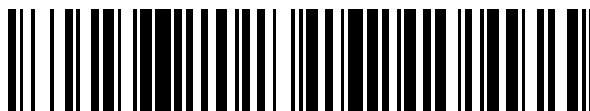


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 153**

51 Int. Cl.:

B01F 5/02 (2006.01)

B01F 5/10 (2006.01)

B01F 7/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2009** **E 09792604 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016** **EP 2344271**

54 Título: **Proceso y aparato para mezclar un fluido dentro de un recipiente**

30 Prioridad:

01.10.2008 US 243424

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
24.02.2016

73 Titular/es:

**BP CORPORATION NORTH AMERICA INC.
(100.0%)
150 W. Warrenville Road Mail Code 200-1W
Naperville, IL 60563, US**

72 Inventor/es:

COY, DANIEL C.

74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

ES 2 561 153 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

Proceso y aparato para mezclar un fluido dentro de un recipiente

5 Antecedentes

Campo técnico

[0001] Esta invención se refiere a procedimientos y un aparato para mezclar un líquido dentro de un recipiente o un tanque.

Exposición de la técnica anterior

[0002] La última tendencia de los precios cada vez mayores del petróleo crudo y la disponibilidad de suministro requiere que las refinerías tengan la capacidad de procesar varios tipos diferentes de petróleo crudo, proporcionando al mismo tiempo operaciones constantes y seguras de las unidades de proceso. Una manera en la que las refinerías intentan obtener beneficios económicos de la flexibilidad de las materias primas de crudo es combinando diversas materias primas antes de su procesamiento en el alambique de tubos o la unidad de destilación de petróleo crudo, tal como combinando un petróleo crudo pesado menos caro con un petróleo crudo más ligero. Una manera típica de combinar los materiales de petróleo crudo es en los tanques de almacenamiento de petróleo crudo. Los tanques de almacenamiento de petróleo crudo contienen grandes volúmenes, tal como aproximadamente 125.000 metros cúbicos.

[0003] Los dispositivos conocidos para tanques de petróleo crudo de mezclado incluyen agitadores de entrada lateral con hélices de tipo naval. Estos agitadores no mezclan de manera satisfactoria los dos o más tipos de petróleo crudo, lo que hace que surjan importantes problemas operativos y de seguridad cuando el petróleo crudo no mezclado se suministra a la refinería. Las recientes publicaciones en revistas científicas dan a conocer el uso de la dinámica de fluidos computacional para modelar el mezclado en tanques de petróleo crudo con agitadores y/o combinar el agitador con un mezclador de chorro.

[0004] Cheremisinoff en "*Handbook of chemical process equipment*" indica que para conseguir una mezcla con una homogeneidad práctica, se recomiendan diez rotaciones del tanque, y que para conseguir una mezcla con una desviación de aproximadamente el 1 por ciento entre los puntos de muestra superior e inferior de un tanque, se necesita normalmente tres rotaciones del tanque. Asimismo, Paul en "*Handbook of industrial mixing: science and practice*" indica que para un líquido con una viscosidad inferior a 100 centipoises son necesarias 3 rotaciones para alcanzar una homogeneidad del 95 por ciento en un tanque, y que para una viscosidad de entre 100 centipoises y menos de 1000 centipoises son necesarias 10 rotaciones para alcanzar una homogeneidad del 95 por ciento en un tanque.

[0005] Atwood, patente estadounidense 2.322.087, da a conocer un mezclador de tanque eductor en el que el fluido arrastrado se extrae simultáneamente de todos los niveles de fluido dentro del tanque. Los orificios del tubo de mezclado de admisión están dimensionados de modo que la cantidad extraída de cada nivel aumenta hacia arriba a lo largo del tubo de mezclado de admisión.

[0006] Kuerten et al., patente estadounidense 3.847.375, da a conocer un procedimiento para mezclar líquidos que difieren ampliamente entre sí con respecto a su volumen y/o densidad. El agente de dispersión de líquido se pasa al interior de una cámara de intercambio de impulso.

[0007] Colebrander, en la publicación internacional número WO01/03816, da a conocer un procedimiento para introducir un primer líquido en un recipiente con agitación que contiene un segundo líquido inyectando el primer líquido en el recipiente con agitación, en el que una relación de velocidad de inyección con respecto a la velocidad de la punta del propulsor es superior a 2. El documento WO 97/41976 da a conocer un aparato de mezcla según el preámbulo de la reivindicación 1.

[0008] Aunque las divulgaciones anteriores proporcionan avances en la técnica, sigue existiendo la necesidad y el deseo de mezclar y/u homogeneizar rápidamente el contenido de un recipiente. También existe la necesidad y el deseo de mezclar un primer líquido estratificado sobre un segundo líquido para suministrarlos de manera uniforme a una unidad de proceso. Además, existe la necesidad y el deseo de mezclar líquidos con diferencias de densidad y/o viscosidad.

Resumen

[0009] Las necesidades y los deseos mencionados anteriormente se satisfacen, al menos en parte, mediante un proceso y un aparato para mezclar un fluido o un líquido dentro de un recipiente o un tanque. La invención incluye un aparato según la reivindicación 1. La invención mezcla el contenido de tanques de petróleo crudo y/u otros materiales de hidrocarburos hasta un estado homogéneo con una alta eficacia sorprendente e inesperada. La invención incluye los procedimientos según las reivindicaciones 4 y 8 para usar el aparato para mezclar el contenido del recipiente y/o dos o más materiales estratificados. La invención incluye la capacidad de mezclar materiales que tienen diferencias en densidad y/o viscosidad.

[0010] Según una primera realización, esta invención incluye un aparato de mezclado según la reivindicación 1.

[0011] Según una segunda realización, esta invención incluye un procedimiento para mezclar un líquido en un recipiente según la reivindicación 4.

[0012] Según una tercera realización, esta invención incluye un procedimiento para mezclar un primer fluido estratificado sobre un segundo fluido según la reivindicación 8.

Breve descripción de los dibujos

[0013] Los dibujos adjuntos, que se incorporan en y forman parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar las características, ventajas y principios de la invención. En los dibujos:

la FIG. 1 ilustra un aparato de mezclado, según una realización;
la FIG. 2 ilustra un aparato de mezclado invertido, según una realización que no forma parte de la invención;
la FIG. 3 ilustra un aparato de mezclado en un tanque lleno hasta la mitad, según una realización;
la FIG. 4 ilustra el contenido estratificado de un tanque con un aparato de mezclado, según una realización;
la FIG. 5A ilustra un dispositivo de mezclado combinado y un dispositivo de fuerza motriz, según una realización que no forma parte de la invención;
la FIG. 5B ilustra una ventana flotante, según una realización;
las FIG. 6A y 6B ilustran un dispositivo de mezclado combinado, según una realización que no forma parte de la invención;
las FIG. 7A y 7B ilustran un eductor, según determinadas realizaciones;
la FIG. 7C ilustra un patrón de flujo de eductor, según una realización;
las FIG. 8A a 8H ilustran boquillas, según determinadas realizaciones;
la FIG. 9A ilustra un colector circular, según una realización;
la FIG. 9B ilustra a vista en sección lateral de la FIG. 9A, según una realización;
la FIG. 9C ilustra un colector lineal, según una realización;
la FIG. 9D ilustra una vista en sección lateral de la FIG. 9C, según una realización;
la FIG. 10 ilustra una aspiración flotante, según una realización;
las FIG. 11A a 11C ilustran un tanque con contenido estratificado a diversos intervalos de tiempo durante el mezclado; y
las FIG. 12A a 12F ilustran el contenido estratificado de un tanque a diversos intervalos de tiempo durante el mezclado.

Descripción detallada

[0014] La presente invención se refiere a un aparato y a un procedimiento para conseguir un tiempo de mezclado óptimo (reducido) y uniformidad en el contenido del recipiente, tal como cuando el contenido está estratificado por diferencias en la densidad superiores a aproximadamente 2 kilogramos por metro cúbico y/o viscosidades superiores a aproximadamente 10 centipoises. La realización o formación rápida de una mezcla uniforme incluye varias ventajas industriales. Una primera ventaja puede incluir un suministro de petróleo crudo uniforme a una refinería para evitar contratiempos en el proceso debidos a cambios repentinos en las propiedades de alimentación de crudo y así permitir un funcionamiento a máximo rendimiento y valor económico. Una segunda ventaja puede incluir un almacenamiento intermedio uniforme en una refinería para evitar contratiempos en el proceso debidos a cambios repentinos en las propiedades de alimentación intermedia y así permitir un

funcionamiento a máximo rendimiento y valor económico. Una tercera ventaja puede incluir un producto final mezclado de manera uniforme para reducir el "valor regalado" cuando una mezcla de producto está por encima de la especificación, de modo que todas las muestras (no bien mezcladas) cumplan con la especificación.

5 **[0015]** Estas y otras ventajas de la invención pueden obtenerse, al menos en parte, mediante un aparato según la reivindicación 1 que incluye una aspiración flotante para retirar líquido sustancialmente en la superficie de líquido (independientemente del nivel de líquido en el tanque), una bomba para que el líquido circule de vuelta al tanque, y un conjunto distribuido de mezcladores de chorro (boquillas simples, eductores o similares) colocados para extraer el fluido sustancialmente de la parte inferior del tanque.

10

[0016] De manera deseable, la presente invención combina de manera sinérgica una aspiración flotante con un mezclado de chorro distribuido para producir un resultado sorprendente. En la presente invención, el fluido de densidad inferior puede extraerse de manera continua de aproximadamente el 5 por ciento superior del fluido en el tanque y mezclarse estrechamente en los eductores o mezcladores de chorro con el fluido de densidad superior de aproximadamente el 5 por ciento inferior del tanque para producir una mezcla de densidad intermedia que se mueve y/o fluye hasta o hacia una capa central en el tanque y que continúa agitándose suavemente mediante el flujo de salida del mezclador. El mezclado en masa puede facilitarse y/o realizarse mediante fuerzas impulsoras inerciales y/o fuerzas impulsoras de flotabilidad, por ejemplo. El tanque puede mezclarse de manera uniforme (diferencia de concentración inferior al 1 por ciento entre la parte superior y la parte inferior) en aproximadamente 0,6 rotaciones del tanque.

