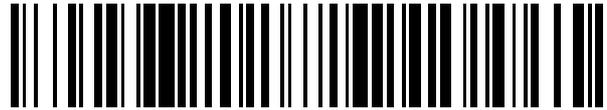


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 540 053**

51 Int. Cl.:

B01F 3/12 (2006.01)
B01F 7/00 (2006.01)
B01F 7/16 (2006.01)
B01F 7/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2012 E 12708911 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.04.2015 EP 2673076**

54 Título: **Dispositivo de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida particular en crecimiento**

30 Prioridad:

11.02.2011 FR 1151139

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

08.07.2015

73 Titular/es:

**VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES
SUPPORT (100.0%)
1 Place Montgolfier Immeuble L'Aquarène
94410 Saint-Maurice, FR**

72 Inventor/es:

**LEVECQ, CÉLINE y
THOUVENOT, THOMAS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 540 053 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 de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida particular en crecimiento

- 5 La invención se refiere a un dispositivo de puesta en contacto de una especie líquida y una especie sólida en crecimiento, aplicable al tratamiento de las aguas usadas industriales y urbanas cargadas de partículas y que se desea homogeneizar, y a tratamiento de purificación del agua destinada al consumo o a procedimientos industriales que necesitan un agua particularmente limpia.
- 10 La invención se aplica particularmente a los tratamientos por floculación de un fluido a tratar. Por ejemplo, aquella se aplica a la tecnología del Actiflo®, que es un sistema de decantación que utiliza una mezcla de micro-arena y de polímero floculante para el efluente con el fin de provocar una floculación lastrada, es decir, un crecimiento de los copos alrededor de un lastre constituido por las partículas de micro-arena. El agua es agitada por un agitador de paletas para crear la adherencia. Previamente al tratamiento puede ser añadido un coagulante como el cloruro
- 15 férrico para suprimir la carga de los coloides.
- La invención se aplica igualmente a tratamientos de precipitación de las aguas usadas industriales que tengan por objetivo la recuperación bajo la forma de cristales de material mineral como el yeso y la caliza. Se desea una homogeneización del fluido para permitir un control de la granulometría. De manera próxima, los procedimientos de ablandamiento del agua, que se proponen la supresión de la caliza de la misma para una utilización industrial concreta están igualmente basados en la precipitación de la caliza.
- 20 En estos sistemas, se pone en marcha una agitación para asegurar la homogeneización. Es preciso que esta agitación sea compatible con el crecimiento de los agregados de la especie sólida, y ello a pesar de los obstáculos que constituyen las paredes laterales de la cuba, contra las cuales chocan si están animados de una velocidad que incluya una componente radial significativa.
- 25 Para responder a este pliego de condiciones, es posible elegir un agitador de paletas adaptado para suministrar un empuje que sea más longitudinal que radial. Además, es posible insertar el agitador de paletas en un tubo guía-flujo cuyo eje esté alineado con el del agitador de paletas. El tubo guía-flujo asegura la compartimentación de la cuba entre el interior del tubo guía-flujo, en el que la corriente es descendente, y el exterior del tubo guía-flujo, en el que la corriente es ascendente. La componente radial de las corrientes es fuertemente disminuida, lo que asegura un crecimiento armonioso de los agregados de la especie sólida que no golpean las paredes laterales.
- 30 Por lo tanto, una versión optimizada de Actiflo®, denominada Turbomix®, está basada en una cuba única que comprende un tubo guía-flujo, un agitador en el tubo guía-flujo y una cruceta que se opone a la rotación de la corriente que sale del tubo guía-flujo, lo que permite una disminución del tamaño de las instalaciones, las economías de energía y un tratamiento facilitado de los copos. Aquella se describe en el documento WO 2005/065832.
- 35 En las diferentes situaciones citadas de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida en crecimiento, con vistas a la mejora de las técnicas disponibles, una mejora posible es la supresión más completa posible de los efectos de cizalladura residuales en los procedimientos conocidos. Estas cizalladuras, no reconocidas por la técnica anterior, tienen por efecto dislocar los copos o los cristales y se oponen por tanto al buen desarrollo del proceso de crecimiento de estos. Más particularmente, aparecen vórtices en ciertas configuraciones, y tienen el doble inconveniente de disipar inútilmente la energía y de provocar cizalladuras en la cuba.
- 40 Para resolver este problema, la presente invención consiste en un dispositivo de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida particular en crecimiento, según la reivindicación 1.
- 45 Por dimensión transversal externa se entenderá aquí la dimensión que se extiende de un lado a otro de la superficie externa en corte axial (un diámetro en el caso de una forma de revolución), y no la distancia al eje desde tal o cual punto de esta superficie (un radio en el caso citado de una forma de revolución).
- 50 Este dispositivo ofrece una homogeneización de la mezcla eficaz con pequeño consumo de energía, y una disminución de los efectos de cizalladura observados en los dispositivos anteriores. Las partículas sólidas siguen trayectorias en U de curvatura moderada y ascienden rápidamente a lo largo de las paredes laterales de la cuba, y no quedan depositadas en la prolongación del agitador. La especie sólida particular se engrosa rápidamente, y es posible disminuir la velocidad de agitación.
- 55 La implantación de un obstáculo estático en la prolongación de un agitador combinada con un tubo guía-flujo era ya conocida por el documento KR 2006/0114644, que describe un dispositivo de disolución instantánea que incluye un agitador inferior fuera del tubo guía-flujo combinado con un ensanchamiento del tubo guía-flujo en su embocadura inferior, indispensables para crear los movimientos aleatorios necesarios para la rápida disolución de las especies sólidas introducidas; se comprende, en efecto, que, puesto que la embocadura inferior del tubo guía-flujo está abocinada, sólo una parte del flujo descendente es interceptada por este agitador inferior, mientras que una parte de
- 60
- 65

