

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 677 001**

51 Int. Cl.:

G01N 17/00 (2006.01)
G01F 23/296 (2006.01)
G01B 17/02 (2006.01)
G01S 15/10 (2006.01)
G01N 29/07 (2006.01)
G01N 29/12 (2006.01)
G01N 29/46 (2006.01)
G01N 29/00 (2006.01)
G01N 33/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.05.2009 PCT/EP2009/003597**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2009 WO09141135**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.05.2009 E 09749625 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.03.2018 EP 2294383**

54 Título: **Método y dispositivo para una medición de alta precisión de una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido mediante la utilización de un transductor ultrasónico**

30 Prioridad:

23.05.2008 EP 08009467

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.07.2018

73 Titular/es:

SOLENIS TECHNOLOGIES CAYMAN, L.P.
(100.0%)
Mühlentalstrasse 38
8200 Schaffhausen, CH

72 Inventor/es:

SEIDA, FRANK;
FLOCKEN, CHRISTIAN;
PÖSCHMANN, RAINER;
SCHULTZ, MICHAEL, DR.;
KLAUA, ROBERT y
DIETRICH, GEORG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 677 001 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

Método y dispositivo para una medición de alta precisión de una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido mediante la utilización de un transductor ultrasónico

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método y a un dispositivo para una medición de alta precisión de una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido mediante la utilización de un transductor ultrasónico. La invención se refiere además a la utilización de dicho dispositivo y a un método para controlar una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido.

Antecedentes de la tecnología relacionada

Los depósitos de composición inorgánica u orgánica forman un problema fundamental con respecto al funcionamiento de plantas industriales en las que los fluidos, particularmente los medios acuosos, se mueven a través de sistemas de tuberías o se almacenan (por ejemplo, de manera intermedia) en contenedores.

De este modo, por ejemplo, un depósito inorgánico de escamas puede interferir con el funcionamiento de las plantas de refrigeración o, en el peor de los casos, provocar un cierre total de las mismas. Por lo tanto, existe la necesidad de disponer a tiempo de información sobre la existencia o el grosor de dicho depósito inorgánico, de modo que puedan tomarse las contramedidas apropiadas.

Además, los depósitos orgánicos a menudo se producen en forma de una biopelícula. Estos se forman principalmente en sistemas acuosos en la interfaz con una fase sólida, y consisten en una capa viscosa en la que están incrustados microorganismos (por ejemplo, bacterias, algas, hongos y protozoos). Las biopelículas se forman cuando los microorganismos se asientan en la interfaz. Como regla general, la biopelícula contiene, aparte de los microorganismos, principalmente agua y sustancias poliméricas extracelulares exudadas por los microorganismos que, conjuntamente con el agua, forman hidrogeles y contienen otros nutrientes o sustancias. A menudo, las partículas están incluidas en la matriz viscosa resultante que se encuentra en el medio acuoso adyacente a la interfaz. Si las condiciones para el crecimiento son óptimas, particularmente la temperatura y los nutrientes son favorables, entonces los depósitos pueden crecer hasta un grosor considerable de capa. Por ejemplo, en plantas industriales, esto puede conducir a errores operativos debido a la reducción de las secciones transversales de la tubería o a la obstrucción de los filtros. Además, se pueden liberar fragmentos de la biopelícula que pueden afectar al funcionamiento de la planta. Finalmente, el material liberado por los organismos de la biopelícula puede acelerar adicionalmente la corrosión de sus sustratos.

Lo que es particularmente problemático es la formación de biopelículas en plantas de fabricación de papel, particularmente en los componentes que se utilizan para el alojamiento y la transferencia de una suspensión de fibra acuosa. La biopelícula (también llamada "incrustación" o "bioincrustación") que se forma en dichas plantas de fabricación de papel se caracteriza asimismo por el hecho de que contiene una alta proporción de fibras, sustancias finas y pigmentos inorgánicos que están unidos por la matriz orgánica. Dichas biopelículas suelen ir acompañadas de exopolisacáridos ("limo", EPS) protectores, y se producen en la interfaz de estas superficies del equipo y las corrientes de agua del proceso. Además, contaminantes inorgánicos, tales como el carbonato de calcio ("escama"), y contaminantes orgánicos, a menudo se depositan en dichas superficies. Estos contaminantes orgánicos se conocen habitualmente como "brea" (por ejemplo, resinas de madera) y "adhesivos" (por ejemplo, pegamentos, adhesivos, cinta y partículas de cera).

La biopelícula tiene a menudo una estructura similar a un pelaje cuyo grosor puede ser del orden de algunos centímetros. Si el grosor de la capa de la biopelícula es demasiado grande, podría separarse del sustrato. Por lo tanto, las porciones liberadas pueden causar un funcionamiento defectuoso, particularmente el desgarro de las bandas de papel durante la fabricación del papel, lo que conduce a costes consecuentemente elevados. Para evitar esto, se agregan biocidas, que, no obstante, son caros y suponen un peligro para la salud. Los agentes que han tenido un uso generalizado en dichas aplicaciones incluyen cloro, órgano-mercuriales, fenoles clorados, órgano-bromuros y diversos compuestos orgánicos del azufre, todos los cuales son, en general útiles como biocidas, pero cada uno de los cuales es atendido por una variedad de impedimentos.

Por lo tanto, es necesario controlar el grosor de la capa de la biopelícula y posiblemente la velocidad de crecimiento de la misma para optimizar la adición de biocidas y/o de otros agentes de control de depósitos.

Además, puede existir una tendencia a la corrosión química, a la corrosión por cavitación y, en general, a daños corrosivos de las paredes internas de los recipientes de fluido, debido a la exposición de dichas paredes interiores al entorno fluido, que podría ser químicamente agresivo. Debido a dichos procesos, el grosor de pared de las paredes del recipiente de fluido puede reducirse durante el funcionamiento y/o los periodos de no funcionamiento del

recipiente de fluido. Es, por lo tanto, necesario controlar el grosor de las paredes del recipiente de fluido para poder evitar el fallo de los recipientes de fluido.

Existen una variedad de dispositivos que han sido desarrollados para medir las biopelículas en plantas de fabricación de papel.

5 Un enfoque da a conocer un disco de Perspex en un contenedor que está conectado al componente respectivo de las máquinas de papel en una derivación, y a través del cual pasa la suspensión acuosa. El disco de Perspex es eliminado periódicamente del líquido por medio de un motor y, a continuación, se hace pasar luz a través del mismo. La disminución de la intensidad de la luz medida es comparada con la obtenida cuando no hay ningún depósito. En base a esto, se extraen conclusiones sobre el grosor del depósito y su velocidad de crecimiento. Este método adolece del inconveniente de que el material del disco Perspex no es el mismo que el de los contenedores y las tuberías, lo que significa que las condiciones para el crecimiento no son idénticas. Además, el depósito entra en contacto con el aire debido a su extracción periódica, que también conduce a diferentes condiciones de crecimiento. Además, este método solo puede ser utilizado como derivación, y no puede ser integrado directamente en las tuberías o contenedores de la planta.

15 Un segundo enfoque consiste en la obtención del grosor de la capa de la biopelícula utilizando una unidad de emisión de luz que detecta y evalúa una señal óptica de reflexión que varía según el grosor de la biopelícula. El método óptico, no obstante, necesita una interfaz con el fluido, tanto para la señal óptica emitida como para la señal de reflexión.

20 Un tercer enfoque consiste en colocar pequeños discos de acero inoxidable en el líquido, que se dejan allí durante un período de tiempo específico. Los depósitos en los cupones de acero pueden ser analizados posteriormente mediante microscopía, tal como microscopía de fluorescencia mediante microscopio Apotome (AP), microscopía de epifluorescencia (EP – EPifluorescence, en inglés), microscopía mediante microscopio electrónico de barrido (SEM - Scanning Electron Microscope, en inglés) con EDX y microscopía de barrido con láser confocal (CLSM – Confocal Laser Scanning Microscopy, en inglés). No obstante, estos métodos requieren mucho tiempo y no son adecuados para el control continuo del proceso.

25 Además, el documento DE 102 14 678 A1 da a conocer un método para determinar el grosor de un depósito en las paredes interiores de recipientes o tuberías de fluido por medio de ultrasonidos, y el documento US 2003/0010125 A1 da a conocer un método y aparato para analizar una capa depositada sobre la superficie interior de una pared del contenedor de fluido. Dichos métodos no son capaces de determinar la distancia de un transductor ultrasónico, por una parte, y una interfaz de fluido / depósito o una interfaz de fluido / pared, por otra parte, en una medición con alta precisión de la distancia absoluta. El documento DE 102 14 678 A1 da a conocer en el párrafo [0012] una precisión de medición de 1 milímetro a 5 milímetros que es insuficiente, y el documento US 2003/0010125 A1 simplemente describe un análisis cualitativo de la naturaleza química del material depositado.

35 Existe una demanda de un método que proporcione información en línea de la latencia de la formación de depósitos y/o de la tendencia a la reducción del grosor de la pared o de otra característica de la pared del recipiente de fluido. Solo si se detecta la formación de dichos depósitos y/o dicha reducción del grosor de la pared en una etapa temprana y con una alta precisión (por ejemplo, en el rango de micras), es posible tomar contramedidas efectivas y económicas, por ejemplo, la adición de agentes adecuados de control de depósitos o el cambio, por lo menos parcialmente, de la pared del recipiente de fluido. El método debe permitir una medición en línea que pueda ser instalada como parte de cualquier pared de un recipiente o pared de una tubería, es decir, que pueda estar integrada directamente en las tuberías o contenedores de la planta. En consecuencia, el método no necesita ser utilizado como una derivación.

40 Un objetivo de la invención es dar a conocer un dispositivo y método de medición alternativos que tengan ventajas en comparación con los métodos de la técnica anterior.

45 **Compendio de la invención**

Este objetivo se consigue mediante un método y un dispositivo para una medición de alta precisión de una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la resolución en el dominio del tiempo es, por ejemplo, menor o igual a 700 picosegundos, ventajosamente menor o igual a 400 picosegundos, aún más ventajosamente menor o igual a 200 píxeles y lo más ventajosamente menor o igual a 120 picosegundos.

55 Sorprendentemente, utilizando el dispositivo de acuerdo con la invención se ha encontrado que la formación de diversos depósitos en el agua se puede cuantificar por medio del método y el dispositivo de acuerdo con la invención para situaciones en las que no puede ser cuantificada mediante recuentos convencionales de placas. Además, se ha encontrado que la medición lograda mediante cultivo nunca alcanza la cantidad realmente encontrada en las superficies de los cupones de acero. Esto muestra asimismo la necesidad de métodos alternativos para el análisis de los sistemas acuosos. Los métodos analíticos en línea son importantes para poder tomar contramedidas cuando

ocurren cambios en el entorno en el recipiente de fluido o en el sistema o planta que lleva fluido a lo largo del tiempo.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es una vista esquemática, en sección, de un recipiente de fluido en la región de un dispositivo de la invención.
- Las figuras 2a y 2b muestran vistas esquemáticas, en sección, de un recipiente de fluido en la región de un dispositivo de la invención de acuerdo con realizaciones alternativas.
- La figura 3a es una vista esquemática, en sección, de una pared del recipiente de fluido en la región de un área de reflexión con un primer tipo de depósito.
- 10 La figura 3b es una vista esquemática, en sección, de una pared del recipiente de fluido en la región de un área de reflexión con un segundo tipo de depósito.
- Las figuras 4a, 4b y 4c son vistas esquemáticas, en sección, de una pared del recipiente de fluido en la región de un área de reflexión con otras clases de depósitos.
- 15 La figura 5 es un diagrama esquemático, en el dominio del tiempo, que muestra una señal de emisión y una primera señal de reflexión.
- La figura 6 es un diagrama esquemático, en el dominio del tiempo, que muestra una señal de emisión y una segunda señal de reflexión.
- La figura 7 es un diagrama esquemático, en el dominio del tiempo, que muestra una señal de emisión y una tercera señal de reflexión.
- 20 La figura 8 es un diagrama esquemático en el dominio del tiempo que muestra una señal de emisión y una cuarta señal de reflexión.
- Las figuras 9 a 14 son vistas esquemáticas, en sección o en perspectiva, de diferentes ejemplos para sujetar un transductor con respecto al recipiente de fluido.
- La figura 15 es una vista esquemática, en sección, de una estructura de configuración experimental.
- 25 La figura 16 es una vista esquemática, en perspectiva, de una célula de medición y de una placa de depósito relacionada con un primer ejemplo.
- La figura 17 es otra vista esquemática, en perspectiva, de la célula de medición y de la placa de depósito relacionada con el primer ejemplo.
- La figura 18 es una vista esquemática de la placa de depósito relacionada con un segundo ejemplo.
- 30 La figura 19 es otra vista esquemática de la placa de depósito relacionada con el segundo ejemplo.
- La figura 20 es una vista esquemática de la placa de depósito relacionada con un tercer ejemplo.
- La figura 21 es otra vista esquemática de la placa de depósito relacionada con el tercer ejemplo.
- Las figuras 22 a 24 muestran una pluralidad de diagramas diferentes relacionados con las señales de un dispositivo de la invención.

35 Descripción detallada de la invención

La presente invención se refiere a un método y a un dispositivo para una medición de alta precisión de una característica de la incrustación y/o depósito de escamas en el interior de un recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido, mediante la aplicación de una medición ultrasónica del grosor de la pared o del grosor de capa de una capa de depósito de incrustaciones y/o descamaciones, es decir, un depósito orgánico (incrustaciones, biopelícula) o inorgánico (descamaciones), o combinaciones de los mismos.

40 Cuando se lleva a cabo el método de acuerdo con la presente invención, un dispositivo de acuerdo con la presente invención está situado en un recipiente de fluido en el que, en la superficie interior, se debe medir una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones, o de una porción de la pared en el interior del recipiente de fluido.

45 Un fluido está situado en el interior del recipiente de fluido. El recipiente de fluido puede estar completamente lleno de fluido o puede estar lleno solo parcialmente de fluido. El propio recipiente de fluido forma parte de un sistema o una planta que soporta fluido. Por ejemplo, el recipiente de fluido forma parte de los componentes que sirven para

contener y transferir una suspensión acuosa de fibra para la fabricación de papel. Otros ejemplos para el recipiente de fluido incluyen tubos o tanques en centrales eléctricas, componentes de sistemas de refrigeración u otros sistemas que soportan fluidos.

5 Un recipiente de fluido dentro del alcance de la invención comprende tuberías de fluido y/o contenedores de fluido, especialmente aquellos que se utilizan para contener y transferir fluidos. Se puede dar a conocer un recipiente de fluido en el contexto de la presente invención, por ejemplo, tal como un tanque, una torre, una tubería, una ducha, un canal, una caja de entrada, una bomba, una pantalla, un refinador, un desintegrador (pulper, en inglés) o una unidad de flotación.

