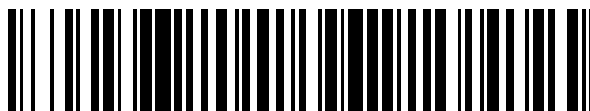


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 529 508**

51 Int. Cl.:

**A61F 2/90** (2013.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2002** **E 02253886 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.11.2014** **EP 1269935**

54 Título: **Medios para realizar un patrón de flujo de fluido en un conducto**

30 Prioridad:

**05.06.2001 GB 0113633**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.02.2015**

73 Titular/es:

**VASCULAR FLOW TECHNOLOGIES LIMITED  
(100.0%)  
Unit 1, Prospect Business Centre, Dundee  
Technology Park  
Dundee DD2 1TY, GB**

72 Inventor/es:

**HOUSTON, JOHN GRAEME;  
STONEBRIDGE, PETER ARNO;  
DICK, JOHN BRUCE CAMERON;  
HOOD, ROBERT GORDON;  
JOHNSTONE, ALLANA;  
SARRAN, CHRISTOPHE EMMANUEL;  
DUFF, CRAIG MCLEOD y  
THOMSON, ALLAN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 529 508 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**

Medios para realizar un patrón de flujo de fluido en un conducto

- 5 La presente invención se refiere a medios para la expulsión de patrones de flujo de fluidos en conductos, particularmente, pero no exclusivamente en conductos tales como tubos de flujo sanguíneo y endoprótesis vasculares, y otros tubos que transportan fluidos esenciales para la vida o fluidos industriales.
- 10 El documento WO00/38591 desvela conductos tales como tubos y endoprótesis vasculares ideados para inducir un flujo helicoidal de tal manera como para eliminar o reducir la turbulencia y/o eliminar o reducir las regiones de flujo muerto en los conductos. El conducto tiene ranuras o rebordes helicoidales internos u otras medidas que inducen tal flujo helicoidal, teniendo en cuenta las dimensiones del conducto y la viscosidad y velocidad del fluido.
- 15 Las estructuras externas se han utilizado para proporcionar refuerzo en los conductos (véase, por ejemplo, los documentos US3479670 y US4130904), lo que puede servir para proteger los conductos del retorcimiento o para mantener los conductos en una posición abierta pero no influir directamente en la geometría interna del lumen del conducto. Por ejemplo, en el documento US3479670 el lumen del tubo sigue siendo suave a pesar de la presencia de monofilamentos de polipropileno de refuerzo envueltos alrededor del tubo.
- 20 El documento GB2344053 desvela endoprótesis vasculares para soportar vasos sanguíneos distintos de los injertos en los que la endoprótesis vascular tiene una forma y/o una orientación mediante las que se hace que el flujo dentro del vaso siga una curva no plana.
- 25 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para la generación de flujo helicoidal de un fluido, comprendiendo el aparato un conducto y una estructura helicoidal, estando la estructura helicoidal situada externamente alrededor del conducto y comprendiendo la estructura helicoidal medios de deformación de conductos, deformando los medios de deformación de conductos las paredes laterales del conducto y formando la deformación de las paredes laterales una formación helicoidal dentro del conducto que es capaz de
- 30 generar flujo helicoidal en un fluido que fluye a través del conducto.
- La formación helicoidal puede tener un ángulo de hélice de entre 5° y 50°. Por ejemplo, la formación helicoidal puede tener un ángulo de hélice de aproximadamente 8°, en particular, pero no exclusivamente, en relación con el flujo arterial en injertos arteriales de piernas.
- 35 Normalmente, el fluido que se tiene que transportar por el conducto comprende un líquido. El fluido puede ser únicamente un líquido, un líquido mezclado con un sólido en partículas, o un sólido licuado. Por ejemplo, cuando el conducto son los vasos sanguíneos, el líquido es el vaso.
- 40 La estructura helicoidal puede comprender rebordes que definen un perfil específico de la formación helicoidal que efectúa el patrón de flujo de fluido. Adicional o alternativamente, la estructura helicoidal puede comprender ranuras que definen un perfil específico de la formación helicoidal que efectúa el patrón de flujo de fluido.
- 45 La formación helicoidal se puede orientar con una torsión Z. Una orientación de torsión Z (también referida como una hélice a mano derecha) crea la inducción de flujo en sentido horario en la dirección de flujo hacia delante. Como alternativa, la formación helicoidal se puede orientar con una torsión S (también referida como una hélice a mano izquierda).
- 50 La estructura helicoidal puede comprender protuberancias simétricas y/o protuberancias asimétricas, teniendo las protuberancias asimétricas un borde delantero gradualmente inclinado y un borde trasero en pendiente empinada.
- La estructura helicoidal puede comprender la formación de ranuras y/o rebordes de inicio único o de inicio múltiple.
- 55 La estructura helicoidal puede comprender un bastidor. El bastidor puede estar formado por partes circulares, rectangulares, ovoides y/o de manera diferente. El bastidor puede comprender partes que tienen al menos dos diámetros diferentes.
- 60 La estructura helicoidal puede comprender metales tales como acero inoxidable. Alternativa o adicionalmente, la estructura puede comprender un material sintético o plastificable u otro termoplástico, plastificándose y restableciéndose en la condición retorcida. Los materiales adecuados incluyen politetrafluoroetileno (PTFE, también conocido como "Teflon"), polipropileno, nylon u otro material sintético.
- El acero inoxidable u otras estructuras metálicas se pueden revestir con material sintético o plastificable u otro termoplástico.
- 65 La estructura helicoidal puede tener una apariencia retorcida con una sección ovalada, rectangular u no circular. La estructura se puede enrollar a lo largo de su eje longitudinal y tener una sección transversal circular.

