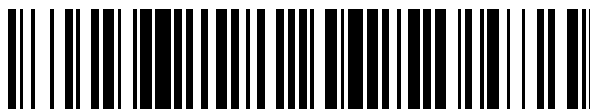


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 494**

51 Int. Cl.:

B01D 21/00 (2006.01)
B01D 35/18 (2006.01)
B01D 36/04 (2006.01)
B01D 21/06 (2006.01)
B01D 21/24 (2006.01)
B01D 29/03 (2006.01)
B01D 29/05 (2006.01)
B01D 29/64 (2006.01)
B01D 29/84 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.07.2016** **PCT/IB2016/001001**
87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017** **WO17009709**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2016** **E 16778867 (8)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019** **EP 3322498**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento para separar la fracción sólida de la fracción líquida de una suspensión**

30 Prioridad:

15.07.2015 IT UB20152211

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.11.2019

73 Titular/es:

DELTA COSTRUZIONI MECCANICHE S.R.L.
(100.0%)
Via Kennedy 32
20826 Misinto (MB), IT

72 Inventor/es:

MASETTO, GIAN, CLAUDIO

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 732 494 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

Dispositivo y procedimiento para separar la fracción sólida de la fracción líquida de una suspensión

5

La presente descripción se refiere a un dispositivo y a un procedimiento para separar la fracción sólida de la fracción líquida de una suspensión.

10 Tal como se utiliza aquí, el término "suspensión" designa una suspensión de partículas sólidas en forma de precipitado (amorfo) o microcristalino en una fase líquida.

En los procesos de producción que se llevan a cabo en industrias químicas, farmacéuticas y de procesamiento de alimentos, pueden encontrar productos intermedios o finales suspendidos en la reacción líquida o el medio de cristalización, también conocido como suspensión.

15 Las suspensiones comprenden una fracción sólida (compuesta por partículas de diferentes tamaños que tienen una estructura cristalina o no cristalina, a menudo agregada), y una fracción líquida.

20 Una de las tecnologías que se han utilizado para la separación de la fase sólida de la fase líquida es el filtrado y particularmente el filtrado a presión tal como se describe en WO2007096910, US4376705, WO2007096910 o CN201644093U.

25 Con esta tecnología, se introducen suspensiones en unos depósitos equipados con medios de filtrado situados en la parte inferior de los depósitos.

Como resultado de la gravedad, y especialmente de la aplicación de presión, la fase líquida que pasa a través del filtro puede separarse de la fase sólida que permanece en el depósito al quedar retenida en el filtro (formando así la llamada "torta de filtro" o depósito).

30 Entre los aparatos de filtrado a presión para filtrar suspensiones, los más importantes son los filtros deshidratadores, que primero separan la fracción líquida de la fracción sólida y después secan la fracción sólida.

35 Un inconveniente que se encuentra durante el filtrado es que el flujo del líquido que se filtra disminuye considerablemente con el tiempo, a medida que el producto sólido se acumula progresivamente en el medio de filtrado, lo que aumentará la duración del proceso de filtrado.

Este problema se da particularmente en aquellos procesos industriales en los que las partículas a retener son muy pequeñas y se requiere un filtrado altamente selectivo.

40 Además, el producto sólido retenido por el medio de filtrado incluye impurezas solubles, o posiblemente impurezas insolubles de tamaño muy fino, que deben eliminarse mediante un lavado posterior.

45 Por lo tanto, deben introducirse productos líquidos nuevamente en el depósito, para lavar el producto sólido, empujarlo de nuevo en suspensión y filtrarlo nuevamente.

Esta etapa puede repetirse varias veces hasta que se obtiene un producto purificado al grado deseado.

50 Se entenderá que el tiempo total requerido para separar adecuadamente el sólido del líquido será largo, a veces decenas de horas.

Como resultado, el tiempo requerido para obtener un producto sólido adecuadamente purificado de la suspensión puede ser una cuestión problemática en los procesos industriales, debido a su duración.

55 El objetivo de esta invención es obviar por lo menos algunos de los problemas de la técnica anterior y particularmente el que se ha expuesto anteriormente.

Particularmente, el objetivo de la invención es proporcionar una solución para reducir el tiempo requerido por el proceso de separación de la fase sólida de la fase líquida, mejorando así el rendimiento de la línea de producción.

60 Se describirá ahora una posible realización de la invención con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

- La figura 1 es una vista esquemática de un dispositivo adecuado para funcionamiento a presión, que se utiliza para separar la fracción sólida de una suspensión;
 - La figura 2 muestra esquemáticamente el dispositivo de la figura 1 durante una primera etapa del proceso de tratamiento de la suspensión;
 - 5 - La figura 3 muestra esquemáticamente el dispositivo de la figura 1 durante una segunda etapa del proceso de tratamiento de la suspensión;
 - La figura 4 muestra esquemáticamente el dispositivo de la figura 1 durante una tercera etapa del proceso de tratamiento de la suspensión;
 - 10 - La figura 5 muestra esquemáticamente el dispositivo de la figura 1 durante una cuarta etapa del proceso de tratamiento de la suspensión;
 - La figura 6 muestra esquemáticamente una realización que puede proporcionarse como alternativa al dispositivo de la figura 1;
 - La figura 7 muestra un dispositivo de cierre de líquido que puede utilizarse con el dispositivo de la figura 1;
 - 15 - La figura 8 muestra dos recipientes de vidrio graduados para utilizarse en las pruebas para controlar el proceso de sedimentación en suspensión y la formación de la fase aclarada;
 - La figura 9 muestra dos diagramas que ilustran los niveles de las interfaces de separación entre la capa aclarada y la suspensión espesada en función del tiempo, según se determinó durante las pruebas realizadas con los recipientes de la figura 6.
- 20 Haciendo referencia a los dibujos adjuntos, la figura 1 muestra, en general, un dispositivo para separar la fracción sólida de una suspensión de la fracción líquida.
- El dispositivo 1 comprende un recipiente 2, que define una cámara 20 para contener una suspensión 3 a tratar.
- 25 La cámara 20 está delimitada por un parte inferior 201, una pared lateral 202 y una parte superior 203.
- En la realización ilustrada, el recipiente 2 tiene una pared lateral 202 sustancialmente y/o generalmente cilíndrica y una parte superior 203 sustancialmente y/o generalmente en forma de cúpula o de seta.
- 30 El recipiente 2 está realizado, por ejemplo, en acero inoxidable y sus dimensiones varían según sea necesario.
- El recipiente 2 es adecuado para funcionar tanto a presiones por encima de la presión atmosférica como a presiones por debajo de la presión atmosférica.
- 35 Se dispone un medio de filtrado 4 situado en la parte inferior 201 de la cámara 20 para retener las partículas sólidas contenidas en la suspensión 3.
- En la realización ilustrada, el medio de filtrado 4 define una superficie π sustancialmente y/o generalmente plana, más particularmente una superficie de filtrado circular plana, situada en la parte inferior 201 de la cámara 20.
- 40 El medio de filtrado 4 puede formarse con materiales de filtro que tengan diferentes selectividades, según sea necesario.
- En una posible realización, el medio de filtrado 4 está compuesto por una pluralidad de telas metálicas superpuestas, con un grado de filtrado estrictamente variable de manera uniforme.
- 45 Aquí, la tela con mayor grado de filtrado queda hacia el lado interior de la cámara 20 (es decir, en la parte superior).
- La parte inferior 201 del recipiente 2 puede ser desmontable (no mostrado); esto puede permitir el acceso al recipiente 20 para su mantenimiento.
- 50 Se dispone un conducto 21 para la entrada de suspensión 3 en la cámara 20, y se abre hacia la parte superior de la cámara 20.
- 55 También se dispone otro conducto 23 para el flujo de salida de la fracción líquida que pasa a través del medio de filtrado 4.
- En la realización ilustrada, la parte superior de la cámara 20 está en comunicación con un conducto 22 para la entrada de un gas (por ejemplo, nitrógeno), el cual está diseñado para aumentar la presión en la cámara 20 y acelerar así el proceso de filtrado.
- 60

En la cámara 20 se lleva a cabo un proceso de filtrado principal (o primera etapa de filtrado), es decir, un proceso de filtrado realizado en la suspensión original 3, que da lugar a la separación de la suspensión sólida (retenida por el medio de filtrado 4) de la fracción líquida (que pasa por el medio de filtrado 4).

5 Por lo general, la fracción sólida que se obtiene directamente del filtrado de la suspensión no puede utilizarse como en las etapas posteriores del proceso de producción, ya que no está lo suficientemente libre de líquido humectante original y de las impurezas (líquidas y sólidas) que contiene.

10 Para aumentar el grado de pureza de la fracción sólida, la fase sólida resultante de la primera etapa de filtrado debe volver a ponerse en suspensión, introduciendo un líquido de lavado adecuado en el recipiente 20 para una etapa de filtrado adicional (conocida como "filtrado secundario").

15 El proceso de lavado de la fracción sólida y su posterior filtrado posiblemente pueden repetirse varias veces, hasta que se obtenga el grado de pureza requerido.

La parte superior de la cámara 20 está en comunicación con un conducto 27 para la entrada de líquido de lavado, para las etapas de lavado y posterior filtrado de la fracción sólida que se ha acumulado en el medio de filtrado 4.

20 Preferiblemente, el conducto 27 suministra líquido a una o más boquillas 271 para mejorar la distribución del líquido de lavado en la torta de filtro.

En la cámara 20 hay colocado un eje 6, y soporta una pluralidad de cuchillas 61, 61.

25 El eje 6 está diseñado para girar alrededor de un eje X substancialmente y/o generalmente vertical, que también es substancialmente y/o generalmente ortogonal al plano π definido por la superficie del medio de filtrado 4.

El eje 6 puede ser accionado a una velocidad angular regulable.

30 El eje 6 está adaptado para girar en ambos sentidos alrededor del eje de giro X.

El eje 6 puede desplazarse axialmente para regular la distancia de las cuchillas 61, 61 desde el medio de filtrado 4.

35 En la realización ilustrada, el eje 6 se extiende a través de la cúpula 203 y es accionado por medios motores 66 (por ejemplo, un motor hidráulico) instalado fuera del recipiente 2.

El dispositivo 1 comprende, además, medios para eliminar la fracción sólida que se ha acumulado en el recipiente 20 en el medio de filtrado 4 al final del proceso para la separación de la fracción sólida de la fracción líquida de la suspensión.

40 Para este fin, puede disponerse un puerto de acceso lateral 207 en la parte inferior de la pared lateral 202, aproximadamente al mismo nivel que la placa de filtro 4, y se abre y se cierra bajo el control de una válvula 208.

