



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 295 232**

51 Int. Cl.:
B29C 35/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01990156 .0**

86 Fecha de presentación : **11.12.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1360048**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **12.11.2003**

54 Título: **Procedimiento de reducción del espesor de la pared de un tubo de PTFE y producto formado de este modo.**

30 Prioridad: **26.12.2000 US 748417**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.04.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.04.2008

73 Titular/es: **Boston Scientific Limited**
The Corporate Centre, Bush Hill, Bay Street
St. Michael, Barbados, West Indies, BB

72 Inventor/es: **Hill, Jason, P.;**
Lininger, James, R. y
Brown, Brian, J.

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 295 232 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

Procedimiento de reducción del espesor de la pared de un tubo de PTFE y producto formado de este modo.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere globalmente a tubos de PTFE (politetrafluoretileno), preferentemente tubos de PTFE para utilizarlos como prótesis lumbinales. Más particularmente, la presente invención se refiere a un procedimiento de formación de un tubo de PTFE que tiene un espesor de la pared reducido y un diámetro mayor.

10 **Antecedentes de la invención**

Es muy conocida la utilización de productos formados a partir de tubos de politetrafluoretileno (PTFE) en aplicaciones médicas. Productos tales como injertos implantables, endoprótesis cubiertas, tubos de catéteres y similares pueden estar formados a partir de tubos de PTFE. Una técnica para la formación de tubos de PTFE es utilizar un proceso de extrusión de un flujo húmedo de pasta. El proceso de extrusión de pasta produce un tubo verde el cual es sometido entonces a operaciones secundarias tales como calentamiento, expansión y sinterización para producir un tubo de PTFE expandido poroso (ePTFE) provisto de un nodo poroso y una estructura fibrilar la cual optimiza su utilización en aplicaciones médicas.

A menudo, el tubo verde producido por el proceso de extrusión de pasta tiene una pared relativamente gruesa y un diámetro interior pequeño. Las operaciones secundarias de expansión del tubo y la subsiguiente sinterización del tubo resultan en un cierto grado de adelgazamiento de la pared del tubo. Sin embargo, el proceso de expansión que normalmente se utiliza limita la cantidad del adelgazamiento o la orientación circunferencial que se puede conseguir en el espesor de la pared del tubo. En ciertas aplicaciones, el tubo de ePTFE resultante todavía puede presentar un espesor de la pared suficientemente grande haciendo difícil su utilización en ciertas aplicaciones médicas. Adicionalmente, el proceso de extrusión resulta en que el tubo extruido está altamente orientado en una única dirección (longitudinal). Por lo tanto el tubo puede presentar una resistencia reducida en la dirección transversal o circunferencial. Las operaciones secundarias aportan muy poco a la mejora de la resistencia circunferencial del tubo.

En algunos casos en los que el tubo de ePTFE extruido se utiliza para formar una prótesis luminal implantable, el espesor y la resistencia circunferencial del tubo son de particular interés.

Por ejemplo, un tubo relativamente grueso puede ser más difícil de implantar, especialmente cuando la prótesis está diseñada para una distribución endoluminal. Adicionalmente, en situaciones que requieren prótesis de múltiples capas, tal como por ejemplo un injerto formado por una construcción de un tubo sobre otro tubo, o en el que el tubo ePTFE está siendo utilizado para formar una estructura compuesta de endoprótesis/injerto provista de una endoprótesis empleada en combinación con una o más capas de injerto, el espesor de la pared del tubo de ePTFE es de un particular interés. Con injertos formados de tubos de múltiples capas, la porosidad del injerto se puede ver afectada por el espesor de la estructura. En estructuras compuestas de endoprótesis/injerto, el espesor del tubo de ePTFE puede hacer difícil la distribución y el despliegue de la estructura compuesta. Además, la resistencia circunferencial se requiere tanto durante la implantación como durante su utilización. La prótesis debe ser capaz de soportar expansión durante el despliegue y también debe soportar la presión interna del flujo de sangre cuando se utiliza.

La memoria de patente alemana DE 43 36 175 C1 describe un proceso para la fabricación de un elemento tubular flexible de pared delgada para ser utilizado como una junta en un entorno químicamente agresivo. El tubo de ePTFE es tratado entre dos rodillos a fin de reducir su espesor de pared. En una fase secundaria del procedimiento, al tubo se le proporciona una sección en forma de U bajo la influencia de presión y calor.

De acuerdo con la memoria de la patente alemana publicada n° 25 36 358 un tubo de material sintético, una película de polipropileno por ejemplo, se calienta y se trata entonces entre dos rodillos a fin de conseguir un tubo de un espesor de la pared menor y de excelente resistencia mecánica. El tubo en forma de anillo, después de haber sido cortado al tamaño y la forma deseados, se calienta hasta una temperatura por encima del punto de transformación secundaria del material sintético, cuando se mantiene dentro de la forma correspondiente.

