

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 959 609**

51 Int. Cl.:

F16C 17/04

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.07.2019** **PCT/EP2019/067622**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.01.2021** **WO21001016**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2019** **E 19736647 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.08.2023** **EP 3994367**

54 Título: **Cojinete de empuje de lámina elástica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
27.02.2024

73 Titular/es:

BLADON JETS HOLDINGS LIMITED (100.0%)
Westminster House, Parliament Square
Castletown IM9 1LA, IM

72 Inventor/es:

PYE, STEPHEN;
NIMMA, VASUDEVA y
HEWARD, PHILLIP

74 Agente/Representante:

DÍAZ DE BUSTAMANTE TERMINEL, Isidro

ES 2 959 609 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

Cojinete de empuje de lámina elástica

5 Campo técnico

El objeto descrito en la presente descripción se refiere en general a cojinetes de empuje de lámina elástica.

10 Antecedentes

Las microturbinas pueden ser utilizadas en recursos de energía distribuida y pueden emplear un compresor, un combustor, una turbina y un generador eléctrico para de esta manera convertir el combustible en una fuente local de energía eléctrica. Dado que sus altas temperaturas de funcionamiento hacen que los cojinetes tradicionales, tales como los cojinetes hidrostáticos a base de aceite, sean poco prácticos, sus altas velocidades de giro ofrecen la oportunidad de usar cojinetes de aire. La eliminación de un sistema de aceite simplifica el diseño y reduce los requisitos de mantenimiento.

Mientras que los cojinetes radiales soportan cargas radiales, los cojinetes de empuje soportan cargas axiales. Los cojinetes de empuje de lámina elástica de fluido cumplen generalmente con: una placa de empuje; miembros de la lámina de resorte elásticos soportados axialmente por la placa de empuje; y una placa de fluido que comprende los elementos de la lámina de fluido soportados axialmente por los miembros de la lámina de resorte, la placa de fluido para soportar axialmente un disco de empuje giratorio a través de las placas restantes.

Después de la aceleración, el disco de empuje giratorio se soporta axialmente por una delgada capa de fluido que se crea entre la placa de fluido no giratoria y el disco de empuje giratorio, dando lugar a un cojinete de aire hidrodinámico de baja fricción, y, además, la transferencia de fluido facilita la transferencia de calor.

Mientras que el disco de empuje suele ser plano, los elementos de la lámina de fluido suelen ser inclinados y escalonados en dirección circunferencial, esta inclinación de superficie en dirección circunferencial da lugar a la generación de la película de fluido y un efecto de elevación axial impartido al disco de empuje. Por lo tanto, la carga axial impartida por el disco de empuje giratorio puede transmitirse a través de la película de fluido, a través de la placa de fluido, a través de los miembros de la lámina de resorte elásticos y hasta la placa de empuje, que proporciona una fuerza axial reactiva igual y opuesta para igualar la carga axial impartida al cojinete. La presencia de la película de fluido en esta cadena de transmisión de fuerza ofrece la posibilidad de reducir significativamente las pérdidas por fricción que de otro modo podrían ocurrir debido al giro relativo entre superficies.

Los cojinetes de empuje de lámina elástica de fluido pueden por lo tanto emplearse en microturbinas para combatir las dificultades asociadas con otras formas tradicionales de cojinetes debido a las altas velocidades de giro y temperaturas de funcionamiento.

Los diseños existentes de cojinete de empuje de lámina de fluido generalmente utilizan una serie de placas separadas, a veces con características no planas, para proporcionar un efecto de resorte elástico. Tales diseños existentes no solo resultan en una complejidad excesiva de fabricación, sino que también sufren de un rendimiento deficiente, tal como la generación de fuerzas de fricción excesivas, especialmente a bajas revoluciones por minuto. Se muestra una disposición de cojinete previo en el documento WO2015/028051 que muestra un cojinete de aire axial y una microturbina de gas. El documento KR20010063914A también describe una estructura para un cojinete de empuje de lámina. El documento JPS60172721A describe otra disposición de cojinete de empuje de lámina y el documento WO2015/157052A1 describe un cojinete de empuje de lámina para un turbocompresor sin aceite.

Por lo tanto, es deseable proporcionar un cojinete de empuje de lámina de fluido que resuelva una o más de las deficiencias descritas anteriormente en los diseños existentes. De acuerdo con la invención, se proporciona un cojinete de empuje de lámina elástica según se define en la reivindicación 1 y se proporciona un método para soportar de forma giratoria un disco de empuje en una placa de empuje según se define en la reivindicación 13.

55 Breve descripción de los dibujos

Las disposiciones descritas se describen a continuación a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 representa una vista en perspectiva desmontada de un ejemplo de un cojinete de empuje elástico que comprende un subconjunto de cojinete de empuje elástico y una placa de empuje;

La Figura 2 representa un ejemplo de una placa de fluido que comprende elementos de la lámina de fluido;

La Figura 3 representa un ejemplo de una placa de transferencia de fuerza que comprende elementos de transferencia de fuerza que se extienden radialmente hacia dentro;

La Figura 4 representa un ejemplo de una placa de resorte que comprende elementos de desviación que se extienden radialmente hacia dentro;

La Figura 5 representa un ejemplo de una placa de empuje que comprende una superficie axialmente rebajada;

La Figura 6a representa un ejemplo de un cojinete de empuje elástico y la Figura 6b representa lo mismo, pero ofreciendo una vista a través de las placas;

La Figura 7a y 7b representan diferentes vistas de un cojinete de empuje elástico que muestra una región recortada en la placa de lámina de fluido para exponer las placas subyacentes;

Las Figuras 8a y 8b representan un ejemplo de la parte inferior de un subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica con las lengüetas de retención en las posiciones extendida y plegada respectivamente; y

Las Figuras 9a y 9b representan una vista exagerada que muestra un ejemplo de interacción entre los soportes de la placa de empuje y los elementos de desviación de la placa de resorte.

Descripción detallada

La Figura 1 representa un ejemplo de un cojinete de empuje de lámina elástica que comprende un subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 y una placa de empuje 200.

El subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 comprende una placa de fluido 110, una placa de transferencia de fuerza 120 y una placa de resorte 130.

Como se muestra en la Figura 1, la placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de resorte 130 son al menos sustancialmente planas. Mientras que la placa de lámina de fluido 110 puede comprender características fuera del plano, la placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de resorte 130 pueden ser planas. En el ejemplo que se muestra, la placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de resorte 130 se forman con un perfil transversal fijo. La provisión de placas planas y axialmente uniformes de un cojinete de empuje de lámina elástica ofrece una fabricación significativamente simplificada. En particular, las placas pueden formarse como recortes de chapa metálica.

En el ejemplo que se muestra, las placas del subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 se disponen para compartir un eje común que atraviesa sus centros. En el ejemplo de la Figura 1, este eje común se extiende verticalmente a través de los centros de las placas. La placa de empuje 200 se dispone para compartir el eje común.

