

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 508**

51 Int. Cl.:

G01N 21/15 (2006.01)

G01N 21/64 (2006.01)

G02B 27/00 (2006.01)

G01N 21/05 (2006.01)

B08B 3/02 (2006.01)

B08B 5/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.04.2013** E 15181001 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.03.2018** EP 2982964

54 Título: **Sensor óptico auto-limpiante**

30 Prioridad:

04.05.2012 US 201213464508

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

11.07.2018

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 2 675 508 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 auto-limpiante

Campo técnico

La presente descripción se refiere a sensores ópticos y, más particularmente, a un control de fluidos en un sensor óptico.

5 **Antecedentes**

Las soluciones químicas acuosas se usan en una diversidad de situaciones. Por ejemplo, en diferentes aplicaciones, se usan soluciones de limpieza acuosas para limpiar, higienizar y/o desinfectar cocinas, baños, escuelas, hospitales, fábricas y otras instalaciones similares. Típicamente, las soluciones de limpieza acuosas incluyen una o más especies químicas disueltas en agua. Las especies químicas imparten diversas propiedades funcionales al agua, tales como propiedades de limpieza, actividad antimicrobiana, etc. La medición de la concentración de las especies químicas en la solución acuosa antes del uso puede ser beneficiosa para entender las propiedades de la solución y para determinar si se requiere un ajuste. Por ejemplo, la supervisión de una solución química puede ser especialmente útil en muchas aplicaciones industriales. En algunos casos, se usa una supervisión sustancialmente en tiempo real para determinar una concentración de una sustancia química en una solución de limpieza y, a continuación, para ajustar la concentración química durante un corto periodo de limpieza. En otros casos, pueden tomarse mediciones periódicamente para mantener una concentración química nominal en la solución durante un periodo de operación comparativamente largo.

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

En algunas aplicaciones, puede usarse un sensor óptico para determinar una característica de un fluido que contiene un material de suciedad. En dicha situación, una ventana del sensor óptico puede ensuciarse, restringiendo la cantidad de luz dirigida y/o recibida a través de la ventana óptica. Cuando la luz es restringida, es posible que el sensor óptico no determine una característica de la solución de fluido de manera tan precisa como cuando la ventana óptica está comparativamente más limpia. Por ejemplo, el sensor óptico puede atribuir una magnitud reducida de la luz recibida desde la solución de fluido como indicativa de que la solución óptica tiene una concentración más baja de una especie química en lugar de atribuir la cantidad reducida de luz a una interferencia debida a la suciedad.

30 El documento US 3.861.198 describe un analizador de fluidos que tiene mantiene las ventanas de transmisión de luz limpias dirigiendo un flujo de fluido sobre las mismas.

El documento US 4.874.243 describe un aparato que proporciona una acción auto-limpiante produciendo un chorro de fluido a través de una boquilla que está dirigida directamente a una ventana.

35 El documento US 4.801.204 describe el soplado de aire contra una superficie receptora de luz con el fin de eliminar un medio líquido antiguo de una celda de medición y eliminar la materia de suciedad de la superficie receptora de luz.

Sumario

En general, la presente descripción se refiere a sensores ópticos y a técnicas basadas en la óptica para determinar una característica de un fluido, tal como, por ejemplo, una solución química acuosa. En algunos ejemplos, el sensor óptico incluye una cámara de flujo y un cabezal de sensor que está configurado para ser insertado en una cámara de flujo. El cabezal de 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 de sensor puede analizar un fluido para determinar una concentración de una especie química en el fluido.

45 Cuando el sensor óptico es usado para analizar un fluido que contiene material de suciedad, el material de suciedad puede depositarse en el interior del sensor óptico. Si el material de suciedad se acumula en el interior del sensor óptico, el material de suciedad puede reducir o bloquear completamente la transmisión de luz al fluido o la recepción de luz desde el fluido por parte del sensor óptico. Cuando esto ocurre, es posible que el sensor óptico no sea capaz de analizar ópticamente el fluido con la precisión exigida por algunas aplicaciones.

50 En algunos ejemplos según la presente descripción, se describe un sensor óptico que incluye una cámara de flujo que tiene un puerto de entrada para recibir fluido para un análisis óptico del mismo por un cabezal de sensor. El puerto de entrada puede definir una boquilla de fluido que está configurada para dirigir el fluido que entra a la cámara de flujo contra una ventana óptica del cabezal de sensor. Durante el funcionamiento, el fluido puede desplazarse a través del puerto de

entrada y puede ser descargado desde la boquilla de fluido para impactar en la ventana óptica del sensor. La fuerza del fluido entrante que impacta contra la ventana óptica puede prevenir que el material de suciedad se acumule sobre la ventana óptica y/o puede ayudar a eliminar el material de suciedad acumulado de la ventana óptica.

5 En un ejemplo, se describe un sensor óptico que incluye un cabezal de sensor y una cámara de flujo. El cabezal de sensor incluye una primera ventana óptica, una segunda ventana óptica, al menos una fuente de luz y al menos un detector. La al menos una fuente de luz está configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica sobre un flujo de fluido y el al menos un detector está configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica del flujo de fluido. Además, en este ejemplo, la cámara de flujo incluye un alojamiento que define una cavidad en la que es insertado el cabezal de sensor, un puerto de entrada configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad a un interior de la cavidad, y un puerto de salida configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad de nuevo al exterior de la cavidad. Según el ejemplo, el puerto de entrada define una primera boquilla de fluido configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana óptica y una segunda boquilla de fluido configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana óptica.

15 En otro ejemplo, se describe un procedimiento que incluye dirigir un fluido a través de una primera boquilla de fluido de una cámara de flujo contra una primera ventana óptica de un cabezal de sensor y dirigir un fluido a través de una segunda boquilla de fluido de la cámara de flujo contra una segunda ventana óptica del cabezal de sensor. En el ejemplo, el cabezal de sensor incluye al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica sobre un flujo de fluido y el al menos un detector está configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica desde el flujo de fluido.

20 La invención se refiere a un sistema de sensor óptico según se define en la reivindicación 1 adjunta, que incluye un sensor óptico, una fuente de líquido, una fuente de gas y un controlador. El sensor óptico incluye un cabezal de sensor con una ventana óptica, al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la ventana óptica sobre un flujo de fluido, y el al menos un detector está configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la ventana óptica desde el flujo de fluido. El sensor óptico incluye también una cámara de flujo con un alojamiento que define una cavidad en la que es insertado el cabezal de sensor, un puerto de entrada configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad a un interior de la cavidad, y un puerto de salida configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad de nuevo al exterior de la cavidad. El puerto de entrada define una boquilla de fluido configurada para dirigir el flujo de fluido contra la ventana óptica. Según la invención, la fuente de líquido está configurada para suministrar el flujo de fluido comunicándose a través del puerto de entrada y la fuente de gas está configurada también para suministrar el flujo de fluido comunicándose a través del puerto de entrada. El ejemplo especifica además que el controlador está configurado para controlar la fuente de gas para colocar la fuente de gas en comunicación de fluido con la cámara de flujo con el fin de evacuar el líquido de la cámara de flujo, y para controlar la fuente de líquido para colocar la fuente de líquido en comunicación de fluido con la cámara de flujo con el fin de dirigir el líquido a través de la boquilla de fluido, a través de un espacio de la cámara de flujo evacuado de líquido, y contra la ventana óptica.

35 En otro aspecto de la invención, tal como se define en la reivindicación 9 adjunta, se describe un procedimiento que incluye evacuar el líquido de una cámara de flujo de un sensor óptico, en el que el sensor óptico incluye un cabezal de sensor que tiene una ventana óptica que es insertada en la cámara de flujo, y la cámara de flujo incluye un puerto de entrada que define una boquilla de flujo configurada para dirigir fluido contra la ventana óptica. El procedimiento incluye también hacer fluir líquido a través del puerto de entrada de la cámara de flujo con el fin de dirigir el líquido a través de la boquilla de fluido, a través de un espacio de la cámara de flujo evacuada de líquido, y contra la ventana óptica.

Los detalles de uno o más ejemplos se exponen en las figuras adjuntas y en la descripción siguiente. Otras características, objetos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción y de las figuras, y de las reivindicaciones.

La descripción se refiere a los ejemplos siguientes que, sin embargo, no coinciden necesariamente con la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas:

45 1. Un sensor óptico que comprende:

un cabezal de sensor que incluye una primera ventana óptica, una segunda ventana óptica, al menos una fuente de luz y al menos un detector, en el que la al menos una fuente de luz está configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica sobre un flujo de fluido y el al menos un detector está configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica desde el flujo de fluido;

50 una cámara de flujo que incluye un alojamiento que define una cavidad en la que es insertado el cabezal de sensor,

un puerto de entrada configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad a un interior de la cavidad, y un puerto de salida configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad de nuevo al exterior de la cavidad,

en el que el puerto de entrada define una primera boquilla de fluido configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana óptica y una segunda boquilla de fluido configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana óptica.

5 2. Sensor óptico según el aspecto 1, en el que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica están posicionadas en un mismo plano, y la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica.

10 3. Sistema óptico según el aspecto 1, en el que la primera boquilla de fluido define un primer eje de fluido que se extiende a través de un centro de la primera boquilla de fluido, la segunda boquilla de fluido define un segundo eje de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla de fluido, y el primer eje de fluido se cruza con aproximadamente con un centro de la primera ventana óptica y el segundo eje de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la segunda ventana óptica.

15 4. Sensor óptico según el aspecto 1, en el que el cabezal de sensor incluye una carcasa del sensor que se extiende desde un extremo proximal a un extremo distal, en el que la carcasa de sensor incluye un recorte angular definido por una primera superficie plana que se corta con una segunda superficie plana, en el que la primera ventana óptica está posicionada en la primera superficie plana y la segunda ventana óptica está posicionada en la segunda superficie plana.

20 5. Sensor óptico según el aspecto 4, en el que la primera superficie plana se cruza con la segunda superficie plana para definir un ángulo de aproximadamente 90 grados, la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica están posicionadas en un mismo plano entre el extremo proximal y el extremo distal de la carcasa de sensor, y la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica.

6. Sensor óptico según el aspecto 4, en el que la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido se proyectan alejándose de una pared de la cámara de flujo hacia el recorte angular.

25 7. Sensor óptico según el aspecto 6, en el que la primera ventana óptica está configurada para proyectar luz desde al menos una fuente de luz sobre una primera región del recorte angular, la segunda ventana óptica está configurada para recibir energía óptica desde una segunda región del recorte angular y para dirigir la energía óptica sobre al menos un fotodetector, y la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido se proyectan hacia una tercera región del recorte angular entre la primera región y la segunda región.

8. Sensor óptico según el aspecto 7, en el que cada una de entre la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica comprende una lente esférica.

30 9. Un procedimiento que comprende:

dirigir fluido a través de una primera boquilla de fluido de una cámara de flujo contra una primera ventana óptica de un cabezal de sensor; y

dirigir el fluido a través de una segunda boquilla de fluido de la cámara de flujo contra una segunda ventana óptica del cabezal de sensor,

35 en el que el cabezal de sensor incluye al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica sobre un flujo de fluido y al menos un detector configurado para recibir energía óptica a través de la segunda ventana óptica desde el flujo de fluido.

40 10. Procedimiento según el aspecto 9, en el que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica están posicionadas en un mismo plano, y el direccionamiento del fluido a través de la primera boquilla de fluido comprende dirigir el fluido en el mismo plano que la primera ventana óptica y el direccionamiento del fluido a través de la segunda boquilla de fluido comprende dirigir el fluido en el mismo plano que la segunda ventana óptica.

45 11. Procedimiento según el aspecto 9, en el que la primera boquilla de fluido define un primer eje de fluido que se extiende a través del centro de la primera boquilla de fluido, la segunda boquilla de fluido define un segundo eje de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla de fluido, y el direccionamiento del fluido a través de la primera boquilla de fluido comprende dirigir el fluido de manera que el primer eje de fluido se cruce aproximadamente con un centro de la primera ventana óptica, y el direccionamiento del fluido a través de la segunda boquilla de fluido comprende dirigir el fluido de manera que el segundo eje de fluido se cruce aproximadamente con un centro de la segunda ventana óptica.

50 12. Procedimiento según el aspecto 9, en el que el cabezal de sensor incluye una carcasa de sensor que se extiende desde un extremo proximal a un extremo distal, en el que la carcasa de sensor incluye un recorte angular definido por una primera superficie plana que se cruza con una segunda superficie plana, en el que la primera ventana óptica está

posicionada en la primera superficie plana y la segunda ventana óptica está posicionada en la segunda superficie plana.

13. Procedimiento según el aspecto 12, en el que la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido se proyectan alejándose de una pared de la cámara de flujo hacia el recorte angular.

5 14. Procedimiento según el aspecto 13, que comprende además dirigir luz desde al menos una fuente de luz a través de la primera ventana óptica sobre una primera región del recorte angular y recibir energía óptica a través de la segunda ventana óptica desde una segunda región del recorte angular, en el que la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido se proyectan hacia una tercera región del recorte angular entre la primera región y la segunda región.

15. Un sistema de sensor óptico que comprende:

un sensor óptico que comprende

10 un cabezal de sensor que incluye una ventana óptica, al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la ventana óptica sobre un flujo de fluido y al menos un detector configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la ventana óptica desde el flujo de fluido; y

15 una cámara de flujo que incluye un alojamiento que define una cavidad en la que es insertado el cabezal de sensor, un puerto de entrada configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad a un interior de la cavidad, y un puerto de salida configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad de nuevo al exterior de la cavidad, en el que el puerto de entrada define una boquilla de fluido configurada para dirigir el flujo de fluido contra la ventana óptica;

una fuente de líquido configurada para suministrar el flujo de fluido comunicándose a través del puerto de entrada;

una fuente de gas configurada para suministrar el flujo de fluido comunicándose a través del puerto de entrada; y

20 un controlador configurado para controlar la fuente de gas para colocar la fuente de gas en comunicación de fluido con la cámara de flujo con el fin de evacuar el líquido de la cámara de flujo, y para controlar la fuente de líquido con el fin de colocar la fuente de líquido en comunicación de fluido con la cámara de flujo con el fin de dirigir el líquido a través de la boquilla de fluido, a través de un espacio de la cámara de flujo evacuada de líquido, y contra la ventana óptica.

25 16. Sistema de sensor óptico según el aspecto 15, en el que la ventana óptica del cabezal de sensor comprende una primera ventana óptica y una segunda ventana óptica, en el que la al menos una fuente de luz está configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica y el al menos un detector está configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica, y la boquilla de fluido de la cámara de flujo comprende una primera boquilla de fluido y una segunda boquilla de fluido, en el que la primera boquilla de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana óptica y la segunda boquilla de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana óptica.

30 17. Sistema de sensor óptico según el aspecto 16, en el que la primera boquilla de fluido define un primer eje de fluido que se extiende a través de un centro de la primera boquilla de fluido, la segunda boquilla de fluido define un segundo eje de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla de fluido, y el primer eje de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la primera ventana óptica y el segundo eje del fluido se cruza aproximadamente con un centro de la segunda ventana óptica.

35 18. Sistema de sensor óptico según el aspecto 16, en el que el cabezal de sensor incluye una carcasa de sensor que se extiende desde un extremo proximal a un extremo distal, en el que la carcasa de sensor incluye un recorte angular definido por una primera superficie plana que se cruza con una segunda superficie plana, en el que la primera ventana óptica es posicionada en la primera superficie plana y la segunda ventana óptica es posicionada en la segunda superficie plana.

40 19. Sensor óptico según el aspecto 18, en el que la primera superficie plana se cruza con la segunda superficie plana para definir un ángulo de aproximadamente 90 grados, la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica están posicionadas en un mismo plano entre el extremo proximal y el extremo distal de la carcasa del sensor, y la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica.

45 20. Sensor óptico según el aspecto 18, en el que la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido se proyectan alejándose de una pared de la cámara de flujo hacia el recorte angular.

21. Sensor óptico según el aspecto 15, en el que la fuente de gas es aire atmosférico.

22. Sensor óptico según el aspecto 15, que comprende además una primera válvula posicionada entre la fuente de gas y la cámara de flujo y una segunda válvula posicionada entre la fuente de líquido y la cámara de flujo, en el que el

controlador está configurado para controlar la fuente de líquido con el fin de colocar la fuente de líquido en comunicación de fluido con la cámara de flujo abriendo la segunda válvula, y el controlador está configurado además para controlar la fuente de gas para colocar la fuente de gas en comunicación de fluido con la cámara de flujo abriendo la primera válvula.

23. Procedimiento que comprende:

- 5 5 evacuar el líquido de una cámara de flujo de un sensor óptico, en el que el sensor óptico incluye un cabezal de sensor que tiene una ventana óptica que es insertada en la cámara de flujo, y la cámara de flujo incluye un puerto de entrada que define una boquilla de fluido configurada para dirigir el fluido contra la ventana óptica;

hacer fluir el líquido a través del puerto de entrada de la cámara de flujo con el fin de dirigir el líquido a través de la boquilla de fluido, a través de un espacio de la cámara de flujo evacuada de líquido, y contra la ventana óptica.