En contraste con estos procedimientos conocidos, es por lo tanto un objeto de la presente invención proporcionar un proceso para reducir uniformemente el espesor de la pared de un tubo de PTFE para ser utilizado para formar una prótesis luminal implantable. A fin de ocupar la holgura creada por el proceso de adelgazamiento y facilitar simultáneamente el alargamiento circunferencial, se utiliza por lo menos un rodillo tensor el cual se mantiene en una relación de desviación por resorte hacia fuera con respecto al rodillo de adelgazamiento y contribuye de ese modo a la orientación circunferencial uniforme de la estructura nodal del material del tubo.

Es por lo tanto deseable proporcionar un procedimiento y un aparato para la formación de un tubo verde de PTFE de espesor reducido de la pared que imparta un grado de orientación circunferencial a un tubo verde de PTFE.

Es un objeto de la presente invención proporcionar un proceso para reducir el espesor de la pared de un tubo de PTFE y orientar de forma circunferencial la estructura nodal.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un proceso para aumentar la resistencia circunferencial del tubo de PTFE mediante la orientación de forma circunferencial y el adelgazamiento de la pared, mientras se incrementa simultáneamente el diámetro del tubo.

5 Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un tubo de PTFE de pared delgada formado a partir de un tubo extruido en el que el espesor de la pared del tubo extruido ha sido reducido y orientado de forma circunferencial.

10 El problema se resuelve mediante las características de las reivindicaciones independientes. Detalles adicionales de la invención se definen en las reivindicaciones subordinadas.

En el logro eficaz de estos y otros objetos, la presente invención proporciona un procedimiento para la formación de un tubo de PTFE de pared delgada orientado de forma circunferencial. El tubo de PTFE incluye una superficie tubular interior y una superficie tubular exterior opuesta que definen una pared tubular de un primer espesor. El tubo de PTFE se coloca sobre un primer rodillo alargado con la superficie interior del tubo estando en contacto con el mismo. Una segunda superficie se coloca contra la superficie tubular exterior del tubo de PTFE. La primera superficie se gira con relación a la segunda superficie para comprimir la pared tubular entre las superficies reduciendo de este modo uniformemente la pared tubular desde el primer espesor hasta un segundo espesor menor y proporcionando orientación circunferencial al tubo.

20 Como se describe más particularmente por medio de formas de realización preferidas, un segundo rodillo que define la segunda superficie es llevado a entrar en contacto con la misma de forma que efectúa la compresión de la pared tubular entre ellos. El giro en sentido contrario de los rodillos primero y segundo se puede conseguir girando el primer rodillo el cual se mantiene en contacto con el segundo rodillo. La presente invención adicionalmente proporciona rodillos tensores secundarios los cuales se colocan con la superficie interior del tubo. Los rodillos tensores secundarios mantienen una desviación de tensado contra la superficie interior del tubo. Estos rodillos sirven para ocupar la holgura creada por el proceso de agrandamiento del diámetro y de adelgazamiento para evitar que las paredes tubulares queden estranguladas entre los rodillos primero y segundo.

30 Otro aspecto de la invención proporciona la colocación del tubo sobre un primer rodillo luminal alargado, la superficie de rodadura exterior estando en contacto con la superficie tubular interior. La configuración montada se coloca entonces en el interior de un rodillo alargado cilíndrico sustancialmente hueco más grande. Una desviación de tensado se aplica al primer rodillo, comprimiendo de ese modo el material tubular entre la superficie de rodadura exterior del rodillo luminal y la superficie circunferencial interior del rodillo hueco. Se aplica entonces una fuerza de giro al primer rodillo, causando el giro del primer rodillo y del tubo de PTFE montado en el mismo provisto para el adelgazamiento del tubo de PTFE.

Otra forma de realización de la invención proporciona la colocación del tubo sobre un rodillo alargado y la utilización de una superficie lisa como segunda superficie. Adicionalmente, se contempla utilizar dos superficies de rodadura opuestas colocadas sustancialmente paralelas en lados opuestos del tubo y del conjunto de rodillos.

40 Preferentemente, el proceso de la presente invención se consigue en un baño de agua caliente y el tubo de PTFE incluye un lubricante para facilitar el proceso.

45 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en perspectiva que muestra un tubo verde de PTFE utilizado de acuerdo con la presente invención.

50 La figura 2 es una vista en perspectiva que muestra un aparato utilizado para adelgazar la pared del tubo verde de PTFE de la figura 1.

La figura 3 es una vista desde el extremo de los rodillos del aparato representado en la figura 2.

55 La figura 4 es una representación esquemática de una forma de realización del procedimiento y del aparato de la presente invención.

La figura 5 es una representación esquemática de una forma de realización adicional del procedimiento y del aparato de la presente invención.

60 La figura 6 es una vista esquemática de todavía una forma de realización adicional del procedimiento y del aparato de la presente invención utilizando un primer rodillo y una superficie de rodadura sustancialmente plana.

