

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 545 006**

51 Int. Cl.:

B25J 17/00 (2006.01)

B25J 18/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2011** **E 11179839 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.07.2015** **EP 2431140**

54 Título: **Una herramienta flexible**

30 Prioridad:

17.09.2010 GB 201015566

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

07.09.2015

73 Titular/es:

**ROLLS-ROYCE PLC (100.0%)
62 Buckingham Gate
London SW1E 6AT, GB**

72 Inventor/es:

**KELL, JAMES;
DAVIES, SAMANTHA;
MCGILL, IAN;
RIGG, GRAEME;
RAFFLES, MARK;
DAINE, MARK;
KONG, MING;
AXINTE, DRAGOS;
MARINESCU, IULIAN y
HERBERT, CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 545 006 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

Una herramienta flexible

5 Esta invención se refiere a herramientas flexibles del tipo a veces referido como "robots con manos de serpiente".

10 Los robots con manos de serpiente se usan comúnmente para realizar inspecciones y otras operaciones en áreas peligrosas o limitadas, particularmente donde la naturaleza del área o la presencia de obstrucciones denotan que no existe un acceso con línea de mira hacia la región de interés dentro del área. Tales áreas limitadas existen en varios entornos industriales diferentes, a través de un intervalo extenso de tecnologías, por ejemplo en la ingeniería nuclear, aeronaves, motores, plantas industriales, arquitectura naval, edificaciones, carreteras y tuberías.

15 Los motores con turbina de gas se usan con numerosos propósitos, que incluyen los motores de propulsión para embarcaciones y aeronaves, para energizar las bombas para gas o petróleo, y para la generación de energía.

20 Cuando tales motores se usan en aeronaves, estos necesitan de inspección, mantenimiento y reparación periódicos. Es posible hacer esto mediante la remoción del motor de la aeronave y su desmantelamiento, pero existen desventajas serias en este método. Los motores con turbina de gas son máquinas complejas y su desmantelamiento (y reensamblaje subsecuente) es costoso y consume tiempo. Adicionalmente, remover el motor de la aeronave es en sí un procedimiento costoso y de larga duración. Mientras se remueve el motor, la aeronave no puede usarse, lo cual ocasiona inconveniencias y pérdidas financieras al operador. En consecuencia se ha hecho más común en los años recientes la realización de inspecciones y otras operaciones, donde sea posible, con el motor aún instalado.

25 Comúnmente se proporcionan numerosos puertos a los motores en sus envolturas externas, a través de las cuales pueden insertarse las herramientas de inspección. Estas herramientas permiten que se inspeccionen los componentes dentro del motor. En algunos casos, las herramientas de inspección pueden también maniobrarse a través de la parte frontal o posterior del motor, entre las aspas y las hélices. También puede llevarse a cabo un número muy limitado de operaciones de mantenimiento y reparación mediante la introducción de herramientas especialmente adaptadas a través de los puertos del animascopio. Entre las operaciones que de esta manera se llevan a cabo comúnmente están la inspección del animascopio, la inspección penetrante y la inspección ultrasónica.

30 Debido a las excelentes ventajas proporcionadas por la inspección in situ y las técnicas de reparación, sería deseable ser capaz de llevar a cabo un intervalo más extenso de operaciones mediante el uso de tales herramientas. Sin embargo, el alcance de tales operaciones se limita por las dimensiones del puerto del animascopio (típicamente de menos de 12 mm de diámetro) y por el tamaño de las aberturas subsecuentes en el interior del motor (por ejemplo entre hélices). También puede ser difícil, si no imposible, acceder a los componentes más lejanos al puerto debido a las trayectorias tortuosas y a las distancias relativamente largas involucradas.

35 Se conocen animascopios flexibles, los cuales son similares en principio a los endoscopios médicos, y estos pueden ser útiles para alcanzar lugares menos accesibles dentro del motor. Sin embargo, estos pueden ser blandos y difíciles de posicionar con precisión debido a su rigidez reducida. Generalmente, tales dispositivos requieren guías mecánicas que los dirijan a lo largo de una trayectoria predeterminada.

