

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 750**

51 Int. Cl.:

**B63C 11/22** (2006.01)

**B01D 53/04** (2006.01)

**B63C 11/24** (2006.01)

**A62B 31/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2014 PCT/EP2014/054435**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14139880**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2014 E 14708288 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2983982**

54 Título: **Sistema de respiración en circuito cerrado para buceador**

30 Prioridad:

**13.03.2013 FR 1352234**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.08.2017**

73 Titular/es:

**VISIT SEABED FRANCE (100.0%)  
455 Promenade des Anglais, Nice Premier A,  
(Arénas Partners)  
06299 Nice Cedex 3, FR**

72 Inventor/es:

**CASTELLANET, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 629 750 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

Sistema de respiración en circuito cerrado para buceador

La invención se refiere a un reciclador de adsorción de gas carbónico, destinado al buceo en circuito cerrado.

5 Durante un buceo submarino que utiliza una escafandra autónoma, el buceador respira aire o una mezcla de gas que proviene de botellas en las que los gases están almacenados a alta presión y que le son proporcionados a la presión ambiente por un regulador. La mezcla espirada se expulsa al agua. Ahora bien, el buceador solo ha consumido una fracción del dióxigeno presente en el aire o la mezcla y el dióxigeno no consumido se expulsa al agua. Este sistema limita, por lo tanto, la duración de un buceo. Por otra parte, en ciertas aplicaciones la formación de burbujas es insalvable.

10 La solicitud europea EP1316331 A1 describe un sistema de respiración en circuito cerrado para buceador. Se trata de un sistema de extracción del gas carbónico que incluye al menos un depósito que contiene un material adecuado para adsorber el gas carbónico.

15 Los respiradores de circuito cerrado incluyen un cartucho atravesado por la mezcla espirada y que contiene un material tal como la cal que atrapa el gas carbónico en el transcurso de una reacción irreversible. Este sistema es poco práctico, ya que el cartucho ocupa espacio y no permite la regeneración de la cal carbonatada, en concreto, en el transcurso de buceo. La invención tiene como objeto proporcionar una alternativa a este sistema.

Para ello, propone un sistema de respiración en circuito cerrado para buceador según la primera reivindicación.

20 La invención se basa en la utilización de un material que adsorbe el gas carbónico en el transcurso de una reacción reversible, tal como zeolitas, carbón activo u otro. Este material está contenido en un depósito dotado de medios de calentamiento, por ejemplo, una resistencia eléctrica. El sistema comprende, además, un medio de almacenamiento de energía eléctrica tal como una batería o una pila y un circuito electrónico de control que desencadena la regeneración del material por calentamiento del depósito cuando se cumple una condición. Siendo la reacción de adsorción reversible, el gas carbónico se separa del material, se evacua y el material puede reutilizarse.

Las ventajas son las siguientes:

25 - Ganancia de volumen y, por lo tanto, ganancia de peso compensador para el buceo, ya que el cartucho de cal ocupa espacio,

- Más necesidad de cambiar la cal en cada utilización, ya que en ausencia de posibilidad de regeneración y de criterio fiable de tasa de utilización de la cal, es más prudente cambiar todo el contenido del cartucho,

- La cal es un material contaminante que, reglamentariamente, necesita una incineración,

30 - Posibilidad, como se verá esto más abajo, de regenerar el material en el transcurso de buceo, no limitando ya desde ese momento la cantidad de material llevado la duración del buceo como es este el caso con la cal.

En todo el texto, por mezcla depurada se entiende una mezcla de gas al menos parcialmente depurada de gas carbónico.

35 Ventajosamente, cada depósito puede incluir, además, una válvula de entrada de la mezcla, una válvula de salida de la mezcla depurada y una válvula de salida del gas carbónico y dicho circuito electrónico de control está previsto para provocar el cierre de dichas válvulas de entrada de la mezcla y de salida de la mezcla depurada y la apertura de la válvula de salida del gas carbónico cuando provoca el calentamiento de un depósito.

En la fase de desorción, las válvulas de entrada de la mezcla y de salida de la mezcla depurada del depósito están cerradas, solo está abierta la válvula de salida del gas carbónico.

