

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 015**

51 Int. Cl.:

**B29C 63/24** (2006.01)

**B29C 53/60** (2006.01)

**F16L 55/134** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.07.2010 PCT/EP2010/004536**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2011 WO11009630**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.07.2010 E 10737296 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2456610**

54 Título: **Tapón de cierre inflable para tubos**

30 Prioridad:

**23.07.2009 GB 0912866**

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

**30.06.2017**

73 Titular/es:

**J. VAN BEUGEN BEHEER B.V. (100.0%)  
Machteldstraat 11  
3223 HJ Hellevoetsluis, NL**

72 Inventor/es:

**GOVAERT, FREDERIK JOHAN**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 621 015 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

Tapón de cierre inflable para tubos

5 **Antecedentes de la invención**

**1. Campo de la invención**

10 La invención se refiere a un método para la fabricación de un tapón de cierre inflable para tubos, en particular que comprende un elemento a modo de globo de material elástico. La invención se refiere además a tapones de cierre inflables de diseño mejorado, a métodos para cerrar un tubo con el tapón y a un aparato para la fabricación de un tapón de cierre inflable.

15 **2. Descripción de la técnica relacionada**

Los tapones inflables para cerrar tubos, por ejemplo, tubos de gas, son conocidos. Durante el uso, se insertan en una abertura en un tubo mientras están desinflados, después de lo cual el elemento a modo de globo se llena con un fluido presurizado, de tal manera que el globo se infla a un estado ampliado y cierra el pasaje del tubo. El fluido presurizado puede ser compresible o incompresible, por ejemplo, aire comprimido, nitrógeno, aceite hidráulico o agua. Con el fin de que el globo sea apto para ejercer una presión suficiente sobre la pared interna del tubo de gas, el globo tiene una libertad limitada de extensión axial. Para este fin, una funda separada de material tejido está dispuesta alrededor del globo. Esta funda separada tiene una extensibilidad limitada, de tal manera que, cuando el globo se infla, reduce o impide sustancialmente la extensión del globo axialmente a lo largo del tubo. La presión interna del globo, en lugar de esto, se aplica radialmente contra la pared interna del tubo, de tal manera que se puede tener una presión de cierre apropiada. La funda puede también utilizarse para limitar la expansión radial.

La fabricación de un globo con una funda separada alrededor del mismo toma bastante tiempo. Adicionalmente, los diámetros de trabajo de tales globos están limitados, lo que significa que son utilizables para cerrar solamente un intervalo pequeño de diámetros de tubo. Esto significa desventajosamente que una variedad extensa de globos con diferentes diámetros de trabajo nominales debe usarse y mantenerse en inventario. Se conocen ejemplos de tapones inflables que tienen globos con fundas separadas. El documento WO2006/044483 describe una bolsa expansible inflable, construida proporcionando un material flexible que tiene un revestimiento interno a prueba de gas y una capa protectora tejida; formando una bolsa del material; colocando un manguito sobre el material; y ondulando el manguito sobre el material. El documento EP0664417 describe un elemento de sellado expansible que comprende un globo provisto con medios de refuerzo para contrarrestar la expansión del globo; el elemento de refuerzo comprende una funda separada de material tricotado. El documento EP0583819 describe un dispositivo para cerrar el pasaje en un tubo, provisto con un cuerpo inflable de material elástico y un manguito de material menos elástico que envuelve el cuerpo inflable. El manguito está formado de una parte cilíndrica tomada en el extremo con pliegues inclinados.

También se conocen tapones en los cuales el elemento a modo de globo está provisto de líneas de refuerzo en la superficie externa del mismo. Las líneas pueden estar ancladas a piezas de extremo, por ejemplo, como se describe en el documento WO2005/003617, donde una pluralidad de capas concéntricas de longitudes de refuerzo se proporcionan en el espesor de la pared del globo. En otro ejemplo, como se describe en el documento US2005/0229985, un dispositivo flexible, inflable se fabrica de un cuerpo de látex provisto de una estructura de refuerzo de fibra o malla suministrada como un hilo o línea devanada como una malla pretricotada o fibras aplicadas aleatoriamente. La manera de fabricación de este elemento a modo de globo también toma mucho tiempo y es costosa.

50 Los métodos útiles de fabricación de tapones de cierre inflables para tubos se describen en la patente publicada anterior US5477886, los contenidos de la cual se incorporan por referencia en el presente documento. En general, en el método descrito, un elemento a modo de globo se infla a una presión predeterminada,

- una línea o un grupo de líneas con baja elasticidad se coloca desde un extremo del globo al otro extremo del globo, y
- la línea o líneas está o están adheridas a la superficie del globo, por ejemplo, con látex.

De acuerdo con realizaciones más específicas descritas en la misma, es posible: a) extender la línea sobre la superficie simultáneamente con el látex; b) hilar líneas desde fibras antes de la extensión, adherirlas con látex y posteriormente disponerlas sobre la superficie del globo; c) extraer una sola línea desde el suministro y enrollarla alrededor de los extremos del globo utilizando un brazo de enrollado, de tal manera que un número grande de devanados de línea pueden estar dispuestos sobre la superficie del globo; o d) una pluralidad de líneas de refuerzo son aplicadas a un elemento a modo de globo al hacer uso de un elemento anular que tiene una pluralidad de orificios de guía orientados circunferencialmente para múltiples líneas, el globo se hace pasar a través del elemento anular y una pluralidad de líneas axiales son tendidas sobre su superficie y sujetadas por anillos ya sea en una extremidad u otra.

De estos métodos, el método de enrollado de una sola línea alrededor del globo ha encontrado ser más efectivo y útil en la práctica. Sin embargo, existen un número de problemas con este método. Con el fin de reforzar apropiadamente el globo, debe proporcionarse un número suficiente de devanados de línea alrededor del globo. Dependiendo de las presiones externas e internas esperadas, a las que el tapón va a ser sometido y del tamaño del globo, el número de devanados puede variar comúnmente de 100 a varios cientos de miles, con algunos globos que tienen 400 000 devanados; y globos más comunes que tienen en el intervalo de 10 000 a 20 000 devanados. La aplicación de tantos devanados toma mucho tiempo y, por lo tanto, es costosa.

Adicionalmente, de acuerdo con el proceso previo, solamente un tipo de línea puede ser añadido como el material de refuerzo a la vez. Esto limita los globos a tener solamente un tipo de línea o a tener capas distintas de diferentes líneas. La provisión de diferentes tipos de líneas requiere una parada en el proceso para cambiar la línea, y es también limitante debido a que el proceso no puede proporcionar una mezcla de líneas dentro de una sola capa de devanados. En particular, en algunas aplicaciones, puede ser deseable proporcionar materiales conductores (que comprenden metales o grafito) como parte de la funda. Esto puede requerir el uso de materiales especiales para las líneas, lo que puede ser caro o tener propiedades comprometidas como resultado de la inclusión de materiales conductores. Esto puede requerir también o alternativamente cambios de línea repetidos.

Los tapones conocidos también sufren del uso de grandes cantidades de adhesivo usados para adherir las líneas a la superficie del elemento a modo de globo. Un material adhesivo preferido es látex y el uso de material en exceso conduce a costos incrementados. Esto puede también conducir a la provisión de tapones que tienen paredes innecesariamente gruesas y no flexibles, haciéndolos difíciles de manipular hacia dentro y hacia fuera de posición en un tubo. Esto también incrementa el tiempo de producción debido a los requerimientos de secado.

El uso de adhesivo en exceso puede también conducir a una extensión desigual o exageradamente desigual del adhesivo sobre la superficie del elemento a modo de globo. Este es particularmente el caso con ciertos procedimientos de enrollado existentes que, para globos de diámetro grande, se realizan con el globo suspendido verticalmente. El látex u otro adhesivo usado tiene la tendencia a fluir hacia el punto más bajo del globo conduciendo a un engrosamiento de pared particularmente en aquella área. Esto hace otra vez el tapón menos flexible y también puede conducir a tapones formados deficientemente, por ejemplo, tapones en forma de pera debido a una acumulación de adhesivo en un extremo.

Un problema adicional asociado con los tapones conocidos es que la superficie terminada del tapón es frecuentemente áspera, donde la línea de refuerzo devanada se ha abultado en depresiones y arrugas sobre la superficie del globo, en lugar de caer extendida uniformemente. Esto puede incrementar el coeficiente de fricción de la superficie del tapón y dar como resultado dificultades de inserción y retirada.

También se ha encontrado con los tapones conocidos que, como resultado del proceso de fabricación, una acumulación de línea se presenta en los extremos o polos del globo en donde la línea devanada se superpone. En particular en globos de alta presión que tienen grandes números de devanados, el espesor incrementado en los polos hace el tapón menos flexible y difícil de plegarse a un diámetro pequeño. El tapón desinflado puede ser difícil de manipular a través de entradas de tubo, salidas, sillas de montar, etc.

Como se ha mencionado anteriormente, el documento US5477886 también describe un método para aplicar simultáneamente múltiples líneas a un globo. Sin embargo, el número de longitudes de línea que pueden ser tendidas sobre la superficie del globo está muy restringido por el número de ojales que pueden proporcionarse sobre el elemento anular, de tal manera que el refuerzo apropiado no es obtenible.

Los métodos de devanar o envolver objetos en los cuales una banda o tira es usada también son bien conocidos. Al devanar una banda, un área más grande puede ser cubierta con un número dado de devanados que cuando se devana con una línea. El devanado de una banda plana sobre una superficie tridimensionalmente curva es, sin embargo, problemático a no ser que la banda sea deformable elásticamente. Si la banda es sustancialmente no extensible, no caerá plana sobre una superficie esférica y pueden aparecer resaltos y pliegues. Bajo tensión, es improbable que la distribución de fuerzas dentro de la banda sea ideal, haciendo tal procedimiento no apropiado para la fabricación de tapones inflables.

La invención tiene por objeto obviar por lo menos algunas de las deficiencias citadas anteriormente.

### Breve sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un tapón inflable de acuerdo con la reivindicación 1. La extensión de los devanados en la región polar conduce a que los devanados sean depositados en bandas en lugar de devanados individuales que se superponen entre sí. Esto puede servir para reducir el espesor global de la pared periférica adyacente al polo conduciendo a una distribución más uniforme del espesor sobre la periferia del globo. Tal reducción de espesor es particularmente importante en tapones de alta presión en donde cientos de miles de devanados pueden ser aplicados, espaciar cada segundo devanado a una distancia adicional del polo puede ya conducir a una reducción de espesor de factor dos adyacente al polo. Otras

ventajas pueden también ser obtenidas como resultado de la extensión de los devanados en las regiones polares. En particular, se requiere menos material de matriz, por ejemplo, látex, lo que conduce a un costo y peso reducidos. Además, el tiempo de secado o curado puede también ser reducido.

5 La línea se enrolla alrededor de la preforma en forma de meridiano. Es decir, cada devanado circunda la preforma múltiples veces en diversas posiciones angulares alrededor del eje. En este contexto, un solo devanado se cuenta como una línea que circunda la preforma que se extiende desde un primer polo, pasando por el segundo polo, y regresando al primer polo. Se notará que una línea que se extiende solamente de un polo al otro no circunda la preforma y no se considera un devanado con respecto a la presente invención. Se debe indicar que la referencia a  
10 "forma de meridiano" es en efecto una ruta de casi-meridiano, puesto que el plano de enrollado es usualmente inclinado ligeramente con respecto al eje. Como resultado, este no interseca necesariamente de manera directa el polo, sino que pasa en lugar de esto a una ligera distancia del mismo. En general, los polos mismos son reservados para conexiones a y colocación del tapón, aunque no está excluido que estas conexiones puedan proporcionarse en cualquier parte y que los devanados también cubran los polos.

