

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 963 294**

51 Int. Cl.:

B01L 3/00	(2006.01) B29C 65/48	(2006.01)
B29C 65/00	(2006.01) B29C 65/50	(2006.01)
B29C 65/14	(2006.01) B29C 45/16	(2006.01)
B29C 65/16	(2006.01) B29L 31/00	(2006.01)
B29C 69/00	(2006.01)	
B29D 22/00	(2006.01)	
G01N 21/07	(2006.01)	
G01N 21/25	(2006.01)	
G01N 35/00	(2006.01)	
B29C 65/08	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2019** **PCT/US2019/047633**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.02.2020** **WO20041553**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2019** **E 19773211 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023** **EP 3840884**

54 Título: **Procedimientos para la fabricación de un dispositivo de rotor microfluídico**

30 Prioridad:

24.08.2018 US 201862722449 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.03.2024

73 Titular/es:

ZOETIS SERVICES LLC (100.0%)
10 Sylvan Way
Parsippany, NJ 07054, US

72 Inventor/es:

SHARTLE, ROBERT JUSTICE y
TRIGUB, GREGORY

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 963 294 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

Procedimientos para la fabricación de un dispositivo de rotor microfluídico

Antecedentes

5 El análisis de fluidos de un sujeto se puede usar como una herramienta de diagnóstico de una enfermedad y para monitorear la salud del sujeto. Por ejemplo, el análisis de una muestra de sangre de un sujeto se puede usar para diagnosticar una enfermedad y/o se puede usar para cuantificar uno o más analitos dentro de la muestra. Algunos sistemas analizan ópticamente una muestra de sangre aplicada a un rotor, donde el rotor incluye un conjunto de reactivos dispuestos dentro de un conjunto de cubetas. La inspección de una o más soldaduras, muestras y reactivos de rotor dentro de rotores convencionales puede ser difícil y/o requerir mucho tiempo. Además, un rotor que se somete a centrifugación puede generar un ruido de altos decibeles no deseado debido a la naturaleza no equilibrada del flujo de fluido asimétrico dentro del rotor. Por lo tanto, pueden ser convenientes dispositivos, sistemas y procedimientos adicionales para llevar a cabo análisis de fluidos.

15 El documento EP 2416160 A1 menciona la unión de dos capas obtenidas mediante moldeo por inyección utilizando radiación infrarroja pero no dice nada sobre el moldeo por inyección de dos disparos. El documento US 2009/298718 A1 menciona el moldeo por inyección de dos disparos, pero no dice nada sobre la unión de dos capas mediante radiación infrarroja.

Compendio

Así, según la presente invención se proporciona un procedimiento que comprende:

20 unir una primera capa (201) y una segunda capa (202) usando moldeo por inyección de dos disparos, en donde la primera capa (201) acoplada a la segunda capa (202) define colectivamente un conjunto de alojamientos (230), siendo la primera capa (201) transparente a uno o más de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja, y la segunda capa (202) define un canal (220), siendo la segunda capa (202) sustancialmente absorbente de la radiación infrarroja;

25 unir una tercera capa (203) a la segunda capa (202) usando radiación infrarroja, definiendo la tercera capa (203) una abertura (240) configurada para recibir un fluido, siendo la tercera capa (203) transparente a la radiación infrarroja, en donde el canal (220) establece una ruta de comunicación fluida entre la abertura (240) y el conjunto de alojamientos (230);

alinear la segunda capa (202) con la tercera capa (203) después de la unión de la primera capa (201) y la segunda capa (202); y

30 alinear una fotomáscara con la tercera capa (203) después de la unión de la primera capa (201) y la segunda capa (202), configurando la fotomáscara para bloquear la radiación infrarroja a una o más porciones de la segunda capa (202).

35 En algunas realizaciones, la radiación infrarroja puede incluir una longitud de onda de aproximadamente 940 nm. La primera capa y la tercera capa son cada una de ellas independientemente transparente. Transparente puede incluir transmisión de luz de al menos uno de entre luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja. La segunda capa puede absorber sustancialmente al menos una de radiación infrarroja media y radiación infrarroja cercana. Absorber sustancialmente radiación infrarroja puede incluir absorber radiación infrarroja en una cantidad suficiente dentro de un período predeterminado para que la segunda capa pase de una fase sólida a una fase fundida. La segunda capa puede absorber sustancialmente radiación con al menos 940 nm de longitud de onda. La primera capa, la segunda capa y la tercera capa pueden estar compuestas independientemente por uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

40 En algunas formas de realización, la segunda capa puede incluir al menos alrededor de 0.1% en peso de negro de carbón. En algunas formas de realización, la segunda capa puede incluir de alrededor de 0.2% a alrededor de 0.4% en peso de negro de carbón. En algunas de estas formas de realización, el tinte absorbente de láser puede absorber sustancialmente radiación de alrededor de 750 nm a alrededor de 3,000 μm .

45 En otras de estas formas de realización, un reactivo liofilizado puede estar dispuesto en uno o más alojamiento del conjunto de alojamientos. La tercera capa se puede unir a la segunda capa e incluir mediante rayo láser infrarrojo. La fotomáscara puede configurarse para permitir que el rayo láser infrarrojo pase sobre el reactivo liofilizado. En otras formas de realización, la fotomáscara puede configurarse para permitir que el rayo láser infrarrojo pase sobre el reactivo liofilizado. En algunas formas de realización, se puede formar un conjunto de cierres acoplando una primera mitad de un molde con la primera capa dispuesta en una segunda mitad del molde.

50 En algunas formas de realización, la tercera capa puede formarse mediante moldeo por inyección. En algunas formas de realización, una cuarta capa se puede unir a la tercera capa. La cuarta capa puede ser al menos parcialmente opaca. En algunas de estas formas de realización, unir la cuarta capa a la tercera capa puede incluir

soldar ultrasónicamente la cuarta capa a la tercera capa. La unión de la cuarta capa a la tercera capa puede incluir una o más de soldadura por láser, unión adhesiva y unión con solvente.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La Figura 1A es una vista en planta ilustrativa de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 1B es una vista inferior ilustrativa del rotor representado en la Figura 1A.
- La Figura 2A es una vista en despiece ilustrativa de un ensamblaje de rotor, de acuerdo con otras formas de realización. La Figura 2B es otra vista en despiece ilustrativa de un ensamblaje de rotor representado en la Figura 2A. La Figura 2C es una vista ilustrativa ensamblada en perspectiva del ensamblaje de rotor representado en la Figura 2A.
- 10 La Figura 3A es una vista lateral en sección transversal de un rotor, de acuerdo con otras formas de realización. La Figura 3B es una vista lateral en sección transversal detallada de un alojamiento del rotor representado en la Figura 3A.
- La Figura 4A es una vista en planta detallada de un conjunto de alojamientos y un conjunto de reflectores de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 4B es una vista en planta detallada de una entrada y un canal de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 4C es una vista lateral en sección transversal del reflector representado en la Figura 4A.
- 15 La Figura 5A es una vista en planta detallada de una cavidad arqueada de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 5B es una vista lateral en sección transversal detallada de la cavidad arqueada representada en la Figura 5A.
- 20 La Figura 6 es una vista en planta detallada de un canal de un rotor, de acuerdo con formas de realización.
- La Figura 7A es una vista en despiece ilustrativa de un ensamblaje de rotor, de acuerdo con otras formas de realización. La Figura 7B es una vista en perspectiva detallada de una capa del ensamblaje de rotor representado en la Figura 7A.
- 25 La Figura 8A es un diagrama de bloques de un sistema de análisis de fluido, de acuerdo con otras formas de realización. La Figura 8B es un diagrama de bloques de un sistema de control del sistema de análisis de fluido representado en la Figura 8A.
- La Figura 9 es un diagrama de flujo ilustrativo de un procedimiento de uso de un rotor, de acuerdo con formas de realización.
- 30 La Figura 10A es un diagrama de flujo ilustrativo de un procedimiento de fabricación de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 10B es un diagrama de flujo ilustrativo de un procedimiento de moldeo por inyección de múltiples disparos de un rotor.
- 35 Las Figuras 11A-11F son vistas en perspectiva ilustrativas de las etapas representadas en el procedimiento de la Figura 10B. La Figura 11A representa un proceso de cierre e inyección de molde, la Figura 11B representa un proceso de apertura de molde, la Figura 11C representa un proceso de rotación de molde, la Figura 11D representa un proceso de cierre e inyección de molde, la Figura 11E representa un proceso de apertura de molde, y la Figura 11F representa un proceso de rotación de molde y eyección de rotor.
- La Figura 12 es un diagrama de flujo ilustrativo de un procedimiento de inspección de un rotor, de acuerdo con formas de realización.
- 40 La Figura 13A es una imagen ilustrativa de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 13B es una imagen de alto contraste del rotor representado en la Figura 13A.
- La Figura 14A es una imagen en vista lateral ilustrativa de un reactivo en un alojamiento de un rotor, de acuerdo con formas de realización. La Figura 14B es una imagen en vista en planta ilustrativa de un reactivo en un alojamiento de un rotor, de acuerdo con formas de realización.
- 45 La Figura 15A es una vista lateral ilustrativa de un recipiente, de acuerdo con formas de realización. La Figura 15B es una vista en sección transversa ilustrativa del recipiente representado en la Figura 15A. La Figura 15C es una vista en despiece del recipiente representado en la Figura 15A. La Figura 15D es una vista en perspectiva de un ensamblaje de rotor que incluye el recipiente representado en la Figura 15A. La Figura 15E es una vista en despiece del ensamblaje de rotor representado en la Figura 15D.
- 50 La Figura 16 es una vista en perspectiva ilustrativa de un soporte de soldadura, de acuerdo con formas de realización.
- La Figura 17 es una vista en perspectiva en despiece ilustrativa de una carcasa de fotomáscara, de

acuerdo con formas de realización.

La Figura 18 es una vista en perspectiva ilustrativa de un sistema de fabricación de rotor, de acuerdo con formas de realización.

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas y define un procedimiento para fabricar un dispositivo fluido que comprende una pluralidad de capas, implicando el procedimiento, entre otras cosas, unir algunas capas usando moldeo por inyección de dos disparos y luego unir una capa adicional a estas dos capas usando radiación infrarroja.

De manera más general, en la presente se describen formas de realización de dispositivos de rotor, sistemas, y procedimientos de uso de estos. Estos sistemas y procedimientos se pueden usar para caracterizar y/o cuantificar una muestra biológica, y permiten la evaluación de la salud de un sujeto y/o el diagnóstico de una afección. Por ejemplo, los rotores descritos en la presente pueden configurarse para el análisis óptico de fluidos biológicos y, en particular, para analizar plasma sanguíneo luego de separarlo del material celular mediante el rotor. Más particularmente, un rotor puede configurarse para separar plasma de la sangre y/o agregar fluido diluyente para diluir la muestra según se desee, y distribuirla en alojamientos separados (por ejemplo, cubetas) configurados para el análisis óptico de sus contenidos. Cada alojamiento puede contener una o más sustancias que pueden colaborar con el análisis bioquímico de la muestra en el alojamiento. La muestra puede combinarse con uno o más de los reactivos dentro de uno o más de los alojamientos. Una reacción bioquímica entre la muestra y el reactivo puede producir un efecto óptico cuando se expone a un haz de luz que se puede detectar y analizar. Por ejemplo, al llenar un conjunto de alojamientos con la muestra a medida que gira el rotor mientras se analiza ópticamente el fluido en cada alojamiento, la muestra puede experimentar una reacción u otro cambio que dé como resultado un cambio en uno o más de color, fluorescencia, luminiscencia, combinaciones de estos y similares, que pueden medirse a través de uno o más de espectrofotómetros, fluorómetros, detectores de luz, combinaciones de estos y similares.

Cada uno de los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en detalle en la presente puede recibir una muestra que incluye, entre otros, sangre que puede contener uno o más de sangre, suero, plasma, orina, esputo, semen, saliva, líquido del lente ocular, líquido cerebral, líquido espinal, líquido amniótico, y medio de cultivo de tejido, así como productos químicos alimenticios e industriales, combinaciones de estos y similares. Cualquiera de los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700), como se describen en la presente, se puede usar con un sistema de análisis de fluido adecuado (por ejemplo, un analizador óptico).

Los dispositivos divulgados en la presente pueden ser adecuados para llevar a cabo una amplia gama de procedimientos y ensayos analíticos. Los procedimientos analíticos pueden requerir que la muestra se combine con uno o más reactivos para que se produzca algún tipo de cambio detectable que pueda combinarse con uno o más reactivos, para que se produzca algún tipo de cambio detectable que se pueda relacionar con la presencia y/o cantidad de un componente (analito) particular o característica de la muestra. Por ejemplo, la muestra puede experimentar una reacción u otro cambio que dé como resultado un cambio en color, fluorescencia, luminiscencia y similares, que puede medirse a través de un espectrofotómetro, fluorómetro, detector de luz y similares. En algunos casos, tales procedimientos de ensayo pueden ser homogéneos y no requerir una etapa de separación. En otros casos, los procedimientos de ensayo pueden separar la muestra (por ejemplo, plasma sanguíneo) de una cavidad o alojamiento luego de que se produjo una reacción inmunológica. Se puede adaptar cualquier cantidad de procedimientos analíticos para su uso en dispositivos de rotor centrífugos divulgados en la presente, en función de la muestra particular que se analiza y el componente que se detecta.

En algunas formas de realización, los dispositivos de rotor, reactivos, sistemas y procedimientos pueden incluir uno o más de los dispositivos, sistemas, componentes, elementos, composiciones y etapas descritos en la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/532,524, presentada el 4 de junio de 1990 y titulada "APPARATUS AND METHOD FOR SEPARATING CELLS FROM BIOLOGICAL FLUIDS", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/678,824, presentada el 1 de abril de 1991 y titulada "APPARATUS AND METHOD FOR OPTICALLY ANALYZING BIOLOGICAL FLUIDS", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/678,823, presentada el 1 de abril de 1991 y titulada "CENTRIFUGAL ROTOR HAVING FLOW PARTITION", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/747,179, presentada el 19 de agosto de 1991 y titulada "REAGENT COMPOSITIONS FOR ANALYTICAL TESTING", y/o solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/833,689, presentada el 11 de febrero de 1992 y titulada "REAGENT CONTAINER FOR ANALYTICAL ROTOR", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/783,041, presentada el 29 de octubre de 1991 y titulada "SAMPLE METERING PORT FOR ANALYTICAL ROTOR HAVING OVERFLOW CHAMBER", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 07/873,327, presentada el 24 de abril de 1992 y titulada "CRYOGENIC APPARATUS", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 08/115,163, presentada el 1 de septiembre de 1993 y titulada "SIMULTANEOUS CUVETTES FILLING WITH MEANS TO ISOLATE CUVETTES", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 08/124,525, presentada el 20 de septiembre de 1993 y titulada "ANALYTICAL ROTOR WITH DYE MIXING CHAMBER", y/o solicitud de patente estadounidense N.º de serie 08/292,558, presentada el 26 de diciembre de 1995 y titulada "METHODS FOR PHOTOMETRIC ANALYSIS", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 08/350,856, presentada el 6 de diciembre de 1994 y titulada "METHOD AND DEVICE FOR ULTRASONIC WELDING", y/o la solicitud de patente estadounidense N.º de serie 10/840,763, presentada el 5 de mayo de 2004 y titulada "MODIFIED SIPHONS FOR IMPROVING METERING PRECISION", y/o la solicitud de patente internacional N.º de serie PCTUS2017/039460, presentada el 27 de junio de 2017 y titulada "DEVICES

WITH MODIFIED CONDUITS".

I. Dispositivos

En la presente se describen dispositivos que se pueden usar en algunas formas de realización de los diversos sistemas descritos. Un rotor, como se describe en la presente, puede incluir un conjunto de cavidades y alojamientos. En algunas formas de realización, una o más sustancias (por ejemplo, un reactivo, un reactivo liofilizado) pueden estar dispuestas en uno o más alojamientos del rotor para facilitar el análisis de la muestra. Por ejemplo, los reactivos se pueden proporcionar en forma seca, la cual puede permanecer estable e intacta durante el transporte y almacenamiento. En algunas formas de realización, el rotor puede definir aberturas, canales, cavidades, conductos y/u otras estructuras configuradas para proporcionar uno o más de separación de componentes celulares de la muestra biológica (por ejemplo, sangre), medición de volúmenes predeterminados de muestras líquidas (por ejemplo, plasma), mezcla de la muestra con un diluyente predeterminado y suministro de la muestra diluida a un conjunto de alojamientos para su análisis óptico. El fluido suministrado al conjunto de alojamientos puede experimentar una o más reacciones dentro del conjunto de alojamientos que pueden colaborar con la caracterización y cuantificación de uno o más analitos dentro del fluido. La muestra se puede analizar ópticamente mientras está presente en el rotor, ya sea con o sin reacción previa.

El aparato puede estar configurado para usarse con un sistema de análisis de fluido para cuantificar y analizar características de la muestra. Por ejemplo, se pueden llevar a cabo mediciones ópticas (por ejemplo, absorbancia) de cada alojamiento mientras gira el rotor. Un haz de luz de longitud de onda predeterminada puede estar direccionado para pasar a través del conjunto de alojamientos. Esta luz puede ser parcialmente absorbida por los productos de la reacción entre los reactivos y los componentes de la muestra de fluido. El grado al que la luz se absorbe puede depender de la concentración del producto de reacción en la muestra de fluido. Al comparar la intensidad de la luz transmitida a través del alojamiento con una intensidad de referencia, se puede calcular la concentración de un producto de reacción dado entre el fluido y el reactivo. La concentración del producto de reacción se puede usar para calcular la concentración de un componente correspondiente en el fluido de la muestra.

Rotor

Un rotor incluye una o más características configuradas para colaborar con el análisis de la muestra. En particular, el rotor incluye una o más capas transparentes y otra capa que se absorba sustancialmente a radiación infrarroja (por ejemplo, una capa opaca). Por ejemplo, una capa opaca puede comprender un compuesto de negro de carbón y acrílico que puede ser de color negro. La opacidad formada por esta combinación puede proporcionar un fondo contrastante consistente con una muestra biológica colocada en el rotor, a diferencia de un rotor transparente. Esto puede ayudar a un usuario (por ejemplo, un operador, un técnico) en la aplicación y verificación de la muestra en el rotor, así como la inspección de las soldaduras del rotor de las diferentes capas. Además, las capas del rotor se pueden acoplar entre sí mediante técnicas de soldadura por láser que pueden reducir los tiempos del ciclo de fabricación y mejorar la calidad del rotor. Por ejemplo, la soldadura por láser puede aumentar la consistencia de la soldadura y mejorar la forma del rotor (por ejemplo, la planicidad del rotor).

La Figura 1A es una vista en planta ilustrativa de un rotor (100), mientras que la Figura 1B es una vista inferior ilustrativa del rotor (100). El rotor (100) incluye una primera capa transparente (101) con un primer lado (por ejemplo, la parte inferior) de la segunda capa (102) acoplado a la primera capa (101). La primera capa (101) y la segunda capa (102) definen colectivamente un conjunto de alojamientos (130). Por ejemplo, al menos una parte de base (por ejemplo, la parte inferior) de cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) puede estar formada por la primera capa (101). La abertura (por ejemplo, la parte superior) de cada alojamiento opuesta a la parte de base del conjunto de alojamientos (130) puede estar definida por la segunda capa (102). Las paredes laterales de cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) pueden ser generalmente cilíndricas y pueden estar formadas por la primera capa (101), la segunda capa (102) o alguna combinación de estas. En algunas formas de realización, cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) puede tener una profundidad de alrededor de 1.0 mm a alrededor de 10 mm, y un diámetro de alrededor de 5 mm o menos. En algunas formas de realización, el rotor (100) puede incluir entre 5 alojamientos y 50 alojamientos. En algunas formas de realización, cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) puede definir un volumen de entre alrededor de 1 μ L y alrededor de 40 μ L. En algunas formas de realización, las cavidades adyacentes del conjunto de alojamientos (130) pueden estar separadas por entre alrededor de 1 mm y alrededor de 30 mm. El conjunto de alojamientos de un rotor se describe con mayor detalle con respecto a las Figuras 3A-3B. En la Figura 1A, la segunda capa (102) se muestra dispuesta por encima de la primera capa (101). La segunda capa (102) es sustancialmente absorbente de radiación infrarroja. Por ejemplo, la segunda capa (102) puede ser opaca (por ejemplo, negra), lo cual no se ilustra en las figuras por razones de claridad. De la misma manera, la transparencia de cualquier parte transparente de un rotor descrito en la presente no está representada por razones de claridad. En algunas formas de realización, al menos una parte de la segunda capa (102) puede absorber sustancialmente al menos una de radiación infrarroja media y radiación infrarroja cercana. La radiación infrarroja puede tener una longitud de onda de entre alrededor de 700 nm y alrededor de 1 mm. La radiación infrarroja media puede tener una longitud de onda de entre alrededor de 3 μ m y alrededor de 8 μ m. La radiación infrarroja cercana puede tener una longitud de onda de entre alrededor de 0.75 μ m y alrededor de 1.4 μ m. La luz visible puede tener una longitud de onda de entre alrededor de 400 nm y alrededor de 700 nm. La luz ultravioleta puede tener una longitud de onda de entre alrededor de 10 nm y alrededor de 400 nm. En algunas formas de

realización, al menos una parte de la segunda capa (102) puede absorber sustancialmente radiación con al menos 940 nm de longitud de onda.

Como se usa en la presente, los términos "transparente", "transparencia" y variantes de estos se pueden entender como la transmisión de luz a una longitud de onda predeterminada y/o intervalo de longitudes de onda de importancia química (tal como soldadura por láser) de alrededor de 11% o más a través de su capa, mientras que los términos "opaco", "opacidad" y variantes de estos pueden incluir la transmisión de luz a una longitud de onda predeterminada y/o intervalo de longitudes de onda de alrededor de 10% o menos a través de su capa. Por ejemplo, generalmente el acrílico puede considerarse transparente dado que proporciona una transmisión de longitud de onda UV de alrededor de 90%. Los plásticos transparentes formados mediante soldadura por láser pueden retener su transparencia en longitudes de onda. Además, la opacidad de un material puede corresponder a la absorción de energía a una longitud de onda predeterminada y/o intervalo predeterminado de longitudes de onda. Como se usa en la presente, un material sustancialmente absorbente de radiación infrarroja corresponde a un material que puede absorber radiación infrarroja (de un intervalo predeterminado de longitudes de onda y potencia) para pasar el material de una fase sólida a una fase fundida dentro de un período predeterminado.

La primera capa (101) y la segunda capa (102) además pueden definir colectivamente otras estructuras del rotor (100) (por ejemplo, cavidades, canales, orificios, protuberancias, proyecciones), descritas con mayor detalle en la presente. Por ejemplo, la segunda capa (134) puede definir una o más partes de un conjunto de alojamientos arqueadas (110, 112, 114), un conjunto de canales (120, 122), un conjunto de entradas (132, 134) y un conjunto de reflectores (140). En algunas formas de realización, el conjunto de canales (120, 122) puede establecer una trayectoria de comunicación de fluido entre la cavidad arqueada (110) y el conjunto de alojamientos (130, 150, 152).

Cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) puede acoplarse al canal (120) mediante una entrada respectiva (132, 134). Cada alojamiento del conjunto de alojamientos (130) puede estar configurado para llenarse en serie. Esto es, el rotor (100) puede incluir un conjunto de cubetas llenas en serie de alta densidad. En algunas formas de realización, cada entrada del conjunto de entradas puede tener las mismas dimensiones. En otras formas de realización, cada entrada del conjunto de entradas puede tener diferentes dimensiones. Por ejemplo, un ancho de un primer conjunto de entradas (132) puede ser menor que un ancho de un segundo conjunto de entradas (134). Las diferentes dimensiones de entrada pueden permitir que cada uno de los alojamientos (130) se llene con fluido a diferentes velocidades (es decir, debido a la aceleración) del rotor giratorio (100). El ancho más amplio del segundo conjunto de entradas (134) puede estar configurado para adaptarse al flujo bidireccional del líquido en una dirección y gas en la dirección opuesta a revoluciones por minuto relativamente bajas (por ejemplo, por debajo de alrededor de 4,000 RPM), como se describe con mayor detalle en la presente. En algunas formas de realización, un ancho del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.25 mm y alrededor de 3.0 mm, una longitud del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.5 mm y alrededor de 6.0 mm, y una profundidad del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.1 mm y alrededor de 0.25 mm.

En algunas formas de realización, las cavidades arqueadas (112, 114) pueden corresponder a una cámara de dosificación y a una cámara de mezcla, respectivamente. Por ejemplo, se puede recibir y mantener fluido diluyente en la cámara de dosificación (112) luego de que se abra una copa de diluyente. La cámara de mezcla (114) puede estar configurada para acoplarse a la cámara de dosificación (112) y la cavidad arqueada (110), de modo que el fluido de cada una de tales cavidades pueda combinarse dentro de la cámara de mezcla (114) (por ejemplo, una muestra y diluyente). En algunas formas de realización, el conjunto de alojamientos puede incluir un alojamiento de verificación de muestra (150) y un alojamiento para glóbulos rojos (RBC) (152). El alojamiento de verificación de muestra (150) se puede usar como calibrador para determinar si se ha introducido suficiente muestra en el rotor (100). Por ejemplo, un alojamiento de verificación de muestra (150) no lleno o lleno de manera incompleta puede indicar que se insertó en el rotor (100) una cantidad de muestra insuficiente para llevar a cabo el análisis de fluido. El alojamiento RBC (152) puede estar configurado para recibir y mantener glóbulos rojos de la muestra. Por ejemplo, una muestra de sangre puede separarse en glóbulos rojos mantenidos en el alojamiento RBC (152) y plasma que puede llenar el conjunto de alojamientos (130).