10 El fluido o fluidos relevantes para la presente invención pueden ser, por ejemplo, del siguiente tipo: fluidos acuosos y/o fluidos oleaginosos y/o fluidos que contienen hidrocarburos y/o fluidos de pozo y/o refrigerantes y/o aguas de calentamiento y/o aguas industriales y/o suspensiones acuosas de fibra para la fabricación de papel.

15 El dispositivo de la invención está integrado, preferentemente, directamente en el sistema que soporta fluidos. No obstante, el dispositivo de la invención puede instalarse alternativamente en una derivación del sistema que soporta fluido para simplificar el mantenimiento del dispositivo de la invención. Además, el dispositivo de la invención puede estar dispuesto, asimismo, integrado en la pared del recipiente de fluido. A los efectos de la descripción, la expresión "integrado en la pared del recipiente de fluido" significará que un elemento está incorporado en la pared del recipiente de fluido de tal modo que dicho elemento se ha convertido en parte integrante de la pared, o que una parte de dicho elemento (especialmente una superficie orientada hacia el interior) sustituye a una porción de la pared del recipiente de fluido. Por ejemplo, se debe considerar que un elemento está integrado en la pared del recipiente de fluido, cuando la pared comprende una cavidad, por ejemplo, un orificio, y dicho elemento tiene una forma y un tamaño que encaja en dicha cavidad. Preferentemente, dicho elemento debe estar incorporado en la pared del recipiente de fluido de tal manera que la pared en la ubicación de dicho elemento permanezca ajustada (con respecto al fluido).

25 El recipiente de fluido comprende una pared de recipiente de fluido o (una pluralidad de) paredes de recipiente de fluido. Por lo menos en una de las paredes del recipiente de fluido está situado un transductor ultrasónico. Preferentemente, el transductor ultrasónico está situado de tal manera que, por lo menos, parte del llamado cabezal del transductor ultrasónico, es decir, una superficie activa (vibrante) del transductor ultrasónico, está dispuesta en contacto con el fluido en el interior del recipiente de fluido. En una realización alternativa, el transductor ultrasónico está situado fuera de la pared del recipiente de fluido, de tal manera que el transductor ultrasónico no está directamente en contacto con el fluido en el interior del recipiente de fluido. El transductor ultrasónico emite una señal de emisión ultrasónica haciendo que el cabezal del transductor ultrasónico vibre. La señal de emisión ultrasónica se propaga a través del fluido de una manera específica que está definida por la forma del cabezal del transductor ultrasónico, por el modo de excitación del cabezal del transductor ultrasónico y, opcionalmente, también por las propiedades ultrasónicas y las características del fluido. La señal de emisión ultrasónica tiene una frecuencia o una frecuencia central superior a 500 kHz, preferentemente por lo menos 510 kHz, más preferentemente superior a 2 MHz, aún más preferentemente por lo menos 2,1 MHz y, lo más preferentemente, por lo menos 4 MHz. El rango de frecuencia de la señal de emisión ultrasónica está en el rango de 500 kHz a 50 MHz, preferentemente en el rango de 510 kHz a 50 MHz, más preferentemente en el rango de entre 2 MHz y 20 MHz, aún más preferentemente en el rango de 2,1 MHz a 20 MHz, aún más preferentemente en el rango de 3 MHz a 15 MHz, más preferentemente en el rango de 3 MHz a 7 MHz.

45 En el contexto de la presente invención, es importante que haya por lo menos una región en la que la señal de emisión ultrasónica se refleja. En el contexto de la presente invención, esta región se denomina área de reflexión. El área de reflexión se encuentra normalmente en o cerca de un área de la pared del recipiente de fluido que está situada sustancialmente opuesta al transductor. No obstante, el área de reflexión también puede estar situada en el interior del recipiente de fluido (por ejemplo, en el interior de un tubo grande), pero unida a una porción de la pared del recipiente de fluido, por ejemplo, por medio de un medio de sujeción. En el contexto de la presente invención, el área de reflexión puede verse como una parte del dispositivo, especialmente para casos en los que las propiedades ultrasónicas, por lo menos de parte del área de reflexión, difieren sustancialmente de las propiedades ultrasónicas del recipiente de fluido, es decir, de las propiedades ultrasónicas del material (de la pared) del recipiente de fluido.

50 En dichas realizaciones del área de reflexión, una inserción está dispuesta, por ejemplo, en la pared del recipiente de fluido, para alterar las propiedades ultrasónicas del área de reflexión o de una parte del área de reflexión. Especialmente para casos en los que las propiedades ultrasónicas, por lo menos de una parte, del área de reflexión no difieren sustancialmente de las propiedades ultrasónicas del recipiente de fluido, el área de reflexión está realizada como parte de la pared del recipiente de fluido.

55 La señal de emisión ultrasónica se refleja en el área de reflexión. De acuerdo con la presente invención, esta reflexión se produce en la primera interfaz reflectante que encuentra la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica.

60 En el caso de que no haya ningún depósito en la pared del recipiente de fluido en la región del área de reflexión, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica es la interfaz del fluido con el área de reflexión. La suposición para este caso es que existe una diferencia sustancial de la impedancia acústica del

fluido, por una parte, y la impedancia acústica de la pared del recipiente de fluido en (por lo menos parte de) la región del área de reflexión, por otra parte. Esta suposición está verificada, por ejemplo, para casos en los que el fluido es un fluido a base de agua y el material de la pared del recipiente de fluido es principalmente un metal, especialmente un material de acero. Esto se debe a que el valor típico de la impedancia de un fluido a base de agua es de 1,5 MRayl o en la región de 1,5 MRayl, y el valor de impedancia típico de los metales utilizados como material de la pared del recipiente de fluido tal como acero inoxidable es de 40 MRayl o superior a 40 MRayl. La última suposición mencionada no está verificada o no está necesariamente verificada, por ejemplo, para el caso en que el fluido es un fluido a base de agua y el material de la pared del recipiente de fluido, por lo menos en el área de reflexión, es un material plástico, preferentemente un material de polipropileno, que tiene típicamente un valor de impedancia de 1 MRayl a 4 MRayl, preferentemente de 2,2 MRayl o aproximadamente 2,2 MRayl. En una situación de medición o detección en la que se detecta un depósito de bioincrustación (y se mide su grosor) con un fluido a base de agua, se puede preferir elegir tener una diferencia comparativamente pequeña de la impedancia acústica del fluido por una parte y la impedancia acústica de la pared del recipiente de fluido en (por lo menos parte de) la región del área de reflexión, por otra parte. Con valores típicos de la impedancia acústica de dichos depósitos de bioincrustación de 1 MRayl a 4 MRayl, es posible, de acuerdo con la presente invención, detectar la presencia (y medir el grosor) de dicho depósito de bioincrustación por medio de una diferencia tan baja de la impedancia acústica del fluido por una parte y la impedancia acústica de la pared del recipiente de fluido en (por lo menos parte de) la región del área de reflexión, por otra parte. En el caso, no obstante, de que haya un depósito en la pared del recipiente de fluido en la región del área de reflexión, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica es la interfaz del fluido con el depósito en el área de reflexión, es decir, la interfaz del fluido con la capa superior o con la "superficie del depósito" en el área de reflexión. El término "superficie del depósito" se utiliza en el presente documento para indicar la parte de la capa del depósito que está interactuando con la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica, con el fin de proporcionar la primera interfaz reflectante. Esta parte de la capa del depósito que está interactuando con la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica es normalmente una parte superficial del depósito.

En el contexto de la presente invención, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión ultrasónica también se conoce como la interfaz de fluido / depósito o la interfaz de fluido / pared. El término interfaz de fluido / depósito se refiere a la situación en la que existe un depósito (capa) en el área de reflexión. Es evidente que el término "interfaz de fluido / depósito" se refiere a la interfaz del fluido con el depósito, por lo menos en parte, de la superficie del área de reflexión. El término interfaz de fluido / pared se refiere a la situación en la que no existe un depósito (capa) (o es despreciable con respecto al comportamiento de las ondas ultrasónicas) en el área de reflexión, pero en la que el fluido se enfrenta directamente al material de la pared del recipiente de fluido.

El dispositivo está dispuesto de tal manera que se obtiene la señal correspondiente a la reflexión de la señal de emisión ultrasónica (en lo sucesivo en el presente documento denominada asimismo señal reflejada ultrasónica) en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Para realizar esto de la manera más económica, el mismo transductor ultrasónico (que proporciona la señal de emisión ultrasónica) es accionado más preferentemente en un modo de obtención, de tal manera que la onda ultrasónica correspondiente a la señal reflejada es recibida por el transductor. En el contexto de la presente invención, el término "sustancialmente opuesto" se refiere a una ubicación del área de reflexión y a una inclinación del área de reflexión tal que la señal de emisión ultrasónica (proporcionada por el transductor ultrasónico) es reflejada hacia un elemento de recepción adecuado para la señal reflejada ultrasónica (o la onda ultrasónica correspondiente), siendo el elemento de recepción, preferentemente, el transductor ultrasónico. No obstante, de acuerdo con la presente invención, es posible utilizar un transductor ultrasónico (únicamente) para proporcionar la señal de emisión ultrasónica, y otro transductor ultrasónico (únicamente) para recibir y obtener la señal reflejada ultrasónica.

Por ejemplo, la señal de emisión ultrasónica puede ser proporcionada como una señal de impulsos (en el dominio de tiempo). Esto significa que la duración de una amplitud sustancial de la señal de emisión ultrasónica es bastante limitada en el tiempo, por ejemplo, considerablemente menos de un milisegundo. Además, en el contexto de la presente invención, se prefiere que el transductor ultrasónico sea utilizado para el funcionamiento en modo de eco de impulso (denominado barrido de amplitud (A-scan (Amplitude scan), en inglés). Esto significa que la señal de emisión ultrasónica ha finalizado en el momento de la recepción de la señal reflejada ultrasónica. Lo más preferente es que las características de la señal de emisión ultrasónica que es proporcionada como una señal de impulsos, por una parte, y del transductor ultrasónico que se utiliza para el funcionamiento en modo de impulso de eco, por otra parte, se combinen. Esto permite una obtención de datos y un análisis de datos comparativamente simples. La señal de emisión ultrasónica que es una señal de impulsos (en el dominio de tiempo) implica que la frecuencia de la señal de emisión es una sola frecuencia. De acuerdo con la presente invención, el término "frecuencia de la señal de emisión" se utiliza para referirse a una frecuencia significativa, es decir, que caracteriza a la señal de emisión, tal como, por ejemplo, la frecuencia central de la señal de emisión.

Uno de los aspectos principales de la presente invención es proporcionar una posibilidad económica de una medición de alta precisión de la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Cuando se supone una velocidad constante del sonido en todo el fluido entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, la distancia a medir corresponde al tiempo requerido para que la señal de emisión ultrasónica se desplace del transductor ultrasónico a la interfaz de fluido / depósito o de fluido /

pared, y al tiempo requerido para la señal reflejada ultrasónica (correspondiente al reflejo de la señal de emisión ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared) se desplace desde la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared de nuevo al transductor ultrasónico. Por lo tanto, la distancia (que se va a medir) corresponde a la velocidad del sonido en el fluido multiplicada por la mitad del tiempo de retardo entre partes correspondientes de la señal de emisión ultrasónica por una parte y la señal reflejada ultrasónica. La señal reflejada ultrasónica recibida por el transductor tendrá, en general, una forma de onda (o envolvente de la amplitud) que difiere de la forma de onda (o envolvente de la amplitud) de la señal de emisión ultrasónica, debido en parte a la reflexión en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, pero también debido a otros efectos tales como la difracción y otros. De acuerdo con la presente invención, el transductor ultrasónico obtiene la señal reflejada recibida y determina el tiempo de llegada de la señal reflejada (y por medio del tiempo de llegada, también el retardo de tiempo entre el tiempo de emisión de la señal de emisión ultrasónica y el tiempo de llegada de la señal reflejada ultrasónica). De acuerdo con la presente invención, se supone que la señal reflejada ha llegado si la intensidad (es decir, la amplitud absoluta) de la señal reflejada aumenta por encima de un valor umbral adecuado (siendo valores umbral adecuados los que están por encima del nivel medio de ruido). El tiempo de llegada de la señal reflejada se puede deducir de ese aumento por encima del valor umbral. De acuerdo con la presente invención, la potencia de resolución en el dominio del tiempo de la determinación del retardo de tiempo entre el tiempo de emisión de la señal de emisión ultrasónica y el tiempo de llegada de la señal reflejada ultrasónica es de 1 ns o menos de 1 ns. Preferentemente, esta resolución en el dominio del tiempo es menor o igual a 700 picosegundos, más preferentemente menor o igual a 400 picosegundos, aún más preferentemente menor o igual a 200 picosegundos y lo más preferentemente menor o igual a 120 picosegundos.

De acuerdo con la presente invención, se lleva a cabo una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior del recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior del recipiente de fluido. Como un ejemplo principal de dicha característica del depósito es el grosor de la capa de depósito (o el grosor restante del material de la pared) en el área de reflexión, se mide la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. En este contexto, una medición de alta precisión significa que es posible determinar la característica con una precisión relativa comparativamente alta, por ejemplo, una precisión relativa de menos de 0,0015, preferentemente de menos de 0,0010, más preferentemente de menos de 0,0005, aún más preferentemente de menos de 0,0001 y lo más preferentemente de menos de 0,00005. De acuerdo con la presente invención, la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared se puede medir con una precisión de +/- 15 micras, preferentemente con una precisión de +/- 10 micras, más preferentemente con una precisión de +/- 7 micras, aún más preferentemente con una precisión de +/- 5 micras, incluso más preferentemente con una precisión de +/- 3 micras y lo más preferentemente con una precisión de +/- 1 micra. Con la información relativa a la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, es posible determinar o calcular el grosor de la capa de depósito (mediante la medición de la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared sin ningún depósito, o por medio de las dimensiones del recipiente de fluido). Por ejemplo, para paredes opuestas del recipiente de fluido separadas 10 milímetros (o para una distancia entre el transductor ultrasónico y el área de reflexión de 10 milímetros), una precisión relativa de 0,0015 corresponde a una precisión de medición de +/- 15 micras. Para mayores distancias absolutas, una precisión relativa de menos de 0,0015, preferentemente de menos de 0,0010, más preferentemente de menos de 0,0005, aún más preferentemente de menos de 0,0001 y más preferentemente de menos de 0,00005 es posible con el dispositivo y el método de la presente invención. Las distancias preferentes entre el transductor ultrasónico y el área de reflexión de acuerdo con la presente invención están en el rango de 10 milímetros a 500 milímetros, preferentemente en el rango de 10 milímetros a 200 milímetros, más preferentemente en el intervalo de 10 milímetros a 100 milímetros, más preferentemente en el intervalo de 20 milímetros a 50 milímetros.