40 La salida del gas carbónico es distinta de la de la mezcla depurada para no correr el riesgo de proporcionar gas carbónico al usuario.

Ventajosamente, el sistema puede incluir, además, al menos un medio de medición de al menos un parámetro que caracteriza el medio ambiente en el que se encuentra dicho sistema y dicha condición trata sobre al menos un parámetro medioambiental.

45 La condición mencionada más arriba puede ser, por supuesto, la activación del sistema por el usuario, pero

ventajosamente el sistema puede estar previsto para detectar una condición, por ejemplo, medioambiental en la que desencadena automáticamente la regeneración del material, incluyendo entonces el sistema unos sensores de parámetros de medio ambiente.

5 Por ejemplo, el al menos un medio de medición puede comprender un sensor de presión y/o un sensor de presencia de agua, pudiendo dicha condición tratar sobre la presión y/o sobre la presencia de agua.

La medición de la presión y de presencia de agua permite discriminar las situaciones "en buceo" y "en superficie", por lo tanto, desencadenar la regeneración automáticamente después del retorno a superficie del buceador.

10 Ventajosamente, el sistema puede incluir un primer y un segundo depósitos que contienen cada uno un material adecuado para adsorber el gas carbónico, incluyendo cada depósito, además, una válvula de entrada de la mezcla, una válvula de salida de una mezcla depurada y una válvula de salida del gas carbónico y que puede incluir, además:

- un medio de calentamiento de dicho material asociado a cada depósito,
- un circuito electrónico de control,

15 estando dicho circuito electrónico de control previsto para provocar en cada depósito unos ciclos que comprenden un periodo de adsorción y un periodo de desorción, estando dichos ciclos en oposición de fase, de modo que uno de los depósitos está en adsorción mientras que el otro está en desorción.

20 En este modo de realización, el sistema de extracción incluye dos depósitos tales como se describen más arriba, que incluyen cada uno un medio de calentamiento y un circuito electrónico de control que permite un funcionamiento alterno del sistema: funcionando el primero y el segundo depósitos cada uno según unos ciclos que incluyen un periodo de adsorción y un periodo de desorción, estando estos ciclos en oposición de fase, de forma que siempre haya solo un depósito en recalentamiento, por lo tanto, en desorción, estando el otro en adsorción, por lo tanto, utilizado para la respiración. Esto permite obtener un funcionamiento en continuo del sistema de extracción. En todos los casos, hay un depósito no calentado en adsorción y un depósito en calentamiento, por lo tanto, en desorción, salvo eventualmente al inicio del buceo cuando los dos depósitos contienen material "nuevo" y al final de buceo cuando el sistema puede regenerar el material de un depósito mientras que el otro ya no está en servicio.

25 En un modo de realización, el sistema de extracción puede incluir, además, un reloj, efectuándose el cambio de periodo durante la realización de una condición de duración.

30 En este caso, la alternancia, es decir, el paso de un periodo de adsorción a un periodo de desorción, se regula por un reloj. La duración de calentamiento de un depósito se ajusta en función de la cantidad de material contenido en este depósito.

En otro modo de realización, el sistema puede incluir, además, al menos un sensor de concentración de gas carbónico, efectuándose el cambio de periodo durante la realización de una condición de concentración de gas carbónico en la mezcla depurada.

35 En este caso, la alternancia se efectúa cuando el sensor de gas carbónico mide una concentración superior a un umbral fijado de antemano en la mezcla depurada a la salida de un depósito. El sistema puede incluir un sensor de este tipo a la salida de cada depósito o un único sensor montado sobre el circuito de mezcla depurada sabiendo que el gas carbónico en el transcurso de desorción se evacua de los depósitos por unas salidas de purga específicas.

Ventajosamente, los periodos de adsorción del primero y del segundo depósitos pueden poseer un recubrimiento.

40 Por razones de seguridad, los periodos de adsorción de los depósitos pueden presentar un ligero recubrimiento, con el fin de asegurar una continuidad de la provisión de mezcla respirable para el buceador.

Ventajosamente, el sistema puede estar incluido en un bloque de resina.