Aquí, la eliminación de la fracción sólida se realiza abriendo la válvula 208 y girando las cuchillas 61, 61.

45 Se disponen, además, medios de sellado, no mostrados, para sellar la cámara 20 del entorno externo, de manera que se permita el funcionamiento a presiones por encima o por debajo de la presión atmosférica dentro de la cámara 20.

50 Las cuchillas 61, 61 están conformadas para poder raspar la torta de filtro (cuando el eje 6 gira en un sentido de giro) y están conformadas para poder presionar la torta de filtro (cuando el eje 6 gira en sentido contrario al primer sentido de giro).

55 Para este fin, cada cuchilla 61 puede presentar un borde que esté inclinado hacia el plano π definido por la cuchilla del filtro 4, de manera que puedan realizarse dos tareas diferentes simplemente invirtiendo el sentido de giro del eje 6.

Las cuchillas 61, 61 están diseñadas, además, para generar un flujo axial y/o radial, cuando se encuentran sumergidas en un líquido o una suspensión, mezclando, de este modo, los contenidos de la cámara 20.

60 La conformación de las cuchillas 61, 61 puede ser de tipo tradicional, y no se describirá más aquí.

Aproximadamente al final de la etapa de filtrado a presión, las cuchillas 61, 61 se disponen cerca de la torta de filtro (es decir, la fracción sólida que se ha acumulado en el medio de filtrado 4) para que este último quede más

compactado, evitando, de este modo, la formación de grietas que podrían causar fugas del gas utilizado para mantener la cámara 20 a presión.

5 Durante la etapa de lavado (que precede al filtrado secundario), el eje 6 gira en sentido contrario para retirar la torta de filtro del medio de filtrado 4, agitar el contenido de la cámara 20 y volver a poner la fracción sólida en suspensión.

Normalmente, tan pronto como se obtiene una fracción sólida de suficiente pureza, ésta debe secarse para eliminar cualquier rastro de líquido.

10 En la realización de la figura 1, el dispositivo 1 es capaz, además, de actuar como secador.

Para este fin, se dispone un intercambiador de calor 91, para calentar el interior de la cámara 20.

15 En la realización ilustrada, el intercambiador de calor 91 puede ser una cámara de calentamiento, provista de agua caliente, vapor o aceite diatérmico, que rodee por lo menos parcialmente la pared lateral 202 del recipiente 2.

También puede disponerse una cubierta aislante 92, o un recinto exterior, para cubrir el intercambiador de calor 91 y la pared 202 del recipiente 2.

20 Si la fracción sólida contiene moléculas termolábiles, debe mantenerse una temperatura de calentamiento baja (por ejemplo, del orden de 30-50 °C).

25 Para este fin, la parte superior de la cámara 20 también está en comunicación con un conducto de admisión de gas 28 para reducir la presión en la cámara 20 a valores por debajo de la presión atmosférica, disminuyendo, de este modo, la temperatura requerida para que se seque la fracción sólida.

Por medio de una bomba de vacío (no mostrada), por ejemplo, se crea vacío, preferiblemente con un condensador refrigerado (no mostrado) curso arriba del mismo.

30 Se disponen, además unos medios 24, 240, 25, 250, 26, 260; 29, 290 para la extracción de la cámara 20 a una altura regulable.

Estos medios se utilizan para extraer por lo menos parte del líquido aclarado 3 que resulta de la sedimentación por gravedad de la suspensión.

35 La capacidad de regular el nivel al cual se produce la extracción permite la eliminación del líquido aclarado que se está formando a la vez que se evita que la suspensión espesada se retire con el líquido aclarado.

40 La extracción del líquido aclarado, en combinación con el proceso de filtrado a través de la placa 4, permite una reducción significativa del tiempo total requerido para completar el proceso de separación de la fracción sólida de la fracción líquida de la suspensión contenida en la cámara 20.

45 En la realización de la figura 1, los medios para extraer líquido aclarado del recipiente 20 a un nivel ajustable comprenden una pluralidad de puertos de salida 24, 25, 26 para el líquido aclarado, que están formados en la pared lateral 202 del recipiente 20.

50 Los puertos de salida 24, 25 26 (en la realización ilustrada tres puertos de salida) pueden tener una forma sustancialmente y/o generalmente troncocónica, y quedan colocados a diferentes alturas desde la parte inferior 201 del recipiente 20.

Una válvula de cierre (o válvula de paso) 240, 250, 260 está asociada a cada puerto de salida 24, 25, 26.

En el ejemplo de la figura 7, las válvulas 240, 250, 260 tienen un elemento de cierre accionado axialmente.

55 Las válvulas de paso 240, 250, 260, que pueden ser, por ejemplo, válvulas accionadas neumática o eléctricamente, pueden accionarse selectivamente para variar el nivel al que se produce la extracción.

El número de puertos de salida 24, 25, 26 para el líquido aclarado y sus alturas puede variar de acuerdo con la naturaleza de la suspensión y el tamaño del recipiente 2.

60 Los puertos de salida 24, 25, 26 para el líquido aclarado pueden estar formados directamente en la pared lateral 202 del recipiente 20 o en una placa soldada a la pared 202.

En una realización alternativa, tal como se muestra esquemáticamente en la figura 6, el líquido aclarado se extrae a través de un tubo 29 introducido en la cámara 20, que tiene una longitud tal que evita cualquier interferencia con el eje 6 y puede regularse axialmente para variar el tiro.

5 El tubo 29 está conectado a una línea 291 a través de una válvula 290.

En la realización ilustrada, el dispositivo 1 también comprende un medidor de caudal 8, instalado en la línea 22 para suministrar el gas para presurizar el recipiente 2.

10 El medidor de caudal 8 indica cualquier variación de la velocidad de flujo del gas de presurización que se produce cuando el nivel del contenido en la cámara 20 cae al nivel de extracción del líquido aclarado.

Cualquier aumento repentino en el flujo de gas detectado por el medidor de flujo 8 indica que el líquido aclarado ha caído por debajo del nivel de extracción y el sistema cierra instantáneamente el puerto lateral 24, 25 o 26 o el tubo 29.

15 El líquido aclarado 3 extraído de la cámara 20 está sustancialmente libre de partículas grandes, pero puede contener partículas más pequeñas, que no se depositan fácilmente.

20 Una vez que se ha retirado el líquido aclarado de la cámara 20, éste puede enviarse a un segundo dispositivo de filtrado 5 (o dispositivo de filtrado auxiliar) a través de un conducto 50.

El segundo dispositivo de filtrado 5 tendrá una capacidad selectiva más elevada que el primer medio de filtrado 4.

25 En una posible realización, el segundo dispositivo de filtrado 5 comprende un medio de filtrado de cartucho 51 (posiblemente realizado en mallas metálicas sinterizadas) cuya selectividad es 2 µm, 5 µm o 10 µm.

El medio de filtrado 51 del segundo dispositivo de filtrado 8 opera sobre un líquido aclarado, por lo que requiere una superficie de filtrado más pequeña que la requerida por el medio de filtrado 4 del primer dispositivo de filtrado 1.

30 En la realización ilustrada, la presión aplicada por el gas en la cúpula del recipiente 20 proporciona energía para empujar el líquido aclarado hacia el dispositivo de filtrado auxiliar 5 que se encuentra preferiblemente a una altura por encima de la altura de extracción del líquido aclarado.

35 Debido a la caída de presión en el líquido aclarado que se envía al dispositivo de filtrado secundario 5 (que se instala por encima del nivel de extracción del recipiente 2), se liberan los gases disueltos en el líquido.

En el caso menos preferido en el que el primer dispositivo de filtrado 2 no tiene una operación asistida por presión, el segundo dispositivo de filtrado 5 debe instalarse por debajo del nivel de extracción del líquido aclarado, o el líquido aclarado se transfiere por medio de una bomba (no mostrado).

40 La fracción aclarada extraída del recipiente 20 pasa a través del segundo dispositivo de filtrado 5 y se drena a través de un conducto de drenaje 52.

45 El segundo dispositivo de filtrado 5 puede tener dispositivos asociados al mismo para verificar la calidad del líquido aclarado, es decir, para determinar si el líquido aclarado que se ha extraído del recipiente 2 está suficientemente libre de partículas sólidas suspendidas.

50 Por ejemplo, pueden disponerse un par de medidores de presión 521, 522 respectivamente curso arriba y curso abajo del filtro auxiliar 5.

Una diferencia significativa entre los dos valores de presión detectados proporciona una indicación de que el filtro auxiliar 5 se ha obstruido y de que hay un exceso de partículas sólidas suspendidas en el líquido aclarado extraído del recipiente 20.

55 En lugar del par de medidores 521, 522 y/o además de los mismos, puede disponerse un turbidímetro 6 (en la misma línea, curso arriba del filtro auxiliar 5), el cual esté adecuadamente calibrado para detectar valores umbral anormales de turbidez indicativos de un exceso de partículas suspendidas en el líquido aclarado que se envía al filtro auxiliar 5.

60 Esto proporcionará información útil para posiblemente corregir los parámetros de funcionamiento del dispositivo descrito anteriormente.

Cualquier depósito sólido retenido por el medio de filtrado 51 del filtro auxiliar 5 puede volverse a introducir (si se considera conveniente) en el filtro principal 2 mediante lavado a contracorriente del filtro auxiliar 5.

5 Esta etapa se lleva a cabo utilizando una pequeña cantidad de líquido aclarado previamente filtrado y recogido, operando a una presión por encima de la presión del gas en el recipiente 20, creada por la acción de una bomba o un gas comprimido (no mostrado), y en sentido contrario a través del conducto 52.

10 En la realización ilustrada, se dispone un conducto 9 para la entrada de un fluido (por ejemplo, vapor) para limpiar y esterilizar el filtro secundario 5, las válvulas 240, 250, 260 y sus respectivos conductos de conexión 50 y 52.

El vapor que se introduce a través del conducto 9 pasa a través del circuito hidráulico para obtener el líquido aclarado y sale de un conducto de drenaje 10.

15 Si es necesario, el conducto 9 puede utilizarse para introducir líquidos adaptados para eliminar cualquier residuo sólido que no sea compatible con el uso posterior del dispositivo de filtrado 1.

Debe tenerse en cuenta que el dispositivo descrito anteriormente puede disponerse fácilmente en combinación con los aparatos de filtrado existentes (tales como los denominados "filtros Nutsche") con cambios de configuración económicos.

20 El dispositivo 1 puede controlarse manual o automáticamente, por ejemplo, utilizando un PLC dedicado.

En las figuras 2-5 se muestra esquemáticamente el funcionamiento del dispositivo 1.

