

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 778 106**

51 Int. Cl.:

G01F 23/24 (2006.01)

B41J 2/175 (2006.01)

G01F 23/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.10.2015 PCT/US2015/057785**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.05.2017 WO17074342**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.10.2015 E 15907447 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3311126**

54 Título: **Indicador de nivel de líquido**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2020

73 Titular/es:

**HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT
COMPANY, L.P. (100.0%)
10300 Energy Drive
Spring TX 77389 , US**

72 Inventor/es:

**CUMBIE, MICHAEL W. y
BROWNING, ROBERT N.K.**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 778 106 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

Indicador de nivel de líquido

5 Antecedentes

10 Actualmente se emplean varios dispositivos para detectar el nivel de un líquido dentro de un volumen. Algunos de estos dispositivos pueden ser relativamente complejos y caros de fabricar. El documento US2005/0229699 describe aparatos y métodos que usan las propiedades eléctricas del agua para determinar un nivel de líquido. En particular, la resistencia o capacitancia del agua en comparación con el aire se usa para determinar un nivel de líquido. El documento US5142909 describe un sistema en el que se monitorea una caída de voltaje de resistencias calentadas. Como las resistencias que se sumergen en un fluido (en el caso del documento US5142909, combustible) se enfrían más eficientemente que las que están por encima de un nivel de combustible, la caída de voltaje puede indicar si una resistencia está sumergida o no y, por lo tanto, permite determinar un nivel de fluido. El documento US 2014/260520 A1 se refiere a un sensor de nivel de combustible. El documento US 2005/120791 A1 se refiere a un método y aparato para la medición del nivel de medios. El documento US 7392691 B1 se refiere a un método y aparato para detectar el nivel de un líquido. El documento US 2008/016960 A1 se refiere a un sensor de nivel de líquido que usa un sustrato de película gruesa.

20 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1A es un diagrama de una porción de una interfaz de líquido de ejemplo para un sensor de nivel de líquido de ejemplo que no está dentro del alcance de la reivindicación 1.

25 La Figura 1B es un diagrama de porciones de otra interfaz de líquido de ejemplo para un sensor de nivel de líquido de ejemplo que no está dentro del alcance de la reivindicación 1.

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para determinar un nivel de líquido mediante el uso del sensor de nivel de líquido de la Figura 1.

30 La Figura 3 es un diagrama de un ejemplo de sistema de detección de nivel de líquido.

La Figura 4 es un diagrama de un ejemplo de sistema de suministro de líquido que incluye el sistema de detección de nivel de líquido de la Figura 3.

35 La Figura 5 es un diagrama de otro ejemplo de sistema de suministro de líquido que incluye el sistema de detección de nivel de líquido de la Figura 3.

La Figura 6 es un diagrama de una porción de otra interfaz de líquido de ejemplo de un sensor de nivel de líquido que no está dentro del alcance de la reivindicación 1.

40 La Figura 7 es un diagrama de circuito de ejemplo del sensor de nivel de líquido de la Figura 6.

La Figura 8 es una vista en sección de la interfaz de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 6.

45 La Figura 9A es una vista frontal parcial del sensor de nivel de líquido de la Figura 6 que ilustra un pico de calor de ejemplo resultante de la pulsación de un calentador.

La Figura 9B es una vista frontal parcial de un sensor de nivel de líquido dentro del alcance de la reivindicación 1 que ilustra un pico de calor de ejemplo resultante de la pulsación de un calentador.

50 La Figura 9C es una vista en sección del sensor de nivel de líquido de la Figura 9B que ilustra el pico de calor de ejemplo resultante de la pulsación del calentador.

55 La Figura 10 es un gráfico que ilustra un ejemplo de diferentes respuestas a la temperatura detectadas a lo largo del tiempo a un impulso del calentador.

La Figura 11 es un diagrama de otro sensor de nivel de líquido de ejemplo.

60 La Figura 12 es una vista ampliada de una porción del sensor de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 11.

La Figura 13 es una vista en perspectiva de otro sensor de nivel de líquido de ejemplo.

La Figura 14 es una vista frontal del sensor de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 13.

65 La Figura 15 es una vista en sección del sensor de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 14.

La Figura 16 es un diagrama de flujo de un método de ejemplo para formar el sensor de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 13.

5 La figura 17 es una vista frontal de un panel de ejemplo sobre el que se han formado múltiples sensores de nivel de líquido, antes de la singularización.

Las Figuras 18A-18E son vistas en sección que ilustran el sensor de nivel de líquido de ejemplo de la Figura 13 mientras se forma.

10 Descripción detallada de ejemplos

Muchos dispositivos existentes que se usan actualmente para detectar el nivel de un líquido dentro de un volumen pueden ser relativamente complejos y costosos de fabricar. Por ejemplo, muchos dispositivos de detección de nivel de líquido actualmente disponibles utilizan componentes caros y materiales caros. Muchos dispositivos de detección de nivel de líquido disponibles actualmente implican procesos de fabricación complejos dedicados.

15 La invención proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para usar dicho aparato, como se define en la reivindicación 7. Esta descripción describe varios ejemplos de interfaces de líquido de detección de nivel de líquido que son menos costosas de fabricar. Como se describirá más adelante, en algunas implementaciones, las interfaces de líquido de detección de nivel de líquido descritas facilitan el uso de materiales que tienen un amplio rango de coeficientes de resistencia a la temperatura. En algunas implementaciones las interfaces de líquido de detección de nivel de líquido descritas están bien adaptadas para detectar el nivel de líquidos, de cualquier otra manera corrosivos, sin utilizar materiales resistentes a la corrosión generalmente más caros.

20 La Figura 1 ilustra un ejemplo de interfaz de detección de nivel de líquido 24 para un sensor de nivel de líquido que no está de acuerdo con la invención. La interfaz de líquido 24 interactúa con el líquido dentro de un volumen 40 y emite señales que indican el nivel actual de líquido dentro del volumen 40. Dichas señales se procesan para determinar el nivel de líquido dentro del volumen 40. La interfaz de líquido 24 facilita la detección del nivel de líquido dentro del volumen 40 de manera económica.

30 Como se muestra esquemáticamente en la Figura 1, la interfaz de líquido 24 comprende la lámina 26, una serie 28 de calentadores 30 y una serie 32 de sensores 34. La lámina 26 comprende una lámina alargada que se extenderá en el volumen 40 que contiene el líquido 42. La lámina 26 soporta los calentadores 30 y los sensores 34, de manera que un subconjunto de los calentadores 30 y los sensores 34 están sumergidos dentro del líquido 42, cuando el líquido 42 está presente.

35 En una implementación, la lámina 42 se soporta (desde la parte superior o desde la parte inferior) de manera que esas porciones de la lámina 26, y sus calentadores 30 y sensores 34 soportados, sumergidos dentro del líquido 42, están completamente rodeados en todos los lados por el líquido 42. En otra implementación la lámina 42 se soporta a lo largo de un lado del volumen 40, de manera que una cara de la lámina 42 adyacente al lado del volumen 40 no se opone al líquido 42. En una implementación la lámina 42 comprende una lámina rectangular alargada, sustancialmente plana. En otra implementación la lámina 42 comprende una lámina que tiene una sección transversal de polígono diferente o una sección transversal circular u ovalada.

45 Los calentadores 30 comprenden elementos térmicos individuales separados a lo largo de una longitud de la lámina 26. Cada uno de los calentadores 30 está lo suficientemente cerca de un sensor 28 de manera que el sensor 28 asociado puede detectar el calor emitido por el calentador individual. En una implementación cada calentador 30 se acciona independientemente para emitir calor independientemente de otros calentadores 30. En una implementación cada calentador 30 comprende una resistencia eléctrica. En una implementación cada calentador 30 debe emitir un pulso de calor durante al menos 10 μ s con una potencia de al menos 10 mW.

50 En el ejemplo ilustrado, los calentadores 30 se emplean para emitir calor y no sirven como sensores de temperatura. Como resultado, cada uno de los calentadores 30 puede construirse a partir de una amplia variedad de materiales eléctricamente resistivos que tienen un amplio rango de coeficientes de resistencia a la temperatura. Una resistencia se puede caracterizar por su coeficiente de resistencia a la temperatura, o TCR. El TCR es el cambio en la resistencia de la resistencia como una función de la temperatura ambiente. El TCR se puede expresar en ppm/ $^{\circ}$ C, lo cual significa partes por millón por grado centígrado. El coeficiente de resistencia a la temperatura se calcula de la siguiente manera:

$$\text{coeficiente de temperatura de una resistencia: } \text{TCR} = (R2-R1)e-6 / R1*(T2-T1),$$

60 donde TCR está en ppm/ $^{\circ}$ C, R1 está en ohmios a temperatura ambiente, R2 es resistencia a la temperatura de operación en ohmios, T1 es la temperatura ambiente en $^{\circ}$ C y T2 es la temperatura de operación en $^{\circ}$ C.

65 Debido a que los calentadores 30 son separados y distintos de los sensores de temperatura 34, hay disponible una amplia variedad de opciones de materiales de película delgada en los procesos de fabricación de placas para formar calentadores 30. En una implementación cada uno de los calentadores 30 tiene una disipación de calor relativamente alta por área,

estabilidad a altas temperaturas (TCR <1000 ppm/° C) y el acoplamiento íntimo de la generación de calor al medio circundante y al sensor de calor. Los materiales adecuados pueden ser metales refractarios y sus respectivas aleaciones, como el tantalio y sus aleaciones, y el tungsteno y sus aleaciones, por nombrar algunos; sin embargo, también se pueden usar otros dispositivos de disipación de calor como silicio dopado o el polisilicio.