La figura 7 es una representación esquemática de una forma de realización adicional del procedimiento y del aparato de la presente invención utilizando superficies de rodadura opuestas.

65 La figura 8 es una vista desde el extremo de una forma de realización de la presente invención utilizando un primer rodillo en el interior de un segundo rodillo.

Descripción detallada de formas de realización preferidas

La presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para reducir o adelgazar la pared e impartir orientación circunferencial a un elemento tubular preferentemente un tubo verde de PTFE extruido. Adicionalmente, la presente invención proporciona un producto formado por un procedimiento y un aparato de este tipo en el que el tubo verde de PTFE tiene una pared tubular adelgazada la cual puede ser sometida a operaciones secundarias tales como expansión y sinterización para producir un ePTFE biaxialmente orientado de pared extremadamente delgada.

Con referencia a la figura 1 se representa una extensión de un tubo verde de PTFE 10. El tubo verde 10 es un elemento tubular alargado provisto de una pared tubular globalmente cilíndrica 12 que define una superficie luminal interior 14 y una superficie luminal exterior opuesta 16. El tubo verde 10 puede estar formado en un proceso convencional de extrusión de pasta de flujo húmedo el cual es muy conocido en la técnica. En un proceso de este tipo, una pasta de PTFE de resina y lubricante se forma en una prensa de preforma en un producto de preforma tubular referido como trozo de plástico tubular inicial. El trozo de plástico tubular inicial se carga en un extrusor y se coloca para que entre dentro de un aparato de boquilla. El aparato de boquilla típicamente incluye una cavidad de la boquilla con un mandril cilíndrico alargado centrado en su interior. El trozo de plástico inicial es extruido a través del aparato de boquilla produciendo un tubo verde de PTFE globalmente tubular. El tubo verde producido mediante un proceso de este tipo contiene una cierta cantidad de un lubricante de baja volatilidad en su interior, el cual como ha sido descrito anteriormente en este documento facilita el funcionamiento de la presente invención.

Como es conocido en la técnica, el tubo verde se somete entonces a operaciones secundarias tales como expansión y sinterización para producir un tubo de politetrafluoretileno expandido (ePTFE). Un tubo de ePTFE de este tipo tiene un espesor de la pared más delgado como resultado de las operaciones secundarias y presenta también un nodo poroso deseado y una estructura fibrilar que facilita su utilización como una prótesis médica implantable. Mientras el tubo de ePTFE resultante, el cual ha sido sometido a una expansión y sinterización de este tipo, tiene un espesor de la pared más delgado como resultado de estas operaciones, la reducción del espesor de la pared del tubo de ePTFE está limitada por el espesor de la pared del tubo verde originalmente extruido. La presente invención proporciona el adelgazamiento del tubo verde extruido antes de ser sometido a operaciones secundarias de ese tipo a fin de producir un tubo de ePTFE resultante provisto de un espesor de pared más delgado y de orientación biaxial.

Haciendo referencia a continuación a las figuras 2 y 3, se representa un aparato de rodillos 20 para el adelgazamiento de la pared tubular 12 del tubo verde de ePTFE 10. El aparato de rodillos 20 incluye un par de mandriles alargados o rodillos 22 y 24 sostenidos para el movimiento relativo mutuo de acercamiento y de alejamiento entre sí. En la presente forma de realización ilustrativa, el rodillo 24 es un rodillo estacionario montado en un dispositivo de montaje 26. El rodillo 22 es un rodillo móvil el cual se puede mover en la dirección de la flecha A hacia el rodillo 24. Cada uno de los rodillos 22 y 24 está sostenido de una manera que permite el giro independiente de los rodillos alrededor de sus ejes longitudinales I_1 , I_2 .

A fin de adelgazar el tubo verde de PTFE 10, el tubo verde se coloca de forma concéntrica sobre el rodillo móvil 22 de forma que la superficie exterior del rodillo móvil 22 esté en contacto con la superficie interior 14 del tubo verde 10. El rodillo móvil 22 se desplaza entonces en la dirección de la flecha A hacia el rodillo estacionario 24 para colocar la superficie exterior 16 del tubo verde 10 en contacto con el mismo. Con un movimiento de este tipo se consigue comprimir el tubo verde de PTFE 10 entre los rodillos 22 y 24.

Como se representa particularmente en la figura 3, se hace que los rodillos 22 y 24 giren en sentido contrario. Un giro en sentido contrario de este tipo se puede conseguir girando uno de los rodillos 22 y 24 en un primer sentido de giro. En vista de que se mantiene un acoplamiento por fricción entre el rodillo móvil 22 y el rodillo estacionario 24 a través del tubo verde 10, el giro de uno de los rodillos en un sentido de giro efectuará el giro en sentido contrario del otro rodillo. Mientras se prefiere el giro directo de sólo uno de los rodillos, entra dentro de lo que contempla la presente invención girar directamente ambos rodillos de manera que giren en sentido contrario.