15 Pueden considerarse diversas posibilidades para extender los devanados. En una primera realización, los devanados pueden extenderse al mover lateralmente la preforma o plano de enrollado con respecto a otro en una dirección en general perpendicular al plano de enrollado. Una disposición mecánica puede proporcionarse para mover ya sea el eje o el plano de enrollado. Cuando se devana con una sola línea, un movimiento relativo de 20 mm sin rotación de la preforma puede conducir a la formación de una banda de devanados de 20 mm de ancho en una posición angular dada sobre la preforma. Si la preforma gira durante el devanado, los devanados son extendidos lateralmente desde el polo en diferentes posiciones angulares. No obstante, todavía se obtiene una reducción de espesor similar.  
20

25 En una realización alternativa, los devanados son extendidos al inclinar el eje y plano de enrollado hacia y lejos entre sí. Esto puede otra vez ser obtenido mediante el montaje mecánico apropiado del eje o plano de enrollado. De esta manera, la extensión de los devanados en las regiones polares puede ser obtenida en tanto que la superposición toma lugar en otra parte, por ejemplo, alrededor del ecuador. Esta superposición es menos disruptiva puesto que la densidad de enrollado sobre la superficie restante de la pared periférica es mucho más baja que en la región polar. No obstante, se pueden tomar medidas con el fin de evitar que todas las líneas de superposición se produzcan en una región particular sobre el tapón.  
30

Todavía en una realización adicional, la línea puede ser extendida por un borde de extensión. Esta disposición puede ser usada donde la línea comprende un número de fibras, hebras o hilos separados que pueden ser fácilmente aplanados o extendidos para formar una tela a modo de cinta. El borde de extensión puede estar en forma de un filo de cuchillo, un rodillo, un peine o similares, y puede ser convexo, cóncavo o angular de acuerdo con requerimientos.  
35

40 De acuerdo con un aspecto importante de la invención, una pluralidad de líneas puede suministrarse por separado y enrolladas simultáneamente alrededor de la preforma. Las líneas pueden ser suministradas a partir de carretes individuales, pero pueden también proporcionarse en un solo carrete. Al incrementar el número de líneas que son enrolladas simultáneamente, el devanado puede realizarse más rápidamente. Esto es de considerable importancia para tapones de diámetro grande, donde el número total de devanados a aplicar es muy alto y donde deben, no obstante, estar separados igualmente sobre toda la pared periférica. En este contexto, el suministro separado de líneas significa que cada línea puede ser sometida a su propia tensión y velocidad de desenrollado. Esto permite que las líneas sean extendidas sobre diferentes trayectorias sobre la superficie de la preforma que pueden diferir en longitud.  
45

50 En una disposición particularmente ventajosa, una pluralidad de líneas se suministran desde suministros respectivos y se mantienen en general paralelas entre sí durante el devanado. Para obtener esto, se permite que los suministros respectivos giren entre sí durante el devanado para impedir el trenzado de las líneas. Para un solo devanado de la preforma, si los suministros también giran una vez, no habrá ningún tensado relativo de las líneas y pueden ser guiadas para caer sustancialmente paralelas entre sí extendidas sobre la superficie del globo. Esto puede ser obtenido con una estructura de peine o similar. En el contexto presente, peine es usado para indicar un elemento que es apto para guiar un número de líneas paralelas entre sí. Esto no pretende ser limitante en forma o dimensiones y puede incluir ojales, orificios, bucles o cualquier dispositivo apropiado que pueda obtener tal función de guía. Al depositar una pluralidad de líneas en esta manera, las ventajas de envoltura utilizando una banda pueden ser obtenidas sin ciertas desventajas. En particular, los suministros separados permiten que las líneas se conformen a la superficie curva de la preforma, de tal manera que, en el producto terminado, cada línea será sustancialmente tensada igualmente.  
60

Aunque los métodos anteriores de extensión de los devanados para reducir la superposición han sido descritos individualmente, se comprenderá que pueden también ser combinados con el fin de obtener ventajas adicionales.

65 La línea de la presente invención es una longitud de material flexible que se puede enrollar alrededor de la preforma. El término incluye líneas que comprenden o consisten de cordón, hebras, cuerda, tiras, cordel, hilo o alambre de

metal. En particular, el término incluye hilos compuestos de fibras hiladas; cordones compuestos de hebras trenzadas o tejidas conjuntamente; y líneas no fibrosas, tales como alambres de metal. Las líneas son líneas de baja extensibilidad por que cada una tiene un coeficiente de elasticidad más bajo que el del material de matriz.

5 Las líneas usadas en la presente invención comprenden preferiblemente materiales fibrosos. Por ejemplo, fibra de vidrio o fibra de carbono. Los materiales más actualmente preferidos son polietileno de peso molecular ultra-alto; tal como, por ejemplo, Dynema™. Los materiales de fibra de aramida pueden también ser útiles, tal como, por ejemplo, para-aramidas y meta-aramidas tales como por ejemplo Kevlar™ o Twaron™.

10 Donde se usa una pluralidad de líneas, cada una puede comprender o consistir en los mismos materiales o una o más de las líneas pueden comprender o consistir en un material diferente a las otras líneas. También, cada línea puede tener el mismo o diferente tamaño de línea, espesor, sección transversal, y/o propiedades de extensibilidad que cada uno de los otros alambres. Ventajosamente, una combinación de diferentes líneas puede así colocarse para ajustar finalmente las características de la capa de refuerzo formada a partir de las mismas.

15 Diversos pesos de línea pueden ser empleados de acuerdo con el producto a ser producido. Para Dynema™, un intervalo preferido de peso es de 165 dTex para tapones pequeños a 3 x 440 dTex para globos más grandes. Esto puede corresponder a intervalos de espesor de las líneas de 0,05 mm a 2,0 mm, más preferiblemente de 0,1 mm a 1,5 mm, y más preferiblemente de 0,2 mm a 0,8 mm.

20 A medida que los devanados son aplicados a la preforma, las líneas o devanados vecinos están preferiblemente separados en por lo menos las regiones polares por 0,1 mm a 20 mm, más preferiblemente de 1 mm a 10 mm, aún más preferiblemente de 2 mm a 7 mm. Esta separación dependerá en general, por supuesto, del tamaño del globo y su presión nominal. El ancho global sobre el cual los devanados son extendidos puede denominarse como banda. El ancho de la banda puede definirse como el intervalo de distancias que un devanado puede tener desde un polo respectivo. Así, si el devanado más cercano pasa tangencialmente a una distancia de 15 mm del polo y el devanado más distante pasa a una distancia de 25 mm del polo, entonces, la banda tiene un ancho de 10 mm. Preferiblemente los devanados son extendidos sobre una banda mayor que 10 mm para globos pequeños hasta una banda de 50 cm para globos de diámetro grande. En general, la banda es más del 2 % del diámetro de trabajo del globo, pero puede ser más del 5 % o incluso un 10 % de este diámetro.

25 La preforma puede ser, en general, esférica con un eje que pasa entre dos polos. Más preferiblemente, tiene una forma ovoide o incluso una forma alargada que tiene una sección transversal sustancialmente continua a lo largo de la porción mayor de su longitud. Para el devanado sobre esta forma alargada, el plano de enrollado puede también ser alargado y una cabeza de enrollado puede ser guiada para seguir una trayectoria oval.

30 Una forma más preferida de la preforma es un globo inflado que puede formarse de látex. Después del devanado y de la aplicación de la matriz elástica, el globo forma una parte integral del tapón. El globo puede tener una forma desinflada de sección transversal reducida, tales formas pueden incluir cruces, formas de estrella, óvalos, círculos con pliegues plegados hacia dentro, y círculos. De esta manera, el tapón inflable resultante asumirá también una forma desinflada similar, permitiendo una fácil inserción a través de pasajes estrechos. También se comprenderá que otras preformas pueden también considerarse, en particular, preformas que no se vuelven integrales con el tapón terminado y que se retiran durante o al finalizar el procedimiento de fabricación.

35 En una realización preferida de la invención, la preforma se monta sobre un eje. A medida que los devanados son aplicados, la preforma se gira axialmente alrededor de su eje, de tal manera que las líneas son enrolladas alrededor de la preforma en diversos ángulos de rotación del eje. De esta manera, las líneas pueden ser enrolladas alrededor de toda la superficie de la preforma en forma de meridiano. La rotación axial puede ser una rotación continua durante el devanado, o puede ser una rotación gradual. Por ejemplo, una rotación gradual puede tomar lugar después de que cada banda de enrollado está completa.

40 Se divulga un método de fabricación de un tapón inflable en forma de un elemento a modo de globo de material elástico, que comprende las etapas de: proporcionar una preforma que define un eje que tiene dos polos; devanar por lo menos una línea de baja extensibilidad alrededor de la preforma en un plano de enrollado, mediante lo cual el plano de enrollado interseca el eje y pasa adyacente a cada polo; y hacer girar la preforma alrededor del eje durante el devanado para cubrir sustancialmente la preforma completa con devanados, en el que el eje es en general horizontal y es soportado por lo menos parcialmente en lugares a cada lado del plano de enrollado. Al soportar la preforma en su eje ya sea sobre uno u otro lado del plano de enrollado, preformas o globos relativamente grandes pueden ser enrollados en una posición horizontal. En el pasado, tales globos grandes tenían que ser enrollados verticalmente y la aplicación de un material de matriz adhesivo era complicada y de labor intensa. Además, había una tendencia de que el material de matriz fluyera a un punto más bajo del tapón conduciendo a paredes engrosadas en el extremo más inferior. En general, las líneas serán depositadas por una cabeza de enrollado portada por un brazo o guía de enrollado giratoria. En este caso, uno de los soportes estará ubicado dentro del volumen definido por el plano de enrollado y la trayectoria del brazo de enrollado. Un aparato de enrollado para la fabricación de tapones inflables que incorpora tal soporte también se divulga independientemente en el presente documento.

Durante o después de la disposición de los devanados sobre la superficie de la preforma, una capa de material de matriz, por ejemplo, látex, poliuretano o similares, se extiende o aplica mediante brocha sobre la preforma, de tal manera que la línea o líneas se adhieren entre sí. Cuando son usados en conjunción con una preforma a modo de globo que comprende látex, ya sea sintético o natural, las líneas están preferiblemente adheridas a la superficie del elemento a modo de globo con un adhesivo basado en látex. En ciertas circunstancias, la preforma y la matriz pueden no necesariamente adherirse entre sí.

En realizaciones preferidas, 3 o más, preferiblemente 4 o más, más preferiblemente 6 o más, líneas separadas se enrollan simultáneamente alrededor del elemento a modo de globo. Esto asegura que el número requerido de devanados pueda colocarse en un proceso rápido, y también permite la combinación de diferentes tipos de líneas, por ejemplo, para incorporar líneas eléctricamente conductoras que drenan la electricidad estática. Esto es especialmente útil donde el tapón va a ser usado en un entorno con materiales explosivos. Cuando se van a usar líneas suministradas separadamente, se prefiere que 20 o menos, más preferiblemente 15 o menos, y posiblemente no más de 10 líneas, se enrollen simultáneamente alrededor del elemento a modo de globo. Esto puede asegurar la evasión de la necesidad de un aparato excesivamente complicado para realizar la operación.