5

Los sensores 34 comprenden elementos de detección individuales espaciados a lo largo de la longitud de la lámina 26. Cada uno de los sensores 34 está suficientemente cerca de un calentador 30 correspondiente, de manera que el sensor 34 puede detectar o responder a la transferencia de calor desde el calentador 30 asociado o correspondiente. Cada uno de los sensores 34 emite una señal que indica o refleja la cantidad de calor transmitida al sensor particular 34 luego de y correspondiente a un pulso de calor del calentador asociado. La cantidad transmitida al calentador asociado variará en dependencia del medio a través del cual se transmitió el calor antes de llegar al sensor. El líquido conducirá térmicamente el calor a una velocidad más rápida en comparación con el aire. Como resultado, las diferencias entre las señales de los sensores 34 indican el nivel de líquido 42 dentro del volumen 40.

10

15

En una implementación cada uno de los sensores 34 comprende un diodo que tiene una respuesta a la temperatura característica. Por ejemplo, en una implementación, cada uno de los sensores 34 comprende un diodo de unión P-N. En otras implementaciones se pueden emplear otros diodos u otros sensores de temperatura.

20

En el ejemplo ilustrado los calentadores 30 y los sensores 34 se soportan por la lámina 26 para ser interdigitados o intercalados entre sí a lo largo de la longitud de la lámina 26. Para los fines de esta descripción, el término "soporte" o "soportado por" con respecto a los calentadores y/o sensores y una lámina significa que la lámina porta los calentadores y/o sensores, de manera que la lámina, los calentadores y los sensores formen una sola unidad conectada. Dichos calentadores y sensores pueden estar soportados en el exterior o adentro y en el interior de la lámina. Para los fines de esta descripción el término "interdigitado" o "intercalado" significa que dos elementos se alternan entre sí. Por ejemplo, los calentadores y sensores interdigitados pueden comprender un primer calentador, seguido de un primer sensor, seguido de un segundo calentador, seguido de un segundo sensor y así sucesivamente.

25

En una implementación un calentador individual 30 puede emitir pulsos de calor que deben ser detectados por múltiples sensores 34 próximos al calentador individual 30. En una implementación cada sensor 34 está separado no más de 20 mm de un calentador individual 30. En una implementación los sensores 30 tienen una densidad unidimensional mínima a lo largo de la lámina 24 de al menos 100 sensores 34 por pulgada (al menos 40 sensores 34 por centímetro). La densidad unidimensional comprende varios sensores por unidad de medida en una dirección a lo largo de la longitud de la lámina 26, la dimensión de la lámina 26 que se extiende a diferentes profundidades, lo que define la profundidad o la resolución de detección de nivel de líquido de la interfaz de líquido 24. En otras implementaciones, los sensores 30 tienen otras densidades unidimensionales a lo largo de la lámina 24. Por ejemplo, en otra implementación, los sensores 34 tienen una densidad unidimensional a lo largo de la lámina 26 de al menos 10 sensores por pulgada. En otras implementaciones, los sensores 34 pueden tener una densidad unidimensional a lo largo de la lámina 26 del orden de los 1000 sensores por pulgada (400 sensores por centímetro) o más.

30

35

En algunas implementaciones la densidad vertical o el número de sensores por centímetro vertical o pulgada pueden variar a lo largo de la longitud vertical o longitudinal de la lámina 26. La Figura 1B ilustra una lámina de sensores 126 de ejemplo que tiene una densidad variable de los sensores 34 a lo largo de su dimensión principal o longitud longitudinal. En el ejemplo ilustrado la lámina de sensores 126 tiene una mayor densidad de sensores 34 en aquellas regiones a lo largo de la altura vertical o profundidad que se pueden beneficiar más de un mayor grado de resolución de profundidad. En el ejemplo ilustrado la lámina de sensores 126 tiene una porción inferior 127 que tiene una primera densidad de sensores 34 y una porción superior 129 que tiene una segunda densidad de sensores 34, la segunda densidad que es menor que la primera densidad. En tal implementación la lámina de sensores 126 proporciona un mayor grado de precisión o resolución a medida que el nivel del líquido dentro del volumen se aproxima a un estado vacío. En una implementación la porción inferior 127 tiene una densidad de al menos 40 sensores 34 por centímetro, mientras que la porción superior 129 tiene una densidad de menos de 10 sensores por centímetro, y en una implementación, 4 sensores 34 por centímetro. En otras implementaciones más, una porción superior o una porción media de la lámina de sensores 126 puede tener alternativamente una mayor densidad de sensores en comparación con otras porciones de la lámina de sensores 126.

40

45

50

Cada uno de los calentadores 30 y cada uno de los sensores 34 son accionables selectivamente bajo el control de un controlador. En una implementación el controlador forma parte de o es portado por la lámina 26. En otra implementación el controlador comprende un controlador remoto conectado eléctricamente a los calentadores 30 en la lámina 26. En una implementación, la interfaz 24 comprende un componente separado del controlador, lo que facilita el reemplazo de la interfaz 24 o facilita el control de múltiples interfaces 24 mediante un controlador separado.

55

60

La Figura 2 es un diagrama de flujo de un método 100 de ejemplo que se puede llevar a cabo mediante el uso de una interfaz de líquido, tal como la interfaz de líquido 24, para detectar y determinar el nivel de un líquido dentro de un volumen. Como se indica en el bloque 102, las señales de control se envían a los calentadores 30, lo que hace que un subconjunto de calentadores 30 o cada uno de los calentadores 30 se enciendan y se apaguen para emitir un pulso de calor. En una implementación las señales de control se envían a los calentadores 30, de manera que los calentadores 30 se accionan secuencialmente o se encienden y se apagan (se pulsan) para emitir secuencialmente pulsos de calor. En una implementación los calentadores se encienden y se apagan secuencialmente, por ejemplo, en el orden de arriba a abajo

65

a lo largo de la lámina 26 o de abajo a arriba a lo largo de la lámina 26.

En otra implementación los calentadores 30 se accionan en base a un algoritmo de búsqueda, en donde el controlador identifica cuál de los calentadores 30 se debe pulsar inicialmente en un esfuerzo por reducir el tiempo total o el número total de calentadores que se pulsan para determinar el nivel de líquido 42 dentro del volumen 40. En una implementación la identificación de qué calentadores 30 se pulsan inicialmente se basa en datos históricos. Por ejemplo, en una implementación, el controlador consulta una memoria para obtener datos con relación al último nivel detectado de líquido 42 dentro del volumen 40 y pulsa esos calentadores 30 más próximos al último nivel detectado de líquido 42 antes de la pulsación de otros calentadores 30 más distantes del último nivel detectado de líquido 42.

En otra implementación el controlador predice el nivel actual de líquido 42 dentro del volumen 40 basado en el último nivel detectado de líquido 42 y pulsa esos calentadores 30 cerca del nivel actual pronosticado de líquido 42 dentro del volumen 40 lo que pulsa otros calentadores 30 más distantes del nivel actual pronosticado de líquido 42. En una implementación el nivel actual pronosticado de líquido 42 se basa en el último nivel detectado de líquido 42 y un lapso desde la última detección del nivel de líquido 42. En otra implementación, el nivel actual previsto de líquido 42 se basa en el último nivel detectado de líquido 42 y los datos que indican el consumo o la extracción de líquido 42 del volumen. Por ejemplo, en circunstancias donde la interfaz de líquido 42 está detectando el volumen de una tinta en un suministro de tinta, el nivel actual pronosticado de líquido 42 se puede basar en el último nivel detectado de líquido 42 y datos tales como el número de páginas impresas mediante el uso de la tinta o similares.

En otra implementación más los calentadores 30 se pueden pulsar secuencialmente, en donde los calentadores próximos a un centro del rango de profundidad del volumen 40 se pulsan inicialmente y en donde los otros calentadores se pulsan en el orden basado en su distancia desde el centro del rango de profundidad del volumen 40. En otra implementación más los subconjuntos de calentadores 30 se pulsan simultáneamente. Por ejemplo, un primer calentador y un segundo calentador se pueden pulsar simultáneamente, donde el primer calentador y el segundo calentador están suficientemente separados entre sí a lo largo de la lámina 26, de manera que el calor emitido por el primer calentador no se transmite o no alcanza el sensor que se destina a detectar la transmisión de calor desde el segundo calentador. Los calentadores 30 de pulsaciones simultáneas pueden reducir el tiempo total para la determinación del nivel de líquido 42 dentro del volumen 40.

En una implementación cada pulso de calor tiene una duración de al menos 10 μ s y una potencia de al menos 10 mW. En una implementación cada pulso de calor tiene una duración de entre 1 y 100 μ s y hasta un milisegundo. En una implementación cada pulso de calor tiene una potencia de al menos 10 mW y hasta, e incluyendo, 10 W.

Como se indica en el bloque 104 en la Figura 2, para cada pulso emitido, un sensor asociado 34 detecta la transferencia de calor del calentador asociado al sensor asociado 34. En una implementación cada sensor 34 es accionado, encendido o sondeado después de un período de tiempo predeterminado después del pulso de calor del calentador asociado. El período de tiempo se puede basar en el comienzo del pulso, el final del pulso o algún otro valor de tiempo relacionado con la duración del pulso. En una implementación cada sensor 34 detecta el calor transmitido desde el calentador asociado 30 que comienza al menos 10 μ s después del final del pulso de calor del calentador asociado 30. En una implementación cada sensor 34 detecta el calor transmitido desde el calentador asociado 30, y comienza 1000 μ s después del final del pulso de calor del calentador asociado 30. En otra implementación el sensor 34 inicia la detección de calor después del final del pulso de calor del calentador asociado después de un período de tiempo igual a una duración del pulso de calor, en donde dicha detección se produce durante un período de tiempo de entre dos y tres veces la duración del pulso de calor. En otras implementaciones más el retraso de tiempo entre el pulso de calor y la detección de calor por el sensor asociado 34 puede tener otros valores.

