

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 944**

51 Int. Cl.:
A61M 16/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.02.2019 PCT/US2019/017730**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.08.2019 WO19160883**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.02.2019 E 19754058 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2024 EP 3752042**

54 Título: **Composiciones para humidificación y enfriamiento de corrientes de gas**

30 Prioridad:

13.02.2018 US 201862630030 P
07.01.2019 US 201962789436 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2024

73 Titular/es:

COOL VAPOR SOLUTIONS (100.0%)
242 Larchmont Drive
Arroyo Grande, CA 93420, US

72 Inventor/es:

CORTESE, DEAN R. y
BEECHER, WILLIAM E., JR.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 992 944 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

Composiciones para humidificación y enfriamiento de corrientes de gas

5 Referencia a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud provisional de los EE.UU. N.º 62/630.030, presentada el 13 de febrero de 2018, y la Solicitud provisional de los EE.UU. N.º 62/789.436, presentada el 7 de enero de 2019.

10 Campo de la invención

La divulgación se refiere a composiciones poliméricas y métodos de uso de las mismas para la humidificación y enfriamiento de corrientes de gas, especialmente para usos terapéuticos.

15 Antecedentes

La humidificación se ha convertido en un estándar de atención para el tratamiento con Presión Positiva Continua en las Vías Respiratorias (CPAP, por sus siglas del inglés) para la apnea del sueño y para la oxigenoterapia, que se utiliza para diferentes procesos de tratamiento de enfermedades pulmonares. Cuando respiramos normalmente, el aire se calienta, se filtra y se humedece mientras pasa por la nariz del paciente antes de pasar a las vías respiratorias inferiores. El lumen de las vías respiratorias está revestido por células epiteliales con numerosos cilios similares a cabellos que transportan moco y partículas extrañas fuera de los pulmones. La eliminación de humedad de las vías respiratorias puede provocar que la mucosidad se vuelva seca y pegajosa, inhibiendo la eliminación de partículas. Un estudio ha demostrado que respirar aire seco durante sólo 30 minutos puede provocar que el transporte mucociliar se ralentice debido a la pérdida de agua. (https://www.fphcare.co.nz/files/documents/hospital/therapy-overview-brochures/niv-humidification-therapy-review-niv_en_185042174/) Una humidificación inadecuada puede causar malestar a los pacientes que utilizan CPAP y oxígeno y puede tener consecuencias graves. Estas deficiencias pueden provocar sequedad de las vías respiratorias orales y nasales, causando en la garganta dolor, sequedad e inflamación y un aumento de la resistencia de las vías respiratorias y resultando también en un aumento de la rinitis/rinorrea y congestión nasal. Las secreciones espesas reducen el aclaramiento mucociliar en casos extremos, dando lugar a la formación de una masa de secreciones, que puede ocluir la vía respiratoria. El aumento de la broncoconstricción restringe aún más el flujo de gas a los pulmones y aumenta el trabajo respiratorio (WOB, por sus siglas del inglés).

La apnea del sueño, si se deja sin tratar, aumenta el riesgo de una serie de enfermedades, incluida la hipertensión, ataque cardíaco, derrame cerebral, obesidad, diabetes, insuficiencia cardíaca, arritmias y accidentes laborales o de conducción. La CPAP incluye el uso de presión positiva en las vías respiratorias aplicada a través de las vías nasales para aliviar las vías respiratorias obstruidas durante el sueño.

Una desventaja de los dispositivos CPAP disponibles en el mercado es que el aire que fluye tiende a secar la mucosa nasal del paciente, reduciendo por lo tanto el cumplimiento. Se han intentado una serie de soluciones. Se ha utilizado humidificación pasiva, en la que el aire a alta presión pasa por agua fría, pero esto aumenta la humedad sólo en una pequeña cantidad. También se han utilizado humidificadores térmicos, en los que se coloca una almohadilla térmica debajo de una tina de agua, produciendo por lo tanto vapor de agua que puede ser recogido por la corriente de aire presurizado. Esto aumenta la humedad relativa desde el nivel inicial de aproximadamente 45-50 % a un nivel mejorado de aproximadamente 60-80 %, y en consecuencia ha mejorado el cumplimiento del tratamiento con CPAP.

Las máquinas CPAP se han vuelto más pequeñas y silenciosas a lo largo de los años, pero un subproducto indeseable de estos avances ha sido un aumento en la acumulación de calor, que se manifiesta como acumulación de precipitación o condensación en las tuberías no calentadas por donde transita el aire presurizado. Se han implementado tuberías calentadas para aumentar la temperatura del diámetro exterior del tubo, para aislar el aire humidificado y caliente que circula a través de él, impidiendo de ese modo la condensación. Sin embargo, aunque se impide la condensación, la humedad relativa de la corriente de aire es menor que cuando se utiliza un humidificador térmico como se ha descrito anteriormente. El tubo calentado seca el aire, generalmente disminuyendo la Humedad Relativa hasta un 10-30%, contribuyendo al malestar del paciente y disminuyendo el cumplimiento del tratamiento con CPAP. Se estima que hay más de 22 millones de usuarios de CPAP en los EE. UU. y más de 100 millones en todo el mundo, e incluso con la tecnología de humidificador térmico disponible en la actualidad, se estima que entre el 50% y el 70% todavía se quejan de sequedad nasal y oral. El documento US 2017/007798 A1 se refiere a dispositivos de humidificación para usar con dispositivos de tratamiento respiratorio.

Existe la necesidad de un método mejorado para humidificar corrientes de gas de alta presión, como aire u oxígeno, para usar en métodos terapéuticos.

Breve resumen de la invención

En el presente documento se proporcionan métodos y sistemas para humidificar y, en algunas realizaciones, purificar una corriente de gas como aire u oxígeno. También se proporcionan métodos de tratamiento para enfermedades,

como afecciones respiratorias, en las que el aire humidificado es terapéuticamente beneficioso. La invención está definida por las reivindicaciones adjuntas.

5 En un aspecto, se proporcionan métodos para humidificar una corriente de un gas que fluye, tal como aire u oxígeno. Los métodos incluyen hacer fluir una corriente de gas de entrada, por ejemplo, aire u oxígeno, por un polímero superabsorbente hidratado (SAP, por sus siglas del inglés). El agua del SAP hidratado ingresa a la corriente de gas de entrada. Después de que la corriente de gas de entrada recoge agua del SAP hidratado, se convierte en una corriente de gas de salida que está humidificada. El SAP hidratado captura calor de la corriente de gas de entrada, de ese modo enfriando la corriente de gas y, en consecuencia, la corriente de gas de salida humidificada tiene una temperatura más baja que la corriente de gas de entrada. Con el paso del tiempo, el SAP hidratado se vuelve menos hidratado a medida que el vapor de agua se transfiere a la corriente de gas que fluye. En algunas realizaciones, el SAP hidratado continúa humidificando la corriente de gas a un nivel adecuado hasta que el SAP alcanza un nivel de hidratación de aproximadamente el 25% de la capacidad del polímero para absorber agua.

10 En algunas realizaciones, la presión a la que fluye la corriente de gas de entrada por el SAP hidratado es de aproximadamente 1 cmH₂O a aproximadamente 30 cmH₂O.

15 En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada, por ejemplo, aire u oxígeno, está a temperatura ambiente, tal como a aproximadamente 68 °F a aproximadamente 88 °F. En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada puede tener una humedad relativa de aproximadamente 1% a aproximadamente 68%.

20 En algunas realizaciones, la corriente de gas de salida humidificada está a una temperatura de aproximadamente 60 °F a aproximadamente 80 °F.

25 En algunas realizaciones, la corriente de gas de salida humidificada tiene una humedad relativa de aproximadamente el 85% a aproximadamente el 99%. En algunas realizaciones, la corriente de gas de salida tiene una humedad relativa que es entre aproximadamente un 20% a aproximadamente un 90% mayor que la corriente de gas de entrada. En una realización, en el contexto de un dispositivo CPAP, la humedad relativa de la corriente de aire de salida (por ejemplo, aire) puede ser entre aproximadamente un 20 % a aproximadamente un 45 % mayor que la humedad relativa de la corriente de aire de entrada. En otra realización, en el contexto de un concentrador de oxígeno, la corriente de oxígeno de salida puede tener una humedad relativa entre aproximadamente un 80% a aproximadamente un 90% mayor que la corriente de oxígeno de entrada. En una realización, en el contexto de un concentrador de oxígeno que funciona con un humidificador de burbujas, la corriente de oxígeno de salida tiene una humedad relativa entre aproximadamente un 5% a aproximadamente un 15% mayor que la corriente de oxígeno de entrada.

30 En algunas realizaciones, la corriente de gas de salida humidificada es hasta aproximadamente 12 °F más fría que la corriente de gas de entrada. En una realización, en el contexto de un dispositivo CPAP, la corriente de aire de salida puede ser hasta aproximadamente 6 °F a aproximadamente 12 °F más fría que la corriente de aire de entrada, en función de las condiciones ambientales. En otra realización, en el contexto de un concentrador de oxígeno, la corriente de oxígeno de salida puede ser de aproximadamente 0 °F a aproximadamente 8 °F más fría que la corriente de oxígeno de entrada, en función de las condiciones ambientales.

35 En algunas realizaciones, el SAP que se utiliza en los métodos y sistemas descritos en el presente documento incluye ácido 2-propenoico. Por ejemplo, el SAP puede ser poliacrilato de sodio o copolímero de acrilamida/acrilato de potasio. En algunas realizaciones, el SAP está reticulado. Por ejemplo, el SAP puede reticularse con 2-propenoato de sodio.

40 En algunas realizaciones, el SAP está en forma de unidades esféricas o sustancialmente esféricas. Por ejemplo, cada unidad esférica puede incluir un diámetro de aproximadamente 1,0 mm a aproximadamente 3,0 mm en seco a aproximadamente 5 mm a aproximadamente 13 mm hidratado.

45 En algunas realizaciones, el SAP incluye una sustancia antimicrobiana, por ejemplo, plata iónica, absorbida en el mismo.

50 En algunas realizaciones, el SAP hidratado se retiene en una carcasa a través de la cual fluye la corriente de gas de entrada.

55 En otro aspecto, se proporcionan métodos para la humidificación del aire suministrado a través de un dispositivo de presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP). Los métodos incluyen cualquiera de los métodos descritos anteriormente para humidificar una corriente de gas que fluye, en donde la corriente de gas de entrada es aire y en donde la corriente de gas de salida humidificada es aire humidificado, y en donde el aire humidificado se suministra a través de una tubería a un individuo que lo necesita, por ejemplo, un individuo que sufre de apnea del sueño. En algunas realizaciones, la tubería del dispositivo CPAP no se calienta desde una fuente de calor externa. En algunas realizaciones, la presión de la corriente de aire de salida humidificada que se suministra al individuo es de aproximadamente 1 cmH₂O a aproximadamente 30 cmH₂O.

60 En otro aspecto, se proporcionan métodos para la humidificación del oxígeno suministrado a través de un tanque de

oxígeno. Los métodos incluyen cualquiera de los métodos descritos anteriormente para humidificar una corriente de gas que fluye, en donde la corriente de gas de entrada es oxígeno, por ejemplo, de un tanque de oxígeno, y en donde la corriente de gas de salida humidificada es oxígeno humidificado, y en donde el oxígeno humidificado se suministra a través de una tubería a un individuo que lo necesita, por ejemplo, un individuo que padece una enfermedad para la cual el oxígeno suplementario resulta terapéuticamente beneficioso. En algunas realizaciones, el caudal de la corriente de oxígeno de salida humidificada que se suministra al individuo es de aproximadamente 0,5 Lpm a aproximadamente 15 Lpm.

En otro aspecto, se proporcionan métodos para la humidificación del aire en un ambiente, como una habitación o un edificio o un dispositivo humidificador. Los métodos incluyen cualquiera de los métodos descritos anteriormente para humidificar una corriente de gas que fluye, en donde la corriente de gas de entrada es aire del ambiente y en donde la corriente de gas de salida es aire humidificado.

En algunas realizaciones, la corriente de aire de salida humidificada se libera al medio ambiente. En otras realizaciones, la corriente de aire de salida humidificada se suministra a una persona que necesita aire humidificado, por ejemplo, a través de tuberías.

En otro aspecto, se proporcionan métodos para humidificar y purificar el aire en un ambiente, tal como una habitación o un edificio o un dispositivo humidificador/purificador de aire. La corriente de gas de entrada puede ser aire del ambiente que incluye sustancia(s) que se van a eliminar, por ejemplo, tales como contaminantes y/o materia particulada, por ejemplo, para el beneficio de las personas que respiran el aire. El aire se filtra antes o después del contacto con el SAP hidratado, y en donde la corriente de gas de salida humidificada incluye una cantidad reducida de la(s) sustancia(s) que se va(n) a eliminar, tales como contaminantes y/o materia particulada, en comparación con la corriente de aire de entrada.

En algunas realizaciones, la corriente de aire de salida humidificada y purificada se libera al medio ambiente. En otras realizaciones, la corriente de aire de salida humidificada y purificada se suministra a una persona que necesita aire humidificado, por ejemplo, a través de tuberías.

En algunas realizaciones, el SAP hidratado se retiene en un sistema de purificación de aire. Por ejemplo, el sistema de purificación de aire puede incluir un filtro, tal como un filtro de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA).

En algunas realizaciones, el aire del ambiente incluye polen, y en donde la corriente de gas de salida comprende una cantidad reducida de polen en comparación con la corriente de gas de entrada.

En algunas realizaciones de los métodos descritos en el presente documento, la corriente de gas se dirige además a través de un dispositivo que incluye un núcleo de enfriamiento, en donde el núcleo de enfriamiento comprende un material congelado, y en donde la corriente de gas en contacto con el núcleo de enfriamiento se enfría, proporcionando de ese modo una corriente de gas de salida que tiene una temperatura más baja que la corriente de gas de salida en ausencia del dispositivo con el núcleo de enfriamiento, por ejemplo, la corriente de gas de salida por únicamente el contacto con SAP.

