

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 611**

51 Int. Cl.:

**G01N 21/51** (2006.01)

**G01N 21/90** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.05.2010 E 10163974 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2013 EP 2256483**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para determinar la densidad de una espuma**

30 Prioridad:

**26.05.2009 DE 102009022691**

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

**11.04.2013**

73 Titular/es:

**KRONES AG (100.0%)  
Böhmerwaldstrasse 5  
93073 Neutraubling, DE**

72 Inventor/es:

**PIANA, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

**ES 2 400 611 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

Procedimiento y dispositivo para determinar la densidad de una espuma.

La invención se refiere a un procedimiento para determinar la densidad de una espuma según el preámbulo de la reivindicación 1, así como a un dispositivo para ello, según el preámbulo de la reivindicación 4.

5 En las instalaciones de envasado de bebidas, especialmente al envasar bebidas carbonatadas en recipientes de bebida como por ejemplo botellas, frecuentemente se produce una capa de espuma. Según el tipo de bebida se puede producir más o menos espuma. Especialmente al envasar cerveza, frecuentemente se produce mucha espuma. Generalmente, pasa algún tiempo hasta que se haya precipitado la espuma, es decir hasta que se haya disuelto la cantidad de líquido ligada en la espuma. Para controlar la cantidad de líquido en el recipiente de bebida se mide el nivel de llenado. Sin embargo, debido a la espuma formada resulta difícil o incluso imposible llevar a cabo una determinación exacta del nivel de llenado inmediatamente después del llenado, ya que para ello hay que esperar hasta que se haya precipitado la espuma. La comprobación del líquido ligado en la espuma, realizada únicamente sobre la base de las dimensiones de la espuma, generalmente arroja resultados erróneos, ya que se forma espuma de densidad distinta, de modo que la cantidad de líquido ligada no sólo depende del tipo de bebida, sino que también varía de un recipiente a otro.

Al envasar bebidas sensibles al oxígeno, como por ejemplo cerveza, además es habitual inyectar justo antes del cerrador un fino rayo de agua estéril en la boca de llenado (el llamado procedimiento HDE). La espuma producida durante ello desplaza el oxígeno aún presente por encima del nivel de llenado. Para comprobar o controlar el funcionamiento correcto, también sería deseable saber algo acerca de la densidad de la espuma producida.

20 Con procedimientos habituales como la onda corta (HF), la desviación por infrarrojos y la absorción por infrarrojos no es posible determinar la cantidad de líquido en la espuma. Estos procedimientos tienen la desventaja de no poder detectar diferentes estructuras de espuma.

El documento WO2005/003758A1 describe un dispositivo para medir el tamaño de burbujas de una espuma en un recipiente de medición, por ejemplo una probeta, mediante la iluminación de la espuma con un estroboscopio o similar y la reproducción de la espuma mediante una cámara CCD.

El documento DE102004054859A1 describe un procedimiento y un dispositivo para el control óptico de espuma en cuellos de botella, en el que la zona del cuello de botella, incluido el cierre, se ilumina con una fuente luminosa infrarroja y se reproduce a trasluz mediante una cámara.

30 El documento EP0544428A1 describe un procedimiento y un dispositivo para valorar la calidad de espuma de una bebida después del envasado. Para ello, la bebida se vierte en una copa de vidrio, de forma que puede iluminarse lateralmente y reproducirse a trasluz mediante una cámara. Para ello, se propone una fuente luminosa para la iluminación uniforme de la copa de vidrio y su contenido.

35 El documento DE102007004346A1 describe un dispositivo para la caracterización óptica de muestras que son iluminadas desde varias direcciones laterales, y opcionalmente desde arriba, y reproducidas por una cámara. Se describen por ejemplo una fuente luminosa lateral para producir trasluz y una fuente luminosa dispuesta de forma aproximadamente coaxial con la cámara, para producir luz incidente. Además, se describe un láser orientado oblicuamente con respecto a la dirección visual de la cámara, de modo que después de atravesar la muestra, el rayo láser incide en una pantalla donde puede ser reproducido por la cámara.

