

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 012 404**

51 Int. Cl.:

B30B 9/26 (2006.01)
B30B 9/12 (2006.01)
B01D 29/46 (2006.01)
C02F 11/12 (2009.01)
B01D 29/64 (2006.01)
B01D 29/35 (2006.01)
B01D 29/11 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.04.2015** **PCT/IB2015/000468**
87 Fecha y número de publicación internacional: **29.10.2015** **WO15162472**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2015** **E 15783273 (4)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2025** **EP 3134193**

54 Título: **Prensa de tornillo con placas de filtro**

30 Prioridad:

22.04.2014 EP 14001431

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
09.04.2025

73 Titular/es:

RIO TINTO ALCAN INTERNATIONAL LIMITED
(100.00%)
400-1190, avenue des Canadiens de Montréal
Montréal, Québec H3B 0E3, CA

72 Inventor/es:

BOVIN, ALAIN;
BOUCHARD, MARIE-LOUISE;
SIMARD, GUY;
SAVARD, VÉRONIQUE y
GRAVEL, SIMON

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 3 012 404 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Prensa de tornillo con placas de filtro

5 Campo técnico

La presente invención se refiere de forma general a un equipo de separación sólido-líquido y, más especialmente, a una prensa de tornillo para deshidratar una suspensión, tal como el lodo rojo generado en la producción de alúmina a partir de mineral de bauxita. La presente invención también se refiere a un proceso para separar líquido de una suspensión, tal como el lodo rojo generado en la producción de alúmina a partir de mineral de bauxita, al utilizar una prensa de tornillo.

Antecedentes de la técnica

El tratamiento y almacenamiento seguros de flujos de residuos industriales de gran volumen, tales como residuos de bauxita (lodo rojo) procedentes de la producción de aluminio, plantean varios desafíos en la gestión de residuos. El desecho de estos materiales en vertederos tiene con frecuencia un impacto ambiental negativo, tal como la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, ocupando amplias áreas de terreno y, generando por tanto costes sustanciales para la industria de producción de alúmina. Dado que la producción de lodo rojo en el proceso Bayer es inevitable, la industria se ha centrado en minimizar el volumen de lodo rojo que debe desecharse extrayendo la mayor cantidad posible de líquido del lodo. Los procesos actuales se basan especialmente en la decantación en grandes decantadores por gravedad. Sin embargo, dichos procesos de compactación de lodo requieren varias horas para obtener una concentración de sólidos de no más de aproximadamente 45 y 50 %.

Otros aparatos de filtración de suspensiones conocidos no están bien adaptados para aplicaciones de filtración de lodo rojo y similares.

Por ejemplo, la patente británica número 1.037.384 describe un aparato de filtración según el preámbulo de la reivindicación 1, que comprende una pluralidad de discos superpuestos uno sobre otro, siendo la disposición tal que un fluido puede filtrarse entre las caras de los discos, un paso que atraviesa el conjunto de discos transversalmente con respecto a sus planos, una entrada de apertura intermitente en una parte de dicho paso para filtrar el fluido, una descarga para sólidos y/o semisólidos separados en otra parte de dicho paso y medios para suministrar sólidos y/o semisólidos aglomerados a dicha descarga, estando dispuesta esta última de forma que los sólidos y/o semisólidos se comprimen y descargan en forma comprimida.

En el aparato de filtración mencionado anteriormente, los discos de filtro se mantienen en un estado de compresión predeterminado (pero ajustable durante el funcionamiento) mediante un resorte, para mantener un flujo constante de filtrado. La carga por resorte de los discos de filtro permite forzar la separación de los discos durante el paso de algunos sólidos. Por lo tanto, el funcionamiento del aparato de filtración mencionado anteriormente se basa en la entrada de apertura intermitente para invertir la dirección del flujo, cerrando la entrada para limpiar dichos sólidos, antes de reanudar la filtración abriendo nuevamente la entrada. Esta entrada de apertura intermitente y los movimientos resultantes de los discos de filtro hacen que el aparato de filtración mencionado anteriormente sea más complejo y más propenso a bloquearse. Las partículas pequeñas, como las contenidas en una suspensión de lodo rojo, podrían permanecer atascadas entre los discos de filtro, creando de este modo pasos preferentes entre los discos de filtro.

En otro ejemplo, el documento WO2013/149350 describe un aparato de separación sólido/líquido que incluye una prensa extrusora combinada con un módulo de separación sólido/fluido para separar fluido de una masa de sólidos comprimida por la extrusora a presiones elevadas. El aparato de separación sólido/fluido incluye una unidad de filtro que comprende placas de filtro que están intercaladas entre dos placas de soporte. Durante el proceso de separación, el líquido se filtra a través de ranuras en las placas de filtro.

En otro ejemplo, WO92/13710 describe un dispositivo de tornillo modular para procesar astillas de fibra. El dispositivo incluye al menos un componente de carcasa de procesador o un componente de carcasa de descarga que puede modificarse para ajustar las características de compresión o drenaje del dispositivo, y una carcasa de drenaje que comprende anillos anulares apilados de forma rígida entre sí en los que el material es sometido a una elevada compresión mientras se drena.

En otro ejemplo, el documento JPS59 218298 describe una máquina de deshidratación de prensa de tornillo que incluye medios de filtración que comprenden placas de fijación que están separadas por las placas deslizantes. Las placas de fijación y las placas deslizantes se disponen de forma excéntrica entre sí. Esto permite el movimiento circular de las placas deslizantes 10a, 10b para garantizar que las placas 9a, 9b de fijación y las placas deslizantes 10a, 10b estén en contacto entre sí en un único punto. Durante la filtración, el hueco entre las placas de fijación y las placas deslizantes se llena con el contenido sólido depositado y las placas deslizantes pueden deslizarse para permitir que la humedad salga mientras se retiene la materia sólida entre las placas de filtración.

En otro ejemplo, BE709866 describe un filtro que comprende una pila de láminas metálicas flexibles, cada una con una superficie rugosa y una pluralidad de salientes separados entre sí, y una carcasa y medios para comprimir dichas láminas en dicha carcasa para obtener una pila rígida que permita que el filtro retenga partículas en un fluido que circula entre dichas láminas. El aparato de filtración mencionado anteriormente no permitiría alcanzar un nivel de

rendimiento aceptable, por ejemplo, con respecto a la concentración de sólidos de la suspensión compactada, y no se adaptaría a una filtración industrial viable de lodo rojo y similares, que requiere el tratamiento de una gran cantidad de suspensión de sólidos en un tiempo aceptable. Además, el sistema de compresión por resorte ajustable no funcionaría con las altas presiones necesarias para filtrar suspensiones, tales como una suspensión de lodo rojo.

En consecuencia, existe la necesidad de proporcionar un nuevo equipo de separación sólido-líquido que solucione los problemas mencionados anteriormente.

Resumen

Por lo tanto, un objeto es aumentar la fracción sólida de una suspensión compactada y proporcionar un aparato de filtración industrial fiable que pueda tratar una gran cantidad de suspensión.

Otro objeto es proporcionar un aparato de filtración industrial que pueda tratar una suspensión que tenga partículas muy finas, es decir, una suspensión que tenga partículas de menos de 40 micrómetros. Más especialmente, el aparato de filtración industrial puede tratar una suspensión que tenga al menos un 10 %, preferiblemente, al menos un 40 %, más preferiblemente, al menos un 60 %, y hasta un 100 %, de partículas de menos de 40 micrómetros, tal como una suspensión de lodo rojo.

Otro objetivo es proporcionar un aparato de filtración industrial que pueda tratar grandes cantidades de suspensión a alta presión.

Según un aspecto general de la presente invención, se proporciona una prensa de tornillo según la reivindicación 1.

Según otro aspecto general de la presente invención, se proporciona un proceso para separar un líquido de una mezcla sólido-líquido según las características de la reivindicación 12.

