

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 894 232**

51 Int. Cl.:

**F03D 15/00** (2006.01)

**F03D 80/50** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.08.2017 PCT/DK2017/050269**

87 Fecha y número de publicación internacional: **29.03.2018 WO18054434**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.08.2017 E 17757682 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.10.2021 EP 3516213**

54 Título: **Conjunto para una turbina eólica, y método de funcionamiento de un conjunto para una turbina eólica**

30 Prioridad:

**21.09.2016 DK PA201670743**

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

**14.02.2022**

73 Titular/es:

**VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)  
Hedeager 42  
8200 Aarhus N, DK**

72 Inventor/es:

**LIINGAARD, ANDERS HASLUND y  
THERKILDSEN, CLAUS HALD**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 894 232 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**

Conjunto para una turbina eólica, y método de funcionamiento de un conjunto para una turbina eólica

**5 Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un conjunto que permite la restricción de rotación de un árbol dentro de un alojamiento de una turbina eólica.

10 La invención se ha desarrollado principalmente para permitir el bloqueo de rotación de un árbol principal de una turbina eólica para permitir que los técnicos trabajen con seguridad en, o en las proximidades de, la turbina y sus componentes, y se describen realizaciones con esta aplicación en mente. Se apreciará, sin embargo, que la invención puede implementarse por otros motivos y en otras formas.

**15 Antecedentes**

Una turbina eólica incluye normalmente una torre que tiene en la parte superior una góndola. En un tipo de turbina eólica, la góndola incluye un alojamiento que tiene al menos dos cojinetes separados axialmente. Un árbol se extiende a través de, y está soportado por, los cojinetes para su rotación con respecto al alojamiento. Normalmente, un extremo del árbol se extiende al exterior de la góndola y soporta el buje de turbina. El otro extremo del árbol está conectado a una caja de engranajes y/u otros componentes de transmisión y generación de potencia.

25 Las turbinas eólicas generan potencia convirtiendo energía de rotación en energía eléctrica. Especialmente para turbinas grandes, la cantidad de par de fuerzas generada puede ser sustancial. Las palas de la turbina pueden cambiar el ángulo de incidencia para reducir el par de fuerzas, pero incluso entonces, los remolinos y ráfagas de viento pueden provocar una rotación impredecible de la turbina.

30 Puede usarse un mecanismo de bloqueo para evitar positivamente la rotación del árbol cuando se desea que funcione en la turbina. Uno de tales bloqueos requiere que se monte un buje de bloqueo en el árbol entre el alojamiento y el buje. El buje de bloqueo es una pestaña radial con orificios que pueden acoplarse mediante pasadores de bloqueo montados en el exterior del alojamiento. Un buje de bloqueo de este tipo ocupa un espacio valioso en la góndola y puede ser por sí mismo una fuente potencial de daños.

35 El documento EP2620636 da a conocer un dispositivo con un elemento de unión, un elemento de guía, pernos de bloqueo y un perfil de bloqueo montado en un portador de máquina. Los pernos están dispuestos en el elemento de guía y pueden desplazarse a lo largo de ejes longitudinales. Una sección de extremo de los pernos puede insertarse en una de dos o más aberturas de bloqueo del perfil. Los pernos están dispuestos de manera rotatoria en el elemento de guía en un intervalo angular predeterminado alrededor de los ejes longitudinales. El elemento de guía está dispuesto de manera oscilante en el elemento de unión en el intervalo angular predeterminado alrededor de un eje pivotante.

**Sumario**

45 Según la invención, se proporciona un conjunto para una turbina eólica, que comprende:

un alojamiento de árbol principal;

50 un árbol que se extiende dentro del alojamiento de árbol principal, una parte radialmente externa del árbol que comprende al menos una formación de acoplamiento; y

un mecanismo de retención que puede moverse radialmente entre:

55 una posición radialmente hacia el interior en la que el mecanismo de retención puede acoplar la al menos una formación de acoplamiento, de manera que la rotación del árbol está restringida; y

una posición radialmente hacia el exterior en la que el mecanismo de retención no puede acoplar la formación de acoplamiento, permitiendo de ese modo la rotación del árbol.

60 La formación de acoplamiento puede comprender al menos un rebaje en una superficie externa del árbol. El conjunto puede comprender una pluralidad de los rebajes separados circunferencialmente en la superficie externa del árbol.

El mecanismo de retención puede incluir al menos un elemento de bloqueo, en el que:

65 en la posición radialmente hacia el interior, una parte de o cada elemento de bloqueo está al menos parcialmente acoplada con uno correspondiente del al menos un rebaje; y

en la posición radialmente hacia el exterior, la parte de o cada elemento de bloqueo se desacopla del rebaje correspondiente.

5 El o cada elemento de bloqueo puede ser un pasador. El alojamiento de árbol principal puede comprender una abertura para el o cada pasador, estando montado el o cada pasador de manera deslizante dentro de su abertura correspondiente.

10 El o cada elemento de bloqueo puede ser un fiador montado para pivotar entre las posiciones radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior.

El conjunto puede comprender una pluralidad de elementos de bloqueo y una pluralidad de rebajes.

15 El o cada elemento de bloqueo puede ser un ajuste ahusado en el, o al menos uno de, el rebaje o rebajes correspondientes. El ajuste ahusado puede ser en la dirección circunferencial, de manera que el o cada elemento de bloqueo se mueve hacia la posición radialmente hacia el interior, el ajuste ahusado provoca una disminución gradual en la cantidad de juego de rotación entre el árbol y el alojamiento de árbol principal.

20 Cuando el o cada elemento de bloqueo está en la posición radialmente hacia el interior, puede no haber sustancialmente juego de rotación entre el árbol y el alojamiento de árbol principal, al menos parcialmente como resultado del ajuste ahusado.

El ajuste ahusado puede deberse al menos parcialmente a un ahusamiento a lo largo de al menos una parte del o de cada elemento de bloqueo.

25 El ajuste ahusado puede deberse al menos parcialmente a un ahusamiento dentro de al menos una parte de un interior del o de cada rebaje.

El alojamiento de árbol principal comprende además:

30 un primer cojinete; y

un segundo cojinete axialmente separado del primer cojinete;

35 en el que el árbol está soportado al menos parcialmente por el primer cojinete y el segundo cojinete para su rotación con respecto al alojamiento de árbol principal, y el mecanismo de retención está posicionado entre el primer cojinete y el segundo cojinete.

40 Los elementos de bloqueo y/o rebajes pueden configurarse y/o disponerse de manera que los elementos de bloqueo solo puedan moverse a la posición radialmente hacia el interior para una única posición de rotación del árbol.

La separación circunferencial relativa de los elementos de bloqueo y los rebajes puede ser de manera que todos los elementos de bloqueo solo puedan moverse a la posición radialmente hacia el interior para una única posición de rotación del árbol.

45 Las formas de la sección transversal, los tamaños y/u orientaciones de los elementos de bloqueo y los rebajes son de manera que todos los elementos de bloqueo solo pueden moverse a la posición radialmente hacia el interior para una única posición de rotación del árbol.

50 El conjunto puede comprender además un actuador configurado para mover selectivamente el mecanismo de retención entre las posiciones radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior. El actuador puede ser hidráulico, electromagnético, magnético o eléctrico.

### Breve descripción de dibujos

55 A continuación se describirán realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un alzado delantero de una turbina eólica, que comprende un conjunto según la invención;

60 la figura 2 es un esquema de un elemento de transmisión de la turbina eólica de la figura 1;

la figura 3 es una vista en perspectiva de un alojamiento que forma parte de un conjunto según la invención;

la figura 4 es una sección longitudinal del alojamiento de la figura 3;

65 la figura 5 es una sección transversal del alojamiento de la figura 3;

la figura 6 es una vista en perspectiva de un árbol para instalación en el alojamiento de la figura 3 y que forma parte de un conjunto según la invención;

5 la figura 7 es una sección longitudinal del árbol de la figura 4;

la figura 8 es una sección transversal del árbol de la figura 4;

10 la figura 9 es una vista en perspectiva del alojamiento de la figura 3 y el árbol de la figura 6, ensamblado para formar un conjunto según la invención;

la figura 10 es una vista en perspectiva de una sección longitudinal del conjunto de la figura 9;

15 la figura 11 es una vista en perspectiva alternativa de la sección longitudinal de la figura 10, que incluye un actuador hidráulico;

la figura 12 es una vista en perspectiva de un pasador para su uso con el conjunto de la figura 9;

20 la figura 13 es un alzado lateral simplificado de un árbol que comprende una región circunferencial;

las figuras 14A y 14B muestran una vista en sección transversal parcial simplificada de un pasador y un rebaje del árbol de la figura 13;

25 la figura 15A es una sección transversal simplificada de un árbol y pasadores en la que el árbol solo puede bloquearse en una posición de rotación;

la figura 15B es una sección transversal simplificada de un árbol y pasadores en la que el árbol solo puede bloquearse en una posición de rotación;

30 la figura 15C es un alzado lateral simplificado de un árbol que comprende dos rebajes axialmente desplazados;

la figura 15D es una vista en sección transversal parcial simplificada del árbol de la figura 15C;

35 la figura 16 es un esquema que muestra secciones transversales superpuestas de un rebaje circular y un rebaje cuadrado;

las figuras 17A y 17B son vistas en sección transversal parcial simplificadas de un conjunto que comprende un elemento de bloqueo en forma de fiador;

40 las figuras 18A y 18B son vistas en sección transversal parcial simplificadas de un conjunto que comprende un elemento de acoplamiento en forma de una protuberancia;

la figura 19 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento de un conjunto para una turbina eólica, según la invención;

45 las figuras 20A a 20D son secciones transversales esquemáticas de ejemplos alternativos del pasador y el rebaje descritos en relación con la realización de las figuras 3 a 12; y

50 la figura 21 es una vista en planta esquemática del pasador y el rebaje descritos en relación con la realización de las figuras 3 a 20.

### Descripción detallada

55 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una turbina eólica 100. La turbina eólica 100 incluye una torre generalmente vertical 102 montada en una cimentación 104, que puede estar en tierra, o total o parcialmente bajo el agua. La torre 102 soporta una góndola 106. Un rotor 108 está montado en un árbol (no mostrado) para su rotación alrededor de un eje horizontal, para convertir el viento en energía de rotación. La góndola 106 aloja un generador (véase la figura 2) junto con otros sistemas mecánicos y eléctricos para soportar la conversión de la energía de rotación en energía eléctrica.

60 La góndola 106 aloja un número de componentes funcionales. Volviendo a la figura 2, la góndola puede incluir un alojamiento de árbol principal 110, una caja de engranajes 112 y un generador 114. Un árbol principal 116 se extiende a través del alojamiento de árbol principal 110, y está soportado para su rotación en cojinetes tal como se describe a continuación. Una parte de entrada 118 del árbol 116 está conectada a, y accionada por, el rotor 108 (véase la figura 1). Una parte de salida 120 del árbol 116 proporciona accionamiento de entrada a la caja de engranajes 112. La caja de engranajes 112 aumenta la velocidad de rotación a través de engranajes internos (no mostrados) y acciona una

5 salida de caja de engranajes 122. La salida de caja de engranajes 122 a su vez acciona el generador 114, que convierte la rotación de la salida de caja de engranajes 122 en electricidad 126. La electricidad 126 generada por el generador puede convertirse a continuación por otros componentes (no mostrados) según se requiera antes de suministrarse a, por ejemplo, la red. También se conocen las denominadas turbinas eólicas de “accionamiento directo” que no usan cajas de engranajes. Por lo tanto, la caja de engranajes puede considerarse opcional.

10 La caja de engranajes 112, el generador 114 y otros componentes (no mostrados) pueden necesitar recibir servicio, mantenimiento y reparación. Hacerlo mientras que el rotor está girando puede ser peligroso o imposible. La energía cinética y eléctrica generada por el giro del rotor puede hacer que sea peligroso que se realice cualquier actividad en o cerca del alojamiento de árbol principal, la caja de engranajes, el generador y otros componentes. Aunque las palas de la turbina eólica cambien su ángulo de incidencia, sigue siendo posible que los remolinos y las ráfagas de viento provoquen que el rotor rote, lo que puede poner en peligro a los técnicos.

15 Las figuras 3 a 5 muestran una realización práctica del alojamiento de árbol principal 126 que corresponde al alojamiento 110 mostrado en la figura 2. A partir de ahora, el alojamiento de árbol principal se denominará ahora simplemente “alojamiento”. Debe apreciarse que el término alojamiento de árbol principal se entiende como el componente estructural y de soporte principal para el árbol principal de la turbina eólica. En el presente documento, el árbol 142 se extiende a través de y está soportado por el alojamiento 126 y, por lo tanto, las cargas sobre el árbol se transfieren a la superestructura de la turbina eólica. En la realización ilustrada, el alojamiento de árbol principal incorpora medios de cojinete para soportar de manera rotatoria el árbol, y esto se describirá a continuación. Como tal, el alojamiento de árbol principal también puede considerarse, y puede denominarse, un alojamiento de cojinete principal. En principio, sin embargo, debe entenderse que el alojamiento de árbol principal puede incluir un único cojinete que soporta un extremo del árbol, o pueden proporcionarse cojinetes externos al alojamiento como parte de un componente independiente, por ejemplo, como parte de una estructura de soporte montada en el suelo, como parte del buje, o como parte de la caja de engranajes adyacente al árbol.