40 Aunque se conocen procedimientos para la medición de espuma, con ellos solamente pueden determinarse velocidades de descomposición de las espumas. En uno de estos procedimientos se emite un rayo de luz a la espuma y la luz que sale de la espuma por el lado opuesto es registrada por un dispositivo de medición. El rayo de luz y el dispositivo de medición rotan alrededor de la capa de espuma durante el procedimiento. Además, con este procedimiento no es posible una determinación exacta de la densidad de espuma.

45 Por lo tanto, la invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento y un dispositivo con los que pueda detectarse la cantidad de líquido ligada en la espuma, por ejemplo para calcular el nivel de llenado resultante después de haberse precipitado la espuma o para poder vigilar la formación de espuma en general.

50 El procedimiento para conseguir este objetivo presenta las características de la reivindicación 1. A la espuma producida inmediatamente después de introducir el líquido en el recipiente o antes del cierre subsiguiente se irradia un rayo de luz. Dicho rayo de luz entra en la espuma ensanchándose durante ello. Para determinar la densidad de espuma se determina el contorno de un punto de luz producido por el rayo de luz en la espuma, permitiendo el contorno sacar conclusiones acerca de la densidad de espuma.

55 El procedimiento aprovecha el efecto de que la espuma provoca una dispersión del rayo de luz. Una densidad de espuma de diferentes alturas provoca diferentes grados de dispersión, es decir, de ensanchamiento del rayo. En una espuma de gran densidad que liga una gran cantidad de líquido, se produce una fuerte dispersión de los rayos de luz. Al contrario, la dispersión es menor cuando la espuma liga menos líquido, es decir, cuando la espuma es menos

densa.

5 La dispersión de la luz tratada aquí se denomina también efecto Tyndall. Este efecto se produce cuando están suspendidas partículas en un líquido o en un vaso, siendo comparable el tamaño de las partículas con la longitud de onda de la luz (aprox. 100 a 1.000 nm). La luz se refracta en las partículas, en este caso, una o varias paredes de burbuja, y por esta dispersión de la luz se dispersan rayos de luz que salen lateralmente del medio. La dispersión hace que el rayo de luz pueda verse también desde el lado.

10 Además, se determina el contorno del punto de luz desde fuera del recipiente y se compara con los datos almacenados. Habitualmente, las bebidas espumosas se envasan en botellas de vidrio o de plástico transparentes. Por lo tanto, el rayo de luz que puede ser generado por un láser usual en el mercado, especialmente de enfoque, en un intervalo de potencia de pocos mw, puede dirigirse a la espuma desde fuera del recipiente. Por lo tanto, el dispositivo de medición que registra el contorno del punto de luz también ha de disponerse fuera de la botella.

15 Para seguir incrementando la precisión de la determinación de la densidad de espuma, la densidad de la espuma puede determinarse mediante varios rayos de luz, especialmente haces de luz. Se sabe que la espuma no presenta una densidad constante a lo largo de su extensión, por lo que en caso de una sola medición pueden producirse errores. Los rayos de luz se irradian a la espuma de tal forma que los puntos de luz originados no se cruzan y su contorno puede distinguirse de manera clara y nítida. Alternativamente, también pueden emplearse láseres pulsados de forma distinta, con los que pueden detectarse también puntos de luz solapados y a partir de ellos se puede determinar la densidad.

20 Adicionalmente, los puntos de luz provocados por los rayos de luz se determinan mediante al menos un dispositivo de medición. El dispositivo de medición se usa también para determinar la altura de espuma en una botella de bebida, de manera que registra ya la altura total de la espuma. Con un dispositivo de medición, según la orientación de los rayos de luz es posible detectar varios puntos de luz y determinar la densidad en una zona correspondiente del rayo de luz. Sin embargo, también pueden estar orientados varios rayos de luz de tal forma que se requieren varios dispositivos de medición para registrar todos los puntos de luz.

25 Mediante la cantidad de líquido en la espuma, que puede detectarse de esta manera, se puede determinar por tanto el nivel de llenado esperado en el recipiente o, en general, la calidad o la densidad de espuma.

30 Un dispositivo para conseguir el objetivo mencionado presenta las características de la reivindicación 4. Según ésta, el dispositivo de medición está configurado de tal forma que puede detectar el contorno de un punto de luz producido en la espuma por el rayo de luz. Para ello, el dispositivo presenta una fuente luminosa y un dispositivo de medición dispuestos en la zona de los recipientes que han de llenarse. El contorno permite sacar conclusiones acerca de la densidad de espuma, por lo que la densidad de la espuma puede determinarse con medios sencillos.

