



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 309**

51 Int. Cl.:

B03D 1/16 (2006.01)

B03D 1/18 (2006.01)

B03D 1/20 (2006.01)

B03D 1/22 (2006.01)

B01F 7/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04720832 .7**

96 Fecha de presentación : **16.03.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1620207**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.02.2006**

54 Título: **Dispositivo de flotación con agitador auxiliar.**

30 Prioridad: **17.03.2003 AU 2003901207**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
29.07.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
29.07.2011

73 Titular/es: **OUTOTEC Oyj**
Riihitontuntie 7
02200 Espoo, FI

72 Inventor/es: **Bourke, Peter, Gerard**

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro María**

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 flotación con agitador auxiliar.

CAMPO DE LA INVENCION

- 5 La presente invención se refiere a dispositivos de flotación del tipo usado en separación de minerales y se describirá en lo sucesivo en este documento en referencia a esta aplicación. Sin embargo, se apreciará que la invención no está limitada a este campo de uso particular.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

- 10 La siguiente descripción de la técnica anterior se proporciona para permitir situar a la invención en un contexto técnico apropiado, y para facilitar una apreciación de las ventajas que surgen de ésta. Sin embargo, las referencias a la técnica anterior no deben considerarse de ninguna manera una admisión de que dicha técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el campo.

- 15 Los dispositivos de flotación convencionales incluyen típicamente un depósito para recibir y contener suspensión de un molino triturador, un separador ciclónico, o similares. Un agitador, que comprende un rotor alojado dentro de un estator, se dispone normalmente dentro del depósito para agitar la suspensión. Un sistema de aireación también está provisto para dirigir aire a presión al interior del agitador a través de un conducto central formado dentro del árbol motor. También se añaden reactivos adecuados, que recubren las superficies de las partículas minerales dentro de la suspensión para hacer a las partículas hidrófobas para promover preferentemente la unión de burbujas a las partículas. A medida que las burbujas dispersadas por el rotor ascienden hacia la superficie del depósito, arrastran con ellas valiosas partículas minerales flotantes, que forman una espuma superficial enriquecida en minerales. La espuma migra a continuación sobre un borde y al interior de un canal rebosadero, con lo que las valiosas partículas minerales suspendidas en la espuma se recuperan del depósito como un concentrado mineral. Las partículas de ganga que quedan suspendidas en la suspensión, junto con aquellas partículas minerales que no fueron retiradas mediante flotación, son descargadas del depósito a través de una salida en la parte inferior. La salida en la parte inferior a menudo incorpora una válvula de aguja o de pinza, que se abre para permitir que la suspensión restante avance debido a alimentación por gravedad hasta procesos de tratamiento aguas abajo. Un sistema de control automático, que incorpora típicamente un sensor del nivel de líquido y un controlador PID, regula una válvula de control para mantener un nivel de líquido sustancialmente constante en el depósito. El rotor descrito en el documento US 4.078.026 es un ejemplo de un rotor que se usa en dispositivos de la técnica anterior en este campo.

- 30 Además, en el documento US 6.109.449 se muestra un dispositivo de flotación con una primera turbina de flujo radial y una o dos turbinas de flujo axial adicionales, en el que dicha turbina de flujo radial está diseñada para descargar gas que llega a través del árbol motor. Mientras se descarga dicho gas de forma radial, las segundas turbinas inferiores crean un flujo de circulación que se enrolla alrededor de la descarga desde la turbina de flujo radial. Debido a esta disposición de tener una turbina de flujo axial bajo la turbina de flujo radial allí se produce un único círculo de circulación como se muestra en la figura 6.

- 35 Al menos, en el documento US 2.651.413 se describe un medio de aireación que descarga dicho gas lo más cerca posible en la parte inferior del depósito. Una turbina inferior (30) crea una zona de mezclado de pasta aireada que es, además, responsable de una recirculación de la suspensión. Una turbina superior que está diseñada de forma idéntica a la primera soporta a esta última. Para crear una circulación completa a través del depósito, dicha zona de mezclado debe estar abierta al depósito. En el resultado, existe de nuevo un único flujo anular de circulación de acuerdo con la turbina superior.

- 40 A medida que los dispositivos de flotación aumentan de tamaño, el suministro de energía de agitación debe aumentar proporcionalmente. Además, para que un gran dispositivo de flotación mantenga la eficacia, debe ser capaz de alcanzar una velocidad cinética de flotación similar a la conseguida por un grupo de celdas más pequeñas de igual volumen total.