20 Tal como se muestra mejor en la figura 3, el alojamiento 126 comprende elementos de apoyo 128 que tienen orificios de perno 130 para atornillar el alojamiento a un armazón de soporte, por ejemplo, un armazón de base o placa de asiento (no mostrada), dentro de la góndola 106. El alojamiento 110 incluye una parte ensanchada delantera 132 que define un asiento de cojinete delantero 134, y una parte ensanchada trasera 136 que define un asiento de cojinete trasero 138. Un número de protuberancias separadas circunferencialmente 140 están posicionadas axialmente adyacentes al asiento de cojinete delantero 134, entre el asiento de cojinete delantero 134 y el asiento de cojinete trasero 138. Cada una de las protuberancias 140 incluye una abertura en forma de un cilindro que se extiende radialmente 141 para recibir un pasador (tal como se describe con más detalle a continuación). Las protuberancias 140 pueden formarse durante la fabricación del alojamiento, o pueden fabricarse de manera independiente y luego unirse al alojamiento por cualquier medio conocido, tal como soldadura, soldadura fuerte, unión o con elementos de sujeción tales como pernos.

40 Volviendo a las figuras 6-11, se muestra un árbol 142 (correspondiente con el árbol principal 116 en la figura 2) para su instalación dentro del alojamiento 126 para formar un conjunto 127 tal como se muestra en las figuras 9 a 11. El árbol 142 incluye una pestaña 144 a la que puede fijarse con pernos un buje de rotor (no mostrado), o bien directamente o bien a través de un árbol intermedio (no mostrado). El árbol 142 incluye varias formaciones de acoplamiento en forma de rebajes separados circunferencialmente 146 en una superficie externa del árbol 142. Ta como se muestra mejor en la figura 11, el árbol 142 incluye un retenedor de cojinete delantero 148 para retener un cojinete delantero 150 en el asiento de cojinete delantero 134 y una hendidura de retenedor de cojinete trasero 152 para sostener un clip de cojinete trasero 153 que sostiene un cojinete trasero 154 en el asiento de cojinete trasero 138. En aras de la claridad, el cojinete delantero 150, el cojinete trasero 154 y el clip de cojinete trasero 153 se han omitido de todas las figuras distintas de la figura 11.

50 El árbol 142 está ahusado a lo largo de su longitud desde la parte delantera, y en la realización ilustrada está ahusado desde un extremo delantero relativamente ancho hasta un extremo relativamente estrecho. Esto permite un cojinete delantero más grande 150 y un área superficial más grande para el asiento de cojinete delantero 134 y el retenedor de cojinete delantero 148, lo que permite un mejor soporte para el extremo de rotor relativamente más pesado del árbol 142.

55 Volviendo a la figura 12, se muestra un elemento de bloqueo en forma de un pasador 156. El pasador 156 incluye un extremo radialmente interno 158. El extremo radialmente interno 158 en esta realización está ahusado por medio de partes biseladas 160. Un extremo radialmente externo 162 del pasador 156 es generalmente de sección circular, para permitir que se deslice radialmente dentro de uno de los cilindros 142 (véanse las figuras 9 a 11). Cada pasador 156 puede deslizarse entre una posición radialmente hacia el interior en la que el pasador 156 puede acoplarse con un rebaje correspondiente 146, y una posición radialmente hacia el exterior en la que el pasador 156 no puede acoplarse al rebaje correspondiente 146. Cuando los pasadores 156 están en la posición radialmente hacia el interior, la rotación del árbol está restringida por la interacción de los extremos radialmente internos 158 del pasador 156 con el interior de los rebajes correspondientes 146. Cuando los pasadores 156 están en la posición radialmente hacia el exterior, los extremos radialmente internos de los pasadores 156 ya no interactúan con los rebajes correspondientes 146, permitiendo de ese modo la rotación del árbol. La palabra “radialmente” en los términos “radialmente hacia el interior”

y “radialmente hacia el exterior” significa que hay un componente radial con respecto al movimiento, en lugar de que el movimiento sea únicamente radial. Por ejemplo, un pivote o bisagra puede proporcionar un movimiento que es parcialmente radial y parcialmente axial (véase la realización de las figuras 17A y 17B, por ejemplo).

5 El extremo interior opcionalmente estrechado 158 del pasador 156 tal como se muestra en la figura 12, junto con el  
 ahusamiento complementario del rebaje 146, da como resultado que cada pasador 156 sea un ajuste ahusado en su  
 rebaje correspondiente 146. En la realización ilustrada, el ajuste ahusado está en la dirección circunferencial, de  
 10 manera que a medida que el pasador 156 se mueve hacia la posición radialmente hacia el interior, el ajuste ahusado  
 provoca una disminución gradual en la cantidad de juego de rotación entre el árbol 142 y el alojamiento 126. En al  
 menos algunas realizaciones, cuando el pasador 156 está en la posición radialmente hacia el interior, sustancialmente  
 no hay juego de rotación entre el árbol 142 y el alojamiento 126, al menos parcialmente como resultado del ajuste  
 ahusado.

15 Las figuras 20A, 20B, 20C y 20D muestran ejemplos alternativos no exhaustivos de cómo puede lograrse un ajuste  
 ahusado entre un pasador 156 y su rebaje correspondiente 146. En todos estos ejemplos, el pasador 156 se muestra  
 en la posición radialmente hacia el interior.

20 En la figura 20A, tanto el pasador 156 como el rebaje 146 están ahusados, teniendo el rebaje 146 lados inclinados  
 194. Esta es la disposición usada en la realización mostrada en las figuras 3 a 12. En esta realización, los  
 ahusamientos del pasador 156 y el rebaje 146 se corresponden aproximadamente entre sí, para proporcionar un área  
 de contacto relativamente grande entre los mismos cuando el pasador 156 está en la posición radialmente hacia el  
 interior. Sin embargo, en otras realizaciones, los ángulos del ahusamiento del pasador 156 y el rebaje 146 pueden ser  
 25 diferentes entre sí. Si el pasador 156 no está totalmente centrado en el rebaje 146 a medida que el pasador 156  
 comienza a moverse hacia la posición radialmente hacia el interior, la primera parte inclinada 198 se acoplará  
 inicialmente con un borde externo adyacente 200. Esto provoca la rotación del árbol 142 a medida que el pasador 156  
 continúa moviéndose en una dirección radialmente hacia el interior, hasta que el borde externo opuesto 200 acopla a  
 su parte inclinada adyacente 198. Una vez que se alcanza esta posición, sustancialmente no hay juego de rotación  
 entre el árbol 142 y el alojamiento 126.

30 Volviendo a la figura 20B, en otra realización, el rebaje 146 está ahusado, pero el pasador 156 no lo está. Los bordes  
 196 en el extremo radialmente interno 158 del pasador 156 se acoplan a los lados inclinados 194 del rebaje 146. Si el  
 pasador 156 no está totalmente centrado en el rebaje 146 a medida que comienza a moverse hacia la posición  
 radialmente hacia el interior, uno primero de los bordes 196 se acoplará inicialmente a un lado inclinado adyacente  
 194. Esto provoca la rotación del árbol 142 a medida que el pasador 156 continúa moviéndose en una dirección  
 35 radialmente hacia el interior, hasta que el borde opuesto 196 se acopla a su lado inclinado adyacente 194. Una vez  
 que se alcanza esta posición, sustancialmente no hay juego de rotación entre el árbol 142 y el alojamiento 126.

40 Volviendo a la figura 20C, en otra realización, el pasador 156 está ahusado, pero el rebaje 146 no lo está. Las partes  
 inclinadas 198 en el extremo radialmente interno 158 del pasador 156 se acoplan a los bordes exteriores 200 del  
 rebaje 146. Si el pasador 156 no está totalmente centrado en el rebaje 146 a medida que comienza a moverse hacia  
 la posición radialmente hacia el interior, una primera de las partes inclinadas 198 se acoplará inicialmente a un borde  
 externo adyacente 200. Esto provoca la rotación del árbol 142 a medida que el pasador 156 continúa moviéndose en  
 una dirección radialmente hacia el interior, hasta que el borde externo opuesto 200 se acopla a su parte inclinada  
 45 adyacente 198. Una vez que se alcanza esta posición, sustancialmente no hay juego de rotación entre el árbol 142 y  
 el alojamiento 126.

50 Volviendo a la figura 20D, en otra realización, el pasador 156 tiene una forma en sección similar a la de la figura 20C,  
 pero es más estrecho (en una dirección de la circunferencia del árbol) que el rebaje 146. Si el pasador 156 no está  
 totalmente centrado en el rebaje 146 a medida que comienza a moverse hacia la posición radialmente hacia el interior,  
 una primera de las partes inclinadas 198 se acoplará inicialmente a un borde externo adyacente 200. Esto provoca la  
 rotación del árbol 142 a medida que el pasador 156 continúa moviéndose en una dirección radialmente hacia el interior,  
 hasta que el pasador 156 pueda caer en el rebaje 146. El pasador 156 continúa entonces moviéndose hacia la posición  
 radialmente hacia el interior, provocando de nuevo la rotación del árbol 142 hasta que el pasador 156 alcanza la  
 posición mostrada en la figura 20D. Una vez que se alcanza esta posición, sustancialmente no hay juego de rotación  
 55 entre el árbol 142 y el alojamiento 126.

60 Aunque los ejemplos ilustrados muestran un ahusamiento simétrico en ambos lados del pasador 156 y/o el rebaje 146,  
 el experto en la técnica comprenderá que el ahusamiento puede no ser simétrico. Pueden usarse diferentes ángulos  
 en lados alternos del pasador 156 y/o el rebaje 146. En algunas realizaciones, solo un lado del pasador 156 y/o el  
 rebaje 146 está en ángulo para proporcionar el ahusamiento requerido.

65 El ahusamiento descrito hasta ahora ha sido en la dirección circunferencial. Esto permite que el árbol 142 se bloquee  
 con poco o ningún juego de rotación. Tal como se muestra en la figura 21, en tales realizaciones, el pasador 156 y el  
 rebaje 146 pueden configurarse y dimensionarse de manera que hay espacios axiales 202 en ambos lados del pasador  
 156 cuando está en la posición radialmente hacia el interior. Por ejemplo, el rebaje 146 puede ser axialmente más  
 largo que el pasador 156. Esto permite mayores tolerancias en la dirección axial, evitando de ese modo la complejidad

de cadena de tolerancia que estaría implicada si el rebaje 146 y el pasador 156 estuvieran diseñados para ser de longitud axialmente similar. Hacer el rebaje 146 axialmente (con respecto al árbol 142) más largo que la anchura axial del pasador 156 reduce la posibilidad de que el pasador 156 coloque una carga axial en el árbol 142 a través del rebaje 146 cuando se mueve a la posición radialmente hacia el interior.

5 En realizaciones alternativas, el pasador 156 y el rebaje 146 pueden configurarse y dimensionarse de manera que haya un ajuste axial de tolerancia relativamente alto entre los mismos, y/o puede haber un ajuste ahusado en la dirección axial tal como se ha descrito en relación con la dirección circunferencial.

10 El experto en la técnica entenderá que el término "ahusamiento" incluye cualquier combinación adecuada de partes rectas y curvas en sección transversal longitudinal.

15 El experto en la técnica entenderá que el ajuste ahusado entre el pasador 156 y el rebaje 146 descrito con referencia a los ejemplos mostrados en las figuras 20A a 20D puede aplicarse a cualquier otro elemento de bloqueo y/o realización descritos en el presente documento. En algunas realizaciones, el ajuste ahusado solo puede usarse en un subconjunto de los pares de formaciones de acoplamiento/elemento de bloqueo.

20 La figura 11 muestra el conjunto de la figura 10, con un actuador hidráulico 164 instalado en la protuberancia 140. Aunque solo se ilustra un actuador 164, se apreciará que cada protuberancia 140 está dotado de su propio actuador 164. Cada actuador 164 incluye un cilindro hidráulico 166 y un pistón 168. El extremo radialmente interno del pistón 168 está unido al extremo radialmente externo 162 del pasador 156.

25 Líneas hidráulicas (no mostradas) suministran selectivamente fluido hidráulico bajo presión al lado exterior 170 o al lado interior 172 del pistón 168. Tal como entenderá el experto en la técnica, proporcionar fluido hidráulico bajo presión al lado exterior 170 del pistón 168 acciona el pistón 168 radialmente hacia el interior. Si el extremo radialmente interno 158 del pasador 156 es adyacente a un rebaje 146, se acoplará al rebaje tal como se muestra en las figuras 10 y 11. Tal como se describió anteriormente, cuando los pasadores 156 están en esta posición, la rotación del árbol 142 está restringida por la interacción de los extremos radialmente internos 158 del pasador 156 con el interior de los rebajes correspondientes 146. Proporcionar fluido hidráulico bajo presión al lado interno 172 del pistón 168 acciona el pistón radialmente hacia el exterior. Tal como se describió anteriormente, cuando los pasadores 156 están en esta posición, los extremos radialmente internos de los pasadores 156 ya no interactúan con los rebajes correspondientes 146, permitiendo de ese modo la rotación del árbol 142.

35 El mecanismo de retención (tal como los pasadores 156 en la realización descrita actualmente) puede cargarse por resorte en la posición radialmente hacia el interior o radialmente hacia el exterior. En ese caso, solo es necesario suministrar presión hidráulica para superar la fuerza del resorte. Esto reduce la necesidad de sistemas hidráulicos de dos vías.