25 Tal como se muestra en la figura 2, la suspensión 3 se introduce en el recipiente 20 a través del conducto 21 para la entrada de la suspensión 3 hasta que se alcanza un nivel inicial L1.

La suspensión 3 comprende una fracción sólida (compuesta de partículas de diferentes tamaños que tienen una estructura cristalina o no cristalina, a menudo agregada), y una fracción líquida.

30 El peso específico de las partículas sólidas puede ser mayor (como es más frecuente) o más pequeño que el del líquido en el que están contenidas.

35 Las figuras 2-5 muestran el funcionamiento del dispositivo 1 si las partículas sólidas tienen una densidad mayor que el líquido en el que están suspendidas.

La suspensión 3 introducida en el recipiente 20 se filtra (en el ejemplo ilustrado, se filtra a presión) haciendo que la parte líquida pase a través del medio de filtrado 4, mientras que el residuo sólido (o fracción sólida) se acumula progresivamente en el medio de filtrado 4 (creando así el llamado "torta de filtro" o depósito).

40 El líquido filtrado sale del conducto de salida 23.

45 Durante el proceso de filtrado, la suspensión introducida en el recipiente 20 experimenta un proceso de sedimentación por gravedad.

Como resultado, se forma una fase líquida aclarada 31 en el recipiente 20 (en el ejemplo ilustrado, la parte superior de la suspensión por encima del nivel L2), distinta de una fase de suspensión espesada 32 y por encima de la misma (en el ejemplo ilustrado, la parte inferior por debajo del nivel L2).

50 Cuando la interfaz entre el líquido aclarado 31 y la suspensión espesada 32 (referenciada a L2 en la figura 2) cae por debajo del nivel del primer puerto 24, el líquido aclarado 31 fluye por lo menos parcialmente fuera del primer puerto de salida 24 y se envía al segundo dispositivo de filtrado 5.

55 Para este fin, la primera válvula superior 240 se abre, y las otras válvulas 250, 260 permanecen cerradas.

Después de la primera extracción del líquido aclarado 31, el contenido total en el recipiente 20 cae al nivel L3, mientras que el filtrado continúa desde la parte inferior y se forma una fase líquida 33 más aclarada por encima de una fase de suspensión espesa 34.

60 Después, cuando la interfaz entre el líquido aclarado 33 y la suspensión espesada 34 (referenciada a L4 en la figura 3) cae por debajo del nivel del segundo puerto 25, se hace que el líquido aclarado salga por lo menos parcialmente del segundo puerto de salida 25 y se envía al segundo dispositivo de filtrado 5.

Después de la segunda extracción del líquido aclarado 33, el contenido total en el recipiente 20 cae al nivel L5, mientras que el filtrado desde la parte inferior, el aclarado del líquido, y el espesamiento de la suspensión continúan.

5 Finalmente, cuando la interfaz entre el líquido aclarado 35 y la suspensión espesada 36 (referenciada L6 en la figura 4) cae por debajo del nivel del tercer puerto 26, se realiza la última extracción del líquido aclarado 35, y el líquido se envía al dispositivo de filtrado auxiliar 5.

10 Cuando el nivel del contenido total en la cámara 20 cae por debajo de la altura del puerto lateral más bajo (en el ejemplo ilustrado del puerto 26), el proceso de filtrado principal finaliza.

Al final del filtrado principal, puede introducirse un líquido para lavar el producto húmedo recogido en el medio de filtrado 4 a través del conducto 27, de modo que la fase sólida puede volverse a poner en suspensión y el recipiente 20 puede llenarse hasta el nivel deseado (normalmente el nivel por debajo del nivel de la suspensión original).

15 El residuo sólido compactado en el medio de filtrado 4 se pone nuevamente en suspensión girando adecuadamente las cuchillas 61, 61.

20 Tal como se ha descrito anteriormente respecto al filtrado principal, el filtrado a través del medio de filtrado 4 y la sedimentación por gravedad se repiten, y proporcionan una nueva fase aclarada, que se retira a varios niveles de la misma manera que ha descrito para el filtrado principal, y se envía al filtro auxiliar 5.

25 El ciclo de lavado y filtrado secundario pueden repetirse varias veces hasta que se obtenga un residuo sólido adecuadamente lavado, que presente un nivel aceptable de impurezas (líquidas y sólidas) de acuerdo con los estándares de calidad del producto aplicables.

El residuo sólido que se ha acumulado en el medio de filtrado 4 puede experimentar un proceso de secado.

30 El producto sólido (seco o húmedo) puede retirarse de la cámara 20 a través del puerto lateral 207, con la válvula 208 abierta, accionando las cuchillas 61, 61.

El dispositivo y el procedimiento descritos anteriormente permiten una reducción general de los tiempos de proceso, lo que genera importantes beneficios en términos de costes de producción industrial.

35 El caudal al cual se extrae el líquido aclarado durante el filtrado de la suspensión 3 puede ser de un orden de magnitud mayor que aquel al cual fluye el filtrado del medio de filtrado 4 en la parte inferior del recipiente 2.

En otras palabras, la cantidad total de líquido aclarado extraído del recipiente 2 puede ser considerablemente mayor que la cantidad que fluye fuera del medio de filtrado 4.

40 Como resultado, la duración total del proceso para la separación de la fracción sólida de la fracción líquida de la suspensión se reduce drásticamente.

45 Debe tenerse en cuenta que, debido a la eliminación del líquido aclarado, el medio de filtrado 4 mantendrá un índice de filtrado más alto.

Esta disposición evita que las partículas más pequeñas en el líquido aclarado obstruyan los poros del producto sólido (la "torta" o depósito) que se ha acumulado en la placa 4.

50 Las partículas sólidas más pequeñas en el líquido aclarado pueden estar compuestas por compuestos con propiedades diferentes de las del producto a filtrar, que se consideran impurezas no deseadas.

Por lo tanto, se apreciará que una ventaja adicional proporcionada por la eliminación del líquido aclarado es que el producto sólido filtrado contendrá una cantidad más pequeña de tales impurezas.

55 Como resultado, puede reducirse el número de ciclos de filtrado secundarios sucesivos.

La calidad del producto sólido filtrado obtenido del filtrado de la suspensión 3 de acuerdo con el proceso descrito anteriormente no puede ser lógicamente inferior a la obtenida con la técnica anterior.

60 El dispositivo descrito anteriormente es capaz de separar la fracción sólida y la fracción líquida de una suspensión y cumplir con los requisitos de los protocolos de validación prescritos para el funcionamiento del aparato, cuando se utiliza para la producción farmacéutica o de alimentos.

El funcionamiento correcto del dispositivo 1 descrito anteriormente requiere el conocimiento del comportamiento de la suspensión y, en particular, del proceso de aclarado a lo largo del tiempo.

5 En otras palabras, debe conocerse la posición de la interfaz entre el líquido aclarado y la suspensión espesada con el tiempo.

10 Los cálculos teóricos (basados en información tal como la naturaleza y la composición de la fracción sólida y la fracción líquida) no pueden predecir, en una medida suficientemente precisa, el proceso de aclarado de la suspensión.

Una posible solución (no mostrada) puede consistir en utilizar dispositivos ópticos para controlar el proceso de aclarado en el depósito 2, para determinar cuándo puede iniciarse y finalizarse la extracción selectiva del líquido aclarado de los puertos laterales 24, 25, 26 del depósito 2.

15 Si bien el uso de dispositivos ópticos para controlar el proceso de aclarado es técnicamente factible, esto implica un aumento no despreciable de los costes generales para la fabricación del dispositivo descrito anteriormente.

20 El inventor se dio cuenta de que puede utilizarse un procedimiento empírico pero confiable para predecir la altura de la interfaz entre el líquido aclarado y la suspensión espesada con el tiempo.

Los procesos de producción industrial en química, particularmente en química farmacéutica, así como en el procesamiento de alimentos, son procesos estandarizados, que generalmente deben cumplir con estrictos protocolos y procedimientos de verificación, asegurando que las suspensiones de diferentes lotes del mismo producto no muestren diferencias significativas en sus propiedades físico-químicas a lo largo del tiempo.

25 En base a esta condición, pueden adquirirse datos experimentales fuera de línea para predecir la posición de la interfaz entre el líquido aclarado y la suspensión espesa en la cámara 20 del recipiente a lo largo del tiempo.

30 La fracción aclarada se retira a través de los puertos formados en la pared lateral 202 del primer filtro 2 mediante una pluralidad de extracciones discretas sucesivas, desde el puerto lateral más alto hasta el puerto lateral más bajo.

La duración de cada extracción y el intervalo de tiempo entre extracciones se establecen en función de los datos experimentales adquiridos a partir del análisis de las suspensiones.

35 Los datos experimentales pueden adquirirse, por ejemplo, utilizando por lo menos un recipiente cilíndrico transparente y preferiblemente por lo menos dos recipientes cilíndricos transparentes, por ejemplo, dos recipientes de vidrio 71, 72 que presenten una altura igual o superior a la que se llega por la suspensión en el recipiente 20, y que presenten diferentes diámetros, por ejemplo, 25 mm y 50 mm (véase figura 8).

40 En ambos recipientes transparentes 71, 72 se vierte simultáneamente una mezcla representativa del proceso, es decir, una muestra del producto sólido suspendido en licores madre de reacción y/o cristalización, en las proporciones reales del proceso de producción, para llegar a la misma altura que en el aparato industrial (el recipiente 2) en ambos recipientes, vertiendo todo el lote.

45 La muestra puede retirarse de la misma línea de producción industrial, si ésta se encuentra activa, o puede obtenerse de un aparato piloto ya que se requiere una pequeña cantidad, del orden de 0,5 - 6 litros.

50 Las partículas sólidas comienzan a asentarse (o flotan) permitiendo la separación del líquido aclarado de la suspensión espesada.

El proceso de aclarado puede controlarse, de este modo, tal como ocurre en la parte superior o inferior de los recipientes 71, 72, hasta que termina.

55 En la práctica, se indica el nivel de la interfaz entre el líquido aclarado y la suspensión espesada, tal como se muestra en la figura 7.

Dicha interfaz corresponde al nivel inferior del líquido aclarado (si la densidad de la fase sólida es mayor que la densidad de la fase líquida) o al nivel superior del líquido aclarado (si la densidad de la fase sólida es menor que la densidad de la fase líquida).

