

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 687**

51 Int. Cl.:

A61M 16/00 (2006.01)

A61M 16/08 (2006.01)

A61M 16/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.03.2014 PCT/US2014/030705**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014 WO14145869**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.03.2014 E 14721151 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.08.2018 EP 2968804**

54 Título: **Sistemas para proporcionar presión positiva de las vías respiratorias de bajo ruido**

30 Prioridad:

15.03.2013 US 201361798367 P

15.03.2013 US 201361798541 P

15.03.2013 US 201361798462 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2019

73 Titular/es:

HUMAN DESIGN MEDICAL, LLC (100.0%)
200 Garrett St. Ste. O
Charlottesville, Virginia 22902, US

72 Inventor/es:

LIBRETT, KEVIN SCOTT y
LEINSING, KARL R.

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 697 687 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

Sistemas para proporcionar presión positiva de las vías respiratorias de bajo ruido

5 DECLARACIÓN DE DERECHOS DE REPRODUCCIÓN

Una parte de la descripción de este documento de solicitud de patente contiene material que está sujeto a protección de derechos de reproducción incluidos los dibujos. El propietario de los derechos de reproducción no tiene objeción a la reproducción en facsímil por cualquier persona del documento de patente o la descripción de patente tal como
10 aparece en el archivo o los registros de la Oficina de Patentes y Marcas, aunque por lo demás se reserva todos los derechos de reproducción al respecto.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos de presión positiva en las vías respiratorias [PPVR], tales como dispositivos de presión positiva continua en las vías respiratorias [PPCVR], y más en particular a un procedimiento para atenuar el ruido liberado de los mismos.

20

2. Descripción de la técnica anterior

Se sabe que la aplicación de un dispositivo PPCVR a un paciente puede prevenir la oclusión de las vías respiratorias superiores durante el sueño. Los dispositivos PPCVR se han convertido en el aparato de elección para el
25 tratamiento de apnea del sueño crónica, obstrucción pulmonar crónica y ronquidos. Muchas máquinas PPCVR están fácilmente disponibles en el mercado. El documento US 2005/166921 A1 describe un procedimiento y aparato para atenuar el ruido del compresor. El documento US 2008/0257346 A1 describe una cámara de atenuación acústica. El documento WO 2005/097244 A1 describe un ventilador para suministrar gas respirable a un paciente, y un procedimiento de reducción del ruido para dicho ventilador.

30

Un sistema PPCVR típico incluye generalmente un generador al lado de la cama que comprende una unidad de soplador alimentada por un motor eléctrico. La unidad de soplador, el motor y los controles asociados están confinados normalmente juntos dentro del generador al lado de la cama. Un tubo de suministro, normalmente un tubo de plástico flexible que tiene un extremo proximal y un extremo distal, se usa para suministrar aire presurizado
35 u otros gases al paciente. El extremo proximal del tubo de suministro está conectado al generador al lado de la cama y el extremo distal del tubo de suministro se ajusta a la cara de un paciente. La interfaz del paciente puede incluir características que permiten fijar la interfaz del paciente al paciente y mantener una orientación apropiada con respecto al paciente.

40 Las máquinas PPCVR al lado de la cama son normalmente grandes y pesadas. Normalmente están enchufadas a una toma de pared para la alimentación eléctrica o tienen una gran batería externa. Las restricciones de tamaño, peso y potencia pueden interferir con la capacidad y la voluntad de los pacientes de usar la máquina. Por ejemplo, estas restricciones pueden hacer difícil usar el aparato PPCVR en áreas alejadas del lado de la cama o mientras se viaja. Además, estas restricciones pueden impedir también que los pacientes se muevan con libertad mientras
45 duermen, induciendo así mayor incomodidad.

Además, los dispositivos PPCVR típicos son relativamente ruidosos y pueden interferir con el sueño de un paciente o el sueño de otras personas cercanas. En un dispositivo PPCVR típico, el sonido puede propagarse desde varios lugares y acciones del dispositivo, tales como el flujo de aire a y desde el dispositivo o el funcionamiento del motor y
50 el ventilador. Dado que el aparato se usa principalmente en un dormitorio u otro lugar que tiene un nivel de ruido ambiental bajo para facilitar el sueño, es importante que el soplador funcione de forma silenciosa para que no moleste al paciente ni a otras personas cercanas a él mientras duermen.

Por tanto, existe la necesidad de dispositivos PPVR con características de tamaño, peso y sonido que proporcionen
55 una mejor capacidad de uso para los pacientes.

RESUMEN DE LA INVENCION

El sistema y los procedimientos descritos en la presente memoria proporcionan un aparato PPCVR que puede ser
60 sostenido y manejado con una mano, es portátil y emite sonidos de menos de 30 decibelios (dBA) en

funcionamiento.

En consecuencia, la presente invención consiste en un sistema de atenuación del ruido como se indica en la reivindicación adjunta 1. Las realizaciones preferidas de la invención se exponen en las reivindicaciones dependientes, lo que incluye un dispositivo de presión positiva en las vías respiratorias tal como se indica en la reivindicación adjunta 10. La actual solicitud describe como ejemplo comparativo un aparato PPCVR que tiene un atenuador de admisión de aire que comprende: una cámara de atenuación de admisión que define al menos una ranura de admisión; una cámara acústica que tiene un orificio de entrada y al menos un deflector acústico; un motor o soplador que está colocado dentro de la cámara acústica, donde las vibraciones del motor o soplador se aíslan o se aíslan sustancialmente de la cámara individual; y en algunos ejemplos un elemento disipador que puede añadirse para atenuar aún más la cantidad de ruido que escucha el paciente.

También se describe como ejemplo comparativo un sistema de atenuación del ruido para su uso con ventilación u otros sistemas que proporcionan un flujo de gas. El sistema de atenuación del ruido comprende una cámara de expansión que tiene un volumen; un tubo de admisión que tiene un orificio de entrada y uno de salida separados por una longitud, donde una parte del orificio de entrada se extiende al exterior de la cámara de expansión; y un atenuador de ruido que tiene un fondo y una parte lateral saliente que forma una cavidad, donde el atenuador de ruido está colocado sobre la parte de entrada del tubo de admisión de manera que una parte del tubo de admisión se extiende en la parte de cavidad del atenuador de ruido.

El sistema puede incluir además el tubo de admisión que tiene una longitud que está comprendida entre 6,4 mm (0,25 pulgadas) y 89 mm (3,5 pulgadas).

El sistema puede comprender además una pluralidad de deflectores acústicos dispuestos dentro de la parte de cavidad del atenuador de ruido.

El sistema puede incluir al menos un deflector que se extiende desde la parte lateral y está alineado sustancialmente en paralelo al fondo del atenuador de ruido.

El sistema puede incluir además al menos un deflector que se extiende desde la parte lateral y está inclinado en la cavidad del atenuador de ruido.

El sistema puede comprender además un elemento de disipación de ruido dispuesto dentro de la parte de cavidad del atenuador de ruido.

El sistema puede incluir además un elemento de disipación de ruido que es un material poroso y al menos un deflector acústico que está cubierto por un material de disipación de ruido. La cámara de expansión puede tener un deflector acústico colocado cerca de la parte de salida del tubo de admisión, el deflector acústico está inclinado con respecto a un plano que define la parte de salida del tubo de admisión. En algunos casos el sistema incluye la colocación del lado posterior del deflector acústico para desviar ruido que emana de una región del interior de la cámara de expansión que tiene la máxima intensidad del ruido, donde el ruido está desviado alejándose del orificio de salida del tubo de admisión.

Este sistema se describe en más detalle en la presente memoria.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Los anteriores y otros objetos, aspectos, características y ventajas de la descripción se harán más evidentes y se entenderán mejor con respecto a la siguiente descripción tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, en los que:

la FIG. 1 ilustra el interior de un aparato PPVR portátil de acuerdo con un ejemplo comparativo; y

la FIG. 2A representa una vista interior de un aparato PPCVR portátil de acuerdo con un ejemplo comparativo; y

las FIGS. 2B-D ilustran configuraciones de configuraciones de cámara de acuerdo con ejemplos comparativos; y

la FIG. 3 representa un ejemplo del interior de un aparato PPVR portátil de acuerdo con un ejemplo comparativo; y

la FIG. 4A ilustra una vista en perspectiva de un aparato PPVR de doble cámara portátil de acuerdo con una

realización de la invención; y

las FIGS. 4B-D ilustran posibles configuraciones de atenuador de acuerdo con ejemplos comparativos; y

5 la FIG. 5 ilustra la relación entre el área de un orificio de entrada y un tubo o cámara para reducir el ruido; y

la FIG. 6 ilustra una configuración de un dispositivo PPVR de acuerdo con un ejemplo comparativo; y

la FIG. 7A y la FIG. 7B ilustran realizaciones adicionales de posibles configuraciones de un dispositivo PPVR de
10 acuerdo con un ejemplo comparativo y a una realización de la invención, respectivamente; y

la FIG. 8A y la FIG. 8B ilustran un dispositivo PPVR con una cubierta invisible acústicamente de acuerdo con una
realización de la invención o con un ejemplo comparativo; y

15 las FIGS. 9A-B representan una cubierta invisible acústicamente que puede usarse con realizaciones de la invención
y con ejemplos comparativos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

20 Para proporcionar una comprensión general de los sistemas, dispositivos y procedimientos descritos en la presente
memoria, se describirán ciertas realizaciones y ejemplos comparativos ilustrativos. Aunque las realizaciones y las
características y los ejemplos comparativos descritos en la presente memoria se describen frecuentemente para su
uso en relación con aparatos PPCVR, sistemas y procedimientos, se entenderá que todos los componentes,
mecanismos, sistemas, procedimientos y otras características expuestos a continuación pueden combinarse entre sí
25 de cualquier manera adecuada y pueden adaptarse y aplicarse a otros aparatos PPVR, sistemas, y procedimientos,
lo que incluye, pero no se limita a, dispositivos automáticos de presión positiva en las vías respiratorias [PPVRA],
dispositivos de presión positiva en las vías respiratorias variable [PPVRV], dispositivos de presión positiva en las
vías respiratorias de doble nivel [PPVRDN], y aparatos, sistemas y procedimientos relacionados.

30 Las máquinas PPCVR al lado de la cama son normalmente grandes, pesadas y ruidosas. Los sistemas y
procedimientos descritos en la presente memoria se dirigen hacia un dispositivo PPCVR pequeño, silencioso, ligero
y portátil para superar estas limitaciones y desventajas actuales. Por ejemplo, los sistemas y procedimientos
descritos en la presente memoria proporcionan un aparato PPVR que es más silencioso que 30 decibelios (dBA)
mientras está en funcionamiento. En ciertas alternativas, el aparato PPVR puede sostenerse y manejarse con una
35 mano y es portátil.

La FIG. 1 representa el interior de un aparato PPVR, tal como un dispositivo PPCVR, de acuerdo con un ejemplo
comparativo. El dispositivo PPCVR (100) tiene un componente de alojamiento inferior (180), que junto con un
componente de alojamiento superior (no mostrado) define una cámara sellada (140). El aparato PPVR (100) incluye
40 una cámara de admisión (110) colocada en un lateral o en la parte posterior del aparato (100).

La cámara de admisión (110) sirve para prevenir la oclusión del orificio de entrada (122) durante el uso del
dispositivo (100). La cámara de admisión (110) puede reducir también la producción acústica o ruido del aparato
(100). Por ejemplo, la cámara de admisión (110) incluye espuma (170) para reducir la producción acústica del
45 aparato (100). Aunque se describe la espuma, podría usarse cualquier elemento disipador. Los elementos
disipadores pueden incluir materiales anecoicos tales como espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material
blando y/o poroso adecuado. De forma adicional o alternativa, el aparato (100) incluye orificios de admisión (125), a
través de los cuales puede fluir el aire. En el ejemplo representado, los orificios de admisión (125) están colocados
en el lateral, la parte superior y/o la parte inferior del aparato (100).

50 La cámara de admisión de atenuación y las cámaras acústicas pueden diseñarse de manera que reduzcan la
cantidad de ruido liberada desde el dispositivo PPCVR durante el funcionamiento. La cámara de admisión (110)
incluye atenuadores de sonido (120) colocados dentro de la cámara de admisión (110). Para los fines de los
sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria, un atenuador puede referirse a cualquiera de entre un
55 mecanismo plano, en barra, circular, semicircular, esférico, cónico u otro configurado para desviar, absorber, debilitar
y/o reducir una onda de sonido.

