

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 465 941**

51 Int. Cl.:

B63C 11/24 (2006.01)

B62B 9/02 (2006.01)

B63C 11/22 (2006.01)

B63C 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2008 E 08845338 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2207715**

54 Título: **Boquilla para un aparato de respiración**

30 Prioridad:

29.10.2007 US 715

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

09.06.2014

73 Titular/es:

**POSEIDON DIVING SYSTEMS (100.0%)
AKEREDSVÄGEN 6 BOX 3050
421 08 VÄSTRA FRÖLUNDA, SE**

72 Inventor/es:

**STONE, WILLIAM C y
SAHIBZADA, JÖRGEN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 465 941 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

Boquilla para un aparato de respiración

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una boquilla para un aparato de respiración y un método para ajustar la boquilla. Específicamente, la boquilla de acuerdo con la presente invención se puede utilizar ventajosamente en un respirador reciclador de circuito cerrado.

Antecedentes de la invención

10 Un aparato de respiración bajo el agua de ciclo cerrado completo (CCUBA, por sus siglas en inglés), conocido alternativamente como "respirador reciclador de circuito cerrado" o "CCR", ofrece claras ventajas sobre los sistemas de circuito abierto (SCUBA) más comunes, tales como ruido de burbujas reducido, eficiencia sumamente alta de uso de gas y composición optimizada del gas de respiración.

15 Estas ventajas se derivan del hecho de que el gas de respiración exhalado se recicla, se libera de dióxido de carbono por filtración, se repone con oxígeno y se devuelve al buceador para que lo respire de nuevo. La ausencia de ruido de burbujas y la eficiencia de gas incrementada de un CCR son ambas consecuencia de la función fundamental de reciclar el gas de respiración. La composición optimizada del gas de respiración resulta del hecho de que el sistema de control de oxígeno de un CCR mantiene una presión parcial constante de oxígeno (en lugar de una fracción constante de oxígeno, como ocurre en los SCUBA de circuito abierto convencionales).

20 La presión parcial de un gas es una función de la fracción de gas multiplicada por la presión ambiente. A medida que un buceador desciende y aumenta la profundidad, la presión ambiente también aumenta. Por tanto, para una fracción dada de oxígeno, la presión parcial aumenta a medida que aumenta la profundidad. Si la presión parcial de oxígeno supera un cierto umbral (aproximadamente 1,4 bares), el riesgo de convulsiones inducidas por hiperoxia y otros síntomas de "toxicidad del oxígeno" se consideran peligrosos para el buceador. Por ejemplo, la profundidad segura máxima a la que un buceador puede respirar una mezcla que contenga 50% de oxígeno es aproximadamente 18 metros. Por otro lado, cuanto menor es la concentración de oxígeno, mayor es la
25 concentración de componentes gaseosos distintos del oxígeno, tales como nitrógeno o helio. Son estos componentes distintos del oxígeno de la mezcla de respiración los que conducen a problemas de la enfermedad descompresiva (DCS, por sus siglas en inglés), también denominados en inglés "bends" (dolores que obligan a doblar las articulaciones), que incluyen síntomas que van desde dolor en las articulaciones hasta la parálisis y la muerte. Para maximizar la cantidad de tiempo que se puede permanecer de manera segura a una profundidad dada,
30 los componentes distintos de oxígeno del gas de respiración deben mantenerse en el mínimo; ello significa que el oxígeno se debe mantener en su límite máximo de seguridad en todo momento durante la inmersión.

35 Por lo tanto, la ventaja del CCR sobre el SCUBA de circuito abierto convencional en términos de composición optimizada del gas de respiración resulta del hecho de que un CCR puede mantener la presión parcial de oxígeno (PO₂) máxima de seguridad en todas las profundidades de una inmersión, minimizando de este modo la concentración de componentes gaseosos distintos de oxígeno - lo que lleva a un aumento del tiempo permitido a cualquier profundidad dada y/o a un riesgo de DCS disminuido.

40 Pero esta ventaja tiene un precio. Mientras que la mezcla de respiración para un buzo con SCUBA de circuito abierto convencional está fijada en base a la composición del gas contenido en la botella de suministro, la mezcla de respiración en un CCR es dinámica. Aunque es esta capacidad de mezcla dinámica la que proporciona al CCR una de sus principales ventajas, un fallo del sistema de control de oxígeno puede ser extremadamente peligroso. Un fallo de funcionamiento que permita que la PO₂ llegue a niveles excesivamente altos pone al buzo en riesgo de convulsiones inducidas por hiperoxia, que casi con toda seguridad harán que el buceador se ahogue. Un fallo de funcionamiento que permita que la PO₂ llegue a niveles demasiado bajos conducirá a la pérdida de conciencia inducida por hipoxia, haciendo que el buceador se ahogue y/o sufra un grave daño cerebral. Por lo tanto, quizá el
45 aspecto más crítico de cualquier diseño de CCR consiste en la fiabilidad del sistema de control de oxígeno.

La mayoría de los CCR modernos incorporan uno o más sensores electrónicos de oxígeno que miden directamente la PO₂ del gas de respiración y, además, tienen un procesador informático a bordo para analizar los datos e informar al usuario sobre el estado del sistema por medio de algún tipo de pantalla de visualización, ya sea digital o analógica - montada típicamente en la muñeca del usuario y conectada al ordenador a través de un cable eléctrico.
50 Actualmente, en caso de un fallo de este tipo de sistemas de detección y aviso electrónicos es práctica habitual en el buceo con CCR disponer de algún tipo de sistema SCUBA externo de circuito abierto (tradicional) con el cual poder llegar a la superficie. Encontrar esta boquilla de respiración auxiliar en caso de una emergencia o de pánico puede ser fatal si el usuario no es capaz de localizar inmediata y exactamente la boquilla de repuesto, que es un objeto físicamente separado generalmente sujeto con una pinza ya sea a la fuente de gas de emergencia o en algún otro
55 lugar del arnés de soporte vital del usuario. La experiencia y las estadísticas de las compañías de seguros apoyan la afirmación de que la localización y la activación de esta boquilla externa no están garantizadas.

En la patente de EE.UU. n° 5,127,398 de Stone, y en la patente de EE.UU. n° 5,368,018, se describe solución a este

problema. La solución consistió en diseñar una boquilla combinada que contuviese tanto la funcionalidad del sistema de respiración de circuito abierto como la del sistema de respiración de circuito cerrado, de manera que, en el caso de una emergencia en el sistema de circuito cerrado, el usuario pudiera efectuar un simple cambio en el estado del sistema de boquilla para pasar directamente desde el funcionamiento en circuito cerrado al funcionamiento en circuito abierto, incluso sin tener que quitarse la pieza de boca.

Una función adicional requerida en todos los aparatos de respiración CCR es la capacidad de añadir un gas respirable (es decir, un gas "diluyente") al volumen distensible del CCR cuando ese volumen distensible cae por debajo de la cantidad necesaria para llenar los pulmones del usuario en la inhalación. Existen muchas situaciones en las que se requerirá una acción de este tipo, y es habitual proporcionar un sistema independiente que consta de un regulador de baja presión especial que se conecta de manera ventajosa en un lugar del volumen distensible del CCR (que se conoce como "contrapulmón") y proporciona acceso a un suministro de gas respirable, por lo general procedente de un depósito de alta presión equipado con un regulador de alta presión que en este caso proporciona un flujo de gas al regulador de baja presión, que típicamente se encuentra en el rango de presión de 8 a 12 bares. Este regulador especial de compensación de volumen de baja presión es conocido como "ADV" (siglas inglesas de válvula automática de adición de diluyente).

En la publicación de patente británica GB 2,340,760 A, se describe una boquilla para un CCR que comprende un conmutador para cambiar entre la respiración de circuito abierto y la respiración de circuito cerrado. La boquilla comprende además medios de válvula, de los que se dice que son capaces de funcionar automáticamente y permitir la introducción de gas respirable dentro del sistema desde una fuente separada. La boquilla también comprende medios de válvula accionables de manera manual para la adición de un gas diluyente. En conjunto, se puede decir que la boquilla proporciona una función automática de diluyente, una función manual de diluyente y una válvula de respiración en circuito abierto de emergencia, combinadas en una sola unidad.

Sin embargo, la boquilla que se acaba de describir presenta varios inconvenientes, por ejemplo la sensibilidad del mecanismo de activación para la función automática de diluyente se modifica variando la tara de un resorte. Por tanto, esta no es una solución muy práctica, en especial para un buceador sumergido en el agua.

Existe la necesidad de una boquilla más práctica que proporcione al menos una parte de las ventajas antes mencionadas, y al mismo tiempo elimine o minimice al menos una parte de los inconvenientes mencionados.

Compendio de la invención

Los inconvenientes antes mencionados se resuelven, al menos parcialmente, mediante una boquilla para un aparato de respiración de acuerdo con la presente invención. La boquilla comprende medios (99) de válvula que comprenden un mecanismo (112) de activación de válvula configurado para abrir y/o cerrar funcionalmente dichos medios (99) de válvula, y una carcasa de boquilla que comprende; una abertura de pieza de respiración de boquilla, para inhalar y exhalar un gas respirable, un orificio de entrada para proporcionar gas respirable al interior de la carcasa de boquilla, estando el orificio de entrada en comunicación con dichos medios de válvula configurados para abrir y/o cerrar el orificio de entrada. La carcasa de boquilla comprende además un primer orificio de salida, para expulsar y posiblemente inhalar gas desde la carcasa de boquilla al interior y posiblemente al exterior de un canal de flujo en circuito cerrado, y un segundo orificio de salida para expulsar gas desde la carcasa de boquilla al entorno ambiente. La carcasa de boquilla comprende además medios de conmutación para dirigir selectivamente el gas de expulsión al primer orificio de salida o al segundo orificio de salida.

Los medios de conmutación están configurados además para ajustar la función de apertura y cierre de dicho mecanismo de activación de válvula. Preferiblemente, la función de apertura y cierre está configurada para determinar la presión (por ejemplo, una caída de presión o diferencial dentro de la carcasa de boquilla con respecto a una presión de fluido ambiente - sea el aire atmosférico, agua u otro fluido circundante - o cualquier otra presión o caída de presión que ocurra en el interior y/o el exterior de la carcasa de boquilla) a la cual el mecanismo de activación de válvula abre y/o cierra los medios de válvula. Esto incluye la posibilidad de que la función de activación pueda configurarse de manera tal que los medios de válvula permanezcan permanentemente abiertos o cerrados durante una misión. La presente invención proporciona una boquilla integrada segura, compacta y de poco peso para un aparato de respiración, preferiblemente un CCR. Proporciona además una función de válvula automática de diluyente con independencia de que la boquilla está configurada para la respiración en circuito cerrado o para la respiración en circuito abierto. El gas inhalado proviene de un flujo gaseoso en circuito abierto, o bien de un flujo gaseoso en circuito cerrado.

Hay que señalar que el mecanismo de activación de válvula se puede ajustar mediante medios que influyen directamente en el mecanismo de activación de válvula, o bien que influyen indirectamente en el mecanismo de activación de válvula, por ejemplo influyendo en una característica que activa el mecanismo de activación de válvula, y se pretende que estos dos aspectos estén incluidos en la expresión "ajustar el mecanismo de activación de válvula".

En una realización preferida de la presente invención, el mencionado ajuste se realiza cuando se dirige selectivamente el gas de expulsión, o bien al primer orificio de salida, o bien al segundo orificio de salida. Tal

realización es ventajosa ya que no existe retraso del ajuste cuando se cambia, por ejemplo, entre la respiración en circuito abierto y la respiración en circuito cerrado. Como alternativa, se pueden configurar los medios de conmutación para ajustar primeramente el mecanismo de activación de válvula y después dirigir selectivamente el gas de expulsión al primer orificio de salida o al segundo orificio de salida, o bien, primeramente dirigir selectivamente el gas de expulsión al primer orificio de salida o al segundo orificio de salida y después ajustar el mecanismo de activación de válvula. Está dentro del concepto de la invención que el ajuste y el redireccionamiento del gas de expulsión sea realizado por los medios de conmutación, es decir, un único conmutador funcional, que el usuario puede hacer funcionar. En este sentido, la boquilla de la presente invención proporciona una boquilla que puede ser utilizada tanto para la respiración en circuito abierto como para la respiración en circuito cerrado por un usuario que no es un usuario experto. De este modo, la boquilla hace accesible a quienes practican el buceo recreativo, por ejemplo, la respiración en circuito cerrado y con ello todos los beneficios de los sistemas CCR.

El mecanismo de activación de válvula puede estar configurado en cooperación de trabajo con un diafragma flexible. En ese caso, el diafragma flexible está configurado para activar el mecanismo de activación de válvula a una presión umbral. La presión umbral está determinada por el ajuste del mecanismo de activación de válvula. En los siguientes ejemplos de una realización de la presente invención, esto se logra mediante el ajuste de la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible, ya que el diafragma flexible está configurado para activar el mecanismo de activación de válvula; no obstante, son posibles otras configuraciones de los ajustes. La presión umbral (diferencial negativo de presión dentro de la carcasa de boquilla con respecto a la presión ambiental externa) es aproximadamente 20-50 mbar, preferiblemente 25-45 mbar, más preferiblemente entre 30-40 mbar, cuando los medios de válvula están configurados para dirigir el gas de expulsión hacia el primer orificio de salida. Los intervalos de presión umbral mencionados proporcionan una boquilla de acuerdo con la presente invención que puede ser utilizada, por ejemplo, en un sistema CCR, y permite de forma segura el buceo relativamente profundo, sin conocimiento experto de los sistemas CCR, al tiempo que mantiene aún una función adecuada de válvula automática de diluyente adaptada a una profundidad predeterminada.

Cuando los medios de conmutación están configurados para dirigir el gas de expulsión al segundo orificio de salida, la presión umbral (diferencial negativo de presión dentro de la carcasa de boquilla con respecto a la presión ambiental externa) es aproximadamente 0,01-8 mbar, preferiblemente 0,1-6 mbar, más preferiblemente <4 mbar. El ajuste del mecanismo de activación de válvula para que responda a estos intervalos de presión umbral proporciona una boquilla equivalente a un regulador dedicado de circuito abierto de muy altas prestaciones.

Dependiendo de cómo estén configurados para cooperar los medios de conmutación y la carcasa de boquilla, el ajuste de los medios de activación de válvula puede comprender el desplazamiento de al menos una parte de los medios de válvula, y en esta realización del mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible, una distancia relativa uno con respecto a otro. Opcionalmente, el mecanismo de activación de válvula se ajusta desplazando el mecanismo de activación de válvula con respecto al diafragma flexible o bien el mecanismo de activación de válvula se ajusta desplazando el diafragma flexible con respecto al mecanismo de activación de válvula. También son posibles combinaciones de lo antedicho. Con independencia de cuál sea el elemento que se mueve con respecto al otro, la distancia relativa puede situarse entre 1-20 mm, preferiblemente 2-10 mm, más preferiblemente 3-8 mm, muy preferiblemente entre 4-7 mm.

El diafragma flexible presenta preferiblemente una distancia de flexión (FD, por sus siglas en inglés) máxima, dentro de la cual el diafragma flexible activa el mecanismo de activación de válvula. La distancia recorrida por el movimiento de la al menos una parte de los medios de válvula ajustables y el diafragma flexible, cada uno con respecto al otro, no supera la distancia de flexión (FD) máxima.

