

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 374 271**

51 Int. Cl.:

A61B 5/00 (2006.01)

G01L 9/00 (2006.01)

A61B 5/0215 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04745064 .8**

96 Fecha de presentación: **04.08.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1662988**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.06.2006**

54 Título: **UN MÉTODO PARA PROTEGER SENSORES RESONANTES Y SENSORES RESONANTES PROTEGIDOS.**

30 Prioridad:
27.08.2003 US 497925 P
28.06.2004 US 876781

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2012

73 Titular/es:
Microtech Medical Technologies Ltd.
Kiryat Atidim, Building 7
61581 Tel Aviv, IL

72 Inventor/es:
KAPLAN, Shay

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

ES 2 374 271 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

Un método para proteger sensores resonantes y sensores resonantes protegidos

Ámbito de la invención

5 La presente invención se relaciona en general con el campo de los sensores resonantes y con un método para proteger sensores resonantes contra el depósito de materiales extraños o tejidos y sensores resonantes protegidos en particular.

Antecedentes de la invención

10 El documento WO 89/08244 A1 describe un método para formar un sensor de presión protegido del ambiente por un diafragma. Se proporciona un cuerpo que contiene una cavidad, en el que dicha cavidad tiene una primera superficie interior para recibir un elemento de sensor de presión y una segunda superficie que en general mira hacia arriba para soportar el diafragma. El elemento de sensor de presión se monta en dicha primera superficie. Por lo menos parte de dicha cavidad alrededor de dicho sensor de presión se rellena con el volumen de un material de transferencia de presión menos que un volumen de dicha cavidad alrededor de dicho elemento de sensor por debajo de dicha abertura y se vierte un diafragma flexible vertido en el sitio destinado para obturar dicha cavidad mediante la adición de un volumen de material de diafragma por encima de dicho material de transferencia de presión.

15 Métodos, dispositivos y sistemas que utilizan sensores resonantes para determinar los valores de diversos parámetros físicos en un ambiente de medición se conocen bien en la técnica. Por ejemplo, se han descrito métodos, sistemas y dispositivos para utilizar sensores pasivos activados de manera ultrasónica para detectar y medir los valores de diferentes parámetros físicos dentro del cuerpo humano o en otros ambientes y aplicaciones científicas e industriales. La patente de EE.UU. 5.619.997 de Kaplan, describe un sistema de sensor pasivo que utiliza energía ultrasónica. El documento WO 07/33513 describe un transpondedor implantable que es un sensor activo.

20 Un sistema de detección y activación ultrasónicos activa de manera ultrasónica unos sensores pasivos que tienen unas piezas vibratorias (tales como unas vigas vibratorias o membranas vibratorias), dichos sensores se pueden implantar en un cuerpo o disponerse en otros ambientes, mediante la dirección de un rayo de ultrasonidos al sensor o sensores pasivos. Los sensores pasivos activados o unas partes vibratorias de los mismos, vibran o resuenan con una frecuencia que es función del valor de la variable física que se va a medir. Los sensores pasivos absorben de este modo energía ultrasónica del rayo ultrasónico excitado con la frecuencia (o frecuencias) del rayo ultrasónico excitador. La amplitud de vibración de una pieza vibratoria de tal sensor pasivo es máxima cuando la frecuencia del rayo ultrasónico excitador es idéntica a la frecuencia de resonancia de la pieza vibratoria de sensor (tal como por ejemplo una membrana vibratoria o una viga vibratoria incluida en el sensor pasivo). La frecuencia (o frecuencias) a las que el sensor pasivo absorbe y/o emite energía puede detectarse mediante un detector adecuado y utilizarse para determinar el valor del parámetro físico.

25 Los parámetros físicos mensurables con tales sensores ultrasónicos pasivos pueden incluir, pero no se limitan a; la temperatura, la presión, una concentración de una especie química en el fluido o soporte en el que se sumerge o dispone el sensor, y algo similar.

30 Si el rayo ultrasónico excitador es a impulsos, el sensor ultrasónico puede continuar vibrando después de que se apague el rayo de excitación. La radiación ultrasónica emitida por el sensor pasivo activado después de apagar el rayo ultrasónico excitador puede detectarse y utilizarse para determinar el valor del parámetro físico de interés.

35 Como más de una variable física puede influir en la frecuencia de vibración de los sensores pasivos, puede ser necesaria una corrección con el fin de compensar los efectos de otros parámetros físicos no relacionados con el parámetro físico que tiene que determinarse en la frecuencia de vibración medida del sensor. Por ejemplo, si el parámetro físico a determinar es la presión, los cambios de temperatura pueden afectar a la frecuencia de vibración del sensor. Las patentes de EE.UU. 5.989.190 y 6.083.165 de Kaplan, describen parejas compensadas de sensores y métodos para su uso para la compensación de los efectos de variables físicas diferentes no relacionadas del valor determinado u otra variable física que se está determinando. Por ejemplo, tales parejas de sensores compensados pueden utilizarse para compensar las imprecisiones de las mediciones de presión debido a cambios de temperatura.

40 La patente de EE.UU. 6.331.163 de Kaplan, describe unos sensores pasivos implantables que tienen un revestimiento protector y varios tipos de posicionadores de sensores o dispositivos de anclaje de sensores. Tales sensores pueden utilizarse, entre otras cosas, para medir la presión sanguínea intraluminal por implantación intraluminal de los sensores.

45 La solicitud de patente de EE.UU también pendiente nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros, titulada "MÉTODOS Y DISPOSITIVOS PARA DETERMINAR LA FRECUENCIA DE RESONANCIA DE RESONADORES MECÁNICOS PASIVOS" presentada el 21 de abril de 2004, describe, entre otras cosas, sistemas y sensores resonantes que utilizan métodos basados en desplazamiento Doppler para determinar la frecuencia de resonancia de resonadores pasivos. Los métodos, sensores y sistemas pueden aplicarse, entre otras cosas, para detectar la

presión u otros parámetros físicos en un ambiente de medición, tal como, pero no limitado a, la medición en vivo de la presión sanguínea dentro de una parte del sistema cardiovascular.

Si bien todos los ejemplos anteriores se relacionan con sensores ultrasónicos resonantes pasivos, en la técnica se conocen muchos otros tipos de sensores resonantes que incluyen a la vez sensores pasivos y activos para la medición de diversos parámetros físicos diferentes. Tales sensores tienen en común el uso de una o varias estructuras o piezas vibratorias resonantes, tales como por ejemplo membranas o vigas vibratorias o algo similar, que pueden hacerse vibrar de manera pasiva o activa. La frecuencia de resonancia de la estructura resonante de tales sensores cambia en función de la variable física que se va a determinar y puede detectarse o medirse de varias maneras diferentes y utilizarse para determinar el valor de la variable física. Ejemplos de tales sensores son los sensores ultrasónicos activos descritos en la patente de EE.UU. 6.461.301 para Smith. Tipos adicionales de sensores se describen en la patente de EE.UU. 6.312.380 de Hoek y otros.

Un problema común cuando sensores resonantes tales como, pero no limitados a, los sensores descritos anteriormente se implantan dentro de un cuerpo vivo es el depósito de tejido u otros materiales de origen biológico en el sensor o en partes del mismo. Por ejemplo, varias sustancias o células vivas pueden unirse a la superficie del sensor resonante o a varias partes del mismo y los tejidos adyacentes pueden provocar el depósito de una capa o película de material y/o células, y/o tejidos en la superficie del sensor. El depósito de tejidos u otros materiales biológicos en la parte vibratoria del sensor, tales como (pero no limitado a) la membrana vibratoria de un sensor resonante pasivo (o activo) puede provocar cambios en las características de resonancia de la membrana vibratoria (o la otra parte vibratoria) tales como, entre otras cosas, la frecuencia de resonancia, la sensibilidad a la tensión y la amplitud de vibración de la membrana vibratoria. Tales cambios pueden afectar de manera adversa a las prestaciones del sensor y la precisión de la determinación de la variable física que se va a determinar.

De manera similar, cuando un sensor resonante se dispone dentro de un fluido o gas u otros medio o ambiente de medición que contiene varias sustancias (tales como por ejemplo dentro de una mezcla de reacción química en un reactor o en un ambiente de medición que contiene pulverizaciones o aerosoles o algo similar), el depósito de líquido o material sólido o partículas en la parte vibratoria del sensor resonante puede afectar de manera similar a las características de resonancia de la parte vibratoria del sensor con similares efectos adversos en las prestaciones del sensor.

Breve descripción de los dibujos

La invención se describe en esta memoria, solo a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos acompañantes, en los que componentes iguales se designan con números de referencia similares, en los que:

La Fig. 1 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico pasivo y protegido que tiene múltiples membranas vibratorias, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 2 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico pasivo y protegido encerrado en un alojamiento, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 3 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico protegido que incluye dos unidades diferentes de sensor ultrasónico pasivo dispuestas dentro de un solo alojamiento protector, de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

La Fig. 4 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra parte de un sensor protegido construido utilizando un dispositivo de anclaje de sensor u otro injerto implantable o dispositivo implantable, de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

La Fig. 5 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra parte de un sensor protegido que tiene múltiples cámaras selladas construidas dentro de un dispositivo de anclaje de sensor o injerto implantable o dispositivo implantable, de acuerdo con otra realización de la presente invención;

La Fig. 6 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico pasivo y protegido que tiene una sola membrana vibratoria, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 7 es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico protegido con múltiples membranas vibratorias que tiene múltiples cámaras selladas formadas dentro de un separador, de acuerdo con incluso otra realización de la presente invención;

La Fig. 8 es un diagrama esquemático en sección transversal de una parte que ilustra una forma general de un sensor resonante protegido de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 9 es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra un sensor de presión protegido que incluye un miembro mecánicamente compatible que tiene una parte ondulada, de acuerdo con una realización de la presente invención; y

La Fig. 10 es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra un sensor de presión protegido que incluye un miembro mecánicamente compatible que tiene una parte ondulada, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

Sumario de la invención

5 Por lo tanto, se proporciona, de acuerdo con una realización de la presente invención, un sensor resonante protegido. El sensor incluye por lo menos una unidad de sensor resonante. Cada unidad de sensor de las unidades de sensor resonante tiene por lo menos un miembro vibratorio. El sensor también incluye un miembro compatible. El miembro compatible forma parte de por lo menos una cámara. El miembro compatible tiene un primer lado y un segundo lado. El primer lado se configura para ser expuesto a un primer medio en un ambiente de medición. El sensor incluye además un medio substancialmente incompresible dispuesto dentro de la por lo menos una cámara. El medio substancialmente incompresible está en contacto con el por lo menos un medio vibratorio del por lo menos un miembro resonante y con el segundo lado del miembro compatible.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el sensor protegido se configura para proteger el por lo menos un miembro vibratorio contra el depósito de material extraño sobre el mismo.

15 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio es un líquido substancialmente incompresible y la por lo menos una cámara es una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio es un gel substancialmente incompresible y la por lo menos una cámara se selecciona de entre una cámara sellada y una cámara no sellada.

20 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor resonante protegido se une a un dispositivo de soporte.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el dispositivo de soporte se selecciona de entre un anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable, un dispositivo de fijación de sensor, un implante, un dispositivo implantable, parte de un dispositivo implantable, un marcapasos, parte de un marcapasos, un desfibrilador, parte de un desfibrilador, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un dispositivo endoscópico, parte de un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo, parte de un dispositivo endoscópico autónomo, un dispositivo endoscópico amarrado, una parte de un dispositivo endoscópico amarrado, un catéter implantable, un catéter insertable, un stent, una parte de un stent, un cable de guía, una parte de un cable de guía, un dispositivo implantable de liberación de sustancia terapéutica y un dispositivo insertable de liberación de sustancia terapéutica.

30 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio substancialmente incompresible llena completamente la por lo menos una cámara.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio substancialmente incompresible se selecciona de entre un líquido substancialmente incompresible y un gel substancialmente incompresible.

35 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido es un sensor protegido implantable configurado para la implantación dentro de un organismo y la impedancia acústica del miembro compatible es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal del organismo.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido incluye un alojamiento unido al miembro compatible para formar por lo menos una cámara.

40 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una cámara comprende por lo menos una cámara sellada y el alojamiento se une de manera sellada al miembro compatible para formar la por lo menos una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido incluye por lo menos un miembro separador unido de manera sellada a la por lo menos una unidad de sensor resonante y al miembro compatible para formar la por lo menos una cámara sellada.

45 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el por lo menos un miembro separador se une a la por lo menos una unidad de sensor resonante y al miembro compatible para formar la por lo menos una cámara sellada.

50 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una cámara comprende por lo menos una cámara sellada y el por lo menos un miembro separador se une de manera sellada a la por lo menos una unidad de sensor resonante y al miembro compatible para formar la por lo menos una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una cámara se selecciona de entre por lo menos una cámara formada dentro de un dispositivo de anclaje de sensor y por lo menos una cámara que comprende parte de un dispositivo de anclaje de sensor.

5 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el dispositivo de anclaje de sensor se selecciona de entre un anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable, un dispositivo de fijación de sensor, un implante, un dispositivo implantable, parte de un dispositivo implantable, un marcapasos, una parte de un marcapasos, un desfibrilador, una parte de un desfibrilador, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un dispositivo endoscópico, una parte de un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo, una parte de un dispositivo endoscópico autónomo, un dispositivo endoscópico amarrado, una parte de un dispositivo endoscópico amarrado, un catéter implantable, un catéter insertable, un stent, una parte de un stent, un cable de guía, una parte de un cable de guía, un dispositivo implantable de liberación de sustancia terapéutica y un dispositivo insertable de liberación de sustancia terapéutica.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una unidad de sensor resonante se selecciona de entre una unidad de sensor resonante pasivo y una unidad de sensor resonante activo.

15 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una unidad de sensor resonante se selecciona de entre una unidad de sensor resonante ultrasónico pasivo y una unidad de sensor resonante ultrasónico activo.

20 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una unidad de sensor resonante incluye un sustrato que tiene uno o varios rebajes formados en la misma y una segunda capa unida de manera sellada al sustrato para formar una o varias cámaras selladas de unidad de sensor dentro de la unidad de sensor resonante.

25 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el por lo menos un miembro vibratorio de la unidad de sensor resonante se selecciona de entre por lo menos un miembro vibratorio que comprende una parte del sustrato y por lo menos un miembro vibratorio que comprende una parte de la segunda capa superpuesta a uno o varios de los rebajes.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, cada cámara sellada de unidad de sensor de la una o varias cámaras selladas de unidad de sensor tiene un nivel de presión dentro de la misma.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el nivel de presión se selecciona desde un nivel de presión cero a un nivel de presión distinta de cero.

30 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido incluye una primera unidad de sensor resonante que tiene una o varias cámaras selladas de unidad de sensor y por lo menos una segunda unidad de sensor resonante que tiene una o varias cámaras selladas de unidad de sensor. El nivel de presión dentro de por lo menos una cámara sellada de unidad de sensor de la primera unidad de sensor resonante es diferente del nivel de presión dentro de por lo menos una cámara sellada de unidad de sensor de la por lo menos una unidad de sensor resonante.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una unidad de sensor resonante se selecciona de entre por lo menos un sensor ultrasónico pasivo de presión que tiene una sola membrana vibratoria y por lo menos un sensor ultrasónico pasivo de presión que tienen múltiples membranas vibratorias.

40 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido es un sensor protegido implantable y uno o varios de los componentes del sensor protegido implantable incluye uno o varios materiales seleccionados de entre materiales biocompatibles y materiales hemocompatibles.

45 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido se configura para la implantación dentro de un ambiente de medición seleccionado de entre un ojo, un uréter, una cámara cardíaca, un sistema cardiovascular, una parte de un sistema cardiovascular, un saco de aneurisma después de una reparación endovascular, una espina dorsal, un disco intervertebral, una médula espinal, una columna espinal, un compartimento intracraneal, un espacio intraluminal de un vaso sanguíneo, una arteria, una vena, una aorta, un vaso sanguíneo pulmonar, un vaso sanguíneo de carótida, un vaso sanguíneo cerebral y una arteria coronaria, una arteria femoral, una arteria iliaca, una arteria hepática y una vena cava.

50 También se proporciona un método para proporcionar un sensor resonante protegido. El método incluye la etapa de encerrar una o varias unidades de sensor resonante en por lo menos una cámara que tiene por lo menos un miembro compatible. Cada unidad de sensor de la una o varias unidades de sensor resonante tiene por lo menos una parte resonante. La por lo menos una cámara se rellena con un medio substancialmente incompresible. El por lo menos un miembro compatible forma por lo menos parte de las paredes de la por lo menos una cámara. El por lo menos un miembro compatible y la por lo menos una parte resonante están en contacto con el medio substancialmente incompresible.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el por lo menos un miembro compatible comprende un material compatible seleccionado de entre un material con base de polímero, un material plástico, Kapton®, un polímero con base de poliuretano, un polímero con base de etilvinil acetato, Echothane® CPC-41, Echothane® CPC-29, Echothane® y un polímero con base de Parylene®.

- 5 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio substancialmente incompresible es un medio que tiene una baja presión de vapor.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio es un líquido y la etapa de encierro incluye encerrar de manera sellada una o varias unidades de sensor resonante en la por lo menos una cámara para formar por lo menos una cámara sellada.

- 10 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio substancialmente incompresible es un gel seleccionado del grupo que consiste en un gel sintético, un gel natural, un hidrogel, un lipogel, un gel hidrófobo, un gel hidrófilo, un gel biocompatible, un gel hemocompatible, un gel con base de polímero, un gel con base de polímero reticulado y una combinación de los mismos.

- 15 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la impedancia acústica del medio substancialmente incompresible es cercana o igual a la impedancia acústica de un medio contenido en un ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor protegido.

- 20 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido es un sensor protegido implantable configurado para la implantación dentro de un organismo y la impedancia acústica del medio substancialmente incompresible es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal del organismo.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la impedancia acústica del medio compatible es cercana o igual a la impedancia acústica de un medio contenido en un ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor protegido.

- 25 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido es un sensor protegido implantable configurado para la implantación dentro de un organismo y la impedancia acústica del miembro compatible es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal del organismo.

- 30 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la una o varias unidades de sensor resonante se seleccionan de entre una unidad de sensor resonante pasivo, una unidad de sensor resonante activo, una unidad de sensor resonante ultrasónico pasivo, una unidad de sensor resonante ultrasónico activo, una unidad de presión, una unidad de sensor de temperatura, un sensor para detectar la concentración de una especie química en un ambiente de medición y una combinación de los mismos.

- 35 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de encierro incluye la disposición de una o varias unidades de sensor resonante en un alojamiento, rellenando el alojamiento con el medio substancialmente incompresible y unir el por lo menos un miembro compatible en el alojamiento para formar la por lo menos una cámara.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una cámara es una cámara sellada y la etapa de unión incluye unir de manera sellada el por lo menos un miembro compatible al alojamiento para formar la por lo menos una cámara sellada.

- 40 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de disposición incluye unir la una o varias unidades de sensor resonante al alojamiento.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de encierro incluye la disposición de una o varias unidades de sensor resonante en un alojamiento, unir el por lo menos un miembro compatible al alojamiento para formar la por lo menos una cámara y rellenar la por lo menos una cámara con el medio substancialmente incompresible.

- 45 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de encierro incluye además la etapa de sellar la por lo menos una cámara para formar por lo menos una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de disposición incluye unir la una o varias unidades de sensor resonante al alojamiento.

- 50 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de llenado incluye rellenar la por lo menos una cámara con el medio substancialmente incompresible a través de por lo menos una abertura formada en las paredes de la por lo menos una cámara.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una abertura incluye por lo menos una abertura formada en el alojamiento.

5 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de encierro incluye unir por lo menos un miembro separador a una o varias unidades de sensor resonante, unir el por lo menos un miembro compatible al por lo menos un miembro separador para formar la por lo menos una cámara y rellenar la por lo menos una cámara con el medio substancialmente incompresible.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la primera etapa de unión, la segunda etapa de unión y la etapa de llenado se realizan en el orden mencionado y el método incluye además la etapa de sellar la por lo menos una cámara para formar por lo menos una cámara sellada.

10 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la segunda etapa de unión se realiza después de la etapa de llenado y la segunda etapa de unión incluye unir el por lo menos un miembro compatible al por lo menos un miembro separador para formar dicha por lo menos una cámara.

15 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la segunda etapa de unión incluye unir de manera sellada el por lo menos un miembro compatible al por lo menos un miembro separador para formar por lo menos una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la segunda etapa de unión se realiza después de la etapa de llenado y la unión incluye formar el por lo menos un miembro compatible en el por lo menos un miembro separador y en el medio substancialmente incompresible para formar la por lo menos una cámara.

