



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 312 206**

51 Int. Cl.:  
**G01F 23/296** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **99920792 .1**

96 Fecha de presentación : **27.04.1999**

97 Número de publicación de la solicitud: **1084383**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.03.2001**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la determinación del nivel de llenado de recipientes.**

30 Prioridad: **27.04.1998 DE 198 18 768**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.02.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.02.2009**

73 Titular/es: **HEUFT SYSTEMTECHNIK GmbH**  
**Brohltalstrasse 31-33**  
**56659 Burgbrohl, DE**

72 Inventor/es: **Heuft, Bernhard y**  
**Goller, Hans-Ulrich**

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 312 206 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).

# ES 2 312 206 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo para la determinación del nivel de llenado de recipientes.

5 La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para determinar el nivel de llenado de recipientes, para lo cual se generan sin contacto en una pared del recipiente vibraciones mecánicas, se captan sin contacto las vibraciones mecánicas producidas y se analizan las vibraciones captadas.

10 Por el documento GB 2 298 279 A se conoce un procedimiento de esta clase, donde se parte de la observación de que para una determinada clase de recipientes de gas no es la frecuencia de resonancia sino únicamente la amplitud de la frecuencia la que varía en función de la cantidad residual contenida. Para determinar la cantidad residual se dirigen por lo tanto mediante un altavoz ondas acústicas de esta frecuencia de resonancia sobre el recipiente y se determina la intensidad de las ondas acústicas devueltas de esta frecuencia y se comparan con un valor umbral.

15 Por el documento DE 40 04 965 A1 es conocido el método de comprobar la estanqueidad de los cierres de vacío colocados en recipientes, al generarse sin contacto unas vibraciones mecánicas en el cierre de vacío por medio de un campo magnético de corta duración, y se evalúa la vibración generada en cuanto a frecuencia, duración del período y/o amortiguación.

20 Por los documentos US-A-3 802 252, US-A-4 811 595, US-A-5 353 631 y GB-A-2 293 450 se conoce el método de determinar la presión interior de un recipiente activando mecánica o magnéticamente una de las paredes del recipiente y midiendo la frecuencia de resonancia del recipiente, a partir de la cual se deduce entonces la presión interior.

25 Por el documento DE-A-40 08 135 se conoce un procedimiento para la determinación de un nivel de llenado mínimo y máximo, en el cual se determina respectivamente en un determinado punto de la pared exterior de recipiente la frecuencia de resonancia. Para generar las vibraciones y para explorar las vibraciones se emplean piezocristales.

30 Por el documento DE-A-41 00 338 se conoce un procedimiento en el cual se determina el grado de llenado del recipiente con un material escurrible mediante la medición de la frecuencia de las vibraciones de sonido corporal de la carcasa del recipiente mediante un sensor colocado directamente sobre la pared del recipiente.

35 Por el documento DE-A-197 11 093 (= EP 0 831 308 A) se conoce un procedimiento mediante el cual se determina el contenido de una botella de gas líquido, por el hecho de que mediante un transmisor acústico aplicado a la cara exterior de la botella de gas se dirige sobre la botella de gas una señal acústica, y porque se capta la señal acústica emitida por la botella de gas, y se comparan ambas señales. Para ello, la señal emitida recorre una gama de frecuencias mayor, y al medir la amplitud de la señal recibida se determina la frecuencia de resonancia.

40 Por el documento WO 94/24526 se conoce un procedimiento en el cual se generan en un recipiente ondas ultrasónicas planas en una muestra líquida, y se mide la dependencia de la amplitud y/o de la fase de las resonancias en función de la frecuencia.

45 En la solicitud más antigua, todavía sin publicar, DE-A-196 46 685 (= WO 98/21557) se describe un procedimiento para la determinación del nivel de llenado de recipientes cerrados, donde en una pared del recipiente se excitan unas vibraciones mecánicas primarias, y se analizan las vibraciones secundarias excitadas en el recipiente, que tienen lugar dentro del espacio entre el cierre y el líquido. A partir de la frecuencia de estas vibraciones secundarias se puede determinar el nivel de llenado.

