

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 471 095**

51 Int. Cl.:

**F16J 15/44** (2006.01)

**F16J 15/447** (2006.01)

**F01D 11/00** (2006.01)

**F01D 11/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.11.2007** **E 07873634 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014** **EP 2089647**

54 Título: **Anillo de sellado flotante**

30 Prioridad:

**07.12.2006 US 552625**

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

**25.06.2014**

73 Titular/es:

**JOHNSON, JERRY (100.0%)**  
**13 Round Table Road**  
**Saratoga Springs, NY 12866, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, JERRY**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 471 095 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

Anillo de sellado flotante

## 1. Antecedentes de la invención

### 1.1 Campo técnico

5 La invención se refiere a dispositivos que sellan contra las fugas de un fluido de trabajo entre un elemento estacionario y un elemento giratorio de una turbina.

## 2. Técnica relacionada

### 2.1 Eficacia de una turbina

10 Una turbina es una máquina para la cual la presente invención proporciona un sello. La eficiencia de una turbina depende de su capacidad de maximizar la conversión de la energía térmica y cinética transportada por un fluido de trabajo, tal como, por ejemplo, vapor de agua, en energía giratoria de un elemento giratorio que está alojado en un elemento estacionario. En las turbinas de vapor, una pérdida importante en la eficiencia de conversión de energía se produce, por ejemplo, donde una fuga de vapor se desvía (escapa) de las palas del elemento giratorio, y por lo tanto no imparte energía a los mismos. Las pérdidas por fugas han sido motivo de preocupación desde hace muchos años. Sin embargo, con el aumento de los costes de los combustibles fósiles y la reducción de las reservas de combustibles fósiles, esta preocupación es cada vez más importante.

### 2.2 Dispositivos de sellado

20 Para abordar esta preocupación, los dispositivos de sellado, que comprenden anillos de sellado sin contacto que se implementan en serie y de forma coaxial a lo largo de la longitud del elemento giratorio de una turbina, proporcionan el sellado contra la fuga excesiva de fluido de trabajo (por ejemplo, vapor) de, o aire dentro de, la turbina, en todas las cargas y bajo todas las condiciones de vapor.

25 Los dispositivos de sellado utilizados en una turbina están diseñados para permanecer estacionarios mientras que operan en estrecha proximidad a un elemento giratorio. Por lo general este tipo de dispositivos de sellado están asegurados dentro de las ranuras complementarias para su recepción ("ranuras"), fabricadas en el elemento fijo de la turbina, para evitar su desplazamiento con respecto al elemento giratorio: la eficiencia de este tipo de dispositivos de sellado está directamente relacionada con su capacidad para prevenir o reducir las fugas del fluido de trabajo.

En función de sus características, los dispositivos de sellado utilizados, por ejemplo, en las turbinas, pueden ser conocidos como empaquetaduras de presión, empaquetaduras de diafragma, empaquetaduras de vapor, sellos de vapor, juntas de laberinto, anillos obturadores, y prensaestopas.

### 30 2.3 Anillos de sellado

Como se indica anteriormente, un componente de tales dispositivos de sellado es un anillo de sellado sin contacto. Como su nombre implica, un anillo de sellado es una estructura en forma de anillo que puede estar compuesta por varios segmentos de anillo arqueados enlazados circunferencialmente.

35 Estos anillos de sellado se extienden radialmente hacia el interior de las ranuras en el elemento estacionario de la turbina (en el cual están fijados) en estrecha proximidad a la superficie giratorio más externa de elemento giratorio de la turbina, dejando sólo una pequeña separación radial entre el aspecto más interior de cada anillo de sellado y la superficie más externa giratorio del elemento giratorio.

40 La eficiencia de estos anillos de sellado está directamente relacionada con su capacidad para sellar diferentes secciones del elemento giratorio mediante la prevención o la reducción de las fugas del fluido de trabajo. Por ejemplo, en una turbina, estos anillos de sellado mantienen la eficiencia de la turbina mediante la prevención del escape de vapor de la turbina y también la prevención de fugas de aire en la turbina.

45 La técnica relacionada de anillos de sellado en el ajuste de las turbinas se entiende mejor por referencia a la figura 1A, que muestra una vista parcial de un corte longitudinal de un anillo de sellado de "laberinto" **210** ejemplar de la técnica anterior dispuesto coaxialmente alrededor de un elemento giratorio **122** de una turbina ejemplar; y con referencia a la figura 1B, que muestra una vista en sección transversal axial correspondiente del anillo de sellado de "laberinto" **210** de ejemplo de la técnica anterior dispuesto coaxialmente alrededor de un elemento giratorio **122** de una turbina ejemplar. Un dispositivo de sellado de la técnica anterior puede estar compuesto de una pluralidad de tales anillos de sellado, dispuestos en serie a lo largo del eje longitudinal **Z** del elemento giratorio **122**. El anillo de sellado **210** de ejemplo de la técnica anterior puede estar compuesto de dos o más segmentos de anillo de sellado, como se muestra en la figura 1B. Cuando se conecta circunferencialmente, como se muestra en la figura 1B, los segmentos del anillo de sellado forman un anillo de sellado completo.