20 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la formación incluye depositar el por lo menos un miembro compatible sobre el por lo menos un miembro separador y sobre el miembro substancialmente incompresible utilizando un método de depósito de vapor químico para formar la por lo menos una cámara.

25 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una cámara es una cámara sellada y la segunda etapa de unión incluye formar de manera sellada el por lo menos un miembro compatible sobre el por lo menos un miembro separador y sobre el medio substancialmente incompresible para formar la por lo menos una cámara sellada.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de formación de manera sellada incluye depositar de manera sellada el por lo menos un miembro compatible sobre el por lo menos un miembro separador y sobre el miembro substancialmente incompresible utilizando un método de depósito de vapor químico para formar la por lo menos una cámara sellada.

30 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de llenado se produce después de la segunda etapa de unión, y el llenado de la por lo menos una cámara con el medio substancialmente incompresible se realiza a través de por lo menos una abertura en las paredes de la por lo menos una cámara.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el método incluye además la etapa de sellar la por lo menos una abertura en las paredes de la por lo menos una cámara después de la etapa de llenado.

35 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, la etapa de llenado incluye rellenar las etapas de formar un vacío dentro de la por lo menos una cámara, disponer el sensor protegido en el líquido para cubrir la por lo menos una abertura con el líquido y permitir que el líquido llene por lo menos una cámara.

40 Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el medio substancialmente incompresible es un gel, el líquido es un líquido formador de gel y el método incluye además la etapa de permitir al líquido formador de gel que forme un gel en la por lo menos una cámara.

Además, de acuerdo con una realización de la presente invención, el líquido formador de gel se selecciona de entre una forma licuada de un gel capaz de convertirse en gel para formar el gel y un precursor de gel líquido que incluye reactivos capaces de reaccionar para formar el gel.

45 Finalmente, de acuerdo con una realización de la presente invención, la por lo menos una parte resonante de la una o varias unidades resonantes forma parte de las paredes de la por lo menos una cámara sellada.

Descripción detallada de la invención

La presente invención describe sensores resonantes novedosos en los que la parte vibratoria del sensor está protegida contra el depósito de materiales no deseados, células, tejidos u otros depósitos no deseados y métodos para construir tales sensores protegidos.

50 De acuerdo con una posible realización de la presente invención, la parte o partes resonantes vibratorias de los sensores resonantes se protegen utilizando una membrana compatible protectora acoplada a la parte o partes vibratorias del sensor o sensores mediante un medio incompresible. A los efectos de la presente solicitud, el término

medio incompresible define cualquier líquido adecuado substancialmente incompresible o cualquier gel adecuado substancialmente incompresible. La variable física a medir (tal como, pero no limitada a, la presión y la temperatura) se transfiere a la parte(s) vibratoria(s) del sensor resonante con una mínima atenuación mientras la membrana compatible impide la acumulación o depósito de sustancias extrañas en la parte vibratoria del sensor.

5 Cabe señalar que, mientras los ejemplos particulares descritos con detalle en lo sucesivo e ilustrados en las Figs. 1 a 4 se adaptan para sensores ultrasónicos pasivos, el método de protección de un sensor resonante puede aplicarse de manera similar a cualquier tipo de sensores resonantes inclusive las partes resonantes que pueden verse afectadas de manera perjudicial por el depósito o acumulación de sustancias extrañas o materiales, tejidos, células sobre la superficie de la parte resonante del sensor. De este modo, el método de protección de sensores resonantes de la presente invención es un método general y puede aplicarse a muchos tipos diferentes de sensores resonantes, tales como, pero no limitados a, sensores resonantes acústicos activos y pasivos, sensores ultrasónicos activos y pasivos, sensores interrogados ópticamente pasivos y activos, sensores resonantes capacitivos, sensores resonantes activos que tienen una fuente de energía interna o acoplados a una fuente de energía externa por cables o de manera inalámbrica, o algo similar, siempre y cuando los sensores sean interrogados utilizando energía sónica.

10 De este modo, tal y como apreciarán los expertos en la técnica, los métodos para proteger sensores resonantes descritos en esta memoria pueden aplicarse a cualquier tipo adecuado de sensor resonante conocido en la técnica que tenga una o varias partes resonantes expuestas a un medio o ambiente de medición (véase la Fig. 8 para una ilustración esquemática de un sensor resonante protegido).

Ahora se hace referencia a la Fig. 1 que es una vista esquemática en sección transversal de un sensor de presión ultrasónico pasivo y protegido que tiene múltiples membranas vibratorias, de acuerdo con una realización de la presente invención;

El sensor protegido 10 puede incluir una unidad de sensor 82. La unidad de sensor 82 puede incluir una primera capa rebajada 12 de substrato y una segunda capa 14 unida de manera sellada a la primera capa rebajada 12. La primera capa rebajada 12 tiene una pluralidad de rebajes 16 formados en ella. Si bien solo se muestran tres rebajes 16 en la vista en sección transversal de la Fig. 1, el sensor protegido 10 puede diseñarse para incluir cualquier número práctico de rebajes (tales como por ejemplo, un rebaje, dos rebajes, tres rebajes o más de tres rebajes 16). Por ejemplo, el sensor protegido 10 puede incluir nueve rebajes dispuestos en tres filas que tienen tres rebajes por fila (no se muestran en la Fig. 1).

La primera capa rebajada de substrato 12 y la segunda capa 14 pueden hacerse de cualquier material adecuado tal como, pero no limitado a, un metal, silicón, Pyrex®, nitruro de boro, vidrio o algo similar. Preferiblemente (pero no obligatoriamente) la primera capa de substrato 12 se hace de un material tal como silicio, Pyrex® u otro material adecuado que sea susceptible de mecanizado utilizando método estándar de litografía conocidos en la técnica (tales como por ejemplo la formación de los rebajes 16 en la primera capa de substrato 12 utilizando enmascarado profesional, aplicación de material foto-resistente y métodos de grabado químico, y similares). Sin embargo, también se pueden utilizar otros métodos de mecanizado, micro-mecanizado o procesamiento conocidos en la técnica con una apropiada selección de otros materiales deseados para construir las unidades de sensor de la presente invención.

La segunda capa 14 se fija, pega o une de manera sellada a la primera capa 12 para formar una pluralidad de cámaras selladas 17 de unidad de sensor. Tal y como se ha descrito anteriormente, si bien la vista en sección transversal de la Fig. 1 muestra solo tres cámaras selladas 17 de unidad de sensor, puede haber o no más de tres cámaras selladas de unidad de sensor en el sensor protegido 10. Por ejemplo, el sensor protegido 10 puede incluir nueve cámaras selladas 17 de unidad de sensor dispuestas en tres filas, cada fila tiene tres cámaras por fila, en una disposición similar al sensor de múltiples membranas descrito con detalle en las Fig. 2 y 3 de la solicitud de patente de EE.UU. de Girmonsky y otros, nº de serie 10/828.218. Las partes etiquetadas 14A, 14B y 14C de la segunda capa 14 se encuentran por encima de los rebajes 16 representando las membranas 14A, 14B y 14C del sensor protegido 10.

El sensor protegido 10 también puede incluir un separador 18 unido a la unidad de sensor 82. El separador 18 puede hacerse de un material rígido tal como, pero no limitado a, un metal, silicio, nitruro de boro, vidrio o un material con base de polímero tal como material foto-resistente con base de epoxi SU8® (disponible comercialmente de MicroChem Corp, Massachusetts, EE.UU) o algo similar.

Si bien el separador 18 se muestra como un componente separado unido de manera sellada o pegado a la segunda capa 14 de la unidad de sensor 82, en otras posibles realizaciones el separador 18 puede formarse como una parte de la segunda capa 14 o como una parte de la primera capa rebajada. El sensor protegido 10 también incluye un miembro compatible 20 unido de manera sellada al separador 18 para formar una cámara sellada 22 (utilizando un pegamento adecuado o cualquier otro método adecuado conocido en la técnica para unir de manera sellada el miembro compatible 20 al separador 18). El miembro compatible 20 puede hacerse de una membrana delgada que tiene una alta adaptabilidad. Por ejemplo, de acuerdo con una realización implementada de la presente invención, el miembro compatible 20 puede ser una membrana Kapton® con un espesor de aproximadamente nueve micrómetros.

Cabe señalar que cuando se selecciona el material del que se hace el material compatible 20, se debe tener cuidado para asegurarse de que la impedancia acústica del material seleccionado (para la propagación de ultrasonidos) es coincidente con la impedancia acústica del medio 24 y con la impedancia acústica del material, medio o tejido en el que se dispone el sensor. Esta coincidencia puede impedir una excesiva reflexión de los ultrasonidos en la interfaz entre el medio en el ambiente de medición y el miembro compatible 20 y en la interferencia entre el miembro compatible 20 y el medio 24. Si bien no siempre es posible obtener la mejor coincidencia de impedancia para todas y cada una de las aplicaciones debido a limitaciones prácticas en la elección de los materiales que forman el medio incompresible 24 y el miembro compatible 20 y los compromisos que puede haber que hacer, tal coincidencia de impedancia debe considerarse con cuidado en el diseño e implementación de los sensores protegidos de la presente invención con el fin de mejorar las prestaciones del sensor.

De acuerdo con realizaciones adicionales de la presente invención, el miembro compatible 20 también se puede hacer de cauchos adecuados de poliuretano, tales como, pero no limitados a, caucho de poliuretano 6400 o caucho de poliuretano 6410, disponible comercialmente de Ren Plastics, EEUU. El miembro compatible 20 también se puede hacer de RTV60 disponible comercialmente de GE Corporation, EE.UU. En sensores implantables, cuando se utiliza RTV 60, el RTV 60 se puede mezclar preferiblemente con 1% (en peso) de polvo de tungsteno (de aproximadamente 1 micrón de tamaño medio de partícula) para ajustar la impedancia acústica del miembro compatible 20 a un valor de aproximadamente 1,5 - 1,54 Mrayls (Mrayl = 10^6 rayls) que es cercano a la impedancia acústica de algunos tejidos. Sin embargo este intervalo de valores de impedancia acústica no es limitativo y también pueden ser aceptables otros valores diferentes de impedancia acústica del miembro compatible 20, dependiendo, entre otras cosas, de la aplicación específica y la sensibilidad del sistema de detección. De acuerdo con otras realizaciones de la invención, para sensores configurados para ser implantados en mamíferos o humanos, el miembro compatible 20 puede hacerse preferiblemente de Echothane CPC-41 o Echothane CPC-29, ambos disponibles comercialmente de Emerson Cummings, 694 W, Calle 182, Gardena, California, EE.UU. Estos materiales tienen valores de impedancia acústica (en la gama de ultrasonidos) que exhiben una coincidencia aceptable con la impedancia acústica del agua (en un sensor en el que se utiliza agua como medio 24) y el tejido.

Sin embargo, cabe señalar que el miembro compatible 20 puede hacerse de, o puede incluir, cualquier otro material adecuado altamente compatible conocido en la técnica, y el espesor y/o dimensiones y/o la composición del material compatible 20 pueden variarse según, entre otras cosas, el diseño específico del sensor, las prestaciones que se deseen del sensor, el medio en el que se disponga el sensor durante la medición, los intervalos de temperatura y presión dentro de los que sea necesario que funcione el sensor, y otros parámetros y consideraciones de fabricación y construcción.

La cámara sellada 22 puede rellenarse con un medio incompresible 24. El medio incompresible 24 puede ser un líquido substancialmente incompresible, tal como, pero no limitado a, agua o puede ser cualquier otro líquido adecuado substancialmente incompresible conocido en la técnica, tal como, pero no limitado a, preparados de aceite de silicio o similares. El medio incompresible 24 también puede ser un gel adecuado substancialmente incompresible, tal como, pero no limitado a, gelatina, agarosa, un gel que se produce de manera natural, un gel sintético con base de polímero, un gel con base de polímero reticulado, un hidrogel, un lipogel, un gel hidrófobo, un gel hidrófilo o cualquier otro tipo adecuado de gel conocido en la técnica. En determinadas aplicaciones, el sensor protegido puede requerir ser esterilizado, tal como por ejemplo en sensores que tienen que ser implantados en un cuerpo vivo o en sensores que se han de colocar en ambientes estériles, tales como en bioreactores o algo similar. En tales aplicaciones, el medio 24 puede ser (pero no se limita a) líquidos con baja presión de vapor, tales como Dow Corning 710 (R) Silicon Fluid, disponible comercialmente de Dow Cornign Inc, EE.UU. En otras aplicaciones, el medio 24 puede ser un líquido tal como una mezcla de fluido de Fluorinert FC40 y fluido de Fluorinert FC 70 (aproximadamente 60:40 en volumen), ambos fluidos están disponibles comercialmente de 3M Corporation, EE.UU. u otras mezclas adecuadas con diferentes proporciones de estos fluidos o fluidos similares adecuados Fluorinert o mezclas de los mismos.

El uso de líquidos de baja viscosidad y baja presión de vapor puede ser ventajoso en esas aplicaciones que necesitan la esterilización del sensor y en otros tipos de aplicaciones, ya que si se utiliza calor para esterilizar el sensor protegido, el uso de líquidos de baja presión de vapor como medio 24 evita el desarrollo de una alta presión dentro de la cámara sellada 22 y la consiguiente ruptura del miembro compatible 20. Por razones similares, el uso de líquidos o geles de baja presión de vapor puede ser ventajoso en aplicaciones en las que el sensor se coloca en un ambiente de alta temperatura para evitar la ruptura del miembro compatible 20.

En aplicaciones en las que el sensor se esteriliza utilizando esterilización química de fase gaseosa que requiere la exposición del sensor a un gas de esterilización bajo condiciones de baja presión también puede ser preferible al uso de un medio de baja presión de vapor dentro de la cámara sellada 22 para impedir la ruptura del miembro compatible 20.

El miembro compatible 20 puede diseñarse y construirse de tal manera que su frecuencia de resonancia sea suficientemente baja comparada con la gama de frecuencias dentro de la que vibran las membranas vibratorias (tales como, por ejemplo, las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C del sensor protegido 10) dentro de la gama de

presiones de trabajo del sensor protegido 10, para evitar que se afecte a la señal medida por parte de las frecuencias asociadas con vibraciones del miembro compatible 20.

Generalmente, la composición del miembro compatible 20 debe adaptarse a la aplicación seleccionando un material que sea resistente químicamente al medio (gas o líquido) dentro del ambiente de medición para evitar una excesiva degradación o corrosión del miembro compatible 20. En los sensores que se diseñan para ser implantados dentro del un cuerpo en vivo, el miembro compatible 20 se hace preferiblemente de, o se recubre o reviste con, un material biocompatible. Cabe señalar que si bien Echothane - CPC-41 o Echothane - CPC-29 descritos anteriormente en esta memoria pueden ser materiales adecuados suficientemente compatibles y biocompatibles para la implementación del miembro compatible, también se pueden utilizar otros materiales para construir el miembro compatible 20, tal como, pero no limitado a, materiales con base de polímero, polímeros biocompatibles, poliuretano, polímeros con base de etil vinil acetato, un polímero con base de Parylene®C u otros materiales adecuados compatibles.

Además, se debe tener cuidado al seleccionar el medio 24 y el material del que se hace el miembro compatible 20 de tal manera que la reflexión del rayo interrogante de ultrasonidos desde la interfaz entre el medio en el ambiente de medición (no se muestra) y el miembro compatible 20 o desde la interfaz entre el miembro compatible 20 y el medio 24 es relativamente pequeña para evitar una excesiva reflexión del rayo interrogante desde estas interfaces y una reducción concomitante en la parte de la energía del rayo interrogante de ultrasonidos que llega a las membranas vibratorias del sensor. Esto puede conseguirse prácticamente seleccionando el material del miembro compatible 20 y el medio 24 de tal manera que la impedancia acústica de la membrana compatible 20 y en el medio incompresible 24 sea razonablemente cercana a la impedancia acústica del medio en el que se dispone el sensor protegido 10 durante la medición.

Las cámaras selladas 17 de unidad de sensor pueden incluir un gas o una mezcla de gases dentro de ellas. Cuando se forman las cámaras selladas 17 de unidad de sensor, la presión dentro de las cámaras selladas 17 de unidad de sensor se establece en un valor de P1. Después de la construcción del sensor protegido 10, cuando el sensor protegido 10 se dispone en un medio o ambiente de medición, el valor de presión en el medio o ambiente de medición en el que se dispone el sensor protegido 10 se representa mediante P2 (Fig. 1).

Como el medio 24 es substancialmente incompresible y el miembro compatible 20 tiene una alta adaptabilidad, la presión P2 que actúa en el miembro compatible 20 se transmite mediante el miembro compatible 20 a las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C al medio 24. Por lo tanto, dentro de un determinado intervalo de valores de presión, las superficies de las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C que hacen contacto con el medio 24 están sujetas a prácticamente el mismo valor de presión P2. De este modo, dentro del intervalo práctico de presión de trabajo del sensor protegido 10 todas las membranas vibratorias (incluyendo cualquier membrana vibratoria no mostrada en la vista en sección transversal de la Fig. 1) del sensor 10 experimentarán efectivamente en sus superficies que están en contacto con el medio 24 la presión externa P2 que actúa en el sensor protegido 10.

Cuando la presión P1 dentro de las cámaras selladas 17 de unidad de sensor se iguala con la presión externa P2 en el ambiente de medición ($P_1 = P_2$), las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82 (tal como por ejemplo las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C) se someten mínimamente a tensión.

En las situaciones en las que las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82 (tales como por ejemplo las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C) son empujadas por la diferencia de presión y se curvan y por tanto son sometidas a tensión. El valor absoluto de la diferencia entre la presión externa P2 en el medio de medición y la presión P1 dentro de las cámaras selladas 17 de unidad de sensor de la unidad de sensor 82 $\Delta P = |(P_2 - P_1)|$. La tensión en las membranas vibratorias depende de ΔP .

La frecuencia de resonancia de las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82 depende de la tensión en las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82. La frecuencia de resonancia es más baja cuando las membranas de resonancia se someten mínimamente a tensión. Cuando aumenta la tensión en las membranas vibratorias, la frecuencia de resonancia de las membranas vibratorias aumenta correspondientemente. De este modo, como la frecuencia de resonancia f_R de las membranas vibratorias es una función de ΔP , cuando se determina la frecuencia de resonancia de las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82, es posible determinar ΔP (el valor absoluto de la diferencia de presión) a partir de f_R . Seleccionando correctamente la presión interna P1, es posible determinar el valor de P2 a partir de la frecuencia de resonancia medida de un sensor ultrasónico pasivo calibrado (tal como por ejemplo, pero no limitado a, el sensor protegido 10 mostrado en la Fig. 1). Por ejemplo, en un caso individual, si se establece $P_1 = 0$ (creando vacío en las cámaras selladas 17 de unidad de sensor de la unidad de sensor 82 durante la fabricación del sensor) entonces $\Delta P = P_2$, permitiendo la determinación directa de la presión P2.

De este modo, el sensor protegido 10 puede calibrarse antes del uso, permitiendo el uso de una curva de calibración o una tabla de búsqueda (LUT) para obtener directamente la presión P2 a partir de la frecuencia de resonancia medida f_R de las membranas vibratorias (o trayectorias vibratorias, dependiendo del tipo de sensor) del sensor pasivo. Sin embargo, cabe señalar que si las cámaras selladas 17 de unidad de sensor del sensor 10 tienen un nivel de presión interna distinto de cero (que es el caso cuando las cámaras selladas 17 de unidad de sensor incluyen un gas o gases en ellas y por lo tanto tiene un nivel de presión interna substancialmente distinto de cero), la presión

puede tener que ser corregida para tener en cuenta los efectos de la temperatura en el gas (o gases) encerrado dentro de las cámaras selladas 17 de unidad de sensor.

Los métodos para medir la frecuencia de resonancia de sensores ultrasónicos pasivos se conocen en la técnica, no son el asunto de la presente invención y por lo tanto no se explicarán con detalle en lo sucesivo. Brevemente, un rayo de ultrasonidos excitadores puede dirigirse hacia el sensor, la frecuencia de resonancia del sensor puede determinarse a partir de la señal ultrasónica que vuelve del sensor (o, como alternativa, determinando la cantidad de energía absorbida por el sensor del rayo excitador). El rayo interrogante ultrasónico puede ser continuo, por impulsos o tipo chirrido. Tales métodos se describen, entre otras, en las patentes de EE.UU. 5.619.997, 5.989,190 y 6.083.165 de Kaplan.

Otro método para determinar la frecuencia de resonancia de sensores ultrasónicos pasivos utilizando el efecto Doppler se describe en la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros.

