

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 848**

51 Int. Cl.:

<b>G01N 21/15</b>	(2006.01)
<b>G01N 21/64</b>	(2006.01)
<b>G02B 27/00</b>	(2006.01)
<b>G01N 21/05</b>	(2006.01)
<b>B08B 3/02</b>	(2006.01)
<b>B08B 5/02</b>	(2006.01)

12

### TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.04.2013 PCT/US2013/038839**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.11.2013 WO13165999**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2013 E 13784706 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2018 EP 2844979**

54 Título: **Sensor óptico con autolimpieza**

30 Prioridad:

**04.05.2012 US 201213464508**

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

**06.06.2019**

73 Titular/es:

**ECOLAB USA INC. (100.0%)  
1 Ecolab Place  
St. Paul, MN 55102, US**

72 Inventor/es:

**TOKHTUEV, EUGENE;  
OWEN, CHRISTOPHER, J.;  
SKIRDA, ANATOLY y  
CHRISTENSEN, WILLIAM, M.**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 715 848 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

Sensor óptico con autolimpieza

**Campo técnico**

Esta descripción se refiere a sensores ópticos y, más particularmente, al control del fluido del sensor óptico.

**5 Antecedentes**

Las soluciones químicas acuosas se utilizan en una variedad de situaciones. Por ejemplo, en diferentes aplicaciones, las soluciones de limpieza acuosas se utilizan para limpiar, higienizar, y/o desinfectar cocinas, baños, escuelas, hospitales, fábricas, y otras instalaciones similares. Las soluciones de limpieza acuosas normalmente incluyen una o más especies químicas disueltas en agua. Las especies químicas imparten diversas propiedades funcionales al agua, tales como propiedades de limpieza, actividad microbiana, y similares. Medir la concentración de la especie química en la solución acuosa antes del uso puede ser beneficioso para comprender las propiedades de la solución y para determinar si se requiere un ajuste. Por ejemplo, supervisar la solución química puede ser especialmente útil en muchas aplicaciones industriales. En algunos casos, se utiliza una supervisión sustancialmente en tiempo real para determinar la concentración de un producto químico en una solución de limpieza y luego ajustar la concentración química durante un corto período de limpieza. En otros casos, las mediciones pueden tomarse periódicamente para mantener una concentración química nominal en la solución durante un período de funcionamiento comparativamente largo.

Un sensor óptico es un tipo de dispositivo que se puede utilizar para analizar una solución química. El sensor óptico puede dirigir luz a través de una ventana óptica en una solución fluida y recibir luz del fluido a través de una ventana óptica. El sensor óptico puede dirigir y recibir la luz a través de la misma ventana óptica o de diferentes ventanas ópticas. En cualquier caso, el sensor óptico puede determinar una característica de la solución fluida basándose en la luz recibida de la solución fluida. Por ejemplo, el sensor óptico puede determinar la concentración de una especie química en el fluido basándose en la longitud de onda y/o la magnitud de la luz recibida del fluido.

En algunas aplicaciones, se puede utilizar un sensor óptico para determinar una característica de un fluido que contiene un material incrustante. En tal situación, una ventana óptica del sensor óptico puede ensuciarse, restringiendo la cantidad de luz dirigida y/o recibida a través de la ventana óptica. Cuando la luz se restringe, el sensor óptico puede no determinar una característica de la solución fluida con la misma precisión que cuando la ventana óptica está comparativamente más limpia. Por ejemplo, el sensor óptico puede atribuir una magnitud reducida de la luz recibida de la solución fluida como indicativo de que la solución fluida tiene una concentración más baja de una especie química en lugar de atribuir la cantidad reducida de luz a la interferencia incrustante.

US 3 861 198 A describe un turbidímetro o analizador de fluidos que tiene las ventanas de transmisión de luz mantenidas limpias por un aparato que dirige un flujo de fluido sobre ellas. US 4 874 243 describe una cámara de medición en la que el flujo del fluido a supervisar choca en un ángulo sobre la ventana final de la sonda de medición. Debido a la acción de autolimpieza que se produce, no se forman depósitos en la ventana final y cuyo depósito falsificaría la medida. En el caso de rendimiento y caudal de cantidad de fluido pequeños y por tanto insuficiente acción de limpieza, se proporciona un pulverizador para producir un chorro que se dirige directamente a la ventana final. El fluido se irradia en la región de la sonda de medición utilizando guías de rayos. Si el fluido contiene partículas que causan turbidez, los rayos serán reflejados, recogidos por el sistema óptico y suministrados a un receptor a través de una guía de rayos.

US 4 896 047 A describe un método y un aparato para obtener continuamente lecturas precisas del monitor de opacidad de una corriente de gas de escape (15). Un monitor de opacidad que tiene un transmisor (10) y un receptor (13) está protegido de un entorno de chimenea de descarga (16) por dos ventanas resistentes a los arañazos (19, 20), que se limpian de forma intermitente por control remoto utilizando un spray de un solvente de limpieza volátil no inflamable (28) y un brazo del limpiaparabrisas (22) resistente alternativo. Esta limpieza se puede realizar durante un período de veinte segundos cada vez. Una lectura precisa del monitor de opacidad se obtiene dirigiendo un haz de luz (34) a través de la chimenea (16) desde el transmisor (10) a través de la primera ventana (19) a través de la corriente de gas de escape (15) al receptor (13) a través de la segunda ventana (20). La lectura se obtiene durante los próximos diez segundos. En lugar del limpiaparabrisas, se puede utilizar un cepillo alternativo (40).

**Compendio**

En general, esta descripción está dirigida a sensores ópticos y técnicas basadas en óptica para determinar una característica de un fluido como, p.ej., una solución química acuosa. En algunos ejemplos, el sensor óptico incluye una cámara de flujo y un cabezal del sensor que se configura para ser insertado en la cámara de flujo. El cabezal del sensor puede determinar una característica de un fluido a medida que el fluido fluye a través de la cámara de flujo. Por ejemplo, el cabezal del sensor puede analizar ópticamente un fluido para determinar la concentración de una especie química en el fluido.

55 Cuando el sensor óptico se utiliza para analizar fluido que contiene material incrustante, el material incrustante puede depositarse dentro del sensor óptico. Si el material incrustante se acumula dentro del sensor óptico, el material

incrustante puede reducir o bloquear completamente la luz de ser transmitida a, o recibida de, el fluido por el sensor óptico. Cuando esto ocurre, el sensor óptico no puede ser capaz de analizar ópticamente el fluido con la precisión demandada por algunas aplicaciones.

5 En algunos ejemplos de acuerdo con esta descripción, se describe un sensor óptico que incluye una cámara de flujo que tiene un puerto de entrada para recibir el fluido para el análisis óptico por el cabezal del sensor. El puerto de entrada puede definir un pulverizador de fluido que se configura para dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo contra una ventana óptica del cabezal del sensor. En funcionamiento, el fluido puede viajar a través del puerto de entrada y descargarse desde el pulverizador de fluido para impactar la ventana óptica del sensor. La fuerza del fluido entrante que impacta contra la ventana óptica puede prevenir que se acumule el material incrustante en la ventana óptica y/o ayudar a eliminar el material incrustante acumulado de la ventana óptica.

10 En un ejemplo, se describe un sensor óptico (300) que comprende: un cabezal de sensor (304) que incluye una primera ventana óptica (312), una segunda ventana óptica (314), al menos una fuente de luz, y al menos un detector (224), en donde al menos una fuente de luz se configura para emitir luz a través de la primera ventana óptica (312) en un flujo de fluido y al menos un detector (224) se configura para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica (314) del flujo de fluido; una cámara de flujo (302) que incluye una carcasa (350) que define una cavidad (356) en la que se inserta el cabezal del sensor (304), un puerto de entrada (352) configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad (356) al interior de la cavidad (356), y un puerto de salida (354) configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad (356) de vuelta al exterior de la cavidad (356), en donde el puerto de entrada (352) define un primer pulverizador de fluido (355A) configurado para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana óptica (312) y un segundo pulverizador de fluido (355B) configurado para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana óptica (314), en donde el cabezal del sensor (304) incluye una carcasa del sensor (350) que se extiende desde un extremo proximal (318) a un extremo distal (320), incluyendo la carcasa del sensor (350) un corte angular (322) definido por una primera superficie plana (324) que interseca una segunda superficie plana (326), en donde la primera ventana óptica (312) se coloca en la primera superficie plana (324) y la segunda ventana óptica (314) se coloca en la segunda superficie plana (324), en donde el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) sobresalen de una pared de la cámara de fluido (302) en el corte angular (322) y proporcionan una función de limpieza para la primera y la segunda ventanas ópticas (312, 314), en donde la primera ventana óptica (312) se configura para proyectar luz desde al menos una fuente de luz en una primera región (402) del corte angular (322), la segunda ventana óptica (314) se configura para recibir energía óptica de una segunda región (404) del corte angular (322) y dirigir la energía óptica en al menos un fotodetector, en donde la primera región (402) se superpone con la segunda región (404) y el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) se proyectan en una tercera región (406) del corte angular (322) entre la primera región (402) y la segunda región (404) sin proyectarse en las regiones primera y segunda (402, 404).

35 En otro ejemplo, se describe un método que comprende: dirigir fluido a través de un primer pulverizador de fluido (355A) de una cámara de flujo (302) contra una primera ventana óptica (312) de un cabezal del sensor (304); y dirigir fluido a través de un segundo pulverizador de fluido (355B) de la cámara de flujo (302) contra una segunda ventana óptica (314) del cabezal del sensor (304), en donde el cabezal del sensor (304) incluye al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica (312) en un flujo de fluido y al menos un detector (224) configurado para recibir la energía óptica a través de la segunda ventana óptica (314) del flujo de fluido, en donde el cabezal del sensor (304) incluye una carcasa del sensor (350) que se extiende desde un extremo proximal (318) hasta un extremo distal (320), incluyendo la carcasa del sensor (350) un corte angular (322) definido por una primera superficie plana (324) que interseca una segunda superficie plana (326), en donde la primera ventana óptica (312) se coloca en la primera superficie plana (324) y la segunda ventana óptica (314) se coloca en la segunda superficie plana (324), en donde el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) sobresalen de una pared de la cámara de fluido (302) en el corte angular (322) y proporcionan una función de limpieza para la primera y la segunda ventanas ópticas (312, 314), en donde la primera ventana óptica (312) se configura para proyectar luz desde al menos una fuente de luz en una primera región (402) del corte angular (322), la segunda ventana óptica (314) se configura para recibir energía óptica de una segunda región (404) del corte angular (322) y dirigir la energía óptica en al menos un fotodetector, en donde la primera región (402) se superpone con la segunda región (404) y el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) se proyectan en una tercera región (406) del corte angular (322) entre la primera región (402) y la segunda región (404) sin proyectarse en las regiones primera y segunda (402, 404).

Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en los dibujos adjuntos y en la descripción a continuación. Otras características, objetos, y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y los dibujos, y de las reivindicaciones.

## 55 Breve descripción de los dibujos

La FIG.1 es un diagrama que ilustra un sistema de sensor óptico de ejemplo que incluye un sensor óptico según los ejemplos de la descripción.

La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sensor óptico de ejemplo que puede ser utilizado en el sistema de ejemplo de la FIG. 1.

Las FIGS. 3 y 4 son dibujos esquemáticos de una configuración física de ejemplo de un sensor óptico que puede ser utilizado por los sensores ópticos en las FIGS. 1 y 2.

Las FIGS. 5 y 6 son vistas alternativas de un cabezal del sensor de ejemplo que puede ser utilizado por el sensor óptico de ejemplo de las FIGS. 3 y 4.

5 La FIG. 7 es una vista superior en perspectiva de una cámara de flujo que puede ser utilizada por el sensor óptico de ejemplo de las FIGS. 3 y 4.

La FIG. 8 es una vista superior transversal de la cámara de flujo de ejemplo de la FIG. 7, mostrada con un cabezal del sensor insertado en la cámara, tomada a lo largo de la línea de sección transversal A-A indicada en la FIG. 7.

10 La FIG. 9 es una vista lateral transversal de la cámara de flujo de ejemplo de la FIG. 7, mostrada con un cabezal del sensor insertado en la cámara, tomada a lo largo de la línea de sección transversal B-B indicada en la FIG. 7.

La FIG. 10 es otra vista superior transversal de la cámara de flujo de ejemplo de la FIG. 7, mostrada con un cabezal del sensor insertado en la cámara, tomada a lo largo de la línea de sección transversal A-A indicada en la FIG. 7.

### Descripción detallada

15 La siguiente descripción detallada es de naturaleza ejemplar y no pretende limitar el alcance, la aplicabilidad, o la configuración de la invención de ninguna manera. Más bien, la siguiente descripción proporciona algunas ilustraciones prácticas para implementar ejemplos de la presente invención. Se proporcionan ejemplos de construcciones, materiales, dimensiones, y procesos de fabricación para los elementos seleccionados, y todos los demás elementos emplean lo que es conocido por los expertos en el campo de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que muchos de los ejemplos mencionados tienen una variedad de alternativas adecuadas.

20 Se utilizan fluidos con agentes químicos activos en una variedad de industrias diferentes para una variedad de aplicaciones diferentes. Por ejemplo, en la industria de la limpieza, las soluciones de fluidos que incluyen cloro u otros agentes químicos activos se utilizan a menudo para limpiar y desinfectar diversas superficies y equipos. En estas soluciones, la concentración del agente químico activo u otros parámetros pueden afectar las propiedades de limpieza y desinfección del fluido. Por consiguiente, asegurar que un fluido se formule y prepare adecuadamente para una aplicación prevista puede ayudar a asegurar que el fluido proporcione las propiedades adecuadas de limpieza y desinfección en el uso posterior.

30 Esta descripción describe un sensor óptico para determinar una característica de un medio fluido. En particular, esta descripción describe métodos, sistemas, y aparatos relacionados con un sensor óptico que pueden ser utilizados para determinar una característica de un medio fluido como, p. ej., una concentración de una especie química en el medio fluido, una temperatura del medio fluido, o similares. Dependiendo de la aplicación, el sensor óptico puede implementarse como un sensor en línea que recibe un flujo de fluido de una fuente de fluido continuamente o periódicamente y analiza el fluido para determinar la característica en tiempo sustancialmente real. Por ejemplo, el sensor óptico puede conectarse a un flujo de fluido a través de una tubería, tubo, u otro conducto. El sensor óptico puede entonces recibir una muestra del fluido de la fuente a través del conducto y analizar el fluido para determinar las características del fluido.

35 Dependiendo de la aplicación, el sensor óptico puede recibir un fluido que contiene material incrustante (p. ej., partículas sólidas) para el análisis óptico. A medida que el fluido pasa a través del sensor óptico, los materiales incrustantes pueden depositarse en el sensor, generando escalamiento o una película de material incrustante acumulado. Con el tiempo, la cantidad de material incrustante depositado en el sensor puede incrementar hasta que el sensor ya no pueda analizar ópticamente con precisión el fluido que pasa a través del sensor. Por ejemplo, cuando el sensor óptico incluye una ventana óptica para transmitir luz a y/o recibir luz de un fluido bajo análisis, la ventana óptica puede cubrirse con una capa de material incrustante que restringe el paso de luz a través de la ventana óptica. Esto puede hacer que el sensor óptico proporcione una lectura inexacta para la característica del fluido que debe determinar el sensor.

45 De acuerdo con las técnicas descritas en esta descripción, se proporciona un sensor óptico con un puerto de entrada que define un pulverizador de fluido. El pulverizador de fluido puede estar dispuesto para dirigir el fluido que ingresa al sensor óptico contra una ventana óptica del sensor. Por ejemplo, el pulverizador de fluido puede dirigir el fluido que ingresa al sensor óptico directamente contra la ventana óptica de manera que el fluido entrante contacta la ventana óptica del sensor antes de contactar cualquier otra superficie dentro del sensor. La fuerza del fluido entrante que contacta la ventana óptica puede ayudar a evitar que el material incrustante se acumule en la ventana óptica y/o eliminar el material incrustante acumulado. En lugar de tener que retirar regularmente el sensor óptico del funcionamiento para limpiarlo, el fluido dirigido contra la ventana óptica puede realizar una función de autolimpieza. Como resultado, el sensor óptico puede permanecer en servicio sin requerir limpieza y/o el sensor óptico puede exhibir una vida de servicio ampliada entre limpiezas.