Como se indica por el bloque 106 en la Figura 2, el controlador u otro controlador determina un nivel del líquido 42 dentro del volumen 40 en base a la transferencia detectada de calor de cada pulso emitido. Por ejemplo, el líquido puede transferir o transmitir calor a una velocidad mayor en comparación con el aire. Si el nivel de líquido 42 dentro del volumen 40 es tal que el líquido se extiende entre un calentador particular 30 y su sensor asociado 34, la transferencia de calor desde el calentador particular 30 a su sensor asociado 34 será más rápida en comparación con las circunstancias en las que el aire se extiende entre el calentador particular 30 y su sensor asociado 34. En base a la cantidad de calor detectado por el sensor asociado 34 después de la emisión del pulso de calor por el calentador asociado 30, el controlador determina si se extiende aire o líquido entre el calentador particular 30 y el sensor asociado. Mediante el uso de esta determinación y la ubicación conocida del calentador 30 y/o el sensor 34 a lo largo de la lámina 26 y el posicionamiento relativo de la lámina 26 con respecto al fondo del volumen 40, el controlador determina el nivel de líquido 42 dentro del volumen 40. Con base en el nivel determinado de líquido 42 dentro del volumen 40 y las características del volumen 40, el controlador es capaz de determinar, además, el volumen real o la cantidad de líquido restante dentro del volumen 40.

En una implementación, el controlador determina el nivel de líquido dentro del volumen 40 mediante la consulta a una tabla de búsqueda almacenada en una memoria, en donde la consulta de la tabla asocia diferentes señales de los sensores 34 con diferentes niveles de líquido dentro del volumen 40. En otra implementación más, el controlador determina el nivel de líquido dentro del volumen 40 mediante el uso de señales de 34 como entrada a un algoritmo o fórmula.

En algunas implementaciones el método 100 y la interfaz de líquido 24 se pueden usar no solo para determinar un nivel superior o una superficie superior de líquido dentro del volumen 40, sino también para determinar diferentes niveles de diferentes líquidos que se encuentran simultáneamente en el volumen 40. Por ejemplo, debido a las diferentes densidades u otras propiedades, diferentes líquidos se pueden superponer uno al otro mientras residen simultáneamente en un solo volumen 40. Cada uno de dichos líquidos diferentes puede tener una característica de transferencia de calor diferente. En dicha aplicación, el método 100 y la interfaz de líquido 24 se pueden usar para identificar dónde termina la capa de un primer líquido dentro del volumen 40 y dónde comienza la capa de un segundo líquido diferente, subyacente o superpuesto al primer líquido.

En una implementación el nivel determinado (o niveles) de líquido dentro del volumen 40 y/o el volumen determinado o la cantidad de líquido dentro del volumen 40 se emite a través de un dispositivo de pantalla o audible. En otras implementaciones más el nivel determinado de líquido o el volumen de líquido se usa como base para activar una alerta, advertencia o similar al usuario. En algunas implementaciones el nivel de líquido o volumen de líquido se usa para activar el reordenamiento automático del líquido de reposición o el cierre de una válvula para detener la entrada de líquido en el volumen 40. Por ejemplo, en impresoras, el nivel determinado de líquido dentro del volumen 40 puede activar automáticamente la reordenación del cartucho de tinta de reemplazo o el suministro de tinta de reemplazo.

La Figura 3 ilustra un sistema de detección de nivel de líquido 220 de ejemplo. El sistema de detección de nivel de líquido 220 comprende el portador 222, la interfaz de líquido 24 (descrita anteriormente), la interconexión eléctrica 226, el controlador 230 y la pantalla 232. El portador 222 comprende una estructura que soporta la lámina 26. En una implementación el portador 222 comprende una lámina formada a partir de, o que comprende, un polímero, vidrio u otro material. En una implementación el portador 222 tiene trazas o conductores eléctricos integrados. Por ejemplo, en una implementación, el portador 222 comprende material compuesto que se compone de tejido de fibra de vidrio tejido con un aglutinante de resina epóxica. En una implementación, el portador 222 comprende una hoja, tubo, varilla o placa de circuito impreso reforzado con vidrio con laminación epóxica.

La interfaz de líquido 24 descrita anteriormente se extiende a lo largo de una longitud del portador 222. En una implementación la interfaz de líquido 24 se pega, une o fija de cualquier otra manera al portador 222. En algunas implementaciones, en dependencia del grosor y la resistencia de la lámina 26, se puede omitir el portador 222.

La interconexión eléctrica 226 comprende una interfaz por la cual las señales de los sensores 34 (mostrados en la figura 1) de la interfaz 24 se transmiten al controlador 230. En una implementación la interconexión eléctrica 226 comprende almohadillas de contacto eléctrico 236. En otras implementaciones la interconexión eléctrica 226 puede tener otras formas. La interconexión eléctrica 226, el portador 222 y la lámina 24, colectivamente, forman un sensor de nivel de líquido 200 que se puede incorporar y fijar como parte del volumen de un recipiente de líquido o puede ser un dispositivo de detección portátil separado que se puede insertar temporalmente de manera manual en diferentes recipientes o volúmenes de líquido.

El controlador 230 comprende una unidad de procesamiento 240 y un medio o memoria legible por ordenador no transitoria 242 asociada. En una implementación el controlador 230 está separado del sensor de nivel de líquido 200. En otras implementaciones el controlador 230 se incorpora como parte del sensor 200. La unidad de procesamiento 240 registra instrucciones contenidas en la memoria 242. Para los fines de esta solicitud, el término "unidad de procesamiento" significa una unidad de procesamiento desarrollada actualmente o desarrollada en el futuro que ejecuta secuencias de instrucciones contenidas en una memoria. La ejecución de las secuencias de instrucciones hace que la unidad de procesamiento realice etapas como generar señales de control. Las instrucciones se pueden cargarse en una memoria de acceso aleatorio (RAM) para que la unidad de procesamiento las ejecute desde una memoria de solo lectura (ROM), un dispositivo de almacenamiento masivo o algún otro almacenamiento permanente. En otras modalidades los circuitos cableados se pueden usar en lugar de o en combinación con instrucciones de software para implementar las funciones descritas. Por ejemplo, el controlador 230 se puede integrar como parte de uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASICs). A menos que se indique lo contrario, el controlador no se limita a ninguna combinación específica de circuitos de hardware y software, ni a ninguna fuente en particular para las instrucciones ejecutadas por la unidad de procesamiento.

La unidad de procesamiento 240, al seguir las instrucciones contenidas en la memoria 242, lleva a cabo el método 100 mostrado y descrito anteriormente con respecto a la Figura 2. El procesador 240, al seguir las instrucciones proporcionadas en la memoria 242, pulsa selectivamente los calentadores 30. El procesador 240, al seguir las instrucciones proporcionadas en la memoria 242, obtiene señales de datos de los sensores 34, o en las señales de datos indican la disipación de calor de los pulsos y la transferencia de calor a los sensores 34. El procesador 240, al seguir las instrucciones proporcionadas en la memoria 242, determina un nivel de líquido dentro del volumen con base en las señales de los sensores 34. Como se señaló anteriormente, en algunas implementaciones, el controlador 230 puede determinar adicionalmente una cantidad o volumen de líquido mediante el uso de las características del volumen o de la cámara que contiene un líquido.

La pantalla 232 recibe señales del controlador 230 y presenta datos visibles basados en el nivel determinado de líquido y/o volumen determinado o cantidad de líquido dentro del volumen. En una implementación la pantalla 232 presenta un icono u otro gráfico que representa un porcentaje del volumen que se llena con el líquido. En otra implementación la

5 pantalla 232 presenta una indicación alfanumérica del nivel de líquido o porcentaje del volumen que se llena con el líquido o que se ha vaciado del líquido. En otra implementación más, la pantalla 232 presenta un estado de alerta o "aceptable" con base en el nivel determinado de líquido dentro del volumen. En otras implementaciones más se puede omitir la pantalla 232, en donde el nivel determinado de líquido dentro del volumen se usa para activar automáticamente un evento, tal como el reordenamiento del líquido de reposición, el accionamiento de una válvula para agregar un líquido al volumen o el accionamiento de la válvula para terminar la adición continua de líquido al volumen.

10 La Figura 4 es una vista en sección que ilustra el sistema de detección de nivel de líquido 220 incorporado como parte de un sistema de suministro de líquido 310. El sistema de suministro de líquido 310 comprende el recipiente de líquido 312, la cámara 314 y los puertos de fluido o líquido 316. El contenedor 312 define la cámara 314. La cámara 314 forma un volumen 40 de ejemplo en el cual está contenido el líquido 42. Como se muestra en la Figura 4, el portador 222 y la interfaz de líquido 24 se proyectan en la cámara 314 desde un lado inferior de la cámara 314, lo que facilita las determinaciones del nivel de líquido a medida que la cámara 314 se acerca al estado de estar completamente vacía. En otras implementaciones el portador 222 en la interfaz de líquido 24 se puede suspender alternativamente desde una parte superior de la cámara 314.