50 En la solicitud más antigua todavía sin publicar DE-A-197 36 869 (= WO 99/10722) se describe un procedimiento para determinar el volumen de aire residual en recipientes que están cerrados mediante un cierre. Para ello se espuma el líquido para desplazar el volumen de aire residual antes del cierre. El volumen de aire residual se determina excitando en el cierre vibraciones mecánicas, que se analizan inmediatamente después de colocar el cierre, antes de que en el interior del recipiente tenga lugar una variación perceptible de la presión interior. En el análisis de las vibraciones se incluye para ello la frecuencia, el tiempo de relajación, la amplitud de las vibraciones y/o la integral en el tiempo de la amplitud de las vibraciones.

55 La invención tiene como objetivo determinar el nivel de llenado de recipientes, en particular de latas, de la manera más sencilla y rápida posible.

60 Este objetivo se resuelve conforme a la invención al generar la vibración en una pared de un recipiente, a la cual se contacta a diferente distancia del llenado en función del nivel de llenado, y porque a continuación se lleva a cabo el análisis de las vibraciones captadas, para comprobar en qué medida la pared del recipiente está contactada por la cara interior por el volumen de llenado, efectuándose la evaluación del tiempo de relajación, de la frecuencia, de la intensidad y/o de la integral a lo largo del tiempo de la intensidad o la determinación del lugar de máxima intensidad de la vibración mecánica.

65 Las vibraciones mecánicas en la pared del recipiente se generan de forma conocida mediante un breve impulso magnético emitido por una bobina magnética. El impulso magnético desvía brevemente la pared del recipiente y al terminar el impulso magnético, la pared del recipiente oscila en sentido contrario. La vibración mecánica de la pared de

## ES 2 312 206 T3

recipiente genera vibraciones acústicas que a su vez se pueden recibir mediante un micrófono, un captador magnético o similar. Esta técnica de medida se conoce hace tiempo con relación a la determinación de la presión interior de recipientes. Estas vibraciones mecánicas decrecen con una determinada constante de tiempo. La constante de tiempo es relativamente pequeña, es decir que la relajación es grande cuando el recipiente está lleno. Cuando menor sea el volumen de llenado tanto mayor se va haciendo la constante de tiempo de la vibración. El nivel de llenado actúa de forma especialmente significativa sobre la relajación de las vibraciones.

La mayor relajación superior también repercute en la integral en el tiempo de la amplitud de las vibraciones. Esta integral en el tiempo es proporcional al área que en un diagrama de la amplitud de vibraciones en función del tiempo está situada debajo de la curva que representa las vibraciones. Cuando menor sea esta área tanto mayor es el nivel de llenado.

Adicionalmente se producen también desplazamientos en cuanto a la frecuencia de las vibraciones, que también se pueden evaluar. De una forma general rige que la frecuencia aumenta al aumentar el nivel de llenado.

Por el hecho de que las vibraciones mecánicas se generan sin contacto en la pared del recipiente, por ejemplo mediante un impulso magnético, y dado que también se efectúa sin contacto la captación de las vibraciones, el procedimiento objeto de la invención resulta especialmente adecuado para determinar el nivel de llenado de recipientes que se estén transportando sobre una cinta transportadora u otra instalación de transporte.

En una realización preferida de la invención se captan las vibraciones de la pared del recipiente mediante dos micrófonos situados uno sobre otro distanciados entre sí, y mediante una comparación de las fases de las vibraciones se determina el lugar del origen acústico. Para ello se aprovecha que las vibraciones en la pared del recipiente, por debajo del nivel de líquido, están muy amortiguadas, de modo que principalmente vibra aquella parte de la pared del recipiente situada por encima del nivel de líquido, de modo que al aumentar el nivel de llenado se desplaza hacia arriba el centro de las vibraciones generadas en el recipiente. Mediante la localización de la fuente acústica se puede obtener por lo tanto también una información sobre el nivel de llenado.

En la evaluación de las vibraciones en cuanto a amortiguación y frecuencia no tiene gran importancia la distancia entre la bobina magnética y el recipiente así como entre el recipiente y el micrófono. Sin embargo es preciso tener en cuenta estas dos distancias cuando se evalúan las vibraciones en cuanto a la integral en el tiempo de la amplitud, ya que aquí interviene en el resultado de la medición la intensidad absoluta de las vibraciones. Al evaluar las vibraciones en cuanto a la integral en el tiempo de la intensidad o de la amplitud se tiene por lo tanto preferentemente en cuenta la distancia entre la bobina magnética y la pared del recipiente, así como entre la pared del recipiente y el micrófono. La medición de la distancia puede realizarse de forma conocida por medio de un rayo láser, por un procedimiento inductivo o por ultrasonido.

