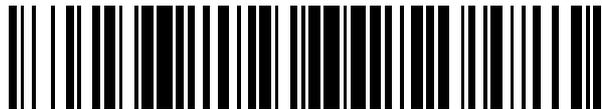


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 655 994**

51 Int. Cl.:

**G01N 25/18** (2006.01)

**H05B 3/46** (2006.01)

**H05B 3/82** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.07.2011 PCT/US2011/044662**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.01.2012 WO12012519**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2011 E 11746062 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017 EP 2596342**

54 Título: **Sistema de sensores de fluidos en combinación**

30 Prioridad:

**22.07.2010 US 366642 P**

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

**22.02.2018**

73 Titular/es:

**WATLOW ELECTRIC MANUFACTURING  
COMPANY (100.0%)  
12001 Lackland Road  
St. Louis, MO 63146, US**

72 Inventor/es:

**STEINHAUSER, LOUIS, P.;  
LINDLEY, JACOB y  
PASKVAN, JOHN**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 655 994 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

Sistema de sensores de fluidos en combinación

5 **Referencia cruzada a solicitudes de patente relacionadas**

La presente solicitud reivindica los derechos de la solicitud de patente provisional nº de serie 61/366.642, presentada el 22 de julio de 2010.

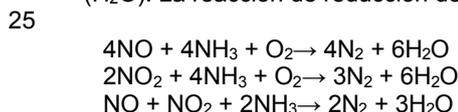
10 **Campo**

La presente divulgación se refiere a sensores y sistemas de control para fluidos y, más en particular, a sensores y sistemas de control para determinar y controlar características del fluido, tales como el nivel, la temperatura, el tipo, la concentración y/o la contaminación del fluido.

15 **Antecedentes**

Los enunciados de la presente sección proporcionan simplemente información sobre antecedentes relacionada con la presente divulgación y pueden no constituir estado de la técnica anterior.

20 En sistemas de escape de motores diésel puede utilizarse un catalizador de reducción selectiva (SCR) para reducir emisiones de NO<sub>x</sub>. El NO contenido en el gas de escape experimenta una reacción de reducción cuando los gases de escape pasan a través de la cámara catalítica del SCR y se reduce dando nitrógeno (N<sub>2</sub>) y agua (H<sub>2</sub>O). La reacción de reducción de NO<sub>x</sub> puede expresarse en las reacciones químicas siguientes:



30 Generalmente se utiliza urea líquida, en lugar de amoníaco (NH<sub>3</sub>) gaseoso, como reductor debido a la naturaleza tóxica del amoníaco gaseoso y a su dificultad de almacenamiento. La urea líquida se inyecta en una ubicación previa al SCR y se mezcla con el gas de escape. La mezcla de urea y gas de escape se absorbe en el SCR. La urea se convierte en amoníaco gaseoso mediante descomposición térmica antes de que tenga lugar la reacción de reducción.

35 La urea se almacena en un tanque de urea previsto para ello. La solución de urea incluye generalmente el 32,5% de urea y el 67,5% de agua en peso, en parte, de forma que pueda obtenerse una temperatura de congelación baja. En el tanque de urea se incorporan una pluralidad de sensores y dispositivos para asegurar que esté contenida en el tanque de urea la suficiente solución de urea y que esta posea una calidad lo suficientemente buena como para lograr una reducción eficaz del NO<sub>x</sub>. Por ejemplo, puede ser necesario un dispositivo de calefacción para calentar la solución de urea a fin de evitar que la solución de urea se congele a aproximadamente 11°F (~-11,67°C). Puede ser necesario un sensor de concentración para realizar un seguimiento de la concentración de la solución de urea con el fin de asegurar que la solución de urea no se diluya o se contamine con otros líquidos de forma intencionada o no intencionada. Puede ser necesario un sensor del nivel de líquido para asegurar que haya presencia en el tanque de la cantidad de urea suficiente. Estos diferentes dispositivos y sensores requieren un control aparte y precisan una cantidad significativa de espacio y de costes.

50 A partir del documento EP 2 009 431 es conocido que se puede proporcionar un dispositivo de identificación de fluido que tenga un módulo sensor de identificación 2 para detectar el tipo de líquido y un módulo sensor de nivel de líquido 3 aparte para detectar el nivel del líquido. El documento US 2007/113625D6 muestra un aparato que utiliza una pieza de detección de propiedades de un líquido 30 para detectar la temperatura de la solución acuosa de urea y la concentración de urea y una pieza de detección del nivel 70 aparte para detectar el nivel de líquido utilizando la capacidad formada por un electrodo cilíndrico exterior 10 y un electrodo interior 20.

55 **Sumario**

60 En una forma, un aparato para determinar y controlar características de un fluido según la reivindicación 1 incluye una sección de sonda, un circuito de calefacción en capas formado sobre la sección de sonda y un módulo de control. La resistencia del circuito de calefacción cambia con la temperatura. El módulo de control se encuentra en comunicación con el circuito de calefacción y determina por lo menos uno de entre la concentración, la temperatura y el nivel del fluido basándose en el cambio de resistencia del circuito de calefacción.

65 En otra forma, se proporciona un procedimiento para determinar y controlar características de un fluido según la reivindicación 11 que incluye excitar un circuito de calefacción, medir un cambio de resistencia del circuito de

calefacción después de que se haya excitado el circuito de calefacción y determinar la concentración, la temperatura y el nivel del fluido basándose en el cambio de resistencia del circuito de calefacción.

5 Otros aspectos de la presente divulgación resultan en parte evidentes y en parte se indicarán a continuación. Debe apreciarse que pueden implementarse individualmente o en combinación entre sí diversos aspectos de la divulgación. Debe apreciarse también que la descripción detallada y los dibujos, aunque indican determinadas formas ejemplificativas de la presente divulgación, se proporcionan únicamente a título ilustrativo y no limitativo del alcance de la divulgación.

## 10 **Dibujos**

Los dibujos descritos en la presente memoria se proporcionan únicamente a título ilustrativo y no limitativo del alcance de la presente divulgación de ninguna forma.

15 La figura 1 es una vista esquemática de un aparato y un tanque según los principios de la presente divulgación;

La figura 2 es una vista en perspectiva parcial del aparato de la figura 1;

20 La figura 3 es otra vista en perspectiva parcial del aparato de la figura 1;

La figura 4 es una vista en sección transversal del aparato, tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 3;

25 La figura 5 es un gráfico que representa una relación entre la resistencia de un circuito de calefacción y la temperatura;

La figura 6 es una vista esquemática de un módulo de control del aparato;

30 La figura 7 es otro gráfico que representa una relación entre la resistencia de un circuito de calefacción y la temperatura;

La figura 8A es una vista esquemática de una forma alternativa de un circuito de calefacción de un calefactor en capas;

35 La figura 8B es una vista esquemática de un circuito para determinar características de un fluido según los principios de la presente divulgación;

La figura 9A es una vista esquemática de una forma alternativa de un circuito sensor de un sensor para fluidos según la presente divulgación;

40 La figura 9B es una vista esquemática de otra forma más de un circuito sensor de un sensor para fluidos según la presente divulgación;

45 La figura 9C es una vista esquemática de otra forma más de un circuito sensor de un sensor para fluidos según la presente divulgación;

La figura 9D es una vista esquemática de otra forma de un circuito sensor de un sensor para fluidos según la presente divulgación;

50 La figura 10 es una vista en perspectiva de una forma alternativa de un aparato según los principios de la presente divulgación;

La figura 11 es una vista esquemática de una forma alternativa de un circuito sensor de un sensor para fluidos;

55 La figura 12A es una vista en perspectiva de una forma alternativa de una sección de sonda de un aparato;

La figura 12B es una vista en perspectiva de otra forma alternativa de una sección de sonda;

60 La figura 13 es una vista en perspectiva de una sección de sonda de un aparato según los principios de la presente divulgación;

La figura 14 es una vista en perspectiva de una forma alternativa de un tanque para su utilización con un aparato según la presente divulgación; y

65 La figura 15 es una vista en perspectiva de otra sonda combinada construida según la presente divulgación.

Debe apreciarse que a lo largo de los dibujos los números de referencia correspondientes indican partes y características similares o correspondientes.

### Descripción detallada

5

La descripción siguiente se presenta únicamente a título ejemplificativo y no limitativo de la presente divulgación o las aplicaciones o utilidades de la divulgación.

10

Haciendo referencia a la figura 1, un aparato 10 construido según los principios de la presente divulgación se monta en un tanque 12 que contiene un fluido, tal como una solución de urea. El aparato 10 incluye una pluralidad de dispositivos integrados en una única unidad para determinar y controlar características del fluido, tales como el tipo, el nivel, la concentración y la temperatura. El aparato 10 también puede determinar si el fluido está contaminado. Debe apreciarse que el aparato 10 puede utilizarse para detectar y controlar características de fluidos diferentes a una solución de urea sin apartarse del ámbito de la presente divulgación. Debe apreciarse que el término "fluido", como tal, significa todas las formas de materia tales como líquido, gas, sólido y plasma, y, por lo tanto, el aparato 10 según la presente divulgación puede utilizarse para determinar y controlar características de cualquier forma de materia.

15

20

El aparato 10 incluye, en general, una sección de sonda 14, una sección de montaje 16, un módulo de control 18 y una sección terminal 20. La sección de sonda 14 tiene una estructura alargada y está sumergida en la solución de urea contenida en el tanque 12. En una forma, la sección de montaje 16 está configurada de forma que incluya un reborde 22 y una rosca 24 para enroscarla en el agujero roscado 24 de una pared superior 26 del tanque 12. Se entenderá, no obstante, que pueden utilizarse para conectar el aparato 10 al tanque 12 numerosas configuraciones mecánicas, tales como, a modo de ejemplo, desconexiones rápidas, ajustes a presión o adhesivos/empalmes, entre otras. El módulo de control 18 incluye una pluralidad de circuitos de control y algoritmos para determinar y controlar características de la solución de urea basándose en señales de salida de un calefactor y una pluralidad de sensores, que se describirán con mayor detalle a continuación, previstos en la sección de sonda 14. La pluralidad de sensores puede incluir, a modo de ejemplo, un sensor de temperatura, un sensor de concentración y un sensor de nivel de fluido. La sección terminal 20 está configurada de forma que pueda conectarse a una fuente de potencia y/o un sistema de comunicación (no representado).

25

30

35

Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, la sección de sonda 18 incluye un calefactor en capas 30 y un sensor para fluidos 32. El calefactor en capas 30 puede excitarse para calentar la solución de urea cuando la temperatura de la solución de urea sea inferior a una temperatura umbral para asegurar que la solución de urea no se congele, o para fundir cualesquiera partículas de hielo acumuladas. Asimismo, la temperatura de la solución de urea puede controlarse para que sea inferior a un umbral predeterminado a fin de evitar la degradación de la solución de urea. Como tal, el calefactor en capas 30 puede diseñarse en una forma que proporcione un efecto Peltier para producir un enfriamiento. Adicionalmente, en una forma, el calefactor en capas 30 se utiliza como un sensor de temperatura para detectar la temperatura de la solución de urea. Por lo tanto, el calefactor en capas 30 funciona como un elemento de calentamiento y como un sensor de temperatura en una forma de la presente divulgación. Dicho calefactor en capas se describe con gran detalle en la patente de Estados Unidos N° 7.196.295.

