



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 364 627**

51 Int. Cl.:  
**A61B 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01979242 .3**

96 Fecha de presentación : **01.11.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1345534**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.09.2003**

54 Título: **Dispositivo de ligado de suturas dirigido por Doppler.**

30 Prioridad: **16.11.2000 US 713020**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**08.09.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**08.09.2011**

73 Titular/es: **VASCULAR CONTROL SYSTEMS, Inc.**  
**32236-E Paseo Adelanto**  
**San Juan Capistrano, California 92675, US**

72 Inventor/es: **Burbank, Fred;**  
**Jones, Michael, L.;**  
**Uyeno, Jill;**  
**Altieri, Greig, E. y**  
**Serra, R., J.**

74 Agente: **Isern Jara, Jorge**

ES 2 364 627 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**

Dispositivo de ligado de suturas dirigido por Doppler

**5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION****Sector de la invención**

10 La presente invención se refiere a dispositivos de ligado, y más particularmente a dispositivos para localizar y ligar con exactitud un vaso anatómico.

**Breve descripción de las técnicas relacionadas**

15 El efecto Doppler es utilizado actualmente en muchos campos. Por ejemplo, en la actualidad se utilizan estetoscopios Doppler y detectores de sonido ("wands") Doppler para escuchar el flujo de la sangre dentro de las estructuras anatómicas en pacientes, especialmente, en pacientes mamíferos. Las señales de onda continua de sonido Doppler son utilizadas para identificar vasos sanguíneos, pero no proporcionan realimentación en cuanto a la distancia del vaso desde la sonda Doppler utilizada. Los dispositivos Doppler de onda pulsada han sido utilizados para identificar vasos sanguíneos, y conjuntamente con sistemas de imagen bidimensionales (2D), identifican la distancia hasta un vaso sanguíneo y las características del flujo sanguíneo. Los sistemas de ultrasonidos con formación de imágenes por efecto Doppler se utilizan también habitualmente en campos médicos y, típicamente, producen imágenes bidimensionales en escala de grises. La adición de proceso Doppler permite la evaluación de velocidades de flujo de fluidos por conductos para los fluidos en el interior del paciente, y la posición relativa de estos vasos con respecto a otras estructuras anatómicas.

25 Se han propuesto con anterioridad dispositivos de ligado. Estos dispositivos de ligado anteriores han sido utilizados de manera típica en procedimientos laparoscópicos y de manera típica han requerido que la característica anatómica de interés sea diseccionada o visualizada antes del ligado de dicha característica. Otros dispositivos de ligado requieren la penetración en un haz de tejidos que encapsula el vaso anatómico a efectos de llevar a cabo la localización y ligado del vaso.

30 Los tejidos de la pared de la vagina son muy elásticos, adaptables y flexibles. La pared de la vagina puede ser realizada de manera que adopte diferentes formas sin rotura y sin molestias o dolor significativos para el paciente. Hasta el momento, esta característica intrínseca de estos tejidos no ha sido utilizada en el sector del ligado de los tejidos.

40 El documento WO 00/33724 A da a conocer un dispositivo de oclusión arterial que tiene una cánula alargada con un extremo distal, que tiene un primer elemento alargado que se extiende de forma distal al extremo distal de la cánula, configurado para contener tejidos en un primer lado de una arteria objetivo del paciente con un extremo distal, extendiéndose de forma distal a la arteria objetivo, que tiene un segundo miembro alargado que se extiende de forma distal con respecto al extremo distal de la cánula, configurado para comprender tejidos en un segundo lado de la arteria objetivo, que tiene un extremo distal que se extiende de forma distal con respecto a la arteria objetivo, y que comprende: (a) un sensor Doppler configurado para localizar la arteria objetivo, (b) un elemento directriz configurado para avanzar un tramo de material de ligado desde el extremo distal del primer elemento alargado hacia el extremo distal del segundo elemento alargado de forma distal con respecto a la arteria objetivo y (c) un miembro de sujeción configurado para sujetar el elemento directriz.

**RESUMEN DE LA INVENCION**

50 De acuerdo con la presente invención, un dispositivo de ligado para invaginar un vaso contenido dentro de un haz de tejidos comprende las características de la reivindicación 1.

55 Otros objetivos, características y ventajas subsiguientes de la presente invención quedarán evidentes para los técnicos en la materia a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada de realizaciones constituidas de acuerdo con aquello, en relación con los dibujos adjuntos.

**BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS**

60 La invención de la presente solicitud se describe a continuación de manera más detallada, haciendo referencia a realizaciones preferentes del aparato y método, que tienen solamente carácter de ejemplo, y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra una vista en planta, distal, en perspectiva lateral, de una realización a título de ejemplo de un dispositivo de ligado dirigido por Doppler, de acuerdo con la presente invención;

65

La figura 2 muestra el dispositivo de ligado de la figura 1 con algunas partes eliminadas;

La figura 3 muestra una sección, según la línea corta 3-3 de la figura 1;

5 Las figuras 4 a 6 muestran un extractor, de acuerdo con la presente invención;

La figura 7 muestra una vista en perspectiva a mayor escala del extremo distal de la realización mostrada en la figura 1;

10 Las figuras 8 a 10 muestran un bucle, de acuerdo con la presente invención;

La figuras 11 a 13 muestran partes del dispositivo de la figura 1;

La figura 14 muestra una parte del dispositivo mostrado en la figura 1;

15

La figura 15 muestra una vista a mayor escala de las partes ilustradas en la figura 14;

La figura 16 muestra una sección, según la línea de corte 16-16 de la figura 1;

20 Las figuras 17 a 19 muestran vistas en planta a mayor escala de otras realizaciones de acuerdo con la presente invención;

Las figuras 20 a 24 muestran un dispositivo de la figura 1, utilizado de acuerdo con un método del ligado de una característica anatómica de un paciente;

25

La figura 25 muestra partes de otra realización de la presente invención;

Las figuras 26A y 26B muestran partes de otra realización de la presente invención;

30 Las figuras 27 a 30 muestran varias vistas de otra realización de acuerdo con la presente invención;

La figura 31 muestra un dispositivo de la figura 1, utilizado de acuerdo con un método de ligado de una arteria uterina, de acuerdo con la presente invención;

35 La figura 32 muestra un dispositivo de la figura 1, utilizado de acuerdo con un método de ligado de una característica anatómica en un paciente por invaginación;

La figura 33 muestra el dispositivo de la figura 1, utilizado de acuerdo con un método de ligado de una característica anatómica en un paciente por penetración; y

40

La figura 34 muestra el dispositivo de la figura 27, utilizado de acuerdo con un método de ligado de una característica anatómica, en un paciente por invaginación.

#### **DESCRIPCIÓN DE REALIZACIONES PREFERENTES**

45

Volviendo a hacer referencia a los dibujos, iguales numerales de referencia indican elementos idénticos o correspondientes a lo largo de varias figuras.

50 La figura 1 muestra una vista en planta, por el extremo distal, en perspectiva lateral, de una realización a título de ejemplo de un dispositivo de ligado 100, dirigido por efecto Doppler, de acuerdo con la presente invención. La figura 1 muestra el dispositivo 100 desplegado para posibilitar que el operador efectúe el ligado de un vaso de fluido 10. Si bien, el vaso 10 es, preferentemente, una arteria uterina, otros vasos tales como otras arterias, venas, conductos de falopio, conductos urinarios, tales como el uréter y otros recipientes de fluidos, pueden ser ligados con el dispositivo 100 dentro del espíritu y alcance de la presente invención, tal como se apreciará fácilmente por un técnico ordinario en la materia. A diferencia de los dispositivos de ligado, que han sido propuestos con anterioridad, así como sus utilizaciones, los dispositivos y métodos de ligado de acuerdo con la presente invención no requieren la disección del vaso 10 y no requieren la verdadera visualización del vaso antes del ligado. Las posibilidades ofrecidas por la presente invención de introducir por vía vaginal un dispositivo de ligado a través o alrededor de lechos de tejidos y/o planos de tejidos sin necesidad de disección o penetración de los tejidos para localizar el vaso 10 puede proporcionar ventajas, tal como se describe en otros lugares de esta descripción y como se apreciará fácilmente por un técnico ordinario en la materia.

60 El dispositivo de ligado 100 comprende un asa próxima 102 y una cánula 104, que se prolonga de forma distal desde el asa. El asa 102 comprende un cuerpo hueco 103 dimensionado y conformado para acoplarse confortablemente en la mano del operador. Un anillo próximo 106 para el pulgar está fijado al cuerpo 103 en oposición a la cánula 104.

65

- Un par de ranuras superiores 108, 110 están formadas en la superficie superior 107 del cuerpo 103, y un par de ranuras laterales 109, 111 están formadas en las paredes laterales 113, 115. Un primer anillo de accionamiento 112 y un segundo anillo de accionamiento 114 están montados con capacidad de deslizamiento en el cuerpo 103, a través de las ranuras laterales opuestas 109, 111 (ver también figura 2) del cuerpo. Unas aletas dirigidas hacia arriba 116, 118 se extienden desde el interior del cuerpo 103, a través de las ranuras 108, 110, respectivamente, hacia el exterior del cuerpo. Las ranuras 109, 111 limitan el alcance del movimiento de los anillos 112, 114, y las ranuras 108, 110 funcionan limitando el alcance del movimiento de las aletas 116, 118 a lo largo de la dirección longitudinal X.
- La cánula 104 está montada de forma fija en el extremo distal del asa 102. La cánula 104 comprende una serie de pasos que se extienden longitudinalmente a lo largo de la cánula, que se han ilustrado mejor en la figura 3. El dispositivo de ligado 100 comprende un primer elemento extensible 120 que es deslizante longitudinalmente por la cánula 104 entre una posición retraída (ver, por ejemplo, figura 20), en la que el primer elemento extensible está alojado por completo dentro de la cánula, y una posición extendida (ver, por ejemplo, figura 21), en la que el primer elemento extensible se extiende de forma distal más allá del extremo distal 150 de la cánula. El dispositivo de ligado comprende también un segundo elemento extensible 122 que, de manera similar al primer elemento extensible 120, es deslizante longitudinalmente por la cánula 104 entre una posición retraída y una posición extendida. Un primer y un segundo elementos extensibles 120, 122 están conectados a un primer y a un segundo anillos de accionamiento 112, 114, respectivamente, en los extremos próximos de los elementos extensibles, de manera que los anillos pueden ser utilizados para avanzar y retraer longitudinalmente los elementos extensibles en la cánula 104.
- El primer y segundo elementos extensibles 120, 122 están dispuestos lateralmente en oposición entre sí en la cánula 104, tal como se aprecia mejor en la figura 3, de manera que cuando se encuentran en sus posiciones extendidas pueden ser posicionados en lados opuestos de un vaso anatómico, tal como el vaso 10. Además, un primer y un segundo elementos extensibles 120, 122 están dimensionados, de manera que ambos son extensibles más allá de una distancia  $X_{ref}$  desde el extremo distal 150, descrito de manera más detallada más adelante, de manera que un vaso 10 puede ser fijado por los elementos extensibles cuando el vaso se encuentra dentro de  $X_{ref}$  del extremo distal de la cánula 104.
- El primer elemento extensible 120 lleva un elemento desmontable en su extremo distal. En la realización mostrada en la figura 1, el elemento desmontable es un bucle 124. El bucle 124 está fijado, de manera directa o indirecta, tal como se describirá más adelante de forma detallada, a un tramo de un material similar a un hilo, tal como un material de sutura, que puede incluir, opcionalmente, además, un elemento directriz que se extiende de forma próxima por la cánula 104. Un segundo elemento extensible 122 lleva un elemento extractor que está dimensionado y configurado para sujetar, extraer, o quedar fijado con el elemento desmontable del primer elemento extensible 120 cuando el primer y el segundo elementos extensibles se encuentran en sus posiciones extendidas (ver figuras 1 y 23). En la realización mostrada en la figura 3, el elemento extractor es un gancho 126. El bucle 124 y el extractor 126 se describirán en mayor detalle a continuación con referencia a las figuras 4-13.
- El dispositivo de ligado 100 comprende además un dispositivo de ultrasonidos Doppler o varilla detectora ("wand") 140, montado en el dispositivo de ligado. De acuerdo con la presente invención, el dispositivo de ultrasonidos Doppler puede estar montado de forma desacoplable en el dispositivo de ligado, o bien los componentes del dispositivo de ultrasonidos Doppler pueden ser integrados en el dispositivo de ligado, por ejemplo, en la cánula 104, de manera que no sea desmontable. De este modo, cuando el dispositivo con ultrasonidos Doppler es montado de forma desacoplable en el dispositivo de ligado 100, el dispositivo de ultrasonidos Doppler puede ser desmontado a la terminación de una utilización, puede ser desmontado del resto del dispositivo de ligado, y el dispositivo de ultrasonidos Doppler puede ser esterilizado y reutilizado. De manera alternativa, cuando los componentes del dispositivo de ultrasonidos Doppler son integrados en el dispositivo de ligado 100, el conjunto del dispositivo de ligado puede ser dispuesto a la finalización de la utilización.
- La cánula 104 comprende un tercer paso central 138 (ver figuras 3 y 7) en el que está insertada una varilla detectora Doppler desmontable 140. De acuerdo con ciertas realizaciones de la presente invención, un extremo distal 152 de la varilla detectora Doppler se encuentra próxima al extremo distal 150 de la cánula. De acuerdo con otras realizaciones de la presente invención, el extremo distal 152 de la varilla detectora Doppler 140 está dispuesto en el extremo distal 150 de la cánula. De acuerdo con otras realizaciones de la presente invención, el extremo distal 152 de la varilla detectora Doppler 140 está dispuesto en posición distal con respecto al extremo distal 150 de la cánula. Preferentemente, el cuerpo 103 comprende partes que reciben las porciones próximas de la varilla detectora Doppler 140, de manera que dicha varilla detectora Doppler puede ser retirada y reutilizada después de que ha sido utilizado el dispositivo de ligado 100. Por ejemplo, pero no de forma limitativa, el cuerpo 103 puede comprender partes que están acharneladas entre sí y fijadas a un extractor, cierre o similar, de manera que el cuerpo puede ser abierto, se puede insertar en el dispositivo de ligado 100 una varilla detectora Doppler 140 y las partes del cuerpo pueden ser cerradas y bloqueadas para fijar la varilla detectora Doppler en el dispositivo de ligado.
- Se encuentran actualmente disponibles en el comercio varillas detectoras por ultrasonidos Doppler, adecuadas para su utilización en la presente invención. Por ejemplo, la sonda de Koven modelo ES 100X MiniDop VRP-8 (St. Louis,

MO) es una varilla detectora Doppler adecuada para su utilización como varilla detectora 140, y el sistema MultiDop B+ de DWL/Neuro Scan Medical Systems con su sonda manual de 8 MHz (Sterling, VA) es una varilla detectora Doppler de onda pulsada continua que se puede utilizar como varilla detectora 140. Los estetoscopios o varillas detectoras Doppler disponibles comercialmente tienen un modelo de dispersión de ultrasonidos que es, en general, cónico, es decir, la varilla detectora “explora” a lo largo de una parte de forma general cónica de un plano que se origina al final de la varilla detectora. De este modo, los vasos con fluido en los mismos, tales como un vaso sanguíneo que se encuentra en cualquier lugar en este plano cónico y dentro del alcance efectivo de la varilla detectora, serían captados por dicha varilla detectora. Las varillas detectoras Doppler disponibles en la actualidad están acopladas a una unidad 156 de proceso y visualización de señales que procesa las señales eléctricas generadas por la varilla detectora 140 para generar visualizaciones y/u otros datos derivados de las señales eléctricas para usos adicionales. De manera alternativa, el sistema Doppler puede ser ajustado para identificar vasos sanguíneos dentro un alcance de distancia predeterminado, por ejemplo, comprendida entre 0 y 5 cm, más preferentemente entre 0,5 y 3 cm.