- este flujo circula horizontalmente a la salida del tubo, lo que provoca turbulencias favorables a la disolución cuando estas dos partes circulan una dentro de otra; un pequeño elemento dispuesto en la prolongación del eje contribuye al guiado del flujo. Es necesario observar que puesto que este documento se refiere a un dispositivo de disolución instantánea, sus elementos están concebidos de manera que provocan turbulencias importantes, apropiadas para favorecer la disolución, lo que va en contra de la invención, que se propone, por el contrario, preservar una fase sólida en crecimiento.
- Por otra parte, se conoce, por el documento US- 6 345 810, un dispositivo de aireación que comprende un agitador en la prolongación del cual está dispuesta una cúpula en el centro de la cual desemboca un canal de inyección de aire; el agitador, cuyo motor impide una circulación vertical a lo largo del eje hacia abajo, tiene por objeto remover lateralmente el líquido al tiempo que produce una explosión de las burbujas de aire de manera que se optimiza el efecto de aireación. La cúpula tiene un perfil cuya pendiente con respecto al eje disminuye a medida que se aleja. Puesto que este documento se propone pulverizar las burbujas de aire que llegan, sus elementos no son compatibles con un dispositivo que se propone preservar una fase sólida en crecimiento.
- Según características ventajosas, el agitador y el obstáculo estático están adaptados y/o dimensionados y/o posicionados uno en función el otro.
- Así, de manera ventajosa, el obstáculo estático está cubierto axialmente por el agitador y/o por el tubo guía-flujo cuando existe; en otros términos, al tener lugar la circulación en la práctica hacia abajo, el agitador y/o el tubo guía-flujo descienden, al menos aproximadamente, por su parte más baja, al nivel de la parte más alta del obstáculo estático; el efecto de cubrición del agitador y/o del tubo guía-flujo proviene de que sus partes bajas respectivas están situadas en la práctica a distancia del eje cuando la parte más alta del obstáculo estático está en configuración central.
- De manera preferida, el obstáculo estático y el agitador están al menos en un punto (de un plano axial) alejado longitudinalmente en una distancia inferior a la dimensión longitudinal del agitador. Esta característica garantiza el carácter mínimo de las componentes de velocidad en contra-corriente al nivel del eje entre el agitador y del obstáculo estático para asegurar una transición continua de las trayectorias del flujo descendente.
- Según otra característica ventajosa de la invención, el valor máximo de la dimensión transversal externa del obstáculo estático es al menos igual a la dimensión transversal máxima del agitador y/o del tubo guía-flujo cuando existe. Eso garantiza que la totalidad del flujo producido por el agitador o por el tubo guía-flujo sea interceptado por el obstáculo y sea guiado progresivamente hacia trayectorias suaves en U.
- Según otra característica ventajosa de la invención, la dimensión axial del obstáculo estático es a lo sumo igual a la mitad del valor máximo de la citada dimensión transversal externa, incluso a lo sumo igual a un tercio de este valor. Ello garantiza que el obstáculo asegure un guiado del flujo hasta imponerle una componente radial significativa.
- Según otra característica ventajosa de la invención, la superficie externa del obstáculo estático tiene, en un plano cualquiera que pasa por el eje, una inclinación media de al menos 45° con respecto a este eje; ello contribuye a los efectos citados anteriormente; de hecho, cuando el obstáculo estático tiene una parte alta de pequeña sección, en forma de punta eventualmente roma, la característica precedente es en la práctica igualmente realizada.
- Según otra característica ventajosa de la invención, la superficie externa del obstáculo estático se conecta al fondo de la cuba de manera al menos aproximadamente tangente, con un ángulo de como máximo 15°. Esto contribuye a optimizar la sinergia entre el obstáculo y la pared a la cual está fijado, en la práctica el fondo de la cuba, en el guiado del flujo en sus trayectorias en forma de U.
- La pendiente de la superficie externa del obstáculo estático puede, en una configuración particularmente simple desde el punto de vista geométrico, ser constante, desde el vértice del obstáculo hasta la pared a la cual está fijado el obstáculo; sin embargo, según otra característica ventajosa, la superficie externa del obstáculo estático comprende al menos una zona que, en un plano axial, está curvada con una concavidad orientada de manera opuesta al eje. Se comprenderá, en efecto que, cuanto más curvada está la superficie externa del obstáculo estático, más importante es el efecto de guiado y del acompañamiento del flujo.
- Según una característica ventajosa, un radio de curvatura del obstáculo estático, llamado primer radio de curvatura, tomado en un plano que comprende el eje, está comprendido entre la cuarta parte de una dimensión transversal de referencia de la cuba y una vez, o una vez y media, dicha dimensión transversal de referencia de la cuba. Por dimensión transversal de referencia se entenderá generalmente una dimensión transversal del volumen de cuba en el cual extiende su influencia el agitador; se trata, en la práctica, por razones de hacer mínimo el volumen, de la dimensión transversal mínima de la cuba, por ejemplo un lado del fondo de esta cuba, cuando es rectangular o cuadrada. Esta característica, que busca un dimensionamiento preciso del obstáculo estático en relación con las dimensiones de la base de la cuba, permite hacer mínimas las componentes de velocidad a contra-corriente en la prolongación del eje del agitador, permitiendo en particular a la especie sólida engrosar rápidamente, y al explotador

disminuir la velocidad de agitación.

5 Según una característica ventajosa de la invención, el aspecto curvado de la superficie externa resulta de que la superficie externa del obstáculo estático comprende una sucesión axial de porciones de pendientes constantes, aumentando estas pendientes (con respecto al eje) de una porción a otra a medida que se alejan del agitador. Una tal configuración puede presentar ventajas en lo que se refiere a la fabricación.

10 Según otra característica ventajosa, el obstáculo estático tiene una forma globalmente regular alrededor del eje, por ejemplo una forma de revolución. Ello contribuye a obtener una buena simetría axial de la curvatura de las trayectorias de las diversas fracciones del flujo descendente. Particularmente en un tal caso, el obstáculo estático comprende al menos dos nervaduras a lo largo de su superficie externa. Aquellas de alejan de la parte central del obstáculo estático, de manera radial, incluso a la vez radial y circunferencial. Hay de preferencia una nervadura por cada rincón o esquina de la base de la cuba, estando cada rincón en la prolongación de una nervadura, lo que permite disminuir los fenómenos de cizalladura utilizando de la mejor manera el espacio de la cuba. Puede haber más nervaduras que rincones de la base de la cuba.

15 Según otra forma posible de la superficie externa del obstáculo estático, esta superficie externa del obstáculo estático tiene la forma de una pirámide constituida por una sucesión circunferencial de facetas separadas por aristas. Es necesario recordar que la noción de pirámide implica la presencia de facetas, planas o curvadas, en número cualquiera que puede ser igual a 4, incluso inferior (3 facetas) o superior (con frecuencia en número par, tal como 6 u 8). Se comprenderá que una tal configuración conduce a una cierta facilidad de fabricación. Cuando las facetas están curvadas, están ventajosamente formadas de porciones de cilindro en el sentido matemático del término, es decir, de porciones de una superficie formada por el desplazamiento de una línea recta (paralela al fondo de la cuba) a lo largo de una generatriz (aquí situada en la práctica en un plano que contiene el eje). Una tal configuración combina una simplicidad de fabricación y un buen guiado del flujo.

20 De manera particularmente ventajosa, el fondo comprende, al menos en la prolongación de las aristas, nervaduras que se alejan transversalmente del eje. Se comprenderá que estas nervaduras, cuando son solidarias del obstáculo estático, pueden contribuir a la buena fijación del obstáculo estático al fondo de la cuba; por otra parte, cuando estas nervaduras se extienden hasta los rincones de este fondo, se comprenderá que estas nervaduras pueden contribuir además a un buen mantenimiento en posición del obstáculo estático con respecto a los rincones de este fondo.

25 De manera preferida, las paletas están enroscadas, es decir que su inclinación con respecto al eje varía desde el eje hacia los extremos de estas paletas, por ejemplo en un sentido creciente. Según una alternativa, las paletas están plegadas, es decir que comprenden dos porciones separadas por una línea de plegado que se aparta globalmente del eje (pero no necesariamente coplanarias con este eje), aguas arriba y aguas abajo, de pendientes constantes con respecto al eje.

30 Cualquiera que sea la forma particular de las paletas, estas tienen ventajosamente, al menos en sus extremos, un ángulo de ataque comprendido entre 35° y 55° con respecto al eje; este ángulo de ataque es el ángulo de inclinación de las paletas cerca de su ataque, a saber, aquí cerca de sus bordes superiores. Esto contribuye a una buena impulsión axial del flujo.

35 Según otra característica ventajosa de la invención, el valor máximo de la dimensión transversal externa del obstáculo estático representa al menos un tercio de la más pequeña dimensión transversal del fondo al cual está fijado este obstáculo estático (se trata de un orden de magnitud, de manera que esta condición incluye particularmente un valor de aproximadamente el 30%). Ello garantiza un efecto de guiado del flujo en una fracción esencial de la superficie de este fondo.

40 Según todavía otra característica de la invención, está efectivamente presente un tubo guía-flujo, es decir que el agitador está insertado al menos parcialmente (incluso completamente) en un tubo guía-flujo. Cuando el agitador está insertado sólo parcialmente en un tubo guía-flujo, entonces, según una característica ventajosa, rebasa la embocadura del tubo guía-flujo en al menos 5% y como máximo 60% de su dimensión, medida paralelamente al eje, y preferiblemente en al menos 15% y como máximo 45%. Esta característica permite limitar la cizalladura vinculada al encuentro de las paredes del tubo guía-flujo con la componente radial de las corrientes creadas por las paletas, que existe incluso si el agitador ha sido concebido con cuidado.

45 Según otra característica ventajosa, en un plano que comprende el eje, la superficie interna de las paletas tiene un saliente paralelo a la superficie externa del obstáculo estático. Esta característica permite limitar los fenómenos de cizalladura en el espacio entre el obstáculo y las paletas. Aquella es preferiblemente puesta en práctica a la mayor distancia posible.

