

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 619 803**

51 Int. Cl.:

A61B 17/00 (2006.01)

A61B 17/122 (2006.01)

A61B 17/128 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.10.2011 PCT/AU2011/001319**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2012 WO2012048387**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2011 E 11831861 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.12.2016 EP 2627260**

54 Título: **Dispositivos de pinzamiento quirúrgico y herramientas para su uso con los mismos**

30 Prioridad:

15.10.2010 AU 2010904622

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

27.06.2017

73 Titular/es:

**SURGICLAMP PTY LTD (100.0%)
Level 1 346 Belmore Road
Balwyn East, Victoria 3103, AU**

72 Inventor/es:

**WHELAN, GEOFFREY PAUL y
KOUZANI, ABBAS**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 619 803 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

Dispositivos de pinzamiento quirúrgico y herramientas para su uso con los mismos

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a dispositivos de pinzamiento quirúrgico y a aplicadores para su uso con los mismos. En particular, aunque no exclusivamente, la presente invención se refiere a dispositivos para la constricción y/u oclusión del flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos tales como venas, arterias y capilares en humanos y animales. La presente invención se refiere también a herramientas que se pueden usar con los dispositivos de pinzamiento quirúrgico.

Antecedentes de la invención

10 Durante muchos procedimientos quirúrgicos es necesario la constricción o la oclusión temporal del flujo sanguíneo en los vasos sanguíneos tales como venas y arterias. Este se consigue habitualmente con una pinza quirúrgica que comprende un par de elementos de pinzamiento alargados. Un elemento de pinzamiento se posiciona a cada lado de la vena o arteria, o a cada lado del tejido corporal que comprende la vena o arteria, y los elementos de pinzamiento se aproximan el uno hacia el otro para sujetar la vena, arteria o tejido corporal entre ellos. La aproximación se consigue normalmente mediante un muelle, un mecanismo de cremallera o de forma manual, dependiendo del tipo de dispositivo de pinzamiento y de la localización de la vena, arteria o tejido corporal que se está pinzando.

15 Las pinzas para vasos sanguíneos, por ejemplo, son comercializadas por los fabricantes en un rango de tamaños adecuados para pinzar vasos sanguíneos que varían desde aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 12,0 mm. Algunas pinzas tienen una tracción de pinzamiento predeterminada para cada tamaño de pinza respectivo, mientras que otras pinzas más grandes se operan manualmente usando un sistema de cierre en cremallera lo que requiere que el operador estime el nivel de fuerza apropiado necesario para ocluir el flujo sanguíneo en el vaso sanguíneo. Las pinzas de menor tamaño comprenden elementos de pinzamiento más cortos y muelles menores, las cuales ejercen una fuerza de pinzamiento menor en un esfuerzo por evitar dañar los respectivos vasos sanguíneos. 20 A la inversa, las pinzas de mayor tamaño comprenden elementos de pinzamiento más largos y muelles más fuertes, las cuales ejercen una fuerza de pinzamiento mayor para la constricción u oclusión del flujo sanguíneo en vasos sanguíneos mayores. Tales pinzas pueden ser pinzas simples o un par de pinzas ensambladas a una varilla o alfiler y separadas entre sí para pinzar dos localizaciones diferentes de una única arteria.

25 Para otros tipos de cirugía, se proporciona el par de elementos de pinzamiento alargados al final de un par de mangos alargados, tal como con un fórceps, de modo que se puede conseguir más fácilmente el pinzamiento dentro de una cavidad corporal. En este ejemplo, los elementos de pinzamiento son retenidos normalmente en una de una pluralidad de posiciones de separación predeterminadas mediante un mecanismo de cremallera liberable.

30 Una desventaja con los dispositivos de pinzamiento de la técnica anterior mencionados anteriormente es que la fuerza ejercida sobre la vena, arteria o tejido por los elementos de pinzamiento puede variar bastante significativamente. Esta dependerá del tamaño y el tipo de pinza usada, el tamaño y el tipo del muelle u otro medio de aproximación empleado, el tipo de vena o arteria que se está pinzando y la cantidad y el tipo de tejido que rodea a la vena o arteria. Por ejemplo, el músculo tiene una resistencia a la tracción elevada, mientras que la grasa tiene una resistencia a la tracción baja. Si la fuerza es demasiado baja, no se conseguirá el nivel deseado de constricción u oclusión del flujo sanguíneo y si la fuerza es demasiado elevada, la vena o arteria podría ser dañada llevando a complicaciones potencialmente mortales. Ejemplos de tales complicaciones incluyen la trombosis, que es causada como resultado del daño al vaso sanguíneo en el punto de pinzamiento, y ataques al corazón o apoplejías causados por el desprendimiento de material de placa en el sitio de pinzamiento.

35 Con frecuencia, la presión ejercida por los elementos de pinzamiento no es uniforme a lo largo de su longitud, lo que da como resultado un gradiente de presión. Muchas pinzas aplican una presión mayor en la localización aproximada del vaso sanguíneo que se está pinzando aplicando menos presión en la localización distal del vaso sanguíneo, lo que provoca un daño en el vaso sanguíneo como resultado de la presión no uniforme que se está aplicando al vaso sanguíneo.

40 Otra desventaja de las pinzas quirúrgicas convencionales y, en particular, de las que se operan manualmente que están disponibles en un rango de tamaños y formas, es su coste. Por ejemplo, un lote de 10 pinzas quirúrgicas de un único tamaño y forma pueden costar aproximadamente 500 \$. Un tamaño único de pinza puede ser solamente adecuado para un tipo específico de cirugía y tales pinzas son frecuentemente pinzas de un solo uso desechables. Por tanto, los centros sanitarios experimentan gastos significativos en la provisión y el mantenimiento de un número suficiente de pinzas en los rangos de tamaños requeridos. Asimismo, un tamaño particular de pinza puede ser 45 adecuado para ejercer un nivel apropiado de fuerza sobre una arteria particular en un paciente, aunque este puede ser excesivo o insuficiente para la misma arteria en el mismo procedimiento en un paciente diferente, por ejemplo, debido a niveles variables de acumulación de placa entre pacientes.

50 Los dispositivos de pinzamiento quirúrgico metálicos se pueden esterilizar y reutilizar, lo que hasta cierto punto

5 aborda el problema del coste asociado a la sustitución de dispositivos de pinzamiento de un solo uso. Sin embargo, los dispositivos de pinzamiento quirúrgico metálicos reutilizables normalmente tienen un coste inicial mayor. Igualmente, al menos algunos de los dispositivos de pinzamiento quirúrgico metálicos experimentan una fatiga del metal que, tras un uso repetido, puede originar grietas en el metal que pueden causar una infección. Las pinzas quirúrgicas metálicas, además, tienden a perder tracción de pinzamiento debido al uso repetido.

10 Se han efectuado diversos intentos para resolver al menos alguno de estos problemas. Por ejemplo, la patente europea EP 1 562 492 divulga un aparato para la detección y la oclusión del flujo sanguíneo que comprende un par de elementos de pinzamiento alargados para pinzar el tejido que comprende una arteria. El aparato es similar a un par de fórceps y comprende un mecanismo de cremallera liberable para mantener la presión entre los elementos de pinzamiento. Uno de los elementos de pinzamiento comprende un sensor de detección del flujo sanguíneo para facilitar la localización o el control de la arteria que se va a ocluir. El sensor puede detectar la reducción o la supresión del flujo sanguíneo y el mecanismo de cremallera liberable se puede ajustar para modificar el flujo sanguíneo.

15 El aparato del documento EP 1 562 492 es particularmente adecuado para ocluir el flujo sanguíneo en arterias uterinas. Sin embargo, el flujo sanguíneo todavía depende y es controlado por el ajuste manual del mecanismo de cremallera liberable por parte de la enfermera o el cirujano, lo que aún requiere, por tanto, la habilidad y cuidado necesarios para aplicar la presión correcta para el procedimiento particular, la región particular del cuerpo y el paciente particular. Además, el sensor que detecta el flujo sanguíneo se acopla a un dispositivo de control del sensor mediante un cable desmontable externo a los brazos alargados del dispositivo. El cable externo puede interferir potencialmente con el procedimiento y puede presentar un riesgo de enganche con respecto a otros aparatos o elementos que sobresalen en el quirófano. Por consiguiente, el cable externo se considera una característica no deseable. Aunque los brazos alargados facilitan el acceso a las cavidades corporales, los brazos alargados hacen que el aparato de pinzamiento del documento EP 1 562 492 no se pueda usar en muchos procedimientos en los cuales se requiere el pinzamiento en cavidades limitadas.

25 Otros dispositivos de pinzamiento u oclusión son conocidos a partir de los documentos siguientes: US 2005/0113634, US 2005/0113852, WO 2009/048367, US 6582451, US 6656205, US 4120302 y US 5697942. No obstante, al menos alguno de los dispositivos de pinzamiento u oclusión de estos documentos muestran uno o más de los problemas mencionados.

30 La referencia a cualquier técnica anterior en la presente memoria descriptiva no se considera, ni se debe considerar, un reconocimiento o cualquier forma de sugerencia de que la técnica anterior forma parte del conocimiento general común. El documento EP1878390, que se considera el documento de la técnica anterior más próximo a la presente invención, divulga un dispositivo de pinzamiento quirúrgico y un aplicador de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Objeto de la invención

35 Un objeto preferente de la invención es proporcionar un dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado que aborde o mejore uno o más de los problemas de la técnica anterior mencionados previamente, o que proporcione una alternativa comercial útil.

Sumario de la invención

40 De modo general, la presente invención se refiere a dispositivos de pinzamiento quirúrgico en los que se puede conseguir una fuerza de pinzamiento predeterminada y/o en los que se puede minimizar o al menos reducir la posibilidad de dañar el vaso sanguíneo que se está pinzando en comparación con la técnica anterior. De modo general, la presente invención se refiere también a aplicadores para su uso con los dispositivos de pinzamiento quirúrgico.

45 La presente invención reside en un dispositivo de pinzamiento quirúrgico y un aplicador tal como se definen en la reivindicación 1.

Preferentemente, los elementos de pinzamiento alargados están fabricados en un material flexible que permite que la forma de los elementos de pinzamiento alargados se adapte al vaso sanguíneo que se va a pinzar.

De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados están formados integralmente con el cuerpo.

De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados se pueden desmontar del cuerpo.

50 De acuerdo con otro aspecto, la presente divulgación se refiere a un dispositivo de pinzamiento quirúrgico que comprende:

un cuerpo; y

un par de elementos de pinzamiento alargados que se extienden desde el cuerpo en el que se puede ajustar un ángulo de los elementos de pinzamiento alargados con respecto al cuerpo.

De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados se pueden ajustar con respecto al cuerpo en un plano vertical.

De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados se pueden ajustar con respecto al cuerpo en un plano horizontal.

- 5 De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados pueden ocupar uno de una pluralidad de ángulos predeterminados con respecto al cuerpo.

De modo alternativo, los elementos de pinzamiento alargados pueden ocupar cualquier posición dentro de un intervalo predeterminado de ángulos.

- 10 El cuerpo puede comprender un mecanismo de cremallera o un mecanismo de engranajes para asegurar los elementos de pinzamiento alargados a los ángulos predeterminados.

En los aspectos mencionados anteriormente, se puede seleccionar una longitud de los elementos de pinzamiento alargados de una pluralidad de longitudes predeterminadas.

De acuerdo con un aspecto adicional, la presente divulgación se refiere a un dispositivo de pinzamiento quirúrgico que comprende:

- 15 un cuerpo;
un par de elementos de pinzamiento alargados que se extienden desde el cuerpo; y
un controlador alojado dentro del cuerpo y acoplado a los elementos de pinzamiento alargados para controlar la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados sobre un vaso sanguíneo pinzado entre ellos.

- 20 Preferentemente, el cuerpo comprende al menos un accionador acoplado al controlador en el que el accionamiento de al menos un accionador hace que el controlador aumente o disminuya la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados.

De forma adecuada, el cuerpo comprende un primer par de accionadores opuestos acoplados al controlador en el que el accionamiento del primer par de accionadores opuestos hace que el controlador aumente la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados.

- 25 De forma adecuada, el cuerpo comprende un segundo par de accionadores opuestos acoplados al controlador en el que el accionamiento del segundo par de accionadores opuestos hace que el controlador disminuya la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados.

- 30 De forma adecuada, el primer par de accionadores opuestos son perpendiculares al segundo par de accionadores opuestos. De forma adecuada, el primero y el segundo par de accionadores opuestos se operan mediante el índice y el pulgar de un usuario.

Preferentemente, el controlador ajusta una posición de uno o de los dos elementos de pinzamiento alargados de modo que se ejerza una presión sobre el vaso sanguíneo pinzado entre ellos suficiente para la constricción u oclusión del flujo sanguíneo, según sea necesario.

De forma adecuada, el controlador se implementa mediante un sistema micro-electro-mecánico (MEMS).

- 35 De forma adecuada, los elementos de pinzamiento alargados se pueden desmontar del cuerpo. Los elementos de pinzamiento alargados y/o el cuerpo pueden ser desechables para un solo uso o pueden ser reutilizables.

De forma adecuada, se ensambla al menos un sensor del flujo sanguíneo a uno de los elementos de pinzamiento alargados para detectar el flujo sanguíneo en el vaso sanguíneo pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados.

- 40 Preferentemente, los elementos de pinzamiento alargados a cada lado del vaso sanguíneo están bloqueados en su posición una vez que al menos un sensor del flujo sanguíneo detecta que el flujo sanguíneo se ha ocluido o constreñido hasta el grado deseado.

De forma adecuada, el al menos un sensor del flujo sanguíneo se implementa usando la tecnología Coriolis.

- 45 De forma adecuada, el al menos un sensor del flujo sanguíneo está acoplado a un dispositivo de salida para visualizar una indicación del flujo sanguíneo mediante una conexión inalámbrica o por cable.

De forma adecuada, el al menos un sensor del flujo sanguíneo detecta el calibre del vaso sanguíneo pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados.

- 50 De forma adecuada, el al menos un sensor está ensamblado a al menos uno de los elementos de pinzamiento alargados para detectar una masa del vaso sanguíneo pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados, en el que el controlador ajusta una presión aplicada por los elementos de pinzamiento alargados de acuerdo con la masa

detectada.

Uno o más de los elementos de pinzamiento alargados de una o más de las realizaciones mencionadas anteriormente pueden comprender un recubrimiento antideslizante para evitar que el vaso sanguíneo resbale de una superficie de pinzamiento de los elementos de pinzamiento alargados.

- 5 Uno o más de los elementos de pinzamiento alargados de una o más de las realizaciones mencionadas anteriormente pueden comprender un canal para recibir el vaso sanguíneo. Uno de los elementos de pinzamiento alargados puede comprender una proyección alineada con el canal en el otro elemento de pinzamiento alargado para pinzar de forma segura el vaso sanguíneo en posición.

10 De acuerdo con otro aspecto, la presente divulgación se refiere a un aplicador para su uso con el dispositivo de pinzamiento quirúrgico, comprendiendo el aplicador:

- 15 un cuerpo que aloja al menos un dispositivo de entrada, al menos un dispositivo de salida y un microcontrolador acoplado a los dispositivos de entrada y salida;
un brazo conectado al cuerpo en el extremo proximal; y
una cabeza en el extremo distal del brazo para la conexión al dispositivo de pinzamiento quirúrgico, la cabeza en comunicación con el microcontrolador.

De forma adecuada, el brazo comprende un elemento de manguito cilíndrico conectado al cuerpo y un elemento de elongación alojado dentro del elemento de manguito cilíndrico.

Un accionador lineal puede controlar la extensión y la retracción del elemento de elongación con respecto al elemento de manguito cilíndrico.

- 20 La cabeza puede comprender una estructura que soporta un elemento de bola que puede girar y bascular con respecto a la estructura, comprendiendo el elemento de bola una interfaz para acoplar el dispositivo de pinzamiento quirúrgico a la cabeza.

De forma adecuada, el brazo del aplicador es flexible.

25 De acuerdo con otro aspecto, la presente divulgación se refiere a un aplicador para su uso con el dispositivo de pinzamiento quirúrgico, comprendiendo el aplicador:

- 30 un cuerpo que aloja al menos un dispositivo de entrada, al menos un dispositivo de salida, un micromotor y un microcontrolador acoplado a los dispositivos de entrada y salida y al micromotor;
un mecanismo de accionamiento acoplado al micromotor;
un brazo conectado al cuerpo en el extremo proximal; y
una varilla de conexión alojada dentro del brazo, un extremo proximal de la varilla de conexión acoplado al mecanismo de accionamiento y un extremo distal que se puede conectar al dispositivo de pinzamiento quirúrgico.

Preferentemente, la varilla de conexión se puede girar bidireccionalmente en sentido horario y antihorario y se puede extender y retraer.

- 35 De forma adecuada, el extremo distal del brazo comprende uno o más electrodos para la conexión con los electrodos respectivos del dispositivo de pinzamiento quirúrgico y/o un rebaje para recibir una guía de ensamblaje del dispositivo de pinzamiento quirúrgico.

Los aplicadores comprenden preferentemente un sistema electromagnético controlado por el microcontrolador para controlar la conexión y desconexión del dispositivo de pinzamiento quirúrgico y el aplicador.

