

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 624 988**

51 Int. Cl.:

**A61B 17/32** (2006.01)

**A61F 9/007** (2006.01)

**A61B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.11.2012 PCT/US2012/066714**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.06.2013 WO13085758**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2012 E 12856463 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.03.2017 EP 2763609**

54 Título: **Líneas de transmisión neumática optimizadas**

30 Prioridad:

**08.12.2011 US 201113314625**

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

**18.07.2017**

73 Titular/es:

**ALCON RESEARCH, LTD. (100.0%)  
6201 South Freeway  
Fort Worth, TX 76134, US**

72 Inventor/es:

**MCDONELL, BRIAN, WILLIAM y  
FINODEYEV, FILIP**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 624 988 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**

Líneas de transmisión neumática optimizadas

Antecedentes de la invención

5 La presente descripción se refiere en general a una línea de transmisión neumática que tiene una sección transversal interna no uniforme que se utiliza para accionar instrumentos quirúrgicos neumáticos en procedimientos quirúrgicos tales como, por ejemplo, un procedimiento de vitrectomía.

La presente invención se expone en las reivindicaciones que se acompañan.

10 Se puede realizar un procedimiento de vitrectomía para eliminar sangre y residuos del ojo, para retirar tejido cicatricial o para aliviar la tracción sobre la retina. La sangre, las células inflamatorias, los residuos y el tejido cicatricial pueden oscurecer la luz a medida que pasa a través del ojo a la retina, dando como resultado una visión borrosa. El vítreo también puede ser retirado si está tirando de la retina o arrastrándola desde su posición normal. Algunas de las afecciones oculares más comunes que requieren vitrectomía incluyen complicaciones debidas a retinopatía diabética, tales como desprendimiento de retina o hemorragia retinal, agujero macular, desprendimiento de retina, fibrosis de membrana prerretiniana, hemorragia dentro del ojo (hemorragia vítrea), lesión o infección y  
15 ciertos problemas relacionados con una cirugía previa del ojo.

20 En una vitrectomía, el cirujano puede crear tres pequeñas incisiones en el ojo para tres instrumentos independientes. Estas incisiones pueden colocarse en la pars plana del ojo, que se encuentra justo detrás del iris, aunque delante de la retina. Los instrumentos que pasan a través de estas incisiones pueden incluir un tubo de luz, un puerto de infusión y el dispositivo de corte para vitrectomía. El tubo de luz es el equivalente de una linterna microscópica de alta intensidad para su uso dentro del ojo. El puerto de infusión puede usarse para reponer fluido en el ojo y mantener la presión adecuada dentro del ojo. La sonda de vitrectomía, o dispositivo de corte, puede funcionar como una pequeña guillotina, con una cuchilla microscópica oscilante para retirar el gel vítreo de manera controlada. Esto puede evitar una tracción significativa sobre la retina durante la retirada del humor vítreo.

25 De manera tradicional, la sonda de vitrectomía está conectada a una máquina quirúrgica que se utiliza para realizar el procedimiento de vitrectomía y otras cirugías en la parte posterior del ojo. La máquina quirúrgica puede proporcionar potencia y controlar el funcionamiento de la sonda de vitrectomía adjunta. Con el fin de proporcionar potencia neumática a la sonda de vitrectomía, la máquina quirúrgica puede incluir un módulo neumático o de distribución de aire. Este módulo neumático puede acondicionar y suministrar aire o gas comprimido para accionar la sonda. El módulo neumático puede estar conectado a un cilindro que contiene gas comprimido.

30 Típicamente, la máquina quirúrgica se conecta a una sonda de vitrectomía a través de unos tubos. Dichos tubos tienen tradicionalmente un diámetro interno constante a lo largo de la longitud de los tubos. De este modo, el tamaño de la vía de paso dentro de los tubos permanece igual a medida que el gas a presión se desplaza desde la máquina quirúrgica hasta la sonda de vitrectomía. Esto da como resultado un tubo que tiene el mismo grado de flexibilidad a lo largo de la longitud del tubo. Además, debido a que los tubos tienen un diámetro interno constante a lo largo de la  
35 longitud de los tubos, los tubos no están optimizados para el funcionamiento neumático.

El presente estado de la técnica está representado por los documentos GB 1.390.979, US 6.383.203 B1, US 4.577.629 A, US 2010/0056991 y US2004/034333.

Breve descripción de la invención

40 La invención es como se define en las reivindicaciones que se acompañan. Los aspectos, ejemplos o realizaciones de acuerdo con la presente descripción que no se encuentren dentro del ámbito de aplicación de la invención de dichas realizaciones, se proporcionan únicamente con fines ilustrativos y no forman parte de la presente invención.

La presente invención proporciona un sistema que comprende un instrumento quirúrgico accionable neumáticamente y una línea de transmisión neumática flexible de acuerdo con las reivindicaciones que vienen a continuación.

45 En un aspecto ejemplar, la presente descripción se refiere a un sistema. El sistema incluye un instrumento quirúrgico neumático y una consola quirúrgica que sirve para proporcionar gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático. Además, el sistema incluye una línea de transmisión neumática que acopla el instrumento quirúrgico neumático a la consola quirúrgica. La línea de transmisión neumática tiene un orificio interno configurado para suministrar el gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático. El orificio interno tiene una sección transversal  
50 no uniforme a lo largo de una longitud de la línea de transmisión neumática.

55 En un aspecto ejemplar, la presente descripción se refiere a un sistema. El sistema incluye un instrumento quirúrgico neumático y una fuente de gas comprimido. Además, el sistema tiene una línea de transmisión neumática que acopla el instrumento quirúrgico neumático a la fuente. La línea de transmisión neumática tiene una vía de paso que se extiende a través de la misma dimensionada y conformada para suministrar el gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático. La vía de paso tiene un diámetro no uniforme desde la fuente del gas comprimido hasta el instrumento quirúrgico neumático.

En un aspecto ejemplar, la presente descripción se refiere a un sistema. El sistema incluye una línea de transmisión neumática que sirve para accionar un instrumento quirúrgico neumático. La línea de transmisión neumática incluye una vía de paso que se extiende a través de la misma para proporcionar gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático. La vía de paso tiene una sección transversal no uniforme a lo largo de una longitud de la línea de transmisión neumática. Estos y otros aspectos, formas, objetos, características y beneficios de la presente descripción resultarán evidentes a partir de los siguientes dibujos detallados y la descripción.

5

Estos y otros aspectos, formas, objetos, características y beneficios de la presente descripción resultarán evidentes a partir de los siguientes dibujos detallados y la descripción.

Breve descripción de los dibujos

10 Los dibujos adjuntos, que se incorporan a la presente memoria y constituyen una parte de la misma, ilustran realizaciones de la presente descripción. Junto con una descripción general de la presente descripción dada anteriormente, y la descripción detallada que se da a continuación, los dibujos sirven para ejemplificar las realizaciones de la presente descripción.

15 La figura 1 es una ilustración de una consola quirúrgica ejemplar para realizar varios procedimientos oftálmicos incluyendo una vitrectomía de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema neumático para accionar un instrumento quirúrgico de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

La figura 3 es una ilustración de una cuchilla de sonda del instrumento quirúrgico de la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

20 La figura 4 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de líneas de transmisión neumática escalonadas que se pueden utilizar con el sistema neumático mostrado en la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

La figura 5 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de un manguito que acopla la línea de transmisión neumática escalonada mostrada en la figura 4 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

25 La figura 6 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de una línea de transmisión neumática escalonada que se puede utilizar con el sistema neumático mostrado en la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

30 La figura 7 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de líneas de transmisión neumática escalonadas que se pueden utilizar con el sistema neumático mostrado en la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

La figura 8 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de líneas de transmisión neumática ahusadas que se pueden utilizar con el sistema neumático mostrado en la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

35 La figura 9 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de líneas de transmisión neumática ahusadas que se pueden utilizar con el sistema neumático mostrado en la figura 2 de acuerdo con un aspecto de la presente descripción.

Descripción detallada de la invención

40 La presente descripción se refiere en general al campo de la cirugía oftálmica y más en concreto a una línea de transmisión neumática que tiene una sección transversal interna y / o diámetro no uniformes que se utiliza para accionar instrumentos quirúrgicos neumáticos en procedimientos quirúrgicos tales como, por ejemplo, un procedimiento de vitrectomía. Con el fin de facilitar una comprensión de los principios de la presente descripción, se hará referencia ahora a realizaciones o ejemplos ilustrados en los dibujos, y se usará un lenguaje específico para describir estos ejemplos. Sin embargo, se entenderá que no se pretende limitar el ámbito de aplicación de la presente descripción. Se prevé que a un experto en la técnica a la que se refiere la descripción se le ocurrirá cualquier alteración y modificaciones adicionales en las realizaciones descritas y cualquier otra aplicación de los principios de la presente descripción según se describe aquí.

