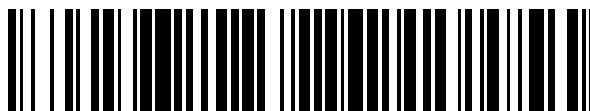


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 375 233**

51 Int. Cl.:

B01F 3/04 (2006.01)

B01F 7/00 (2006.01)

C07C 51/14 (2006.01)

B01J 19/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07732561 .1**

96 Fecha de presentación: **25.04.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2018218**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **28.01.2009**

54 Título: **APARATO MEZCLADOR PARA MEZCLAR AL MENOS DOS FLUIDOS, Y SU USO.**

30 Prioridad:
10.05.2006 GB 0609219

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.02.2012

73 Titular/es:
**LUCITE INTERNATIONAL UK LIMITED
QUEENS GATE, 15-17 QUEENS TERRACE
SOUTHAMPTON, HAMPSHIRE SO14 3BP, GB**

72 Inventor/es:
**GOBBY, Darren;
MIDDLETON, John, Colin y
TINDALE, Neil**

74 Agente: **Pérez Barquín, Eliana**

ES 2 375 233 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

Aparato mezclador para mezclar al menos dos fluidos, y su uso.

5 La invención se refiere a un aparato mezclador. En particular, aunque no exclusivamente, la invención se refiere a un aparato para dispensar gas en un líquido.

Muchos procesos industriales incorporan un sistema de mezclado accionado por medio de un impulsor, por ejemplo en procesos para fermentación, hidrogenación, cloración, oxidación y carbonilación.

10 Los sistemas de mezclado accionados por impulsor incorporan por lo general un impulsor montado en un árbol giratorio. Se puede decir que tales sistemas tienen un flujo longitudinal axial que es paralelo con el eje del árbol giratorio y/o un flujo radial que es paralelo a las palas que se extienden radialmente montadas en el árbol. El impulsor puede ser así un impulsor de flujo radial que proyecta fluido en una dirección radial hacia una parte de una
15 cámara en la que se aloja el impulsor, o alternatively, el impulsor puede ser un impulsor de flujo axial que comprende palas que se extienden radialmente y que están inclinadas un ángulo con el fin de dirigir el flujo de fluido según una dirección axial. Ejemplos de impulsores de flujo axial incluyen los impulsores marinos y los impulsores de superficie hidrodinámica. Se conocen sistemas de flujo mezclado en los que el impulsor causa un flujo en ambas direcciones axial y radial. Un ejemplo de impulsor de flujo mezclado es la turbina de pala inclinada en 45°. Tales sistemas mezcladores pueden ser utilizados en reacciones de líquido-líquido, sólido-líquido, o líquido-gas.

Se conoce un sistema de doble impulsor para dispensar un gas en un líquido, dispuesto en una vasija. Específicamente, en un documento de Kuboi, titulado "El Arrastre de Potencia mediante Sistemas Impulsores Dobles Bajo Condiciones Gaseadas y No-Gaseadas", Cuarta Conferencia Europea sobre Mezcla, 27-29 de Abril de 1982,
25 se describe la combinación de dos turbinas con palas inclinadas en 45° espaciadas axialmente, en el que un primer impulsor está montado por debajo de un segundo impulsor en un árbol común. Las palas de impulsor están orientadas de tal modo que el primer impulsor proyecta líquido hacia arriba y hacia el exterior, y el segundo impulsor proyecta líquido hacia abajo y hacia el exterior. Bajo condiciones gaseadas, se introduce un gas en la vasija, el primer impulsor provoca que el flujo de llegada de burbujas de gas se divida de modo que algo de flujo es impulsado radialmente hacia fuera, hacia las paredes de la vasija, y algo de flujo es impulsado axialmente hacia arriba, hacia el
30 segundo impulsor.

La efectividad del sistema de dos impulsores bajo condiciones de gasificación depende de la velocidad de rotación de los impulsores. A velocidades más bajas es posible que las burbujas que han sido proyectadas hacia arriba por el
35 primer impulsor no se vean afectadas por el segundo impulsor. El segundo impulsor no está capacitado para vencer las fuerzas de flotación y por lo tanto el segundo impulsor no toma parte en la dispersión de gas en el líquido. Solamente cuando se incrementa la velocidad rotacional del segundo impulsor, se vencen las fuerzas de flotación. De manera desventajosa, se obtiene como resultado una dispersión no uniforme del gas en el líquido. Esto se muestra en la Figura 1 de la solicitud. Con el fin de conseguir una dispersión uniforme, de manera aún más desventajosa, se ha incrementado acusadamente la velocidad rotacional del segundo impulsor.

El documento US 2004/042942 divulga un sistema de reactor para mezclar un catalizador granular sólido y una fase líquida. El sistema comprende un núcleo en el que está dispuesto un conjunto de cesta. Un conjunto de árbol que
45 comprende impulsores superior e inferior y palas, está montado en el conjunto de cesta y es operable para impulsar el flujo hacia el exterior para que se mezcle con un material granular.

El documento DE 20306404 divulga una disposición multi-portadora diseñada para ser accionada sin contacto, inductiva o magnéticamente. La disposición comprende un árbol que tiene un útil agitador superior y un útil agitador inferior. Los dos útiles agitadores son idénticos pero opuestos, estando configurados para anular las fuerzas axiales
50 que actúan sobre la disposición.

Es altamente deseable estar capacitados para conseguir una dispersión uniforme completa en un proceso industrial. En procesos industriales en los que una transferencia masiva de gas/líquido es una característica esencial, esto ayuda a la controlabilidad y aumenta el rendimiento del reactor. En tales procesos, cuando el gas está bien
55 dispersado, puede existir una región de disipación de vórtice cinético turbulento razonablemente uniforme en el líquido entre, y alrededor de, los impulsores, que controle la coalescencia y la rotura de las burbujas. Si la dispersión de gas es altamente no uniforme, la coalescencia indeseada puede dar como resultado un incremento brusco del tamaño de la burbuja y, por lo tanto, puede ocurrir que el área superficial para la transferencia masiva de interfase se reduzca. Ventajosamente, un campo de disipación de energía cinética controlada da como resultado una distribución estrecha de tamaño de burbuja a través de una gama de potencias específicas de impulsor.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato mezclador que permita una mezcla controlable de fluidos o sólidos mientras que proporciona simultáneamente un entorno de mezcla eficaz.

