

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 368 944**

51 Int. Cl.:
G01N 21/53 (2006.01)
G01N 21/64 (2006.01)
G01N 33/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06793767 .2**
96 Fecha de presentación: **22.09.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1949081**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.07.2008**

54 Título: **MÉTODO Y APARATO FOTOMÉTRICOS PARA MEDIR LA TURBIDEZ, FLUORESCENCIA, FOSFORESCENCIA Y/O EL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE UN LÍQUIDO.**

30 Prioridad:
05.10.2005 US 243610

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.11.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.11.2011

73 Titular/es:
Swan Analytische Instrumente AG
Studbachstrasse 13
8340 Hinwil, CH

72 Inventor/es:
WAGNER, Heinz

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 368 944 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 aparato fotométricos para medir la turbidez, fluorescencia, fosforescencia y/o el coeficiente de absorción de un líquido.

5 Campo Técnico
La invención se refiere al campo de la medición de una propiedad de un líquido midiendo luz emitida desde dicho líquido, que es excitado mediante un haz de luz de prueba. La invención se refiere, en concreto, al campo de la nefelometría y la medición de la turbidez, y a la medición de la fluorescencia y la medición de la fosforescencia y/o la absorción. Se refiere a un aparato de medición correspondiente, a una célula de flujo para dicho aparato, y a un método de medición correspondiente.

10 Tales dispositivos y métodos hayan aplicación, por ejemplo, en la industria química, la industria farmacéutica, la fabricación de semiconductores, la monitorización de agua de refrigeración, y el análisis y la monitorización de agua potable y de aguas subterráneas.

Antecedentes de la Invención

En muchos turbidímetros y nefelómetros conocidos en la técnica, se ilumina una muestra a través de una ventana. Con esto, surge el problema de que la ventana puede resultar contaminada y, por consiguiente, perder (parte de) su transparencia. No es fácil distinguir la correspondiente pérdida de la intensidad de la luz respecto del efecto de una diferente turbidez de la muestra.

En la técnica se conoce asimismo una disposición de caída libre: una muestra de líquido que forma un chorro libre es iluminada por la luz, y la luz dispersada es detectada. En dichas disposiciones, no se necesitan ventanas, pero se necesita habitualmente una gran cantidad de líquido de muestra para las mediciones.

25 A partir del documento US 5 400 137 se conoce un medio fotométrico, que permite determinar la fluorescencia y la dispersión de un líquido de muestra. Dos haces luminosos de longitudes de onda diferentes son dirigidos a una superficie de dicho líquido de muestra, y un detector detecta la luz emitida sobre el mismo desde dicha muestra de líquido. La superficie de muestra se forma en un recipiente y su contorno está formado por un borde a desbordar mediante un exceso de líquido de muestra.

30 En el documento RU 2 235 310 se presenta un turbidímetro, en el que una muestra de líquido contenido en un recipiente es iluminada a través de su superficie mediante luz dirigida en paralelo a una superficie normal a la superficie de la muestra, es decir, la iluminación tiene lugar a través de luz dirigida verticalmente. La dirección de la luz dispersada por la muestra de líquido tiene lugar asimismo a lo largo de un eje paralelo a una superficie normal a la superficie de la muestra. Dos emisores de luz están separados de dos detectores mediante divisiones opacas alineadas verticalmente que tienen ranuras horizontales, estando dispuestas las ranuras en el interior del líquido de muestra en proximidad inmediata a la superficie de la muestra. Las divisiones sirven para impedir cualesquiera reflexiones repetidas desde las paredes y el fondo del recipiente. El exceso de líquido de muestra desborda un borde del recipiente inmediatamente próximo al punto al cual es dirigida la luz. Un problema con dicho aparato es que la intensidad de la luz detectada será baja, puesto que el sentido de incidencia de la luz y el sentido de su detección son antiparalelos entre ellos. Otro problema podría ser que la superficie de la muestra no sea muy estable debido a la estrecha proximidad del borde de desbordamiento y el punto al cual es dirigida la luz. Pero según el mencionado documento RU 2 235 310, ninguna clase de inestabilidad afecta a la medición, debido a que las intensidades medidas (de ambos detectores, tras la iluminación con cada fuente de luz) se evalúan de una manera especial.

35 En el documento JP 03-54436 se da a conocer un turbidímetro, en el cual se dirige luz polarizada oblicuamente a la superficie del líquido de muestra contenido en un recipiente. La luz dispersada a continuación, emitida desde el líquido de muestra es detectada de forma sensible a la polarización por un detector situado fuera de la muestra de líquido, comprendiendo el detector un polarizador. Entre el líquido de muestra y dicho polarizador está dispuesto un cilindro para interceptar la luz externa. El recipiente tiene un borde, que es desbordado por un exceso de líquido de muestra.

40 En el documento US 3 364 812, se da a conocer un turbidímetro de flujo continuo que comprende un recipiente que contiene un líquido de muestra y una fuente de luz que dirige, en una sección principal del recipiente, un haz de luz hacia la muestra, de manera que el haz de luz forma en la muestra un ángulo de 45° con la superficie de la muestra. Un fotomultiplicador dispuesto sobre la superficie de la muestra detecta la intensidad de la luz dispersada en el interior de la muestra. Entre el haz de luz incidente y la trayectoria de la luz detectada, se dispone una barrera óptica que bloquea la luz reflejada o dispersada en la superficie de la muestra impidiendo que alcance el fotomultiplicador. El documento JP 51 71186 da a conocer un aparato en el que un fluido de muestra contenido en una sección principal de un recipiente es expuesto a la luz con propósitos de análisis. Dicha sección principal forma un borde sobre el cual pueden fluir las cantidades de muestra en exceso. El documento US 4 943 370 da a conocer un aparato para monitorizar la presencia en un líquido de un material que es, por lo menos, parcialmente inmiscible en el líquido. El aparato incluye un recipiente y una salida de desbordamiento que permite que salga del recipiente una

5 capa superficial del líquido. Se forma una mancha del material sobre la superficie del líquido. El recipiente incluye una parte de sedimentación que comprende, por debajo de la superficie del líquido, una pantalla en ángulo ajustable y una pantalla fija, una parte para concentrar la mancha corriente abajo respecto de la parte de sedimentación, y una parte para limitar gradualmente la superficie del líquido. Se disponen una fuente de luz UV y un detector de luz visible, para detectar la radiación fluorescente producida irradiando la superficie del líquido y el material.

Compendio de la invención

10 Un objetivo de la invención es crear un aparato para obtener por lo menos una propiedad de un líquido de muestra a partir de la medición de luz emitida desde dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con un haz de luz de prueba, el cual tiene una precisión incrementada.

Un objetivo de la invención es dar a conocer dicho aparato, que tiene una estabilidad de medición incrementada.

15 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un aparato semejante, que sea de dimensiones pequeñas.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer un aparato semejante, que requiera solamente cantidades relativamente pequeñas de líquido de muestra para la medición.

20 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un aparato semejante, que tenga un tiempo de respuesta corto.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer un aparato semejante, que permita mediciones rápidas y/o de resolución temporal.

25 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un aparato semejante, mediante el cual puede obtenerse un coeficiente de absorción y, adicionalmente, la turbidez o la fluorescencia o la fosforescencia.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer una célula de flujo para utilizar con dicho aparato.

30 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un método correspondiente para obtener por lo menos una propiedad de un líquido de muestra, el cual tiene una precisión incrementada.

Un objetivo de la invención es dar a conocer un método semejante, que tiene una estabilidad de medición incrementada.

35 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un método semejante, que requiere solamente cantidades relativamente pequeñas de líquido de muestra para la medición.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer un método semejante, que tiene un tiempo de respuesta breve.

40 Otro objetivo de la invención es dar a conocer un método semejante, que permita mediciones rápidas y/o de resolución temporal.

Otro objetivo de la invención es dar a conocer un método semejante, mediante el cual pueda obtenerse un coeficiente de absorción y, además, la turbidez o la fluorescencia o la fosforescencia.

45 Estos objetivos se consiguen mediante un aparato y mediante un método, respectivamente, de acuerdo con las reivindicaciones de patente.