45

50 La figura 1 es una ilustración de una consola quirúrgica ejemplar 100 para realizar diversos procedimientos quirúrgicos oftálmicos. A este respecto, la consola quirúrgica 100 está configurada para ayudar a un usuario a realizar un procedimiento de vitrectomía. Más en concreto, la consola quirúrgica 100 está configurada para accionar un instrumento quirúrgico neumático 102. Aquí, el instrumento quirúrgico neumático 102 es una sonda de vitrectomía. Sin embargo, en otras realizaciones, el instrumento quirúrgico neumático 102 puede ser cualquier otro instrumento quirúrgico neumático accionado por una línea de transmisión neumática.

50

55 Según se muestra en la figura 1, el instrumento quirúrgico neumático 102 está acoplado a la consola quirúrgica 100 mediante líneas de transmisión neumática 104 y 106, o tubos. Aquí, la consola quirúrgica 100 tiene puertos 108 diseñados para acoplar líneas de transmisión neumática 104 y 106 a la consola quirúrgica 100. Como se describe

con más detalle a continuación, las líneas de transmisión neumática 104 y 106 proporcionan potencia al instrumento quirúrgico neumático 102. Es decir, la consola quirúrgica 100 proporciona un gas comprimido, tal como nitrógeno, a través de las líneas de transmisión neumática 104 y 106 para poner en marcha y / o accionar el instrumento quirúrgico neumático 102. Aunque la figura 1 muestra dos líneas de transmisión neumática independientes que accionan el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan una única línea de transmisión neumática o más de dos líneas de transmisión neumática. Por tanto, no se limita el número de líneas de transmisión neumática en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

Además, la consola quirúrgica 100 también incluye un módulo fluídico 110. El módulo fluídico 110 está configurado para soportar funciones de irrigación y / o aspiración durante un procedimiento quirúrgico. Es decir, aunque no se muestra, el instrumento quirúrgico neumático 102 puede acoplarse al módulo fluídico 110 a través de tubos adicionales configurados para soportar funciones de irrigación y / o aspiración con respecto al instrumento quirúrgico neumático 102 o a cualquier otro instrumento conectado a la consola quirúrgica 100.

Además, la consola quirúrgica 100 incluye una pantalla 112. La pantalla 112 sirve para mostrar información a un usuario de la consola. A este respecto, la pantalla 112 proporciona información visual referente al funcionamiento del instrumento quirúrgico neumático 102. Además, la pantalla 112 puede ser una pantalla táctil que recibe una entrada de usuario y facilita el funcionamiento a un usuario de la consola 100.

Con referencia a la figura 2, se muestra un diagrama esquemático de un sistema neumático 200 para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102 según se muestra. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 incluye una fuente 202 de gas comprimido, tal como nitrógeno, que se utiliza para accionar y / o poner en marcha el instrumento quirúrgico neumático 102. Un sistema neumático 200 también incluye un controlador 204. El controlador 204 está en comunicación con la fuente 202 y está configurado para regular la presión del gas comprimido dentro de la fuente 202. A este respecto, el controlador 204 regula la presión dentro de la fuente 202 creando un equilibrio entre las presiones más bajas, que permiten reducir el consumo de gas y las presiones más altas, que permiten un accionamiento más rápido del instrumento quirúrgico neumático 102 (por ejemplo, permite velocidades de corte más rápidas y / o aumenta el rango dinámico de velocidades de corte disponibles para el instrumento quirúrgico neumático 102). En otras realizaciones, la presión dentro de la fuente 202 también puede ser regulada por un controlador independiente que está fuera de la consola quirúrgica 100.

Tal como se muestra en la figura 2, el sistema neumático 200 incluye una válvula neumática 206. La válvula neumática 206 está acoplada a la fuente 202 y a unos canales 208 y 210. Además, la válvula neumática 206 está en comunicación con el controlador 204. En este caso, la válvula neumática 206 es una válvula de cuatro vías. Sin embargo, también se contemplan otras configuraciones de válvula para la válvula neumática 206.

La válvula neumática 206 incluye un solenoide que funciona para mover la válvula 206 a una de dos posiciones según es dirigido por señales de control procedentes del controlador 204. En una primera posición, la válvula neumática 206 permite que gas a presión procedente de la fuente 202 pase a través de la válvula neumática 206 a un canal 210 para proporcionar potencia neumática al instrumento quirúrgico neumático 102 a través de la línea de transmisión neumática 106 mientras se ventila el gas a presión procedente de la línea de transmisión neumática 104 vía un canal 208 a través de un silenciador 212. En una segunda posición, la válvula neumática 206 permite que gas a presión procedente de la fuente 202 pase a través de la válvula neumática 206 al canal 208 para proporcionar potencia neumática al instrumento quirúrgico neumático 102 a través de la línea de transmisión neumática 104 mientras se ventila el gas a presión procedente de la línea de transmisión neumática 106 vía el canal 210 a través del silenciador 212.

Como se ha expuesto anteriormente, el instrumento quirúrgico neumático 102 es una sonda de vitrectomía. Tal como se muestra en la figura 2, el instrumento quirúrgico neumático 102 tiene una cuchilla de sonda 214 y cámaras duales separadas por un diafragma 216. A este respecto, la línea de transmisión neumática 104 está acoplada a y en comunicación con una primera cámara 218 y la línea de transmisión neumática 106 está acoplada a y en comunicación con una segunda cámara 220.

En consecuencia, cuando la válvula neumática 206 está en la primera posición, la segunda cámara 220 del instrumento quirúrgico neumático 102 se carga llenándose con gas a presión suministrado a través de la línea de transmisión neumática 106 mientras que la primera cámara 218 es descargada liberándose gas a presión en la línea de transmisión neumática 104. Además, cuando la válvula neumática 206 está en la segunda posición, la primera cámara 218 del instrumento quirúrgico neumático 102 se carga llenándose con gas a presión suministrado a través de la línea de transmisión neumática 104 mientras que la segunda cámara 220 es descargada liberándose gas a presión en la línea de transmisión neumática 106. Como se describe con más detalle a continuación, el cambio de la válvula neumática 206 entre las posiciones primera y segunda hace que el diafragma 216 haga oscilar o mueva la cuchilla de sonda 214 para cortar tejido vítreo dentro del ojo del paciente.

Con referencia a la figura 3, se muestra una ilustración de la cuchilla de sonda 214 del instrumento quirúrgico neumático 102. Como se ha explicado anteriormente, el cambio de la válvula neumática 206 entre las posiciones primera y segunda hace que el diafragma 216 haga oscilar o mueva la cuchilla de sonda 214. Este movimiento u oscilación mediante la cuchilla de sonda 214 se identifica mediante la flecha A.

La cuchilla de sonda 214 actúa como un dispositivo de corte. A este respecto, la cuchilla de sonda 214 tiene un extremo afilado 302 y está rodeada en parte por un tubo exterior 304. Además, el tubo exterior 304 incluye un puerto de corte 306, o abertura. Debido a que la cuchilla de sonda 214 se mueve hacia adelante y hacia atrás dentro del tubo exterior 304 identificado con la flecha A, la cuchilla de sonda 214 abre y cierra alternativamente el puerto de corte 304 con el extremo afilado 302 de la cuchilla de sonda 214. Por tanto, la apertura y cierre del puerto de corte 304 con el extremo afilado 302 de la cuchilla de sonda 214 puede atravesar material colocado al lado de la cuchilla de sonda, tal como vítreo en el ojo de un paciente durante una vitrectomía.

La figura 4 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de líneas de transmisión neumática escalonadas que se pueden utilizar con el sistema neumático 200 para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 y el instrumento quirúrgico neumático 102 están acoplados a líneas de transmisión neumática escalonadas 402 y 404. Las líneas de transmisión neumática escalonadas 402 y 404 se utilizan en el sistema 200 en lugar de las líneas de transmisión neumática 104 y 106, respectivamente. Por tanto, toda la descripción en el presente documento relacionada con las líneas de transmisión neumática 104 y 106 se puede aplicar a las líneas de transmisión neumática escalonadas 402 y 404 a menos que se indique lo contrario.

La línea de transmisión neumática escalonada 402 se describirá a continuación. Las características analizadas con respecto a la línea de transmisión neumática escalonada 402 están presentes en la línea de transmisión neumática escalonada 404 y son igualmente aplicables a la misma. Por tanto, se han utilizado números de referencia similares en la figura 4 para identificar características similares con respecto a las líneas de transmisión neumática escalonadas 402 y 404.

Además, aunque la figura 4 muestra dos líneas de transmisión neumática escalonadas independientes 402 y 404 que accionan el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan una sola línea de transmisión neumática escalonada o más de dos líneas de transmisión neumática escalonadas. Por tanto, no hay ninguna limitación implícita al número de líneas de transmisión neumática escalonadas en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

La línea de transmisión neumática escalonada 402 tiene un primer segmento 406 y un segundo segmento 408. El primer segmento 406 tiene un extremo proximal 410 que está acoplado a la consola quirúrgica 100 a través de puertos 108 y un extremo distal 412 que está acoplado al segundo segmento 406 a través de un manguito 414, o acoplador. Además, el primer segmento incluye un orificio interno 416 o una vía de paso que se extiende desde el extremo proximal 410 hasta el extremo distal 412 del primer segmento 406.

