

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 733 548**

51 Int. Cl.:

**G01N 35/10** (2006.01)

**B05C 5/00** (2006.01)

**B05C 11/00** (2006.01)

**G01N 15/14** (2006.01)

**B01L 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.02.2011 PCT/JP2011/000736**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2011 WO11099287**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2011 E 11742036 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 2546656**

54 Título: **Dispositivo de descarga de material líquido que contiene partículas**

30 Prioridad:

**09.02.2010 JP 2010026654**

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

**29.11.2019**

73 Titular/es:

**CYTENA GMBH (100.0%)**

**Neuer Messplatz 3**

**79108 Freiburg , DE**

72 Inventor/es:

**YAMAGUCHI, SHUICHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 733 548 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**

Dispositivo de descarga de material líquido que contiene partículas

**Campo técnico**

5 La presente invención se refiere a un dispositivo y a un método para descargar material líquido que incluye cuerpos similares a partículas.

**Antecedentes de la técnica**

10 La publicación de Patente Japonesa abierta al público n.º 2005-238787 (en adelante "Documento 1") divulga un método de medición de cantidad de descarga de tinta para medir la cantidad de descarga de una gota de tinta descargada desde una boquilla de un cabezal de chorro de tinta. Este método encuentra la cantidad de descarga de tinta realizando una etapa de descarga de una gota de tinta desde una boquilla sobre una plantilla de evaluación de la forma de la gota de tinta, una etapa de medición del diámetro de la gota de tinta descargada sobre la plantilla de evaluación de la forma de la gota de tinta y una etapa de cálculo de la cantidad de descarga de tinta a partir del diámetro de la gota de tinta medida basándose en la correlación encontrada por adelantado entre el diámetro de una gota de tinta y la cantidad de descarga de tinta.

15 El documento US 6 407 437 B1 divulga un dispositivo de pipeteo micromecánico que comprende un módulo de pipeteo construido integralmente que tiene una entrada/salida que puede conectarse a una punta de pipeteo extraíble o construido integralmente con una punta de pipeteo. El módulo de pipeteo comprende una estructura micromecánica que está construida integralmente sobre una oblea de silicio.

20 El documento US 6367925 B1 divulga un aparato dispensador operado digitalmente de bajo coste y un método de operación y construcción que se obtiene combinando un tubo capilar tubular de lado plano, preferiblemente rectangular, que tiene un orificio con una tira plana alargada de material piezoeléctrico. Las microgotas se dispensan desde una cámara interna dentro del tubo capilar, o un suministro de alimentación por separado, mediante la aplicación de pulsos de tensión a través de electrodos conectados a capas conductoras en el material piezoeléctrico. La tira piezoeléctrica puede ser paralela al tubo capilar plano o perpendicular al mismo. En una variación, se puede utilizar un accesorio para mejorar el rendimiento en combinación con el tubo capilar y la tira piezoeléctrica. Una tira de separación permite que el operador piezoeléctrico esté aislado térmicamente de un tubo capilar rectangular plano.

**Divulgación de la invención**

30 Está siendo investigado el uso de la tecnología de chorro de tinta desarrollada para aparatos de impresora para descargar tinta y otras sustancias en un papel de impresión u otros materiales. Como el material a descargar, la investigación se está llevando a cabo no solo en materiales líquidos simples (que incluyen líquidos y materiales que exhiben fluidez, tal como soluciones) sino también en materiales líquidos (mezclas) que incluyen cuerpos similares a partículas (partículas, partículas finas, material particulado, sustrato granulado) que incluye, por ejemplo, materiales vivos (organismos) como células y genes, y sólidos como metales, óxidos o similares. En aplicaciones que descargan cuerpos similares a partículas, tal como células, es necesario descargar de manera precisa de acuerdo con las condiciones predeterminadas desde la boquilla de un cabezal de inyección de tinta hacia un objetivo tal como una microplaca.

40 Un aspecto de la presente invención es un dispositivo de descarga que incluye un cabezal de descarga que descarga un material líquido desde una abertura de boquilla conectada (conectada de forma fluida) a la cavidad mediante la variación de la presión interna de la cavidad usando un accionador. El cabezal de descarga incluye una porción de monitorización (porción de detección) que es transmisora de la luz y se proporciona entre la cavidad y la abertura de la boquilla. El dispositivo de descarga incluye además un aparato de detección que incluye una unidad de captación de imágenes que lleva a cabo el reconocimiento de imágenes en cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido que usa luz para detectar el número y/o la forma de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización del cabezal de descarga y un aparato de control que acciona el accionador de acuerdo con el resultado detectado del aparato de detección para cambiar un estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido de la porción de monitorización.

45 Con este dispositivo de descarga, es posible, a través de la porción de monitorización (porción de detección), adquirir un resultado de detección, incluyendo el número y/o la forma de los cuerpos similares a partículas (por ejemplo, células) incluidos en el material líquido para ser descargados en la próxima sincronización. Esto significa que con este dispositivo de descarga, es posible confirmar el estado del material líquido, especialmente el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el líquido, inmediatamente antes de la descarga.

55 Además, este dispositivo de descarga es capaz de variar la presión interna de la cavidad mediante el accionamiento de un accionador y, por lo tanto, capaz de cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización conectada de forma fluida a la cavidad. Por consiguiente, el aparato de control es capaz de cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la

porción de monitorización cualquier número de veces hasta que el resultado de la detección esté dentro de un intervalo de una condición predeterminada para la descarga. Por esta razón, el dispositivo de descarga es capaz de controlar con precisión el número y/o la forma de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido descargado en un objetivo.

- 5 Un método (medios) típico de cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización es descargar el material líquido. Por consiguiente, el aparato de control debería incluir preferiblemente una función (unidad de función de selección del objetivo de descarga) que cambie el objetivo de descarga del material líquido de acuerdo con el resultado de la detección. Si el dispositivo de descarga se descarga en una pluralidad de objetivos con diferentes condiciones de descarga, descargando el material líquido en un objetivo para el cual coincide el resultado de detección (condición detectada de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido), es posible cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización. Además, al cambiar el objetivo de descarga del material líquido y desechar el material líquido en una ubicación diferente al(a los) objetivo(s), es posible cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización.
- 10
- 15 También es posible cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización mediante el accionamiento de un accionador para agitar el material líquido en la porción de monitorización sin tener el material líquido descargado desde la abertura de la boquilla. Es efectivo que el aparato de control incluya una función (unidad de función de agitación) que agite el material líquido en la porción de monitorización de acuerdo con el resultado de la detección sin que el material líquido se descargue desde la abertura de la boquilla. Al hacerlo, es posible suprimir el consumo del material líquido y los cuerpos similares a partículas.
- 20

En este dispositivo de descarga, la porción de monitorización del cabezal de descarga debe incluir preferiblemente una porción aplanada achatada donde una sección transversal de una trayectoria de flujo desde la cavidad a la abertura de la boquilla del cabezal de descarga se extiende como achatada en una primera dirección, dispersando la porción aplanada los cuerpos similares a partículas en la primera dirección. La abertura de la boquilla del cabezal de descarga puede ser conformada o moldeada al ser aplanada para extenderse en la primera dirección.

25

Puesto que la porción de monitorización incluye internamente un espacio aplanado, los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido se dispersan en la primera dirección y se hace más fácil determinar el número y la forma (tal como el tamaño (diámetro), forma, y color) de los cuerpos similares a partículas y, por lo tanto, obtener el resultado de detección más claramente. Por esta razón, en el dispositivo de descarga, incluso cuando los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido son cuerpos similares a partículas con un diámetro de partículas relativamente pequeño, es fácil confirmar con precisión la forma (tipo) de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido antes de la descarga. Por consiguiente, el dispositivo de descarga es capaz de descargar cuerpos similares a partículas hacia objetivos de acuerdo con condiciones predeterminadas con una precisión y fiabilidad mucho más altas.

30

35

Con este dispositivo de descarga, es preferible que la porción de monitorización del cabezal de descarga sea transmisor de luz (transparente) y que el dispositivo de descarga incluya una unidad de captación de imágenes que lleva a cabo el reconocimiento de imágenes en una pluralidad de los cuerpos similares a partículas que utilizan luz. Con este dispositivo de descarga, es posible observar los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido utilizando luz visible. La unidad de captación de imágenes suele ser una cámara equipada con un elemento de captación de imágenes como un CCD o un CMOS y una lente óptica, y al hacer que un procesador realice el procesamiento de imágenes en una imagen obtenida por la unidad de captación de imágenes, es fácil distinguir incluso partículas diminutas tales como células. En particular, al usar un aparato de captación de imágenes con una función de procesamiento paralelo como unidad de captación de imágenes, es posible detectar partículas diminutas presentes en la porción de monitorización a alta velocidad. Además, dado que es posible incluir un material de color fluorescente en un material vivo tal como las células, en tal caso es posible iluminar el material con luz aparte de la luz visible que puede detectar la fluorescencia, tal como la "luz negra", y observar el material utilizando una cámara capaz de detección.

40

45

En este dispositivo de descarga, la porción de monitorización debería incluir preferiblemente una primera región que está conectada o junto a la abertura de la boquilla y una segunda región que sigue a la primera región, y el aparato de detección debe adquirir preferiblemente el número y/o la forma en la primera región y el número y/o la forma en la segunda región de la porción de monitorización. El aparato de control debería ser preferiblemente operable, cuando el resultado de la detección de la primera región esté fuera del intervalo de una condición predeterminada o cuando el resultado de la detección de la segunda región esté fuera del intervalo de una condición predeterminada, para cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización. El dispositivo de descarga descarga el material líquido sobre un objetivo solo cuando el resultado de la detección de la primera región y el resultado de la detección de la segunda región están en los intervalos de condiciones predeterminados. Esto significa que es posible mejorar aún más la precisión del número y/o la forma de los cuerpos similares a partículas inyectados en el objetivo.

50

55

En el dispositivo de descarga, el accionador debe ser preferiblemente un elemento piezoeléctrico, y el aparato de control debe incluir preferentemente una función o unidad funcional que suministra pulsos de accionamiento de un tipo de empuje (método de empuje) al elemento piezoeléctrico cuando el material líquido se descarga.

5 En el dispositivo de descarga, la porción de monitorización del cabezal de descarga debe incluir preferiblemente una porción aplanada achatada donde una sección transversal de una trayectoria de flujo desde la cavidad del cabeza de descarga a la abertura de la boquilla se extiende en una primera dirección, dispersando la porción aplanada la pluralidad de cuerpos similares a partículas en la primera dirección. La abertura de la boquilla del cabezal de descarga debe estar conformada (moldeada) preferiblemente para aplanarse y extenderse en la primera dirección.

10 En el dispositivo de descarga, es preferible que la porción de monitorización sea transmisora de luz. La porción de monitorización del cabezal incluye típicamente una primera pared lateral y una segunda pared lateral que son planas y están dispuestas una frente a la otra. Dado que la sección transversal de la trayectoria de flujo en la porción de monitorización es rectangular o similar, a través de toda la porción de monitorización, es difícil que la pluralidad de cuerpos similares a partículas se coloquen uno encima del otro (superpuestos entre sí) en la dirección estrecha entre la primera pared lateral y la segunda pared lateral, lo que mejora la probabilidad de que las partículas individuales  
15 puedan detectarse individualmente.

En el dispositivo de descarga, el cabezal de descarga debería incluir preferentemente un elemento tubular que contiene el material líquido y parte del cual está conformado o moldeado para formar la cavidad cuya presión interna varía mediante un accionador unido a un exterior, proporcionándose la abertura de la boquilla en un extremo del elemento tubular, y la porción de monitorización debe proporcionarse preferiblemente entre la cavidad del elemento  
20 tubular y la abertura de la boquilla. Dado que es posible formar sin problemas las partes desde la cavidad hasta la abertura de la boquilla a través de la porción de monitorización desde un elemento tubular, por ejemplo, un tubo de vidrio, es posible proporcionar un cabezal de descarga que muestre menos estancamiento y bloqueos debido a las burbujas y similares y es adecuado para descargar una amplia variedad de cuerpos similares a partículas y materiales líquidos.

25 La porción de monitorización puede formarse apretando una parte del elemento tubular desde el exterior. Un ejemplo típico del elemento tubular es uno de un tubo de vidrio, un tubo de resina y un tubo de cerámica que es translúcido.

Otro aspecto de la presente invención es un método de descarga de un material líquido que incluye cuerpos similares a partículas a un objetivo utilizando un dispositivo de descarga. El dispositivo de descarga incluye un  
30 cabezal de descarga que varía la presión interna de una cavidad utilizando un accionador para descargar el material líquido de una abertura de boquilla conectada a una cavidad, un aparato de control que controla el accionador y un aparato de detección que incluye una unidad de captación de imágenes (102) que lleva a cabo el reconocimiento de la imagen utilizando luz detectando los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en una porción de monitorización de transmisión de luz proporcionada entre la cavidad y la abertura de la boquilla. El método  
35 incluye las siguientes etapas.

1. El aparato de control adquiere, a partir del aparato de detección, un resultado de detección que incluye un número y/o forma de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido.

2. Cambiar un estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización accionando el accionador de acuerdo con el resultado de la detección.

40 El cambio de un estado (etapa 2) incluye agitar el material líquido en la porción de monitorización sin tener el material líquido descargado desde la abertura de la boquilla de acuerdo con el resultado de la detección. El cambio de estado puede incluir cambiar un objetivo de descarga del material líquido de acuerdo con el resultado de la detección. El cambio del objetivo de descarga puede incluir la eliminación del material líquido.

La adquisición de resultado de la detección (etapa 1) debe incluir preferiblemente la configuración, en la porción de  
45 monitorización, de una primera región que está conectada a la abertura de la boquilla y una segunda región que sigue a la primera región, y adquirir el resultado de la detección para la primera región y el resultado de detección para la segunda región. Además, el cambio de estado (etapa 2) debería incluir preferiblemente el cambio del estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización cuando el resultado de detección de la primera región está fuera del intervalo de una condición predeterminada o cuando el  
50 resultado de detección de la segunda región está fuera del intervalo de una condición predeterminada.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un esquema de un dispositivo de descarga según la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva que muestra una ampliación de la construcción de un cabezal de descarga.

La figura 3 es una vista en sección transversal que muestra una sección transversal en la dirección longitudinal del  
55 cabezal de descarga.

La figura 4 es una vista en sección transversal que muestra una sección transversal diferente en la dirección longitudinal del cabezal de descarga.

La figura 5 es una vista en sección transversal que muestra una ampliación del extremo frontal del cabezal de descarga.

5 La figura 6 es una vista en sección transversal que muestra una parte frontal del cabezal de descarga.

La figura 7 es una vista en sección transversal que muestra una parte aplanada del cabezal de descarga.

La figura 8 es una vista en sección transversal que muestra una parte cilíndrica del cabezal de descarga.

La figura 9 es una vista en sección transversal que muestra una parte aplanada diferente del cabezal de descarga.

La figura 10 es una vista en sección transversal que muestra una parte estrechada del cabezal de descarga.

10 La figura 11 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo diferente de un cabezal de descarga.

La figura 12 es una vista en perspectiva que muestra otro ejemplo más de un cabezal de descarga.

La figura 13 es un diagrama que muestra un diagrama de flujo del método de descarga de acuerdo con la presente invención.