De esta forma, el circuito electrónico de control y la batería están al resguardo del contacto con el agua. La batería es del tipo que se recarga por inducción.

45 Cuando el sistema de extracción incluye un o unos sensor(es), estos están montados ya sea asomando a la superficie del bloque de resina y de forma estanca (sensor de humedad o de presencia de agua), ya sea incluidos en este bloque, pero muy cerca de la superficie (sensor de presión).

La invención trata sobre un sistema de respiración en circuito cerrado para buceador, que incluye una boquilla respiratoria provista de un tubo de inspiración y un tubo de espiración, una bolsa respiratoria unida a dicho tubo de inspiración, una botella que encierra dioxígeno comprimido para la introducción de dioxígeno en dicha bolsa respiratoria y que puede incluir un sistema de extracción del gas carbónico según la invención, cuya entrada está unida a dicho tubo de espiración y cuya salida está unida a dicha bolsa respiratoria. Un sistema de respiración en circuito cerrado incluye un circuito primario que conduce la mezcla espirada por el buceador hacia la entrada de un sistema de extracción y un circuito secundario conectado sobre la salida del sistema de extracción y que conduce la mezcla depurada hacia la bolsa respiratoria. El sistema de respiración incluye igualmente una botella de dioxígeno comprimido que libera dioxígeno en la bolsa respiratoria. El buceador respira a partir de esta bolsa respiratoria.

10 El modo de funcionamiento difiere según si el sistema de extracción del gas carbónico incluye uno o dos depósitos.

Cuando el sistema de extracción del gas carbónico incluye un depósito, en una primera fase, el buceador utiliza el sistema de respiración de forma tradicional. En una segunda fase, el material contenido en el depósito está en el transcurso de regeneración, el buceador ya no puede utilizar el sistema de respiración, debe esperar el final de la desorción del gas carbónico.

15 El cambio de fase de funcionamiento se efectúa ya sea a solicitud del usuario, ya sea a la realización de una condición, pudiendo esta condición ser el retorno a la superficie del buceador. De esta forma, el buceador no tiene que preocuparse de lanzar la regeneración del material adsorbente.

20 Cuando el sistema de extracción del gas carbónico incluye dos depósitos montados en paralelo en el circuito de respiración, estos depósitos están alternativamente en servicio, es decir, alternativamente atravesados por la mezcla espirada por el buceador y en regeneración, de forma que un depósito esté en servicio mientras que el otro está en regeneración. De esta forma, el sistema de respiración puede funcionar en continuo, la duración del buceo ya no está limitada por la saturación de un material de extracción del gas carbónico, sino por la capacidad de la batería.

Unos modos de realización y unas variantes se describirán a continuación, a título de ejemplos no limitativos, con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

25 La figura 1 representa esquemáticamente un sistema de extracción del gas carbónico según la invención;

La figura 2 representa esquemáticamente un segundo modo de realización de un sistema de extracción del gas carbónico según la invención;

La figura 3 representa esquemáticamente los ciclos de adsorción y de regeneración del sistema de extracción del gas carbónico de la figura 2;

30 La figura 4 representa esquemáticamente un sistema de respiración en circuito cerrado para buceador que utiliza un sistema de extracción del gas carbónico según la invención.

35 La figura 1 representa esquemáticamente un sistema de extracción del gas carbónico de una mezcla de gas, que comprende un depósito 10 (representado en corte parcialmente lleno por razones de claridad del dibujo) que contiene un material 20 que tiene la capacidad de adsorber el gas carbónico, tal como zeolitas, carbón activo u otro, mantenido entre dos rejillas transversales 11 y 12. Este depósito comprende:

- una entrada 13 para la mezcla que incluye gas carbónico; esta entrada está controlada por una válvula motorizada 33,

- una salida 14 para la mezcla depurada, es decir, de la que se ha eliminado la mayor parte del gas carbónico; esta salida está controlada por una válvula motorizada 34,

40 - una salida de purga 15 para la evacuación del gas carbónico durante las fases de regeneración; esta salida de purga está controlada por una válvula motorizada 35.