La primera capa (101) es transparente a uno o más de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja. En algunas formas de realización, la primera capa (101) y la segunda capa (102) pueden estar independientemente compuestas de uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), poliestireno, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), y otros materiales transparentes a la luz ultravioleta.

En algunas formas de realización, la segunda capa (102) puede incluir al menos alrededor de 0.1% en peso de al menos un pigmento orgánico e inorgánico. Por ejemplo, la segunda capa (102) puede incluir de alrededor de 0.2% a alrededor de 0.4% en peso de negro de carbón.

Los pigmentos orgánicos pueden incluir negro de carbón y composiciones absorbentes de láser. El negro de carbón puede tener un intervalo de absorción de entre alrededor de 500 nm y alrededor de 2200 nm. El negro de carbón puede tener una profundidad de penetración óptica para radiación infrarroja cercana con longitudes de onda de entre alrededor de 10 μ m y alrededor de 100 μ m en función de la concentración (por ejemplo, alrededor de 0.1% y más en peso a 940 nm). En algunas formas de realización, la composición absorbente de láser puede absorber sustancialmente radiación de alrededor de 700 nm a alrededor de 8 μ m. Por ejemplo, Clearweld® y Lumogen®

pueden tener un intervalo de absorción de entre alrededor de 700 nm y alrededor de 1100 nm.

Los pigmentos inorgánicos pueden incluir fosfatos de cobre y óxido de indio y estaño (ITO). Los fosfatos de cobre pueden tener un intervalo de absorción de entre alrededor de 900 nm y alrededor de 1600 nm. ITO puede tener un intervalo de absorción superior a alrededor de 1000 nm.

5 Los dispositivos de rotor descritos en la presente pueden incluir una abertura (por ejemplo, un receptáculo) configurada para montarse en un sistema, tal como una centrífuga, para centrifugación. La centrífuga puede incluir, por ejemplo, un eje de transmisión vertical sobre el cual puede estar montado el rotor. Sin embargo, un rotor puede tener desequilibrios inherentes o residuales debido a uno o más de diseño de rotor y flujo de fluido dentro del rotor. Por ejemplo, una muestra biológica puede estar configurada para fluir a través de diferentes cavidades, cámaras y canales de un rotor durante un proceso de centrifugación. En algunos casos, un rotor puede estar configurado para estar generalmente equilibrado cuando el fluido llena un conjunto de alojamientos, pero puede estar desequilibrado cuando la muestra ingresa y se mantiene en una cámara de contención (por ejemplo, una cavidad arqueada). En consecuencia, el rotor puede generar un ruido no deseado durante todo el proceso de centrifugación que puede reducir la conveniencia de uso del rotor en centros de atención.

15 Como se muestra en la Figura 1B, un primer lado (por ejemplo, la parte inferior, lado inferior) de la segunda capa (102) puede incluir un conjunto de protuberancias arqueadas (160) y un orificio (180). El conjunto de protuberancias arqueadas (160) puede tener una forma, cantidad, posición y distribución de masa predeterminadas configuradas para desplazar un centro de masa del rotor (100) de un centro del rotor (100). De manera adicional o alternativa, la segunda capa (102) puede incluir un conjunto de partes de rebaje (162) que tienen una forma, cantidad, posición y volumen predeterminados. Por ejemplo, el conjunto de partes de rebaje (162) y protuberancias arqueadas (160) puede tener una o más de una forma arqueada, radial, oblonga, secante y lineal. En algunas formas de realización, el conjunto de partes de rebaje (162) pueden ser paralelas y arqueadas. En algunas formas de realización, un centro de masa de un rotor puede estar configurado para estar por encima de alrededor de 0.5 mm del centro del rotor. De esta manera, el centro de masa del rotor puede estar más cerca del centro de masa del rotor que tiene flujo de fluido durante un proceso de centrifugación. Esto puede contribuir a la reducción de ruido general durante la centrifugación del rotor (100), especialmente a diferentes velocidades de centrifugación.

La primera capa (101) y la segunda capa (102) se forman mediante moldeo por inyección como se describe con mayor detalle en la presente. En algunas formas de realización, la primera capa (101) y/o la segunda capa (102) pueden unirse a las otras capas del rotor (100) mediante uno o más de soldadura ultrasónica, soldadura por láser, adhesivos (por ejemplo, cinta adhesiva) y/o unión con solventes.

Por ejemplo, la soldadura por láser puede usar uno o más de un láser de diodo semiconductor, un láser Nd:YAG de estado sólido y láser de fibra. Un láser de diodo puede generar un haz de luz que tenga una longitud de onda entre alrededor de 800 nm y alrededor de 2000 nm (por ejemplo, alrededor de 940 nm, alrededor de 980 nm). Un láser Nd:YAG puede generar un haz de luz que tenga una longitud de onda a alrededor de 1064 nm. Un láser de fibra puede generar un haz de luz que tenga una longitud de onda entre alrededor de 1030 nm y alrededor de 1620 nm.

En algunas formas de realización, el rotor (100) puede tener un diámetro de entre alrededor de 40 mm y alrededor de 120 mm y un espesor de entre alrededor de 10 mm y alrededor de 30 mm, incluidos todos los valores y subintervalos intermedios.

40 Las Figuras 2A y 2B son vistas en despiece ilustrativas de un ensamblaje de rotor (200), de acuerdo con otras formas de realización. El ensamblaje de rotor (200) puede incluir un rotor similar, desde el punto de vista estructural y/o funcional, a los rotores (100, 300, 400, 500, 600, 700), como se describe en la presente. El ensamblaje de rotor (200) incluye una primera capa transparente (201) una primera capa transparente (201) acoplada a un primer lado (por ejemplo, la parte inferior) de la segunda capa (202). La primera capa (201) y la segunda capa (202) definen colectivamente un conjunto de alojamientos (230). La segunda capa (202) es sustancialmente absorbente de radiación infrarroja. En algunas formas de realización, al menos una parte de la segunda capa (202) puede ser sustancialmente absorbente de una o más de radiación infrarroja media y radiación infrarroja cercana. Por ejemplo, al menos una parte de la segunda capa (202) puede absorber sustancialmente radiación con al menos 940 nm de longitud de onda. La primera capa (201) y la segunda capa (202) además pueden definir colectivamente otras estructuras del rotor (200) (por ejemplo, cavidades, canales, orificios, protuberancias, proyecciones), descritas con mayor detalle en la presente. Por ejemplo, la segunda capa (102) puede definir una o más partes de una cavidad arqueada (210) y un conjunto de canales (220). En algunas formas de realización, el conjunto de canales (220) puede establecer una trayectoria de comunicación de fluido entre la cavidad arqueada (210) y el conjunto de alojamientos (230).

55 En algunas formas de realización, la segunda capa (202) puede incluir al menos alrededor de 0.1% en peso de negro de carbón. Por ejemplo, la segunda capa (202) puede incluir de alrededor de 0.2% a alrededor de 0.4% en peso de negro de carbón. En algunas formas de realización, la primera capa (201) y/o la segunda capa (202) pueden formarse mediante moldeo por inyección (por ejemplo, moldeo de múltiples disparos) y/o mecanizado, como se describe con mayor detalle en la presente. En algunas formas de realización, la primera capa (201) y/o la segunda capa (202) pueden unirse a las otras capas del rotor (200) mediante uno o más de soldadura ultrasónica,

soldadura por láser, adhesivos (por ejemplo, cinta adhesiva) y/o unión con solventes. Por ejemplo, la soldadura por láser puede usar uno o más de un láser de diodo semiconductor, un láser Nd:YAG de estado sólido y láser de fibra.

El ensamblaje de rotor (200) incluye una tercera capa (203) que puede acoplarse a un segundo lado (por ejemplo, la parte superior) de la segunda capa (202). La tercera capa (203) puede definir una abertura (240) configurada para recibir un fluido tal como sangre. La tercera capa (203) es transparente a la radiación infrarroja. El canal (220) puede establecer una trayectoria de comunicación de fluido entre la abertura (240) y el conjunto de alojamientos (230). La abertura (240) de la tercera capa (203) puede estar configurada para recibir una muestra. Por ejemplo, la muestra puede pipetearse, inyectarse a través de una membrana y verterse. La abertura (240) puede tener cualquier forma y/o tamaño adecuados para recibir la muestra. La tercera capa (203) puede acoplarse a la segunda capa (202) mediante soldadura por láser. Por ejemplo, la soldadura por láser puede usar uno o más de un láser de diodo semiconductor, un láser Nd:YAG de estado sólido y láser de fibra.

En algunas formas de realización, el ensamblaje de rotor (200) puede incluir una cuarta capa (204) (por ejemplo, un soporte de muestra). Se puede montar un rotor de manera extraíble a través de una cuarta capa (204) para mejorar el manejo, procesamiento e identificación de un rotor y/o muestra. Un usuario puede colocar la cuarta capa (204) acoplada al rotor en un sistema de análisis de fluido para el procesamiento automatizado de la muestra. La cuarta capa (204) puede ser útil para brindar soporte físico y protección al rotor.

La cuarta capa (204) puede acoplarse a una superficie externa de una tercera capa (203). Por ejemplo, la cuarta capa (204) puede incluir un conjunto de protuberancias (294) (ver la Figura 2B) configuradas para encajar dentro de los correspondientes orificios (296) de la tercera capa (203). La cuarta capa (204) puede incluir un conjunto de partes (por ejemplo, circunferencia exterior e interior, bordes) para que un usuario las agarre sin tocar las otras capas del rotor (201, 202, 203) y afectar potencialmente las calidades ópticas del ensamblaje de rotor (200). Un diámetro de la cuarta capa (204) puede ser mayor que un diámetro del rotor. La cuarta capa (204) puede definir un conjunto de aberturas (292) configuradas para permitir la transmisión de luz sin impedimentos a través del conjunto de alojamientos (230) y/o reducir el peso. La cuarta capa puede funcionar además como un escudo contra el fluido de la muestra que puede rebalsar la abertura de un rotor durante la centrifugación. La cuarta capa (204) puede estar configurada para mantener el ensamblaje de rotor (200) en una posición fija con respecto a la cuarta capa (204), mientras permite la transmisión de luz sin impedimentos a través del conjunto de alojamientos (230). La Figura 2C representa el ensamblaje de rotor ensamblado (200). La cuarta capa (204) puede ser opaca.

En algunas formas de realización, la cuarta capa (204) puede incluir uno o más identificadores (290), tales como un código de barras, código QR y uno o más fiduciales (por ejemplo, puntos de color/opacos, una regla, ranuras, puntos de referencia, marcadores), combinaciones de estos y similares. Por ejemplo, un código de barras arqueado puede estar dispuesto a lo largo de una circunferencia exterior de la cuarta capa (204) (por ejemplo, en un lado de la cubierta (204) orientado hacia afuera de la tercera capa (203)). Los identificadores se pueden usar para la identificación y el procesamiento del ensamblaje de rotor (200).

La primera capa (201) es transparente a una o más de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja y la tercera capa (203) es transparente a la radiación infrarroja. En algunas formas de realización, la primera capa (201), la segunda capa (202), la tercera capa (204) y la cubierta (204) pueden estar independientemente compuestas de uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), poliestireno y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y/o similares. Si bien el dispositivo (200) que se muestra en las Figuras 2A-2C incluye tres capas, debe apreciarse que cualquiera de los rotores descritos en la presente puede formarse mediante el uso de más o menos capas. En algunas formas de realización, se puede imprimir una capa sustancialmente absorbente de radiación infrarroja en una primera capa transparente. Por ejemplo, se puede imprimir una capa de negro de carbón o composición absorbente de láser sobre una superficie de una primera capa transparente (por ejemplo, una base de rotor que incluye los alojamientos, canales y cavidades descritos en la presente).

La Figura 3A es una vista lateral en sección transversal y la Figura 3B es una vista lateral en sección transversal detallada de un alojamiento (330) de un rotor (300). El rotor (300) puede ser similar, desde el punto de vista estructural y/o funcional, al rotor (100, 200, 400, 500, 600, 700), como se describe en la presente. El rotor (300) puede incluir una primera capa transparente (301) acoplada a una segunda capa (302). La primera capa (301) y la segunda capa (302) pueden definir colectivamente un conjunto de alojamientos (330). Cada alojamiento del conjunto de alojamientos (330) puede formarse a lo largo de la periferia del rotor (300). Por ejemplo, el conjunto de alojamientos (330) puede seguir una circunferencia del rotor (300). En algunas formas de realización, el conjunto de alojamientos (330) puede incluir una forma generalmente cilíndrica, como se describe con mayor detalle en la presente. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3B, cada alojamiento (330) puede estar definido por una abertura (338) en la segunda capa (302), mientras que las paredes laterales (334) y una parte de base (332) pueden formarse en la primera capa (301). Alternativamente, en algunas formas de realización, una o más partes de las paredes laterales (334) pueden formarse mediante la segunda capa (302). Como se muestra en la vista lateral en sección transversal detallada de la Figura 3B, la pared lateral (334) puede incluir una primera parte de pared lateral (335) y una segunda parte de pared lateral (336).

En algunas formas de realización, un diámetro de la abertura para cada alojamiento del conjunto de alojamientos puede ser mayor que un diámetro de la base de cada alojamiento del conjunto de alojamientos. En algunas formas

de realización, el alojamiento (330) puede estrecharse hacia adentro desde una abertura (338) hacia la parte de base (332). En algunas formas de realización, una parte intermedia del alojamiento puede estrecharse más que las partes de extremo del alojamiento (330). Por ejemplo, la primera parte de pared lateral (335) puede estrecharse (351) hasta alrededor de 2°. La segunda parte de pared lateral (335) puede estrecharse (353) entre alrededor de 3° y alrededor de 9°. La abertura (338) puede estrecharse (355) hasta alrededor de 2°. Esta configuración del alojamiento (330) puede colaborar con el acoplamiento entre la primera capa (301) y la segunda capa (302) cuando estas capas se presionan entre sí en un proceso de moldeo por inyección. Por ejemplo, las superficies estrechadas de pared lateral pueden estar configuradas como un interruptor para un proceso de moldeo por inyección de dos disparos que puede evitar que un material lleno de carbón se infiltre en un material transparente. Es decir, la interrupción proporcionada por la superficie estrechada puede establecer un límite entre el segundo material y el primer material.

Un haz de luz incidente puede estar configurado para transmitirse a través del alojamiento (330) sin pasar a través de las paredes laterales (334). En algunas formas de realización, la abertura puede tener una profundidad de entre alrededor de 0.25 mm y 7 mm, y un diámetro de entre alrededor de 1 mm y alrededor de 5 mm. En algunas formas de realización, la primera parte de pared lateral puede tener una profundidad de entre alrededor de 2 mm y alrededor de 6mm.

La segunda capa (302) es sustancialmente absorbente de la radiación infrarroja. Por ejemplo, la segunda capa (302) puede ser opaca (por ejemplo, negra). En algunas formas de realización, al menos una parte de la segunda capa (302) puede absorber sustancialmente una o más de radiación infrarroja media y radiación infrarroja cercana. Por ejemplo, al menos una parte de la segunda capa (302) puede absorber sustancialmente al menos radiación con 940 nm de longitud de onda.

La primera capa (301) y la segunda capa (302) además pueden definir colectivamente otras estructuras del rotor (300) (por ejemplo, cavidades, canales, orificios, protuberancias, proyecciones), descritas con mayor detalle en la presente. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 3A, la segunda capa (302) puede definir un orificio (380) dentro del centro de la segunda capa (302). La primera capa (301) es transparente a uno o más de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja. En algunas formas de realización, la primera capa (301) y la segunda capa (302) pueden estar independientemente compuestas de uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), poliestireno, acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y similares. En algunas formas de realización, la segunda capa (302) puede incluir al menos alrededor de 0.1% en peso de negro de carbón. Por ejemplo, la segunda capa (302) puede incluir de alrededor de 0.2% a alrededor de 0.4% en peso de negro de carbón.

La primera capa (301) y la segunda capa (302) se forman mediante moldeo por inyección como se describe con mayor detalle en la presente. En algunas formas de realización, la primera capa (301) y/o la segunda capa (302) pueden unirse a las otras capas del rotor (100) mediante uno o más de soldadura ultrasónica, soldadura por láser, adhesivos (por ejemplo, cinta adhesiva) y/o unión con solventes. Por ejemplo, la soldadura por láser puede usar uno o más de un láser de diodo semiconductor, un láser Nd:YAG de estado sólido y láser de fibra. Entrada

Las Figuras 4A-4B son vistas en planta detalladas de un conjunto de alojamientos, un conjunto de entradas y un conjunto de reflectores de un rotor. En algunas formas de realización, los rotores, como se describen en la presente, pueden definir un conjunto de entradas generalmente radiales (por ejemplo, canales) acopladas entre un alojamiento respectivo y un canal del rotor. Las entradas pueden estar configuradas para permitir la comunicación de fase líquida y fase gaseosa entre un alojamiento y el canal. Por ejemplo, mientras el rotor gira (por ejemplo, mediante una centrífuga), el fluido puede ingresar al alojamiento a través de una entrada respectiva acoplada a un canal y una cavidad arqueada (por ejemplo, una cámara de contención, una cámara de recolección). Algunos canales de entrada pueden incluir una primera trayectoria de flujo discreta para que el fluido ingrese al alojamiento y una segunda trayectoria de flujo discreta para que salga el gas del alojamiento. Esto puede permitir que escape el gas de los alojamientos, lo que de este modo limita la creación de burbujas en el alojamiento a medida que los alojamientos se llenan.

Como se muestra en la vista en planta detallada del rotor (400) en la Figura 4A, el rotor (400) puede incluir una capa (402) similar, desde el punto de vista estructural y/o funcional, a la segunda capa (102, 202, 302, 502, 702), como se describe en la presente, tal como una capa sustancialmente opaca que puede absorber radiación infrarroja. La capa (402) puede definir un conjunto de estructuras que incluyen uno o más de un canal (420), un conjunto de alojamientos (430, 433) y un conjunto de entradas (432, 434) acoplados entre sí. Cada entrada del conjunto de entradas (432, 434) puede corresponder a un alojamiento diferente del conjunto de alojamientos (430, 433). Cada entrada del conjunto de entradas (430, 433) puede establecer una trayectoria de comunicación de fluido entre el canal (420) y su correspondiente alojamiento. La capa (402) además puede definir un conjunto de reflectores (440), en donde cada reflector está dispuesto entre alojamientos adyacentes (430).

En algunas formas de realización, un ancho de al menos una entrada del conjunto de entradas (432, 434) puede ser mayor que un ancho del canal (420). En algunas formas de realización, el conjunto de entradas (432, 434) puede incluir un primer subconjunto de entradas (432) (ver la Figura 4A) y un segundo subconjunto de entradas (434) (ver la Figura 4B). Un ancho de cada entrada del primer subconjunto de entradas (432) puede diferir de un ancho de cada entrada del segundo subconjunto de entradas (434). El segundo subconjunto de entradas (434) puede estar

configurado para permitir la ventilación del fluido (por ejemplo, fase líquida y fase gaseosa) dentro del canal (420) a bajas revoluciones por minuto (RPM). Por ejemplo, el flujo de fluido bidireccional dentro del segundo subconjunto de entradas (434) se puede producir durante la centrifugación del rotor (400) entre alrededor de 500 RPM y alrededor de 2500 RPM. Las entradas del primer subconjunto de entradas (432) pueden adaptarse al flujo de fluido bidireccional para los rotores que giran por encima de alrededor de 4000 RPM.

En algunas formas de realización, un subconjunto de los alojamientos (430, 433) acoplados a un segundo subconjunto de entradas (434) se puede ubicar a lo largo del canal (420) adyacente al canal (422) o cerca de este (por ejemplo, un conducto). Los alojamientos (430, 433) adyacentes al conducto (422) o cerca de este pueden estar configurados para llenarse antes que los otros alojamientos (430) dispuestos más lejos del conducto (422). Cuando el rotor gira a RPM relativamente bajas (por ejemplo, por debajo de alrededor de 4000 RPM), el flujo de fluido bidireccional puede no producirse mediante entradas que tienen un ancho del primer conjunto de entradas (432). Por ejemplo, el fluido que ingresa a un alojamiento (430) acoplado a un primer subconjunto de entradas (432) durante la centrifugación del rotor a alrededor de 1000 RPM puede atrapar burbujas de aire dentro de la entrada (432) y generar un llenado incompleto del alojamiento (430), debido a que la entrada no es lo suficientemente amplia para permitir el flujo simultáneo de fase líquida y fase gaseosa a esa RPM. Sin embargo, las entradas más amplias que tienen un ancho del segundo conjunto de entradas (434) pueden estar configuradas para adaptarse al flujo bidireccional de líquido y gas a revoluciones por minuto relativamente bajas, lo que permite que se pueda utilizar una mayor cantidad de alojamientos (430) en el rotor (400). En algunas formas de realización, el conjunto de entradas puede incluir un conjunto de diferentes anchos que incluyen 1, 2, 3, 4, 5, 6 o más anchos que corresponden a un conjunto de RPM de rotor en centrifugación. Las entradas (432, 434) que tienen diferentes anchos pueden proporcionarse en cualquier orden a lo largo del canal (420).

En algunas formas de realización, los alojamientos (430, 433) acoplados al segundo subconjunto de entradas (434) no incluyen un reactivo. En algunas formas de realización, un ancho del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.25 mm y alrededor de 3.0 mm, una longitud del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.5 mm y alrededor de 6.0 mm, y una profundidad del conjunto de entradas puede ser de entre alrededor de 0.1 mm y alrededor de 0.25 mm.

Debe apreciarse que los anchos de entrada relativamente amplios para los alojamientos en cualquier RPM dada pueden requerir más volumen de la muestra para llenar adecuadamente los alojamientos, y puede aumentar el riesgo de contaminación cruzada del reactivo y/o la muestra entre los alojamientos. En algunas formas de realización, cada alojamiento que incluye al menos un reactivo puede tener un ancho de entrada del primer subconjunto de entradas (432), y cada alojamiento sin un reactivo puede tener un ancho de entrada del segundo subconjunto de entradas (434).

Reflector(es)

En algunas formas de realización, un rotor, como se describe en la presente, puede incluir un conjunto de reflectores (por ejemplo, superficies reflectoras) posicionados radialmente hacia adentro de un conjunto de alojamientos. El conjunto de reflectores puede estar configurado para recibir y reflejar un haz de luz utilizado como una señal de tiempo para el análisis óptico de un alojamiento adyacente. Un detector puede recibir un haz de luz recibido y reflejado por el reflector. Un dispositivo de control puede procesar la señal de luz recibida del reflector para activar una fuente de radiación a fin de guiar un haz de luz configurado para pasar a través de una vía óptica de un alojamiento. Por ejemplo, el haz de luz recibido del reflector puede indicar que el alojamiento puede pasar pronto entre la fuente de radiación y el detector (por ejemplo, dentro de unos pocos microsegundos). La Figura 4C es una vista lateral en sección transversal de un reflector (440) representado en la Figura 4A. Cada reflector del conjunto de reflectores (440) puede estar dispuesto entre alojamientos adyacentes del conjunto de alojamientos (430). Cada reflector del conjunto de reflectores (440) puede definir una cavidad en forma de prisma y puede formarse en una capa sustancialmente transparente del rotor (por ejemplo, una primera capa (101, 201, 301)), como se describe en detalle en la presente. Cada cavidad en forma de prisma puede incluir una superficie reflectora. Cada reflector del conjunto de reflectores puede estar configurado para recibir y desviar un haz de luz a alrededor de 90° (aunque un ángulo diferente de 90° se puede usar como alojamiento). Por ejemplo, la superficie reflectora puede estar orientada a un ángulo de alrededor de 45° con respecto a un eje de rotación del rotor (por ejemplo, un eje perpendicular a un plano del rotor) y puede estar configurada para generar un reflejo interno total en una interfaz de rotor y aire.

En algunas formas de realización, un pulidor puede estar dispuesto sobre una superficie reflectora de cada cavidad en forma de prisma del conjunto de reflectores (440). Una superficie reflectora del reflector puede incluir un pulidor que tiene una rugosidad superficial que promedia entre alrededor de 0 y alrededor de 3. En algunas formas de realización, un ancho de un reflector puede ser de entre alrededor de 0.5 mm y alrededor de 2.5 mm, una longitud del reflector puede ser de entre alrededor de 2 mm y alrededor de 3 mm, y un ángulo de una superficie reflectora con respecto a un plano del rotor puede ser de entre alrededor de 30 grados y alrededor de 60 grados.

Cavidad arqueada

Los rotores, como se describen en la presente, están configurados para recibir una muestra a través de una abertura que conduce a una cámara que recibe la muestra. Por ejemplo, la muestra puede ingresar en el rotor mediante el

uso de una pipeta. Una pipeta puede estar configurada para emitir una muestra a través de una punta estrecha a alta velocidad, lo cual puede generar uno o más de formación de burbujas de aire y rebalse de muestra cuando se introduce en algunos rotores convencionales. La Figura 5A es una vista en planta detallada de una cavidad arqueada (510) (por ejemplo, una cámara que recibe la muestra) de un rotor (500). La Figura 5B es una vista lateral en sección transversal detallada de la cavidad arqueada (510) representada en la Figura 5A. El rotor (500) incluye una primera capa transparente (501) acoplada a una segunda capa (502) sustancialmente opaca (por ejemplo, sustancialmente absorbente de radiación infrarroja). La cavidad arqueada (510) puede estar configurada para recibir y mantener un fluido antes del suministro a un conjunto de alojamientos (530) del rotor (500).