40

45

50

55

60

65

Haciendo referencia a la figura 4, la sección de sonda 18 incluye un sustrato 34 sobre el que están formados el calefactor en capas 30 y el sensor para fluidos 32. El calefactor en capas 30 puede incluir una primera capa dieléctrica 36 sobre una primera superficie 38 del sustrato 34, una capa resistiva 40 sobre la primera capa dieléctrica 36 y una segunda capa dieléctrica 42 sobre la capa resistiva 40. El sensor para fluidos 32 incluye una primera capa dieléctrica 46 sobre una segunda superficie 44 del sustrato 34, una capa conductiva 48 sobre la primera capa dieléctrica 46 y una segunda capa dieléctrica 50 sobre la capa conductiva 48. Se forman un par de almohadillas conductoras 52 en los extremos de la capa conductiva 48 que no están cubiertas por la segunda capa dieléctrica 50. Las capas funcionales (es decir, las capas dieléctricas 36, 42, 46, 50, la capa resistiva 40 y la capa conductiva 48) del calefactor en capas 30 y el sensor para fluidos 32 se forman mediante procedimientos en capas, tales como película gruesa, película fina, pulverización térmica, pulverización de plasma y sol-gel. Los procesos de película gruesa pueden incluir, a modo de ejemplo, serigrafía, pulverización, impresión con rodillo e impresión por transferencia, entre otros. Los procesos de película fina pueden incluir, a modo de ejemplo, sedimentación iónica, pulverización catódica, deposición química de vapor (CVD) y deposición física de vapor (PVD), entre otros. Los procesos de pulverización térmica pueden incluir, a modo de ejemplo, pulverización por llama, pulverización de plasma, pulverización de arco de alambre y HVOF (oxi-combustible de alta velocidad), entre otros. Los procesos sol-gel pueden incluir, a título de ejemplo, aplicación por inmersión, por rotación o por pintado, entre otros. Así, tal como se utiliza en la presente memoria, la expresión "calefactor en capas" deberá interpretarse de forma que incluya calefactores que comprenden por lo menos una capa funcional (por ejemplo, solo una capa resistiva 40, una capa resistiva 40 y una capa dieléctrica 36/42, entre otras), formándose la capa mediante aplicación a un sustrato o a otra capa, o acumulación sobre los mismos, de un material utilizando procesos asociados con película gruesa, película fina, pulverización térmica o sol-gel, entre otros. Estos procedimientos también se denominan "procedimientos en capas" o "procedimientos de calefactor en capas".

Tal como se muestra en las figuras 2 y 3, el calefactor en capas 30 incluye un circuito de calefacción 31, y el sensor para fluidos 32 incluye un circuito sensor 33. El patrón específico del circuito de calefacción 31 y/o el circuito sensor 33 puede formarse utilizando estarcido, ajuste por láser, grabado o mecanizado, entre otros procedimientos asociados con procesos en capas. Por ejemplo, el ajuste por láser establecido en la patente US n° 7.361.869 puede utilizarse permaneciendo dentro del ámbito de la presente divulgación.

Como se muestra adicionalmente en la figura 4, puede aplicarse un recubrimiento protector 53, tal como un material metálico, sobre las segundas capas dieléctricas 42 y 50 del calefactor en capas 30 y el sensor para fluidos 32 para proteger el calefactor 30 y el sensor para fluidos 32 de la corrosión provocada por la solución de urea u otros daños medioambientales.

Haciendo referencia a la figura 5, la capa resistiva 40 del calefactor en capas 30 forma el circuito de calefacción 31 e incluye un material que tiene un coeficiente de temperatura de la resistencia (TCR) relativamente elevado, bien positivo o bien negativo. Cuando el circuito de calefacción 31 incluye un material que tiene un coeficiente de temperatura positivo, la resistencia del circuito de calefacción 31 aumenta con la temperatura del circuito de calefacción. La resistencia a cualquier temperatura  $t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) puede describirse como  $R_0(1 + \alpha t)$ , siendo  $R_0$  la resistencia a una temperatura de referencia (a menudo  $0^{\circ}\text{C}$ ) y  $\alpha$  el coeficiente de temperatura de la resistencia (TCR). Como se muestra, la resistencia del circuito de calefacción 31 es una función de la temperatura del circuito de calefacción 31, y la pendiente de la línea L depende del material del circuito de calefacción 31.

Haciendo referencia a la figura 6, el módulo de control 18 incluye un módulo de determinación de la temperatura 60, un módulo de determinación de la concentración 62, un módulo de determinación del nivel de fluido 64 y un módulo de excitación 66. El módulo de determinación de la temperatura 60 se encuentra en comunicación con el calefactor en capas 30 y puede incluir un controlador de dos cables. El controlador de dos cables determina la temperatura del calefactor en capas midiendo la resistencia de la capa resistiva 40 y controla la temperatura del calefactor a través del módulo de excitación 66. El voltaje aplicado al calefactor en capas 30 y la corriente que pasa a través del mismo se miden utilizando el controlador de dos cables, y se calcula la resistencia en base a la ley de Ohm. Adicionalmente, también puede utilizarse un conmutador de límite de temperatura elevada (no mostrado) permaneciendo dentro del ámbito de la presente divulgación.

Para determinar y controlar la temperatura de la solución de urea, el calefactor en capas 30 puede excitarse por medio del módulo de excitación 66 durante un periodo predeterminado. La capa resistiva 40 del calefactor en capas 30 se calienta y calienta la solución de la zona circundante. La resistencia de la capa resistiva 40 cambia en función de la temperatura. Determinando el cambio de resistencia de la capa resistiva 40 pueden determinarse la temperatura de la capa resistiva 40 y de la solución de urea. Se ha descrito un calefactor en capas que incluye una capa resistiva como elemento calefactor y como sensor de temperatura y un controlador de dos cables para controlar el mismo en el documento U.S. 7.196.295, titulado "Two-Wire Layered Heater System."

Haciendo referencia a la figura 7, el calefactor en capas 30 también puede utilizarse para determinar si el nivel de la solución de urea es inferior a un nivel umbral. Como se ha mostrado y descrito anteriormente, la resistencia del circuito de calefacción 31 aumenta con la temperatura del circuito de calefacción 31 y, en consecuencia, la temperatura de la solución de urea cuando la capa resistiva 40 incluye un material que tiene un coeficiente de temperatura positivo. Tal como se muestra, el punto A indica una temperatura inicial  $T_A$  y la resistencia  $R_A$  del circuito de calefacción 31 cuando el calefactor en capas 30 no está excitado. El calefactor en capas 30 puede excitarse durante un periodo predeterminado  $\Delta t$  para aumentar la temperatura y la resistencia del circuito de calefacción 31. El punto B indica una temperatura final  $T_B$  y una resistencia final del circuito de calefacción 31 después de que se haya excitado el circuito de calefacción 31 cuando está presente en el tanque una cantidad predeterminada de la solución de urea. La temperatura y la resistencia del circuito de calefacción 31 aumentan a una velocidad superior cuando está contenida menos solución de urea. Cuanta más solución de urea esté presente en el tanque 12, más cerca estará el punto B del punto A. Cuanta menos solución de urea esté presente en el tanque 12, más alejado estará el punto B del punto A dada la misma cantidad de energía en el mismo. Cuando la temperatura final y la resistencia superan un umbral superior (por ejemplo, la temperatura y la resistencia indicadas mediante el punto C), el módulo de determinación del nivel de fluido 64 puede determinar que el nivel de líquido de la solución de urea se encuentra por debajo de un umbral inferior. El módulo de determinación de nivel de fluido 64 puede enviar una señal a una alarma o un sistema de diagnóstico de a bordo (OBD) 70 para alertar al conductor. Además, el sistema puede diseñarse/programarse para que proporcione un examen periódico del nivel de la solución de urea, entre otras características, tal como durante la puesta en marcha y a intervalos durante su utilización. Adicionalmente, el módulo de determinación del nivel de fluido 64 puede enviar una señal a la unidad de control de motor (ECU) 72 para controlar que el motor funcione a una velocidad inferior para reducir emisiones. El sistema puede configurarse adicionalmente para que comunique características del fluido a calibradores de estado y otros dispositivos para controlar un motor, un dispositivo o un proceso. Se deberá interpretar que dichas configuraciones se encuentran dentro del ámbito de la presente divulgación.

Haciendo referencia a la figura 8A, se configura una forma alternativa del calefactor en capas 80 para determinar con más precisión el nivel de líquido de la solución de urea. Tal como se muestra, el calefactor en capas 80 incluye un circuito de calefacción 81 que incluye una pluralidad de resistores 82, 84, 86, que están dispuestos en puntos diferentes a lo largo de la longitud de la sección de sonda 14, que indican diferentes alturas del tanque 12. Por ejemplo, el primer resistor 82 puede proporcionarse en un punto medio de la sección de sonda 14. El segundo resistor 84 puede proporcionarse en un punto medio entre el primer resistor 84 y un borde inferior 88 de la sección de sonda 14. El tercer resistor 86 puede proporcionarse próximo al borde inferior 88 de la sección de sonda 14. Por lo tanto, las ubicaciones del primer resistor 82, el segundo resistor 84, el tercer sensor 86 corresponden a una pluralidad de niveles de líquido, es decir,  $\frac{1}{2}$  de llenado,  $\frac{1}{4}$  de llenado y cerca del vacío.

Cuando el circuito de calefacción 81 se excita, la temperatura y la resistencia de los resistores 82, 84 y 86 aumentan si los resistores 82, 84 y 86 tienen un material con PTC (coeficiente de temperatura positivo). Cuando los resistores 82, 84 y 86 incluyen materiales similares y están configurados de forma similar, la temperatura y la resistencia de los resistores 82, 84 y 86 aumentan a la misma velocidad en condiciones similares. Cuando uno o dos de los resistores 82, 84 y 86 están sumergidos en la solución de urea, los resistores presentes en la solución de urea se calientan a una velocidad inferior. Como consecuencia, la resistencia de los resistores 82, 84 y 84 no es la misma después de que los resistores se hayan excitado durante la misma cantidad de tiempo. Por lo tanto, el nivel de líquido de la solución de urea puede determinarse basándose en una comparación del cambio de temperatura y el cambio de resistencia en estos resistores 82, 84 y 86. Se entenderá que pueden proporcionarse más resistores, por ejemplo, a un nivel de  $\frac{3}{4}$  de llenado y a nivel de  $\frac{1}{8}$  de llenado, para determinar con más precisión el nivel de la solución de urea. Además, el valor de cada uno de los resistores puede modificarse para optimizar las señales de identificación individuales. En otra forma más, el módulo de control 18 puede multiplexarse entre cada uno de los resistores a fin de determinar el nivel de solución de urea.

Haciendo referencia de nuevo a la figura 3, el sensor para fluidos 32 incluye una capa conductiva 48 y un par de almohadillas conductoras 52. Se establece un potencial eléctrico de red entre las almohadillas conductoras 52. Las almohadillas conductoras 52 se exponen a la solución de urea para detectar la conductividad eléctrica de la solución de urea. Las almohadillas conductoras 52 incluyen un material resistente a la corrosión (por ejemplo, acero inoxidable) para proteger las almohadillas conductoras 52 de la solución de urea, que puede tener un nivel de pH de una magnitud de 10.

El sensor para fluidos 32 se encuentra en comunicación con el módulo de determinación de la concentración 62, el módulo de determinación del nivel de fluido 64 y el módulo de excitación 66 del módulo de control 18. Para detectar la calidad de la solución de urea, puede aplicarse un potencial eléctrico a las almohadillas conductoras 52. La corriente eléctrica pasa entre las almohadillas conductoras 52 a través de la solución de urea a una velocidad proporcional a la conductividad eléctrica de la solución de urea. Cuando la urea está contaminada o diluida, la conductividad eléctrica se desvía de la conductividad eléctrica predeterminada. Por lo tanto, el sensor para fluidos 32 puede detectar la concentración, la contaminación o la dilución de la solución de urea basándose en la conductividad eléctrica de la solución de urea.

Adicionalmente, el sensor para fluidos 32 puede detectar si el nivel de fluido se encuentra por debajo de un nivel predeterminado. Cuando las almohadillas conductoras 52 están ubicadas por encima del nivel de líquido, no existe la presencia de solución de urea entre las almohadillas conductoras 52 para establecer una conexión eléctrica entre las mismas. Por lo tanto, cuando no se detecta conexión eléctrica entre las almohadillas conductoras 52, el módulo de determinación de nivel de fluido 64 puede determinar que el nivel de fluido se encuentra por debajo de las almohadillas conductoras 52 (o un nivel predeterminado).

Como se muestra en la figura 8B, un circuito ejemplificativo que puede determinar características del fluido se ilustra y se indica en general mediante el número de referencia 85. En este circuito 85, está incluido un conjunto de cuatro conmutadores 87 y la polaridad del voltaje se conmuta continuamente con estos conmutadores 87 para hacer fluctuar el campo eléctrico entre los elementos 89 dispuestos dentro del fluido. En consecuencia, pueden determinarse diversas características del fluido basándose en las diferencias entre los elementos 89, que pueden estar basadas, por ejemplo en la capacitancia o dieléctricamente, tal como se establece en la presente memoria.

