

El puerto 373 de acoplamiento se extiende hacia dentro del alojamiento 314 de entrada y conecta con la cavidad 374 con una orientación tangencial a la cavidad 374. A su vez, la línea 311 de entrada de fluido, como se expuso anteriormente con respecto a la figura 18, está acoplada al puerto 373 de acoplamiento. Consecuentemente, a medida que el fluido entra a través de la línea 311 de entrada de fluido, el fluido pasa a través de la cavidad 374 y de los puertos 366 de entrada para entrar en el canal 372 de entrada de fluido. Como consecuencia de la orientación tangencial del puerto 373 de acoplamiento y de la configuración en espiral de la cavidad 374, la cavidad 374 de entrada de fluido es forzada a rotar dentro de la cavidad 374 anular alrededor del eje 466 de rotación del conjunto 322 de eje. La rotación del fluido es en el mismo sentido que la rotación del conjunto 322 de eje. Aunque no se requiere, esta introducción del fluido con una orientación rotatoria minimiza el flujo turbulento del fluido que pasa hacia el interior del separador 300, con lo que se maximiza la operación eficientemente.

Volviendo a la figura 20, análogamente al eje 350 de entrada, el conjunto 322 de eje también incluye un eje 376 de salida tubular. El eje 376 de salida se extiende desde un primer extremo 378 hasta un segundo extremo 380 enfrentado al anterior. El segundo extremo 380 se corresponde con el extremo 326 de salida del conjunto 322 de eje. El primer extremo está dispuesto fijamente dentro del extremo 342 de salida del colector 336. El eje 376 de salida tiene una superficie 382 interior que delimita un canal 384 de aguas residuales. El canal 384 de aguas residuales se extiende desde una pared 386 terminal estanca (figura 22) en el primer extremo 378 hasta una boca 388 de salida abierta en el segundo extremo 380. Además, una pluralidad de tubos 400 de transferencia separados radialmente se extienden en comunicación fluida sellada desde el exterior del conjunto 322 de eje hasta el canal 384 de aguas residuales en el primer extremo 378.

Como se representa en la figura 19, los tubos 400 de transferencia están dispuestos en comunicación fluida abierta dentro del vaso 316 a presión. En cambio, la boca 388 de salida está en comunicación fluida sellada con el puerto 404 de acoplamiento formado en el alojamiento 315 de salida. A su vez, el puerto 404 de acoplamiento está acoplado fluidamente a la línea 348 de aguas residuales como se expuso anteriormente con respecto a la figura 18. Así pues, el fluido que entra en el canal 384 de aguas residuales a través de los tubos 400 de transferencia, sale a través del alojamiento 315 de salida y de la línea 348 de aguas residuales.

Volviendo a la figura 20, el eje 376 de salida también comprende un eje 390 interior tubular y un eje 392 exterior tubular cada uno se extiende entre el primer extremo y el segundo extremo. El primer extremo 378 del eje 390 interior es recibido dentro de la boca 355 del colector 336 para tender contra la pared 353 terminal. Una junta 359 anular se extiende entre el eje 390 interior y la boca 355.

Una pluralidad de puertos 394 de eliminación separados radialmente se extienden a través del eje 392 exterior en o hacia el segundo extremo 380. Un canal 395 anular está formado entre el eje 390 interior y el eje 392 exterior y discurre longitudinalmente desde la ranura 357 anular formada en el colector 336 hasta los puertos 394 de eliminación. El canal 395 y la ranura 357 anular se combinan para formar un canal 396 de eliminación que se extiende desde cada canal 346 del colector 336 hasta los puertos 394 de eliminación.

Como se representa en la figura 19, los puertos 394 de eliminación están en comunicación fluida sellada con un puerto 402 de acoplamiento formado en el alojamiento 315 de salida. En una realización, el puerto 402 de acoplamiento comunica con los puertos 394 de eliminación sustancialmente de la misma manera que los puertos 366 de entrada de fluido se acoplan al puerto 373, como se expuso anteriormente con respecto a la figura 21, excepto que el fluido está fluyendo en el sentido opuesto. El puerto 402 de acoplamiento está acoplado fluidamente a la línea 347 de eliminación, como se expuso con respecto a la figura 18, de manera tal que el fluido y/o la materia en partículas que entra en el canal 396 de eliminación sale a través de los puertos 394 de eliminación, puerto 402 de acoplamiento y línea 347 de eliminación.

Un tubo 410 de extracción, representado en la figura 20, está acoplado fluidamente a cada canal 346 del colector 336 y se proyecta radialmente hacia fuera desde cada canal 346 de dicho colector. Como se representa en la figura 23, cada tubo 140 de extracción comprende un tubo 412 exterior que tiene una superficie 414 interior que se extiende entre un primer extremo 416 y un segundo extremo 418 enfrente del anterior. Un tubo 420 interior está dispuesto dentro del tubo 412 exterior. El tubo 420 interior tiene una superficie 422 exterior y una superficie 424 interior que se extiende entre un primer extremo 426 y un segundo extremo 428 enfrente del anterior. El primer extremo 426 del tubo 420 interior se proyecta hasta pasado el primer extremo 416 del tubo 412. exterior. La superficie interior del tubo 420 interior delimita un conducto 430 de suministro. Un conducto 432 de eliminación está delimitado entre la superficie 414 interior del tubo 412 exterior y la superficie 422 exterior del tubo 420 interior.

Como se representa en la figura 22, el primer extremo 426 del tubo 420 interior de cada tubo 410 de extracción está asegurado en comunicación fluida con la tercera parte 345 de canal de un canal correspondiente al canal 346 del colector 336. Así pues, el conducto 430 de suministro está en comunicación fluida con el compartimento 339 del colector 336 y con el canal 362 de distribución de fluido. Además, el primer extremo 416 del tubo 412 exterior de cada tubo 410 de extracción está asegurado en comunicación fluida dentro de de la primera parte 345 de un canal, de un canal correspondiente del canal 346 del colector 336. Así pues, cada conducto 432 de eliminación está en comunicación fluida con la segunda parte 343 de un canal, de un canal correspondiente, de un canal 346 correspondiente a la parte 346 de un canal que a su vez está en comunicación fluida con el canal 384 de aguas residuales por medio de una ranura 357 anular del colector 336.

Volviendo a la figura 23, cada tubo 410 de extracción incluye también una tobera 436. La tobera 436 comprende un vástago 438 tubular que tiene una superficie 440 interior y una superficie 442 exterior extendiéndose cada una entre un primer extremo 444 y un segundo extremo 446 enfrente del anterior. Una brida 448 anular se proyecta radialmente hacia fuera desde el segundo extremo 446 del vástago 438. El segundo extremo 428 del tubo 420 interior está dispuesto fijamente alrededor del exterior del vástago 438. Una pluralidad de ranuras 445 separadas radialmente se extienden a través del tubo 412 exterior en el segundo extremo 418. Las ranuras 445 están en alineación sustancialmente paralela con el eje de rotación del tubo 412 exterior. Como consecuencia, al menos una parte de cada ranura 445 forma un canal que se extiende desde el exterior hasta el conducto 432 de eliminación. En una realización, cada ranura 445 está orientada para intersectar tangencialmente con el conducto 432 de eliminación.

Una pared 450 lateral anular se proyecta hacia delante desde el borde exterior de la brida 448. A su vez, un reborde 452 anular se proyecta hacia delante desde el extremo terminal de la pared 450 lateral. Un capacete 454 está asegurado dentro del reborde 452 anular para tender contra la pared 450 lateral. En esta configuración, un compartimento 456 en forma de disco está rodeado por la pared 448 lateral y delimitado entre el capacete 454 y la brida 448. El compartimento 456 está en comunicación fluida con el conducto 430 de suministro.

La pared 450 lateral y el reborde 452, representados en la figura 24, comparten una cara 458 exterior común. La cara 458 exterior comprende seis caras 460 planas, que cada una tiene una muesca 462 formada en la misma. Un puerro 464 a ras se extiende linealmente desde cada muesca 462 hasta el compartimento 456 pasando a través de la pared 450 lateral. Cada puerto 464 a ras está configurado para intersectar tangencialmente con la superficie 451 interior de la pared 450 lateral. Como consecuencia, el fluido que sale a través de los puertos 464 a ras sale con una orientación generalmente tangencial a un arco radial desde el centro de la tobera 436. Esto es a diferencia con el fluido que sale radialmente de los puertos 464 a ras. Considerando lo anterior, el fluido que se desplaza hasta el conducto 430 de suministro pasa a través del compartimento 456 y sale a través de los puertos 464 a ras. Seguidamente, el fluido puede entrar en el conducto 432 de eliminación a través de las ranuras 445.

Como se ilustra en la figura 22, la tobera 436 está dispuesta contigua o directamente contra el interior de la pared 468 del vaso 316 a presión en el ecuador 474. Como se expondrá posteriormente con más detalle, la tobera 436 puede

estar espaciada además radialmente hacia dentro desde la pared 468, aunque en algunas realizaciones dicha colocación puede ser menos eficiente en la eliminación de materia en partículas.

Igual que el vaso 60 a presión, el vaso 316 a presión también está configurado con una pluralidad de aletas y discos para canalizar el fluido a través del vaso 316.Un primer disco 478 anular rodea el eje 350 de entrada y está asegurado tal como por pasadores, pernos, soldadura y similares, al extremo 340 de entrada del colector 336. Análogamente, un segundo disco 480 anular rodea el eje 376 de salida y esta asegurado al extremo 342 de salida del colector 336. Cada uno de los discos 478 y 480 está situado perpendicular al eje 466 de rotación.

Una pluralidad de aletas 482 se intersectan con los discos 478 y 480. Como se representa en la figura 25, cada aleta 482 comprende un borde 484 interior que se extiende entre un primer extremo 486 y un segundo extremo 488 enfrente del anterior y un borde 490 perimétrico estable. El borde 484 interior está configurado para encajar complementariamente sobre el colector 336 y está configurado para moverse en alineación paralela con el eje 466 de rotación. El borde 490 perimétrico está configurado sustancialmente para complementar la superficie 470 interior del vaso 316 a presión.

Como se representa en las figuras 22 y 25, el borde 490 perimétrico comprende una primera parte 492 recortada en el primer extremo 486. La primera parte 492 recortada está formada radialmente a partir del extremo terminal de los tubos 370 de extensión. Como consecuencia, un canal 494 igualador anular rodea el conjunto 322 de eje dentro de la cámara 472 y está parcialmente delimitado entre la primera parte 492 recortada de cada aleta 482 y la superficie 470 interior del vaso 316 a presión.

El borde 490 perimétrico de cada aleta 480 comprende también un asegunda parte 496 recortada en el segundo extremo 488. La segunda parte 496 recortada está formada radialmente a partir de los tubos 400 de transferencia. Como consecuencia, un canal 498 igualador de desagüe anular rodea el conjunto 322 de eje dentro de la cámara 472 y está parcialmente delimitado por la segunda parte 496 recortada de cada aleta 482, la superficie 470 interior del vaso 316 a presión y el eje 376 de salida.

Un par de ranuras 500 receptoras de discos separadas se extienden desde el borde interior de cada aleta 482. También están formadas ranuras separadas radialmente complementarias en el borde exterior de las discos 478 y 480 así que, como se representa en la figura 26, las aletas 482 y los discos 478, 480 pueden interbloquearse entre sí acoplando la ranura. Esta la misma forma de interbloqueo expuesta anteriormente con respecto a esas aletas y discos de la figura 5. De esta manera, las aletas 482 se aseguran al conjunto 322 de eje y se extienden en alineación paralela con el eje 466 de rotación. Un canal 502 de flujo delimitado entre cada par de aletas 482 contiguas se extiende entre el extremo 318 de entrada y el extremo 320 de salida.

Como se representa también en las figuras 22 y 26, en las que el separador 300 está siendo usado principalmente para separar fluidos de diferentes densidades, tales como aceite y agua, los discos 478 y 480 están formados con aberturas 504 que se extienden a su través en alineación con cada canal 502 de fluido. Las aberturas 504 permiten que el fluido fluya a través de los discos como opuesto a tener que fluir a su alrededor. En esta realización, los discos 478 y 480 funcionan principalmente como soportes de las aletas 482.

Dependiendo de su uso previsto, la operación del separador 300 es similar a la operación del separador 10 y del separador 244 como se expuso anteriormente. Así pues, los parámetros de operación expuestos anteriormente con respecto a los separadores 10 244 son aplicables también al separador 300. Volviendo a al figura 18, durante la operación el motor 330 está activado produciendo la rotación del vaso 316 a presión alrededor del eje 466 de rotación. El conjunto 322 de eje, los tubos 410 de extracción y las aletas 482 con los discos asociados rotan concurrentemente con el vaso 316 a presión. Una corriente 506 de alimentación se introduce en el separador 300 a través de la línea 311 de entrada. Preferiblemente, la corriente 506 de alimentación está presurizada, tal como por la bomba 80 de la figura 2, de manera que la corriente 506 de alimentación se mantenga a una presión predefinida dentro del vaso 316 a presión durante la operación del separador 300.

Por tener los discos 478 y 480 aberturas 504 en los mismos (figura 26), el separador 300 se configura para principalmente operar como separador de líquido-líquido. Así pues, a los fines de ilustración la corriente 506 de alimentación comprende al menos dos líquidos inmiscibles de diferentes densidades. Los dos líquidos se denominan de nuevo componente 241 pesado y componente 243 ligero. La operación del separador 300 se va a exponer con respecto a la separación de dos componentes. Aunque la separación de dos componentes puede facilitar también al menos alguna eliminación de materia en partículas del componente 243 ligero, se va a exponer más adelante una realización con respecto a la operación del separador 300 que tiene un separador de sólido-líquido para eliminar materia en partículas.

Como se ilustra en la figura 19, la corriente 506 de alimentación pasa de la línea 311 de entrada (figura 18) hacia el interior del puerto 373 de acoplamiento del alojamiento 314 de entrada. Como se expuso anteriormente con respecto a la figura 21, la corriente 506 de alimentación es forzada a girar dentro de la cavidad 374 para que al menos sea coincidente la rotación de la corriente 506 de alimentación con la rotación del conjunto 322 de eje. La corriente 506 de alimentación giratoria pasa a continuación a través de los puertos 366 de entrada y hacia el interior del canal 372 de entrada de fluido del eje 350 de entrada. La corriente 506 de alimentación sale del canal 372 de entrada a través de tubos 370 de extensión, entrando así en la cámara 472 del vaso 316 a presión. Aunque no se requiere, en una realización la corriente de alimentación rota ahora a la misma velocidad sustancialmente que el vaso 316 a presión.

El uso de tubos 370 de extensión que se extienden radialmente hacia fuera desde el conjunto 322 de eje fuerza la corriente 506 de entrada a salir de la misma para someterse a al menos una parte de la fuerza gravitatoria producida por el separador 300. En realizaciones alternativas, los tubos 370 de extensión se pueden eliminar.

Como se representa en la figura 22, tras la entrada en el vaso 316 a presión la fuerza centrífuga impuesta debido a la rotación del vaso 316 a presión empuja la corriente radialmente exteriormente hacia la pared 468. Cuando la corriente entra en el vaso 316 a presión, entra en uno de los canales 502 de flujo (figura 26) y procede a llenar el vaso 316. Como se expuso anteriormente, los canales 502 de flujo ayudan a eliminar el efecto Coriolis. Aunque se puede proveer un tubo 370 de extensión para cada canal 502 de flujo discreto, el canal 494 igualador del flujo entrante permite la comunicación fluida en la entrada de los canales 502 de flujo, ayudando así a asegurar un nivel de fluido y un caudal comunes a través de todos los canales 502 de flujo. En realizaciones alternativas, el canal 494 igualador del flujo entrante se puede eliminar.

Cuando la corriente 506 de alimentación se desplaza dentro de los canales 502 de flujo hacia los tubos 400 de transferencia la corriente es sometida a las enormes fuerzas centrífugas impuestas a la misma debido a la rotación del vaso 316. De esta manera, el componente más denso de la corriente fluye radialmente hacia fuera mientras que el componente menos denso fluye radialmente hacia dentro hacia el eje 466 de rotación. De esta manera se forma dentro de la cámara 472 una línea 508 límite dispuesta paralela al eje 320 de rotación que indica la separación entre el componente 241 pesado y el componente 243 ligero.

El componente 243 ligero continúa su desplazamiento dentro de los canales 502 de flujo hasta los tubos 400 de transferencia. La formación de canales 498 igualadores del flujo saliente permite la comunicación fluida entre cada corriente de componente ligero que sale de su correspondiente canal de flujo, ayudando así a asegurar un flujo entrante común a través de los tubos 400 de transferencia. Como consecuencia, puede haber menos tubos 400 de transferencia que canales 502 de flujo. Alternativamente, se puede proveer un tubo 400 de transferencia a cada canal 502 de flujo, eliminándose así la necesidad del canal 498 igualador del flujo saliente.

Volviendo a la figura 19, el componente 243 ligero entra en el canal 384 de aguas residuales a través de tubos 400 de transferencia. Posteriormente, el componente 243 ligero sale del canal 384 de aguas residuales y del separador 300 a través de la línea 348 de aguas residuales (figura 18) como cualquier producto final o para su posterior tratamiento.

Volviendo de nuevo a la figura 22, el componente 241 pesado se elimina del vaso 316 siendo extraído hacia el interior del conducto 432 de eliminación de cada tubo 410 de extracción a través de ranuras del extremo del mismo. A este respecto, las ranuras 445 pueden estar situadas en cualquier localización radialmente a partir de la línea 508 límite. El componente 241 pesado se desplaza radialmente hacia dentro a lo largo del conductos 432 de eliminación donde seguidamente pasa a través de la segunda parte 343 de un canal y hacia el interior del canal 396 de eliminación por medio de una ranura 357 anular. A su vez, el componente 241 pesado sale del canal 396 de eliminación y del separador 300 por medio de puertos 394 de eliminación y de la línea 347 de eliminación. La eliminación de componente 241 pesado y de componente 243 ligero se controla usando uno de los sistema y procedimientos de control, como se expuso anteriormente con respecto a las figuras 13-14 de manera que la línea 508 límite se mantiene en una localización deseada o dentro de un rango deseado dentro del vaso 316.