50 De acuerdo a la invención, el aparato para obtener por lo menos una propiedad de un líquido de muestra a partir de la medición de luz emitida desde dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con un haz de luz de prueba, comprende

- un recipiente para contener dicho líquido de muestra, formando dicho líquido de muestra una superficie de la muestra;
- 55 - una fuente de luz para generar dicho haz de luz de prueba dirigido, en un ángulo $\beta_1 \neq 0^\circ$ con respecto a una superficie normal a dicha superficie de la muestra, a dicha superficie de la muestra en una sección principal del recipiente;
- un detector adaptado para detectar una intensidad de dicha luz emitida a través de dicha superficie de la muestra en dicha sección principal de dicho líquido de muestra, en general a lo largo de un primer eje de detección, formando dicho primer eje de detección un ángulo $\gamma_1 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie de la muestra;
- 60 - una barrera óptica dispuesta en dicha sección principal, adaptada para bloquear la propagación de la luz que se origina en la reflexión o dispersión de dicho haz de luz de prueba en dicha superficie de la muestra, en general a lo largo de dicho primer eje de detección;
- 65 - una sección de entrada para recibir líquido de muestra a medir, con por lo menos una abertura a dicha sección principal situada por debajo de dicha superficie de la muestra; y

- un segundo elemento de separación para separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de entrada, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

5 El aparato puede considerarse un medio fotométrico o un aparato fotométrico o un medio o aparato de medición o monitorización o análisis. Cuando se mide la turbidez de dicho líquido de muestra, dicho aparato puede denominarse un turbidímetro o un nefelómetro.

10 Los elementos ópticos tales como la fuente de luz y el detector y las lentes correspondientes, los divisores del haz y similares pueden disponerse en el exterior del líquido de muestra. No están expuestos al líquido de muestra y por lo tanto no están (prácticamente) sujetos a contaminación. Además, ni el haz de luz de prueba ni la luz emitida a detectar tienen que atravesar una ventana que podría estar en contacto con el líquido de muestra.

15 Cuando un haz de luz de prueba incide sobre la superficie de una muestra (en un ángulo en el cual no se produce reflexión total), no sólo prosigue en el interior del líquido de muestra como un haz refractado, sino que es asimismo reflejado y dispersado en la superficie de la muestra.

20 La barrera óptica evita que dicha luz reflejada o dispersada alcance el detector, de manera que no es detectada y por consiguiente no influye sobre la medición. Debe observarse que de lo contrario no sólo se reduciría sensiblemente la relación señal/ruido, sino que asimismo variaría sensiblemente la intensidad, en concreto de dicha luz reflejada, cuando la superficie de la muestra cambie ligeramente, por ejemplo, debido a una pequeña ondulación procedente de alguna vibración. La estabilidad de la medición sería baja.

25 Con $\beta_1 \neq 0^\circ$ y $\gamma_1 \neq 0^\circ$ es posible tener el haz de luz de prueba separado localmente del haz de luz emitida a detectar, y aún así poder medir luz emitida que no ha sufrido dispersión o ha sufrido una sola dispersión.

30 Es posible utilizar un haz de luz de prueba polarizado o utilizar un haz de luz de prueba no polarizado. Asimismo, es posible utilizar detección sensible a la polarización (por ejemplo, disponiendo un polarizador antes de un elemento fotosensible) o utilizar un detector insensible a la polarización.

35 La ventaja de proporcionar dicha sección de entrada y dicho segundo elemento de separación es similar a la ventaja de la realización descrita más abajo con un primer elemento de separación. Una introducción de líquido de muestra (nuevo) conduce usualmente a ciertas perturbaciones en dicha superficie de la muestra. Mediante dicho segundo elemento de separación, puede evitarse (en gran medida) que dichas perturbaciones afecten a la medición.

40 La sección de entrada puede funcionar asimismo como una sección de desgasificación, en la cual el fluido de muestra puede ser desgasificado, es decir, la sección de desgasificación se utiliza para la retirada de gas no deseado disuelto en el fluido de muestra, típicamente proporcionando algún tiempo al fluido de muestra en la superficie de la muestra en la unidad de desgasificación. Asimismo, la unidad de desgasificación puede ponerse bajo sobrepresión para mejorar la desgasificación.

En una realización, dicho recipiente comprende

45 - una sección de salida para extraer líquido de muestra desde dicho recipiente, que tiene por lo menos una abertura a dicha sección principal situada por debajo de dicha superficie de la muestra; y
 - un primer elemento de separación para separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de salida, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

50 Si bien el aparato acorde con la invención puede utilizarse para análisis fuera de línea, en el que se llena dicho recipiente con cierto volumen de líquido de muestra y a continuación es analizado (sin flujo durante la medición), típicamente, un aparato acorde con la invención se utilizará en línea, es decir, el líquido de muestra fluye sin parar a través de dicho recipiente y es analizado continuamente (o a intervalos). En particular, cuando se utiliza en línea, dicho primer elemento separador es útil, debido a que se extrae continuamente líquido de muestra de dicho
 55 recipiente en dicha sección de salida. Habitualmente, una extracción de líquido de muestra conduce a turbulencias, ondulaciones u otras perturbaciones en la superficie de la muestra, creando por lo tanto una superficie de la muestra desigual e inestable, lo cual es indeseable, debido a que por este motivo se modifica la refracción de dicho haz de luz de prueba, alterando por lo tanto las condiciones de la medición. Dicho primer elemento de separación evita, por lo menos en gran medida, la propagación de dichas perturbaciones a dicha sección principal de dicho recipiente. Por
 60 consiguiente, se consigue una superficie estable de la muestra en dichas áreas, en las cuales dicho haz de luz de prueba y dicha luz emitida (a detectar) penetran dicha superficie de la muestra.

65 Permitiendo que fluya el líquido de la muestra desde dicha sección principal hasta dicha sección de salida (claramente) por debajo de dicha superficie de la muestra, pueden minimizarse las perturbaciones de dicha superficie de la muestra.

En una realización, dicha sección de salida comprende un borde a desbordar por una muestra de líquido en exceso. A través de este borde, se determina el nivel de la altura de dicha superficie de la muestra, por lo menos en dicha sección de salida y dicha sección principal.

5 En una realización, dicho borde describe una forma cerrada. Dicha forma puede carecer de esquinas. Puede ser redonda o elíptica.

Además, dicho borde puede estar conformado o curvado de manera que, cuando es desbordado por el líquido de muestra, se minimiza la aparición de turbulencias en la sección de salida.

10 En otra realización, dicho recipiente comprende un tercer elemento de separación, mediante el cual dicha superficie de la muestra está dividida sustancialmente en una superficie parcial de la muestra, a la cual se dirige dicho haz de luz de prueba, y otra superficie parcial de la muestra, a través de la cual se emite dicha luz emitida generalmente a lo largo de dicho primer eje de detección. Dicho tercer elemento de separación divide en dos partes la superficie de la muestra en la sección principal, lo que conduce a una estabilización más rápida de la superficie de la muestra en la sección principal, permitiendo por lo tanto condiciones de medición más estables.

En otra realización, dicho tercer elemento de separación comprende dicha barrera óptica.

20 En otra realización, dicha barrera óptica se extiende por debajo de dicha superficie de la muestra. Puede extenderse por debajo de dicha superficie de la muestra en, por lo menos, 1 mm o en, por lo menos, 2 mm o en, por lo menos, 5 mm o más. Esto es ventajoso porque, de este modo, puede asegurarse que la barrera óptica está siempre en contacto con el líquido de muestra en la sección principal. Si la barrera óptica se extendiera justo hasta el nivel de altura de la superficie de la muestra, o inmediatamente por encima del nivel de altura de la superficie de la muestra, cambios pequeños en el nivel de altura de la superficie de la muestra, por ejemplo debidos a vibraciones o a cambios en la velocidad del flujo, podrían conducir a deformaciones de la superficie de la muestra cerca de la barrera óptica debido a efectos de tensión superficial (fuerzas de capilaridad). Esto afectaría negativamente a la medición, por lo menos si la barrera óptica está situada cerca del punto donde el haz de luz de prueba entra en el líquido de muestra y/o del punto donde la luz emitida a detectar sale del fluido de la muestra.