65 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato mezclador para mezclar al menos dos fluidos, comprendiendo los al menos dos fluidos un líquido y un gas, comprendiendo el aparato

- mezclador un árbol giratorio en torno a su eje longitudinal, un primer y un segundo impulsores que se extienden radialmente montados en el árbol y respectivamente espaciados axialmente, comprendiendo el primer impulsor una pluralidad de palas curvas operables para mover dichos fluidos en dirección axial hacia el segundo impulsor, y comprendiendo el segundo impulsor una pluralidad de palas curvas operables para mover dichos fluidos en dirección axial hacia el primer impulsor, caracterizado porque dichas palas de cada impulsor son palas de superficie hidrodinámica.
- Con preferencia, las palas de cada impulsor están bombeando hacia el interior del espacio comprendido entre los impulsores. En el caso de un árbol sustancialmente vertical, el impulsor inferior está, por lo tanto, bombeando hacia arriba y el impulsor superior está bombeando hacia abajo. Con preferencia, las palas de cada impulsor son palas de superficie hidrodinámica. Una pala de superficie hidrodinámica es la Chemineer Maxflo® W. Alternativamente, se puede usar la Lightnin A315®, la A320® o la A340®.
- Ventajosamente, debido a los flujos axiales opuestos creados por el primer impulsor y el segundo impulsor, se observa una región de alta turbulencia en una zona central de mezclado entre dichos impulsores. La alta turbulencia se mantiene en esta zona, y por lo tanto existe poca variación en la disipación de energía de turbulencia. Por consiguiente, existe una variación mínima en el tamaño de burbuja que da como resultado una estrecha distribución del tamaño de las burbujas en la zona central de mezclado. Ventajosamente, una estrecha distribución del tamaño de burbuja permite que el proceso o la reacción química sean controlados de manera más fácil. Esta región proporciona una zona donde los al menos dos fluidos se ponen en contacto para ser mezclados. Una reacción química puede verse por lo tanto facilitada en la zona central de mezclado. Los fluidos pueden ser líquido-sólido, líquido-líquido o líquido-gas. Con preferencia, los al menos dos fluidos comprenden un líquido y un gas.
- Es ventajoso proporcionar un entorno de mezcla de gas/líquido en el que el tamaño de burbuja sea ampliamente independiente de la potencia específica del impulsor. En un sistema de ese tipo, el tiempo de mezcla del líquido puede variarse con independencia del tamaño de burbuja.
- Con preferencia, el primer impulsor y el segundo impulsor comprenden, cada uno de ellos, dos o más palas, más preferentemente tres o más palas curvadas. De forma más preferente, se trata de impulsores con cuatro palas curvadas. La provisión de un impulsor con un gran número de palas curvadas incrementa las fuerzas de cizallamiento que actúan para romper grandes burbujas. Las pequeñas burbujas producidas tienen un diámetro medio de burbuja más pequeño que las producidas con un primer impulsor y/o un segundo impulsor con menos palas curvadas y por lo tanto, el área superficial disponible para que ocurra una reacción se incrementa.
- Con preferencia, el diámetro del primer impulsor es el mismo que el diámetro del segundo impulsor. Con preferencia, el diámetro del, o de cada, impulsor es sustancialmente la mitad del diámetro de la vasija en la que está montado dicho impulsor.
- Ventajosamente, cuanto más pequeño sea el diámetro del impulsor, mayor es la fuerza de cizallamiento creada para una potencia dada y por lo tanto se produce un gran número de burbujas, lo que conduce a un incremento del área superficial disponible para que ocurra una reacción.
- Con preferencia, la distancia axial entre el primer impulsor y el segundo impulsor es una separación de al menos un diámetro de impulsor. En esta configuración, la turbulencia creada por los impulsores opuestos está en equilibrio en la zona central de mezcla, lo que permite la predicción del tamaño de burbuja y por lo tanto que se produzca el control de la reacción.
- Es preferible que la potencia total consumida por la combinación de impulsores sea baja. Con preferencia, los impulsores operan a un número de potencia baja, con preferencia sustancialmente entre 1 y 5, con preferencia sustancialmente entre 1 y 3, y más preferiblemente es de 1,75. Haciéndolo así, el sistema consume menos energía que los sistemas convencionales que operan a números de potencia de típicamente 3,2. La potencia puede medirse utilizando un equipo convencional, por ejemplo con extensómetros.
- Con preferencia, cuando se opera a un número de potencia bajo, se consigue una distribución de fase dispersa uniforme completa. Esto es altamente deseable y es debido a la eficiencia energética de las palas de superficie hidrodinámica.
- Sin estar limitados por la teoría, una posible explicación respecto a la eficacia de la invención consiste en que el uso de palas de superficie hidrodinámica reduce los torbellinos de extremo de pala y convierte la mayor parte de la energía del árbol en flujo en vez de energía cinética turbulenta, ayudando a la dispersión completa.
- Con preferencia, la potencia específica utilizada cuando giran el primer impulsor y el segundo impulsor está comprendida sustancialmente entre 50 W/m^3 y 900 W/m^3 , de forma más preferente, sustancialmente entre 100 W/m^3 y 800 W/m^3 .
- Con preferencia, cuando se utilizan en el sistema dobles impulsores opuestos de tipo Maxflo, la potencia específica

preferida está sustancialmente entre 50 W/m^3 y 900 W/m^3 . Con preferencia, cuando se utilizan impulsores de tipo BT-6, la potencia específica preferida está sustancialmente entre 400 W/m^3 y 3200 W/m^3 . A tales potencias específicas, se mantiene una distribución estrecha de tamaño de burbuja y la reacción está controlada.

5 Con preferencia, cuando se utilizan impulsores dobles Maxflo opuestos, el tamaño aritmético medio (d_{10}) está comprendido sustancialmente entre $250 \mu\text{m}$ y $550 \mu\text{m}$ y el diámetro medio (d_{32}) de volumen superficial está sustancialmente entre $400 \mu\text{m}$ y $750 \mu\text{m}$. Con preferencia, cuando se opera a sustancialmente 750 rpm , el d_{10} está comprendido sustancialmente entre $250 \mu\text{m}$, y $350 \mu\text{m}$, más preferentemente es sustancialmente de $296 \mu\text{m}$, y con preferencia, el d_{32} está comprendido sustancialmente entre $400 \mu\text{m}$ y $500 \mu\text{m}$, de manera más preferente es de sustancialmente $450 \mu\text{m}$. Con preferencia, cuando operan a 991 rpm , el d_{10} está sustancialmente entre $300 \mu\text{m}$ y $400 \mu\text{m}$, con más preferencia es sustancialmente de $330 \mu\text{m}$, y con preferencia, el d_{32} está sustancialmente entre $460 \mu\text{m}$ y $560 \mu\text{m}$, y de forma más preferente es de sustancialmente $510 \mu\text{m}$. Con preferencia, cuando operan a 1200 rpm , el d_{10} está sustancialmente entre $350 \mu\text{m}$ y $450 \mu\text{m}$, de forma más preferente es de sustancialmente $394 \mu\text{m}$, y con preferencia, el d_{32} está sustancialmente entre $450 \mu\text{m}$ y $550 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de sustancialmente $500 \mu\text{m}$.