40 La flexibilidad de los brazos robóticos convencionales se proporciona mediante un número pequeño de "codos" discretos, en los cuales se proporcionan las articulaciones. Esto limita su flexibilidad, y restringe su utilidad en áreas limitadas. Los robots con brazos de serpiente (también referidos a veces como robots continuos, torsos de elefante, brazos de pulpo, tentáculos o endoscopios dirigibles) comprenden un gran número de segmentos interconectados mediante articulaciones rotativas, y estos son en consecuencia más flexibles que los brazos robóticos convencionales. Los cables de control dentro del robot con brazos de serpiente se unen de manera selectiva a los segmentos para permitir un control o una dirección independiente de los segmentos separados. Un operador "dirigirá" típicamente la punta del robot con brazos de serpiente a través de una trayectoria deseada en el área limitada, y el software asegurará que el resto del robot siga y no se contamine en ninguna obstrucción dentro del área. También es posible controlar la flexión de tal robot articulación por articulación, o mediante la referencia a un sistema de coordenadas Cartesiano u otro sistema de coordenadas fijo.

45 Aunque se conoce que los robots con brazos de serpiente son lo suficientemente pequeños para ajustarse a través de puertos del animascopio de una turbina de gas, su capacidad de transporte de carga es tan pequeña (típicamente del orden de unos pocos gramos para un robot de 600 mm de longitud) que estos no se usan para operaciones de reparación. Los robots con brazos de serpiente conocidos con capacidad de transporte de carga mayor tienen diámetros correspondientemente mayores, y de esta manera no pueden ajustarse a través de los puertos del animascopio. Además, mientras más grande es un robot con brazos de serpiente, menor es su capacidad de transporte de carga en la punta. En consecuencia los robots con brazos de serpiente conocidos no se usan para llevar a cabo tales operaciones in situ.

El documento WO 2006/060775 describe un dispositivo de serpentina con una pluralidad de segmentos movibles interconectados entre sí.

- 5 Los inventores han ideado un robot con brazos de serpiente con una capacidad de transporte de carga significativamente mejorada, la cual permitirá que se lleve a cabo un intervalo mucho mayor de operaciones de inspección y reparación en motores instalados. Los robots con brazos de serpiente de conformidad con la invención pueden también fabricarse mayores que los robots conocidos, para una capacidad de transporte de carga dada.
- 10 La invención proporciona una herramienta flexible y un método de realización de una operación mediante el uso de una herramienta flexible como se propone en las reivindicaciones.

Las modalidades de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, de manera que el modo en el que la invención se pondrá en efecto pueda ser mejor entendida. Se hará referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 15 La Figura 1 muestra una sección transversal longitudinal de parte de una herramienta flexible de conformidad con una primera modalidad de la invención;
La Figura 2 muestra una sección transversal en la línea A-A mostrada en la Figura 1;
La Figura 3 muestra parte de la superficie externa de la herramienta flexible de la Figura 1, con la capa de revestimiento parcialmente removida; y
20 La Figura 4 muestra una ilustración esquemática de una herramienta flexible de conformidad con una segunda modalidad de la invención.

- En referencia primero a las Figuras 1 y 2, una herramienta flexible de conformidad con la invención, mostrada generalmente en 10, tiene un eje principal 12 formado por un material flexible tal como una goma resistente a altas temperaturas. El eje principal 12 es tubular, y define un conducto central 14. Durante el uso, este conducto puede acomodar un mazo de fibra óptica, un cable para manejar una herramienta o similares 16. Las proyecciones que se extienden radialmente 18 están espaciadas a lo largo del eje principal 12 que soportan una pluralidad de varillas circulares espaciadas longitudinalmente 20. En esta modalidad, las proyecciones que se extienden radialmente 18 en cada posición axial se espacian por igual alrededor de la circunferencia del eje principal. Se visualiza que el diámetro de la herramienta es de menos de 12 mm, de manera que esta pueda ajustarse a través de los puertos del animascopio de un motor con turbina de gas.