Los elementos de la lámina de fluido 114 pueden distribuirse de manera uniforme alrededor de la circunferencia del anillo de acoplamiento anular 112. Los elementos de la lámina de fluido 114 pueden formarse en pares opuestos radialmente, como se muestra en la Figura 2. Tal distribución simétrica, especialmente en combinación con la misma distribución correspondiente de los elementos de transferencia de fuerza 124 y los elementos de desviación 134, facilita una distribución uniforme de carga circunferencial, ayudando a proteger contra cualquier concentración de estrés localizada, lo cual de lo contrario aumentaría las pérdidas y el desgaste.

La Figura 2 representa una placa de fluido 110 adecuada para recibir un disco de empuje giratorio. La placa de fluido 110 comprende un anillo de acoplamiento anular 112 y elementos de la lámina de fluido 114 dispuestos radialmente hacia dentro del anillo de acoplamiento de la placa de fluido 112. Los elementos de la lámina de fluido 114 se disponen para proporcionar la ondulación axial en una dirección circunferencial. Esta undulación circunferencial es responsable de generar una película de fluido tras el giro de un disco de empuje adyacente, esta película de fluido para soportar axialmente el disco de empuje giratorio.

La fuerza axial impartida por el disco de empuje giratorio sobre el lado superior de la placa de fluido no es constante durante el arranque y la operación normal. Tal variación de carga se acomoda en los cojinetes de empuje mediante la provisión de elasticidad, es decir, elasticidad en forma de un mecanismo de resorte subyacente acoplado a la parte inferior de la placa de fluido.

La placa de fluido 110 puede comprender muescas 118 proporcionadas en el borde radialmente externo de la misma para recibir una lengüeta. Alternativamente, la placa de fluido 110 puede comprender lengüetas, no se muestran, para recibirse por muescas correspondientes proporcionadas en los bordes radialmente externos de una o más placas subyacentes. Esta disposición de muesca y lengüeta facilita la retención entre una o más placas del subconjunto de cojinete de empuje 100.

La Figura 3 representa una placa de transferencia de fuerza 120 que comprende un anillo de acoplamiento anular 122 y elementos de transferencia de fuerza 124 dispuestos radialmente hacia dentro del anillo de acoplamiento anular 122. Los elementos de transferencia de fuerza 124 pueden extenderse radialmente hacia dentro desde el anillo de acoplamiento anular 122.

Como se describirá con mayor detalle a continuación, cada elemento de transferencia de fuerza 124 puede comprender orificios pasantes 126. Como se muestra en este ejemplo, cada elemento de transferencia de fuerza 124 puede comprender una rejilla que forma orificios pasantes abiertos 126a y/o cerrados 126b.

- 5 Como se muestra, la placa de transferencia de fuerza 120 puede comprender muescas 128 proporcionadas en el borde radialmente externo de la misma para recibir una lengüeta.

La Figura 4 representa una placa de resorte 130 que comprende un anillo de acoplamiento anular 132 y elementos de desviación 134 dispuestos radialmente hacia dentro del anillo de acoplamiento anular 132. Los elementos de desviación 134 pueden extenderse radialmente hacia dentro desde el anillo de acoplamiento anular 132.

La placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de resorte 130 del subconjunto de cojinete de empuje 100 facilitan juntas la transmisión axial de la carga axial generada por los elementos de la lámina de fluido 114 de la placa de fluido 110. En particular, cada uno de los elementos de la lámina de fluido 114 espaciados circunferencialmente puede soportarse por un par correspondiente de elementos de transferencia de fuerza 124 y elementos de desviación 134 axialmente superpuestos. Como se muestra en la Figura 7a, los pares superpuestos de elementos de transferencia de fuerza y elementos de desviación pueden comprender porciones circunferenciales y/o radiales desplazadas, es decir, las porciones circunferenciales y/o radiales desplazadas de los elementos de transferencia de fuerza están desplazadas, o no se superponen, a las de los elementos de desviación.

En el ejemplo específico de la Figura 7a, los elementos de transferencia de fuerza 124 comprenden porciones circunferenciales y radiales interconectadas, y los elementos correspondientes de desviación 134 comprenden porciones radiales interconectadas. Las porciones radiales de los elementos de transferencia de fuerza 124 están desplazadas circunferencialmente con respecto a las porciones radiales de los elementos de desviación 134, y las porciones circunferenciales de los elementos de transferencia de fuerza 124 se disponen para entrar en contacto con las porciones radiales de los elementos de desviación 134. Este contacto superpuesto facilita la transmisión de la fuerza axial a través de las placas de transferencia de fuerza y resorte 120 y 130 del subconjunto 100 en regiones espaciadas circunferencialmente, de esta manera soportan la carga axial impartida por los elementos de la lámina de fluido 114 espaciados circunferencialmente de la placa de fluido 110. Se reconocerá que son posibles otras formas de contacto superpuesto entre los elementos de transferencia de fuerza 124 y los elementos de desviación 134.

Los elementos de transferencia de fuerza 124 y los elementos de desviación 134 pueden estar separados circunferencialmente, lo que de esta manera facilita la provisión de canales de soporte axial espaciados circunferencialmente dentro del cojinete de empuje tras su apilamiento.

Como se describirá con mayor detalle a continuación, cada elemento de desviación 134 puede comprender porciones que se extienden radialmente 135. Estas porciones que se extienden radialmente pueden disponerse para superponerse con orificios pasantes axiales 126 proporcionados en los elementos de transferencia de fuerza 124, cuyos orificios pasantes axiales 126 pueden disponerse para cubrir las porciones que se extienden radialmente 135. Esto facilita la desviación elástica de los elementos de desviación.

Cada elemento de desviación 134 y/o cada elemento de transferencia de fuerza 124 puede comprender una rejilla que forma orificios pasantes abiertos y/o cerrados 126, 136. En el ejemplo que se muestra, solo se presentan orificios pasantes cerrados en los elementos de desviación 124, aunque se reconocerá que también podrían proporcionarse orificios pasantes abiertos, como se muestra en relación con los elementos de transferencia de fuerza 124 de la placa de transferencia de fuerza 120.

La placa de resorte 130 puede comprender muescas 138 proporcionadas en el borde radialmente externo de la misma para recibir una lengüeta de una placa superpuesta o subyacente.

En el ejemplo que se muestra, la placa de resorte 130 comprende las lengüetas 138. Las lengüetas 138 se disponen para envolverse en las muescas de la placa de transferencia de fuerza superpuesta 120 y la placa de fluido 110, manteniendo de forma segura las placas del subconjunto de cojinete de empuje 100 juntas.

Alternativamente, la placa de fluido 110 podría comprender lengüetas dispuestas para envolverse en las muescas de la placa de transferencia de fuerza y la placa de resorte.

La Figura 5 representa una placa de empuje 200 que comprende una superficie de acoplamiento anular 242 y una superficie rebajada 244 dispuesta radialmente hacia dentro desde la superficie de acoplamiento anular 242. La superficie rebajada 244 se rebaja axialmente desde la superficie de acoplamiento anular 242. En el ejemplo que se muestra, la superficie de acoplamiento anular 242 se extiende axialmente más allá de la superficie rebajada 244. Por lo tanto, el grosor de la placa de empuje 140 es radialmente no uniforme, con el grosor en la porción radialmente externa que comprende la superficie de acoplamiento anular 242 mayor que el de la porción radialmente interna que comprende la superficie rebajada 244.

