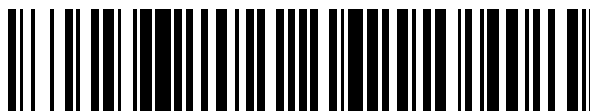


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 316**

51 Int. Cl.:

A61M 16/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.01.2005 PCT/US2005/000402**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.08.2005 WO05070063**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.01.2005 E 05705176 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 1706163**

54 Título: **Circuito respiratorio de longitud ajustable**

30 Prioridad:

09.01.2004 US 535235 P
26.03.2004 US 811121

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.09.2017

73 Titular/es:

KING SYSTEMS CORPORATION (100.0%)
15011 Herriman Boulevard
Noblesville, IN 46060, US

72 Inventor/es:

BURROW, KEVIN, D.;
IRLBECK, DENNIS;
MCGRAIL, THOMAS, W.;
BURROW, BART, H.;
MITCHELL, MICHAEL, G. y
RICHARDS, DAVID, L.

74 Agente/Representante:

TORNER LASALLE, Elisabet

ES 2 632 316 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

Circuito respiratorio de longitud ajustable

II. Campo de la invención

5 La presente invención versa acerca de un equipo respiratorio y de anestesia y, más en particular, acerca de un circuito respiratorio para ser utilizado en cuidados respiratorios o en un entorno de anestesia.

III. Antecedentes de la invención

10 Para proporcionar anestesia a un paciente durante una cirugía, se emplea un sistema de anestesia que incluye una pluralidad de componentes. El componente primario es una máquina de anestesia que regula el flujo de gas de anestesia y de aire dirigido al paciente y proveniente de él. Se puede fijar un absorbedor de dióxido de carbono a la máquina de anestesia para eliminar el dióxido de carbono del aliento exhalado del paciente en el circuito respirador de recirculación.

15 En el extremo del paciente, se proporciona una mascarilla facial o un tubo endotraqueal que puede acoplarse al paciente para administrar gas al paciente. Se pueden ver ejemplos de mascarillas faciales en la página Web del cesionario, www.KingSystems.com, o en la patente U.S. nº 4.896.666 de Hinkle. Se muestran ejemplos de tubos traqueales en la patente U.S. nº 5.499.625 de Frasse; y en la patente U.S. nº 5.819.733 de Bertram. Estos dispositivos acoplados al paciente (la mascarilla facial y/o el tubo endotraqueal) están conectados con la máquina de anestesia en comunicación de fluido (gaseoso) a través de un circuito respiratorio que se extiende entre los dispositivos acoplados al paciente y la máquina de anestesia.

20 Existen varios tipos distintos de circuitos respiratorios. Dos tipos primarios de circuitos respiratorios son los circuitos de doble ramal y circuitos de un solo ramal.

25 Los circuitos de doble ramal comprenden un par de tubos separados que incluyen un tubo inspiratorio para administrar gas desde la máquina de anestesia al paciente, y un tubo espiratorio que administra gas exhalado del paciente a la máquina de anestesia. En un circuito de doble ramal, los dos tubos comprenden tubos separados que, en el extremo del paciente están acoplados entre sí, normalmente, de forma fluida por medio de un tubo "en Y" o "en T". Los extremos de máquina de los tubos de un circuito de un solo ramal están separados, estando conectado el extremo de la máquina del tubo inspiratorio con el orificio "de flujo de salida" de la máquina de anestesia, y estando conectado el extremo de la máquina del tubo espiratorio con el orificio "de flujo de entrada" de la máquina de anestesia. Se puede ver un ejemplo de una representación esquemática de un circuito de doble ramal en la Fig. 1c de la solicitud publicada de patente U.S. nº US2003/0183232A1 (2 de octubre de 2003) de Fukunaga y otros.

30 El segundo tipo de circuito es un circuito de un solo ramal, en el que los tubos inspiratorios están unidos entre sí. En la patente U.S. nº 5.404.873 de Leagre y otros, en la patente U.S. nº 4.265.235 de Fukunaga, en las patentes U.S. nºs 5.778.872; 5.983.891; 5.983.894; 5.983.896; 6.003.511; 6.564.799 de Fukunaga y otros, en las solicitudes publicadas de patentes U.S. nºs 2003/0075176 y US2003/0183231 de Fukunaga y otros; y en la patente U.S. nº 5.121.746 de Sikora se muestra un ejemplo de un circuito respiratorio de un solo ramal.

35 Según se muestra de forma óptima en la patente nº 5.404.873 de Leagre, un circuito de un solo ramal incluye, normalmente, un conector extremo (proximal) relativamente rígido de máquina a través del cual se acopla el circuito con una máquina de anestesia; y un conector extremo (distal) relativamente rígido del paciente que puede acoplarse con una mascarilla facial o un tubo traqueal, para acoplar el circuito respiratorio con un paciente. Un tubo espiratorio relativamente flexible se extiende entre el conector extremo del paciente y el conector extremo de la máquina. Un tubo inspiratorio relativamente flexible está dispuesto de forma coaxial con el tubo espiratorio. Para fomentar un intercambio de calor mejorado con los gases inspiratorios calientes, el tubo inspiratorio tiene, normalmente, un diámetro más pequeño que el tubo espiratorio de diámetro relativamente mayor, de forma que el tubo inspiratorio pueda residir en el interior del tubo espiratorio. El circuito respiratorio de la patente nº 5.404.873 de Leagre y otros, es comercializado por el cesionario de la presente solicitud, KING SYSTEMS CORPORATION, con la marca registrada del circuito respiratorio UNIVERSAL F®.

40

45

Se muestran otros circuitos respiratorios comercializados por el cesionario de la presente invención, KING SYSTEMS CORPORATION, al menos esquemáticamente, en las patentes nºs 5.778.872; 5.983.894; 5.983.896; 6.003.511; y 6.564.799 de Fukunaga y otros, mencionadas anteriormente.

50 Los circuitos respiratorios ilustrados en las patentes de Fukunaga y de Leagre están dibujados como circuitos respiratorios de un solo ramal en los que los tubos espiratorio e inspiratorio están dispuestos de forma mutuamente coaxial. Normalmente, se utiliza el tubo interno de diámetro relativamente menor como un tubo inspiratorio, y se emplea el tubo externo de diámetro relativamente mayor como el tubo espiratorio. Una diferencia digna de mención entre el circuito respiratorio mostrado en la patente de Leagre y los mostrados en las patentes de Fukunaga reside en las diferencias en los acopladores extremos de máquina de los circuitos.

Los tubos inspiratorio y espiratorio de los dispositivos de Leagre y de Fukunaga, según se implementan en los UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2®, son similares, dado que ambos emplean un tubo inspiratorio corrugado y un tubo espiratorio corrugado. Los tubos inspiratorios corrugados y los tubos espiratorios corrugados están corrugados para tener una única longitud de reposo, mientras que permiten que se expanda o contraiga la longitud del tubo.

5 La variabilidad de la longitud de los tubos inspiratorio y espiratorio corrugados está diseñada en los circuitos UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F1®, para permitir que se estire (alargue) y se comprima (reduzca) la longitud de los tubos durante breves periodos de tiempo. Esta variación en la longitud se produce a menudo cuando se cambia la posición relativa del paciente y de la máquina de anestesia y, normalmente, implica la necesidad de estirar el tubo durante este cambio en la posición relativa. Sin embargo, dado que los tubos espiratorio e inspiratorio están
10 diseñados para tener una longitud fija de reposo, cualquier cambio en la longitud de los tubos inspiratorio y espiratorio con respecto a su longitud fija de reposo ejerce “tensión” sobre los tubos espiratorios, y provoca que el tubo espiratorio ejerza bien una fuerza de compresión o bien una expansiva (según sea apropiado) para permitir que el tubo vuelva de nuevo a su longitud unitaria de reposo.

15 Durante el estiramiento del tubo espiratorio, el tubo inspiratorio normalmente no tiene que estirarse dado que solo está conectado con el conector extremo de la máquina en los circuitos respiratorios UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2®. Sin embargo, es probable que ambos tubos inspiratorio y espiratorio se estiren en los circuitos respiratorios tales como uno comercializado por Meridian Medical Systems, dado que el circuito respiratorio de Meridian Medical emplea un tubo inspiratorio que está conectado con ambos conectores extremos de la máquina y del paciente.

20 Otra razón para emplear tubos corrugados de una única longitud de reposo es para evitar que los tubos se retuerzan. Es muy deseable evitar tal retorcimiento, debido a que tal retorcimiento puede tener como resultado la obstrucción o el bloqueo del flujo de gas en el tubo, de forma muy parecida a la obstrucción o el bloqueo del flujo de agua a través de una manguera de jardín cuando se retuerce.

25 En la patente U.S. nº 5.121.746 de Sikora se muestra otro circuito respiratorio de un solo ramal. El dispositivo de Sikora emplea un circuito de un solo ramal, en el que se unen un tubo espiratorio y uno inspiratorio en una pared común, para proporcionar al circuito respiratorio una configuración similar a θ . El tubo mostrado en la patente de Sikora también parece ser corrugado, sin duda, por muchas de las mismas razones que se emplea un tubo corrugado en los dispositivos UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2® descritos anteriormente.

Aunque los dispositivos descritos anteriormente, y en particular los dispositivos UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2® realizan sus funciones previstas de forma bastante admirable, existe posibilidad de mejorar.

30 Una fuente de dificultades reside en la longitud unitaria de reposo del circuito respiratorio. La longitud unitaria de reposo requiere que se fabriquen múltiples longitudes de tubos, para acomodar distintas situaciones y preferencias. Algunos profesionales médicos prefieren tubos de longitud relativamente más corta (por ejemplo, 112 cm), mientras que otros profesionales médicos prefieren alejar la máquina de anestesia del paciente, de forma que sea menos molesta, requiriendo, de ese modo, circuitos respiratorios relativamente más largos (por ejemplo, 224 cm).

35 Desde el punto de vista de un fabricante, el deseo de distintas longitudes de circuito requiere que el fabricante fabrique circuitos respiratorios en una variedad de longitudes. Desde el punto de vista de un usuario (por ejemplo, un hospital o centro quirúrgico) estas distintas longitudes deseadas requieren que el usuario final tenga en su inventario varias longitudes distintas de circuito.

40 Se encuentra otra dificultad en el transporte. Debido a que los circuitos de longitud unitaria de reposo que utilizan tubos corrugados tienen una única longitud de reposo, el tubo debe estar dimensionado normalmente para que tenga una longitud relativamente larga de reposo (por ejemplo, 112 o 224 cm), de forma que cuando el dispositivo esté en uso, sea suficientemente larga para cumplir su fin mientras no está ni estirado ni comprimido. Debido a la elasticidad del tubo corrugado de una única longitud de reposo, cuando se estira, el tubo ejerce una fuerza de compresión, que tiende a acortar compresivamente el tubo de nuevo a su longitud de reposo.

45 No se recomienda que se utilice el dispositivo cuando está estirado, dado que la fuerza de compresión ejercida por el tubo puede ayudar a facilitar bien desconexiones externas, en las que se aleja el circuito respiratorio de su acoplamiento bien a la máquina o bien al paciente; o bien desconexiones internas, en las que se aleja el tubo respiratorio corrugado de uno de los acoplamientos extremos de la máquina o del paciente. Es deseable evitar situaciones que induzcan una desconexión tanto interna como externa.

50 Como resultado de esto, un circuito respiratorio de 112 cm, por ejemplo, tiene una longitud de reposo de 112 cm que normalmente no puede ser comprimida (y, de ese modo, hecha más pequeña para su transporte) durante cualquier periodo significativo de tiempo sin ejercer una fuerza externa de apriete. La incapacidad para cambiar la longitud de reposo para acortarla, sin la imposición de fuerzas externas de apriete, requiere que el fabricante proporcione suficiente espacio de almacenamiento en un recipiente o caja, para acomodar toda la longitud de 112 cm del tubo
55 respiratorio de 112 cm. Además, requiere que el usuario del hospital o del centro quirúrgico proporcione suficiente espacio de almacenamiento para acomodar toda la longitud de 112 cm del circuito respiratorio.

Con la anterior exposición, se apreciará que sería deseable tener un circuito respiratorio, que pueda ser comprimido, para ocupar menos espacio durante el transporte. Además, sería deseable construir un circuito respiratorio que incluye una pluralidad de longitudes sostenibles de reposo, de forma que, por ejemplo, se pueda extender un único dispositivo desde su longitud completamente comprimida (transporte) hasta, por ejemplo, una "longitud de tubo corto" parcialmente extendida que tiene una longitud total de aproximadamente 112 cm, y estirada adicionalmente hasta una posición completamente extendida (completamente descomprimida), en la que tendría una longitud de reposo igual a la de un circuito respiratorio más largo, tal como un circuito respiratorio de 224 cm.

Un objeto de la presente invención es proporcionar tal circuito respiratorio que tiene una pluralidad de longitudes fijas de reposo, de forma que se pueda colocar el dispositivo en una posición completamente comprimida, para reducir la longitud para el transporte, el almacenamiento y algunas aplicaciones de anestesia, pero también ser extendido, y mantenido sosteniblemente en una pluralidad de posiciones de longitud extendida de reposo, para proporcionar una longitud mayor deseada que la posición comprimida. Preferentemente, el dispositivo también es sostenible en una variedad de longitudes de reposo que varían en longitud entre la posición completamente comprimida y la posición completamente extendida del circuito respiratorio. El documento WO 85/05277 A1 da a conocer una conexión del paciente de un sistema respiratorio de gas. El sistema comprende un elemento de conexión con un tubo interno y un tubo externo, en el que cada tubo está formado con paredes corrugadas. Se puede acortar y alargar el tubo interno y el tubo externo según sea necesario hasta una longitud requerida para una condición específica.