[0017] Como se muestra en la FIG. 1 y según una realización, un aparato de mezclado de fluido 10 incluye un recipiente 12, tal como un tanque de parte superior abierta para contener un líquido 14 con un nivel de líquido 16. El aparato de mezclado de fluido 10 incluye además un dispositivo de entrada 18 conectado mediante fluido con respecto a un dispositivo de fuerza motriz 20, tal como una bomba centrífuga 22. El dispositivo de entrada 18 se conecta a una aspiración 24, y el dispositivo de fuerza motriz 20 incluye una descarga 26. La descarga 26 se conecta mediante fluido con respecto a al menos un mezclador 28, que está colocado sobre o cerca de una parte inferior 30 del recipiente 12. La parte inferior 30 incluye un emplazamiento diferente 46 con respecto al dispositivo de entrada 18.

30

[0018] El líquido 14 puede introducirse en el dispositivo de entrada 18 cerca de la parte superior del nivel de líquido 16 y fluir hacia el dispositivo de fuerza motriz 20 antes de salir del al menos un mezclador 28 cerca de la parte inferior 30 del recipiente 12.

35 **[0019]** Como se muestra en la FIG. 2 y según una realización que no forma parte de la invención, un aparato de mezclado de fluido 10 con un recipiente 12 puede incluir una configuración relativamente invertida, tal como generalmente opuesta a la de la FIG. 1, por ejemplo. Los mismos componentes pueden volver a configurarse o disponerse para permitir que el líquido 14 fluya desde la parte inferior 30 con un dispositivo de entrada 18 a través de un dispositivo de fuerza motriz 20 con una aspiración 22 y una descarga 26, y salga de al menos un mezclador 40 28 en o cerca del nivel de líquido 16 y un emplazamiento diferente 46 con respecto a la entrada.

[0020] Como se muestra en la FIG. 3 y según una realización, un aparato de mezclado de fluido 10 con un tanque de techo fijo puede incluir un intercambiador de calor 58, para enfriar y/o calentar durante la circulación. El intercambiador de calor 58 puede estar situado en cualquier emplazamiento adecuado, tal como después de una 45 descarga 26 de una bomba 22, insertado en el recipiente 12 y/o en cualquier otra posición para entrar en contacto térmico con el líquido 14.

[0021] El dispositivo de entrada 18 puede incluir un codo flexible u otra configuración curvada adecuada, para un tanque medio lleno 48 con una altura superior a un diámetro o una longitud, por ejemplo.

50

[0022] Como se muestra en la FIG. 4 y según una realización, un aparato de mezclado de fluido 10 puede instalarse con un techo flotante 44. Un líquido 14 puede incluir un primer fluido 50 sobre un segundo fluido 52 para formar un sistema estratificado 54 y con más de una capa 56 antes del mezclado.

55 **[0023]** Como se muestra en la FIG. 5A y según una realización que no forma parte de la invención, un aparato de mezclado de fluido 10 puede instalarse dentro de un recipiente 12, tal como con un chapa 64 que tiene una ventana móvil 66 para seguir un nivel de líquido 16 del líquido 14. El flujo puede atravesar la ventana móvil 66 y descender por la chapa 64, tal como impulsado por un dispositivo de fuerza motriz 20 que también es igual que al menos un mezclador 28. El dispositivo combinado puede incluir un agitador 60, tal como con un propulsor 62 y un

accionador 68. El accionador 68 puede incluir un motor o una turbina externa al recipiente 12. La FIG. 5B muestra la ventana móvil 66 que puede deslizarse entre dos guías y/o carriles, tal como moviéndose con el nivel de líquido 16. Son posibles otras configuraciones de la ventana móvil 66 sin apartarse del alcance de la invención.

- 5 **[0024]** Según una realización que no forma parte de la invención y como se muestra en las FIG. 6A y 6B, un aparato de mezclado de fluido 10 puede incluir un mezclador 28A, tal como una boquilla horizontal para un dispositivo de mezclado de combinación, y un mezclador 28B, tal como un agitador para un dispositivo de mezclado de combinación. La combinación de más de un tipo de dispositivo de mezclado puede incluir efectos sinérgicos cuando se conectan mediante fluido con un dispositivo de entrada 18 y/o un dispositivo de fuerza motriz 20. De
10 manera deseable, el líquido 14 puede desplazarse mediante una bomba 22 a través de una aspiración flotante 42, e inyectarse en o cerca de un mezclador de propulsor 28B, entrando el fluido primario en la zona de alto cizallamiento del agitador, por ejemplo. Alternativamente, el dispositivo de mezclado de combinación puede dirigir el flujo del mezclador de boquilla 28A para unirse a la descarga del mezclador de propulsor 28, tal como hacia el centro del recipiente 12. La configuración de dispositivo de mezclado de combinación puede hacerse funcionar de manera
15 ventajosa en un tanque con un techo flotante. Son posibles otras configuraciones de aspiración flotante 42 con dispositivos de mezclado de combinación 28A y 28B sin apartarse del alcance de la invención.

- [0025]** Según una realización y como se muestra en las FIG. 7A y 7B, esta invención puede incluir un educor 32 para el al menos un mezclador. El fluido primario y el fluido secundario pueden incluir cualquier configuración adecuada, generalmente coaxial como en la FIG. 7A y/o generalmente perpendicular como en la FIG. 7B. La FIG. 7C muestra un posible patrón de flujo con educadores 32 en el recipiente 12. Otras configuraciones de educadores 32 aparte de las mostradas en las FIG. 7A a 7C están dentro del alcance de esta invención.

- [0026]** Según una realización y como se muestra en las FIG. 8A a 8H, esta invención puede incluir una
25 boquilla 34 para el al menos un mezclador. Normalmente, aunque no necesariamente, la boquilla puede incluir un área de sección transversal reducida para aumentar la velocidad del fluido, tal como uno o más agujeros, aberturas, perforaciones, orificios y/o similares. Otras configuraciones de boquillas 34 aparte de las mostradas en las FIG. 8A a 8H están dentro del alcance de esta invención.

- 30 **[0027]** Como se muestra en las FIG. 9A a 9D y según una realización, los dispositivos de mezclado distribuidos 40 pueden incluir un colector generalmente circular mostrado en las FIG. 9A y 9B (son posibles educadores adicionales). Alternativamente, los dispositivos de mezclado distribuidos 40 pueden incluir un colector generalmente lineal mostrado en las FIG. 9C y 9D. Los dispositivos de mezclado distribuidos 40 pueden incluir cualquier ángulo adecuado, tal como un ángulo hacia arriba 36 y/o un ángulo horizontal 38.

- 35 **[0028]** Como se muestra en la FIG. 10 y según una realización, esta invención puede incluir una aspiración flotante 42, tal como con un flotador, un elemento giratorio o pivote, una cuerda de agarre y/o similares.

- [0029]** Esta invención incluye un aparato de mezclado. El aparato incluye un recipiente para contener un
40 líquido con un nivel de líquido, un dispositivo de entrada que puede moverse con el nivel de líquido, un dispositivo de fuerza motriz con una aspiración y una descarga, en el que la aspiración se conecta mediante fluido al dispositivo de entrada, y al menos un mezclador que se conecta mediante fluido a la descarga.

- [0030]** Un recipiente se refiere en términos generales a un dispositivo adecuado que contiene y/o retiene
45 líquido, tal como tanques, tambores, tuberías, depósitos, cubas, cilindros de almacenamiento, cámaras subterráneas, esferas y/o similares. Los recipientes pueden incluir cualquier tamaño, altura, longitud, diámetro y/o forma deseados. Según una realización, el recipiente puede incluir tanques de parte superior abierta, tanques de techo fijo, tanques de techo flotante, tanques de techo flotante interno, instalaciones de almacenamiento subterráneas y/o similares. El recipiente puede incluir una relación de altura con respecto al diámetro de cualquier
50 número adecuado, tal como aproximadamente 1:10, aproximadamente 10:1, y/o de manera deseable al menos 1:3 aproximadamente. Según una realización, el recipiente comprende un tanque de almacenamiento de petróleo crudo, un tanque de almacenamiento de corrientes intermedias de refinerías, un tanque de almacenamiento de productos de refinería acabados y/o similares.

- 55 **[0031]** Un líquido se refiere generalmente a fluidos sin forma independiente, pero con un volumen definido al menos generalmente, tal como materiales no compresibles y/o materiales ligeramente compresibles. Los líquidos pueden incluir suspensiones y/o materia particulada, tal como lodo. Los líquidos pueden incluir sólidos disueltos, sólidos suspendidos y/o gases. Los líquidos pueden incluir materiales puros así como mezclas, emulsiones y/o disoluciones. Las mezclas, emulsiones y/o disoluciones pueden incluir una sola fase o capa y/o múltiples fases o

capas. Alternativamente, los líquidos incluyen materiales que tienen un estado general de materia que excluye los sólidos y/o gases. Según una realización, el líquido puede incluir petróleo crudo, asfalto, materiales de arenas alquitranadas, materiales residuales (por ejemplo, lo que queda en la parte inferior de torres para petróleo crudo y/o de vacío), corrientes asfálticas, otras corrientes de refinarias, corrientes intermedias, productos acabados y/o cualquier otro material adecuado. Un líquido puede incluir múltiples capas estratificadas por densidad, viscosidad y/o similares.

[0032] Un nivel de líquido se refiere generalmente a una superficie superior y/o altura de la columna de líquido, tal como en la superficie de contacto entre el aire y el líquido para un tanque de parte superior abierta, y/o generalmente cuando existe un techo flotante con respecto al líquido, por ejemplo. Las capas individuales de líquidos estratificadas unas sobre otras pueden incluir cada una un nivel de líquido respectivo. El nivel de líquido puede incluir cualquier cantidad adecuada de volumen de trabajo dentro del recipiente, tal como al menos el 20 por ciento aproximadamente, al menos el 50 por ciento aproximadamente, al menos el 70 por ciento aproximadamente, al menos el 90 por ciento aproximadamente, el 100 por ciento aproximadamente y/o cualquier otra cantidad adecuada. Según una realización, una altura del líquido en el recipiente comprende menos de aproximadamente la mitad de la altura del recipiente.