Descripción de los dibujos

Se hace referencia a continuación a las Figuras adjuntas, en las que:

la Figura 1 es una vista esquemática de una instalación de filtración a presión según una realización de la presente invención;

la Figura 2 es una vista en perspectiva despiezada que ilustra detalles de construcción de una prensa de tornillo que forma parte de la instalación de filtración a presión mostrada en la Figura 1;

la Figura 3 es una vista en perspectiva parcialmente despiezada de una de las secciones de filtro de la prensa de tornillo;

la Figura 4 es una vista en sección longitudinal de la sección de filtro mostrada en la Figura 3;

la Figura 5 es una vista ampliada que ilustra un hueco entre placas entre dos placas de filtración adyacentes de la sección de filtro mostrada en las Figuras 3 y 4; y

la Figura 6 es una vista en perspectiva que ilustra los detalles de un acoplamiento externo entre dos secciones de tornillo de la prensa de tornillo.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

La Figura 1 es representativa de una aplicación en la que es posible aplicar los principios de la presente invención. Más especialmente, la Figura 1 ilustra una instalación de filtración a presión para eliminar el líquido de una mezcla sólido-líquido. Según una aplicación, la instalación de filtración a presión está especialmente bien adaptada para deshidratar lodo rojo (el residuo del proceso Bayer en la producción de alúmina a partir de mineral de bauxita). Sin embargo, se entiende que la instalación de filtración a presión podría configurarse y utilizarse para deshidratar varios tipos de suspensión y, por lo tanto, no está estrictamente limitada a aplicaciones de deshidratación de lodo rojo.

Como puede apreciarse en la Figura 1, la instalación comprende de forma general un depósito 10 que contiene el lodo rojo o la suspensión a deshidratar, medios de suministro, tales como una bomba 12 de desplazamiento positivo, conectados operativamente al depósito 10 para suministrar la suspensión a presión a una prensa 14 de tornillo, y una válvula 16 para regular el flujo de lodo deshidratado en un extremo de descarga de la prensa 14 de tornillo.

La bomba de desplazamiento positivo normalmente se combina con medios para permitir el suministro de un caudal de suspensión sustancialmente constante a una presión de entrada sustancialmente constante. El caudal de suspensión de entrada puede controlarse mediante la velocidad de carrera de una bomba de desplazamiento positivo. La presión de entrada y el caudal pueden mantenerse durante un cambio de ciclo/pistón de la bomba de desplazamiento positivo, mediante una válvula antirretorno (o una válvula de retención) para impedir un flujo inverso, y mediante un amortiguador presurizado, tal como un depósito, para suministrar suspensión durante el cambio.

Como se muestra en la Figura 2, la prensa 14 de tornillo comprende de forma general una carcasa de filtro que tiene un cuerpo 18 generalmente tubular para rodear un tornillo 20 adaptado para su montaje de forma giratoria dentro del cuerpo tubular 18. Un motor (no mostrado) está montado en una plataforma 22 adyacente a la carcasa de filtro para accionar el tornillo 20 mediante una disposición de transmisión adecuada, tal como una transmisión por correa o una transmisión directa (no mostrada). En funcionamiento, el tornillo 20 aplica un gradiente de presión longitudinal sobre la mezcla sólido-líquido a deshidratar. La presión de la suspensión suministrada o la presión de suministro de la suspensión, por ejemplo, en la salida de la bomba 12 de desplazamiento, hace que el líquido sea comprimido y expulsado de la mezcla y salga de la carcasa de la prensa de tornillo, como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1. Además de la presión de suministro de la suspensión, la acción del tornillo 20 sobre la mezcla sólido-líquido también hace que el líquido se exprima de la mezcla y salga de la carcasa de la prensa de tornillo. La abertura de la válvula de salida (su tamaño) puede alterarse continuamente para de forma simultánea mantener la presión requerida dentro del aparato y para controlar el caudal de salida de la suspensión deshidratada.

Como se muestra mejor en la Figura 1, el tornillo 20 comprende generalmente un vástago 32 y un filete continuo 34 que se extiende de forma helicoidal alrededor de una superficie exterior lisa del vástago 32. El filete 34 de tornillo tiene un diámetro de filete exterior constante, que es ligeramente inferior al diámetro interior del cuerpo tubular de la carcasa de filtro, formando una holgura de filete predeterminada. Según una realización de la presente invención, el diámetro exterior del vástago 32 es constante a lo largo de toda la longitud del tornillo 20. También según esta realización, el paso (véanse P1 y P2 en la Figura 1) del filete 34 disminuye gradualmente hacia el extremo de descarga de la prensa de tornillo (es decir, en una dirección descendente). Como resultado, el volumen entre vueltas adyacentes del filete 34 de tornillo disminuye progresivamente hacia el extremo de descarga de la prensa 14 de tornillo, aumentando de este modo gradualmente la presión sobre la mezcla sólido-líquido y favoreciendo la separación sólido-líquido.

Como se muestra en la Figura 2, el cuerpo tubular 18 de la carcasa de filtro tiene secciones 24, 26 de entrada y salida opuestas axialmente, y una sección 28 de filtro entre las secciones 24, 26 de entrada y salida. Como se ilustra esquemáticamente en la Figura 1, la sección 28 de filtro tiene pasos de fluido para permitir que el líquido sea evacuado de la carcasa de filtro a medida que la mezcla sólido-líquido es transportada de la sección 24 de entrada a la sección 26 de salida mediante el tornillo 20. La sección 24 de entrada puede conectarse operativamente en comunicación de fluidos al lado de salida de la bomba 12 de desplazamiento positivo para recibir un suministro continuo de la suspensión a una presión predeterminada. La sección 24 de entrada está diseñada preferiblemente para mantener una comunicación de fluidos continua con el cuerpo tubular 18. Se han obtenido resultados satisfactorios alimentando de forma forzada la prensa 14 de tornillo a una presión que va preferiblemente de aproximadamente 2 N/mm² (aproximadamente 300 psi) a aproximadamente 14 N/mm² (aproximadamente 2000 psi) y, más preferiblemente, de aproximadamente 4-10 N/mm² (aproximadamente 600-1500 psi). Se entiende que la presión de alimentación puede cambiar dependiendo del tamaño de la prensa 14 de tornillo. La sección 26 de salida puede tener una sección de paso cónica conectable de forma operativa a la válvula 16 para regular el flujo de lodo deshidratado que sale de la prensa de tornillo y para mantener la presión de filtración deseada dentro de la carcasa de filtro.

Cada una de las secciones 24, 26 de entrada y salida incluye elementos 24a, 24b; 26a, 26b de media carcasa superior e inferior adaptados para atornillarse entre sí para formar una sección de carcasa cilíndrica completa. Es posible utilizar casquillos o similares (no mostrados) en las secciones 24, 26 de entrada y salida en las superficies interiores de los elementos 24a, 24b; 26a, 26b de media carcasa para soportar de forma giratoria extremos axialmente opuestos del tornillo 20.

Con referencia a las Figuras 3 y 4, puede apreciarse que la sección 28 de filtro comprende de forma general una pluralidad de placas 36 de filtración estacionarias sujetas axialmente para mantenerse continuamente en contacto de cara a cara íntimo mediante un conjunto 38 de sujeción accionable para aplicar una presión de sujeción axial predeterminada de forma sustancialmente uniforme alrededor de un diámetro interior de las placas 36. La presión de sujeción axial predeterminada se mantiene constante. Cada placa 36 de filtración puede proporcionarse en forma de un disco plano que define un orificio central 37. Una vez ensamblados, los orificios centrales 37 de las placas 36 se alinean axialmente para formar conjuntamente un paso central que se extiende axialmente para recibir el tornillo 20. Dado que las placas 36 de filtración se mantienen continuamente en contacto de cara a cara íntimo, no existe el riesgo de forzar la separación de algunos de los discos, lo que crearía pasos preferentes y dar lugar a una disminución intermitente de la presión de la suspensión dentro del paso central por debajo de la presión en la salida de la bomba 12 de desplazamiento. En consecuencia, no existe el riesgo de que partículas pequeñas, tales como las contenidas en una suspensión de lodo rojo, queden atascadas entre los discos de filtro. Constituye una ventaja significativa con respecto al aparato de filtración de la técnica anterior poder mantener la presión de la suspensión dentro de la prensa de tornillo de la invención en un valor relativamente constante. En consecuencia, la prensa de tornillo de la presente invención funciona preferiblemente en estado estacionario la mayor parte del tiempo.