Adicionalmente, el método y el dispositivo de la invención pueden permitir la medición, por lo menos, de una característica adicional del depósito (además de la medición de la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared) formada durante un proceso en curso. Por ejemplo, la medición de la característica adicional se realiza preferentemente por medio de la evaluación de la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. La característica adicional del depósito es preferentemente la densidad y/o la homogeneidad y/o la estabilidad del depósito o de la pared del recipiente de fluido. Estas características adicionales de la capa de depósito o del recipiente de fluido pueden ser monitorizadas simultáneamente o pueden ser deducidas analizando una multitud de medidas diferentes. Las variaciones en la densidad de la capa del depósito o de la pared del recipiente de fluido y la homogeneidad de la capa del depósito o de la pared del recipiente de fluido producen asimismo diferencias con respecto a la señal reflejada (es decir, el reflejo de la señal de emisión ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared). En base al conjunto de información proporcionado por la medición, especialmente una multitud de mediciones, se puede concluir asimismo qué tipo particular de depósito se ha formado o si ha habido daños corrosivos en el recipiente de fluido en el interior de la superficie de la pared (en el área de reflexión). En consecuencia, se puede seleccionar y añadir el agente apropiado de control de depósito (o un agente de curado de la pared del recipiente de fluido) para iniciar contramedidas adecuadas sin interrumpir el proceso. Se puede observar el efecto de dicho agente de control y, si es necesario, su concentración, ubicación de suministro, composición química, etc. pueden ser cambiadas y ajustadas, respectivamente.

De acuerdo con el método y el dispositivo según la presente invención, se mide la temperatura del fluido, y la distancia entre el transductor ultrasónico por una parte y la interfaz de fluido / depósito o la interfaz de fluido / pared por otra parte se obtienen a partir del tiempo de llegada de la señal reflejada y de la velocidad del sonido del fluido, dependiendo la velocidad del sonido de la temperatura del fluido. De acuerdo con otra realización preferente, el transductor ultrasónico está dispuesto en contacto con el fluido o en contacto con el interior del recipiente de fluido. En una realización aún más preferente del método y el dispositivo de acuerdo con la presente invención, se mide la temperatura del fluido, y el transductor ultrasónico está dispuesto en contacto con el fluido o en contacto con el interior del recipiente de fluido.

En las realizaciones de acuerdo con la invención, se proporciona una compensación de los efectos de la temperatura que, de lo contrario, reduciría la precisión global. Por lo tanto, el dispositivo de la invención proporciona, por lo menos, una compensación de la temperatura cuando se calcula, por ejemplo, la distancia entre el transductor ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. La compensación de la temperatura se realiza mediante una etapa de medición, preferentemente midiendo directamente la temperatura del fluido con un detector de temperatura, por ejemplo, en un área adyacente o integrada con la superficie activa (cabezal del transductor ultrasónico) del transductor ultrasónico. En una segunda etapa, la compensación se calcula por medio, por ejemplo, de valores de datos que asignan una cierta velocidad del sonido del fluido utilizado a una temperatura determinada. Una compensación análoga de la temperatura puede ser realizada para los cambios en las dimensiones del recipiente de fluido (o las paredes del recipiente de fluido), por ejemplo, cambiar los diámetros u otros, en función de diferentes temperaturas.

El método y el dispositivo para una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido o de una característica de una porción de la pared en el interior del recipiente de fluido de acuerdo con cualquier realización de la presente invención pueden ser utilizados como o en conexión con un dispositivo en línea (monitorización). Preferentemente, las mediciones se realizan en sustratos de acero inoxidable o en otros materiales de recipiente sobre el que se han formado depósitos. El objetivo del método y el dispositivo de la invención es determinar la mayor cantidad de datos posible para tomar las decisiones pertinentes a fin de inyectar agentes antidescamaciones y/o antiincrustaciones en el sistema antes de que se produzcan perturbaciones en el proceso, por ejemplo, un proceso para fabricar papel o un proceso de enfriamiento o calentamiento. Dicho dispositivo de monitorización en línea que puede estar integrado directamente en el proceso brinda la posibilidad de obtener datos fiables, en los que los cambios en el flujo, etc. no son factores para lecturas falsas.

El método y el dispositivo para una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior del recipiente de fluido de acuerdo con cualquier realización de la presente invención son adecuados siempre que haya una interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared que proporcione una señal de reflexión ultrasónica suficientemente fuerte, es decir, con una relación de señal a ruido suficientemente fuerte. Este es particularmente el caso con las escamas inorgánicas en plantas de enfriamiento, especialmente en torres de enfriamiento de plantas de energía; depósitos que se producen en dispositivos utilizados para el procesamiento de alimentos o bebidas, tales como cervecerías, por ejemplo, extrusoras de sinfín, molinos de carne, y otros; depósitos que se producen en dispositivos utilizados para el tratamiento de aguas residuales; depósitos que se producen en dispositivos utilizados en la purificación de gases de escape; depósitos que se producen en dispositivos utilizados en la industria minera o en la producción de petróleo. Para la medición en la interfaz de fluido / depósito de depósitos de incrustaciones, el cambio en la impedancia acústica (en comparación con la impedancia acústica del fluido) es a menudo (especialmente en el caso de un fluido acuoso) reducido en comparación con el caso de un depósito inorgánico. De acuerdo con un aspecto específico de la presente invención, el dispositivo de la invención proporciona una adaptación del material, por lo menos, de parte del área de reflexión, de tal manera que una reflexión en la interfaz del depósito y en la pared del recipiente de fluido (o en la interfaz del depósito y de un elemento de sujeción (o medio de sujeción) del área de reflexión) se reduce. Esto se puede llevar a cabo, por ejemplo, mediante la provisión de una superficie de poliuretano o polipropileno (o una superficie de otro material polimérico o material plástico), por lo menos, en parte del área de reflexión. Dicha superficie de poliuretano o polipropileno o superficie polimérica o plástica tiene el efecto de que las ondas ultrasónicas que golpean dicha superficie son absorbidas en un grado comparativamente alto (coeficiente de transmisión comparativamente alto en la interfaz entre el fluido con la superficie de poliuretano o de polipropileno o superficie polimérica o plástica, y disipación de energía comparativamente alta de la energía acústica en el interior del poliuretano o del polipropileno o del material polimérico o plástico) y que la presencia de un depósito orgánico (incrustaciones) en dicha superficie de poliuretano o de polipropileno o superficie polimérica o plástica, por lo menos, en parte del área de reflexión conduce potencialmente a un mayor grado de reflexión (en base, por ejemplo, a un mayor cambio en la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito). El efecto resultante es que lo que se detecta al evaluar la señal reflejada es el reflejo en la interfaz de fluido / depósito (y no el reflejo en la interfaz del depósito, por una parte, y la pared del recipiente de fluido (o un elemento de sujeción del área de reflexión) por otra parte). En el caso de un depósito orgánico en una pared de un recipiente de fluido fabricado, por ejemplo, de acero en la parte relevante del área de reflexión, y a pesar de la presencia de un depósito (que tiene una impedancia acústica comparable a la impedancia acústica del fluido), esto podría ser más difícil, ya que la señal reflejada podría estar relacionada con la interfaz del depósito con la pared del recipiente de fluido (interfaz depósito / pared) en lugar de la interfaz de fluido / depósito.

Los tipos de depósitos orgánicos (incrustaciones o biodescamaciones) detectables con el método y el dispositivo de la presente invención son todo tipo de biopelículas, por ejemplo, las que se producen en las plantas de fabricación de papel o las que se producen en sistemas que contienen agua y que, potencialmente, conducen al crecimiento de bacterias, tales como las bacterias de la familia de la Legionellaceae, especialmente la legionela. Para el propósito de la descripción, el término "biopelícula" o "incrustación" se refiere, preferentemente, a todo tipo de capas viscosas en las que están incrustados microorganismos (por ejemplo, bacterias, algas, hongos y protozoos). Dichas biopelículas pueden contener, además de los microorganismos, principalmente agua, sustancias poliméricas extracelulares exudadas por los microorganismos que, junto con el agua, forman hidrogeles y contienen otros nutrientes o sustancias, tales como fibras, finos, pigmentos inorgánicos, particularmente escamas, hidróxido de aluminio (adición de alumbre en el rango del pH neutro), sustancias naturales y sintéticas, tales como brea, ácidos grasos, encolados (anhídrido alquencil succínico [ASA – AlkenylSuccinicAnhydride, en inglés], dímero de alquil ceteno [AKD – AlkylKetene Dimer, en inglés], cola de colofonia, etc.), brea blanca, y los denominados "adhesivos" (poliacrilatos, acetato de polivinilo, acetato de vinilo de etileno, látex de estireno butadieno, etc.). Para el propósito de la especificación, el término "biopelícula" o "incrustación" se refiere preferentemente a todas las capas que pueden haber sido depositados unos sobre otros en una biopelícula.

Se han desarrollado diversos agentes de control de depósito que pueden ser agregados a un sistema de soporte de agua o a una planta de fabricación de papel durante la operación.

El método y el dispositivo de acuerdo con la presente invención permiten la monitorización de la distancia absoluta entre el transductor ultrasónico en una pared del recipiente de fluido, por una parte y una interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, por otra parte, en los que la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared se encuentra en el área de reflexión, y en los que el área de reflexión está situada sustancialmente opuesta al transductor ultrasónico. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención es posible proporcionar una medición de alta precisión del grosor (o del grosor de la capa) del depósito o de la pared del recipiente de fluido situado en el área de reflexión del transductor ultrasónico.

De acuerdo con la presente invención, se prefiere que las mediciones del grosor del depósito, es decir, las mediciones de la distancia absoluta entre un transductor ultrasónico en una pared del recipiente de fluido por una parte y de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared por otra parte, se repitan a menudo de manera comparable, por ejemplo, por lo menos una vez en cada minuto, preferentemente por lo menos una vez en cada segundo, más preferentemente por lo menos una vez en cada 100 milisegundos y, aún más preferentemente, por lo menos una vez en cada 10 milisegundos y más preferentemente cada 1 a 6 milisegundos. Como la medida de la distancia absoluta entre un transductor ultrasónico en una pared del recipiente de fluido por una interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared por otra parte, y por lo tanto, la medición del grosor del depósito (o del grosor (restante) de la pared), se repite con relativa frecuencia, también la velocidad de crecimiento del depósito (o la velocidad de reducción del grosor de la pared del recipiente de fluido) puede ser deducida a partir de la pluralidad de mediciones, controlando los cambios durante un cierto período de tiempo.

La presente invención es muy adecuada para estudiar el crecimiento de materiales biológicos y la deposición de contaminantes orgánicos e inorgánicos sobre diversos sustratos. Dichos materiales biológicos incluyen, por ejemplo, bacterias, hongos, levaduras, algas, diatomeas, protozoos, macroalgas y otros. En la industria de la celulosa y del papel, el agua del proceso proporciona un excelente suministro de materiales orgánicos e inorgánicos que favorecen el crecimiento de bacterias (biopelículas) y exopolisacáridos protectores (limo) que se producen en la superficie de la máquina (típicamente acero) y procesan corrientes de agua. Además, los contaminantes inorgánicos, tal como el carbonato de calcio ("incrustaciones") y los contaminantes orgánicos, a menudo se depositan en dichas superficies. Estos contaminantes orgánicos se conocen típicamente como brea (por ejemplo, resinas de la madera) y adhesivos (por ejemplo, pegamentos, adhesivos, cinta y partículas de cera).

Sorprendentemente, se ha descubierto que el sistema de medición de acuerdo con la invención resuelve los inconvenientes del anterior y proporciona una solución económica para la obtención del grosor (o grosor de capa) de un depósito, particularmente un depósito inorgánico (escamas) o de una biopelícula (o depósito de incrustaciones). Por medio del método y dispositivo de acuerdo con la presente invención, es posible medir el grosor (principalmente) de depósitos inorgánicos, así como de depósitos de incrustaciones y también de aquellos depósitos de incrustaciones que tienen una estructura de tipo pelaje, tal como ocurre en plantas de fabricación de papel. Además, por medio del método y el dispositivo de acuerdo con la presente invención, es posible medir el grosor de capas de depósitos orgánicos e inorgánicos combinados. Además, es posible medir no solo el grosor del depósito y su velocidad de formación, sino también su densidad, su homogeneidad y/o su estabilidad, con el fin de obtener una mayor comprensión de los procesos de deposición que se producen proporcionando la información necesaria para iniciar contramedidas apropiadas. Además, por medio del método y el dispositivo de acuerdo con la presente invención, es posible medir una característica, especialmente el grosor, de la pared en el interior de un recipiente de fluido para obtener información sobre corrosión química, corrosión por cavitación y, en general, daños corrosivos de las paredes interiores del recipiente de fluido.

De acuerdo con la presente invención, se prefiere que, además de medir la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, se mida el cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Esto puede llevarse a cabo comparando las amplitudes de la señal de emisión

ultrasónica y la señal reflejada ultrasónica. Como el coeficiente de reflexión de la onda ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared es proporcional a la relación de la diferencia de las impedancias acústicas en ambos lados de la interfaz por una parte y la suma de las impedancias acústicas en ambos lados de la interfaz, por otra parte, una señal reflejada ultrasónica comparativamente fuerte indica una diferencia comparativamente fuerte de la impedancia acústica en ambos lados de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Dicha diferencia comparativamente grande de las impedancias acústicas en ambos lados de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared indica, por ejemplo, una cierta naturaleza del depósito en la pared interna del recipiente de fluido, por ejemplo, un depósito inorgánico (escamas) en lugar de una biopelícula. No obstante, una señal de reflexión comparativamente débil (es decir, la amplitud máxima de la señal de reflexión y/o la integral de la señal de reflexión) no indica necesariamente una diferencia comparativamente débil de las impedancias acústicas en ambos lados de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, debido a otros efectos, tales como la dispersión u otros.