[0033] Un dispositivo de entrada se refiere en términos generales a cualquier dispositivo de recogida de fluido adecuado, tal como una boquilla, una entrada de tubería, una tolva, un canal y/o similares. El dispositivo de entrada puede incluir cualquier configuración y/u orientación adecuada, tal como apuntando generalmente hacia arriba, hacia abajo y/o cualquier otro ángulo. La capacidad del dispositivo de entrada para moverse, supervisar, ajustar y/o poder moverse con un nivel de líquido puede incluir moverse al y/o en el nivel de líquido, moverse por debajo de o desplazado con respecto al nivel de líquido, y moverse por encima del nivel de líquido, tal como por encima de un primer nivel de líquido en un tanque estratificado. El desplazamiento puede incluir cualquier cantidad adecuada, tal como 1 metro aproximadamente, 2 metros aproximadamente o 5 metros aproximadamente por encima o por debajo del nivel de líquido. Según una realización, el dispositivo de entrada se mueve a 1 metro aproximadamente por debajo del nivel de líquido e incluye una orientación hacia arriba, por ejemplo para desplazar material desde cerca de la superficie.

[0034] El dispositivo de entrada puede incluir cualquier componente mecánico adecuado, tal como un flotador, un dispositivo de flotabilidad, una tubería, una articulación de rótula, una conexión articulada, un sistema de tubería deslizante, una articulación flexible, un codo de expansión, una manguera relativamente rígida y/o similares. El dispositivo de entrada comprende una aspiración flotante, tal como en o cerca de una parte superior del nivel de líquido. De manera deseable, aunque no necesariamente, el dispositivo de entrada puede moverse con un techo flotante dentro del recipiente, tal como sobre una disposición de carriles. Para recipientes con un diámetro que supera una altura, el dispositivo de entrada puede incluir un flotador, una tubería y una configuración de articulación de rótula. Para recipientes con una altura que supera un diámetro, el dispositivo de entrada puede incluir además una o más juntas articuladas, por ejemplo para permitir que la tubería se curve y/o pliegue sobre sí misma.

[0035] El dispositivo de entrada se mueve con el nivel de líquido. El dispositivo de entrada puede proporcionar un flujo adecuado para al menos la mayor parte del volumen de trabajo del recipiente, tal como los intervalos mencionados anteriormente con respecto al nivel de líquido. El dispositivo de entrada puede incluir cualquier configuración adecuada. Según una realización, el dispositivo de entrada incluye una única abertura y/o apertura, excluyendo una pluralidad de orificios. De manera deseable, aunque no necesariamente, el dispositivo de entrada toma o introduce fluido en sólo un emplazamiento y/o nivel relativamente discreto, tal como cerca del nivel de líquido, y no a múltiples niveles y/o emplazamientos dentro del recipiente al mismo tiempo.

[0036] Los dispositivos de fuerza motriz pueden incluir bombas, bombas de desplazamiento positivo, bombas centrífugas, bombas sumergibles, propulsores y/o similares. El dispositivo de fuerza motriz puede estar colocado y/o conectado en cualquier configuración adecuada con respecto a las demás partes del sistema, tal como entre el dispositivo de entrada y el mezclador. El dispositivo de fuerza motriz puede estar colocado fuera del recipiente y/o dentro del recipiente.

[0037] Una aspiración se refiere generalmente a una entrada y/o un área o emplazamiento de presión generalmente inferior. Una descarga se refiere generalmente a una salida y/o un área o emplazamiento de presión generalmente superior. Según una realización, la aspiración y la descarga del dispositivo de fuerza motriz pueden estar conectadas mediante fluido, tal como mediante línea de flujo mínimo y/o retroceso.

[0038] Conectado mediante fluido y/o en comunicación de fluido se refiere en términos generales a un líquido

que puede fluir y/o transportarse de un emplazamiento a otro. Las conexiones de fluido pueden realizarse de cualquier manera adecuada, tal como con tuberías, tubos, canales, conductos, chapas, desviadores, aliviaderos, la colocación de elementos muy próximos entre sí y/o de maneras similares.

- 5 **[0039]** Un mezclador se refiere en términos generales a cualquier dispositivo adecuado para aumentar la homogeneidad de un sistema de fluido y/o reducir gradientes, tal como con la entrada de potencia y/o agitación. Los mezcladores usados en sistemas homogéneos pueden conferir ventajosamente una turbulencia, por ejemplo. El mezclador incluye una boquilla o un eductor.
- 10 **[0040]** El mezclador incluye un emplazamiento, que se monta o ubica en o cerca de una parte inferior del recipiente. Según una realización, el mezclador se monta aproximadamente a un 1 metro por encima de un suelo o parte inferior del recipiente.
- [0041]** De manera deseable, el mezclador incluye un mezclado de cizallamiento y/o mezclado profundo, tal como entre el fluido procedente del dispositivo de entrada y el fluido inmediatamente alrededor del mezclador, por ejemplo. El mezclado de cizallamiento puede producirse generalmente hasta un nivel de difusión molecular.
- 15 **[0042]** También de manera deseable, el mezclador incluye un mezclado en masa, tal como entre el fluido procedente del dispositivo de entrada y el fluido no inmediatamente circundante al mezclador, por ejemplo. El mezclado en masa puede producirse generalmente con fuerzas motrices de flotabilidad, de inercia y/o de impulso.
- [0043]** Las boquillas se refieren en términos generales a un saliente, por ejemplo para hacer pasar un fluido o un líquido. Las boquillas pueden mezclar fluidos admitiendo y/o haciendo fluir un segundo fluido en un primer fluido. De manera deseable, aunque no necesariamente, las boquillas pueden incluir una sección decreciente y/o un perfil, por ejemplo para aumentar la velocidad del fluido y/o el líquido. Una mayor velocidad puede aumentar la turbulencia y/o favorecer adicionalmente el mezclado, tal como con fuerzas motrices impulsoras.
- 25 **[0044]** Eductores y/o eyectores se refieren en términos generales a dispositivos que aceleran un fluido secundario con un fluido primario o impulsor, tal como un eductor de vapor que extrae un vacío en un condensador de superficie de una turbina de condensación. De manera general, aunque no necesariamente, el eductor incluye una garganta, un diseño de tipo Venturi y/o un difusor, por ejemplo para acelerar la velocidad del fluido primario y desplazar y/o arrastrar un volumen del fluido secundario. La relación del fluido primario con respecto al fluido secundario puede incluir cualquier cantidad adecuada en una base volumétrica, tal como aproximadamente 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5, 1: 6 y/o similares. De manera deseable, el eductor mezcla estrechamente una porción del fluido primario y del fluido secundario, tal como con fuerzas de cizallamiento elevadas. El fluido primario puede incluir una porción de líquido de otra parte o sección del recipiente, tal como en o cerca de la parte superior.
- [0045]** Los eductores y boquillas se denominan mezcladores de chorro. Los mezcladores de chorro no incluyen de manera deseable ninguna parte móvil diferente de los fluidos que pasan a través de los mismos. Según una realización, esta invención usa fluidos primarios y/o fluidos móviles a través de los eductores y/o boquillas que difieren de los fluidos secundarios, fluidos circundantes y/o fluidos arrastrados por la densidad, composición, viscosidad, temperatura y/o similares.
- 30 **[0046]** Los agitadores se refieren en términos generales a dispositivos o aparatos para agitar y/o batir. Los agitadores pueden incluir funciones ultrasónicas, tales como vibrar a y/o por encima de 20 kilohercios aproximadamente y/o a cualquier otra frecuencia adecuada. Los agitadores pueden incluir dispositivos para introducir potencia en un fluido, y pueden incluir dispositivos con al menos cierta propulsión y/o movimiento de fluido. Los agitadores pueden incluir motores o accionadores colocados dentro y/o fuera del recipiente, tal como con un árbol. Los agitadores pueden funcionar a cualquier velocidad adecuada, tal como directa o indirectamente acoplados a un accionamiento. Según una realización, el agitador realiza o produce una cavitación y/o una cavitación excesiva. Alternativamente, el agitador no realiza ni produce cavitación, pero todavía mantiene un régimen de flujo generalmente turbulento. El agitador puede funcionar opcionalmente con un régimen de flujo generalmente laminar, tal como cuando se procesan o manipulan materiales de muy alta viscosidad.
- 50 **[0047]** Las hélices se refieren en términos generales a dispositivos que pueden incluir un buje generalmente central con palas radiales colocadas en espiral, para formar parte de una superficie generalmente helicoidal. De manera deseable, la superficie helicoidal confiere un movimiento al fluido, por ejemplo para el mezclado y/u otro movimiento. Las hélices pueden estar montadas en un árbol y/u otro dispositivo de transferencia de potencia adecuado.

[0048] Los propulsores se refieren en términos generales a otras configuraciones de dispositivos de mezclado montados en un árbol, tales como aquellos con una configuración generalmente radial y/o superficies no helicoidales. De manera deseable, el propulsor confiere un movimiento al fluido, por ejemplo para el mezclado y/u otro movimiento. Los propulsores pueden estar montados en un árbol y/u otro dispositivo de transferencia de potencia adecuado.

[0049] Tubos en T de mezclado, válvulas de mezclado, mezcladores estáticos y similares pueden combinar generalmente un primer fluido con un segundo fluido, tal como con estrecho contacto. Según una realización, un dispositivo de entrada desplaza fluido desde la parte superior del nivel de líquido y un segundo dispositivo de entrada desplaza fluido de la parte inferior. Los fluidos pueden combinarse en un tubo en T de mezclado, una válvula de mezclado y/o un mezclador estático antes de volver al recipiente en un emplazamiento adecuado, tal como un emplazamiento intermedio mediante un dispositivo de retorno. El dispositivo de retorno puede ser móvil basándose en una relación con el primer dispositivo de entrada y/o el segundo dispositivo de entrada.