La segunda capa (502) además puede definir un canal (520). La primera capa (501) y la segunda capa (502) además pueden definir colectivamente otras estructuras del rotor (500) (por ejemplo, cavidades, canales, orificios, protuberancias, proyecciones), descritas con mayor detalle en la presente. Por ejemplo, la segunda capa (502) puede definir una o más partes de un conjunto de canales (520, 522), un conjunto de entradas (532), un conjunto de alojamientos (530) y un conjunto de reflectores (540), como se describe en detalle en la presente. Una trayectoria de comunicación de fluido puede establecerse entre la abertura del rotor (500), la cavidad arqueada (510), el conjunto de canales (520, 522), el conjunto de entradas (532) y el conjunto de alojamientos (530). La cavidad arqueada (510) puede estar configurada para la comunicación de fluido entre la abertura y el conjunto de canales (520).

Como se muestra en la Figura 5A, un ancho de la cavidad arqueada (510) puede estrecharse en una dirección proximal a distal (por ejemplo, en la dirección de las agujas del reloj en la Figura 5A). En algunas formas de realización, la cavidad arqueada (511) puede tener una relación de ancho con respecto a profundidad de entre alrededor de 0.8 a alrededor de 1.2. En esta configuración, donde el ancho y la profundidad de la cavidad arqueada (510) son generalmente similares, la cavidad arqueada puede reducir la generación de burbujas de aire y reserva de muestra cuando la muestra se introduce en la cavidad arqueada (510) mediante el uso de una pipeta. Por ejemplo, se puede pipetear una muestra de sangre en la cavidad arqueada a través de un puerto de muestra de la cámara que recibe la muestra.

Además, la segunda capa (502) del rotor (500) puede formar un ancho de la cavidad arqueada (510) para que el "piso" de la cavidad arqueada (510) sea sustancialmente opaco. En consecuencia, se puede formar un contraste fácilmente visible cuando se recibe la muestra, tal como la sangre, en la cavidad arqueada (510), la cual puede contribuir al llenado de la muestra en el rotor (500).

Una tercera capa transparente (no mostrada por razones de claridad) se acopla a la segunda capa (502) y puede formar el "techo" de la cavidad arqueada (510). La tercera capa puede definir una abertura (no mostrada) alineada con la cavidad arqueada (510), de modo que la cavidad arqueada (510) pueda recibir fluido a través de la abertura. En algunas formas de realización, la cavidad arqueada (510) puede tener una profundidad de entre alrededor de 1.0 mm y alrededor de 10 mm y puede definir un volumen de entre alrededor de 50 μ L y alrededor de 200 μ L. Esto puede contribuir a una distribución y llenado uniformes de la cavidad arqueada (510) sin que la muestra rebalse una abertura en la cavidad arqueada.

En algunas formas de realización, la cavidad arqueada puede estar configurada para mantener un fluido, mezclar un fluido con otra sustancia, generar una o más reacciones químicas y/o usarse para caracterizar el fluido y/u otras sustancias en la cavidad arqueada. En algunas formas de realización, el fluido se puede mezclar con un reactivo, tal como un diluyente o un tinte dentro de la cavidad arqueada. Por ejemplo, un reactivo puede estar dispuesto en la cavidad arqueada en forma de líquido o sólido (por ejemplo, microesfera, pélet y similares). El reactivo puede estar unido (por ejemplo, revestido) a una superficie de la cavidad arqueada, tal como una pared lateral, y/o unido a una matriz sólida. Las reacciones químicas dentro de la cavidad arqueada pueden incluir reacciones inmunoquímicas heterogéneas y reacciones químicas que tienen etapas discretas. Por ejemplo, un precipitado puede formarse y asentarse en la cavidad arqueada. A partir de entonces, el sobrenadante puede decantarse.

En algunas formas de realización, los fluidos en la cavidad arqueada se pueden analizar ópticamente para caracterizar el fluido. Por ejemplo, el fluido en la cavidad arqueada expuesta a un haz de luz puede generar un efecto óptico que se puede detectar y analizar de manera análoga al análisis óptico del conjunto de alojamientos. En particular, se pueden medir uno o más de densidad, altura y volumen del fluido. Las características del fluido en la cavidad arqueada se pueden comparar con el fluido en el conjunto de alojamientos.

Conducto

La Figura 6 es una vista en planta detallada de un canal (622) de un rotor (600). El rotor (600) puede definir un conjunto de canales, tal como un conducto (622) (por ejemplo, un sifón) que incluye una entrada (623), una parte en forma de U (625) y una salida (627). El conducto (622) puede estar configurado para acoplar una cavidad que recibe la muestra a una cavidad de mezcla. El conducto (622) puede estar configurado para suministrar un volumen predeterminado de fluido (por ejemplo, plasma) a través de una trayectoria de comunicación de fluido (por ejemplo, entre una abertura y un conjunto de alojamientos) cuando el rotor está estacionario y a fin de evitar el flujo del fluido cuando gira el rotor. Es decir, uno o más conductos de un rotor pueden estar configurados para suministrar volúmenes dosificados de fluido a una cavidad deseada en el rotor.

En algunas formas de realización, el conducto (622) puede estar configurado para que el fluido introducido en el conducto (625) a través de la entrada (623) no fluya a través de la parte en forma de U (625) (por ejemplo, codo) cuando gira el rotor. Luego de que el rotor deja de girar, las fuerzas capilares pueden extraer el fluido a través de la parte en forma de U (625). Si el rotor vuelve a girar, la fuerza centrífuga puede hacer avanzar el fluido a la salida (627). La parte en forma de U (625) del conducto (622) puede estar más cerca del centro del rotor (600) (por ejemplo, más radialmente hacia adentro) que la entrada (623) y la salida (627). La salida (627) puede extenderse más cerca de la periferia del rotor (600) que la entrada (623) (por ejemplo, más radialmente hacia afuera).

En algunas formas de realización, el rotor puede incluir al menos un conducto. Por ejemplo, el rotor puede incluir tres conductos configurados para acoplar la cámara que recibe la muestra a la cámara de mezcla, la cámara de dosificación a la cámara de mezcla, y la cámara de mezcla al canal.

Mecanismo de perforación de recipiente

La Figura 7A es una vista en despiece ilustrativa de un ensamblaje de rotor (700) y la Figura 7B es una vista en perspectiva detallada de una tercera capa (703) del ensamblaje de rotor (700). El ensamblaje de rotor (700) puede incluir un rotor similar, desde el punto de vista estructural y/o funcional, a los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600), como se describe en la presente. El ensamblaje de rotor (700) incluye una primera capa (701) acoplada a un primer lado (por ejemplo, la parte inferior) de una segunda capa (702). La primera capa (701) y la segunda capa (702) pueden definir colectivamente un conjunto de alojamientos (730). El ensamblaje de rotor (700) puede incluir una tercera capa (703) que puede acoplarse a un segundo lado (por ejemplo, la parte superior) de la segunda capa (702). La tercera capa (703) define una abertura (740) configurada para recibir un fluido tal como sangre. La tercera capa (703) puede incluir un conjunto de protuberancias (710) que se extiende hacia la segunda capa (702). El conjunto de protuberancias (710) puede incluir cualquier cantidad y formas adecuadas para perforar un recipiente (750) dispuesto dentro de una cavidad (752) de la segunda capa (702) del ensamblaje de rotor (700). La cavidad (752) puede definir un orificio (por ejemplo, un receptáculo) configurado para recibir, por ejemplo, un huso de una centrífuga. Por ejemplo, la cavidad (752) puede recibir un poste de un huso que puede estar configurado para acoplar el recipiente (750) y hacer avanzar el recipiente hacia el conjunto de protuberancias (710) de la tercera capa (703). El recipiente (750) se puede dimensionar y posicionar para mantenerse en la cavidad (752) y disponerse sobre el orificio.

En algunas formas de realización, el ensamblaje de rotor (700) puede incluir una cuarta capa (704) que puede acoplarse a una superficie externa de una tercera capa (703). La cuarta capa (704) puede incluir un conjunto de protuberancias (794) configuradas para encajar dentro de los orificios correspondientes (796) de la tercera capa (703). La cuarta capa (704) puede definir un conjunto de aberturas (792) configuradas para permitir la transmisión de luz sin impedimentos a través del conjunto de alojamientos (730) y/o reducir el peso.

En algunas formas de realización, el rotor (700) puede estar configurado para liberar fluido (por ejemplo, diluyente) mantenido en un recipiente (750) como respuesta al avance del recipiente hacia la tercera capa (703) y alejado de la segunda capa (702). El recipiente (750) se puede montar en una cavidad (752) del rotor (700). Una parte del recipiente (750) se puede sellar con una membrana (por ejemplo, sello laminado) en un primer lado y con una superficie rígida en un segundo lado opuesto al primer lado. En algunas formas de realización, la membrana puede estar configurada para ser perforada por el conjunto de protuberancias (710) de la tercera capa (703) del ensamblaje de rotor (700), cuando el recipiente (750) avanza hacia la tercera capa (703), por ejemplo, cuando el rotor (700) está montado a una centrífuga (no se muestra) y una parte de la centrífuga introduce el recipiente (750) en las protuberancias (710). En algunas formas de realización, cuando un rotor se coloca en un huso, el huso entra en contacto con una superficie inferior del recipiente (750) y la eleva.

Recipiente

En algunas formas de realización, un recipiente puede estar configurado para contener un diluyente, formar un sello hermético frente a la cavidad sobre la cual está dispuesto, y deslizarse dentro de la cavidad cuando es empujado por una fuerza externa. En algunas formas de realización, el recipiente puede ser cilíndrico. La Figura 15A es una vista lateral ilustrativa de un recipiente (1500) que incluye un cuerpo (1510) y un sello (1520) (por ejemplo, un sello elastomérico). Las Figuras 15D y 15E son vistas en perspectiva de un ensamblaje de rotor y el recipiente. Uno o más partes de la circunferencia de un recipiente (1500) pueden incluir un sello elastomérico (1520) (por ejemplo, caucho) que puede estar configurado para acoplarse a una pared de una cavidad (1530) de rotor (1550) a través de un ajuste de interferencia. Por ejemplo, el sello elastomérico (1520) puede estar configurado para que el recipiente (1510) en reposo permanezca en una posición fija dentro del rotor (1550) y forme un sello hermético al agua. Sin embargo, cuando se acopla a través de un huso u otra protuberancia, el recipiente (1500) puede avanzar hacia arriba en dirección a una tercera capa (no mostrada) del rotor (1550), mientras mantiene un sello con el rotor (1550). Cuando el recipiente (1500) se perfora mediante protuberancias, el sello elastomérico (1520) puede estar configurado para evitar que fluya líquido a lo largo de los lados del recipiente (1500) y sobre una superficie inferior de la cavidad (1530). Por lo tanto, un sello elastomérico (1520) de un recipiente (1500) puede asegurar que el fluido fluya del recipiente (750) a una cámara de dosificación adyacente sin pérdida de fluido. El fluido dentro de un recipiente (1500) puede salir del recipiente (1500) mediante una o más de fuerza centrífuga y gravedad.

En algunas formas de realización, un recipiente (1500) puede estar compuesto de un material de barrera de fluido que incluye plásticos y otros materiales poliméricos, tales como polietileno de alta densidad. El recipiente (1500) se puede fabricar mediante uno o más de moldeo, formación a presión, formación al vacío y mecanizado. Por ejemplo, el recipiente se puede formar mediante un proceso de moldeo por inyección de dos disparos. La Figura 15C es una

El cuerpo del recipiente (1510) puede definir una o más cavidades (por ejemplo, compartimentos, cámaras), como se muestra con una cavidad en la Figura 15B. Cada cavidad del recipiente (1500) puede tener el mismo contenido o uno diferente. Por ejemplo, una primera cavidad puede tener un fluido (por ejemplo, diluyente), mientras que una segunda cavidad puede tener un reactivo liofilizado. Cada cavidad puede contener el mismo fluido o uno diferente. Por ejemplo, dos cavidades de un recipiente (750) pueden estar acopladas a una cavidad arqueada de la segunda capa (702) en la que se mezcla un conjunto de fluidos (por ejemplo, diluyente, muestra y un compuesto marcador).

La membrana (por ejemplo, sello laminado) puede estar laminada con polietileno u otro plástico. Cada cavidad del recipiente (1500) puede tener su propia membrana. El recipiente (1500) se puede elaborar al llenar el recipiente (1500) con un volumen predeterminado de fluido (por ejemplo, diluyente, reactivo) y cerrar el recipiente (1500), por ejemplo, mediante uno o más de termosellado y soldadura ultrasónica.

Diluyente

Los rotores, como se describen en la presente, pueden incluir un diluyente para que se mezcle con una muestra (por ejemplo, fluido, plasma). Un diluyente puede estar dispuesto dentro del rotor como se describe en la presente con respecto a un recipiente de diluyente o puede introducirse en una cavidad arqueada del rotor. En algunas formas de realización, un diluyente puede incluir una concentración isotónica de un compuesto que no interfiera con el análisis de una muestra. El diluyente puede incluir uno o más de una solución salina (por ejemplo, 0.5% de NaCl en agua), solución amortiguada con fosfato, solución de lactato de Ringer, acetato de tetrametilamonio, inositol, compuestos marcadores, combinaciones de estos y similares. Por ejemplo, un diluyente puede tener sustancialmente ninguna capacidad amortiguadora al pH de un ensayo particular.

Reactivo

Un reactivo se puede preparar al formar una solución acuosa dispensada de manera uniforme como gotas en un líquido criogénico, y liofilizar las gotas congeladas. El líquido criogénico puede ser, por ejemplo, nitrógeno líquido no agitado. El reactivo puede incluir uno o más de diluyentes, soluciones acuosas, amortiguadores, compuestos orgánicos, productos químicos deshidratados, cristales, solventes y compuestos marcadores. Los compuestos marcadores pueden incluir un tinte, sustancias fluorescentes y fosforescentes, materiales de etiquetado radioactivo, enzimas, biotina y compuestos inmunológicos.

En algunas formas de realización, un reactivo puede tener una forma generalmente esférica con un diámetro de entre alrededor de 1.0 mm y alrededor de 2.3 mm, y un coeficiente de variación de peso menor de alrededor de 3%. En algunas formas de realización, un reactivo liofilizado puede incluir uno o más de un tensioactivo en una concentración suficiente para inhibir la formación de burbujas cuando el reactivo se disuelve, y un agente de relleno en una concentración suficiente para facilitar la formación de estructuras reticulares químicas capaces de conducir agua en el reactivo. Por ejemplo, el tensioactivo puede ser un detergente no iónico, tal como lauril éter de octoxinol 9 o polioxietileno 9. La concentración de un tensioactivo en el reactivo puede estar configurada para que la concentración en el reactivo reconstituido sea de entre alrededor de 0.08 g y alrededor de 3.1 g cada 100 mL. La estructura reticular química formada por el agente de relleno puede permitir que el reactivo se disuelva rápidamente y por completo en una solución o diluyente de muestra. En algunas formas de realización, un agente de relleno puede incluir uno o más de polietilenglicol, mioinositol, polivinilpirrolidona, albúmina de suero bovino, dextrano, manitol, colato de sodio, combinaciones de estos y similares. El agente de relleno puede tener una concentración de entre alrededor de 10% y alrededor de 50% en peso seco.

En algunas formas de realización, los compuestos marcadores detectables fotométricamente pueden estar configurados para generar una reacción de color y pueden incluir yoduro de 1,1',3,3',3'-hexametilindotricarboianina y sales de 1,1'-bis (sulfoalquil)-3,3',3'-tetrametilindotricarboianina. Los compuestos marcadores se pueden usar, por ejemplo, para determinar la dilución *in situ* y pueden incluir compuestos detectables fotométricamente. Una concentración del marcador puede determinarse fotométricamente al comparar la absorbancia de la muestra diluida a una longitud de onda predeterminada con una solución de referencia de concentración conocida. La relación de las concentraciones del marcador antes y después de mezclarlo con una muestra se puede usar para calcular la dilución de la muestra.

Los compuestos marcadores también pueden incluir sustratos enzimáticos tales como p-nitrofenil fosfato, glucosa-6-fosfato deshidrogenasa y D-lactato. El compuesto p-nitrofenilfosfato es un sustrato para fosfatasa alcalina y puede estar configurado para generar un producto de reacción de p-nitrofenol de color.

II. Sistemas

Sistema de análisis de fluido

En la presente se describen sistemas de análisis de fluido que pueden incluir uno o más de los componentes necesarios para llevar a cabo un análisis de fluido mediante el uso de los dispositivos de acuerdo con diversas formas de realización descritas en la presente. Por ejemplo, los sistemas de análisis de fluido descritos en la presente pueden procesar y analizar de manera automática una muestra aplicada a un dispositivo de rotor para identificar y/o analizar uno o más analitos. Generalmente, los sistemas de análisis de fluido descritos en la presente pueden incluir uno o más de un ensamblaje de rotor, una fuente de radiación, un detector y un controlador (incluidos una memoria, un procesador e instrucciones de computadora). La fuente de radiación puede estar configurada para emitir una señal de luz (por ejemplo, un haz de luz) y para iluminar un conjunto de alojamientos del rotor. Un detector puede estar configurado para recibir el haz de luz que pasó a través del rotor. Un controlador acoplado al detector puede estar configurado para recibir datos de señal correspondientes al haz de luz recibido por el detector y generar datos de analitos con el uso de los datos de señal. Uno o más analitos del fluido pueden ser identificados por el controlador mediante los datos de analitos. La muestra puede incluir al menos uno o más de sangre, suero, plasma, orina, esputo, semen, saliva, líquido del lente ocular, líquido cerebral, líquido espinal, líquido amniótico, y medio de cultivo de tejido, así como productos químicos alimenticios e industriales, combinaciones de estos y similares.

Sistema de fabricación de rotor

En la presente se describen sistemas de fabricación de rotor que pueden incluir uno o más de los compuestos necesarios para fabricar los dispositivos de rotor descritos en la presente. Por ejemplo, los sistemas de fabricación descritos en la presente pueden acoplar (por ejemplo, unir, soldar) una o más capas de un ensamblaje de rotor entre sí. Generalmente, los sistemas de fabricación descritos en la presente pueden incluir una o más de una plataforma configurada para contener uno o más componentes de rotor, una fuente de radiación, una fotomáscara y un controlador (incluidos una memoria, un procesador e instrucciones de computadora). En algunas formas de realización, la plataforma puede ser una plataforma "flotante" configurada para contener un rotor y proporcionar una alineación y acoplamiento precisos con una fotomáscara almacenada en una carcasa de fotomáscara. La fuente de radiación puede estar configurada para emitir una señal de luz (por ejemplo, un haz de luz) para soldar por láser una o más capas de un ensamblaje de rotor entre sí. Cualquiera de los dispositivos de rotor (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en la presente puede fabricarse mediante los sistemas de fabricación de rotor descritos en la presente.

Plataforma

En algunas formas de realización, una fotomáscara puede estar alineada con una plataforma configurada para contener un rotor para soldadura por láser. Debido al tamaño de los canales microfluídicos, la fotomáscara y el rotor deben estar alineados con precisión para soldar por láser de manera adecuada un rotor mediante una fotomáscara. Para asegurar una alineación consistente y adecuada entre la fotomáscara y cada parte del rotor a soldar, la plataforma puede estar configurada para moverse en un plano paralelo a la fotomáscara para mejorar la alineación del rotor con la fotomáscara. Por ejemplo, una fotomáscara se puede mantener en una posición fija y la base de rotor se puede mantener sobre una plataforma (por ejemplo, un soporte, estructura) que puede "flotar" con respecto a la fotomáscara para ayudar a posicionar y sujetar la fotomáscara al rotor.

La Figura 16 es una vista en perspectiva de una plataforma (1600) (por ejemplo, una "plataforma flotante") que puede incluir un soporte de soldadura (1610) que tiene un primer conjunto de protuberancias (1620) y un segundo conjunto de protuberancias (1630) dispuestos sobre este en un lado frente a una carcasa de fotomáscara (ver la Figura 18). El primer conjunto de protuberancias (1620) (por ejemplo, pasadores de guía) puede estar configurado para ser recibido en los orificios correspondientes en una carcasa de fotomáscara. El segundo conjunto de protuberancias (1630) (por ejemplo, pasadores de alineación de rotor) puede configurarse para ser recibido en los orificios correspondientes (por ejemplo, rebajes) en un rotor (1600), de manera tal que el rotor esté contenido sobre la plataforma (1600). El primer y el segundo conjunto de protuberancias pueden incluir, cada uno, al menos dos protuberancias. La plataforma puede incluir además uno o más mecanismos de alineación (1640) (por ejemplo, tornillos de ajuste) que pueden configurarse para mover el soporte de soldadura (1610) a lo largo de un plano de la plataforma (1600), lo que de este modo permite que el primer conjunto de protuberancias (1620) engrane con un acoplamiento de fotomáscara. El mecanismo de alineación (1640) puede funcionar manualmente o estar controlado automáticamente por un mecanismo de accionamiento (por ejemplo, puede funcionar mediante un dispositivo de control).

La Figura 17 es una vista en perspectiva en despiece de una carcasa de fotomáscara (1700) que incluye una primera capa (1710) (por ejemplo, una primera carcasa), una segunda capa (1720) (por ejemplo, una placa de vidrio), una fotomáscara (1730) y una tercera capa (1740) (por ejemplo, una segunda carcasa). La primera capa (1710) puede incluir un conjunto de casquillos (1750) (por ejemplo, casquillos de guía) correspondiente al primer conjunto de protuberancias (1620) de la plataforma (1600). En algunas formas de realización, la carcasa de fotomáscara (1700) se puede fijar en relación con la plataforma (1600). En esta configuración, la plataforma flotante permite que los casquillos y las protuberancias (por ejemplo, pasadores de guía de casquillo, pasadores de alineación de rotor) se muevan entre sí y encajen entre sí de manera que la fotomáscara pueda fijarse al rotor de manera liberable. La Figura 18 ilustra un rotor (1800) contenido en la plataforma (1600) y en posición para avanzar hacia a la carcasa de fotomáscara (1700) y fijarse de manera liberable a esta. La plataforma (1600) puede accionarse a lo largo de un eje perpendicular a la carcasa de fotomáscara (1700). En algunas formas de realización,

la fotomáscara puede estar configurada para bloquear radiación infrarroja a una o más partes del rotor acoplado a la plataforma.

Sistema de inspección de rotor

En la presente se describen sistemas de inspección de rotor que pueden incluir uno o más de los componentes necesarios para llevar a cabo un análisis de soldadura de dispositivos de rotor de acuerdo con diversas formas de realización descritas en la presente. Por ejemplo, los sistemas de inspección descritos en la presente pueden visualizar, procesar y analizar ópticamente un rotor para generar datos de rotor correspondientes a una o más estructuras/características estructurales del rotor. Por ejemplo, los datos de rotor pueden corresponder a uno o más de un conjunto de soldaduras, estructuras (por ejemplo, cavidades, canales, alojamientos) y reactivos del rotor. Generalmente, los sistemas de inspección descritos en la presente pueden incluir uno o más de una fuente de radiación (por ejemplo, una fuente de iluminación), un detector y un controlador (incluidos una memoria, un procesador e instrucciones de computadora). La fuente de radiación puede estar configurada para emitir una señal de luz (por ejemplo, un haz de luz) y para iluminar una o más estructuras del rotor. Un detector puede estar configurado para recibir el haz de luz reflejado por el rotor. Un controlador acoplado al detector puede estar configurado para recibir datos de señal correspondientes al haz de luz recibido por el detector y generar datos de rotor con el uso de los datos de señal. Una o más estructuras del rotor pueden identificarse y caracterizarse con el uso de los datos de rotor. Por ejemplo, un rotor que exceda una cantidad predeterminada de soldaduras de baja calidad puede marcarse como rechazado por el sistema de inspección de rotor. Como otro ejemplo, un rotor que tiene una cantidad predeterminada de esferas rotas de reactivo liofilizado puede marcarse para una inspección manual. Cualquiera de los dispositivos de rotor (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en la presente puede inspeccionarse mediante los sistemas de inspección de rotor descritos en la presente.

Ensamblaje de rotor

Cualquiera de los rotores centrífugos (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700), como se describen en la presente, puede usarse con los sistemas de análisis de fluido descritos en la presente. En algunas formas de realización, un rotor puede incluir una cuarta capa para mejorar el manejo, procesamiento e identificación de una muestra aplicada al rotor. Un usuario puede colocar la cuarta capa que sujeta el rotor en un sistema de análisis de fluido para el procesamiento automatizado de la muestra. La cuarta capa puede ser útil para brindar soporte físico y protección al rotor. Por ejemplo, la cuarta capa puede formar un sello alrededor de una abertura del rotor. En algunas formas de realización, la carcasa del rotor puede incluir uno o más identificadores, tales como un código de barras, código QR y uno o más fiduciales (por ejemplo, puntos de color/opacos, una regla, ranuras, puntos de referencia, marcadores), combinaciones de estos y similares.