Aunque en la FIG. 1 se representan dos atenuadores (120), puede usarse cualquier número de atenuadores. En
algunos ejemplos, los componentes de alojamiento superior e inferior y/o la pared de la cámara (130) definen una
60 pluralidad de atenuadores (120) que se extienden desde ella. Por ejemplo, la trayectoria de flujo definida por los

atenuadores (120) en la FIG. 1 incluye una vuelta en ángulo recto. Sin embargo, en ejemplos adicionales, los componentes de alojamiento superior e inferior pueden definir diversos atenuadores. Por ejemplo, los componentes de alojamiento pueden configurarse de manera que la trayectoria de flujo define cualquier número de vueltas cada una de cualquier dimensión angular (por ejemplo, sesenta grados, noventa grados, ciento ochenta grados, etc.) y cualquier combinación de vueltas verticales y horizontales. Si bien el atenuador (120) puede desviar la trayectoria de flujo de aire y con ello crear un ruido de banda ancha adicional, el objetivo principal del o los atenuadores es reducir la cantidad de ruido que sale del dispositivo PPCVR. En ejemplos que tienen más de un atenuador (120), cada atenuador (120) puede tener el mismo tamaño y longitud, y puede estar definido por los componentes de alojamiento para que tenga los mismos ángulos o sustancialmente similares con respecto al orificio de entrada, la pared de la cámara y/o los componentes de alojamiento. Alternativamente, cada atenuador (120) puede tener diferentes tamaños, formas y/o longitudes. Además, cada atenuador (120) puede estar orientado de manera que tenga distintos ángulos con respecto al orificio de entrada, la pared de la cámara y/o los componentes de alojamiento y en algunos aspectos uno o más atenuadores (120) pueden rodear parcial o sustancialmente el orificio de entrada (122). En ciertas alternativas, un lado de la cámara (110) puede tener más atenuadores (120). De forma adicional o alternativa, la cámara (140) puede incluir atenuadores (120).

La cámara sellada (140) tiene un orificio de entrada (122) y un orificio de salida (139). El orificio de entrada (122) está colocado en la pared (130), que separa la cámara de admisión (110) y la cámara sellada (140). Se coloca un motor o soplador (150) dentro de la cámara (140). Un tubo de admisión (115) se extiende desde la cámara de admisión (110), a través del orificio de entrada (122), y a la cámara acústica (140). El tubo de admisión (115) incluye una abertura (117) para permitir el flujo de aire desde la cámara de admisión (110) a la cámara acústica (140). Aunque representado de forma recta, el tubo de admisión (115) puede incluir cualquier número de vueltas.

En algunos ejemplos, puede incluirse espuma u otro material anecoico dentro de la cámara (130) para atenuar adicionalmente el ruido producido durante el funcionamiento del dispositivo (100). El material anecoico o de atenuación del ruido puede fijarse en lugares específicos dentro de cada cámara. En ejemplos adicionales, los componentes de alojamiento inferior y/o superior pueden estar revestidos con un material anecoico o de atenuación del ruido. En dichos ejemplos, el material anecoico o de atenuación del ruido puede incluir espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado.

En ciertos ejemplos, el soplador (150) se fija a la cámara (140) usando uno o más conectores de montaje (154). En algunos ejemplos, los conectores de montaje pueden comprender además conectores cónicos pivotantes, conectores de montaje circulares en forma de rosquilla, una base de silicona o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, los conectores de montaje pueden comprender conectores cónicos pivotantes que conectan la parte superior del soplador (150) dentro de la cámara (140) y conectores de montaje circulares en forma de rosquilla que conectan la parte inferior del soplador (150) dentro de la cámara (140). Además de conectar el soplador (150) al alojamiento, los conectores de montaje (154) pueden reducir o eliminar la transferencia de vibraciones desde el soplador a otros componentes del dispositivo (100). En ciertos ejemplos, el soplador (150) es un motor de aire sin escobillas.

En ciertos ejemplos, el orificio de entrada (122) incluye un tubo de admisión (115) que tiene un primer extremo (112) a través de pared (130) y un segundo extremo (124) que se extiende en la cámara (140). El tubo de admisión (115) puede tener un diámetro interno constante o variable comprendido entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 19 mm (0,75 pulgadas) y puede tener una longitud comprendida entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 76 mm (3 pulgadas), aunque puede usarse cualquier diámetro y longitud apropiados. La longitud y el diámetro del tubo de admisión (115) afectan a la atenuación del ruido global del dispositivo PPCVR, como se analizará más adelante, por ejemplo, en relación con la FIG. 2 y la ecuación 1 y la ecuación 2. En consecuencia, en algunas alternativas, las dimensiones del tubo de admisión (115) están relacionadas proporcionalmente con el volumen de la cámara (140).

El tubo de admisión (115) puede formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el tubo de admisión (115) puede formarse usando un plástico duro. En ciertos ejemplos, el tubo de admisión (115) está compuesto por tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubos usados comúnmente en la técnica.

En ciertas alternativas, el orificio de salida (139) incluye un tubo de salida (155), que se extiende desde la salida del soplador (152) y a través del alojamiento, tal como el alojamiento inferior (180). Puede usarse un adaptador (160) para conectar el tubo de salida del soplador (145) a la interfaz de un paciente, tal como una máscara que puede acoplarse a las vías respiratorias (por ejemplo, la nariz y la boca) de un paciente. En los ejemplos que tienen el adaptador (160), el adaptador (160) puede tener una construcción solidaria. De forma adicional o alternativa, el

adaptador (160) puede configurarse de manera que una parte proximal del adaptador (160) está fija y sellada al alojamiento del dispositivo (100), mientras que una parte distal del adaptador (160) se extiende hacia el exterior del dispositivo (100). En dicho ejemplo, el componente del alojamiento inferior (180) y el componente del alojamiento superior pueden incluir cada uno un trinquete capaz de aceptar una parte del adaptador, con lo que los dos componentes de alojamiento forman conjuntamente un sello hermético alrededor de la circunferencia de una parte del adaptador.

El tubo de salida (155) puede variar también en longitud y en diámetro. La longitud del tubo de salida (155) del soplador es suficientemente larga para conectar la salida (152) del soplador (150) a través del orificio de salida (139). El tubo de salida (155) proporciona una salida de aire sellada entre el soplador (150) y el adaptador (160). Además, dependiendo de las dimensiones del soplador (150), el diámetro interno del tubo de salida (155) puede variar en la medida en que el diámetro sea suficientemente grande para ajustarse sobre la salida (152) y el adaptador (160) para sellarlos y/o en un sistema de interfaz con el paciente, como un tubo y una máscara de suministro. El tubo de salida (155) puede formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el tubo de salida (155) puede formarse usando plástico duro. En ciertos ejemplos, el tubo de salida (55) está compuesto por tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubos usados comúnmente en la técnica.

En ciertos ejemplos, la cámara de admisión (110) puede incluir un filtro para limpiar el aire de materia en partículas. En ciertos ejemplos, la cámara de admisión (110) puede extraerse de la cámara (140) y otros componentes del dispositivo (100) de manera que la cámara (110) pueda limpiarse, sustituirse o adaptarse para una necesidad determinada. Por ejemplo, pueden usarse varios tipos de filtros dependiendo de las necesidades de salud del paciente. El filtro puede no ser necesario para todos los pacientes, puede ser sustituible o puede limpiarse.

Durante el funcionamiento, el dispositivo PPVR (100) crea presión de aire positiva a través del orificio de salida (139). Por ejemplo, cuando se conecta una interfaz del paciente, como una máscara, al dispositivo PPVR (100) se crea una presión de aire positiva, que puede proporcionarse al paciente cuando el paciente coloca la interfaz del paciente en sus vías respiratorias (por ejemplo, en la nariz o la boca). El soplador (150) incluye una admisión (156). Cuando se enciende el soplador (150), el soplador (150) capta aire a través de la admisión (156) e impulsa ese aire a través de la salida (152). La presión reducida en la admisión (156) hace que el aire fluya a través de orificios (125), en la cámara (110), a través del orificio de entrada (122) por medio del tubo (115), y en la cámara (130), donde a continuación circula a la admisión (156) del soplador (150). A continuación el soplador (150) impulsa el aire a través de la salida (152), a través del tubo de salida (155) y a través del orificio de salida (139) para proporcionar así presión de aire positiva a través del orificio de salida (139), por ejemplo, a través del agujero (162) del adaptador (160). En ciertas alternativas, el aire presurizado es suministrado a una presión comprendida entre aproximadamente 2 centímetros (cm) de agua y aproximadamente 40 cm de agua por encima de la presión atmosférica en el punto de uso, aunque puede usarse cualquier presión adecuada.

La FIG. 2 representa el interior de un aparato PPVR portátil (200) de acuerdo con un ejemplo comparativo. El aparato PPVR (200) incluye una cámara de admisión de atenuación (210) con atenuadores de sonido (220) colocados dentro de la cámara de admisión (210). En ciertas alternativas, la cámara de admisión (210) incluye espuma (270) para reducir la producción acústica o el ruido del aparato (200). Aunque se describe la espuma, podría usarse cualquier elemento disipador. Los elementos disipadores pueden incluir materiales anecoicos como: espuma, caucho, arcilla, silicio, o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado. De forma adicional o alternativa, el aparato (200) incluye orificios de admisión (225), a través de los cuales puede fluir el aire.

El aparato PPVR (200) tiene una cámara acústica (240) con un orificio de entrada (222) acoplado a la cámara de admisión (210). Un tubo de admisión (215) se extiende desde la cámara de admisión (210), a través del orificio de entrada (222), y a la cámara acústica (240). El tubo de admisión (215) incluye la abertura (217) para permitir que el aire fluya desde la cámara de admisión (402) a la cámara acústica (240). Cuando está en funcionamiento, el soplador (250) es alimentado y extrae aire a través de los orificios (225), a la abertura (217), a través del tubo (215) y al soplador (250). A continuación el soplador (250) impulsa el aire a través del tubo de salida (255) y a través de la abertura (262) en una interfaz del paciente, como una máscara respiratoria.

El tamaño y la posición del tubo de admisión (215) y la abertura (217) pueden determinarse basándose en la posición y el tamaño de los atenuadores (220). Por ejemplo, la abertura (217) puede tener un diámetro de aproximadamente 13 mm (0,5 pulgadas) y el tubo de admisión (215) puede extenderse a la cámara de admisión de atenuación (210) aproximadamente 22 mm (0,875 pulgadas) más allá de los atenuadores (220). En ciertos ejemplos, el diámetro de la abertura (217) a lo largo del tubo de admisión (215) varía en diámetro, por ejemplo, de aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) a 19 mm (0,75 pulgadas). En ciertos ejemplos, el tubo de admisión (215)

se extiende en la cámara de admisión de atenuación (210) de manera que la abertura (217) está sustancialmente a la altura de los atenuadores (220). En ciertas alternativas, el tubo de admisión (215) se extiende más allá de los atenuadores (220) en más de aproximadamente 25 mm (1 pulgada).

- 5 Las FIG. 2B-D ilustran ejemplos adicionales comparativos del dispositivo (200) con configuraciones adicionales o alternativas de atenuadores para reducir la producción de ruido. La FIG. 2B representa el dispositivo (200) con atenuadores (223) que están configurados aproximadamente en paralelo con el tubo de admisión (215). La FIG. 2B también muestra un atenuador de extremo (224), que se extiende parcialmente alrededor del tubo de admisión (215), pero no en contacto directo con el tubo de admisión (215). La FIG. 2C representa atenuadores inclinados (226) y (228). Los atenuadores (226) y (228) se extienden en un ángulo con respecto a las paredes laterales del dispositivo (200) y, en este ejemplo, con respecto al tubo de admisión (215). El atenuador (226) también incluye una extensión en "L" (227), que se extiende desde el extremo distal del atenuador (226). La FIG. 2D muestra atenuadores curvos (232). Cada tipo de atenuador (220, 223, 224, 226, 228 y 232) altera el flujo de aire desde el orificio (225) al soplador (250). Pueden usarse individualmente o en cualquier combinación. Además, pueden usarse también atenuadores de otras formas, como los de curvas adicionales, diferentes ángulos, extensiones adicionales y combinaciones de curvas y partes lineales. Los atenuadores se usan para crear trayectorias de flujo de aire únicas, que tienen también el efecto importante de alterar o reducir las propiedades de ruido del dispositivo (200).