En otro aspecto, se proporciona un método para tratar la apnea del sueño, incluyendo el suministro de aire humidificado y enfriado a una persona que lo necesite, en donde el aire humidificado y enfriado se produce mediante un método para humidificar el aire suministrado a través de un dispositivo CPAP como se describe en el presente documento.

En otro aspecto, se proporciona un método para tratar una enfermedad pulmonar o una enfermedad respiratoria obstructiva crónica (EPOC), incluyendo el suministro de oxígeno humidificado a una persona que lo necesite, en donde el oxígeno humidificado se produce mediante un método para humidificar el oxígeno suministrado a través de un tanque de oxígeno mediante un método como los descritos en el presente documento.

En otro aspecto, se proporciona un método para tratar el crup, incluyendo el suministro de aire humidificado a una persona que lo necesite, en donde el aire humidificado se produce mediante un método para humidificar el aire en un ambiente como se describe en el presente documento.

En otro aspecto, se proporciona un método para tratar el asma o las alergias, incluyendo el suministro de aire humidificado y purificado a un individuo que lo necesite mediante un método para humidificar y purificar el aire en un ambiente como se describe en el presente documento.

En otro aspecto, se proporciona un método para enfriar una corriente de gas, incluyendo el flujo de una corriente de gas de entrada por un núcleo de enfriamiento, en donde el núcleo de enfriamiento comprende un material congelado, y en donde la corriente de gas en contacto con el núcleo de enfriamiento se enfría, proporcionando de ese modo una corriente de gas de salida que tiene una temperatura más baja que la corriente de gas de entrada. En una realización, el núcleo de enfriamiento incluye poliacrilato de sodio congelado. La corriente de gas enfriada, por ejemplo, aire u oxígeno enfriados, puede proporcionarse a una persona para quien la corriente de gas enfriado puede ser beneficiosa,

tal como una persona que necesita tratamiento para el asma, sofocos, crup o cualquier otra afección para la que el aire frío o el oxígeno serían terapéuticamente beneficiosos.

5 En otro aspecto, se proporciona un sistema para humidificar una corriente de gas, incluyendo un dispositivo que incluye: una carcasa que contiene SAP hidratado; una entrada de gas a través de la cual la corriente de gas ingresa a la carcasa; y una salida de gas a través de la cual la corriente de gas de salida sale de la carcasa, en donde el dispositivo está configurado para que la corriente de gas fluya en contacto con el SAP hidratado, y en donde la corriente de gas de salida comprende una humedad mayor que el gas de entrada. En algunas realizaciones, el gas de salida tiene una temperatura más fría que el gas de entrada.

10 En algunas realizaciones, el gas de entrada es aire presurizado suministrado por un dispositivo CPAP. En algunas realizaciones, el gas de entrada es oxígeno suministrado por un tanque de oxígeno o un concentrador de oxígeno.

15 En algunas realizaciones, la entrada de gas y la salida de gas incluyen adaptadores para conectar tuberías para el suministro de la corriente de gas de entrada o de la salida de la corriente de gas de salida, respectivamente, en donde los adaptadores están retenidos en la entrada de gas y en la salida de gas por una junta de reborde interior, y en donde los adaptadores comprenden un poste central que se conecta a la entrada de gas o a la salida de gas y a través del cual fluye la corriente de gas y una pared de anillo exterior configurada de tal manera que la tubería no doble el poste central cuando la tubería esté conectada.

20 En algunas realizaciones, el sistema incluye además una trampa de agua para recoger la condensación que se forma en las tuberías a través de las cuales fluye el gas de entrada o de salida.

25 En algunas realizaciones, el sistema incluye además un dispositivo que incluye un núcleo de enfriamiento, en donde el núcleo de enfriamiento incluye un material congelado, y en donde la corriente de gas en contacto con el núcleo de enfriamiento se enfría, proporcionando de ese modo una corriente de gas de salida del sistema que tiene una temperatura más baja que la corriente de gas de salida del sistema en ausencia del dispositivo con el núcleo de enfriamiento.

30 En otro aspecto, se proporcionan adaptadores para conectar tuberías para el suministro de una corriente de gas de entrada o de la salida de una corriente de gas de salida, en donde el adaptador está configurado para ser retenido en una entrada de gas o una salida de gas mediante una junta de reborde interior, y en donde el adaptador incluye un poste central que se conecta a la entrada de gas o a la salida de gas y a través del cual fluye la corriente de gas y una pared de anillo exterior configurada de tal manera que la tubería no doble el poste central cuando la tubería esté conectada.

35

Breve descripción de los dibujos

40 La Figura 1 representa esquemáticamente una realización de una corriente de gas que fluye alrededor de una partícula esférica de SAP.

La Figura 2 muestra una realización de una carcasa cilíndrica con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.

45 La Figura 3 muestra una realización de una carcasa cilíndrica con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.

La Figura 4 muestra una realización de una carcasa de material flexible, con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.

La Figura 5 muestra una realización de una carcasa de material flexible, con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.

50 La Figura 6 muestra una realización de una carcasa de material flexible, con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.

La Figura 7 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior, conectada a un aparato CPAP.

La Figura 8 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior, conectada a un aparato CPAP.

55 La Figura 9 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior, conectada a un aparato concentrador de oxígeno.

La Figura 10 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior, conectada a un aparato concentrador de oxígeno.

La Figura 11 muestra una realización del interior de una tapa de extremo en la que se inserta una carcasa.

60 La Figura 12 muestra una realización del exterior de una tapa de extremo en la que se inserta una carcasa.

La Figura 13 muestra una realización de la superficie interior de un pistón que mira hacia partículas de SAP en una carcasa.

La Figura 14 muestra una realización de la superficie exterior de un pistón que mira hacia un puerto de entrada de gas con el que se introduce gas en una carcasa.

65 La Figura 15 muestra una realización de la superficie interior de un pistón que mira hacia partículas de SAP en una carcasa, con un tamiz perforado en su interior.

- La Figura 16 muestra una realización de la superficie exterior de un pistón que mira hacia un puerto de entrada de gas con el que se introduce gas en una carcasa, con un tamiz perforado en su interior.
- La Figura 17 muestra una realización de un tamiz tubular perforado.
- 5 La Figura 18 muestra una realización de la superficie interior de una tapa de extremo a través de la cual fluye un gas de salida, con un tamiz perforado en su interior.
- La Figura 19 muestra una realización de un tapón para bloquear el flujo de agua a través de una entrada o salida de gas a medida que se hidratan las partículas de SAP.
- La Figura 20 muestra una realización de una tapa de extremo superior en la que se inserta una carcasa, con puertos de entrada y salida de gas.
- 10 La Figura 21 muestra una realización de una placa perforada que está situada dentro de una tapa de extremo superior.
- La Figura 22 muestra una realización de una tapa de extremo inferior en la que se inserta una carcasa.
- La Figura 23 muestra una realización de una placa perforada que está situada dentro de una tapa de extremo inferior.
- 15 La Figura 24 muestra una realización del interior de una tapa de extremo en la que se inserta una carcasa.
- La Figura 25 muestra una realización del exterior de una tapa de extremo en la que se inserta una carcasa.
- La Figura 26 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior y mantenidas en su lugar mediante dos resortes flexibles.
- La Figura 27 muestra una realización de una carcasa con partículas de SAP encerradas en su interior, conectada a un aparato CPAP.
- 20 La Figura 28 muestra una realización de una carcasa cilíndrica con partículas esféricas de SAP encerradas en su interior.
- La Figura 29 muestra una realización de placas de rejilla superior e inferior para la retención de partículas de SAP en una carcasa.
- 25 La Figura 30 muestra una realización de una carcasa con dos núcleos de enfriamiento encerrados en su interior.
- La Figura 31 muestra una realización de una carcasa con un núcleo de enfriamiento encerrado en su interior.
- La Figura 32 muestra una realización de un dispositivo portátil para humidificar una corriente de gas, para usar con un tanque de oxígeno portátil o un concentrador de oxígeno.
- La Figura 33 muestra una realización de una tapa de extremo inferior roscada.
- 30 La Figura 34 muestra una vista en sección del interior de una realización de un adaptador de tubería.
- La Figura 35 muestra adaptadores de tubería conectados a la entrada y salida de gas de una carcasa para humidificación y/o enfriamiento de una corriente de gas.
- La Figura 36 muestra una realización de una trampa de agua.
- La Figura 37 muestra una realización de una trampa de agua en línea con un concentrador de oxígeno.
- 35 La Figura 38 muestra una realización de un sistema que incluye un dispositivo de humidificación de corriente de gas aguas arriba de un dispositivo de enfriamiento de corriente de gas.
- La Figura 39 muestra una realización de un dispositivo con partículas de SAP o núcleos de enfriamiento encerrados en su interior, conectado a un aparato CPAP.
- La Figura 40 muestra una realización de un dispositivo con partículas de SAP o núcleos de enfriamiento encerrados en su interior, conectado a un concentrador de oxígeno.
- 40 La Figura 41 muestra una realización de un extremo de un resorte flexible.

Descripción detallada

- 45 Se proporcionan en el presente documento métodos y sistemas en los que se utilizan materiales poliméricos superabsorbentes hidratados para la humidificación y el enfriamiento del aire u otra corriente de gas, como el oxígeno. También se proporcionan métodos de uso, tal como métodos de tratamiento de una afección como la apnea del sueño, una enfermedad respiratoria, enfermedad pulmonar, EPOC, alergias, asma o crup, en los que el suministrar una corriente de gas humidificado, como aire u oxígeno humidificado, es terapéuticamente beneficioso. Los sistemas
- 50 descritos en el presente documento pueden suministrar humedad relativa, por ejemplo, hasta el 99 %, para mejorar la comodidad y el cumplimiento del aire presurizado (por ejemplo, CPAP) y métodos terapéuticos de oxígeno.

Definiciones

- 55 Los intervalos numéricos que se proporcionan en el presente documento incluyen los números que definen el intervalo.
- "Un", "uno/a" y "el/la" incluyen referencias en plural, salvo que el contexto indique claramente otra cosa.
- El "Polímero Superabsorbente" o "SAP" es un material polimérico que tiene la capacidad de absorber y retener agua o soluciones acuosas.
- 60 La "humedad relativa" es la relación entre la presión parcial del vapor de agua y la presión de vapor de equilibrio del agua a una temperatura determinada.
- 65 "cmH₂O" o "centímetros de agua" se refiere a una unidad de presión de aire definida como la presión ejercida por una columna de agua de 1 cm de altura a 4 °C (temperatura de máxima densidad) a la aceleración estándar de la gravedad.

"Lpm" o "litros por minuto" se refiere a un caudal volumétrico de un gas. El litro por minuto estándar (SLM o SLPM, por sus siglas del inglés) es una unidad de caudal volumétrico de un gas corregido a condiciones "estandarizadas" de temperatura y presión (STP, por sus siglas del inglés), temperatura de 273,15 K (0 °C, 32 °F) y una presión absoluta de exactamente 10^5 Pa (100 kPa, 1 bar).

Polímeros Superabsorbentes

Un polímero superabsorbente (SAP) es un material polimérico que absorbe y retiene una gran cantidad de agua en relación con la masa del polímero y, en el contexto de los métodos y sistemas descritos en el presente documento, libera agua en una corriente de gas que fluye, particularmente cuando la temperatura de la corriente de gas es más alta que la temperatura del SAP hidratado.

El SAP se hidrata, absorbiendo hasta aproximadamente un 99% de agua. En algunas realizaciones, un SAP puede absorber entre aproximadamente 200 a aproximadamente 600 veces su masa en agua, por ejemplo, aproximadamente 30 a aproximadamente 60 veces su volumen en agua. La capacidad de hinchamiento de un SAP, o capacidad de retención centrífuga (CRC), es la cantidad de solución salina al 0,9% en peso que un SAP puede retener en condiciones de hinchamiento libre cuando se ha eliminado el agua superficial en una centrifuga.

Normalmente, la cadena principal del polímero en un SAP es hidrófila, absorbiendo de agua debido a puentes de hidrógeno entre los grupos funcionales hidrófilos y las moléculas de agua, que son polares. Por ejemplo, un SAP puede incluir grupos funcionales de ácido carboxílico. Los grupos carboxílicos (COO^-) pueden formar una sal con iones cargados positivamente, por ejemplo, Na^+ . Los átomos de hidrógeno del agua pueden ser atraídos por los grupos COO^- , y los átomos de oxígeno del agua pueden ser atraídos por los cationes, hidratando por lo tanto el SAP.

Se libera energía cuando se rompen los puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua y se forman puentes de hidrógeno entre las moléculas de agua y el SAP. Se necesita más energía para separar las moléculas de agua que la cantidad de energía que se libera cuando las moléculas de agua se unen al SAP. Por lo tanto, la temperatura se reduce con la hidratación del SAP, en un proceso endotérmico.

En un SAP iónico, por ejemplo, con un grupo iónico como el anión carboxilato (COO^-), las fracciones iónicas se repelen entre sí. La neutralidad eléctrica se logra cuando el grupo iónico está equilibrado por un ion de carga opuesta, por ejemplo, Na^+ . En contacto con el agua, los iones que no forman parte de la cadena principal del polímero (por ejemplo, Na^+) están hidratados, lo que reduce su atracción hacia el grupo iónico de la cadena principal del polímero (por ejemplo, COO^-), y les permite moverse libremente dentro de la red de polímeros, contribuyendo por lo tanto a la presión osmótica dentro del gel de polímero. Los iones móviles no pueden salir del gel, sin embargo, porque se sienten atraídos por los grupos iónicos del polímero.

En algunas realizaciones, el SAP está reticulado, formando un hidrogel. La capacidad total de absorción y de hinchamiento están controladas por el tipo y grado de enlaces cruzados que se incorporan. Los enlaces cruzados entre las cadenas de polímero forman una red tridimensional que impide que el polímero se hinche indefinidamente, lo que podría dar lugar a la disolución del SAP. Los enlaces cruzados proporcionan retracción elástica, impidiendo que las cadenas de polímero se hinchen hasta una dilución infinita. El grado de reticulación afecta el nivel de hinchamiento del polímero y la resistencia de la red del polímero. El aumento de la densidad de reticulación da como resultado una menor capacidad de hinchamiento y una mayor resistencia del gel de polímero. Los ejemplos no limitantes de reticulantes incluyen tetraaliletotietano y 1,1,1-trimetilolpropanotriacrilato (TMPTA).

