

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 795 524**

21 Número de solicitud: 201930449

51 Int. Cl.:

G01N 15/04 (2006.01)

G01N 29/02 (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

22.05.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

23.11.2020

71 Solicitantes:

**MONDRAGON GOI ESKOLA POLITEKNIKO J.
M^a. ARIZMENDIARRIETA, S.C (75.0%)
C/ Loramendi, 4
20500 ARRASATE-MONDRAGON (Madrid) ES y
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS (25.0%)**

72 Inventor/es:

**GOMEZ PEDRAZA, Ainara;
BERASATEGI AROSTEGI, Joanes;
BOUALI SAIDI, Mohammed Mounir y
GOMEZ ALVAREZ-ARENAS, Tomas Enrique**

74 Agente/Representante:

IGARTUA IRIZAR, Ismael

54 Título: **Aparato y método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas**

57 Resumen:

La invención se refiere a un aparato y a un método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas. El aparato (100) comprende un recipiente (1) que contiene dicho fluido, un emisor (2) configurado para emitir ondas de ultrasonido, y un receptor (3) enfrentado a la trayectoria de las ondas emitidas por el emisor (2) y configurado para convertir las ondas recibidas en señales eléctricas. El emisor (2) y el receptor (3) están dispuestos de tal manera con respecto al recipiente (1) que el receptor (3) recibe las ondas tras atravesar el fluido presente en el recipiente (1). El aparato (100) comprende además una unidad de control comunicada con el receptor (3) para recibir las señales eléctricas generadas por dicho receptor (3), y que está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico correspondiente en función de dichas señales eléctricas.

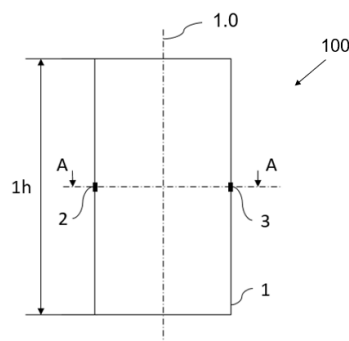


Fig. 1

DESCRIPCIÓN

Aparato y método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas

5

SECTOR DE LA TÉCNICA

La presente invención se relaciona con aparatos y métodos para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas.

10

ESTADO ANTERIOR DE LA TÉCNICA

Los fluidos magnetoreológicos, también conocidos como fluidos MR, son suspensiones de partículas ferromagnéticas de tamaño micrométrico en un líquido portador. Las propiedades reológicas de dichos fluidos se pueden modificar mediante la aplicación de un campo magnético externo. Por ello, estos fluidos se pueden adaptar a condiciones de trabajo variables, y son considerados fluidos inteligentes.

20

Este tipo de fluidos, debido a estas propiedades, son empleados en diferentes aplicaciones como en el campo de los amortiguadores, por ejemplo, donde puede ser interesante modificar las propiedades de los amortiguadores en función de diversos factores (como el terreno en el caso de amortiguadores para vehículos).

25

La estabilidad de los fluidos MR está definida por la ausencia de agregados irreversibles entre las partículas magnéticas y por una baja velocidad de sedimentación gravitatoria. Los agregados entre partículas magnéticas se dan cuando éstas entran en contacto directo debido a las fuerzas de atracción entre dipolos magnéticos y a las fuerzas de Van der Waals. El contacto entre partículas propicia la aparición de micro-soldaduras, hecho que implica una menor movilidad de las partículas magnéticas en el líquido portador, reduciendo el efecto MR. Por otro lado, la presencia de agregados también aumenta la velocidad de sedimentación de las partículas y dificulta la re-dispersión de las mismas, puesto que se aumenta su masa.

30

Por ello es importante seleccionar adecuadamente los componentes que van a formar parte de un fluido MR, teniendo en cuenta además el efecto descrito relativo a la sedimentación, y para esto último es importante determinar las características de sedimentación del fluido en estático, es decir, medir el efecto de la gravedad en las características de sedimentación del fluido. Por lo tanto, es importante realizar estas determinaciones con el fluido estático, puesto que en caso contrario no se obtendrían las determinaciones requeridas.

En ES2284347A1 se divulga un método y aparato para determinar las características de sedimentación en suspensiones de partículas ferromagnéticas de un fluido, con el fluido en estático. Para las mediciones se emplean unos circuitos resonantes, y se mide la inductancia de dichos circuitos. Dicha inductancia depende de la concentración de partículas ferromagnéticas a su alrededor, y para realizar la medición es necesario, por lo tanto, generar un campo magnético en el fluido.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCION

El objeto de la invención es el de proporcionar un aparato y un método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas, según se define en las reivindicaciones.

Un primer aspecto de la invención se refiere a un aparato para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas. El aparato comprende un recipiente vertical que contiene el fluido magnetoreológico (un líquido portador con partículas ferromagnéticas) y que comprende una altura determinada y un eje longitudinal vertical, al menos un emisor de ultrasonidos dispuesto de tal manera con respecto al recipiente que dichas ondas de ultrasonido atraviesan dicho recipiente, y un receptor de ultrasonidos asociado a dicho emisor. El receptor está enfrenteado al emisor asociado, en particular a la trayectoria de las ondas de ultrasonido emitidas por dicho emisor, para recibir al menos parte de dichas ondas de ultrasonido emitidas por dicho emisor. El receptor está configurado para convertir dichas ondas de ultrasonido recibidas en señales eléctricas.