Haciendo referencia a la figura 9A, puede utilizarse una forma alternativa del sensor para fluidos 90 para detectar con más precisión el nivel de líquido de la solución de urea. Como se muestra, el sensor para fluidos 90 incluye una pluralidad de almohadillas conductoras 92 y una pluralidad de buses eléctricos 94 conectados a las almohadillas conductoras 92. Las almohadillas conductoras 92 están dispuestas en pares en diferentes puntos a lo largo de la longitud de la sección de sonda 14 correspondientes a una altura diferente del tanque 12. Las almohadillas conductoras 92 sumergidas en la solución de urea están conectadas eléctricamente mediante la solución de urea, mientras que las almohadillas conductoras 92 dispuestas por encima del nivel de la solución de urea no están conectadas eléctricamente. Por lo tanto, el nivel de fluido puede determinarse con más precisión basándose en si se ha establecido una conexión eléctrica entre las almohadillas conductoras 92 a diferentes niveles. En otro perfeccionamiento más, el fluido mismo podría ser un circuito calefactor real, en el que la carga eléctrica se aplica utilizando electrodos dispersos dentro del fluido. Por ejemplo, la corriente que fluye entre las

almohadillas conductoras 92 se proporcionaría a un nivel suficiente como para crear el calentamiento Joule del fluido.

5 Tal como se muestra adicionalmente en las figuras 9B y 9C, la determinación de las características del fluido utilizando las almohadillas puede combinarse con/en el circuito calefactor. Cuando las almohadillas (ilustradas como resistores "R" en las figuras 9B y 9C) están integradas dentro del circuito de calefacción real, el módulo de control 18 utiliza multiplexado para leer diversas combinaciones de cargas en los resistores R para determinar las características del fluido. Por ejemplo, en la figura 9B, el nivel de fluido puede determinarse comparando la resistencia de los diversos nodos (N1, N2, N3 y N4). Se entenderá que puede utilizarse cualquier número de circuitos y la ilustración de cuatro (4) circuitos es simplemente un ejemplo. Como otro ejemplo, tal como se muestra en la figura 9C, se utilizan campos electromagnéticos generados por circuitos paralelos para determinar propiedades eléctricas del fluido, determinando de esta forma, por ejemplo, si el fluido se ha contaminado o no. Deberá interpretarse que estas y otras variaciones del circuito construidas según las enseñanzas del presente documento se encuentran dentro del ámbito de la presente divulgación.

15 Tal como se muestra en la figura 9D, los circuitos calefactores individuales 96, 97 y 98 están dispuestos a lo largo de la sección de sonda 14. En operación, cuando el nivel del fluido disminuye, los circuitos calefactores individuales se apagan a fin de aumentar la eficacia del calefactor para fluidos.

20 Haciendo referencia a la figura 10, se muestra una forma alternativa de un aparato 100 que es similar al aparato 10 excepto por la sección de sonda 102. Más específicamente, la sección de sonda 102 incluye una pluralidad de patas 104 que se extienden desde la sección de montaje 106. Aunque se muestran dos patas, se entiende que la sección de sonda 102 puede tener cualquier número (incluso uno) de patas. Cada una de las patas 104 tiene una configuración de placa plana e incluye una superficie exterior 110 y una superficie interior 112. Las superficies interiores 112 de las patas 104 se encuentran frente a frente. El aparato 100 incluye un calefactor en capas 120 próximo a las superficies exteriores 110 y un sensor para fluidos 122 próximo a las superficies interiores 112. De forma similar, el calefactor en capas 120 y el sensor para fluidos 122 se forman sobre un sustrato de la sección de sonda 102 mediante procesos en capas.

30 Haciendo referencia a la figura 11, una forma alternativa de un sensor para fluidos 130 puede proporcionarse próxima a las superficies interiores de las patas 104. El sensor de calidad/nivel del líquido 130 incluye un primer elemento de detección capacitivo 132 y un segundo elemento de detección capacitivo 134. El primer elemento de detección capacitivo 132 incluye un par de almohadillas conductoras 136 (solo se muestra una en la figura 11) estando cada una en cada pata 104. El par de almohadillas conductoras 136 se proporciona cerca de un borde inferior 137 de la sección de sonda 14 (es decir, la parte inferior del tanque 12) para medir la constante dieléctrica de la solución de urea. (La constante dieléctrica se refiere a la capacidad de un material para polarizarse mediante un campo eléctrico aplicado). Puede aplicarse un potencial eléctrico a las almohadillas conductoras 136. La magnitud de la corriente eléctrica puede verse afectada por materiales presentes en el espacio entre las almohadillas conductoras 136. La solución de urea con concentración diferente (que tiene una resistencia eléctrica diferente) tendrá un efecto diferente sobre la corriente eléctrica. Por lo tanto, la concentración de la solución de urea puede determinarse en base a la constante dieléctrica de la solución de urea. Además, líquidos diferentes tienen constantes dieléctricas diferentes. El tipo de líquidos (por ejemplo, combustible diésel, agua, urea) presentes en el tanque también puede determinarse en base a la constante dieléctrica.

45 Adicionalmente, debido a que el aire es un mal conductor eléctrico, puede determinarse que el nivel de líquido puede encontrarse por debajo de las almohadillas conductoras 136.

50 El segundo elemento de detección capacitivo 134 incluye un par de electrodos 138, estando cada uno en cada pata 104, y se extiende a lo largo de la longitud de la sección de sonda 14 (es decir, la altura del tanque 12) para medir el nivel de fluido basándose en la capacitancia entre los electrodos 138. Puede aplicarse un campo electromagnético a los electrodos 138. La magnitud del campo electromagnético se ve afectada por los materiales presentes en el espacio entre los electrodos 138. Los materiales con una constante dieléctrica elevada (tales como el aire) tienen un gran efecto sobre el campo electromagnético y pueden cambiar la capacitancia entre los electrodos 138. Por lo tanto, la capacitancia entre los electrodos 138 proporciona una indicación del nivel de fluido.

60 Haciendo referencia a la figura 12A, una forma alternativa de una sección de sonda 150 incluye un cuerpo tubular rectangular 151 que define un extremo abierto superior 152, un extremo abierto inferior 154 y un espacio hueco 156 entre los mismos. El extremo abierto superior 152 y el extremo abierto inferior 154 permiten que la solución de urea penetre en el espacio hueco 156. El flujo de fluido lateral está restringido. La sección de sonda 150 incluye un calefactor en capas (no representado) en cualquier forma tal como se ha descrito previamente con relación a las La figura 2, 4 y 8, y un sensor para fluidos 162. El sensor para fluidos 162 puede incluir un elemento de calefacción 164 y un termopar 166 que se proporciona próximo a una porción media del cuerpo tubular rectangular 151 para medir la temperatura de la solución de urea contenida en el cuerpo tubular rectangular 151.

En una forma, la concentración de la solución de urea se determina en base al calor específico de la solución de urea presente en el espacio hueco 156 de la sección de sonda 150. Cuando el elemento de calefacción 164 se excita (por ejemplo, aplicando un voltaje) durante un periodo predeterminado, el elemento de calefacción 164 genera calor para calentar la solución de urea encerrada en el cuerpo tubular rectangular 151. El aumento de temperatura es función del calor específico de la solución de urea y la longitud del calefactor sumergido en la solución de urea. Cuando el calor específico se desvía de un calor específico predeterminado, puede determinarse que el fluido está contaminado o diluido. El calor específico de un fluido se calcula midiendo el cambio de temperatura provocado por una cantidad de calor conocida.

Se entiende que el elemento de calefacción 164 puede eliminarse y el calefactor en capas que se utiliza para calentar la solución de urea fuera del cuerpo tubular rectangular 151 puede excitarse para proporcionar el calor requerido para determinar el calor específico.

Haciendo referencia a la figura 12B, se muestra una forma de una sección de sonda 165 que es similar a la de la figura 12A, pero que difiere en que el cuerpo tubular rectangular 167 es más pequeño y el extremo abierto inferior 168 está separado del borde inferior 170 de la sección de sonda 165.

En resumen, las características de la solución de urea contenida en el tanque 12 (por ejemplo, el tipo, la concentración y si la solución de urea está contaminada o diluida) puede determinarse mediante un sensor para fluidos en base a la conductividad eléctrica, la constante dieléctrica y el calor específico de la solución de urea. Adicionalmente, el sensor para fluidos también puede utilizarse para detectar el nivel de fluido si se realiza la disposición apropiada del circuito sensor y el cálculo. Por ejemplo, las almohadillas conductoras del sensor para fluidos pueden utilizarse para detectar el nivel de fluido si están dispuestas en puntos diferentes de interés correspondientes a niveles de fluido diferentes.

Haciendo referencia a la figura 13, se muestra una forma alternativa de la sección de sonda 169 que tiene una configuración tubular cilíndrica en lugar de una configuración de placa plana. El circuito calefactor puede proporcionarse próximo a una superficie cilíndrica exterior. El circuito sensor de calidad/nivel de líquido en base al calor específico puede proporcionarse próximo a una superficie cilíndrica interior.

Haciendo referencia a la figura 14, se muestra una forma alternativa de un tanque 170 para su utilización con el aparato de detección de acuerdo con los principios de la presente divulgación que incluye un cuerpo de tanque 172 y una pared tubular 174. La pared tubular 174 define un espacio 176 dispuesto para recibir la sección de sonda 14 del aparato 10. La pared tubular 174 define una pluralidad de aperturas 178 para permitir la comunicación de fluido dentro y fuera de la pared tubular 174. La pared tubular 174 se proporciona para prevenir el "bailoteo" del fluido en el tanque 170 cuando el vehículo viaja. El "bailoteo" puede causar un flujo de fluido impredecible y el mezclado del fluido. La pared tubular 172 aísla la muestra de fluido del resto del tanque 170, minimiza el bailoteo instantáneo del fluido, ayuda a reducir errores en el cálculo del nivel de líquido y también proporciona un volumen pequeño en el que una primera porción de urea descongelada puede muestrearse.

Haciendo referencia a continuación a la figura 15, se ilustra otra forma de una sonda construida según los principios de la presente divulgación y se indica, en general, mediante el número de referencia 200. La sonda 200 incluye un cuerpo tubular 202 que presenta un depósito inferior 204 formado por un recinto de pared inferior 206, y el resto de la sonda 200 se expone al fluido mediante el corte 208. Aunque el corte 208 se muestra como aproximadamente un corte a 180° en la pared lateral 210 del cuerpo tubular 202, debe apreciarse que pueden utilizarse cortes de tamaño alternativo permaneciendo dentro del alcance de la presente divulgación. Por ejemplo, el corte 208 puede ser una ranura relativamente pequeña para permitir que el fluido penetre en el cuerpo tubular 202 mientras que adicionalmente reduce el "bailoteo" asociado con el movimiento del fluido. Alternativamente, puede proporcionarse una pluralidad de perforaciones (no representadas) a través de la pared lateral 210, en lugar de una única abertura discreta.

Como se muestra adicionalmente, están dispuestos un circuito calefactor 212 y un circuito sensor 214 a lo largo de una pared interior 216 del cuerpo tubular 202. Estos circuitos funcionan como se ha mencionado anteriormente en gran detalle, anteriormente, y no se describirán adicionalmente por motivos de claridad. Adicionalmente pueden disponerse otros sensores a lo largo de la pared interior 216, tales como, a modo de ejemplo, un sensor de calidad 218 (que puede estar basado en la capacitancia o dieléctricamente, como se ha indicado anteriormente), y un sensor de nivel 220. En consecuencia, puede disponerse cualquier número de sensores y/o circuitos a lo largo de la pared interior 216 del cuerpo tubular 202 permaneciendo dentro del ámbito de la presente invención. Deberá apreciarse también que pueden disponerse uno o más sensores y/o circuitos a lo largo de la pared exterior del cuerpo tubular 202 permaneciendo dentro del alcance de la presente invención.

En general, el depósito inferior 204 se diseña con el tamaño adecuado para alojar o capturar fluido cuando se funde al ponerse en contacto con el circuito calefactor 212, reduciendo de esta forma la cantidad de corriente a únicamente la requerida para cumplir las demandas de flujo de fluido y no fundir fluido congelado a lo largo de la totalidad del tanque (no representado). En una forma, el depósito inferior 204 se dispondría dentro de un receso

presente en el tanque para reducir la cantidad de fluido residual, y podría disponerse un elemento de filtro (no representado) próximo a la salida del depósito 222, si fuera necesario.

