(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 774 269**

(51) Int. Cl.:

F01D 25/00 (2006.01)
B24C 1/00 (2006.01)
B24C 1/08 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.02.2014** **E 14155529 (2)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.12.2019** **EP 2775105**

(54) Título: **Aparato de limpieza con hielo seco para compresor de turbina de gas**

(30) Prioridad:

04.03.2013 US 201313783831

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.07.2020

(73) Titular/es:

GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

(72) Inventor/es:

DIAZ, PABLO DE JESUS y
HEFNER, REBECCA EVELYN

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 774 269 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

Aparato de limpieza con hielo seco para compresor de turbina de gas

Campo técnico

El objeto descrito en la presente descripción se refiere a turbinas y, más particularmente, a un aparato para limpiar perfiles aerodinámicos dentro de un compresor de turbina de gas.

Antecedentes de la invención

Uno de los factores que se analizan para tratar de aumentar la eficiencia, el rendimiento y la fiabilidad de una turbina de gas es la suciedad en el compresor. La suciedad en el compresor es provocada por contaminantes, tales como aceite, partículas y sustancias químicas nocivas, que son absorbidos por la turbina. Estos contaminantes, si no se eliminan adecuadamente, provocan pérdidas de eficiencia y causan corrosión. La corrosión es una de las principales causas de fallos en una turbina de gas.

Actualmente, los compresores de turbinas de gas se limpian utilizando un proceso de lavado con agua que inyecta agua y detergente a través de una entrada de la turbina de gas a velocidades de giro bajas. Este proceso únicamente limpia las etapas anteriores del compresor, debido a la presión del agua de la boquilla requerida. Además, este proceso únicamente limpia el lado expuesto (lado de succión) de los álabes (es decir, perfiles aerodinámicos). Debido a los considerables depósitos en los álabes que no se eliminaron en el método de lavado con agua, unas amplias inspecciones de corrosión sobre el terreno podrían no revelar si la superficie del perfil aerodinámico sufre corrosión, ya que las superficies de perfil aerodinámico no se limpian eficazmente en el lavado con agua.

WO 2005/120953 se refiere a un sistema para lavar un motor aeronáutico de turbina de gas. US-2.857.201 se refiere a un dispositivo de orientación universal para boquillas de pulverización. US-2011/233304 se refiere a una boquilla de pulverización flexible para dispositivos de lavado de alta presión.

Breve descripción de la invención

La invención proporciona un aparato para limpiar perfiles aerodinámicos dentro de un compresor de turbina de gas según la reivindicación 1.

Un aspecto de la invención proporciona un aparato para limpiar al menos un perfil aerodinámico dentro de un compresor de turbina, que comprende: una manguera para aplicar material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico; un conjunto de articulación para articular una boquilla de la manguera, comprendiendo el conjunto de articulación: un eje principal unido a la manguera en un primer extremo; y un gatillo de articulación para rotar el primer extremo del eje principal; y un boroscopio unido a el conjunto de articulación para inspeccionar el al menos un perfil aerodinámico.

Un aspecto adicional de la invención proporciona un aparato para limpiar al menos un perfil aerodinámico dentro de un compresor de turbina, que comprende: una manguera para aplicar material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico; un conjunto de articulación para articular una boquilla de la manguera, comprendiendo el conjunto de articulación: una funda que rodea una parte de la manguera, incluyendo la funda una pluralidad de orificios de guía; una pluralidad de cables dispuestos dentro de los orificios de guía y unidos a la boquilla de la manguera; y un accionador para controlar la pluralidad de cables para articular la boquilla de la manguera.

Breve descripción de los dibujos

Estas y otras características de esta invención se entenderán con mayor facilidad a partir de la siguiente descripción detallada de los diversos aspectos de la invención, en combinación con los dibujos adjuntos, que ilustran diversas realizaciones de la invención, en las que:

La FIG. 1 muestra una vista en sección transversal de una turbina de gas convencional.

La FIG. 2 muestra una vista en sección transversal de un compresor convencional.

La FIG. 3 muestra una vista lateral de un aparato para limpiar al menos un perfil aerodinámico según realizaciones de la invención.

La FIG. 4 muestra una vista lateral de un aparato para limpiar al menos un perfil aerodinámico según realizaciones de la invención.

La FIG. 5 muestra una vista en sección transversal de un conjunto de articulación según realizaciones de la invención.

La FIG. 6 muestra una vista en sección transversal del conjunto de articulación de la FIG. 5 a lo largo de la línea 6-6 según realizaciones de la invención.