50 Según otra característica ventajosa, la superficie interna de las paletas tiene, en un plano que comprende el eje, un saliente circular, un radio de curvatura del cual, llamado segundo radio de curvatura, está comprendido entre un octavo de una dimensión transversal de referencia de la cuba y la mitad de la citada dimensión transversal de

referencia de la cuba.

De manera general, esta característica que tiene por finalidad un dimensionamiento de las paletas en relación con las dimensiones de la base de la cuba, permite limitar los fenómenos de cizalladura en la punta de la paleta.

Según otra característica ventajosa, la superficie externa de las paletas tiene, en un plano que comprende el eje, un saliente circular, un radio de curvatura del cual, llamado segundo radio de curvatura, está comprendido entre la mitad de un radio de curvatura llamado primer radio de curvatura de la superficie externa del obstáculo estático y dos veces el citado radio de curvatura llamado primer radio de curvatura de la superficie externa del obstáculo estático.

De manera general, esta característica, que tiene por finalidad un dimensionamiento de las paletas en relación con las dimensiones del obstáculo estático, permite limitar los fenómenos de cizalladura y la formación de vórtice.

La invención se refiere igualmente a un procedimiento de puesta en contacto de una especie líquida y una especie sólida particular en crecimiento en el seno de una cuba, según el cual, por medio de un agitador de paletas en rotación alrededor de un eje, estando el agitador eventualmente provisto de un tubo guía-flujo, se mezclan y se impulsan las dos especies según este eje, hacia un obstáculo estático globalmente centrado alrededor del citado eje en la prolongación del agitador, caracterizado porque se imponen a estas especies mezcladas trayectorias globalmente en forma de U por el intermedio de este obstáculo estático, teniendo este obstáculo estático una dimensión transversal externa que crece a medida que se aleja del agitador paralelamente al citado eje, con una pendiente con respecto a este eje que es constante o creciente.

La invención se refiere también al procedimiento de dimensionamiento del conjunto formado por la cuba de puesta en contacto, el agitador y un obstáculo estático instalado en la cuba.

La invención se va a describir ahora en relación con las figuras anejas.

La figura 1 representa un agitador utilizado, de manera general, en el dispositivo de puesta en contacto.

La figura 2 representa los flujos hidráulicos en una cuba según la técnica anterior.

La figura 3 representa las variaciones de velocidad medidas en un punto de la cuba según la figura 2.

La figura 4 representa las zonas de pequeña presión en una cuba según la técnica anterior.

Las figuras 5 y 6 representan dos obstáculos estáticos utilizables, según la invención, en el fondo de la cuba.

Las figuras 7 y 8 representan un primer modo de realización de la invención.

Las figuras 9 y 10 representan más precisamente un modo de realización de un obstáculo estático utilizado en el fondo de cuba en este primer modo de realización de la invención.

Las figuras 11 y 12 representan más precisamente el agitador utilizado en este modo de realización de la invención.

La figura 13 representa las velocidades de flujo en una cuba que incorpora la invención.

La figura 14 representa las zonas de baja presión en una cuba según la invención.

La figura 15 representa en perspectiva un segundo modo de realización de un dispositivo según la invención.

La figura 16 es una vista en alzado.

La figura 17 es una vista en perspectiva del obstáculo estático, con nervaduras en la prolongación de las aristas.

En la figura 1 se ha representado un agitador 100 utilizable de manera general en una cuba de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida. Este agitador comprende un eje 110 alrededor del cual está animado de un movimiento de rotación (por ejemplo por el accionamiento de un motor no representado) y está provisto de paletas 120 distribuidas en general de manera regular alrededor del eje 110 y cuyas forma y disposición, en general idénticas para todas las paletas, permiten al agitador en rotación ejercer un empuje axial 130 (también calificado de empuje longitudinal) sobre el líquido en el cual está sumergido. El número de paletas del agitador 100 es de al menos dos, pero cuantas más comprenda el agitador, de más rendimiento es el dispositivo.

De manera general, un tal agitador puede estar situado en un tubo guía-flujo, que es un dispositivo constituido esencialmente por un cilindro, generalmente de base circular, hueco, que separa una zona interior en la cual se desplaza un fluido animado por el empuje axial 130 y una zona exterior en la cual el fluido está animado globalmente de un movimiento paralelo al empuje axial 130, pero de sentido opuesto. La presencia de un tal tubo guía-flujo permite disminuir la velocidad de rotación del agitador. En efecto, el tubo guía-flujo transforma una parte del empuje radial creado por el agitador en empuje axial.

En la figura 2 se ha representado una cuba de puesta en contacto 200 que comprende un agitador 100 y un tubo guía-flujo 210. Aquí, las paletas 120 del agitador están completamente presentes en el interior del espacio interno del tubo guía-flujo 210. Los ejes del tubo guía-flujo 210 y del agitador 100 están alineados. La cuba 200 es de hormigón y constituye una obra de ingeniería civil.

- 5 En la figura 2, la parte inferior de la cuba 200, en la prolongación del tubo guía-flujo 210 y del agitador 100, está ocupada por una cruceta tal como se describe en la solicitud de patente internacional WO 2005/065832. Aquella está constituida por dos paredes rectangulares perpendiculares entre sí, que se cruzan según una recta paralela a su lado pequeño y situada a media longitud de su lado grande. Esta cruceta está dispuesta de tal manera que la recta de intersección de las paredes está en la prolongación del eje común del tubo guía-flujo 210 y del agitador 100. La cruceta tiene la referencia 230.
- 10 Siempre en la figura 2, la cuba 200 está indicada con los vectores velocidades del fluido en movimiento que contiene.
- 15 En la figura 3 se ha representado la variabilidad en el tiempo de a velocidad axial en la zona de referencia 240 de la figura 2. Esta zona está situada en el interior del tubo guía-flujo 210 a la altura de las paletas del agitador 100. La figura 3 muestra la muy grande variabilidad de esta velocidad, sinónimo del consumo de energía inútil y de los riesgos de cizalladura de las especies sólidas presentes en la zona 230.
- 20 En el espacio 250 entre el centro de las paletas del agitador 100 y el eje central de la cruceta 220, el sentido medio de circulación del fluido es de la cruceta 220 hacia el agitador 100, contrariamente a la circulación en el resto del interior del tubo guía-flujo 210.
- 25 En la figura 4 se han representado, en el espacio de la cuba 200, las superficies de igual presión, de presión estática igual a -100 P con respecto a la media. Se distingue un anillo continuo alrededor de la cruceta 220, así como vórtices que se extienden en cada uno de los cuatro cuartos del espacio definidos por la cruceta 220, desde la parte baja del agitador 100.
- Estas constataciones originales han abierto la vía a la mejora de los sistemas existentes.
- Además, estos resultados de simulación son válidos por comparación con los valores de las velocidades axiales obtenidos experimentalmente en función de la distancia con respecto al eje (no representado).
- 30 Se han ensayado diferentes hélices para el agitador 100. Particularmente, hélices de cuatro y ocho paletas que comprenden o no un cilindro exterior de montura de las paletas, y para la configuración de ocho paletas que comprende o no una cúpula central. Estas diferentes hélices han sido ensayadas en una cuba 200 dotada de un tubo guía-flujo 210 y de una cruceta 220, siendo esta a continuación sustituida o bien por una pirámide de ocho caras tal como se representa en la figura 5, cuyas caras se extienden hasta la cúspide, o bien por la misma pirámide
- 35 de ocho caras, pero con una cúspide truncada, tal como se representa en la figura 6. Las caras (o facetas) de las pirámides son aquí idénticas, correspondientes a una simetría axial, y pueden ser o bien planas o curvadas hacia arriba y hacia el lado opuesto del eje.
- 40 De ese modo, se ha elegido un obstáculo estático que tiene una forma globalmente regular alrededor del eje, por ejemplo una forma de revolución. Pero, más particularmente, una forma de revolución permite obtener excelentes resultados, principalmente evitando a formación de vórtices a la altura de las aristas constatadas con las formas angulosas. Se puede observar que, en caso de simetría axial con una forma de pirámide, se aproxima tanto más a una forma exacta de revolución cuando tiene un número importante de facetas.
- 45 En las figuras 7 y 8 se ha representado un modo completo de realización de la invención. Este comprende, en una cuba 200, un agitador 800 de ocho paletas 820 distribuidas regularmente alrededor del eje de rotación 810 accionado desde lo alto de la cuba (no representado). Está presente un tubo guía-flujo 210 idéntico al representado en las figuras precedentes y las paletas 820 rebasan ligeramente por sus extremos distales la parte inferior del tubo guía-flujo.
- 50 La presencia de un tubo guía-flujo no es indispensable, pero, de manera general, el agitador está configurado, en asociación con su eventual tubo guía-flujo, para asegurar el desarrollo de corrientes esencialmente longitudinales. Si hay varios agitadores, cada uno de ellos está configurado para asegurar el desarrollo de corrientes esencialmente longitudinales.
- 55 Un obstáculo estático 830 está dispuesto en el fondo de la cuba 200. Este dispositivo estático 830 tiene una forma general de revolución con un vértice que apunta hacia el agitador y un diámetro creciente según el eje longitudinal cuando se aleja del agitador 800 (este obstáculo tiene pues una sección circular, a diferencia de los de las figuras 5 y 6). El diámetro máximo del dispositivo estático 830 se obtiene en el contacto con el fondo de la cuba 200. Este obstáculo tiene aquí una forma no cónica o troncocónica, sino una forma abocinada hacia el lado opuesto al eje, con una curvatura, constante o no, vuelta hacia el exterior. De preferencia, el radio de curvatura del obstáculo 830 en un plano que comprende el eje 810 es sensiblemente constante en la distancia mayor posible. Se elige en función de las dimensiones de la base (o fondo) de la cuba 200, de manera que se minimicen las cizalladuras en el fondo de la
- 60 cuba, zona en la que se desea que el fluido y los agregados que transporta sigan trayectorias globalmente en forma de U, suaves y sin desperdicio de energía o cizalladuras.
- 65