Debido a los movimientos de las ondas y a los efectos de bazuqueo del líquido en el recipiente se producen errores en la precisión de la medición. Para mejorar la precisión de medida se conectan por lo tanto preferentemente varias instalaciones de medida sucesivamente, constanding cada instalación de medida de una bobina magnética y de uno o dos micrófonos. Dado que los costes de las distintas instalaciones de medida son relativamente bajos, se puede lograr mediante un número mayor, por ejemplo 10 o más instalaciones de medida, y la formación del valor medio de los resultados de todas las instalaciones de medida, una mejora considerable de la precisión. Mediante un número mayor de instalaciones de medida no solamente se reduce la falta de precisión causada por el bazuqueo del líquido sino también las imprecisiones de medida inherentes del sistema. Las instalaciones de medida pueden estar dispuestas para ello a ambos lados del recipiente o de la lata.

A continuación se explican algunos ejemplos de realización de la invención sirviéndose del dibujo. En éste muestran:

Figura 1 una disposición para generar vibraciones mecánicas en una lata y para recibir las señales acústicas generadas por estas vibraciones.

Figura 2 una disposición semejante a la de la Figura 1, pero con dos micrófonos para determinar el punto central de las vibraciones acústicas en caso de falta de llenado, y

Figura 3 la disposición de la Figura 2, en el caso de un llenado normal de la lata.

En los ejemplos de realización mostrados en las Figuras se transportan latas 10 sobre una cinta transportadora 12 frente a una instalación de medida 14. En la Figura 1, las latas van guiadas por unas barandillas laterales fijas 16. Las latas 10 están parcialmente llenas de líquido 18 y por encima del líquido se encuentra un espacio de aire 20.

El dispositivo de medida 14 se compone de una bobina magnética 22 y de un núcleo 24 que lleva una escotadura axial 26. En la escotadura 26 se encuentran uno o dos micrófonos 28. A la bobina magnética 22 se le pueden aplicar impulsos de corriente de corta duración mediante una fuente de corriente no representada, de modo que la bobina magnética emite los correspondientes breves impulsos magnéticos. El dispositivo de medida 14 está situado a la distancia más reducida posible de una pared lateral de las latas 10 que pasan frente a ella, y la bobina magnética se controla de tal modo que en el momento en que sea mínima la distancia a una lata 10 que pasa por delante, emita el

## ES 2 312 206 T3

impulso magnético. De este modo, la pared lateral 30 de la lata 10 es desviada brevemente hacia la bobina magnética 22, con lo cual se excita en la pared lateral 30 una vibración mecánica que decrece muy rápidamente. Para ello el dispositivo de medida 14 está situado aproximadamente a la altura del nivel de líquido en caso de llenado normal de las latas 10.

5

Las vibraciones excitadas por el impulso magnético son captadas como vibraciones acústicas por el o los micrófonos 28 y se evalúan mediante un dispositivo de evaluación no representado.

10 El sistema de medida 14 con la bobina magnética 22 y los micrófonos 28 sólo está representado esquemáticamente en las Figuras. De hecho la bobina magnética 22 puede presentar cualquiera de las formas usuales, por ejemplo forma de cazoleta o de herradura, mediante la cual se concentra el campo magnético en el lado orientado hacia las latas 10.

15 El tiempo de relajación de las vibraciones mecánicas depende del nivel de llenado. Cuanto más alto sea el nivel de llenado en la lata 10, tanto más corto es el tiempo de relajación. La señal de vibraciones recibidas por los micrófonos 28 se evalúa en el dispositivo de evaluación. Sirviéndose de instalaciones electrónicas convencionales de evaluación se puede determinar el tiempo de relajación de la vibración. Mediante algunas pasadas de prueba con latas 10 con diferente nivel de llenado se prepara una tabla de valores mediante la cual se puede leer entonces el nivel de llenado basándose en el tiempo de relajación.

20 Del mismo modo varía la frecuencia de la vibración mecánica excitada en función del nivel de llenado, de modo que mediante la correspondiente tabla de valores se puede leer también el nivel de llenado sirviéndose de la frecuencia de la vibración mecánica que se ha determinado.