Aunque el manguito 414 se muestra acoplando el primer segmento 406 con el segundo segmento 408, se prevé que puede utilizarse cualquier otro medio para acoplar los dos segmentos entre sí. Por ejemplo, en otras realizaciones, uno de los segmentos está configurado para deslizarse dentro del otro segmento, acoplando de ese modo los segmentos sin el uso del manguito 414. Además, en otras realizaciones, la línea de transmisión neumática 402 se fabrica como una línea de transmisión continua que tiene dos o más segmentos con la configuración escalonada. En una realización de este tipo, la línea de transmisión neumática no requiere que el manguito acople los segmentos porque los segmentos han sido fabricados en una línea de transmisión continua que tiene la configuración escalonada.

Tal como se muestra, el primer segmento 406 tiene un diámetro externo sustancialmente constante  $OD_1$  desde el extremo proximal 410 hasta el extremo distal 412 del primer segmento 406. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $OD_1$  puede medir aproximadamente 0,250 pulgadas. Además,  $OD_1$  puede oscilar entre aproximadamente 0,15 pulgadas y aproximadamente 0,5 pulgadas. Sin embargo, están previstas otras dimensiones para  $OD_1$  por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

Además, el orificio interno 416 del primer segmento 406 tiene un diámetro interno sustancialmente constante  $ID_1$  que se extiende desde el extremo proximal 410 hasta el extremo distal 412 del primer segmento 406. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_1$  puede ser de aproximadamente 0,150 pulgadas. Además,  $ID_1$  puede oscilar entre aproximadamente 0,1 pulgadas y aproximadamente 0,3 pulgadas. Sin embargo, están previstas otras dimensiones para  $ID_1$  por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

El segundo segmento 408 tiene un extremo proximal 418 que está acoplado al primer segmento 406 a través del manguito 414 y un extremo distal 420 que está acoplado al instrumento quirúrgico neumático 102. Además, el segundo segmento 408 incluye un orificio interno 422 o una vía de paso que se extiende desde el extremo proximal 418 hasta el extremo distal 420 del segundo segmento 408.

Tal como se muestra, el segundo segmento 408 tiene un diámetro externo sustancialmente constante  $OD_2$  desde el extremo proximal 418 hasta el extremo distal 420 del segundo segmento 408. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $OD_2$  puede ser de aproximadamente 0,125 pulgadas. Además,  $OD_2$  puede oscilar entre aproximadamente 0,05 pulgadas y aproximadamente 0,20 pulgadas. Sin embargo, están previstas otras dimensiones para  $OD_2$  por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

Además, el orificio interno 422 del segundo segmento 408 tiene un diámetro interno sustancialmente constante  $ID_2$  que se extiende desde el extremo proximal 418 hasta el extremo distal 420 del segundo segmento 408. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_2$  puede ser de aproximadamente 0,06 pulgadas. Además,  $ID_2$  puede oscilar entre

aproximadamente 0,01 pulgadas y aproximadamente 0,150 pulgadas. Sin embargo, están previstas otras dimensiones para ID<sub>2</sub> por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

De acuerdo con ello, el segundo segmento 408 está “escalonado” hacia abajo con respecto al primer segmento 406. A este respecto, el diámetro externo OD<sub>1</sub> del primer segmento 406 es mayor que el diámetro externo OD<sub>2</sub> del segundo segmento 408. Además, El diámetro interno ID<sub>1</sub> del primer segmento 406 es mayor que el diámetro interno ID<sub>2</sub> del segundo segmento 408. Por tanto, debido a que el segundo segmento 408 está “escalonado” hacia abajo con respecto al primer segmento 406, la vía de paso que se extiende a través de la línea de transmisión neumática escalonada 402 tiene una sección transversal y / o diámetro no uniformes cuando la línea de transmisión neumática se extiende desde la consola quirúrgica 100 al instrumento quirúrgico neumático 102.

En base a esta configuración escalonada, la línea de transmisión neumática escalonada 402 incrementa el rendimiento del instrumento quirúrgico neumático 102 en comparación con otros instrumentos neumáticos que utilizan tubos de línea de transmisión neumática tradicional. Como se analiza anteriormente, los tubos de línea de transmisión tradicionales tienen un diámetro interno constante a lo largo de la longitud de los tubos. Por tanto, el tamaño de la vía de paso dentro de los tubos permanece igual a medida que el gas a presión se desplaza desde la consola quirúrgica hasta el instrumento quirúrgico.

Por el contrario, la línea de transmisión neumática escalonada 402 tiene un diámetro interno (o sección transversal) no constante o no uniforme a lo largo de la longitud de la línea de transmisión. El uso de un diámetro interno no constante permite optimizar la línea de transmisión neumática escalonada 402 basándose en sus necesidades funcionales a lo largo de su longitud. Debido a que la línea de transmisión neumática escalonada 402 puede considerarse cerrada por su extremo acoplado al instrumento quirúrgico neumático 102 y es accionada desde el extremo de la línea acoplada a la consola 100, el extremo accionado de la línea de transmisión neumática escalonada 402 tiene una mayor necesidad de flujo de gas. Por tanto, con el fin de optimizar el flujo de gas, el extremo accionado de la línea de transmisión neumática escalonada 402 debería tener un diámetro mayor que el extremo cerrado.

En este caso, el primer segmento 406 tiene un diámetro interno ID<sub>1</sub> mayor para el orificio interno 416 que el diámetro interno ID<sub>2</sub> para el orificio interno 422 del segmento 408. Por tanto, el orificio interno 416 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 donde un flujo alto de gas a presión es lo más importante para optimizar el rendimiento neumático.

Además, como se ha explicado anteriormente, el uso de un diámetro interno no constante permite optimizar la línea de transmisión neumática escalonada 402 en base a sus necesidades funcionales a lo largo de su longitud. A este respecto, debido a que las líneas de transmisión neumática tradicionales tienen diámetros constantes, la parte de la línea de transmisión adyacente al instrumento quirúrgico tiene todavía el mismo diámetro interno grande requerido en el otro extremo que es accionado por la consola quirúrgica. Por tanto, los tubos tienen un tamaño y una masa mayores de lo ideal y como resultado de ello los tubos no son típicamente tan flexibles como sería deseable cerca del instrumento quirúrgico.

La línea de transmisión neumática escalonada 402 plantea este problema. Como se ha explicado anteriormente, la línea de transmisión neumática escalonada 402 incluye el segundo segmento 408 que tiene un diámetro interno ID<sub>2</sub> y un diámetro externo OD<sub>2</sub> más pequeños que el diámetro interno ID<sub>1</sub> y el diámetro externo OD<sub>1</sub> del segmento 406. Por tanto, la línea de transmisión neumática escalonada 402 proporciona una línea de transmisión más pequeña (por ejemplo, el segundo segmento 408) adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102, donde una flexibilidad alta y una masa baja son lo más importante para un usuario del instrumento quirúrgico neumático 102. Por tanto, los tubos de la línea de transmisión neumática escalonada 402 están configurados para proporcionar una mayor flexibilidad y una masa baja optimizando al mismo tiempo el rendimiento neumático.

La figura 5 muestra una vista en sección transversal parcial del manguito 414 que acopla el extremo distal 412 del primer segmento 406 al extremo proximal 418 del segundo segmento 408. Tal como se muestra, el manguito 414 tiene un orificio proximal 502, un orificio de conexión 504, u orificio intermedio, y un orificio distal 506. El orificio proximal 502 está dimensionado y conformado para recibir el extremo distal 412 del primer segmento 406.

Además, el orificio proximal 502 está definido en parte por la superficie interior 508 del manguito 414. A este respecto, la superficie interior 508 es ahusada o está inclinada hacia el orificio de conexión 504. Como resultado de ello, el extremo distal 412 del primer segmento 406 se acopla al manguito 414 por medio de un acoplamiento a presión o acoplamiento hermético mediante la superficie interior ahusada 508 aplicando una fuerza de acoplamiento al extremo distal 412.

Además, el orificio proximal 502 incluye topes 510. Los topes 510 evitan que el extremo distal 412 se extienda hasta el orificio de conexión 504. A este respecto, el extremo distal 412 del primer segmento 406 hace tope con los topes 510 cuando se inserta totalmente en el manguito 414. Así, los topes 510 impiden que el extremo distal 412 sea insertado en exceso en el manguito 414.

El orificio distal 506 está dimensionado y conformado para recibir el extremo proximal 418 del segundo segmento 408. El orificio distal 506 está definido en parte por la superficie interior 516 del manguito 414. A ese respecto, la superficie interior 516 es ahusada o está inclinada hacia el orificio de conexión 504. Como resultado de ello, el

extremo proximal 418 del segundo segmento 408 se acopla al manguito por medio de un acoplamiento a presión o acoplamiento hermético mediante la superficie interior ahusada aplicando una fuerza de acoplamiento contra el extremo proximal 418.

