

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 706**

51 Int. Cl.:

<b>F04B 41/06</b>	(2006.01) <b>A61M 16/12</b>	(2006.01)
<b>A61M 16/00</b>	(2006.01)	
<b>F04B 45/04</b>	(2006.01)	
<b>F04B 49/10</b>	(2006.01)	
<b>A61M 16/04</b>	(2006.01)	
<b>A61M 16/06</b>	(2006.01)	
<b>A61M 16/20</b>	(2006.01)	
<b>F04B 9/10</b>	(2006.01)	
<b>F04B 45/10</b>	(2006.01)	
<b>F04B 45/047</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2013 PCT/JP2013/059959**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **10.10.2013 WO13151014**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2013 E 13771805 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016 EP 2835535**

54 Título: **Unidad de bomba, dispositivo de asistencia respiratoria**

30 Prioridad:

**02.04.2012 JP 2012083615**

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

**01.12.2016**

73 Titular/es:

**METRAN CO., LTD. (100.0%)  
12-18, Kawaguchi 2-chome  
Kawaguchi-shi, Saitama 332-0015, JP**

72 Inventor/es:

**NITTA KAZUFUKU**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 592 706 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

Unidad de bomba, dispositivo de asistencia respiratoria

### 5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a una unidad de bomba para transportar un fluido por medio de una microbomba y a un dispositivo de asistencia respiratoria que emplea la misma.

### 10 ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

En la práctica médica, se emplean dispositivos de asistencia respiratoria tales como respiradores artificiales. Algunos tipos de dicho dispositivo de asistencia respiratoria emplean: un procedimiento de ventilación controlada (ventilación controlada) empleado para un paciente en ausencia de respiración espontánea (un paciente bajo anestesia general, durante la reanimación cardiopulmonar o en un estado crítico); un procedimiento de ventilación asistida (ventilación asistida) en el que se crea una presión positiva en un paso de aire en sincronización con la respiración espontánea de un paciente; un procedimiento asistido parcial (asistencia/control) que emplea la ventilación asistida y la ventilación controlada en combinación; una ventilación de oscilación de alta frecuencia (oscilación de alta frecuencia) con la que puede lograrse una cantidad muy pequeña de una única ventilación, de 1 a 2 ml/kg, haciendo que un gas suministrado por un paso de aire oscile a una frecuencia de 5 a 40 Hz, etc.

Dicho dispositivo de asistencia respiratoria se emplea también para un paciente que sufra un trastorno respiratorio durante el sueño. Este trastorno respiratorio se causa por el bloqueo de un paso de aire como resultado de la relajación del músculo del paso de aire durante el sueño y la retracción resultante de la parte posterior de una lengua o un paladar blando. La aplicación de una presión positiva al paso de aire del paciente que sufra este tipo de trastorno respiratorio puede aliviar sus síntomas.

Cualquiera de estos dispositivos de asistencia respiratoria requiere una unidad de bomba para crear una presión positiva en un paso de aire. Se emplea un soplador para transportar un gas haciendo rotar un ventilador, una bomba de cilindro para transportar un gas causando que oscile un pistón, o similar, como fuente de energía para esta unidad de bomba.

El documento EP 1 375 916 A1 divulga una unidad de bomba en la que una pluralidad de unidades de bomba se agrupan en un alojamiento. Las unidades de bomba (elementos de bomba) pueden estar conectadas de una manera en serie y en paralelo. Es decir, existe al menos un conjunto de conexiones en serie en el elemento de bomba y es posible una combinación arbitraria de conexiones en serie y de conexiones en paralelo.

El documento US 6.106.245 A divulga una mesobomba que tiene una pluralidad de células. Las células pueden estar conectadas de una manera en paralelo o en serie.

### 40 SUMARIO DE LA INVENCION

#### PROBLEMA TÉCNICO

45 En el dispositivo de asistencia respiratoria convencional, sin embargo, la unidad de bomba se aloja en un alojamiento en forma de caja y se coloca al lado de un usuario cuando se usa debido a un tamaño relativamente grande de la misma. Por lo tanto, existe un problema en que es difícil lograr la reducción del tamaño del dispositivo de asistencia respiratoria.

50 Además, de acuerdo a la unidad de bomba empleada en el dispositivo de asistencia respiratoria, durante una operación inspiratoria, se aumenta inicialmente una presión (se crea una presión positiva) rápidamente a un caudal alto y luego se mantiene un caudal constante mientras que se asiste a la inspiración aumentando más la presión como se muestra en la fig. 26, por ejemplo. Durante una operación espiratoria, se reduce una presión (se crea una presión negativa) rápidamente a un caudal alto. Una vez que se baja la presión, el caudal se controla a fin de disminuir gradualmente con el fin de evitar una carga en un pulmón. Dicho control es meramente un ejemplo y se requieren diversos modos de control en la práctica. Con el fin de realizar un buen control de este tipo, sin embargo, es necesario emplear una bomba de cilindro o de soplador relativamente grande y su presión y su caudal deben ser capaces de cambiarse como se desee. Por lo tanto, existe un problema en que la reducción del tamaño de la unidad de bomba se complica más.

60 La presente invención se ha hecho en vista de los problemas mencionados anteriormente y es el objeto de la presente invención proporcionar una unidad de bomba capaz de lograr una reducción significativa mientras que se mantiene una capacidad de controlar su presión y su caudal como se desee y un dispositivo de asistencia respiratoria que emplea los mismos.

65

El objeto de la presente invención se logra mediante una unidad de bomba de acuerdo a la reivindicación 1. Modos de realización ventajosos se llevan a cabo de acuerdo a las reivindicaciones dependientes.

5 Una unidad de bomba de acuerdo a la invención incluye: un cuerpo provisto de una entrada y una salida para un fluido y un grupo de bombas compuesto de una pluralidad de microbombas dispuestas en el cuerpo, para permitir que un fluido entre a través de la entrada para salir de la salida. El grupo de bombas incluye: una microbomba en una posición más corriente arriba en un estado en serie; una microbomba en una posición más corriente abajo en el estado en serie; y una microbomba en una posición central del estado en serie. El cuerpo incluye: un paso de flujo con conexión directa de entrada que conecta directamente con un puerto de succión de la microbomba en una posición más corriente arriba con la entrada; un paso de flujo con conexión directa de salida que conecta directamente con un puerto de descarga de la microbomba en una posición más corriente abajo con la salida; y un mecanismo de formación de paso de flujo que conecta las microbombas que constituyen el grupo de bombas. El mecanismo de formación de paso de flujo es conmutable entre el estado en serie, en el que están conectadas en este orden la microbomba en una posición más corriente arriba, la microbomba en una posición central y la microbomba en una posición más corriente abajo, y un estado en paralelo, en el que se forma un paso ramificado de conexión entre un puerto de succión de la microbomba en una posición central o más corriente abajo y la entrada, y se forma un paso confluyente que está conectado entre un puerto de descarga de la microbomba en una posición más corriente arriba o central y la salida.

20 Se proporciona una parte de control de formación de paso de flujo para controlar el mecanismo de formación del paso de flujo. Además, el mecanismo de formación de paso de flujo incluye: un primer medio de formación de paso de flujo que permite que los puertos de succión de las microbombas en una posición central y más corriente abajo y la entrada del cuerpo estén comunicados o se cierren entre sí; un segundo medio de formación de paso de flujo que permite que el puerto de descarga de la microbomba en un lado corriente arriba y el puerto de succión de la microbomba en un lado corriente abajo estén comunicados o se cierren entre sí en las microbombas conectadas en el orden de más corriente arriba, del centro y de más corriente abajo; y el tercer medio de formación de paso de flujo que permite que los puertos de descarga de las microbombas en una posición más corriente arriba y central y la salida del cuerpo estén comunicados o se cierren entre sí.

30 Las microbombas que constituyen el grupo de bombas pueden disponerse a fin de apilarse entre sí o pueden disponerse en un patrón reticular. Además, se proporcionan preferentemente un paso de flujo de derivación en filas que conecta los puertos de succión de una pluralidad de microbombas dispuestas en un sentido de filas y conecta los puertos de descarga de la pluralidad de las microbombas dispuestas en el sentido de filas y un paso de flujo de derivación en filas y un dispositivo para abrir y cerrar el paso de flujo de derivación en filas. Además, se proporcionan preferentemente un paso de flujo de derivación en columnas que conecta los puertos de succión de una pluralidad de microbombas dispuestas en un sentido de columnas y conecta los puertos de descarga de la pluralidad de las microbombas dispuestas en el sentido de columnas y un dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en columnas para abrir y cerrar el paso de flujo de derivación en columnas.

40 La parte de control de formación de paso de flujo incluye preferentemente: una parte de detección de fallos para detectar un fallo de la microbomba; una parte de control de sustitución de bomba para determinar si existe o no una microbomba que pueda sustituirse por una microbomba rota; y una parte de control de derivación para controlar, cuando se determine que hay la microbomba de sustitución, el dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en filas o el dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en columnas de modo que el flujo de fluido hacia la microbomba especificada por una señal de fallo se envía a la microbomba de sustitución y el fluido que sale de la microbomba de sustitución se envía a la microbomba posterior a la microbomba especificada por la señal de fallo.

50 Preferentemente, se proporciona un dispositivo de advertencia capaz de emitir una advertencia y la parte de control de formación de paso de fluido incluye una parte de notificación de advertencia para dar una advertencia por medio del dispositivo de advertencia cuando se determine que no existe la microbomba de sustitución.

55 Preferentemente, el cuerpo está provisto de una porción rebajada para alojar la microbomba. Además, la microbomba incluye preferentemente un terminal de suministro de energía para suministrar energía a un dispositivo de bomba contenido en la misma y la porción rebajada está provista preferentemente de un conducto que está conectado eléctricamente al terminal de suministro de energía de la microbomba alojada en la porción rebajada.

60 Preferentemente, el cuerpo incluye un paquete de entrada que tiene la entrada y un paquete de salida que tiene la salida, se proporciona el primer medio de formación de paso de flujo en el paquete de entrada y se proporciona el tercer medio de formación de paso de flujo en el paquete de salida.

65 Un dispositivo de asistencia respiratoria que logra el objeto mencionado anteriormente incluye: un paso de flujo a través del que pasa un gas espiratorio o inspiratorio; una boquilla dispuesta en el paso de flujo, para inyectar un gas de aceleración en un sentido espiratorio o inspiratorio; y la unidad de bomba descrita anteriormente fija alrededor del paso de flujo, para suministrar el gas de aceleración a la boquilla.

EFFECTOS VENTAJOSOS DE LA INVENCION

5 La presente invención consigue un excelente efecto, de tal manera que la unidad de bomba puede reducirse significativamente, mientras que mantiene una capacidad de controlar una presión y un caudal como se desee.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

- 10 La fig. 1 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de una unidad de bomba.
- La fig. 2 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de la unidad de bomba.
- La fig. 3 es una vista en perspectiva en despiece que ilustra el perfil de la unidad de bomba.
- 15 La fig. 4 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de una microbomba.
- La fig. 5 es una vista en sección transversal que ilustra el perfil de una microbomba.
- 20 La fig. 6 es un gráfico que muestra los conductos de caudal y presión para la microbomba.
- La fig. 7 es una vista en planta que ilustra un perfil de microbombas dispuestas en un patrón reticular en una superficie superior de una placa de alojamiento con lado de entrada.
- 25 La fig. 8 es un diagrama de conexión de microbombas contenidas en la unidad de bomba.
- La fig. 9 ilustra una vista en sección transversal de la unidad de bomba.
- La fig. 10 es un diagrama de configuración que ilustra un perfil de un controlador.
- 30 La fig. 11 es un diagrama de bloques funcional que ilustra el perfil del controlador.
- La fig. 12 es un diagrama de conexión que ilustra un perfil de una unidad de bomba en un estado de transporte preferencial de presión.
- 35 La fig. 13 es un diagrama de conexión que ilustra un perfil de la unidad de bomba en un estado de transporte preferencial de caudal.
- La fig. 14 es un diagrama de conexión que ilustra un perfil de una unidad de bomba que incluye microbombas de repuesto.
- 40 La fig. 15 es un diagrama de conexión que ilustra un perfil de una unidad de bomba en un estado donde un paso de flujo se ha conmutado de modo que se permite que un fluido fluya hacia una microbomba de repuesto en lugar de hacia una microbomba en un estado de fallo.
- 45 La fig. 16 es un diagrama de conexión que ilustra un perfil de una unidad de bomba en un estado donde un paso de flujo se ha conmutado de modo que se permite que un fluido fluya hacia una microbomba de repuesto en lugar de hacia una microbomba en un estado de fallo.
- 50 La fig. 17 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de una unidad de bomba.
- La fig. 18 es una vista en sección transversal que ilustra el perfil de una unidad de bomba.
- La fig. 19 es una vista en sección transversal que ilustra el perfil de una unidad de bomba.
- 55 La fig. 20 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de una pluralidad de microbombas alojadas en un alojamiento de la unidad de bomba y un bloque de paso de flujo dispuesto entre la pluralidad de microbombas.
- La fig. 21 es una vista en perspectiva que ilustra un perfil de una unidad de bomba.
- 60 La fig. 22A es una vista en sección transversal que ilustra un perfil de un dispositivo de asistencia respiratoria.
- La fig. 22B es una vista en sección transversal como se ve a lo largo de las flechas B-B de la fig. 22A.
- 65 La fig. 23A es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de control del dispositivo de asistencia respiratoria.

La fig. 23B es una vista en sección transversal que ilustra un ejemplo de control del dispositivo de asistencia respiratoria.

5 La fig. 24 es una vista en sección transversal de un perfil de otro dispositivo de asistencia respiratoria.

La fig. 25 es una vista en sección transversal de un perfil de otro dispositivo de asistencia respiratoria.

10 La fig. 26 muestra gráficos que ilustran un ejemplo de control de una presión y de un caudal en un dispositivo de asistencia respiratoria típico.

#### DESCRIPCIÓN DE LOS MODOS DE REALIZACIÓN

15 Se describirán ahora a continuación los modos de realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos.

Como se ve en las figs. 1-2, una unidad de bomba 10 incluye: un alojamiento en forma de placa 13 que tiene una entrada 11 y una salida 12; unas microbombas 15 (véase la fig. 3) alojadas en el alojamiento 13 y un diodo emisor de luz 18. La unidad de bomba 10 succiona un fluido desde la entrada 11 y saca el fluido succionado hacia fuera de la salida 12 por medio de las microbombas 15 (véase la fig. 3).

20 Como se muestra en la fig. 3, el placa de alojamiento con lado de entrada 13 tiene una placa de alojamiento con lado de entrada 13A y una placa de alojamiento con lado de salida 13B. Las porciones rebajadas 13K a las que están conectadas las microbombas 15 se forman en una superficie 13AS de la placa de alojamiento con lado de entrada 13A. En la superficie 13AS, las porciones rebajadas 13K se disponen en un patrón reticular. Aunque se omite la ilustración esquemática de las mismas, las porciones a las que están conectadas las microbombas 15 se forman también en una superficie 13BS de la placa de alojamiento con lado de salida 13B. Las porciones rebajadas en la superficie 13BS se proporcionan en posiciones que están enfrente directamente de las porciones rebajadas 13K cuando las placas de alojamiento 13A y 13B se solapan entre sí con las superficies 13AS y 13BS estando enfrente una de la otra. Cuando las placas de alojamiento 13A y 13B se solapan entre sí con las superficies 13AS y 13BS estando enfrente una de la otra, se forman espacios de alojamiento para las microbombas 15 por las porciones rebajadas 13K en la placa de alojamiento con lado de entrada 13A y las porciones rebajadas en la placa de alojamiento con lado de salida 13B. Por lo tanto, colocando las microbombas 15 en las porciones rebajadas proporcionadas en cualquiera de las placas de alojamiento 13A y 13B, las microbombas 15 se disponen en un patrón reticular de m filas x n columnas (4 filas x 4 columnas, por ejemplo). A partir de entonces, solapando las placas de alojamiento 13A y 13B entre sí con las superficies 13AS y 13BS estando enfrente una de la otra, las microbombas 15 se contienen en el alojamiento 13 mientras que se mantiene la disposición reticular.

25 La pluralidad de microbombas 15 (grupo de bombas) contenidas en el alojamiento 13 forma: un grupo de filas más corriente arriba 21 compuesto por las microbombas 15 dispuestas en la fila más corriente arriba (la fila m1 en la figura); un grupo de filas más corriente abajo 24 compuesto por las microbombas 15 dispuestas más corriente abajo (la fila m4 en la figura); y grupos de filas centrales 22 y 23 compuestos cada uno de las microbombas dispuestas en el sentido de fila (la fila m2 y fila m3 en la figura) entre el grupo de filas más corriente arriba 21 y el grupo de filas más corriente abajo 24.

30 Un paso de flujo para un fluido se forma en el alojamiento 13. El paso de flujo se forma a fin de conectar entre los puertos de succión y los puertos de descarga de las microbombas 15 contenidos en el alojamiento 13 y de modo que el líquido se transporta en el alojamiento 13 desde la entrada 11 hasta la salida 12. El paso de flujo se describirá más adelante.

35 Una microbomba propuesta en la literatura de patente WO 2008/069266, por ejemplo, puede emplearse como la microbomba 15. Como se ve en las figs. 4 y 5, la microbomba 15 incluye: una carcasa 31 que tiene un puerto de succión 31A y un puerto de descarga 31B; un dispositivo de bomba 32 contenido en la carcasa 31, para transportar un gas desde el puerto de succión 31A hasta el puerto de descarga 31B; y un terminal de suministro de energía 33 expuesto al exterior de la carcasa 31.

40 Como se muestra en la fig. 5, el dispositivo de bomba 32 está conectado eléctricamente al terminal de suministro de energía 33. El dispositivo de bomba 32 incluye: un elemento piezoeléctrico 32A deformable cuando se aplica una tensión; y una caja deformable 32B deformable mediante el accionamiento del elemento piezoeléctrico. La caja deformable 32B incluye un diafragma 32BA y una pared de oscilación 32BB. El diafragma 32BA se proporciona en una porción de la caja deformable 32B que está enfrente del puerto de succión 31A. La pared de oscilación 32BB se proporciona en una porción de la caja deformable 32B que está enfrente del puerto de descarga 31B. Una cámara de soplador primaria 32K se forma entre el diafragma 32BA y la pared de oscilación 32BB. El elemento piezoeléctrico 32A está conectado a una superficie del diafragma 32BA que está enfrente del puerto de succión 31A. Además, en la pared de oscilación 32BB, una abertura 32BD a través de la que se mueve el fluido entre el interior y

el exterior de la cámara de soplador primaria 32 K se forma en una posición que está enfrente del puerto de descarga 31B.