20 Los puertos de líquido 316 comprenden pasajes de líquido, mediante los cuales el líquido del interior de la cámara 314 se entrega y dirige a un recipiente externo. En una implementación los puertos de líquido 316 comprenden una válvula u otro mecanismo que facilita la descarga selectiva de líquido desde la cámara 314. En una implementación el sistema de suministro de líquido 310 comprende un suministro de tinta fuera del eje para un sistema de impresión. En otra implementación, el sistema de suministro de líquido 310 comprende adicionalmente un cabezal de impresión 320 que está acoplado de manera fluida a la cámara 314, recibe líquido desde la cámara 314 a través de la interfaz de líquido 316. Por ejemplo, en una implementación, el sistema de suministro de líquido 310, que incluye el cabezal de impresión 320, puede formar un cartucho de impresión. Para los propósitos de esta descripción, el término "acoplado de manera fluida" significa que dos o más volúmenes de transmisión de fluido están conectados directamente entre sí o están conectados entre sí mediante volúmenes o espacios intermedios, de manera que el fluido pueda fluir de un volumen al otro volumen.

30 En el ejemplo ilustrado en la Figura 4, la comunicación entre el controlador 230, que es remoto o separado del sintonizador del sistema de suministro de líquido y 10, se facilita a través de un conector de conexión 324 tal como un conector de bus universal en serie u otro tipo de conector. El controlador 230 y la pantalla 232 funcionan como se describió anteriormente.

35 La Figura 5 es una vista en sección que ilustra el sistema de suministro de líquido 410, otro ejemplo de implementación del sistema de suministro de líquido 310. El sistema de suministro de líquido 410 es similar al sistema de suministro de líquido 310, excepto que el sistema de suministro de líquido 410 comprende el puerto de líquido 416 en lugar del puerto de líquido 316. El puerto de líquido 416 es similar a la interfaz de líquido 316, excepto que el puerto de líquido 416 se proporciona en una tapa 426 sobre la cámara 314 del recipiente 312. Los componentes restantes del sistema 410 que corresponden a los componentes del sistema 310 están numerados de manera similar.

40 Las Figuras 6-8 ilustran el sensor de nivel de líquido 500, un ejemplo del sensor de nivel de líquido 200 que no está de acuerdo con la invención. La Figura 6 es un diagrama que ilustra una porción de la interfaz de líquido 224. La Figura 7 es un diagrama del circuito del sensor 500. La Figura 8 es una vista en sección a través de la interfaz de líquido 224 de la Figura 6 tomada a lo largo de las líneas 8-8. Como se muestra en la Figura 6, la interfaz de líquido 224 es similar a la interfaz de líquido 24 descrita anteriormente en que la interfaz de líquido 224 comprende una lámina 26 que soporta una serie de calentadores 530 y una serie de sensores de temperatura 534. En el ejemplo ilustrado los calentadores 530 y los sensores de temperatura 534 están interdigitados o intercalados a lo largo de la longitud L de la lámina 26, en donde la longitud L es la dimensión principal de la lámina 26, para extenderse a diferentes profundidades cuando se usa el sensor 500. En el ejemplo ilustrado cada sensor 534 está separado de su calentador asociado o correspondiente 530 por una distancia de separación S, medida en una dirección a lo largo de la longitud L, menor de o igual a 20 μm y nominalmente 10 μm . En el ejemplo ilustrado los sensores 534 y sus calentadores asociados 530 están dispuestos en pares, en donde los calentadores 530 de pares adyacentes están separados entre sí por una distancia D, medida en una dirección a lo largo de la longitud L de al menos 25 μm para reducir la diafonía térmica entre calentadores consecutivos. En una implementación los calentadores consecutivos 530 están separados entre sí por una distancia D de entre 25 μm y 2500 μm , y nominalmente 100 μm .

55 Como se muestra en la Figura 7, en el ejemplo ilustrado, cada calentador 530 comprende una resistencia eléctrica 550 que se puede encender y apagar selectivamente a través del accionamiento selectivo de un transistor 552. Cada sensor 534 comprende un diodo 560. En una implementación el diodo 560, que sirve como sensores de temperatura, comprende un diodo de unión P-N. Cada diodo 550 tiene una respuesta característica a los cambios de temperatura. En particular, cada diodo 550 tiene una tensión directa que cambia en respuesta a los cambios de temperatura. El diodo 550 exhibe una relación casi lineal entre la temperatura y la tensión aplicada. Debido a que los sensores de temperatura 530 comprenden diodos o uniones de semiconductores, el sensor 500 tiene un costo menor y se pueden fabricar en la lámina 26 mediante el uso de técnicas de fabricación de semiconductores.

65 La Figura 8 es una vista en sección de una porción de un ejemplo del sensor 500. En el ejemplo ilustrado la lámina 26 es soportada por el portador 222 (descrito anteriormente). En una implementación la lámina 26 comprende silicio mientras

que el portador 122 comprende un polímero o plástico. En el ejemplo ilustrado el calentador 530 comprende un calentador de polisilicio que está soportado por la lámina 26, pero separado de la lámina 26 mediante una capa eléctricamente aislante 562, como una capa de dióxido de silicio. En el ejemplo ilustrado, el calentador 530 está encapsulado adicionalmente por una capa de pasivación externa 564 que inhibe el contacto entre el calentador 530 y el líquido que se detecta. La capa 564 protege el calentador 530 y los sensores 534 del daño que, de cualquier otra manera, resultaría del contacto corrosivo con el líquido o la tinta que se detecta. En una implementación la capa de pasivación externa 564 comprende carburo de silicio y/u ortosilicato de tetraetilo (TEOS). En otras implementaciones las capas 562, 564 se pueden omitir o se pueden formar a partir de otros materiales.

Como se muestra en las Figuras 7 y 8, la construcción del sensor 500 crea varias capas o barreras que proporcionan resistencias térmicas R adicionales. El pulso de calor emitido por el calentador 530 se transmite a través de tales resistencias térmicas al sensor 534 asociado. La velocidad a la que el calor de un calentador particular 530 se transmite al sensor asociado 534 varía en dependencia de si el calentador particular 530 está rodeado por el aire 41 o el líquido 42. Las señales del sensor 534 variarán en dependencia de si se transmitieron a través del aire 41 o del líquido 42. Se utilizan diferentes señales para determinar el nivel actual de líquido dentro de un volumen.

Las Figuras 9A, 9B y 9C ilustran las interfaces de líquido 624 y 644, otras implementaciones de ejemplo de la interfaz de líquido 24. En la Figura 9A, los calentadores y sensores están dispuestos en pares etiquetados 0, 1, 2, ... N. La interfaz de líquido 624 es similar a la interfaz de líquido 24, excepto que, en lugar de estar intercalados o interdigitados verticalmente a lo largo de la longitud de la lámina 26, los calentadores 30 y los sensores 34 están dispuestos en una configuración de pares, uno al lado del otro, verticalmente a lo largo de la longitud de la lámina 26.

Las Figuras 9B y 9C ilustran la interfaz de líquido 644, una implementación de la interfaz de líquido 24 de acuerdo con la presente invención. La interfaz de líquido 644 es similar a la interfaz de líquido 24, excepto que los calentadores 30 y los sensores 34 están dispuestos en una configuración de pilas espaciadas verticalmente a lo largo de la longitud de la lámina 26. La Figura 9C es una vista en sección de la interfaz 644 que ilustra, además, la disposición apilada de los pares de calentadores 30 y sensores 34.

Las Figuras 9A-9C ilustran adicionalmente un ejemplo de pulsación del calentador 30 del par calentador/sensor 1 y la posterior disipación de calor a través de los materiales adyacentes. En las Figuras 9A-9C, la temperatura o intensidad del calor se disipa o disminuye a medida que el calor se aleja más de la fuente del calor, el calentador 30 del par calentador/sensor 1. La disipación de calor se ilustra mediante el cambio del rayado en las Figuras.

La Figura 10 ilustra un par de gráficos sincronizados en el tiempo del ejemplo de pulsación que se muestra en las Figuras 9A-9C. La Figura 10 ilustra la relación entre la pulsación del calentador 30 del par sensor calentador 1 y la respuesta a lo largo del tiempo de los sensores 34 de los pares calentador/sensor 0, 1 y 2. Como se muestra en la Figura 10, la respuesta de cada uno de los sensores 34 de cada par 0, 1 y 2 varía en dependencia de si el aire o el líquido está sobre o adyacente al respectivo par calentador/sensor 0, 1 y 2. La curva transitoria característica y la magnitud se dimensionan de manera diferente en presencia de aire frente a la presencia de líquido. Como resultado, las señales de la interfaz 644, así como otras interfaces como las interfaces 24 y 624, indican el nivel de líquido dentro del volumen.

En una implementación, un controlador, como el controlador 230 descrito anteriormente, determina un nivel de líquido dentro del volumen detectado mediante la pulsación individualmente del calentador 30 de un par y la comparación de la magnitud de la temperatura, como se detecta desde el sensor del mismo par, en relación con los parámetros de pulsación del calentador para determinar si el líquido o el aire son adyacentes al par calentador/sensor individual. El controlador 230 lleva a cabo dicha pulsación y detección para cada par de la configuración hasta que encuentra o identifica el nivel del líquido dentro del volumen detectado. Por ejemplo, el controlador 230 puede primero pulsar el calentador 30 del par 0 y comparar la temperatura detectada proporcionada por el sensor 34 del par 0 con un umbral predeterminado. A partir de entonces, el controlador 30 puede pulsar el calentador 30 del par 1 y comparar la temperatura detectada proporcionada por el sensor 34 del par 1 con un umbral predeterminado. Este proceso se repite hasta que se encuentra o se identifica el nivel del líquido.