Al girar en sentido contrario los rodillos 22 y 24, el tubo verde 10 sostenido alrededor del rodillo móvil 22 quedará comprimido. La pared tubular 12 se adelgazará circunferencialmente a medida que pase a través de los dos rodillos giratorios. Un adelgazamiento de este tipo de la pared tubular 12 causará el incremento correspondiente del diámetro interior del tubo verde 10. Puesto que la presión de compresión se mantiene entre los dos rodillos, el giro continuado del tubo verde entre ellos causará una reducción incrementada del espesor de la pared, así como un incremento del diámetro del tubo. La rodadura del tubo verde entre los rodillos se mantiene durante tanto tiempo como se requiera para conseguir la reducción deseada del espesor de la pared. El movimiento circunferencial del tubo verde entre los rodillos 22 y 24 se facilita mediante la inclusión anteriormente mencionada de un lubricante adecuado, tal como por ejemplo Isopar en la pasta del tubo verde. El lubricante también ayuda a evitar el agrietamiento longitudinal del tubo.

A fin de mantener una configuración uniforme lisa del tubo verde adelgazado resultante, los rodillos 22 y 24 están formados preferentemente de acero inoxidable que ha sido mecanizado para eliminar cualquier imperfección superficial. Sin embargo, se contempla adicionalmente que uno o más de los rodillos esté formado de un material endurecido tal como por ejemplo carburo metálico, el cual resiste cualquier distorsión durante la utilización produciendo una superficie tubular más uniforme.

ES 2 295 232 T3

Adicionalmente se contempla que a fin de funcionar con mayor rendimiento, el aparato de rodillos 20 pueda ser accionado en un baño de agua caliente a fin de adelgazar con mayor rendimiento el tubo verde. Se contempla que un baño de este tipo pueda ser un baño de disolvente caliente provisto de una temperatura de entre 20°C y 140°C.

5 En una forma de realización representada en la figura 6, un rodillo 40 similar a aquél representado en la figura 2 se utiliza para comprimir el tubo 10 contra una superficie lisa 42. Se contempla que la superficie 42 pueda ser una superficie plana que esté colocada de forma fija o colocada de forma móvil. El movimiento giratorio del tubo 10 se puede conseguir a través del giro forzado del rodillo 40 alrededor del eje I_1 o de un movimiento deslizante de la superficie 42 en direcciones perpendiculares al eje I_1 proporcionando el giro pasivo del cilindro 40 alrededor del
10 eje I_1 . La fuerza de compresión y el acoplamiento por fricción causarán el movimiento relativo del rodillo 40 y la superficie 42. Ambos movimientos de giro forzado y de deslizamiento pueden ser proporcionados simultáneamente. Un movimiento relativo de este tipo efectúa el adelgazamiento y la orientación circunferencial deseados del tubo 10.

15 El tubo verde resultante produce un tubo de ePTFE de pared delgada el cual tiene una resistencia al desgarro radial y una resistencia a la fluencia mejoradas. Adicionalmente, mediante la rodadura en frío húmedo del tubo verde a una temperatura inferior a la temperatura de fusión o temperatura de ablandamiento del PTFE, el tubo se hace más fácil de manejar incrementando de ese modo la producción durante la expansión y sinterización subsiguientes del mismo.

20 Con referencia específicamente a las figuras 4 y 5, se representan formas de realización adicionales del aparato de rodillos de la presente invención. La presente invención contempla la utilización de uno o más rodillos tensores en combinación con el rodillo interior o luminal a fin de mantener la tensión radial hacia fuera sobre el tubo verde a medida que está siendo adelgazado circunferencialmente entre los rodillos para eliminar el estrangulamiento.

Haciendo referencia específicamente a la figura 4, en la que números de referencia iguales designan estructuras
25 iguales, el aparato 120 incluye unos rodillos 122 y 124 del tipo descrito antes en este documento. El rodillo 122 es el rodillo interior o luminal y el 124 es el rodillo exterior o externo. El giro del rodillo 122 efectúa el giro en sentido contrario del rodillo 124. El tubo verde 110 está colocado de tal forma que puede ser comprimido circunferencialmente entre los rodillos que giran en sentido contrario 122 y 124. Como ha sido mencionado antes en esta memoria, durante este proceso de adelgazamiento no sólo se reduce el espesor de la pared del tubo verde sino también se incrementa
30 el diámetro del tubo dando como resultado un tubo más largo. A medida que el tubo está siendo adelgazado, puede tener la tendencia a crear una holgura por el incremento del diámetro del tubo cautivo entre los rodillos. La forma de realización de la presente invención, representada en la figura 4, utiliza un rodillo tensor 130 el cual se puede mantener en una relación de desviación por resorte hacia fuera con el rodillo 122. El tubo verde 110 se coloca tanto sobre el rodillo 122 como en el rodillo tensor adyacente 130. El rodillo tensor 130 proporciona una tensión radial hacia fuera dentro del lumen del tubo 110 de forma que “ocupa” la holgura creada por el proceso de adelgazamiento. El rodillo
35 tensor 130 puede ser desviado por resorte hacia fuera en la dirección de la flecha B alejándolo del rodillo 122 para mantener una tensión radial hacia fuera de ese tipo sobre el tubo 110. El rodillo tensor 130 puede facilitar también el alargamiento circunferencial.