40 El conjunto 127 puede diseñarse de manera que los pasadores 156 se controlan para moverse hacia el interior solo cuando el árbol 142 está estacionario o está moviéndose de manera relativamente lenta. Tal como se explicó anteriormente, la cantidad de par de fuerzas generada por una turbina eólica puede ser significativa, y puede no ser deseable permitir que los pasadores 156 se muevan a la posición radialmente hacia el interior mientras el árbol está rotando con cualquier velocidad significativa. La rotación del árbol puede controlarse mediante un freno (no mostrado), que puede aplicarse después de que las palas hayan cambiado el ángulo de incidencia para reducir la cantidad de par de fuerzas generado.

45 Alternativamente o además, el árbol puede accionarse, por ejemplo, mediante un motor eléctrico, a una posición en la que los rebajes 146 se alinean con pasadores correspondientes 156, lo que permite que los pasadores 156 se muevan a la posición radialmente interna.

50 Alternativamente o además, y tal como se muestra en las figuras 13, 14A y 14B, el árbol 142 puede incluir una región circunferencial 174 en su superficie externa. Si los pasadores 156 y los rebajes 146 no están alineados cuando los pasadores 156 están empujándose en una dirección radialmente hacia el interior, el extremo radialmente interno 158 de cada pasador 156 puede acoplarse a un área adyacente de la región circunferencial 174, tal como se muestra en la figura 14A. A medida que el árbol 142 rota (ya sea bajo su propio momento o como resultado de hacerse rotar activamente), el extremo radialmente interno 158 se desliza a lo largo de la región circunferencial 174. Cuando un rebaje 146 y un pasador 156 se alinean, el pasador 156 cae en el rebaje 146, tal como se muestra en la figura 14B.

55 En las realizaciones descritas hasta ahora, se indicará que las protuberancias 140, y por lo tanto los pasadores 156, no están separados igualmente alrededor del alojamiento 126. La separación de las protuberancias 140, sin embargo, es tal que cuando cualquier pasador 156 se alinea con un rebaje 146, todos los demás pasadores también se alinean con un rebaje 146. En este caso, no todos los rebajes 146 recibirán un pasador 156. Alternativamente, puede haber números iguales de rebajes 146 y pasadores 156, o más rebajes 146 que pasadores 156, en cuyo caso todos los rebajes 146 pueden recibir un pasador 156 cuando el árbol 142 está en una o más posiciones de rotación particulares.

60 El árbol 142 puede bloquearse solo en una posición de rotación particular. Es posible que los técnicos logren este

resultado moviendo solo los pasadores 156 a la posición radialmente hacia el interior cuando el árbol 142 está en la posición de rotación correcta. Alternativamente, los pasadores 156 y/o los rebajes 146 pueden configurarse y/o disponerse de manera que los pasadores 156 solo puedan moverse a la posición radialmente hacia el interior para una única posición de rotación del árbol 142.

5 Un ejemplo simple de una disposición de este tipo es donde solo se proporciona un solo pasador 156 y un rebaje 146. Cuando se desea un mayor número de pasadores, la separación circunferencial relativa de los pasadores 156 y los rebajes 146 puede ser de manera que todos los pasadores 156 solo puedan moverse a la posición radialmente hacia el interior para una sola posición de rotación. Esto puede lograrse, por ejemplo, disponiendo los pasadores 156 y/o los rebajes 146 de manera que sean asimétricos de manera rotatoria.

Las figuras 15A y 15B muestran esquemáticamente dos ejemplos de una disposición de este tipo.

15 En la figura 15A, dos pasadores 156 se proporcionan relativamente cerca uno del otro, y los rebajes correspondientes 146 se proporcionan en el árbol 142. En este ejemplo, los pasadores 156 pueden estar bloqueados entre sí, conectados o unidos entre sí, de manera que los pasadores 156 solo pueden moverse radialmente hacia el interior cuando ambos están alineados simultáneamente con un rebaje correspondiente 146 (es decir, si solo uno de los pasadores 156 está alineado con un rebaje 146, ninguno de los pasadores 156 puede moverse radialmente hacia el interior). Por ejemplo, los pasadores 156 (o sus pistones correspondientes 168, si se usan actuadores hidráulicos) pueden conectarse físicamente por medio de un armazón, alma, soporte u otro conector físico, que a su vez puede montarse para deslizarse, pivotar o rotar de tal manera que los pasadores 156 solo puedan moverse hacia el interior cuando todos los pasadores 156 sean libres de moverse. Es decir, si alguno de los pasadores 156 no puede moverse hacia dentro porque no hay un rebaje correspondiente radialmente adyacente 146, entonces se evita que todos los pasadores 156 se muevan hacia el interior.

25 En la figura 15B, los pasadores 156 también están posicionados en un diseño asimétrico de manera rotatoria. Sin embargo, los pasadores 156 están distribuidos de manera más ampliamente circunferencial alrededor del alojamiento 126 en comparación con los pasadores 156 en la figura 15A. Esto puede ayudar a propagar las tensiones sobre el árbol 142 y el alojamiento 126. Al igual que con la realización de la figura 15A, los pasadores 156 pueden estar bloqueados entre sí, conectados o unidos entre sí, de manera que los pasadores 156 solo pueden moverse radialmente hacia el interior cuando todos están alineados con un rebaje correspondiente 146. Tal funcionalidad también, o además, puede realizarse mediante un sistema de control y accionamiento hidráulico configurado adecuadamente.

35 En otras realizaciones, al menos algunos de los pasadores 156 y sus rebajes correspondientes 146 están desplazados axialmente con respecto a al menos algunos de otros pasadores 156 y sus rebajes correspondientes 146. Por ejemplo, tal como se muestra en las figuras 15C y 15D, los pasadores y sus rebajes correspondientes pueden proporcionarse en dos posiciones axiales separadas 190 y 192 en el alojamiento 126 y el árbol 142. Esto permite que se usen los pasadores 156 y los rebajes 146 del mismo tamaño y forma mientras que todavía se permite que el árbol 142 se bloquee en una sola posición de rotación. Pueden proporcionarse más de dos posiciones axiales separadas.

45 La capacidad de permitir que el árbol 142 se bloquee en una sola posición de rotación también puede lograrse de otras maneras. Por ejemplo, cada pasador 156 puede tener una forma o tamaño de sección transversal particular que coincida solo con la sección transversal de uno de los rebajes 146; es decir, cada pasador 156 puede estar enchavetado para ajustarse a un, y solo a un, rebaje 146. En un ejemplo con dos pasadores 156, uno puede ser circular en sección transversal mientras que el otro es cuadrado en sección transversal. Los tamaños relativos de las secciones transversales cuadradas y circulares son de manera que el pasador cuadrado no puede moverse al interior del rebaje redondo y el pasador redondo no puede moverse al interior del rebaje cuadrado. La figura 16 muestra los tamaños relativos de un rebaje circular 157 y un rebaje cuadrado 159. Dado que solo un pasador circular (no mostrado) de tamaño adecuado puede encajar en el rebaje circular 157, y solo un pasador cuadrado (no mostrado) de tamaño adecuado puede ajustarse en el rebaje cuadrado 159, solo hay una sola posición de rotación para la cual los pasadores circulares y cuadrados pueden acoplarse a sus respectivos rebajes 157 y 159. En esta realización, no es necesario que los pasadores y los rebajes se coloquen de manera rotatoria y asimétrica para garantizar que el árbol 142 pueda bloquearse en una sola posición de rotación.

55 El experto en la técnica apreciará que, con ajustes adecuados, cualquier realización descrita como que permite que el árbol 142 se bloquee en una posición de rotación también puede usarse en realizaciones donde el árbol 142 puede bloquearse en más de una posición de rotación.

60 Las realizaciones anteriores describen un elemento de bloqueo en forma de un pasador alargado 156. El pasador puede tener una conformación, forma, o perfil en sección longitudinal o transversal diferente en comparación con el pasador 156 ilustrado. El experto en la técnica apreciará que los elementos de bloqueo (o elemento, si solo hay uno) también puede tener otras formas.

65 Tal como se muestra en las figuras 17A y 17B, el elemento de bloqueo puede tener forma de un fiador 176 montado en el alojamiento 126 por medio de una abrazadera 178 y la bisagra 180. La figura 17A muestra el fiador 176 en la

posición radialmente hacia el exterior, en la que el árbol 142 es libre de rotar. La figura 17B muestra el fiador 176 en la posición radialmente hacia el interior, en la que el fiador 176 se acopla al rebaje 146 para impedir que el árbol 142 rote. Aunque la bisagra 180 se muestra con un eje de bisagra axial, el eje de bisagra puede estar en cualquier ángulo adecuado que permita una articulación radial suficiente del fiador 176. Puede usarse cualquier otra forma de flexión en lugar de la bisagra. Por ejemplo, puede usarse una montura flexible para proporcionar la cantidad requerida de movimiento radial del fiador 176. Como con realizaciones anteriores, el fiador puede estar dotado de un actuador.

Las realizaciones anteriores describen una formación de acoplamiento en forma de un rebaje 146. El experto en la técnica apreciará que las formaciones de acoplamiento (o formación, si solo hay una) pueden tener otras formas. Las formaciones de acoplamiento pueden extenderse radialmente hacia el exterior desde una superficie radialmente externa del árbol. Por ejemplo, las formaciones de acoplamiento pueden tomar la forma de protuberancias, nervaduras u otras formaciones elevadas. El elemento de bloqueo 156 puede incluir un hueco, rebaje u otro espacio que se extiende radialmente que permite que se acople a una protuberancia, nervadura u otra formación elevada correspondiente. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 18A y 18B, la formación de acoplamiento puede tener forma de una protuberancia 182. En esta realización, el pasador 156 incluye un hueco radial 184. La figura 18A muestra el pasador 156 en una posición radialmente hacia el exterior, en la que el árbol 142 es libre de rotar. La figura 18B muestra el pasador 156 en una posición radialmente hacia el interior, en la que la protuberancia 182 se acopla al hueco 184 para evitar que el árbol 142 rote.

Las formaciones pueden moldearse, mecanizarse o fabricarse de manera añadida sobre una superficie externa del árbol 142. Las formaciones también pueden fabricarse de manera independiente y luego soldarse, adherirse, sujetarse o unirse de otro modo al árbol.

El experto en la técnica entenderá que las formaciones de acoplamiento pueden incluir una combinación de rebajes y formaciones que se extienden radialmente hacia el exterior.

El experto en la técnica también comprenderá que cualquiera o ambas de las formaciones de acoplamiento y elementos de bloqueo pueden tener forma de protuberancias, acanaladuras, nervaduras, hendiduras, ranuras, depresiones, canales, copas, bucles, elementos en voladizo, dedos, abrazaderas y/o cualquier otra estructura que proporcione bordes o superficies radiales alineados axialmente que puedan interactuar para evitar la rotación del árbol 142 cuando el mecanismo de retención está en la posición radialmente hacia el interior.

Aunque el actuador 164 descrito anteriormente es hidráulico, se apreciará que el actuador puede adoptar cualquier otra forma adecuada. Por ejemplo, el actuador puede ser hidráulico, eléctrico, magnético, mecánico o cualquier combinación de los mismos. Puede proporcionarse un actuador individual para cada elemento de bloqueo (donde se usan elementos de bloqueo), o cada actuador puede hacer funcionar más de uno de los elementos de bloqueo. Por ejemplo, conexiones mecánicas entre los elementos de bloqueo pueden permitir que más de uno de los mismos se mueva entre las posiciones radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior mediante un actuador compartido.

El uso de un actuador es opcional. El mecanismo de retención puede moverse manualmente entre las posiciones radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior, por ejemplo, por un técnico que usa sus manos o una herramienta adecuada.

Puede proporcionarse un bloqueo (no mostrado) para mantener el mecanismo de retención en la posición radialmente hacia el interior o en la posición radialmente hacia el exterior, o selectivamente en cualquier posición.

El experto en la técnica entenderá que la invención tiene aplicación en turbinas eólicas que usan configuraciones distintas de las de un alojamiento 126 que tiene un primer cojinete 150 y un segundo cojinete 154. Por ejemplo, el alojamiento 126 puede incluir el primer cojinete 150, pero no el segundo cojinete 154. En ese caso, puede no haber un segundo cojinete, o puede proporcionarse un segundo cojinete alejado del alojamiento, tal como en una caja de engranajes, generador u otra estructura a la que el árbol está conectado directa o indirectamente.

Alternativamente, el alojamiento 126 puede incluir el segundo cojinete 154 pero no el primer cojinete 150. En ese caso, puede no haber un primer cojinete, o puede proporcionarse un primer cojinete alejado del alojamiento, tal como en un buje u otra estructura a la que el árbol está conectado directa o indirectamente.

Alternativamente, el alojamiento 126 puede no incluir ningún cojinete. En ese caso, uno o más cojinetes pueden proporcionarse alejados del alojamiento, tal como en un generador, caja de engranajes, buje u otra estructura a la que el árbol está conectado directa o indirectamente.

Una posible ventaja del alojamiento que tiene uno o ambos del primer cojinete 150 y el segundo cojinete 154 es que los cojinetes ayudan a encerrar la parte del árbol 142 adyacente a la cual está dispuesto el mecanismo de retención. Esto puede reducir la necesidad de una o más cubiertas, recintos, pantallas o jaulas de seguridad independientes.