30 En otra realización, dicha barrera óptica comprende una trampa del haz para atrapar dicha luz originada en la reflexión o dispersión de dicho haz de luz de prueba en dicha superficie de la muestra, que se propaga en general a lo largo de dicho primer eje de detección. Dicha trampa del haz minimiza las reflexiones de dicho haz de luz reflejado o dispersado que perturban la detección de dicha luz emitida a detectar.

35 En otra realización, dicho recipiente comprende una trampa del haz para atrapar luz de dicho haz de luz de prueba por debajo de dicha superficie de la muestra. La luz de dicho haz de luz de prueba que se extiende más allá de la posición donde se origina dicha luz emitida a detectar, puede ser atrapada en dicha trampa del haz, de manera que no perturba la medición. Dicha trampa del haz situada por debajo de dicha superficie de la muestra evita una mayor propagación de luz no necesaria para excitar dicha luz emitida a detectar.

40 En otra realización, el aparato comprende un detector de referencia para obtener una medida para la intensidad de dicho haz de luz de prueba. Con propósitos de calibración y para compensar variaciones de la intensidad de dicha fuente de luz, la intensidad (inicial) de dicho haz de luz de prueba puede ser monitorizada por medio de dicho detector de referencia. Preferentemente, se monitoriza la intensidad de dicho haz de luz de prueba antes de que penetre en dicha superficie de la muestra.

50 En otra realización, el aparato comprende además un divisor del haz para extraer de dicho haz de luz de prueba un haz de referencia a detectar por dicho detector de referencia. Mediante dicho divisor del haz, dicho haz de referencia puede acoplarse fuera de dicho haz de luz de prueba. La intensidad de dicho haz de referencia es proporcional a la intensidad de dicho haz de luz de prueba. Por ejemplo, dicho divisor del haz puede ser una placa plano-paralela o simplemente una pieza de hoja de vidrio, o un prisma.

55 En otra realización, el aparato comprende una segunda fuente de luz para generar un segundo haz de luz de prueba dirigido a dicha superficie de la muestra en una sección principal del recipiente, en un ángulo de $\beta_2 \neq 0^\circ$ con respecto a una superficie normal a dicha superficie de la muestra. Dicho segundo haz de luz de prueba puede utilizarse para obtener un segundo valor para dicha propiedad de dicho líquido de muestra. Además, es posible obtener, con buena precisión, dos propiedades de dicho líquido de muestra, siendo la absorción una de ellas. Dicha propiedad deseada puede obtenerse con precisión incrementada. En una realización, los dos haces de luz de prueba describen trayectorias ópticas diferentes. Los dos haces de luz de prueba pueden tener las mismas longitudes de onda o pueden tener longitudes de ondas diferentes. En una realización, para los ángulos incidentes vale: $\beta_1 = \beta_2$. En concreto, dichos dos haces de luz de prueba son paralelos entre ellos. Es posible tener dos generadores de luz diferentes, por ejemplo dos láseres, para generar dichos dos haces de luz de prueba.

65 Asimismo, es posible implementar dicha segunda fuente de luz añadiendo un elemento óptico, por ejemplo, un divisor del haz, para proporcionar dichos dos haces de luz de prueba, por ejemplo, desde un láser o desde una

bombilla de alumbrado. La detección puede realizarse mediante un detector de luz por cada haz de luz de prueba para detectar luz dispersada excitada por cada haz de luz de prueba, o mediante solamente un detector para detectar luz dispersada excitada por cualquiera de los haces de luz de prueba.

- 5 En dicha realización, dicho primer detector está adaptado para detectar una intensidad de la luz emitida desde dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con dicho segundo haz de luz de prueba.

En una realización, el aparato comprende

- 10 - un segundo detector para detectar una intensidad de dicha luz emitida a través de dicha superficie de prueba en dicha sección principal de dicho líquido de muestra, en general a lo largo de un segundo eje de detección, formando dicho segundo eje de detección un ángulo $\gamma_2 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie de la muestra.

- 15 Puede valer: $\gamma_1 = \gamma_2$. Dicho segundo eje de detección puede estar alineado en paralelo a dicho primer eje de detección. Mientras que en la realización con solamente un (primer) detector y dos haces de luz de prueba, habitualmente, tendrá que ser tenida en cuenta una variación en el tiempo de las intensidades de dichos haces de luz de prueba para distinguir las intensidades detectadas originadas por la excitación con dicho primer o dicho segundo haces de luz de prueba, por ejemplo, mediante una cuchilla óptica (mecánica), esto puede no ser necesario cuando se disponen dos detectores y las trayectorias de la luz de dichos dos haces de luz de prueba están lo suficientemente separadas entre ellas. Por lo tanto, puede llevarse a cabo una excitación y una detección continuas, por lo tanto conduciendo a una buena relación señal/ruido.

- 20 En una realización, dicho segundo detector está adaptado para detectar la intensidad de la luz emitida desde dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con dicho primer haz de luz de prueba.

Asimismo, es posible tener una configuración con un primer y un segundo haces de luz de prueba y un primer y el segundo detectores.

- 30 En general, dicha por lo menos una propiedad es una propiedad física o química que puede obtenerse dividiendo la luz emitida procedente de dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con un haz de luz de prueba. Dicha luz emitida es excitada por dicho haz de luz de prueba. Lo que se detecta es una emisión excitada.

- 35 En una realización, dicha por lo menos una propiedad comprende por lo menos una entre turbidez, absorción, fluorescencia y fosforescencia.

En una realización, en la cual se utilizan por lo menos dos fuentes de luz y/o en la cual se utilizan por lo menos dos detectores, dicha por lo menos una propiedad comprende absorción y, por lo menos, una entre turbidez, fluorescencia y fosforescencia.

- 40 En una realización, en el interior de dicho líquido de muestra dicho haz de luz de prueba forma un ángulo δ_1 , con $80^\circ \leq \delta_1 \leq 100^\circ$, con dicha luz emitida a detectar por dicho primer detector. En concreto, puede ser válido $85^\circ \leq \delta_1 \leq 95^\circ$ o, más en concreto, $87,5^\circ \leq \delta_1 \leq 92,5^\circ$. En caso de que se utilicen dos haces de luz de prueba y/o dos detectores, se tiene lo mismo para los ángulos correspondientes.

- 45 Dicho haz de luz de prueba y dicho primer eje de detección pueden disponerse en un plano con una superficie normal a dicha superficie de la muestra. En caso de que se utilicen dos haces de luz de prueba y/o dos detectores, vale lo mismo para los correspondientes haces o ejes. Esto permite longitudes de trayectoria relativamente cortas y, por consiguiente, intensidades detectadas superiores (menos dispersión y menos ensanchamiento).

- 50 En una realización, se tiene que $\beta_1 \geq 45^\circ$ ó $\beta_1 \geq 60^\circ$ ó $\beta_1 = 75^\circ \pm 6^\circ$. Lo mismo puede valer para β_2 .

En una realización, se tiene que $\gamma_1 \geq 35^\circ$ ó $\gamma_1 \geq 50^\circ$ ó $\gamma_1 = 65^\circ \pm 6^\circ$. Lo mismo puede valer para γ_2 .

- 55 Las trayectorias de la luz del haz de luz de prueba y de la luz emitida a detectar pueden ser simétricas o asimétricas.

En una realización, dicho primer detector y, si se dispone, asimismo dicho segundo detector, tienen un ángulo de aceptación (ángulo de abertura del cono de aceptación) de $20^\circ \pm 10^\circ$.

- 60 En una realización, dicho haz de luz de prueba no tiene divergencia.

En una realización, dicho haz de luz de prueba tiene una convergencia de como mucho 3° , de cómo mucho 2° o de cómo mucho $1,5^\circ$.

- 65 Dicho haz de luz de prueba puede ser un haz de luz colimado.

Dicha fuente de luz puede comprender un colimador.

Dicha fuente de luz puede comprender un láser, en concreto un láser de diodo.

5 Dicha fuente de luz puede comprender un filamento o, en concreto, una bombilla de alumbrado.

En una realización, la luz de dicho haz de luz de prueba es luz infrarroja. Puede ser luz en el infrarrojo cercano.

10 La luz de dicho haz de luz de prueba puede ser luz visible o invisible. Puede ser luz de frecuencia estrecha o de banda ancha. Puede ser luz blanca.

