

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 593 071**

51 Int. Cl.:

**B04B 1/08** (2006.01)

**B04B 7/14** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.06.2013** **PCT/EP2013/063550**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.01.2014** **WO14001469**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.06.2013** **E 13735231 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.06.2016** **EP 2866944**

54 Título: **Separador centrífugo con flujo laminar**

30 Prioridad:

**29.06.2012 FR 1256276**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.12.2016**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (50.0%)  
Bâtiment le Ponant D, 25 rue Leblanc  
75015 Paris, FR y  
FLOWERSEP (50.0%)**

72 Inventor/es:

**CHEZAUD, DAVID;  
FERAUD, JEAN-PIERRE;  
ROBIN, JOËL y  
RANDRIAMANANTENA, TOJONIRINIA**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 593 071 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

Separador centrífugo con flujo laminar

- 5 El tema de la invención es un separador centrífugo con flujo laminar.

Se ha diseñado este separador para las mezclas fluidas que contienen sólidos, líquidos o gases en proporciones variadas pero, ante todo, mezclas que contienen suspensiones sólidas en fases líquidas, que se trata de separar en al menos una fracción líquida y una fracción que contiene el sólido. Se pretende entonces una buena separación de los constituyentes de la mezcla y se obtiene una fracción sólida que se presenta en una forma compacta, denominada pastel, con un contenido residual relativamente escaso del líquido de suspensión. Incluso cuando la formación de un pastel conduce a una fuerte resistencia al flujo, incluso una fuerte reducción de sección del mismo, se intenta generalmente extraer esta fracción sólida del separador y, si es posible, de manera continua a pesar de su naturaleza compacta, a medida que se forma en el bol giratorio, sin permitir que se acumule. Generalmente, este objetivo no se alcanza con los separadores existentes, muchos de los cuales obligan, por el contrario, a realizar paradas periódicas del procedimiento, nefastas para su rendimiento, para retirar el pastel. Los separadores que prevén una retirada continua de la fracción sólida no permiten, normalmente, obtener pasteles con una suficiente sequedad.

- 20 Existen numerosos separadores centrífugos. Cabe citar el documento WO-A-2007/133161, que describe un separador que posee ciertos parecidos superficiales con la invención. Comprende como pieza principal un bol giratorio de forma bicónica, en el que se efectúa la separación. Se introduce la mezcla en el bol por medio de un conducto hueco, que corresponde al eje de soporte y de rotación del bol. La fracción sólida, más pesada, va dirigida hacia la periferia del bol y, más concretamente, a la zona de abultamiento correspondiente a la unión de los conos. La realización de orificios periféricos en este lugar permite retirarla, mientras que la fracción fluida se eleva hacia la parte superior del bol, a medida que se añade mezcla, y sale por una abertura situada en la cima del bol, en el lado opuesto a la abertura de introducción. Unas estructuras cónicas, denominadas platos, que se ensanchan hacia abajo y son arrastradas al mismo tiempo que la pared del bol ocupan la mayor parte del volumen interno de la misma. Sirven para tabicar distintas partes de mezcla y contribuyen a homogenizar las condiciones de separación en el interior del bol. Sin embargo, este dispositivo no permite obtener una fracción sólida tan homogénea o compacta como se desea, y es difícil una retirada continua de esta fracción.

- 35 Se puede citar asimismo el documento WO-A-2012/025416, que describe un separador cuya cámara está también ocupada por platos de separación, esta vez con orificios situados aquí y allá para liberar canales axiales que favorecen un flujo axial de la carga fluida, y su distribución en el apilamiento de platos. Sin embargo, se impone un movimiento centrípeto del fluido en el bol entre orificios de entrada radialmente exteriores y orificios de salida radialmente interiores, lo que proporciona también por lo esencial una canalización del flujo en chorros paralelos y separados y difiere, por lo tanto, poco del diseño del documento anterior. El fluido se separa de la fracción sólida, que sale de la pared periférica del bol por aberturas laterales y se deposita en un tornillo exterior arrastrado por esta pared. Otra pared giratoria, pero a una velocidad un poco distinta, rodea el tornillo y retiene la fracción sólida mientras le hace recorrer el tornillo y abandonar finalmente el dispositivo gracias a su velocidad de rotación distinta. De nuevo, en este caso, la separación de las fracciones no es de una gran eficacia.