Se señala que los dibujos de la descripción no están necesariamente a escala. Los dibujos pretenden ilustrar únicamente los aspectos típicos de la descripción y, por lo tanto, no deben considerarse como limitativos del ámbito de la descripción. En los dibujos, una numeración similar representa elementos similares entre los distintos dibujos.

Descripción detallada de la invención

Como se indica, el objeto descrito en la presente descripción se refiere a turbinas y, más particularmente, a un aparato para limpiar perfiles aerodinámicos dentro de un compresor de turbina de gas.

Uno de los factores que se analizan para tratar de aumentar la eficiencia, el rendimiento y la fiabilidad de una turbina de gas es la suciedad en el compresor. La suciedad en el compresor es provocada por contaminantes, tales como aceite, partículas y sustancias químicas nocivas, que son absorbidos por la turbina. Estos contaminantes, si no se eliminan adecuadamente, provocan pérdidas de eficiencia y causan corrosión. La corrosión es una de las principales causas de fallos en una turbina de gas.

Actualmente, los compresores de turbinas de gas se limpian utilizando un proceso de lavado con agua que inyecta agua y detergente a través de una entrada de la turbina de gas a velocidades de giro bajas. Este proceso únicamente limpia las etapas anteriores del compresor, debido a la presión del agua de la boquilla requerida. Además, este proceso únicamente limpia el lado expuesto (lado de succión) de los álabes (es decir, perfiles aerodinámicos). Debido a los considerables depósitos en los álabes que no se eliminaron en el método de lavado con agua, unas amplias inspecciones de corrosión sobre el terreno podrían no revelar si la superficie del perfil aerodinámico sufre corrosión, ya que las superficies de perfil aerodinámico no se limpian eficazmente en el lavado con agua.

Por lo tanto, se han utilizado métodos de granallado de hielo seco para limpiar las superficies de perfiles aerodinámicos. Sin embargo, los métodos actuales de granallado de hielo seco utilizan un tubo ciego que se inserta en la entrada del compresor de turbina de gas. Se requieren varios operarios para utilizar de forma eficaz el método de proyección de hielo seco: un operario de granallado, un operario de boroscopio y un coordinador de boroscopio/granallado.

Haciendo referencia ahora a las figuras, la FIG. 1 ilustra una vista en sección transversal de un motor 100 de turbina de gas, que se utilizará para describir una aplicación ilustrativa de la presente invención. Los expertos en la técnica entenderán que la presente invención no se limita a este tipo de uso. Tal como se ha mencionado, la presente invención puede utilizarse en motores de turbina de gas, tales como los motores usados en generación de energía y aviación, motores de turbina de vapor y otros tipos de motores rotatorios y máquinas dinamoeléctricas. En general, los motores de turbina de gas funcionan mediante la extracción de energía de un flujo presurizado de gas caliente producido por la combustión de un combustible en una corriente de aire comprimido. Tal como se muestra en la FIG. 1, el motor 100 de turbina de gas puede configurarse con un compresor axial 106 que está conectado mecánicamente mediante un eje o rotor común a una sección de turbina o turbina 110 dispuesta corriente abajo, y una cámara 112 de combustión dispuesta entre el compresor 106 y la turbina 110.

La FIG. 2 ilustra una vista en sección transversal de un compresor 118 axial multietapa ilustrativo que puede utilizarse en el motor 100 de turbina de gas de la FIG. 1. Como se muestra, el compresor 118 puede incluir una pluralidad de etapas. Cada etapa puede incluir una fila de álabes 120 de rotor de compresor seguida de una fila de álabes 122 de estátor de compresor. Por lo tanto, una primera etapa puede incluir una fila de álabes 120 de rotor de compresor, que rotan alrededor de un eje central, seguida de una fila de álabes 122 de estátor de compresor, que permanecen fijos en funcionamiento. Los álabes 122 de estátor de compresor están de forma general separados circunferencialmente entre sí y fijados alrededor del eje de rotación. Los álabes 120 de rotor de compresor están separados circunferencialmente y unidos al eje; cuando el eje rota durante el funcionamiento, los álabes 120 de rotor de compresor rotan alrededor del mismo. Tal como entenderá un experto en la técnica, los álabes 120 de rotor de compresor están configurados de modo que, al rotar alrededor del eje, los mismos transmiten energía cinética al aire o fluido que fluye a través del compresor 118. El compresor 118 puede tener otras etapas además de las etapas que se ilustran en la FIG. 2. Las etapas adicionales pueden incluir una pluralidad de álabes 120 de rotor de compresor separados circunferenciales seguida de una pluralidad de álabes 122 de estátor de compresor separados circunferencialmente.