- La FIG. 3 representa el interior de un aparato PPVR portátil (300) de acuerdo con un ejemplo comparativo. El aparato PPVR (300) incluye una cámara de admisión de atenuación (310) con atenuadores de sonido (320) colocados dentro de la cámara de admisión (310). En ciertas alternativas, la cámara de admisión (310) incluye espuma (370) para reducir la producción acústica del aparato (300). Aunque se describe espuma, podría usarse cualquier elemento disipador. Los elementos disipadores pueden incluir materiales anecoicos como: espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado. De forma adicional o alternativa, el aparato (300) incluye orificios de admisión (312), a través de los cuales puede fluir el aire.

- El aparato PPVR (300) tiene una cámara acústica (340) acoplada a la cámara de admisión (310) por medio del orificio de entrada (322). En ciertas alternativas, el aparato (300) incluye un primer tubo de admisión (315) que se extiende a la cámara de admisión (310). El aparato (310) incluye una barrera (321) dentro de la cámara (340), que forma un espacio de flujo (306), que está en comunicación fluida con el primer tubo de admisión (315). Tal como se representa, el espacio de flujo (306) puede tener vueltas o curvas. La barrera (321) puede configurarse de manera que el espacio de flujo (306) defina cualquier número de vueltas, donde cada vuelta tiene cualquier dimensión angular (por ejemplo, sesenta grados, noventa grados, ciento ochenta grados, etc.) y cualquier combinación de vueltas verticales y horizontales. En ciertas alternativas, la barrera (321) es firme e inflexible. Cuando está en funcionamiento, el soplador (350) está alimentado y extrae aire a través de los orificios (312) a la abertura (317) del tubo de admisión (315), a través del tubo (315), a través del orificio de entrada (322), a través del espacio de flujo (306), a la cámara acústica (340), y al soplador (350). A continuación, el soplador (350) impulsa aire a través del tubo de salida (355) y a través de la abertura (362) en una interfaz del paciente, como una máscara respiratoria.

- La FIG. 4A representa el interior de un aparato PPVR de doble cámara (400) de acuerdo con una realización de la invención. El dispositivo PPCVR (400) tiene un componente de alojamiento inferior (480), que junto con un componente de alojamiento superior (no mostrado) define una primera cámara sellada (430) y una segunda cámara sellada (434) separadas por la pared (432). La primera cámara sellada (430) tiene un orificio de entrada (410) con un tubo de admisión (415), que se extiende a través del alojamiento (480), a través de la segunda cámara (434) y a través de la pared (432) en la primera cámara (430). Una primera parte (412) del tubo (415) está en el alojamiento exterior (480) y una segunda parte (420) está dentro de la cámara sellada (430). La primera cámara incluye además un atenuador de ruido (431) colocado dentro de la trayectoria de flujo de aire desde la parte (420) del tubo de admisión (415).

- El dispositivo (400) incluye un orificio entre cámaras (417), que permite que el aire fluya desde la primera cámara (430) a la segunda cámara (434). En ciertas alternativas, el orificio entre cámaras (417) incluye un tubo (416), que se extiende desde la primera cámara (430), a través de la pared de la cámara (432) y a la segunda cámara (434).

- Las cámaras primera y segunda están separadas por una pared de la cámara (432). En algunas realizaciones, la pared de la cámara (432) puede formarse en el alojamiento inferior y/o el alojamiento superior (no representado). En ciertas alternativas, la pared de la cámara (432) está en construcción solidaria con el alojamiento. De forma adicional o alternativa, la pared de la cámara (432) puede asegurarse a los componentes de alojamiento respectivos con un adhesivo o cola. Además, la pared de la cámara (432) puede formarse a partir de un material anecoico tal como espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado. En ciertas realizaciones, la pared de la cámara (432) puede formarse usando un material rígido, tal como un plástico rígido.

Un motor o soplador (440) está situado dentro de la segunda cámara (434). En ciertas realizaciones, el soplador (440) está sujeto a la cámara (434) usando uno o más conectores de montaje (450). En algunas realizaciones, los conectores de montaje pueden comprender además conectores cónicos pivotantes, conectores de montaje 5 circulares en forma de rosquilla, una base de silicona o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, los conectores de montaje pueden comprender conectores cónicos pivotantes que conectan la parte superior de soplador (440) dentro de la cámara (434) y los conectores de montaje circulares en forma de rosquilla que conectan la parte inferior del soplador (440) dentro de la cámara (430). Además de conectar el soplador (440) al alojamiento, los conectores de montaje (440) pueden reducir o eliminar la transferencia de vibraciones desde el soplador a otros 10 componentes del dispositivo (400). En ciertas realizaciones, el soplador (440) es un motor de aire sin escobillas.

En algunas realizaciones, puede colocarse espuma u otro material anecoico dentro de la cámara (430) y la cámara (434) para atenuar adicionalmente el ruido producido durante el funcionamiento de dispositivo (400). El material anecoico o de atenuación del ruido puede fijarse en posiciones específicas dentro de cada cámara. En realizaciones 15 adicionales, los componentes de alojamiento inferior y/o superior pueden estar revestidos con un material anecoico o de atenuación del ruido. En dichas realizaciones, el material anecoico o de atenuación del ruido puede incluir espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado.

La primera cámara (430) comprende además un atenuador (431) que está colocado dentro de la cámara 20 directamente a través del extremo proximal (420) del tubo de admisión (415). El atenuador (431) está colocado dentro de la trayectoria de flujo de aire para atenuar así el ruido creado por el flujo de aire a través de la cámara (430). El atenuador (431) está inclinado hacia el tubo de admisión que tiene un ángulo agudo con respecto al componente de alojamiento. En ciertas alternativas, el dispositivo (400) incluye al menos un atenuador en la segunda cámara (434). Cuando se incluye al menos un atenuador adicional, cada atenuador adicional dentro de la 25 cámara (430) o la cámara (434) puede orientarse en diversos ángulos con respecto al extremo del tubo de admisión (415), el tubo entre las cámaras (416) y/o los componentes de alojamiento. Si bien los atenuadores pueden variar en tamaño, longitud, cantidad y/o forma, y los atenuadores adicionales pueden variar de forma adicional o alternativa en ángulo y/o posición, los atenuadores pueden desviar la trayectoria de flujo de aire y crear con ello un ruido de banda ancha adicional, el objetivo principal de los atenuadores es reducir la cantidad de ruido que sale del dispositivo 30 PPCVR. Los atenuadores pueden comprender además un elemento disipador, un recubrimiento de atenuación del ruido y/o un material de atenuación del ruido unido al mismo. Por ejemplo, el atenuador (431) puede estar compuesto por o recubierto con un material anecoico o de atenuación del ruido. El material anecoico o de atenuación del ruido puede incluir espuma, caucho, arcilla, silicio o cualquier otro material blando y/o poroso adecuado.

35 El dispositivo (400) incluye adicionalmente una o más partes de conector (485) para acoplar conjuntamente el alojamiento inferior (480) y el alojamiento superior, creando de este modo un cierre hermético. En la realización representada, las partes de conector (485) están alrededor del perímetro del alojamiento y se usa un elemento de sujeción, tal como un tornillo, para acoplar el alojamiento. De forma adicional o alternativa, el borde (482) del 40 alojamiento puede proporcionar un mecanismo de acoplamiento y/o sellado. Por ejemplo, el borde (482) tiene una lengüeta, que puede acoplarse en un surco en una parte de alojamiento superior. El borde (482) puede incluir también un cierre hermético, tal como Santoprene o silicona.

El tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras (416) pueden tener un diámetro interno constante o variable 45 comprendido entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 19 mm (0,75 pulgadas) y pueden tener una longitud comprendida entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 76 mm (3 pulgadas), aunque puede usarse cualquier diámetro y longitud apropiados. La longitud y el diámetro de tubo de admisión (415) influyen en la atenuación del ruido global del dispositivo PPCVR, como se expondrá adicionalmente en relación con la FIG. 5 y la ecuación 1 y la ecuación 2. En consecuencia, en algunas alternativas, las dimensiones 50 del tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras (416) están relacionadas proporcionalmente con el volumen de la cámara (430).

El tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras (416) pueden formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras 55 (416) pueden formarse usando un plástico duro. En ciertas realizaciones, el tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras (416) están compuestos por tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubos usados comúnmente en la técnica. El tubo de admisión (415) y el tubo entre las cámaras (416) pueden estar compuestos de materiales diferentes.

60 En ciertas alternativas, el orificio de salida (439) incluye un tubo de salida (445), que se extiende desde la salida del

soplador (437) en la segunda cámara (434), a través de la pared (432), a través de la primera cámara (430) y a través del alojamiento (480). Puede usarse un adaptador (460) para conectar el tubo de salida del soplador (445) con la interfaz del paciente (465). En realizaciones que tienen un adaptador, el adaptador puede construirse de forma solidaria y configurarse de manera que una parte proximal del adaptador puede fijarse y sellarse al alojamiento de dispositivo (400), mientras que una parte distal del adaptador se extiende hacia el exterior desde el dispositivo (400). En dicha realización, el componente de alojamiento inferior (480) y el componente de alojamiento superior pueden incluir cada uno un trinquete capaz de aceptar una parte del adaptador, con lo cual los dos componentes de alojamiento forman conjuntamente un cierre hermético alrededor de la circunferencia de una parte del adaptador.

10

El tubo de salida (445) también puede variar en longitud y en diámetro. La longitud del tubo de salida del soplador (445) es suficientemente larga para conectar la salida (437) del soplador (440) a través del orificio de salida (439). El tubo de salida (445) proporciona una vía de aire sellada entre el soplador (440) y el adaptador (460) y/o el sistema de interfaz del paciente (465). Además, dependiendo de las dimensiones del soplador (440), el diámetro interno del tubo de salida (445) puede variar en la medida en que el diámetro sea suficientemente grande para ajustarse sobre y cerrar herméticamente la salida (437) y el adaptador (460) y/o el sistema de interfaz del paciente (465). El tubo de salida (445) puede formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el tubo de salida (445) puede formarse usando un plástico duro. En ciertas realizaciones, el tubo de salida (445) está compuesto por tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubo usado comúnmente en la técnica.

20

El aparato (400) incluye un orificio de presión (462). El orificio de presión (462) está acoplado al adaptador (460). El orificio de presión (462) discurre a través del alojamiento (480) en la cámara (430), donde el orificio de presión (462) se acopla con un sensor de presión, tal como un sensor de presión en la placa de circuitos (444). El orificio de presión (462) proporciona comunicación fluida desde la salida del dispositivo (400) en el adaptador (460) a un sensor de presión acoplado con los circuitos de control. La placa de circuitos (444) incluye circuitos de control y componentes de control para el funcionamiento del dispositivo (400). La placa de circuitos (444) puede colocarse encima o debajo del tubo de salida (445). En ciertas alternativas, la placa de circuitos (444) incluye una fuente de alimentación, tal como un adaptador de potencia o batería. En ciertas alternativas, los circuitos de control en la placa (444) del dispositivo (400) están configurados para mostrar la presión medida a través del orificio de presión (462) en una pantalla, tal como la pantalla (888) representada en la FIG. 8. En ciertas realizaciones, la salida de presión del dispositivo (400) puede ser ajustada manualmente por el usuario con los botones de la interfaz de usuario. En ciertas alternativas, los circuitos de control en la placa (444) están configurados para ajustar automáticamente la salida del dispositivo (400) basándose en las medidas de presión. La salida del dispositivo (400) puede ajustarse modulando la potencia de soplador (440).

35

Aunque no se representa, el dispositivo (400) puede incluir una cubierta, tal como la cubierta (890), la cubierta (900) o la cubierta (910), descritas en mayor detalle más adelante, que cubre y evita la oclusión del orificio de entrada (410).