- La curvatura de la herramienta puede controlarse de una manera conocida, como sigue. Una pluralidad de cables de control cubiertos 22 funcionan a lo largo de la longitud de la herramienta (solamente se muestran dos en la Figura 1), y a través de agujeros 24, 26 en las varillas 18. Los cables se mueven libremente a través de los agujeros 24 y se dirigen mediante estos, en contraste con los agujeros 26 en los cuales se fijan los cables en su lugar. En la modalidad mostrada, las articulaciones en la herramienta se definen efectivamente mediante grupos de cuatro proyecciones. La primera proyección fija el cable de control en un agujero 26 a partir de la articulación previa, mientras que los cables de control para esta y las articulaciones subsecuentes pasan a través de un agujero 24. Las dos varillas siguientes soportan y dirigen los cables de control a través de los agujeros 24, y el cable de control para esta articulación se fija en un agujero 26 en la cuarta varilla del grupo.

- Considerando las cuatro proyecciones indicadas en la Figura 1 como las 18a, 18b, 18c, 18d, el cable 22 se fija en el agujero 26 en la proyección 18d, pero se mueve libremente a través de los agujeros 24 en las proyecciones 18a, 18b y 18c. En consecuencia, mediante la tracción en el cable 22, las proyecciones 18a, 18b, 18c, 18d se atraen juntas más cerca, ocasionando que una parte del eje principal 12 se curve como se muestra. Mediante el control adecuado de la pluralidad de los cables 22 cualquier grupo de cuatro proyecciones 18 puede controlarse de manera similar, y en consecuencia (debido a que las proyecciones 18 se extienden en direcciones radiales diferentes a partir del eje principal 12) cualquier parte del eje principal puede ocasionar que se curve en una dirección deseada. De este modo, generalmente bajo el control de una computadora, la punta de la herramienta puede dirigirse a través de las obstrucciones en un área de trabajo para alcanzar la región de interés, y las partes siguientes de la herramienta pueden dirigirse según se necesite para seguir la punta sin contaminar las obstrucciones.

- Este mecanismo de control permite que la punta de la herramienta flexible 10 se dirija hacia cualquier posición deseada dentro de un área de trabajo, y evite los obstáculos. Durante el uso, la punta de la herramienta flexible acomodaría las herramientas adecuadas para realizar la inspección u operación deseadas. Tales herramientas pueden incluir un sensor óptico, una fuente de luz o una punta mecanizada (dirigida por un eje conductor llevado a través del conducto central de la herramienta flexible).

- 60 Sin embargo, como se indica anteriormente, si los robots con brazos de serpiente conocidos se fabrican lo suficientemente pequeños para ajustarse a través de las áreas de acceso de un motor con turbina de gas entonces su capacidad de transporte de carga será insuficiente para realizar las operaciones deseadas; la capacidad de transporte de carga es relevante ambas en términos de la habilidad para soportar el peso de las herramientas y para resistir las

fuerzas generadas durante, por ejemplo, una operación de pulverización. Por el contrario, si su capacidad de transporte de carga se aumenta entonces estos se harán inevitablemente muy grandes para ajustarse a través de las áreas de acceso disponibles. La invención proporciona una herramienta flexible lo suficientemente pequeña para ajustarse dentro de las áreas limitadas en un motor con turbina de gas, pero con una capacidad de transporte de carga suficiente para posibilitar que se realice un intervalo de operaciones más extenso.

Con referencia otra vez a las Figuras 1 y 2, en una herramienta flexible de conformidad con la invención las áreas entre las proyecciones 18 y las varillas 20 se llenan con un medio de cavidad de llenado 28. En la modalidad ilustrada, el medio 28 es un termoplástico el cual es rígido a la temperatura de operación normal de la herramienta. Alrededor del exterior de la herramienta 10, mediante el cierre de las varillas 20 y de los medios 28, está una envoltura o piel externa 30, la cual incorpora elementos de calefacción incorporados. En la Figura 3, parte de la piel 30 se ha pelado para mostrar dos elementos de calefacción 32.