Con preferencia, cuando se utilizan impulsores de tipo BT-6, el d_{10} está sustancialmente entre $250 \mu\text{m}$ y $1500 \mu\text{m}$. En particular, cuando operan a sustancialmente 251 rpm , con preferencia el d_{10} está sustancialmente entre $550 \mu\text{m}$ y $650 \mu\text{m}$, con mayor preferencia es de $633 \mu\text{m}$, y el d_{32} está con preferencia sustancialmente entre $800 \mu\text{m}$ y $1000 \mu\text{m}$, más preferentemente es de $978 \mu\text{m}$. Con preferencia, cuando operan a sustancialmente 380 rpm , el d_{10} está con preferencia sustancialmente entre $800 \mu\text{m}$ y $900 \mu\text{m}$, más preferentemente es de sustancialmente $841 \mu\text{m}$, y el d_{32} está sustancialmente entre $1000 \mu\text{m}$ y $1500 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de $1345 \mu\text{m}$. A sustancialmente 500 rpm , el d_{10} está con preferencia sustancialmente entre $500 \mu\text{m}$ y $600 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de $597 \mu\text{m}$, y el d_{32} está con preferencia sustancialmente entre $700 \mu\text{m}$ y $800 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de sustancialmente $721 \mu\text{m}$. Con preferencia, cuando operan a sustancialmente 765 rpm , el d_{10} está con preferencia sustancialmente entre $300 \mu\text{m}$ y $550 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de sustancialmente $378 \mu\text{m}$, y el d_{32} está con preferencia entre $400 \mu\text{m}$ y $500 \mu\text{m}$, y más preferentemente es de sustancialmente $445 \mu\text{m}$.

En un reactor en el que se esparce gas en un medio líquido agitado, con preferencia, la tasa de gas esparcido está sustancialmente entre $0,05$ y $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$, sustancialmente entre $0,1$ y $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, y más preferentemente es de sustancialmente $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ a una velocidad de impulsor comprendida preferentemente entre 50 rpm y 1200 rpm , y con mayor preferencia entre sustancialmente 50 rpm y 200 rpm .

Un parámetro clave utilizado en el diseño de sistemas mezcladores de gas-líquido es la velocidad de dispersión crítica. Ésta es la velocidad de impulsor mínima requerida para asegurar una dispersión uniforme de las burbujas de gas. La velocidad de dispersión crítica para conseguir la dispersión en un sistema de superficie hidrodinámica de doble flujo opuesto en una vasija que tiene un diámetro comprendido preferentemente entre sustancialmente 1 y 10 m , y más preferentemente entre sustancialmente 2 y 5 m , es con preferencia de entre sustancialmente 1 y 100 rpm , con preferencia entre sustancialmente 5 y 50 rpm , con mayor preferencia entre sustancialmente 10 y 20 rpm , y más preferentemente es de sustancialmente 14 rpm .

En consecuencia, según un aspecto adicional de la presente invención, se proporciona el uso de un aparato mezclador de acuerdo con el primer aspecto de la invención para mezclar un fluido en la fase líquida de un sistema de reacción química que comprende la fase líquida. Con preferencia, el fluido es un sólido, o de manera más preferente el fluido es un gas.

Con preferencia, la fase líquida comprende al menos un reactivo de fase líquida para que reaccione con un gas introducido en la fase líquida, así como al menos un producto de reacción de fase líquida. Con preferencia, la fase líquida incluye un gas introducido en la misma. Con preferencia, el citado gas comprende uno o más reactivos capaces de reaccionar con el citado uno o más reactivos. Con preferencia, la fase líquida comprende un sistema catalizador. Con preferencia, el sistema de reacción es un sistema de reacción de carbonilación tal como uno de los que se mencionan en las Patentes y solicitudes de Patentes Europeas EP-A-0055875, EP-A-0106379, EP-A-0235864, EP-A-0274795, EP-A-0499329, EP-A-0386833, EP-A-0441447, EP-A-0489472, EP-A-0282142, EP-A-0227160, EP-A-0495547, EP-A-0495548, EP-A-1651587, EP-A-1565425, EP-A-1554039, EP-A-1534427, EP-A-1527038, EP-A-1204476, WO2005118519 y WO2005079981.

Con preferencia, el sistema de reacción es un proceso de carbonilación que comprende la carbonilación de un compuesto etilénicamente insaturado, con monóxido de carbono en presencia de una fuente de grupos hidroxilo, con preferencia metanol, y un sistema catalizador que comprende (a) un ligando bidentado de fosfina, arsina o estabina, y (b) un metal catalítico elegido a partir de un metal del grupo 8, 9 ó 10 o de un compuesto del mismo, con preferencia paladio. Con preferencia, el ligando de fosfina se elige a partir de 1,2-bis-(di-ter-butilfosfinometil) benzeno, 1,2-bis-(di-ter-pentilfosfinometil) benzeno, 1,2-bis-(di-ter-butilfosfinometil) naftaleno, 1,2-bis-(diadamantilfosfinometil) benzeno, 1,2-bis-(di-3,5-dimetiladamantilfosfinometil) benzeno, 1,2-bis-(di-5-ter-butiladamantilfosfinometil) benzeno, 1,2-bis-(1-adamantil ter-butyl-fosfinometil) benzeno, 1-(diadamantilfosfinometil)-2-