En una realización de la presente invención, el ajuste del mecanismo de activación de válvula se realiza al menos parcialmente moviendo al menos una parte de los medios de válvula hacia atrás y hacia delante a lo largo de una primera dirección A utilizando los medios de conmutación, preferiblemente cuando se dirige selectivamente el gas de expulsión al primer o al segundo orificios de salida. La carcasa de boquilla puede estar conformada en una variedad de diferentes maneras; puede comprender, por ejemplo, un segmento de circuito abierto que comprende una forma sustancialmente cilíndrica. En una realización semejante de la presente invención, el segmento de circuito abierto comprende un eje A longitudinal, en donde la primera dirección A está alineada con el eje longitudinal A. Además, los medios de válvula pueden estar dispuestos al menos parcialmente dentro de la carcasa de boquilla. Preferiblemente, en tal caso la carcasa de boquilla comprende una cámara interna sustancialmente cilíndrica que comprende un primer y un segundo extremos, y los medios de conmutación comprenden un cilindro sustancialmente hueco, al menos parcialmente dispuesto en la cámara interna sustancialmente cilíndrica. Esta realización proporciona una boquilla muy densa y compacta, permite además el uso de muy pocos elementos de estanqueidad (en los ejemplos que siguen a continuación sólo se requieren dos elementos de estanqueidad) que en caso contrario serían necesarios. Al utilizar pocos elementos de estanqueidad, los medios de conmutación se hacen relativamente fáciles de manejar en términos de fuerzas de fricción, por lo que incluso usuarios que no se consideran fuertes pueden utilizar y hacer funcionar con eficacia la boquilla de acuerdo con la presente invención. Para hacer aún más compacta la boquilla de acuerdo con la presente invención, los medios de válvula pueden estar al menos parcialmente dispuestos en el interior de los medios de conmutación; preferiblemente los medios de conmutación comprenden un cilindro de conmutador en el cual los medios de válvula están al menos parcialmente dispuestos dentro de dicho cilindro de conmutador.

En una realización de la presente invención, los medios de válvula se mueven entre una primera y una segunda posiciones con el fin de ajustar dicho mecanismo de activación de válvula. Los medios de válvula se mueven preferiblemente con un movimiento helicoidal entre la primera y segunda posiciones. Tal movimiento helicoidal se puede lograr por medio de una rosca con forma helicoidal y medios para cooperar con la rosca con forma helicoidal.

5 Opcionalmente, los medios de conmutación comprenden un primero y un segundo extremos en donde sólo el segundo extremo de los medios de conmutación está dispuesto entre el primero y segundo extremos de la cámara interna cilíndrica.

En una realización de la presente invención, el orificio de entrada para proporcionar gas respirable al interior de la carcasa se provee a través de los medios de conmutación. Esta realización está enfatizando adicionalmente las propiedades compactas de una boquilla de acuerdo con la presente invención.

10

La boquilla de acuerdo con la presente invención también puede estar configurada con al menos un dispositivo sensor, estando configurado el dispositivo sensor para detectar la posición de los medios de conmutación. El dispositivo sensor puede además estar configurado para estar en comunicación con una unidad de procesamiento, tal como un ordenador, estando la unidad de procesamiento en comunicación con un segundo dispositivo sensor, en donde el segundo dispositivo sensor está configurado para detectar el estado del gas respirable. La boquilla puede comprender además una pantalla de visualización en comunicación con el dispositivo sensor, estando configurada la pantalla de visualización para indicar, como respuesta a una señal procedente de la unidad de procesamiento o del dispositivo sensor, que por motivos de seguridad se deben redireccionar los medios de conmutación.

15

En una realización, los medios de válvula proporcionan una función de válvula automática de diluyente que puede hacerse funcionar en dicho circuito cerrado y los medios de válvula proporcionan una función de regulador de circuito abierto que puede hacerse funcionar en el circuito abierto. Los medios de conmutación están configurados para accionar dichos medios de válvula con el fin de conmutar entre la función de válvula automática de diluyente y la función de regulador de circuito abierto.

20

La presente invención proporciona una válvula que funciona como una ADV que puede hacerse funcionar en el modo de circuito cerrado y una válvula que funciona como un regulador de circuito abierto en el modo de circuito abierto. Por lo tanto, si el usuario requiere más volumen de gas de respiración mientras se funciona en el modo de circuito cerrado y que se provea este gas adicional con el mínimo trabajo respiratorio evitando al mismo tiempo una activación prematura derrochadora de la adición de gas (diluyente) de respiración. Gracias a un cambio de la geometría interna del sistema que subsiguientemente modifica (aumenta o disminuye) la presión diferencial umbral de activación, de forma que la ADV proporcione el volumen de gas apropiado cuando sea necesario, por ejemplo en el modo de circuito cerrado, y sin embargo no proporcione más de lo necesario, evitando el consumo derrochador de gas a causa de una activación prematura. Este cambio de la geometría interna del sistema se puede implementar de modo que la presión umbral se vea modificada por medio del ajuste del mecanismo de activación de válvula por la acción de los medios de conmutación. En una realización, el mecanismo de activación de válvula es ajustado mediante el movimiento del mecanismo de activación de válvula recorriendo una distancia a lo largo de una primera dirección A. Además, la carcasa de boquilla comprende preferiblemente un diafragma flexible en donde el mecanismo de activación de válvula está configurado en cooperación de trabajo con el diafragma flexible a fin de activar la válvula automática de diluyente.

25

30

35

La presente invención comprende además un método para ajustar la función de apertura y cierre de un mecanismo de activación de válvula en unos medios (99) de válvula dispuestos en una boquilla para un aparato de respiración que comprende los pasos de:

40

- proporcionar una boquilla, comprendiendo la boquilla una carcasa de boquilla que comprende: una abertura de pieza de respiración de boquilla, para inhalar y exhalar un gas respirable, un orificio de entrada para proporcionar gas respirable al interior de la carcasa de boquilla, estando el orificio de entrada en comunicación con medios de válvula configurados para abrir o cerrar el orificio de entrada.
- 45

La carcasa comprende además un primer orificio de salida, para expulsar y posiblemente inhalar gas desde la carcasa al interior y posiblemente al exterior de un canal de flujo en circuito cerrado, un segundo orificio de salida, para expulsar gas desde la carcasa de boquilla al ambiente del entorno, medios de conmutación para dirigir selectivamente el gas de expulsión al primer orificio de salida o bien al segundo orificio de salida con el fin de conmutar entre un circuito cerrado y un circuito abierto. El ajuste del mecanismo de activación de válvula se realiza mediante el redireccionamiento de los medios de conmutación o bien al primer orificio de salida, o bien al segundo orificio de salida.

50

Breve descripción de los dibujos

Se describirá con más detalle la presente invención haciendo referencia a las figuras que se acompañan, en las cuales:

55

la Figura 1 muestra una vista general esquemática de un respirador reciclador en circuito cerrado en el cual se puede utilizar la presente invención;

la Figura 2 muestra una boquilla de acuerdo con la presente invención vista en perspectiva mirando hacia la pieza de boca;

la Figura 3 muestra una boquilla de acuerdo con la presente invención vista en perspectiva mirando hacia el colector de expulsión;

5 las Figuras 4-5 muestran una boquilla de acuerdo con la presente invención en vista en despiece ordenado;

las Figuras 6-7 muestran una carcasa de boquilla en perspectiva;

la Figura 8 muestra un diafragma flexible y su tapa de seguridad;

la Figura 9 muestra medios de conmutación utilizados en una realización de la presente invención;

las Figuras 10-11 muestran los medios de conmutación de la Figura 9, en una vista en despiece ordenado;

10 la Figura 12 muestra un regulador de segunda etapa en vista en despiece ordenado;

las Figuras 13-14 muestran una sección transversal de una boquilla de acuerdo con la presente invención, y

las Figuras 15-17 muestran parte de una carcasa, medios de conmutación y partes de un sistema de pantalla de visualización de presentación frontal ("head-up" en inglés).

Descripción detallada de realizaciones preferidas

15 Se describirá con más detalle una boquilla de acuerdo con una realización de la presente invención mediante los siguientes ejemplos por medio de un aparato de CCR; no obstante, la boquilla se puede utilizar con cualquier tipo de aparato de respiración.

La Figura 1 muestra de modo esquemático una arquitectura de CCR típica moderna, por ejemplo tal como se discute de manera similar en la patente de EE.UU. US 5,127,398 antes mencionada. El funcionamiento general de un CCR semejante es el siguiente: el usuario respira dentro de una boquilla 1 que contiene válvulas antirretorno (no mostradas) que fuerzan el flujo de gas en una dirección preferente (indicada por la flecha). El gas expelido (procedente de la exhalación) viaja a lo largo del tubo 2 de respiración hacia el bloque 3 de conexión que permite el paso del gas a un contrapulmón 4, es decir, una vejiga flexible. En los diseños de CCR avanzados, por ejemplo tales como los del documento US 5,127,398, se utilizan dos contrapulmones. En la Figura 1, además, se utiliza una contrapulmón 4 de exhalación y un contrapulmón 11 de inhalación de tal manera que cada uno tiene un volumen igual a aproximadamente la mitad del volumen de exhalación del buceador. Cuando el contrapulmón 4 de exhalación se llena, el gas continúa a través del bloque 3 de conexión y a través del tubo 5 de respiración que lleva el gas a una conexión 28 del tubo con una unidad 6 de tratamiento de gas. Dentro de la unidad de tratamiento de gas, se hace pasar el gas a través de un medio 7 de eliminación de dióxido de carbono, que con frecuencia adopta la forma de un absorbente que reacciona químicamente con el dióxido de carbono gaseoso para formar una molécula de carbonato. El gas limpio continúa hacia el módulo electrónico 8 que realiza las funciones de detección y control críticas del CCR, que comprenden preferiblemente al menos las siguientes tareas:

- detectar la presión parcial de oxígeno (PO_2) del gas de respiración
- determinar si la PO_2 medida está por debajo de límites aceptables
- abrir una válvula para añadir oxígeno si la PO_2 es demasiado baja
- enviar una señal a una pantalla de visualización que muestra la PO_2 actual

Además, oxígeno puro contenido en un recipiente 20 a presión con válvula manual 21 de depósito y regulador 22 de primera etapa envía oxígeno gaseoso puro a presión reducida (generalmente a una presión de 8 a 12 bares) a través del medio 19 de tubo/manguera a una válvula 23 controlada electrónicamente (solenoides) que está conectada al módulo electrónico por un cable 24 de control eléctrico.

Existen muchas variaciones sobre lo antedicho, y el proceso de toma de decisiones puede ser realizado utilizando electrónica tanto analógica como digital, aunque esta última ha reemplazado casi por completo a la primera en la última década. Es común en la actualidad tener un cable 25 (o medios inalámbricos de transmisión de datos) que conducen desde el módulo electrónico a una pantalla 26 de visualización que puede proporcionar al usuario sofisticadas cantidades de información alfanumérica y simbólica con respecto al estado del aparato, así como información táctica tanto directa (por ejemplo, la profundidad actual, las presiones del gas de provisión en el por el depósito) como derivada (por ejemplo, estado de descompresión, profundidad máxima, etc.).

El gas de respiración sale a continuación de la unidad de tratamiento de gas hacia el colector 27, viaja a través del tubo 9 al bloque 10 de conexión y entra en el contrapulmón 11 de inhalación que continúa llenándose hasta que el volumen de gas en el contrapulmón 11 junto con el del contrapulmón 4 suman el volumen total de gas exhalado por el usuario (suponiendo que no hay pérdidas). Al inhalar, el buzo toma en primer lugar aire (a través de la boquilla 1) del contrapulmón 11 de inhalación hasta que éste se desinfla por completo, tras de lo cual se extrae el gas que queda en el contrapulmón 4 de exhalación a través del sistema de tratamiento de gas tal como se ha descrito antes, hasta que los pulmones del buceador están llenos.

Si un buzo está descendiendo durante este ciclo de respiración, el volumen de gas dentro del sistema se reduce debido a la compresión hidrostática, y la cantidad de gas inhalada por el usuario será menor de la necesaria para alcanzar el volumen pulmonar total. En este punto, el contrapulmón 4 de exhalación se desinfla por completo y activa una válvula 13 de adición de gas diluyente que proporciona automáticamente gas suficiente para permitir al usuario completar la inhalación, tras de lo cual cesa de añadir gas diluyente al sistema. El gas diluyente que se suministra a

la válvula 13 es proporcionado por un recipiente 16 a presión que contiene una provisión de gas diluyente respirable. El recipiente a presión contiene una válvula 17 de cierre y un regulador 18 de primera etapa que típicamente reduce la presión a entre 8 a 12 bares y suministra este gas a través del tubo 15 a la válvula 13 automática de diluyente (o ADV, por sus siglas en inglés) del contrapulmón, que actúa como se ha descrito más arriba. Cuando un usuario está ascendiendo desde una profundidad sucede lo contrario, y el volumen pulmonar exhalado por el usuario llegará finalmente a superar a los volúmenes combinados de los contrapulmones 4 y 11, y el aumento de presión en el sistema activará una válvula 14 de alivio de presión que descarga al exterior el exceso de gas. El usuario puede entonces iniciar libremente la siguiente respiración. Existen muchas variaciones sobre este sistema, pero lo antedicho comprende los fundamentos básicos de los aparatos CCR de control digital modernos, a los que se refieren las descripciones de la invención que siguen en el presente documento.

Haciendo referencia a la Figura 2, la Figura 2 muestra una boquilla 1 de acuerdo con una realización de la presente invención. La boquilla 1 comprende una palanca 34 de conmutación, que cuando se encuentra en la posición mostrada en la Figura 2 de la boquilla 1 funciona en un modo de ciclo cerrado, en el cual se recicla el gas de respiración, se elimina el dióxido de carbono generado por el metabolismo, y se añade automáticamente oxígeno puro siguiendo la descripción asociada a la Figura 1.

En el modo de circuito cerrado, se devuelve al usuario el gas de respiración desde el elemento de tratamiento de gas a través de un tubo flexible 12 (dibujado como parte del tubo 12 que se muestra en la Figura 1) que está conectado a una carcasa 38 de boquilla por medio de un acople, preferiblemente en forma de un anillo 30 de sujeción, que crea un cierre estanco al agua entre el tubo flexible 12 y la carcasa 38 de boquilla. A continuación, durante el uso, el gas de respiración inhalado es aspirado, a través de las cavidades internas de la carcasa 38 y a través de una pieza 31 de boca, por el usuario. El gas de respiración exhalado por el usuario entra en la pieza 31 de boca y pasa a través de cavidades internas de la carcasa 38 a una manguera 2 de respiración para exhalación (o "aguas abajo") que está unida a la carcasa 38 por medio de un acople 29 que crea un cierre estanco al agua entre un tubo flexible 2 (dibujado como parte del tubo 2 que se muestra en la Figura 1) y la carcasa 38 de boquilla.

Para cambiar al modo de funcionamiento en circuito abierto, preferiblemente se gira en sentido horario la palanca 34 de conmutación, preferiblemente en aproximadamente 90 grados (en sentido horario, es decir en la dirección de rotación que desplaza la palanca 34 de conmutación a una posición más alejada de la pieza 31 de boca. Esta operación, y sus consecuencias, se describirán con detalle en lo que sigue.

En esta realización de la presente invención, se puede considerar que la mitad superior de la carcasa 38 de boquilla está dedicada al funcionamiento en circuito abierto y a la función adicional de la válvula automática de adición de diluyente (ADV), en el sentido de que esas características están contenidas en dicha mitad superior (véanse, por ejemplo, las Figuras 4 y 6, que muestran el segmento 59 de circuito abierto). Tanto el sistema de adición de gas en circuito abierto como el de la ADV, son habilitados mediante el ajuste de un mecanismo de activación de válvula y el uso de, por ejemplo, un diafragma flexible que responde a la presión diferencial, específicamente a la presión negativa con respecto a la presión ambiente.