IV. Sumario de la invención

Según la presente invención, se proporciona un circuito respiratorio de un solo ramal según se define en la reivindicación 1.

Preferentemente, la longitud del tubo inspiratorio es mayor que la longitud del tubo espiratorio entre aproximadamente 2,54 y 17,78 cm y, de forma óptima, aproximadamente 10,16 cm cuando cada uno de ellos está completamente extendido.

En una realización preferente, el tubo espiratorio y el tubo inspiratorio están dispuestos de forma generalmente coaxial entre sí, y el acoplamiento extremo distal incluye un miembro de acoplamiento del tubo espiratorio que está descentrado radialmente con respecto al centro y es coaxial cerca del conector extremo del paciente.

En otra realización preferente de la presente invención, el tubo inspiratorio tiene un diámetro interno y un diámetro externo, y el tubo espiratorio tiene un diámetro interno y un diámetro externo. El diámetro externo del tubo inspiratorio y el diámetro interno del tubo espiratorio están mutuamente dimensionados, de forma que la superficie externa del tubo inspiratorio y la superficie interna del tubo espiratorio definan un paso espiratorio en el que se minimiza la resistencia del flujo de aire a lo largo del paso espiratorio. Además, las diferencias en los tamaños entre el diámetro interno del tubo espiratorio y el diámetro externo del tubo inspiratorio deberían ser suficientemente pequeñas para facilitar la compresión generalmente lineal del tubo inspiratorio cuando se comprime linealmente el tubo espiratorio.

Preferentemente, se emplea un tubo corrugado de tipo acordeón en el que cada corrugación puede colocarse en una posición expandida sostenible de reposo y en una posición comprimida sostenible de reposo. Dado que un tubo respiratorio comprende un gran número de tales corrugaciones, el tubo puede tener un gran número de longitudes de reposo. Esta característica tiene la ventaja de permitir a un usuario variar la longitud de trabajo del tubo para que se adecue a sus necesidades particulares. Además, permite que se comprima el tubo durante el transporte y el almacenamiento para reducir la cantidad de espacio requerido por el tubo durante el transporte y el almacenamiento, pero permite que se expanda el tubo durante su uso, para extenderse hasta una longitud que acomoda al personal de la sala de operaciones y, en particular, al anestesiólogo.

Preferentemente, el diámetro externo del tubo espiratorio y el diámetro interno del tubo inspiratorio están dimensionados de forma que se minimice la resistencia del flujo de aire a través del paso de gas espiratorio que existe entre la superficie externa del tubo inspiratorio y la superficie interior del tubo espiratorio.

Durante la cirugía, es importante mantener los pasos de gas, tales como el paso inspiratorio y el paso espiratorio tan libres de obstrucciones como sea posible, para fomentar el flujo libre de gas a través de los mismos. Como norma general, es deseable minimizar la resistencia del flujo de aire causada por los miembros de tubo. En este sentido, sería contraindicado utilizar, por ejemplo, un tubo que tuviese una serie de deflectores que se extienden radialmente (tales como los que se encontrarían en un silenciador de coche), dado que tales deflectores aumentarían la resistencia del flujo a través del paso.

En un circuito respiratorio normal de un solo ramal, tal como los dispositivos UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2® descritos anteriormente, se minimiza la resistencia seleccionando de forma apropiada un tubo inspiratorio que tiene un tamaño de diámetro externo, y un tubo espiratorio que tiene un tamaño de diámetro interno que proporcionan suficiente espacio entre la superficie externa del tubo inspiratorio y la superficie interna del tubo espiratorio para permitir que el gas fluya a través de los mismos sin impedimentos. Dado que ambos dispositivos UNIVERSAL F® y UNIVERSAL F2® emplean tubos unitarios de reposo de tipo tope, es preciso que el diseñador de tubos tenga en

cuenta la resistencia del aire entre el tubo inspiratorio y el tubo espiratorio en el recorrido del flujo de gas espiratorio esencialmente con una única longitud relativa de los tubos inspiratorio y espiratorio.

Con la presente invención, el dimensionamiento de los diámetros del tubo espiratorio y de los tubos inspiratorios se vuelve una tarea significativamente más difícil. Una razón por la que el dimensionamiento es más difícil es que los diámetros externo e interno de cada tubo variará dependiendo de si las corrugaciones se encuentran en su posición comprimida o extendida. En general, se ha descubierto que el diámetro interno del tubo espiratorio es menor cuando las corrugaciones del tubo espiratorio están comprimidas, que cuando las corrugaciones están expandidas. De forma similar, el diámetro externo del tubo inspiratorio es mayor cuando el tubo inspiratorio está comprimido, en comparación con cuando las corrugaciones están expandidas.

A primera vista, puede parecer que existía una solución sencilla a este problema de dimensionamiento al maximizar la diferencia entre el diámetro externo del tubo inspiratorio y el diámetro interno del tubo espiratorio, tal como puede ocurrir al aumentar mucho el diámetro del tubo espiratorio y/o reducir mucho el diámetro del tubo inspiratorio. Sin embargo, este procedimiento no tiene como resultado, necesariamente, un circuito respiratorio que funcione bien. Aunque este procedimiento ayudaría a reducir la resistencia, tiene la desventaja de afectar de forma adversa a la capacidad del usuario para regular la longitud del circuito respiratorio y, en particular, variar la longitud del tubo inspiratorio.

Si la diferencia entre el diámetro externo del tubo inspiratorio y el diámetro interno del tubo espiratorio es demasiado grande, el tubo inspiratorio tendrá una mayor propensión a retorcerse, o se hará difícil de comprimir cuando se acorte la longitud del tubo. Según se ha expuesto anteriormente, el retorcimiento del tubo es muy poco deseable. Además, se puede perjudicar la resistencia, debido a que la compresión del tubo inspiratorio en el interior de un tubo inspiratorio demasiado grande puede provocar que el tubo inspiratorio pierda su linealidad durante la compresión, y de ese modo se vuelva "serpenteante". Los solicitantes han descubierto que una configuración ondulante similar a una onda del tubo inspiratorio, en el interior del tubo espiratorio puede ayudar a aumentar la resistencia. Además, la resistencia en el interior del paso de gas inspiratorio también puede aumentar según se desvía el tubo inspiratorio de un recorrido generalmente lineal, a un recorrido ondulante más curvado.

Preferentemente, aunque el tubo inspiratorio y el tubo espiratorio están dispuestos de forma generalmente coaxial entre sí, el acoplamiento extremo del paciente del tubo inspiratorio se acopla con el tubo inspiratorio en una posición que está descentrada radialmente, con respecto al eje del tubo espiratorio. Esta disposición descentrada proporciona un paso mejor definido menos propenso a la resistencia para que el gas espiratorio fluya desde el paciente, y al interior del paso espiratorio entre el tubo espiratorio y el tubo inspiratorio. En la práctica, el gas que fluye entre el acoplamiento extremo del paciente y el tubo espiratorio fluye en una dirección generalmente desde el acoplamiento extremo del paciente al interior del tubo espiratorio.

Preferentemente, los tubos flexibles inspiratorio y espiratorio están diseñados de forma que las corrugaciones del tubo puedan ser movidos reiteradamente entre su posición comprimida y su posición expandida, sin que las corrugaciones pierdan su capacidad para mantener longitudes designadas de reposo. Esta característica tiene la ventaja de permitir que el tubo sea dimensionado y redimensionado, bien al principio de un procedimiento, de forma que el usuario pueda obtener la longitud deseada, o durante un procedimiento, si un usuario decide cambiar la longitud eficaz del circuito respiratorio a mitad del procedimiento. Estos cambios reiterados en la longitud eficaz del circuito respiratorio pueden ser realizados sin temor de que el tubo respiratorio no pueda configurarse después en una cualquiera de sus longitudes de reposo eficaces deseadas.

Estas y otras características de la presente invención serán evidentes tras el repaso de los siguientes dibujos y de la descripción detallada, que definen el mejor modo de poner en práctica la invención, según se percibe en la actualidad.

V. Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista lateral en sección de la presente invención, que muestra una porción del circuito respiratorio de la presente invención en su modo expandido, y otra porción de la invención en su modo comprimido;

la Fig. 2 es una vista en perspectiva en sección de un segmento de los tubos inspiratorio y espiratorio del circuito respiratorio de la presente invención;

la Fig. 3 es una vista en alzado de los tubos inspiratorio y espiratorio del circuito respiratorio de la presente invención, con el acoplamiento extremo retirado;

la Fig. 4 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de las líneas 4-4 de la Fig. 3;

la Fig. 5 es una vista en planta de dos tubos espiratorios acoplados, para ilustrar la forma en la que están fabricados;

la Fig. 6 es una vista en planta de la superficie de acoplamiento del tubo espiratorio de un bloque de molde utilizado para construir el tubo espiratorio del circuito respiratorio de la presente invención;

- la Fig. 7 es una vista parcial muy ampliada de la superficie de acoplamiento del tubo espiratorio del bloque de molde de la Fig. 6;
- 5 la Fig. 8 es una vista expandida (con respecto a la Fig. 6) de la superficie de acoplamiento del tubo espiratorio del bloque de molde utilizado para fabricar el tubo espiratorio del circuito respiratorio de la presente invención;
- la Fig. 9 es una vista en planta de un bloque de molde empleado en la fabricación del tubo inspiratorio del circuito respiratorio de la presente invención, que muestra la superficie de acoplamiento del tubo inspiratorio del bloque;
- 10 la Fig. 10 es una vista muy ampliada de una porción de la superficie de acoplamiento del tubo inspiratorio del bloque de molde utilizado para fabricar el tubo inspiratorio del circuito respiratorio de la presente invención;
- la Fig. 11 es una vista en perspectiva de un conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención;
- 15 la Fig. 12 es una vista en planta del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención;
- la Fig. 13 es una vista lateral del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención, que muestra las superficies interiores en líneas discontinuas;
- 20 la Fig. 14 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de las líneas 14-14 de la Fig. 12;
- la Fig. 15 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de las líneas 15-15 de la Fig. 13;
- 25 la Fig. 16 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de las líneas 16-16 de la Fig. 13;
- la Fig. 17 es una vista muy ampliada parcialmente cortada del acoplador de la mascarilla/tubo traqueal del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención;
- 30 la Fig. 18 es una vista en alzado del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención;
- la Fig. 19 es una vista muy ampliada en sección de la porción de recepción de los tubos inspiratorio y espiratorio del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención;
- 35 la Fig. 20 es una vista en alzado del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención, que muestra, en general, una vista tomada desde el extremo de recepción del tubo del conector extremo del paciente;
- 40 la Fig. 21 es una vista esquemática, que muestra el dimensionamiento de la punta de sujeción del tubo espiratorio del conector extremo del paciente;
- la Fig. 22 es una vista en perspectiva de un conector extremo del paciente de una realización alternativa del circuito respiratorio de la presente invención;
- 45 la Fig. 23 es una vista en alzado del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención, según se muestra desde la porción de recepción del tubo del conector extremo del paciente mostrado en la Fig. 22;
- la Fig. 24 es una vista en planta del conector extremo del paciente de una realización alternativa, que muestra las superficies interiores en líneas discontinuas;
- 50 la Fig. 25 es una vista en sección tomada generalmente a lo largo de las líneas a-a de la Fig. 24;
- la Fig. 26 es una vista en planta, que muestra el conector extremo del paciente de una realización alternativa de la Fig. 22 en una posición similar a la mostrada en la Fig. 25, con las superficies interiores mostradas en líneas discontinuas;
- 55 la Fig. 27 es una vista fotográfica de tres muestras del circuito respiratorio de la presente invención, que muestra los tres circuitos en diferentes estados de compresión para ilustrar la variabilidad de longitudes del circuito;
- 60 la Fig. 28 es una vista de las corrugaciones del tubo espiratorio del circuito respiratorio de la presente invención;
- la Fig. 29 es una vista lateral en planta del conector extremo del paciente del circuito respiratorio de la presente invención.

La Fig. 30 es una vista lateral en sección de un segundo circuito respiratorio de una realización alternativa que muestra la presente invención empleada en un circuito respiratorio de tipo circuito de extensión; y

5 la Fig. 31 es una vista lateral en sección de un tercer circuito respiratorio de una realización alternativa que muestra la presente invención empleada en un circuito respiratorio que tiene orificios inspiratorio y espiratorio no coaxiales separados del extremo de la máquina.

VI. Descripción detallada

10 El circuito respiratorio 10 de la presente invención se muestra de forma óptima en las figuras. Con referencia ahora a la Fig. 1, el circuito respiratorio 10 incluye un conector extremo 12 de la máquina, que está dispuesto en el extremo proximal del circuito respiratorio 10, y en la realización mostrada en la Fig. 1 cumple el doble propósito de ser tanto un conector extremo 12 de la máquina como un filtro 14. Aunque se muestra que el conector extremo 12 de la máquina incluye el filtro 14, el conector extremo 12 de la máquina también puede estar diseñado para comprender un conector extremo 12 de la máquina de tipo sin filtro.

15 Un conector extremo 18 del paciente está dispuesto en el extremo distal o del paciente del circuito 10. Un tubo inspiratorio corrugado flexible 22 que tiene una pluralidad de longitudes sostenibles de reposo se extiende entre el conector extremo 18 del paciente y el conector extremo 12 de la máquina, y se lo proporciona para transportar gas inspiratorio, en una dirección desde el conector extremo 12 de la máquina hacia el conector extremo 18 del paciente. Un tubo espiratorio corrugado flexible 26 de múltiples longitudes sostenibles de reposo también se extiende entre el
20 conector extremo 18 del paciente y el conector extremo 12 de la máquina, y se lo proporciona para transportar gas espiratorio alejándolo del paciente, desde el conector extremo 18 del paciente, hacia el conector extremo 12 de la máquina.