40

Durante el funcionamiento, el dispositivo PPVR (400) crea presión de aire positiva a través del orificio de salida (439). Por ejemplo, cuando la interfaz del paciente (465) está unida, el dispositivo PPVR (400) crea presión de aire positiva, que puede proporcionarse al paciente cuando el paciente coloca el adaptador en sus vías respiratorias (por ejemplo, en la nariz o la boca). El soplador (440) incluye la admisión (435). Cuando se enciende el soplador (440), el soplador (440) captura aire a través de la admisión (435) e impulsa ese aire a través de la salida (437). La presión reducida en la admisión (435) hace que el aire fluya a través del orificio de entrada (410) en la cámara (430), donde fluye a continuación a través del orificio entre cámaras (416) a la segunda cámara (434), y a la admisión (435) del soplador (440). Mientras está en la cámara (430), el aire puede circular por encima o por debajo del tubo de salida (445). A continuación el soplador (440) impulsa el aire a través de la salida (437), a través del tubo de salida (445) y a través del orificio de salida (439) para proporcionar así presión de aire positiva a través del orificio de salida (439). En ciertas realizaciones, el aire puede hacerse pasar inicialmente a través de una cámara de preadmisión, como la cámara de admisión (110) tal como se describe en relación con el dispositivo (100), antes de entrar en el orificio de entrada (410). En ciertas alternativas, el aire presurizado es suministrado a un paciente a través de una interfaz del paciente, tal como una máscara respiratoria, a una presión comprendida entre aproximadamente 2 centímetros (cm) de agua y aproximadamente 40 cm de agua por encima de la presión atmosférica en el punto de uso, aunque puede usarse cualquier presión apropiada.

50

55

La primera cámara (430) y la segunda cámara (434) pueden diseñarse para reducir la cantidad de ruido liberado desde el dispositivo PPCVR (400) durante el funcionamiento. En dichas realizaciones, las cámaras pueden diseñarse para funcionar como un filtro de paso alto, de paso bajo o de banda, o una combinación de los mismos.

60

Por ejemplo, en una realización, la primera cámara (430) puede diseñarse como un filtro de paso bajo, mientras que la segunda cámara (434) se diseña como un filtro de paso alto. En realizaciones adicionales, la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) pueden funcionar como filtros de paso bajo.

5 En ciertas alternativas, la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) tienen un volumen combinado comprendido entre aproximadamente 200 mililitros (mL) y aproximadamente 485 mL. Por ejemplo, el volumen combinado de la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) puede ser aproximadamente de 481 mL. El volumen combinado de la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) puede ser aproximadamente de 362 mL. El volumen combinado de la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) puede ser menor que 200 mL.

10 De forma adicional o alternativa, la primera cámara (430) y la segunda cámara (434) pueden tener volúmenes equivalentes. En ciertas alternativas, una de las cámaras puede tener un volumen mayor que la otra cámara. Por ejemplo, en una realización donde el volumen combinado es aproximadamente 270 mL, la primera cámara (430) puede tener un volumen comprendido entre aproximadamente 70 mL y aproximadamente 170 mL, y la segunda
 15 cámara (434) puede tener un volumen comprendido entre aproximadamente 100 mL y aproximadamente 200 mL. Como un ejemplo adicional, en una realización donde el volumen combinado es de aproximadamente 480 mL, la primera cámara (430) puede tener un volumen comprendido entre aproximadamente 180 y aproximadamente 240 mL, mientras que la segunda cámara (434) puede tener un volumen comprendido entre aproximadamente 240 y aproximadamente 300 mL. En algunos aspectos, la segunda cámara acústica, que aloja el soplador, es mayor que la
 20 primera cámara acústica (o de expansión).

Tal como se muestra en la ecuación 1 y en la FIG. 5, el orificio de entrada (410) y el orificio entre cámaras (417) pueden tener cada uno un área que está relacionada proporcionalmente con el volumen de las cámaras (430) y (434) respectivamente. Sin embargo, en otras realizaciones, los orificios de entrada pueden diseñarse sin usar la
 25 ecuación 1.

La FIG. 4A ilustra un dispositivo PPCVR (400) de acuerdo con una realización de la invención, que tiene un componente de alojamiento inferior (480), que junto con un componente de alojamiento superior (no mostrado) define dos cámaras selladas en serie, una primera cámara (430) y una segunda cámara (434), estando las cámaras
 30 divididas por la pared de la cámara (432). La primera cámara (410), que puede comprender además un tubo de admisión (415) que se extiende desde la primera cámara al exterior del dispositivo PPCVR. La primera cámara puede incluir además un atenuador (431). La segunda cámara tiene también un orificio de entrada (417) que puede comprender un tubo de admisión (416) que se extiende desde la primera cámara y a la segunda cámara. En la realización mostrada, el motor o soplador está situado dentro de la segunda cámara y puede aislarse por vibraciones
 35 de la segunda cámara y/o el componente de alojamiento superior o inferior usando conectores de montaje (450).

Tal como se muestra, la primera cámara en la FIG. 4A incluye un atenuador (431) que está situado dentro de la cámara directamente a través del extremo proximal del tubo de admisión (415), el atenuador está inclinado hacia el tubo de admisión que forma un ángulo agudo con respecto al componente de alojamiento. Las FIG. 4B-D ilustran
 40 ejemplos comparativos que tienen una pluralidad de atenuadores. En dichos ejemplos comparativos, la pluralidad de atenuadores puede estar situada dentro de la cámara orientada en diversos ángulos con respecto al extremo de los tubos de admisión, la fuente del ruido y/o los componentes de alojamiento. Aunque los atenuadores pueden variar en tamaño, longitud, cantidad y/o forma, y atenuadores adicionales distintos del atenuador (431) pueden variar de forma adicional o alternativa en ángulo y/o posición, los atenuadores pueden desviar la trayectoria de flujo de aire y
 45 crear así un ruido de banda ancha adicional, sin embargo, el objetivo principal de los atenuadores es reducir la cantidad de ruido que sale del dispositivo PPCVR.

Los atenuadores pueden comprender además un elemento disipador, el recubrimiento de atenuación del ruido y/o material de atenuación del ruido unidos al mismo.

50 El dispositivo (400) incluye además una parte de conector (485) para acoplar el alojamiento inferior (480) y el alojamiento superior entre sí, creando así un cierre hermético. En el ejemplo representado, las partes de conector (485) están alrededor del perímetro del alojamiento y se usa un elemento de sujeción, tal como un tornillo, para acoplar el alojamiento. De forma adicional o alternativa, el borde (482) del alojamiento puede proporcionar un
 55 acoplamiento y/o un mecanismo de sellado. Por ejemplo, el borde (482) puede tener una lengüeta y un surco. El borde (482) puede incluir también un cierre hermético, tal como Santoprene o silicona.

Las FIG. 4B-D ilustran ejemplos comparativos del dispositivo (400) con configuraciones de atenuadores adicionales o alternativas para reducir la producción de ruido. La FIG. 4B muestra un atenuador en forma de "V" (422) colocado
 60 en la cámara (430) cerca del tubo (415) y un atenuador inclinado (425) colocado en la cámara (423) cerca del tubo

- entre las cámaras (416). La FIG. 4C representa un atenuador curvo (424) colocado en la cámara (430) cerca del tubo (415) y un atenuador paralelo (425) colocado en la cámara (423) cerca de y aproximadamente en paralelo a la abertura del tubo entre las cámaras (423). La FIG. 4D representa el atenuador (426) y el atenuador (429) colocados en la cámara (430) cerca del tubo (415). El atenuador (426) tiene una primera parte (427) que es aproximadamente paralela al tubo (415). El atenuador (426) incluye además una parte inclinada (428) que está inclinada desde la parte (427) y dirige el aire aproximadamente hacia el tubo (416). El atenuador (429) está inclinado desde el alojamiento (480). La FIG. 4C incluye además una cámara de admisión (411), que en ciertas alternativas, es similar a la cámara de admisión (310) descrita anteriormente. La cámara de admisión (411) incluye los atenuadores (413).
- 10 Cada tipo de atenuador (422, 423, 424, 425, 426, 429, 431) modifica el flujo de aire desde a través del dispositivo (400), por ejemplo, desde el tubo de admisión (415) al tubo entre las cámaras (416). Los atenuadores pueden usarse individualmente o en cualquier combinación, y además, pueden usarse también atenuadores de otras formas, por ejemplo con curvas adicionales, ángulos diferentes, extensiones adicionales y combinaciones de curvas y partes lineales, aunque las realizaciones de la invención incluyen un atenuador con las características del primer deflector
- 15 acústico especificado en la reivindicación 1, por ejemplo el atenuador (431). Los atenuadores se usan para crear trayectorias únicas de flujo de aire, lo que tiene también el efecto importante de modificar y reducir las propiedades de ruido del dispositivo (400). Aunque no se representan, pueden usarse también atenuadores similares en la cámara (434), por ejemplo, cerca del tubo entre las cámaras (416) o alrededor del soplador (440).
- 20 La FIG. 5 ilustra un sistema de filtro acústico de paso bajo. La ecuación mostrada a continuación describe los efectos que tiene en el sistema modificar cada sección geométrica del sistema de filtro.

$$T_{\pi} = \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{S_1 - S}{2S} \right) kL} \right)$$

25 *Ecuación 1*

En la ecuación 1, T es la transmisión de potencia, también referida como producción acústica, nivel del sonido o nivel de ruido; k es el número de ondas del sonido; S1 es el área de una cámara acústica; L es la longitud de una cámara acústica; y S es el área de un tubo u orificio de entrada. Así, si aumenta el tamaño de S1, aumenta la

30 longitud de L o disminuye el área de S, la transmisión de potencia T se reduce.

Tal como se describe en la presente memoria, el área de la cámara acústica (S1) respectiva y el área de su orificio de entrada (S) pueden tener una relación proporcional. Por ejemplo, el área de la cámara puede ser mayor que el área del orificio de entrada en un factor de 2. En realizaciones y ejemplos comparativos adicionales, S1 puede ser

35 mayor que S en un factor comprendido entre un factor de aproximadamente 2 y un factor de aproximadamente 20 o más. En al menos una realización o ejemplo comparativo, S1 es mayor que S en un factor de aproximadamente 10. Además, la longitud de L puede aumentarse cuando la parte del tubo y la cámara acústica actúan en la práctica como una sola cámara, reduciendo así la cantidad de ruido que emana del sistema.

40 En referencia a la FIG. 5, la trayectoria de entrada definida por S es menor que la parte corriente arriba de la cámara acústica. De acuerdo con la ecuación 1, cuando S se reduce con respecto a S1, entonces T o el nivel de ruido se atenúa. Al aumentar L (la longitud de la cámara acústica), el ruido puede atenuarse adicionalmente. Además, si la trayectoria de entrada es suficientemente larga, la longitud efectiva de la cámara acústica aumenta de L a L1, reduciendo así también el ruido del sistema.

45 Existe una relación proporcional entre la longitud del orificio o el tubo de entrada y el área en sección transversal del orificio de entrada con el volumen (y longitud) de la cámara acústica receptora. Sin embargo, al aumentar la longitud del orificio de entrada y restringir el área en sección transversal del orificio de entrada se provoca una resistencia al flujo de aire en el sistema. Esto puede provocar a su vez que un soplador dispuesto dentro de una cámara acústica

50 tenga que trabajar más intensamente, lo que puede dar como resultado un aumento en la generación de ruido desde el soplador (y el motor del soplador). Así, a menudo se requiere un equilibrio y una optimización cuando se intenta crear un dispositivo PPVR suficientemente portátil que sea al mismo tiempo silencioso y de pequeño tamaño. La ecuación 2, ilustra esta relación de aumento en la modificación de las diversas dimensiones del orificio de entrada y el efecto que tiene en el aumento del trabajo del motor y el ruido.

$$\text{Resistencia al flujo de aire} \propto \frac{\text{Longitud de entrada}}{\text{Área de entrada}} \propto \text{Trabajo del motor} \propto \text{Ruido del motor}$$

Ecuación 2

5

Otra forma de describirlo es que al reducir el diámetro de la entrada aumenta la resistencia al flujo de aire, lo que aumenta el ruido del motor. Se han incorporado algunas etapas prácticas para situar también los orificios de entrada en el dispositivo PPVR de manera que apuntan alejándose de los oídos del usuario. Por ejemplo, en varias de las figuras el orificio de entrada está en el extremo opuesto al orificio de salida y los adaptadores, lo que lleva a que los tubos que capturan aire hacia la máscara colocada en la nariz y/o la boca del usuario. En varios aspectos la mayor parte del ruido que escapa del sistema lo hace a través del orificio de entrada.