Aspectos de la invención dan a conocer un aparato para limpiar perfiles aerodinámicos dentro de un compresor de turbina de gas, tal como el compresor 106 de turbina de gas mostrado en la FIG. 1 o el compresor 118 mostrado en la FIG. 2. El aparato puede insertarse en la entrada 108, como se ve en la FIG. 1. En una realización, un aparato para limpiar al menos un perfil aerodinámico dentro de un compresor de turbina incluye: una manguera para aplicar material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico; y un conjunto de articulación para articular una boquilla de la manguera, incluyendo el conjunto de articulación un eje principal unido a la manguera en un primer extremo y un gatillo de articulación para rotar el primer extremo del eje principal. El aparato puede incluir además un boroscopio unido al conjunto de articulación y un monitor de boroscopio para ver el al menos un perfil aerodinámico a través del boroscopio. De este modo, se acopla una boquilla articulada con tecnología de boroscopio, de modo que solo es necesario un operario para limpiar e inspeccionar los perfiles aerodinámicos.

Volviendo ahora a las FIGS. 3 y 4, se muestran una vista lateral y una vista superior, respectivamente, de un aparato 1 para limpiar al menos un perfil aerodinámico (p. ej., los álabes 120, 122 mostrados en la FIG. 2) dentro de un compresor de turbina (p. ej., el compresor 106 en la FIG. 1 o el compresor 118 en la FIG. 2) según realizaciones de la invención. El aparato 1 incluye una manguera 2 para aplicar material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico. Por ejemplo, la manguera 2 puede suministrar hielo seco. Sin embargo, se entenderá que la manguera 2 puede suministrar cualquier material de limpieza conocido por un experto en la técnica.

El aparato 1 también incluye un conjunto 4 de articulación para articular una boquilla 6 de la manguera 2. El conjunto 4 de articulación incluye un eje principal 8 que está unido a la manguera 2 en un primer extremo 10 y un segundo extremo 12. El conjunto 4 de articulación también incluye un gatillo 14 de articulación para rotar el primer extremo 10 del eje principal 8. El gatillo 14 de articulación está unido a un cable 16 de articulación que está unido al primer extremo 10 del eje principal 8.

En respuesta a una fuerza ejercida (a través de un operario) sobre el gatillo 14 de articulación, el cable 16 de articulación ejerce una fuerza sobre el primer extremo 10 del eje principal 8 y rota el primer extremo 10. Un tubo flexible 18 une la boquilla 6 a la manguera 2, y el primer extremo 10 del eje principal 8 está unido al tubo flexible 18. De este modo, la boquilla 6 puede moverse, en respuesta al primer extremo 10 del eje principal 8 que flexiona el tubo flexible 18. Cuando la boquilla 6 se mueve, el primer extremo 10 del eje principal 8 rota alrededor de un elemento rotante 20. El elemento rotante 20 puede ser un muelle que une el primer extremo 10 del eje principal 8 a una parte central del eje principal 8.

Una vez que la boquilla 6 está en una posición deseada, según determine un operario, el material de limpieza (p. ej., hielo seco) se suministra al al menos un perfil aerodinámico mediante un gatillo 22 de material de limpieza. Se proporciona un empalme 23 de alta presión para su unión a otra manguera que suministra el material de limpieza.

El aparato 1 también puede incluir un boroscopio 24 para inspeccionar y ver el al menos un perfil aerodinámico antes, durante y/o después del suministro del material de limpieza. El boroscopio 24 está unido al aparato 1. En la realización mostrada en la FIG. 4, el boroscopio 24 está unido al eje principal 8 del conjunto 4 de articulación. Se proporciona un monitor 26 de boroscopio y se une al boroscopio 24 y al aparato 1, de modo que un operario puede ver el al menos un perfil aerodinámico a través del boroscopio 24.

Volviendo ahora a la FIG. 5, se muestra una vista lateral de un aparato 200 para limpiar al menos un perfil aerodinámico (p. ej., los álabes 120, 122 en la FIG. 2) dentro de un compresor de turbina (p. ej., el compresor 106 en la FIG. 1 o el compresor 118 en la FIG. 2) según realizaciones de la invención. La FIG. 6 muestra una vista en sección transversal del conjunto de articulación a lo largo del corte 6-6 mostrado en la FIG. 5. En esta realización, el aparato 200 incluye una manguera 208 para aplicar el material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico. El aparato 200 incluye también un conjunto 204 de articulación para articular una boquilla 206 de la manguera 208.