- 45 En los últimos años, el tamaño de los dispositivos de flotación ha aumentado, principalmente por razones económicas. Sin embargo, el diseño de dichos dispositivos ha permanecido relativamente inalterado. Por consiguiente, por las razones mencionadas anteriormente, estos grandes dispositivos de flotación a menudo no están optimizados en términos de eficacia de flotación.

- 50 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención superar o mejorar sustancialmente una o más de las desventajas de la técnica anterior, o al menos proporcionar una alternativa útil.

SUMARIO DE LA INVENCION

- 55 De acuerdo con el principal aspecto, la invención proporciona un dispositivo de flotación del tipo que tiene un depósito, medios para agitar la suspensión que incluyen un agitador primario, medios impulsores, y un árbol motor dispuesto intermedio entre los medios impulsores y el rotor primario.

En detalle, la invención proporciona un dispositivo de flotación que incluye:

un depósito para contener una suspensión que incorpora minerales a extraer;

una entrada de alimentación para la admisión de la suspensión al interior del depósito;

- 5 medios de agitación para agitar la suspensión que comprenden un árbol motor en el que está montado un agitador primario inferior, que está rodeado por un estator que induce de este modo un flujo primario que hace recircular a la suspensión a la parte inferior del depósito y un flujo secundario a través de la suspensión, en el que tiene además un segundo, es decir auxiliar, agitador superior para aumentar un flujo axial en dirección hacia abajo dentro del flujo secundario; y medios de aireación para airear la suspensión, con lo que los minerales flotantes en suspensión forman una espuma superficial.
- 10 Preferentemente, el agitador auxiliar incluye una pala adaptada, durante el uso, para complementar un flujo axial inducido en el depósito por el rotor primario; y
medios de conexión para conectar la pala al árbol motor intermedio entre los medios impulsores y el rotor primario.
Preferentemente, el ángulo de incidencia es constante a lo largo de la longitud de la pala, como en una turbina axial, a entre 15 grados y aproximadamente 75 grados con respecto a la dirección de desplazamiento de la pala. Como alternativa, el ángulo de incidencia varía a lo largo de la longitud de la pala, como en una hélice. En otra realización, el paso de la pala es ajustable dependiendo de parámetros específicos del sistema, tales como densidad de la suspensión, viscosidad de la suspensión o características de flujo dentro del depósito.
- 15 Preferentemente, la pala incluye un borde de ataque sustancialmente recto. Sin embargo, en realizaciones alternativas, el borde de ataque puede estar curvado.
- 20 Preferentemente, la pala está conectada de forma desmontable al árbol para permitir que su posición a lo largo del árbol se ajuste. Sin embargo, la pala está preferentemente conectada al árbol a aproximadamente la altura media del depósito.
Preferentemente, los medios de conexión incluyen una abrazadera. Más preferentemente, la abrazadera está formada por dos mitades de abrazadera intercambiables. Más preferentemente, las dos mitades de abrazadera son sustancialmente idénticas. Aún más preferentemente, las paredes internas de la abrazadera definen conjuntamente una superficie de abrazadera generalmente cilíndrica. Como alternativa, los medios de conexión asumen la forma de soldaduras o pernos.
- 25 Preferentemente, el agitador incluye una capa protectora elástica que recubre sus superficies externas. Más preferentemente, la capa tiene más de 3 mm de grosor. Aún más preferentemente, la capa tiene entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 7 mm de grosor.
- 30 Preferentemente, el agitador incluye un par de las palas auxiliares, que durante el uso se extienden radialmente hacia fuera desde lados diametralmente opuestos del árbol, teniendo cada pala medios de conexión asociados. Como alternativa, el agitador incluye al menos tres de las palas, que durante el uso son equidistantes alrededor del perímetro del árbol, teniendo cada pala medios de conexión asociados.
- 35 Preferentemente, durante el uso, cada pala intersecta el árbol a un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados.
Preferentemente, los medios de agitación son adecuados para su uso en un entorno de tres fases, que incluye agua, sólidos y aire.
- 40 Preferentemente, un canal rebosadero periférico se extiende alrededor de la parte superior interna del depósito para recuperar la espuma enriquecida en mineral de la superficie.
Preferentemente, los medios de aireación incluyen un ventilador y un conducto de fluido para dirigir aire desde el ventilador al interior del rotor. Más preferentemente, el conducto incluye una perforación axial que se extiende a través del árbol motor. Como alternativa, el conducto está dispuesto para dirigir aire al interior del rotor desde abajo.
- 45 Preferentemente, el dispositivo de flotación incluye un cono de desvío de espuma que se extiende alrededor del árbol motor adyacente a la parte superior del depósito, estando el diámetro más pequeño del cono en su extremo más inferior más cercano al rotor. Más preferentemente, el cono de desvío está dispuesto para desviar espuma hacia fuera hacia el canal rebosadero a medida que migra hacia la superficie del depósito. Aún más preferentemente, el cono de desvío está dispuesto para impedir la formación de un vórtice en la superficie del depósito.
- 50 Preferentemente, el agitador auxiliar está adaptado para su uso en un dispositivo de flotación que tiene un depósito con una capacidad de al menos 50 m³.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación se describirá una realización preferida de la invención, a modo de ejemplo solamente, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 5 La figura 1 es una vista en perspectiva de un detalle del dispositivo de flotación de la invención, es decir un agitador que incorpora medios de agitación de acuerdo con la invención;
- La figura 2 es una vista lateral del agitador de la figura 1;
- La figura 3 es una vista superior de un agitador auxiliar de acuerdo con la invención; y
- La figura 4 es una vista lateral de sección de un dispositivo de flotación típico que incorpora el agitador.