5 Cuando el diafragma 32BA se oscila por el elemento piezoeléctrico 32A, el fluido se mueve entre una cámara de soplador secundaria 32L formada por la carcasa 31 y el dispositivo de bomba 32 y la cámara de soplador primaria 32K. Dicho movimiento de fluido causa que resuene la pared de oscilación 32BB. La oscilación del diafragma 32BA y la pared de oscilación 32BB causa que el fluido se succione desde el puerto de succión 31A. El fluido succionado desde el puerto de succión 31A se pasa a través de la cámara de soplador secundaria 32L y se emite desde el puerto de descarga 31B. La microbomba 15 es adecuada para su uso como soplador para transportar un fluido. La  
10 microbomba 15 puede transportar un fluido sin el uso de una válvula de retención.

Una frecuencia del diafragma 32BA es mayor que o igual a 1 kHz, por ejemplo, y está preferentemente en un intervalo entre 18 kHz y 27 kHz. Además, la frecuencia del diafragma 32BA está preferentemente en un intervalo inaudible. Consecuentemente, cuando un paciente está equipado con un dispositivo que incluye el dispositivo de  
15 bomba 32 (por ejemplo, un dispositivo de asistencia respiratoria), el paciente no puede oír el ruido de funcionamiento del dispositivo de bomba 32. Por lo tanto, esto mantiene al paciente libre de sufrir molestias causadas por el ruido de funcionamiento.

La microbomba 15 incluye además una unidad de sensor 36 para detectar un fallo del dispositivo de bomba 32. La  
20 unidad de sensor 36 incluye: un sensor de presión para detectar una presión estática P de un fluido en el puerto de descarga 31B; y un sensor de flujo para detectar un caudal Q del fluido en el puerto de descarga 31B.

La microbomba 15 se forma en forma de placa y extremadamente pequeña (aproximadamente 20 mm de longitud x  
25 20 mm de ancho x 2 mm de grosor, por ejemplo). La microbomba 15 puede transportar todavía un fluido de aproximadamente 1 L/min como máximo cuando la onda sinusoidal de entrada se establece en 26 kHz bajo 15 Vpp (voltios pico a pico) y puede obtenerse una presión estática de 2 kPa como máximo (véase la fig. 6).

La microbomba 15 transporta un fluido por medio de la oscilación del diafragma 32BA causada por el elemento  
30 piezoeléctrico 32A. Por lo tanto, existe naturalmente un límite en el volumen de un fluido que la microbomba 15 puede transportar. Las características de presión estática frente a las del caudal de la misma muestran también una tendencia, como se muestra en la fig. 6 (por ejemplo, una función lineal con un multiplicador de proporcionalidad negativa o algo similar). Con el fin de obtener una presión estática de aproximadamente 1 kPa, por ejemplo, el caudal requerido Q es de 0,5 L/min. El establecimiento de la onda sinusoidal de entrada en 10 Vpp o en 20 Vpp  
35 causa que cambie la amplitud del elemento piezoeléctrico 32A. Por lo tanto, pueden obtenerse el caudal Q y la presión estática P de acuerdo a la onda sinusoidal de entrada. Más específicamente, si el Vpp de la onda sinusoidal de entrada se cambia sin problemas, el caudal Q y la presión estática P pueden cambiarse sin problemas. Alternativamente, si se cambia la frecuencia de la onda sinusoidal de entrada, pueden cambiarse el caudal Q y la presión estática P. Más específicamente, si la frecuencia de la onda sinusoidal de entrada se cambia sin problemas, el caudal Q y la presión estática P pueden cambiarse sin problemas. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que el  
40 caudal Q y la presión estática P tienen cada uno un límite superior de acuerdo a la capacidad del elemento piezoeléctrico 32A y a la resistencia o la durabilidad de los componentes de la microbomba 15. La microbomba 15 se usa normalmente a un Vpp nominal y a una frecuencia nominal.

Debe tenerse en cuenta que la microbomba 15 puede tener una estructura monomorfa (unimorfa) como se ha  
45 descrito anteriormente en la que está conectado el único elemento piezoeléctrico 32A al diafragma 32BA o a una estructura bimorfa en la que están conectados dos elementos piezoeléctricos 32A con el fin de aumentar la cantidad de oscilación. Una estructura apropiada de la microbomba 15 puede adoptarse de acuerdo con su propósito tal como el transporte de un fluido. Aunque la microbomba 15 puede transportar un gas sin emplear una válvula de retención, la microbomba 15 puede remplazarse por una microbomba que incluya una válvula de retención en el  
50 puerto de succión o en el puerto de descarga.

Como se ve en las figs. 3 y 7, el alojamiento 13 incluye: un terminal de suministro de energía externo 37; un  
55 controlador 38; y un conducto 39. El terminal de suministro de energía externo 37 se proporciona a fin de exponerse en el alojamiento 13. El controlador 38 y el conducto 39 se proporcionan en la placa de alojamiento con lado de entrada 13A. El conducto 39 conecta eléctricamente entre el terminal de suministro de energía externo 37 y el controlador 38. Un bus 85H conecta eléctricamente el controlador 38, el diodo emisor de luz 18 y los terminales de suministro de energía 33 proporcionados en las microbombas 15 respectivas. El detalle del controlador 38 se describirá más tarde.

60 El alojamiento 13 tiene un mecanismo de conexión directa de entrada, un mecanismo de conexión directa de salida y un mecanismo de formación de paso de flujo que conecta entre el mecanismo de conexión directa de entrada y el mecanismo de la conexión directa de salida.

Como se muestra en las figs. 8-9, el mecanismo de conexión directa de entrada es un paso de flujo con conexión  
65 directa de entrada 41 que conecta directamente los puertos de succión 31A de todas las microbombas 15 que

5 pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21 (la fila m1 en la figura) con la entrada 11. El paso de flujo con conexión directa de entrada 41 se forma en la placa de alojamiento con lado de entrada 13A. El paso de flujo con conexión directa de entrada 41 está provisto de una válvula de conmutación 41Z. La válvula de conmutación 41Z es conmutable entre un estado en paralelo en el que los puertos de succión 31A de una pluralidad de microbombas 15  
 10 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21 (la fila m1 en la figura) están comunicados con la entrada 11 y un estado en serie en el que el puerto de succión 31A de una cualquiera de las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21 (la fila m1 en la figura) está comunicado con la entrada 11. Debe tenerse en cuenta que, cuando la válvula de conmutación 41Z está en el estado en paralelo, los puertos de succión 31A de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21 (la fila m1 en la figura) pueden estar comunicados con la entrada 11 o con los puertos de succión 31A para una parte de las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba (la fila m1 en la figura), mientras que los puertos de succión 31A para el resto de microbombas 15 no pueden estar comunicados con la entrada 11.

15 El mecanismo de conexión directa de salida es un paso de flujo con conexión directa de salida 42 que conecta directamente los puertos de descarga 31B en el grupo de filas más corriente abajo 24 (la fila m4 en la figura) con la salida 12. El paso de flujo con conexión directa de salida 42 se forma en la placa de alojamiento con lado de salida 13B.

20 Además, el mecanismo de formación de paso de flujo se forma en la placa de alojamiento con lado de entrada 13A y en la placa de alojamiento con lado de salida 13B. El mecanismo de formación de paso de flujo incluye: la válvula de conmutación 41Z anteriormente mencionada; un paso de flujo central 43; y un mecanismo de apertura y cierre proporcionado en el paso de flujo central 43. El paso de flujo central 43 incluye: un paso de flujo de puerto de descarga más corriente arriba 51B; un paso de flujo de puerto de succión central 52A; un paso de flujo de puerto de descarga central 52B; un paso de flujo de puerto de succión central 53A; un paso de flujo de puerto de descarga central 53B; un paso de flujo de puerto de succión más corriente abajo; pasos de flujo en serie 61 a 63; y los pasos de flujo de derivación en columnas 71 a 73.

30 El paso de flujo de puerto de descarga más corriente arriba 51B conecta los puertos de descarga 31B de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21 (la fila M1 en la figura) entre sí. El paso de flujo de puerto de succión central 52A conecta los puertos de succión 31A de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas centrales 22 (la fila m2 en la figura) entre sí. El paso de flujo de puerto de descarga central 52B conecta los puertos de descarga 31B de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas centrales 22 (la fila m2 en la figura) entre sí. De forma similar, el paso de flujo de puerto de succión central 53A conecta los puertos de succión 31A de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas centrales 23 (la fila m3 en la figura) entre sí. El paso de flujo de puerto de descarga central 53B conecta los puertos de descarga 31B de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas centrales 23 (la fila m3 en la figura) entre sí. El paso de flujo de puerto de succión más corriente abajo 54A conecta los puertos de succión 31A de todas las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 24 (la fila M4 en la figura) entre sí.

40 Además, los pasos de flujo de puerto de succión 52A a 54A están conectados a la entrada 11 a través de la válvula de conmutación 41Z y del paso de flujo con conexión directa de salida 41. Los pasos de flujo de puerto de descarga 51B a 53B están conectados a la salida 12 a través del paso de flujo con conexión directa de salida 42. Debe tenerse en cuenta que los pasos de flujo de puerto de succión 52A a 54A pueden estar comunicados con la entrada 11 independientemente del estado de la válvula de conmutación 41Z o pueden estar comunicados con la entrada 11 cuando la válvula de conmutación 41Z esté en el estado en paralelo y pueden estar cerrados desde la entrada 11 cuando la válvula de conmutación 41Z esté en el estado en serie. Por ejemplo, el paso de flujo de puerto de succión 52A y el paso de flujo de puerto de succión 53A están conectados al paso de flujo con conexión directa de entrada 41 en una posición P<sub>52A</sub> (véase la fig. 9) y en una posición P<sub>53A</sub> (véase la fig. 9), respectivamente. El paso de flujo de puerto de succión 54A está conectado al paso de flujo 53A en la posición P<sub>53A</sub>. De forma similar, el paso de flujo de puerto de descarga 53B y el paso de flujo de puerto de descarga 52B están comunicados con el paso de flujo con conexión directa de salida 42 en una posición P<sub>53B</sub> (véase la fig. 9) y en una posición P<sub>52B</sub> (véase la fig. 9), respectivamente. El paso de flujo de puerto de descarga 51B está comunicado con el paso de flujo 52B en la posición P<sub>52B</sub> (véase la fig. 9).

55 El paso de flujo en serie 61 conecta entre el paso de flujo de puerto de descarga 51B y el paso de flujo del puerto de succión 52A. De forma similar, el paso de flujo en serie 62 conecta entre el paso de flujo de puerto de descarga 52B y el paso de flujo de puerto de succión 53A. El paso de flujo en serie 63 conecta entre el paso de flujo de puerto de descarga 53B y el paso de flujo de puerto de succión 54A.

60 Una válvula 51Y se proporciona en una posición de conexión entre el paso de flujo de puerto de descarga 51B y el paso de flujo en serie 61. La válvula 51Y puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 61 está cerrado mientras que se abre el paso de flujo de puerto de descarga 51B colocado corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 51Y y un estado en serie en el que el paso de flujo en serie 61 está abierto mientras que se cierra el paso de flujo de puerto de descarga 51B colocado corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 51Y. Debe tenerse en cuenta que el paso de flujo del puerto de descarga 51B en una posición corriente  
 65

arriba (el lado del puerto de descarga 31B) de la válvula 51Y se mantiene abierto, en el estado en paralelo y en el estado en serie.

5 De forma similar, una válvula 52Y se proporciona en una posición de conexión entre el paso de flujo de puerto de descarga 52B y el paso de flujo 62 y se proporciona una válvula 53Y en una posición de conexión entre el paso de flujo de puerto de descarga 53B y el paso de flujo en serie 63. La válvula 52Y puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 62 está cerrado mientras que se abre el paso de flujo de puerto de descarga 52B en una posición corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 52Y y un estado de serie en el que el paso de flujo en serie 62 está abierto mientras que se cierra el paso de flujo de puerto de descarga 52B en una posición corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 52Y. Debe tenerse en cuenta que el paso de flujo de puerto de descarga 52B en una posición corriente arriba (el lado del puerto de descarga 31B) de la válvula 52Y se mantiene abierto en el estado en paralelo y en el estado en serie. De forma similar, la válvula 53Y puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 63 está cerrado mientras que se abre el paso de flujo de puerto de descarga 53B en una posición corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 53Y y un estado en serie en el que el paso de flujo en serie 63 está abierto mientras que se cierra el paso de flujo de puerto de descarga 53B en una posición corriente abajo (el lado de salida 12) de la válvula 53Y. Debe tenerse en cuenta que el paso de flujo de puerto de descarga 53B en una posición corriente arriba (el lado 31B del puerto de descarga) de la válvula 53Y se mantiene abierto, en el estado en paralelo y en el estado de serie.

20 Una válvula 52X se proporciona en una posición de conexión entre el paso de flujo de puerto de succión 52A y el paso de flujo en serie 61. La válvula 52X puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 61 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado en serie en el que el paso de flujo de puerto de succión 52A en una posición corriente arriba (el lado de entrada 11) de la válvula 52X está cerrado mientras que se abren los otros pasos de flujo y un estado de derivación en el que el paso de flujo de puerto de succión 52A en una posición corriente abajo de la válvula 52X está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren. De forma similar, se proporciona una válvula 53X en una posición de conexión entre el paso de flujo de puerto de succión 53A y el paso de flujo en serie 62 y se proporciona una válvula 54X en una posición de conexión entre el paso de flujo del puerto de succión 54A y el paso de flujo en serie 63. La válvula 53X puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 62 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado en serie en el que el paso de flujo del puerto de succión 53A en una posición corriente arriba (el lado de entrada 11) de la válvula 53X está cerrado mientras que se abren los otros pasos de flujo y un estado de derivación en el que el paso de flujo del puerto de succión 53A en una posición corriente abajo de la válvula 53X está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren. La válvula 54X puede hacer la transición entre un estado en paralelo en el que el paso de flujo en serie 63 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado en serie en el que el paso de flujo del puerto de succión 54A en una posición corriente arriba (el lado de entrada 11) de la válvula 54X está cerrado mientras que se abren los otros pasos de flujo y un estado de derivación en el que el paso de flujo del puerto de succión 54A en una posición corriente abajo de la válvula 54X está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren.

40 Una válvula 81 se proporciona en el paso de flujo con conexión directa de entrada 41 en una posición corriente abajo de la posición P<sub>52A</sub>. De forma similar, una válvula 82 se proporciona en el paso de flujo de puerto de succión 52A en una posición corriente abajo de la válvula 52X. Una válvula 83 se proporciona en el paso de flujo de puerto de succión 53A en una posición corriente abajo de la válvula 53X.

45 El paso de flujo de derivación en columnas 71 conecta entre la válvula 81 y el paso de flujo de puerto de succión 52A colocado entre la válvula 82 y de la válvula de 52X. De forma similar, el paso de flujo de derivación en columnas 72 conecta entre la válvula 82 y el paso de flujo del puerto de succión 53A entre la válvula 83 y la válvula 53X. El paso de flujo de derivación en columnas 73 conecta entre la válvula 83 y el paso de flujo de puerto de succión 54A colocado entre la microbomba 15 y la válvula 54X.

50 La válvula 81 puede hacer la transición entre un estado normal en el que el paso de flujo de derivación en columnas 71 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado de derivación en el que el paso de flujo con conexión directa de entrada 41 en una posición corriente abajo de la válvula 81 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren y un estado cerrado en el que el paso de flujo con conexión directa de entrada 41 en una posición corriente arriba de la válvula 81 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren. La válvula 82 puede hacer la transición entre un estado normal en el que el paso de flujo de derivación en columnas 72 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado de derivación en el que el paso de flujo del puerto de succión 52A en una posición corriente abajo de la válvula 82 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren y un estado cerrado en el que el paso de flujo del puerto de succión 52A en una posición corriente arriba de la válvula 82 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren. La válvula 83 puede hacer la transición entre un estado normal en el que el paso de flujo de derivación en columnas 73 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren, un estado de derivación en el que el paso de flujo de puerto de succión 53A en una posición corriente abajo de la válvula 83 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren y un estado cerrado en el que el paso de flujo de puerto de succión 53A en una posición corriente arriba de la válvula 83 está cerrado mientras que los otros pasos de flujo se abren.

Debe tenerse en cuenta que el mecanismo de apertura y cierre se configura por las válvulas 52X a 54X, 51Y a 53Y y 81 a 83. Además, una primera parte de formación de paso de flujo se configura por los pasos de flujo de puerto de succión 52A a 54A y las válvulas 52X a 54X. Una segunda parte de formación del paso de flujo se configura por los pasos de flujo en serie 61 a 63 y las válvulas 51Y a 53Y. Una tercera parte de formación de paso de flujo se configura por los pasos de flujo de puerto de descarga 51B a 53B y las válvulas 51Y a 53Y. Además, un paso de flujo de derivación en filas se configura por los pasos de flujo de puerto de succión 52A a 54A.

Como se muestra en la fig. 9, una unidad de sensor 45 se proporciona en las proximidades de la salida 12 en el paso de flujo con conexión directa de salida 42. La unidad de sensor 45 incluye: un sensor de presión 45P para detectar la presión estática P de un fluido en las proximidades de la salida 12 en el paso de flujo con conexión directa de salida 42; y un sensor de caudal 45Q para detectar el caudal Q de un fluido en las proximidades de la salida 12 en el paso de flujo con conexión directa de salida 42.