De acuerdo con la presente invención, se prefiere que una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el área de reflexión o una característica de la pared en el área de reflexión se obtenga por medio de la determinación de la evolución del cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Mediante la medición repetida de la característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior del recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior del recipiente de fluido, es posible obtener más información sobre el proceso de formación del depósito o el proceso corrosivo en la pared del recipiente de fluido. Especialmente, de acuerdo con la presente invención, es posible distinguir, por ejemplo, la situación de crecimiento de una capa de depósito de bioincrustaciones a partir de la situación de crecimiento de una capa de depósito (inorgánico) de escamas por medio de la evolución del cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. La impedancia acústica de una capa de depósito de escamas tiene típicamente un valor en el rango de 10 MRayl a 30 MRayl. La impedancia acústica de una capa de depósito de bioincrustaciones tiene típicamente un valor en el rango de 1 MRayl a 2 MRayl. Mediante la monitorización de la evolución del cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared, es posible detectar el crecimiento de un depósito de bioincrustaciones o de un depósito de escamas. Para el caso de un metal como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como acero inoxidable, el crecimiento de una capa de depósito de bioincrustaciones da como resultado una reducción comparativamente grande de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared. Para el caso de un metal como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como acero inoxidable, el crecimiento de una capa de depósito de bioincrustaciones da como resultado una impedancia acústica casi sin cambios en la interfaz de fluido / depósito o en la interfaz de fluido / pared. Para el caso de un metal como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como acero inoxidable, el crecimiento de una capa combinada de depósito de escamas / bioincrustaciones da como resultado una reducción de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o en la interfaz de fluido / pared. Para el caso de un plástico como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como polipropileno, el crecimiento de una capa de depósito de escamas da como resultado un aumento comparativamente grande de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o en la interfaz de fluido / pared. Para el caso de un plástico como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como polipropileno, el crecimiento de una capa de depósito de bioincrustaciones da como resultado una reducción comparativamente pequeña de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o en la interfaz de fluido / pared. Para el caso de un plástico como material de la pared del recipiente de fluido en el área de reflexión, tal como polipropileno, el crecimiento de una capa combinada de depósito de escamas / bioincrustaciones da como resultado un aumento de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o en la interfaz de fluido / pared.

De acuerdo con la presente invención, se prefiere que el grosor del depósito y/o la acumulación del depósito se mida por medio de una primera señal de reflexión inicialmente comparativamente grande correspondiente a una capa de depósito comparativamente delgada y una, por lo menos, transitoriamente más débil segunda señal de reflexión correspondiente a una capa comparativamente gruesa del depósito, y en la que el depósito es preferentemente un depósito de escamas sustancialmente inorgánico.

Además, se prefiere que el fluido tenga una primera impedancia acústica para las ondas ultrasónicas en el rango de 1400 Ns/m³ a 1800 Ns/m³, y que el área de reflexión tenga, por lo menos parcialmente, una segunda impedancia acústica para ondas ultrasónicas, en la que

a) la segunda impedancia acústica supera a la primera impedancia acústica, por lo menos, en el 50%, preferentemente, por lo menos, en el 100%, más preferentemente, por lo menos, en el 200%, aún más preferentemente, por lo menos, en el 500% y lo más preferentemente, por lo menos, en el 900%, o en la que

b) la primera impedancia acústica supera a la segunda impedancia acústica, por lo menos, en el 40%, más preferentemente, por lo menos, en el 70%, aún más preferentemente, por lo menos, en el 100% y lo más preferentemente, por lo menos, en el 150%.

Por ejemplo, de este modo es posible determinar la formación, por ejemplo, de una superficie rugosa del depósito ya que esto puede verse a menudo cuando comienzan a crecer depósitos de escamas inorgánicas. La segunda señal de reflexión relativamente débil corresponde a un grado comparativamente bajo de reflexión y a un grado

relativamente alto de efectos de dispersión de la señal de emisión ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared.

5 De acuerdo con la presente invención, se prefiere que el grosor del depósito y/o la acumulación del depósito se mida por medio de una tercera señal de reflexión inicialmente comparativamente débil correspondiente a una capa de depósito comparativamente delgada y de una cuarta señal de reflexión, por lo menos transitoriamente más fuerte, correspondiente a una capa comparativamente gruesa del depósito, y en la que el depósito es preferentemente un depósito de bioincrustaciones sustancialmente orgánicas.

10 Además, se prefiere que el fluido tenga una primera impedancia acústica para las ondas ultrasónicas en el rango de 1400 Ns/m^3 a 1800 Ns/m^3 , y que el área de reflexión tenga, por lo menos en parte, una tercera impedancia acústica para las ondas ultrasónicas, en la que

a) la tercera impedancia acústica supera a la primera impedancia acústica en un 5% a un 50%, preferentemente en un 8% a un 30%, más preferentemente en un 10% a un 20%, o en la que

b) la primera impedancia acústica supera a la tercera impedancia acústica en un 5% a un 50%, preferentemente en un 8% a un 30%, más preferentemente en un 10% a un 20%.

15 Por ejemplo, de este modo es posible determinar la formación, por ejemplo, de un depósito de biopelícula o de incrustaciones presente en una superficie de poliuretano o polipropileno o polimérica o de plástico (que tiene la propiedad de una impedancia acústica correspondiente a la tercera impedancia acústica). La cuarta señal de reflexión relativamente fuerte corresponde a un grado de reflexión comparativamente alto y a un grado de reflexión relativamente bajo de efectos de emisión de la señal de emisión ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito.

20 En una realización de la presente invención, en la que, por lo menos parte, del área de reflexión está realizada por medio de un material que tiene la tercera impedancia acústica, se prefiere que esta esté realizada por medio de un poliuretano o polipropileno o un material polimérico o plástico. Dicho material es comparativamente inerte a una multitud de fluidos y puede ser proporcionado con una impedancia acústica adaptada.

25 De acuerdo con la presente invención, se prefiere que el área de reflexión comprenda una primera parte y una segunda parte, en la que la impedancia acústica de la primera parte del área de reflexión corresponde a la segunda impedancia acústica, y en la que la impedancia acústica de la segunda parte del área de reflexión corresponde a la tercera impedancia acústica. De este modo, es ventajosamente posible medir simultáneamente en paralelo la formación de un material orgánico y la formación de una capa de depósito inorgánico.

30 De acuerdo con otra realización preferente más de la presente invención, el dispositivo comprende un primer transductor ultrasónico y un segundo transductor ultrasónico, estando situado el primer transductor ultrasónico sustancialmente opuesto a la primera parte del área de reflexión y estando situado el segundo transductor ultrasónico sustancialmente opuesto a la segunda parte del área de reflexión. De este modo, es ventajosamente posible medir simultáneamente en paralelo la formación de un material orgánico y la formación de una capa de depósito inorgánico.

35 Una unidad de control puede estar asignada al dispositivo, estando la unidad de control situada preferentemente en el interior de una carcasa común al dispositivo, y estando configurada la unidad de control preferentemente para obtener la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared y para generar una señal relacionada con el grosor del depósito o de la pared. Por ello, es ventajosamente posible proporcionar una medida directa del grosor de la capa de depósito (o del grosor de la pared) por medio de una medición del valor absoluto. Se puede preferir que un módulo de evaluación esté integrado en la unidad de control o asignado a la unidad de control. La unidad de control y/o el módulo de evaluación pueden contener un tipo convencional de memoria. Preferentemente, el módulo de evaluación puede producir una señal de control de depósito basada en la medida del grosor de la capa de depósito y basada en un valor umbral, siendo calculado el valor umbral a partir de otras señales y/o de valores medidos o predeterminados y almacenados en una memoria. La señal de control del depósito puede ser utilizada para controlar una unidad de entrada para un biocida u otro agente de control de depósitos, de modo que se pueda optimizar la adición de sustancias costosas que representen un peligro para la salud.

50 Otro aspecto de la invención se refiere a la utilización del dispositivo de acuerdo con la invención, tal como se describió anteriormente, correspondiente a una de las realizaciones mencionadas anteriormente, para una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido.

55 El método y dispositivo de la invención pueden ser utilizados preferentemente para una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido, o de una característica de una porción de la pared en el interior de un recipiente de fluido de un sistema que soporta fluido de cualquier tipo, por ejemplo en una planta de fabricación de papel y/o una planta de energía y/o un conjunto de transferencia de calor y/o una planta de refrigeración y/o un efluente de aguas residuales y/o un sistema de purificación de membrana y/o una unidad de filtración de ósmosis inversa y/o una unidad de ultrafiltración y/o un filtro

de arena y/o un sistema de generación de vapor y/o una caldera y/o un intercambiador de calor y/o un condensador de evaporación y/o una torre de refrigeración y/o un sistema acuoso de refrigeración y/o un sistema cerrado de refrigeración y/o un purificador de aire y/o un dispositivo para calefacción y/o un dispositivo de ventilación y aire acondicionado (HVAC – Heating and/or Ventilating and Air Conditioning, en inglés) y/o un pasteurizador y/o un esterilizador y/o un motor y/o una planta de biodiesel y/o un separador de aceite y/o un dispositivo médico y/o un dispositivo para procesar alimentos. Muy específicamente, el sistema que soporta fluido es preferentemente un componente de una planta de fabricación de papel que sirve para el propósito de alojar o transferir una suspensión de fibra acuosa empleada en la fabricación de papel. El sistema que soporta fluido puede ser proporcionado asimismo como un sistema acuoso industrial. Dichos sistemas acuosos industriales incluyen, entre otros, sistemas acuosos de torres de enfriamiento (que incluyen sistemas abiertos de recirculación, cerrados y de paso único); pozos de petróleo, formaciones de fondo de pozo, pozos geotérmicos y otras aplicaciones en yacimientos petrolíferos; calderas y sistemas acuosos de caldera; aguas de procesos de minerales, incluyendo lavado, flotación y beneficio de minerales; digestores de molinos de papel, lavadores, plantas de blanqueo y sistemas de aguas blancas; evaporadores de licor negro en la industria de la celulosa; depuradores de gases y purificadores de aire; procesos de fundición continua en la industria metalúrgica; sistemas de aire acondicionado y de refrigeración; agua de procesos industriales y de petróleo; agua de refrigeración por contacto indirecto y de calentamiento, tal como agua de pasteurización; sistemas de recuperación y purificación de agua; sistemas acuosos de filtración de membrana; corrientes de procesamiento de alimentos (carne, vegetales, remolacha azucarera, caña de azúcar, granos, aves de corral, frutas y soja); y sistemas de tratamiento de residuos, así como en clarificadores, aplicaciones líquido-sólido, tratamiento de aguas residuales municipales y sistemas acuosos industriales o municipales.

Otro objeto de la presente invención se refiere a un método para monitorizar una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones o una característica de una parte de la pared, que comprende la etapa de medir el grosor del depósito o de la pared por medio del dispositivo tal como el descrito anteriormente, que corresponde a una de las realizaciones mencionadas anteriormente.

Con respecto a dicho método para controlar la característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior de un recipiente de fluido, se prefiere, de acuerdo con la presente invención, que el sistema que soporta fluido comprenda una unidad de regulación para un agente de control de depósito, y que el método comprenda además las etapas de:

a) medir el grosor del depósito con el dispositivo para generar una señal de medición que depende de la acumulación del depósito en el interior del recipiente de fluido; y

b) ajustar el suministro de un agente de control de depósito por medio de la unidad de regulación dependiendo de una comparación realizada entre el grosor medido del depósito y un valor umbral del grosor del depósito, en el que el valor umbral es preferentemente un valor umbral predefinido o un valor umbral calculado. Si la medición en la etapa a) revela que el grosor medido del depósito es mayor que el valor umbral (y/o que otras características medidas y/o calculadas del depósito en comparación con un valor umbral correspondiente están fuera de un rango normal), la unidad de regulación puede ser ajustada y/o accionada para que el suministro del agente de control de depósito sea, por ejemplo, aumentado, y, si el grosor medido del depósito es menor que el valor umbral, la unidad de regulación puede ser ajustada para que el suministro de agente de control de depósito sea, por ejemplo, disminuido, y viceversa. En una realización preferente de dicho método de acuerdo con la invención, los valores medidos del grosor del depósito (o una media de una multitud de mediciones realizadas durante, por ejemplo, 0,1 segundos a una hora) son almacenados en una memoria adecuada. Preferentemente, un punto de datos es almacenado, por lo menos cada hora, más preferentemente, por lo menos cada 30 minutos, aún más preferentemente, por lo menos cada 15 minutos, lo más preferentemente, por lo menos cada 5 minutos y, en particular, por lo menos cada 60 segundos. El punto de datos que se almacena puede ser el valor promedio de varios puntos de datos individuales medidos durante un intervalo de tiempo que es más corto que el período de tiempo entre el almacenamiento de un punto de datos determinado en la memoria y el almacenamiento del punto de datos posterior. Puesto que los depósitos orgánicos, por ejemplo, películas similares a pelajes, se forman en dichas plantas, y puesto que estos son difíciles de medir con sistemas de medición convencionales, la invención presentada en este documento representa, por lo menos, una alternativa útil.

Preferentemente, dentro del sistema que soporta fluido, la unidad reguladora está situada más arriba con respecto al sistema de medición, de manera que, por lo menos una parte del agente de control de depósito, es alimentado al fluido que pasa por el sistema de medición. La unidad de regulación puede ser cualquier dispositivo que sea adecuado para agregar agentes de control de depósito, sólidos o líquidos, al sistema que soporta fluido de una manera controlada y dosificada. Ejemplos adecuados de unidades de regulación incluyen unidades automáticas de pulverización, embudos de goteo, inyectores, jeringas y otros. La unidad de regulación alimenta los agentes de control de depósito en el sistema que soporta fluido en el que se forma el depósito, o es más probable que se forme, con el fin de impedir la formación de depósitos y/o eliminar depósitos que ya se han formado. En una realización preferente del proceso de acuerdo con la invención, la unidad de regulación para el agente de control de depósito está situada en la entrada de una corriente de fluido a una arqueta, torre o bucle de fluido, y el sistema de medición está situado a la salida de la arqueta, torre o bucle de fluido.

Otras realizaciones preferentes del método y el dispositivo de acuerdo con la invención se ilustran mediante las variantes mostradas en la realización a modo de ejemplo. La invención se describe en mayor detalle a continuación con referencia a realizaciones a modo de ejemplo y a los dibujos asociados.

5 La figura 1 muestra una vista esquemática, en sección, de un recipiente 20 de fluido en la región de la primera realización de un dispositivo 10 de la invención para una medición de alta precisión de una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones en el interior del recipiente 20 de fluido o de una parte de la pared 21 en el interior del recipiente 20 de fluido. Un fluido 25 está situado en el interior del recipiente 20 de fluido.

10 El recipiente 20 de fluido comprende paredes 21 del recipiente de fluido. En una de las paredes 21 del recipiente 20 de fluido, se encuentra un transductor 11 ultrasónico. Preferentemente, el transductor 11 ultrasónico está situado de manera que por lo menos parte del llamado cabezal del transductor 11 ultrasónico, es decir, una superficie activa (vibrante) del transductor 11 ultrasónico, está dispuesta en contacto con el fluido 25 en el interior del recipiente 20 de fluido. El transductor 11 ultrasónico emite una señal de emisión 61 ultrasónica por medio del cabezal del transductor 11 ultrasónico para vibrar. La señal de emisión 61 ultrasónica se propaga a través del fluido 25 de una manera específica que está definida por la forma del cabezal del transductor 11 ultrasónico, por el modo de excitación del cabezal del transductor 11 ultrasónico y, opcionalmente, también por las propiedades y características ultrasónicas del fluido 25.