15 La figura 14 es un diagrama que muestra un diagrama de flujo de otro método de descarga de acuerdo con la presente invención.

La figura 15 es una serie de vistas en sección transversal que muestran una ampliación de una parte aplanada de un cabezal de descarga, con (a) a (c) como diagramas que muestran esquemáticamente los estados en los que el material líquido se agita o se elimina y (d) como un diagrama que muestra esquemáticamente un estado en el que el material líquido se descarga en un objetivo.

20 La figura 16 es una vista en perspectiva que muestra otro ejemplo más de un cabezal de descarga.

La figura 17 es una vista en sección transversal que muestra otro ejemplo más de un cabezal de descarga.

La figura 18 es una vista en sección transversal que muestra una ampliación de una parte aplanada del cabezal de descarga mostrado en la figura 17.

### Descripción detallada

25 La figura 1 muestra el esquema de un dispositivo de descarga según una primera realización de la presente invención. El dispositivo de descarga 1 incluye un cabezal de descarga (cabezal de boquilla o cabezal de boquilla accionado de acuerdo con un método de inyección de tinta) 10 equipado con un tubo de vidrio 20 que es un elemento tubular, un recipiente o contenedor 5 que almacena un material líquido 50 descargado desde el cabezal de descarga 10, por ejemplo, un portador como el agua, un primer accionador 6 para descargar una gota 71 desde el cabezal de descarga 10, una unidad de accionamiento (aparato) 2 que acciona el primer accionador 6, una unidad de detección (aparato) 7 que detecta el estado de la gota 71 inmediatamente antes e inmediatamente después de la descarga desde el cabezal de descarga 10, un segundo accionador 79 que mueve o desplaza el cabezal de descarga 10, una mesa 83 que soporta una pluralidad de objetivos 81a, 81b y 81c en los cuales el cabezal de descarga 10 descarga una gota o gotas 71, un tercer accionador 89 que mueve o recorre la mesa 83, y una unidad de control (aparato) 74 que controla los accionadores de movimiento 79 y 89.

30 Un eliminador 82 para eliminar de una gota 71 desde el cabezal de descarga 10 se proporciona en la mesa 83. En el dispositivo de descarga 1, moviendo la mesa 83 usando el tercer accionador 89 o moviendo el cabezal de descarga 10 usando el segundo accionador 79, es posible que la gota 71 desde el cabeza de descarga 10 sea inyectada en uno de los objetivos 81a a 81c o para ser eliminado por el eliminador 82. Los objetivos 81a a 81c solo necesitan recibir la gota 71 y, como ejemplos, pueden ser placas de Petri, placas de análisis, tubos de ensayo o similares.

40 El cabezal de descarga 10 incluye el tubo de vidrio (elemento tubular) 20 que se extiende sustancialmente en una línea recta. En el tubo de vidrio 20, una parte del extremo frontal 21 es una abertura de boquilla 11 que está aplanada (es decir, tiene una forma plana), una parte (primera porción aplanada) 22 que está unida (conectada, conectada de manera fluida) a la parte del extremo frontal 21 y se extiende hacia atrás desde la parte del extremo frontal 21 es una porción de control aplanada (porción de detección) 12 que incluye la abertura de la boquilla 11, y una parte (segunda porción aplanada) 24 que está unida (conectada, conectada de manera fluida) a la primera porción aplanada 22 y se extiende hacia atrás desde la primera porción aplanada (plana) 22 es una cavidad aplanada (cámara de presión) 14. Además, el extremo (extremo trasero) 29 del tubo de vidrio 20 está conectado a través de un tubo de suministro 4 al recipiente 5.

5 Todo el elemento tubular 20 que incluye las partes aplanadas 21, 22, y 24 es transmisor de luz (transparente, translúcido) y tiene la forma (formado o moldeado) a partir de un único tubo de vidrio de acuerdo con un método apropiado (utilizando un molde, por ejemplo). Por consiguiente, se forma una trayectoria de flujo sin costuras desde la cavidad 14 a través de la porción de monitorización 12 hasta la abertura de la boquilla 11 dentro del tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10.

10 El cabezal de descarga 10 incluye un elemento piezoeléctrico a modo de placa (elemento piezoeléctrico, accionador) 6 unido a una superficie (superficie exterior) sobre un lado exterior de una pared plana 24a de la cavidad 14 del tubo de vidrio 20. La unidad de control 74 incluye una unidad de accionamiento 2 que acciona el elemento piezoeléctrico 6 para cambiar la presión interna de la cavidad 14 y descargar un material líquido 50 desde la abertura de la boquilla 11 conectada a la cavidad 14 como la gota 71. La unidad de control 74 también es capaz de accionar el elemento piezoeléctrico 6 para producir una cantidad de presión que agita el material líquido 50 dentro del tubo de vidrio 20, incluyendo la porción de monitorización 12, pero no hace que el material líquido 50 se descargue desde la abertura de la boquilla 11.

15 Entre la cavidad 14 y la abertura de la boquilla 11, el tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10 incluye la porción aplanada de monitorización (porción de detección, cámara de observación, cámara de detección) 12, donde la sección transversal de la trayectoria de flujo se extiende en una dirección (primera dirección) 9x, que es perpendicular a un eje central 9z del tubo de vidrio 20. En la porción de monitorización aplanada 12 que incluye dicha sección transversal interna aplanada, una pluralidad de cuerpos similares a partículas (partículas) 51 incluidos en el material líquido 50 a descargar desde la abertura de la boquilla 11 se dispersan en la primera dirección 9x. La porción de monitorización 12 tiene una sección transversal aplanada y las paredes laterales 22a y 22c son sustancialmente planas, que facilitan la observación del interior de la porción de monitorización 12 con imágenes que captan imágenes de un interior de la porción de monitorización 12, ya que la refracción y la reflexión interna total de luz se suprime. Además, la porción de monitorización aplanada 12 no tiene o tiene poca parte donde no se puede ver su interior. Esto significa que los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 pueden observarse con precisión a través de las paredes laterales transparentes y planas 22a y 23c de la porción de monitorización 12.

20 La porción de monitorización 12 mantiene el material líquido 50 que se descarga la próxima vez (inmediatamente antes de la descarga) desde la abertura de la boquilla 11, y si una pluralidad de los cuerpos similares a partículas 51 están incluidos en el material líquido 50 inmediatamente antes de la descarga, es posible dispersar tales cuerpos en la dirección 9x perpendicular al flujo y detectar (observar) independientemente la pluralidad de cuerpos similares a partículas 51 con una alta probabilidad. Por consiguiente, con este dispositivo de descarga 1, si, en la porción de monitorización 12, se incluyen cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 inmediatamente antes de la descarga, será posible adquirir información no solo sobre el número de dichos cuerpos 51, sino también las propiedades (forma o estado) de los cuerpos similares a partículas 51, tal como el diámetro (tamaño), la forma, el patrón y el color. Esto significa que la unidad de detección 7 es capaz de especificar el tipo (clase) de cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 en la porción de monitorización 12. Por consiguiente, la unidad de detección 7 puede generar un resultado de detección 7a que incluye el número y/o la forma de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 de la porción de monitorización 12.

30 Accionando el elemento piezoeléctrico 6 en función del resultado de detección (resultado de la medición) 7a de la porción de monitorización 12 para aplicar la vibración que agita el material líquido 50 en un intervalo en el que el material líquido 50 no se descarga o que descarga el material líquido 50 en uno de los objetivos 81a a 81c o el eliminador 82, en el dispositivo de descarga 1, el estado interno de la porción de monitorización 12 puede cambiarse al estado en el que los cuerpos 51 se eliminan adecuadamente. Eso permite que el material líquido 50 que incluye solo un número y/o forma indicada o predeterminada (es decir, cuerpos similares a partículas del tipo predeterminado juzgado por la forma) del cuerpo 51 o los cuerpos 51 se descargue en uno de los objetivos predeterminados 81a a 81c.

35 En el dispositivo de descarga 1, una instrucción (o "señal") en la unidad de control 74 es recibida por la unidad de accionamiento (o "aparato de accionamiento" o "controlador") 2, y el controlador 2 acciona el accionador 6 usando pulsos de accionamiento. La unidad de control 74 puede ser un aparato equipado con recursos de hardware de un ordenador de propósito general tal como una CPU y una memoria, o puede ser una unidad de control equipada con hardware, que incluye un LSI, un ASIC, o similar, que está dedicado al dispositivo de descarga 1. Es deseable que la unidad de control 74 incluya una función para comunicarse con un aparato anfitrión, tal como un ordenador personal. Además, la unidad de control 74 puede instalarse en un ordenador personal que sirve como un aparato central, o funciona como la unidad de control 74 puede ser proporcionada por el software apropiado (o "programa" o "producto de programa").

40 Cuando el elemento piezo 6 que es el accionador se expande o contrae y/o deforma debido a los pulsos de accionamiento, la pared plana 24a de la cavidad 14 proporcionada en el tubo de vidrio 20 se desplaza, produciendo fluctuaciones en el volumen interno de la cavidad 14. Por esta razón, la presión interna de la cavidad 14 cambia y el material líquido 50 suministrado desde el recipiente 5 se suministra a la porción de monitorización 12 a través de la cavidad 14. Por los cambios de presión interna en la cavidad 14, el material líquido 50 que se mantiene en la porción de monitorización 12 también se empuja hacia fuera desde la abertura de la boquilla 11 proporcionada en la parte de

extremo frontal 21 del tubo de vidrio 20 y se descarga como una gota 71. Al hacerlo, si se mezclan cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 que se mantiene en la porción de monitorización 12, el material líquido 50 que incluye dichos cuerpos similares a partículas 51 se descarga desde la abertura 11 de la boquilla.

5 La unidad de control 74 incluye un controlador de cabezal 74a, y el controlador de cabezal 74a incluye una función (unidad de adquisición) 75 de adquisición del resultado de la detección 7a de la unidad de detección 7 y una función (unidad de cambio de estado) 76 que cambia el estado de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 de la porción de monitorización 12 según el resultado de detección 7a. La unidad de cambio de estado 76 incluye una función de cambio del objetivo de descarga (unidad de cambio del objetivo de descarga) 78 que controla el elemento piezoeléctrico 6 y los accionadores 79 y/o 89 para descargar el material líquido 50 en uno  
10 predeterminado de los objetivos 81a a 81c si, de acuerdo con el resultado de detección 7a de la unidad de detección 7, el número y/o la forma o similar de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 inmediatamente antes de la descarga satisface una condición predeterminada. La unidad de cambio de objetivo de descarga 78 incluye una función de eliminación (unidad de eliminación) 78a que controla el elemento piezoeléctrico 6 y los accionadores 79 y/o 89 para eliminar el material líquido 50 en el eliminador 82 y cambiar el estado de la  
15 porción de monitorización 12. La unidad de cambio de estado 76 también incluye una función (unidad de agitación) 77 que acciona el elemento piezoeléctrico 6 hasta un punto en el que el material líquido 50 no se descarga, sino que cambia el estado de los cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 de la porción de monitorización 12 si, de acuerdo con el resultado de detección 7a de la unidad de detección 7, el número y/o el estado de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 inmediatamente antes de la descarga no satisface la  
20 condición predeterminada.

De esta manera, el dispositivo de descarga 1 es capaz de descargar o dispersar el material líquido 50 que incluye varios cuerpos similares a partículas 51 en el objetivo 81 utilizando el cabezal de un tipo de descarga de chorro de tinta 10, con la detección o la confirmación del número y la forma (aspecto externo, estado) de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 inmediatamente antes de la descarga dentro del cabezal de  
25 descarga 10. En esta memoria descriptiva, los cuerpos similares a partículas 51 pueden ser de cualquier material que esté presente independientemente en el material líquido 50 y cuya presencia se pueda detectar (identificar o reconocer) utilizando varios métodos a través del tubo de vidrio 20. Un método de detección típico incluye el procesamiento de imágenes usando luz (luz visible, luz infrarroja o similar), siendo efectivo para adquirir una imagen que ha sido ampliada por un sistema de lentes apropiado. El método de detección puede ser un método que utiliza un campo magnético o un campo eléctrico. Se pueden dar cuerpos similares a partículas (partículas, partículas  
30 finas) 51 que incluyen materiales biológicos como células y genes (ADN, ARN) como ejemplos de cuerpos típicos similares a partículas 51. Los cuerpos similares a partículas 51 incluyen no solo materia esférica (granos) sino también materia que es lineal o de otras formas.

Tales cuerpos similares a partículas 51 a menudo se bloquean o distribuyen de manera desigual en el intervalo de la cavidad 14 a la abertura de la boquilla 11. Desde la cavidad 14 hasta la abertura de la boquilla 11, que incluye la porción de monitorización 12, esas son las partes principales del cabezal de descarga 10 del dispositivo de descarga 1 y están formadas sin costuras por un solo tubo de vidrio 20. Esto significa que el cabezal de descarga 10 es resistente o no muestra estancamiento, bloqueos y distribución desigual debido a las burbujas de aire o similares, y en el cabezal de descarga 10, incluso cuerpos similares a partículas 51 que son susceptibles a bloqueos, tal como  
40 células, pueden guiarse a la abertura de la boquilla 11 en un estado en el que los cuerpos similares a partículas 51 están presentes de manera comparativamente uniforme en el material líquido 50.

La figura 2 muestra una ampliación de la construcción (disposición) del tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10. Las figuras 3 y 4 muestran la construcción general del tubo de vidrio 20 a través de secciones transversales que incluyen la primera dirección 9x (en adelante, dirección X) que es perpendicular a la dirección longitudinal (eje central) 9z y la segunda dirección 9y (en adelante, dirección Y) que es perpendicular al eje central 9z y la primera  
45 dirección 9x. Un tamaño típico del tubo de vidrio 20 es un diámetro externo de 0,5 a 5 mm y un espesor de 0,01 a 1 mm. El tubo de vidrio 20 incluye la parte del extremo frontal 21 que está hacia la abertura de la boquilla 11 en el extremo delantero y está formada (moldeada) en una forma plana que es ancha en la dirección X y estrecha en la dirección Y, la primera porción aplanada 22 que está en la parte trasera de (arriba en la figura 2) la parte del extremo frontal 21 y está formada (moldeada) en una forma plana que es ancha en la dirección X y estrecha en la dirección Y, una primera porción cilíndrica 23 que está en la parte trasera de la primera porción aplanada 22 y es sustancialmente cilíndrica, la segunda porción aplanada 24 que está en la parte posterior de la primera porción cilíndrica 23 y está formada (moldeada) en una forma plana que es ancha en la dirección X y estrecha en la  
50 dirección Y, una segunda porción cilíndrica 25 que está en la parte trasera de la segunda porción aplanada 24 y es sustancialmente cilíndrica, una porción estrecha 26 que está en la parte trasera de la segunda porción cilíndrica 25 y es más estrecha que la segunda porción cilíndrica 25, y una tercera porción cilíndrica 27 que está en la parte trasera de la porción estrecha 26, es sustancialmente cilíndrica, y se utiliza para conectar el tubo de vidrio 20 al tubo de suministro 4. La parte de extremo frontal 21, la primera porción aplanada 22 y la segunda porción aplanada 24 pueden aplanarse en diferentes direcciones. Por ejemplo, la segunda porción aplanada 24 puede moldearse en una  
55 forma plana para que sea ancha en la dirección Y, y estrecha en la dirección X.