40 Una forma de realización adicional de la presente invención se representa en la figura 5 en donde otra vez números de referencia iguales indican estructuras iguales. El aparato de rodillos 220 de la figura 5 incluye un par de rodillos exteriores 224 colocados en lados diametralmente opuestos del rodillo interior 222. Como se puede apreciar, los rodillos exteriores 224 comprimen el tubo verde 210 en dos ubicaciones preferentemente sobre lados diametralmente opuestos del rodillo interior 222. El giro del rodillo interior 222 efectúa un giro en sentido contrario mutuo similar de
45 ambos rodillos exteriores 224 de forma que comprimen circunferencialmente el tubo verde 210 entre ellos.

En la forma de realización representada en la figura 5, un par de rodillos tensores 230 son utilizados de una manera similar a aquella descrita anteriormente en este documento con respecto a la figura 4. El tubo verde 210 está colocado
50 alrededor del rodillo 222 y los rodillos tensores adyacentes 230. Los dos rodillos tensores 230 están colocados en el aparato 220 en donde se mantiene una desviación de resorte hacia fuera dirigida de forma opuesta con respecto al rodillo interior 222. Una desviación de resorte hacia fuera de este tipo causa que los rodillos tensores 230 se desplacen en la dirección de la flecha C representada en la figura 5. Los dos rodillos tensores, los cuales están colocados en extremos diametralmente opuestos del rodillo 222, mantienen la tensión radial hacia fuera sobre el tubo verde 210 a través del proceso de adelgazamiento de forma que ocupan cualquier holgura que se pueda crear durante el proceso de
55 adelgazamiento.

En la forma de realización representada en la figura 7, se utiliza un par de superficies planas lisas para comprimir el tubo alrededor de un rodillo. El tubo verde 510 se coloca alrededor de un rodillo luminal 522 y de las superficies planas separadas adyacentes 50 y 51. La compresión y el giro se proporcionan mediante la superficie deslizante 50 en una
60 dirección perpendicular al eje del rodillo 522 indicada por I_2 . La fuerza de compresión y el movimiento de la superficie plana 50 causa que el rodillo luminal 522 gire y el tubo 510 entre en contacto con la superficie 51 sustancialmente opuesta y paralela a la superficie 50 y comprima adicionalmente el tubo.

Una forma de realización adicional de la presente invención se representa en la figura 8 en la cual otra vez números
65 de referencia iguales indican estructuras iguales. El aparato de rodillos 320 de la figura 8 incluye un rodillo luminal interior 322 colocado en el interior de un rodillo cilíndrico hueco 324. En esta configuración, el tubo 310 está montado sobre el rodillo luminal 322. El rodillo 322 se mantiene en tensión con el rodillo 324 proporcionando de ese modo una fuerza de compresión dirigida hacia fuera. Cuando el cilindro hueco 324 esté en una posición fija y no montado

ES 2 295 232 T3

de forma que pueda girar, la fuerza de compresión dirigida hacia fuera creará una fricción en forma de paso entre los componentes proporcionando un movimiento circunferencial del rodillo luminal 322 alrededor de la circunferencia interior del cilindro hueco 324 en la dirección de la flecha D proporcionando de ese modo el adelgazamiento del tubo.

5 Cuando el rodillo luminal 322 esté montado sobre un eje I_2 y sea libre de girar y cuando el rodillo hueco 324 esté montado de forma que pueda girar sobre el eje I_1 , se proporciona una fuerza de compresión en la dirección de la flecha E y la fuerza de giro actúa como una leva a través del acoplamiento por fricción del tubo 310 para girar el cilindro hueco 324 alrededor del eje I_2 proporcionando el adelgazamiento del tubo.

10 Mientras la presente invención ha sido descrita específicamente con respecto al adelgazamiento de la pared de un tubo verde de PTFE extruido, no está limitada al mismo. La presente invención puede ser utilizada para efectuar la reducción de la pared de cualquier elemento tubular elástico en el que la pared tubular esté sometida a una reducción a partir de compresión.