El método de la invención puede también comprender fijar un conducto de flujo de entrada de medios a la pared periférica. En general, esta conexión se puede hacer en uno de los polos, aunque este no siempre sea el caso. El conducto de flujo de entrada de medios puede comprender un conector mecánico para conectar liberablemente a una fuente de medios. Preferiblemente, el conducto de flujo de entrada de medios es una manguera de alta presión capaz de soportar presiones internas mayores de 150 kPa (1,5 bares). En ciertas aplicaciones, puede ser capaz de soportar presiones mayores de 500 kPa (5 bares) o aún tanto como de 2500 kPa (25 bares). La persona experta estará, en general, familiarizada con la clasificación correcta de manguera a usar, dependiendo del uso requerido. Se comprenderá que el conducto de flujo de entrada de medios puede también proporcionarse como parte de la preforma.

De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un tapón inflable que comprende un elemento a modo de globo de material elástico que tiene una pared periférica, un eje y polos opuestos, comprendiendo la pared periférica una matriz de material elástico reforzada por una pluralidad de devanados de línea de baja extensibilidad enrollados en forma de meridiano para pasar tangencialmente a los polos y a una distancia de los mismos. De acuerdo con la invención, los devanados individuales están distanciados del polo por un intervalo de distancias diferentes que forman una banda de superposición de enrollado reducida en las regiones polares. Un conducto de flujo de entrada de medios está provisto a través de la pared periférica. Como resultado de la superposición reducida, la flexibilidad relativa de la pared alrededor de los polos puede ser mejorada significativamente. Los tapones fabricados en esta manera pueden ser plegados a un diámetro más pequeño que aquellos de tamaño y presión nominal similares producidos de acuerdo con métodos de enrollado convencionales. Esto permite que sean insertados más fácilmente a través de orificios más pequeños con riesgo reducido de daños o pérdidas. Adicionalmente, debido a la superposición de enrollado reducida, relativamente menos material de matriz es requerido. Esto reduce el coste y el tiempo de producción y de secado. También se reduce el peso e incrementa además la flexibilidad del tapón resultante.

En particular, estas ventajas son de mayor significado para tapones de diámetro grande y alta presión, puesto que la cantidad de línea enrollada sobre el tapón es también mayor. Para globos de alta presión de clasificación mayor a 400 kPa (4 bares), una proporción de espesor de devanados en la pared en estado desinflado entre porciones de pared más gruesas y más delgadas puede ser reducida en un 20 % o más, de más de 6 a menos de 5.

En una realización, la pluralidad de devanados está formada mediante una sola línea continua. En este contexto, se comprenderá que la única línea puede ser unida o empalmada, por ejemplo, cuando un carrete de suministro se agota durante el devanado. Una sola línea tiene ventajas en que el devanado puede ser simplificado y el riesgo de enredo es limitado. Es también relativamente fácil de mantener una tensión sustancialmente igual en todos los puntos en el globo, puesto que la única línea puede igualar su tensión alrededor de la periferia del globo.

En otra realización, la pluralidad de devanados comprende un número de líneas separadas enrolladas paralelas entre sí y extendidas dentro de la banda. En este contexto, líneas separadas pretende indicar que las líneas son suministradas separadamente de carretes o suministros separados y no son trenzadas o plegadas de otra manera conjuntamente. Sobre la periferia del globo, estas líneas separadas pueden ser observadas cayendo en general paralelas entre sí, formando una banda aplanada en el plano de la pared periférica. En el caso de que se usen líneas de diferente composición, un devanado de múltiples líneas puede distinguirse más fácilmente del caso en donde se enrolla una sola línea.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la banda que se forma puede tener un ancho de por lo menos un 2 % del diámetro de trabajo nominal del tapón. Los tapones inflables de la invención pueden variar considerablemente en tamaño. Los diámetros de trabajo nominales pueden variar de 10 cm a tanto como 3 metros o más. No obstante, los mismos principios de construcción se pueden aplicar, aunque para globos muy grandes, y el ancho de banda máximo puede ser limitado por otras consideraciones prácticas. Se comprenderá que el ancho práctico de la banda también dependerá parcialmente de la forma de la región polar de la preforma. Los polos pendientes serán menos

susceptibles al devanado con bandas amplias que las regiones relativamente aplanadas. En ciertas circunstancias, puede ser preferible utilizar una banda que tiene una anchura del 5 %, del 10 % o incluso del 20 % del diámetro de trabajo nominal.

5 El tapón inflable está provisto preferiblemente de un dispositivo de alargamiento axial para desviar el tapón a un estado extendido cuando es desinflado. El dispositivo de alargamiento axial puede tomar la forma de un muelle provisto dentro del interior de un elemento a modo de globo o dentro de la pared periférica. Este está provisto más preferiblemente de un árbol de guía telescópico alineado axialmente. Este dispositivo de alargamiento puede hacer más fácil insertar el tapón en espacios confinados.

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, se proporciona un aparato para formar un tapón de cierre inflable, comprendiendo el aparato una cabeza de enrollado giratoria alrededor de una trayectoria que define un plano de enrollado, estando la cabeza de enrollado dispuesta para dispensar a una o más líneas continuas, un soporte para soportar un suministro de línea, una disposición de guía para suministrar la línea a la cabeza, un eje para soportar rotativamente una preforma en un ángulo poco profundo con respecto al plano de enrollado, de tal manera que el plano de enrollado interseca la preforma y una disposición de extensión dispuesta para ubicar los devanados sobre la preforma sobre una banda que tiene un ancho perpendicular al plano de enrollado por lo menos al pasar cerca del eje. Aunque se hace referencia a la rotación del eje y a la cabeza de enrollado, se comprenderá que, en el contexto de tal devanado, todos los movimientos son relativos y cualquier variación cinemática de estos movimientos está también cubierta por la presente invención.

15 De acuerdo con una realización, la disposición de extensión puede comprender medios para mover la cabeza o eje uno con respecto al otro en una dirección lateral en general perpendicular al plano de enrollado. La operación de tal disposición de extensión a un sitio angular dado sobre el globo permite que una banda de devanados sea depositada teniendo un ancho perpendicular al plano de enrollado. El movimiento relativo puede ser obtenido al hacer avanzar la cabeza de enrollado durante el devanado por cualesquiera medios apropiados. Para este fin, la cabeza de enrollado puede ser montada sobre un eje de enrollado y moverse hacia atrás y hacia adelante en la dirección del eje de enrollado, por ejemplo, sobre una corredera. Alternativamente, el eje de preforma sobre el cual la preforma es montada puede moverse lateralmente.

20 De acuerdo con una realización alternativa, la disposición de extensión puede comprender medios para inclinar el eje y plano de enrollado hacia y a lo lejos entre sí. De esta manera, los devanados pueden formar una banda en los polos y cruzarse entre sí en una posición intermedia sobre la periferia. Como en el caso del movimiento lateral, el movimiento de inclinación puede realizarse en un eje de enrollado o en el eje de la preforma.

25 En otra realización, la disposición de extensión puede comprender un borde de extensión. El borde como se ha descrito anteriormente se puede llevar a cabo o formar parte de la cabeza de enrollado.

30 En ciertas realizaciones, el soporte puede comprender una pluralidad de asientos de carrete dispuestos para soportar carretes o líneas separados para un suministro separado a la cabeza. En este contexto, la referencia a carretes no pretende ser limitativa en cuanto a su forma o manera de montaje y pretende cubrir cualquier suministro de línea que puede ser requerida, incluyendo fardos, carretes, lotes, rollos y similares. El asiento de carrete puede comprender un perno o similares. Es particularmente deseable que los carretes separados estén todos libres de la línea de suministro independientemente entre sí. De esta manera, cada carrete puede suministrar línea a una velocidad requerida y la tensión en una línea puede no verse influenciada por aquella de otra línea. Se proporcionan tres o más, preferiblemente 4 o más, más preferiblemente 6 o más, asientos de carrete y la guía se adapta para separar y guiar tres o más, preferiblemente 4 o más, más preferiblemente 6 o más líneas simultáneamente a la cabeza.

35 En una realización particular, el soporte y asientos de carrete pueden colocarse para girar conjuntamente con la cabeza. La guía puede también ser montada para girar conjuntamente con los asientos de carrete. De esta manera, los carretes o bobinas separadas pueden suministrar la línea independientemente a la cabeza de enrollado sin trenzado relativo de las líneas individuales. La disposición de extensión puede luego comprender un peine como se ha definido anteriormente, para dispensar separadamente la pluralidad de líneas paralelas de la cabeza y para tenderlas como una banda sobre la preforma.

40 En una construcción más preferida, la cabeza de enrollado, la disposición de guía y asientos de carrete se fijan a un transportador que sigue una trayectoria continua para el movimiento de la guía alrededor de dicho objeto. El transportador puede seguir cualquier trayectoria deseada, tal como un círculo, elipse u óvalo y puede estar dispuesto para corresponderse en general con la forma de la preforma que se enrolla. Para el devanado sobre un globo alargado, una trayectoria de transportador alargada es deseable. El transportador puede comprender una correa, por ejemplo, una correa de cadena.

45 En una realización del transportador, la guía puede comprender un brazo de guía que se une al transportador continuo y soporta la cabeza de devanado. El brazo de guía se puede extender hacia fuera desde el transportador, de tal manera que el plano de enrollado está distanciado del transportador por al menos la mitad del ancho (el radio)

de la preforma.

5 De acuerdo con una realización adicional, el eje está dispuesto en general horizontalmente y soportado ya sea sobre un lado u otro del plano de enrollado. Preferiblemente, un soporte para el eje está provisto en una región definida entre el plano de enrollado y una trayectoria del brazo de guía. Si el brazo de guía es impulsado por una disposición de accionamiento, el soporte puede ser sujetado a una parte no giratoria de la disposición de accionamiento. En una realización de transportador, el soporte puede ser llevado por una parte no giratoria del transportador.

10 De acuerdo con una realización preferida, la disposición de extensión es ajustable para variar el ancho de la banda de líneas a ser aplicadas. Esto puede ser obtenido al ajustar la cantidad de movimiento relativo de la cabeza y el eje. Alternativa o adicionalmente, esto puede ser obtenido al ajustar el borde de extensión para extender la línea o líneas en una banda más amplia o más estrecha. Una realización preferida de la cabeza comprende una cabeza de extensión o disposición de peine que es pivotante para ajustar el ancho de la banda.

15 El aparato de acuerdo con la invención puede también estar provisto de un dispositivo de recubrimiento para aplicar un material de matriz elástico a la preforma y/o a los devanados. El dispositivo de recubrimiento puede tener forma de un cepillo, atomizador, rodillo o cualquier otro suministro apto para dispensar el material escogido de una manera apropiada.

20 El aparato puede también ser provisto de una disposición de control apto para controlar la operación y el movimiento de la cabeza de enrollado, eje, disposición de guía, disposición de extensión y/o dispositivo de recubrimiento. La disposición de control puede adaptarse para efectuar cualquiera de los métodos como se ha descrito anteriormente y puede implementarse en software en un microprocesador o similares, o en hardware en forma de interacción mecánica. Preferiblemente, la disposición de control está por lo menos dispuesta para hacer coincidir la rotación de la cabeza de enrollado con una rotación del eje para distribuir los devanados sobre la preforma de una manera deseada.