Durante el uso, los elementos de calefacción 32 se controlan para calentar el medio 28 por encima de la temperatura de transición de su vidrio, de manera que este se fundirá o se ablandará. En este primer estado, el medio 28 no impedirá el movimiento de la herramienta 10 y por tanto la herramienta puede curvarse (como se describe anteriormente) para permitir que la punta se dirija a través de un área de trabajo hacia una región de interés. El medio fluirá según se necesite a través de las áreas entre las proyecciones 18 y las varillas 20. Puede proporcionarse un mecanismo de control de manera que, cuando el medio 28 está en su primer estado y en consecuencia se comporta efectivamente como un fluido, su presión puede aumentarse o reducirse para controlar con mayor precisión la rigidez de la herramienta flexible. En general, una presión del fluido mayor hará más rígida la herramienta, y una presión del fluido menor la hará menos rígida. Este control más preciso puede ayudar al despliegue de la herramienta dentro del área de trabajo.

Una vez que la punta de la herramienta está en la posición deseada, los elementos de calefacción se desconectan de manera que el medio 28 se enfríe. Una vez que el medio 28 se enfría debajo de su temperatura de transición del vidrio este se hará relativamente rígido, y en su segundo estado cerrará efectivamente las varillas 20 y las proyecciones 18 en sus posiciones. Toda la herramienta se hace efectivamente rígida. De esta forma, la herramienta 10 se proporciona con una rigidez y por tanto con una capacidad de transporte de carga significativamente mayores que las herramientas similares conocidas. Se visualiza que, para una herramienta con un diámetro de menos de 12 mm, las capacidades de transporte de carga se alcanzarán en el orden de 0.2 kg a una distancia saliente de 100 mm.

Una vez que la operación de inspección o de reparación está completa, los elementos de calefacción 32 se controlan otra vez para calentar el medio 28 hasta que este se funde o se ablanda de regreso hacia el primer estado, después del cual la herramienta 10 puede retirarse del área de trabajo.

De esta forma, una herramienta 10 de conformidad con la invención puede fabricarse pequeña y (en su primer estado) lo suficientemente flexible para ajustarse dentro de las áreas limitadas y a través de puertos de acceso pequeños, tales como aquellos en los motores con turbina de gas, pero al mismo tiempo pueden fabricarse (mediante el intercambio hacia su segundo estado) lo suficientemente rígidos para soportar cargas apreciables, posibilitando de esta manera que se realice un intervalo mucho más amplio de operaciones de inspección y reparación, por ejemplo sin remover un motor con turbina de gas del ala de la aeronave.

Una ventaja adicional puede obtenerse si se proporcionan elementos de calefacción separados, espaciados a lo largo de la longitud de la herramienta 10. Si estos elementos de calefacción se controlan por separado, es posible entonces controlar la rigidez de la herramienta segmento por segmento, o articulación por articulación, a lo largo de su longitud. Esto puede facilitar la dirección de la herramienta a través de áreas difíciles de un área de trabajo. Alternativamente, este puede permitir que se fabriquen partes rígidas de la herramienta para permitir la realización de operaciones, mientras que se mantienen flexibles otras partes de la herramienta; por ejemplo, para acomodar el movimiento de otros componentes.

En modalidades alternativas de la invención, puede usarse un material diferente para el medio 28. Por ejemplo, puede ser un termoplástico de fibra reforzada, o cualquier otro material adecuado que puede fabricarse más o menos rígido mediante el calentamiento y el enfriamiento, por ejemplo una aleación de punto de baja fusión. Se entenderá que los comentarios anteriores (por ejemplo, los que conciernen al control de la herramienta segmento por segmento) se aplicarían de igual manera a tales modalidades, con los cambios necesarios hechos al mecanismo de conmutación.