Las diversas partes se describen con más detalle. Primero, como se muestra mediante la ampliación en la figura 5, la parte del extremo frontal 21 del tubo de vidrio 20 se forma (moldea) apretando el extremo delantero del tubo de

vidrio 20 desde el exterior en un tamaño apropiado para la abertura de la boquilla 11. Una sección transversal de la parte de extremo frontal 21 se muestra en la ampliación en la figura 6. Dado que la abertura de la boquilla 11 se moldea en una forma plana que es ancha en la dirección X y estrecha en la dirección Y, y cuya forma de la sección transversal se aplanada en una forma similar a la de una forma achatada (oval) o similar, se vuelve fácil para los cuerpos similares a partículas 51 que se dispersen uniformemente en la dirección X y para confirmar o detectar visualmente los cuerpos similares a partículas 51 inmediatamente antes de la descarga. Un tamaño típico de la abertura de la boquilla 11 internamente tiene una altura máxima (diámetro interior máximo)  $d$  en la dirección Y de 15 a 200  $\mu\text{m}$ . Para descargar los diminutos cuerpos similares a partículas 51, tal como células del orden de  $\mu\text{m}$ , la cantidad de material líquido 50 descargado desde la abertura de la boquilla 11 en una sola operación debe controlarse preferiblemente en un intervalo del orden de pl (picolitro) al orden de fl (femtolitro). Aunque un método para formar la parte de extremo frontal 21 es calentar el tubo de vidrio 20 y luego presionar el tubo de vidrio 20 desde la dirección hacia arriba-abajo (una dirección perpendicular a la dirección longitudinal), es posible usar una variedad de métodos de trabajo de vidrio conocidos y el método de trabajo no se limita a este ejemplo.

Obsérvese que la expresión "achatado (oval)" en la presente memoria descriptiva se refiere a un círculo alargado que excluye formas con esquinas, tales como un rectángulo o un cuadrado, y también excluye un círculo perfecto. La forma achatada (oval) incluye, además de un óvalo, un concepto que incluye una variedad de formas, tales como formas donde un rectángulo o un cuadrado con semicírculos dispuestos en lados opuestos con un diámetro igual a la distancia entre los lados opuestos (o "espacio entre lados opuestos").

La primera porción aplanada 22 a la parte posterior o trasera de (al lado) de la parte de extremo frontal 21 se forma apretando el tubo de vidrio 20 desde el exterior y es una parte que construye la porción de monitorización 12 con un espacio aplanado o similar a una caja formado en el interior. La figura 7 muestra una ampliación de la sección transversal. Un tamaño típico de la primera porción aplanada 22 internamente tiene la altura máxima (diámetro máximo)  $h$  en la dirección Y de 0,05 a 1,0 mm, una anchura máxima  $W_i$  en la dirección X de alrededor de 0,3 a 10 mm y una longitud interna en la dirección longitudinal  $9z$  de 1 a 20 mm. El ancho interno máximo  $W_i$  debería ser más preferiblemente de 1 a 3 mm. La primera pared lateral 22a y la segunda pared lateral 22c son similares a una placa y se extienden en la dirección X de modo que los cuerpos similares a partículas presentes en la porción de monitorización 12 pueden observarse a través de las paredes, el espesor de la pared  $t$  debe ser preferiblemente alrededor de 50 a 500  $\mu\text{m}$  o más preferiblemente alrededor de 50 a 300  $\mu\text{m}$ . La primera porción aplanada 22 se forma de modo que la anchura máxima externa  $W_o$  sea de aproximadamente 0,55 a 7 mm.

En la presente realización, la primera porción aplanada 22 está moldeada o formada apretando el tubo de vidrio 20 desde el exterior y tiene la porción de monitorización 12 con una abertura aplanada que es sustancialmente achatada (oval) o una forma similar formada en el interior. El volumen de la porción de monitorización 12 se establece por el área de la sección transversal interna y la longitud, y es importante en vista del método en el que se utiliza la porción de monitorización 12. Esto se debe a que el algoritmo de detección para los cuerpos similares a partículas 51 que se describe a continuación cambiará de acuerdo con la cantidad de descarga que se mantenga en la porción de monitorización 12.

La altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  en la dirección Y de la porción de monitorización 12 se debería seleccionar preferentemente según sea apropiado de acuerdo con el tamaño de los cuerpos similares a partículas 51 que fluyen en la porción de monitorización 12. Es decir, si la altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  de la porción de monitorización 12 es demasiado grande en relación con el tamaño (por ejemplo, el diámetro) de los cuerpos similares a partículas 51, la probabilidad de que los cuerpos similares a partículas 51 estén presentes uno encima del otro (superpuestos) dentro de la porción de monitorización 12 aumenta y, por lo tanto, aumenta la probabilidad de que no sea posible identificar los cuerpos individuales en la pluralidad de cuerpos similares a partículas 51. Por otro lado, si la altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  de la porción de monitorización 12 es demasiado pequeña en relación con el tamaño de los cuerpos similares a partículas 51, la porción de monitorización 12 proporcionará resistencia al paso de los cuerpos similares a partículas 51 y existe la posibilidad de que sea difícil que los cuerpos similares a partículas 51 se descarguen suavemente desde la abertura 11 de la boquilla.

Por consiguiente, la altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  en la dirección Y de la porción de monitorización 12 y el diámetro medio de partícula (diámetro)  $r$  de los cuerpos similares a partículas 51 que deben identificarse deben satisfacer preferiblemente la siguiente condición.

$$1,2 \leq h/r \leq 100,0 \dots (1)$$

$(h/r)$  debería ser más preferiblemente 50,0 o inferior. Además,  $(h/r)$  debe ser preferiblemente 1,4 o superior y aún más preferiblemente 1,5 o superior.

Además, la altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  en la dirección Y de la porción de monitorización 12 y la altura máxima (diámetro interno máximo)  $d$  en la dirección Y de la abertura de la boquilla 11 debe satisfacer preferentemente la condición a continuación.

$$0,5 \leq h/d \leq 20,0 \dots (2)$$



( $h/d$ ) debería ser más preferiblemente de 15,0 o inferior. Además, ( $h/d$ ) debería ser más preferiblemente de 0,8 o superior.

Además, la altura máxima (diámetro interno máximo)  $d$  en la dirección Y de la abertura de la boquilla 11 y la anchura máxima  $b$  en la dirección X de la abertura de la boquilla 11 debe satisfacer preferentemente la condición a

5

$$1,0 \leq b/d \leq 20,0 \dots (3)$$

( $b/d$ ) debería ser más preferiblemente 10,0 o inferior.

Un método de formación de la primera porción aplanada 22 es para calentar el tubo de vidrio 20 y presionar el tubo de vidrio 20 en la dirección arriba-abajo (una dirección perpendicular a la dirección longitudinal). Al formar el tubo de vidrio 20 no en una dimensión (dirección delantera-trasera o longitudinal) sino en dos dimensiones (dirección arriba-abajo y una dirección perpendicular a la dirección longitudinal) presionando el tubo de vidrio 20 en un estado apretado hacia fuera, se forma la porción de monitorización 12 que se proporciona internamente con un espacio aplanado. Además, se forma una superficie plana 22b en el exterior de la primera pared lateral 22a de la primera porción aplanada 22 del tubo de vidrio 20 y se forma una superficie plana 22d en el exterior de la primera pared lateral 22c. Este método de conformación es un ejemplo, pero también es posible moldear el tubo de vidrio 20 en una forma predeterminada soplando un elemento tubular tal como vidrio o resina en un molde como en moldeo por inyección, o enrollando metal para obtener un elemento tubular de una forma predeterminada.

10

15

20

25

La primera pared lateral 22a y la segunda pared lateral 22c pueden ser planas o pueden ser curvadas. Si las paredes son curvadas, los cuerpos similares a partículas 51 de la porción de monitorización 12 serán fáciles de confirmar visualmente debido a un efecto de lente. Por otro lado, si la primera pared lateral 22a y la segunda pared lateral 22c son planas, si la altura máxima (diámetro interno máximo)  $h$  dentro de la porción de monitorización 12 es uniforme, será fácil obtener una imagen con poca distorsión a través de las paredes laterales 22a y 22b que hacen que sea fácil distinguir el tipo de los cuerpos similares a partículas 51 de la forma de los cuerpos similares a partículas 51. Además, la porción de monitorización similar a una caja 12 está construida por las paredes laterales planas 22a y 22c, de modo que los cuerpos similares a partículas 51 pueden dispersarse fácilmente de manera uniforme en la dirección X de la porción de monitorización 12. Por consiguiente, si una pluralidad de cuerpos similares a partículas 51 están presentes en la porción de monitorización 12, es fácil confirmar o detectar visualmente los cuerpos similares a partículas 51.

30

35

La primera porción cilíndrica 23 que es la parte trasera de (al lado de) la primera porción aplanada 22 es una parte que construye un primer canal de conexión 13 para la conexión (que conecta fluidamente) la porción de monitorización 12 y la cavidad 14. Como se muestra en la sección transversal ampliada de la figura 8, la primera porción cilíndrica 23 tiene una alta resistencia por su forma cilíndrica, de modo que incluso si la cavidad 14, que se describe más adelante, se deforma debido al elemento piezoeléctrico 6, dicho cambio en la forma tendrá poco efecto en la primera porción aplanada 22. Debe tenerse en cuenta que para transmitir los cambios en la presión interna de la cavidad 14 a la porción de monitorización 12 y tener el material líquido 50 en la porción de monitorización 12 descargado de la abertura de la boquilla 11, es deseable para el área de la sección transversal interna de la primera porción cilíndrica 23 debe ser sustancialmente la misma que el área de la sección transversal interna de la porción de monitorización 12. Además, en lugar de la primera porción cilíndrica 23, la cavidad 14 y la porción de monitorización 12 pueden estar conectadas por una parte aplanada.

40

45

La segunda porción aplanada 24 a la parte trasera (lado de) la primera porción cilíndrica 23 tiene un espacio aplanado en forma de caja formado en el interior como la misma manera que la primera porción aplanada 22, y es una parte que construye la cavidad 14 que es una cámara de presión. Se muestra una ampliación de la sección transversal de la segunda porción aplanada 24 en la figura 9. El elemento piezoeléctrico plano (elemento piezoeléctrico, accionador) 6 está unido a la superficie (superficie exterior) 24b en el exterior de la pared plana 24a de la cavidad 14. El elemento piezo 6 está unido al tubo de vidrio 20 junto con un electrodo de película delgada 6e hecho de ITO, metal, o similar, recibe pulsos de accionamiento (pulsos de accionamiento de tensión) a través del electrodo 6e y se expande y se contrae para causar fluctuaciones en el volumen interno de la cavidad 14. Debe tenerse en cuenta que un elemento piezoeléctrico 6 es un elemento típico de conversión de presión electro y el elemento piezoeléctrico 6 tiene una construcción conocida que incluye un electrodo y similares.

50

La segunda porción cilíndrica 25 en la parte trasera de la segunda porción aplanada 24 es una parte que construye una segunda trayectoria de conexión 15 para la conexión de la cavidad 14 y una trayectoria de flujo estrecha 16 en la parte trasera que funciona como un orificio en el que el área de abertura es más estrecho. La trayectoria de conexión 15 también funciona como un amortiguador para suministrar el material líquido 50 que incluye los cuerpos en forma de partículas 51 a la cavidad 14.

55

La parte estrecha 26 en la parte trasera de la segunda porción cilíndrica 25 es una parte que construye la trayectoria de flujo 16, donde se estrecha el área de abertura y una ampliación de la sección transversal de la parte estrecha 26 se muestra en la figura 10. El diámetro interior de la trayectoria de flujo 16 es de 20 a 200  $\mu\text{m}$ , por ejemplo, la variación de presión de la cavidad 14 se transmite efectivamente al lado de la abertura de la boquilla 11, de modo

que es difícil que la variación de presión de la cavidad 14 se propague al tubo de suministro 4 y al recipiente 5. Un método para formar la parte estrecha 26 es estirar del tubo de vidrio calentado 20 en la dirección delantera-trasera (dirección longitudinal). La tercera porción cilíndrica 27 en la parte trasera de la parte estrecha 26 es una parte que construye una tercera trayectoria de conexión 17 para conectar al tubo de suministro 4.

5 La parte de extremo delantero 21, la primera porción aplanada 22, la primera porción cilíndrica 23, y la segunda porción aplanada 24 están formadas por trabajo (moldeo) del único tubo de cristal 20. Por consiguiente, dado que es posible formar el tubo de vidrio 20 sin problemas desde la cavidad hasta la abertura de la boquilla, el estancamiento y/o los bloqueos debidos a burbujas o similares casi no se producen, de modo que es posible evitar que los cuerpos similares a partículas 51, tal como células se adhieran e impidan el estancamiento del flujo del material líquido 50 y los bloqueos de los cuerpos similares a partículas 51 desde el principio. Por esta razón, es posible proporcionar el cabezal de descarga 10 que sea adecuado para descargar una amplia variedad de cuerpos similares a partículas 51 y materiales líquidos 50, desde una viscosidad baja hasta una viscosidad alta.

10 Obsérvese que, aunque el tubo de vidrio 20 se usa en la descripción anterior, en lugar del tubo de vidrio 20, es posible formar un tubo de resina o de un tubo cerámico que es transmisor de la luz (transparente) en la misma forma y, por lo tanto, proporcionar un cabezal de descarga 10 que sea continuo y que sea adecuado para medir el número o similar de los cuerpos similares a partículas 51 a bajo coste.

15 De esta manera, puesto que el cabezal de descarga 10 incluye la porción de monitorización aplanada 12 para la parte trasera de la abertura de la boquilla 11 y la porción de monitorización aplanada incluye la abertura de la boquilla aplanada 11, es posible detectar el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 para ser descargados a continuación o para ser descargados posteriormente desde la abertura de la boquilla 11 por el aparato de detección 7. Un ejemplo del aparato de detección 7 se muestra en la figura 4. La unidad de detección 7 incluye una fuente de luz 101 dispuesta de manera que está orientada hacia la primera pared lateral 22a de la primera porción aplanada 22, una unidad de captación de imágenes 102 dispuesta de manera que está orientada hacia la segunda pared lateral 22c opuesta a la fuente de luz 101, y el mecanismo de procesamiento de imágenes 103 que procesa una imagen adquirida por la unidad de captura de imágenes 102. La fuente de luz 101 ilumina los cuerpos similares a partículas 51 presentes en la porción de monitorización 12 y los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en la gota 71 que se descarga desde la abertura de la boquilla 11. Un ejemplo de la fuente de luz 101 es la llamada luz estroboscópica que puede emitir cíclicamente luz, y como ejemplo es posible usar una lámpara halógena como una lámpara de xenón, una lámpara LED o una "luz negra" (luz ultravioleta). Es deseable que la fuente de luz 101 sea capaz de ajustar la luminancia de acuerdo con el rendimiento de la unidad de captación de imágenes 102.