25 También depende del nivel de llenado la intensidad de las vibraciones, de modo que también midiendo éstas se puede obtener una información sobre el nivel de llenado. Pero dado que la intensidad depende adicionalmente de la distancia de la bobina magnética 22 y de los micrófonos 28 a la lata 10, es preciso que el valor de intensidad que se haya medido se corrija y normalice primeramente en función de estas distancias. La medición de la distancia puede efectuarse por ejemplo mediante la medición del tiempo de recorrido de un rayo láser.

30 Por último también depende del nivel de llenado claramente la integral en el tiempo de la amplitud o de la intensidad de la vibración mecánica excitada. También para esto es necesario efectuar una corrección de acuerdo con la distancia del dispositivo de medida 14 a la lata 10.

35 En el ejemplo de realización representado en las Figuras 2 y 3 están presentes dos micrófonos 28. Mediante la comparación de las fases de las señales de vibraciones captadas por los dos micrófonos 28 se puede comprobar la dirección desde la que procede la señal acústica, y teniendo en cuenta la distancia de la lata 10 al dispositivo de medida 14 se puede determinar dentro de la pared lateral 30 de la lata 10 el punto del cual procede la señal acústica más intensa. Y es que se ha visto que la vibración mecánica excitada tiene su mayor intensidad y amplitud aproximadamente en el centro de la zona de la pared lateral 30, situada por encima del nivel de llenado. Mediante el empleo de dos micrófonos 28 se puede determinar por lo tanto este punto de máxima intensidad de las vibraciones mecánicas, y teniendo en cuenta la altura total de las latas 10, se puede determinar a partir de ello el nivel de llenado.

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar el nivel de llenado de recipientes (10), donde en una pared del recipiente (30) se generan sin contacto vibraciones mecánicas y las vibraciones mecánicas generadas son captadas sin contacto y las vibraciones captadas son analizadas,

**caracterizado**

- porque las vibraciones mecánicas se generan mediante una desviación a modo de impulso de corta duración de la pared del recipiente (30), que es contactada en función del nivel de llenado a diferente distancia del contenido, y
- porque el análisis de las vibraciones captadas se efectúa para determinar en qué medida la pared del recipiente (30) es contactada por la cara interior por el contenido, efectuándose la evaluación del tiempo de relajación, de la frecuencia, de la intensidad y/o de la integral en el tiempo de la intensidad o la determinación del lugar que origina la máxima intensidad de vibraciones mecánicas, donde para determinar el lugar de la máxima intensidad de las vibraciones mecánicas se captan las vibraciones mediante dos micrófonos dispuestos distanciados entre sí, comparándose los ángulos de fase de las vibraciones captadas por cada uno de los micrófonos.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque en un recipiente (10) se determina múltiples veces el nivel de llenado y se forma el valor medio de los niveles de llenado obtenidos.

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la vibración mecánica se genera en un punto de la pared del recipiente (30) que está situado aproximadamente a la altura del nivel de llenado normal.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque durante el análisis de las vibraciones captadas en cuanto a la integral en el tiempo de la intensidad o amplitud, se tiene en cuenta la distancia entre el dispositivo para generar las vibraciones mecánicas y la pared del recipiente, así como la distancia entre la pared del recipiente y el dispositivo para la captación de las vibraciones.

5. Procedimiento según la reivindicación 4, **caracterizado** porque la medición de la distancia se efectúa mediante rayo láser, por procedimiento inductivo o por ultrasonido.

6. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, con una instalación (22) para generar vibraciones mecánicas en la pared del recipiente (30) y con una instalación (28) para la captación y evaluación de las vibraciones mecánicas, presentando la instalación (22, 28) destinada a generar las vibraciones mecánicas en la pared del recipiente (30) una bobina magnética que está dispuesta de tal modo que en la pared lateral de un recipiente (10) que pase por delante provoque mediante un impulso magnético de corta duración una breve desviación para generar las vibraciones mecánicas, **caracterizado** porque la bobina magnética (22) se excita de tal modo que cuando sea mínima la distancia a un recipiente (10) que pasa por delante emita el impulso magnético, que es de corta duración y que provoca una breve desviación de la pared lateral de un recipiente (10) que pasa por delante.