Esto contrasta con las disposiciones de la técnica anterior en las que se proporciona una placa de empuje 140 sustancialmente plana.

La provisión de la superficie axialmente rebajada 244 presenta la oportunidad para que los elementos de desviación superpuestos 134 se extiendan hacia la placa de empuje 140 y axialmente más allá de la superficie de acoplamiento anular 242.

La facilitación de tal desviación axial de los elementos de desviación 134 permite la provisión de elasticidad por parte de la placa de resorte. De esta manera, los elementos de desviación 134 podrían considerarse como voladizos que se extienden radialmente hacia dentro.

Cada elemento de la lámina de fluido 114 puede soportarse axialmente por pares subyacentes de elementos de transferencia de fuerza superpuestos 124 y elementos de desviación 134. Por lo tanto, la carga impartida a través de la película de fluido desde un disco de empuje giratorio, no se muestra, puede transmitirse a través del elemento de la lámina de fluido 114, a través de un elemento correspondiente de transferencia de fuerza 124 y hacia un elemento correspondiente de desviación 134, que puede ser inducido a desviarse elásticamente en una dirección axial hacia la placa de empuje 140 y hacia el espacio rebajado formado gracias al rebaje proporcionado en la placa de empuje.

De acuerdo con la invención, la placa de empuje 140 comprende soportes 246 dispuestos radialmente hacia dentro desde la superficie de acoplamiento anular 242. Los soportes pueden tener la misma altura que la superficie de acoplamiento anular, es decir, los soportes pueden terminar en una posición axial que se encuentra sustancialmente dentro de un plano definido por la superficie de acoplamiento anular 242.

Los soportes 246 pueden comprender una superficie convexa para el contacto con los elementos de desviación superpuestos 134. La provisión de una superficie convexa facilita la flexión de los elementos de desviación 134 alrededor de uno o ambos lados de cada soporte.

La profundidad del rebaje 244 y/o los soportes 246 sirven para limitar la desviación de los elementos de desviación 134 en la dirección axial. En este caso, los elementos de desviación 134 se disponen para desviarse en uno o ambos lados de cada soporte 246. Por ejemplo, en el caso de que se proporcione un soporte 246 que se encuentra radialmente fuera de un extremo radialmente interno de un elemento de desviación 134, el elemento de desviación puede doblarse radialmente tanto en el lado externo como interno del soporte 246, mientras que en el caso de que un soporte 246 se disponga ubicado sustancialmente en el extremo radialmente interno del elemento de desviación 134, el elemento de desviación 134 puede doblarse en el lado radialmente externo del soporte 246. La superficie axialmente rebajada 244 puede servir para limitar la desviación de los elementos de desviación 134 mediante el contacto entre ellos después de una suficiente desviación de los elementos de desviación 134.

En el ejemplo que se muestra, los soportes 246 son anulares y concéntricos. Sin embargo, los soportes 246 pueden tener otras formas. Por ejemplo, los soportes 246 pueden extenderse en dirección anular debajo de cada elemento de desviación 134, opcionalmente con discontinuidades anulares existentes entre los soportes. O los soportes 246 toman la forma de otras figuras tal como varillas. La provisión de soportes anulares simplifica la fabricación.

Puede proporcionarse un soporte 246 dispuesto para subyacer a cada elemento de desviación 124.

Los uno o más soportes 246 pueden disponerse de manera que se dispongan radialmente fuera del borde radialmente interno de cada elemento de desviación 134. Los uno o más soportes 246 pueden disponerse radialmente hacia dentro de la superficie de acoplamiento 132 de la placa de resorte 130 y radialmente hacia afuera del borde radialmente interno de la placa de resorte 130.

Como se muestra en la Figura 7a, los elementos de transferencia de fuerza 124 pueden comprender porciones circunferenciales y radiales interconectadas. Los elementos de desviación correspondientes y subyacentes 134 pueden comprender porciones radiales dispuestas para extenderse entre porciones radiales de los elementos de transferencia de fuerza 124. Las porciones circunferenciales de los elementos de transferencia de fuerza 124 pueden disponerse para entrar en contacto con las porciones radiales de los elementos de desviación 134. Los soportes 246 pueden comprender porciones circunferenciales dispuestas para extenderse entre porciones circunferenciales de los elementos de transferencia de fuerza 124 y contactar con porciones radiales de los elementos de desviación 134. De esta manera se proporciona la transmisión de fuerza a través de contactos superpuestos y circunferenciales/radiales.

La carga axial descendente sobre los elementos de transferencia de fuerza 124 puede transmitirse a los elementos de desviación 134 a través de porciones circunferenciales de los elementos de transferencia de fuerza 124, que entran en contacto con porciones radiales de los elementos de desviación 134, que a su vez entran en contacto con porciones circunferenciales de los soportes 134, y se disponen para desviarse axialmente hacia la región axialmente rebajada 244 de la placa de empuje 200.

Se presta atención a las Figuras 9a y 9b, que muestran una sección transversal radial exagerada que muestra la estructura en capas de un cojinete de empuje de lámina elástica que comprende el subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 y la placa de empuje 200.

- 5 En la dirección de elevación creciente, en la dirección Z que se muestra en las Figuras 9a y 9b, se muestra la superficie rebajada 244, los soportes 246, el elemento de desviación 134, el elemento de transferencia de fuerza 124 y el elemento de la lámina de fluido 114.

10 En este ejemplo, la carga impartida a través de la película de fluido formada sobre el elemento de la lámina de fluido 114 por un disco de empuje giratorio se transfiere desde el elemento de la lámina de fluido 114, a través del elemento correspondiente de transferencia de fuerza 124 y al elemento correspondiente de desviación 134, una o más porciones de las cuales se hacen desviar sobre los soportes 246 y hacia un orificio pasante axial 126, tal desviación en la dirección axial se muestra en la transición de la Figura 9a a la Figura 9b.

- 15 Las Figuras 6a y 6b muestran respectivamente un cojinete de empuje de lámina elástica 300 y el mismo proporcionando una vista a través de las placas del mismo.

20 Asimismo, las Figuras 7a y 7b muestran un cojinete de empuje de lámina elástica 300, pero esta vez con una porción recortada 310 que revela la superficie rebajada 244, los soportes 246, los elementos de desviación 134, los elementos de transferencia de fuerza 124 y los elementos de la lámina de fluido 114.

25 Las porciones recortadas 310 demuestran en este ejemplo de un cojinete de empuje de lámina elástica 300 la interacción relativa entre las placas del subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 y la placa de empuje 200.

30 Como se puede apreciar en las Figuras 6a, 6b, 7a y 7b, la placa de fluido 110, la placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de resorte 130 pueden apilarse verticalmente de manera que los elementos de la lámina de fluido 114, los elementos de transferencia de fuerza 124 y los elementos de desviación 134 se alinean circunferencialmente entre sí en una relación axialmente de superposición.