En otra implementación, un controlador, como el controlador 230 descrito anteriormente, determina un nivel de líquido dentro del volumen detectado mediante la pulsación individualmente del calentador 30 de un par y la comparación de múltiples magnitudes de temperatura como se detectaron por los sensores de los múltiples pares. Por ejemplo, el controlador 230 puede pulsar el calentador 30 del par 1 y luego comparar la temperatura detectada por el sensor 34 del par 1, la temperatura detectada por el sensor 34 del par 0, la temperatura detectada por el sensor 34 del par 2, y así sucesivamente, cada temperatura que es resultado de la pulsación del calentador 30 del par 1. En una implementación el controlador puede utilizar el análisis de las múltiples magnitudes de temperatura de los diferentes sensores verticalmente a lo largo de la interfaz de líquido, que resultan de un solo pulso de calor, para determinar si el líquido o el aire son adyacentes al par sensor calentador que tiene el calentador que fue pulsado. En tal implementación el controlador 230 lleva a cabo tal pulsación y detección al pulsar por separado el calentador de cada par de la configuración y al analizar las múltiples magnitudes de temperatura diferentes correspondientes resultantes hasta que se encuentra o identifica el nivel del líquido dentro del volumen detectado.

En otra implementación el controlador puede determinar el nivel de líquido dentro del volumen detectado con base en las

diferencias en las múltiples magnitudes de temperatura verticalmente a lo largo de la interfaz de líquido resultantes de un solo pulso de calor. Por ejemplo, si la magnitud de temperatura de un sensor particular cambia drásticamente con respecto a la magnitud de temperatura de un sensor adyacente, el cambio drástico puede indicar que el nivel de líquido está en o entre los dos sensores. En una implementación el controlador puede comparar las diferencias entre las magnitudes de temperatura de los sensores adyacentes con un umbral predefinido para determinar si el nivel de líquido está en o entre las ubicaciones verticales conocidas de los dos sensores.

En otras implementaciones más, un controlador, como el controlador 230 descrito anteriormente, determina el nivel de líquido dentro del volumen detectado en función del perfil de una curva de temperatura transitoria basada en señales de un sensor único o múltiples curvas de temperatura transitoria basadas en señales de múltiples sensores. En una implementación, un controlador, tal como el controlador 230 descrito anteriormente, determina un nivel de líquido dentro del volumen detectado mediante la pulsación individualmente del calentador 30 de un par y la comparación de la curva de temperatura transitoria, producida por el sensor del mismo par, en relación con el umbral predefinido o una curva predefinida para determinar si el líquido o el aire son adyacentes al par calentador/sensor individual. El controlador 230 lleva a cabo tal pulsación y detección para cada par de la configuración hasta que encuentra o identifica el nivel del líquido dentro del volumen detectado. Por ejemplo, el controlador 230 puede, primero, pulsar el calentador 30 del par 0 y comparar la curva de temperatura transitoria resultante producida por el sensor 34 del par 0 con un umbral predeterminado o una curva de comparación predefinida. Posteriormente, el controlador 30 puede pulsar el calentador 30 del par 1 y comparar la curva de temperatura transitoria resultante producida por el sensor 34 del par 1 con un umbral predeterminado o una curva de comparación predefinida. Este proceso se repite hasta que se encuentra o se identifica el nivel del líquido.

En otra implementación, un controlador, como el controlador 230 descrito anteriormente, determina un nivel de líquido dentro del volumen detectado mediante la pulsación individualmente del calentador 30 de un par y la comparación de múltiples curvas de temperatura transitorias producidas por los sensores de los múltiples pares. Por ejemplo, el controlador 230 puede pulsar el calentador 30 del par 1 y luego comparar la curva de temperatura transitoria resultante producida por el sensor 34 del par 1, la curva de temperatura transitoria resultante producida por el sensor 34 del par 0, la curva de temperatura transitoria resultante producida por el sensor 34 del par 2, y así sucesivamente cada curva de temperatura transitoria resultante de la pulsación del calentador 30 del par 1. En una implementación el controlador puede utilizar el análisis de las múltiples curvas de temperatura transitoria de los diferentes sensores verticalmente a lo largo de la interfaz de líquido, que resulta de un solo pulso de calor, para determinar si el líquido o el aire son adyacentes al par sensor calentador que tiene el calentador que fue pulsado. En tal implementación el controlador 230 lleva a cabo dicha pulsación y detección al pulsar por separado el calentador de cada par de la configuración y al analizar las múltiples curvas de temperatura transitoria diferentes correspondientes resultantes hasta que se encuentra o se identifica el nivel del líquido dentro del volumen detectado.

En otra implementación el controlador puede determinar el nivel de líquido dentro del volumen detectado con base en las diferencias en las múltiples curvas de temperatura transitoria producidas por diferentes sensores verticalmente a lo largo de la interfaz de líquido como resultado de un solo pulso de calor. Por ejemplo, si la curva de temperatura transitoria de un sensor particular cambia drásticamente con respecto a la curva de temperatura transitoria de un sensor adyacente, el cambio drástico puede indicar que el nivel de líquido está en o entre los dos sensores. En una implementación el controlador puede comparar las diferencias entre las curvas de temperatura transitoria de los sensores adyacentes con un umbral predefinido para determinar si el nivel de líquido está en o entre las ubicaciones verticales conocidas de los dos sensores.

Las Figuras 11 y 12 ilustran el sensor 700, un ejemplo de implementación del sensor 500. El sensor 700 comprende el portador 722, la interfaz de líquido 224, la interfaz eléctrica 726, el accionador 728 y el collar 730. El portador 722 es similar al portador 222 descrito anteriormente. En el ejemplo ilustrado, el portador 722 comprende un polímero moldeado. En otras implementaciones el portador 722 puede comprender un vidrio u otros materiales.

La interfaz de líquido 224 se describió anteriormente. La interfaz de líquido 224 se une, pega o de cualquier otra manera adherida a una cara del portador 722 a lo largo de la longitud del portador 722. El portador 722 se puede formar a partir de, o comprender, vidrio, polímeros, FR4 u otros materiales.

La interconexión eléctrica 226 comprende una placa de circuito impreso que tiene una almohadilla de contacto eléctrico 236 que hacen una conexión eléctrica con el controlador 230 (descrito anteriormente con respecto a las Figuras 3-5). En el ejemplo ilustrado la interconexión eléctrica 226 está unida o adherida de cualquier otra manera al portador 722. La interconexión eléctrica 226 está conectada eléctricamente al accionador 728, así como a los calentadores 530 y los sensores 534 de la interfaz de líquido 224. El accionador 728 comprende un circuito integrado de aplicación específica (ASIC) que acciona los calentadores 530 y los sensores 534 en respuesta a las señales recibidas a través de la interconexión eléctrica 726. En otras implementaciones el accionamiento de los calentadores 530 y la detección por los sensores 534 se pueden controlar alternativamente mediante un circuito accionador completamente integrado en lugar de un ASIC.

El collar 730 se extiende alrededor del portador 722. El collar 730 sirve como interfaz de integración de suministro entre el portador 722 y el recipiente de líquido en el que se usa el sensor 700 para detectar el nivel de líquido dentro de un volumen. En algunas implementaciones el collar 730 proporciona un sello de líquido que separa el líquido contenido dentro

del volumen que se está detectando y la interconexión 726. Como se muestra en la Figura 11, en algunas implementaciones, el accionador 728, así como las conexiones eléctricas entre el accionador 728, la interfaz de líquido 224 y la interconexión eléctrica 722 están cubiertos, además, por un adhesivo de unión eléctricamente aislante de alambre de protección o un encapsulante 735, como una capa de molde epóxico compuesto.

Las Figuras 13-15 ilustran el sensor 800, otra implementación del sensor 500. El sensor 800 es similar al sensor 700, excepto que el sensor 800 comprende el portador 822 en lugar del portador 722 y omite la interconexión eléctrica 726. El portador 822 comprende una placa de circuito impreso u otra estructura que tiene trazas eléctricas incrustadas y almohadillas de contacto para facilitar la conexión eléctrica entre varios componentes electrónicos montados sobre el portador 722. En una implementación el portador 822 comprende un material compuesto que se compone de tejido de fibra de vidrio tejido con un aglutinante de resina epóxica. En una implementación el portador 222 comprende una hoja, tubo, varilla o placa de circuito impreso reforzado con vidrio con laminación epóxica, tal como una placa de circuito impreso FR4.

Como se muestra en las Figuras 14 y 15, la interfaz de líquido 224 se une fácilmente al portador 822 mediante un adhesivo de unión de circuito 831. El encapsulante 735 se superpone o cubre las uniones de alambres entre la interfaz de líquido 224, el accionador 728 y las almohadillas de contacto eléctrico 836. Como se muestra en la Figura 13, el collar 730 se coloca alrededor del encapsulante 735 entre un extremo inferior de la interfaz de líquido 224 y las almohadillas de contacto eléctrico 836.