Cabe señalar que la ilustración esquemática en sección transversal de la Fig. 1 representa una situación en la que $P1 > P2$. Debido a esta diferencia de presión, las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C se muestra como que tienen una forma curvada que es convexa en la dirección del miembro compatible 20 (se señala que el grado de curvatura de las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C se exagera en todas las figuras de dibujos, para clarificar la ilustración). En una situación en la que $P1 = P2$ (no se muestra), las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82 pueden ser planas o no, dependiendo, entre otras cosas, de la estructura e implementación del sensor. Por ejemplo, si el sensor se reviste con una capa de material de revestimiento (no se muestra), las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C pueden curvarse incluso en casos en los que $P1 = P2$. Además, en sensores en los que las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C se someten a tensión previamente en el momento de fabricación, las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C pueden curvarse incluso en casos en los que $P1 = P2$. En una situación en la que $P1 < P2$ (no se muestra), las membranas vibratorias de la unidad de sensor 82 puede curvarse de tal manera que el lado de la membrana vibratoria que mira a la cavidad de la cámara sellada 17 de unidad de sensor es convexo.

La funcionalidad de los sensores protegidos de la invención se probó experimentalmente de la siguiente manera. El experimento se realizó utilizando el sensor 20 de presión ultrasónico pasivo de múltiples membranas ilustrado en las Figs. 2 y 3 de la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros.

Las nueve cámaras selladas 29A, 29B, 29C, 29D, 29E, 29F, 29G, 29H y 29I de sensor del sensor (de la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente, nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros) se llenaron con aire. El sensor sin proteger se colocó en una cámara de presión controlada, cubierta con agua e interrogada en diversos niveles de presión diferentes por un rayo ultrasónico con una frecuencia de portadora de 750 kHz y once frecuencias de excitación de sensor de 72 kHz, 74k Hz, 76 kHz, 78 kHz, 80 kHz, 82 kHz, 84 kHz, 86 kHz, 88 kHz, 90 kHz y 92 kHz, utilizando el método Doppler descrito por Girmonsky y otros, en la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente mencionada anteriormente nº de serie 10/828.218, para determinar la frecuencia de resonancia del sensor en cada nivel de presión conocida en la cámara de presión.

A continuación en un soporte de la cámara de presión se colocó una pequeña arandela de acero inoxidable similar a un aro de tal manera que el sensor estaba aproximadamente en el centro de la abertura poco profunda de la arandela (la altura de la arandela era mayor que la altura del sensor. Una delgada película compatible de polietileno con un espesor de aproximadamente 9 micrómetros se mantuvo en un bastidor adecuado y se bajó con cuidado sobre la arandela hasta que se unió firmemente a la superficie superior de la arandela. De este modo, se formó una cámara rellena de agua mediante la arandela y la película de polietileno compatible superpuesto de tal manera que las membranas vibratorias del sensor se pusieron enfrente de la película de polietileno compatible y el espacio formado por la arandela y la película de polietileno unida se rellenó completamente con agua para formar un sensor protegido.

La misma serie de frecuencias de resonancia frente a mediciones de presión que se realizaron en el sensor sin proteger se realizó de nuevo repitiendo las mediciones de las frecuencias de resonancia para los mismos niveles experimentales de presión con el sensor protegido. Cuando se comparó la dependencia de la frecuencia de resonancia del sensor con el nivel de presión para los conjuntos primero y segundo de mediciones (realizadas con el sensor sin proteger y con el sensor protegido, respectivamente), no hubo una substancial diferencia entre el conjunto de datos para el sensor sin proteger y para el sensor protegido. Este experimento indica que el sensor probado podía estar protegido por un miembro compatible sin afectar substancialmente a la dependencia de la frecuencia de resonancia de las membranas vibratorias del sensor con la presión externa.

Cabe señalar que se pueden hacer varias modificaciones estructurales y de diseño al implementar los sensores protectores de la presente invención. Por ejemplo, si bien el sensor protegido 10 de la Fig. 1, el separador 18 y el miembro compatible 20 se unen a la unidad de sensor 82, son posibles otras configuraciones diferentes.

Ahora se hace referencia a la Fig. 2 que es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor ultrasónico pasivo protegido encerrado en un alojamiento, de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

En el sensor protegido 30, la primera capa rebajada 12 de substrato, la segunda capa 14, la pluralidad de rebajes 16, las cámaras selladas 17 de unidad de sensor y las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C son tal como se describe con detalle anteriormente en esta memoria para el sensor 10. La primera capa 12 de substrato y la segunda capa 14 de substrato se unen juntas para formar la unidad de sensor 82 que se dispone o une dentro de un alojamiento rígido 34. El alojamiento 34 puede incluir un material rígido tal como, pero no limitado a, un metal, una aleación de metales, titanio, acero inoxidable galvanizado, una aleación con memoria de forma tal como, pero no limitado a, NITIN-LL®, silicio, vidrio, cuarzo, un material cerámico, un material compuesto, un nitruro metálico o no metálico, nitruro de boro, un carburo, un óxido metálico, un óxido no metálico, un material con base de polímero y combinaciones de los mismos. Tales materiales con base de polímero pueden incluir, pero no se limitan a, Delrin® (disponible comercialmente de Dupont, EE.UU).

Para sensores implantables, el alojamiento 34 puede hacerse preferiblemente de un material biocompatible tal como titanio, platino o similares (incluyendo cualquier sustancia biocompatible descrita en esta memoria), o como alternativa puede cubrirse con una capa de material biocompatible (no se muestra) tal como, pero no limitado a, Parylene® o algo similar. Un miembro compatible 20A se une de manera sellada al alojamiento 34 para formar una cámara sellada 32. El miembro compatible 20A es como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria para el miembro compatible 20 del sensor 10.

La cámara sellada 32 se rellena completamente con el medio substancialmente incompresible 24, tal como se ha descrito anteriormente para la cámara 22 del sensor protegido 10. La combinación del alojamiento 34, el miembro compatible 20A y el medio 24 protege los miembros vibratorios (incluyendo, pero no limitado a, los miembros vibratorios 14A, 14B y 14C ilustrados en la Fig. 2) del sensor protegido 30 contra el depósito de materiales extraños, tejidos o células, tal como se ha descrito anteriormente en esta memoria, sin atenuar significativamente la presión transmitida a las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C del sensor protegido 30.

Cabe señalar que, si bien la primera capa rebajada 12 de substrato y la segunda capa 14 del sensor protegido 30 encajan estrechamente en el alojamiento 34 (y también puede ser posible que se una al mismo mediante un pegamento adecuado u otro método adecuado de unión conocido en la técnica), los expertos en la técnica también pueden implementar otras configuraciones de un sensor unido dentro de un alojamiento sellado. Por ejemplo, las dimensiones externas y/o la forma de la unidad de sensor 82 (que comprende la primera capa rebajada 12 y la segunda capa 14) pueden no coincidir con precisión con las dimensiones internas del alojamiento 34. De este modo, en tal realización (no se muestra) el área en sección transversal del alojamiento del sensor puede ser más grande que el área en sección transversal del sensor sin proteger. Además, de acuerdo con otra realización del sensor protegido de la presente invención, se pueden disponer más de un sensor pasivo sin proteger dentro de un solo alojamiento protector.

Ahora se hace referencia a la Fig. 3 que es una vista esquemática en sección transversal de un sensor ultrasónico protegido que incluye dos unidades diferentes de sensor ultrasónico pasivo dispuestas dentro de un solo alojamiento protector, de acuerdo con una realización adicional de la presente invención;

El sensor protegido 50 de la Fig. 3 incluye un alojamiento protector 54. El alojamiento 54 incluye una parte de alojamiento 54A y un miembro compatible 54B. La parte de alojamiento 54A puede hacerse de cualquier material adecuado, tal como, pero no limitado a, un metal, vidrio, silicio, un plástico o un material con base de polímero o similares, tal como se ha descrito anteriormente para el alojamiento 34 de la Fig. 2. El material compatible 54B puede ser una membrana delgada altamente compatible de Kapton®, poliuretano, o de cualquier otro material adecuadamente compatible, tal como, pero no limitado a, un material de polímero compatible o algo similar, o cualquier otro material adecuado conocido en la técnica.

El miembro compatible 54B puede unirse de manera sellada, pegado o depositado adecuadamente sobre, o conectado de otro modo de manera sellada, a la parte de alojamiento 54A para formar una cámara sellada 52. El sensor protegido 50 incluye además dos unidades de sensor ultrasónico pasivo 55 y 57. Las unidades de sensor ultrasónico pasivo 55 y 57 pueden pegarse, unirse o conectarse de otro modo a la parte de alojamiento 54A utilizando cualquier método adecuado de unión o materiales de unión conocidos en la técnica.

La unidad de sensor 55 comprende una primera capa rebajada 62 de substrato y una segunda capa 64. Las partes 64A y 64B de la segunda capa 64 son membranas vibratorias que comprenden las partes de la capa 64 que se superponen a los rebajes 66A y 66B formados dentro de la primera capa rebajada 62 de substrato. Si bien solo se muestran dos partes 64A y 64B de membrana vibratoria en la vista en sección transversal de la Fig. 3, la unidad de sensor 55 puede incluir una membrana vibratoria o puede incluir más de una membrana vibratoria, tal como se describe con detalle anteriormente en esta memoria para los sensores protegidos 10 y 30 (de las Figs. 1 y 2 respectivamente). De este modo, la unidad de sensor 55 puede incluir cualquier número adecuado de membranas vibratorias. La segunda capa 64 se une adecuadamente de manera sellada a la primera capa rebajada 62 de substrato bajo condiciones adecuadas de presión para formar unas cámaras selladas de unidad de sensor (de las

que en la vista en sección transversal de la Fig. 3 solo se muestran las cámaras 67A y 67B de unidad de sensor). La presión dentro de las cámaras selladas 67A y 67B de unidades de sensor es P3.

La unidad de sensor 57 comprende una primera capa rebajada 72 de sustrato y una segunda capa 74. Las partes 74A y 74B de la segunda capa 74 son membranas vibratorias que comprenden las partes de la capa 74 que se superponen a los rebajes 63A y 63B formados dentro de la primera capa rebajada 72 de sustrato. Si bien solo se muestran dos partes 74A y 74B de membrana vibratoria en la vista en sección transversal de la Fig. 3, la unidad de sensor 57 puede incluir una membrana vibratoria o puede incluir más de una membrana vibratoria, tal como se describe con detalle anteriormente en esta memoria para los sensores protegidos 10 y 30 (de las Figs. 1 y 2 respectivamente). De este modo, la unidad de sensor 57 puede incluir cualquier número adecuado de membranas vibratorias. La segunda capa 74 se une adecuadamente de manera sellada a la primera capa rebajada 72 de sustrato bajo condiciones adecuadas de presión para formar unas cámaras selladas de unidad de sensor (de las que en la vista en sección transversal de la Fig. 3 solo se muestran las cámaras 69A y 69B de unidad de sensor). La presión dentro de las cámaras selladas 69A y 69B de unidades de sensor es P4. Las unidades de sensor 55 y 57 pueden fabricarse de tal manera que $P3 = P4$ o de tal manera que $P3 \neq P4$.

La cámara sellada 52 se rellena completamente con un medio substancialmente incompresible 24 como se ha descrito anteriormente en esta memoria. La presión P5 fuera del sensor protegido 50 se transmite con mínima atenuación a las membranas vibratorias de las unidades de sensor 55 y 57 (tales como por ejemplo las membranas vibratorias 64A y 64B de la unidad de sensor 55 y a las membranas vibratorias 74A y 74B de la unidad de sensor 57) a través del miembro compatible 54B y el medio 24 tal como se ha descrito anteriormente.

El uso de dos (u opcionalmente más de dos) unidades de sensor que tienen diferentes valores de presión interna puede ser útil para proporcionar mediciones de presión compensadas con la temperatura, o para otros fines tales como, pero no limitado a, proporcionar un intervalo ampliado de mediciones al incluir dentro del sensor protegido dos o varios sensores de diferente presión optimizados cada uno para un intervalo particular de presiones. Además, dentro del mismo sensor protegido se puede utilizar una o varias unidades de sensor con similares valores de presión interna de sensor para aumentar la fuerza de la señal del sensor protegido al aumentar el área superficial total de las membranas vibratorias en el sensor protegido.

Cabe señalar que el sensor protegido de la presente invención puede implementarse de tal manera que el sensor protegido puede formarse como parte de un dispositivo de anclaje de sensor o puede formarse dentro de un dispositivo de anclaje de sensor o puede unirse al mismo. Tal dispositivo de anclaje de sensor puede ser, pero no se limita a, un anclaje de sensor (tal como, pero no limitado a, cualquiera de los dispositivos descritos en la patente de EE.UU. 6.331.163 de Kaplan), un posicionador de sensor, un injerto implantable, cualquier parte adecuada de un dispositivo implantable, un marcapasos, un desfibrilador o una parte del mismo, un electrodo implantable o una parte del mismo, un electrodo insertable o una parte del mismo, un catéter implantable o una parte del mismo, un catéter insertable o una parte del mismo, un stent, una parte de un stent, un cable de guía o una parte del mismo, un dispositivo endoscópico o una parte del mismo, un dispositivo endoscópico autónomo o amarrado o una parte del mismo, un injerto implantable u otro tipo de implante, o cualquier otro dispositivo adecuado que se pueda implantar o insertar en un cuerpo o cualquier organismo, animal o paciente humano.

Los expertos en la técnica apreciarán que los dispositivos de anclaje de sensor a los que se puede unir los sensores protegidos de la presente invención (o dentro del dispositivo de anclaje del que se puede formar o incluir tal sensor protegido como parte del mismo), no se limitan a dispositivos que tienen el único propósito de servir como un soporte o plataforma de transporte para el sensor protegido de la invención. En cambio, los dispositivos de anclaje pueden tener otra estructura y/o función adecuadas que pueden estar relacionadas o no con la estructura o funciones del sensor protegido, y también pueden ser útiles para otros fines no relacionados además de funcionar como un soporte para el sensor protegido. Por ejemplo, si un sensor protegido se une o se forma dentro o encerrado en un implante de electrodo de un marcapasos, el electrodo puede funcionar como una plataforma o miembro para llevar el sensor protegido, mientras funciona de manera independiente como un electrodo estimulante y/o sensible como se conoce en la técnica. De este modo, la unión de los sensores protegidos de la presente invención a cualquier dispositivo que se puede colocar en un ambiente de medición (o la inclusión del mismo en tal dispositivo) puede, aunque no necesariamente, estar asociado con el funcionamiento del dispositivo.

Similarmente, la cámara sellada de los sensores protegidos de la presente invención puede formarse dentro de cualquiera de entre un dispositivo de anclaje de sensor, dispositivo de soporte de sensor, dispositivos de fijación de sensor, injertos implantables, otro tipo de implante o dispositivo implantable. La cámara sellada de los sensores protegidos de la presente invención también puede configurarse para comprender una pieza o como parte de cualquier dispositivo de anclaje de sensor, dispositivo de soporte de sensor, dispositivos de fijación de sensor, injertos implantables, cualquier otro tipo de implante, dispositivo o stent implantable como parte de la cámara sellada.

Ahora se hace referencia a la Fig. 4 que es una vista esquemática en sección transversal que ilustra parte de un sensor protegido construido utilizando un dispositivo de anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable o un dispositivo implantable, de acuerdo con una realización adicional de la presente invención; El sensor protegido 80 incluye una unidad de sensor 82, un anclaje 88 (en la Fig. 4 solo se ilustra una parte del anclaje

88) y un miembro compatible 87. El anclaje 88 tiene una abertura 88C que pasa a través suyo. La abertura 88C es ligeramente más pequeña que la unidad de sensor 82. El miembro compatible 87 se pega de manera sellada o se une de otro modo de manera sellada (utilizando cualquier método adecuado de unión conocido en la técnica) a una primera superficie 88A del anclaje 88 y la unidad de sensor 82 se pega de manera sellada o se une de otro modo de manera sellada (utilizando cualquier método de unión conocido en la técnica) a una segunda superficie 88B del anclaje 88.

El miembro compatible 87 puede ser una membrana delgada con alta compatibilidad construida tal como se describe con detalle anteriormente para los miembros compatibles 20, 20A y 54B (de las Figs. 1, 2 y 3, respectivamente). El miembro compatible 87 puede unirse de manera sellada a la primera superficie 88A del anclaje 88 mediante un pegamento adecuado o mediante otro material de sellado o cualquier otro método de unión adecuado conocido en la técnica o descrito anteriormente en esta memoria, para formar la cámara sellada 90. La cámara sellada 90 se rellena completamente con el medio substancialmente incompresible 24 como se ha descrito anteriormente en esta memoria.

La unidad de sensor 82 puede incluir la capa rebajada 12 de sustrato, y la segunda capa 14 construida y operativa como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria para la unidad de sensor 82 de los sensores protegidos 10 y 30 (de las Figs. 1 y 2, respectivamente).

Ahora se hace referencia a la Fig. 5 que es una vista esquemática en sección transversal de una parte que ilustra un sensor protegido que tiene múltiples cámaras selladas construidas dentro de un dispositivo de anclaje de sensor, injerto implantable o dispositivo implantable, de acuerdo con otra realización de la presente invención. El sensor protegido 100 incluye una unidad de sensor 82 tal como se describe con detalle anteriormente en esta memoria (haciendo referencia a la Fig. 4), un anclaje 89 (en la Fig. 5 solo se muestra una parte del anclaje 89) y un miembro compatible 87. El anclaje 89 tiene una pluralidad de aberturas 95A, 95B y 95C que pasan a través suyo. El miembro compatible 87 se pega de manera sellada o se une de otro modo de manera sellada (utilizando cualquier método adecuado de unión conocido en la técnica) a una primera superficie 89A del anclaje 89 y la unidad de sensor 82 se pega de manera sellada o se une de otro modo de manera sellada (utilizando cualquier método de unión conocido en la técnica) a una segunda superficie 89B del anclaje 89.

El miembro compatible 87 puede ser una membrana delgada con alta compatibilidad construida tal como se describe con detalle anteriormente para los miembros compatibles 20, 20A y 54B (de las Figs. 1, 2 y 3, respectivamente). El miembro compatible 87 puede unirse de manera sellada a la primera superficie 89A del anclaje 89 mediante un pegamento adecuado o mediante otro material de sellado o cualquier otro método de unión adecuado conocido en la técnica o descrito anteriormente en esta memoria, para formar varias cámaras selladas 90A, 90B y 90C. La cámara sellada 90 se rellena completamente con el medio substancialmente incompresible 24 como se ha descrito anteriormente en esta memoria.

La unidad de sensor 82 puede construirse y manejarse como se describe con detalle más adelante en esta memoria haciendo referencia a la Fig. 4. Cabe señalar que si bien el sensor protegido 100 de la Fig. 5 incluye tres cámaras selladas (90A, 90B y 90C), el sensor protegido 100 puede implementarse con cualquier número adecuado de cámaras selladas y cualquier número adecuado de miembros vibratorios.

Cabe señalar que, en aras de la claridad de las ilustraciones, las dimensiones de las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C y las partes del miembro compatible 87 superpuestas a las cámaras 90A, 90B y 90C, respectivamente, no representan necesariamente las verdaderas dimensiones de estas partes y la relación de sus áreas en sección transversal (tal como, por ejemplo la relación del área superficial de la membrana vibratoria 14B con el área de la parte del miembro compatible 87 superpuesto a la cámara 90B). Preferiblemente, el área superficial de la parte del miembro compatible superpuesto a las cámaras 90A, 90B y 90C es substancialmente mayor que el área superficial de las correspondientes membranas vibratorias 14A, 14B y 14C para permitir un funcionamiento correcto del sensor. Cabe señalar que en todas las demás figuras, debido a la naturaleza esquemática de los dibujos, la escala y la relación del área superficial de la parte del miembro compatible superpuesto a una cámara específica con el área superficial de la cámara vibratoria o la membrana incluida en esa cámara puede no representarse con precisión.

Los expertos en la técnica apreciarán que los sensores protegidos de la presente invención no se limitan a sensores que incluyen un solo miembro vibratorio, o un solo sensor resonante dentro de una sola cámara sellada. De este modo, los sensores protegidos que incluyen más de un sensor o más de un miembro vibratorio dentro de una cámara sellada están dentro del alcance de la presente invención.

Por ejemplo, un sensor protegido puede construirse con múltiples cámaras selladas, cada una de las cámaras selladas puede tener más de un sensor resonante en la misma. De manera similar, un sensor protegido puede construirse con múltiples cámaras selladas, cada una de las múltiples cámaras selladas puede tener más de un miembro vibratorio en la misma. Además, un sensor protegido se puede construir con una sola cámara sellada, en la que se pueden disponer más de un sensor resonante o más de un miembro vibratorio.