La estructura helicoidal puede comprender material modelado o sólido. La estructura puede ser fija o plegable.

5 La formación helicoidal puede afectar el flujo helicoidal de tal manera como para eliminar o reducir la turbulencia y/o eliminar o reducir las regiones de flujo muerto en el conducto. El ángulo helicoidal óptimo para lograr dicho flujo dependerá de factores tales como el diámetro del conducto, la velocidad longitudinal y rotacional del fluido, y la viscosidad y otras características del fluido.

10 El aparato puede tener ramificaciones.

El conducto puede comprender tubos. Por ejemplo, el conducto puede comprender tubo de flujo sanguíneo artificial, tal como un injerto. El tubo se puede utilizar en el tratamiento de la sangre o equipos de suministro, por ejemplo, una máquina cardiopulmonar, equipo de diálisis o un conjunto de suministro. El tubo se puede utilizar también en equipos industriales, por ejemplo, mangueras, tuberías o mangueras contra incendios.

15 Como alternativa, el conducto puede comprender una endoprótesis vascular. Las endoprótesis vasculares, por ejemplo fabricadas de malla, lámina expandida o de tipo muelle con tubo o alambre, se insertan en los vasos sanguíneos para proporcionar soporte mecánico y evitar la contracción del vaso sanguíneo. Una estructura que forma parte de un aparato de acuerdo con la presente invención se podría colocar dentro o fuera del vaso sanguíneo para imponer, mantener y/o reforzar una formación de guía de flujo a través del vaso sanguíneo.

20 El conducto puede ser un injerto de endoprótesis vascular, es decir, una combinación de endoprótesis vascular e injerto.

25 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método *ex vivo* de generación de flujo helicoidal en un fluido que fluye a través de un conducto, comprendiendo el método la colocación de una estructura externamente alrededor del conducto, comprendiendo la estructura medios de deformación de conductos que deforman las paredes laterales del conducto cuando la estructura se coloca alrededor del conducto, formando la deformación de las paredes laterales una formación de guía de flujo dentro del conducto que genera flujo helicoidal en un fluido que fluye a través del conducto.

30 La configuración del flujo a través de un conducto puede, en general, medirse utilizando tales técnicas de RM (resonancia magnética) y/o ecografía Doppler, y la formación de guía de flujo se puede modificar en consecuencia hasta que se logre una configuración de flujo deseada. El diseño inicial de la configuración del flujo se puede hacer por modelos matemáticos o por ensayo y error, con la modificación como se ha descrito anteriormente.

35 El ángulo de la formación helicoidal o formación de guía de flujo se puede determinar a partir de las dimensiones internas del conducto, el flujo másico de fluido del conducto, la caída de presión a lo largo del conducto y la energía cinética turbulenta dentro del conducto.

40 Como alternativa, el ángulo de hélice de la formación helicoidal o formación de guía de flujo se puede determinar mediante la especificación de las dimensiones internas del conducto y del flujo másico de fluido previsto a través del conducto, y la determinación del ángulo de hélice a partir de la caída de presión y la energía cinética turbulenta para un conducto que tiene las dimensiones internas especificadas y el flujo másico de fluido previsto.

45 Normalmente, la caída de presión y la energía cinética turbulenta no se dimensionan antes de determinar el ángulo de hélice.

50 Preferentemente, el ángulo de hélice se determina como el ángulo de hélice en el que la caída de presión adimensional y la energía cinética turbulenta adimensional son sustancialmente iguales.

Ejemplos del aparato de acuerdo con la invención se describirán ahora con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

55 La Figura 1 es una vista en perspectiva de un bastidor de plástico adecuado para imponer un flujo de fluido helicoidal;

La Figura 2 es una vista en perspectiva de un bastidor como se muestra una Figura 1 que encierra un injerto;

La Figura 3 es una vista en perspectiva de la estructura de soporte con una conformación de cinta en espiral;

60 La Figura 4A es una vista en perspectiva de una estructura de malla de alambre con una conformación de torsión cebada que encierra un injerto;

La Figura 4B muestra el efecto de rotación de la estructura representada en la Figura 4A, según se observa en la dirección de la flecha A en la Figura 4A;

La Figura 5 es una vista en perspectiva de una estructura de malla enrollada a lo largo de su eje longitudinal y que tiene una sección transversal circular;