La unidad 156 comprende una pantalla 158 que indica la distancia desde la punta distal 152 a la que está situada la fuente ondas ultrasonoras reflejadas, es decir, el vaso 10. Esta información es calculada de forma típica utilizando una función predeterminada porque la distancia es una función del tiempo que se requiere para que las ondas ultrasonoras se desplacen hacia y desde la varilla detectora. La unidad 156 incluye también, preferentemente, una pantalla o medidor 160 de la magnitud del desplazamiento Doppler de las ondas ultrasonoras reflejadas, lo que es una indicación de la velocidad del fluido que pasa por el vaso 10. La unidad 156 incluye también, de manera preferente, una fuente de sonido 162 que facilita una indicación audible del desplazamiento Doppler, que puede ser más fuerte cuando el desplazamiento Doppler es mayor, o cuando el vaso está posicionado de manera óptima.

En el dispositivo de ligado de la presente invención, no obstante, este “campo de vista” cónico amplio, devuelto de manera típica por muchas varillas detectoras Doppler disponibles comercialmente no es preferible porque el operador está preocupado por localizar el vaso entre los elementos extensibles a efectos de ligar el vaso. Si la presente invención utilizara estas varillas Doppler de “visión amplia” sin estrechar o afectar de otro modo su campo de visión, los vasos que no son directamente distales del dispositivo de ligado 100 serían recogidos por el dispositivo y devolverían datos de desviación Doppler para vasos que no son de interés en la utilización del dispositivo de ligado. El dispositivo de ligado 100 y, de manera específica, la cánula 104 están dimensionados, por lo tanto, de manera que el extremo más alejado 152 de la varilla detectora Doppler 140 está separado de forma próxima con respecto al extremo distal 150 de la cánula para su utilización con varillas detectoras de “visión amplia” para colimar la señal. Algunas varillas detectoras Doppler disponibles comercialmente, tales como la sonda antes mencionada DWL, no obstante, producen una señal suficientemente colimada, de manera que no es necesaria una colimación adicional.

Cuando se utiliza una sonda Doppler que no produce una señal suficientemente colimada, el paso 138 está preferentemente dotado de recubrimiento formado por un material, o está dotado de otro modo mediante un manguito de un determinado material en la superficie interior, del cual se coliman las ondas sonoras emanadas de la varilla detectora Doppler 140. A título de ejemplo, y no de forma limitativa, el paso 138 puede estar dotado de recubrimiento o formado en policarbonato, si bien se pueden utilizar también otros materiales dentro del espíritu y alcance de la presente invención.

El resultado de separar el extremo distal 152 de forma próxima con respecto al extremo distal 150 y proporcionando, opcionalmente y de manera adicional, un material y/o manguito que colima acústicamente las ondas ultrasonoras procedentes de la varilla detectora 140, es que el dispositivo de ligado 100 es sustancialmente unidireccional en su campo de visión Doppler en una dirección paralela a dichos primer y segundo elemento extensibles 120, 122 y, preferentemente, situada entre ambos, y distal longitudinalmente del extremo distal 150. Dicho de otro modo, el dispositivo de ligado 100 es capaz de recibir ondas ultrasonoras reflejadas que se originan en la varilla detectora Doppler 140, reflejadas en retorno desde elementos anatómicos directamente distales del extremo distal 150. Por lo tanto, dado que el extremo distal 152 se encuentra a una distancia fija y conocida con respecto al extremo distal 150, y  $X_{ref}$  es un valor conocido, la distancia máxima  $X_{max}$  es predeterminada por las estructuras del dispositivo de ligado 100 dentro de la que se debe encontrar un vaso 10, a efectos de que el dispositivo de ligado sea capaz de efectuar su ligado. Dicho de manera algo distinta, una vez se ha determinado que un vaso se encuentra dentro de una distancia predeterminada del extremo distal 152, que está indicada por el retardo en tiempo de las ondas de ultrasonidos reflejadas, el dispositivo de ligado 100 puede ser utilizado para el ligado de dicho vaso.

De acuerdo con otra realización, según la presente invención, se puede escoger una varilla detectora Doppler que tenga un “campo de visión” que es suficientemente estrecho para que, cuando se utiliza en la combinación del dispositivo de ligado 100, no son necesarias estructuras de colimado adicionales. Por ejemplo, la selección de una sonda se basa en su campo de visión y su frecuencia operativa, y también se debería basar en la distancia entre la arteria objetivo y la sonda Doppler, de manera que la profundidad de visión de la sonda es mayor que su distancia, pero no tiene longitud tal que incluya otros vasos sanguíneos. A título de ejemplo no limitativo, se puede utilizar una sonda Koven Doppler, tal como se ha descrito anteriormente, como varilla detectora 140 sin requerir manguito de colimación y sin separar el extremo distal próximo del extremo distal 150. En general, las varillas detectoras Doppler,

adecuadas para su utilización como varilla de detección Doppler 140, son seleccionadas con un diámetro suficientemente reducido para ser insertado en la cánula 104, funcionando, preferentemente, a una frecuencia que es suficientemente sensible al flujo de la sangre para controlar el flujo de la sangre de la arteria uterina, tienen un campo de visión relativamente estrecho y una profundidad de visión limitada a efectos de no generar señal procedente de otros vasos sanguíneos, y se pueden basar en señales de ondas Doppler pulsadas o continuas.

La figura 3 muestra una sección transversal de un dispositivo de ligado 100, tal como se aprecia según la línea 3-3 de la figura 1, y la figura 7 muestra una vista en perspectiva del extremo distal a mayor escala del dispositivo de ligado 100. La cánula 104 tiene, preferentemente, una sección transversal ovalada, de manera que la cánula puede ser relativamente compacta, cumpliendo, simultáneamente, la exigencia de que la varilla detectora Doppler 140 se encuentre lateralmente entre los elementos extensibles 120, 122. Tal como se ha mostrado en la figura 3, la cánula 104 comprende un primer paso 130 que recibe longitudinalmente, con capacidad de deslizamiento, un primer elemento extendible 120. Preferentemente, el propio elemento 120 comprende un paso 142, a través de la que es deslizante longitudinalmente una sutura tubular y un elemento 134 de avance del bucle. El elemento 120 está dotado, además, de una ranura o corte 170 en su extremo distal en la pared del elemento 120 adyacente al elemento 122 o dirigida al mismo para ayudar en el guiado o posicionado del elemento 134 de avance del bucle en la dirección deseada y para ayudar a prevenir la rotación del elemento de avance del bucle con respecto al elemento 120.

El elemento 134 de avance de la sutura está constituido, por lo menos parcialmente, mediante un material superelástico, menos preferentemente de un material de aleación con memoria de forma (SMA) y, asimismo de manera menos preferente, de acero inoxidable (quirúrgico). Es preferible el NiTi (nitinol) si bien otros materiales superelásticos, SMA, y materiales biocompatibles se encuentran dentro del ámbito de la presente invención. La formación, como mínimo, de partes del elemento de avance 134 de la sutura, mediante NiTi, permite que dicho elemento de avance de la sutura sea preformado con un extremo distal curvado, de manera que el elemento de avance de la sutura puede ser retraído fácilmente dentro del elemento extensible 120, pero el extremo distal posicionará, de manera precisa, el bucle 124 para servir como extractor por el elemento extensible 122 cuando el elemento de avance de la sutura avanza hacia fuera del primer elemento extensible.

El elemento 134 de avance de la sutura/bucle es preferentemente un tubo hueco y comprende una estructura en el extremo distal del elemento que retiene el bucle 124, estando fijado, a su vez, el bucle a un tramo de material de sutura 154 (ver también figura 24). Una descripción más detallada de las estructuras en los extremos distales de los elementos extensibles 120, 122 se explica más adelante haciendo referencia a las figuras 4-13.

La cánula 104 comprende una segunda cámara 132 en la que está dispuesto un segundo elemento extensible 122 con capacidad de deslizamiento longitudinal. El segundo elemento extensible 122 incluye preferentemente una cámara 144, que recibe longitudinalmente, con capacidad de deslizamiento un elemento extensible de enganche o extracción 136. La cánula 104 incluye también un tercer paso 138 que recibe la varilla detectora Doppler 140 de manera desmontable, de manera que la varilla detectora Doppler puede ser utilizada con las otras estructuras del dispositivo de ligado 100, y a continuación puede ser desmontada, tal como se ha explicado anteriormente. De manera opcional, el dispositivo de ligado 100, que incluye el tercer paso 138, puede alojar de manera no desmontable los componentes funcionales de una varilla detectora Doppler, de manera que el dispositivo de ligado en su conjunto puede ser eliminado convenientemente.

Tal como se ha mostrado en la figura 7, el primer y segundo elementos extensibles 120, 122 pueden ser dotados opcionalmente de puntas o extremos, preferentemente cónicos o troncocónicos 121, 123, respectivamente. Las puntas cerradas 121, 123 permiten que los elementos extensibles 120, 122 puedan avanzar más fácilmente por los lechos y planos de tejidos. Tal como se describe con respecto a otra realización de la presente invención, los elementos extensibles 120, 122 pueden también abarcar o invaginar los lechos y planos de tejidos sin penetración de los tejidos, a causa de la flexibilidad intrínseca de los tejidos de la pared vaginal. Cuando están dotados de las puntas cerradas 121, 123, los elementos extensibles 120, 122 comprenden además unas aberturas dirigidas lateralmente hacia dentro 125 y 127, de manera que los elementos 134, 136 puedan pasar hacia fuera de los elementos 120, 122, tal como se ha descrito en otros lugares. Asimismo, de manera opcional, los interiores distales de una o ambas puntas cerradas pueden estar dotados de superficies de leva (no mostrado) para ayudar al guiado de los elementos desmontables y/o elementos extractores.

Las figuras 4-6 muestran varias vistas del elemento de extracción 136, que comprende un gancho o extractor 126. Tal como se ha mostrado en detalle en la figura 5, el extractor 126 comprende una cabeza agrandada 160, que tiene una ranura en ángulo 162. Una parte de gancho 164 está formada de manera distal de la ranura 162. La ranura 162 tiene una anchura  $W_1$  y se extiende hacia dentro de la cabeza 160 formando un ángulo  $\alpha$ . Un vástago 166 está fijado al extremo próximo de la cabeza 160 y está formado, preferentemente, de manera integral, con el mismo en una pieza única de material. De manera alternativa, el vástago 166 y la cabeza 160 pueden ser acoplados a presión, soldados, unidos por adherencia, o formados separadamente de otro modo y unidos posteriormente entre sí, tal como quedará evidente a cualquier técnico en la materia. La anchura  $W_1$  es seleccionada, de manera que es superior a la anchura  $W_2$  del bucle 124 (ver figura 9), de manera que el bucle puede ser flexionado hacia dentro de la

ranura 162 por la parte del gancho 164 y se puede deslizar hacia dentro de la ranura y puede ser sujetado por el extractor 126. Opcionalmente, las partes próximas de la cabeza 160, adyacentes a la abertura de la ranura 162, se pueden ensanchar, tal como se ha indicado en líneas y trazos en la figura 5, lo que facilita que el bucle 124 es flexionado por la parte de gancho 164 hacia dentro de la ranura 162.

5 Las figuras 8-13 muestran partes extremas distales del elemento 134 de avance de la sutura/bucle. Tal como se ha mostrado en las figuras 8-10, el bucle 124 tiene, preferentemente, una forma aproximadamente oval, y está montado temporalmente en el extremo distal de un elemento tubular curvado 172 (ver también figura 13). Un tramo de material de sutura 154 o similar es fijado, encolado, engrapado, o retenido de otro modo en el bucle 124 y se  
10 extiende de forma próxima a través del tubo 172. Tal como se ha mostrado en las figuras 11-13, el elemento 134 de avance de la sutura/bucle comprende una parte recta 174 y una parte curvada 172, estando formadas ambas por tubos huecos. La parte recta 174 y la parte curvada 172 están unidas entre sí por la unión 180. Opcionalmente, el elemento 134 puede ser un elemento monolítico sin dicha junta 180, y una parte recta 174 y la parte curvada 172 pueden estar constituidas en el mismo, tal como se apreciará fácilmente por un técnico ordinario en la materia.