Ahora se hace referencia a la Fig. 6 que es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico pasivo y protegido que tiene una sola membrana vibratoria, de acuerdo con una realización de la presente invención;

5 El sensor 110 puede incluir un substrato 112, una segunda capa 114, un miembro compatible 120 y un medio substancialmente incompresible 24 que rellena una cámara sellada 122. La segunda capa 114 puede pegarse o unirse de manera sellada a una superficie 112B del substrato 112, como se ha descrito anteriormente con detalle en esta memoria. El substrato 112 tiene un rebaje 116 formado en el mismo. El substrato 114 tiene un resalte 112A que sobresale por encima del nivel de la superficie 112B. El resalte 112A puede tener (opcionalmente) una abertura 25 que pasa a través suyo. La abertura 25 puede utilizarse para rellenar la cámara 122 con el medio 24, como se ha descrito anteriormente con detalle en esta memoria. Si el resalte 112A tiene una o varias aberturas 25 formadas en el mismo, las aberturas 25 pueden cerrarse después del llenado del medio 24 mediante la aplicación de un material de sellado adecuado 27. El material de sellado 27 puede ser cualquier material de sellado adecuado conocido en la técnica, tal como, pero no limitado a, RTV, selladores con base de silicio, materiales selladores con base de epoxi o similares, tal como se describe con detalle más adelante en esta memoria.

15 La segunda capa 114 puede pegarse o unirse de manera sellada a la superficie 112B del substrato 122 para formar una cámara sellada 117 de unidad de sensor. Una parte de la segunda capa 114 que se superpone al rebaje 116 forma una membrana vibratoria 114A que puede vibrar como respuesta a ondas mecánicas (tal como por ejemplo ondas de ultrasonidos) que llegan al sensor 110. La cámara sellada 117 de unidad de sensor puede incluir un gas o una mezcla de gases que tiene un nivel de presión en la misma, tal como se ha descrito anteriormente en esta memoria. El nivel de presión dentro de la cámara sellada 117 de unidad de sensor puede ser un nivel de presión cero (si se evacua cualquier gas de la cámara 117) o puede ser un nivel de presión distinto de cero (si la cámara 117 incluye una determinada cantidad de un gas o gases). El material compatible 120 puede unirse, pegarse o unirse de manera sellada (utilizando cualquier método adecuado de unión, sellado o pegado conocido en la técnica) en el resalte 112A del substrato 112 para formar una cámara 122. La cámara 122 se rellena preferiblemente por completo con el medio substancialmente incompresible 24. La composición del material de las piezas del sensor 110 puede ser similar a las descritas anteriormente en esta memoria para otros sensores.

20 Cabe señalar que si bien el sensor protegido 110 de la Fig. 6 tiene una sola cámara sellada 122 rellena con el medio 24, una sola cámara sellada 117 de unidad de sensor y un solo miembro vibratorio 114A, otras realizaciones del sensor pueden incluir más de un miembro vibratorio, y/o más de una cámara sellada de unidad de sensor, y/o más de una cámara sellada rellena con el medio 24, como se ha descrito con detalle anteriormente para otras realizaciones de sensores.

30 Cabe señalar que el anclaje 88 (de la Fig. 4) y el anclaje 89 (de la Fig. 5) pueden ser cualquier parte adecuada de cualquier dispositivo (incluyendo, pero no limitado a, un dispositivo implantable o no implantable) al que se puede unir adecuadamente la unidad de sensor 82 de la configuración ilustrada en la Fig. 4, o en cualquier otra configuración adecuada para formar una cámara sellada rellena con un medio incompresible. Por ejemplo, el anclaje 88 y el anclaje 89 pueden ser, pero no se limitan a, cualquier dispositivo adecuado de soporte de sensor o dispositivos de fijación de sensor, tal como, pero no limitado a, los dispositivos de soporte de sensor y/o fijación de sensor descritos en la patente de EE.UU. 6.331.163 de Kaplan. El anclaje 88 y el anclaje 89 pueden ser, pero no se limitan a, cualquier parte adecuada de un injerto, un stent, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un marcapasos, un desfibrilador, un cable de guía, un endoscopio, un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo o una cápsula endoscópica autónoma, un dispositivo o una cápsula endoscópicas amarrados, una bomba, pedacito o dispositivo de liberación de sustancias terapéuticas o fármacos insertables o implantables, o cualquier otro dispositivo insertable o implantable conocido en la técnica, tal como se ha descrito anteriormente en esta memoria.

45 Además, si los sensores protegidos de la presente invención se forman como un sensor protegido auto-contenido (tal como, pero no limitado a, los sensores protegidos ilustrados en las Figs. 1-3 y 6-9) el sensor protegido puede unirse, pegarse, montarse, fijarse y/o encerrarse adecuadamente en cualquier otro dispositivo adecuado que pueda ser colocado o dispuesto en el ambiente de medición que se desee. Por ejemplos, los sensores protegidos de la presente invención pueden unirse a una pared o cualquier otra parte interna de un reactor químico o bioquímico (no se muestra) o a cualquier dispositivo de medición o dispositivo de agitación dispuesto en el reactor, o el interior de una válvula, un tubo o un depósito de contención o algo similar.

50 De manera similar, si el sensor protegido se va a implantar o insertar en un organismo, animal o en un paciente humano, el sensor protegido puede unirse, pegarse, montarse, fijarse, encerrarse adecuadamente en cualquier dispositivo adecuado insertable o implantable, incluyendo, pero no limitado a, un injerto, un stent, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un marcapasos, un desfibrilador, un cable de guía, un endoscopio, un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo o una cápsula endoscópica autónoma, un dispositivo o una cápsula endoscópicas amarrados, una bomba, pedacito o dispositivo de liberación de sustancias terapéuticas o fármacos insertables o implantables, o cualquier otro dispositivo insertable o implantable conocido en la técnica, tal como se ha descrito anteriormente en esta memoria.

Ahora se hace referencia a la Fig. 7 que es una vista esquemática en sección transversal que ilustra un sensor de presión ultrasónico protegido con múltiples membranas vibratorias que tiene múltiples cámaras selladas formadas dentro de un separador, de acuerdo con incluso otras realización de la presente invención.

5 El sensor protegido 130 puede incluir una unidad 152 de sensor de presión ultrasónico pasivo, un miembro separador 138, un miembro compatible 147 y un medio substancialmente incompresible 24. El miembro separador 139 tiene dos aberturas 138A y 139B formadas en el mismo. La unidad de sensor 152 incluye un substrato 152 que tiene dos rebajes 136A y 136B formadas en la misma. La unidad de sensor 152 también incluye una segunda capa 144 unida de manera sellada, vinculada o pegada al substrato 132 para formar dos cámaras selladas independientes 137A y 137B de unidad de sensor. Las cámaras selladas 137A y 137B de unidad de sensor pueden
10 rellenarse con un gas o una mezcla de gases, o pueden tener vacío en las mismas tal como se ha descrito anteriormente. La partes de la cámara 144 superpuestas al rebaje 136A y 136B forman dos membranas vibratorias 144A y 144B, respectivamente. El miembro separador 138 puede pegarse, vincularse o unirse de manera sellada a la cámara 144. El miembro compatible 147 puede ser unido, pegado o vinculado de manera adecuada o sellada al miembro separador 138 para formar dos cámaras selladas 142A y 142B. Las cámaras selladas 142A y 142B
15 pueden, preferiblemente, rellenarse completamente con un medio substancialmente incompresible 24, utilizando cualquier método adecuado de llenado conocido en la técnica.

La parte 147A del miembro compatible 147 puede proteger la membrana vibratoria 144A contra el depósito de materiales extraños tal como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria. De manera similar, la parte 147B del miembro compatible 147 puede proteger la membrana vibratoria 144B contra el depósito de materiales
20 extraños.

Cabe señalar que si bien el sensor protegido 130 de la Fig. 7 tiene dos cámaras selladas 142A y 142B rellenas con el medio 24, una sola cámara sellada 117 de unidad de sensor y un solo miembro vibratorio 114A, otras realizaciones del sensor pueden incluir más de un miembro vibratorio y/o más de una cámara sellada de unidad de sensor y/o más de una cámara sellada rellena con el medio 24, como se ha descrito con detalle anteriormente para
25 otras realizaciones de sensores.

Cabe señalar que diferentes variantes de componentes o funciones de las realizaciones ilustradas son intercambiables entre las diferentes realizaciones de los conjuntos de sensor protegido tal como se ilustran en las Figs. 1 a 8, y que son posibles muchas diferentes permutaciones y variaciones de las mismas y se incluyen dentro del alcance de la presente invención.

30 Cabe señalar que los sensores protegidos de la presente invención, incluyendo pero no limitados a los sensores descritos anteriormente en esta memoria e ilustrados en las Figs. 1 a 8 pueden construirse o ensamblarse utilizando diferentes métodos. Por ejemplo, cambiando brevemente a la Fig. 6, el sensor 110 puede hacerse formando en primer lugar el substrato 112 y el rebaje 166 y la abertura 25 en el mismo utilizando cualquier método adecuado de fotolitografía conocido en la técnica (tales como, pero no limitado a, enmascaramiento litográfico estándar, métodos
35 de grabado químico en húmedo y fotoresistente aplicados a una oblea de silicio u otro substrato adecuado, o por otros métodos adecuados de micro-mecanizado), la segunda capa 114 puede, a continuación, pegarse, vincularse o unirse a la capa de substrato 112 en una cámara de presión adecuada para asegurar el nivel de presión deseada en la cámaras sellada 117 de sensor.

40 El miembro compatible 120 puede entonces unirse de manera sellada, pegarse o vincularse al resalte 112A del substrato 112. El sensor 110 puede colocarse luego en una cámara adecuada de vacío (no se muestra) y dejar el suficiente tiempo para el equilibrio de presiones para formar un vacío adecuado dentro de la cámara 122 (que ya no está sellada en esta fase). Después de que la cámara 122 tiene un gran vacío en la misma, el sensor puede sumergirse en el medio 24 (para este método de llenado ayudado por vacío, el medio 24 debe ser un líquido de baja presión de vapor, tal como, pero no limitado a, Dow Corning 720(R) Silicon Fluid descrito anteriormente en esta memoria, o cualquier otro líquido o fluido adecuado de baja presión de vapor conocido en la técnica) tal como, por ejemplo, por introducción del medio 24 en la cámara de vacío a un nivel adecuado de tal manera que la abertura 25 se cubra completamente por el medio 24.
45

Después, la abertura 25 se cubre con el medio 24, la presión en la cámara de vacío en la que el sensor 110 se dispone puede aumentarse (por ejemplo abriendo la cámara de vacío a la presión atmosférica) cuando se aumenta la presión actúa en el medio 24 dispuesto dentro de la cámara de vacío, el medio 24 será obligado adentro del espacio vacío de la cámara 122 hasta que la cámara 122 esté completamente rellena con el medio 24. Después de que la cámara 122 se rellena con el medio 24, el sensor 110 puede limpiarse (si se necesita) y la abertura 25 puede cerrarse de manera sellada con el material sellador 27 para completar el sellado de la cámara 122. El material sellador 27 puede ser cualquier material sellador adecuado conocido en la técnica, tal como se ha descrito con
50 detalle en esta memoria.

Cabe señalar que también puede ser posible, de acuerdo con otra realización de la invención, inyectar el medio 24 en la cámara 122 del sensor 110 a través de la abertura 25 utilizando una aguja fina o cualquier otro dispositivo adecuado de inyección, que pueda ser seguido por la aplicación del material sellador para sellar la abertura 25.
55

Cabe señalar que los métodos para rellenar la cámara 122 (o cualquier otra cámara de un sensor protegido que se esté utilizando) con el medio 24 no se limitan a utilizar líquidos incompresibles sino que también se pueden aplicar cuando se utilizan diversos tipos de geles. Por ejemplo cuando se utiliza gelatina es posible utilizar los métodos descritos anteriormente en esta memoria para rellenar el sensor mediante aplicación de gelatina mientras está en un estado fluido líquido antes de la solidificación utilizando una solución caliente de gelatina licuada. En tales casos puede ser ventajoso templar el sensor que se está rellenando a una temperatura adecuada para evitar o retrasar la solidificación del gel. Cuando se utilizan hidrogeles u otros tipos de geles, se necesita tiempo para la formación del gel, por lo que es posible rellenar la cámara del sensor protegido antes de que se produzca la formación del gel. En otro ejemplo, puede ser posible utilizar un gel con base de alginato (tal como por ejemplo una solución líquida de alginato de sodio) e inducir la formación de gel añadiendo iones de calcio, como se conoce en la técnica.

También puede ser posible utilizar otras composiciones líquidas o precursores de gel líquido que puedan formar un gel después de rellenar o inyectar en la cámara 122 como se ha descrito anteriormente en esta memoria. Por ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención es posible utilizar una mezcla de monómero(s) y un catalizador adecuado y/o un agente de polimerización y/o un agente de reticulación que pueda reaccionar químicamente para producir lentamente un gel adecuado. La mezcla de monómero y agente de reticulación puede inyectarse o introducirse de otro modo en la cámara del sensor (tal como, pero no limitado a, la cámara 122 del sensor 110) por cualquiera de los métodos descritos anteriormente en esta memoria mientras todavía está en estado líquido y luego puede polimerizarse para formar el gel en la cámara.

En aplicaciones para sensores no implantados, puede ser posible utilizar geles tales como geles de poli(acrilamida), como se conoce en la técnica. Tales geles pueden formarse por polimerización de acrilamida o monómeros derivados de acrilamida utilizando un iniciador o catalizador de polimerización (tal como por ejemplo persulfato o algo similar) y/o agentes adecuados de reticulación (por ejemplo agentes de reticulación con base de bis-acrilamida). Para aplicaciones que utilizan sensores implantables puede ser necesario utilizar geles más biocompatibles, tales como gelatina o cualquier otro hidrogel o lipogel adecuado biocompatible o hemocompatible, o gel hidrófobo o gel hidrófilo conocidos en la técnica.

Además cabe señalar que también se pueden utilizar otros diferentes métodos para construir el sensor protegido. Tales métodos pueden incluir métodos en los que el miembro compatible se une a, o se forma sobre, el sensor protegido después de la colocación del medio substancialmente incompresible en el sensor. Cambiando brevemente a la Fig. 1, el sensor 10 puede construirse de la siguiente manera. Primero la capa rebajada de substrato 12 puede unirse a la segunda capa 12 en una cámara de vacío (no se muestra) para formar la unidad de sensor 82 de una manera similar a la manera descrita anteriormente en esta memoria para el sensor 110 de la Fig. 6, o como se ha descrito en la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente, nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros. Después de hacer la unidad de sensor 82, el separador puede unirse o pegarse a la unidad de sensor 82 para formar parte de la cámara 22 (que en esta fase no es todavía una cámara sellada). El medio 24 puede introducirse entonces en la parte formada de la cámara 22 y el miembro compatible 20 puede entonces unirse o vincularse adecuadamente de manera obturada al separador 18, utilizando cualquier método de unión, pegado o vinculación conocido en la técnica, para sellar el medio 24 y para completar la cámara sellada 22. Este método puede aplicarse cuando el medio 24 es un líquido o un gel. En casos en los que se utiliza un gel, el gel puede introducirse en la cámara 22 en una forma líquida previa a convertirse en gel o como una mezcla de monómero/agente de reticulación, como se ha descrito anteriormente en esta memoria.

Incluso otro método para construir el sensor protegido (descrito, a modo de ejemplo, con respecto al sensor 10 de la Fig. 6, pero generalmente aplicable a muchos de los otros sensores descritos e ilustrados en esta memoria) puede utilizar métodos químicos de depósito de vapor (o posiblemente otros métodos diferentes conocidos en la técnica para formar directamente y unir un miembro compatible en la unidad de sensor. Cambiando de nuevo a la Fig. 1, el sensor 10 también puede construirse de la siguiente manera. En primer lugar, la capa rebajada 12 de substrato puede unirse a la segunda capa 14 en una cámara con vacío (no se muestra) para formar la unidad de sensor 82 de una manera similar a la manera descrita anteriormente en esta memoria. Después se hace la unidad de sensor 82, el separador 18 puede unirse o pegarse a la unidad de sensor 82 para formar parte de la cámara 22 (que en esta fase todavía no es una cámara sellada). El medio 24 puede introducirse entonces en la parte formada (incluso abierta) de la cámara 22. El miembro compatible 20 puede entonces depositarse directamente sobre el medio 24 y sobre el separador 18 con la formación del miembro compatible in situ utilizando un método adecuado de depósito químico de vapor (CVD). Por ejemplo, si el miembro compatible 20 se ha de hacer de Parylene®C, una capa adecuada de Parylene®C puede depositarse o formarse de manera sellada en el medio 24 y el separador 28 utilizando métodos estándar CVD. En este caso, la capa de Parylene®C formada sobre el medio substancialmente incompresible 24 y unida a la superficie superior del separador 18 comprende el miembro compatible 20. En tal caso, si el CVD se realiza por debajo de la presión atmosférica, el medio utilizado en la cámara sellada debe tener una baja presión de vapor.

Cabe señalar que los diferentes métodos descritos para construir los sensores protegidos puede aplicarse en principio para construir cualquiera de los sensores protegidos descritos anteriormente en esta memoria e ilustrados en las figuras con dibujos con modificaciones adecuadas. Por ejemplo, si la cámara 22 del sensor 10 de la Fig. 1

tiene que rellenarse con el medio 24 a través de una abertura, en el separador 18 se pueden hacer una o varias aberturas (no se muestran).

De manera similar, puede ser necesario hacer unas aberturas adecuadas (no se muestran) en el alojamiento 34 del sensor protegido 30 (de la Fig. 2) en el alojamiento 54 del sensor protegido 50 (de la Fig. 3) o en cualquier otra parte adecuada de los sensores protegidos descritos en esta memoria con el fin de permitir la introducción del medio substancialmente compresible 24 en la cámara o cámaras pertinentes del sensor protegido que se está llenando.

De acuerdo con otra realización de la invención, pueden formarse (opcionalmente) una o varias aberturas (no se muestran) adecuadas para introducir el medio 24 en partes adecuadas de los miembros de anclaje 88 y/o 89 o en la unidad de sensor 82 para permitir el llenado del medio 24 a través suyo. Tales aberturas pueden sellarse con un material sellador después de completar el llenado, como se ha descrito con detalle con respecto a la abertura 25 del sensor 110 de la Fig. 6). Por lo tanto, cabe señalar que si el medio substancialmente incompresible se introduce en la cámara sellada del sensor protegido de la presente invención a través de una o varias aberturas, tal abertura o aberturas (no se muestran) pueden formarse en cualquier parte deseada o seleccionada del sensor, tal como, pero no limitada a, el alojamiento del sensor o el dispositivo de anclaje de sensor (si se utiliza) o el separador (si se utiliza) o a través de cualquier parte adecuada del cuerpo de la unidad de sensor utilizada. Tales aberturas pueden situarse en posiciones que no comprometerán el funcionamiento del sensor, como lo tendrá claro el experto en la técnica.

Además, si el sensor protegido incluye múltiples cámaras selladas (tales como, por ejemplo, las cámaras 90A, 90B y 90C del sensor protegido 100 de la Fig. 5) puede ser necesario hacer aberturas adicionales (no se muestra) en partes adecuadas del sensor, la unidad de sensor, separador o unidad de anclaje si es necesario.

Los expertos en la técnica apreciarán que los diferentes métodos descritos en esta memoria para el ensamblaje o construcción de los sensores protegidos de la invención, se dan solo a modo de ejemplo, no son obligatorios y que se pueden utilizar otros métodos diferentes de construcción y/o ensamblaje y/o llenado de los sensores protegidos descritos, como se conoce en la técnica. Tales métodos pueden incluir, pero no se limitan a, cualquier método litográfico, método de grabado químico, método de enmascaramiento, método de fabricación de semiconductores, método de micro-fabricación, método de impresión, método de estampación, método de impresión, método de formación de capas, método químico de depósito de vapor, método de vinculación, método de pegado, método de sellado y similares.

Los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones del sensor protegido descrito anteriormente en esta memoria e ilustrado en la Fig. 4 no se limitan a las formas de anclajes de sensor, dispositivos de fijación de sensor o partes de stent mostrados anteriormente o en la patente de EE.UU. 6.331.163 de Kaplan. En cambio, los expertos en la técnica pueden implementar muchas modificaciones diferentes del sensor protegido de la invención. Por ejemplo, un lista no limitadora de posibles implementaciones puede incluir implementaciones en las que el anclaje 88 puede ser parte de un injerto implantable (por ejemplo un injerto Gortex® tipo tubo, conocido en la técnica) o puede ser parte de un electrodo implantable de un dispositivo marcapasos o un desfibrilador, o de cualquier otro dispositivo adecuado que pueda ser implantado en un vaso sanguíneo, o cualquier otra parte de un sistema cardiovascular, intracraneal, o dentro de cualquiera de los ventrículos del cerebro o en el canal central de la médula espinal, o en el oído o en cualquier otra cavidad corporal o paso interno de la misma, como se conoce en la técnica.