Además, el dispositivo presenta un ordenador configurado para calcular la cantidad de líquido ligada en la espuma, mediante la comparación de datos del contorno del punto de luz, almacenados, medidos por el dispositivo de medición.

35 Según una variante ventajosa de la invención, el dispositivo de medición, especialmente una cámara, está dispuesto lateralmente con respecto a la entrada del rayo de luz, para medir el punto de luz desde el lado. La difracción provoca una dispersión del rayo de luz, por la que el rayo de luz se vuelve visible lateralmente con respecto a su eje longitudinal en la espuma. En función del rayo dispersado resultante con respecto a la densidad de espuma, el punto de luz varía en cuanto a su contorno, tamaño e intensidad luminosa sobre la espuma. Mediante la cámara se puede registrar fácilmente el contorno del rayo de luz o el contorno del rayo dispersado. Por lo tanto, contorno se refiere aquí a la disminución de la intensidad luminosa partiendo del centro del rayo hacia ambos lados transversalmente con respecto al sentido del rayo a lo largo del rayo, así como a los valores absolutos de intensidad luminosa. En una evaluación simplificada, sería por ejemplo la relación entre la longitud y el ancho del contorno del rayo dispersado.

45 Según otro ejemplo de realización ventajoso está previsto que el rayo de luz sea generado por un láser preferentemente pulsado o por una fuente luminosa similar con enfoque. Un láser emite un rayo de luz concentrado, enfocado, lo que durante la medición del contorno del punto de luz permite obtener un buen resultado sin más concentración óptica.

50 De manera ventajosa, el láser puede estar activado a la frecuencia de la cámara. De esa manera, es posible grabar no sólo imágenes individuales de la espuma, sino también varias imágenes seguidas o una imagen continua en forma de una película.

55 Según otra forma de realización ventajosa de la invención están dispuestos varias fuentes luminosas y dispositivos de medición lateralmente con respecto al recipiente. Por la densidad de la espuma que varía incluso en una sola formación de espuma, para la precisión de la medición resulta útil disponer varias fuentes luminosas de tal forma que puedan medirse diferentes zonas de la espuma. En este caso, de manera ventajosa, las fuentes luminosas están dispuestas unas encima de otras a lo largo de la altura de la espuma. Alternativamente, las fuentes luminosas también pueden estar dispuestas en un plano, de modo que la espuma sea irradiada con un haz de luz respectivamente desde dos o más lados. La cámara, en cambio, habitualmente está configurada de tal forma que se

registra una mayor zona de la espuma, lo que permite registrar con una cámara varias fuentes luminosas dispuestas unas encima y/o al lado de otras, y los puntos de luz generados por las mismas. Para la determinación exacta del contorno de los puntos de luz se separan varios puntos de luz grabados en una imagen.

5 El dispositivo de medición está dispuesto lateralmente y/o paralelamente con respecto al eje longitudinal del rayo de luz. Dado que el punto de luz sale de la espuma lateralmente con respecto al eje longitudinal del rayo de luz, el dispositivo de medición está dispuesto lateralmente con respecto al eje longitudinal del rayo de luz. No importa si está dispuesto de forma orientada perpendicularmente con respecto al rayo de luz. Únicamente debe quedar garantizado que el dispositivo de medición registre el punto de luz o el contorno del punto de luz de forma constante.

10 Según una variante preferible, el ordenador comprende una memoria en la que se pueden almacenar datos relativos al recipiente y el líquido, especialmente a las medidas y el grosor de material del recipiente, preferentemente del cuello de botella, así como a la calidad del líquido. Estos datos e informaciones se determinan antes del llenado de los recipientes y se depositan en una memoria. A causa de la medición exógena, es decir desde fuera del recipiente, una curvatura y el grosor del material de la pared del recipiente influyen en la medición del punto de luz, lo que mediante el correspondiente almacenamiento previo puede tenerse en consideración en la determinación del resultado. Igualmente, a través de la altura medida de la espuma y el volumen conocido del recipiente en esta zona puede determinarse el volumen de la capa de espuma. El ordenador presenta un software de procesamiento de imágenes para determinar el contorno del punto de luz. Los datos suministrados por la cámara son tratados por el procesamiento de imágenes, de tal forma que puede determinarse el tamaño exacto del punto de luz, por ejemplo en una unidad de superficie. Lo mismo es válido para el cálculo de la altura de espuma que es posible con el procesamiento de imágenes, así como de la cantidad envasada. Por lo tanto, con un software de procesamiento de imágenes es posible sacar conclusiones acerca de la densidad de espuma. En el caso de puntos de luz solapados o tomas realizadas sucesivamente, éstos también pueden evaluarse con la ayuda del software de procesamiento de imágenes.