15 Por lo menos, la parte curvada 172 del elemento 134 está formada, preferentemente, a base de un material superelástico. De manera alternativa, la parte 172 puede estar formada por un material SMA. Si bien las características y utilización de los materiales superelásticos se aprecian fácilmente por un técnico ordinario en la materia, una breve descripción aplicada a la parte curvada 172 ayudará en la comprensión de la presente invención.  
20 La parte 172 está formada, preferentemente, a base de un material superelástico, por ejemplo, NiTi (nitinol). La parte 172 recibe una curvatura o configuración doblada que, cuando se calienta la parte curvada por encima de una temperatura determinada para el material superelástico, es "recordada" por la parte curvada. En la realización mostrada en las figuras 11-13, la parte curvada 172 está constituida en un arco que tiene un radio R y el extremo distal 176 forma un ángulo  $\beta$  desde una línea perpendicular a la parte recta 174. El extremo distal 176, cuando la parte curvada 172 se encuentra en su configuración curvada, se encuentra a una distancia lateral Y de la parte recta 174.  
25

30 La longitud de la parte curvada 172 y su forma, así como la distancia Y, son seleccionadas, de manera que cuando la parte curvada 172 se encuentra en su configuración curvada, el bucle 124 está dispuesto directamente de forma distal del segundo elemento extensible 122. En esta situación, el extractor 126 puede ser extendido y puede enganchar el bucle 124 para su tracción del elemento de avance 134 de la sutura/bucle. La orientación angular de la dirección lateral en la que se extiende la parte curvada 172 cuando se encuentra en su configuración curvada puede ser predeterminada, de manera que el bucle 124 se ajusta o se alinea con el extractor 126 y la ranura 170 ayuda a mantener esta orientación. Esta orientación angular actual puede ser determinada a título de ejemplo no limitativo,  
35 por calentamiento de la parte curvada 172 por encima de su temperatura de transición y haciendo girar el elemento 134 hasta que el bucle 124 se encuentra directamente en posición distal del extractor 126, antes de utilizar el dispositivo 100.

40 La parte curvada 172 y la parte recta 174 pueden estar formadas ambas a base del mismo material (superelástico). Alternativamente, solo la parte 172 está formada con un material superelástico, y la parte recta 174 puede estar constituida a base de otro material, por ejemplo, acero inoxidable, y las dos partes 172, 174 pueden ser unidas entre sí en la unión 180, por ejemplo, mediante soldadura, engrapado, de formación, unión adhesiva, o similares. El extremo más alejado de la parte 172 comprende una ranura 178 en la que el bucle 124 queda retenido temporalmente. La ranura 178 tiene una anchura  $W_3$  y una profundidad D seleccionada de manera que el bucle 124  
45 puede ser recibido en su interior en un encaje a presión, o puede ser recibido de manera libre y engrapado en su interior. El bucle 124 no está retenido permanentemente en la ranura 178, no obstante, y está montado en la ranura de manera que el bucle puede ser extraído de la ranura mediante una fuerza preseleccionada transmitida por el extractor 126 después de que el bucle ha sido enganchado por el extractor (ver, por ejemplo, figura 3).

50 La figura 14 muestra partes internas del dispositivo de ligado 100. El primer y segundo elementos extensibles 120, 122 están montados en un bloque 190 al que también están unidos de manera fija los anillos 112, 114. De este modo, tal como se ha descrito en lo anterior, el movimiento próximo y distal longitudinal de los anillos 112, 114 desplaza el primer y segundo elementos extensibles 120, 122. El bloque 190 comprende un par de ranuras 192, 194 formadas en una superficie superior del mismo en el que unas aletas o pasadores 116, 118 quedan recibidos de  
55 forma deslizante, respectivamente. De esta manera, las ranuras 192, 194 limitan a las aletas 116, 118 lateralmente, permitiendo simultáneamente que se muevan longitudinalmente en un rango limitado por la longitud de las ranuras.

60 La figura 15 muestra una vista en planta superior de las partes distales de la vista mostrada en la figura 14. Tal como se puede apreciar en la figura 15, el bloque 190 comprende las ranuras 192, 194, que se han descrito en lo anterior. De acuerdo con una realización de la presente invención, el bloque 190 incluye una primera y segunda partes laterales 196, 198, que tienen forma cilíndrica, en las que el primer y segundo elementos extensibles 120, 122 están montados, respectivamente. De acuerdo con una realización de la presente invención, las partes laterales 196, 198 pueden ser unidas entre sí de manera fija, por ejemplo, mediante un elemento laminar 200, de manera que el movimiento de uno de los anillos 112, 114 desplaza ambas partes laterales. De acuerdo con otra realización

adicional de la presente invención, las partes laterales 196 y 198 no están unidas entre sí, y son, por lo tanto, separadas y desplazables individualmente de forma longitudinal en el cuerpo envolvente 103.

También se puede apreciar en la figura 15 los bloques de montaje 202 y 204 dispuestos en el bloque 190. El bloque de montaje 202 recibe de manera fija la parte próxima del elemento extensible 134 y las partes inferiores de la aleta 116, y el bloque de montaje 204 recibe de manera fija la parte próxima del elemento extensible 136 y la aleta 118. De esta manera el bloque 202 une entre sí el elemento extensible 134 con la aleta 116, y de este modo el bloque 204 une conjuntamente el elemento extensible 136 con la aleta 118. Adicionalmente, los bloques 202 y 204 limitan las aletas 116 y 118 en cuanto a su extracción hacia fuera del bloque 190, dado que sus extensiones laterales son mayores que las ranuras 192, 194, respectivamente.

La figura 16 muestra una vista en sección de las partes próximas del dispositivo de ligado 100. Tal como se puede apreciar en la figura 16, el cuerpo 103 comprende una cámara o cavidad interior 210 que recibe con capacidad de deslizamiento el bloque 190 y sus componentes. El bloque 190 incluye una cámara o cavidad interior 208 que recibe de forma deslizante los bloques 202 y 204 (el bloque 204 no es visible en la vista de la figura 16), y una abertura próxima 206, que comunica la cámara interior 208 con la cámara interior 210. La abertura próxima 206 permite también que los bloques 202, 204 se extiendan hacia dentro de la cámara interior 210. La figura 16 muestra también que la sutura 154 se extiende por el elemento 134 de avance del bucle, bloque 202, cámara interior 208, cámara interior 210, y sale por el cuerpo 103 a través de una de las ranuras 108, 111.

Las figuras 17-19 muestran otras realizaciones de acuerdo con la presente invención. En la realización mostrada en la figura 17, tanto el elemento 220 de avance de un bucle como el elemento 222 de avance del extractor, están constituidos en un material superelástico, SMA, o acero inoxidable, y se curvan al encontrarse el uno con el otro. En la realización mostrada en la figura 18, el elemento 136 de avance del extractor está constituido por un material superelástico SMA o un acero inoxidable, y el elemento de avance del bucle 134 avanza directamente longitudinalmente de forma distal para su enganche por el extractor 126. En la realización que se ha mostrado en la figura 19, un primer tubo curvado 230 de un material superelástico, SMA, o de acero inoxidable, y un segundo tubo curvado 232 de un material superelástico, SMA, o acero inoxidable, se combinan de manera similar a la realización mostrada en la figura 17. Los extremos distales de los tubos 230, 232 se acoplan en una forma algo distinta, llevando uno de los tubos 230, 232 un extractor que es un receptáculo 234 que tiene un orificio 238 con un diámetro interno superior al diámetro externo de los otros tubos 230, 232. De este modo, cuando los tubos 230, 232 se encuentran, los extremos distales se acoplan. Una varilla o alambre 236, al que está fijada la sutura 154, está posicionada en uno de los pasos de los tubos 230, 232, y es empujado de forma distal por el tubo, a través del receptáculo 234, y de forma próxima hasta el otro de los tubos 230, 232. De esta manera, se puede hacer avanzar una sutura alrededor de un vaso sanguíneo de interés de manera similar a las realizaciones que se han descrito anteriormente.

Las figuras 20-24 muestran varias etapas de un método a título de ejemplo, de acuerdo con la presente invención. Si bien las figuras 20 a 24 muestran un dispositivo de ligado 100, y a continuación, la descripción hará referencia al mismo, los métodos de acuerdo con la presente invención no están limitados a la utilización del dispositivo de ligado 100, y otros aparatos pueden ser utilizados en la práctica de los presentes métodos sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención.

La figura 20 muestra el extremo distal del dispositivo de ligado 100 después de haber sido posicionado a las proximidades de un vaso de interés en un paciente, por ejemplo, la arteria uterina 10. El extremo distal 150 de la cánula 104 está posicionado inicialmente en alejamiento del vaso 10. El extremo distal 150 es posicionado de manera precisa dentro de  $X_{max}$  del vaso al apuntar la cánula 104 en varias direcciones alrededor de donde el operador cree que está situado el vaso, controlando la salida de la unidad 156 en cuanto a datos de distancia y velocidad para determinar la localización relevante del vaso con respecto al extremo distal 150, y reposicionando el extremo distal hasta que dicho extremo distal se encuentra a una distancia  $X$  desde el vaso 10 menor de  $X_{max}$ . Tal como se ha descrito en lo anterior, las ondas de ultrasonido reflejadas 182, que son preferentemente colimadas, son recibidas por la varilla detectora Doppler 140 (o los componentes funcionales de la misma, integrados en el dispositivo de ligado 100) y son procesados por la unidad 156 para indicar la localización relativa del vaso 10. Por ejemplo, se utiliza sonido Doppler para encontrar la localización del vaso, y después de ello se utilizan ondas pulsantes Doppler para identificar una localización más precisa y la distancia a la arteria 10.

Una vez que el operador ha establecido que el vaso 10 se encuentra directamente en posición distal con respecto al extremo distal 150 de la cánula 104, el primer y segundo anillos de accionamiento 112, 114 son desplazados de forma distal para mover el primer y segundo elementos extendibles 120, 122 en sentido distal, tal como se ha mostrado en la figura 21. En otra realización adicional de la presente invención, el primer y segundo miembros extensibles 120, 122 abarcan o invaginan los tejidos de la pared vaginal, y los lechos de tejidos situados por debajo adyacentes al vaso 10 de forma no penetrante, de manera que el vaso queda abarcado sobre dos lados por el tejido invaginado y los miembros 120, 122. A continuación, tal como se ha mostrado en las figuras 22 y 23, el elemento 134, que produce el avance de la sutura/bucle, y el elemento extractor 136, son obligados ambos a avanzar en sentido distal por las aletas de empuje 116, 118; el avance de los elementos 134 y 136 puede ser en serie,



simultáneo, o combinaciones de éstos. Dado que el elemento 134 que produce el avance de la sutura/bucle se encuentra en el interior del cuerpo de un paciente (preferentemente un mamífero), mientras se produce su avance, el elemento de avance de la sutura/bucle se calienta *in situ* por encima de la temperatura de transición SMA, y se transforma de su configuración recta a su configuración “de recuerdo” o curvada. De este modo, el desplazamiento del elemento de avance 134 saliendo del miembro 120 está acompañado por el elemento 134 asumiendo o habiendo asumido ya, su configuración curvada. El elemento 134 y el bucle 124 son obligados, por lo tanto, a avanzar en dirección lateral hacia el elemento 136 y el extractor 126.

Mientras el bucle 124 es posicionado directamente de forma distal con respecto al extractor 126, el elemento extractor 136 es desplazado de forma distal para avanzar al extractor 126 de forma distal. El extractor 126, y más particularmente la cabeza 160, se introduce en el bucle 124, y es empujada a través del bucle. Entonces, el extractor 126 es retraído de forma próxima, de manera que la parte de gancho 164 deforma el bucle 124 hacia dentro de la ranura 162, provocando que el bucle sea sujetado por el extractor. A este respecto, una embocadura ensanchada hacia la ranura 162, tal como se sugiere por la línea de trazos 168, puede facilitar la captación del bucle 124.

Con el bucle 124 abrazado por el extractor 126, el elemento extractor 136 es retraído en sentido próximo, efectuando tracción sobre el bucle en dirección próxima. Dado que los materiales de los que están formadas las partes 172, 174 son relativamente rígidos (preferentemente material superelástico, SMA y acero inoxidable), la fuerza aplicada por el elemento extractor 136 al bucle 124 provocará que se rompa la unión 124 y la ranura 178, o que se libere el bucle con respecto al elemento 134. Tal como se apreciará fácilmente por un técnico ordinario en la materia, la unión entre el bucle 124 y la ranura 178 está diseñada como un elemento de rotura, requiriendo un esfuerzo mínimo para romper la unión seleccionada, de manera que el bucle no se rompe prematuramente liberándose de la parte curvada 172, pero no tan importante para que un operador no sea capaz fácilmente de generar la fuerza requerida para tirar en sentido próximo la aleta 118. Una vez que el bucle 124 ha sido liberado de la ranura 178, el elemento extractor 136 y el segundo elemento extensible 122 son objeto de tracción en sentido próximo, de manera que el bucle es introducido en la cánula 104. Tal como se ha descrito en lo anterior, el material de sutura 154 se extiende a través de la parte curvada 172 y está fijado al bucle 124 y, por lo tanto, es objeto de tracción junto con el bucle.

De este modo, el material de sutura 154 es obligado a avanzar en sentido distal más allá del vaso 10 en la extensión distal del primer elemento extensible 120 y el elemento 134 de avance de la sutura/bucle es obligado a avanzar lateralmente por detrás del vaso por la parte curvada 172 que ha adoptado su configuración superelástica curvada y es obligado a avanzar de forma próxima por retracción en sentido próximo del bucle 124 después de haber sido sujetado por el extractor 126. De manera alternativa, el material de sutura 154 es obligado a avanzar de forma distal más allá del vaso 10 por invaginado distal no penetrante del tejido por el primer elemento extensible 120, y el elemento 134 de avance de la sutura/bucle es obligado a avanzar para penetrar lateralmente, por detrás del vaso, por la parte curvada 172, que ha adoptado su configuración superelástica curvada y es avanzada, por lo tanto, de manera próxima por la retracción próxima del bucle 124 después de haber sido sujetada por el extractor 126. Con el bucle de material de sutura que pasa alrededor del vaso 10, el dispositivo de ligado 100 puede ser objeto de tracción en sentido próximo, dejando el bucle de material de sutura alrededor del vaso 10, tal como se ha mostrado en la figura 24. En este momento el operador puede llevar a cabo cualquier clase de ligado que elija, dado que el bucle de material de sutura ha sido pasado de manera precisa alrededor del vaso de interés 10.