Ahora se hace referencia a la Fig. 8 que es un diagrama esquemático en sección transversal de una parte que ilustra una forma general de un sensor resonante protegido de acuerdo con una realización de la presente invención;

El sensor protegido 180 de la Fig. 8 incluye una unidad de sensor resonante 5, un separador 18, un miembro compatible 20 y un medio incompresible 24. La unidad de sensor resonante 5 puede ser cualquier tipo de sensor resonante conocido en la técnica que tenga uno o varios resonadores o partes resonantes expuestas a un medio o ambiente de medición, tal como, pero no limitado a, cualquiera de los sensores resonantes descritos anteriormente en esta memoria o conocidos en la técnica. La parte 5A de resonador de la unidad de sensor resonante 5 representa esquemáticamente la parte del resonador (o resonadores) de la unidad de sensor resonante 5 que tendría que exponerse al medio o ambiente de medición en una unidad de sensor resonante no protegido 5.

El sensor protegido 180 puede incluir un separador 18 unido o pegado adecuadamente de manera sellada al sensor 5 tal como se describe con detalle anteriormente en esta memoria para el separador 18 de la Fig. 1. El sensor protegido 180 también puede incluir un miembro compatible 20 tal como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria para el sensor de la Fig. 1. El miembro compatible 20 se une adecuadamente de manera sellada al separador 18 para formar una cámara sellada 102. La cámara sellada 102 se rellena completamente con un medio incompresible 24 tal como se describió con detalle anteriormente en esta memoria para los sensores 10, 30 y 80 (de las Figs. 1, 2 y 4, respectivamente)

La variable física a medir con el sensor protegido 180 (tal como, pero no limitado a, presión, temperatura o similares) es transmitida con mínima atenuación a través del miembro compatible 20 y el medio incompresible 24 a la parte 5A de la unidad de sensor resonante 5, tal como se describe con detalle para los otros sensores ultrasónicos pasivos descritos anteriormente en esta memoria. El miembro compatible 20 y el separador 18 impiden el depósito de

substancia(s), célula(s), tejido(s) u otros materiales extraños no deseados y que entren en la cámara sellada 102 y se depositen sobre, o se unan de otra manera a, la parte 5A de la unidad de sensor resonante 5. La parte o partes resonantes de la unidad de sensor 5 (no se muestra con detalle en la Fig. 8) se protegen de esta manera de cualquier substancia(s), célula(s), tejido(s) u otro material extraño no deseado que se encuentre en el ambiente de medición o medio de medición que pueda mejorar la capacidad de que el sensor protegido 180 pueda mantener la estabilidad y precisión de la medición con el tiempo.

Cabe señalar que si bien en la realización del sensor protegido 80 ilustrado en la Fig. 5, la cámara sellada 102 incluyendo el medio 24 se construye utilizando un separador 18, puede ser posible, de acuerdo con otra realización del sensor protegido, unir el miembro compatible 30 a una parte formada de manera adecuada (no se muestra) de la unidad de sensor 5, de tal manera que un resalte circunferencial elevado (similar, pero no necesariamente idéntico al resalte 112A del sensor de la Fig. 6) formado como parte de la unidad de sensor 5.

Cabe señalar que en los casos en los que la unidad de sensor 5 es un sensor resonante para detectar la concentración de una especie química en el medio de medición, el miembro compatible 20 y el medio incompresible 24 deben seleccionarse con cuidado de tal manera que el miembro compatible 20 se haga de un material que sea adecuadamente permeable a la especie química que se está midiendo y que el medio incompresible 24 se seleccione de tal manera que la especie química a medir sea capaz de difundirse en el medio seleccionado 24, o pueda ser capaz de ser transportada a través del medio 24 (por ejemplo incluyendo en el medio 24 una especie transportadora adecuada o moléculas transportadoras que sean compatibles con el medio 24, como se conoce en la técnica) para llegar a la parte de la unidad de sensor 5 (posiblemente incluida en la parte 5A de la unidad de sensor 5) que es sensible a la concentración de la especie química que se está midiendo.

Los expertos en la técnica apreciarán que los sensores de presión protegidos de la presente invención no se limitan a utilizar solo el tipo de miembros compatibles descritos anteriormente en esta memoria. En cambio, los sensores de presión protegidos de la presente invención también pueden implementarse utilizando miembros compatibles configurados de manera diferente. Tales miembros mecánicamente compatibles pueden configurarse o conformarse de muchas maneras diferentes (como se conoce en la técnica) para permitir la transmisión eficiente de presión desde la zona de medición a las membranas vibratorias o miembros vibratorios del sensor utilizado. El miembro compatible también tiene que ser suficientemente compatible para no interferir substancialmente con las ondas de presión de la membrana o el miembro vibratorio al vibrar que puede tener como resultado una pérdida del factor de calidad.

Ahora se hace referencia a la Fig. 9 que es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra un sensor de presión protegido que incluye un miembro compatible que tiene una parte ondulada, de acuerdo con una realización de la presente invención.

El sensor de presión 140 de la Fig. 9 es similar pero no idéntico al sensor de presión 110 de la Fig. 6. El substrato 112, el resalte 112A, las aberturas 25, el miembro de sellado 27, la segunda capa 114, la superficie 112B, la superficie 114A y el medio substancialmente incompresible pueden construirse como se describe en la Fig. 6. Sin embargo, si bien el sensor 110 de la Fig. 6 tiene un miembro compatible 120 unido de manera sellada al resalte 112A, para formar la cámara sellada 122, el sensor 140 tiene un miembro compatible 150 unido de manera sellada al resalte 114A para formar una cámara sellada 123.

El miembro compatible 150 de la Fig. 9 es diferente del miembro compatible 120 de la Fig. 6. El miembro compatible 150 de la Fig. 9 es un miembro mecánicamente compatible que incluye una primera parte plana 150A, una segunda parte plana 150B y una parte ondulada 150C. La segunda parte plana 150B puede unirse de manera sellada o pegarse al resalte 112A del substrato 112 para formar una cámara sellada 123 que puede rellenarse con el medio substancialmente incompresible 24 (tal como por ejemplo un líquido o gel substancialmente incompresible) como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria para el sensor 110. Preferiblemente (pero no obligatoriamente) la primera parte plana 150A, la segunda parte plana 150B y la parte ondulada 150C son partes contiguas del miembro compatible 150. La parte ondulada 150C permite que la primera parte 150A se mueva con el fin de comunicar la presión del exterior del sensor 140 al medio 24 dispuesto dentro de la cámara 123 y al miembro vibratorio 114A, y comunicar las ondas de presión desde la cámara vibratoria (o membrana vibratoria) al medio exterior dispuesto en el ambiente de medición.

La Fig. 10 es un diagrama esquemático en sección transversal que ilustra un sensor de presión protegido que incluye un miembro mecánicamente compatible que tiene una parte ondulada, de acuerdo con otra realización de la presente invención.

El sensor de 210 de la Fig. 10 es funcionalmente similar pero no estructuralmente idéntico al sensor 110 de la Fig. 1. Componentes similares de los sensores 10 y 210 se etiquetan con números de referencia similares. El sensor 210 también incluye un miembro compatible 21. El miembro compatible 21 de la Fig. 10 es diferente del miembro compatible 20 de la Fig. 6. El miembro compatible 21 de la Fig. 10 es un miembro mecánicamente compatible que incluye una primera parte plana 210A, una segunda parte plana 21B y una parte ondulada 21C. La segunda parte plana 21B puede unirse de manera sellada o pegarse al separador 19. El separador 19 puede unirse de manera sellada o pegarse a la capa de substrato 12 (tal como se ha descrito con detalle para el separador 18 de la Fig. 1

anteriormente en esta memoria) para formar una cámara sellada 23 que puede rellenarse con el medio substancialmente incompresible 24 (tal como por ejemplo un líquido o gel substancialmente incompresible) como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria para el sensor 110. Preferiblemente (pero no obligatoriamente) la primera parte plana 21A, la segunda parte plana 21B y la parte ondulada 21C son partes contiguas del miembro compatible 21. La parte ondulada 21C permite que la primera parte 21A se mueva con el fin de comunicar la presión del exterior del sensor 210 al medio dispuesto dentro de la cámara 23 y a las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C del sensor 210. La parte ondulada 21C también permite que las ondas de presión de las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C sean comunicadas al medio en el ambiente de medición del exterior del sensor protegido.

El sensor 210 incluye un separador 19. Las dimensiones del separador 19 (de la Fig. 1o) puede ser diferentes de las dimensiones del separador 18 (de la Fig. 1) o pueden ser idénticas a las dimensiones del separador 18 (de la Fig. 1), dependiendo, entre otras cosas, de las dimensiones elegidas del miembro compatible 21.

Cabe señalar que las diversas partes y componentes de las figuras con dibujos (Figs. 1 a 10) no están dibujadas a escala y las dimensiones y formas se dibujan solo con fines ilustrativos (en aras de la claridad de la ilustración) y pueden no representar las dimensiones reales de los diversos componentes ilustrados. Por ejemplo, la curvatura de las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C de la segunda capa 14 (de la Fig. 1) está exagerada en gran medida (con fines ilustrativos) con relación a la curvatura real de las membranas vibratorias de los sensores reales.

Además, cabe señalar que si bien los ejemplos particulares de los sensores descritos anteriormente en esta memoria e ilustrados en las Figs. 1 a 10 están adaptados para mediciones de presión, los sensores protegidos de la presente invención también pueden utilizarse como sensores de temperatura como se conoce en la técnica y como se ha descrito anteriormente en esta memoria. En general también puede ser posible utilizar los sensores protegidos de la presente invención para la determinación de otros parámetros físico dentro de un ambiente de medición, si los parámetros medidos influyen en la frecuencia de resonancia de las partes vibratorias o las membranas vibratorias del sensor.

Además, cabe señalar que si bien los sensores descritos anteriormente en esta memoria e ilustrados en las figuras con dibujos se implementan como sensores que tienen una pluralidad de membranas vibratorias (sensores de múltiples membranas), los sensores protegidos de la presente invención también pueden implementarse como sensores con una sola membrana vibratoria o una sola parte vibratoria, tal como, pero no limitado a, los sensores descritos, entre otros, en las patentes de EE.UU. 5.619.997, 5.989.190 y 6.083.165 de Kaplan, o cualquier otro sensor conocido en la técnica. Todos estos sensores pueden implementarse como sensores protegidos mediante el uso adecuado de un miembro compatible y un medio incompresible para formar una cámara sellada rellena con el medio incompresible en el que el medio incompresible transmite la variable física que se va a medir a la parte vibratoria del sensor o a un acoplador adecuado acoplado a la parte vibratoria.

Los expertos en la técnica apreciarán que los sensores protegidos de la presente invención pueden utilizarse para determinar el valor de una variable física al utilizar varios métodos de medición diferentes. Por ejemplo, la frecuencia de resonancia de la parte(s) vibratoria o la membrana(s) vibratoria de los sensores protegidos descritos anteriormente en esta memoria puede determinarse utilizando un rayo continuo o un rayo de impulsos o un rayo tipo chirrido de ultrasonidos para interrogar a los sensores protegidos de la presente invención y midiendo ya sea la absorción de la energía del rayo excitador por el sensor o la señal ultrasónica emitida por, o devuelta desde, el sensor, tal como se conoce en la técnica. Los métodos y sistemas para realizar tal medición de la frecuencia de resonancia de sensores pasivos se describen con detalle en las patentes de EE.UU. 5.619.997, 1.989.190, 6.083.165 y 6.331.163 de Kaplan, y la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente nº de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros

Sin embargo, cabe señalar que el método para proteger sensores resonantes descritos anteriormente en esta memoria no se limita a sensores ultrasónicos pasivos descritos anteriormente en esta memoria o a cualquier método particular de medición descrito anteriormente en esta memoria, sino que pueden aplicarse a cualquier tipo de método de medición adecuado para el uso con cualquier tipo de sensor resonante, tal como, pero no limitado a, sensores resonantes pasivos, sensores resonantes capacitivos o cualquier otro sensor resonante conocido en la técnica que tenga por lo menos parte de su estructura resonante expuesta al medio o ambiente de medición, siempre y cuando sean interrogados por un rayo sónico o ultrasónico.

Además, cabe señalar que durante la construcción de los sensores protegidos de la presente invención (tales como, por ejemplo, la cámara sellada 22 del sensor protegido 10) cuando la cámara sellada se rellena con el medio 24 y se sella, se debe tener cuidado de evitar que queden atrapadas burbujas de gas o aire en la cámara sellada. Si bien todavía puede ser posible utilizar un sensor protegido que contiene tales espacios rellenos de gas o burbujas para realizar las mediciones (dependiendo, entre otras cosas, del tamaño y el área en sección transversal de tales espacios rellenos de gas o burbujas), tales burbujas o cualquier cantidad de gas o aire atrapado en el medio incompresible 24 puede afectar de una manera no deseada o degradar las prestaciones del sensor protegido debido a que introducen una parte compresible (el gas en el espacio o una burbuja que contiene gas o gases) en el medio en la cámara sellada que puede afectar la presión real experimentada por las membranas vibratorias (tales como, por ejemplo, las membranas vibratorias 14A, 14B y 14C de la unidad de sensor 82) del sensor protegido, que a su

vez puede introducir un determinado error de medición. Además, las burbujas de gas atrapadas en el medio 24 contenido dentro de la cámara sellada pueden reflejar o dispersar parte del rayo interrogante de ultrasonidos, que también puede afectar de manera no deseada a las prestaciones del sensor o las prestaciones del sistema de medición.

5 Además, los sensores protegidos de la presente invención y las partes de los mismos pueden construirse de materiales de múltiples capas. Por ejemplo, cualquiera de los substratos rebajados, separadores, alojamientos y dispositivos de anclaje utilizados en la construcción de cualquiera de los sensores protegidos descritos en esta memoria e ilustrados en los dibujos pueden (opcionalmente) formarse como una estructura de múltiples capas que comprende más de una capa de material. Además, si se utilizan tales estructuras de múltiples capas en una parte
10 del sensor protegido, algunas de las capas pueden incluir o no los mismos materiales.

Además, si bien los ejemplos descritos anteriormente en esta memoria utilizan determinados ejemplos de tipos de geles para implementar los sensores protegidos de la invención, se pueden utilizar muchos otros tipos de geles. Por ejemplo, se pueden utilizar otros tipos de geles al implementar los sensores protegidos de la presente invención, tales como, pero no limitados a, geles con base de poli(alcohol de vinilo) (PVAL), geles con base de polivinilpirrolidona (PVP), geles con base de óxido de polietileno (PEO), geles con base de polivinilmetil éster (PVME), geles con base de poliacrilamida (PAAM) o cualquier otro tipo de gel, hidrogel, lipogel, gel hidrófobo o gel hidrófilo que sea adecuado conocido en la técnica.

Cabe señalar que cuando el método seleccionado de formación de gel incluye la polimerización de una mezcla que contiene monómeros adecuados de formación de gel (con o sin agentes de reticulación), la polimerización puede inducirse con cualquier método adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo un posible método para formar un gel es añadir un agente de iniciación de la polimerización a una solución que contiene un monómero y opcionalmente un agente de reticulación. El agente iniciador de la polimerización puede ser un agente adecuado de formación de radicales libres, tal como, pero no limitado a, persulfato de potasio en el caso de utilizar monómeros que forman poliacrilamida o cualquier componente adecuado iniciador de la polimerización conocido en la técnica. Sin embargo, también puede ser posible utilizar otros métodos para iniciar una polimerización de un monómero (o una mezcla de monómeros diferentes) tales como irradiar una solución adecuada de monómero(s) (con o sin agentes de reticulación u otros copolímeros que sean adecuados) con una luz que tenga una longitud de onda adecuada (tal como, pero no limitado a luz ultravioleta o una luz que tenga otras longitudes de onda adecuadas, o utilizando otros tipos de radiación por ionización u otros tipos de radiación). Sin embargo, para iniciar la polimerización se puede utilizar cualquier otro método adecuado conocido en la técnica para la formación de los geles incluidos en los sensores protegidos de la presente invención. Además, cabe señalar que se pueden utilizar muchos otros tipos de geles y métodos de formación de geles en la presente invención, como se conoce en la técnica. Tales geles pueden incluir, pero no se limitan a, agarosa, alginatos, gelatina, varios geles con base de polisacáridos, geles con base de proteínas, geles con base de polímeros sintéticos (incluidos los geles con base de polímeros reticulados y no reticulados) y similares.

Además, cabe señalar que los sensores protegidos de la presente invención y las partes de los mismos pueden construirse de materiales de múltiples capas. Por ejemplo, cualquiera de los substratos rebajados, separadores, alojamientos y dispositivos de anclaje utilizados en la construcción de cualquiera de los sensores protegidos descritos en esta memoria e ilustrados en los dibujos pueden (opcionalmente) formarse como una estructura de múltiples capas que comprende más de una capa de material. Además, si se utilizan tales estructuras de múltiples capas en una parte del sensor protegido, algunas de las capas pueden incluir o no los mismos materiales.

Además, cabe señalar que los miembros vibratorios (o miembros resonantes) de las unidades de sensor utilizadas en los sensores protegidos de la presente invención pueden tener muchas formas y/o geometrías diferentes. Por ejemplo, las membranas vibratorias de las unidades de sensor ultrasónico pasivo descritas anteriormente en esta memoria (tales como, pero no limitadas a, las membranas vibratorias de los sensores 10, 30, 50, 80, 100, 110, 130, 140, 180 y 210) pueden tener forma circular, forma rectangular, forma poligonal o cualquier otro tipo de forma conocida en la técnica y adecuada para un resonador vibratorio, como se conoce en la técnica. Por ejemplo, el sensor ilustrado en la Fig. 2 de la solicitud de patente de EE.UU. también pendiente, n° de serie 10/828.218 de Girmonsky y otros, tiene múltiples membranas vibratorias que tienen una forma rectangular, pero se pueden utilizar otras formas de membrana.

Además, cabe señalar que si bien todas las realizaciones del sensor protegido de la presente invención se describen e ilustran como que tienen un solo miembro compatible contiguo, de acuerdo con otra realización de la presente invención los sensores pueden modificarse para incluir dos o más miembros compatibles independientes adecuados y unidos de manera sellada a las unidades de sensor o al alojamiento de los sensores protegidos o al anclaje o soporte al que se une la unidad(es) de sensor.

Los expertos en la técnica apreciarán que los métodos descritos anteriormente en esta memoria para proteger un sensor para construir sensores protegidos no se limitan a los diversos ejemplos de realizaciones descritos e ilustrados en esta memoria, y pueden aplicarse a otros sensores diferentes que tienen partes vibratorias o miembros vibratorios. Por ejemplo, los métodos descritos anteriormente en esta memoria pueden aplicarse a los sensores ultrasónicos pasivos descritos en las patentes de EE.UU. 5.989.190 y 6.083.165 de Kaplan, para construir sensores

ultrasonicos pasivos protegidos que se consideren estar dentro del alcance de la presente invención. De este modo, el miembro(s) vibratorio o membrana(s) vibratoria de la unidad(es) de sensor utilizada para construir los sensores protegidos de la presente invención puede formarse como una parte integral delgada de una capa rebajada (tal como por ejemplo la membrana 91 del sensor 90 de la Fig. 7 de la patente de EE.UU. 5.989.190 mencionada anteriormente). De este modo, el método descrito en esta memoria para construir sensores protegidos utilizando unidad(es) de sensor resonante, el medio substancialmente incompresible y un miembro compatible, es un método general y puede aplicarse generalmente a otros sensores resonantes adecuados pasivos y activos conocidos en la técnica.

Cabe señalar que si bien todos los sensores protegidos descritos anteriormente en esta memoria e ilustrados en los dibujos incluyen una o varias unidades de sensor resonante pasivo, los sensores protegidos de la presente invención no se limitan solo a las unidades de sensor resonante y pueden incluir tipos adicionales de unidades de sensor. De este modo, los sensores protegidos de la presente invención también pueden incluir otro tipo adecuado de unidades de sensor conocidas en la técnica. Por ejemplo, de acuerdo con una realización de la presente invención, el sensor protegido puede incluir una o varias unidades de sensor de presión resonante como se ha descrito anteriormente en esta memoria y una unidad adicional de sensor de temperatura no resonante (no se muestra) de cualquier tipo adecuado conocido en la técnica. Tal unidad de sensor de temperatura puede disponerse o no dentro de la cámara del sensor protegido. Por ejemplo, si tal sensor de temperatura no resonante se incluye en un sensor protegido del tipo mostrado en la Fig. 3, la unidad adicional de sensor de temperatura puede disponerse dentro del medio 24 en la cámara sellada 52 o como alternativa puede unirse de manera adecuada al alojamiento 54 de tal manera que se disponga en el exterior de la cámara sellada 52. Tales unidades de sensor de temperatura no resonantes (o cualquier tipo de unidad de sensor no resonante para la medición de otros parámetros físicos o químicos) también pueden integrarse, formarse dentro, incluirse o unirse adecuadamente al alojamiento 54.