Las figuras 16, 17 y 18A-18E ilustran un método de ejemplo para formar el sensor 800. La Figura 16 ilustra el método 900 para formar el sensor 800. Como se indica mediante el bloque 902, la interfaz de líquido 224 está unida al portador 822. Como se indica en el bloque 904, el accionador 728 también está unido al portador 822. La Figura 18A ilustra el portador 822 antes de la unión de la interfaz de líquido 224 y el accionador 728. La Figura 18B ilustra el sensor 800 después de la unión de la interfaz 224 y el accionador 728 (mostrado en la figura 14) con la capa adhesiva 831. En una implementación la capa adhesiva 831 se estampa sobre el portador 822 para localizar con precisión el adhesivo 831. En una implementación la unión de la interfaz de líquido a 24 y al accionador 728 incluye, además, el curado del adhesivo.

Como se indica en el bloque 906 de la Figura 16, la interfaz de líquido 224 está unida por alambres a las almohadillas de contacto 836 del portador 822, lo que sirve como una interconexión eléctrica. Como se indica por el bloque 908 en la Figura 16, las uniones de alambre 841 mostradas en la Figura 18C son entonces encapsuladas dentro del encapsulante 735. En una implementación el encapsulante se cura. Como se muestra en la Figura 17, en una implementación, se pueden formar múltiples sensores 800 como parte de un único panel 840. Por ejemplo, un solo panel FR4 que tiene trazas eléctricamente conductoras y almohadillas de contacto para múltiples sensores 800 se puede usar como un sustrato sobre el cual se pueden formar interfaces de líquido 24, accionadores 728 y encapsulante. Como se indica en el bloque 910 de la Figura 16, en dicha implementación los sensores individuales 800 se singularizan del panel. Como se ilustra en la Figura 18E, en aplicaciones donde el sensor 800 se incorporará como parte de un suministro de líquido o fluido, el collar 730 se asegura adicionalmente al portador 822 entre las uniones de alambre 841 y el extremo inferior 847 de la interfaz de líquido 224. En una implementación, el collar 730 se une adhesivamente al portador 822 mediante un adhesivo que se cura posteriormente.

Aunque la presente descripción se ha descrito con referencia a implementaciones de ejemplo, los trabajadores expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer cambios en forma y detalle sin apartarse del alcance de la materia reivindicada. Por ejemplo, aunque se pueden haber descrito implementaciones de ejemplo diferentes que incluyen uno o más elementos que proporcionan uno o más beneficios, se contempla que los elementos descritos se puedan intercambiar entre sí o, alternativamente, combinarse entre sí en las implementaciones de ejemplo descritas o en otras implementaciones alternativas. Debido a que la tecnología de la presente descripción es relativamente compleja, no todos los cambios en la tecnología son previsibles. La presente descripción descrita con referencia a las implementaciones de ejemplo y expuesta en las siguientes reivindicaciones está manifiestamente destinada a ser lo más amplia posible. Por ejemplo, a menos que se indique específicamente lo contrario, las reivindicaciones que enumeran un único elemento particular también abarcan una pluralidad de tales elementos particulares. Los términos "primero", "segundo", "tercero", etc. en las reivindicaciones simplemente distinguen elementos diferentes y, a menos que se indique lo contrario, no deben asociarse específicamente con un orden particular o una numeración particular de elementos en la descripción.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:
 5 una lámina alargada (26) para extenderse en un volumen (40) que contiene un líquido;
 una serie de calentadores (30) soportados por la lámina (26) a lo largo de la lámina (26), cada uno de los
 calentadores (30) a una profundidad diferente dentro del volumen (40); y
 10 una serie de sensores de temperatura (34) soportados por la lámina (26) a lo largo de la lámina (26), cada uno de
 los sensores de temperatura (34) a una profundidad diferente dentro del volumen, en donde los sensores de
 temperatura (34) emiten señales indicativas de la disipación de calor de los calentadores (30) para indicar un nivel
 del líquido dentro del volumen (40), en donde los calentadores (30) y los sensores de temperatura (34) se disponen
 en una configuración de pilas espaciadas a lo largo de la longitud de la lámina (26), caracterizado porque cada pila
 en la serie de pilas se soporta por la misma superficie de la lámina, cada pila respectiva en la serie de pilas que
 comprende un calentador respectivo (30) y un sensor de temperatura respectivo (34) que están uno sobre el otro
 encima de la misma superficie de la lámina en una dirección perpendicular a la superficie de la lámina.
 15
2. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la lámina alargada (26) comprende silicio.
3. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la serie de calentadores (30) y la serie de sensores de
 20 temperatura (34) están encapsulados.
4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la encapsulación se adapta para proteger los calentadores
 y los sensores de temperatura del daño por contacto con el líquido que se detecta.
5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende, además:
 25 una cámara que define el volumen (40) para contener el líquido; y
 un cabezal de impresión acoplado de manera fluida a la cámara para recibir líquido del volumen (40).
6. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende, además, una unidad de procesamiento (240) para
 30 recibir una señal emitida por un sensor de temperatura (34) y para determinar un nivel del líquido dentro del
 volumen (40) con base en la señal.
7. Un método para usar el aparato de cualquier reivindicación anterior, el método que comprende:
 35 emitir pulsos de calor desde los calentadores (30);
 para cada uno de los pulsos de calor emitidos, detectar la transferencia de calor a un sensor de temperatura (34);
 y
 determinar un nivel de líquido dentro del volumen (40) con base en la transferencia de calor detectada de cada
 uno de los pulsos de calor emitidos.
8. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la transferencia de calor para el pulso emitido se detecta
 40 durante el pulso de calor.
9. El método de acuerdo con la reivindicación 7, en donde la transferencia de calor para el pulso emitido se detecta
 después de un período de tiempo predeterminado después del pulso de calor.
- 45 10. El método de acuerdo con la reivindicación 7 que comprende, además, pulsar secuencialmente los calentadores
 (30) en un orden que se basa en un nivel detectado previamente del líquido dentro del volumen (40).
- 50 11. Un recipiente de líquido (312) que comprende:
 una cámara que tiene un volumen (40) para contener un líquido; y
 un aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6.