35 Por lo tanto, las placas del subconjunto 100 pueden apilarse de manera que cada elemento de la lámina de fluido 114 se soporte axialmente por un par de elementos de transferencia de fuerza 124 y elementos de desviación 134 correspondientes y axialmente superpuestos.

- 40 En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, la placa de fluido 110 se superpone a la placa de transferencia de fuerza 120 y la placa de transferencia de fuerza 120 se superpone a la placa de resorte 130. En caso de que el subconjunto 100 y la placa de empuje 200 se combinen, la placa de resorte se superpone a la placa de empuje 200.

45 El orden de apilamiento previsto en el ejemplo de la Figura 1 es que la placa de resorte 130 se coloca sobre la placa de empuje 200, la placa de transferencia de fuerza 120 se coloca sobre la placa de resorte 130 y finalmente la placa de fluido 110 se coloca sobre la placa de transferencia de fuerza 120. Durante o después del apilamiento, las placas pueden orientarse de manera que los elementos de la lámina de fluido 114 se soporten axialmente por pares correspondientes de elementos de transferencia de fuerza superpuestos 124 y elementos de desviación 134.

50 Las placas son orientables de manera que cada elemento de la lámina de fluido 114 se superpone a un elemento correspondiente de transferencia de fuerza 124, cuyo elemento de transferencia de fuerza 124 se superpone a un elemento correspondiente de desviación 134. De esta manera, la fuerza transmitida desde cada elemento de la lámina de fluido 114 puede transmitirse a través del elemento correspondiente de transferencia de fuerza 124 al elemento correspondiente de desviación 134. La fuerza impartida al elemento de desviación 134 puede provocar que el elemento de desviación 134 se desplace axialmente con relación al anillo de acoplamiento de la placa de resorte 132. La dirección de desplazamiento es axialmente alejándose de la placa de fluido 110.

55 Mientras que en algunas implementaciones de la técnica anterior se proporciona una lámina corrugada para facilitar la elasticidad, lo cual tiende a provocar deformación plástica durante el uso, de acuerdo con los ejemplos descritos en la presente descripción se facilita la posibilidad de protegerse contra tal deformación plástica gracias al mecanismo de transferencia de fuerza descrito en la presente descripción.

60 En los ejemplos descritos en la presente descripción, se proporciona un subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica 100 para colocar directamente sobre una placa de empuje 200, ofreciendo un número mínimo de placas y, por lo tanto, una complejidad de fabricación reducida y una variación de rendimiento en comparación con el caso en que se emplea un mayor número de placas.

65 Se presta especial atención a la interacción entre un elemento de transferencia de fuerza 124 y un elemento correspondiente de desviación 134.

En particular, como se muestra en estas figuras, los elementos de transferencia de fuerza 124 y/o los elementos de desviación 134 pueden comprender orificios pasantes axiales 126, 136. Estos orificios pasantes axiales pueden ser orificios pasantes axiales abiertos y/o cerrados. Los elementos de transferencia de fuerza 124 y/o los elementos de desviación 134 pueden comprender rejillas que comprenden orificios pasantes axiales. Por ejemplo, cada elemento de transferencia de fuerza 124 puede comprender una rejilla que define orificios pasantes axiales 126.

Los elementos de desviación 134, o al menos porciones de los mismos, pueden disponerse para ser extensibles dentro de los orificios pasantes axiales 126 de los elementos de transferencia de fuerza 124.

Con referencia a las Figuras 9a y 9b, los orificios pasantes axiales 126 proporcionados en los elementos de transferencia de fuerza 124 facilitan el desplazamiento axial de los elementos de desviación 134 hacia los orificios pasantes 126 formados en los elementos de transferencia de fuerza 124.

Cada elemento de transferencia de fuerza 124 puede comprender una rejilla de elemento de transferencia de fuerza y cada elemento correspondiente de desviación 134 puede comprender una rejilla de elemento de desviación superpuesto y desplazado. Al superponer y desplazar las rejillas del elemento de transferencia de fuerza y el elemento de desviación de esta manera, se facilita el desplazamiento relativo entre ellos en dirección axial con el fin de transferir carga elásticamente y proporcionar elasticidad en el cojinete de empuje de lámina elástica.

Se reconocerá que, si bien los ejemplos proporcionados en la presente descripción muestran geometrías específicas de elemento de transferencia 124 y elemento de desviación 134, el principio general es aplicable a una amplia variación en términos de geometrías.

Los soportes 246 de la placa de empuje 200 pueden disponerse de manera que se superpongan axialmente con los orificios pasantes axiales 126 de la placa de transferencia de fuerza 120 y/o los orificios pasantes axiales 136 de la placa de resorte 130, como se muestra especialmente en las Figuras 7a y 7b.

Las porciones radiales de los elementos de desviación 134 pueden disponerse de manera que se superpongan axialmente con los orificios pasantes axiales 125 de la placa de transferencia de fuerza 120, como se muestra en las Figuras 7a y 7b.

Por lo tanto, los soportes 246 de la placa de empuje 200 y/o las porciones de los elementos de desviación 134 y las porciones de los elementos de transferencia de fuerza 124 pueden engranarse axialmente de manera que presenten espacios en los cuales las porciones de los elementos de desviación 134 pueden extenderse. Tal extensión facilita el movimiento relativo entre las placas, otorgando elasticidad.

En el ejemplo que se muestra en las Figuras 7a y 7b, los elementos de transferencia de fuerza 124 comprenden porciones que se extienden radialmente interconectadas por porciones que se extienden circunferencialmente. Los elementos de transferencia de fuerza 124 se superponen con los elementos de desviación subyacentes 134. Los elementos de desviación 134 comprenden porciones que se extienden radialmente dispuestas para extenderse entre las porciones que se extienden radialmente superpuestas de los elementos correspondientes de transferencia de fuerza 124. Las porciones que se extienden circunferencialmente de los elementos de transferencia de fuerza 124 entran en contacto con las porciones que se extienden radialmente subyacentes de los elementos correspondientes de desviación 134. Los soportes anulares 246 de la placa de empuje subyacente 200 se extienden entre las porciones circunferenciales de los elementos de transferencia de fuerza 124. Esta forma de interconexión facilita excelentes características de elasticidad que son altamente configurables para aplicaciones individuales.

Las Figuras 8a y 8b muestran las lengüetas 138 de la placa de resorte 130 en orientaciones extendidas y plegadas. Por lo tanto, las placas pueden apilarse juntas, con las lengüetas 138 luego plegadas sobre las placas restantes para mantenerlas en posición.

La placa de transferencia de fuerza 120 puede proporcionarse con un grosor mayor que el de la placa de resorte 130, y opcionalmente también mayor que el de la placa de fluido 110, como se muestra en las Figuras 9a y 9b. Se ha identificado que la provisión de una placa de transferencia de fuerza con un grosor mayor que el de la placa de resorte protege contra el deterioro del rendimiento asociado con la distorsión de la placa de transferencia de fuerza. La placa de transferencia de fuerza de mayor grosor ayuda a distribuir de manera uniforme las fuerzas a transmitirse sobre una mayor área de trabajo de la placa de fluido.