15 La señal de emisión 61 ultrasónica se refleja, por lo menos, en una región. En el contexto de la presente invención, esta región se denomina área de reflexión 12. El área de reflexión 12 está situada habitualmente en o cerca de un área de la pared 21 del recipiente 20 de fluido que está situada sustancialmente opuesta al transductor 11, pero el área de reflexión 12 puede estar sujeta o unida asimismo mediante un medio de sujeción a cierta distancia de la pared del recipiente 20 de fluido (véase la figura 2b).

20 La señal de emisión 61 ultrasónica se refleja en el área de reflexión 12. De acuerdo con la presente invención, esta reflexión se produce en la primera interfaz de reflexión que encuentra la onda ultrasónica de la señal de emisión 61 ultrasónica. En el caso de que no exista ningún depósito 22 en la región del área de reflexión 12, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión 61 ultrasónica es la interfaz del fluido 25 con el área de reflexión 12, también llamada interfaz de fluido / pared. No obstante, en el caso de que exista dicho depósito 22 en la región del área de reflexión 12, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión 61 ultrasónica es la interfaz del fluido 25 con el depósito 22 en el área de reflexión 12, es decir, la interfaz del fluido 25 con la capa superior o con la "superficie" del depósito 22 en el área de reflexión 12. El término "superficie" del depósito 22 se utiliza en el presente documento para indicar la parte de la capa del depósito 22 que está interactuando con la onda ultrasónica de la señal de emisión 61 ultrasónica para proporcionar la primera interfaz reflectante. En el contexto de la presente invención, la primera interfaz reflectante de la onda ultrasónica de la señal de emisión 61 ultrasónica también se denomina interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51. Es evidente que el término "interfaz de fluido / depósito" se refiere a la interfaz del fluido 25 con el depósito 22 en el área de reflexión 12. El término interfaz de fluido / pared se refiere a la situación en la que un depósito (capa) 22 no está presente (o puede ser despreciable con respecto al comportamiento de las ondas ultrasónicas) en el área de reflexión 12, pero donde el fluido 25 se enfrenta directamente al material de la pared del recipiente de fluido 21.

25 El dispositivo 10 está dispuesto, preferentemente, de modo que el transductor 11 ultrasónico obtiene una señal reflejada ultrasónica (es decir, una señal correspondiente a la reflexión de la señal de emisión 61 ultrasónica). En el ejemplo mostrado en las figuras, la señal de emisión 61 ultrasónica es proporcionada como una señal de impulsos (en el dominio de tiempo) y el transductor 11 ultrasónico se utiliza para el funcionamiento en modo de eco de impulso. Esto permite una obtención de datos y un análisis de datos comparativamente simples.

30 Uno de los aspectos principales de la presente invención es proporcionar una posibilidad económica de una medición de alta precisión de la distancia entre el transductor 11 ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51. En la figura 1, esta distancia entre el transductor 11 ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51 está representada por una flecha y el número de referencia 50. La distancia 50 corresponde (suponiendo una velocidad constante del sonido en todo el fluido 25 entre el transductor 11 ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51) al tiempo necesario para que la señal de emisión 61 ultrasónica se desplace desde el transductor ultrasónico 11 a la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51, o al tiempo necesario para que la señal reflejada ultrasónica se desplace desde la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51 de vuelta al transductor 11 ultrasónico. Por lo tanto, la distancia 50 corresponde a la velocidad del sonido en el fluido 25 multiplicada por la mitad del retardo de tiempo entre las partes correspondientes de la señal de emisión 61 ultrasónica, por una parte, y la señal reflejada ultrasónica, por otra parte.

35 Con el fin de proporcionar una posibilidad económica de una medición de alta precisión de la distancia entre el transductor 11 ultrasónico y la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared 51, es necesario poder compensar las variaciones de ciertos parámetros adicionales tales como la temperatura del fluido 25. En el contexto de la presente invención, es posible proporcionar información sobre estos parámetros adicionales por medio de un detector adicional o de una pluralidad de detectores adicionales. En una realización alternativa de la presente invención, es asimismo posible medir una distancia 58 entre el transductor 11 ultrasónico y una superficie de pared exterior 28 (por ejemplo, de la pared del recipiente de fluido 21) en una medición de la distancia absoluta mediante la evaluación de

la señal reflejada en el dominio del tiempo de la superficie de la pared exterior 28. Particularmente, es ventajoso en el contexto de la presente invención deducir la temperatura del fluido 25 a partir de la evaluación de esta distancia 58 entre el transductor ultrasónico 11 y una superficie de la pared exterior 28.

5 En el contexto de la presente invención, la señal reflejada ultrasónica está representada por los números de referencia 71, 72, 73 y 74, y se denominan la primera señal de reflexión 71, la segunda señal de reflexión 72, la tercera señal de reflexión 73 y la cuarta señal de reflexión 74. Estos términos se explican adicionalmente en relación con las figuras 5 a 8.

10 Las figuras 2a y 2b muestran vistas esquemáticas, en sección, del recipiente 20 de fluido en la región del dispositivo 10 de la invención de acuerdo con realizaciones alternativas de la presente invención. En la realización alternativa mostrada en la figura 2a, el área de reflexión 12 comprende una primera parte 13 y una segunda parte 14. En la primera parte 13 del área de reflexión 12, el área de reflexión 12 tiene la propiedad de la segunda impedancia acústica, y en la segunda parte 14 del área de reflexión 12, el área de reflexión 12 tiene la propiedad de la tercera impedancia acústica. En comparación con la primera impedancia acústica que corresponde a la impedancia acústica del fluido 25, la segunda impedancia acústica es sustancialmente diferente, es decir, difiere de la primera impedancia acústica, por lo menos en un 50%, preferentemente, por lo menos en un 100%, más preferentemente, por lo menos en un 200%, aún más preferentemente, por lo menos en un 500% y lo más preferentemente, por lo menos en un 900%. En comparación con la primera impedancia acústica, la tercera impedancia acústica es sustancialmente equivalente, es decir, difiere de la primera impedancia acústica en un 5% a un 100%, preferentemente en un 8% a un 30%, más preferentemente en un 10% a un 20%. En el caso de la segunda realización, la primera parte 13 y la segunda parte 14 están realizadas preferentemente de diferentes materiales, uno de ellos, por ejemplo, del material del recipiente 20 de fluido y el otro de un material diferente, provisto, por ejemplo, por medio de una inserción en la pared 21 del recipiente 20 de fluido.

25 Se prefiere, en la realización alternativa mostrada en la figura 2a, que exista un primer transductor 11 ultrasónico "sustancialmente opuesto a la primera parte 13 del área de reflexión 12" y un segundo transductor 11 ultrasónico "sustancialmente opuesto a la segunda parte 14 del área de reflexión 12". No obstante, de acuerdo con la presente invención, es asimismo posible realizar el área de reflexión 12 con una primera y una segunda partes 13, 14 con un solo (único) transductor 11 ultrasónico, por ejemplo, mediante la utilización de un modo de accionamiento diferente y asegurando que, por lo menos parte de la señal reflejada desde la interfaz de fluido / depósito 51, se refleja en un único transductor 11 ultrasónico.

30 En la realización alternativa mostrada en la figura 2b, el área de reflexión 12 está sujeta o fijada a la pared por medio de un soporte o un medio de sujeción 16. El área de reflexión 12 puede tener la propiedad de la segunda impedancia acústica o de la tercera impedancia acústica. Los medios de sujeción 16 pueden estar separados del dispositivo 10 (mostrado en la figura 2b) o pueden estar incluidos en el dispositivo 10.

35 En la figura 3a, se muestra una vista esquemática, en sección, de la pared 21 del recipiente 20 de fluido en la región de reflexión 12 con un primer tipo de depósito 22. En la figura 3b, se muestra una vista esquemática, en sección, de la pared 21 del recipiente 20 de fluido en la región del área de reflexión 12 con un segundo tipo de depósito 22. Los primer y segundo tipos de depósito 22 mostrados en las figuras 3a y 3b corresponden a estructuras que pueden ser fácilmente monitorizadas por el dispositivo de la invención. Al aumentar el grosor de la capa, las piezas de depósito tienden a liberarse parcial o totalmente de la superficie a la que están adheridas. La estabilidad del depósito también se ve muy afectada por el contenido de agua. El sistema de medición proporciona información sobre la formación del depósito y permite extraer conclusiones sobre el rendimiento de los programas de control químico del depósito.

40 En el caso de una incrustación orgánica o de una biopelícula orgánica como depósito 22, el depósito 22 se forma en la superficie interior de la pared 22 del recipiente 20 de fluido y muestra, por ejemplo, una estructura similar a un pelaje, es decir, contiene filamentos similares a fibras que se extienden desde la superficie interior de la pared 22 del recipiente 20 de fluido hacia el interior del recipiente 20 de fluido.

45 En las figuras 4a, 4b y 4c, se muestran vistas esquemáticas, en sección, de una pared del recipiente de fluido 21 en la región de un área de reflexión 12 con otras clases de un depósito 22. Estos ejemplos de depósitos 22 se refieren especialmente a la formación de depósitos inorgánicos 22 tales como CaCO_3 , CaSO_4 , fosfato de calcio y/u óxido de hierro. Dichos depósitos inorgánicos 22 tienden a generarse de manera desconectada (no continua), tal como se muestra en la figura 4a, con puntos de depósito que tienen una dimensión lateral en el rango de 1 micra a 100 micras, particularmente en el rango de 5 micras a 50 micras, más particularmente en el rango de 8 micras a 12 micras, y una dimensión de altura en el rango de 1 micra a 100 micras, particularmente en el rango de 2 micras a 20 micras, más particularmente en el rango de 5 micras a 10 micras. En una etapa adicional de la generación especialmente de depósitos inorgánicos 22, las manchas de depósito 22 crecen en altura y aumenta el número de puntos por área, tal como se muestra en la figura 4b. Además, las partículas presentes en el fluido 25 se incorporan en la capa de depósito 22, tal como se representa esquemáticamente en la figura 4c mediante círculos y/u óvalos. De acuerdo con la presente invención, la generación de estos tipos diferentes de depósitos 22 o etapas en la generación del depósito 22 puede diferenciarse mediante el control de la evolución de la señal reflejada 71, 72, 73, 74. Estos términos se explican adicionalmente en conexión con las figuras 5 a 8.

Tal como se muestra solo en la figura 1, el dispositivo 10 comprende preferentemente una unidad de control 15, más preferentemente situada en el interior de un alojamiento (no representado por un número de referencia) común al dispositivo 10. La unidad de control 15 comprende preferentemente un módulo de evaluación (no representado por un número de referencia). El módulo de evaluación contiene un tipo de memoria convencional en la que se pueden almacenar datos comparativos. Además, está disponible una unidad de comparación, en la que está presente una señal de medición desde la unidad de control 15 en el lado de entrada, y que se comunica con la memoria a través de una línea de señal para la transmisión de los datos comparativos. Por medio de la unidad de comparación, es posible comparar la señal de medición con los datos comparativos en la memoria. El resultado de la comparación puede ser utilizado para controlar una unidad de entrada para un biocida u otro agente de control de depósitos, de modo que se pueda optimizar la adición de sustancias costosas que representen un peligro para la salud.

En las figuras 5 a 8, se muestra un diagrama esquemático en el dominio del tiempo que muestra la señal de emisión 61 y las primera, segunda, tercera y cuarta señales de reflexión 71, 72, 73, 74, respectivamente. En todas estas figuras 5 a 8, una amplitud (signo de referencia "A", en unidades arbitrarias) se muestra esquemáticamente en el dominio del tiempo (es decir, en función del tiempo "t").

En las figuras 5 y 6, las situaciones de medición de un depósito 22 se muestran muy esquemáticamente cuando el área de reflexión 12 comprende un material que tiene una impedancia acústica correspondiente a la segunda impedancia acústica (es decir, sustancialmente diferente de la primera impedancia acústica del fluido 25). La situación representada en la figura 5 corresponde, por ejemplo, al caso en el que, virtualmente, no hay ningún depósito 22 presente en el área de reflexión 12. La primera señal de reflexión 71 relativamente fuerte corresponde a un grado relativamente alto de reflexión y a un grado relativamente bajo de dispersión (efectos de la onda ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito 51). La situación representada en la figura 6 corresponde al caso en que hay un depósito 22 presente en el área de reflexión 12, y la superficie de ese depósito (es decir, la superficie del depósito 22 con el fluido 25) es tal que, integrada sobre el área de reflexión 12 golpeada por la señal de emisión 61 ultrasónica, existe un grado relativamente bajo de reflexión (o una reflexión combinada con un grado comparativamente alto de dispersión, lo que significa que la radiación ultrasónica incidente se desvía en diferentes direcciones). Esto puede deberse, por ejemplo, a una superficie escarpada del depósito 22, ya que esto puede verse a menudo cuando comienzan a crecer depósitos de incrustaciones inorgánicas. La segunda señal de reflexión 72 relativamente débil corresponde a un grado relativamente bajo de reflexión y a un grado relativamente alto de efectos de dispersión de la onda ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito 51. Por supuesto, es evidente que el tiempo necesario para cambiar la situación correspondiente a la figura 5 a la situación correspondiente a la figura 6 depende del sistema que soporta fluido y de los parámetros del proceso que son más o menos favorables al crecimiento del depósito 22.

En las figuras 7 y 8, las situaciones de medición de un depósito 22 se muestran muy esquemáticamente cuando el área de reflexión 12 comprende un material que tiene una impedancia acústica correspondiente a la tercera impedancia acústica (es decir, sustancialmente igual a la primera impedancia acústica del fluido 25). La situación representada en la figura 7 corresponde, por ejemplo, al caso en el que virtualmente no hay depósito 22 presente en el área de reflexión 12. La tercera señal de reflexión 73 relativamente débil corresponde a un grado relativamente bajo de reflexión y a un grado relativamente alto de efectos de dispersión de la onda ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito 51. La situación representada en la figura 8 corresponde al caso en el que hay un depósito 22 presente en el área de reflexión 12 y la diferencia en la impedancia acústica del depósito 22 con respecto a la primera impedancia acústica es superior a la diferencia entre la primera y tercera impedancias acústicas, de modo que haya un comparativamente alto grado de reflexión. Esto puede deberse, por ejemplo, a un depósito de biopelícula o de incrustaciones presente en una superficie de poliuretano o polipropileno o polimérica o de plástico (que tiene la propiedad de una impedancia acústica correspondiente a la tercera impedancia acústica). La cuarta señal de reflexión 74 relativamente fuerte corresponde a un grado comparativamente alto de reflexión y a un grado relativamente bajo de efectos de dispersión de la onda ultrasónica en la interfaz de fluido / depósito 51. Por supuesto, es evidente que el tiempo necesario para cambiar la situación correspondiente a la figura 7 a la situación correspondiente a la figura 8 depende del sistema que soporta fluido y de los parámetros del proceso que son más o menos favorables al crecimiento del depósito 22.