De este modo se pueden implementar muchos otros tipos de combinaciones de unidades de sensor resonantes unidades de sensor no resonantes en los sensores protegidos de la presente invención como apreciarán los expertos en la técnica. Las unidades de sensor no resonante de tales combinaciones de unidades de sensor pueden configurarse para determinar cualquier parámetro físico o químico en el ambiente de medición, como se conoce en la técnica. De este modo, los sensores protegidos que incluyen tales combinaciones de unidades de sensor resonante y/o no resonante se incluyen dentro del alcance de la presente invención.

Cabe señalar que en realizaciones en las que los sensores protegidos de la presente invención se configuran para disponerse en contacto con la sangre (tales como, pero no limitados a, los sensores de presión protegidos que se designan para ser implantados en un vaso sanguíneo o en cualquier otra parte del sistema cardiovascular), las partes del sensor que entran en contacto con la sangre se hacen preferiblemente de materiales hemocompatibles o se revisten adecuadamente con materiales hemocompatibles, como se conoce en la técnica. El uso de materiales hemocompatibles puede ser ventajoso, entre otras cosas, por reducción o impedimento de trombos, depósito de células sanguíneas y otros efectos adversos.

Además, cabe señalar que si bien las cámaras 22 (Fig. 1), 32 (Fig. 2), 52 (Fig. 3), 90 (Fig. 4), 90A- 90C (Fig. 5), 122 (Fig. 6), 142A y 142 (Fig. 7), 102 (Fig. 8), 123 (Fig. 9) y 23 (Fig. 10) se ilustran como cámaras selladas, esto no es obligatorio. De este modo, cuando el medio 24 que llena las cámaras 22, 32, 52, 90, 90A, 90B, 90C, 122, 142A, 142, 102, 123 y 23 es un gel, las cámaras 22, 32, 52, 90, 90A, 90B, 90C, 122, 142A, 142, 102, 123 y 23 pueden ser cámaras abiertas (no se muestra en las Figs. 1 a 10) y no tienen que estar obligatoriamente selladas por completo.

Por ejemplo, si el miembro compatible 20 del sensor 10 se pega o une al separador 18 después de colar un gel 24 en el sensor, el miembro compatible 20 no tiene por qué sellar completa y totalmente la cámara formada 22, ya que las prestaciones del sensor no dependen substancialmente de que la cámara 22 sea una cámara sellada. De este modo, el miembro compatible 20 puede unirse de manera no sellada al separador 18.

En otro ejemplo, cuando la cámara 122 del sensor 110 de la Fig. 6 se llena con un gel a través de la abertura 25 (como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria), la abertura 25 puede dejarse abierta (al no cerrarla con el material sellador 27 como se ha descrito anteriormente en esta memoria con respecto a la Fig. 6). Después de que se complete la formación del gel, el gel solidificado permanecerá en la cámara 122 aunque la abertura 25 se quede abierta. Como alternativa, cuando se utiliza un gel dentro de la cámara 122, la cámara 122 también puede sellarse cerrando la abertura 25 con el material sellador 24 como se describe con detalles más adelante en esta memoria para una cámara rellena de líquido.

De manera similar, cuando se utiliza un gel como medio 24, se pueden hacer una o varias aberturas adecuadas (no se muestran) en cualquier parte adecuada de los otros sensores ilustrados anteriormente y tales aberturas pueden dejarse abiertas sin afectar substancialmente al funcionamiento del sensor como resonador. Tales aberturas pueden hacerse en cualquier parte adecuada del sensor, incluyendo, pero no limitado a, en la capa de sustrato 12 y/o la capa 14 y/o el separador 18 y/o el miembro compatible 20 (de las Figs. 1 y 2), en el alojamiento 34 y/o el miembro compatible (Fig. 2), en el alojamiento y/o en las capas de sustrato 62 y/o 72, y/o en las capas 64 y/o 74 y/o en el miembro compatible 54B (Fig. 3), en la capa de sustrato 82 y/o en la capa 14, y/o el anclaje 88 y/o el miembro compatible 87 (de la Fig. 4), en el sustrato 114 y/o la capa 14 y/o el anclaje 89 y/o el miembro compatible 87 (de la Fig. 5), en la capa de sustrato 112 y/o la capa 114 y/o el miembro compatible 20 (de la Fig. 6), en el sustrato 132

y/o la capa 144 y/o el separador 138 y/o el miembro compatible 147 (de la Fig. 7), en el sensor 5, y/o separador 18 y/o el miembro compatible 20 (de la Fig. 8), en el sustrato 112 y/o el resalte 112A y/o la capa 114, y/o el miembro compatible 150 (de la Fig. 9) en la capa de sustrato 12 y/o la capa 14 y/o el separador 19 y/o el miembro compatible 21 (de la Fig. 10).

5 Sin embargo, como los ejemplos particulares de los sensores ilustrados anteriormente en esta memoria se dan solo a modo de ejemplo y son posibles muchas otras configuraciones de sensor dentro del alcance de la presente invención, tal abertura o aberturas pueden formarse en cualquier otra parte adecuada de los sensores protegidos de la presente invención y/o entre diferentes partes de un sensor (tal como por ejemplo formando una abertura entre el separador 18 y la capa de sustrato 12 del sensor 10 mediante la unión o pegado sin sellado o incompletamente del separador 18 a la capa de sustrato 12), dependiendo, entre otras cosas, de la configuración y estructura de los sensores resonantes, la estructura y configuración del miembro compatible y la presencia y estructura del separador(es) o alojamiento(s), anclajes u otras partes del sensor.

10 Cabe señalar que si bien es posible el llenado de los sensores con el medio 24 a través de tales aberturas (no se muestra) (como se ha descrito con detalle para la abertura 25 del sensor 110), esto no es obligatorio, y se puede utilizar cualquier otro método para llenar los sensores con el medio 24 (ya sea un gel o un líquido) como se ha descrito con detalle anteriormente en esta memoria, o como se conoce en la técnica.

15 Cabe señalar que en todos los sensores protegidos (con o sin un miembro compatible) descritos en esta memoria, es posible revestir o cubrir toda la superficie del sensor protegido o una parte del sensor (tal como, pero no limitado a, el alojamiento del sensor y/o las partes no vibratorias de una unidad de sensor o el miembro compatible de un sensor protegido) con una capa delgada compatible de material que tenga unas propiedades especiales deseadas (la capa de cobertura no se muestra en las figuras con dibujos en aras de la claridad de la ilustración). La adición de la capa de cobertura puede hacerse antes, durante o después del ensamble o construcción del sensor según sea apropiado para los tipos específicos de sensor. Cuando se añade tal capa de cobertura sobre el miembro compatible, el material de la capa debe ser suficientemente compatible y la capa de cobertura puede, preferiblemente, tener una impedancia acústica que sea cercana o igual a la impedancia acústica del miembro compatible y/o del medio en el ambiente de medición.

20 La capa de cubierta debería ser suficientemente compatible como para no perjudicar a las prestaciones del sensor. La capa de cobertura puede incluir uno o varios materiales que pueden tener una propiedad deseada, o pueden conferir una propiedad deseada a cualquier parte de la unidad de sensor o del sensor protegido o puede conseguir un efecto deseado. Por ejemplo, la capa de cobertura puede incluir uno o varios materiales hidrófilos o materiales hidrófobos para conferir las propiedades deseadas de hidrofilia o hidrofobia, respectivamente, al sensor protegido o a una parte del mismo. Además, la capa de cobertura puede incluir uno o varios materiales que pueden tener propiedades superficiales hidrodinámicas deseadas tales como, pero no limitadas a, la resistencia (o coeficiente de rozamiento) al flujo de un fluido o líquido en contacto con la superficie de la capa de revestimiento.

25 Además, la capa de cobertura puede incluir uno o varios materiales que pueden tener una o varias propiedades biológicas deseadas. Por ejemplo, tales materiales pueden afectar al crecimiento de tejidos biológicos o células, como se conoce en la técnica. Efectos biológicos pueden incluir, pero no se limitan a, inducción o inhibición de crecimiento celular endotelial (o crecimiento celular monocapa endotelial), afectación a la creación de trombos, inhibición o fomento de depósitos y/o adhesión de células sanguíneas, o cualquier otro efecto(s) biológico deseable conocido en la técnica.

30 Como alternativa o adicionalmente, la presente invención también incluye la modificación de las propiedades superficiales del miembro o miembros compatibles del sensor protegido, o cualquier otra superficie de cualquier otra parte del sensor protegido (tal como, pero no limitado a, el alojamiento del sensor, un anclaje de sensor, un separador o algo similar), utilizando cualquier tratamiento superficial o método de modificación superficial que sea adecuado conocido en la técnica, útil para cambiar las propiedades superficiales del sensor protegido o una parte del mismo. Tales métodos pueden incluir cualquier método químico y/o método físico para modificar una superficie, como se conoce en la técnica. Por ejemplo, el sensor protegido o cualquier parte(s) del mismo pueden tratarse químicamente para cambiar sus propiedades superficiales, incluyendo, pero no limitado a, propiedades superficiales químicas, propiedad hidrófoba superficial, propiedad hidrófila superficial, propiedades superficiales reológicas, propiedades superficiales biológicas, resistencia superficial al depósito de células o tejidos en la misma o algo por el estilo. El tratamiento químico puede conseguirse ya sea por modificación química de grupos químicos superficiales de la superficie tal como se conoce en la técnica (tales como por ejemplo silanización de grupos hidroxil superficiales) o por unión adecuada de diversas moléculas químicas diferentes, restos o moléculas biológicas a la superficie (con o sin utilización de agentes o moléculas de vinculación). Tales moléculas o agentes pueden incluir, pero no se limitan a, proteínas, péptidos, fármacos, polisacáridos, lípidos, glicolípidos, lipoproteínas, glicoproteínas, proteoglicanos, componentes de matriz extracelular, ácidos nucleicos, polinucleótidos, ARN, ADN, series de ácidos nucleicos antisentido, receptores, enzimas, anticuerpos, antígenos, inhibidores de enzimas, inhibidores de proliferación de células, factores de regulación del crecimiento, factores de inhibición del crecimiento, factores de fomento del crecimiento, agentes anticoagulantes, agentes antitrombos, fármacos inhibidores de tumores, factores inhibidores de tumores, agentes supresores de tumores, fármacos contra el cáncer o cualquier otro tipo de molécula,

5 factor, fármaco o agente que tenga una propiedad o efecto deseado biológico o terapéutico, como se conoce en la técnica. Se puede utilizar cualquier método adecuado conocido en la técnica para realizar tal derivatización superficial, modificación superficial, tratamiento superficial o unión superficial de agentes o moléculas a cualquier superficie deseada de los sensores protegidos de la presente invención. Tales métodos para el tratamiento y/o modificación de superficies se conocen en la técnica y por lo tanto no se explicarán con detalle en lo que sigue.

10 Si bien la invención se ha descrito con respecto a un número limitado de realizaciones, se apreciará que se pueden hacer muchas variaciones, permutaciones y modificaciones de la estructura, las dimensiones, la composición del material y los métodos de construcción de los sensores protegidos de la presente invención y otras numerosas aplicaciones de los sensores protegidos de la presente invención se considera que están dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1.Un sensor pasivo implantable protegido que se puede activar de manera ultrasónica (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210), que comprende:

5 Una o varias unidades de sensor pasivo excitable por ultrasonidos (82; 55; 57; 112+114; 152) cada unidad de sensor de dichas una o varias unidades de sensor excitable por ultrasonidos (82; 55; 57; 112+114; 152) está formada de un substrato (12; 62; 72; 112; 132) y una o varias membranas vibratorias (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B), cada membrana vibratoria se superpone a un rebaje (16; 66A; 66B; 63A; 63B; 116; 136A; 136B) en dicho substrato para formar una primera cámara, cada una de dichas primeras cámaras es una cámara sellada (17; 67A; 67B; 69A; 69B; 117; 137A; 137B) de unidad de sensor definida entre dicho substrato (12; 62; 72; 112; 132) y dicha membrana vibratoria (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B), cada una de dichas membranas vibratorias (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B) tiene una frecuencia de resonancia que varía como función de una variable física en un ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor; y

15 por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23) configurada para proteger dichas una o varias membranas vibratorias (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B) contra el depósito de materiales extraños sobre la misma, dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23) se define entre por lo menos una de dichas una o varias membranas vibratorias (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B) y un miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) y que tiene un medio substancialmente incompresible (24) dispuesto en la misma, en el que dicha por lo menos una membrana vibratoria (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B) forma parte de las paredes de dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23) y dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) forma parte de las paredes de dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23), dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) tiene un primer lado y un segundo lado, dicho primer lado está en contacto con dicho ambiente de medición para formar una primera interfaz cuando dicho sensor se dispone en dicho ambiente de medición y dicho segundo lado está en contacto con dicho medio incompresible (24) para formar una segunda interfaz, dicho medio substancialmente incompresible (24) está en contacto con (a) dicho segundo lado de dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) y (b) dicha por lo menos una membrana vibratoria (14A; 14B; 14C; 64A; 64B; 74A; 74B; 114A; 144A; 144B) de dicha una o varias unidades de sensor (82; 55; 57; 112+114; 152);

20 en el que dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) comprende una estructura que limita el reflejo de un rayo interrogador de ultrasonidos en dicha primera interfaz y dicha segunda interfaz, en el que dicha estructura se selecciona del grupo que consiste en un material, un espesor y un material y espesor.

25 2.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) es un líquido y en el que dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23) es una cámara sellada.

30 3.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) es un gel y en el que dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23) es una cámara no sellada.

35 4.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 1, en el que dicho sensor resonante protegido se une a un dispositivo de soporte (88; 89).

40 5.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 4, en el que dicho dispositivo de soporte (88; 89) se selecciona de entre un anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable, un dispositivo de fijación de sensor, un implante, un dispositivo implantable, una parte de un dispositivo implantable, un marcapasos, parte de un marcapasos, un desfibrilador, parte de un desfibrilador, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un dispositivo endoscópico, parte de un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo, parte de un dispositivo endoscópico autónomo, un dispositivo endoscópico amarrado, una parte de un dispositivo endoscópico amarrado, un catéter implantable, un catéter insertable, un stent, una parte de un stent, un cable de guía, una parte de un cable de guía, un dispositivo implantable de liberación de sustancia terapéutica y un dispositivo insertable de liberación de sustancia terapéutica.

45 6.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 1, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) rellena completamente dicha por lo menos una segunda cámara (22; 32; 52; 90; 90A; 90B; 90C; 122; 142A; 142B; 123; 23).

50 7.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según cualquiera de las reivindicaciones 1, 4 a 6, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) se selecciona de entre un líquido substancialmente incompresible y un gel substancialmente incompresible.

- 5 8.El sensor protegido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) es un líquido que comprende uno o varios líquidos seleccionados de entre agua, una solución con base de agua, un líquido que comprende uno o varios componentes con base de silicio, Dow Corning 710(R) Silicon Fluid, fluido Fluorinert FC40, fluido Fluorinert FC70, un líquido que tenga una baja presión de vapor y una combinación de los mismos.
- 9.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 7, en el que dicho medio substancialmente incompresible (24) es un gel seleccionado del grupo que consiste en un gel sintético, un gel natural, un hidrogel, un lipogel, un gel hidrófobo, un gel hidrófilo, un gel biocompatible, un gel hemocompatible, un gel con base de polímero, un gel con base de polímero reticulado y una combinación de los mismos.
- 10 10.El sensor protegido según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la impedancia acústica de dicho medio substancialmente incompresible (24) es cercana o igual a la impedancia acústica de dicho medio de dicho ambiente de medición.
- 15 11.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 10, en el que dicho sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) es un sensor protegido implantable configurado para el implante dentro de un organismo, y en el que la impedancia acústica de dicho medio substancialmente incompresible (24) es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal de dicho organismo.
- 20 12.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la impedancia acústica de dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) es cercana o igual a la impedancia acústica de dicho ambiente de medición.
- 25 13.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) acorde con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) es un sensor protegido implantable configurado para el implante dentro de un organismo, y en el que la impedancia acústica de dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal de dicho organismo.
- 30 14.El sensor protegido (30; 50) según la reivindicación 1, en el que el sensor comprende un alojamiento (34; 54) unido a dicho miembro compatible (20A; 54B) para formar dicha por lo menos una cámara (32; 52).
- 35 15.El sensor protegido (30; 50) según la reivindicación 14, en el que dicho alojamiento (34; 54) comprende una o varias sustancias seleccionadas de entre un metal, una aleación de metal, titanio, platino, acero inoxidable, una aleación con memoria de forma, NITINOL®, un material cerámico, un material compuesto, silicio, vidrio, un nitruro, un carburo, un óxido de metal, un óxido no metálico, un material con base de polímero y una combinación de los mismos.
- 40 16.El sensor protegido (30; 50) según la reivindicación 14, en el que dicha por lo menos una unidad de sensor resonante (82; 55; 57) se une a dicho alojamiento (34; 54).
- 45 17.El sensor protegido (30; 50) según la reivindicación 14, en el que dicho alojamiento (34; 54) se une de manera sellada a dicho miembro compatible (20A; 54B) para formar por lo menos una segunda cámara sellada (32; 52).
- 50 18.El sensor protegido (10; 130) según la reivindicación 1, en el que dicho sensor comprende por lo menos un miembro separador (18; 138) dispuesto entre, y unido a, dicha por lo menos una unidad de sensor resonante y a dicho miembro compatible (20; 147) para formar dicha por lo menos una segunda cámara (22; 142A, 142B).
- 19.El sensor protegido (130) según la reivindicación 18, en el que dicha por lo menos una unidad de sensor resonante comprende una primera unidad de sensor resonante y una segunda unidad de sensor resonante, y por lo menos un miembro separador (138) se dispone entre, y unido de manera sellada a, dicha primera unidad de sensor resonante (132) y dicho miembro compatible (147A, 147B) y dispuesto entre, y unido de manera no sellada a, dicha segunda unidad de sensor resonante y dicho miembro compatible (147A, 147B) para formar dicha por lo menos una segunda cámara (142A, 142B).
- 20.El sensor protegido (130) según la reivindicación 18, en el que dicho por lo menos un miembro separador (138) se une de manera sellada a dicha por lo menos una unidad de sensor resonante (132) y a dicho miembro compatible (147) para formar por lo menos una segunda cámara (142A, 142B).
- 21.El sensor protegido (80; 100) según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una cámara (90; 90A; 90B; 90C) se selecciona de entre
- por lo menos una cámara formada dentro de un dispositivo (88; 89) de anclaje de sensor, y
- por lo menos una cámara que comprende parte de un dispositivo (88; 89) de anclaje de sensor.