La figura 25 muestra otra realización, de acuerdo con la presente invención. La realización que se ha mostrado en la figura 25 es similar a la que se ha mostrado en la figura 3, pero difiere en el perfil de la sección transversal del dispositivo 250. En vez del perfil de sección transversal ovalada que se ha mostrado en la figura 2, el dispositivo 250 comprende los pasos coplanarios 130, 132, 138 definidos en tres tubos adyacentes y unidos 252, 254, 256.

Las figuras 26A y 26B muestran realizaciones alternativas útiles para tasar y disponer de material de sutura, tal como el material de sutura 154 en forma de dispositivos 260, 280. El dispositivo 260 comprende una forma de punta de flecha desmontable 262 en el extremo del elemento 134 de avance de la sutura/bucle al que está fijado un tramo de material de ligado, tal como se ha explicado en otros lugares de esta descripción. Una abertura 264 dirigida lateralmente hacia dentro queda constituida en un extremo del elemento de extracción 136. La abertura 264 tiene una dimensión interna seleccionada de manera tal que el elemento de forma de punta de flecha 262 pasa dentro del rebaje 264 cuando está bien alineado con el mismo. Una vez que el elemento 262 en forma de punta de lanza ha pasado por dentro de la abertura 264, el elemento de extracción 136 puede ser retirado de manera similar a la descrita anteriormente, haciendo que el elemento en forma de punta de flecha 262 quede fijado y retenido en el interior del elemento extractor, y siendo posteriormente extraído del elemento 134. El elemento extractor 136 puede estar dotado además opcionalmente de una segunda abertura 266 (indicada en líneas de trazos) en oposición a la primera abertura 264, de manera que el elemento 262 en forma de punta de flecha se puede hacer pasar por completo por el elemento de extracción a acoplar.

Además, de manera opcional, el elemento 134 puede estar eléctricamente aislado en su superficie exterior próxima de la cabeza desmontable en forma de punta de flecha 262, tal como se ha indicado por los puntos 268, y el

elemento 136 puede estar de manera similar eléctricamente aislado en su superficie exterior próxima de un punto preseleccionado 270, tal como se ha indicado por los puntos 272. Cuando está dotada de este aislamiento eléctrico, la cabeza 262 en forma de punta de flecha y la parte 274 del elemento 136 distal con respecto al punto 270 pueden estar conectadas eléctricamente a polos opuestos de una fuente de energía eléctrica bipolar RF (no mostrada) y la cabeza en forma de punta de flecha puede ser utilizada como cortador RF para atravesar fácilmente lechos de tejidos y planos de tejidos que se encuentran entre el mismo y el rebaje 264. Por ejemplo, las partes próximas de los elementos 134, 136 pueden estar conectadas eléctricamente a una fuente de energía RF para permitir que la cabeza 262 en forma de punta de flecha actúe como cortador RF, tal como se apreciará fácilmente por un técnico ordinario en la materia.

La figura 26B muestra aspectos de otra realización alternativa, de acuerdo con la presente invención, el dispositivo 280. El dispositivo 280 es similar en algunos aspectos al dispositivo 260. El dispositivo 280 comprende una bola desmontable 282, montada en el extremo distal del elemento 134. La bola 282, cuando es obligada a introducirse en la abertura o rebaje 284 o por la abertura o rebaje 286, está acoplada por el elemento de extracción 136 de manera similar a la que se ha descrito en otros puntos de esta descripción.

Las figuras 27-30 muestran varias vistas de otra realización, de acuerdo con la presente invención. Haciendo referencia a la figura 27, se ha mostrado un elemento extensible 300 con partes desmontadas para ayudar a la mejor comprensión del elemento extensible. El elemento 300 puede ser utilizado en vez de cualquiera de los elementos extensibles antes descritos, por ejemplo, los elementos 120, 122.

El elemento 300 comprende una cánula o tubo que se extiende longitudinalmente 302 que tiene un interior hueco 303. Un tubo de guía estacionario 304 está montado en la cánula 302 y tiene un extremo distal 305 que está dispuesto de forma próxima con respecto al extremo distal del tubo 302. El tubo de guía 304 está dispuesto para guiar una varilla empujadora o similar, que transporta un tramo de material de sutura (no mostrado) hacia el extremo distal del tubo 302. Un par de alambres de guía 306, 308 están montados en la parte superior y en la parte baja o fondo del tubo de guía 304 adyacente a su extremo distal, y se extienden de forma distal hacia fuera del extremo distal 305 del tubo de guía. Las guías 306, 308 están formadas preferentemente a base de material flexible y son planos en su sección transversal, de manera que cuando una varilla empujadora portadora de la sutura o similar es obligada saliendo del extremo distal del tubo de guía 304, la varilla está obligada a seguir una trayectoria entre los alambres de guía 306, 308.

Los extremos distales de las guías de alambre 306, 308 están dispuestos en un brazo hueco 310, y preferentemente no están fijados a dicho brazo hueco. El brazo 310 está fijado a la cánula 302 en un pivote 326. La cánula 302 comprende una ventana, corte o abertura 320 adyacente al brazo 310 y dimensionada y dispuesta de manera que dicho brazo 310 pueda girar entre una orientación desplegada, mostrada en las figuras 27 y 28 y una orientación retraída, mostrada en la figura 29, sin chocar o interferir de otro modo con la cánula. El brazo 310 puede tener cualquiera de una serie de configuraciones en sección transversal, incluyendo la forma algo rectilínea mostrada en la realización de las figuras 27-30.

El elemento 300 incluye también dos elementos de tracción en los que la orientación del brazo 310 puede ser controlada. En la realización mostrada en las figuras 27-30, los elementos de tracción incluyen un par de alambres de tracción superiores 312, 314 que se extienden dentro de partes próximas de la cánula 302 a una zona de fijación 350 del brazo 310. Los elementos de tracción incluyen también un par de alambres inferiores de tracción 316, 318, que se extienden desde dentro de zonas próximas de la cánula 302 a una zona de fijación 352 del brazo 310. Dado que las zonas de acoplamiento 350, 352 se encuentran en lados opuestos del brazo 310 (parte superior, parte inferior, respectivamente), la tracción en los pares de alambres de tracción resultará en el desplazamiento del brazo hasta una orientación desplegada o una orientación retraída. De manera más específica, la tracción sobre el par de cables de tracción superiores 312, 314 provoca que el brazo gire en el sentido de las agujas del reloj (en la vista mostrada en la figura 27), de manera que el brazo se extiende de manera general transversal con respecto a la cánula 302. Por el contrario, la tracción sobre el par de alambres de tracción inferiores 316, 318 provoca que el brazo gire en el sentido contrario a las agujas del reloj (nuevamente, en la vista mostrada en la figura 27), de manera que el brazo se encuentra dentro del interior hueco de la cánula y se extiende longitudinalmente.

El elemento 300 incluye preferentemente una o varias estructuras que facilitan el funcionamiento de los alambres de tracción superiores 312, 314. Una abertura 328 está formada preferentemente a través de la pared de la cánula de forma algo próxima de la abertura 320, y el par de alambres de tracción superiores se extiende a través de esta abertura superior. De manera adicional, una ranura o paso 330 está formado opcionalmente en la superficie externa de la cánula entre la abertura 328 y la ventana 320. El paso 330 está dimensionado, de manera suficientemente profunda, para recibir el par de cables de tracción superiores, de manera que cuando el brazo 310 se encuentra en orientación retraída, los alambres de tracción están dispuestos en dicho paso y no se extienden en gran medida o no se extienden en absoluto más allá del diámetro externo de la cánula. Las figuras 29 y 30 muestran el brazo 310 en orientación retraída y los alambres de tracción superiores 312, 314 dispuestos en el paso 330. De este modo, el labio próximo de la abertura 328 actúa como superficie de apoyo para los alambres de tracción superiores 312, 314 al desplazarse estos longitudinalmente y el brazo 310 pivota alrededor del pivote 326.

El elemento 300 incluye preferentemente una estructura que permite que los alambres de tracción inferiores provoquen el giro del brazo 310. En la realización mostrada en las figuras 27-30 un puente 322 está dispuesto en la cánula 302 con los alambres de tracción inferiores 316, 318, extendiéndose alrededor del puente. Las figuras 28 y 30 ilustran mejor los detalles de dicho puente 322. El puente 322 está montado en la cánula 302 de forma distal con respecto al punto de pivotamiento 326, y preferentemente por debajo del punto de pivotamiento. Tal como se apreciará fácilmente de las figuras 27-30, la tracción sobre los alambres de tracción 316, 318 resultan en que el brazo 310 gira hacia abajo hacia dentro de la cánula 302 a través de la ventana 320 y pasando a la orientación retraída. Para facilidad de posicionamiento del puente 322 dentro del elemento 300, la cánula 302 puede incluir opcionalmente una abertura 332 hacia dentro de la que se extiende parcialmente dicho puente. La abertura 332 puede ser eliminada.

También se ha mostrado en la figura 27 un tubo estacionario 324 que se extiende a lo largo de la parte inferior o fondo de la cánula 302. El tubo estacionario 324 está dispuesto de manera que el operador puede avanzar otras herramientas por el elemento 300 sin interferir con el funcionamiento del brazo 310. A título de ejemplo no limitativo, se pueden introducir herramientas, tales como una aguja de anestesia o similares de forma distal por el tubo 324 desde su extremo próximo (no mostrado) a su extremo distal 336 (ver figura 28). El brazo 310 incluye también de manera preferente una parte de abertura o corte 340 en la superficie superior del brazo (cuando se encuentra en posición retraída; en la cara próxima cuando se encuentra en orientación desplegada) por el que se extienden los alambres de guía 306, 308. La abertura 340 está dispuesta de manera que una varilla que lleva una sutura (no mostrada) pueda seguir una trayectoria hacia dentro del brazo 310, que está curvado más suavemente que si no existe la abertura y, por lo tanto, la abertura facilita la utilización del elemento 300 para hacer pasar un tramo de material de sutura alrededor de un vaso sanguíneo. Unos dedos 354, 356 están dispuestos también opcionalmente adyacentes a las estructuras del elemento 300 en el que un elemento de sutura puede quedar retenido durante el despliegue, tal como la parte de acoplamiento 350 y el extremo próximo de los alambres de guía 306, 308. Los dedos 354, 356 proporcionan una rampa para desviar la sutura en avance, alejándola de dicha estructura contra la que la sutura puede quedar retenida y, por lo tanto, puede facilitar la utilización del elemento 300.

Haciendo referencia a la figura 28, el elemento 300 incluye preferentemente una punta troncocónica distal 334, en la que está constituida la abertura distal 336 del tubo 334. La punta 324 incluye opcionalmente un orificio ciego 338 en su interior, que facilita el montaje de la punta en la cánula 302. También se ha mostrado en la figura 28 el puente 322, fijado al interior de la cánula 302 con el tubo estacionario 324 que se extiende sobre el puente y, para el cual, el puente está dotado de una forma única.

La figura 29 muestra el elemento 300 con el brazo 310 en su orientación retraída resultado de que los alambres de tracción inferiores 316, 318 han sido objeto de tracción en sentido próximo. Tal como se ha mostrado en la figura 29, los extremos distales libres de los alambres de guía 306, 308 se encuentran, cuando el brazo 310 se encuentra en orientación retraída, preferentemente dentro del interior hueco del brazo, de manera que los alambres de guía no interfieren con el paso del brazo por la ventana 320 y hacia el interior de la cánula 302.

La figura 30 muestra una vista en sección transversal del elemento 300 según la línea de corte 30-30 de la figura 29. Empezando en la parte superior de la figura, los alambres de tracción superiores 312, 314 están mostrados en el paso 330. La forma en sección transversal a título de ejemplo del brazo 310 (rectilínea) puede ser apreciada también como una forma en sección transversal, en general rectilínea, del tubo de guía 304. El puente 322 comprende un par de brazos 342, 344 que están fijados al interior de la cánula 302. Una parte media curvada en forma de U 346 se extiende entre los dos brazos del puente 342, 344 y está dimensionada para recibir el tubo 324 de modo pasante. Los alambres de tracción inferiores 316, 318 se extienden alrededor de los brazos del puente 342, 344, y el puente actúa como superficie de apoyo para que los alambres de tracción efectúen tracción del brazo 310 en regreso hacia la cánula 302. También se ha mostrado en la figura 30 una herramienta 348 a título de ejemplo que se extiende a través del tubo 324, por ejemplo, una aguja de anestesia. También se muestra una abertura opcional 332.

El funcionamiento de la realización mostrada en la figura 27-30 se describirá a continuación haciendo referencia a las figuras de dibujos. El elemento 300 se extiende de forma adyacente al vaso sanguíneo de interés, tal como se ha descrito en lo anterior con referencia a las figuras 1-26. De acuerdo con una realización alternativa de la presente invención, el elemento 300 está extendido de forma invaginal adyacente a un vaso sanguíneo de interés sin penetración, tal como se describe de manera adicional. Opcionalmente, la anestesia puede ser administrada utilizando una aguja, por ejemplo, la aguja 348. Una vez en posición, los alambres de tracción superiores 312, 314 son objeto de tracción en sentido próximo, lo que hace girar el brazo 310 hacia fuera de la cánula 302 y pasando a la orientación desplegada. Después de ello, una varilla, o similar, que lleva un tramo de material de sutura 154, avanza de forma distal por el tubo 304 entre los alambres de guía 306, 308 de forma lateral hacia dentro del interior del brazo 310 y todavía entre los alambres de guía 306, 308 y hacia fuera del brazo 310. La sutura es acoplada por un elemento de extracción, tal como los previamente descritos y es objeto de tracción en sentido próximo, formando un bucle del material del tramo de sutura alrededor del vaso sanguíneo de interés. Los alambres de tracción inferiores 316, 318 pueden ser objeto de tracción en sentido próximo para hacer girar el brazo 310 en regreso hacia dentro de la cánula 302 en el momento deseado.