15 Adicionalmente, la compresión del tubo para reducir el espesor de la pared preferentemente se consigue mediante la colocación de una parte del tubo entre dos superficies de compresión. Otras técnicas para el adelgazamiento del tubo en las que el material se adelgaza por la aplicación de una fuerza directamente sobre el material también se contemplan dentro del alcance de la presente invención.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de formación de un tubo de politetrafluoretileno (PTFE) de pared delgada comprendiendo las etapas siguientes:

- proporcionar un tubo de PTFE (10) provisto de una superficie de la pared tubular interior (14) y una superficie de la pared tubular exterior opuesta (16) que definen una pared tubular de un primer espesor de pared,
- colocar dicho tubo de PTFE (10) sobre un primer rodillo luminal alargado (122, 222) provisto de una primera superficie en contacto con dicha superficie de la pared tubular interior (14),
- colocar un segundo rodillo alargado (124, 224) contra dicha superficie de la pared tubular exterior (16), y
- girar en sentido contrario dichos rodillos primero y segundo para comprimir dichas paredes tubulares entre ellos para reducir dicho primer espesor de la pared tubular a un segundo espesor menor,

caracterizado porque se coloca dicho tubo de PTFE adicionalmente sobre por lo menos un rodillo tensor (130, 230) siendo móvil dicho rodillo tensor para alejarse de dicho primer rodillo luminal (122, 222) para mantener dicho tubo de PTFE (10) en tensión radial hacia fuera y ocupar de este modo cualquier holgura que se pueda crear por el proceso de adelgazamiento.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se coloca dicho tubo de PTFE sobre dicho primer rodillo luminal (222) y sobre un par de rodillos tensores (224), estando colocados los rodillos tensores (230) en extremos diametralmente opuestos de dicho primer rodillo luminal, siendo móviles dicho par de rodillos tensores (230) de forma opuesta para alejarse de dicho primer rodillo para mantener dicho tubo de PTFE en tensión radial hacia fuera.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado** porque se mantiene una desviación de resorte hacia fuera dirigida de forma opuesta sobre dichos rodillos tensores (230) con respecto a dicho rodillo interior (222).

4. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque se incrementa el diámetro de dicho tubo (10).

5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicha fase de giro en sentido contrario se consigue en un baño de agua.

6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el tubo de PTFE de pared adelgazada (10) se somete a un proceso de expansión uniaxial por calor para producir un tubo de PTFE expandido.

7. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el tubo de PTFE (10) contiene un lubricante de baja volatilidad para facilitar el movimiento circunferencial del tubo y ayudar en la prevención del agrietamiento longitudinal.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, **caracterizado** porque presenta la etapa de secado de dicho tubo verde de PTFE de pared reducida (10) para eliminar dicho lubricante.

9. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque presenta la etapa de sinterización de dicho tubo verde de PTFE de pared reducida (10).

10. Aparato para llevar a cabo el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende:

- un rodillo luminal interior (122, 222) provisto de una superficie exterior para sostener dicho tubo (110, 210) alrededor del mismo,
- un rodillo exterior (124, 224) colocado de forma móvil con relativamente con respecto a dicho rodillo interior (122, 222) para colocar la pared de dicho tubo en compresión entre ellos y
- unos medios para girar de forma relativa dichos rodillo interior (122, 222) y rodillo exterior (124, 224) para efectuar la reducción circunferencial de dicho espesor de dicha pared entre ellos,

caracterizado porque presenta un rodillo tensor, por lo menos, (130, 230) para sostener dicho tubo (110, 210) entre ellos, dicho rodillo tensor siendo desviado por resorte alejándolo de dicho rodillo interior (122, 222) para mantener una tensión radial hacia fuera sobre dicho tubo (110, 210).

11. Aparato según la reivindicación 10, **caracterizado** porque presenta un par de rodillos tensores (230) para sostener dicho tubo (210) alrededor de los mismos, siendo desviados dicho par de rodillos tensores por resorte de forma opuesta alejándolos de dicho rodillo interior (222) para mantener una tensión radial hacia fuera sobre dicho tubo.