REALIZACIONES PREFERIDAS DE LA INVENCION

- 10 En referencia a los dibujos, se muestra un agitador 1 para un depósito de flotación 2, depósito que contiene una suspensión que incorpora minerales a extraer. El depósito ilustrado incluye una base generalmente plana 3 y una pared lateral sustancialmente cilíndrica 4 que se extiende hacia arriba desde la base. Sin embargo, se apreciará que, en realizaciones alternativas, se usan depósitos de otras formas y tamaños. Un canal rebosadero periférico 5 se extiende alrededor de la parte superior interna de la pared lateral para retirar espuma enriquecida en minerales a medida que flota hacia la superficie.

- 15 El agitador 1 está dispuesto para agitar la suspensión dentro del tanque. El agitador incluye un rotor 6 montado sobre un extremo de un árbol motor dispuesto de forma central 7 que se extiende axialmente hacia abajo en el depósito e impulsado por un motor 8 y una caja de engranajes asociada (no se muestra). El otro extremo del árbol motor incluye una brida de montaje 9 adaptada para la conexión al motor. Un estator 10 también está provisto alrededor del rotor.

- 20 Un cono de desvío de espuma 11 se extiende alrededor del árbol motor adyacente a la parte superior del depósito. El cono de desvío está orientado de modo que su diámetro más pequeño esté situado en su extremo más inferior más cercano al rotor 6.

- 25 Un agitador auxiliar 12 está conectado al árbol motor en una posición sustancialmente a medio camino entre el lado inferior del cono de desvío 11 y la parte superior del rotor 6, como se muestra en la figura 1 y la figura 2. El agitador auxiliar 12 incluye palas de agitación 13 que se extienden radialmente hacia fuera desde lados diametralmente opuestos del árbol 7. Cada pala 13 intersecta al árbol a un ángulo de incidencia de aproximadamente 45 grados respecto al eje del árbol 14.

- 30 Las palas 13 están conectadas al árbol 7 mediante una abrazadera 15. La abrazadera está formada por dos mitades de abrazadera 16 y 17 fijadas conjuntamente mediante pernos 18 y que incluyen, cada una, una pala 13. Las paredes internas de la abrazadera definen una superficie de abrazadera cilíndrica 19.

- Un recubrimiento de goma de 6 mm 20 está provisto en las superficies externas del agitador auxiliar para protegerlo de la abrasión química y física.

- 35 Durante el uso, las palas de agitación 13 definen una turbina axial para complementar un flujo axial inducido en el depósito por el rotor primario 6. El diámetro de la turbina es aproximadamente del 15% al 35% del diámetro del depósito de flotación.

- Un sistema de aireación que incluye un ventilador y un conducto de fluido (no se muestra) también está provisto para dirigir el aire desde el ventilador al rotor 6. El conducto está definido en parte por una perforación axial (no se muestra) que se extiende a través del árbol motor 7 del rotor.