20 La unidad de captación de imágenes 102 adquiere una imagen, a través de la segunda pared lateral transparente 22c de la porción de monitorización 12, que incluye un estado del material líquido 50 iluminado por la fuente de luz 101 y el material líquido 50 descargado desde la abertura de la boquilla 11 hacia los objetivos 81a a 81c. Por consiguiente, cuando se incluyen cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 en la porción de monitorización 12 y/o se incluyen cuerpos similares a partículas 51 en el líquido descargado (gota) 50, al analizar la imagen obtenida, es posible reconocer el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en la porción de monitorización 12 y el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido descargado 50. Se puede proporcionar por separado una unidad de captación de imágenes que adquiere una imagen de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 en la porción de monitorización 12 y una unidad de captación de imágenes que recoge una imagen del líquido descargado desde la abertura de la boquilla 11.

25 Un ejemplo de la unidad de captación de imágenes 102 es una cámara equipada con un elemento de captación de imágenes (CCD, CMOS), y una lente óptica. La lente óptica es capaz de ajustar la distancia focal y también cambiar la ampliación de captación de imágenes y, preferiblemente, debería ser capaz de establecer una ampliación de captación de imágenes en un intervalo en el que sea posible recoger simultáneamente una imagen de una pluralidad de cuerpos diminutos similares a partículas. 51 incluidos en el material líquido 50. El mecanismo de procesamiento de imágenes 103 analiza una imagen adquirida por el elemento de captación de imágenes 102, e identifica la presencia, el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 en la porción de monitorización 12 y la presencia, el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 en las gotas 71 después de la descarga. Un ejemplo del mecanismo de procesamiento de imágenes 103 incluye una función o configuración de procesamiento computacional paralelo, y un ejemplo de los procesadores computacionales paralelos es un procesador de imágenes de alta velocidad que tiene elementos de cálculo de posición correspondientes a cada píxel de un sensor CMOS.

30 La porción de monitorización 12 está aplanada y está formada para ser más ancha en la dirección X y más estrecha en la dirección Y que la primera porción cilíndrica 23. Por consiguiente, si una pluralidad de cuerpos similares a partículas 51, tales como células, incluidas en el material líquido 50, están presentes en la porción de monitorización 12, dichos cuerpos similares a partículas 51 se dispersarán y se extenderán en la dirección X y tenderán a estar presentes en un estado no superpuesto entre la primera pared lateral 22a y la segunda pared lateral 22c. Por esta razón, en el cabezal de descarga 10, cuando una pluralidad de cuerpos similares a partículas 51 están presentes en la porción de monitorización 12, es fácil detectar por separado los cuerpos similares a partículas 51 desde fuera de

la primera pared lateral 22a y la segunda la pared lateral 22c e identificar si una pluralidad de cuerpos similares a partículas 51 están presentes.

De acuerdo con el dispositivo de descarga 1 equipado con el cabezal de descarga 10, mediante la observación de la presencia, el número y la forma de los cuerpos similares a partículas 51 en la porción de monitorización 12 que está inmediatamente por encima (inmediatamente aguas arriba) de la abertura de la boquilla 11, es posible usar el aparato de detección 7 para identificar si los cuerpos similares a partículas 51 se incluyen en el material líquido 50 (la gota 71) para descargarse a continuación y también el número incluido de cuerpos similares a partículas 51 y la forma (tipo) de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos antes de que el material líquido 50 se descargue (dispense) desde la abertura de la boquilla 11 y de este modo obtenga el resultado de detección 7a. Esto significa que con el dispositivo de descarga 1, solo el material líquido 50 que incluye los cuerpos en forma de partículas 51 del número y la forma (tipo) deseados se descarga en uno de los objetivos 81a a 81c y que, en otros casos, es posible agitar el material líquido 50 para cambiar el estado de la porción de monitorización 12 y/o eliminar el material líquido 50 en el eliminador 82 para cambiar el estado de la porción de monitorización 12.

Por lo tanto, de acuerdo con el dispositivo de descarga 1, es posible descargar selectivamente solo una gota 71 (que incluye cuerpos similares a partículas) cuando el resultado de la detección 7a satisface una condición predeterminada sobre los objetivos 81a a 81c. Por esta razón, al dispensar las gotas 71 que incluyen los cuerpos similares a partículas 51 en una microplaca (objetivo) que incluye una pluralidad de pozos, es posible reducir en gran medida la presencia de pozos desperdiciados que no satisfacen las condiciones de un experimento o similar.

La figura 11 muestra un ejemplo diferente de un cabezal de descarga 10. El tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10 está equipado con la abertura de boquilla 11 que es cilíndrica. En la parte de extremo frontal 21 del tubo de vidrio 20 que forma la abertura de la boquilla 11, el extremo frontal del tubo de vidrio 20 está moldeado o conformado en una forma estrecha de un tamaño adecuado como la abertura de la boquilla 11. Un diámetro interno típico de la abertura de la boquilla 11 es de 15-200  $\mu\text{m}$ .

En el dispositivo de descarga 1 también equipado con el cabezal de descarga 10, la presencia y el número de cuerpos similares a las partículas 51 se observan en la porción de monitorización 12 que está conectada a y está inmediatamente por encima (inmediatamente aguas arriba) de la abertura de la boquilla 11. Esto significa que es posible antes de que el material líquido 50 sea descargado (dispensado) desde la abertura de la boquilla 11, adquirir, desde el aparato de detección 7, un resultado de detección 7a que incluya si se incluyen cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 (la gota 71) que se descargará a continuación y el número, la forma y similares de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos. Por esta razón, en el dispositivo de descarga 1, es posible descargar solo el material líquido 50 que incluye los cuerpos en forma de partículas 51 de la condición deseada, es decir, un número y/o forma (tipo) predeterminados en uno predeterminado de los objetivos 81a a 81c. Cuando el resultado de detección 7a no coincide con la condición deseada, es posible agitar el material líquido 50 para cambiar el estado de la porción de monitorización 12 y/o eliminar el material líquido 50 en el eliminador 82 para cambiar el estado del porción de monitorización 12. Dado que la construcción restante del cabezal de descarga 10 es la misma que el cabezal de descarga descrito anteriormente, se omite su descripción.

La figura 12 muestra otro ejemplo del cabezal de descarga 10. El tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10 está equipado con una porción de monitorización cilíndrica 12. Es decir, el tubo de vidrio 20 incluye una cuarta porción cilíndrica 28 que forma la porción de monitorización 12 en la parte trasera de la parte de extremo frontal 21 y delante de la primera porción cilíndrica 23. Por consiguiente, si el tamaño de los cuerpos similares a partículas 51 es comparativamente grande y el diámetro de las partículas (diámetro)  $r$  de los cuerpos similares a partículas 51 es de 10  $\mu\text{m}$  o superior, por ejemplo, es posible detectar los cuerpos similares a partículas 51 proporcionando la cuarta porción cilíndrica 28 donde el tubo de vidrio 20 es todavía cilíndrico en lugar de la primera porción aplanada 22 donde el tubo de vidrio 20 se moldea al ser apretado desde el exterior. Dado que la construcción restante del cabezal de descarga 10 es la misma que el cabezal de descarga descrito anteriormente, se omite su descripción.

Por otra parte, si el diámetro de partícula (diámetro)  $r$  de los cuerpos similares a partículas 51 está por debajo de 10  $\mu\text{m}$ , como hay una mayor probabilidad de que los cuerpos similares a partículas 51 estén presentes uno sobre el otro (solapándose entre sí) dentro de la porción de monitorización 12 y una mayor probabilidad de que no sea posible distinguir los cuerpos individuales similares a partículas 51 de la pluralidad de cuerpos similares a partículas 51, es preferible proporcionar la primera porción aplanada 22 formada al apretar el vidrio tubo 20 desde el exterior. Si el diámetro de partícula (diámetro)  $r$  de los cuerpos similares a partículas 51 es de 5  $\mu\text{m}$  o inferior, es incluso más preferible proporcionar la primera porción aplanada 22.

La figura 13 muestra, a modo de diagrama de flujo, un método (un método de control del dispositivo de descarga 1) para descargar una gota 71 que incluye cuerpos similares a partículas 51 según una condición predeterminada en uno de los objetivos 81a a 81c usando el dispositivo de descarga 1 equipado con el cabezal de descarga 10.

Si en la etapa 110, una instrucción de descarga ha sido emitida desde el aparato huésped, en la etapa 111 la unidad de control 74 utiliza una imagen de una superficie de la boquilla 11a de la abertura de la boquilla 11 obtenida a partir del aparato de detección 7 para determinar si los cuerpos similares a partículas 51 están presentes en la superficie 11a de la boquilla de la abertura 11 de la boquilla mostrada en la figura 5. Si en la superficie de la boquilla 11a están

presentes cuerpos similares a partículas 51 u otra sustancia extraña, la unidad de control 74 cambia al modo de lavado (modo de limpieza) en la etapa 112b. Si los cuerpos similares a partículas 51 u otra materia extraña está presente en la superficie de la boquilla 11a, la dirección de vuelo de la gota 71 descargada desde el cabezal de descarga 10 cambiará y existe la posibilidad de que la gota 71 no alcance el objetivo deseado. Por consiguiente, primero se confirma si la superficie de la boquilla 11a está limpia, y si hay materia extraña, se limpia la superficie de la boquilla 11a.

En el modo de limpieza, el accionador 79 y/o 89 se utiliza para mover el cabezal de descarga 10 a la posición inicial y la superficie 11a de la boquilla se limpia usando un mecanismo de limpieza o similar proporcionado en la posición inicial para eliminar la materia extraña. En el modo de limpieza, el cabezal de descarga 10 se puede mover al eliminador 82 y los cuerpos en forma de partículas 51 o la materia extraña presente en la superficie de la boquilla 11a se pueden retirar eliminando la gota (es decir, limpiando).

Después de que termine la limpieza en la etapa 112b, el control vuelve a la etapa 110, se confirma que se lleva a cabo una instrucción de descarga, y el proceso de descarga que se describe a continuación continúa. Una vez finalizada la limpieza en la etapa 112b, el control puede volver a la etapa 111 sin confirmar la instrucción de descarga para confirmar una vez más si hay materia extraña en la superficie de la boquilla 11a y luego continuar el proceso de descarga que se describe a continuación.

Si los cuerpos similares a partículas 51 no se detectan en la superficie 11a de la boquilla, en la etapa 112a una unidad de adquisición 75 de la unidad de control 74 adquiere el resultado de la detección 7a, incluyendo información sobre el número y/o la forma (por ejemplo, el tamaño (diámetro), forma, patrón y color) de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 en la porción de monitorización 12 de la unidad de detección 7. En la etapa 113, si una condición tal como el número y/o la forma o similar de los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el resultado de detección 7a está dentro de un intervalo de una condición predeterminada, en la etapa 114a la unidad de cambio de objetivo de descarga 78 de la unidad de cambio de estado 76 selecciona uno de los objetivos 81a a 81c y en la etapa 114b mueve el cabezal de descarga 10 a uno de los objetivos 81a a 81c que coincide con la condición predeterminada utilizando el accionador 79 y/o 89 y usa la unidad de accionamiento 2 para descargar el material líquido 50 en el objetivo designado 81.

Por otra parte, si el resultado de la detección adquirida 7a no está dentro del intervalo de la condición predeterminada, en la etapa 115a la unidad de cambio de estado 76 determina si se elimina el material líquido 50. Si el material líquido 50 se va a eliminar, en la etapa 115b, una unidad de eliminación 78a de la unidad de cambio de objetivo de descarga 78 mueve el cabezal de descarga al eliminador 82 utilizando el accionador 79 y/o 89 y la eliminación se lleva a cabo utilizando la unidad de accionamiento 2. Después de esto, el control vuelve a la etapa 110.

Si el material líquido 50 no debe eliminarse, en la etapa 116, una unidad de agitación 77 controla una tensión de accionamiento aplicada al elemento piezoeléctrico (elemento piezo) 6 de la unidad de accionamiento 2 para cambiar o fluctuar la presión interna de la cavidad 14 hasta un punto en el que no se descarga una gota, agitando así el material líquido 50 y cambiando el estado de la porción de monitorización 12, luego el control vuelve a la etapa 110.

Mediante la selección de la agitación en la etapa 116, es posible cambiar la distribución y posición de los cuerpos similares a partículas 51 en la porción de monitorización 12 sin eliminar los cuerpos similares a partículas 51. Esto significa que es posible reducir en gran medida la presencia (cantidad) de cuerpos similares a partículas 51 que se desperdician y también es innecesario mover el cabezal de descarga 10 o la mesa 83 utilizando el accionador 79 y/o 89 para llevar a cabo la eliminación.

La decisión de seleccionar la eliminación en la etapa 115b o seleccionar la agitación en la etapa 116 se puede establecer de antemano como un ajuste inicial de la unidad de cambio de estado 76 o la eliminación puede seleccionarse cuando un resultado de detección 7a que coincide con una condición predeterminada no se ha obtenido a pesar de que la agitación se repite varias veces. También es posible seleccionar la agitación o la eliminación determinando, de acuerdo con el resultado de detección 7a, si es posible cambiar el estado de la porción de monitorización 12 para que coincida con la condición predeterminada seleccionando la agitación en la etapa 116.

Cuando una gota 71 se descarga sobre uno de los objetivos 81a a 81c en la etapa 114b o el material líquido 50 se elimina en la etapa 115b, la unidad de control 74 acciona el elemento piezoeléctrico 6 a través del aparato de accionamiento 2 con pulsos de accionamiento para un tipo (método) que "empuje", no accionando pulsos para un tipo (método) de "tracción". Aquí, la expresión "tipo de tracción" se refiere, por ejemplo, a aplicar una tensión al elemento piezoeléctrico 6 en un estado normal para mantener la cavidad 14 en un estado con un volumen reducido, reduciendo la tensión aplicada inmediatamente antes de la descarga para aumentar el volumen de la cavidad 14 y luego aplicar una tensión una vez más para reducir el volumen de la cavidad 14 y descargar una gota 71. Por otro lado, la expresión "tipo de empuje" se refiere a que no se aplica tensión al elemento piezoeléctrico 6 en un estado normal y se aplica una tensión cuando se descarga una gota 71 para hacer que el elemento piezoeléctrico 6 se deforme y aumente la presión en la cavidad 14, descargando así una gota 71.

Dado que el menisco de la abertura de la boquilla 11 se estirará si se usan los pulsos del tipo de tracción, el menisco se puede estirar hasta el interior de la porción de monitorización 12, lo que varía el estado interno de la porción de monitorización 12. Esto significa que el estado de la porción de monitorización 12 que se confirmó en la etapa 113 puede cambiar y se incluirán cuerpos similares a partículas 51 inesperados en la gota 71 que se descarga. Por otro lado, con los pulsos de tipo de empuje, ya que el menisco de la abertura de la boquilla 11 apenas se arrastra, el estado de la porción de monitorización 12 no variará y será posible descargar una gota 71 que incluye los cuerpos similares a partículas 51 esperados.

Inmediatamente después de suministrar pulsos de accionamiento para el método de empuje al elemento piezoeléctrico 6 en la etapa 114b, la unidad de accionamiento 2 suministra pulsos que cancelan el movimiento del menisco al elemento piezoeléctrico 6 en la etapa 117. Al causar una atenuación rápida de la vibración del menisco y suprimir al mínimo el movimiento del menisco, es posible estabilizar rápidamente el estado interno de la porción de monitorización 12.

Si, en la etapa 114b, los cuerpos similares a partículas 51 de la condición indicada han sido descargados en el objetivo indicado 81a a 81c, en la etapa 118a la unidad de adquisición 75 de la unidad de control 74 adquiere una imagen de la gota inmediatamente después de la descarga y un resultado de detección 7a para la porción de monitorización 12 después de la descarga desde el aparato de detección 7.