5 Aunque no se muestra, el concepto de incluir circuitos y elementos en una pared interior del cuerpo tubular 202 puede realizarse incorporando dichos circuitos y elementos sobre un sustrato flexible, tal como una lámina de poliimida, que se fija después a la pared interior del cuerpo tubular 202. Deberá apreciarse también que la sonda 200 puede adquirir formas diferentes a la tubular, tales como rectangular, oval o poligonal, entre otras. Además, los diversos circuitos y elementos ilustrados y descritos en la presente memoria pueden integrarse directamente en la pared interior del tanque de forma que no se requiera una sonda aparte/discreta. Debe interpretarse que  
10 dichas variaciones se encuentran dentro del ámbito de la presente divulgación.

El aparato según los principios de la presente divulgación proporciona ventajosamente una pluralidad de sensores y un calefactor integrados en una unidad. El circuito de calefacción del calefactor y los circuitos sensores de los sensores se forman sobre un sustrato mediante procedimientos en capas, dando como resultado una estructura compacta. Además, un módulo de control que incluye circuitos de control y algoritmos se encuentra en comunicación con la pluralidad de circuitos sensores y el circuito de calefacción para controlar los circuitos de calefacción y de detección y determinar características de la solución de urea basándose en señales procedentes de los circuitos de calefacción y de detección. El módulo de control también puede estar en comunicación con un sistema de diagnóstico de a bordo (OBD) o unidad de control del motor (ECU), usando protocolos de comunicación en buses tales como CAN J1939 o LIN, entre otros, para comunicar la calidad, la temperatura y/o el estado físico de la solución de urea. Basándose en el nivel de fluido, la temperatura y el estado físico, la ECU puede controlar la velocidad del control y la potencia de salida tal como se requiere para cumplir con las normas de emisión. La salida del módulo de control también puede utilizarse para optimizar el rendimiento del sistema y la reducción de NOx comunicando cuando el nivel de líquido es bajo o la señal de ECU cuando el fluido congelado se ha descongelado y está disponible. Por lo tanto, la calidad de la urea puede verificarse en tiempo real para motores diésel a fin de asegurar una reducción de NOx eficaz y de cumplir las normas de emisión.

30 Aunque la presente divulgación se ha abordado anteriormente con particular atención a la solución de urea, debe apreciarse que las enseñanzas divulgadas en la presente memoria, incluidas sus diversas formas, no están limitadas a dicha aplicación y pueden utilizarse para determinar características de otros fluidos.

35 Cuando se presentan elementos o características y/o formas de la presente divulgación, los artículos "un", "una", "el/la" y "dicho/a" se pretende que signifiquen que hay uno o más de los elementos o características. Se pretende que los términos "comprende", "incluye" y "tiene" sean inclusivos y significan que puede haber elementos adicionales distintos de los elementos enumerados.

40 Los expertos en la materia apreciarán que pueden introducirse diversos cambios a las formas ejemplificativas e implementaciones descritas anteriormente sin apartarse del alcance de la divulgación. En consecuencia, toda la materia contenida en la descripción anterior o mostrada en los dibujos adjuntos debería interpretarse como ilustrativa y no limitativa.

45 Debe apreciarse también que debe interpretarse que los procesos o las etapas descritos en la presente memoria no requieren necesariamente su realización en el orden particular indicado o ilustrado. Debe apreciarse también que cada uno de los procesos o etapas puede repetirse más de una vez y que pueden utilizarse procesos o etapas adicionales y alternativos y encontrarse aún dentro del alcance de la presente divulgación.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato (10) para determinar y controlar las características de un fluido que comprende:

5 un sustrato (14);

un circuito de calefacción (31) aplicado sobre el sustrato (14) para controlar las características del fluido; y

10 un circuito sensor (33) distinto del circuito de calefacción y aplicado sobre el sustrato (14) para determinar las características del fluido;

un módulo de control en comunicación con el circuito de calefacción (31),

15 en el que el circuito de calefacción (31) se aplica sobre el sustrato (14) mediante un procedimiento en capas que comprende una primera capa dieléctrica, una capa resistiva y una segunda capa dieléctrica, en el que la capa resistiva presenta una resistencia que cambia con la temperatura, y

20 en el que el circuito sensor (33) se aplica sobre el sustrato (14) mediante un procedimiento en capas que comprende una primera capa dieléctrica, una capa conductora y una segunda capa dieléctrica, y

en el que el módulo de control (18) determina un nivel del fluido y por lo menos uno de entre el tipo del fluido y la concentración de una sustancia en el fluido utilizando el mismo circuito de calefacción (31) basándose en un cambio de la resistencia del circuito de calefacción en capas.

25 2. Aparato (10) según la reivindicación 1, en el que el procedimiento en capas se selecciona de entre un grupo que consiste en película gruesa, película fina, pulverización térmica, pulverización por plasma y sol-gel.

30 3. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina por lo menos uno de entre el tipo de fluido, la concentración de la sustancia en el fluido, la temperatura del fluido y el nivel de fluido basándose en las señales de salida desde por lo menos uno de entre el circuito sensor (33) y el circuito de calefacción (31).

35 4. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito sensor (33) incluye un par de almohadillas conductoras (52) para detectar una de entre la conductividad eléctrica y la constante dieléctrica del fluido, estando la pluralidad de almohadillas conductoras (52) dispuestas preferentemente en pares en una pluralidad de ubicaciones correspondientes a una pluralidad de niveles del líquido.

40 5. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina la concentración de la sustancia en el fluido y/o el nivel de líquido del fluido basándose en una de entre la conductividad eléctrica y la constante dieléctrica del fluido y/o las ubicaciones de las almohadillas conductoras (52).

45 6. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina que el nivel de fluido es inferior a un umbral cuando la resistencia del circuito de calefacción (31) supera un valor predeterminado después de que se haya excitado el circuito de calefacción (31) durante un periodo predeterminado.

50 7. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina la concentración de la sustancia del fluido basándose en el calor específico del fluido.

8. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina la concentración y la temperatura del fluido basándose en el cambio de resistencia del circuito de calefacción (31) después de que se haya excitado el circuito de calefacción (31) durante un periodo predeterminado.

55 9. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito de calefacción (31) incluye una pluralidad de resistores (82, 84, 86) dispuestos en una pluralidad de ubicaciones correspondientes a una pluralidad de niveles de fluido.

60 10. Aparato (10) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de control (18) determina el nivel del fluido basándose en una comparación de la resistencia de la pluralidad de resistores (82, 84, 86) después de que se haya excitado la pluralidad de resistores (82, 84, 86) durante un periodo predeterminado.

65 11. Procedimiento de determinación y control de las características de un fluido que utiliza el aparato según la reivindicación 1, comprendiendo el procedimiento las etapas siguientes:

excitar un circuito de calefacción en capas (31) que presenta una pluralidad de resistores;

determinar un cambio de resistencia del circuito de calefacción en capas (31) después de que se haya excitado el circuito de calefacción (31);

5

determinar un nivel del fluido y por lo menos uno de entre el tipo del fluido y la concentración de una sustancia en el fluido utilizando el mismo circuito de calefacción, basándose la determinación en el cambio de la resistencia del circuito de calefacción en capas (31).

10

12. Procedimiento según la reivindicación 11, que comprende además determinar que el nivel de fluido es inferior a un umbral cuando la resistencia supera un valor predeterminado.

13. Procedimiento según la reivindicación 11 o 12, que comprende además disponer una pluralidad de resistores (82, 84, 86) en una pluralidad de ubicaciones correspondientes a una pluralidad de niveles de fluido.