- 10 24. Procedimiento según el aspecto 23, en el que la evacuación de la cámara de flujo comprende controlar una fuente de gas para colocar la fuente de gas en comunicación de fluido con la cámara de flujo, y la acción de hacer fluir el líquido a través del puerto de entrada comprende controlar una fuente de líquido con el fin de colocar la fuente de líquido en comunicación de fluido con la cámara de flujo.

25. Procedimiento según el aspecto 24, en el que la fuente de gas es aire atmosférico.

- 15 26. Procedimiento según el aspecto 24, en el que el control de la fuente de gas comprende controlar una primera válvula posicionada entre la fuente de gas y la cámara de flujo, y el control de la fuente de líquido comprende controlar una segunda válvula posicionada entre la fuente de líquido y la cámara de flujo.

- 20 27. Procedimiento según el aspecto 23, en el que la ventana óptica del cabezal de sensor comprende una primera ventana óptica y una segunda ventana óptica y el sensor óptico comprende además al menos una fuente de luz configurada para emitir luz a través de la primera ventana óptica y al menos un detector configurado para detectar emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana óptica, y en el que la boquilla de fluido de la cámara de flujo comprende una primera boquilla de fluido y una segunda boquilla de fluido, en el que la primera boquilla de fluido está configurada para dirigir un fluido contra la primera ventana óptica y la segunda boquilla de fluido está configurada para dirigir un fluido contra la segunda ventana óptica.

- 25 28. Procedimiento según el aspecto 27, en el que la primera boquilla de fluido define un primer eje de fluido que se extiende a través del centro de la primera boquilla de fluido, la segunda boquilla de fluido define un segundo eje de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla de fluido y el primer eje de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la primera ventana óptica y el segundo eje de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la segunda ventana óptica.

- 30 29. Procedimiento según el aspecto 27, en el que el cabezal de sensor incluye una carcasa de sensor que se extiende desde un extremo proximal a un extremo distal, en el que la carcasa de sensor incluye un recorte angular definido por una primera superficie plana que se cruza con una segunda superficie plana, en el que la primera ventana óptica está posicionada en la primera superficie plana y la segunda ventana óptica está posicionada en la segunda superficie plana.

- 35 30. Procedimiento según el aspecto 29, en el que la primera superficie plana se cruza con la segunda superficie plana para definir un ángulo de aproximadamente 90 grados, la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica están posicionadas en un mismo plano entre el extremo proximal y el extremo distal de la carcasa de sensor, y la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica.

Breve descripción de los dibujos

- 40 La Fig. 1 es un diagrama que ilustra un sistema de sensor óptico ejemplar que incluye un sensor óptico según los ejemplos de la descripción.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un sensor óptico ejemplar que puede ser usado en el sistema ejemplar de la Fig. 1.

- 45 Las Figs. 3 y 4 son dibujos esquemáticos de una configuración física ejemplar de un sensor óptico que puede ser usado por los sensores ópticos en las Figs. 1 y 2.

Las Figs. 5 y 6 son vistas alternativas de un cabezal de sensor ejemplar que puede ser usado para el sensor óptico ejemplar de las Figs. 3 y 4.

La Fig. 7 es una vista superior en perspectiva de una cámara de flujo que puede ser usada para el sensor óptico ejemplar de las Figs. 3 y 4.

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

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

Descripción detallada de la invención

10 La descripción detallada siguiente es, en esencia, ejemplar y no pretende limitar en modo alguno el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención. Por el contrario, la descripción siguiente proporciona algunas ilustraciones prácticas para implementar los ejemplos de la presente invención. Se proporcionan ejemplos de construcciones, materiales, dimensiones y procedimientos de fabricación para elementos seleccionados y el resto de los elementos emplean aquellos conocidos por las personas con conocimientos ordinarios en el campo de la invención. Los expertos en la técnica reconocerán que muchos de los ejemplos indicados tienen una diversidad de alternativas adecuadas.

15 Los fluidos con agentes químicos activos son usados en una diversidad de industrias diferentes para una diversidad de aplicaciones diferentes. Por ejemplo, en la industria de la limpieza, las soluciones de fluido que incluyen cloro u otros agentes químicos activos se usan frecuentemente para limpiar y desinfectar diversas superficies y equipos. En estas soluciones, la concentración del agente químico activo u otros parámetros pueden afectar a las propiedades de limpieza y de desinfección del fluido. Por consiguiente, el asegurarse de que el fluido es formulado y preparado de manera apropiada para una aplicación deseada puede ayudar a garantizar que el fluido proporcione propiedades de limpieza y de desinfección en el uso subsiguiente.

20 La presente descripción describe un sensor óptico para determinar una característica de un medio fluido. En particular, la presente descripción describe procedimientos, sistemas y aparatos relacionados con un sensor óptico que puede ser usado para determinar una característica de un medio fluido, tal como, por ejemplo, una concentración de una especie química en el medio fluido, una temperatura del medio fluido, etc. Dependiendo de la aplicación, el sensor óptico puede ser implementado como un sensor en línea, que recibe un flujo de fluido desde una fuente de fluido de manera continua o periódica y analiza el fluido para determinar la característica sustancialmente en tiempo real. Por ejemplo, el sensor óptico puede ser conectado a un flujo de fluido a través de una tubería, un tubo u otro conducto. A continuación, el sensor óptico puede recibir una muestra del fluido desde la fuente a través del conducto y analizar el fluido para determinar las características del fluido.

25 Dependiendo de la aplicación, el sensor óptico puede recibir un fluido que contiene materiales de suciedad (por ejemplo, partículas sólidas) para su análisis óptico. A medida que el fluido pasa a través del sensor óptico, los materiales de suciedad pueden depositarse sobre el sensor, generando incrustaciones o una película de material de suciedad acumulado. Con el tiempo, la cantidad de material de suciedad depositado sobre el sensor puede aumentar hasta que el sensor ya no sea capaz de 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 desde un fluido bajo análisis, la ventana óptica puede resultar cubierta con una capa de material de suciedad que restringe el paso de luz a través de la ventana óptica. Esto puede causar que el sensor óptico proporcione una lectura imprecisa de la característica deseada del fluido a ser determinada por el sensor.

30 Según las técnicas descritas en la presente descripción, se proporciona un sensor óptico con un puerto de entrada que define una boquilla de fluido. La boquilla de fluido puede estar dispuesta para dirigir el fluido que entra al sensor óptico contra una ventana óptica del sensor. Por ejemplo, la boquilla de fluido puede dirigir fluido que entra al sensor óptico directamente contra la ventana óptica de manera que el fluido entrante contacte con la ventana óptica del sensor antes de contactar con cualquier otra estructura en el interior del sensor. La fuerza del fluido entrante que contacta con la ventana óptica puede ayudar a inhibir la acumulación del material de suciedad sobre la ventana óptica y/o a lavar el material de suciedad acumulado. En lugar de tener que detener regularmente la operación del sensor óptico para su limpieza, el fluido dirigido contra la ventana óptica puede realizar una función auto-limpiante. Como resultado, el sensor óptico puede mantenerse en servicio sin necesidad de limpieza y/o el sensor óptico puede exhibir una vida útil ampliada entre limpiezas.

35 En algunos ejemplos según la presente descripción, el sensor óptico incluye al menos una primera ventana óptica a través de la cual una fuente de luz del sensor emite luz a un fluido y una segunda ventana óptica a través de la cual un detector del sensor recibe luz desde el fluido. El sensor puede emitir luz al 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 una primera boquilla configurada para dirigir una parte de un flujo de fluido entrante contra la primera ventana óptica y una segunda boquilla de fluido configurada para dirigir una parte diferente del flujo de fluido entrante contra la segunda ventana óptica. Al proporcionar una boquilla separada asociada con cada ventana óptica, cada ventana óptica puede ser impactada con corrientes de fluido de mayor presión que si el sensor óptico empleara una única boquilla

para múltiples ventanas ópticas. Esto puede mejorar la acción limpiadora de la corriente de fluido entrante.

El sensor óptico según la descripción se usa como parte de un sistema, en el que el sensor óptico está 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 la operación, la fuente de líquido suministra fluido al sensor óptico para su análisis. Sin embargo, periódicamente, la fuente de líquido se cierra y la fuente de gas se abre de manera que el líquido es evacuado del sensor óptico y éste se llena con gas. Posteriormente, la fuente de líquido se vuelve a abrir para rellenar el sensor óptico con líquido para su análisis. Cuando esto ocurre, el líquido que inicialmente entra al sensor óptico se desplaza a través del espacio de gas en el sensor óptico más rápidamente que si el sensor óptico estuviera lleno con líquido. Por consiguiente, el líquido entrante inicial impacta contra la ventana óptica del sensor con más fuerza que si el líquido entrara en el sensor cuando el sensor ya está lleno con líquido. Esto puede proporcionar una acción limpiadora comparativamente de alta presión que ayuda a retirar el material de suciedad acumulado desde la ventana óptica.

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

El controlador 104 está conectado, de manera comunicativa, con el sensor 102 óptico e incluye un procesador 114 y una memoria 116. Las señales generadas por el sensor 102 óptico son comunicadas al controlador 104 a través de una conexión cableada o inalámbrica, que en el ejemplo de la Fig. 1 se ilustra como una conexión cableada. La memoria 116 almacena software para ser ejecutado en el controlador 104 y puede almacenar también datos generados o recibidos por el procesador 114, por ejemplo, desde el sensor 102 óptico. El procesador 114 ejecuta el software almacenado en la memoria 116 para gestionar la operación del sensor 102 óptico.

La cámara 110 de flujo del sensor 102 óptico incluye un puerto de entrada para comunicar el fluido desde el exterior de la cámara de flujo a un interior de la cámara de flujo, así como un puerto de salida para descargar el fluido de nuevo al exterior de la cámara de flujo. El cabezal 112 de sensor está insertado (por ejemplo, de manera desmontable o permanente) en la cámara 110 de flujo e incluye al menos una ventana óptica para dirigir luz al fluido que pasa a través de la cámara 110 de flujo y/o para recibir energía óptica desde el flujo de fluido. Durante la operación, el fluido entra a la cámara 110 de flujo y es dirigido a través de la ventana óptica del cabezal 112 de sensor. Una vez en el interior de la cámara de flujo, el cabezal 112 de sensor puede analizar ópticamente el fluido a medida que el fluido se mueve a través de la ventana óptica. Por ejemplo, cuando el sensor 102 óptico está implementado como un fluorómetro, el sensor óptico puede dirigir luz al fluido para generar emisiones fluorescentes y, a continuación, para detectar las emisiones fluorescentes para analizar ópticamente el fluido.

Tal como se describe más detalladamente más adelante (Figs. 7-10), la cámara 110 de flujo puede incluir una entrada que define una boquilla de fluido configurada para dirigir el fluido que entra a la cámara de flujo directamente contra la ventana óptica del cabezal de sensor. Por ejemplo, la cámara 110 de flujo puede incluir una boquilla de fluido que está en el mismo plano que la ventana óptica del cabezal de sensor y orientada de manera que el fluido que entra a la cámara de flujo contacte directamente con la ventana óptica después de ser descargado desde la boquilla de fluido. En lugar de contactar con una superficie de pared u otra superficie interior de la cámara 110 después de ser descargado desde la boquilla de fluido, la boquilla de fluido puede descargar el fluido de manera que el fluido contacte con la ventana óptica del cabezal 112 de sensor antes de contactar con cualquier otra superficie en el interior de la cámara de flujo. En algunos ejemplos, la boquilla de flujo está orientada de manera que un centro del flujo de fluido emitido por la boquilla de fluido sea dirigido aproximadamente a un centro de la ventana óptica. El direccionamiento del fluido que entra a la cámara 110 de flujo contra la ventana óptica del cabezal 112 de sensor puede ayudar a reducir o a eliminar la acumulación de suciedad sobre la ventana óptica.

El sensor 102 óptico está conectado a dos fuentes de fluido (una primera fuente 118 de fluido y una segunda fuente 120 de fluido). La primera fuente 118 de fluido está en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo a través de un primer conducto 122 de fluido que pasa a través de una primera válvula 124. La segunda fuente 120 de fluido está en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo a través de un segundo conducto 126 de fluido que pasa a través de una segunda válvula 128. El primer conducto 122 de fluido y el segundo conducto 126 de fluido están conectados, de manera fluida, a un puerto de entrada común (por ejemplo, un único puerto de entrada) de la cámara 110 de flujo en el ejemplo del sistema 100 de sensor óptico. En otros ejemplos, tales como los ejemplos en los que la cámara 110 de flujo incluye múltiples puertos de entrada, el primer conducto 122 de fluido y el segundo conducto 126 de fluido pueden estar conectados, de manera fluida, a la cámara de flujo a través de puertos de entrada diferentes.

Aunque no se ilustra en la Fig. 1, el controlador 104 puede estar acoplado, de manera comunicativa, a la primera válvula 124 y a la segunda válvula 128. En algunos ejemplos, el controlador 104 abre y cierra, de manera selectiva, la primera válvula 124 y la segunda válvula 128 con el fin de colocar el fluido desde la primera fuente 118 de fluido y/o desde la segunda fuente 120 de fluido en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo. Por ejemplo, la memoria 116 puede almacenar instrucciones que, cuando son ejecutadas por el procesador 114, causan que el controlador 104 abra y/o cierre, de manera selectiva, la primera válvula 124 y/o la segunda válvula 128 con el fin de colocar, de manera selectiva, el fluido desde la primera fuente 118 de fluido y/o desde la segunda fuente 120 de fluido en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo. Cuando la primera fuente 118 de fluido está en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo, el fluido desde la primera fuente de fluido puede fluir a través de la cámara de flujo. Por el contrario, cuando la segunda fuente 120 de fluido está en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo, el fluido desde 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, de manera comunicativa, a uno o más dispositivos de suministro que controlan el suministro de fluido desde la primera fuente 118 de fluido y la segunda fuente 120 de fluido. Los dispositivos de suministro ejemplares incluyen bombas y otros dispositivos dosificadores. El controlador 104 puede poner en marcha y/o detener los dispositivos de suministro para colocar el fluido desde la primera fuente 118 de fluido y/o la segunda fuente 120 de fluido en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo. El controlador 104 puede aumentar y/o disminuir también la velocidad de los dispositivos de suministro para ajustar la velocidad a la que el fluido desde la primera fuente 118 de fluido y/o la segunda fuente 120 de fluido entra a la cámara 110 de flujo.

La primera fuente 118 de fluido es una fuente de fluido gaseoso y la segunda fuente 120 de fluido es una fuente de fluido líquido. La segunda fuente 120 de fluido suministra un líquido a la cámara 110 de flujo destinado a ser analizado ópticamente por el cabezal 112 de sensor. Por ejemplo, la segunda fuente 120 de fluido puede suministrar un líquido a la cámara 110 de flujo que incluye un compuesto químico que imparte propiedades funcionales al líquido (por ejemplo, propiedades de limpieza, propiedades antimicrobianas). El sensor 102 óptico recibe el líquido y analiza ópticamente el líquido para determinar la concentración del compuesto químico, por ejemplo, para supervisar y/o ajustar la composición de la fuente de líquido. La primera fuente 118 de fluido puede suministrar un gas a la cámara 110 de flujo que se usa para purgar líquido de la cámara de flujo.

Durante la operación del sensor 102 óptico, la segunda fuente 120 de fluido suministra líquido a la cámara 110 de flujo para su análisis óptico que contiene materiales de suciedad (por ejemplo, partículas sólidas). A medida que el líquido pasa a través de la cámara de flujo, los materiales de suciedad pueden acumularse en el interior de la cámara de flujo y pueden depositarse sobre el cabezal 112 de sensor. Con el tiempo, los materiales de suciedad pueden acumularse sobre el cabezal 112 de sensor hasta un nivel en el que el sensor 102 óptico ya no sea capaz de determinar con precisión una característica de un líquido que pasa a través de la cámara de flujo.

Para ayudar a reducir o a eliminar la acumulación de suciedad en el interior del sensor 102 óptico, la primera fuente 118 de fluido suministra periódicamente gas a la cámara 110 de flujo para purgar líquido de la cámara de flujo. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar la primera válvula 124 y la segunda válvula 128 durante la operación del sistema 100 de sensor óptico para detener el flujo de líquido a la cámara de flujo y para iniciar el flujo de gas a la cámara 110 de flujo. El gas desplaza el líquido en la cámara 110 de flujo de manera que el líquido sea evacuado de la cámara de flujo. Posteriormente, el controlador 104 reanuda la comunicación de fluido entre la fuente de fluido líquido y la cámara de flujo. El líquido que entra a la cámara 110 de flujo llenada con gas puede desplazarse a mayor velocidad en el interior de la cámara que cuando la cámara está llenada con fluido. Este fluido a alta velocidad que entra a la cámara 110 de flujo puede ayudar a retirar el material de suciedad acumulado del interior de la cámara 110 de flujo, tal como, por ejemplo, suciedad sobre una ventana óptica del cabezal 112 de sensor.