25 Además, de manera ventajosa, es posible integrar el dispositivo en dispositivos existentes de control de altura de llenado por cámara. Por lo tanto, los sistemas de cámara existentes, ya instalados para el control de la altura de llenado en instalaciones de envasado se pueden reequipar fácilmente con un reducido gasto.

Un ejemplo de realización preferible de la invención se describe en detalle a continuación con la ayuda del dibujo. Muestran:

- 30 La figura 1 un alzado lateral de una zona superior de un recipiente de bebida con fuentes luminosas dispuestas lateralmente,  
 la figura 2 una vista en planta desde arriba del recipiente de bebida con fuentes luminosas dispuestas lateralmente y con un dispositivo de medición, y  
 la figura 3 un diagrama esquemático para explicar la invención.

35 En la figura 1 está representada una zona superior de un recipiente de bebida. Se trata de una botella de bebida 10 con un cuello de botella 11 que se estrecha cónicamente. El cuello de botella 11 desemboca en una zona de abertura 12 engrosada. La botella de bebida 10 es una botella de cuello estrecho usual en el mercado, de uso habitual en la industria de bebidas, especialmente en la industria cervecera.

40 En el ejemplo de realización representado, en la zona del cuello de botella 11 están dispuestas lateralmente varias fuentes luminosas en forma de láseres 13. Respectivamente dos láseres 13 se encuentran en un plano. En total, están dispuestos seis láseres 13 en tres planos superpuestos. De esta manera, el cuello de botella 11 está rodeado de láseres 13 al menos en una zona por debajo de la zona de abertura 12, los cuales están dispuestos a lo largo de un eje longitudinal de la botella de bebida 12.

45 Los láseres 13 que están dispuestos en un plano están posicionados con un desplazamiento unos respecto a otros en el contorno. Esto significa que los haces de luz 14 emitidos respectivamente de los láseres 13 no se extienden axialmente unos respecto a otros. Más bien, en el ejemplo de realización representado, sus ejes se encuentran en el plano correspondiente con un desplazamiento de aprox. 120° unos respecto a otros. Una disposición de dos láseres 13 dispuestos en un plano se puede ver en la figura 2.

50 La figura 2 muestra una vista en planta desde arriba de la botella de bebida 10 con dos láseres 13 dispuestos lateralmente. Adicionalmente, está dispuesto un dispositivo de medición 15 en forma de una cámara, lateralmente con respecto a la botella de bebida 10, en el plano de los dos láseres 13. Generalmente, el dispositivo de medición 15 está posicionado con respecto a la botella de bebida 10 de tal forma que cubre toda la zona del cuello de botella 11. Esto significa que los planos superpuestos de los láseres 13 se registran mediante un único dispositivo de medición 15. Por lo tanto, a un dispositivo de medición 15 están asignados varios láseres dispuestos paralelamente unos por encima y por debajo de otros. Alternativamente, sin embargo, también puede estar asignado un dispositivo de medición 15 a cada láser 13 o a un plano con láseres 13.

En la figura 2 está representado además un ordenador 16 que presenta una memoria en la que pueden estar

almacenados datos relativos a la botella de bebida 10 y a la bebida. Para el cálculo se almacenan por ejemplo datos relativos a las dimensiones de la botella 10, especialmente del cuello de botella, y el grosor de pared de la botella 10. Eventualmente, también pueden almacenarse datos relativos a la botella misma para permitir, con la ayuda de características de la bebida, una interpolación o extrapolación más exacta por toda la altura y, por tanto, la elaboración de un perfil de densidad vertical. Los datos almacenados pueden estar basados en valores empíricos, experimentos o mediciones previas. Además, el ordenador presenta un software de procesamiento de imágenes. Mediante el procesamiento de imágenes puede determinarse el contorno del punto de luz 17a, 17b.