Fuente de radiación

Los sistemas de análisis de fluido, como se describen en la presente, pueden incluir una fuente de radiación configurada para emitir una primera señal de luz (por ejemplo, iluminación) dirigida al rotor centrífugo. La fuente de radiación puede estar configurada para generar el haz de luz en las longitudes de onda UV, visibles y/o infrarrojas cercanas. Un detector, como se describe en la presente, puede estar configurado para recibir un segundo haz de luz del rotor centrífugo. La segunda señal de luz puede generarse en respuesta a la iluminación del canal microfluídico mediante la primera señal de luz. La segunda señal de luz puede usarse para generar datos de análisis para análisis. En algunas formas de realización, la fuente de radiación puede incluir uno o más de un diodo emisor de luz, láser, microscopio, sensor óptico, lente y lámpara de destello. Por ejemplo, la fuente de radiación puede generar luz que puede ser transportada por cables de fibra óptica o pueden configurarse uno o más LED para proporcionar iluminación. En otro ejemplo, un fibroscopio que incluye un conjunto de fibras ópticas flexibles puede estar configurado para recibir y propagar luz a partir de una fuente de luz externa.

Detector

Generalmente, los sistemas de análisis de fluido descritos en la presente pueden incluir un detector usado para recibir señales de luz (por ejemplo, haces de luz) que pasan a través de una muestra dentro de un alojamiento de un rotor centrífugo. La luz recibida se puede usar para generar datos de señal que pueden ser procesados por un procesador y una memoria para generar datos de análisis. El detector puede estar dispuesto en un lado del rotor centrífugo opuesto al de una fuente de radiación de manera que el detector reciba un haz de luz (por ejemplo, una segunda señal de luz) a partir de la fuente de radiación que pasó a través de uno o más alojamientos del rotor centrífugo. El detector puede estar configurado además para visualizar uno o más identificadores (por ejemplo, código de barras) e identificadores del rotor centrífugo. En algunas formas de realización, el detector puede incluir uno o más de un lente, una cámara y óptica de medición. Por ejemplo, el detector puede incluir un sensor óptico (por ejemplo, un dispositivo acoplado cargado (CCD) o un sensor óptico de semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS)) y puede estar configurado para generar una señal de imagen que se transmite a una pantalla. Por ejemplo, el detector puede incluir una cámara con un sensor de imagen (por ejemplo, una matriz CMOS o CCD con o sin una matriz de filtros de color y circuitos de procesamiento asociados).

Dispositivo de control

Los sistemas de análisis de fluido, los sistemas de fabricación de rotor y los sistemas de inspección de rotor descritos en la presente pueden acoplarse a uno o más dispositivos de control (por ejemplo, sistemas informáticos) y/o redes. La Figura 8B es un diagrama de bloques del dispositivo de control (820). El dispositivo de control (820) puede incluir un controlador (822) que tiene un procesador (824) y una memoria (826). En algunas formas de realización, el dispositivo de control (820) puede incluir además una interfaz de comunicación (830). El controlador (822) puede acoplarse a la interfaz de comunicación (830) para permitir que un usuario controle de manera remota el dispositivo de control (820), una fuente de radiación (810), un ensamblaje de rotor centrífugo (812), un detector (814) y cualquier otro componente del sistema (800). La interfaz de comunicación (830) puede incluir una interfaz de red (832) configurada para conectar el dispositivo de control (820) a otro sistema (por ejemplo, Internet, un servidor remoto, una base de datos) a través de una red cableada y/o inalámbrica. La interfaz de comunicación (830) puede incluir además una interfaz de usuario (834) configurada para permitir que un usuario controle directamente el dispositivo de control (820).

Controlador

Generalmente, los sistemas de análisis de fluido descritos en la presente pueden incluir un rotor centrífugo y un correspondiente dispositivo de control acoplado a una fuente de radiación y un detector. En algunas formas de realización, un detector puede estar configurado para generar datos de señal. Los datos de señal pueden ser recibidos por un controlador y pueden usarse para generar datos de análisis correspondientes a uno o más análisis de una muestra. En consecuencia, el dispositivo de control puede identificar y/o caracterizar uno o más análisis de una muestra. Como se describe con más detalle en la presente, el controlador (822) puede estar acoplado a una o más redes mediante el uso de una interfaz de red (832). El controlador (822) puede incluir un procesador (824) y una memoria (826) acoplada a una interfaz de comunicación (830) que incluye una interfaz de usuario (834). El controlador (822) puede llevar a cabo automáticamente una o más etapas de identificación, procesamiento, análisis de imagen y análisis de análisis del rotor centrífugo, y así mejorar una o más de la especificidad, sensibilidad y velocidad del análisis de fluido.

El controlador (822) puede incluir instrucciones de computadora con respecto a su funcionamiento para hacer que el procesador (824) lleve a cabo uno o más de las etapas descritas en la presente. En algunas formas de realización, las instrucciones de computadora pueden estar configuradas para hacer que el procesador reciba datos de señal desde el detector, genere datos de análisis mediante los datos de señal, e identifique uno o más análisis del fluido mediante los datos de análisis. En algunas formas de realización, las instrucciones de computadora pueden configurarse para hacer que el controlador establezca parámetros de datos de imágenes. Las instrucciones de computadora pueden configurarse para hacer que el controlador genere los datos de análisis. Los datos de señal y el análisis se pueden guardar para cada alojamiento de cada rotor centrífugo.

Un dispositivo de control (820), como se representa en la Figura 8B, puede incluir un controlador (822) en comunicación con el sistema de análisis de fluido (800) (por ejemplo, una fuente de radiación (810), un ensamblaje de rotor centrífugo (812) y un detector (814)). El controlador (822) puede incluir uno o más procesadores (824) y una o más memorias legibles por máquina (826) en comunicación con el uno o más procesadores (824). El procesador (824) puede incorporar datos recibidos de la memoria (826) y la entrada del usuario para controlar el sistema (800). La memoria (826) puede almacenar además instrucciones para hacer que el procesador (824) ejecute módulos, procesos y/o funciones asociados con el sistema (800). El controlador (822) puede conectarse a y controlar uno o más de una fuente de radiación (810), ensamblaje de rotor centrífugo (812), detector (814), interfaz de comunicación (830) y similares por medio de canales de comunicación cableados y/o inalámbricos.

El controlador (822) puede implementarse de acuerdo con numerosos sistemas o configuraciones informáticas de propósito general o de propósito especial. Diversos ejemplos de sistemas, entornos y/o configuraciones informáticas que pueden ser adecuados para su uso con los sistemas y dispositivos divulgados en la presente pueden incluir, entre otros, *software* u otros componentes dentro de, o incorporados en, un servidor o dispositivos informáticos de servidor, tales como componentes de enrutamiento/conectividad, sistemas multiprocesadores, sistemas basados en microprocesadores, redes informáticas distribuidas, dispositivos informáticos personales, dispositivos de red, dispositivos portátiles (por ejemplo, de mano) o computadoras portátiles. Los ejemplos de dispositivos informáticos portátiles incluyen teléfonos inteligentes, asistentes digitales personales (PDA), teléfonos celulares, tabletas, computadoras portátiles que toman la forma de relojes inteligentes y similares, y dispositivos portátiles o de realidad aumentada que interactúan con el entorno del paciente a través de sensores y pueden usar pantallas montadas en la cabeza para visualización, seguimiento de la mirada y entrada del usuario.

Procesador

El procesador (824) puede ser cualquier dispositivo de procesamiento adecuado configurado para realizar y/o ejecutar un conjunto de instrucciones o código, y puede incluir uno o más procesadores de datos, procesadores de imágenes, unidades de procesamiento de gráficos, unidades de procesamiento físico, procesadores de señales digitales y/o unidades centrales de procesamiento. El procesador (824) puede ser, por ejemplo, un procesador de propósito general, una matriz de puertas programable por campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), combinaciones de estos y similares. El procesador (824) puede estar configurado para realizar y/o ejecutar procesos de aplicación y/u otros módulos, procesos y/o funciones asociados con el sistema y/o una red

asociada a este. Las tecnologías de dispositivos subyacentes pueden proporcionarse en una variedad de tipos de componentes, que incluyen tecnologías de transistores de efecto de campo de semiconductores de óxido de metal (MOSFET) como semiconductores de óxido de metal complementarios (CMOS), tecnologías bipolares como lógica de acoplamiento de emisor (ECL), tecnologías de polímeros (por ejemplo, polímero conjugado con silicio y estructuras de polímero-metal conjugadas con metal), mezcla analógica y digital, combinaciones de estos y similares.

Memoria

En algunas formas de realización, la memoria (826) puede incluir una base de datos (no mostrada) y puede ser, por ejemplo, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria tampón, un disco duro, una memoria de solo lectura programable y borrrable (EPROM), una memoria de solo lectura borrrable eléctricamente (EEPROM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria flash, combinaciones de estos y similares. Como se usa en la presente, base de datos se refiere a un recurso de almacenamiento de datos. La memoria (826) puede almacenar instrucciones para hacer que el procesador (824) ejecute módulos, procesos y/o funciones asociados con el dispositivo de control (820), tales como calibración, indexación, procesamiento de señales del rotor centrífugo, análisis de imágenes, análisis de analitos, notificación, comunicación, autenticación, ajustes de usuario, combinaciones de estos y similares. En algunas formas de realización, el almacenamiento puede estar basado en red y ser accesible para uno o más usuarios autorizados. Almacenamiento basado en red puede denominarse almacenamiento de datos remoto o almacenamiento de datos en la nube. Los datos y análisis de señal almacenados en el almacenamiento de datos en la nube (por ejemplo, una base de datos) pueden ser accesibles para los usuarios autorizados a través de una red, tal como Internet. En algunas formas de realización, la base de datos (840) puede ser una FPGA basada en la nube.

Algunas formas de realización descritas en la presente se refieren a un producto de almacenamiento informático con un medio legible por computadora no transitorio (también puede denominarse medio legible por procesador no transitorio) que tiene instrucciones o código informático para llevar a cabo diversas operaciones implementadas por computadora. El medio legible por computadora (o medio legible por procesador) no es transitorio en el sentido de que no incluye señales de propagación transitorias *per se* (por ejemplo, una onda electromagnética en propagación que transporta información en un medio de transmisión tal como el espacio o un cable). Los medios y el código informático (también puede denominarse código o algoritmo) pueden ser aquellos diseñados y construidos para un propósito o propósitos específicos.

Los ejemplos de medios legibles por computadora no transitorios incluyen, entre otros, medios de almacenamiento magnéticos, tales como discos duros, disquetes y cintas magnéticas; medios de almacenamiento óptico, tales como discos compactos/discos de video digital (CD/DVD); memorias de solo lectura de disco compacto (CD-ROM); dispositivos holográficos; medios de almacenamiento magneto-ópticos, tales como discos ópticos; dispositivos de almacenamiento de estado sólido, tales como una unidad de estado sólido (SSD) y una unidad híbrida de estado sólido (SSHD); módulos de procesamiento de señales de onda portadora; y dispositivos de hardware que están especialmente configurados para almacenar y ejecutar un código de programa, tales como circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), dispositivos lógicos programables (PLD), memoria de solo lectura (ROM) y dispositivos de memoria de acceso aleatorio (RAM). Otras formas de realización descritas en la presente se refieren a un producto de programa informático, que puede incluir, por ejemplo, las instrucciones y/o código informático divulgados en la presente.

Los sistemas, dispositivos y procedimientos descritos en la presente pueden llevarse a cabo mediante *software* (ejecutado en *hardware*), *hardware*, o una combinación de estos. Los módulos de *hardware* pueden incluir, por ejemplo, un procesador de propósito general (o microprocesador o microcontrolador), una matriz de puertas programable por campo (FPGA), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), combinaciones de estos y similares. Los módulos de *software* (ejecutados en *hardware*) pueden expresarse en una variedad de lenguajes de *software* (por ejemplo, código informático), que incluyen C, C++, Java®, Python, Ruby, Visual Basic® y/u otros lenguajes de programación y herramientas de desarrollo orientados a objetos, procedimentales u otros. Los ejemplos de código informático incluyen, entre otros, microcódigo o microinstrucciones, instrucciones de máquina, tales como las producidas por un compilador, código utilizado para producir un servicio web y archivos que contienen instrucciones de nivel superior que son ejecutadas por una computadora mediante el uso de un intérprete. Los ejemplos adicionales de código informático incluyen, entre otros, señales de control, código cifrado y código comprimido.

Interfaz de comunicación

La interfaz de comunicación (830) puede permitir que un usuario interactúe con el sistema (800) y/o lo controle de manera directa y/o remota. Por ejemplo, una interfaz de usuario (834) del sistema (800) puede incluir un dispositivo de entrada para que un usuario ingrese comandos y un dispositivo de salida para que un usuario y/u otros usuarios (por ejemplo, técnicos) reciban una salida (por ejemplo, visualizar datos de muestra en un dispositivo de visualización) relacionada con el funcionamiento del sistema (800). En algunas formas de realización, una interfaz de red (832) puede permitir que el dispositivo de control (820) se comuniquen con uno o más de una red (870) (por ejemplo, Internet), un servidor remoto (850) y una base de datos (840), como se describe con más detalle en la

presente.

Interfaz de usuario

La interfaz de usuario (834) puede servir como una interfaz de comunicación entre un usuario (por ejemplo, un operador) y el dispositivo de control (820). En algunas formas de realización, la interfaz de usuario (834) puede incluir un dispositivo de entrada y un dispositivo de salida (por ejemplo, pantalla táctil y pantalla) y puede configurarse para recibir datos de entrada y datos de salida desde uno o más sensores, dispositivo de entrada, dispositivo de salida, red (870), una base de datos (840) y servidor (850). Por ejemplo, los datos de señal generados por un detector pueden ser procesados por un procesador (824) y una memoria (826), y emitidos visualmente por uno o más dispositivos de salida (por ejemplo, una pantalla). La interfaz de usuario (834) puede recibir datos de señal, datos de imágenes y/o datos de análisis y emitirlos de forma visual, audible y/o mediante retroalimentación háptica a través de uno o más dispositivos de salida. Como otro ejemplo, el control de usuario de un dispositivo de entrada (por ejemplo, palanca de mando, teclado, pantalla táctil) puede ser recibido por la interfaz de usuario (834) y luego puede ser procesado por un procesador (824) y una memoria (826) para que la interfaz de usuario (834) emita una señal de control a uno o más componentes del sistema de análisis de fluido (800). En algunas formas de realización, la interfaz de usuario (834) puede funcionar como un dispositivo de entrada y salida (por ejemplo, un controlador de mano configurado para generar una señal de control mientras que también proporciona retroalimentación háptica a un usuario).

Dispositivo de salida

Un dispositivo de salida de una interfaz de usuario (834) puede generar datos de imagen y/o datos de análisis correspondientes a una muestra y/o sistema (800), y puede incluir uno o más de un dispositivo de visualización, dispositivo de audio y dispositivo háptico. El dispositivo de visualización puede estar configurado para mostrar una interfaz gráfica de usuario (GUI). La consola de usuario (860) puede incluir una pantalla integrada y/o una salida de video que se puede conectar para emitirse a una o más pantallas genéricas, incluidas pantallas remotas accesibles a través de Internet o una red. Los datos de salida también se pueden cifrar para garantizar la privacidad y la totalidad o parte de los datos de salida se pueden guardar en un servidor o en un sistema de registro médico electrónico. Un dispositivo de visualización puede permitir que un usuario vea datos de señal, datos de calibración, datos de funcionalización, datos de imágenes, datos de análisis, datos del sistema, datos de fluido, datos del paciente y/u otros datos procesados por el controlador (822). En algunas formas de realización, un dispositivo de salida puede incluir un dispositivo de visualización que incluya al menos uno de un diodo emisor de luz (LED), pantalla de cristal líquido (LCD), pantalla electroluminiscente (ELD), panel de pantalla de plasma (PDP), transistor de película delgada (TFT), diodos emisores de luz orgánicos (OLED), pantalla de papel electrónico/tinta electrónica, pantalla láser, pantalla holográfica, combinaciones de estos y similares.

Un dispositivo de audio puede emitir de manera audible datos del paciente, datos de fluido, datos de imágenes, datos de análisis, datos del sistema, alarmas y/o advertencias. Por ejemplo, el dispositivo de audio puede emitir una advertencia audible cuando ocurre una inserción incorrecta del rotor centrífugo en el ensamblaje de rotor centrífugo. En algunas formas de realización, un dispositivo de audio puede incluir al menos uno de un altavoz, un dispositivo de audio piezoeléctrico, un altavoz magnetostriectivo y/o un altavoz digital. En algunas formas de realización, un usuario puede comunicarse con otros usuarios mediante el uso del dispositivo de audio y un canal de comunicación.

Se puede incorporar un dispositivo háptico en uno o más de los dispositivos de entrada y salida para proporcionar una salida sensorial adicional (por ejemplo, retroalimentación de fuerza) al usuario. Por ejemplo, un dispositivo háptico puede generar una respuesta táctil (por ejemplo, vibración) para confirmar la entrada del usuario a un dispositivo de entrada (por ejemplo, palanca de mando, teclado, superficie táctil). En algunas formas de realización, el dispositivo háptico puede incluir un motor vibratorio configurado para proporcionar retroalimentación táctil háptica a un usuario. En algunas formas de realización, la retroalimentación háptica puede confirmar el inicio y la finalización del procesamiento del rotor centrífugo. De manera adicional o alternativa, la retroalimentación háptica puede notificar al usuario de un error, tal como la colocación y/o inserción incorrecta del rotor centrífugo en un ensamblaje de rotor centrífugo. Esto puede evitar daños potenciales al sistema.

Dispositivo de entrada

Algunas formas de realización de un dispositivo de entrada pueden incluir al menos un interruptor configurado para generar una señal de control. Por ejemplo, el dispositivo de entrada puede estar configurado para controlar el movimiento del ensamblaje de rotor centrífugo. En algunas formas de realización, el dispositivo de entrada puede incluir un transmisor cableado y/o inalámbrico configurado para transmitir una señal de control a un receptor cableado y/o inalámbrico de un controlador (822). Por ejemplo, un dispositivo de entrada puede incluir una superficie táctil para que un usuario proporcione una entrada (por ejemplo, contacto con los dedos en la superficie táctil) correspondiente a una señal de control. Un dispositivo de entrada que incluye una superficie táctil puede configurarse para detectar contacto y movimiento en la superficie táctil mediante cualquiera de una pluralidad de tecnologías de sensibilidad táctil, que incluyen tecnologías capacitivas, resistivas, infrarrojas, de imágenes ópticas, de señal dispersiva, de reconocimiento de pulso acústico y de ondas acústicas de superficie. En formas de realización de un dispositivo de entrada que incluye al menos un interruptor, un interruptor puede incluir, por

ejemplo, al menos uno de un botón (por ejemplo, una tecla fija, tecla suave), superficie táctil, teclado, palanca analógica (por ejemplo, una palanca de mando), teclado direccional, dispositivo señalador (por ejemplo, un mouse), bola de seguimiento, selector táctil, interruptor de pasos, interruptor basculante, dispositivo puntero (por ejemplo, un lápiz óptico), sensor de movimiento, sensor de imagen y micrófono. Un sensor de movimiento puede recibir datos de movimiento del usuario desde un sensor óptico y clasificar un gesto de usuario como una señal de control. Un micrófono puede recibir audio y reconocer la voz de un usuario como señal de control.

Interfaz de red

Como se representa en la Figura 8A, un dispositivo de control (820) descrito en la presente puede comunicarse con una o más redes (870) y sistemas informáticos (850) a través de una interfaz de red (832). En algunas formas de realización, el dispositivo de control (820) puede estar en comunicación con otros dispositivos a través de una o más redes cableadas y/o inalámbricas. La interfaz de red (832) puede facilitar la comunicación con otros dispositivos a través de uno o más puertos externos (por ejemplo, bus universal en serie (USB), conector multipin) configurados para acoplarse directamente a otros dispositivos o indirectamente a través de una red (por ejemplo, Internet, LAN inalámbrica).

En algunas formas de realización, la interfaz de red (832) puede incluir un receptor, transmisor y/o receptor y transmisor óptico (por ejemplo, de infrarrojos) de radiofrecuencia configurado para comunicarse con uno o más dispositivos y/o redes. La interfaz de red (832) puede comunicarse mediante cables y/o de manera inalámbrica con uno o más de los sensores, interfaz de usuario (834), red (870), base de datos (840) y servidor (850).

En algunas formas de realización, la interfaz de red (832) puede incluir circuitos de radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, un transceptor de RF) que incluye uno o más de un receptor, transmisor, y/o receptor y transmisor óptico (por ejemplo, de infrarrojos) y un transmisor configurado para comunicarse con uno o más dispositivos y/o redes. Los circuitos de RF pueden recibir y transmitir señales de RF (por ejemplo, señales electromagnéticas). Los circuitos de RF convierten señales eléctricas en/a partir de señales electromagnéticas y se comunican con las redes de comunicaciones y otros dispositivos de comunicaciones a través de las señales electromagnéticas. Los circuitos de RF pueden incluir uno o más de un sistema de antena, un transceptor de RF, uno o más amplificadores, un sintonizador, uno o más osciladores, un procesador de señales digitales, un chipset CODEC, una tarjeta de módulo de identidad de abonado (SIM), memoria y similares. Una red inalámbrica puede referirse a cualquier tipo de red digital que no esté conectada mediante cables de ningún tipo.

Los ejemplos de comunicación inalámbrica en una red inalámbrica incluyen, entre otros, comunicación celular, por radio, por satélite y por microondas. La comunicación inalámbrica puede usar cualquiera de una pluralidad de estándares, protocolos y tecnologías de comunicación, que incluyen, entre otros, sistema global para comunicaciones móviles (GSM), entorno GSM de datos mejorado (EDGE), acceso a paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSDPA), acceso múltiple por división de código de banda ancha (W-CDMA), acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), bluetooth, comunicación de campo cercano (NFC), identificación por radiofrecuencia (RFID), fidelidad inalámbrica (Wi-Fi) (por ejemplo, IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, IEEE 802.11n), voz sobre protocolo de Internet (VoIP), Wi-MAX, un protocolo para correo electrónico (por ejemplo, el protocolo de acceso a mensajes de Internet (IMAP), protocolo de oficina postal (POP)), mensajería instantánea (por ejemplo, protocolo extensible de mensajería y presencia (XMPP), protocolo de inicio de sesión para mensajería instantánea, extensiones de aprovechamiento de presencia (SIMPLE), mensajería instantánea y servicio de presencia (IMPS), servicio de mensajes cortos (SMS) o cualquier otro protocolo de comunicación adecuado. Algunas utilidades de redes inalámbricas combinan redes de múltiples redes celulares o usan una combinación de comunicación celular, Wi-Fi y por satélite.

En algunas formas de realización, una red inalámbrica puede conectarse a una red cableada para interactuar con Internet, otras redes de datos y de voz del operador, redes comerciales y redes personales. Una red cableada se transporta típicamente sobre par trenzado de cobre, cable coaxial y/o cables de fibra óptica. Hay muchos tipos diferentes de redes cableadas, que incluyen redes de área amplia (WAN), redes de área metropolitana (MAN), redes de área local (LAN), redes de área de Internet (IAN), redes de área de campus (CAN), redes de área global (GAN), como Internet, redes de área personal inalámbricas (PAN) (por ejemplo, bluetooth, bluetooth de baja energía) y redes privadas virtuales (VPN). Como se usa en la presente, red se refiere a cualquier combinación de redes de datos inalámbricas, cableadas, públicas y privadas que normalmente están interconectadas a través de Internet, para proporcionar una red unificada y un sistema de acceso a la información.

Procedimientos

En la presente se describen formas de realización correspondientes a procedimientos de uso de un rotor para analizar un fluido, tal como sangre, fabricar un rotor e inspeccionar un rotor. Estos procedimientos pueden identificar y/o caracterizar una muestra y en algunas formas de realización, pueden usarse con los sistemas y dispositivos descritos. Por ejemplo, un sistema de análisis de fluido puede analizar y caracterizar una muestra de sangre colocada en un rotor e identificar uno o más analitos. Generalmente, se puede introducir una muestra biológica en un rotor y colocar el rotor en un sistema de análisis de fluido. Luego, el sistema puede hacer girar el rotor mediante fuerza centrífuga de modo que la muestra se distribuya en un conjunto de alojamientos. El sistema puede analizar

ópticamente el conjunto de alojamientos y pueden llevarse a cabo análisis adicionales para caracterizar la muestra.

Algunos rotores convencionales fabricados mediante técnicas de soldadura ultrasónica pueden generar polvo de reactivo que puede contribuir a una contaminación de reactivo no deseada entre las cubetas del rotor. Por ejemplo, cuando se sueldan ultrasónicamente partes de un rotor, una microesfera de reactivo dentro de una cubeta puede vibrar ultrasónicamente y generar polvo de reactivo. En algunos casos, el polvo de reactivo puede migrar de una cubeta a un canal u otra cavidad del rotor. Por el contrario, los procedimientos de fabricación descritos en la presente pueden soldar una pluralidad de capas de rotor para formar un dispositivo de rotor que aborde estas deficiencias y que pueda utilizarse con el sistema de análisis de fluido. Un procedimiento de inspección puede caracterizar uno o más aspectos del rotor y permitir la clasificación del rotor, tal como en función de la calidad de fabricación.

Análisis de fluido

Los procedimientos para analizar un fluido en algunas formas de realización pueden usar un sistema de análisis de fluido y/o un rotor como se describe en la presente. Los procedimientos descritos en la presente pueden identificar rápida y fácilmente analitos de una muestra en función de técnicas de análisis óptico. La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra generalmente un procedimiento de análisis de un fluido (900). Un rotor estructural y/o funcionalmente similar a los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en la presente puede usarse en una o más de las etapas de análisis de fluido descritas en la presente. El proceso puede incluir, en la etapa 902, la aplicación de una muestra a un rotor. En algunas formas de realización, la muestra puede incluir una muestra de sangre de un sujeto tal como un ser humano o animal. Por ejemplo, la muestra de sangre puede tomarse de una vena o a través de punción de dedo. Un volumen de muestra/fluido puede estar, por ejemplo, entre alrededor de 40 microlitros y alrededor de 100 microlitros. En algunas formas de realización, el rotor puede envasarse en una bolsa de aluminio impermeable y puede incluir además un paquete de desecante. El desecante puede minimizar el impacto de la humedad en un reactivo dispuesto dentro del rotor. La muestra puede introducirse en un puerto de muestra o en la abertura del rotor.

