

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 518 372**

51 Int. Cl.:

F01D 1/32 (2006.01)

F01D 1/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.01.2007** **E 07763289 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 1982067**

54 Título: **Motor térmico rotativo**

30 Prioridad:

03.01.2006 US 324604

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

05.11.2014

73 Titular/es:

INNERPOINT ENERGY CORPORATION (100.0%)
556 Leffingwell Avenue
Kirkwood, MO 63122, US

72 Inventor/es:

SCHLOTE, ANDREW D.

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 518 372 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

Motor térmico rotativo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a motores térmicos rotativos. Más en particular, la presente invención se refiere a un rotor de un motor térmico rotativo que descarga materia de empuje gaseosa a velocidades supersónicas.

10 Antecedentes de la invención

La producción de energía motriz a través de la fuerza reactiva de chorros es conocida desde hace mucho tiempo. Por ejemplo, la Patente Estadounidense N° 2.637.166 de Goddard da a conocer una turbina en la cual las reacciones de chorros a alta velocidad son utilizadas para efectuar la rotación de una turbina. La Patente Estadounidense N° 2.603.947 de Howard da a conocer una disposición de estatorreactor para rotación en un generador continuo de tipo combustión. La Patente Estadounidense N° 2.544.420 de Goddard da a conocer una cámara de combustión que se usa para proporcionar energía rotacional en un aparato de propulsión tal como para accionar un eje de propulsión. La Patente Estadounidense N° 2.499.863 de Hart da a conocer un motor rotativo propulsado a chorro.

Más recientemente, el presente inventor ha efectuado desarrollos en el campo de los motores térmicos rotativos por los cuales ha recibido las Patentes Estadounidenses N° 5.408.824, emitida el 25 de Abril de 1995, 5.560.196, emitida el 1 de Octubre de 1996, y 6.668.539, emitida el 30 de Diciembre de 2003.

El documento DE 19631473A1 da a conocer un motor rotativo que comprende una pluralidad de cámaras de combustión que expulsan productos de reacción a alta velocidad y de manera que generan un par.

Sumario de la invención

30 La presente invención está dirigida a un motor térmico rotativo supersónico que tiene un rotor de acuerdo con la reivindicación 1.

En otro aspecto de la invención, a un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8.

35 Aunque las principales ventajas y características de la invención han sido descritas anteriormente, puede obtenerse una comprensión más completa y exhaustiva de la invención por referencia a los dibujos y a la siguiente descripción detallada de la realización preferida.

Breve descripción de los dibujos

40 La Figura 1 es una vista en perspectiva de la realización preferida de un rotor de un motor térmico rotativo de acuerdo con la invención, mostrando los lados frontal, superior y lateral derecho del mismo.

La Figura 2 es una vista en perspectiva del rotor que se muestra en la Figura 1, mostrando los lados frontal, superior y lateral derecho del mismo.

45 La Figura 3 es una vista en planta superior del rotor que se muestra en las Figuras 1 y 2.

La Figura 4 es una vista en alzado frontal del rotor que se muestra en las Figuras 1-3.

La Figura 5 es una vista del rotor que se muestra en las Figuras 1-4 en sección transversal tomada por la línea 5-5 que se muestra en la Figura 4.

50 La Figura 6 es una vista en perspectiva del rotor que se muestra en las Figuras 1-5, mostrando los lados posterior, superior y lateral izquierdo del mismo, con la porción posterior del cuerpo principal retirada para revelar los detalles del interior del rotor.

La Figura 7 es una vista en perspectiva del conjunto de tubos permeables y el plenum de entrada del rotor que se muestra en las Figuras 1-6.

La Figura 8 es una vista en planta superior del conjunto de tubos que se muestra en la Figura 7.

55 La Figura 9 es una vista en alzado frontal del conjunto de tubos que se muestra en las Figuras 7 y 8.

La Figura 10 es una vista en perspectiva de una rama del conjunto de tubos del rotor que se muestra en las Figuras 1-6, y se muestra con un detalle recortado para revelar el interior de la tobera de la rama del conjunto de tubos.

60 Los números de referencia de la memoria técnica indican los correspondientes ítems que se muestran a lo largo de la figuras de los dibujos.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

65 En las Figuras 1-5 se muestra en su totalidad la realización preferida de un rotor 20 de acuerdo con la invención. El rotor 20 está configurado y adaptado para expulsar materia de empuje gaseosa a alta velocidad por una pluralidad

de pasos de materia de empuje 22, de manera tal que se cree un par que arrastre rotativamente el rotor alrededor del eje geométrico A.

5 El rotor 20 comprende preferiblemente unas porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26, un conjunto de
 10 tubos 28, un anillo de estanqueidad 30, y un anillo de tensión circunferencial 32. Las porciones de cuerpo principal
 15 frontal 24 y posterior 26 están preferiblemente mecanizadas a partir de titanio 10-2-3 macizo. Las porciones de
 20 cuerpo principal frontal 24 y posterior 26 constituyen la mayor parte de la masa del rotor 20 y soportan el conjunto de
 tubos 28. La porción posterior de cuerpo principal 26 comprende un alojamiento de eje 34 que está alineado con el
 eje geométrico del rotor, una pluralidad de agujeros pasantes 36 dispuestos circunferencialmente alrededor del eje
 geométrico del rotor, y una cavidad circular 38 que está alineada con el eje geométrico del rotor en el lado opuesto al
 alojamiento para eje. En la porción posterior de cuerpo principal 26 también están formadas una pluralidad de
 ranuras o canales que, junto con unas ranuras o canales de la porción frontal de cuerpo principal 24, forman pasos
 de fluido y proporcionan espacio para el conjunto de tubos 28. La porción frontal de cuerpo principal 24 comprende
 una pluralidad de agujeros ciegos roscados 40 dispuestos circunferencialmente alrededor del eje geométrico del
 rotor y una protuberancia circular 42 que está alineada con el eje geométrico del rotor. Las porciones de cuerpo
 principal frontal 24 y posterior 26 están sujetas la una a la otra, con la protuberancia circular 42 de la porción frontal
 de cuerpo principal situada en la cavidad 38 de la porción frontal de cuerpo principal. Unos pernos (no
 representados) también se extienden a través de los agujeros pasantes 36 de la porción posterior de cuerpo
 principal 26 y encajan a rosca con los agujeros ciegos roscados 40 de la porción frontal de cuerpo principal 24. Las
 porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26 también están soldadas la una a la otra a lo largo de sus
 perímetros.