55 En algunos ejemplos según esta descripción, el sensor óptico incluye al menos una primera ventana óptica a través de la cual una fuente de luz del sensor emite luz en un fluido y una segunda ventana óptica a través de la cual un

5 detector del sensor recibe luz del fluido. El sensor puede emitir luz hacia el fluido para generar emisiones fluorescentes y el detector puede detectar las emisiones fluorescentes para determinar una característica del fluido. En este ejemplo, el sensor óptico puede incluir un primer pulverizador de fluido configurado para dirigir una parte de un flujo de fluido entrante contra la primera ventana óptica y un segundo pulverizador de fluido configurado para dirigir una parte diferente del flujo de fluido entrante contra la segunda ventana óptica. Proporcionando un pulverizador separado asociado con cada ventana óptica, cada ventana óptica puede ser impactada con corrientes de fluido de mayor presión que si el sensor óptico emplea un solo pulverizador para múltiples ventanas ópticas. Esto puede mejorar la acción de limpieza de la corriente de fluido entrante.

10 En algunos casos cuando se utiliza un sensor óptico según la descripción como parte de un sistema, el sensor óptico puede estar conectado de manera fluida tanto a una fuente de líquido que suministra un flujo de fluido entrante al sensor como a una fuente de gas que puede suministrar un flujo de fluido entrante. Durante el funcionamiento, la fuente de líquido puede cerrarse y la fuente de gas abrirse para que el sensor óptico sea evacuado de líquido y llenado de gas. Después de eso, la fuente de líquido puede reabrirse para llenar el sensor óptico con líquido para el análisis. Cuando esto ocurre, el líquido que ingresa inicialmente al sensor óptico puede viajar a través del espacio de gas en el sensor óptico más rápidamente que si el sensor óptico estuviera lleno de líquido. En consecuencia, el líquido entrante inicial puede impactar la ventana óptica del sensor con más fuerza que el líquido que ingresa posteriormente al sensor cuando el sensor ya está lleno de líquido. Esto puede proporcionar una acción de limpieza comparativamente de mayor presión que ayuda a eliminar el material incrustante acumulado de la ventana óptica.

20 La FIG. 1 es un diagrama conceptual que ilustra un sistema de sensor óptico 100 de ejemplo, que puede utilizarse para analizar una solución química que tiene propiedades fluorescentes. El sistema 100 incluye un sensor óptico 102, un controlador 104, una fuente de alimentación 106 y una interfaz de usuario 108. El sensor óptico 102 incluye una cámara de flujo 110 que define una cavidad para recibir y contener un flujo de fluido y un cabezal del sensor 112 que es insertado en la cámara de flujo. El cabezal del sensor 112 está configurado para determinar una o más características de un fluido a medida que el fluido pasa a través de la cámara de flujo 110 como, p. ej., una concentración de un compuesto químico en el fluido, una temperatura del fluido, o similares. El sensor óptico 102 puede comunicarse con el controlador 104 en funcionamiento, y el controlador 104 puede controlar el sistema de sensor óptico 100.

30 El controlador 104 está conectado comunicativamente al sensor óptico 102 e incluye un procesador 114 y una memoria 116. Las señales generadas por el sensor óptico 102 se comunican al controlador 104 a través de una conexión por cable o inalámbrica, que en el ejemplo de la FIG. 1 se ilustra como una conexión por cable. La memoria 116 almacena el software para ejecutar el controlador 104 y puede también almacenar datos generados o recibidos por el procesador 114, p. ej., del sensor óptico 102. El procesador 114 ejecuta el software almacenado en la memoria 116 para gestionar el funcionamiento del sensor óptico 102.

35 La cámara de flujo 110 del sensor óptico 102 incluye un puerto de entrada para comunicar fluido desde el exterior de la cámara de flujo al interior de la cámara de flujo así como un puerto de salida para descargar el fluido de vuelta al exterior de la cámara de flujo. El cabezal del sensor 112 es insertado (p. ej., de forma extraíble o permanente) en la cámara de flujo 110 e incluye al menos una ventana óptica para dirigir la luz hacia el fluido que pasa a través de la cámara de flujo 110 y/o recibir energía óptica del flujo de fluido. En funcionamiento, el fluido entra en la cámara de flujo 110 y se dirige más allá de la ventana óptica del cabezal del sensor 112. Una vez dentro de la cámara de flujo, el cabezal del sensor 112 puede analizar ópticamente el fluido a medida que el fluido pasa por la ventana óptica. Por ejemplo, cuando el sensor óptico 102 se implementa como un fluorímetro, el sensor óptico puede dirigir luz hacia el fluido para generar emisiones fluorescentes y luego detectar las emisiones fluorescentes para analizar ópticamente el fluido.

45 Como se describe con mayor detalle a continuación (FIGS. 7-10), la cámara de flujo 110 puede incluir una entrada que define un pulverizador de fluido configurado para dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo directamente contra la ventana óptica del cabezal del sensor. Por ejemplo, la cámara de flujo 110 puede incluir un pulverizador de fluido que está en el mismo plano que la ventana óptica del cabezal del sensor y orientado para que el fluido que ingresa a la cámara de flujo contacte directamente la ventana óptica después de descargar desde el pulverizador de fluido. En vez de contactar una superficie de la pared u otra superficie interna de la cámara de flujo 110 después de descargar desde el pulverizador de fluido, el pulverizador de fluido puede descargar fluido para que el fluido contacte la ventana óptica del cabezal del sensor 112 antes de contactar cualquier otra superficie dentro de la cámara de flujo. En algunos ejemplos, el pulverizador de fluido se orienta para que el centro del flujo de fluido emitido por el pulverizador de fluido se dirija aproximadamente al centro de la ventana óptica. Dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo 110 contra la ventana óptica del cabezal del sensor 112 puede ayudar a reducir o eliminar la acumulación de incrustaciones en la ventana óptica.

60 El sensor óptico 102 está conectado a al menos una fuente de fluido que, en el ejemplo de la FIG. 1, se ilustra como dos fuentes de fluido (una primera fuente de fluido 118 y una segunda fuente de fluido 120). La primera fuente de fluido 118 está en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110 a través de un primer conducto de fluido 122 que pasa a través de una primera válvula 124. La segunda fuente de fluido 120 está en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110 a través de un segundo conducto de fluido 126 que pasa a través de una segunda válvula 128. El primer conducto de fluido 122 y el segundo conducto de fluido 126 están conectados de manera fluida a un puerto

de entrada común (p. ej., un solo puerto de entrada) de la cámara de flujo 110 en el ejemplo del sistema de sensor óptico 100. En otros ejemplos, como los ejemplos donde la cámara de flujo 110 incluye múltiples puertos de entrada, el primer conducto de fluido 122 y el segundo conducto de fluido 126 pueden estar conectados de manera fluida a la cámara de flujo a través de diferentes puertos de entrada.

5 Aunque no se ilustra en la FIG. 1, el controlador 104 puede estar acoplado comunicativamente a la primera válvula 124 y a la segunda válvula 128. En algunos ejemplos, el controlador 104 abre y cierra selectivamente la primera válvula 124 y la segunda válvula 128 para colocar el fluido de la primera fuente de fluido 118 y/o de la segunda fuente de fluido 120 en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110. Por ejemplo, la memoria 116 puede almacenar instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 114, hacen que el controlador 104 abra y/o cierre selectivamente la primera válvula 124 y/o la segunda válvula 128 para colocar selectivamente fluido de la primera fuente de fluido 118 y/o de la segunda fuente de fluido 120 en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110. Cuando la primera fuente de fluido 118 está en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110, el fluido de la primera fuente de fluido puede fluir a través de la cámara de flujo. Por el contrario, cuando la segunda fuente de fluido 120 está en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110, el fluido de la segunda fuente de fluido puede fluir a través de la cámara de flujo.

Además de o en lugar de controlar la primera válvula 124 y la segunda válvula 128, el controlador 104 puede estar acoplado comunicativamente a uno o más dispositivos de entrega que controlan la entrega de fluido de la primera fuente de fluido 118 y de la segunda fuente de fluido 120. Ejemplos de dispositivos de entrega incluyen bombas y otros dispositivos de medición. El controlador 104 puede empezar y/o parar los dispositivos de entrega para colocar fluido de la primera fuente de fluido 118 y/o de la segunda fuente de fluido 120 en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110. El controlador 104 también puede aumentar y/o disminuir la velocidad de los dispositivos de entrega para ajustar la velocidad a la que el fluido de la primera fuente de fluido 118 y/o de la segunda fuente de fluido 120 ingresa a la cámara de flujo 110.

La primera fuente de fluido 118 y la segunda fuente de fluido 120 pueden cada una proporcionar fluidos gaseosos, fluidos líquidos, o una fuente de fluido puede proporcionar un fluido gaseoso mientras que otra fuente de fluido proporciona un fluido líquido. En un ejemplo, la primera fuente de fluido 118 es una fuente de fluido gaseoso y la segunda fuente de fluido 120 es una fuente de fluido líquido. La segunda fuente de fluido 120 puede suministrar un líquido a la cámara de flujo 110 que está destinado para el análisis óptico por el cabezal del sensor 112. Por ejemplo, la segunda fuente de fluido 120 puede suministrar un líquido a la cámara de flujo 110 que incluye un compuesto químico que imparte propiedades funcionales al líquido (p. ej., propiedades de limpieza, propiedades antimicrobianas). El sensor óptico 102 puede recibir el líquido y analizar ópticamente el líquido para determinar la concentración del compuesto químico, p. ej., para monitorizar y/o ajustar la composición de la fuente de líquido. La primera fuente de fluido 118 puede suministrar un gas a la cámara de flujo 110 que, en algunos ejemplos, se utiliza para limpiar la cámara de flujo y/o purgar la cámara de flujo de líquido.

35 Durante el funcionamiento del sensor óptico 102, la segunda fuente de fluido 120 puede suministrar líquido a la cámara de flujo 110 para análisis óptico que contenga material incrustante (p. ej., partículas sólidas). A medida que el líquido pasa a través de la cámara de flujo, los materiales incrustantes pueden acumularse dentro de la cámara de flujo y depositarse en el cabezal del sensor 112. Con el tiempo, los materiales incrustantes pueden acumularse en el cabezal del sensor 112 a un nivel donde el sensor óptico 102 ya no puede determinar con precisión una característica de un líquido que pasa a través de la cámara de flujo.

Para ayudar a reducir o eliminar la acumulación de incrustaciones dentro del sensor óptico 102, la primera fuente de fluido 118 puede suministrar periódicamente gas a la cámara de flujo 110 para purgar la cámara de flujo de líquido. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar la primera válvula 124 y la segunda válvula 128 durante el funcionamiento del sistema de sensor óptico 100 para detener el flujo de líquido a la cámara de flujo e iniciar el flujo de gas a la cámara de flujo 110. El gas puede desplazar el líquido en la cámara de flujo 110 para que la cámara de flujo sea evacuada de líquido. Después de eso, el controlador 104 puede reanudar la comunicación de fluidos entre la fuente de fluido líquido y la cámara de flujo. El líquido que ingresa a la cámara de flujo 110 llena de gas puede viajar a una mayor velocidad dentro de la cámara que cuando la cámara está llena de fluido. Este fluido de alta velocidad que ingresa a la cámara de flujo 110 puede ayudar a eliminar material incrustante acumulado de dentro de la cámara de flujo 110 como, p. ej., incrustaciones en una ventana óptica del cabezal del sensor 112.

Por ejemplo, durante el funcionamiento de un sensor óptico que incluye una cámara de flujo 110 que tiene un pulverizador de fluido configurado para dirigir fluido contra una ventana óptica (p. ej., FIGS. 7-10), el líquido puede descargarse desde el pulverizador de fluido contra una ventana óptica del cabezal del sensor 112. Esto puede ocurrir cuando la cámara de flujo 110 está en comunicación de fluidos con una fuente de fluido líquido, como la segunda fuente de fluido 120. Periódicamente, el controlador 104 puede cerrar la segunda válvula 128 para bloquear la comunicación de fluidos entre la segunda fuente de fluido líquido 120 y la cámara de flujo 110 y también abrir la primera válvula 124 para colocar la primera fuente de fluido gaseoso 118 en comunicación de fluidos con la cámara de flujo. El gas de la primera fuente de fluido 118 puede desplazar el fluido líquido dentro de la cámara de flujo 110 para que la cámara de flujo se llene con fluido gaseoso en vez de con fluido líquido. El controlador 104 puede cerrar posteriormente la primera válvula de fluido 124 para bloquear la comunicación de fluidos entre la primera fuente de fluido gaseoso 118 y la cámara de flujo 110 y también abrir la segunda válvula 128 para colocar la segunda fuente de fluido líquido 120 en

comunicación de fluidos con la cámara de flujo. A medida que el líquido ingresa inicialmente en la cámara de flujo 110 para llenar la cámara de flujo, el líquido puede descargarse desde un pulverizador de fluido de la cámara de flujo 110 y viajar a través de un espacio lleno de gas antes de impactar una ventana óptica del cabezal del sensor 112. Este líquido viajando a través del espacio lleno de gas puede viajar más rápido que si el líquido estuviera viajando a través del mismo espacio y el espacio estuviera lleno de líquido. Por ejemplo, el líquido que viaja a través del espacio lleno de gas puede viajar al menos el doble de rápido (p. ej., al menos tres veces más rápido, entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5 veces más rápido) que si el líquido estuviera viajando a través del mismo espacio y el espacio estuviera lleno de líquido. Como resultado, el líquido puede tener más fuerza para eliminar el material incrustante acumulado de una ventana óptica del cabezal del sensor 112 que si la cámara de flujo 110 no se evacua de líquido.

Independiente de la configuración específica de la cámara de flujo 110, el controlador 104 del sistema de sensor óptico 100 puede controlar la primera fuente de fluido 118 y la segunda fuente de fluido 120 para alternativamente colocar una de las fuentes de fluido en comunicación con la cámara de flujo 110 con cualquier frecuencia adecuada. En un ejemplo, el controlador 104 cierra la primera válvula 124 para bloquear la comunicación de fluidos entre la primera fuente de fluido gaseoso 118 y la cámara de flujo 110 y también abre la segunda válvula 128 para abrir la comunicación de fluidos entre la segunda fuente de fluido líquido 120 y la cámara de flujo. El controlador 104 puede mantener cerrada la primera válvula 124 y abierta la segunda válvula 128, permitiendo que el fluido líquido fluya en y a través de la cámara de flujo 110, por un período mayor de aproximadamente 30 segundos como, p. ej., mayor de 1 minuto, mayor de 5 minutos, mayor de 1 hora, o un período que varíe de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 5 minutos. El controlador 104 puede posteriormente cerrar la segunda válvula 128 para bloquear la comunicación de fluidos entre la segunda fuente de fluido líquido 120 y la cámara de flujo 110 y abrir la primera válvula 124 para abrir la comunicación de fluidos entre la primera fuente de fluido gaseoso 118 y la cámara de flujo. El controlador 104 puede luego mantener abierta la primera válvula 124 y cerrada la segunda válvula 128, por un período mayor de 10 segundos como, p. ej., mayor de 1 minuto, mayor de 10 minutos, o un período que varíe de aproximadamente 1 minuto a aproximadamente 30 minutos. Los valores anteriores son meramente ejemplos, y otros rangos de tiempo son posibles y están contemplados.