La figura 19 es un diagrama de flujo que muestra un método de funcionamiento de un conjunto tal como se define en

5 cualquiera de las reivindicaciones de conjunto adjuntas. Mientras el mecanismo de retención está en la posición radialmente hacia el exterior, el árbol 142 se hace rotar 186 a una posición que puede bloquearse. El árbol 142 puede hacerse rotar activamente (por ejemplo, con un motor eléctrico, o manualmente, tal como con una palanca) o puede permitirse que rote bajo su propio momento. El mecanismo de retención se mueve 188 a la posición radialmente hacia el interior, para restringir de ese modo la rotación del árbol.

El método puede usarse con cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente.

10 Aunque la invención se ha descrito con referencia a un número de realizaciones específicas, el experto en la técnica apreciará que la invención puede realizarse de muchas otras formas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un conjunto (127) para una turbina eólica (100), que comprende:
  - 5 un árbol (142),
  - una parte radialmente externa del árbol (142) que comprende al menos una formación de acoplamiento (146); y
  - 10 un mecanismo de retención (156; 176) que puede moverse radialmente entre:
    - una posición radialmente hacia el interior en la que el mecanismo (156; 176) puede acoplar la al menos una formación de acoplamiento (146), de manera que la rotación del árbol (142) está restringida; y
    - 15 una posición radialmente hacia el exterior en la que el mecanismo (156; 176) no puede acoplar la formación de acoplamiento, permitiendo de ese modo la rotación del árbol,
    - caracterizado porque el conjunto comprende un alojamiento de árbol principal (126), extendiéndose dicho árbol (142) dentro del alojamiento de árbol principal y
    - 20 en el que el alojamiento de árbol principal (126) comprende además:
      - un primer cojinete (150); y
      - 25 un segundo cojinete (154) separado axialmente del primer cojinete (150);
      - en el que el árbol (142) está soportado al menos parcialmente por el primer cojinete (150) y el segundo cojinete (154) para su rotación con respecto al alojamiento de árbol principal (126), y el mecanismo de retención (156; 176) está posicionado entre el primer cojinete (150) y el segundo cojinete (154).
  - 30 2. El conjunto (127) según la reivindicación 1, en el que la formación de acoplamiento (146) comprende al menos un rebaje (146) en una superficie externa del árbol.
  - 35 3. El conjunto (127) según la reivindicación 2, que comprende una pluralidad de los rebajes (146) separados circunferencialmente en la superficie externa del árbol (142).
  4. El conjunto (127) según la reivindicación 2 o 3, en el que el mecanismo de retención (156; 176) incluye al menos un elemento de bloqueo (156; 176), en el que:
    - 40 en la posición radialmente hacia el interior, una parte del o de cada elemento de bloqueo (156; 176) está al menos parcialmente acoplada con uno correspondiente del al menos un rebaje (146); y
    - en la posición radialmente hacia el exterior, la parte del o de cada elemento de bloqueo (156; 176) está desacoplada del rebaje correspondiente (146).
    - 45 5. El conjunto (127) según la reivindicación 4, en el que el o cada elemento de bloqueo es un pasador (156).
    6. El conjunto (127) según la reivindicación 5, en el que el alojamiento de árbol principal (126) comprende una abertura (142) para el o cada pasador (156), estando montado el o cada pasador (156) de manera deslizante dentro de su abertura correspondiente (142).
    - 50 7. El conjunto (127) según la reivindicación 4, en el que el o cada elemento de bloqueo es un fiador (176) montado para pivotar entre las posiciones radialmente hacia el interior y radialmente hacia el exterior.
    - 55 8. El conjunto (127) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende una pluralidad de los elementos de bloqueo (156; 176) y una pluralidad de los rebajes (146).
    9. El conjunto (127) según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 8, en el que el o cada elemento de bloqueo (156; 176) es un ajuste ahusado en el, o al menos uno del, rebaje o rebajes correspondientes (146).
    - 60 10. El conjunto (127) según la reivindicación 9, en el que el ajuste ahusado está en la dirección circunferencial, de manera que a medida que el o cada elemento de bloqueo (156; 176) se mueve hacia la posición radialmente hacia el interior, el ajuste ahusado provoca una disminución gradual en la cantidad de juego de rotación entre el árbol (142) y el alojamiento de árbol principal (126).
    - 65 11. El conjunto (127) según la reivindicación 10, en el que cuando el o cada elemento de bloqueo (156; 176) está

en la posición radialmente hacia el interior, sustancialmente no hay juego de rotación entre el árbol (142) y el alojamiento de árbol principal (126), al menos parcialmente como resultado del ajuste ahusado.

- 5
12. El conjunto (127) según la reivindicación 10 u 11, en el que el ajuste ahusado se debe al menos parcialmente a un ahusamiento a lo largo de al menos una parte del o de cada elemento de bloqueo (146).
- 10
13. El conjunto (127) según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, en el que el ajuste ahusado se debe al menos parcialmente a un ahusamiento dentro de al menos una parte de un interior del o de cada rebaje (146).
- 15
14. Un método de funcionamiento del conjunto (127) según cualquier reivindicación anterior, que comprende:  
rotar (186), o permitir la rotación de, el árbol (142) a una posición bloqueable mientras que el mecanismo de retención (156; 176) está en la posición radialmente hacia el exterior;  
mover (188) el mecanismo de retención (156; 176) a la posición radialmente hacia el interior, para restringir de ese modo la rotación del árbol (142).
- 20
15. Una turbina eólica que incluye el conjunto según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13.