65 La Figura 6 es una vista en perspectiva de una matriz que comprende Nitinol de punto francés;

La Figura 7A es una vista en perspectiva de una estructura de malla que comprende alambres con dos diámetros

diferentes;

La Figura 7B es una vista en sección transversal a través de la línea A-A' de la Figura 7A;

La Figura 8A es una vista en sección transversal que muestra un método de construcción de una estructura;

5 La Figura 8B es una vista en perspectiva de la estructura fabricada de acuerdo con el método mostrado en la Figura 8A;

La Figura 9A es una vista en perspectiva de una placa con tiras, para su uso en la fabricación de una estructura;

La Figura 9B es una vista en perspectiva de una estructura fabricada utilizando la placa que se muestra en la Figura 9A;

10 La Figura 10A es una vista en perspectiva de una placa que tiene una estría elevada, para su uso en la fabricación de una estructura;

La Figura 10B es una vista en perspectiva de una estructura fabricada utilizando la placa que se muestra en la Figura 10A; y

La Figura 11 es un gráfico del ángulo de hélice en comparación con la caída de presión y del ángulo de hélice en comparación con la energía cinética turbulenta para un vaso sanguíneo arterial.

15 La invención proporciona, en general, medios y un método para soportar la arquitectura y configuración superficial internas precisas para inducir una conformación de flujo, por ejemplo flujo helicoidal o rotacional, para mejorar así el flujo de fluido y reducir la turbulencia. Las realizaciones de estructuras abarcadas por la presente invención, y los métodos de fabricación de las mismas, se describen a continuación, aunque la invención no pretende estar limitada por estos ejemplos. Si bien los ejemplos mostrados en ciertos casos se refieren a injertos o endoprótesis vasculares, los principios en ellos contenidos se aplican también a otros tipos de conductos.

20 La Figura 1 muestra una estructura de hélice 100 que comprende nervaduras 1a-c, que se disponen en una formación de guía de flujo helicoidal a lo largo del eje longitudinal de la estructura 100. La estructura de hélice 100 tiene además componentes de bastidor más pequeños (por ejemplo, la conexión 2) que soportan la orientación de las nervaduras 1a-c. Las nervaduras 1a-c son más o menos triangulares en forma, con uno de los bordes del triángulo siempre orientado hacia el interior de la estructura de hélice 100. Con la estructura de hélice 100 montada sobre un injerto 3, como se muestra generalmente en 200 en la Figura 2, las nervaduras 1a-c imponen formaciones de ranura 4a-c dentro del lumen del injerto 3, efectuando de este modo la formación de guía de flujo helicoidal de la estructura de hélice 100 con el injerto 3.

25 En una realización preferida, la estructura de hélice 100 comprende polipropileno, pero otro material sintético, material de diseño de metal y/o tisular se puede utilizar también. El injerto 3 comprende material PTFE, que es suficientemente maleable para moldearse por las nervaduras 1a-c. Otros plásticos de grado médico o material plastificable con esta característica maleable, por ejemplo Dacron, se pueden utilizar también para el injerto 3.

30 La Figura 3 muestra una estructura de soporte de cinta en espiral 5. Esta estructura, cuando se monta sobre un conducto, impone o soporta un patrón de flujo helicoidal de doble cañón dentro del conducto. El patrón de flujo helicoidal se efectúa mediante orientación en espiral en el eje longitudinal de la estructura.

35 Mostrada generalmente en 300 en la Figura 4A hay una malla de alambre de conformación de torsión cebada 6 montada sobre parte de la longitud de un injerto 3. En sección transversal, la malla 6 impone al injerto 3 una forma que es aproximadamente triangular. Sin embargo, cuando se observa a través de un extremo en la dirección de la flecha A, como se muestra en la Figura 4B, el injerto 3 tiene una trayectoria de flujo que es circular a través del eje longitudinal (vista compactada de la trayectoria circular que se muestra en 8) a través de torsión secuencial de la forma de sección transversal aproximadamente triangular del injerto 3 (por ejemplo, en las etapas 9 y 10). La malla 6 impone así un patrón de flujo helicoidal a través del injerto 3, donde la malla 6 se coloca sobre el injerto 3.

40 Por lo tanto, una trayectoria de flujo helicoidal se puede inducir dentro de un conducto por medio de la conformación impuesta por una estructura a lo largo de su eje longitudinal. Otro ejemplo se muestra en la Figura 5: la estructura de malla longitudinalmente enrollada 11 tiene una sección transversal circular a través de la que se conforma para inducir en un conducto dentro de la misma un patrón de flujo helicoidal. Las ranuras o rebordes en la estructura no son necesarios para lograr el patrón de flujo helicoidal en el ejemplo mostrado en la Figura 5.

45 Una matriz de Nitinol de punto francés 6 se muestra en la Figura 6. Ciclar los pasadores en el troquel de fabricación da como resultado la conformación similar a un calcetín de punto en espiral de la matriz 6. La matriz se fabrica preferentemente a partir de polipropileno moldeado que se inyecta en un injerto Dacron con una etapa de termosellado para unir el plástico al injerto. La matriz se puede fabricar también a partir de nylon. La matriz, como alternativa, se puede fabricar como un bastidor fundido por goteo o sintético extruido.