La ecuación 1 puede usarse también para describir la relación entre longitud y atenuación del ruido en un tubo individual. En el caso de un único tubo individual, S1 es igual a S. En consecuencia, la producción de ruido T se reduce cuando el tubo se alarga (L aumenta). Esta característica es importante porque la longitud del tubo de admisión (tal como el tubo de admisión (115)) puede usarse para reducir el ruido del dispositivo PPVR (tal como el dispositivo (100) y otros sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria).

La ecuación 3 describe la relación entre la frecuencia de corte del filtrado acústico y la longitud y las áreas de la cámara y el tubo:

$$f_c = \left(\frac{S_c}{\pi L (S_1 - S)} \right)$$

Ecuación 3

25

En la ecuación 3: f_c es la frecuencia de corte; c es la velocidad del sonido; S_1 es el área de la cámara de expansión; L es la longitud del tubo o cámara; y S es el área de orificio de entrada. Así, cuando el valor de L o S_1 aumenta, y/o S disminuye, la frecuencia de corte disminuye y toda frecuencia por encima de la frecuencia de corte se atenúa significativamente. En términos prácticos, la frecuencia de corte f_c puede reducirse aumentando la proporción de $S_1:S$, por ejemplo reduciendo el área de la entrada y/o aumentando el área de la cámara acústica. Además, al alargar la cámara acústica (aumento L) también se reducirá la frecuencia de corte.

En las realizaciones de la invención, y en los ejemplos comparativos donde los orificios de entrada incluyen un tubo de admisión, los tubos de admisión pueden extenderse desde el atenuador más alejado en la cámara de admisión de atenuación y en la cámara acústica. La longitud del tubo de admisión puede estar comprendida entre aproximadamente 25 mm (1 pulgada) y aproximadamente 76 mm (3 pulgadas) o más. En ciertas alternativas, el tubo de admisión (tal como el tubo de admisión (115), (215), (315) o (415)) tiene un diámetro fijo de 9,5 mm ($\frac{3}{8}$ pulgadas) y tiene una longitud de aproximadamente 76 mm (3 pulgadas). De acuerdo con la FIG. 5, la ecuación 1 y la ecuación 2, la longitud y el diámetro del tubo de admisión pueden ajustarse para influir en la atenuación del ruido global del dispositivo PPVR. De forma similar, el tubo entre las cámaras y el tubo de salida pueden ajustarse para influir en la producción de ruido del dispositivo PPVR.

Con el fin de ampliar al máximo la longitud del tubo de admisión de manera que atenúe aún más el ruido del dispositivo, el tubo puede estar inclinado, tener una o más curvas o vueltas en cualquier dirección tridimensional, o puede tener una configuración de tipo espiral. Por ejemplo, en la FIG. 2A, la FIG. 3 y la FIG. 4D, el tubo de admisión tiene dos curvas con lo que se crea un tubo de admisión que tiene forma de "S". De forma similar, los tubos entre cámaras y los tubos de salida también pueden incluir curvas, vueltas, ángulos, espirales u otras configuraciones.

Tal como se describe en la presente memoria, los tubos dentro del sistema descrito en la presente memoria pueden formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, en algunas realizaciones, un tubo de admisión puede formarse usando un plástico duro. En otras realizaciones, un tubo de admisión puede formarse usando tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubo usado comúnmente en la técnica. En ciertas realizaciones, los tubos de admisión se forman a partir de más de un material.

55

- La FIG. 6, la FIG. 7A y la FIG. 7B representan dibujos simplificados para ilustrar las propiedades de desviación del sonido de los atenuadores, y en consecuencia, no incluyen todos los elementos descritos anteriormente. La FIG. 6 ilustra un ejemplo comparativo de un atenuador presente en los dispositivos PPCVR anteriores. El dispositivo (600) incluye un tubo de admisión (615) que lleva a la cámara (640) con un atenuador (620). La configuración y el ángulo del atenuador (620) desvían el sonido (representado por las flechas) de nuevo a través del dispositivo. El sonido puede generarse, por ejemplo, por medio del soplador. Como aspecto importante, el atenuador (620) está inclinado de manera que se abre hacia la cámara (640). Por ejemplo, el atenuador (620) puede formar un ángulo obtuso α con la pared (681) del alojamiento (680).
- 10 La FIG. 7A representa un ejemplo comparativo con un atenuador de extremo (720), que está colocado cerca del extremo de admisión (717) del tubo de admisión (715). El atenuador de extremo (720) desvía el sonido (representado por las flechas) generado a partir del dispositivo (700) de nuevo a través del tubo (715) y a la cámara (740) del dispositivo (700), donde puede disiparse o ser absorbido en lugar de llegar al usuario. El atenuador de extremo (720) puede absorber también alguna parte del sonido. La FIG. 7B ilustra una configuración relacionada dentro del dispositivo (701) de acuerdo con una realización de la invención. El dispositivo (701) incluye el atenuador (722). De manera importante, el atenuador (722) está colocado de forma que no se abre directamente hacia la cámara (740), a diferencia del atenuador (620) no está en relación con la cámara (640). El espacio entre el tubo (715) y la cámara (740) es menor cerca del tubo (715) que cerca de la pared (781) del alojamiento (780). El atenuador (722) puede formar un ángulo agudo β con la pared (781) del alojamiento (780). En consecuencia, es menos probable que el atenuador (722) desvíe las ondas de sonido de nuevo al tubo (715). Tal como se muestra con las flechas, las ondas de sonido serán desviadas principalmente fuera del tubo (715) y pueden disiparse y ser absorbidas dentro del dispositivo (701), en lugar de llegar al usuario. En ciertas alternativas, los atenuadores (720) y (722) pueden usarse en un dispositivo PPVR, y pueden usarse con otros atenuadores, sistemas y procedimientos para atenuar el sonido, tales como tubos con curvas, combinaciones de atenuadores y materiales anecoicos de reducción del sonido.
- La FIG. 8A y la FIG. 8B representan el exterior de un aparato PPVR que tiene un sensor de presión interno. El dispositivo PPCVR (800) es similar a los dispositivos y aparatos PPVR descritos anteriormente, tales como los dispositivos (100), (200), (300), (400), (700) y (701). El dispositivo (800) tiene un componente de alojamiento inferior (880), que junto con un componente de alojamiento superior (884), define el interior y el exterior del dispositivo (800). En ciertas alternativas, el interior del dispositivo (800) es similar a los representados en las figuras anteriores. El dispositivo (800) está de acuerdo con una realización de la invención si contiene todas las características de acuerdo con la reivindicación 1; en caso contrario, está de acuerdo con un ejemplo comparativo.
- 35 El orificio de entrada (810) incluye un tubo de admisión (815) que tiene un primer extremo (812) que se extiende a través del alojamiento inferior (880) y un segundo extremo (no representado en esta figura) que se extiende a la cámara interior (no representada en esta figura) del dispositivo (800). El tubo de admisión (815) puede tener un diámetro interno constante o variable comprendido entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 19 mm (0,75 pulgadas) y puede tener una longitud comprendida entre aproximadamente 6,4 mm (0,25 pulgadas) y aproximadamente 76 mm (3 pulgadas), aunque puede usarse cualquier diámetro y longitud apropiados. La longitud y el diámetro del tubo de admisión (815) influyen en la atenuación de ruido global del dispositivo PPCVR, como se expone anteriormente. En consecuencia, en algunas alternativas, las dimensiones del tubo de admisión (815) están relacionadas proporcionalmente con el volumen de la cámara (430) tal como se observa en la FIG. 4A.
- 45 El tubo de admisión (815) puede formarse usando materiales rígidos, materiales flexibles o cualquier combinación de los mismos. Por ejemplo, el tubo de admisión (815) puede formarse usando un plástico duro. En ciertas realizaciones, el tubo de admisión (815) está compuesto por tubos flexibles de policloruro de vinilo (PVC), tubos de silicona o cualquier otro tipo de tubo usado comúnmente en la técnica.
- 50 El dispositivo (800) incluye un orificio de salida (839), a través del cual el dispositivo (800) proporciona aire presurizado. Puede usarse un adaptador (860) para conectar el orificio de salida (839) con una interfaz del paciente, tal como una máscara.
- 55 El aparato (800) incluye un panel de control (886) con pantalla digital (888) y botones de interfaz de usuario (885) para controlar y usar el aparato (800). Por ejemplo, un usuario puede encender y apagar el aparato, ajustar los valores de presión, activar un temporizador, realizar pruebas de diagnóstico del sistema y controlar o ajustar otras funciones. La pantalla (888) puede ser cualquier pantalla apropiada, lo que incluye, pero no se limita a, una pantalla LED o LCD. Aunque se representan 1-3 botones de interfaz de usuario (885), puede usarse cualquier número apropiado de botones. En ciertas alternativas, un aparato PPVR, tal como el aparato (800), puede incluir entre 1 y 10

- botones de interfaz de usuario. En ciertas alternativas, los botones de interfaz de usuario están incluidos en la pantalla (888). Por ejemplo, la pantalla (888) puede ser una pantalla táctil capacitiva o sensible a la presión. Además, el panel de control (886) y la pantalla (888) pueden variar de tamaño entre diferentes realizaciones y ejemplos comparativos. Por ejemplo, algunas realizaciones y ejemplos comparativos pueden incluir una pantalla más grande, mientras que otras realizaciones y ejemplos comparativos pueden incluir una pantalla más pequeña. La pantalla (888) puede visualizar datos o funciones de control, tales como niveles de presión, tiempo, tiempo de uso u otra información. La pantalla (888) puede mostrar un fragmento de datos o de función o una pluralidad de datos y funciones.
- 5
- 10 En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, el aparato (800) incluye un orificio de presión (862). El orificio de presión (862) tiene un primer extremo (864) en el exterior del alojamiento inferior (880) y el alojamiento superior (884). El primer extremo (864) está acoplado al adaptador (860). El orificio de presión (862) proporciona comunicación fluida desde la salida del dispositivo (800) en el adaptador (860) a un sensor de presión dentro del dispositivo (800). En ciertas alternativas, el sensor de presión está acoplado con los circuitos de control (no representados) dentro del dispositivo (800). Los circuitos de control del dispositivo (800) están configurados para visualizar la presión medida a través del orificio de presión (862) en la pantalla (888) del panel de control (886) en el alojamiento superior (884).
- 15
- En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, la salida de presión del dispositivo (800) puede ser ajustada manualmente por el usuario con los botones de interfaz de usuario (885). En ciertas alternativas, los circuitos de control del dispositivo (800) están configurados para ajustar automáticamente la salida del dispositivo (800) basándose en las medidas de presión. La salida del dispositivo (800) puede ajustarse, por ejemplo, modulando la potencia del soplador.
- 20
- 25 Durante el funcionamiento, el dispositivo PPVR (800) crea una presión de aire positiva a través del orificio de salida (839). Por ejemplo, cuando se fija una interfaz del paciente al adaptador (860), el dispositivo PPVR (800) crea una presión de aire positiva, que puede proporcionarse al paciente cuando el paciente se coloca un adaptador, tal como una máscara, en sus vías respiratorias (por ejemplo, en la nariz o la boca).
- 30 Tal como se representa en la FIG. 8B, el dispositivo (800) puede incluir una cubierta de admisión (890). En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, el aire puede hacerse pasar a través de la cubierta de admisión (890) antes de entrar en el orificio de entrada (810). La cubierta de admisión (890) sirve para prevenir la oclusión del orificio de entrada (810) durante el uso del dispositivo (800). La cubierta de admisión (890) incluye una parte con orificio (892) para permitir el paso de aire durante el funcionamiento de dispositivo (800). En ciertas realizaciones, la cubierta de admisión (890) puede incluir un filtro para limpiar el aire de materia en partículas. En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, la cubierta de admisión (890) puede extraerse de manera que puede limpiarse, sustituirse o adaptarse para una necesidad en particular. En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, la cubierta de admisión (890) incluye atenuadores, tales como los descritos anteriormente.
- 35
- 40 En ciertas alternativas, el aire presurizado es suministrado a un paciente a través de una interfaz del paciente a una presión comprendida entre aproximadamente 2 centímetros (cm) de agua y aproximadamente 40 cm de agua por encima de la presión atmosférica en el punto de uso, aunque puede usarse cualquier presión apropiada.
- La FIG. 9A representa una cubierta invisible acústicamente (900) que puede usarse en las realizaciones de la invención y en los ejemplos comparativos. La cubierta (900) puede ser similar a la cubierta (890) y está colocada en el alojamiento sobre el orificio de entrada (tal como los orificios de entrada (122), (222), (322), (410) o (810)) para impedir la oclusión del orificio de entrada durante el uso. La cubierta (900) incluye una primera parte (904), que tiene forma similar al alojamiento de un dispositivo PPVR (tal como los dispositivos (100), (200), (300), (400), (700), (701) y (800)) de manera que pueda acoplarse directamente al alojamiento. La cubierta (900) incluye una parte de flujo (902), que es suficientemente porosa de manera que el aire puede circular a través de ella. En ciertas realizaciones, la parte de flujo (902) está construida con un material de malla, tal como un metal o un plástico. Para los objetivos de la presente solicitud, invisible acústicamente se refiere a que no aumenta el ruido generado en más de 3 dBA. Idealmente el aumento en dBA es inferior a 1 dBA, inferior a 0,5 dBA e insignificante.
- 45
- 50
- 55 La FIG. 9B representa una cubierta invisible acústicamente (910) que puede usarse en realizaciones de la invención y en ejemplos comparativos. La cubierta (910) puede ser similar a la cubierta (890) o la cubierta (900) y está colocada en el alojamiento sobre el orificio de entrada (tal como los orificios de entrada (122), (222), (322), (410) o (810)) para impedir la oclusión del orificio de entrada durante el uso. La cubierta (910) incluye una primera parte (914), que tiene forma similar al alojamiento de un dispositivo PPVR (tal como los dispositivos (100), (200), (300), (400), (700), (701) y (800)) de manera que puede acoplarse directamente al alojamiento. La cubierta (910) incluye
- 60