Por ejemplo, durante la operación de un sensor óptico que incluye una cámara 110 de flujo que tiene una boquilla de fluido configurada para dirigir un fluido contra una ventana óptica (por ejemplo, las Figs. 7-10), el líquido es descargado desde la boquilla de fluido contra una ventana óptica del cabezal 112 de sensor. Esto ocurre cuando la cámara 110 de flujo está en comunicación de fluido con una fuente de fluido líquido, tal como la segunda fuente 120 de fluido. Periódicamente, el controlador 104 cierra la segunda válvula 128 para bloquear la comunicación de fluido entre la segunda fuente 120 de fluido líquido y la cámara 110 de flujo y abre también la primera válvula 124 para colocar la primera fuente 118 de fluido gaseoso en comunicación de fluido con la cámara de flujo. El gas desde la primera fuente 118 de fluido desplaza el fluido líquido en el interior de la cámara 110 de flujo de manera que la cámara de flujo se llena con fluido gaseoso en lugar de con fluido líquido. El controlador 104 cierra posteriormente la primera válvula 124 para bloquear la comunicación de fluido entre la primera fuente 118 de fluido gaseoso y la cámara 110 de flujo y abre también la segunda válvula 128 para colocar la segunda fuente 120 de fluido líquido en comunicación de fluido con la cámara de flujo. A medida que el líquido entra inicialmente a la cámara 110 de flujo para volver a llenar la cámara de flujo, el líquido es descargado desde una boquilla de fluido de la cámara 110 de flujo y se desplaza a través de un espacio lleno de gas antes de impactar con una ventana óptica del cabezal 112 de sensor. Este líquido que se desplaza a través del espacio lleno de gas puede desplazarse más rápido si el líquido se desplazara a través del mismo espacio y el espacio estuviera

llo con líquido. Por ejemplo, el líquido que se desplaza a través del espacio lleno de gas puede desplazarse al menos dos veces más rápido (por ejemplo, al menos tres veces más rápido, entre aproximadamente 3 y aproximadamente 5 veces más rápido) que si el líquido se desplazara a través del mismo espacio y el espacio estuviera lleno con líquido. Como resultado, el líquido puede llevar más fuerza para retirar el material de suciedad acumulado desde una ventana óptica del cabezal 112 de sensor que si la cámara 110 de flujo no se evacuara de líquido.

Independientemente de la configuración específica de la cámara 110 de flujo, el controlador 104 del sistema 100 de sensor óptico controla la primera fuente 118 de fluido y la segunda fuente 120 de fluido para colocar, de manera alternada, una de las fuentes de fluido en comunicación con la cámara 110 de flujo con cualquier frecuencia adecuada. En un ejemplo, el controlador 104 cierra la primera válvula 124 para bloquear la comunicación de fluido entre la primera fuente 118 de fluido gaseoso y la cámara 110 de flujo y abre también la segunda válvula 128 para abrir la comunicación de fluido entre la segunda fuente 120 de fluido líquido y la cámara de flujo. El controlador 104 puede mantener la primera válvula 124 cerrada y la segunda válvula 128 abierta, permitiendo que el fluido líquido fluya al interior y a través de la cámara 110 de flujo, durante un periodo mayor que aproximadamente 30 segundos tal como, por ejemplo, mayor que 1 minuto, mayor que 5 minutos, mayor que 1 hora, o un periodo comprendido entre aproximadamente 1 minuto y aproximadamente 5 minutos. A continuación, el controlador 104 puede cerrar la segunda válvula 128 para bloquear la comunicación de fluido entre la segunda fuente 120 de fluido líquido y la cámara 110 de flujo y abrir la primera válvula 124 para abrir la comunicación de fluido entre la primera fuente 118 de fluido gaseoso y la cámara de flujo. A continuación, el controlador 104 puede mantener la primera válvula 124 abierta y la segunda válvula 128 cerrada, durante un periodo mayor que 10 segundos, tal como, por ejemplo, mayor que 1 minuto, mayor que 10 minutos, o un periodo comprendido entre aproximadamente 1 minuto y aproximadamente 30 minutos. Los valores anteriores son simplemente ejemplos, y son posibles y se contemplan otros intervalos de tiempo.

En algunos ejemplos, el controlador 104 controla el suministro de fluido gaseoso y de fluido líquido a la cámara 110 de flujo de manera que una relación de la cantidad de tiempo durante el que la cámara de flujo se llena con gas dividida entre la cantidad de tiempo durante el que la cámara de flujo se llena con líquido es mayor que 1. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar el suministro de fluido gaseoso y de fluido líquido a la cámara 110 de flujo de manera que una relación de la cantidad de tiempo durante el que la cámara de flujo se llena con gas dividida entre la cantidad de tiempo durante el que la cámara de flujo se llena con líquido es mayor que 2, mayor que 5, mayor que 10, o entre 2 y 10. En dichos ejemplos, la cámara 110 de flujo puede llenarse con gas durante un periodo de tiempo más largo que cuando la cámara de flujo se llena con líquido. En casos en los que el líquido recibido por la cámara 110 de flujo contiene material de suciedad, la reducción de la cantidad de tiempo durante el que el líquido pasa a través de la cámara de flujo puede reducir la cantidad de material de suciedad depositado en el interior de la cámara. En lugar de permitir que la cámara 110 de flujo permanezca llena con fluido líquido que puede contener material de suciedad, por el contrario, la cámara de flujo puede ser evacuada de líquido y puede ser llenada con gas. La cámara 110 de flujo puede ser llenada periódicamente con líquido para su análisis y, a continuación, puede ser llenada con gas, lo que puede extender el tiempo durante el que el sensor 102 óptico puede permanecer en servicio antes de que necesite ser retirado para su limpieza.

Después de pasar a través de la cámara 110 de flujo, el fluido puede ser devuelto a una fuente de fluido o puede ser desechado. En el ejemplo de la Fig. 1, la cámara 110 de flujo está en comunicación de fluido con un conducto 130 de entrada a través de una válvula 132 de salida y un conducto 134 de purgado a través de una válvula 136 de purgado. Durante la operación, el controlador 104 puede estar acoplado, de manera comunicativa, a la válvula 132 de salida y a la válvula 136 de purgado para abrir y cerrar, de manera selectiva, las válvulas. Por ejemplo, el controlador 104 puede controlar la válvula 132 de salida para abrir la válvula y la válvula 136 de purgado 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 desde la segunda fuente 120 de fluido, a través de la cámara 110 de flujo, y que vuelva a la fuente de fluido a través del conducto 130 de salida. Por el contrario, el controlador 104 puede controlar la válvula 132 de salida para cerrar la válvula y la válvula 136 de purgado 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 110 de flujo (por ejemplo, para evacuar la cámara de líquido) y/o proporcionar una trayectoria de fluido separada para descargar el material de suciedad acumulado purgado de la cámara.

Cada una de entre la primera fuente 118 de fluido y la segunda fuente 120 de fluido puede ser cualquier tipo de fluido adecuado. En los ejemplos en los que la primera fuente 118 de fluido 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 con relación a la presión atmosférica. Además, en los ejemplos en los que la fuente 120 de fluido es un fluido líquido, el fluido puede ser un líquido destinado a ser analizado ópticamente (por ejemplo, para determinar una concentración de un compuesto químico en el líquido) o un líquido que se proporciona para limpiar el sensor 102 óptico. Por ejemplo, la segunda fuente 120 de fluido puede ser agua u otro fluido de limpieza para limpiar el material de suciedad del sensor 102 óptico. En otros ejemplos, el líquido destinado a ser analizado ópticamente puede ser dirigido contra una ventana óptica del cabezal 112 de sensor 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 102 óptico para retirar el material de suciedad del sensor, el propio líquido que entra al sensor óptico para su análisis puede ser dirigido al sensor de manera que ayude a reducir o a eliminar la acumulación de suciedad en el interior

del sensor. Aunque el sistema 100 de sensor óptico en el ejemplo de la Fig. 1 incluye una primera fuente 118 de fluido y una segunda fuente 120 de fluido, en otros ejemplos, un sistema de sensor óptico puede incluir menos fuentes de fluido (por ejemplo, una única fuente de fluido) o más fuentes de fluido (por ejemplo, tres, cuatro o más fuentes de fluido) y la descripción no está limitada en este sentido.

5 Por ejemplo, en un ejemplo, el sistema 100 de sensor óptico incluye una fuente de fluido gaseoso, una fuente de fluido líquido para limpiar el sensor 102 óptico, y una fuente de fluido líquido a ser analizado por el sensor 102 óptico. El controlador 104 puede controlar el sistema para colocar la fuente de fluido gaseoso en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo mientras la comunicación de fluido entre la fuente de fluido líquido para la limpieza y la fuente de fluido líquido a ser analizado está bloqueada. Esto puede evacuar el líquido de la cámara 110 de flujo. Posteriormente, el controlador 104 puede controlar el sistema para colocar la fuente de fluido líquido para la limpieza de la cámara 110 de flujo en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo mientras el flujo a la fuente de fluido gaseoso y la fuente de fluido líquido a ser analizado está bloqueado. A continuación, el controlador 104 puede controlar el sistema para colocar la fuente de fluido líquido a ser analizado en comunicación de fluido con la cámara 110 de flujo mientras la comunicación de fluido entre la fuente de fluido líquido para la limpieza y la fuente de fluido líquido a ser analizado es bloqueada.

15 El sensor 102 óptico en el sistema 100 de sensor óptico puede ser usado para analizar una diversidad de tipos de fluidos líquidos diferentes. Los fluidos ejemplares que pueden ser analizados por el sensor 102 óptico incluyen, pero no se limitan a, agentes limpiadores, agentes higienizantes, agua de refrigeración para torres de refrigeración industriales, biocidas tales como pesticidas, agentes anticorrosión, agentes anti-incrustación, agentes anti-ensuciamiento, detergentes de lavandería, limpiadores de limpieza en el sitio, revestimientos para suelos, composiciones para el cuidado de vehículos, limpiadores de limpieza en el sitio, revestimientos para suelos, composiciones para el cuidado de vehículos, composiciones para el cuidado del agua, composiciones para el lavado de botellas, etc. En algunos ejemplos, el fluido es una solución química acuosa que incluye uno o más aditivos químicos. Éstos u otros fluidos pueden ser usados como una segunda fuente 120 de fluido.

25 En algunos ejemplos, el sensor 102 óptico está configurado como un fluorómetro con una fuente de luz que emite energía óptica al fluido que fluye a través de la cámara 110 de flujo. El fluido puede emitir radiación fluorescente en respuesta a la energía óptica dirigida al fluido. A continuación, el sensor 102 óptico puede detectar la radiación fluorescente emitida y puede determinar varias características de la solución, tales como una concentración de uno o más compuestos químicos en la solución, en base a la magnitud de la radiación fluorescente emitida. Con el fin de permitir que el sensor 102 óptico detecte las emisiones fluorescentes, el fluido líquido proporcionado desde 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 donadores de electrones sustituyentes, tales como, por ejemplo, -OH, -NH₂ y -OCH₃, que pueden exhibir características fluorescentes. Dependiendo de la aplicación, estos compuestos pueden estar presentes naturalmente en el fluido que entra al sensor 102 óptico debido a las propiedades funcionales (por ejemplo, propiedades de limpieza e higienizantes) impartidas a los fluidos por los compuestos.

35 Además, o en lugar, de un compuesto naturalmente fluorescente, el fluido líquido puede incluir un trazador fluorescente (al que puede hacerse referencia también como marcador fluorescente). El trazador fluorescente puede ser incorporado al fluido específicamente para impartir propiedades fluorescentes al fluido. Los compuestos trazadores fluorescentes ejemplares incluyen, pero no se limitan a, disulfonato de naftaleno (NDSA), ácido 2-naftalensulfónico, amarillo ácido 7, sal sódica de ácido 1,3,6,8-pirenotetrasulfónico y fluoresceína.

40 Independientemente de la composición específica del fluido recibido por la cámara 110 de flujo, el sensor 102 óptico puede determinar una o más características del fluido que fluye a través de la cámara de flujo. Las características ejemplares incluyen, pero no se limitan a, la concentración de uno o más compuestos químicos en el fluido, la temperatura del fluido y/u otras características del fluido que pueden ayudar a asegurar que el fluido sea formulado apropiadamente para una aplicación deseada. El sensor 102 óptico puede comunicar la información de característica detectada al controlador 104.

45 Aunque el sensor 102 óptico en el sistema 100 se describe en general como recibiendo un flujo de fluido en movimiento que pasa a través del sensor óptico, en otros ejemplos, el sensor óptico puede ser usado para determinar una o más características de un volumen estacionario de fluido que no fluye a través de una cámara de flujo del sensor óptico. Cuando el sensor 102 óptico incluye una cámara de flujo con puertos de entrada y de salida (Figs. 7-10), los puertos de entrada y de salida pueden ser tapados para crear una cavidad delimitada para contener un volumen de fluido estacionario (por ejemplo, que no fluye). Una cámara de flujo delimitada puede ser útil para calibrar el sensor 102 óptico. Durante la calibración, la cámara de flujo puede ser llenada con un fluido que tiene características conocidas (por ejemplo, una concentración conocida de uno o más compuestos químicos, una temperatura conocida), y el sensor 102 óptico puede determinar las características estimadas de la solución de calibración. Las características estimadas determinadas por el sensor óptico pueden ser comparadas con las características conocidas (por ejemplo, mediante el controlador 104) y pueden ser usadas para calibrar el sensor 102.

El sistema 100 de sensor en el ejemplo de la Fig. 1 incluye también la fuente 106 de alimentación, la interfaz 108 de

- usuario y los conductos 122, 126, 130, 134. La fuente 106 de alimentación suministra energía operativa a los diversos componentes del sistema 100 de sensor óptico y, en diferentes ejemplos, puede incluir energía desde una línea de suministro, tal como una línea de suministro de corriente alterna o corriente directa, o una batería. La interfaz 108 de usuario puede ser usada para proporcionar entradas al sistema 100 de sensor óptico (por ejemplo, para cambiar los parámetros operativos del sistema, para ejecutar una rutina de calibración) o para recibir salidas del sistema. La interfaz 108 de usuario puede incluir, en general, una pantalla de visualización u otros medios de salida, y medios de entrada de usuario. En algunos ejemplos, el sistema 100 de sensor óptico puede comunicarse a través de una conexión cableada o inalámbrica con uno o más dispositivos de cálculo remotos. Los conductos 122, 126, 130, 134 de fluido en el sistema 100 pueden ser cualquier tipo de tubo, tubería u otro tipo de trayectoria de fluido, flexibles o no flexibles.
- 5
- 10 En el ejemplo de la Fig. 1, el sensor 102 óptico determina una característica del fluido que fluye a través de la cámara 110 de flujo (por ejemplo, una concentración de un compuesto químico, una temperatura, etc.). La Fig. 2 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un sensor 200 óptico que determina una característica de un medio fluido. El sensor 200 puede ser usado como sensor 102 óptico en el sistema 100 de sensor óptico, o el sensor 200 puede ser usado en otras aplicaciones más allá del sistema 100 de sensor óptico.
- 15 Con referencia a la Fig. 2, el sensor 200 incluye un controlador 220, uno o más emisores 222 ópticos (a los que se hace referencia, en la presente memoria como "emisor 222 óptico"), uno o más detectores 224 ópticos (a los que se hace referencia, en la presente memoria, como "detector 224 óptico"), y un sensor 221 de temperatura. El controlador 220 incluye un procesador 226 y una memoria 228. Durante la operación, el emisor 222 óptico dirige luz al fluido que fluye a través del canal 230 de fluido y el detector 224 óptico detecta las emisiones fluorescentes generadas por el fluido. La luz
- 20 dirigida al fluido por el emisor 222 óptico puede generar emisiones fluorescentes al excitar los electrones de las moléculas fluorescentes en el fluido, causando que las moléculas emitan energía (es decir, fluorescencia) que puede ser detectada por el detector 224 óptico. Por ejemplo, el emisor 222 óptico puede dirigir luz a una frecuencia (por ejemplo, frecuencia ultravioleta) al fluido que fluye a través del canal 230 de fluido y puede causar que las moléculas fluorescentes emitan luz a una frecuencia diferente (por ejemplo, frecuencia de luz visible). El sensor 221 de temperatura en el interior del sensor 200 puede medir una temperatura del flujo de fluido adyacente al (por ejemplo, en contacto con el) sensor. En algunos ejemplos, el sensor 200 se comunica con otros dispositivos externos.
- 25
- La memoria 228 almacena software y datos usados o generados por el controlador 220. Por ejemplo, la memoria 228 puede almacenar datos usados por el controlador 220 para determinar una concentración de uno o más componentes químicos en el fluido que está siendo supervisado por el sensor 200. En algunos ejemplos, la memoria 228 almacena
- 30 datos en forma de una ecuación que relaciona las emisiones fluorescentes detectadas por el detector 224 óptico con una concentración de uno o más componentes químicos.
- El procesador 226 ejecuta software almacenado en la memoria 228 para realizar funciones atribuidas al sensor 200 y al controlador 220 en la presente descripción. Cada uno de los componentes descritos como procesadores en el interior del controlador 220, en el controlador 104 o en cualquier otro dispositivo descrito en la presente descripción puede incluir uno
- 35 o más procesadores, tales como uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (Digital Signal Processor, DSP), circuitos integrados específicos de aplicación (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), matrices de puertas programables por campo (Field Programmable Gate Array, FPGA), circuitos lógicos programables, o similares, bien individualmente o bien en cualquier combinación adecuada.
- El emisor 222 óptico incluye al menos un emisor óptico que emite energía óptica a un fluido presente con el canal 230 de fluido. En algunos ejemplos, el emisor 222 óptico emite energía óptica en un intervalo de longitudes de onda. En otros ejemplos, el emisor 222 óptico emite energía óptica a una o más longitudes de onda discretas. Por ejemplo, el emisor 222 óptico puede emitir a dos, tres, cuatro o más longitudes de onda discretas.
- 40
- En un ejemplo, el emisor 222 óptico emite luz en el espectro ultravioleta (UV). La luz en el espectro UV puede incluir longitudes de onda en el intervalo de aproximadamente 200 nm a aproximadamente 400 nanómetros. La luz emitida por el emisor 222 óptico es dirigida al fluido en el interior del canal 230 de fluido. En respuesta a la recepción de la energía óptica, las moléculas fluorescentes en el interior del fluido pueden excitarse, causando que las moléculas produzcan emisiones fluorescentes. Las emisiones fluorescentes, que pueden tener o no una frecuencia diferente de la de la energía emitida por el emisor 222 óptico, pueden ser generadas a media que los electrones excitados en el interior de las moléculas fluorescentes cambian de estados de energía. La energía emitida por las moléculas fluorescentes puede ser
- 45 detectada por el detector 224 óptico. Por ejemplo, el emisor 222 óptico puede emitir luz en el intervalo de frecuencias de aproximadamente 280 nm a aproximadamente 310 nm y, dependiendo de la composición del fluido, causa emisiones fluorescentes comprendidas en el intervalo de aproximadamente 310 nm a aproximadamente 400 nm.
- 50
- El emisor 222 óptico puede ser implementado en una variedad de maneras diferentes en el sensor 200. El emisor 222 óptico puede incluir una o más fuentes de luz para excitar las moléculas en el interior del fluido. Los ejemplos de fuentes de luz incluyen diodos emisores de luz (Light Emitting Diode, LED), láseres y lámparas. En algunos ejemplos, el emisor 222 óptico incluye un filtro óptico para filtrar la luz emitida por la fuente de luz. El filtro óptico puede estar posicionado
- 55

entre la fuente de luz y el fluido y puede ser seleccionado de manera que deje pasar luz en cierto intervalo de longitud de onda. En algunos ejemplos adicionales, el emisor óptico incluye un colimador, por ejemplo, una lente colimadora, una campana o un reflector, posicionado 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.