Una resistencia eléctrica 40 rodea el recipiente 10 de forma que se caliente el material 20 durante las fases de regeneración. Por supuesto, son posibles otras disposiciones, por ejemplo, una resistencia sumergida dentro del material.

45 La resistencia 40 está unida a una batería 51 por medio de un circuito electrónico de control 50. Los motores de las válvulas 33, 34, 35 están unidos igualmente al circuito electrónico de control (no representado).

Este sistema incluye dos modos de funcionamiento bien distintos controlados por el circuito electrónico 50:

## ES 2 629 750 T3

- En un primer modo, el sistema se utiliza para extraer el gas carbónico de una mezcla de gas, por ejemplo, la mezcla espirada por un buceador y reenviarlo hacia la bolsa respiratoria del buceador; en este primer modo, las válvulas de entrada 33 y de salida 34 están abiertas, la válvula de salida de purga 25 está cerrada y la resistencia 40 no está alimentada,

- 5 - En un segundo modo, el sistema se utiliza para regenerar el material que ha adsorbido el gas carbónico; en este segundo modo, las válvulas de entrada 33 y de salida 34 están cerradas, la válvula de salida de purga 25 está abierta y la resistencia 40 está alimentada. La duración y la intensidad del calentamiento son función de la naturaleza y de la cantidad de material presente en el depósito 10. El gas carbónico se evacua por la salida de purga 15; esta está provista de una chapaleta antirretorno para evitar, por ejemplo, que penetre agua en el depósito 10. En este segundo modo, el sistema no puede utilizarse por supuesto para respirar.

El sistema puede incluir un o unos sensores que permiten que el circuito electrónico de control 50 detecte el final de un buceo y desencadene automáticamente la fase de regeneración, por ejemplo, un sensor de presión 52 y un sensor de presencia de agua 53 unidos a dicho circuito electrónico. Una situación de buceo estará caracterizada por:

Presencia de agua y presión > 1 bar,

- 15 y la situación de superficie estará caracterizada por:

Ausencia de agua y presión < 1,2 bar.

El detector de presencia de agua puede utilizar diferentes propiedades, por ejemplo, la conductividad, la celeridad del sonido...

- 20 Este automatismo está asociado a un dispositivo de seguridad para que un ciclo de regeneración no se desencadene de manera inoportuna durante un buceo, por ejemplo, una temporización. Asimismo, la alimentación de la resistencia 40 puede estar condicionada al retorno de información de que las válvulas 33 y 34 están efectivamente cerradas y la válvula 35 efectivamente abierta.

- 25 La figura 2 ilustra un sistema de extracción del gas carbónico que incluye dos depósitos 100, 200 idénticos al depósito anteriormente descrito, es decir, que incluyen cada uno una entrada 113, 213 y una salida 114, 214, así como una salida de purga 115, 215. Cada entrada o salida está mandada por una válvula motorizada respectiva 133, 233, 134, 234, 135, 235.

- 30 Los dos depósitos 100, 200 están conectados en paralelo por unas canalizaciones, de forma que presenten una entrada común 333 para la mezcla cargada de gas carbónico y una salida común 334 para la mezcla depurada del gas carbónico. Las salidas de purga 115, 215 pueden permanecer independientes como se ilustra en la figura 2 o estar reunidas en una salida de purga común.

Los depósitos 100, 200 incluyen cada uno una resistencia eléctrica 140, 240 que permite calentar el material contenido en estos depósitos; estas resistencias están unidas a una batería eléctrica 151 por medio de un circuito eléctrico de mando 150 (no representado para la resistencia 140).

- 35 Los motores de las válvulas 133, 233, 134, 234, 135, 235 están unidos igualmente al circuito electrónico de mando (no representado).

Este sistema funciona según un sistema de alternancia en el que uno de los depósitos está en adsorción mientras que el otro está en regeneración, gestionándose la alternancia por el circuito electrónico 150. De este modo:

- Depósito 100 en adsorción y depósito 200 en regeneración: válvulas 133 y 134 abiertas, válvula 135 cerrada, válvulas 233 y 234 cerradas, válvula 235 abierta, resistencia 140 fuera de función, resistencia 240 alimentada,
- 40 - Depósito 100 en regeneración y depósito 200 en adsorción: válvulas 133 y 134 cerradas, válvula 135 abierta, válvulas 233 y 234 abiertas, válvula 235 cerrada, resistencia 140 alimentada, resistencia 240 fuera de función.