60 El proceso de aclarado puede observarse a simple vista, iluminando adecuadamente los dos recipientes 71, 72.

Pueden utilizarse también instrumentos ópticos adecuados, tales como turbidímetros o nefelómetros, para una evaluación más precisa de la naturaleza y la cantidad de las partículas suspendidas más pequeñas, que permanecen en el líquido aclarado.

- 5 El procedimiento descrito anteriormente puede repetirse (en múltiples muestras de suspensiones representativas del mismo ciclo de producción), para verificar si las gráficas así obtenidas son sustancialmente superponibles.

Por lo tanto, las gráficas predecirán cómo se llevará a cabo el proceso de aclaración de la suspensión en el primer filtro.

- 10 Con el fin de garantizar que el líquido aclarado no contenga cantidades significativas de fracción sólida, pueden extraerse muestras de líquido aclarado de los recipientes transparentes 71, 72, por ejemplo, mediante sifonado utilizando una cánula.

- 15 El líquido aclarado así eliminado se filtra utilizando un filtro de capacidad selectiva apropiado, por ejemplo, un filtro Buchner que tiene un medio de filtrado de acero sinterizado de selectividad conocida (por ejemplo, con una selectividad de 2 μm o 5 μm) y un peso conocido.

- 20 El medio de filtrado se colocará posteriormente en un secador y luego se pesará nuevamente, y la diferencia con el peso inicial proporcionará la cantidad de producto que ha quedado retenido por el filtro.

- 25 Una vez que se ha obtenido la información descrita anteriormente sobre el proceso de sedimentación "primario" de la suspensión original introducida en el aparato, se repiten mediciones, observaciones y cálculos similares de la misma simulando las etapas de lavado de los procesos de producción industrial, así como los consiguientes procesos de sedimentación "secundarios".

- 30 Para este fin, se vierten las cantidades requeridas de líquido de lavado en los recipientes cilíndricos que contienen el sólido espesado que permanece en la parte inferior, en proporción, y el producto se pone nuevamente en suspensión mediante agitación.

- Se lleva a cabo un nuevo análisis sobre el reasentamiento de productos y sobre la formación resultante del líquido aclarado, de acuerdo con los criterios y procedimientos descritos anteriormente.

- 35 Todas las operaciones que ya se han llevado a cabo en la suspensión original (observación, medición de nivel, registro de tiempo, cálculo, extracción de fracciones del líquido aclarado, filtrado del líquido aclarado, secado y pesaje de cualquier sólido retenido por el filtro, etc.) se repiten para obtener un conocimiento detallado del fenómeno de asentamiento en todas las etapas del proceso industrial, es decir, filtrado principal, etapas de lavado y posteriores filtraciones secundarias.

- 40 La temperatura de la suspensión contenida en los recipientes cilíndricos 71, 72 es aproximadamente la misma que la de la suspensión de proceso introducida en el recipiente 2.

- 45 Cualquier diferencia significativa de temperatura puede llevar a variaciones considerables en la viscosidad del líquido en el cual se suspenden las partículas sólidas y, por lo tanto, a variaciones considerables en la velocidad de sedimentación (que aumenta con la temperatura).

- 50 Para una mejor comprensión de las ventajas del dispositivo y el procedimiento descritos anteriormente se describe, a continuación, un ejemplo de tratamiento de suspensión, de acuerdo con la técnica anterior y el procedimiento sugerido por los inventores.

- La suspensión en uso es una suspensión de un producto farmacéutico que es difícil de filtrar, la cual debe separarse por filtrado de licores madre de reacción, que también contiene subproductos no deseados, y por secado del producto húmedo en el mismo aparato de proceso.

- 55 El volumen de la suspensión a tratar es de aproximadamente 6000 litros, es decir, 400 litros de producto sólido y 5600 litros de licores madre de reacción, la temperatura es de 10 °C, la densidad del sólido es de aproximadamente 1,4 kg/dm³ y la densidad del líquido en el cual está suspendido el sólido es ligeramente mayor que 1,0 kg /dm³.

Ejemplo de un proceso de filtrado de acuerdo con la técnica anterior.

- 60 Se utiliza un filtro-secador tradicional, con una superficie de filtrado de 4 m² y una porosidad de 20 μm , una profundidad útil de 150 cm y una capacidad volumétrica útil de aproximadamente 6 m³.

La suspensión se somete a un proceso de filtrado principal y cuatro procesos de filtrado secundaria sucesivos (después del lavado de la torta).

5 El filtrado principal y los filtrados secundarios subsiguientes se llevan a cabo bajo presión utilizando nitrógeno cargado en la cúpula a 4 bar.

10 Una vez que se ha llevado a cabo el filtrado principal, la torta de filtro en la parte inferior del filtro-secador (400 litros de sólido y 200 litros de líquido) se vuelve a suspender mediante el uso de un agitador en un líquido de lavado de 1000 litros (volumen total 1600 litros, altura 40 cm).

El primer filtrado secundario se realiza todavía a presión.

El líquido filtrado desde la parte inferior tiene un volumen de aproximadamente 1000 litros.

15 Se llevan a cabo de la misma manera tres filtrados secundarios adicionales.

El líquido filtrado desde la parte inferior y recogido en el depósito tiene un volumen total de aproximadamente 9400 litros, 5400 litros recogidos durante el filtrado principal y 4000 litros en total durante los cuatro filtrados secundarios.

20 En conjunto, las cinco filtraciones tardan 34 horas.

El sólido que queda en el medio de filtrado se impregna con aproximadamente 200 litros de líquido, que se eliminará en la etapa de secado posterior, lo que requerirá 12 horas al vacío.

25 Por lo tanto, el filtro-secador funcionará durante 46 horas en conjunto con una etapa adicional en el cual se descarga el sólido seco, lo que hará un total de 48 horas.

Ejemplo de un proceso de filtrado de acuerdo con el procedimiento sugerido por los inventores.

30 a) Primer ejemplo de detección empírica del comportamiento de la suspensión

Antes de utilizar el aparato proporcionado por los inventores, debe estudiarse el proceso de aclarado de la suspensión por detección experimental.

35 Se disponen dos recipientes de vidrio, cuyos diámetros interiores son 25 mm y 50 mm respectivamente.

Los dos recipientes se llenan a una altura de 150 cm (la altura que se alcanza en el filtro-secador industrial) con muestras representativas de la suspensión que tienen volúmenes de 750 cm³ y 3000 cm³ respectivamente.

40 Ambas muestras tienen una temperatura de 10 °C y se determina que la cantidad de producto sólido que contienen es de 70 g y 280 g respectivamente.

Ahora, el proceso se controla en el tiempo en los recipientes, iluminándolos con una lámpara normal.

45 Las observaciones se llevan a cabo en un entorno que se mantiene constantemente a la misma temperatura que las muestras en uso, es decir, 10 °C.

Al principio, la suspensión es de color marrón oscuro en el recipiente con el mayor diámetro y tiene un color más brillante en el otro.

50 Después de 15 minutos, se deposita un producto blanquecino a la misma altura en la parte inferior de ambos recipientes y arriba aparece una aclaración considerable y progresiva de la suspensión y se hace más evidente en la parte superior de los recipientes.

55 El nivel inferior de la fracción aclarada después de 15 minutos se encuentra en ambos vasos a 140 cm.

Se encuentra que en las paredes se adhieren partículas sólidas, el tono de color del líquido tiende a disminuir, aunque la columna de líquido con el diámetro más pequeño es siempre más brillante.

60 Las observaciones se repiten a intervalos de 15 minutos y los datos se registran en un cuadro que indica el nivel más bajo alcanzado por la fracción aclarada (figura 9).

En este ejemplo, la línea continua está relacionada con el recipiente 71 cuyo diámetro interior es de 25 mm y la línea discontinua está relacionada con el recipiente 72 cuyo diámetro interior es de 50 mm.

5 Un análisis de las observaciones presentadas y los datos registrados indican que el proceso de establecimiento del producto ha terminado sustancialmente después de 150 minutos.

La altura final de la capa compactada es de 22,5 cm y el nivel inferior del líquido aclarado se encuentra de manera estable en este nivel.

10 La prueba descrita anteriormente se repite dos veces más utilizando muestras extraídas en los próximos días de la misma línea de producción, y se confirman las curvas de las gráficas obtenidas la primera vez.

15 El proceso de extracción lateral del líquido aclarado se simula experimentalmente, con extracciones a cuatro alturas diferentes, por ejemplo, 120 cm, 90 cm, 60 cm, 30 cm y, por lo tanto, después de 30 minutos, 50 minutos, 75 minutos, 105 minutos respectivamente.

El líquido aclarado se extrae de los dos recipientes de vidrio cilíndricos mediante sifonado, utilizando una cánula introducida desde la parte superior y evitando con precisión la extracción de sólidos.

20 Las dos fracciones retiradas cada vez se filtran por separado utilizando un filtro Buchner, que tiene un medio de filtrado de metal sinterizado con una selectividad de 5 μm en su parte inferior.

25 Las cantidades totales de líquido aclarado extraído de los dos recipientes son aproximadamente 600 cm^3 y 2400 cm^3 respectivamente, correspondientes a un 80% de los contenidos iniciales.

En el recipiente más pequeño, después del secado el peso total del producto sólido contenido en el líquido aclarado, y que permanece en el medio de filtrado, es de aproximadamente 45 mg, y en el recipiente más grande es de aproximadamente 180 mg.

30 La cantidad de producto recogido en ambos casos corresponde a aproximadamente 360 g, en base al volumen total del filtro aclarado que se extraerá mediante el filtro industrial.

35 Proporcionalmente, la pérdida de producto en el proceso industrial sería de un 0,065%: es una pequeña cantidad que puede recuperarse mediante lavado a contracorriente del filtro accesorio previsto por el procedimiento, una vez que se determina que el sólido retenido por el filtro no tiene impurezas sólidas.

40 La prueba continúa con una primera re-suspensión del producto sólido que ha quedado en la parte inferior del recipiente cilíndrico más grande al verter en el mismo 500 cm^3 de líquido de lavado y agitando el recipiente para volver a suspender el sólido.

En el recipiente se alcanza un nivel de 40 cm.

La suspensión se deja sedimentar y el líquido aclarado se retira a una altura de 30 cm.

45 La operación descrita anteriormente se repite tres veces y al final las cuatro fracciones del líquido aclarado se juntan y se someten a filtrado utilizando un filtro Buchner con un medio de filtrado, y con características de secado y pesaje de residuos sólidos.

50 La cantidad residual de sólido es de 63 mg, aproximadamente un 35% de la cantidad de sólido retenido durante el filtrado principal.