una parte de flujo (912), que es suficientemente porosa de manera que el aire puede circular a través de ella. Por ejemplo, la parte de flujo (912) puede construirse con papel o malla. En ciertas alternativas, la parte de flujo (912) incluye orificios tales como los orificios (916). En un diseño donde la parte de flujo (912) no es porosa y sólida los orificios (916) pueden aumentar en realidad los dBA, de manera que deje de ser invisible acústicamente.

5

En ciertas realizaciones y ejemplos comparativos, la cubierta de admisión (900) y la cubierta de admisión (910) incluyen atenuadores, tales como los descritos previamente en relación con los dispositivos PPVR (100), (200), (300), (400), (700), (701) y (800).

10 En ausencia de cualquier atenuador exterior adicional, el dispositivo PPCVR descrito en la presente memoria, que tiene un atenuador interior, produce niveles de ruido de aproximadamente 27 dBA.

La descripción anterior es meramente ilustrativa. Una vez descritos varios aspectos de al menos una realización de la presente invención incluidas las realizaciones preferidas, debe observarse que los expertos en la materia idearán

15 fácilmente diversas alteraciones, modificaciones y mejoras. En consecuencia, la descripción detallada anterior y los dibujos se ofrecen a modo solo de ejemplo, estando la invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de atenuación del ruido para su uso con dispositivo de presión positiva en las vías respiratorias (400)(701), comprendiendo el sistema de atenuación del ruido:
- 5 una cámara de expansión (430)(740) que tiene un volumen delimitado por las paredes de la cámara de expansión (430)(740);
- un tubo de admisión (415)(715) que tiene un orificio de entrada (410)(717) y un orificio de salida (420) separados por
- 10 una longitud, donde una parte del orificio de entrada (410)(717) se extiende al exterior de la cámara de expansión (430)(740) y el orificio de salida (420) está dentro de la cámara de expansión (430)(740); y
- un primer deflector acústico (431)(722) colocado cerca del orificio de salida (420) del tubo de admisión (415)(715), y donde el primer deflector acústico (431)(722) está colocado directamente a través del orificio de salida (420) del tubo
- 15 de admisión (415)(715), está colocado dentro de la trayectoria de flujo de aire en la cámara de expansión (430)(740), se extiende desde una pared de la cámara de expansión (430)(740) hacia el orificio de salida (420) del tubo de admisión (415)(715), y donde una superficie del primer deflector acústico (431)(722) situada frente al orificio de salida (420) del tubo de admisión (415)(715) está inclinada hacia el tubo de admisión (415)(715), para desviar el ruido alejándolo del orificio de salida (420) del tubo de admisión (415)(715),
- 20 caracterizado porque
- la superficie del primer deflector acústico (431)(722) forma un ángulo agudo con la pared de la cámara de expansión (430)(740) desde la que se extiende el primer deflector acústico (431)(722).
- 25
2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un segundo tubo de admisión (416) que se extiende desde la cámara de expansión (430) en una segunda cámara acústica (434).
3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además un atenuador de ruido
- 30 (411)(720) que comprende un fondo y una parte lateral saliente que definen una cavidad, donde el atenuador de ruido (411)(720) está colocado sobre el orificio de entrada (410)(717) del tubo de admisión (415)(715) de manera que una parte del tubo de admisión (415)(715) se extiende en la cavidad del atenuador de ruido (411)(720).
4. El sistema de acuerdo con la reivindicación 3, que comprende además al menos un deflector acústico
- 35 adicional (413) dispuesto dentro de la cavidad del atenuador de ruido (411).
5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, donde el al menos un deflector acústico adicional (413) se extiende desde la parte lateral y está alineado sustancialmente en paralelo al fondo del atenuador de ruido (411).
- 40 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, donde el al menos un deflector acústico adicional (413) se extiende desde la parte lateral y está inclinado en la cavidad del atenuador de ruido (411).
7. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 3 a 6, que comprende además un elemento de disipación de ruido dispuesto dentro de la cavidad del atenuador de ruido (411).
- 45
8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7, donde el elemento de disipación de ruido es un material poroso.
9. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, donde una parte del al menos un deflector acústico
- 50 adicional (413) está cubierta por un material de disipación de ruido.
10. Un dispositivo de presión positiva en las vías respiratorias, que comprende:
- un sistema de atenuación del ruido de acuerdo con la reivindicación 1;
- 55 un alojamiento que tiene paredes que forman conjuntamente las paredes de la cámara de expansión;
- una cámara de admisión colocada dentro del alojamiento, teniendo la cámara de admisión un orificio de admisión colocado en una pared interior del alojamiento, y un atenuador de ruido está colocado dentro de la cámara de
- 60 admisión;

donde la cámara de expansión es una cámara acústica colocada dentro del alojamiento y separada de la cámara de admisión por una de las paredes del alojamiento;

- 5 donde la parte del orificio de entrada que se extiende al exterior de la cámara de expansión está dentro de la cámara de admisión de manera que el tubo de admisión se acopla con la cámara de admisión y la cámara acústica a través de la pared de la cámara, y

una unidad de soplador colocada en la cámara acústica.