25 El conjunto de tubos 28 preferiblemente comprende siete ramas 44 idénticas y un plenum de entrada 46. Los
 30 diversos componentes del conjunto de tubos 28 son permeables al gas. Preferiblemente, cada componente del
 35 conjunto de tubos 28 está formado con titanio 6-2-4-2 sinterizado y tiene una densidad sinterizada de
 aproximadamente ochenta por ciento. Cada rama 44 es generalmente tubular y preferiblemente comprende una
 tobera 48, un codo 50 y una sección recta 52 que, junto con el plenum de entrada 46, forman uno de los pasos de
 40 materia de empuje 22 del rotor 20. La tobera 48 y el codo 50 están preferiblemente formados de una sola pieza,
 mientras que la sección recta 52 y el plenum de entrada 46 son piezas separadas. La tobera 48 de cada rama 44
 45 está configurada de tal modo que el área de la sección transversal de la porción del paso de materia de empuje 22
 disminuya dentro de la tobera y luego aumente corriente abajo de la misma. Así pues, la tobera 48 es una tobera
 convergente-divergente adaptada para hacer que el fluido compresible acelere desde una velocidad subsónica hasta
 una velocidad supersónica según pasa a través de la misma. Preferiblemente se hace que la porosidad de la pared
 de la región divergente de la tobera 48 sea menor que la porosidad del resto de cada respectiva rama 44 gracias a
 cualquiera de los diversos medios estándar conocidos en la técnica. El exterior de la tobera 48 preferiblemente
 comprende una pluralidad de nervios protuberantes 54 generalmente anulares con huecos entre los mismos.
 Similarmente, el exterior del codo 50 comprende una pluralidad de nervios protuberantes 54 que circunscriben
 parcialmente el paso de materia de empuje 22. El codo 50 preferiblemente cambia la dirección del paso de materia
 de empuje 22 aproximadamente noventa grados, y mas preferiblemente 87,5 grados. La sección recta 52 une el
 50 extremo corriente arriba del codo 50 al plenum de entrada 46. La sección recta 52 y el codo 50 están
 preferiblemente conectados entre sí por medio de un accesorio de enchufe. El exterior de la sección recta 52
 comprende preferiblemente una pluralidad de nervios protuberantes 54 que se extienden linealmente. El plenum de
 entrada 46 tiene forma de copa con una pluralidad de aberturas para las ramas 44 del conjunto de tubos 28. El
 exterior del plenum de entrada 46 también comprende preferiblemente unos nervios protuberantes 54 que son
 paralelos entre sí y que están circunferencialmente separados alrededor del plenum de entrada. El exterior del
 extremo posterior cerrado del plenum de entrada 46 comprende preferiblemente un nervio protuberante 54 en forma
 de anillo.

55 El anillo de estanqueidad 30 está formado preferiblemente con titanio 10-2-3 macizo y está unido a la porción frontal
 de cuerpo principal 24 de manera tal que el anillo de estanqueidad rodee el extremo abierto del plenum de entrada
 46 y quede delante del mismo. Como puede verse en las Figuras 1 y 5, la trasera de la superficie interior del anillo
 de estanqueidad 30 está preferiblemente achaflanada para crear un paso de fluido que se extienda a través del
 anillo de estanqueidad y entre el plenum de entrada 46 y la pared circundante de la porción frontal de cuerpo
 principal 24 del rotor 20.

60 El anillo de tensión circunferencial 32 está preferiblemente formado con material compuesto de fibra de carbono y
 rodea la porción frontal de cuerpo principal 24 del rotor 20. El anillo de tensión circunferencial 32 está configurado y
 adaptado para dilatarse radialmente, como resultado de cualquier velocidad rotacional particular, menos de lo que lo
 haría la porción frontal de cuerpo principal 24 del rotor 20 sin el anillo de tensión circunferencial a la misma velocidad
 rotacional. Así pues, el anillo de tensión circunferencial 32 está configurado y adaptado para contrarrestar algunos
 de los esfuerzos a tracción radiales que, sin su presencia, existirían en la porción frontal de cuerpo principal 24 del
 rotor 20 durante la rotación del rotor.

65 El rotor 20 también comprende preferiblemente una placa de tobera 56 y una tapa de tobera 58 para cada una de
 sus toberas 48. Cada una de las placas de tobera 56 y tapas de tobera 58 está preferiblemente formada con titanio
 6-2-4-2 sinterizado y tiene una densidad sinterizada de aproximadamente ochenta por ciento, haciendo así que cada

placa de tobera y cada tapa de tobera sea permeable al gas. Cada placa de tobera 56 rodea la boca de salida de materia de empuje de una respectiva tobera 48 y está preferiblemente soldada a la misma y a las porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26 del rotor 20. Cada tapa de tobera 58 preferiblemente envuelve la porción radialmente exterior de la respectiva placa de tobera 56 y cubre el margen extremo radialmente exterior de la respectiva tobera 48. Cada tapa de tobera 58 está preferiblemente soldada a la respectiva placa de tobera 56 y a las porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26 del rotor 20.

Montado como se ha descrito anteriormente, el rotor 20 comprende una pluralidad de pasos de materia de empuje 22 que se extienden cada uno hasta el interior del rotor a través del anillo de estanqueidad 30 y el interior del plenum de entrada 46, y a continuación se separan ramificándose en la pluralidad de ramas tubulares 44 del rotor, eventualmente saliendo del rotor a través de las toberas 48. Los diversos componentes del conjunto de tubos 28 del rotor 20 están soportados por sus nervios protuberantes 54, sustancialmente rodeados y enganchados por las porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26. Una pluralidad de pasos de refrigeración 60 también se extienden a través del rotor 20. Cada paso de refrigeración 60 se extiende a través del anillo de estanqueidad 30 y después penetra en los huecos existentes entre los nervios protuberantes 54 del plenum de entrada 46, radialmente entre el plenum de entrada y la porción frontal de cuerpo principal 24 del rotor 20, pasando a través del huelgo anular existente entre el anillo de estanqueidad y el borde más delantero del plenum de entrada. A continuación los pasos de refrigeración 60 se ramifican y se separan, recorriendo cada uno los huecos entre los nervios protuberantes 54 de una respectiva sección recta 52 de una rama 44 del conjunto de tubos 28. Los pasos de refrigeración 60 penetran a continuación en una cavidad que se extiende parcialmente alrededor de los respectivos codo 50 y tobera 48 de la rama 44 del conjunto de tubos 28 y entre los huecos de los nervios protuberantes de los mismos. La materia refrigerante gaseosa puede salir de los pasos de refrigeración 60 pasando a través del material permeable del conjunto de tubos 28 y penetrar en los pasos de materia de escape 22, o pasando a través del material permeable de las placas de tobera 56 y las tapas de tobera 58 directamente dentro del entorno de escape que rodea radialmente al rotor 20.

En funcionamiento, la materia de empuje gaseosa y la materia de refrigeración gaseosa, presurizadas, son obligadas a penetrar en el rotor 20 a través del anillo de estanqueidad 30 en el frente del rotor. Esto se efectúa preferiblemente por medio de dos tubos cilíndricos estacionarios (no representados) que están orientados circunyacentes entre sí y separados entre sí, con el material de empuje gaseoso pasando a través del tubo más interior y con la materia de refrigeración gaseosa pasando a través del espacio radialmente existente entre los tubos. El tubo estacionario exterior tiene preferiblemente un diámetro exterior que es sólo ligeramente menor que el diámetro interior del anillo de estanqueidad 30 y preferiblemente termina junto al chafflán del anillo de estanqueidad. El tubo estacionario interior tiene preferiblemente un diámetro exterior que es sólo ligeramente menor que el diámetro interior del plenum de entrada 46 y preferiblemente se extiende ligeramente dentro del mismo. Por consiguiente, la materia de empuje gaseosa y la materia de refrigeración gaseosa son generalmente canalizadas hasta los pasos de materia de empuje 22 y los pasos de refrigeración 60, respectivamente. La materia de empuje gaseosa que pasa a través del rotor 20 tiene preferiblemente una presión estática de aproximadamente 310275 Pa, pero se desplaza a través del rotor a una velocidad tal que su presión total es aproximadamente 413700 Pa. La materia de refrigeración gaseosa que pasa a través del rotor 20 tiene preferiblemente una presión total de aproximadamente 379225 Pa cuando está en los pasos de refrigeración 60, con una presión estática de, como mucho, unos cuantos miles de Pa menos, y tiene una temperatura estática por debajo de la de la materia de empuje gaseosa. Como resultado se las diferencias entre las presiones estáticas de los flujos, algo de la materia de refrigeración gaseosa pasa a través de las paredes permeables del conjunto de tubos 28 desde los pasos de refrigeración 60 hasta los pasos de materia de empuje 22. Adicionalmente, algo de la materia de refrigeración gaseosa pasa a través de las placas de tobera 56 y tapas de tobera 58 permeables desde los pasos de refrigeración 60 hasta el entorno de escape. Por consiguiente, la materia de refrigeración gaseosa que pasa a través de los pasos de refrigeración 60 del rotor 20 mantiene el conjunto de tubos 28 a temperaturas aceptablemente inferiores a las temperaturas de la materia de empuje gaseosa y evita que las porciones de cuerpo principal frontal 24 y posterior 26 del rotor 20 alcancen temperaturas que pudieran comprometer su resistencia.