En una realización, se aprecia que se puede proveer un tubo 410 de extracción a cada canal 502 de flujo. En una realización alternativa, se puede proveer un tubo 410 de extracción a cada dos canales 502 de flujo o a cualquier otra posición deseada. Cuando no se provee un tubo 410 de extracción a cada canal 502, se produce alguna forma de abertura o discontinuidad en la aleta de separación de manera que la comunicación fluida del componente 241 pesado se hace entre dos o más canales 502 de flujo. Dichas aberturas o discontinuidades se pueden formar por el paso de flujo bajo 140 como se expuso anteriormente.

Se aprecia que la mayor parte de los fluidos en los que se desea la separación de componente pueden incluir también alguna forma de materia en partículas. La materia en partículas que inicialmente está suspendida dentro de la corriente 506 de alimentación entra en los canales 502 de flujo donde bajo la fuerza gravitatoria producida por el separador 300 es forzada hacia el interior de la pared 468 principalmente alrededor del ecuador 474. Periódicamente la materia en partículas recogida se elimina del vaso para prevenir una acumulación excesiva dentro del vaso 316.

A modo de ejemplo, a intervalos periódicos se cierran las válvulas 317 y 351 de la línea 311 de entrada de fluido y de la línea 348 de aguas residuales, respectivamente. Posteriormente, se abren las válvulas 319 y 349 de la línea 313 de distribución y de la línea 347 de eliminación, respectivamente. A continuación, con el vaso 316 aún rotando, se bombea una corriente 510 de limpieza en el interior de la línea 313 de distribución. La corriente 510 de limpieza se desplaza hasta el canal 362 de distribución desde donde pasa posteriormente hacia dentro del conducto 430 de suministro de cada tubo 410 de extracción. Finalmente, la corriente 510 de limpieza pasa a través de puertos 464 de enjuague a presión en el interior de la cámara 472 del vaso 316 a presión. Como consecuencia de la orientación de los puertos 464 de enjuague a presión se produce un vórtice de agitación alrededor de la tobera 436. El vórtice de agitación vuelve a suspender la materia en partículas que se ha aglutinado o de otra manera depositado contra el interior de la pared 468. Simultáneamente, con la corriente 510 de limpieza enviándose al interior de la cámara 472, el componente 241 más pesado que tiene ahora materia en partículas suspendida se extrae de su interior a través de conductos 432 de eliminación y de tubos 410 de extracción como se expuso anteriormente.

Una vez que eliminada una cantidad deseada de materia en partículas y de componente 241 pesado, se cierran las válvulas 319 y 349 de la línea 313 de distribución y de la línea 347 de eliminación, respectivamente. Las válvulas 317 y 351 de la línea 311 de entrada de fluido y de la línea 348, respectivamente, continúan permaneciendo cerradas durante un periodo de tiempo suficiente para posibilitar la suspensión de nuevo de los sólidos sedimentados contra el interior de la pared 468 como consecuencia de la rotación del vaso 316 a presión. Aunque no se requiere, esta acción ayuda a asegurar que los sólidos suspendidos de nuevo no sean extraídos con el componente más ligero. Una vez que los sólidos se han depositado de nuevo., se abren las válvulas 317 y 351 y se continúa el procedimiento. En otro procedimiento de operación, se aprecia que la corriente 506 de alimentación y la corriente 510 de limpieza pueden alimentar simultáneamente para eliminar concurrentemente tanto el componente más pesado como el componente más ligero.

En realizaciones alternativas, se aprecia que el tubo 410 de extracción puede tener una variedad de configuraciones diferentes. Por ejemplo, los puertos 464 de enjuague a presión pueden estar situados con cualquier orientación incluso radialmente hacia fuera. Además, los puertos 464 de enjuague a presión pueden estar situados para la salida a través del capacete 454. También se puede usar cualquier número de otras configuraciones de la tobera 436 de la que el fluido puede ser inyectado para suspender de nuevo la materia en partículas.

En otra realización, como la representada en la figura 27, se muestra un tubo 514 de extracción sin el uso de la tobera 436. El tubo 514 de extracción tiene un tubo 516 interior que delimita un conducto 518 de suministro y un tubo 520 exterior circundante. Entre el tubo 516 interior y el tubo 520 exterior está delimitado un conducto 522 de eliminación. Cada uno de los tubos 516 y 518 se extiende entre un primer extremo 524 y un segundo extremo 526 enfrente del anterior. El primer extremo 524 del tubo 514 de extracción está acoplado al colector 316 sustancialmente de la misma manera que el tubo 410 de extracción.

El segundo extremo 526 de cada uno de los tubos 516 y 520 está expuesto abiertamente igual que el contrario a ser acoplado a la tobera 436. Así pues, el fluido simplemente sale a través del conducto 518 de suministro en el segundo extremo 526 para suspender de nuevo los sólidos depositados contra el vaso 316 a presión mientras que el componente más pesado con los sólidos suspendidos de nuevo en su interior entre en el interior del conducto 522 de eliminación en el segundo extremo 526. En esta realización, el tubo 520 exterior puede estar formado sin ranuras 445. Si se desea, sin embargo, se puede instalar entre el tubo 516 interior y el tubo 520 exterior un collarín de soporte (no se muestra) que tiene orificios que se extienden a su través para mantener el espaciado entre los tubos. También se aprecia que el sistema se puede manipular de manera que la corriente 510 de limpieza fluya por fuera del conducto 522 de eliminación en el interior del vaso 316 mientras que el componente 241 pesado con materia en partículas suspendida de nuevo se elimine a través del conducto 518 de suministro.

En la figura 28 se representa otra realización de un tubo 530 de extracción. El tubo 530 de extracción comprende un tubo 532 integral que delimita un conducto 534 de suministra y un conducto 536 de eliminación dispuestos contiguamente. Se aprecia que un experto en la técnica basado en las enseñanzas de la presente podría modificar el colector 336 para acoplarle a un primer extremo del tubo 530 de extracción de manera que el conducto 534 de suministro se comunique con el canal 362 de distribución y el conducto 536 de eliminación se comunique con el canal 396 de eliminación. Alternativamente, el tubo 530 de extracción puede comprender también dos tubos separados, uno que delimite el conducto 534 de suministro y otro que delimite el conducto 536 de eliminación.

En la patente de EE. UU. nº 5.853.266, titulada “Fluidising Apparatus” se revelan otras realizaciones alternativas de tubos de extracción cuyos dibujos y revelación anunciados en la descripción detallada de la invención se incorporan a la presente como referencia específica. También se pueden obtener varias formas de tubos de extracción en Merpro Limited de Nailsea, Bristol, Reino Unido.

Aunque la realización del separador 300 descrita anteriormente se puede usar para la eliminación de alguna materia en partículas, La configuración está diseñada principalmente para la separación de líquidos mezclados, es decir, separación de aceite y agua. Sin embargo, como se expuso anteriormente, el separador 300 puede funcionar también principalmente como separador de sólido-líquido. En esta realización es deseable maximiza la aplicación de la fuerza centrífuga sobre la materia en partículas dentro del fluido. Consecuentemente, la figura 29 representa un conjunto de aletas que se muestra en el que cada una de las aletas 482 se interbloquea con un primer disco 538 y un segundo disco 540 sustancialmente de la misma manera que los discos 478 y 480 se interbloquean con las aletas de la figura 25. Una distinción entre los discos 538, 540 y los discos 478, 480 es que los discos 538, 540 no tienen aberturas 504 grandes extendiéndose a su través. En una realización, sin embargo, uno o más puertos 542 de gas pequeños se extienden a través de cada uno de los discos 538 y 540 contiguos a su borde perimétrico interior.

Volviendo a la figura 22, asumiendo que los discos 478 y 480 fueros sustituidos por discos 538 y 540, respectivamente, el fluido que entra en la cámara 472 del vaso 316 a presión a través de tubos 370 de extensión es forzado a, inicialmente, desplazarse alrededor del perímetro exterior del disco 538. Al hacerlo, el fluido y la materia en partículas se someten una fuerza centrífuga mayor que si hubieran pasado suplemente a través de las aberturas 504. La fuerza centrífuga incrementada da lugar a una mayor concentración del material en partículas asentadas contra la superficie 470 interior del vaso 316 a presión principalmente alrededor del ecuador 474. El líquido clarificado se elimina del vaso 316 a presión a través de tubos 400 de transferencia como se expuso anteriormente, mientras que los sólidos se suspenden de nuevo periódicamente y se eliminan a través del tubo 410 de extracción o los alternativos expuestos con los mismos como también se expuso anteriormente. En una realización el separador 300 puede ser operado usando el procedimiento y el conjunto de válvulas como se expuso con respecto al separador 10 de sólido-líquido.

Todo gas que entre en el vaso 316 pasa a través de puertos 542 de gas y sale con el líquido clarificado. Alternativamente, el gas puede eliminarse de la corriente de alimentación antes de que entre en el separador pasando la corriente a través de una válvula de aguja disponible comercialmente u otro dispositivo diseñado para eliminar gases de corrientes de fluido. En esta realización, los puertos 542 de gas son de advertencia obligatoria.

Una de las ventajas de tener disco 540 macizo, con el que todo el fluido tiene que pasar alrededor del perímetro del mismo, es que se amplia el tiempo de retención del fluido dentro del vaso 316 a presión. En general, cuanto más prolongado sea el tiempo de retención más materia en partículas se separará del fluido. En realizaciones alternativas, sin embargo, el primer disco 538 puede ser macizo mientras que el segundo disco 540 puede tener aberturas 540 formadas en el mismo.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para la separación de materia en partículas de un fluido en el que la materia en partículas está suspendida, comprendiendo el procedimiento:

introducción de un fluido que contiene materia en partículas en una cámara (472) de un vaso (316) a través de una entrada, estando delimitada la cámara al menos parcialmente por una pared (468) periférica y comunicándose la cámara también con una salida;

rotación del vaso alrededor de un eje (466) de rotación que se extiende a través del vaso de manera tal que al menos una parte de la materia en partículas se sedimenta fuera del fluido y contra al menos parte de la pared periférica del vaso;

envío de una corriente de fluido de retirada al interior del vaso rotatorio en o contigua la pared periférica, de manera tal que el envío del fluido de retirada al interior del vaso hace que al menos una parte de la materia en partículas se deposite contra la pared periférica para suspenderse de nuevo dentro del fluido;

extracción del vaso de al menos una parte del fluido que tiene la materia en partículas suspendida de nuevo en su interior a través de un tubo (412) de extracción, teniendo el tubo de extracción una abertura (445) para recibir el fluido en o contiguo a la pared periférica; y

retirada a través de la salida del vaso de al menos una parte del fluido del que la que materia en partículas se ha sedimentado;

caracterizado por

la rotación concurrentemente con el vaso (316) de un conjunto (322) de eje que se extiende a través de, y está acoplado con, el vaso (316), rotando el conjunto (322) de eje alrededor del eje de rotación;

la introducción de la corriente de fluido de retirada en la cámara (472) a través de un canal (362) de envío delimitado por el conjunto (322) de eje;

la introducción del fluido que contiene la materia en partículas en la cámara (472) a lo largo de un canal (372) de entrada delimitado por el conjunto (322) de eje, teniendo el canal (362) de envío y el canal (372) de entrada cada uno un eje longitudinal central que se extiende a lo largo del eje (466) de rotación.

2. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

el conjunto (322) de eje que tiene un eje (350) de entrada que incluye un eje (356) interior rodeado por un eje (358) exterior;

la introducción de la corriente de fluido de retirada en la cámara (472) a través del canal (362) de envío delimitado por la superficie (360) interior del eje (356) interior; y

la introducción del fluido que contiene la materia en partículas en la cámara (472) a lo largo del canal (372) de entrada formado entre el eje (356) interior y el eje (358) exterior del eje (350) de entrada.

3. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

detención del flujo del fluido a través de la entrada y/o la salida del vaso antes del acto de envío de la corriente de fluido de retirada; y

reinicio del flujo del fluido a través de la entrada y/o la salida después de la terminación de la extracción de al menos una parte del fluido que contiene la materia en partículas suspendida de nuevo.

4. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además continuación de la rotación del vaso durante un periodo de tiempo predeterminado después de la terminación del acto de extracción del fluido que contiene la materia en partículas suspendida de nuevo pero antes del reinicio del flujo del fluido a través de la entrada y/o la salida, siendo el periodo de tiempo predeterminado suficiente para que, al menos una parte de la materia en partículas suspendida de nuevo se sedimente de nuevo contra la pared periférica.

5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además:

el acto de introducción del fluido que comprende introducción de un componente del fluido pesado y de un componente del fluido ligero en el vaso a través de la entrada, recogiéndose el componen del fluido pesado alrededor de al menos una parte de la pared periférica del vaso radialmente hacia fuera del eje de rotación y recogiéndose el componente del fluido ligero alrededor del eje de rotación durante la rotación del vaso;

retirada del componente del fluido ligero a través de la salida; y

retirada del componente del fluido pesado a través del tubo de extracción.

6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además la retirada del componente pesado intermitentemente del vaso rotatorio al mismo tiempo que el componente ligero está siendo retirado continuamente del vaso rotatorio.

7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además la retirada del componente pesado continuamente del vaso rotatorio al mismo tiempo que el componente ligero está siendo retirado continuamente del vaso rotatorio.

8. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además la presurización del fluido dentro de la cámara del vaso.

9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que el fluido se presuriza dentro de la cámara a un rango de presiones de entre aproximadamente 2,07 x 105 Pa y aproximadamente 4,14 x 106 Pa.

10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido de retirada se envía al vaso a través de un conducto de suministro del tubo de extracción y el fluido que tiene la materia en partículas suspendida de nuevo en su interior se elimina a través de un conducto de retirada del tubo de extracción.

11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que uno de entre los conductos de suministro y los conductos de retirada están dispuestos uno dentro del otro.

12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el fluido de retirada se envía al vaso y el fluido que tiene la materia en partículas suspendida de nuevo en su interior se elimina del vaso a través del mismo conducto del tubo de extracción.

13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una pluralidad de aletas separadas están dispuestas dentro de la cámara del vaso, delimitando las aletas una pluralidad de canales de fluido que se extienden entre la entrada y la salida, introduciéndose el fluido en la cámara del vaso de manera tal que al menos un aparte del fluido pase a través de los canales de fluido.

14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que un disco se proyecta exteriormente desde alrededor del eje de rotación hasta alrededor de la pared periférica, intersectándose el disco con cada una de la pluralidad de aletas, introduciéndose el fluido en la cámara, de manera tal que el fluido es forzado a desplazarse alrededor de un perímetro exterior del disco.

15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que un disco se proyecta exteriormente desde el eje de rotación hacia la pared periférica, intersectándose el disco con cada una de la pluralidad de aletas y teniendo el disco una pluralidad de aberturas que se extienden a su través, introduciéndose el fluido en la cámara de manera tal que al menos un aparte del fluido pase a través de las aberturas del disco.

16. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 13, en el que se forma una abertura en cada aleta, de manera tal que un canal igualador de fluido anular facilite la comunicación fluida entre cada una de las áreas delimitadas por las aletas, introduciéndose el fluido en la cámara del vaso de manera tal que al menos una parte del fluido se desplace dentro del canal igualador de fluido.

17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la entrada y la salida del vaso rodean el eje de rotación, o el eje de rotación se extiende a través de las mismas.

18. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido de retirada se envía a través de una pluralidad de tubos de extracción que se extienden desde el eje de rotación hacia la pared periférica.

19. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el fluido que tiene en su interior la materia en partículas suspendida de nuevo se retira del vaso a través de una pluralidad de tubos de extracción que se extienden desde el de rotación hacia la pared periférica.

20. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que una primera válvula regula el flujo del componente del fluido ligero a través de la salida y una segunda válvula regula el flujo del componente del fluido pesado a través del tubo de extracción, comprendiendo el procedimiento además:

ajuste de la primera válvula de manera tal que el componente ligero salga a una primera presión; y

ajuste de la segunda válvula de manera tal que el componente pesado salga a una segunda presión, siendo la segunda presión diferente que la primera presión, de manera tal que se genere una línea límite entre el componente pesado y el componente ligero dentro de la cámara a una distancia radial del eje de rotación.

21. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 20, que comprende además el control de la apertura y cierre de la menos una de entre la primera válvula y la segunda válvula, de manera tal que la línea límite se mantenga dentro de un rango de distancias del eje de rotación cuando cambien los porcentajes de componente pesado y componente ligero que entran en el vaso.

22. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que una primera válvula regula el flujo del componente del fluido ligero o del componente del fluido pesado, comprendiendo el procedimiento además:

apertura de la primera válvula cuando la presión del fluido del componente ligero o del componente pesado alcance un límite superior predeterminado; y

cierre de la primera válvula después de un intervalo de tiempo predefinido o cuando la presión del fluido del componente ligero o del componente pesado alcance un límite inferior predeterminado.

23. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, que comprende además:

paso del componente ligero a través de la salida a una primera presión; y

paso del componente pesado a través del tubo de extracción a una segunda presión, estando fijadas la primera presión y l asegunda presión de manera tal que se genere una línea límite entre el componente pesado y el componente ligero dentro de la cámara a una distancia radial del eje de rotación.

24. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 23, en el que la primera presión es diferente que la segunda presión.

25. Un separador que comprende:

un vaso (316) que tiene una cámara (472), una pared (468) periférica que delimita la cámara (472),

siendo el vaso rotable alrededor de un eje (466) de rotación que se extiende a través del vaso, comunicándose la cámara con una entrada y con una primera salida;

una pluralidad de aletas (482) dispuestas dentro de la cámara;

un primer tubo (420) que se extiende desde el eje de rotación hacia la pared periférica, estando el primer tubo acoplado con una fuente de fluido para distribuir a voluntad una corriente de fluido en o contigua a la pared periférica;

un segundo tubo (412) que se extiende desde el eje de rotación hacia la pared periférica, teniendo el segundo tubo un primer extremo en comunicación fluida con el exterior del vaso y un segundo extremo opuesto que delimita una segunda salida (445), estando la primera salida dispuesta más próxima al eje de rotación que la segunda salida de manera tal que durante el uso puede formarse una línea límite fluida entre la primera salida y la segunda salida;

caracterizado por

un conjunto (322) de eje que se extiende a través del vaso (316) y está acoplado con el mismo, siendo el conjunto (322) de eje rotable concurrentemente con el vaso alrededor del eje de rotación;

un canal (362) de envío delimitado por el conjunto(322) de eje y que se comunica con el primer tubo (420);

un canal (372) de entrada delimitado por el conjunto (322) de eje y que se comunica con la cámara (362) y teniendo cada canal (372) de entrada un eje longitudinal central que se extiende a lo largo del eje (466) de rotación.

26. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25 y que comprende además:

el conjunto (322) de eje que tiene un eje (350) de entrada que incluye un eje (356) interior rodeado por un eje (358) exterior;

el canal (362) de envío delimitado por la superficie (360) interior del eje (356) interior y que se comunica con el primer tubo (420);

el canal (372) de entrada formado entre el eje (356) interior y el eje (358) exterior del eje (350) de entrada y que comunica con la cámara (472).

27. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que uno de entre el primer tubo y el segundo tubo está dispuesto dentro del otro.

28. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el primer tubo y el segundo tubo están separados.

29. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el primer tubo y el segundo tubo están formados integralmente.

30. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el segundo tubo está alineado con, o desviado de, el eje de rotación.

31. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el primer tubo y el segundo tubo se combinan para formar un tubo de extracción, comprendiendo el separador además una pluralidad de tubos de extracción que se extienden desde el eje de rotación hacia la pared periférica.

32. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el primer tubo también está configurado para extraer fluido de la cámara del vaso.

33. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que la pluralidad de aletas están separadas y se extienden desde el eje de rotación hacia la pared periférica.

34. Un separador de acuerdo con la reivindicación 31, en el que cada una de las aletas está dispuesta en un plano respectivo que está alineado con, o desviado de, el eje de rotación.

35. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende además un primer disco dispuesto dentro de la cámara, proyectándose el primer disco exteriormente para intersectarse con cada una de la pluralidad de aletas.

36. Un separador de acuerdo con la reivindicación 35, en el que el primer disco se proyecta radialmente por fuera, en alineación sustancialmente perpendicular con el eje de rotación.

37. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende además una pluralidad de perforaciones que se extienden a través del primer disco.

38. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que el primer disco está dispuesto contiguo al segundo tubo.

39. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende además una pluralidad de discos separados dispuestos dentro de la cámara, proyectándose cada disco radialmente por fuera del eje de rotación hasta la pared periférica para intersectarse con cada una de la pluralidad de aletas.

40. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que cada una de la pluralidad de aletas tiene un borde exterior, estando dispuesto al menos una parte de cada borde exterior contigua a la pared periférica para formar una pluralidad de canales de flujo discretos.

41. Un separador de acuerdo con la reivindicación 40, que comprende además:

el vaso que tiene un ecuador con un diámetro máximo que rodea el eje de rotación; y

un pasadizo que se extiende entre al menos dos de los canales de flujo discretos en el ecuador.

42. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que la cámara tiene una configuración sustancialmente esférica o la configuración de un doble cono truncado.

43. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende además una válvula activada por presión que regula el flujo del fluido que sale a través de la primera salida.

44. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, que comprende además:

una primera válvula que regula el flujo del fluido que sale a través de la primera salida;

una segunda válvula que regula el flujo del fluido que sale a través de la segunda salida;

un primer sensor de presión dispuesto para detectar la presión del fluido corriente arriba de la primera válvula, y un segundo sensor de presión dispuesto para detectar la presión del fluido corriente arriba de la segunda válvula.

45. Un separador de acuerdo con la reivindicación 44, en el que la primera válvula y la segunda válvula están configuradas para mantener una presión diferencial entre las mismas.

46. Un separador de acuerdo con la reivindicación 44, que comprende además un controlador en comunicación eléctrica con la primera válvula, la segunda válvula, el primer sensor de presión de presión y el segundo sensor de presión.

47. Un separador de acuerdo con la reivindicación 25, en el que la entrada está dispuesta en el primer extremo del vaso y la primera salida está dispuesta sobre un segundo extremo opuesto del vaso.

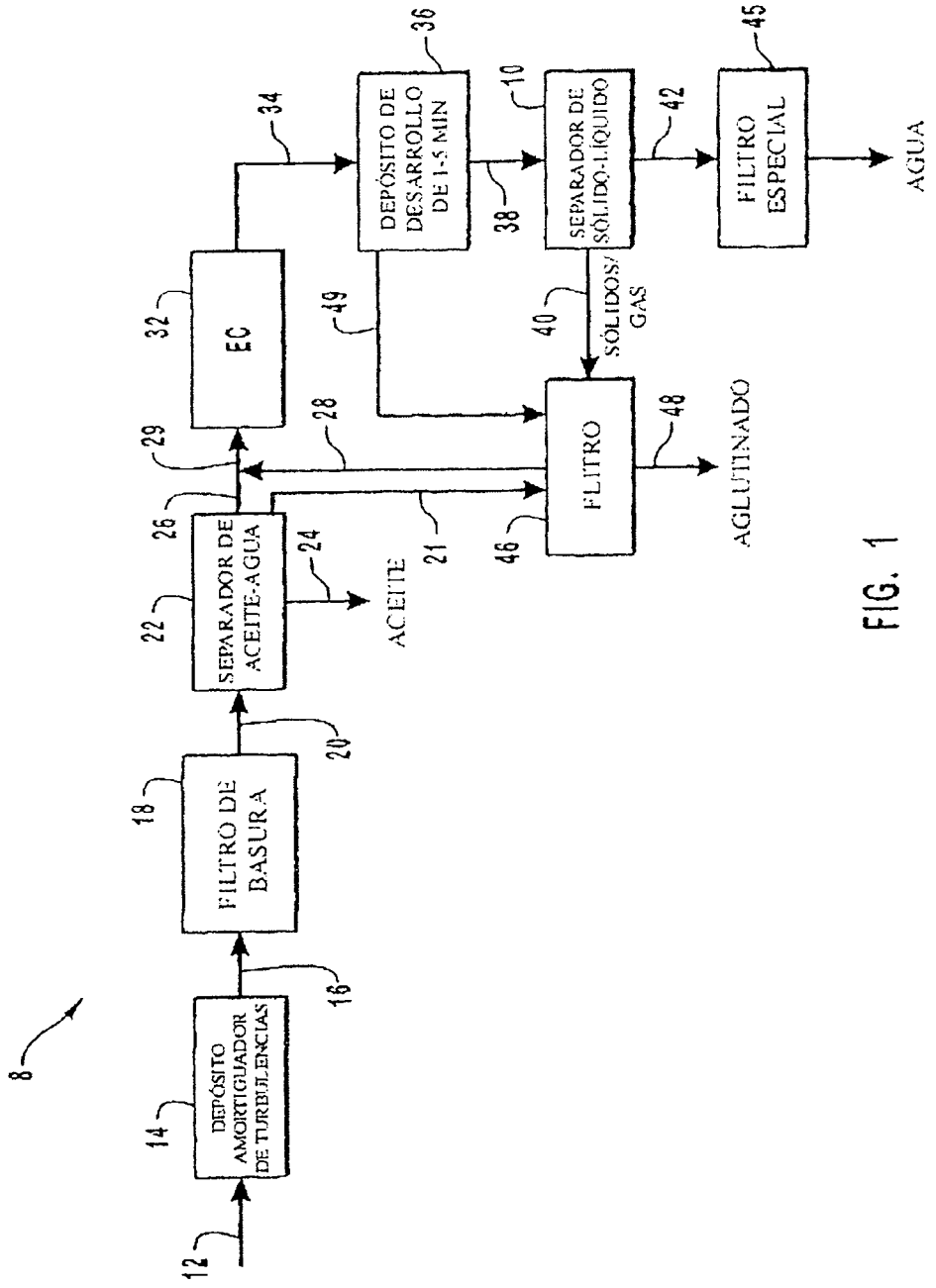

8
12
14
DEPÓSITO AMORTIGUADOR DE TURBULENCIAS
16
18
FILTRO DE BASURA
20
22
SEPARADOR DE ACEITE-AGUA
24
ACEITE
26
29
28
21
32
EC
34
36
DEPÓSITO DE DESARROLLO DE 1-5 MIN
38
10
SEPARADOR DE SÓLIDO-LÍQUIDO
40
SÓLIDOS/GAS
42
45
FILTRO ESPECIAL
AGUA
49
46
FILTRO
48
AGLUTINADO

FIG. 1

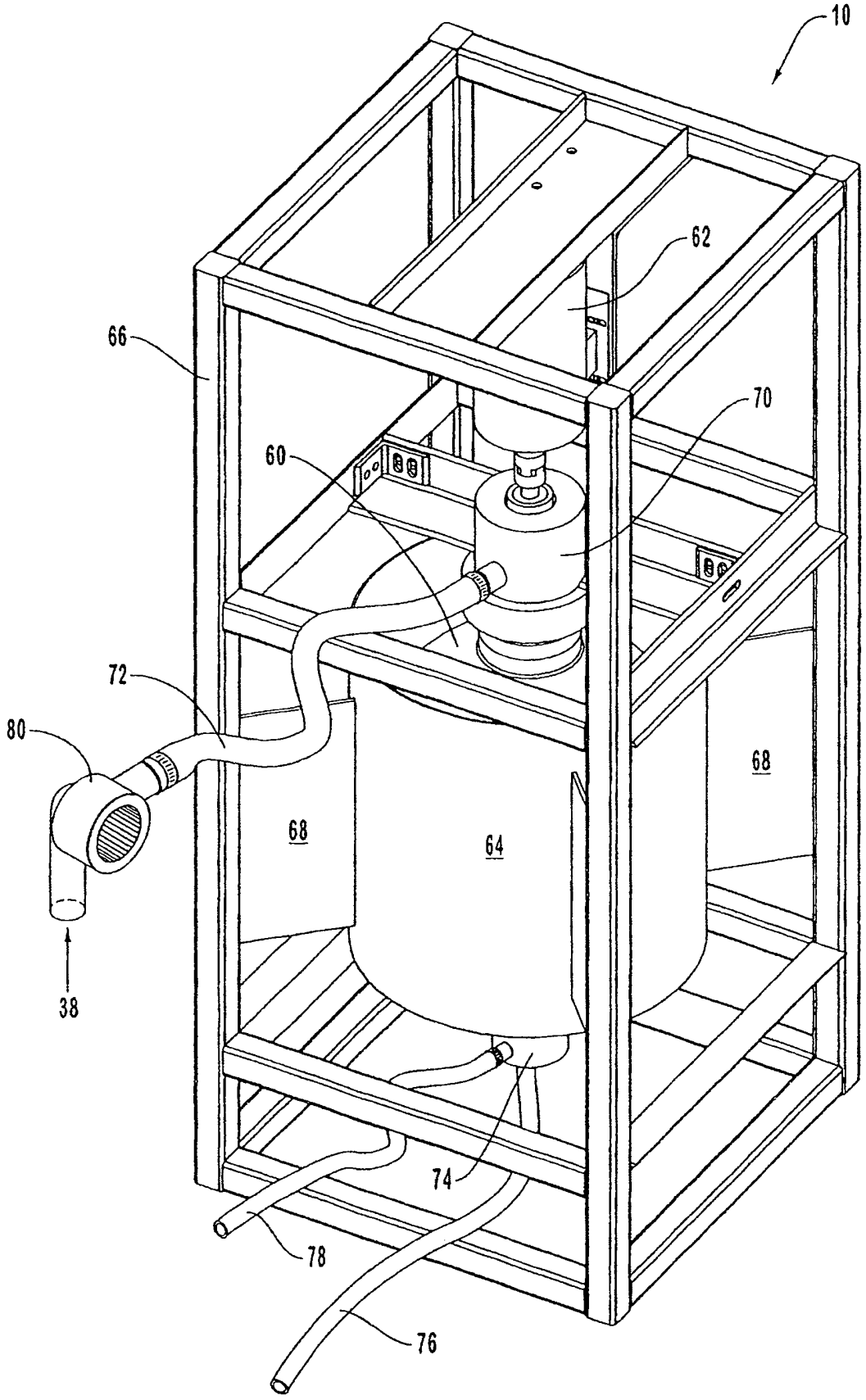
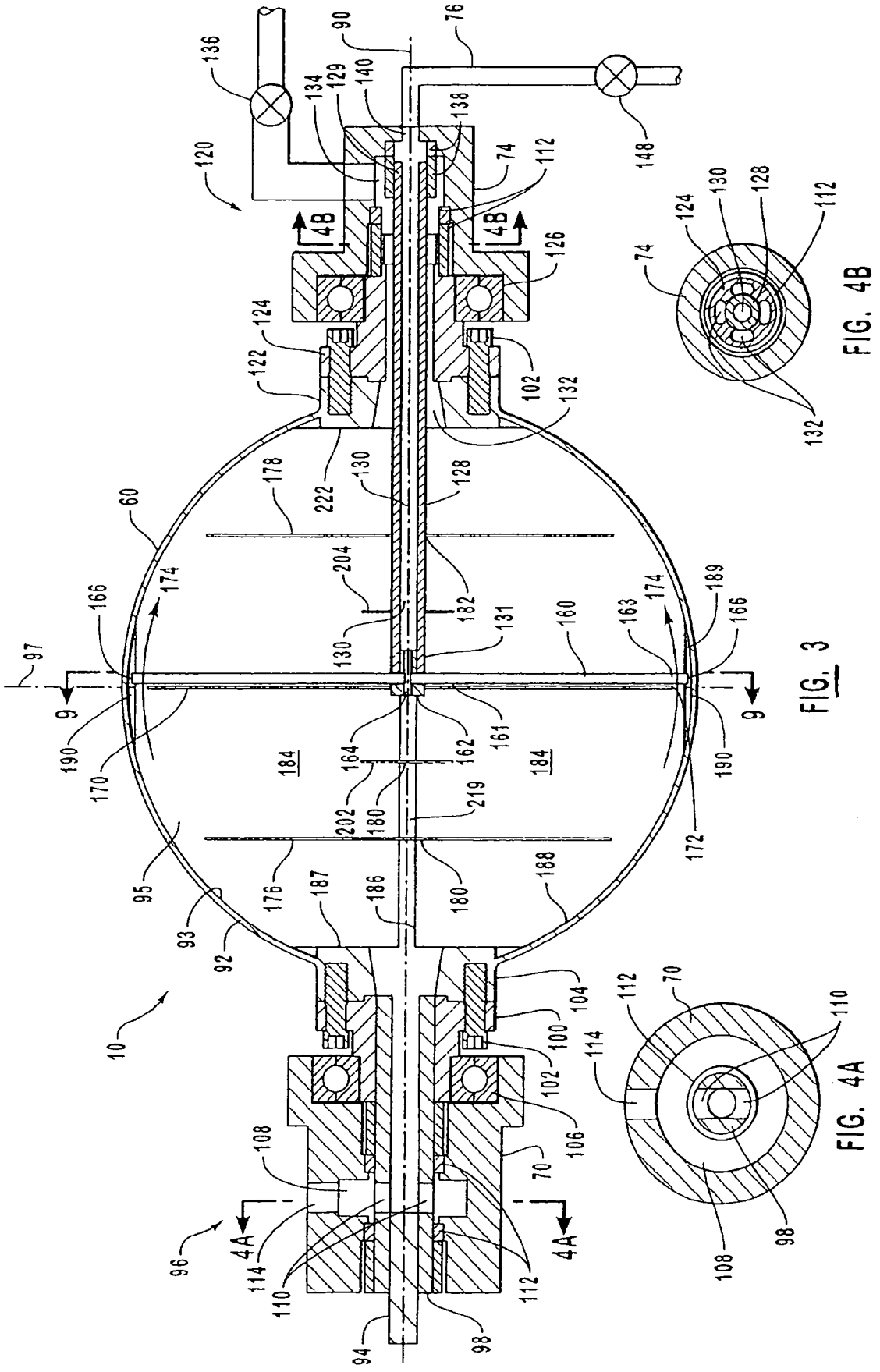


FIG. 2


136
90
76
134
129
140
138
148
120
74
112
4B
4B
126
124
122
102
132
178
222
130
128
60
204
182
174
166
131
160
163
189
97
9
9
190
170
184
184
164
162
161
202
180
219
172
95
176
187
186
180
188
93
92
10
104
100
102
106
108
70
96
4A
4A
114
110
112
94
98
74
124
130
128
112
132
FIG. 4B
FIG. 3
112
70
110
114
108
98
FIG. 4A