Las figuras 31-34 muestran varias etapas de otro método a título de ejemplo de acuerdo con la presente invención. Si bien las figuras 31-34 muestran el dispositivo de ligado 100 y un dispositivo de ligado 300, a los que hace referencia la siguiente descripción, los métodos de acuerdo con la presente invención no están limitados a la  
5 utilización de dichos dispositivos, y se pueden utilizar otros aparatos en la práctica de los presentes métodos sin salir del espíritu y ámbito de la presente invención.

La figura 31 muestra el dispositivo de la figura 1 utilizado de acuerdo con una realización a título de ejemplo de un método de ligado de una arteria uterina de acuerdo con la presente invención. El extremo distal del dispositivo de  
10 ligado 100 después de haber sido dispuesto en las proximidades de un vaso de interés en un paciente, por ejemplo, una arteria uterina 420, es utilizado para abarcar o invaginar el fornix vaginal 414. En primer lugar, el extremo distal 150 de la cánula 104 es insertado a través de la vagina 412, hasta que se aproxima a la arteria 420, por ejemplo, hasta el fornix vaginal 414. A continuación, el primer miembro extensible 120 y el segundo miembro extensible 122  
15 son obligados a avanzar distalmente y de manera general hacia la arteria 420 para abarcar la pared vaginal y el tejido adyacente a la pared vaginal. La arteria 420 está encerrada por el tejido abarcado o invaginado, como mínimo, en dos lados sin penetrar en el tejido. A título de ejemplo, y no de forma limitativa, la arteria 420 puede ser identificada y/o localizada dentro de un haz de tejidos mediante una varilla detectora Doppler, situada en la cánula 104, tal como se ha descrito anteriormente.

La figura 32 muestra el dispositivo de la figura 1, utilizado de acuerdo con una realización a título de ejemplo de un elemento anatómico en un paciente por invaginado. Un aspecto de la presente invención comprende un primer  
20 elemento extensible 120 que tiene un miembro 422 para la penetración en tejidos. Una vez que el primer y segundo elementos extensibles 120, 122 se encuentran en posición y han abarcado o invaginado el fornix vaginal 414 alrededor de la arteria 420, el miembro 422 que penetra en los tejidos es activado para penetrar en el haz de tejidos  
25 y ligar la arteria 420. La arteria 420 puede ser ligada mediante cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas. El miembro 422 de penetración en el tejido es retirado posteriormente dejando la arteria 420 ligada. El procedimiento se puede repetir para ligar la otra arteria 418.

La figura 33 muestra el dispositivo de la figura 1 utilizado de acuerdo con una realización a título de ejemplo de un  
30 método de ligado de un elemento anatómico en un paciente por penetración. Un aspecto de la presente invención incluye un primer elemento extensible 120 que tiene un miembro 422 de penetración en los tejidos. Una vez que el primer y segundo elementos extensibles 120, 122 se encuentran en posición y han penetrado en el fornix vaginal 414  
35 alrededor de la arteria 420, el miembro 422 de penetración en los tejidos es activado para penetrar en el haz de tejidos y ligar la arteria 420. La arteria 420 puede ser ligada por cualquiera de las realizaciones anteriormente descritas. El miembro 422 de penetración en los tejidos es retirado a continuación dejando la arteria 420 ligada. El procedimiento puede ser repetido para ligar la otra arteria 418.

La figura 34 muestra el dispositivo de la figura 27 utilizado de acuerdo con una realización a título de ejemplo de un  
40 método de ligado de un elemento anatómico en un paciente por invaginado. El extremo distal del dispositivo de ligado 300 después de haber sido colocado en las proximidades de un vaso de interés en un paciente, por ejemplo, una arteria uterina 420, es utilizado para abarcar o invaginar el fornix vaginal 414. En primer lugar, el extremo distal de la cánula 302 es insertado a través de la vagina 412 hasta que se aproxima a la arteria 420, por ejemplo, hasta el  
45 fornix vaginal 414. A continuación, el brazo 310 es obligado a avanzar hacia la arteria 420 para invaginar la pared vaginal y los tejidos adyacentes a la pared vaginal sin penetración. La arteria 420 es encerrada por el tejido invaginado sobre, como mínimo, dos lados sin penetración del tejido. A título de ejemplo no limitativo, la arteria 420 puede ser identificada y/o localizada dentro de un haz de tejidos mediante una varilla detectora Doppler situada en la cánula 302, tal como se ha descrito anteriormente.

Si bien la invención ha sido descrita en detalle haciendo referencia a sus realizaciones preferentes, quedará  
50 evidente para los técnicos en la materia que se pueden realizar diferentes cambios y se pueden utilizar equivalentes, sin salir del alcance de la invención.

## REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo de ligado (100) que tiene una cánula alargada (104) con un extremo distal (150) y una serie de pasos (130, 132, 138), cuyo dispositivo comprende:
- un primer miembro alargado extensible y retráctil (120) que se extiende de forma distal con respecto al extremo distal de la cánula configurada para invaginar tejidos en un primer lado;
- 10 un segundo miembro alargado extensible y retráctil (122) que se extiende de forma distal con respecto al extremo distal de la cánula configurado para invaginar tejidos en un segundo lado;
- una varilla captadora Doppler (140) configurada para localizar una arteria objetivo, en la que la varilla Doppler se encuentra en el extremo distal de la cánula;
- 15 un elemento (134) de penetración de tejido configurado para avanzar un tramo de material de ligado desde el extremo distal del primer miembro alargado al extremo distal del segundo miembro alargado y;
- un elemento de sujeción (136) configurado para sujetar el elemento de penetración del tejido, **caracterizado porque** la varilla detectora Doppler comprende una varilla alargada que está dispuesta con capacidad de deslizamiento dentro de un paso interno de la cánula, **y porque** el elemento de penetración del tejido tiene un elemento desmontable (262, 282) fijado al material de ligado (154).
- 20 2. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 1, en el que el miembro de sujeción (136) tiene un extractor (126) configurado para sujetar el elemento desmontable.
- 25 3. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 2, en el que el elemento de sujeción (136) está fijado al segundo miembro alargado (122).
- 30 4. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 3, en el que el segundo miembro alargado (122) está configurado para ser retraído en una dirección de sentido próximo dentro de la cánula (104).
- 35 5. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 2, en el que el segundo miembro alargado (122) tiene un mecanismo configurado para liberar el elemento desmontable (262, 282) con respecto al primer miembro alargado (120).
- 40 6. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 2, en el que el elemento desmontable tiene forma de bola (282).
7. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 2, en el que el elemento desmontable tiene forma de punta de flecha (262).
- 45 8. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 1, en el que el elemento desmontable está configurado para su retención por el elemento de sujeción (136).
9. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 1, en el que el elemento (134) de penetración del tejido tiene forma tubular con un paso interno que se extiende por el mismo.
- 50 10. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 9, en el que la parte (172) del elemento de penetración en el tejido tiene forma tubular y es curvado.
11. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 10, en el que la forma tubular curvada (172) es formada por un material superelástico.
12. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 1, en el que el material de ligado (154) es un material de sutura.
- 55 13. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 1, en el que la cánula (154) está configurada para suministro intravaginal.
- 60 14. Dispositivo de ligado, según la reivindicación 13, en el que el primer y segundo miembros alargados (120, 122) están configurados para intravaginar el fornix vaginal del paciente sin penetración en el mismo.

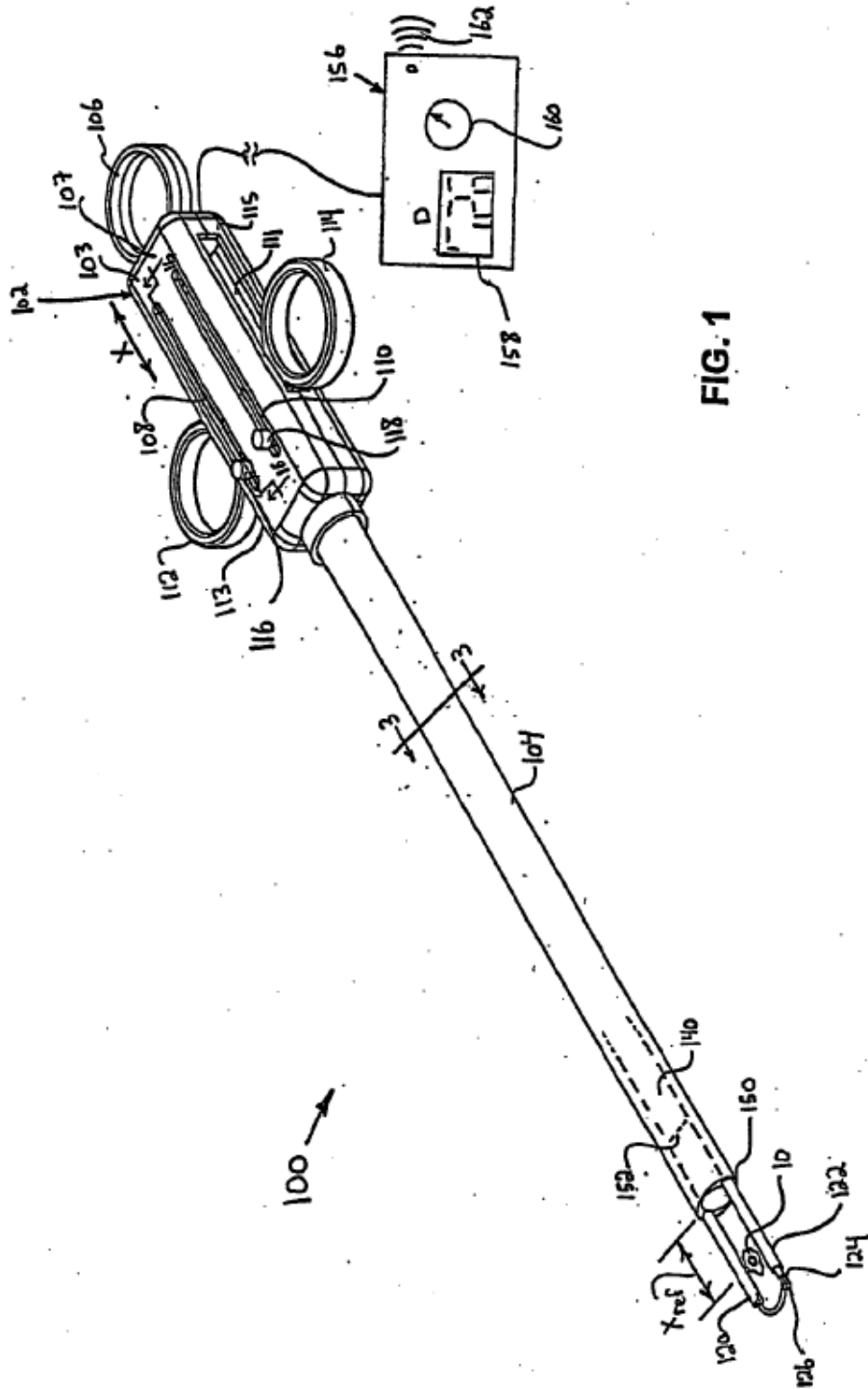
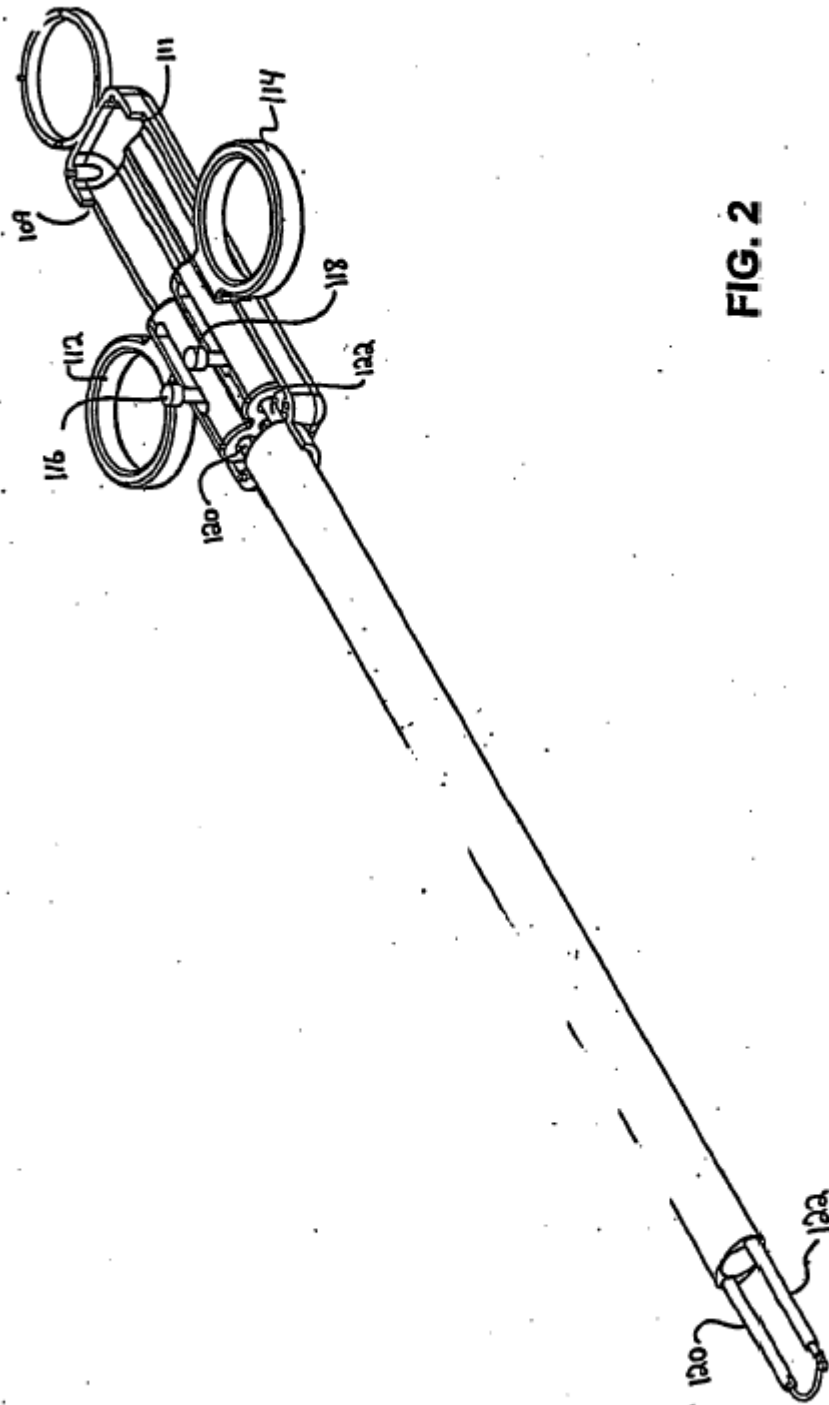