En la parte frontal de la boquilla se encuentra un colector 36 de expulsión para el modo de circuito abierto. Se suministra gas a baja presión desde una fuente remota de gas de respiración (es decir, gas diluyente que normalmente se puede respirar directamente a la profundidad de trabajo del dispositivo) a la boquilla 1 a través de un tubo flexible 32 (mostrado en parte) que está fijado a la boquilla mediante medios 33 de fijación. Al menos una parte de un cilindro conmutador 100 (véase, por ejemplo, la Figura 9) está sujeto a la carcasa mediante medios 39 de sujeción.

La Figura 3 muestra una vista frontal de la realización de la presente invención, montada, con los mismos elementos descriptivos que en la Figura 2.

Pasando a la Figura 4, la Figura 4 muestra una vista en despiece ordenado y en perspectiva de una realización de la presente invención. La mitad superior (la parte dedicada a la respiración en circuito abierto, es decir, el segmento 59 de circuito abierto) de la carcasa 38 está configurada para recibir medios 42 de conmutación en una cámara interna sustancialmente cilíndrica 137. Los medios 42 de conmutación comprenden, en esta realización de la presente invención, un regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto (que se describe con más detalle en lo que sigue) como un componente axialmente concéntrico junto con los medios 42 de conmutación con sus pertinentes vías para gas en circuito abierto y cerrado y medios de cierre estanco. Aunque en el presente documento se utiliza la expresión "regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto", hay que señalar que se puede utilizar un regulador de circuito abierto o cualquier otro regulador o válvula que se pueda ajustar de acuerdo con la presente invención. Los medios 42 de conmutación son mantenidos en su lugar en la carcasa 38 de boquilla mediante medios 39 de retención. Los medios 42 de conmutación encajan en medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso, en forma de una tuerca. Los medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso se insertan en la carcasa 38 de boquilla y encajan en ranuras 61 que les impiden girar. Cuando se gira la palanca 34 de conmutación de los medios 42 de conmutación, pasadores 88 especiales (que se describen en lo que sigue) encajan con la tuerca 43 y hacen que los medios 42 de conmutación giren y se desplacen con respecto al marco fijo de referencia de la cámara interna cilíndrica 137 de la carcasa 38 de boquilla. Miembros 44 de cierre estanco aseguran que los medios 42 de conmutación puedan girar libremente, pero también evitan que cualquier gas o líquido del ambiente penetre en la carcasa 38 de boquilla. En

una realización alternativa de la presente invención, la tuerca 43 podría ser sustituida por una hélice mecanizada en la carcasa 38, y de esta manera es posible que los medios de activación por rotación-traslación helicoidal pudieran ser parte integral de la carcasa 38 y no requiriesen una pieza de inserción separada.

5 Los medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso comprenden roscas internas 150 (helicoidales) de gran paso que están dispuestas en al menos una parte de la superficie interna de los medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso que están diseñados para encajar en los pasadores 88 de guía salientes, situados en los medios 42 de conmutación, de manera tal que cuando se gira en sentido horario la palanca 34, serán hechos girar y desplazarse adentro de la carcasa 38 de boquilla los medios 42 de conmutación y todos sus anexos. Están diseñadas pestañas externas 40 en los medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso para encajar en ranuras 61 del segmento 59 de circuito abierto de la carcasa 38 de boquilla de manera tal que se impida la rotación de los medios 43 de tornillo helicoidal de gran paso.

10 La carcasa 38 de boquilla comprende una cámara común o plenum 45 de expulsión que proporciona la vía de salida al gas de expulsión, pero sólo en el funcionamiento en modo de circuito abierto. Cuando se trabaja en modo de circuito abierto, es crucial que no se aspire ningún fluido (aire, agua u otros medios) a través del plenum 45 de expulsión. De lo contrario, dicho fluido podría impedir el funcionamiento del regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto que utiliza un diafragma flexible 48, cuyo funcionamiento se explicará con más detalle en lo que sigue. Para evitar esta posibilidad, y permitir sin embargo la expulsión del gas de respiración exhalado a través del plenum 45 de expulsión, la boquilla incorpora dos medios 46 y 47 de válvula antirretorno que funcionan en paralelo uno al lado del otro. Esta característica de doble válvula antirretorno de expulsión reduce la contrapresión de expulsión asociada al aliviamiento del gas exhalado y por lo tanto mejora la maniobra funcional del modo de circuito abierto de la boquilla integrada 1 en comparación con los reguladores de circuito abierto dedicados existentes. La tapa 36 de desvío de la expulsión sirve tanto para cubrir como para proteger los medios 46 y 47 de válvula antirretorno, y también para desviar el gas de respiración exhalado hacia abajo y hacia fuera con respecto a la boca del usuario. Esto produce el efecto de dejar libre un claro campo de visión al usuario cuando durante la inmersión se hace funcionar el sistema en el modo de circuito abierto, ya que así las burbujas son desviadas hacia abajo y afuera de la máscara o casco de buceo del usuario.

La Figura 5 muestra una vista frontal en despiece ordenado de una boquilla de acuerdo con la presente invención en la posición de modo de circuito cerrado. Todos los números de componentes coinciden con los anteriormente descritos en la Figura 4.

30 La Figura 6 muestra una vista isométrica desde atrás de la carcasa 38 de boquilla sola. Comenzando desde abajo, y yendo hacia arriba, el segmento 58 de circuito cerrado de la carcasa 38 de boquilla contiene medios 55 y 57 de engarce externos (roscas en este ejemplo), que respectivamente permiten la conexión segura y estanca a fluidos de los tubos flexibles 12 y 2, gracias respectivamente a medios 30 y 29 de unión de tubo (que se muestran en la Figura 1). La superficie 56 de cierre estanco de entrada permite la creación de un cierre estanco a fluidos entre el tubo flexible 12 y la carcasa 38 de boquilla por medio de una anilla 30 para cierre estanco y engarce combinados.

35 Haciendo ahora referencia al segmento 59 de circuito abierto, es decir, la mitad superior de la carcasa 38 de boquilla, la pieza 31 de boca está unida al segmento 59 de circuito abierto a lo largo de la superficie estructural 66 mediante cualquier medio de fijación con bloqueo (por ejemplo, correas de abroche a presión corrientes). El reborde 65 proporciona un mecanismo de bloqueo que proporciona más resistencia transversal a la extracción de la pieza 31 de boca una vez que ésta ha sido instalada. El aliento exhalado por el usuario pasa a través de la pieza 31 de boca al interior de una abertura 64 de pieza de respiración de boquilla para inhalar y exhalar un gas respirable, situada en la carcasa 38 de boquilla. El diafragma flexible 48 (véanse, por ejemplo, las Figuras 4 y 5) está dispuesto preferiblemente sobre el segmento 59 de circuito abierto, preferiblemente mediante abroche a presión por correa y, preferiblemente, aprovechando el surco radial 62. Esto crea un cierre estanco a prueba de fluidos con respecto a una superficie plana 63. Además, en el segmento 59 de circuito abierto está dispuesta preferiblemente una parte 35 de activación del diafragma de circuito abierto (véanse, por ejemplo, las Figuras 4 y 8) de manera tal que la parte 35 de activación puede accionar el diafragma flexible 48 tal como se explicará con más detalle en lo que sigue; se prefiere que la parte 35 de activación de circuito abierto está dispuesta en posición inclinada formando un ángulo con respecto a un eje longitudinal A sustancialmente horizontal (véanse las Figuras 13 y 14) del segmento 59 de circuito abierto. En la realización preferida de la presente invención, este ángulo está fijado en aproximadamente 45 grados. El fijar en aproximadamente 45 grados este ángulo reduce las dimensiones externas totales de la boquilla integrada 1 y al mismo tiempo proporciona las presiones diferenciales más bajas que se pueden alcanzar, necesarias para activar el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto en cada uno de los dos modos de funcionamiento que se describirán con detalle en lo que sigue.

55 El surco cilíndrico 67 del segmento 59 de circuito abierto de la carcasa 38 de boquilla proporciona un receptáculo para la pantalla de visualización de presentación frontal (HUD, por sus siglas en inglés) 37, mientras que aletas salientes 68, lisas y curvas, afianzan el HUD 37 en el alojamiento 59 con un ajuste a presión. Medios 60 de fijación roscados permiten sujetar los medios 42 de conmutación al segmento 59 de circuito abierto mediante medios 39 de sujeción. Una pluralidad de surcos ranurados 61 permiten el enganche de la tuerca helicoidal 43 de manera que en la realización preferida de la invención la tuerca 43 no puede girar con respecto a la carcasa 38.

60 La Figura 7 muestra los mismos elementos que la Figura 6 pero en una vista isométrica frontal. La superficie 70 de

cierre estanco aguas abajo externa del segmento 58 de circuito cerrado permite la creación de un cierre estanco a fluidos entre el tubo flexible 2 y el segmento 58 de circuito cerrado por medio de una anilla 29 para cierre estanco y engarce combinados. La superficie 94 de cierre estanco aguas abajo interna proporciona un cierre estanco a fluidos entre el segmento 58 de circuito cerrado y el soporte 49 de válvula antirretorno aguas abajo mediante medios 51 de cierre estanco (véanse, por ejemplo, las Figuras 4 ó 5). La superficie 73 de cierre estanco interna del orificio 74 de entrada proporciona un cierre estanco a fluidos entre el segmento 59 de circuito abierto y el subconjunto 42 de medios de conmutación mediante medios 44 de cierre estanco (véanse, por ejemplo, las Figuras 4 ó 5). Los medios 44 de cierre estanco permiten la rotación y traslación de los medios 42 de conmutación al tiempo que mantienen un cierre estanco a fluidos entre el medio ambiente y el interior del segmento 58 de circuito cerrado. Un pluralidad de vías 71 para gas en el plenum 45 de expulsión permiten el escape del gas de respiración exhalado cuando la boquilla 1 es hecha funcionar en el modo de circuito abierto. Cabrestantes 72 de bloqueo ubicados centralmente en las vías para gas de expulsión, permiten el montaje seguro de los medios 46 y 47 de válvula antirretorno, de manera que los medios 46 y 47 de válvula antirretorno permiten selectivamente la salida de gas de expulsión desde la boquilla hacia el ambiente, al tiempo que evitan la entrada del fluido ambiente en la carcasa de boquilla. Los medios 46 y 47 de válvula antirretorno son convencionales y no se describirán con mayor detalle.

La Figura 8 muestra una vista detallada de la parte 35 de activación de diafragma de adición de gas respirable. La parte 35 de disparo de diafragma comprende una tapa de seguridad resistente a los golpes que incorpora un botón central flexible 83 (hecho ventajosamente de algún material elástico unido al material estructural). El botón central flexible 83 está dispuesto de manera tal que cuando sea presionado accione el diafragma 48. Esto permite al usuario activar manualmente el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto, si lo desea, pulsando el botón 38, lo que provocará que el diafragma flexible 48 se mueva hacia el interior de la carcasa 38 de boquilla a lo largo de una dirección D (véase, por ejemplo, la Figura 13). El diafragma flexible 48 está unido a la carcasa 38 de boquilla por medio de un anillo 65 de enganche macho integrado que se acopla a la ranura 62 de enganche hembra de la carcasa 38 de boquilla. Está dispuesto un disco rígido en el centro del diafragma flexible 48, configurado para entrar en contacto con la palanca 112 de activación del circuito abierto, al tiempo que evita daños por abrasión al diafragma 48. El diafragma flexible 48 es obligado a moverse hacia el interior de la carcasa 38 de boquilla cuando se produce una caída de presión dentro de la carcasa 38 de boquilla con respecto a la presión del fluido ambiente (sea aire atmosférico, agua u otro fluido circundante).

La Figura 9 muestra un primer plano de los medios 42 de conmutación. Todos los componentes de esta figura han sido identificados con anterioridad. Sin embargo, la Figura 9 muestra por primera vez cómo el regulador 99 de segunda etapa encaja en el cilindro 100 de conmutación y es mantenido en su lugar dentro del cilindro de conmutación por medios 39 de retención.

La Figura 10 muestra una vista en despiece ordenado de los medios 42 de conmutación. Los medios 42 de conmutación comprenden un cilindro 100 de conmutación que tiene forma sustancialmente cilíndrica longitudinal y hueca. En la cara frontal del cilindro 100 de conmutación están configurados una pluralidad de pasos 105 de gas que sirven para comunicar con la cámara interna cilíndrica 137 cercana al diafragma flexible 48, con el fin de permitir una caída de presión inducida en la cámara interna cilíndrica 137 de la carcasa 38. La caída de presión activa el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto al hacer que el diafragma 48 entre en contacto con un mecanismo de activación de válvula, preferiblemente en forma de palanca 112 de activación de adición de gas. Cuando se produce el contacto, el mecanismo 112 de activación de válvula activa el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto, y se añade gas.

Por razones estructurales, un tubo 122 de válvula para el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto está fijado cerca de su punto final por el agujero 106 en la cara frontal del cilindro 100 de conmutación. Cuando se activa la palanca 112 de activación, ésta hace que se inyecte gas respirable, a una baja presión de 8 a 12 bares, en la carcasa 38 de boquilla, desde la cual es hecho después disponible para el usuario. El cuerpo del regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto está hermetizado en su punto de entrada al cilindro 100 de conmutación mediante medios 110 de cierre estanco. Por tanto, el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto es mantenido en su lugar dentro del cilindro 100 de conmutación mediante medios 33 de retén. El gas a baja presión pasa a través de la vía 108 para gas a través del centro del retén 33 y un cierre estanco interno en la carcasa de regulador 99 de segunda etapa hace cierre estanco contra la superficie 107 de cierre estanco del retén 33 de manera que no puede salir gas del sistema salvo por el mecanismo de activar la palanca 112 de activación. Medios 109 de fijación (roscas) permiten conectar el tubo flexible 32 (no mostrado) al regulador 99 de segunda etapa de una manera segura y estanca a gases.

Se prefiere que, tal como se muestra en la Figura 10, el regulador 99 de segunda etapa esté insertado de manera sustancialmente coaxial con el eje central del cilindro 100 de conmutación y que esté encastrado al menos en parte dentro del cilindro 100 de conmutación. Esta integración "dos en uno" de lo que normalmente serían dos sistemas separados, en un sistema estrechamente integrado, permite que la boquilla integrada 1 de acuerdo con una realización de la invención sea a la vez extremadamente compacta y ligera. Este enfoque representa una mejora significativa sobre la técnica anterior, donde todos los diseños anteriores emplean reguladores de segunda etapa como entidades independientes con respecto al cilindro de conmutación, y ello conduce a diseños de gran tamaño y voluminosos, que son pesados cuando se está en la superficie y también producen una flotación negativa dentro del agua, por lo que causan fatiga al buceador cuando éste trata de retener la pieza 31 de boca durante períodos

significativos de tiempo.

La Figura 10 muestra además cavidades 103 y 104 de imanes que pueden estar configuradas para recibir imanes 101 y 102 de detección, respectivamente, de estado de circuito abierto y de circuito cerrado (véase la Figura 15), que forman parte de un dispositivo sensor. El propósito de estos imanes y de dicho dispositivo sensor será explicado con detalle en lo que sigue.