- 45 En el ámbito de los aparatos que proponen un recinto exterior en rotación, se obtienen buenas prestaciones de drenaje con los equipos de los documentos WO-A-2009/005355 y WO-A-2011/028122, que integran un modo de rotación con revestimiento interno y recinto exterior en forma de barril. El revestimiento interno está compuesto por platos o placas dispuestas en espiral. Nunca se plantea o menciona, como posibilidad de mejora el empleo de un flujo laminar.

- 50 Los separadores de platos han sido objeto de mejoras para evitar la acumulación de materias sólidas y la aparición de desequilibrio residual dinámico en la centrifugadora. Una solución propuesta consiste en calar los platos o colocar discos de separación en la parte inferior y superior del revestimiento (WO-A-2012/033440). Este tipo de desarrollo afecta más concretamente al tratamiento de líquidos o de gases escasamente cargados (lavado).

- 55 En el documento GB-A-263443 se describe un separador según el preámbulo de la reivindicación 1.

Los perfeccionamientos aportados por la invención dependen principalmente de la creación de un flujo laminar y regular en el interior del bol giratorio: se ha observado que se obtenía un pastel sólido más compacto y seco por medio de este flujo, que produce una mejor separación de las fases.

- 60 Una forma general de la invención es un separador centrífugo que comprende un bol giratorio con pared periférica, una estructura de separación situada en el bol y que gira de manera síncrona con el bol, un conducto de entrada de una mezcla situado en un eje de rotación del bol y que se abre en el bol, comprendiendo el bol al menos un orificio de salida de fracciones líquidas o gaseosas de la mezcla en un primer lado axial del bol, donde la estructura de separación comprende un apilamiento de conos divididos en sectores angulares que forman sectores separados por intervalos angulares, con los intervalos angulares cubiertos por los sectores de los conos inmediatamente vecinos, y

los sectores poseen extremos periféricos a una distancia idéntica de la pared periférica.

Las estructuras cónicas discontinuas compuestas por sectores separados por intervalos permiten un movimiento axial progresivo y regular de la mezcla a través de ellas. El flujo del fluido es mucho más regular que en los diseños anteriores y se efectúa esencialmente en espiral, sin cambios bruscos de dirección entre los extremos del bol. El campo de las velocidades es también mucho más uniforme. La consecuencia es que se puede obtener un flujo laminar sin dificultad, y que la separación de la fracción fluida y de la fracción sólida es mucho mejor. Esta se deposita en la pared periférica del bol, como es usual, y podrá retirarse a continuación. Ni el depósito de la fracción sólida ni su posible retirada simultáneamente a la separación perturban realmente el flujo, que permanece esencialmente espiral.

Es ventajoso, con el fin de reforzar la regularidad del flujo, que la pared periférica del bol esté definida por una generatriz rectilínea delante de los sectores (por ejemplo, por oposición a la forma bicónica), y mejor aún que el bol sea cilíndrico y los conos todos idénticos entre ellos.