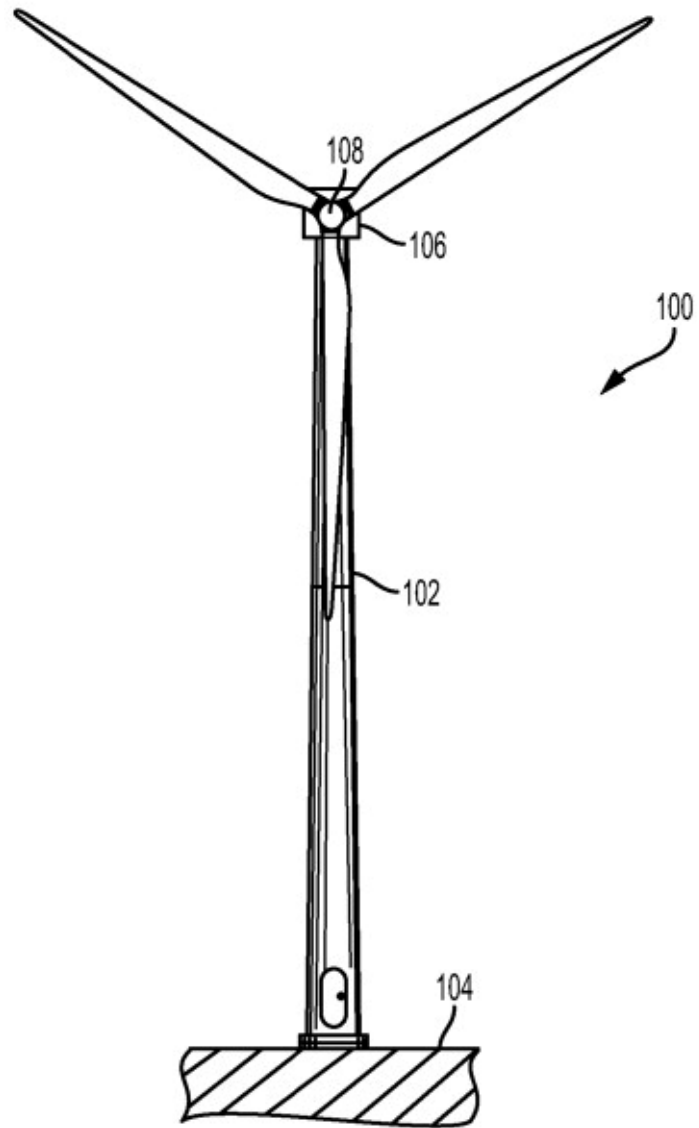


Fig. 1

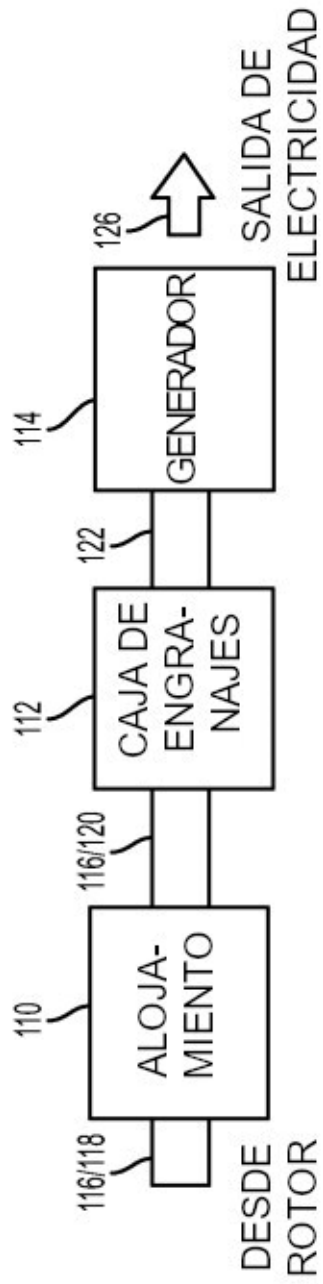


Fig. 2

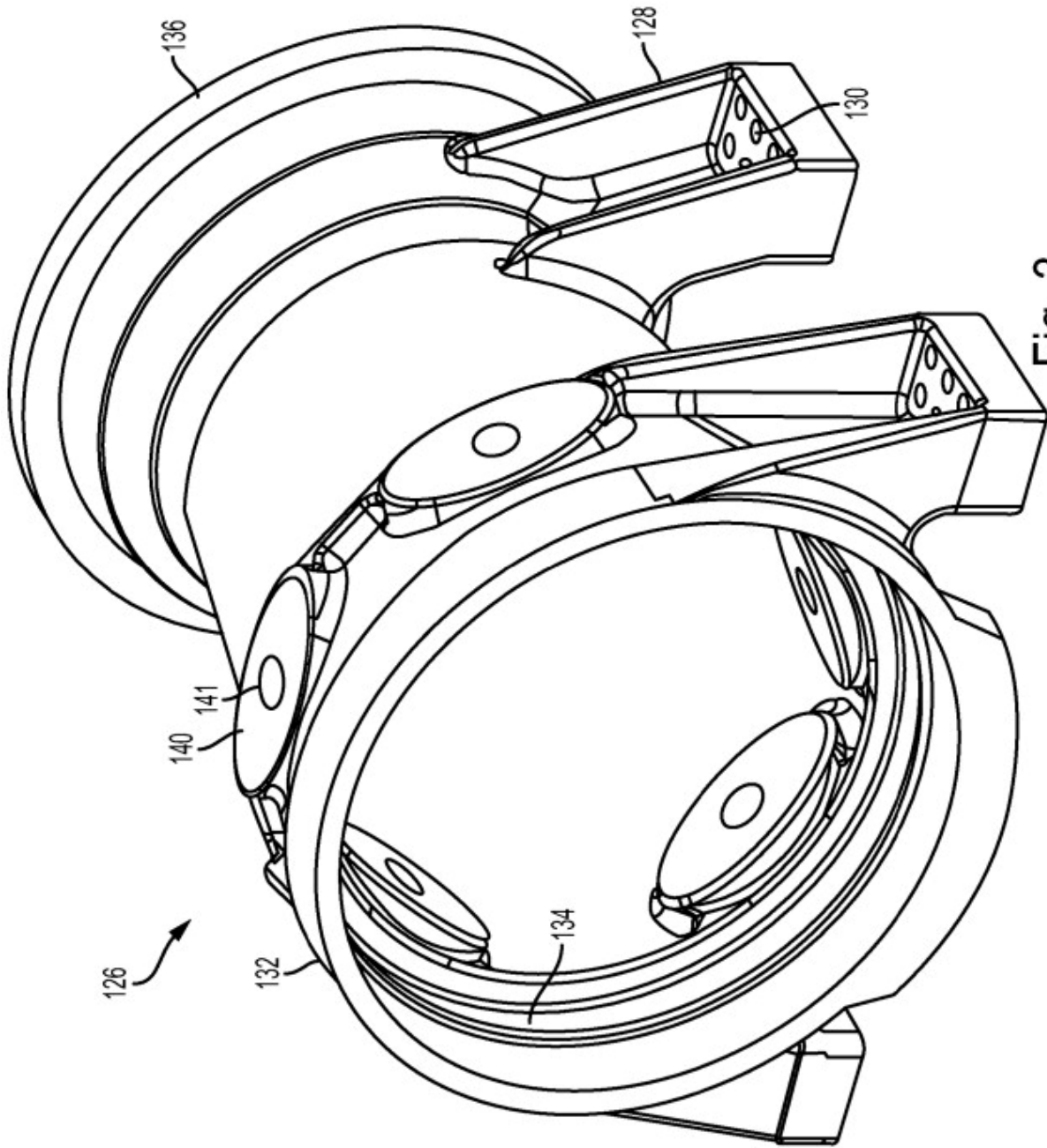


Fig. 3

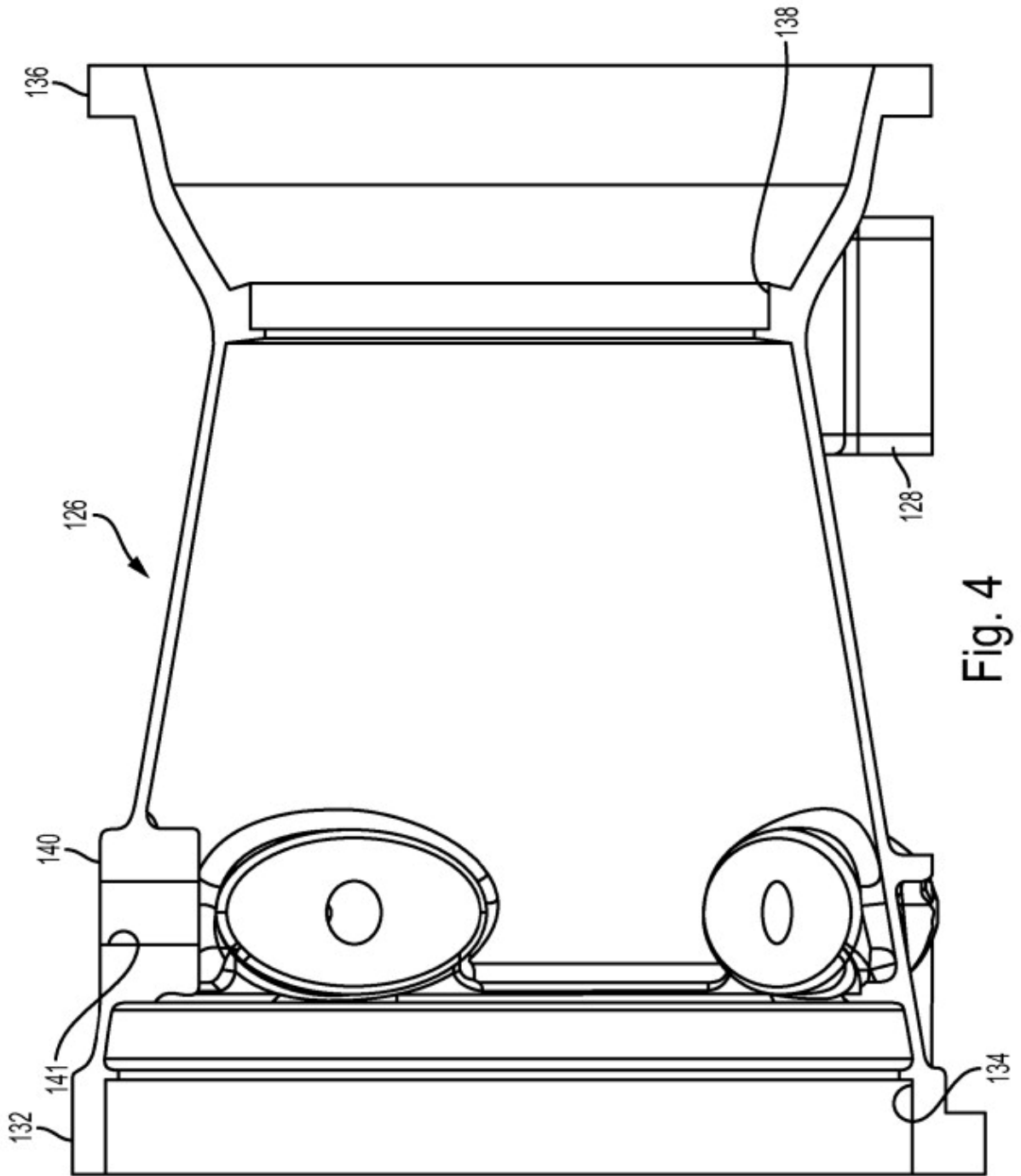


Fig. 4

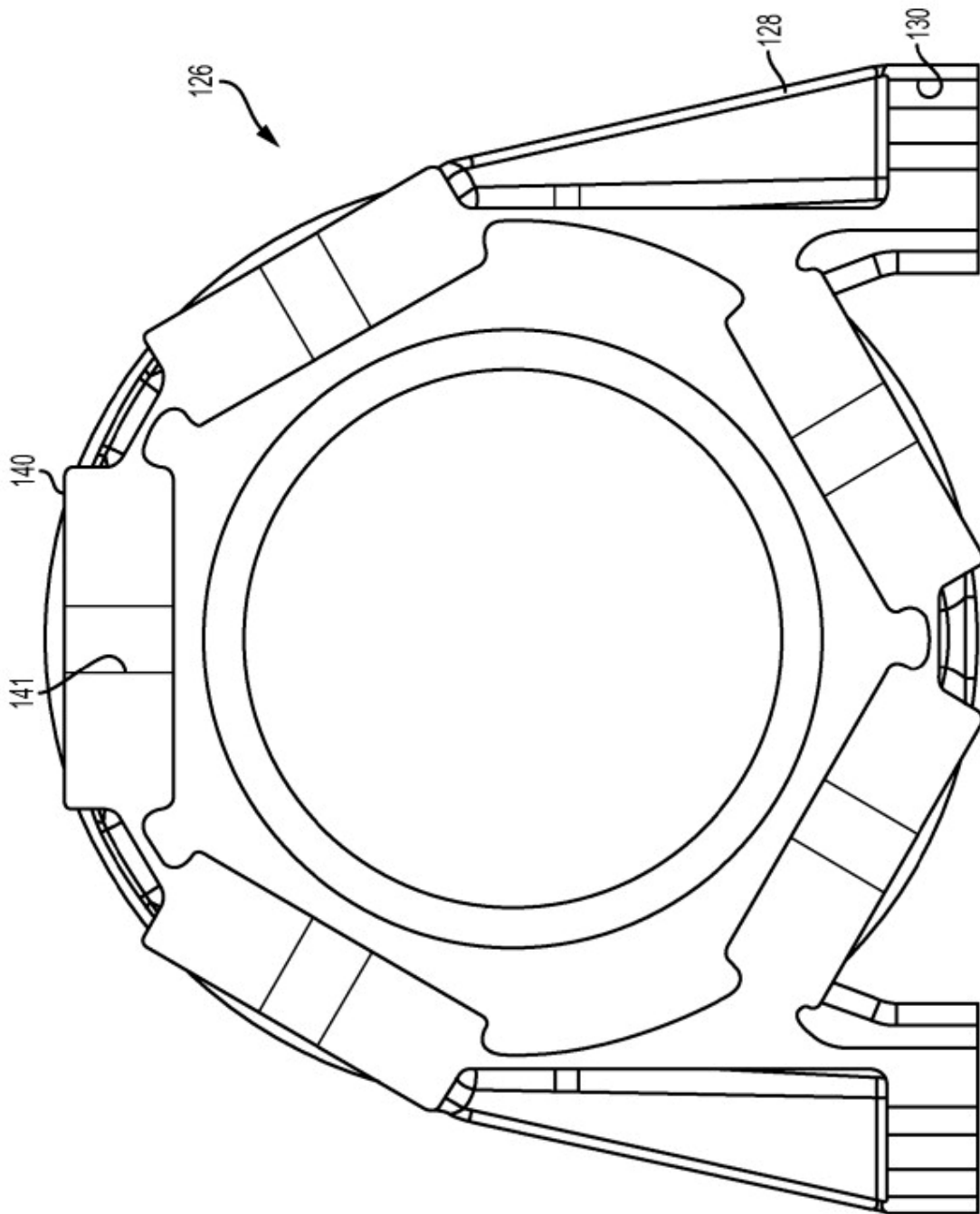


Fig. 5

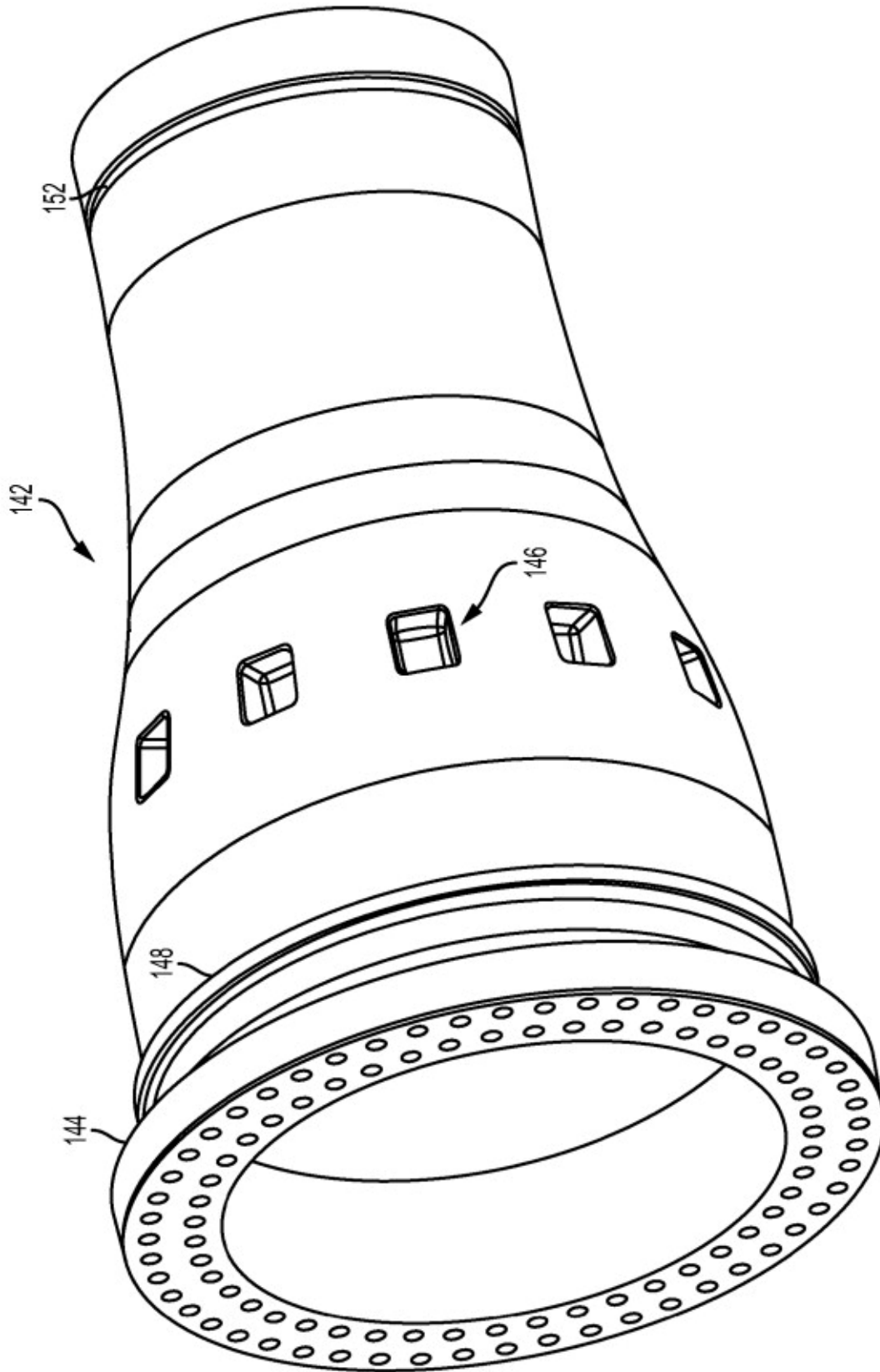


Fig. 6

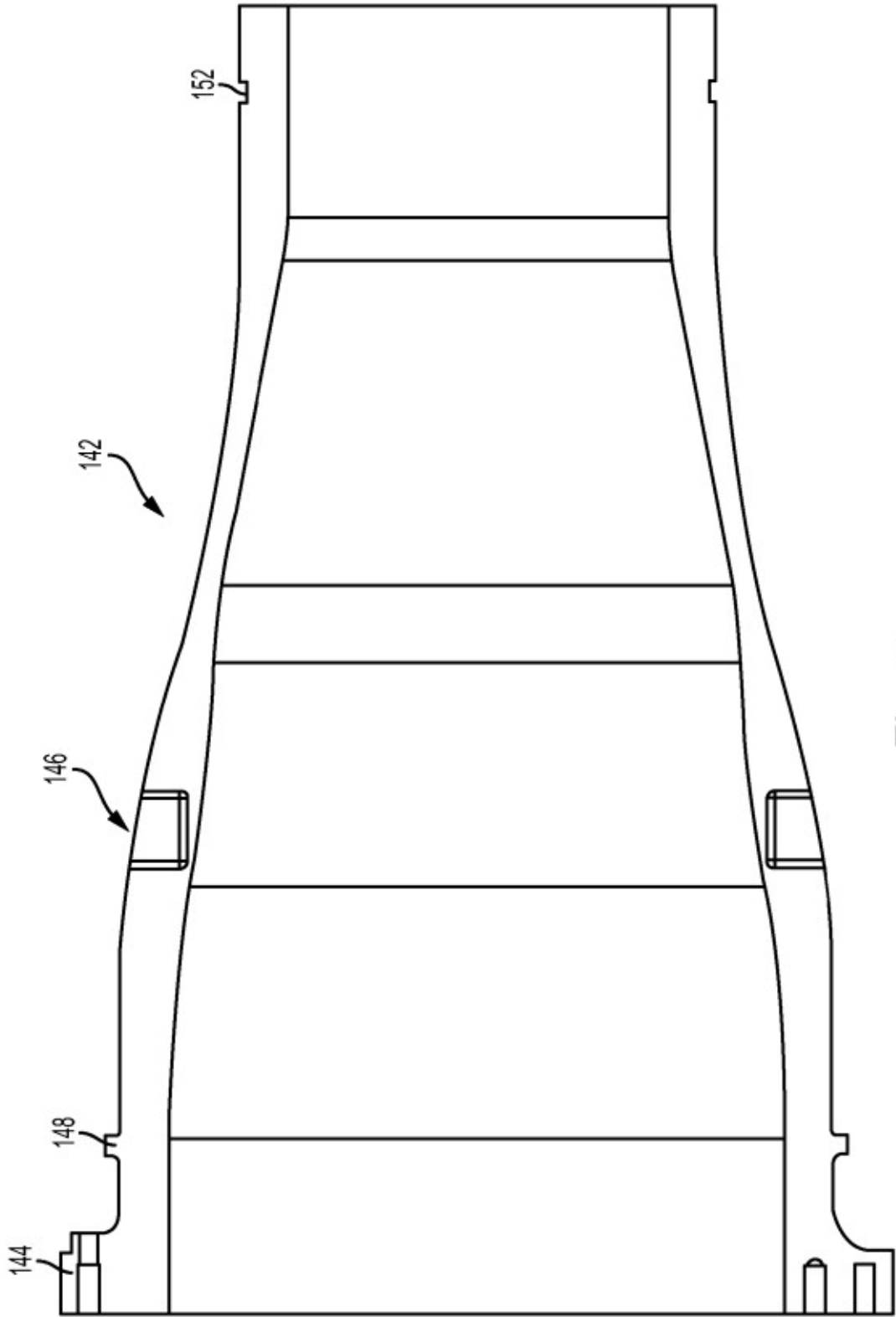


Fig. 7

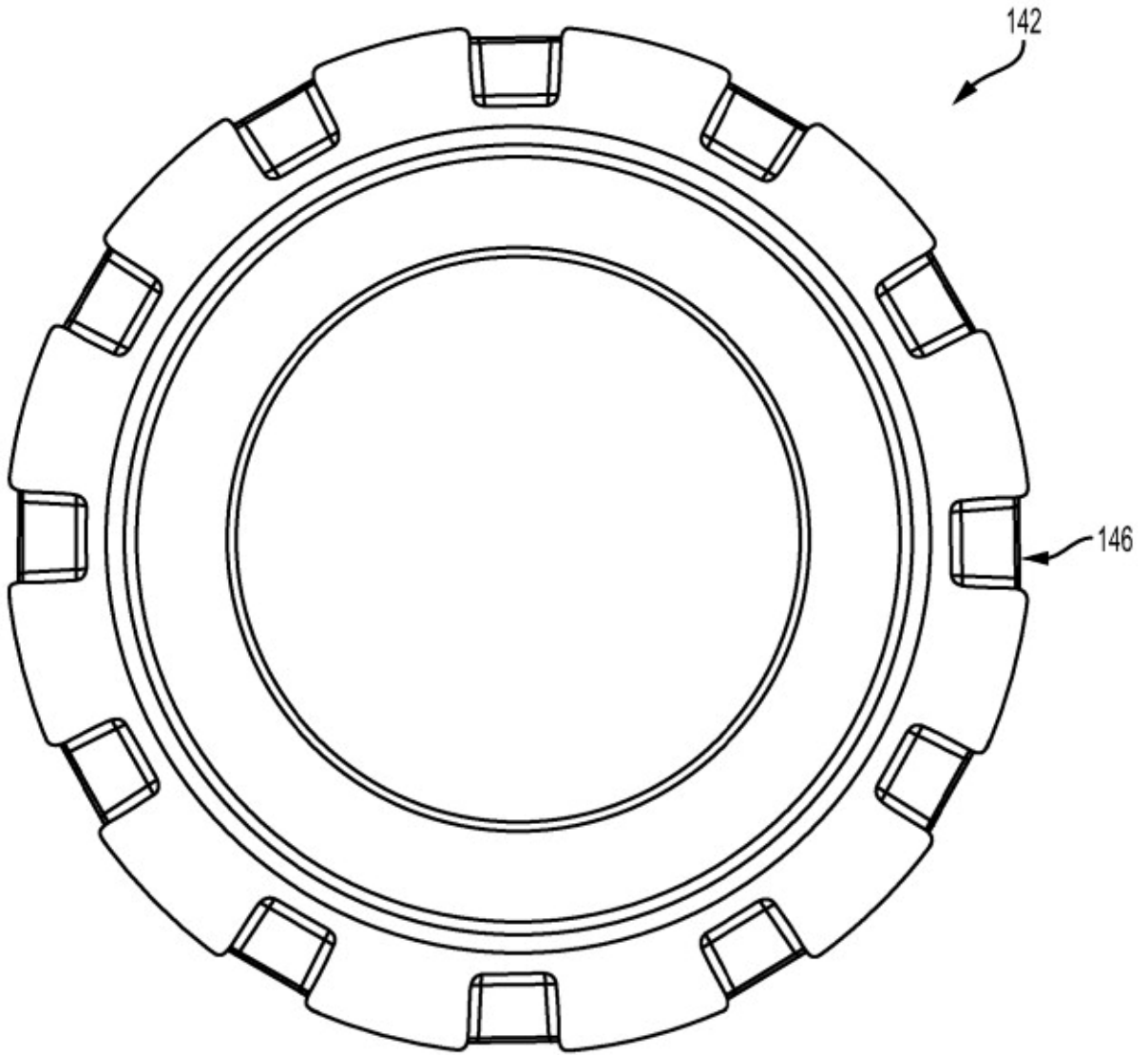