- 22.El sensor protegido (80; 100) según la reivindicación 21, en el que dicho dispositivo (88; 89) de anclaje de sensor se selecciona de entre un anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable, un dispositivo de fijación de sensor, un implante, un dispositivo implantable, una parte de un dispositivo implantable, un marcapasos, una parte de un marcapasos, un desfibrilador, una parte de un desfibrilador, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un dispositivo endoscópico, parte de un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo, parte de un dispositivo endoscópico autónomo, un dispositivo endoscópico amarrado, una parte de un dispositivo endoscópico amarrado, un catéter implantable, un catéter insertable, un stent, una parte de un stent, un cable de guía, una parte de un cable de guía, un dispositivo implantable de liberación de sustancia terapéutica y un dispositivo insertable de liberación de sustancia terapéutica.
- 23.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una unidad de sensor resonante se selecciona de entre un sensor de presión, un sensor de temperatura y un sensor para detectar la concentración de una especie química en un ambiente de medición.
- 24.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 1, en el que dicha primera cámara(s) (17; 67A; 67B; 69A; 69B; 117; 137A; 137B) tiene un nivel de presión dentro de la misma.
- 25.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 24, en el que dicho nivel de presión se selecciona desde un nivel de presión cero a un nivel de presión distinta de cero
- 26.El sensor protegido (50) según la reivindicación 1, en el que dicho sensor protegido (50) comprende por lo menos dos unidades de sensor resonante (55, 57) cada unidad de sensor resonante tiene una o varias cámaras (67A; 67B; 69A; 69B) de unidad de sensor selladas a una presión, en el que dicha presión dentro de dichas una o varias cámaras selladas (67A; 67B) de unidad de sensor de por lo menos una de dichas unidades de sensor resonante (55) es diferente que dicha presión dentro de dicha una o varias cámaras selladas (69A; 69B) de unidad de sensor de por lo menos una segunda unidad de sensor resonante (57).
- 27.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según la reivindicación 1, en el que dicha por lo menos una unidad de sensor resonante (82; 55; 57; 112;114; 152) se selecciona de entre,
- por lo menos un sensor de presión ultrasónico pasivo (112+114) que tiene una sola membrana vibratoria (114A), y por lo menos un sensor de presión ultrasónico pasivo (82; 55; 57; 152) que tiene múltiples membranas vibratorias (14A, 14B, 14C; 64A, 64B; 74A, 74B; 144A, 144B).
- 28.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho miembro compatible (20; 20A; 54B; 87; 120; 147A; 147B; 150; 21) comprende un material compatible seleccionado de entre un material con base de polímero, un material plástico, Kapton®, un polímero con base de poliuretano, un polímero con base de etilvinil acetato, Echothane® CPC-41, Echothane® CPC-29, Echothane® y un polímero con base de Parylene®.
- 29.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sensor protegido es un sensor protegido implantable, y en el que uno o varios de los componentes de dicho sensor protegido implantable comprende uno o varios materiales seleccionados de entre materiales biocompatibles y materiales hemocompatibles.
- 30.El sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor protegido (10; 30; 50; 80; 100; 110; 130; 140; 210) se configura para la implantación dentro de un ambiente de medición seleccionado de entre un ojo, un uréter, una cámara cardíaca, un sistema cardiovascular, una parte de un sistema cardiovascular, un saco de aneurisma después de una reparación endovascular, una espina dorsal, un disco intervertebral, una médula espinal, una columna espinal, un compartimento intracraneal, un espacio intraluminal de un vaso sanguíneo, una arteria, una vena, una aorta, un vaso sanguíneo pulmonar, un vaso sanguíneo de carótida, un vaso sanguíneo cerebral y una arteria coronaria, una arteria femoral, una arteria iliaca, una arteria hepática y una vena cava.
- 31.Un método para fabricar un sensor resonante pasivo implantable que se puede activar por ultrasonidos protegido del depósito de materiales extraños, el método comprende:
- proporcionar una o varias unidades de sensor resonante pasivo excitable por ultrasonidos, cada unidad de sensor incluye un sustrato y una o varias membranas vibratorias, cada membrana vibratoria se superpone a un rebaje en dicho sustrato para formar una primera cámara, cada una de dichas primeras cámaras es una cámara sellada de unidad de sensor definida entre dicho sustrato y dicha membrana vibratoria, cada una de dichas membranas vibratorias tiene una frecuencia de resonancia que varía como función de una variable física en un ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor;
- formar por lo menos una segunda cámara configurada para proteger a dichos uno o varios miembros vibratorios contra el depósito de materiales extraños sobre la misma, cada una de dichas por lo menos una segunda cámara está definida entre por lo menos una o varias de dichas membranas vibratorias y un miembro compatible y está

- rellena con un medio substancialmente incompresible, dicha por lo menos una membrana vibratoria forma parte de las paredes de dicha por lo menos una segunda cámara, dicho miembro compatible tiene un primer lado y un segundo lado y forma por lo menos parte de las paredes de dicha por lo menos una segunda cámara; en el que dicho medio substancialmente incompresible está en contacto con dicho miembro compatible y dicha por lo menos una membrana vibratoria; en el que dicho primer lado de dicho miembro compatible está en contacto con un ambiente de medición para formar una primera interfaz cuando dicho sensor se dispone en dicho ambiente de medición y dicho segundo lado de dicho miembro compatible está en contacto con dicho medio substancialmente incompresible para formar una segunda interfaz, y en el que dicho miembro compatible comprende una estructura que limita el reflejo de un rayo interrogador de ultrasonidos en dicha primera interfaz y dicha segunda interfaz, dicha estructura seleccionada del grupo que consiste en un material, un espesor y un material y espesor.
- 32.El método según la reivindicación 31, en el que dicho miembro compatible comprende un material compatible seleccionado de entre un material con base de polímero, un material plástico, Kapton®, un polímero con base de poliuretano, un polímero con base de etilvinil acetato, Echothane® CPC-41, Echothane® CPC-29, Echothane® y un polímero con base de Parylene®.
- 33.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-32, en el que dicho medio substancialmente incompresible es un líquido y en el que dicha etapa de formación comprende encerrar de manera sellada dichas una o varias unidades de sensor resonante en dicha por lo menos una segunda cámara para formar por lo menos una segunda cámara sellada.
- 34.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-33, en el que dicho medio substancialmente incompresible se selecciona de entre agua, una solución con base de agua, un líquido que comprende uno o varios componentes con base de silicio, Dow Corning 710(R) Silicon Fluid, fluido Fluorinert FC40, fluido Fluorinert FC70, un líquido que tenga una baja presión de vapor y una combinación de los mismos.
- 35.El método según la reivindicación 34, en el que dicho gel se selecciona del grupo que consiste en un gel sintético, un gel natural, un hidrogel, un lipogel, un gel hidrófobo, un gel hidrófilo, un gel biocompatible, un gel hemocompatible, un gel con base de polímero, un gel con base de polímero reticulado y una combinación de los mismos.
- 36.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-35, en el que la impedancia acústica de dicho medio substancialmente incompresible es cercana o igual a la impedancia acústica de un medio contenido en dicho ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor protegido.
- 37.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-36, en el que la impedancia acústica de dicho medio substancialmente incompresible es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal de dicho organismo.
- 38.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-37, en el que la impedancia acústica de dicho miembro compatible es cercana o igual a la impedancia acústica de un medio contenido en dicho ambiente de medición en el que se dispone dicho sensor protegido.
- 39.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-38, en el que la impedancia acústica de dicho miembro compatible es cercana o igual a la impedancia acústica de por lo menos un tejido o fluido corporal de dicho organismo.
- 40.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-39, en el que dicha una o varias unidades de sensor resonante se selecciona de entre una unidad de sensor de presión, una unidad de sensor de temperatura, un sensor para detectar la concentración de una especie química en un ambiente de medición y combinaciones de los mismos.
- 41.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31-40, en el que dicha etapa de formación incluye, disponer dichas una o varias unidades de sensor resonante en un alojamiento, rellenar dicho alojamiento con dicho medio substancialmente incompresible, y unir dicho miembro compatible en dicho alojamiento para formar dicha por lo menos una segunda cámara.
- 42.El método según la reivindicación 41, en el que dicha unión se realiza después de dicho llenado y dicha unión comprende unir de manera sellada dicho miembro compatible a dicho alojamiento para formar por lo menos una segunda cámara sellada.
- 43.El método según la reivindicación 41, en el que dicha unión se realiza antes de dicho llenado y dicha etapa de formación incluye además sellar dicha por lo menos una segunda cámara para formar por lo menos una cámara sellada después de dicha etapa de llenado.

- 44.El método según la reivindicación 41, en el que dicha disposición comprende unir dicha una o varias unidades de sensor resonante a dicho alojamiento.
- 5 45.El método según la reivindicación 42, en el que dicha etapa de llenado comprende llenar dicha por lo menos una segunda cámara con dicho medio substancialmente compresible a través de una abertura formada en dichas paredes de dicha por lo menos una segunda cámara.
- 46.El método según la reivindicación 45, en el que dicha por lo menos una abertura comprende por lo menos una abertura formada en dicho alojamiento.
- 47.El método según la reivindicación 45, en el que dicha por lo menos una segunda cámara se selecciona de entre por lo menos una segunda cámara formada dentro de un dispositivo de anclaje de sensor, y
- 10 por lo menos una segunda cámara que comprende parte de un dispositivo de anclaje de sensor.
- 48.El método según la reivindicación 47, en el que dicho dispositivo de anclaje de sensor se selecciona de entre un anclaje de sensor, un posicionador de sensor, un injerto implantable, un dispositivo de fijación de sensor, un implante, un dispositivo implantable, una parte de un dispositivo implantable, un marcapasos, parte de un marcapasos, un desfibrilador, parte de un desfibrilador, un electrodo implantable, un electrodo insertable, un dispositivo endoscópico, parte de un dispositivo endoscópico, un dispositivo endoscópico autónomo, una parte de un dispositivo endoscópico autónomo, un dispositivo endoscópico amarrado, una parte de un dispositivo endoscópico amarrado, un catéter implantable, un catéter insertable, un stent, una parte de un stent, un cable de guía, una parte de un cable de guía, un dispositivo implantable de liberación de sustancia terapéutica y un dispositivo insertable de liberación de sustancia terapéutica.
- 15 49.El método según la reivindicación 31, en el que dicha etapa de formación incluye,
- fijar por lo menos un miembro separador a dicha una o varias unidades de sensor resonante excitable por ultrasonidos
- unir dicho miembro compatible a dicho por lo menos un miembro separador para formar dicha por lo menos una segunda cámara, y
- 25 rellenar dicha por lo menos una segunda cámara con dicho medio substancialmente incompresible.
- 50.El método según la reivindicación 49, en el que dicha unión se realiza antes de dicho llenado, y en el que dicha etapa de formación incluye además el sellado de dicha por lo menos una segunda cámara después de dicho llenado.
- 51.El método según la reivindicación 49, en el que dicha unión se realiza después de dicho llenado,
- 30 52.El método según la reivindicación 51, en la que dicha unión comprende unir de manera sellada dicho miembro compatible a dicho por lo menos un miembro separador para formar por lo menos una segunda cámara sellada.
- 53.El método según la reivindicación 49, en el que dicha unión comprende producir *in situ* dicho miembro compatible en dicho por lo menos un miembro separador y en dicho medio substancialmente compresible utilizando un método químico de depósito de vapor para formar dicha por lo menos una segunda cámara.
- 35 54.El método según la reivindicación 49, en el que dicha unión comprende producir *in situ* de manera sellada dicho miembro compatible en dicho por lo menos un miembro separador y en dicho medio substancialmente compresible utilizando un método químico de depósito de vapor para formar dicha por lo menos una segunda cámara sellada.
- 55.El método según la reivindicación 49, en el que dicho llenado se realiza después de dicha unión, y en el que el llenado incluye introducir dicho medio substancialmente incompresible en dicha por lo menos una segunda cámara a través de por lo menos una abertura en dichas paredes de dicha por lo menos una segunda cámara.
- 40 56.El método según la reivindicación 55, en el que dicha etapa de formación incluye además el sellado de dicha por lo menos una abertura en dichas paredes de dicha por lo menos una segunda cámara después de dicho llenado.
- 57.El método según la reivindicación 56, en el que dicha introducción incluye:
- formar un vacío dentro de dicha por lo menos una segunda cámara,
- 45 disponer dicho sensor protegido en un líquido para cubrir dicha por lo menos una abertura con dicho líquido, y permitir que dicho líquido llene dicha por lo menos una segunda cámara.

- 58.El método según la reivindicación 57, en el que dicho medio substancialmente incompresible es un gel, dicho líquido es un líquido formador de gel y en el que el método incluye además la etapa de permitir que dicho líquido formador de gel forme un gel en dicha por lo menos una segunda cámara.
- 59.El método según la reivindicación 58, en el que dicho líquido formador de gel se selecciona de entre,
- 5 una forma licuada de dicho gel capaz de convertirse en gel para forma dicho gel, y
un precursor líquido de gel que comprende reactivos capaces de reaccionar para formar dicho gel.
- 60.El método según cualquiera de las reivindicaciones 31 a 59 que incluye además la etapa de aplicar una capa de cobertura sobre por lo menos parte de dicho sensor protegido para modificar las propiedades superficiales de por lo menos parte de la superficie de dicho sensor protegido.
- 10 61.El método según la reivindicación 60, en el que dicha capa de cobertura se aplica a dicho por lo menos un miembro compatible para cambiar las propiedades superficiales del mismo.
- 62.El método según la reivindicación 31 que incluye además la etapa de tratar por lo menos parte de la superficie de dicho sensor protegido para modificar las propiedades superficiales de dicha por lo menos parte de dicho sensor protegido.
- 15 63.El método según la reivindicación 62, en el que dicha etapa de tratamiento se realiza sobre dicho por lo menos un miembro compatible para cambiar las propiedades superficiales del mismo.
- 64.El método según la reivindicación 60 o la 62, en el que dichas propiedades superficiales se seleccionan de entre propiedades superficiales químicas, propiedades superficiales electroquímicas, propiedades superficiales biológicas, propiedades superficiales reológicas, resistencia superficial al depósito de células o tejidos en la misma o combinaciones de ellas.
- 20 65.El método según la reivindicación 62, en el que dicha etapa de tratamiento comprende tratar químicamente dicha por lo menos parte de la superficie de dicho sensor protegido para modificar las propiedades superficiales de la misma.
- 25 66.El sensor según la reivindicación 1, en el que dicho miembro compatible tiene una impedancia acústica que coincide con la impedancia acústica de dicho medio compresible.
- 67.El sensor según la reivindicación 1, en el que dicho miembro compatible tiene una impedancia acústica en el intervalo de 1,5-1,54 MRayls.
- 68.El método según la reivindicación 31, en el que dicho miembro compatible tiene una impedancia acústica que coincide con la impedancia acústica de dicho medio compresible.
- 30 69.El método según la reivindicación 31, en el que dicho miembro compatible tiene una impedancia acústica en el intervalo de 1,5-1,54 MRayls.
- 70.El sensor de la reivindicación 1, que comprende además una capa de cobertura, en el que dicha capa de cobertura cubre por lo menos una parte de la superficie de dicho sensor protegido.
- 35 71.El sensor de la reivindicación 70, en el que dicha capa de cobertura tiene propiedades biológicas, dichas propiedades biológicas consisten en la inducción de crecimiento de una monocapa de células endoteliales.
- 72.El sensor de la reivindicación 70 o la 71, que comprende además una superficie modificada que comprende agentes unidos a dicha superficie de sensor protegido, en el que dichos agentes se seleccionan del grupo que consiste en: proteínas, péptidos, polisacáridos, lípidos, glicolípidos, lipoproteínas, glicoproteínas, proteoglicanos, componentes de matrices extracelulares, ácidos nucleicos, polinucleotidos, ARN, ADN, series de ácidos nucleicos antisentido, receptores, encimas, anticuerpos, antígenos y combinaciones de los mismos.
- 40 73.El método de la reivindicación 60 o la 61, en el que dichas propiedades superficiales modificadas de dicha capa de cobertura comprenden propiedades biológicas asociadas con una monocapa de células endoteliales.
- 74.El método de cualquiera de las reivindicaciones 60, 61 o 73, que comprende además la modificación de la superficie de dicho sensor protegido mediante agentes de unión seleccionados del grupo que consiste en: proteínas, péptidos, polisacáridos, lípidos, glicolípidos, proteoglicanos, componentes de matrices extracelulares, ácidos nucleicos, polinucleotidos, ARN, ADN, series de ácidos nucleicos antisentido, receptores, encimas, anticuerpos y antígenos.
- 45