5 Además, el orificio distal 506 incluye topes 518. Los topes 518 impiden que el extremo proximal 418 se extienda hasta el orificio de conexión 504. A este respecto, el extremo proximal 418 del segundo segmento 408 hace tope con los topes 518 cuando se inserta completamente en el manguito 414. Así, los topes 518 impiden que el extremo proximal 418 sea insertado en exceso en el manguito 414.

10 Tal como se muestra, el orificio de conexión 504 está situado entre el orificio proximal 502 y el orificio distal 506. El orificio de conexión tiene forma cónica. A este respecto, una superficie interior 520 define el orificio de conexión 504 y se estrecha hacia el orificio distal 506. Por tanto, una abertura 512 del orificio de conexión 504 adyacente al orificio proximal 502 tiene un diámetro mayor que una abertura 514 adyacente al orificio distal 506. Además, la abertura 512 tiene un diámetro sustancialmente similar al diámetro interno  $ID_1$  del orificio interno 416 del primer segmento 406. Además, la abertura 514 tiene un diámetro sustancialmente similar al diámetro interno  $ID_2$  del orificio interno 422 del segundo segmento 408. Debido al dimensionamiento de las aberturas 512 y 514 y a la forma cónica del orificio de conexión 504, se forma una junta entre el orificio interno 416 del primer segmento y el orificio interno 422 del segundo segmento 408 que permite que fluya gas a presión a través de la misma.

20 La figura 6 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de una línea de transmisión neumática escalonada 600 que se puede utilizar con el sistema neumático 200. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 y el instrumento quirúrgico neumático 102 están acoplados a la línea de transmisión neumática escalonada 600. La línea de transmisión neumática escalonada 600 se utiliza en el sistema 200 en lugar de la línea de transmisión neumática 104 o 106. Por tanto, toda la descripción en este documento relacionada con las líneas de transmisión neumática 104 y 106 se puede aplicar a la línea de transmisión neumática escalonada 600 a menos que se indique lo contrario.

25 Además, aunque la figura 6 muestra una sola línea de transmisión neumática escalonada que acciona el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan más de una línea de transmisión neumática escalonada 600. Por tanto, no hay ninguna limitación implícita al número de líneas de transmisión neumática escalonadas 600 en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

30 La línea de transmisión neumática escalonada 600 es sustancialmente similar a la línea de transmisión neumática escalonada 402. Sin embargo, la línea de transmisión neumática escalonada 600 tiene más de dos segmentos en la que cada segmento adyacente está acoplado mediante un manguito 414. Aquí, los segmentos se identifican mediante el segmento  $S_1$  a  $S_n$  donde  $n$  representa el total acumulado de segmentos acoplados entre sí. Por tanto, la línea de transmisión neumática escalonada 600 puede estar constituida por cualquier número de segmentos.

35 A este respecto, el segmento  $S_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 tiene un orificio interno que tiene el diámetro interno  $ID_{S_1}$  más grande con respecto a cualquier otro segmento en la línea de transmisión neumática escalonada 600. Es decir, a medida que uno se mueve de los segmentos  $S_1$  al siguiente segmento, el diámetro interno (por ejemplo,  $ID_{S_2}$ ) del orificio del segmento adyacente (por ejemplo,  $S_2$ ) es menor que el diámetro interno ( $ID_{S_1}$ ) del segmento anterior (por ejemplo,  $S_1$ ) y así sucesivamente. De este modo, una vía de paso interna 602 que se extiende a través de la línea de transmisión neumática 600 disminuye de diámetro desde el extremo adyacente a la consola 100 hasta el extremo adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102 lo que da como resultado una línea de transmisión "escalonada", "en relieve" y / o "de tubos en relieve"

40 Por consiguiente, debido a que la línea de transmisión neumática 600 tiene un diámetro interno no constante a lo largo de la vía de paso 602, la línea de transmisión neumática escalonada se optimiza en base a sus necesidades funcionales a lo largo de su longitud. A este respecto, la línea de transmisión neumática 600 permite la recepción de un mayor volumen de gas a presión en la línea desde la consola 100 en comparación con el tamaño del diámetro interno de la línea de transmisión adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. Así, la línea de transmisión neumática 600 permite la recepción de un mayor volumen de gas a presión en la línea desde la consola 100 donde un flujo alto de gas a presión es lo más importante para optimizar el rendimiento neumático.

45 Además, la línea de transmisión neumática escalonada 600 proporciona una línea de transmisión más pequeña (por ejemplo, un segmento  $S_n$ ) adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102, donde una flexibilidad alta y una masa baja son lo más importante para un usuario del instrumento quirúrgico neumático 102. Tal como se muestra en la figura 6, a medida que uno se mueve desde el segmento  $S_1$  al segmento siguiente, el diámetro interno (por ejemplo,  $ID_{S_2}$ ) del orificio del segmento adyacente (por ejemplo,  $S_2$ ) es menor que el diámetro interno (por ejemplo,  $ID_{S_1}$ ) del segmento anterior (por ejemplo,  $S_1$ ) y así sucesivamente. Además, a medida que uno se mueve desde el segmento  $S_1$  al siguiente segmento, el diámetro externo (por ejemplo,  $OD_{S_2}$ ) del segmento adyacente (por ejemplo,  $S_2$ ) es menor que el diámetro externo (por ejemplo,  $OD_{S_1}$ ) del segmento anterior (por ejemplo,  $S_1$ ) y así sucesivamente. Por tanto, la línea de transmisión neumática escalonada 600 proporciona una línea de transmisión más pequeña (por ejemplo,  $S_n$ ) adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102, donde una flexibilidad alta y una masa baja son lo más importante para un usuario del instrumento quirúrgico neumático 102. Por tanto, la línea de transmisión neumática escalonada 600 está configurada para proporcionar una mayor flexibilidad y una masa baja optimizando al mismo tiempo el rendimiento neumático en comparación con una línea de transmisión neumática tradicional.

La figura 7 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de líneas de transmisión neumática escalonadas que se pueden utilizar con el sistema neumático 200. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 y el instrumento quirúrgico neumático 102 están acoplados a líneas de transmisión neumática escalonadas 702 y 704. Las líneas de transmisión neumática 702 y 704 se utilizan en el sistema 200 en lugar de líneas de transmisión neumática 104 y 106, respectivamente. Por tanto, toda la descripción de este documento relacionada con las líneas de transmisión neumática 104 y 106 se puede aplicar a las líneas de transmisión neumática escalonadas 702 y 704 a menos que se indique lo contrario.

A continuación, se describe la línea de transmisión neumática escalonada 702. Las características analizadas con respecto a la línea de transmisión neumática escalonada 702 están presentes en la línea de transmisión neumática escalonada 704 y se pueden aplicar igualmente a la misma. Por tanto, se han utilizado números de referencia similares en la figura 7 para identificar características similares con respecto a la línea de transmisión neumática escalonada 702 y 704.

Además, aunque la figura 7 muestra dos líneas de transmisión neumática escalonadas independientes 702 y 704 que accionan el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan una única línea de transmisión neumática o más de dos líneas de transmisión neumática. Por tanto, no se limita el número de líneas de transmisión neumática en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

La línea de transmisión neumática escalonada 702 tiene un extremo proximal 706, que está acoplado a la consola quirúrgica 100 a través de los orificios 108 y un extremo distal 708, que está acoplado al instrumento quirúrgico neumático 102. Además, la línea de transmisión neumática escalonada 702 tiene un orificio interno 710, o vía de paso, que se extiende desde el extremo proximal 706 hasta el extremo distal 708. Tal como se muestra, el orificio interno 710 que se extiende a través de la línea de transmisión neumática escalonada 702 disminuye de diámetro desde el extremo adyacente a la consola 100 hasta el extremo adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102.

Más en concreto, tal como se muestra en la figura 7, el orificio interno 710 tiene un diámetro interno de  $ID_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 y un diámetro interno de  $ID_2$  adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. El diámetro interno de  $ID_1$  es mayor que el diámetro interno de  $ID_2$ . De este modo, el orificio interno 710 tiene el diámetro interno más grande de  $ID_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 y el diámetro interno más pequeño de  $ID_2$  adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102.

A modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_1$  puede ser de aproximadamente 0,150 pulgadas. Además,  $ID_1$  puede oscilar entre aproximadamente 0,1 pulgadas y aproximadamente 0,3 pulgadas. Además, a modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_2$  puede ser de aproximadamente 0,06 pulgadas. Además,  $ID_2$  puede oscilar entre aproximadamente 0,01 pulgadas y aproximadamente 0,150 pulgadas. Sin embargo, están previstas otras dimensiones para  $ID_1$  e  $ID_2$  por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

En consecuencia, el orificio interno 710 está “escalonado” hacia abajo con respecto a la consola 100 hacia el instrumento quirúrgico neumático 102. Además, en esta realización, el diámetro externo de la línea de transmisión neumática 702 permanece sustancialmente constante desde el extremo proximal 706 hasta el extremo distal 708 de la línea de transmisión.