55 El sólido lavado y húmedo que queda en la parte inferior del recipiente se filtra, se pesa y se analiza, y se determina una pérdida de 820 mg, aproximadamente un 0,3% en base al peso total esperado de aproximadamente 280 g, pero con una calidad del producto superior a su estándar.

a) Segundo ejemplo de detección empírica del comportamiento de la suspensión

60 En base a los resultados experimentales descritos anteriormente y las observaciones sobre las pérdidas y la calidad obtenida, se realiza una prueba adicional, que consiste en lavar el sólido húmedo residual resultante de la etapa de filtrado principal utilizando todo el volumen de líquido que está diseñado para utilizarse en las cuatro etapas de lavado y filtrado secundaria.

Para ello, se utiliza otra muestra representativa de 3000 cm^3 , la cual se retira de la misma línea de producción.

Todas las observaciones de separación de fase que se realizaron en la primera prueba se repiten sucesivamente, y la extracción de las fracciones de líquido aclarado se realiza de la misma manera que se ha descrito anteriormente.

5 Se da una equivalencia sustancial con lo anterior que describe los fenómenos encontrados, así como con los datos obtenidos del filtrado principal, en relación con los tiempos de sedimentación (figura 7) cantidad de líquido extraído, cantidad de sólido residual en el medio de filtrado.

10 El sólido húmedo que queda en la parte inferior del recipiente después de la última extracción del líquido aclarado, que llega al mismo nivel que la prueba anterior (22,5 cm), se vuelve a suspender en un volumen de 2000 cm³, añadido y no a través de cuatro fracciones sucesivas de 500 cm³, llegando así a un nivel de 122,5 cm.

15 Una vez que los contenidos se agitan para obtener una suspensión homogénea, la secuencia de extracciones de líquido aclarado se repite de la manera descrita anteriormente.

Las extracciones terminan después de 185 minutos, y dejan una capa de producto sólido húmedo (22,5 cm) en la parte inferior y una capa de líquido aclarado (2,5 cm) sobre el mismo.

20 El líquido aclarado así retirado se filtra y se seca de la manera descrita anteriormente, y la cantidad de sólido residual, que consiste principalmente en impurezas insolubles, es aproximadamente 75 mg, ligeramente mayor que la cantidad detectada con el líquido aclarado resultante de cuatro re-filtrados sucesivos, pero sigue siendo aceptable.

25 Se apreciará que, con un único filtrado secundario y la misma cantidad total de líquido de lavado, la duración total del proceso de filtrado se reducirá considerablemente.

b) Uso del aparato tal como describen los inventores

30 Se tratan 6000 litros de suspensión utilizando un aparato que comprende un primer filtro con una superficie de filtrado de 4 m² y una porosidad de 20 µm, una profundidad útil de 150 cm y una capacidad de volumen útil de aproximadamente 6 m³.

Se disponen por lo menos tres puertos en la pared lateral del primer filtro a lo largo de su altura, y se comunican, a través de tantas válvulas de paso, con un segundo filtro, cuya capacidad selectiva es mayor que la del primer filtro.

35 En el primer filtro se produce un proceso de filtrado y un proceso simultáneo de aclarado de la suspensión.

El líquido aclarado se extrae a través de los puertos de extracción en la pared lateral del primer filtro y se envía al segundo filtro.

40 La torta de filtro obtenida como resultado del filtrado principal se somete a un único filtrado secundario, utilizando 4000 litros de líquido de lavado o cuatro filtrados secundarios utilizando 1000 litros de líquido de lavado cada vez.

45 El filtrado principal y el siguiente filtrado (o filtrados) secundario(s) tardan alrededor de 8 - 9 horas en total, incluyendo los tiempos requeridos para el suministro inicial de la suspensión al filtro-secador industrial y para el suministro del líquido de lavado, así como para la re-suspensión del sólido y los controles apropiados.

La calidad de producción es por lo menos igual a la alcanzada por la técnica anterior.

50 La duración total del filtrado de producción y el posterior secado y descarga cae dentro de las 24 horas, en comparación con las 48 horas requeridas en la actualidad, lo que proporciona el doble del rendimiento de la línea actual.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (1) para separar la fracción sólida de la fracción líquida de una suspensión (3), que comprende

- 5 a) un recipiente (2), que define una cámara (20) para contener dicha suspensión, presentando dicha cámara (20) una parte superior (203) y una parte inferior (201);
 b) una placa de filtro (4) situada en la parte inferior (201) de dicha cámara (20) para retener la fracción sólida de dicha suspensión (3);
 c) un conducto (21) para la entrada de dicha suspensión (3) en dicha cámara (20);
 10 d) un conducto (23) para la salida del líquido filtrado a través de dicho medio de filtrado (4);
 e) un conducto de entrada de gas (22) para aumentar la presión en dicha cámara (20);
 f) un conducto (27) para la entrada de líquidos de lavado en dicho recipiente (20);
 g) un eje (6) instalado en dicho recipiente (20), que soporta una pluralidad de cuchillas (61, 61);
 estando adaptado dicho eje (6) para girar alrededor de un eje (X) sustancialmente y/o generalmente vertical,
 15 g1) estando adaptado dicho eje (6) para girar en ambos sentidos alrededor de dicho eje de giro (X),
 g2) siendo la distancia de dichas cuchillas (61, 61) desde dicha placa de filtro (4) regulable,
 g3) estando conformadas dichas cuchillas (61, 61) para poder raspar la fracción sólida depositada en dicha
 20 placa de filtro (4), cuando dicho eje (6) gira en un sentido de giro, estando adaptadas dichas cuchillas (61, 61)
 para presionar la fracción sólida depositada sobre dicha placa de filtro (4) cuando dicho eje (6) gira en un
 segundo sentido de giro, contrario a dicho primer sentido de giro;
- h) medios (207, 208) para extraer la fracción sólida retenida por dicho medio de filtrado (4);
- 25 caracterizado por el hecho de que
- i) se disponen medios (24, 240, 25, 250, 26, 260, 29, 290) para extraer líquido aclarado resultante de sedimentación por gravedad de la suspensión de dicho recipiente (20) a un nivel regulable.
- 30 2. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un medidor de caudal (8) para detectar el caudal del gas introducido en dicha cámara (20) a través de dicho conducto (22) y medios para detener la extracción de dicho líquido aclarado de un determinado nivel cuando dicho medidor de caudal (8) detecta un aumento repentino del caudal de gas.
- 35 3. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un conducto de escape de gas (28) para reducir presión en dicha cámara (20) y un intercambiador de calor (91) para calentar el interior de dicha cámara (20).
- 40 4. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1 o 2 o 3, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un segundo dispositivo de filtrado (5), que está adaptado para funcionar sin detener el proceso de filtrado y aclarado que se está llevando a cabo en dicho recipiente (2), estando conectado dicho segundo dispositivo de filtrado (5) a dichos medios (24, 240, 25, 250, 26, 260) para extraer líquido aclarado de dicho recipiente (20), presentando dicho segundo dispositivo de filtrado (5) una mayor selectividad que dicho primer filtro (2).
- 45 5. Dispositivo de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de que dicho segundo dispositivo de filtrado (5) está instalado a un nivel más alto que el nivel en el que se produce la extracción de dicho recipiente (2).
6. Dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que los medios (24, 240, 25, 250, 26, 260) para extraer líquido aclarado de dicho recipiente (20) a un nivel regulable comprenden una pluralidad de puertos de salida (24, 25, 26), formados a diferentes alturas en dicha pared lateral (202) de dicho recipiente (20), estando diseñado cada puerto de salida (24, 25, 26) para conectarse selectivamente a dicho dispositivo auxiliar de filtrado (5).
- 50 7. Procedimiento para separar la fracción sólida y la fracción líquida de una suspensión (3), que comprende las etapas de
- 55 a) transportar una suspensión (3) en un recipiente (2);
 b) introducir gas en dicho recipiente (2) para aumentar la presión interna del mismo;
 c) filtrar dicha suspensión (3), haciendo que la parte líquida pase a través de un medio de filtrado (4) situado en
 60 la parte inferior del recipiente mientras la fracción sólida se acumula progresivamente en el medio de filtrado (4) y, al mismo tiempo, a medida que dicha suspensión se filtra, realizar por lo menos una vez el ciclo compuesto por las etapas de:

c1) permitir un aclarado parcial de dicha suspensión (3) en dicho recipiente (2) para obtener una fracción aclarada (31, 33, 35) y una fracción de suspensión espesada (32, 34, 36) que resulta de la separación por gravedad de la suspensión;

5 c2) retirar por lo menos una parte de la fracción aclarada (31, 33, 35) en dicho recipiente (2), produciéndose la extracción a niveles variables a lo largo del tiempo mientras evita que la suspensión espesada se retire del líquido aclarado:

d) eliminar la fracción sólida que se ha acumulado en el medio de filtrado (4).

10 8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado por el hecho de que comprende la etapa adicional de:

c3) filtrar la fracción aclarada retirada de dicho recipiente (20), produciéndose el filtrado de dicha fracción aclarada en un grado de filtrado más elevado que el filtrado de dicha suspensión (3).

15 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, caracterizado por el hecho de que la extracción de dicha por lo menos parte de la fracción aclarada a filtrar se produce utilizando la presión en dicho recipiente (2).