7. Dispositivo para realizar el procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, con una fuente de corriente y una bobina magnética (22) para generar vibraciones mecánicas en la pared del recipiente (30), y con una instalación (28) para la captación y para la evaluación de las vibraciones mecánicas, **caracterizado** porque la fuente de corriente aplica a la bobina magnética (22) un impulso de corriente de corta duración, y porque la bobina magnética (22) está dispuesta de tal modo que en la pared lateral de un recipiente (10) que pasa frente a ella provoca mediante un impulso magnético una breve desviación para generar las vibraciones mecánicas.

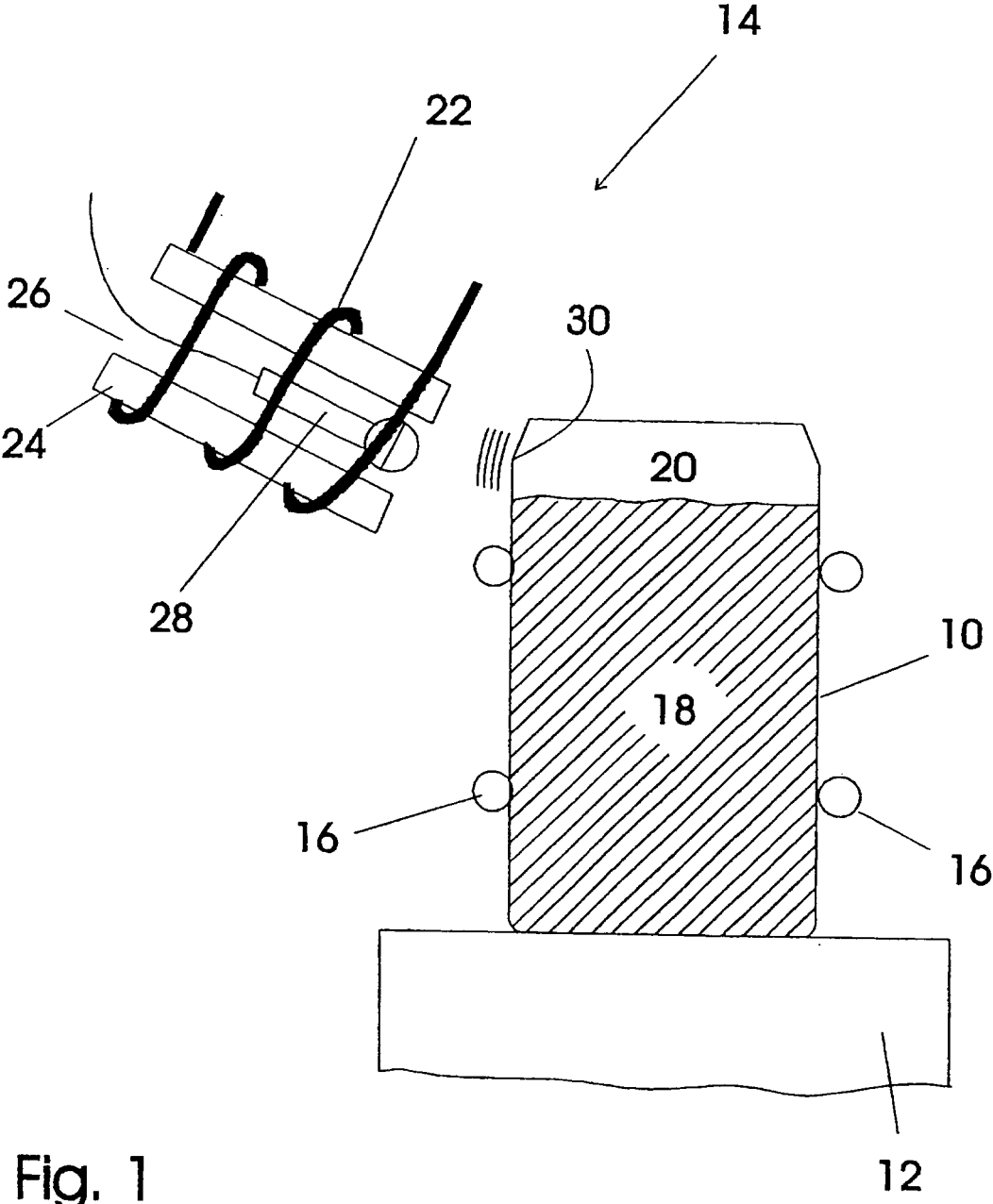


Fig. 1

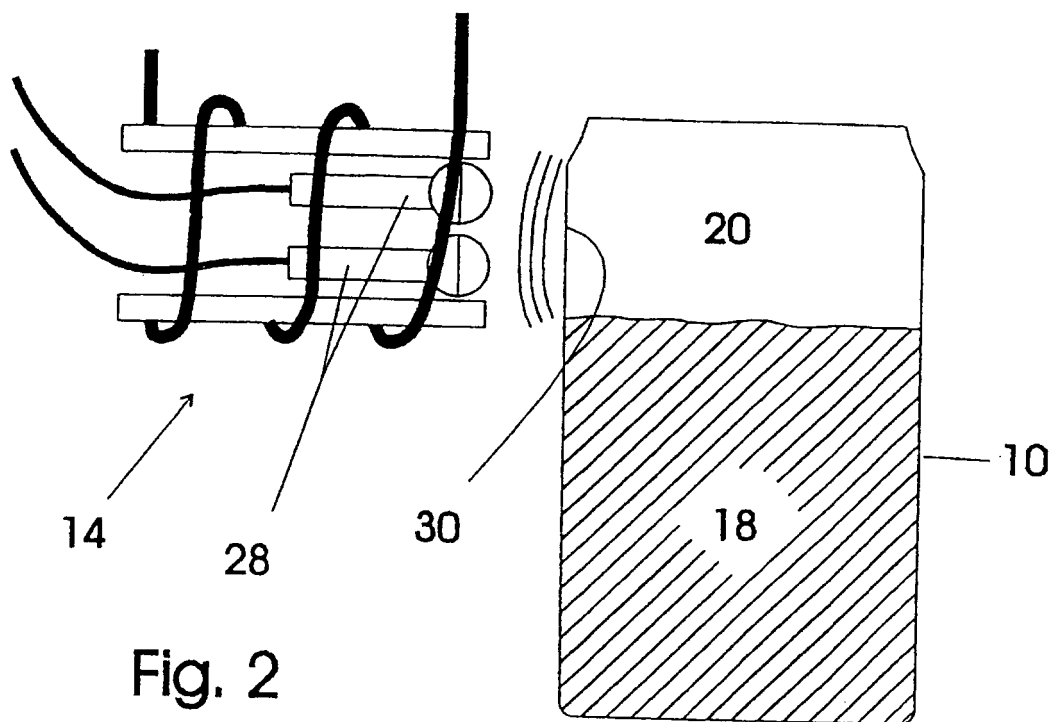


Fig. 2

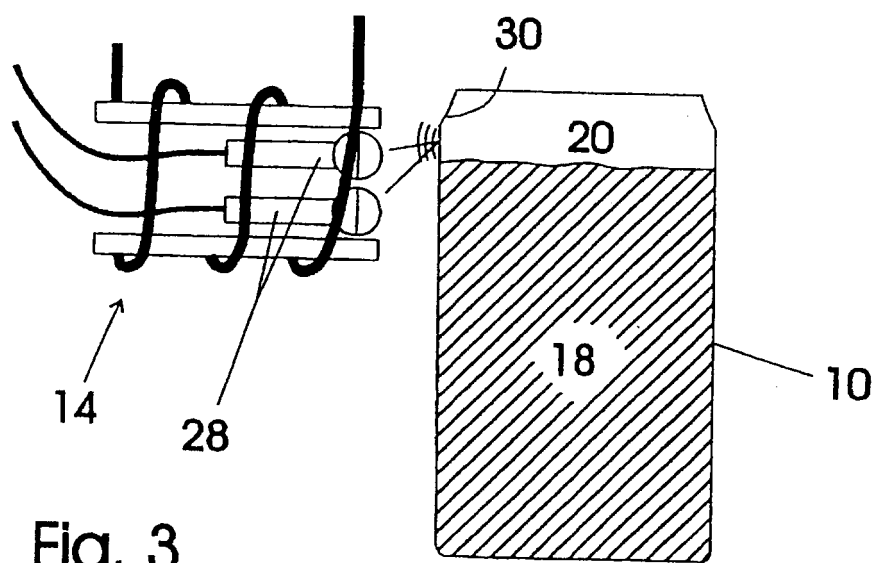


Fig. 3