Como se verá a continuación en la memoria, la presión de sujeción y la rugosidad superficial de las placas 36 se seleccionan para permitir la formación de un "micro" hueco 40 entre placas predeterminado (Figura 5) entre cada par de placas 36 adyacentes. El hueco 40 entre placas se selecciona para que sea suficientemente grande para permitir que el líquido, que ha sido exprimido por el tornillo 20, se filtre entre las placas 36, siendo a la vez suficientemente pequeño para impedir el paso de las partículas sólidas, permitiendo de este modo la formación de una torta de lodo deshidratado en el diámetro interior de la sección 28 de filtro. Una vez formada, la torta de partículas sólidas contribuye

a mantener la presión dentro de la sección 28 de filtro a pesar de la presencia de los huecos 40 entre placas (es decir, limita el escape de presión a través de los huecos 40 entre placas). El espesor de la torta de partículas sólidas se mantiene mediante el tornillo, que también actúa para recortar dicha torta. Dependiendo de la mezcla sólido-líquido a deshidratar, los huecos 40 entre placas pueden ser de entre aproximadamente 1 y aproximadamente 60 y, preferiblemente, entre aproximadamente 2 micrómetros y aproximadamente 20 micrómetros. Para aplicaciones de deshidratación de lodo rojo, el hueco 40 entre placas es preferiblemente de aproximadamente 4 micrómetros a aproximadamente 6 micrómetros y, más preferiblemente, de aproximadamente 5 micrómetros a aproximadamente 6 micrómetros. De forma general, puede decirse que los huecos 40 entre placas se seleccionan para que sean más pequeños o del mismo orden de magnitud que un valor de tamaño medio de las partículas sólidas contenidas en la mezcla sólido-líquido a procesar y suficientemente grandes para permitir la filtración del líquido.

Como se ha mencionado anteriormente en la presente memoria, y como se ilustra esquemáticamente en la Figura 5, cada hueco 40 entre placas es función de la rugosidad superficial de las placas 36. La rugosidad superficial (R) de las placas 36 de filtración se define como la altura máxima promedio de las asperezas en la superficie de las placas 36 de filtración. Cuando las placas se sujetan entre sí, los picos que se extienden desde las caras opuestas de las placas 36 impiden que las placas se acoplen en un perfecto acoplamiento de sellado cara a cara, dando lugar de este modo a la formación de micropasos que se extienden del diámetro interior de las placas 36 al borde periférico exterior de las mismas. Dependiendo de la mezcla sólido-líquido a deshidratar, se utilizan placas de filtración que tienen una rugosidad superficial que es de entre aproximadamente 1 micrómetro a aproximadamente 30 micrómetros. Los ensayos han demostrado que el intervalo óptimo de rugosidad superficial para las aplicaciones de filtración de lodo rojo es de entre aproximadamente 1,4 micrómetros y aproximadamente 3,5 micrómetros. Sin embargo, también pueden obtenerse resultados satisfactorios con una rugosidad superficial comprendida entre aproximadamente 2 micrómetros y aproximadamente 10 micrómetros.

Por rugosidad superficial de las placas de filtración se entiende de forma general la rugosidad superficial en toda la superficie de ambas caras de cada placa.

Los pasos de líquido de la sección 28 de filtro están formados por huecos 40 entre placas definidos entre cada par de placas 36 de filtración adyacentes. Los pasos de líquido se extienden del diámetro interior de las placas 36 al borde periférico exterior de las mismas. Los pasos de líquido rodean el paso central definido por la pila que se extiende axialmente de placas 36 de filtración coplanares. Al mantenerse las placas 36 de filtración sujetas continuamente en contacto de cara a cara íntimo directo, los pasos de líquido resultantes, que se extienden desde el diámetro interior de las placas 36 hasta el borde periférico exterior de las mismas, se distribuyen uniformemente alrededor del paso central, impidiendo de este modo la creación de pasos preferentes.

En otras palabras, las placas 36 de filtración se mantienen sujetas continuamente en contacto de cara a cara íntimo directo, en una superficie que se extiende desde el diámetro interior de las placas 36 hasta el borde periférico exterior de las mismas, de modo que los pasos de líquido resultantes se distribuyen uniformemente alrededor del paso central, evitando de este modo la creación de pasos preferentes.

Se utiliza un equipo táctil u óptico de medición de profundidad de rugosidad para asegurarse de que las placas 36 tengan la rugosidad superficial deseada. Preferiblemente, la rugosidad superficial de la placa se mide utilizando un instrumento de tipo contacto con una sonda adaptada para ponerse en contacto directo con la superficie de cada una de las placas 36 de filtración. A medida que la sonda recorre una placa, sube y baja según la rugosidad de la superficie de la placa. Este movimiento de la sonda se recoge y se utiliza para medir la rugosidad superficial.

Las placas 36 de filtración pueden estar hechas de una amplia variedad de materiales, incluyendo, por ejemplo: acero inoxidable, acero negro, acero con un acabado de pintura horneada y cerámica. Se ha observado que un acabado de pintura horneada permite mejorar la permeabilidad de la sección 28 de filtro a la vez que ofrece una buena protección contra la abrasión y la corrosión. El material seleccionado debe ser capaz de soportar entornos corrosivos, ser estable a las temperaturas de funcionamiento (p. ej., 100 °C) y suficientemente resistente para no deformarse, o estar sujeto a compresión/deformación en todo el intervalo de presiones de sujeción aplicadas por el conjunto 38 de sujeción. El material de la placa también se selecciona de modo que la resistencia al flujo de fluido a través de los huecos 40 entre placas sea inferior a la resistencia de la torta de partículas sólidas formada en el diámetro interior de las placas 36. En otras palabras, la resistencia al flujo de fluido de las placas 36 de filtración se selecciona de modo que sea menos limitativa que la de la torta de partículas sólidas. Cabe señalar que es posible utilizar distintos materiales con distinta rugosidad superficial para obtener resistencias similares al flujo de líquido entre las placas 36 de filtración. Por ejemplo, en experimentos de deshidratación de lodo rojo, se ha descubierto que las placas de acero inoxidable con una rugosidad superficial de 1,4 y las placas de acero con un acabado de pintura horneada y una rugosidad superficial de 3,5 ofrecen resistencias similares al flujo de líquido.

La resistencia al flujo de líquido a través de los huecos 40 entre placas también depende de la altura de filtración, que corresponde a la distancia a lo largo de la cual las placas 36 son forzadas a un contacto cara a cara íntimo entre su diámetro interior y su borde periférico exterior. Cuanto mayor es la altura de filtración, mayor será la resistencia al flujo a través de las placas. Al mantenerse las placas 36 de filtración sujetas, en todo momento, o de forma continua, en contacto de cara a cara íntimo directo, los pasos de líquido resultantes se extienden por toda la altura de filtración, impidiendo de este modo la creación de pasos preferentes.

Las placas 36 de filtración pueden someterse a diversos tratamientos superficiales para obtener la rugosidad superficial y la resistencia al flujo de líquido deseadas. Por ejemplo, las placas 36 pueden someterse a un tratamiento superficial de granallado. Se prefiere un tratamiento superficial con perlas de vidrio a un tratamiento superficial con chorro de arena. El chorro de arena es más abrasivo y da como resultado valores de rugosidad superficial más grandes que los obtenidos con granallado con perlas de vidrio.

Es posible aplicar varios recubrimientos en las placas 36 de filtración para protegerlas contra la corrosión, para cambiar sus propiedades hidrófobas o hidrófilas y/o para alterar la rugosidad de su superficie. Por ejemplo, sería posible aplicar una mezcla de pintura y partículas sobre las placas 36 para protegerlas contra la corrosión y obtener la rugosidad superficial deseada.