40 Serán evidentes aspectos y características adicionales de la presente invención a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de las figuras

45 A fin de que la invención se pueda entender con facilidad y se pueda poner en práctica, se hará referencia ahora a las realizaciones preferentes de la presente invención con respecto a las figuras adjuntas, en las que los números de referencia iguales se refieren a elementos idénticos. Las figuras se proporcionan únicamente a título ilustrativo, en las que:

- La Fig. 1 es una vista lateral esquemática de un dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en una primera realización de la presente invención;
La Fig. 2 es una vista frontal esquemática de un cuerpo de un dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en una segunda realización de la presente invención;
50 La Fig. 3A es una vista en planta esquemática de un dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en una tercera realización que muestra elementos de pinzamiento flexibles en una primera disposición;
La Fig. 3B es una vista en planta esquemática del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 3A que

muestra los elementos de pinzamiento flexibles en una segunda disposición;
 La Fig. 3C es una vista en planta esquemática del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 3A que muestra los elementos de pinzamiento flexibles en una tercera disposición;
 La Fig. 3D es una vista en planta esquemática del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 3A que muestra los elementos de pinzamiento flexibles en una cuarta disposición;
 5 La Fig. 3E es una vista en planta esquemática del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 3A que muestra los elementos de pinzamiento flexibles en una quinta disposición;
 La Fig. 4A es una vista en planta esquemática de un dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en una cuarta realización que muestra los elementos de pinzamiento a diferentes ángulos en un plano horizontal;
 10 La Fig. 4B es una vista lateral esquemática del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 4A que muestra los elementos de pinzamiento a diferentes ángulos en un plano vertical;
 La Fig. 5A es una vista lateral esquemática de una realización adicional del dispositivo de pinzamiento quirúrgico que muestra los elementos de pinzamiento con un canal;
 La Fig. 5B es una vista lateral esquemática de una realización adicional del dispositivo de pinzamiento quirúrgico que muestra un elemento de pinzamiento con un canal y una porción inclinada;
 15 La Fig. 5C es una vista lateral esquemática de una realización adicional del dispositivo de pinzamiento quirúrgico que comprende un dispositivo de aumento, un dispositivo de salida y un rebaje de alineación;
 La Fig. 6A es una vista isométrica del dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en una realización de la presente invención;
 20 La Fig. 6B es una vista superior parcialmente cortada del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 6A que muestra los componentes internos del dispositivo;
 La Fig. 6C es una vista isométrica del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 6A que muestra los elementos alargados en una posición abierta;
 La Fig. 6D es una vista frontal del dispositivo de la Fig. 6A;
 25 La Fig. 6E es una vista isométrica ampliada de un elemento de ensamblaje del dispositivo para la conexión a un aplicador de pinzamiento quirúrgico;
 La Fig. 7 es una vista isométrica del dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en otra realización de la presente invención que muestra los elementos alargados en un posición totalmente cerrada;
 La Fig. 8 es una vista isométrica del dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en otra realización adicional de la presente invención;
 30 La Fig. 9A es una vista isométrica del dispositivo de pinzamiento quirúrgico para su uso en otra realización de la presente invención;
 La Fig. 9B es una vista superior del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 9A que muestra los componentes internos del dispositivo;
 35 La Fig. 9C es una vista frontal del dispositivo de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 9A que muestra un elemento de ensamblaje del dispositivo para la conexión a un aplicador de pinzamiento quirúrgico;
 La Fig. 10A es una vista isométrica de un aplicador de pinzamiento quirúrgico para su uso en otra realización de la presente invención que muestra un brazo del aplicador en una posición extendida;
 La Fig. 10B es una vista lateral del aplicador de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 10A que muestra un dispositivo de pinzamiento quirúrgico ensamblado en un ángulo en el plano vertical;
 40 La Fig. 10C es una vista superior parcialmente cortada del aplicador de pinzamiento quirúrgico de la Fig. 10A que muestra un dispositivo de pinzamiento quirúrgico ensamblado en un ángulo en el plano vertical;
 La Fig. 10D es una vista isométrica ampliada de la región A de la Fig. 5A que muestra un conjunto de la cabeza del aplicador para la conexión a, y el posicionamiento de, un dispositivo de pinzamiento quirúrgico;
 45 La Fig. 10E es una vista isométrica de un elemento de ensamblaje del conjunto de la cabeza del aplicador mostrado en la Fig. 10D;
 La Fig. 10F es una vista isométrica del elemento de ensamblaje mostrado en la Fig. 10E acoplado al elemento de ensamblaje para el dispositivo de pinzamiento quirúrgico mostrado en la Fig. 6E;
 La Fig. 10G es una vista lateral de la disposición mostrada en la Fig. 10F;
 50 La Fig. 11 es una vista lateral de un aplicador de pinzamiento quirúrgico que comprende un brazo flexible para configuraciones variadas;
 La Fig. 12A es una vista isométrica de un dispositivo de micropinzamiento quirúrgico para su uso en otra realización de la presente invención;
 La Fig. 12B es una vista isométrica del dispositivo de la Fig. 12A que muestra los elementos alargados en una posición abierta;
 55 La Fig. 12C es una vista superior esquemática del dispositivo de la Fig. 12A que muestra los componentes internos del dispositivo;
 La Fig. 12D es una vista frontal del dispositivo de la Fig. 12A que muestra un elemento de ensamblaje del dispositivo para la conexión a un aplicador de micropinzamiento quirúrgico;
 60 La Fig. 13A es una vista isométrica de un aplicador de micropinzamiento quirúrgico para su uso en una realización adicional de la presente invención;
 La Fig. 13B es una vista isométrica ampliada de un elemento de manguito cilíndrico del aplicador de la Fig. 13A para la conexión a un dispositivo de micropinzamiento quirúrgico;
 La Fig. 13C muestra el elemento de manguito cilíndrico de la Fig. 13B con una varilla de conexión del aplicador en una posición extendida;
 65 La Fig. 13D es una vista superior parcialmente cortada del aplicador de la Fig. 13A; y

La Fig. 13E es una vista isométrica del aplicador de la Fig. 13A que muestra un dispositivo de micropinzamiento quirúrgico ensamblado al mismo.

Los expertos en la materia apreciarán que los elementos de las figuras se ilustran por su simplicidad y claridad y no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones relativas de algunos de los elementos en las figuras pueden estar distorsionadas para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

Con referencia a la Fig. 1, un dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 que forma parte de una realización de la presente invención comprende un cuerpo 12 y un par de elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que se extienden desde el cuerpo para pinzar un vaso sanguíneo 18, tal como una arteria, vena o capilar. Esta realización comprende también un controlador 20 alojado en el cuerpo y acoplado a los elementos de pinzamiento alargados para controlar la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 sobre un vaso sanguíneo 18 pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados.

De acuerdo con algunas realizaciones, el cuerpo 12 comprende al menos un accionador 22 acoplado al controlador 20 en el que el accionamiento de al menos un accionador 22 hace que el controlador 20 aumente o disminuya la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16.

En la realización mostrada en la Fig. 1, se proporcionan dos accionadores 22, 24. El cuerpo 12 comprende un primer accionador 22 acoplado al controlador 20 en el que el accionamiento del primer accionador 22 por un usuario hace que el controlador aumente la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 provocando que disminuya la separación entre los elementos de pinzamiento alargados. El cuerpo 12 comprende un segundo accionador 24 acoplado al controlador 20 en el que el accionamiento del segundo accionador 24 hace que el controlador disminuya la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 aumentando la separación entre los elementos de pinzamiento alargados. La variación de la separación entre los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se puede conseguir moviendo uno o ambos elementos de pinzamiento alargados. En esta realización, se proporciona un primer accionador 22 sobre, o ensamblado con, una primera pared 26 del cuerpo 12, y se proporciona un segundo accionador 24 sobre, o ensamblado con, una segunda pared 28 del cuerpo. Sin embargo, se prevén otras configuraciones del primer y segundo accionadores 22, 24 dependiendo del tamaño y forma del cuerpo 12 y del procedimiento o procedimientos particulares para los cuales está concebido el dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10.

De acuerdo con algunas realizaciones, el controlador 20 y los componentes para efectuar el movimiento de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se implementan mediante un sistema micro-electro-mecánico (MEMS), tal como se describirá con más detalle en el presente documento. Por ejemplo, el movimiento de los elementos de pinzamiento alargados se puede efectuar mediante un sistema de cremallera o de engranajes a microescala controlado mediante un microchip dentro del cuerpo 12 o externamente al cuerpo mediante una conexión inalámbrica o por cable. El microchip se preprograma y se acopla para que esté en comunicación con los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, el controlador 20, los accionadores 22, 24, el sensor del flujo sanguíneo 30, y uno o más de otros sensores, el dispositivo de salida 32, el dispositivo de monitorización del paciente limitador y externo, tal como se describe en el presente documento. Se entenderá que el cuerpo 12 puede comprender también una fuente de energía adecuada para proporcionar energía a los componentes del mismo.

El dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 comprende adicionalmente al menos un sensor del flujo sanguíneo 30 ensamblado a, o integrado con, uno de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 a fin de detectar el flujo sanguíneo en el vaso sanguíneo 18 pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados. El sensor del flujo sanguíneo 30 se puede implementar mediante ambos elementos de pinzamiento alargados 14, 16, tal como se ilustra en la Fig. 1. El sensor del flujo sanguíneo 30 puede estar acoplado a un dispositivo de salida 32, tal como una pantalla LCD o una pantalla de siete segmentos ensamblada al cuerpo 12, o dentro del mismo, para visualizar una indicación del flujo sanguíneo. El sensor del flujo sanguíneo 30 se puede acoplar al dispositivo de salida 32 mediante una conexión por cable a través del controlador 20/MEMS. De modo alternativo, el sensor del flujo sanguíneo 30 se puede acoplar al dispositivo de salida 32 mediante una conexión inalámbrica. En algunas realizaciones, el dispositivo de salida 32 no se proporciona en el cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10. En tales realizaciones, se puede usar el dispositivo de salida de un dispositivo convencional de monitorización del paciente, comunicando los datos del flujo sanguíneo al dispositivo convencional de monitorización del paciente mediante una conexión inalámbrica.

El sensor del flujo sanguíneo 30 se puede seleccionar entre sensores que consisten en sensores de presión, sensores magnéticos, sensores eléctricos, sensores ópticos, sensores nucleares, sensores de tensión, sensores de esfuerzo, sensores acústicos, sensores de ultrasonidos, tal como un sensor Doppler por ultrasonidos, sensores de radiación electromagnética, sensores químicos, sensores térmicos, sensores de microflujo de tipo Coriolis y combinaciones de los mismos.

Aunque el sensor del flujo sanguíneo 30 está indicado generalmente en la Fig. 1 como proporcionado

sustancialmente a lo largo de la longitud completa de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, el posicionamiento del sensor del flujo sanguíneo 30 sobre los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 y la proporción de la longitud de los elementos de pinzamiento alargados a lo largo de la cual se proporciona el sensor del flujo sanguíneo 30 dependerán del tipo o tipos de sensor del flujo sanguíneo empleados.

5 De acuerdo con algunas realizaciones, el al menos un sensor del flujo sanguíneo 30 detecta un calibre del vaso sanguíneo 18 pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados. En otras palabras, se puede detectar la calidad o condición del vaso sanguíneo. El calibre de la misma vena o arteria puede variar ampliamente entre pacientes debido a una serie de factores. Por ejemplo, la enfermedad vascular arterioesclerótica (ASVD) o aterosclerosis causa el engrosamiento de las paredes arteriales como resultado de la acumulación de materiales de grasa. Se requiere una presión de pinzamiento diferente para las arterias afectadas por este trastorno en comparación con las arterias no afectadas. Por ejemplo, un sensor Doppler por ultrasonidos puede detectar el engrosamiento de las paredes arteriales y el controlador 20/MEMS puede tener en cuenta el engrosamiento detectado en la determinación de la presión que ha de ser ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16.

15 De acuerdo con algunas realizaciones, se ensambla al menos un sensor a al menos uno de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 para detectar una masa del vaso sanguíneo pinzado entre los elementos de pinzamiento alargados. La masa del mismo vaso sanguíneo en la misma localización puede variar entre pacientes dependiendo de una serie de factores, tales como la edad y la condición del paciente y de si se presenta cualquier trastorno, tal como la ASVD mencionada anteriormente. Así pues, la presión requerida para la oclusión del mismo vaso sanguíneo puede variar entre pacientes. Por tanto, el controlador 20 ajusta una presión aplicada a los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, de acuerdo con la masa detectada en el vaso sanguíneo.

20 Uno o más de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 puede comprender un recubrimiento o capa antideslizante 34 sobre al menos una parte del mismo para evitar que el vaso sanguíneo 18 resbale de la superficie de pinzamiento de los elementos de pinzamiento alargados. En la realización mostrada en la Fig. 1, se proporciona un recubrimiento o capa antideslizante 34 sobre ambos elementos de pinzamiento alargados 14, 16. El recubrimiento o capa antideslizante 34 puede ser también más blando que el resto de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 para ayudar a reducir o evitar un trauma en el vaso sanguíneo 18. De modo alternativo, una superficie o capa de almohadillado blanda se puede proporcionar sobre, o aplicar a, los elementos de pinzamiento alargados más duros 14, 16 y, si es necesario, la capa de almohadillado blanda puede tener un recubrimiento o capa antideslizante 34 adicional aplicado a la misma. Como alternativa adicional, se puede tratar una superficie de la capa de almohadillado blanda para hacerla antideslizante.

25 Con referencia a la Fig. 2, de acuerdo con una segunda realización, el cuerpo 12 comprende un primer par de accionadores opuestos 22 ensamblados al mismo y acoplados al controlador 20, en el que el accionamiento del primer par de accionadores opuestos, tal como se indica mediante flechas, hace que el controlador 20 aumente la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. El cuerpo 12 comprende también un segundo par de accionadores opuestos 24 ensamblados al mismo y acoplados al controlador 20, en el que el accionamiento del segundo par de accionadores opuestos, tal como se indica mediante flechas, hace que el controlador disminuya la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. Tal como se muestra en la Fig. 2, el primer par de accionadores opuestos 22 son esencialmente perpendiculares al segundo par de accionadores opuestos 24. El primero y el segundo par de accionadores opuestos 22, 24 se pueden operar de modo conveniente mediante el índice y el pulgar de un usuario, alternativamente para aumentar o disminuir la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados según se requiera.

30 El controlador 20 ajusta una posición de uno o de los dos elementos de pinzamiento alargados 14, 16 de modo que se ejerza una presión sobre el vaso sanguíneo 18 pinzado entre ellos suficiente para la constricción u oclusión del flujo sanguíneo, según sea necesario. El flujo sanguíneo actual puede ser indicado por el dispositivo de salida 32 tal como se ha descrito anteriormente de modo que el operador pueda aumentar o disminuir la presión mediante los accionadores 22, 24, según desee.

35 El controlador 20/MEMS incluye un limitador que evita que la presión ejercida por los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 supere un nivel que pueda provocar un trauma en el vaso sanguíneo 18 que se está pinzado. El límite del nivel de presión se puede determinar basándose en el flujo sanguíneo detectado y/o el calibre detectado y/o la masa detectada del vaso sanguíneo 18 tal como se ha descrito anteriormente. El limitador evita también que la separación de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 supere los límites físicos del dispositivo 10.

40 Con referencia a las Fig. 3A a 3B, de acuerdo con otras realizaciones del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10, la forma de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 es ajustable. Los elementos de pinzamiento alargados están fabricados en un material flexible que permite que la forma de los elementos de pinzamiento alargados se adapte al vaso sanguíneo 18 que se va a pinzar. La Fig. 3A muestra los elementos de pinzamiento alargados en una disposición lineal tal como se ha mostrado en las realizaciones anteriores. La Fig. 3B muestra los elementos de pinzamiento alargados curvados hacia la derecha a lo largo de esencialmente la longitud completa de los elementos de pinzamiento alargados. La Fig. 3C muestra los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 curvados hacia la derecha en los extremos de los mismos distales del cuerpo 12. La Fig. 3D muestra los

5 elementos de pinzamiento alargados 14, 16 curvados hacia la izquierda en los extremos de los mismos, pero en un ángulo diferente al mostrado en la Fig. 3C. La Fig. 3D muestra los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 doblados hacia la izquierda aproximadamente en un punto intermedio de los mismos, de modo que los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 están en un ángulo de aproximadamente 100°. Los elementos de pinzamiento
 10 alargados ajustables permiten que el dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 se adapte a un rango de diferentes vasos sanguíneos, a un rango de diferentes tamaños de vasos sanguíneos, a un rango de diferentes localizaciones en el cuerpo humano o del animal y que se pueda usar en un rango de diferentes procedimientos quirúrgicos. Por tanto, se puede evitar una única versión del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 o se puede reducir la necesidad de un amplio rango de diferentes dispositivos de pinzamiento que se dedican a un solo tipo/tamaño/localización del vaso sanguíneo o a uno o solamente un número limitado de procedimientos quirúrgicos.

15 Con referencia a las Fig. 4A y 4B, de acuerdo con otras realizaciones del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10, un ángulo de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que se extienden desde el cuerpo 12 es ajustable. Tal como se muestra en la vista en planta en la Fig. 4A, los elementos de pinzamiento alargados se pueden ajustar con respecto al cuerpo en un plano horizontal. De modo alternativo, tal como se muestra en la vista lateral en la Fig. 4B, los elementos de pinzamiento alargados se pueden ajustar con respecto al cuerpo en un plano vertical. En una realización alternativa adicional, los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se pueden ajustar con respecto al cuerpo 12 en un plano vertical y en un plano horizontal.

20 De acuerdo con algunas realizaciones, los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 pueden ocupar uno de una pluralidad de ángulos predeterminados con respecto al cuerpo 12. De acuerdo con otras realizaciones, los elementos de pinzamiento alargados pueden ocupar cualquier posición dentro de un intervalo predeterminado de ángulos. La fig. 4A muestra los elementos de pinzamiento alargados que ocupan tres posiciones diferentes en el mismo plano horizontal - una posición central, una posición a 30° a la izquierda de la posición central, y una posición a 30° a la derecha de la posición central. La Fig. 4B muestra los elementos de pinzamiento alargados que ocupan tres posiciones diferentes en el mismo plano vertical - una posición central, una posición a 30° por encima de la posición central, y una posición a 30° por debajo de la posición central. Se entenderá que se pueden conseguir muchos otros ángulos ya sean tales ángulos posiciones predeterminadas discretas o cualquier posición dentro de un intervalo predeterminado de ángulos. Por ejemplo, en algunas realizaciones los elementos de pinzamiento alargados pueden ser capaces de ocupar cualquier posición a 90° a cada lado de la posición central proporcionando un rango de 180° de posiciones. El cuerpo puede comprender un mecanismo de cremallera o un mecanismo de engranajes para asegurar los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 a los diferentes ángulos con respecto al cuerpo. De modo alternativo, se puede usar un mecanismo de bloqueo que asegure los elementos de pinzamiento alargados al ángulo deseado.

35 Con referencia a las Fig. 5A-5C, uno o más de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 de una o más de las realizaciones mencionadas anteriormente puede comprender un rebaje o canal 36 para recibir el vaso sanguíneo 18. El canal 36 en el elemento de pinzamiento 14 mostrado en la Fig. 5A retiene el vaso sanguíneo en posición e impide que se mueva el vaso sanguíneo a lo largo de la longitud de los elementos de pinzamiento alargados. De acuerdo con algunas realizaciones, el elemento de pinzamiento alargado que no comprende el rebaje o canal 36 puede ser lineal tal como se muestra en la Fig. 1 y se ha descrito anteriormente.

40 De acuerdo con otras realizaciones y tal como se muestra en la Fig. 5A, el elemento de pinzamiento 16 que no comprende un rebaje o canal 36 para recibir el vaso sanguíneo 18 puede comprender un rebaje o canal 38 alineado con el canal 36 en el otro elemento de pinzamiento 14 para pinzar de forma segura el vaso sanguíneo 18 en posición. El rebaje o canal 38 se curva en la misma dirección que el canal 36 y la parte inferior del canal 38 se pone en contacto con el vaso sanguíneo 18 en el canal 36 y aplica presión al mismo para constreñir u ocluir el flujo sanguíneo.

45 En otras realizaciones, el canal 38 se puede invertir de modo que los canales 36, 38 formen una apertura esencialmente circular que rodea al vaso sanguíneo 18 cuando los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se aproximan entre sí.

En algunas realizaciones, el canal 36 y/o el canal 38 comprenden el recubrimiento o capa antideslizante 34 descrito previamente.