FIG. 1



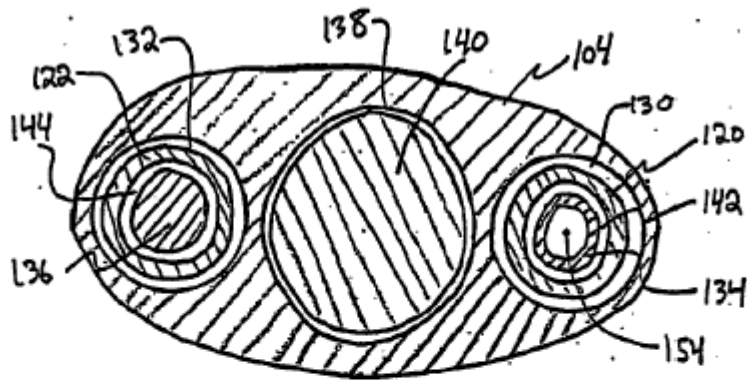


FIG. 3

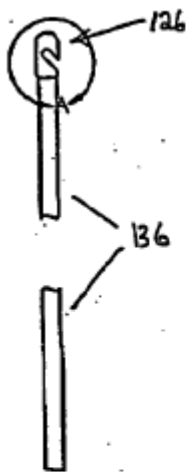


FIG. 4

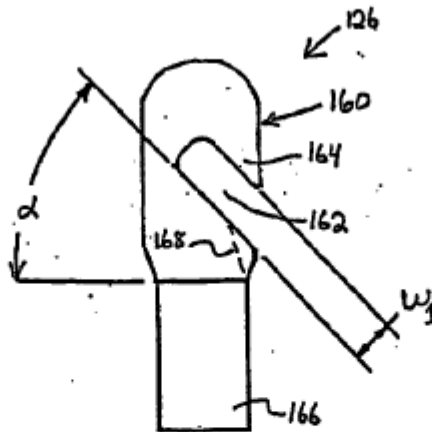


FIG. 5

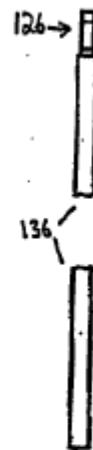


FIG. 6



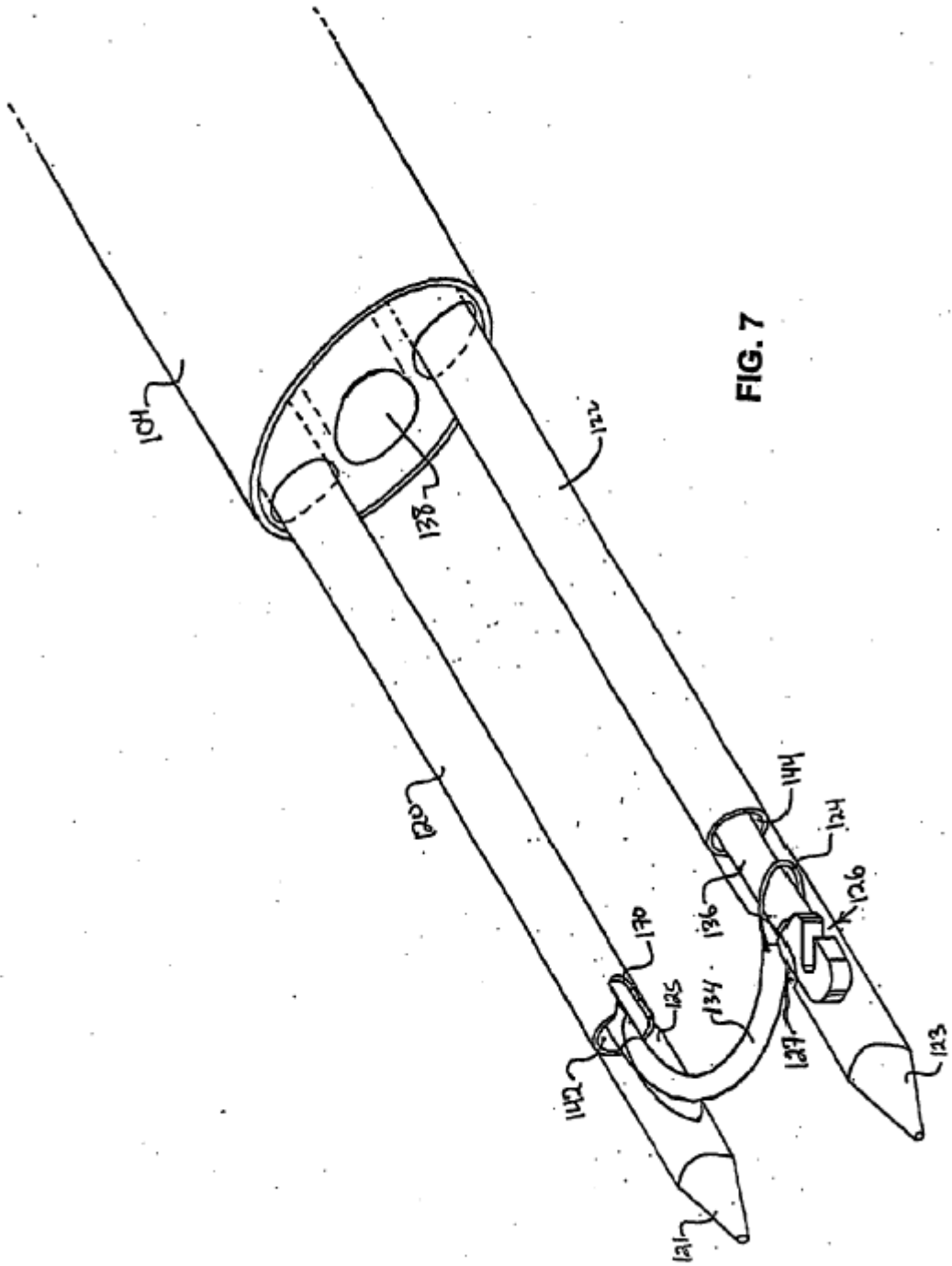


FIG. 7

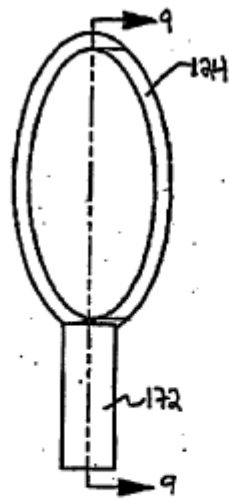


FIG. 10

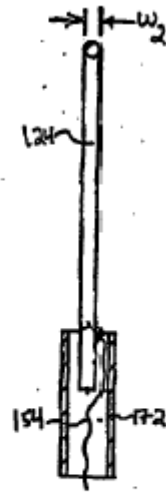


FIG. 9

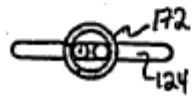


FIG. 8



FIG. 11

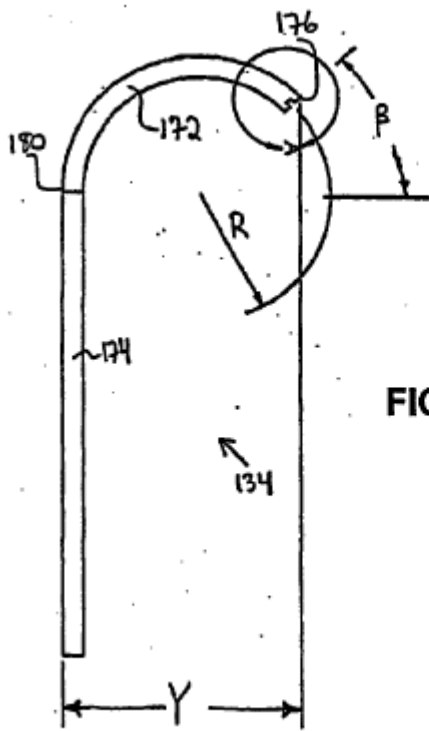


FIG. 13



FIG. 12

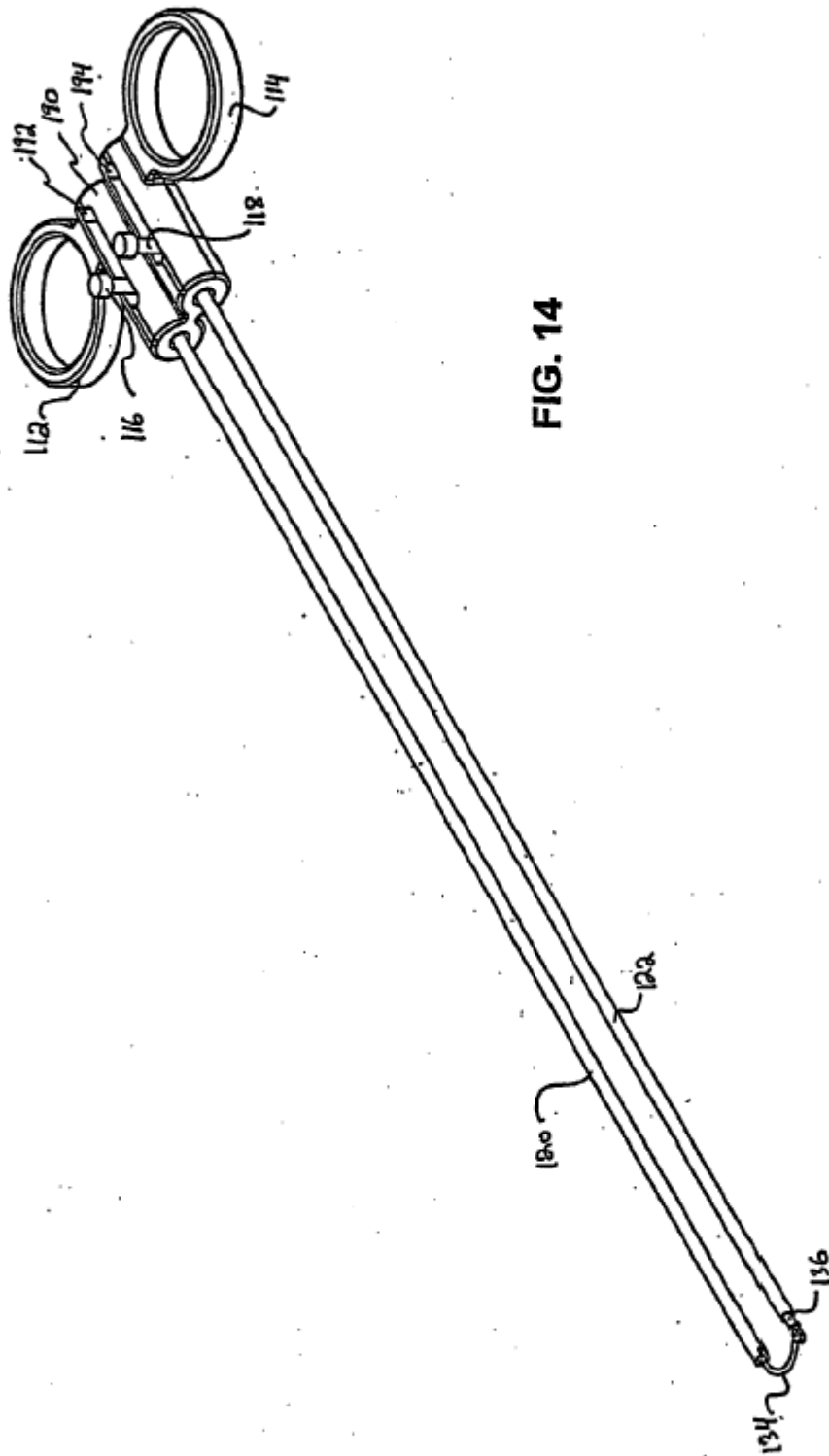


FIG. 14

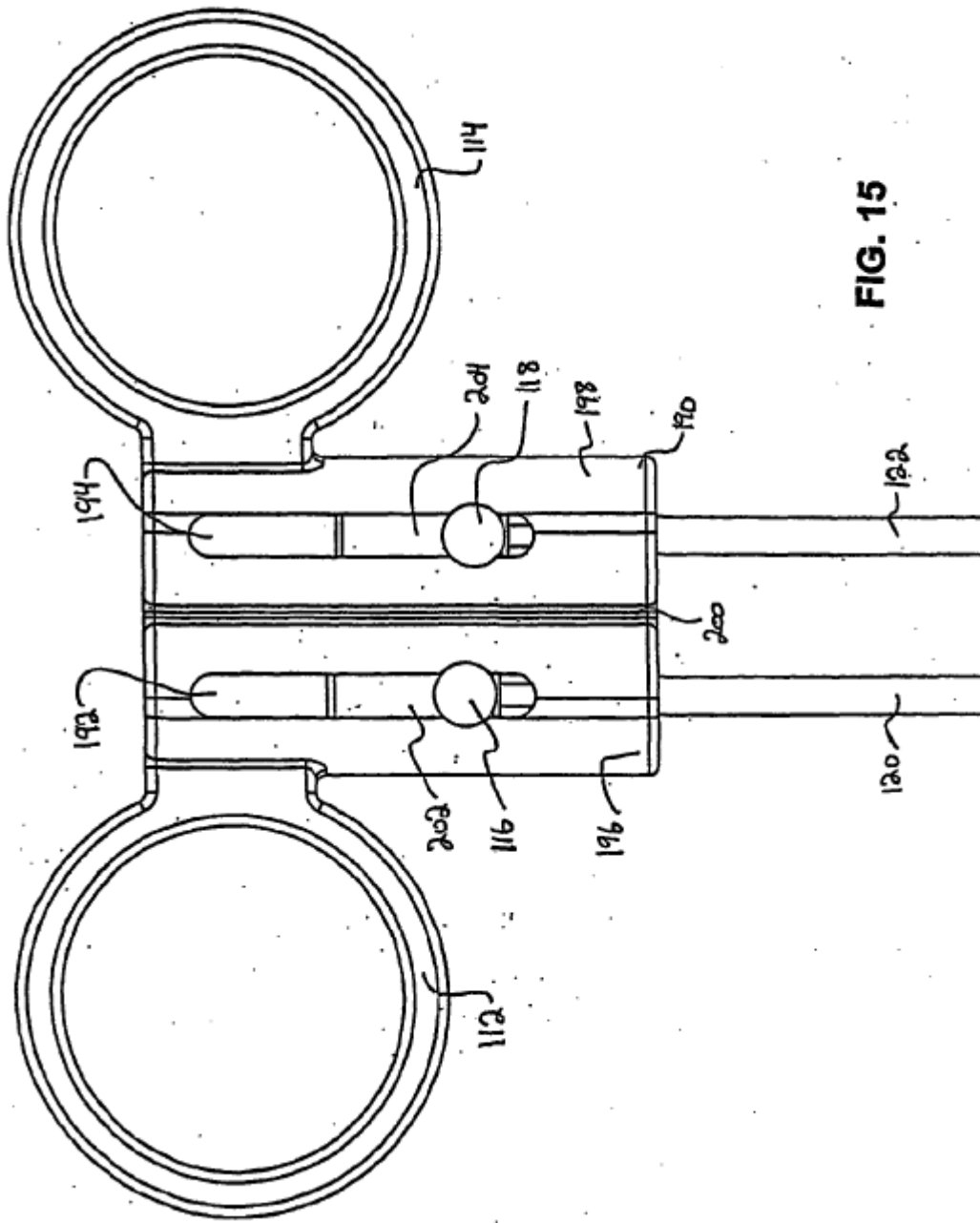


FIG. 15

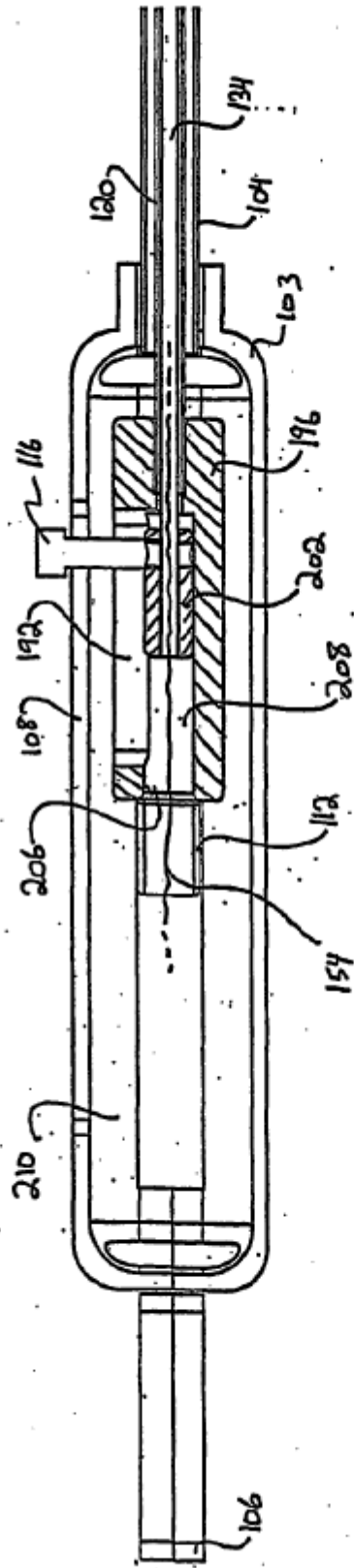