En algunos ejemplos, el controlador 104 controla el suministro de fluido gaseoso y fluido líquido a la cámara de flujo 110 de modo que una proporción de la cantidad de tiempo que la cámara de flujo está llena de gas dividido por la cantidad de tiempo que la cámara de flujo está llena de líquido es mayor que 1. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar el suministro de fluido gaseoso y fluido líquido a la cámara de flujo 110 de modo que la proporción de la cantidad de tiempo que la cámara de flujo está llena de gas dividido por la cantidad de tiempo que la cámara de flujo está llena de líquido es mayor que 2, mayor que 5, mayor que 10, o entre 2 y 10. En tales ejemplos, la cámara de flujo 110 puede llenarse de gas por un período de tiempo mayor del que la cámara de flujo está llena de líquido. En los casos en que el líquido recibido por la cámara de flujo 110 contenga material incrustante, reducir la cantidad de tiempo que el líquido pasa a través de la cámara de flujo puede reducir la cantidad de material incrustante depositado dentro de la cámara. En vez de permitir que la cámara de flujo 110 se mantenga llena de fluido líquido que puede contener material incrustante, la cámara de flujo puede en cambio ser evacuada de líquido y llenada de gas. La cámara de flujo 110 puede estar periódicamente llena de líquido para análisis y luego llena de gas, lo que puede prolongar el tiempo que el sensor óptico 102 puede permanecer en servicio antes de ser retirado para su limpieza.

Después de pasar a través de la cámara de flujo 110, el fluido puede ser devuelto a una fuente de fluido o desechado. En el ejemplo de la FIG. 1, la cámara de flujo 110 está en comunicación de fluidos con un conducto de salida 130 a través de una válvula de salida 132 y con un conducto de drenaje 134 a través de una válvula de drenaje 136. En funcionamiento, el controlador 104 puede estar acoplado comunicativamente a la válvula de salida 132 y a la válvula de drenaje 136 para abrir y cerrar las válvulas selectivamente. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar la válvula de salida 132 para abrir la válvula y la válvula de drenaje 136 para cerrar la válvula cuando la primera válvula 124 está cerrada y la segunda válvula 128 está abierta. Esto puede permitir que el fluido fluya de la segunda fuente de fluido 120, a través de la cámara de flujo 110, y volver a la fuente de fluido a través del conducto de salida 130. A la inversa, el controlador 104 puede controlar la válvula de salida 132 para cerrar la válvula y la válvula de drenaje 136 para abrir la válvula cuando la primera válvula (124) está abierta y la segunda válvula 128 está cerrada. Esto puede permitir que el fluido fluya fuera de la cámara de flujo 110 (p. ej., para evacuar la cámara de líquido) y/o proporcionar una vía de fluido separada para descargar el material incrustante acumulado expulsado de la cámara de flujo.

La primera fuente de fluido 118 y la segunda fuente de fluido 120 pueden cada una ser de cualquier tipo de fluido adecuado. En los ejemplos en los que la primera fuente de fluido 118 es un fluido gaseoso, el gas puede ser aire atmosférico, oxígeno, nitrógeno, dióxido de carbono, o cualquier otro tipo de gas aceptable. En algunos ejemplos, el gas está a presión atmosférica. En otros ejemplos, el gas está a una presión positiva en relación con la presión atmosférica. Además, en los ejemplos en los que la segunda fuente de fluido 120 es un fluido líquido, el fluido puede ser un líquido que está destinado a ser analizado ópticamente (p. ej., para determinar la concentración de un compuesto químico en el líquido) o un líquido que se proporciona para limpiar el sensor óptico 102. Por ejemplo, la segunda fuente de fluido 120 puede ser agua u otro fluido de limpieza para limpiar el material incrustante del sensor óptico 102. En otros ejemplos, el líquido destinado a ser analizado ópticamente puede dirigirse contra una ventana óptica del cabezal del sensor 112 además de o en lugar de proporcionar un líquido de limpieza separado. Es decir, en lugar de suministrar un líquido de limpieza separado al sensor óptico 102 para eliminar el material incrustante del sensor, el líquido que ingresa al sensor óptico para análisis puede a su vez ser dirigido hacia el sensor de tal manera que ayude a reducir o eliminar la acumulación de incrustaciones dentro del sensor. Mientras que el sistema de sensor óptico 100

en el ejemplo de la FIG. 1 incluye una primera fuente de fluido 118 y una segunda fuente de fluido 120, en otros ejemplos, un sistema de sensor óptico puede incluir menos fuentes de fluido (p. ej., una sola fuente de fluido) o más fuentes de fluido (p. ej., tres, cuatro, o más fuentes de fluido) y la descripción no está limitada en este sentido.

5 Por ejemplo, en un ejemplo el sistema de sensor óptico 100 incluye una fuente de fluido gaseoso, una fuente de fluido líquido para limpiar el sensor óptico 102, y una fuente de fluido líquido a analizar por el sensor óptico 102. El controlador 104 puede controlar el sistema para colocar la fuente de fluido gaseoso en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110 mientras que la comunicación de fluidos entre la fuente de fluido líquido para limpiar y la fuente de fluido líquido a analizar está bloqueada. Esto puede evacuar la cámara de flujo 110 de líquido. Después de eso, el controlador 104 puede controlar el sistema para colocar la fuente de fluido líquido para limpiar la cámara de flujo 110 en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110 mientras que el flujo a la fuente de fluido gaseoso y a la fuente de fluido líquido a analizar está bloqueado. El controlador 104 puede posteriormente controlar el sistema para colocar la fuente de fluido líquido a analizar en comunicación de fluidos con la cámara de flujo 110 mientras que la comunicación de fluidos entre la fuente de fluido líquido para limpiar y la fuente de fluido líquido a analizar está bloqueada.

15 El sensor óptico 102 en el sistema de sensor óptico 100 puede utilizarse para analizar una variedad de tipos diferentes de fluidos líquidos. Ejemplos de fluidos que pueden ser analizados por el sensor óptico 102 incluyen, pero no se limitan a, agentes de limpieza, agentes de desinfección, agua de enfriamiento para torres de enfriamiento industrial, biocidas como pesticidas, agentes anticorrosión, agentes anti-escalamiento, agentes anti-incrustaciones, detergentes para la ropa, limpiadores in situ, revestimientos para pisos, composiciones para el cuidado de vehículos, composiciones para el cuidado del agua, composiciones para el lavado de botellas, y similares. En algunos ejemplos, el fluido es una solución química acuosa que incluye uno o más aditivos químicos. Estos u otros fluidos pueden utilizarse como segunda fuente de fluido 120.

25 En algunos ejemplos, el sensor óptico 102 está configurado como un fluorímetro con una fuente de luz que emite energía óptica hacia el fluido que fluye a través de la cámara de flujo 110. El fluido puede emitir radiación fluorescente en respuesta a la energía óptica dirigida hacia el fluido. El sensor óptico 102 puede entonces detectar la radiación fluorescente emitida y determinar varias características de la solución, como una concentración de uno o más compuestos químicos en la solución, basada en la magnitud de la radiación fluorescente emitida. Para permitir que el sensor óptico 102 detecte emisiones fluorescentes, el fluido líquido proporcionado de una fuente de fluido en estos ejemplos puede incluir una molécula que exhibe características fluorescentes. En algunos ejemplos, el fluido puede incluir un compuesto policíclico y/o una molécula de benceno que tiene uno o más grupos donantes de electrones sustituyentes como, p.ej., -OH, -NH<sub>2</sub>, y -OCH<sub>3</sub>, que pueden exhibir características fluorescentes. Dependiendo de la aplicación, estos compuestos pueden estar presentes naturalmente en el fluido que ingresa al sensor óptico 102 debido a las propiedades funcionales (p. ej., propiedades de limpieza y desinfección) impartidas a los fluidos por los compuestos.

35 Además de o en lugar de un compuesto naturalmente fluorescente, el fluido líquido puede incluir un trazador fluorescente (que también puede ser referido como un marcador fluorescente). El trazador fluorescente puede incorporarse en el fluido específicamente para impartir propiedades fluorescentes al fluido. Compuestos de trazador fluorescente de ejemplo incluyen, pero no se limitan a disulfonato de naftaleno (NDSA), ácido 2-naftalensulfónico, Ácido Amarillo 7, sal de sodio de ácido 1, 3, 6, 8-pirenetetrasulfónico, y flúoresceína.

40 Independiente de la composición específica del fluido recibido por la cámara de flujo 110, el sensor óptico 102 puede determinar una o más características del fluido que fluye a través de la cámara de flujo. Características de ejemplo incluyen, pero no se limitan a, la concentración de uno o más compuestos químicos dentro del fluido, la temperatura del fluido, y/u otras características del fluido pueden ayudar a asegurar que el fluido se formule adecuadamente para una aplicación prevista. El sensor óptico 102 puede comunicar la información de las características detectadas al controlador 104.

45 Mientras el sensor óptico 102 dentro del sistema 100 generalmente se describe recibiendo un flujo de fluido en movimiento que pasa a través del sensor óptico, en otros ejemplos, el sensor óptico puede utilizarse para determinar una o más características de un volumen de fluido estacionario que no fluye a través de una cámara de flujo del sensor óptico. Cuando el sensor óptico 102 incluye una cámara de flujo con puertos de entrada y salida (FIGS. 7-10), los puertos de entrada y salida pueden conectarse para crear una cavidad limitada para sostener un volumen de fluido estacionario (p. ej., que no fluye). Una cámara de flujo limitada puede ser útil para la calibración del sensor óptico 102. Durante la calibración, la cámara de flujo puede llenarse con un fluido que tiene características conocidas (p. ej., una concentración conocida de uno o más compuestos, una temperatura conocida), y el sensor óptico 102 puede determinar características estimadas de la solución de calibración. Las características estimadas determinadas por el sensor óptico se pueden comparar con las características conocidas (p. ej., por el controlador 104) y utilizar para calibrar el sensor óptico 102.

55 El sistema de sensor óptico 100 en el ejemplo de la FIG. 1 también incluye la fuente de alimentación 106, la interfaz de usuario 108, y los conductos 122, 126, 130, 134. La fuente de alimentación 106 proporciona potencia de funcionamiento a los diversos componentes del sistema de sensor óptico 100 y, en diferentes ejemplos, puede incluir potencia de una línea de suministro, como una línea de suministro de corriente alterna o de corriente continua, o una batería. La interfaz de usuario 108 puede utilizarse para proporcionar la entrada al sistema de sensor óptico 100 (p. ej., para

5 cambiar los parámetros de funcionamiento del sistema, ejecutar una rutina de calibración) o para recibir la salida del sistema. La interfaz de usuario 108 generalmente puede incluir una pantalla de visualización u otro medio de entrada, y el medio de entrada del usuario. En algunos ejemplos, el sistema de sensor óptico 100 puede comunicarse a través de una conexión por cable o inalámbrica con uno o más dispositivos informáticos remotos. Los conductos de fluido 122, 126, 130, 134 en el sistema 100 pueden ser cualquier tipo de tubería, tubo, u otra vía de fluido flexible o inflexible.

10 En el ejemplo de la FIG. 1, el sensor óptico 102 determina una característica del fluido que fluye a través de la cámara de flujo 110 (p. ej., una concentración de un compuesto químico, una temperatura, o similar). La FIG. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sensor óptico 200 que determina una característica de un medio fluido. El sensor 200 puede utilizarse como el sensor óptico 102 en el sistema de sensor óptico 100, o el sensor 200 puede utilizarse en otras aplicaciones más allá del sistema de sensor óptico 100.

15 Con referencia a la FIG. 2, el sensor 200 incluye un controlador 220, uno o más emisores ópticos 222 (referidos en la presente memoria como "emisor óptico 222"), uno o más detectores ópticos 224 (referidos en la presente memoria como "detector óptico 224"), y un sensor de temperatura 221. El controlador 220 incluye un procesador 226 y una memoria 228. En funcionamiento, el emisor óptico 222 dirige luz hacia el fluido que fluye a través del canal de fluido 230 y el detector óptico 224 detecta emisiones fluorescentes generadas por el fluido. La luz dirigida hacia el fluido por el emisor óptico 222 puede generar emisiones fluorescentes excitando electrones de moléculas fluorescentes dentro del fluido, provocando que las moléculas emitan energía (es decir, fluorescencia) que puede ser detectada por el detector óptico 224. Por ejemplo, el emisor óptico 222 puede dirigir luz a una frecuencia (p. ej., frecuencia ultravioleta) hacia el fluido que fluye a través del canal de fluido 230 y provocar que las moléculas fluorescentes emitan energía de luz a una frecuencia diferente (p. ej., frecuencia de luz visible). El sensor de temperatura 221 dentro del sensor 200 puede medir la temperatura del flujo de fluido adyacente (p. ej., en contacto con) al sensor. En algunos ejemplos, el sensor 200 se comunica con dispositivos externos.

25 La memoria 228 almacena el software y los datos utilizados o generados por el controlador 220. Por ejemplo, la memoria 228 puede almacenar los datos utilizados por el controlador 220 para determinar la concentración de uno o más componentes químicos dentro del fluido que está siendo monitorizado por el sensor 200. En algunos ejemplos, la memoria 228 almacena los datos en la forma de una ecuación que relaciona las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 con una concentración de uno o más componentes químicos.

30 El procesador 226 ejecuta el software almacenado en la memoria 228 para realizar las funciones atribuidas al sensor 200 y al controlador 220 en esta descripción. Los componentes descritos como procesadores dentro del controlador 220, del controlador 104, o de cualquier otro dispositivo descrito en esta descripción pueden cada uno incluir uno o más procesadores, como uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital (DSPs), circuitos integrados de aplicación específica (ASICs), matrices de puertas programables de campo (FPGAs), circuitos lógicos programables, o similares, ya sean solos o en cualquier combinación adecuada.

35 El emisor óptico 222 incluye al menos un emisor óptico que emite energía óptica en un fluido presente con el canal de fluido 230. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 emite energía óptica sobre el rango de las longitudes de onda. En otros ejemplos, el emisor óptico 222 emite energía óptica en una o más longitudes de onda discretas. Por ejemplo, el emisor óptico 222 puede emitir en dos, tres, cuatro o más longitudes de onda discretas.

40 En un ejemplo, el emisor óptico 222 emite luz dentro del espectro ultravioleta (UV). La luz dentro del espectro UV puede incluir longitudes de onda en el rango de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 400 nanómetros. La luz emitida por el emisor óptico 222 se dirige hacia el fluido dentro del canal de fluido 230. En respuesta a la recepción de la energía óptica, las moléculas fluorescentes dentro del fluido pueden excitarse, provocando que las moléculas produzcan emisiones fluorescentes. Las emisiones fluorescentes, que pueden o pueden no estar a una frecuencia diferente que la energía emitida por el emisor óptico 222, se pueden generar a medida que los electrones excitados dentro de las moléculas fluorescentes cambian los estados de energía. La energía emitida por las moléculas fluorescentes puede ser detectada por el detector óptico 224. Por ejemplo, el emisor óptico 222 puede emitir luz en el rango de frecuencia de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 310 nm y, dependiendo de la composición del fluido, provocar emisiones fluorescentes en el rango de aproximadamente 310 nm a aproximadamente 400 nm.

50 El emisor óptico 222 puede implementarse en una variedad de formas diferentes dentro del sensor 200. El emisor óptico 222 puede incluir una o más fuentes de luz para excitar las moléculas dentro del fluido. Fuentes de luz de ejemplo incluyen diodos emisores de luz (LEDs), láseres y lámparas. En algunos ejemplos, el emisor óptico 222 incluye un filtro óptico para filtrar la luz emitida por la fuente de luz. El filtro óptico puede colocarse entre la fuente de luz y el fluido y puede seleccionarse para pasar la luz dentro de un cierto rango de longitud de onda. En algunos ejemplos adicionales, el emisor óptico incluye un colimador, p. ej., una lente de colimación, una capucha o un reflector, colocado adyacente a la fuente de luz para colimar la luz emitida desde la fuente de luz. El colimador puede reducir la divergencia de la luz emitida desde la fuente de luz, reduciendo el ruido óptico.

55 El sensor 200 también incluye el detector óptico 224. El detector óptico 224 incluye al menos un detector óptico que detecta las emisiones fluorescentes emitidas por las moléculas excitadas dentro del canal de fluido 230. En algunos ejemplos, el detector óptico 224 se coloca en un lado diferente del canal de fluido 230 que el emisor óptico 222. Por

ejemplo, el detector óptico 224 puede colocarse en un lado del canal de fluido 230 que está desplazado aproximadamente 90 grados con respecto al emisor óptico 222. Tal disposición, puede reducir la cantidad de luz que es emitida por el emisor óptico 222, transmitida a través del fluido dentro del canal de fluido 230, y detectada por el detector óptico 224. Esta luz transmitida puede potencialmente provocar interferencias con las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico.