(di-ter-butilfosfinometil) benzeno, 1-(di-ter-butilfosfinometil)-2-(dicongresilfosfinometil) benzeno, 1-(di-ter-butilfosfinometil)-2-(fosfa-adamantil-P-metil) benzeno, 1-(diadamantilfosfinometil)-2-(fosfa-adamantil-P-metil) benzeno, 1-(ter-butiladamantilfosfinometil)-2-(di-adamantilfosfinometil) benzeno y 1-[(P-(2,2,6,6-tetra-metilsfosfinano-4-ona) fosfinometil)]-2-(fosfa-adamantil-P-metil) benzeno, en los que "fosfa-adamantil" se selecciona entre 2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxadamantil, 2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10 trioxadamantil, 2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluorometil)-6,9,10-trioxadamantil o 2-fosfa-1,3,5-tri(trifluorometil)-6,9,10-trioxadamantil; 1,2-bis-(dimetilaminometil) ferroceno, 1,2-bis-(diterbutilfosfinometil) ferroceno, 1-hidroximetil-2-dimetilaminometilferroceno, 1,2-bis-(diterbutilfosfinometil) ferroceno, 1-hidroximetil-2,3-bis-(dimetilaminometil) ferroceno, 1,2,3-tris-(diterbutilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(dicrohexilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis(di-iso-butilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(dicrohexilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(di-ter-butilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(diisopropilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(dimetilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis(di-(1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-2-fosfa-adamantilmetil) ferroceno, 1,2-bis-(dimetilaminometil) ferroceno-bismetil yoduro, 1,2-bis-(dihidroximetilfosfinometil) ferroceno, 1,2-bis-(difosfinometil) ferroceno, 1,2-bis- α,α -(P-(2,2,6,6-tetrametilfosfinano-4-ona)) dimetilferroceno, y 1,2-bis-(di-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-2-fosfa-adamantilmetil) benzeno; cis-1,2-bis(di-t-butilfosfinometil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1,2-bis(di-t-butilfosfinometil)-5-metilciclopentano; cis-1,2-bis(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetraqmetil-6,9,10-trioxa-adamantil)-4,5-dimetilciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil) 5-metilciclopentano; cis-1,2-bis(di-adamantilfosfinometil)-4,5-dimetilciclohexano; cis-1,2-bis(di-adamantilfosfinometil)-5-metil ciclopentano; cis-1-(P,P-adamantil, t-butil fosfinometil)-2-(di-t-butilfosfinometil)-4,5-dimetilciclohexano; cis-1-(P,P-adamantil, t-butil fosfinometil)-2-(di-t-butilfosfinometil)-5-metilciclopentano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(di-t-butilfosfinometil)-4,5-dimetilciclohexano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(di-t-butilfosfinometil)-5-metil ciclohexano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(diadamantilfosfinometil)-5-metil ciclopentano; cis-1-(2-fosgfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclobutano; cis-1-(di-t-butilfosfinometil)-2-(diadamantilfosfinometil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1-(di-t-butilfosfinometil)-2-(diadamantilfosfinometil)-5-metil ciclopentano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-5-metil ciclopentano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(di-t-butilfosfinometil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(diadamantilfosfinometil)-5-metil ciclopentano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo {3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(diadamantilfosfinometil)-5-metil ciclohexano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo {3.3.1.1[3.7]} decil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1,2-bis-perfluoro(2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxatriciclo {3.3.1.1[3.7]} decil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1,2-bis-perfluoro(2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil)-5-metil ciclopentano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluoro-metil)-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil)-4,5-dimetil ciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluoro-metil)-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil)-5-metil ciclopentano; cis-1,2-bis(di-t-butilfosfinometil) ciclohexano; cis-1,2-bis(di-t-butilfosfinometil) ciclopentano; cis-1,2-bis(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil) ciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil) ciclobutano; cis-1,2-bis(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil) ciclobutano; cis-1,2-bis(di-adamantilfosfinometil) ciclohexano; cis-1,2-bis(di-adamantilfosfinometil) ciclopentano; cis-1,2-bis(di-adamantil fosfinometil) ciclobutano; cis-1-(P,P-adamantil, t-butil-fosfinometil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclohexano; cis-1-(P,P-adamantil, t-butil-fosfinometil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclopentano; cis-1-(P,P-adamantil, t-butil-fosfinometil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclobutano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclohexano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclobutano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclohexano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclopentano; cis-1-(2-fosfinometil-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxa-adamantil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclobutano; cis-1-(di-t-butilfosfinometil)-2-(diadamantil fosfinometil) ciclohexano; cis-1-(di-t-butilfosfinometil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclopentano; cis-1-(di-t-butilfosfinometil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclobutano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclopentano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclobutano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclohexano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(di-t-butilfosfinometil) ciclobutano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclohexano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclopentano; cis-1-(2-fosfa-1,3,5-trimetil-6,9,10-trioxatriciclo-{3.3.1.1[3.7]} decil)-2-(diadamantilfosfinometil) ciclobutano; cis-1,2-bis-perfluoro(2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclohexano; cis-1,2-bis-perfluoro(2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclopentano; cis-1,2-bis-perfluoro(2-fosfa-1,3,5,7-tetrametil-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil)ciclobutano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluoro-metil)-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclohexano; cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluoro-metil)-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclopentano; y, cis-1,2-bis(2-fosfa-1,3,5,7-tetra(trifluoro-metil)-6,9,10-trioxatriciclo{3.3.1.1[3.7]} decil) ciclobutano; (2-exo, 3-exo)-biciclo[2.2.1] heptano-2,3-bis(di-ter-butilfosfinometil) y (2-endo, 3-endo)-biciclo[2.2.1] heptano-2,3-bis(di-ter-butilfosfinometil).

El tamaño de burbuja producido por medio de la invención puede ser pequeño, y por lo tanto se proporciona una

gran área superficial para que tenga lugar la transferencia masiva de interfase. Además, puesto que la distribución de tamaño de burbuja es estrecha con una pequeña desviación, se puede controlar la reacción de carbonilación.

5 Todas las características descritas en la presente memoria pueden ser combinadas con cualesquiera de los aspectos anteriores, en cualquier combinación a menos que tales combinaciones sean mutuamente excluyentes.

Ahora se va a describir una realización de la invención, a título de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

10 La Figura 1 es una vista lateral en sección, esquemática, de un aparato mezclador de la técnica anterior;

La Figura 2 es una vista lateral en sección, esquemática, de un aparato mezclador de acuerdo con la invención;

15 La Figura 3 es una vista lateral en sección, esquemática, de un aparato mezclador de acuerdo con la invención, en uso, y

La Figura 4 es una vista lateral adicional en sección, esquemática, de un aparato mezclador de acuerdo con la invención, en uso.

20 La Figura 1 muestra un aparato mezclador 10 de la técnica anterior en uso, en una vasija 12 que contiene un líquido 14. La vasija 12 tiene una entrada 16 a través de la cual se esparce un gas 18 en el líquido 14. El aparato mezclador 10 comprende un árbol 20 alargado vertical giratorio en torno a un eje longitudinal 21, en el que está montado de forma fija un primer impulsor 22 y un segundo impulsor 24 en relación de separados. El primer impulsor 22 está montado por encima del segundo impulsor 24. Ambos, el primero y el segundo impulsores 22, 24, son turbinas con
25 palas inclinadas a 45°.