- 40 Durante el uso, el rotor 6 induce un flujo primario a través de la suspensión como se indica mediante las flechas F1. El flujo primario hace recircular de forma continua a la suspensión a la parte inferior del depósito para mantener a las partículas en suspensión. El sistema de aireación dispersa aire continuamente en el rotor para formar finas burbujas, que chocan con y se adhieren a las valiosas partículas minerales en la suspensión y posteriormente flotan hasta la parte superior del depósito para formar una espuma superficial enriquecida en minerales. A medida que la espuma flota hacia la superficie, es dirigida radialmente hacia fuera por el cono de desvío 11 para su recuperación a través del canal rebosadero 5.

- 45 El rotor primario 6 también induce un flujo secundario a través de la suspensión como se indica mediante las flechas F2. Sin embargo, a medida que los dispositivos de flotación aumentan de tamaño, el flujo secundario inducido por el rotor primario se reduce. Por consiguiente, se ha descubierto que, cuando partículas flotantes caen fuera de la zona de espuma en la superficie del depósito, el flujo secundario inducido por el rotor primario en solitario a menudo no es suficiente para arrastrar a esas partículas de vuelta a la zona de mezclado del rotor primario para reflotarlas, reduciendo de este modo la eficacia de la celda. Este problema es particularmente relevante en dispositivos de

flotación de capacidad mayor de aproximadamente 150 m³ a 200 m³ o más.

El agitador auxiliar 12 aumenta el flujo secundario, F2, en grandes dispositivos de flotación en una medida comparable a la de un grupo de celdas más pequeñas de volumen total equivalente. El agitador consigue esto induciendo una corriente hacia abajo, que aumenta la tasa de renovación flujo, del flujo secundario. Éste, a su vez, arrastra a las partículas flotantes que han caído de la zona de espuma hacia abajo a través del depósito y a la zona de mezclado del rotor primario, aumentando de este modo la probabilidad de que esas partículas sean reflatadas, y aumentando, por lo tanto, la eficacia global del proceso de recuperación. Además, el rotor auxiliar también facilita la dispersión de reactivos añadidos a la suspensión a través de un tubo de adición de reactivos 21 que se extiende hacia abajo a través del cono de desvío 11. Este efecto se produce principalmente debido a la mayor acción de bombeo hacia abajo inducida por el agitador auxiliar, que empuja a la pasta enriquecida en reactivo hacia abajo al rotor primario para la reflatación. Se apreciará que la invención proporciona, de este modo, ventajas tanto prácticas como comercialmente significativas respecto a la técnica anterior.

Se apreciará que en otras realizaciones muchos componentes del dispositivo de flotación descrito anteriormente pueden sustituirse por alternativas adecuadas. Por ejemplo, el agitador auxiliar puede estar conectado al árbol motor mediante otros medios, tales como soldadura o pernos. Además, el recubrimiento provisto en las superficies externas del agitador auxiliar puede estar formado de un material alternativo tal como polietileno y también puede tener un grosor diferente. En una realización, el agitador auxiliar incluye un borde de ataque curvado, similar al de una hélice. El agitador auxiliar también puede estar conformado para tener un ángulo de incidencia variable a lo largo de su longitud. Además, aunque la invención se ha descrito en referencia a celdas de flotación convencionales, se apreciará que los mismos principios pueden aplicarse a otras celdas de flotación, tales como celdas de flotación flash, o celdas de tipo Skim Air.