La placa de fluido puede comprender un grosor entre 0,076 y 0,127 mm. La placa de transferencia de fuerza 120 puede comprender un grosor entre 0,1 y 0,25 mm, o entre 0,127 y 0,25 mm. La placa de resorte 130 puede comprender un grosor entre 0,076 y 0,127 mm.

Cada uno de los ejemplos descritos en la presente descripción, incluyendo los ejemplos reivindicados, puede proporcionarse en un sistema de turbina de gas, por ejemplo, un sistema de microturbina, que comprende el cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con un cualquier ejemplo. El empleo de un cojinete de empuje de lámina

elástica en un sistema de turbina de gas proporciona un sistema de turbina de gas que ofrece características de rendimiento mejoradas debido a una mejor gestión de las pérdidas por fricción y calor, y una fabricación simplificada.

- 5 Se reconocerá que los ejemplos descritos en la presente descripción no son limitantes y son susceptibles de numerosas modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un cojinete de empuje de lámina elástica, que comprende:

un subconjunto de cojinete de empuje de lámina elástica (100) que comprende:

una placa de fluido (110) que comprende un anillo de acoplamiento anular (112) y una pluralidad de elementos de la lámina de fluido (114) dispuestos radialmente hacia dentro del anillo de acoplamiento anular de la placa de fluido;
una placa de transferencia de fuerza (120) que comprende un anillo de acoplamiento anular (122) y una pluralidad de elementos de transferencia de fuerza (124) dispuestos radialmente hacia dentro del anillo anular de acoplamiento de la placa de transferencia de fuerza; y
una placa de resorte (130) que comprende un anillo de acoplamiento anular (132) y una pluralidad de elementos de desviación (134) dispuestos radialmente hacia dentro del anillo de acoplamiento anular de la placa de resorte, en donde:

la placa de fluido (110), la placa de transferencia de fuerza (120) y la placa de resorte (130) son apilables de manera que cada elemento de la lámina de fluido (114) se soporta axialmente por un par correspondiente de elementos de transferencia de fuerza superpuestos (126) y elementos de desviación (134); en donde

el cojinete de empuje de lámina elástica comprende además una placa de empuje (200), que comprende:

una superficie de acoplamiento anular (242);
una superficie rebajada (244) dispuesta radialmente hacia dentro desde la superficie de acoplamiento anular y axialmente rebajada desde la superficie de acoplamiento anular; y
uno o más soportes (246) dispuestos radialmente hacia dentro desde la superficie de acoplamiento anular y que se extiende axialmente desde la superficie rebajada; y en donde:

la profundidad de la superficie rebajada (244), o la profundidad de los soportes (246), o la profundidad tanto de la superficie (244) como de los soportes (246) limitan la desviación de los elementos de desviación (134) en la dirección axial.

2. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde: los elementos de transferencia de fuerza (124) comprenden orificios pasantes axiales (126).
3. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con la reivindicación 2, en donde: los elementos de desviación (134) comprenden porciones dispuestas para superponerse con los orificios pasantes axiales de los elementos correspondientes de transferencia de fuerza.
4. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: los elementos de desviación (134) comprenden porciones que se extienden radialmente; y los elementos de transferencia de fuerza (124) comprenden porciones que se extienden radialmente dispuestas para extenderse entre las porciones que se extienden radialmente de los elementos correspondientes de desviación.
5. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con la reivindicación 4, en donde: los elementos de transferencia de fuerza (124) comprenden porciones que se extienden circunferencialmente dispuestas para entrar en contacto con las porciones que se extienden radialmente de los elementos de desviación (134).
6. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: la placa de transferencia de fuerza (120) es plana;
7. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: la placa de resorte (130) es plana.
8. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: cada soporte se extiende en una dirección anular.
9. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: cada soporte (246) comprende una superficie convexa.
10. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde: cada soporte (246) se extiende axialmente desde la superficie rebajada (244) hasta una posición que se encuentra dentro de un plano definido por la superficie de acoplamiento anular (242).

11. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde, un soporte (246) subyace a cada elemento de desviación (134).
- 5 12. El cojinete de empuje de lámina elástica de acuerdo con la reivindicación 11, en donde, los soportes (246) se disponen radialmente fuera del borde radialmente interno de cada elemento de desviación (134).
13. Un método para soportar de forma giratoria un disco de empuje sobre una placa de empuje que comprende:
 - 10 proporcionar una placa de empuje (200) que comprende una superficie axialmente rebajada (244); apilamiento sobre la placa de empuje de una placa de resorte (130) que comprende los elementos de desviación que se extienden radialmente hacia dentro (134);
 - 15 apilamiento sobre la placa de resorte (130) de una placa de transferencia de fuerza (120) que comprende los elementos de transferencia de fuerza (124) que se extienden radialmente hacia dentro y se disponen para superponerse con los elementos de desviación (134);
 - apilamiento sobre la placa de transferencia de fuerza (130) de una placa de fluido (110) que comprende los elementos de la lámina de fluido (114) dispuestos para superponerse con los elementos de transferencia de fuerza (124), en donde: la fuerza axial transmitida desde el disco de empuje se transfiere a través de cada elemento de la lámina de fluido (114), a través de un correspondiente elemento de transferencia de fuerza subyacente (124) y hacia un correspondiente elemento de desviación subyacente (134), el cual se desvía axialmente hacia la superficie rebajada (244) de la placa de empuje
 - 20 y en donde la placa de empuje (200) comprende uno o más soportes (246) que se extienden axialmente desde la superficie axialmente rebajada (244) y se disponen para entrar en contacto con los elementos de desviación (134).
- 25 14. El método de acuerdo con la reivindicación 13, en donde: el uno o más soportes (246) se extienden en dirección anular.