En las modalidades descritas anteriormente, la rigidez y el ablandamiento del medio 28 es un proceso repetitivo. En una modalidad alternativa adicional, el medio es un adhesivo endurecido por rayos ultravioletas, y la herramienta se proporciona con fibras ópticas o elementos transmisores de luz similares para llevar la luz ultravioleta hacia el medio cuando se requiera. En su estado inicial, el adhesivo es suave y por tanto la herramienta es flexible; una vez que la herramienta está en la posición deseada, la luz ultravioleta de una fuente adecuada se dirige hacia el medio para curarla, suministrándole rigidez y cerrando la herramienta en posición. Después que se completan las operaciones, se aplica calor a los adhesivos (mediante los elementos de calefacción incorporados como en la primera modalidad

descrita anteriormente, o mediante otros medios) hasta que el adhesivo se degrade lo suficientemente que pierda su rigidez. La herramienta puede entonces retirarse del área de trabajo. En tal modalidad, el adhesivo no sería reusable; sin embargo, pudiera ser posible remover el adhesivo degradado y reemplazarlo con nuevos adhesivos para el próximo uso de la herramienta.

En modalidades alternativas de la invención, el control de las articulaciones puede lograrse mediante otros medios y no mediante los cables de control descritos anteriormente. Por ejemplo, pueden proporcionarse accionadores hidráulicos o neumáticos, o pueden proporcionarse elementos de aleaciones con memoria de forma en las articulaciones las cuales cambiarían su forma o sus dimensiones cuando se somete a un impulso eléctrico. Se entenderá que tales accionadores alternativos pudieran también controlarse de manera individual.

En otra modalidad alternativa, que no se ilustra en los dibujos, en lugar de un eje principal flexible simple 12 se proporciona un eje principal segmentado, con articulaciones rotativas del tipo esféricas entre los segmentos. En esta modalidad, el medio actúa cuando se rigidiza para cerrar las articulaciones en posición, proporcionando de esta manera rigidez a la herramienta.

La Figura 4 ilustra una característica opcional adicional de una herramienta de conformidad con la invención, la cual puede combinarse con cualquiera de las modalidades descritas hasta el momento.

En la Figura 4, se muestra una herramienta 10 de conformidad con la invención dentro de un área de trabajo. La punta 42 de la herramienta se ha dirigido entre dos obstrucciones 44. En un motor con turbina de gas, tales obstrucciones pueden tomar la forma de aspas o hélices.

Se proporcionan dos segmentos de agarre inflables 46 hacia la punta de la herramienta, uno a cada lado de la herramienta. Los segmentos pueden formarse integralmente con la piel de la herramienta, o pueden formarse separadamente y suturarse o de otra manera unirse a la piel.

Cuando la punta de la herramienta está en la posición deseada los segmentos de agarre 46 se inflan, como se muestra en la Figura 4, para soportar la herramienta entre las obstrucciones 44. Esto proporciona un soporte para la herramienta relativamente cercano a su punta, incrementando de esta manera la rigidez efectiva de la herramienta. Eso significa que durante el uso de la herramienta su rigidez no depende de la longitud global de la herramienta, sino solamente del "saliente" entre el soporte y la punta. Esto posibilita que se construyan herramientas flexibles más grandes, para alcanzar más áreas de trabajo inaccesibles, sin sacrificar la rigidez de la herramienta o su capacidad de transporte de carga.

Cuando las operaciones se han completado, los segmentos de agarre se desinflan de manera que la herramienta pueda removerse.

Pueden usarse otras configuraciones de segmentos de agarre, dependiendo de los requerimientos particulares de la aplicación. Por ejemplo, un segmento de agarre anular simple o numerosos segmentos espaciados alrededor de la circunferencia de la herramienta. Los segmentos de agarre pueden proporcionarse en múltiples posiciones a lo largo de la longitud de la herramienta, según se requiera.

Los segmentos de agarre pueden también usarse con diferentes propósitos, mejorando las capacidades de la herramienta flexible. Por ejemplo, si los segmentos inflables se inflan para asegurar la herramienta entre dos aspas rotativas de un motor de con turbina de gas, la rotación manual del motor pudiera entonces usarse para "tirar de" la punta de la herramienta flexible hacia una posición diferente, además alrededor del eje rotacional del motor. De esta forma, la herramienta flexible puede proporcionar acceso a regiones aún además dentro del motor y aún más remoto a partir de los puertos de acceso.