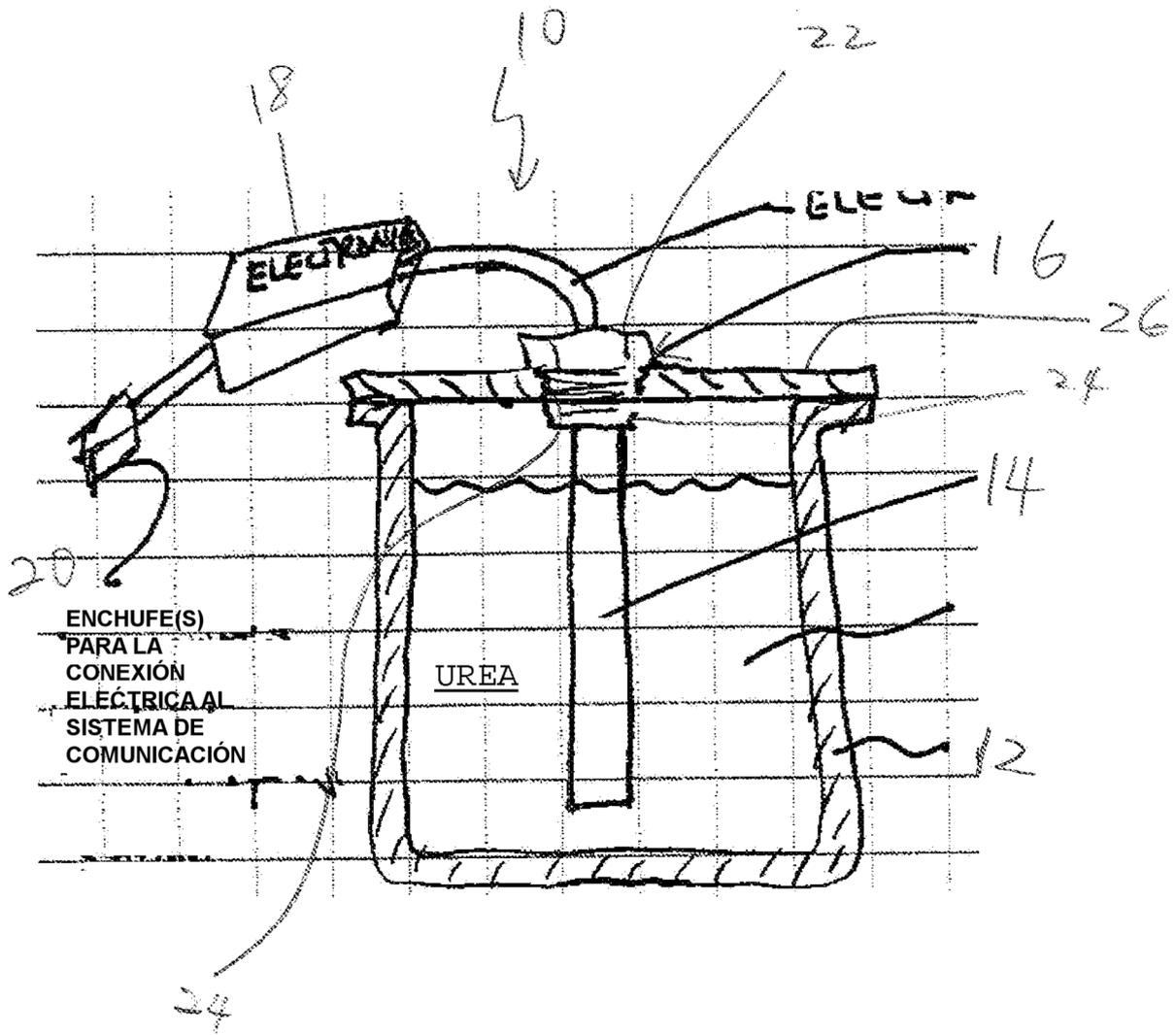


FIG. 1

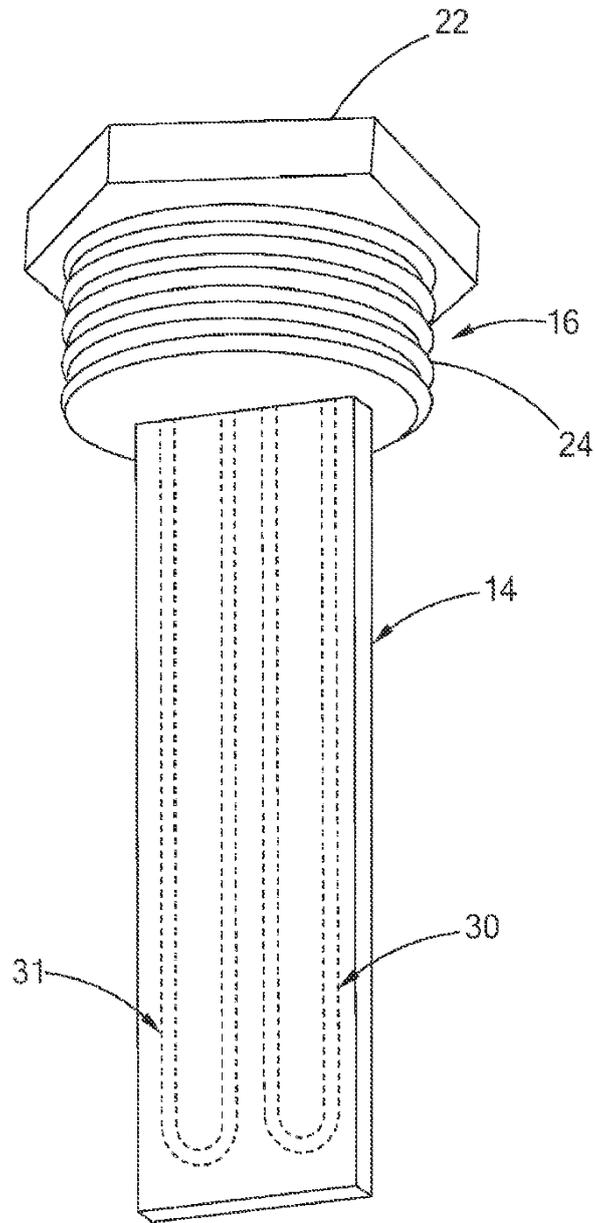


FIG. 2

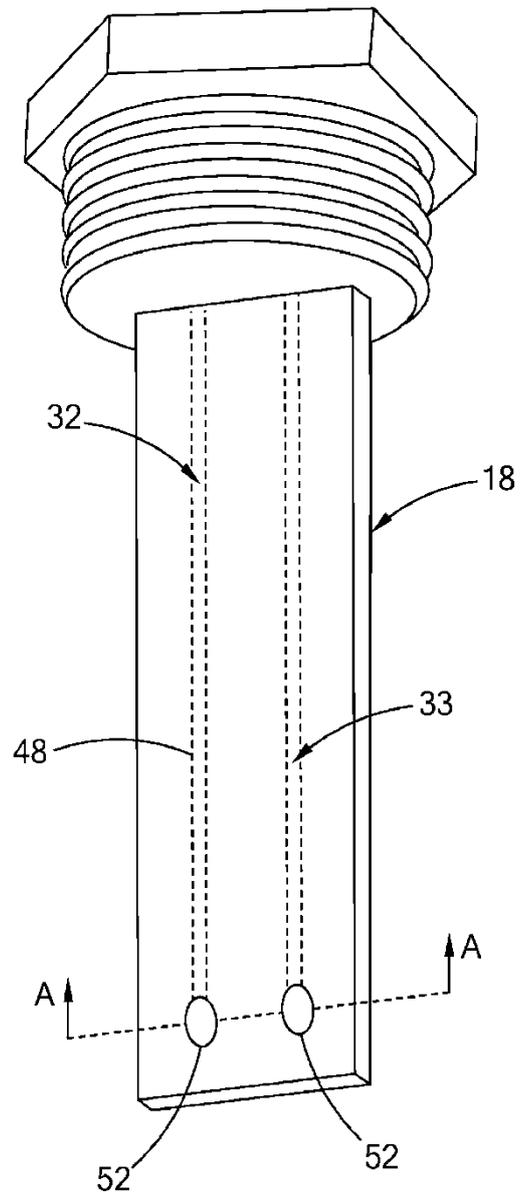


FIG. 3

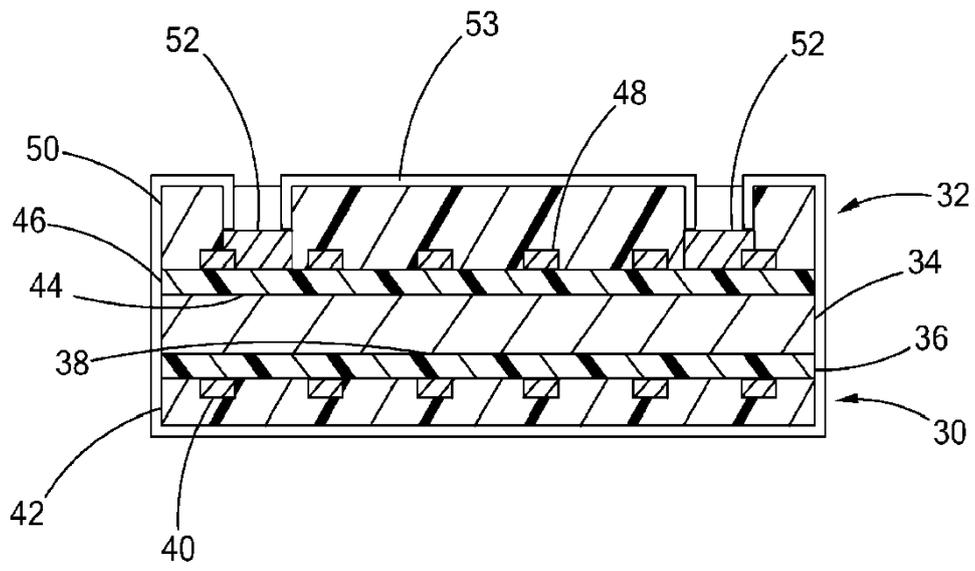


FIG. 4

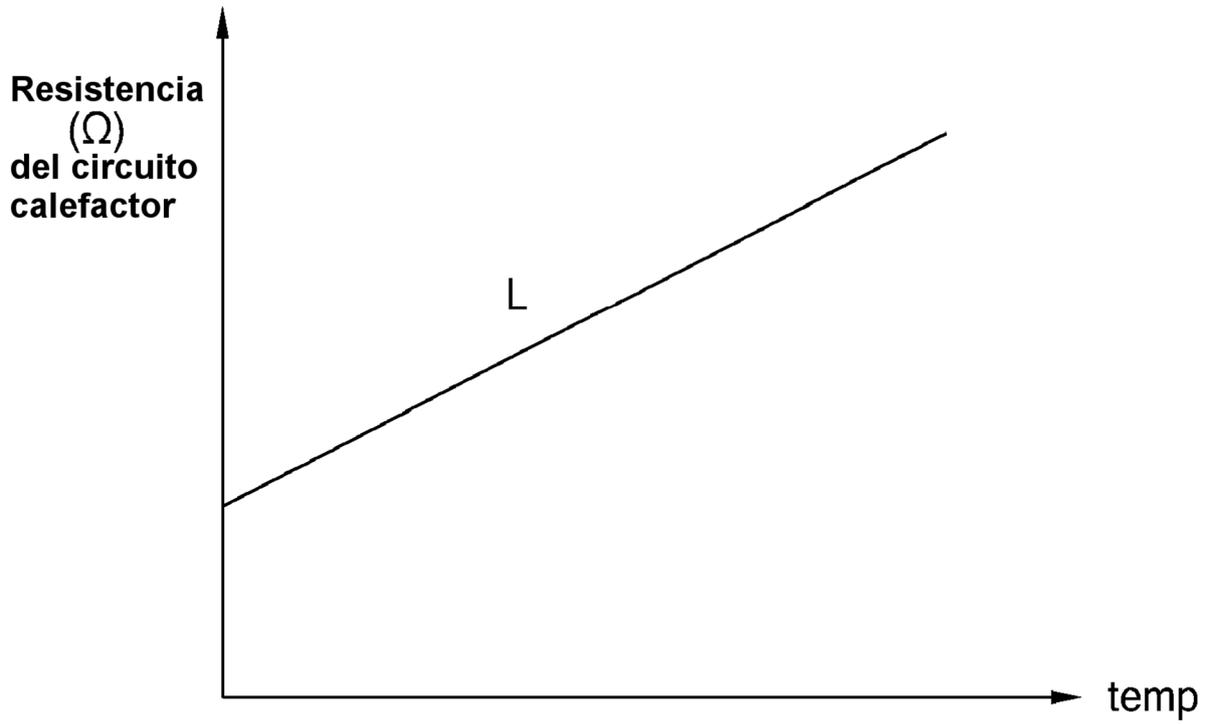