#### Breve descripción de los dibujos

30 Los elementos y ventajas de la invención se apreciarán con referencia a las siguientes figuras, en las cuales:

la figura 1 es una vista en perspectiva esquemática de una primera realización de un aparato para formar un tapón de cierre inflable;  
 las figuras 2A y 2B son vistas frontales de un globo enrollado con el aparato de la figura 1;  
 35 la figura 3 es una vista frontal de un globo enrollado de manera alternativa utilizando el aparato de la figura 1;  
 la figura 4 es una vista en perspectiva esquemática de una versión alternativa del aparato de la figura 1;  
 la figura 5 es una vista superior de un globo que se enrolla mediante el aparato de la figura 4;  
 la figura 6 es una vista en perspectiva esquemática de una segunda versión alternativa del aparato de la figura 1;  
 la figura 7 es una vista en perspectiva de una primera realización de un borde de extensión de acuerdo con la  
 40 invención;  
 la figura 8 es una vista en perspectiva de una segunda realización de un borde de extensión de acuerdo con la invención;  
 la figura 9 es una vista en perspectiva esquemática de una segunda realización de un aparato para formar un tapón de cierre inflable de acuerdo con la invención;  
 45 la figura 10 es una vista parcial del brazo de guía de la figura 9;  
 la figura 11 es una vista del aparato de la figura 9 durante el devanado de un tapón;  
 la figura 12 es una vista que muestra la inserción de un tapón inflable de un tubo a cerrar;  
 la figura 13 es una vista que muestra un tapón inflable insertado en estado desinflado; y  
 la figura 14 es una vista que muestra el tapón de las figuras 12 y 13 en un estado inflado.

#### Descripción de realizaciones ilustrativas

55 Designado con el número 1 en la figura 1 hay un aparato para formar un tapón de cierre inflable de acuerdo con una primera realización de la invención. De acuerdo con la figura, se muestra un elemento a modo de globo 3 que sirve como preforma sobre la cual se puede enrollar un tapón de cierre. El globo 3 tiene un primer polo N cerrado por el cierre 2 y es unido en su otro polo S a un árbol 4. El árbol 4 sirve como conducto de entrada a un espacio interior dentro del globo 3 y está provisto de una válvula de cierre 6 que puede colocarse en posición abierta o cerrada. En la situación de la figura 1, el globo 3 está parcialmente inflado a su diámetro de trabajo nominal y la válvula 6 es cerrada. En este estado, el globo 3 está en general alargado y es redondo en sección transversal.

60 El árbol 4 se puede extender completamente a través del elemento a modo de globo 1 en la porción de extremo estrecho 2 del elemento, aunque esto no es estrictamente necesario. El árbol 4 está insertado en un soporte montado giratoriamente 8 que puede girar de manera continua o gradual en la dirección de la flecha P1 por un motor 9 alrededor del eje de la preforma A-A. El motor 9 puede también girar en la dirección inversa contraria a P1.

65

Un brazo de guía móvil 12 está dispuesto para girar alrededor de un eje de enrollado B-B. El brazo 12 tiene un ojal de guía 13 que durante la rotación sigue una trayectoria designada con la flecha P2 que define un plano de enrollado W. El centro de esta trayectoria coincide con un punto de intersección del eje de enrollado B-B y el eje de la preforma A-A. Los ejes A-A y B-B se colocan entre sí, de tal manera que el plano de enrollado W pasa a través del globo 3 y es angular en un ángulo pequeño  $\alpha$  al eje de la preforma A-A. En consecuencia, el ojal 13 pasará cercano, pero no sobre el polo S sobre el lado posterior del globo 3 y pasará por el polo N en el lado frontal del globo.

El brazo 12 es montado sobre un árbol de enrollado 10 y es impulsado para girar por un motor de enrollado 11. Una línea 7 puede desenrollarse de un carrete 5 y se guía a través del árbol de enrollado 10 y un pasaje interior en el brazo 12 al ojo 13. La línea es formada de fibra Dynema<sup>TM</sup> de grado de 165 dTex. El motor de enrollado 11 está montado sobre un lecho 14 para impulsarse hacia atrás y hacia adelante a lo largo del eje de enrollado B-B. El movimiento del motor de enrollado 11 a lo largo del lecho 14 puede ser mediante cualquier medio convencional, tales como un solenoide, motor lineal, tornillo sin fin o similares. El control del motor 9, motor de enrollado 11 y lecho 14 se proporciona mediante un controlador 20. Un dispositivo de atomización de látex 15 está también ubicado adyacente al globo para su operación como se describe posteriormente en el presente documento.

Durante el uso, un extremo de la línea 7 se fija en relación con la periferia del globo 3. El motor de enrollado 11 se pone en operación para hacer girar el brazo 12, provocando que el ojal de guía 13 transcriba una trayectoria alrededor del plano de enrollado W. A medida que el brazo 12 se mueve, la línea 7 es extraída del ojal 13 por la tensión provocada por la fijación de la línea 7 sobre el globo. Al asegurar que el paso a través del árbol de enrollado 10 y el brazo de guía 12 está sin restricción, la tensión requerida para extraer la línea 7 del carrete 5 puede ser relativamente baja. Como resultado, la línea 7 puede ser aplicada como un devanado 16A relativamente holgado al globo 3. A medida que el brazo 12 gira alrededor del globo 3, el motor de enrollado 11 también se retrae sobre el lecho 14. Esto provoca que los devanados sucesivos 16B, 16C sean aplicados paralelos al devanado 16A como una banda 18.

Después de tres rotaciones del brazo 12, el motor de enrollado 11 se ha replegado plenamente sobre el lecho 14. Luego, el motor 9 actúa para hacer girar el globo 3 una etapa hacia adelante alrededor del eje de la preforma A-A correspondiente a una rotación angular de 11 grados. Al mismo tiempo, el dispositivo de atomización 15 es accionado para atomizar un recubrimiento ligero de látex sobre la superficie del globo 3. El brazo 12 continúa girando con el fin de aplicar tres devanados adicionales a medida que el motor de enrollado 11 se desliza hacia adelante sobre el lecho 14. Después de 17 etapas del motor 9, el globo habrá girado la mitad de una vuelta y estará completamente cubierto con devanados 16 y látex. La operación continúa por un número de revoluciones adicionales hasta que el número total de devanados corresponde al requerido para obtener la presión nominal deseada para el tapón.

Después que el devanado está completo, el árbol 4 se retira del manguito 7 y se permite que el globo 3 se seque con el fin de curar el látex. Después de esto, unos accesorios apropiados para el uso planeado son aplicados, por ejemplo, utilizando una manguera de entrada de medios de alta presión.

La figura 2A ilustra una vista frontal sobre el polo N del globo 3 tomada a lo largo del eje A-A. Como se puede ver, el cierre 2 tiene un diámetro  $d$ . El globo tiene un diámetro de trabajo nominal  $D$  en el cual se realiza el devanado. Primero, el devanado 16A se coloca sobre el globo 3, de tal manera que pasa por el polo a una distancia  $R_a$ . El devanado 16B se coloca a una distancia del polo de  $R_b$ . El devanado 16C se coloca de tal manera que es tangencial al cierre 2 en la distancia  $R_c$  correspondiente a  $d/2$ . Los tres devanados 16A, B, C forman así una banda que tiene un ancho  $b$  de  $R_a - R_c$ . Como se comprenderá, el ancho  $b$  corresponde a la distancia movida por el motor de enrollado 11 a medida que se mueve alternativamente sobre el lecho 14.

La figura 2B es una vista correspondiente a la figura 2A después de que el motor 9 se ha incrementado hacia adelante 4 etapas y después de que 12 devanados adicionales hayan sido aplicados al globo 3.

En la realización de las figuras 1 y 2, el motor de enrollado 11 se mueve alternativamente sobre el lecho 14 en una posición angular dada del motor 9 y el árbol 4. En un modo de operación alternativo ilustrado en la figura 3, el motor 9 se controla para hacer girar el árbol 4 una etapa a la vez sin movimiento del motor de enrollado 11 sobre el lecho 14. Por motivos de simplicidad, en la figura 3 la situación se muestra en la cual cada etapa es de  $90^\circ$  y un solo devanado 16 se coloca en cada etapa. Sin embargo, se comprenderá que en realidad muchas etapas más pequeñas pueden ser tomadas y más devanados pueden ser colocados sobre cada capa. Inicialmente, una primera serie de cuatro devanados 16A se coloca a una distancia  $R_a$  del polo N para formar una primera capa de enrollado sobre la superficie del globo. Después de esto, el motor de enrollado 11 es desplazado y durante una segunda rotación del árbol 4, una segunda serie de devanados 16B se colocan a una distancia  $R_b$  del polo en una segunda capa colocada sobre la primera capa. Durante una tercera rotación, una serie adicional de devanados se colocan a una distancia  $R_c$  para formar una capa adicional. Aunque los devanados 16 se colocan en una secuencia diferente, todavía forman una banda 18 y tienen el efecto de reducir el espesor global de la región alrededor del polo por un factor de tres en comparación con un número similar de devanados todos ubicados a la distancia  $R_a$ .

La persona experta entenderá que muchas maneras alternativas para controlar la deposición de los devanados pueden contemplarse, que todavía obtienen el mismo efecto de superposición de enrollado reducida alrededor de los polos N, S. Además, aunque el movimiento del motor de enrollado 11 a tres posiciones diferentes ha sido descrito, la persona experta entenderá que puede moverse a cualquier número de posiciones intermedias. También se comprenderá que el motor de enrollado 11 puede alternar incluso mientras que el brazo 12 y el motor 9 giran.

De acuerdo con la figura 4, se muestra una variación del aparato 1 de acuerdo con una realización alternativa de la invención. El aparato de la figura 4 difiere de aquel de la figura 1 solamente en que el motor de enrollado 11 se monta para pivotar sobre el lecho 14, en lugar de moverse alternativamente. Como resultado de esta acción de pivote, el ángulo  $\alpha$  entre el plano de enrollado W y el eje de la preforma A-A puede incrementarse o disminuirse.

La figura 5 es una vista mirando hacia abajo sobre el globo 3 de la figura 4. Como resultado de la acción de pivote del motor de enrollado 11, los devanados 16A, B, C están separados entre sí cerca de los polos N, S de manera similar a la primera realización. Sin embargo, en este caso, los devanados se cruzan entre sí alrededor del punto medio o ecuador E del globo 3. En esta región, la densidad de enrollado es más baja que en los polos y la superposición de las líneas puede tener menos influencia sobre el espesor de pared. En general, las líneas están más ampliamente separadas en el ecuador. Además, debido a las variaciones naturales en la forma del globo, los puntos de cruce raramente vienen todos a caer exactamente uno encima del otro y el efecto sobre el producto final es mínimo.

En la figura 6, se muestra una segunda variación del aparato 1 en el cual un par de brazos de guía diagonalmente opuestos 12A y 12B son unidos al árbol de enrollado 10. Cada brazo 12A, 12B tiene un ojal de guía 13A, 13B desde el cual las líneas 7A, 7B se distribuyen. En la variación de la figura 6, ambos ojales de guía están alineados en el mismo plano de enrollado W.