En la etapa 904, el rotor que tiene la muestra puede colocarse (por ejemplo, insertarse) en un sistema de análisis de fluido. Por ejemplo, el rotor puede estar configurado para montarse en una centrífuga del sistema de análisis de fluido (800). El rotor puede incluir un receptáculo u otro mecanismo de acoplamiento adecuado para montarse, por ejemplo, en un eje de transmisión vertical de la centrífuga. Por ejemplo, el rotor puede colocarse sobre una plataforma deslizante configurada para retraerse en el sistema de análisis de fluido y permitir que un huso (por ejemplo, un eje) se acople de manera liberable al rotor. En algunas formas de realización, el huso puede acoplarse a un recipiente de diluyente deslizable dentro de una cavidad del rotor de manera tal que el recipiente pueda configurarse para abrir y dirigir el diluyente desde el recipiente a otras cavidades del rotor para mezclarlo con la muestra. Por ejemplo, un recipiente dispuesto dentro del rotor puede ser empujado hacia arriba por un eje hacia un conjunto de protuberancias configuradas para perforar el recipiente.

En la etapa 906, el rotor puede girar a una o más velocidades predeterminadas mediante el uso de la centrífuga. En formas de realización donde la muestra incluye sangre, las células sanguíneas pueden separarse del plasma diluido mediante fuerza centrífuga en la etapa 906. En otras formas de realización, la separación de las células sanguíneas del plasma puede ocurrir antes de la dilución. En algunas formas de realización, la muestra puede mezclarse con el diluyente para formar una mezcla sustancialmente homogénea. Por ejemplo, el rotor (100) ilustrado en la Figura 1A puede girar a unas RPM adecuadas tal como, por ejemplo, a alrededor de 1,000 RPM, a alrededor de 2,000 RPM, a alrededor de 3,000 RPM, a alrededor de 4,000 RPM, a alrededor de 5,000 RPM, a alrededor de 6,000 RPM, incluidos todos los valores y subintervalos intermedios.

A medida que el rotor gira, una muestra puede salir de la cavidad arqueada (110) mientras que el diluyente ingresa a la cámara de dosificación (112). La muestra puede comenzar a llenar el alojamiento (152) (por ejemplo, alojamiento de glóbulos rojos) a medida que el diluyente fluye desde la cámara de dosificación (112) a la cámara de mezcla (114). La fuerza centrífuga del rotor giratorio evita que el líquido pase por una parte en forma de U de uno o más conductos. Cuando el rotor está en reposo (por ejemplo, sin girar), las fuerzas capilares permiten que la muestra (por ejemplo, plasma) fluya a través de uno o más conductos. Se pueden usar uno o más ciclos de centrifugado para administrar y mezclar la muestra y el diluyente en la cámara de mezcla (114), así como administrar el diluyente mezclado y la muestra en el canal (120) para su distribución en el conjunto de alojamientos (130).

Después de la separación y la mezcla, en la etapa 908, la muestra de fluido se puede distribuir a través de los canales internos del rotor en un conjunto de alojamientos mediante fuerza centrífuga. En algunas formas de realización, el conjunto de alojamientos puede incluir un conjunto de alojamientos de ensayo, en donde cada alojamiento incluye uno o más reactivos (por ejemplo, reactivo liofilizado, microesferas de reactivo) y un conjunto de alojamientos de referencia. Pueden ocurrir reacciones químicas entre el fluido y el reactivo en los alojamientos de ensayo, mientras que el plasma puede ingresar al conjunto de alojamientos de referencia sin experimentar una reacción con un reactivo.

El fluido dentro del conjunto de alojamientos se puede analizar ópticamente mientras el rotor gira. Por ejemplo, las reacciones químicas que ocurren en los alojamientos de ensayo pueden analizarse fotométricamente. En la etapa

910, se puede usar una fuente de radiación (por ejemplo, fuente de luz, fuente de iluminación) para dirigir un haz de luz a través de uno o más de los alojamientos del rotor. La fuente de radiación puede incluir una lámpara de arco y/u otra fuente de luz de alta intensidad que incluya un láser pulsado, fuentes sintonizables de longitud de onda, combinaciones de estos y similares. Por ejemplo, una lámpara de arco puede descargar aproximadamente 0.1 joules de energía durante un destello de aproximadamente 5 microsegundos de duración. El fluido dentro del conjunto de alojamientos puede absorber parcialmente el haz de luz recibido de la fuente de radiación. El grado al que se absorbe la luz puede depender de la longitud de onda del haz de luz y del contenido del alojamiento que se analiza. En algunas formas de realización, la fuente de radiación puede activarse en función de una señal de luz recibida desde un reflector del rotor. Por ejemplo, un reflector puede recibir un haz de luz emitido en un plano del rotor, que puede redirigirse perpendicularmente hacia un detector. El detector puede recibir el haz de luz y un dispositivo de control puede procesar los datos de señal para controlar que la fuente de radiación emita un haz de luz en un tiempo predeterminado a través de un alojamiento del rotor.

En la etapa 912, se puede usar un detector (por ejemplo, un sensor óptico) para recibir la luz que pasa a través de uno o más alojamientos del rotor. En algunas formas de realización, el detector puede estar acoplado a uno o más componentes ópticos que incluyen uno o más de un divisor de haz, filtro de interferencia y fotodetector. Los componentes ópticos pueden formar una trayectoria de detección óptica (no se muestra). El detector en la etapa 914 puede estar configurado para generar datos de señal para uno o más de los alojamientos. En la etapa 916, los datos de señal pueden ser procesados por el dispositivo de control para caracterizar (por ejemplo, cuantificar) uno o más analitos de la muestra. En algunas formas de realización, pueden llevarse a cabo una pluralidad de pruebas (por ejemplo, hasta 50 pruebas diferentes). Por ejemplo, el análisis puede incluir una prueba de criterio de valoración y una prueba de velocidad. De manera adicional o alternativa, pueden llevarse a cabo inmunoensayos y otros ensayos de fijación específicos en los alojamientos de prueba. Generalmente, sin embargo, tales procedimientos de ensayo son homogéneos. En algunos casos, se pueden usar sistemas de ensayo heterogéneos cuando la sangre se separa del plasma en los alojamientos de prueba después de que haya ocurrido una etapa de reacción inmunológica. Los análisis de sangre pueden incluir uno o más de glucosa, lactato deshidrogenasa, transaminasa glutámicoxaloacética sérica (SGOT), transaminasa glutámico-pirúvica sérica (SGPT), urea (nitrógeno) en sangre (BUN), proteína total, alcalinidad, fosfatasa, bilirrubina, calcio y cloruro. Algunos de estos ensayos pueden usar plasma sanguíneo combinado con uno o más reactivos para generar un cambio detectable visualmente (por ejemplo, detectable fotométricamente) en el plasma. En la etapa 918, el análisis llevado a cabo puede ser generado por el sistema de análisis de fluido.

Fabricación de rotor

En la presente también se describen formas de realización correspondientes a procedimientos para fabricar un rotor que pueden usarse en algunas formas de realización con las formas de realización del sistema de análisis de fluido descritas en la presente. Un rotor estructural y/o funcionalmente similar a los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en la presente se fabrica mediante una o más de las etapas de fabricación descritas en la presente. Por ejemplo, los procedimientos descritos en la presente pueden fabricar un dispositivo de rotor mediante técnicas de moldeo por inyección y soldadura por láser. Los rotores fabricados con estos procedimientos pueden tener numerosos beneficios, tales como rotores que tengan un riesgo reducido de contaminación de reactivos (por ejemplo, la generación de polvo de microesferas dentro de un alojamiento), así como mejoras en uno o más de calidad, consistencia, rendimiento y automatización de fabricación.

Generalmente, los procedimientos descritos en la presente incluyen la formación y unión de un conjunto de capas de un rotor. Una base del rotor puede incluir una primera capa y una segunda capa que se unen entre sí, por ejemplo, mediante un proceso de moldeo por inyección de dos disparos. La primera capa es transparente. La segunda capa es absorbente sustancialmente de radiación infrarroja. La primera capa y la segunda capa pueden definir un conjunto de alojamientos. Además, la segunda capa puede definir un conjunto de canales y cavidades como se describe con más detalle en la presente. El rotor incluye una tercera capa alineada con la base. La tercera capa puede definir una abertura configurada para recibir un fluido donde la tercera capa es transparente. La base puede unirse (por ejemplo, soldarse) a la tercera capa mediante radiación infrarroja de manera tal que el canal establezca una trayectoria de comunicación de fluido entre la abertura y el conjunto de alojamientos. En algunas formas de realización, se pueden formar y unir una o más capas adicionales a la tercera capa.

La Figura 10A es un diagrama de flujo que generalmente describe un procedimiento (1000) de fabricación de un rotor. El procedimiento incluye, en la etapa 1002, la formación de una primera capa y, en la etapa 1004, la formación de una segunda capa. En la etapa 1006, la primera capa y la segunda capa se unen entre sí para formar una base del rotor. La primera capa y la segunda capa se forman y unen (etapas 1002, 1004, 1006) a través de moldeo por inyección de múltiples disparos (por ejemplo, moldeo por inyección secuencial) como se describe con más detalle con respecto a las Figuras 10B y 11A-11F. La primera capa unida a la segunda capa puede definir un conjunto de alojamientos.

En algunas formas de realización, la primera capa y la segunda capa pueden estar compuestas por uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), poliestireno y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). La primera capa es transparente. La primera capa es transparente a al menos una de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja. La segunda capa puede incluir al menos alrededor de 0,1% en peso de negro de carbón. Por

ejemplo, la segunda capa puede incluir alrededor de 0,2% de negro de carbón. Por ejemplo, la segunda capa puede incluir alrededor de 0,4% de negro de carbón. Por ejemplo, la segunda capa puede incluir alrededor de 0,8% de negro de carbón. La segunda capa puede absorber sustancialmente al menos una de radiación infrarroja media y radiación infrarroja cercana. En algunas formas de realización, la segunda capa puede absorber sustancialmente radiación con al menos 940 nm de longitud de onda.

La primera capa y la segunda capa de un rotor se forman y unen mediante el proceso de moldeo de dos disparos (1020) descrito en el diagrama de flujo de la Figura 10B e ilustrado en las Figuras 11A-11F. Como se ilustra en la Figura 11B, un sistema/enfoque de moldeo de dos disparos puede incluir una primera mitad de un molde (1120) y una correspondiente segunda mitad de un molde (1130). La primera mitad de un molde (1120) puede incluir una primera cavidad (1122) y una segunda cavidad (1124). La segunda mitad de un molde (1130) puede incluir un primer núcleo (1132) y un segundo núcleo (1134). La forma de la primera cavidad (1122) y la segunda cavidad (1124) puede diferir mientras que la forma del primer núcleo (1132) y el segundo núcleo (1134) puede ser la misma. Las diferentes formas entre la primera cavidad (1122) y la segunda cavidad (1124) permiten formar diferentes estructuras con cada inyección (por ejemplo, disparo) de material. Tener la misma forma entre el primer núcleo (1132) y el segundo núcleo (1134) permite que la primera capa tenga una forma consistente. La primera mitad de un molde (1120) y la segunda mitad de un molde (1130) pueden formarse a partir de acero, por ejemplo. En algunas formas de realización, una de la primera mitad de un molde (1120) y la segunda mitad de un molde (1130) pueden estar configuradas para moverse axialmente y rotar con respecto a la otra. Por ejemplo, la segunda mitad de un molde (1130) en las Figuras 11A-11F puede estar configurada para moverse axialmente y rodar con respecto a una primera mitad estacionaria de un molde (1120).

Un proceso de moldeo de dos disparos puede incluir la etapa 1022 de cierre de un par de mitades de molde (1120, 1130) e inyectar (por ejemplo, disparar) un primer material (por ejemplo, material de resina transparente) en un primer núcleo (1132). La primera capa de un primer rotor (1140) se formará entre los moldes (1120, 1130) y estará definida por la forma del primer núcleo (1132) y la primera cavidad (1122).

En la etapa 1024, la segunda mitad de un molde (1130) puede moverse axialmente lejos de la primera mitad de un molde (1120) para abrir el molde. La primera capa del primer rotor (1140) puede disponerse dentro del primer núcleo (1132) de la segunda mitad de un molde (1130). En la etapa 1026, la segunda mitad de un molde (1130) se puede hacer girar (por ejemplo, rodar) 180 grados de manera tal que la primera cavidad (1122) esté alineada con el segundo núcleo (1134) y la segunda cavidad (1124) esté alineada con el primer núcleo (1132) al tener la primera capa del primer rotor (1140). Esta rotación de la segunda mitad de un molde (1130) permite que la primera capa del primer rotor (1140) reciba una inyección de un segundo material (por ejemplo, material de resina lleno de carbono) sobre la primera capa. Es decir, la segunda capa puede alinearse con la primera capa. Concurrentemente, se puede inyectar una primera capa de un rotor separado en el segundo núcleo adyacente (1134).

En la etapa 1028, se puede cerrar el par de moldes (1120, 1130) y se puede inyectar un primer material en el segundo núcleo (1134). La primera capa de un segundo rotor (1142) puede formarse entre los moldes (1120, 1130) y puede estar definida por la forma del segundo núcleo (1134) y la primera cavidad (1122). En paralelo, un segundo material (por ejemplo, un material de resina lleno de carbono) puede inyectarse en el primer núcleo (1132). Una segunda capa del primer rotor (1140) puede formarse entre los moldes (1120, 1130) y puede estar definida por la forma de la primera capa, el primer núcleo (1132) y la segunda cavidad (1124).

Como se describe con más detalle en la presente, la segunda cavidad (1124) y la segunda mitad de un molde (1130) pueden estar configuradas para formar un conjunto de interruptores que pueden crear un sello entre el primer y el segundo material y ayudar a la formación de características estructurales de un rotor (por ejemplo, un conjunto de alojamientos). Por ejemplo, una superficie de metal de la segunda cavidad (1124) se puede acoplar a la primera capa de un rotor para definir un interruptor configurado para evitar la inyección de material y/o para crear soporte. En particular, cada alojamiento de un conjunto de alojamientos puede incluir una superficie de pared lateral estrechada (por ejemplo, Figura 3B) de una primera capa a la que puede acoplarse la segunda cavidad (1124) para crear una barrera configurada para evitar que el segundo material destelle o se derrame. De esta manera, uno o más vacíos (por ejemplo, alojamientos) pueden formarse en el rotor.

En la etapa 1030, la segunda mitad de un molde (1130) puede moverse axialmente lejos de la primera mitad de un molde (1120) para abrir el molde. Como se muestra en la Figura 11E, la primera capa del segundo rotor (1142) puede estar dispuesta dentro del segundo núcleo (1134) de la segunda mitad de un molde (1130). El primer rotor (1140) que tiene la primera capa y la segunda capa puede estar dispuesto dentro de la segunda cavidad (1124). En la etapa 1032, la segunda mitad de un molde (1130) se puede hacer girar (por ejemplo, rodar) 180 grados de manera tal que la primera cavidad (1122) esté alineada con el primer núcleo (1132) y la segunda cavidad (1124) esté alineada con el segundo núcleo (1134) al tener la primera capa del segundo rotor (1142). En la etapa 1034, el primer rotor (1140) que tiene la primera capa y la segunda capa unidas entre sí (por ejemplo, base de rotor) puede ser expulsado de la segunda cavidad (1124). El proceso puede volver a la etapa 1028 (por ejemplo, Figura 11D) para fabricar rotores adicionales. En otras formas de realización, el segundo material (por ejemplo, resina llena de carbono) puede dispararse antes de disparar el primer material (por ejemplo, material de resina transparente).

Con referencia de nuevo a la Figura 10A, en la etapa 1008, se puede colocar un conjunto de reactivos liofilizados en

un conjunto de alojamientos. Por ejemplo, un primer conjunto de alojamientos puede estar vacío, un segundo conjunto de alojamientos puede incluir diferentes reactivos liofilizados, y cada alojamiento de un tercer conjunto de alojamientos puede incluir una pluralidad de reactivos liofilizados.

En la etapa 1010, se puede formar una tercera capa. Por ejemplo, la tercera capa puede formarse a través de moldeo por inyección. La tercera capa puede estar compuesta por uno o más de acrílico, policarbonato, copolímeros de olefinas cíclicas (COC), poliestireno y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS). La tercera capa puede ser transparente. Por ejemplo, la tercera capa puede ser transparente a al menos una de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja.

En la etapa 1012, la primera capa y la segunda se unen a la tercera capa mediante radiación infrarroja de manera que un canal del rotor establezca una trayectoria de comunicación de fluido entre la abertura y el conjunto de alojamientos. Por ejemplo, la primera capa y la tercera capa pueden soldarse por láser a la segunda capa. La soldadura por láser puede llevarse a cabo mediante uno o más de un láser de diodo semiconductor, un láser Nd:YAG de estado sólido y láser de fibra. En algunas formas de realización, un láser de diodo puede generar un haz de luz con una longitud de onda de alrededor de 940 nm.

La etapa 1012 incluye la alineación de la base de rotor (por ejemplo, la primera capa unida a la segunda capa) con la tercera capa. Se alinea una fotomáscara con la base del rotor y la tercera capa. En algunas formas de realización, la fotomáscara se puede mantener en una posición fija y la base del rotor se puede mantener en una plataforma (por ejemplo, soporte, estructura). Por ejemplo, la fotomáscara se puede sujetar a la base del rotor mediante la plataforma (por ejemplo, plataforma flotante). La plataforma puede estar configurada para mover la base de rotor hacia la fotomáscara y alinear la fotomáscara con la base de rotor. La fotomáscara está configurada para bloquear radiación infrarroja a una o más partes de la base de rotor y la tercera capa. Debido a las tolerancias precisas necesarias entre el rotor y la fotomáscara para garantizar una soldadura adecuada, se puede configurar una plataforma para que se mueva en un plano paralelo a la fotomáscara para ayudar a la alineación del rotor con la fotomáscara. Una plataforma flotante permite que los casquillos y las protuberancias (por ejemplo, pasadores de guía de casquillo, pasadores de alineación de rotor) se muevan entre sí y encajen entre sí de manera que la fotomáscara pueda fijarse al rotor de manera liberable. Por ejemplo, como se describe en detalle en la presente con respecto a las Figuras 16-18, una de la fotomáscara y la plataforma puede incluir un conjunto de casquillos configurados para encajar en un correspondiente conjunto de protuberancias de la otra de la fotomáscara y la plataforma.

En algunas formas de realización, la radiación infrarroja puede configurarse como un rayo láser. En algunas formas de realización, el rayo láser puede ser uno o más de un rayo lineal, un rayo de puntos (por ejemplo, puntual), un rayo de campo (por ejemplo, plano) y similares. El rayo láser se puede emitir sobre la fotomáscara, la base del rotor y la tercera capa. Por ejemplo, se puede pasar un rayo lineal sobre la fotomáscara. La fotomáscara se puede configurar para definir un patrón de la soldadura del rotor. En las partes del rotor que reciben la radiación infrarroja que pasa a través de la fotomáscara, una superficie de la segunda capa puede absorber la radiación infrarroja y formar una soldadura con una superficie de la tercera capa en contacto con la segunda capa. El rayo lineal que tiene una longitud de onda predeterminada (por ejemplo, 940 nm) se puede pasar sobre la fotomáscara para formar una soldadura por láser en el rotor entre alrededor de 1 segundo y alrededor de 2 segundos a una salida de potencia predeterminada. En algunas partes del rotor adyacente a una soldadura por láser, se puede formar un hueco entre alrededor de 1 μm y alrededor de 10 μm entre la segunda capa y la tercera capa debido a la expansión térmica.

En algunas formas de realización, la fotomáscara puede estar configurada para bloquear el rayo láser sobre al menos un reactivo liofilizado del conjunto de reactivos liofilizados. Esto puede mejorar la integridad estructural y química de un reactivo. De manera adicional o alternativa, el rayo láser puede emitirse sobre al menos otro reactivo liofilizado del conjunto de reactivos liofilizados. Algunos de los reactivos liofilizados dispuestos en el rotor pueden configurarse para recibir radiación infrarroja a una longitud de onda, potencia y tiempo predeterminados, a la vez que se mantiene la integridad física y química del reactivo. Por ejemplo, algunos reactivos pueden funcionar de manera sustancialmente idéntica a un reactivo de fotomáscara cuando se exponen a radiación infrarroja a alrededor de 940 nm durante entre 1 segundo y alrededor de 2 segundos.

En otras formas de realización, fuera del alcance de la invención reivindicada, la primera capa y la segunda capa se pueden unir mediante uno o más de soldadura ultrasónica, adhesivos (por ejemplo, cinta adhesiva) y/o unión con solventes.

En la etapa 1014, se puede formar una cuarta capa. Por ejemplo, se puede formar la cuarta capa a través de moldeo por inyección. Por ejemplo, una cuarta capa puede ser estructural y/o funcionalmente similar a la cuarta capa (204, 704) como se describe en la presente. En la etapa 1016, la cuarta capa puede acoplarse a la tercera capa. Por ejemplo, una cuarta capa se puede soldar ultrasónicamente a la tercera capa.

Inspección de rotor

En la presente también se describen formas de realización correspondientes a procedimientos para inspeccionar un rotor que puede usarse en algunas formas de realización con las formas de realización del sistema de análisis de

fluido descritas en la presente. Los procedimientos descritos en la presente pueden inspeccionar un dispositivo de rotor (por ejemplo, un rotor soldado por láser) mediante técnicas de análisis e imágenes ópticas. Esto puede tener numerosos beneficios, tal como la cuantificación de una o más características de un rotor. Por ejemplo, una o más soldaduras de rotor, esferas de reactivo y alojamientos pueden analizarse y verificarse como parte de un proceso de control de calidad consistente, repetible y automatizado. Esto puede ser útil para clasificar un rotor por calidad.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que generalmente describe un procedimiento de inspección de un rotor (1200). Un rotor estructural y/o funcionalmente similar a los rotores (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700) descritos en la presente puede inspeccionarse mediante una o más de las etapas de inspección descritas en la presente. El rotor incluye una primera capa (101, 201, 301, 501) acoplada a una segunda capa (102, 202, 302, 402, 502, 702), a través de moldeo por inyección de dos disparos, para definir colectivamente un conjunto de alojamientos. La primera capa es transparente. La segunda capa puede definir un canal. La segunda capa es sustancialmente absorbente de radiación infrarroja. Una tercera capa puede definir una abertura configurada para recibir un fluido. La tercera capa es transparente y se acopla a la segunda capa a través de unión por radiación IR, como por ejemplo mediante soldadura por láser.

En la etapa 1202, un rotor puede alinearse con uno o más sensores ópticos. En algunas formas de realización, uno o más sensores ópticos pueden estar configurados para generar una vista en planta, vista inferior, vista inclinada y/o vista lateral del rotor. En algunas formas de realización, se pueden configurar uno o más fuentes de radiación para iluminar las partes del rotor a visualizar. Por ejemplo, el rotor puede iluminarse mediante el uso de iluminación axial difusa. En algunas formas de realización, el rotor puede estar girando mientras se obtiene la imagen.

En la etapa 1204, puede generarse un conjunto de imágenes de rotor mediante el uso de uno o más de los sensores ópticos. Por ejemplo, las Figuras 13A y 13B son imágenes ilustrativas (1300, 1350) de partes de un rotor que ilustran las características estructurales del rotor desde una perspectiva de vista en planta. Las imágenes pueden ser de todo el rotor o de una parte del rotor. En algunas formas de realización, las imágenes se pueden tomar desde una perspectiva lateral o inferior. En la etapa 1206, se pueden identificar una o más características del rotor a partir del conjunto de imágenes de rotor. El análisis de imagen de las imágenes de rotor puede llevarse a cabo para generar información de unión (por ejemplo, datos). En algunas formas de realización, la información de unión puede incluir los resultados de una comparación llevada a cabo entre los datos de imagen adquiridos y un conjunto de datos de referencia. La información de unión puede incluir un conjunto de bordes formados entre la segunda capa y la tercera capa. Por ejemplo, una discontinuidad inesperada en un borde puede indicar una soldadura incompleta. Como se muestra en la Figura 13A, las primeras partes (1310) del rotor pueden tener valores de intensidad más altos que las segundas partes (1320) del rotor. Por ejemplo, las primeras partes (1310) del rotor pueden tener un primer intervalo de intensidad de píxeles (por ejemplo, 40-80 en un intervalo de escala de grises de 0-255) y las segundas partes (1320) del rotor pueden tener un segundo intervalo de intensidad de píxeles (por ejemplo, 100-140 en escala de grises). La diferencia en contraste entre las primeras partes (1310) y las segundas partes (1320) puede deberse al aire dentro de las segundas partes (1320). Las primeras partes (1310) pueden corresponder a partes soldadas del rotor, mientras que las segundas partes (1320) pueden corresponder a partes no soldadas del rotor que incluyen uno o más de los canales, alojamientos, cavidades, entradas y defectos de fabricación. Los rotores completamente transparentes pueden no generar imágenes de rotor que tengan tal contraste visible.