El emisor y el receptor están dispuestos con respecto al recipiente de tal manera que el receptor recibe las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor tras atravesar el fluido

contenido en el recipiente. Además, dicho emisor está dispuesto de tal manera que las ondas de ultrasonido se emiten en una dirección transversal al eje longitudinal del recipiente. Esta dirección es una dirección horizontal, lo que permite evaluar de manera más segura cómo afecta la fuerza de gravedad al fluido contenido en el recipiente.

5

Las ondas de ultrasonido emitidas se componen de diferentes componentes que se expanden en diferentes direcciones. En el contexto de la invención, cuando se dice que las ondas se emiten en una dirección determinada hay que interpretar que el componente principal, o central, de dichas ondas es el que se emite en dicha dirección determinada (en este caso una
10 dirección transversal al eje longitudinal del recipiente).

El aparato comprende una unidad de control que está comunicada al menos con el receptor y que está configurada para recibir las señales eléctricas generadas por dicho receptor. La unidad de control está configurada además para determinar las características de
15 sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente en función de dichas señales eléctricas recibidas (en función de al menos una característica de dichas señales eléctricas).

Las ondas de ultrasonido se ven influenciadas por el medio que atraviesan. En el caso
20 concreto de un fluido magnetoreológico como el contenido en el recipiente, las partículas ferromagnéticas contenidas en el mismo (su concentración) influyen en la onda, por lo que las propiedades de las ondas recibidas por el receptor dependen de la concentración de partículas que han atravesado. En particular, cuanto mayor sea la concentración de las
25 partículas ferromagnéticas que atraviesan más se alteran las propiedades de las ondas de ultrasonido que atraviesan dicha concentración de partículas (con respecto a una hipotética situación en la que no atraviesan partícula alguna, por ejemplo). Las señales eléctricas que genera el receptor son reflejo de las ondas de ultrasonido que recibe, y por lo tanto de la concentración de partículas que han atravesado dichas ondas. Así, a partir de las señales
30 eléctricas es posible determinar la concentración de partículas, y por lo tanto es posible determinar las características de sedimentación de dicho fluido.

La concentración de partículas es reflejo de la sedimentación del fluido, por lo que al ser posible determinar la concentración de partículas a partir de las señales eléctricas, también es posible determinar las características de sedimentación de dicho fluido. Por ejemplo, si en

dos medidas contiguas se ha notado una variación en la concentración de partículas, esta variación determina el grado de sedimentación del fluido.

De esta manera, la unidad de control puede determinar las características de sedimentación de dicho fluido de una manera rápida y sencilla. Además, esto se consigue sin necesidad de provocar un cambio en las propiedades del fluido, como ocurre cuando se aplica un campo magnético en él, por ejemplo, lo que implica que la determinación realizada es reflejo de las condiciones reales y actuales del fluido, y por lo tanto, implica una determinación de la sedimentación de dicho fluido más segura y precisa.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas y que está contenido en un recipiente de un aparato según el primer aspecto de la invención.

En el método, se provoca el paso de ondas de ultrasonido a través del recipiente que contiene el fluido magnetoreológico en al menos una zona del recipiente a una altura determinada de dicho recipiente, se reciben las ondas tras atravesar el fluido, se generan señales eléctricas a partir de las ondas recibidas, y se determinan las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente, en dicha zona del recipiente, en función de dichas señales eléctricas. Las ventajas comentadas para el aparato según el primer aspecto de la invención se obtienen también en el método.

Estas y otras ventajas y características de la invención se harán evidentes a la vista de las figuras y de la descripción detallada de la invención.

DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 muestra una realización del aparato para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas de la invención, que comprende un emisor de ultrasonidos y un receptor asociado.

La figura 2 muestra otra realización del aparato para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas de la

invención, que comprende dos emisores de ultrasonidos y un receptor respectivo asociado a cada emisor.

La figura 3 es una vista en planta del recipiente del aparato de la figura 1, según el corte A-A.

5

La figura 4 muestra una comparativa entre dos señales eléctricas generadas por un receptor de una realización del aparato según la invención, para diferentes concentraciones de partículas ferromagnéticas.

10

EXPOSICIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Un primer aspecto de la invención se refiere a un aparato 100 que está configurado para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas, en cualquiera de sus realizaciones, como en las mostradas en las figuras 1 y 2 a modo de ejemplo.

15

El aparato 100 comprende, en cualquiera de sus realizaciones, un recipiente 1 vertical que contiene el fluido magnetoreológico cuyas características de sedimentación se quieren determinar y que comprende una altura 1h determinada y en eje longitudinal 1.0 vertical, al menos un emisor 2 de ultrasonidos que preferentemente emite ultrasonidos en forma de ondas de ultrasonido, y que está dispuesto a una altura determinada del recipiente 1 y dispuesto de tal manera con respecto al recipiente 1 que las ondas de ultrasonido emitidas atraviesan el recipiente 1, y un receptor 3 asociado a dicho emisor 2. El receptor 3 está enfrentado al emisor 2, a la trayectoria de las ondas de ultrasonido emitidas por dicho emisor 2, y está configurado por lo tanto para recibir al menos parte de dichas ondas de ultrasonido emitidas por dicho emisor 2. Preferentemente el emisor 2 y el receptor 3 están dispuestos enfrentados en un plano horizontal (o al menos perpendicular a un eje central 1.0 del recipiente), de tal manera que las ondas de ultrasonido se transmiten en una dirección transversal al eje longitudinal 1.0 del recipiente 1 (en una dirección horizontal). Preferentemente el emisor 2 es un transductor ultrasónico.