5 El sensor 200 incluye también un detector 224 óptico. El detector 224 óptico incluye al menos un detector óptico que detecta las emisiones fluorescentes emitidas por las moléculas excitadas en el interior del canal 230 de fluido. En algunos ejemplos, el detector 224 óptico está posicionado en un lado del canal 230 de fluido diferente al del emisor 222 óptico. Por ejemplo, el detector 224 óptico puede estar posicionado en un lado del canal 230 de fluido que está descentrado aproximadamente 90 grados con relación al emisor 222 óptico. Dicha disposición puede reducir la cantidad de luz que es
10 emitida por el emisor 222 óptico, es transmitida a través del fluido en el interior del canal 230 de fluido, y es detectada por el detector 224 óptico. Potencialmente, esta luz transmitida puede causar interferencias con las emisiones fluorescentes detectadas por el detector óptico.

Durante la operación, la cantidad de energía óptica detectada por el detector 224 óptico puede depender de los contenidos del fluido en el interior del canal 230 de fluido. Si el canal de fluido contiene una solución de fluido que tiene ciertas propiedades (por ejemplo, cierto compuesto químico y/o cierta concentración de una especie química), el detector 224 óptico puede detectar cierto nivel de energía fluorescente emitida por el fluido. Sin embargo, si la solución de fluido tiene propiedades diferentes (por ejemplo, un compuesto químico diferente y/o una concentración diferente de la especie química), el detector 224 óptico puede detectar un nivel diferente de energía fluorescente emitida por el fluido. Por ejemplo, si un fluido en el interior del canal 230 de fluido tiene una primera concentración de un compuesto o compuestos químicos fluorescentes, el detector 224 óptico puede detectar una primera magnitud de emisiones fluorescentes. Sin embargo, si el fluido en el interior del canal 230 de fluido tiene una segunda concentración del compuesto o compuestos químicos fluorescentes que es mayor que la primera concentración, el detector 224 óptico puede detectar una segunda magnitud de emisiones fluorescentes que es mayor que la primera magnitud.

El detector 224 óptico puede ser implementado en una diversidad de maneras diferentes en el interior del sensor 200. El detector 224 óptico puede incluir uno o más fotodetectores, tales como, por ejemplo, fotodiodos o fotomultiplicadores, para convertir las señales ópticas en señales eléctricas. En algunos ejemplos, el detector 224 óptico incluye una lente posicionada entre el fluido y el fotodetector para enfocar y/o conformar la energía óptica recibida desde el fluido.

El sensor 200 en el ejemplo de la Fig. 2 incluye también un sensor 221 de temperatura. El sensor 221 de temperatura está configurado para detectar una temperatura de un fluido que pasa a través de una cámara de flujo del sensor. En varios ejemplos, el sensor 316 de temperatura puede ser un sensor de temperatura mecánico, bimetálico, un sensor de temperatura de resistencia eléctrica, un sensor de temperatura óptico o cualquier otro tipo adecuado de sensor de temperatura. El sensor 221 de temperatura puede generar una señal que es representativa de la magnitud de la temperatura detectada. En otros ejemplos, el sensor 200 no incluye el sensor 221 de temperatura.

El controlador 220 controla la operación del emisor 222 óptico y recibe señales relacionadas con la cantidad de luz detectada por el detector 224 óptico. El controlador 220 recibe también señales desde el sensor 221 de temperatura relacionadas con la temperatura del fluido que está en contacto con el sensor. En algunos ejemplos, el controlador 220 procesa adicionalmente las señales, por ejemplo, para determinar una concentración de una o más especies químicas en el interior del fluido que pasa a través del canal 230 de fluido.

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

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

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

50 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 corrección de pendiente, S_x es una señal de medición de fluorescencia actual, y Z_o es un desplazamiento cero. El controlador 220 puede ajustar además la concentración determinada de la especie química de interés en base a la temperatura medida por el sensor 221 de temperatura.

5 El sensor 102 (Fig. 1) y el sensor 200 (Fig. 2) pueden tener una serie de configuraciones físicas diferentes. Las Figs. 3 y 4 son dibujos esquemáticos de una configuración ejemplar de un sensor 300, que puede ser usada por el sensor 102 y el sensor 200. El sensor 300 incluye una cámara 302 de flujo, un cabezal 304 de sensor, una tapa 306 de sensor y un miembro 308 de bloqueo. El cabezal 304 de sensor se muestra en la Fig. 3 fuera de la cámara 302 de flujo e insertable en la misma, mientras que en la Fig. 4 el cabezal de sensor se muestra insertado en la cámara 302 de flujo y asegurado a la cámara de flujo por medio del miembro 308 de bloqueo. Cuando el cabezal 304 de sensor es insertado y asegurado a la cámara 302 de flujo, la cámara de flujo puede definir una cavidad delimitada que recibe fluidos desde una fuente de fluido y controla el flujo de fluido que pasa por el cabezal 304 de sensor. Por ejemplo, tal como se describe más detalladamente más adelante, la cámara 302 de flujo puede incluir una boquilla de fluido que dirige el fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. La boquilla de fluido puede ayudar a evitar la acumulación de suciedad sobre el cabezal 304 de sensor y/o a retirar el material de suciedad acumulado desde el cabezal de sensor, por ejemplo, cuando el sensor es implementado como un sensor en línea que recibe continuamente fluido en movimiento desde una fuente de fluido.

La cámara 302 de flujo del sensor 300 está configurada para recibir y contener el cabezal 304 de sensor. En general, el cabezal 304 de sensor puede ser cualquier componente del sensor 300 que es insertable en la cámara 302 de flujo y configurado para detectar una característica de un fluido en el interior de la cámara de fluido. En varios ejemplos, el cabezal 304 de sensor puede estar configurado para detectar características para determinar una concentración de uno o más compuestos químicos en el interior del fluido en la cámara 302 de flujo, 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 asegurar que el fluido es formulado apropiadamente para una aplicación deseada, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a las Figs. 1 y 2.

Las Figs. 5 y 6 son vistas alternativas del cabezal de sensor 304 ejemplar ilustrado en la Fig. 3. Tal como se muestra, el cabezal 304 de sensor incluye una 310 carcasa de cabezal de sensor, una primera ventana 312 óptica, una segunda ventana 314 óptica, y al menos un sensor de temperatura que, en el ejemplo ilustrado, se muestra como dos sensores 316A y 316B de temperatura (colectivamente, el "sensor 316 de temperatura"). La carcasa 310 de cabezal de sensor define una estructura impermeable a los fluidos que puede alojar diversos componentes del sensor 300, tales como, por ejemplo, un emisor óptico (Fig. 2) y un detector óptico (Fig. 2). La carcasa 310 de cabezal de sensor puede estar sumergida, al menos parcialmente, y en algunos casos completamente, en un fluido. La primera ventana 312 óptica define una sección ópticamente transparente de la carcasa 310 de cabezal de sensor a través de la cual un emisor óptico del sensor 300 puede dirigir luz al fluido en el interior de la cámara 302 de flujo, por ejemplo, para causar emisiones fluorescentes. La segunda ventana 314 óptica define una sección ópticamente transparente diferente de la carcasa 310 de cabezal de sensor a través de la cual un detector óptico del sensor 300 puede recibir las emisiones fluorescentes emitidas por el fluido en el interior de la cámara 302 de flujo. El sensor 316 de temperatura está configurado para contactar con el fluido en el interior de la cámara 302 de flujo para determinar una temperatura del fluido.

La carcasa 310 de cabezal de sensor puede definir cualquier tamaño y forma adecuados, y el tamaño y forma de la carcasa de cabezal de sensor puede variar, por ejemplo, dependiendo del número y de la disposición de los sensores alojados por la carcasa. En los ejemplos de las Figs. 5 y 6, la carcasa 310 de cabezal de sensor define un cuerpo alargado que se extiende desde un extremo 318 proximal a un extremo 320 distal (es decir, en la dirección Z indicada en las Figs. 5 y 6) e incluye una superficie 321 inferior plana. En algunos ejemplos, la carcasa 310 de cabezal de sensor define un cuerpo alargado que tiene una longitud en la dirección Z indicada en las Figs. 5 y 6 que es mayor que una anchura principal (por ejemplo, bien en la dirección X o bien en la dirección Y indicadas en las Figs. 5 y 6). En otros ejemplos, la carcasa 310 de cabezal de sensor define una longitud que es menor que una anchura principal de la carcasa.

Aunque la carcasa 310 de cabezal de sensor se ilustra como definiendo una forma de sección 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 310 de cabezal de sensor puede definir cualquier forma poligonal (por ejemplo, cuadrada, hexagonal) o arqueada (por ejemplo, circular, elíptica) o incluso combinaciones de formas poligonales y arqueadas. Por ejemplo, en algunos ejemplos, la carcasa 310 de cabezal de sensor define un recorte angular que se proyecta hacia un interior de la carcasa. El recorte angular puede proporcionar una ubicación para posicionar la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica, por ejemplo, para dirigir la luz desde un emisor de luz a través de una ventana a una muestra de fluido y para recibir las emisiones fluorescentes generadas por la muestra de fluido a través de otra ventana. El recorte angular puede definir también un canal de fluido para dirigir el fluido entre la primera ventana óptica y la segunda ventana óptica, por ejemplo, cuando la carcasa 310 de cabezal de sensor es insertada en la cámara 302 de flujo (Fig. 3) y el fluido está fluyendo a través de la cámara de flujo.

- En el ejemplo de la carcasa 310 de cabezal de sensor, la carcasa incluye un recorte 322 angular definido por una primera superficie 324 plana y una segunda superficie 326 plana. Cada una de entre la primera superficie 324 plana y la segunda superficie 326 plana se extiende radialmente hacia el interior hacia un centro de la carcasa 310 de cabezal de sensor. La primera superficie 324 plana se cruza con la segunda superficie 326 plana para definir un ángulo de intersección entre las dos superficies planas. En algunos ejemplos, el ángulo de intersección entre la primera superficie 324 plana y la segunda superficie 326 plana es de aproximadamente 90 grados, aunque el ángulo de intersección puede ser mayor que 90 grados o menor que 90 grados y debería apreciarse que un sensor según la descripción no está limitado en este sentido.
- 5
- Cuando la carcasa 310 de cabezal de sensor incluye un recorte 322 angular, la primera ventana 312 óptica puede ser posicionada en un lado del recorte angular, mientras que la segunda ventana 314 óptica puede ser posicionada en un lado diferente del recorte angular. Dicha disposición puede reducir la cantidad de luz que es emitida por un emisor óptico, transmitida a través del fluido en el interior de la cámara 302 de flujo, y detectada por un detector óptico, por ejemplo, en comparación con cuando la primera ventana 312 óptica es posicionada a 180 grados con relación a la segunda ventana 314 óptica. 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 capacidad del detector óptico para detectar las emisiones fluorescentes.
- 10
- La primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica son partes ópticamente transparentes de la carcasa 310 de cabezal de sensor. La primera ventana 312 óptica puede ser ópticamente transparente a una frecuencia de luz emitida por un emisor óptico del sensor 300. La segunda ventana 314 óptica puede ser ópticamente transparente a una frecuencia de emisiones fluorescentes emitidas por un fluido en el interior de la cámara de fluido. Durante la operación, la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica pueden proporcionar trayectorias ópticas para transmitir la luz generada por un emisor óptico alojado en el interior de la carcasa 310 de cabezal de sensor a un fluido en la cámara 302 de flujo y para recibir las emisiones fluorescentes emitidas por el fluido por un detector óptico alojado en el interior de la carcasa de cabezal de sensor.
- 15
- 20
- En algunos ejemplos, la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica son fabricadas en el mismo material mientras que en otros ejemplos, la primera ventana 312 óptica es fabricada en un material que es diferente del material usado para fabricar la segunda ventana 314 óptica. La primera ventana 312 óptica y/o la segunda ventana 314 óptica puede incluir o no una lente, un prisma u otro dispositivo óptico que transmite y refracta la luz. Por ejemplo, la primera ventana 312 óptica y/o la segunda ventana 314 óptica pueden estar definidas por una lente esférica posicionada en el interior de un canal óptico que se extiende a través de la carcasa 310 de cabezal de sensor. La lente esférica puede ser fabricada en vidrio, zafiro u otro material ópticamente transparente adecuado.
- 25
- En los ejemplos de las Figs. 5 y 6, la carcasa 310 de cabezal de sensor incluye una primera ventana 312 óptica para transmitir la luz a un fluido y una segunda ventana 314 óptica para recibir las emisiones fluorescentes desde el fluido. La primera ventana 312 óptica está posicionada sustancialmente en la misma posición a lo largo de la longitud de la carcasa 310 de cabezal de sensor que la segunda ventana 314 óptica (es decir, en la dirección Z indicada en las Figs. 5 y 6). Durante el uso, el fluido en el interior de la cámara 302 de flujo (Fig. 3) puede moverse entre un eje óptico que se extiende a través de un centro de la primera ventana 312 óptica y un eje óptico que se extiende a través de un centro de la segunda ventana 314 óptica, por ejemplo, fluyendo en la dirección Z positiva indicada en las Figs. 5 y 6. A medida que el fluido se mueve a través de las ventanas ópticas, un emisor de luz puede transmitir luz a través de la primera ventana 312 óptica y al fluido, causando que las moléculas en el fluido se exciten y emitan fluorescencia. Antes de que el fluido fluorescente fluya a través de la segunda ventana 314 óptica, la energía óptica emitida por las moléculas fluorescentes puede ser recibida a través de la segunda ventana 314 óptica por un detector óptico.
- 30
- 35
- 40
- Aunque la primera ventana 312 óptica está posicionada sustancialmente en la misma posición a lo largo de la longitud de la carcasa 310 de cabezal de sensor que la segunda ventana 314 óptica en el ejemplo del cabezal 304 de sensor, en otros ejemplos, la primera ventana 312 óptica puede estar descentrada a lo largo de la longitud de la carcasa de cabezal de sensor con relación a la segunda ventana 314 óptica. Por ejemplo, la segunda ventana 314 óptica puede estar posicionada más cerca del extremo 318 proximal de la carcasa 310 de cabezal de sensor que la primera ventana 312 óptica. Además, aunque el cabezal 304 de sensor se ilustra como incluyendo una única ventana óptica para emitir energía óptica y una única ventana para recibir energía óptica, en otros ejemplos, el cabezal 304 de sensor puede incluir menos ventanas ópticas (por ejemplo, una única ventana óptica) o más ventanas ópticas (por ejemplo, tres, cuatro o más), y la descripción no está limitada en este sentido.
- 45
- Durante la operación, el sensor 300 puede detectar emisiones fluorescentes desde un fluido que fluye a través de la cámara 302 de flujo. Los datos de emisiones fluorescentes pueden ser usados 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 acerca de las características del fluido que fluye a través de la cámara 302 de flujo más allá de los que pueden obtenerse mediante detección fluorométrica pueden ser útiles para supervisar y/o ajustar las propiedades del fluido. Por esta razón, el sensor 300 puede incluir un sensor diferente (por ejemplo, además de un sensor óptico fluorométrico) para detectar diferentes propiedades del fluido en la cámara 302 de flujo.
- 50
- 55

En las Figs. 5 y 6, el cabezal 304 de sensor incluye un sensor 316 de temperatura para medir una temperatura del fluido en la cámara 302 de fluido. El sensor 316 de temperatura puede detectar una temperatura del fluido y puede generar una señal correspondiente a la temperatura detectada. Cuando está configurado con un sensor de temperatura, el sensor de temperatura puede ser implementado como un sensor de contacto que determina la temperatura de un fluido contactando físicamente con el fluido o como un sensor sin contacto que determina la temperatura del fluido sin que el sensor contacte físicamente con el fluido. En otros ejemplos, el cabezal 304 de sensor no incluye el sensor 316 de temperatura.