En funcionamiento, la cantidad de energía óptica detectada por el detector óptico 224 puede depender del contenido del fluido dentro del canal de fluido 230. Si el canal de fluido contiene una solución fluida que tiene ciertas propiedades (p. ej., un cierto compuesto químico y/o una cierta concentración de una especie química), el detector óptico 224 puede detectar un cierto nivel de energía fluorescente emitida por el fluido. Sin embargo, si la solución fluida tiene propiedades diferentes (p. ej., un compuesto químico diferente y/o una concentración diferente de la especie química), el detector óptico 224 puede detectar un nivel diferente de energía fluorescente emitida por el fluido. Por ejemplo, si un fluido dentro del canal de fluido 230 tiene una primera concentración de un compuesto(s) químico fluorescente, el detector óptico 224 puede detectar una primera magnitud de emisiones fluorescentes. Sin embargo, si el fluido dentro del canal de fluido 230 tiene una segunda concentración del compuesto(s) químico fluorescente que es mayor que la primera concentración, el detector óptico 224 puede detectar una segunda magnitud de emisiones fluorescentes que es mayor que la primera magnitud.

El detector óptico 224 también puede implementarse en una variedad de formas diferentes dentro del sensor 200. El detector óptico 224 puede incluir uno o más fotodetectores como, p. ej., fotodiodos o fotomultiplicadores, para convertir las señales ópticas en señales eléctricas. En algunos ejemplos, el detector óptico 224 incluye una lente colocada entre el fluido y el fotodetector para enfocar y/o dar forma a la energía óptica recibida del fluido.

El sensor 200 en el ejemplo de la FIG. 2 también incluye un sensor de temperatura 221. El sensor de temperatura 221 se configura para detectar una temperatura de un fluido que pasa a través de una cámara de flujo del sensor. En varios ejemplos, el sensor de temperatura 221 puede ser un sensor de temperatura mecánico bimetálico, un sensor de temperatura de resistencia eléctrica, un sensor de temperatura óptico, o cualquier otro tipo de sensor de temperatura adecuado. El sensor de temperatura 221 puede generar una señal que es representativa de la magnitud de la temperatura medida. En otros ejemplos, el sensor 200 no incluye el sensor de temperatura 221.

El controlador 220 controla el funcionamiento del emisor óptico 222 y recibe señales sobre la cantidad de luz detectada por el detector óptico 224. El controlador 220 también recibe señales de la temperatura del sensor 221 sobre la temperatura del fluido en contacto con el sensor. En algunos ejemplos, el controlador 220 además procesa señales, p. ej., para determinar la concentración de una o más especies químicas dentro del fluido que pasa a través del canal de fluido 230.

En un ejemplo, el controlador 220 controla el emisor óptico 222 para dirigir la radiación en un fluido y además controla el detector óptico 224 para detectar emisiones fluorescentes emitidas por el fluido. El controlador 220 luego procesa la información de la detección de luz para determinar la concentración de una especie química en el fluido. Por ejemplo, en los casos en los que un fluido incluye un trazador fluorescente, puede determinarse una concentración de una especie química de interés basándose en una concentración determinada del trazador fluorescente. El controlador 220 puede determinar la concentración del trazador fluorescente comparando la magnitud de las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 de un fluido que tiene una concentración desconocida del trazador con la magnitud de las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico 224 de un fluido que tiene una concentración conocida del trazador. El controlador 220 puede determinar la concentración de una especie química de interés utilizando las Ecuaciones (1) y (2) de abajo:

$$\text{Ecuación 1: } C_c = C_m \times \frac{C_o}{C_f}$$

$$\text{Ecuación 2: } C_m = K_m \times (S_x - Z_o)$$

En las ecuaciones (1) y (2) anteriores,  $C_c$  es una concentración actual de la especie química de interés,  $C_m$  es una concentración actual del trazador fluorescente,  $C_o$  es una concentración nominal de la especie química de interés,  $C_f$  es una concentración nominal del trazador fluorescente,  $K_m$  es un coeficiente de corrección de pendiente,  $S_x$  es una señal de medida fluorescente actual, y  $Z_o$  es un desplazamiento cero. El controlador 220 puede además ajustar la concentración determinada de la especie química de interés basándose en la temperatura medida por el sensor de temperatura 221.

El sensor 102 (FIG. 1) y el sensor 200 (FIG. 2) pueden tener un número de configuraciones físicas diferentes. Las FIGS. 3 y 4 son dibujos esquemáticos de una configuración de ejemplo de un sensor 300, que puede ser utilizada por el sensor 102 y el sensor 200. El sensor 300 incluye una cámara de flujo 302, un cabezal del sensor 304, una tapa del sensor 306, y un miembro de bloqueo 308. El cabezal del sensor 304 se muestra fuera de y que se puede insertar en la cámara de flujo 302 en la FIG. 3, mientras que el cabezal del sensor se muestra insertado en la cámara de flujo 302 y asegurado a la cámara de flujo a través del miembro de bloqueo 308 en la FIG. 4. Cuando el cabezal del sensor 304 se inserta en y se asegura a la cámara de flujo 302, la cámara de flujo puede definir una cavidad limitada que recibe fluidos de una fuente de fluido y controla el flujo de fluido por delante del cabezal del sensor 304. Por ejemplo, como se describe con mayor detalle a continuación, la cámara de flujo 302 puede incluir un pulverizador de fluido que dirige el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304. El pulverizador de fluido puede ayudar a evitar la acumulación de incrustaciones en el cabezal del sensor 304 y/o eliminar el material incrustante acumulado del cabezal del sensor, p. ej., cuando el sensor se implementa como un sensor en línea que recibe continuamente fluido en movimiento de una fuente de fluido.

La cámara de flujo 302 del sensor 300 se configura para recibir y contener el cabezal del sensor 304. En general, el cabezal del sensor 304 puede ser cualquier componente del sensor 300 que se puede insertar en la cámara de flujo 302 y configurar para medir una característica de un fluido dentro de la cámara de fluido. En varios ejemplos, el cabezal del sensor 304 se puede configurar para medir las características para determinar la concentración de uno o más compuestos químicos dentro del fluido en la cámara de flujo 302, una temperatura del fluido en la cámara de fluido, el pH del fluido en la cámara de fluido, y/u otras características del fluido pueden ayudar a garantizar que el fluido se formula adecuadamente para una aplicación prevista, como se describe anteriormente con respecto a las FIGS. 1 y 2.

Las FIGS. 5 y 6 son vistas alternativas del cabezal del sensor 304 de ejemplo ilustrado en la FIG. 3. Como se muestra, el cabezal del sensor 304 incluye una carcasa del cabezal del sensor 310, una primera ventana óptica 312, una segunda ventana óptica 314, y al menos un sensor de temperatura que, en el ejemplo ilustrado, se muestra como dos sensores de temperatura 316A y 316B (comúnmente "sensor de temperatura 316"). La carcasa del cabezal del sensor 310 define una estructura impermeable a los fluidos que puede albergar varios componentes del sensor 300 como, p. ej., un emisor óptico (FIG. 2) y un detector óptico (FIG. 2). La carcasa del cabezal del sensor 310 puede estar al menos parcialmente, y en algunos casos completamente, sumergida en un fluido. La primera ventana de fluido 312 define una sección de la carcasa del cabezal del sensor 310 ópticamente transparente a través de la cual un emisor óptico del sensor 300 puede dirigir luz hacia el fluido dentro de la cámara de flujo 302, p. ej., para provocar emisiones fluorescentes. La segunda ventana óptica 314 define una sección de la carcasa del cabezal del sensor 310 ópticamente transparente diferente a través de la cual un detector óptico del sensor 300 puede recibir emisiones fluorescentes emitidas por el fluido dentro de la cámara de flujo 302. El sensor de temperatura 316 se configura para contactar el fluido dentro de la cámara de flujo 302 para determinar una temperatura del fluido.

La carcasa del cabezal del sensor 310 puede definir cualquier tamaño y forma adecuados, y el tamaño y la forma de la carcasa del cabezal del sensor puede variar, p. ej., dependiendo del número y la disposición de los sensores que lleva la carcasa. En el ejemplo de las FIGS. 5 y 6, la carcasa del cabezal del sensor 310 define un cuerpo alargado que se extiende desde un extremo proximal 318 hasta un extremo distal 320 (es decir, en la dirección Z indicada en la FIGS. 5 y 6) e incluye una superficie inferior plana. En algunos ejemplos, la carcasa del cabezal del sensor 310 define un cuerpo alargado que tiene una longitud en la dirección Z indicada en las FIGS. 5 y 6 que es mayor que un ancho principal (p. ej., en la dirección X o en la dirección Y indicadas en las FIGS. 5 y 6). En otros ejemplos, la carcasa del cabezal del sensor 310 define una longitud que es menor que un ancho principal de la carcasa.

Mientras que la carcasa del cabezal del sensor 310 se ilustra definiendo una forma transversal sustancialmente circular (es decir, en el plano X-Y indicado en las FIGS. 5 y 6), en otros ejemplos la carcasa puede definir otras formas. La carcasa del cabezal del sensor 310 puede definir cualquier forma poligonal (p. ej., cuadrada, hexagonal) o arqueada (p. ej., circular, elíptica), o incluso combinaciones de formas poligonales y arqueadas. Por ejemplo, en algunos ejemplos, la carcasa del cabezal del sensor 310 define un corte angular que se proyecta hacia el interior de la carcasa. El corte angular puede proporcionar una ubicación para colocar la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314, p. ej., para dirigir luz desde un emisor de luz a través de una ventana en una muestra de fluido y para recibir emisiones fluorescentes generadas por la muestra de fluido a través de otra ventana. El corte angular puede también definir un canal de fluido para dirigir el fluido entre la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica, p. ej., cuando la carcasa del cabezal del sensor 310 se inserta en la cámara de flujo 302 (FIG. 3) y el fluido está fluyendo a través de la cámara de flujo.

En el ejemplo de la carcasa del cabezal del sensor 310, la carcasa incluye un corte angular 322 definido por una primera superficie plana 324 y una segunda superficie plana 326. La primera superficie plana 324 y la segunda superficie plana 326 cada una se extiende de forma radial por dentro hacia el centro de la carcasa del cabezal del sensor 310. La primera superficie plana 324 se interseca con la segunda superficie plana 326 para definir un ángulo de intersección entre las dos superficies planas. En algunos ejemplos, el ángulo de intersección entre la primera superficie plana 324 y la segunda superficie plana 326 es de aproximadamente 90 grados, aunque el ángulo de intersección puede ser mayor de 90 grados o menor de 90 grados y debe apreciarse que un sensor de acuerdo con esta descripción no está limitado en este sentido.

Cuando la carcasa del cabezal del sensor 310 incluye el corte angular 322, la primera ventana óptica 312 puede

colocarse en un lado del corte angular mientras que la segunda ventana óptica 314 puede colocarse en un lado diferente del corte angular. Tal disposición puede reducir la cantidad de luz que es emitida por un sensor óptico, transmitida a través del fluido dentro de la cámara de flujo 302, y detectada por un detector óptico, p. ej., en comparación a si la primera ventana óptica 312 se coloca 180 grados a través de la segunda ventana óptica 314. La luz generada por un emisor óptico que es transmitida a través de un fluido y detectada por un detector óptico puede interferir potencialmente con la habilidad del detector óptico para detectar emisiones fluorescentes.

La primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314 son partes de la carcasa del cabezal del sensor 310 ópticamente transparentes. La primera ventana óptica 312 puede ser ópticamente transparente a una frecuencia de luz emitida por un emisor óptico del sensor 300. La segunda ventana óptica 314 puede ser ópticamente transparente a una frecuencia de las emisiones fluorescentes emitidas por un fluido dentro de la cámara de fluido. En funcionamiento, la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314 pueden proporcionar vías ópticas para transmitir la luz generada por un emisor óptico alojado dentro de la carcasa del cabezal del sensor 310 en un fluido en la cámara de flujo 302 y para recibir las emisiones fluorescentes emitidas por el fluido por un detector óptico alojado dentro de la carcasa del cabezal del sensor.

En algunos ejemplos, la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314 se fabrican del mismo material mientras que en otros ejemplos, la primera ventana óptica 312 se fabrica de un material que es diferente del material utilizado para fabricar la segunda ventana óptica 314. La primera ventana óptica 312 y/o la segunda ventana óptica pueden o pueden no incluir una lente, un prisma, u otro dispositivo óptico que transmita o refracte la luz. Por ejemplo, primera ventana óptica 312 y/o la segunda ventana óptica 314 pueden definirse por un lente esférica colocada dentro de un canal óptico que se extiende a través de la carcasa del cabezal del sensor 310. La lente esférica se puede fabricar de vidrio, zafiro, u otros materiales ópticamente transparentes adecuados.

En los ejemplos de las FIGS. 5 y 6, la carcasa del cabezal del sensor 310 incluye una primera ventana óptica 312 para transmitir luz en un fluido y una segunda ventana óptica 314 para recibir las emisiones fluorescentes del fluido. La primera ventana óptica 312 se coloca sustancialmente en la misma posición a lo largo de la longitud de la carcasa del cabezal del sensor 310 que la segunda ventana óptica 314 (es decir, en la dirección Z indicada en las FIGS. 5 y 6). Durante su uso, el fluido dentro de la cámara de flujo 302 (FIG. 3) puede moverse entre un eje óptico que se extiende a través del centro de la primera ventana óptica 312 y un eje óptico que se extiende a través del centro de la segunda ventana óptica 314, p. ej., fluyendo en la dirección Z positiva indicada en la FIGS. 5 y 6. A medida que el fluido se mueve por delante de las ventanas ópticas, un emisor de luz puede transmitir luz a través de la primera ventana óptica 312 y en el fluido, provocando que las moléculas en el fluido se exciten y emitan fluorescencia. Antes de que el fluido fluorescente fluya por delante de la segunda ventana óptica 314, la energía óptica emitida por las moléculas fluorescentes puede ser recibida a través de la segunda ventana óptica 314 por un detector óptico.

Aunque la primera ventana óptica 312 se coloca sustancialmente en la misma posición a lo largo de la longitud de la carcasa del cabezal del sensor 310 que la segunda ventana óptica 314 en el ejemplo del cabezal del sensor 304, en otros ejemplos, la primera ventana óptica 312 se puede desplazar a lo largo de la longitud de la carcasa del cabezal del sensor de la segunda ventana óptica 314. Por ejemplo, la segunda ventana óptica 314 se puede colocar más cerca del extremo proximal 318 de la carcasa del cabezal del sensor 310 que la primera ventana óptica 312. Además, aunque el cabezal del sensor 304 se ilustra incluyendo una sola ventana óptica para emitir energía óptica y una sola ventana óptica para recibir energía óptica, en otros ejemplos, el cabezal del sensor 304 puede incluir menos ventanas ópticas (p. ej., una sola ventana óptica) o más ventanas ópticas (p. ej., tres, cuatro, o más), y la descripción no está limitada en este sentido.

Durante el funcionamiento, el sensor 300 puede detectar emisiones fluorescentes de un fluido que fluye a través de la cámara de flujo 302. Los datos de la emisión fluorescente pueden utilizarse para determinar una concentración de una especie química que fluye a través de la cámara de flujo o para determinar otras propiedades del fluido en la cámara de flujo. Dependiendo de la aplicación, los datos adicionales sobre las características del fluido que fluye a través de la cámara de flujo más allá de lo que se puede obtener por la detección fluorométrica puede ser útil para monitorizar y/o ajustar las propiedades del fluido. Por esta razón, el sensor 300 puede incluir un sensor diferente (p. ej., además de un sensor óptico fluorométrico) para medir propiedades diferentes del fluido en la cámara de flujo 302.