[0050] Los mezcladores incluyen una configuración que forma un ángulo generalmente hacia arriba. Según una realización, puede disponerse una pluralidad de mezcladores en o con respecto a una parte inferior de tanque y tener algunos mezcladores apuntando hacia arriba y otros mezcladores apuntando en horizontal, para formar y/o permitir un patrón de flujo generalmente toroidal que, en sección transversal, incluye dos patrones generalmente circulares. El patrón de flujo toroidal puede incluir que el fluido se mueva a lo largo de la parte inferior hacia el centro y gire hacia arriba hacia la parte superior y después dispersarse generalmente de manera radial antes de fluir hacia abajo a lo largo de la pared del tanque, por ejemplo.

[0051] Los mezcladores están dispuestos en una configuración que es una pluralidad de dispositivos de mezclado generalmente distribuidos, en general a través de una parte inferior del recipiente. Los mezcladores pueden estar dispuestos de manera deseable en círculos concéntricos, recibiendo un suministro de un colector o tubo colector generalmente circular. Alternativamente, los mezcladores pueden estar dispuestos en una configuración generalmente escalonada a partir de un colector o tubo colector generalmente lineal. Cualquier número adecuado de mezcladores está dentro del alcance de esta invención, tal como aproximadamente 1, al menos 2 aproximadamente, al menos 4 aproximadamente, al menos 12 aproximadamente, al menos 24 aproximadamente, al menos 36 aproximadamente, al menos 72 aproximadamente, al menos 144 aproximadamente, al menos 288 aproximadamente y/o números similares.

[0052] Pueden incluirse desviadores, aliviaderos, deflectores, rampas, otros modificadores de flujo y/o similares con esta invención, para favorecer el mezclado. Alternativamente, esta invención puede excluir del recipiente el uso de desviadores, aliviaderos, deflectores, rampas, otros modificadores de flujo y/o similares. Según una realización, esta invención puede excluir el flujo en el recipiente de manera generalmente circunferencial a lo largo de una pared de recipiente vertical.

[0053] Como se usa en el presente documento, los términos “tener”, “comprender” e “incluir” son expresiones abiertas e inclusivas. Por el contrario, el término “consistir” es una expresión cerrada y exclusiva. En caso de haber alguna ambigüedad en la interpretación de algún término en las reivindicaciones o en la memoria descriptiva, lo que pretende la divulgación es indicar expresiones abiertas e inclusivas.

[0054] Con respecto al orden, número, secuencia y/o límite de repetición para las etapas en un procedimiento o proceso, la divulgación no indica ningún orden, número, secuencia y/o límite de repetición implícito para las etapas según el alcance de la invención, a menos que se indique de manera explícita.

[0055] Según una realización, esta invención incluye un procedimiento para mezclar un líquido en un recipiente según la reivindicación 4. El procedimiento incluye mover un dispositivo de entrada en función de un nivel de líquido, retirar una porción del líquido con el dispositivo de entrada y devolver la porción del líquido a una parte diferente del recipiente con al menos un mezclador.

[0056] Mover se refiere en términos generales a elevar, descender, seguir, hacer avanzar, colocar y/o cualquier otra acción adecuada, tal como en relación con un cambio en el nivel de líquido. De manera deseable, mover puede incluir un desplazamiento generalmente fijo, tal como desde una parte superior del nivel de líquido, como se comentó anteriormente.

[0057] Retirar se refiere en términos generales a sacar, desplazar, sacar con sifón, mover, aspirar, hacer fluir

y/o cualquier otra acción adecuada, tal como provocar el movimiento de un fluido desde un primer emplazamiento a un segundo emplazamiento. Retirar puede incluir llevar el material fuera del recipiente, tal como en una tubería. Alternativamente, retirar puede incluir llevar el material a una parte o porción diferente del recipiente sin dejar el recipiente, tal como mediante un desviador y/o chapa.

5

[0058] Devolver se refiere en términos generales a empujar, hacer fluir, bombear, mover, expulsar y/o cualquier otra acción adecuada, tal como provocar el movimiento de un fluido desde un primer emplazamiento a un segundo emplazamiento. Devolver puede incluir poner un fluido en o dentro del recipiente desde el exterior del recipiente, tal como con una tubería. Alternativamente, el retorno puede ser dentro del contenido del recipiente, por ejemplo para un emplazamiento diferente del que procede el fluido.

10

[0059] El emplazamiento diferente puede incluir cualquier emplazamiento adecuado, tal como generalmente opuesto al dispositivo de entrada. La retirada se produce con respecto a una parte superior de un nivel de líquido y el retorno se produce con respecto a una parte de parte inferior del recipiente.

15

[0060] La etapa de retorno también incluye aplicar una fuerza motriz a la porción del líquido, tal como con una bomba. El dispositivo de fuerza motriz incluye una aspiración que se conecta mediante fluido con el dispositivo de entrada y una descarga que se conecta mediante fluido con el mezclador. El mezclador incluye un dispositivo, que es un educor o una boquilla.

20

[0061] El aparato y los procedimientos de esta invención mezclan minuciosamente el contenido del recipiente. Según una realización, el líquido incluye un volumen de líquido, y el contenido del recipiente se vuelve generalmente homogéneo tras menos de aproximadamente 1 rotación del volumen de líquido devuelto a través del al menos un mezclador, tras menos de aproximadamente 0,8 rotaciones del volumen de líquido devuelto a través del al menos un mezclador, tras menos de aproximadamente 0,6 rotaciones del volumen de líquido devuelto a través del al menos un mezclador, tras menos de aproximadamente 0,4 rotaciones del volumen de líquido devuelto a través del al menos un mezclador, tras menos de aproximadamente 0,2 rotaciones del volumen de líquido devuelto a través del al menos un mezclador y/o similares.

25

[0062] Homogéneo se refiere en términos generales a la falta de gradientes de composición o la falta de gradientes térmicos de más de aproximadamente el 1 por ciento de un gradiente inicial para un sistema cerrado, térmicamente aislado. Los sistemas cerrados, térmicamente aislados, pueden incluir dispositivos sin equipo de transferencia de calor y/o pérdida de calor hacia el entorno, tal como un tanque bien aislado. Alternativamente, los sistemas con transferencia de calor o equipo térmico para calentar y/o enfriar el contenido del recipiente se benefician del rendimiento y/o funciones de mezclado rápido de esta invención, por ejemplo para calentar un tanque sin o con gradientes térmicos reducidos.

30

[0063] La cantidad de volumen de líquido para alcanzar la homogeneidad a través del mezclador es el fluido móvil o primario y no incluye el fluido arrastrado o secundario. Esencialmente, el contenido del recipiente alcanza la uniformidad en un breve periodo de tiempo o en un pequeño número de rotaciones de volumen del recipiente. La capacidad para homogeneizar un tanque en 1 rotación o menos es un resultado sorprendente e inesperado, puesto que la práctica industrial conocida especifica al menos 3 rotaciones de todo el volumen de líquido que va a mezclarse.

40

[0064] Generalmente, los líquidos de viscosidad inferior pueden mezclarse más fácilmente y los líquidos con viscosidad superior pueden ser más o mucho más difíciles de mezclar. Por ejemplo, el agua tiene una viscosidad de aproximadamente $1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ (1,0 centistokes) en condiciones ambientales. Viscosidad se refiere en términos generales a la resistencia de un fluido que se deforma bajo tensión. En el presente documento, viscosidad se refiere generalmente a viscosidad cinemática o a una relación de una fuerza viscosa con respecto a una fuerza inercial y normalmente puede expresarse como viscosidad absoluta con respecto a una densidad en unidades, tales como centistokes o similar. La viscosidad dinámica o viscosidad absoluta puede expresarse en unidades, tales como centipoises o similares. Alternativamente, la viscosidad puede medirse como viscosidad Saybolt y puede expresarse en unidades, tales como segundos universales Saybolt (SUS).

50

[0065] Los líquidos usados con esta invención pueden incluir cualquier viscosidad adecuada, tales como desde gasolina hasta petróleos pesados o asfaltos. Según una realización, los líquidos usados con esta invención pueden incluir una viscosidad de al menos $5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (500 centistokes) aproximadamente, al menos $7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (700 centistokes) aproximadamente, al menos $8,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (850 centistokes) aproximadamente y/o cualquier otro valor adecuado. Los valores de viscosidad enumerados pueden medirse a una temperatura adecuada, tal como en

55

condiciones operativas o de proceso, por encima de las condiciones ambientales, aproximadamente en condiciones ambientales y/o aproximadamente 15 grados Celsius, por ejemplo.