En el ejemplo del cabezal 304 de sensor, el sensor 316 de temperatura está posicionado sobre una superficie diferente de la carcasa 310 de cabezal de sensor que las ventanas 312, 314 ópticas. Específicamente, el sensor 316 de temperatura está posicionado sobre una superficie 321 inferior de la carcasa 310 de cabezal de sensor mientras que la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica están posicionadas sobre una pared lateral de la carcasa. En diferentes ejemplos, el sensor 316 de temperatura puede estar enrasado con una superficie (por ejemplo, la superficie 321 inferior) de la carcasa 310 de cabezal de sensor, puede proyectarse hacia el exterior desde la superficie de la carcasa de cabezal de sensor, o puede estar empotrado con relación a la superficie de la carcasa de cabezal de sensor.

Independientemente de la disposición específica del sensor 316 de temperatura con relación a la carcasa 310 de cabezal de sensor, el fluido en el interior de la cámara 302 de flujo puede fluir junto al sensor de temperatura durante la operación del sensor 300. El fluido puede fluir adyacente al sensor 316 de temperatura fluyendo a través y, opcionalmente, en contacto con, el sensor de temperatura de manera que el sensor de temperatura pueda detectar una temperatura del fluido.

Tal como se ha descrito brevemente anteriormente, el sensor 300 (Fig. 3) incluye una cámara 302 de flujo. La cámara 302 de flujo está configurada para recibir y contener el cabezal 304 de sensor. En particular, en el ejemplo de la Fig. 3, la cámara 302 de flujo está configurada para recibir el cabezal 304 de sensor moviendo el cabezal de sensor en la dirección Z negativa mostrada en la Fig. 3 hasta que una superficie del cabezal de sensor se apoya en una superficie de la cámara de fluido. La superficie de apoyo puede ser una superficie 321 inferior de la carcasa 310 de cabezal de sensor (Figs. 5 y 6) o una superficie diferente del cabezal de sensor. Una vez posicionado adecuadamente en el interior de la cámara 302 de flujo, el miembro 308 de bloqueo puede ser asegurado sobre la cámara 302 de flujo y el cabezal 304 de sensor para fijar mecánicamente el cabezal de sensor a la cámara de flujo.

Las Figs. 7-9 muestran diferentes vistas de una configuración ejemplar de la cámara 302 de flujo. La Fig. 7 es una vista superior en perspectiva de la cámara 302 de flujo mostrada con el cabezal 304 de sensor retirado de la cámara. La Fig. 8 es una vista superior en sección transversal de la cámara 302 de flujo (con el cabezal 304 de sensor 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 en sección transversal de la cámara 302 de flujo (con el cabezal 304 de sensor 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 302 de flujo incluye una carcasa 350 de cámara de flujo, un puerto 352 de entrada y un puerto 354 de salida. La carcasa 350 de cámara de flujo define una cavidad 356 que está configurada (por ejemplo, dimensionada y conformada) para recibir el cabezal 304 de sensor. El puerto 352 de entrada se extiende a través de la carcasa 350 de cámara de flujo (por ejemplo, una pared lateral de la carcasa) y está configurado para transportar fluido desde el exterior de la carcasa hasta un interior de la carcasa. El puerto 354 de salida se extiende a través de la carcasa 350 de cámara de flujo (por ejemplo, una pared lateral de la carcasa) y está configurado para transportar fluido desde el interior de la carcasa de nuevo al exterior de la carcasa. Durante la operación, el fluido puede entrar a la cámara 302 de flujo a través del puerto 352 de entrada, pasar adyacente a la primera ventana 312 óptica, la segunda ventana 314 óptica y el sensor 316 de temperatura del cabezal 304 de sensor, y ser descargado desde la cámara de flujo a través del puerto 354 de salida. Cuando la cámara 302 de flujo es usada en aplicaciones en línea, el fluido puede fluir a través de la cámara de manera continua durante un periodo de tiempo. Por ejemplo, dependiendo del tamaño y de la configuración de la cámara 302 de flujo, el fluido puede fluir a través de la cámara a una velocidad comprendida entre 0,378 litros (0,1 galones) por minuto a 37,8 litros (10 galones) por minuto, aunque son posibles y se contemplan otros caudales.

Durante la operación del sensor 300 óptico, la cámara 302 de flujo puede recibir fluido, por ejemplo, desde un procedimiento industrial aguas abajo, que contiene materiales de suciedad (por ejemplo, partículas sólidas) y/o burbujas de gas. Estos materiales de suciedad y/o burbujas de gas pueden acumularse en el interior de la cámara de flujo, inhibiendo la detección adecuada por parte del cabezal 304 de sensor de las características del fluido. En algunos ejemplos según la descripción, el puerto 352 de entrada de la cámara 302 de flujo define al menos una boquilla de fluido que está configurada para dirigir el fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. Por ejemplo, en la Fig. 8, el puerto 352 de entrada se ilustra como definiendo una primera boquilla 355A de fluido y una segunda boquilla 355B de fluido (colectivamente "boquilla 355 de fluido"). Cuando el cabezal 304 de sensor (Figs. 4 y 5) es insertado en la cámara 302 de flujo, la primera boquilla 355A de fluido puede dirigir el fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra la primera ventana 312 óptica mientras que la segunda boquilla 355B de fluido puede dirigir el fluido que entra a la cámara de flujo contra la segunda ventana 314 óptica. La boquilla 355 de fluido del puerto 352 de entrada puede ayudar a reducir o eliminar la acumulación de materiales de suciedad sobre el cabezal 304 de sensor, por ejemplo,

causando que el fluido entrante impacte contra la ventana óptica del cabezal de sensor. El fluido de impacto puede prevenir la acumulación de materiales de suciedad sobre la ventana óptica del cabezal 304 de sensor y/o la retirada del material de suciedad acumulado desde la ventana óptica.

5 Además, el direccionamiento del fluido entrante contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor puede eliminar o reducir la formación de burbujas de gas en el fluido, por ejemplo, al menos antes de ser analizado ópticamente por el cabezal de sensor. En algunas aplicaciones, las burbujas de gas pueden formarse en el interior de un fluido que se mueve a través de la cámara 302 de flujo a medida que el fluido contacta con las diversas superficies de la cámara de flujo, por ejemplo, causando que el gas disuelto salga de la solución y se acumule en el interior de la cámara de flujo. Estas burbujas de gas pueden reducir la precisión con la que el cabezal 304 de sensor del sensor 300 óptico puede determinar una característica del fluido. El direccionamiento del fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor puede prevenir la formación de burbujas de gas en el fluido y/o puede permitir que el fluido sea analizado ópticamente antes de la formación de burbujas en el fluido.

15 La boquilla 355 de fluido puede ser cualquier estructura que dirige el fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. La boquilla 355 de fluido puede estrecharse (por ejemplo, en la dirección Y negativa indicada en la Fig. 8) para incrementar la velocidad del fluido que fluye a través de la boquilla, puede expandirse para decrementar la velocidad del fluido que fluye a través de la boquilla, o puede mantener un área de sección transversal igual a lo largo de la longitud de la boquilla. En el ejemplo de las Figs. 7-9, la boquilla 355 de fluido se proyecta desde una pared interior de la cámara 302 de flujo a un recorte 322 angular del cabezal 304 de sensor. La boquilla 355 de fluido define un único conducto de fluido que se divide en un extremo distal en una primera boquilla 355A de fluido y una segunda boquilla 355B de fluido. En otros ejemplos, cada una de entre la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido puede definir una trayectoria de fluido separada que se proyecta desde una pared de la cámara 302 de flujo. Además, en todavía otros ejemplos, es posible que la boquilla 355 de fluido no se proyecte desde una pared de la cámara 302 de flujo. Por el contrario, en estos ejemplos, la boquilla 355 de fluido puede estar enrasada con o empotrada en una pared de la cámara 302 de flujo.

25 La boquilla 355 de fluido define al menos una abertura (por ejemplo, dos aberturas en el ejemplo de las Figs. 7-9) que proyecta el fluido que entra a la cámara 302 de flujo contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. El tamaño de la abertura de la boquilla de fluido puede variar, por ejemplo, dependiendo del tamaño de la cámara 302 de flujo y de la cantidad de fluido que se desea transportar a través de la cámara de flujo. Además, el tamaño de la abertura de la boquilla de fluido puede variar dependiendo del tamaño de la ventana óptica del cabezal 304 de sensor. En algunos ejemplos, la boquilla 355 de fluido define una abertura que tiene un área de sección transversal menor o igual que un área de sección transversal de una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. Por ejemplo, en el ejemplo de las Figs. 7-9, la primera boquilla 355A de fluido puede definir un área de sección transversal menor que un área de sección transversal de la primera ventana 312 óptica y/o la segunda boquilla 355B de fluido puede definir un área de sección transversal menor que un área de sección transversal de la segunda ventana 314 óptica. El área de sección transversal de la primera boquilla 355A de fluido puede ser igual o diferente del área de sección transversal de la segunda boquilla 355B de fluido. El dimensionamiento de la primera boquilla 355A de fluido y de la segunda boquilla 355B de fluido de manera que las boquillas de fluido tengan áreas de sección transversal menores o iguales que las áreas de sección transversal de la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica puede enfocar el fluido que entra a la cámara 302 de flujo sobre las ventanas ópticas. En lugar de dirigir una corriente de fluido comparativamente grande contra la primera ventana 312 óptica y/o la segunda ventana 314 óptica, el enfoque de la primera corriente en una corriente comparativamente más pequeña puede incrementar la presión y/o la velocidad de la corriente de fluido. Esto puede incrementar la fuerza con la que la corriente de fluido impacta contra una ventana óptica del cabezal 304 de sensor para retirar los materiales de suciedad.

45 La boquilla 355 de fluido puede ser posicionada en una diversidad de ubicaciones diferentes a lo largo de la cámara 302 de flujo y la posición puede variar, por ejemplo, en base a la ubicación de la ventana óptica del cabezal 304 de sensor. En algunos ejemplos, el cabezal 304 de sensor incluye una primera ventana óptica y una segunda ventana óptica que están posicionadas en un plano común a lo largo de la carcasa 310 de cabezal de sensor. El plano común puede ser un plano vertical común (por ejemplo, el plano Y-Z indicado en las Figs. 5 y 6) o un plano horizontal común (por ejemplo, el plano X-Y indicado en las Figs. 5 y 6). Por ejemplo, en el ejemplo del cabezal 304 de sensor (las Figs. 5 y 6), la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica están posicionadas con un plano horizontal común que pasa a través de un centro de cada ventana óptica. En algunos ejemplos, la boquilla 355 de fluido puede estar posicionada en el mismo plano que la ventana óptica del cabezal 304 de sensor (por ejemplo, el mismo plano que la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica). Dicha ubicación puede minimizar la distancia que necesita recorrer el fluido desde un extremo de la boquilla del fluido hasta la ventana óptica del cabezal de sensor.

55 La Fig. 9 ilustra una vista lateral en sección transversal de la cámara 302 de flujo mostrada con el cabezal 304 de sensor insertado en la cámara. En esta configuración, la segunda boquilla 355B de fluido está posicionada en un plano común o el mismo plano 400 con la segunda ventana 314 óptica. Aunque no se ilustra en la vista en sección transversal, la primera boquilla 355A de fluido puede estar posicionada también en el plano 400 común con la primera ventana 312 óptica.

5 Cuando la boquilla 355 de fluido está posicionada en un plano 400 común con una ventana óptica del cabezal 304 de sensor, el fluido puede desplazarse en el plano (por ejemplo, linealmente) entre el extremo de la boquilla de fluido y la ventana óptica durante la operación. Dependiendo de la ubicación de la boquilla de fluido con relación a la ventana óptica, el posicionamiento de la boquilla 355 de fluido en un plano común de una ventana óptica del cabezal 304 de sensor puede minimizar la distancia que el fluido recorre entre la boquilla de fluido y la ventana óptica durante la operación. A su vez, esto puede incrementar la fuerza con la que el fluido impacta contra la ventana óptica. Dicho esto, en otros ejemplos, la boquilla 355 de fluido no está posicionada en un plano 400 común con la primera ventana 312 óptica y/o la segunda ventana 314 óptica, y la descripción no está limitada en este sentido.

10 La boquilla 355 de fluido y, en particular, una abertura de fluido de la boquilla 355 de fluido puede tener una diversidad de orientaciones diferentes con relación a una ventana óptica del cabezal 304 de sensor. En general, la orientación de una abertura de la boquilla 355 de fluido de manera que la abertura apunte hacia la ventana óptica del cabezal 304 de sensor puede ser útil para dirigir el fluido contra la ventana óptica. Durante la operación, cuando la boquilla 355 de fluido tiene dicha configuración, el fluido que es descargado desde la boquilla de fluido puede desplazarse desde la boquilla de fluido hasta la ventana óptica del cabezal 304 de sensor sin contactar con la superficie de la pared u otra superficie interior de la cámara 110 de flujo. Por el contrario, el fluido que sale de la boquilla 355 de fluido puede contactar directamente con la ventana óptica del cabezal 304 de sensor antes de contactar con cualquier otra superficie en el interior de la cámara 302 de flujo.

20 Con referencia adicional a la Fig. 8, la primera boquilla 355A de fluido define un primer eje 380A de fluido que se extiende a través de un centro de la primera boquilla de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido define un segundo eje 380B que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla de fluido. El primer eje 380A de fluido se extiende a través de, y se cruza aproximadamente con, un centro de la primera ventana 312 óptica de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través de la primera boquilla 355A de fluido, una corriente de fluido que sale de la boquilla está sustancialmente centrada en la ventana óptica. El segundo eje 380B de fluido se extiende a través de, y se cruza aproximadamente con, un centro de la segunda ventana 314 óptica de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través de la segunda boquilla 355B de fluido, una corriente de fluido que sale de la boquilla está sustancialmente centrada en la ventana óptica. En otros ejemplos, el primer eje 380A de fluido y/o el segundo eje 380B de fluido pueden extenderse a través de una parte diferente de la primera ventana 312 óptica y/o la segunda ventana 314 óptica distinta de un centro de las ventanas ópticas o puede no extenderse en absoluto a través de las ventanas ópticas. Por ejemplo, el primer eje 380A de fluido y el segundo eje 380B de fluido pueden extenderse a través de la pared de la carcasa 310 de cabezal de sensor de manera que, cuando el fluido está fluyendo a través de la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido, las corrientes de fluido que salen de las boquillas impactan contra la pared de la carcasa de cabezal de sensor, por ejemplo, antes de fluir contra la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica. Dicha configuración puede disipar la fuerza de una corriente de fluido entrante antes de contactar con una ventana óptica del cabezal 304 de sensor.

35 Durante la operación de la cámara 302 de flujo en el ejemplo de las Figs. 7-9, el fluido entra al puerto 352 de entrada de la cámara de fluido y se desplaza a través del puerto de entrada y, en algunos ejemplos, a través de una parte de la boquilla 355 de fluido, antes de dividirse en la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido. Una parte del fluido que entra en el puerto de entrada es descargada a través de la primera boquilla 355A de fluido mientras que una parte diferente del fluido que entra en el puerto de entrada es descargada a través de la segunda boquilla 355B de fluido. En algunos ejemplos, todo el fluido que entra en el puerto 352 de entrada es descargado desde el puerto de entrada a través de la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido. Por ejemplo, cuando la boquilla 355A de fluido define una abertura que es aproximadamente del mismo tamaño que una abertura definida por la segunda boquilla 355B de fluido, aproximadamente una mitad del fluido que entra en el puerto 352 de entrada puede ser descargada desde el puerto de entrada a través de la primera boquilla 355A de fluido mientras que la otra mitad es descargada desde la segunda boquilla 355B de fluido. Tras la descarga desde la boquilla 355 de fluido, el fluido puede desplazarse desde la punta distal de la boquilla de fluido a través de un espacio lleno de gas o de líquido antes de contactar con la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica.