El controlador 38 incluye, como configuración de hardware, un CPU 85A, un primer medio de memoria 85B, un segundo medio de memoria 85C, un tercer medio de memoria 85D, un dispositivo de entrada 85E, un dispositivo de pantalla 85F, una interfaz de entrada y de salida 85G y el bus 85H (véase la fig. 10). La CPU 85A es lo que se llama una unidad central de procesamiento y ejecuta diversos programas para obtener diversas funciones del controlador 38. El primer medio de memoria 85B es lo que se llama una memoria RAM (memoria de acceso aleatorio) y es una memoria que se usa como área de trabajo para la CPU 85A. El segundo medio de memoria 85C es lo que se llama una ROM (memoria de solo lectura) y es una memoria para almacenar un sistema de funcionamiento básico (OS) ejecutado por la CPU 85A. El tercer medio de memoria 85D se configura por un dispositivo de disco duro que incorpora un disco magnético, un dispositivo de disco que aloja un CD, un DVD o un BD, un dispositivo de memoria flash de semiconductor no volátil, y similar. El tercer medio de memoria 85D guarda diversos programas que van a ejecutarse por la CPU 85A, datos de detección de los sensores, etc. El dispositivo de entrada 85E es una tecla de entrada, un teclado, un ratón, o similar, y es un dispositivo que se usa para introducir una variedad de información. El dispositivo de pantalla 85F es una pantalla y visualiza diferentes estados de funcionamiento. La interfaz de entrada y salida 85G suministra una energía predeterminada a las válvulas 52X a 54X, 51Y a 53Y y 81 a 83, a la válvula de conmutación 41Z, a las microbombas 15 respectivas (véase la fig. 8) y a las unidades de sensores 36 y 45 respectivas (véase las figs. 5 y 9). La interfaz de entrada y de salida 85G entra y produce también señales de control predeterminadas hacia y desde las válvulas 52X a 54X, 51Y a 53Y y 81 a 83, la válvula de conmutación 41Z, las unidades de sensores 36 y 45 respectivas y las microbombas 15 respectivas. Además, la interfaz de entrada y salida 85G puede obtener también datos tales como un programa de un equipo de medición o resultados de mediciones de salida a dicho ordenador personal. El bus H es un conducto que se usa para conectar integralmente la CPU 85A, el primer medio de memoria 85B, el segundo medio de memoria 85C, el tercer medio de memoria 85D, el dispositivo de entrada 85E, el dispositivo de pantalla 85F, la interfaz de entrada y salida 85G, y similar, para lograr la comunicación entre los mismos.

Es preferente que se forme el conducto 85H a fin de exponerse a la porción rebajada 13 K (véase la fig. 3) proporcionada en la placa de alojamiento con lado de entrada 13A (véase la fig. 9). Como resultado de esto, cuando la microbomba 15 se aloja en la porción rebajada 13K, el terminal de suministro de energía externo 37 de la microbomba 15 alojada en la porción rebajada 13K está conectada eléctricamente al conducto 85H. De esta manera, el alojamiento de la microbomba 15 en la porción rebajada 13K logra el cableado a la microbomba 15. Debe tenerse en cuenta que solamente es necesario que el conducto 85H se forme a fin de exponerse a la porción rebajada en al menos una de las placas de alojamiento con lado de entrada 13A y en la placa de alojamiento con lado de salida 13B. En la porción rebajada en la otra de la placa de alojamiento con lado de entrada 13 y la placa de alojamiento con lado de salida 13B, puede proporcionarse un elemento de inclinación (un resorte de placa, un resorte helicoidal, o similar) 85J para inclinar el terminal de suministro de energía externo 37 de las microbombas 15 alojadas en la porción rebajada hacia la una de las porciones rebajadas. Si el elemento de inclinación es conductor, el elemento de inclinación y el conducto 85H pueden estar conectados eléctricamente entre sí.

Cuando un programa de control almacenado en el controlador 38 se ejecuta por el CPU 85A, el controlador 38 funciona como una parte de control de suministro de energía de bomba 94, como una parte de detección de fallos 95, como una parte de control de sustitución de bomba 96, como una parte de control de formación de paso de flujo 97 y como una parte notificación de advertencia 98, como se muestra en la fig. 11.

La parte de control de suministro de energía de bomba 94 suministra energía al dispositivo de bomba 32 de una microbomba 15 predeterminada de acuerdo a las condiciones de funcionamiento establecidas de antemano por una operación del dispositivo de entrada 85E o similar. Las condiciones de funcionamiento se refieren a condiciones bajo las que se produce un fluido con una presión estática P deseada y un caudal Q deseado desde la salida 12 (véase la fig. 5) de la unidad de bomba 10, por ejemplo.

La parte de detección de fallos 95 lee señales de detección de los sensores respectivos de la unidad de sensor 36 proporcionada en la microbomba 15 y determina si un valor medido indicado por la señal de detección excede o no un intervalo aceptable. En el presente documento, el intervalo aceptable se refiere a valores entre el valor límite

superior y el valor límite inferior establecidos por una operación del dispositivo de entrada 85E o similar. El valor límite superior y el valor límite inferior se establecen de modo que la presión estática P y el caudal Q de un fluido que sale de la microbomba 15 no pueden ejercer la capacidad esperada debido al deterioro o fallo del dispositivo de bomba 32, cada fallo fuera del intervalo aceptable. Además, si todos los valores medidos de los sensores respectivos entran dentro del intervalo aceptable, la parte de detección de fallos 95 determina que la microbomba 15 en la que se obtienen los valores medidos está en un estado normal. Si al menos uno de los valores medidos de los sensores respectivos excede el intervalo aceptable, la parte de detección de fallos 95 determina que la microbomba 15 en la que se obtiene un dicho valor de medición está en un estado de fallo. Además, la parte de detección de fallos 95 produce una señal de fallo. La señal de fallo contiene información sobre un identificador de la microbomba 15 determinada como fallo (por ejemplo, la microbomba dispuesta en la fila i-ésima x la fila j-ésima).

La parte de control de sustitución de bomba 96 determina si se produce o no a la señal de fallo desde la parte de detección de fallos 95. También, la parte de control de sustitución de bomba 96 puede recibir la señal de fallo. Además, la parte de control de sustitución de bomba 96 puede cargar información de la lista de suministro de energía sobre las microbombas 15 suministradas por la parte de control de suministro de energía de bomba 94 desde la parte de control de suministro de energía de la bomba 94. Además, la parte de control de sustitución de bomba 96 determina si la microbomba 15 está presente o no en un estado de espera. En el presente documento, el estado de espera se refiere a un estado en el que no se ha hecho la determinación como fallo (estado normal) y en el que no está deteniéndose el suministro de energía (estado detenido de suministro de energía).

Con referencia a las señales de detección de las unidades de sensor 36 y 45, la parte de control de formación del paso de flujo realiza operaciones de apertura y cierre del mecanismo de apertura y cierre, es decir, las válvulas 52X a 54X, 51Y a 53Y y 81 a 83, de modo que el caudal Q y la presión estática P en la salida 12 son iguales a o están cerca de los valores predeterminados.

La parte de notificación de advertencia 98 controla el encendido y apagado del diodo emisor de luz 18. Debe tenerse en cuenta que un zumbador o similar puede usarse como un dispositivo de advertencia sin limitarse al diodo emisor de luz 18.

A continuación, se describirán ejemplos de control de la unidad de bomba 10 realizados por el controlador 38. La parte de control de suministro de energía de bomba 94 hace girar todas las microbombas 15 hacia un estado de funcionamiento. Si la parte de control de formación de paso de flujo 97 establece las válvulas 81 a 83 en el estado normal y establece el válvulas 52X a 54X y 51Y a 53Y en el estado en serie, un fluido que entra a través de la entrada 11, luego pasa a través de las microbombas 15 dispuestas en el sentido de columna y sale de la salida 12 (véase la fig. 12). Como el número de las microbombas 15, el fluido que pasa a través se aumenta de esta manera, la presión estática P del fluido que sale de la salida 12 se aumenta con preferencia al caudal Q. Por lo tanto, la unidad de bomba 10 está en un estado en el que la presión estática P del fluido que sale de la salida 12 se aumenta en preferencia al caudal Q (estado de transporte preferencial de presión).

Si la parte de control de formación de paso de flujo 97 establece la válvula de conmutación 41Z en el estado en paralelo, las válvulas 81 a 83 en el estado normal y las válvulas 52X a 54X y 51Y a 53Y en el estado en paralelo, un fluido que entra a través de la entrada 11 se ramifica en cada uno de los puertos de succión de las microbombas 15 y entra en las microbombas 15. Los fluidos salidos de los puertos de descarga de las microbombas 15 se unen de nuevo y salen de la salida 12 (véase la fig. 13). Como resultado de esto, la unidad de bomba 10 está en un estado en el que el caudal Q del fluido que sale de la salida 12 se aumenta en preferencia de la presión estática P (estado de transporte preferencial de caudal).

Si la parte de control de formación de paso de flujo 97 establece la válvula de conmutación 41Z en el estado en paralelo, las válvulas 81 a 83 en el estado normal, las válvulas 52X a 54X y 51Y a 52Y en el estado en serie y la válvula 53Y en el estado en paralelo, el caudal Q y la presión estática P del fluido que sale de la salida 12 toman cada uno un valor entre los dos ejemplos mencionados anteriormente.

Controlar las válvulas 52X a 54X y 51Y a 52Y por separado de esta manera permite que el fluido que sale de la salida 12 tenga un caudal Q deseado y una presión estática P deseada.

Aquí, si las microbombas 15 suministradas por la parte de control de suministro de energía de bomba 94 incluyen la microbomba 15 en un estado en el que el dispositivo de bomba 32 no está funcionando normalmente (de aquí en adelante referido como estado de fallo), el caudal Q y la presión estática P del fluido que sale de la salida 12 no pueden controlarse con gran precisión.

Por lo tanto, es preferente que una microbomba 15 de repuesto sustituible de la microbomba 15 en el estado de fallo se proporcione en la unidad de bomba 10 con antelación.

Por ejemplo, como se muestra en la fig. 14, si las microbombas 15 se disponen en un patrón reticular (4 filas x 4 columnas), todas las microbombas 15 colocadas en la cuarta columna y en la cuarta fila se usan como microbombas 15 de repuesto.

5 En primer lugar, la parte de control de suministro de energía de bomba 94 suministra energía solamente a las microbombas 15 en la primera a la tercera filas x la primera a la tercera columnas. Las microbombas 15 de la primera a la tercera filas x la primera a la tercera columnas están, por lo tanto, en el estado de funcionamiento, mientras que las microbombas 15 de repuesto están en el estado detenido de suministro de energía. La parte de control de formación de paso de flujo 97 establece la válvula de conmutación 41Z en el estado en paralelo, las  
10 válvulas 81 a 83 en la primera a la tercera columnas en su estado normal, las válvulas 81 a 83 en la cuarta columna en el estado apagado, la válvulas 51Y a 52Y en la primera a la tercera columnas en el estado en serie, las válvulas 53Y en la primera a la tercera columnas en el estado en paralelo y las válvulas 52X a 54X de la primera a la tercera columnas en el estado en serie. Además, las válvulas 54x en la primera a la tercera columnas y las válvulas 52X a 54X y las válvulas 51Y a 53Y en la cuarta columna pueden establecerse en el estado en serie. Como resultado de esto, la unidad de bomba 10 está en el estado en el que la presión estática P del fluido que sale de la salida 12 se  
15 aumenta en preferencia al caudal Q.

Aquí, el controlador 38 realiza el siguiente control. La parte de detección de fallos 95 lee las señales de detección de las unidades de sensores 36 respectivas. La temporización a la que se leen las señales de detección puede producirse periódicamente o continuamente. La parte de detección de fallos 95 determina si los valores de medición indicados por las señales de detección de lectura caen o no fuera del intervalo aceptable. Si los valores medidos entran cada uno dentro del intervalo aceptable, la parte de detección de fallos 95 determina que la microbomba 15 desde la que se leen las señales de detección está en el estado normal. Si los valores medidos caen cada uno fuera del intervalo aceptable, por otro lado, la parte de detección de fallos 95 determina que la microbomba 15 desde la  
20 que se leen las señales de detección está en el estado de fallo. Si se determina que existe la microbomba 15 en el estado de fallo, la parte de detección de fallos 95 produce entonces la señal de fallo.

La parte de control de sustitución de bomba 96 determina si se produce o no a la señal de fallo desde la parte de detección de fallos 95. Si la parte de control de sustitución de bomba 96 determina que "la señal de fallo se ha emitido desde la parte de detección de fallos 95", la parte de control de sustitución de bomba 96 determina entonces "si la microbomba 15 está o no en el estado de espera entre las microbombas 15 contenidas en la unidad de bomba 10". Si la parte de control de sustitución de bomba 96 determina que no existe la microbomba 15 en el estado de espera, la parte de control de suministro de energía de bomba 94 inicia entonces el suministro de energía a la microbomba 15 seleccionada entre las microbombas 15 en el estado de espera (de aquí en adelante referida como una microbomba 15 seleccionada). Debe tenerse en cuenta que la parte de control de suministro de energía de bomba 94 detiene preferentemente el suministro de energía a la microbomba 15 determinada como que está en el estado de fallo. A continuación, la parte de control de formación de paso de flujo 97 realiza las operaciones de apertura y cierre de las válvulas 51Y a 53Y, 52X a 54X, y 81 a 83 de modo que el fluido fluye a través de las microbomba 15 seleccionada en lugar de la microbomba 15 determinada como fallo. Esto permite que el fluido con una presión estática P deseada y con un caudal Q deseado se produzca desde la salida 12 de la unidad de bomba 10, incluso cuando la microbomba 15 en el estado de fallo esté presente en la unidad de bomba 10.  
30  
35  
40

Se describirán a continuación contenidos de control realizados por la parte de control de formación de paso de flujo 97 para permitir que la microbomba 15 de repuesto se use en lugar de la microbomba 15 en el estado de fallo.  
45

En primer lugar, si se determina que la microbomba 15 en la segunda fila x de la tercera columna está en el estado de fallo, la parte de control de formación de paso de flujo 97 selecciona cualquier microbomba 15 de entre las microbombas 15 de repuesto en el estado de espera.

50 Aquí, si la microbomba 15 en la segunda fila x la cuarta columna se selecciona como la microbomba 15 de sustitución, la parte de control de formación de paso de flujo 97 establece la válvula 52X en la tercera columna y la válvula 53 en la cuarta columna en el estado de derivación, la válvula 52X en la cuarta columna y la válvula 53X en la tercera columna en el estado en paralelo, la válvula 52Y en la cuarta columna en el estado en serie y la válvula 82 en la cuarta columna en el estado normal. Como resultado de esto, el fluido que ha pasado a través de la microbomba 15 en la primera fila x la tercera columna pasa a través de la microbomba 15 en la segunda fila x la cuarta columna en lugar de la microbomba 15 en la segunda fila x la tercera columna. Después de esto, el fluido pasa a través de la microbomba 15 en la tercera fila x de la tercera columna (véase la fig. 15). Por lo tanto, el fluido con el caudal Q esperado y con la presión estática P esperada puede producirse desde la salida 12.  
55

60 Si la microbomba 15 en la cuarta fila x de la tercera columna se selecciona como la microbomba 15 de sustitución, la parte de control de formación de paso de flujo 97 establece la válvula 82 en la tercera columna para el estado de derivación, la válvula 83 en la tercera columna para el estado normal y las válvulas de 53Y y 54X en la tercera columna para el estado en serie. Debe tenerse en cuenta que es preferente que la válvula 53X en la tercera columna esté en el estado en serie. Como resultado de esto, el fluido que ha pasado a través de la microbomba 15 en la primera fila x la tercera columna pasa a través de la microbomba 15 en la tercera fila x de la tercera columna, sin  
65

pasar por la microbomba 15 en la segunda fila x la tercera columna. Después de esto, el fluido pasa a través de la microbomba 15 en la cuarta fila x la tercera columna (véase la fig. 16). Por lo tanto, el fluido con el caudal Q esperado y con la presión estática P esperada puede producirse desde la salida 12.

5 Si la parte de control de sustitución de bomba 96 determina que no existe ninguna microbomba 15 en el estado detenido, por otro lado, la parte de notificación de advertencia 98 puede dar una notificación de un estado anormal en la unidad de bomba 10 controlando el encendido y apagado del diodo emisor de luz 18. Como resultado de esto, puede evitarse el uso de la unidad de bomba 10 que no pueda producir el fluido con la presión estática P deseada y el caudal Q deseado.

10 Como se ha descrito anteriormente, de acuerdo a la unidad de bomba 10, las microbombas 15 se disponen en un patrón reticular y por medio del mecanismo de formación de paso de flujo, es decir, el paso de flujo central 43 y el mecanismo de apertura y cierre (las válvulas) proporcionados en el paso de flujo central 43, pueden controlarse las combinaciones racionales sobre la conexión en serie y conexión en paralelo de las microbombas 15. En  
15 consecuencia, incluso para una aplicación en la que una única microbomba 15 no puede alcanzar un caudal suficiente y una presión estática suficiente, puede usarse una pluralidad de microbombas 15 en combinación. Por lo tanto, dichas microbombas 15 pueden usarse de una manera similar a los sopladores o a las bombas de jeringa convencionales. Además, debido al tamaño pequeño de la microbomba 15, incluso cuando se dispone una pluralidad de dichas microbombas 15, pueden configurarse para ser más pequeñas y más ligeras que los sopladores  
20 convencionales o similares. En particular, diversas variaciones sobre una combinación del número de conexiones en paralelo y del número de conexiones en serie pueden controlarse digitalmente mediante el encendido y el apagado de las microbombas 15 o mediante el control del mecanismo de apertura y cierre (válvulas). Por lo tanto, puede simplificarse extremadamente la configuración de control de las mismas. Además, en el caso de los sopladores o de las bombas de jeringa convencionales, si uno de ellos se rompe, todo el transporte de fluido se interrumpe. De  
25 acuerdo a la unidad de bomba 10 descrita anteriormente, sin embargo, incluso aunque una microbomba 15 individual se rompa, las otras microbombas 15 pueden compensar la microbomba 15 rota. Por lo tanto, pueden mejorarse también la fiabilidad o la seguridad.

30 Particularmente, en la unidad de bomba 10, el número de las microbombas 15 que pertenecen a la fila corriente arriba es igual o menor que el número de las microbombas 15 que pertenecen a la fila corriente abajo en el estado de transporte preferencial de presión en el que las microbombas 15 están conectadas en serie. Consecuentemente, la operación innecesaria de las microbombas 15 puede suprimirse, lo que hace posible de esta manera reducir el consumo de energía. Esto es especialmente adecuado para una aplicación accionada por batería, por ejemplo.

35 Además, la unidad de bomba 10 conmuta colectivamente la relación de conexión de todas las microbombas 15 dispuestas en cada fila. Consecuentemente, la configuración de las válvulas se simplifica, lo que mejora la capacidad de mantenimiento de las mismas.

40 Debe tenerse en cuenta que una única o una pluralidad de entradas 11 puede proporcionarse en la unidad de bomba 10. La pluralidad de entradas 11 puede estar conectada al paso de flujo con conexión directa de entrada 41 o directamente conectada a las microbombas 15 que pertenecen al grupo de filas más corriente arriba 21. Además, puede proporcionarse un único o tres o más grupos de filas centrales.

45 En el modo de realización descrito anteriormente, el grupo de filas más corriente arriba 21, los grupos de filas centrales 22 y 23 y el grupo de filas más corriente abajo 24 se disponen en este orden en el alojamiento 13. Sin embargo, la presente invención no se limita a la misma. Por ejemplo, son posibles el orden de los grupos de filas más corriente arriba 21, el grupo de filas más corriente abajo 24 y los grupos de filas centrales 22 y 23, el orden del grupo de filas más corriente abajo 24, los grupos de filas centrales 22 y 23 y el grupo de filas más corriente arriba 21,  
50 o similar.