En general, la invención se aplica mejor cuando el pastel correspondiente a la fracción sólida puede retirarse con regularidad y progresivamente. Se preconiza entonces que la abertura esté situada en un segundo lado axial del bol, opuesto a dicho primer lado donde sale la fracción fluida, se extienda en una circunferencia del bol y sea adyacente a un borde de una pared lateral del bol. Es posible entonces añadir un rascador inclinado que atraviesa la abertura y se extiende delante de una cara interna de la pared lateral del bol; una transmisión garantiza una velocidad de rotación diferencial entre el bol y el rascador a partir de un motor único de arrastre del separador, lo que impone una baja velocidad relativa del rascador en el interior del bol, que efectúa el rascado deseado. El separador centrífugo puede estar equipado ventajosamente con dos motores, uno para la rotación del bol y el otro para la rotación del sistema de extracción de los sólidos. Esta disposición permite pilotar de forma independiente la parte centrífuga y la parte rascadora y de trasiego sin las limitaciones de acoplamiento ligadas a un diferencial.

A continuación, se describe un modo de realización particular y meramente ilustrativo de la invención, en relación con las siguientes figuras, que desvelan sus distintos aspectos:

- la figura 1 es una vista exterior de un modo de realización del separador;
- la figura 2 muestra más concretamente sus partes motrices (en configuración con un motor de arrastre);
- la figura 3 presenta una configuración con dos motores de arrastre;
- la figura 4 es una vista de sus componentes giratorios que garantizan la separación de las fracciones y la retirada del pastel;
- la figura 5 ilustra asimismo el separador en su conjunto, esta vez en corte; y
- las figuras 6A, 6B y 6C representan más concretamente el revestimiento del bol giratorio y las variantes de realización.

El separador comprende un bol giratorio 1, constituido por un barril cilíndrico que forma una pared lateral 8, y un eje central 2. El eje central 2 y el bol giratorio 1 están sujetos entre un cabezal estático 3 superior y un chasis 4 inferior, que se mantienen en posiciones invariables. La mezcla se introduce por un conducto 5 contenido en el eje central 2, en este caso por arriba y el cabezal estático 3, y llega en el bol giratorio 1 por aberturas 6 que pueden estar situadas abajo del conducto 5 o repartidas en su altura. El eje central 2 lleva estructuras cónicas compuestas por sectores 7 separados y análogos a flores, superpuestos en todo o parte de la altura del barril hasta el colector de recuperación del líquido 20, e inclinados extendiéndose hacia la pared lateral 8 del bol giratorio 1 y hacia abajo. Los sectores 7 están desplazados angularmente entre un piso y otro, de manera que sus intervalos 9 están cubiertos por un sector 7 superior y que es imposible un flujo puramente axial a través del apilamiento de las estructuras. La fracción líquida de la mezcla, obtenida mediante separación y que comprende líquido aclarado de escaso contenido sólido, se evacua del bol giratorio 1 por medio de un colector 20 en rotación alojado en el cabezal estático 3 y un orificio superior 10. La fracción sólida se deposita en la cara interna de la pared lateral 8 antes de abandonar el bol giratorio 1 y salir del separador por un orificio inferior 11, de la manera que se describe más adelante.

Por ejemplo, en el modo de realización de la figura 2, un motor 12 hace girar un tornillo de extracción 19 y un rascador 15, descrito más adelante, por medio de un diferencial 26 y de una primera transmisión 13 que comprende una correa dentada 27 y ruedas dentadas. Existe asimismo una segunda transmisión 14 que arrastra el bol giratorio 1 (especialmente su pared lateral 8, el eje central 2, el colector 20, el deflector 22 y los sectores 7) a una velocidad de rotación que puede ser distinta de la del rascador 15 y del tornillo de extracción 19 y comprende también una correa dentada 28 y ruedas dentadas. Un soporte 21 sostiene el peso del bol giratorio 1 y del eje central 2, a la vez que permite su rotación. Este soporte 21 puede ser anular de gran diámetro con el fin de sostener el bol giratorio 1 en toda su periferia. El rascador 15 comprende una o varias hojas 17 inclinadas, montadas en un soporte 18 circular común y que se extienden en el interior del bol giratorio 1, en una parte de su altura, delante de la cara interna de la