20

25

30

En la figura 1 se muestra una realización donde el recipiente 1 comprende un único emisor 2 y un receptor 3 asociado, aunque otras posibilidades también son posibles, tal y como se

explica más adelante.

Preferentemente el recipiente 1 es estanco y está cerrado para realizar las medidas oportunas. Gracias a dicha estanqueidad del recipiente 1 se asegura que el fluido contenido en dicho recipiente 1 no es alterado (salvo por el efecto de la fuerza de gravedad), y que permanece en estático. Así, el fluido está confinado en el recipiente 1 en régimen hidrostático. Por permanecer en estático en el contexto de la invención hay que interpretar que no se induce ningún flujo o movimiento del fluido, más allá del que pueda generar la fuerza de gravedad. Esto permite poder realizar las medidas correspondientes con el fluido en esas condiciones (en estático), lo que permite obtener las propiedades reales del fluido sin interferencias, de una manera sencilla. Lógicamente, el recipiente 1 pierde la estanqueidad para introducir en su interior el fluido magnetoreológico sobre el que se van a realizar las medidas oportunas, o para evacuarlo de su interior, pero está configurado para poder cerrarse de manera estanca y obtener el efecto previamente comentado durante las medidas correspondientes, si así se requiriese.

Un emisor 2 y su receptor 3 asociado están además dispuestos con respecto al recipiente 1 de tal manera, que las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 son recibidas por el receptor 3 tras atravesar el recipiente 1 (y, por lo tanto, el fluido contenido en dicho recipiente 1). Preferentemente el emisor 2 y el receptor 3 asociado están dispuestos fuera del recipiente 1 y unidos a dicho recipiente 1, aunque podrían estar dentro del recipiente 1 unidos a las paredes interiores de dicho recipiente 1. El estar fuera del recipiente 1 permite un montaje de los mismos más sencillo, al igual que una manipulación de los mismos (para tareas de mantenimiento, por ejemplo). En este último caso, el recipiente 1 puede comprender al menos un orificio para permitir que las ondas emitidas por el emisor 2 se introduzcan en su interior y salgan después para ser recibidas por el receptor 3, o el recipiente 1 puede comprender un material, al menos en las zonas asociadas al emisor 1 y al receptor 3, que permiten el paso de las ondas de ultrasonido.

El hecho de disponer de un recipiente 1 vertical y la propia disposición del emisor 2 y del receptor 3 con respecto a dicho recipiente 1 permiten, como se ha comentado previamente, tomar medidas con el fluido estático, por lo que las propiedades de dicho fluido se ven afectadas únicamente por la fuerza de la gravedad. Así, se pueden determinar las características requeridas del fluido, que son propias del propio fluido y que no se ven

afectadas por factores externos (más allá de la fuerza de la gravedad), e incluso su comportamiento y evolución en el tiempo.

5 El aparato 100 comprende además una unidad de control (no representado en las figuras) que está comunicada al menos con el receptor 3 y que está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función de las ondas de ultrasonido recibidas por dicho receptor 3.

10 El receptor 3 está configurado para convertir las ondas de ultrasonido que recibe en señales eléctricas, y la unidad de control está configurada para recibir dichas señales eléctricas y para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función de dichas señales eléctricas recibidas. Las señales eléctricas son reflejo de las ondas de ultrasonido recibidas por el receptor 3, que a su vez, tal y como se ha descrito previamente, dependen de la concentración de partículas que han atravesado. De
15 esta manera, es posible para la unidad de control determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función de dichas señales eléctricas recibidas. Preferentemente, para cada medición el emisor 2 emite una onda de ultrasonido.

20 Las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 comprenden unas propiedades determinadas y conocidas (frecuencia y amplitud, por ejemplo), y son recibidas por el receptor 3 tras atravesar el fluido con partículas ferromagnéticas contenido en el recipiente 1. Como respuesta, el receptor 3 convierte la onda de ultrasonido recibida en una señal eléctrica, y dicha señal eléctrica comprende una frecuencia determinada y una amplitud pico a pico
25 determinada, que como se ha descrito dependen de la concentración de partículas que ha atravesado la onda correspondiente (del grado de sedimentación del fluido, por lo tanto, en la zona donde lo ha atravesado).

30 Cuando una onda de ultrasonido atraviesa un fluido, las propiedades de la onda de ultrasonido dependen de las características de dicho fluido (de la concentración de partículas o sedimentación de dicho fluido, en la zona en la que la onda lo atraviesa). Esto se refleja en la señal eléctrica correspondiente generada por el receptor 3. A este respecto hay que señalar que, aunque sí se modifican las propiedades de la onda de ultrasonido en función de la concentración de partículas, dicha onda de ultrasonido no provoca un cambio en las

propiedades del fluido que atraviesa a diferencia de lo que ocurre en el caso de aplicar un campo magnético sobre el fluido, por ejemplo, lo que lo convierte en una técnica de determinación no invasiva, puesto que el cambio de propiedades refleja fielmente el fluido atravesado.

5

Cuanto mayor sea la sedimentación en el fluido, o concentración de partículas, en un punto o zona de medición (zona del fluido atravesada por la onda de ultrasonido), mayor será la resistencia a la que se enfrenta la onda de ultrasonido. Cuanta más resistencia se encuentre la onda de ultrasonido en el fluido, más tardará la onda de ultrasonido en llegar desde el emisor 2 al receptor 3 y más se atenuará (menor será su amplitud). Por lo tanto, en función del tiempo que transcurre entre la emisión de la onda de ultrasonido por parte del emisor 2 y la recepción de los mismos por parte del receptor 3, y/o de la amplitud de la señal eléctrica correspondiente, por ejemplo, se puede determinar el grado de sedimentación (concentración de partículas) presente en la zona de medición del fluido.