FIG. 5

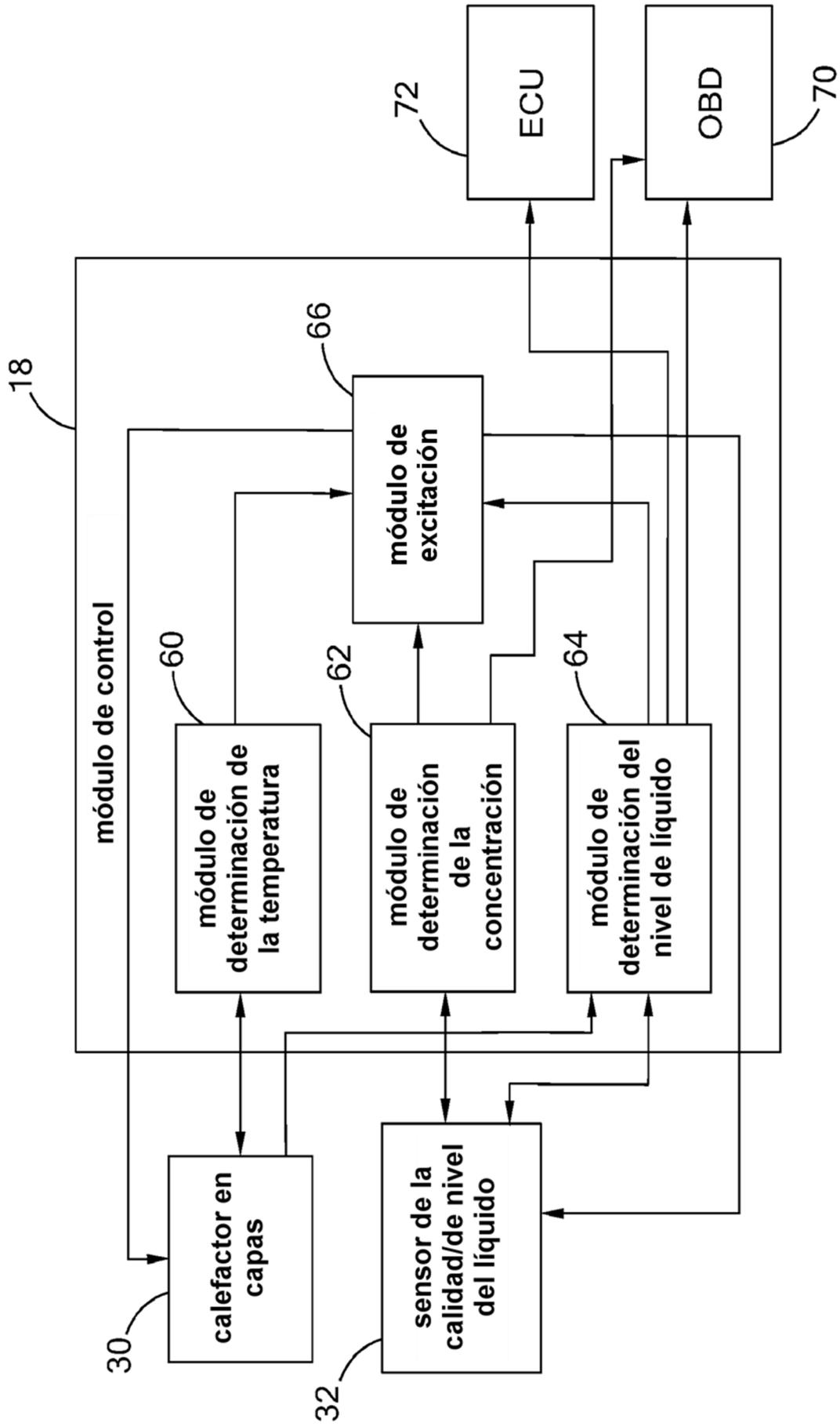


FIG. 6

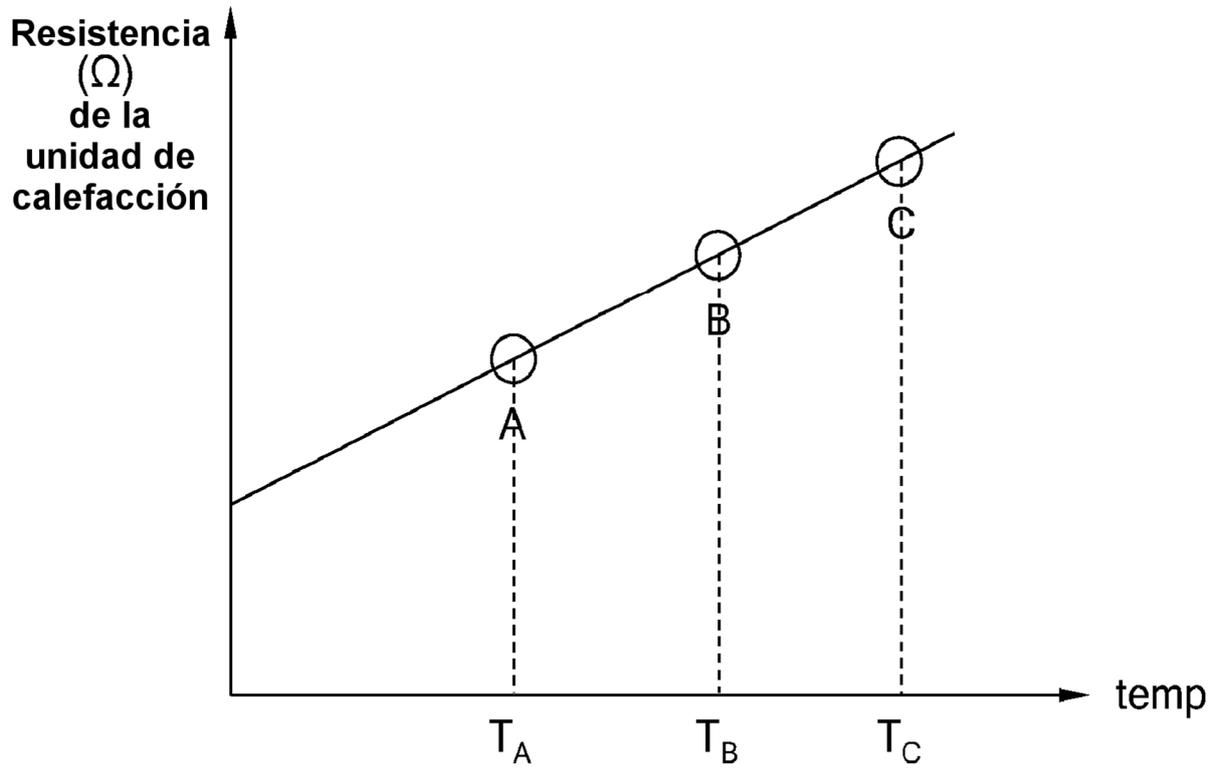


FIG. 7

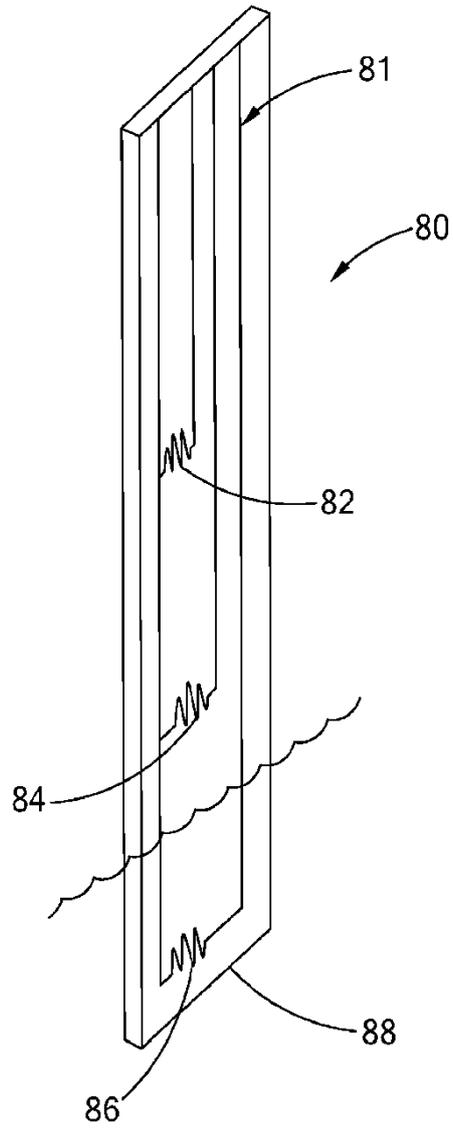


FIG. 8A

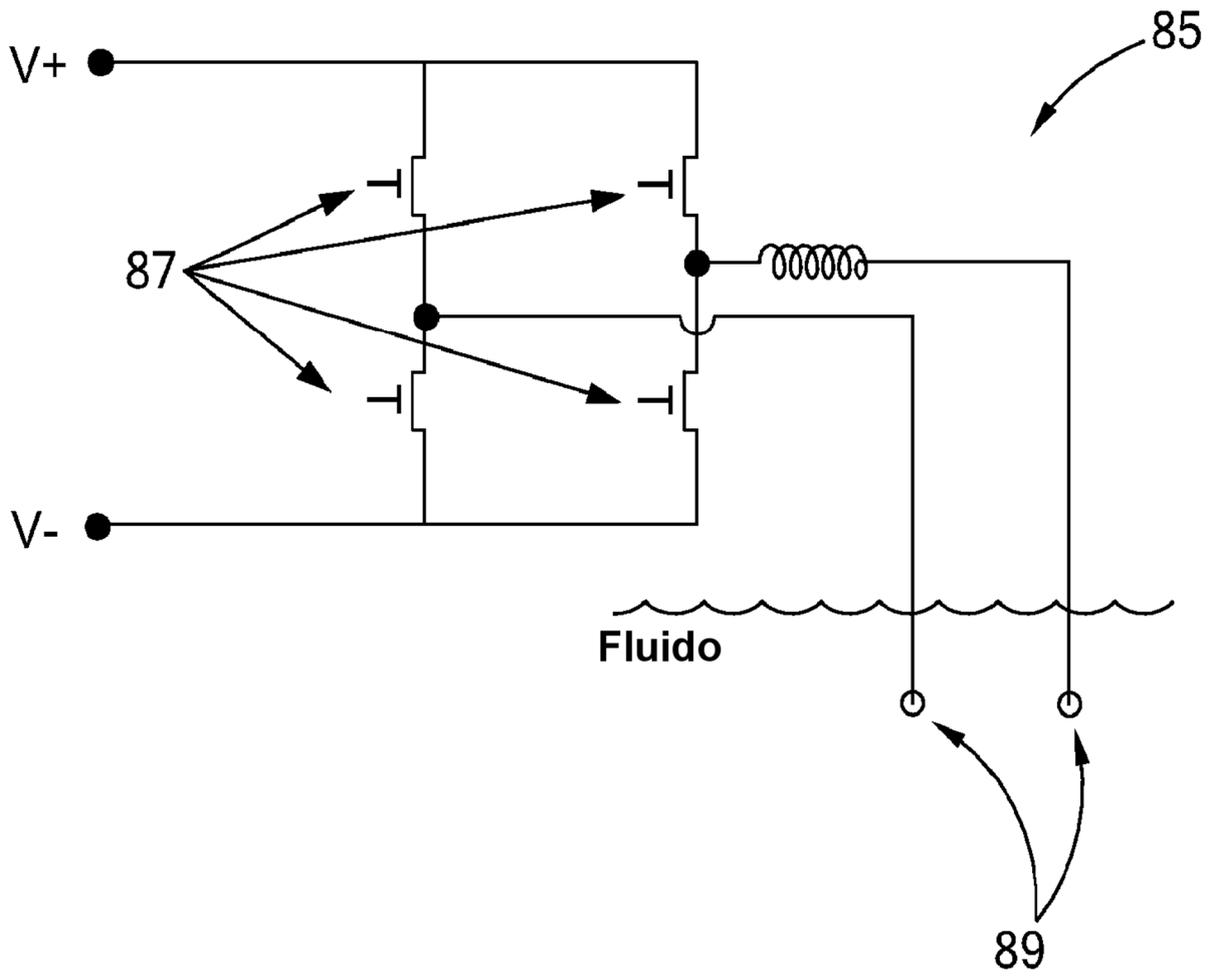
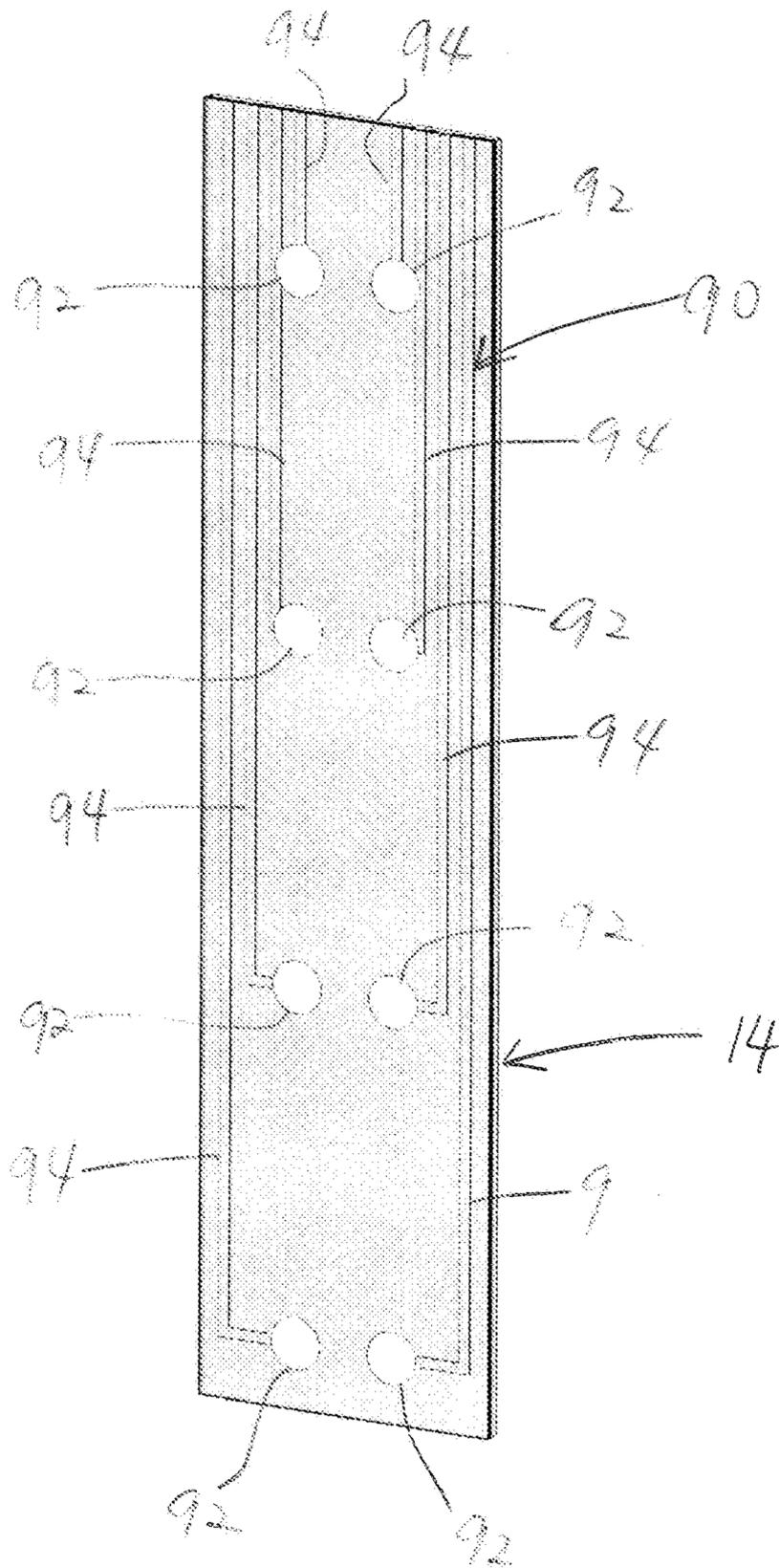