En las FIGS. 5 y 6, el cabezal del sensor 304 incluye el sensor de temperatura 316 para medir la temperatura del fluido en la cámara de flujo 302. El sensor de temperatura 316 puede medir la temperatura del fluido y general una señal correspondiente a la temperatura medida. Cuando se configura con un sensor de temperatura, el sensor de temperatura se puede implementar como un sensor de contacto que determina la temperatura de un fluido contactando físicamente el fluido o como un sensor sin contacto que determina la temperatura del fluido sin que el sensor haga contacto físico con el fluido. En otros ejemplos, el cabezal del sensor 304 no incluye el sensor de temperatura 316.

En el ejemplo del cabezal del sensor 304, el sensor de temperatura 316 se coloca en una superficie de la carcasa del cabezal del sensor 310 diferente de las ventanas ópticas 312, 314. Específicamente, el sensor de temperatura 316 se coloca en una superficie inferior 321 de la carcasa del cabezal del sensor 310 mientras que la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314 se colocan en una pared lateral de la carcasa. En diferentes ejemplos, el sensor de temperatura 316 puede estar al ras con una superficie (p. ej., superficie inferior 321) de la carcasa del cabezal del sensor 310, proyectado hacia fuera de la superficie de la carcasa del cabezal del sensor, o estar empotrado en relación

con la superficie de la carcasa del cabezal del sensor.

Independiente de la disposición específica del sensor de temperatura 316 en relación con la carcasa del cabezal del sensor 310, el fluido dentro de la cámara de flujo 302 puede fluir adyacente al sensor de temperatura durante el funcionamiento del sensor 300. El fluido puede fluir adyacente al sensor de temperatura fluyendo por delante de y, opcionalmente, en contacto con, el sensor de temperatura para que el sensor de temperatura puede pedir la temperatura del fluido.

Como se describe brevemente más arriba, el sensor 300 (FIG. 3) incluye la cámara de flujo 302. La cámara de flujo 302 se configura para recibir y contener el cabezal del sensor 304. En particular, en el ejemplo de la FIG. 3, la cámara de flujo 302 se configura para recibir el cabezal del sensor 304 moviendo el cabezal del sensor en la dirección Z negativa mostrada en la FIG. 3 hasta que una superficie del cabezal del sensor se apoye en una superficie de la cámara de fluido. La superficie de apoyo puede ser la superficie inferior 321 de la carcasa del cabezal del sensor 310 (FIGS. 5 y 6) o una superficie diferente del cabezal del sensor. Una vez colocado adecuadamente dentro de la cámara de flujo 302, el miembro de bloqueo 308 puede asegurarse sobre la cámara de flujo 302 y el cabezal del sensor 304 para fijar mecánicamente el cabezal del sensor a la cámara de flujo.

Las FIGS. 7-9 muestran vistas diferentes de una configuración de la cámara de flujo 302 de ejemplo. La FIG. 7 es una vista superior en perspectiva de una cámara de flujo 302 con el cabezal del sensor 304 extraído de la cámara. La FIG. 8 es una vista superior transversal de la cámara de flujo 302 (con el cabezal del sensor 304 insertado en la cámara) tomada a lo largo de la línea de sección transversal A-A indicada en la FIG. 7. La FIG. 9 es una vista lateral transversal de la cámara de flujo 302 (con el cabezal del sensor 304 insertado en la cámara) tomada a lo largo de la línea de sección transversal B-B indicada en la FIG. 7.

En el ejemplo ilustrado, la cámara de flujo 302 incluye una carcasa de la cámara de flujo 350, un puerto de entrada 352 y un puerto de salida 354. La carcasa de la cámara de flujo 350 define una cavidad 356 que se configura (p. ej., tamaño y forma) para recibir el cabezal del sensor 304. El puerto de entrada 352 se extiende a través de la carcasa de la cámara de flujo 350 (p. ej., una pared lateral de la carcasa) y se configura para transportar fluido desde el exterior de la carcasa hacia el interior de la carcasa. El puerto de salida 354 se extiende a través de la carcasa de la cámara de flujo (p. ej., una pared lateral de la carcasa) y se configura para transportar fluido desde el interior de la carcasa de vuelta hacia el exterior de la carcasa. En funcionamiento, el fluido puede entrar a la cámara de flujo 302 a través del puerto de entrada 352, pasar la primera ventana óptica 312, la segunda ventana óptica 314, y el sensor de temperatura adyacentes del cabezal del sensor 304, y descargar desde la cámara de flujo a través del puerto de salida 354. Cuando la cámara de flujo 302 se utiliza en aplicaciones en línea, el fluido puede fluir a través de la cámara de manera continua por un período de tiempo. Por ejemplo, dependiendo del tamaño y configuración de la cámara de flujo 302, el fluido puede fluir a través de la cámara a una velocidad que varía de 0,1 galones por minuto a 10 galones por minuto, aunque otros caudales son posibles y están contemplados.

Durante el funcionamiento del sensor óptico 300, la cámara de flujo 302 puede recibir fluido, p. ej., de un proceso industrial aguas abajo, que contiene materiales incrustantes (p. ej., partículas sólidas) y/o burbujas de gas. Estos materiales incrustantes y/o burbujas de gas pueden acumularse dentro de la cámara de flujo, impidiendo que el cabezal del sensor 304 detecte adecuadamente las características del fluido. En algunos ejemplos según la descripción, el puerto de entrada 352 de la cámara de flujo 302 define al menos un pulverizador de fluido que se configura para dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304. Por ejemplo, en la FIG. 8, el puerto de entrada 352 se ilustra definiendo un primer pulverizador de fluido 355A y un segundo pulverizador de fluido 355B (comúnmente "pulverizador de fluido 355"). Cuando el cabezal del sensor 304 (FIGS. 4 y 5) se inserta en la cámara de flujo 302, el primer pulverizador de fluido 355A puede dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra la primera ventana óptica 312 mientras que el segundo pulverizador de fluido 355B puede dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo contra la segunda ventana óptica 314. El pulverizador de fluido 355 del puerto de entrada 352 puede ayudar a reducir o eliminar la acumulación de materiales incrustantes en el cabezal del sensor 304, p. ej., provocando que el fluido entrante impacte una ventana óptica del cabezal del sensor. El fluido que impacta puede prevenir la acumulación de materiales incrustantes en la ventana óptica del cabezal del sensor 304 y/o desalojar el material incrustante acumulado de la ventana óptica.

Además, dirigir el fluido entrante contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304 puede eliminar o reducir la formación de burbujas de gas en el fluido, p. ej., al menos antes de ser analizado ópticamente por el cabezal del sensor. En algunas aplicaciones, se pueden formar burbujas de gas dentro de un fluido que se mueve a través de la cámara de flujo 302 a medida que el fluido contacta varias superficies de la cámara de flujo, p. ej., provocando que el gas disuelto salga de la solución y se acumule dentro de la cámara de flujo. Estas burbujas de gas pueden reducir la precisión con la que el cabezal del sensor 304 del sensor óptico 300 puede determinar una característica del fluido. Dirigir el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304 puede prevenir la formación de burbujas de gas en el fluido y/o permitir que el fluido sea analizado ópticamente antes de que se formen burbujas de gas en el fluido.

El pulverizador de fluido 355 puede ser cualquier estructura que dirige el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304. El pulverizador de fluido 355 puede estrecharse (p. ej., en la dirección Y negativa indicada en la FIG. 8) para aumentar la velocidad del fluido que fluye a través del pulverizador,

expandirse para disminuir la velocidad del fluido que fluye a través del pulverizador, o mantener una sección transversal igual a lo largo de la longitud del pulverizador. En el ejemplo de las FIGS. 7-9, el pulverizador de fluido 355 se proyecta desde una pared interior de la cámara de flujo 302 en el corte angular 322 del cabezal del sensor 304. El pulverizador de fluido 355 define un solo conducto de fluido que se divide en un extremo distal en el primer pulverizador de fluido 355A y el segundo pulverizador de fluido 355B. En otros ejemplos, el primer pulverizador de fluidos 355A y el segundo pulverizador de fluidos 355B pueden cada uno definir una vía de fluido separada que se proyecta desde una pared de la cámara de flujo 302. Además, en otros ejemplos, el pulverizador de fluido 355 puede no proyectarse desde una pared de la cámara de flujo 302. Más bien, en estos ejemplos, el pulverizador de fluido 355 puede estar al ras con o empotrado en una pared de la cámara de flujo 302.

El pulverizador de fluido 355 define al menos una abertura (p. ej., dos aberturas en el ejemplo de las FIGS. 7-9) que proyecta el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 contra una ventana óptica del cabezal del sensor 304. El tamaño de la abertura del pulverizador de fluido puede variar, p. ej., dependiendo del tamaño de la cámara de flujo 302 y de la cantidad de fluido que se pretende transportar a través de la cámara de flujo. Además, el tamaño de la abertura del pulverizador de fluido puede variar dependiendo del tamaño de la ventana óptica del cabezal del sensor 304. En algunos ejemplos, el pulverizador de fluido 355 define una abertura que tiene una sección transversal menor que o igual a la sección transversal de una ventana óptica del cabezal del sensor 304. Por ejemplo, en el ejemplo de las FIGS. 7-9, el primer pulverizador de fluido 355A puede definir una sección transversal menor que la sección transversal de la primera ventana óptica 312 y/o el segundo pulverizador de fluido 355B puede definir una sección transversal menor que la sección transversal de la segunda ventana óptica 314. La sección transversal del primer pulverizador de fluido 355A puede ser igual o diferente de la sección transversal del segundo pulverizador de fluido 355B. Dimensionar el primer pulverizador de fluido 355A y el segundo pulverizador de fluido 355B para que los pulverizadores de fluido tengan secciones transversales menores que o iguales a las secciones transversales de la primera ventana óptica 312 y de la segunda ventana óptica 314 puede enfocar el fluido que ingresa a la cámara de flujo 302 en las ventanas ópticas. En lugar de dirigir una corriente de fluido comparativamente más grande contra la primera ventana óptica 312 y/o la segunda ventana óptica 314, enfocar la corriente de fluido en una corriente comparativamente más pequeña puede aumentar la presión y/o la velocidad de la corriente de fluido. Esto puede aumentar la fuerza con la que la corriente de fluido impacta una ventana óptica del cabezal del sensor 304 para eliminar los materiales incrustantes.

El pulverizador de fluido 355 puede colocarse en una variedad de ubicaciones diferentes a lo largo de la cámara de flujo 302 y la posición puede variar, p. ej., basándose en la ubicación de la ventana óptica del cabezal del sensor 304. En algunos ejemplos, el cabezal del sensor 304 incluye una primera y una segunda ventana ópticas que se colocan dentro de un plano común a lo largo de la carcasa del cabezal del sensor 310. El plano común puede ser un plano vertical común (p. ej., el plano Y-Z indicado en las FIGS. 5 y 6) o un plano horizontal común (p. ej., el plano X-Y indicado en las FIGS. 5 y 6). Por ejemplo, en el ejemplo del cabezal del sensor 304 (FIGS. 5 y 6), la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314 se colocan con un plano horizontal común que pasa a través del centro de cada ventana óptica. En algunos ejemplos, el pulverizador de fluido 355 puede colocarse dentro del mismo plano que la ventana óptica del cabezal del sensor 304 (p. ej., el mismo plano que la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314). Tal ubicación puede minimizar la distancia que debe recorrer el fluido desde un extremo del pulverizador de fluido hasta la ventana óptica del cabezal del sensor.

La FIG. 9 es una vista lateral transversal de la cámara de flujo 302 con el cabezal del sensor 304 insertado en la cámara. En esta configuración, el segundo pulverizador de fluido 355B se coloca dentro de un plano común o igual 400 con la segunda ventana óptica 314. Aunque no se ilustra en la vista transversal, el primer pulverizador de fluido 355A puede también colocarse dentro del plano común 400 con la primera ventana óptica 312. Cuando el pulverizador de fluido 355 se coloca dentro de un plano común 400 con una ventana óptica del cabezal del sensor 304, el fluido puede viajar dentro del plano (p. ej., linealmente) entre el extremo del pulverizador de fluido y la ventana óptica durante el funcionamiento. Dependiendo de la ubicación del pulverizador de fluido en relación con la ventana óptica, colocar el pulverizador de fluido 355 dentro de un plano común de una ventana óptica del cabezal del sensor 304 puede minimizar la distancia que el fluido viaja entre el pulverizador de fluido y la ventana óptica durante el funcionamiento. A su vez, esto puede aumentar la fuerza con la que el fluido impacta la ventana óptica. Dicho esto, en otros ejemplos, el pulverizador de fluidos 355 no se coloca dentro de un plano común 400 con la primera ventana óptica 312 y/o la segunda ventana óptica 314, y la descripción no está limitada en este sentido..

El pulverizador de fluido 355 y, en particular, una abertura de fluido del pulverizador de fluido 355 puede tener una variedad de orientaciones diferentes en relación con una ventana óptica del cabezal del sensor 304. En general, orientar una abertura del pulverizador de fluido 355 para que la abertura se apunte hacia la ventana óptica del cabezal del sensor 304 puede ser útil para dirigir el fluido contra la ventana óptica. Durante el funcionamiento cuando el pulverizador de fluido 355 tiene tal configuración, el fluido que se descarga desde el pulverizador de fluido puede viajar desde el pulverizador de fluido hasta la ventana óptica del cabezal del sensor 304 sin contactar una superficie de una pared u otra superficie interna de la cámara de flujo 110. En cambio, el fluido que sale del pulverizador de fluido 355 puede contactar directamente la ventana óptica del cabezal del sensor 304 antes de contactar cualquier otra superficie dentro de la cámara de flujo 302.

Con referencia adicional a la FIG. 8, el primer pulverizador de fluido 355A define un primer eje de fluido 380A que se extiende a través del centro del primer pulverizador de fluido y el segundo pulverizador de fluido 355B define un segundo eje de fluido 380B que se extiende a través del centro del segundo pulverizador de fluido. El primer eje de

fluido 380A se extiende a través de y se interseca aproximadamente con el centro de la primera ventana óptica 312 de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través del primer pulverizador de fluido 355A, una corriente de fluido que sale del pulverizador se centra sustancialmente en la ventana óptica. El segundo eje de fluido 380B se extiende a través de y se interseca aproximadamente con el centro de la segunda ventana óptica 314 de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través del segundo pulverizador de fluido 355B, una corriente de fluido que sale del pulverizador se centra sustancialmente en la ventana óptica. En otros ejemplos, el primer eje de fluido 380A y/o el segundo eje de fluido 380B pueden extenderse a través de una parte diferente de la primera ventana óptica 312 y/o de la segunda ventana óptica 314 que no sea el centro de las ventanas ópticas o pueden no extenderse a través de las ventanas ópticas en absoluto. Por ejemplo, el primer eje de fluido 380A y el segundo eje de fluido 380B pueden extenderse a través de la pared de la carcasa del cabezal del sensor 310 de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través del primer pulverizador de fluido 355A y del segundo pulverizador de fluido 355B, las corrientes de fluido que salen de los pulverizadores impactan la pared de la carcasa del cabezal del sensor, p. ej., antes de fluir contra la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314. Tal configuración puede disipar la fuerza de una corriente de fluido entrante antes de contactar una ventana óptica del cabezal del sensor 304.

Durante el funcionamiento de la cámara de flujo 302 en el ejemplo de las FIGS. 7-9, el fluido que ingresa al puerto de entrada 352 de la cámara de flujo y viaja a través del puerto de entrada y, en algunos ejemplos a través de una parte del pulverizador de fluido 355, antes de dividirse en el primer pulverizador de fluido 355A y el segundo pulverizador de fluido 355B. Una parte del fluido que ingresa al puerto de entrada se descarga a través del primer pulverizador de fluido 355A mientras que una parte diferente del fluido que ingresa al puerto de entrada se descarga a través del segundo pulverizador de fluido 355B. En algunos ejemplos, todo el fluido que ingresa al puerto de entrada 352 se descarga desde el puerto de entrada a través del primer pulverizador de fluido 355A y del segundo pulverizador de fluido 355B. Por ejemplo, cuando el pulverizador de fluido 355A define una abertura que es aproximadamente del mismo tamaño que una abertura definida por el segundo pulverizador de fluido 355B, aproximadamente una mitad del fluido que ingresa al puerto de entrada 352 puede descargarse desde el puerto de entrada a través del primer pulverizador de fluido 355A mientras que la otra mitad se descarga desde el segundo pulverizador de fluido 355B. Tras descargarse desde el pulverizador de fluido 355, el fluido puede viajar desde la punta distal del pulverizador de fluido a través de un espacio gaseoso o lleno de líquido antes de contactar la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314.