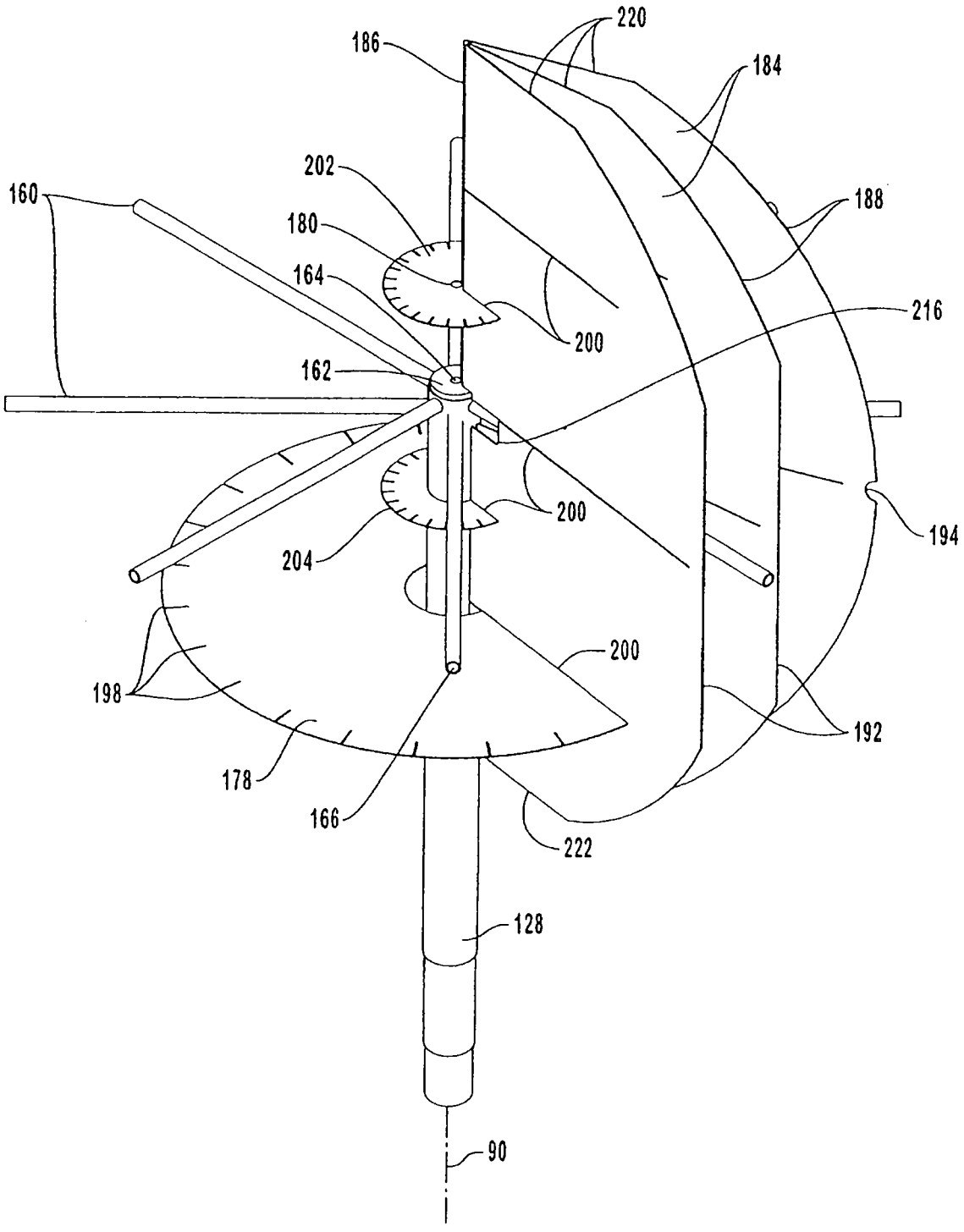

220
186
184
202
160
188
180
164
216
200
162
200
194
204
200
198
192
178
166
222
128
90

FIG. 5

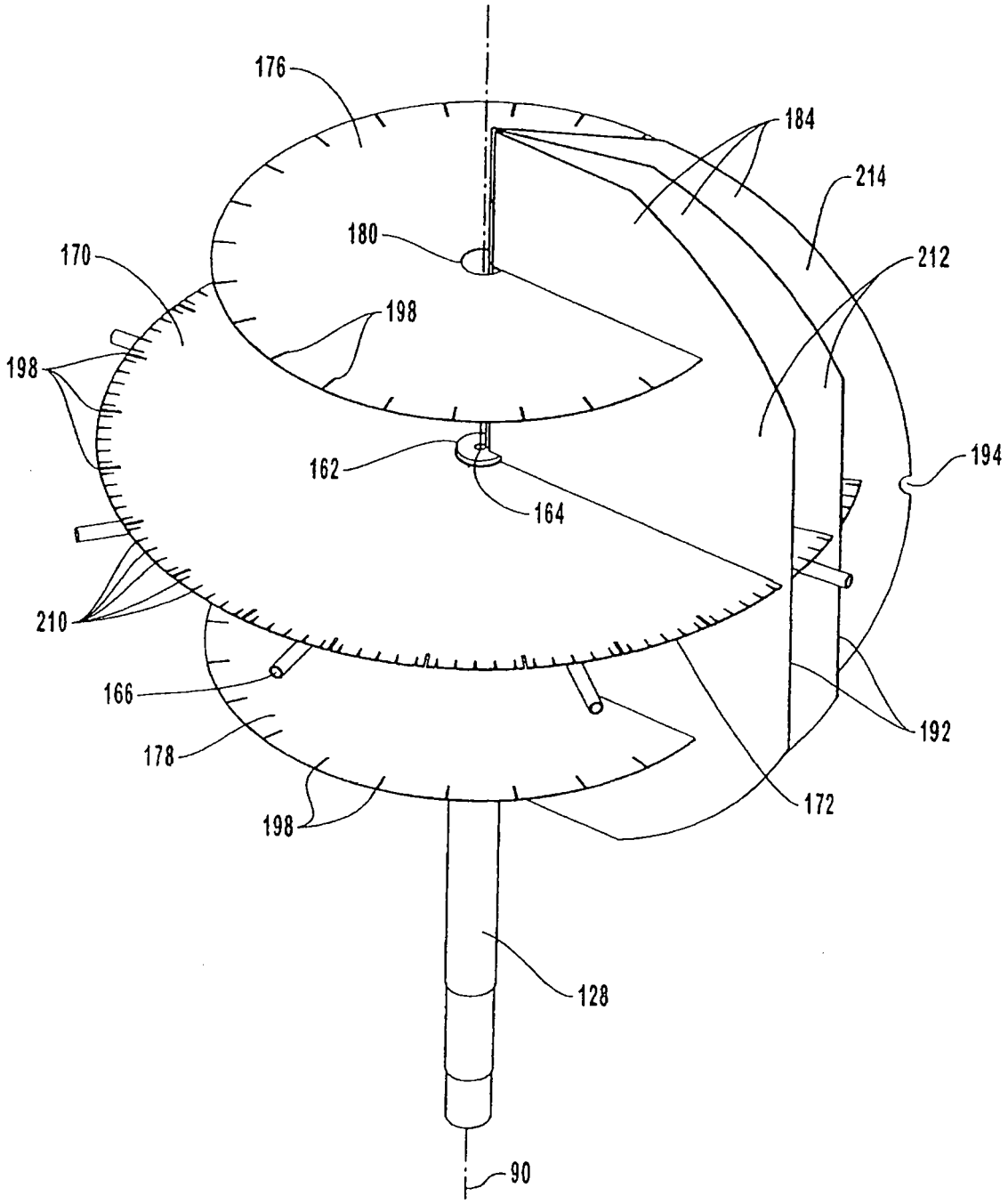

176
184
214
180
170
212
198
198
162
194
164
210
166
192
178
172
198
128
90

FIG. 6

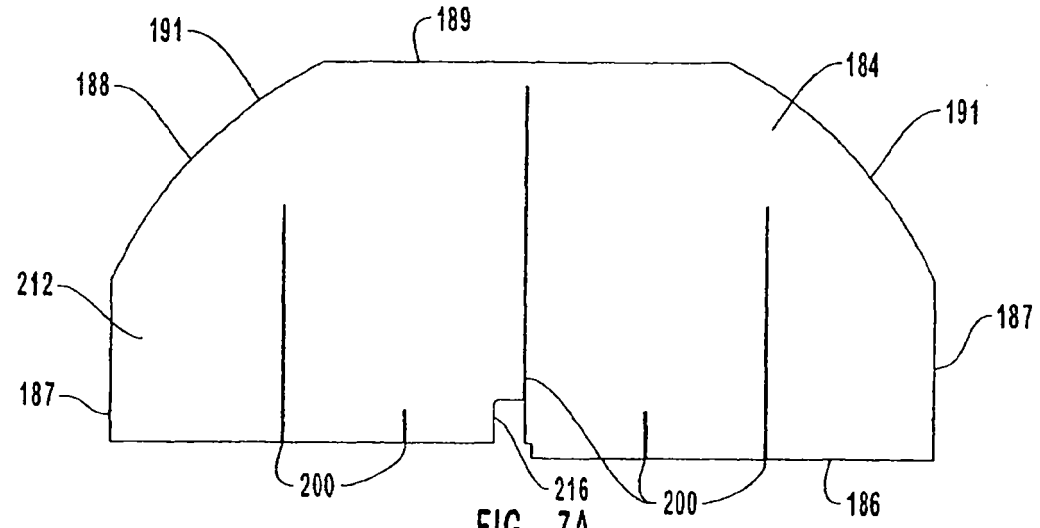


FIG. 7A

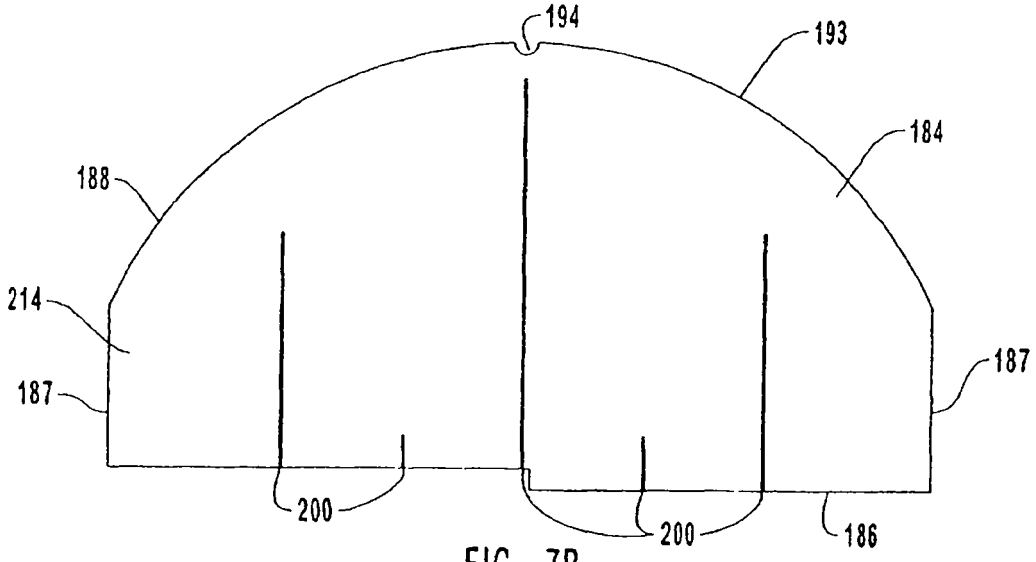


FIG. 7B

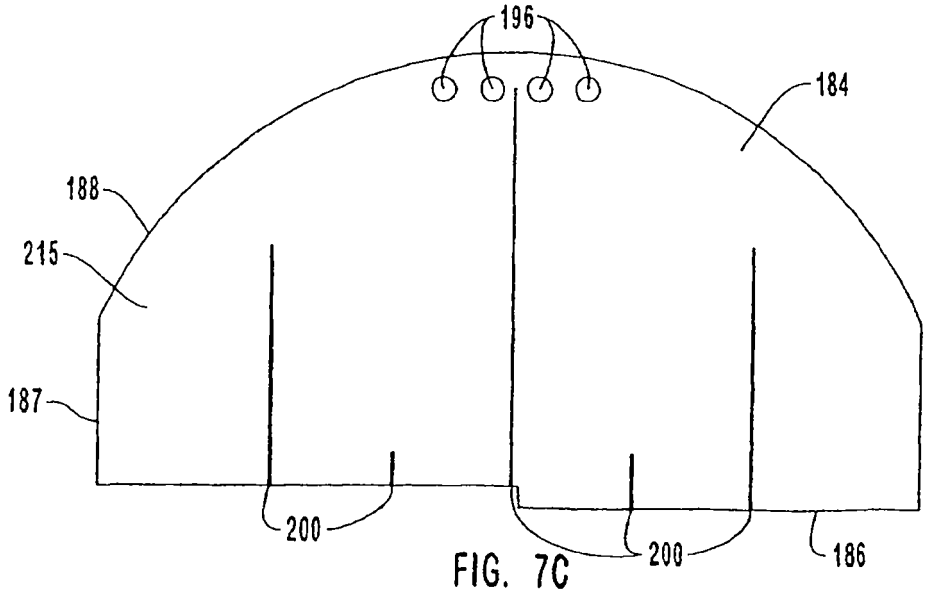


FIG. 7C

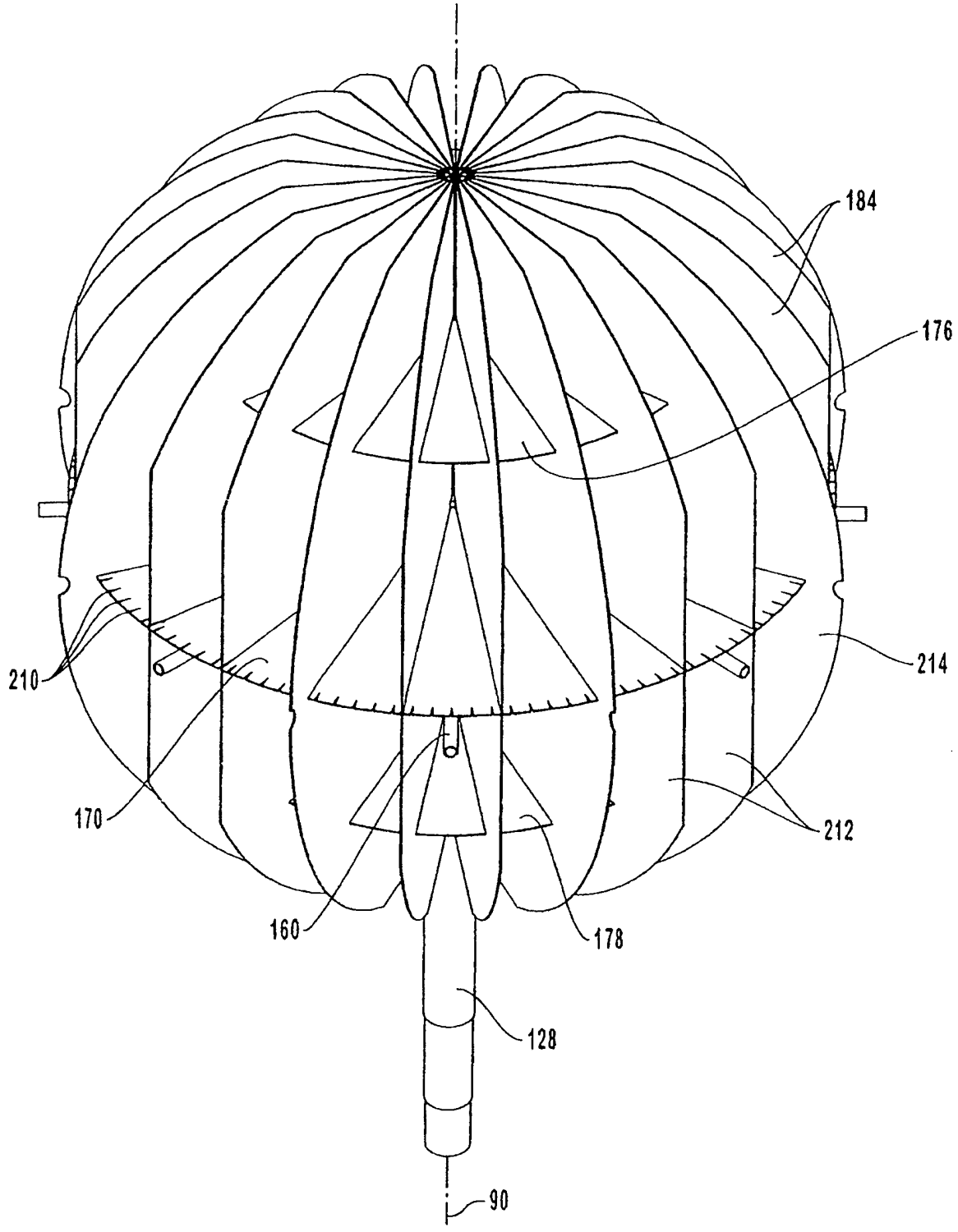


FIG. 8

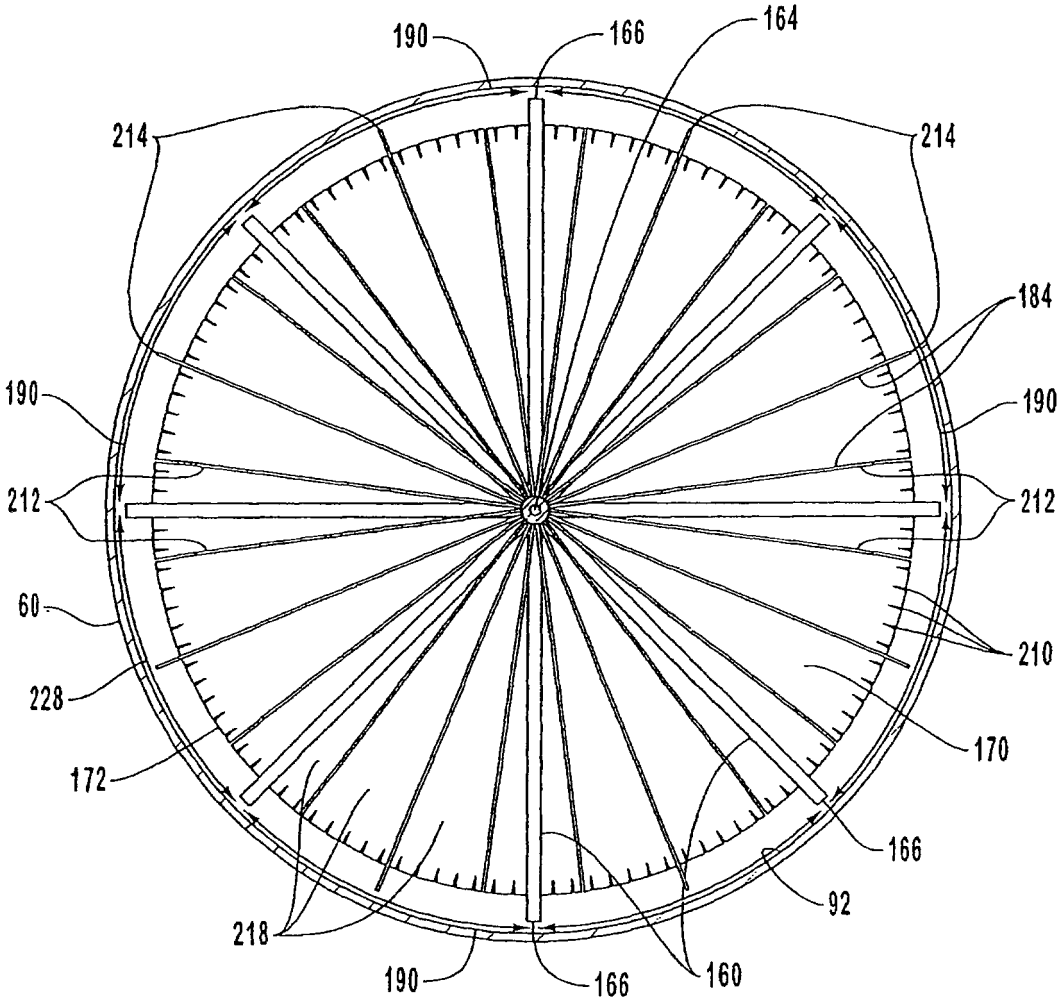

190
166
164
214
214
184
190
190
212
212
60
210
228
170
172
166
92
218
190
166
160