El conjunto 204 de articulación incluye una funda 210 para rodear una parte de la manguera 208. Es decir, tal como se muestra en la FIG. 5, la funda 210 no rodea la boquilla 206. La funda 210 incluye una pluralidad de orificios 212 de guía. Tal como se muestra en la FIG. 6, la funda 210 incluye cuatro orificios 212 de guía. Sin embargo, se entenderá que la funda 210 puede incluir cualquier número de orificios 212 de guía. Una pluralidad de cables 214 están dispuestos dentro de los orificios 212 de guía y se unen a la boquilla 206. Es decir, cada uno de los cables 214 está unido a una parte flexible 216 de la boquilla 206. Aunque la FIG. 5 muestra únicamente dos cables 214, se entenderá que puede haber más cables. Por ejemplo, el conjunto 204 de articulación puede incluir 2 cables adicionales 214 que no se muestran en la FIG. 5. El conjunto 204 de articulación también incluye un accionador 218 para controlar la pluralidad de cables 214 para articular la boquilla 206 de la manguera 208. Es posible utilizar un collar 220 de montaje para conectar la pluralidad de cables 214 al accionador 218. El accionador 218 puede incluir cualquier mecanismo de accionamiento conocido en la actualidad o desarrollado posteriormente, por ejemplo, aunque no de forma limitativa, un joystick (como se muestra). Una vez que la boquilla 206 está en la posición correcta para la limpieza, el gatillo 222 puede ser utilizado por un operario para suministrar el material de limpieza (p. ej., hielo seco) al al menos un perfil aerodinámico.

El conjunto 204 de articulación puede incluir el boroscopio 224 y el monitor 226 de boroscopio (similares al boroscopio 24 y al monitor 26 de boroscopio mostrados en la FIG. 3) para ver el al menos un perfil aerodinámico durante la limpieza y para ver los defectos en los perfiles aerodinámicos. De este modo, solo se requiere un operario para la limpieza e inspección del al menos un perfil aerodinámico.

La terminología utilizada en la presente descripción sirve para describir realizaciones particulares únicamente y no pretende ser limitativa de la descripción. Como se utiliza en la presente memoria, se pretende que las expresiones en singular “un”, “una” y “el/la” incluyan también las formas en plural, a menor que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos “comprende” y/o “que comprende”, utilizados en esta memoria descriptiva, especifican la presencia de características, números enteros, etapas, operaciones, elementos y/o componentes, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

Esta descripción escrita utiliza ejemplos para describir la invención, incluyendo el mejor modo, y también para permitir que cualquier experto en la técnica ponga en práctica la invención, incluyendo la fabricación y uso de cualquier dispositivo o sistema y la realización de cualesquiera métodos incorporados. El ámbito patentable de la invención está definido por las reivindicaciones, y puede incluir otros ejemplos concebibles por los expertos en la técnica. Se pretende que estos otros ejemplos estén dentro del ámbito de las reivindicaciones si estos tienen elementos estructurales que no difieren del lenguaje literal de las reivindicaciones, o si incluyen elementos estructurales equivalentes con diferencias insustanciales con respecto al lenguaje literal de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (1) para limpiar al menos un perfil aerodinámico (120, 122) dentro de un compresor (106, 118) de turbina de gas, que comprende:

   una manguera (2) para aplicar material de limpieza al al menos un perfil aerodinámico (120, 122); y
   un conjunto (4) de articulación para articular una boquilla (6) de la manguera (2), comprendiendo el conjunto (4) de articulación:

      un eje principal (8) unido a la manguera (2) en un primer extremo (10);
      un gatillo (14) de articulación para rotar el primer extremo (10) del eje principal (8);
      un muelle (20), en donde el primer extremo (10) del eje principal (8) rota alrededor del muelle (20); y
      un tubo flexible (18) que une la boquilla (6) a la manguera (2), en donde el primer extremo (10) del eje principal (8) está unido al tubo flexible (18).

2. El aparato de la reivindicación 1, que comprende además un cable (16) de articulación unido al primer extremo (10) del eje principal (8), en donde el cable (16) de articulación rota el primer extremo (10) del eje principal (8), en respuesta a una fuerza en el gatillo (14) de articulación.

3. El aparato de la reivindicación 1 o 2, que comprende además un gatillo (22) de material de limpieza para suministrar el material de limpieza a la boquilla (6) de la manguera (2).

4. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un boroscopio (24) unido al eje principal (8) del conjunto (4) de articulación.

5. El aparato de la reivindicación 4, que comprende, además, un monitor (26) de boroscopio para ver el al menos un perfil aerodinámico (120, 122) a través del boroscopio (24).

6. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el material de limpieza incluye hielo seco.

7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el conjunto (204) de articulación comprende, además:

   una funda (210) que rodea una parte de la manguera (208), incluyendo la funda (210) una pluralidad de orificios (212) de guía;
   una pluralidad de cables (214) dispuestos dentro de los orificios (212) de guía y unidos a la boquilla (206) de la manguera (208); y
   un accionador (218) para controlar la pluralidad de cables (214) para articular la boquilla (206) de la manguera (208).

8. El aparato de la reivindicación 7, que comprende, además, un collar (220) de montaje de cables que conecta la pluralidad de cables (214) al accionador (218).

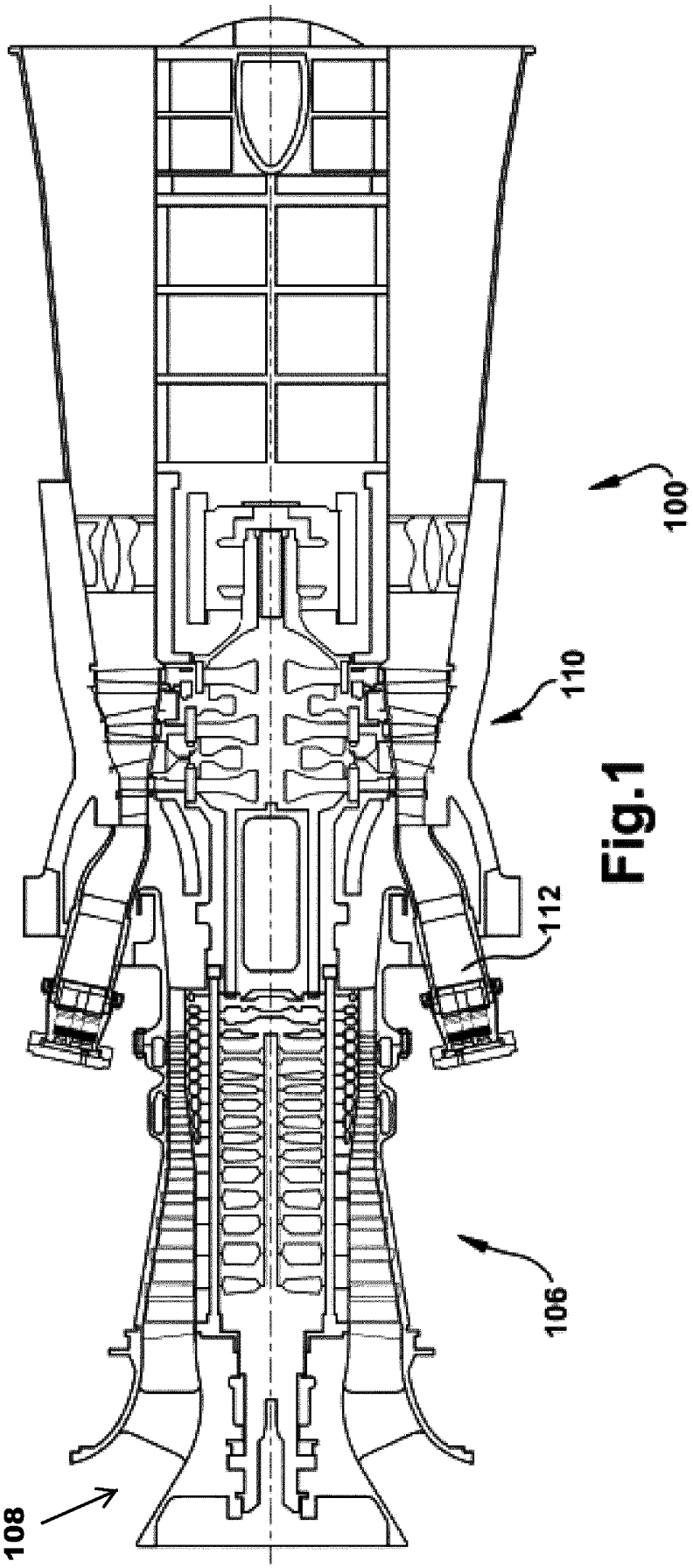