Durante el funcionamiento del cabezal del sensor 304, el cabezal del sensor puede emitir luz a través de la primera ventana óptica 312 en un fluido que fluye a través de la cámara de flujo 302 y recibir la energía óptica (p. ej., emisiones fluorescentes) del fluido a través de la segunda ventana óptica 314 para detectar una característica del fluido. Si el pulverizador de fluido 355 se proyecta desde una pared de la cámara de flujo 302 en vías ópticas que se extienden a través de la primera ventana óptica 312 y de la segunda ventana óptica 314, el pulverizador de fluido puede potencialmente provocar interferencia óptica con el sensor. Por consiguiente, en algunos ejemplos cuando el pulverizador de fluido 355 se proyecta desde una pared de la cámara de flujo 302, el pulverizador de fluido se dimensiona para ayudar a minimizar o evitar la interferencia óptica por el pulverizador.

La FIG. 10 es otra vista superior transversal de la cámara de flujo 302 (mostrada con el cabezal del sensor 304 insertado en la cámara y sin pulverizador de fluido 355 con fines ilustrativos) tomada a lo largo de la línea de sección transversal A-A indicada en la FIG. 7. La FIG. 10 ilustra regiones ópticas de ejemplo que pueden ser definidas por el sensor óptico 300. En este ejemplo, la primera ventana óptica 312 se configura para proyectar luz desde una fuente de luz en una primera región óptica 402 del corte angular 322, y la segunda ventana óptica 314 se configura para recibir luz desde una segunda región óptica 404 del corte angular. La primera región óptica 402 se superpone con la segunda región óptica 404 adyacente ópticamente a la primera ventana óptica 312 y a la segunda ventana óptica 314. Dependiendo de la orientación y diseño del cabezal del sensor 304, la primera región óptica 402 puede divergir de la segunda región óptica 404 a medida que las regiones ópticas se extienden desde la primera ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314, definiendo una tercera región óptica 406. Un pulverizador de fluido (no ilustrado en la FIG. 10) puede dimensionarse para que el pulverizador se proyecte en la tercera región óptica 406 sin proyectarse en la primera región óptica 402 y/o la segunda región óptica 404. Tal dimensionamiento puede ayudar a minimizar la medida en que un pulverizador de fluido proyectante provoca interferencia óptica con el cabezal del sensor 304.

El sensor óptico 300 en el ejemplo de las FIGS. 7-10 incluye dos ventanas ópticas (la ventana óptica 312 y la segunda ventana óptica 314). Por esta razón, la cámara de flujo 302 en este ejemplo se describe generalmente como que tiene dos pulverizadores de fluido, el primer pulverizador de fluido 355A y el segundo pulverizador de fluido 355B. En otros ejemplos, la cámara de flujo 302 puede tener menos pulverizadores de fluido (p. ej., un solo pulverizador de fluido) o más pulverizadores de fluido (p. ej., tres, cuatro, o más pulverizadores de fluido), y la descripción no está limitada en este sentido. Por ejemplo, cuando el cabezal del sensor 304 del sensor óptico 300 tiene más de dos ventanas ópticas, la cámara de flujo 302 puede tener más de dos pulverizadores de fluido. En algunos ejemplos, la cámara de flujo 302 incluye al menos un pulverizador de fluido asociado con cada ventana óptica del cabezal del sensor 304. Además, mientras que el primer pulverizador de fluido 355A y el segundo pulverizador de fluido 355B se ilustran en las FIGS. 7-10 como que están en comunicación de fluidos con un puerto de entrada común, en otros ejemplos, cada pulverizador de fluido puede estar definido por un puerto de entrada separado que se extiende a través de una pared lateral de la carcasa de la cámara de flujo 350. En lugar de dividir el fluido entrante dentro del puerto de entrada 352 de la cámara de flujo 302, el fluido que ingresa a la cámara de flujo puede dividirse o provenir de diferentes fuentes del exterior de la cámara e introducirse en la cámara de flujo a través de diferentes puertos de entrada.

Como se comentó brevemente más arriba con respecto a la FIG. 7, la cámara de flujo 302 incluye un puerto de entrada 352 y un puerto de salida 354. El puerto de entrada 352 se configura para conectarse a un conducto para transportar fluido desde una fuente al interior de la cámara de flujo 302. El puerto de salida 354 se configura para conectarse a un conducto para transportar fluido lejos de la cámara de flujo 302. El puerto de entrada 352 y el puerto de salida 354 pueden colocarse en cualquier ubicación adecuada sobre el perímetro de la carcasa de la cámara de flujo 350. En el ejemplo de las FIGS. 7-10, el puerto de entrada 352 se coloca en una pared lateral de la carcasa mientras que el puerto de salida 354 se coloca en una superficie inferior de la carcasa. El puerto de entrada 352 se puede disponer en otras ubicaciones en relación con el puerto de salida 354 y la descripción no está limitada en este sentido.

Con referencia adicional a la FIG. 3, el sensor 300 puede también incluir la tapa del sensor 306 y el miembro de bloqueo 308. La tapa del sensor 306 puede definir una tapa que alberga varios componentes eléctricos del sensor 300. Por ejemplo, la tapa del sensor 306 puede albergar al menos una parte de un emisor óptico (p. ej., el emisor óptico 222) y/o un detector óptico (p. ej., el detector óptico 224) y/o un controlador (p. ej., el controlador 220) del sensor 300. La tapa del sensor 306 se puede fijar permanentemente a (p. ej., moldeada integralmente con) el sensor 300 o puede ser extraíble del sensor 300.

En algunos ejemplos, el sensor 300 no incluye un controlador y/o otros componentes electrónicos que se alojan físicamente con el sensor (p. ej., en la tapa del sensor 306). En su lugar, varios componentes del sensor 300 pueden colocarse en una o más carcasas que están físicamente separadas del sensor y acopladas comunicativamente al sensor (p. ej., a través de una conexión por cable o inalámbrica). En un ejemplo, la tapa del sensor 306 del sensor 300 es extraíble y el cabezal del sensor 304 del sensor se configura para conectarse a un módulo de controlador portátil. Módulos de controlador portátiles de ejemplo que pueden utilizarse con el sensor 300 se describen en la Publicación de Patente de EE.UU. N° 2011/0240887, presentada el 31 de marzo de 2010, y la Publicación de Patente de EE.UU. N° 2011/0242539, también presentada el 31 de marzo de 2010. El contenido completo de estas publicaciones de patentes se incorpora en la presente memoria como referencia.

Durante el funcionamiento, el fluido presurizado puede fluir a través de la cámara de flujo 302 del sensor 300. Cuando el cabezal del sensor 304 está diseñado para ser removible de la cámara de flujo 302, el fluido presurizado que fluye a través de la cámara de flujo puede intentar forzar el cabezal del sensor fuera de la cámara de fluido. Por esta razón, el sensor 300 puede incluir un miembro de bloqueo para bloquear el cabezal del sensor 304 en la cámara de flujo 302.

En el ejemplo de la FIG. 3, el sensor 300 incluye el miembro de bloqueo 308. El miembro de bloqueo 308 puede ayudar a evitar que el cabezal del sensor 304 se desacople con la cámara de flujo 302 cuando el fluido presurizado está fluyendo a través de la cámara de flujo. En algunos ejemplos, el miembro de bloqueo 308 se configura para asegurar el cabezal del sensor 304 a la cámara de flujo 302 atornillando el miembro de bloqueo sobre una parte de tanto del cabezal del sensor como de la cámara de flujo. En diferentes ejemplos, el miembro de bloqueo 308 puede configurarse para asegurar el cabezal del sensor 304 a la cámara de flujo 302 utilizando un tipo diferente de función de sujeción como, p. ej., clips, pernos, o similares. Fijando mecánicamente el cabezal del sensor 304 a la cámara de flujo 302, el sensor 300 puede definir una cavidad estanca a los fluidos (p. ej., excepto para el puerto de entrada 352 y el puerto de salida 354) para recibir y analizar una muestra de fluido.

Las técnicas descritas en esta descripción pueden implementarse, al menos en parte, en hardware, software, firmware o cualquier combinación de las mismas. Por ejemplo, varios aspectos de las técnicas descritas pueden implementarse dentro de uno o más procesadores, incluyendo uno o más microprocesadores, procesadores de señal digital (DSPs), circuitos integrados de aplicación específica (ASICs), matrices de puertas programables de campo (FPGAs), o cualquier otro circuito lógico integrado o discreto equivalente, así como cualesquiera combinaciones de tales componentes. El término "procesador" puede referirse generalmente a cualquiera de los circuitos lógicos anteriores, solos o en combinación con otros circuitos lógicos, o cualquier otro circuito equivalente. Una unidad de control que comprende hardware puede también realizar una o más de las técnicas de esta descripción.

Tales hardware, software, y firmware pueden implementarse dentro del mismo dispositivo o dentro de dispositivos separados para soportar las diversas operaciones y funciones descritas en esta descripción. Además, cualquiera de las unidades, módulos o componentes descritos pueden implementarse juntos o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. La representación de diferentes características como módulos o unidades está destinada a resaltar aspectos funcionales diferentes y no implica necesariamente que dichos módulos o unidades deban realizarse mediante componentes de hardware o software separados. En su lugar, la funcionalidad asociada con uno o más módulos o unidades puede realizarse mediante componentes de hardware o software separados, o integrarse dentro de componentes de hardware o software comunes o separados.

Las técnicas descritas en esta descripción pueden incorporarse o codificarse en un medio legible por ordenador, como un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, que contenga las instrucciones. Las instrucciones incorporadas o codificadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador pueden hacer que un procesador programable, u otro procesador, realicen el método, p. ej., cuando se ejecutan las instrucciones. Los medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios pueden incluir formas de memoria volátiles y/o no volátiles que incluyen, p. ej., memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable y borrable (EPROM), memoria de solo lectura programable y borrable electrónicamente (EEPROM), memoria flash, un disco duro, un CD-ROM, un disquete, un casete, medios

magnéticos, medios ópticos, u otros medios legibles por ordenador.

Varios ejemplos han sido descritos. Aquellos ejemplos que están dentro del alcance de las siguientes realizaciones de la invención en forma de reivindicaciones; todos los otros ejemplos son ejemplos comparativos que no están de acuerdo con la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sensor óptico (300) que comprende:

5 un cabezal del sensor (304) que incluye una primera ventana óptica (312), una segunda ventana óptica (314), al menos una fuente de luz, y al menos un detector (224), en donde al menos una fuente de luz se configura para emitir luz a través de la primera ventana óptica (312) en un flujo de fluido y al menos un detector (224) se configura para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica (314) del flujo de fluido;

10 una cámara de flujo (302) que incluye una carcasa (350) que define una cavidad (356) en la que se inserta el cabezal del sensor (304), un puerto de entrada (352) configurado para comunicar el flujo de fluido desde fuera de la cavidad (356) hacia el interior de la cavidad (356), y un puerto de salida (354) configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad (356), de vuelta hacia fuera de la cavidad (356),

en donde el puerto de entrada (352) define un primer pulverizador de fluido (355A) configurado para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana óptica (312) y

un segundo pulverizador de fluido (355B) configurado para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana óptica (314),

15 en donde el cabezal del sensor (304) incluye una carcasa del sensor (350) que se extiende desde un extremo proximal (318) hasta un extremo distal (320), incluyendo la carcasa del sensor (350) un corte angular (322) definido por una primera superficie plana (324) que interseca una segunda superficie plana (326), en donde la primera ventana óptica (312) se coloca en la primera superficie plana (324) y la segunda ventana óptica (314) se coloca en la segunda superficie plana (324),

20 en donde el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) sobresalen de una pared de la cámara de flujo (302) en el corte angular (322) y proporcionan una función de limpieza para la primera y la segunda ventanas ópticas (312, 314),

25 en donde la primera ventana óptica (312) se configura para proyectar luz desde al menos una fuente de luz en una primera región (402) del corte angular (322), la segunda ventana óptica (314) se configura para recibir energía óptica de una segunda región (404) del corte angular (322) y dirigir la energía óptica en al menos un fotodetector, en donde la primera región (402) se superpone con la segunda región (404) y el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) se proyectan en una tercera región (406) del corte angular (322) entre la primera región (402) y la segunda región (404) sin proyectarse en las regiones primera y segunda (402, 404).

30 2. El sensor óptico de la reivindicación 1, en donde el primer pulverizador de fluido (355A) define un primer eje de fluido (380A) que se extiende a través del centro del primer pulverizador de fluido (355A), el segundo pulverizador de fluido (355B) define un segundo eje de fluido (380B) que se extiende a través del centro del segundo pulverizador de fluido (355B), y el primer eje de fluido (380A) y el segundo eje de fluido (380B) definen un plano común (400), en donde la primera ventana óptica (312) y la segunda ventana óptica (314) se colocan dentro del plano común (400).

35 3. El sensor óptico (300) de la reivindicación 1, en donde el primer pulverizador de fluido (355A) define un primer eje de fluido (380A) que se extiende a través del centro del primer pulverizador de fluido (355A), el segundo pulverizador de fluido (355B) define un segundo eje de fluido (380B) que se extiende a través del centro del segundo pulverizador de fluido (355B), y el primer eje de fluido (380A) interseca aproximadamente el centro de la primera ventana óptica (312) y el segundo eje de fluido (380B) interseca aproximadamente el centro de la segunda ventana óptica (314).

40 4. El sensor óptico de la reivindicación 1, en donde la primera superficie plana (324) interseca la segunda superficie plana (326) para definir un ángulo de 90 grados aproximadamente, la primera ventana óptica (312) y la segunda ventana óptica (314) se colocan dentro de un mismo plano entre el extremo proximal (318) y el extremo distal (320) de la carcasa del sensor (350), y el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) se colocan dentro del mismo plano que la primera ventana óptica (312) y la segunda ventana óptica (314).

45 5. El sensor óptico de la reivindicación 1, en donde la primera ventana óptica (312) y la segunda ventana óptica (314) cada una comprende una lente esférica.

6. Un método que comprende:

dirigir fluido a través de un primer pulverizador de fluido (355A) de una cámara de flujo (302) contra una primera ventana óptica (312) de un cabezal de sensor (304); y

50 dirigir fluido a través de un segundo pulverizador de fluido (355B) de la cámara de flujo (302) contra una segunda ventana óptica (314) del cabezal del sensor (304), en donde el cabezal del sensor (304) incluye al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica (312) en un flujo de fluido y al menos un detector (224) configurado para recibir energía óptica a través de la segunda ventana óptica (314) del flujo de fluido, en donde el cabezal del sensor (304) incluye una carcasa del sensor (350) que se extiende desde un extremo proximal (318) hasta un extremo distal (320), incluyendo la carcasa del sensor (350) un corte angular (322) definido por una

primera superficie plana (324) que interseca una segunda superficie plana (326), en donde la primera ventana óptica (312) se coloca en la primera superficie plana (324) y la segunda ventana óptica (314) se coloca en la segunda superficie plana (324),

5 en donde el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) sobresalen de una pared de la cámara de flujo (302) en el corte angular (322) y proporcionan una función de limpieza para la primera y la segunda ventanas ópticas (312, 314),

10 en donde la primera ventana óptica (312) se configura para proyectar luz desde al menos una fuente de luz en una primera región (402) del corte angular (322), la segunda ventana óptica (314) se configura para recibir la energía óptica de una segunda región (404) del corte angular (322) y dirigir la energía óptica en al menos un fotodetector, en donde la primera región (402) se superpone con la segunda región (404) y el primer pulverizador de fluido (355A) y el segundo pulverizador de fluido (355B) se proyectan en una tercera región (406) del corte angular (322) entre la primera región (402) y la segunda región (404) sin proyectarse en las regiones primera y segunda (402, 404).