La materia de empuje gaseosa que pasa a través del rotor 20 es acelerada hasta velocidades supersónicas por medio de las toberas 48 del conjunto de tubos 28, y preferiblemente sale de las toberas hacia el entorno de escape a un Número Mach de entre 2,0 y 4,0, y más preferiblemente entre 2,7 y 3,2, con relación al rotor. Deberá apreciarse que la menor porosidad de la región divergente de cada una de las toberas, en comparación con la del resto de la respectiva rama 44 del conjunto de tubos 28, limita el flujo de materia de refrigeración que pasa a través de la pared de la región divergente de la tobera hasta el paso de materia de empuje 22, limitando así que tal flujo afecte perjudicialmente a la capa límite del flujo de materia de empuje dentro de la región divergente de la tobera. El rotor está preferiblemente soportado por, y fijado a, un eje rotativo (no representado) por medio del alojamiento de eje 34 de su porción posterior de cuerpo principal 26. El par resultante generado por la descarga de la materia de empuje gaseosa desde el rotor 20 arrastra rotacionalmente el rotor, preferiblemente a una velocidad de 40.000 a 60.000 rpm. El par es después transferido por medio del eje a un generador eléctrico u otro conversor de energía en donde sea convertido en energía útil.

Aunque la presente invención se ha descrito con referencia a una realización específica, a la luz de lo anterior deberá entenderse que toda la materia contenida en la anterior descripción, o mostrada en los dibujos adjuntos,

pretende ser interpretada como ilustrativa y no en sentido limitante, y que pueden efectuarse diversas modificaciones y variaciones de la invención sin salirse del alcance de la invención definido por las siguientes reivindicaciones. Por lo tanto, deberán apreciarse otras posibles variaciones y modificaciones.

- 5 Adicionalmente, deberá entenderse que cuando se presentan elementos de la presente invención en las reivindicaciones o en la anterior descripción de la realización preferida de la invención, los términos “comprende”, “incluye” y “tiene” pretenden ser amplios y significar que puede haber elementos adicionales aparte de los elementos listados. Similarmente, el término “porción” deberá interpretarse con el significado de algo, o la totalidad, del ítem o elemento al que califica.

10

REIVINDICACIONES

1. Un rotor (20) de un motor térmico rotativo que comprende:

un eje geométrico de rotor sobre el cual el rotor (20) está adaptado y configurado para rotar; una pluralidad de pasos de materia de empuje (22) configurados para canalizar materia de empuje gaseosa a través del rotor, comprendiendo cada uno de los pasos de materia de empuje (22) una región convergente, una región divergente y una boca de salida, estando cada uno de los pasos de materia de empuje (22) al menos parcialmente rodeado por una pared permeable al gas, estando la boca de salida de cada paso de materia de empuje (22) adaptado y configurado para descargar fluido gaseoso en un entorno de escape externo al rotor (20) de manera tal que se cree un par sobre el rotor (20) alrededor del eje geométrico del rotor, estando la región divergente de cada uno de los pasos de materia de empuje (22) situada entre la boca de salida y la región convergente del respectivo paso de materia de empuje (22); un plenum de entrada que está en comunicación fluida con un entorno de admisión externo al rotor y que forma una porción no dividida corriente arriba de cada uno de los pasos de materia de empuje; y una pluralidad de pasos de refrigeración (60), **caracterizado por que** cada uno de los pasos de refrigeración (60) está en comunicación fluida con un respectivo paso de materia de empuje (22) por medio de la pared permeable al gas que rodea al menos parcialmente el respectivo paso de materia de empuje (22).

2. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el rotor (20) adicionalmente comprende fluido gaseoso en cada uno de los pasos de materia de empuje (22) y cada uno de los pasos de refrigeración (60), teniendo el fluido gaseoso en los pasos de materia de empuje (22) una presión total mínima, teniendo el fluido gaseoso en los pasos de refrigeración (60) una presión total máxima, siendo la presión total mínima mayor que la presión total máxima.

3. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el fluido gaseoso en los pasos de materia de empuje (22) tiene una temperatura estática máxima, el fluido gaseoso en los pasos de refrigeración (60) tiene una temperatura estática máxima, y la temperatura estática máxima del fluido gaseoso en los pasos de materia de empuje (22) es mayor que la temperatura estática máxima del fluido gaseoso en los pasos de refrigeración (60).

4. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada una de las paredes permeables al gas está formada con metal sinterizado.

5. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada una de las paredes permeables al gas es tubular y comprende una pluralidad de nervios que sobresalen hacia fuera de manera tal que existan huecos entre los nervios, y los pasos de refrigeración (60) tienen un volumen combinado que incluye los huecos entre los nervios de cada una de las paredes permeables al gas.

6. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada uno de los pasos de materia de empuje (22) está totalmente rodeado por paredes permeables al gas.

7. Un rotor (20) de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada uno de los pasos de refrigeración (60) está en comunicación fluida directa con el entorno de escape a través de al menos una pared permeable al gas.

8. Un procedimiento que comprende:

proporcionar un rotor (20), comprendiendo el rotor (20) un eje geométrico, una pluralidad de pasos de materia de empuje (22) configurados para canalizar materia de empuje gaseosa a través del rotor, una pluralidad de pasos de refrigeración (60), una entrada y al menos una pared permeable al gas que separan al menos uno de los pasos de materia de empuje (22) de al menos uno de la pluralidad de pasos de refrigeración (60); hacer pasar la materia de empuje gaseosa dentro del rotor a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) de manera tal que la materia de empuje gaseosa sea descargada desde el rotor (20) a una velocidad supersónica con relación al rotor (20) y tal que la descarga cree un par sobre el rotor (20) alrededor del eje geométrico, teniendo la materia de empuje gaseosa una temperatura estática media dentro del rotor (20), entrando toda la materia de empuje gaseosa en el rotor a través de la primera entrada; hacer pasar materia de refrigeración gaseosa a lo largo de los pasos de refrigeración (60) del rotor (20) de manera tal que al menos algo de la materia de refrigeración gaseosa pase a través de la al menos una pared permeable al gas del rotor (20) y dentro de al menos uno de los pasos de materia de empuje (22), teniendo la materia de refrigeración gaseosa una temperatura estática media dentro de los pasos de refrigeración (60) que está por debajo de la temperatura estática de la materia de empuje gaseosa.

9. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de refrigeración gaseosa a lo largo de los pasos de refrigeración (60) del rotor (20) comprende hacer pasar la totalidad de la materia de refrigeración gaseosa dentro del rotor (20) a través de una segunda entrada.