50 La matriz se aplicaría o comprimiría en un conducto, tal como un injerto de otro tubo de flujo sanguíneo, para imponer, mantener y/o reforzar una formación de guía de flujo helicoidal dentro del conducto.

55 En otra realización representada en la Figura 7A, una estructura de malla de alambre cilíndrico 400 comprende alambres de formación de guía de flujo 13a-c entremezclados con alambres de soporte 14a, b que están orientados en la misma dirección y más o menos paralela al alambre de formación de guía de flujo más cercano 13a-c. Un

alambre de formación de guía de flujo 13a-c sería, generalmente, más grueso y más rígido que los alambres de soporte 14a, b. Cuando la estructura de malla de alambre cilíndrico 400 se monta sobre un conducto, mostrado en el contorno del conducto 15 en la Figura 7B, cada alambre de formación de guía de flujo 13a-c impone una cresta dentro del lumen del conducto. Puede ser deseable que rebordes (más pequeños) se formen también por alambres de soporte 14a, b dentro del conducto cerrado por la estructura de malla de alambre 400 - esto sería en gran medida dependiente de la maleabilidad del conducto.

En modificaciones de la estructura de malla de alambre cilíndrico 400 que se muestra en la Figura 7A, los alambres no tienen que ser cilíndricos, sino que puede tener formas ovoides, rectangulares, cuadradas, planas u otras. Los alambres utilizados en las estructuras de malla de alambre pueden ser metálicos o no metálicos, y pueden también estar revestidos. En el ejemplo mostrado en la Figura 7, hay tres alambres de formación de guía de flujo 13a-c. Sin embargo, el número de alambres inductores de flujo en este tipo de estructura de malla puede ser uno, dos o más.

En otra variación adicional de la estructura mostrada en la Figura 7, el material (metal, material sintético, etc.) de diferente tamaño y/o forma se puede tejer y/o trenzar para formar un conducto de tal manera que los patrones de formación de guía de flujo se forman dentro del conducto por el material tramado o trenzado. Aquí, los patrones de formación de guía de flujo pueden ser un componente integral del conducto, en lugar de estar fuera del conducto. Las estructuras externas se pueden además imponer sobre tales conductos tramados/trenzados para soportar, mejorar y/o formar patrones de guía de flujo alternativos dentro del conducto.

Otros ejemplos de estructuras que pueden formar parte de un aparato de acuerdo con la presente invención y su método de fabricación se muestran en las Figuras 8-10. La Figura 8A muestra en sección transversal una modificación 500 de una malla cilíndrica de Nitinol pre-formada 16 mediante la imposición de una abrazadera 17 en la malla cilíndrica de Nitinol 16 en la dirección de la flecha 18 para crear tres ranuras (con o sin una etapa de inducción de memoria térmica). La Figura 8B representa la malla cilíndrica de Nitinol 16 después de la modificación 500, donde cada ranura 19 se orienta en una conformación helicoidal alrededor de la Malla cilíndrica de Nitinol 16. La estructura modificada 600 se puede montar sobre un conducto para imponer, mantener y/o reforzar una configuración de flujo helicoidal. La malla cilíndrica de Nitinol 16 puede ser alternativamente un tubo cortado de Nitinol o un tubo cortado de acero inoxidable.

Un método alternativo de construcción de una estructura se muestra en las Figuras 9A y 9B. Aquí, una placa 23 tiene barras rectangulares 24 moldeadas, troqueladas o fijadas a la misma en una orientación específica (Figura 9A). La placa 23 se enrolla en un cilindro para formar un cilindro nervado 25 en el que las barras 24 forman perfiles de guía de flujo que, cuando el cilindro nervado 25 se monta sobre un conducto, imponen, mantienen y/o refuerzan una formación de guía de flujo en el lumen del conducto.

La Figura 10A muestra una tira de Nitinol 26 con una estría elevada 27. Cuando la tira de Nitinol 26 se lamina en una conformación de cilindro, como se muestra en la Figura 10B, la estría 27 forma un perfil de guía de flujo en el interior del cilindro estriado 28. Tenga en cuenta que los bordes laminados del cilindro estriado 28 no están completamente unidos, lo que puede ser deseable para facilitar la liberación o retirada de la estructura desde un conducto. Naturalmente, materiales alternativos distintos al Nitinol serán susceptibles de estos métodos para formar estructuras de acuerdo con la invención.

Las estructuras que forman parte de un aparato de acuerdo con la presente invención puede imponer, mantener y/o reforzar una formación de guía de flujo de un conducto de manera temporal, por ejemplo, durante el flujo sanguíneo palpitante a través de un tubo de flujo sanguíneo. Las estructuras se pueden colocar sobre vasos sanguíneos ("innatos") naturales como las arterias o venas para imponer, mantener y/o reforzar una formación de guía de flujo *in situ* a medida que el vaso sanguíneo se dilata. En ciertos casos, el uso de injertos artificiales puede ser evitado. Las estructuras se pueden colocar también sobre injertos o conductos previamente implantados para imponer, mantener y/o reforzar una formación de guía de flujo.