25 Tanto el tubo inspiratorio 22 como el tubo espiratorio 26 están acoplados de forma fija, en su extremo de la máquina con el conector extremo 12 de la máquina. De forma similar, tanto el tubo inspiratorio 22 como el tubo espiratorio 26 están acoplados de forma fija, en su extremo del paciente, con el conector extremo 18 del paciente.

30 Como se expondrá con más detalle a continuación, el tubo inspiratorio 22 y el tubo espiratorio 26 están corrugados, con corrugaciones que están diseñadas cada una para adoptar tanto una posición expandida, según se muestra en el lado derecho del dibujo de la Fig. 1 según se indica mediante la flecha B, y una posición comprimida, según se muestra en el lado izquierdo del dibujo, indicado mediante la flecha A. A diferencia de los dispositivos de la técnica anterior, el tubo inspiratorio 22 y el tubo espiratorio 26 son capaces de adoptar posiciones de reposo en las que una o más de las corrugaciones residen bien en su posición comprimida o bien en su posición expandida. Esta capacidad de las corrugaciones para adoptar una posición de reposo en sus posiciones comprimidas y en las posiciones expandidas permite que se fijen las longitudes del circuito respiratorio en una cualquiera de una gran pluralidad de distintas longitudes de reposo. Se pueden mantener estas longitudes de reposo sin que se ejerza una
35 fuerza externa sobre el tubo.

40 Según se ha expuesto anteriormente, esta característica difiere de los dispositivos en los que se empleaba un tubo de una única longitud de reposo. Un tubo de una única longitud de reposo es incapaz de mantener bien una posición expandida o bien una comprimida (con respecto a la longitud de reposo) sin que se ejerza ninguna fuerza externa, tal como una abrazadera o similar, dado que la elasticidad y la propiedad elástica del tubo corrugado de una única longitud de reposo en la técnica anterior ejerce una tensión sobre los tubos, para mover los tubos de sus estados comprimido o expandido de nuevo hacia sus posiciones de reposo.

45 El conector extremo de la máquina/filtro 12, 14 incluye una carcasa 38 que define el interior. La carcasa 38 incluye un extremo 40 de acoplamiento a la máquina al que se puede fijar un terminal proximal, según se describe en la patente U.S. nº 5.778.872 de Fukunaga expuesta anteriormente, que se conecta con una máquina de anestesia. De forma alternativa, se puede conectar directamente el extremo 40 de acoplamiento a la máquina con la máquina de anestesia si la máquina (no mostrada) de anestesia contiene un acoplamiento y un orificio dimensionados de forma apropiada para recibir el extremo 40 de acoplamiento a la máquina.

50 También se debería hacer notar que el extremo de acoplamiento a la máquina puede incluir una variedad de otras configuraciones, tal como la configuración mostrada en la patente U.S. nº 6.129.082 de Leagre o en la patente U.S. nº 5.404.873 de Leagre y Burrow.

55 El extremo 40 de acoplamiento a la máquina incluye un primer conector 46 de orificio espiratorio generalmente cilíndrico para definir un orificio espiratorio 48, a través del cual pueden pasar gases espiratorios desde el orificio espiratorio 48 al interior de la máquina de anestesia. Un primer conector 52 de orificio inspiratorio es generalmente cilíndrico, y coaxial con el conector 46 de orificio espiratorio. Se proporciona el primer conector 52 de orificio inspiratorio para acoplarse con el orificio de flujo de salida de una máquina de anestesia y define un orificio inspiratorio 53 dispuesto en el interior a través del cual pueden pasar gas y aire del respirador de recirculación desde la máquina de anestesia al interior del orificio inspiratorio.

Un primer conector 56 de tubo espiratorio está dispuesto en el extremo 44 de acoplamiento al tubo del conector extremo 12 de la máquina, e incluye una superficie cilíndrica 57 que se extiende axialmente orientada radialmente hacia fuera para recibir el primer extremo (proximal) 47 del tubo espiratorio 26. La superficie interior que se extiende axialmente orientada radialmente hacia dentro del extremo proximal 47 del tubo espiratorio 26 está acoplada de forma fija y unida con la superficie 57 orientada radialmente hacia fuera del primer conector 56 del tubo espiratorio. Preferentemente, la conexión entre el primer extremo 47 del tubo espiratorio 26 y la superficie 57 orientada radialmente hacia fuera está diseñada para estar ajustada y permanente para evitar una desconexión entre los dos. Se puede conseguir este acoplamiento fijo seguro y ajustado bien químicamente, mediante el uso de adhesivo, bien un dimensionamiento para crear un encaje ajustado, o bien mediante algún otro medio de fijación mecánica, tal como una banda, u otro protocolo de fijación, tal como soldadura sónica.

El extremo 44 de acoplamiento al tubo del conector extremo 12 de la máquina también incluye un primer conector 58 de tubo inspiratorio, que está dimensionado para recibir, en su superficie generalmente cilíndrica orientada radialmente hacia fuera, la superficie cilíndrica orientada radialmente hacia dentro del primer extremo (proximal) 53 del tubo inspiratorio 22. Los extremos 53, 47 de los tubos inspiratorio y espiratorio están dimensionados y configurados para recibir los conectores 58, 56 y a menudo son denominados los "manguitos" de los tubos.

De forma similar a la conexión entre el tubo espiratorio 26 y el primer conector 56 de tubo espiratorio, la conexión entre el primer conector 58 de tubo inspiratorio y el primer extremo 53 del tubo inspiratorio 22 debería ser un encaje ajustado permanentemente fijo que esté diseñado para mantener el primer extremo 53 del tubo inspiratorio 22 en el conector 58, para evitar una desconexión entre los mismos. La conexión entre los manguitos del tubo inspiratorio 22 y los conectores 12, 18 extremos de la máquina y del paciente 12, 18 es más crítica, en general, y, como tal, debería estar diseñada para ser tan resistente como el acoplamiento, si no más resistente que el mismo, entre los manguitos del tubo espiratorio y el conector extremo 12 de la máquina y el conector extremo 18 del paciente.

Se debe hacer notar que el conector 58 de tubo inspiratorio se extiende generalmente hacia fuera más allá del extremo del conector 56 de tubo espiratorio. Se proporciona esta longitud adicional para facilitar el proceso de fabricación, para hacer que sea más sencillo fijar el primer extremo 53 al tubo inspiratorio 22 al primer conector 58 de tubo inspiratorio.

Es importante mantener en el interior de la carcasa 38 el recorrido 70 del flujo espiratorio separado del recorrido 66 del flujo inspiratorio, dado que en general no es deseable mezclar los gases inspiratorios y espiratorios en el extremo de la máquina del circuito 10. Con este fin, se muestra que la carcasa 38 mantiene el recorrido 66 del flujo inspiratorio separado y diferenciado del recorrido 70 del flujo espiratorio.

Un ejemplo de una carcasa de filtro que llevará a cabo esta función es un filtro tal como el mostrado en la patente U.S. nº 5.983.894 de Fukunaga, junto con el filtro coaxial UNIVERSAL F2® comercializado por King Systems Corporation, y descrito en www.KingSystems.com.

El medio filtrante 72 está dispuesto en el interior de la carcasa 38. El medio filtrante 72 está diseñado de forma que todo el gas espiratorio y todo el gas inspiratorio que pasa a través del filtro 14 deba pasar a través del medio filtrante 72. El medio filtrante 72 está diseñado para atrapar patógenos y otros gérmenes, para evitar que estos patógenos y gérmenes pasen a través del medio filtrante 72, y bien contaminen la máquina de anestesia con patógenos y gérmenes de origen en el paciente; o bien, de forma alternativa, contaminen al paciente con patógenos y gérmenes de origen en la máquina de anestesia.

El conector extremo 18 del paciente incluye un conector 78 de recepción del dispositivo del paciente que está diseñado para recibir un dispositivo del paciente, tal como una mascarilla facial (no mostrada), o un tubo traqueal, tal como un tubo endotraqueal (no mostrado). Se pueden ver ejemplos de mascarillas faciales y de tubos traqueales en www.KingSystems.com. El conector 78 de recepción del dispositivo del paciente incluye un miembro cilíndrico conector 80, y un miembro conector cilíndrico exterior 82, que están separados espacialmente por una pequeña distancia, para formar una ranura cilíndrica 84. Esta configuración está diseñada para recibir los diversos tipos de dispositivos de conector del paciente. El tamaño y la forma del conector 78 de recepción del dispositivo del paciente están dictados en gran medida por los estándares ISO que han sido implementados tanto para ayudar a garantizar la seguridad del paciente como para fomentar la estandarización.

El conector 78 de recepción del dispositivo del paciente define un orificio 86 de recepción de gas dispuesto en el interior, a través del cual pueden pasar tanto el gas espiratorio como el inspiratorio entre el circuito respiratorio 10 y el dispositivo del paciente. El conector extremo 18 del paciente también incluye un segundo conector extremo (distal) 88 de recepción del tubo espiratorio, que tiene una configuración generalmente cilíndrica, y está dimensionado y conformado para recibir el segundo extremo (manguito) 89 del tubo espiratorio 26. Aunque el conector 88 de recepción del tubo espiratorio tiene una configuración generalmente cilíndrica, incluye una punta circunferencial elevada 90 que se extiende radialmente hacia fuera, que está diseñada para recibir un anillo circunferencial 91 de recepción de la punta formado de manera complementaria, que está formado en el segundo manguito extremo 89 del tubo espiratorio. La punta 90 y el anillo 91 de recepción están configurados de forma complementaria, de manera que la punta 90 se acople al anillo 91 de recepción, para ayudar a inmovilizar y fijar el segundo extremo 89 del tubo espiratorio en el conector 88 de recepción del tubo espiratorio.

El conector extremo del paciente se describe de forma óptima en conexión con las Figuras 1 y 11-19. Con referencia ahora a las Figuras 17 y 18, se muestran dos vistas del conector 78 de recepción del dispositivo del paciente del conector extremo 18 del paciente, que proporcionan las dimensiones de las diversas partes, espacios y separaciones del conector del paciente de una realización ejemplar del conector 78 de recepción del dispositivo del paciente del conector extremo del paciente.

Según se muestra de forma óptima en la Fig. 11, se proporciona un anillo circunferencial de tope que se extiende radialmente hacia fuera, que se extiende hacia fuera radialmente por encima de la superficie del conector 88 de recepción del tubo espiratorio. El anillo 95 de tope sirve para evitar un movimiento axial no deseado del conector espiratorio en el conector 88 de recepción del tubo espiratorio.

La porción de recepción del tubo del conector extremo 18 del paciente también incluye un conector 96 de recepción del tubo inspiratorio que comprende, en general, un tubo cilíndrico que tiene un extremo distal 98, y un extremo proximal 100. El conector 96 de recepción del tubo inspiratorio está conformado, en general, de forma tubular y cilíndrica e incluye una superficie 102 orientada hacia dentro radialmente que, en su extremo distal 98 termina en la porción recortada inclinada 103, para fomentar más el flujo de gas inspiratorio fuera del paso interior hueco 104 del conector 96 de recepción del tubo inspiratorio.

Según se muestra de forma óptima en las Figuras 13 y 14, el extremo distal del conector 96 de recepción del tubo inspiratorio está formado como una parte orientada hacia fuera axialmente del miembro 101 de pared que se extiende radialmente, y está acoplado con la misma. Esta construcción/conexión unitaria acopla de forma fija el conector 96 de recepción del tubo inspiratorio con el resto del conector extremo 18 del paciente.

Se debería hacer notar, a partir de las dimensiones proporcionadas en la Fig. 14, que el conector 96 de recepción del tubo inspiratorio está descentrado radialmente con respecto al centro del conector 18. Según se muestra en la Fig. 14, el centro del conector 96 de recepción del tubo inspiratorio está descentrado, preferentemente, en general, entre aproximadamente 0,2 y 0,3 cm y está descentrado óptimamente aproximadamente 0,27 cm con respecto al eje central del conector extremo 18 del paciente. Este acoplamiento descentrado del conector 96 de recepción del tubo inspiratorio provoca que el segundo extremo 110 del tubo inspiratorio 22 sea generalmente no coaxial con el tubo espiratorio 26 en el área adyacente al conector extremo 18 del paciente, aunque el tubo inspiratorio 22 sigue contenido en el interior del tubo espiratorio 26, en una relación generalmente coaxial.

Los solicitantes han descubierto que este acoplamiento descentrado, cuando se utiliza con un conector extremo 18 del paciente del tipo mostrado en los dibujos, es valioso, dado que ayuda a proporcionar un recorrido más claro de flujo espiratorio que provoca menos resistencia en el área 107 (Fig. 14) en la que comienza el recorrido de flujo espiratorio, adyacente al conector 96 de recepción del tubo inspiratorio. Se descubrió que esta disposición descentrada proporciona mejores características de flujo que una disposición centrada más tradicional.

El conector 96 de recepción del tubo inspiratorio incluye una superficie 102 orientada radialmente hacia dentro, que define el paso interior hueco 104, que constituye el extremo más alejado distalmente del paso del tubo inspiratorio del circuito respiratorio 10. Se proporciona una superficie 106 orientada radialmente hacia fuera para ser recibida por la superficie 108 orientada radialmente hacia dentro del segundo extremo (distal) 110 del tubo inspiratorio. Según se ha expuesto en conexión con el tubo espiratorio, el acoplamiento entre la superficie 108 orientada radialmente hacia dentro del segundo extremo (manguito) 110 del tubo inspiratorio 22, y la superficie 106 orientada radialmente hacia fuera del conector 96 de recepción del tubo inspiratorio debería ser un acoplamiento fijo sustancialmente permanente muy apretado y muy seguro, para ayudar a garantizar que no se produzca una desconexión entre el segundo extremo 110 del tubo inspiratorio y el conector 96 de recepción del tubo inspiratorio.