50 De acuerdo con algunas realizaciones del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10, el elemento de pinzamiento alargado 14 comprende una proyección 40 a cada lado del canal 36. El elemento de pinzamiento alargado 16 comprende un rebaje 42 a cada lado del canal 38 con un tamaño y una forma para recibir una proyección respectiva 40 del elemento de pinzamiento alargado 14. Durante el cierre de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, el rebaje 42 recibe las proyecciones respectivas 40 dentro del mismo y una vez que están totalmente alojadas evita el cierre adicional de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. Por tanto, cada par de proyecciones y rebajes determina una separación mínima para los elementos de pinzamiento 14, 16. La extensión de las proyecciones 40 y la profundidad del rebaje 42 son tales que evitan un trauma en el vaso sanguíneo 18 que se está pinzado. El tamaño de las proyecciones 40 y los rebajes 42 puede variar entre diferentes realizaciones de acuerdo con la vena, arteria o capilar particular que se está pinzando y/o el procedimiento o procedimientos quirúrgicos particulares para los cuales está concebido el dispositivo de pinzamiento quirúrgico
 60

mejorado 10. Se prevé que las proyecciones 40 y los rebajes 42 se puedan proporcionar en otras posiciones a lo largo de la longitud de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 y no es necesario proporcionarlos adyacentes o dentro de los canales 36, 38 tal como se muestra en la Fig. 5A.

5 La Fig. 5B muestra una realización alternativa del elemento de pinzamiento alargado 14, que comprende el canal 36 para recibir el vaso sanguíneo 18. En esta realización, el elemento de pinzamiento alargado 14 comprende una porción inclinada 44 desde un extremo del elemento de pinzamiento 14 hasta el canal 36 para facilitar la localización del vaso sanguíneo 18 en el canal 36 deslizando el vaso sanguíneo 18 hacia arriba por la porción inclinada y hasta dentro del canal 36.

10 Realizaciones del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 pueden comprender una pared extendida 46 del canal para ayudar a retener el vaso sanguíneo 18 en el canal 36. La pared extendida 46 del canal contribuye a evitar que el vaso sanguíneo 18 se deslice fuera del canal 36 tras el movimiento del vaso sanguíneo 18 hacia arriba por la porción inclinada 44 y hasta dentro del canal 36.

15 La Fig. 5C muestra una realización adicional del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10, en el que el elemento de pinzamiento alargado 14 comprende la porción inclinada 44, el canal 36 y la pared extendida 46 del canal según se ha descrito con relación a la realización anterior mostrada en la Fig. 5B. En la realización mostrada en la Fig. 5C, el elemento de pinzamiento alargado 16 comprende una proyección 48 alineada con el canal 36 en el otro elemento de pinzamiento alargado 14 para pinzar de forma segura el vaso sanguíneo 18 en posición cuando la separación entre los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se reduce. El elemento de pinzamiento alargado 16 comprende también un rebaje 42 para recibir alineada la pared extendida 46 del canal. Esta disposición evita que los
20 elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se cierren con demasiada presión, evitando así un trauma en el vaso sanguíneo 18 que se está pinzado.

25 En la realización mostrada en la Fig. 5C, se puede proporcionar un dispositivo de aumento 50, tal como una lente, sobre el elemento de pinzamiento 16 por encima de la proyección 48 para ayudar a la localización de la vena o arteria 18 que se va a pinzar. Cuando se proporciona un dispositivo de aumento 50 sobre el elemento de pinzamiento 16, la proyección 48 es transparente. En algunas realizaciones, el dispositivo de aumento 50 se puede ensamblar al cuerpo 12.

30 En la realización mostrada en la Fig. 5C, el dispositivo de salida 32, tal como una pantalla LCD o una pantalla de siete segmentos, se puede ensamblar a, o alternativamente se puede integrar con, el elemento de pinzamiento alargado 16 para proporcionar una lectura del flujo sanguíneo en la vena o arteria 18 constreñida o para confirmar que ya no hay flujo sanguíneo cuando la vena o arteria 18 está ocluida.

35 Para algunas de las realizaciones mencionadas anteriormente, los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 están formados integralmente con el cuerpo 12 para simplificar la fabricación y minimizar los costes de producción. Sin embargo, para algunas realizaciones los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se fabrican por separado. Por ejemplo, en la realización mostrada en la Fig. 1, los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se pueden moldear a partir de materiales plásticos, mientras que el cuerpo 12 y los componentes internos del mismo, tal como el controlador y el microchip, se pueden fabricar usando técnicas MEMS bien conocidas en la técnica, tales como deposición, transferencia de patrones, grabado y micromaquinado.

40 Para algunas de las realizaciones anteriores, los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se pueden desmontar del cuerpo 12. En tales realizaciones, los elementos de pinzamiento alargados pueden ser desechables y, por tanto, se conciben para un solo uso, o pueden ser reutilizables. En al menos algunas realizaciones, el cuerpo 12 es reutilizable y se puede cerrar herméticamente lo suficiente de modo que el cuerpo se pueda esterilizar tras cada uso.

45 Por tanto, otro aspecto de la presente invención es un kit de pinzamiento quirúrgico que comprende un cuerpo reutilizable 12 y una pluralidad de elementos de pinzamiento alargados 14, 16 intercambiables. Los elementos de pinzamiento alargados requeridos para un procedimiento particular y/o para un paciente y/o vena/arteria particular se pueden seleccionar y acoplar al cuerpo 12. Los elementos de pinzamiento alargados se pueden proporcionar en pares y se pueden desechar tras un único uso. De modo alternativo, en realizaciones en las que solamente uno de los elementos de pinzamiento alargados se mueve, los elementos de pinzamiento alargados se pueden proporcionar individualmente y se pueden desechar tras un único uso. En estos ejemplos, uno de los elementos de pinzamiento alargados está acoplado permanentemente al cuerpo y se puede reutilizar junto con el cuerpo tras la esterilización.

50 En las realizaciones mencionadas anteriormente, se puede seleccionar una longitud de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 de una pluralidad de longitudes predeterminadas. La longitud predeterminada seleccionada puede depender de la vena/arteria que se va a pinzar y/o del procedimiento para el cual está concebido el dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10. De acuerdo con algunas realizaciones, se pueden proporcionar tres longitudes diferentes. No obstante, estas realizaciones de la presente invención no están limitadas a un número particular.
55

El dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 se puede fabricar en cualquier material o combinación de materiales adecuados para uso quirúrgico. Por ejemplo, cuando el cuerpo 12 y/o los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 están fabricados en materiales plásticos, se pueden usar polímeros biocompatibles tales como, si

bien no se limitan a los mismos, policarbonatos, poliésteres, poliamidas, homopolímero de polipropileno y copolímero de acetal. Cuando el cuerpo 12 y/o los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 están fabricados en metal, se puede usar acero inoxidable, aluminio, titanio, aleaciones de titanio, aleaciones de níquel o aleaciones con memoria de forma. Se pueden usar también cerámica, caucho, vidrio, fibra de carbono, materiales compuestos y/u otros materiales conocidos.

Detalles adicionales de las realizaciones y elementos de las realizaciones de la presente invención se describirán ahora con referencia a las Fig. 6A-13F.

Con referencia a la Fig. 6A, un dispositivo de pinzamiento quirúrgico inteligente 10 comprende un cuerpo 12 y un par de elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que se extienden desde el cuerpo para pinzar un vaso sanguíneo 18, tal como una arteria, vena o capilar, entre ellos. Los elementos de pinzamiento 14, 16 comprenden, o están acoplados a, un soporte 53 respectivo que se mueve a lo largo de pistas 55 para facilitar el movimiento de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. El cuerpo 12 puede comprender una o más aperturas 57 para permitir el movimiento de los soportes 53 y los elementos de pinzamiento 14, 16 al menos parcialmente fuera del cuerpo 12, tal como se muestra en la Fig. 6C. En esta realización, los elementos de pinzamiento 14, 16 tiene una forma ahusada y comprenden capas de almohadillado blandas 52 para ayudar a minimizar un trauma en el vaso sanguíneo.

El dispositivo de salida 32 en forma de pantalla de micro LED gráfica muestra mensajes del sistema, instrucciones de operación, datos del sensor, información de la batería, datos de diagnóstico, datos de autodiagnóstico, y otra información relevante para una interacción eficaz con el usuario. La pantalla de micro LED está conectada a un microordenador embebido como salida digital. La operación de la pantalla de micro LED se programa en el código implementado por ordenador ejecutado en el microordenador embebido.

El accionador 22 en forma de pulsador se ensambla sobre la primera pared lateral 26 del cuerpo 12 para recibir las órdenes del usuario que incluyen la apertura y el cierre de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 y la parada de emergencia de los elementos de pinzamiento 14, 16 durante la apertura y el cierre de los elementos de pinzamiento. El pulsador está conectado al microordenador embebido como entrada binaria. La función del pulsador se programa en el código implementado por ordenador ejecutado en el microordenador embebido. La Fig. 6A muestra los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 en una posición totalmente cerrada.

Con referencia a la Fig. 6B, el cuerpo 12, aloja todos los componentes internos del dispositivo 10 y soporta los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que comprenden capas de almohadillado blandas 52. El microordenador embebido 54 implica un microcontrolador de baja energía, una memoria a bordo y puertos de entrada/salida analógicos. El cuerpo 12 puede alojar también un zumbador y/o un altavoz 61 en forma de un microaltavoz para hacer sonar una alarma o indicador según se requiera durante el uso del dispositivo de pinzamiento 10. El microordenador 54 ejecuta el código del sistema implementado por ordenador en tiempo real y controla la operación del dispositivo de pinzamiento 10. El código del sistema implementado por ordenador puede incluir códigos para la adquisición de datos, monitorización, control, comunicación, registro secuencial de datos, autodiagnóstico, y módulos de interfaz de usuario. De acuerdo con una realización, se ensambla un circuito para el microordenador 54 sobre dos tarjetas multicapa de circuito impreso pequeñas 56 ensambladas con el cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento 10.

Se sitúa un micromotor 58 esencialmente en el centro dentro del cuerpo 12, que se acopla a, y recibe energía de, una fuente de energía en forma de batería 60. Una micro-caja de engranajes 62 se acopla al micromotor 58 para accionar los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. La micro-caja de engranajes 62 permite la transmisión controlada de la energía del micromotor 58 a los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 convirtiendo la energía rotacional del micromotor 58 en movimiento lineal de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. La micro-caja de engranajes 62 convierte también la velocidad rotacional del micromotor 58 en una velocidad lineal y fuerza apropiadas de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. Adicionalmente, cuando los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 están en la posición deseada, la micro-caja de engranajes 62 actúa como freno, previniendo así el movimiento adicional de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. Esto permite que el micromotor 58 vaya a un modo de espera eliminando de este modo el requisito de mantenimiento de energía al micromotor 58, lo que da como resultado una reducción del uso energético de la batería.

Un sensor del flujo sanguíneo 30 en forma de un conjunto de sensores del flujo sanguíneo se ensambla en la interfaz de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, y las respectivas capas de almohadillado 52, para la monitorización continua de la velocidad del flujo sanguíneo. Independientemente de la localización del vaso sanguíneo 18 entre los elementos de pinzamiento 14, 16, el conjunto de sensores 30 monitoriza el flujo sanguíneo que pasa por el vaso sanguíneo 18 y transmite la información al microordenador 54 para monitorizar, registrar secuencialmente y/o controlar las acciones.

La batería 60 puede estar en forma de batería de botón de celda ion-litio de alta energía, que proporciona energía a todo el dispositivo de pinzamiento que incluye el microordenador embebido 54, el sensor del flujo sanguíneo 30, y el accionamiento de los elementos de pinzamiento 14, 16 incluyendo el micromotor 58 y la micro-caja de engranajes 62. Sin embargo, se entenderá que se pueden usar otros tipos de fuente de energía.

La Fig. 6C muestra los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 en una posición parcialmente abierta preparada para recibir un vaso sanguíneo. En esta realización, los soportes 53 sobresalen de la apertura 57 del cuerpo 12.

Con referencia a las Fig. 6D y 6E, un elemento de ensamblaje 64 está acoplado a una pared frontal 66 del cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento 10 para permitir que el dispositivo de pinzamiento se una a un aplicador, el cual se describirá con más detalle en el presente documento. El elemento de ensamblaje 64 permite el intercambio de mensajes de control y de datos en serie y permite que el dispositivo de pinzamiento 10 sea operado totalmente a través del aplicador. El elemento de ensamblaje 64 comprende una plataforma de ensamblaje 68 y electrodos de señal y de tierra 70.

La Fig. 7 muestra otra realización del dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 que comprende elementos de pinzamiento alargados 14, 16 con una forma esencialmente rectangular en lugar de la forma ahusada mostrada en las Fig. 6A-6C. Tanto los elementos de pinzamiento 14, 16 como las aristas del cuerpo 12 tienen bordes suavemente redondeados.

En la realización mostrada en la Fig. 8, el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 comprende un elemento de pinzamiento alargado fijo 16 y un elemento de pinzamiento alargado móvil 14. El elemento de pinzamiento 14 comprende el soporte 53, que se mueve a lo largo de pistas 55, mientras que el elemento de pinzamiento 16 no comprende un soporte y puede estar fijado al cuerpo 12.

Con referencia a la realización mostrada en las Fig. 9A y 9B, el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 comprende elementos de pinzamiento 14, 16 más cortos en comparación con las realizaciones previas descritas en el presente documento. En esta realización, los elementos de pinzamiento 14, 16 tienen una forma ahusada y comprenden capas de almohadillado blandas 52 que incorporan un canal 36 para contener el vaso sanguíneo 18. Los canales 36 comprenden una arista central 72 que ayuda a retener el vaso sanguíneo 18 en el canal 36 ya que la forma de la sección transversal del vaso sanguíneo no es necesariamente un círculo perfecto. Un único sensor del flujo sanguíneo 30 se localiza adyacente al canal 36 para monitorizar la velocidad del flujo sanguíneo. El usuario coloca los canales 36 de los elementos de pinzamiento alargados alrededor del vaso sanguíneo y activa el cierre de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 presionando el accionador 22. El sensor del flujo sanguíneo 30 detecta cuando está ocluido el flujo sanguíneo en el vaso sanguíneo y detiene el cierre de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. Esta realización comprende una plataforma arqueada 74 en el cuerpo 12 para ayudar adicionalmente a posicionar el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10. Un usuario empuja el dispositivo de pinzamiento 10 hacia adelante hasta que una resistencia es detectada por un sensor adecuado indicando que el vaso sanguíneo está localizado en la plataforma arqueada 74.

La Fig. 9C muestra un elemento de ensamblaje 64 acoplado a la pared frontal 66 del cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento 10 para permitir que el dispositivo de pinzamiento se una a un aplicador. La Fig. 9C muestra también los accionadores 22, 24 que sobresalen del cuerpo 12.

Si bien se muestran algunas de las realizaciones que comprenden accionadores 22, 24 en las paredes laterales 26 y un dispositivo de salida 32 en una pared superior esencialmente perpendicular del dispositivo 10, se entenderá que se prevén otras configuraciones, tales como que el dispositivo de salida 32 se proporcione en una de las paredes laterales 26 y uno de los accionadores 22, 24 se proporcione en la pared superior del dispositivo 10.

Durante el uso, un usuario sujeta el cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 usando dos dedos colocados sobre los accionadores 22, 24. En algunas realizaciones, presionando uno de los accionadores se abren por completo los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. El dispositivo 10 se acerca al entonces vaso sanguíneo que se va a pinzar y el usuario coloca los elementos de pinzamiento 14, 16 separados entre sí a ambos lados del vaso. Al presionar uno de los accionadores 22, 24 comienzan a cerrarse los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. El usuario puede detener el cierre de los elementos de pinzamiento 14, 16 en cualquier momento presionando los accionadores 22, 24. Mientras los elementos de pinzamiento 14, 16 se están cerrando, el sensor del flujo sanguíneo 30 es monitorizado continuamente por el microordenador. Una vez que se ha detectado una velocidad del flujo sanguíneo predeterminada, el microordenador detiene el cierre de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16, hace sonar la alarma o el zumbador, muestra un mensaje en la pantalla 32, y cesa el suministro de energía al micromotor 58 a fin de conservar energía en la batería 60. La micro-caja de engranajes 62 asegura que los elementos de pinzamiento 14, 16 estén bloqueados en su posición y no se puedan mover. Al oír la alarma y/o ver el mensaje en la pantalla 32, el usuario libera el dispositivo de pinzamiento 10 mientras está conectado al vaso sanguíneo 18.

El microordenador continúa monitorizando el sensor del flujo sanguíneo 30, los accionadores 22, 24 y el puerto de comunicación en tiempo real. Si la velocidad del flujo sanguíneo aumenta o disminuye más allá de la velocidad deseada en cualquier momento durante el procedimiento/operación, el microordenador hace que el micromotor 58 ajuste la separación de los elementos de pinzamiento 14, 16 para mantener la velocidad de flujo deseada. Este ajuste se lleva a cabo en unos pocos milisegundos.

Al finalizar el procedimiento/operación, el usuario presiona uno de los accionadores 22, 24 y el microordenador abre los elementos de pinzamiento 14, 16 usando el micromotor 58 para permitir la separación del dispositivo 10 del vaso

sanguíneo:

El dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 intercambia señales de control y datos mediante conexiones por cable y/o inalámbricas en serie. El dispositivo 10 se puede comunicar con un aplicador tal como se describe más adelante en el presente documento y/o con un ordenador externo mediante medios de conexión por cable y/o inalámbricos.

5 Con referencia ahora a las Fig. 10A y 10C, de acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona una herramienta en forma de aplicador 76 para su uso con el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10. El aplicador 76 comprende un cuerpo 78 que forma un mango para ser agarrado por un usuario. El cuerpo 78 contiene un microordenador embebido 79 que comprende un microcontrolador de baja energía, una memoria a bordo y puertos de entrada/salida analógicos, similares a tales características descritas anteriormente en relación al dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 con referencia a la Fig. 6B. El microordenador 79 del aplicador 76 ejecuta el código implementado por ordenador almacenado en la memoria y controla la operación del aplicador 76. El circuito del microordenador se ensambla sobre dos tarjetas multicapa de circuito impreso pequeñas ensambladas con el cuerpo 78 del aplicador y reciben energía mediante una batería interna 81.

15 El aplicador 76 comprende un dispositivo de salida en forma de pantalla gráfica micro LED 80 acoplada para estar en comunicación con el microordenador del aplicador 76 con el fin de mostrar mensajes del sistema, instrucciones de operación, datos del sensor, información de la batería, datos de diagnóstico, y otra información relevante para una interacción eficaz con el usuario. El aplicador 76 comprende un dispositivo de entrada en forma de cuatro pulsadores 82, 84, 86, 88 y un controlador direccional 90, tal como una palanca de mando (*joystick*) o una bola rotatoria, que se acoplan para estar en comunicación con el microordenador del aplicador 76 a fin de controlar la extensión y retracción distal del brazo telescópico 92 del aplicador 76 así como controlar la posición de un elemento de pinzamiento quirúrgico 10 unido a un extremo distal del brazo 92, tal como se muestra en las Fig. 10B y 10C.

20 El brazo 92 comprende un elemento de manguito cilíndrico 94, cuyo extremo proximal está unido al cuerpo 78. El brazo 92 comprende también un elemento de elongación 96, que está alojado dentro del elemento de manguito cilíndrico 94 en estado retraído. La fig. 10A muestra el brazo 92 con el elemento de elongación 96 en estado extendido. El aplicador 76 comprende una cabeza giratoria basculante 98 acoplada a un extremo distal del elemento de elongación 96. La cabeza giratoria basculante 98 comprende una interfaz 100 para acoplar el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 a la cabeza giratoria basculante 98 mediante el elemento de ensamblaje 64 del dispositivo de pinzamiento 10 y, por tanto, al extremo distal del brazo 92, tal como se muestra en las Fig. 10B y 10C.