- 5 10. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de refrigeración gaseosa a lo largo de los pasos de refrigeración (60) del rotor (20) sucede adicionalmente de manera tal que al menos algo de la materia de refrigeración gaseosa salga del rotor (20) sin pasar dentro de los pasos de materia de empuje (22).
- 10 11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de proporcionar el rotor (20) sucede de manera tal que al menos una porción de cada paso de materia de empuje (22) está formada por un miembro tubular que es permeable al gas y que tiene una pluralidad de nervios protuberantes formados en su exterior, y tal que las paredes permeables al gas sean porciones de los miembros tubulares y cada uno de los pasos de refrigeración (60) se extienda entre los nervios protuberantes de al menos uno de los miembros tubulares, respectivamente.
- 15 12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de proporcionar el rotor (20) comprende sinterizar piezas de material entre sí para formar las paredes permeables al gas.
- 20 13. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que el rotor (20) revolucione alrededor del eje geométrico a una velocidad comprendida entre 40.000 rpm y 60.000 rpm con respecto a la tierra.
- 25 14. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que la materia de empuje gaseosa tenga una presión total media dentro del rotor (20), y en el cual la etapa de hacer pasar la materia de refrigeración gaseosa a lo largo de los pasos de refrigeración (60) del rotor (20) sucede de manera tal que la materia de refrigeración gaseosa tenga una presión total media dentro de los pasos de refrigeración (60) que sea menor que la presión total media de la materia de empuje gaseosa.
- 30 15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 14, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que la presión total media de la materia de empuje gaseosa exceda de 344750 Pa (50 psia).
- 35 16. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que la velocidad supersónica tenga un Número Mach dentro de un intervalo de 2,0 a 4,0.
- 40 17. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 16, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que la velocidad supersónica tenga un Número Mach dentro de un intervalo de 2,7 a 3,2.
- 45 18. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la etapa de hacer pasar la materia de empuje gaseosa a través de los pasos de materia de empuje (22) del rotor (20) sucede de manera tal que la materia de empuje gaseosa tenga un caudal másico a través del rotor (20), y en el cual la etapa de hacer pasar la materia de refrigeración gaseosa a lo largo de los pasos de refrigeración (60) del rotor (20) sucede de manera tal que la materia de refrigeración gaseosa tenga un caudal másico a través del rotor (20) que sea menos del cinco por ciento inferior del caudal másico de la materia de empuje gaseosa.