En la Figura 13B, las primeras partes (1360) del rotor tienen valores de intensidad más bajos que las segundas partes (1370, 1380) del rotor. Las primeras partes (1360) pueden corresponder a bordes de una soldadura, mientras que las segundas partes pueden corresponder a estructuras del rotor, tales como cavidades (1370) y partes soldadas (1380). La información de unión puede incluir uno o más huecos en el conjunto de bordes. Por ejemplo, las diferencias en los valores de intensidad entre las imágenes adquiridas (1300, 1350) y un conjunto de imágenes de referencia para cada ubicación dentro del rotor pueden usarse para identificar uno o más huecos. Cada una de estas diferencias puede identificarse como defectos y puede incluirse en la información de unión.

En la etapa 1208, el rotor se puede clasificar mediante el uso de características de rotor identificadas. La cantidad, tamaño, forma y ubicación de los defectos se pueden cuantificar y se pueden comparar con un conjunto de umbrales predeterminado. Por ejemplo, algunos defectos pueden tener uno o más de un tamaño por debajo de un umbral predeterminado, una ubicación en un área que tenga un impacto mínimo en la integridad y/o funcionalidad del rotor. Otros defectos pueden dar lugar a la categorización como uno o más de rechazado, de uso restringido (por ejemplo, aprobado para uso en animales, pero no para uso en seres humanos), aceptable, de liberación limitada, que requiere una inspección secundaria, inspección manual, y así sucesivamente. Es decir, puede haber una pluralidad de clasificaciones de calidad. Por ejemplo, las soldaduras incompletas que están aisladas de una cavidad, alojamiento, canal, entrada y similares pueden clasificarse como defectos cosméticos. En algunos casos, una soldadura incompleta que cambia la forma de un canal, alojamiento, cavidad y entrada puede clasificarse como un defecto cosmético o menor. En otros casos, una soldadura incompleta que conecta diferentes estructuras puede clasificarse como un defecto grave. Por ejemplo, una soldadura incompleta que conecta directamente dos conductos o que conecta directamente dos alojamientos puede alterar el rendimiento microfluídico del rotor de manera tal que el rotor puede clasificarse como gravemente defectuoso. En algunas formas de realización, se puede usar una combinación de la cantidad, tamaño, forma y ubicación de los defectos para clasificar el rotor. Los rotores de alta calidad no presentan soldaduras incompletas que crean nuevas trayectorias de flujo de fluido entre diferentes cámaras.

De manera adicional o alternativa, en la etapa 1210, pueden identificarse una o más características del reactivo. Por ejemplo, puede generarse un conjunto de imágenes de reactivo mediante el uso de uno o más de los sensores ópticos. Las Figuras 14A y 14B son imágenes ilustrativas (1400, 1450) de un alojamiento de un rotor que tiene un reactivo. La Figura 14A es una vista lateral de un alojamiento (1410) que tiene dos reactivos liofilizados (1420) allí dispuestos. La Figura 14B es una vista en planta de un alojamiento (1470) que tiene al menos un reactivo liofilizado (1470) allí dispuesto.

El análisis de imagen de las imágenes del alojamiento puede llevarse a cabo para generar información del reactivo (por ejemplo, datos). En algunas formas de realización, la información del reactivo puede incluir los resultados de una comparación llevada a cabo entre los datos de imagen adquiridos y un conjunto de datos de referencia. La información del reactivo puede incluir datos de color y un conjunto de bordes que define el tamaño y forma del reactivo. Por ejemplo, la información del reactivo se puede usar para identificar una esfera de reactivo dividida en múltiples piezas y/o una esfera de reactivo liofilizado que tiene una o más partes escindidas.

En la etapa 1212, el reactivo se puede clasificar mediante el uso de la información del reactivo. La cantidad, tamaño, forma y ubicación de los defectos se pueden cuantificar y se pueden comparar con un conjunto de umbrales predeterminado. Por ejemplo, algunos defectos pueden tener uno o más de un tamaño y/o forma fuera de un límite predeterminado. Los defectos pueden dar lugar a la categorización como uno o más de rechazado, aceptable, de liberación limitada, que requiere una inspección secundaria, de uso restringido (por ejemplo, aprobado para uso en animales, pero no para uso en seres humanos), cosmético, inspección manual, y así sucesivamente. Es decir, puede haber una pluralidad de clasificaciones de calidad. En algunas formas de realización, se puede usar una combinación de la cantidad, tamaño, forma y ubicación de los defectos para clasificar el reactivo y/o rotor.

En la etapa 1214, el análisis del rotor y/o reactivo puede ser generado por el sistema de inspección. En algunas formas de realización, una pantalla puede registrar el rotor y el resultado de la inspección. De manera adicional o alternativa, se puede generar un conjunto de tonos auditivos (por ejemplo, pitidos) para indicar un resultado de la inspección del rotor y/o reactivo. El análisis también se puede almacenar en una base de datos remota como se describe en la presente.

Como se usa en la presente, las expresiones "alrededor de" y/o "aproximadamente", cuando se usan en conjunto con valores numéricos y/o intervalos, se refieren generalmente a aquellos valores numéricos y/o intervalos cercanos a un valor numérico y/o intervalo mencionado. En algunos casos, las expresiones "alrededor de" y "aproximadamente" pueden significar dentro de $\pm 10\%$ del valor mencionado. Por ejemplo, en algunos casos, "alrededor de 100 [unidades]" puede significar dentro de $\pm 10\%$ de 100 (por ejemplo, de 90 a 110). Las expresiones "alrededor de" y "aproximadamente" se pueden usar de manera indistinta.

En la descripción anterior, a fines explicativos, se utilizó nomenclatura específica para proporcionar un entendimiento exhaustivo de diversas invenciones y formas de realización divulgadas en la presente. Sin embargo, será evidente para una persona del oficio de nivel medio que no se requieren detalles específicos para poner en práctica las invenciones y formas de realización divulgadas. Por lo tanto, las descripciones anteriores de formas de realización específicas de las invenciones y sus correspondientes formas de realización se presentan con fines ilustrativos y descriptivos. No pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a las formas precisas divulgadas; obviamente, muchas modificaciones y formas de realización son posibles en vista de las enseñanzas anteriores. Las formas de realización se eligieron y se describieron a fin de explicar mejor los principios de las invenciones, las correspondientes formas de realización de estas y aplicaciones prácticas, para permitir que otras personas del oficio de nivel medio utilicen mejor la invención y diversas implementaciones con diversas modificaciones según sean adecuadas para el uso particular contemplado. Se pretende que las siguientes reivindicaciones definan el alcance de la invención.

Además, se debe entender que todas las definiciones, tal como se definen y utilizan en el presente documento, controlan las definiciones del diccionario y/o los significados ordinarios de los términos definidos.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento que comprende:

unir una primera capa (201) y una segunda capa (202) usando moldeo por inyección de dos disparos, en donde la primera capa (201) acoplada a la segunda capa (202) define colectivamente un conjunto de alojamientos (230), siendo la primera capa (201) transparente a uno o más de luz ultravioleta, luz visible y radiación infrarroja, y la segunda capa (202) define un canal (220), siendo la segunda capa (202) sustancialmente absorbente de la radiación infrarroja;

unir una tercera capa (203) a la segunda capa (202) usando radiación infrarroja, definiendo la tercera capa (203) una abertura (240) configurada para recibir un fluido, siendo la tercera capa (203) transparente a la radiación infrarroja, en donde el canal (220) establece una vía de comunicación fluida entre la abertura (240) y el conjunto de alojamientos (230);

alinear la segunda capa (202) con la tercera capa (203) después de la unión de la primera capa (201) y la segunda capa (202); y

alinear una fotomáscara con la tercera capa (203) después de la unión de la primera capa (201) y la segunda capa (202), la fotomáscara configurada para bloquear la radiación infrarroja a una o más porciones de la segunda capa (202).

2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la radiación infrarroja incluye una longitud de onda de 940 nm.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda capa (202) es sustancialmente absorbente para al menos una de entre radiación del infrarrojo media y radiación infrarroja cercana.

4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que sustancialmente absorbente de radiación infrarroja incluye absorber radiación infrarroja en una cantidad suficiente dentro de un período de tiempo predeterminado para hacer la transición de la segunda capa (202) de una fase sólida a una fase fundida.

5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la primera capa (201), la segunda capa (202) y la tercera capa (203) están compuestas independientemente de uno o más entre acrílico, policarbonato, copolímeros de olefina cíclica (COC) y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS).

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la segunda capa (202) incluye al menos 0,1% en peso de negro de carbón.

7. El procedimiento de la reivindicación 6, en el que la segunda capa (202) incluye un tinte absorbente de láser sustancialmente absorbente de radiación entre 750 nm y 3.000 nm.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además unir la tercera capa (203) a la segunda capa (202), incluido el uso de un haz lineal de radiación infrarroja.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

disponer un reactivo liofilizado en uno o más alojamientos del conjunto de alojamientos; y

unir la tercera capa (203) a la segunda capa (202) incluyendo el uso de un rayo láser infrarrojo, configurando la fotomáscara para bloquear el rayo láser infrarrojo sobre el reactivo liofilizado.

10. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

disponer un reactivo liofilizado en uno o más alojamientos del conjunto de alojamientos (230); y

unir la tercera capa (203) a la segunda capa (202) incluyendo el uso de un rayo láser infrarrojo, configurando la fotomáscara para permitir que el rayo láser infrarrojo pase sobre el reactivo liofilizado.

11. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además unir una cuarta capa (204) a la tercera capa (203), siendo la cuarta capa (204) al menos parcialmente opaca.

12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que unir la cuarta capa (204) a la tercera capa (203) comprende soldar ultrasónicamente la cuarta capa (204) a la tercera capa (203).

13. El procedimiento de la reivindicación 11, en el que unir la cuarta capa (204) a la tercera capa (203) puede incluir uno o más de soldadura por láser, unión adhesiva y unión con disolvente.