Como se ha mencionado anteriormente en la presente memoria, los huecos 40 entre placas también dependen de la presión de sujeción aplicada sobre las placas 36 de filtración. La presión de sujeción debe aplicarse del modo más uniforme posible alrededor del paso central definido por las placas 36 de filtración para evitar fugas. Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, puede apreciarse que el conjunto 38 de sujeción comprende de forma general una primera y una segunda placas 42, 44 de sujeción, respectivamente, dispuestas en extremos opuestos de la sección 28 de filtro, con las placas 36 de filtración dispuestas entre las mismas. Cada una de la primera y segunda placas 42, 44 de sujeción tiene una parte de distribución de carga, que puede adoptar la forma de una proyección de anillo o cilíndrica 42a, 44a que se extiende desde una de sus caras, para entrar en contacto de soporte uniforme con una placa de filtración adyacente de las placas 36 de filtración de forma concéntrica alrededor de su orificio central 37. Unas secciones de orejeta o proyección 46 con ojal distribuidas de forma circunferencialmente uniforme se extienden radialmente hacia fuera desde las placas 36 de filtración y desde las proyecciones cilíndricas 42a, 44a de las placas 42, 44 de sujeción para su acoplamiento a pernos 48 de anclaje que se extienden axialmente. Se entiende que sería posible disponer de otro modo los orificios de montaje definidos por las proyecciones con ojal. Por ejemplo, los orificios de montaje podrían definirse directamente en la superficie de anillo de filtración de las placas 36. Al menos cuatro, preferiblemente seis, conjuntos de ojales y espárragos están distribuidos circunferencialmente alrededor del paso central definido por las placas de filtración 36. Unas tuercas 50 están acopladas de forma roscada en extremos distales opuestos de los pernos 48 de anclaje para sujetar axialmente la pila de placas 36 de filtración entre las placas 42, 44 de sujeción. Las tuercas 50 se aprietan con un mismo par predeterminado. Se utiliza una herramienta adecuada, tal como una llave dinamométrica, para garantizar que se aplique exactamente el mismo par en cada tuerca 50. Según una aplicación de la presente invención, se aplica un par de apriete calibrado comprendido entre aproximadamente 56 N-m (aproximadamente 500 lbf-pulgada) y aproximadamente 560 N-m (aproximadamente 5000 lbf-pulgada) en cada una de las tuercas 50. El par requerido aumenta con el tamaño (longitud y diámetro) de la prensa 14 de tornillo. Por ejemplo, para un tornillo con un diámetro de aproximadamente 0,1 m, el par de sujeción podría ser de aproximadamente 56 N-m (aproximadamente 500 lbf-pulgada); mientras que para un diámetro de 0,3 m el par de sujeción podría ser próximo a 225 N-m (aproximadamente 2000 lbf-pulgada). El espesor de las placas 42, 44 de sujeción, incluyendo las proyecciones cilíndricas 42a, 44a y los ojales 46 o secciones de oreja, se selecciona para evitar cualquier deformación en tales condiciones de apriete. Esta es la razón por la que las placas 42, 44 de sujeción son mucho más gruesas que las placas 36 de filtración. Esto permite garantizar una distribución uniforme de la presión en las placas entre las tuercas adyacentes 50 y, por lo tanto, alrededor de la circunferencia del orificio central 37 de las placas 36 de filtración. Se entiende que el valor del par variará dependiendo del tamaño/geometría de las placas 36 de filtración. El par se selecciona para que corresponda de forma general a una presión de sujeción entre aproximadamente 1,4 N/mm² (aproximadamente 200 psi) y aproximadamente 3,5 N/mm² (aproximadamente 500 psi) y, preferiblemente, entre aproximadamente 2 N/mm² (aproximadamente 300 psi) y aproximadamente 2,8 N/mm² (aproximadamente 400 psi) en cada una de las placas 36 de filtración.

La presión de sujeción aplicada sobre las placas 36 de filtración es tal que las placas de filtración se mantienen sujetas, en todo momento, o de forma continua, en contacto directo cara a cara íntimo.

Como se muestra en las Figuras 3 y 4, al menos una placa 52 de soporte intermedia (tres en el ejemplo ilustrado) está interpuesta entre dos placas 36 de filtración adyacentes. El número de placas 52 de soporte variará dependiendo de la longitud axial de la sección 28 de filtro. Las placas 52 de soporte se insertan en intervalos predeterminados a lo largo de la longitud axial de la sección 28 de filtro para proporcionar un soporte uniforme y evitar la deformación de la pila de placas 36 de filtración bajo las fuerzas de sujeción aplicadas sobre la misma por las placas 42, 44 de sujeción. La placa 52 de soporte contribuye a solidificar el conjunto de placas al tiempo que proporciona una interfaz o pie 54 de montaje inferior para sujetar la sección 28 de filtro a una estructura 55 de bastidor subyacente (Figura 1). Además, la placa 52 de soporte intermedia puede estar provista en su extremo superior de un par de proyecciones 56 de orejeta para facilitar la manipulación y el transporte de la sección 28 de filtro ensamblada. También se definen orificios de montaje en la placa de soporte intermedia para su acoplamiento a los pernos 48 de anclaje. La placa 52 de soporte intermedia es más espesa que las placas 36 de filtración. La misma ofrece una superficie de soporte estable y uniforme para las placas 36 de filtración adyacentes y, por lo tanto, contribuye a mantener una presión de sujeción uniforme en todo el conjunto de placas de filtración. Al igual que las placas 36 de filtración, cada placa 52 de soporte intermedia tiene un orificio central 58 que define una parte del paso central de la sección 28 de filtro. La placa 52 de soporte intermedia tiene de forma típica la misma rugosidad superficial que las placas 36 de filtración. Por consiguiente, los huecos de filtración en lados opuestos de cada placa 52 de soporte intermedia son similares a los huecos 40 entre placas entre placas 36 de filtración adyacentes.

La realización descrita anteriormente de la instalación de filtración a presión permite mejorar la compactación de la mezcla sólido-líquido. Es decir, es posible extraer más líquido de la mezcla. Para las aplicaciones de deshidratación de lodo rojo, las pruebas han demostrado que el lodo deshidratado puede ser sólido de 70 a 75 % y, en ocasiones, hasta 77 % en términos de peso a su salida de la sección 26 de salida de la prensa 14 de tornillo. Para las aplicaciones de deshidratación de fluoruro de calcio (CaF_2), las pruebas han demostrado que el lodo deshidratado puede ser hasta un 80 % sólido en términos de peso a su salida de la sección 26 de salida de la prensa 14 de tornillo. Para aplicaciones de deshidratación de residuos de hierro, las pruebas han demostrado que el lodo deshidratado puede ser hasta un 89 % sólido en términos de peso a su salida de la sección 26 de salida de la prensa 14 de tornillo. Esto representa una mejora de aproximadamente un 20 % con respecto a los procesos convencionales de decantación por gravedad de lodo rojo. De forma general, puede afirmarse que el aparato de filtración a presión permite aumentar la fracción sólida de una suspensión compactada descargada desde la sección de salida de una prensa de tornillo, al tiempo que maximiza la velocidad de separación sólido-líquido.

Como puede apreciarse en la Figura 2, el cuerpo tubular 18 y el tornillo 20 pueden tener una configuración modular. Según el ejemplo ilustrado, el cuerpo tubular 18 tiene una primera y una segunda sección 28a, 28b de filtro interconectables en serie y el tornillo 20 tiene una primera y una segunda sección 20a, 20b de tornillo interconectables en serie correspondientes adaptadas para su montaje, respectivamente, en la primera y segunda sección 28a, 28b de filtro para una rotación conjunta como componente unitario. Sin embargo, se entiende que el cuerpo tubular 18 y el tornillo 20 podrían comprender más de dos secciones.

La primera y segunda secciones 20a, 20b de tornillo están unidas entre sí para tener un filete de tornillo continuo sin discontinuidades entre las secciones 20a, 20b y para garantizar que el volumen entre vueltas adyacentes del filete 34 en la unión de las dos secciones 20a, 20b de tornillo no sea reducido por el acoplamiento 62. Como se muestra en la Figura 6, las secciones 20a, 20b de tornillo se acoplan de forma desmontable entre sí mediante un acoplamiento externo 62 en el diámetro exterior del filete 34. De forma típica, las secciones de tornillo se acoplan a través de sus vástagos. Tales disposiciones de acoplamiento de vástago pueden requerir, en algunos casos, que los vástagos estén reforzados en su unión, dando lugar de este modo a una reducción del volumen de compresión de la suspensión entre vueltas de filete adyacentes en la transición de una sección de vástago a la siguiente. En consecuencia, para evitar intrusiones, en la presente memoria se propone acoplar el vástago exteriormente con respecto al volumen definido entre vueltas adyacentes del filete, manteniendo por tanto el área de sección transversal por la que pasa la suspensión, lo que minimiza las restricciones de flujo y reduce la probabilidad de obstrucción.