Fig. 8

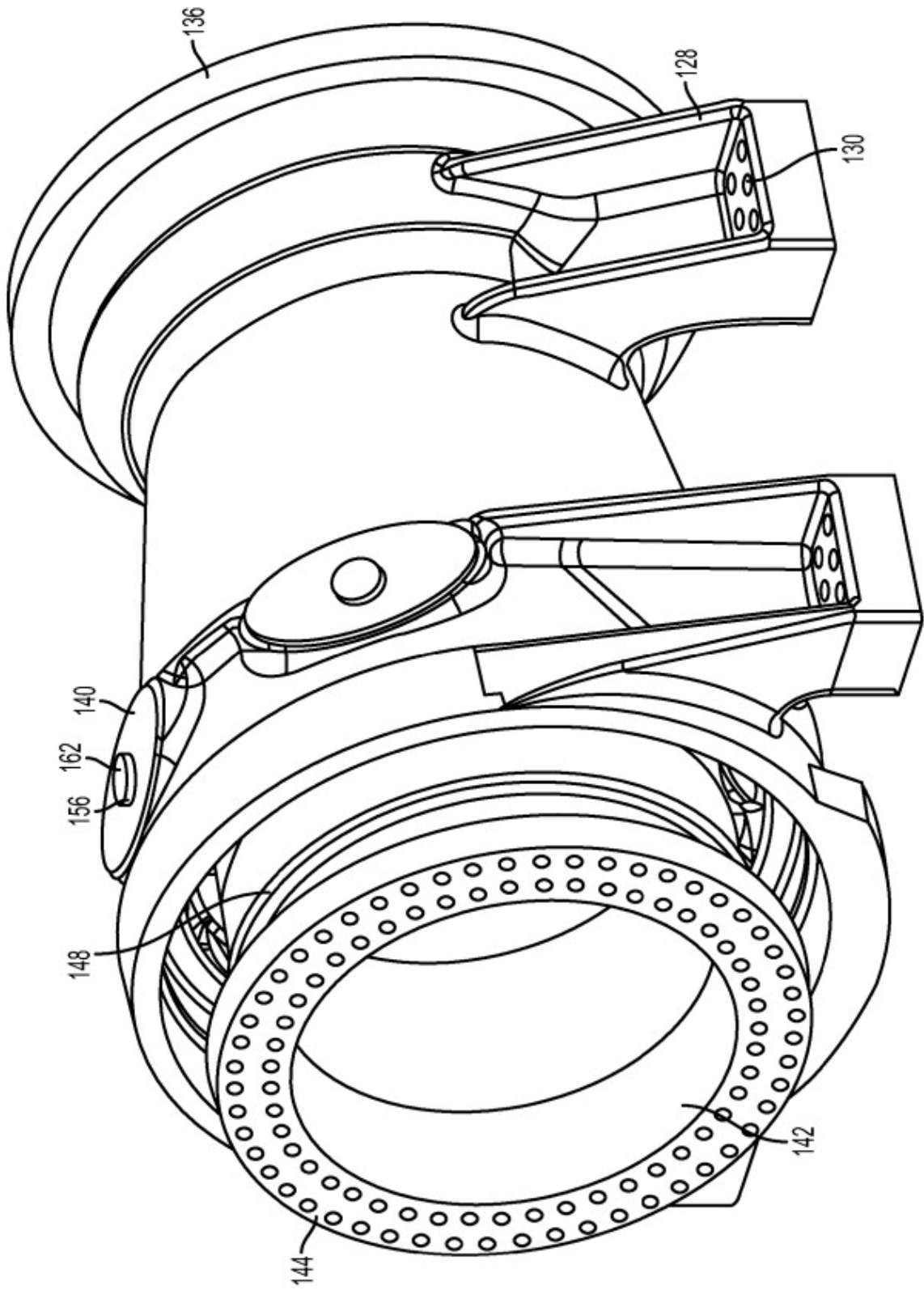


Fig. 9

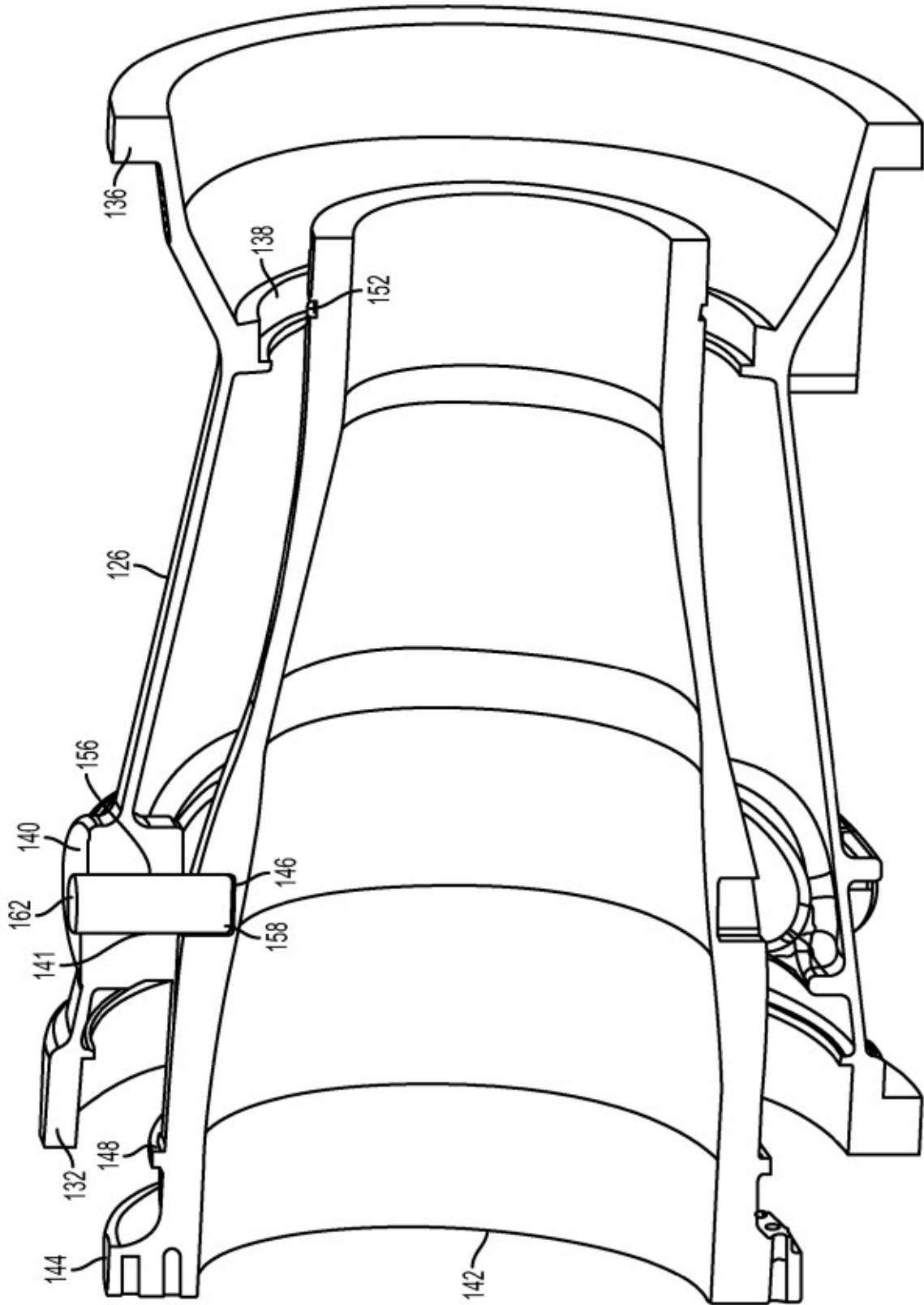


Fig. 10

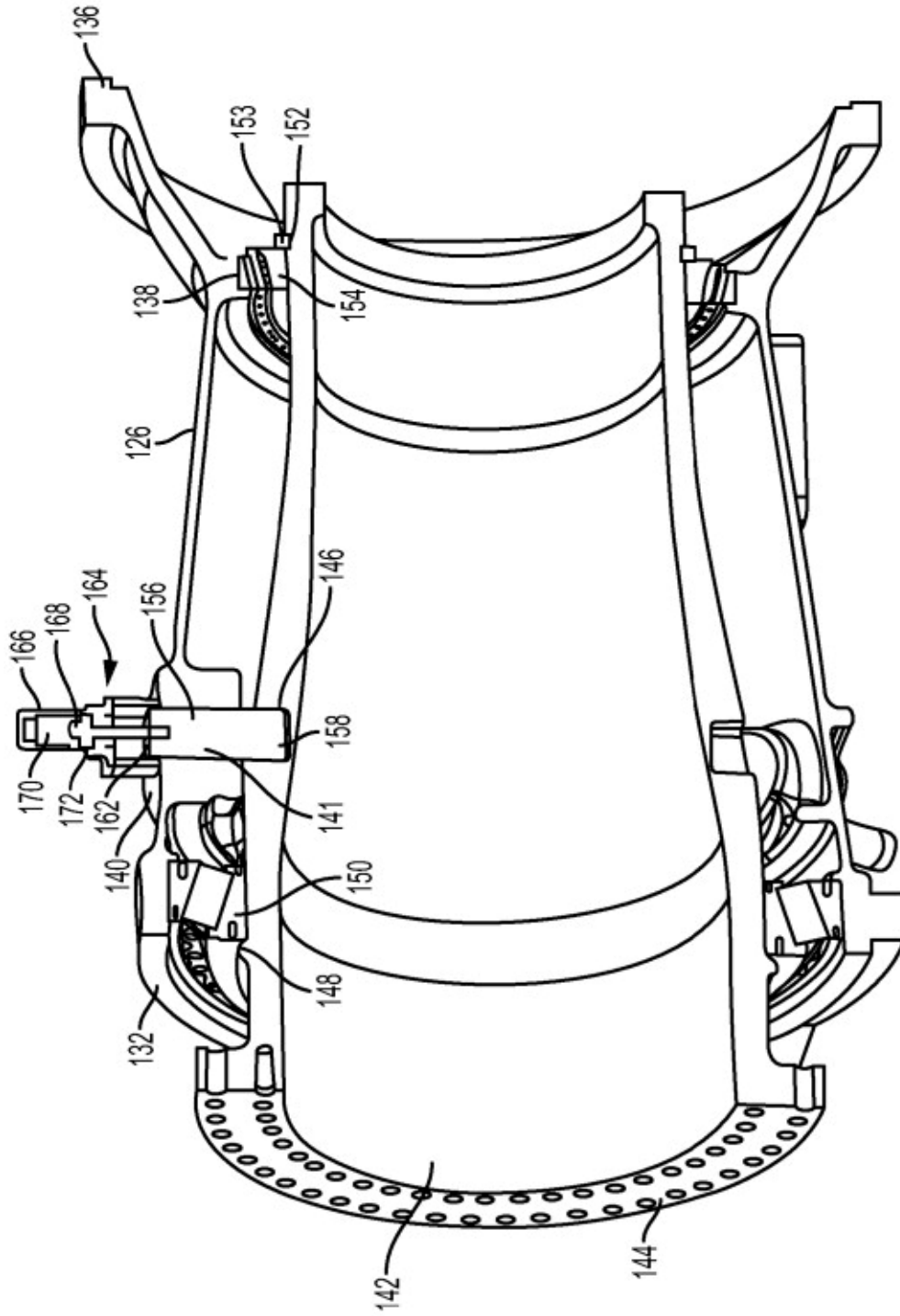


Fig. 11

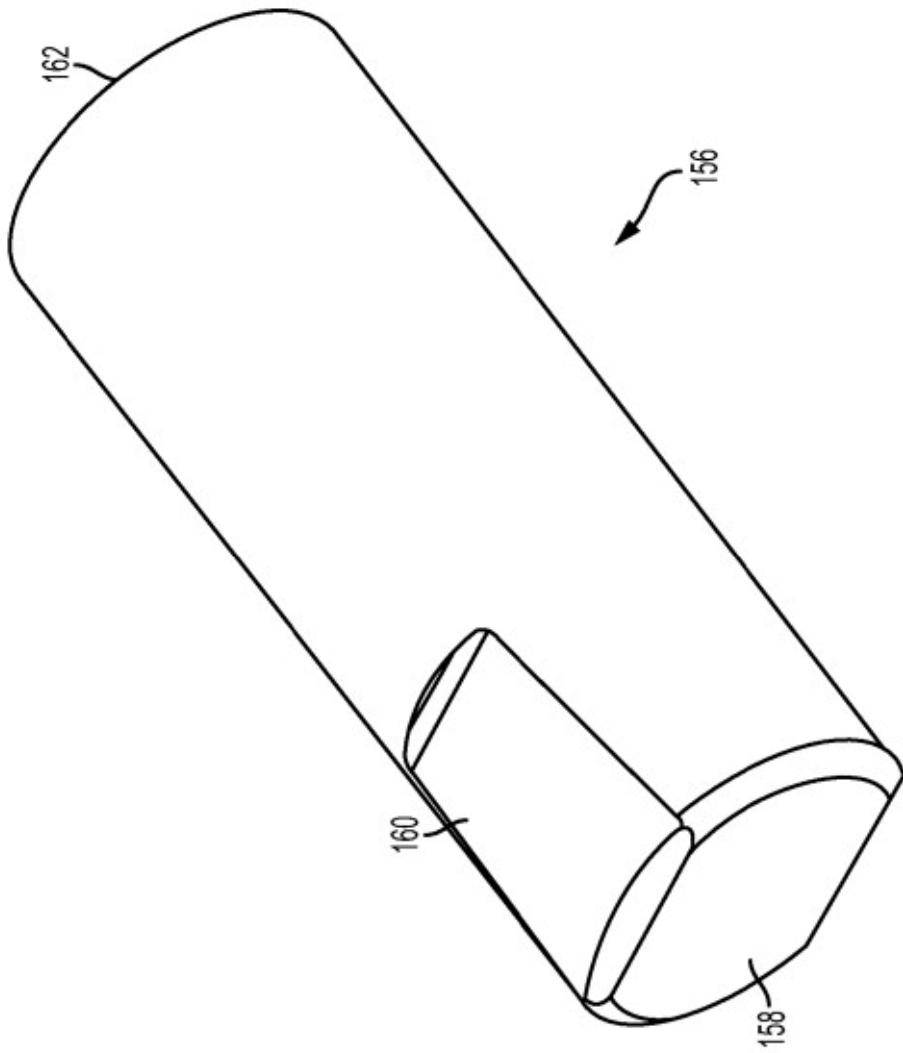


Fig. 12

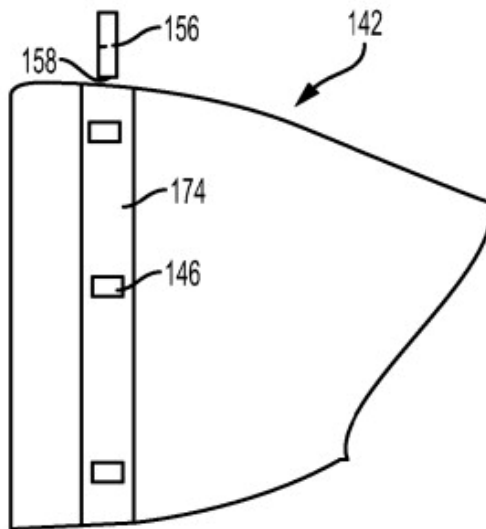


Fig. 13

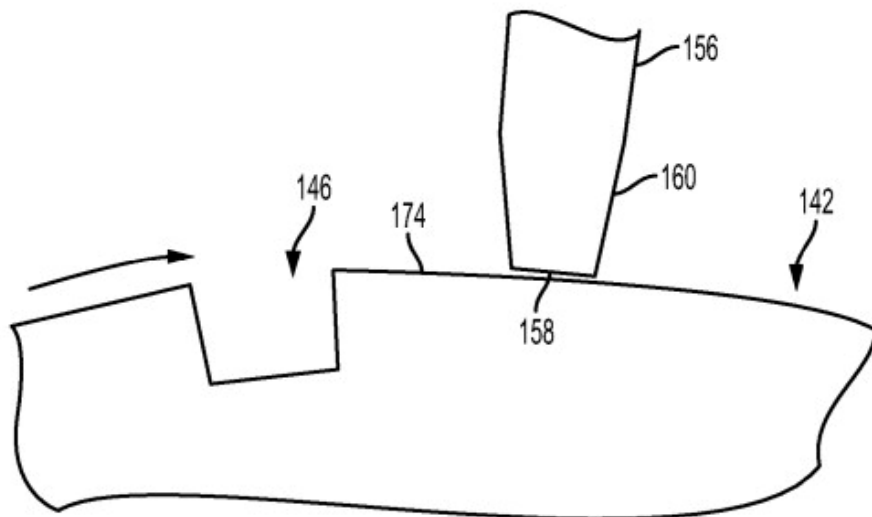


Fig. 14A

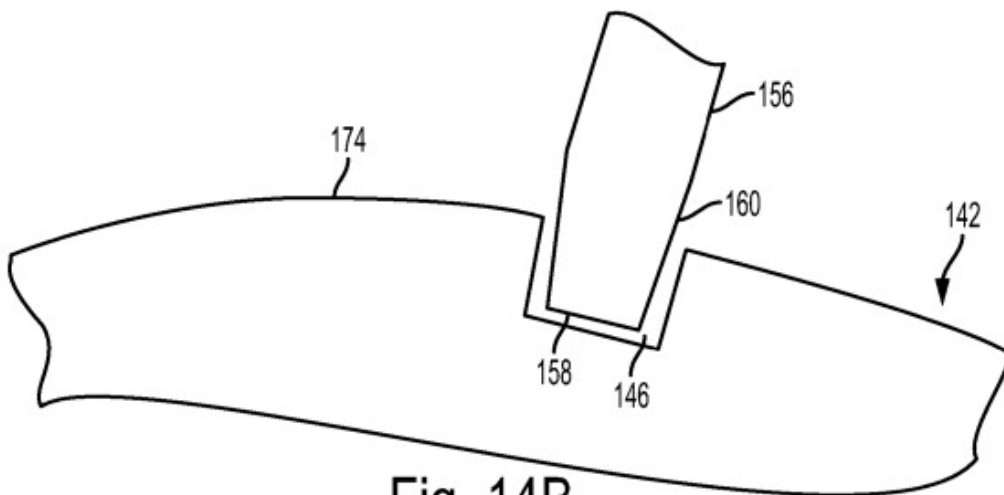