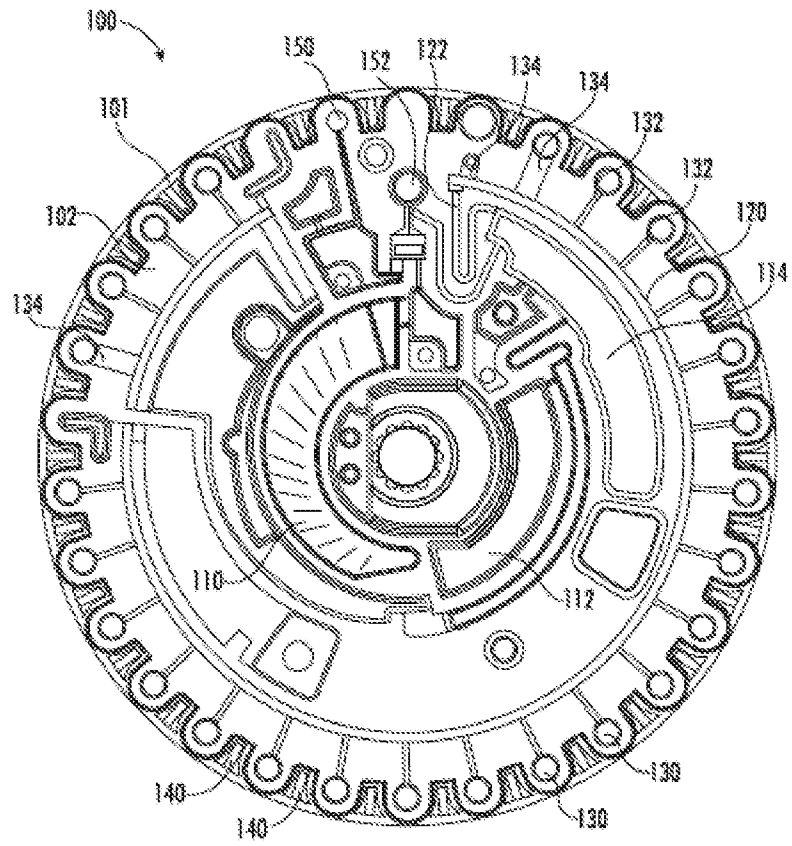


FIG. 1A

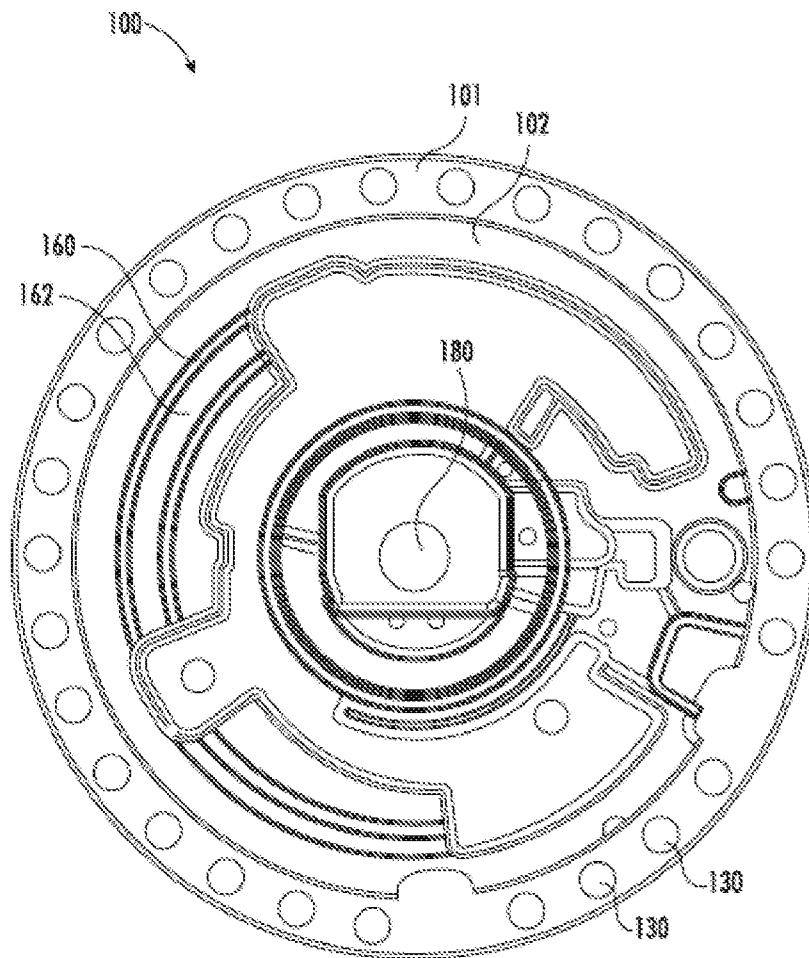


FIG. 1B

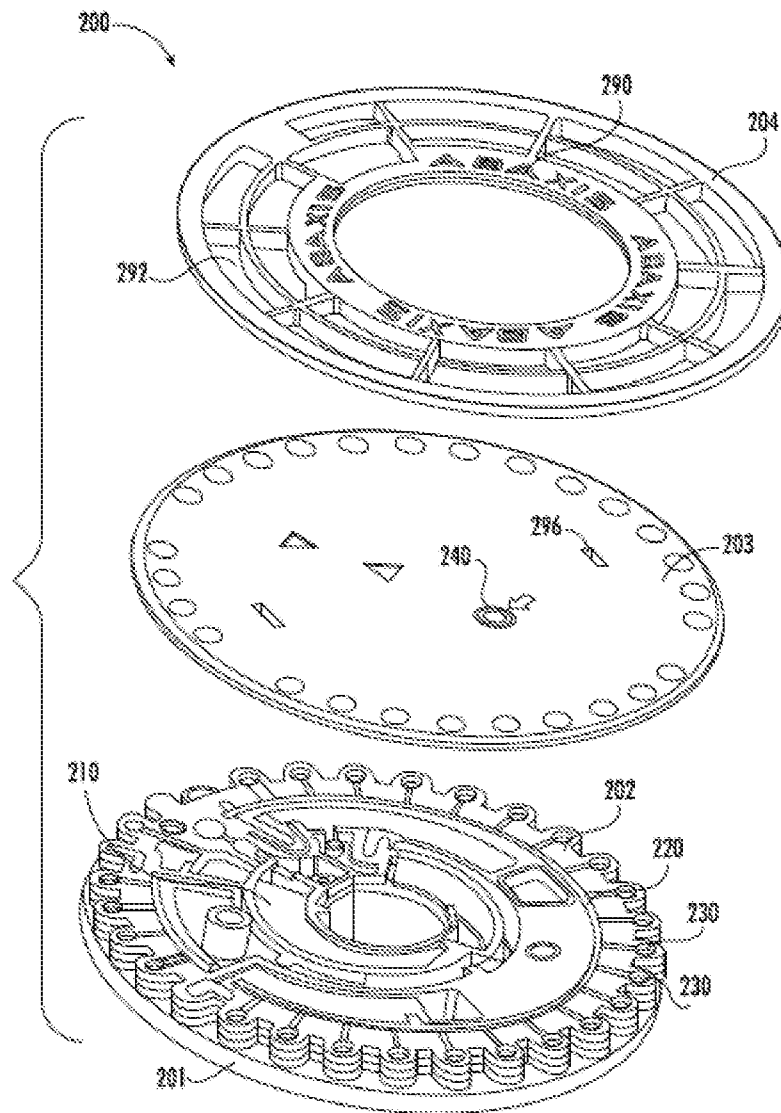


FIG. 2A

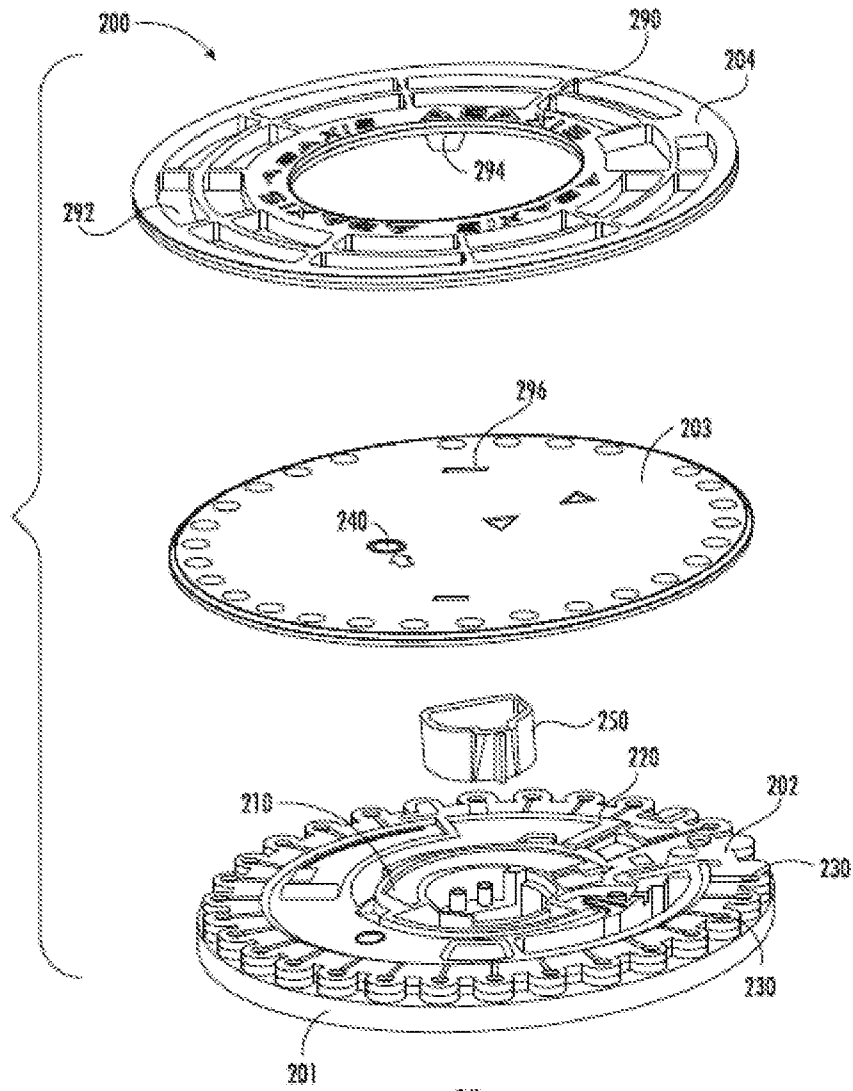


FIG. 2B

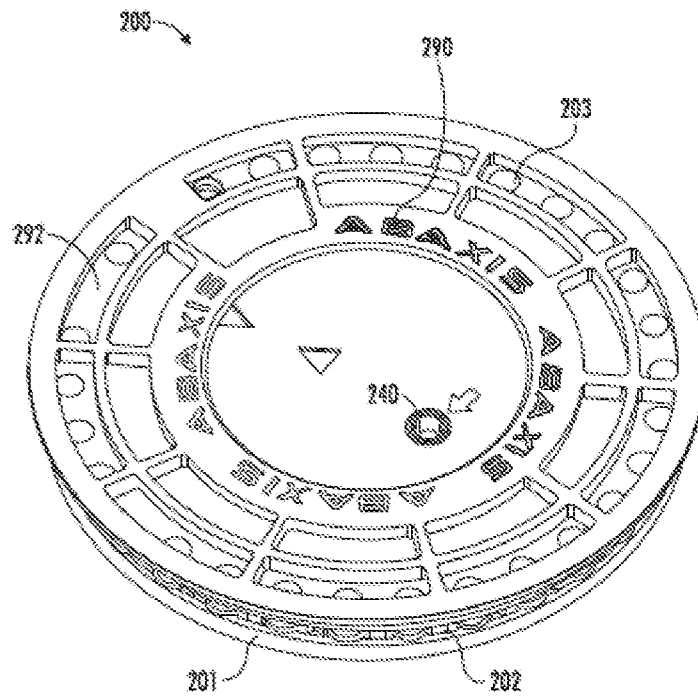


FIG. 2C

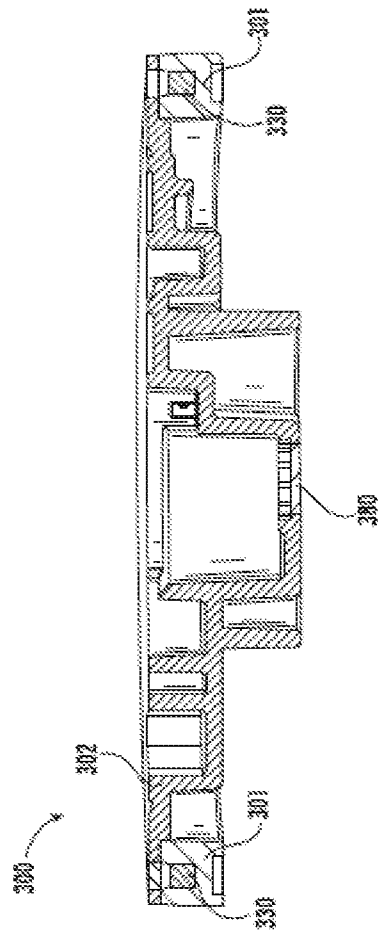


FIG. 3A

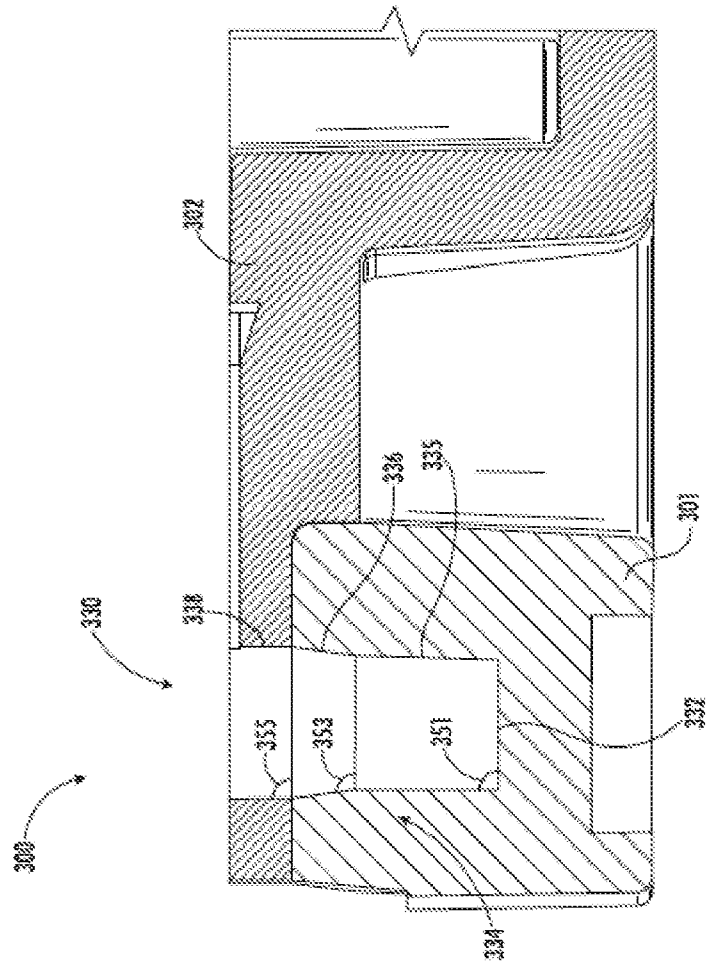


FIG. 3B

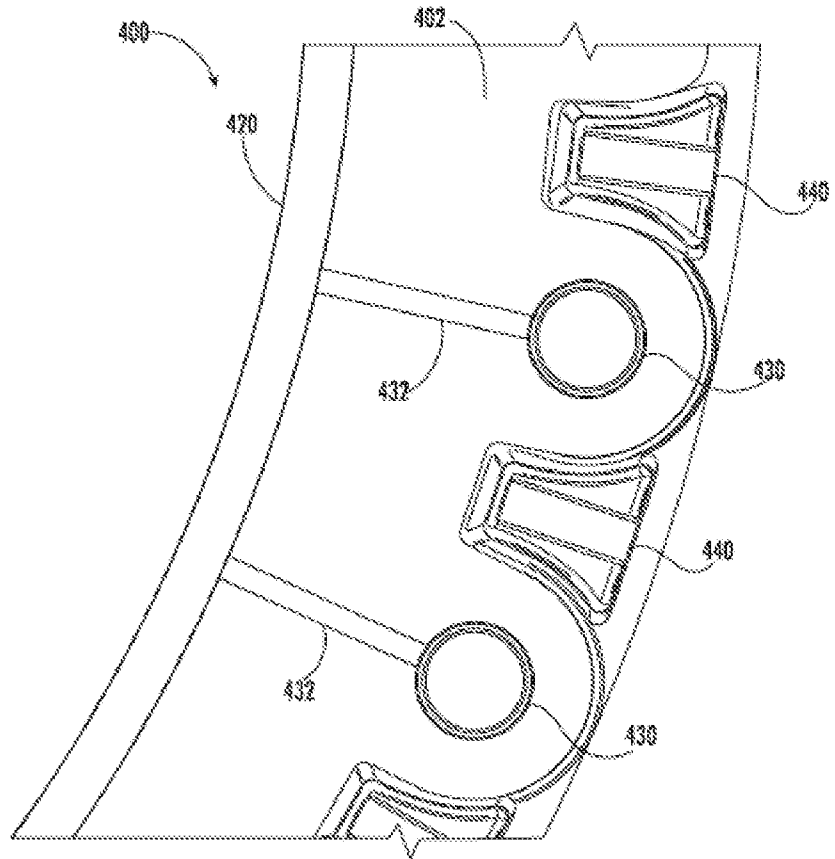


FIG. 4A

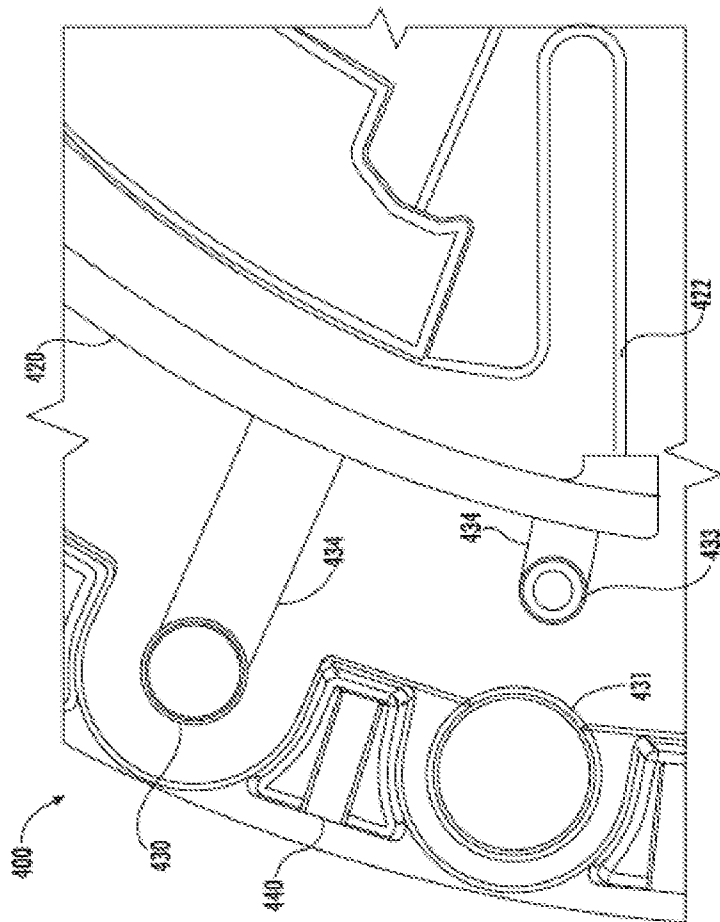
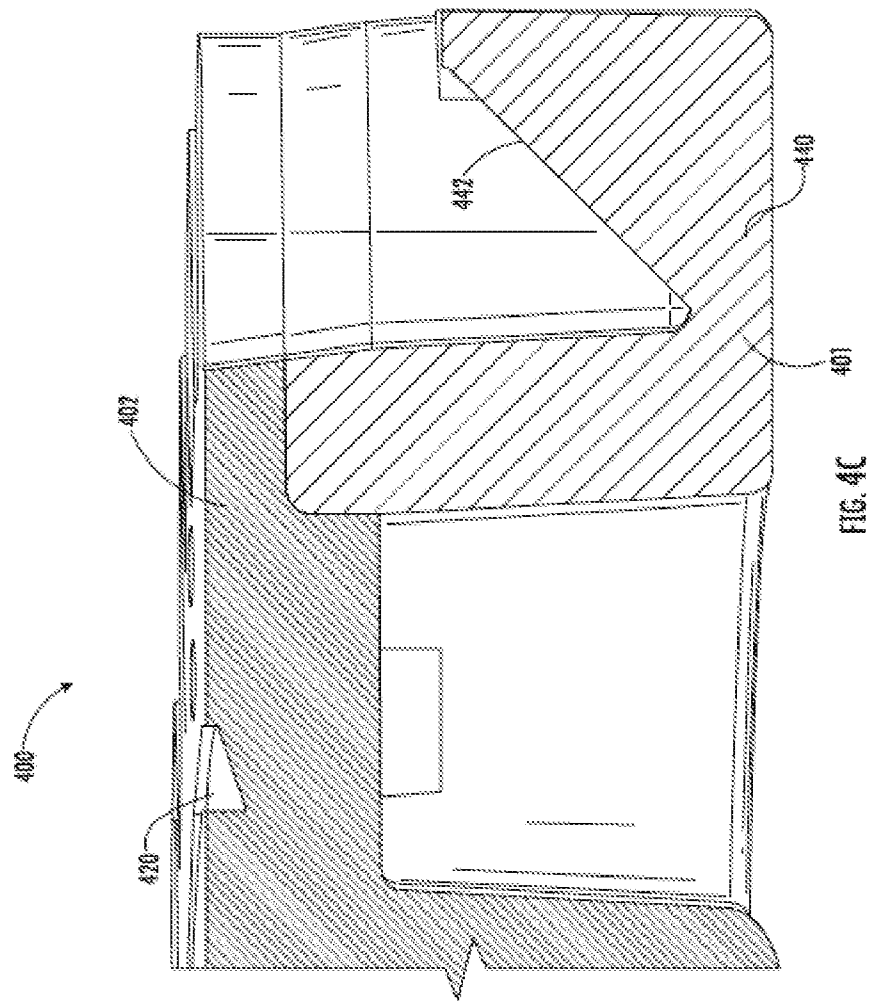


FIG. 4B



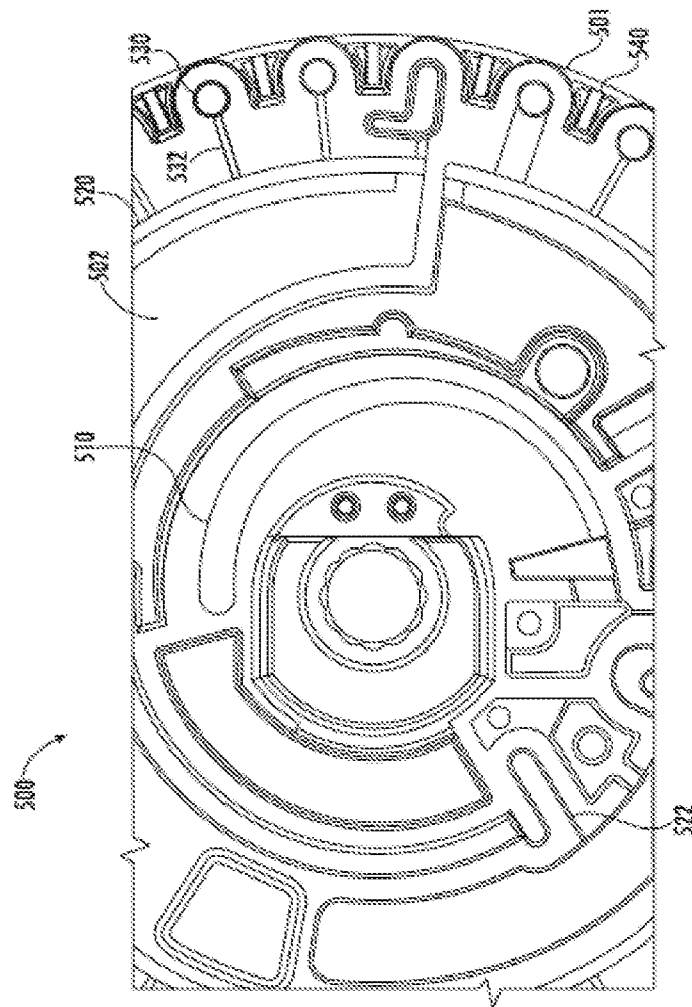


FIG. 5A

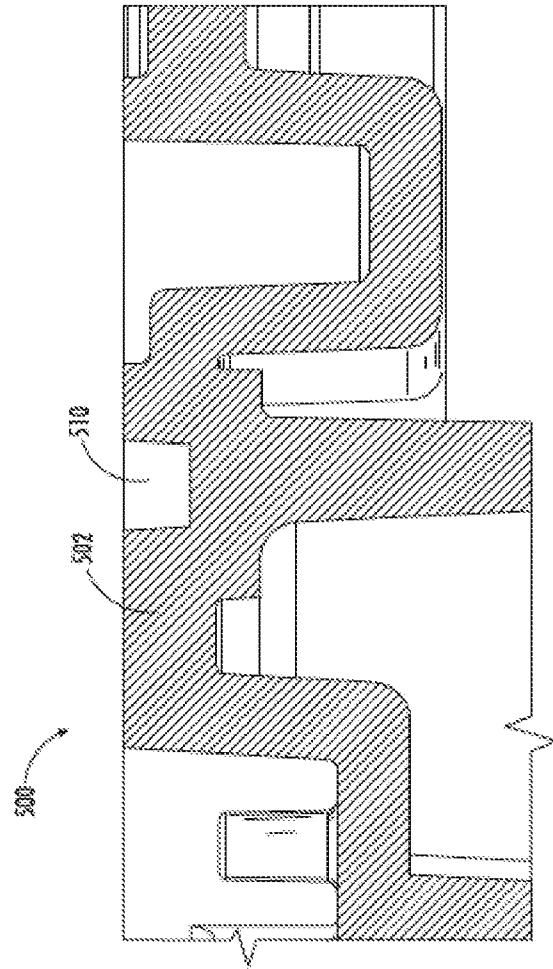


FIG. 5B

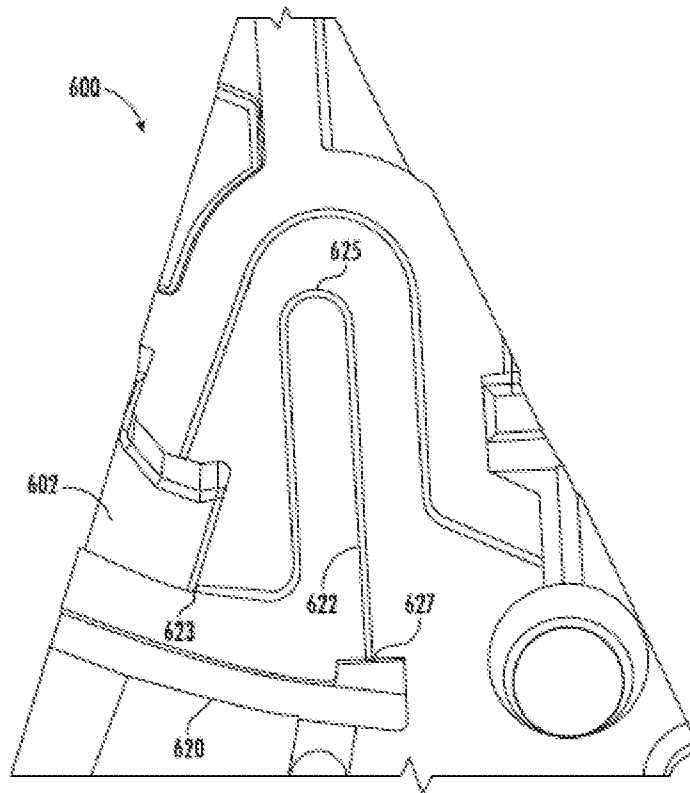
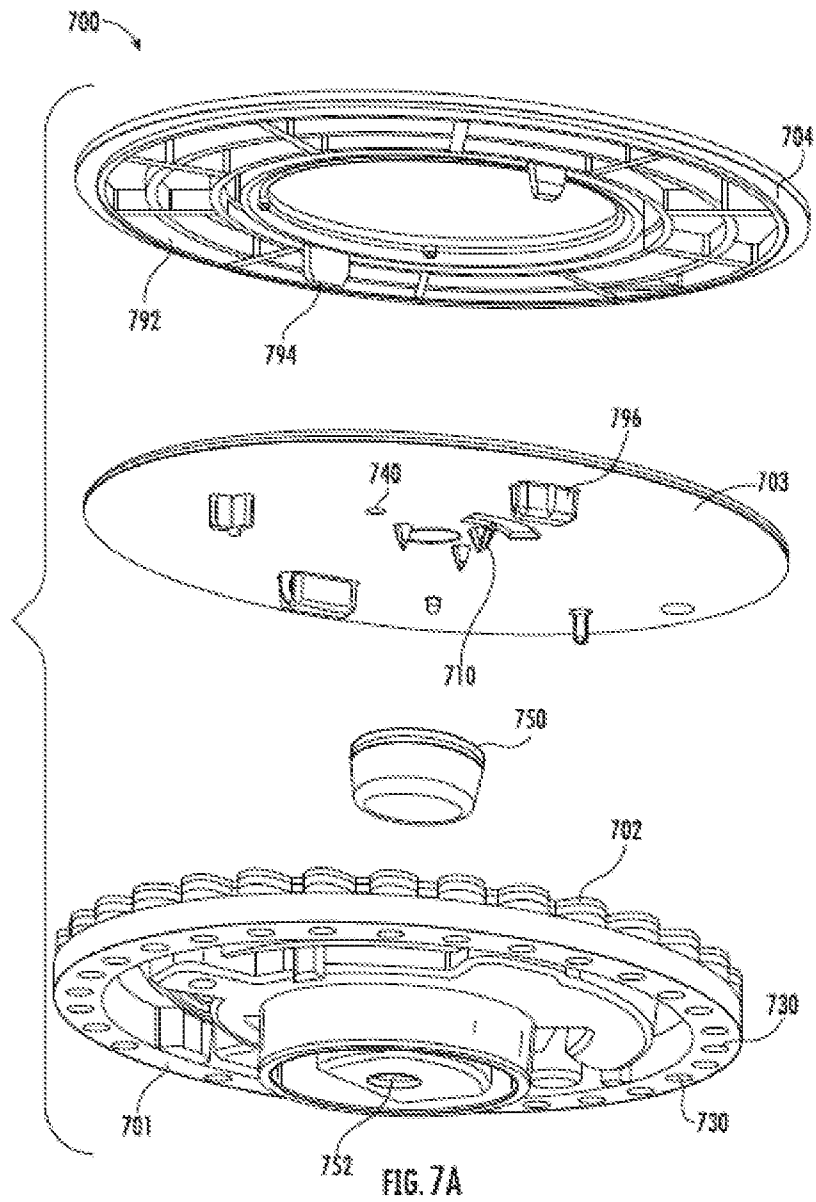


FIG. 6



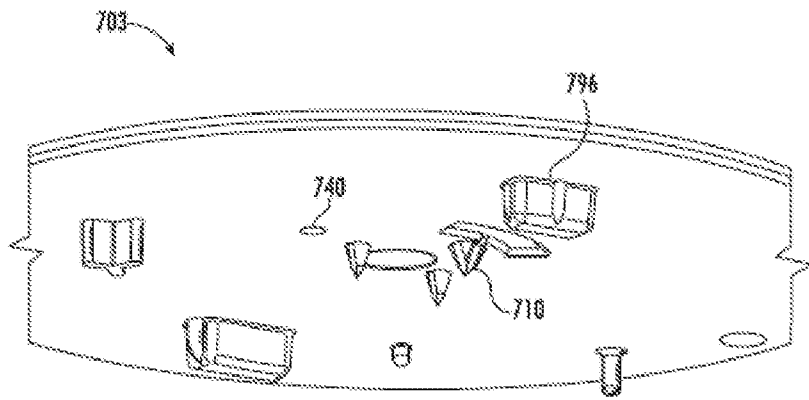


FIG. 7B

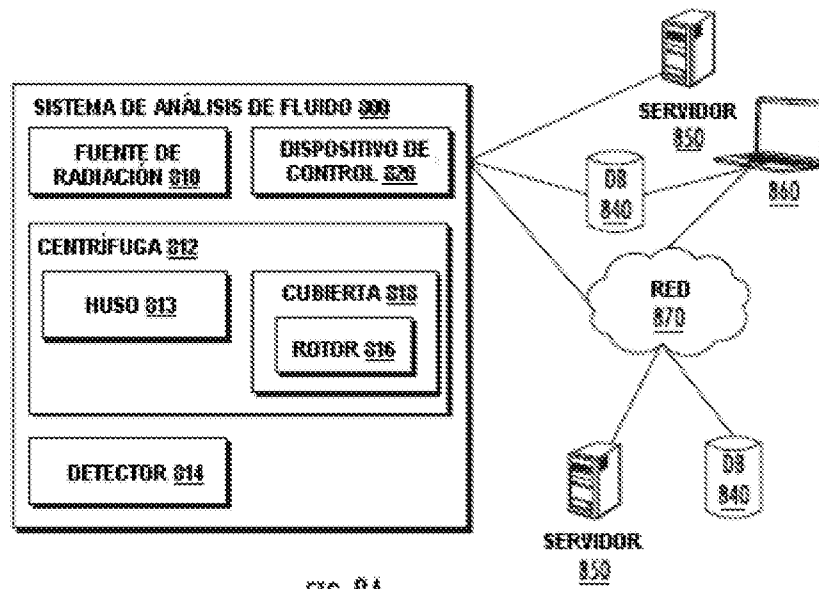


FIG. 8A

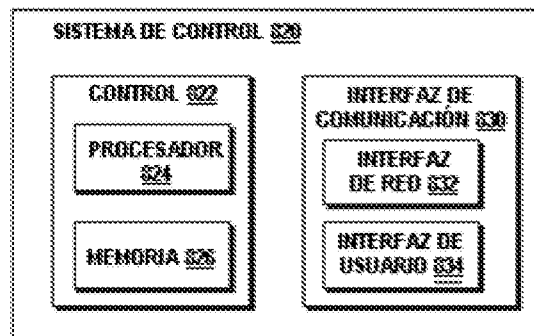


FIG. 8B

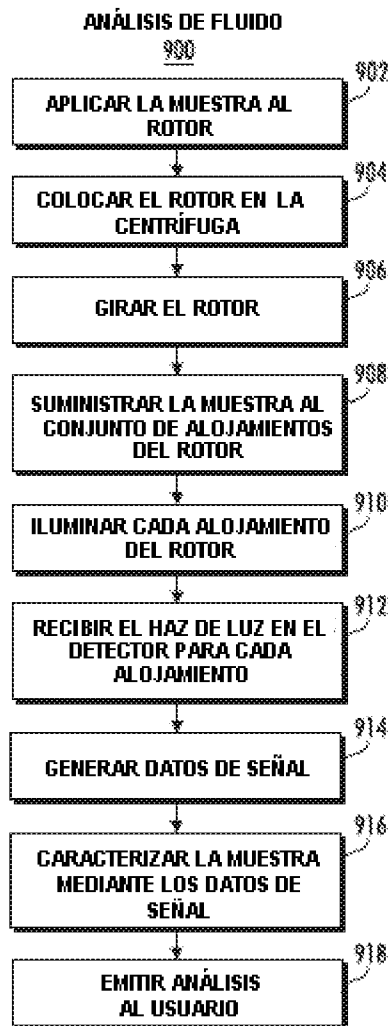
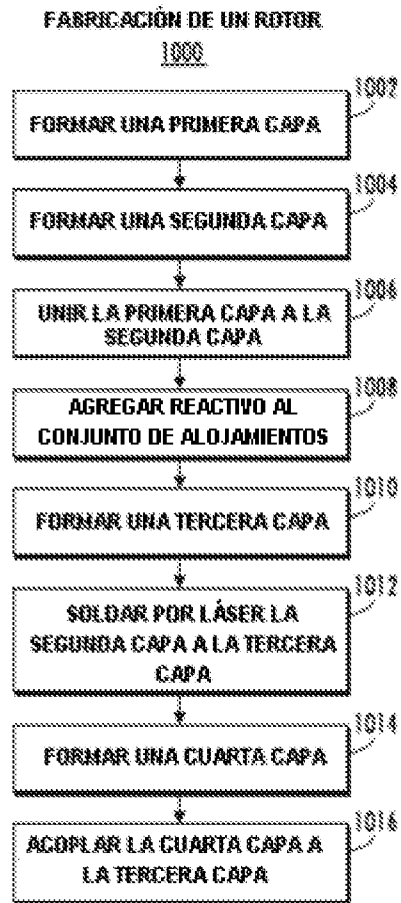