A continuación, el procedimiento según la invención se describe en detalle con la ayuda de la figura 3: La capa de espuma originada durante el llenado en la zona del cuello de botella 11 contiene una cantidad de líquido que, una vez que se ha precipitado la espuma, hace que suba el nivel en la botella de bebida 10. Para poder evaluar ya inmediatamente después del llenado qué cantidad de líquido está ligada en la espuma, con el láser 13 dispuesto lateralmente se irradia a la espuma un rayo de algunos  $\mu$ seg. a pocos mseg., que produce en la espuma el punto de luz 17a ó 17b que se puede ver desde el lado y que según la densidad tiene un contorno distinto. El contorno de dicho punto de luz se registra con la cámara 15 posicionada lateralmente con respecto al sentido del rayo y, entonces, a partir del resultado de medición se determina la cantidad de líquido, por ejemplo mediante la comparación con los datos registrados previamente.

Habitualmente, el dispositivo de medición 15 se concibe de tal forma que, además de registrar los puntos de luz, también sea capaz de determinar también la altura de la capa de espuma. De esta forma, adicionalmente es posible incluir, para determinar la densidad de espuma, varios láseres dispuestos a lo largo de la extensión longitudinal de la botella de bebida 10. Por lo tanto, con un dispositivo de medición 15 se puede medir un mayor número de puntos de luz proyectados sobre la espuma. A partir del perfil de densidad de espuma vertical y la altura de espuma, conociendo el diámetro interior, la cantidad de líquido almacenada en la espuma puede calcularse por integración.

Generalmente, basta con determinar la densidad de espuma y por tanto la cantidad de líquido ligada con un solo procedimiento de medición. Un procedimiento de medición corresponde a una imagen de la cámara. El/los láser/es están activados de tal forma que su frecuencia se corresponde con el tiempo de grabación de la cámara. Alternativamente, también pueden crearse varias imágenes de puntos de luz, por ejemplo para determinar el transcurso temporal de la precipitación de la espuma.

En otra aplicación de la invención, el sistema según la invención se usa como sistema de control en combinación con un procedimiento HDE durante el envasado de bebidas sensibles al oxígeno, para vigilar si se ha producido la espuma suficiente para expulsar el oxígeno residual por la abertura de la boca.

El dispositivo puede integrarse fácilmente en dispositivos de control de altura de llenado existentes. Dado que en la actualidad, el control de altura de llenado ya se suele efectuar con un sistema de cámara, la invención puede realizarse fácilmente, porque tan sólo hay que complementar el sistema existente con el o los láseres y un software de procesamiento de imágenes adecuado.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para determinar la densidad de espuma formada por ejemplo inmediatamente después de la introducción de un líquido en un recipiente (10) o producida antes del cierre subsiguiente del recipiente, en el cual a la espuma se irradia un rayo de luz (14), **caracterizado porque** el contorno de un punto de luz (17a, 17b) producido en la espuma por el rayo de luz (14) se determina desde fuera del recipiente (10) y se compara con datos almacenados.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la densidad de la espuma se determina mediante varios rayos de luz (14), especialmente haces de luz.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** el contorno de los puntos de luz provocados por los rayos de luz (14) se determina mediante al menos un dispositivo de medición (15).
- 10 4. Dispositivo para determinar la densidad de espuma formada inmediatamente después de la introducción de un líquido en un recipiente (10) o producida antes del cierre subsiguiente del recipiente, en el cual lateralmente en la zona de los recipientes (10) están dispuestas una fuente luminosa (13) y un dispositivo de medición (15), y la fuente luminosa emite un rayo de luz (14) a la espuma, y en el cual el dispositivo de medición (15) está configurado de tal forma que es capaz de determinar el contorno de un punto de luz (17a, 17b) producido en la espuma por el rayo de luz, **caracterizado por** un ordenador (16) configurado para calcular la cantidad de líquido ligada en la espuma, mediante la comparación de datos del contorno del punto de luz (17a, 17b) almacenados, medidos por el dispositivo de medición (15).
- 15 5. Dispositivo según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el dispositivo de medición (15) que es especialmente una cámara está dispuesto lateralmente con respecto a la entrada de rayo de luz (14), para medir el punto de luz (17a, 17b) desde el lado.
- 20 6. Dispositivo según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado porque** el rayo de luz (14) es producido por un láser (13) o una fuente luminosa con un enfoque similar.
7. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 4 a 6 anteriores, **caracterizado porque** varias fuentes luminosas (13) y dispositivos de medición (15) están dispuestos lateralmente con respecto al recipiente.
- 25 8. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 4 a 7 anteriores, **caracterizado porque** el ordenador presenta una memoria para almacenar datos relativos al recipiente (10) y al líquido, especialmente a las dimensiones y al grosor de material del recipiente (10), preferentemente del cuello de botella (11), así como a características del líquido.
- 30 9. Dispositivo según al menos una de las reivindicaciones 4 a 8 anteriores hasta la instalación en un dispositivo existente de control de altura de llenado por cámara.