5 En las figuras 7 y 8, la geometría del fondo de la cuba está representada con una forma cuadrada de modo que la altura de la cuba es aproximadamente el doble de la altura del tubo guía-flujo. El tubo guía-flujo 210 está situado, en el modo de realización presentado, a distancias iguales de la parte baja y de la parte alta de la cuba. En otras disposiciones, las paletas del agitador podrían rebasar a uno u otro de los extremos o embocaduras del tubo guía-flujo (incluso estar fuera de este). El diámetro del agitador (y del eventual tubo guía-flujo asociado) es normalmente al menos del orden de un tercio de la anchura más pequeña del fondo de la cuba.

10 En la figura 9, que es una vista en un plano perpendicular al eje 810, y en la 10, que es una vista en un plano que contiene el eje 810, se representa con más detalle la geometría del dispositivo estático 830. Su vértice puede ser puntiagudo o, por el contrario, romo. Se observa que el extremo redondeado 831 tiene esencialmente la forma de una esfera.

15 Están igualmente representadas cuatro nervaduras 832 que se elevan de la superficie del dispositivo estático 830 y que recorren el mismo desde una sección transversal intermedia hasta una sección transversal externa. Cada una de las nervaduras 832 se origina de manera tangencial al perímetro de la sección transversal intermedia. Estas nervaduras 832, contrariamente al resto del dispositivo estático 830, no tienen una geometría de revolución. Cada una de ellas constituye un saliente de dimensión saliente paralela al eje longitudinal de la altura de saliente sensiblemente constante en toda la longitud de la nervadura. Finalmente, el recorrido de cada nervadura 832 a lo largo de la superficie del obstáculo estático 830 es, en proyección en un plano transversal tal como el representado en la parte superior de la figura 9, ligeramente curvada con respecto a una línea recta, tendiendo cada una de las nervaduras, en el modo de realización presentado, hacia uno de los rincones de la base cuadrada de la cuba 200 (no representada). La altura de cada una de las nervaduras 832 es aquí sensiblemente constante. Estas nervaduras pueden contribuir a atenuar las componentes de rotación inducidas por el agitador al flujo de fluido descendente.

20

25 En la figura 11 está representado un ejemplo de geometría precisa de las paletas 820 del agitador 800. Tres vistas de la misma paleta están representadas en tres planos desplazados unos con respecto a otros en 90°. El eje 810 está mostrado en las tres vistas. La paleta 820 es una placa delgada de material. Fuera de su unión con el eje 810, aquella está delimitada por tres aristas visibles en la figura 11. Su superficie está inclinada en su unión con el eje 810 en un ángulo A1 de 60° con respecto a un plano transversal perpendicular al eje. En su extremo distal 822 (definido por la única arista que no desemboca en el eje 810), la paleta 820 está inclinada con respecto al plano transversal perpendicular al eje en un ángulo A2 de 45° solamente (en efecto, la inclinación A1 junto al eje es ventajosamente superior a la inclinación al nivel de los extremos distales de las paletas). Esta variación de ángulo entre el eje 810 y la parte distal 822 de la paleta proviene del carácter retorcido de la paleta, adaptado para producir un empuje longitudinal de intensidad constante en función de la distancia al eje. Se puede observar que, puesto que las paletas tienen aquí, en cada corte paralelo al eje, una pendiente constante (que disminuye a medida que se aleja del eje), esta pendiente es igual al ángulo de ataque, es decir, la inclinación de las paletas a la altura de su borde de ataque (borde superior).

30

35 Más generalmente, al menos una paleta del agitador está retorcida, y de preferencia están retorcidas todas las paletas, por ejemplo de la misma manera. Los cizalladuras y los vórtices son globalmente disminuidos.

40 Se ha señalado la altura D de la parte distal 822 de la paleta paralelamente al eje longitudinal. En la figura 8, las paletas 820 rebasan la embocadura inferior del tubo guía-flujo en aproximadamente un cuarto de la altura D.

45 En la figura 12 se ha representado el corte del dispositivo estático 830 y la proyección de la paleta 820 en el plano A-A' representado en la figura 11. El radio de curvatura R2 de la superficie externa de la proyección de la paleta 820 es sensiblemente constante. Se ha elegido en función de las dimensiones de la base de la cuba, de manera que se limiten los fenómenos de cizalladura al final de la paleta. Alternativamente o en combinación, se elige en función de las dimensiones del obstáculo estático 830, para limitar las cizalladuras y la formación de vórtice.

50 En cuanto a la superficie interna 823 de la proyección de la paleta es, aquella es paralela a la superficie del obstáculo estático 830, teniendo estas dos curvas ambas un radio de curvatura R1 constante. Gracias a esta configuración, las trayectorias del fluido y de los agregados que este transporta, no encuentran el obstáculo.

55 Paralelamente al eje 810, estas dos curvas están distantes algunas decenas de milímetros, estando anotada esta distancia como D'. Esta es elegida en relación con la dimensión de agitador paralelamente al eje 810, por ejemplo la altura D representada en la figura 11, de manera que, a la vista de esta dimensión del agitador, este no sea dispuesto demasiado lejos del obstáculo estático 830, garantizando así el efecto de sinergia que existe debido a las adaptaciones de sus dimensionamientos recíprocos y que se manifiesta por la ausencia de flujo en contra-corriente en la prolongación del eje del agitador.

60 La figura 13 muestra los excelentes resultados obtenidos con el dispositivo estático 830 y el agitador 800 puestos en práctica en el tubo guía-flujo 210 de la cuba 200. La figura presenta los vectores de velocidades del fluido, y se constata que este es en todo punto tangente por su trayectoria a las superficies que encuentra.