45 Durante la operación del cabezal 304 de sensor, el cabezal de sensor puede emitir luz a través de la primera ventana 312 óptica a un fluido que fluye a través de la cámara 302 de flujo y puede recibir energía óptica (por ejemplo, emisiones fluorescentes) desde el fluido a través de la segunda ventana 314 óptica para detectar una característica del fluido. Si la boquilla 355 de fluido se proyecta desde una pared de la cámara 302 de fluido en trayectorias ópticas que se extienden a través de la primera ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica, potencialmente, la boquilla de fluido puede causar interferencias con el sensor. Por consiguiente, en algunos ejemplos cuando la boquilla 355 de fluido se proyecta desde una pared de la cámara 302 de flujo, la boquilla de fluido está dimensionada para ayudar a minimizar o evitar las interferencias ópticas por parte de la boquilla.

50 La Fig. 10 es otra vista superior en sección transversal de la cámara 302 de flujo (mostrada con el cabezal 304 de sensor insertado en la cámara y sin la boquilla 355 de fluido para propósitos de ilustración) tomada a lo largo de la línea de sección transversal A-A indicada en la Fig. 7. La Fig. 10 ilustra regiones ópticas ejemplares que pueden ser definidas por el sensor 300 óptico. En este ejemplo, la primera ventana 312 óptica está configurada para proyectar luz desde una fuente

de luz a una primera región 402 óptica del recorte 322 angular, y la segunda ventana 314 óptica está configurada para recibir luz desde la segunda región 404 óptica del recorte angular. La primera región 402 óptica se solapa con la segunda región 404 óptica adyacente a la primera ventana 312 óptica y a la segunda ventana 314 óptica. Dependiendo de la orientación y del diseño del cabezal 304 de sensor, la primera región 402 óptica puede divergir de la segunda región 404 óptica a medida que las regiones ópticas se extienden alejándose de la primera ventana 312 óptica y de la segunda ventana 314 óptica, definiendo una tercera región 406 óptica. Una boquilla de fluido (no ilustrada en la Fig. 10) puede estar dimensionada de manera que la boquilla se proyecte a la tercera región 406 óptica sin proyectarse a la primera región 402 óptica y/o a la segunda región 404 óptica. Dicho dimensionamiento puede ayudar a minimizar el grado en el que una boquilla de fluido proyectada causa interferencias ópticas con el cabezal 304 de sensor.

El sensor 300 óptico en el ejemplo de las Figs. 7-10 incluye dos ventanas ópticas (la ventana 312 óptica y la segunda ventana 314 óptica). Por esta razón, la cámara 302 de flujo en este ejemplo se describe en general como teniendo dos boquillas de fluido, la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido. En otros ejemplos, la cámara 302 de flujo puede tener menos boquillas de fluido (por ejemplo, una única boquilla de fluido) o más boquillas de fluido (por ejemplo, tres, cuatro o más boquillas de fluido), y la descripción no está limitada en este sentido. Por ejemplo, cuando el cabezal 304 de sensor del sensor 300 óptico tiene más de dos ventanas ópticas, la cámara 302 de flujo puede tener más de dos boquillas de fluido. En algunos ejemplos, la cámara 302 de flujo incluye al menos una boquilla de fluido asociada con cada ventana óptica del cabezal 304 de sensor. Además, aunque la primera boquilla 355A de fluido y la segunda boquilla 355B de fluido se ilustran en las Figs. 7-10 como estando en comunicación de fluido con un puerto de entrada común, en otros ejemplos, cada boquilla de fluido puede estar definida por un puerto de entrada separado que se extiende a través de una pared lateral de la carcasa 350 de cámara de flujo. En lugar de dividir el fluido entrante en el interior del puerto 352 de entrada de la cámara 302 de flujo, el fluido que entra a la cámara de flujo puede ser dividido o proporcionado desde diferentes fuentes fuera de la cámara y puede ser introducido a la cámara de flujo a través de puertos de entrada diferentes.

Tal como se ha descrito brevemente anteriormente con respecto a la Fig. 7, la cámara 302 de flujo incluye un puerto 352 de entrada y un puerto 354 de salida. El puerto 352 de entrada está configurado para conectarse a un conducto para transportar fluido desde una fuente hasta un interior de la cámara 302 de flujo. El puerto 354 de salida está configurado para conectarse a un conducto para transportar fluido lejos de la cámara 302 de flujo. El puerto 352 de entrada y el puerto 354 de salida pueden estar posicionados en cualquier ubicación adecuada alrededor del perímetro de la carcasa 350 de cámara de flujo. En el ejemplo de las Figs. 7-10, el puerto 352 de entrada está posicionado sobre una pared lateral de la carcasa mientras que el puerto 354 de salida está posicionado sobre una superficie inferior de la carcasa. El puerto 352 de entrada puede ser dispuesto en otras ubicaciones con relación al puerto 354 de salida y la descripción no está limitada en este sentido.

Con referencia adicional a la Fig. 3, el sensor 300 incluye también una tapa 306 de sensor y un miembro 308 de bloqueo. La tapa 306 de sensor puede definir una tapa que aloja diversos componentes eléctricos del sensor 300. Por ejemplo, la tapa 306 de sensor puede alojar al menos una parte de un emisor óptico (por ejemplo, el emisor 222 óptico) y/o un detector óptico (por ejemplo, el detector 224 óptico) y/o un controlador (por ejemplo, el controlador 220) del sensor 300. La tapa 306 de sensor puede estar fijada de manera permanente al sensor 300 (por ejemplo, moldeada integralmente con el mismo) o puede ser retirada del sensor 300.

En algunos ejemplos, el sensor 300 no incluye un controlador y/u otros componentes electrónicos que están físicamente alojados con el sensor (por ejemplo, en la tapa 306 de sensor). Por el contrario, varios componentes del sensor 300 pueden estar ubicados en uno o más alojamientos que están físicamente separados del sensor y acoplados de manera comunicativa al sensor (por ejemplo, a través de una conexión cableada o inalámbrica). En un ejemplo, la tapa 306 de sensor del sensor 300 es desmontable y el cabezal 304 de sensor del sensor está configurado para conectarse a un módulo controlador portátil. Los ejemplos que módulos controladores portátiles que pueden ser usados con el sensor 300 se describen en la publicación de patente US N° 2011/0240887, presentada el 31 de Marzo de 2010, y la publicación de patente US N° 2011/0242539, presentada también el 31 de Marzo de 2010.

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

En el ejemplo de la Fig. 3, el sensor 300 incluye el miembro 308 de bloqueo. El miembro 308 de bloqueo puede ayudar a prevenir que el cabezal 304 de sensor se desacople de la cámara 302 de flujo cuando el fluido presurizado está fluyendo a través de la cámara de flujo. En algunos ejemplos, el miembro 308 de bloqueo está configurado para asegurar el cabezal 304 de sensor a la cámara 302 de flujo atornillando el miembro de bloqueo sobre una parte tanto del cabezal de sensor como de la cámara de flujo. En diferentes ejemplos, el miembro 308 de bloqueo puede estar configurado para asegurar el cabezal 304 de sensor a la cámara 302 de flujo usando un tipo diferente de elemento de fijación, tal como, por ejemplo, pinzas, pernos, etc. Al fijar mecánicamente el cabezal 304 de sensor a la cámara 302 de fluido, el sensor 300 puede

definir una cavidad hermética a los fluidos (por ejemplo, excepto para el puerto 352 de entrada y el puerto 354 de salida) para recibir y analizar una muestra de fluido.

5 Las técnicas descritas en la presente descripción pueden ser implementadas, al menos en parte, en hardware, software, firmware o cualquier otra combinación de los mismos. Por ejemplo, varios aspectos de las técnicas descritas pueden ser implementados en uno o más procesadores incluyendo uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales (DSPs), circuitos integrados específicos de aplicación (ASICs), matrices de puertas programables por campo (FPGAs) o cualquier otro circuito integrado o lógico discreto equivalente, así como cualquier combinación de dichos componentes. El término "procesador" puede hacer referencia, en general, a cualquiera de los circuitos lógicos anteriores, individualmente o en combinación con otros circuitos lógicos, o cualquier otro circuito equivalente. Una unidad de control que comprende hardware puede realizar también una o más de las técnicas de la presente descripción.

10 Dichos hardware, software y firmware pueden ser implementados en el mismo dispositivo o en dispositivos separados para soportar las diversas operaciones y funciones descritas en la presente descripción. Además, cualquiera de las unidades, módulos o componentes descritos pueden ser implementados juntos o por separado como dispositivos lógicos discretos pero interoperables. La ilustración de diferentes características como módulos o unidades pretende destacar diferentes aspectos funcionales y no implica necesariamente que dichos módulos o unidades deban ser realizados mediante componentes de hardware o de software separados. Por el contrario, la funcionalidad asociada con uno o más módulos o unidades puede ser realizada mediante componentes de hardware o de software separados, o integrados en componentes de hardware o de software comunes o separados.

15 Las técnicas descritas en la presente descripción pueden materializarse o codificarse también en un medio legible por ordenador, tal como un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador, que contiene instrucciones. Las instrucciones integradas o codificadas en un medio legible por ordenador pueden causar que un procesador programable, u otro procesador, realice el procedimiento, por ejemplo, cuando se ejecutan las instrucciones. Los medios de almacenamiento no transitorios legibles por ordenador pueden incluir formas de memoria volátil y/o no volátil que incluyen, por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (Random Access Memory, RAM), memoria de solo lectura (Read Only Memory, ROM), memoria de solo lectura programable (Programmable Read Only Memory, PROM), memoria de solo lectura programable borrrable (Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM), memoria de solo lectura programable y borrrable electrónicamente (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM), memoria flash, un disco duro, un CD-ROM, un disco flexible, un casete, un medio magnético, un medio óptico u otros medios legibles por ordenador.

20 Se han descrito varios ejemplos. La invención está definida por el alcance de las reivindicaciones siguientes.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) sensor óptico que comprende:

5 un sensor (102, 300) óptico que comprende un cabezal (112, 304) de sensor que incluye una ventana (312, 314) óptica, al menos una fuente (222) de luz configurada para emitir luz a través de la ventana (312) óptica a un flujo líquido de fluido, y al menos un detector (224) configurado para detectar las emisiones fluorescentes a través de la ventana (314) óptica desde el flujo de fluido; y

10 una cámara (110, 302) de flujo que incluye una carcasa (350) que define una cavidad (356) en la que es insertado el cabezal (304) de sensor, un puerto (352) de entrada configurado para comunicar el flujo de fluido desde el exterior de la cavidad (356) a un interior de la cavidad (356), y un puerto (354) de salida configurado para comunicar el flujo de fluido desde el interior de la cavidad (356) de nuevo al exterior de la cavidad (356), en el que el puerto de entrada define una boquilla (355) de fluido configurada para dirigir el flujo de fluido contra la ventana (312, 314) óptica; una fuente (120) de líquido configurada para suministrar el flujo de líquido en comunicación de fluido a través del puerto (352) de entrada; caracterizado por:

15 una fuente (118) de gas configurada para suministrar un flujo gaseoso en comunicación de fluido a través del puerto (352) de entrada; y

20 un controlador (104) configurado para controlar la fuente (118) de gas para colocar la fuente (118) de gas en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo para evacuar el líquido de la cámara (110, 302) de flujo, y para controlar la fuente (120) de líquido para colocar la fuente (120) de líquido en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo para dirigir el líquido a través de la boquilla (355) de fluido, a través de un espacio de la cámara (302) de flujo evacuada de líquido, y contra la ventana (312, 314) óptica.

25 2. Sistema (100) sensor óptico según la reivindicación 1, en el que la ventana (312, 314) óptica del sensor (112, 304) comprende una primera ventana (312) óptica y una segunda ventana (314) óptica, en el que la al menos una fuente (222) de luz está configurada para emitir luz a través de la primera ventana (312) óptica y el al menos un detector (224) está configurado para detectar las emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana (314) óptica y la boquilla (355) de fluido de la cámara (302) de flujo comprende una primera boquilla (355A) de fluido y una segunda boquilla (355B) de fluido, en el que la primera boquilla (355A) de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana (312) óptica y la segunda boquilla (355B) de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana (314) óptica.

30 3. Sistema de sensor óptico según la reivindicación 2, en el que la primera boquilla (355A) de fluido define un primer eje (380A) de fluido que se extiende a través de un centro de la primera boquilla (355A) de fluido, la segunda boquilla (355B) de fluido define un segundo eje (380B) de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla (355B) de fluido, y el primer eje (380A) de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la primera ventana (312) óptica y el segundo eje (380B) de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la segunda ventana (314) óptica.

35 4. Sistema sensor óptico según la reivindicación 2, en el que el cabezal (304) de sensor incluye una carcasa (350) de sensor que se extiende desde un extremo (318) proximal a un extremo (320) distal, en el que la carcasa (350) de sensor incluye un recorte (322) angular definido por una primera superficie (324) plana que se cruza con una segunda superficie (326) plana, en el que la primera ventana (312) óptica está posicionada en la primera superficie (324) plana y la segunda ventana (314) óptica está posicionada en la segunda superficie (326) plana.

40 5. Sensor óptico según la reivindicación 4, en el que la primera superficie (324) plana se cruza con la segunda superficie (326) plana para definir un ángulo de aproximadamente 90 grados, la primera ventana (312) óptica y la segunda ventana (314) óptica están posicionadas en un mismo plano entre el extremo (318) proximal y el extremo (320) distal de la carcasa (350) de sensor, y la primera boquilla (355A) de fluido y la segunda boquilla (355B) de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana (312) óptica y la segunda ventana (314) óptica.

45 6. Sensor óptico según la reivindicación 4, en el que la primera boquilla (355A) de fluido y la segunda boquilla (355B) de fluido se proyectan alejándose de una pared de la cámara (302) de flujo al recorte (322) angular.

7. Sensor óptico según la reivindicación 1, en el que la fuente (118) de gas es aire atmosférico.

50 8. Sensor óptico según la reivindicación 1, que comprende además una primera válvula (124) posicionada entre la fuente (118) de gas y la cámara (110, 302) de flujo y una segunda válvula (128) posicionada entre la fuente (120) de líquido y la cámara (110, 302) de flujo, en el que el controlador (104) está configurado para controlar la fuente (120) de líquido para colocar la fuente (120) de líquido en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo abriendo la segunda válvula (128), y el controlador (104) está configurado además para controlar la fuente (118) de

gas para colocar la fuente (118) de gas en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo abriendo la primera válvula (124).

9. Procedimiento que comprende:

5 evacuar el líquido de una cámara (110, 302) de flujo de un sensor (102, 300) óptico, en el que el sensor (102, 300) óptico incluye un cabezal (112, 304) de sensor que tiene una ventana (312, 314) óptica que es insertado en la cámara (110, 302) de flujo y la cámara (110, 302) de flujo incluye un puerto (352) de entrada que define una boquilla (355) de fluido configurada para dirigir el fluido contra la ventana (314) óptica;

10 hacer fluir líquido a través del puerto (352) de entrada de la cámara (110, 302) de flujo para dirigir el líquido a través de la boquilla (355) de fluido, a través de un espacio de la cámara (110, 302) de flujo evacuada de líquido, y contra la ventana (312, 314) óptica, en el que la evacuación de la cámara (110, 302) de flujo comprende controlar una fuente de gas para colocar la fuente (118) de gas en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo, y hacer fluir líquido a través del puerto (352) de entrada comprende controlar una fuente (120) de líquido para colocar la fuente (120) de líquido en comunicación de fluido con la cámara (110, 302) de flujo.

15 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el control de la fuente (118) de gas comprende controlar una primera válvula (124) posicionada entre la fuente (118) de gas y la cámara (110, 302) de flujo, y el control de la fuente (120) de líquido comprende controlar una segunda válvula (128) posicionada entre la fuente (120) de líquido y la cámara (110, 302) de flujo.

20 11. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que la ventana (312, 314) óptica del cabezal (112, 304) de sensor comprende una primera ventana (312) óptica y una segunda ventana (314) óptica, en el que la al menos una fuente (122) de luz está configurada emitir luz a través de la primera ventana (312) óptica y el al menos un detector (224) está configurado para detectar las emisiones fluorescentes a través de la segunda ventana (314) óptica, y la boquilla (355) de fluido de la cámara (110, 302) de flujo comprende una primera boquilla (355A) de fluido y una segunda boquilla (355B) de fluido, en el que la primera boquilla (355A) de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la primera ventana (312) óptica y la segunda boquilla (355B) de fluido está configurada para dirigir una parte del flujo de fluido contra la segunda ventana (314) óptica.

30 12. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que la primera boquilla (355A) de fluido define un primer eje (380A) de fluido que se extiende a través de un centro de la primera boquilla (355A) de fluido, la segunda boquilla (355B) de fluido define un segundo eje (380B) de fluido que se extiende a través de un centro de la segunda boquilla (355B) de fluido, y el primer eje (380A) de fluido se cruza aproximadamente con un centro de la primera ventana (312) óptica y el segundo eje de fluido (380B) se cruza aproximadamente con un centro de la segunda ventana (314) óptica.