Como medida adicional para ayudar a evitar desconexiones del tubo inspiratorio de los conectores extremos de la máquina y del paciente, el tubo inspiratorio está dimensionado para ser algo más largo que el tubo espiratorio. Preferentemente, el tubo inspiratorio, en un tubo estándar de 111,76 a 223,52 cm del tipo descrito anteriormente, debería ser entre 2,54 y 17,8 cm más largo que el tubo espiratorio. De forma óptima, la longitud completamente extendida del tubo inspiratorio 22 es aproximadamente 10,2 cm mayor que la longitud completamente extendida del tubo espiratorio 26.

Esta longitud adicional ayuda a evitar desconexiones, garantizando que cuando se tracciona el tubo espiratorio 26 hasta su posición expandida más alejada, el tubo inspiratorio 22 sigue teniendo espacio para expandirse. Este espacio adicional para expandirse ayuda a evitar la imposición de una desconexión que induce tensión sobre el tubo inspiratorio, reduciendo, de ese modo, la probabilidad de una desconexión del tubo inspiratorio 22 de cualquiera de los conectores extremos del paciente o de la máquina.

Se dirige la atención del lector ahora a las Figuras 11-19 para obtener una mejor comprensión de las relaciones dimensionales (expresándose los dibujos en centímetros) entre los diversos componentes y partes del conector extremo 18 del paciente.

Se describirán ahora el tubo inspiratorio 22 y el tubo espiratorio 26 con más detalle, con referencia a las Figuras 1-9 y a las Figuras 27 y 28.

Según se ha expuesto anteriormente, cada uno de los tubos inspiratorio y espiratorio es un tubo corrugado plegable que tiene una pluralidad de longitudes de reposo, de forma que se pueda mover cada uno de los tubos inspiratorio y espiratorio desde una posición completamente comprimida, hasta una posición completamente expandida. Es importante que los tubos inspiratorio y espiratorio puedan ser expandidos y comprimidos de forma selectiva para conseguir longitudes sostenibles de reposo en una pluralidad de longitudes entre las posiciones completamente expandida y completamente comprimida.

Con referencia ahora a la Fig. 27, se muestran tres circuitos respiratorios, incluyendo un primer circuito respiratorio 114, un segundo circuito respiratorio 116 y un tercer circuito respiratorio 118. Aunque cada uno de los dispositivos tiene tubos inspiratorio y espiratorio de longitudes comparables, sus longitudes totales son distintas debido a sus distintos estados de compresión. Se debe hacer notar que cada uno de los tres circuitos respiratorios 114, 116, 118 incluye un conector extremo 115 del paciente y un conector extremo 113 de la máquina. En este sentido, los conectores extremos 113 de la máquina de los circuitos respiratorios segundo y tercero 116 y 118 comprenden filtros, similares al filtro 14, mostrado en la Fig. 1, mientras que el conector extremo 113 de la máquina del primer circuito respiratorio 114 comprende un extremo de máquina que no tiene un filtro.

A pesar de las diferencias entre los extremos 113 de la máquina, los tubos inspiratorio y espiratorio están contruidos, en general, para tener la misma longitud. Se muestra el primer circuito respiratorio 114, en general, en su posición comprimida casi completamente. Cuando se encuentra en tal posición comprimida casi completamente, la longitud 114L del primer circuito respiratorio 114 es significativamente menor que la longitud 116L del segundo circuito respiratorio 116. Además, la longitud 116L del segundo circuito respiratorio 116 es significativamente más corta que la longitud 118L del tercer circuito respiratorio 118.

El tercer circuito respiratorio 118 tiene una longitud relativamente larga 118L que es el resultado de que la mayoría de las corrugaciones estén todas en su posición expandida. En cambio, la longitud relativamente corta conseguida por el primer circuito respiratorio 114 es el resultado de que la mayoría de las corrugaciones de los tubos inspiratorio y espiratorio esté en su posición comprimida. La longitud media 116L del segundo circuito respiratorio 116 se consigue haciendo que un mayor porcentaje de corrugaciones del segundo circuito respiratorio 116 esté en su posición expandida, cuando se compara con el circuito respiratorio más corto 114 y que un menor porcentaje de las corrugaciones del segundo circuito respiratorio 116 esté en su posición comprimida, también cuando se compara con el circuito respiratorio acortado 114.

El fin de la Fig. 27 es ilustrar que se puede mantener el circuito respiratorio de la presente invención en una multitud de posiciones de reposo, que varían desde la posición relativamente menor del primer circuito respiratorio 114 que se consigue porque la mayoría de las corrugaciones esté puesta en su posición comprimida, y la longitud relativamente mayor del tercer circuito respiratorio 118, en el que se ponen casi todas las corrugaciones en su posición expandida.

Preferentemente, el dispositivo está diseñado de forma que la diferencia en longitud entre la posición completamente comprimida y la completamente expandida pueda variar en un factor mayor de 3, y preferentemente 4, de forma que, cuando el circuito respiratorio se encuentre en su posición completamente expandida, sea aproximadamente 3 o 4 veces más largo que la longitud del circuito respiratorio cuando se encuentra en la posición completamente comprimida.

Con referencia de nuevo a las Figuras 2-4, se debe hacer notar que cada uno del tubo inspiratorio 22 y del tubo espiratorio 26 comprende una pluralidad de corrugaciones generalmente idénticas, tales como las corrugaciones 120, 122. Con fines de conveniencia, se denota una corrugación en la presente solicitud como un segmento del tubo que se extiende entre puntos nadirales adyacentes 126. Cada una de las corrugaciones incluye un punto pico 124, un primer tramo 128, dispuesto en un lado de la porción pico 124 y un segundo tramo 130 dispuesto en el segundo lado de la porción pico 124. Cada uno de los tramos primero y segundo terminan en un punto nadiral 126 que, para fines de definición de la presente solicitud, define una única corrugación o segmento de corrugación.

Con referencia ahora a las Figuras 6-8, se emplea un bloque 150 de molde para fabricar el tubo espiratorio corrugado según se muestra. El proceso mediante el cual se fabrica el tubo es denominado, en general, un procedimiento de moldeo por extrusión y corrugación, para indicar que el tubo es extrudido en primer lugar y luego corrugado.

El tubo espiratorio se fabrica extruyendo en primer lugar un tubo generalmente liso que tiene un diámetro constante de aproximadamente 25 mm, en la realización más preferente. Cuando emerge el tubo liso del extrusor, en general tiene una pared lisa, de diámetro constante. Poco después de salir del extrusor y antes de que haya enfriado el plástico hasta por debajo de su temperatura de formación, una serie de bloques de molde que contienen una forma de corrugación, tales como el bloque 150 de molde, se acoplan con la superficie externa del tubo espiratorio, para formar las corrugaciones en el tubo espiratorio. Durante este procedimiento, se fuerza aire a alta presión al interior del tubo espiratorio, para forzar la pared lisa del tubo espiratorio radialmente hacia fuera contra los bloques corrugados de molde. Se muestra un bloque corrugado ejemplar 150 de molde en los dibujos, y es útil para comprender la forma en la que se forman las corrugaciones, dado que el tubo se adaptará, en general, a la forma del bloque de molde.

Cuando se miran los bloques 150 de molde, es importante recordar que los bloques de molde están acoplados con la superficie exterior del tubo. Por ello, el punto que parece ser un punto nadiral del bloque de molde (por ejemplo, el punto 226 de la Fig. 7) es realmente un punto pico 226, dado que el punto 226 definirá una forma de un punto pico 124 del tubo espiratorio acabado. De forma similar, el punto nadiral 224 del bloque de molde (Fig. 7) definirá la forma del punto nadiral 126 del tubo espiratorio acabado. El primer tramo 228 define la forma de un primer tramo 128 del tubo espiratorio, y el segundo tramo 230 define la forma del segundo tramo 130 del tubo espiratorio (Fig. 4).

Según se muestra de forma óptima en la Fig. 7, el punto pico 226 del bloque 150 de molde está redondeado, para formar un punto pico redondeado 124 del tubo espiratorio. Se coloca una esquina aguda en la unión en la que el punto nadiral 224 se encuentra con el primer tramo 228.

La construcción y la forma del tubo espiratorio descrito en la presente memoria ayuda a dotarlo de su plegabilidad, y su capacidad para mantener una longitud de reposo en sus posiciones tanto expandida como comprimida. En este sentido, los puntos pico redondeados formados por el bloque de molde en los puntos pico 226 provocan que el tubo contenga una pluralidad de fisuras microscópicas cuando se mueve entre la posición comprimida y la expandida. Estas fisuras microscópicas en el plástico del tubo espiratorio ayudan a mantener las corrugaciones en sus posiciones expandida y/o comprimida, según se desee. Cuando se encuentra en uso, se ha descubierto que cada corrugación, por ejemplo 120, 122 (Fig. 4) sea capaz, en general, de mantener dos posiciones de reposo, siendo una la posición completamente expandida y siendo la otra la posición completamente comprimida. Como norma general, las corrugaciones individuales no mantienen una posición de reposo en puntos entre su posición comprimida y la expandida.

Mirando las dos en una escala global, la pluralidad de posiciones de reposo que pueden conseguirse es, en gran medida, función del número de corrugaciones individuales particulares que se colocan en sus posiciones expandida y comprimida respectivas. Por ejemplo, cuando el tubo está completamente estirado, se coloca la mayoría (si no la totalidad) de las corrugaciones, por ejemplo 120, 122 en su posición expandida. Cuando el tubo se encuentra en la posición completamente comprimida, se coloca la mayoría (si no la totalidad) de las corrugaciones, por ejemplo 120, 122 en su posición comprimida.

Cuando el tubo se encuentra en una longitud intermedia entre sus posiciones completamente comprimida y completamente expandida, se colocan algunas de las corrugaciones individuales, por ejemplo 120, 122 en su posición expandida, mientras que otras son colocadas en su posición relativamente comprimida.

Según se muestra de forma óptima en las Figuras 27 y 28, cuando se coloca una porción del segmento de tubo en una posición comprimida, se disponen los diversos tramos primero y segundo 128, 130 casi paralelos entre sí. Por otra parte, para un segmento dado de corrugaciones que se colocan en su posición expandida, se colocan los tramos primero y segundo 128, 130 con un ángulo mutuo de aproximadamente 90 grados.

En este sentido, se dirige la atención del lector, en particular, a la Fig. 8 que muestra, cuando se encuentra en la posición expandida, el primer tramo 228 del molde, que forma el primer tramo 128 del tubo, está dispuesto en general con un ángulo de aproximadamente 40,1 grados, desde un plano que se extiende generalmente perpendicular al eje del tubo. De forma similar, el segundo tramo 230 del molde, que forma el segundo tramo 130 del tubo, está dispuesto a aproximadamente un ángulo de 46,6 grados con respecto a un plano dispuesto perpendicular al eje del tubo espiratorio. También se fomenta el control de la compresibilidad por el hecho de que el primer tramo 228 y el segundo tramo 230 del bloque de molde y, por lo tanto, el primer tramo 128 y el segundo tramo 130 de los tubos espiratorios acabados están dispuestos a distintos ángulos con respecto al plano hipotético expuesto anteriormente perpendicular al eje del tubo espiratorio 26.

El tubo inspiratorio se muestra de forma óptima en la Fig. 4 como construido, en general, de forma similar al tubo espiratorio 26 en la medida que incluye una pluralidad de corrugaciones individuales, tales como las corrugaciones 131, 132. Cada una de las corrugaciones, por ejemplo 131, 132 incluye una porción pico 140, una porción nadiral 138, un primer tramo 146 y un segundo tramo 148, que se extienden entre la porción pico 140 y la porción nadiral 138. De forma similar también al tubo espiratorio 26, los tramos primero y segundo 146, 148 del tubo inspiratorio 22 no son idénticos, sino que difieren ligeramente. El tubo inspiratorio 22 también está formado mediante una extrusión, luego un procedimiento de corrugación, de forma similar al tubo espiratorio 26. En las Figuras 9 y 10 se muestra de forma óptima un bloque de molde del tipo que puede emplearse para fabricar el tubo inspiratorio 22.

Cuando se mira un bloque 161 de molde que se utiliza para el tubo inspiratorio, es importante recordar que el bloque 161 de molde se acopla con la superficie exterior del tubo inspiratorio 22, de forma que las porciones del bloque 161 que forman los puntos pico 140 aparecen como puntos nadirales 238, pero serán denominados en la presente memoria, puntos pico 238. De forma similar, los puntos 288 que aparecen como puntos pico, están formando realmente puntos nadirales 138, y los puntos 238 que aparecen como puntos nadirales en el bloque de molde son realmente puntos pico: 238, que forman puntos pico 140 del tubo inspiratorio.

La forma general del bloque 161 de molde, y el tubo inspiratorio formado de ese modo son generalmente similares al bloque 150 de molde y al tubo espiratorio 26, dado que los puntos pico 238 están generalmente redondeados, y

forman una esquina aguda 239, en la intersección del punto pico 238 y del primer tramo 244, que provocan que se forme una esquina aguda en una posición correspondiente en el tubo inspiratorio.