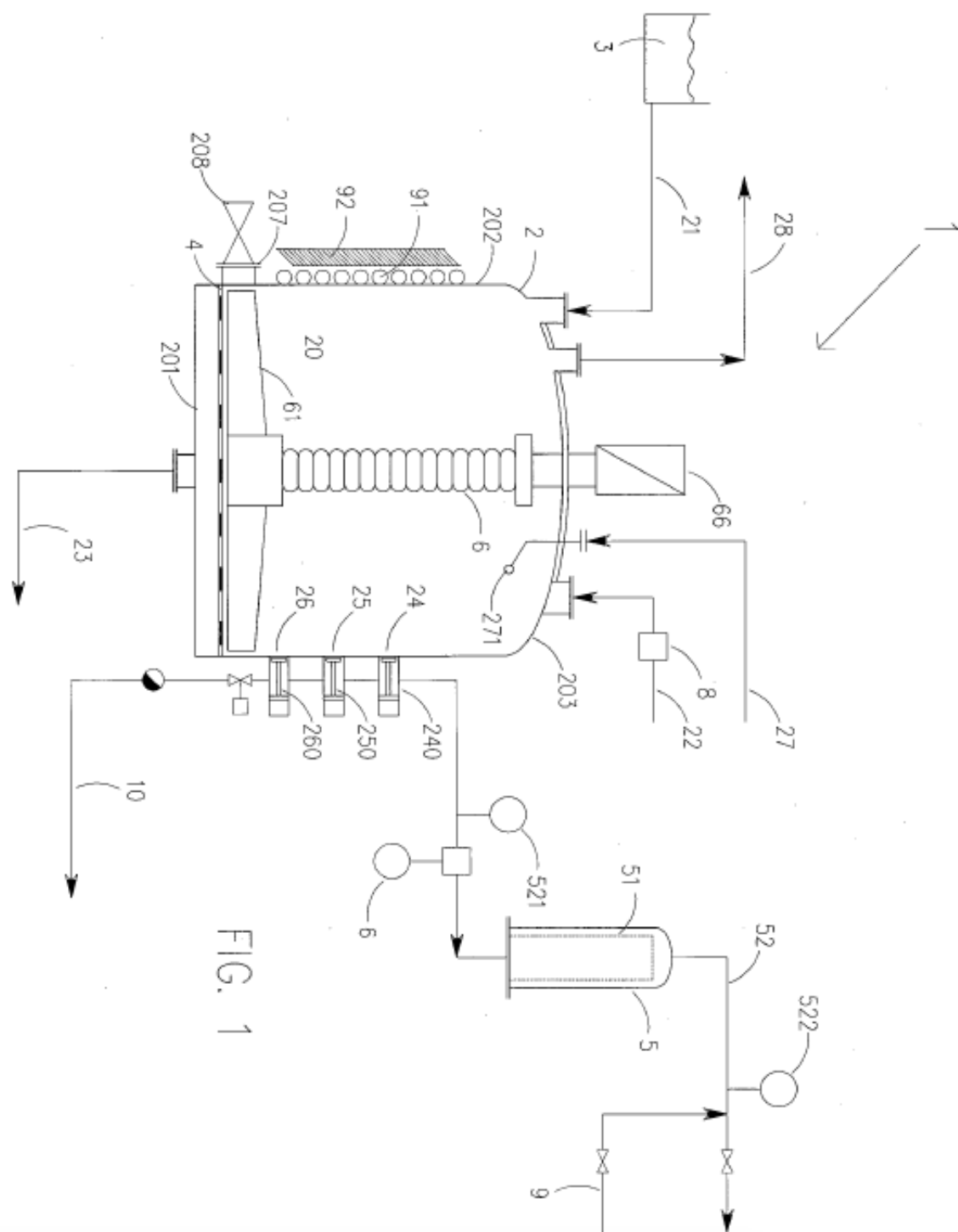


FIG. 1

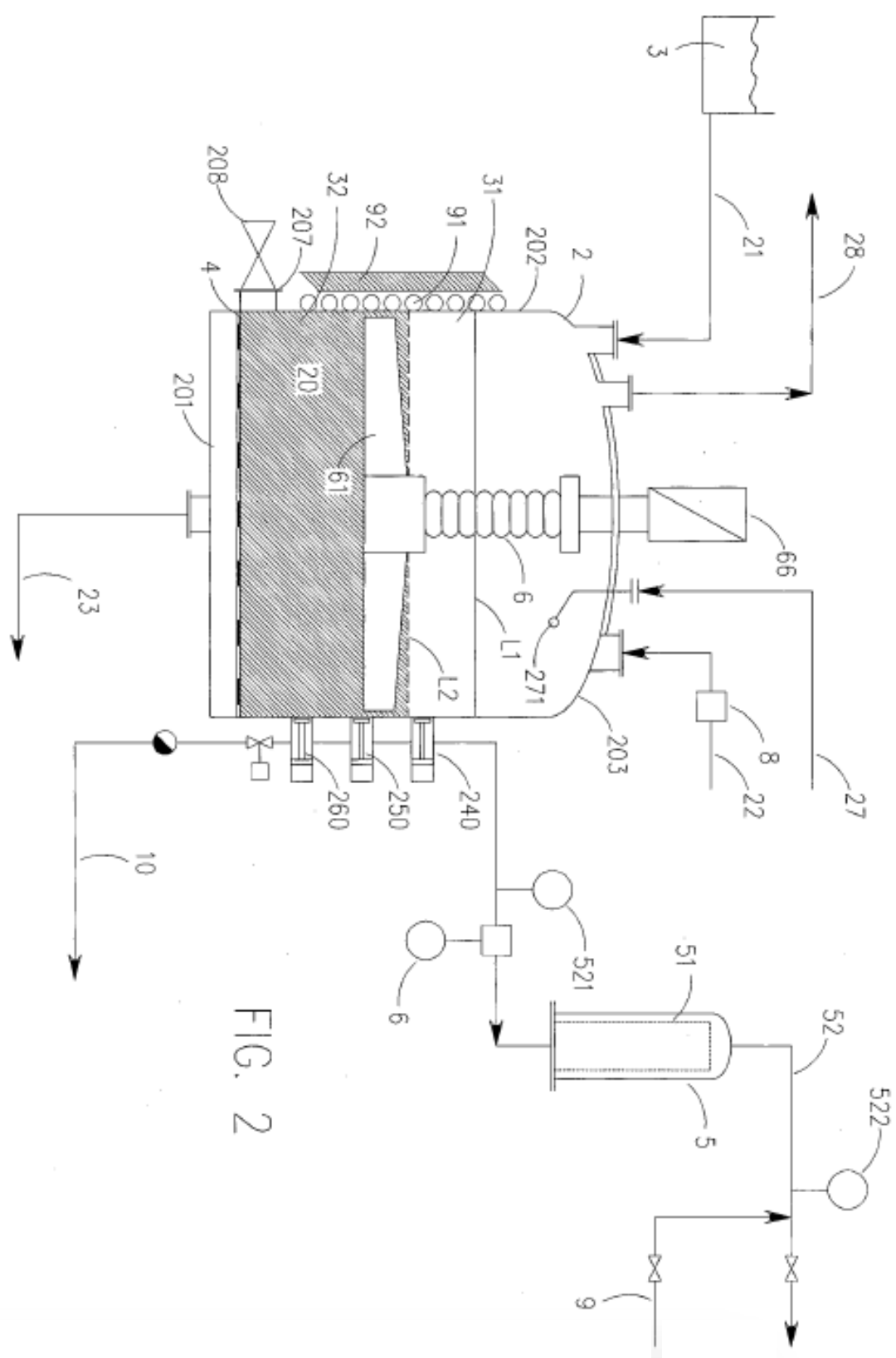
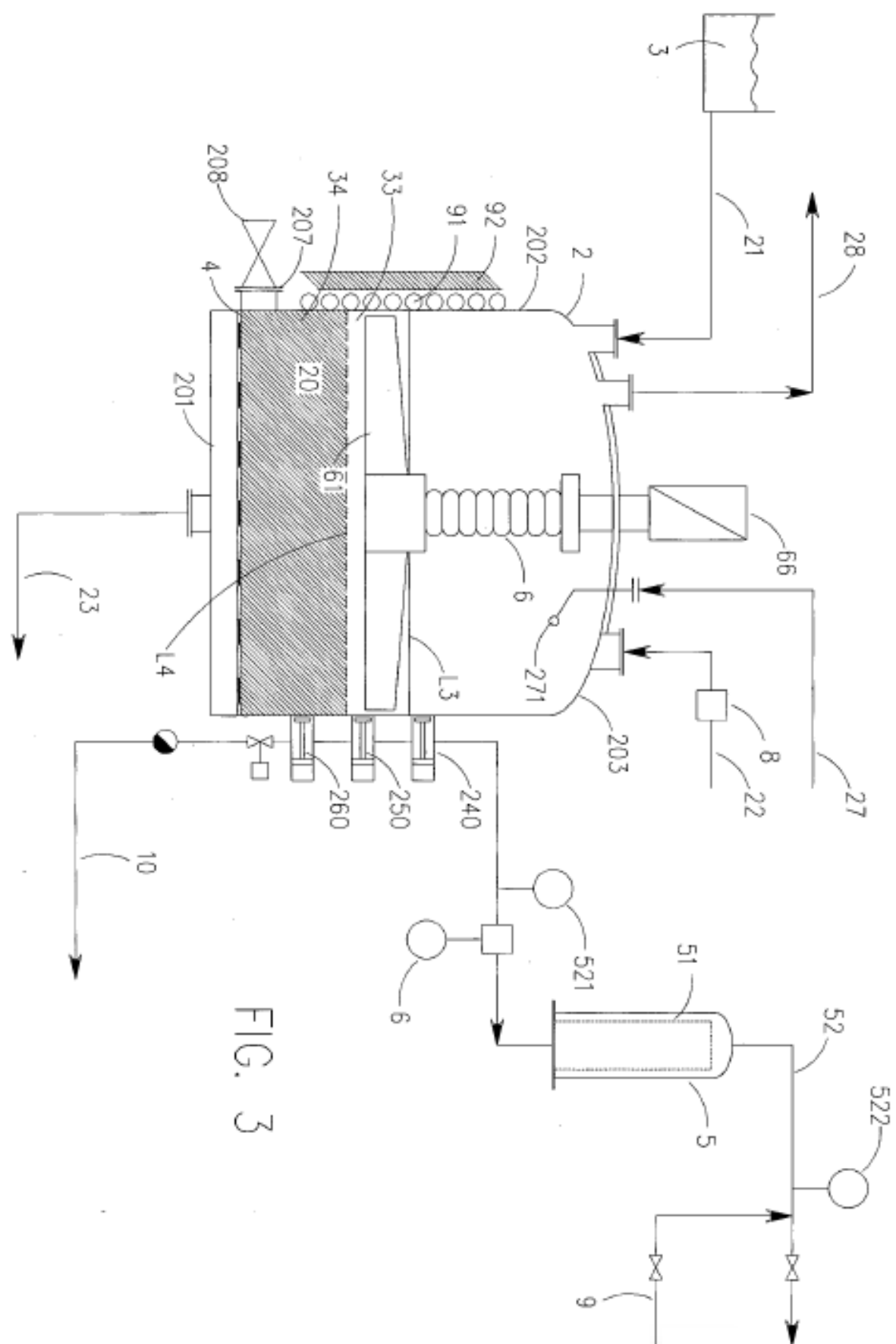