pared lateral 8. El soporte 18 se extiende bajo una base cónica invertida 22 denominada deflector, vinculada al eje central 2 del bol giratorio 1; las hojas 17 se extienden a través de una abertura 23 de fondo del bol giratorio 1, entre la base 22 y la parte inferior de la pared lateral 8, y penetran por lo tanto en aquella. Como la velocidad de rotación del rascador 15 es un poco distinta de la del bol giratorio 1 durante la evacuación de los sólidos, la inclinación de las  
5 hojas 17 combinada con su desplazamiento en el bol giratorio 1 hace descender el pastel sólido progresivamente hacia la parte inferior del separador. Abandona el bol giratorio 1 a través de la abertura 23 y cae en el tornillo de transporte 19 situado bajo el soporte 18, que se lo lleva al orificio de salida 11.

En el modo de realización un poco distinto de la figura 3, dos motores 29 y 30 sustituyen al motor 12 y mueven  
10 respectivamente las transmisiones 13 y 14 a las velocidades deseadas, sin necesidad de diferencial alguno.

A parte de las hojas 17 del rascador 15 y el tornillo de extracción 19 que pueden girar a una velocidad distinta, todo el contenido del bol giratorio 1 gira a la misma velocidad y, por lo tanto, está sometido a condiciones regulares, que favorecen el flujo laminar. Además, las formas geométricas sencillas de la pared lateral 8 y los sectores 7 apilados y  
15 desplazados angularmente producen una componente angular regular del flujo. Dado que el flujo es regular, la separación de la fracción sólida y de la fracción fluida está mucho menos perturbada y su resultado es, por lo tanto, mucho mejor.

La invención permite obtener valores elevados de sequedad superiores al 65% de la fracción sólida según la naturaleza de las suspensiones tratadas. Puede aplicarse a sólidos difícilmente filtrables, especialmente a cristales de formas irregulares y alargadas, cuyos ejemplos son co-precipitados de oxalatos de actínidos, utilizados en la industria nuclear. Puede emplearse en otros procedimientos de esta industria o, por citar ejemplos completamente  
20 distintos, en la industria agroalimentaria, la farmacéutica, la cosmetología, los biocarburantes, el medio ambiente, etc., donde los productos sólidos suelen ser productos orgánicos de formas irregulares.

Se recuerda que la invención no se limita a la separación de mezclas difásicas sólidas-líquidas donde el sólido es más pesado: también puede aplicarse a mezclas fluidas de cualquier tipo y permite plantear separaciones trifásicas añadiendo un tercer punto de trasiego; la fracción sólida mencionada en esta descripción según la aplicación  
25 principalmente planteada es más generalmente una fracción pesada, y la fracción fluida una fracción ligera.

La retirada de la fracción sólida simultáneamente a la separación no es necesaria para el buen funcionamiento del separador, incluso si permite un funcionamiento continuo que suele ser muy apreciado; las características de separación favorable permanecen incluso con un importante depósito de la fracción sólida.

La invención se presta bien asimismo a procedimientos de lavado de sólidos mediante resuspensión, donde se coloca la fracción sólida de nuevo en suspensión mediante un disolvente y se somete a una segunda separación para mejorar su calidad.

El modo de realización descrito aquí se presta bien a una modularidad mediante sustitución de piezas, pudiendo en particular el bol giratorio 1 y el eje central 2 portador de los sectores 7 sustituirse con facilidad por otros revestimientos internos, de distintas dimensiones, de distintas geometrías según las necesidades.

El desplazamiento angular de los sectores entre un apilamiento y otro puede depender de su forma y de las características deseadas del flujo. También se pueden modificar otras características de los sectores 7: por ejemplo, pueden estar dotados de extensiones que los unen. Se muestra en la figura 6A un apilamiento de los sectores 7 conforme a la descripción anterior, en la figura 6B un apilamiento de sectores 7 cuyos sectores 7 pertenecientes a apilamientos vecinos son plaquetas que se extienden axial y radialmente en el aparato. Finalmente, la figura 6C ilustra otras extensiones 32 más largas, que se extienden asimismo hasta un sector 7 del apilamiento vecino pero que, aquí, está más alejado. Las extensiones 31 o 32 sirven para arrastrar mejor la mezcla en rotación y ayudan a la  
45 circulación de la fracción líquida mediante una trayectoria en espiral regular; el tabicado que introducen apenas modifica el flujo.