También se debería hacer notar que el ángulo del segundo tramo 246 y el ángulo del primer tramo 244 son ligeramente distintos de los ángulos utilizados en el tubo espiratorio 26. Se ha descubierto que el segundo tramo 246 está colocado de forma óptima con un ángulo de aproximadamente 49,6 grados, desde un plano dispuesto perpendicular al eje del tubo inspiratorio 22, y que el primer tramo está dispuesto a un ángulo de aproximadamente 40,1 grados desde un plano que está dispuesto, en general, perpendicular al eje del tubo inspiratorio 22. El ángulo formado en el punto pico, entre los tramos primero y segundo 244, 246 en el tubo inspiratorio es mayor que el ángulo empleado en el tubo inspiratorio 22. Se llegó a estas diferencias en ángulos tras una experimentación significativa por parte del solicitante, y difieren en gran medida debido a las diferencias en tamaño entre el tubo inspiratorio 22 y el tubo espiratorio 26.

Como se ha aludido anteriormente, el dimensionamiento relativo entre el tubo inspiratorio 22 y el tubo espiratorio 26 resultó ser un reto de ingeniería difícil de conseguir para los solicitantes. Para conseguir los tamaños apropiados, los solicitantes han creído que es importante garantizar que el paso espiratorio 34 entre el punto más radialmente hacia dentro del tubo espiratorio, mostrado aquí como el punto nadiral 126, y el punto más radialmente hacia fuera del tubo inspiratorio 22, mostrado aquí como el punto pico 140, sea suficientemente grande de forma que el paso espiratorio 34 sea suficientemente grande, para permitir que los gases espiratorios fluyan a través del mismo con una resistencia mínima. En este sentido, la resistencia al flujo del circuito respiratorio debería ser tal que a 60 litros/minuto de flujo, la caída de presión a través del circuito no sea de más de 0,49 kPa. Por otra parte, la diferencia de tamaño no debería ser demasiado grande, debido a que una separación demasiado grande entre la superficie externa del tubo inspiratorio 22 y la superficie interna del tubo espiratorio 26 provoca dificultades en la expansión y la retracción del tubo inspiratorio 22.

Según se muestra en la Fig. 3, los solicitantes han descubierto que el tamaño óptimo del máximo diámetro externo para el tubo inspiratorio 22 es de 2,05 cm, y que el tamaño mínimo óptimo del diámetro interno del diámetro interno mínimo del tubo espiratorio 26 es de 2,73 cm, para crear un paso espiratorio con forma de rosquilla que tiene una anchura de aproximadamente 0,68 cm. Por supuesto, se apreciará que este diámetro de 0,68 cm no se mantendrá en todos los lugares, en todo momento, en toda la longitud de los tubos inspiratorio y espiratorio 22, 26, dado que la naturaleza flexible de los tubos 22, 26 provocará que la posición relativa de los tubos espiratorio e inspiratorio varíe en la longitud de los tubos inspiratorio y espiratorio 22, 26. No obstante, esta separación representa una distancia media de separación entre el tubo espiratorio 26 y el tubo inspiratorio 22.

Como se apreciará, otra forma de ver el dimensionamiento opcional de los tubos espiratorio e inspiratorio es que la relación entre el diámetro externo medio del tubo inspiratorio (interno) ("MODIT") (aquí, 2,05 cm) y el diámetro interno medio del tubo espiratorio (externo) ("MIDET") (aquí, 2,73 cm) es de aproximadamente 0,75 cm. Aunque una relación entre MODIT y MIDET de aproximadamente 0,75 es óptima, los solicitantes han descubierto que una relación de MODIT/MIDET en el intervalo entre aproximadamente 0,65 y 0,85 funcionará generalmente de forma aceptable.

También se hará notar que la diferencia entre el MIDET y el MODIT es óptimamente aproximadamente 0,69 cm y se cree que se encuentra, preferentemente, en el intervalo entre aproximadamente 0,63 y 0,74 cm. Se cree que un intervalo más preferible está entre aproximadamente 0,66 y 0,72 cm.

En las Figuras 22-26 se muestra un conector extremo 300 del paciente de una realización alternativa. El conector extremo 300 del paciente incluye una porción 302 de recepción del dispositivo del paciente y una porción 304 de recepción del tubo. La porción de recepción del dispositivo del paciente está configurada, en general, de forma similar a la porción de recepción del dispositivo del paciente del conector extremo 18 del paciente de la realización primaria mostrado en la Fig. 11, e incluye un miembro conector cilíndrico interior 308, y un miembro conector cilíndrico exterior 310, que están separados una distancia para definir una ranura cilíndrica 312 entre los mismos. Un orificio 314 de recepción de gas está definido por la superficie orientada radialmente hacia dentro del miembro conector cilíndrico interior 308.

La porción 304 de recepción del tubo incluye una superficie 316 orientada radialmente hacia fuera, para ser recibida de forma fija ajustada por la superficie 318 orientada radialmente hacia dentro de un tubo espiratorio 26 (Fig. 25). Una punta circunferencial 320 que se extiende radialmente hacia fuera está formada en la superficie 316 orientada radialmente hacia fuera, y está dimensionada y colocada para casar con un anillo 321 de recepción del tubo espiratorio 26 para sujetar de forma ajustada y fija el tubo espiratorio 26 en el conector extremo 300 del paciente.

También se proporciona un conector 324 de recepción del tubo inspiratorio. El conector 324 de recepción del tubo inspiratorio está configurado algo distinto del conector correspondiente de recepción del tubo inspiratorio del conector extremo 18 del paciente mostrado en la Fig. 11. Una diferencia primaria es que el conector 324 de recepción del tubo inspiratorio del conector extremo 300 del paciente está dispuesto de forma relativamente coaxial con el resto del conector extremo 300 del paciente.

- El conector 324 de recepción del tubo inspiratorio incluye un extremo distal 326 que está formado unitariamente con la porción 302 de recepción del dispositivo del paciente, y fijado a la misma, del conector extremo 300 del paciente. El conector 324 de recepción del tubo inspiratorio también incluye un extremo proximal 328 que puede incluir un reborde extremo 329 que se extiende radialmente hacia fuera de diámetro relativamente mayor. De forma similar a la punta 320, el reborde 329 ayuda a sujetar firmemente el tubo inspiratorio en el conector 324 del tubo inspiratorio. El conector 324 de recepción del tubo inspiratorio incluye una superficie 330 orientada radialmente hacia fuera para acoplarse de forma ajustada, y ser recibida por la superficie 333 orientada radialmente hacia dentro del extremo distal 331 del tubo inspiratorio 22. La porción del conector del tubo inspiratorio también incluye una superficie 332 orientada radialmente hacia dentro que define el paso 334 del gas inspiratorio.
- Una distinción importante entre el conector extremo 300 del paciente y el conector extremo 18 del paciente (Fig. 11) es la presencia de aberturas 336 que están dispuestas adyacentes al extremo distal 326 del conector 324 del tubo inspiratorio. Las aberturas 336 permiten que el gas fluya entre el paso 314 del orificio del gas y el paso espiratorio 334. Fundamentalmente, el gas que se desplazará a través de las aberturas 336 constituye gas espirado, que está siendo exhalado. El gas se desplaza en una dirección en el interior del conector extremo del paciente indicada, en general, por la flecha J y luego se desplaza hacia fuera a través de las flechas K (Fig. 25), al interior del paso 34 del gas espiratorio, desplazándose en último término de nuevo hasta la máquina de anestesia. Las aberturas 336 deberían estar dimensionadas, según se indica en los dibujos, para acomodar un flujo de resistencia relativamente baja de gas espiratorio a través de las aberturas 336 y al interior del paso 334 del gas espiratorio.
- En la Fig. 30 se muestra un circuito respiratorio 400 de una realización alternativa. El circuito respiratorio 400 comprende un circuito respiratorio de tipo extensión del tipo que puede ser utilizado para extender la longitud eficaz de un circuito respiratorio, tal como el circuito respiratorio de tipo UNIVERSAL F2®.
- Por ejemplo, se puede utilizar el circuito respiratorio 400 de tipo extensión en conexión con el circuito respiratorio 10 mostrado en la Fig. 1, colocándose los dos en una relación de extremo con extremo, en la que el conector macho (extremo del paciente) 406 del circuito respiratorio 400 de tipo extensión está acoplado con el conector extremo hembra 40 del circuito respiratorio 10. El circuito respiratorio 400 de tipo extensión es útil en situaciones en las que las consideraciones de espacio u otras requieren que un circuito respiratorio sea mayor que la longitud (incluso cuando está completamente extendido) del circuito respiratorio 10 que fue fabricado por el fabricante o provisto por el hospital.
- El circuito respiratorio 400 de tipo extensión comprende un circuito respiratorio de longitud variable de reposo que incluye un conector macho (extremo del paciente) 406, que está acoplado con el circuito respiratorio 10 y un conector hembra (extremo de la máquina) 408, que está diseñado para recibir el extremo del paciente (distal) de un terminal proximal que está acoplado él mismo con una máquina de anestesia. El circuito respiratorio 400 incluye un tubo espiratorio 410 de longitud variable de reposo que define un paso espiratorio 411 que se extiende a través del circuito, y un tubo inspiratorio 412 de longitud variable de reposo, que define un paso inspiratorio 411 en el mismo.
- En construcción y configuración, el tubo espiratorio 410 y el tubo inspiratorio 412 son generalmente similares al tubo espiratorio 26 y al tubo inspiratorio 22 mostrados en conexión con la realización en la Fig. 1. Tanto el tubo inspiratorio 412 como el tubo espiratorio 410 están contruidos para tener longitudes variables de reposo, de forma que la longitud total de reposo del circuito 400 sea variable con respecto a una posición relativamente comprimida, según se muestra en el lado izquierdo de la Fig. 30, y una posición relativamente expandida, según se muestra en el lado derecho de la Fig. 30. Los tamaños relativos de los diámetros interno y externo del tubo espiratorio 410 y del tubo inspiratorio 412, respectivamente, y las consideraciones empleadas en el dimensionamiento y la configuración de los tubos espiratorio e inspiratorio 410, 412 también son generalmente similares a esos mismos tamaños, consideraciones y configuraciones expuestos anteriormente en conexión con el circuito respiratorio 10 mostrado en la Fig. 1.
- El conector hembra (extremo de la máquina) 408 incluye un acoplador 416 del orificio espiratorio y un acoplador 417 del orificio inspiratorio, que definen un paso espiratorio 418 entre los mismos. Un paso inspiratorio 420, que se encuentra en comunicación de fluido con el paso inspiratorio 414 del tubo inspiratorio 412 está definido por el interior del acoplador 417 del orificio inspiratorio. De forma similar, el paso espiratorio 418 se encuentra en comunicación de fluido con el acoplador 416 del orificio espiratorio.
- El acoplador 416 del orificio espiratorio incluye una porción de diámetro relativamente ampliado de recepción del orificio espiratorio terminal proximal, que está dimensionada y configurada para recibir en el interior la porción de acoplamiento del orificio espiratorio de un terminal proximal, del tipo descrito en la patente U.S. nº 5.778.872 de Fukunaga. El acoplador 416 del orificio espiratorio también incluye una porción 428 de diámetro relativamente reducido de recepción del tubo espiratorio, para recibir exteriormente un manguito 430 dispuesto en el extremo de la máquina del tubo espiratorio 410. El conector macho (extremo del paciente) 406 está dimensionado y configurado para acoplarse con el acoplador extremo de la máquina de un circuito respiratorio, tal como el circuito respiratorio 10 mostrado en la Fig. 1.

El conector extremo 406 del paciente, o distal, incluye un acoplador 442 del orificio espiratorio que tiene una porción 444 de acoplamiento al circuito para ser recibido en el interior por el extremo distal del circuito 10, y una porción 446

de diámetro relativamente reducido de recepción del tubo espiratorio, que está dimensionada y configurada para ser recibida por el manguito extremo distal 448 del tubo espiratorio 410. El conector 450 del orificio inspiratorio incluye una porción 452 de acoplamiento al circuito, que está diseñada para ser recibida en el interior en el conector del tubo inspiratorio del circuito 10. El conector 450 del orificio inspiratorio también incluye una porción 454 de recepción del tubo inspiratorio, que está diseñada para recibir un manguito 455 ubicado en el extremo distal del tubo inspiratorio 412.

Un paso espiratorio 456 del acoplador está definido entre el acoplador 442 del orificio espiratorio y el acoplador 450 del orificio inspiratorio, y se encuentra en comunicación de fluido con el paso espiratorio 411. De forma similar, un paso inspiratorio 458 está definido por el interior del acoplador 450 del orificio inspiratorio, y se encuentra en comunicación de fluido con el paso inspiratorio 414 del tubo inspiratorio 412.

De forma similar a los otros circuitos expuestos anteriormente, el circuito 400 es amovible entre una posición comprimida y una expandida, y puede adoptar cualquiera de una variedad de distintas longitudes de reposo, debido a la capacidad de longitud variable de reposo de los tubos inspiratorio y espiratorio 410, 412. Se debería hacer notar que ambos extremos 438, 455 del tubo inspiratorio 412 del circuito 400 están centrados, preferentemente, en sus acopladores espiratorios respectivos 408, 406. No se necesita un montaje radialmente descentrado, tal como el mostrado en conexión con el extremo del paciente del circuito 10 de la Fig. 1. Más bien, el tubo inspiratorio debería estar centrado para facilitar el acoplamiento tanto con el terminal proximal como con el extremo proximal del circuito respiratorio 10.

La Fig. 31 muestra un segundo circuito respiratorio 500 de una realización alternativa, que incluye un conector extremo 502 de la máquina que es generalmente similar al conector extremo de la máquina del circuito respiratorio mostrado en la patente U.S. nº 5.404.873 de Leagre y Burrow, y un conector extremo 504 del paciente, que es generalmente similar al conector extremo 18 del paciente mostrado en la Fig. 1 de la presente memoria. Se utilizan el conector extremo 502 de la máquina y el conector extremo 504 del paciente en conexión con un tubo espiratorio 508 de longitud variable de reposo y con un tubo inspiratorio 510 de longitud variable de reposo.