El acoplamiento 62 comprende de forma general un primer elemento 62a de acoplamiento montado en una primera sección 34a de filete de tornillo en un extremo distal de la primera sección 20a de tornillo, y un segundo elemento 62b de acoplamiento montado en una segunda sección 34b de filete de tornillo en un extremo adyacente de la segunda sección 20b de tornillo. El primer y segundo elemento 62a, 62b de acoplamiento pueden sujetarse de forma desmontable entre sí, por ejemplo, mediante empernado.

El primer y segundo elemento 62a, 62b de acoplamiento pueden comprender placas semicilíndricas o segmentos de anillo montados en la superficie de diámetro exterior de las secciones 34a, 34b de filete de tornillo, respectivamente. Cada una de las secciones 34a, 34b de filete de tornillo puede tener forma de un segmento de medio filete. El extremo interior de las placas semicilíndricas puede estar provisto íntegramente de una sección troncocónica 63a, 63b adaptada para interconectarse a las secciones 32a, 32b de vástago de tornillo asociadas mediante elementos 65 en forma de puntal. Cuando están interconectadas, las placas semicilíndricas forman un anillo de soporte completo alrededor de la primera y segunda sección 34a, 34b de filete de tornillo, teniendo el anillo de soporte un diámetro interior correspondiente al diámetro exterior del filete 34. Por lo tanto, el acoplamiento 62 no reduce el volumen entre secciones 34a, 34b de filete. Las placas semicilíndricas pueden soldarse en una superficie interior de las mismas a la superficie de diámetro exterior de la primera y segunda sección 34a, 34b de filete de tornillo. El elemento 62a de acoplamiento, la sección 34a de filete de tornillo y los puntales 65 asociados se montan preferiblemente como una unidad ensamblada previamente en la sección 32a de vástago de tornillo. Del mismo modo, el elemento 62b de acoplamiento, la sección 34b de filete de tornillo y los puntales 65 asociados se montan preferiblemente como una unidad previamente ensamblada en la sección 32b de vástago de tornillo. Según una realización de la presente invención, la primera y segunda sección 34a, 34b de filete se sueldan a la superficie interior de los elementos 62a, 62b de acoplamiento y, a continuación, los conjuntos de acoplamiento y filete ensamblados previamente se someten a un proceso de tratamiento térmico para mejorar las propiedades mecánicas del conjunto de acoplamiento. Posteriormente, las piezas unidas de acoplamiento y filete de tornillo tratadas térmicamente se montan en las respectivas secciones 32a, 32b de vástago de tornillo soldando las secciones 34a, 34b de filete de tornillo a la superficie exterior del vástago y al extremo del filete existente en las secciones 32a y 32b de vástago respectivas. Las secciones 34a, 34b de filete de tornillo se sueldan para extenderse en continuidad con respecto al filete ya presente en las secciones 32a, 32b de vástago. Los puntales 65 también se sueldan a las secciones 32a, 32b de vástago de tornillo.

Soldando las secciones 34a, 34b de filete de tornillo a los elementos 62a, 62b de acoplamiento antes del proceso de tratamiento térmico y conectando después los elementos 62a, 62b de acoplamiento a las secciones 32a, 32b de vástago de tornillo, es posible conservar la integridad estructural de los elementos 62a, 62b de acoplamiento. De hecho, soldar los elementos 62a, 62b de acoplamiento directamente a los filetes en las secciones 32a, 32b de vástago podría afectar potencialmente de forma negativa a las propiedades mecánicas de los elementos 62a, 62b de acoplamiento.

También como se muestra en la Figura 6, unas placas 64a, 64b de desgaste se montan de forma extraíble en la superficie exterior de cada uno de los elementos 62a, 62b de acoplamiento semicilíndricos para su acoplamiento con una estructura de anillo de desgaste segmentada correspondiente (no mostrada) montada en una sección 66 de soporte de tornillo (véase la Figura 2) dispuesta entre la primera y segunda sección 28a, 28b de filtro. Por lo tanto, también es posible utilizar el acoplamiento 62 para proporcionar un soporte intermedio al tornillo 20, generalmente a medio camino entre sus extremos opuestos. La sección 66 de soporte de tornillo puede comprender unos elementos 66a, 66b de media carcasa superior e inferior adaptados para atornillarse de forma desmontable entre sí. Esto asegura un fácil acceso al acoplamiento 62. La estructura de anillo de desgaste segmentada (no mostrada) dispuesta dentro de la sección 66 de soporte de tornillo está configurada para desgastarse antes que las placas 64a, 64b de desgaste en la superficie exterior de las placas semicilíndricas de los elementos 62a, 62b de acoplamiento. Los elementos 66a, 66b de media carcasa superior e inferior están provistos en sus extremos opuestos de rebordes 68a, 68b de atornillado para su acoplamiento con rebordes 70 de atornillado correspondientes dispuestas en las placas 42, 44 de sujeción de cada sección 28a, 28b de filtro. De este modo, cada tornillo y sección de filtro asociada 20a, 28a; 20b, 28b pueden retirarse fácilmente como una unidad o cartucho y sustituirse por un tornillo y un “cartucho” de filtración similares, simplemente desatornillando el reborde 70 de las rebordes 68a, 68b, desatornillando el elemento 66a de media carcasa superior, desatornillando los elementos 62a y 62b de acoplamiento de tornillo y desatornillando el reborde 70 en el otro extremo del tornillo y la sección de filtro a sustituir. Todos los pernos, incluyendo los pernos utilizados para fijar el primer y el segundo elementos 62a y 62b de acoplamiento de tornillo, son fácilmente accesibles.

La descripción anterior pretende ser únicamente ilustrativa, y un experto en la técnica reconocerá que pueden hacerse cambios en las realizaciones descritas sin apartarse del ámbito de la invención, como se define en las reivindicaciones adjuntas. Las modificaciones que caen dentro del ámbito de la presente invención resultarán evidentes para los expertos en la técnica al hacer una revisión de esta descripción, y se pretende que dichas modificaciones caigan dentro de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Una prensa (14) de tornillo para separar líquido de una mezcla en suspensión, comprendiendo la prensa (14) de tornillo:

un cuerpo (18) generalmente tubular con una sección (24) de entrada y una sección (26) de salida separadas entre sí axialmente, y una sección (28) de filtro entre dicha sección (24) de entrada y dicha sección (26) de salida; incluyendo dicha sección (28) de filtro una pila que se extiende axialmente de placas (36) de filtración coplanares estacionarias que definen un paso central; y un tornillo giratorio (20) montado en dicho cuerpo tubular (18) y que se extiende axialmente a través de dicho paso central para transportar la mezcla en suspensión de la sección (24) de entrada a la sección (26) de salida mientras se comprime y deshidrata la mezcla en suspensión forzando que al menos parte del líquido de la mezcla en suspensión sea expulsado del cuerpo tubular (18) a través de pasos de líquido de dicha sección de filtro que rodean el paso central, estando formados dichos pasos de líquido por huecos (40) entre placas definidos entre cada par de placas (36) de filtración adyacentes;
caracterizada por que las placas (36) de filtración estacionarias se mantienen continuamente fijas entre sí y se sujetan en contacto directo cara a cara íntimo mediante un conjunto (38) de sujeción que puede funcionar para aplicar una presión de sujeción axial constante de forma sustancialmente uniforme alrededor de dicho paso central, y **por que** las placas (36) de filtración tienen una rugosidad (R) superficial predeterminada, siendo los huecos (40) entre placas función de dicha rugosidad (R) superficial predeterminada y dicha presión de sujeción axial, de forma que no es posible forzar la separación de algunos de los discos para crear pasos preferentes y provocar una disminución intermitente de la presión de la suspensión dentro del paso central, en donde la rugosidad superficial de las placas de filtración corresponde a un promedio de puntos más altos y más bajos en superficies de las placas de filtración que se acoplan entre sí, siendo dicha rugosidad superficial de entre 1 y 30 micrómetros, y en donde el conjunto de sujeción incluye además una primera y una segunda placa (42, 44) de sujeción en extremos opuestos de la pila de placas (36) de filtración y una pluralidad de pernos (48) de anclaje acoplados de forma roscada a una tuerca (50) en extremos distales opuestos de los pernos de anclaje para sujetar axialmente la pila de placas de filtración entre la primera y segunda placa de sujeción.
2. La prensa (14) de tornillo definida en la reivindicación 1, **caracterizada por que** la sección (24) de entrada permite mantener una comunicación de fluidos continua con el cuerpo (18) generalmente tubular.
3. La prensa (14) de tornillo definida en la reivindicación 1 o 2, **caracterizada por que** un alimentador presurizado, preferiblemente una bomba (12) de desplazamiento positivo, está conectado operativamente a una fuente de una mezcla en suspensión para alimentar de forma forzada el cuerpo tubular (18) de la prensa de tornillo a una presión que está comprendida preferiblemente entre 3,4 N/mm² y 14 N/mm² y, más preferiblemente, entre 4 N/mm² y 10 N/mm².
4. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada por que** la rugosidad superficial (R) de las placas (36) de filtración corresponde generalmente al promedio de los puntos más altos y más bajos en las superficies de las placas de filtración (36) que se acoplan entre sí, estando comprendida dicha rugosidad superficial (R) entre 2 y 10 micrómetros y, preferiblemente, entre 1,4 y 3,5 micrómetros.
5. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada por que** los huecos (40) entre placas tienen un tamaño entre 1 y 60 micrómetros y, preferiblemente, entre 2 y 20 micrómetros.
6. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada por que** la presión de sujeción axial aplicada en cada una de las placas (36) de filtración es de entre 1,4 N/mm² y 3,5 N/mm² y, preferiblemente, de entre 2 N/mm² y 2,8 N/mm².
7. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizada por que** cada una de la primera y segunda placas de sujeción tiene una parte (42a, 44a) de distribución de carga en contacto de soporte uniforme con una placa de filtración adyacente de dichas placas (36) de filtración, siendo dichas primera y segunda placas (42, 44) de sujeción más gruesas que cada una de dichas placas (36) de filtración.
8. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada por que** las placas (36) de filtración tienen una altura de filtración que se extiende radialmente desde un diámetro interior de las placas (36) de filtración hasta un borde periférico de las mismas, y **por que** las placas (36) de filtración están en contacto directo cara a cara íntimo a lo largo de toda la extensión de dicha altura de filtración.
9. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada por que** los huecos (40) entre placas son más pequeños o están en el mismo orden de magnitud que un valor de tamaño medio de partículas sólidas contenidas en la mezcla en suspensión a procesar.

10. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada por que** las placas (36) de filtración tienen un tratamiento superficial de granallado.
- 5 11. La prensa (14) de tornillo definida en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada por que** las placas (36) de filtración están recubiertas con una mezcla de pintura y partículas.
- 10 12. Un proceso para separar líquido de una mezcla en suspensión utilizando una prensa (14) de tornillo que comprende un cuerpo (18) generalmente tubular con una sección (24) de entrada y una sección (26) de salida separadas entre sí axialmente y una sección (28) de filtro, entre dicha sección (24) de entrada y dicha sección (26) de salida, que incluye una pila que se extiende axialmente de placas (36) de filtración coplanares estacionarias que definen un paso central y huecos (40) entre placas entre cada par de placas (36) de filtración adyacentes, **caracterizándose** dicho proceso **por que** comprende:
15 proporcionar placas (36) de filtración estacionarias que tienen una rugosidad (R) superficial predeterminada, en donde la rugosidad superficial de las placas de filtración corresponde a un promedio de puntos más altos y más bajos en superficies de las placas de filtración que se acoplan entre sí, siendo dicha rugosidad superficial de entre 1 y 30 micrómetros;
20 aplicar una presión de sujeción axial constante de forma sustancialmente uniforme en el paso central utilizando un conjunto (38) de sujeción para mantener de forma continua las placas (36) de filtración estacionarias fijas entre sí y sujetadas en contacto de cara a cara íntimo directo mediante el conjunto (38) de sujeción, siendo los huecos (40) entre placas función de dicha rugosidad (R) superficial predeterminada y dicha presión de sujeción axial, de modo que no es posible forzar la separación de algunos de los discos para crear pasos preferentes y provocar una disminución intermitente de la presión de la suspensión dentro del paso central, incluyendo además el conjunto de sujeción una primera y una
25 segunda placas de sujeción en extremos opuestos de la pila de placas de filtración y una pluralidad de espárragos acoplados de forma roscada a una tuerca en extremos distales opuestos de los espárragos para sujetar axialmente la pila de placas de filtración entre la primera y segunda placa de sujeción;
30 introducir la mezcla en suspensión a través de la sección (24) de entrada;
transportar la mezcla en suspensión de la sección (24) de entrada a la sección (26) de salida mientras se comprime y deshidrata la mezcla en suspensión con un tornillo giratorio (20) montado en dicho cuerpo tubular (18) y que se extiende axialmente a través de dicho paso central, forzando que al menos parte del líquido de la mezcla en suspensión sea expulsado del cuerpo tubular (18) a través de pasos de líquido de dicha sección de filtro que rodean el paso central, estando formados dichos pasos de
35 líquido por los huecos (40) entre placas; y
producir una mezcla deshidratada en la sección (26) de salida.
- 40 13. El proceso definido en la reivindicación 12, **caracterizado por que** la mezcla en suspensión se introduce de forma continua a través de la sección (24) de entrada.
- 45 14. El proceso definido en la reivindicación 13, **caracterizado por que** la presión de sujeción axial aplicada en cada placa de filtración está entre 1,4 N/mm² (200 psi) y 3,5 N/mm² (500 psi).
15. El proceso definido en una cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado por que** la mezcla en suspensión es un residuo de un proceso Bayer de la producción de alúmina a partir de mineral de bauxita.