Los sectores 7 pueden ser, por ejemplo, de metal o de plástico reforzado. Su deformación debida a las fuerzas centrífugas suele ser aceptable, y puede reducirse por medio de cuñas o tirantes.

Entre distintos perfeccionamientos y disposiciones que se pueden aportar al separador, se pueden anotar los siguientes.

Los sectores 7 de los conos vecinos pueden estar sucesivamente desplazados angularmente, ofreciendo una componente helicoidal del flujo satisfactoria para valores habituales de separación de los conos.

Unos tirantes calibrados 33 pueden separar los conos, por ejemplo siendo introducidos alternativamente con los mismos en el eje central 2, con la facultad de hacer variar la separación de los conos. Se puede disponer un muelle 34 en el apilamiento de conos, por ejemplo entre el cono superior y el colector 20. Este muelle 34 puede ser una arandela elástica o cualquier otro dispositivo que tenga la misma finalidad.

Con el fin de mantener las separaciones constantes entre los sectores 7 apilados, se pueden disponer ventajosamente cuñas o excrecencias dispuestas en ellos además de los tirantes 33.

5 El separador puede estar dotado de una pluralidad de orificios de salida 10, en caso de que la fracción fluida fuese compuesta y formada por varios constituyentes de distintas densidades.

10 El orificio de salida —o los orificios de salida— puede estar equipado con un anillo móvil 35 que le proporciona una abertura regulable, con objeto de ajustar las características del flujo a través del separador, especialmente su caudal.

El tornillo de transporte puede estrecharse cada vez más hacia abajo, como se muestra perfectamente en la figura 5, con el fin de comprimir cada vez más el pastel y exprimir líquido residual.

15 El rascador 15 y el tornillo de transporte 19 pueden tener un tramo 36 introducido en el eje central 2 con el fin de mantener su coaxialidad y favorecer la buena cohesión del separador.

Finalmente, es ventajoso que la pared periférica 8 del bol giratorio 1 sea transparente para permitir el seguimiento de la realización del procedimiento.