El tubo espiratorio 508 y el tubo inspiratorio 510 están contruidos de forma generalmente similar al tubo espiratorio 26 y al tubo inspiratorio 22 mostrados en la Fig. 1. Ambos tubos 508, 510 comprenden tubos de tipo acordeón que contienen una pluralidad de pliegues, siendo cada pliegue amovible entre una posición expandida (tal como la mostrada adyacente al conector extremo 502 de la máquina) y una posición comprimida (tal como la adyacente al conector extremo 504 del paciente).

El conector extremo 502 de la máquina incluye una carcasa 518 un conector inspiratorio 520 y un conector espiratorio 522. El conector inspiratorio 520 incluye un miembro 526 de diámetro ampliado de conector de recepción de la máquina, que está dimensionado y configurado para acoplarse con el orificio apropiado de una máquina de anestesia, o un accesorio de una máquina de anestesia tal como un absorbedor de dióxido de carbono. El conector inspiratorio 520 también incluye una porción reducida 528 de recepción del tubo inspiratorio que está dimensionada y configurada para recibir exteriormente un manguito 530 del tubo inspiratorio 510. El conector inspiratorio 520 define un paso inspiratorio 532 que conecta el exterior del conector 520 con el paso inspiratorio 514 del tubo inspiratorio 510.

Se muestra que el conector 522 del orificio espiratorio está separado, y generalmente no coaxial con el conector inspiratorio 520. El conector 522 del orificio espiratorio incluye un orificio espiratorio 535 que está definido por una porción 536 de recepción de manguera que está dimensionada y configurada para acoplarse con una manguera, que acopla de forma fluida el orificio espiratorio 535 con el orificio apropiado en una máquina de anestesia. Preferentemente, el tubo (no mostrado) que acopla el orificio espiratorio con la máquina de anestesia tiene una longitud suficiente, y es suficientemente flexible, de forma que sea fácilmente acoplable con el orificio apropiado en la máquina de anestesia. Se debe hacer notar, y se expone con más detalle en la patente U.S. nº 5.404.873 de Leagre, que el conector está diseñado para mantener separados los recorridos de flujo inspiratorio y espiratorio.

El conector extremo 504 del paciente, según se ha expuesto anteriormente, es generalmente similar al conector extremo 18 del paciente, mostrado en la Fig. 1, e incluye un conector 548 de recepción del dispositivo del paciente con el que se puede acoplar un dispositivo del paciente, tal como un tubo endotraqueal o una mascarilla facial. El conector 548 de recepción del dispositivo del paciente incluye un conector cilíndrico interior 550 y un conector cilíndrico exterior 552, para recibir la mascarilla facial de forma apropiada. Una porción 554 de recepción del tubo espiratorio está dimensionada y configurada para recibir exteriormente un manguito extremo distal 556 del tubo espiratorio 508. El conector 548 de recepción del dispositivo del paciente define un orificio 555 de gas, a través del cual fluyen gases tanto inspiratorios como espiratorios.

Una terminación radialmente descentrada 558 del tubo inspiratorio está descentrada radialmente del centro, de forma muy similar y por las mismas razones que el conector 98 del tubo inspiratorio de la Fig. 1. La terminación radialmente descentrada 558 del tubo inspiratorio incluye una porción dispuesta proximalmente que está dimensionada y configurada para recibir exteriormente un manguito 560 dispuesto en el extremo distal del tubo inspiratorio 510. La naturaleza radialmente descentrada de la terminación del tubo inspiratorio proporciona un paso más claro y menos propenso a restricciones, en el área adyacente al conector extremo 548 del paciente, para

permitir que el gas espiratorio sea exhalado por el paciente para entrar en el paso espiratorio 512, tanto cuando los tubos inspiratorio y espiratorio 510, 508 se encuentran en sus posiciones expandidas, como cuando se encuentran en sus posiciones relajadas.

- 5 Habiendo descrito la invención en detalle con referencia a las realizaciones preferentes, se apreciará que la invención descrita anteriormente no está limitada por la descripción de la presente memoria, sino que solo estará limitada por las reivindicaciones que se adjuntan a la misma.

REIVINDICACIONES

1. Un circuito respiratorio (10) de un solo ramal que comprende
 - un miembro extremo proximal (12) de acoplamiento,
- 5 - un miembro extremo distal (18) de acoplamiento,
 - un tubo espiratorio corrugado (26) que tiene un primer extremo, y un segundo extremo, siendo expansible el tubo espiratorio (26) entre una posición completamente comprimida de reposo y una posición completamente expandida de reposo, y que tiene una pluralidad de posiciones intermedias de reposo, en el que el tubo espiratorio (26) es capaz de mantener su longitud de reposo sin que se ejerza una fuerza externa, y
- 10 - un tubo inspiratorio corrugado (22) que tiene un primer extremo, y un segundo extremo, siendo expansible el tubo inspiratorio (22) entre una posición completamente comprimida de reposo y una posición completamente expandida de reposo, y que tiene una pluralidad de posiciones intermedias de reposo, en el que el tubo inspiratorio (22) es capaz de mantener su longitud de reposo sin que se ejerza una fuerza externa,
- 15 en el que, en el circuito respiratorio montado (10),
 - el primer extremo del tubo espiratorio (26) está acoplado de forma fija con el miembro extremo proximal (12) de acoplamiento,
- 20 - el segundo extremo del tubo espiratorio (26) está acoplado de forma fija con el miembro extremo distal (18) de acoplamiento,
 - el primer extremo del tubo inspiratorio (22) está acoplado de forma fija con el miembro extremo proximal (12) de acoplamiento, y
- 25 - el segundo extremo del tubo inspiratorio (22) está acoplado de forma fija con el miembro extremo distal (18) de acoplamiento,

caracterizado porque la longitud del tubo inspiratorio (22) en su posición completamente expandida de reposo es mayor que la longitud del tubo espiratorio (26) en su posición completamente expandida de reposo.
- 30 2. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 1, en el que la longitud del tubo inspiratorio (22) es entre aproximadamente 2,54 y 17,78 cm mayor que la longitud del tubo espiratorio (26) cuando cada uno de los tubos inspiratorio y espiratorio (22, 26) se encuentra en su posición completamente expandida de reposo.
3. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 2, en el que la longitud del tubo inspiratorio (22) es entre aproximadamente 7,62 y 12,7 cm mayor que la longitud del tubo espiratorio (26) cuando cada uno de los tubos inspiratorio y espiratorio (22, 26) se encuentra en su posición completamente expandida de reposo.
- 35 4. El circuito respiratorio de un solo ramal de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, cuando el circuito respiratorio montado (10) se encuentra en su posición completamente expandida, es tres a cuatro veces más largo que la longitud del circuito respiratorio montado (10) cuando se encuentra en la posición completamente comprimida.
- 40 5. El circuito respiratorio de un solo ramal de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el miembro extremo proximal (12) de acoplamiento tiene un conector (56) del tubo espiratorio acoplado de forma fija con el extremo proximal (47) del tubo espiratorio (26), y un conector (58) del tubo inspiratorio acoplado de forma fija con el extremo proximal (53) del tubo inspiratorio (22), extendiéndose dicho conector (58) del tubo inspiratorio hacia fuera más allá del extremo del conector (56) del tubo espiratorio.
- 45 6. El circuito respiratorio de un solo ramal de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el miembro extremo distal (18) de acoplamiento tiene un conector (88) de recepción del tubo espiratorio acoplado de forma fija con el extremo distal (89) del tubo espiratorio (26), y un conector (96) de recepción del tubo inspiratorio acoplado de forma fija con el extremo distal (110) del tubo inspiratorio (22), recibiendo dicho tubo inspiratorio el conector (96) que se extiende hacia fuera más allá del extremo del conector (88) de recepción del tubo espiratorio.
- 50 7. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 1, en el que el miembro extremo distal (18) de acoplamiento tiene un eje central, y en el que el miembro extremo distal (18) de acoplamiento incluye un eje que contiene una terminación para recibir el tubo inspiratorio (22), estando descentrado radialmente el eje de la terminación con respecto al eje central del miembro extremo distal (18) de acoplamiento.
- 55 8. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 1, en el que la relación entre diámetro externo del tubo inspiratorio (22) y el diámetro interno del tubo espiratorio (26) está dimensionada para minimizar la resistencia

al flujo entre los mismos, mientras que se facilita la compresibilidad generalmente lineal y la expansibilidad de los tubos inspiratorio y espiratorio (22, 26).

5 9. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 8, en el que la resistencia al flujo del circuito respiratorio es tal que a 60 litros/minuto de flujo, la caída de presión a través del circuito no es de más de aproximadamente 0,49 kPa.

10. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 8, en el que la relación entre el diámetro externo del tubo inspiratorio (22) y el diámetro interno del tubo espiratorio (26) es entre aproximadamente 0,65 y 0,85.

11. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 10, en el que la relación entre el diámetro externo del tubo inspiratorio (22) y el diámetro interno del tubo espiratorio (26) es entre aproximadamente 0,70 y 0,80.

10 12. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 8, en el que la relación entre el diámetro externo del tubo inspiratorio (22) y el diámetro interno del tubo espiratorio (26) es de aproximadamente 0,75.

13. El circuito respiratorio de un solo ramal de la reivindicación 10, en el que la diferencia de tamaño entre el diámetro externo del tubo inspiratorio (22) y el diámetro interno del tubo espiratorio (26) está entre aproximadamente 0,64 y 0,74 cm.