FIG. 9



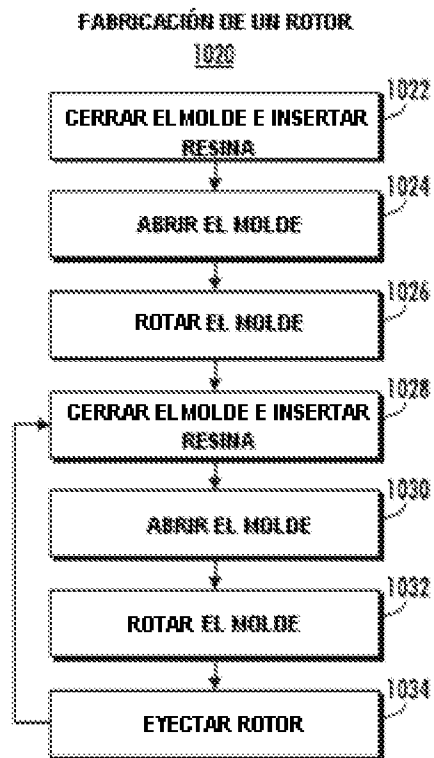


FIG. 108

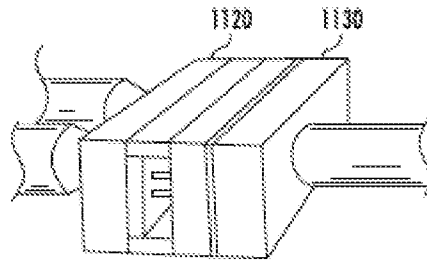


FIG. 11A

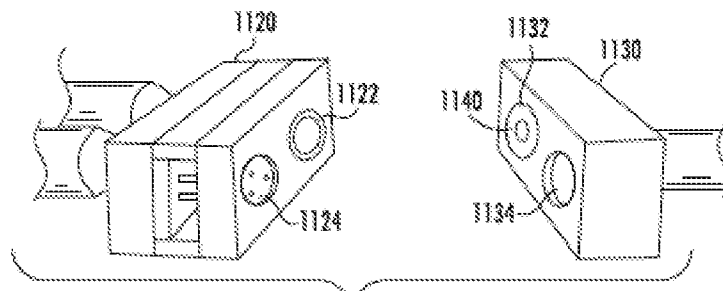


FIG. 11B

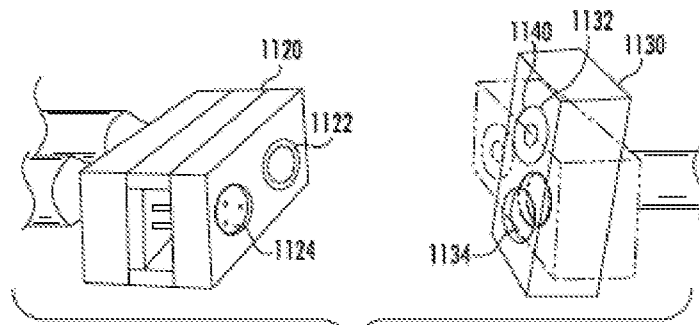


FIG. 11C

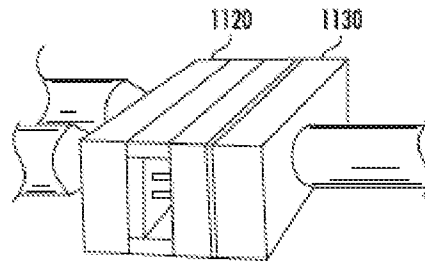


FIG. 11D

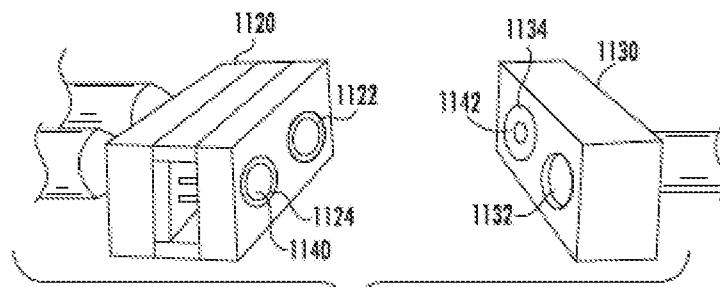


FIG. 11E

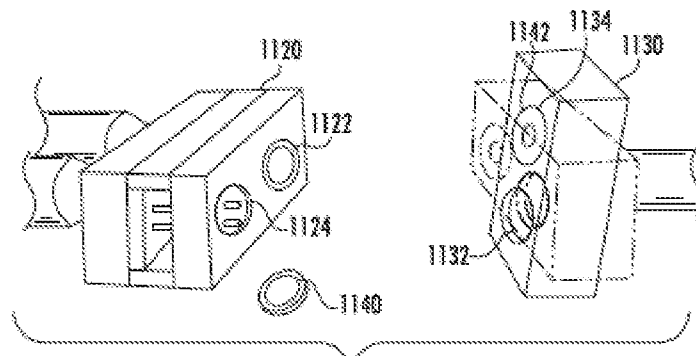


FIG. 11F

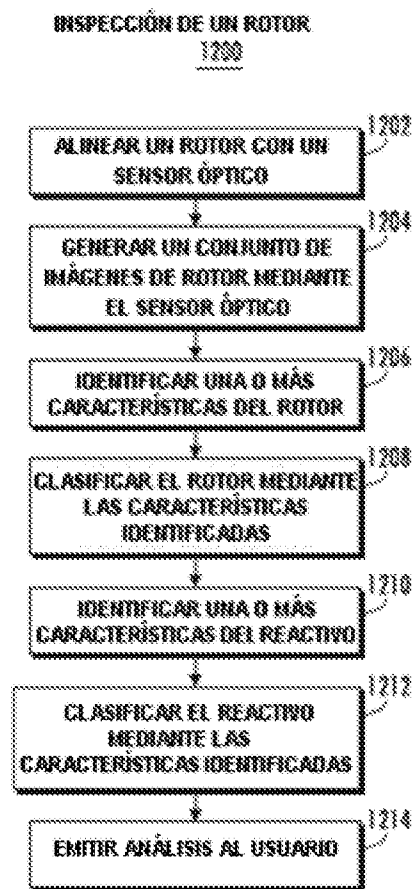


FIG. 12

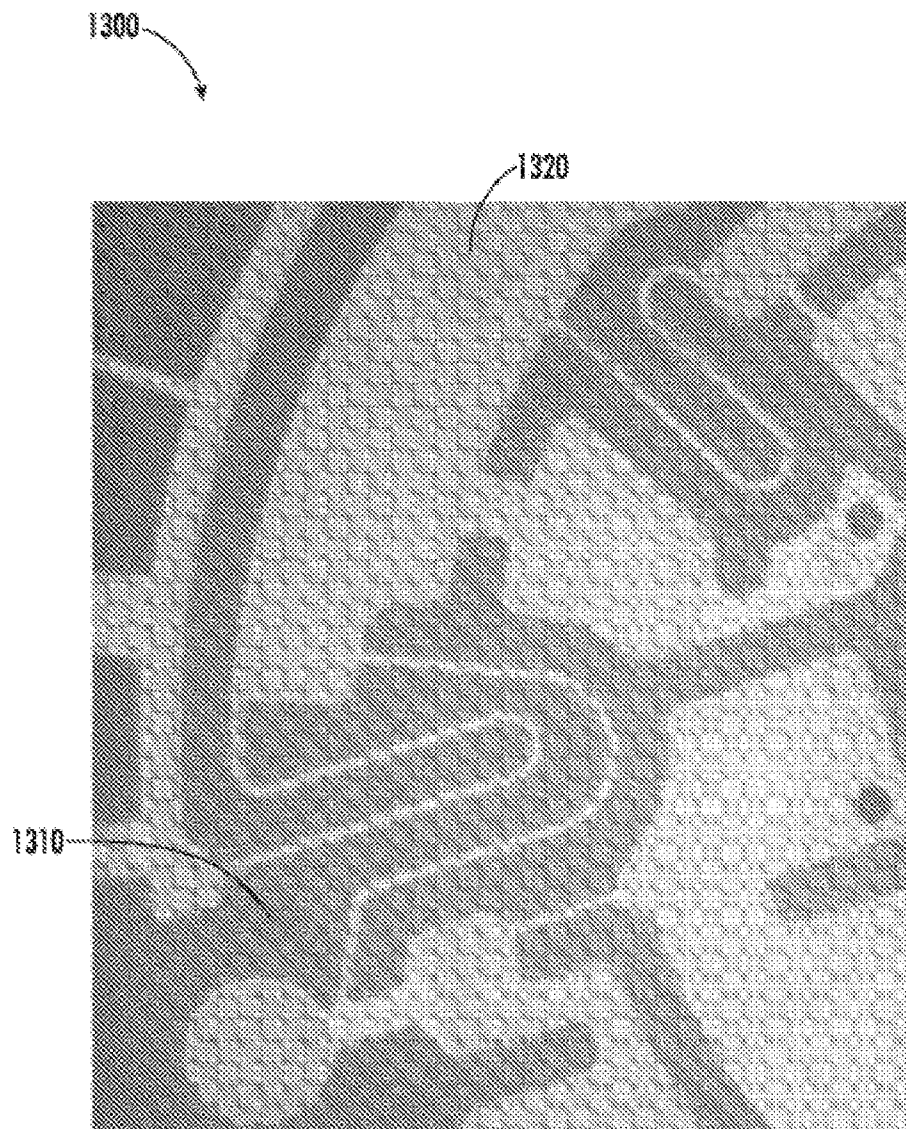


FIG. 13A

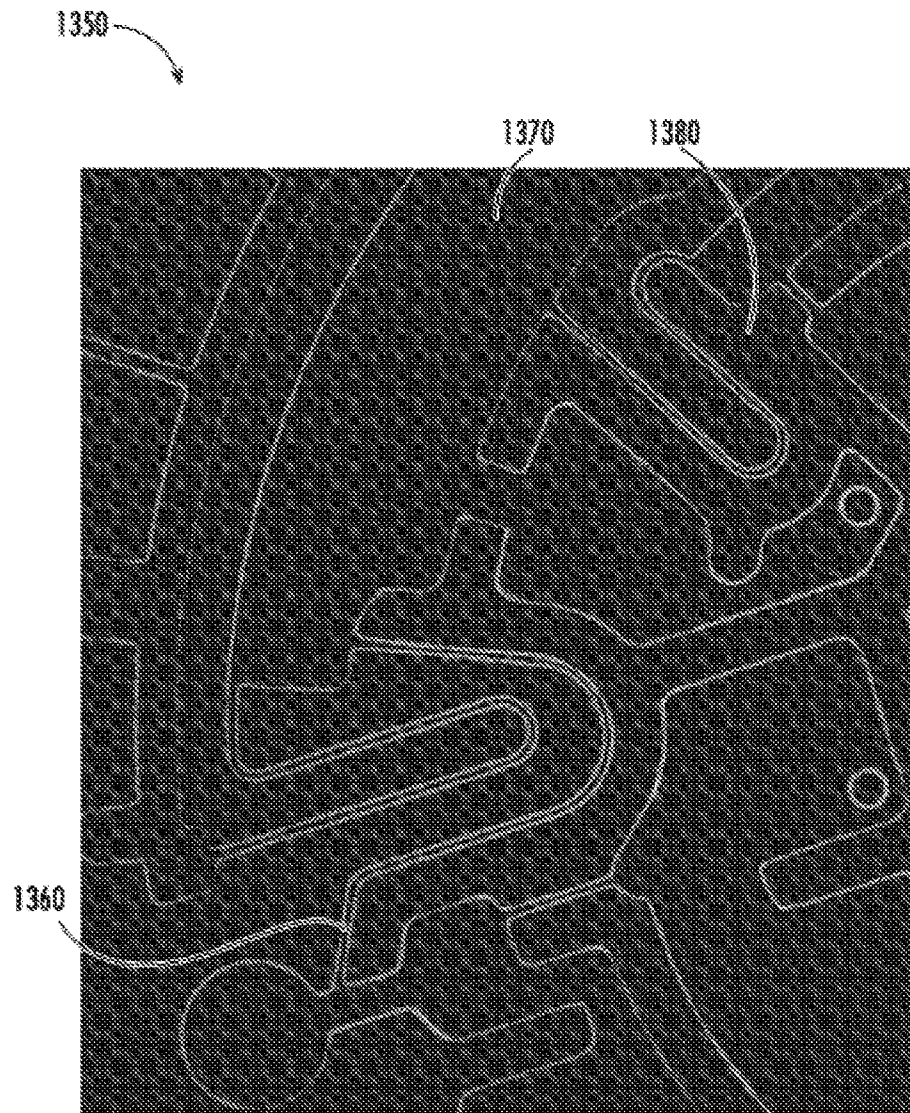


FIG. 13B

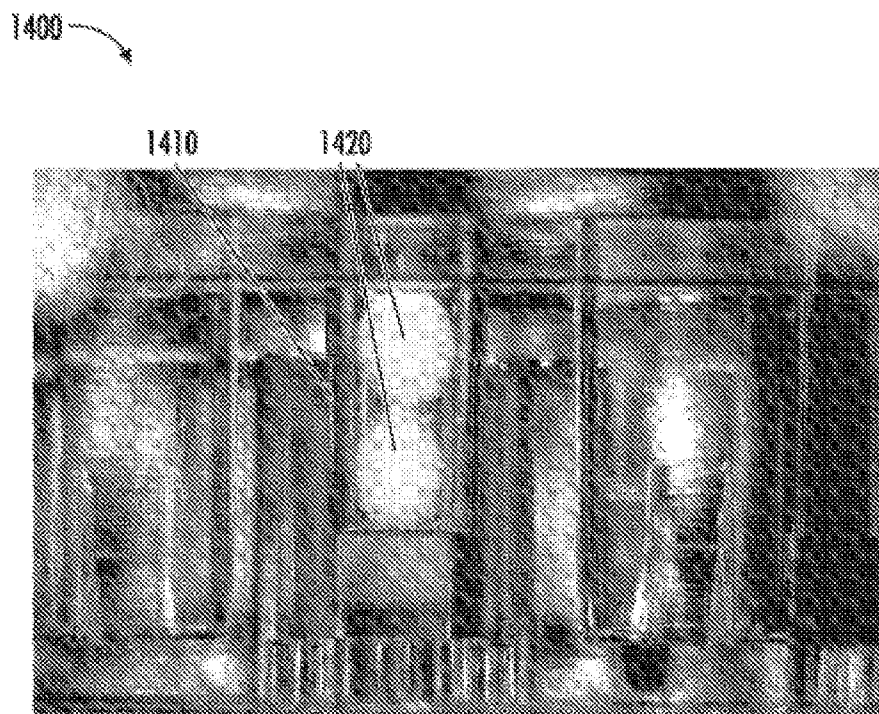


FIG. 14A

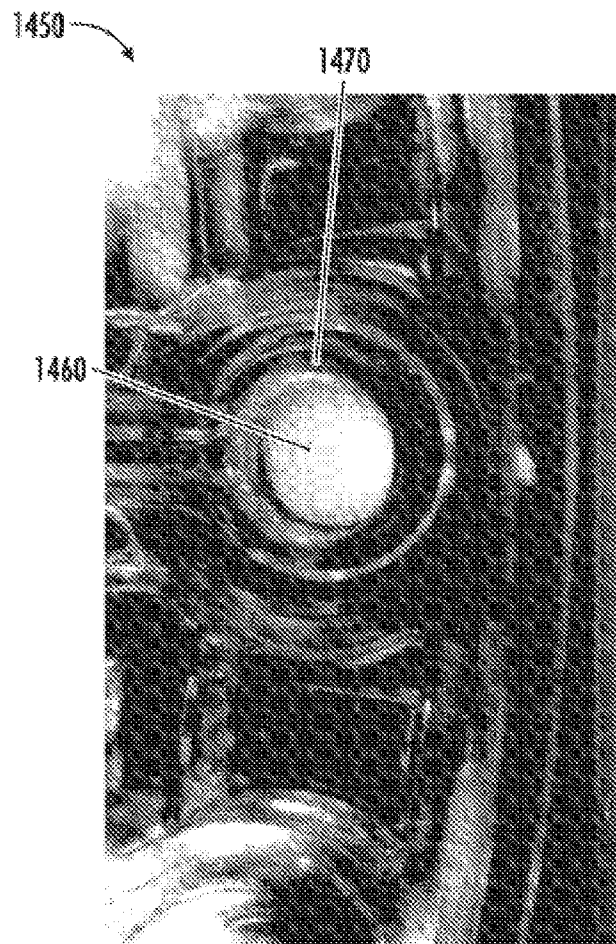


FIG. 14B

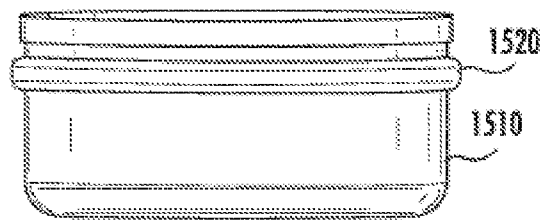


FIG. 15A

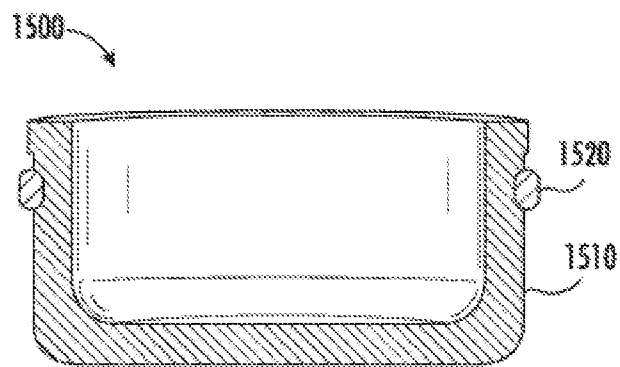


FIG. 15B

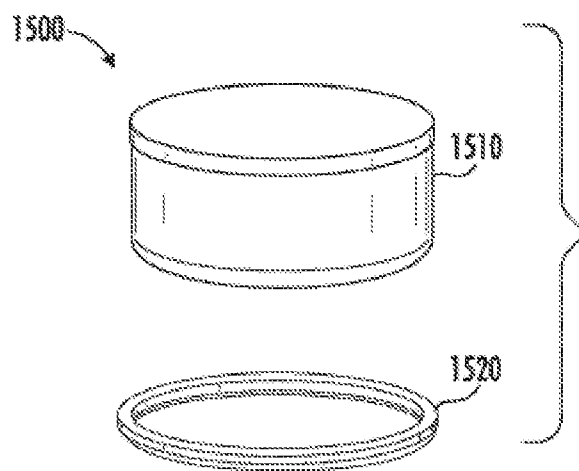


FIG. 15C

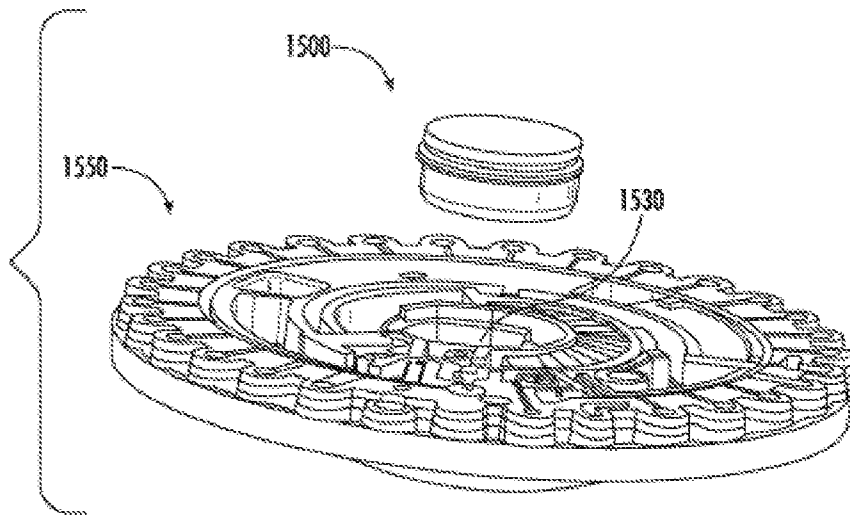


FIG. 15D

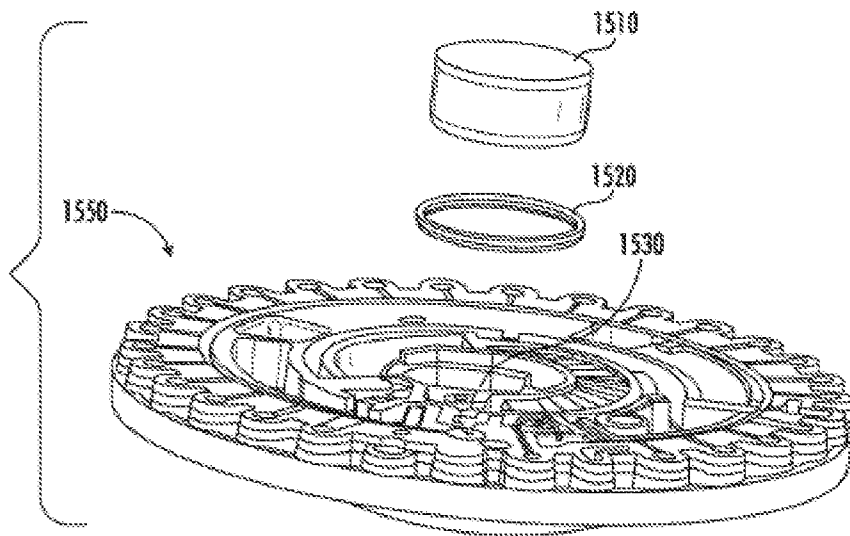


FIG. 15E

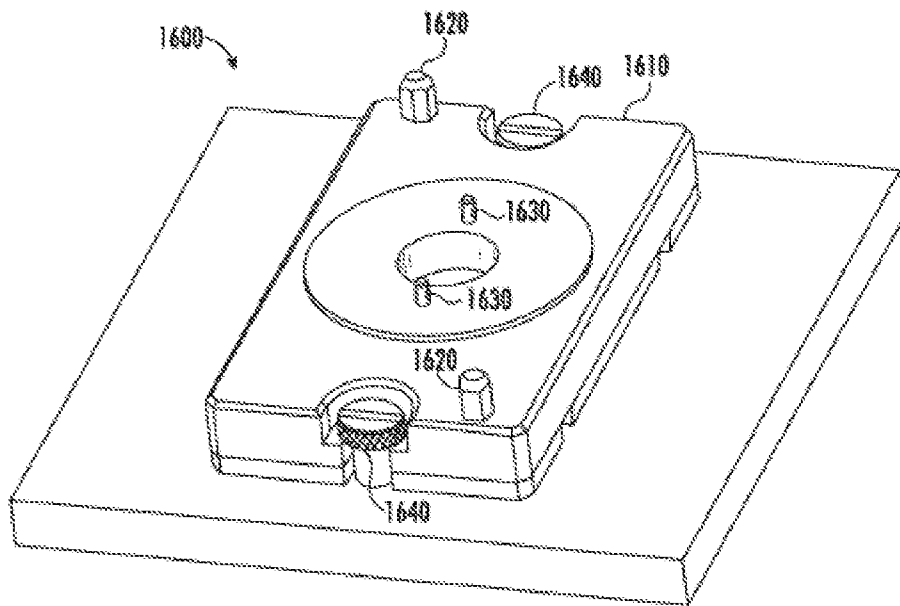


FIG. 16

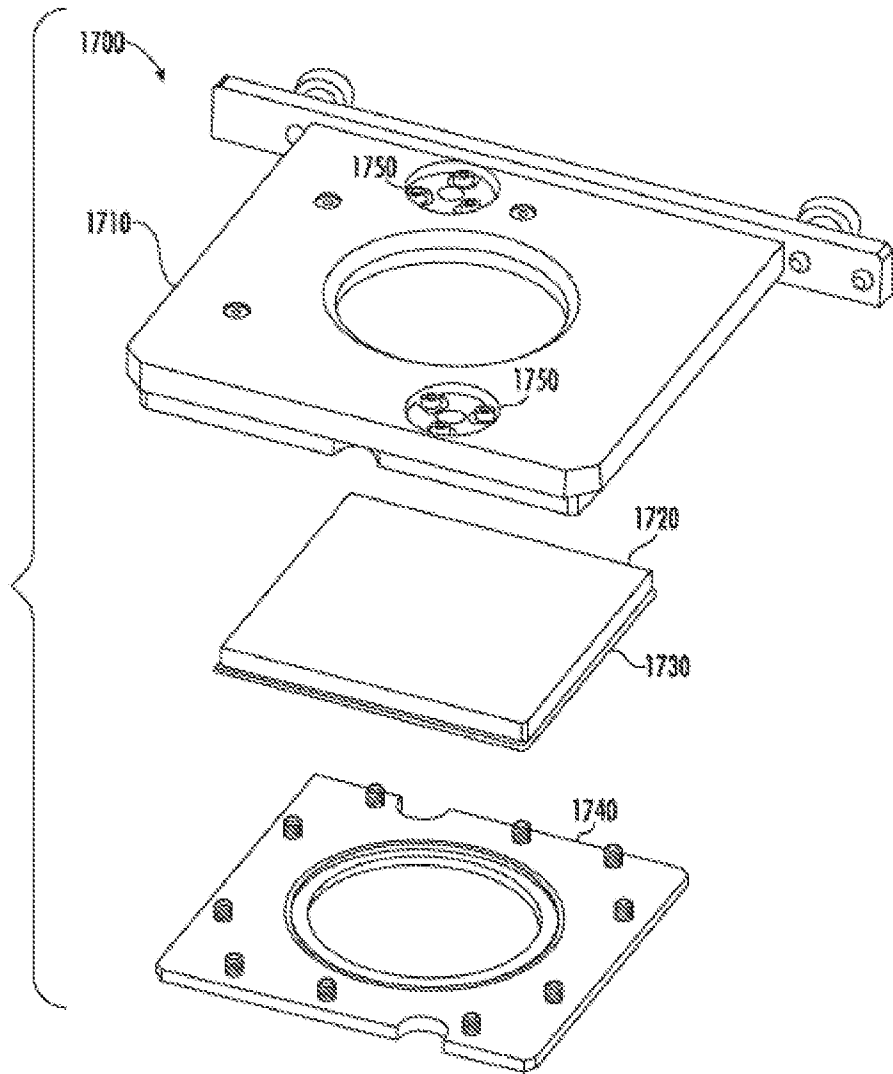


FIG. 17

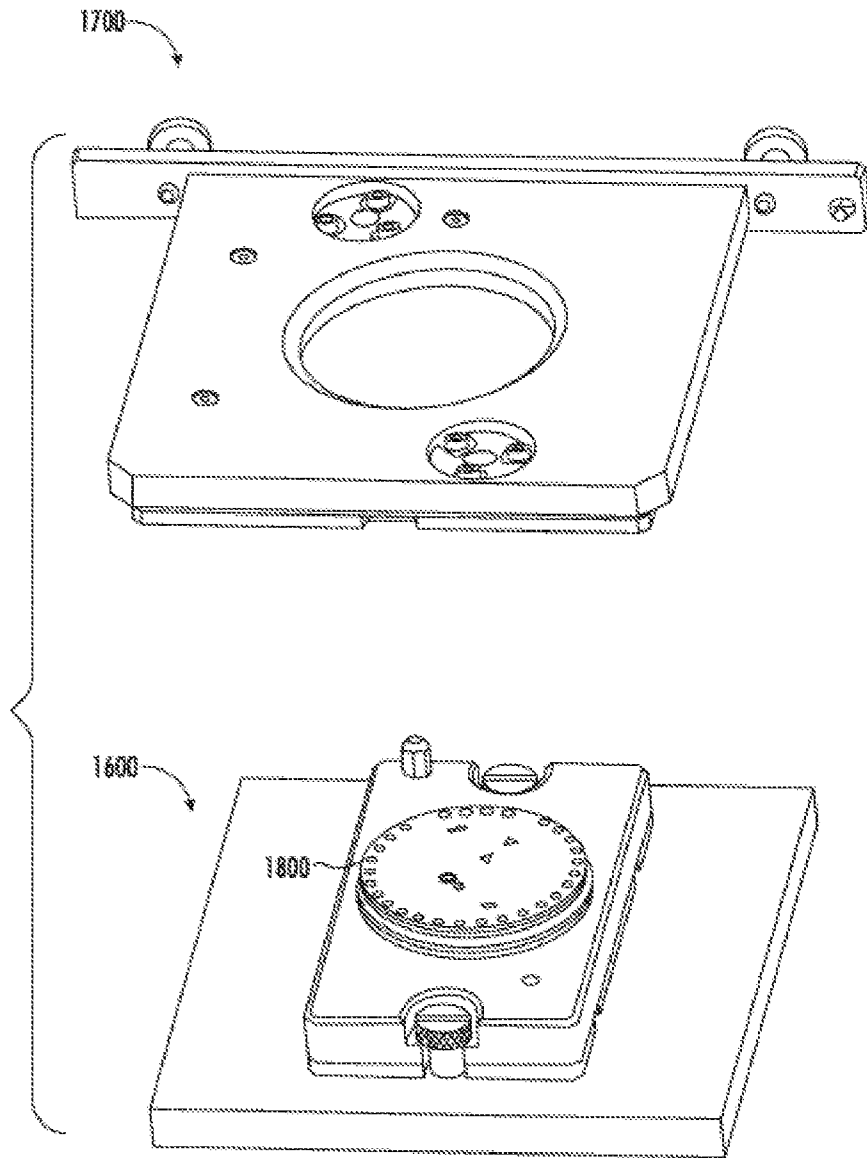


FIG. 18