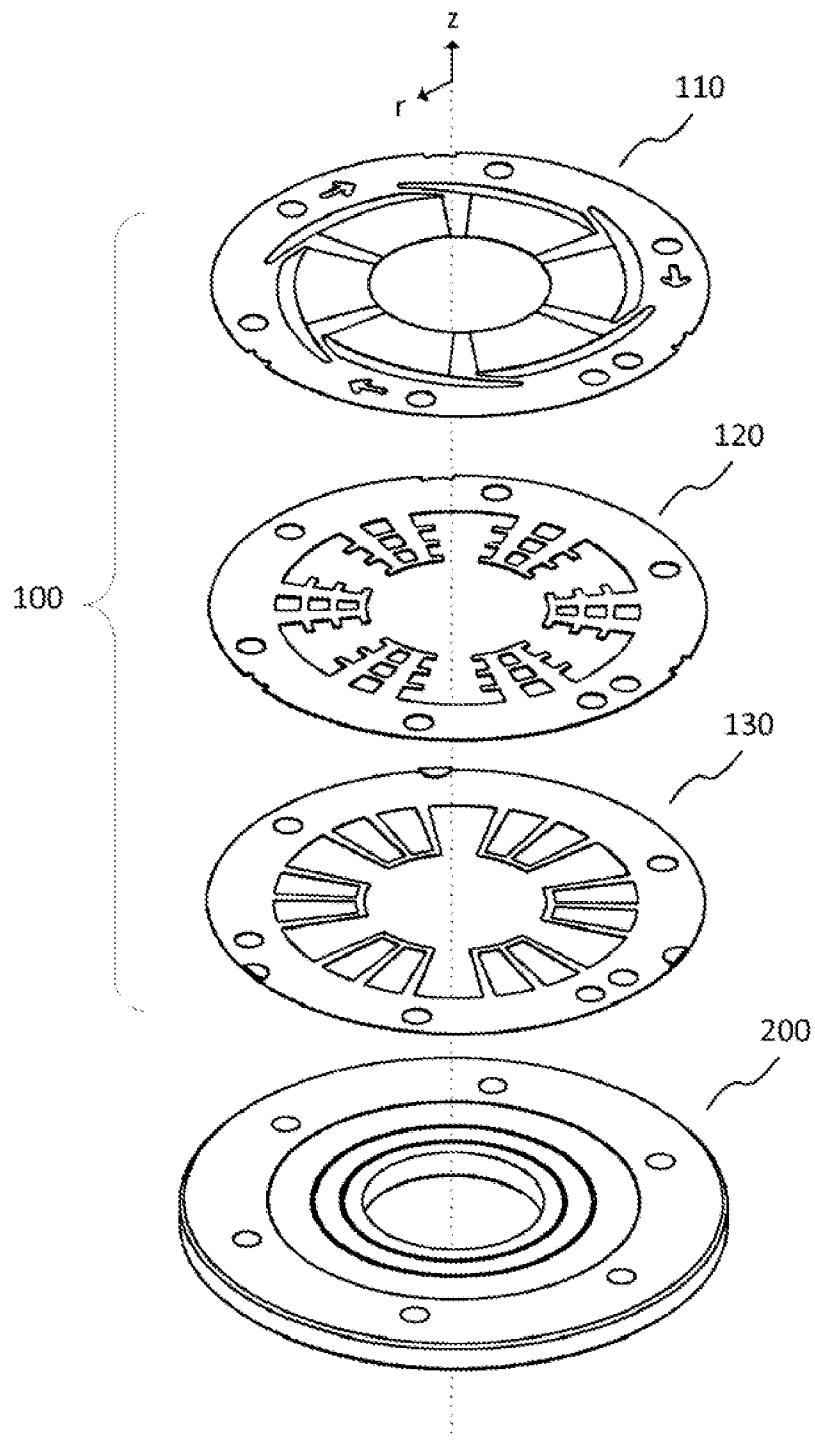


Figura 1

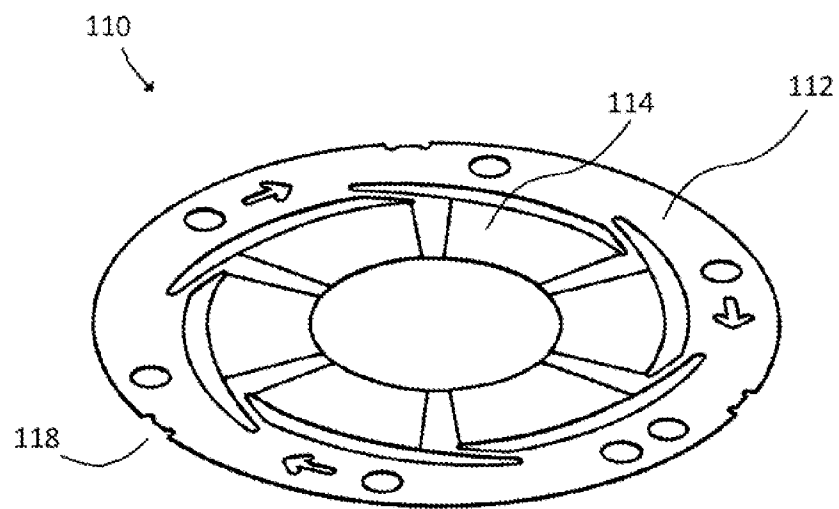


Figura 2

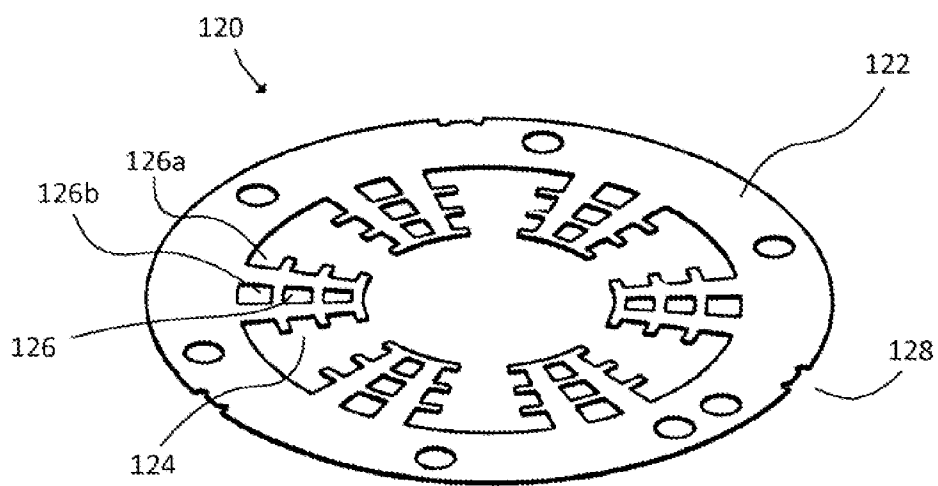


Figura 3

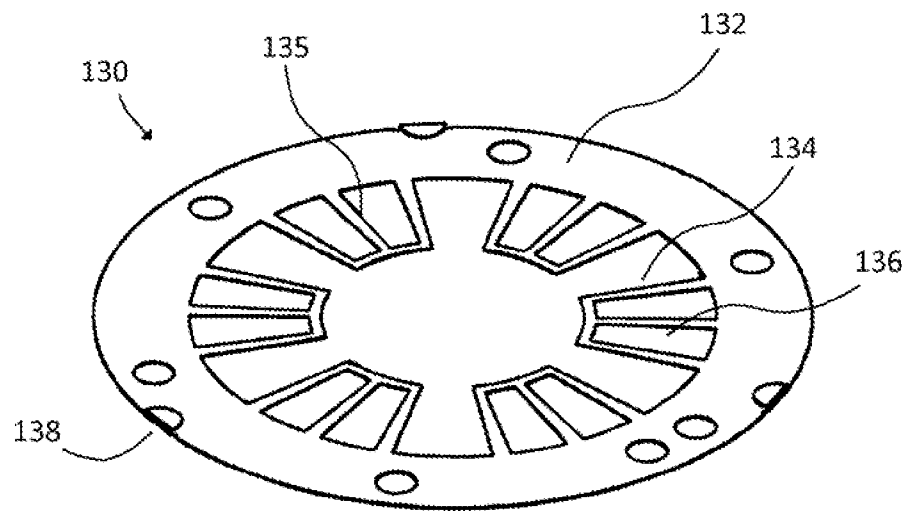


Figura 4