Algunos ejemplos de materiales SAP son, pero sin limitación, sal sódica del ácido poliacrílico (poliacrilato de sodio), copolímero de poliacrilamida, copolímero de etileno/anhídrido maleico, carboximetilcelulosa reticulada, copolímeros de alcohol polivinílico, óxido de polietileno reticulado y copolímero injertado con almidón de poliacrilonitrilo. En algunas realizaciones, el SAP es un polímero o copolímero de ácido 2-propenoico (poliacrilato). En una realización, el SAP es un polímero de ácido 2-propenoico, reticulado con 2-propenoato de sodio. En algunas realizaciones, el SAP es una sal de poliacrilato, tal como de sodio, potasio, litio, o sal de amonio de poliacrilato. En otra realización, el SAP es una sal de poliacrilato/poliacrilamida (por ejemplo, 2-propenoato, sal de potasio, polímero con 2-propenamida (copolímero de acrilamida/acrilato de potasio, reticulado)).

En general, un SAP para usar en los métodos descritos en el presente documento es seguro para uso respiratorio y no favorece el crecimiento microbiano. En algunas realizaciones, el SAP incluye una sustancia antimicrobiana, por ejemplo, pero sin limitación, una solución iónica de plata.

En algunas realizaciones, las partículas de SAP esféricas o sustancialmente esféricas ("esferas de SAP") se utilizan en los métodos de humidificación descritos en el presente documento, aunque no se excluyen otras formas o configuraciones. Por ejemplo, esferas SAP, por ejemplo, las esferas de SAP hidratadas pueden tener un diámetro medio de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 20 mm.

Aunque sin desear quedar limitados a ninguna teoría, cuando un SAP como el poliacrilato de sodio comienza a

absorber moléculas de agua, las capas de sodio comienzan a desplegarse. Las capas de sodio extraen energía, en forma de calor, del agua para seguir expandiéndose, y en consecuencia, la temperatura del agua disminuye. Cuando el SAP se expande hasta la hidratación completa, el agua se estabiliza y mantiene la temperatura disminuida. En una aplicación de uso, como para CPAP o suplementación de oxígeno, el aire presurizado del dispositivo CPAP o del tanque de oxígeno fluye por el SAP hidratado. La corriente de aire ambiente o de gas oxígeno es más cálida que las moléculas de agua en el SAP. El agua en el SAP hidratado absorbe calor de la corriente de aire o de gas oxígeno y libera vapor de agua que es recogido y transportado en la corriente de gas, y luego se suministra a la nariz, garganta y/o boca del paciente.

10 *Métodos para humidificar una corriente de gas*

Se proporcionan métodos para humidificar una corriente de gas, tal como aire u oxígeno. Una corriente de gas de entrada fluye por y recoge vapor de agua del SAP hidratado, por ejemplo, hidratado un 25 - 100 % de la capacidad de agua del polímero, que luego se transporta como una corriente de gas de salida humidificada. En algunas realizaciones, el SAP hidratado captura calor de la corriente de gas de entrada, dando como resultado una corriente de gas de salida humidificada que tiene una humedad más alta y una temperatura más baja que la corriente de gas de entrada.

La corriente de gas humidificado puede suministrarse a una persona que necesite tratamiento con un gas, en particular en situaciones en las que resulta beneficioso que la corriente de gas que se suministra al individuo esté humidificada, por ejemplo, para la comodidad del paciente, cumplimiento o beneficio terapéutico.

En una realización, el SAP tiene forma de partículas esféricas o sustancialmente esféricas y la corriente de gas de entrada fluye alrededor del SAP como se muestra esquemáticamente en la Figura 1.

En algunas realizaciones, las partículas de SAP, por ejemplo, partículas esféricas o sustancialmente esféricas, están contenidas dentro de una carcasa cilíndrica y se mantienen en su lugar con un diseño tipo "pistón", como se muestra en la Figura 2. En una realización, un gas de entrada puede fluir a través de una entrada de gas de entrada en un primer extremo de la carcasa, y un gas de salida puede fluir a través de una salida de gas de salida en un segundo extremo de la carcasa, como se muestra en la Figura 2. El pistón sirve para mantener compactadas las partículas de SAP, permitiendo el uso del dispositivo en diferentes orientaciones, como vertical u horizontal. En algunas realizaciones, se coloca una malla o tamiz sobre el pistón, para permitir el flujo de aire pero impedir que las partículas de SAP bloqueen la entrada de gas, como se muestra en las Figuras 13 y 15.

En la Figura 26 se muestra un diseño alternativo del pistón. En este diseño, las partículas de SAP se mantienen en su lugar entre dos resortes flexibles comprimibles, por ejemplo, dos fuelles con forma de acordeón, comprimibles, uno en cada extremo del dispositivo, con partículas de SAP en el medio, por ejemplo, en el centro de la carcasa. En el diseño representado en la Figura 26, ambos extremos de la carcasa están configurados para la entrada o salida de una corriente de gas, de modo que el dispositivo pueda utilizarse en cualquier orientación entre una entrada de gas y una salida de gas. Las partículas de SAP hidratadas, por ejemplo, partículas esféricas o sustancialmente esféricas, ejercen compresión sobre los fuelles, comprimiendo de ese modo el resorte flexible. Una corriente de gas de entrada fluye a través del centro del primer fuelle (de entrada), recoge agua cuando entra en contacto con las partículas de SAP y sale a través del segundo fuelle (de salida) como una corriente de gas hidratado. Las partículas de SAP disminuyen en volumen a medida que el agua es eliminada por la corriente de gas que fluye, permitiendo de ese modo que el resorte flexible se expanda, manteniendo las partículas de SAP en su lugar. En algunas realizaciones, el extremo del resorte flexible que está adyacente a las partículas de SAP está construido con una malla, rejilla u otra barrera porosa que permita que fluya la corriente de gas, pero no permite que las partículas de SAP salgan en la corriente de gas de salida. En una realización, el extremo del resorte flexible que está adyacente a las partículas de SAP es circular con nervaduras que irradian desde el centro y nervaduras circulares concéntricas que intersecan las nervaduras que irradian desde el centro, como se muestra esquemáticamente en la Figura 41, permitiendo de ese modo que la corriente de gas fluya a través de ella mientras se proporciona una barrera para la salida de partículas de SAP en la corriente de gas de salida. Los resortes flexibles pueden construirse de cualquier material flexible que sea adecuado para usar (por ejemplo, flexible, fuerte y duradero) en un aparato como se describe en el presente documento. En algunas realizaciones, los resortes flexibles están contruidos de poliuretano termoplástico (TPU, por sus siglas del inglés) o elastómero termoplástico (TPE, por sus siglas del inglés). En algunas realizaciones, el grosor de los resortes flexibles es de aproximadamente 0,4 mm a aproximadamente 0,8 mm, proporcionando un equilibrio entre compresibilidad y flujo de aire. Si los resortes están demasiado firmes, es decir, impiden o retrasan la descompresión, esto reducirá o impedirá significativamente el flujo de aire a través del dispositivo y también puede tener el efecto de impedir la hidratación completa de las partículas de SAP.

En algunas realizaciones, las partículas de SAP por ejemplo, partículas esféricas o sustancialmente esféricas, están contenidas dentro de una carcasa cilíndrica que se mantiene en una orientación vertical o sustancialmente vertical, de tal manera que las partículas de SAP son atraídas hacia la parte inferior del dispositivo por la gravedad. En la Figura 3 se muestra una realización de dicho dispositivo. En una realización, una entrada de gas y una salida de gas se encuentran ambas en la parte superior del dispositivo, como se muestra en la Figura 3 y la Figura 20. En algunas realizaciones, las perforaciones u otras aberturas en la parte superior del dispositivo permiten el flujo de aire pero

- impiden que las partículas de SAP bloqueen la salida de gas, como se muestra en la Figura 21. En otra realización, mostrada en la Figura 28, una entrada de gas y una salida de gas se encuentran en la parte superior del dispositivo. El flujo de gas se realiza a través del centro del dispositivo, luego a través de partículas de SAP hidratadas para proporcionar un gas de salida humidificado. En algunas realizaciones, las rejillas en la parte superior e inferior del dispositivo retienen las partículas de SAP, como se muestra en la Figura 29. En algunas realizaciones, se proporciona una trampa de agua, como se muestra en la Figura 28, para retener el exceso de condensación, si existe, de las partículas de SAP e impedir que la condensación entre en las tuberías que salen del dispositivo, por ejemplo, para el suministro de la corriente de gas humidificado a un individuo.
- En algunas realizaciones, mostradas en la Figura 32, se proporciona una tapa de extremo roscada para recargar las partículas de SAP con agua. Por ejemplo, las roscas pueden ser compatibles con las roscas de tamaño estándar disponibles en el mercado, por ejemplo, de botellas desechables de agua, por ejemplo, para mayor comodidad mientras se viaja o se está en movimiento. La parte inferior del dispositivo puede contener también, o alternativamente, una porción de embudo para agregar agua cuando las partículas de SAP requieren rehidratación. En la Figura 33 se muestra con más detalle una realización de la tapa inferior roscada. En algunas realizaciones, como se muestra en la Figura 32, el dispositivo puede contener una abertura, ranura u "orificio para gancho" para fijar cómodamente el dispositivo, por ejemplo, a una maleta, o un tanque de oxígeno portátil o concentrador.
- En algunas realizaciones, una carcasa para partículas de SAP, como se describe en el presente documento, está construida de un material rígido, como un plástico duro. En otras realizaciones, la carcasa está fabricada con un material flexible, como un polímero flexible, por ejemplo, poliuretano termoplástico (TPU) o elastómero termoplástico (TPE). Algunas realizaciones en las que se puede implementar una carcasa flexible se muestran en la Figura 4, en la Figura 5 y en la Figura 6.
- En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada está a temperatura ambiente, por ejemplo, de aproximadamente 15 °C a aproximadamente 30 °C. En algunas realizaciones, la humedad relativa de la corriente de gas de salida es de aproximadamente el 85% a aproximadamente el 99%.
- La corriente de gas de entrada puede fluir por el SAP a cualquier presión o velocidad que sea adecuada para la aplicación de uso, tal como el suministro de una corriente de gas humidificado a un individuo. Por ejemplo, para el suministro de aire desde un dispositivo CPAP, la corriente de aire de entrada puede fluir por el SAP hidratado a aproximadamente 1 cmH₂O hasta aproximadamente 30 cmH₂O. En otro ejemplo, para el suministro de oxígeno, como por ejemplo de un tanque de oxígeno o de un concentrador de oxígeno, la corriente de oxígeno de entrada puede fluir por el SAP hidratado a aproximadamente ½ Lpm hasta aproximadamente 15 Lpm.
- La corriente de gas hidratado de salida, por ejemplo, aire u oxígeno hidratado, puede fluir a través de una tubería para su administración a una persona, por ejemplo, en una máscara u otro dispositivo para su administración a los conductos nasales, garganta y/o boca de un individuo.
- Métodos para enfriar una corriente de gas*
- Se proporcionan métodos para enfriar una corriente de gas, tal como aire u oxígeno. Se proporciona una carcasa que incluye uno o más núcleos de enfriamiento, una entrada de gas y una salida de gas. El núcleo de enfriamiento puede estar compuesto por, por ejemplo, un gel SAP, tal como se encuentra en los paquetes de gel congelador de SAP disponibles en el mercado, por ejemplo, poliacrilato de sodio, o agua. El núcleo de enfriamiento se enfría o se congela antes de su uso, ya sea dentro o por separado de la carcasa. Una corriente de gas de entrada fluye cerca o alrededor del núcleo de enfriamiento, de ese modo enfriando la corriente de gas y el gas de salida es más frío que el gas de entrada. En algunas realizaciones, el gas de salida es al menos aproximadamente 5 °F o al menos aproximadamente 10 °F más frío que la corriente de gas de entrada.
- En una realización, mostrada en la Figura 30, se pueden proporcionar dos núcleos de enfriamiento dentro de una carcasa, tal como una carcasa cilíndrica o sustancialmente cilíndrica. La carcasa incluye una entrada de gas y una salida de gas. En la realización representada en la Figura 30, tanto la entrada como la salida de gas están en la parte superior de la carcasa. Sin embargo, se contemplan otras configuraciones, tales como configuraciones de dispositivos con entrada y salida de gas como se divulgan en el presente documento. El gas de entrada (por ejemplo, aire u oxígeno) fluye entre los dos núcleos de enfriamiento, luego alrededor de los núcleos a lo largo del perímetro de la carcasa, y luego sale por la salida de gas. El gas de salida es más frío, por ejemplo, al menos aproximadamente 5 °F o al menos aproximadamente 10 °F más frío que la corriente de gas de entrada. En algunas realizaciones, como se muestra en la Figura 30, se proporciona una trampa de agua para retener el exceso de condensación, si existe, de las partículas de SAP e impedir que la condensación entre en las tuberías que salen del dispositivo, por ejemplo, para el suministro de la corriente de gas humidificado a un individuo.
- En otra realización, mostrada en la Figura 31, se puede proporcionar un núcleo de enfriamiento en una carcasa con una entrada de gas y una salida de gas en extremos opuestos de la carcasa. El gas de entrada (por ejemplo, aire u oxígeno) fluye alrededor del núcleo de enfriamiento a lo largo del perímetro de la carcasa y luego sale por la salida de gas. El gas de salida es más frío, por ejemplo, al menos aproximadamente 5 °F o al menos aproximadamente 10 °F

más frío que la corriente de gas de entrada.