25 El aplicador 76 comprende un accionador lineal 93 alojado en el cuerpo 78 y/o en el elemento de manguito cilíndrico 94 que controla la elongación del elemento 96. El accionamiento lineal se puede conseguir mediante cualquier mecanismo conocido que permita un movimiento lineal del elemento 96 con respecto al elemento de manguito 94. Tal como se muestra en la Fig. 10A, el elemento de elongación 96 puede deslizarse libremente hacia afuera y hacia adentro del elemento de manguito 94.

30 Tal como se muestra en la Fig. 10C, se incorpora un mecanismo de bloqueo 95 en el elemento de manguito cilíndrico 94 para evitar que el elemento de elongación 96 se deslice completamente fuera del elemento de manguito 94. En algunas realizaciones, la extensión máxima del elemento de elongación 96 es la mitad de la longitud total del elemento de manguito cilíndrico 94. La longitud del elemento de manguito cilíndrico 94 y la del elemento de elongación 96 se pueden seleccionar de una pluralidad de longitudes predeterminadas.

35 Se incluyen uno o más micromotores 97 en la cabeza giratoria basculante 98 y/o el elemento de elongación 96 para controlar la orientación y la posición del dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 unido a la cabeza 98. Con referencia adicional a la Fig. 10D, la cabeza giratoria basculante 98 comprende una estructura 102 que soporta un elemento de bola 104, que puede girar y bascular con respecto a la estructura 102, tal como se ilustra en la Fig. 10B, la cual muestra el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 unido a un elemento de bola 104 inclinado hacia la vertical, y en la Fig. 10C, la cual ilustra el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 inclinado hacia la vertical y con un ángulo a la izquierda con respecto al eje longitudinal del aplicador 76. El movimiento de la cabeza giratoria basculante 98 es controlado mediante el software almacenado en la memoria ejecutado por el microordenador 79 del aplicador 76 en respuesta a las entradas del usuario mediante los pulsadores 82, 84, 86, 88 y/o el controlador direccional 90. La cabeza giratoria basculante 98 permite que el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 unido a la misma pueda ser manipulado a diferentes ángulos y posiciones, tal como se muestra en las Fig. 10B y 10C. Tanto el elemento de elongación 96 como la cabeza giratoria basculante 98 permiten que el dispositivo 10 pueda ser operado a una distancia en un rango de diferentes localizaciones dentro del cuerpo humano o del animal.

40 La interfaz 100 tiene un sistema electromagnético que es controlado por el microordenador. La interfaz 100 se puede magnetizar y desmagnetizar usando uno o más de los pulsadores 82, 84, 86, 88 sobre el cuerpo 78 del aplicador 76. Cuando el usuario desea conectar el aplicador 76 a una pinza quirúrgica 10, oprime uno de los pulsadores 82, 84, 86, 88 para magnetizar la interfaz 100 lo que hace que la interfaz 100 sea atraída hacia el elemento de ensamblaje 64 del dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10. Con referencia a la Fig. 10E, durante la fase de magnetización, la forma redondeada de la interfaz 100 tiene una forma complementaria para el elemento de ensamblaje 64, permitiendo de este modo que el aplicador 76 encaje con el elemento de ensamblaje 64 del dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10, tal como se muestra en las Fig. 10F y 10G. Tras ajustar la posición y la orientación del

dispositivo de pinzamiento 10 mediante el controlador direccional 90, el usuario desconecta el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 del aplicador 76 oprimiendo uno de los pulsadores 82, 84, 86, 88 para desactivar la generación de la señal electromagnética.

5 El aplicador 76 se puede fabricar en cualquier material o combinación de materiales adecuados para aplicaciones quirúrgicas. Por ejemplo, el cuerpo 78, el elemento de manguito cilíndrico 94, el elemento de elongación 96 y la cabeza giratoria basculante 98 se pueden fabricar en materiales plásticos tales como, si bien no se limitan a los mismos, policarbonatos, poliésteres, poliamidas, homopolímero de polipropileno y copolímero de acetal u otros materiales conocidos. La interfaz 100 se puede fabricar en cualquier material con propiedades magnéticas.

10 Con referencia a la Fig. 11, otra realización del aplicador 76 comprende un brazo 92 que es flexible permitiendo al usuario conformar el brazo 92 en la configuración deseada a fin de mejorar la facilidad de acceso para muchas aplicaciones diferentes. En esta realización, el brazo 92 se puede construir en cualquier material, o combinación de materiales, adecuado, que permita modificar la forma del brazo y mantener la forma modificada para la aplicación.

15 Durante el uso, un usuario une manualmente el dispositivo de pinzamiento quirúrgico 10 al aplicador 76 mediante un elemento de ensamblaje 64 sobre la pared frontal 66 del cuerpo 12 del dispositivo de pinzamiento y la interfaz 100 y/o la cabeza giratoria basculante 98 del aplicador 76. La unión es detectada automáticamente a través del intercambio de señales entre el dispositivo de pinzamiento 10 y el aplicador 76 lo que provoca la activación del sistema electromagnético para asegurar el dispositivo de pinzamiento 10 al aplicador 76. El sistema electromagnético puede ser también activado y desactivado por el usuario oprimiendo los pulsadores 82, 84, 86, 88 sobre el cuerpo 78 del aplicador en cualquier momento dado.

20 Una vez activado el sistema electromagnético, el control del dispositivo de pinzamiento 10 se gestiona oprimiendo los pulsadores 82, 84, 86, 88 y el controlador direccional 90 del aplicador 76. La información procedente del conjunto de sensores del flujo sanguíneo 30 se transmite al aplicador 76 desde el dispositivo de pinzamiento 10 en tiempo real a través de los puertos de comunicación en serie.

25 El dispositivo de pinzamiento 10 se aproxima al vaso sanguíneo mediante el aplicador 76 y se manipula mediante el controlador direccional 90 hasta que los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 se encuentran alrededor del vaso. El cierre de los elementos de pinzamiento 14, 16 es controlado por los pulsadores 82, 84, 86, 88 sobre el aplicador 76. El sensor del flujo sanguíneo 30 en el dispositivo 10 monitoriza el flujo sanguíneo durante el cierre, tal como se ha descrito previamente. El microordenador 79 del aplicador 76 detiene el cierre de los elementos de pinzamiento 14, 16, una vez que ha detectado la velocidad del flujo sanguíneo, hace sonar una alarma en el aplicador 76, muestra un mensaje en la pantalla 80 del aplicador 76, y cesa el suministro de energía al micromotor 68 en el dispositivo de pinzamiento 10.

30 Al oír la alarma y/o ver el mensaje en la pantalla 80, el usuario desactiva el sistema electromagnético del aplicador 76 mientras el dispositivo de pinzamiento 10 está conectado al vaso sanguíneo. El microordenador 54 del dispositivo de pinzamiento 10 reanuda el control y continúa monitorizando el sensor del flujo sanguíneo 30.

35 Si la velocidad del flujo sanguíneo aumenta o disminuye más allá de la velocidad deseada en cualquier momento durante el pinzamiento, el microordenador 54 ajusta la separación de los elementos de pinzamiento 14, 16 para mantener la velocidad de flujo deseada, tal como se ha descrito previamente.

40 Al finalizar el procedimiento/operación, el usuario posiciona la interfaz 100 de la cabeza giratoria basculante 98 del aplicador 76 cerca del elemento de ensamblaje 64 del dispositivo de pinzamiento 10 y acopla el dispositivo de pinzamiento 10 al aplicador 76. El usuario presiona uno de los pulsadores 82, 84, 86, 88 sobre el aplicador 76 para abrir los elementos de pinzamiento 14, 16 a fin de separar el dispositivo de pinzamiento 10 del vaso sanguíneo.

45 Con referencia a las Fig. 12A y 12B, se muestra un dispositivo de micropinzamiento quirúrgico inteligente 110 que comprende un cuerpo esencialmente cilíndrico 112 y un par de elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que se extienden desde el cuerpo para pinzar un capilar. Los elementos de pinzamiento 14, 16 comprenden capas de almohadillado blandas 52 para ayudar a minimizar un trauma en el capilar. El cuerpo 112 comprende una guía de ensamblaje 114 y electrodos 116, 118 para acoplar el dispositivo de micropinzamiento 110 física y eléctricamente a un aplicador de micropinzamiento, el cual se describirá con más detalle en el presente documento. En una realización, el dispositivo de micropinzamiento 110 comprende cuatro electrodos, solamente dos de los cuales pueden verse en las Fig. 12A y 12B. El cuerpo 112 aloja todos los componentes internos del dispositivo 110 y soporta los elementos de pinzamiento alargados 14, 16. La fig. 12A muestra los elementos de pinzamiento 14, 16 en una posición cerrada y la Fig. 12B muestra los elementos de pinzamiento 14, 16 en una posición parcialmente abierta. Los elementos de pinzamiento 14, 16 comprenden, o están acoplados a, un soporte 53 respectivo que se mueve a lo largo de pistas 55 y a través de una o más aperturas 57 en el cuerpo 12 para facilitar el movimiento de los elementos de pinzamiento alargados 14, 16.

55 Con referencia a la Fig. 12C, el dispositivo de micropinzamiento quirúrgico 110 comprende embebidos un conjunto de sensores del flujo sanguíneo 30, un microaccionador lineal 120, brazos de accionamiento 122 para mover los elementos de pinzamiento alargados 14, 16 y un elemento de acoplamiento 124 para acoplar el dispositivo de micropinzamiento 110 al aplicador de micropinzamiento. El microaccionador lineal 120 acciona los elementos de

pinzamiento 14, 16. En algunas realizaciones, el microaccionador lineal 120 comprende una cavidad o núcleo hueco con una rosca interna y una varilla roscada dentro de la cavidad. La varilla roscada comprende un elemento de acoplamiento 124 en un extremo y brazos de accionamiento 122 en el extremo opuesto.

5 En algunas realizaciones, el elemento de acoplamiento 124 comprende un rebaje con forma de cruz 125, tal como se muestra en la Fig. 12D. Sin embargo, se pueden usar otras formas de rebaje tal como triangular, cuadrada o hexagonal. El elemento de acoplamiento 124 es accesible en un extremo del cuerpo 112 opuesto a los elementos de pinzamiento 14, 16 y permite que los mensajes de datos en serie sean transmitidos a, y recibidos desde, el dispositivo de micropinzamiento 110, y que el dispositivo de micropinzamiento 110 sea operado totalmente a través del aplicador de micropinzamiento. El elemento de acoplamiento 124 comprende una plataforma de ensamblaje 129
10 y electrodos para señales y energía y un electrodo de tierra (no mostrado).

Con referencia a las Fig. 13A-E, el elemento de acoplamiento 124 de la varilla roscada se acopla a, y es dirigido por, una varilla de conexión 126 de un aplicador de micropinzamiento 128. La varilla de conexión 126 comprende una protuberancia 127 que tiene una forma complementaria a la forma del rebaje 125 en el elemento de acoplamiento 124. La guía de ensamblaje 114 sobre el cuerpo 112 se alinea con, y es recibida dentro de, el rebaje 130 del brazo
15 92 del aplicador de micropinzamiento 128 para asegurar que el dispositivo de micropinzamiento 110 se ensambla al aplicador de micropinzamiento en la orientación correcta. Los electrodos 116, 118 del dispositivo de micropinzamiento 110 se acoplan con los respectivos electrodos 117, 119 del brazo 92 del aplicador de micropinzamiento 128 para proporcionar energía al dispositivo de micropinzamiento 110 mientras está acoplado al aplicador 128. El movimiento rotacional de la varilla de conexión 126 se convierte en movimiento lineal de la varilla roscada, que se conecta a los brazos de accionamiento 122 que abren y cierran los elementos de pinzamiento 14,
20 16.

El conjunto de sensores del flujo sanguíneo 30 monitoriza continuamente la velocidad del flujo sanguíneo en el capilar entre los elementos de pinzamiento 14, 16 y transmite la información al microordenador del aplicador 128 para monitorizar, registrar secuencialmente y/o controlar las acciones mientras el dispositivo de micropinzamiento 110 está acoplado al aplicador 128.
25

Debido al mecanismo de rosca del microaccionador lineal 120, la varilla roscada no es capaz de moverse tras la separación de la varilla de conexión 126 del aplicador de micropinzamiento 128 asegurando que los elementos de pinzamiento 14, 16 no se abran o se cierren más allá de la posición ajustada durante la operación.

Al finalizar la operación, el aplicador de micropinzamiento 128 se une nuevamente al dispositivo de micropinzamiento 110. La varilla de conexión 126 gira en dirección opuesta permitiendo que la varilla roscada se mueva en la dirección contraria dando como resultado la apertura de los elementos de pinzamiento 14, 16.
30

El dispositivo de micropinzamiento quirúrgico 110 se puede fabricar en cualquier material o combinación de materiales adecuados para aplicaciones quirúrgicas, tal como se ha descrito en el presente documento con relación a otras realizaciones.

35 El aplicador de micropinzamiento 128 mostrado en las Fig. 13A-E puede tener una configuración similar a la del aplicador 76 descrito en realizaciones previas. El aplicador de micropinzamiento 128 comprende un cuerpo 78 que proporciona un mango para el usuario, un microordenador embebido 79 que comprende un microcontrolador de baja energía, una memoria a bordo y puertos de entrada/salida analógicos. El microordenador 79 ejecuta el código implementado por ordenador almacenado en la memoria y controla la operación del aplicador 128 en respuesta a
40 una entrada del usuario y/o una retroalimentación de los sensores. El circuito del microordenador se puede ensamblar sobre dos tarjetas multicapa de circuito impreso pequeñas dentro del cuerpo 78 del aplicador 128 y se le proporciona energía mediante una batería interna 81.

El dispositivo de salida en forma de pantalla gráfica micro LED 80 se proporciona sobre el cuerpo 78 con el fin de mostrar mensajes del sistema, instrucciones de operación, datos del sensor, información de la batería, datos de diagnóstico, y otra información relevante para una interacción eficaz con el usuario. El cuerpo 78 comprende
45 dispositivos de entrada en forma de pulsadores 82, 84, 86, 88 y un controlador direccional 90 en forma de una palanca de mando (*joystick*) o una bola rotatoria, para controlar la extensión y retracción distal de la varilla de conexión 126 localizada dentro del elemento de manguito cilíndrico 94 del brazo 92 ensamblado al cuerpo 78.

El aplicador de micropinzamiento 128 comprende un micromotor 132 acoplado al microordenador 79 y a un mecanismo de accionamiento 134 acoplado al micromotor 132. En algunas realizaciones, el mecanismo de accionamiento es un mecanismo de accionamiento de tornillo madre y tuerca roscado en el que el eje del micromotor 132 comprende un tornillo madre y se enrosca el interior de una varilla de conexión 126. El micromotor 132 y el mecanismo de accionamiento 134 pueden estar alojados en el cuerpo 78 y/o en el elemento de manguito cilíndrico 94. En respuesta a las entradas del usuario, el microordenador 79 controla el movimiento de la varilla de
50 conexión 126 mediante el micromotor 132 y el mecanismo de accionamiento 134. La varilla de conexión 126 se puede girar bidireccionalmente en sentido horario o antihorario y se puede extender y retraer mientras gira.

El aplicador de micropinzamiento 128 comprende un sistema electromagnético que es controlado por el microordenador 79. La varilla de conexión 126 puede ser magnetizada y desmagnetizada por el usuario usando los

pulsadores 82, 84, 86, 88. Cuando el usuario desea conectar el aplicador de micropinzamiento 128 a la micropinza quirúrgica 110, el microordenador 79 detecta automáticamente el ensamblaje empleando una prueba de conductancia a través de los electrodos 117, 119 en el elemento de manguito cilíndrico 94 del brazo 92 y los electrodos 116, 118 en el cuerpo 112 del dispositivo de micropinzamiento 110. El sistema electromagnético es activado por el microordenador 79 asegurando de este modo el dispositivo de pinzamiento 110 al aplicador de micropinzamiento 128. Una vez activado el sistema electromagnético, el control del dispositivo de micropinzamiento 110 se gestiona oprimiendo los pulsadores 82, 84, 86, 88 y el controlador direccional 90 del aplicador de micropinzamiento 128. El dispositivo de micropinzamiento 110 se manipula en posición alrededor del vaso sanguíneo y pinza al mismo tal como se ha descrito anteriormente. La información procedente del conjunto de sensores del flujo sanguíneo 30 se transmite al aplicador de micropinzamiento 128 desde el dispositivo de micropinzamiento 110 en tiempo real a través de los electrodos 116, 117, 118, 119.

El sistema electromagnético es desactivado por el usuario y el sensor del flujo sanguíneo 30 ya no recibe energía desde el aplicador de micropinzamiento 128 y ya no es monitorizado por el microordenador 79 del aplicador. El aplicador 128 se puede desconectar del dispositivo de micropinzamiento 110 retrayendo la varilla de conexión 126, desconectando los electrodos 116, 118 de los electrodos 117, 119 y desacoplando la guía de ensamblaje 114 del rebaje 130.

Al finalizar el procedimiento/operación, el usuario posiciona la varilla de conexión 126 del aplicador 128 cerca del elemento de acoplamiento 124 del dispositivo de micropinzamiento 110 y extiende la varilla de conexión 126 para acoplarla con el elemento de acoplamiento 124. Una porción posterior del cuerpo 112 es recibida dentro del elemento de manguito cilíndrico 94 de modo que los electrodos 116, 118, se conectan de nuevo con los electrodos 117, 119 y la guía de ensamblaje 114 se acopla en el rebaje 130. El sistema electromagnético es reactivado por el microordenador 79 para permitir la apertura de los elementos de pinzamiento 14, 16.

En vista de lo mencionado anteriormente, se entenderá que, en general, las realizaciones de la presente invención incluyen dispositivos de pinzamiento quirúrgico que constriñen u ocluyen el flujo sanguíneo en vasos sanguíneos durante, por ejemplo, una cirugía vascular cardíaca y general. Esto se consigue en al menos algunas realizaciones mediante el uso de tecnología MEMS y/o Coriolis incorporada en el dispositivo de pinzamiento, que permite a los elementos de pinzamiento alargados detectar la velocidad del flujo sanguíneo en el respectivo vaso sanguíneo. La velocidad del flujo sanguíneo se determina mediante un circuito de un microchip/microordenador localizado interna o externamente al dispositivo de pinzamiento quirúrgico. Cuando el flujo sanguíneo se ha ocluido o constreñido al nivel deseado, un sistema de freno o limitador evita que el usuario del dispositivo siga apretando los elementos de pinzamiento alargados.

A la vista de lo anterior, se entenderá que, en general, las realizaciones de la presente invención incluyen herramientas para su uso con los dispositivos de pinzamiento quirúrgico mejorados. Las herramientas, en forma de los aplicadores 76, 128 tal como se ha descrito en el presente documento, se pueden conectar a, y desconectar de, los dispositivos de pinzamiento quirúrgico 10, 110. Mientras están conectados, los dispositivos de pinzamiento quirúrgico mejorados pueden ser manipulados y controlados por los aplicadores, lo que permite usar y controlar los dispositivos de pinzamiento quirúrgico 10, 110 en regiones que son difíciles de alcanzar, tales como cavidades corporales más profundas, o están obstruidas.