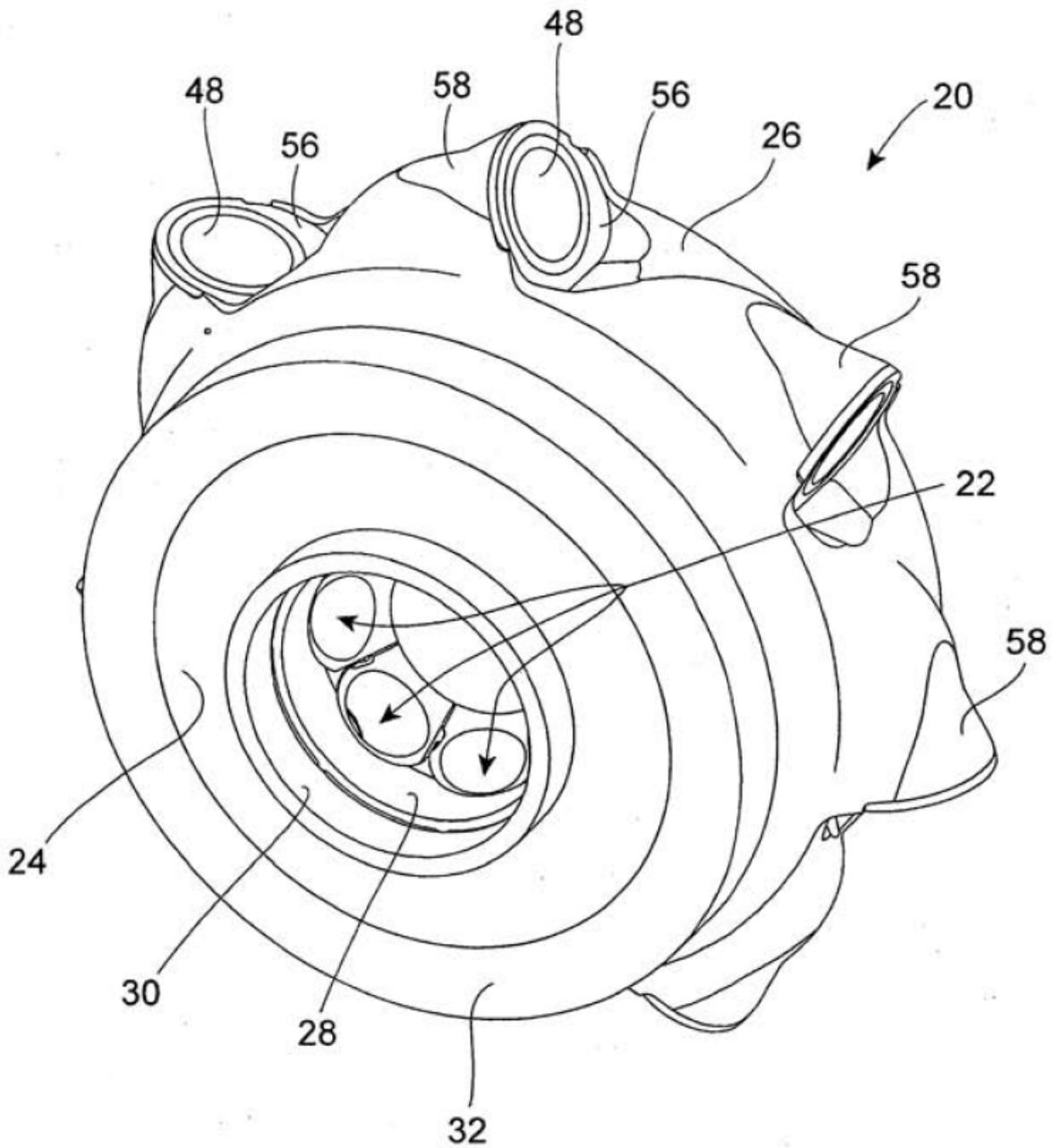


Figura 1

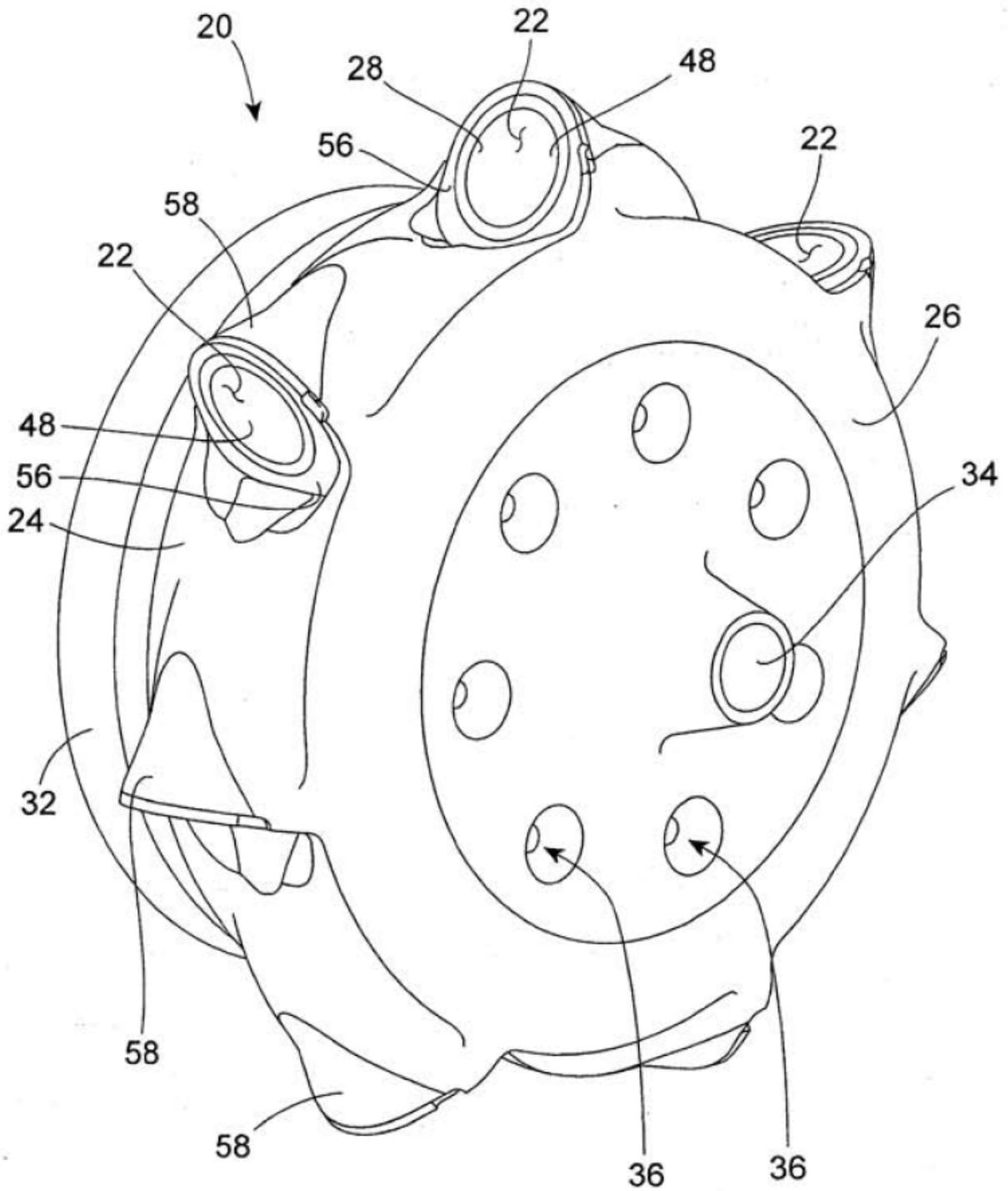


Figura 2