FIG. 9

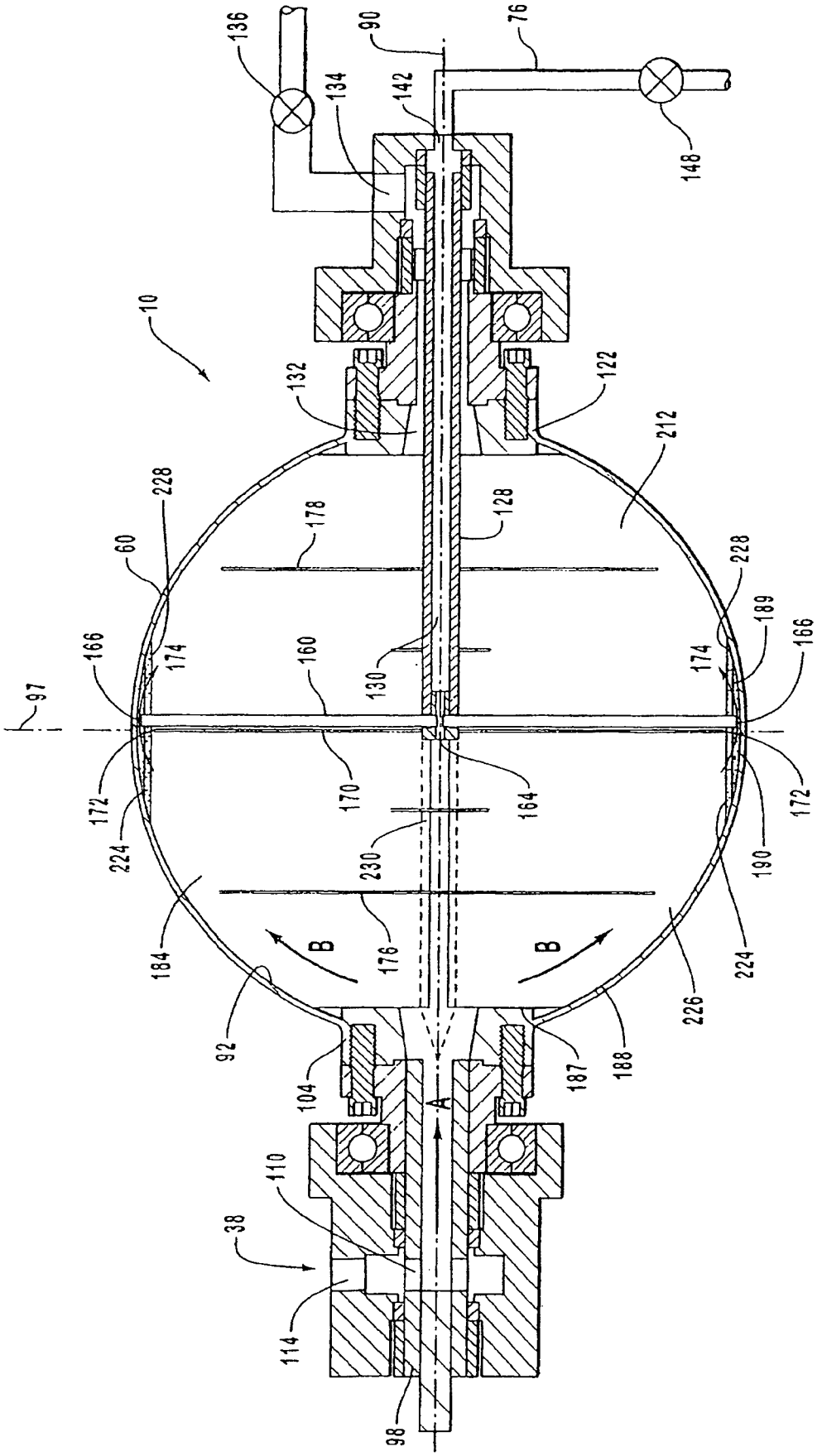

136
134
90
142
76
148
10
132
122
212
228
178
128
60
228
166
174
160
130
174
189
166
97
172
170
164
172
224
230
190
184
176
224
B
B
92
226
104
187
188
A
110
38
114
98

FIG. 10

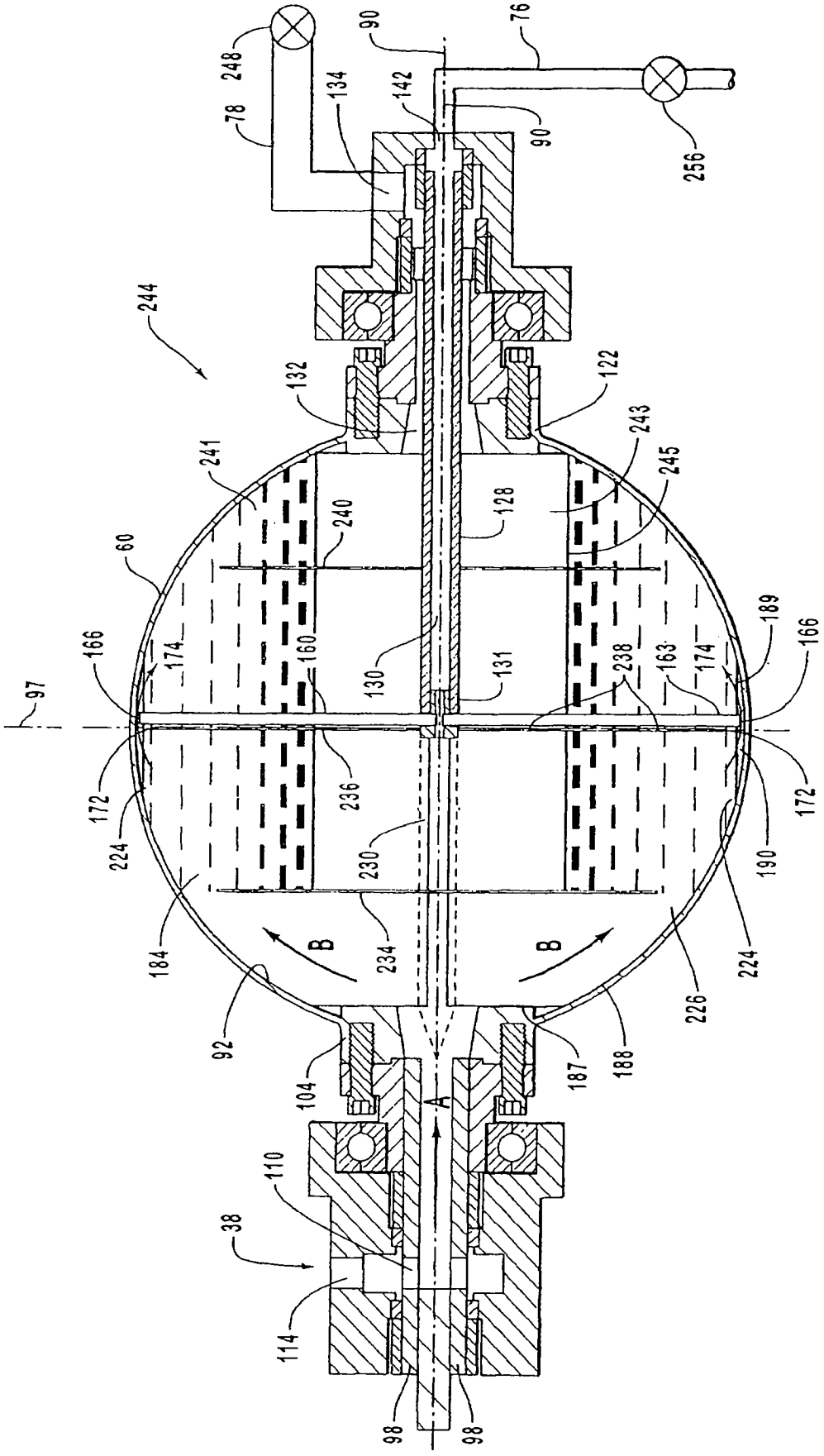

248
78
134
142
90
76
256
244
132
122
243
241
245
240
128
60
166
174
160
130
131
238
163
189
97
172
224
236
230
234
184
92
104
187
188
226
190
110
38
114
98
A
B

FIG. 11

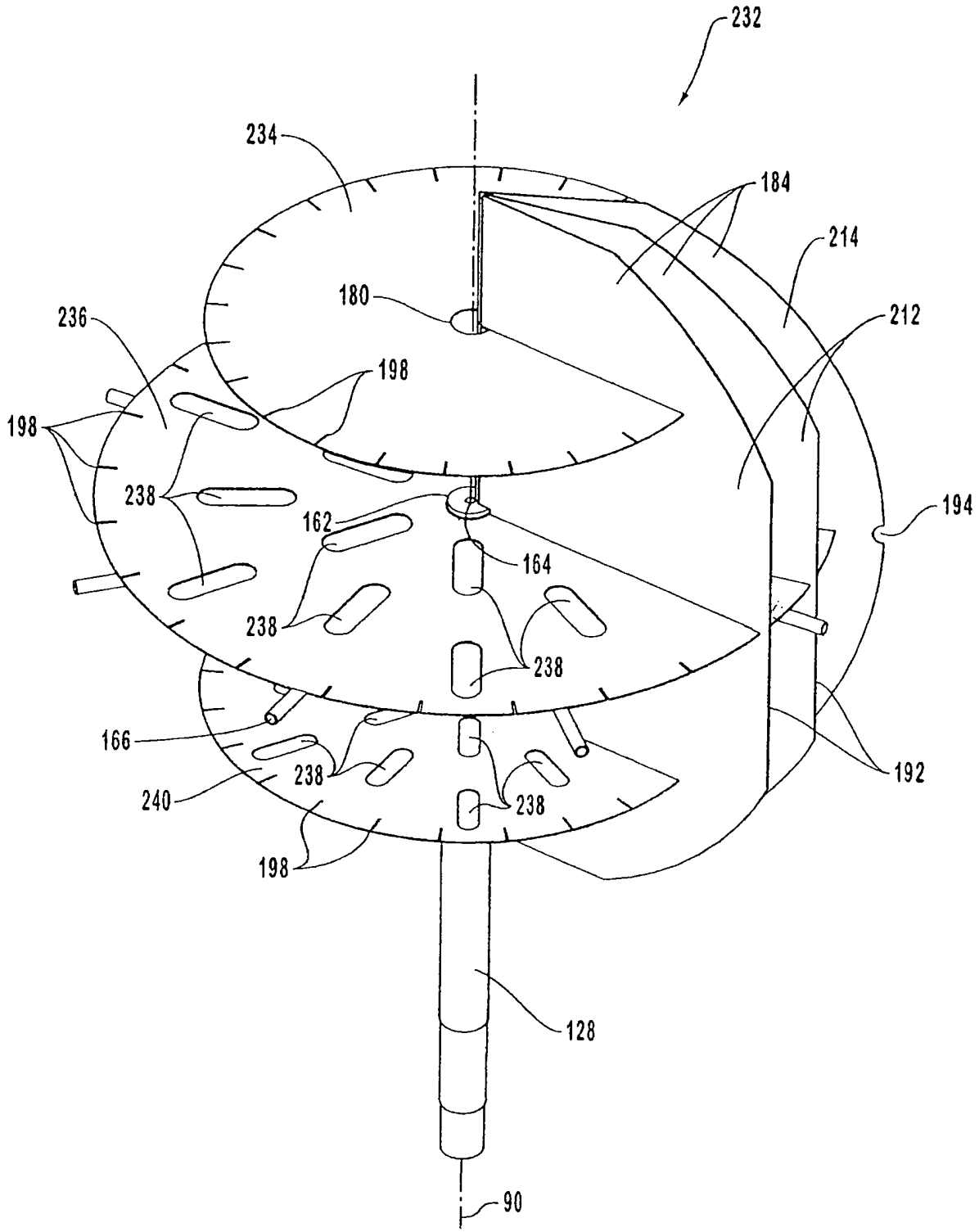

232
234
184
214
180
212
236
198
198
238
162
194
164
238
238
166
238
240
238
198
192
128
90