Durante el uso, dichos impulsores deben girar a la misma velocidad. El primer impulsor 22 provoca que las burbujas 26 del gas entrante fluyan tanto en dirección axial como en dirección radial. La componente axial del flujo crea un momento, el cual, junto con la flotabilidad, impide que el segundo impulsor 24 opere de manera efectiva. El momento y la flotabilidad solamente se vencen incrementando la velocidad de los impulsores 22, 24. Este incremento de
30 velocidad provoca la dispersión completa del gas 18 en el líquido 14 según se muestra en la Figura 1 mediante las líneas A. La dispersión no uniforme del líquido 14 en el gas 18 es indeseable debido a que no puede controlarse el proceso de mezcla.

35 La Figura 2 muestra un aparato mezclador 100 de acuerdo con la presente invención. El aparato mezclador 100 comprende un árbol vertical alargado 120, giratorio en torno a un eje longitudinal 121, en el que está montado de forma fija un primer impulsor 122 y un segundo impulsor 124 según una disposición separada. Ambos primer y segundo impulsores 122, 124 comprenden un número de palas 125 de superficie hidrodinámica. Cada impulsor 122, 124 comprende cuatro palas 125 que se extienden radialmente, montadas de forma fija en el árbol 120 para una
40 rotación cooperante en torno al eje longitudinal, durante el uso. Cada pala 125 de cada impulsor 122, 124 es una pala de superficie hidrodinámica dispuesta de modo que impele el fluido circundante axialmente en la dirección del otro impulsor. El primer impulsor 122 o inferior, es así un impulsor de bombeo ascendente, y el segundo impulsor 124 o superior, es un impulsor de bombeo descendente. Aunque solamente pueden verse dos palas 125 en la Figura, un experto en la materia comprenderá que se puede usar cualquier número de palas en cada uno de dichos
45 impulsores, por ejemplo 3, 4 o incluso 6 palas. Impulsores particularmente adecuados, disponibles comercialmente, son los conocidos como impulsores Maxflo® W, A315, A320 o A340.

El primer impulsor 122 está montado en el árbol 120 de modo que la cara cóncava de las palas 125 está orientada en dirección hacia arriba. El segundo impulsor 124 está distanciado a lo largo del árbol 120 y está montado de modo que la cara cóncava de las palas 125 está orientada en dirección hacia abajo. La distancia entre el primer impulsor
50 122 y el segundo impulsor 124 es aproximadamente el diámetro de cualquiera de los citados impulsores 122, 124.

La Figura 3 muestra el aparato mezclador 100 en una vasija cilíndrica 112. Una entrada 116 de gas está situada en la pared 132 de fondo de la vasija 112, adyacente a la base 132. Se apreciará que la vasija 112 puede ser de una configuración alternativa cualquiera, por ejemplo, puede ser una tolva. El aparato mezclador 100 está suspendido
55 centralmente en la vasija 112.

Aunque solamente se ha mostrado un aparato mezclador 100 en la Figura 3, se apreciará que se podría utilizar un número cualquiera de aparatos mezcladores 100 en la cámara 112. Por ejemplo, dos, tres o cuatro aparatos
60 mezcladores 100 podrían ser montados en la cámara 112.

También se comprenderá que se puede montar un número cualquiera de primeros y segundos impulsores 122, 124 en el árbol 120 manteniendo el objeto de la invención. Por ejemplo, la disposición 200 mostrada en la Figura 4, en la que una serie de primeros impulsores 222 y una serie de segundos impulsores 224 están montados en el árbol 220.
65 El árbol 220 puede estar provisto de cualquier número de impulsores 222, 224.

5 Una configuración alternativa podría comprender pares de impulsores montados en el árbol. Cada par podría comprender un primer impulsor y un segundo impulsor. Podría existir un número de pares de impulsores en cualquier árbol dado, por ejemplo dos, tres o cuatro pares. En una disposición de ese tipo, el fluido, por ejemplo un gas, puede ser introducido en la cámara a través de la base o de la pared lateral de la misma, siendo dirigido por debajo del, y hacia el, primer impulsor.

10 El primer o el segundo impulsor puede estar accionado por unos medios de accionamiento separados de modo que la velocidad rotacional de, por ejemplo, el primer impulsor, puede ser diferente de la velocidad rotacional de dicho otro impulsor.

15 El diámetro del primer y segundo impulsores no puede ser necesariamente el mismo en una cualquiera de las realizaciones mostradas. Además, la distancia óptima entre dos impulsores depende de la geometría de la vasija y del diámetro de dichos impulsores.

20 Durante el uso, al igual que en la reacción de carbonilación ilustrada, la vasija 112, 212 está llena de fluido 114, 214. Un gas 118, 218 se dirige a continuación hacia la vasija 112, 212 a través de la entrada de gas 116, 216. Se gira el árbol 120, 220 con unos medios de accionamiento adecuados (no representados), con el fin de provocar que el primer impulsor 122, 222 y el segundo impulsor 124, 224 giren en torno al eje longitudinal 121, 221 del árbol 120, 220 en un líquido 114.

25 El gas 118, 218 entra en la vasija 112, 212 en forma de grandes burbujas 150, 215. La rotación del primer impulsor 122, 222 provoca que las grandes burbujas 150, 215 se muevan en dirección axial hacia las palas 125, 225. Las grandes burbujas 150, 250 impactan sobre las palas 125, 225 y se rompen en un número de pequeñas burbujas 152, 252 en la región de alta disipación de energía turbulenta. Las pequeñas burbujas siguen la trayectoria del flujo de fluido que es inicialmente axial y después radial.

30 El segundo impulsor 124, 224 provoca el flujo axial en dirección descendente hacia el primer impulsor 122, 222. Debido a las trayectorias de flujo axial opuestas creadas por los citados impulsores, se establece una zona central 160, 260, o zona de alta disipación de energía turbulenta. La zona central 160, 260 comprende un área de alta disipación de energía turbulenta comparativamente uniforme con una alta área interfacial para permitir la reacción entre los reactivos en el líquido 114, 214 y entre reactivos en el gas 118, 218. Además, debido a que la disipación de energía turbulenta en la zona central 160, 260 se mantiene sin mucha variación, se produce una estrecha distribución de tamaño de las pequeñas burbujas. Esta estrecha distribución de tamaño permite que se pueda pronosticar y controlar el rendimiento del reactor.

35 El aparato mezclador 100, 200 es particularmente adecuado para procesos de carbonilación.

40 La tabla 1 proporciona un ejemplo de tamaño de burbuja resultante para un sistema Maxflo de dobles impulsores opuestos que operan a varias velocidades, y a 4,2 mm/s. El tamaño de burbuja fue determinado con la utilización de una cámara típica de captura de imagen.