La Figura 11 muestra una vista isométrica frontal alternativa del subconjunto 42 de medios de conmutación en vista en despiece ordenado. Se han dispuesto una ranura 113 de cierre estanco en la superficie externa del cilindro 100 de conmutación y medios 89 de cierre estanco de cara, que preferiblemente son un cierre estanco de tipo junta tórica. Con preferencia, tal como se muestra parcialmente en la Figura 11, la ranura 113 es del tipo "de cola de milano", en el cual la anchura en la base de la ranura es mayor que la anchura en su entrada. Esto es preferido para retener la junta 89 cuando el cilindro 100 de conmutación gira. Por último, el tubo flexible 32, que suministra gas de respiración a baja presión al regulador 99 de segunda etapa de la boquilla, conecta con la tuerca retén 33 mediante medios 109 de rosca, y el tubo forma un cierre estanco con la superficie 116 de cierre estanco de tal manera que sustancialmente no se escapa gas del punto de conexión, sino que en lugar de ello es canalizado internamente hacia el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto.

La Figura 12 muestra una vista en despiece ordenado del regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto. Es éste un regulador de segunda etapa comercial modificado en el cual se ha prolongado el tubo 122 de válvula para dar cabida a la necesidad de integrar tanto una función de circuito abierto como una función de ADV (válvula automática de adición de diluyente) en la boquilla integrada 1. La adición de gas se inicia con la apertura del regulador 99, preferiblemente por causa de un movimiento lateral inducido a una válvula de tipo piloto (servoválvula) compuesta de una palanca 112 de activación, núcleo metálico 117 de palanca de activación, resorte 118, borde afilado 118 de válvula y asiento 120 de elastómero de válvula. La válvula piloto está atornillada al tubo 122 de válvula y obturada de manera estanca con el tubo 122 de válvula mediante un cierre estanco 121 de junta tórica que está alojada en una ranura 123 del tubo 122 de válvula. El tubo 122 de válvula está obturado de manera estanca a la tuerca 126 de la carcasa de válvula mediante un cierre estanco 125 de junta tórica que está alojada en una ranura 123. A fin de permitir un ajuste muy fino de la tensión de activación, el tubo 122 de válvula está atornillado en la tuerca 126 de la carcasa, y su posición de inserción está bloqueada por la plancha 127 de caucho que está mantenida en compresión por el tornillo 128 de fijación. El inserto 134 de válvula está obturado de manera estanca a la tuerca 126 de la carcasa mediante el cierre estanco 130 de cara de manera que no escapa gas y se mantiene una conexión neumática directa entre todo el volumen interno dentro del regulador 99 de segunda etapa desde el inserto 134 de válvula hasta el asiento 120 de válvula piloto. Durante el funcionamiento normal, el inserto 134 de válvula se aloja dentro de la carcasa 136 de la válvula y obtura una pluralidad de taladros radiales perforados en el interior de la carcasa hueca 136, impidiendo así el escape de gas de respiración a baja presión a través de los taladros 111. Todo el regulador 99 de segunda etapa está hermetizado con el cilindro 100 de conmutación mediante el cierre estanco 110 de junta tórica. El cierre estanco 135 de junta tórica se aloja en una ranura hembra dentro de la carcasa 136 de la válvula y hace cierre estanco contra la superficie 107 dentro de los medios 33 de retén, de manera que, una vez más, no se permite ningún mecanismo de escape del gas suministrado a baja presión, excepto en circunstancias controladas.

Tanto durante el funcionamiento del modo de circuito abierto de la boquilla integrada 1 como en caso de activación del sistema ADV durante el modo de circuito cerrado, el diafragma flexible 48 incide sobre la palanca 112 de activación debido a la creación de presión reducida dentro de la carcasa 38 de boquilla. Cuando la palanca 112 de activación es desplazada lateralmente, el asiento 120 de la válvula piloto deja de sentar, lo que permite que disminuya la presión dentro del tubo 122 y por lo tanto permite que un diafragma flexible en el exterior del inserto 134 de válvula se colapse temporalmente. Cuando el diafragma 134 del inserto de válvula se colapsa, expone los taladros 111 al gas suministrado a baja presión que a continuación vierte en la cámara interna cilíndrica 137.

Una ventaja del empleo de usar este estilo de regulador de segunda etapa es que permite un núcleo de conmutación interno extremadamente compacto que se convierte en sistema automatizado de adición de gas tanto para el funcionamiento en modo de circuito abierto como para la adición ADV de gas mientras se trabaja en modo de circuito cerrado.

La Figura 13, sección I-I, muestra una sección transversal vertical de la carcasa 38 de la boquilla 1, con vista desde la carcasa 38 y la pieza 31 de boca (y hacia el usuario durante el uso). El cilindro 100 de conmutación está en la posición de modo de circuito cerrado y no está mostrado en sección transversal.

Más específicamente, la Figura 13 muestra una carcasa 38 de boquilla que comprende un segmento 59 de circuito abierto que comprende un manguito sustancialmente cilíndrico, que preferiblemente está abierto en ambos extremos y preferiblemente se extiende de forma sustancialmente simétrica a lo largo de un eje longitudinal A. El segmento 59 de circuito abierto comprende además una superficie externa 240 sustancialmente cilíndrica y una superficie interna 241 sustancialmente cilíndrica que comprenden un primer y un segundo extremos 242, 243, respectivamente, y una cámara interna cilíndrica 137.

En el segmento 59 de circuito abierto están dispuestos un diafragma flexible 48 y una parte 35 de activación de

5 diafragma de circuito abierto, preferiblemente sobre un saliente 245 que se proyecta hacia fuera alejándose del eje longitudinal A en un ángulo. Preferiblemente, este ángulo es de aproximadamente 45 grados en caso de que se emplee la parte 35 de activación de circuito abierto, pero el ángulo puede situarse entre 0 y 90 grados dependiendo del tipo de mecanismo de activación utilizado. Como se ha descrito anteriormente, el diafragma flexible 48 está
5 dispuesto en el segundo extremo 243 del segmento 59 de circuito abierto y cierra ese extremo frente al entorno ambiente. El diafragma flexible 48 está en comunicación con la cámara interna cilíndrica 137.

10 La parte 35 de activación de circuito abierto está configurada para ser presionada por un usuario con el fin de entrar en contacto con el diafragma flexible 48 y de este modo flexionar el diafragma flexible 48 desde su posición original y primera a lo largo de una dirección D (que se ilustra en la Figura 13). El diafragma flexible puede flexionarse una
10 distancia de flexión (FD) máxima, que está determinada por las propiedades del diafragma flexible 48, por ejemplo el material utilizado, el diámetro, el contorno y forma, y similares. En esta realización de la presente invención, el diafragma flexible 48 proporciona, junto con el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto como se ha mencionado más arriba, una función de válvula automática de diluyente.

15 La carcasa 38 de boquilla y, en esta realización de la presente invención, el segmento 59 de circuito abierto, comprenden una abertura 64 de pieza de respiración de boquilla (véase la Figura 6) en forma de una abertura sustancialmente ovalada a través de la pared de la carcasa 38 de boquilla. La abertura 64 de pieza de respiración de boquilla está dispuesta sustancialmente en medio entre el primer y el segundo extremos 242, 243 del segmento 59
20 de circuito abierto. Se encuentra además dispuesto sustancialmente en medio entre el primer y el segundo extremos 242, 243 de la carcasa 38, pero a una distancia de separación de la abertura 64 de pieza de respiración, un primer orificio 205 de salida (véase la Figura 5), para expulsar gas desde dicha carcasa 38 de boquilla a un canal de flujo en circuito cerrado a través de un volumen 96 de carcasa inferior de circuito cerrado, y un segundo orificio 206 de salida (véase la Figura 5), para expulsar gas desde dicha carcasa 38 al entorno ambiente. La primera y segunda aberturas 205, 206 están dispuestas como aberturas sustancialmente ovales a través de la pared de la carcasa 38 de boquilla.

25 Dispuesto al menos parcialmente dentro de la carcasa 38 de boquilla, y alineado con el eje longitudinal A, se encuentra un cilindro 100 de conmutación que presenta una forma cilíndrica sustancialmente longitudinal y hueca. El cilindro 100 de conmutación comprende un primer y un segundo extremos 202, 203, y unas superficies externa e interna 204, 205, respectivamente. El cilindro 100 de conmutación presenta un diámetro exterior que es ligeramente menor que el diámetro de la cámara interna cilíndrica 137 del segmento 59 de circuito abierto (véase la Figura 4), de
30 manera que el cilindro 100 de conmutación encaja ajustadamente al menos de manera parcial dentro de la cámara interna cilíndrica 137. Al menos un miembro de cierre estanco, tal como una junta tórica 89 (véase la Figura 11), está dispuesto en parte entre el cilindro 100 de conmutación y la cámara cilíndrica interna 137, a fin de proporcionar un cierre estanco a los líquidos - y preferiblemente estanco al aire - entre los mismos.

35 Como se ha mencionado antes, el cilindro 100 de conmutación está dispuesto al menos parcialmente dentro de la carcasa 38 de boquilla, y en esta realización de la presente invención, en el segmento 59 de circuito abierto. Una primera sección 138 del cilindro 100 de conmutación se extiende hacia fuera y más allá del primer extremo 242 de la carcasa 38 de boquilla. La primera sección 138 del cilindro 100 de conmutación es, por tanto, accesible desde el exterior de la carcasa 38 de boquilla. Unida a la primera sección 138 se encuentra la palanca 34 de conmutación configurada para producir apalancamiento durante su uso, de modo que el cilindro 100 de conmutación pueda ser
40 hecho girar en una dirección tangencial con respecto a la superficie interna cilíndrica 241 de la carcasa 38 de boquilla y del segmento 59 de circuito abierto, preferiblemente en torno al eje longitudinal A. El primer extremo 202 del cilindro 100 de conmutación comprende, como se ha mencionado más arriba, una conexión 33 a un tubo flexible 32 (tal como se muestra en la Figura 2) para proporcionar un gas, por ejemplo un gas diluyente, de manera sustancialmente directa a la boca del usuario, durante el uso. Más generalmente, el primer extremo 202 del cilindro 100 de conmutación proporciona un orificio de entrada para el gas, estando el orificio de entrada en comunicación
45 con el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto.

50 Como se ha mencionado, dispuesto dentro de los medios 100 de conmutación, y sustancialmente alineado con el eje longitudinal A, se encuentra dispuesto un regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto. El regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto comprende, como se ha mencionado antes, una palanca 112 de activación, es decir, un mecanismo ajustable de activación de válvula. El mecanismo ajustable de activación de válvula funciona como una válvula de regulador de circuito abierto ajustable y un ADV. En el regulador 99 de acuerdo con la presente realización, la función de circuito abierto y la función de ADV se logran mediante el ajuste de la posición de la palanca 112 de activación.

55 El mecanismo ajustable de activación de válvula puede estar dispuesto, ajustado y calibrado de numerosas formas diferentes. Más adelante se describirán con mayor detalle métodos ilustrativos para el afinado del mecanismo ajustable de activación de válvula.

60 Como se aprecia en la Figura 13, existe un intersticio entre el extremo de la palanca 112 de activación del regulador 99 de segunda etapa y la placa 84 de cara del diafragma flexible 48. En esta realización de la presente invención, el intersticio se establece precisamente por el ajuste de precisión de la posición del regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto de tal manera que la caída de presión de activación (es decir, el diferencial negativo de presión dentro de la carcasa 38 de boquilla con respecto a la presión ambiente externa) para una función de ADV en el

modo de circuito cerrado es de aproximadamente 30 mbar (30 milibares = 3.000 Pa), que ha sido determinada empíricamente como la caída de presión asociada con los mejores sistemas de ADV (válvula automática de adición de diluyente) externa en uso hoy en día.

5 Aunque esta realización de la presente invención emplea el principio de ajustar el mecanismo de activación de válvula durante el uso, por ejemplo desplazando el mecanismo de activación de válvula una distancia en el sentido de alejamiento del diafragma flexible, el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto puede calibrarse ventajosamente durante el proceso de fabricación o el proceso de montaje. La calibración del regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto, es decir, la válvula ajustable, se realiza por el procedimiento de alargar el tubo 122 y, en comparación con un regulador de segunda etapa de circuito abierto convencional, esta es una manera simple y robusta que sólo requiere modificar el tubo específico 122, mientras que el resto del regulador de segunda etapa de circuito abierto se puede mantener sustancialmente inalterado. Como alternativa, se afinar la válvula ajustable, por ejemplo, haciendo un poco más larga la palanca 112 de activación. Sin embargo, con independencia del método de afinado de la válvula ajustable, es la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula, en este caso la palanca 112 de activación, y el diafragma flexible 48 lo que ajusta la requerida caída de presión de activación, es decir, el diferencial de presión negativo, denominado también presión de chasquido.

10 El ajustar la presión de chasquido de la ADV a menos de aproximadamente 30 mbar conduciría a una prematura (y por lo tanto derrochadora) adición de gas. De modo similar, el aumento de la presión de chasquido de la ADV a un valor significativamente mayor de aproximadamente 30 mbar conduciría a dificultades en la respiración cuando el volumen de gas distensible en el equipo de respiración llegase a ser menor que el volumen pulmonar del usuario por cualquiera de las muchas razones definidas de forma explícita con anterioridad en este documento. La disposición mostrada en la Figura 13 requiere, por lo tanto, la presencia del usuario para crear un diferencial de presión negativo de aproximadamente 30 mbar dentro de la cámara interna cilíndrica 137, y del segmento 59 de circuito abierto, de manera que el diafragma flexible 48 sea empujado hacia el interior, con lo cual entrará en contacto con la palanca 112 de activación y abrirá el regulador 99 de segunda etapa de circuito abierto, lo que a su vez añade gas, a través de una pluralidad de taladros 111, al interior de la cámara interna cilíndrica 137, y desde allí a través de la vía 86 para gas (véase la Figura 9) al usuario hasta que se haya restaurado el volumen pulmonar completo.

15 En esta realización de la presente invención, la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible 48 es aproximadamente 5-6 mm. Preferiblemente, la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible 48 no debe exceder de la distancia de flexión (FD) máxima del diafragma flexible 48.

20 Una vez que el volumen pulmonar del usuario ha sido restaurado, el aliento exhalado pasa a través de la vía 86 para gas, a través del centro del cilindro 100 de conmutación y por la cámara interna cilíndrica 137, y sale a través del primer orificio 205 de salida (véase la Figura 5), es decir, en esta realización la vía 90 para gas (véase la Figura 9), a través de la vía 140 para gas y desde allí hacia el volumen 96 de la carcasa inferior de circuito cerrado, tras de lo cual saldrá a través de la válvula antirretorno 50 y pasará a la unidad de tratamiento de gas. El gas de retorno procedente de la unidad de tratamiento de gas entrará en el volumen 96 de la carcasa inferior de circuito cerrado a través de la válvula antirretorno 53. Hay que señalar que el segundo orificio 206 de salida, en esta realización de la presente invención la pluralidad de vías 71 para gas, está ahora bloqueado de manera eficaz por el cilindro 100 de conmutación (preferiblemente una parte de pared del cilindro 100 de conmutación cilíndrico) y por lo tanto no juega ningún papel en el funcionamiento en circuito cerrado.

25 En una realización alternativa de la presente invención, el cilindro 100 de conmutación está configurado para ajustar la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible 48 por medio del ajuste de la posición del diafragma flexible 48. En otra realización alternativa más de la presente invención, se pueden ajustar tanto el mecanismo de activación de válvula como el diafragma flexible 48 para modificar la distancia relativa entre el mecanismo de activación de válvula y el diafragma flexible 48. En una realización adicional de la presente invención, los medios 42 de conmutación o similares pueden estar configurados para ajustar electrónicamente el mecanismo de activación de válvula, por ejemplo la palanca 112 de activación o similar, preferiblemente al tiempo que dirigen el gas de expulsión o bien al primer o bien al segundo orificios 205, 206 de salida. Se puede realizar un ajuste electrónico, por ejemplo, mediante un motor electrónico u otros medios de accionamiento, por ejemplo si es la posición de los medios de válvula o la palanca 112 de activación o el diafragma flexible 48 lo que hay que ajustar. Sin embargo, también puede ocurrir que el ajuste electrónico se realice por medio de una válvula electromagnética u otros medios de accionamiento, que cambien su presión umbral de cualquier manera convencional.