- [0066]** Generalmente, los líquidos estratificados con diferencias de densidad inferiores pueden ser más fáciles de mezclar y aquellos con diferencias de densidad superiores pueden ser más o mucho más difíciles de mezclar. Por ejemplo el agua tiene una densidad de aproximadamente 1.000 kilogramos por metro cúbico en condiciones ambientales. La densidad se refiere en términos generales a la masa de una sustancia por unidad de volumen y puede expresarse en unidades, tales como kilogramos por metro cúbico y similares.
- [0067]** Los líquidos usados con esta invención pueden incluir cualquier densidad o gravedad adecuada, tal como desde gasolina a petróleos pesados o asfaltos. Según una realización, los líquidos usados con esta invención pueden incluir una densidad de al menos 500 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 700 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 800 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 900 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 1.000 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 1.100 kilogramos por metro cúbico aproximadamente y/o cualquier otro valor adecuado.
- [0068]** Según una realización, la invención incluye un procedimiento para mezclar un primer fluido estratificado sobre un segundo fluido según la reivindicación 8. El procedimiento incluye mover un dispositivo de entrada en función de un nivel de líquido del primer fluido, retirar una porción del primer fluido con el dispositivo de entrada y combinar la porción del primer fluido con una porción del segundo fluido mediante al menos un mezclador.
- [0069]** Estratificado se refiere en términos generales a que al menos una porción de un fluido está separada al menos parcialmente de al menos una porción de un segundo fluido, tal como un limpiador de drenaje de líquido denso que se deposita en la parte inferior de un sumidero que contiene agua. La separación puede incluir formar capas, bolsas, estratos diferenciados y/o similares. La estratificación puede intensificarse mediante diferencias de densidad y/o diferencias de viscosidad. La estratificación puede producirse entre líquidos que sean completamente miscibles, tal como dos tipos de petróleo crudo diferentes. Alternativamente, la estratificación puede producirse entre líquidos que no sean miscibles, tales como petróleo crudo y agua. Además de capas relativamente diferenciadas, la estratificación puede incluir también gradientes y/o cambios en una característica, tal como generalmente sin una superficie de contacto definible. Las características adecuadas para gradientes pueden incluir densidad, viscosidad, temperatura, composición, color, cualquier característica medible y/o similar.
- [0070]** Generalmente, un material menos denso y/o menos viscoso puede aglomerarse y/o acumularse cerca de una parte superior del nivel de líquido. Generalmente, un material más denso y/o más viscoso puede aglomerarse y/o acumularse cerca de una parte inferior del recipiente. De manera deseable, el dispositivo de entrada introduce el material de viscosidad más baja y/o ligera, que requiere una entrada de potencia mínima y que presenta pérdidas por fricción mínimas a través de una tubería y/o un mezclador. También de manera deseable, el mezclador devuelve el material de viscosidad más baja y/o ligera al material de viscosidad más alta y/o pesada.
- [0071]** El primer líquido y el segundo líquido tienen una diferencia de viscosidad de al menos 200 centistokes aproximadamente, de al menos 300 centistokes aproximadamente, de al menos 400 centistokes aproximadamente y/o similares.
- [0072]** El primer líquido y el segundo líquido pueden tener cualquier diferencia de densidad adecuada, tal como de al menos 10 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 20 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 50 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 70 kilogramos por metro cúbico aproximadamente, de al menos 100 kilogramos por metro cúbico aproximadamente y/o similares. Asimismo, el fluido primario a través del mezclador puede tener una densidad y el fluido secundario o circundante puede tener una densidad que sea de aproximadamente ± 10 kilogramos por metro cúbico del primer fluido, de aproximadamente ± 20 kilogramos por metro cúbico del primer fluido, de aproximadamente ± 50 kilogramos por metro cúbico del primer fluido, de aproximadamente ± 70 kilogramos por metro cúbico del primer fluido, de aproximadamente ± 100 kilogramos por metro cúbico del primer fluido y/o similares.
- [0073]** El volumen de recipiente total incluye generalmente el volumen de trabajo para el fluido, tal como el espacio útil de un tanque. Los procedimientos y el aparato de esta invención pueden mezclar cualquier cantidad adecuada de volumen de recipiente, por ejemplo cuando el dispositivo de entrada se mueve con el nivel de líquido. Este diseño permite y/o facilita mezclar tanques que no estén completamente llenos, tal como llenos aproximadamente al 20 por ciento, llenos aproximadamente al 40 por ciento, llenos aproximadamente al 50 por

ciento, llenos aproximadamente al 70 por ciento, llenos aproximadamente al 90 por ciento, llenos aproximadamente al 100 por ciento y/o similares.

[0074] Asimismo, los procedimientos y aparatos de esta invención pueden mezclar cualquier cantidad adecuada y/o relación de primer líquido con respecto al segundo líquido, tal como un 10 por ciento del primer líquido y un 90 por ciento del segundo líquido, tal como un 30 por ciento del primer líquido y un 70 por ciento del segundo líquido, tal como un 50 por ciento del primer líquido y un 50 por ciento del segundo líquido, tal como un 70 por ciento del primer líquido y un 30 por ciento del segundo líquido, tal como un 90 por ciento del primer líquido y un 10 por ciento del segundo líquido y/o similares.

[0075] Los sistemas y procedimientos que tienen más de dos fluidos y/o capas para la homogeneización están dentro del alcance de esta invención. De manera deseable, la invención puede homogeneizar un recipiente independientemente del número de capas, gradientes y/o similares. Esta invención también puede homogeneizar el contenido del recipiente independientemente del orden de los materiales introducidos y/o que fluyen al interior del recipiente, tal como un material pesado seguido de un material ligero, o un material ligero seguido de un material pesado.

[0076] Según una realización, el primer fluido y el segundo fluido forman conjuntamente un volumen de líquido total y el volumen de líquido total se vuelve generalmente homogéneo tras menos de aproximadamente 0,8 rotaciones del volumen de líquido total a través del al menos un mezclador, menos de aproximadamente 0,6 rotaciones del volumen de líquido total a través del al menos un mezclador, menos de aproximadamente 0,4 rotaciones del volumen de líquido total a través del al menos un mezclador y/o similares.

[0077] Generalmente, el contenido del recipiente con dos fluidos puede homogeneizarse completamente con esta invención como correlación directa con la cantidad de mezclado requerida, de modo que tomando el menor porcentaje de fluido en un formato decimal y añadiendo un poco más (aproximadamente 0,1) se convertirá en un número de rotaciones para una homogenización suficiente. Por ejemplo, un tanque con un 70 por ciento de fluido A y un 30 por ciento de fluido B (fluido móvil) puede homogeneizarse en aproximadamente 0,4 rotaciones (0,3 + 0,1). Asimismo, un tanque con un 50 por ciento de fluido A y un 50 por ciento de fluido B puede homogeneizarse en aproximadamente 0,6 rotaciones (0,5 + 0,1).

[0078] Según una realización, el llenado o flujo de líquidos al interior de o al tanque puede utilizar el mezclador de esta invención para reducir el tiempo de mezclado.

Ejemplos

Ejemplo comparativo 1

[0079] Se dispuso por capas un primer fluido con una densidad de 950 kilogramos por metro cúbico y una viscosidad de $8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (800 centistokes) sobre la parte inferior de un recipiente usando simulación dinámica de fluido computacional. Se dispuso por capas un segundo fluido con una densidad de 850 kilogramos por metro cúbico y una viscosidad de $9 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (900 centistokes) sobre la parte superior del primer fluido. Cada una de las capas eran iguales en volumen y representaban el 50 por ciento del recipiente. El recipiente tenía un volumen de 46.000 metros cúbicos.

[0080] El recipiente estaba configurado con una bomba que producía una aspiración cerca de la parte inferior (1 metro por encima de la parte inferior con una boquilla de emplazamiento fijo) y que movía un flujo total de 4000 metros cúbicos por hora. El recipiente también incluía 72 mezcladores de chorro dispuestos 1 metro por encima de la parte inferior del recipiente y los mezcladores de chorro apuntaban hacia arriba a 70 grados. Cada mezclador de chorro tenía un flujo de 56 metros cúbicos por hora de fluido primario y un flujo total de 98 metros cúbicos por hora del fluido total (incluyendo el fluido secundario).

[0081] La FIG. 11A muestra una sección transversal del recipiente estratificado inicialmente en un tiempo igual a cero. La FIG. 11B muestra una sección transversal del recipiente tras 2 horas de mezclado formándose una pequeña capa intermedia. La FIG. 11C muestra una sección transversal del recipiente tras 12 horas de mezclado, donde la pequeña capa intermedia sólo ha aumentado ligeramente con respecto al mezclado de la FIG. 11B. Se produjo un mezclado muy pequeño tras las primeras 2 horas, porque el fluido pesado se extrajo cerca de la parte inferior y se mezcló con el mismo fluido pesado en la parte inferior del recipiente. La densidad y viscosidad de la mezcla evitaron que se empujara hacia la capa más ligera en la parte superior del recipiente. El recipiente quedó sin

mezclar indefinidamente.

Ejemplo comparativo 2

5 **[0082]** Los fluidos y el recipiente del ejemplo comparativo 1 se modelaron mediante simulación dinámica de fluido computacional. Esta vez el recipiente tenía la retirada por aspiración desde el centro de la altura del recipiente mediante una boquilla de emplazamiento fijo.

10 **[0083]** Se mezcló una porción mucho mayor del contenido del recipiente, aunque incluso después de 48 horas (1,6 rotaciones) el contenido retuvo un 10 por ciento de la estratificación inicial. Se produjo un mezclado pobre en la mitad superior del tanque debido a las bajas velocidades del fluido en masa y la aspiración no desplazó fluido de la superficie superior del fluido. Adicionalmente, esta configuración requirió que el tanque estuviera lleno al menos por la mitad antes de poder usar la circulación, lo que limitó la funcionalidad del sistema.

15 Ejemplo 1

[0084] Los fluidos y el recipiente del ejemplo comparativo 1 se modelaron mediante simulación dinámica de fluido computacional. Esta vez el recipiente se configuró según esta invención con una aspiración flotante cerca de la parte superior del nivel de líquido a 19,5 metros. La bomba realizó una aspiración desde la aspiración flotante a 20 4000 metros cúbicos por hora de flujo total por hora de flujo total. El recipiente también incluía 72 mezcladores de chorro dispuestos a 1 metro de altura sobre la parte inferior del recipiente y los mezcladores de chorro apuntaban hacia arriba a 70 grados. Cada mezclador de chorro tenía un flujo de 56 metros cúbicos por hora de fluido primario y un flujo total de 98 metros cúbicos por hora de fluido total (incluyendo el fluido secundario).

25 **[0085]** La FIG. 12A muestra una sección transversal del recipiente inicialmente estratificado en un tiempo igual a cero. La FIG. 12B muestra una sección transversal del recipiente tras 1 hora de mezclado con una reducción significativa en la capa de parte inferior hasta la formación de una capa intermedia. La FIG. 12C muestra una sección transversal del recipiente tras 2 horas de mezclado, habiéndose mezclado ya sustancialmente más del 60 por ciento del recipiente. La FIG. 12D muestra una sección transversal del recipiente tras 3 horas de mezclado, 30 donde sólo quedaron pocas áreas de gradientes en la parte superior y la parte inferior del recipiente. La FIG. 12E muestra una sección transversal del recipiente tras 4 horas de mezclado, donde sólo quedó una pequeña región de material no uniforme. La FIG. 12F muestra una sección transversal del recipiente con contenido completamente homogéneo tras 6 horas de mezclado.