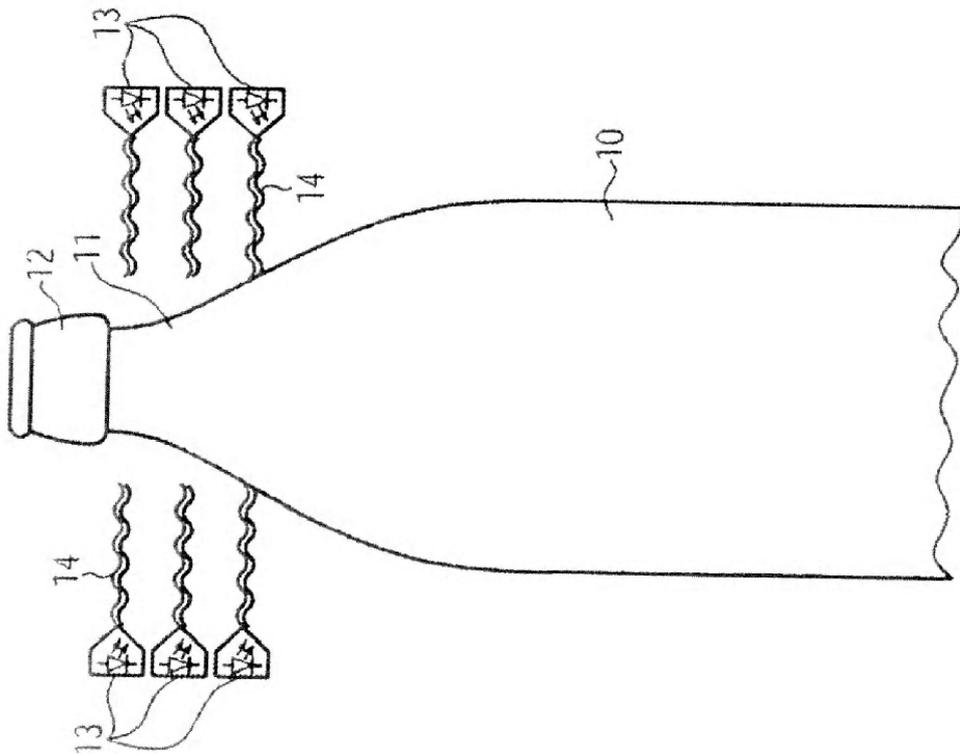


FIG. 1

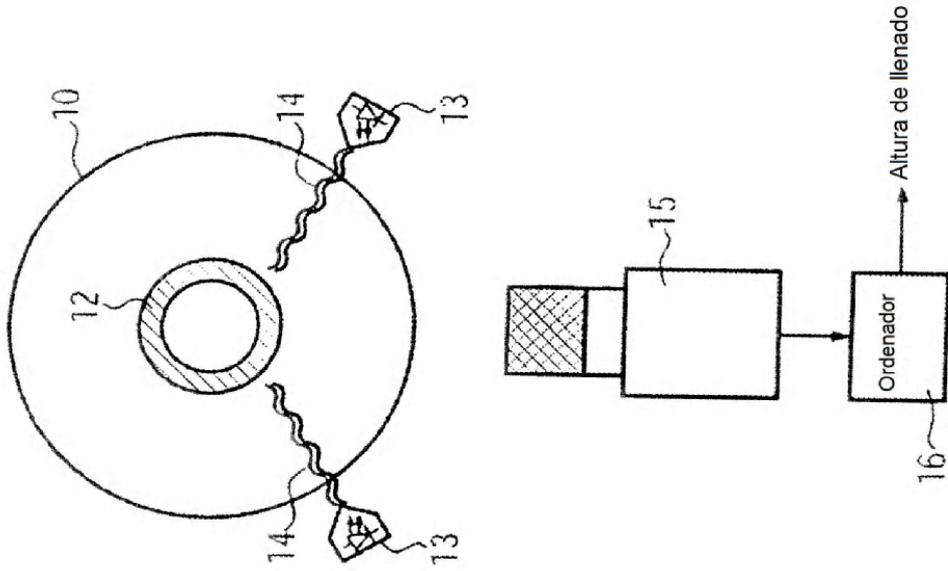