30 Por lo tanto, está dentro de los límites de la presente invención que los medios de accionamiento para ajustar el mecanismo de activación de válvula (del modo de ADV de circuito cerrado al modo de circuito abierto) se logren no mediante una tuerca helicoidal, sino más bien mediante una simple rotación del cilindro de conmutación sin que implique traslación, aunque un sistema de detección detecte el cambio en el estado de conmutación y, a continuación, mediante control por ordenador, accione un mecanismo (o medios) que ajusten el mecanismo de activación de válvula para lograr el mismo efecto de desajustar el regulador 99 de segunda etapa para la función de ADV, mientras se afina de manera óptima para la función de circuito abierto. Esto se puede realizar de muchas maneras: un servomotor, por medio de electroneumática, por medio de pilas piezoeléctricas, sistemas de flexión y amplificadores, o bien por el simple accionamiento motorizado de la traslación o accionamiento por solenoide de la

traslación (por ejemplo, un electroimán hace que se produzca la traslación). También es posible una combinación de un accionamiento manual y de un accionamiento controlado por ordenador, tal como se ha descrito anteriormente.

Haciendo referencia a la Figura 14, la sección K-K muestra la misma vista que la Figura 13, salvo que ahora los medios 42 de conmutación están colocados en la posición de circuito abierto. Se ve ahora que los medios 42 de conmutación se han movido hacia dentro una distancia 139, que corresponde aproximadamente a 5,5 mm en esta realización, y que la brida 117 de tope situada en el cilindro 100 de conmutación ha llegado ahora a ser adyacente a la cara exterior del anillo 39 de retención y no puede girar más allá. Es ésta una posición rotada aproximadamente 90 grados en sentido horario desde la posición anterior mostrada en la Figura 13 (definiéndose el sentido horario como el que gira la palanca 34 de conmutación alejándola del usuario). La palanca 112 de activación está tocando ligeramente la placa 84 de diafragma del diafragma flexible 48, que está bajo una tensión muy ligera. Se ha determinado empíricamente que el nivel de presión diferencial necesaria para activar la adición de gas a través el regulador 99 de segunda etapa en el estado mostrado en la Figura 13 es inferior a 4 mbar, lo que coloca a este dispositivo en el grupo de los reguladores de circuito abierto dedicados de muy altas prestaciones. Esta disposición representa un equilibrio multipunto entre las necesidades de una válvula automatizada de adición de diluyente (ADV) integrada, las de un regulador de circuito abierto de altas prestaciones, y las de un aparato de respiración en circuito cerrado de altas prestaciones. Es el movimiento relativo entre el mecanismo de activación de válvula, en este caso la palanca 112 de activación, y el diafragma flexible 48, lo que proporciona la conversión automática, sin que se requiera ningún otro ajuste por parte del usuario, desde el funcionamiento en circuito cerrado de altas prestaciones con una ADV integrada, al de un regulador de circuito abierto de altas prestaciones, sin más (desde el punto de vista del usuario) que una rotación de aproximadamente 90 grados de la palanca 34 de conmutación.

En la Figura 14 se muestra que, en el modo de circuito abierto, la vía 90 para gas (véase, por ejemplo, la Figura 9) del cilindro 100 de conmutación está alineada con la abertura 64 de pieza de respiración de boquilla que conduce a la pieza 31 de boca de usuario. La vía 86 para gas, para respiración en circuito cerrado, está bloqueada y no se utiliza. La vía 140 para gas, es decir, el primer orificio 205 de salida, del segmento 58 de circuito cerrado de la carcasa 38 de boquilla está ahora bloqueada por el cierre estanco 89 de cara del cilindro 100 de conmutación, impidiendo así el flujo de gas de respiración al interior del segmento 58 de circuito cerrado.

Sistema de visualización de presentación frontal

La boquilla 1 de acuerdo con la presente invención puede estar equipada adicionalmente con un subsistema 37 de pantalla de visualización de presentación frontal (HUD) (mostrado, por ejemplo, en las Figuras 2 y 4-5). No obstante, aunque el HUD 37 se describa a continuación haciendo referencia a la boquilla 1 de acuerdo con una realización de la presente invención, debe hacerse hincapié en que el HUD 37 se puede usar junto con otras boquillas, por ejemplo para detectar un estado o similar de la boquilla en cuestión y/o para proporcionar una alarma u otra información al usuario en relación con la función o similar de la boquilla en cuestión y/o del equipo de buceo (por ejemplo, un equipo de CCR o similar), utilizado junto con la boquilla en cuestión.

El HUD 37 comprende medios para detectar el estado de la palanca 34 de conmutación y transmitir esa información a un ordenador remoto. Preferiblemente, el HUD 37 es un dispositivo electrónico de forma sustancialmente cilíndrica que se une a la boquilla 1, por ejemplo al ser encajado a presión en la carcasa 38 de boquilla. El HUD 37 está conectado a un ordenador remoto o similar, por ejemplo el módulo electrónico 8 del CCR de la Figura 1, preferiblemente a través del cable 41, aunque bien podría estar igualmente conectado al ordenador remoto a través de telemetría inalámbrica de datos utilizando muchos métodos existentes (por ejemplo, Bluetooth y otros protocolos estándar).

El atributo HUD 37 está totalmente relacionado con la seguridad del usuario. Como se ha descrito, la presente invención ha sido presentada hasta ahora enfocada en poner a disposición un equipo de respiración de ciclo cerrado (denominado también respirador reciclador) de nivel introductorio para personas que no sean profesionales muy entrenados. La presente invención proporciona un mecanismo sencillo para huir de las complejidades de un sistema de circuito cerrado, en caso de que sea necesario, y permite al usuario abortar la inmersión e ir a una zona de seguridad (por ejemplo, la superficie del agua si se encuentra buceando) utilizando el sistema auxiliar de circuito abierto, que es más sencillo, con sólo girar 90 grados la palanca 34 de conmutación y sin tener que buscar ningún aparato auxiliar de respiración externo, en un momento de emergencia (y por tanto de pánico potencial).

Para hacer más fiable tal sistema, se prefiere que el sistema de control (un ordenador, tal como un ordenador de a bordo dispuesto, por ejemplo, en el módulo electrónico 8, y sus asociados sensores, actuadores, pantallas, iluminadores, fuentes de alimentación y avisadores de emergencia) sea capaz de detectar el estado de la boquilla integrada 1 - es decir, si ésta está funcionando en el modo de circuito abierto o en el modo de circuito cerrado.

Con modernos procesadores de sistemas incorporados de alta velocidad es posible calcular cientos de posibles situaciones de estado por segundo. Por lo tanto, es posible determinar en cualquier momento dado durante el curso de una misión en la que se utilice el aparato de respiración, cuál de los estados (circuito cerrado o circuito abierto) es más ventajoso para la supervivencia del usuario. Un ejemplo sencillo (uno de decenas de posibilidades) es el escenario en el cual el usuario está haciendo funcionar el equipo de respiración en el modo de circuito cerrado. El ordenador de a bordo detecta que el depósito de oxígeno de a bordo (utilizado para la compensación metabólica de

oxígeno en un aparato de respiración de ciclo cerrado) está vacío y, a la vez, la presión parcial de oxígeno en el gas de respiración está disminuyendo hacia el límite hipóxico, mientras que al mismo tiempo la presión del depósito asociado al suministro de gas respirable diluyente está casi lleno. El ordenador, entre cientos de posibilidades (máquinas de estado) puede deducir por tanto en este escenario que no es seguro continuar en modo de circuito cerrado y que sin duda será más seguro cambiar a modo de circuito abierto. El ordenador, por unos medios que se van a describir en breve, es capaz de detectar que el usuario está haciendo funcionar el aparato de respiración en el modo de circuito cerrado. Por lo tanto, utiliza un sistema de aviso para notificar al usuario que cambie (es decir, que gire la palanca 34) a la posición de circuito abierto. El usuario, al detectar este anuncio, y comprendiendo de antemano que el sistema de aviso es inequívoco sobre este tema, conmuta al modo de circuito abierto y aborta la misión (en el caso de una inmersión, el buzo asciende a la superficie del agua si surge esta situación).

En la Figura 15 se muestra un sistema de este tipo. Se muestra en sección transversal una parte del segmento 59 de circuito abierto para enseñar el cilindro 100 de conmutación con imán 101 contenido en la cavidad 103 (véase la Figura 10) alineado con un detector 144 de campo magnético que se encuentra ubicado en una pequeña placa 146 de circuito impreso dentro del HUD (pantalla de visualización de presentación frontal) 37. La posición mostrada es la posición de circuito abierto para la palanca 34 de conmutación y los medios 42 de conmutación. El dispositivo sensor magnético 144 puede ser de muchos tipos, desde simples interruptores de láminas a sensores de efecto Hall más sofisticados, todos los cuales pueden ser detectados, ya sea por un procesador local en el HUD 37 o por un procesador remoto conectado, bien por conexión directa por cable 41 (véase la Figura 4) o bien mediante comunicación inalámbrica (por ejemplo, utilizando Bluetooth o sistemas de baja frecuencia adaptados de manera más eficaz al entorno del que se trata).

La Figura 16 muestra sólo una vista en sección del HUD 37 y los medios 42 de conmutación, esta vez en la configuración de circuito cerrado. Ahora el imán 102 de la cavidad 104 del receptáculo (véase la Figura 10) está alineado con el sensor magnético 145 de la placa 146 de circuito impreso del HUD 37. Téngase en cuenta que los sensores magnéticos 144 para circuito abierto y 145 para circuito cerrado están físicamente separados entre sí. Para detectar el estado de la válvula se pueden emplear también detectores de polarización sensibles, a fin de mejorar el rechazo de estados ambiguos y de este modo mejorar la capacidad del procesador del sistema de control para conocer con precisión el estado de la boquilla. En el concepto sencillo de HUD 37 que se ofrece en la presente memoria se proveen medios 143 de aviso, por ejemplo un LED (diodo fotoluminiscente) o similares medios luminosos y/o medios sonoros y/o medios vibrantes. El propósito del LED en la presente invención, a diferencia de sistemas HUD simples con LED que han sido desarrollados por los autores de la presente invención y otros con el propósito de transmitir información cuantitativa - por ejemplo, el nivel de la presión parcial de oxígeno - es proporcionar exclusivamente un elemento de información inequívoca al usuario: que debe cambiar la posición de la boquilla. La configuración más sencilla es la de suponer que el usuario está funcionando en modo de circuito cerrado y, si el ordenador de a bordo detecta una situación irrecuperable, tal como la arriba descrita, el ordenador hace que se ilumine el LED del HUD, ordenando de ese modo al usuario que cambie a modo de circuito abierto girando la palanca 34 de conmutación aproximadamente 90 grados hasta la posición de circuito abierto. La luz LED del HUD se apaga cuando el ordenador detecta que el usuario ha realizado efectivamente el cambio correcto.

Sin embargo, es posible realizar análisis más sofisticados que pueden aconsejar a un usuario que, por muchas razones, puede estar funcionando en modo de circuito abierto y pueda estar en peligro de agotar todo el gas respirable disponible, mientras que, por otro lado, puede que sea seguro volver de nuevo al funcionamiento en circuito cerrado. En ese caso, se hace imperativo contar con un mecanismo mediante el cual el ordenador de a bordo detecte que el usuario está haciendo funcionar el dispositivo en modo de circuito abierto y que es peligroso continuar haciéndolo, mientras que es seguro utilizar el dispositivo en modo de circuito cerrado. En este caso el LED del HUD y otros avisadores deben ser capaces de aconsejar de forma inequívoca al usuario que vuelva a la posición alternativa.

El método para realizar esto puede ser, o bien encender de nuevo el LED y activar otros avisadores del mismo modo que para el cambio a circuito abierto (el mensaje siempre significa "cambie el estado de la boquilla, no importa en qué estado se encuentre usted actualmente") o, como alternativa, una simple señal de "marcha atrás" - puede ser una luz LED intermitente - que indique la dirección del cambio requerido.

En todos estos casos, que no requieren mayor discusión aquí, las autores de la presente invención reivindican un sistema de boquilla que está equipado con sistemas sensores que permiten a un ordenador remoto detectar el estado (en circuito abierto o en circuito cerrado) del sistema de boquilla convertible, totalmente integrado, descrito en el presente documento.

La Figura 17 muestra la misma vista que la Figura 15 (en modo de circuito abierto), pero con la carcasa retirada a la manera de la Figura 16. Aquí, como antes, se ve que el imán 101, en la cavidad 103 del receptáculo, está ahora alineado con el detector 144 de campo magnético, que está situado ventajosamente en la placa 146 de circuito impreso del HUD a fin de crear la mejor posibilidad de detección inequívoca del imán 101 por el detector 144 y de que, cuando se aleje por giro el imán 101 (cuando se desplaza la palanca 34 desde la posición de circuito abierto aquí mostrada a la posición de circuito cerrado mostrada en la Figura 16), dicho detector magnético 144 deje de ser activado por el imán 101 y tampoco sea activado por el imán 102, sino que en ese estado el detector 145 detecte inequívocamente el imán 102, y viceversa.