Aunque la invención se ha descrito en referencia a ejemplos específicos, los expertos en la materia apreciarán que la invención puede realizarse de muchas otras formas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de flotación (1) que incluye
 - un depósito (4) para contener una suspensión que contiene minerales a extraer;
 - una entrada de alimentación para recibir a la suspensión;
 - un medio de aireación para airear la suspensión, mediante el cual los minerales flotantes en suspensión forman una espuma superficial,
 - y medios para agitar la suspensión (6, 7, 12) que comprenden un árbol motor (7) en el que está montado un agitador primario inferior (6), que está rodeado por un estator (10) que se extiende esencialmente desde la parte inferior del depósito hasta la altura del agitador primario (6), induciendo de este modo un flujo primario (F1) que hace recircular a la suspensión a la parte inferior del depósito y un flujo secundario (F2) a través de la suspensión, en el que tiene además un segundo, es decir auxiliar, agitador superior (12) que está conectado al árbol motor mediante un medio de conexión para aumentar un flujo axial en dirección hacia abajo dentro del flujo secundario (F2).
2. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agitador auxiliar incluye una pala (13) que está adaptada durante el uso para complementar un flujo axial con referencia al árbol motor (7) que se extiende axialmente hacia abajo en el depósito (4).
3. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la pala de agitación auxiliar (13) define un ángulo de incidencia con respecto a la dirección de desplazamiento de la pala (13) que es sustancialmente constante a lo largo de la longitud de la pala.
4. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** el ángulo de incidencia está entre 15 grados y aproximadamente 75 grados con respecto a la dirección de desplazamiento de la pala (13).
5. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la pala de agitación auxiliar (13) define un ángulo de incidencia con respecto a la dirección de desplazamiento de la pala (13) que varía a lo largo de la longitud de la pala.
6. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones 2 a 5, **caracterizado porque** el paso de la pala (13) es ajustable.
7. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el agitador auxiliar (12) está conectado de forma desmontable al árbol motor (7) para permitir que se ajuste su posición con respecto al agitador primario (6).
8. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** el agitador auxiliar (12) está montado en el árbol motor (7) mediante una abrazadera (15) que está formada por dos mitades de abrazadera acopladas entre sí.
9. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el agitador auxiliar (13) incluye una capa protectora elástica que recubre sus superficies externas.
10. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el agitador auxiliar (13) incluye al menos dos de las palas, equidistantes durante el uso alrededor del perímetro del árbol motor (7), teniendo cada pala medios de conexión asociados.
11. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los medios de aireación incluyen un ventilador y un conducto de fluido para dirigir aire desde el ventilador al agitador (6, 12) que incluye una perforación axial que se extiende a través del árbol motor (7).
12. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** el conducto está dispuesto para dirigir aire al agitador desde abajo.
13. Un dispositivo de flotación de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que tiene un cono de desvío de espuma (11) que se extiende alrededor del árbol motor adyacente a la parte superior del depósito, estando el diámetro más pequeño del cono en su extremo más inferior.
14. Un dispositivo de flotación de acuerdo con la reivindicación 13, que incluye un tubo de adición de reactivos adicional (21) que se extiende hacia abajo en el depósito a través del cono de desvío (11).