Fig. 14B

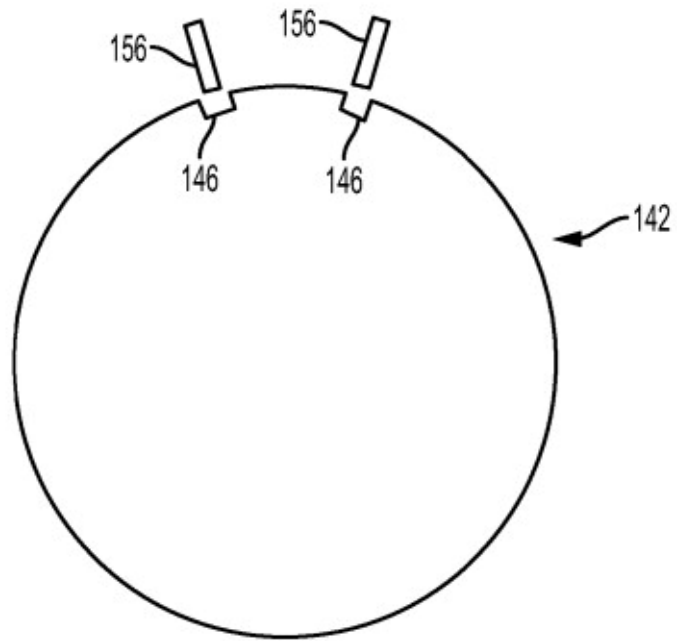


Fig. 15A

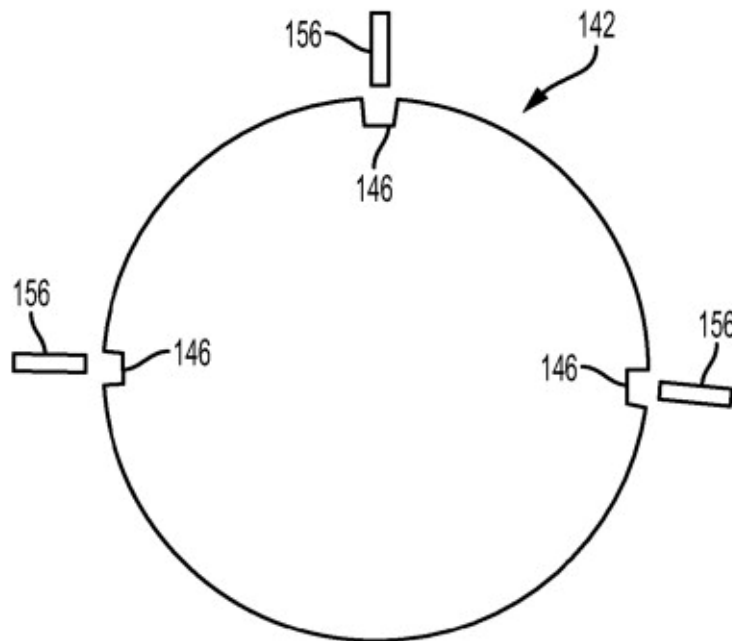


Fig. 15B

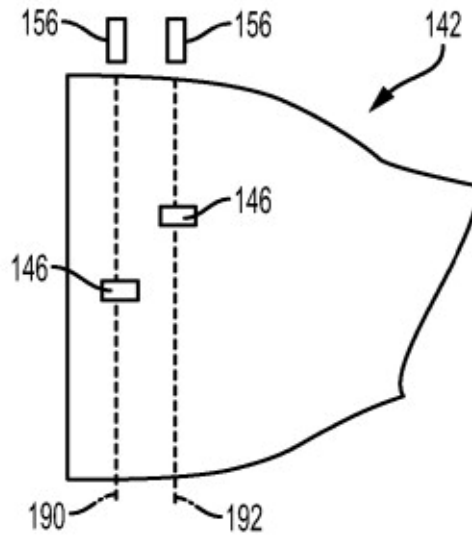


Fig. 15C

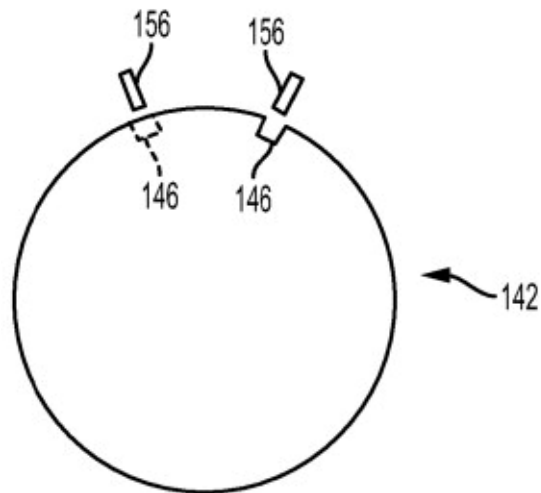


Fig. 15D

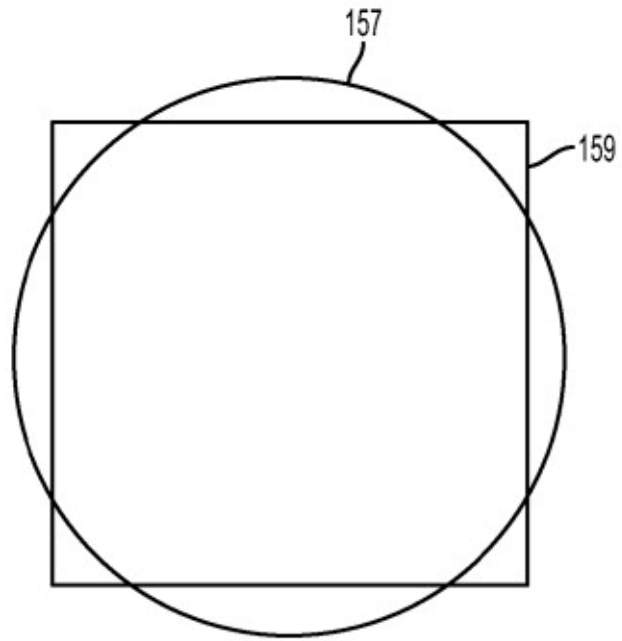
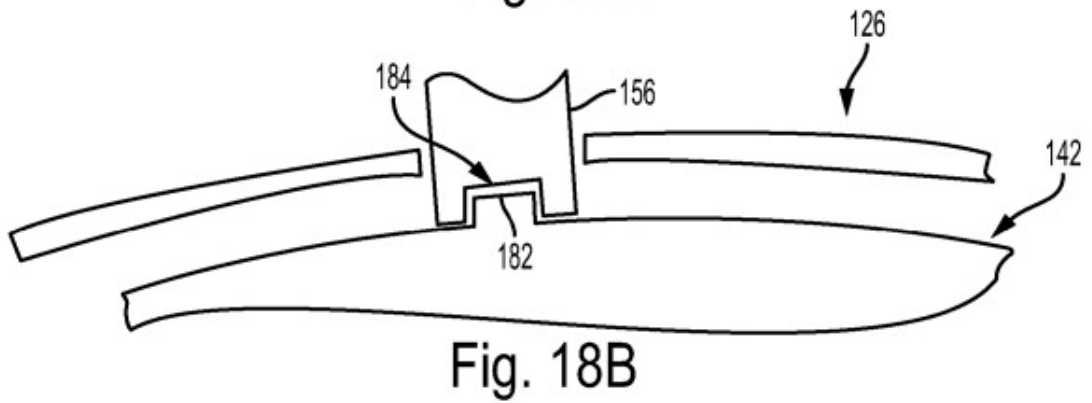
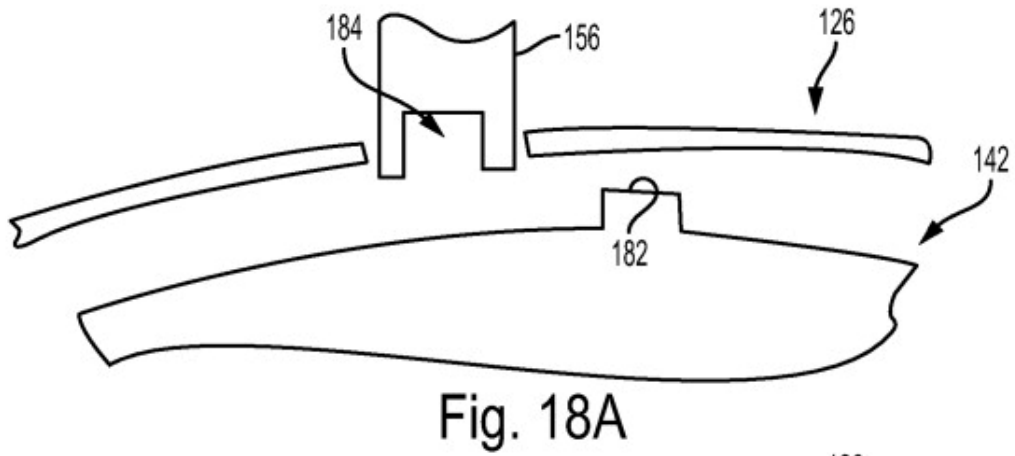
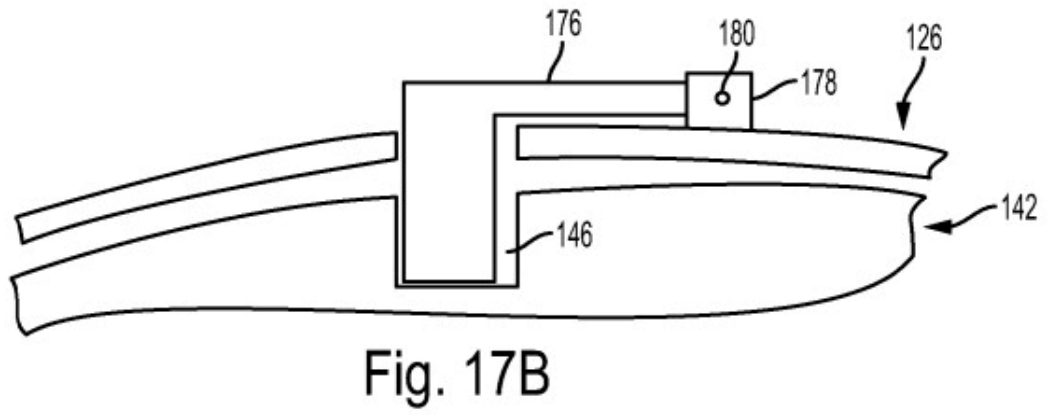