FIG. 2

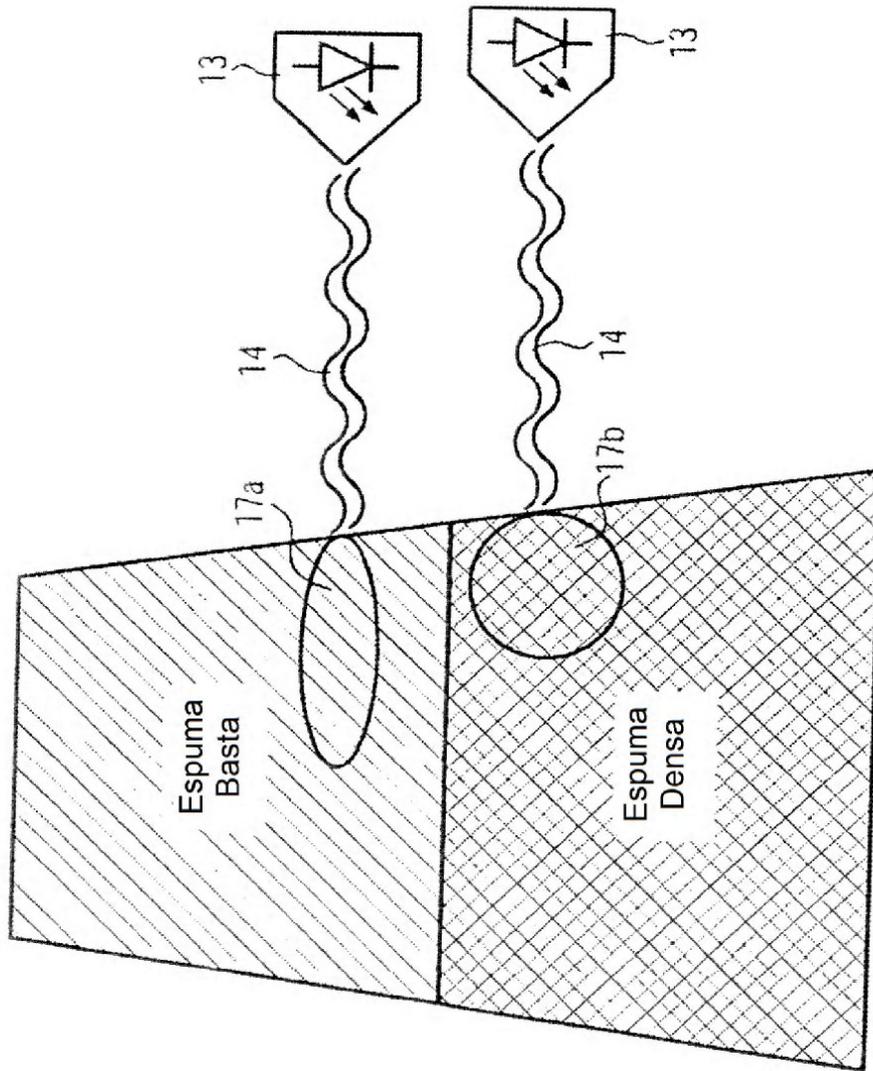


FIG. 3