FIG. 12

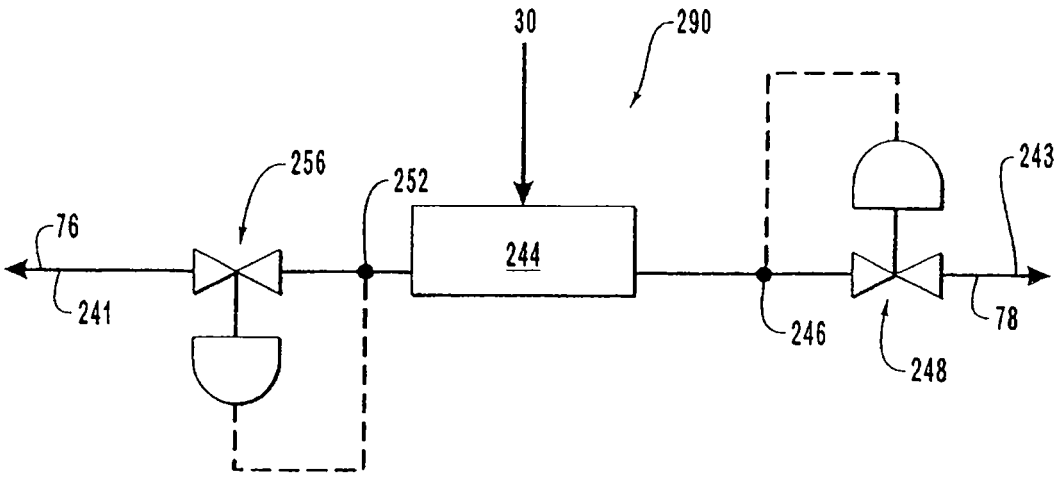


FIG. 13A

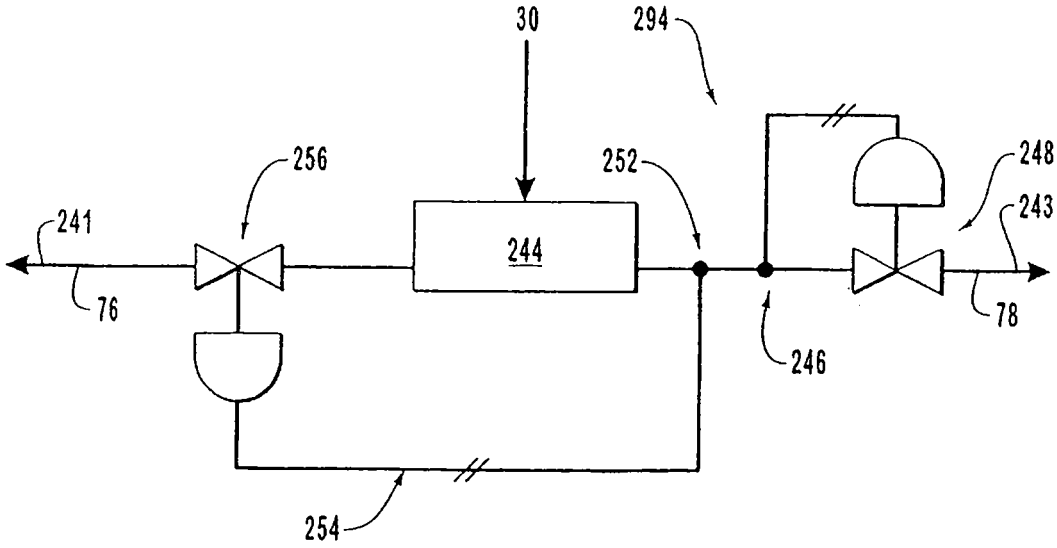


FIG. 13B

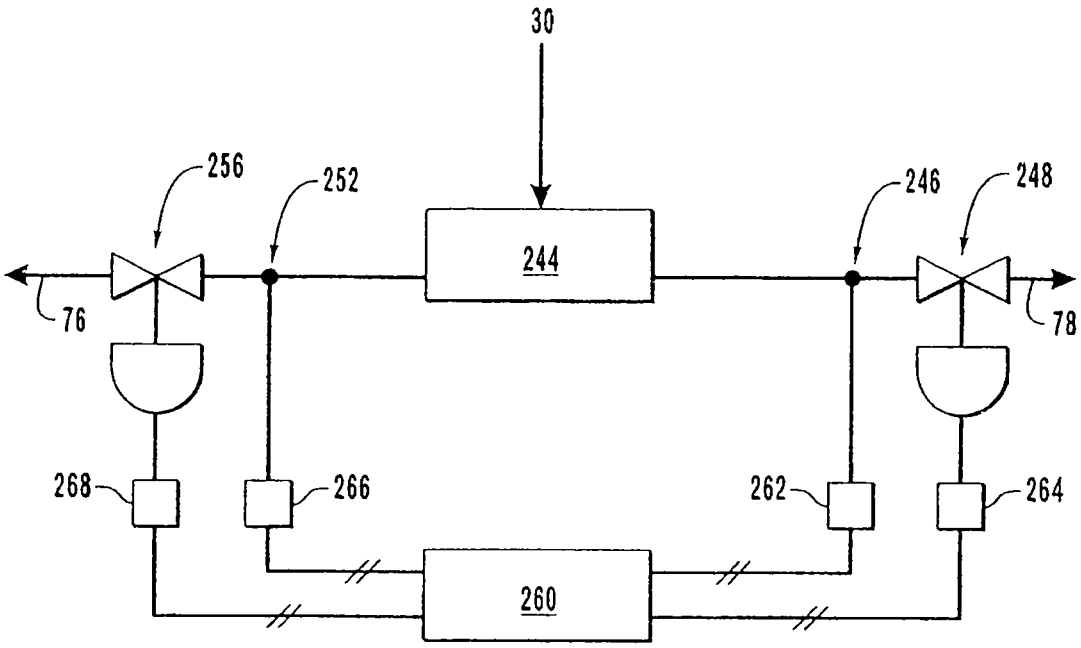


FIG. 13C

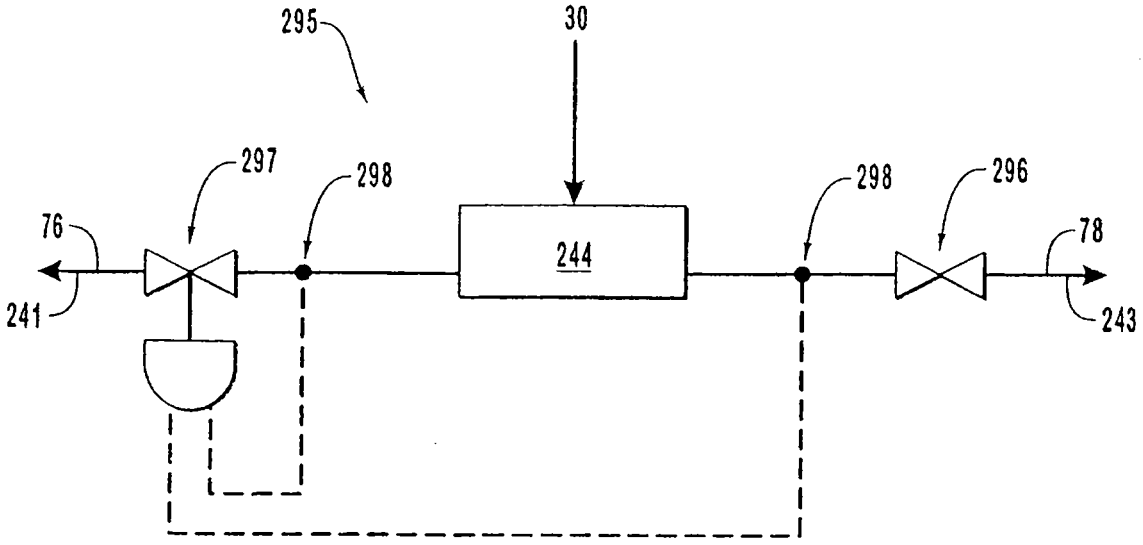


FIG. 14

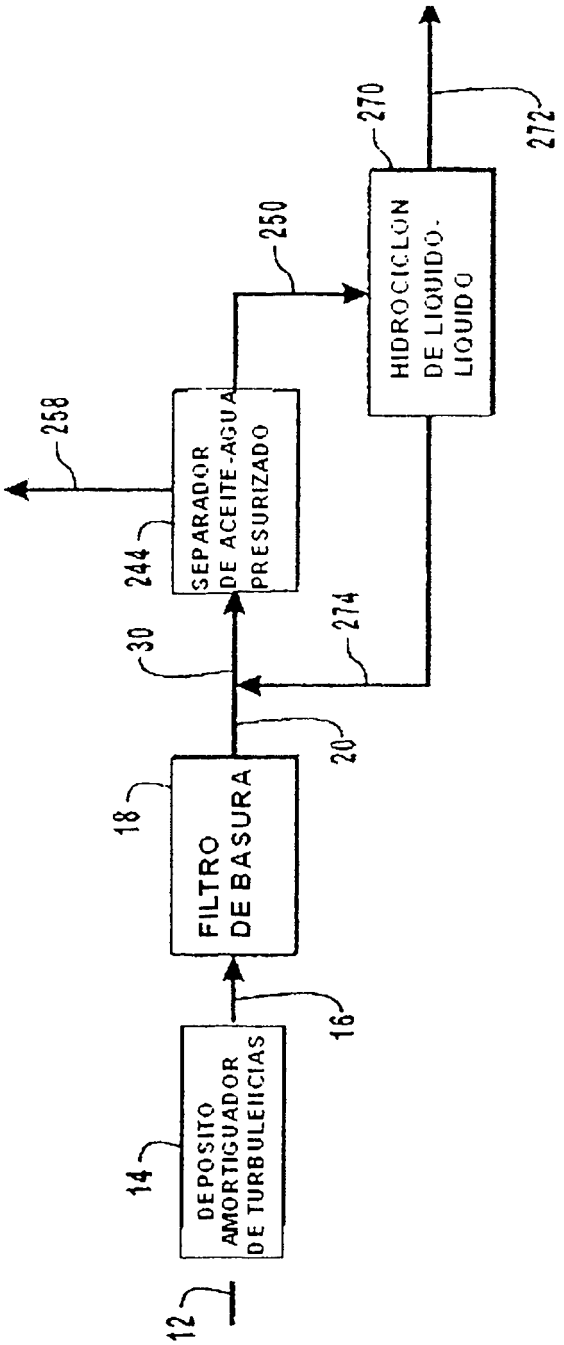

12
14
DEPOSITO AMORTIGUADOR DE TURBULEIICIAS
16
18
FILTRO DE BASURA
20
30
244
SEPARADOR DE ACEITE-AGUA PRESURIZADO
258
250
270
HIDROCICLON DE LIQUIDO-LIQUIDO
272
274

FIG. 15

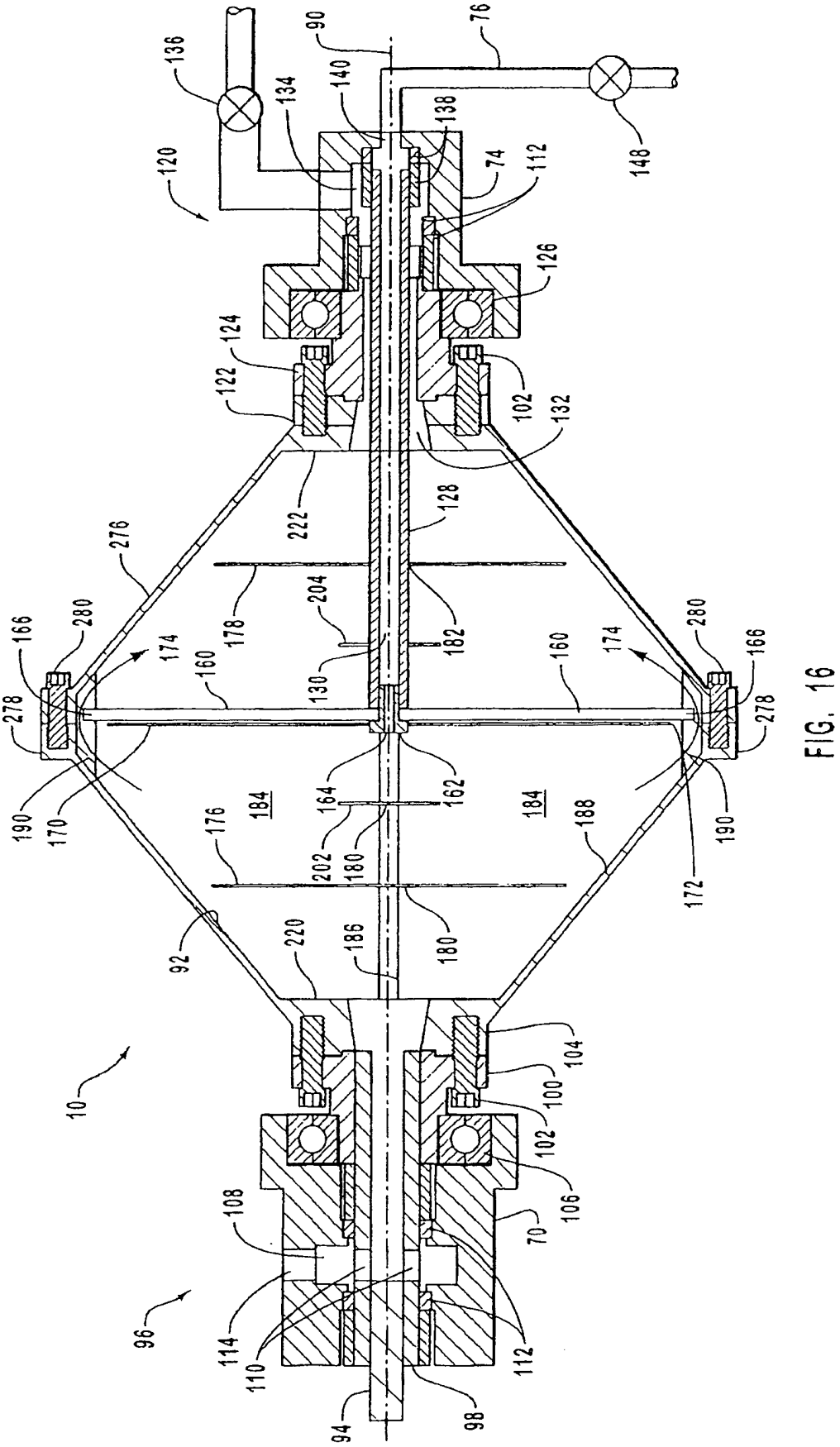

136
134
90
140
76
138
148
120
74
112
126
124
122
102
132
222
128
276
178
204
182
280
166
174
160
130
160
174
280
166
278
278
190
170
164
162
184
184
176
188
202
180
190
172
92
220
186
180
104
100
10
102
106
108
70
96
114
110
112
94
98

FIG. 16

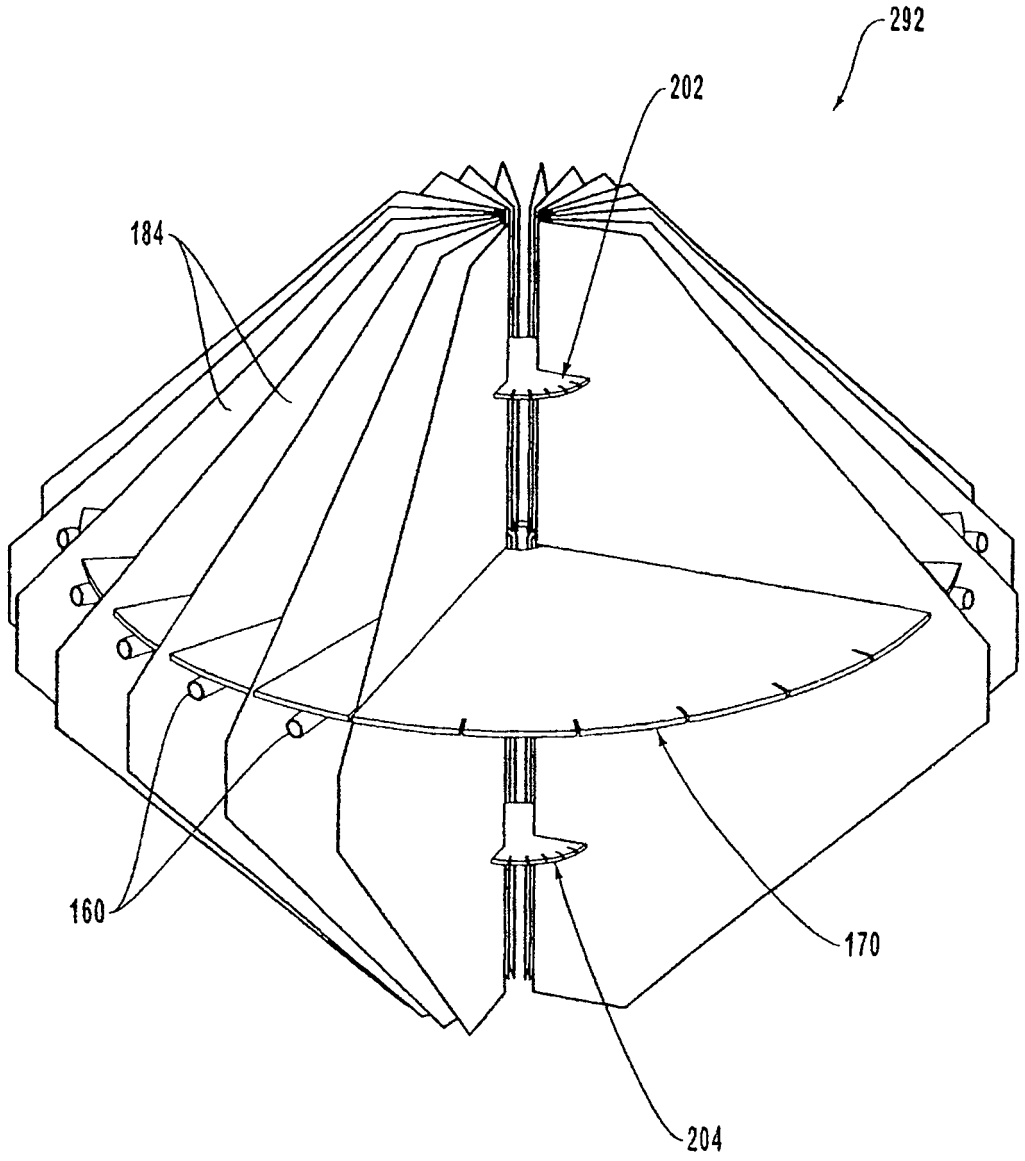


FIG. 17

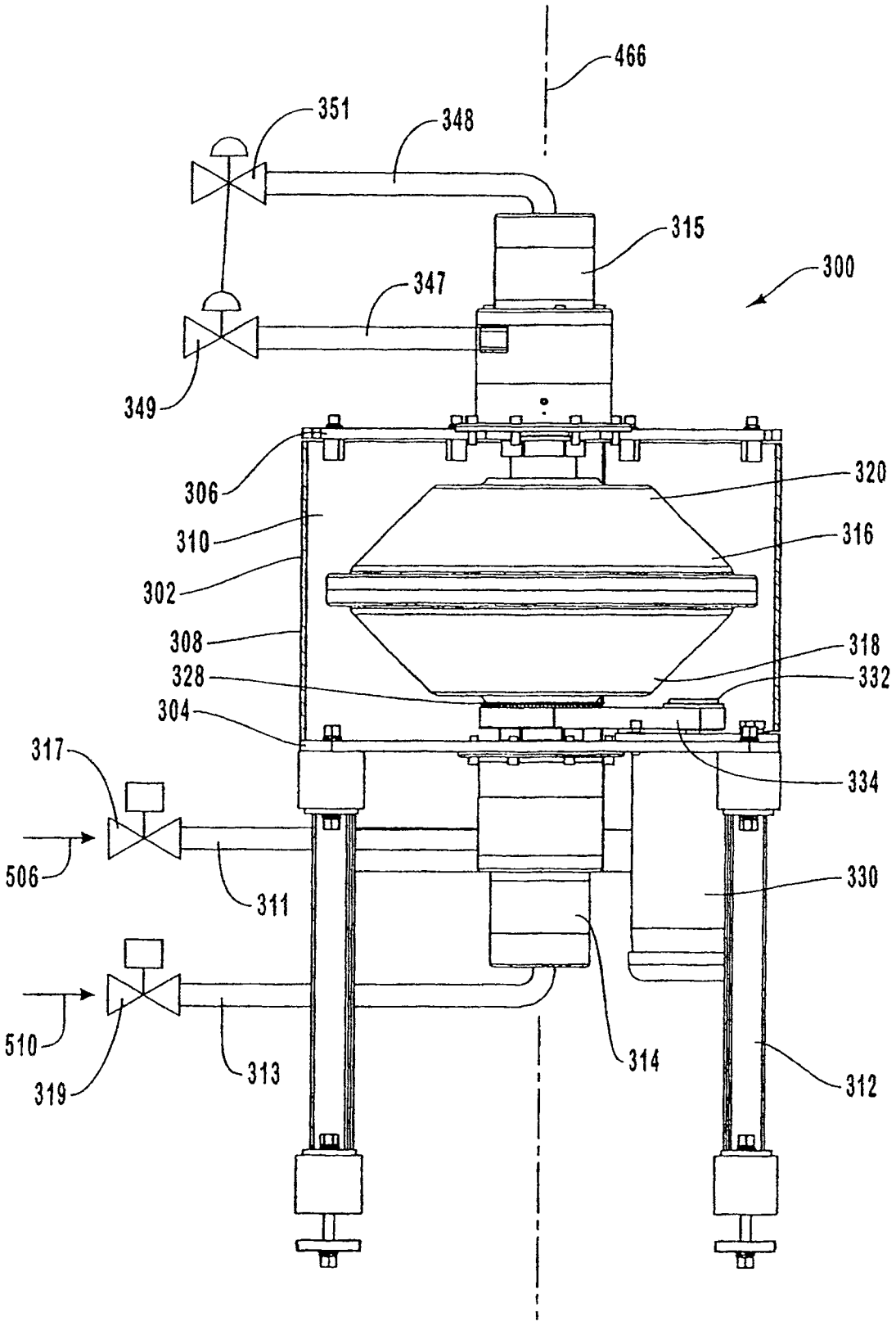

466
351
348
315
300
347
349
306
320
310
316
302
308
318
328
332
304
317
334
506
311
330
510
313
314
319
312