Aunque las microbombas 15 se disponen en un patrón reticular en el alojamiento 13 en el modo de realización descrita anteriormente, la presente invención no se limita a las mismas. Las microbombas 15 pueden disponerse para formar una única fila o una sola columna.

55 Además, mientras que las microbombas 15 se encajan en el alojamiento 13 en el modo de realización descrito anteriormente, la presente invención no se limita a las mismas. Las microbombas 15 y el alojamiento 13 pueden formarse integralmente.

60 Aunque las microbombas 15 se disponen en un plano en un patrón reticular en el modo de realización descrito anteriormente, la presente invención no se limita a las mismas. Una pluralidad de microbombas 15 puede disponerse a fin de solaparse entre sí. Por ejemplo, las microbombas 15 pueden apilarse de manera que la entrada 11 de la segunda microbomba 15 está situada sobre la salida 12 de la primera microbomba 15 (véase las figs. 17 a 20).

65 La unidad de bomba 10 mostrada en las figs. 17-18 incluye: el alojamiento 13 con la entrada 11 y la salida 12; y una unidad de bomba 15 alojada en el alojamiento 13. El alojamiento 13 que tiene un orificio de alojamiento de unidad de

bomba 13X para alojar la unidad de bomba 15 se configura por un primer bloque de formación de alojamiento 13L y por un segundo bloque de formación de alojamiento 13R. Una porción rebajada predeterminada se forma en cada uno del primer bloque de formación de alojamiento 13L y del segundo bloque de formación de alojamiento 13R. El primer bloque de formación de alojamiento 13L y el segundo bloque de formación de alojamiento 13R se encajan juntos de manera que las porciones rebajadas están enfrente una de la otra para formar el orificio de alojamiento de unidad de bomba 13X.

Como se ve en las figs. 18 a 19, las microbombas 15A, 15B, y 15C dispuestas en este orden desde la entrada 11 hacia la salida 12 en el alojamiento 13, un bloque de paso de flujo 13SA dispuesto entre la microbomba 15A y la microbomba 15B y un bloque de paso de flujo 13SB dispuesto entre la microbomba 15B y la microbomba 15C se disponen en el alojamiento 13.

Además, en el alojamiento 13, se forman el paso de flujo con conexión directa de entrada 41 que está conectado entre el puerto de succión 31A de la microbomba 15A y la entrada 11 y el paso de flujo con conexión directa de salida 42 que está conectado entre el puerto de descarga 31B de la microbomba 15C y la salida 12. El paso de flujo con conexión directa de entrada 41 incluye: un paso de conexión directa 41B que conecta directamente con el puerto de succión 31A de la microbomba 15A con la entrada 11; y un paso ramificado 41B ramificado desde el paso de conexión directa 41A. El paso ramificado 41B se extiende hacia las proximidades del puerto de succión 31A de la microbomba 15C a lo largo de las microbombas 15A, 15B, y 15C. El paso de flujo con conexión directa de salida 42 incluye: un paso de conexión directa 42A que conecta directamente el puerto de descarga 31B de la microbomba 15C con la salida 12; y un paso ramificado 42B ramificado desde el paso de conexión directa 42A. El paso ramificado 42B se extiende hacia las proximidades del puerto de descarga 31B de la microbomba 15A a lo largo de las microbombas 15C, 15B y 15A.

Como se ve en las figs. 18 y 20, el bloque de paso de flujo 13SA se forma en forma de un paralelepípedo rectangular. En el bloque de paso de flujo, se forman un paso de flujo en serie 90A que conecta directamente el puerto de descarga 31B de la microbomba 15A con el puerto de succión 31A de la microbomba 15B; una válvula en serie 90AB para abrir y cerrar el paso de flujo en serie 90A; un paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A que conecta directamente el paso de flujo en serie 90A más cerca del puerto de descarga 31B de la válvula en serie 90AB con el paso ramificado 42B; una válvula paralela de lado de descarga 92AB para abrir y cerrar el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A; un paso de flujo paralelo de lado de succión 91A que conecta directamente el paso de flujo en serie 90A más cerca del puerto de succión 31A de la válvula en serie 90AB con el paso ramificado 41B; y una válvula paralela de lado de succión 91AB para abrir y cerrar el paso de flujo paralelo del lado de succión 91A. Debe tenerse en cuenta que la ilustración esquemática de las válvulas 90AB, 91AB, 92AB se omite en la fig. 20 con el fin de evitar complicarse. El bloque de paso de flujo 13SB es similar al bloque de paso de flujo 13SA. Más específicamente, el bloque de paso de flujo 13SB se forma en forma de paralelepípedo rectangular y se forman un paso de flujo en serie 90B que conecta directamente con el puerto de descarga 31B de la microbomba 15B con el puerto de succión 31A de la microbomba 15C; una válvula en serie 90BB para abrir y cerrar el paso de flujo en serie 90B; un paso de flujo paralelo de lado de descarga 92B que conecta directamente con el paso de flujo en serie 90B más cerca del puerto de descarga 31B de la válvula en serie 90BB con el paso ramificado 42B; una válvula paralela de lado de descarga para abrir y cerrar el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92B; un paso de flujo paralelo de lado de succión 91B que conecta directamente el paso de flujo en serie 90B más cerca del puerto de succión 31A que la válvula en serie 90BB con el paso ramificado 41B; y la válvula paralela de lado de succión 91BB para abrir y cerrar el paso de flujo paralelo de lado de succión 91B.

El paso de flujo en serie se forma a fin de ir a través de una superficie lateral de puerto de descarga 13AL del bloque de paso de flujo 13SA que está enfrente del puerto de descarga 31B de la microbomba 15A hacia una superficie lateral de puerto de succión 13AU del bloque de paso de flujo 13SA que está enfrente del puerto de succión 31A de la microbomba 15B. Como el alojamiento de la microbomba 15A está en contacto con la superficie lateral de puerto de descarga 13AL en el alojamiento 13, una ranura 13LM formada en la superficie lateral de puerto de succión 13AU y la microbomba 15A forman juntos el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A. Como el alojamiento de la microbomba 15B está en contacto con la superficie lateral de puerto de succión 13AU en el alojamiento 13, una ranura 13UM formada en la superficie lateral de puerto de succión 13AU y la microbomba 15B forman juntos el paso de flujo paralelo de lado de succión 91A. De forma similar, el paso de flujo en serie 90B se forma a fin de ir desde una superficie lateral de puerto de descarga 13BL del bloque de paso de flujo 13SB que está enfrente del puerto de descarga 31B de la microbomba 15B hasta una superficie lateral de puerto de succión 13BU del bloque de paso de flujo 13SB que está enfrente del puerto de succión 31A de la microbomba 15C. Como el alojamiento de la microbomba 15B está en contacto con la superficie lateral de puerto de descarga 13BL en el alojamiento 13, una ranura formada en la superficie lateral de puerto de succión 13BU y la microbomba 15B forman juntos el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92B. Como el alojamiento de la microbomba 15C está en contacto con la superficie lateral de puerto de succión 13BU en el alojamiento 13, una ranura formada en la superficie lateral de puerto de succión 13BU y la microbomba 15C forman juntas el paso de flujo paralelo de lado de succión 91B.

Las operaciones de apertura y cierre de la válvula de conmutación 41Z, de las válvulas en serie 90AB y 90BB, de las válvulas paralelas de lado de succión 91AB y 91BB y de las válvulas paralelas de lado de descarga 92AB y 92BB se realizan por el controlador 38 (véase la fig. 7) .

5 Las funciones de la unidad de bomba 10 mostrada en las figs. 17 a 20 se describirán a continuación.

10 La válvula de conmutación 41Z se establece en el estado en paralelo, las válvulas en serie 90AB y 90BB se establecen en un estado cerrado y las válvulas paralelas de lado de succión 91AB y 91BB y las válvulas paralelas de lado de descarga 92AB y 92BB se establecen en un estado abierto (véase la fig. 19). Un fluido que entra a través de la entrada 11 se distribuye a través del paso de flujo con conexión directa de entrada 41, del paso de flujo paralelo de lado de succión 91A y del paso de flujo paralelo de lado de succión 91B. Los fluidos distribuidos se succionan en los puertos de succión 31A de las microbombas 15A a 15C, respectivamente. En cada una de las microbombas 15A a 15C, el dispositivo de bomba 32 (véase la fig. 5) comprime el fluido succionado del puerto de succión 31A. Los fluidos comprimidos en las microbombas 15A a 15C salen de los puertos de descarga 31B, se unen a través del paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A, del paso de flujo paralelo de lado de descarga 92B y del paso de flujo con conexión directa de salida 42 y luego sale de la salida 12.

20 La válvula de conmutación 41Z se establece en el estado en serie, las válvulas en serie 90AB y 90BB se establecen en el estado abierto y las válvulas paralelas de lado de succión 91AB y 91BB y las válvulas paralelas de lado de descarga 92AB y 92BB se establecen en el estado cerrado (véase la fig. 18). Un fluido que entra a través de la entrada 11 se succiona en el puerto de succión 31A de la microbomba 15A a través del paso de flujo con conexión directa de entrada 41. En la microbomba 15A, el dispositivo de bomba 32 (véase la fig. 5) comprime el fluido succionado por el puerto de succión 31A. El fluido comprimido en la microbomba 15A sale del puerto de descarga 31B y se succiona en el puerto de succión 31A de la microbomba 15B a través del paso de flujo en serie 90A. El fluido succionado desde el puerto de succión 31A de la microbomba 15B se comprime por el dispositivo de bomba 32 (véase la fig. 5) y luego se succiona en el puerto de succión 31A de la microbomba 15C a través del puerto de descarga 31B y del paso de flujo en serie 90B. De forma similar, el líquido succionado del puerto de succión 31A de la microbomba 15C se comprime por el dispositivo de bomba 32 (véase la fig. 5) y luego sale de la salida 12 a través del puerto de descarga 31b y del paso de flujo con conexión directa de salida 42.

30 De acuerdo a la unidad de bomba 10, la presión estática P y el caudal Q del fluido que sale de la salida 12 pueden controlarse apropiadamente por medio de las operaciones apertura y cierre de la válvula de conmutación 41Z, de las válvulas en serie 90AB y 90BB, de las válvulas paralelas de lado de succión 91AB y 91BB y de las válvulas paralelas de lado de descarga 92AB y 92BB.

35 Además, como la ranura 13LM formada en la superficie lateral del puerto de descarga 13AL y la microbomba 15A forman juntas el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A, pueden ahorrarse el tiempo y el esfuerzo requeridos para formar el paso de flujo paralelo de lado de descarga 92A. De forma similar, como la ranura 13UM formada en la superficie lateral de puerto de succión 13AU y la microbomba 15B forman juntas el paso de flujo paralelo de lado de succión 91A, pueden ahorrarse el tiempo y el esfuerzo requeridos para formar el paso de flujo paralelo de lado de succión 91A.

45 Esto se aplica también al alojamiento 13 mostrado en la fig. 9. Es preferente que la placa de alojamiento con lado de entrada 13 se forme por las placas de formación de paso de flujo AA a 13AD. Cada una de las placas de formación de paso de flujo 13AA a 13AD tiene un agujero pasante formado en un sentido de grosor de las mismas en una posición predeterminada. Además, cada una de las placas de formación de paso de flujo 13AA a 13AD tiene una ranura en una posición predeterminada en una superficie que está enfrente de otra placa de formación de paso de flujo. Cuando las placas de formación de paso de flujo 13aa a 13AD se encajan juntas de una manera apilada, los agujeros pasantes y las ranuras formadas en las placas de formación de paso de flujo 13AA a 13AD forman los pasos de flujo 41, 52A a 54A, y 71 a 73 respectivos y las porciones corriente arriba de los pasos de flujo 61 a 63 respectivos. De forma similar, es preferente que la placa de alojamiento con lado de salida 13B se forme por las placas de formación de paso de flujo 13BA a 13BB. Cada una de las placas de formación de paso de flujo 13BA a 13BB tiene un agujero pasante formado en un sentido de grosor de las mismas y una ranura formada en una superficie que está enfrente de otra placa de formación de paso de flujo en posiciones predeterminadas. Cuando las placas de formación de paso de flujo 13BA a 13BB se encajan juntas de una manera apilada, los agujeros pasantes y las ranuras formadas en las placas de formación de paso de flujo 13BA a 13BB forman los pasos de flujo 42 y 51B a 53B respectivos y las porciones corriente abajo de los pasos de flujo 61 a 63 respectivos.

60 Mientras que la salida 12 de la primera microbomba 15 y la entrada 11 de la segunda microbomba 15 se disponen a fin de estar enfrente directamente una de la otra en el modo de realización descrito anteriormente, la presente invención no se limita a las mismas. Por ejemplo, como se muestra en la fig. 21, una pluralidad de microbombas 15 puede apilarse entre sí en un sentido oblicuo. La unidad de bomba 10 configurada por la pluralidad de microbombas 15 apiladas una sobre otra en un sentido oblicuo puede colocarse en un espacio pequeño tal como un espacio intermedio entre objetos.

65

Un ejemplo en el que la unidad de bomba 10 se aplica a un dispositivo de asistencia respiratoria 700 para uso médico se muestra en las figs. 22A y 22B. El dispositivo de asistencia respiratoria 700 se configura incluyendo: un paso de flujo 702 a través del que pasa el aire para la respiración; una boquilla espiratoria 704 y una boquilla inspiratoria 706 dispuestas en el paso de flujo 702 y capaces de emitir un aire de aceleración en un sentido espiratorio y en un sentido inspiratorio, respectivamente; la unidad de bomba 10 dispuesta en una superficie externa del paso de flujo 702 en un sentido circunferencial de la misma; y una batería 710 para accionar la unidad de bomba 10. Las paredes Venturi 720 se disponen en las proximidades de las boquillas espiratorias e inspiratorias 704 y 706 dispuestas en el paso de flujo 702. Debe tenerse en cuenta que la batería 710 puede disponerse en una ubicación remota o puede omitirse conectando un conducto de suministro de energía.

Además, una válvula de conmutación de espiración y de inspiración 725 se dispone en la salida 12 (véase la fig. 1, de aquí en adelante referida como un puerto de descarga integrado) de la unidad de bomba 10. La válvula de conmutación de espiración y de inspiración 725 conmuta entre una carcasa donde el aire que va a descargarse desde el puerto de salida integrado se emite desde la boquilla espiratoria 704 y una carcasa donde se emite dicho aire desde la boquilla inspiratoria 706. Cuando el aire se emite desde la boquilla espiratoria 704 como se muestra en la fig. 23A, dicho aire se extiende por la pared Venturi 720, estableciendo de esta manera el lado espiratorio en un estado de presión negativa. Por lo tanto, el dióxido de carbono descargado del lado inspiratorio (el lado de pulmón) se arrastra en el aire y se causa que dicho aire fluya en el sentido espiratorio. En consecuencia, puede asistirse a una acción espiratoria. Cuando el aire se emite desde la boquilla inspiratoria 706 como se muestra en la fig. 23B, por otro lado, dicho aire se extiende por la pared Venturi 720, estableciendo de esta manera el lado inspiratorio en el estado de presión negativa. Por lo tanto, el oxígeno suministrado desde el lado inspiratorio se absorbe en el aire y se causa que dicho aire fluya en el sentido inspiratorio (el lado de pulmón). En consecuencia, puede asistirse a una acción inspiratoria.

De acuerdo al dispositivo de asistencia respiratoria 700, la unidad de bomba 10 reducida se fija directamente a la tubería que forma el paso de flujo 702. Por lo tanto, el dispositivo de asistencia respiratoria 700 puede configurarse de una manera extremadamente compacta. Además, debido a la formación integral del paso de flujo 702 y de la unidad de bomba 10, incluso cuando el paso de flujo 702 se mueve junto al movimiento del cuerpo de un usuario, el paso de flujo 702 y la unidad de bomba 10 se mueven juntos. Por lo tanto, se impide que se corte la conexión entre las boquillas espiratorias e inspiratorias 704 y 706 y la unidad de bomba 10. Por lo tanto, la estabilidad en la operación de asistencia de respiración se mejora y un usuario puede mover también su cuerpo más libremente.

Además, debido a una distancia reducida entre la unidad de bomba 10 y las boquillas espiratorias e inspiratorias 704 y 706, puede mejorar la capacidad de respuesta de la operación de asistencia de respiración.

El dispositivo de asistencia respiratoria 700 puede usarse continuamente con un tubo de intubación insertado hacia una tráquea a través de la boca de un usuario. Sin embargo, el dispositivo de asistencia respiratoria 700 puede usarse alternativamente con el paso de flujo 702 que está conectado a una mascarilla de nariz 830 como se muestra en la fig. 24, por ejemplo. Además, cuando se aplica a una mascarilla de nariz, es preferente que la unidad de bomba 10 esté fija directamente a una superficie periférica externa de la mascarilla de nariz 830 como en un dispositivo de asistencia respiratoria 800 mostrado en la fig. 25, por ejemplo. Dicha disposición mejora la estabilidad general. Aunque se ha ilustrado aquí el caso en el que se suministra aire a la boquilla espiratoria o a la boquilla inspiratoria conmutando una sola unidad de bomba 10 por medio de la válvula de conmutación de espiración y de inspiración 725, dos unidades de bomba 10 pueden proporcionarse y estar conectadas a la boquilla espiratoria y a la boquilla inspiratoria, respectivamente.

Es evidente que la unidad de bomba y el dispositivo de asistencia respiratoria de acuerdo a la presente invención no se limitan a los modos de realización descritos anteriormente y pueden hacerse diversas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones.

#### Aplicabilidad industrial

La unidad de bomba de acuerdo a la presente invención puede usarse en diversas aplicaciones distintas del dispositivo de asistencia respiratoria. Además, el dispositivo de asistencia respiratoria de acuerdo a la presente invención puede utilizarse con el fin de asistir a la respiración de varias criaturas.