65

- 5 La figura 14 presenta la superficie de isóbaras del fluido de la figura 4 por el valor de presión igual a -100 Pa. Se constata que esta superficie isóbara no está presente más que en el tubo guía-flujo y por encima de este. Con respecto a la representación de la figura 4, se constata particularmente la desaparición del anillo que rodea al dispositivo estático y de los vórtices que se extienden desde el agitador hacia la parte baja de la cuba.
- 10 Las figuras 15 a 17 representan otro modo de realización de un dispositivo de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida particular en crecimiento.
- 15 Los elementos similares a los del primer modo de realización están designados por signos de referencia que se deducen de los utilizados para el primer modo de realización por la adición del número 100.
- 20 Este dispositivo comprende también una cuba provista de un agitador 900 de paletas 920 y de un obstáculo estático 930 dispuesto en la prolongación del eje de este, aguas abajo de este (en la práctica a un nivel más bajo, puesto que, en los ejemplos representados aquí, la circulación engendrada por el agitador es hacia el fondo). Este agitador 900 puede estar rodeado, como precedentemente, por un tubo guía-flujo 210; sin embargo, se puede observar que este agitador no rebasa el tubo guía-flujo. Se puede además observar que el tubo guía-flujo está aquí representado con paredes verticales que están en saledizo frente a su superficie vertical externa (que contribuyen a asegurar una buena circulación lineal hacia arriba, en el exterior de este tubo).
- 25 Como precedentemente, las paletas 920 tienen un ángulo de ataque que, al menos en los extremos, es del orden de 45° (aquí de 43°). Sin embargo, a diferencia de las paletas 820, estas paletas 920 no están retorcidas, sino que comprenden líneas de plegado transversales al eje (pero no perpendiculares a este ni coplanarias con el eje), que separan partes planas alta (aguas arriba) y baja (aguas abajo), teniendo la parte alta (que contribuye a definir el ángulo de ataque particularmente en el extremo distal) una pendiente más pequeña con respecto al eje que la parte baja (por la cual estas paletas están fijadas al eje, más precisamente a un cubo 910A de montaje en el eje).
- 30 Estas paletas son aquí en número de seis y, en proyección en un plano transversal al eje se recubren una a otra, dando una tasa de recubrimiento del orden de 110%, lo que contribuye a asegurar una buena impulsión del flujo.
- 35 Se pueden elegir otros números de paletas, de preferencia, pero no necesariamente, pares, con un ángulo de ataque comprendido de preferencia entre 35° y 55°.
- 40 Como anteriormente, el agitador (este es también del caso del tubo guía-flujo) cubre el obstáculo estático, es decir que la parte más baja de las paletas (cerca de sus extremos distales) desciende hasta la proximidad inmediata de la parte más alta del obstáculo estático (su parte central), incluso más baja (véase la figura 16). Se puede observar que, también en este modo de realización, el obstáculo estático y el agitador están, al menos en un punto, alejados longitudinalmente en una distancia inferior a la dimensión longitudinal del agitador.
- 45 Cuando el obstáculo estático 830 tiene, de manera precisa, una forma de revolución alrededor del eje, el obstáculo estático tiene la forma de una pirámide, con facetas que son ventajosamente idénticas, lo que corresponde a una simetría axial. Más precisamente, este obstáculo 930 es una pirámide de cuatro facetas 934 separadas por aristas 936, por lo que tiene un contorno cuadrado en su unión al fondo de la cuba. Sin embargo, como anteriormente, este obstáculo tiene, en corte axial, una concavidad orientada hacia arriba y en oposición al eje; esta concavidad es además constante, como en el primer modo de realización, con un radio de curvatura que es constante desde el vértice hasta la proximidad del fondo.
- 50 De manera preferida, las facetas de la pirámide son porciones de cilindro en el sentido matemático del término, es decir que están formadas por una línea recta (horizontal, es decir perpendicular al eje) que se desplaza paralelamente a sí misma a lo largo de una generatriz (a saber, la línea de mayor pendiente, en corte axial). Como variante, las facetas pueden tener una doble curvatura, por ejemplo cóncava hacia arriba y la opuesta al eje en corte axial, y convexa en corte transversal; sin embargo, se comprenderá que la configuración representada puede ser más simple de realizar que una tal configuración de doble curvatura.
- 55 Este radio de curvatura del obstáculo estático en un plano que comprende el eje está aquí también comprendido entre la cuarta parte de una dimensión transversal de referencia de la cuba y una vez y media la citada dimensión transversal de referencia de la cuba.
- 60 Se puede verificar que aquí también (véase la figura 15), el valor máximo de la dimensión transversal externa del obstáculo estático (diagonal de la sección cuadrada en la proximidad del fondo) es al menos igual a la dimensión transversal máxima del agitador y/o del tubo guía-flujo, cuando existe; de igual modo, la dimensión axial del obstáculo estático (su altura) es como máximo igual a la mitad del valor máximo de la citada dimensión transversal externa (de hecho, en el ejemplo representado, esta dimensión axial es incluso a lo sumo igual a la mitad del lado 938 de este obstáculo estático en la proximidad del fondo (véase la figura 16).
- 65

Como anteriormente, se puede observar que la superficie externa del obstáculo estático tiene, en un plano cualquiera que pase por el eje (véase particularmente la figura 16), una inclinación media de al menos 45° con respecto a este eje.

5 De igual modo, la superficie externa del obstáculo estático se conecta al fondo de la cuba, aquí también, de manera al menos aproximadamente tangente, con un ángulo que es aquí como máximo de 15° (el ángulo de conexión al fondo es aquí sensiblemente más pequeño que para el obstáculo 830).

10 Como variante no representada, la forma curvada hacia arriba y en oposición al eje puede ser aproximada por una secesión axial de porciones de pendientes constantes, aumentando estas pendientes de una porción a otra al alejarse del agitador.

15 Por analogía con el obstáculo 830, el obstáculo estático puede comprender nervaduras a lo largo de su superficie externa.

20 Sin embargo, de manera ventajosa, se puede renunciar a tales nervaduras en la superficie externa del obstáculo en el caso de una tal pirámide formada de una sucesión circunferencial de facetas separadas por aristas, al tiempo que se disponen a lo largo de la superficie del fondo de la cuba. Tales nervaduras 932 están ventajosamente dispuestas en la prolongación de al menos algunas de las aristas de la pirámide, de preferencia en la prolongación de cada una de ellas (con una eventual curvatura al alejarse de este obstáculo). Estas nervaduras están ventajosamente fijadas al obstáculo estático.

25 Estas nervaduras pueden extenderse desde los rincones del obstáculo estático hasta los rincones del fondo de la cuba, contribuyendo así a un posicionamiento fácil de este obstáculo enfrente de este fondo. Además, estas nervaduras pueden estar a la vez fijadas al obstáculo estático y al fondo de la cuba, lo que contribuye a reforzar la fijación de este obstáculo al fondo de la cuba.

30 A modo de ejemplo, para una cuba de fondo cuadrado de 2 m de lado y 2 m de altura, el obstáculo estático de base cuadrada tiene 1 m de lado a lo largo del fondo y una altura de 35 cm (se ha deducido de ella el radio de curvatura supuesto constante).

35 La invención puede ser puesta en práctica sin guía-flujo, en una cuba que tenga una base cuyas dimensiones sean grandes con respecto al diámetro de las paletas del agitador, o con un agitador de paletas adaptado a ejercer un empuje cuya componente longitudinal sea netamente más grande que la componente radial.

40 El modo de realización que ha sido presentado utiliza una cuba 200 de base cuadrada. Pero si la base de la cuba es un círculo, la dimensión transversal de referencia a utilizar para el dimensionamiento del agitador 800 ó 900 y del obstáculo estático 830 ó 930 es el diámetro de la base de la cuba. Si la base de la cuba es un rectángulo, entonces es el lado pequeño de este. Si la base de la cuba es un polígono, se elegirá el diámetro hidráulico de esta.