FIG. 16

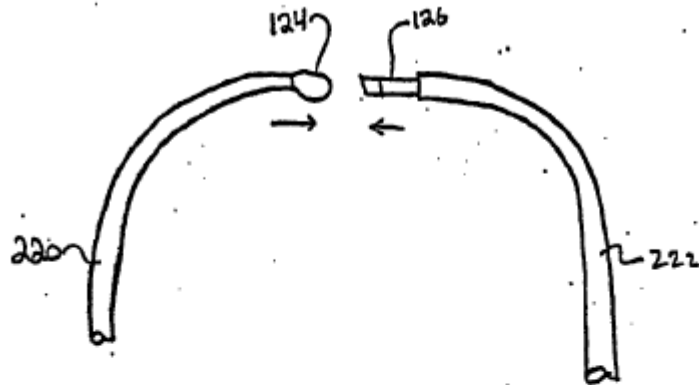


FIG. 17

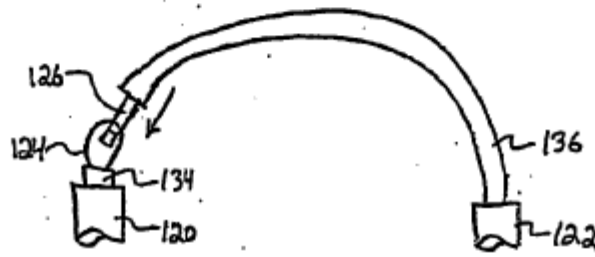


FIG. 18

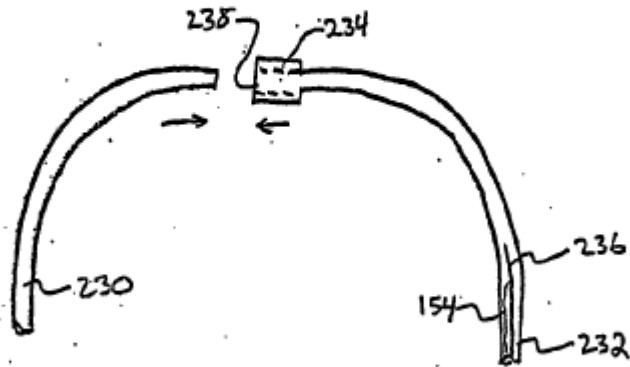


FIG. 19

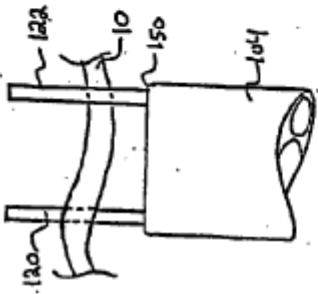


FIG. 21

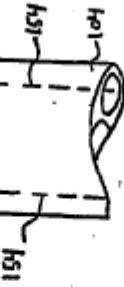


FIG. 24

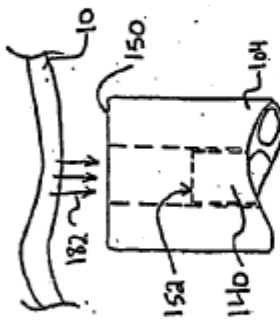


FIG. 20

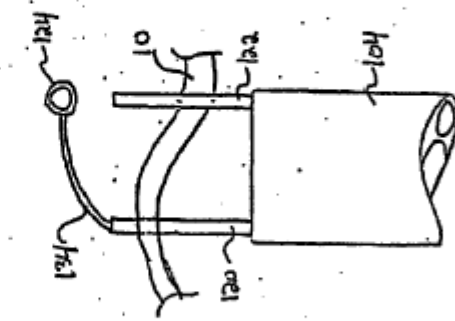


FIG. 22

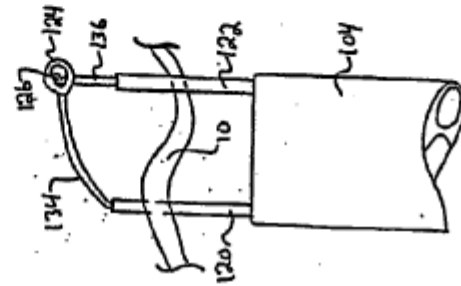


FIG. 23

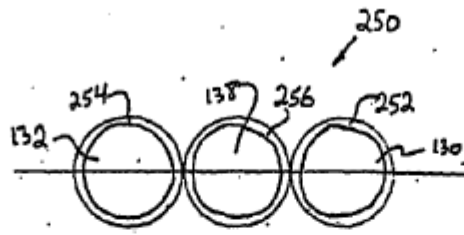


FIG. 25

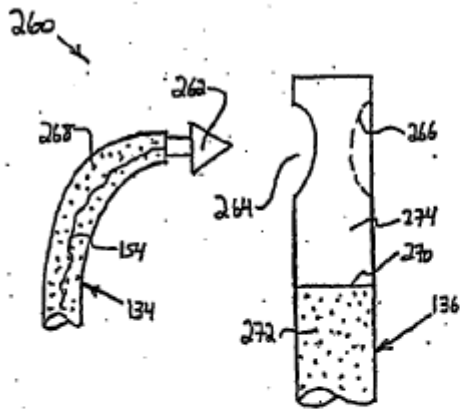


FIG. 26A

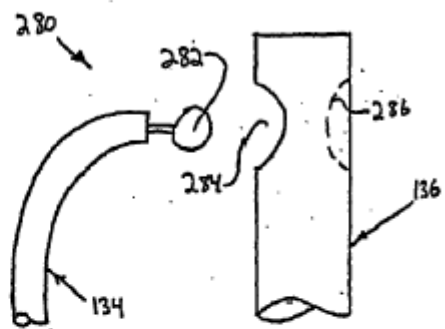
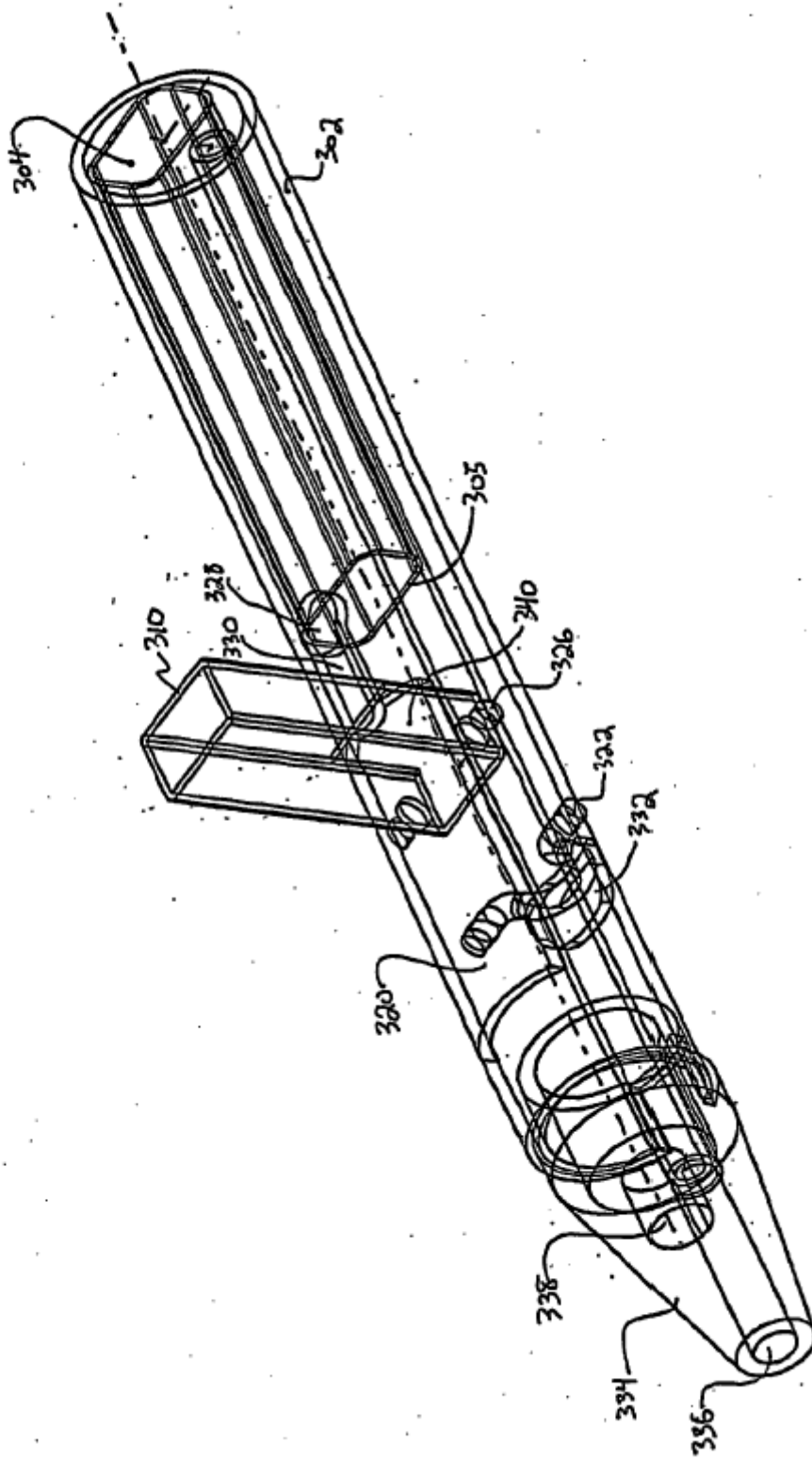