**REIVINDICACIONES**

1. Una unidad de bomba (10), que comprende:
- 5 un cuerpo (13) provisto de una entrada (11) y una salida (12) para un fluido; y
- un grupo de bombas compuesto de una pluralidad de microbombas (15) dispuestas en el cuerpo (13), para permitir que un fluido que entra a través de la entrada (11) salga desde la salida (12), en la que el grupo de bombas incluye
- 10 una microbomba (15) colocada en una posición más corriente arriba (m1) en un estado en serie,
- una microbomba (15) colocada en una posición más corriente abajo (m4) en el estado en serie, y
- una microbomba (15) colocada en una posición central (m2, m3) en el estado en serie,
- 15 el cuerpo (13) incluye
- un paso de flujo con conexión directa de entrada (41) que conecta directamente un puerto de succión (31A) de la microbomba (15) en una posición más corriente arriba (m1) con la entrada (11),
- 20 un paso de flujo con conexión directa de salida (42) que conecta directamente un puerto de descarga (31B) de la microbomba (15) en una posición más corriente abajo (m4) con la salida (12), y
- un mecanismo de formación de paso de flujo que conecta las microbombas (15) que constituyen el grupo de bombas,
- 25 caracterizada por que
- el mecanismo de formación de paso de flujo es conmutable entre
- 30 el estado en serie en el que la microbomba (15) en una posición más corriente arriba (m1), la microbomba (15) en una posición central (m2, m3) y la microbomba (15) en una posición más corriente abajo (m4) están conectadas en este orden y
- 35 un estado en paralelo en el que se forma un paso ramificado que conecta entre un puerto de succión (31A) de la microbomba (15) en una posición central (m2, m3) o más corriente abajo (m1) y la entrada (11) y se forma un paso confluyente que conecta entre un puerto de descarga de la microbomba (15) en una posición más corriente arriba (m1) o central (m2, m3) y la salida (12), y
- 40 la unidad de bomba comprende además un parte de control de formación de paso de flujo (97) para controlar el mecanismo de formación de paso de flujo, y el mecanismo de formación de paso de flujo incluye además un primer medio de formación de paso de flujo (52A-54A, 52X-54X) que permite que estén comunicados o se cierran entre sí los puertos de succión (31A) de las microbombas (15) en una posición central (m2, m3) y más corriente abajo (m4) y la entrada (11) del cuerpo (13);
- 45 un segundo medio de formación de paso de flujo (61-63, 51Y-53Y) que permite que estén comunicados o se cierran entre sí el puerto de descarga de la microbomba (15) en un lado corriente arriba (m1) y el puerto de succión (31A) de la microbomba (15) en un lado corriente abajo (m4) en las microbombas (15) conectadas en el orden de más corriente arriba (m1), en el centro (m2, m3) y más corriente abajo (m4); y
- 50 un tercer medio de formación de paso de flujo (51B-53B, 51Y-53Y) que permite que estén comunicados o se cierran entre sí los puertos de descarga de las microbombas (15) en una posición más corriente arriba (m1) y central (M2, M3) y la salida del cuerpo (13).
- 55 2. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las microbombas (15) que constituyen el grupo de bombas están dispuestas para poder apilarse entre sí.
3. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 1, en la que las microbombas (15) que constituyen el grupo de bombas están dispuestas en un patrón reticular.
- 60 4. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende:
- un paso de flujo de fila de derivación en filas (52A-54A) que conecta los puertos de succión (31a) de una pluralidad de microbombas (15) dispuestas en un sentido de fila y conecta los puertos de descarga de la pluralidad de las microbombas (15) dispuestas en el sentido de fila, y
- 65

un dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en filas (52X-54X, 51Y-53Y, 81-83) para abrir y cerrar el paso de flujo de derivación en filas (52A-54A).

5 5. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, que comprende:

un paso de flujo de derivación en columnas (71 a 73) que conecta los puertos de succión (31a) de una pluralidad de microbombas (15) dispuestas en un sentido de columna y conecta los puertos de descarga de la pluralidad de las microbombas (15) dispuestas en el sentido de columna, y

10 un dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en columnas (81 a 83) para abrir y cerrar el paso de flujo de derivación en columnas (71 a 73).

15 6. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en la que la parte de control de formación de paso de flujo (97) incluye:

una parte de detección de fallos (95) para detectar un fallo de la microbomba (15);

20 una parte de control de sustitución de bomba (96) para determinar si existe o no una microbomba (15) que pueda sustituirse por una microbomba rota (15); y

25 una parte de control de derivación para controlar, cuando se determine que no existe la microbomba de sustitución (15), el dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en filas (52A-54A) o el dispositivo de apertura y cierre de paso de flujo de derivación en columnas (81-83) de modo que el fluido que fluye hacia la microbomba (15) especificada por una señal de fallo se envía a la microbomba (15) de sustitución y el fluido que sale de la microbomba (15) de sustitución se envía a la microbomba (15) posterior a la microbomba (15) especificada por la señal de fallo.

30 7. La unidad de bomba de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende un dispositivo de advertencia capaz de emitir una advertencia, y en la que

35 la parte de control de formación de paso de flujo (97) incluye una parte de notificación de advertencia para dar una advertencia por medio del dispositivo de advertencia cuando se determina que no existe la microbomba (15) de sustitución.

8. La unidad de bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que el cuerpo (13) está provisto de una porción rebajada (13K) para alojar la microbomba (15).

40 9. La unidad de bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en la que

la microbomba (15) incluye un terminal de suministro de energía (33) para suministrar energía a un dispositivo de bomba contenido en el mismo, y se proporciona la porción rebajada (13K) con un conducto que está conectado eléctricamente al terminal de suministro de energía (33) de la microbomba (15) alojada en la porción rebajada.

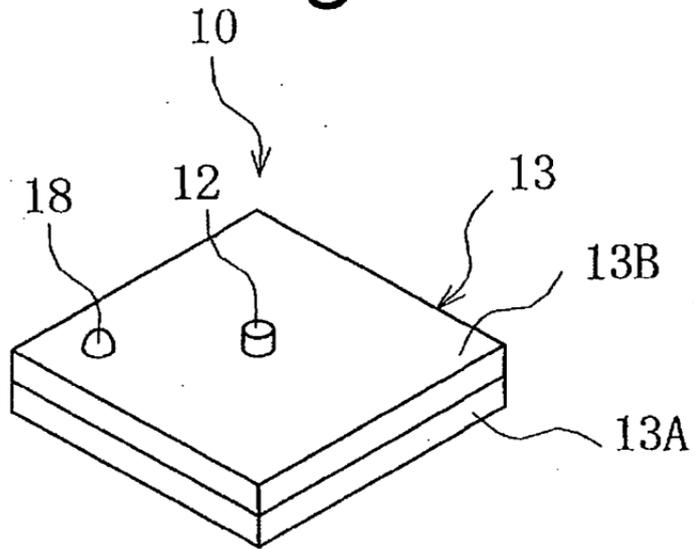
45 10. La unidad de bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en la que

50 el cuerpo (13) incluye un paquete de entrada que tiene la entrada (11) y un paquete de salida que tiene la salida (12), se proporciona el primer medio de formación de paso de flujo (52A-54A, 52X-54X) en el paquete de entrada y se proporciona el tercer medio de formación de paso de flujo (51B-53B, 51Y-53Y) en el paquete de salida.

11. Un dispositivo de asistencia respiratoria que comprende:

55 un paso de flujo (702) a través del que pasa un gas espiratorio o inspiratorio; una boquilla (706) dispuesta en el paso de flujo (702), para inyectar un gas de aceleración en un sentido espiratorio o inspiratorio; y la unidad de bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 fijada alrededor del paso de flujo (702), para suministrar el gas de aceleración a la boquilla (706).

**Fig. 1**



**Fig. 2**

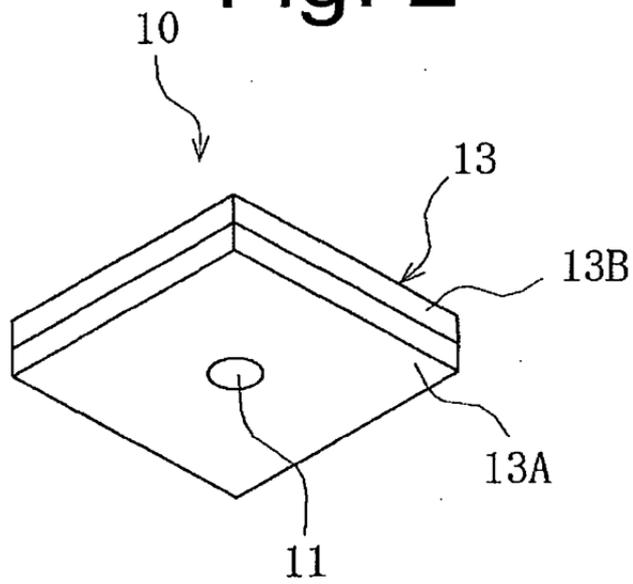


Fig. 3

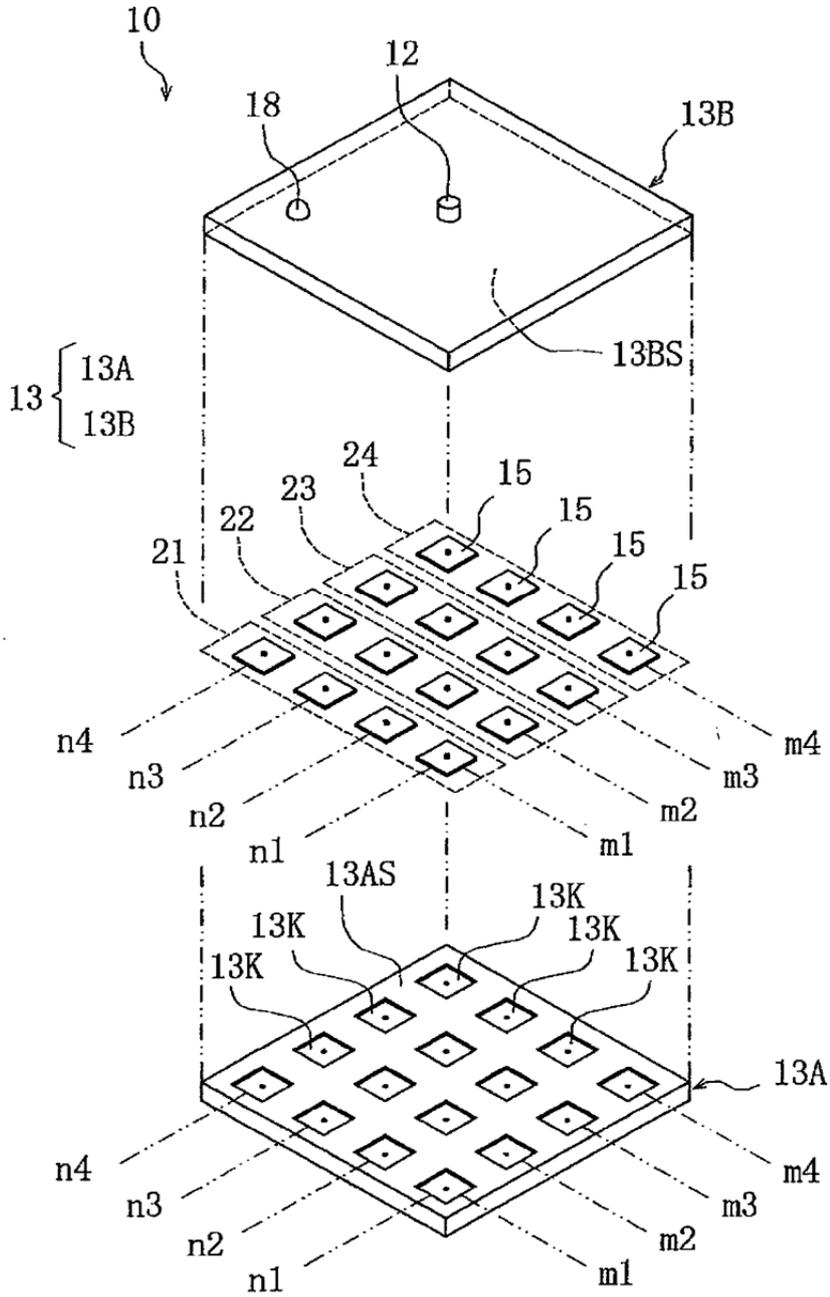


Fig. 4

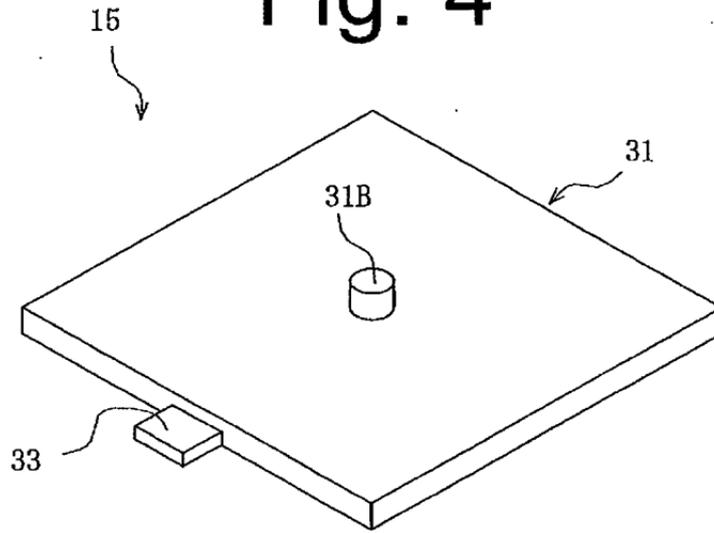
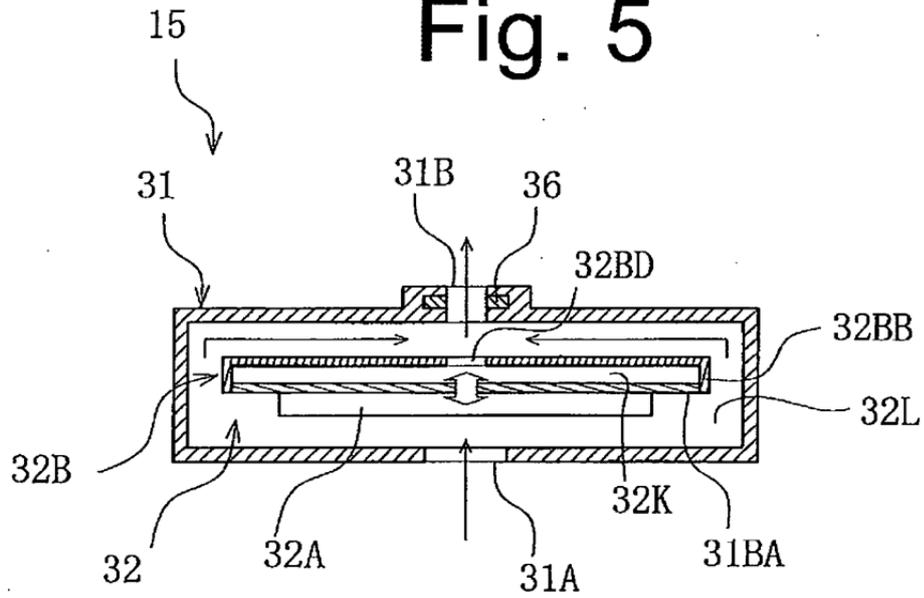