La invención no está limitada a los modos de realización presentados, sino que se extiende al conjunto de las variantes en el sector de las personas de la técnica en el marco de las reivindicaciones principales; en particular, se pueden combinar características de los dos modos de realización que han sido descritos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de puesta en contacto de una especie líquida y de una especie sólida particular en crecimiento, que comprende una cuba (200) en la cual está dispuesto un agitador (800, 900) de paletas en rotación alrededor de un eje (810, 910), estando el agitador eventualmente provisto de un tubo guía-flujo (210), comprendiendo la cuba (200) además un obstáculo estático (830, 930) globalmente centrado alrededor del citado eje en la prolongación del agitador, teniendo el obstáculo estático (830, 930) una superficie externa que tiene, en un plano que pasa por el eje, una dimensión transversal externa (610; 710; 835) que aumenta a medida que se aleja del agitador (800, 900) paralelamente al citado eje (810, 910), con una pendiente con respecto a este eje que es constante o creciente,
- 10 **caracterizado porque** el obstáculo estático (830) comprende al menos dos nervaduras (832) a lo largo de su superficie externa.
- 15 2. Dispositivo de puesta en contacto según la reivindicación 1, en el cual el obstáculo estático (830, 930) está cubierto axialmente por el agitador (800, 900) y/o por el tubo guía-flujo (210), si existe.
3. Dispositivo de puesta en contacto según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el obstáculo estático (830, 930) y el agitador (800, 900) están, al menos en un punto, alejados longitudinalmente por una distancia D') inferior a la dimensión longitudinal (D) del agitador.
- 20 4. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el valor máximo de la dimensión transversal externa del obstáculo estático (830, 930) es al menos igual a la dimensión transversal máxima del agitador (800, 900) y/o del tubo guía-flujo (210), cuando existe.
- 25 5. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la dimensión axial del obstáculo estático (830, 930) es a lo sumo igual a la mitad del valor máximo de la citada dimensión transversal externa.
- 30 6. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el cual la superficie externa del obstáculo estático (830, 930) tiene, en un plano cualquiera que pase por el eje, una inclinación media de al menos 45° con respecto a este eje.
- 35 7. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el cual la superficie exterior del obstáculo estático (830, 930) se conecta al fondo de la cuba de manera al menos aproximadamente tangente, con un ángulo como máximo de 15°.
- 40 8. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual la superficie externa del obstáculo estático (830, 930) comprende al menos una zona que, en un plano axial, está curvada con una concavidad orientada en oposición al eje.
- 45 9. Dispositivo de puesta en contacto según a reivindicación 8, **caracterizado porque** un radio de curvatura (R1) del obstáculo estático en un plano que comprende el eje (810, 910) está comprendido entre la cuarta parte de una dimensión transversal de referencia (L) de la cuba (200) y una vez y media la citada dimensión transversal (L) de referencia de la cuba (200).
- 50 10. Dispositivo de puesta en contacto según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** el obstáculo estático (830) tiene una forma globalmente regular alrededor del eje (810), por ejemplo una forma de revolución.
- 55 11. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el cual la superficie externa del obstáculo estático tiene la forma de una pirámide formada por una sucesión circunferencial de facetas separadas por aristas.
12. Dispositivo de puesta en contacto según la reivindicación 11, en el cual el fondo comprende, al menos en la prolongación de las aristas, nervaduras que se alejan transversalmente del eje.
- 60 13. Dispositivo de puesta en contacto según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el cual las paletas tienen un ángulo de ataque comprendido entre 35° y 55°.
14. Procedimiento de puesta en contacto de una especie líquida y una especie sólida particular en crecimiento en el seno de una cuba (200) con un dispositivo según la reivindicación 1, según el cual, por medio de un agitador de paletas (800, 900) en rotación alrededor de un eje, estando el agitador provisto eventualmente de un tubo guía-flujo (210), se mezclan y se impulsan las dos especies, según este eje, hacia un obstáculo estático (830, 930) globalmente centrado alrededor del citado eje en la prolongación del agitador, **caracterizado porque** se imponen a estas especies mezcladas trayectorias globalmente en forma de U por medio de este obstáculo estático.