Por tanto, otro aspecto de la invención es un kit de pinzamiento quirúrgico que comprende uno o más de los dispositivos de pinzamiento quirúrgico 10 y uno o más aplicadores 76 o uno o más de los dispositivos de pinzamiento quirúrgico 110 y uno o más aplicadores 128.

Se entenderá que las combinaciones de las realizaciones descritas en el presente documento caen dentro del ámbito de la presente invención. Por ejemplo, se prevé que una o más de las características de las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Fig. 1 a 5C se pueden combinar con una o más de las características de las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Fig. 6A a 13E. Por ejemplo, en las realizaciones descritas anteriormente con referencia a las Fig. 6A a 13E, los elementos de pinzamiento 14, 16 se pueden fabricar en un material flexible que permita ajustar la forma de los elementos de pinzamiento 14, 16. En tales realizaciones, de modo alternativo o adicional, el ángulo de los elementos de pinzamiento 14, 16 con respecto al cuerpo 12 se puede ajustar. Los elementos de pinzamiento 14, 16 pueden comprender, de modo alternativo o adicional, una o más de las proyecciones 40, rebajes 42, porción inclinada 44 y/o dispositivo de aumento 50.

Por tanto, las realizaciones de la presente invención proporcionan soluciones para resolver al menos algunos de los problemas de la técnica anterior. Realizaciones de los dispositivos de pinzamiento quirúrgico mejorados 10 comprenden elementos de pinzamiento alargados 14, 16 que tienen una forma ajustable permitiendo se puedan conformar los elementos de pinzamiento de acuerdo con el vaso sanguíneo que se está pinzando y/o de acuerdo con el procedimiento quirúrgico que se está efectuando. Las realizaciones de los dispositivos de pinzamiento quirúrgico mejorados 10 comprenden elementos de pinzamiento alargados 14, 16, en los que el ángulo de los elementos de pinzamiento 14, 16 con respecto al cuerpo 10 se puede ajustar en un plano vertical y/u horizontal. Estas realizaciones permiten que los dispositivos de pinzamiento quirúrgico mejorados 10 sean adecuados para su uso en un rango más amplio de procedimientos quirúrgicos y para una variedad más amplia de tipos, calibres y masas de vasos sanguíneos. Por ejemplo, una única realización del dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado

descrito en el presente documento puede ser adecuada para la constricción y oclusión del flujo sanguíneo en vasos sanguíneos que tienen un diámetro de aproximadamente 0,2 mm a aproximadamente 7,0 mm. Por tanto, se obvia la necesidad de un extenso rango de dispositivos de pinzamiento aplicables solamente a unos pocos procedimientos.

5 Las realizaciones que comprenden el sensor del flujo sanguíneo y/o un sensor de masas permiten que se detecte con exactitud el nivel de constricción del vaso sanguíneo y el punto en el cual está ocluido el vaso sanguíneo. Esto evita que se aplique una presión excesiva al vaso sanguíneo mientras se asegura que la oclusión se ha producido antes de comenzar con la siguiente etapa del procedimiento quirúrgico. Análogamente, el sensor del flujo sanguíneo permite que se controle con exactitud la reanudación del flujo sanguíneo una vez que se ha llevado a cabo el procedimiento. El sensor del flujo sanguíneo y/o sensor de masas permite también evaluar el calibre del vaso
10 sanguíneo. Así pues, el riesgo de los procedimientos quirúrgicos se puede reducir. El riesgo asociado al pinzamiento de venas/arterias/capilares se reduce también mediante la provisión de las proyecciones 40 y los rebajes 42 que evitan que los elementos de pinzamiento se cierren más allá de un límite predefinido y, por tanto, ejerzan una presión excesiva sobre la vena/arteria/capilar.

15 La provisión de un recubrimiento o capa antideslizante 34 sobre uno o ambos elementos de pinzamiento alargados 14, 16 evita que el vaso sanguíneo 18 resbale de la superficie de pinzamiento de los elementos de pinzamiento alargados, proporcionando de este modo un mayor control durante el procedimiento quirúrgico. Características tales como el canal 36, la superficie inclinada 44, la pared extendida 46 y el dispositivo de aumento 50, facilitan también una localización más rápida y exacta del vaso sanguíneo y/o un pinzamiento más fiable del vaso sanguíneo en comparación con al menos algunos de los dispositivos de pinzamiento de la técnica anterior.

20 Las realizaciones que comprenden elementos de pinzamiento alargados 14, 16 desmontables proporcionan un kit de pinzamiento quirúrgico mejorado que se puede adaptar a un amplio rango de procedimientos quirúrgicos y al pinzamiento de una variedad de vasos sanguíneos. Los elementos de pinzamiento alargados desmontables pueden ser de un solo uso o pueden ser reutilizables y se pueden seleccionar según se requiera para un procedimiento particular. Las realizaciones que comprenden el cuerpo 12 con un controlador 20 y, en particular, el cuerpo fabricado
25 con MEMS, proporcionan un cuerpo reutilizable que puede controlar con exactitud la separación de los elementos de pinzamiento alargados y, por tanto, la presión ejercida por los mismos. El cuerpo se puede desmontar una vez alcanzada la presión de pinzamiento deseada y se puede volver a unir a los elementos de pinzamiento alargados para liberar los elementos de pinzamiento alargados y reanudar el flujo sanguíneo.

30 La provisión de un dispositivo de salida 32, tal como una pantalla LCD o una pantalla de siete segmentos, proporciona al usuario una indicación instantánea del flujo sanguíneo, independientemente de si el dispositivo de salida 32 se proporciona sobre el dispositivo de pinzamiento quirúrgico mejorado 10 o como parte de un dispositivo de monitorización médica separado. La conexión inalámbrica evita la necesidad de hilos o cables externos que pueden engancharse con otros objetos durante los procedimientos quirúrgicos.

35 Los aplicadores 76, 128, permiten usar y controlar los dispositivos de pinzamiento quirúrgico 10, 110 a una distancia, por ejemplo, en regiones que son difíciles de alcanzar, tales como cavidades corporales más profundas, o están obstruidas.

40 En la presente memoria descriptiva, los términos "comprende", "comprenden", "que comprende", o "que comprenden", o términos similares, se pretende que signifiquen una inclusión no exclusiva, de modo que un sistema, método o aparato que comprende una lista de elementos no incluye esos elementos solamente, sino que puede incluir también otros elementos no listados.

45 A lo largo de la memoria descriptiva el objeto ha sido describir las realizaciones preferentes de la invención sin limitar la invención a ninguna realización o colección específica de características. Los expertos en la materia entenderán que se pueden realizar varias modificaciones y cambios en las realizaciones particulares ilustradas sin alejarse del ámbito de la presente invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10) y un aplicador (76) para su uso con el dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10), comprendiendo el dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10):
- 5 un cuerpo del dispositivo de pinzamiento (12) que comprende un elemento de ensamblaje (64) para acoplar el dispositivo de pinzamiento (10) al aplicador (76); y un par de elementos de pinzamiento (14, 16) que se extienden desde el cuerpo del dispositivo de pinzamiento (12);
comprendiendo el aplicador (76):
- 10 un cuerpo del aplicador (78);
un brazo (92) conectado al cuerpo del aplicador (78) en un extremo proximal; y
una cabeza giratoria basculante (98) en un extremo distal del brazo (92), comprendiendo la cabeza giratoria basculante (98) una interfaz (100) para conectar de forma liberable el elemento de ensamblaje (64) del dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10);
- 15 **caracterizado porque:**
- el cuerpo del aplicador (78) aloja al menos un dispositivo de entrada, al menos un dispositivo de salida y un microcontrolador acoplado a los dispositivos de entrada y salida;
la cabeza giratoria basculante (98) y al menos uno de los elementos de pinzamiento (14, 16) son controlados mediante el microcontrolador del aplicador (76) en respuesta a una o más entradas a través de al menos un dispositivo de entrada; y
- 20 el dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10) comprende un controlador electrónico (54) alojado dentro del cuerpo del dispositivo de pinzamiento (12) y acoplado para controlar el movimiento de al menos uno de los elementos de pinzamiento (14, 16) a fin de controlar una presión ejercida por los elementos de pinzamiento (14, 16) sobre un vaso sanguíneo pinzado entre ellos.
- 25 2. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 1, comprendiendo el dispositivo de pinzamiento quirúrgico:
- un micromotor (58) acoplado al controlador electrónico (54);
una fuente de energía (60) acoplada al micromotor (58) y al controlador electrónico (54) y
30 una micro-caja de engranajes (62) acoplada al micromotor (58) y a al menos uno de los elementos de pinzamiento (14, 16).
3. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 1 o 2, en el que los elementos de pinzamiento (14, 16) son uno o más de los siguientes: alargados; ahusados.
4. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un sensor del flujo sanguíneo (30) ensamblado a al menos uno de los elementos de pinzamiento (14, 16) para detectar el flujo sanguíneo en un vaso sanguíneo.
- 35 5. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 4, en el que los elementos de pinzamiento (14, 16) a cada lado del vaso sanguíneo están bloqueados en su posición una vez que al menos un sensor del flujo sanguíneo (30) detecta que el flujo sanguíneo se ha ocluido o constreñido hasta el grado deseado.
6. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 4 o 5, en el que al menos un dispositivo de salida comprende un dispositivo de salida para visualizar información relativa al dispositivo de pinzamiento quirúrgico (10), que incluye una indicación del flujo sanguíneo medido mediante al menos un sensor del flujo sanguíneo (30).
- 40 7. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un sensor ensamblado a al menos uno de los elementos de pinzamiento para detectar una o más de las siguientes características del vaso sanguíneo pinzado entre los elementos de pinzamiento: un calibre del vaso sanguíneo; un grosor de una pared del vaso sanguíneo; una masa del vaso sanguíneo.
- 45 8. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 7, en el que el controlador electrónico (54) ajusta una presión aplicada por los elementos de pinzamiento (14, 16) de acuerdo con el calibre, el grosor de la pared o la masa detectados.
9. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que uno o más de los elementos de pinzamiento comprende un canal para recibir el vaso sanguíneo.
- 50 10. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 9, en el que el canal comprende una arista central.

11. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo del dispositivo de pinzamiento comprende una la plataforma arqueada para recibir el vaso sanguíneo.
12. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos de pinzamiento se pueden desmontar del cuerpo.
- 5 13. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el cuerpo del dispositivo de pinzamiento (12) comprende uno o más electrodos (70) para la conexión a los respectivos electrodos del aplicador (76).
14. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el brazo comprende un elemento de manguito cilíndrico conectado al cuerpo y un elemento de elongación alojado dentro del elemento de manguito cilíndrico.
- 10 15. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 14, que comprende un accionador lineal para controlar la extensión y retracción del elemento de elongación con respecto al elemento de manguito cilíndrico.
16. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 14 o 15, que comprende un mecanismo de bloqueo en el elemento de manguito cilíndrico para evitar que el elemento de elongación se deslice completamente fuera del elemento de manguito.
- 15 17. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la cabeza comprende una estructura que soporta un elemento de bola, que puede girar y bascular con respecto a la estructura.
18. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de la reivindicación 17, en el que el elemento de bola comprende una interfaz para acoplar el dispositivo de pinzamiento quirúrgico a la cabeza.
- 20 19. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende al menos un micromotor en la cabeza giratoria basculante para controlar la orientación y la posición del dispositivo de pinzamiento quirúrgico unido a la cabeza.
- 25 20. El dispositivo (10) y el aplicador (76) de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un sistema electromagnético controlado por un microcontrolador para controlar la conexión y desconexión del dispositivo de pinzamiento quirúrgico y el aplicador.