En una realización, dicha luz emitida tiene una longitud de onda comprendida en $860 \text{ nm} \pm 30 \text{ nm}$ ó $850 \text{ nm} \pm 10 \text{ nm}$

15 En una realización, dicho líquido de muestra comprende agua.

Dicho líquido de muestra puede ser agua (una solución acuosa), en concreto agua potable.

20 En una realización, el aparato comprende además un procesador programado para obtener dicha, por lo menos, una propiedad de dicho líquido de muestra a partir de dicha intensidad de dicha luz emitida.

Dicho procesador puede estar programado para obtener por lo menos dos propiedades, en concreto un coeficiente de absorción α (coeficiente Lambert-Beer) y, además, una turbidez σ (o coeficiente de dispersión σ) o un valor para la fluorescencia o un valor para la fosforescencia.

25 Normalmente, la superficie de la muestra es una interfaz entre un gas y una muestra de líquido, el gas siendo en concreto gas ambiente, en concreto aire. El gas podría ser asimismo un gas protector, por ejemplo, nitrógeno o un gas noble.

30 Dicha superficie de la muestra podría ser asimismo una interfaz líquido-líquido, en la que el segundo líquido añadido a dicho líquido de muestra deberá ser un líquido de peso específico menor que dicho líquido de la muestra, que no se mezcle con dicho líquido de la muestra. En una realización, está prevista una salida inferior para extraer de dicho recipiente el líquido de muestra. Puede comprender una abertura en el fondo de dicho recipiente. Y puede comprender una válvula.

35 Se describe además una célula de flujo para utilizar con un aparato para obtener por lo menos una propiedad de un líquido de muestra a partir de la medición de luz emitida procedente de dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con un haz de luz de prueba, que comprende un recipiente para contener dicho líquido de muestra que forma una superficie de la muestra, y dicho recipiente comprende

- 40
- una sección principal, a la que ha de dirigirse dicho haz de luz de prueba y a través de la cual dicha luz emitida ha de ser emitida fuera de dicho líquido de muestra para ser medida;
 - una sección de entrada para recibir líquido de muestra a medir, que tiene por lo menos una abertura a dicha sección principal situada por debajo de dicha superficie de la muestra;
 - una sección de salida para extraer líquido de muestra desde dicho recipiente, que tiene por lo menos una
- 45
- abertura a dicha sección principal situada por debajo de dicha superficie de la muestra; y
 - una barrera óptica dispuesta en dicha sección principal, adaptada para bloquear una propagación de luz originada por la reflexión o dispersión de dicho haz de luz de prueba en dicha superficie de la muestra.

50 Las ventajas de dicha célula de flujo corresponden a las ventajas del aparato de medición correspondiente descrito anteriormente.

55 En una realización, dicho recipiente comprende además un primer elemento de separación para separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de salida, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

En una realización, dicho recipiente comprende además un segundo elemento de separación para separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de entrada, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

60 En una realización, dicha célula de flujo comprende un soporte para una fuente de luz.

En una realización, dicha célula de flujo comprende un soporte para un (primer) detector.

65 El método acorde con la invención para obtener por lo menos una propiedad de un líquido de muestra comprende las etapas de

- dirigir un haz de luz de prueba a una superficie de la muestra formada por dicho líquido de muestra en un ángulo $\beta_1 \neq 0^\circ$ con respecto a la superficie normal a dicho líquido de muestra;
- detectar la intensidad de la luz emitida desde dicho líquido de muestra tras la irradiación de dicho líquido de muestra con dicho haz de luz de prueba a través de dicha superficie de la muestra en una sección principal de dicho líquido de muestra, en general a lo largo de un primer eje de detección, formando dicho primer eje de detección un ángulo $\gamma_1 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie de la muestra;
- bloquear una propagación de luz originada por la reflexión o dispersión de dicho haz de luz de prueba en dicha superficie de la muestra, en general a lo largo de dicho primer eje de detección;
- introducir líquido de muestra a medir en un recipiente en una sección de entrada;
- recibir en dicha sección principal líquido de muestra procedente de dicha sección de entrada a través de, por lo menos, una abertura situada por debajo de dicha superficie de la muestra;
- separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de entrada, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

15 Dicha sección de entrada es para recibir líquido de muestra nuevo (fresco). En dicha sección de entrada se recibe líquido de muestra desde el exterior del recipiente.

Las ventajas de los métodos corresponden a las ventajas de los aparatos de medición correspondientes descritos anteriormente.

20 En una realización, el método comprende además las etapas de

- recibir en una sección de salida líquido de muestra procedente de dicha sección principal a través de, por lo menos, otra abertura situada por debajo de dicha superficie de la muestra;
- retirar líquido de muestra fuera de dicha sección de salida desde dicho recipiente;
- separar sustancialmente una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección de salida, respecto de una parte de dicha superficie de la muestra que pertenece a dicha sección principal.

El líquido de muestra a retirar desde dicho recipiente está contenido en dicha sección de salida.

30 En una realización, el método comprende además la etapa de dividir sustancialmente dicha superficie en dicha sección principal en una superficie parcial de la muestra, a la cual es dirigido dicho haz de luz de prueba, y otra superficie parcial de la muestra, a través de la cual se emite dicha luz emitida, en general a lo largo de dicho primer eje de detección.

35 Mediante la invención es posible medir con un tiempo de respuesta rápido, puesto que es posible tener un volumen pequeño para contener líquido de muestra a analizar.

A partir de las reivindicaciones dependientes y de las figuras surgen otras realizaciones preferidas y ventajas.

Breve Descripción de los Dibujos

40 A continuación, se describe la invención en mayor detalle por medio de ejemplos y de los dibujos incluidos. Las figuras muestran:

- Figura 1 una sección transversal parcialmente esquemática de un aparato acorde con la invención, a lo largo del plano indicado como I-I en la figura 2;
- Figura 2 una vista superior sobre una sección transversal del aparato de la figura 1, discurriendo la sección transversal a lo largo del plano indicado como II-II en las figuras 1 y 3;
- Figura 3 una detalle de una sección transversal parcialmente esquemática del aparato de la figura 1 a lo largo del plano indicado como III-III en la figura 2;
- Figura 4 una sección transversal parcialmente esquemática de un aparato con dos fuentes de luz;
- Figura 5 un croquis de las trayectorias de luz en una realización con una fuente de luz y dos detectores;
- Figura 6 un diagrama que describe la entrada a un procesador y la salida del procesador.

45 Los símbolos de referencia utilizados en las figuras y su significado, se resumen en la lista de símbolos de referencia. En general, las partes similares o de funcionamiento similar reciben símbolos de referencia iguales o similares. Las realizaciones descritas se entienden como ejemplos y no deberán limitar la invención.

Descripción Detallada de la Invención

50 La figura 1 muestra una sección transversal de un aparato 1 acorde con la invención. Una célula 2 de flujo comprende un recipiente 3 que contiene un fluido 4 de muestra. Una fuente 30 de luz, por ejemplo un diodo láser, genera luz, que incide sobre un divisor 31 del haz generando de ese modo un haz 27 de referencia a detectar por el detector 32 de referencia. La luz generada por dicha fuente 30 de luz es reflejada por un espejo 33 y forma un haz 20 de luz de prueba. Dicho haz 20 de luz de prueba incide sobre la superficie 5 de muestra del fluido 4 de muestra con un ángulo de incidencia β_1 con respecto a la superficie normal, que se indica mediante una línea de trazos.

55 Parte de la intensidad del haz 20 de luz de prueba se refleja en la superficie 5 de la muestra formando un haz 22 reflejado y luz dispersada, ésta última no indicada en la figura 1. Una barrera óptica 34 proporciona una trampa 35

del haz, que absorbe dicho haz reflejado 22. Una parte mayor del haz 20 de luz de prueba es refractada en la superficie 5 de la muestra y entra en el líquido 4 de muestra.

En el interior del líquido 4 de muestra el haz 20 de luz de prueba excita luz emitida 21. En el caso de que el aparato 1 sea un turbidímetro 1, la luz emitida 21 es luz dispersada desde partículas en el interior del fluido 4 de muestra. Si el aparato 1 es un medidor 1 de fluorescencia, la luz emitida 21 es luz fluorescente en excitada por el haz 20 de prueba. Si el aparato 1 es un aparato para medir la fosforescencia, la luz emitida 21 es luz fosforescente excitada por el haz 20 de luz de prueba. Una parte de la luz emitida 21 se propaga hacia la superficie 5 de la muestra y es refractada cuando sale del fluido 4 de muestra.