En algunas realizaciones, se proporcionan métodos para enfriar y humidificar una corriente de gas, tal como aire u oxígeno. Se puede utilizar una carcasa que incluya uno o más núcleos de enfriamiento junto con una carcasa que incluya partículas de SAP, como se ha descrito anteriormente, para proporcionar humedad y capacidad de enfriamiento adicional. En algunas realizaciones, la adición de un dispositivo con uno o más núcleos de enfriamiento como se describe en el presente documento puede enfriar la corriente de gas al menos aproximadamente 5 °F o al menos aproximadamente 10 °F más que un dispositivo con partículas de SAP solamente. Se pueden utilizar más dispositivos que contengan núcleos de enfriamiento si se desea un enfriamiento adicional de la corriente de gas. Varios dispositivos pueden proporcionar un efecto de enfriamiento aditivo. Los dispositivos (uno o más dispositivos con partículas de SAP y uno o más dispositivos con núcleos de enfriamiento) pueden unirse en serie para proporcionar la cantidad deseada de humedad y enfriamiento. En una realización, un primer dispositivo con partículas de SAP está conectado de manera fluida a y aguas arriba de un segundo dispositivo con núcleo(s) de enfriamiento, y una corriente de gas de salida humidificada del primer dispositivo viaja a través del segundo dispositivo para un enfriamiento adicional antes de su suministro a un individuo.

Métodos para humidificar y purificar el aire

Se proporcionan métodos para humidificar, y opcionalmente purificar, el aire. Por ejemplo, una corriente de aire de entrada de un ambiente, como una habitación, un edificio o un espacio cerrado, fluye por y recoge agua de un SAP hidratado, por ejemplo, en un dispositivo como se divulga en el presente documento, o en un dispositivo de diseño alternativo que contiene SAP hidratado, y a través del cual fluye aire de entrada en contacto con el SAP antes de salir del dispositivo, produciendo una corriente de gas de salida humidificada. En algunas realizaciones, el aire humidificado de salida se devuelve al medio ambiente. En otras realizaciones, el aire humidificado de salida se suministra a una persona que necesita aire humidificado, por ejemplo, a través de tuberías, opcionalmente a través de una máscara u otro dispositivo para administración a los conductos nasales, garganta y/o boca del individuo.

En algunas realizaciones, la materia particulada u otros contaminantes se eliminan del aire junto con la humidificación. Por ejemplo, se puede implementar un filtro aguas arriba o aguas abajo del SAP hidratado. En una realización, el filtro es un filtro HEPA. En algunas realizaciones, se puede eliminar el polen del aire y se puede producir una corriente de aire humidificado con menos polen que el aire de entrada, o con prácticamente todo el polen eliminado.

Adaptadores de tubería

Se proporcionan adaptadores para conectar tuberías para el suministro de una corriente de gas (por ejemplo, aire, oxígeno) hacia o desde un dispositivo como se describe en el presente documento (por ejemplo, un dispositivo con partículas de SAP o un dispositivo con núcleo(s) de enfriamiento). En las Figuras 34 y 35 se muestra una realización de un adaptador. A diferencia de un adaptador que debe insertarse en una entrada o salida de gas, los adaptadores divulgados en el presente documento se pueden introducir y extraer fácilmente de la entrada y la salida y la tubería se puede insertar fácilmente en las mismas y retenerla mediante una junta de reborde interior. En la Figura 34 se muestra una vista interior en sección del adaptador, y en la Figura 35 se muestran adaptadores conectados a la entrada y salida de gas de un dispositivo como el divulgado en el presente documento. Como se muestra en la Figura 34, el adaptador incluye un poste central que se conecta a la entrada o salida y a través del cual fluye la corriente de gas, una pared de anillo exterior configurada de tal manera que la tubería no doble el poste central cuando la tubería esté conectada, y una pequeña trampa de agua interna y una junta de reborde interior. En algunas realizaciones, los adaptadores pueden construirse de poliuretano termoplástico (TPU), elastómero termoplástico (TPE) o polipropileno (PP).

Trampas de agua

Se proporcionan trampas de agua para recoger la condensación que se forma en las tuberías a través de las cuales fluye una corriente de gas, como tuberías para un dispositivo CPAP o un tanque o concentrador de oxígeno. Por ejemplo, en ciertos ambientes como climas fríos, el agua puede condensarse dentro de la tubería y es ventajoso recoger esta condensación para impedir su transporte con la corriente de gas que entrará en los conductos nasales de un individuo. En la Figura 36 se muestra un ejemplo de trampa de agua. En algunas realizaciones, la carcasa de la trampa de agua puede estar construida de un material flexible, como el poliuretano termoplástico (TPU) o el elastómero termoplástico (TPE), lo cual es ventajoso frente a un material rígido como el acrílico que podría rodar por el suelo y convertirse en un peligro si una persona lo pisa. En algunas realizaciones, las tapas de extremo pueden estar construidas de TPU o polipropileno (PP). En algunas realizaciones, la trampa de agua incluye un difusor en cada extremo que contiene ranuras delgadas (por ejemplo, de aproximadamente 0,25 pulgadas de ancho) que desvían el agua e impiden que entre en la tubería que transporta una corriente de gas, como aire u oxígeno, a un individuo. En algunas realizaciones, la trampa de agua puede contener partículas de SAP para absorber agua en la corriente de gas a medida que transita a través de la trampa de agua. La Figura 37 muestra una realización de una trampa de agua como se describe en el presente documento en línea con un concentrador de oxígeno.

Métodos de tratamiento

Las condiciones para las cuales un gas humidificado es terapéuticamente beneficioso pueden tratarse mediante la producción y suministro de una corriente de gas humidificado de acuerdo con cualquiera de los métodos descritos en el presente documento.

5 Se proporcionan métodos para el tratamiento de la apnea del sueño. El aire humidificado y enfriado se produce al hacer fluir una corriente de aire presurizado de entrada desde un dispositivo CPAP por SAP hidratado, como se ha descrito anteriormente. La corriente de aire humidificado y enfriado se suministra a una persona que lo necesita, por ejemplo, un individuo que sufre de apnea del sueño. En algunas realizaciones, el aire humidificado y enfriado se
10 suministra al individuo a través de tuberías que no se calientan con una fuente de calor externa. En algunas realizaciones, el aire de salida humidificado y enfriado se suministra a una presión de aproximadamente 1 cmH₂O a aproximadamente 30 cmH₂O.

15 Se proporcionan métodos para oxigenoterapia. El oxígeno humidificado se produce haciendo fluir una corriente de oxígeno de entrada, por ejemplo, de un tanque de oxígeno o de un dispositivo concentrador de oxígeno, por SAP hidratado, como se ha descrito anteriormente. El flujo de oxígeno humidificado se suministra a una persona que lo necesite, por ejemplo, un individuo que sufre de EPOC o enfermedad pulmonar. En algunas realizaciones, el oxígeno de salida humidificado se suministra entre aproximadamente 0,5 Lpm a aproximadamente 15 Lpm.

20 Se proporcionan métodos para suministrar aire humidificado a una persona que lo necesite. El aire humidificado se produce haciendo fluir aire desde un ambiente por SAP hidratado, como se ha descrito anteriormente. En una realización, se proporciona un método para tratar el crup, al suministrar aire humidificado y enfriado, producido como se describe en el presente documento, a una persona que sufre de crup.

25 Se proporcionan métodos para suministrar aire humidificado y purificado a una persona que lo necesite. El aire humidificado y purificado se produce haciendo fluir aire desde un ambiente por SAP hidratado, como se ha descrito anteriormente, en donde el aire se filtra antes o después del contacto con el SAP hidratado. El aire de salida está humidificado y contiene una menor cantidad de materia particulada y/o uno o más contaminantes en comparación con el aire que no ha sido filtrado. En una realización, se proporciona un método para tratar alergias o asma, al suministrar
30 aire humidificado y purificado, producido como se describe en el presente documento, a una persona que sufre de asma o alergias. En algunas realizaciones, la filtración del aire reduce o elimina el polen de la corriente de aire.

Se proporcionan métodos para suministrar aire frío u oxígeno a una persona que lo necesite. El aire o el oxígeno enfriados se producen al hacer fluir la corriente de gas cerca o alrededor de uno o más núcleos de enfriamiento, como se describe en el presente documento. La corriente de gas de salida es más fría que una corriente de gas equivalente que no ha pasado por un dispositivo con núcleo(s) de enfriamiento. En algunas realizaciones, se proporciona un método para tratar el asma, sofocos, crup, o cualquier otra condición para la cual respirar aire fresco u oxígeno sería beneficioso. En algunas realizaciones, la corriente de aire enfriado o de oxígeno se humidifica, por ejemplo, con una
35 unidad aguas arriba para humidificación de la corriente de gas como se describe en el presente documento.

40 *Sistemas*

Se proporcionan sistemas para usar en métodos para humidificar una corriente de gas como se describe en el presente documento y en métodos de tratamiento de afecciones para las que la utilización de un gas humidificado, como el aire
45 o el oxígeno, sería beneficioso. Los sistemas descritos en el presente documento incluyen una carcasa para retener SAP hidratado, a través del cual puede fluir la corriente de gas de entrada, configurado de tal manera que el gas de entrada entra en contacto con el SAP hidratado y recoge moléculas de agua en forma de vapor de agua a medida que fluye a través de la carcasa. La carcasa incluye una entrada a través de la cual una corriente de gas de entrada ingresa a la carcasa, e incluye una salida a través de la cual la corriente de gas de salida hidratada sale de la carcasa.

50 En algunas realizaciones, la carcasa incluye partículas de SAP hidratadas esféricas o sustancialmente esféricas contenidas en su interior. En algunas realizaciones, la carcasa es cilíndrica o sustancialmente cilíndrica, o puede tener una porción cilíndrica o sustancialmente cilíndrica en la que está contenido el SAP hidratado. La carcasa puede estar construida de un material rígido o de un material flexible.

55 La corriente de gas de entrada puede ingresar a la carcasa a través de la tubería de entrada, y la corriente de gas de salida humidificada puede salir de la carcasa a través de la tubería de salida. En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada puede ser suministrada por un dispositivo para proporcionar aire presurizado, como un dispositivo CPAP, o puede ser suministrada por un dispositivo para proporcionar oxígeno, como un tanque de oxígeno o un
60 concentrador de oxígeno. En algunas realizaciones, la tubería de salida está conectada a una máscara u otro dispositivo para suministrar la corriente de gas de salida humidificada a los conductos nasales, garganta y/o boca de un individuo.

65 En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada puede ser aire de un ambiente, como una habitación, un edificio, un recinto, o del aire libre. Un dispositivo de humidificación del aire puede incluir un componente, como por ejemplo un motor soplador, para introducir aire de entrada en el dispositivo y empujarlo a través de la carcasa que

contiene SAP hidratado. Opcionalmente, se puede incluir un filtro en el dispositivo de humidificación del aire, aguas arriba o aguas abajo del SAP hidratado, para eliminar las impurezas del aire, como polen y/u otra materia particulada, proporcionando de ese modo una corriente de aire de salida humidificada y purificada. En una realización, el filtro es un filtro HEPA. Opcionalmente, la corriente de gas de salida puede fluir a través de una salida y hacia una tubería que está conectada a una máscara u otro dispositivo para suministrar el aire humidificado y opcionalmente purificado a los conductos nasales, garganta y/o boca de un individuo. En una realización, el aire de entrada fluye a través de, en secuencia, uno o más filtros (por ejemplo, incluyendo un filtro HEPA), un motor soplador, una carcasa que contiene SAP hidratado y, opcionalmente, una tubería conectada a una máscara u otro dispositivo para suministrar el aire de salida a un individuo.

En una realización, representada esquemáticamente en la Figura 2, un gas de entrada ingresa a la carcasa en un primer extremo que contiene una entrada de gas, y un gas de salida sale de la carcasa en un segundo extremo que contiene una salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. En la realización mostrada en la Figura 2, la entrada de gas y la salida de gas están en extremos opuestos de la carcasa cilíndrica. En la Figura 11 y la Figura 12 se muestra una realización de tapas de extremo que contienen un puerto de entrada o salida de gas. La carcasa puede incluir un pistón interno, proximal a la entrada de gas y movable hacia la salida de gas en respuesta a la presión del gas, para la retención de las partículas de SAP. La corriente de gas viaja desde la entrada hasta la salida, por y alrededor de las partículas de SAP, y el pistón responde a la presión de la corriente de gas de entrada que fluye, compactando y manteniendo las partículas de SAP en su lugar. La presión del gas mueve el pistón, manteniendo las partículas de SAP comprimidas, permitiendo el uso del dispositivo en cualquier orientación, incluyendo horizontal o vertical o en ángulos intermedios. A medida que el agua del SAP hidratado ingresa a la corriente de gas que fluye, las partículas de SAP se encogen y el pistón se mueve en consecuencia hacia la salida de gas, comprimiendo el SAP. Una realización de un pistón se muestra en la Figura 13 y la Figura 14. Se proporciona una abertura en la que se puede fijar un tamiz de malla, permitiendo de ese modo el flujo de gas y al mismo tiempo bloqueando la entrada de partículas de SAP en la entrada de gas. Otra realización de un pistón se muestra en la Figura 15 y la Figura 16. Se proporciona una superficie perforada, es decir, que contiene una pluralidad de aberturas, permitiendo de ese modo el flujo de gas y al mismo tiempo bloqueando la entrada de partículas de SAP en la entrada de gas. En algunas realizaciones, un tamiz u otra superficie perforada, como se muestra en la Figura 17, se proporciona en el segundo extremo, por ejemplo, dentro de la tapa de extremo en el segundo extremo, para bloquear la salida de partículas de SAP hacia la salida de gas. En algunas realizaciones, en la salida del gas se proporciona un tamiz u otra superficie perforada, por ejemplo, como se muestra en la Figura 18, para bloquear la salida de partículas de SAP a través de la salida de gas. La carcasa, el pistón y/o las tapas de extremo pueden construirse de cualquier material adecuado, tal como un plástico rígido. En una realización, la carcasa puede ser transparente o, alternativamente, puede ser opaca o, alternativamente, puede ser opaca con una ventana o tira transparente a través de la cual se pueden ver las partículas de SAP.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 3, una carcasa contiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior, en donde el dispositivo está configurado en configuración vertical o sustancialmente vertical durante el funcionamiento, y el extremo superior está por encima del extremo inferior. El extremo superior contiene una entrada de gas y una salida de gas. Un gas de entrada ingresa a la carcasa por la entrada de gas y un gas de salida sale de la carcasa por la salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La corriente de gas de entrada viaja a través de un tubo u otro paso en dirección desde la parte superior a la parte inferior del dispositivo. En la Figura 20 se muestra un ejemplo de una tapa superior con un tubo de entrada. En algunas realizaciones, el dispositivo se mantiene en una configuración vertical con una tapa inferior en la que se inserta la carcasa, por ejemplo, como se muestra en la Figura 22. En algunas realizaciones, la corriente de gas de entrada fluye a través de una superficie perforada en o cerca del fondo de la carcasa y fluye de regreso hacia arriba a través de las perforaciones para entrar en contacto con las partículas de SAP contenidas dentro de la carcasa. En la Figura 23 se muestra un ejemplo de placa inferior perforada. La corriente de gas fluye hacia arriba a través del SAP y sale por la salida de gas como una corriente de gas humidificado. En algunas realizaciones, se utiliza una tapa superior con una placa perforada en el interior, tal como se muestra en la Figura 21, que impide que las partículas de SAP salgan del dispositivo a través de la salida de gas. En una realización, la carcasa puede ser transparente o, alternativamente, puede ser opaca o, alternativamente, puede ser opaca con una ventana o tira transparente a través de la cual se pueden ver las partículas de SAP.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 4, un gas de entrada ingresa a la carcasa en un primer extremo que contiene una entrada de gas, y un gas de salida sale de la carcasa en un segundo extremo que contiene una salida de gas. En la realización mostrada en la Figura 4, la entrada de gas y la salida de gas están en extremos opuestos de la carcasa cilíndrica. La corriente de gas viaja desde la entrada hasta la salida, por y alrededor de las partículas de SAP. En la Figura 24 y la Figura 25 se muestra una realización de tapas de extremo que contienen un puerto de entrada o salida de gas. En algunas realizaciones, las tapas de extremo incluyen una malla o tamiz interno incorporado. La carcasa está fabricada con un material flexible. Por ejemplo, el material flexible puede ser TPU o cualquier otro material flexible y blando adecuado que sea fuerte y duradero para usar en los métodos descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, un dispositivo como el que se muestra en la Figura 4 puede construirse para uso a corto plazo o ser desechable. En algunas realizaciones, el dispositivo no incluye pistón. En algunas realizaciones, las partículas de SAP en una carcasa flexible no disipan el calor tan rápido como en una carcasa rígida y, por lo tanto, no se encogen tan rápido, reduciendo o eliminando la necesidad de un pistón u otro dispositivo