En base a esta configuración escalonada del orificio interno 706, la línea de transmisión neumática escalonada 702 aumenta el rendimiento del instrumento quirúrgico neumático 102 en comparación con otros instrumentos neumáticos que utilizan tubos de línea de transmisión neumática tradicional. A este respecto, la línea de transmisión neumática 702 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 en comparación con el tamaño del diámetro interno de la línea de transmisión adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. Así, la línea de transmisión neumática escalonada 702 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 donde un flujo alto de gas a presión es lo más importante para optimizar el rendimiento neumático.

Aunque la figura 7 muestra el orificio interno 710 con un diámetro que tiene un único escalón hacia abajo (por ejemplo, de  $ID_1$  a  $ID_2$ ), en otras realizaciones se prevé que el orificio interno 702 tenga más de un escalón hacia abajo. Por ejemplo, el orificio interno 710 puede tener tres o más diámetros internos diferentes que producen el efecto escalonado hacia abajo. En tales realizaciones, la parte del orificio 710 adyacente a la consola quirúrgica 100 tendría el diámetro interno más grande y cada siguiente escalón hacia abajo del orificio 710 tendría un diámetro interno menor. Por tanto, en una realización alternativa de este tipo, el orificio interno 710 que se extiende a través de la línea de transmisión neumática escalonada 702 disminuye de diámetro desde el extremo adyacente a la consola 100 hasta el extremo adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102, lo que da como resultado una línea de transmisión “escalonada”, “en relieve” y / o “de tubos en relieve”

La figura 8 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de líneas de transmisión neumática ahusadas que se pueden utilizar con el sistema neumático 200. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 y el instrumento quirúrgico neumático 102 están acoplados a unas líneas de transmisión neumática ahusadas 802 y 804. Las líneas de transmisión neumática ahusadas 802 y 804 se utilizan en el sistema 200 en lugar de las líneas de transmisión neumática 104 y 106, respectivamente. Por tanto, toda la descripción de este documento relacionada con las líneas de transmisión neumática 104 y 106 se puede aplicar a las líneas de transmisión neumática ahusadas 802 y 804 a menos que se indique lo contrario.

A continuación, se describirá la línea de transmisión neumática ahusada 802. Las características analizadas con respecto a la línea de transmisión neumática ahusada 802 están presentes en la línea de transmisión neumática ahusada 804 y son igualmente aplicables a la misma. Por tanto, se han utilizado números de referencia similares en la figura 8 para identificar características similares con respecto a las líneas de transmisión neumática ahusadas 802 y 804.

Además, aunque la figura 8 muestra dos líneas de transmisión neumática ahusadas independientes 802 y 804 que accionan el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan una única línea de transmisión neumática ahusada o más de dos líneas de transmisión neumática ahusadas. Por tanto, no se limita el número de líneas de transmisión neumática ahusadas en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

La línea de transmisión neumática ahusada 802 tiene un extremo proximal 806 que está acoplado a la consola quirúrgica 100 a través de puertos 108 y un extremo distal 808 que está acoplado al instrumento quirúrgico neumático 102. Además, la línea de transmisión neumática ahusada 802 tiene un orificio interno 810, o vía de paso, que se extiende desde el extremo proximal 806 hasta el extremo distal 808. Tal como se muestra, el orificio interno 810 que se extiende a través de la línea de transmisión neumática ahusada 802 disminuye de diámetro desde el extremo adyacente a la consola 100 hasta el extremo adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102.

Más en concreto, tal como se muestra en la figura 8, la línea de transmisión neumática ahusada 802 se estrecha continuamente desde la consola quirúrgica 100 al instrumento quirúrgico neumático 102. Es decir, una superficie exterior 812 de la línea de transmisión neumática 802 y una superficie interior 814 que define el orificio 810 se estrechan continuamente desde el extremo proximal 806 al extremo distal 808 de la línea de transmisión neumática ahusada 802.

De este modo, el orificio interno 810 tiene el diámetro interno más grande de  $ID_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 y el diámetro interno más pequeño de  $ID_2$  adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_1$  puede ser de aproximadamente 0,150 pulgadas. Además,  $ID_1$  puede oscilar entre aproximadamente 0,1 pulgadas y aproximadamente 0,3 pulgadas. Además, a modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_2$  puede ser de aproximadamente 0,06 pulgadas. Además,  $ID_2$  puede oscilar entre aproximadamente 0,01 pulgadas y aproximadamente 0,150 pulgadas. Sin embargo, se prevén otras dimensiones para  $ID_1$  e  $ID_2$ , por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

Además, la línea de transmisión neumática ahusada 802 tiene el diámetro externo más grande de  $OD_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 y el diámetro externo más pequeño de  $OD_2$  adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $OD_1$  puede ser de aproximadamente 0,250 pulgadas. Además,  $OD_1$  puede oscilar desde aproximadamente 0,15 pulgadas a aproximadamente 0,5 pulgadas. Además, a modo de ejemplo, y no de limitación,  $OD_2$  puede ser de aproximadamente 0,125 pulgadas. Además,  $OD_2$  puede oscilar desde aproximadamente 0,05 pulgadas hasta aproximadamente 0,20 pulgadas. Sin embargo, se prevén otras dimensiones para  $OD_1$  y  $OD_2$ , por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

Por consiguiente, debido a que la línea de transmisión neumática ahusada 802 tiene un diámetro interno no constante a lo largo del orificio 810, la línea de transmisión neumática ahusada se optimiza en base a sus necesidades funcionales a lo largo de su longitud. A este respecto, la línea de transmisión neumática ahusada 802 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 en comparación con el tamaño del diámetro interno de la línea de transmisión adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. Así, la línea de transmisión neumática ahusada 802 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100, donde un flujo alto de gas a presión es lo más importante para optimizar el rendimiento neumático. Además, debido a que la superficie exterior 812 es ahusada, la línea de transmisión neumática ahusada 802 proporciona una línea de transmisión más pequeña adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102, donde una flexibilidad alta y una masa baja son lo más importante para un usuario del instrumento quirúrgico neumático 102. Por tanto, la línea de transmisión neumática ahusada 802 está configurada para proporcionar una mayor flexibilidad y una masa baja optimizando al mismo tiempo el rendimiento neumático en comparación con las líneas de transmisión neumática tradicionales.

La figura 9 es una ilustración de una vista en sección transversal parcial de una realización alternativa de líneas de transmisión neumática ahusadas que se pueden utilizar con el sistema neumático 200. Tal como se muestra, la consola quirúrgica 100 y el instrumento quirúrgico neumático 102 están acoplados a unas líneas de transmisión neumática ahusadas 902 y 904. Las líneas de transmisión neumática ahusadas 902 y 904 se utilizan en el sistema 200 en lugar de las líneas de transmisión neumática 104 y 106, respectivamente. Por tanto, toda la descripción en el presente documento relacionada con las líneas de transmisión neumática 104 y 106 se puede aplicar a las líneas de transmisión neumática ahusadas 902 y 904 a menos que se indique lo contrario.

A continuación, se describe la línea de transmisión neumática ahusada 902. Las características analizadas con respecto a la línea de transmisión neumática ahusada 902 están presentes en la línea de transmisión neumática ahusada 904 y son igualmente aplicables a la misma. Por tanto, se han utilizado números de referencia similares en la figura 9 para identificar características similares con respecto a las líneas de transmisión neumática ahusadas 902 y 904.

Además, aunque la figura 9 muestra dos líneas de transmisión neumática ahusadas independientes 902 y 904 que accionan el instrumento quirúrgico neumático 102, otras realizaciones utilizan una única línea de transmisión neumática ahusada o más de dos líneas de transmisión neumática ahusadas. Por tanto, no se limita el número de líneas de transmisión neumática ahusadas en la presente invención para accionar el instrumento quirúrgico neumático 102.

La línea de transmisión neumática ahusada 902 tiene un extremo proximal 906 que está acoplado a la consola quirúrgica 100 a través de puertos 108 y un extremo distal 908 que está acoplado al instrumento quirúrgico neumático 102. Además, la línea de transmisión neumática ahusada 902 tiene un orificio interno 910, o vía de paso, que se extiende desde el extremo proximal 906 hasta el extremo distal 908. Tal como se muestra, el orificio interno 910 que se extiende a través de la línea de transmisión neumática 902 disminuye de diámetro desde el extremo adyacente a la consola 100 hasta el extremo adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102.

Más en concreto, tal como se muestra en la figura 9, el orificio interno 910 se estrecha continuamente desde la consola quirúrgica 100 al instrumento quirúrgico neumático 102. Es decir, la línea de transmisión neumática 902 tiene una superficie interior 912 que define un orificio 910 que se estrecha continuamente desde el extremo proximal 906 hasta el extremo distal 908 de la línea de transmisión neumática ahusada 902.