En la etapa 118b, si los cuerpos similares a partículas 51 que satisfacen las condiciones antes de la descarga están presentes en el resultado de la detección 7a después de la descarga, la unidad de control 74 determina que una gota 71 que incluye los cuerpos similares a partículas 51 no se ha descargado. Si el material líquido 50 puede descargarse repetidamente sobre el objetivo deseado 81a a 81c, en la etapa 120 el control vuelve a la etapa 110 sin cambiar el objetivo, las condiciones se confirman nuevamente en las etapas 111 y 113, y luego se repite la descarga en la etapa 114b.

Si los cuerpos similares a partículas 51 que satisfacen las condiciones antes de la descarga no están presentes en el resultado de detección 7a después de la descarga, en la etapa 119 la unidad de control 74 usa la imagen de la gota descargada para determinar si los cuerpos similares a partículas 51 de condiciones predeterminadas se incluyeron en la gota descargada. Si no se detectan cuerpos similares a partículas 51 en la gota 71 descargada, la unidad de control 74 determina que una gota 71 que incluye los cuerpos similares a partículas 51 no se ha descargado en el objetivo 81a a 81c deseado. Si el material líquido 50 puede descargarse repetidamente sobre el objetivo deseado 81a a 81c, en la etapa 122 el control vuelve a la etapa 110 sin cambiar el objetivo 81, las condiciones se confirman nuevamente en las etapas 111 y 113 y luego se repite la descarga en la etapa 114b.

Al mismo tiempo que en la etapa 118b o en torno al mismo tiempo, mediante la confirmación en la etapa 119 que los cuerpos similares a partículas 51 se incluyen en la gota 71 después de la descarga, la posibilidad de que los cuerpos similares a partículas 51 se adhieran a la superficie de la boquilla 11a y de que no se descarguen en el objetivo 81 se detecta, de modo que es posible descargar de manera fiable los cuerpos similares a partículas 51.

Si en la etapa 121 existe otro objetivo, en la etapa 123 hay un cambio a otro objetivo y el control vuelve a la etapa 110. Si no hay otro objetivo en la etapa 121, el control finaliza.

La figura 14 muestra un ejemplo de un algoritmo para un caso en el que una gota 71 que incluye solo un cuerpo similar a una partícula 51 se descarga en un objetivo 81. En este algoritmo, la unidad de control 74 del dispositivo de descarga 1 utiliza el aparato de detección 7, el aparato de accionamiento 2 para controlar el elemento piezoeléctrico 6 y el segundo accionador 79 y/o el tercer accionador 89 para el movimiento. Debe tenerse en cuenta que se omite la descripción para las etapas que son las mismas que el diagrama de flujo descrito anteriormente.

La figura 15 muestra el estado de la porción de monitorización 12. En este ejemplo, como se muestra en la figura 15, la porción de monitorización 12 tiene un volumen que contiene una cantidad equivalente a tres descargas y el interior de la porción de monitorización 12 se divide ideal o virtualmente en una parte (primera región) 31 para ser descargada a continuación desde la abertura de la boquilla 11, una parte (segunda región) 32 para descargarse después de eso (es decir, segunda), y una parte (tercera región) 33 para descargarse después de eso (es decir, tercera). Aunque la porción de monitorización 12 del cabezal de descarga 10 se muestra en la figura 15 como claramente separada en estas regiones 31 a 33 desde la abertura de la boquilla 11 en el extremo frontal hasta el extremo posterior 29, dichas regiones son regiones virtuales configuradas para el análisis de imágenes y la forma de los límites de las regiones 31 a 33 no está limitada a este ejemplo.

Si, en la etapa 110, una instrucción de descarga ha sido emitida desde el aparato huésped, en la etapa 111 la unidad de control 74 determina si los cuerpos similares a partículas 51 se han detectado en la superficie de la boquilla 11a de la abertura de la boquilla 11. Si no se han detectado cuerpos similares a partículas 51 en la superficie de la boquilla 11a, en la etapa 112a, la unidad de adquisición 75 de la unidad de control 74 adquiere el resultado de detección 7a que incluye información sobre los cuerpos similares a partículas 51 incluidos en el material líquido 50 de la porción de monitorización 12 del aparato de detección 7.

En la etapa 113a, si no se han detectado cuerpos similares a partículas 51 (detección cero) o dos o más cuerpos similares a partículas 51 se han detectado en la primera región 31 más cercana a la abertura de la boquilla 11 en la

porción de monitorización 12, la unidad de cambio de estado 76 determina si se debe eliminar el material líquido 50 en la etapa 115a. Si el material líquido 50 se va a eliminar, en la etapa 115b, la unidad de eliminación 78a de la unidad de cambio de objetivo de descarga 78 apunta a la abertura de la boquilla 11 hacia el eliminador 82 utilizando el accionador 79 y/o 89, realiza la eliminación utilizando la unidad de accionamiento 2, y el control vuelve a la etapa 110. Si el material líquido 50 no se debe eliminar, en la etapa 116 la unidad de agitación 77 agita el material líquido 50 con una cantidad de presión que no provoca que la descarga cambie el estado de la porción de monitorización 12 y el control vuelve a la etapa 110.

La figura 15(a) muestra un caso en el que se detectan cero cuerpos similares a partículas 51, es decir, no se detectan cuerpos similares a partículas 51, en la primera región 31. La figura 15(b) muestra un caso en el que dos cuerpos similares a partículas 51 están presentes en la primera región 31. La primera región 31 contiene el material líquido 50 para ser descargado a continuación desde la abertura de la boquilla 11 y si hay cero o dos o más cuerpos similares a partículas 51 presentes en la primera región 31, eliminar o agitar el material líquido 50 en la etapa 115 y 116, es posible evitar el fallo de que un cuerpo similar a una partícula 51 entre en el objetivo 81 o el suministro de dos o más cuerpos similares a partículas 51.

Al mismo tiempo que en la etapa 113a o en torno al mismo tiempo, si en la etapa 113b uno o más cuerpos similares a partículas 51 se mide en la segunda región 32 que se va a descargar después de la primera región 31, la unidad de cambio de estado 76 determina en la etapa 115a si debe eliminar el material líquido 50. Si el material líquido 50 se va a eliminar, en la etapa 115b, la unidad de eliminación 78a apunta a la abertura de la boquilla 11 hacia el eliminador 82 utilizando el accionador 79 y/o 89, realiza la eliminación utilizando la unidad de accionamiento 2, y el control vuelve a la etapa 110. Si el material líquido 50 no se debe eliminar, en la etapa 116 la unidad de agitación 77 agita el material líquido 50 con una cantidad de presión que no provoca que la descarga cambie el estado de la porción de monitorización 12 y el control vuelve a la etapa 110.

La figura 15(c) muestra un estado en el que un cuerpo similar a una partícula 51 está presente en la primera región 31 y un cuerpo similar a una partícula 51 está también presente en la segunda región 32. Si los cuerpos similares a partículas 51 están presentes en la segunda región 32 que es adyacente a la primera región 31, existe la posibilidad de que los cuerpos similares a partículas 51 en la segunda región 32 se descarguen junto con los cuerpos similares a partículas 51 en la primera región 31 en la siguiente descarga, lo que daría lugar a que una gota 71 que incluye dos cuerpos similares a partículas 51 se descargue en el objetivo 81 en la siguiente. En este caso, la segunda región 32 se usa como una región amortiguadora y si un cuerpo similar a partículas o cuerpos similares a partículas 51 se incluyen en la segunda región 32, el material líquido 50 se agita o se elimina para cambiar el estado de la porción de monitorización 12 y mejorar aún más la precisión de descarga.

Si, en las etapas 113a y 113b, una condición para la agitación o la eliminación del material líquido 50 no se satisface, en la etapa 114 la unidad de cambio del objetivo de descarga 78 de la unidad de cambio de estado 76 utiliza el accionador 79 y/o 89 para apuntar a la abertura de la boquilla 11 hacia el objetivo 81 y descarga el material líquido 50 en la primera región 31 sobre el objetivo 81 utilizando la unidad de accionamiento 2. El caso donde una condición para agitar o eliminar el material líquido 50 no se satisface en las etapas 113a y 113b se refiere a un caso donde solo se detecta un cuerpo similar a una partícula 51 en la primera región 31 y no se detectan cuerpos similares a partículas 51 en la segunda región 32. La figura 15(d) muestra un ejemplo de este estado. Dado que solo un cuerpo similar a una partícula 51 está presente en la región que incluye la primera región 31 y la segunda región 32 que es la región amortiguadora, una gota 71 que incluye solo un cuerpo similar a una partícula 51 se descargará hacia el objetivo 81 en la etapa 114.

Después de que el cuerpo similar a partículas 51 se haya descargado, en la etapa 118 la unidad de adquisición 75 de la unidad de control 74 adquiere una imagen de la gota inmediatamente después de la descarga y el resultado de la detección 7a para la porción de monitorización 12 después de la descarga desde el aparato de detección 7. En la etapa 118b, se determina si se ha detectado un cuerpo similar a una partícula 51 en la primera región 31. Si no se ha detectado un cuerpo similar a una partícula 51 en la primera región 31, en la etapa 119, la unidad de control 74 usa una imagen de la gota descargada para determinar si se detecta un cuerpo similar a una partícula 51 en la gota 71 descargada. Por otra parte, si se detecta un cuerpo similar a una partícula 51 en la primera región 31, la unidad de control 74 determina que una gota 71 con un cuerpo similar a una partícula 51 no se ha descargado. En el caso de que se pueda repetir la descarga del material líquido 50 sobre el objetivo 81, en la etapa 120 el control vuelve a la etapa 110 sin cambiar el objetivo 81, las condiciones de la porción de monitorización 12 se confirman nuevamente en las etapas 113a y 113b, y la descarga se lleva a cabo de nuevo en la etapa 114.

Si en la etapa 119, un cuerpo similar a una partícula 51 se ha detectado en la gota descargada 71, la unidad de control 74 determina que una gota 71 de una condición predeterminada, es decir, una gota 71 que incluye un cuerpo similar a una partícula 51 se ha descargado en el objetivo 81 y en la etapa 121 determina si hay otro objetivo 81 sobre el cual se descargará un cuerpo similar a una partícula 51. Por otro lado, si no se ha detectado un cuerpo similar a una partícula 51 en la gota 71 descargada, la unidad de control 74 determina que una gota 71 que incluye un cuerpo similar a una partícula 51 no se ha descargado en el objetivo 81. En el caso de que se pueda repetir la descarga del material líquido 50 sobre el objetivo 81, en la etapa 122 el control vuelve a la etapa 110 sin cambiar el objetivo 81, las condiciones de la porción de monitorización 12 se confirman nuevamente en la etapa 112, y la descarga se lleva a cabo de nuevo en la etapa 114.

Si, en la etapa 121, hay otro objetivo, en la etapa 123 el objetivo se cambia al otro objetivo y el control vuelve a la etapa 110. Si, en la etapa 121, no hay otro objetivo, el control finaliza.

5 Si la descarga de material líquido 50 se puede repetir, el volumen **Q1** de la primera región 31 debe satisfacer preferentemente la condición (A) por debajo con relación al volumen **q** de una gota 71 descargada desde la abertura de la boquilla 11.

$$1 \leq Q1/q \leq 1000 \dots (A)$$

Además, el volumen **Q2** de la segunda región 32 debe satisfacer preferentemente la condición (B) a continuación.

$$0 \leq Q2/q \leq 1000 \dots (B)$$

10 Si la concentración de los cuerpos similares a partículas 51 en el material líquido 50 es suficientemente baja o el volumen **Q1** de la primera región 31 es grande en relación con el volumen **q** de la gota 71, la segunda región 32 no necesita proporcionarse y la etapa 112b puede omitirse.

15 En el caso de la condición (A) anterior, los cuerpos similares a partículas 51 presentes en la primera región 31 se descargan sobre el objetivo 81 o se eliminan en **Q1/q** descargas. Por consiguiente, en la etapa 114 y 115, el control puede regresar a la etapa 110 y confirmar el estado de la porción de monitorización 12 después de cada descarga o puede regresar a la etapa 110 después de un máximo de **Q1/q** descargas.

20 Además, cuando el estado antes de la descarga no satisface la condición y el material líquido 50 se elimina en la etapa 115, si la concentración de los cuerpos similares a partículas 51 con relación al volumen del material líquido 50 en una descarga única es demasiado alta, el número de cuerpos similares a partículas 51 que se eliminan aumentará, lo que puede resultar fácilmente en un alto coste. Por otra parte, si la concentración de los cuerpos similares a partículas 51 en relación con el volumen del material líquido 50 por descarga individual es demasiado baja, la cantidad de veces que la eliminación se realizará hasta que el número de cuerpos similares a partículas 51 coincida la condición predeterminada aumenta, lo que dificulta la reducción del tiempo requerido para descargar en el objetivo 81.

25 Por consiguiente, es preferible descargar una gota 71 con el volumen **q** que satisface la condición siguiente en cada descarga individual desde la abertura 11 de la boquilla.

$$0,0001 \leq D \times q \leq 3,0 \dots (5,0)$$

donde **D** es el número de cuerpos similares a partículas 51 incluidos por unidad de volumen del material líquido 50. (**D×q**) debe ser más preferiblemente 2,0 o inferior o incluso más preferiblemente 1,0 o inferior. Además, (**D×q**) debería ser más preferiblemente de 0,001 o más o incluso más preferiblemente de 0,01 o más.

30 La figura 16 muestra otro ejemplo del cabezal de descarga 10. El tubo de vidrio 20 de este cabezal de descarga 10 está equipado con una cavidad cilíndrica 14. Es decir, el tubo de vidrio 20 incluye una quinta porción cilíndrica 34 que forma la cavidad 14 en la parte trasera de la primera porción cilíndrica 23 y en la parte frontal de la segunda porción cilíndrica 25. El elemento piezoeléctrico 6 que es cilíndrico está unido a través de un electrodo 6e a una superficie (superficie exterior) 34b en el exterior de la pared cilíndrica 34a de la cavidad 14. Por consiguiente, incluso  
35 en el denominado cabezal de descarga 10 de tipo Gould donde se combinan el tubo de vidrio 20 y el elemento piezoeléctrico cilíndrico 6, es posible proporcionar una porción de monitorización 12 para detectar los cuerpos similares a partículas 51 entre la cavidad 14 y la abertura de la boquilla 11. Dado que la construcción restante del cabezal de descarga 10 es la misma que el cabezal de descarga descrito anteriormente, se omite su descripción. De esta manera, al proporcionar la porción de monitorización 12 entre la cavidad 14 y la abertura de la boquilla 11  
40 independientemente de la construcción de la cavidad 14, es posible descargar selectivamente una gota 71 que incluye cuerpos similares a partículas 51 de acuerdo con una condición predeterminada en el objetivo 81.

45 También es posible utilizar un método de chorros de tinta de tipo térmico, donde un calentador está unido al tubo de vidrio 20 del cabezal de descarga 10 en lugar del elemento piezoeléctrico 6 y la presión interna de la cavidad 14 se varía utilizando burbujas. Además, aunque un ejemplo de un algoritmo de control de la unidad de control 74 basado en un ejemplo que descarga una gota 71 que incluye un cuerpo similar a una partícula 51 se ha explicado en la descripción anterior, el algoritmo puede descargar gotas 71 que incluyen **n** (donde **n** es un entero arbitrario) cuerpos similares a partículas 51.