Fig. 5



# Fig. 6

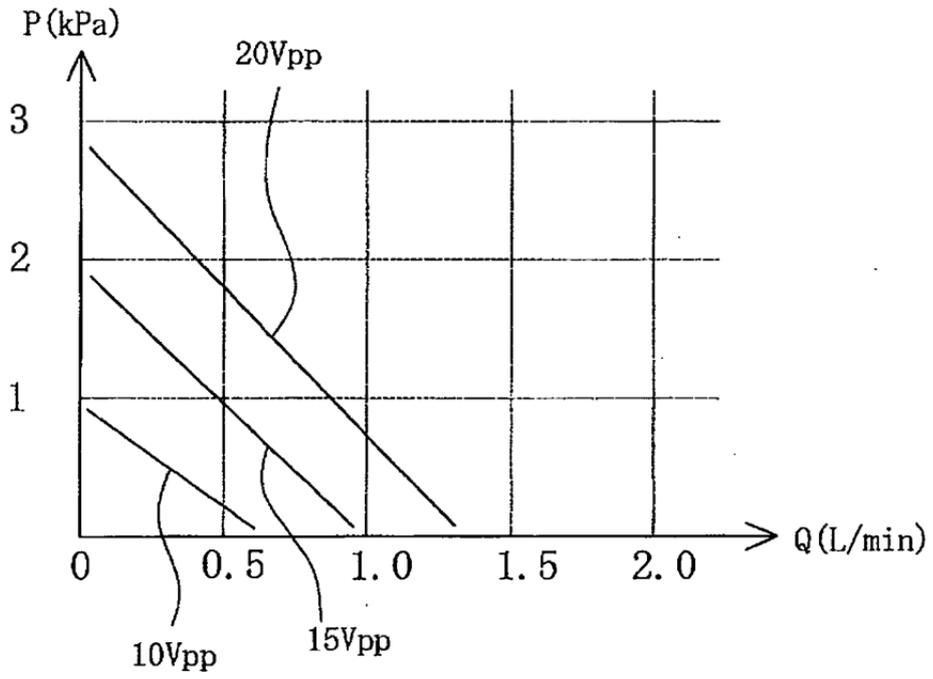


Fig. 7

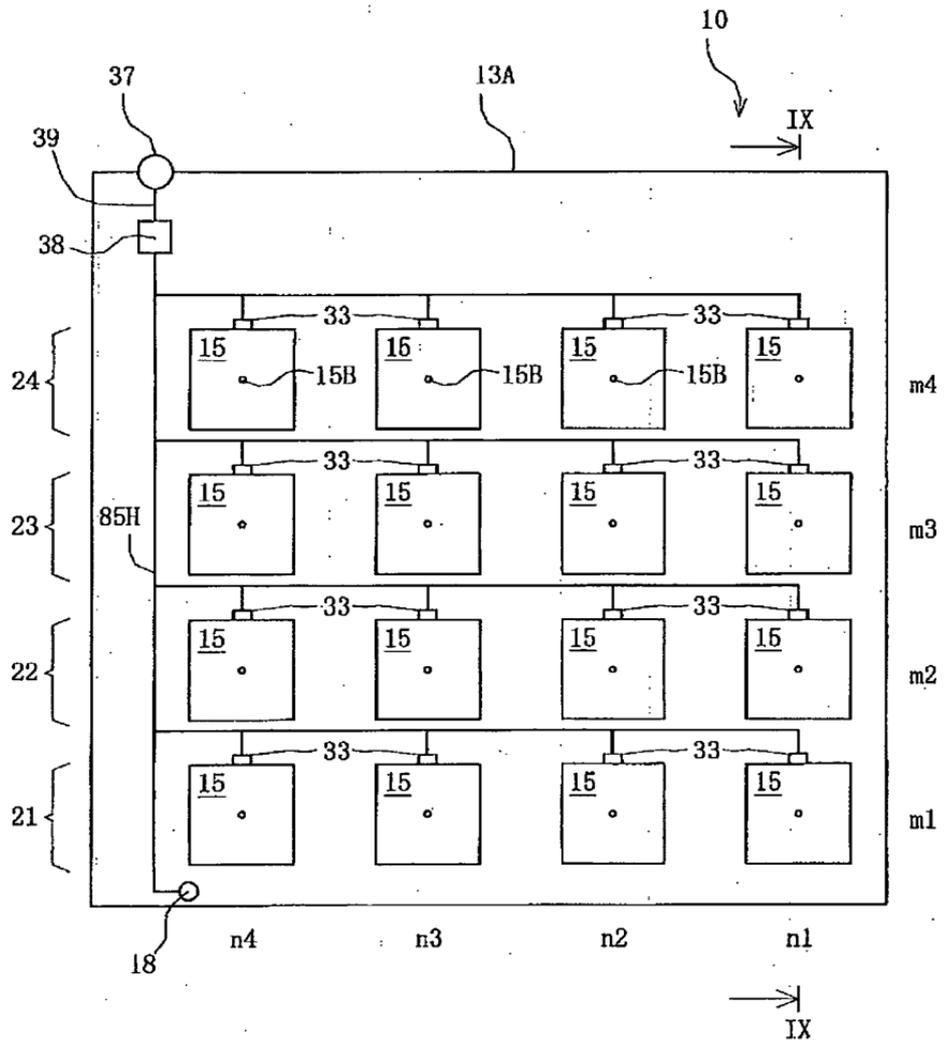


Fig. 8

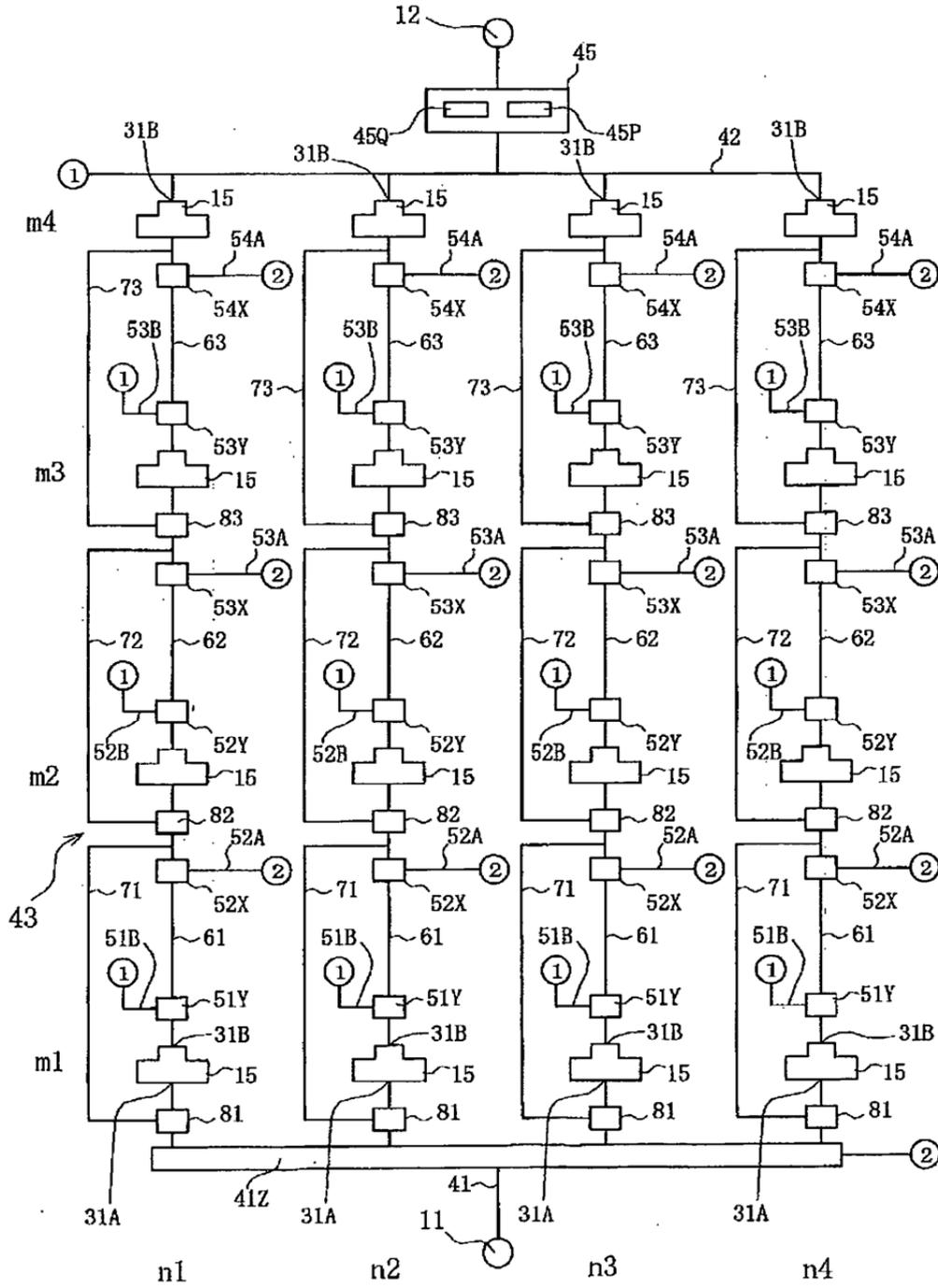
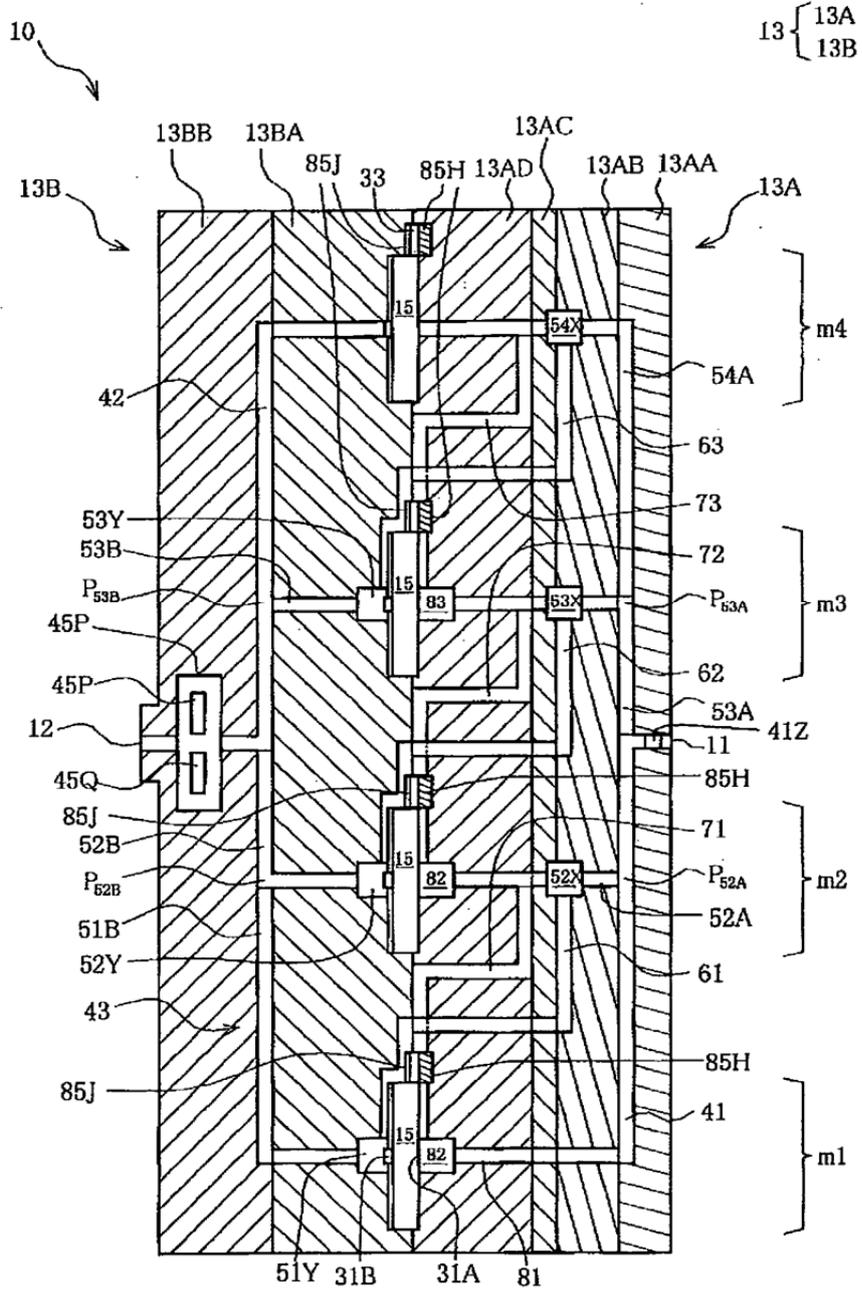
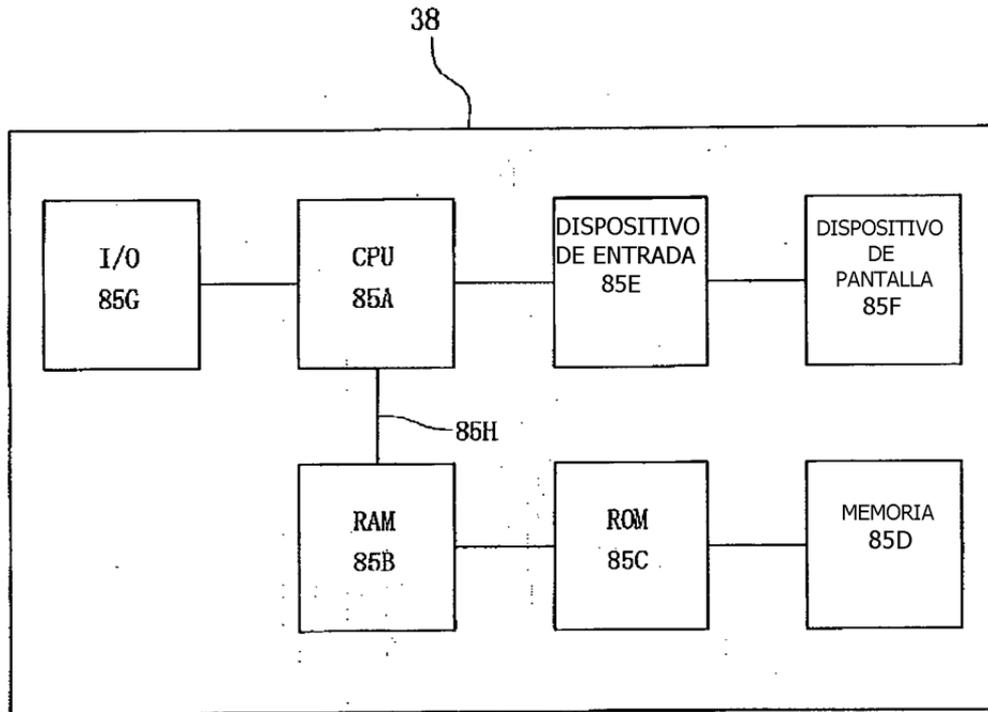