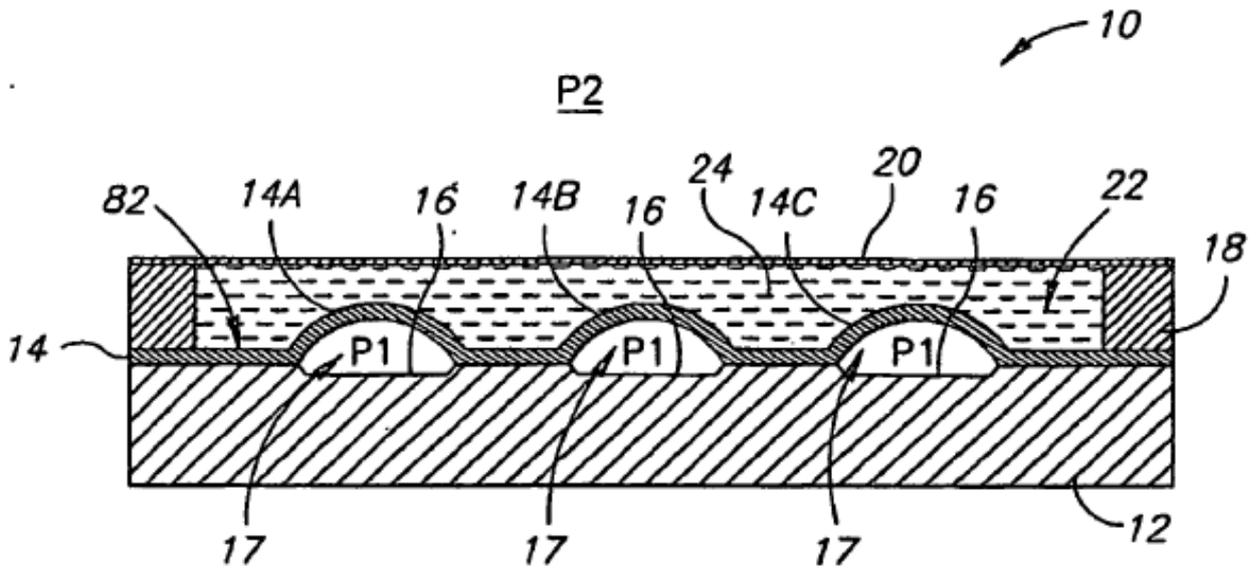


FIG.1

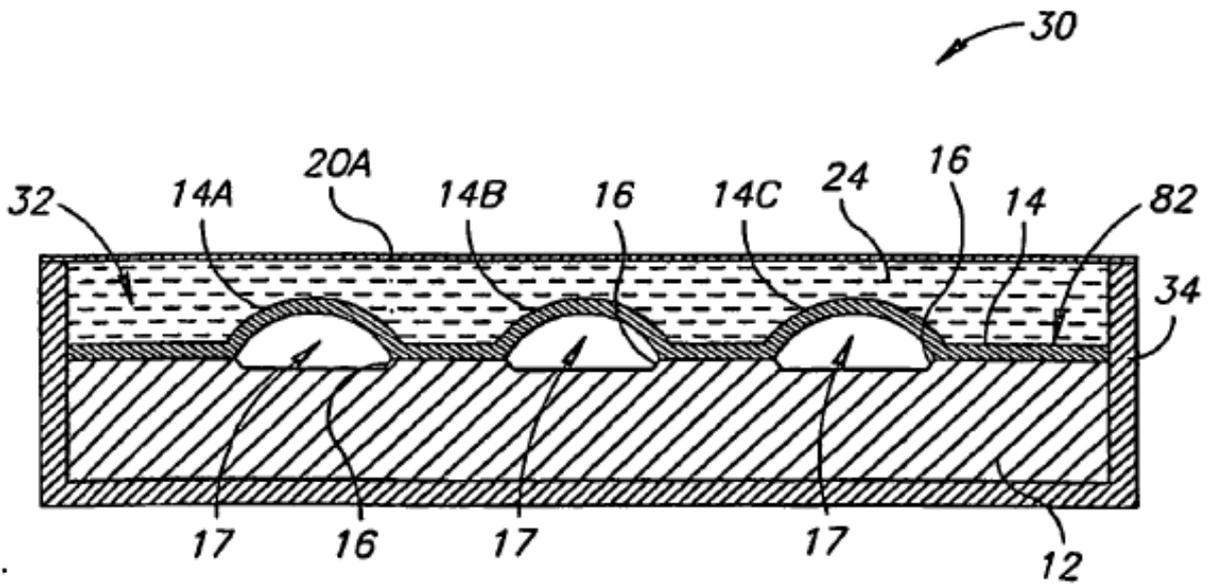


FIG.2

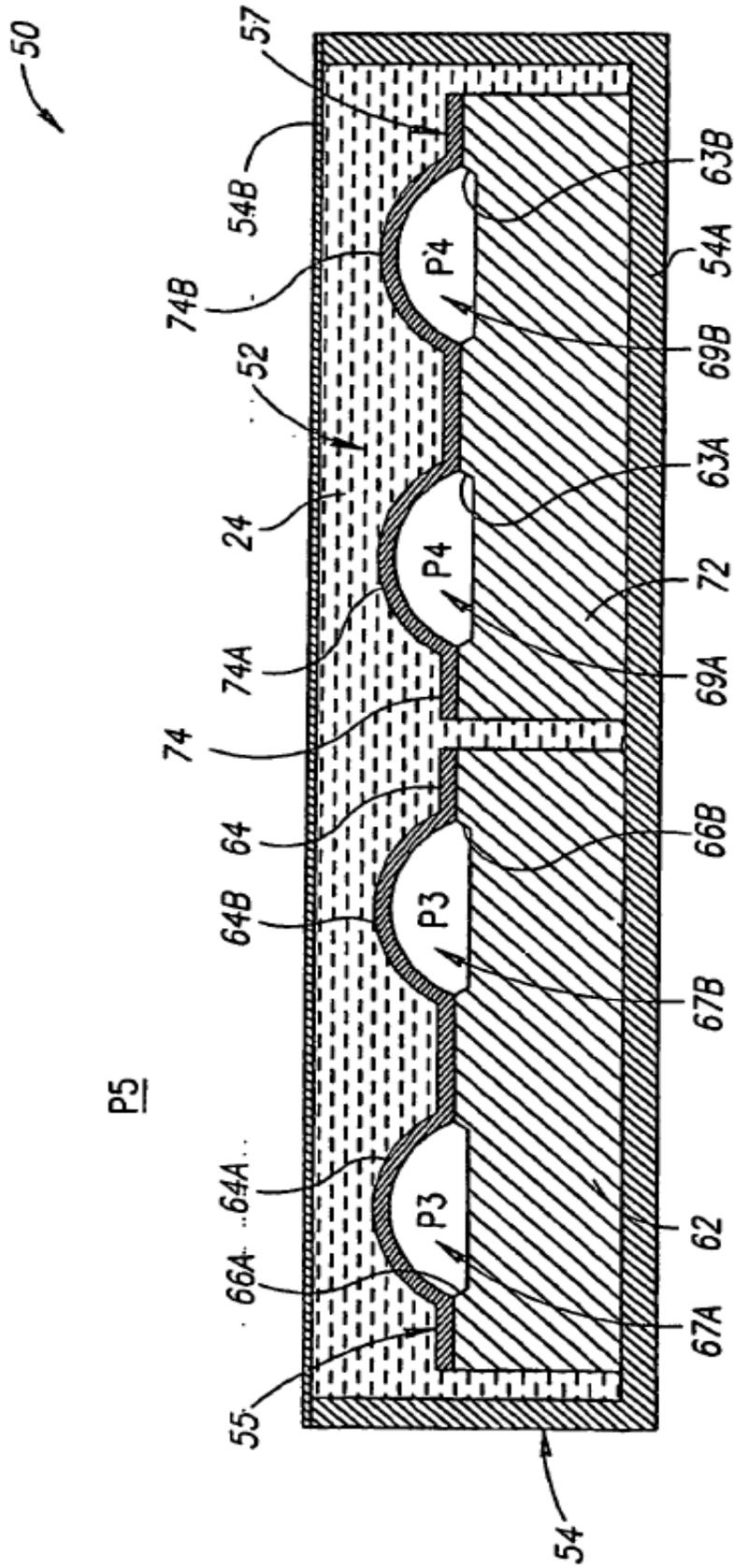


FIG.3

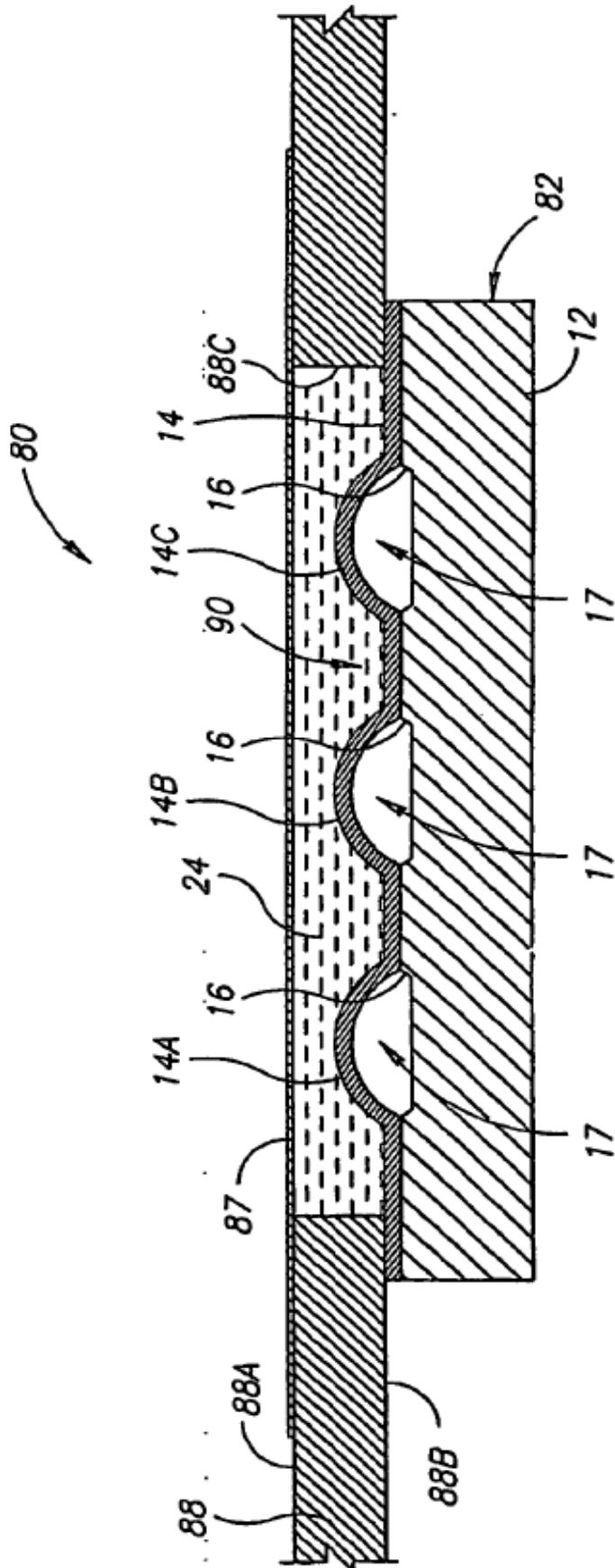


FIG.4

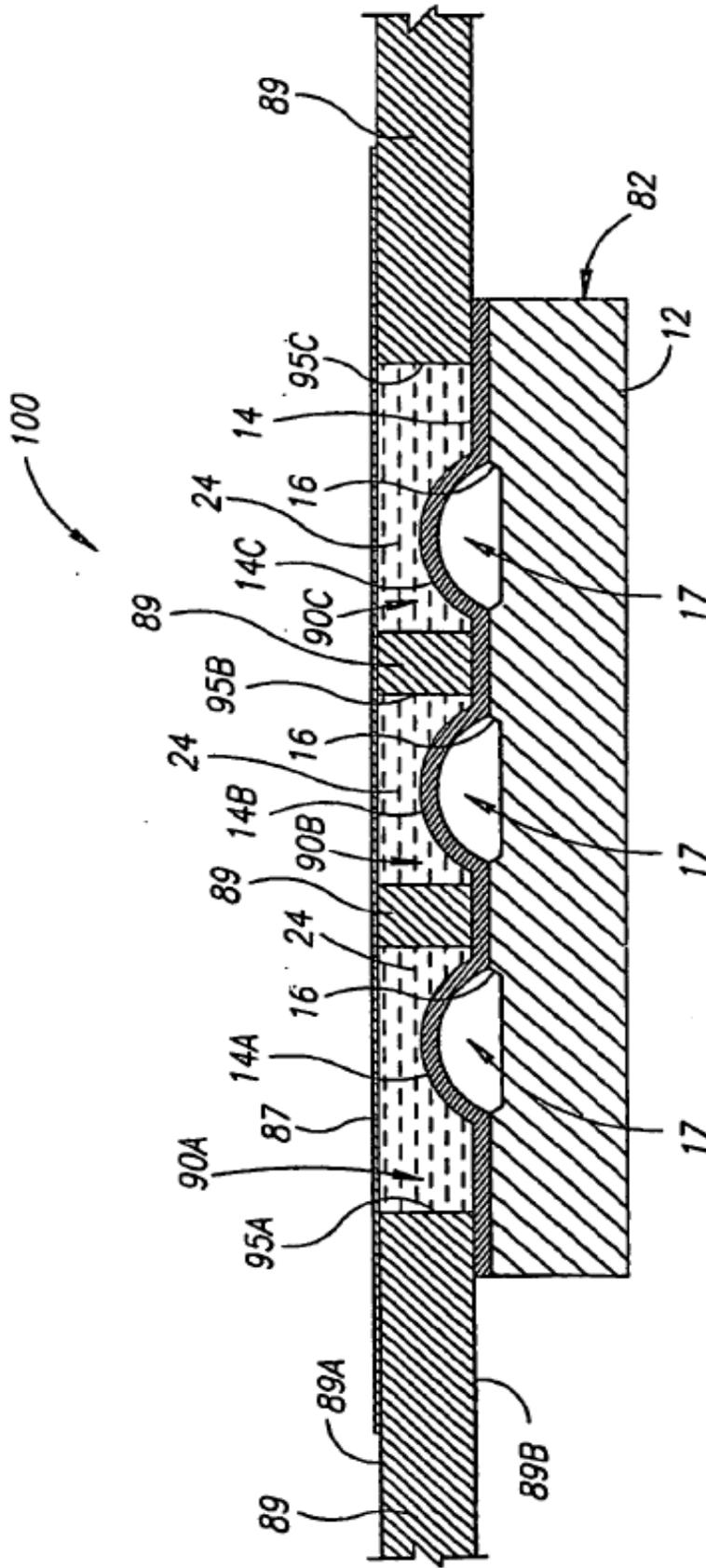


FIG.5

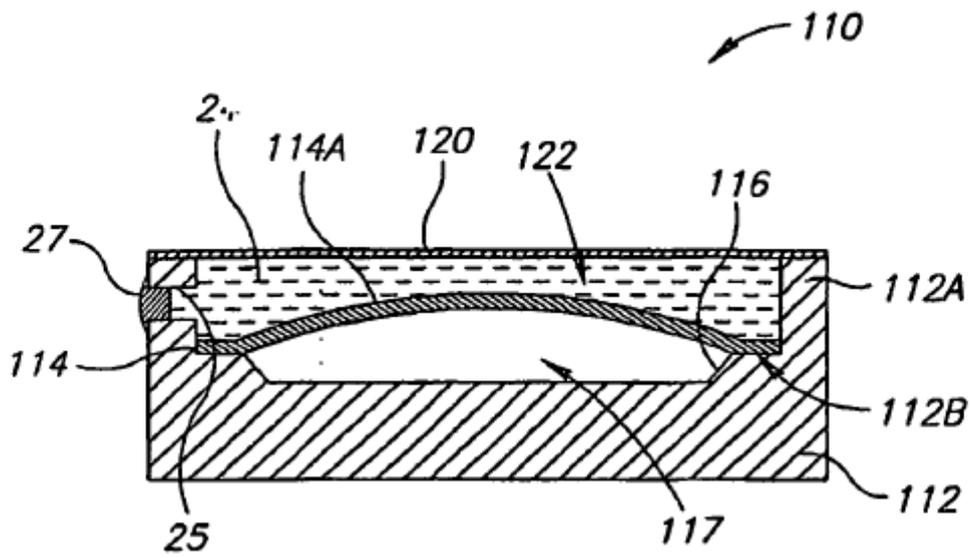


FIG.6

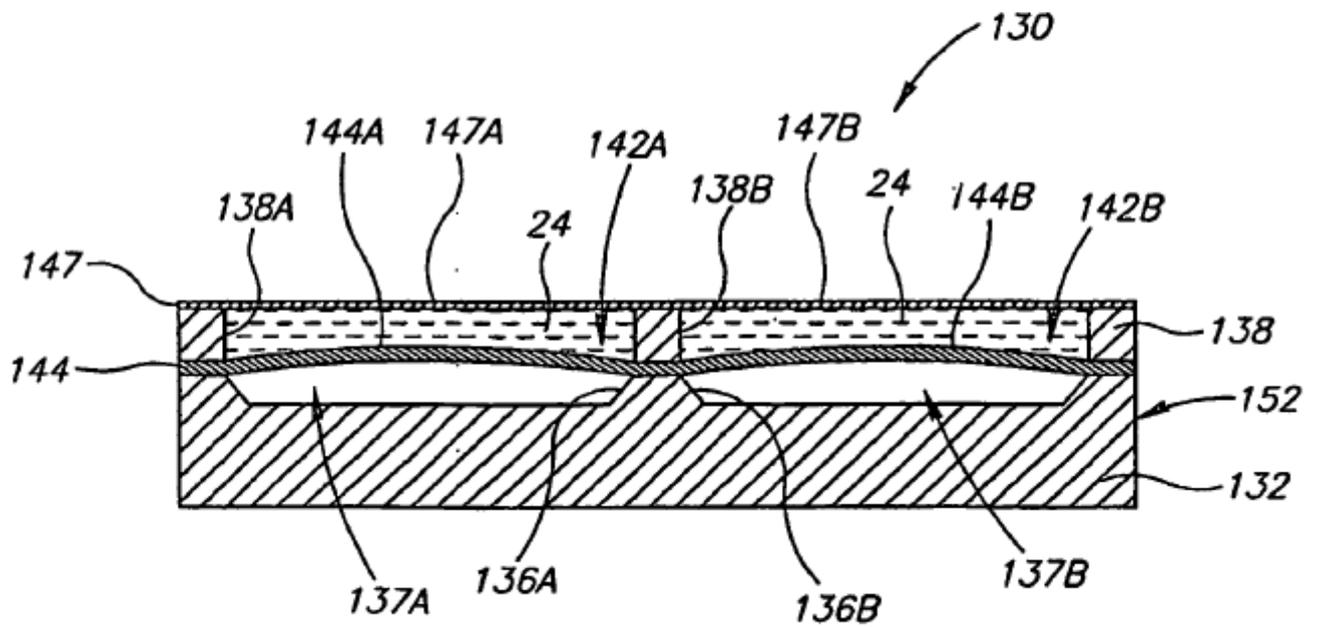


FIG.7

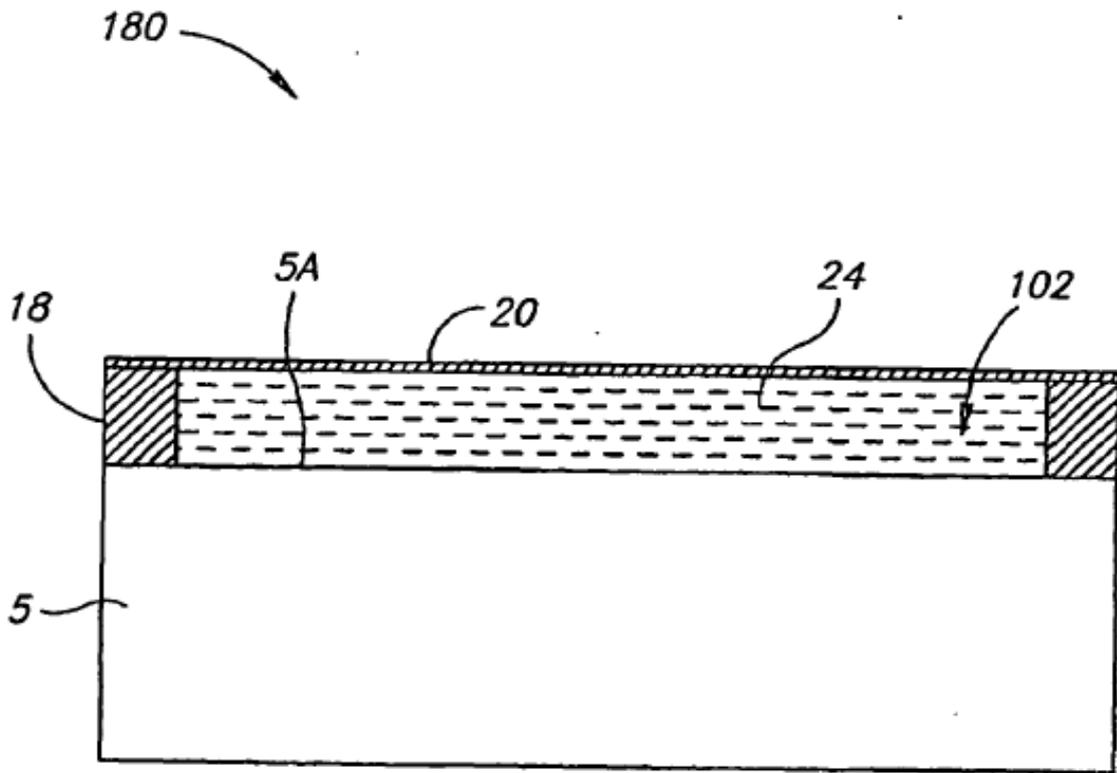


FIG.8

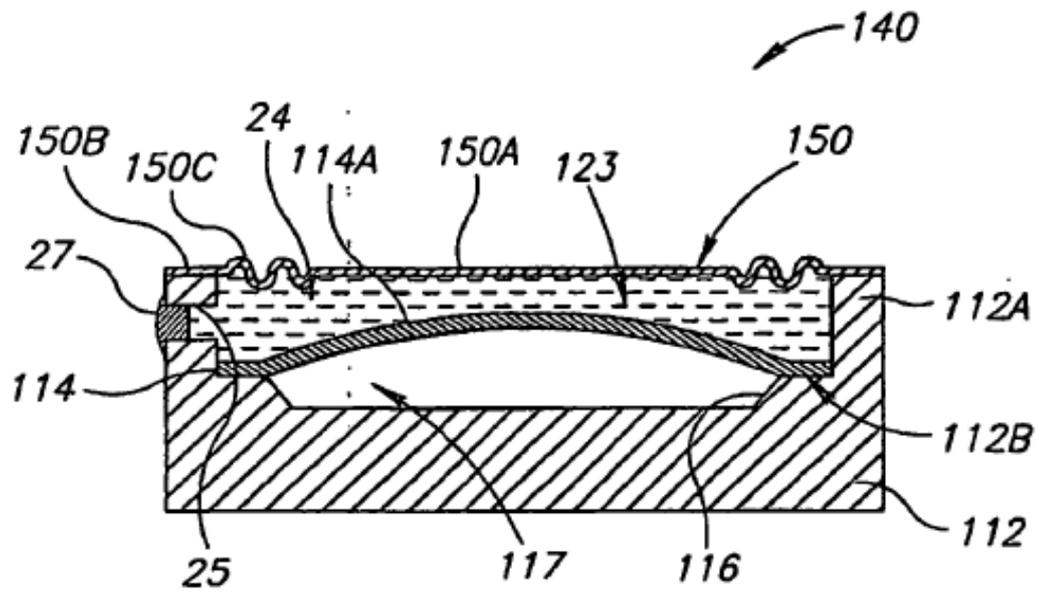


FIG. 9

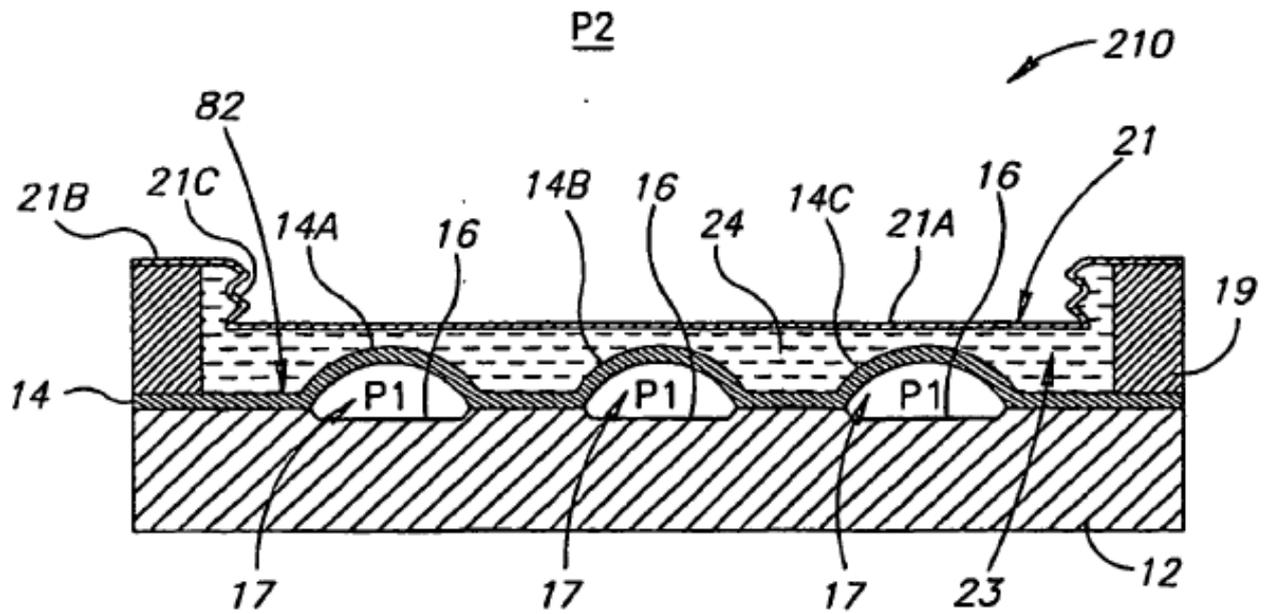


FIG. 10