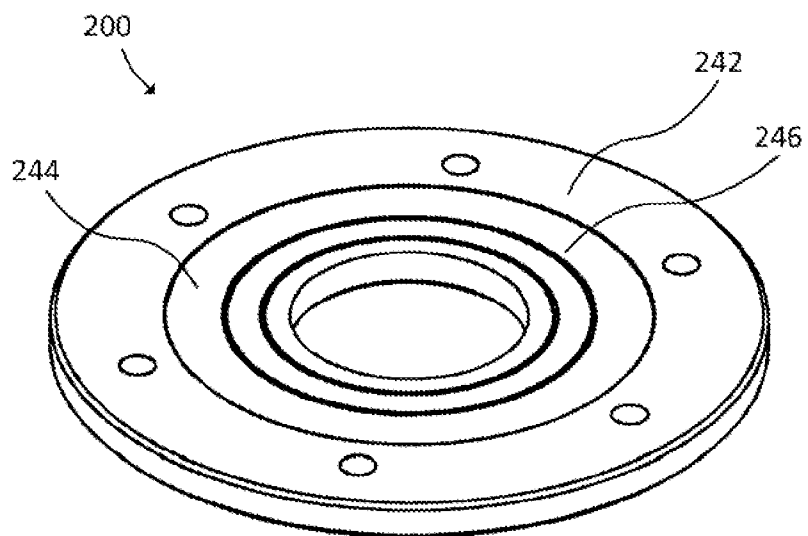


Figura 5

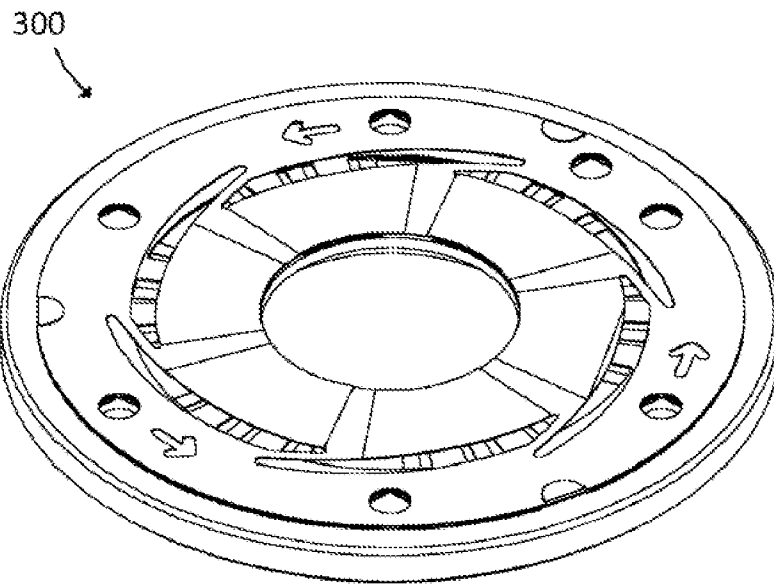


Figura 6a

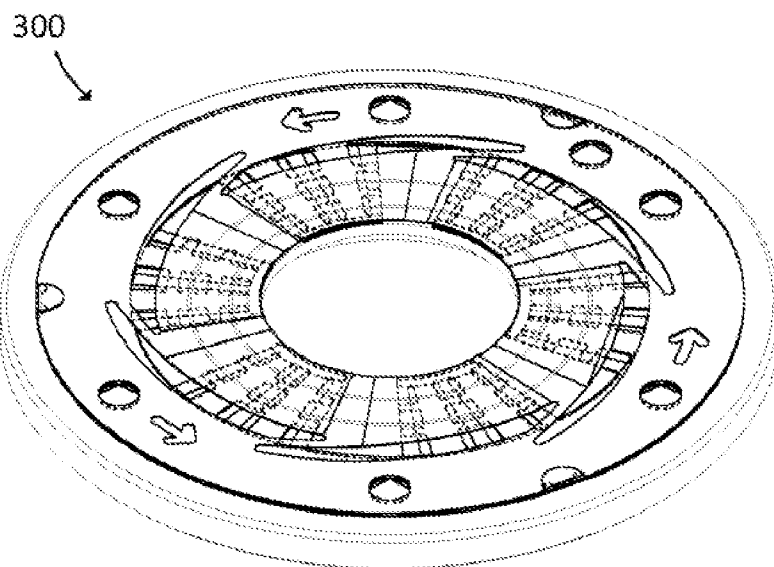


Figura 6b

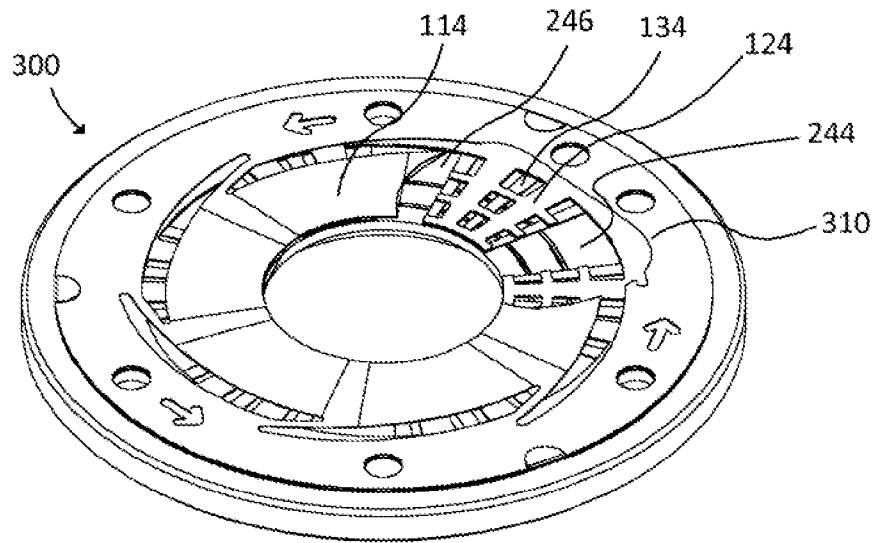


Figura 7a

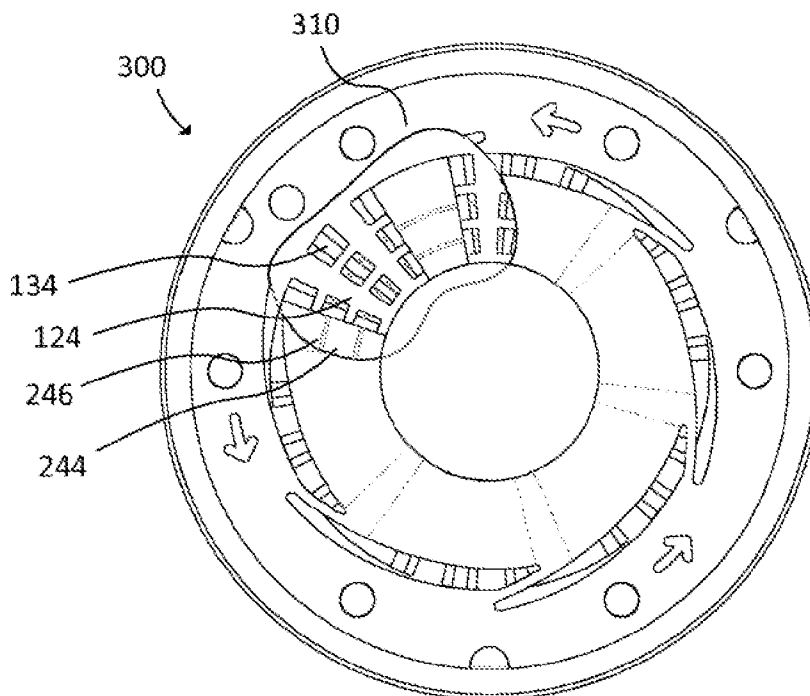