REIVINDICACIONES

1. Una boquilla (1) para un aparato de respiración, comprendiendo dicha boquilla (1) medios (99) de válvula que comprenden un mecanismo (112) de activación de válvula configurado para abrir y cerrar funcionalmente dichos medios (99) de válvula, y una carcasa (38) de boquilla que comprende;
 - 5 - una abertura (64) de pieza de respiración de boquilla, para inhalar y exhalar un gas respirable,
 - un orificio de entrada (74, 108) para proporcionar gas respirable al interior de dicha carcasa (38) de boquilla, estando dicho orificio de entrada (74, 108) en comunicación con dichos medios (99) de válvula que están configurados para abrir y cerrar funcionalmente dicho orificio de entrada (74, 108),
 - 10 - un primer orificio de salida (205, 140) para expulsar gas desde dicha carcasa (38) a un canal (96) de flujo de circuito cerrado,
 - un segundo orificio de salida (206, 71) para expulsar gas desde dicha carcasa (38) a un entorno ambiente,
 - medios (42) de conmutación para dirigir selectivamente dicho gas de expulsión o bien a dicho primer orificio de salida (205, 140) o bien a dicho segundo orificio de salida (206, 71),
 - 15 caracterizado porque dichos medios (42) de conmutación están configurados además para ajustar la función de apertura y cierre de dicho mecanismo (112) de activación de válvula.
2. La boquilla según la reivindicación 1, caracterizada porque dicho ajuste se realiza cuando se dirige selectivamente dicho gas de expulsión o dichos primer o segundo orificios (205, 206) de salida.
- 20 3. La boquilla según la reivindicación 2, caracterizada porque dicho mecanismo (122) de activación de válvula está configurado en cooperación de trabajo y para ser activado por un diafragma flexible (48) a una presión umbral.
4. La boquilla según la reivindicación 3, caracterizada porque dicha presión umbral es aproximadamente 20-40 mbar cuando dichos medios (99) de válvula están configurados para dirigir dicho gas de expulsión a dicho primer orificio (205) de salida.
- 25 5. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 3-4, caracterizada porque dicha presión umbral es aproximadamente 2-10 mbar, preferiblemente 2-6 mbar, cuando dichos medios de válvula están configurados para dirigir dicho gas de expulsión a dicho segundo orificio de salida.
6. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 3-5, caracterizada porque dicho el ajuste de dichos medios de válvula comprende mover dicho mecanismo de activación de válvula y dicho diafragma flexible (48) una distancia relativa uno con respecto a otro.
- 30 7. La boquilla según la reivindicación 6, caracterizada porque dicho mecanismo (112) de activación de válvula se ajusta moviendo dicho mecanismo (112) de activación de válvula con respecto a dicho diafragma flexible (48).
8. La boquilla según la reivindicación 6, caracterizada porque dicho mecanismo (112) de activación de válvula se ajusta moviendo dicho diafragma flexible (48) con respecto a dicho mecanismo (112) de activación de válvula.
- 35 9. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 6-8, caracterizada porque dicha distancia relativa se sitúa entre 1-20 mm, preferiblemente 2-10 mm.
10. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 3-9, caracterizada porque dicho diafragma flexible (48) comprende una distancia de flexión (FD) máxima, dentro de la cual dicho diafragma flexible (48) activa dicho mecanismo (112) de activación de válvula.
- 40 11. La boquilla según la reivindicación 10, caracterizada porque la distancia de dicho movimiento de dicha al menos una parte de dichos medios (99) de válvula ajustables y dicho diafragma flexible (48) uno con relación a otro no supera dicha distancia de flexión (FD) máxima.
12. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dicho ajuste de dicho mecanismo de activación de válvula se realiza al menos en parte moviendo al menos una parte de dichos medios de válvula hacia atrás y hacia adelante a lo largo de una primera dirección (B) utilizando dichos medios (42) de conmutación, cuando se dirige selectivamente dicho gas de expulsión a dichos primer o segundo orificios (205, 206) de salida.
- 45 13. La boquilla según la reivindicación 12, caracterizada porque dicha carcasa (38) de boquilla comprende un segmento (59) de circuito abierto con una forma sustancialmente cilíndrica, comprendiendo dicho segmento (59) de circuito abierto un eje longitudinal (A), en donde dicha primera dirección (B) está alineada con dicho eje longitudinal (A).
- 50 14. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dichos medios (99) de válvula están dispuestos al menos parcialmente dentro de dicha carcasa (38) de boquilla.
15. La boquilla según la reivindicación 14, caracterizada porque dicha carcasa (38) de boquilla comprende una

cámara interna sustancialmente cilíndrica (137) que comprende un primer y un segundo extremos (242, 243) y porque dichos medios (42) de conmutación comprenden un cilindro sustancialmente hueco, al menos parcialmente dispuesto en dicha cámara interna sustancialmente cilíndrica (137).

5 16. La boquilla según la reivindicación 15, caracterizada porque dichos medios (99) de válvula están al menos parcialmente dispuestos dentro de dichos medios (42) de conmutación.

17. La boquilla según la reivindicación 16, caracterizada porque dichos medios (42) de válvula se mueven entre una primera y una segunda posiciones con el fin de ajustar dicho mecanismo de activación de válvula.

10 18. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 15-18, caracterizada porque los medios (42) de conmutación comprenden un primer y un segundo extremos (202, 203), en donde sólo dicho segundo extremo (203) de dichos medios (42) de conmutación está dispuesto entre dichos primer y segundo extremos (242, 243) de dicha cámara interna cilíndrica (137).

19. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dicho orificio de entrada para proporcionar gas respirable al interior de dicha carcasa es proporcionado a través de dichos medios (42) de conmutación.

15 20. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizada porque dichos medios (42) de conmutación están configurados con al menos un dispositivo sensor (37), estando configurado dicho dispositivo sensor (37) para detectar la posición de dichos medios (42) de conmutación.

20 21. La boquilla según la reivindicación 20, caracterizada porque dicho sensor está configurado para estar en comunicación con una unidad de procesamiento, tal como un ordenador, estando dicha unidad de procesamiento en comunicación con un segundo dispositivo sensor.

22. La boquilla según la reivindicación 21, caracterizada porque dicho segundo dispositivo sensor está configurado para detectar el estado del gas respirable.

25 23. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 20-22, caracterizada porque dicha boquilla comprende además una pantalla de visualización en comunicación con dicho sensor, estando configurada dicha pantalla para, durante el uso, indicar un usuario un inminente redireccionamiento de dichos medios (42) de conmutación.

30 24. La boquilla según cualquiera de las reivindicaciones 1-23, caracterizada porque dichos medios (99) de válvula proporcionan una función de válvula automática de diluyente que puede hacerse funcionar en dicho circuito cerrado y porque dichos medios (99) de válvula proporcionan una función de regulador de circuito abierto que puede hacerse funcionar en dicho circuito abierto, y porque dichos medios (42) de conmutación están configurados para accionar dichos medios (99) de válvula a fin de conmutar entre dicha función de válvula automática de diluyente y dicha función de regulador de circuito abierto.

35 25. La boquilla según la reivindicación 24, caracterizada porque dichos medios de válvula son activados por medio de una primera presión umbral cuando dichos medios de conmutación están dirigidos a dicho primer orificio de salida (205, 140) y una segunda presión umbral cuando dichos medios de conmutación están dirigidos a dicho segundo orificio de salida (206, 86).

26. La boquilla según la reivindicación 25, caracterizada porque dicha presión umbral se modifica mediante el ajuste de dicho mecanismo de activación de válvula por medio de dichos medios (42) de conmutación.

27. La boquilla según la reivindicación 26, caracterizada porque dicho mecanismo de activación de válvula se ajusta por medio de mover dicho mecanismo de activación de válvula una distancia a lo largo de una primera dirección.

40 28. La boquilla según la reivindicación 27, caracterizada porque dicha carcasa de boquilla comprende además un diafragma flexible en donde dicho mecanismo de activación de válvula está configurado en cooperación de trabajo con dicho diafragma flexible para activar dicha válvula automática de diluyente.

45 29. Método para ajustar la función de apertura y cierre de un mecanismo de activación de válvula en unos medios (99) de válvula dispuestos en una boquilla para un aparato de respiración que comprende los pasos de; proporcionar una boquilla, comprendiendo dicha boquilla una carcasa (38) de boquilla que comprende;

- una abertura (64) de pieza de respiración de boquilla, para inhalar y exhalar un gas respirable,
 - un orificio de entrada (74, 108) para proporcionar gas respirable al interior de dicha carcasa (38) de boquilla, estando dicho orificio de entrada (74, 108) en comunicación con medios (99) de válvula configurados para abrir y cerrar funcionalmente dicho orificio de entrada (74, 108),
 - comprendiendo dicha carcasa (48) un primer orificio de salida (205, 140) para expulsar gas desde dicha carcasa (38) a un canal (96) de flujo de circuito cerrado,
 - un segundo orificio de salida (206, 86) para expulsar gas desde dicha carcasa (38) a un entorno ambiente,
 - medios (42) de conmutación para dirigir selectivamente dicho gas de expulsión a dicho primer orificio de salida
- 50

o a dicho segundo orificio de salida (206, 71) con el fin de conmutar entre un circuito cerrado y un circuito abierto,
caracterizado

5 porque dicho ajuste de dicho mecanismo de activación de válvula se realiza mediante conmutación de dichos medios (42) de conmutación entre dichos primer y segundo orificios de salida (205, 206).