15 7. El método de la reivindicación 6, en donde el fluido dirigido a través del primer pulverizador de fluido (355A) y el fluido dirigido a través del segundo pulverizador de fluido (355B) se dirigen dentro de un plano común (400), en donde la primera ventana óptica (312) y la segunda ventana óptica (314) se colocan dentro del plano común (400).

20 8. El método de la reivindicación 6, en donde el primer pulverizador de fluido (355A) define un primer eje de fluido (380A) que se extiende a través del centro del primer pulverizador de fluido (355A), el segundo pulverizador de fluido (355B) define un segundo eje de fluido (380B) que se extiende a través del centro del segundo pulverizador de fluido (355B), y dirigir el fluido a través del primer pulverizador de fluido (355A) comprende dirigir el fluido de modo que el primer eje de fluido (380A) interseca aproximadamente el centro de la primera ventana óptica (312), y dirigir el fluido a través del segundo pulverizador de fluido (355B) comprende dirigir el fluido de modo que el segundo eje de fluido (380B) interseca aproximadamente el centro de la segunda ventana óptica (314).

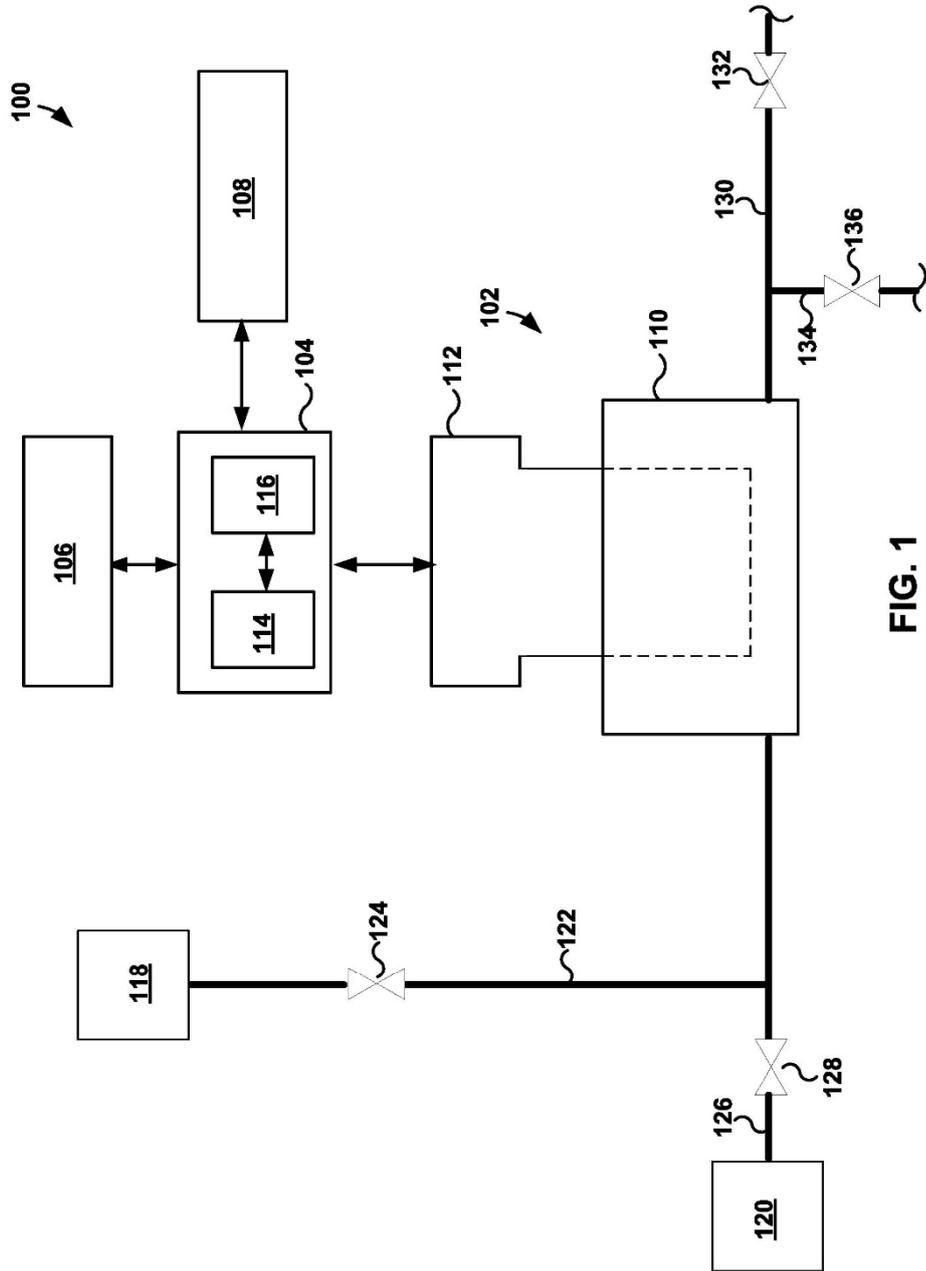


FIG. 1

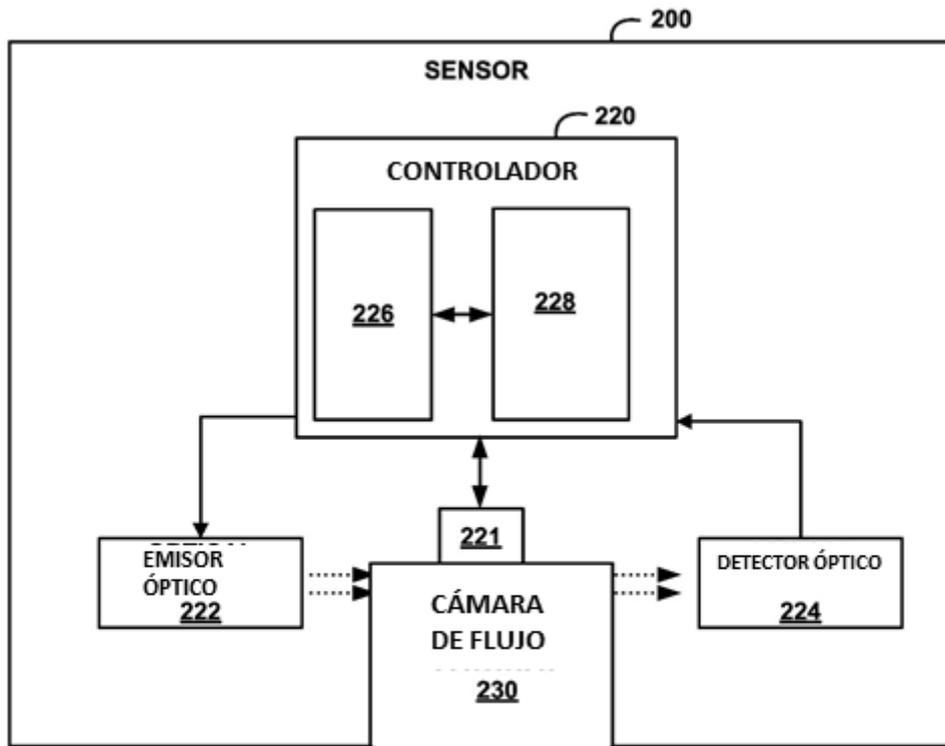


FIG. 2

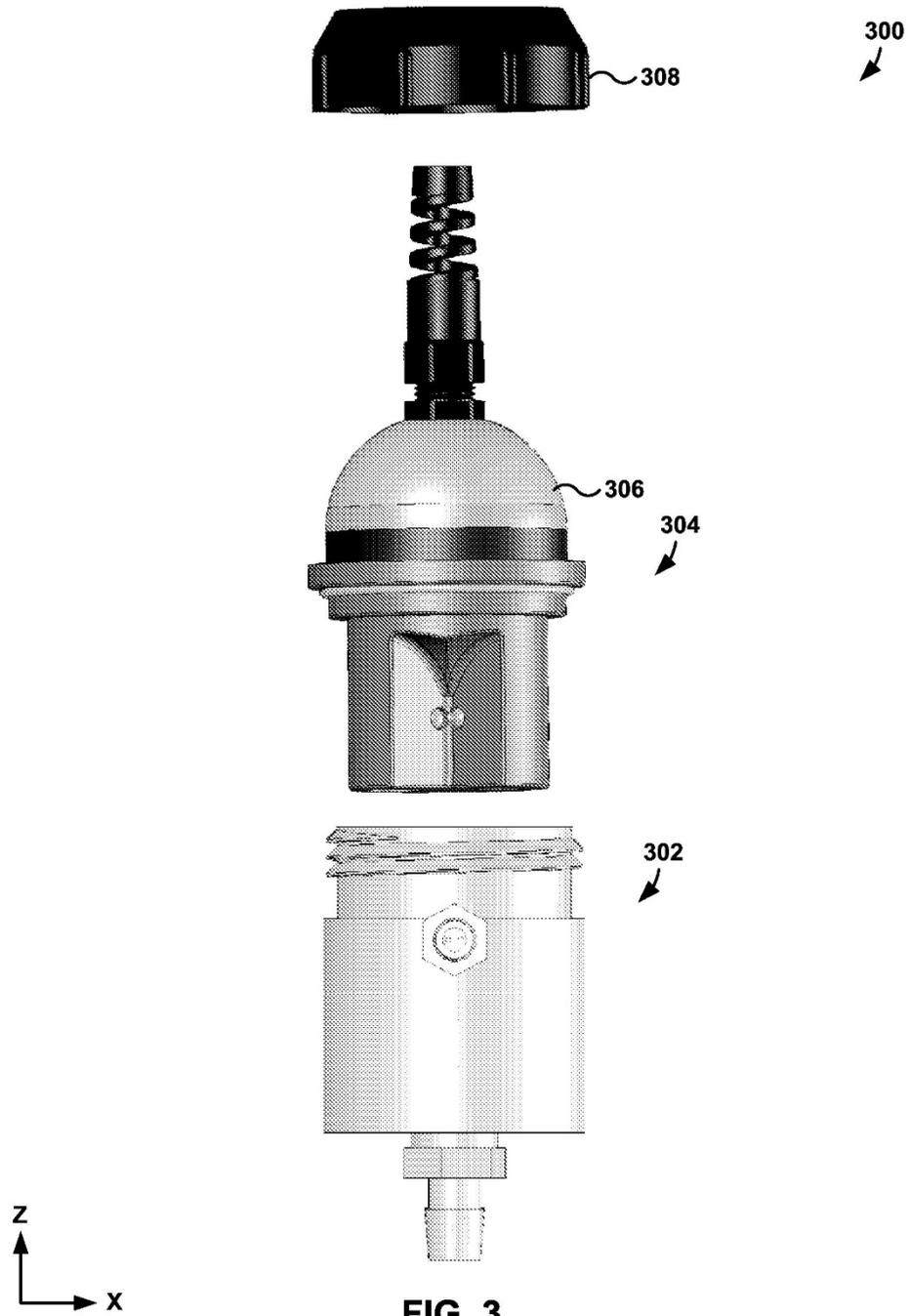


FIG. 3

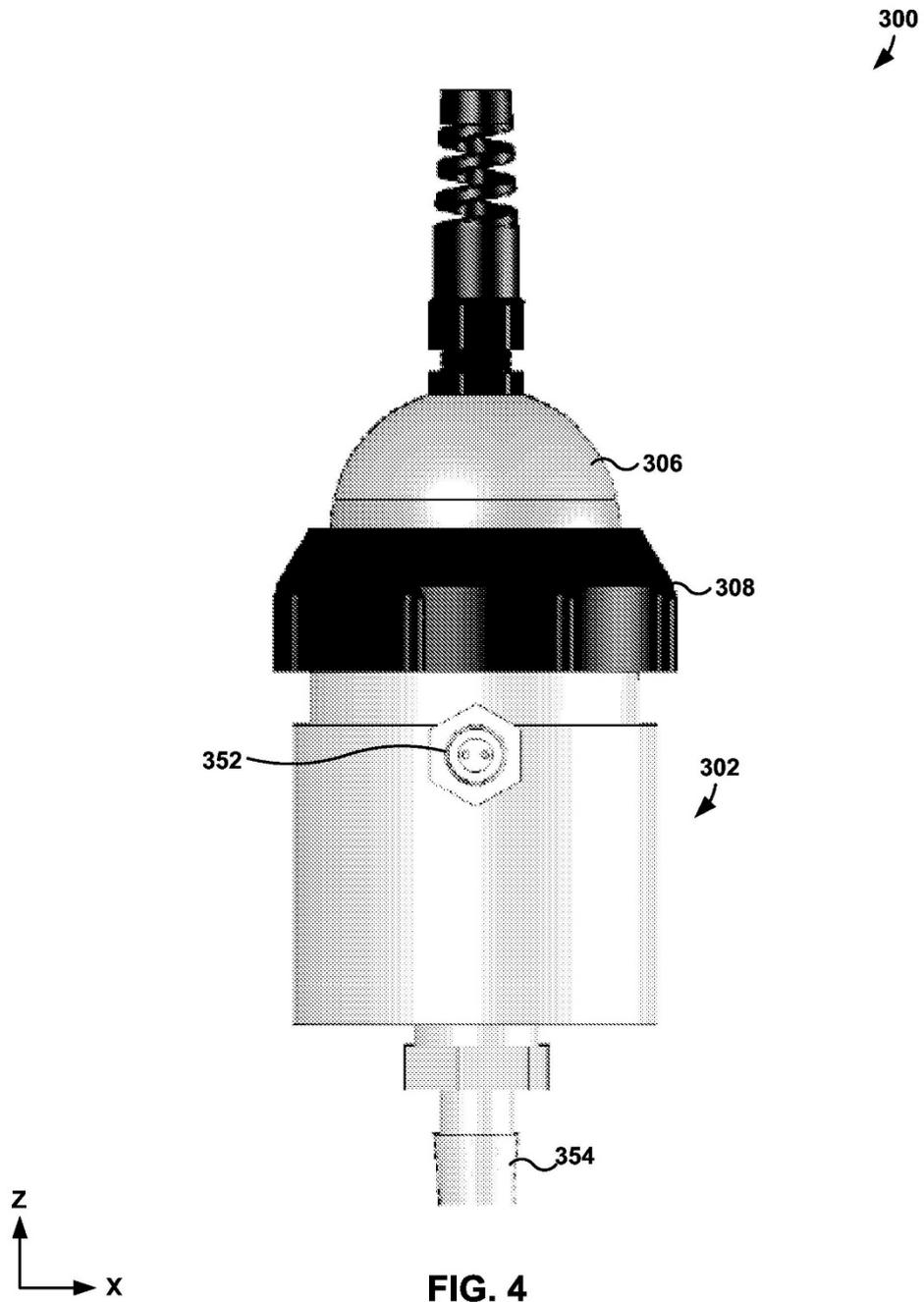


FIG. 4

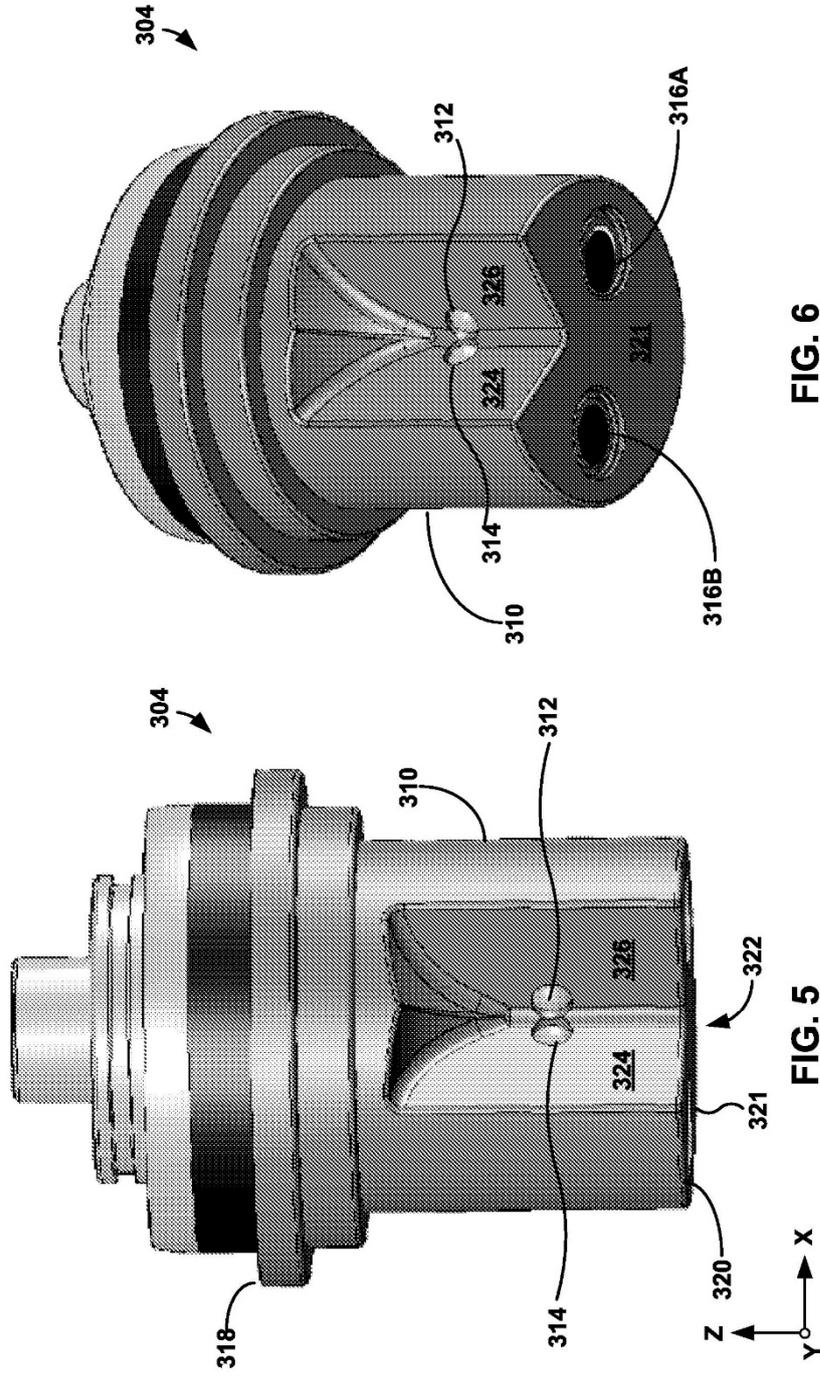


FIG. 6

FIG. 5

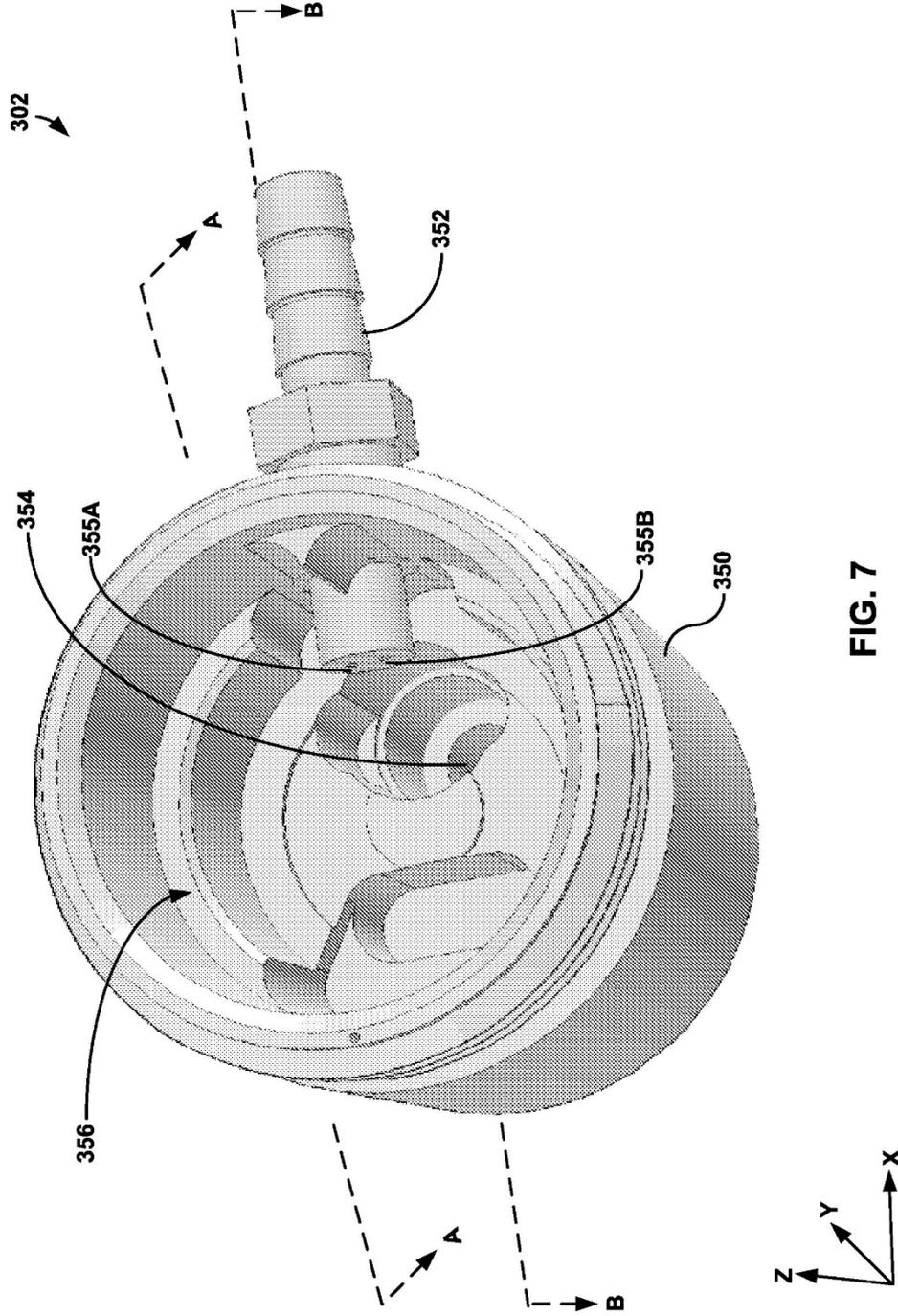
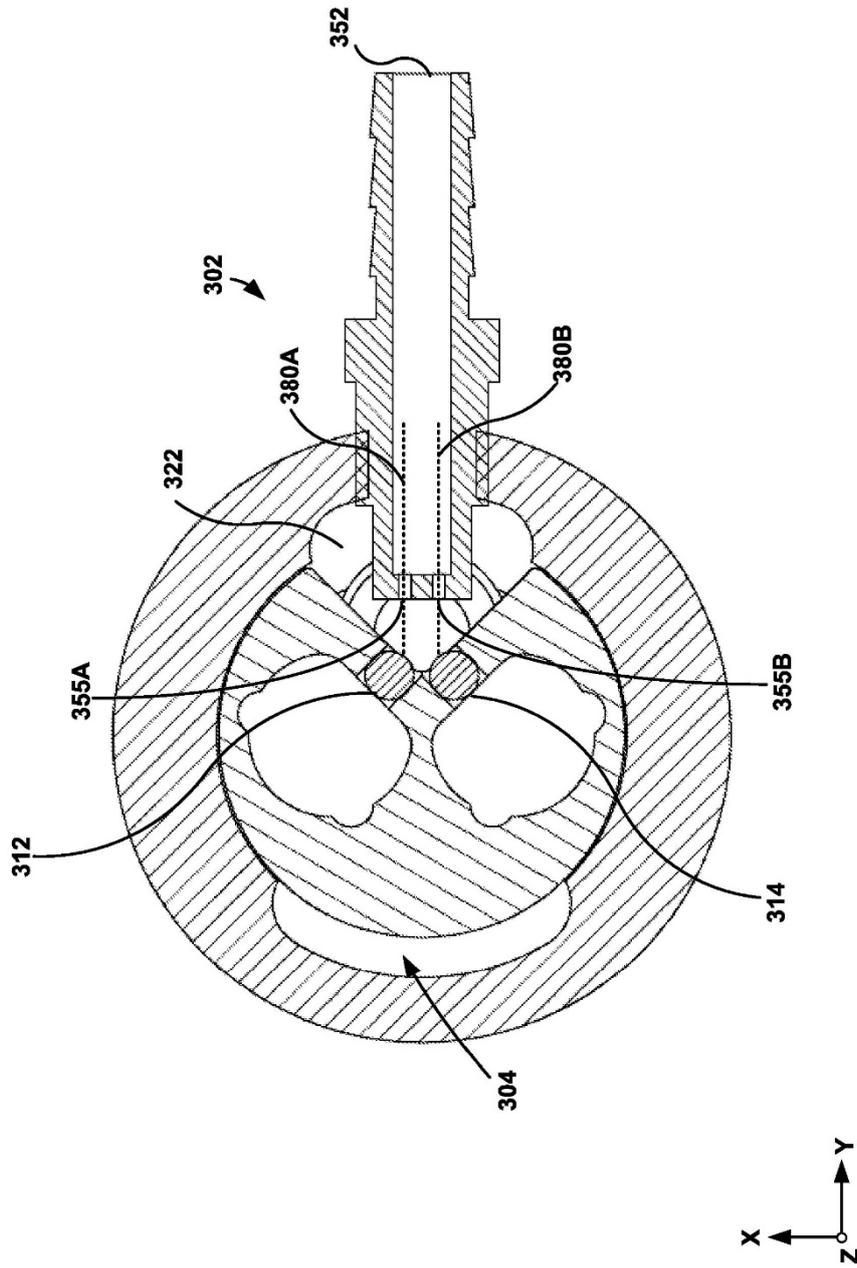
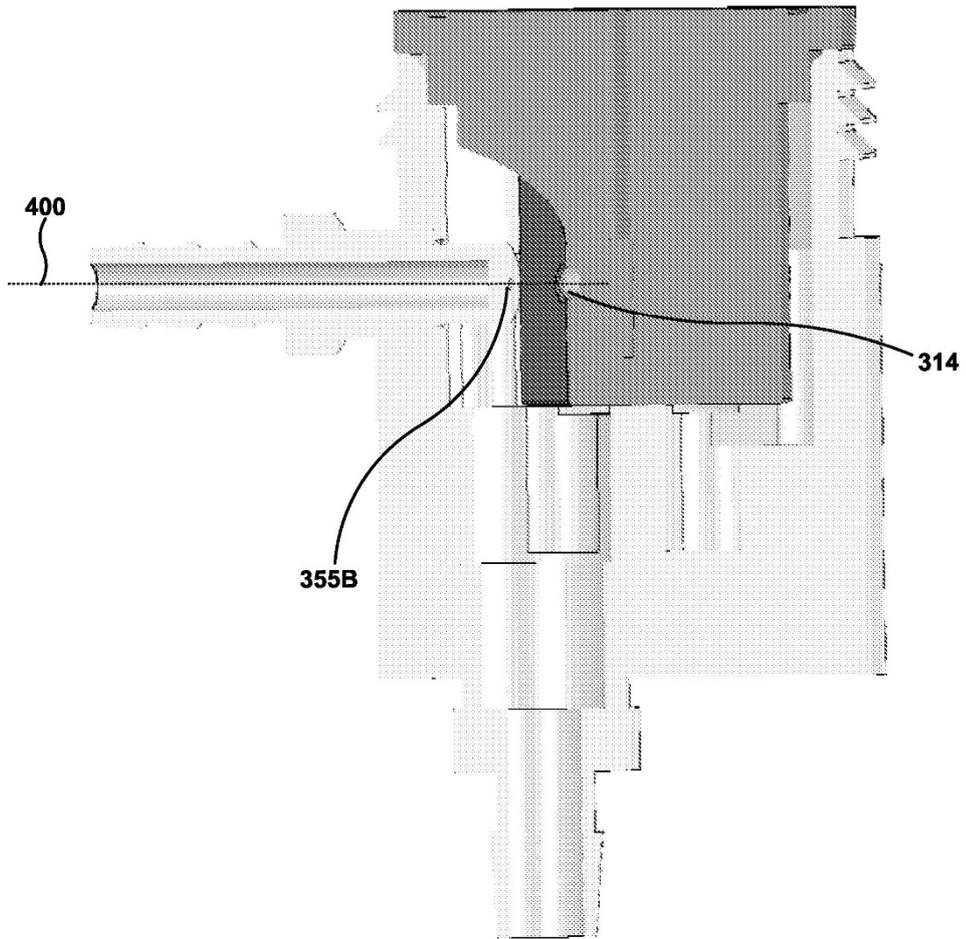


FIG. 7





**FIG. 9**

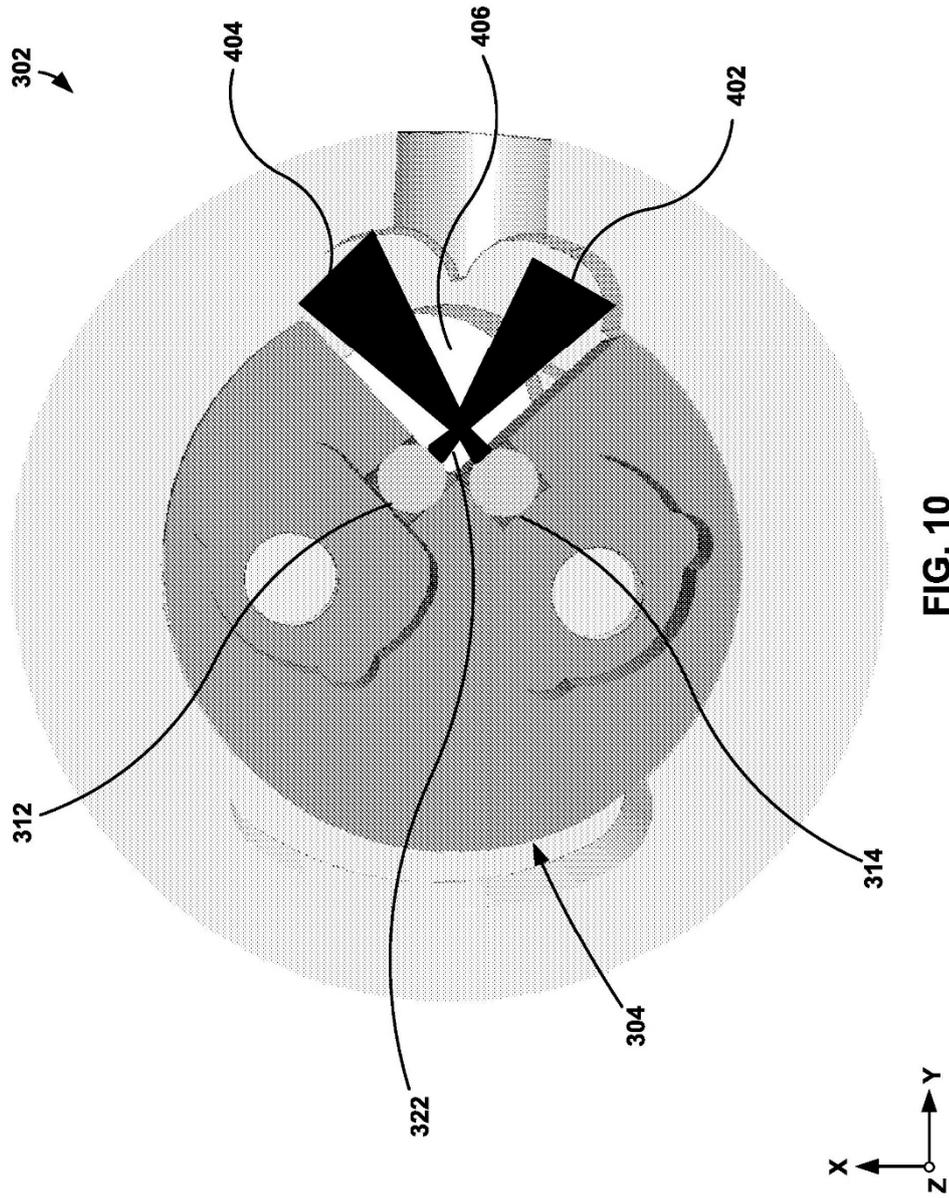


FIG. 10