Se apreciará que los diseños alternativos de los segmentos de agarre pudieran usarse, lo cual proporcionaría las mismas ventajas que los segmentos inflables descritos anteriormente. Por ejemplo, pudieran usarse uno o más segmentos de agarre accionados de manera mecánica o eléctrica, los cuales se plegarían dentro del cuerpo de la herramienta para permitir su inserción o su remoción, y se desplegarían hacia fuera a partir del cuerpo para proporcionar soporte cuando se requiera.

La invención puede también aplicarse en una herramienta flexible más simple, en la cual el mecanismo de control para la flexión de la herramienta está ausente o se proporciona solamente a lo largo de parte de la longitud de la herramienta, por ejemplo en la región cercana a la punta. El medio de cavidad de llenado y su mecanismo de ablandamiento/rigidez asociado estaría aún presente. Tal herramienta sería más barata y más simple de fabricar, y continuaría proporcionando aún las ventajas de rigidez y de capacidad de transporte de carga asociadas con las modalidades descritas anteriormente en mayor detalle.

Los elementos de la invención, específicamente los medios de cavidad de llenado y los segmentos de agarre, pueden aplicarse a otros diseños de robots con brazos de serpiente y similares, así como también a aquellos diseños descritos específicamente en esta especificación.

5

La invención proporciona una herramienta flexible para facilitar el acceso a áreas limitadas y peligrosas, pero con una capacidad de transporte de carga excelentemente mejorada comparada con los robots con brazos de serpiente conocidos. La capacidad de transporte de carga adicional permite que se realicen operaciones tales como la pulverización o el retirado de las protuberancias, las cuales han sido imposibles previamente debido a que la punta de la herramienta no ha tenido la rigidez suficiente para reaccionar ante las cargas implicadas.

10

Reivindicaciones

1. Una herramienta flexible (10), que comprende:

una pluralidad de segmentos interconectados movibles relacionados entre sí; y medios rígidos, que comprenden un medio (28) el cual llena las áreas entre los elementos de la articulación (18a-d, 20) de los segmentos; en donde el medio (28) es conmutable durante el uso a partir de un primer estado de rigidez relativamente baja en donde el medio (28) se comporta como un fluido hacia un segundo estado de rigidez relativamente alta en donde el medio (28) es rígido y subsecuentemente conmutable a partir del segundo estado de regreso al primer estado; y en donde el medio (28) actúa en el primer estado para fluir a través de las áreas para permitir el movimiento relativo entre los segmentos y el medio (28) actúa en el segundo estado para cerrar los elementos de la articulación (18a-d, 20) entre los segmentos y prevenir el movimiento relativo entre los segmentos.

2. Una herramienta flexible (10) de conformidad con la reivindicación 1, en donde los medios rígidos comprenden un termoplástico o un termoplástico de fibra reforzada o una aleación de punto de baja fusión o un adhesivo endurecido por rayos ultravioletas.

3. Una herramienta flexible (10) de conformidad con las reivindicaciones 1 o 2, en donde los medios rígidos conmutan repetidamente entre los primer y segundo estados.

4. Una herramienta flexible (10) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluyen elementos de calefacción (32), la conmutación que se alcanza mediante la aplicación selectiva de calor a los medios rígidos mediante los elementos de calefacción (32).

5. Una herramienta flexible (10) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que incluye elementos transmisores de luz, la conmutación a partir del primer estado hacia el segundo estado que se logra mediante la aplicación selectiva de luz ultravioleta a los medios rígidos mediante los elementos transmisores de luz.

6. Una herramienta flexible (10) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye medios de control operados de manera remota para dirigir la flexión de la herramienta flexible (10).

7. Una herramienta flexible (10) de conformidad con la reivindicación 6, en donde los medios de control operados de manera remota comprenden cables (22) o accionadores hidráulicos o neumáticos o elementos de aleación con memoria de forma.

8. Una herramienta flexible (10) de conformidad con las reivindicaciones 6 o 7, que incluye una pluralidad de partes o segmentos que pueden flexionarse de manera independiente.