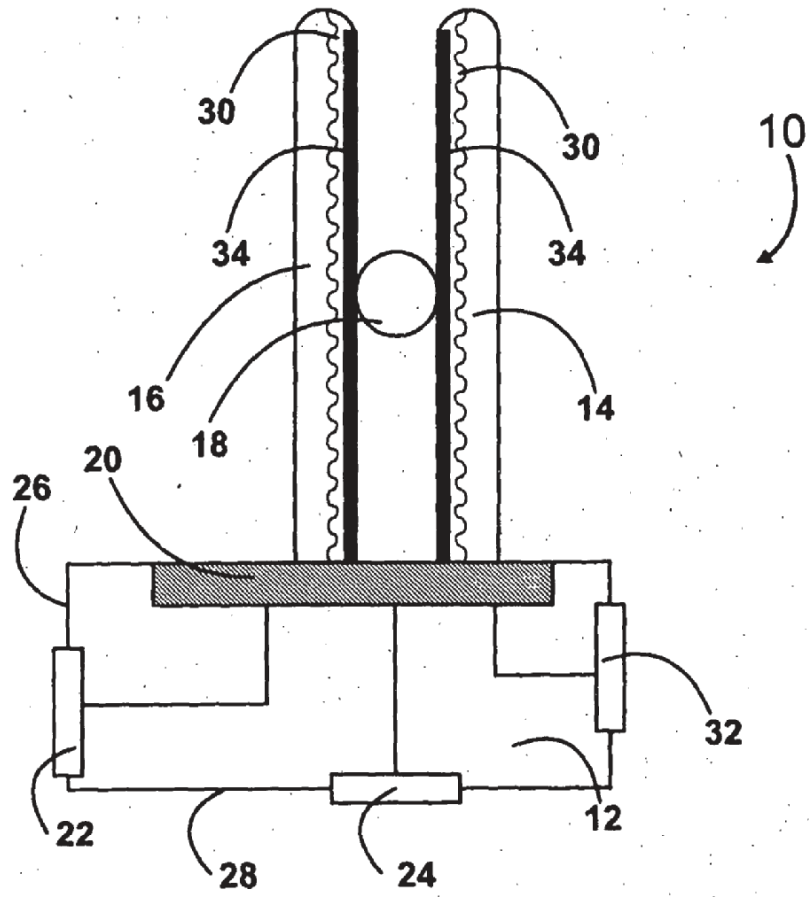


FIG 1

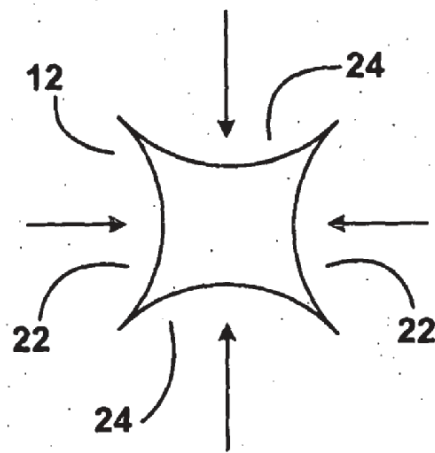


FIG 2

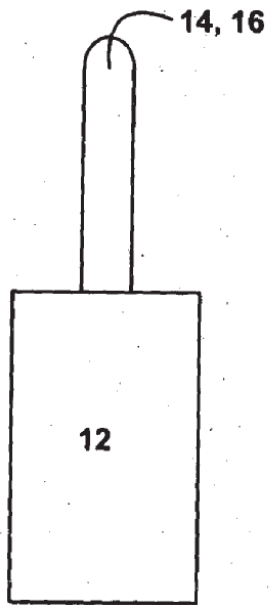


FIG 3A

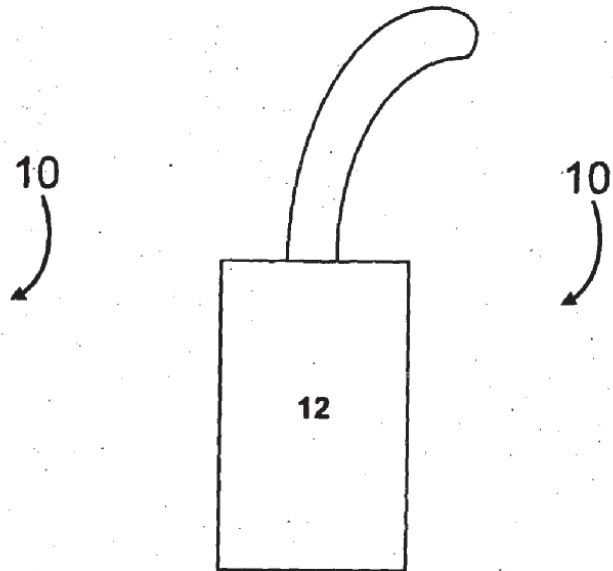


FIG 3B

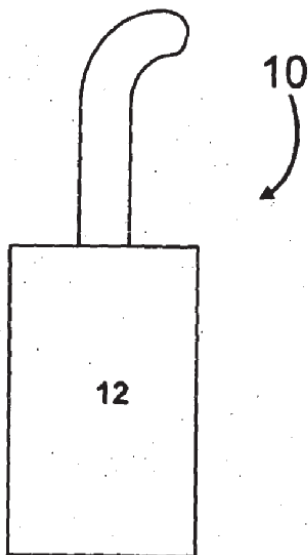


FIG 3C

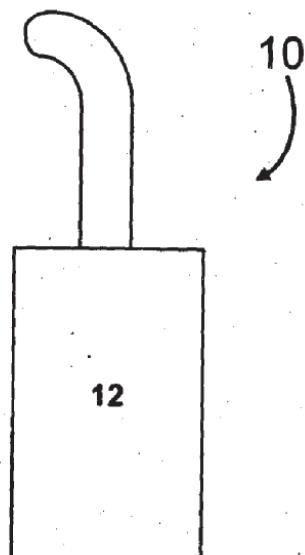


FIG 3D

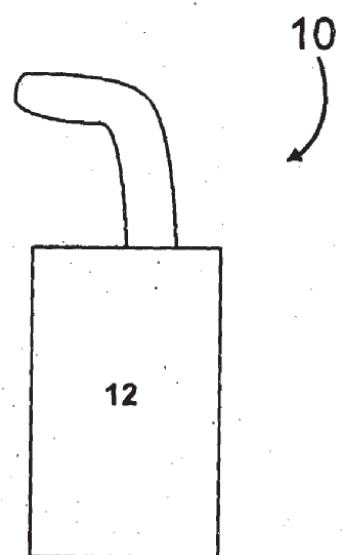


FIG 3E

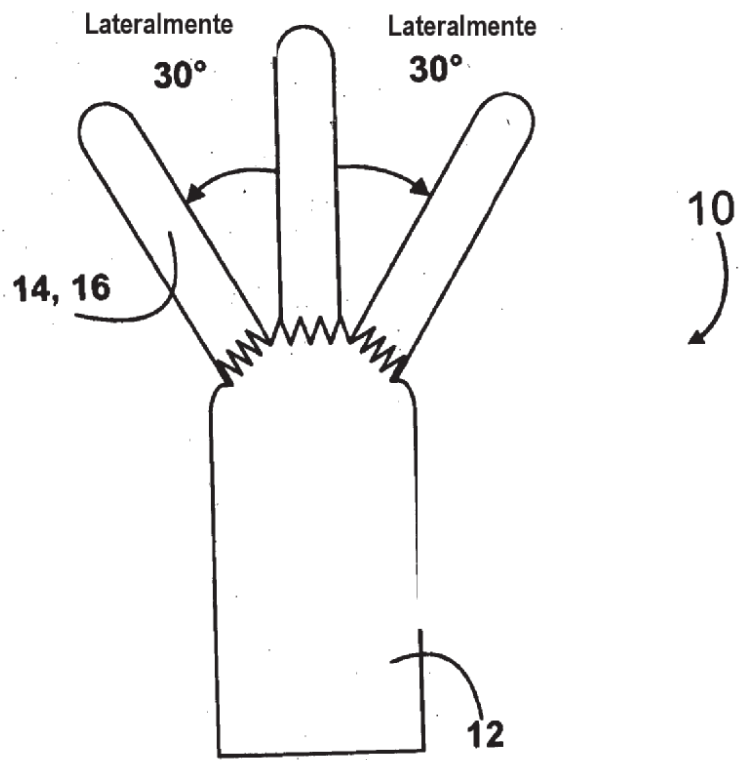


FIG 4A

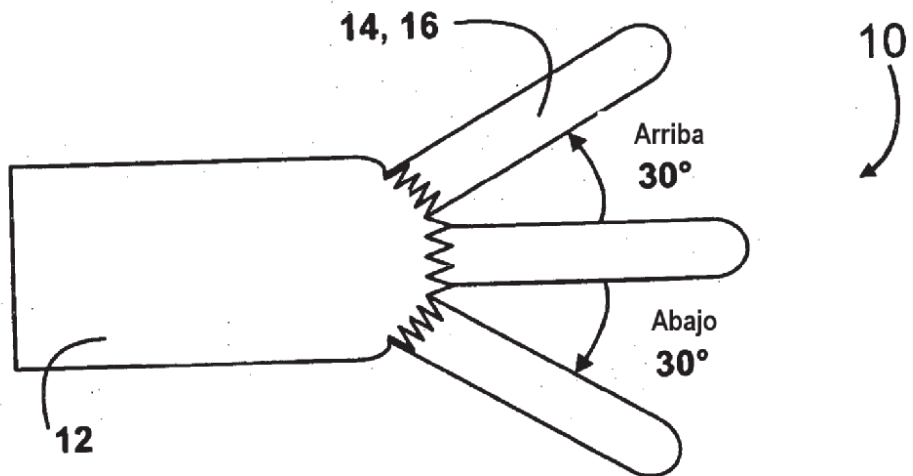


FIG 4B

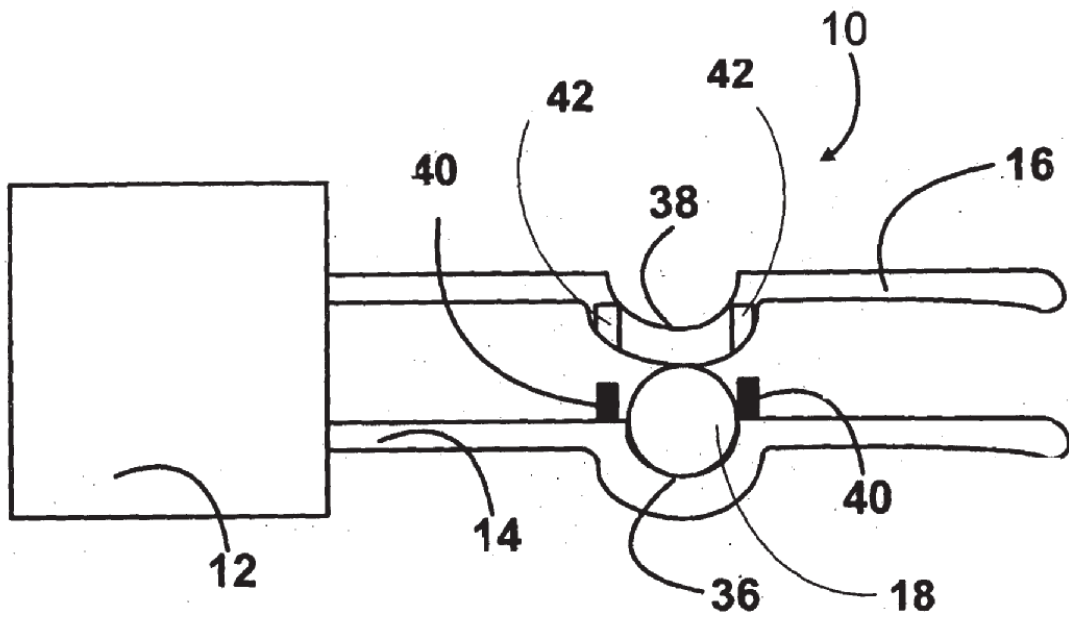