## REIVINDICACIONES

1. Separador centrífugo que comprende un bol giratorio (1) con pared periférica (8), una estructura de separación situada en el bol y que gira de manera síncrona con el bol, un conducto (5) de entrada de una mezcla situado en un eje (2) de rotación del bol y que se abre (6) en el bol, comprendiendo el bol al menos un orificio de salida (10) de al menos una fracción ligera de la mezcla en un primer lado axial del bol, comprendiendo la estructura de separación un apilamiento de conos divididos en sectores (7) angulares separados por intervalos (9) angulares, caracterizado porque los intervalos angulares están cubiertos por los sectores (7) de los conos inmediatamente vecinos axialmente, y los sectores tienen extremos periféricos a una distancia idéntica de la pared periférica.
2. Separador centrífugo según la reivindicación 1, caracterizado porque la pared periférica (8) está definida por una generatriz rectilínea delante de los sectores (7).
3. Separador centrífugo según la reivindicación 2, caracterizado porque el bol es cilíndrico y los conos son idénticos o resultan de ensamblajes de distintas geometrías.
4. Separador centrífugo según la reivindicación 3, caracterizado porque los conos están sucesivamente desplazados angularmente.
5. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque los sectores comprenden extensiones (31, 32) que se extienden axial y radialmente en el bol giratorio (1) y se unen cada uno a otro sector perteneciente a un cono vecino.
6. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque los conos están separados por tirantes (33) calibrados.
7. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la separación entre los sectores (7) apilados se mantiene constante disponiendo cuñas o excrecencias.
8. Separador centrífugo según la reivindicación 6, caracterizado por un muelle (34) entre un cono extremo y el colector.
9. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el bol comprende una abertura (23) de recuperación de una fracción pesada de la mezcla, y dicha abertura está situada a través de un segundo lado axial del bol opuesto al primer lado.
10. Separador centrífugo según la reivindicación 9, caracterizado porque la abertura (23) se extiende en una circunferencia del bol y es adyacente a un borde de la pared periférica del bol.
11. Separador centrífugo según la reivindicación 10, caracterizado porque comprende un rascador (19) que comprende una hoja (17) inclinada que atraviesa la abertura (23) y se extiende delante de una cara interna de la pared periférica del bol, y transmisiones (13, 14) que garantizan una velocidad de rotación diferencial entre el bol y el rascador a partir de un motor (12) único de arrastre dotado de un diferencial (26) o de dos motores (29, 30) distintos.
12. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque comprende un soporte (21) del bol giratorio (1).
13. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado porque el orificio de salida (10) posee una abertura regulable.
14. Separador centrífugo según la reivindicación 9, caracterizado porque comprende un tornillo de transporte (19) de la fracción sólida, situado bajo la abertura (23) de recuperación de la fracción pesada de la mezcla.
15. Separador centrífugo según las reivindicaciones 11 y 14, caracterizado porque el tornillo de transporte (19) es más estrecho hacia abajo.
16. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones 9, 11, 14 o 15, caracterizado porque el rascador (15) y el tornillo de transporte (19) tienen un tramo (36) introducido en el eje de rotación del bol.
17. Separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el bol giratorio, la estructura de separación y eventualmente el rascador y el tornillo de transporte, son separables.
18. Procedimiento de separación de una fracción pesada y de una fracción ligera de una mezcla, utilizando un separador centrífugo según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se impone un flujo laminar a la mezcla en el apilamiento de conos.

19. Procedimiento de separación según la reivindicación 18, caracterizado porque el flujo es helicoidal y pasa entre los conos y a través de los intervalos angulares.