9. Una herramienta flexible (10) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que incluye un conducto (14) que flexible se extiende longitudinalmente a través de la herramienta (10).

10. Una herramienta flexible (10) de conformidad con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, que incluye un segmento de agarre (46) el cual se dispone para accionarse para localizar o asegurar la herramienta flexible (10) durante el uso.

11. Una herramienta flexible (10) de conformidad con la reivindicación 10, en donde el segmento de agarre (46) es inflable.

12. Un método para realizar una operación mediante el uso de una herramienta flexible (10) como se reivindica en cualquier reivindicación precedente, el método que comprende las etapas:

insertar la herramienta flexible (10) en el área de trabajo;
posicionar una punta de la herramienta flexible (10) en una posición deseada en el área de trabajo;
conmutar los medios rígidos al segundo estado;
realizar la operación;
conmutar los medios rígidos al primer estado;
remover la herramienta flexible (10) del área de trabajo.

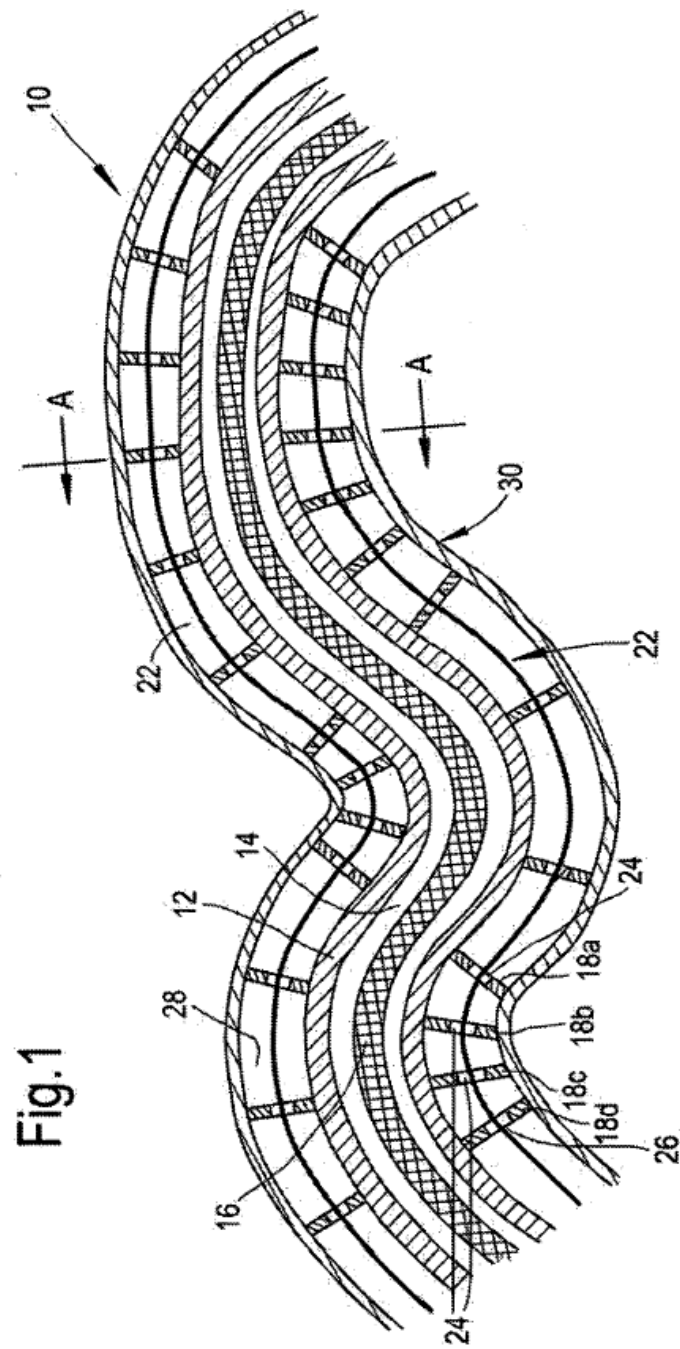


Fig.1

Fig.2

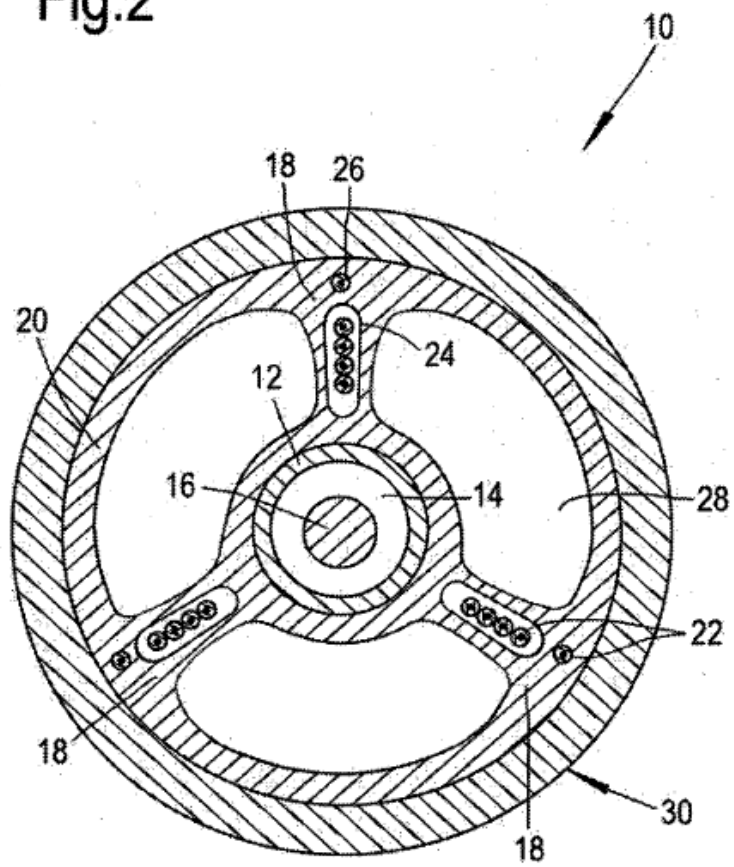


Fig.3

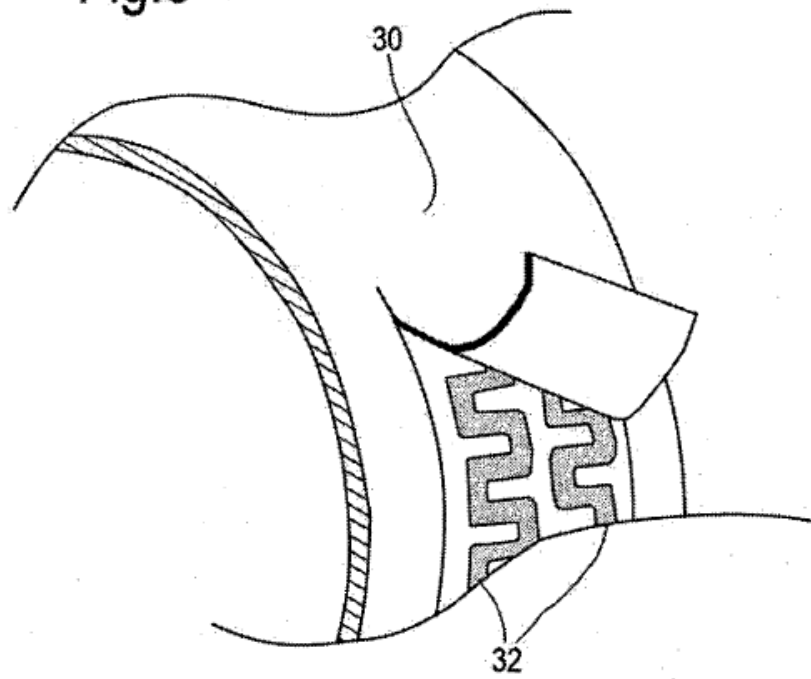


Fig.4