Por supuesto, las válvulas 233 y 233, así como las válvulas 234 y 234, pueden sustituirse por una válvula de tres vías.

La alternancia está mandada por el circuito electrónico 150 en función:

- 45 - De una duración, debiendo la duración de las fases de regeneración ser sustancialmente iguales entre sí e iguales de un depósito al otro y debiendo ser inferiores o iguales en duración a las fases de adsorción,

- De una concentración de gas carbónico medida a la salida 114, 214 de cada depósito.

Como anteriormente, este sistema puede estar dotado de sensores de presencia de agua y/o de presión para detectar el inicio de buceo (puesta en servicio) y el final de buceo (parada del sistema después de una última regeneración).

- 5 Debe señalarse que, por razones de seguridad, se puede prever un ligero recubrimiento de las fases de adsorción como se ilustra en la figura 3: la línea 100 ilustra el ciclo del depósito 100, la línea 2 el ciclo del depósito 200. Las fases de adsorción, durante las que el depósito correspondiente sirve para alimentar al buceador con mezcla, están anotadas A1 y A2; las fases de regeneración están anotadas R1 y R2. Se ve que las fases A1 y A2 están en ligero recubrimiento durante la alternancia. Esto permite, en concreto, evitar proporcionar una mezcla demasiado caliente al buceador; de hecho, al final de un ciclo de regeneración R1, R2, el depósito está caliente y la mezcla expurgada de CO2 que proporciona al inicio de una fase de adsorción A1, A2 va a estar caliente; el recubrimiento permite mezclar los gases proporcionados por los dos depósitos y, por lo tanto, bajar su temperatura.
- 10

- La figura 4 representa un sistema de respiración en circuito cerrado para buceador que incluye un sistema de depuración del gas carbónico 300 según la invención, por ejemplo, sumido en un bloque de resina. Como se describe más arriba, este sistema de depuración incluye uno o dos depósitos, llenos de un material adecuado para adsorber el gas carbónico, un circuito electrónico de control y una batería.
- 15

- El sistema de respiración incluye de forma tradicional una boquilla 310 provista de compuertas, unida a dos tubos anillados, un tubo de inspiración 311 y un tubo de espiración 312. El tubo de espiración 312 suministra una mezcla cargada de gas carbónico en una bolsa de espiración 330, unida a la entrada 303 del sistema de depuración 300. Sin embargo, el tubo de espiración 312 podría estar unido directamente al sistema de depuración.
- 20

El sistema de depuración 300 suministra una mezcla depurada por su salida 304 a una bolsa inspiratoria 320. En fase de desorción del sistema de depuración 300, el gas carbónico se escapa por una salida 305.

- Una botella de gas comprimido 340 que comprende dioxígeno suministra por mediación de un regulador 341 dioxígeno en una bolsa inspiratoria 320, de forma que se reconstituya una mezcla respirable por el buceador. El tubo de inspiración 311 está unido a la bolsa de inspiración 320 y suministra una mezcla respirable para el buceador por la boquilla 310.
- 25