N (rpm)	750	991	1200
d ₁₀ (µm)	296	330	394
d ₃₂ (µm)	450	510	500

Tabla 1

45 Una ventaja distinta consiste en que está capacitado para controlar la reacción que se produce entre dos fluidos, en particular un líquido y un gas. También es especialmente favorable para ser capaz de promover una mezcla eficaz y eficiente y una transferencia masiva de interfase entre al menos dos fluidos. Cuando se aplica a procesos industriales, tales ventajas son de alto valor comercial.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un aparato mezclador (100) para mezclar al menos dos fluidos, comprendiendo los al menos dos fluidos un líquido y un gas, comprendiendo el aparato mezclador (100) un árbol (120) giratorio en torno a su eje longitudinal (121), un primer y un segundo impulsores (122, 124) que se extienden radialmente montados en el árbol (120) y respectivamente distanciados axialmente, comprendiendo el primer impulsor (122) una pluralidad de palas (125) curvadas operables para mover los citados fluidos en dirección axial hacia el segundo impulsor (124), y comprendiendo el segundo impulsor (124) una pluralidad de palas (125) curvadas operables para mover dichos fluidos en dirección axial hacia el primer impulsor (122), caracterizado porque dichas palas (125) de cada impulsor son palas de superficie hidrodinámica.
- 2.- Un aparato mezclador según se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado porque las palas (125) de cada impulsor son operables de modo que bombean hacia el interior en el espacio existente entre los impulsores (122, 124).
- 3.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el primer impulsor (122) y el segundo impulsor (124) comprenden, cada uno de ellos, dos o más palas (125) curvadas.
- 4.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el diámetro del primer impulsor (122) es igual que el diámetro del segundo impulsor (124).
- 5.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la distancia axial entre el primer impulsor (122) y el segundo impulsor (124) es una separación de al menos un diámetro de impulsor.
- 6.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dichos impulsores (122, 124) son operables a un número de potencia de 1,75.
- 7.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la potencia específica usada cuando el primer impulsor (122) y el segundo impulsor (124) son operables para que giren, está comprendida entre 100 W/m^3 y 800 W/m^3 .
- 8.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuando se utilizan dobles impulsores Maxflo opuestos, el tamaño medio aritmético (d_{10}) está comprendido entre $250 \mu\text{m}$ y $550 \mu\text{m}$ y el diámetro medio de volumen superficial (d_{32}) está comprendido entre $400 \mu\text{m}$ y $750 \mu\text{m}$.
- 9.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque cuando se utilizan impulsores de tipo BT-6, el diámetro d_{10} está comprendido entre $250 \mu\text{m}$ y $1500 \mu\text{m}$.
- 10.- Un aparato mezclador según se reivindica en la reivindicación 9, caracterizado porque cuando es operable a 765 rpm, el d_{10} es de $378 \mu\text{m}$, y el d_{32} es de $445 \mu\text{m}$.
- 11.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la tasa de gas esparcido está comprendida entre $0,05$ y $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 12.- Un aparato mezclador según se reivindica en la reivindicación 11, caracterizado porque la tasa de gas esparcido es de $0,13 \text{ m}^3/\text{s}$ a una velocidad de impulsor de 50 rpm a 200 rpm.
- 13.- Un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque una velocidad de dispersión crítica en una vasija que tiene un diámetro de entre 2 y 5 m, está comprendida entre 10 y 20 rpm.
- 14.- Un uso de un aparato mezclador de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores para mezclar un fluido en un una fase líquida en un sistema de reacción química que comprende la fase líquida.
- 15.- Un uso de un aparato mezclador según se reivindica en la reivindicación 14, caracterizado porque la fase líquida comprende al menos un reactivo de fase líquida para que reaccione con un gas introducido en la fase líquida, así como al menos un producto de reacción de fase líquida.
- 16.- Un uso de un aparato mezclador según se reivindica en la reivindicación 14 ó 15, caracterizado porque la fase líquida comprende un sistema catalizador.
- 17.- Un uso de un aparato mezclador según se reivindica en una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 16, caracterizado porque el sistema de reacción es un proceso de carbonilación que comprende la carbonilación de un compuesto etilénicamente insaturado con monóxido de carbono en presencia de una fuente de grupos hidroxilo, y un

sistema catalizador que comprende (a) un ligando bidentado de fosfina, arsina o estibina, y (b) un metal catalítico elegido a partir de un metal del grupo 8, 9 ó 10, o un compuesto del mismo.