15

Si se toma como referencia una situación determinada y conocida, por lo tanto, es posible determinar dicha sedimentación o concentración comparando la señal eléctrica recibida con la señal eléctrica correspondiente a dicha situación determinada (señal eléctrica de referencia). La situación determinada puede ser una situación en la que el recipiente 1 está vacío, en la que el recipiente 1 contiene un líquido portador sin partículas ferromagnéticas o en la que el recipiente 1 contiene un fluido con una concentración de partículas o sedimentación conocida en un momento dado, por ejemplo. Dicha señal eléctrica de referencia comprende por lo tanto una amplitud conocida y un tiempo de retardo conocido entre la emisión de la onda de ultrasonido correspondiente por parte del emisor 2 y su recepción en el receptor 3, y comparando al menos una de dichas propiedades o características (características de referencia) con las características correspondiente de la señal eléctrica generada, se puede determinar la sedimentación o concentración relativa al fluido que ha sido atravesado por la onda de ultrasonido que ha dado lugar a dicha señal eléctrica.

30

En cualquiera de las realizaciones de la invención, de esta manera, la unidad de control está configurada para comparar al menos una de las características de las señales eléctricas recibidas y generadas por el receptor 3 con una característica de referencia correspondiente, que se corresponde con la correspondiente característica de una señal eléctrica de referencia

como las descritas. La unidad de control está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función del resultado de dicha comparación.

5 En la figura 4 se representa un ejemplo donde se comparan dos señales eléctricas S1 y S2 generadas por un receptor 3 ante un fluido con diferentes concentraciones de partículas, para ilustrar más fácilmente cómo diferentes concentraciones de partículas dan lugar a diferentes señales eléctricas. Con esta comparación se puede ver como la amplitud de ambas señales eléctricas S1 y S2 es diferente, y cómo tienen un tiempo de retardo diferente con respecto al
10 punto de origen O, que es el resultado de diferentes retardos entre la emisión y recepción de las ondas de ultrasonido correspondientes. La señal eléctrica S2 comprende una amplitud A2 menor que la amplitud A1 de la señal eléctrica S1 y un desfase D2 mayor que el desfase D1 de la señal eléctrica S1, lo que significa que la onda de ultrasonido correspondiente ha atravesado un fluido (o una zona del fluido) con una mayor resistencia, y por lo tanto con una
15 mayor concentración de partículas ferromagnéticas, que la onda de ultrasonido correspondiente a la señal eléctrica S1.

Por experiencias o pruebas previas (calibración previa o carta de calibración), por ejemplo, se puede conocer cómo sería la señal eléctrica recibida por el receptor y el tiempo de retardo
20 entre la emisión y la recepción con diferentes niveles de sedimentación conocidos, con concentración nula o incluso con el recipiente 1 vacío, por ejemplo, obteniéndose así unas características de referencia de dicha señal eléctrica (señal eléctrica de referencia), tal y como se ha descrito anteriormente. Por lo tanto, en función de la señal eléctrica generada por el receptor 3 se puede determinar en cada momento la diferencia entre la concentración
25 asociada a la señal eléctrica recibida y la concentración asociada a la señal eléctrica de referencia, y por lo tanto la concentración (el grado de sedimentación) existente en el punto o zona de medición correspondiente del fluido. Además, en caso requerido, la señal eléctrica de referencia se podría mantener siempre la misma, o se podría modificar si se requiriese en función de lo que se quisiera medir (cada nueva medida podría ser, por ejemplo, la señal
30 eléctrica de referencia para la siguiente medida).

Preferentemente la unidad de control está comunicada además con el emisor 2, y está configurada para controlar cuándo tiene que emitir el emisor 2 las ondas de ultrasonido. De esta manera, como también está comunicada con el receptor 3, puede saber más fácilmente

el tiempo de retardo que hay entre la emisión de las ondas de ultrasonido por parte del emisor 2 y la correspondiente recepción por parte del receptor 3.

En algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para determinar la concentración de partículas en función del tiempo de retardo. En otras realizaciones, la unidad de control está configurada para determinar la concentración de partículas en función de la amplitud de las señales eléctricas recibidas. En otras realizaciones, la unidad de control está configurada para determinar la concentración de partículas en función del tiempo de retardo y de la amplitud de las señales eléctricas recibidas.

En algunas realizaciones, la unidad de control está configurada para únicamente considerar el tiempo que transcurre entre la emisión de una onda de ultrasonido por parte del emisor 2 y la recepción 3 de dicha onda de ultrasonido por parte del receptor 3 para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1, siendo la característica de referencia el tiempo de retardo. En estos casos dicha unidad de control está configurada para determinar una mayor de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 cuanto mayor sea el tiempo que transcurre entre la emisión de una onda de ultrasonido por parte del emisor 2 y la recepción 3 de dicha onda de ultrasonido por parte del receptor 3. Cuanta mayor sea la sedimentación o concentración mayor es la resistencia a la que se enfrentan dicha onda de ultrasonido, por lo que su viaje hasta el receptor 3 se ve más ralentizado y el retardo entre la emisión y la recepción se ve aumentado.