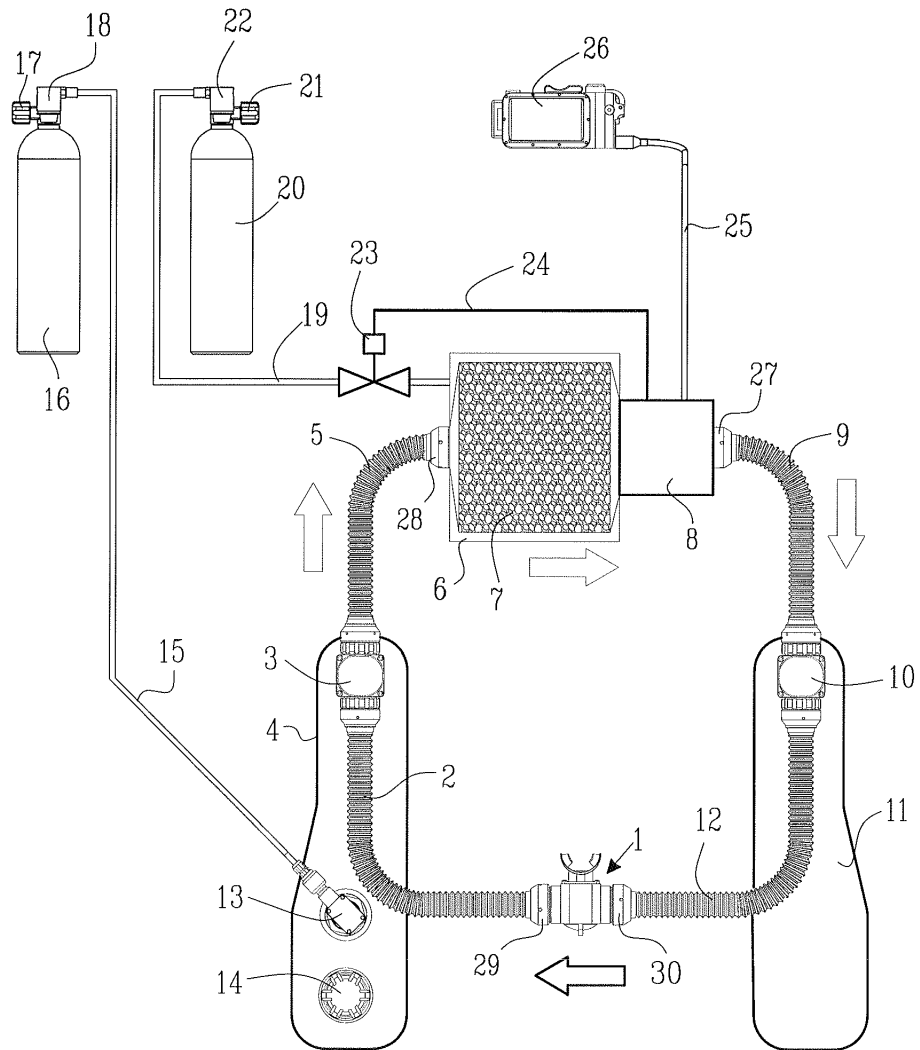


Fig. 1

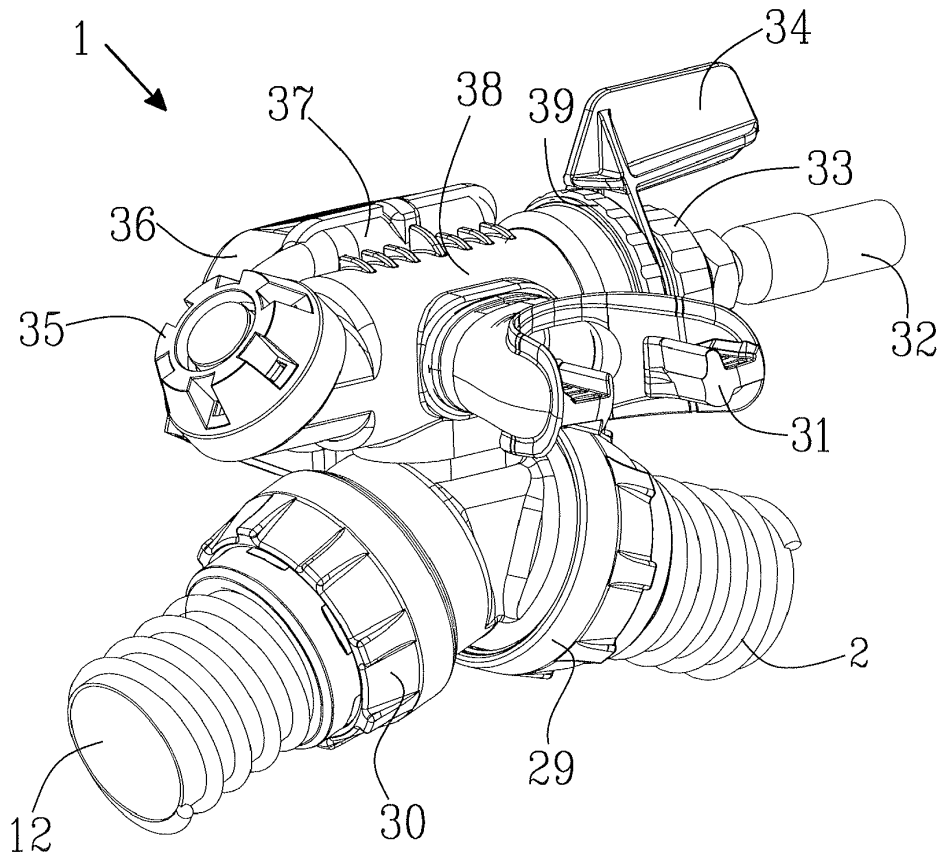


Fig. 2

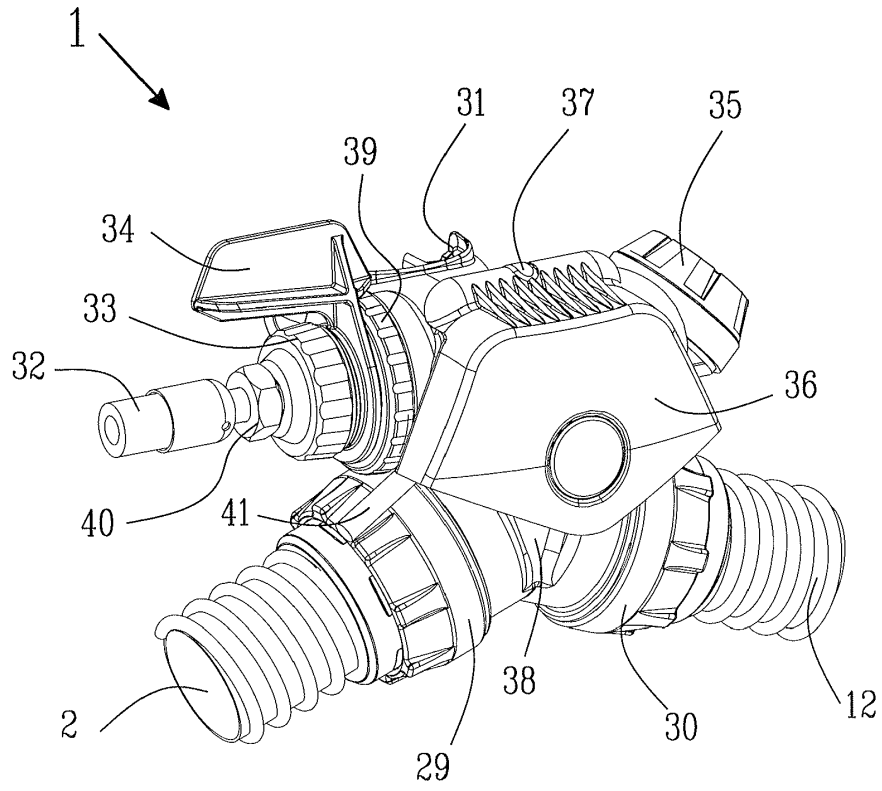


Fig. 3

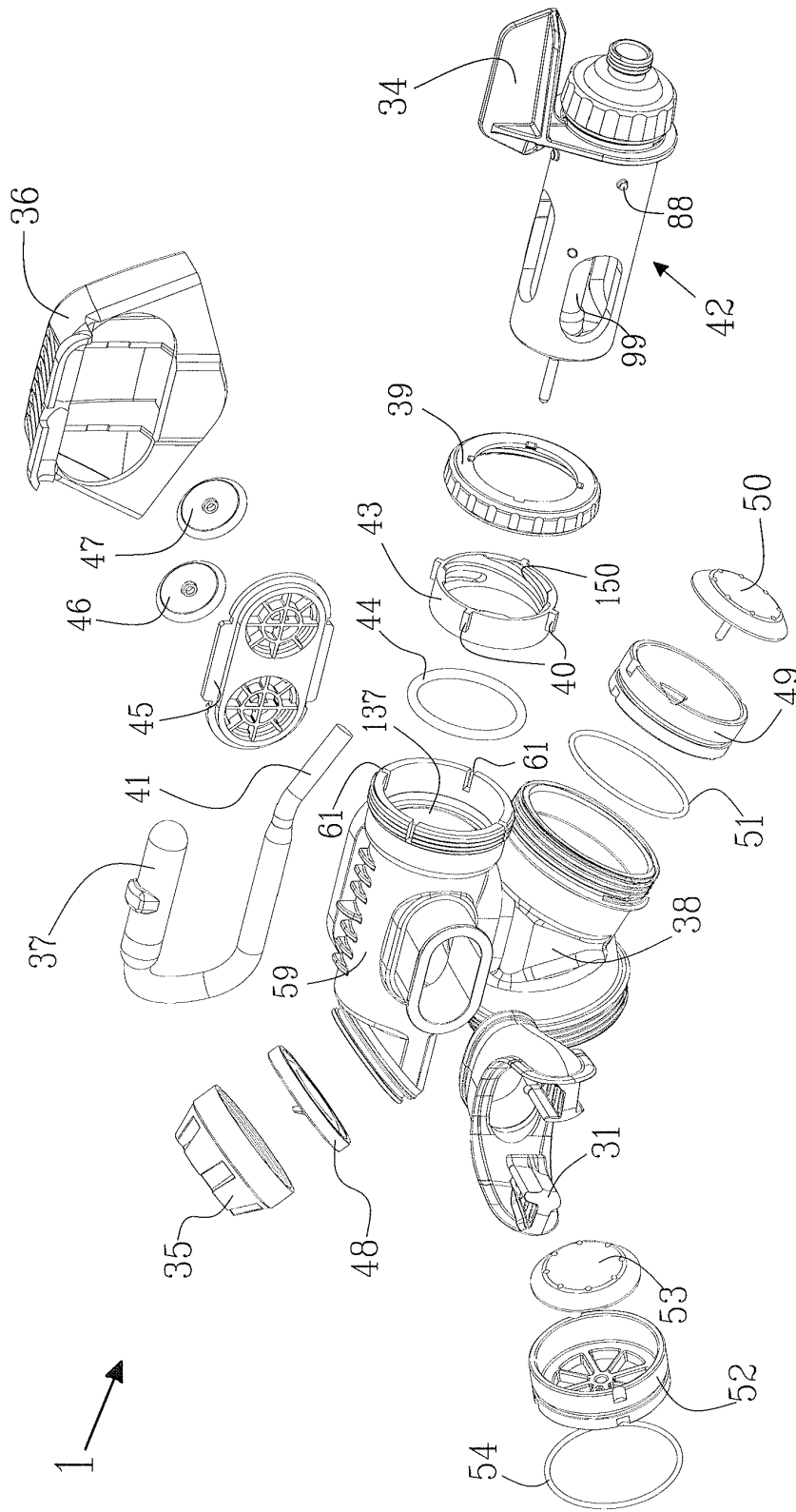


Fig. 4

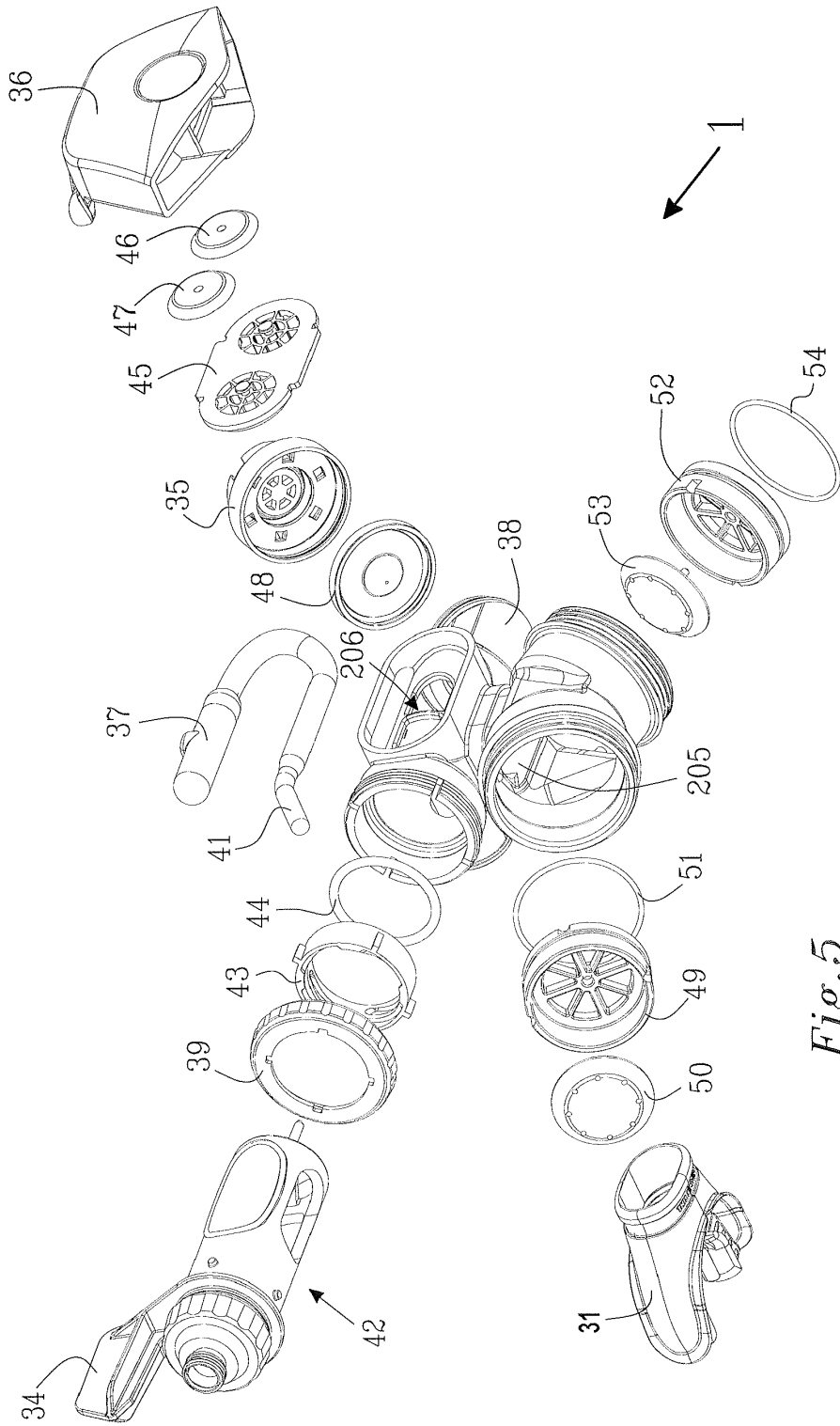


Fig. 5

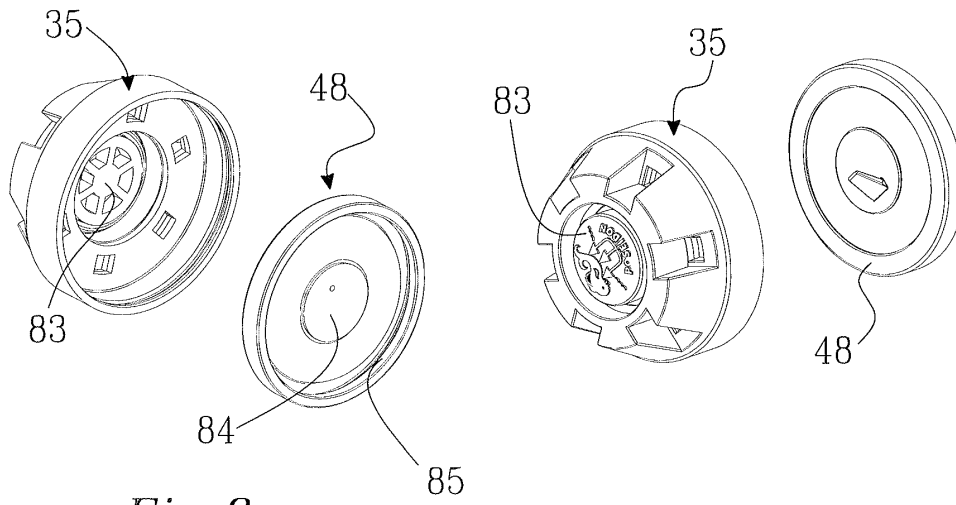


Fig. 8

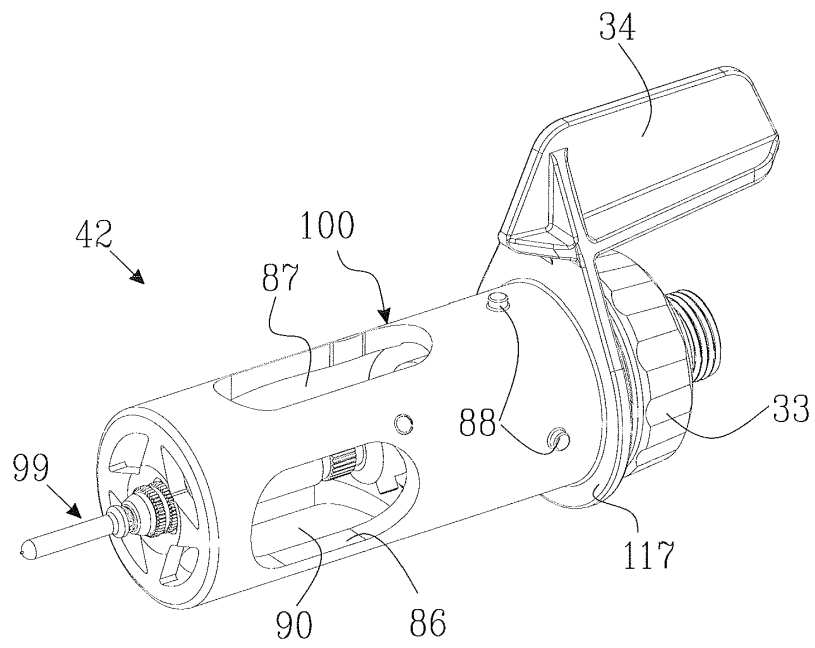
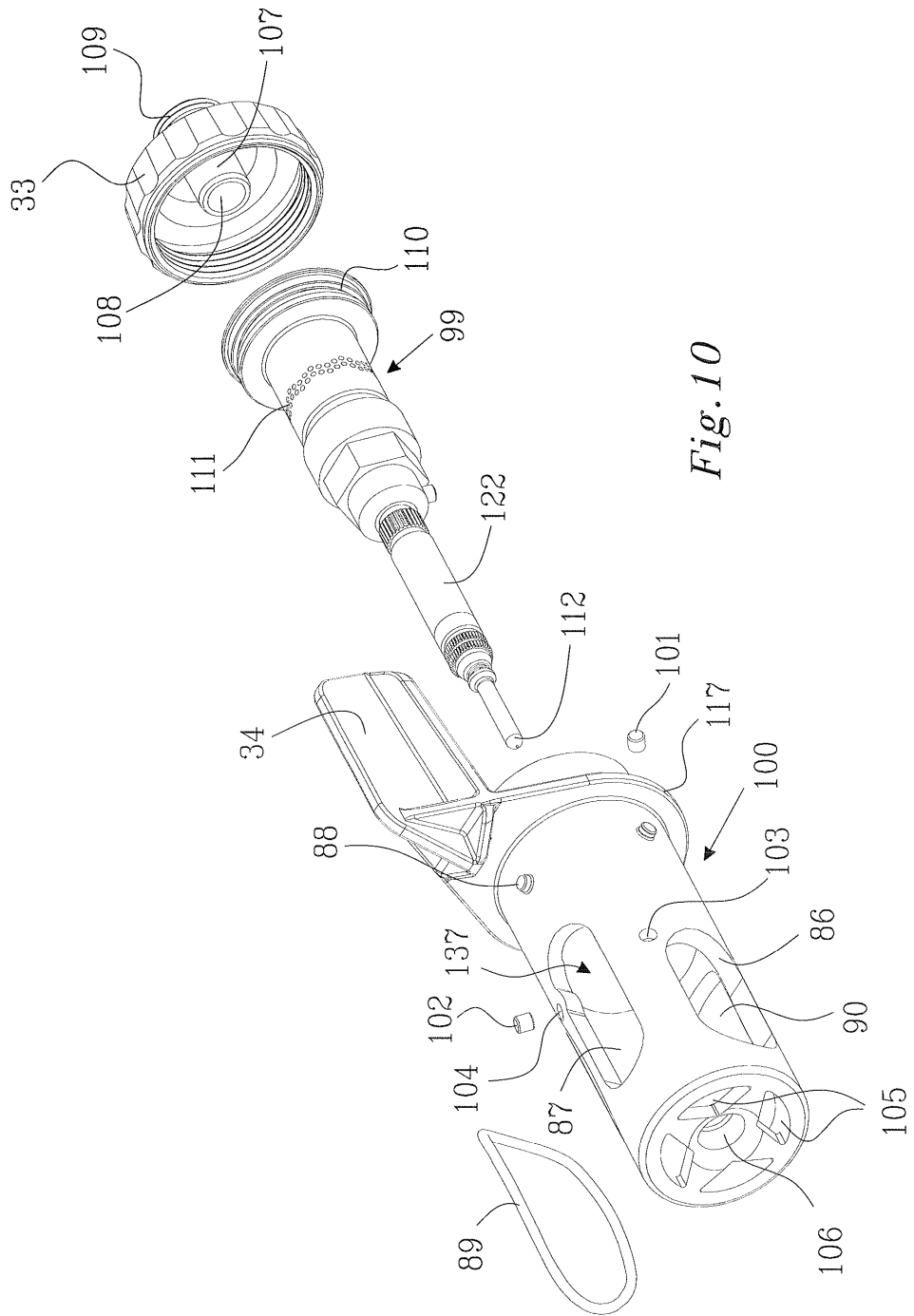