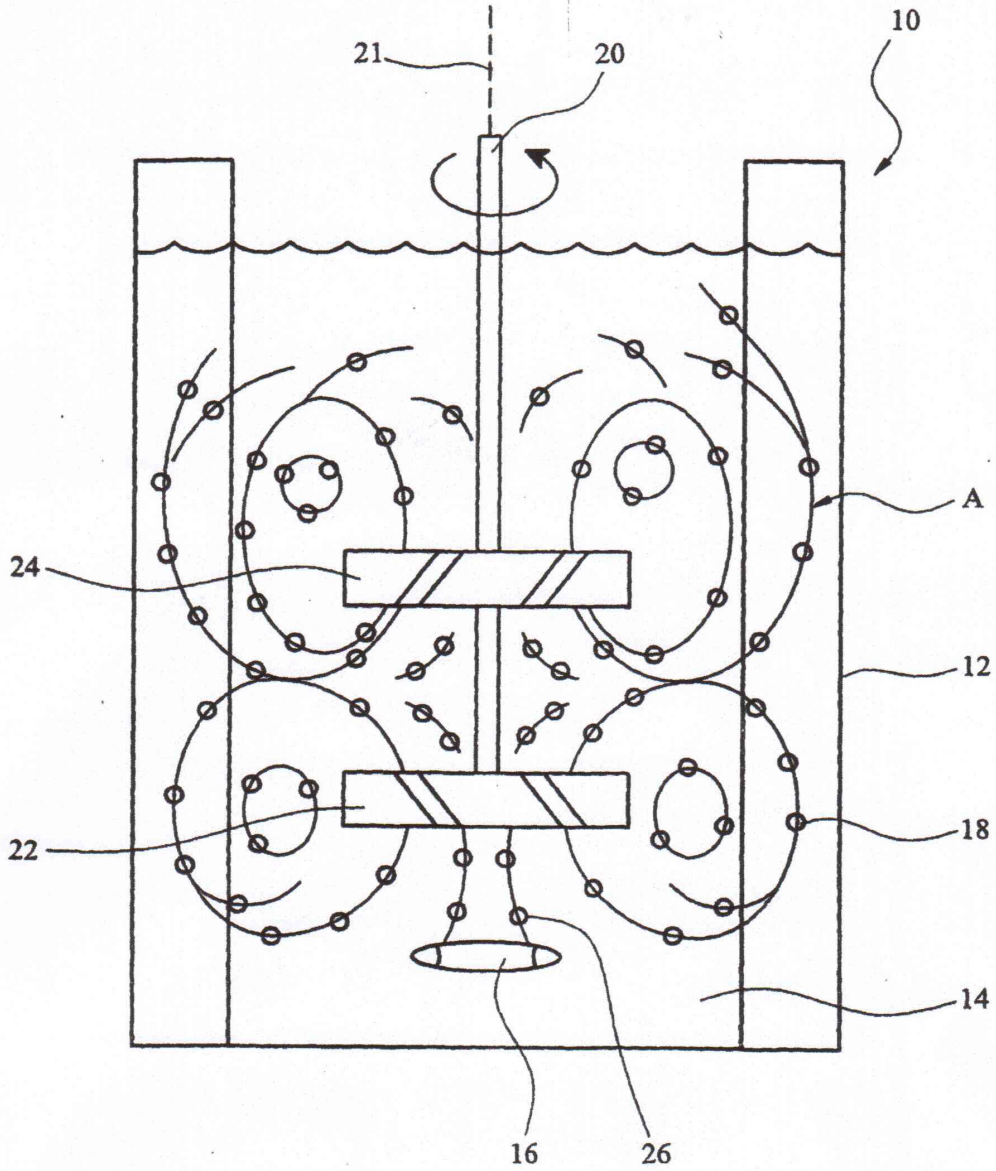


FIG. 1

TÉCNICA ANTERIOR

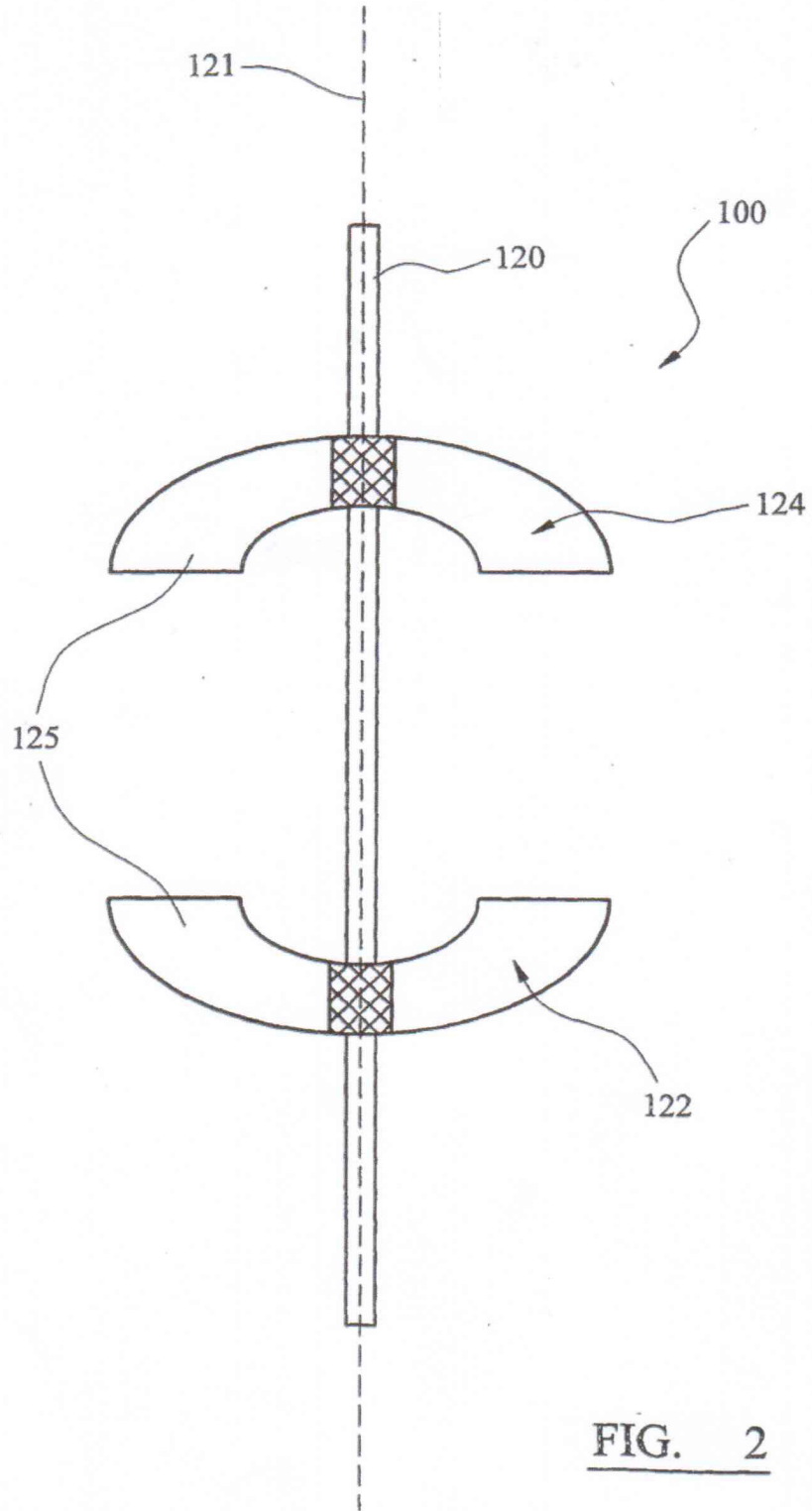