FIG. 2



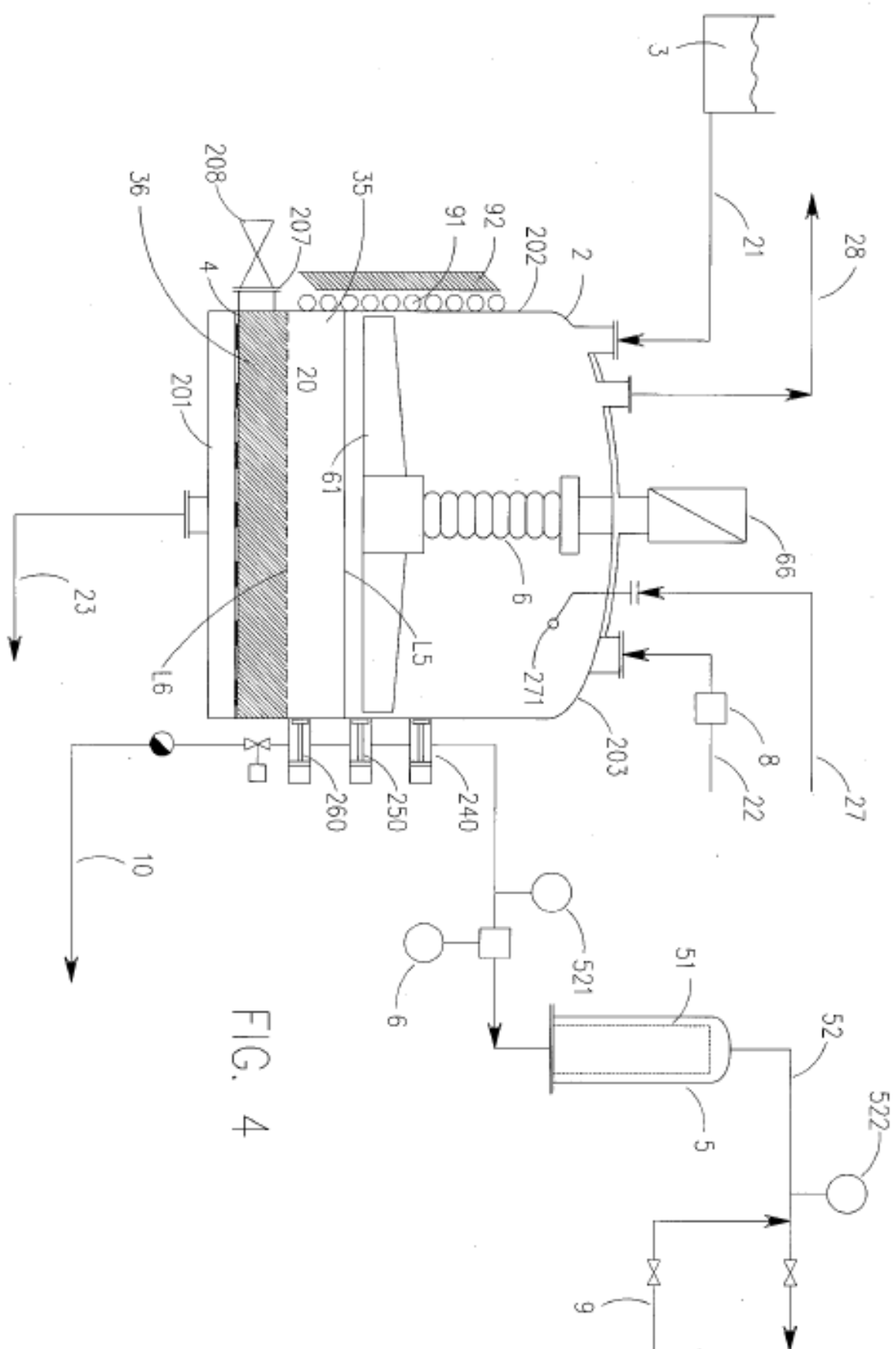


FIG. 4

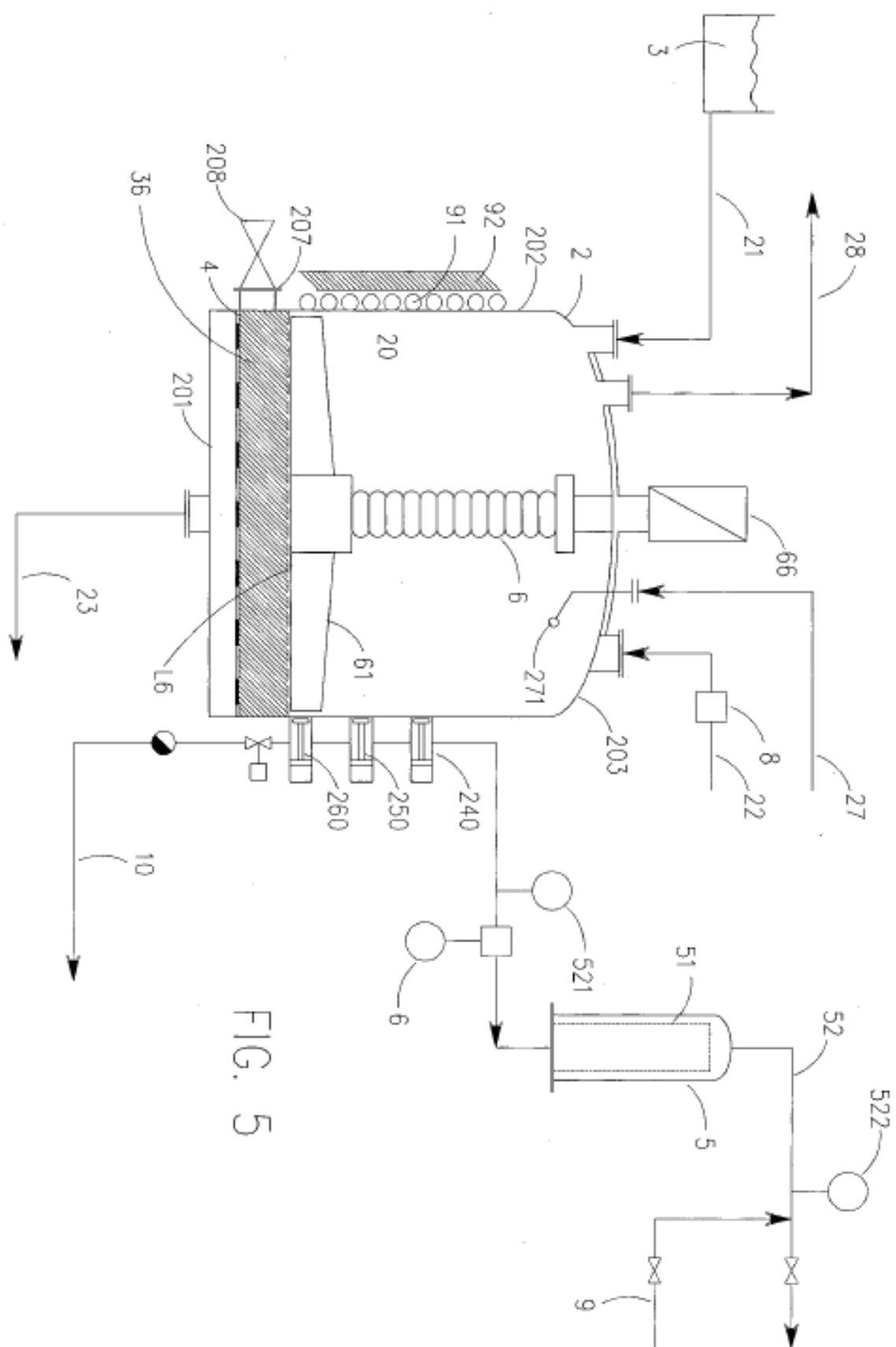


FIG. 5

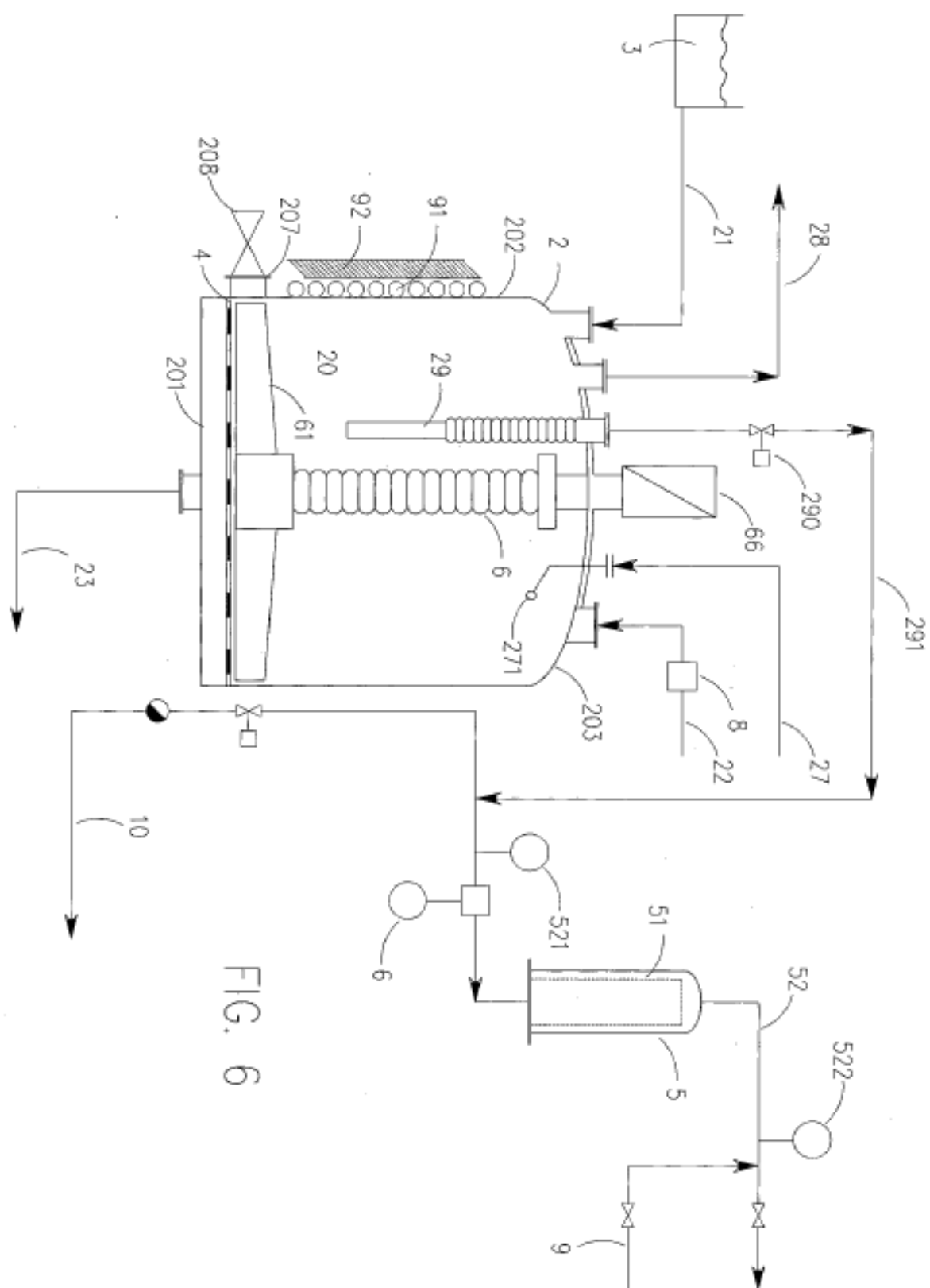


FIG. 6

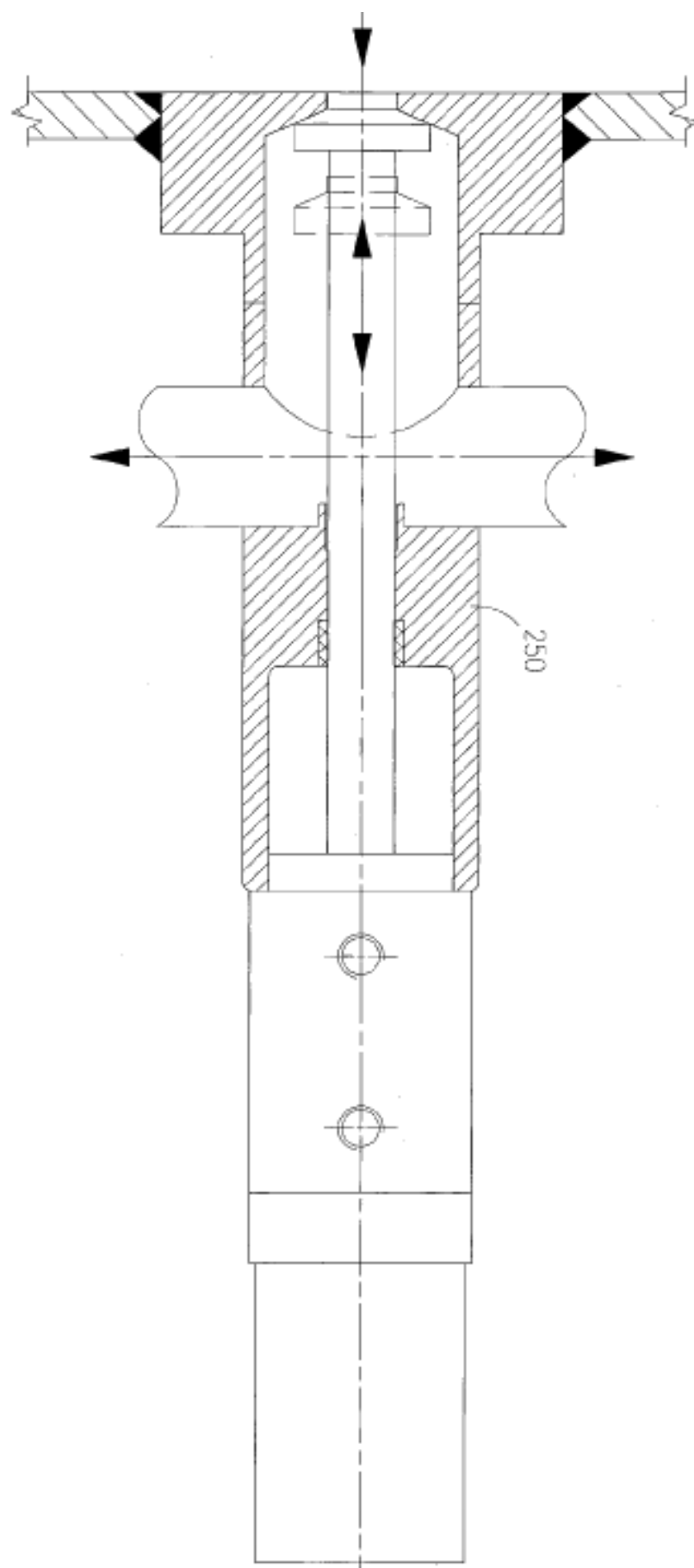


FIG. 7