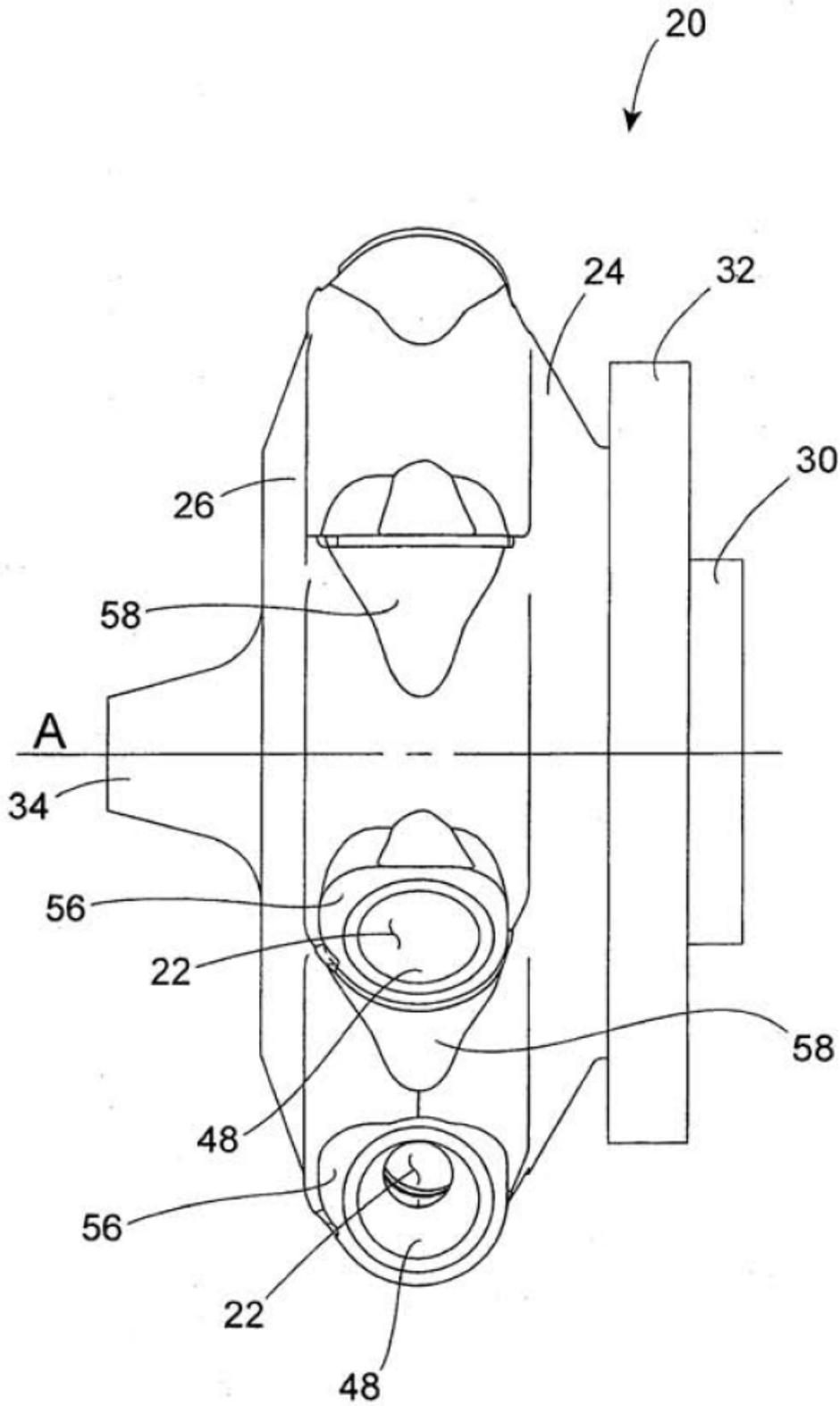


Figura 3

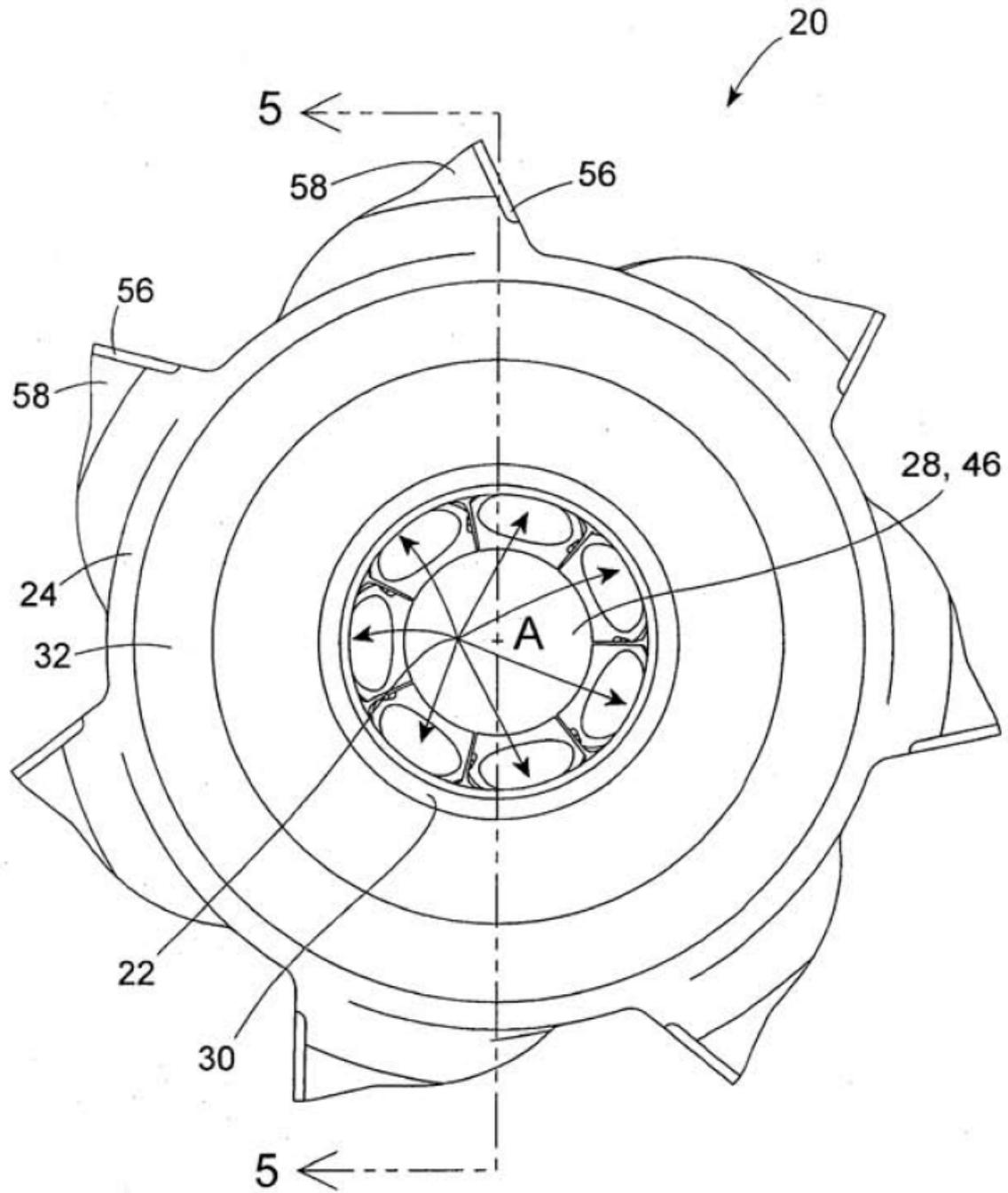
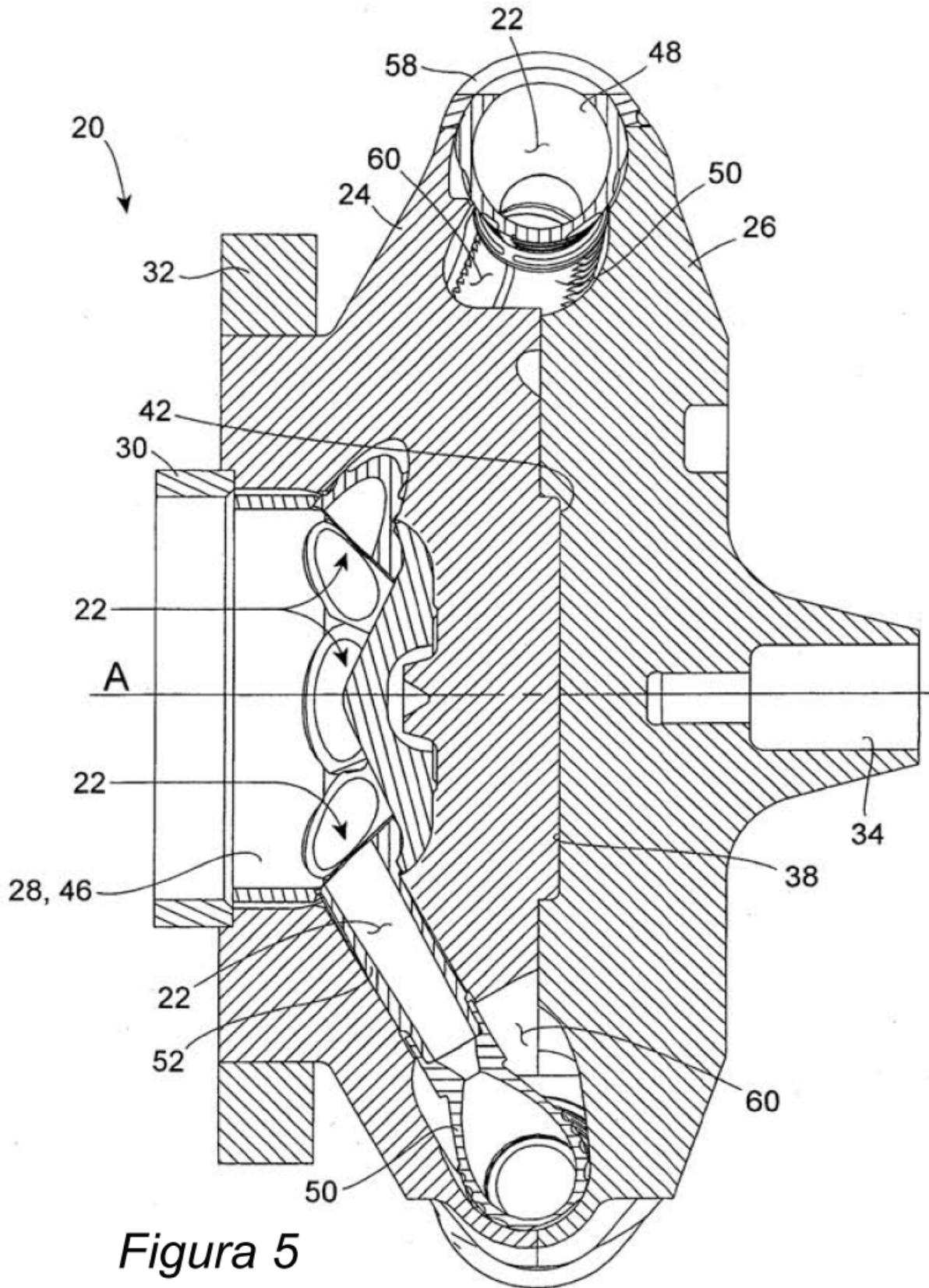