Las líneas 7A, 7B se distribuyen desde dos carretes separados 5A, 5B. Para impedir que las líneas 7A, 7B se trenzan conjuntamente a medida que el árbol de enrollado gira, los carretes 5A, 5B son montados sobre un soporte de carrete 22. El soporte de carrete 22 y árbol de enrollado 10 pueden luego girar conjuntamente a la misma velocidad, impulsados por ejemplo por una conexión mecánica al motor de enrollado 11.

Durante el funcionamiento, cada rotación del motor de enrollado 11 provoca que dos devanados 16 sean depositados sobre el globo 3. El motor de enrollado 11 puede, por consiguiente, replegarse sobre el lecho 14 después de cada medio devanado mientras que todavía mantiene la misma cobertura. Como será evidente, el número total de devanados depositados a una velocidad de enrollado dada es doble, conduciendo a una eficiencia de funcionamiento incrementada. En una realización no mostrada, los ojales de guía 13A, 13B pueden estar desplazados entre sí perpendiculares al plano de enrollado W. Una plena revolución del motor de enrollado 11 conduce así a dos plenos devanados que son depositados paralelos entre sí, separados por el desplazamiento de los ojales de guía. La persona experta entenderá que más carretes y más brazos pueden ser usados para incrementar adicionalmente la velocidad de enrollado. Los brazos pueden estar separados igualmente alrededor del árbol de enrollado 10 o pueden estar dispuestos adyacentes entre sí. Además, se puede indicar que un solo brazo de guía 12 puede también llevar múltiples líneas separadas 7A, 7B, ... cada una en un ojal de guía individual 13A, B,.

De acuerdo con la figura 7, se muestra un borde de extensión 23 que puede estar fijo al brazo 12 del aparato 1 para guiar la línea 7 en la salida del ojal de guía 13. El borde de extensión 23 sirve para extender las fibras individuales de la línea de Dynema<sup>TM</sup> 7 a medida que se aplican al globo 3. De acuerdo con la figura 7, el brazo de guía 12 está provisto de una fijación de espátula 24 unida al ojal de guía 13. La fijación de espátula 24 puede pivotar hacia arriba y hacia abajo con respecto al brazo 12 y fija en una posición deseada mediante medios convencionales, tales como un tornillo o mediante fricción. La fijación de espátula 24 sobresale hacia atrás de acuerdo con el sentido de rotación P2 a un borde de extensión curvo 23. Se proporcionan unas ranuras 26 y bordes verticales 28, que conducen desde el ojal 13 al borde de extensión 23.

Durante el uso, la línea 7 se dispensa desde el ojal 13 durante la rotación del brazo 12. La línea 7 se estira sobre la fijación de espátula 24 y se extiende mediante ranuras 26 y mediante el borde de extensión redondeado 23. La línea 7 se dispensa así como una banda ampliada 18 sobre el globo 3. De acuerdo con la posición angular en la cual la fijación de espátula 24 está fija, esta tendrá un mayor o menor efecto de extensión sobre la línea 7. Los bordes verticales 28 impiden que la línea 7 caiga de los lados de la fijación de espátula 24. Como se aplica a la variación divulgada en la figura 1, el borde de extensión 23 y el motor de enrollado 11 montado alternativamente pueden ambos trabajar en combinación para proporcionar la distribución uniforme de la línea 7 sobre la superficie del globo 3.

Un borde de extensión alternativo 23 se ilustra en la figura 8 en forma de una fijación de rodillo 30 que también se puede fijar al extremo del brazo de guía 12 de manera similar a la fijación de espátula 24 de la figura 8. La fijación de rodillo 30 comprende una horquilla 32 que soporta un rodillo libremente giratorio 34. El rodillo 34 tiene una porción convexa 36 y porciones de borde verticales 38. La porción convexa 36 está provista de ranuras de espina de arenque 40. De acuerdo con la figura 8, la fijación de rodillo 30 es pivotada en una posición hacia abajo hacia el

globo 3, mediante lo cual la línea 7 se extiende debajo del rodillo 34. Se comprenderá que también podría ser pivotada a una posición hacia arriba como en la fijación de espátula de la figura 7.

5 Durante el uso, la línea 7 se extrae a través del ojal 13 y sobre el rodillo 34 provocando que gire. A medida que gira, la forma de la porción convexa 36 y las ranuras 40 provocan que la línea 7 sea extendida hacia fuera a una banda 18. Las porciones de borde verticales 38 impiden que la línea se resbale del rodillo 34.

10 En la figura 9, se muestra de acuerdo con una segunda realización de la invención un aparato 100 para devanar simultáneamente una pluralidad de líneas alrededor de un elemento a modo de globo. El aparato 100 comprende un transportador continuo 103, unido al cual hay una pluralidad de asientos de carrete 105. En la realización ilustrada, se muestran seis asientos de carrete, pero se pueden proporcionar menos o más. Sobre cada uno de los asientos de carrete 105, se proporciona un carrete 107 de línea 109.

15 La línea 109 de cada asiento de carrete 105 pasa desde su carrete 107 a un brazo 111. El brazo 111 se proporciona en un extremo distal con una cabeza 113 que comprende una pluralidad de ojales 115, vistos en la figura 10. Cada línea 109 se extiende a través de un ojal separado 115. Unos bucles de guía 116 para las líneas 109 se proporcionan alrededor del transportador 103. Una guía 117 también se proporciona preferiblemente sobre el brazo 111 con antelación a la cabeza 113 para mantener las líneas individuales 109 separadas, evitando así el enredamiento.

20 El brazo 111 se fija al transportador continuo 103. A medida que el transportador gira, como se indica por las flechas P2 en la Figura 9, el brazo 111, los asientos de carrete 105 y los carretes 107 se mueven conjuntamente a lo largo de la trayectoria del transportador 103. La cabeza 113 se desplaza a lo largo de una trayectoria de enrollado 119 determinada por el transportador 103 y define un plano de enrollado W como se muestra en la figura 11. También mostrado en la figura 9 se encuentra un soporte 108 que se fija a un cuerpo no giratorio 104 del transportador 103.

25 Con referencia a la figura 11, se muestra un elemento a modo de globo 121 parcialmente inflado que sirve como parte de un tapón de cierre. El elemento a modo de globo 121 se cierra en su polo N por el cierre 123 y se une en su polo S a una parte de extremo de árbol 127 que está cerrada de manera liberable por una válvula 129.

30 La parte de extremo de árbol 127 está unida de manera liberable a un motor 131 para la rotación continua o gradual del elemento a modo de globo 121 en la dirección de la flecha P1, alrededor del eje principal A del elemento a modo de globo. El elemento a modo de globo 121 está soportado en su otro extremo por un cierre 123 que se apoya sobre el soporte 108.

35 El eje principal A del elemento a modo de globo 121 está dispuesto en un ángulo predeterminado  $\alpha$  en relación con el plano de enrollado W y penetra parcialmente a través del plano para apoyarse sobre el soporte 108. El elemento a modo de globo 121 así se coloca de tal manera que la cabeza 113 se mueve a lo largo de la trayectoria 119, pasa cerca del polo N sobre un primer lado del elemento a modo de globo, y cerca del polo S en el lado opuesto del elemento a modo de globo. La cabeza 113 es así conducida en un movimiento de enrollado alrededor del elemento a modo de globo que pasa del polo N al polo S en un primer lado del elemento a modo de globo y del polo S al polo N en el lado opuesto.

40 Para obtener el devanado de las líneas 109 alrededor del elemento a modo de globo 121, los extremos externos de las líneas 109 que se hacen pasar a través de los ojales 113 están fijos en relación con una parte de superficie del elemento a modo de globo 121. La cabeza 113 se mueve a lo largo de la trayectoria de enrollado 119 de tal manera que las líneas son jaladas alrededor del elemento a modo de globo de forma de semi-meridiano en un ángulo  $\alpha$  al eje A. De esta manera, las líneas 109 son depositadas como una banda relativamente amplia 118. Como resultado de la trayectoria alargada tomada por el transportador 103, la tensión aplicada a las líneas durante el devanado sobre un elemento a modo de globo alargado es más uniforme y se evita la tensión incrementada en los polos.

45 El motor 131 actúa para hacer girar el globo ya sea continuamente a revoluciones por minuto variadas o fijas o en movimientos graduales. Mediante esto, el movimiento rotacional del globo puede proporcionar devanados en forma de meridiano de líneas alrededor de toda la circunferencia del elemento a modo de globo. La velocidad y tipo de rotación determina la colocación y la separación precisa de cada grupo de devanados sucesivos. Se prefiere que el movimiento rotacional sea gradual debido a que esto enrolla las líneas estrechamente en línea con el eje A.

50 También es posible ajustar el espaciamiento de las líneas en cada grupo de líneas enrolladas simultáneamente al ajustar la separación relativa de los ojales 115 en relación con la superficie del elemento a modo de globo 121. Esto se obtiene convenientemente como se muestra en la figura 10. La cabeza 113 está unida al brazo 111 en un pivote 141. El pivote 141 permite que el ángulo de la cabeza se altere, y mediante esto, se altera la separación de los ojales 115 vista desde la superficie del elemento a modo de globo. De esta manera, la banda 118 se puede hacer más amplia o más estrecha como se desee.

65 Como en la realización previa, un adhesivo tal como látex puede extenderse por medio de un dispositivo de atomización sobre los devanados de línea depositados y la superficie del elemento a modo de globo 121, de tal

manera que ocurre una adhesión íntima entre los devanados de línea y el elemento a modo de globo 121. Alternativamente, el adhesivo se aplica con brocha sobre los devanados de línea y la superficie del globo. El adhesivo puede preferiblemente aplicarse durante el devanado de las líneas 109 alrededor del elemento a modo de globo 121, preferiblemente con adhesivo siendo aplicado después de cada devanado.

5 En la realización divulgada, el elemento a modo de globo 121 se infla a un tamaño predeterminado al conectar la parte del extremo de árbol 127 a una fuente de presión, abriendo la válvula 129, inflando el elemento a modo de globo 121 al tamaño deseado y posteriormente cerrando la válvula 129. El elemento a modo de globo adquiere mediante esto alguna firmeza durante el devanado de las líneas. El tamaño predeterminado representa en general el tamaño de perforación nominal que el tapón está destinado a cerrar. Se comprenderá, por supuesto, que el devanado en diferentes configuraciones es también posible.

10 En las figuras 12, 13 y 14, la manera de aplicación del tapón inflable 133 obtenido por el procedimiento de la figura 11 se describe adicionalmente en combinación con equipo de retención del flujo convencional. El tapón 133 se conecta al polo S sobre una línea de presión 135 que está en comunicación con una fuente de presión a través de una válvula 137. Inicialmente, se puede aplicar vacío para aplanar el tapón 133 tanto como sea posible, permitiendo que sea enrollado o comprimido a un diámetro pequeño. El tapón 133 es luego impulsado a una zapata introductora 136 que se inserta a un tubo 139 para cerrar una abertura relativamente pequeña hecha a través de la pared. Este método como se muestra en las figuras 12 y 13 utiliza una silla de montar 138, que se aplica al tubo 139, evitando cortar toda una sección del tubo. Alternativamente, la zapata introductora puede ser insertada por medio de un conector ramal existente. En tal método, es de mayor ventaja tener un tapón que es flexible y puede ser plegado firmemente o enrollado a un diámetro pequeño. Cuanto más pequeño sea el tamaño de la zapata introductora, más pequeño es el orificio que necesita hacerse en el tubo 139. Para asegurar la integridad de una tubería, es en general preferible que el orificio perforado no sea más de 1/4 del diámetro del tubo. Los tapones que tienen paredes gruesas y superficies externas ásperas pueden frecuentemente demostrar ser difíciles de insertar en tal método. El tapón 133 de acuerdo con la presente invención, gracias a sus regiones polares de espesor reducido puede ser insertado en una zapata relativamente más estrecha que tapones previos de tamaño y presión de trabajo similares.