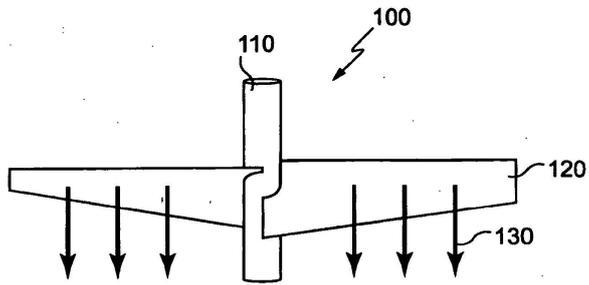


Fig. 1

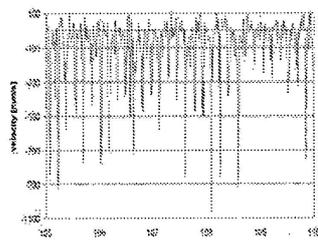


Fig. 3

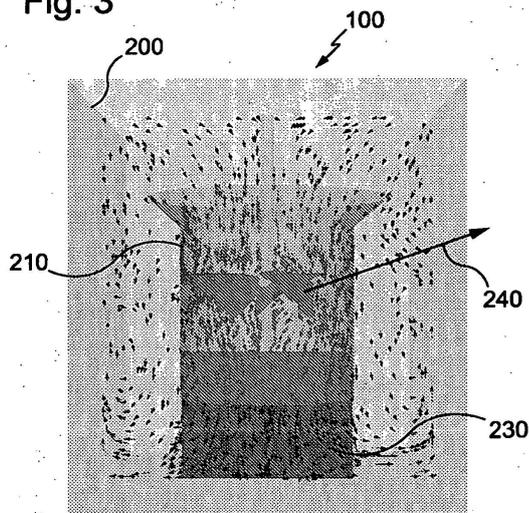


Fig. 2

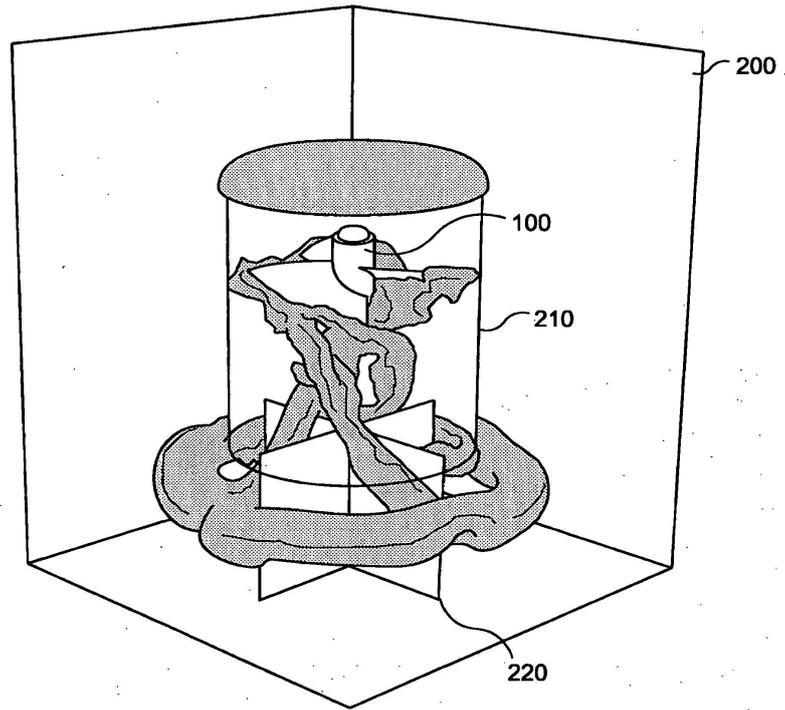


Fig. 4

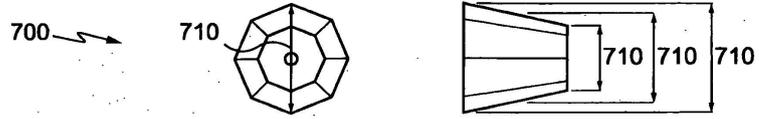


Fig. 5

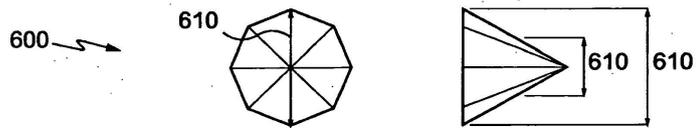


Fig. 6

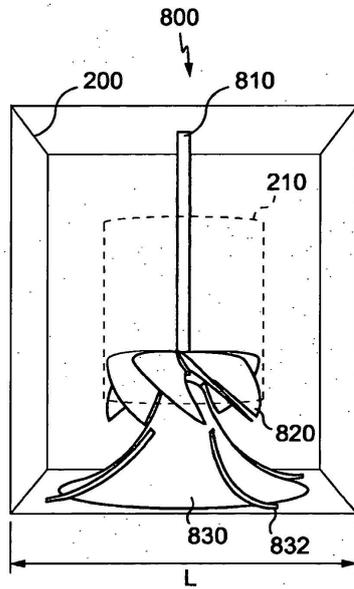


Fig. 7

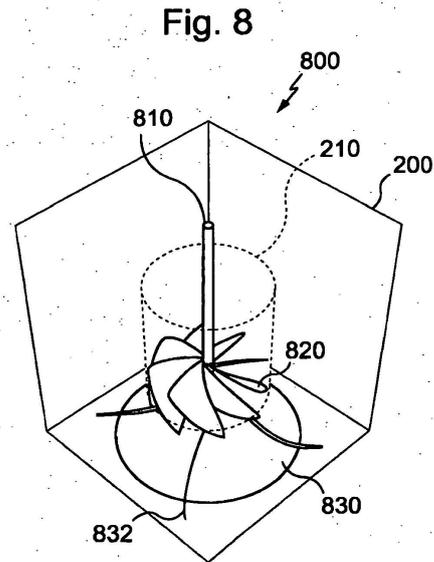
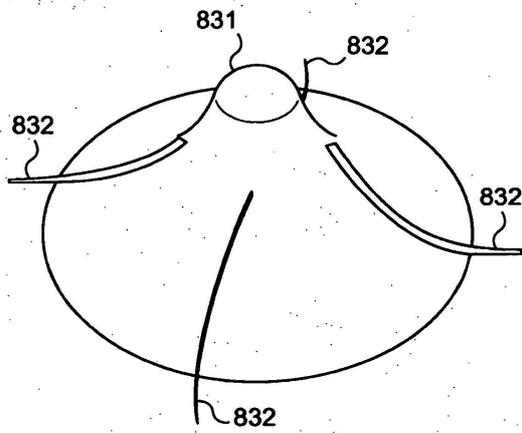
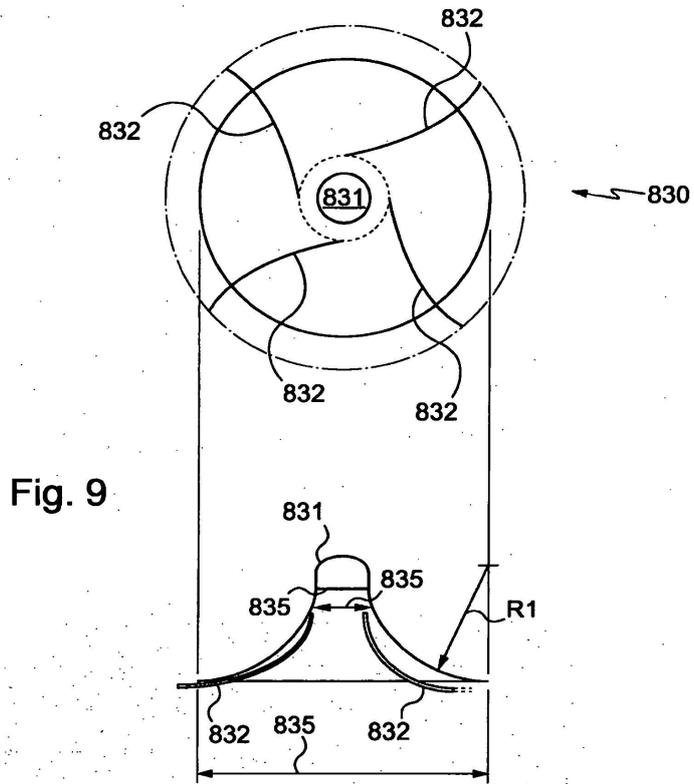
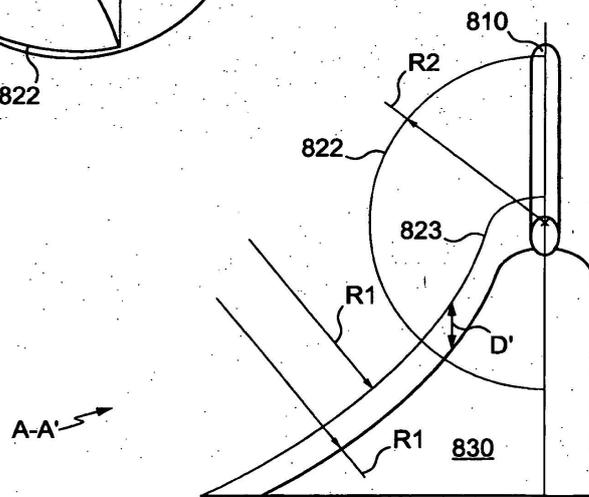
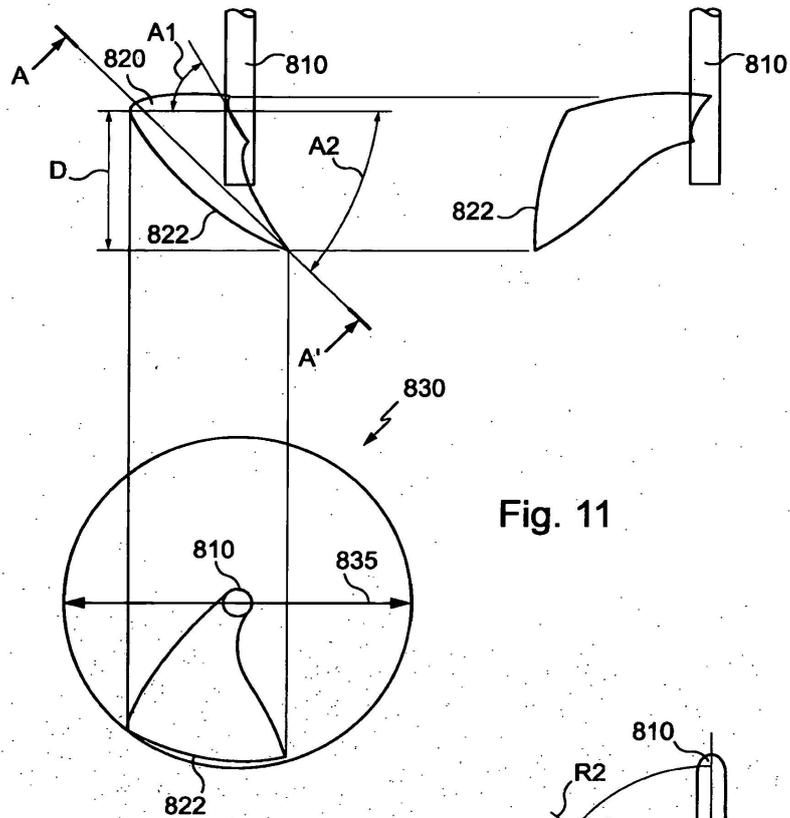