En algunas de estas realizaciones, para realizar dicha determinación considerando el tiempo de retardo descrito, la unidad de control está configurada para comparar dicho tiempo con un tiempo de referencia predeterminado, que se corresponde con el tiempo de retardo determinado para la señal eléctrica de referencia, y para determinar el grado de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función de dicha comparación. Cuanto mayor sea el resultado de la comparación mayor será el retardo, y por lo tanto mayor será el grado de sedimentación. El tiempo de referencia se puede almacenar en una memoria del aparato 100, que puede estar integrada en la unidad de control o puede ser independiente a dicha unidad de control. Dicho tiempo de referencia se ha podido obtener mediante una calibración previa como la comentada previamente, por ejemplo.

En otras de estas realizaciones, para realizar dicha determinación considerando el tiempo de retardo descrito, la unidad de control está configurada para medir el desfase entre la señal eléctrica recibida y la señal eléctrica de referencia predeterminada, y para determinar el grado de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función del resultado de dicha medición. Cuanto mayor sea el valor resultante mayor será el retardo, y por lo tanto mayor será el grado de sedimentación. La señal de referencia se puede almacenar en una memoria del aparato 100, que puede estar integrada en la unidad de control o puede ser independiente a dicha unidad de control. La señal de referencia se ha podido obtener mediante una calibración previa como la comentada previamente, por ejemplo.

En algunas realizaciones, la unidad de control 4 esté configurada para únicamente considerar la amplitud de la señal eléctrica recibida, para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1, siendo la característica de referencia dicha amplitud. En estos casos, dicha unidad de control está configurada para determinar una mayor de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 cuanto mayor sea dicha amplitud.

Para realizar dicha determinación considerando la amplitud descrita, la unidad de control está configurada para comparar dicha amplitud con una amplitud de referencia predeterminada (que sería la amplitud de la señal eléctrica de referencia), y para determinar el grado de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en función de dicha comparación. Cuanto mayor sea el resultado de la comparación mayor será la amplitud detectada, y por lo tanto mayor será el grado de sedimentación. La amplitud de referencia se puede almacenar en una memoria del aparato 100, que puede estar integrada en la unidad de control o puede ser independiente a dicha unidad de control. La amplitud de referencia se ha podido obtener mediante una calibración previa como la comentada previamente, por ejemplo.

En otras realizaciones, la unidad de control esté configurada para considerar tanto el tiempo de retardo descrito previamente como la amplitud descrita previamente, para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1, siendo las características de referencia el tiempo de retardo y la amplitud. En estos casos, la consideración del tiempo de retardo se puede hacer como se ha descrito previamente y la consideración de la amplitud se puede realizar como también se ha descrito previamente. En

estas realizaciones, el hecho de combinar ambas consideraciones proporciona el doble de sensibilidad, obteniéndose una mayor resolución en la medida.

En algunas realizaciones, como en la realización mostrada en la figura 2 a modo de ejemplo, el aparato 100 comprende una pluralidad de emisores 2 de ultrasonidos distribuidos a lo largo de la altura 1h de dicho aparato 100, cada uno a una altura diferente, para emitir ondas de ultrasonido que atraviesen el recipiente 1. El aparato 100 comprende además un receptor 3 respectivo enfrentado a cada emisor 2 y configurado para recibir al menos parte de las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 correspondiente, estando un emisor 2 y su receptor 3 correspondiente dispuestos de tal manera que cada receptor 3 recibe las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 al que está enfrentado tras atravesar el fluido presente en el recipiente 1.

La unidad de control está comunicada al menos con todos los receptores 3, y está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en cada altura del recipiente 1 a la que están dispuestos los emisores 2 y sus correspondientes receptores 3. Esto permite conocer el grado de sedimentación del fluido en diferentes puntos, y puede determinarse, por ejemplo, la evolución de la sedimentación en el tiempo de una manera sencilla.

La manera de determinar el grado de sedimentación puede ser cualquiera de las descritas previamente. Preferentemente se emplea la misma manera para determinar el grado de sedimentación en todos los puntos donde están dispuestos un emisor 2 y su receptor 3 asociado, aunque pudieran combinarse diferentes técnicas en diferentes puntos si así se requiriese.

Preferentemente el recipiente 1 es cilíndrico o poligonal. En el caso de un recipiente cilíndrico, cada emisor 2 y su receptor 3 asociado están dispuestos de tal manera con respecto a dicho recipiente 1 que las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 atraviesan el eje longitudinal 1.0 del recipiente 1 en su trayectoria hacia el receptor 3, tal y como se representa con flechas y a modo de ejemplo en la figura 3, lo que permite aumentar la eficacia del aparato 100. En el caso de un recipiente poligonal 1, dicho recipiente 1 es preferentemente cuadrado o rectangular, y cada emisor 2 y su receptor 3 asociado están dispuestos de tal manera con respecto a dicho recipiente 1 que las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor 2 atraviesan

toda la anchura del recipiente 1 hasta llegar al receptor 3.

Un segundo aspecto de la invención se refiere a un método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas y que está contenido en un recipiente 1 de un aparato 100 según el primer aspecto de la invención, en cualquiera de sus configuraciones y/o realizaciones. Así, el método comprende diferentes realizaciones en función de la configuración o realización del aparato 100 en donde se va a implementar.

En el método, se provoca el paso de ondas de ultrasonido a través del recipiente 1 que contiene el fluido magnetoreológico en al menos una zona del recipiente 1, que está a una altura determinada de dicho recipiente 1. Se reciben las ondas tras atravesar el fluido, se generan señales eléctricas a partir de las ondas recibidas, y se determinan las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1, en dicha zona del recipiente 1, en función de dichas señales eléctricas, tal y como se ha descrito previamente para el aparato 100. Las diferentes maneras posibles para realizar dicha determinación descritas para el aparato 100 son también válidas para el método.