35 **[0086]** Se produjo un mezclado completo tras 6 horas de mezclado porque el fluido ligero extraído de la aspiración flotante se mezcló con el fluido pesado en la parte inferior del tanque. Las fuerzas impulsoras de flotabilidad garantizaron que la mezcla siguiera moviéndose hacia arriba hasta que el contenido del recipiente se hubiera mezclado completamente.

40 **[0087]** El aparato del ejemplo 1 tuvo un resultado satisfactorio a la hora de mezclar el recipiente, lo que no es el caso del aparato del ejemplo comparativo 1 debido a diferencias de densidad y/o viscosidad. De manera sorprendente e inesperada, el ejemplo 1 tuvo un resultado satisfactorio a la hora de mezclar el recipiente en un tiempo breve de sólo 6 horas, lo que suponía 0,52 rotaciones del volumen de líquido a través del mezclador. El aparato del ejemplo 1 mezcló el recipiente de manera más completa y mucho más rápida que el aparato del ejemplo 45 comparativo 2.

Ejemplo 2

50 **[0088]** Los fluidos del ejemplo comparativo 1 se modelaron mediante simulación dinámica de fluido computacional. El recipiente tenía un volumen de 118.000 metros cúbicos. Esta vez el recipiente estaba configurado según esta invención con una aspiración flotante cerca de la parte superior del nivel de líquido de 19,5 metros y con una orientación hacia abajo a una profundidad de 1 metro. La bomba incluía una tasa de circulación de 4500 metros cúbicos por hora. Los eductores estaba dispuestos con 48 chorros externos y 24 chorros internos en una orientación 55 circular con un flujo de chorro móvil de 63 metros cúbicos por hora y 125 metros cúbicos por hora total (incluyendo un flujo de arrastre secundario) por chorro. Todos los eductores estaban dirigidos hacia arriba a 70 grados y a una altura de 1 metro con respecto a la parte inferior del recipiente.

[0089] La simulación resultante mostró muy poca circulación por debajo de los eductores, de modo que el

metro inferior del recipiente quedó sin mezclar (aproximadamente un 10 por ciento) tras 18 horas o 0,61 rotaciones. De manera similar, la aspiración flotante dirigida hacia abajo no facilitó el mezclado en el metro superior del fluido (aproximadamente un 10 por ciento) tras 18 horas o 0,61 rotaciones. La descarga del recipiente es en cierto modo variable independientemente de haberse extraído desde una boquilla inferior o desde la aspiración flotante.

5

Ejemplo 3

[0090] Los fluidos y el recipiente del ejemplo 2 se modelaron mediante simulación dinámica de fluido computacional. Esta vez el recipiente se configuró según esta invención con una aspiración flotante cerca de la parte superior del nivel de líquido y con una orientación hacia arriba a una profundidad de 1 metro. Se dispusieron 60 10 eductores dirigidos hacia arriba a 70 grados y 12 eductores en horizontal con una orientación hacia dentro de 45 grados. Todos los eductores tenían una altura de 1 metro con respecto a la parte inferior del recipiente.

[0091] Con la configuración anterior el mezclado mejoró de modo que en 18 horas (0,61 rotaciones) se 15 consiguió una homogeneidad superior al 99 por ciento incluyendo el metro superior y el metro inferior. La descarga del tanque resultante es uniforme desde una boquilla inferior y/o desde la aspiración flotante.

Ejemplo 4

[0092] El recipiente del ejemplo 2 se modeló mediante dinámica de fluido computacional, teniendo el primer fluido y el segundo fluido la misma viscosidad ($8,5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$) (850 centistokes) y la misma densidad (900 kilogramos por metros cúbicos). La capa superior estaba a 400 grados Celsius y la capa inferior estaba a 300 grados Celsius. Este modelado no supuso ningún cambio en la densidad con una diferencia de temperatura de 100 grados Celsius de los líquidos. Se desactivó la difusión térmica molecular durante el modelado. Las condiciones de bombeo 25 eran las del ejemplo 2. La aspiración flotante tenía una orientación dirigida hacia arriba y los eductores incluían 60 eductores dirigidos hacia arriba a 70 grados y 12 dirigidos en horizontal con una orientación hacia dentro de 45 grados y una altura de 1 metro.

[0093] Había la misma cantidad de fluido superior y de fluido inferior. Cuando no había diferencias de 30 densidad y/o viscosidad entre los fluidos, el tanque se mezcló en más de un 99 por ciento tras 1,2 horas (0,05 rotaciones del tanque). La descarga del tanque es uniforme independientemente del emplazamiento.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para mezclar un líquido seleccionado del grupo que consiste en petróleo crudo, corrientes de refinerías y combinaciones de los mismos, hasta que se vuelva generalmente homogéneo, comprendiendo el
5 aparato:

un recipiente para contener el líquido a un nivel de líquido;
un dispositivo de entrada que puede moverse con el nivel de líquido y adaptado para retirar una porción del líquido desde una parte del recipiente;
10 un dispositivo de fuerza motriz con una aspiración para retirar líquido a través del dispositivo de entrada, conectado mediante fluido al dispositivo de entrada, y una descarga para la descarga del líquido con una fuerza motriz hacia una parte diferente del recipiente;
al menos un mezclador que comprende un conjunto distribuido de mezcladores de chorro, siendo los mezcladores de chorro boquillas o eductores, y estando el al menos un mezclador conectado mediante fluido a la descarga;
15 en el que el dispositivo de entrada comprende una aspiración flotante en una parte superior del nivel de líquido;
en el que el conjunto distribuido de mezcladores de chorro está colocado para extraer líquido de la parte inferior del recipiente; y
en el que el dispositivo de fuerza motriz es una bomba para que el líquido circule de vuelta al recipiente, caracterizado por el hecho de que los mezcladores de chorro forman un ángulo al menos generalmente hacia arriba.
20
2. Aparato según la reivindicación 1, en el que el recipiente es uno seleccionado del grupo que consiste en tanques de parte superior abierta, tanques de techo fijo, tanques de techo flotante, tanques de techo flotante interno, instalaciones de almacenamiento subterráneas y combinaciones de los mismos.
- 25 3. Aparato según la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el dispositivo de entrada se mueve con un techo flotante.
4. Procedimiento para mezclar en un recipiente un líquido que tiene una viscosidad de al menos 5×10^{-4} m²/s (500 centistokes) y seleccionado del grupo que consiste en petróleo crudo, corrientes de refinerías y
30 combinaciones de los mismos, hasta que el líquido se vuelve generalmente homogéneo usando el aparato definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el procedimiento:

mover el dispositivo de entrada del aparato en función de un nivel de líquido;
retirar una porción del líquido con el dispositivo de entrada desde una parte del recipiente; y
35 devolver la porción del líquido a una parte diferente del recipiente usando el dispositivo de fuerza motriz del aparato y distribuir generalmente el líquido devuelto por todo el recipiente con el al menos un mezclador del aparato.
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que homogéneo comprende la falta de gradientes de composición o la falta de gradientes térmicos superiores a aproximadamente el 1 por ciento de un gradiente inicial
40 para un sistema cerrado, térmicamente aislado.
6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 5, en el que el líquido comprende una viscosidad de al menos $8,5 \times 10^{-4}$ m²/s (850 centistokes) aproximadamente.
- 45 7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que una altura del líquido en el recipiente comprende menos de aproximadamente la mitad de una altura del recipiente.
8. Procedimiento para mezclar un primer líquido estratificado sobre un segundo líquido en un recipiente usando el aparato definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada líquido se selecciona del
50 grupo que consiste en petróleo crudo, corrientes de refinerías y combinaciones de los mismos, y en el que una diferencia de viscosidad entre el primer y el segundo líquido comprende al menos 2×10^{-4} m²/s (200 centistokes), comprendiendo el procedimiento:

mover el dispositivo de entrada del aparato en función de un nivel de líquido del primer líquido;
55 retirar una porción del primer líquido con el dispositivo de entrada del aparato; y
combinar la porción del primer líquido con una porción del segundo líquido usando el al menos un mezclador del aparato.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que una diferencia de viscosidad entre el primer líquido

y el segundo líquido comprende al menos $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ (400 centistokes).