FIG. 2

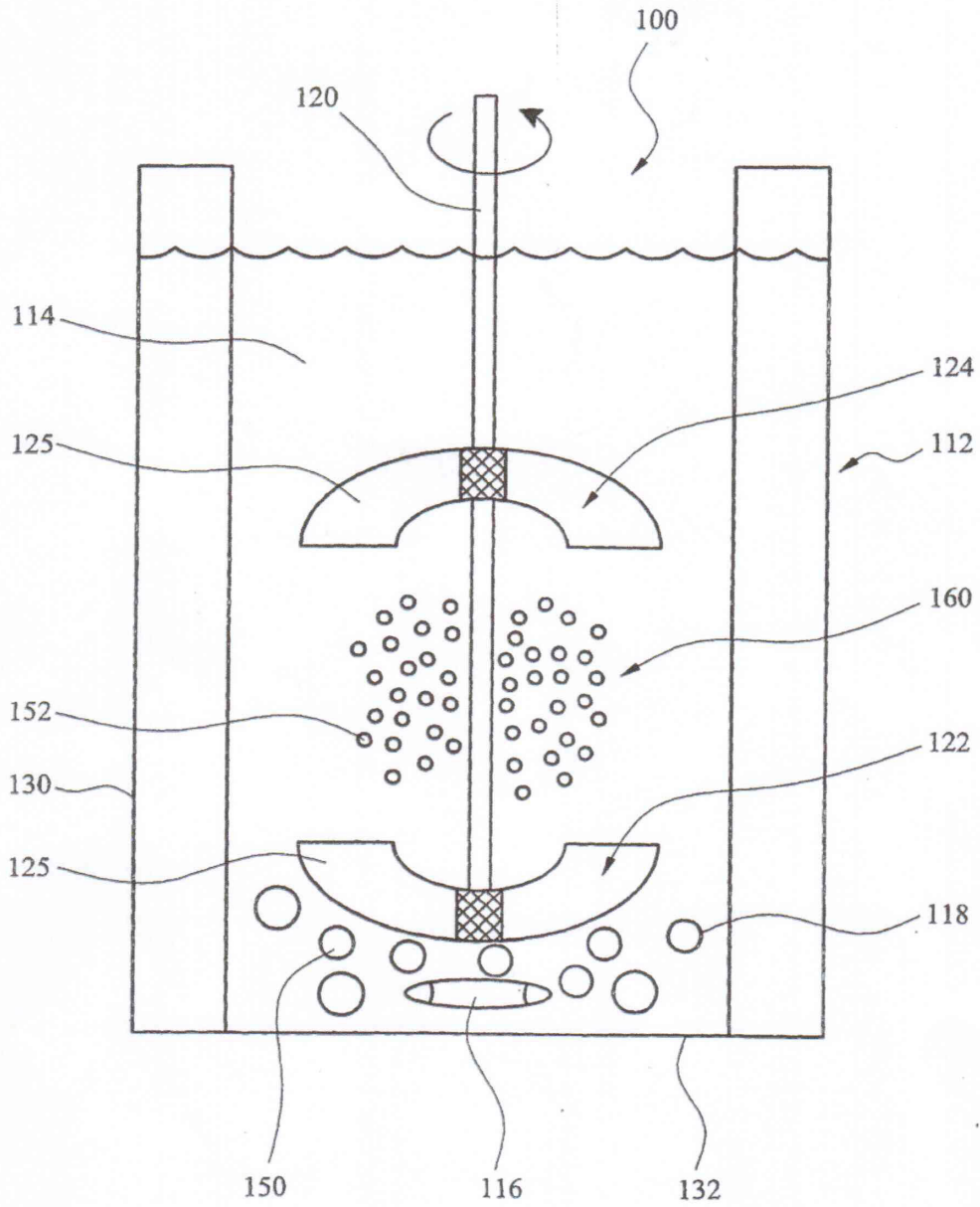


FIG. 3

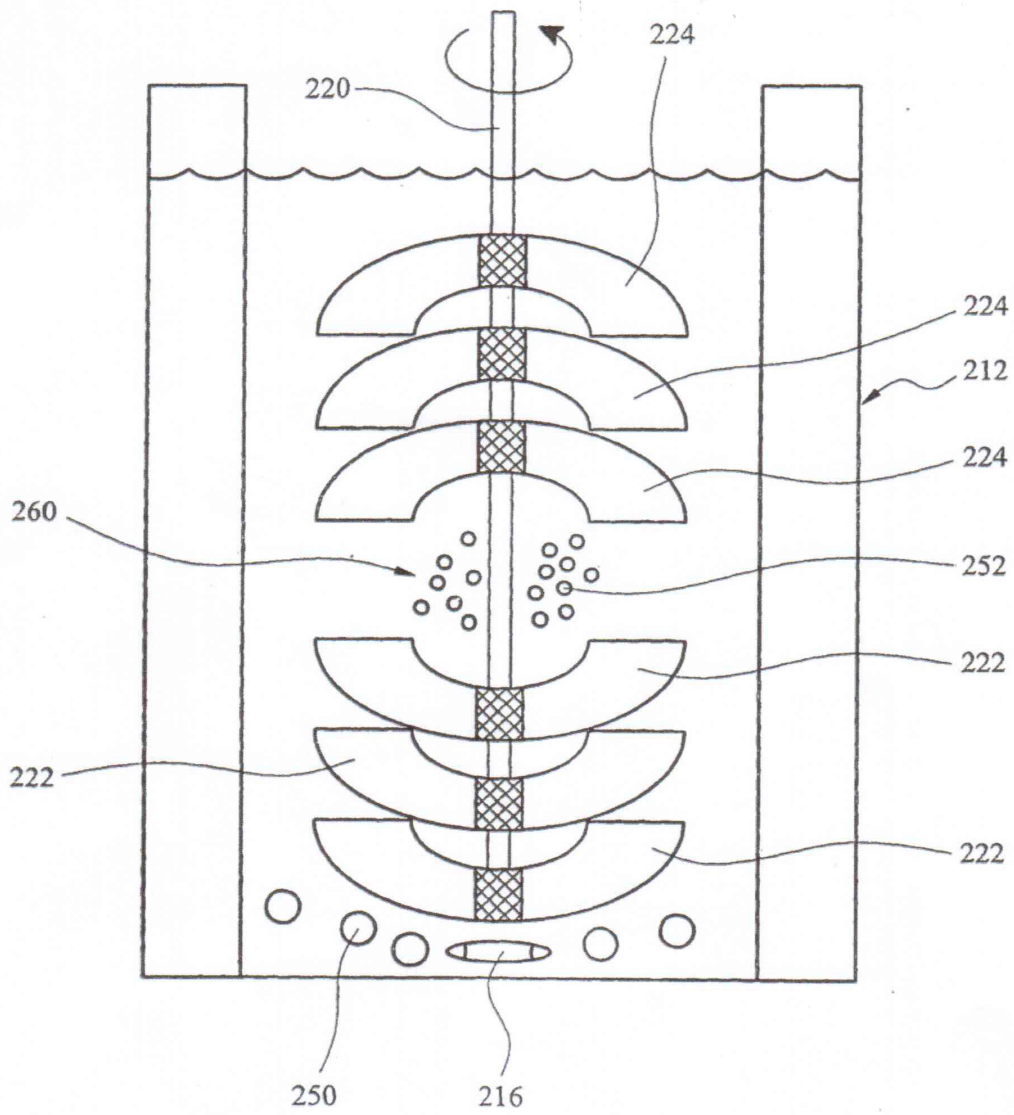


FIG. 4