para comprimirlos y/o mantenerlos en su lugar.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 5, una carcasa contiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior, en donde el dispositivo está configurado en configuración vertical o sustancialmente vertical durante el funcionamiento, y el extremo superior está por encima del extremo inferior. El extremo superior contiene una entrada de gas y una salida de gas. Un gas de entrada ingresa a la carcasa por la entrada de gas y un gas de salida sale de la carcasa por la salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La carcasa incluye una pared divisoria o separador que está conectado a una placa superior que contiene la entrada de gas y la salida de gas, configurados en diferentes lados del separador. El separador se extiende desde la placa superior hacia abajo, hacia una placa inferior, creando dos cámaras, una a cada lado del separador, es decir, una primera cámara debajo de la entrada de gas y una segunda cámara debajo de la salida de gas, y dejando una abertura en la parte inferior de la carcasa para crear un puerto de derivación. Las partículas de SAP están contenidas en ambos lados del separador. En algunas realizaciones, la apertura del puerto de derivación es demasiado pequeña para que las partículas de SAP viajen entre las dos cámaras a cada lado del separador, por ejemplo, por menor que el diámetro de las partículas de SAP. La corriente de gas de entrada fluye a través de la entrada de gas y a través de la primera cámara en una dirección de arriba a abajo de la carcasa, a través del puerto de derivación, y luego a través de la segunda cámara en una dirección de abajo a arriba de la carcasa, saliendo como gas de salida humidificado a través de la salida de gas. La carcasa puede estar hecha de un material flexible, por ejemplo, TPU u otro material flexible adecuado. En algunas realizaciones, un dispositivo como el que se muestra en la Figura 5 puede construirse para uso a corto plazo o ser desechable. En algunas realizaciones, se coloca un tamiz o malla perforada entre el separador y la parte inferior del dispositivo, para impedir que partículas de SAP entren y bloqueen el puerto de derivación.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 6, una carcasa contiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior, en donde el dispositivo está configurado en configuración vertical o sustancialmente vertical durante el funcionamiento, y el extremo superior está por encima del extremo inferior. El extremo superior contiene una entrada de gas y una salida de gas. Un gas de entrada ingresa a la carcasa por la entrada de gas y un gas de salida sale de la carcasa por la salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La corriente de gas de entrada viaja a través de un tubo u otro paso en dirección desde la parte superior a la parte inferior del dispositivo. El tubo o paso de gas de entrada se extiende desde la placa superior hacia abajo, hacia una placa inferior, dejando una abertura en la parte inferior de la carcasa. Las partículas de SAP rodean el tubo o paso de gas de entrada. La corriente de gas de entrada fluye a través de la entrada de gas en una dirección de arriba a abajo de la carcasa, sale por la parte inferior del tubo o paso de gas de entrada y luego a través de las partículas de SAP en una dirección desde la parte inferior hasta la parte superior de la carcasa, saliendo como gas de salida humidificado a través de la salida de gas. La carcasa puede estar hecha de un material flexible, por ejemplo, TPU u otro material flexible adecuado. En algunas realizaciones, un dispositivo como el que se muestra en la Figura 6 puede construirse para uso a corto plazo o ser desechable.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 26, un gas de entrada entra en la carcasa por un primer extremo o un segundo extremo, en donde ambos extremos están configurados para ser una entrada de gas o una salida de gas, y sale por el extremo opuesto a la entrada de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La carcasa puede incluir dos resortes flexibles, que sirven como pistones internos, uno proximal a la entrada de gas y otro proximal a la salida de gas. Los resortes responden a la presión del gas para la retención de las partículas de SAP. La corriente de gas viaja desde la entrada hasta la salida, por y alrededor de las partículas de SAP, el pistón proximal a la entrada de gas se expande en respuesta a la presión de la corriente de gas de entrada que fluye, y el pistón proximal a la salida de gas se comprime, compactando y manteniendo las partículas de SAP en su lugar. La presión del gas mueve los pistones, manteniendo las partículas de SAP comprimidas, permitiendo el uso del dispositivo en cualquier orientación, incluyendo horizontal o vertical o en ángulos intermedios. A medida que el agua del SAP hidratado ingresa a la corriente de gas que fluye, las partículas de SAP se encogen y los pistones se mueven en consecuencia hacia la salida de gas, comprimiendo el SAP. Se proporcionan aberturas en los extremos distales de cada pistón (el extremo del pistón que está adyacente a las partículas de SAP), que pueden contener una malla u otras aberturas perforadas o porosas, permitiendo de ese modo el flujo de gas y al mismo tiempo bloqueando la entrada de partículas de SAP en la entrada de gas. En una realización, el extremo del resorte flexible que está adyacente a las partículas de SAP es circular con nervaduras que irradian desde el centro y nervaduras circulares concéntricas que intersecan las nervaduras que irradian desde el centro, permitiendo de ese modo que la corriente de gas fluya a través de ella mientras se proporciona una barrera para la salida de partículas de SAP en la corriente de gas de salida.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 28, una carcasa contiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior, en donde el dispositivo está configurado en configuración vertical o sustancialmente vertical durante el funcionamiento, y el extremo superior está por encima del extremo inferior. El extremo superior contiene una entrada de gas y una salida de gas. Un gas de entrada ingresa a la carcasa por la entrada de gas y un gas de salida sale de la carcasa por la salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La corriente de gas de entrada viaja a través de un tubo u otro paso en dirección desde la parte superior a la parte inferior del dispositivo. El tubo o paso de gas de entrada se extiende desde la placa superior hacia abajo, hacia una placa inferior, dejando una abertura en la parte inferior de

la carcasa. Las partículas de SAP rodean el tubo o paso de gas de entrada. La corriente de gas de entrada fluye a través de la entrada de gas y se dirige a través de un tubo central en dirección de arriba a abajo de la carcasa, sale por la parte inferior del tubo o paso de gas de entrada y luego atraviesa las partículas de SAP en una dirección desde la parte inferior hasta la parte superior de la carcasa, saliendo como gas de salida humidificado a través de la salida de gas. En algunas realizaciones, el dispositivo incluye placas de rejilla superior e inferior, como se representa en la Figura 29.

En otra realización, representada esquemáticamente en la Figura 32, una carcasa contiene un primer extremo superior y un segundo extremo inferior, en donde el dispositivo está configurado en configuración vertical o sustancialmente vertical durante el funcionamiento, y el extremo superior está por encima del extremo inferior. El extremo superior contiene una entrada de gas y una salida de gas. Un gas de entrada ingresa a la carcasa por la entrada de gas y un gas de salida sale de la carcasa por la salida de gas. El gas de salida tiene una mayor humedad y, en algunas realizaciones, una temperatura más fría, que el gas de entrada. La corriente de gas de entrada viaja a través de un tubo u otro paso en dirección desde la parte superior a la parte inferior del dispositivo. El tubo o paso de gas de entrada se extiende desde la entrada hacia abajo, en dirección a la parte inferior del dispositivo, en contacto con partículas de SAP. El dispositivo contiene difusores, por ejemplo, con ranuras para el paso de la corriente de gas en la parte inferior del dispositivo y proximal a la salida, como se muestra en la Figura 32, reduciendo o impidiendo de ese modo que entre agua en la línea de gas a través de la cual se suministrará el gas a un individuo. La corriente de gas sale como gas de salida humidificado a través de la salida de gas.

En la Figura 7 se muestra una realización en la que un dispositivo como el que se muestra en la Figura 2 o la Figura 4 se utiliza junto con un dispositivo CPAP. En la Figura 8 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 3 junto con un dispositivo CPAP. En la Figura 27 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 26 junto con un dispositivo CPAP. En la Figura 39 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 28 junto con un dispositivo CPAP. Una corriente de aire presurizado fluye a través de una tubería hacia la carcasa que contiene el SAP como se describe en el presente documento, fluye desde la entrada a la salida a través de la carcasa como se describe en el presente documento, de manera que la corriente de aire recoge agua del SAP hidratado y se convierte en una corriente de aire humidificada, que fluye a través de la salida de la carcasa y luego a través de una tubería hasta una máscara nasal, a través de la cual se suministra aire humidificado y presurizado a una persona, por ejemplo, para el tratamiento con CPAP para una afección como la apnea del sueño.

En la Figura 9 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 3 junto con un concentrador de oxígeno. En la Figura 10 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 5 o la Figura 6 junto con un concentrador de oxígeno. En la Figura 40 se muestra una realización en la que se utiliza un dispositivo como el que se muestra en la Figura 32 junto con un concentrador de oxígeno. Un vapor de oxígeno presurizado fluye a través de una tubería hacia la carcasa que contiene SAP como se describe en el presente documento, fluye desde la entrada a la salida a través de la carcasa como se describe en el presente documento, de manera que la corriente de oxígeno recoge agua del SAP hidratado y se convierte en una corriente de oxígeno humidificado, que fluye a través de la salida de la carcasa y luego a través de una tubería hasta las cánulas nasales, a través de la cual se suministra oxígeno humidificado y presurizado a una persona, por ejemplo, para tratamiento respiratorio.

Se proporcionan sistemas para usar en métodos para enfriar una corriente de gas como se describe en el presente documento y en métodos de tratamiento de condiciones para las cuales el utilizar un gas enfriado, como el aire o el oxígeno, sería beneficioso. Un sistema para enfriar una corriente de gas puede incluir un dispositivo con uno o más núcleos de enfriamiento, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 30 y 31. El dispositivo con núcleo(s) de enfriamiento se puede utilizar solo o junto con un dispositivo para humidificar la corriente de gas. Por ejemplo, un dispositivo que incluye partículas de SAP puede incluirse en conjunto, por ejemplo, aguas arriba del dispositivo con núcleo(s) de enfriamiento. En la Figura 38 se muestra un ejemplo de un sistema de este tipo.

En algunas realizaciones de los dispositivos en el presente documento, la carcasa, el pistón y/o las tapas de extremo están contruidos con un material plástico rígido, como policarbonato, acetal, TPU, plástico acrílico y/o polipropileno. En una realización, la carcasa está contruida de policarbonato, tal como policarbonato de 1/16 de pulgada de grosor. En una realización, el pistón y/o las tapas de extremo están contruidos de acetal. En otra realización, el pistón y/o las tapas de extremo están contruidos de polipropileno. En algunas realizaciones, las tapas de extremo contienen una arandela interna de anillo en O, por ejemplo, contruida en silicona, que se mantiene en su lugar por la tubería en una aplicación de uso.

En algunas realizaciones de los dispositivos en el presente documento, la carcasa y/o el separador interno están contruidos con un material flexible, como TPU o TPE. En una realización, las tapas de extremo están contruidas de acetal. En algunas realizaciones, las tapas de extremo incluyen tamices de malla internos contruidos con polipropileno. En algunas realizaciones, los accesorios de entrada y salida de gas están contruidos en polipropileno.

El SAP se puede hidratar en cualquiera de los dispositivos descritos en el presente documento añadiendo agua, por ejemplo, agua destilada o filtrada, aunque también puede utilizarse agua del grifo, sumergir el SAP durante un periodo

de tiempo (por ejemplo, 6-8 horas), y luego decantar el exceso de agua que no ha sido absorbida por el polímero. Después de utilizar el dispositivo para humidificar una corriente de gas, las partículas de SAP se encogerán a medida que se elimine el agua en la corriente de gas que fluye, y el SAP debe rehidratarse sumergiéndolo nuevamente en agua (por ejemplo, 3-5 horas) y decantar el exceso.

5 En realizaciones de dispositivos que pueden usarse en una orientación horizontal, como el dispositivo mostrado en la Figura 2, se puede proporcionar una tapa de servicio, como se muestra en la Figura 19, para tapar un puerto de gas al rehidratar el SAP contenido en la carcasa. Esto permite mantener el dispositivo en orientación vertical mientras se agrega agua para hidratar el SAP. La tapa de servicio puede incluir un sello para evitar que el agua salga del dispositivo durante la rehidratación.