15

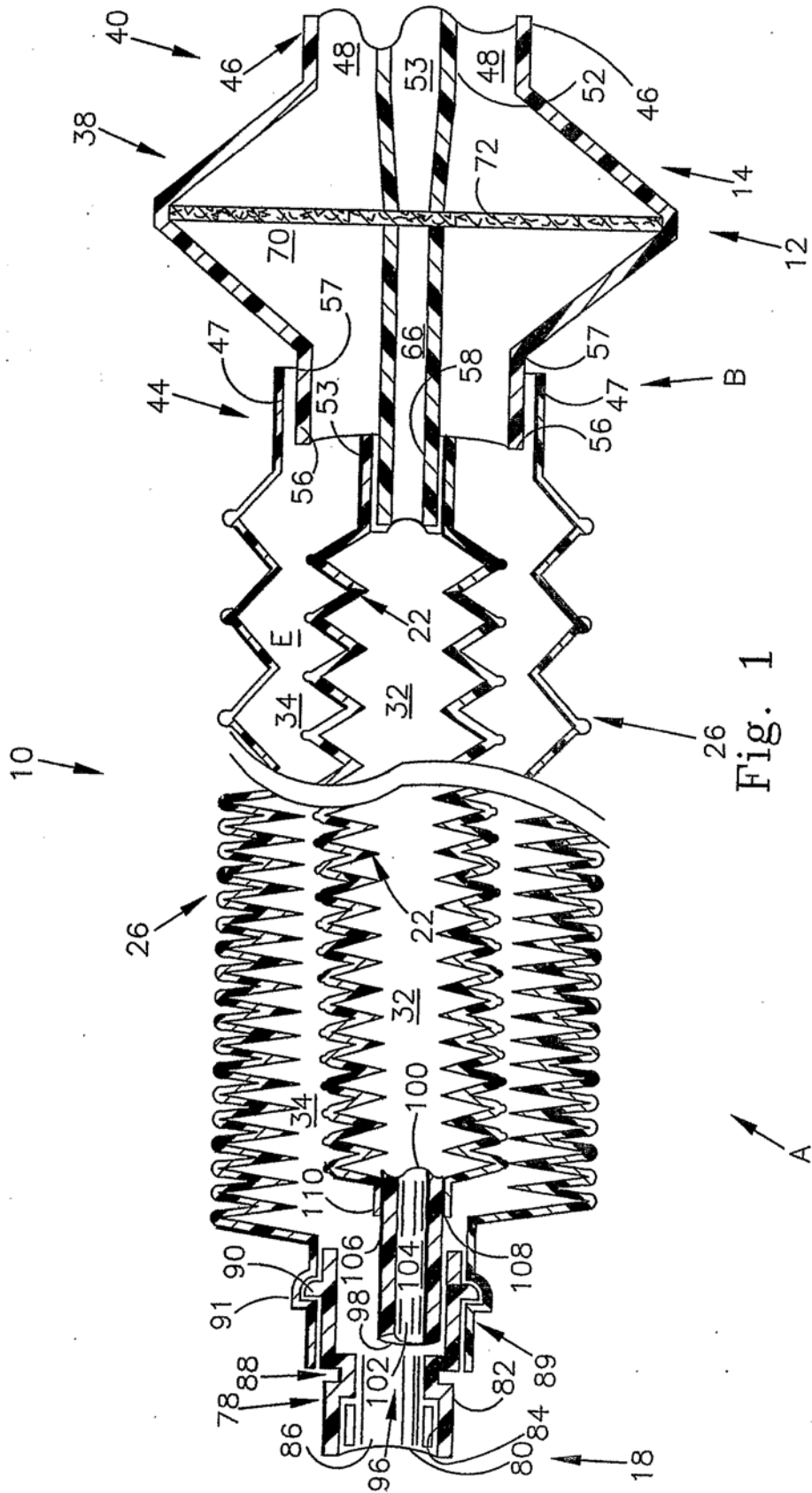


Fig. 1

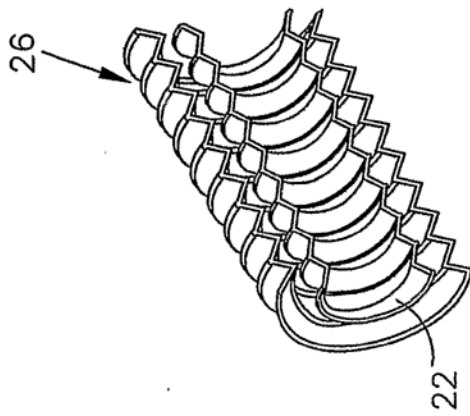


Fig. 2

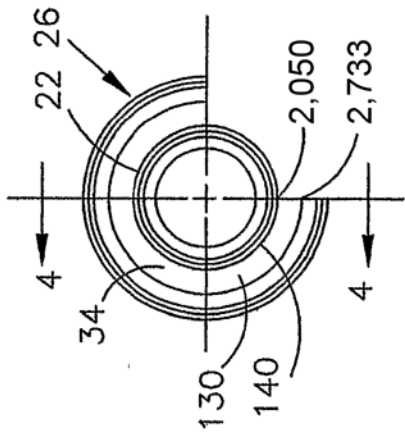


Fig. 3

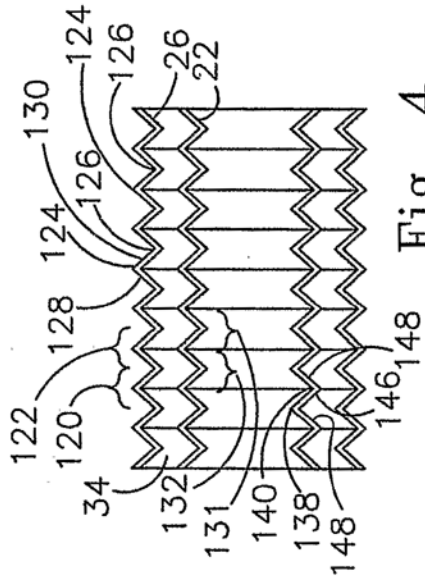


Fig. 4

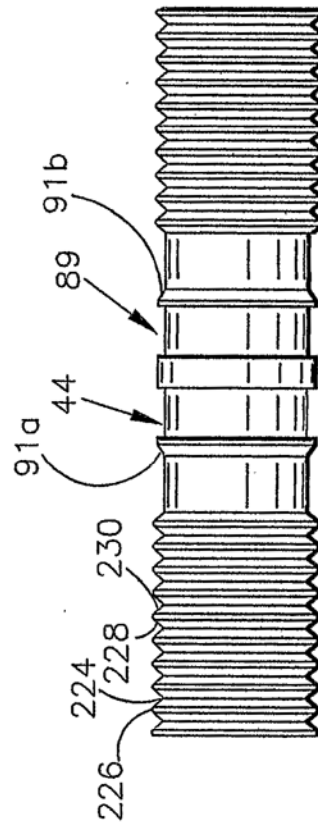


Fig. 5

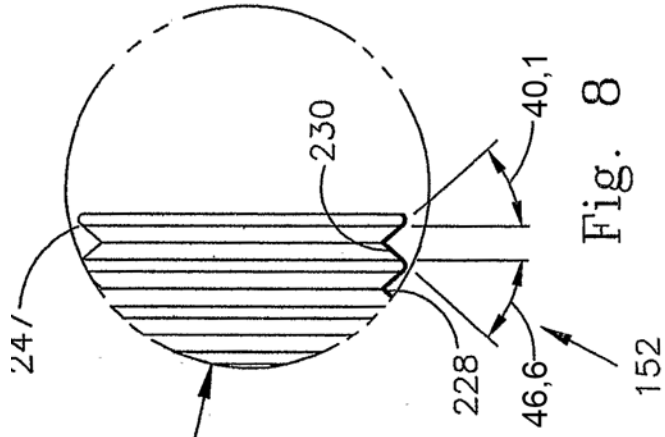


Fig. 6

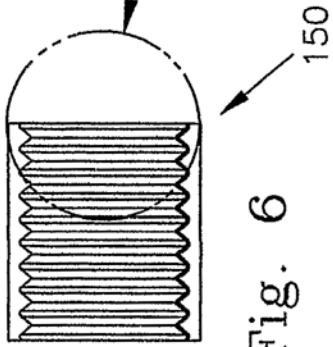


Fig. 7

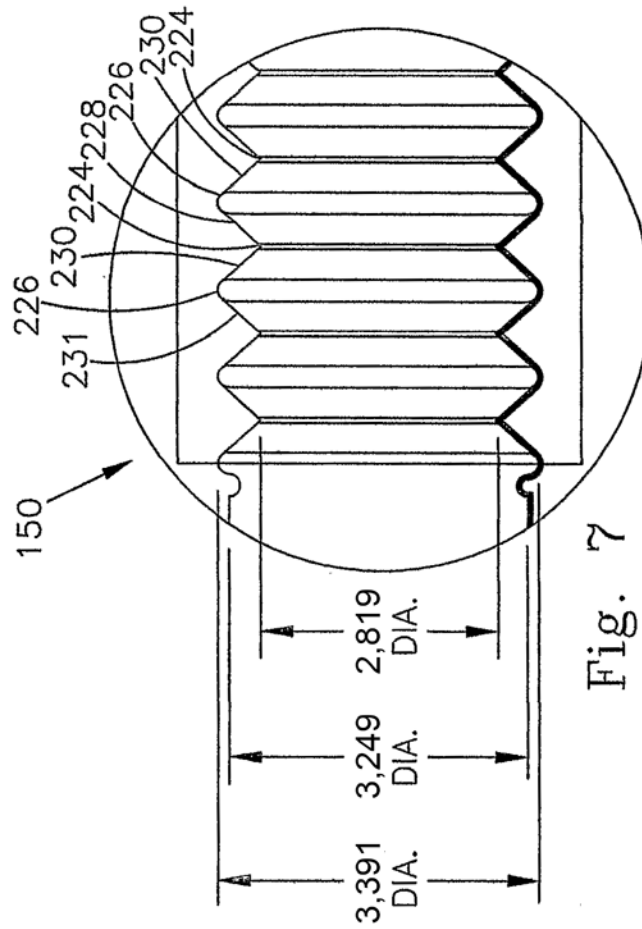


Fig. 8

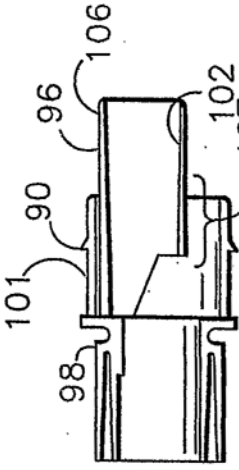


Fig. 14

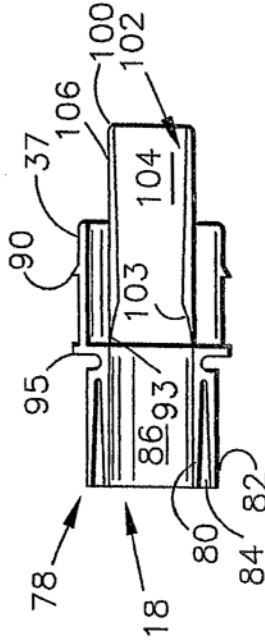


Fig. 16

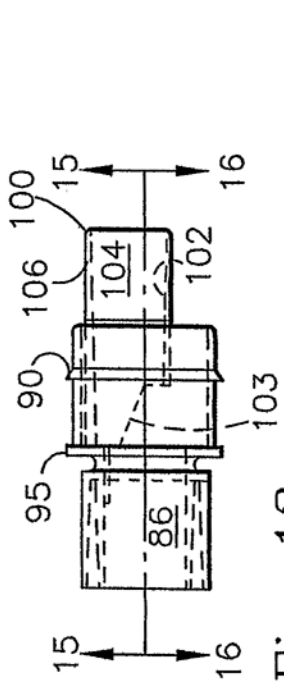


Fig. 13

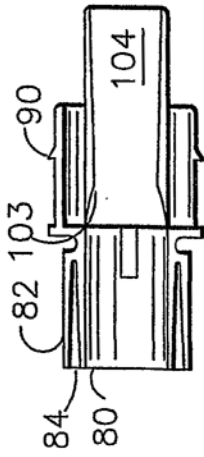


Fig. 15

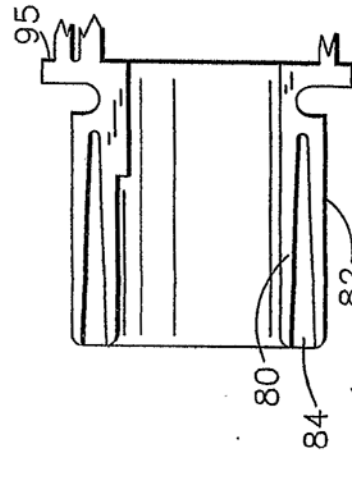


Fig. 17