Fig. 1

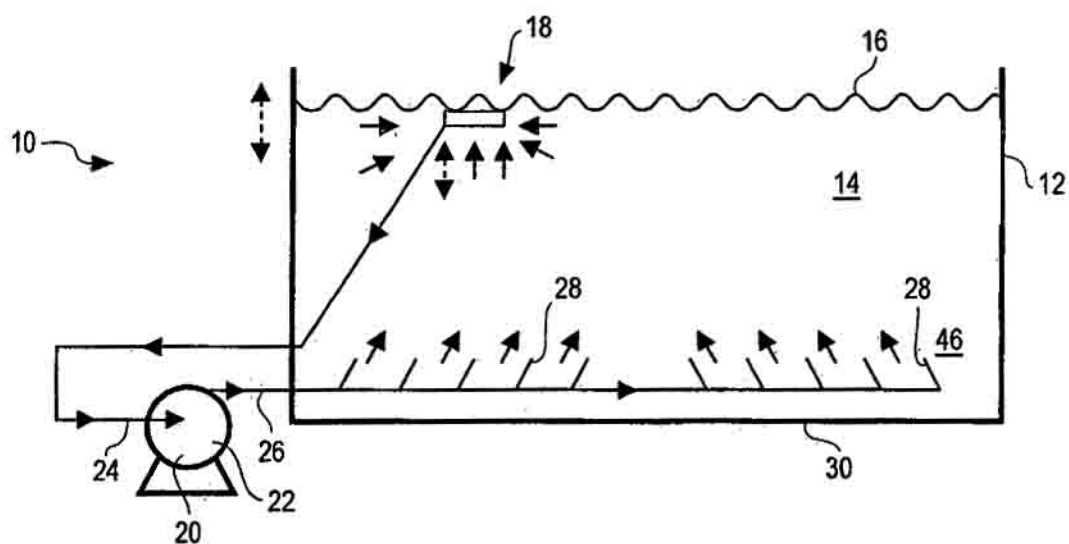


Fig. 2

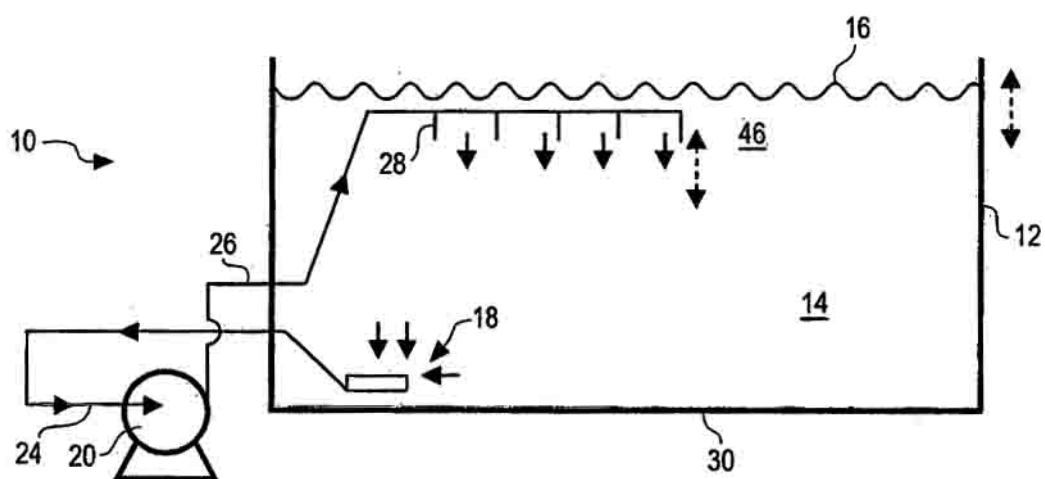


Fig. 3

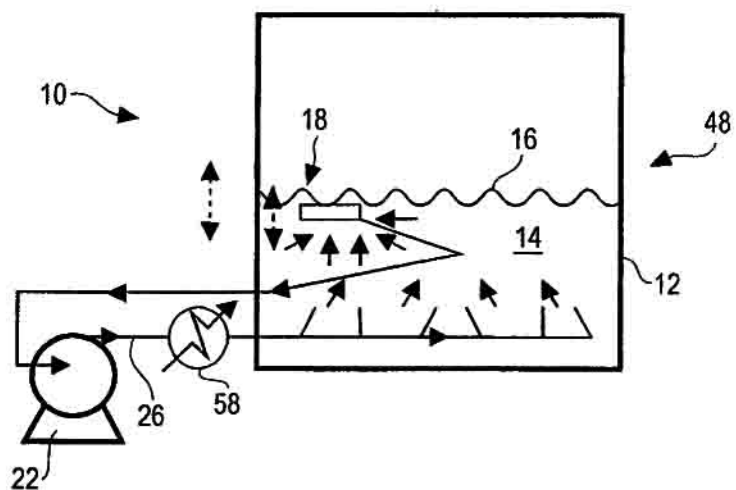
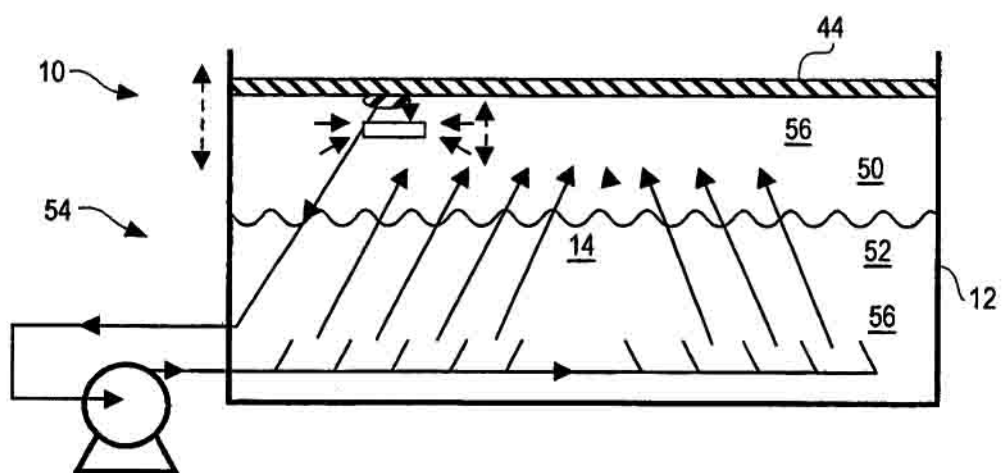


Fig. 4



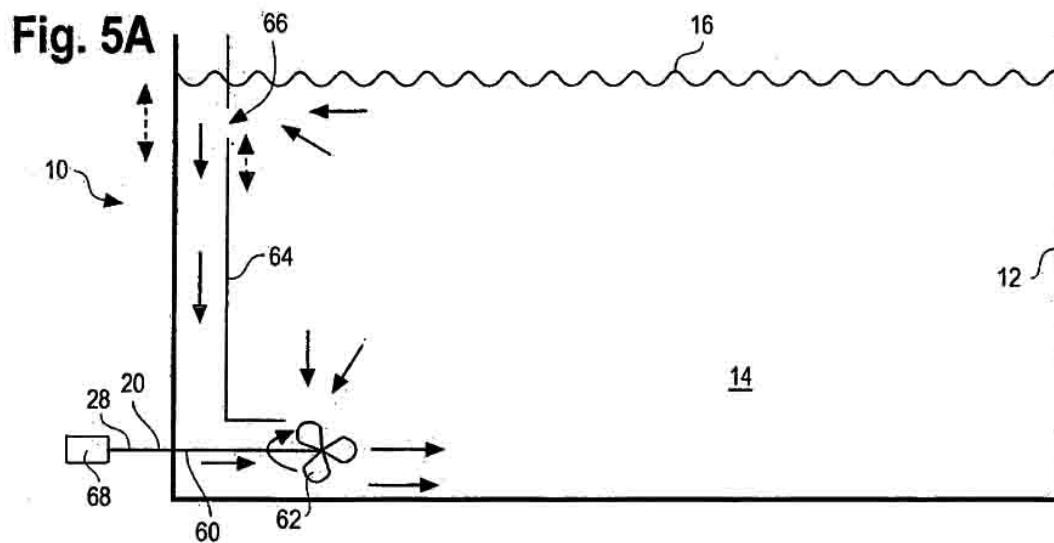


Fig. 5B

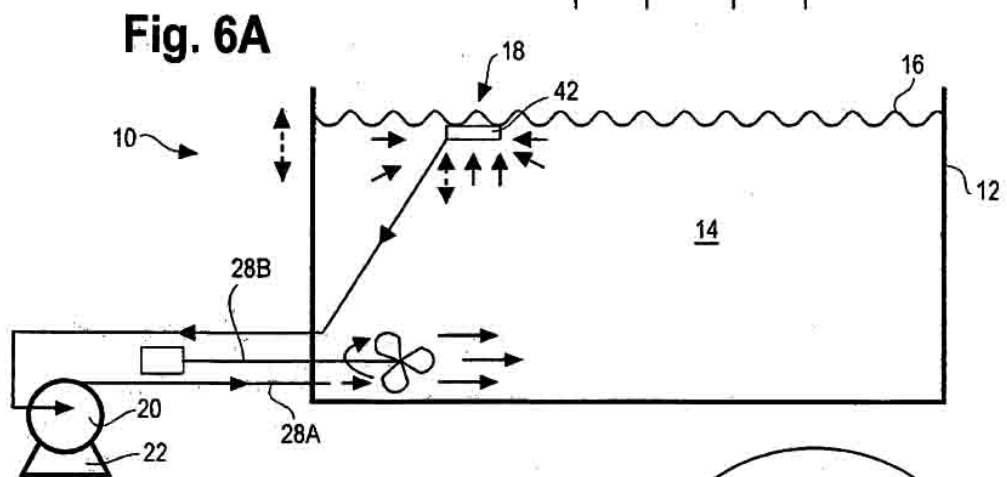
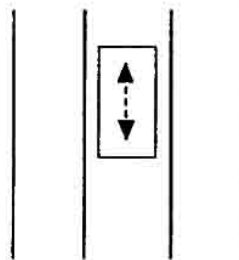