35 13. Procedimiento según la reivindicación 11, en el que el cabezal (112, 304) de sensor incluye una carcasa (350) de sensor que se extiende desde un extremo (318) proximal a un extremo (320) distal, en el que la carcasa (350) de sensor incluye un recorte (322) angular definido por una primera superficie (324) plana que se cruza con una segunda superficie (326) plana, en el que la primera ventana (312) óptica está posicionada en la primera superficie (324) plana y la segunda ventana (314) óptica está posicionada en la segunda superficie (326) plana.

40 14. Procedimiento según la reivindicación 13, en el que la primera superficie (324) plana se cruza con la segunda superficie (326) plana para definir un ángulo de aproximadamente 90 grados, la primera ventana (312) óptica y la segunda ventana (314) óptica están posicionadas en un mismo plano entre el extremo (318) proximal y el extremo (320) distal de la carcasa (350) de sensor, y la primera boquilla (355A) de fluido y la segunda boquilla (355B) de fluido están posicionadas en el mismo plano que la primera ventana (312) óptica y la segunda ventana (314) óptica.

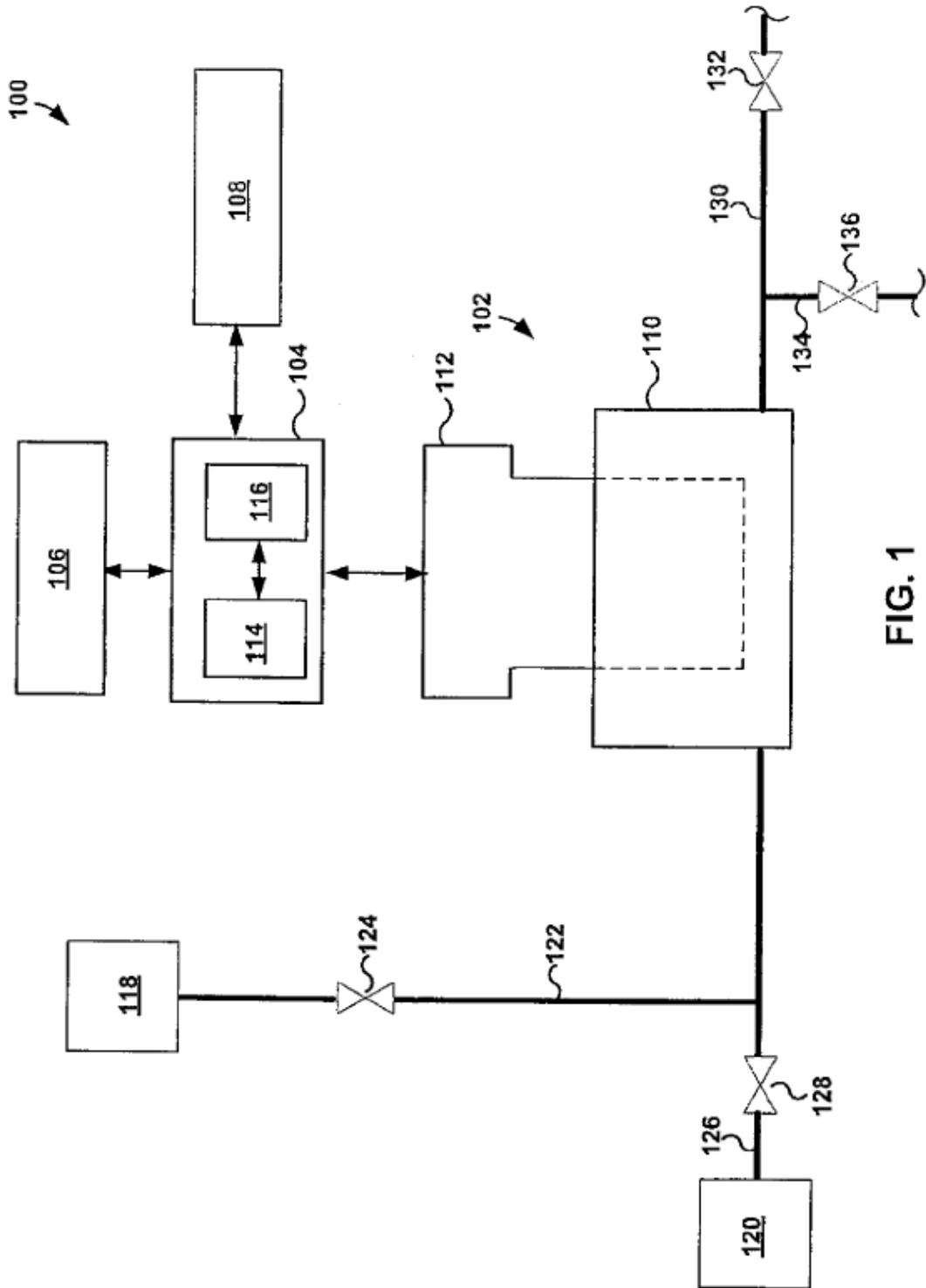


FIG. 1

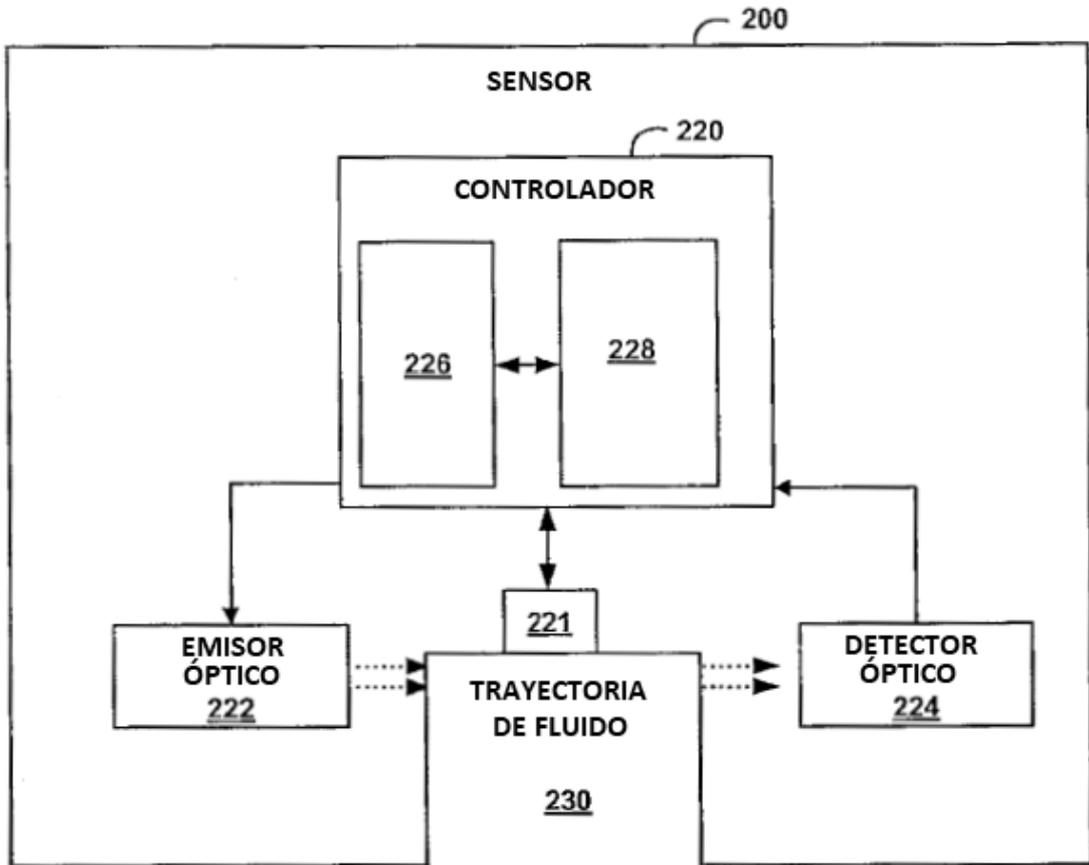


FIG. 2

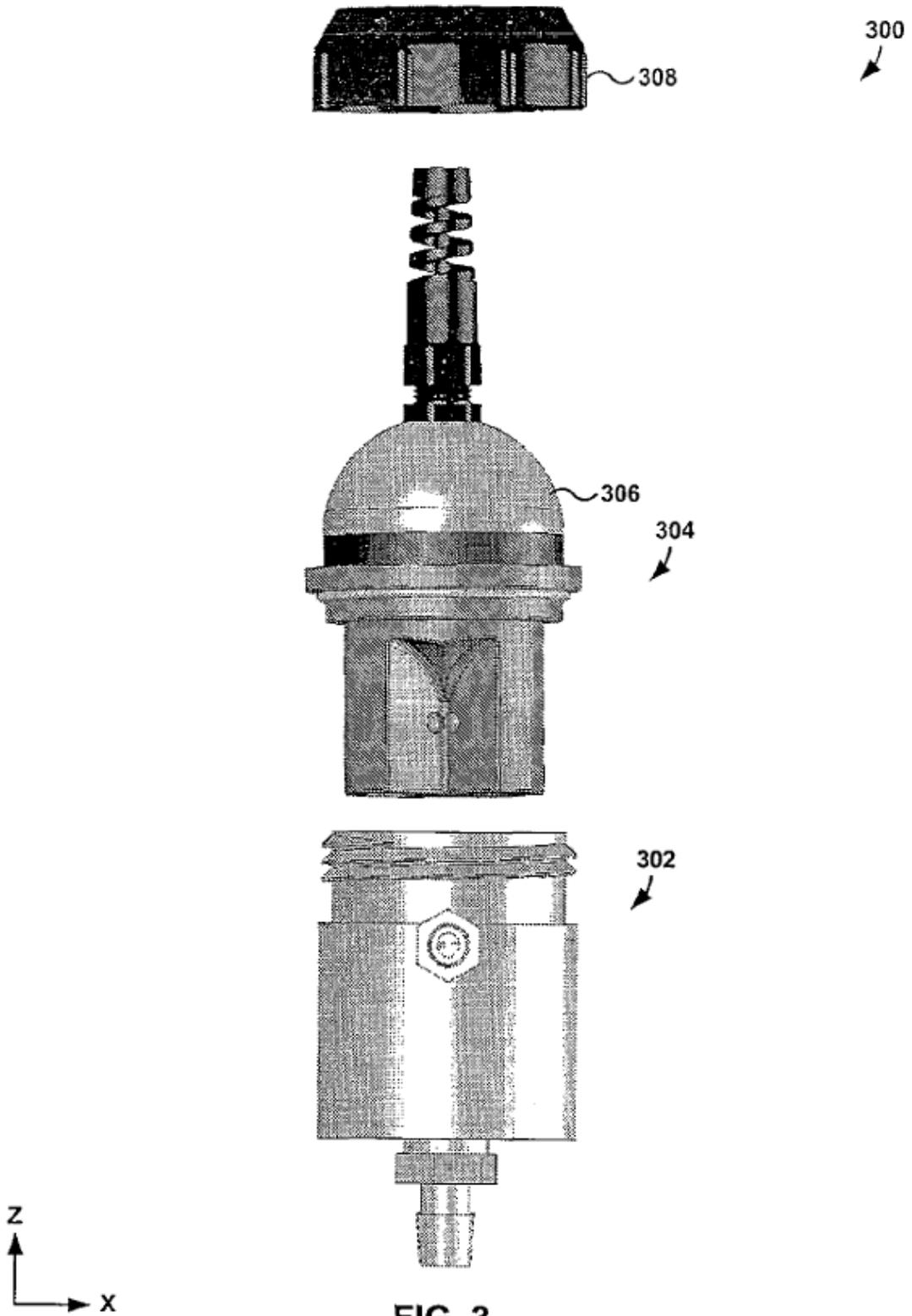


FIG. 3

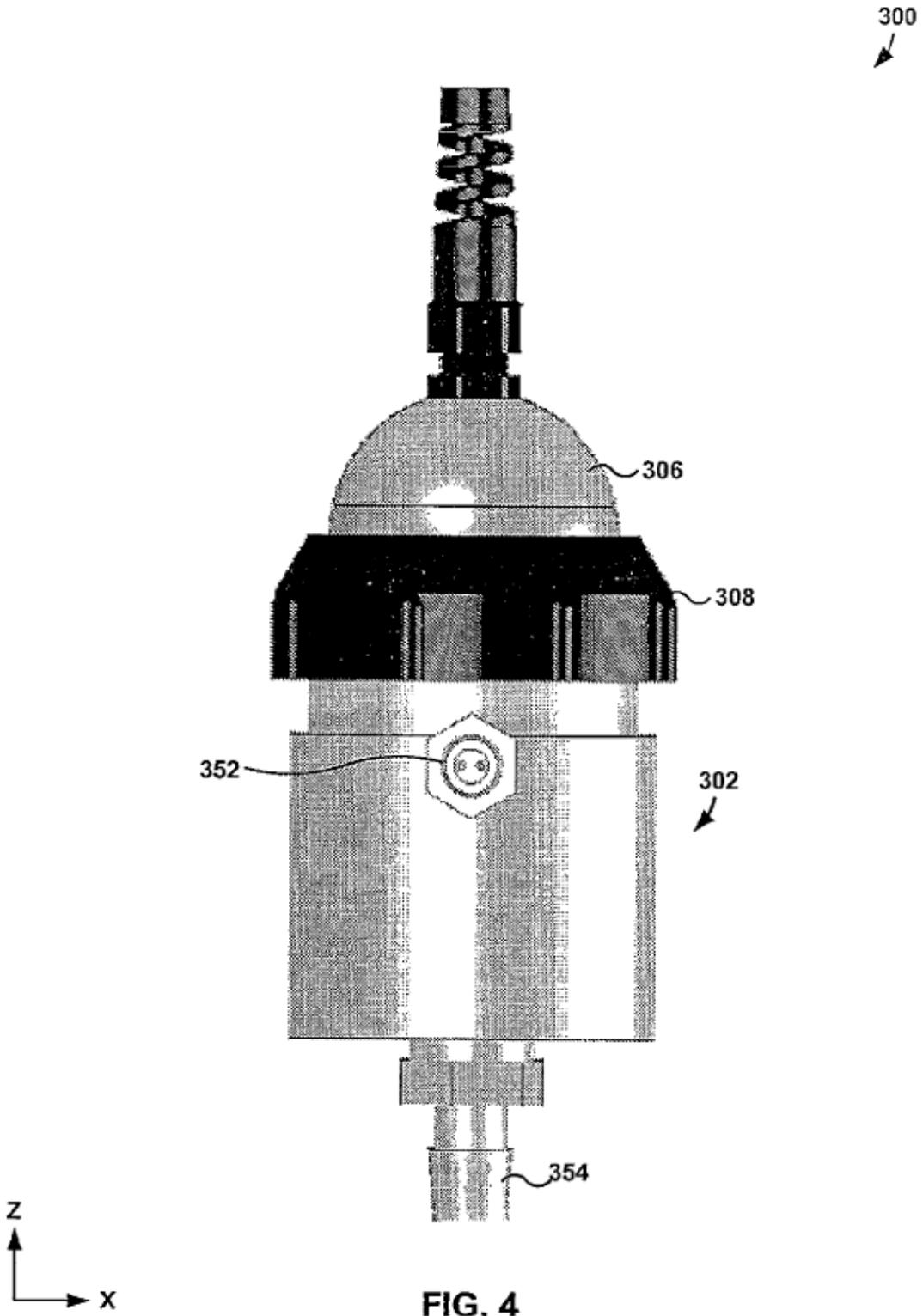


FIG. 4

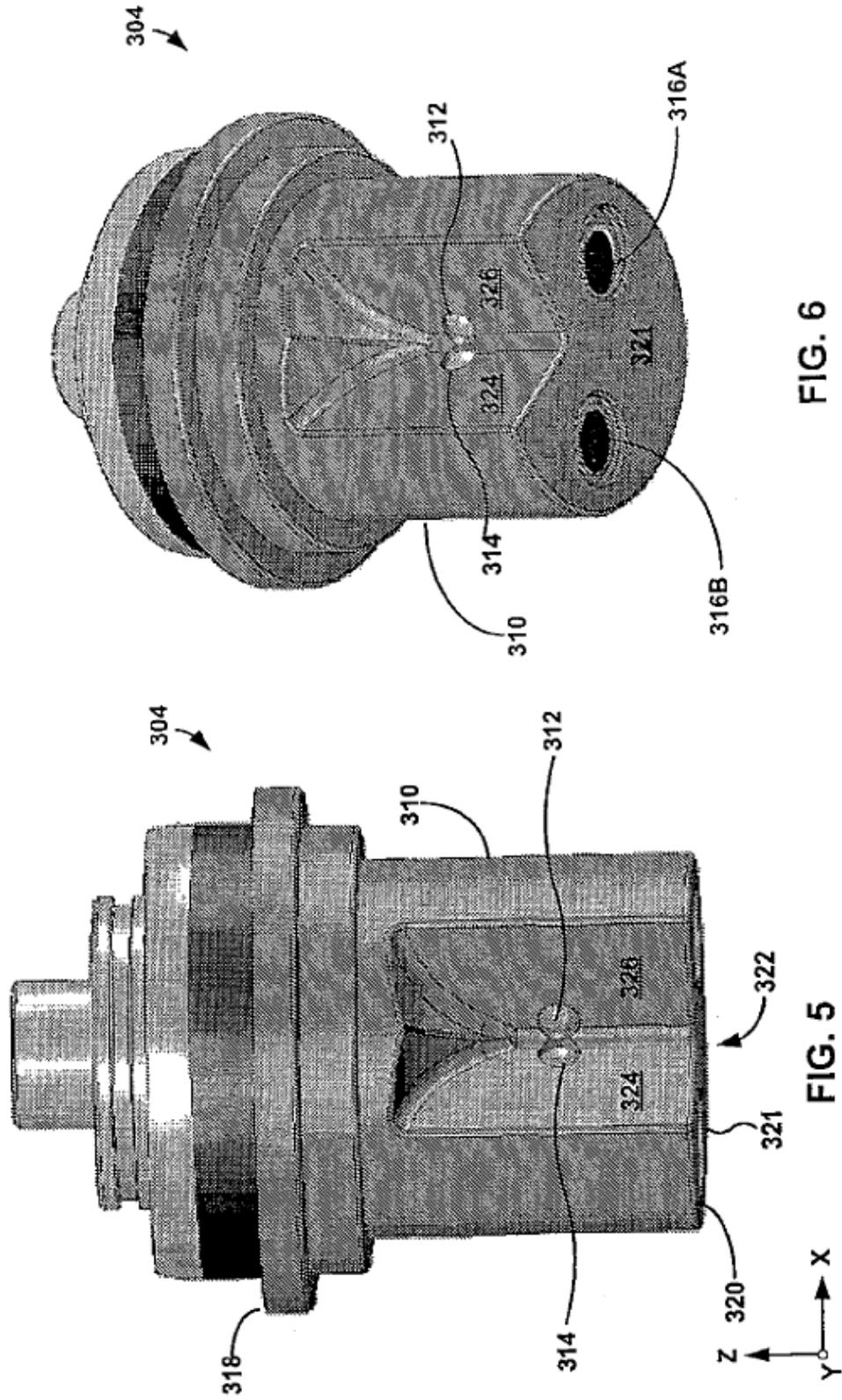


FIG. 6

FIG. 5

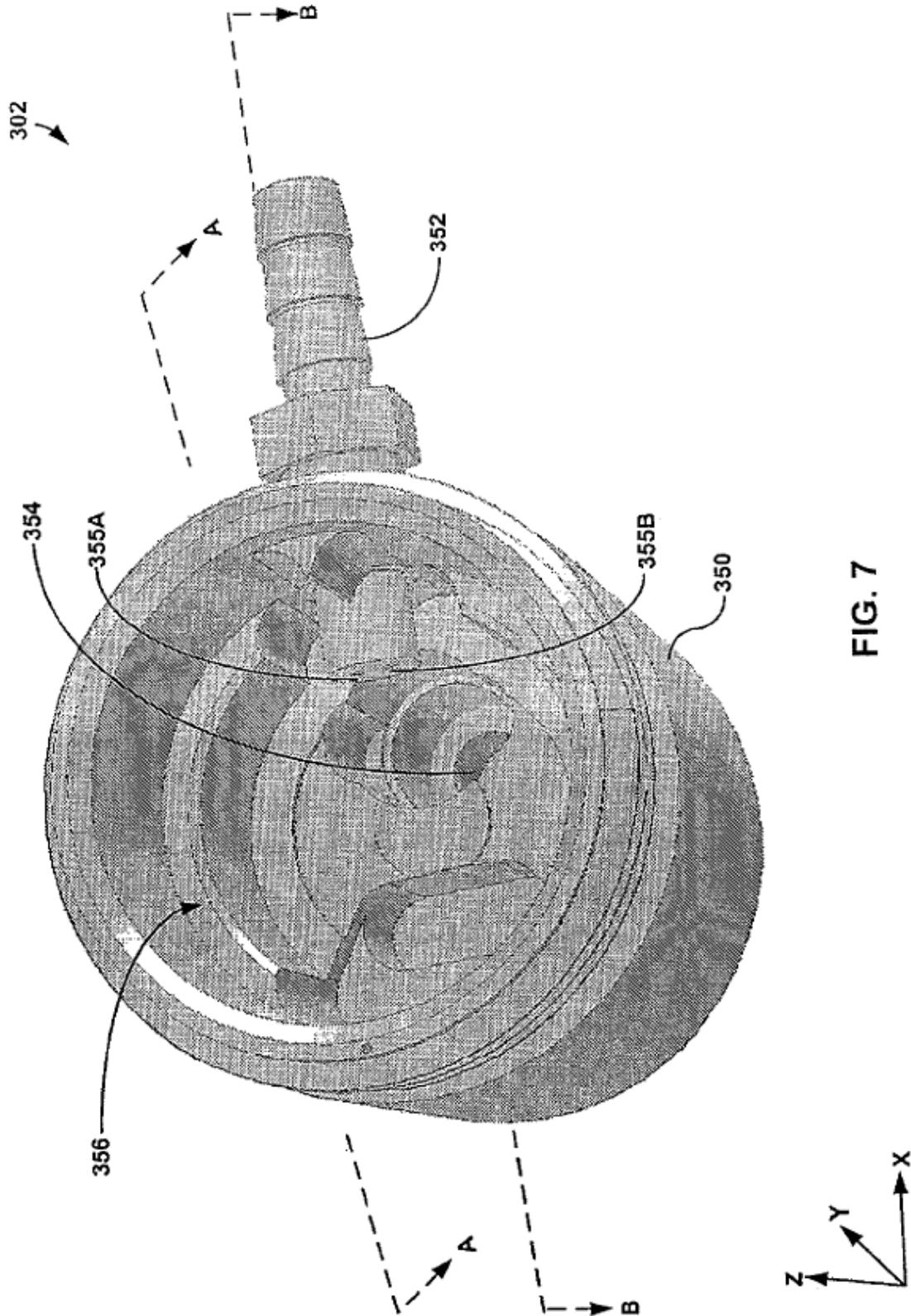


FIG. 7

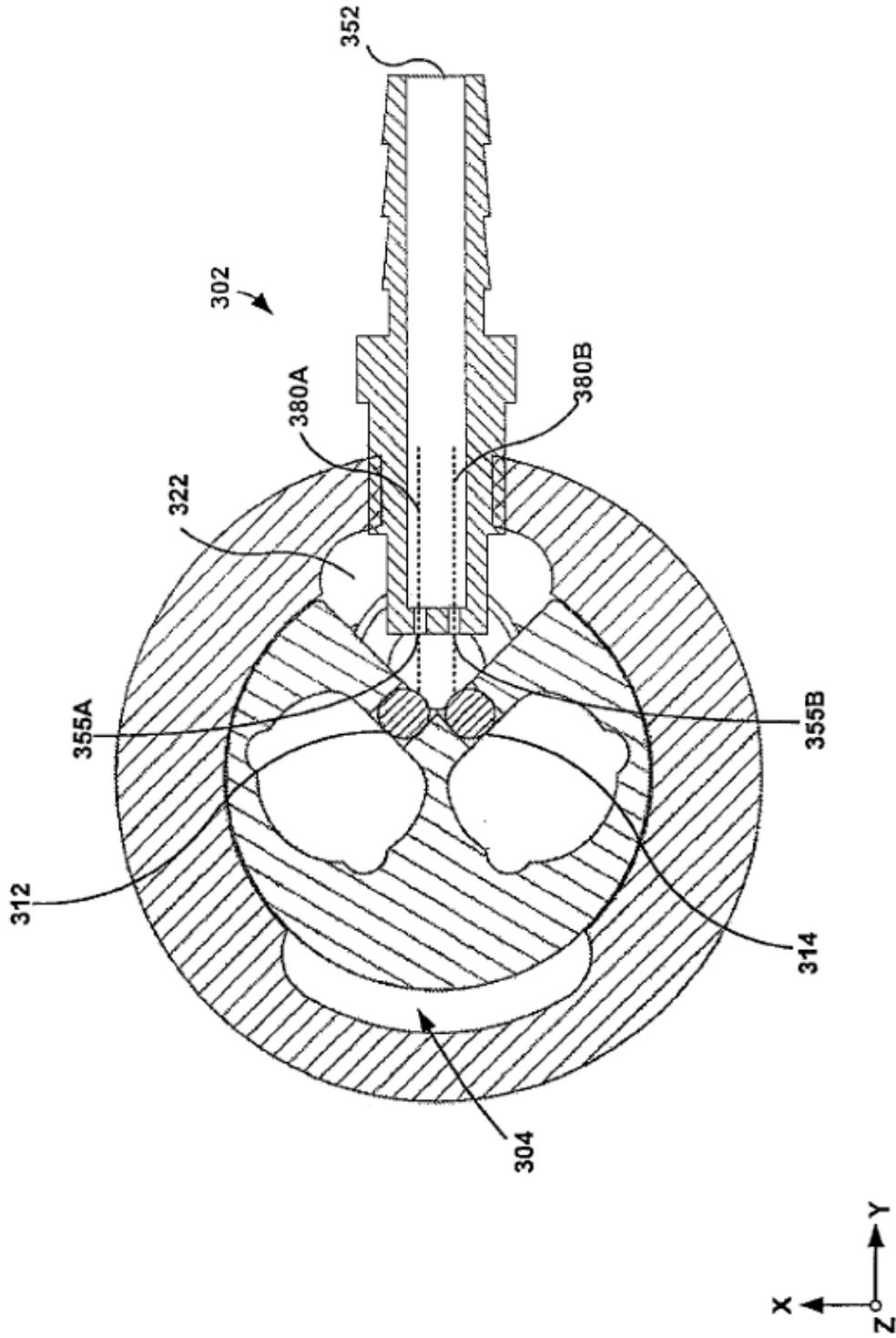


FIG. 8

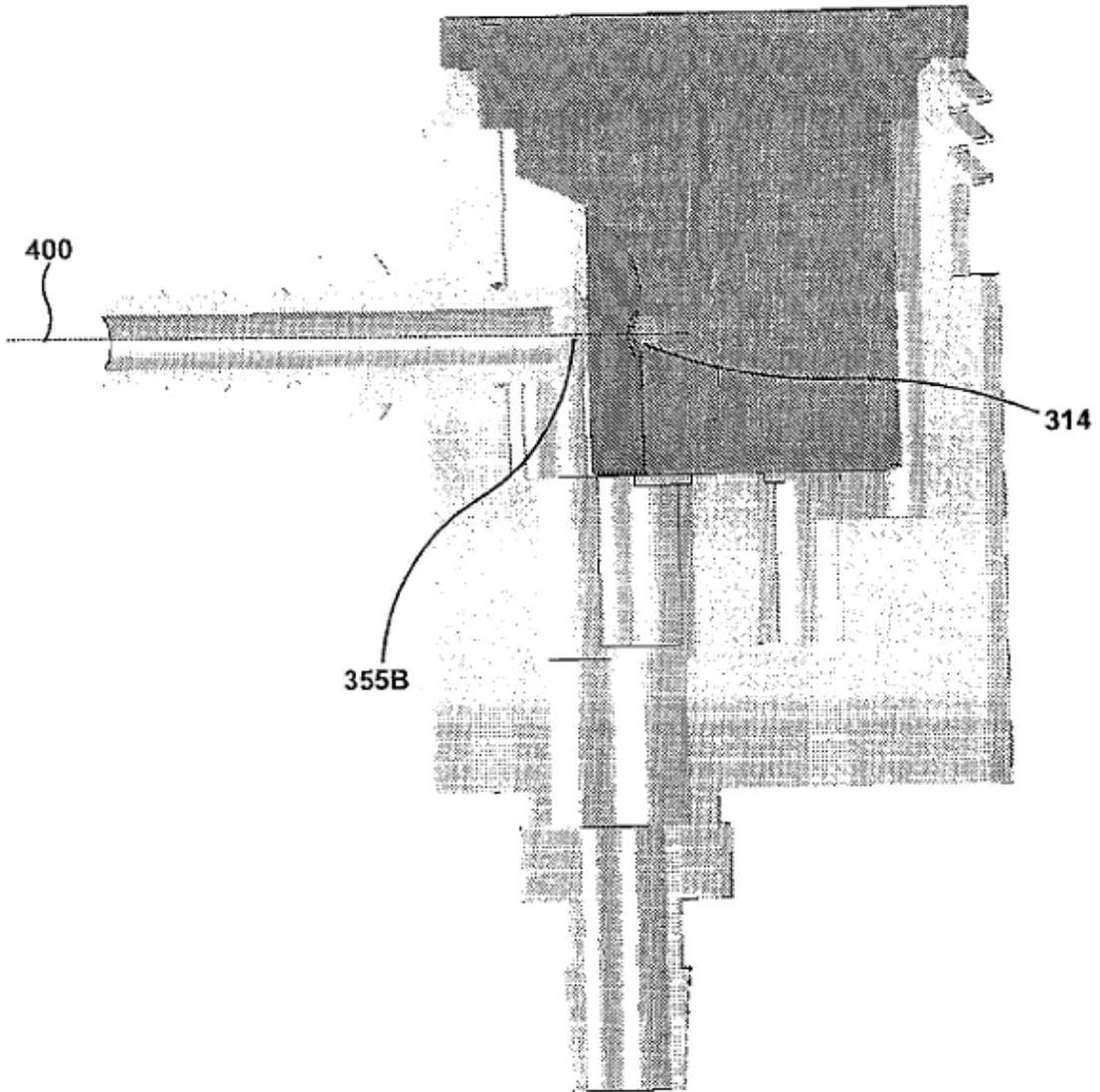


FIG. 9

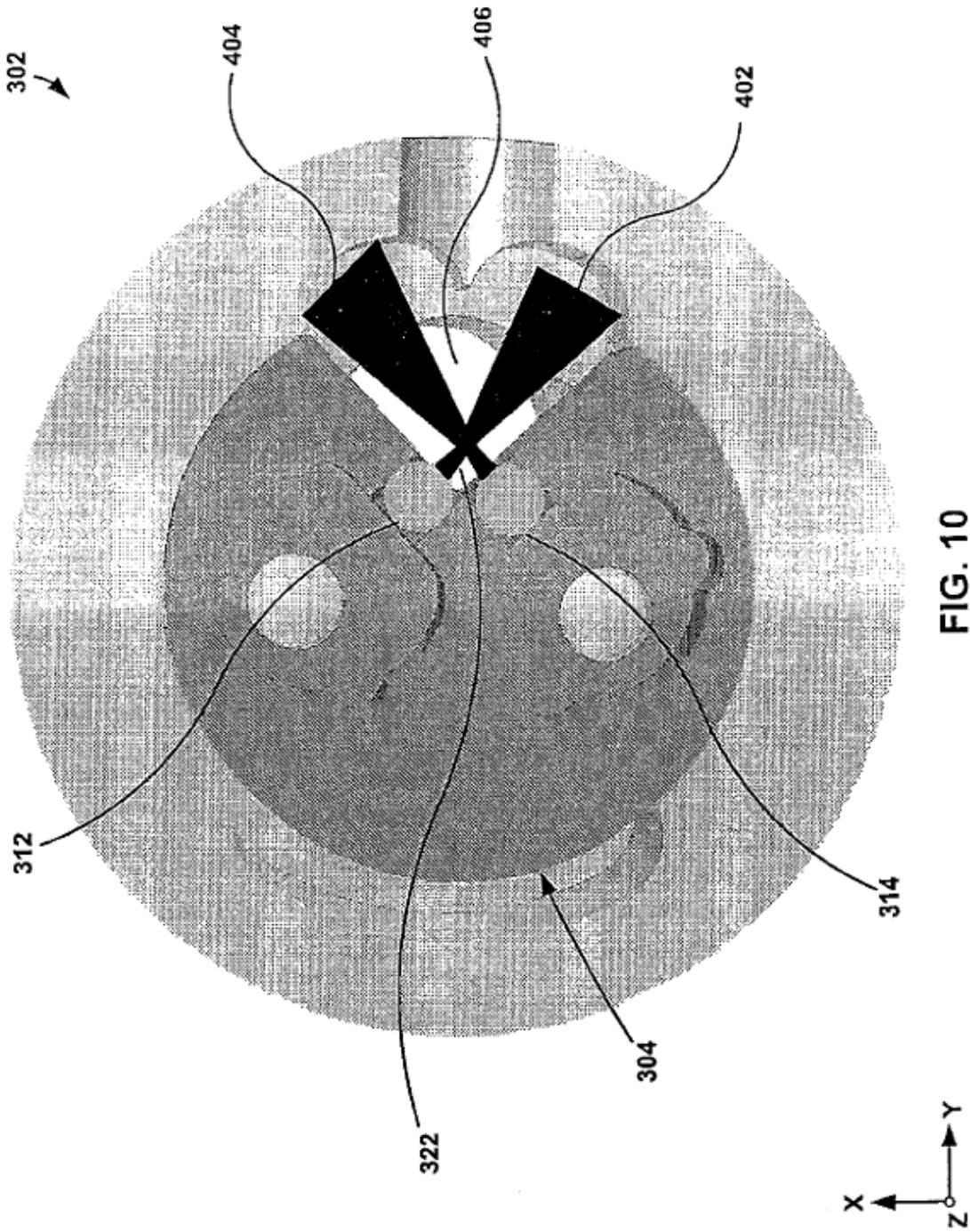


FIG. 10