20 Una vez que la zapata 136 está en posición, el tapón 133 se puede hacer avanzar al tubo 139. El tapón 133 se puede hacer avanzar de cualquier manera conveniente, con la mano o al usar un mecanismo introductor del tipo de piñón y cremallera (no mostrado). Debido a su flexibilidad incrementada y a la superficie lisa, el tapón 133 de la presente invención es también más conveniente para avanzar a través de la zapata 136 y se puede doblar más fácilmente en alineación con el tubo 139.

30 Al abrir la válvula 137, aire comprimido, u otro medio de inflado apropiado es admitido en el tapón 133, mediante lo cual se estira en un sentido sustancialmente radial. Esto se muestra en la figura 14. Debido a los devanados de línea, que son fabricados de material con poca extensibilidad, el globo asumirá una forma de melón, mediante lo cual la periferia externa se volverá más grande y se pondrá en contacto contra la pared interna del tubo 139. La distancia axial entre los polos N, S se reduce debido al inflado a medida que el tapón 133 se vuelve más esférico. A medida que el tapón 133 es restringido por el tubo circundante, toma una forma de melón alargada que se conforma a las paredes internas del tubo 139.

40 Como resultado de la restricción en la extensión axial creada por las líneas de refuerzo, el elemento a modo de globo 121, por sí mismo un material muy elástico, se empalmará firmemente contra la pared interna del tubo 139 y puede acumular presión contra la pared lo suficiente para resistir la presión posible a lo largo del tubo. Debido al procedimiento de enrollado descrito actualmente, la superficie externa del tapón 133 es más lisa, conduciendo a una retención de presión mejorada. Después del uso, la retracción del tapón 133 del tubo 139 también se facilita por las mismas razones.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un tapón inflable, que comprende:
- 5 i) proporcionar una preforma que define un eje que tiene dos polos (N, S);  
 ii) enrollar por lo menos una línea de baja extensibilidad alrededor de la preforma en un plano de enrollado (W), mediante lo cual el plano de enrollado (W) interseca el eje y pasa adyacente a cada polo (N, S) y mediante lo cual, durante el enrollado, la preforma y el plano de enrollado (W) giran entre sí para cubrir sustancialmente la preforma completa con devanados;
- 10 iii) extender los devanados para reducir la superposición en por lo menos las regiones polares; y  
 iv) fijar la línea en una matriz elástica para formar una pared periférica.
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los devanados se extienden al mover la preforma o plano de enrollado (W) entre sí en una dirección generalmente perpendicular al plano de enrollado (W); o en el que los devanados se extienden al inclinar el eje y el plano de enrollado (W) hacia y alejándose entre sí.
- 15 3. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la línea se extiende por un borde de extensión.
4. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que una pluralidad de líneas se suministra separadamente y se enrollan simultáneamente alrededor de la preforma como una banda, preferiblemente en el que la pluralidad de líneas se suministra a partir de suministros respectivos y se enrollan paralelas entre sí, mediante lo cual los suministros respectivos giran uno alrededor del otro durante el enrollado para impedir el trenzado conjunto de las líneas.
- 20 5. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que la línea comprende material de fibra, por ejemplo, fibra de vidrio, aramida o carbono y, más preferiblemente, polietileno de peso molecular ultra-alto; y/o la matriz elástica comprende un adhesivo polimérico tal como látex, poliuretano o similares; y/o en el que la preforma comprende un globo inflado (3, 121).
- 25 6. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que, durante el enrollado, la preforma se monta con su eje en general horizontal y mediante lo cual el eje está soportado a cada lado de la preforma.
- 30 7. Método de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende, además:
- 35 v) fijar un conducto de flujo de entrada de medios a la pared periférica en uno de los polos (N, S), comprendiendo el conducto de flujo de entrada de medios un conector mecánico para conectarse liberablemente a una fuente de medios, siendo preferiblemente el conducto de flujo de entrada de medios una manguera de alta presión capaz de soportar presiones internas mayores de 150 kPa (1,5 bares), preferiblemente más de 500 kPa (5 bares) y más preferiblemente de más de 1600 kPa (16 bares).
- 40 8. Un tapón inflable (133), que comprende: un elemento a modo de globo (3, 121) de material elástico que tiene una pared periférica, un eje y polos opuestos (N, S), comprendiendo la pared periférica una matriz de material elástico reforzada por una pluralidad de devanados de línea de baja extensibilidad enrollados en forma de meridiano para pasar tangencialmente a los polos (N, S) y a una distancia de los mismos, mediante lo cual los devanados individuales están separados del polo (N, S) mediante un intervalo de distancias diferentes formando una banda de superposición de enrollado reducida en las regiones polares; y un conducto de flujo de entrada de medios proporcionado a través de la pared periférica.
- 45 9. Un tapón inflable de acuerdo con la reivindicación 8, en el que la matriz comprende un adhesivo polimérico tal como látex, poliuretano o similares; y/o en el que la pluralidad de devanados se forma por una sola línea continua; y/o en el que la línea comprende material de fibra, por ejemplo, fibra de vidrio, aramida o carbono, preferiblemente polietileno de peso molecular ultra-alto.
- 50 10. Un tapón inflable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 9, en el que la pluralidad de devanados comprende un número de líneas separadas enrolladas paralelas entre sí y extendidas dentro de la banda, preferiblemente en el que por lo menos una de las líneas separadas es distinta de las otras en material o composición.
- 55 11. Un tapón inflable de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la banda tiene un ancho de por lo menos un 2 %, preferiblemente por lo menos 5 %, más preferiblemente por lo menos 10 % de un diámetro de trabajo nominal del tapón.
- 60 12. Un aparato para formar un tapón de cierre inflable, comprendiendo el aparato:
- 65 una cabeza de enrollado (113) giratoria alrededor de una trayectoria que define un plano de enrollado (W), estando la cabeza de enrollado (113) dispuesta para dispensar una pluralidad de líneas continuas;

un soporte (22) que comprende una pluralidad de asientos de carrete para soportar una pluralidad de carretes de línea para el suministro separado a la cabeza (113);

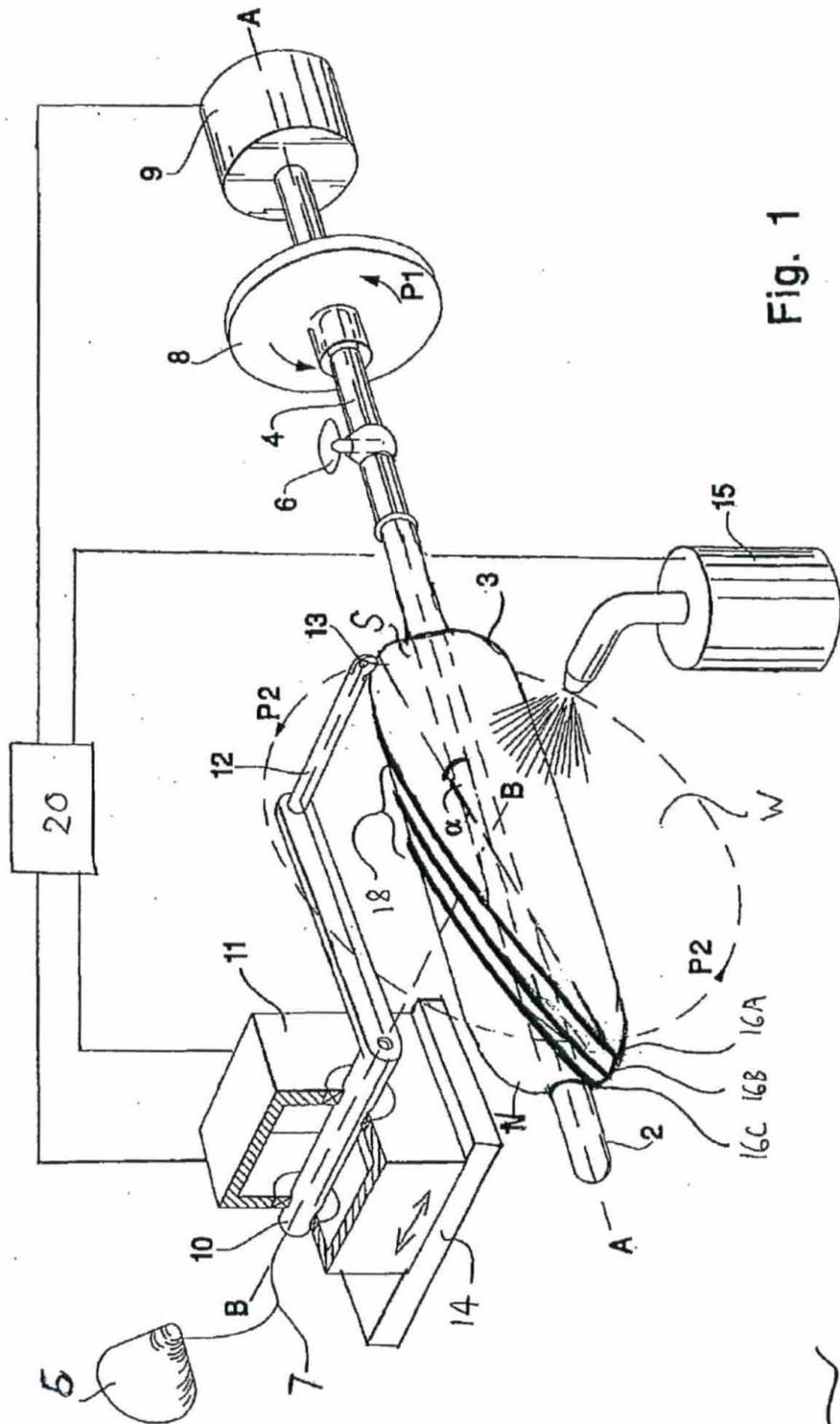
una disposición de guía (12, 13) para suministrar la línea a la cabeza (113);

5 un eje para soportar rotacionalmente una preforma en un ángulo poco profundo con respecto al plano de enrollado (W), de tal manera que el plano de enrollado (W) interseca la preforma; y

una disposición de extensión dispuesta para colocar los devanados sobre la preforma sobre una banda que tiene un ancho perpendicular al plano de enrollado (W) por lo menos en regiones cercanas al eje,

10 en el que el soporte está dispuesto para girar junto con la cabeza (113) y la disposición de extensión comprende un peine para dispensar separadamente una pluralidad de líneas paralelas desde la cabeza (113).

13. El aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el eje es generalmente horizontal y está soportado por lo menos parcialmente en sitios a cada lado del plano de enrollado (W).