**REIVINDICACIONES**

1. Sistema de respiración en circuito cerrado para buceador, que incluye una boquilla respiratoria (310) provista de un tubo de inspiración (311) y un tubo de espiración (312), una bolsa inspiratoria (320) unida a dicho tubo de inspiración, una botella (340) que encierra dióxigeno comprimido para la introducción de dióxigeno en dicha bolsa inspiratoria,
- 5
- caracterizado porque comprende, además,
- un sistema de extracción del gas carbónico (300) cuya entrada (303) está unida a dicho tubo de espiración (312) y cuya salida (304) está unida a dicha bolsa inspiratoria (320), incluyendo dicho sistema de extracción del gas carbónico al menos un depósito (10) que contiene un material (20) adecuado para adsorber el gas carbónico,
- 10
- incluyendo cada depósito una entrada (13, 113, 213) para dicha mezcla y una salida (14, 114, 214) para una mezcla al menos parcialmente depurada del gas carbónico y, además:
- al menos un medio de calentamiento (40, 140, 240) de dicho depósito,
  - al menos un circuito electrónico de control (50, 150), previsto para provocar el calentamiento de al menos un depósito cuando se cumple al menos una condición, de forma que se provoque la desorción del gas carbónico adsorbido sobre el material contenido en el depósito respectivo.
- 15
2. Sistema de respiración según la reivindicación 1, caracterizado porque cada depósito incluye, además, una válvula de entrada (33, 133, 233) de la mezcla, una válvula de salida (34, 134, 234) de la mezcla depurada y una válvula de salida (35, 135, 235) del gas carbónico y porque dicho circuito electrónico de control (50, 150) está previsto para provocar el cierre de dichas válvulas de entrada de la mezcla y de salida de la mezcla depurada y la apertura de la válvula de salida del gas carbónico cuando provoca el calentamiento de un depósito.
- 20
3. Sistema de respiración según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque incluye, además, al menos un medio de medición (52, 53) de al menos un parámetro que caracteriza el medio ambiente en el que se encuentra dicho sistema y porque dicha condición trata sobre al menos un parámetro medioambiental.
- 25
4. Sistema de respiración según la reivindicación 3, caracterizado porque el al menos un medio de medición comprende un sensor de presión (52) y/o un sensor de presencia de agua (53), y porque dicha condición trata sobre la presión y/o sobre la presencia de agua.
- 30
5. Sistema de respiración según una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque incluye un primero y un segundo depósitos (100, 200) y porque dicho circuito electrónico de control (150) está previsto para provocar en cada depósito unos ciclos que comprenden un periodo de adsorción y un periodo de desorción, estando dichos ciclos en oposición de fase, de modo que uno de los depósitos está en adsorción mientras que el otro está en desorción.
- 35
6. Sistema de respiración según la reivindicación 5, caracterizado porque incluye, además un reloj y porque el cambio de periodo se efectúa durante la realización de una condición de duración.
- 40
7. Sistema de respiración según la reivindicación 5, caracterizado porque incluye, además, al menos un sensor de concentración de gas carbónico y porque el cambio de periodo se efectúa durante la realización de una condición de concentración de gas carbónico en la mezcla depurada.
- 45
8. Sistema de respiración según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado porque los periodos de adsorción (A1, A2) del primero y del segundo depósitos poseen un recubrimiento.
9. Sistema de respiración según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está incluido en un bloque de resina.