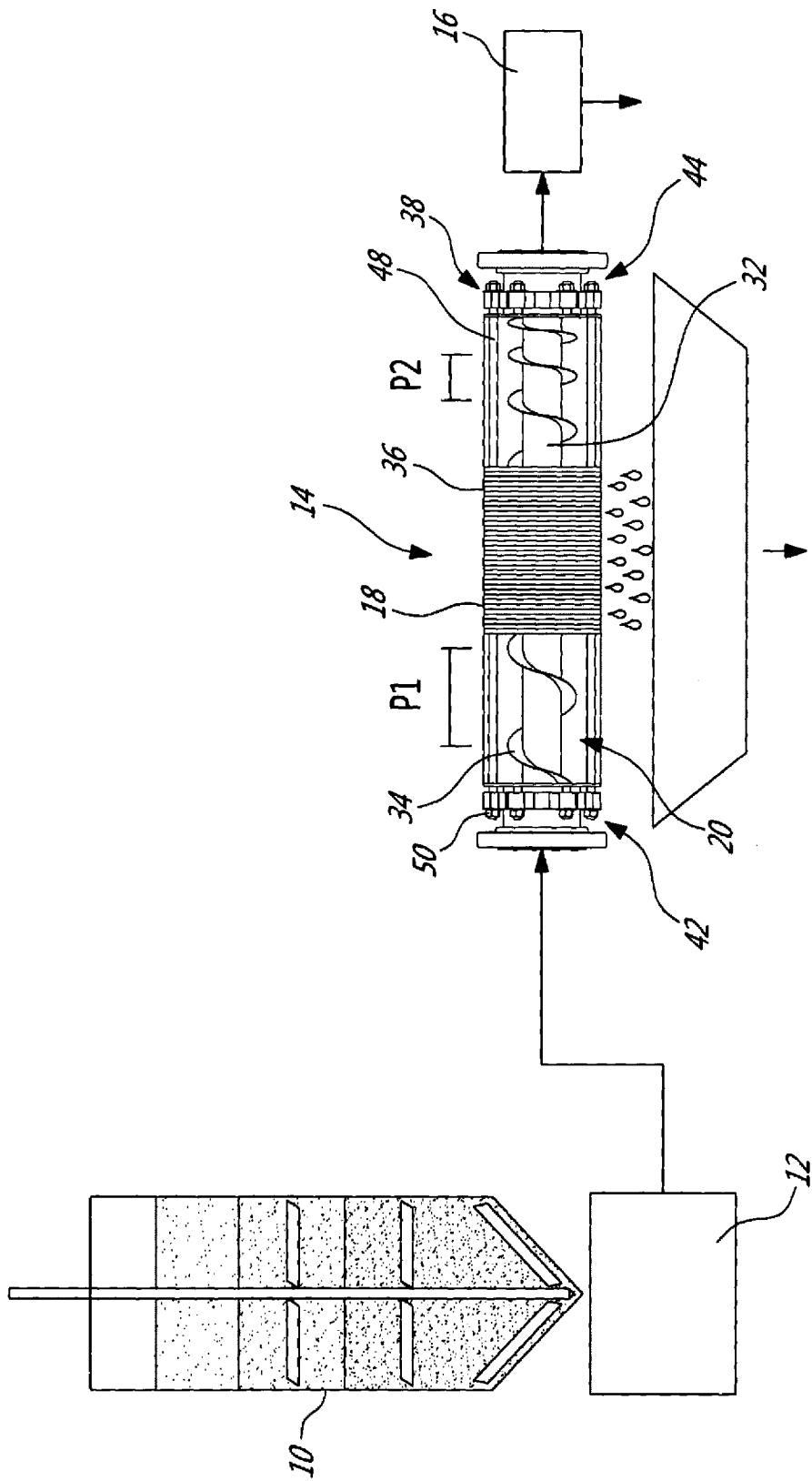


Figura 1

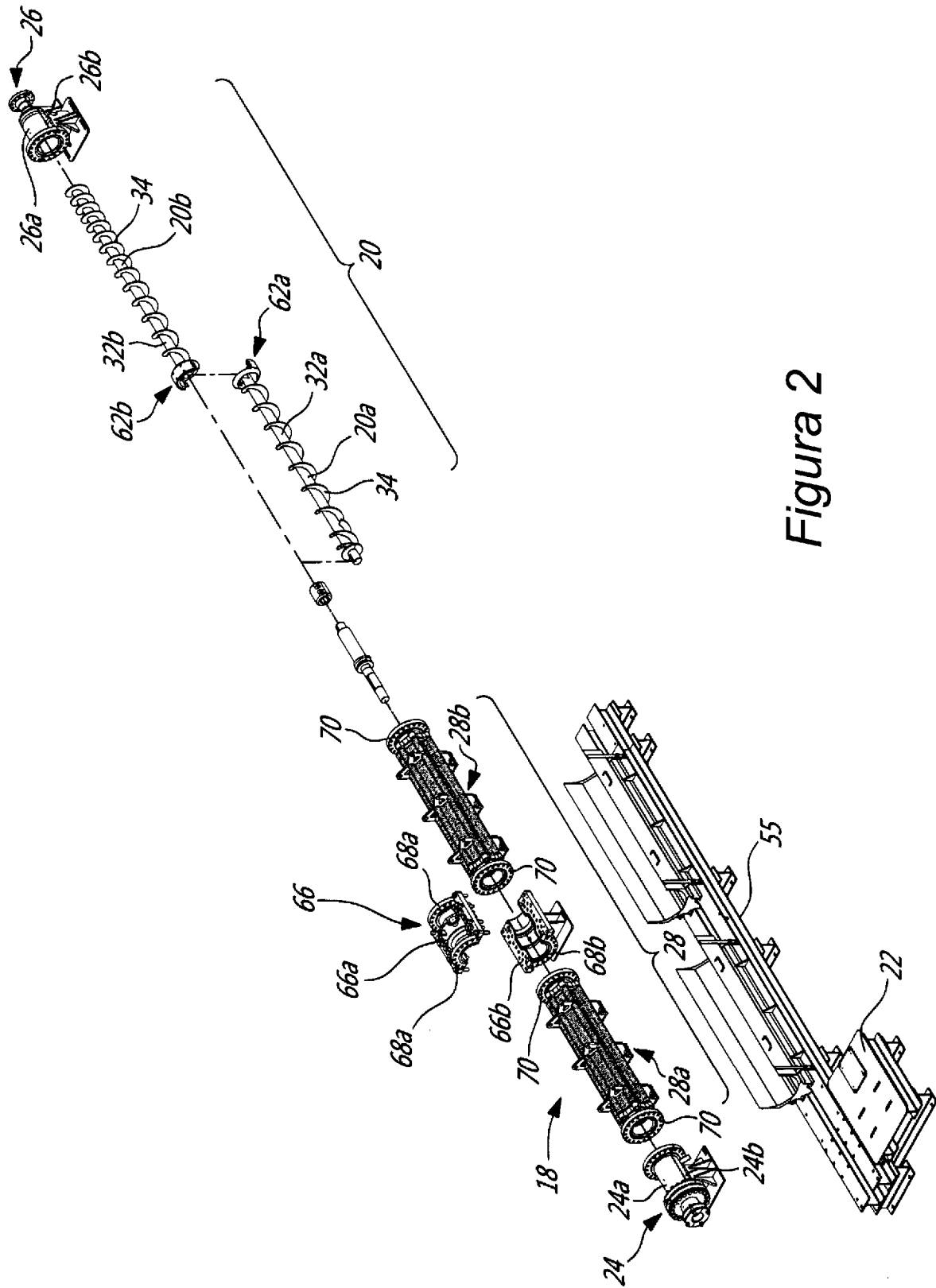


Figura 2

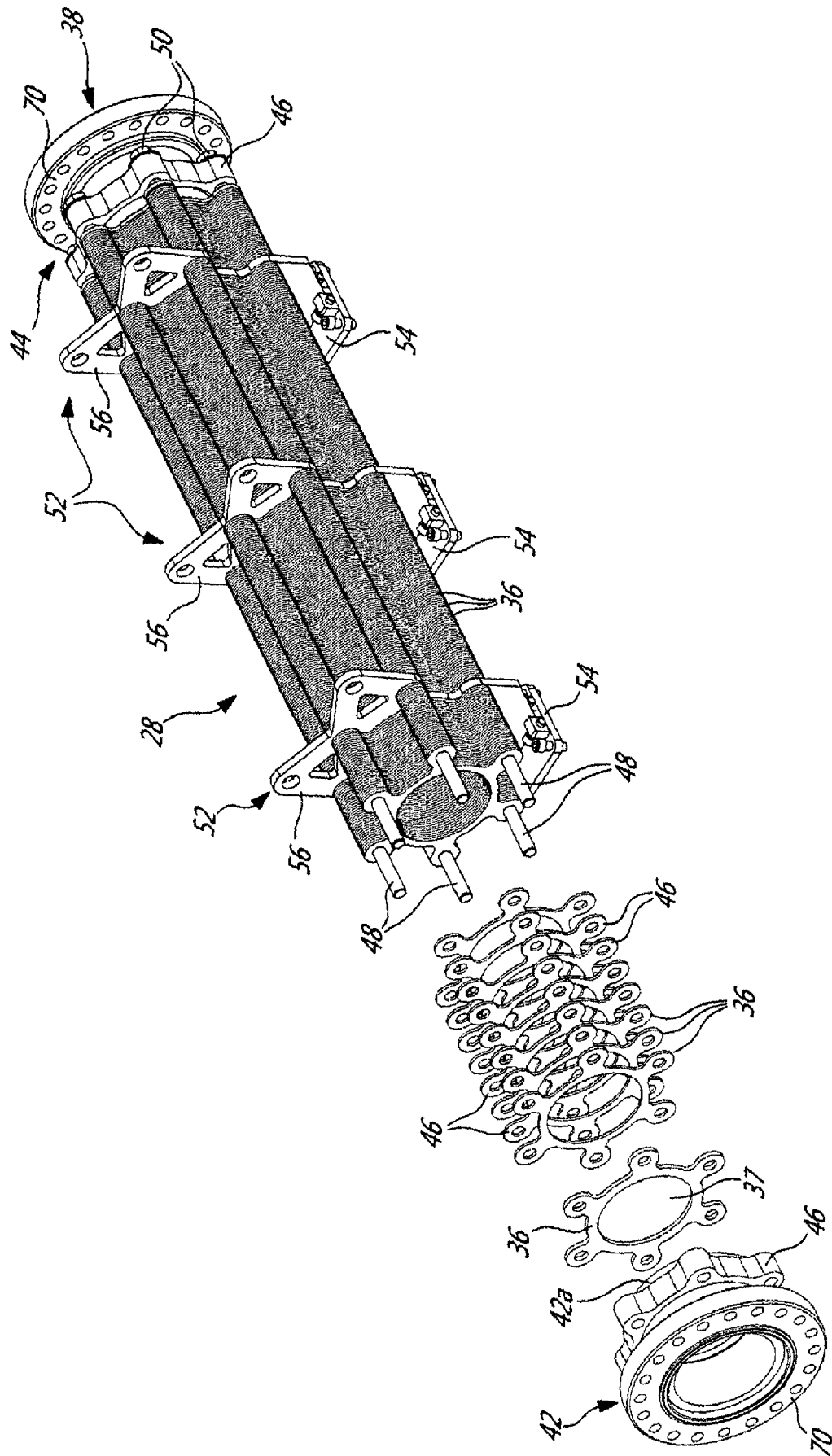


Figura 3