10

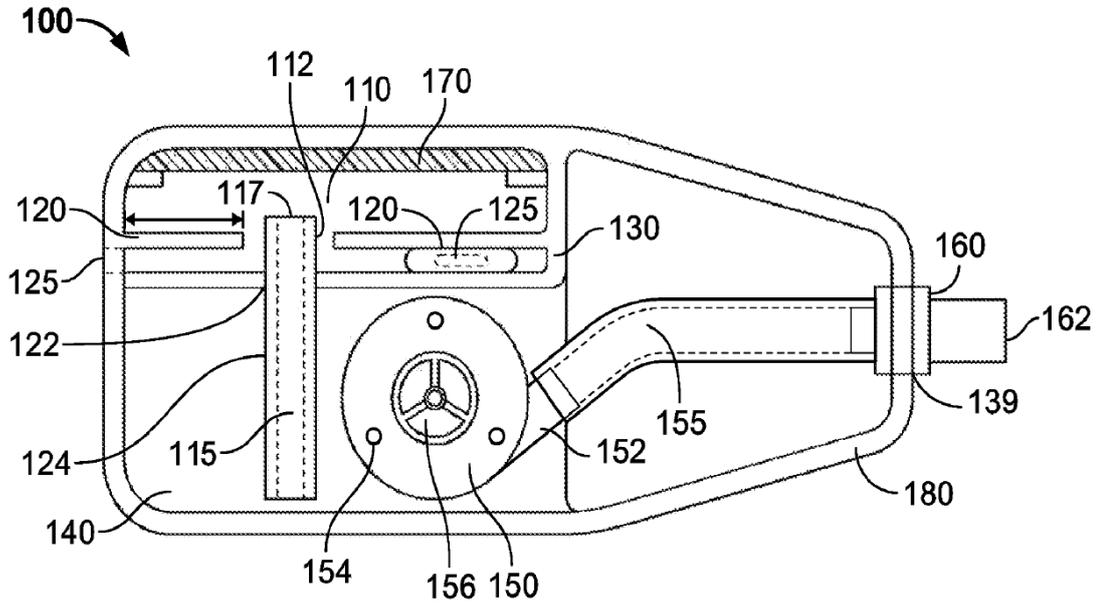


FIG. 1

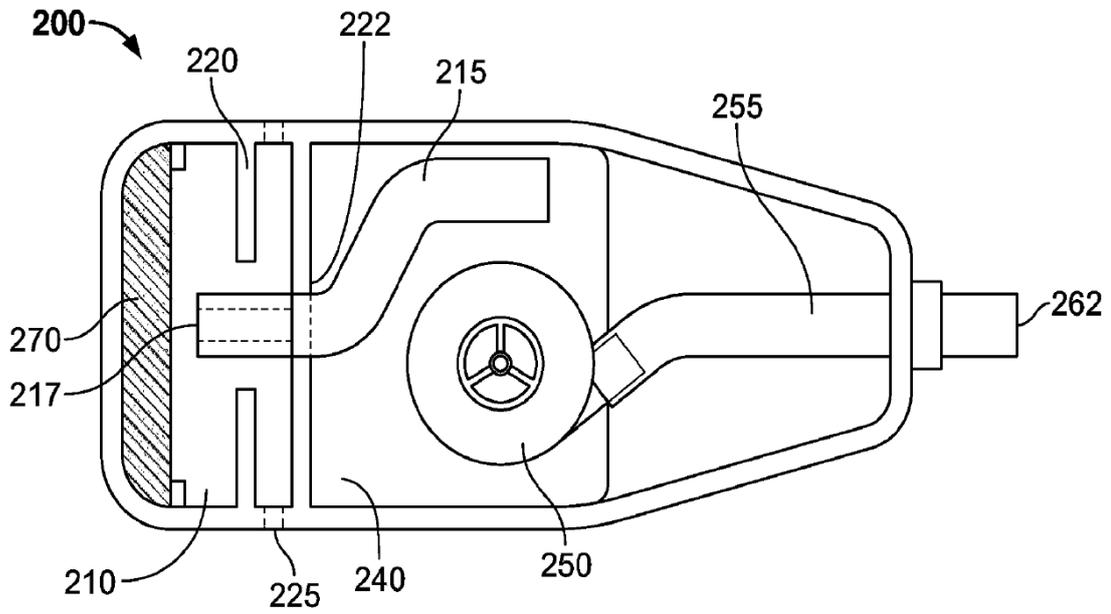


FIG. 2A

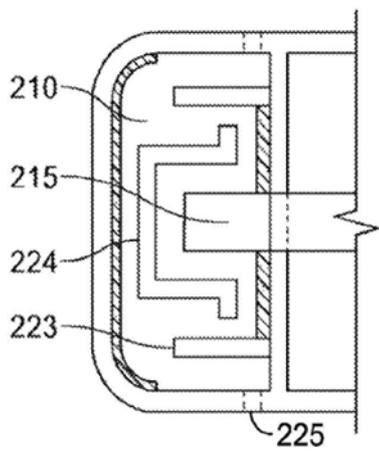


FIG. 2B

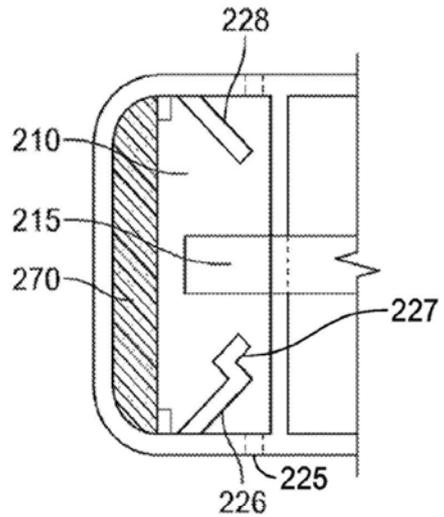


FIG. 2C

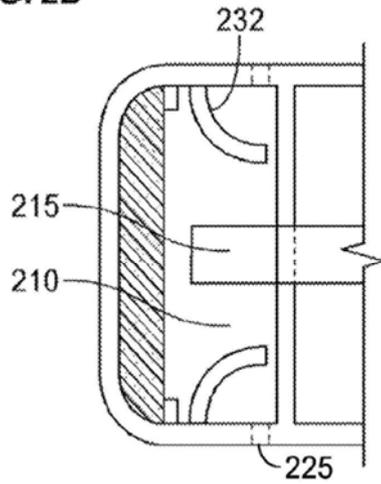


FIG. 2D

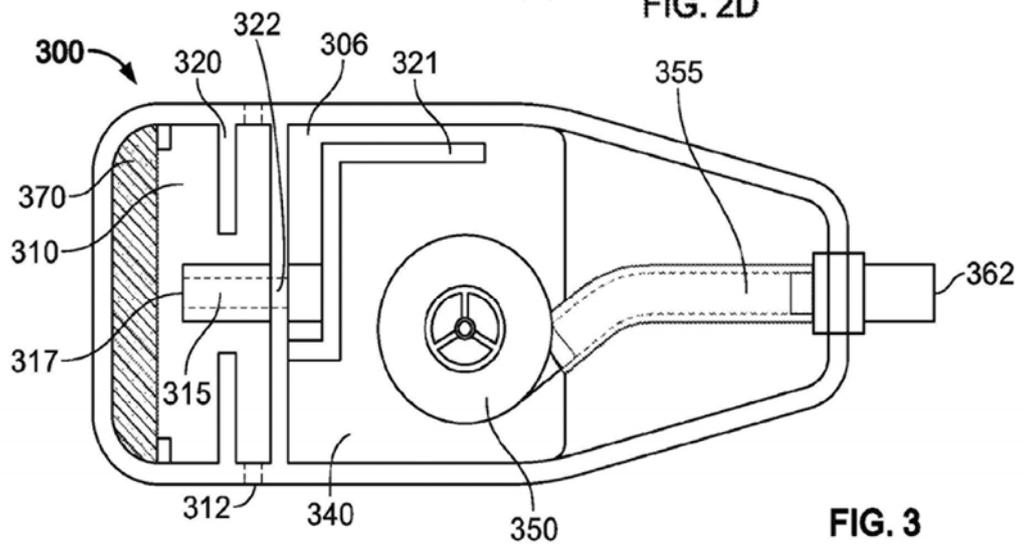


FIG. 3

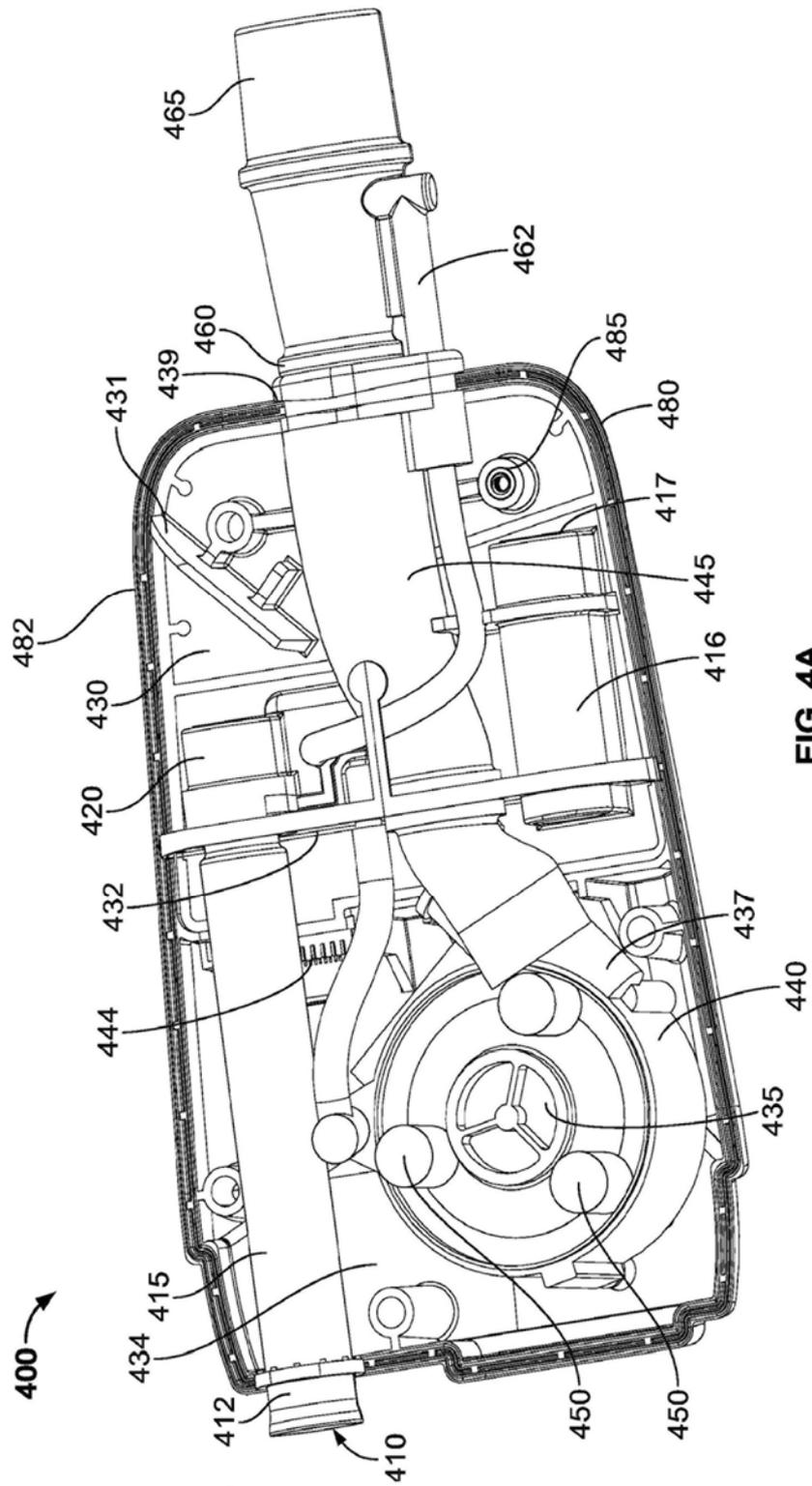


FIG. 4A

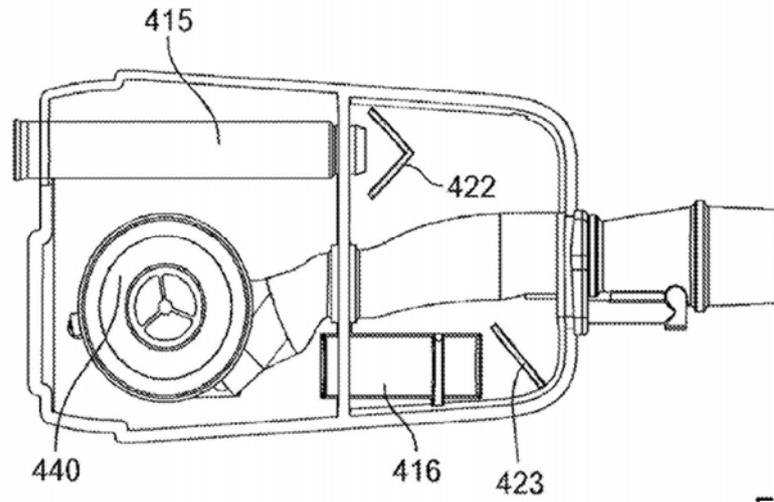


FIG. 4B

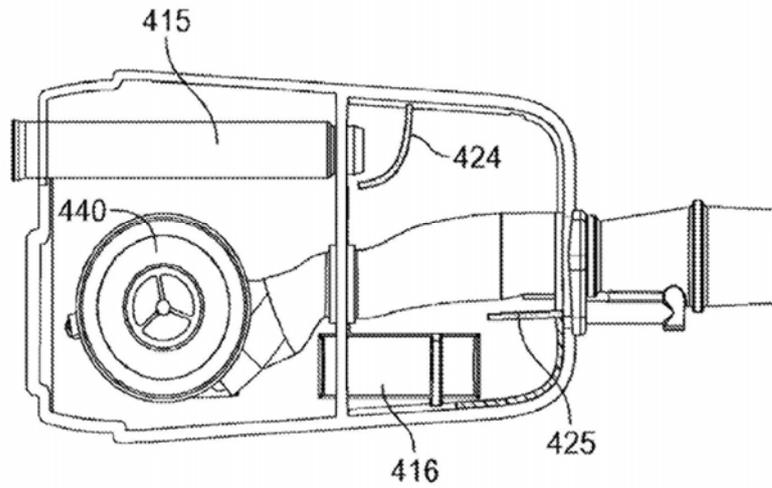


FIG. 4C

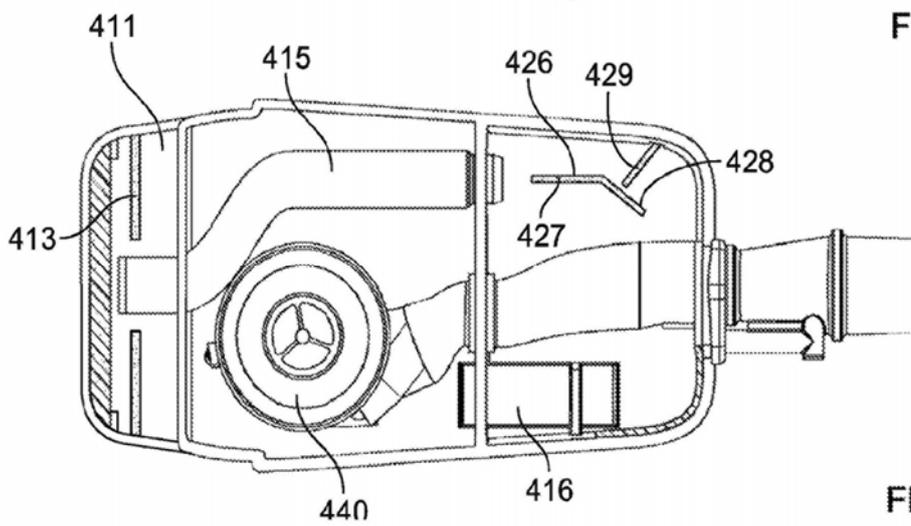


FIG. 4D

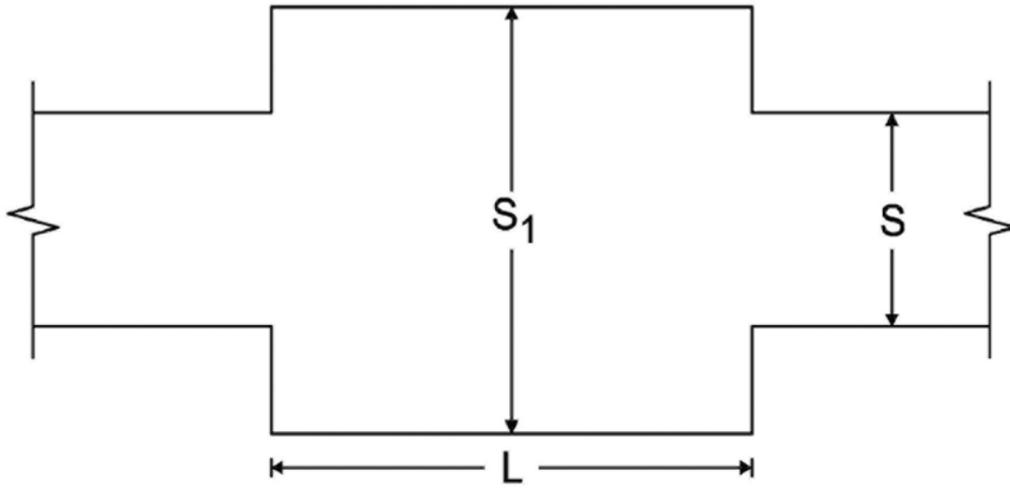


FIG. 5

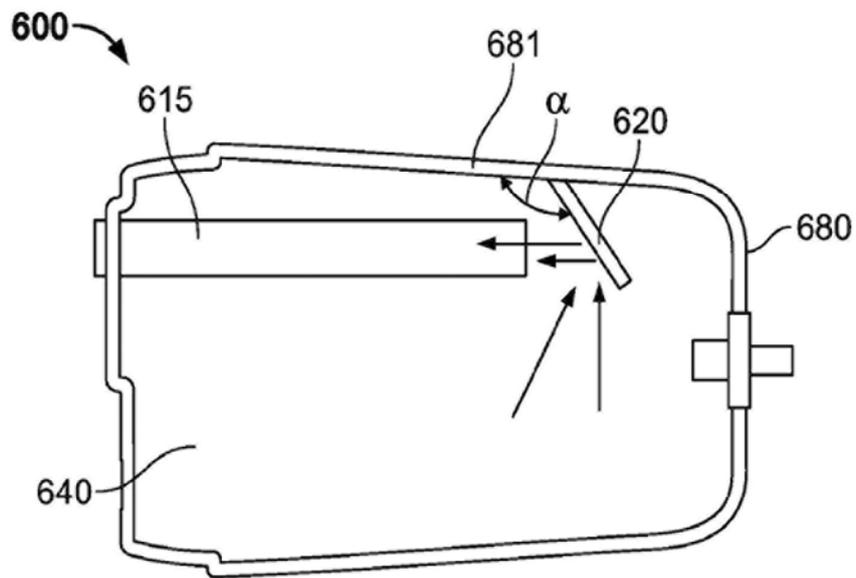


FIG. 6
(Técnica anterior)