10 En algunas realizaciones, un dispositivo puede incluir una trampa de agua, por ejemplo, como se muestra en la Figura 28, para recoger el exceso de condensación de las partículas de SAP, si existe, por ejemplo, durante el funcionamiento del aparato.

15 En algunas realizaciones, un dispositivo puede incluir una tapa de extremo roscada y/o un embudo para facilitar la recarga de partículas de SAP en el mismo. Por ejemplo, las roscas pueden configurarse de tal manera que se pueda acoplar una botella de agua desechable disponible en el mercado para verter agua en el interior del dispositivo, proporcionando comodidad durante un viaje. En la Figura 33 se muestra una realización de tapa de extremo roscada.

20 En algunas realizaciones, un dispositivo puede incluir una abertura, como se muestra en la Figura 32, ("Orificio para gancho"), por ejemplo, para facilitar su fijación a un aparato móvil como un tanque de oxígeno o un concentrador de oxígeno.

25 En algunas realizaciones, un sistema como el descrito en el presente documento puede incluir una trampa de agua en línea, por ejemplo, como se muestra en la Figura 36, para recoger la condensación. En la Figura 37 se muestra una realización de una trampa de agua en un sistema que incluye un concentrador de oxígeno. La trampa de agua en línea puede construirse de un material flexible y puede incluir opcionalmente partículas de SAP.

30 Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar, pero no limitar, la invención.

Ejemplos

Ejemplo 1

35 Humidificación y Enfriamiento del Aire Presurizado Suministrado a Través de un Dispositivo CPAP

La humedad y la temperatura ambiente se determinaron utilizando un sensor inalámbrico en una cámara de pruebas ("Ambiente"). Luego se determinó la humedad y la temperatura del aire de salida suministrado por una máquina CPAP con seis pies de tubería sin calefacción ("CPAP"). Por último, se determinó la humedad y la temperatura del aire suministrado desde una máquina CPAP con aire presurizado que viajaba a través de un dispositivo en línea que contenía esferas de SAP hidratadas con dos pies de tubería entre la fuente de aire y el dispositivo en línea, luego seis pies de tubería aguas abajo del dispositivo y a través de la cual se suministraba el aire de salida ("Max V2"). La presión de aire suministrada por el dispositivo CPAP fue de 10 cmH₂O. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

45

Tabla 1

Condición	Temperatura (°F)	Humedad relativa
Ambiente	67,1	56,7
CPAP	74	47
Max V2	63	91,1

5 Cuando se utilizaron tuberías calentadas para la prueba de CPAP en lugar de tuberías no calentadas, la humedad bajó y la temperatura subió más de lo que se muestra en la Tabla 1 para la condición de prueba "CPAP" (datos no mostrados).

Ejemplo 2

Humidificación de Oxígeno Suministrado a Través de una Máquina Concentradora de Oxígeno

10 La humedad y la temperatura ambiente se determinaron utilizando un sensor inalámbrico en una cámara de pruebas ("Ambiente"). Luego se determinó la humedad y la temperatura con oxígeno suministrado desde una máquina concentradora de oxígeno a través de veinticinco pies de tubería de oxígeno ("Concentrador de Oxígeno"). Por último, se determinó la humedad y la temperatura del oxígeno suministrado desde una máquina concentradora de oxígeno con oxígeno viajando a través de un dispositivo en línea que contenía esferas de SAP hidratadas con veinticinco pies de tubería de oxígeno entre la fuente de aire y el dispositivo en línea, luego, siete pies de tubería de oxígeno aguas abajo del dispositivo y a través del cual se suministraba el oxígeno de salida ("Max V2"). El caudal de oxígeno suministrado desde el dispositivo concentrador de oxígeno fue de 4 Lpm. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Condición	Temperatura (°F)	Humedad relativa
Ambiente	65,4	63,2
Concentrador de Oxígeno	65,7	1,2
Max V2	65,8	98,1

20 Ejemplo 3

Humidificación de Oxígeno Suministrado a Través de una Máquina Concentradora de Oxígeno

25 La humedad y la temperatura ambiente se determinaron utilizando un sensor inalámbrico en una cámara de pruebas ("Ambiente"). Luego se determinó la humedad y la temperatura con oxígeno suministrado desde una máquina concentradora de oxígeno utilizando un sensor inalámbrico en línea en una cámara de pruebas ("Concentrador de Oxígeno"). Por último, se determinó la humedad y la temperatura del oxígeno suministrado desde una máquina concentradora de oxígeno con oxígeno viajando a través de un dispositivo en línea que contenía esferas de SAP hidratadas como se muestra en la Figura 32 usando un sensor inalámbrico en línea en una cámara de pruebas ("Salida del Humidificador de Oxígeno"). El caudal de oxígeno suministrado desde el dispositivo concentrador de oxígeno fue de 4 Lpm. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Condición	Temperatura (°F)	Humedad relativa
Ambiente	65,4	63,2
Concentrador de Oxígeno	69,7	1,2
Salida del Humidificador de Oxígeno	65,4	87,1

35 Ejemplo 4

Humidificación y Enfriamiento del Aire Presurizado Suministrado a Través de un Dispositivo CPAP

40 La humedad y la temperatura ambiente se determinaron utilizando un sensor inalámbrico en una cámara de pruebas ("Ambiente"). Luego se determinó la humedad y la temperatura del aire de salida suministrado por una máquina CPAP utilizando un sensor inalámbrico en línea en una cámara de pruebas ("CPAP"). Por último, se determinó la humedad y la temperatura del aire suministrado desde una máquina CPAP con aire presurizado que viajaba a través de un dispositivo en línea que contenía esferas de SAP hidratadas como se muestra en la Figura 28 usando un sensor inalámbrico en línea en una cámara de pruebas ("Salida del Humidificador CPAP"). La presión de aire suministrada por el dispositivo CPAP fue de 10 cmH2O. Los resultados se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Condición	Temperatura (°F)	Humedad relativa
Ambiente	67,1	56,7
CPAP	74	47
Salida del Humidificador CPAP	63	97,7

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para humidificar una corriente de gas, que comprende:

5 un dispositivo que comprende una carcasa que comprende polímero superabsorbente SAP hidratado, en donde el SAP está reticulado y comprende un copolímero de poliacrilato o un copolímero de poliacrilamida, en donde, opcionalmente, el SAP está en forma de una pluralidad de unidades sustancialmente esféricas; una entrada de gas a través de la cual una corriente de gas de entrada ingresa a la carcasa; y una salida de gas a través de la cual sale una corriente de gas de salida de la carcasa, en donde el dispositivo está configurado para que la corriente de gas fluya en contacto con el SAP hidratado, y en donde la corriente de gas de salida comprende una humedad mayor que la corriente de gas de entrada, en donde, opcionalmente, el gas de salida comprende una temperatura más fría que la corriente de gas de entrada, en donde la tubería de salida está conectada a una máscara u otro dispositivo para suministrar la corriente de gas de salida humidificada a los conductos nasales, garganta y/o boca de un individuo.

15 2. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la corriente de gas de entrada es aire presurizado suministrado por un dispositivo CPAP.

20 3. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde la corriente de gas de entrada es oxígeno suministrado por un tanque de oxígeno o un concentrador de oxígeno.

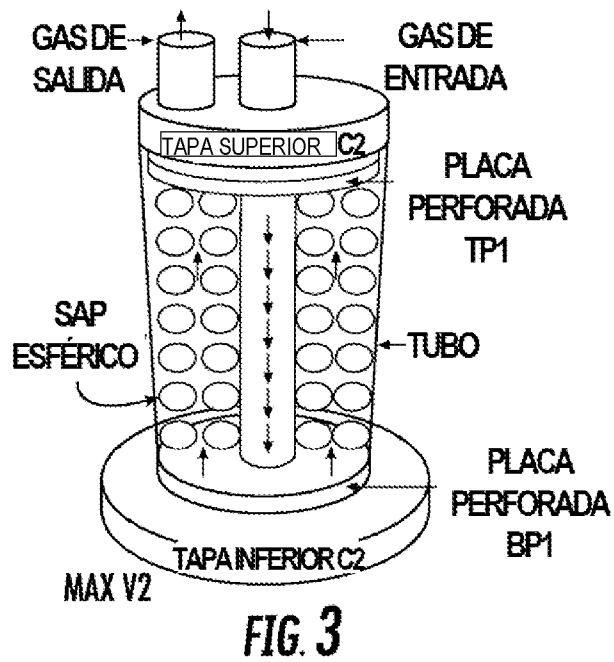
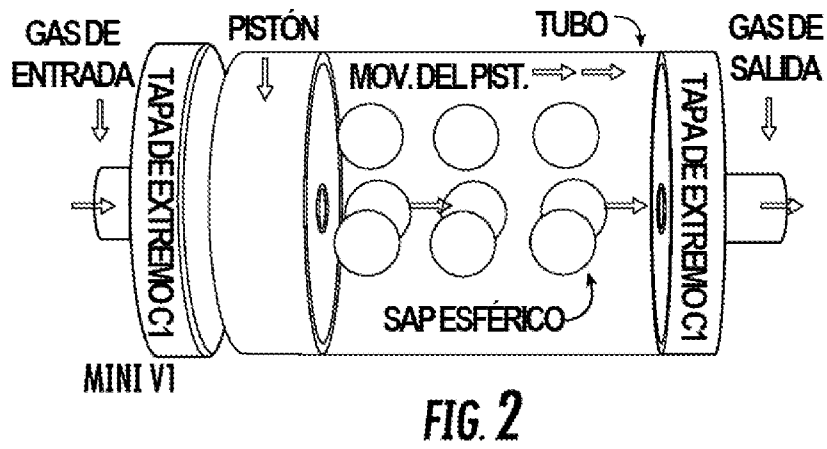
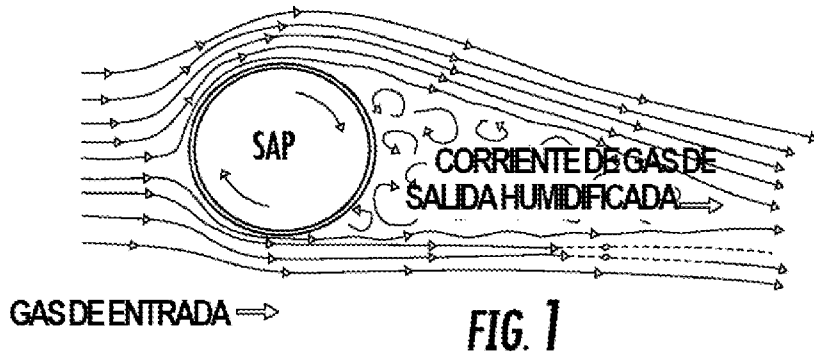
25 4. El sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde la entrada de gas y la salida de gas comprenden adaptadores para conectar tuberías para el suministro de la corriente de gas de entrada o de la salida de la corriente de gas de salida, respectivamente, en donde los adaptadores están retenidos en la entrada de gas y la salida de gas por una junta de reborde interior, y en donde los adaptadores comprenden un poste central que se conecta a la entrada de gas o a la salida de gas y a través del cual fluye la corriente de gas y una pared de anillo exterior configurada de tal manera que la tubería no doblará el poste central cuando la tubería esté conectada, que opcionalmente comprende además una trampa de agua para recoger la condensación que se forma en las tuberías a través de las cuales fluye la corriente de gas de entrada o de salida.

30 5. El sistema de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además un dispositivo que comprende un núcleo de enfriamiento, en donde el núcleo de enfriamiento comprende un material congelado, en donde la corriente de gas en contacto con el núcleo de enfriamiento se enfría, proporcionando de ese modo una corriente de gas de salida que tiene una temperatura más baja que la corriente de gas de salida del sistema en ausencia del dispositivo con el núcleo de enfriamiento.

35 6. El sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el SAP es un copolímero reticulado de poliacrilato y de poliacrilamida.

40 7. El sistema de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el SAP es una sal de un copolímero reticulado de poliacrilato y de poliacrilamida.

8. El sistema de acuerdo con la reivindicación 7 en donde el SAP es un copolímero reticulado de acrilamida y de acrilato de potasio.