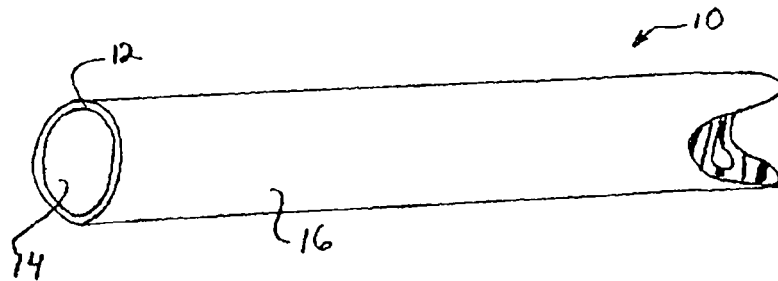


FIG. 1

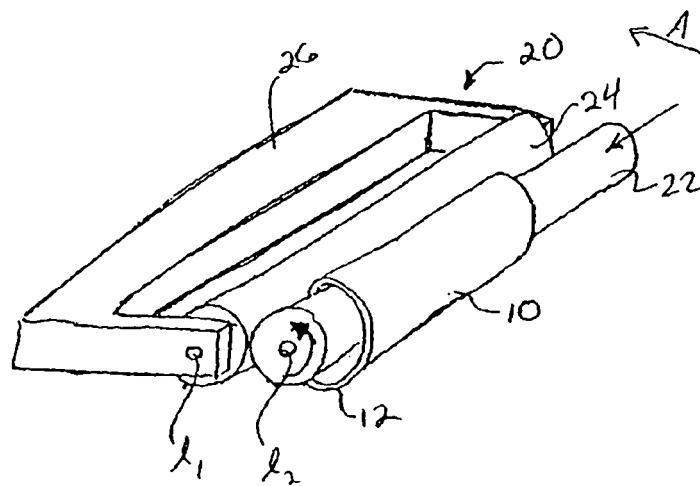


FIG. 2

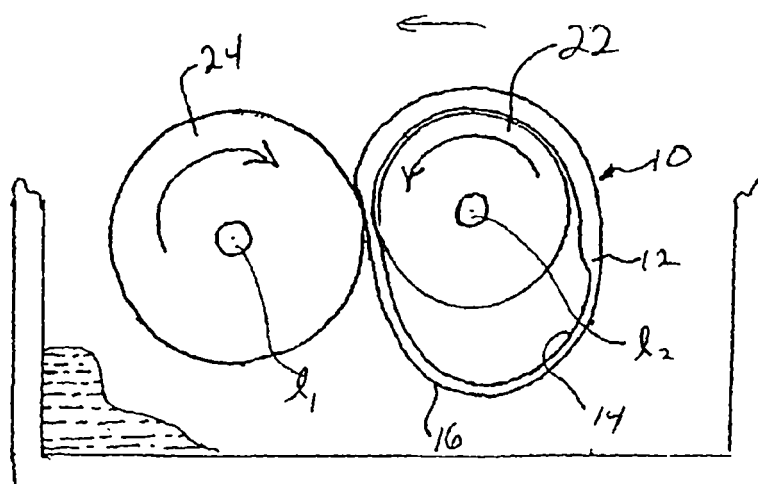


FIG. 3

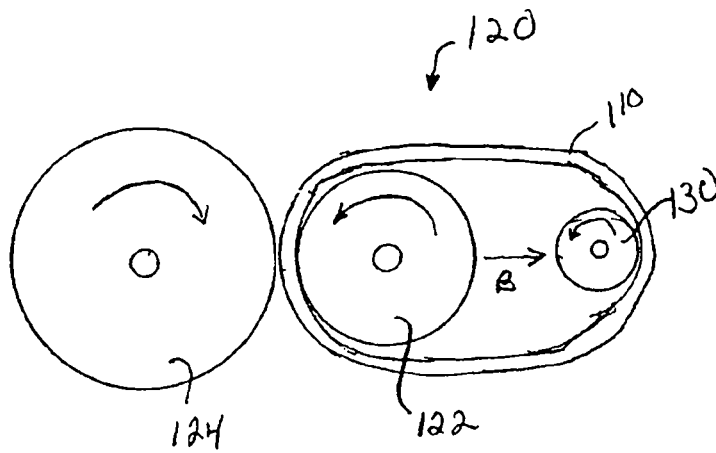


FIG. 4