50 La figura 17 muestra otro ejemplo más del cabezal de descarga 10 a través de una vista en sección transversal. La cavidad 14 del cabezal de descarga 10 se moldea en un estado donde las paredes en ambos lados se estrechan y una segunda pared 24c con una superficie exterior 24d que es plana en el lado opuesto se proporciona en una posición que se enfrenta (es decir, es opuesta) a la primera pared 24a con la pared exterior plana 24b sobre la cual se fija el elemento piezoeléctrico 6. En el cabezal de descarga 10, un segundo elemento piezoeléctrico 8, que se acciona independientemente del elemento piezoeléctrico (primer elemento piezoeléctrico) 6 unido a la primera pared 24a, está unido a la superficie exterior 24d de la segunda pared 24c en una posición que está desplazada para no  
55 estar frente al primer elemento piezoeléctrico 6 en la dirección Y. Es posible suministrar pulsos de accionamiento

2p1 y 2p2 con diferentes temporizaciones, anchuras de pulso, alturas de pulso y similares desde la unidad de accionamiento 2 hasta el primer elemento piezoeléctrico 6 y el segundo elemento piezoeléctrico 8, respectivamente.

5 Por ejemplo, al suministrar a los pulsos de accionamiento 2p1 y 2p2 una temporización diferente o al cambiar el tiempo durante el cual los elementos piezoeléctricos 6 y 8 se deforman (son desplazados) por los pulsos de accionamiento 2p1 y 2p2, es posible producir una onda que se propaga desde la cavidad 14 hacia la abertura de la boquilla 11 con el material líquido 50 mantenido dentro del cabezal de descarga 10 como medio. Por consiguiente, como se muestra en la figura 18, es posible mover los cuerpos similares a partículas 51 presentes en la segunda región 32 hacia la primera región 31 y más hacia la abertura de la boquilla 11 usando la onda móvil. Debe tenerse en cuenta que el primer elemento piezoeléctrico 6 y el segundo elemento piezoeléctrico 8, se pueden unir a la primera pared 24a y a la segunda pared 24c para enfrentarse entre sí en la dirección Y o se pueden unir a una de la primera pared 24a y la segunda pared 24c en posiciones que se desplazan en la dirección longitudinal 9z.

10 Debe tenerse en cuenta que como se muestra en la figura 18, que las regiones 31 a 33 dentro de la porción de monitorización 12 pueden estar separadas entre sí de manera radial (es decir, en forma de arco) desde la abertura de la boquilla 11 hacia la cavidad 14. Aunque las regiones 31 a 33 están configuradas para tener límites convexos desde la abertura de la boquilla 11 hacia la cavidad 14, también es posible establecer límites convexos desde la cavidad 14 hacia la abertura de la boquilla 11. Las formas de los límites 31 a 33 se pueden cambiar según corresponda de acuerdo con el método de descarga, tal como el método de empuje o el método de tracción, o según las condiciones tales como la forma o similar de la porción de monitorización 12 y/o la abertura de la boquilla 11.

15 Debe tenerse en cuenta que los objetivos para descargar los cuerpos similares a partículas 51 y el material líquido 50 incluyen un equipo experimental y de prueba bien conocido, tal como una microplaca (microplaca de pozos), una placa de vidrio, un tubo de ensayo o una placa Petri, y equipos de análisis tales como una micromatriz de ADN (chip de ADN) donde se disponen una gran cantidad de fragmentos de ADN con una alta densidad en una placa de plástico, vidrio o similares.

20 Aunque un ejemplo que utiliza un accionador como elemento piezoeléctrico se ha explicado en la descripción anterior, el accionador que varía la presión interna de la cavidad puede ser un calentador que produce burbujas dentro de la cavidad usando calor. Sin embargo, un elemento piezoeléctrico es preferible como accionador, ya que un elemento piezoeléctrico es capaz de cambiar la presión dentro de la cavidad utilizando una fuerza mecánica con poco efecto térmico sobre el líquido y los cuerpos similares a partículas incluidos en la misma. Además, aunque el accionador es accionado por pulsos de accionamiento para el método de empuje en la descripción anterior, se puede usar el método de tracción. El método de empuje puede suprimir el arrastre del menisco en la abertura de la boquilla hasta la porción de monitorización, lo que facilita la estabilización del estado de la porción de monitorización 12. Esto significa que cuando se descarga líquido que incluye cuerpos similares a partículas que coinciden con una condición predeterminada, se puede suprimir una caída en la precisión de descarga debido a la inclusión de un número inesperado de cuerpos similares a partículas.

35



**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de descarga (1) que comprende un cabezal de descarga (10) que descarga un material líquido (50) desde una abertura de boquilla (11) conectada a una cavidad (14) variando una presión interna de la cavidad utilizando un accionador (6),
- 5 en el que el cabezal de descarga incluye una porción de monitorización (12) que es transmisora de luz y se proporciona entre la cavidad y la abertura de la boquilla,
- y el dispositivo de descarga comprende además:
- 10 un aparato de detección (7) que incluye una unidad de captación de imágenes (102) que lleva a cabo el reconocimiento de imágenes en cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido (50) que usa luz para detectar un resultado (7a) que es un número y/o forma de los cuerpos similares a partículas (51) incluidos en el material líquido en la porción de monitorización del cabezal de descarga; y
- un aparato de control (74) que cambia un estado de los cuerpos similares a partículas en la porción de monitorización al accionar el accionador de acuerdo con el resultado detectado del aparato de detección.
2. El dispositivo de descarga de acuerdo con la reivindicación 1,
- 15 en el que la porción de monitorización incluye una porción aplanada donde una sección transversal de una trayectoria de flujo (9z) desde la cavidad hasta la abertura de la boquilla del cabezal de descarga se extiende como achatada en una primera dirección (9x), dispersando la porción aplanada los cuerpos similares a partículas en la primera dirección.
3. El dispositivo de descarga de acuerdo con la reivindicación 2,
- 20 en el que la abertura de la boquilla se aplanada para extenderse en la primera dirección.
4. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3,
- en el que el aparato de control incluye una función (77) de agitación, de acuerdo con el resultado detectado, del material líquido en la porción de monitorización sin hacer que el material líquido se descargue desde la abertura de la boquilla.
- 25 5. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- en el que el aparato de control incluye una función (78) que cambia un objetivo de descarga del material líquido de acuerdo con el resultado detectado.
6. El dispositivo de descarga de acuerdo con la reivindicación 5,
- en el que la función que cambia el objetivo de descarga incluye una función que elimina el material líquido.
- 30 7. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- en el que la porción de monitorización incluye una región (31, 32, 33) para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y
- el aparato de control incluye una función que cambia un objetivo de descarga (78) del material líquido de acuerdo con el resultado detectado del material líquido a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla.
- 35 8. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- en el que la porción de monitorización incluye una región (31, 32, 33) para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y
- el aparato de control incluye una función que elimina el material líquido (78a) si el resultado detectado del material líquido a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla no satisface una condición predeterminada.
- 40 9. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4,
- en el que la porción de monitorización incluye una región para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y
- 45 el aparato de control incluye una función que elimina el material líquido si el resultado detectado del material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla incluye cero o dos o más cuerpos similares a partículas.

10. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9,  
 en el que la porción de monitorización incluye una primera región (31) que está conectada a la abertura de la boquilla y una segunda región (32) que sigue a la primera región,  
 el aparato de detección adquiere el resultado de la primera región de la porción de monitorización y el resultado de la segunda región, y
- 5 el aparato de control es operable, cuando el resultado detectado de la primera región está fuera del intervalo de una condición predeterminada o cuando el resultado detectado de la segunda región está fuera del intervalo de una condición predeterminada, para cambiar el estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización.
- 10 11. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10,  
 en el que el accionador es un elemento piezoeléctrico, y  
 el aparato de control incluye un aparato de accionamiento (2) que suministra pulsos de accionamiento de un tipo de empuje al elemento piezoeléctrico cuando se va a descargar el material líquido.
12. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,  
 en el que el accionador está unido al exterior de una pared (24a) de la cavidad.
- 15 13. El dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12,  
 en el que el cabezal de descarga comprende un elemento tubular, que es uno de entre un tubo de vidrio (20), un tubo de resina y un tubo de cerámica que es transmisor de luz.
- 20 14. Un método para descargar un material líquido (50) que incluye cuerpos similares a partículas (51) sobre un objetivo (81) usando un dispositivo de descarga (1),  
 en el que el dispositivo de descarga incluye un cabezal de descarga (10) que descarga el material líquido desde una abertura de boquilla (11) conectada a una cavidad (14) variando una presión interna de la cavidad usando un accionador, un aparato de control (74) que controla el accionador, y un aparato de detección (7) que incluye una unidad de captación de imágenes (102) que lleva a cabo el reconocimiento de imágenes usando luz en los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en una porción de monitorización de transmisión de luz (12) proporcionada entre la cavidad y la abertura de la boquilla,  
 comprendiendo el método:
- 25 el aparato de control adquiere, a partir del aparato de detección, un resultado de detección que incluye un número y/o forma de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido, y
- 30 cambiar un estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización accionando el accionador de acuerdo con el resultado detectado.
15. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14,  
 en el que el cambio de estado incluye agitar el material líquido en la porción de monitorización sin tener el material líquido descargado desde la abertura de la boquilla de acuerdo con el resultado detectado.
- 35 16. El método de acuerdo con la reivindicación 14 o 15,  
 en el que el cambio de estado incluye cambiar un objetivo de descarga del material líquido de acuerdo con el resultado detectado.
17. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16,  
 en el que el cambio de un objetivo de descarga incluye la eliminación del material líquido.
- 40 18. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14,  
 en el que la porción de monitorización incluye una región (31, 32, 33) para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y  
 en el que el cambio de estado incluye cambiar un objetivo de descarga del material líquido de acuerdo con el resultado detectado del material líquido a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla.

19. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14,  
en el que la porción de monitorización incluye una región (31, 32, 33) para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y
- 5 en el que el cambio de estado incluye eliminar el material líquido si el resultado detectado del material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla no satisface una condición predeterminada.
20. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14,  
en el que la porción de monitorización incluye una región (31, 32, 33) para mantener el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla, y
- 10 en el que el cambio de estado incluye eliminar el material líquido si están presentes cero o dos o más cuerpos similares a partículas en el material líquido que se va a descargar a continuación desde la abertura de la boquilla.
21. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 y 20,  
en el que la adquisición del resultado de detección incluye establecer, en la porción de monitorización, una primera región (31) que está conectada a la abertura de la boquilla y una segunda región (32) que sigue a la primera región, y adquirir el resultado de detección para la primera región y el resultado de detección para la segunda región, y
- 15 el cambio de un estado incluye el cambio de un estado de los cuerpos similares a partículas incluidos en el material líquido en la porción de monitorización cuando el resultado detectado de la primera región está fuera del intervalo de una condición predeterminada o cuando el resultado detectado de la segunda región está fuera de un intervalo de una condición predeterminada.
22. El método de acuerdo con la reivindicación 21, o el dispositivo de descarga de acuerdo con la reivindicación 10,  
20 en el que el cambio de estado es la agitación o la eliminación del material líquido en la porción de monitorización cuando uno o más cuerpos similares a partículas están incluidos en la segunda región (32).
23. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 22, o el dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11,  
25 en el que la forma de los cuerpos similares a partículas incluye una apariencia externa que se selecciona del grupo que consiste en: diámetro, tamaño, forma, patrón y color.
24. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 23, o el dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, 22 o 23,  
en el que los cuerpos similares a partículas son células.
25. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 14 a 23, o el dispositivo de descarga de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 o 22 a 24,  
30 en el que la unidad de captación de imágenes es una cámara equipada con un elemento de captación de imágenes y una lente óptica, y tiene un procesador para llevar a cabo el procesamiento de imágenes (103) en una imagen obtenida por la unidad de captación de imágenes.
26. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 16 a 25, en el que una gota (71) que incluye solo un cuerpo similar a una partícula se descarga sobre el objetivo.  
35