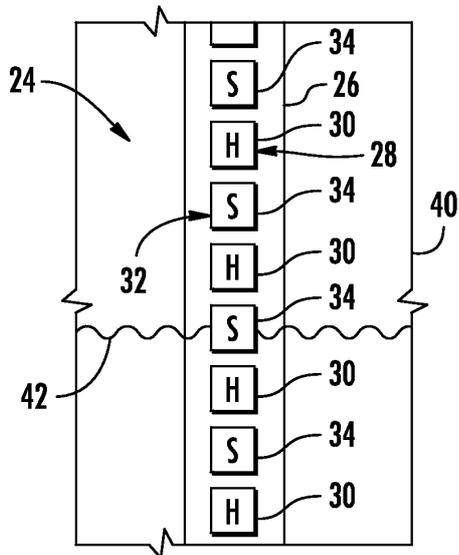


FIGURA 1A

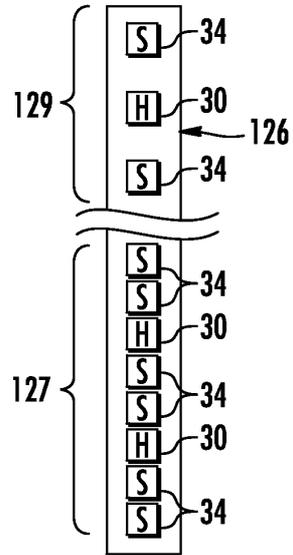


FIGURA 1B

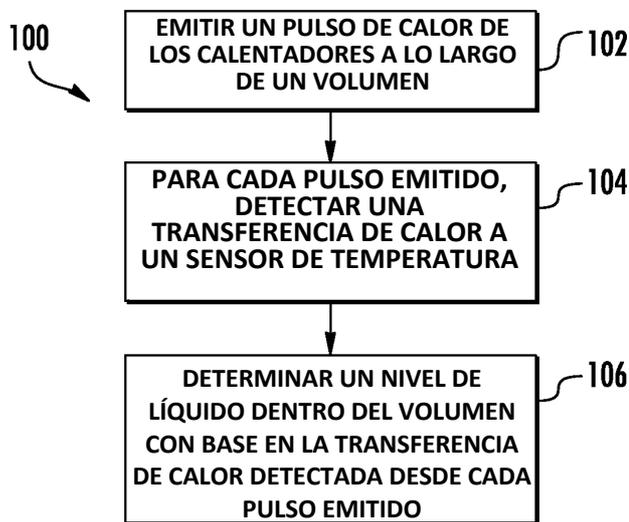


FIGURA 2

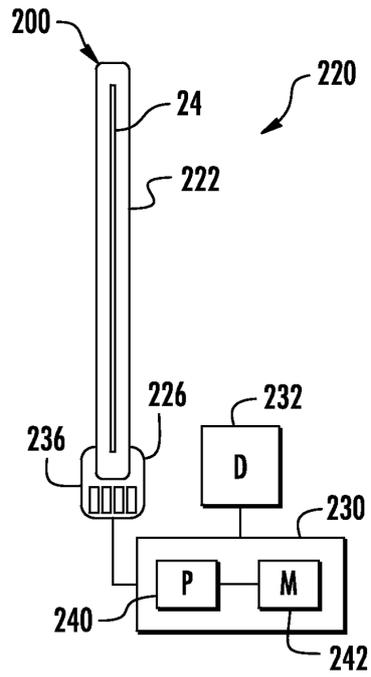


FIGURE 3

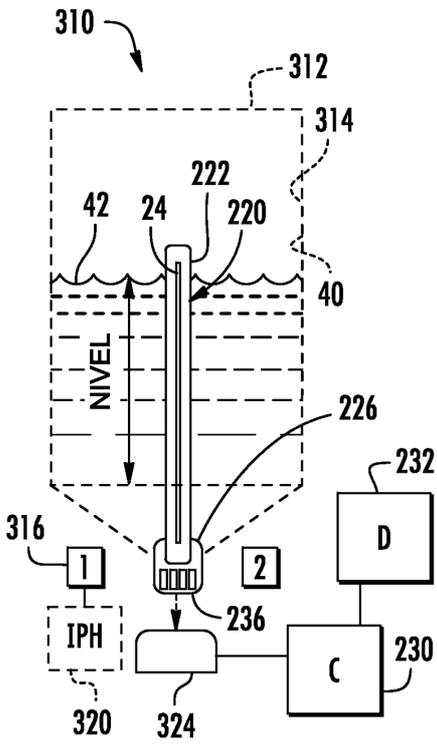


FIGURE 4

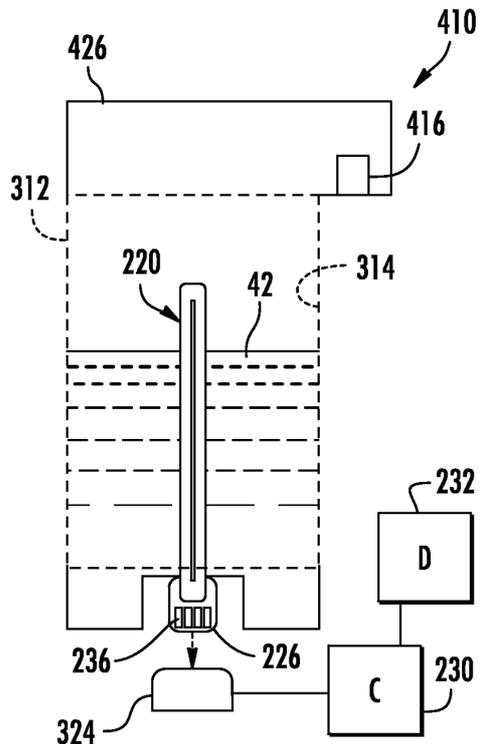


FIGURE 5

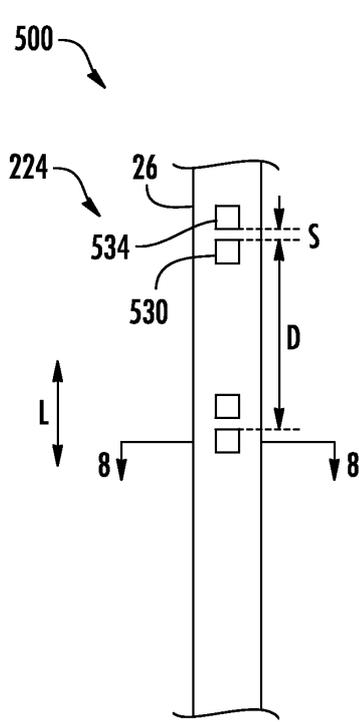


FIGURA 6

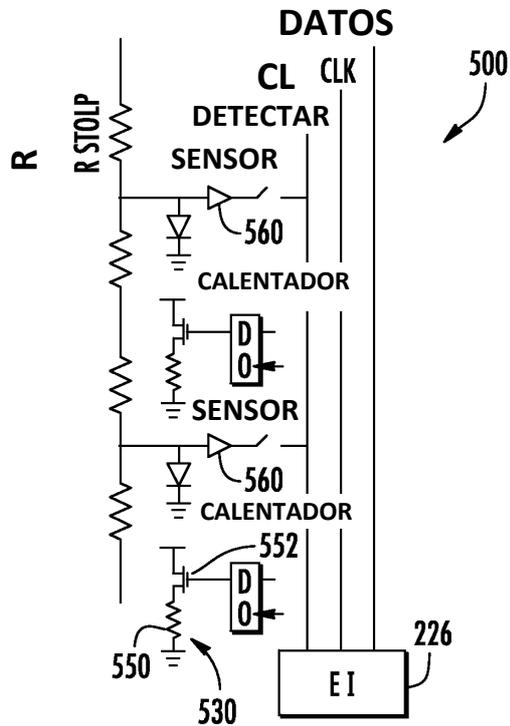


FIGURA 7

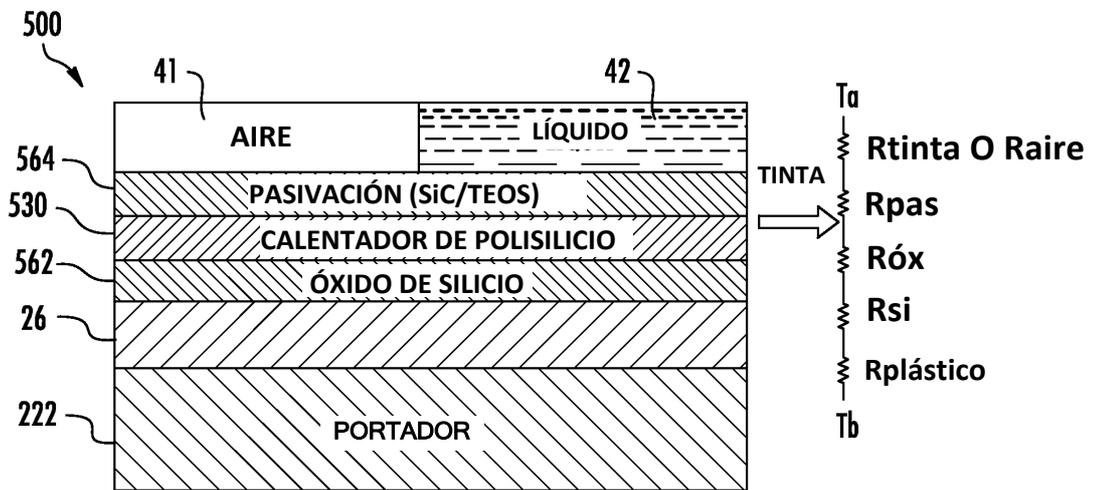


FIGURA 8

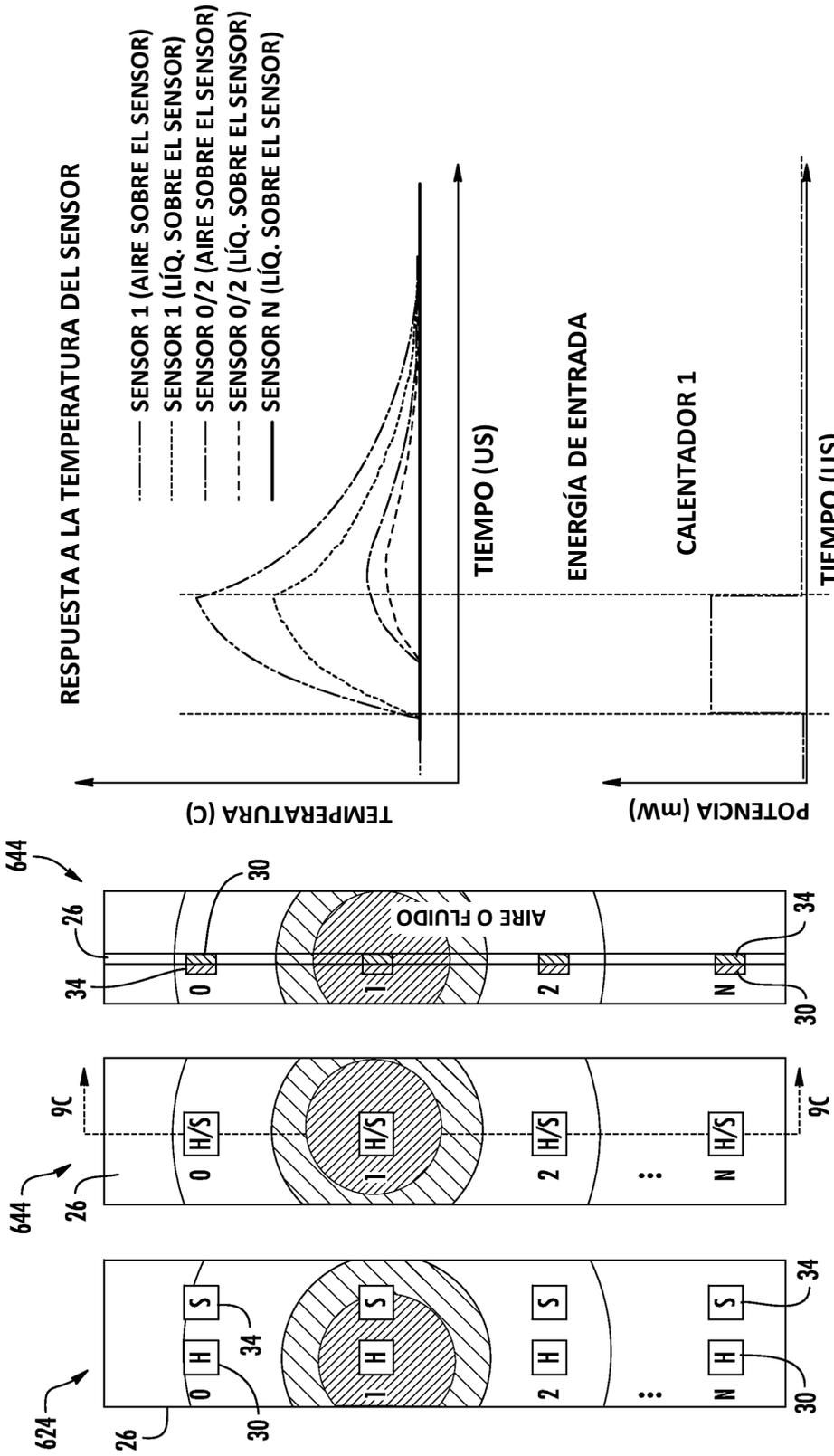


FIGURA 10

FIGURA 9C

FIGURA 9B

FIGURA 9A