FIG. 18

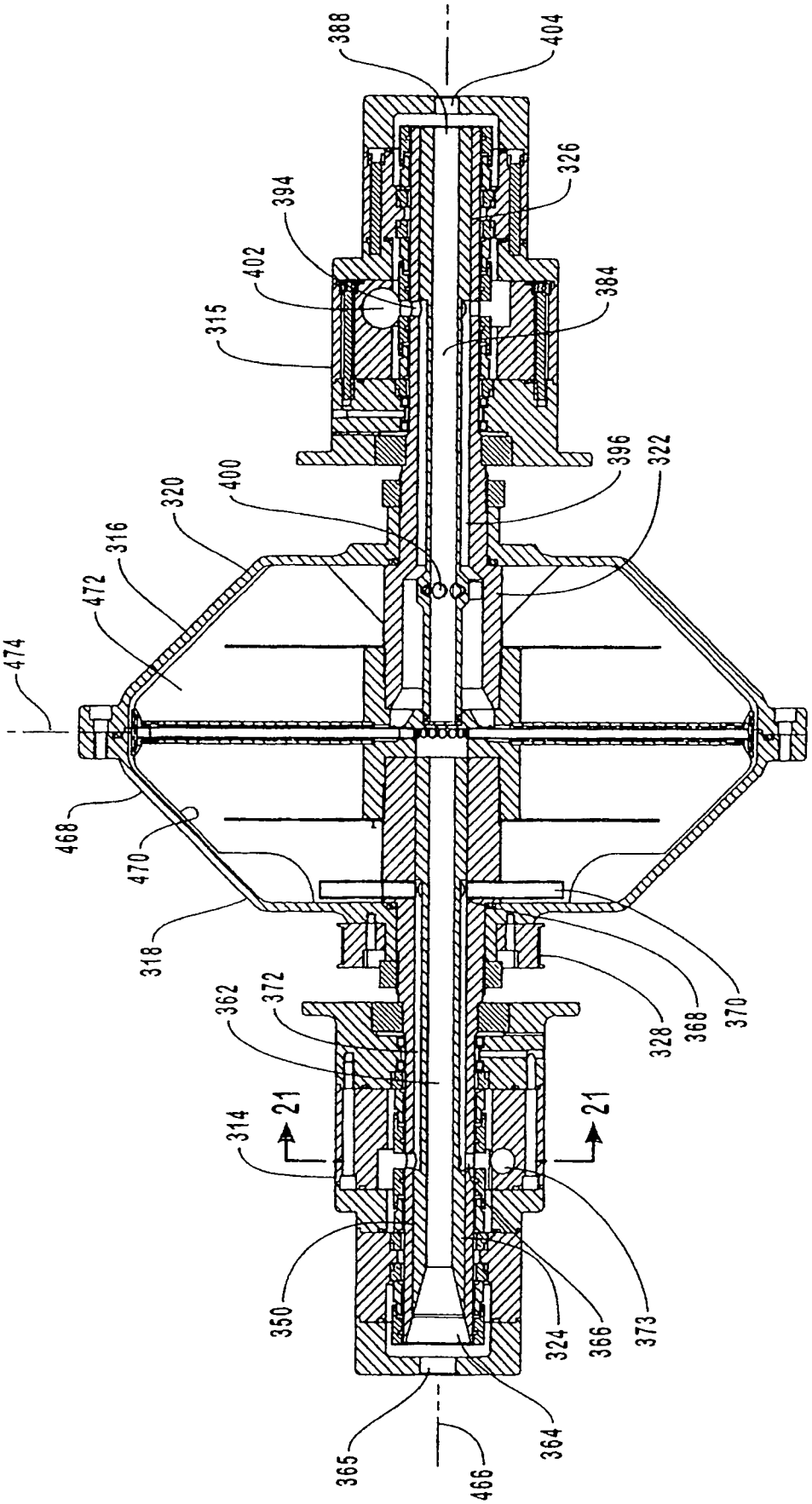

388
404
326
394
402
384
315
396
322
400
320
316
472
474
468
470
318
362
372
328
368
370
314
21
21
350
324
366
373
365
364
466

FIG. 19

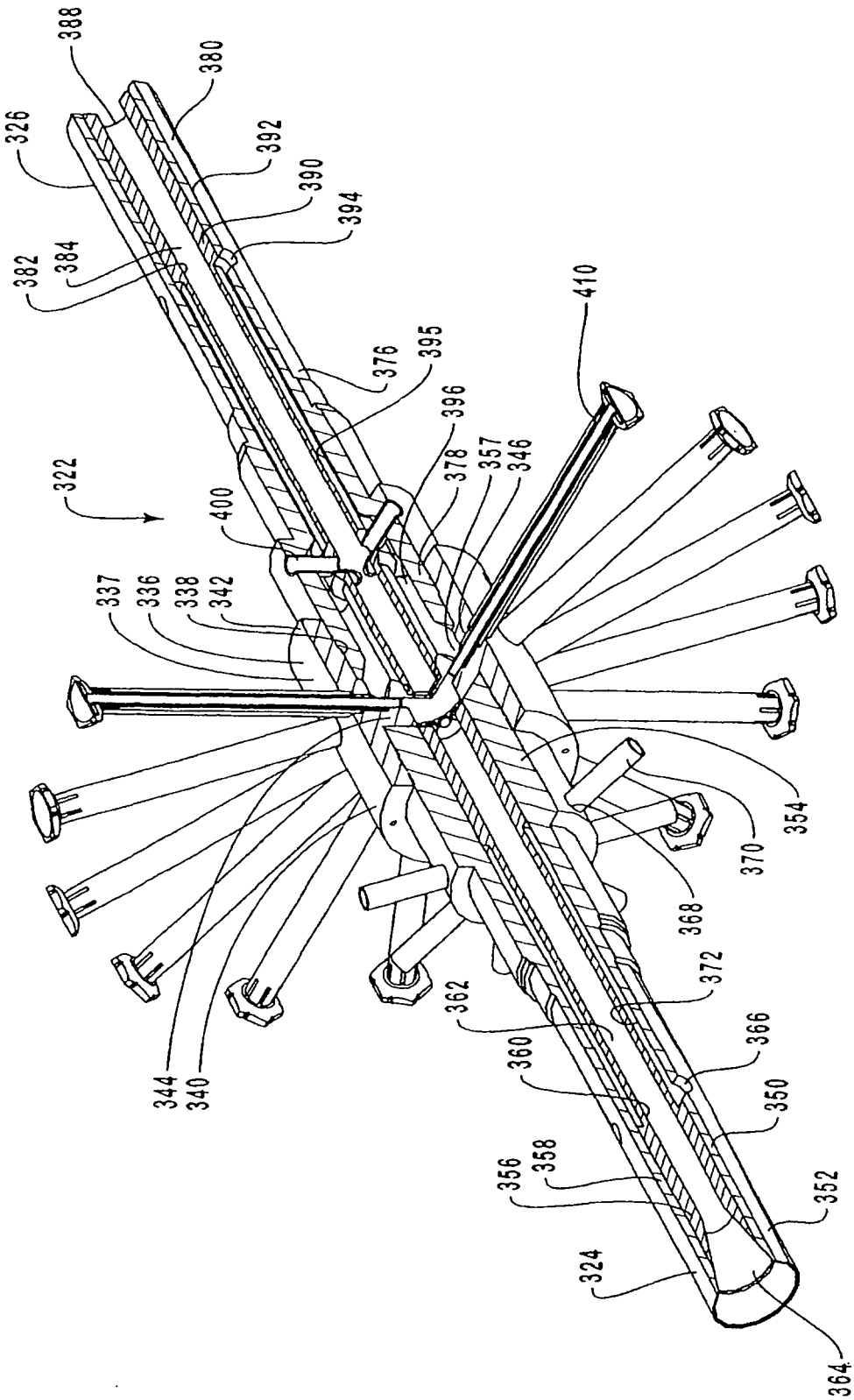

388
380
326
392
390
394
382
384
410
376
395
396
322
378
357
346
400
337
336
338
342
354
370
368
372
362
360
366
350
344
340
356
358
352
324
364

FIG. 20

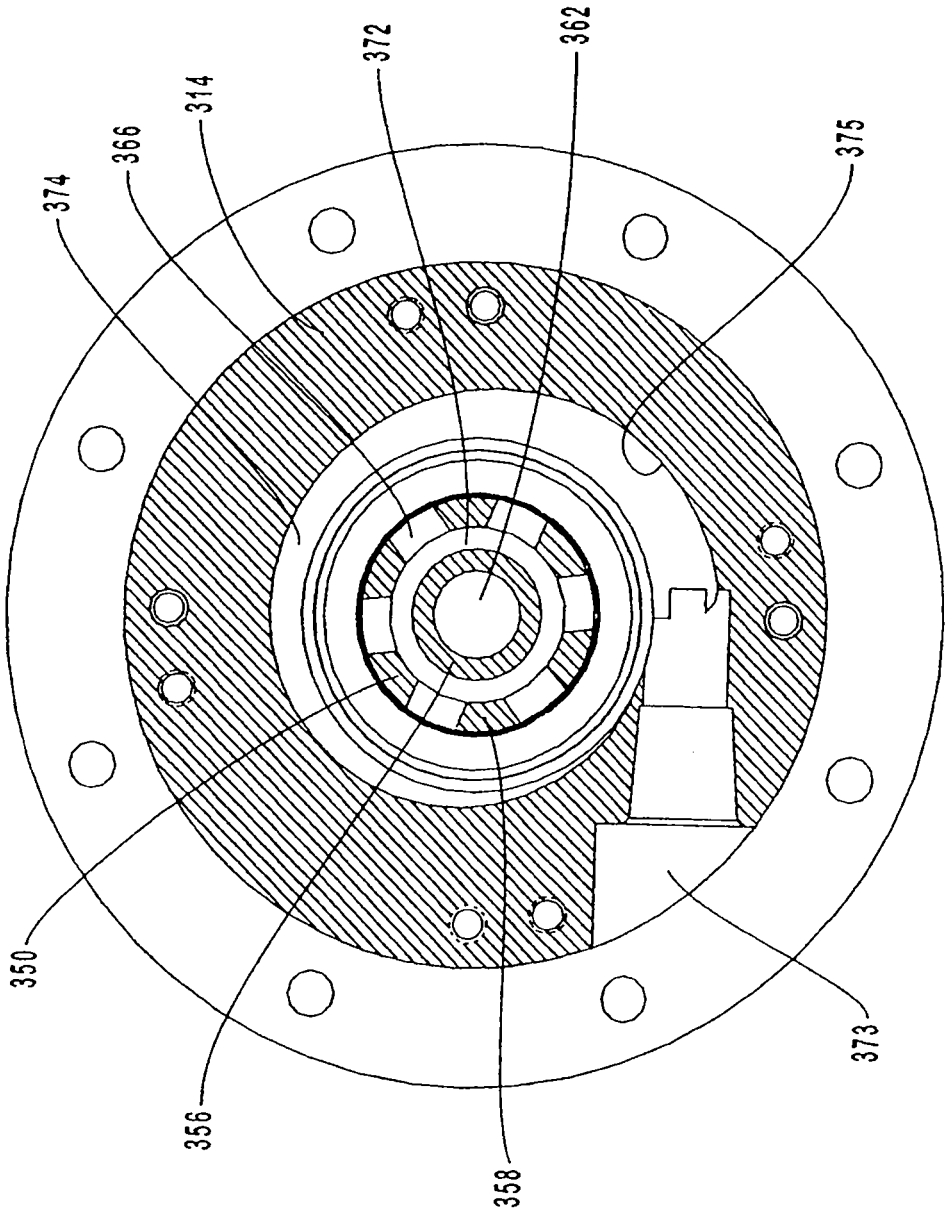


FIG. 21

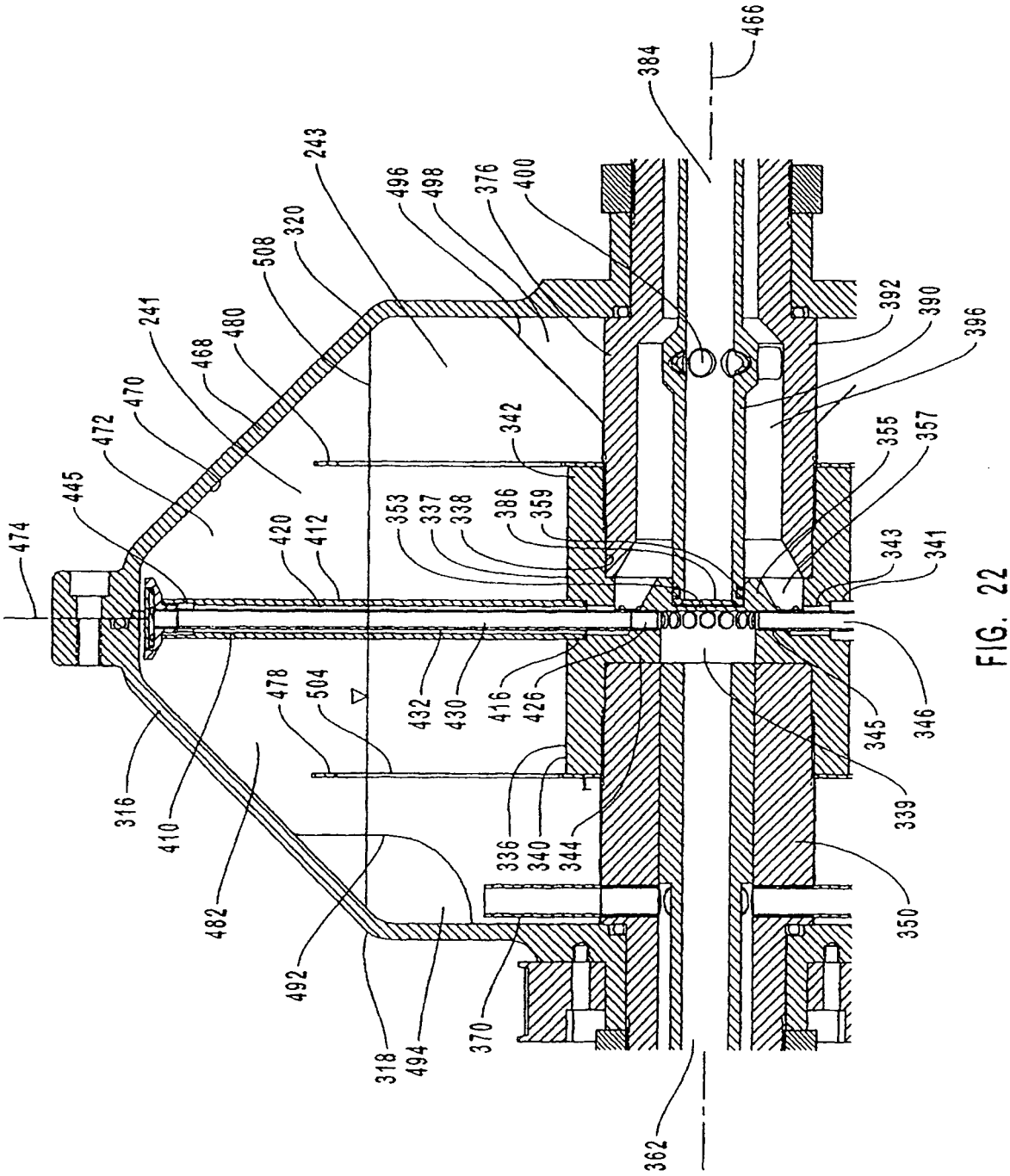

474
445
472
470
241
468
480
508
320
243
496
498
376
400
384
466
392
390
396
342
355
357
353
337
338
386
359
420
412
343
341
432
430
416
426
478
504
345
346
316
410
482
492
318
494
370
336
340
344
339
350
362

FIG. 22

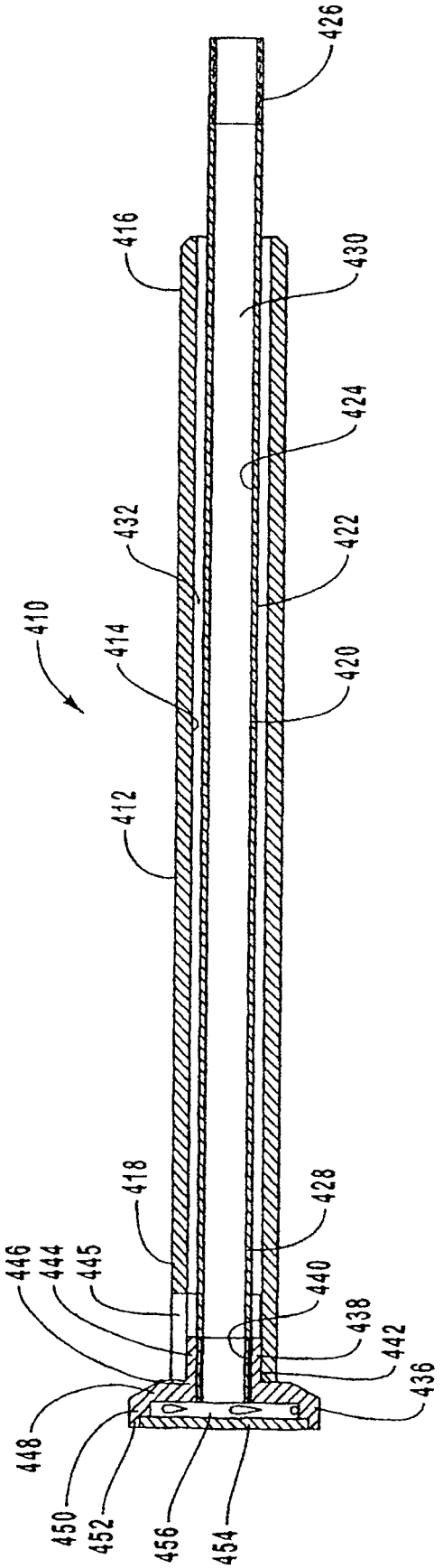

426
416
430
424
432
422
410
414
420
412
418
428
446
444
445
440
438
442
436
448
450
452
456
454