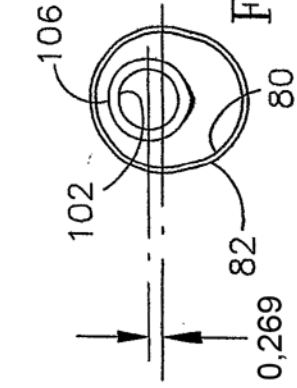


Fig. 20

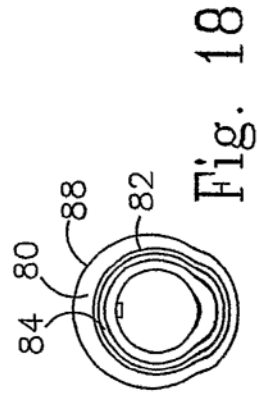


Fig. 18

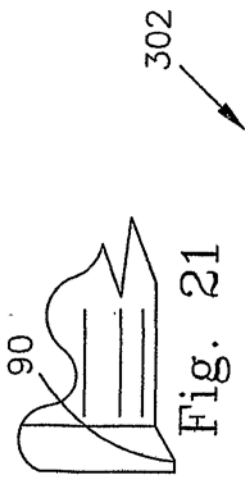


Fig. 21

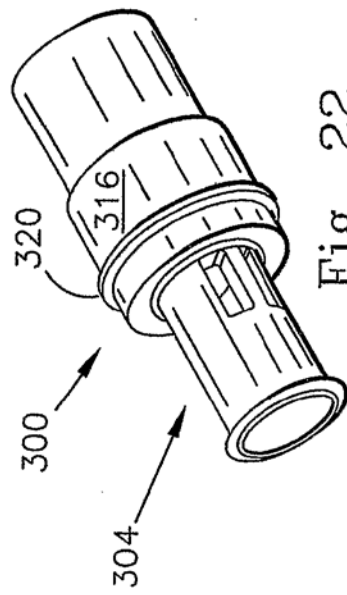


Fig. 22

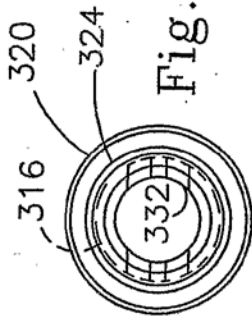


Fig. 23

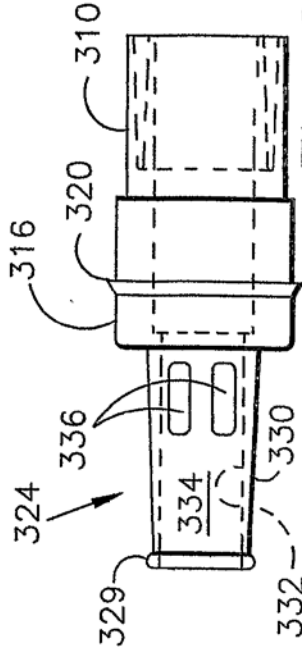


Fig. 24

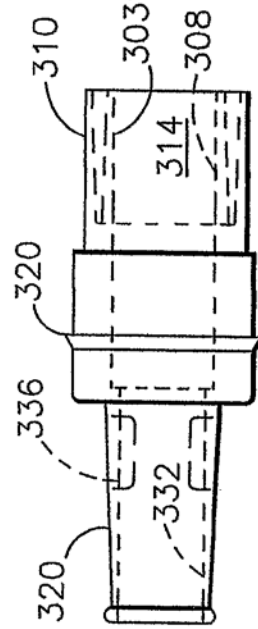


Fig. 26

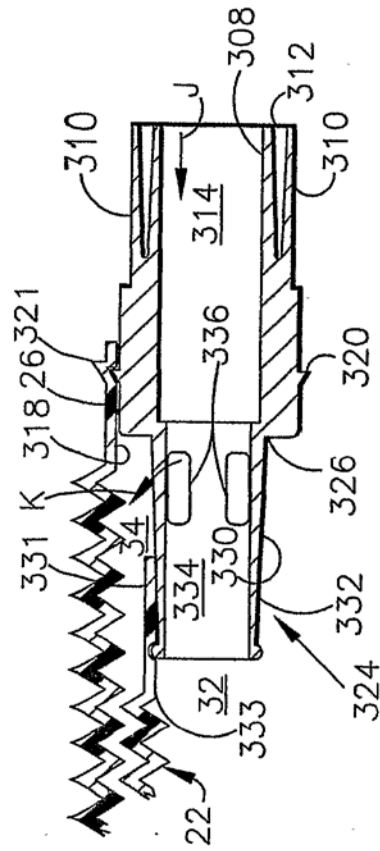


Fig. 25

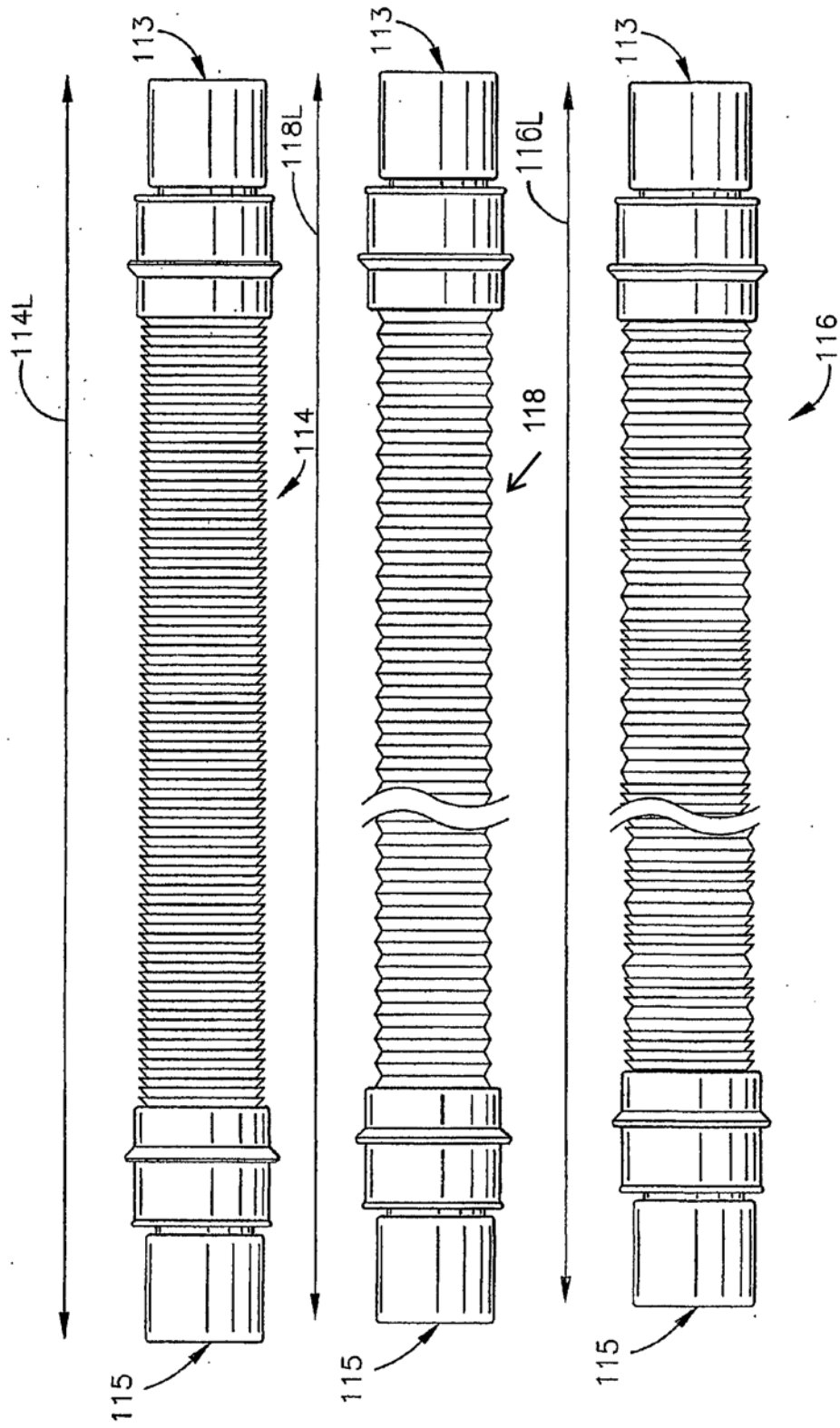


Fig. 27

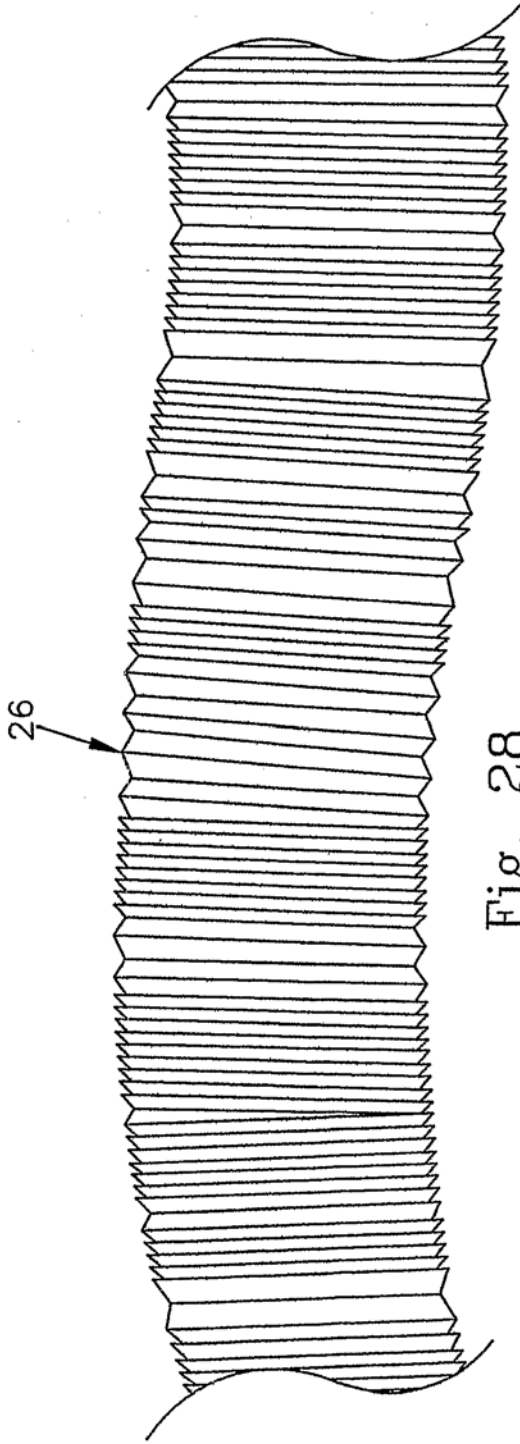


Fig. 28

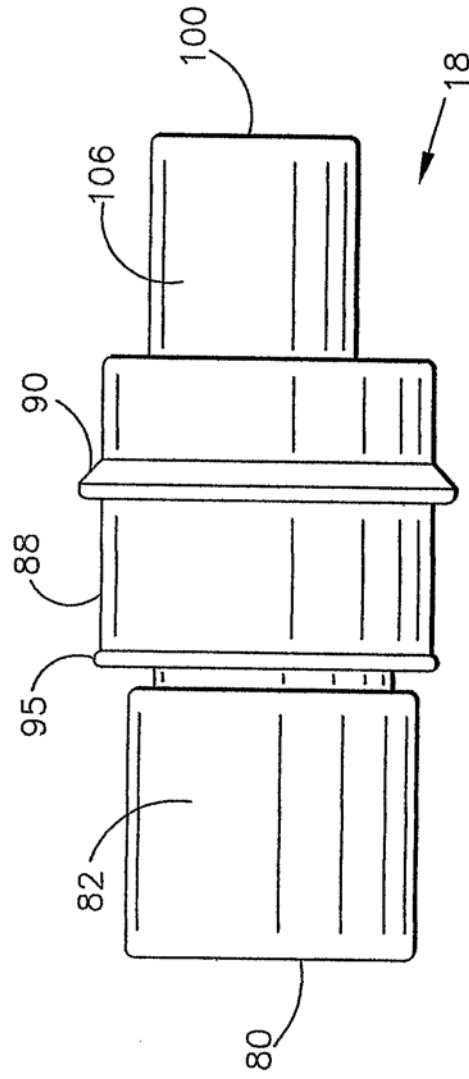


Fig. 29

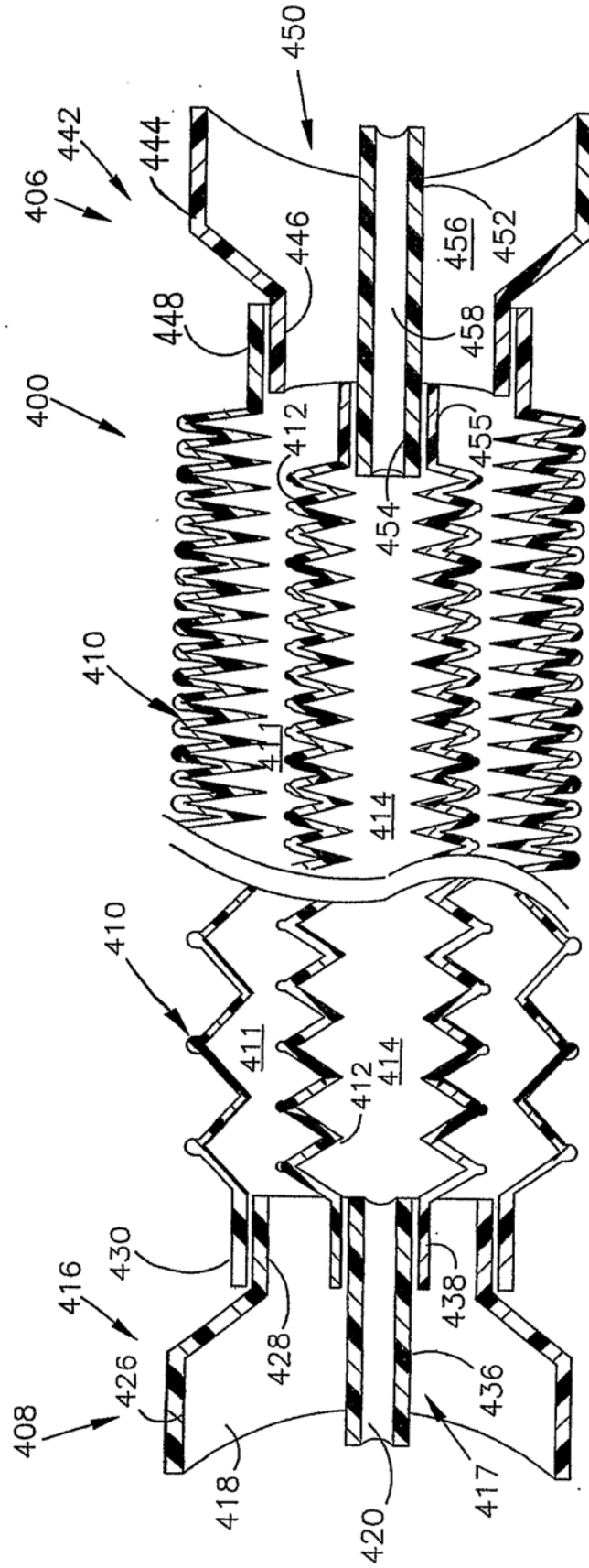


Fig. 30

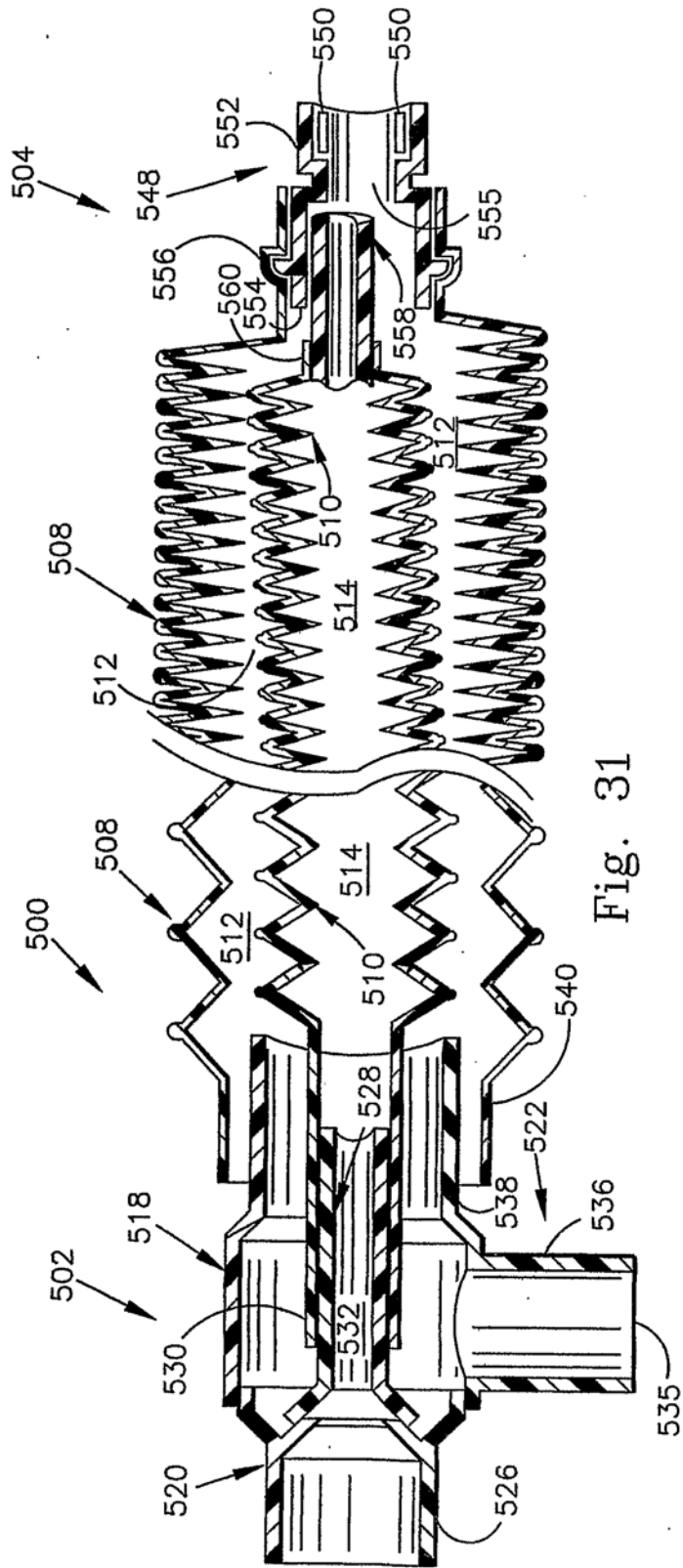


Fig. 31