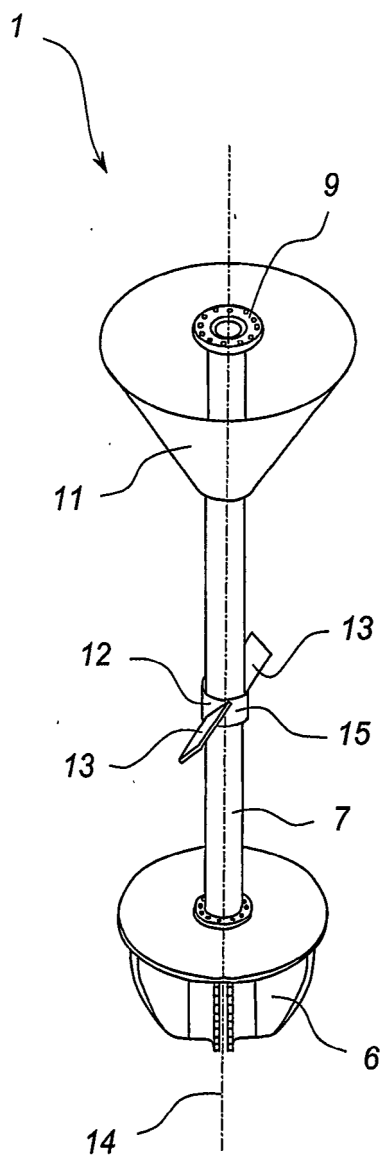


Figura 1

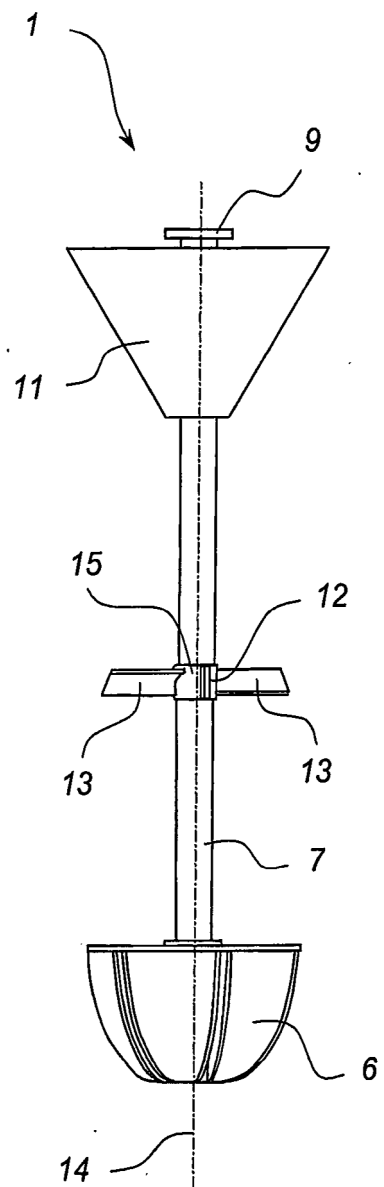


Figura 2

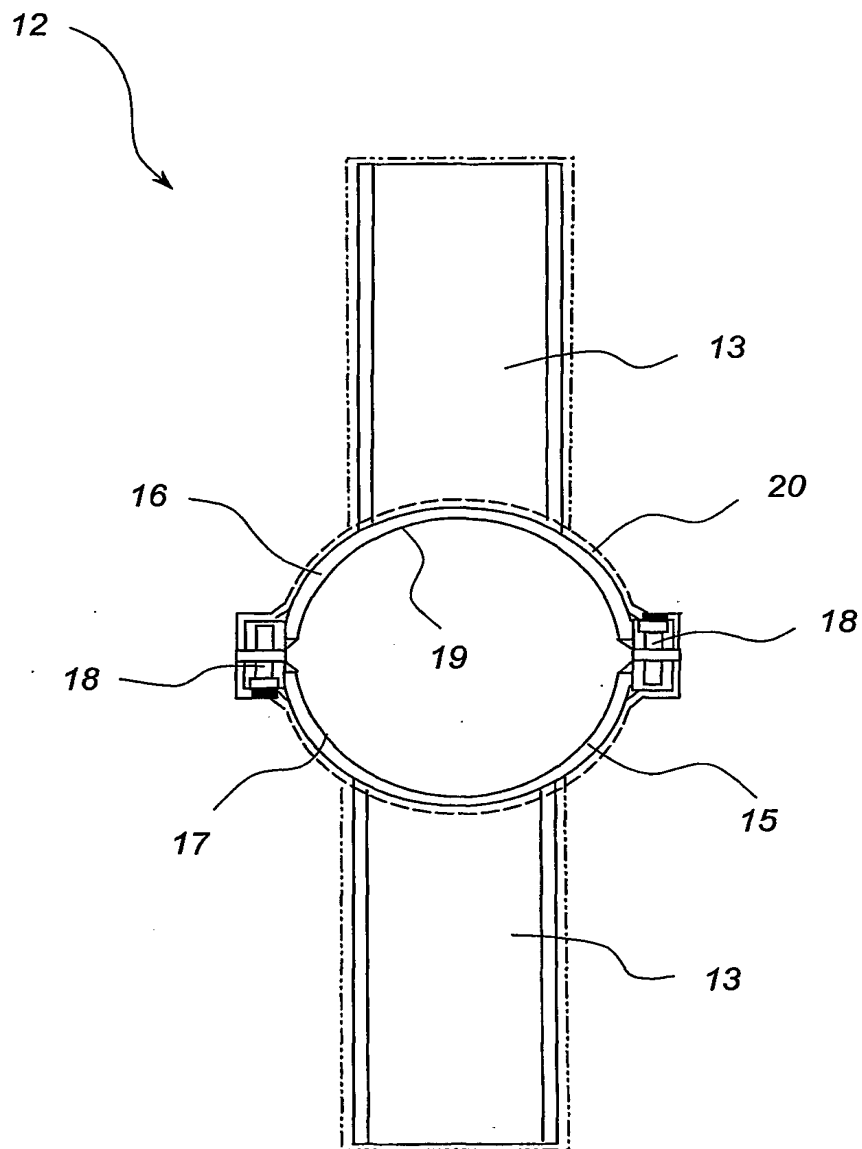


Figura 3

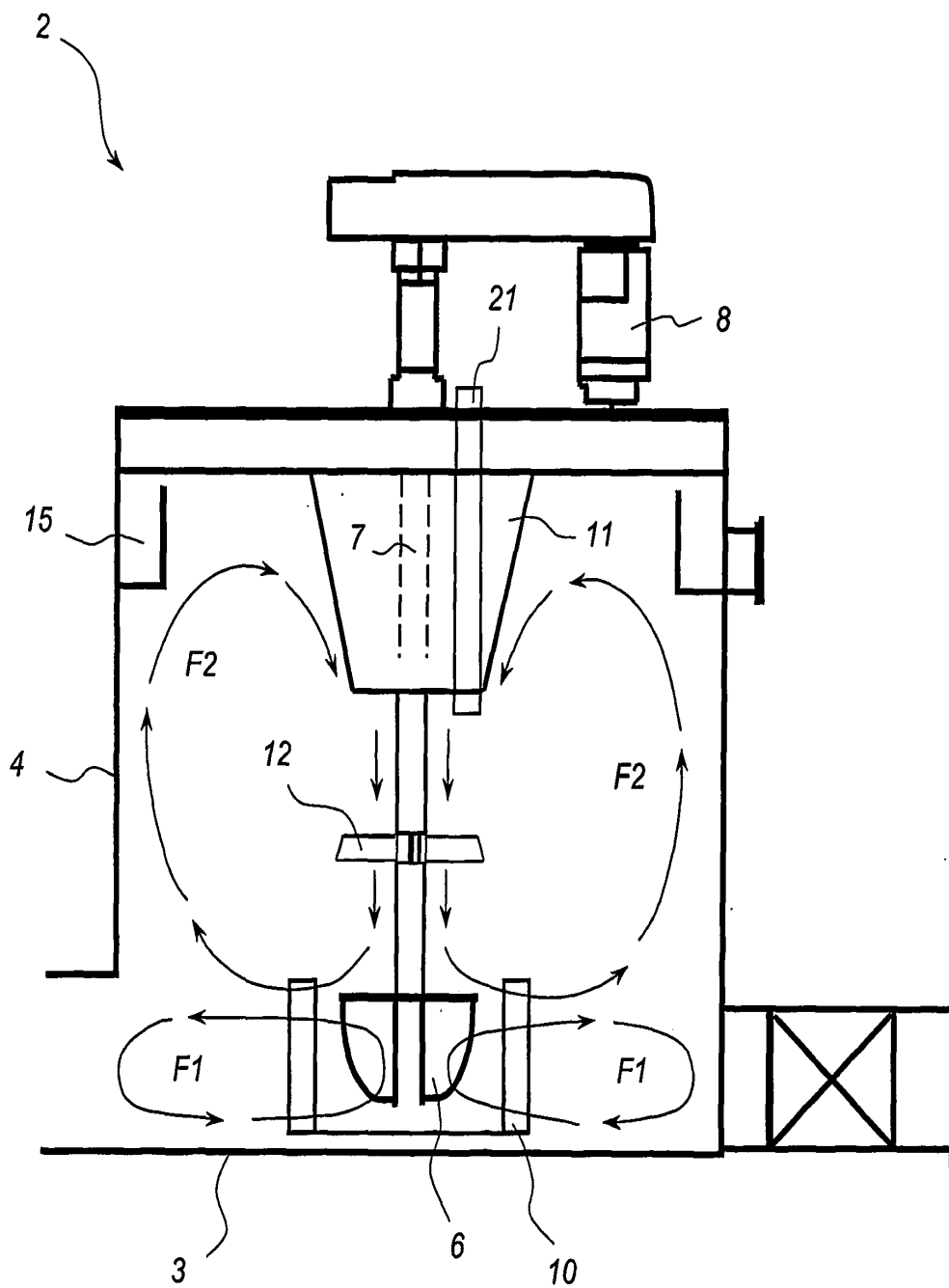


Figura 4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante únicamente es para comodidad del lector. Dicha lista no forma parte del documento de patente Europea. Aunque se ha tenido gran cuidado en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5 Documentos de patentes citados en la descripción

- US 4078026 A [0003]
- US 2651413 A [0005]
- US 6109449 A [0004]