Figura 4



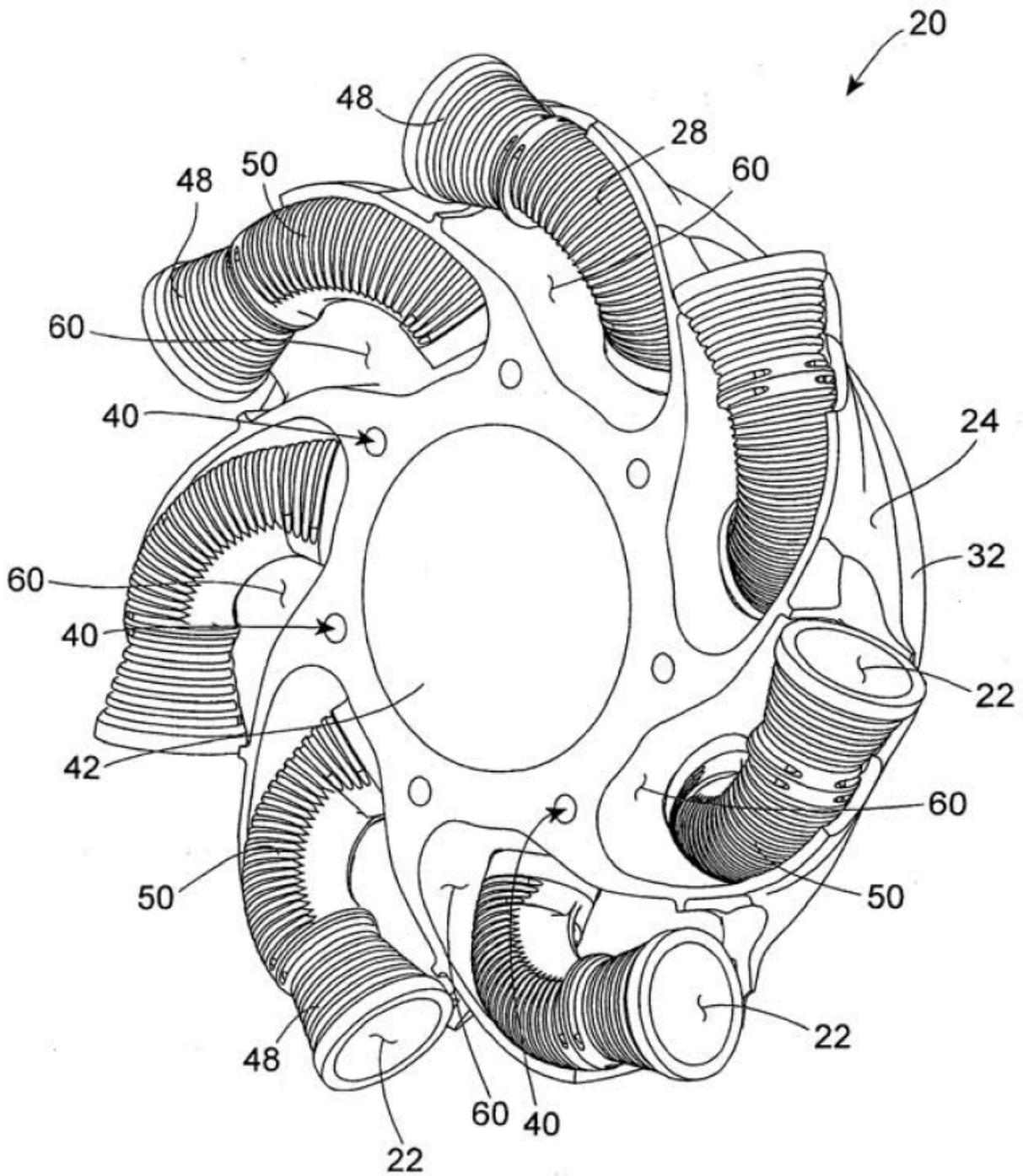


Figura 6

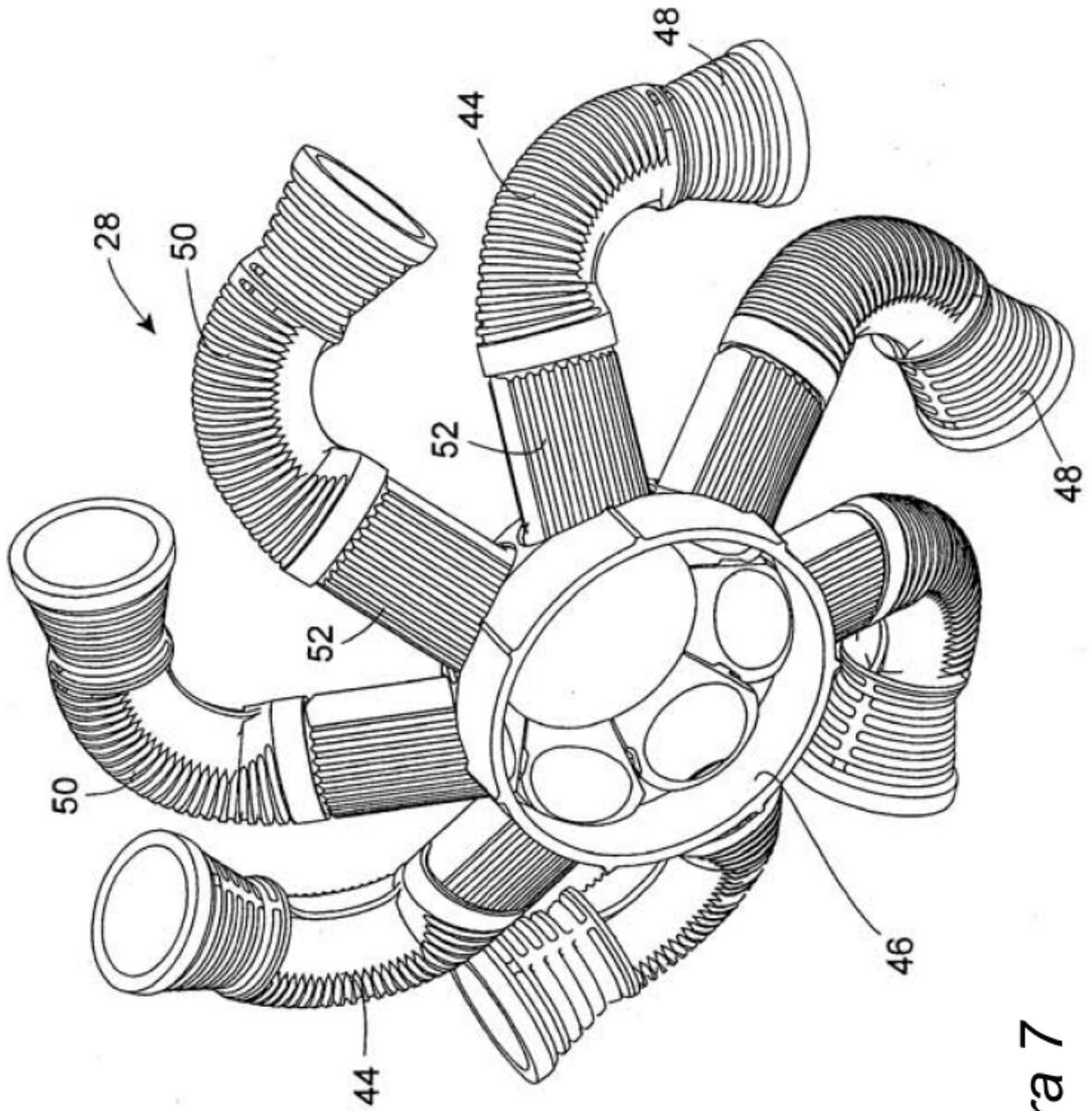
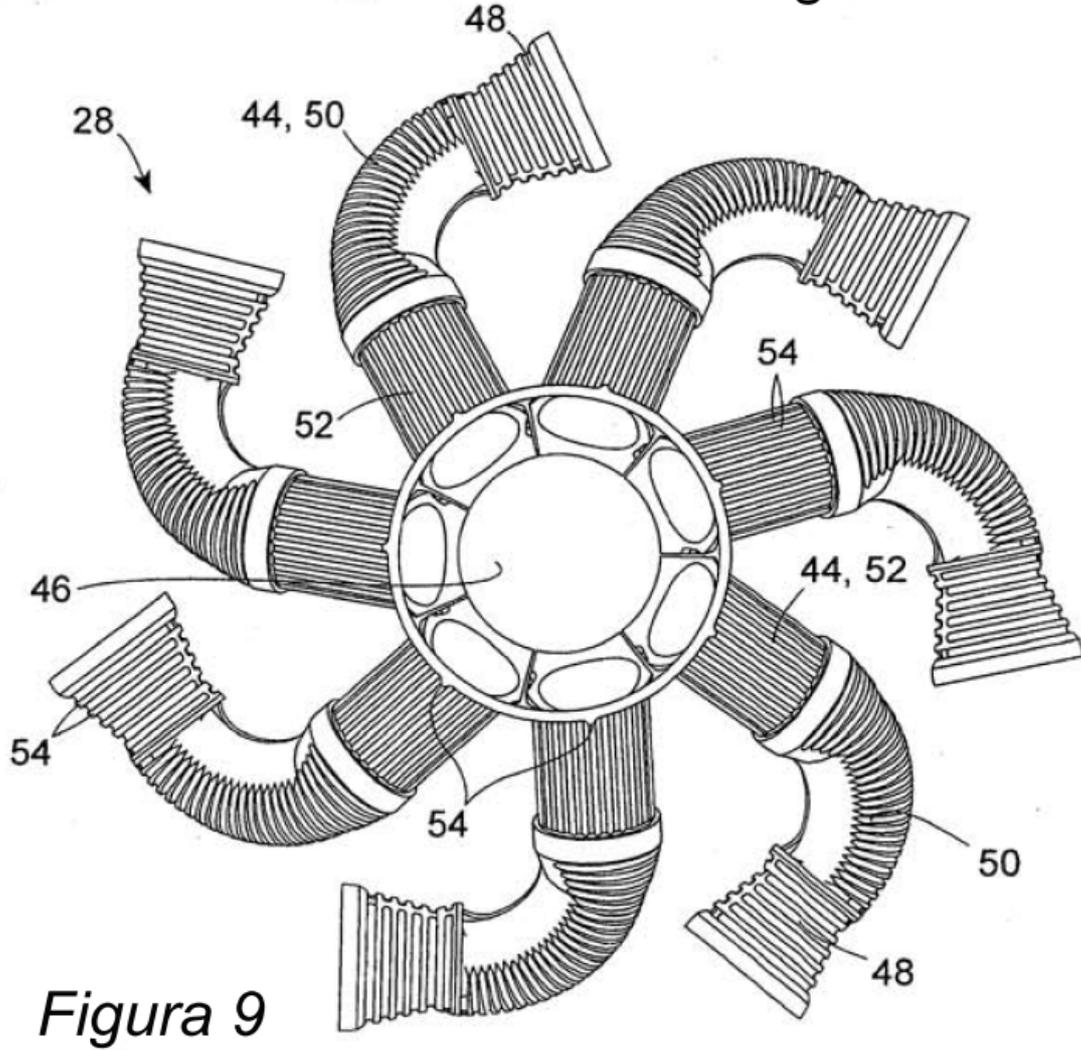
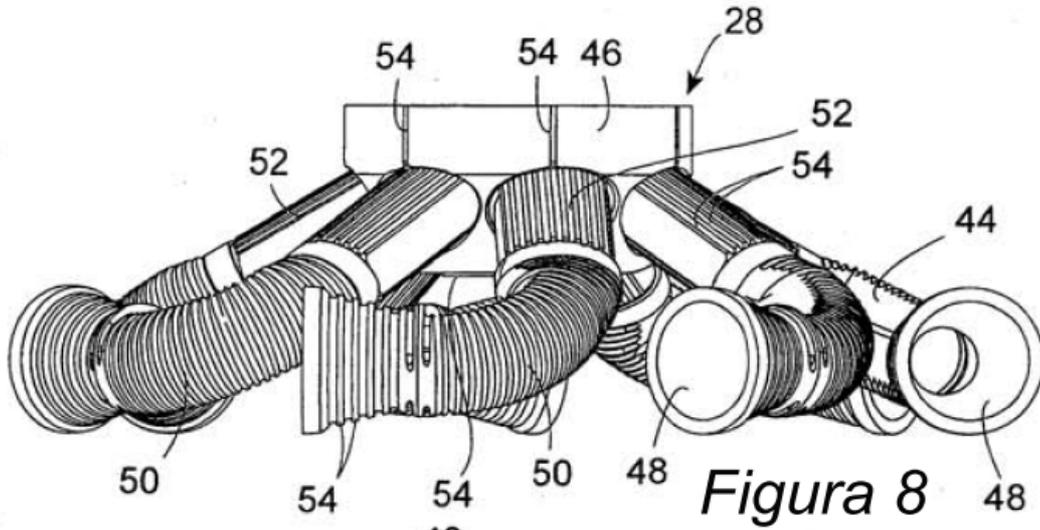