1

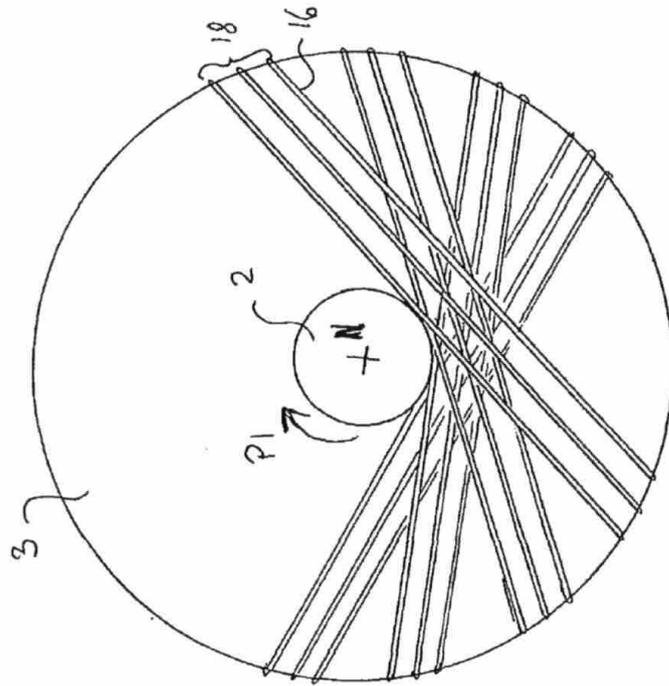


Fig 2B

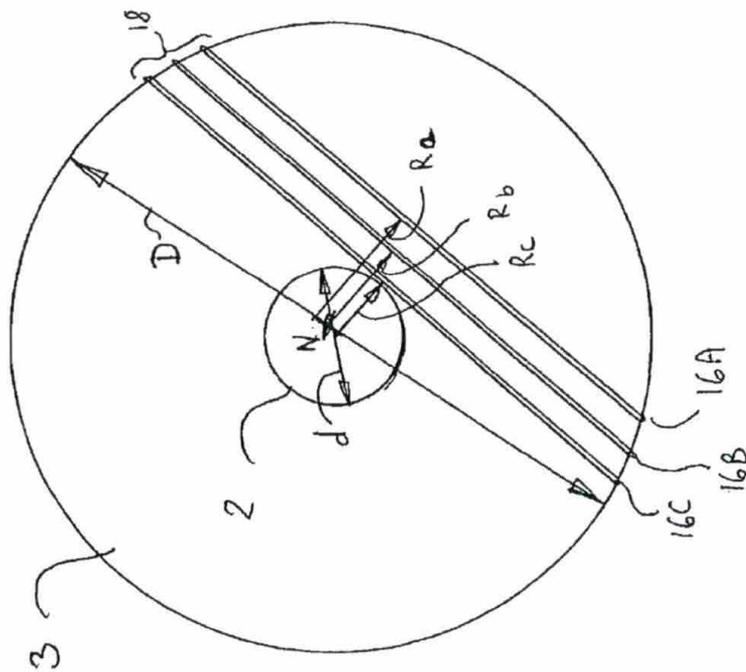


Fig 2A

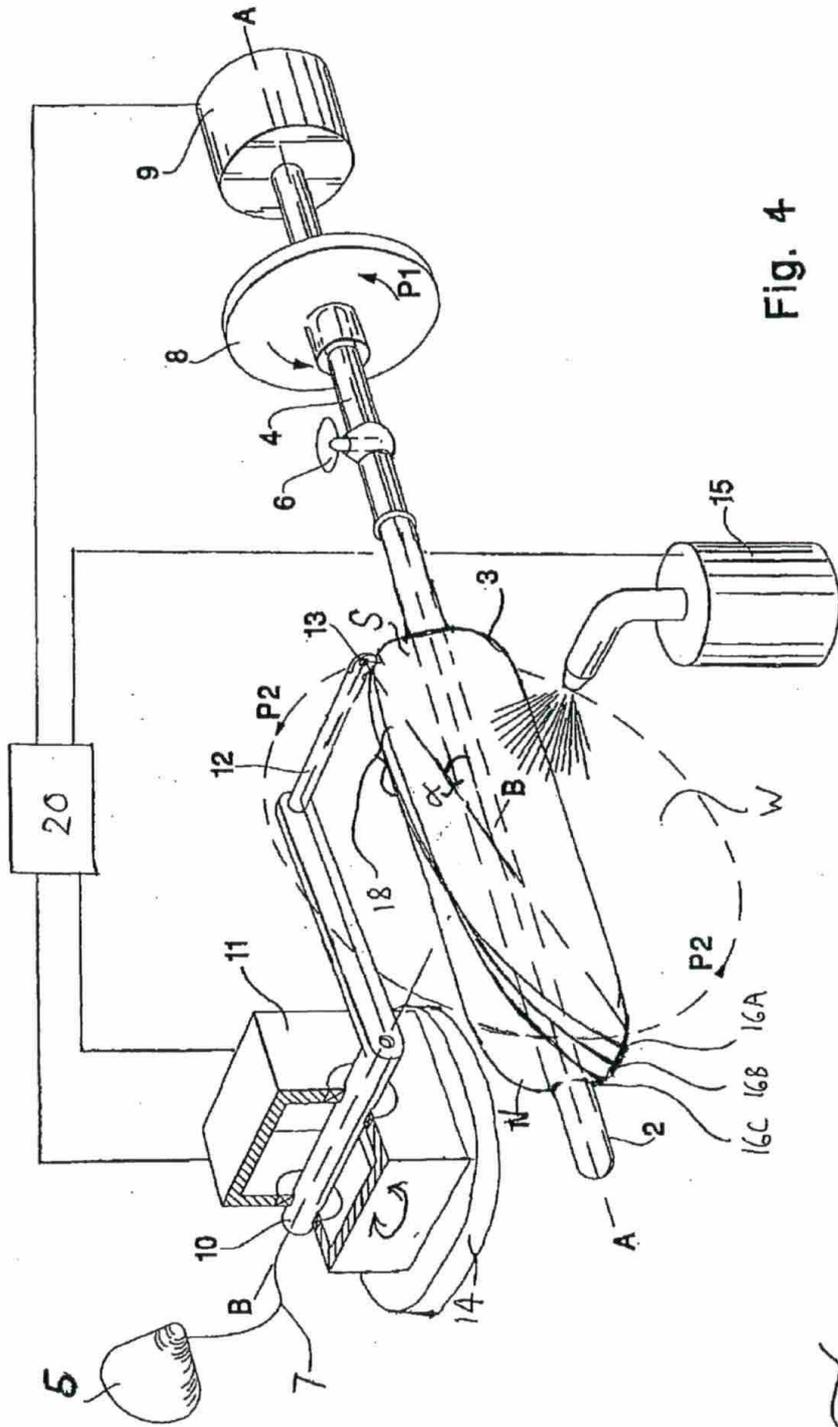


Fig. 4



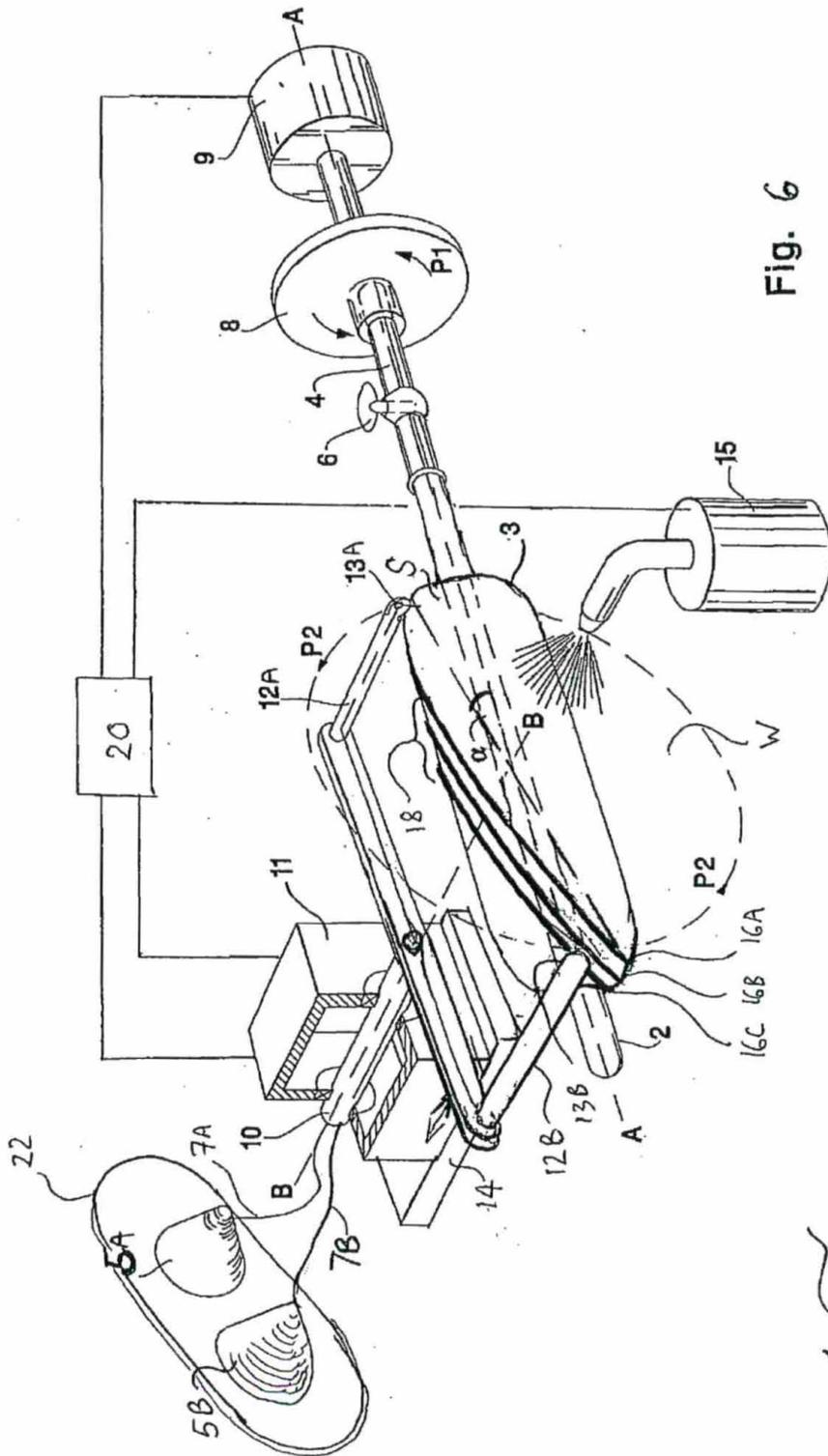


Fig. 6

1

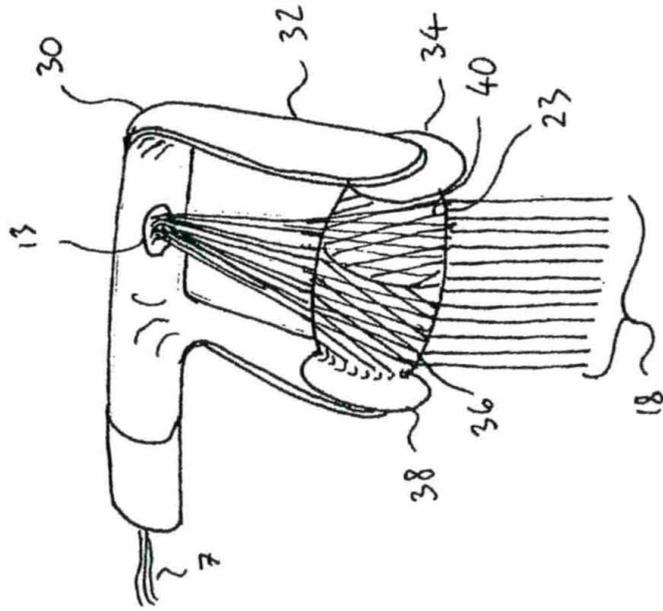


Fig. 8

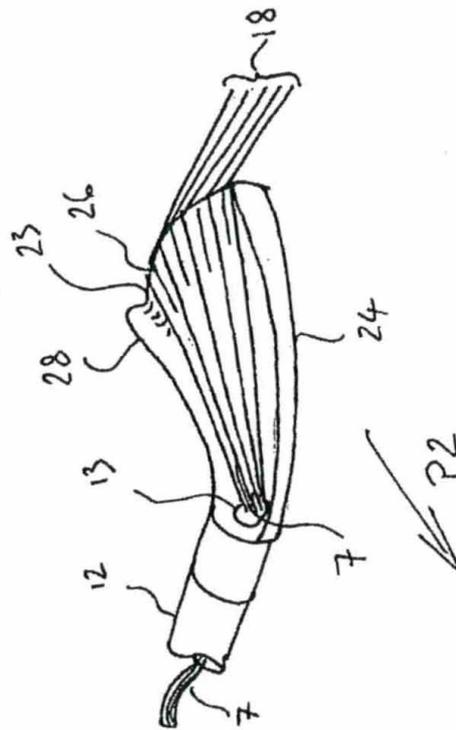