La elección del ángulo de hélice de la formación de flujo helicoidal es importante para minimizar el flujo turbulento y los puntos muertos dentro del flujo. Los inventores han encontrado que para un conducto que tiene dimensiones internas dadas y una formación de flujo helicoidal particular que pretende transportar un flujo másico dado, el ángulo de hélice óptimo se puede determinar a partir de la caída de presión a lo largo del conducto y la energía cinética turbulenta en el conducto.

Los inventores han encontrado que a fin de mantener un flujo másico dado en un conducto dado, con una formación de flujo helicoidal particular, se tiene que aumentar la caída de presión a medida que aumenta el ángulo de hélice y la energía cinética turbulenta disminuye a medida que aumenta el ángulo de hélice. Por lo tanto, la elección del ángulo de hélice es un compromiso entre la reducción de la caída de presión y la minimización de la energía cinética turbulenta. Si la caída de presión y la energía cinética turbulenta no se dimensionan utilizando técnicas matemáticas convencionales, las curvas de ángulo de hélice en comparación con la caída de presión adimensional y el ángulo de hélice en comparación con la energía cinética turbulenta se pueden representar en el mismo gráfico. Una curva 50 del ángulo de hélice en comparación con la caída de presión adimensional y una curva 51 del ángulo de hélice en comparación con la energía cinética turbulenta adimensional para un injerto arterial se muestran en la Figura 11.

Estas curvas 50, 51 se obtienen a partir de la medición de caída de presión y la energía cinética turbulenta en el injerto arterial utilizando técnicas convencionales. Las curvas 50, 51 muestran que en la región 52, las curvas se interceptan y esta intersección se produce a un ángulo de hélice de aproximadamente 8°.

5 También mediante el análisis del flujo en el injerto utilizando técnicas de formación de imágenes por resonancia magnética convencionales, se ha encontrado por ensayo y error que el ángulo de hélice óptimo del injerto para el flujo másico dado era también de aproximadamente 8°. Por lo tanto, el ángulo de hélice óptimo del injerto se produce aproximadamente cuando la caída de presión adimensional es aproximadamente igual a la energía cinética adimensional turbulenta.

10 Si bien en el ejemplo descrito anteriormente, el ángulo de hélice se determina como el ángulo en el que la caída de presión adimensional y la energía cinética turbulenta son sustancialmente iguales, pueden existir situaciones en las que el ángulo de hélice se ha seleccionado de manera que la caída de presión adimensional y la energía cinética turbulenta no son iguales. Esta situación puede surgir si, por ejemplo, se requiere una energía cinética turbulenta inferior y se decide tolerar una caída de presión más alta para obtener una energía cinética turbulenta inferior. De forma similar, si una caída de presión baja es más importante que la energía cinética turbulenta, una mayor energía cinética turbulenta se puede tolerar para obtener una menor caída de presión. Por lo tanto, la elección del ángulo de hélice se puede elegir de acuerdo con la aplicación particular, y diferentes aplicaciones pueden tener diferentes requisitos.

20 La presente invención también es adecuada para aplicaciones industriales. Las estructuras pueden ser impuestas en los conductos tales como tubos para crear una mayor eficiencia a través de una transferencia más rápida de fluido y un menor uso energético o una reducción en el gradiente de presión a lo largo del tubo permitiendo que presiones más bajas dentro del tubo suministren una presión/caudal en el conducto final específico. Las estructuras podrían efectuar una reducción en la turbulencia, lo que reduce la vibración, el ruido, y/o fatiga en un conducto, lo que en las bombas podría permitir la reducción del consumo energético de la bomba. Las estructuras pueden permitir una mayor penetración o patrones de distribución de fluido más precisos que salen de un conducto, por ejemplo, de una tubería de manguera para su uso doméstico o de una manguera de incendios. La invención también será beneficiosa para las industrias cuando se transportan lechadas o suspensiones a través de conductos, por ejemplo, productores o distribuidores de alimentos de la industria de sopas, salsas y productos similares.