En algunas realizaciones, se provoca el paso de ondas de ultrasonido a través del recipiente 1 que contiene el fluido magnetoreológico, en una pluralidad de zonas del recipiente 1 que están a diferentes alturas de dicho recipiente 1, de tal manera que se determinan las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente 1 en diferentes zonas del recipiente 1, que están distribuidas a diferentes alturas de dicho recipiente 1, tal y como se ha descrito previamente para el aparato 100. Las diferentes maneras posibles para realizar dicha determinación descritas para el aparato 100 son también válidas para el método.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas, comprendiendo el aparato
5 (100) un recipiente (1) que contiene el fluido magnetoreológico, siendo dicho recipiente (1) vertical con una altura (1h) determinada y comprendiendo un eje longitudinal (1.0) vertical, **caracterizado porque** el aparato (100) comprende además al menos un emisor (2) configurado para emitir ondas de ultrasonido, un receptor (3) asociado a dicho emisor (2) y una unidad de control, estando el emisor (2) enfrentado a la trayectoria de las ondas
10 de ultrasonido emitidas por el emisor (2) y configurado para recibir dichas ondas de ultrasonido y para convertir dichas ondas de ultrasonido en señales eléctricas, estando el emisor (2) y el receptor (3) asociado dispuestos de tal manera con respecto al recipiente (1) que el receptor (3) está configurado para recibir las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor (2) después de que dichas ondas de ultrasonido atraviesen el fluido presente
15 en el recipiente (1) y para que dichas ondas de ultrasonido se emitan en una dirección transversal al eje longitudinal (1.0) del recipiente (1), estando la unidad de control comunicada al menos con el receptor (3) y configurada para recibir las señales eléctricas generadas por dicho receptor (3) y para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) en función de dichas señales
20 eléctricas recibidas.
2. Aparato según la reivindicación 1, en donde la unidad de control está configurada para comparar al menos una de las características de las señales eléctricas recibidas y generadas por el receptor (3) con una característica de referencia correspondiente, que
25 es la característica correspondiente de una señal eléctrica de referencia cuyas características son conocidas, estando dicha unidad de control configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) en función del resultado de dicha comparación.
- 30 3. Aparato según la reivindicación 2, en donde la unidad de control está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) en base al resultado de la comparación entre un tiempo de retardo de la señal eléctrica que recibe, siendo dicho tiempo de retardo el tiempo que transcurre entre la emisión de dicha onda de ultrasonido por parte del emisor (2) y la recepción (3) de

dicha onda de ultrasonido por parte del receptor (3), y un tiempo de retardo correspondiente a la señal eléctrica de referencia, y/o en base al resultado de la comparación entre la amplitud de dicha señal eléctrica y la amplitud de la señal eléctrica de referencia.

5

4. Aparato según la reivindicación 3, en donde la unidad de control está comunicada además con el emisor (2), y dicha unidad de control está configurada para controlar cuándo emite dicho emisor (2) las ondas de ultrasonido y para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) en función de al menos la comparación entre el tiempo de retardo correspondiente y el tiempo de retardo de la señal eléctrica de referencia.

10

5. Aparato según la reivindicación 3 o 4, en donde la unidad de control está configurada para determinar un mayor grado de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) cuanto mayor sea el resultado de la comparación entre el tiempo de retardo correspondiente y el tiempo de retardo de la señal eléctrica de referencia.

15

6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en donde la unidad de control está configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) teniendo en cuenta la amplitud de las señales eléctricas recibidas desde el receptor (3).

20

7. Aparato según la reivindicación 6, en donde la unidad de control está configurada para determinar un mayor grado de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) cuanto mayor sea el resultado de la comparación entre la amplitud correspondiente y la amplitud de la señal eléctrica de referencia.

25

8. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el recipiente (1) es poligonal, preferentemente cuadrado o rectangular.

30

9. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el recipiente (1) es cilíndrico, estando el emisor (2) y el receptor (3) asociado dispuestos de tal manera con respecto a dicho recipiente (1) que las ondas de ultrasonido emitidas por dicho emisor (2) atraviesan el eje longitudinal (1.0) del recipiente (1) en su trayectoria hacia el receptor (3).

10. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en donde el emisor (2) y el receptor (3) están dispuestos fuera del recipiente (1).
- 5 11. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el emisor (2) y el receptor (3) están unidos al recipiente (1).
12. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el recipiente (1) está configurado para poder cerrarse de manera estanca.
- 10 13. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende una pluralidad de emisores (2) distribuidos a lo largo de la altura (1h) del recipiente (1), cada uno a una altura diferente, y un receptor (3) respectivo asociado y enfrentado a cada emisor (2), estando cada receptor (3) configurado para recibir las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor (2) asociado y para convertir dichas ondas de ultrasonido en señales eléctricas, estando un emisor (2) y su receptor (3) asociado dispuestos de tal manera que cada receptor (3) recibe las ondas de ultrasonido emitidas por el emisor (2) al que está enfrentado tras atravesar el fluido presente en el recipiente (1), estando la unidad de control comunicada al menos con todos los receptores (3) y configurada para determinar las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en el recipiente (1) en cada altura del recipiente (1) a la que están dispuestos los emisores (2) y sus correspondientes receptores (3).
- 15 20 25 30 14. Método para determinar las características de sedimentación de un fluido magnetoreológico que contiene partículas ferromagnéticas y que está contenido en un recipiente (1) de un aparato (1) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** se provoca el paso de ondas de ultrasonido a través del recipiente (1) que contiene el fluido magnetoreológico, en al menos una zona del recipiente (1) que está a una altura determinada de dicho recipiente (1), se reciben las ondas tras atravesar el fluido, se generan señales eléctricas a partir de las ondas recibidas, y se determinan las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en dicha zona del recipiente (1) en función de dichas señales eléctricas.