Fig. 6B

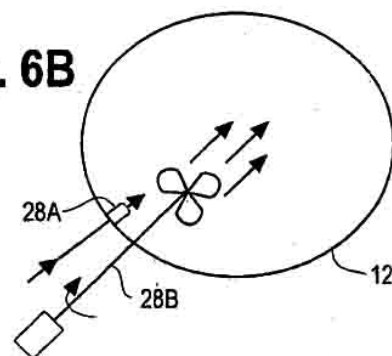


Fig. 7A

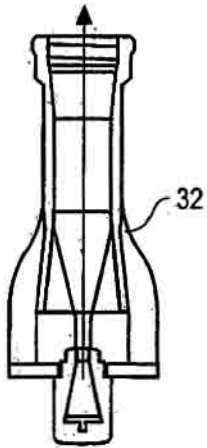


Fig. 7B

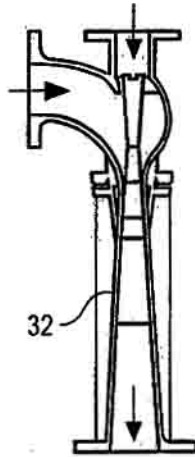


Fig. 7C

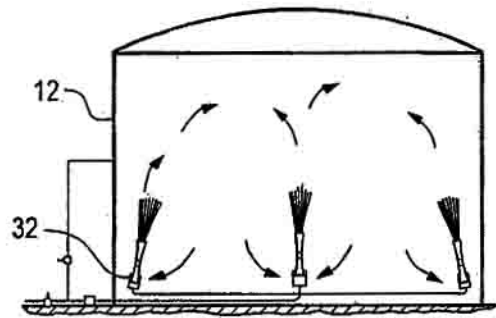


Fig. 8A

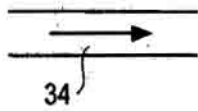


Fig. 8B

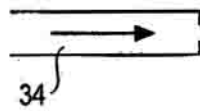


Fig. 8C

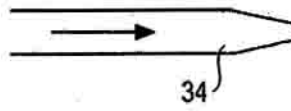


Fig. 8D

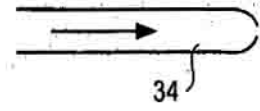


Fig. 8E

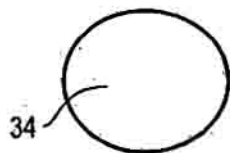


Fig. 8F



Fig. 8G



Fig. 8H



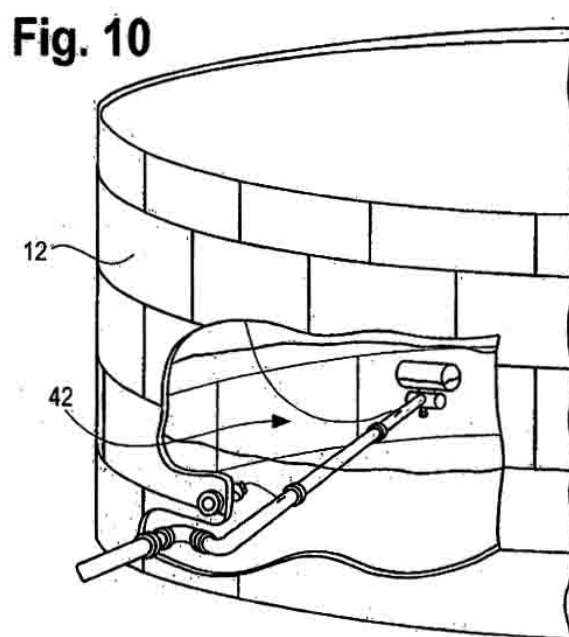
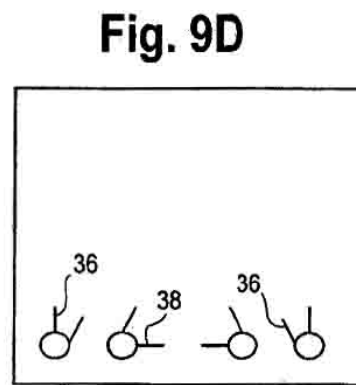
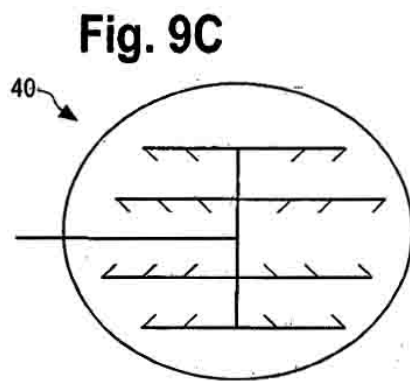
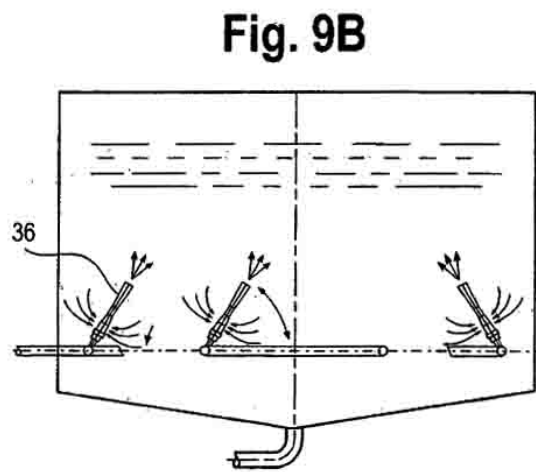
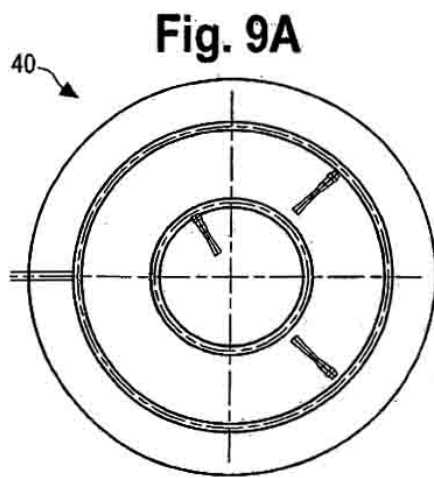


Fig. 11A

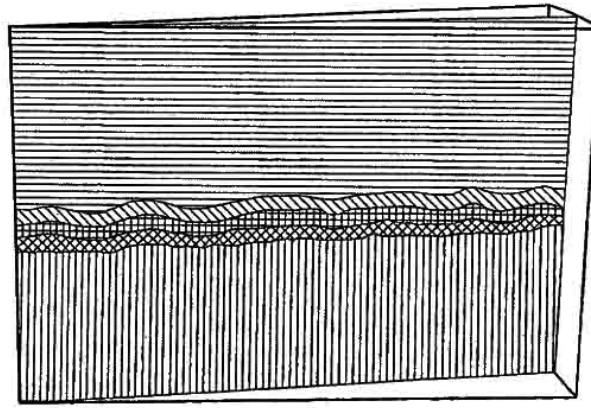


Fig. 11B

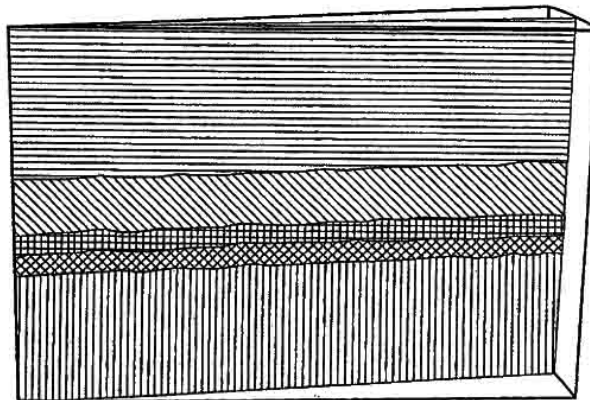


Fig. 11C

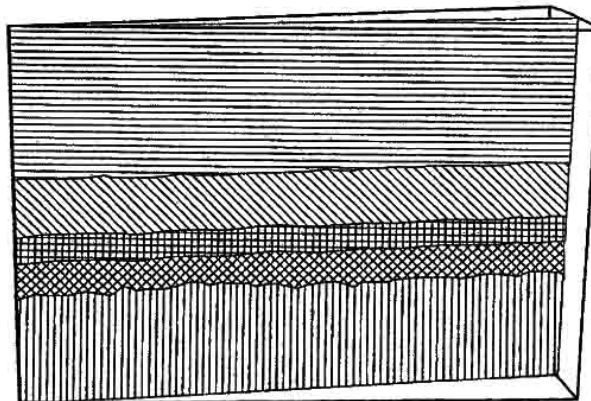


Fig. 12A

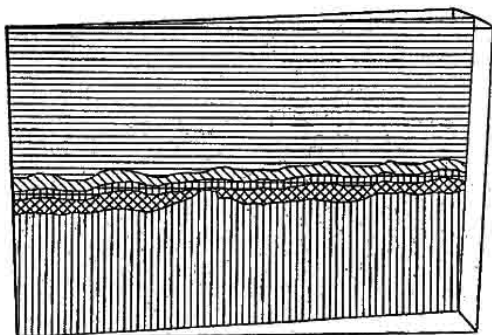


Fig. 12B

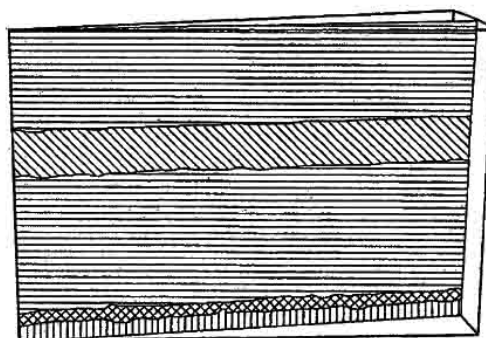


Fig. 12C

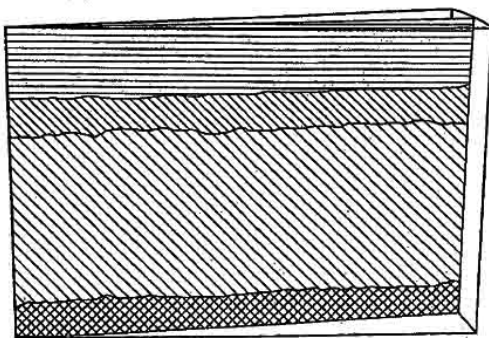


Fig. 12D

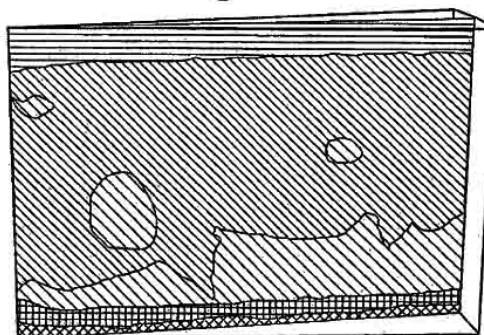


Fig. 12E

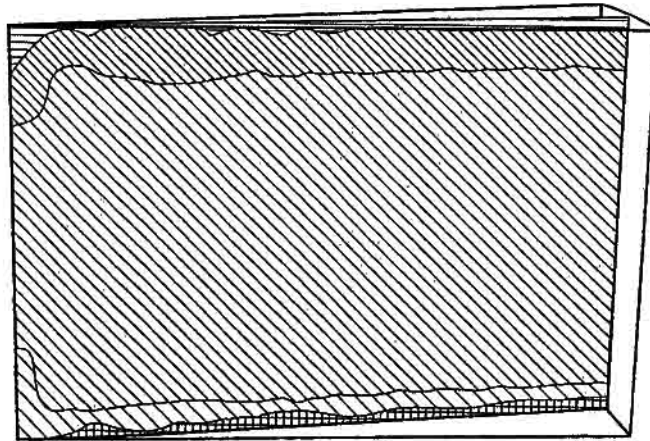


Fig. 12F