FIG. 8B



**FIG 9A**

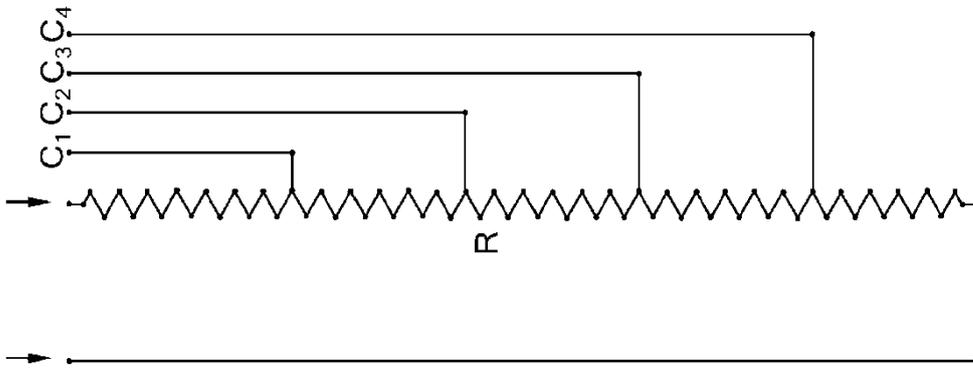


FIG. 9B

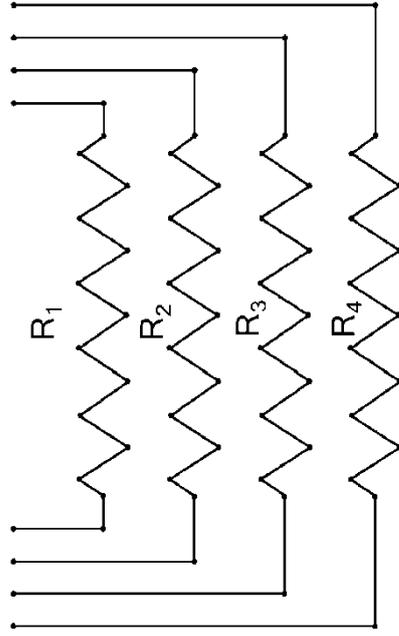


FIG. 9C

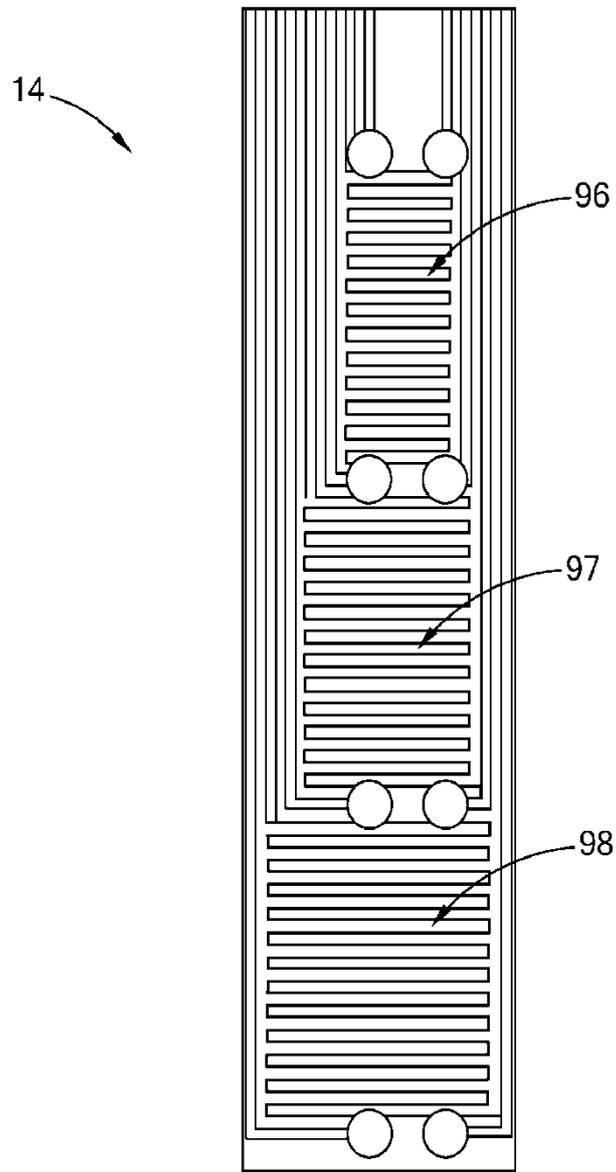


FIG. 9D

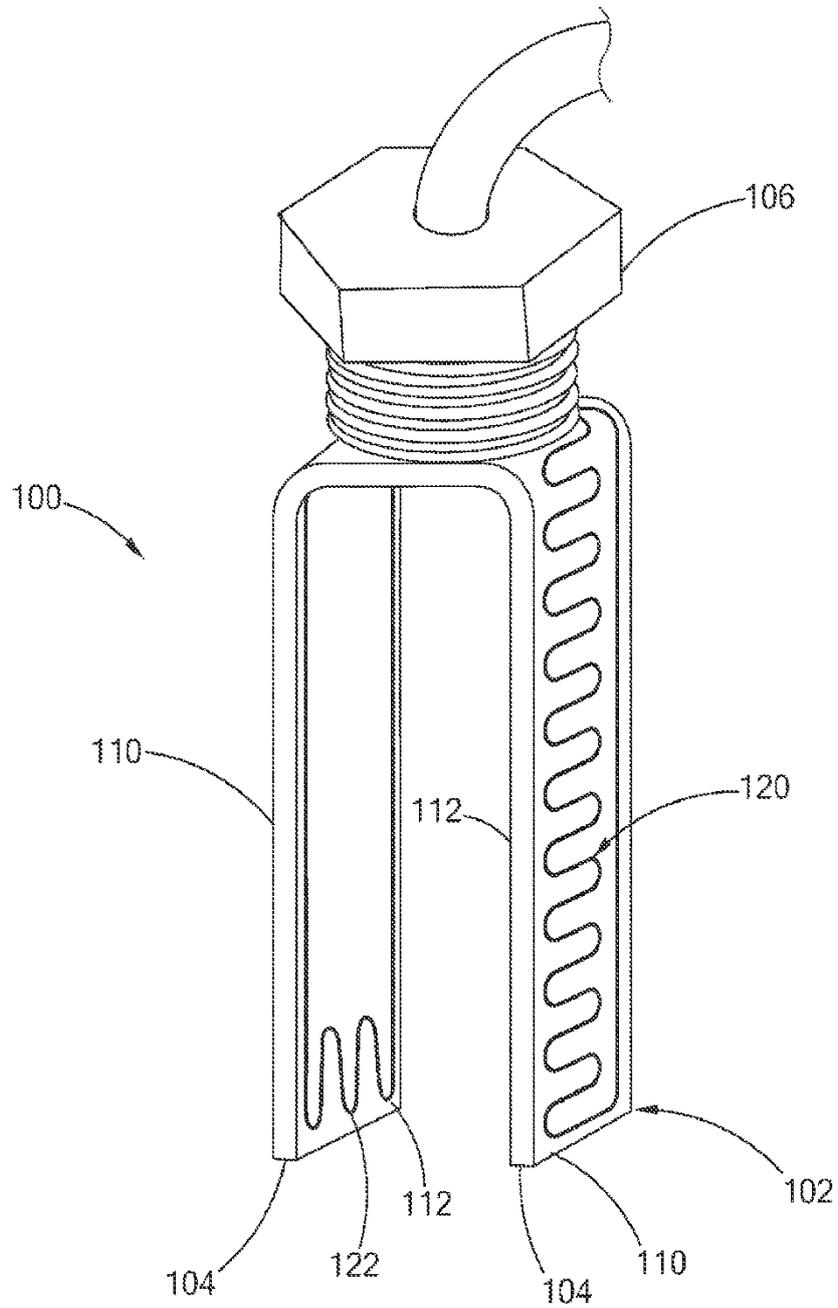


FIG. 10

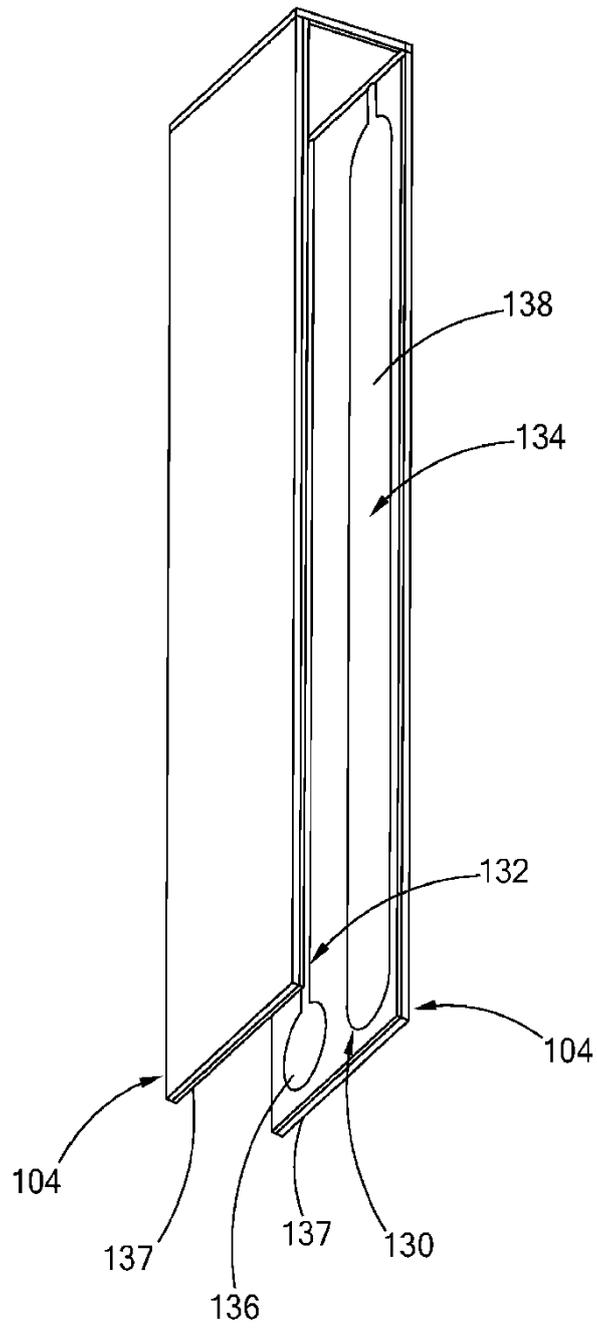