35 Como con el ejemplo anterior del injerto, el ángulo de hélice óptimo para estos otros tipos de conductos se puede determinar a partir de la caída de presión y de la energía cinética turbulenta. Por lo tanto, la invención tiene la ventaja de permitir que el ángulo de hélice de una formación de flujo helicoidal en un tamaño de conducto dado previsto para transportar un fluido dado se determine a partir de la caída de presión y de la energía cinética turbulenta en el conducto.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Aparato para la generación de flujo helicoidal de un fluido, comprendiendo el aparato un conducto (3, 15) y una estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25), estando la estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) externamente situada alrededor del conducto (3, 15) y comprendiendo la estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) medios de deformación de conductos (4a-c), deformando los medios de deformación de conductos (4a-c) las paredes laterales del conducto (3, 15), y formando la deformación de las paredes laterales una formación helicoidal (4a-c) dentro del conducto (3, 15) que es capaz de general un flujo helicoidal en un fluido que fluye a través del conducto (3, 15), en donde el conducto es un tubo de flujo sanguíneo artificial.
- 10 2. Aparato para la generación de flujo helicoidal de un fluido, comprendiendo el aparato un conducto (3, 15) aislado del cuerpo humano y una estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25), estando la estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) externamente situada alrededor del conducto (3, 15) y comprendiendo la estructura helicoidal (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) medios de deformación de conductos (4a-c), deformando los medios de deformación de conductos (4a-c) las paredes laterales del conducto (3, 15), y formando la deformación de las paredes laterales una formación helicoidal (4a-c) dentro del conducto (3, 15) que es capaz de generar un flujo helicoidal en un fluido que fluye a través del conducto (3, 15).
- 15 3. Aparato de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que los medios de deformación de conductos (1a-c, 13a-c, 19, 24, 27) comprenden rebordes internos que definen un perfil específico de la deformación de las paredes laterales internas.
- 20 4. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende además ranuras que definen un perfil específico de la deformación de las paredes laterales internas.
- 25 5. Aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la formación helicoidal (4a-c) tiene un ángulo helicoidal de entre 5° y 50°.
- 30 6. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende la formación de ranuras y/o rebordes de inicio único o de inicio múltiple.
- 35 7. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende un bastidor (100, 6, 11, 400, 600).
- 40 8. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el bastidor (600, 6, 11, 400, 600) está formado por partes circulares, rectangulares, ovoides y/o de forma diferente.
- 45 9. Aparato de acuerdo con la reivindicación 7 o con la reivindicación 8, en el que el bastidor (100, 6, 11, 400, 600) comprende partes que tienen al menos dos diámetros diferentes.
- 50 10. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende acero inoxidable.
- 55 11. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende un material sintético u otro material plastificable o termoplástico, plastificándose y restableciéndose en la condición retorcida.
- 60 12. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (6) tiene una apariencia retorcida con una sección transversal ovalada, rectangular u otra no circular.
- 65 13. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que la estructura (11) se enrolla a lo largo de su eje longitudinal y tiene una sección transversal circular.
14. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) comprende material modelado o sólido.
15. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) es fija o plegable.
16. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) está ramificada.
17. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conducto (3, 15) comprende un tubo.

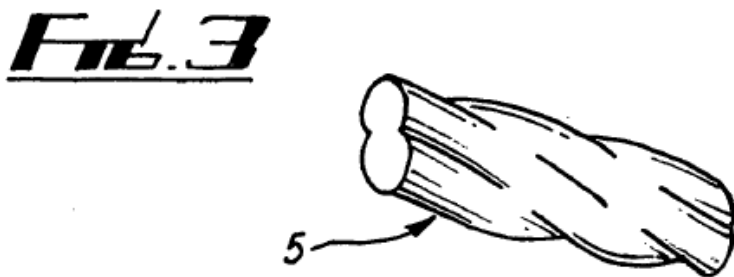
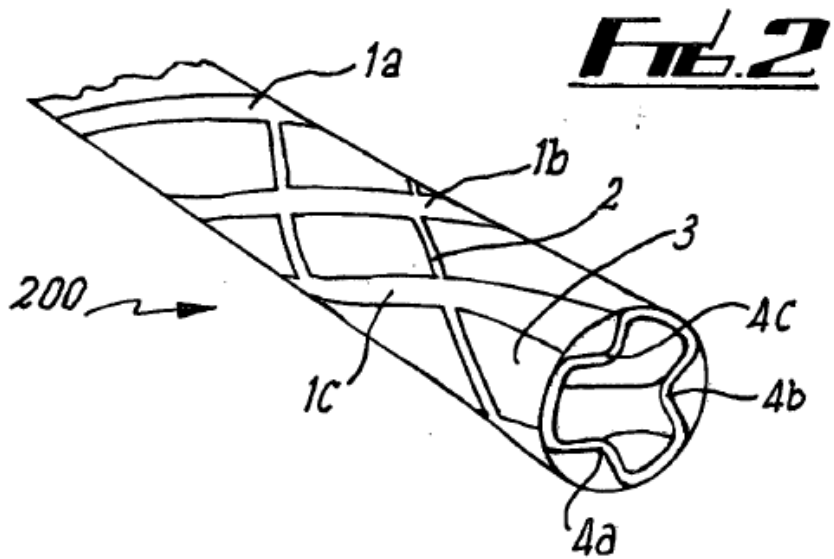
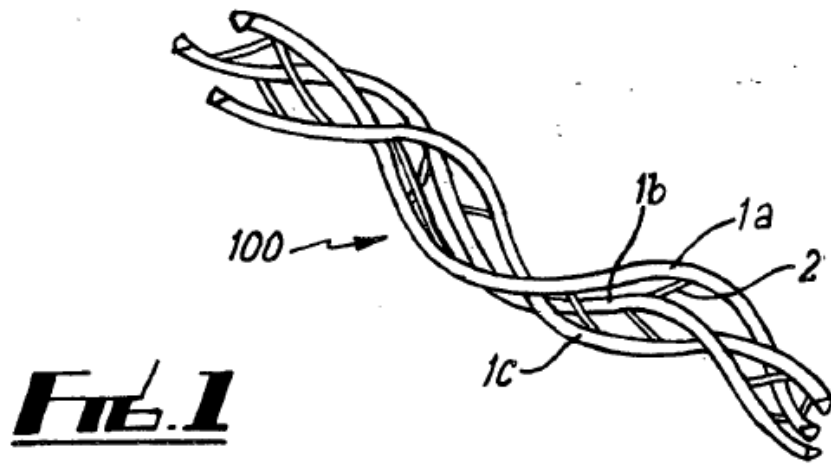
18. Aparato de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conducto (3, 15) comprende una endoprótesis vascular.