Fuera del fluido 4 de muestra la luz emitida 21, que ha de ser detectada, forma un ángulo γ con la superficie 5 de la muestra. Dentro de la muestra 4 del fluido, el haz de luz de prueba refractado forma un ángulo δ con la luz emitida a detectar por el detector 37. La superficie normal se indica como una línea fina de trazos. Un detector 37 comprende una célula fotoeléctrica y una lente detecta la luz emitida 21. El detector 37 detecta luz emitida, en general, a lo largo del eje 23 de detección. La luz en el interior de un cono 24 de detección puede ser detectada por el detector 37. La intensidad de la luz detectada es, por lo menos en una primera aproximación, proporcional a la cantidad de fluorescencia, fosforescencia y dispersión, respectivamente, en el interior del fluido 4 de muestra. Por lo tanto, la intensidad detectada está estrechamente relacionada con la cantidad de material fluorescente, material fosforescente y partículas de dispersión, respectivamente, contenidas en el fluido 4 de muestra.

La incidencia del haz 20 de luz de prueba sobre la superficie 5 de la muestra y la emisión de luz emitida 21 a detectar por el detector 37 fuera del fluido de muestra, tienen lugar en una sección principal 6 del recipiente 3. La superficie 5 de muestra en el interior de la sección principal 6 está dividida en dos partes mediante un tercer elemento 11 de separación, que está formado por la barrera óptica 34, impidiendo asimismo la barrera óptica que la luz del haz 20 de luz de prueba dispersada en la superficie 5 de la muestra sea detectada por el detector 27.

La figura 2 muestra una vista superior sobre una sección transversal del aparato 1 de la figura 1, discurriendo la sección transversal a lo largo del plano indicado como II-II en las figuras 1 y 3. Además de la sección principal 6, el recipiente 3 comprende una sección 7 de entrada y una sección 8 de salida. Se recibe fluido fresco 4 de muestra a través de un tubo 17 de entrada en el interior de la sección 7 de entrada. La sección 7 de entrada funciona al mismo tiempo como una sección 18 de desgasificación. Durante el tiempo en el cual el fluido 4 de muestra está situado en la sección 18 de desgasificación, el gas que posiblemente está disuelto en el fluido 4 de muestra puede salir del fluido de muestra a través de la superficie 5 de la muestra. Además, los contaminantes y las partículas que posiblemente lleva el líquido 4 de muestra pueden sedimentar en la sección 7 de entrada o flotar sobre la superficie de la muestra en la sección 7 de entrada. Se impide el transporte de dichos contaminantes y partículas a la sección principal 6, en concreto debido a que las aberturas 12 y 12', a través de las cuales fluye el fluido 4 de muestra desde la sección 7 de entrada a la sección principal 6, están situadas por encima del fondo del recipiente 3 en la sección 7 de entrada y por debajo de la superficie 5 de la muestra (en la sección 7 de entrada). En lugar de dos aberturas 12, 12', podría haber asimismo solamente una abertura o un número mayor de aberturas.

Se indica el punto 25, en el que el haz 20 de luz de prueba penetra la superficie 5 de la muestra, y el punto 26, en el que la luz emitida a detectar por el detector 37 penetra en la superficie 5 de la muestra. Desde la sección principal 6, el fluido 4 de muestra fluye a la sección 8 de salida a través de una abertura 13 (véase asimismo la figura 1). La sección 8 de salida comprende un tubo 16 de salida con un borde 15, el cual es desbordado por el fluido 4 de muestra. Por consiguiente, el borde 15 determina el nivel de altura de la superficie 5 de la muestra en el interior del recipiente. El fluido 4 de muestra, después de fluir sobre el borde 15 sale del recipiente a través del tubo 16 de salida.

Un primer elemento 9 de separación separa la sección principal 6 de la sección 8 de salida. Un segundo elemento 10 de separación separa la sección principal 6 de la sección 7 de entrada. La sección transversal mostrada en la figura 1 discurre a lo largo de la línea de trazos indicada por II-II en la figura 2. En las figuras 1, 2 y 3 las direcciones del flujo del líquido de muestra se indican mediante flechas pequeñas.

Tal como se indica en la figura 1, el recipiente 3 comprende una trampa 38 del haz para atrapar aquella parte de la luz del haz 20 de luz de prueba, que se extiende más allá del punto en el que se origina la luz emitida 21 a detectar. La trampa 38 del haz comprende un elemento 40, que está formado integralmente con el primer elemento 9 de separación, un elemento 41 y un elemento 42. Al fondo de la sección principal 6 se dispone una abertura 19 de purga, en la cual está dispuesta una válvula 14, mediante la cual puede abrirse o cerrarse la conexión 19 entre la sección principal 6 y el tubo de salida 16. El material sólido contenido posiblemente en el fluido 4 de muestra, que sedimentaría al fondo del recipiente 3 y perturbaría posiblemente la medición cuando se arremolinase, puede ser extraído del recipiente 3 purgando el recipiente con la válvula 14 abierta. Y asimismo, el material contenido posiblemente en el fluido 4 de muestra, que flotaría sobre la superficie 5 de la muestra, en concreto en la sección principal 6, puede ser extraído del recipiente 3 purgando el recipiente con la válvula 14 abierta.

La figura 3 muestra un detalle de una sección transversal del aparato 1 de la figura 1, a lo largo del plano indicado como III-III en la figura 2. En la figura 3 se indican el tubo 17 de entrada y las dos aberturas 12 y 12', así como las direcciones del flujo del fluido de muestra.

5 La figura 4 muestra otro aparato 1. En lo que atañe al recipiente 3, este aparato 1 es sustancialmente idéntico al aparato mostrado en las figuras 1 a 3. Pero la configuración óptica es diferente respecto de las figuras 1 a 3. El aparato 1 de la figura 4 comprende dos fuentes de luz 30 y 30b, que generan dos haces 20 y 20b de luz de prueba, respectivamente. Un divisor del haz extrae dos haces de referencia 27 y 27b desde los haces 20 y 20b de luz de prueba, haces referencia que son detectados por el detector de referencia 32. Los haces 20, 20b de luz de prueba
10 inciden sobre la superficie 5 de la muestra bajo ángulos β_1 y β_2 , respectivamente, con la superficie normal. La luz reflejada o dispersada en la superficie 5 de la muestra es bloqueada por la barrera óptica 34, en concreto, los haces reflejados 22 y 22b son atrapados en la trampa 35 del haz de la barrera óptica 34. En el interior del fluido de muestra, se genera luz emitida que, cuando es refractada tras salir del fluido de muestra, se propaga a lo largo de la dirección 21, formando un ángulo γ_1 con la normal a la superficie de la muestra. Dentro de la muestra los haces 20 y 20b de luz de prueba forman, respectivamente, ángulos δ_1 y δ_2 , respectivamente, con la luz emitida. En la realización de la figura 4, ambos ángulos δ_1 y δ_2 son de aproximadamente 90° . Los ángulos incidentes β_1 y β_2 se eligen sustancialmente iguales.

20 Gracias a la utilización de dos fuentes de luz 30 y 30b es posible determinar no solamente una, sino dos propiedades del líquido 4 de muestra. La longitud de la trayectoria de la luz en el interior del fluido 4 de muestra es diferente para el haz 20 de luz de prueba y el segundo haz 20b de luz de prueba. Por lo tanto, puede corregirse el valor para la turbidez, la fluorescencia o la fosforescencia, por la absorción en el interior del líquido 4 de muestra, y puede determinarse el coeficiente de absorción. Para distinguir entre luz emitida tras la excitación con el primer haz 20 de luz de prueba y luz emitida tras la excitación con el segundo haz 20b de luz de prueba, las fuentes de luz 30 y 30b pueden conectarse y desconectarse alternativamente, por ejemplo, por medio de una cuchilla óptica.

Es posible implementar una segunda fuente de luz para generar un segundo haz de luz de prueba utilizando un solo generador de luz (láser, bombilla...) más otro elemento óptico, por ejemplo, un espejo un divisor del haz.