FIG. 23

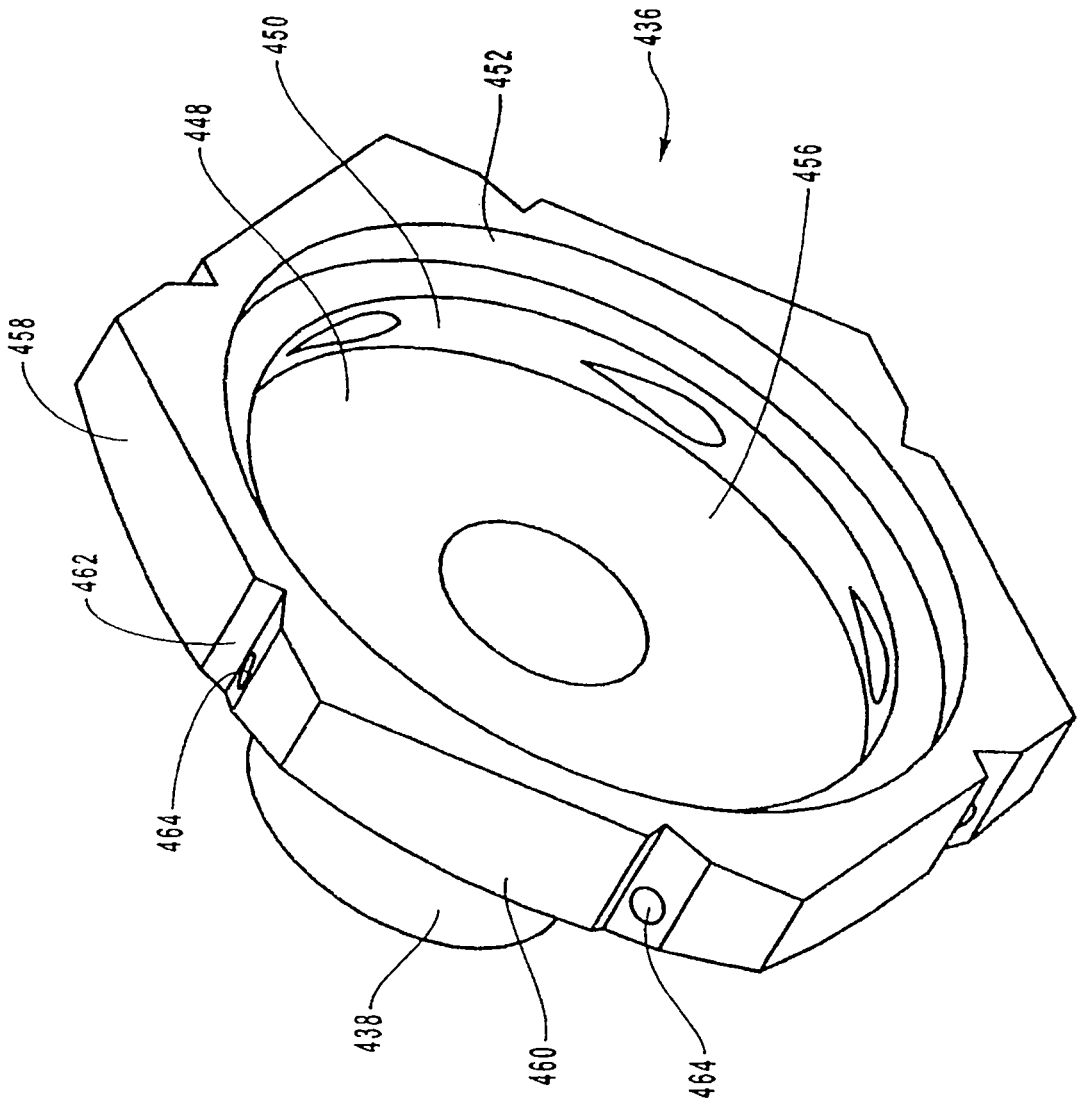


FIG. 24

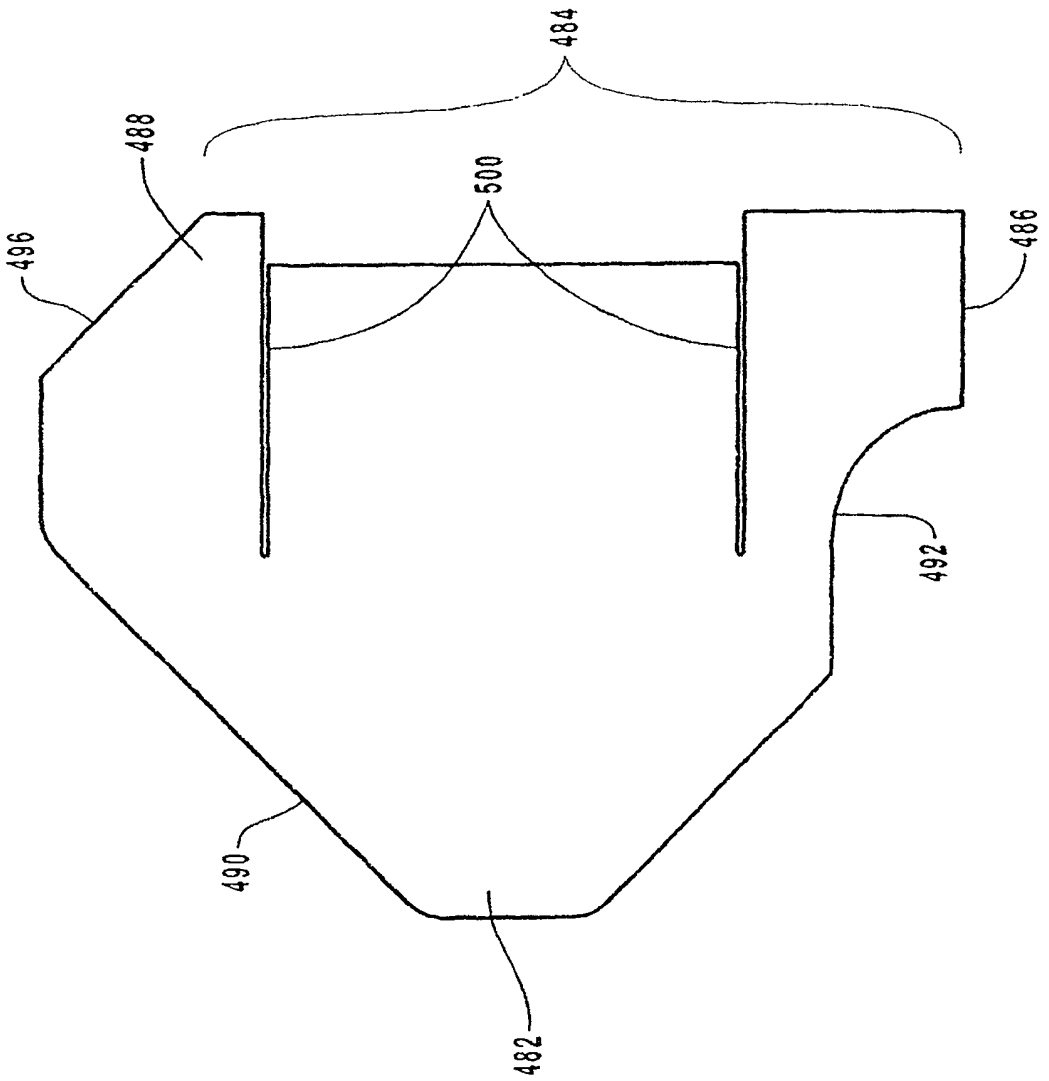


FIG. 25

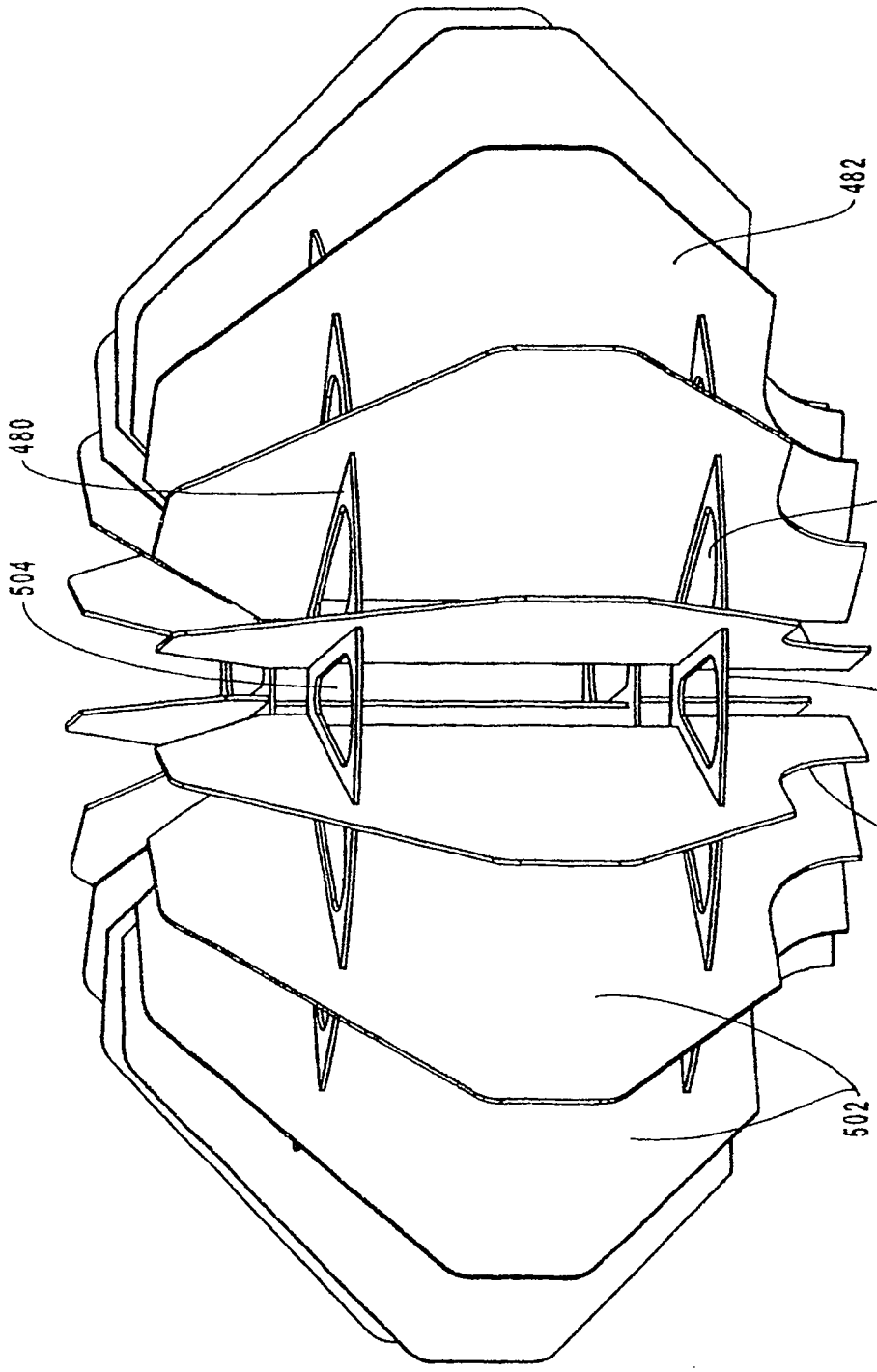


FIG. 26

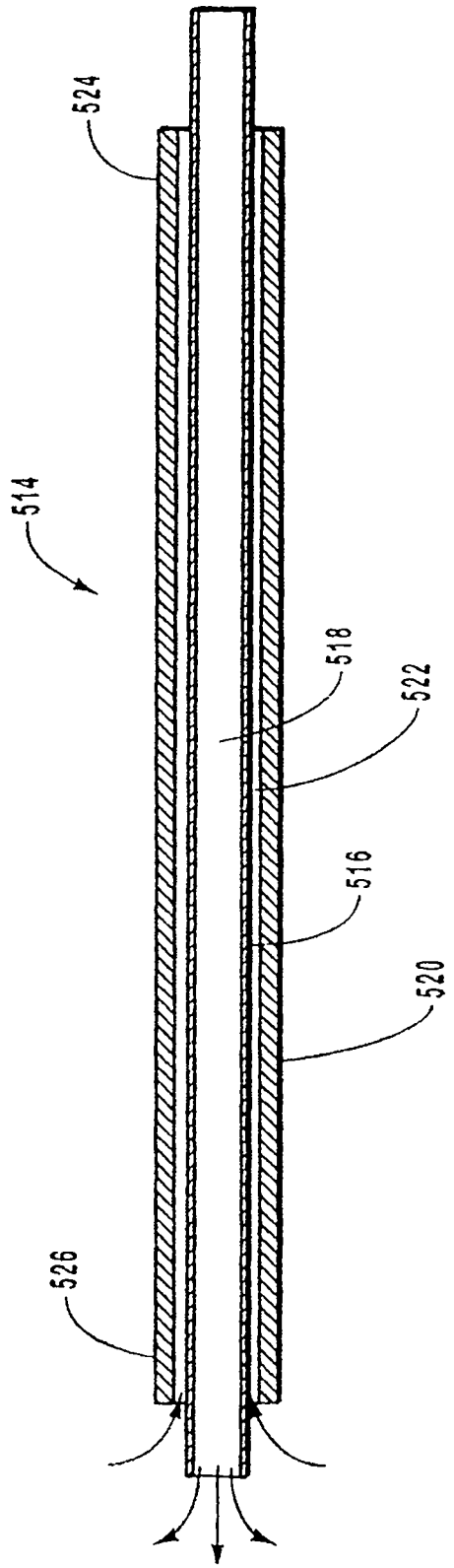


FIG. 27

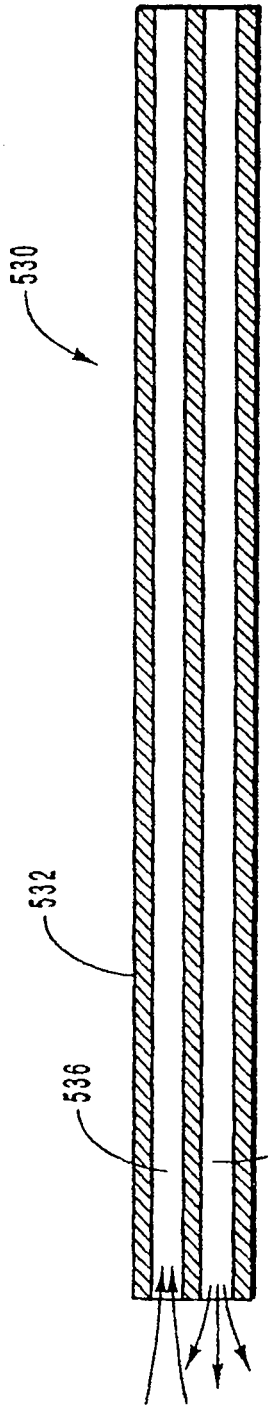


FIG. 28

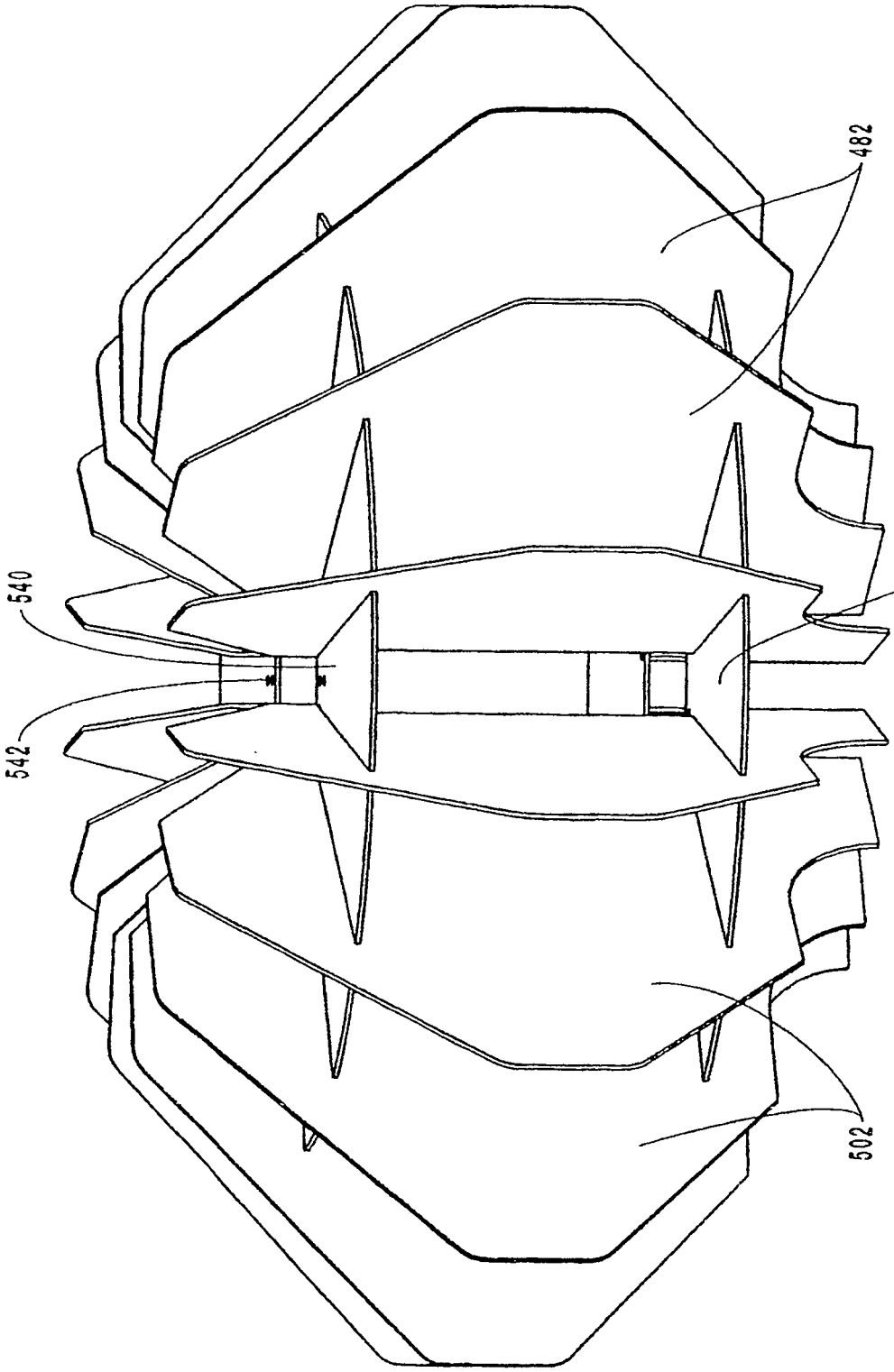


FIG. 29