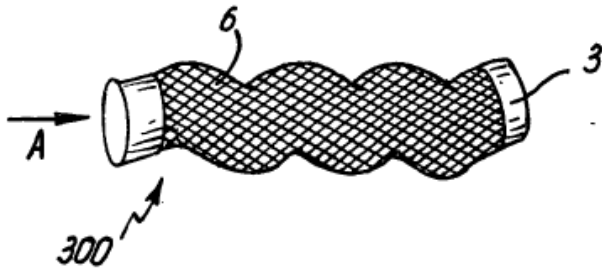
5 19. Un método de generación de flujo helicoidal en un fluido que fluye a través de un conducto (3, 15), comprendiendo el método la colocación de una estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) externamente alrededor del  
10 conducto (3, 15), comprendiendo la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) medios de deformación de conductos (1a-c, 13a-c, 19, 24, 27) que deforman las paredes laterales del conducto (3, 15) cuando la estructura (100, 5, 6, 11, 400, 600, 25) se coloca alrededor del conducto (3, 15), formando la deformación de las paredes laterales un  
formación de guía de flujo (4a-c) dentro del conducto (3, 15) que genera un flujo helicoidal en un fluido que fluye a  
través del conducto (3, 15), en donde el método no se aplica al cuerpo humano o animal.

20. Un método de acuerdo con la reivindicación 19, en el que la formación de guía de flujo (4a-c) comprende una formación helicoidal.

15 21. Un método de acuerdo con las reivindicaciones 19 o 20, en el que la formación de guía de flujo de (4a-c) comprende una deformación helicoidal a lo largo del eje longitudinal del conducto (3, 15).