Por tanto, el orificio interno 910 tiene el diámetro interno más grande de  $ID_1$  adyacente a la consola quirúrgica 100 y el diámetro interno más pequeño de  $ID_2$  adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. A modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_1$  puede ser de aproximadamente 0,150 pulgadas. Además,  $ID_1$  puede oscilar entre aproximadamente 0,1 pulgadas y aproximadamente 0,3 pulgadas. Además, a modo de ejemplo, y no de limitación,  $ID_2$  puede ser de aproximadamente 0,06 pulgadas. Además,  $ID_2$  puede oscilar entre aproximadamente 0,01 pulgadas y aproximadamente 0,150 pulgadas. Sin embargo, se prevén otras dimensiones para  $ID_1$  e  $ID_2$ , por lo que no se establece aquí ninguna limitación implícita.

Por consiguiente, el orificio interno 910 se “estrecha” continuamente desde la consola 100 hacia el instrumento quirúrgico neumático 102. Sin embargo, a diferencia de la realización mostrada en la figura 8, el diámetro externo de la línea de transmisión neumática ahusada 902 permanece sustancialmente constante desde el extremo proximal 906 hasta el extremo distal 908 de la línea de transmisión.

En base a esta configuración ahusada del orificio interno 910, la línea de transmisión neumática ahusada 902 aumenta el rendimiento del instrumento quirúrgico neumático 102 en comparación con otros instrumentos neumáticos que utilizan tubos de línea de transmisión neumática tradicional. A este respecto, la línea de transmisión neumática 902 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 en comparación con el tamaño del diámetro interno de la línea de transmisión adyacente al instrumento quirúrgico neumático 102. Así, la línea de transmisión neumática 902 permite que un mayor volumen de gas a presión sea recibido en la línea desde la consola 100 donde un flujo alto de gas a presión es lo más importante para optimizar el rendimiento neumático.

Además, debe observarse que las líneas de transmisión neumática descritas en la presente memoria pueden optimizarse también ajustando su longitud. Tal como se analiza anteriormente, las líneas de transmisión neumática descritas en este documento pueden usarse con un instrumento quirúrgico que tenga una cuchilla de sonda, tal como la cuchilla de sonda 214. A menudo es deseable conseguir una velocidad de corte específica para una sonda de corte. A este respecto, la longitud de la línea de transmisión neumática afecta a la velocidad de corte de un instrumento quirúrgico. En concreto, el efecto de resonancia de la línea de transmisión neumática cambia a medida que cambia la longitud de la línea de transmisión, lo que a su vez afecta a la velocidad de corte para el instrumento quirúrgico. Por tanto, existe una relación entre una longitud de la línea de transmisión y la capacidad de las líneas para conseguir una velocidad de corte deseada. De acuerdo con ello, las líneas de transmisión neumática descritas en este documento pueden ser optimizadas además por tener una longitud específica que logra una velocidad de corte deseada.

Además, aunque en el presente documento se han descrito disposiciones específicas de líneas de transmisión neumática, no hay ninguna limitación implícita. Por tanto, se puede utilizar cualquier combinación de las líneas de transmisión neumática descritas en este documento conjuntamente y / o por separado para accionar un instrumento quirúrgico. Además, se prevé que un instrumento quirúrgico puede ser accionado mediante una combinación de líneas de transmisión neumática escalonadas y / o líneas de transmisión neumática ahusadas. Por ejemplo, un instrumento quirúrgico neumático puede ser accionado usando una o más de las líneas de transmisión neumática escalonadas descritas anteriormente por separado o en combinación con una o más de las líneas de transmisión neumática ahusadas descritas anteriormente.

Además, se prevé que un instrumento quirúrgico neumático pueda ser accionado usando cualquier combinación de las líneas de transmisión neumática escalonadas descritas anteriormente. Por ejemplo, las líneas de transmisión neumática escalonadas descritas anteriormente se pueden combinar para accionar un instrumento quirúrgico neumático. Por tanto, no hay ninguna limitación implícita en base a la descripción anterior con respecto a las líneas de transmisión neumática escalonadas.

Además, se prevé que un instrumento quirúrgico neumático pueda ser accionado usando cualquier combinación de las líneas de transmisión neumática ahusadas descritas anteriormente. Por ejemplo, las líneas de transmisión

neumática ahusadas descritas anteriormente se pueden combinar para accionar un instrumento quirúrgico neumático. Por tanto, no hay ninguna limitación implícita en base a la descripción anterior con respecto a las líneas de transmisión neumática ahusadas.

La invención se expone en las siguientes reivindicaciones.

5

## REIVINDICACIONES

1. Sistema (200) que comprende:

un instrumento quirúrgico neumático (102);

una consola quirúrgica (100) que sirve para proporcionar gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático; y

5 una línea de transmisión neumática (402, 404, 600, 702, 802, 902) que acopla el instrumento quirúrgico neumático a la consola quirúrgica, en el que la línea de transmisión neumática tiene un extremo proximal acoplado a un puerto (108) en la consola quirúrgica y un extremo distal acoplado a un puerto en el instrumento quirúrgico neumático, teniendo la línea de transmisión neumática un orificio interno (416) configurado para suministrar el gas comprimido al instrumento quirúrgico neumático, caracterizado por que el orificio interno tiene una sección transversal no uniforme a lo largo de una longitud de la línea de transmisión neumática, en el que el orificio interno se estrecha desde el extremo proximal al extremo distal, en el que un primer extremo (410) de la línea de transmisión neumática en la consola quirúrgica tiene un primer diámetro externo ( $OD_1$ ) y un primer diámetro interno ( $ID_1$ ), en el que un segundo extremo (420) de la línea de transmisión neumática en el instrumento quirúrgico neumático tiene un segundo diámetro externo ( $OD_2$ ) que es más pequeño que el primer diámetro externo y un segundo diámetro interno ( $ID_2$ ) que es más pequeño que el primer diámetro interno, y en el que la línea de transmisión neumática en el extremo distal tiene un tamaño y una masa reducidos de manera que la transmisión neumática es más flexible en el instrumento quirúrgico neumático que en la consola quirúrgica.

2. Sistema según la reivindicación 1, en el que la línea de transmisión neumática (802, 902) tiene una superficie interior que define el orificio interno (416) de manera que la superficie interior se estrecha continuamente de un extremo proximal del orificio interno a un extremo distal del orificio interno.

3. Sistema según la reivindicación 1, en el que el orificio interno (416) incluye un primer segmento (406) que tiene un primer diámetro sustancialmente constante y un segundo segmento (408) que tiene un segundo diámetro sustancialmente constante, siendo el primer diámetro diferente del segundo diámetro, comprendiendo además el sistema:

25 un manguito (414) que conecta el primer segmento con el segundo segmento (408), definiendo el manguito un orificio con forma cónica (502) que tiene una primera abertura que interactúa con el primer segmento de manera que la primera abertura tiene sustancialmente el primer diámetro y una segunda abertura que interactúa con el segundo segmento de manera que la segunda abertura tiene sustancialmente el segundo diámetro.

4. Sistema según la reivindicación 1, en el que el orificio interno (416) está formado por múltiples segmentos de tal forma que cada segmento define un orificio que tiene un diámetro ( $ID_{S1}$ ,  $ID_{S2}$ ) siendo diferente cada diámetro de cada orificio para cada segmento.

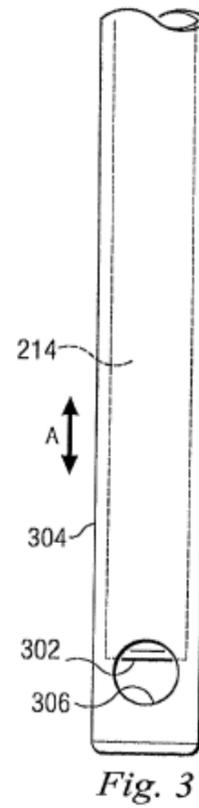
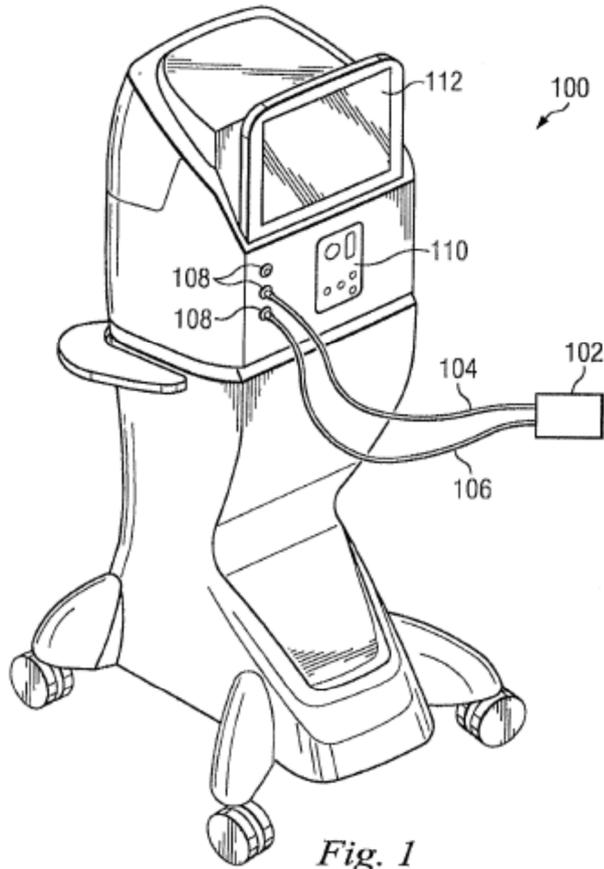
5. Sistema según reivindicación 1, en el que la línea de transmisión neumática comprende un primer segmento (406) y un segundo segmento (408), definiendo el primer segmento una primera vía de paso que tiene un primer diámetro y definiendo el segundo segmento una segunda vía de paso que tiene un segundo diámetro, siendo el primer diámetro diferente del segundo diámetro.