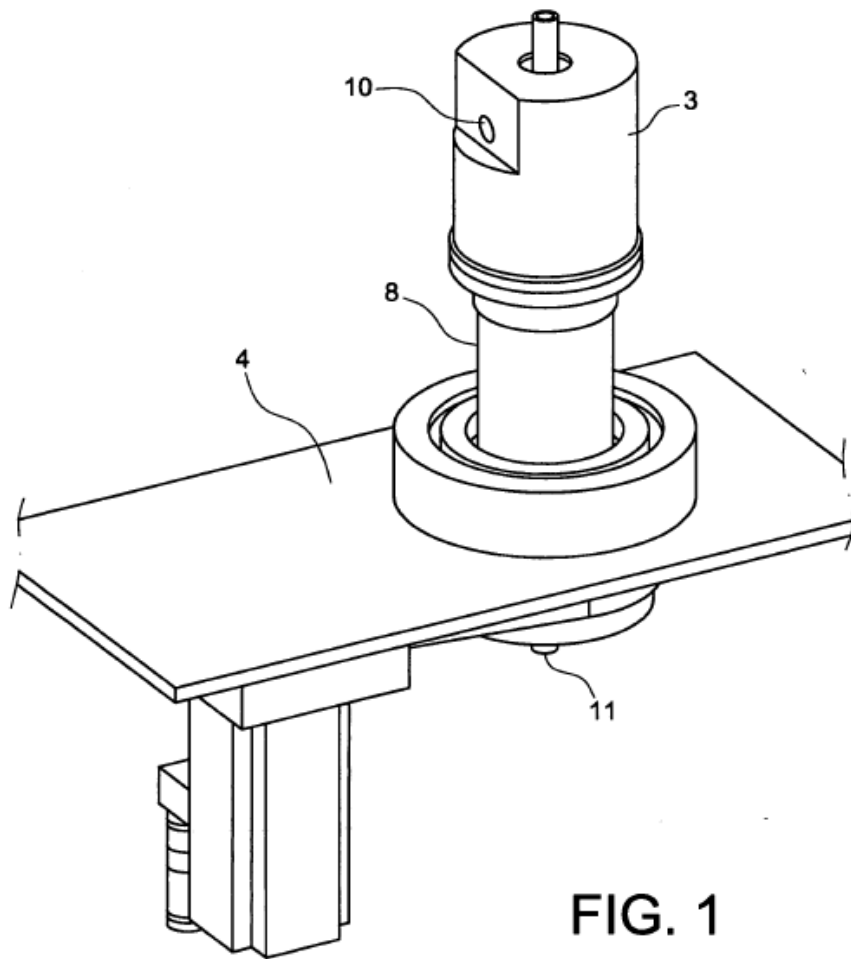
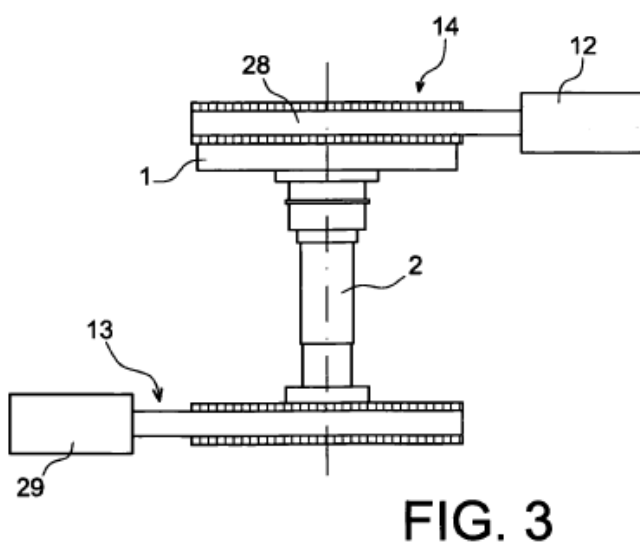
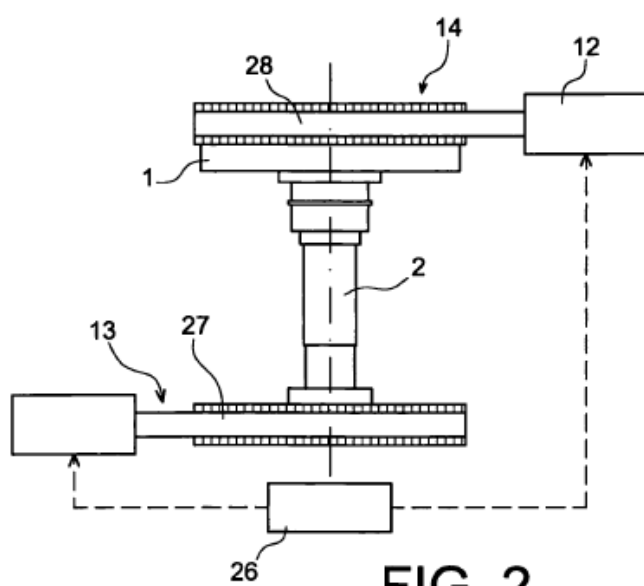