Fig. 1

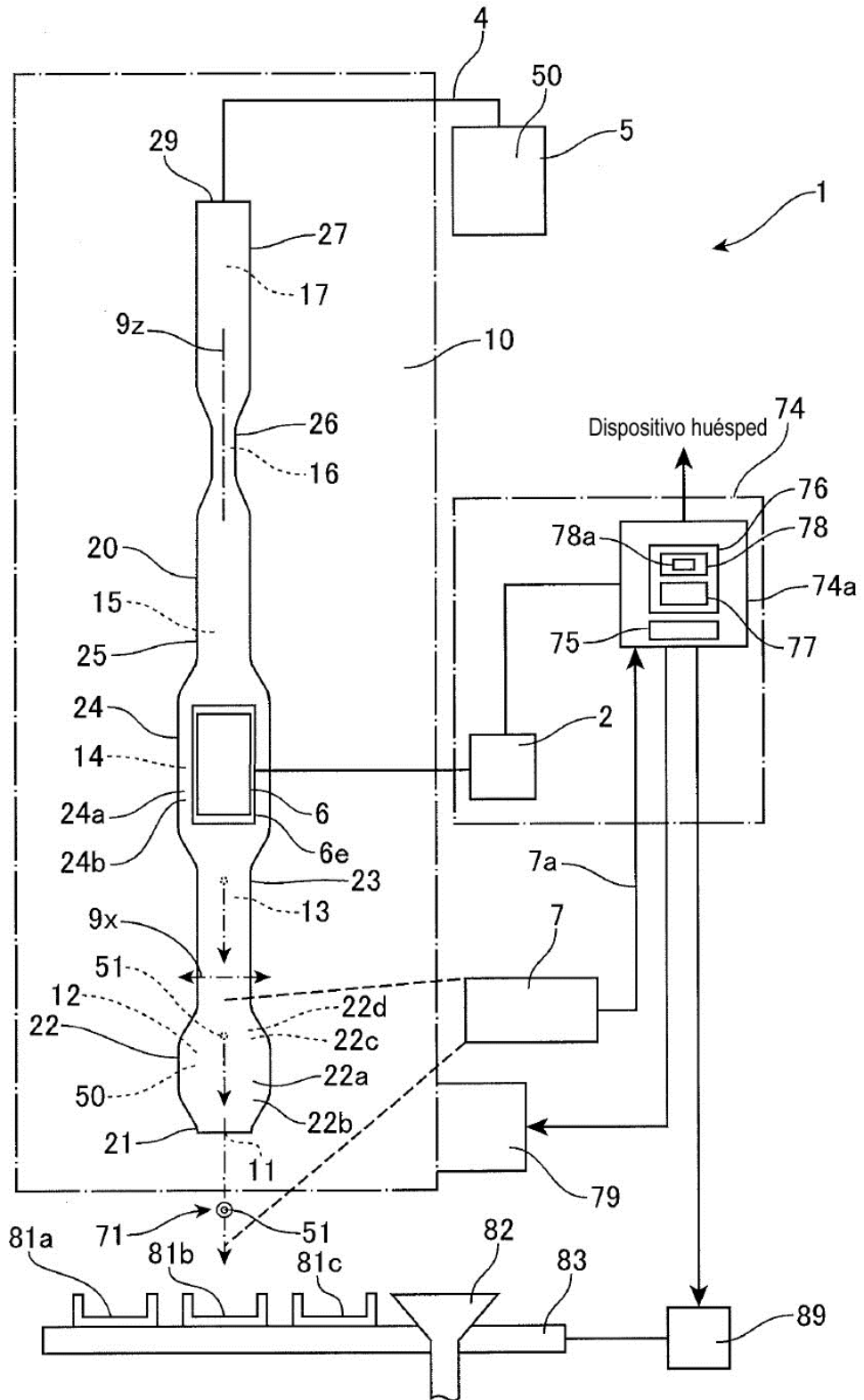


Fig. 2

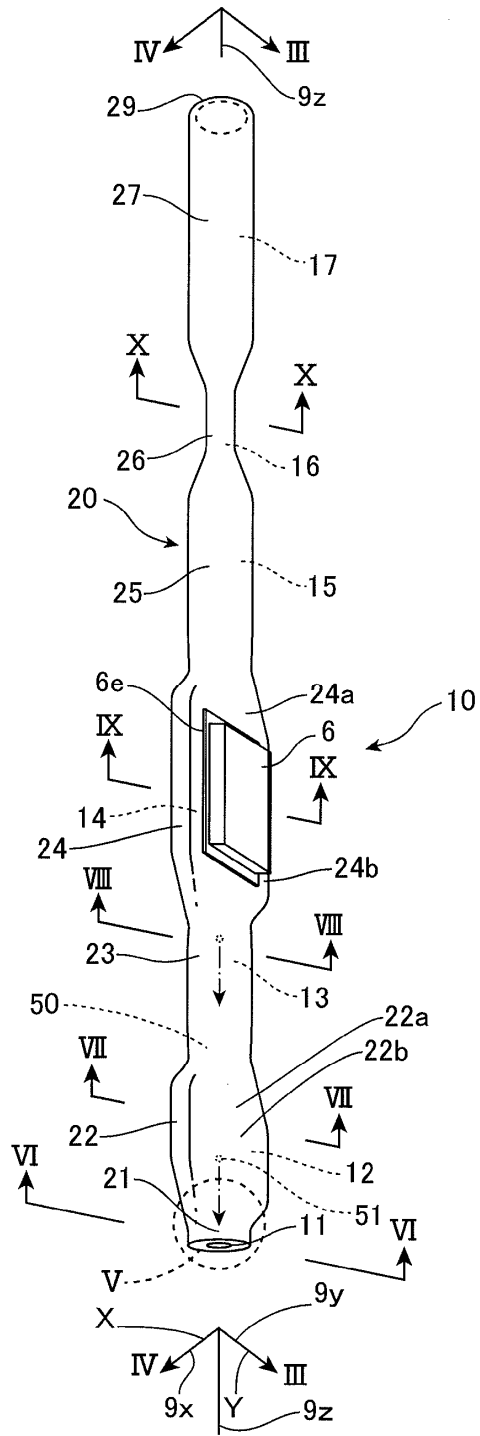


Fig. 3

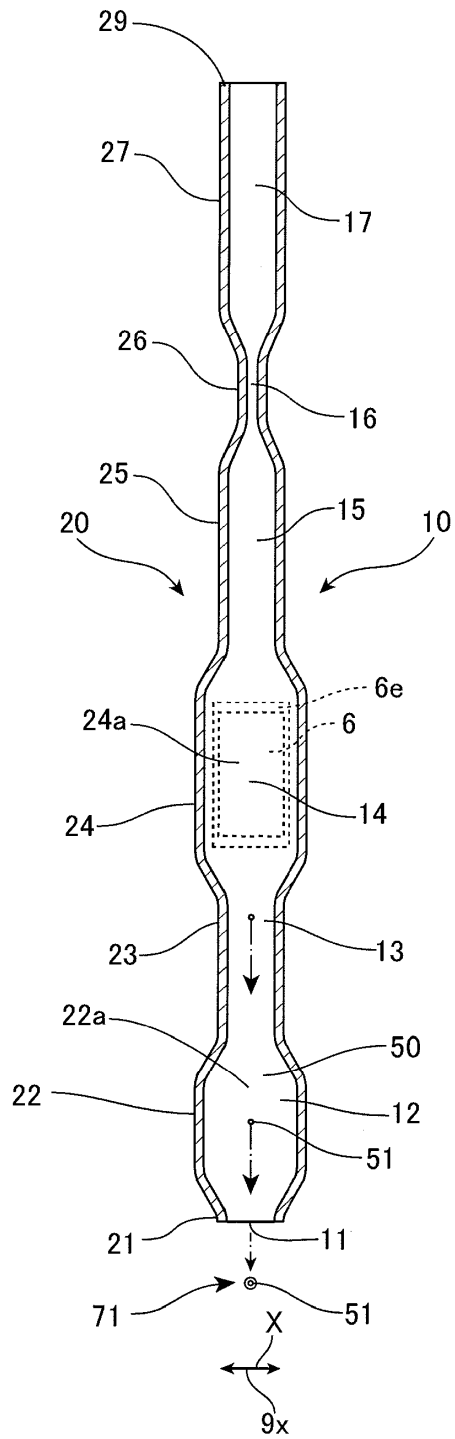


Fig. 4

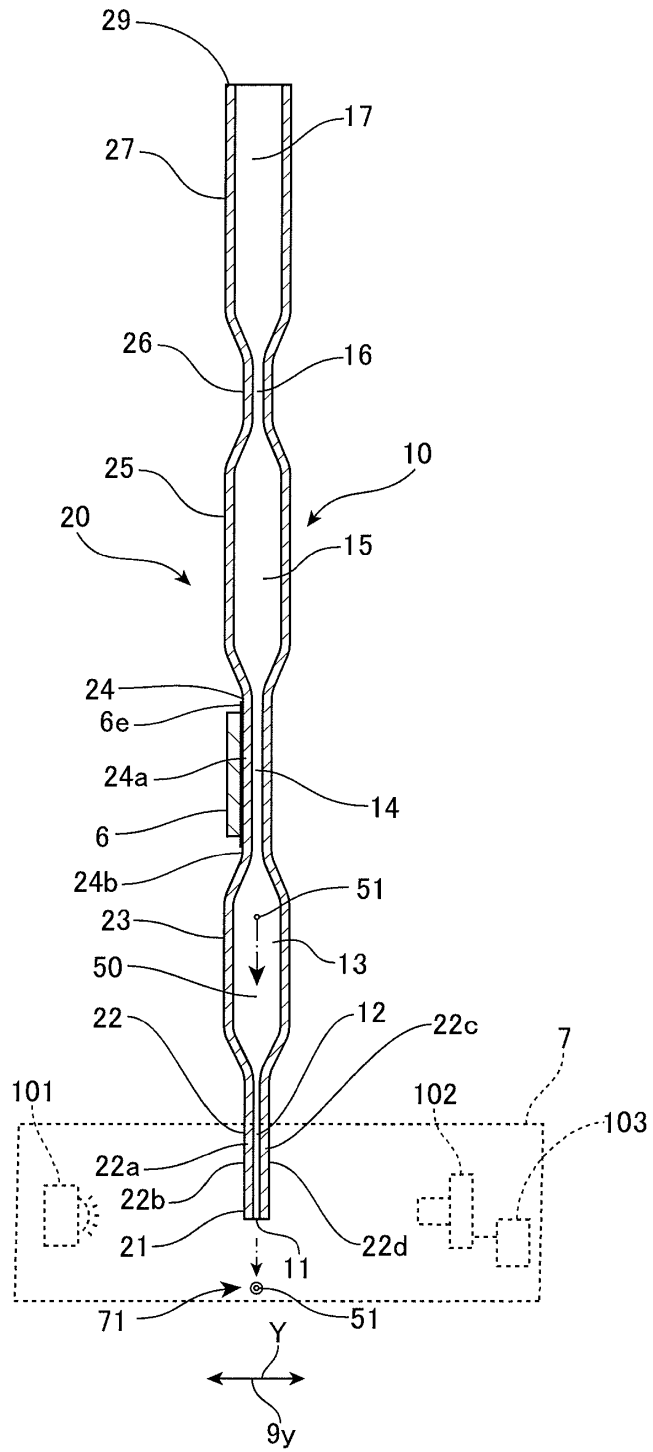


Fig. 5

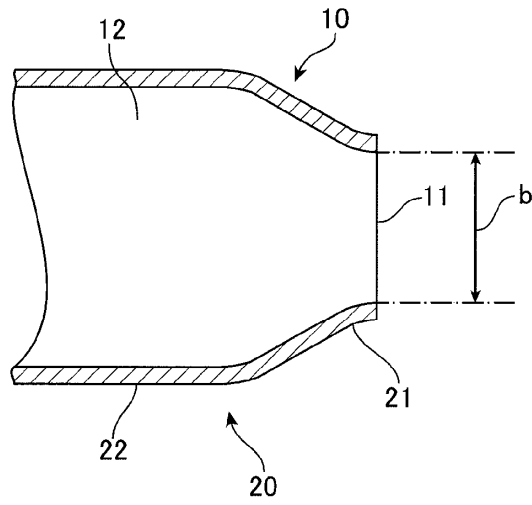


Fig. 6

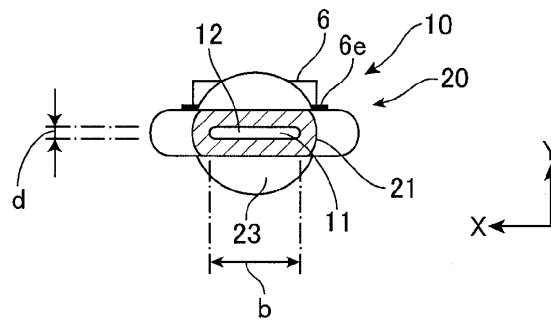


Fig. 7

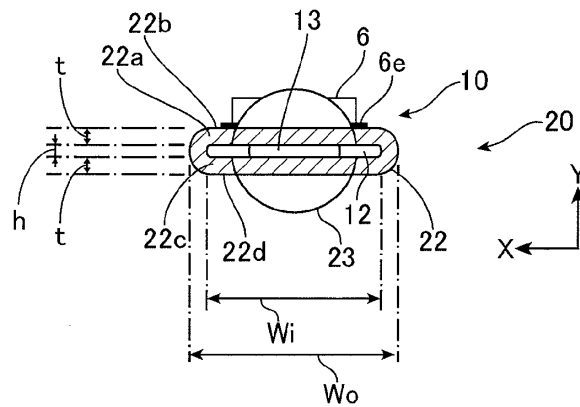




Fig. 8

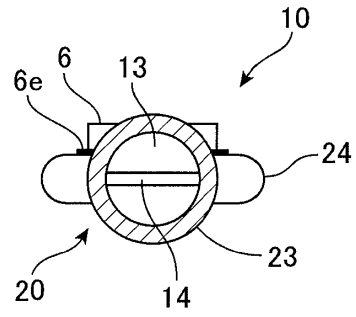


Fig. 9

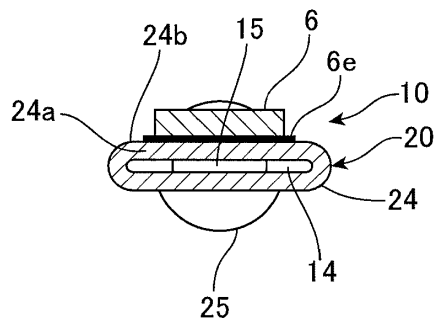