6. Sistema según la reivindicación 6, que comprende, además: un manguito (414) que acopla los segmentos primero y segundo (406, 408).

7. Sistema según la reivindicación 7, en el que el manguito (414) tiene unas partes proximal, media y distal (502, 504, 506), teniendo la parte proximal un tamaño y una forma para recibir una parte del primer segmento (406) y teniendo la parte distal un tamaño y una forma para recibir una parte del segundo segmento (408), definiendo la parte media superficies de detención opuestas (510) para impedir que los segmentos primero y segundo se extiendan a la parte media.

8. Sistema según la reivindicación 8, en el que la parte media define un orificio con forma cónica (508) que tiene una primera abertura que interactúa con la primera vía de paso y una segunda abertura que interactúa con la segunda vía de paso, siendo la primera abertura más grande que la segunda abertura.

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el instrumento quirúrgico neumático (102) es una sonda de vitrectomía.



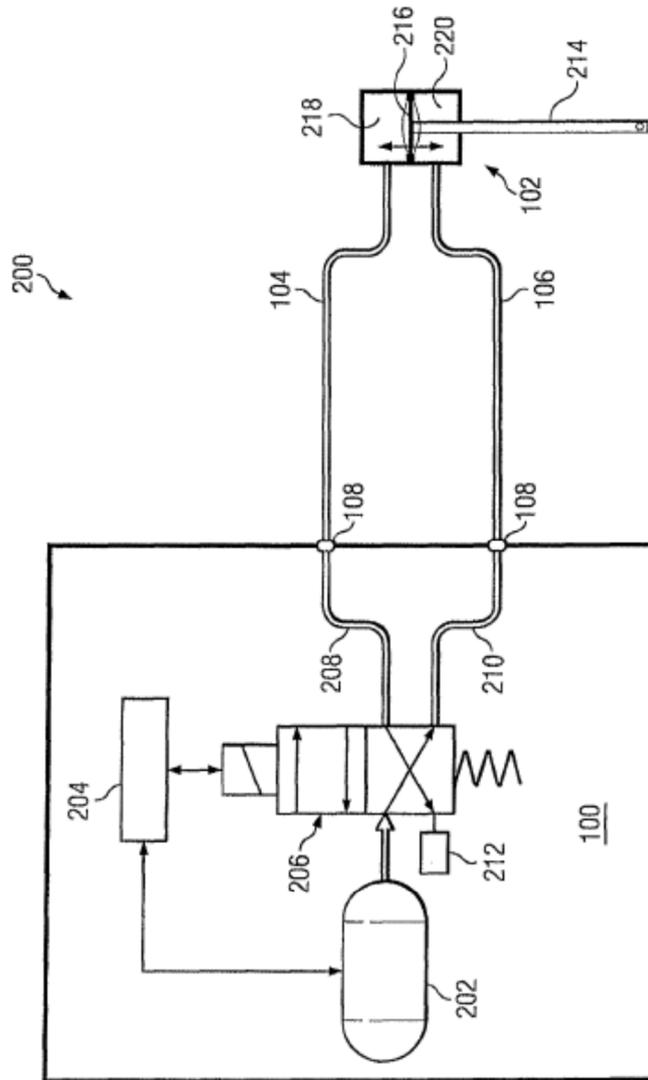


Fig. 2

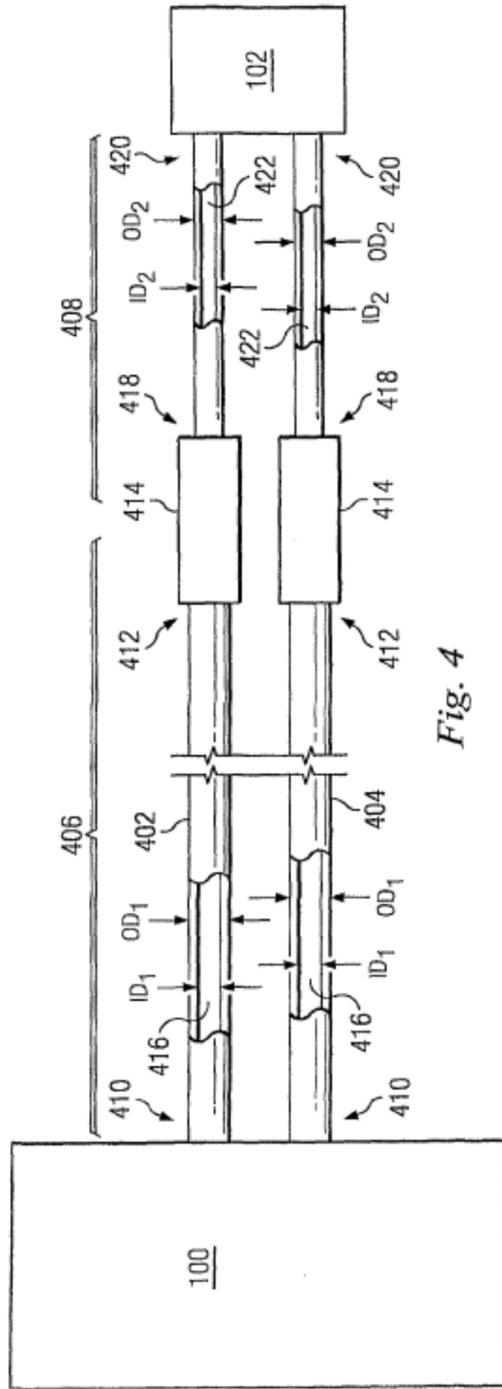


Fig. 4

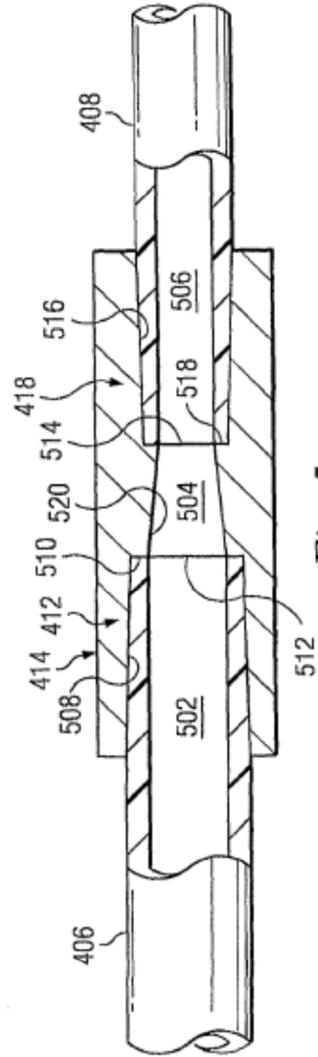


Fig. 5

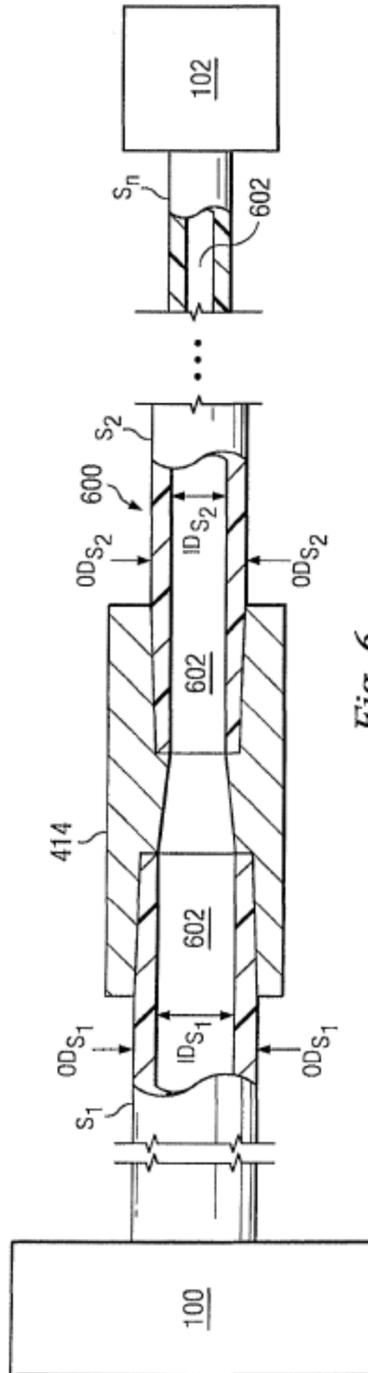


Fig. 6

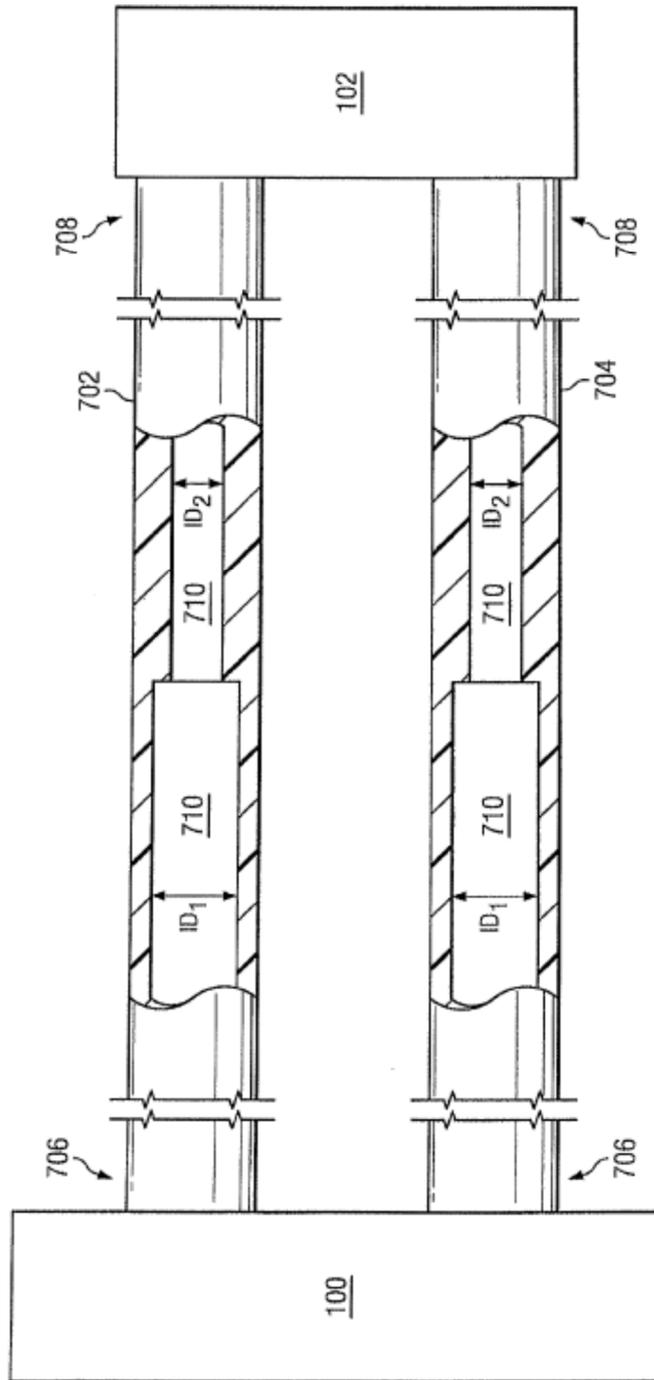


Fig. 7

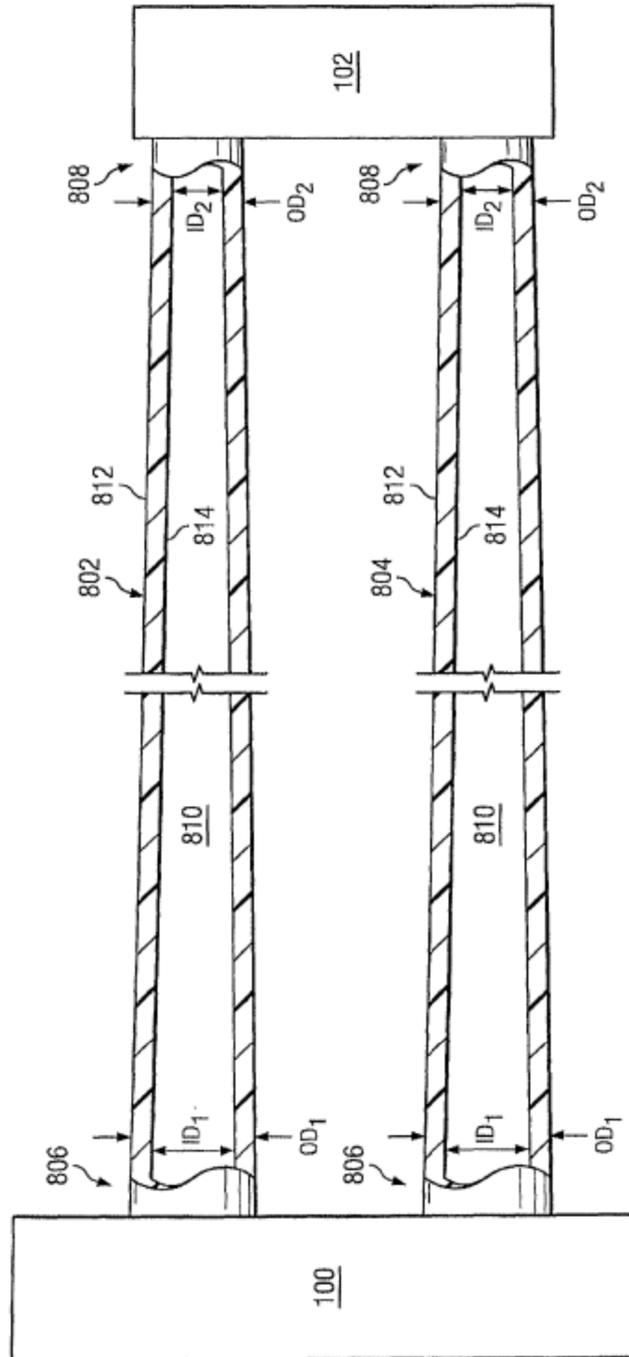


Fig. 8

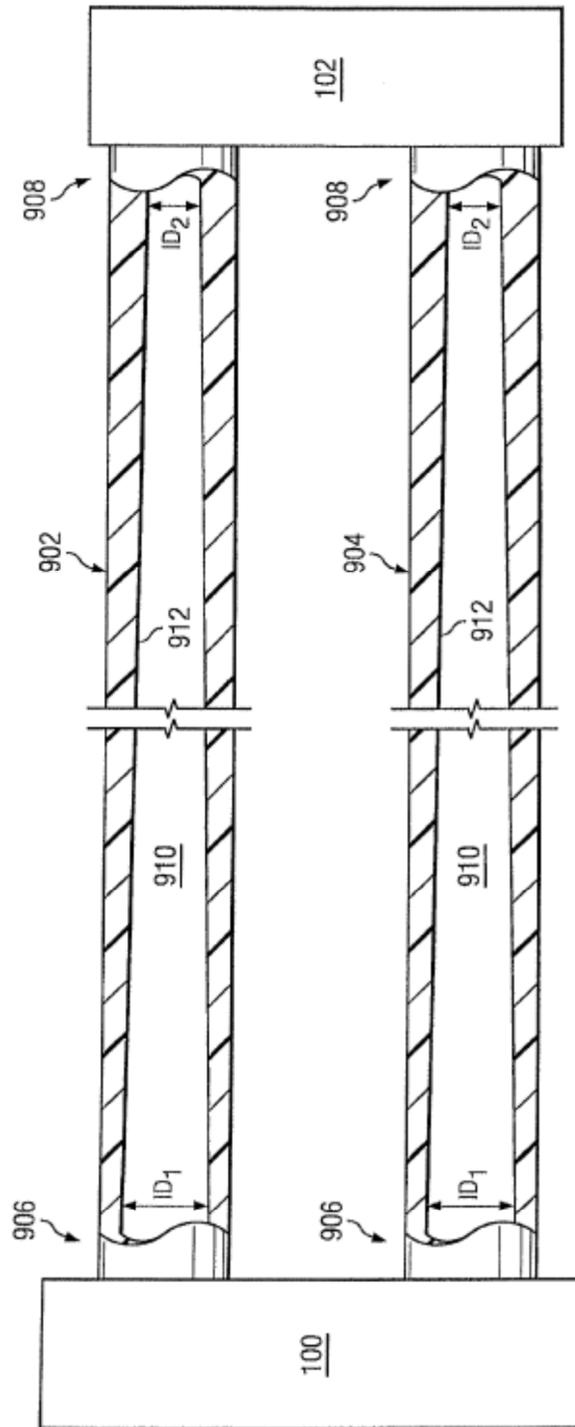


Fig. 9