FIG. 11

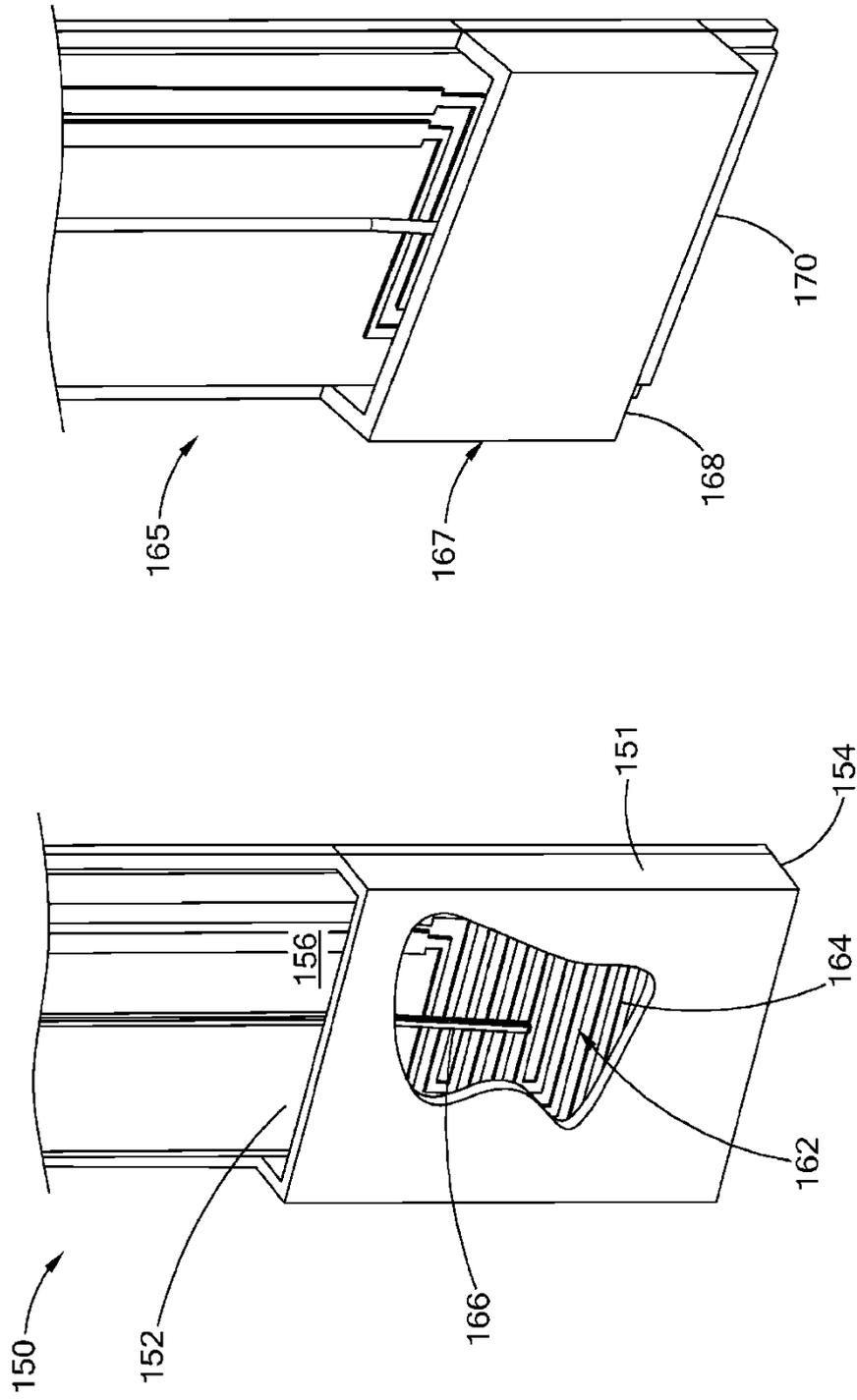
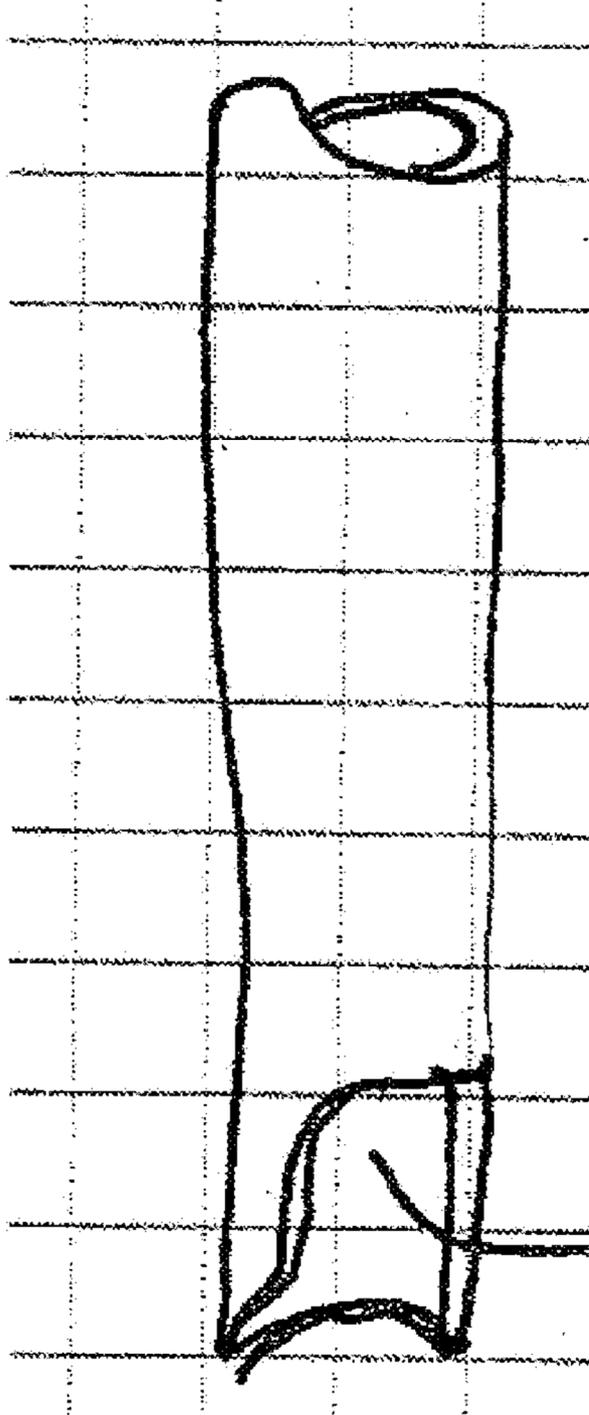


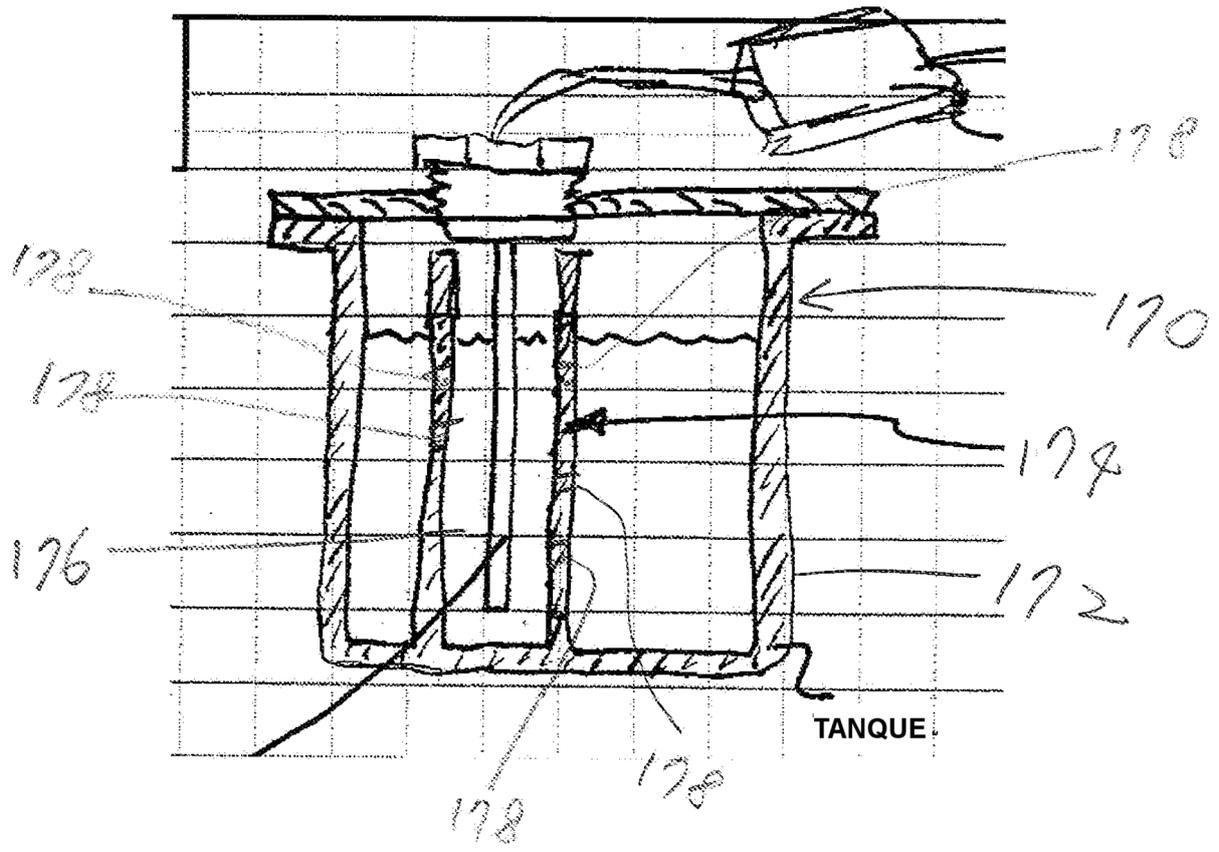
FIG. 12A

FIG. 12B



169

**FIG. 13**



**FIG. 14**

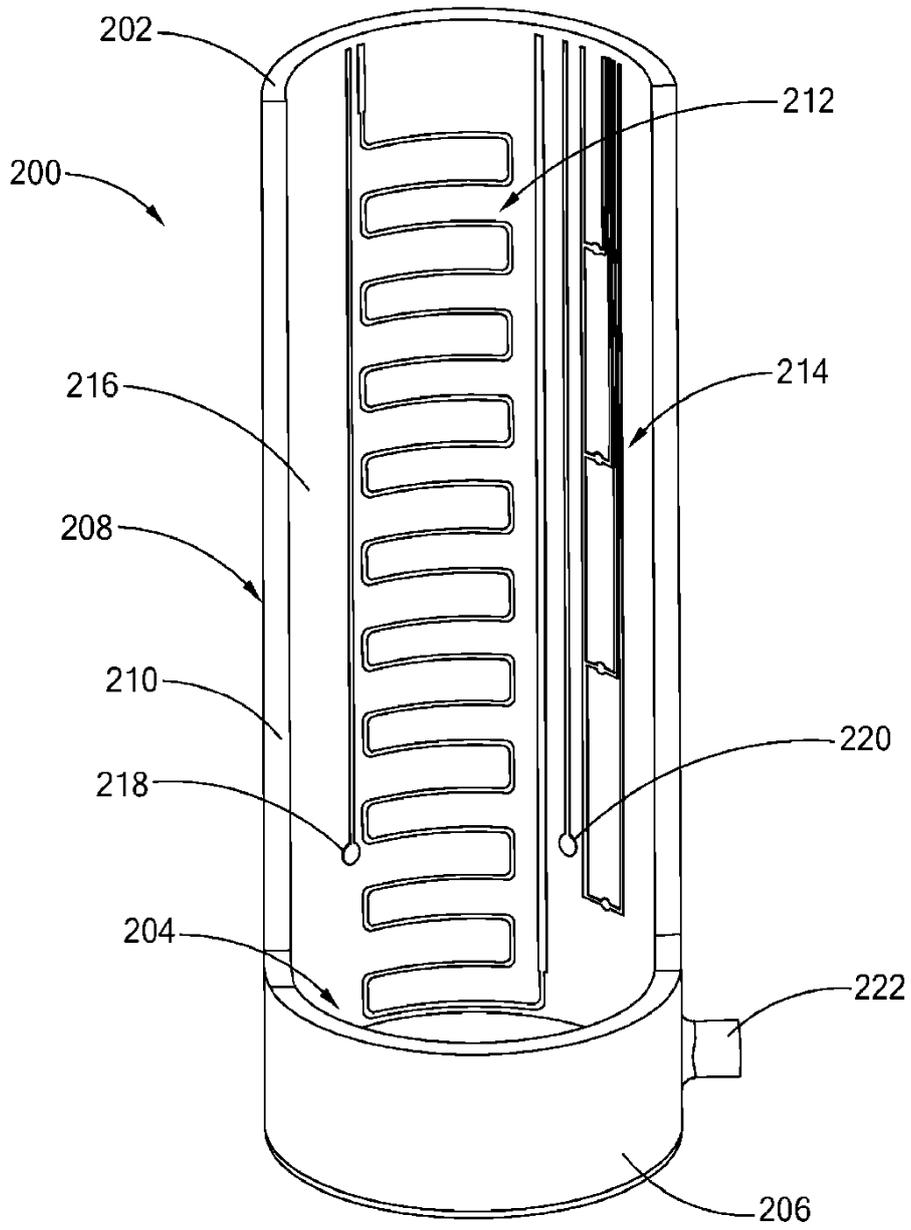


FIG. 15