Fig. 9



# Fig. 10



# Fig. 11

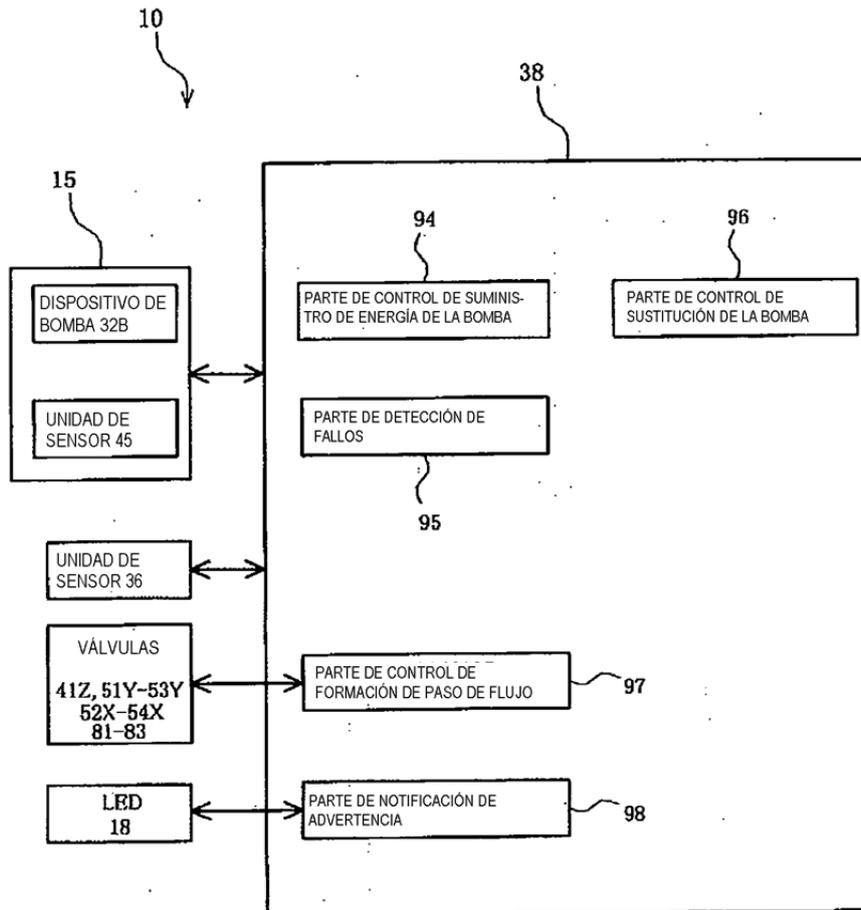


Fig. 12

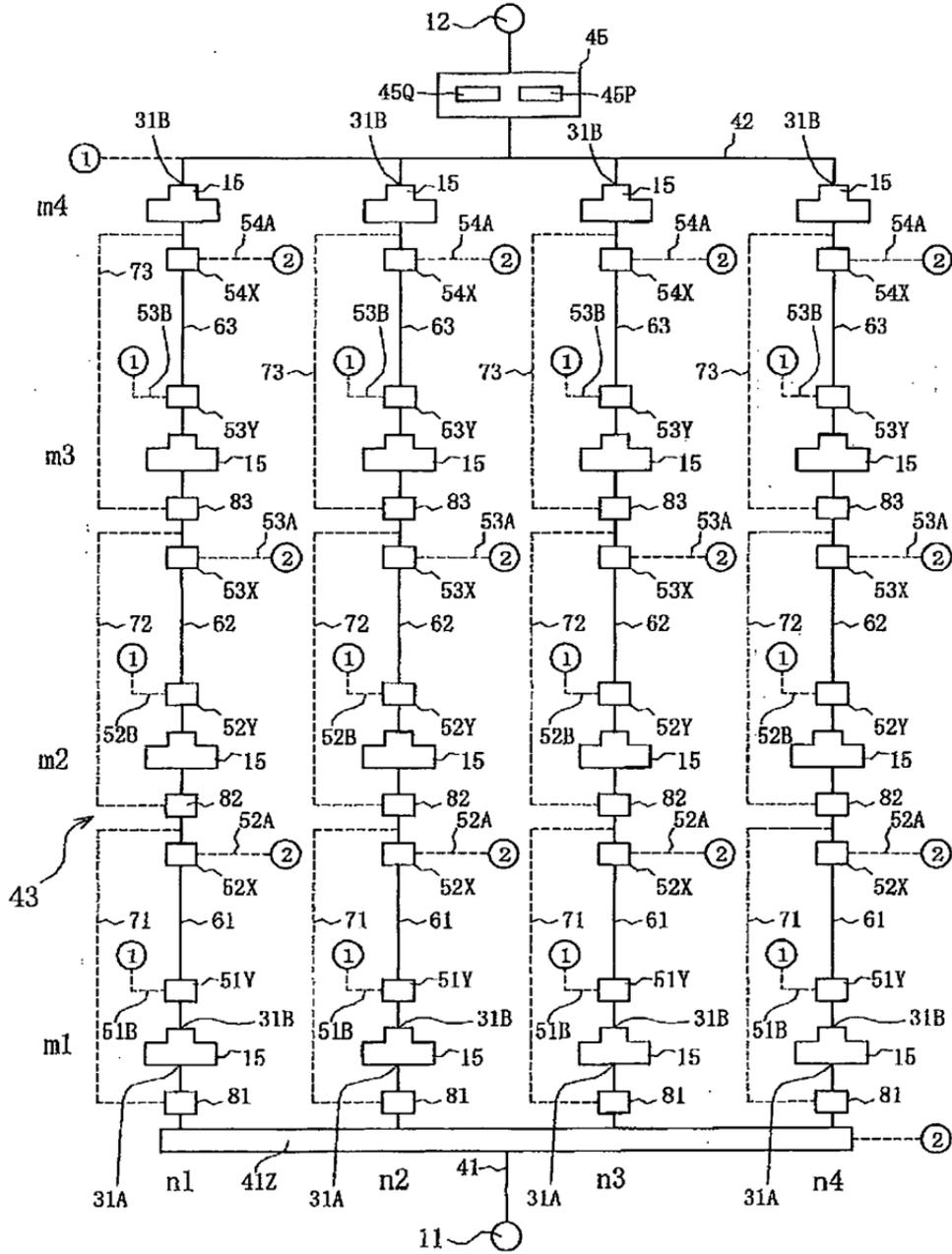


Fig. 13

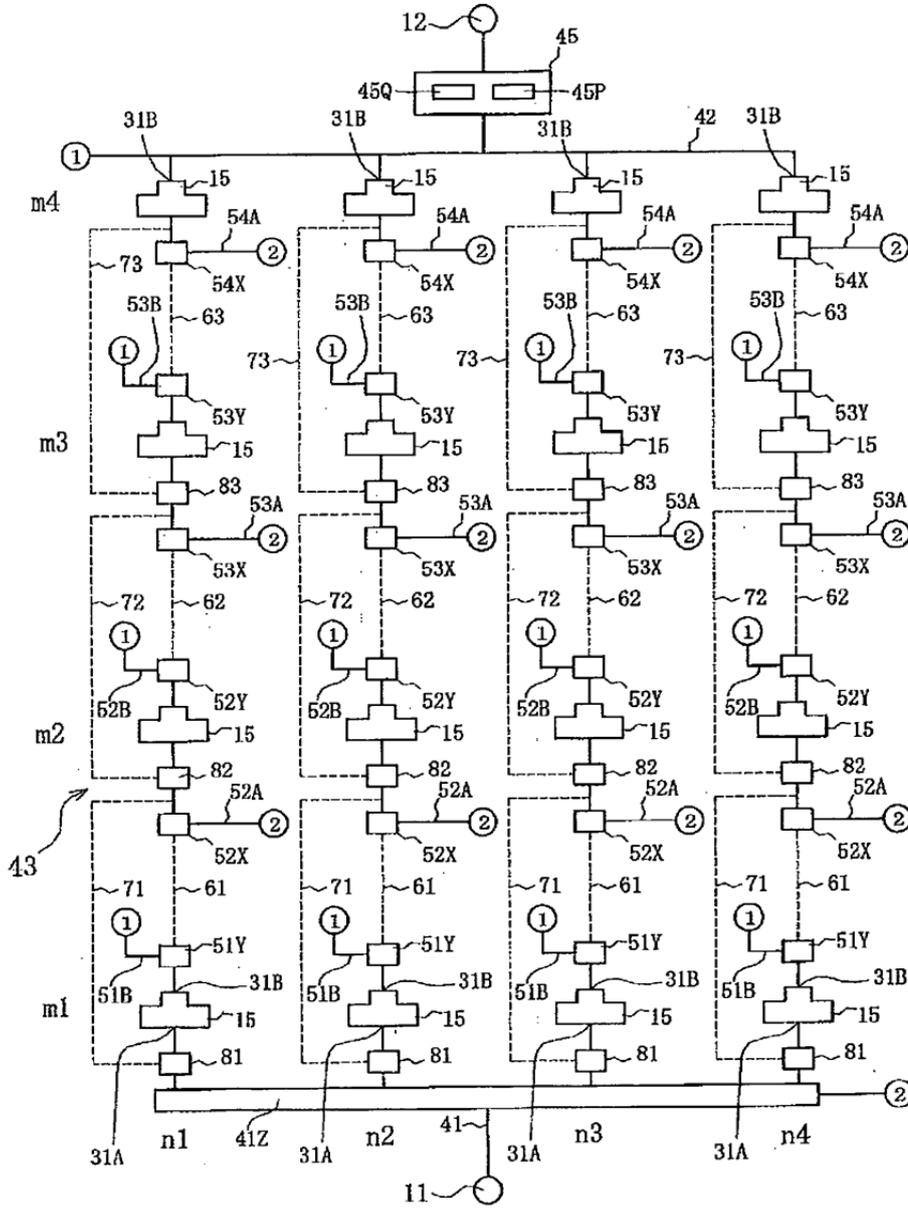


Fig. 14

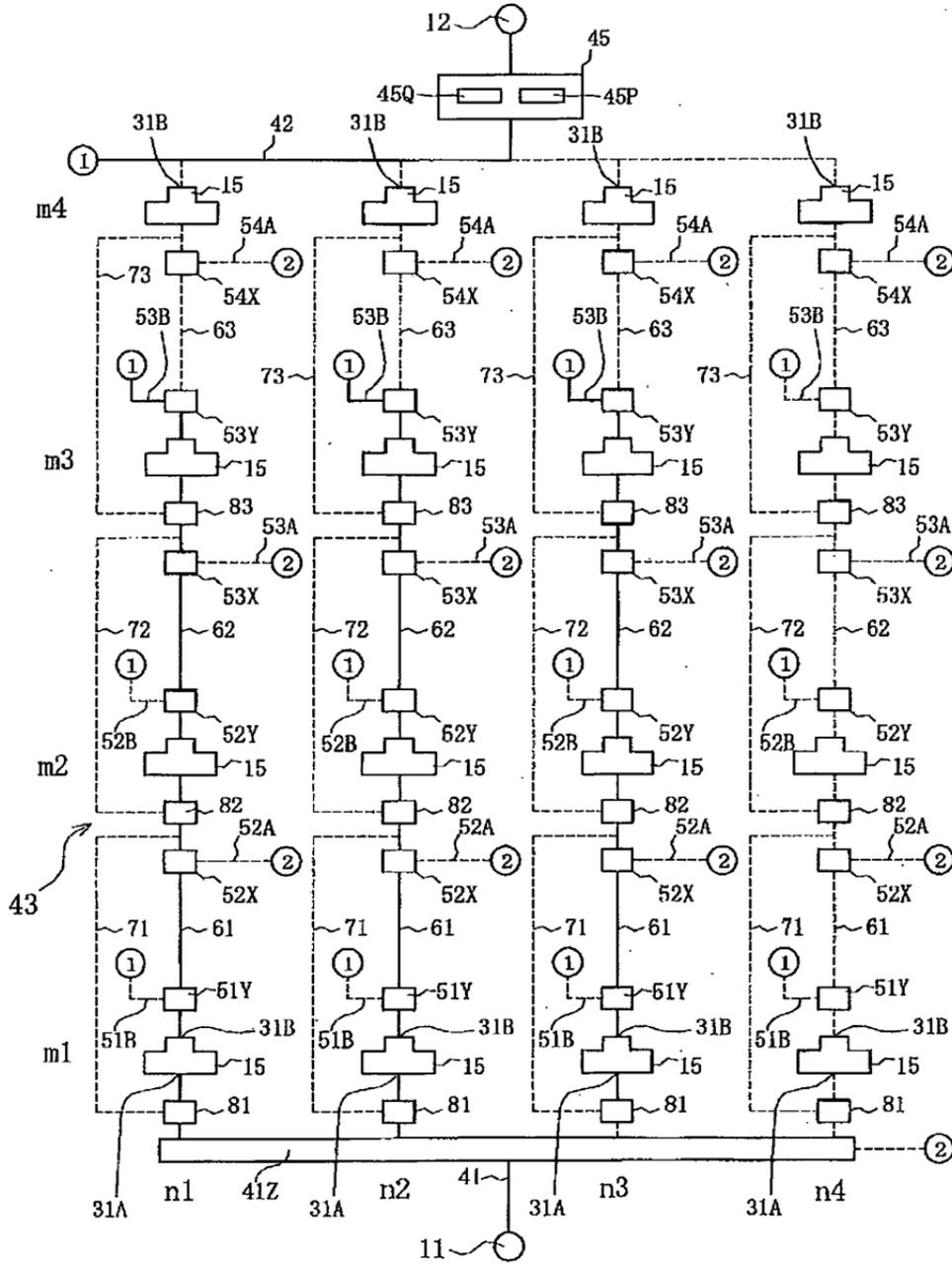


Fig. 15

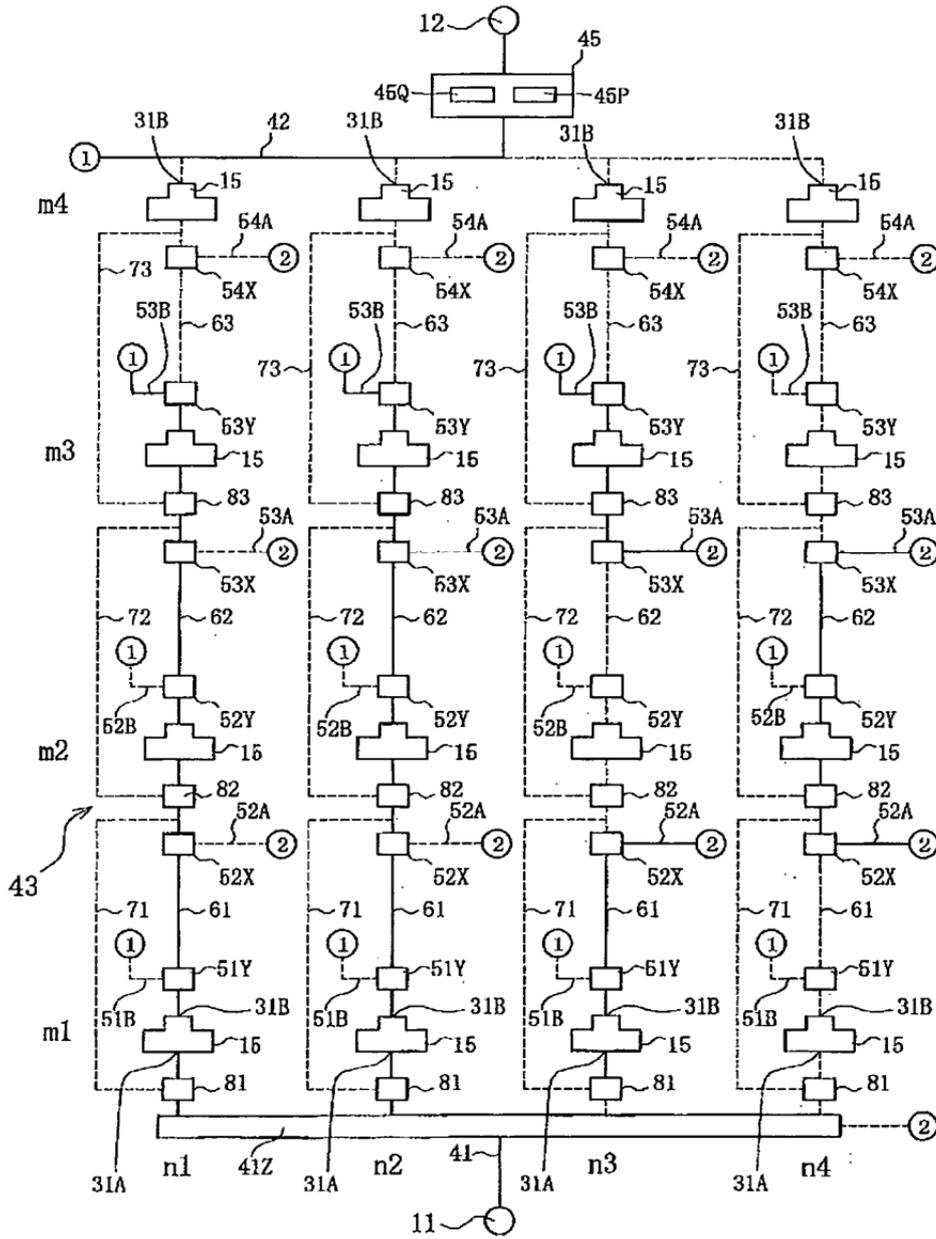


Fig. 16

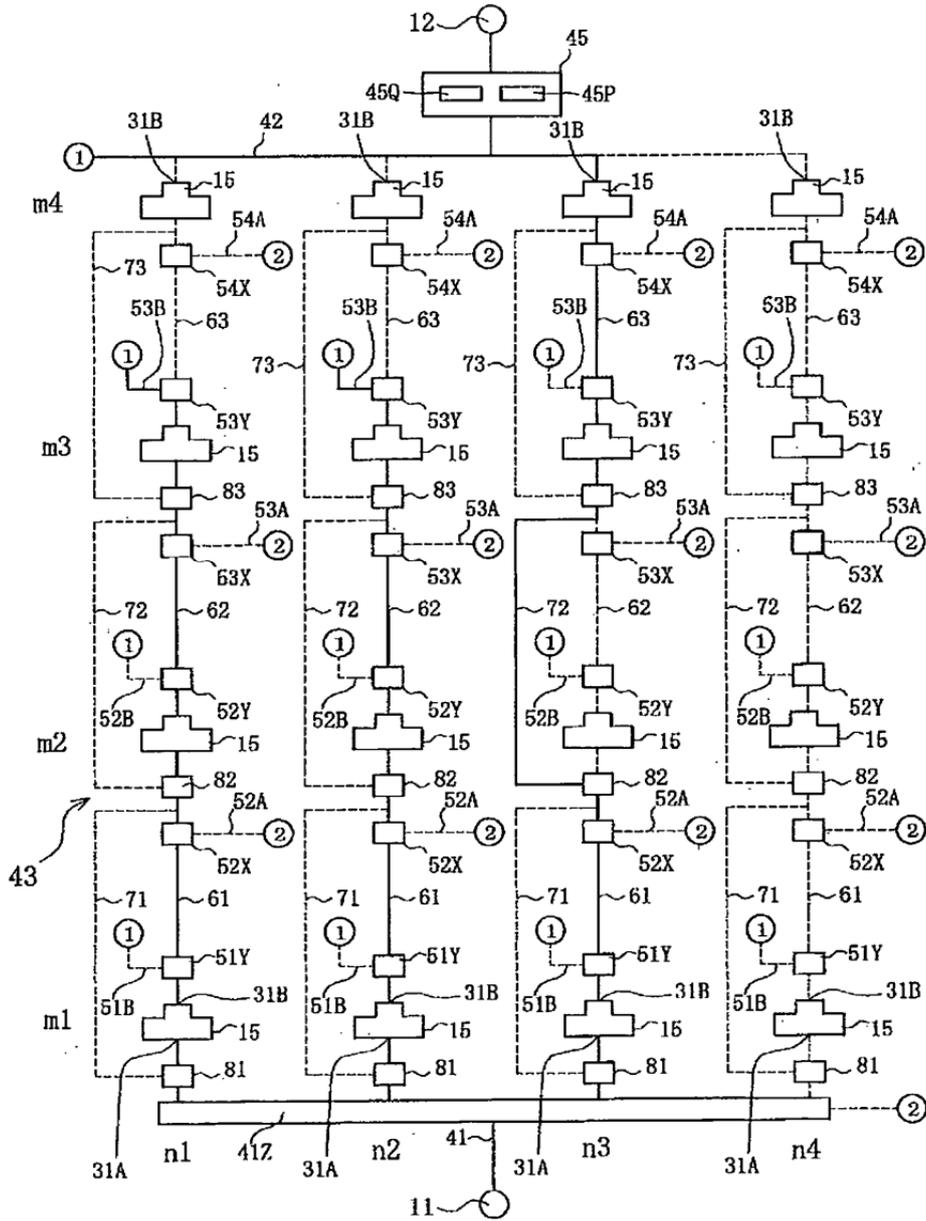


Fig. 17

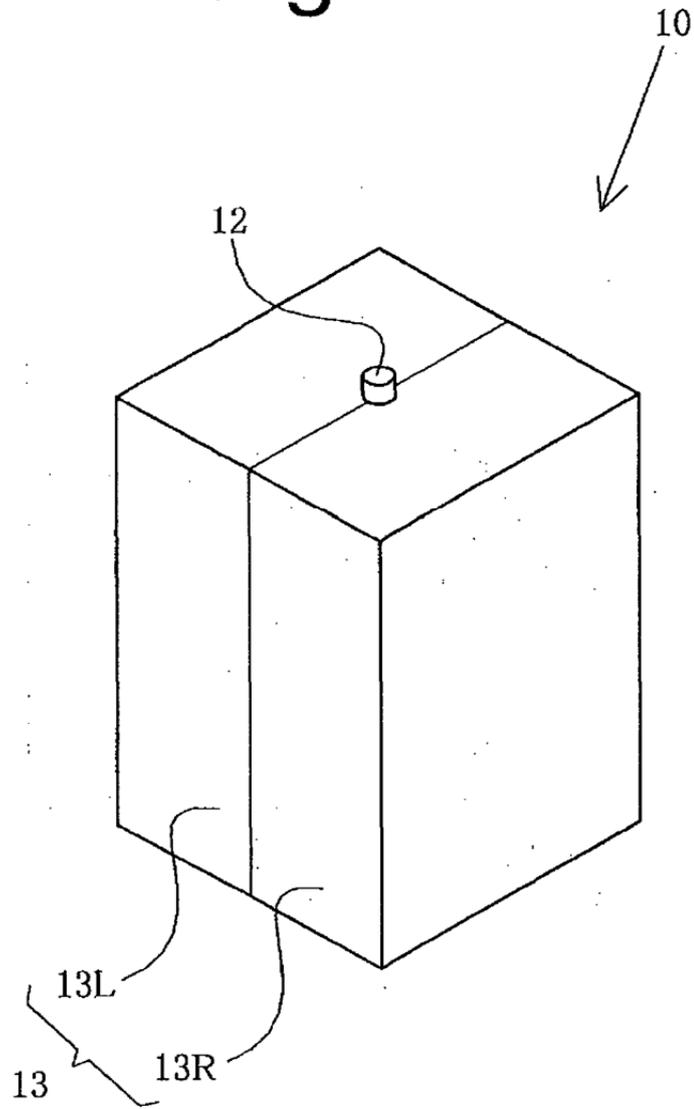


Fig. 18

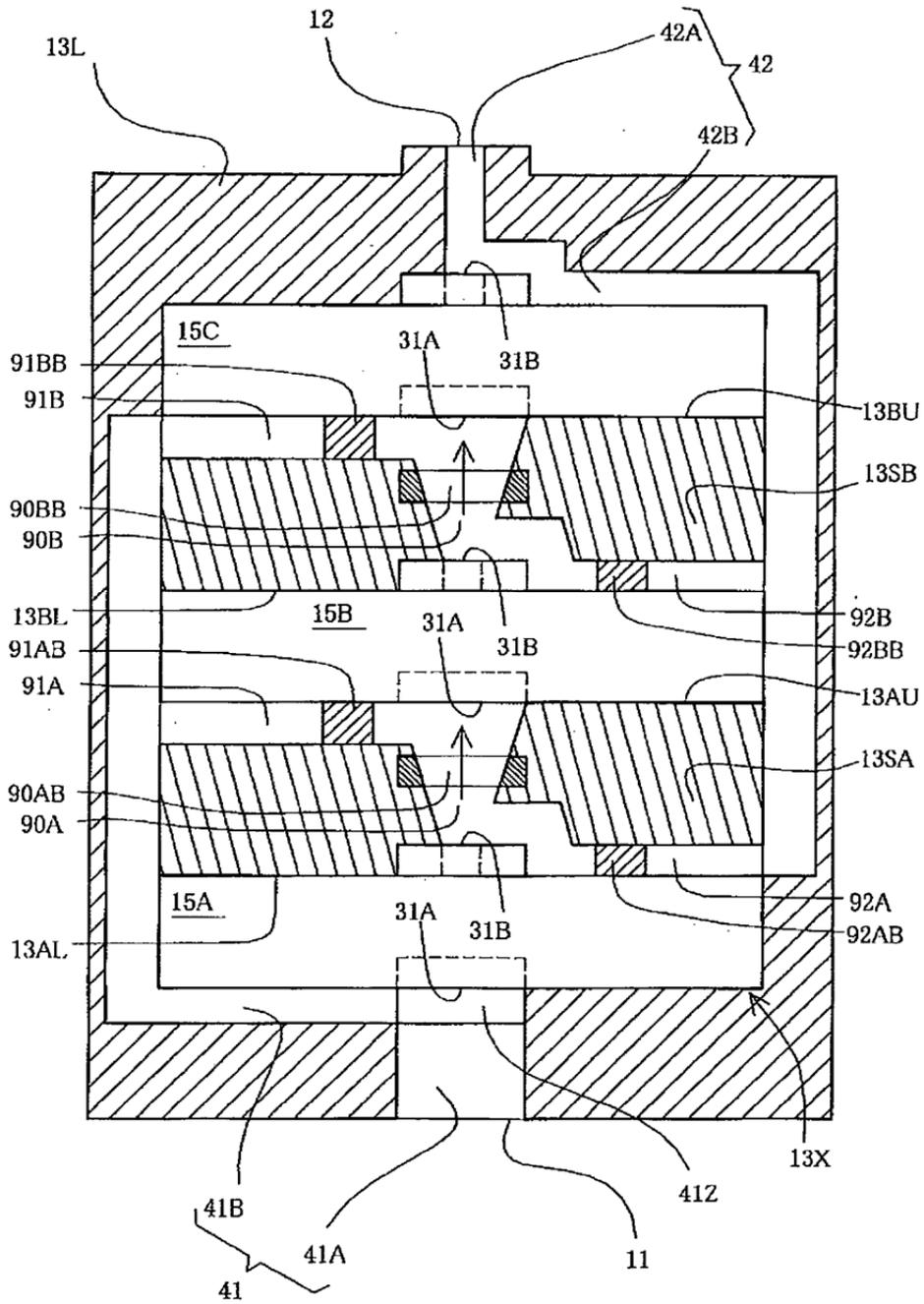
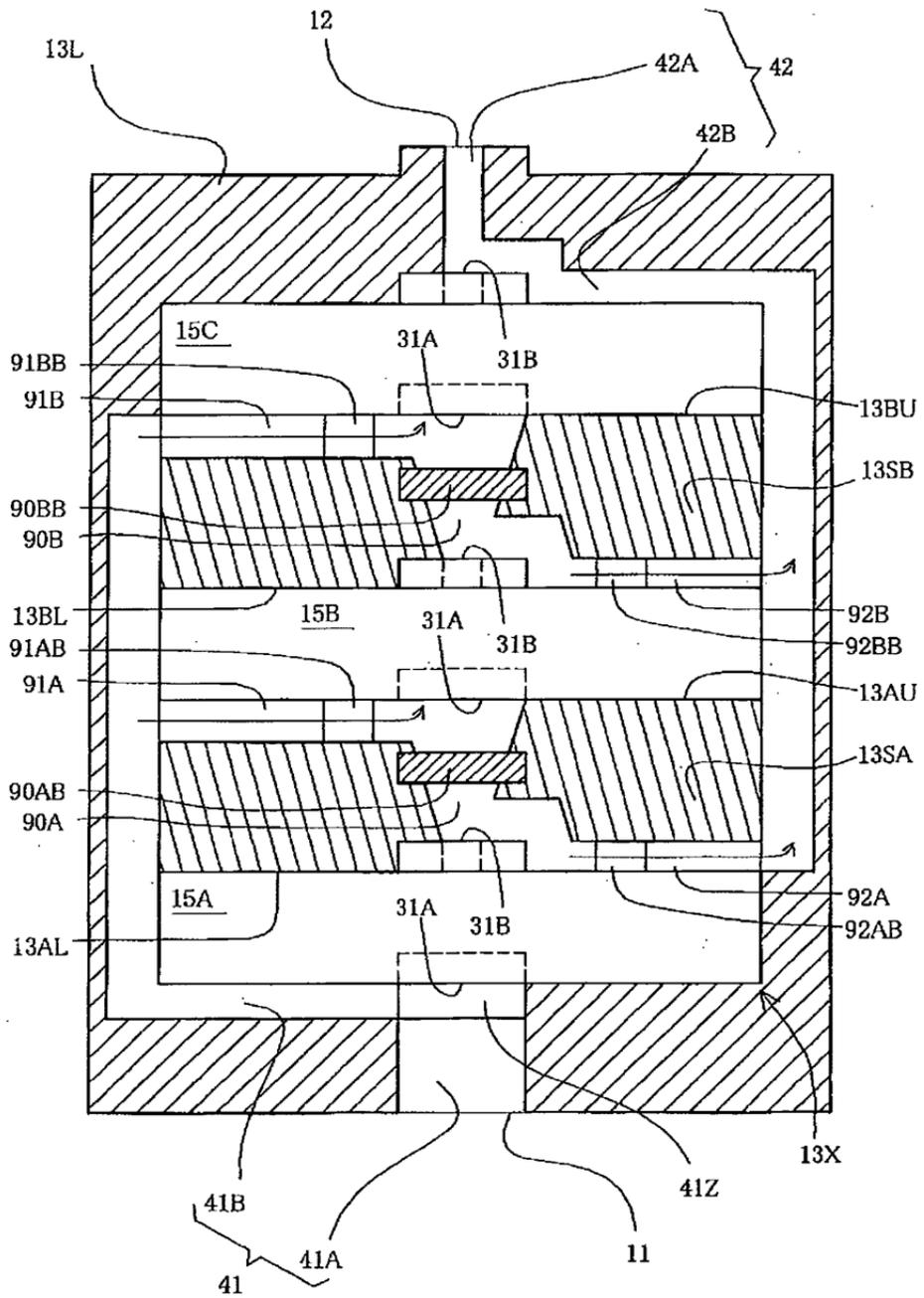