FIG 5A

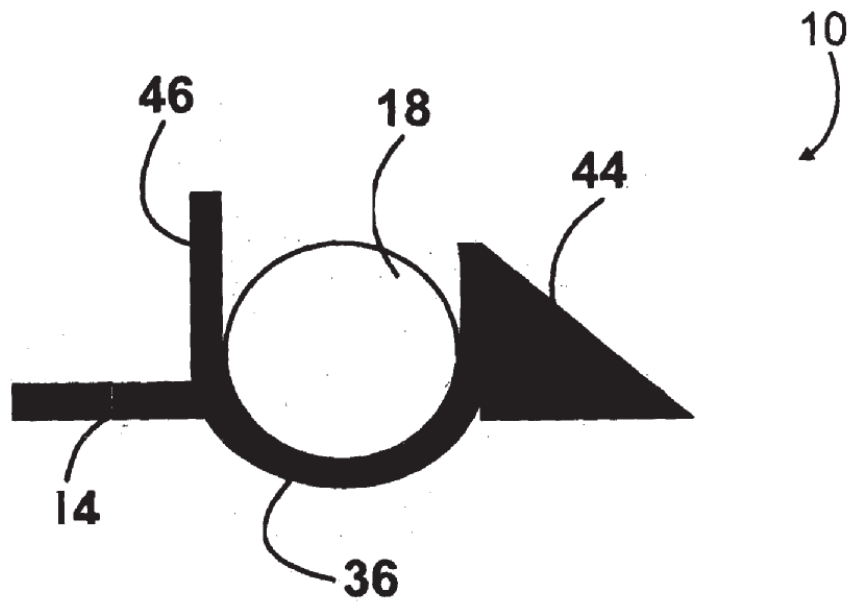


FIG 5B

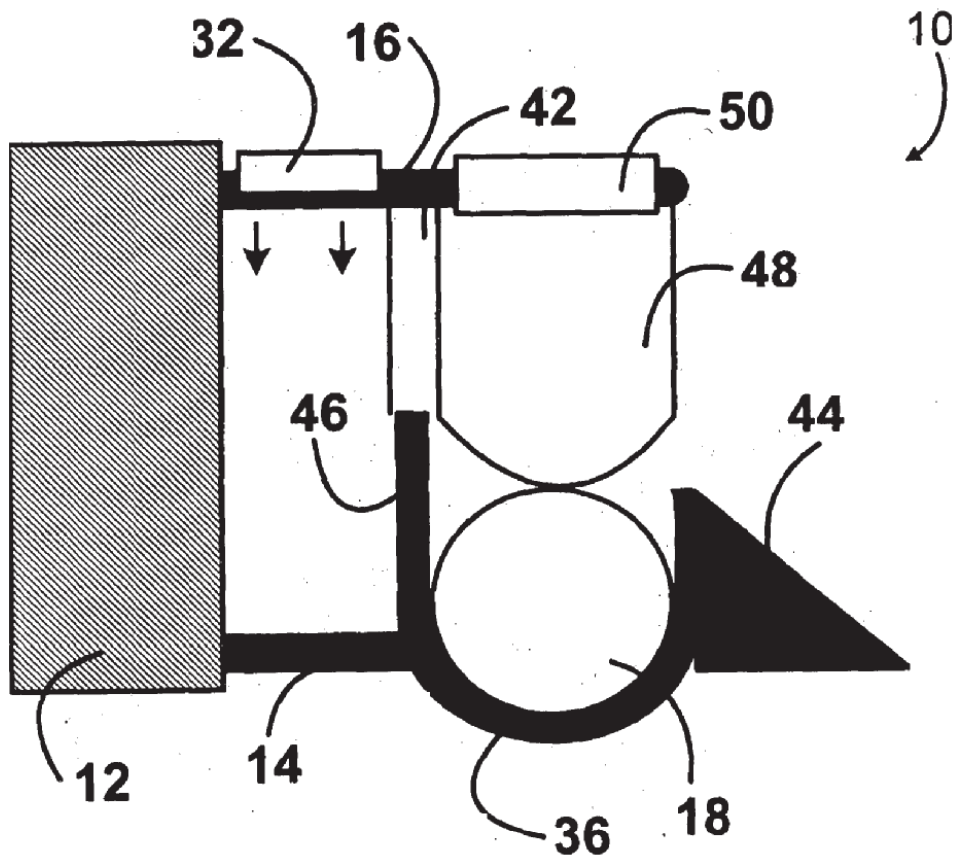


FIG 5C

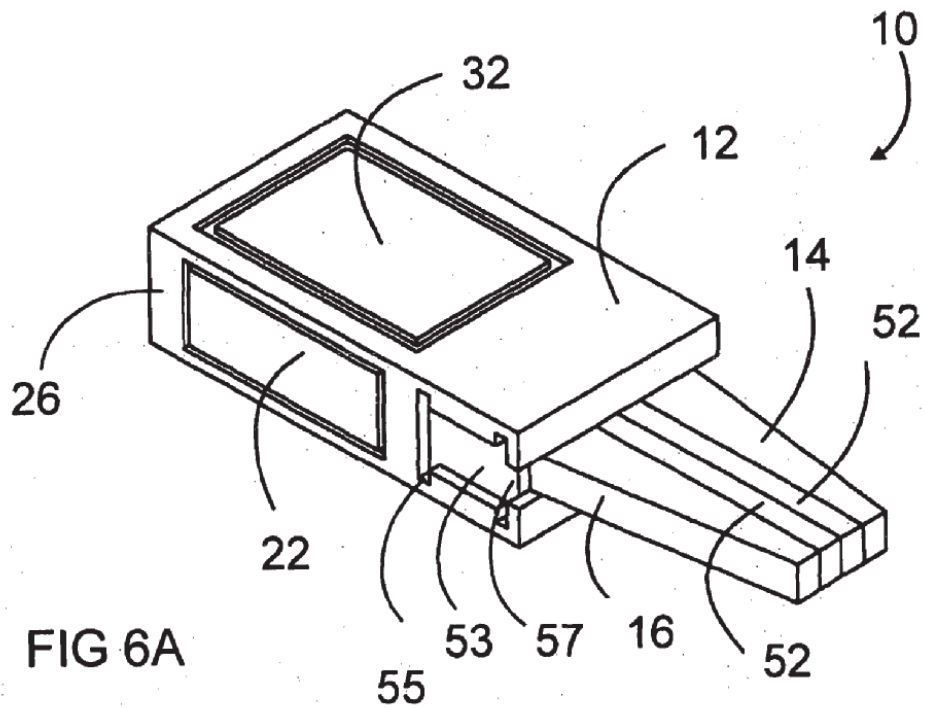


FIG 6A

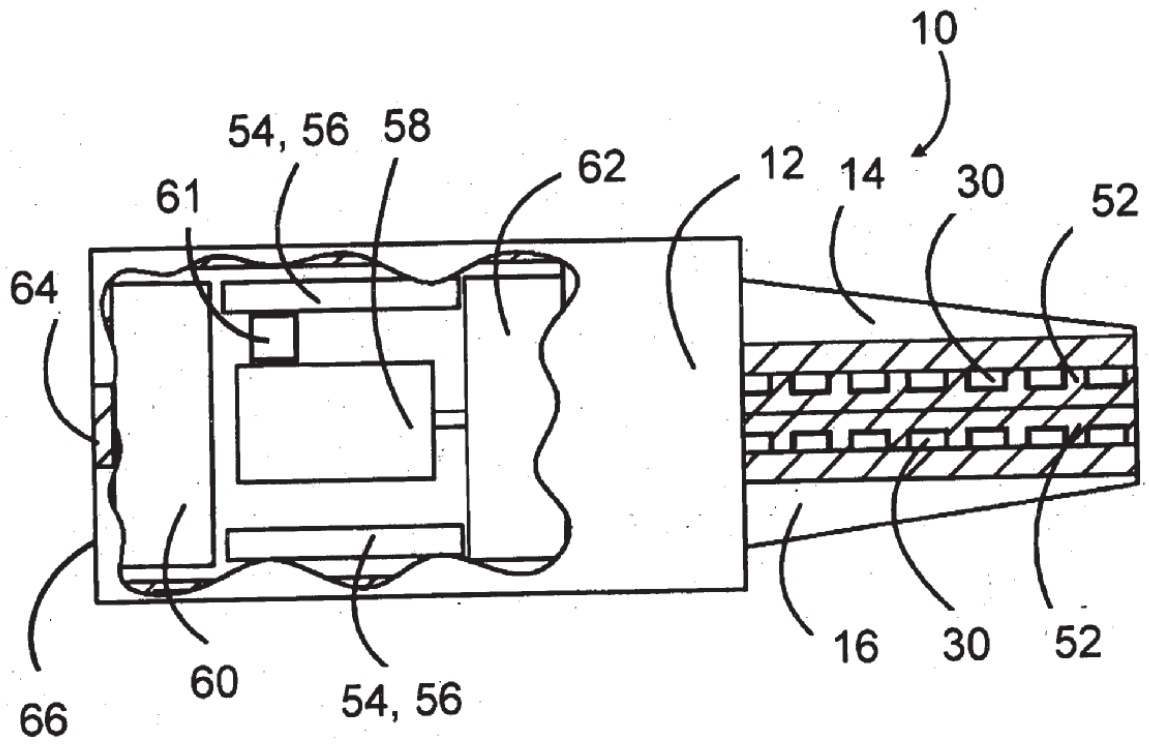


FIG 6B

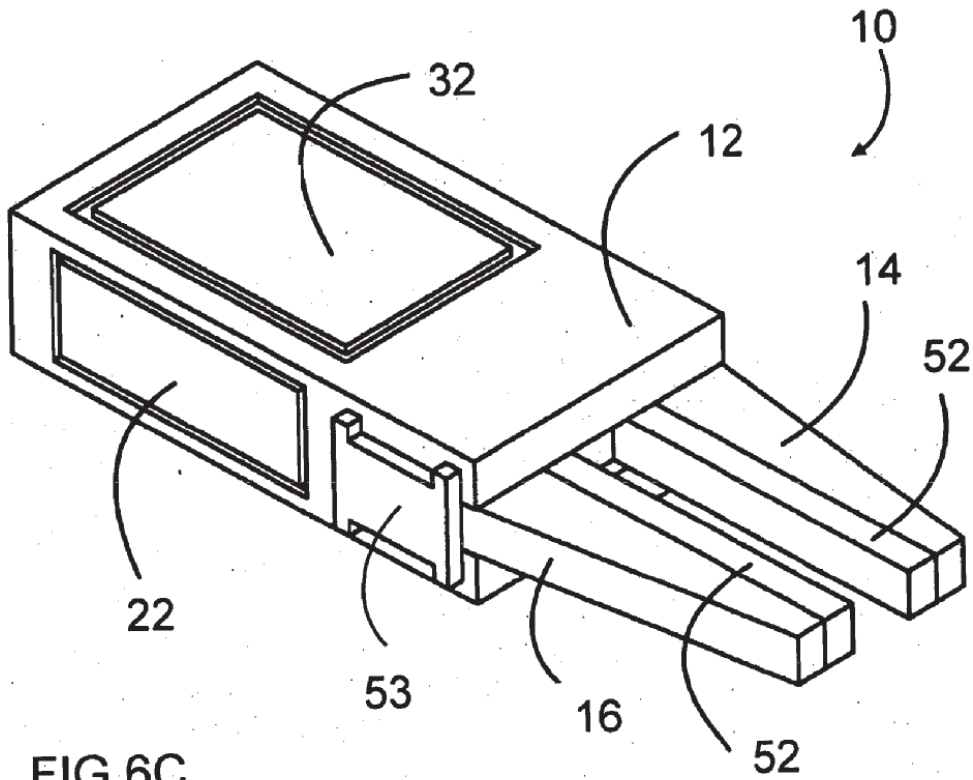


FIG 6C

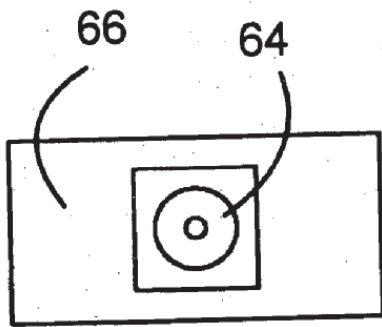


FIG 6D

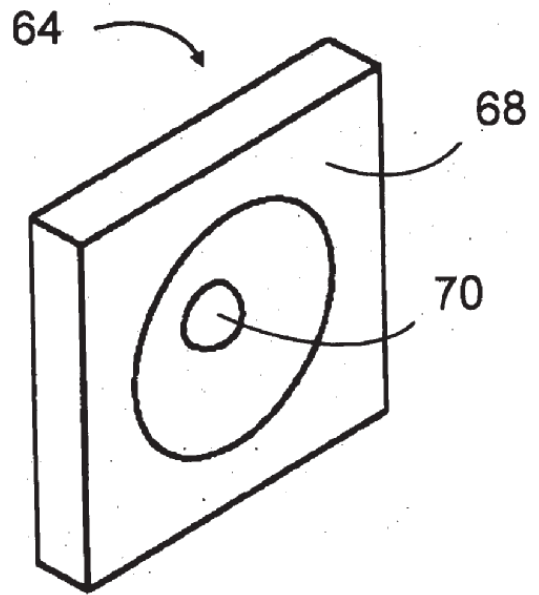


FIG 6E

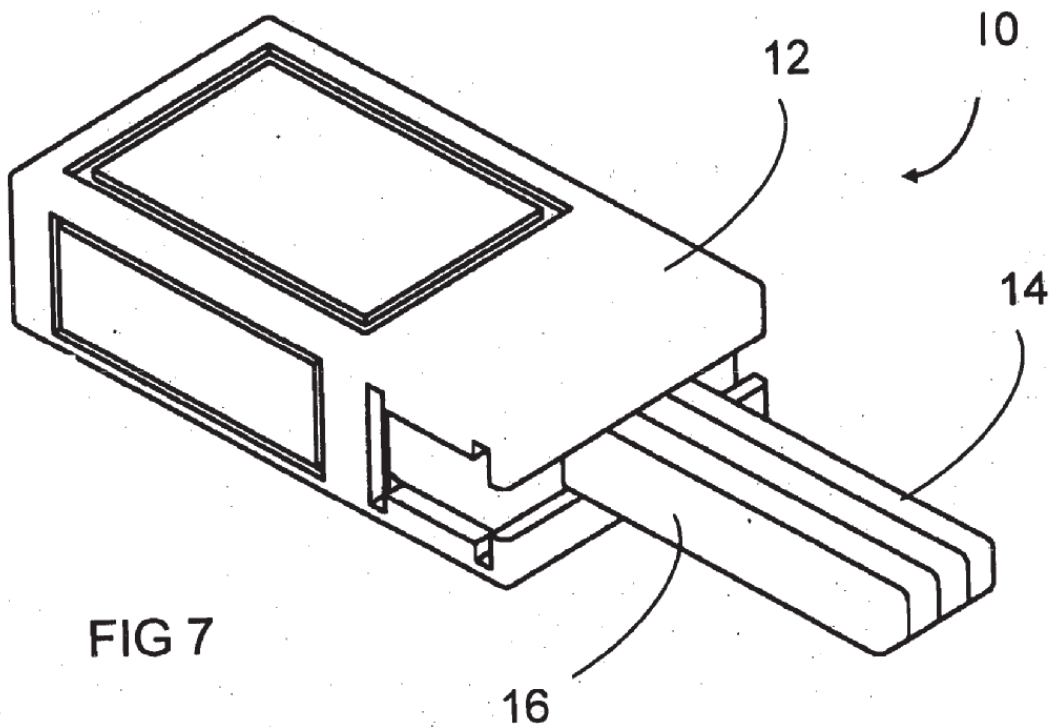
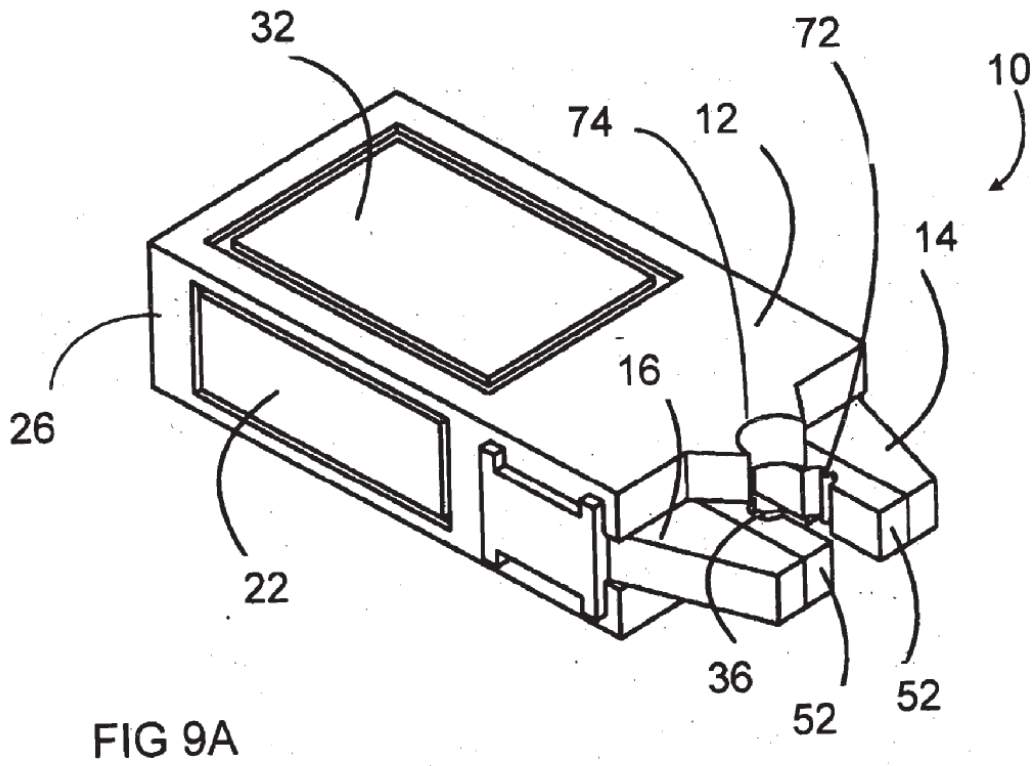
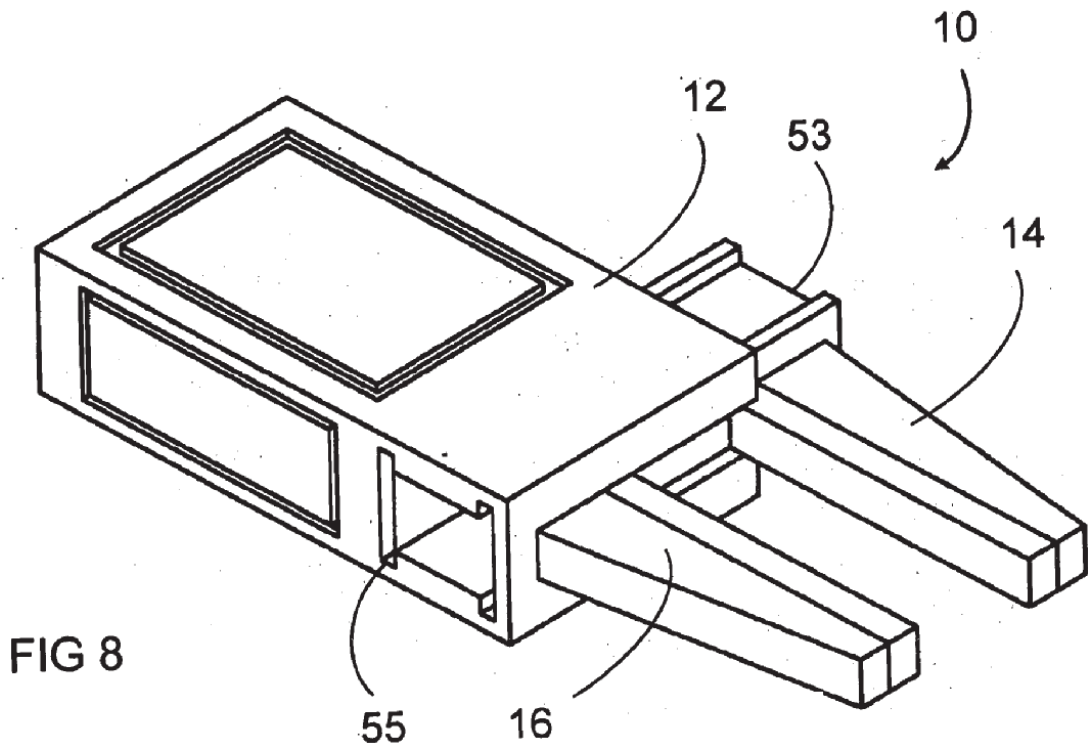