Fig. 9



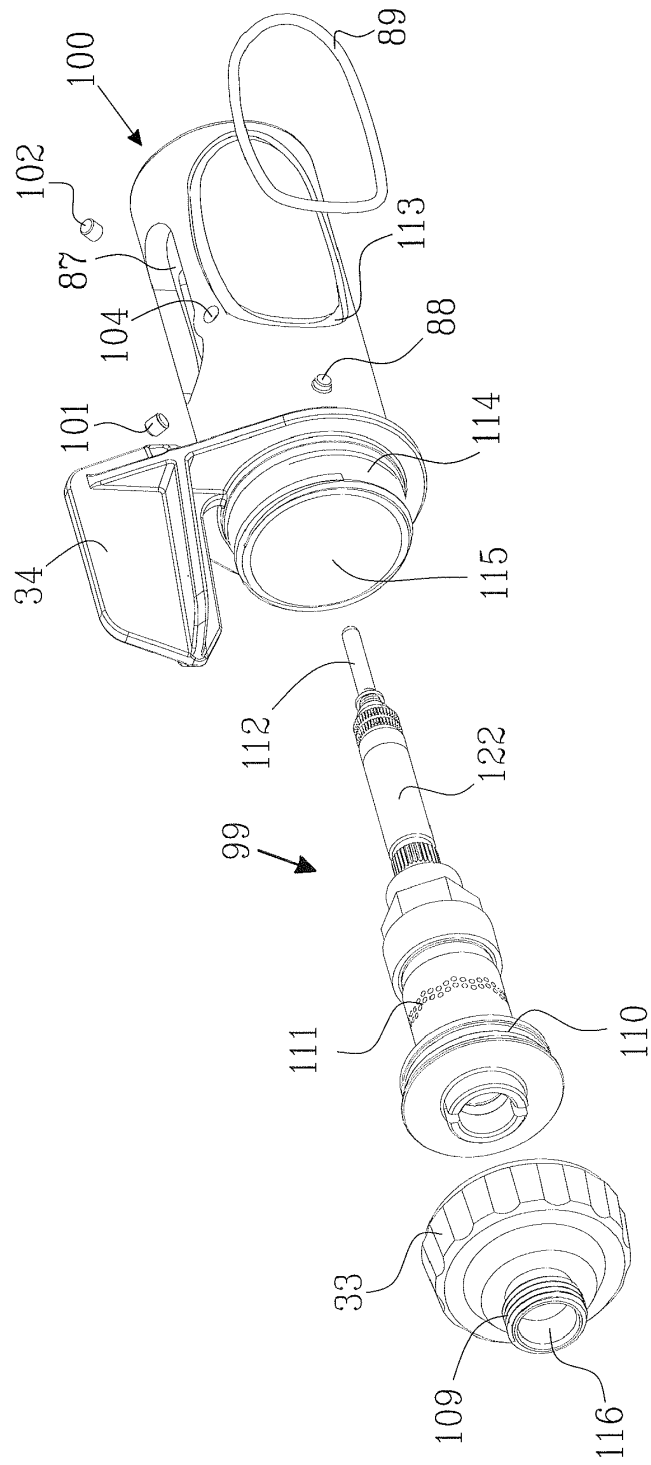


Fig. 11

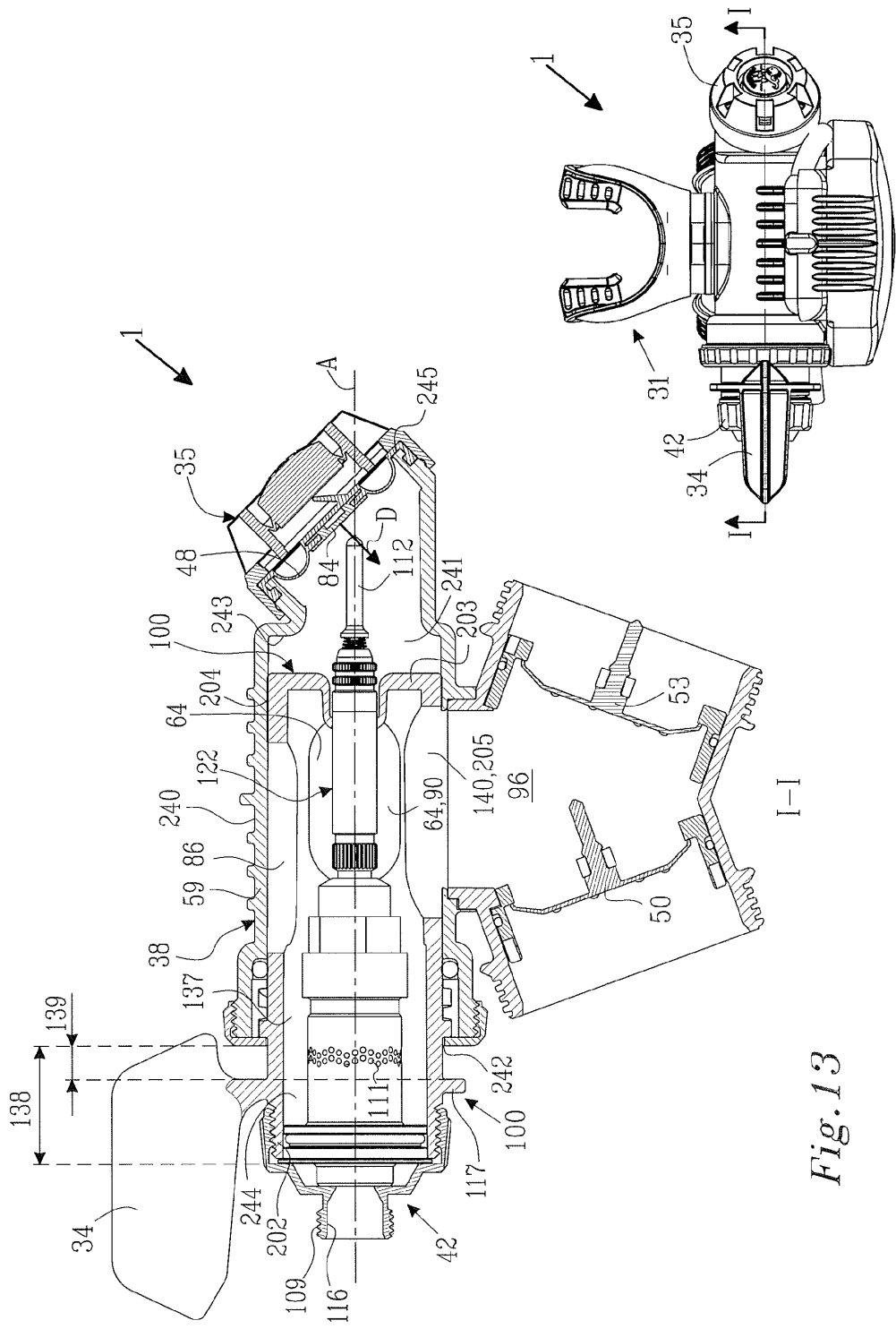


Fig. 13

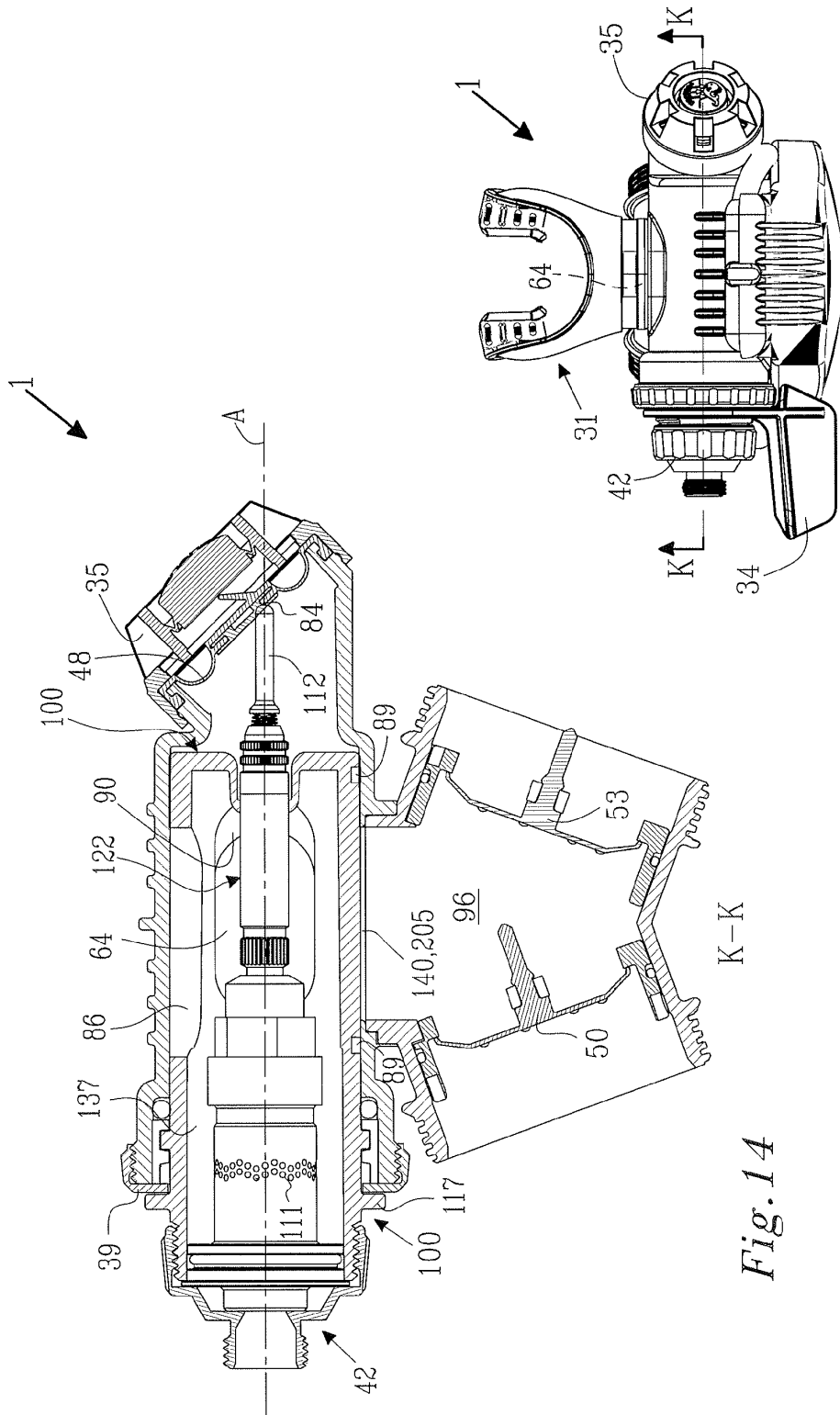


Fig. 14

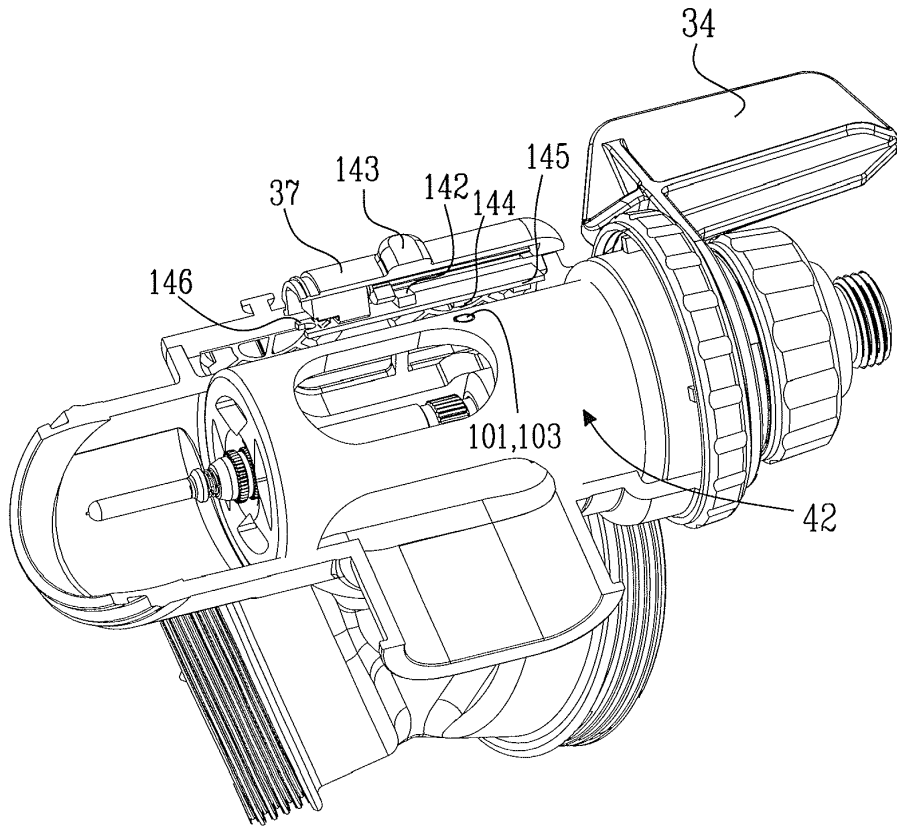


Fig. 15

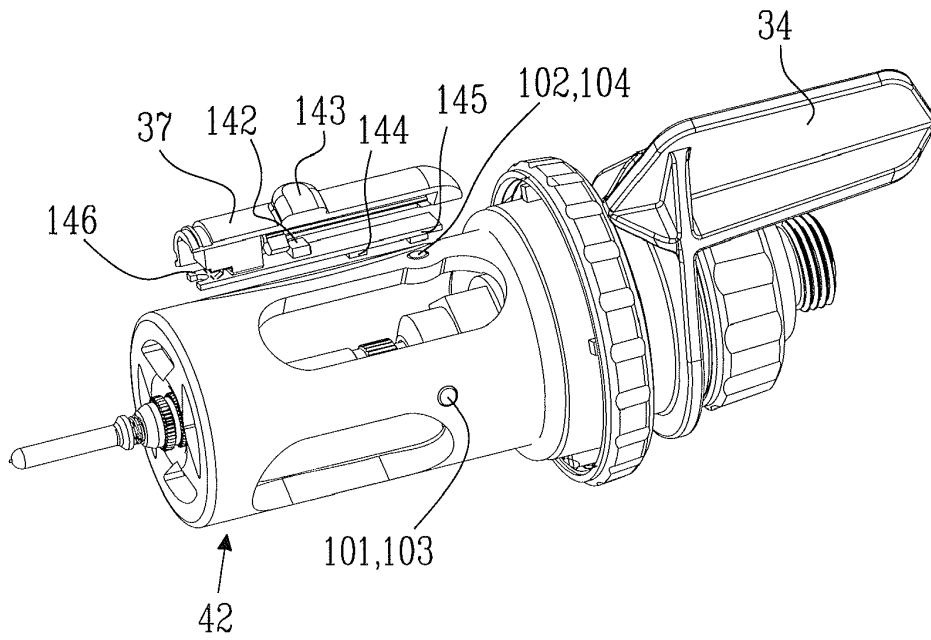


Fig. 16

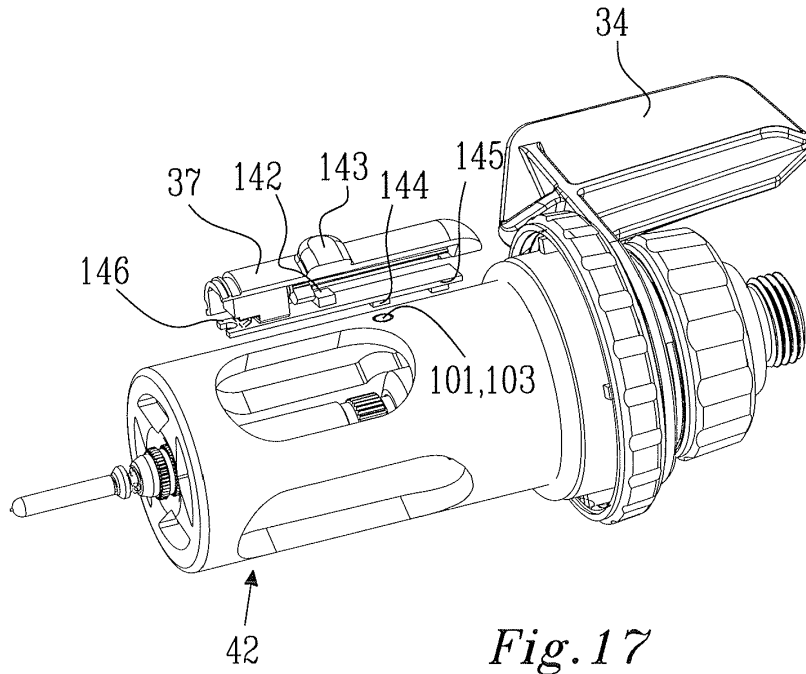


Fig. 17