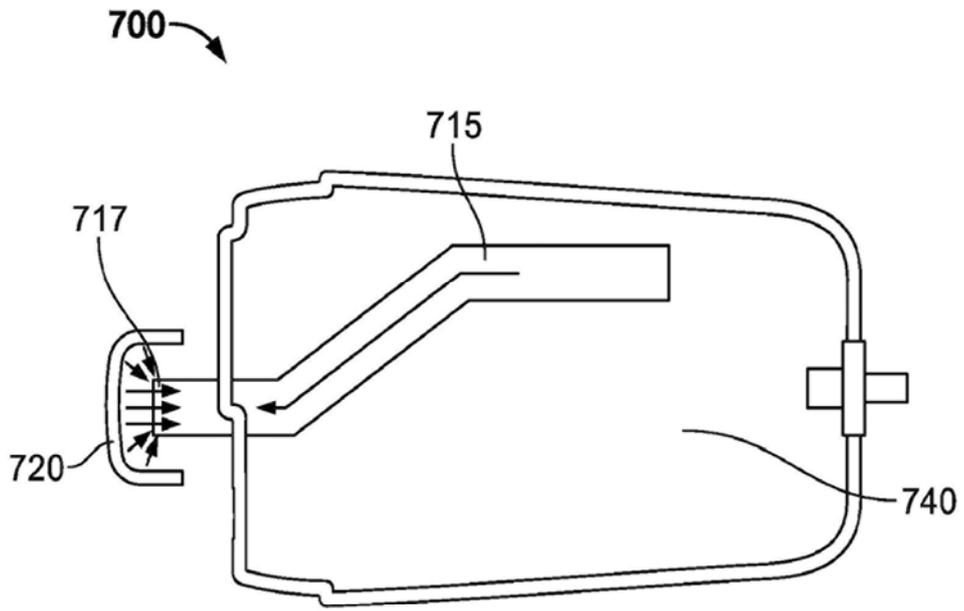


FIG. 7A

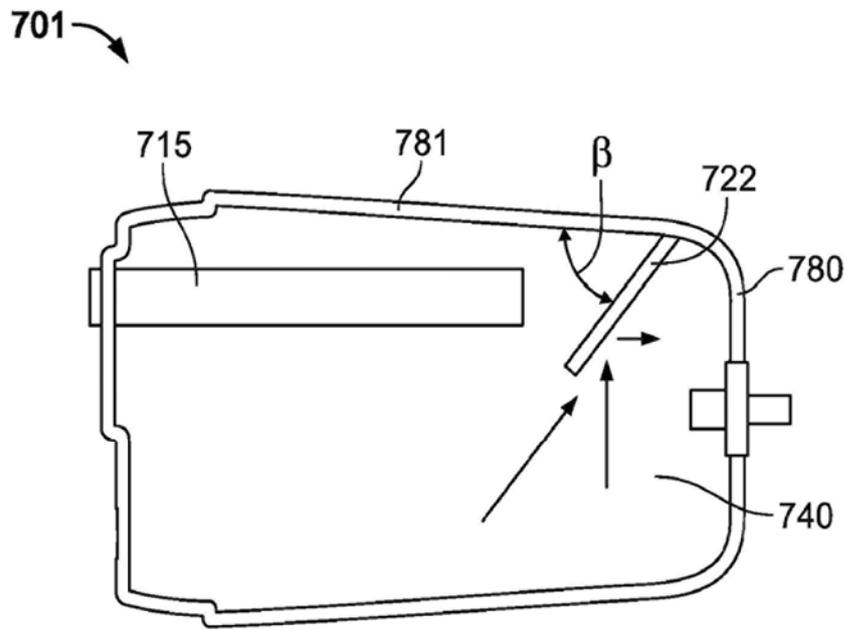


FIG. 7B

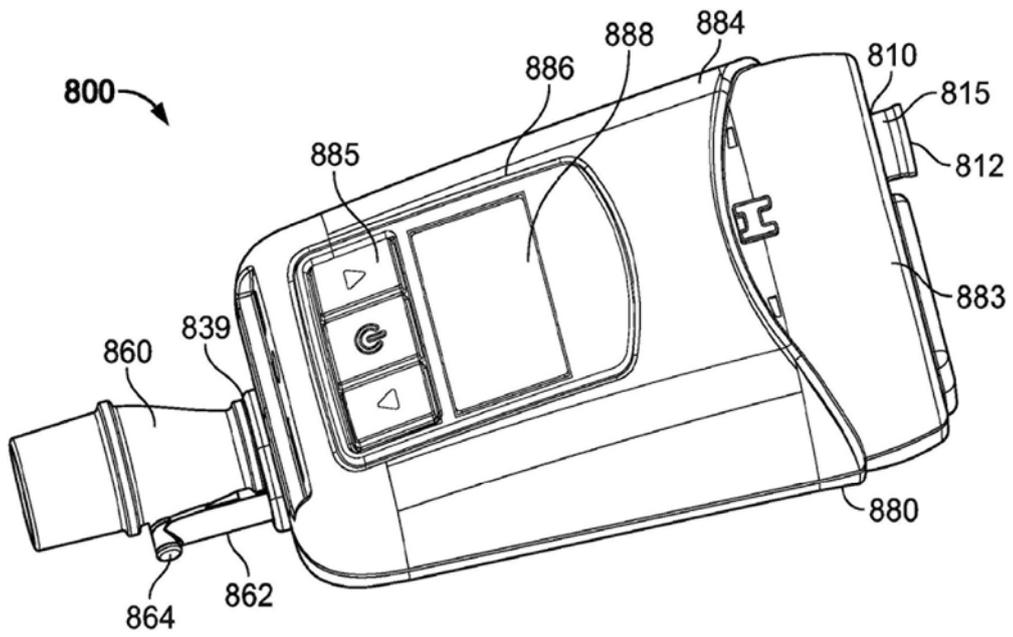


FIG. 8A

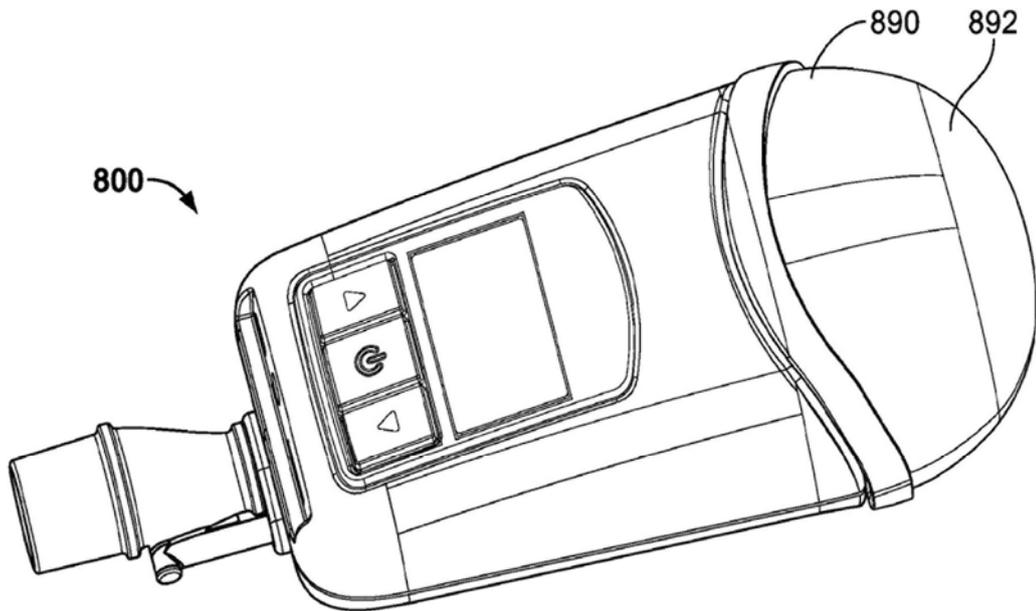


FIG. 8B

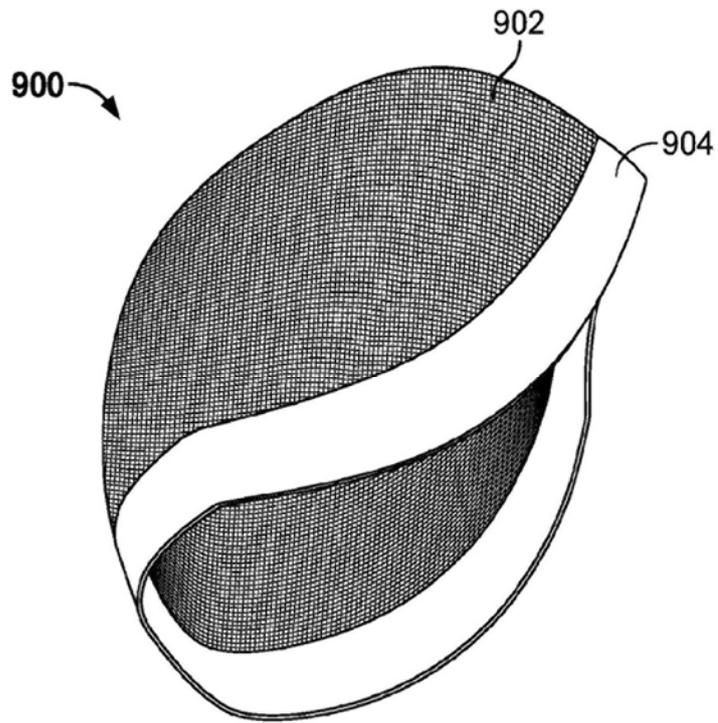


FIG. 9A

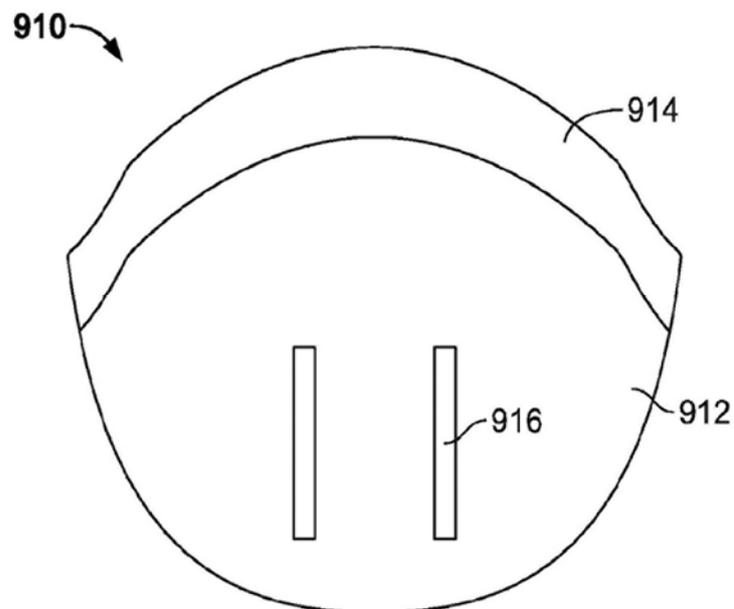


FIG. 9B