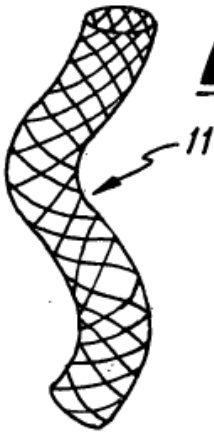




**FIG. 4A**



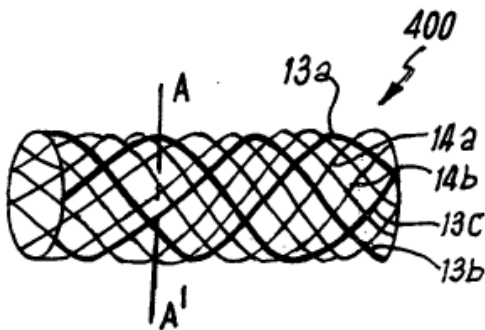
**FIG. 4B**



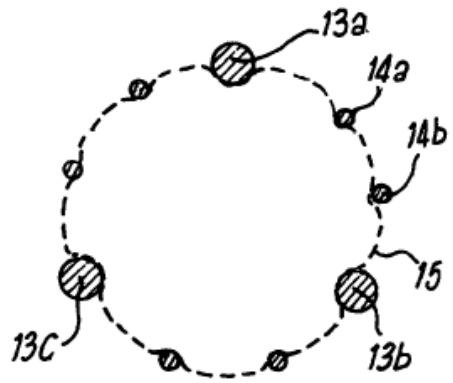
**FIG. 5**



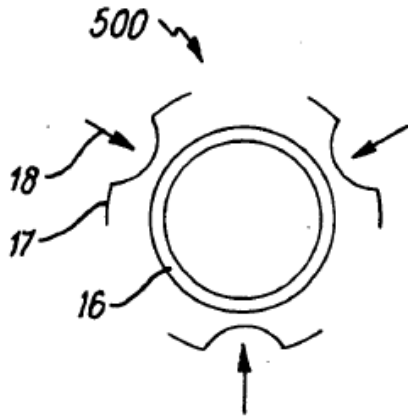
**FIG. 6**



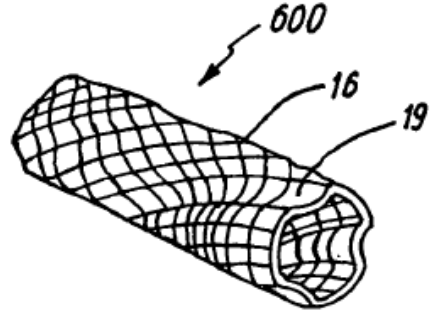
**FIG. 7A**



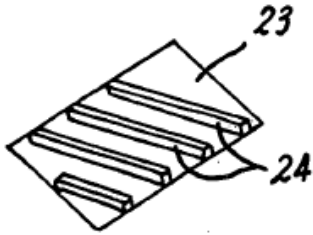
**FIG. 7B**



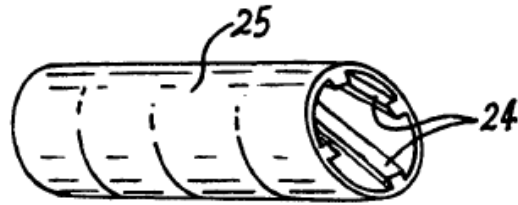
**FIG. 8A**



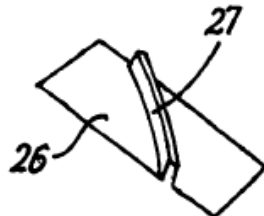
**FIG. 8B**



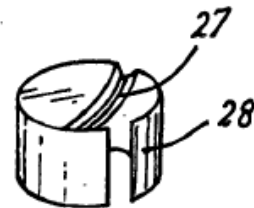
**FIG. 9A**



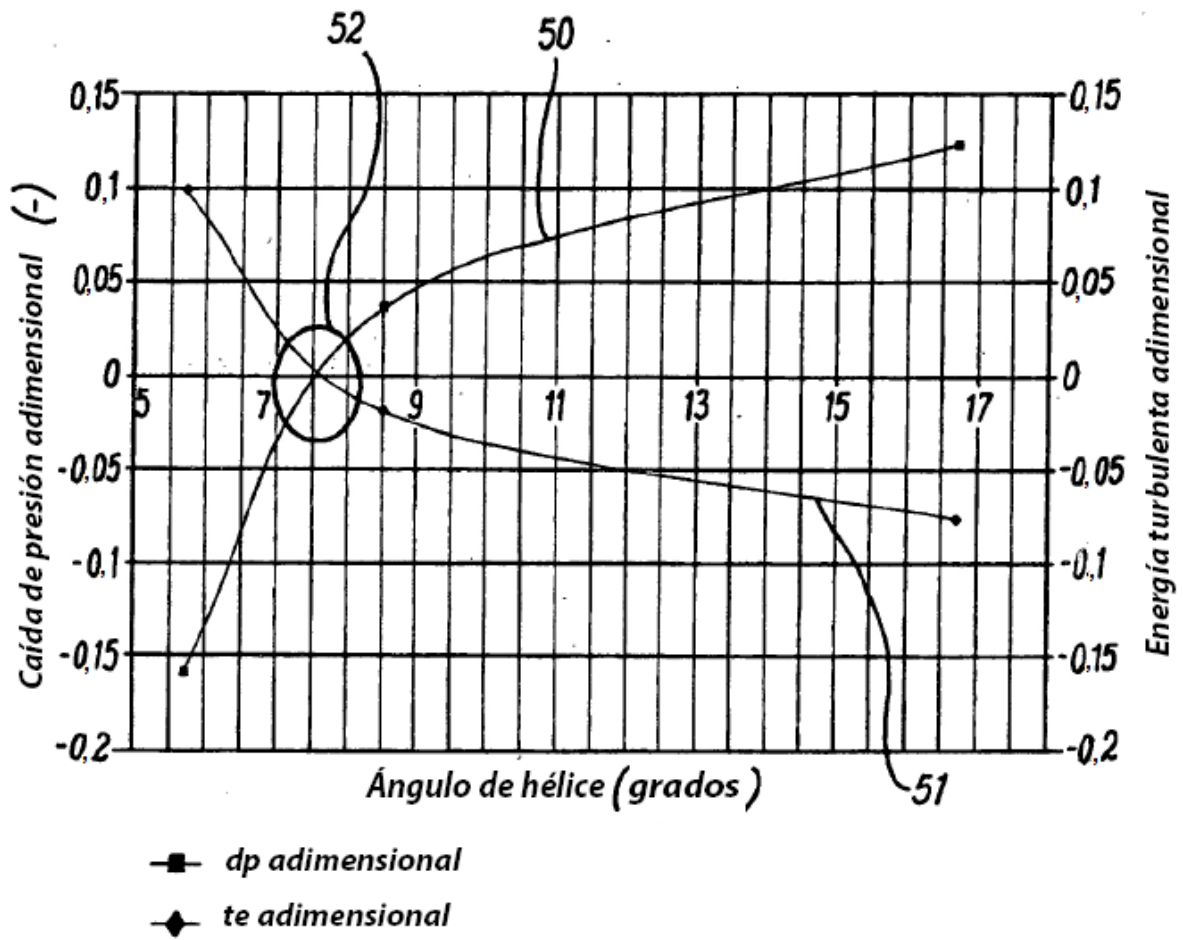
**FIG. 9B**



**FIG. 10A**



**FIG. 10B**



**Fig. 11**