Figura 7



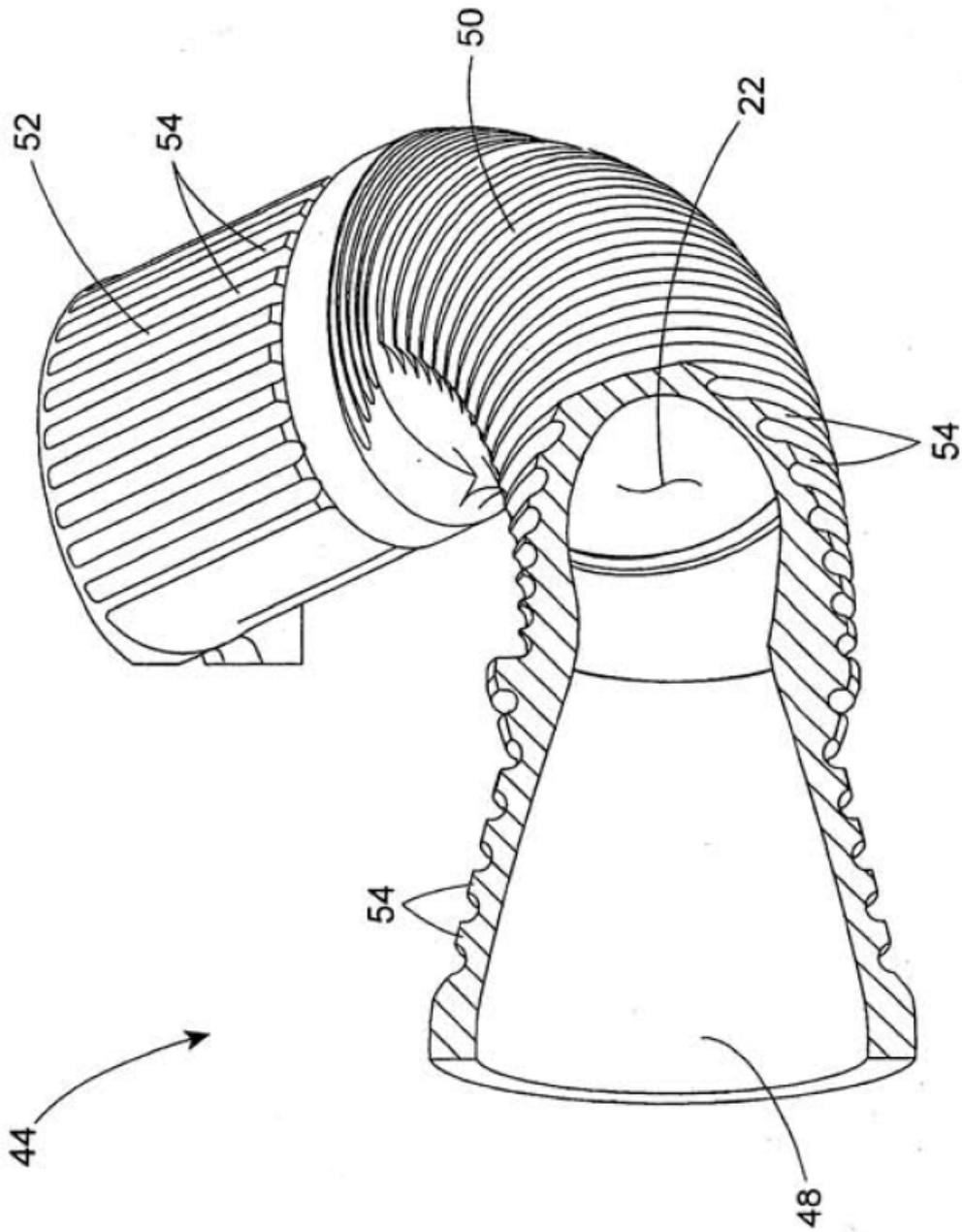


Figura 10