Fig. 10

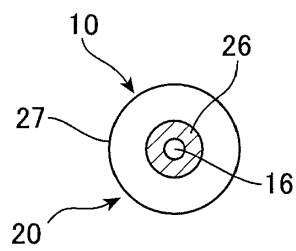


Fig. 11

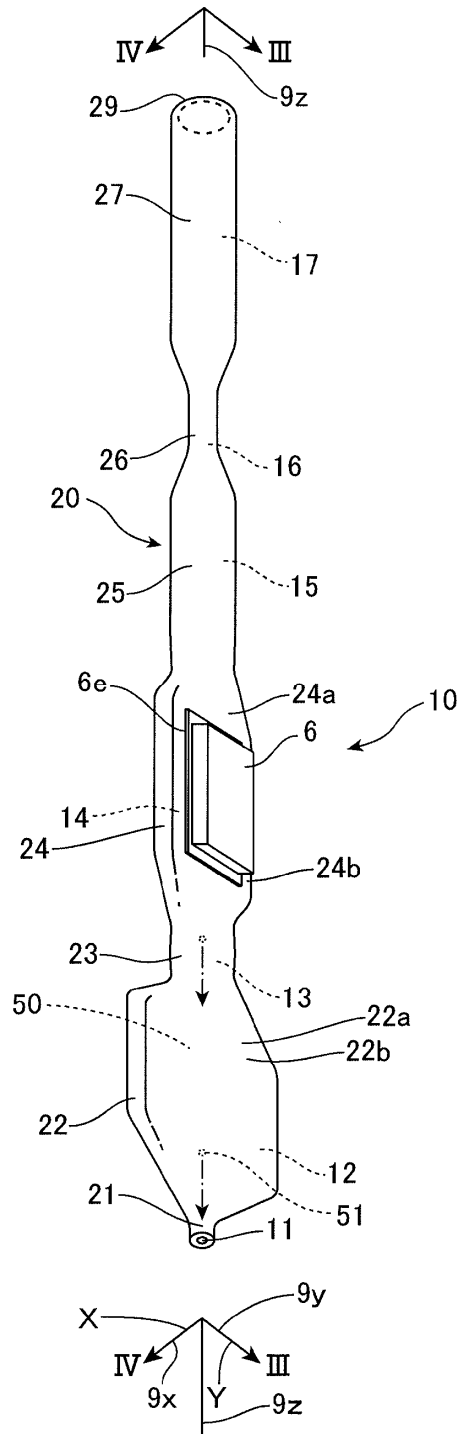


Fig. 12

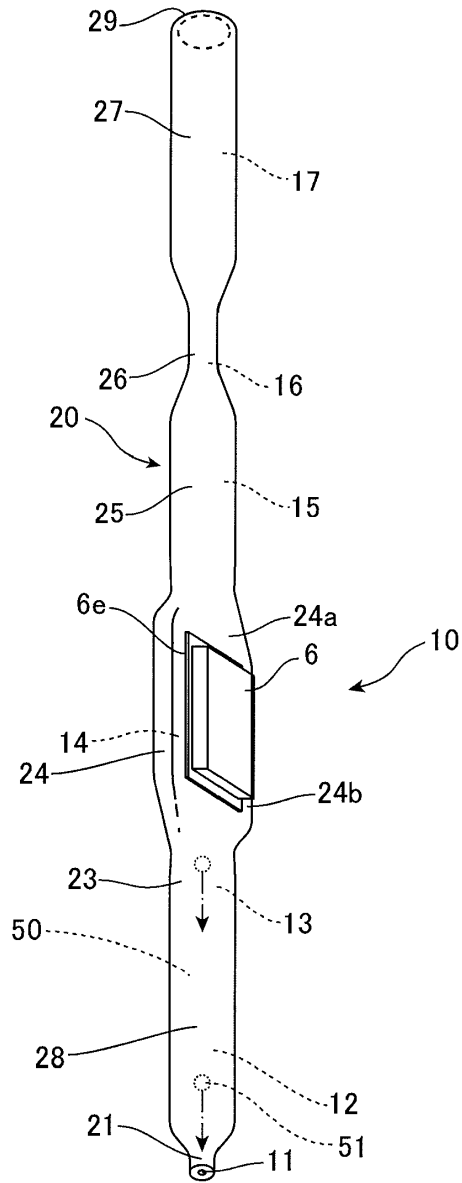


Fig. 13

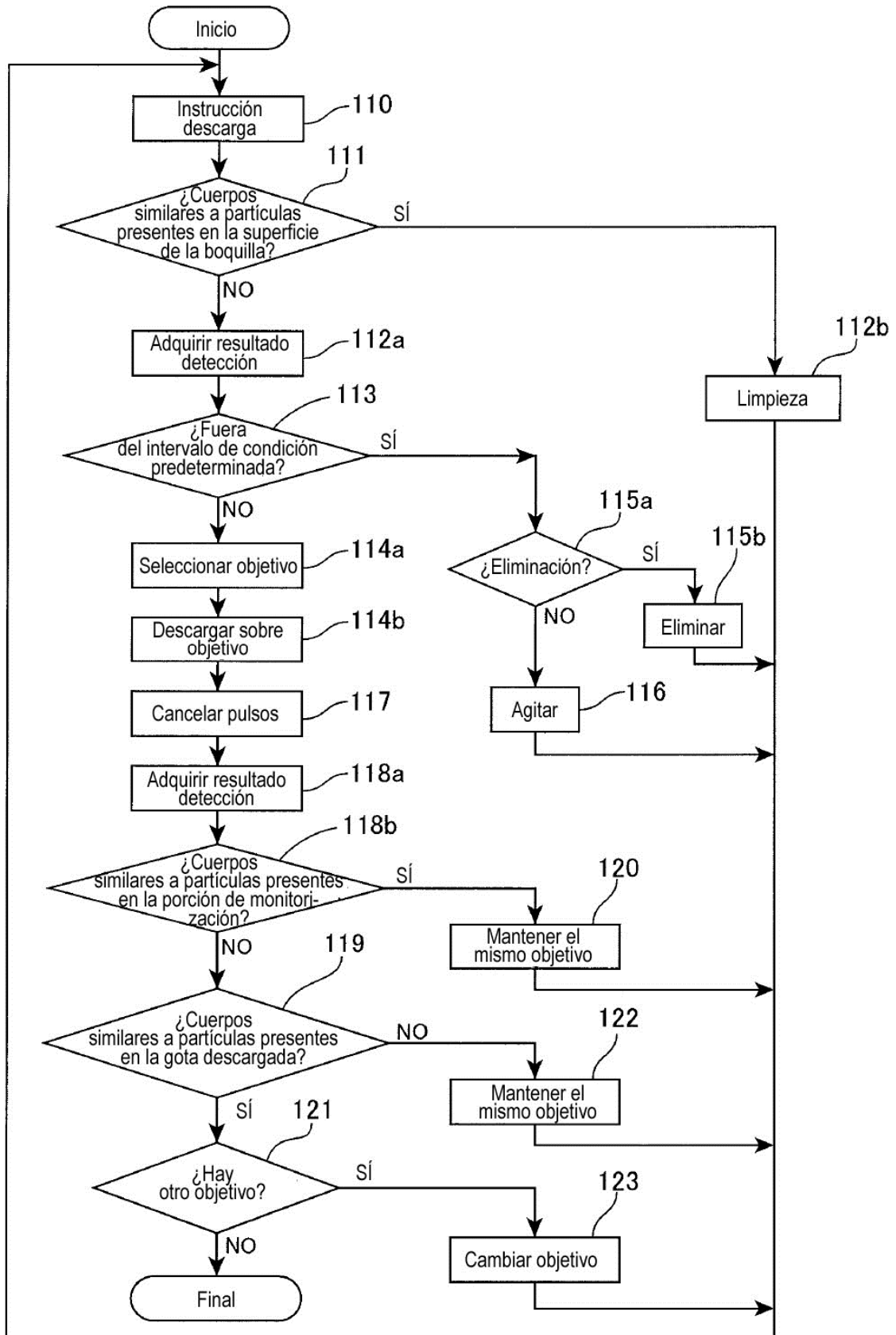


Fig. 14

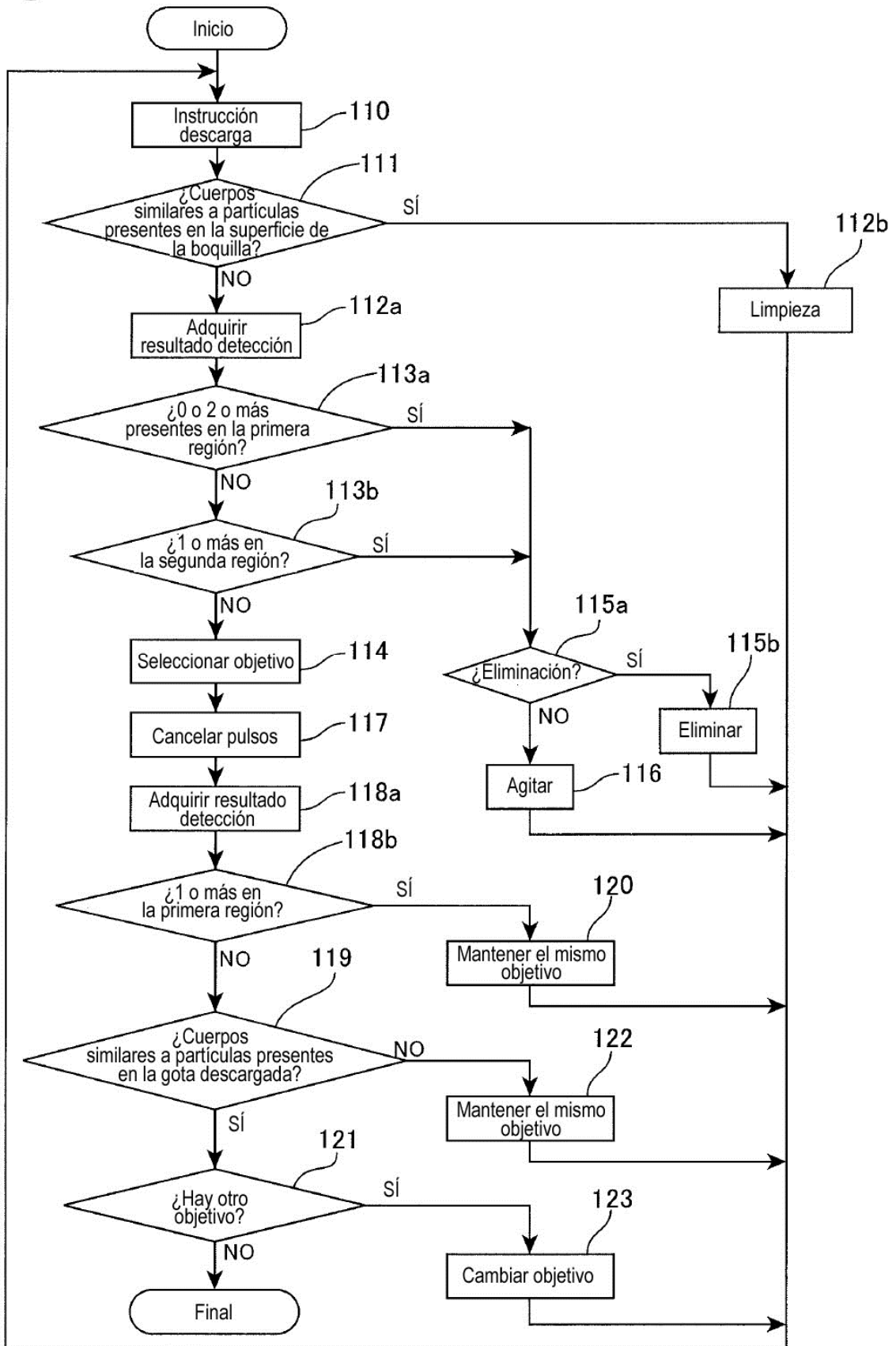


Fig. 15

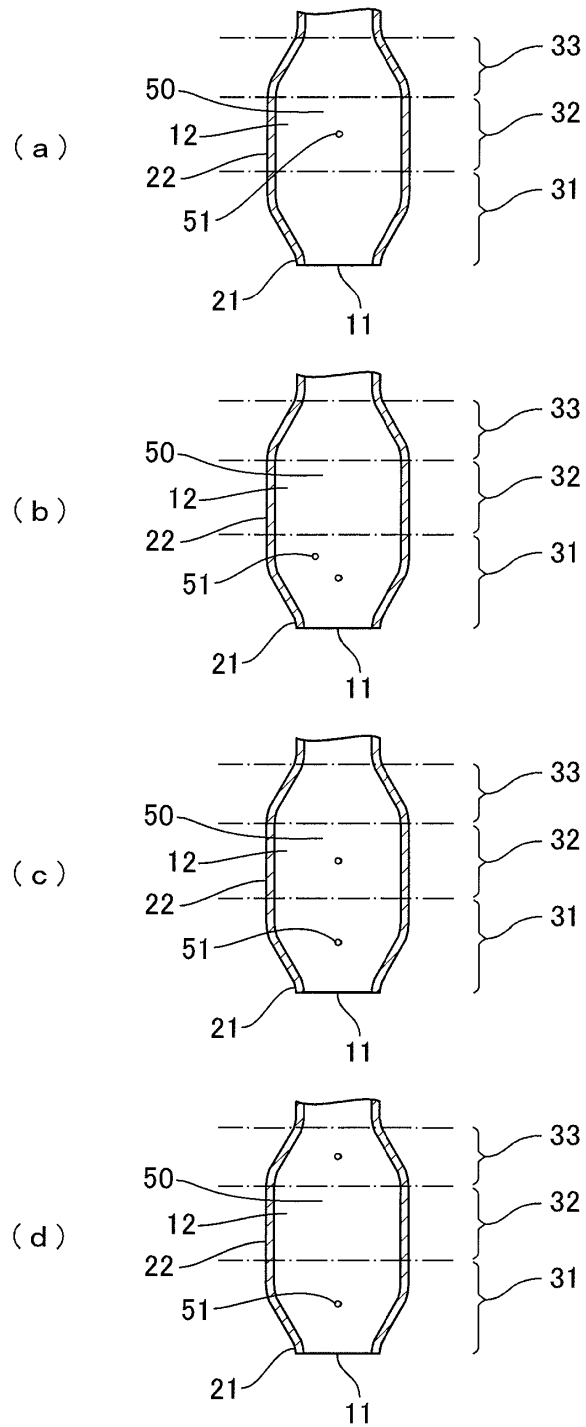


Fig. 16

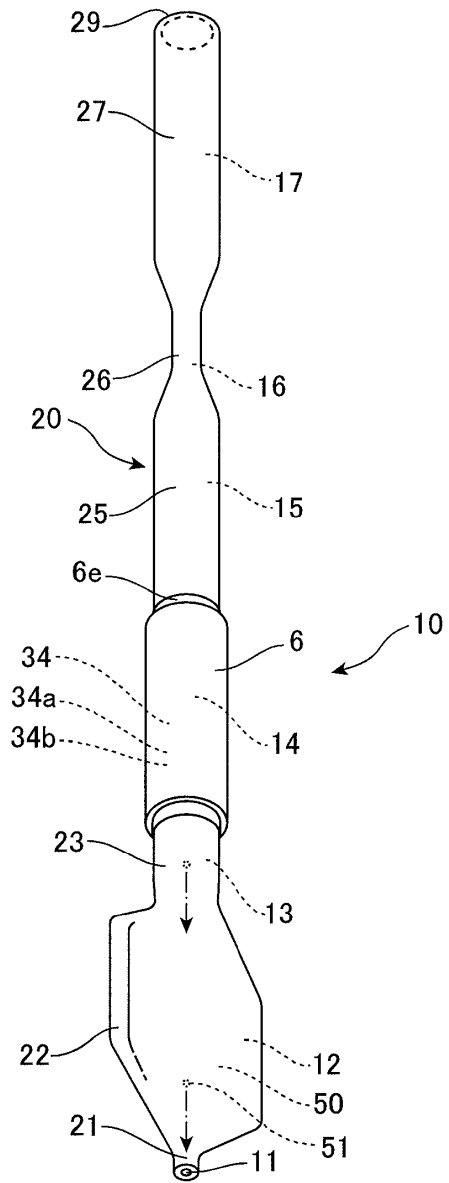


Fig. 17

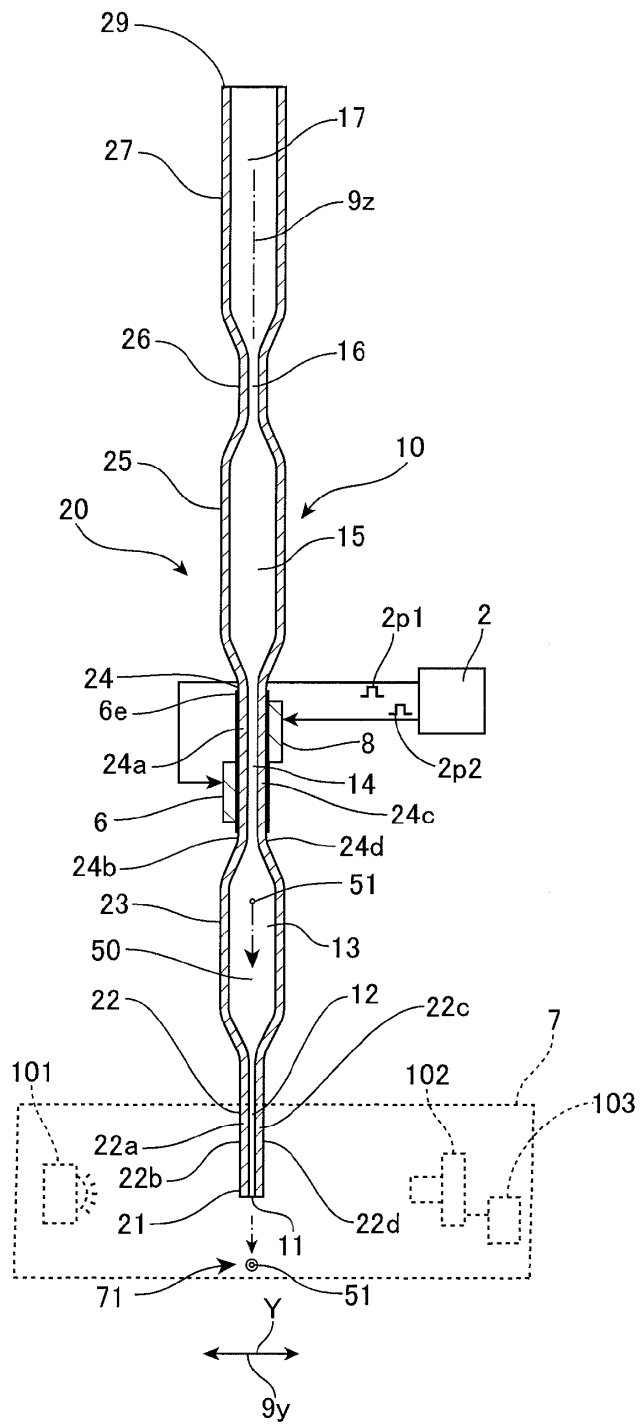




Fig. 18