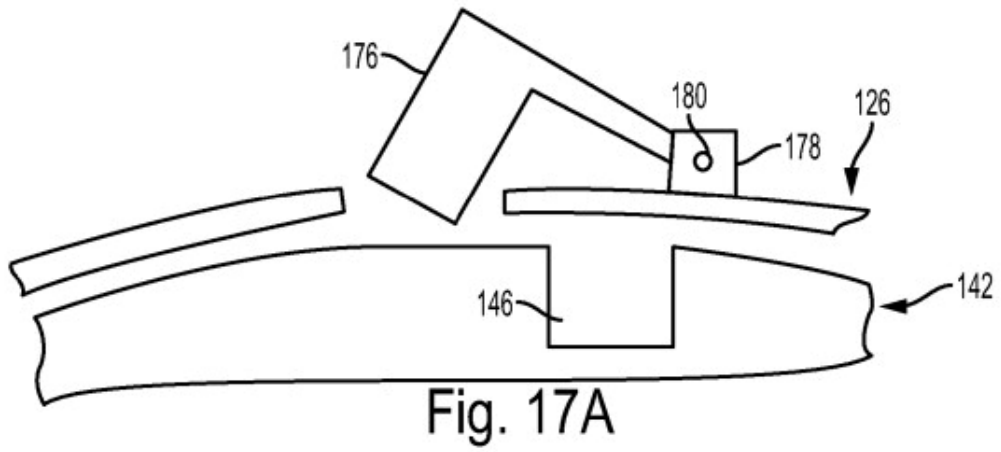


Fig. 16



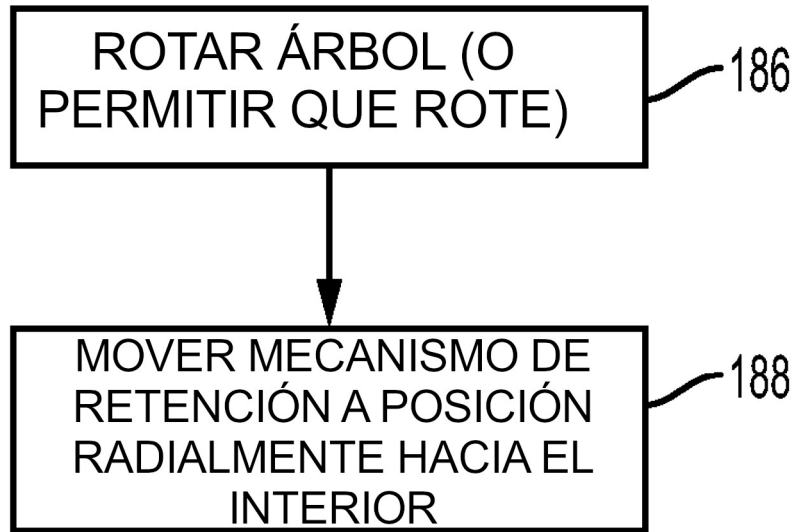


Fig. 19

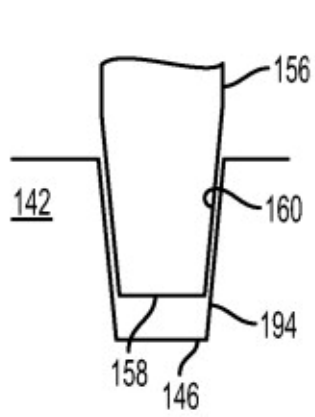


Fig. 20A

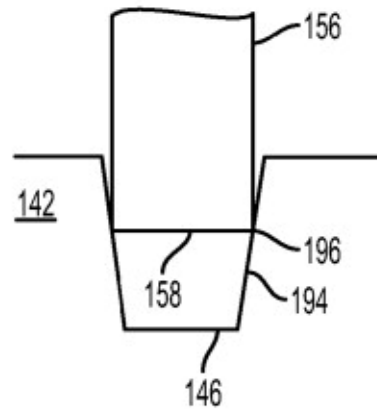


Fig. 20B

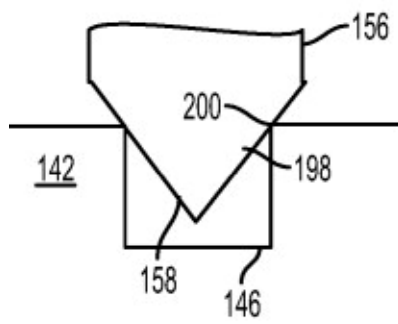


Fig. 20C

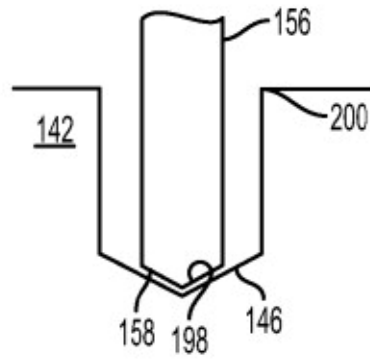


Fig. 20D

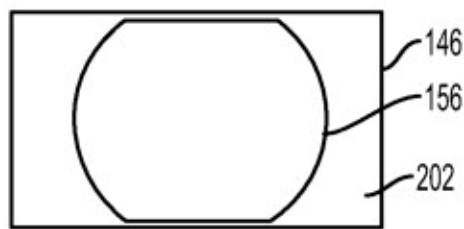


Fig. 21