30 La figura 5 muestra otra realización, pero no se muestran la mayor parte de los detalles del recipiente. Esta realización es similar a las realizaciones de las figuras 1 a 4, pero comprende una fuente 30 de luz y dos detectores 37 y 37b. Es posible implementar un segundo detector en la forma de un solo elemento fotosensible (por ejemplo, célula fotoeléctrica) más otro elemento óptico, por ejemplo, un espejo o un divisor del haz. La fuente 30 de luz comprende una lente colimadora 36. Tal como se muestra en la figura 5, los ángulos δ_1 y δ_2 pueden escogerse de forma que $\delta_1 = \delta_2$, y los ángulos γ_1 y γ_2 pueden escogerse de forma que $\gamma_1 = \gamma_2$.

40 Hasta el punto desde el cual se emite la luz emitida 21 a detectar por el detector 37, el haz 20 de luz de prueba viaja dentro del líquido 4 de muestra en una longitud de L_1 . La propia luz emitida 21 viaja en una longitud L_3 en el interior del fluido 4 de muestra. Las longitudes L_1 y L_3 son más cortas que las correspondientes longitudes L_2 y L_4 que se producen con la luz a detectar finalmente mediante el segundo detector 37b. Utilizando la ecuación de Lambert-Beer, la absorción de la luz en el interior del fluido 4 de muestra puede calcularse por separado respecto de la intensidad de la generación de luz emitida (luz dispersada; luz fluorescente; luz fosforescente). Mediante un aparato con más de un detector, por ejemplo como el mostrado en la figura 5, es posible obtener la absorción y la turbidez de forma independiente respecto de la fluorescencia o la fosforescencia utilizando detectores de longitudes de onda selectivas. Por ejemplo, puede colocarse un filtro de color en la trayectoria de la luz antes del detector.

Puede utilizarse un procesador para calcular las propiedades deseadas del líquido 4 de muestra respecto de las intensidades detectadas.

50 La figura 6 muestra un diagrama que describe la entrada al procesador 50 y la salida del procesador 50. El procesador 50 recibe una intensidad I_0 de referencia desde el detector 32 de referencia, una intensidad I_1 desde el detector 37 y, si está disponible, una intensidad desde el detector 37b. Si, tal como en la figura 4, se utilizan dos fuentes de luz, pueden alimentarse dos intensidades de referencia al procesador 50. Las intensidades introducidas al procesador 50 se utilizan en fórmulas dentro del procesador, y se calcula fácilmente dicha por lo menos una propiedad del líquido de muestra. Como mediciones de calibración pueden utilizarse intensidades medidas con líquidos de muestra conocidos.

60 En el caso de mediciones de la turbidez y de la absorción con un aparato como el mostrado en la figura 5, con $\delta_1 = \delta_2 = 90^\circ$, pueden obtenerse de una manera directa valores para un coeficiente de absorción α del líquido 4 de muestra, un coeficiente de dispersión integral σ del líquido 4 de muestra, y un coeficiente de dispersión σ_{90} a 90 grados del haz del líquido 4 de muestra, por ejemplo, según los renglones siguientes:

$$I_1 = \sigma_{90} I_0 \exp[-(\alpha + \sigma)(L_1 + L_3)]$$

$$I_2 = \sigma_{90} I_0 \exp[-(\alpha + \sigma)(L_2 + L_4)]$$

$$(\alpha + \sigma) = -\ln(I_1/I_2) / (L_1 + L_3 - L_2 - L_4)$$

$$\sigma_{90} = I_1/I_0 \cdot \exp[(\alpha + \sigma)(L_1 + L_3)], \quad y$$

$$\sigma_{90} = I_2/I_0 \cdot \exp[(\alpha + \sigma)(L_1 + L_3)],$$

5

10 con I_0 = intensidad inicial, I_1 = intensidad en el primer detector, I_2 = intensidad en el segundo detector, y siendo L_1 , L_2 , L_3 y L_4 longitudes de trayectoria óptica tal como se indica en la figura 5.

15 Para resultados aún más precisos, es posible manejar fórmulas más refinadas. El caso de dos fuentes de luz y un detector como, por ejemplo, el mostrado en la figura 4, y el caso de solamente una fuente de luz y solamente un detector como, por ejemplo, el mostrado en las figuras 1 a 3, pueden obtenerse de forma análoga. En el caso de mediciones de fluorescencia y fosforescencia, pueden derivarse de forma análoga ecuaciones correspondientes.

20 Las dimensiones típicas del aparato son: volumen del líquido de la muestra contenido: del orden de 100 ml a 500 ml, puede estar por debajo de 50 ml o por debajo de 20 ml, pero típicamente por encima de 10 ml; caudal del líquido de muestra en el interior del recipiente, de 1 ml/s a 10 ml/s, puede ser tan sólo de 0,2 ml/s \pm 0,1 ml/s.

25 Mediante los elementos 9, 10, 11 de separación es posible asegurar una superficie 5 de la muestra muy plana y en calma en la sección principal 6. El hecho de que las aberturas 12, 12', 13 que conectan las secciones 6, 7, 8 del recipiente estén dispuestas por debajo de la superficie 5 de la muestra soporta asimismo la formación de una superficie estable de la muestra en la sección principal 6.

Para mediciones de fluorescencia y fosforescencia la longitud o las longitudes de onda de la fuente de luz han de ser escogidas de forma adecuada.

Lista de Símbolos de Referencia

- 30 1 aparato, aparato de medición, turbidímetro, medidor de fluorescencia, medidor de fosforescencia, aparato de medición de absorción, aparato de monitorización
- 2 célula de flujo
- 35 3 recipiente
- 4 líquido de muestra, agua, solución
- 40 5 superficie de la muestra
- 6 sección principal
- 7 sección de entrada
- 45 8 sección de salida
- 9 primer elemento de separación
- 10 segundo elemento de separación
- 50 11 tercer elemento de separación
- 12, 12' abertura (que conecta la sección de entrada con la sección principal)
- 55 13 abertura (que conecta la sección de salida con la sección principal)
- 14 válvula, válvula de solenoide

	15	borde
	16	tubo de salida
5	17	tubo de entrada
	18	sección de desgasificación, sección de limpieza
10	19	abertura de purga
	20	(primer) haz de luz de prueba
	20b	segundo haz de luz de prueba
15	21	haz de luz emitida (a detectar)
	21b	haz de luz emitida (a detectar)
20	22, 22b	haz reflejado
	23	(primer) eje de detección
	23b	segundo eje de detección
25	24	cono de detección (del primer detector)
	24b	cono de detección (del segundo detector)
30	25	punto, en el que el haz de luz de prueba penetra en la superficie de la muestra
	26	punto, en el que la luz emitida penetra en la superficie de la muestra para ser detectado por el (primer) detector
35	27, 27b	haz de referencia
	30	fuentes de luz, láser, bombilla
	30b	segunda fuente de luz, láser, bombilla
40	31	divisor del haz, placa plano-paralela
	32	detector de referencia, célula fotoeléctrica
45	33	espejo
	34	barrera óptica
	35	trampa del haz
50	36, 36b, 36c	lente, lente colimadora
	37	(primer) detector, célula fotoeléctrica, elemento fotosensible
55	37b	segundo detector, célula fotoeléctrica, elemento fotosensible
	38	trampa del haz
	40, 41, 42	elemento
60	50	procesador
	I_0	intensidad inicial, intensidad del haz de luz de prueba
65	I_1	intensidad de la luz emitida (detectada en el primer detector)

ES 2 368 944 T3

	I_2	intensidad de la luz emitida (detectada en el segundo detector)
	L1,L2,L3,L4	longitudes, longitudes de trayectoria óptica
5	α	coeficiente de absorción
	β_1	ángulo de incidencia, ángulo de incidencia del (primer) haz de luz de prueba, medidos respecto de la superficie normal
10	β_2	ángulo de incidencia, ángulo de incidencia del segundo haz de luz de prueba, medidos respecto de la superficie normal
	γ_1	ángulo del (primer) eje de detección medido respecto de la superficie normal
15	γ_2	ángulo del segundo eje de detección medido respecto de la superficie normal
	δ_1	ángulo entre el (primer) haz de luz de prueba refractado y la luz emitida a detectar, dentro del líquido de muestra
20	δ_2	ángulo entre el segundo haz de luz de prueba refractado y la luz emitida a detectar, dentro del líquido de muestra
	σ	coeficiente de dispersión (integral)
25	σ_{90}	coeficiente de dispersión, para dispersión a 90°