Figura 7b

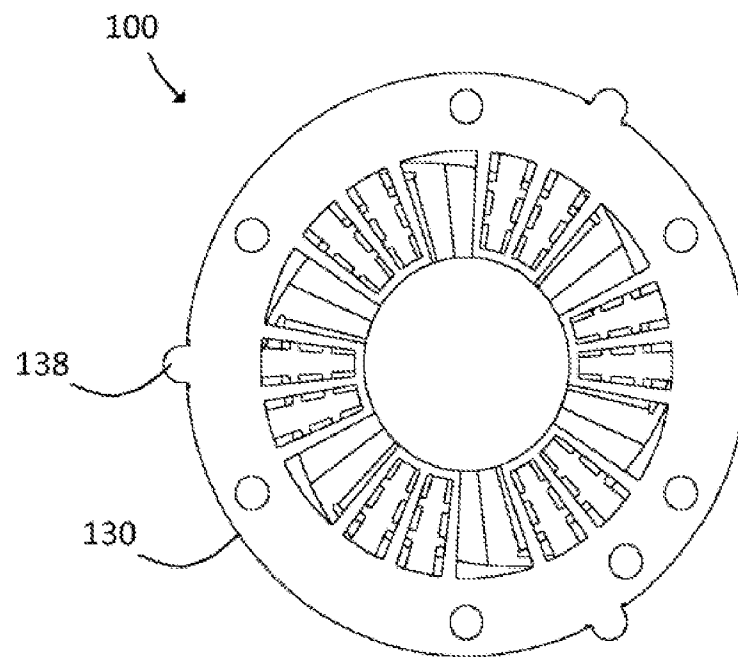


Figura 8a

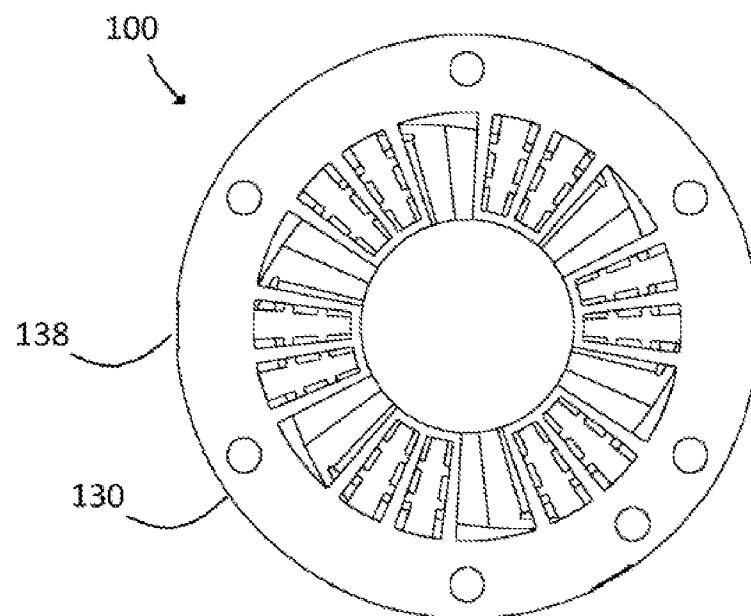


Figura 8b

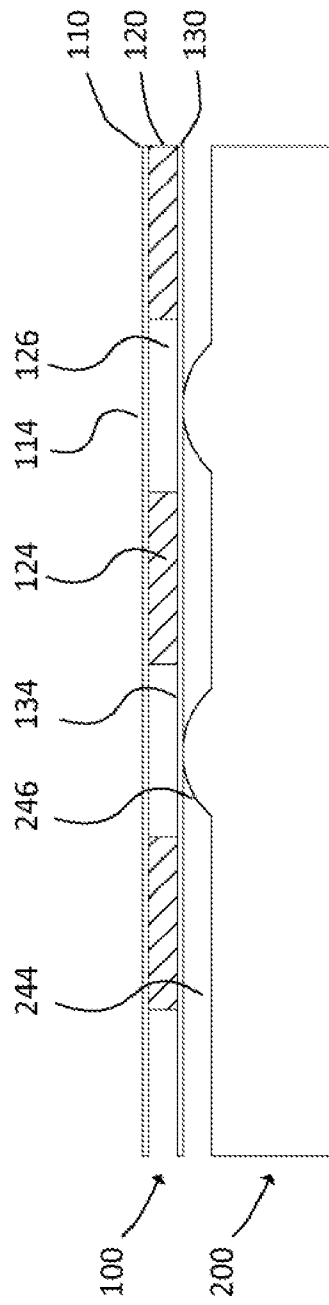


Figura 9a

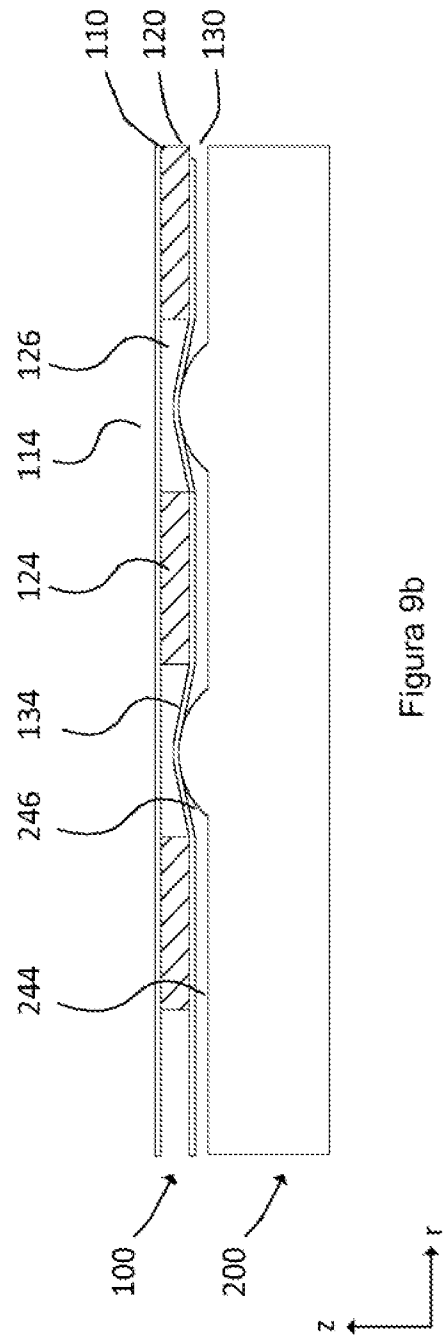


Figura 9b