15. Método según la reivindicación 14, en donde se provoca el paso de ondas de ultrasonido a través del recipiente (1) que contiene el fluido magnetoreológico, en una pluralidad de zonas del recipiente (1) que están a diferentes alturas de dicho recipiente (1), se reciben las ondas tras atravesar el fluido, se generan señales eléctricas a partir de las ondas recibidas, y se determinan las características de sedimentación del fluido magnetoreológico contenido en dichas zonas del recipiente (1) en función de dichas señales eléctricas.

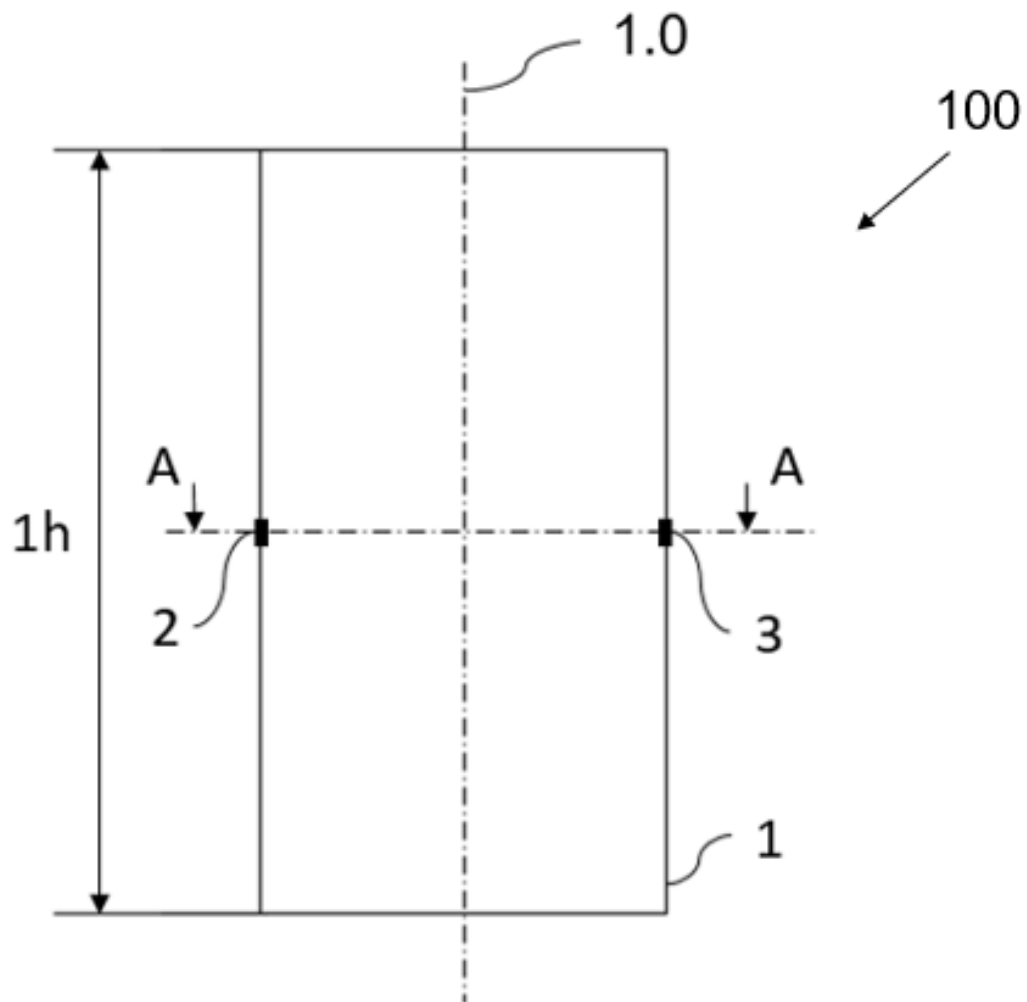


Fig. 1

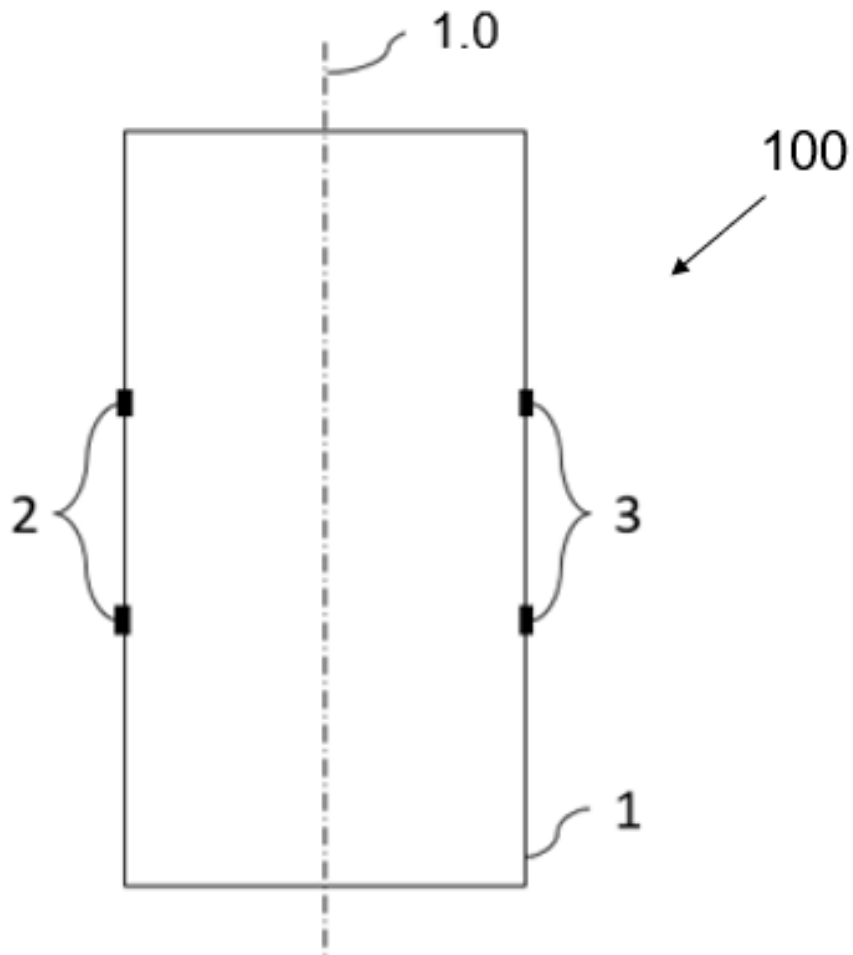


Fig. 2

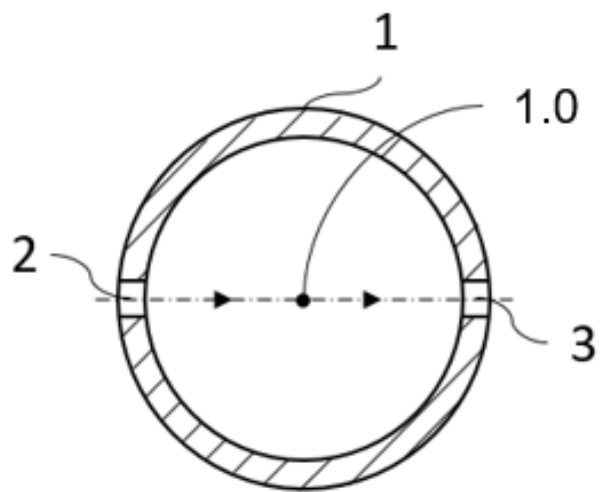


Fig. 3

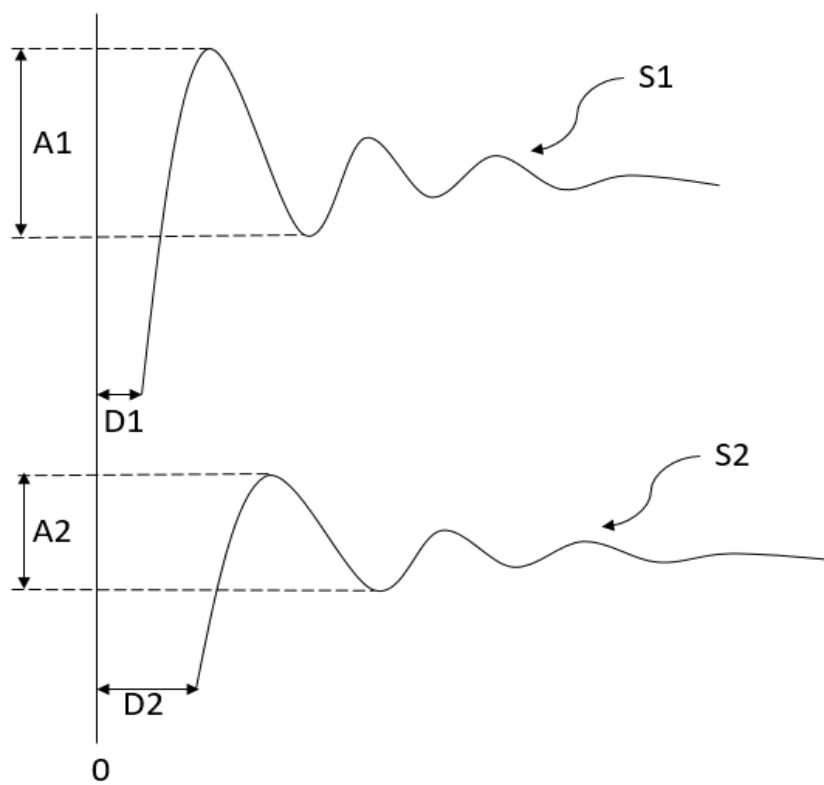


Fig. 4



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ②① N.º solicitud: 201930449
②② Fecha de presentación de la solicitud: 22.05.2019
③② Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

⑤① Int. Cl.: **G01N15/04** (2006.01)
G01N29/02 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	US 2004182138 A1 (GREENWOOD MARGARET S et al.) 23/09/2004, párrafos [0010 - 0012]; párrafo [0031]; párrafo [0034]; párrafos [0038 - 0044]; párrafo [0052]; párrafo [0054]; reivindicaciones; figuras.	1-15

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
04.02.2020

Examinadora
E. Pina Martínez

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

G01N

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WPI