FIG. 26B





FIG. 28





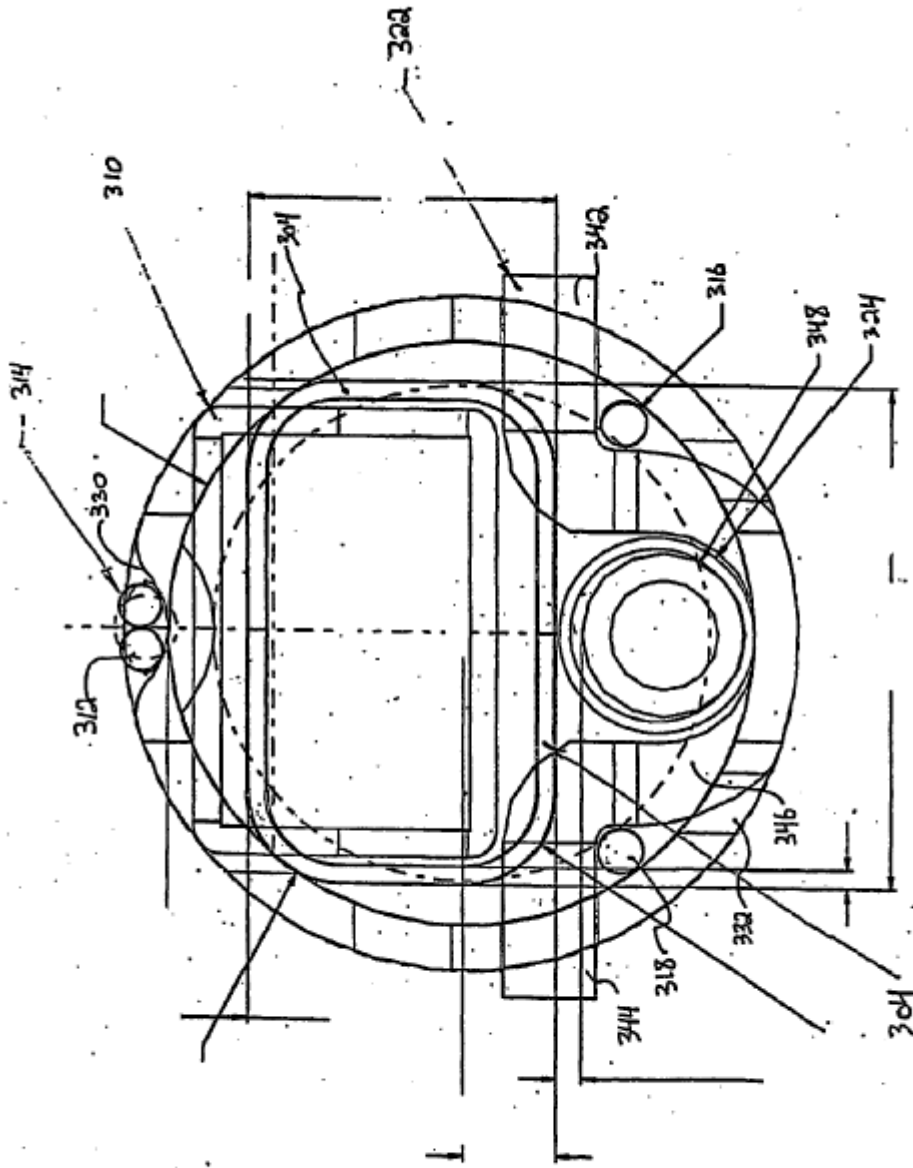
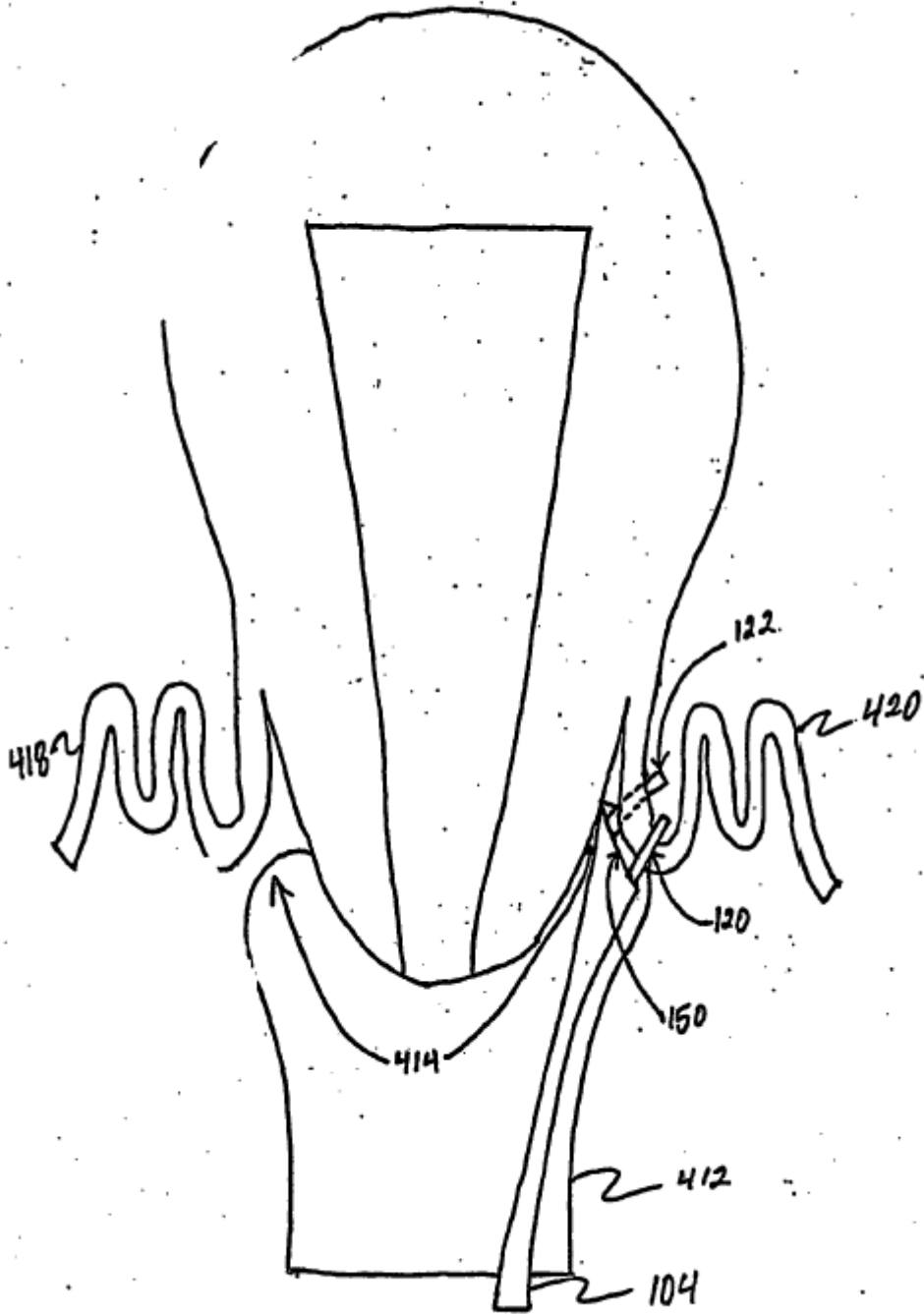


FIG. 30

FIG. 31



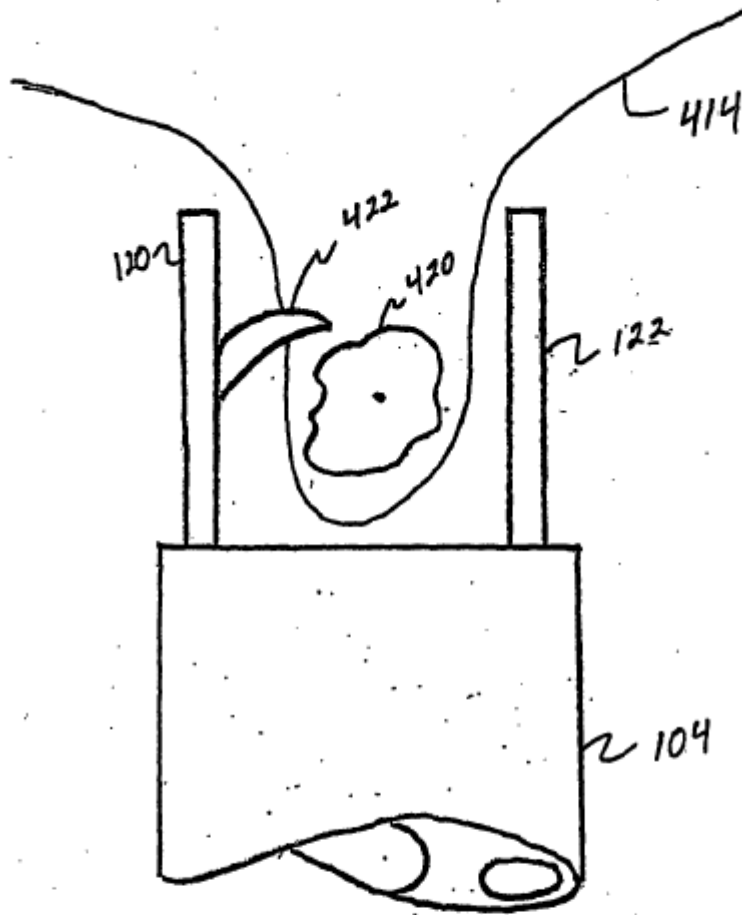


FIG 32

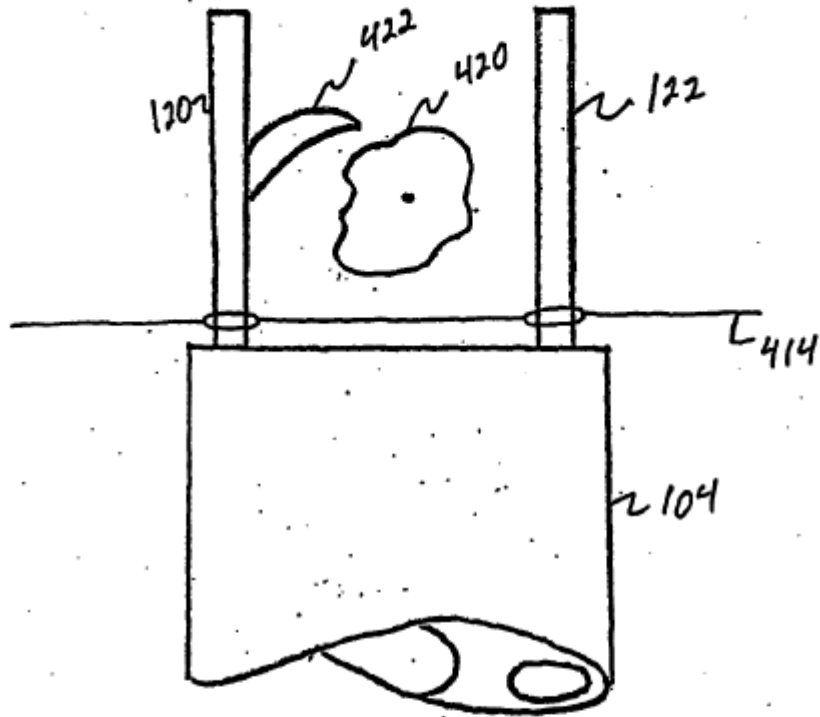


FIG 33

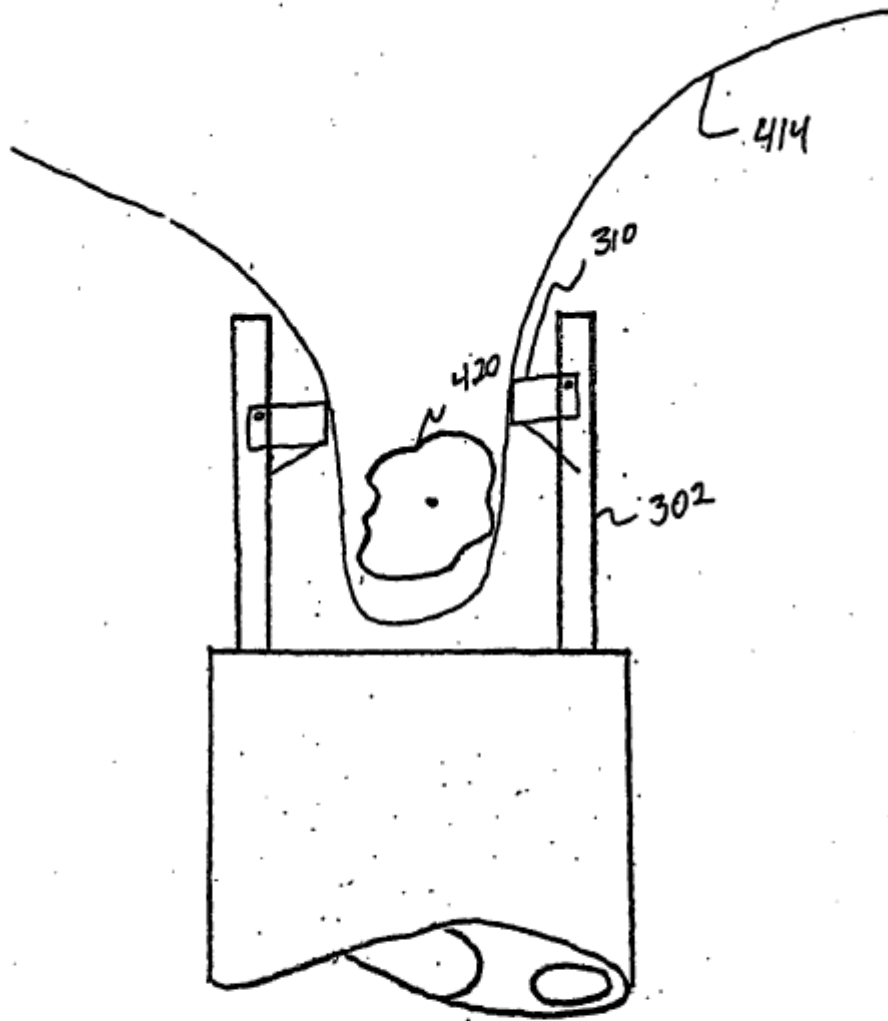


FIG 34