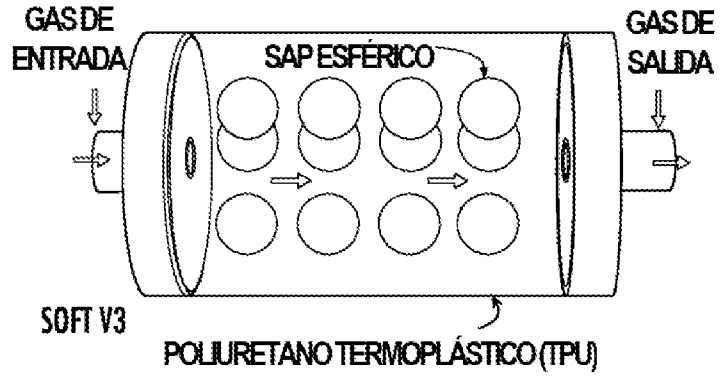


FIG. 4

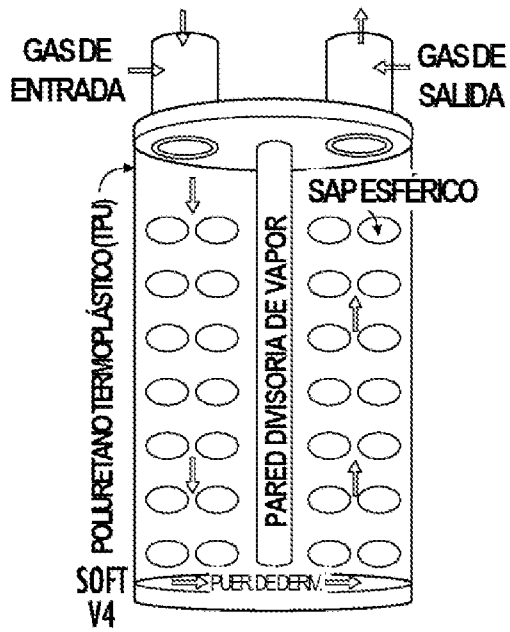


FIG. 5

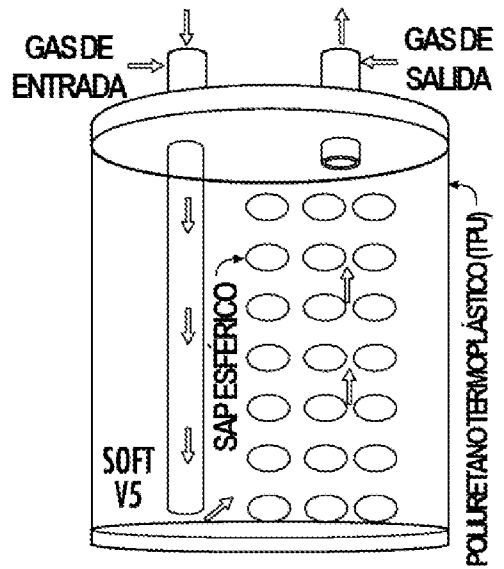


FIG. 6

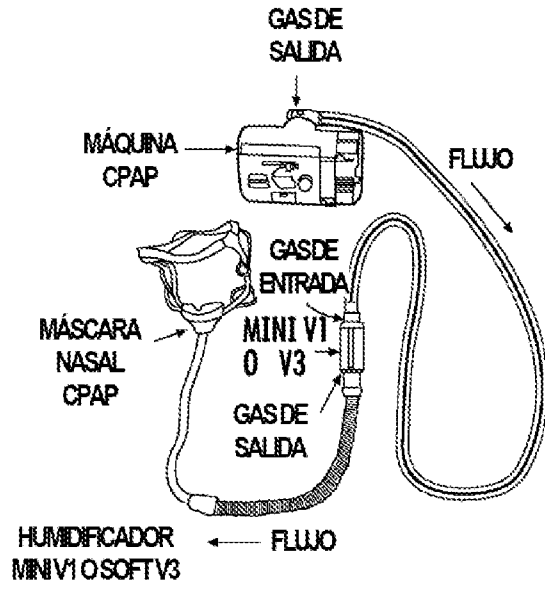


FIG. 7

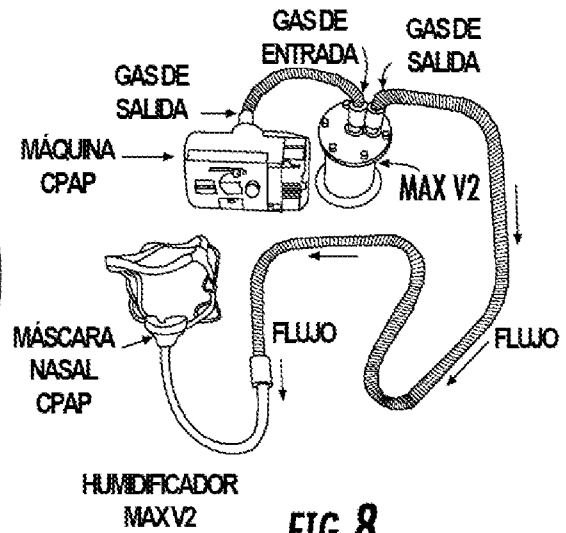


FIG. 8

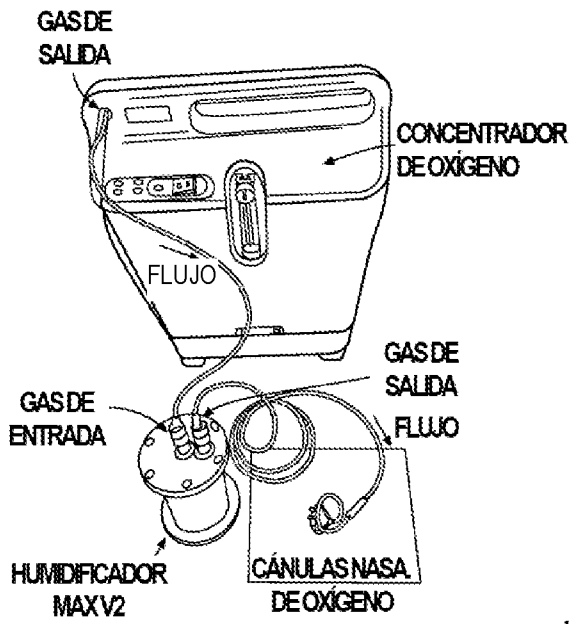


FIG. 9

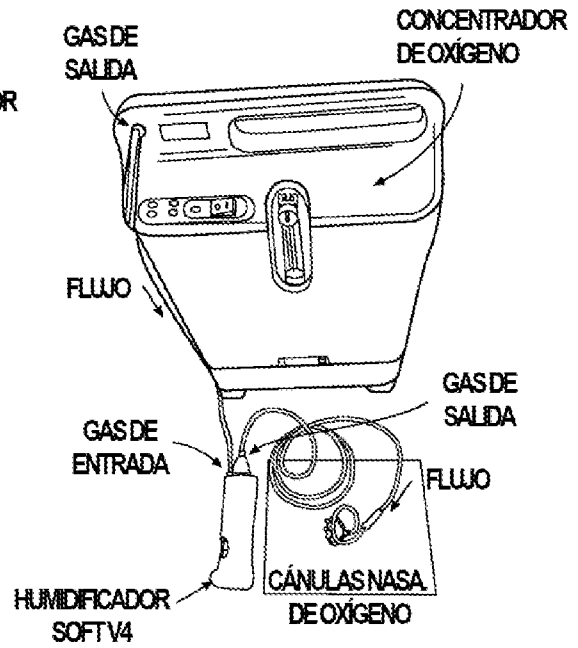


FIG. 10

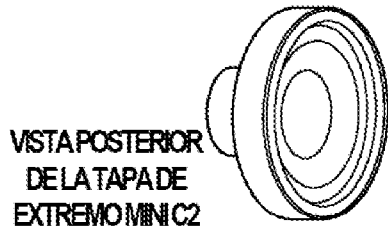


FIG. 11



FIG. 12

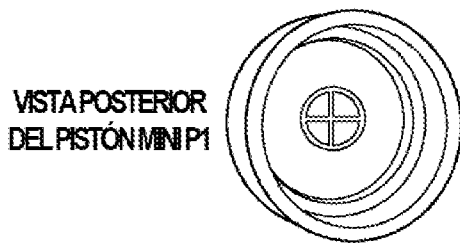


FIG. 13

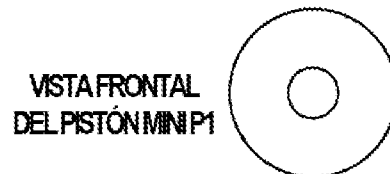


FIG. 14

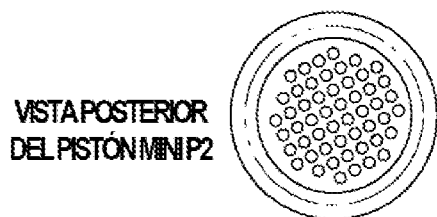


FIG. 15

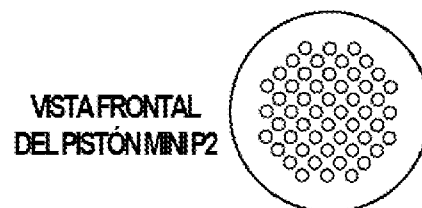


FIG. 16

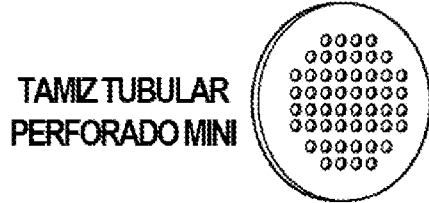


FIG. 17

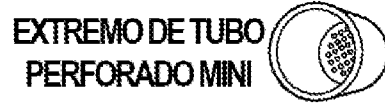


FIG. 18



FIG. 19



FIG. 20

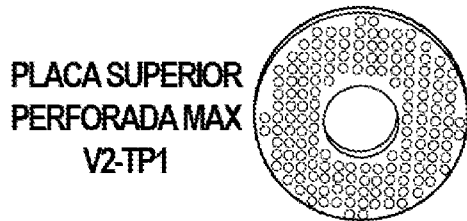


FIG. 21



FIG. 22



FIG. 23



FIG. 24



FIG. 25

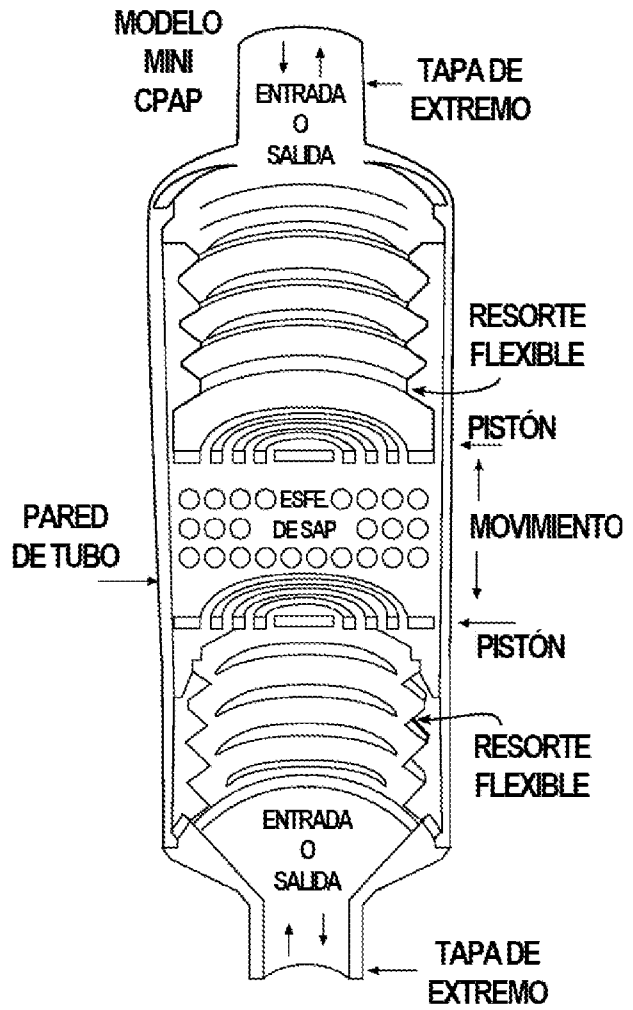


FIG. 26