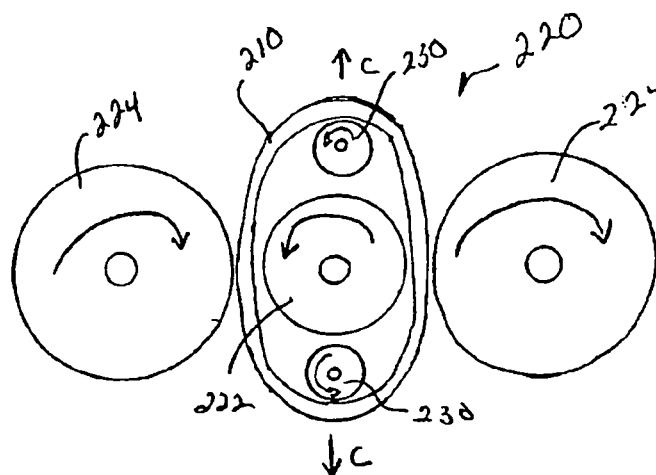


FIG. 5

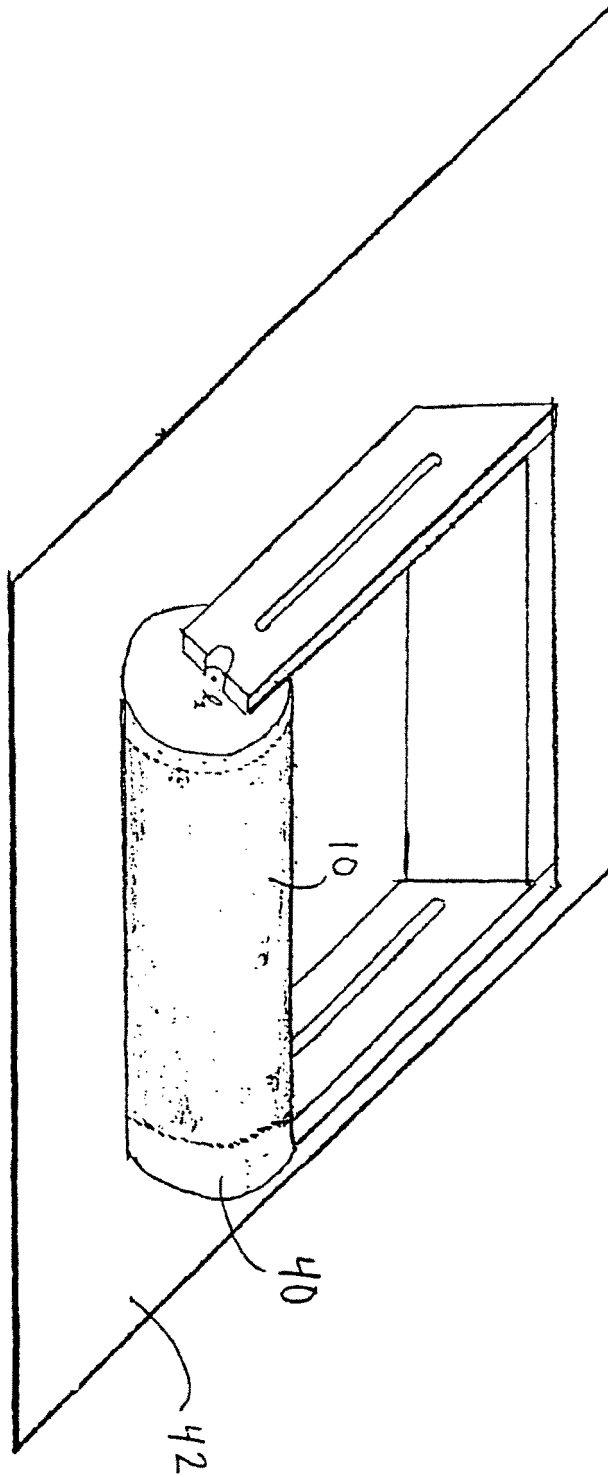


FIG. 6

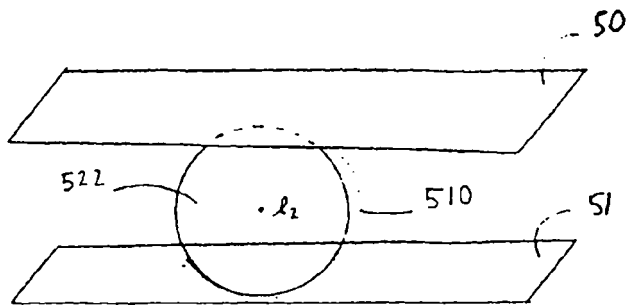


FIG. 7

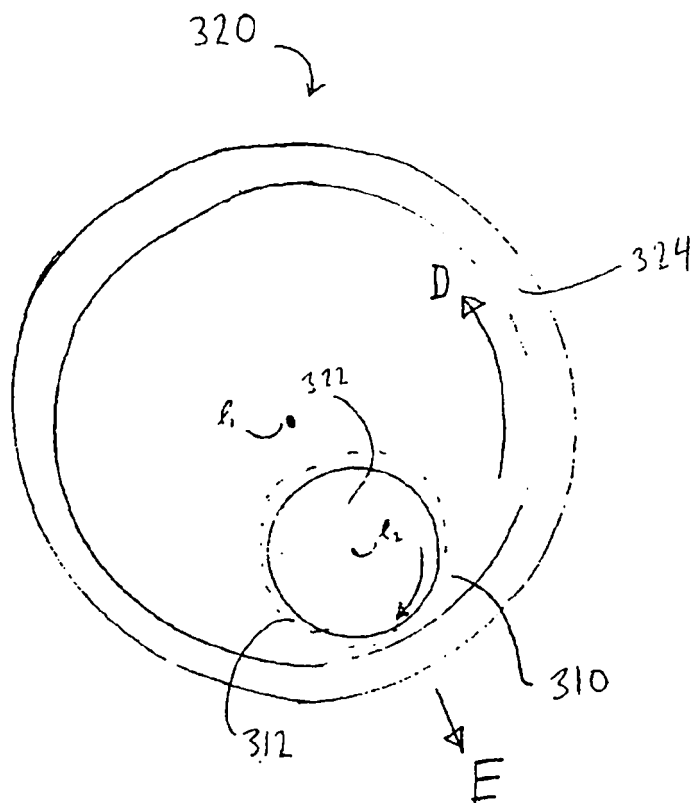


FIG. 8