En las figuras 9 a 14, se muestran vistas esquemáticas, en sección o en perspectiva, de diferentes ejemplos para sujetar un transductor con respecto al recipiente de fluido. En la figura 9, se muestra una realización del transductor 11 ultrasónico montado en el exterior del recipiente 20 de fluido. Esto significa que el transductor 11 ultrasónico no está directamente en contacto con el fluido 25 en el interior del recipiente 20 de fluido. El área de reflexión 12 se muestra esquemáticamente por medio de una línea de trazos. Dependiendo de la curvatura de la pared del recipiente 20 de fluido en la región del área de reflexión 12, puede proporcionarse una inserción o similar que tenga una curvatura reducida en la región del área de reflexión 12. En la figura 10, se muestra una realización del transductor 11 ultrasónico montado en el interior del recipiente 20 de fluido. Esto significa que el transductor 11 ultrasónico está situado de manera que, por lo menos, parte del denominado cabezal del transductor 11 ultrasónico, es decir, una superficie activa (vibrante) del transductor 11 ultrasónico, está dispuesta en contacto con el fluido 25 en el interior del recipiente 20 de fluido. En la realización mostrada en la figura 10, el transductor 11 ultrasónico puede, por ejemplo, estar montado en el recipiente 20 de fluido por medio de una rosca en la pared del recipiente 20 de fluido. En la figura 11, se muestra una realización del transductor 11 ultrasónico montado en el interior del recipiente

20 de fluido. En esta realización mostrada en la figura 11, el transductor 11 ultrasónico puede estar montado o instalado en el recipiente 20 de fluido por medio de una válvula 26 montada en una pared del recipiente 20 de fluido. Es posible utilizar diferentes tipos de válvulas de acuerdo con esta realización, pero se prefieren válvulas de bola o esféricas. En la figura 12, se muestra un ejemplo de un medio de sujeción 16 junto con el transductor 11 ultrasónico y el área de reflexión 12 situada en el medio de sujeción 16. El medio de sujeción 16 puede, por ejemplo, estar dispuesto como un perfil en forma de U y el transductor 11 ultrasónico puede estar montado con respecto al medio de sujeción 16, por ejemplo, con dos tuercas. En las figuras 13 y 14, la fijación del transductor 11 ultrasónico mediante el medio de sujeción 16 se muestra esquemáticamente para dos situaciones, concretamente con respecto a un recipiente 20 de fluido en forma de un depósito o tanque (figura 13) y con respecto a un recipiente 20 de fluido en forma de un tubo (figura 14).

Ejemplos

El dispositivo 10 de acuerdo con la presente invención fue utilizado en una configuración experimental con un medio acuoso como fluido 25. En la figura 15, se muestra una vista esquemática, en sección, de dicha estructura de disposición experimental 90. Una célula de medición 95 comprende el transductor 11 ultrasónico y una placa de reflexión 96 de la célula de medición 95 que proporciona el área de reflexión 12 opuesta al transductor 11 ultrasónico. En la estructura de configuración experimental 90, la placa de reflexión 96 está dispuesta de manera intercambiable. El depósito 22 se genera en la placa de reflexión 96. El transductor 11 ultrasónico está conectado a una unidad de control 15 para formar el dispositivo de la invención 10. En la estructura de configuración experimental 90, el dispositivo 10 comprende además un detector de temperatura 17. La célula de medición 95 se mantiene a una primera temperatura dada mediante un medio de calentamiento 94. Una bomba 91 bombea el fluido 25 a través de la célula de medición 95 y hacia un depósito 92, que se mantiene a una segunda temperatura dada. Se sopla aire (indicado con una flecha 93 en la figura 15) a la superficie del fluido 25 en el depósito 92 para mejorar la evaporación. La célula de medición 95, el depósito 92 y la bomba 91 están conectados a través de tubos flexibles.

Primer ejemplo:

El dispositivo 10 fue utilizado en el interior de la estructura de configuración experimental 90 con agua corriente de Krefeld, Alemania, (aproximadamente 2,5 litros). La placa de reflexión 96 fue una placa de acero inoxidable de 3 milímetros de grosor. El agua en el depósito 92 se mantuvo a la segunda temperatura de 66° centígrados (por medio de un calentador y un agitador magnético, no mostrado). La célula de medición 95 se mantuvo a una primera temperatura de 96° centígrados. El agua es bombeada continuamente a través de la célula de medición 95 por medio de la bomba 91. Por medio de la evaporación (acelerada por la acción del flujo de aire indicado en 93 en la figura 15) del agua en el depósito 92, el fluido se espesa de manera continua. El agua evaporada fue regularmente reemplazada por agua templada del grifo, pero no se produjo elutriación. Después de 216 minutos, el fluido 25 se reemplazó completamente por nueva agua del grifo templada, la bomba 91 solo se detuvo para cambiar los tubos flexibles y la célula de medición 95 se ventiló brevemente.

Los resultados del primer ejemplo se representan en las figuras 16, 17 y 22. La figura 16 muestra la célula de medición 95 (con dos transductores ultrasónicos 11 montados en la célula de referencia) junto con la placa de reflexión 96 (con el depósito 22) después de haber terminado el primer ejemplo. La figura 17 muestra la célula de medición 95 abierta junto con la placa de reflexión 96 (con el depósito 22) después de haber terminado el primer ejemplo. La figura 22 muestra la variación (durante un tiempo de aproximadamente 400 minutos (abscisa) de realización del primer ejemplo) de la distancia medida (correspondiente a la escala lateral de la ordenada que muestra un rango de distancia entre 0 micras y -60 micras) entre el ultrasonido transductor 11 y el área de reflexión 12 en la placa de reflexión 96. Es claramente visible que la distancia entre el transductor 11 ultrasónico y el área de reflexión 12 está disminuyendo durante los primeros 216 minutos y luego, nuevamente, después de la sustitución del fluido 25 (en 216 minutos) una disminución adicional de la distancia entre el transductor 11 ultrasónico y el área de reflexión 12 es claramente detectable.

Segundo ejemplo:

El dispositivo 10 se utilizó dentro de la estructura de configuración experimental 90 con agua corriente de Krefeld, Alemania, (aproximadamente 2,5 litros). La placa de reflexión 96 fue una placa de acero inoxidable de 3 milímetros de grosor. Las temperaturas del agua en el depósito 92 y en la célula de medición 95 fueron idénticas al primer ejemplo. Se realizó una elutriación de aproximadamente 150 mililitros a 250 mililitros cada 30 minutos mediante nueva agua templada. En el segundo ejemplo, no se realizó una sustitución completa del fluido 25.

Los resultados del segundo ejemplo se representan en las figuras 18, 19 y 23. Las figuras 18 y 19 muestran la placa de reflexión 96 (con el depósito 22) después de haber terminado el segundo ejemplo. La figura 23 muestra la variación (durante un tiempo de aproximadamente 400 minutos (abscisas) de realización del segundo ejemplo) de la distancia medida (correspondiente a la escala lateral de la ordenada que muestra un rango de distancia entre 0 micras y -25 micras) entre el transductor 11 ultrasónico y el área de reflexión 12 en la placa de reflexión 96. Es claramente visible que, debido a las diferentes condiciones dentro de la célula de medición 95 durante el segundo ejemplo (comparado con el primer ejemplo), el grosor de la capa de depósito 22 se reduce debido a que la variación de la distancia medida está en el rango de aproximadamente 10 a 15 micras (durante el intervalo de tiempo entre

aproximadamente 70 minutos y 400 minutos) en comparación con una variación de la distancia medida en el rango de aproximadamente de 25 a 35 micras (durante el intervalo de tiempo entre aproximadamente 60 minutos y 390 minutos) en el primer ejemplo.

Tercer ejemplo:

- 5 El dispositivo 10 fue utilizado en la estructura de configuración experimental 90 con un fluido 25 que contenía 1,0 litro de agua corriente de Krefeld, Alemania, 1,0 litro de agua superficial y 100 g de sacarosa. El valor del pH fue de 7. La placa de reflexión 96 era una placa de vidrio acrílico que tenía una inserción para proporcionar un material en el área de reflexión 12 con una impedancia acústica (tercera impedancia acústica) comparable con el agua. El agua no se calentó (primera temperatura y segunda temperatura a 26° centígrados).
- 10 Los resultados del segundo ejemplo se representan en las figuras 20, 21 y 24. Las figuras 20 y 21 muestran la placa de reflexión 96 (con el depósito 22) después de haber terminado el tercer ejemplo. La figura 24 muestra la variación (durante un tiempo de aproximadamente 120 horas (abscisa) de realización del tercer ejemplo) de la distancia medida (que corresponde a la ordenada que muestra un rango de distancia entre 0 micras y -50 micras) entre el transductor 11 ultrasónico y el área de reflexión 12 en la placa de reflexión 96. Es claramente visible que se puede
- 15 detectar el crecimiento de una biopelícula.

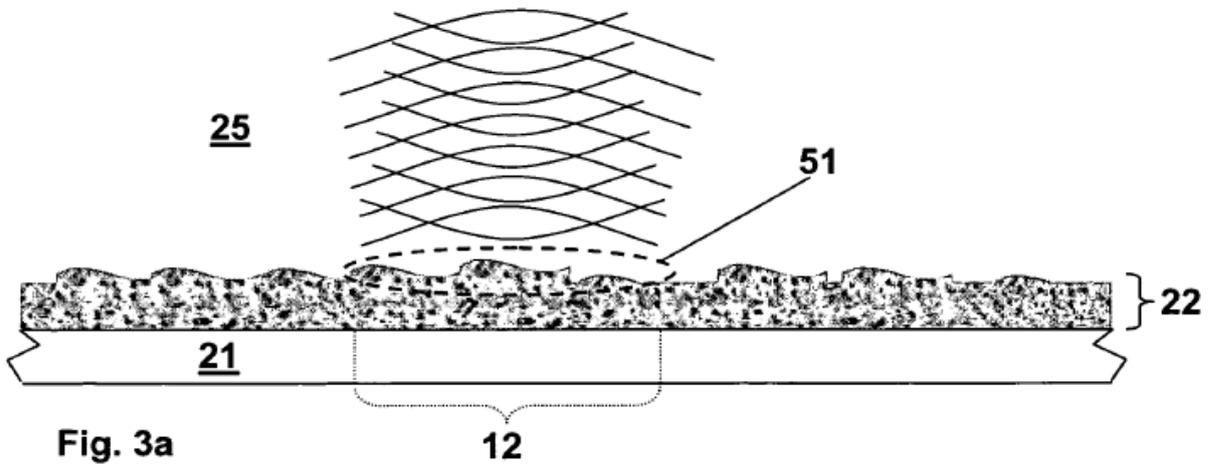
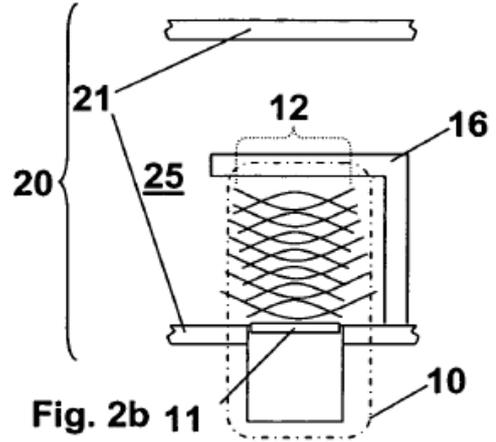
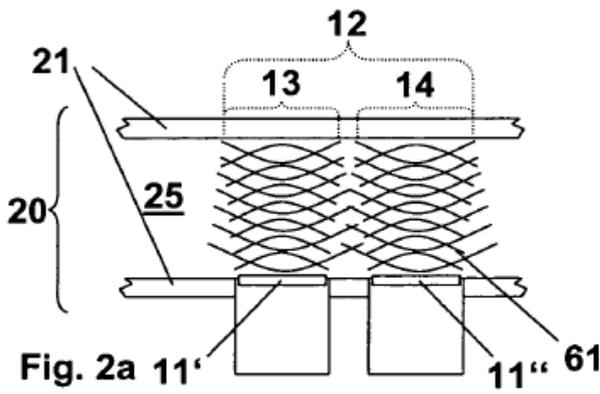
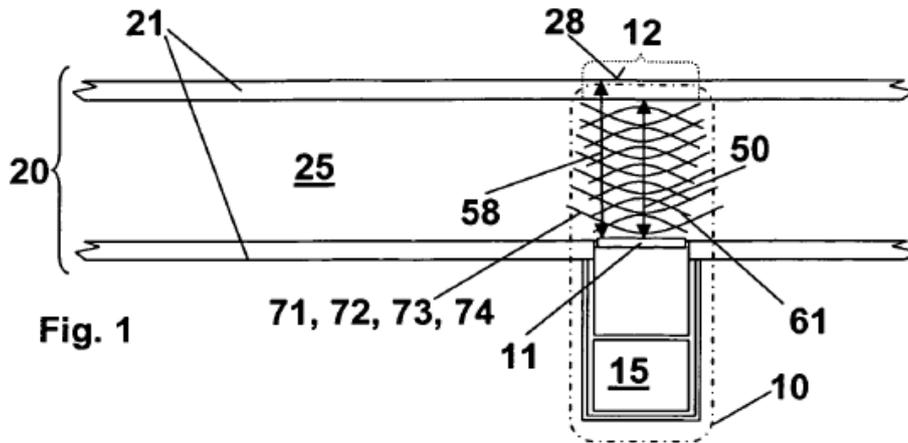
Lista de números de referencia:

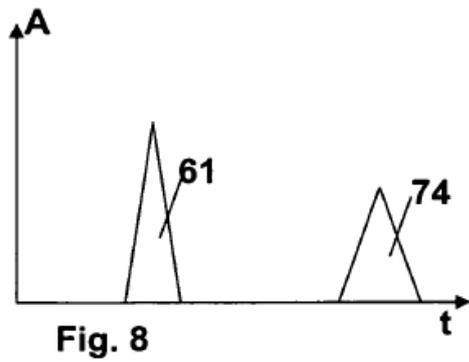
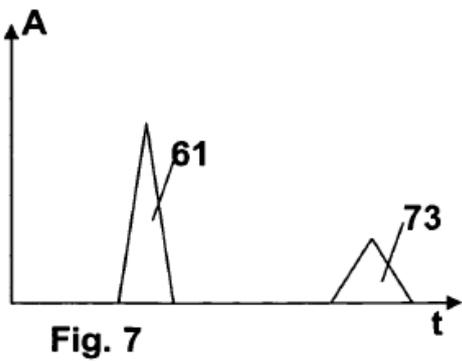
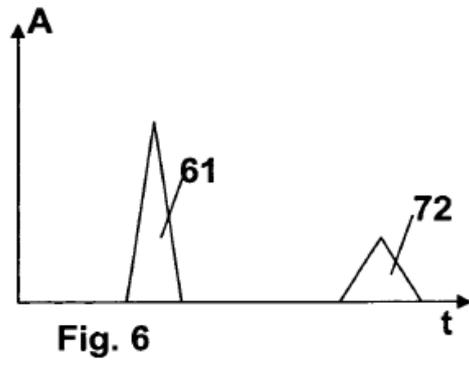
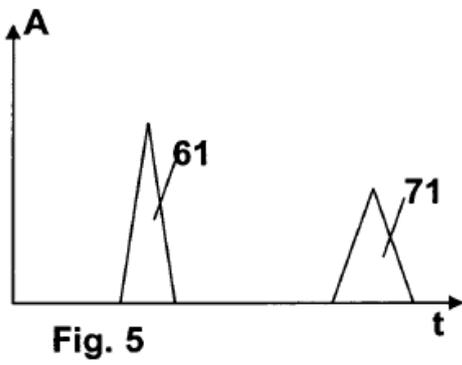
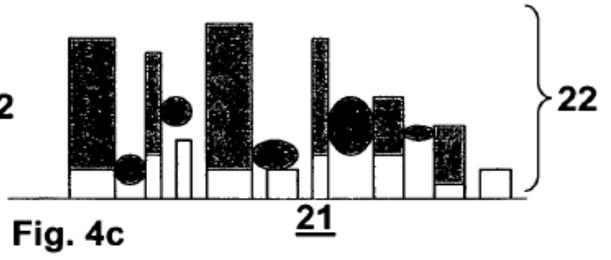
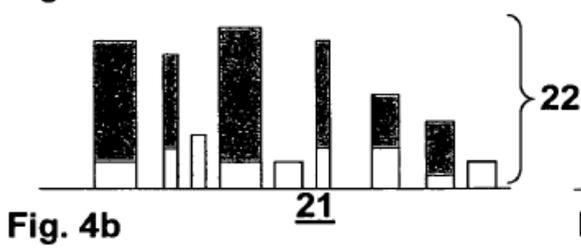
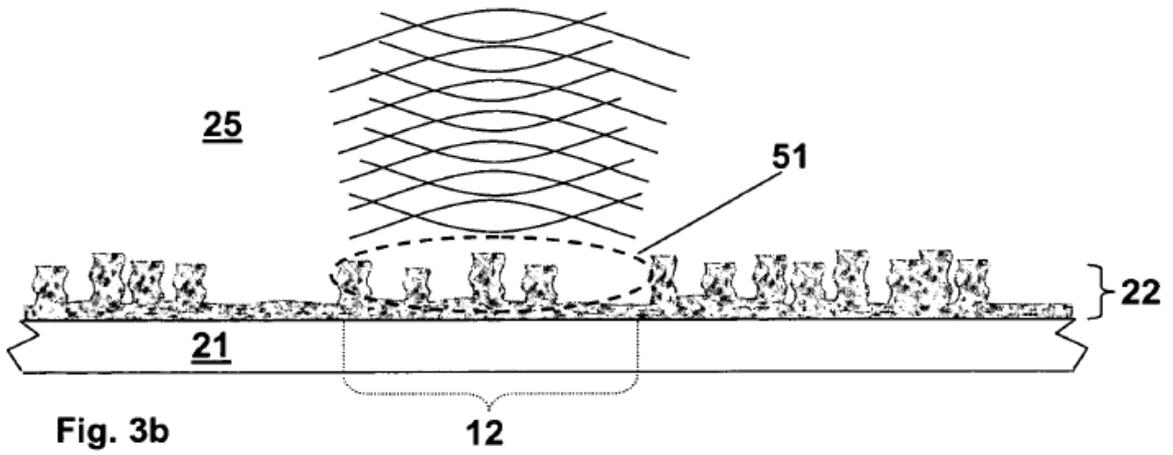
	10	dispositivo
	11	transductor ultrasónico
	11'	primer transductor ultrasónico
5	11''	segundo transductor ultrasónico
	12	área de reflexión
	13	primera parte del área de reflexión
	14	segunda parte del área de reflexión
	15	unidad de control
10	16	medio de sujeción
	17	detector de temperatura
	20	recipiente de fluido
	21	pared del recipiente de fluido
	22	depósito
15	25	fluido
	26	válvula del recipiente de fluido
	28	superficie de la pared exterior
	50	distancia entre el transductor ultrasónico y una interfaz de fluido / depósito o de líquido / pared
	51	interfaz de fluido / depósito
20	58	distancia entre el transductor ultrasónico y una superficie de la pared exterior
	61	señal de emisión ultrasónica
	71	primera señal de reflexión
	72	segunda señal de reflexión
	73	tercera señal de reflexión
25	74	cuarta señal de reflexión
	90	estructura de configuración experimental
	91	bomba
	92	depósito
	93	flujo de aire
30	94	medio de calentamiento
	95	célula de medición
	96	placa de reflexión

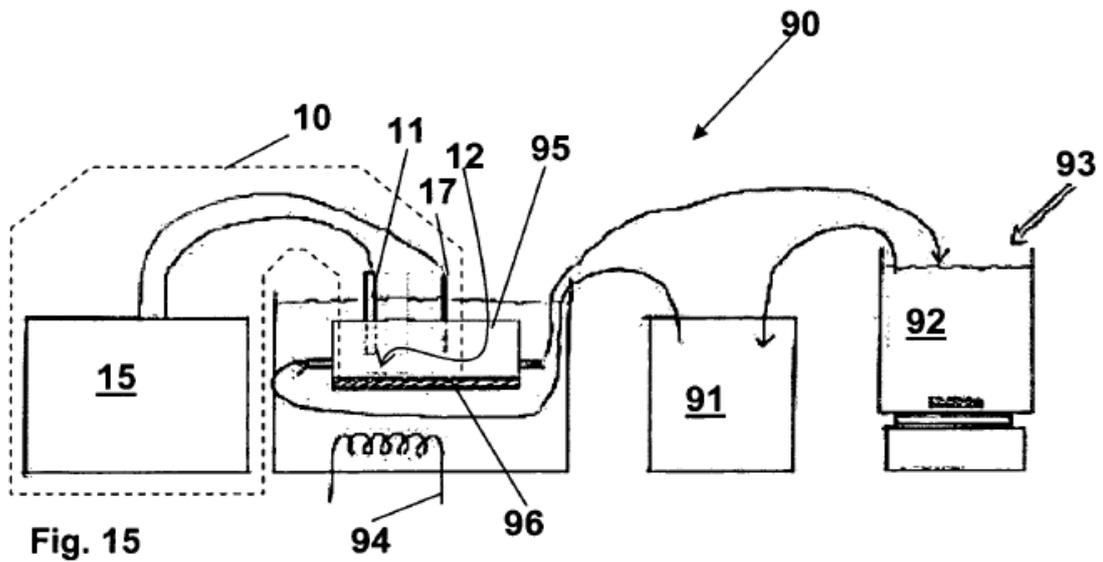
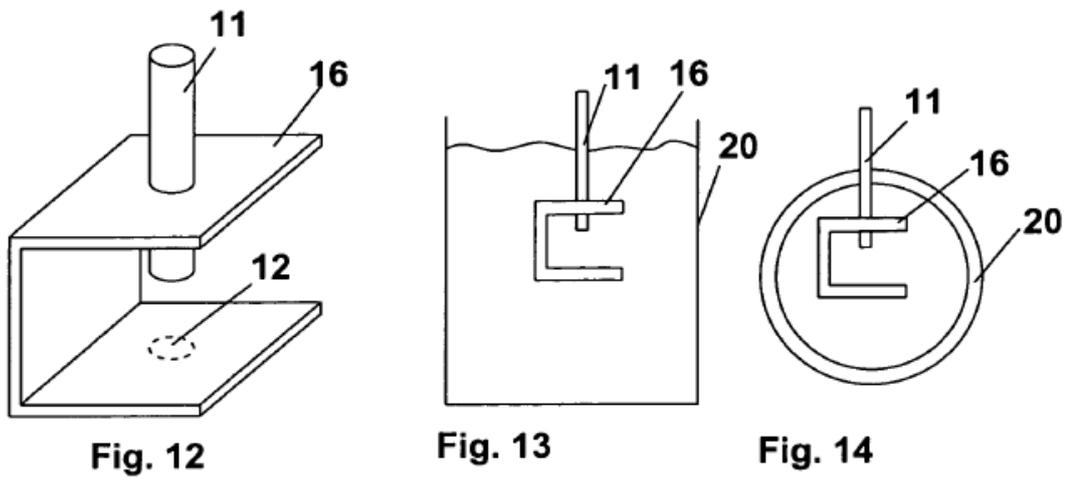
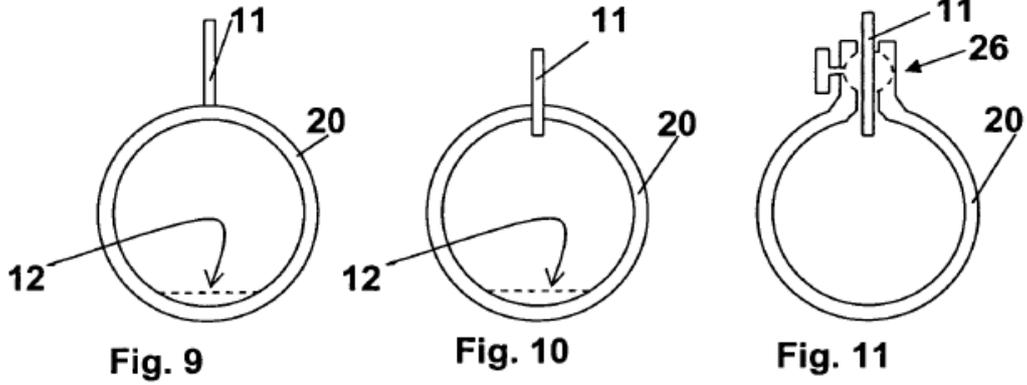
REIVINDICACIONES

1. Método para una medición de alta precisión de una característica de un depósito (22) de incrustaciones y/o de descamaciones en el interior de un recipiente (20) de fluido, o de una característica de una porción de la pared (21) en el interior de un recipiente (20) de fluido,
- 5 en el que se utiliza un transductor (11) ultrasónico,
- en el que un área de reflexión (12) está dispuesta en una parte de la pared (21) o unida a una parte de la pared (21) del recipiente (20) de fluido en un lugar sustancialmente opuesto al transductor (11) ultrasónico,
- en el que el método comprende las etapas de:
- a) emitir una señal de emisión (61) ultrasónica por medio del transductor (11) ultrasónico y
- 10 b) medir la distancia (50) entre el transductor (11) ultrasónico por una parte y una interfaz de fluido / depósito (51) o una interfaz de fluido / pared (51) por otra parte, en una medición de la distancia absoluta mediante la evaluación de la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51),
- en el que la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51) es la interfaz del fluido (25) con el depósito (22) en el área de reflexión (12) o la interfaz del fluido (25) con la pared (21) en el área de reflexión (12),
- 15 en el que la potencia de resolución en el dominio del tiempo es de 1 ns o menor que 1 ns,
- en el que la temperatura del fluido está medida, en el que se utiliza un detector de temperatura (17), en el que la distancia entre el transductor (11) ultrasónico por una parte y una interfaz de fluido / depósito (51) o una interfaz de fluido / pared (51) por otra parte son obtenidas a partir del tiempo de llegada de la señal reflejada y de la velocidad del sonido del fluido, dependiendo la velocidad del sonido de la temperatura del fluido, y en el que el transductor ultrasónico (11) está dispuesto en contacto con el fluido (25) o en contacto con el interior del recipiente (20) de fluido.
- 20 2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que además de medir la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51), se mide el cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51).
3. Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones (22) en el área de reflexión (12) o una característica de la pared (21) en el área de reflexión (12) se obtiene mediante la determinación de la evolución del cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51).
- 25 4. Dispositivo (10) para una medición de alta precisión de una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones (22) en el interior de un recipiente (20) de fluido, o de una característica de una porción de la pared (21) en el interior de un recipiente (20) de fluido,
- 30 en el que el dispositivo (10) comprende un transductor (11) ultrasónico,
- en el que el dispositivo (10) comprende además un área de reflexión (12) en una porción de la pared (21) o unida a una parte de la pared (21) del recipiente (20) de fluido en una ubicación sustancialmente opuesta al transductor (11) ultrasónico,
- 35 en el que la distancia (50) entre el transductor (11) ultrasónico por una parte y una interfaz de fluido / depósito (51) o una interfaz de fluido / pared (51) por otra parte es medida en una medición de la distancia absoluta mediante la evaluación de la señal reflejada en el dominio del tiempo de la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51),
- en el que la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51) es la interfaz del fluido (25) con el depósito (22) en el área de reflexión (12) o la interfaz del fluido (25) con la pared (21) en el área de reflexión (12),
- 40 en el que la potencia de resolución en el dominio del tiempo del dispositivo (10) es de 1 ns o menos de 1 ns, en el que la distancia entre el transductor (11) ultrasónico por una parte y una interfaz de fluido / depósito (51) o una interfaz de fluido / pared (51) por otra parte es obtenida a partir del tiempo de llegada de la señal reflejada y de la velocidad del sonido del fluido, dependiendo la velocidad del sonido de la temperatura del fluido, en el que el transductor (11) ultrasónico está dispuesto en contacto con el fluido (25) o en contacto con el interior del recipiente de fluido (20), en el que el dispositivo (10) comprende además un detector de temperatura (17).
- 45 5. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el detector de temperatura (17) está situado en un área adyacente o integrada con el transductor (11) ultrasónico.
6. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 o 5, en el que el fluido (25) tiene una primera impedancia acústica para ondas ultrasónicas en el rango de 1400 Ns/m³ a 1800 Ns/m³, y el área de reflexión (12) tiene, por lo menos parcialmente, una segunda impedancia acústica para ondas ultrasónicas, en el que
- 50

- a) la segunda impedancia acústica supera a la primera impedancia acústica, por lo menos en un 50%, preferentemente, por lo menos en un 100%, más preferentemente, por lo menos en un 200%, aún más preferentemente, por lo menos en un 500% y más preferentemente, por lo menos en un 900%, o en el que
- 5 b) la primera impedancia acústica supera a la segunda impedancia acústica, por lo menos en un 40%, más preferentemente, por lo menos en un 70%, aún más preferentemente, por lo menos en un 100% y lo más preferentemente, por lo menos en un 150%.
7. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que una característica del depósito de incrustaciones y/o descamaciones (22) en el área de reflexión (12), o una característica de la pared (21) en el área de reflexión (12) es obtenida por medio de una determinación de la evolución del cambio de la impedancia acústica en la interfaz de fluido / depósito o de fluido / pared (51).
- 10 8. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, en el que el fluido (25) tiene una primera impedancia acústica para ondas ultrasónicas en el intervalo de 1400 Ns/m^3 a 1800 Ns/m^3 , y el área de reflexión (12) tiene, por lo menos en parte, una tercera impedancia acústica para ondas ultrasónicas, en el que
- 15 a) la tercera impedancia acústica supera a la primera impedancia acústica en un 5% a un 50%, preferentemente en un 8% a un 30%, más preferentemente en un 10% a un 20%, o en el que
- b) la primera impedancia acústica supera a la tercera impedancia acústica en un 5% a un 50%, preferentemente en un 8% a un 30%, más preferentemente en un 10% a un 20%.
9. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que el material en el área de reflexión (12) que tiene por lo menos parcialmente la tercera impedancia acústica es un material de poliuretano o polipropileno u otro material polimérico o plástico.
- 20 10. Dispositivo (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el área de reflexión (12) comprende una primera parte (13) y una segunda parte (14), en el que la impedancia acústica de la primera parte (13) del área de reflexión (12) corresponde a la segunda impedancia acústica, y en el que la impedancia acústica de la segunda parte (14) del área de reflexión (12) corresponde a la tercera impedancia acústica.
- 25 11. Dispositivo (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el dispositivo (10) comprende un primer transductor (11') ultrasónico y un segundo transductor ultrasónico (11''), estando el primer transductor ultrasónico (11') sustancialmente opuesto a la primera parte (13) del área de reflexión (12), y estando el segundo transductor ultrasónico (11'') sustancialmente opuesto a la segunda parte (14) del área de reflexión (12).
- 30 12. Método para monitorizar una característica de un depósito de incrustaciones y/o descamaciones (22) en el interior de un recipiente (20) de fluido, o de una característica de una porción de la pared (21) en el interior de un recipiente (20) de fluido de un sistema que soporta fluido, comprendiendo el método la etapa de medir el grosor del depósito (22) o de la pared (21) por medio de un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 11.
- 35 13. Método de acuerdo con la reivindicación 12, comprendiendo el sistema que soporta fluido una unidad de regulación para un agente de control de depósito, comprendiendo el método las etapas de:
- a) medir el grosor del depósito (22) con el dispositivo (10) para generar una señal de medición que depende de la acumulación del depósito (22) en el interior del recipiente (20) de fluido; y
- b) ajustar el suministro de un agente de control de depósito por medio de una unidad de regulación dependiendo de una comparación realizada entre el grosor del depósito (22) medido y un valor umbral del grosor del depósito (22),
- 40 en el que el valor umbral es preferentemente un valor umbral predefinido o un valor umbral calculado.