Fig.1

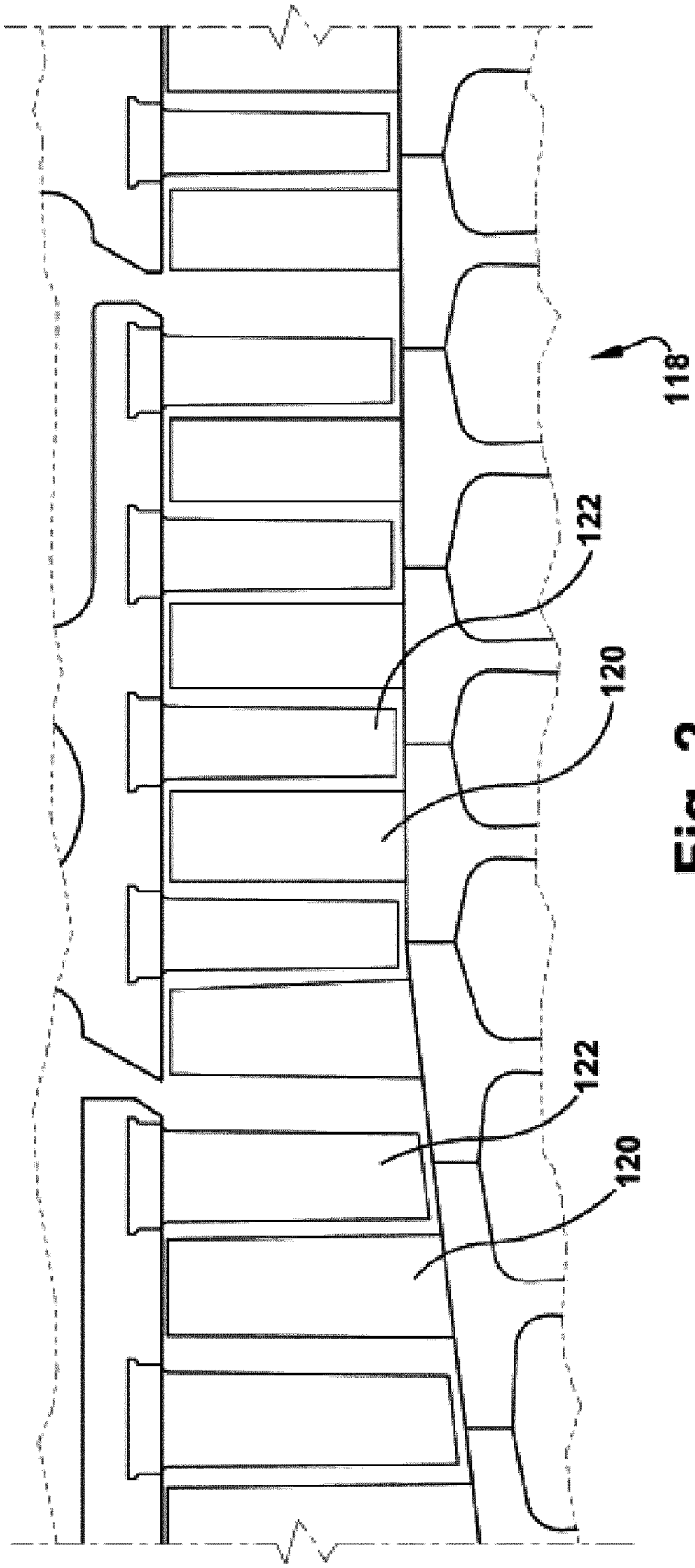

Fig. 2

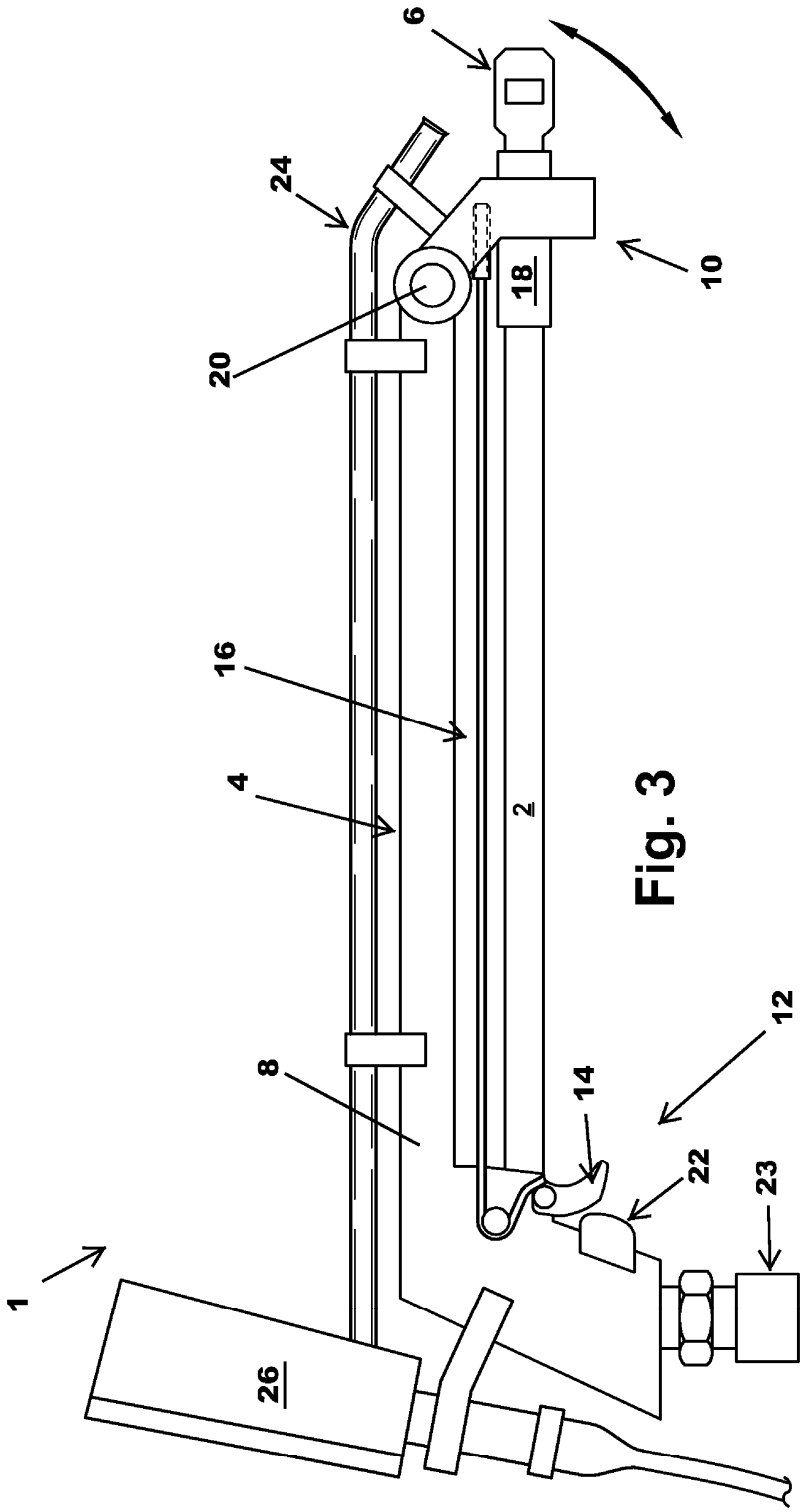

Fig. 3

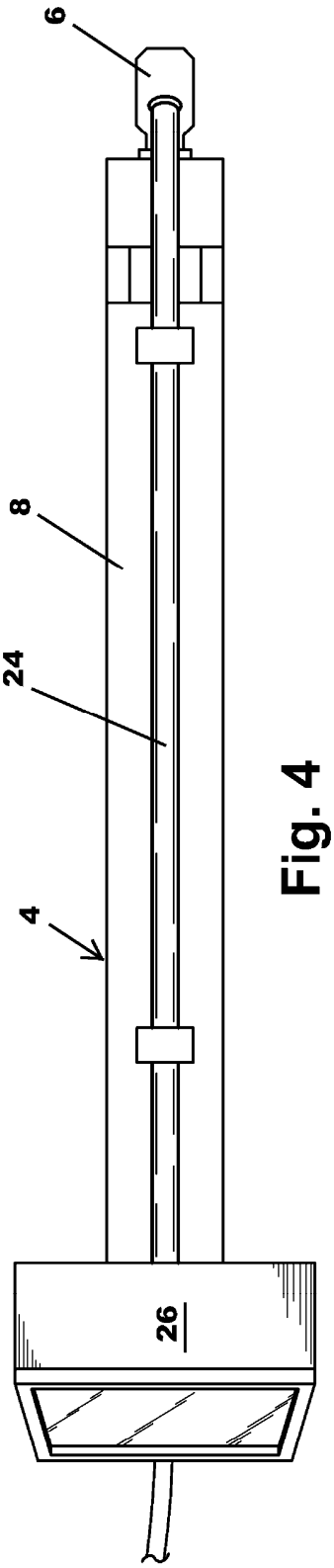

Fig. 4

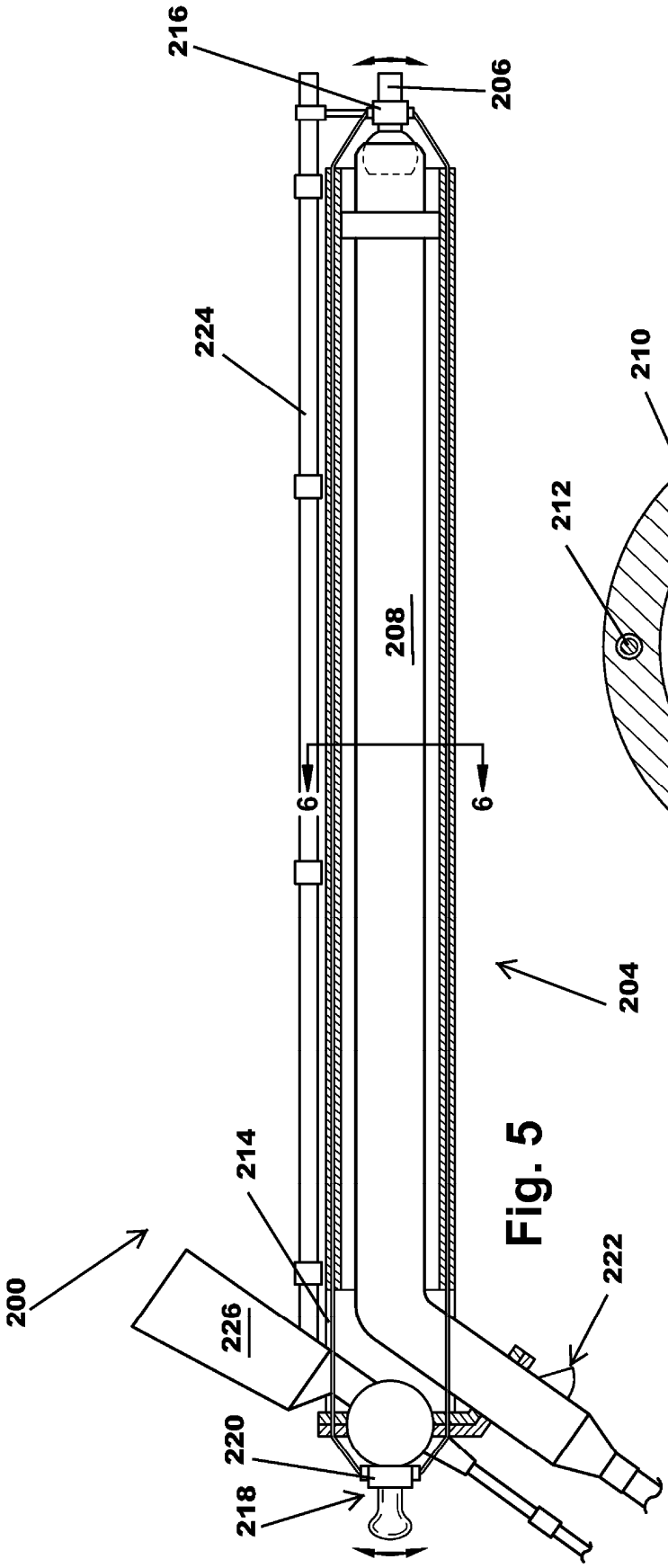

Fig. 5

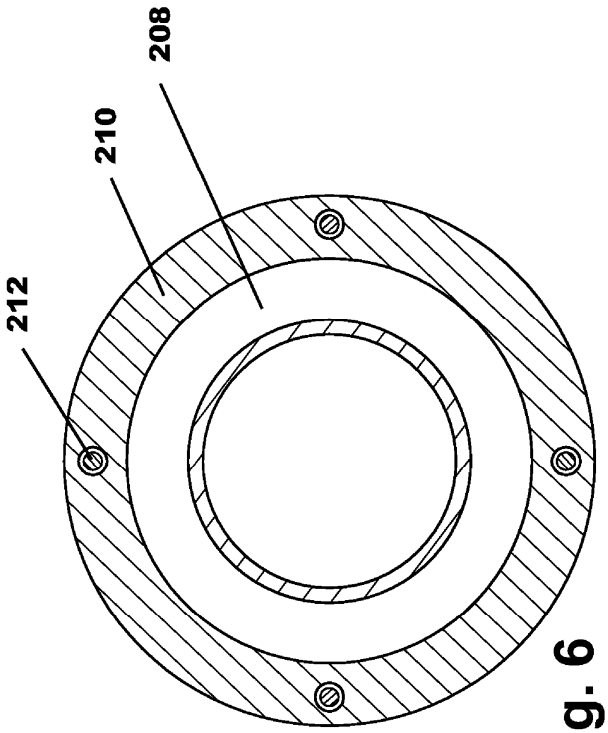

Fig. 6