Fig. 7



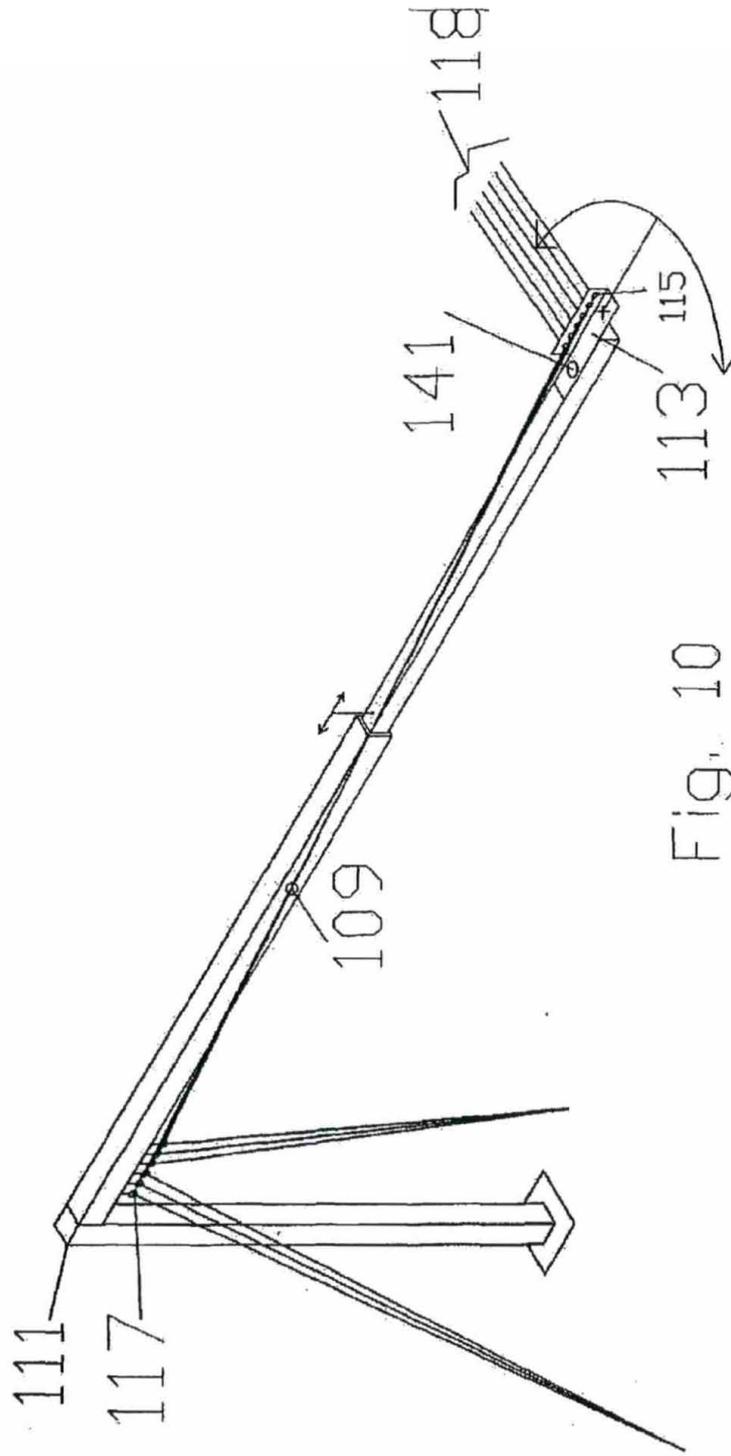


Fig. 10

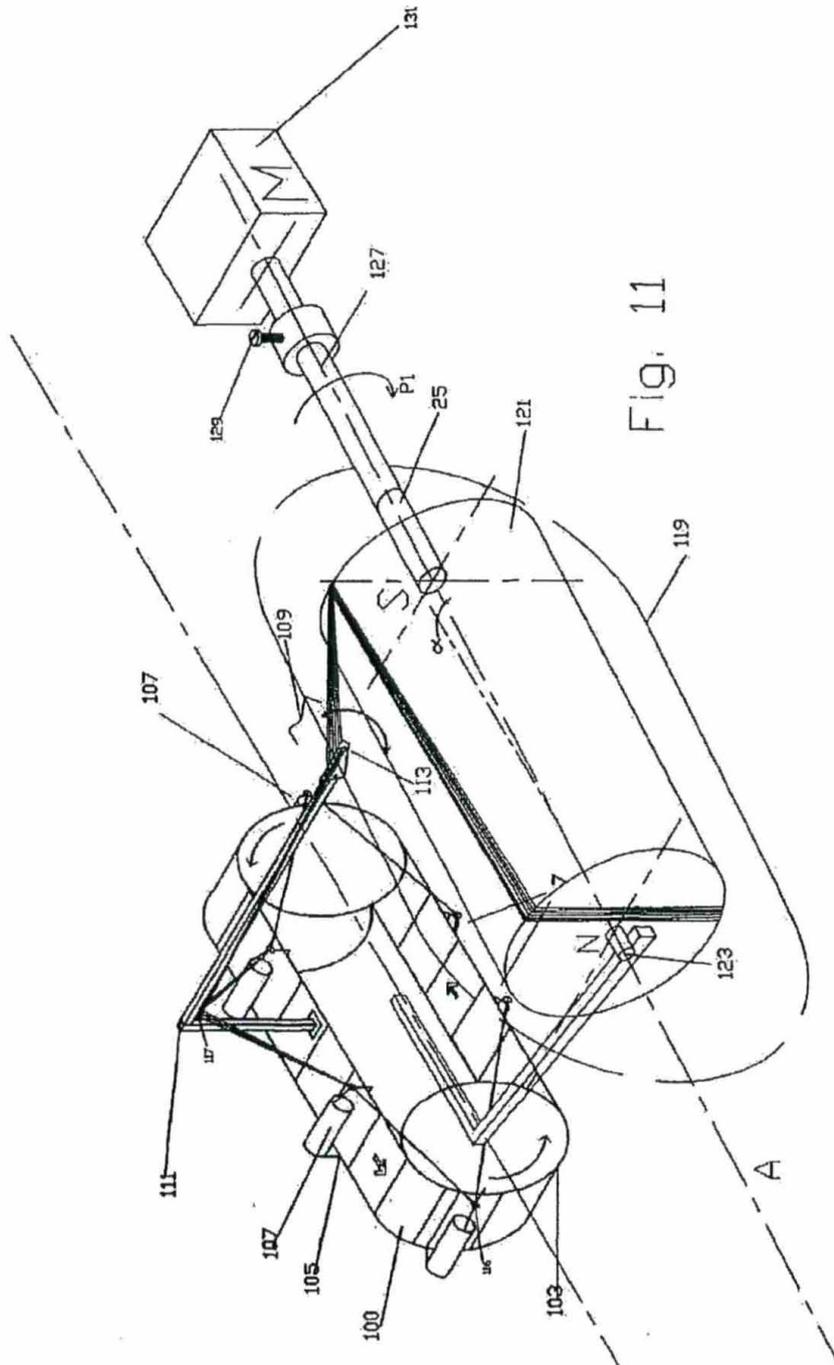


Fig. 11

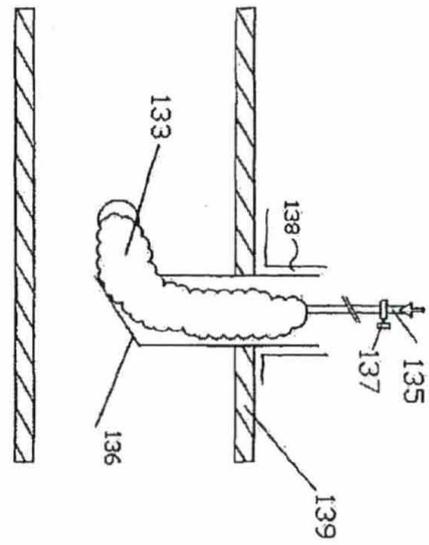


Fig. 12

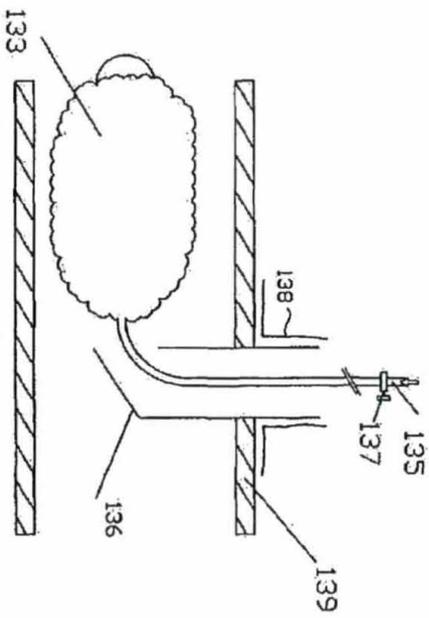


Fig. 13

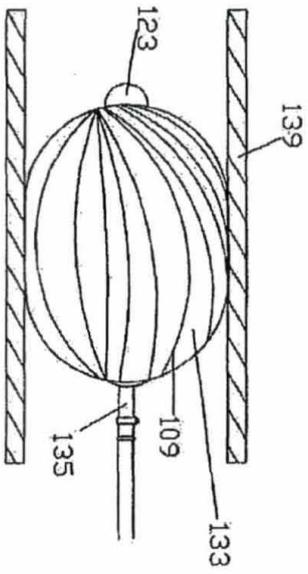


Fig. 14