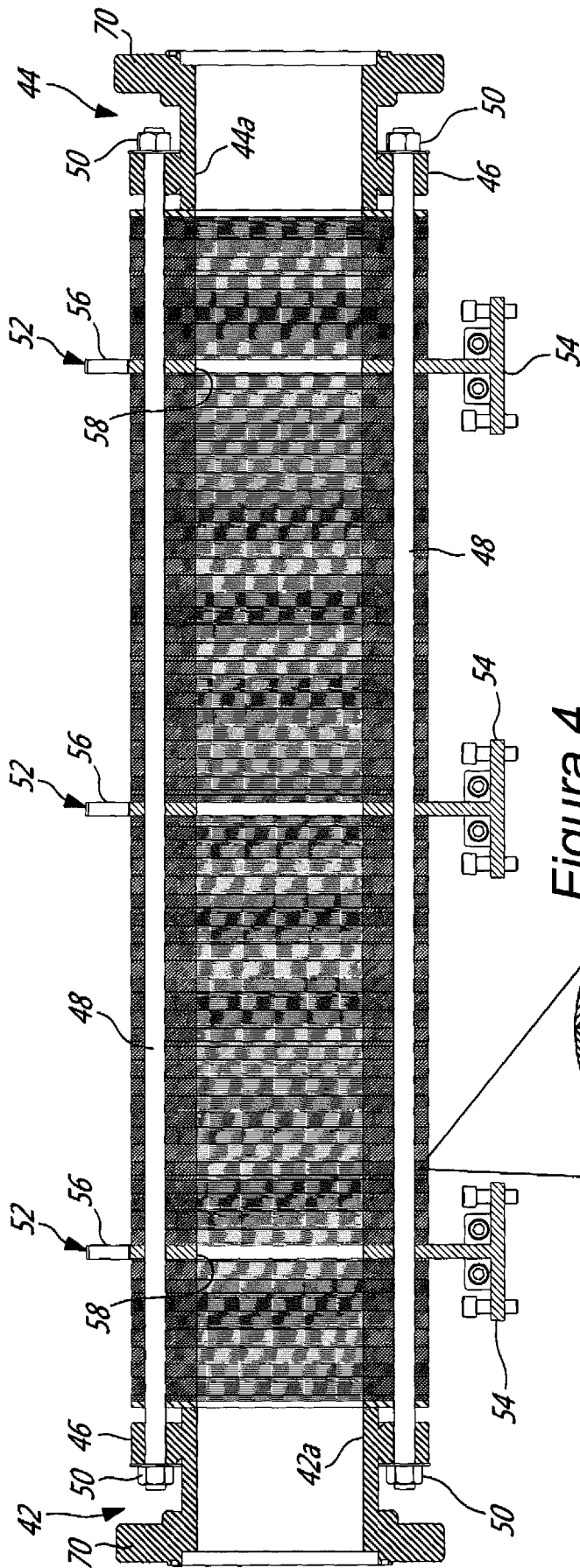


Figure 4

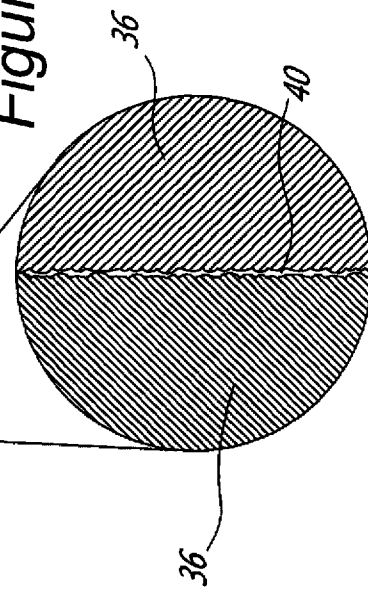


Figure 5

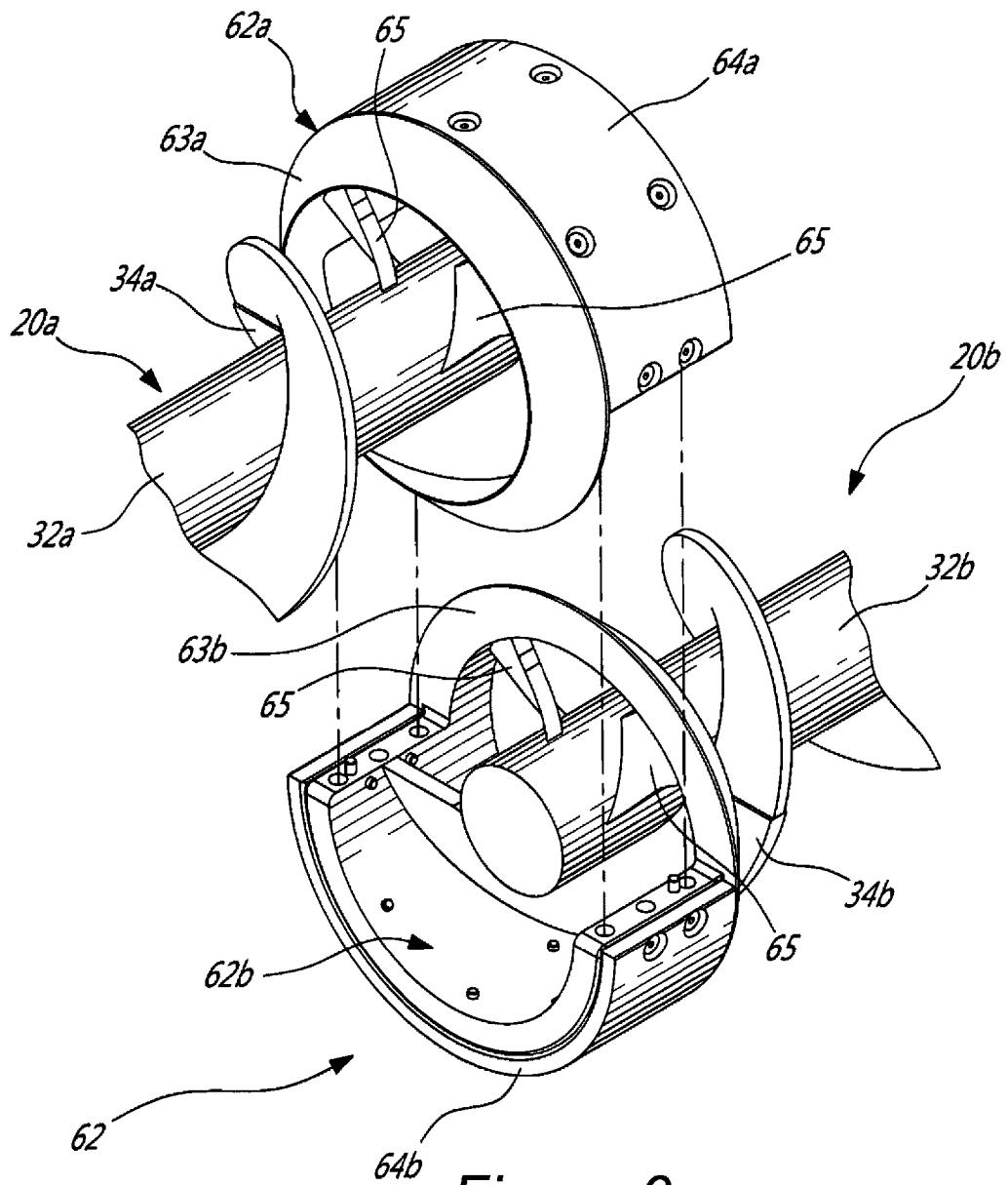


Figura 6