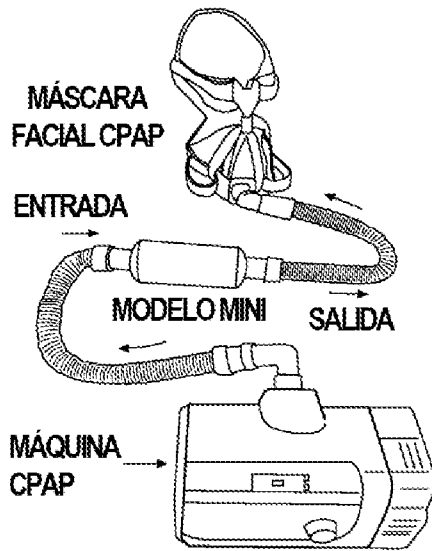


FIG. 27

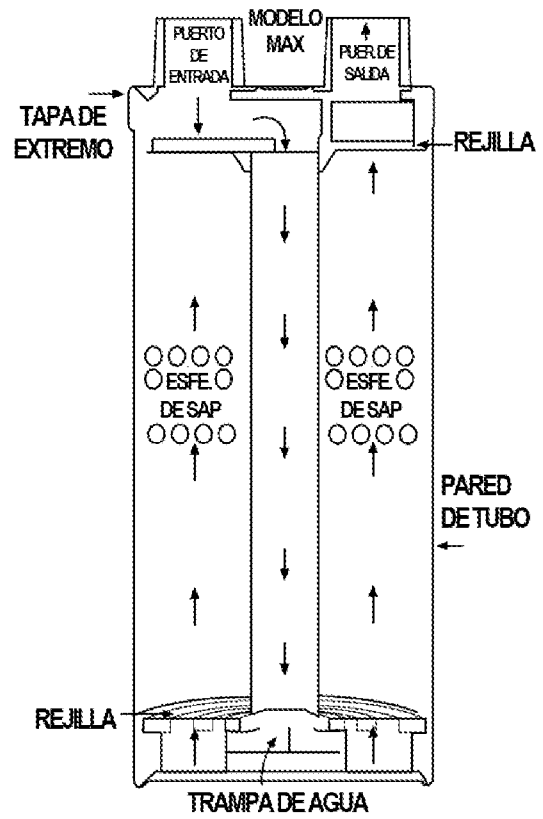


FIG. 28

PIEZAS INTERIORES DEL MODELO MAX LIFE

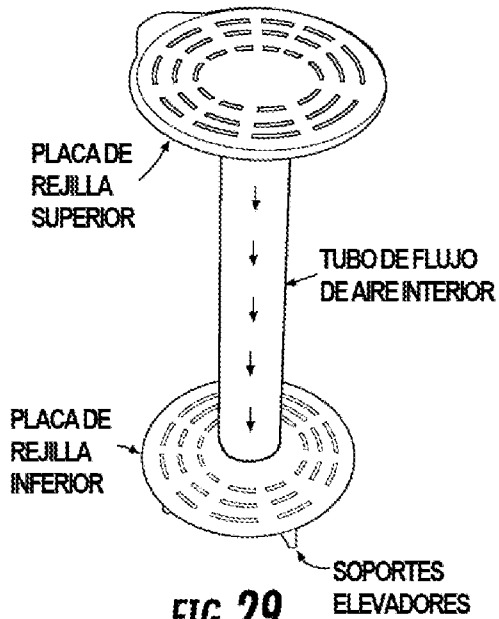


FIG. 29

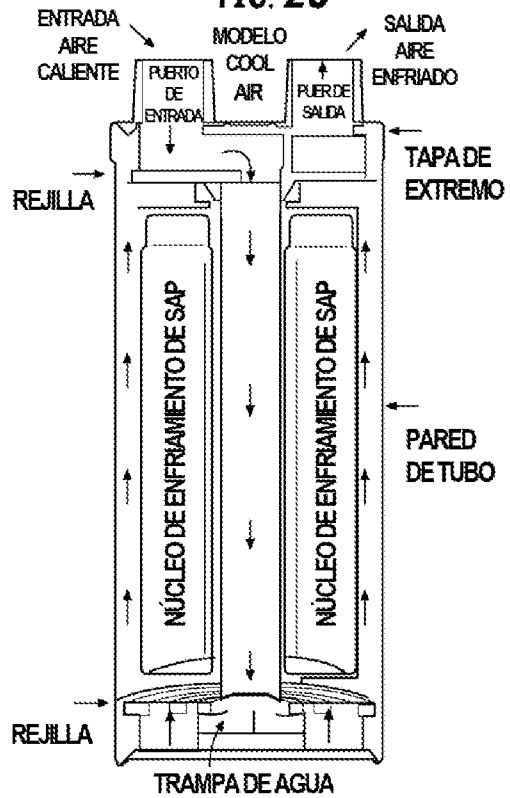


FIG. 30

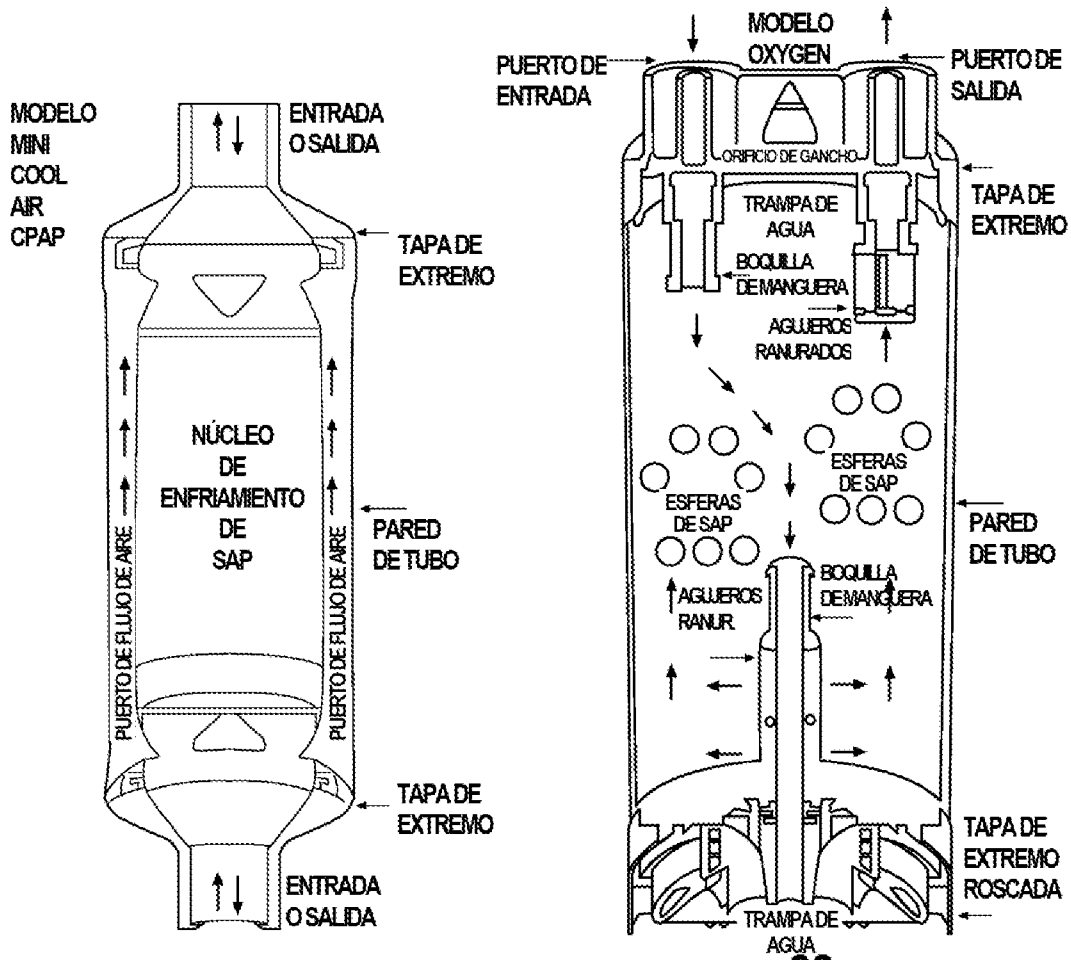


FIG. 31

FIG. 32

TAPA INFERIOR ROSCADA DEL MODELO OXYGEN

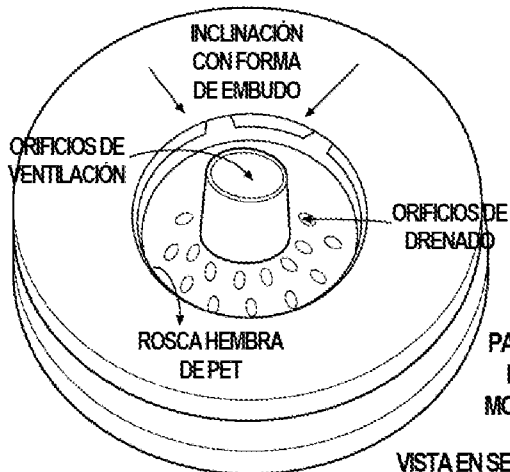
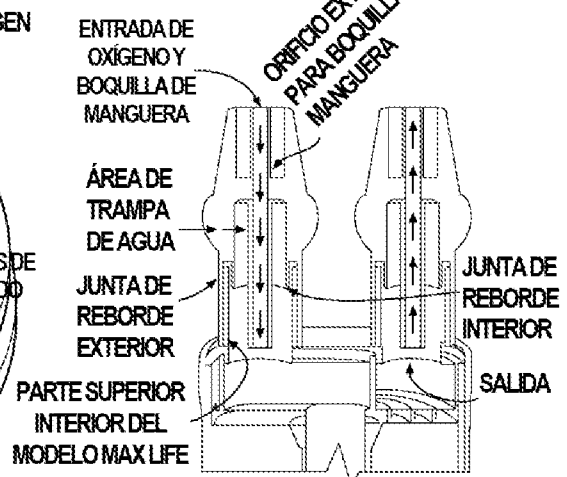


FIG. 33



VISTA EN SECCIÓN DE ADAPTADORES DE OXIGENO EN UN MODELO MAX LIFE

FIG. 34

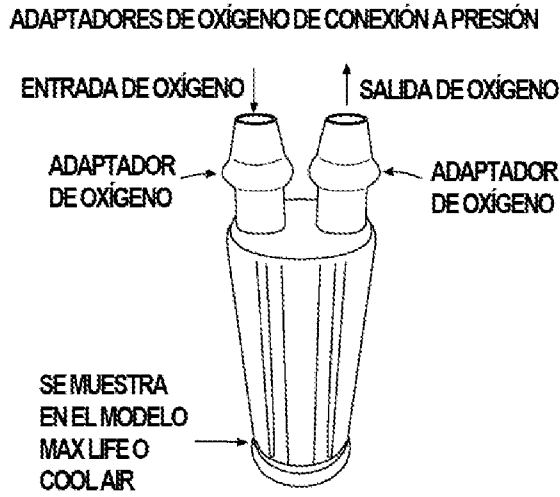


FIG. 35

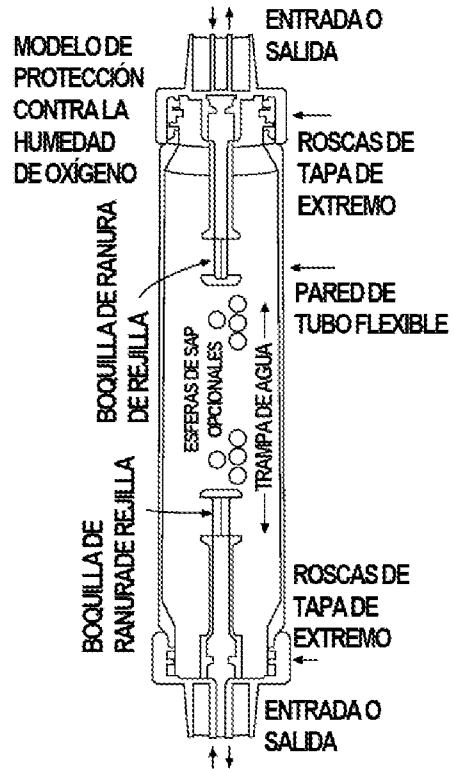


FIG. 36

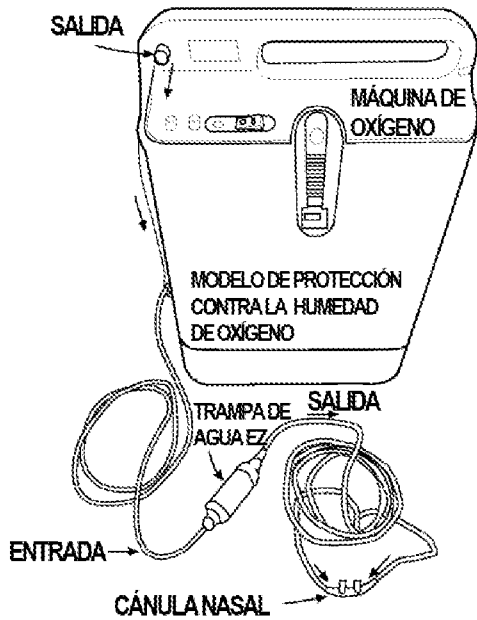


FIG. 37

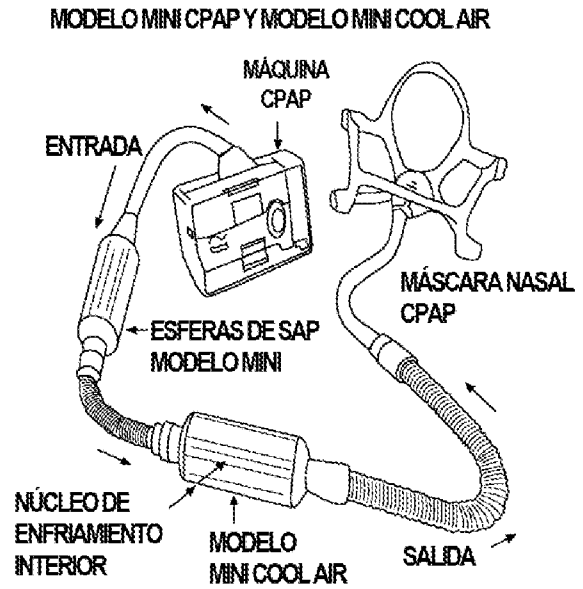


FIG. 38

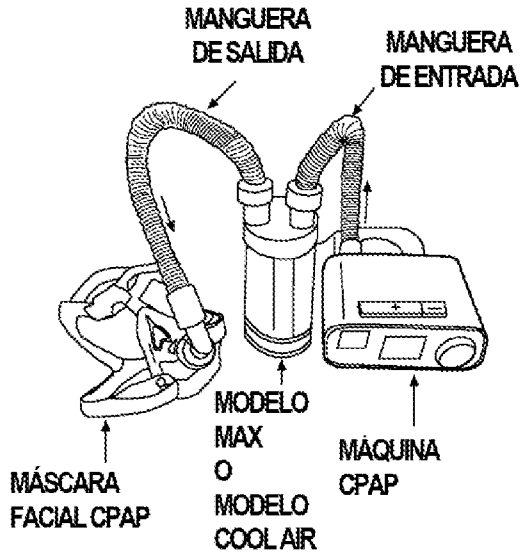


FIG. 39

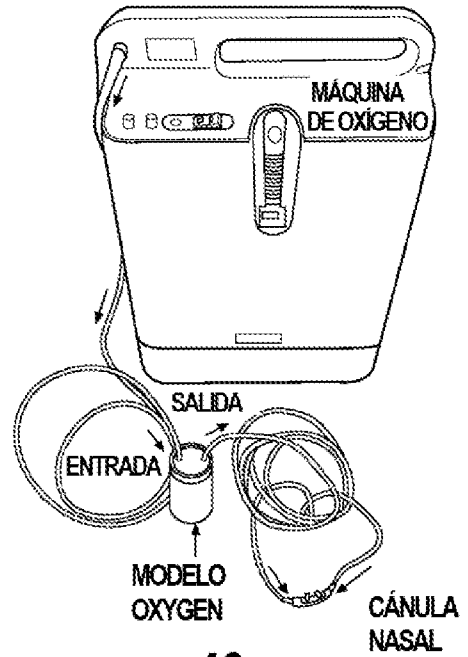


FIG. 40

VISTA EN SECCIÓN DEL PISTÓN DEL MODELO MINI CPAP

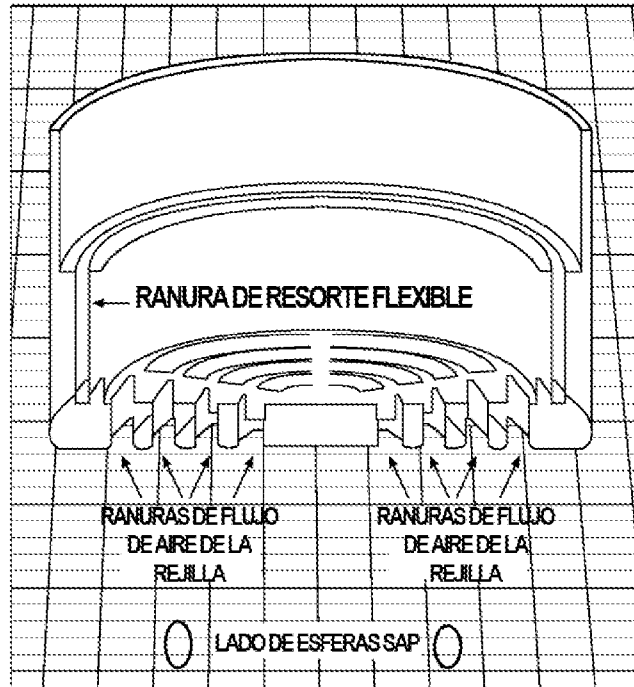


FIG. 41