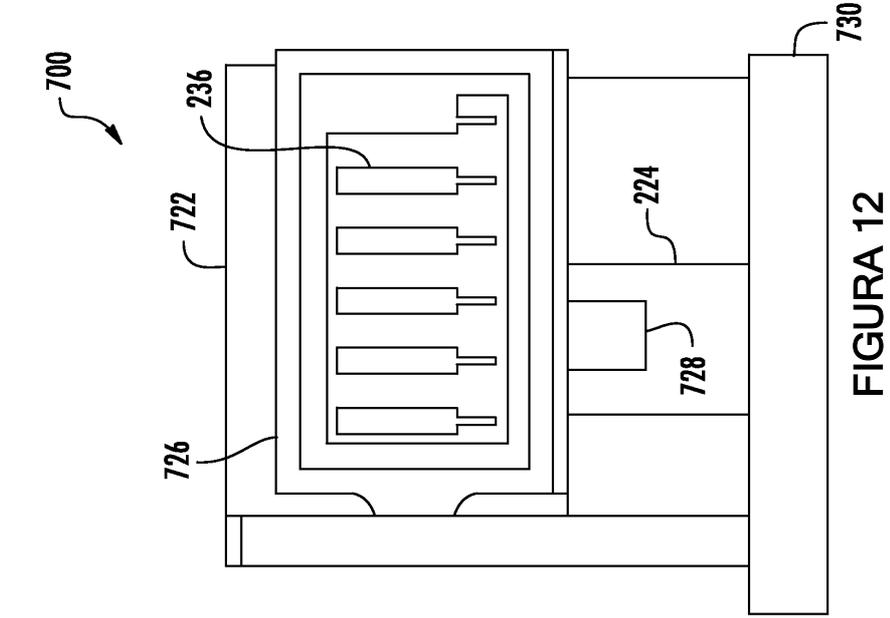


FIGURE 11

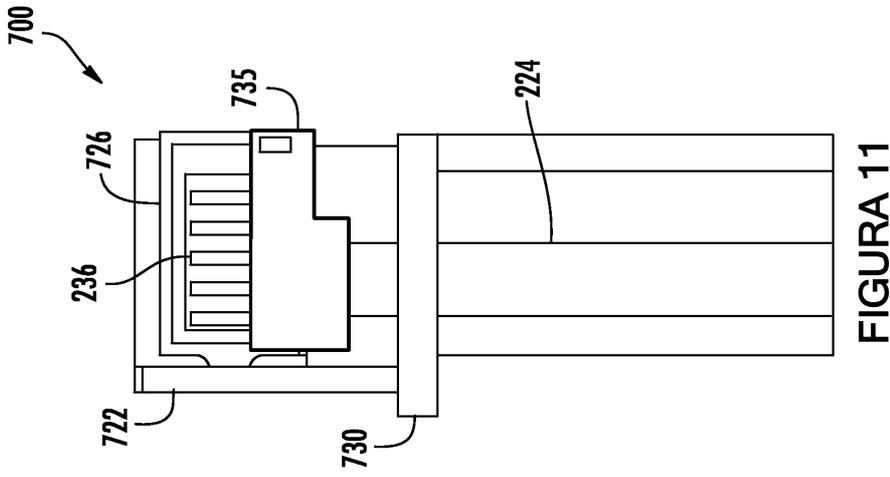


FIGURE 12

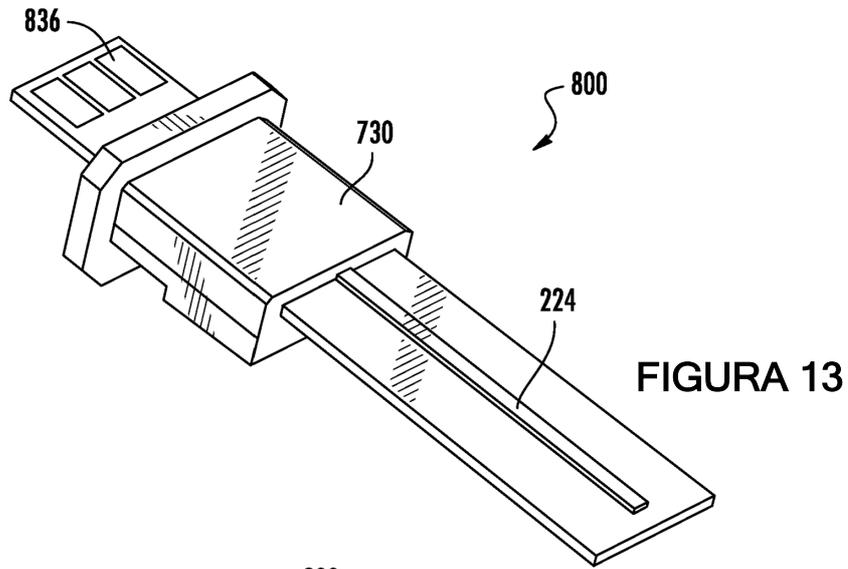


FIGURA 13

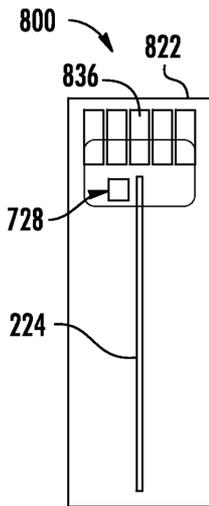


FIGURA 14

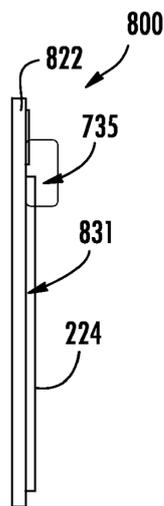


FIGURA 15

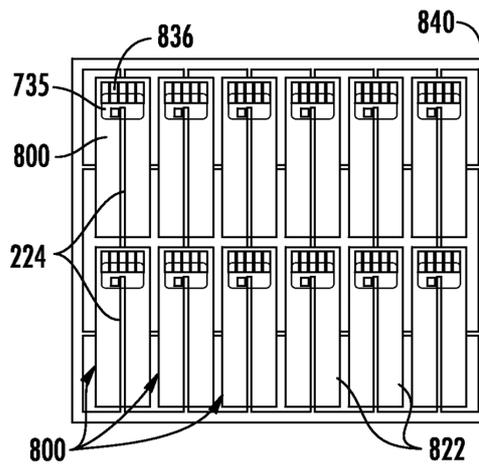


FIGURA 17

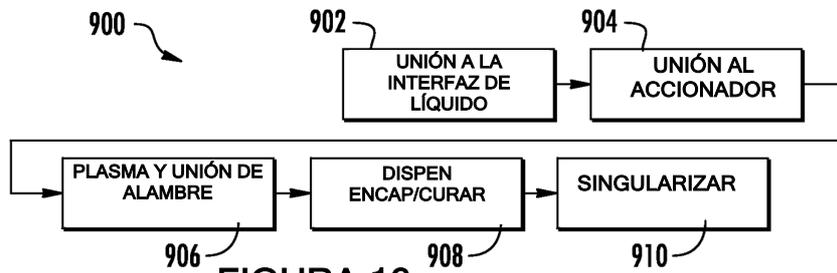


FIGURA 16



FIGURA 18A



FIGURA 18B

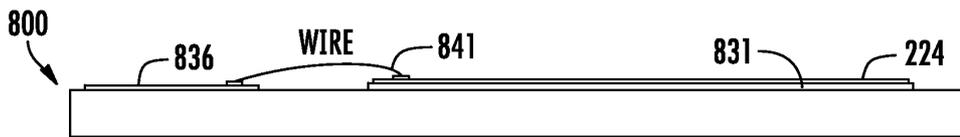


FIGURA 18C

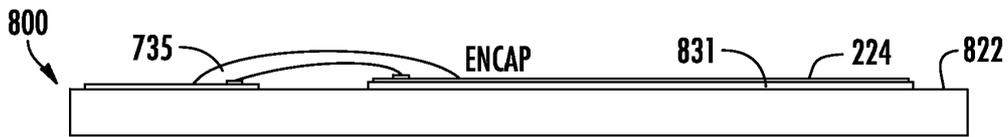


FIGURA 18D

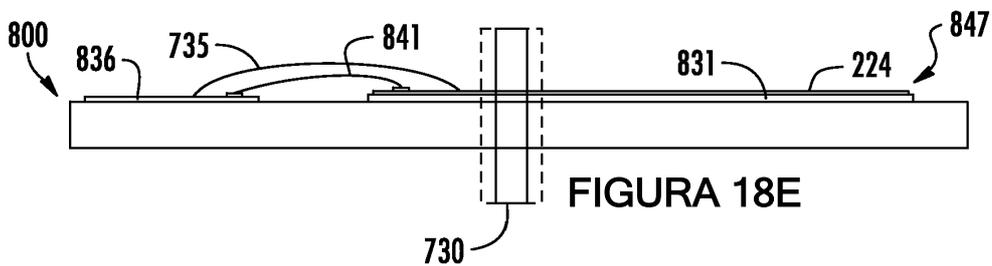


FIGURA 18E