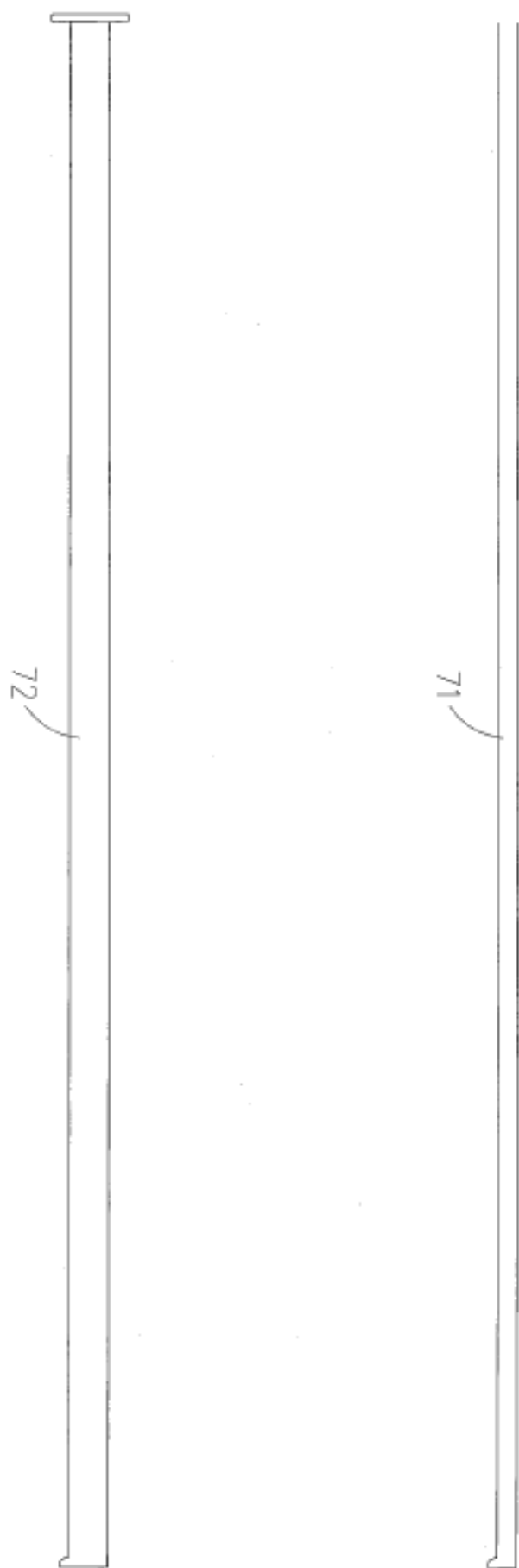


FIG. 8

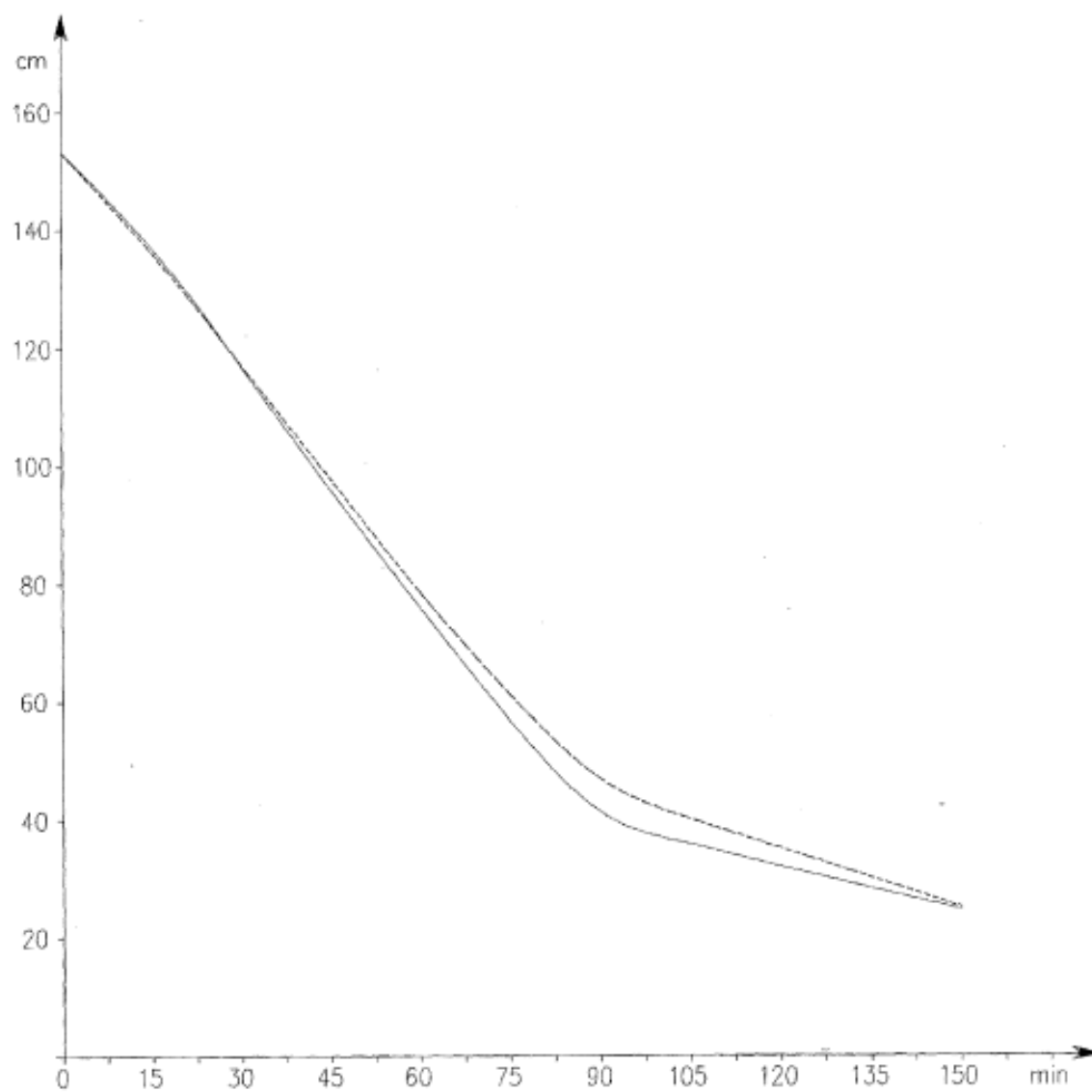


FIG. 9

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- 10 • WO 2007096910 A [0005] • CN 201644093 U [0005]
• US 4376705 A [0005]