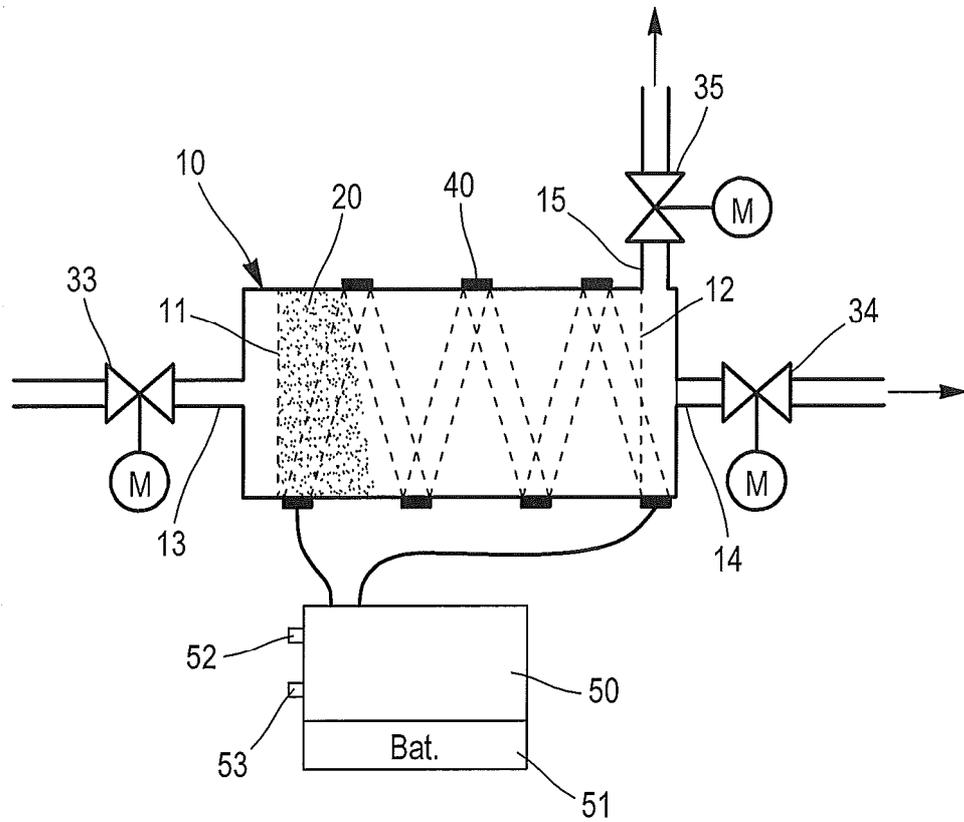


FIG. 1



FIG. 3