Fig. 19



# Fig. 20

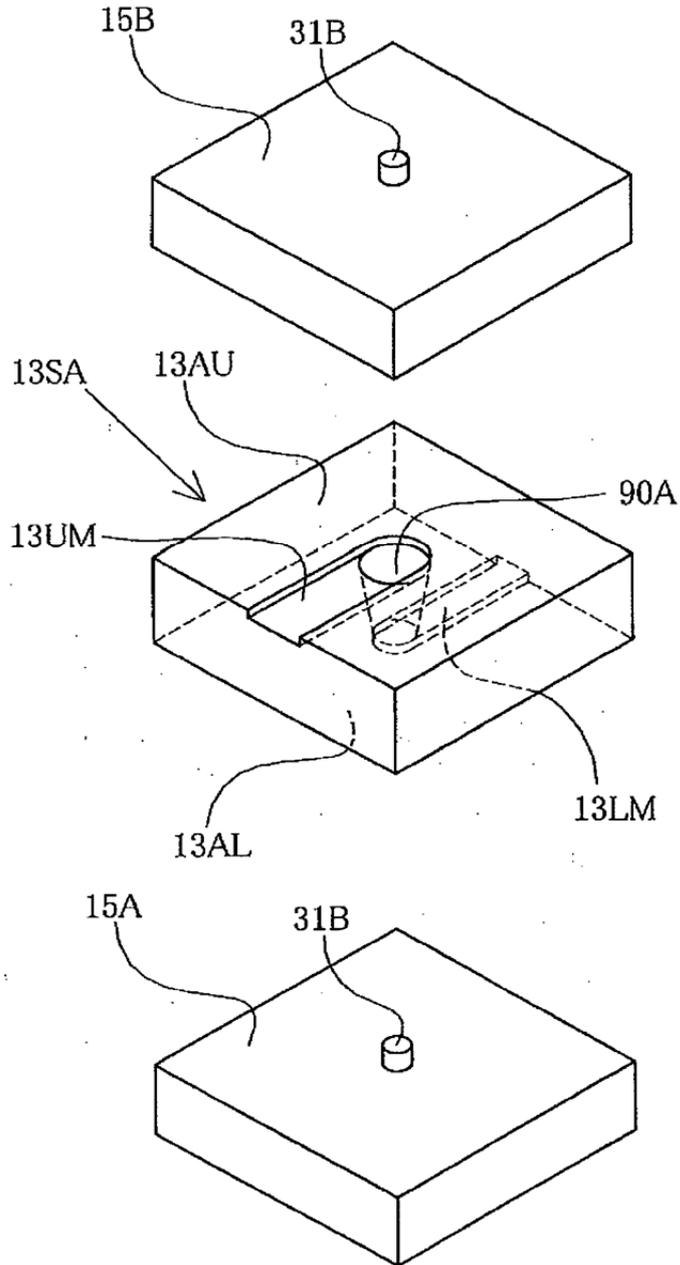


Fig. 21

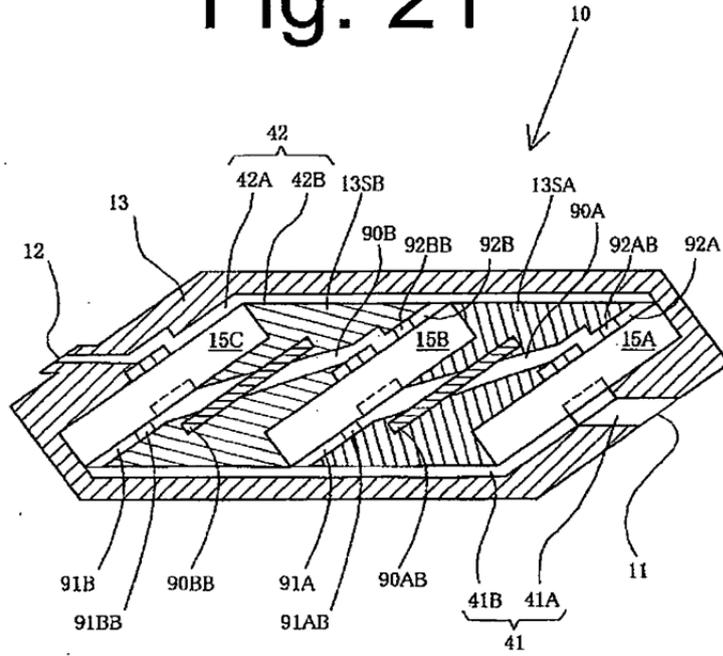
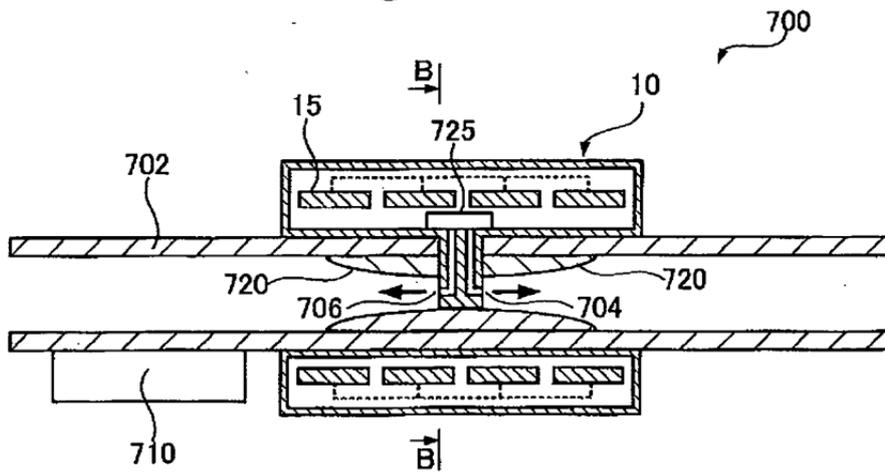
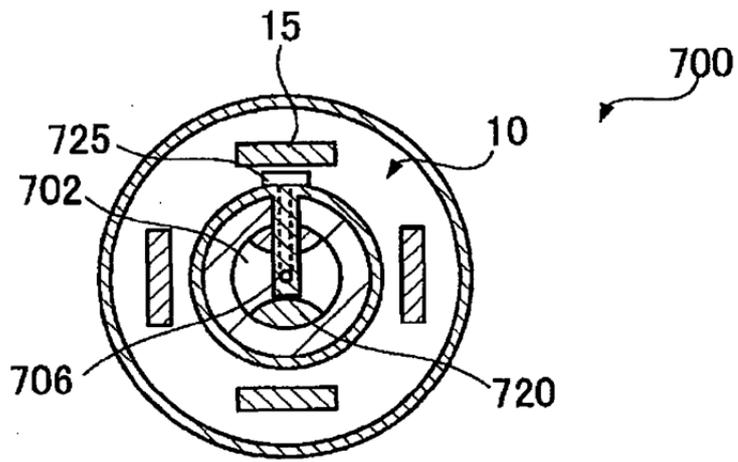


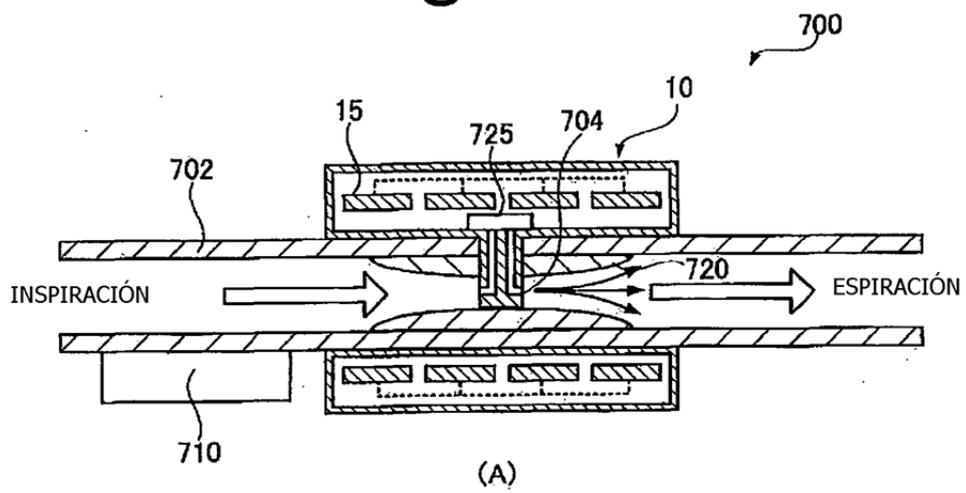
Fig. 22A



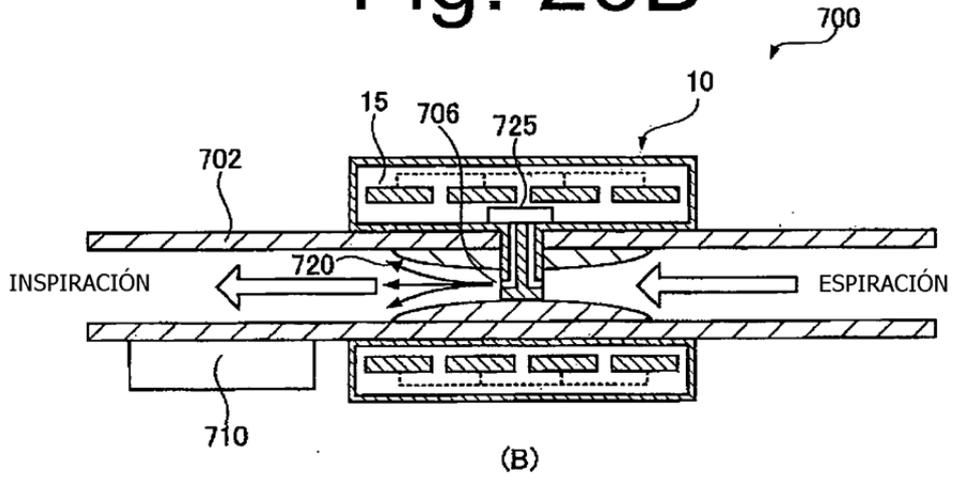
# Fig. 22B



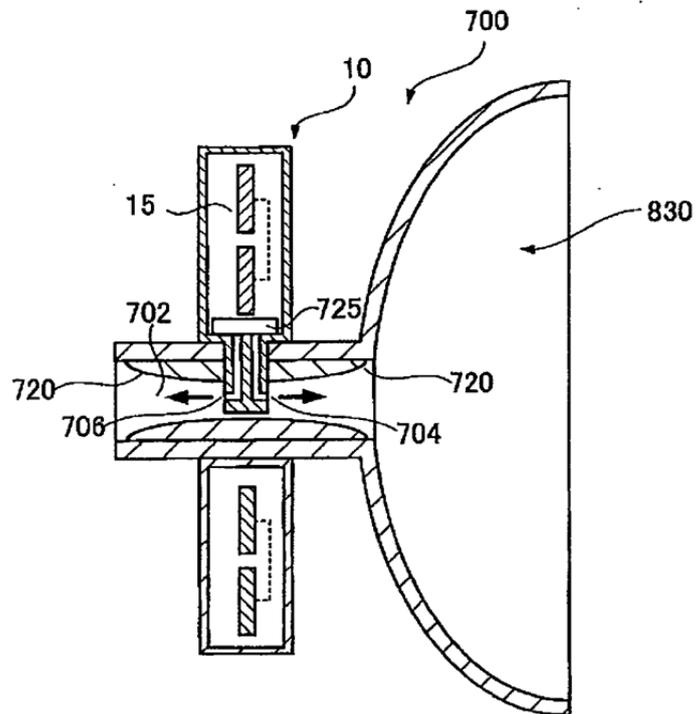
# Fig. 23A



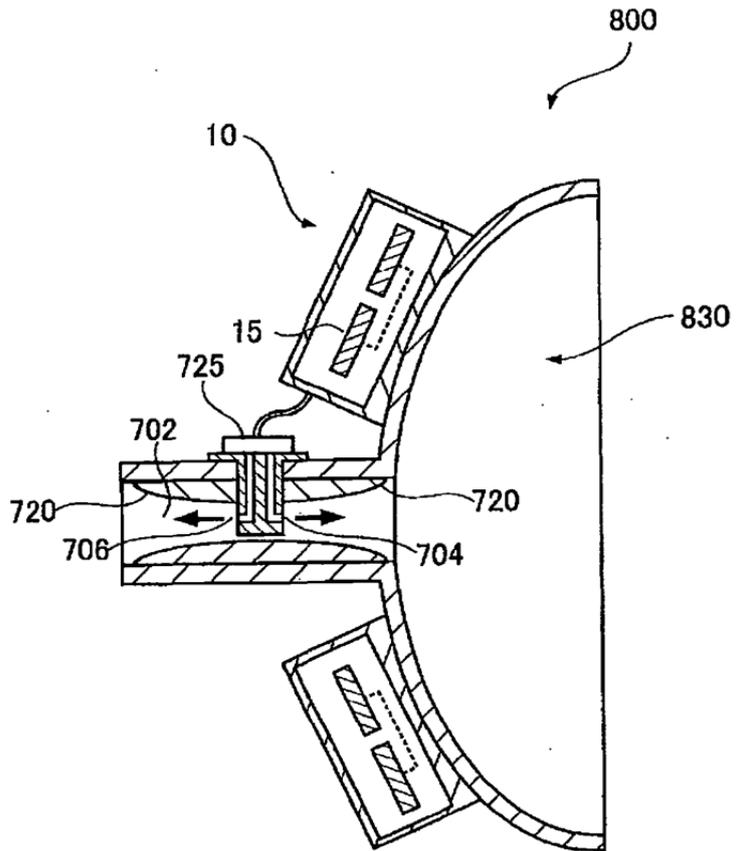
# Fig. 23B



# Fig. 24



# Fig. 25



# Fig. 26