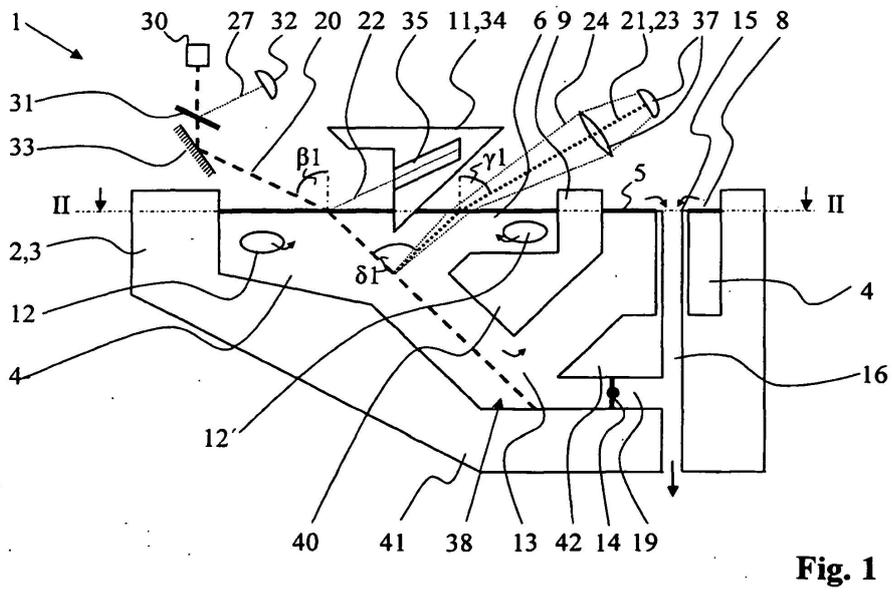
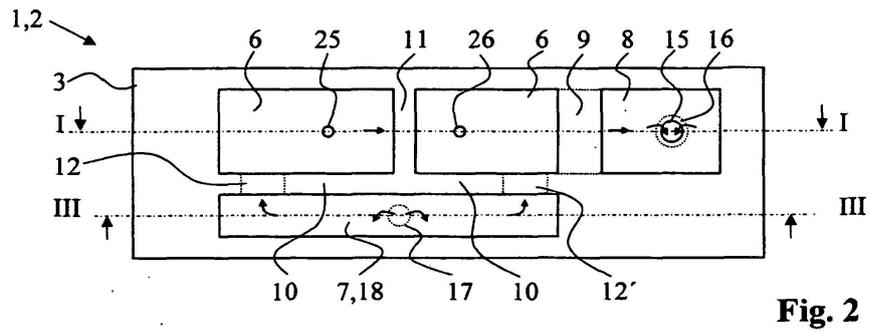
REIVINDICACIONES

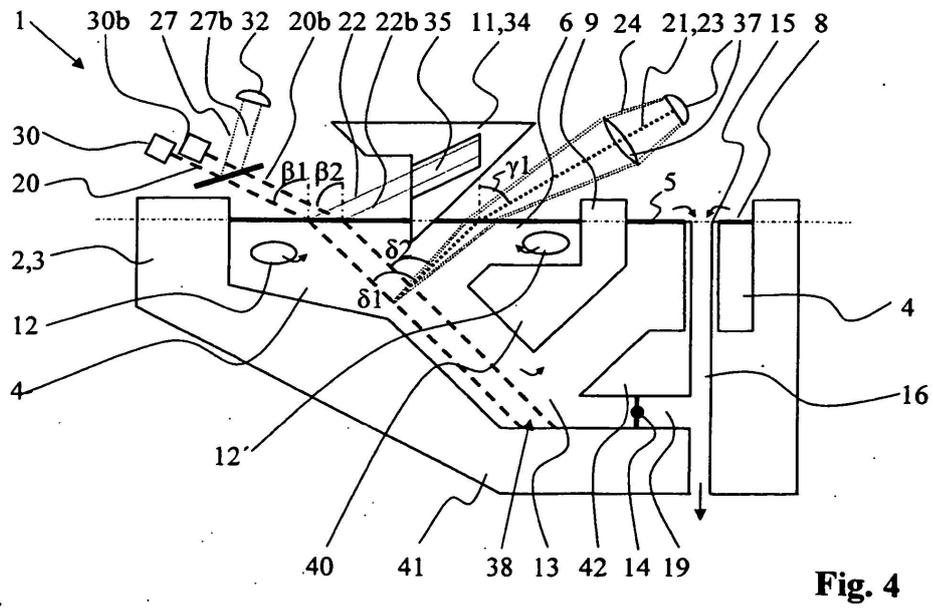
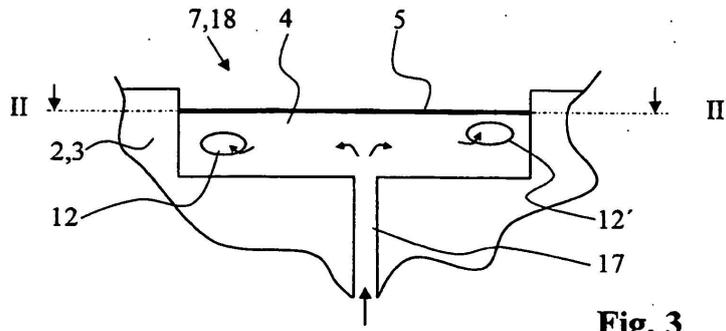
- 5 1. Aparato (1) para obtener, por lo menos, una propiedad de un líquido (4) de muestra a partir de la medición de luz emitida desde dicho líquido (4) de muestra tras la irradiación de dicho líquido (4) de muestra con un haz (20) de luz de prueba, comprendiendo dicho aparato (1)
- un recipiente (2) para contener dicho líquido (4) de muestra, formando dicho líquido (4) de muestra una superficie (5) de la muestra;
 - 10 - una fuente (30) de luz para generar dicho haz (20) de luz de prueba dirigido, en un ángulo $\beta_1 \neq 0^\circ$ con respecto a una superficie normal a dicha superficie (5) de la muestra, a dicha superficie (5) de la muestra en una sección principal (6) de dicho recipiente (2);
 - un primer detector (37) adaptado para detectar una intensidad (I_1) de dicha luz emitida a través de dicha superficie (5) de la muestra en dicha sección principal (6) de dicho líquido (4) de la muestra, en general a lo largo de un primer eje (23) de detección, formando dicho primer eje (23) de detección un ángulo $\gamma_1 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie (5) de la muestra; y
 - 15 - una barrera óptica (34) dispuesta en dicha sección principal (6) adaptada para bloquear la propagación de la luz originada por la reflexión o la dispersión de dicho haz (20) de luz de prueba en dicha superficie (5) de la muestra, en general a lo largo de dicho primer eje (23) de detección; y en el que dicho recipiente (2) comprende
 - 20 - una sección (7) de entrada para recibir líquido (4) de la muestra a medir, que tiene por lo menos una abertura (12, 12') a dicha sección principal (6) situada por debajo de dicha superficie (5) de la muestra; y caracterizado por que dicho recipiente (2) comprende
 - un elemento (10) de separación denominado un segundo elemento (10) de separación, para separar sustancialmente una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección de entrada (7) respecto de una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección principal (6).
 - 25
2. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicho recipiente (2) comprende
- una sección (8) de salida para extraer líquido (4) de muestra desde dicho recipiente (2), que tiene por lo menos una abertura (13) a dicha sección principal (6) situada por debajo de dicha superficie (5) de la muestra; y
 - 30 - un elemento (9) de separación denominado un primer elemento (9) de separación, para separar sustancialmente una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección de salida (8) respecto de una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección principal (6).
 - 35
3. Aparato (1) acorde con la reivindicación 2, en el que dicha sección (8) de salida comprende un borde (15) a desbordar por un exceso de líquido (4) de muestra.
4. Aparato (1) acorde con la reivindicación 3, en el que dicho borde (15) describe una forma cerrada.
- 40 5. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicho recipiente (2) comprende un elemento (11) de separación denominado un tercer elemento (11) de separación, mediante el cual dicha superficie (5) de la muestra en dicha sección principal (6) está dividida sustancialmente en una superficie parcial de la muestra, a la que se dirige dicho haz (20) de luz de prueba, y otra superficie parcial de la muestra, a través de la cual es emitida dicha luz emitida en general a lo largo de dicho primer eje (23) de detección.
- 45 6. Aparato (1) acorde con la reivindicación 6, en el que dicho tercer elemento (11) de separación comprende dicha barrera óptica (34).
- 50 7. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicha barrera óptica (34) se extiende por debajo de dicha superficie (5) de la muestra.
8. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicha barrera óptica (34) comprende una trampa (35) del haz para atrapar dicha luz procedente de la reflexión o dispersión de dicho haz (20) de luz de prueba en dicha superficie (5) de la muestra, propagándose en general a lo largo de dicho primer eje (23) de detección.
- 55 9. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicho recipiente (2) comprende una trampa (38) del haz para atrapar luz de dicho haz (20) de luz de prueba debajo de dicha superficie (5) de la muestra.
- 60 10. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, que comprende un detector (32) de referencia para obtener una medida para la intensidad (I_0) de dicho haz (20) de luz de prueba.
11. Aparato (1) acorde con la reivindicación 10, que comprende además un divisor (31) del haz para extraer de dicho haz (20) de luz de prueba un haz (27) de referencia a detectar por dicho detector (32) de referencia.
- 65

12. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, que comprende una segunda fuente (30b) de luz para generar un segundo haz (20b) de luz de prueba dirigido, en un ángulo $\beta_2 \neq 0^\circ$ con respecto a una superficie normal a dicha superficie (5) de la muestra, a dicha superficie (5) de la muestra en una sección principal (6) del recipiente (2).
- 5 13. Aparato (1) acorde con la reivindicación 12, en el que dicho primer detector (37) está adaptado para detectar una intensidad (I_1) de la luz emitida desde dicho líquido (4) de muestra tras la irradiación de dicho líquido (4) de muestra con dicho segundo haz (20b) de luz de prueba.
- 10 14. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, que comprende
- un segundo detector (37b) para detectar una intensidad (I_2) de dicha luz emitida a través de dicha superficie (5) de la muestra en dicha sección principal (6) de dicho líquido (4) de muestra, en general a lo largo de un segundo eje (23b) de detección, formando dicho segundo eje (23b) de detección un ángulo $\gamma_2 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie (5) de la muestra.
- 15 15. Aparato 1 acorde con la reivindicación 14, en el que dicho segundo detector (37b) está adaptado para detectar una intensidad (I_2) de la luz emitida desde dicho líquido (4) de muestra tras la irradiación de dicho líquido (4) de muestra con dicho primer haz (20) de luz de prueba.
- 20 16. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una propiedad comprende por lo menos una entre turbidez, fluorescencia y fosforescencia.
- 25 17. Aparato (1) acorde con la reivindicación 12 o la reivindicación 14, en el que dicha por lo menos una propiedad comprende absorción y por lo menos una entre turbidez, fluorescencia y fosforescencia.
- 30 18. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que en el interior de dicho líquido (4) de muestra, dicho haz (20) de luz de prueba forma un ángulo δ , con $80^\circ \leq \delta \leq 100^\circ$, con dicha luz emitida a detectar por dicho primer detector (37).
- 35 19. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicho haz (20) de luz de prueba no tiene divergencia.
20. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que la luz de dicho haz (20) de luz de prueba es luz infrarroja.
21. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, en el que dicho líquido (4) de muestra comprende agua.
- 40 22. Aparato (1) acorde con la reivindicación 1, que comprende además un procesador programado para obtener dicha por lo menos una propiedad de dicho líquido (4) de muestra a partir de dicha intensidad (I_1) de dicha luz emitida.
- 45 23. Método para obtener por lo menos una propiedad de un líquido (4) de muestra, que comprende las etapas de
- dirigir un haz (20) de luz de prueba a una superficie (5) de la muestra formada por dicho líquido (4) de la muestra, en un ángulo $\beta_1 \neq 0^\circ$ con respecto a una superficie normal a dicho líquido (4) de muestra;
 - detectar una intensidad (I_1) de luz emitida desde dicho líquido (4) de muestra tras la irradiación de dicho líquido (4) de muestra con dicho haz (20) de luz de prueba a través de dicha superficie (5) de la muestra en una sección principal (6) de dicho líquido (4) de muestra, en general a lo largo de un primer eje (23) de detección, formando dicho primer eje de detección (23) un ángulo $\gamma_1 \neq 0^\circ$ con una superficie normal a dicha superficie (5) de la muestra;
 - bloquear la propagación de la luz procedente de la reflexión o la dispersión de dicho haz (20) de luz de prueba en dicha superficie (5) de la muestra, en general a lo largo de dicho primer eje (23) de detección;
 - introducir líquido (4) de muestra a medir, en un recipiente (2) en una sección (7) de entrada;
 - recibir en dicha sección principal (6) líquido (4) de muestra a través de dicha sección (7) de entrada, a través de por lo menos una abertura situada bajo dicha superficie (5) de la muestra;
- 50 caracterizado por
- separar sustancialmente una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección (7) de entrada, respecto de una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección principal (6).
- 55 24. Método acorde con la reivindicación 23, que comprende además las etapas de
- recibir en una sección (8) de salida líquido (4) de muestra procedente de dicha sección principal (6) a través de, por lo menos, otra abertura situada por debajo de dicha superficie (5) de la muestra;
 - extraer líquido (4) de muestra de dicha sección (8) de salida, desde dicho recipiente (2);
 - separar sustancialmente una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección (8) de salida, respecto de una parte de dicha superficie (5) de la muestra que pertenece a dicha sección principal (6).
- 60
- 65

25. Método acorde con la reivindicación 23, que comprende además la etapa de

- 5
- dividir sustancialmente dicha superficie (5) de la muestra en dicha sección principal (6), en una superficie parcial de la muestra, a la cual es dirigido el haz (20) de luz de prueba, y otra superficie parcial de la muestra, a través de la cual es emitida dicha luz emitida, en general a lo largo de dicho primer eje (23) de detección.





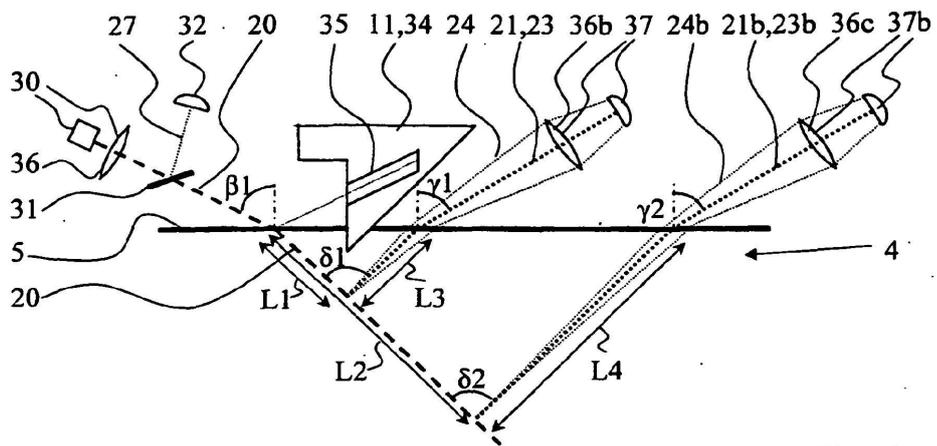


Fig. 5

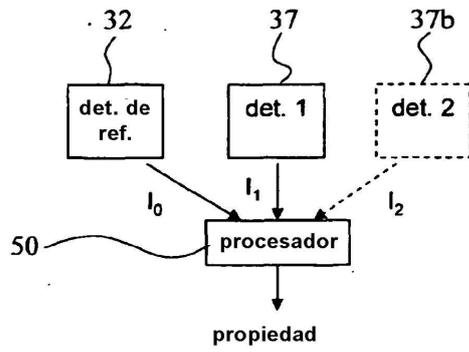


Fig. 6