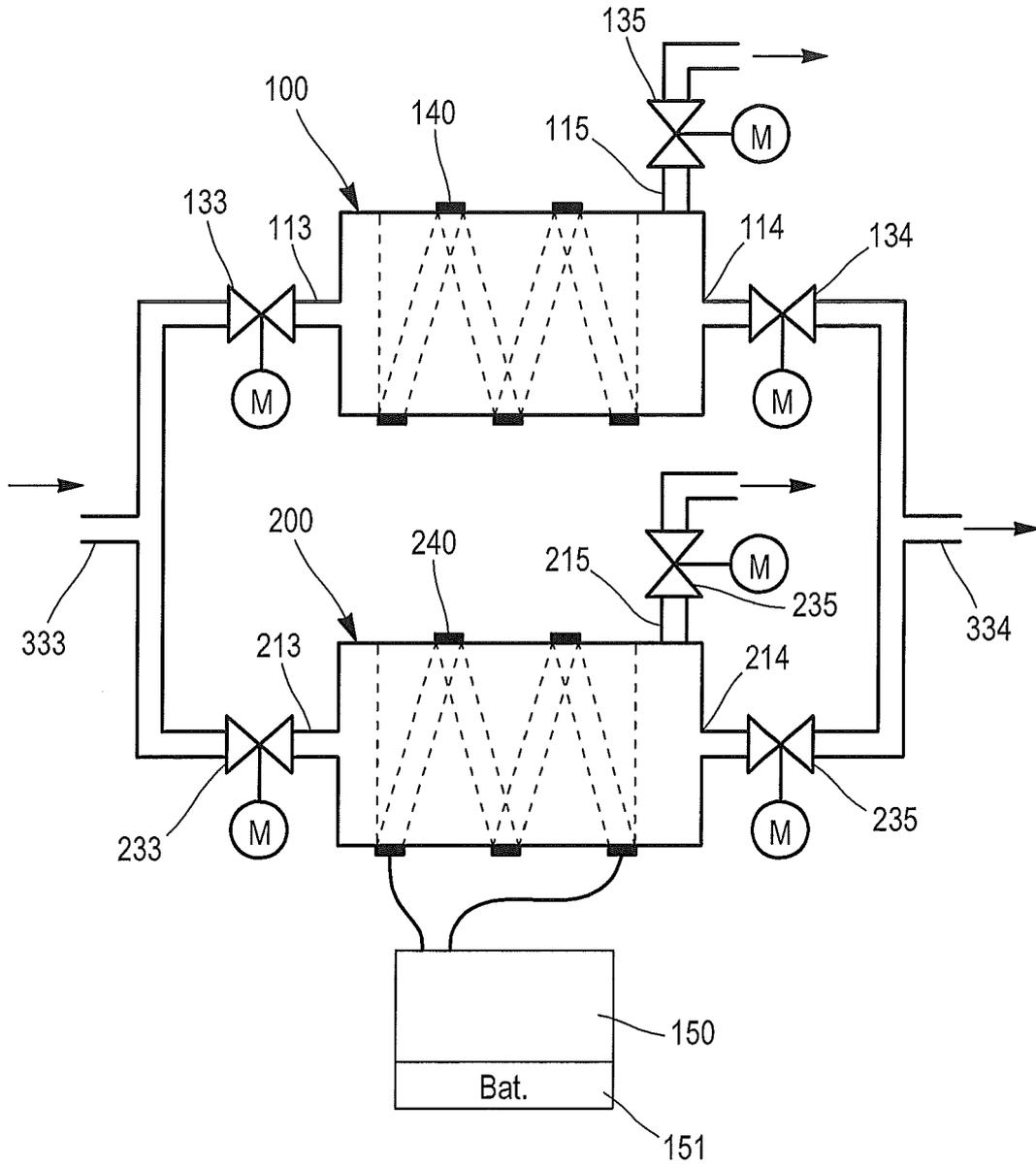


FIG. 2

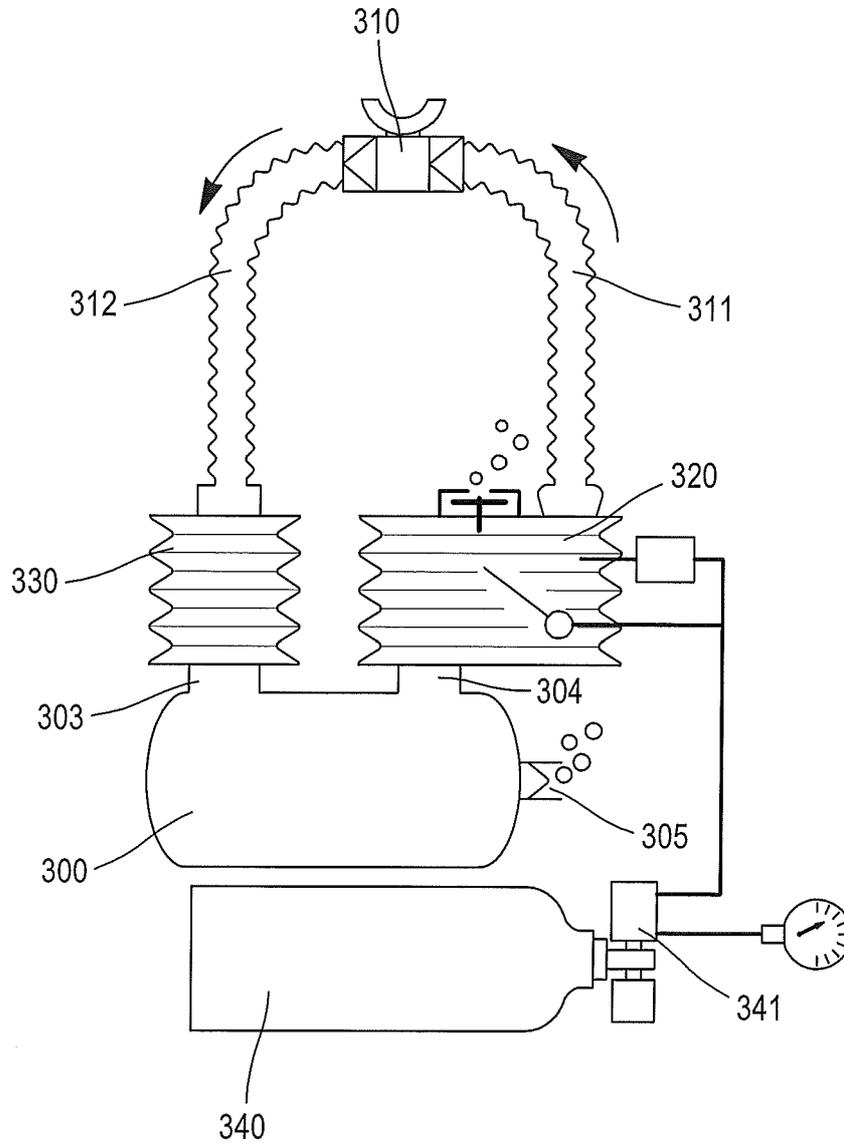


FIG. 4