Fig. 8





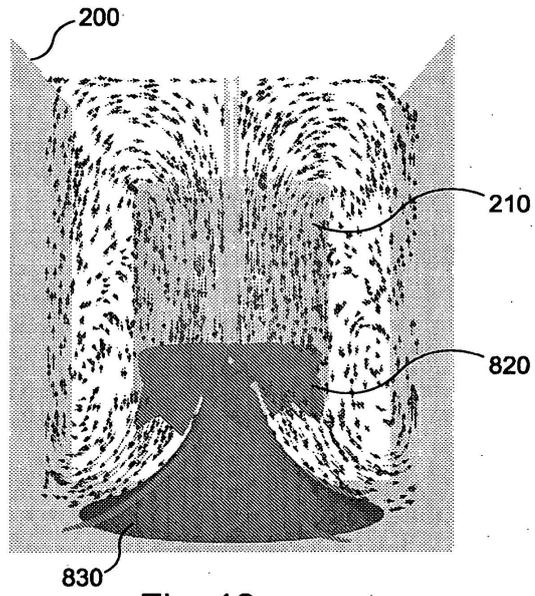


Fig. 13

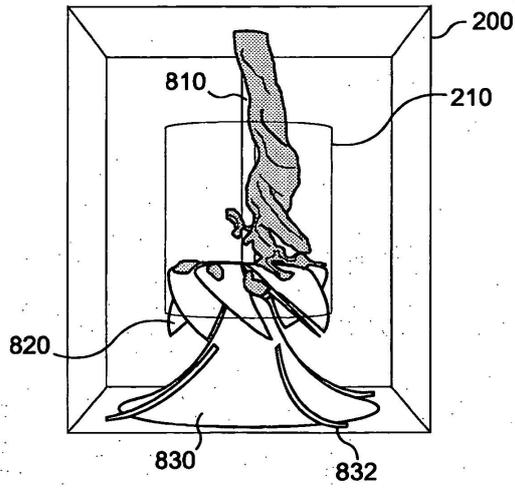


Fig. 14

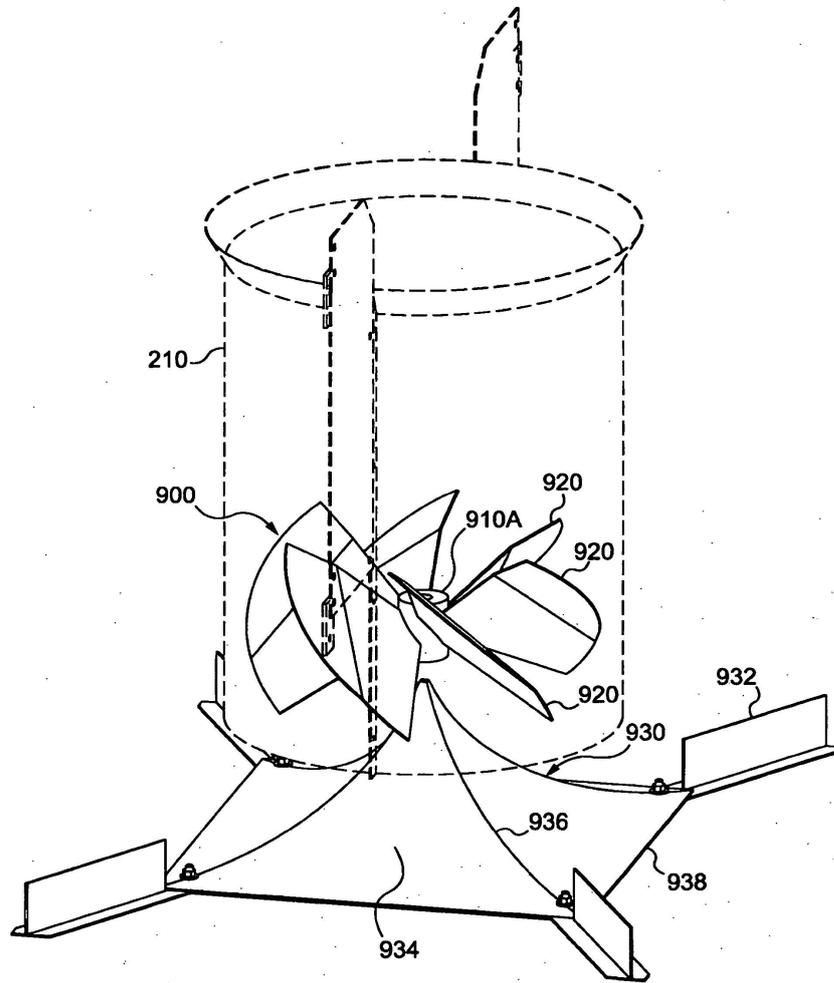


Fig. 15

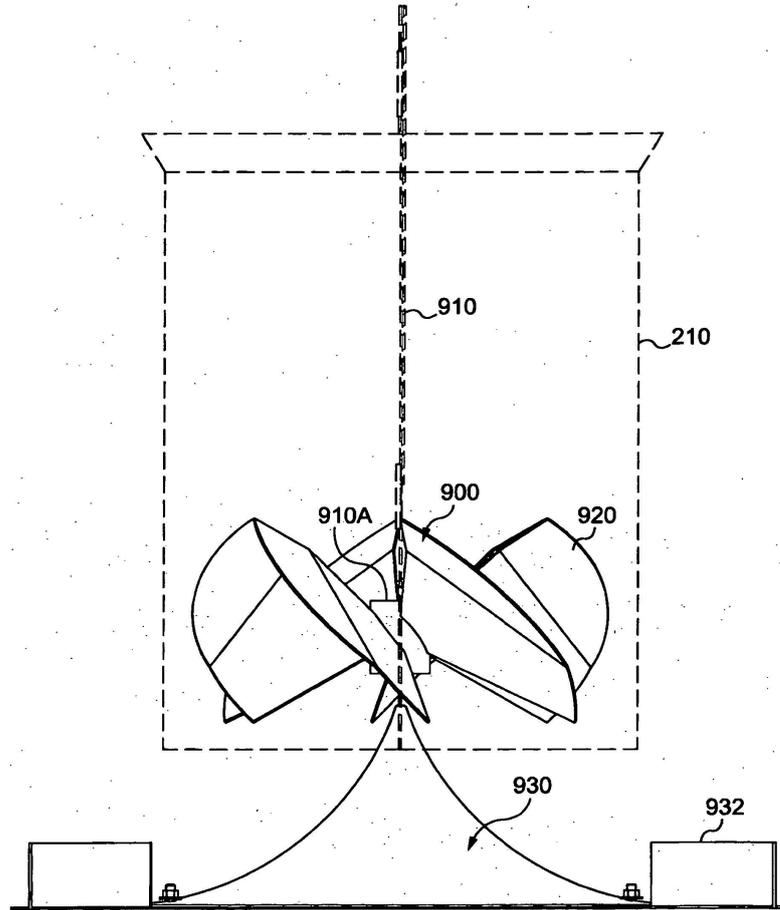


Fig. 16

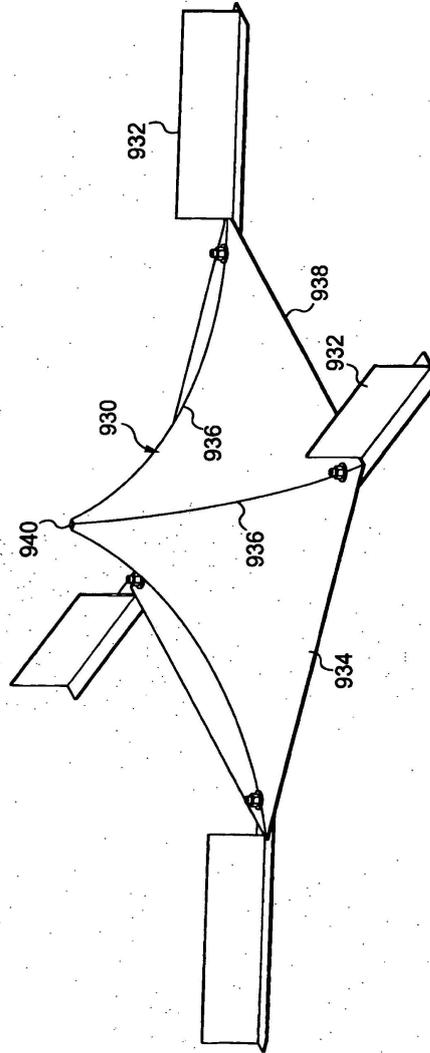


Fig. 17