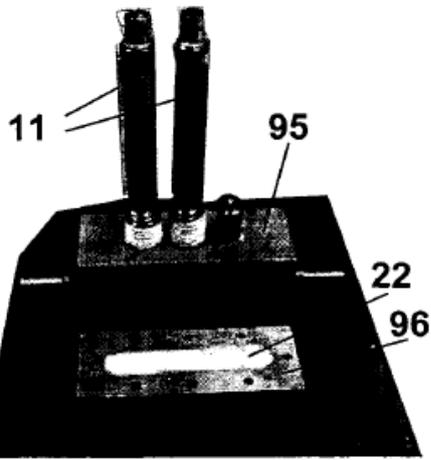


Fig. 16

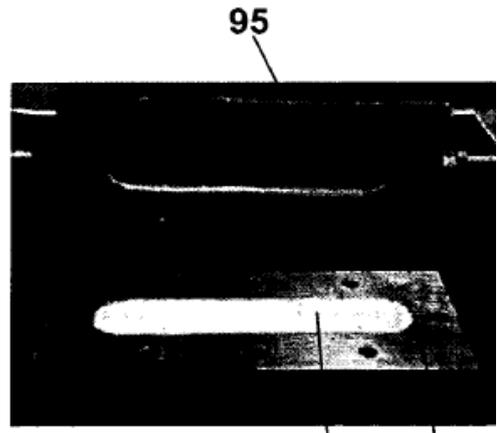


Fig. 17

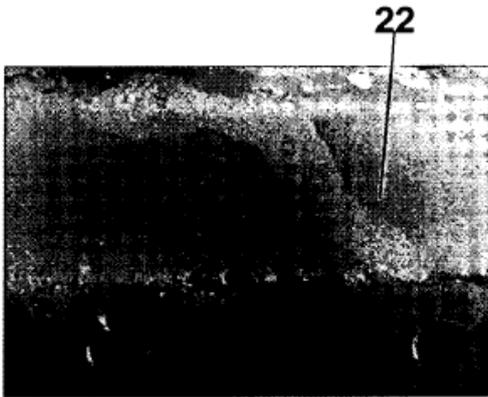


Fig. 18

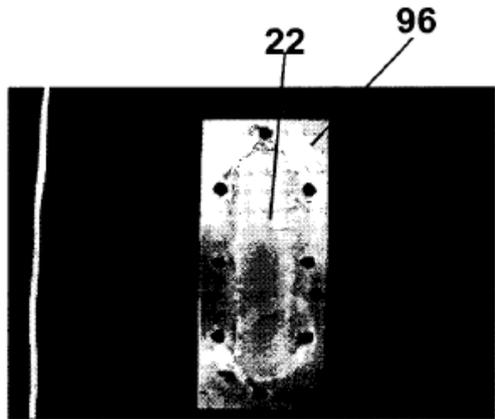


Fig. 19

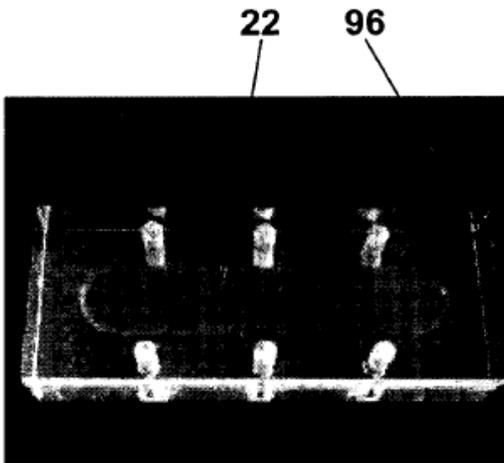


Fig. 20

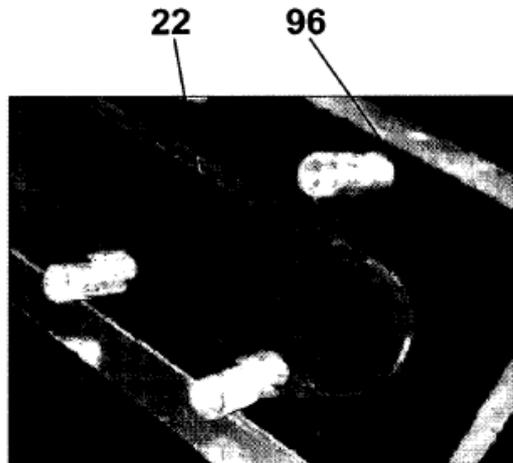


Fig. 21

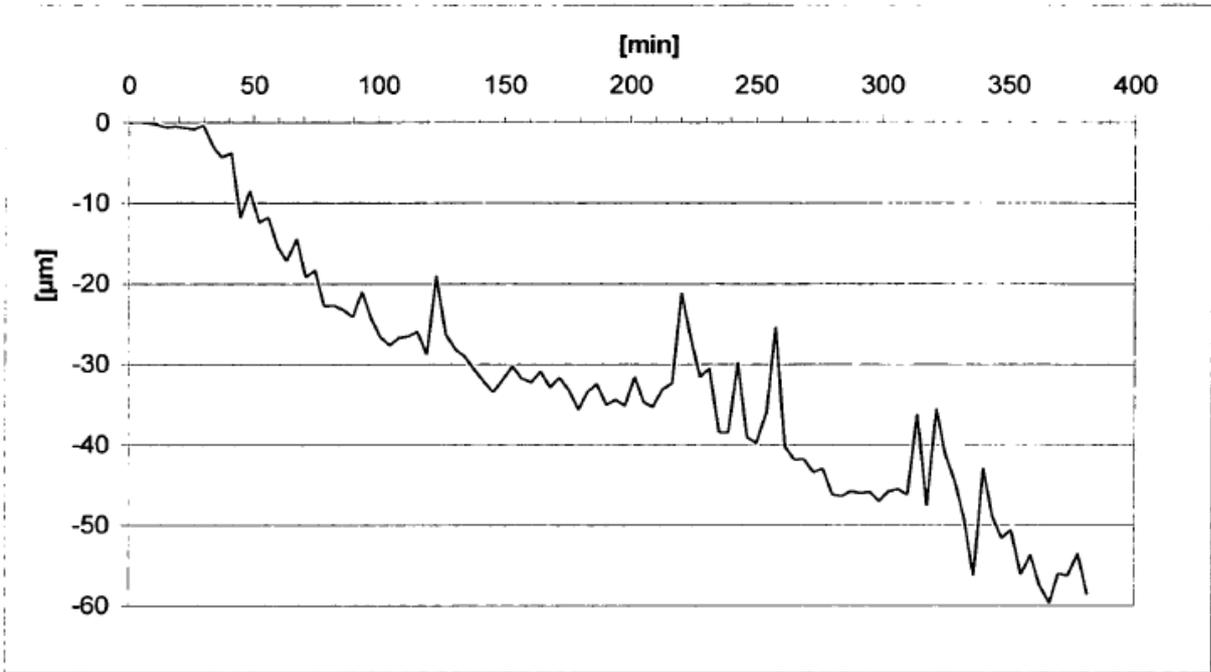


Fig. 22

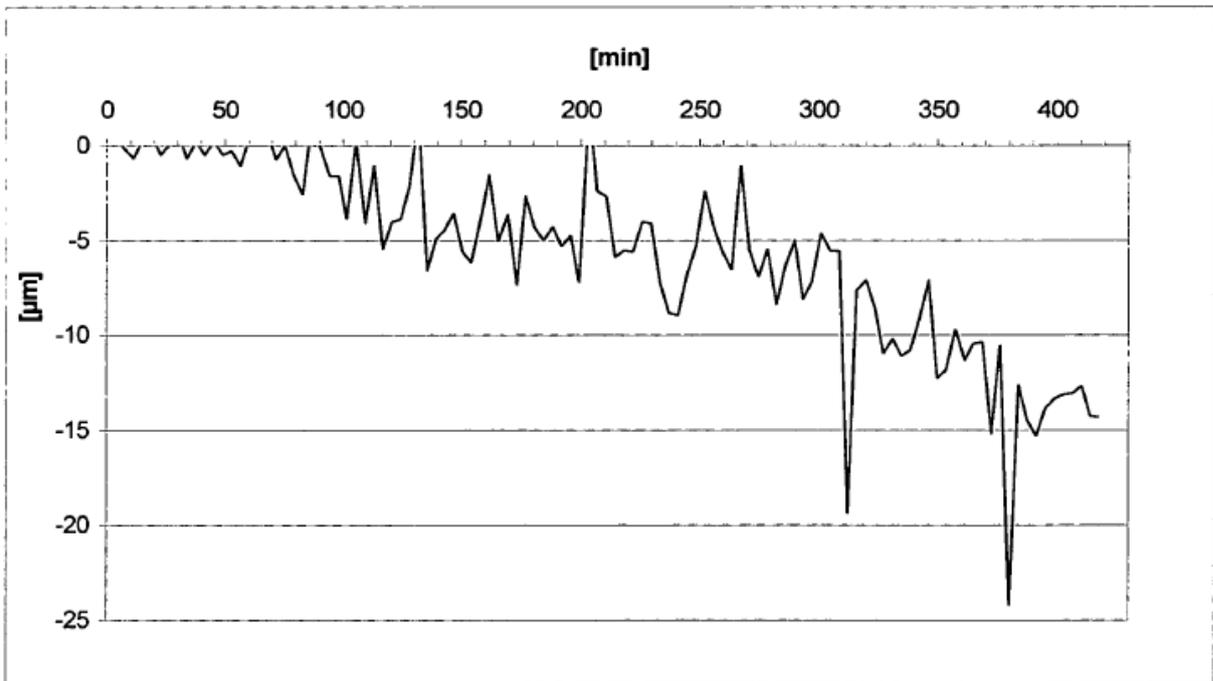


Fig. 23

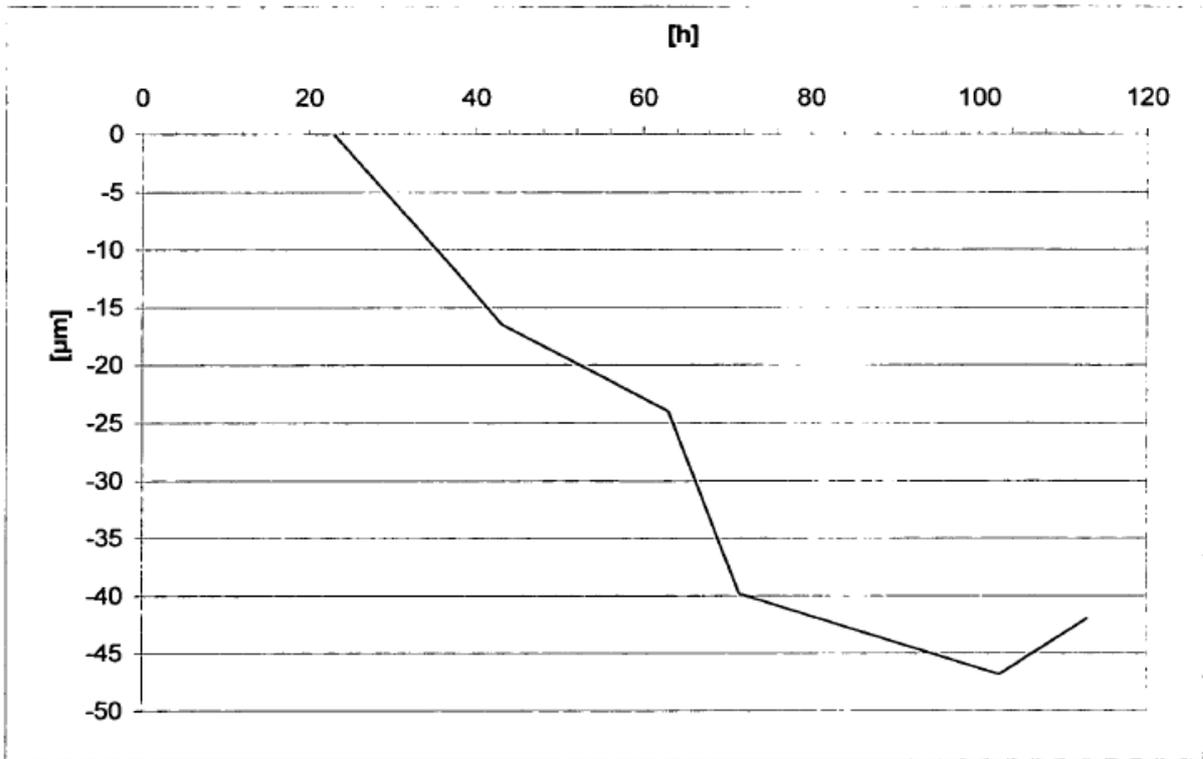


Fig. 24