FIG 7



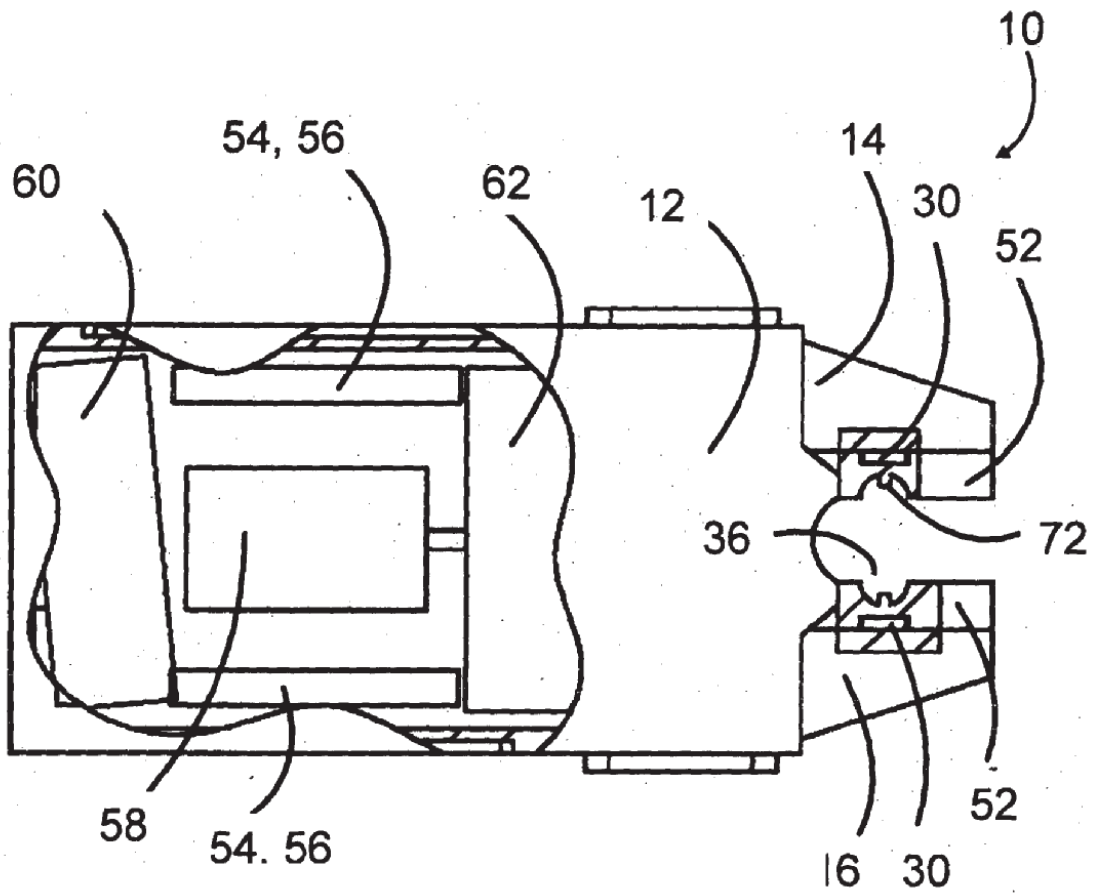


FIG 9B

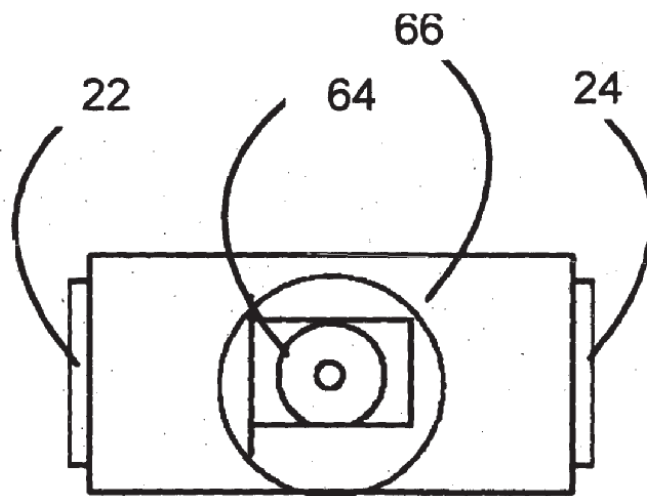


FIG 9C

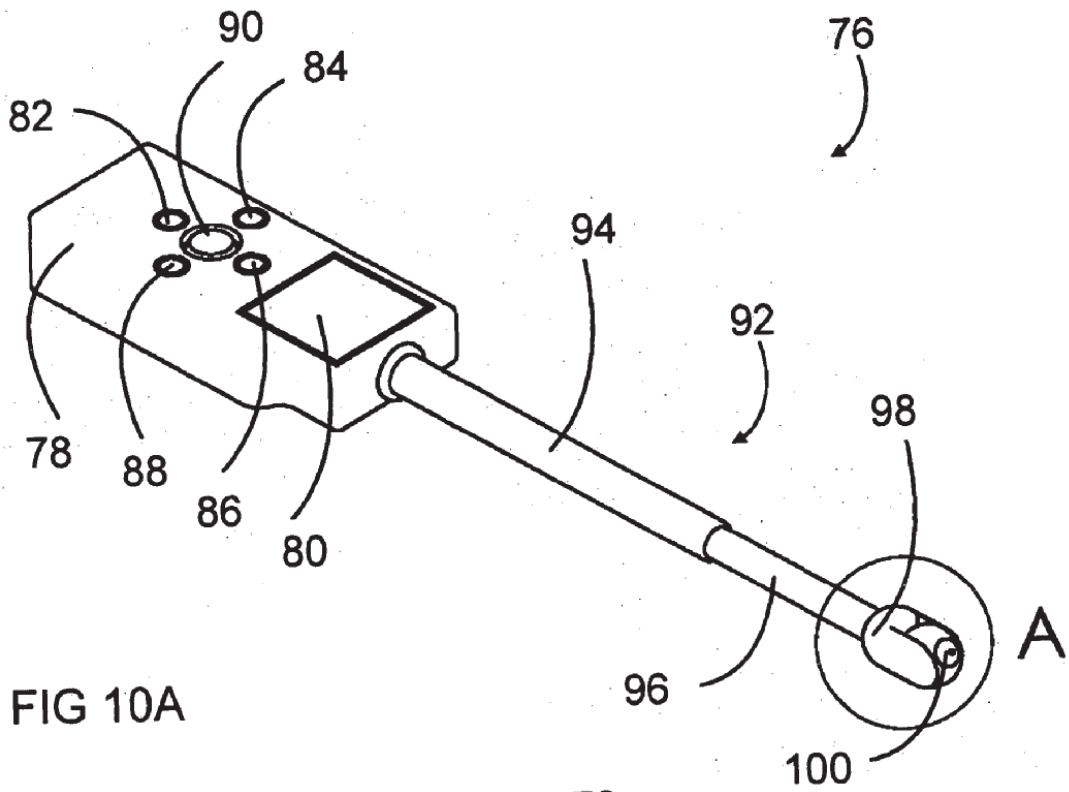


FIG 10A

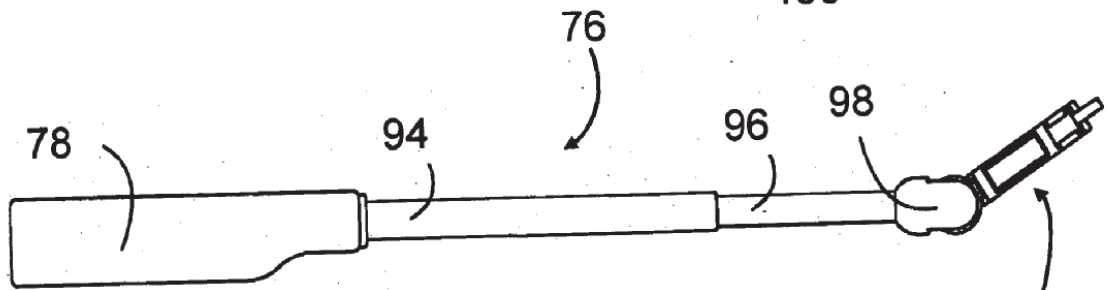


FIG 10B

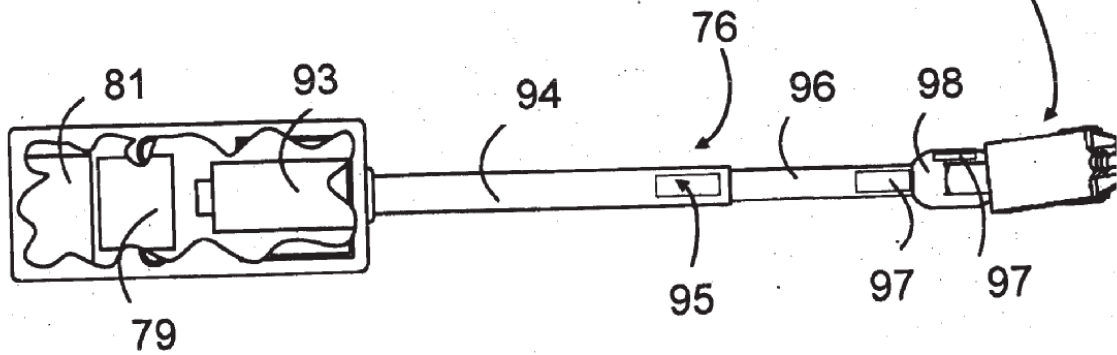


FIG 10C

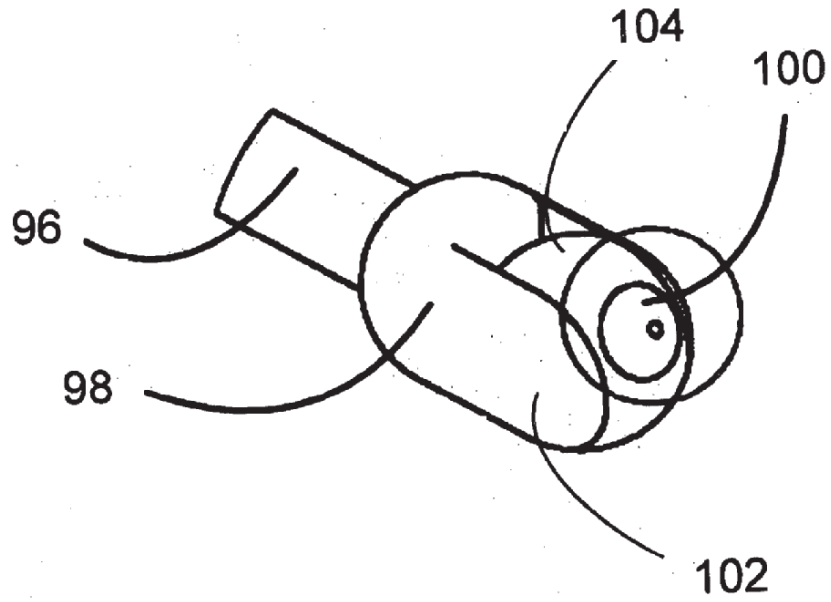


FIG 10D

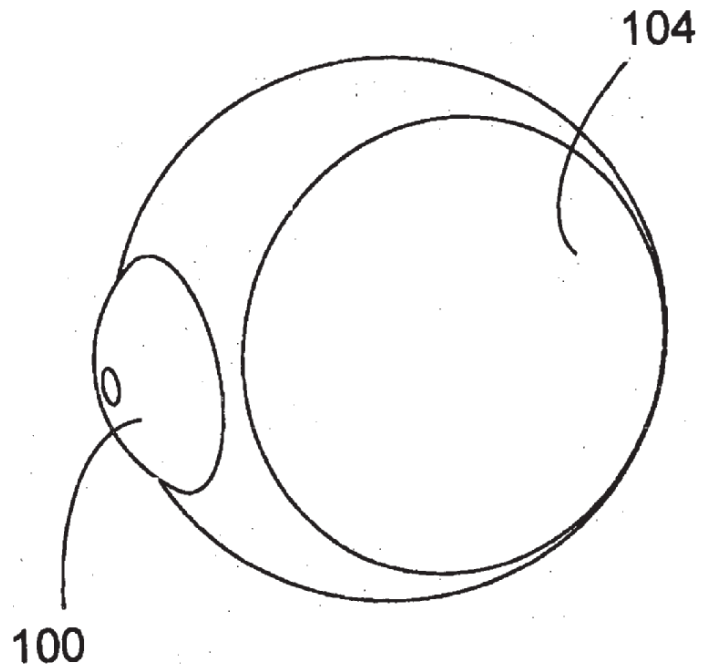


FIG 10E

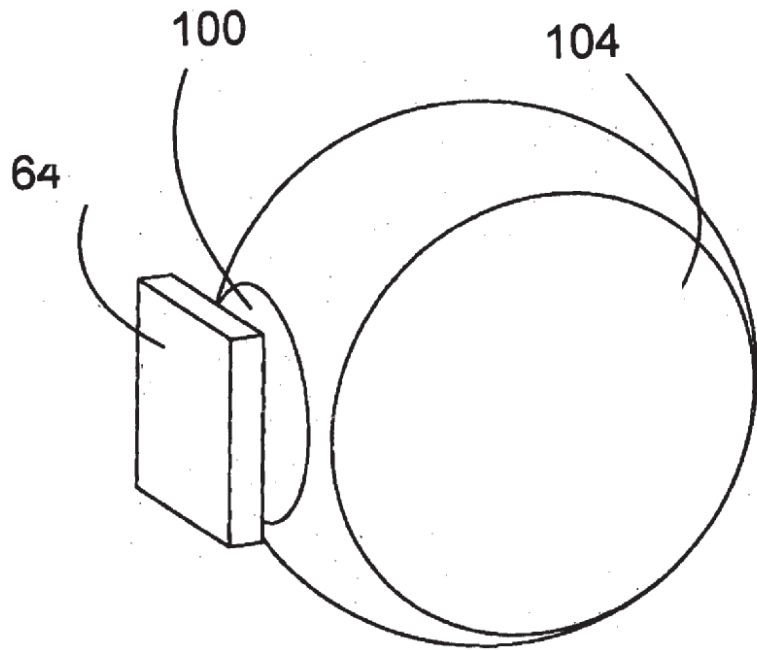


FIG 10F

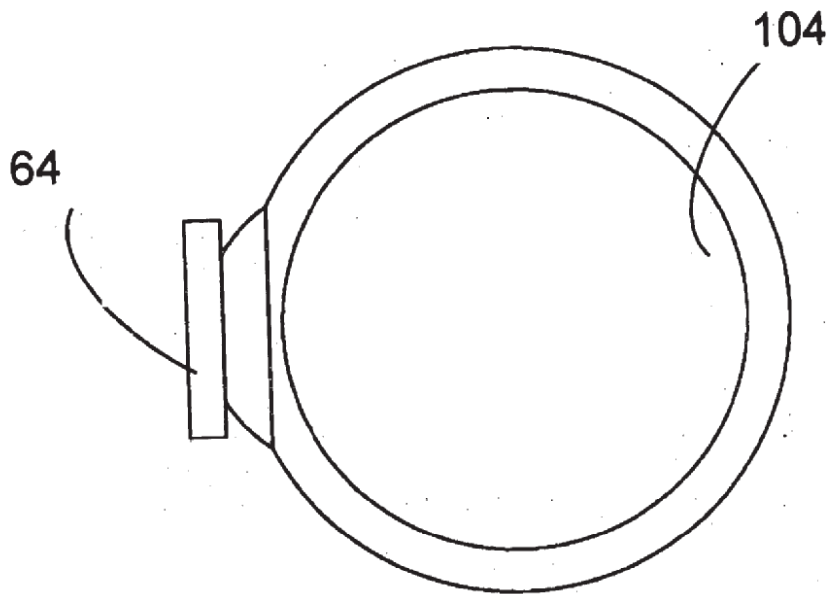
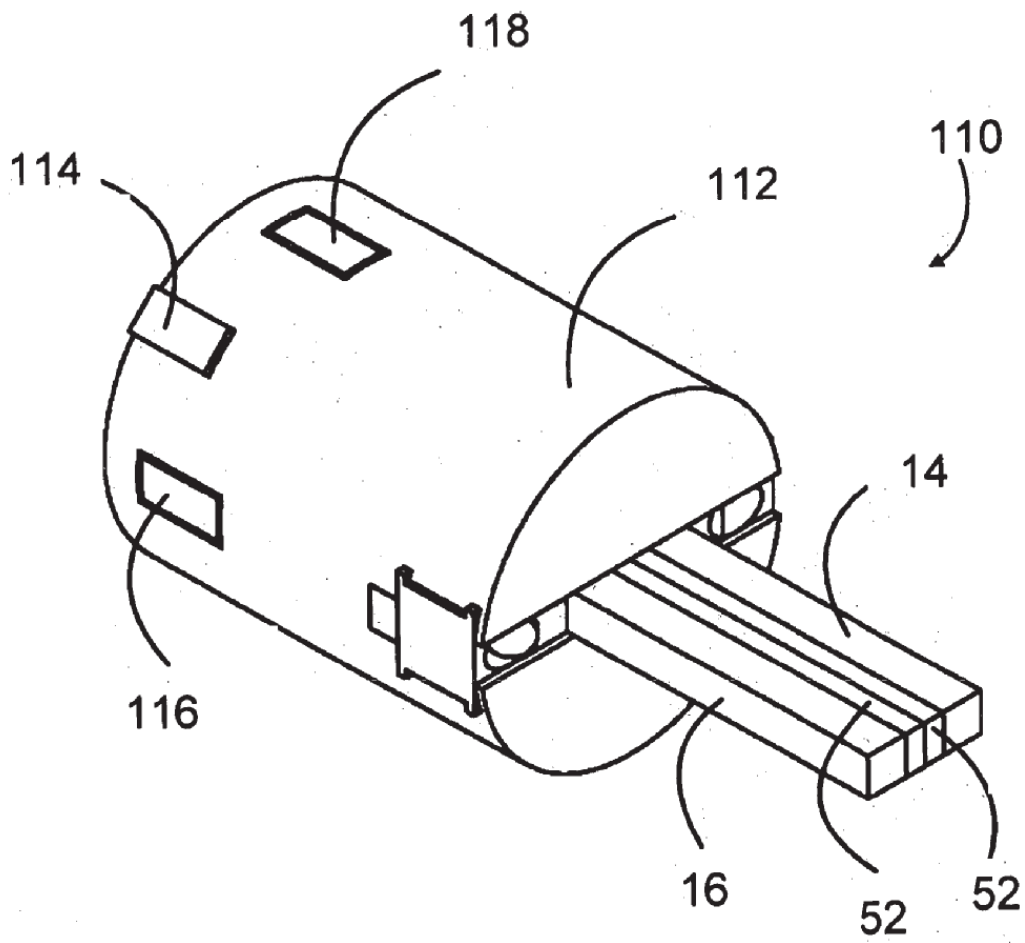
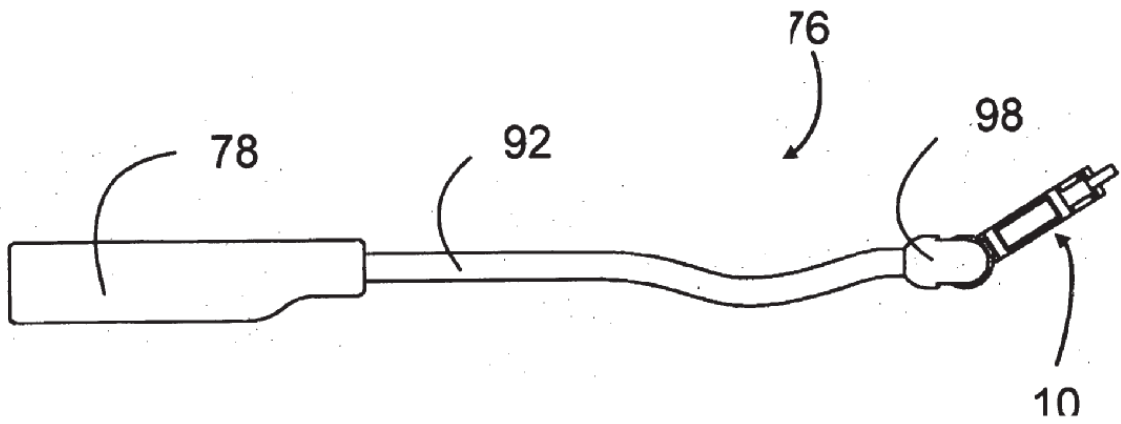
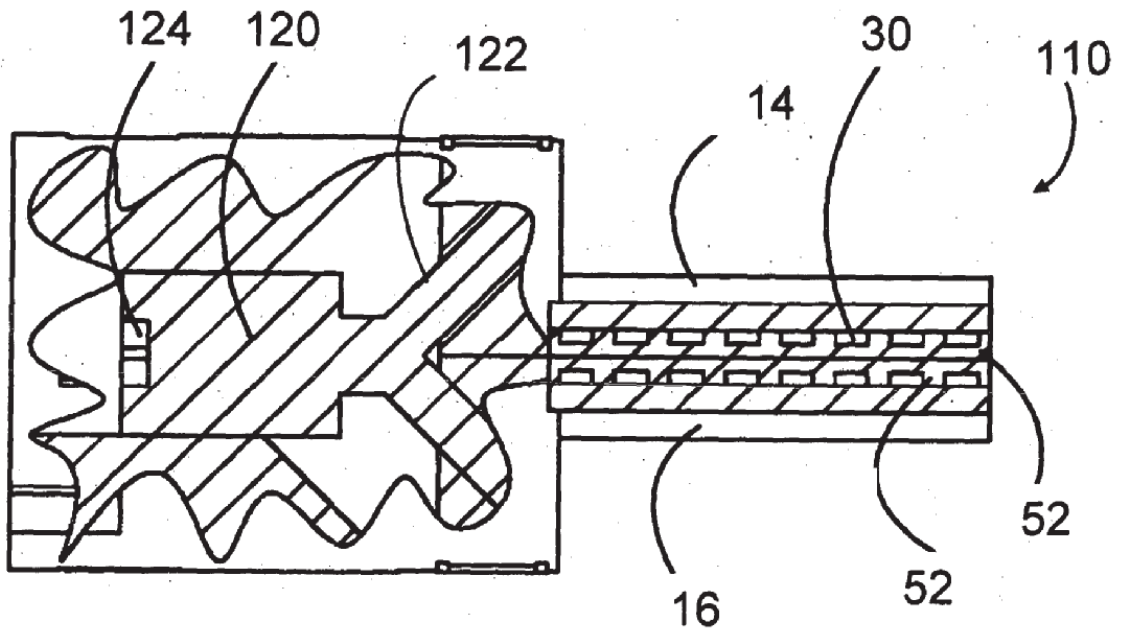
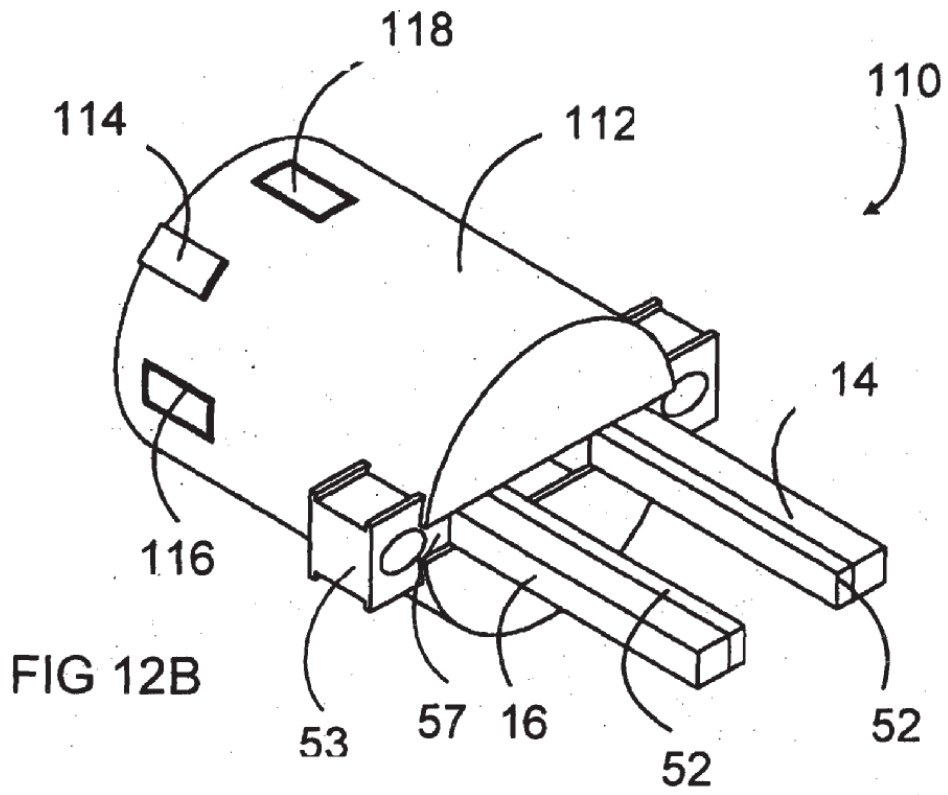
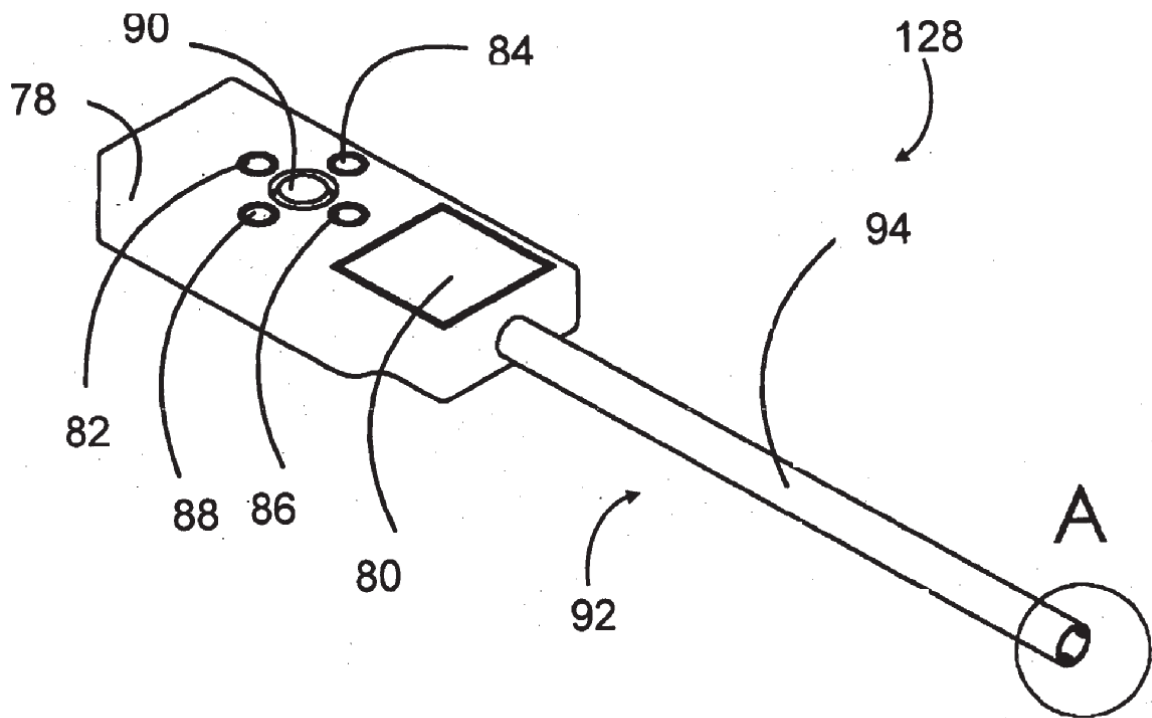
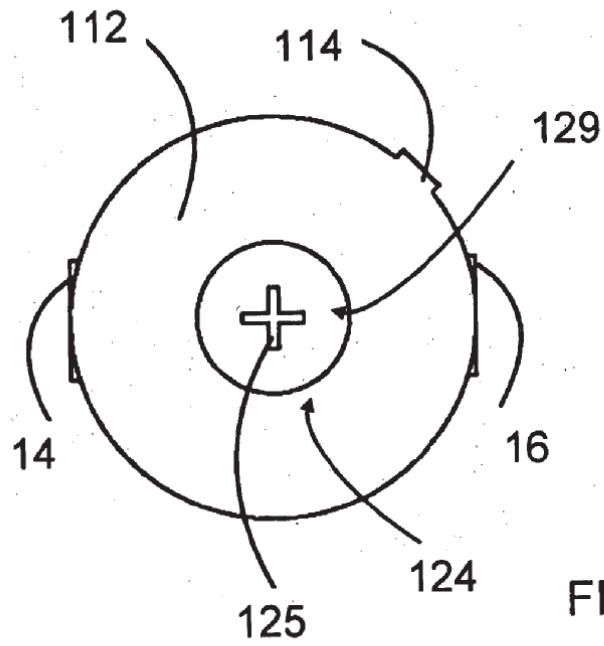


FIG 10G







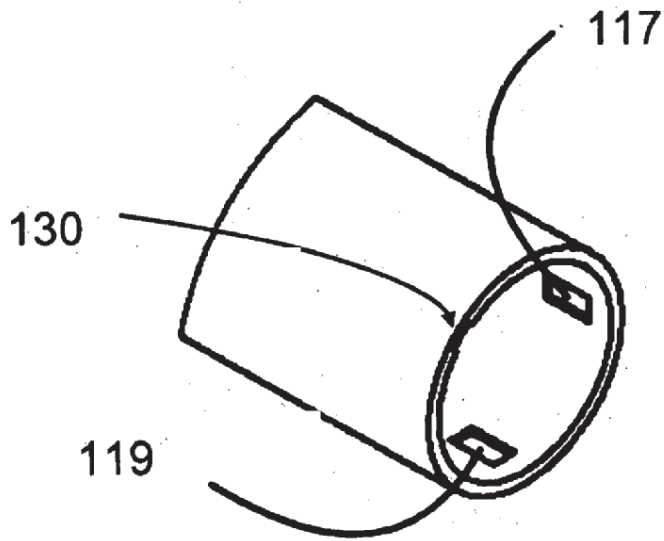


FIG 13B

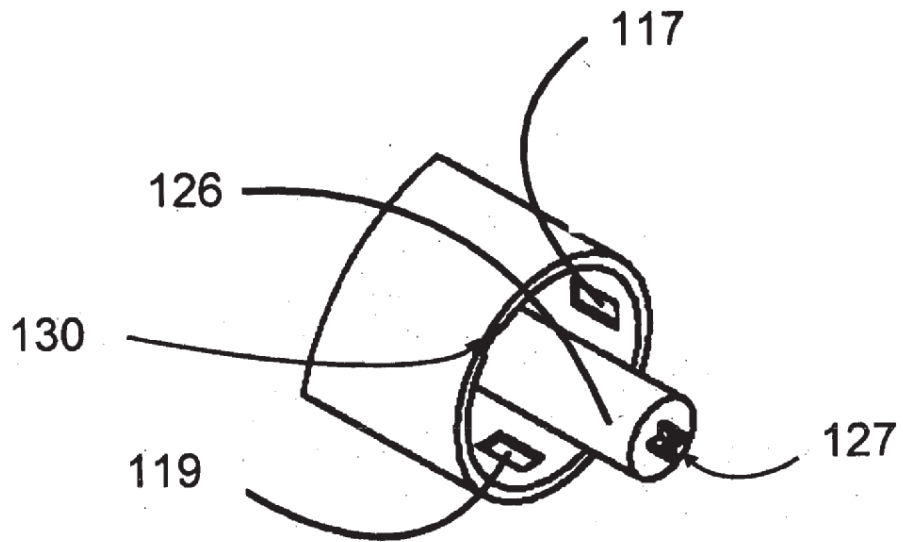


FIG 13C