FIG. 1





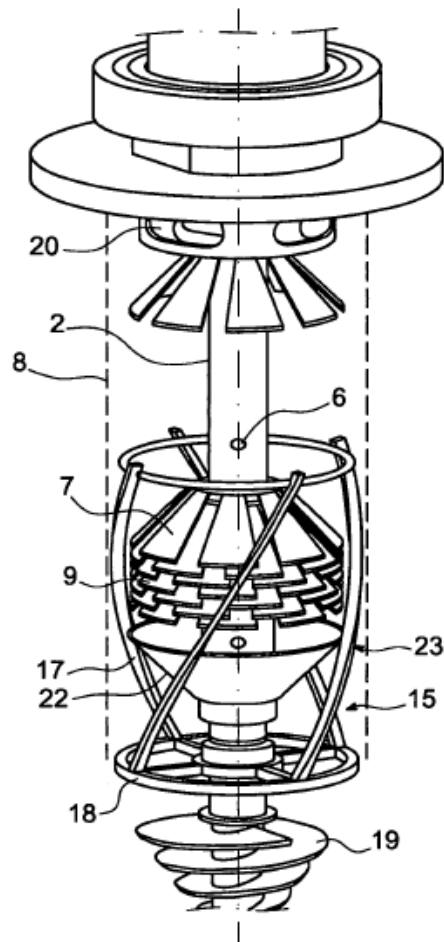


FIG. 4

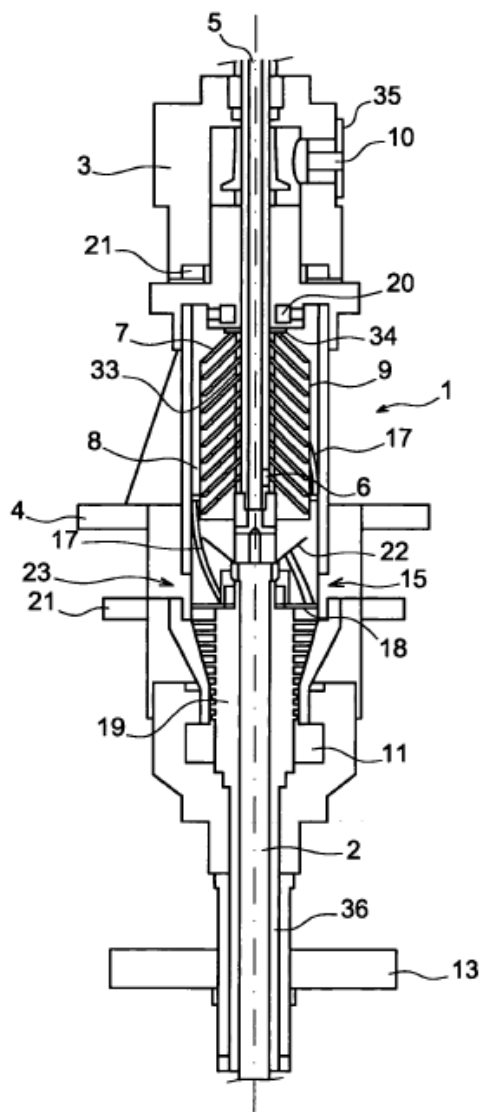


FIG. 5

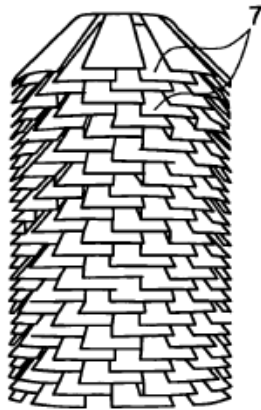


FIG. 6A

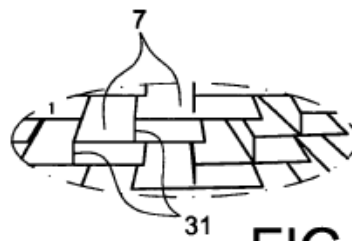


FIG. 6B

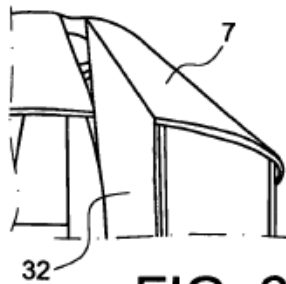


FIG. 6C