50 El anillo de sellado **210** ejemplar de la técnica anterior circunscribe el elemento giratorio **122**, que ocupa un espacio

entre el elemento giratorio **122** y el elemento estacionario **110** de la turbina (figura 1A), para minimizar las fugas de fluido entre diferentes regiones a través de las cuales pasa el elemento giratorio **122**. Mientras que el alcance total y completo de las características de elemento 122 giratorio no se ilustran, se entenderá que el elemento giratorio 122 es una parte de un elemento giratorio completa incluyendo todos los medios para la extracción de energía giratorio a partir de las energías térmica y cinética de un fluido de trabajo, representado por las flechas 101 en la figura 1A.

Como se muestra en la figura 1A, el anillo de sellado 210 ejemplar de la técnica anterior tiene una forma de sección transversal generalmente en forma de una "H", y puede ser convenientemente dividida en una porción de anillo radialmente interior ("cuerpo") 210B, una porción de anillo radialmente exterior ("cola de milano") 210D, y una porción media ("cuello") 210N. El documento US 6145844A de Waggot divulga una disposición de la técnica anterior alternativa en la que el anillo de sellado se mantiene en su lugar por un dispositivo precargado/cargado por muelle. Dientes de sellado se extienden radialmente desde la superficie del sello. El sello no está diseñado para readaptación a las ranuras pre-existentes en los elementos de turbinas estacionarias.

La cola de milano 210D es recibida por la ranura 112 en el elemento estacionario 110. Uno o más muelles orientados radialmente 113, alojados dentro del aspecto exterior de la ranura 112 por encima de la cola de milano 210D empuja anillo de sellado ejemplar 210 de la técnica anterior radialmente hacia dentro, hacia el elemento giratorio 122, y también permite una cierta expansión radial o desplazamiento del anillo de sellado 210 de ejemplo de la técnica anterior lejos del elemento giratorio 122.

Por convención en la técnica, el término "aguas arriba" se refiere a una región de presión relativamente más alta del fluido de trabajo; y, el término "aguas abajo" se refiere a una región de presión relativamente más baja de flujo de fluido de trabajo. En la figura 1A y otras figuras que muestran secciones longitudinales, aguas arriba es en general a la izquierda, y aguas abajo es generalmente a la derecha.

Un resalte aguas arriba 114 y un resalte aguas abajo 115 de la ranura 112 limitan el recorrido radial hacia el interior de la cola de milano 210D a una separación radial fija **RC**. El resalte aguas arriba **114** tiene una superficie lateral aguas arriba **114n** y el resalte aguas abajo **115** tiene una opuestas superficie lateral aguas abajo **115n**. La superficie lateral aguas arriba **114n** y la superficie lateral aguas abajo **115n** limitan el desplazamiento axial del cuello **210N**.

Operacionalmente, el anillo de sellado **210** ejemplar de la técnica anterior sirve para contener la mayor parte del fluido de trabajo que de otra manera escaparía a través de los espacios entre el elemento giratorio **122** y el elemento estacionario circundante **110** de la turbina.

En la figura 1A, el cuerpo **210B** del anillo de sellado de la técnica anterior **210** tiene una porción de estrangulación que comprende una pluralidad de elementos de estrangulación **225** ejemplares, tales como, por ejemplo, dientes, dientes afilados, tiras, o tiras de sellado, conocidos en la técnica. Los elementos de estrangulación **225** pueden ser grabados en, extruidos a partir de, o adjuntados o de otro modo establecido sobre el cuerpo **210B** y son coextendidos con el cuerpo **210B**. Los elementos de estrangulación **225** se extienden radialmente hacia dentro desde el cuerpo **210B** hacia una superficie exterior **126** del elemento giratorio **122**. Los elementos de estrangulación **225** pueden tener diferentes longitudes, que oscilan entre un elemento de estrangulación más corto, como un elemento de estrangulación **225S** y un elemento de estrangulación más largo, tal como el elemento de estrangulación **225L**.

La separación radial **RC** entre los elementos de estrangulación **225** y la superficie exterior 126 del elemento giratorio **122** se define como la distancia lineal entre la punta del elemento de estrangulación más largo, tal como, por ejemplo, elemento de estrangulación **225L** y la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122**.

Como se muestra en la figura 1A, algunos elementos de estrangulación **225** del anillo de sellado de ejemplo de la técnica anterior **210** están montados correspondientemente en zonas elevadas **130** y **132** opuestas de ejemplo en la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122** para mejorar la eficacia de sellado del anillo de sellado de ejemplo de la técnica anterior **210**. Elementos de estrangulación **225** ejemplares no están en contacto con la superficie **126** del elemento giratorio 122 sino que se extienden muy cerca del mismo, proporcionando un sellado contra el flujo de vapor.

Unas cámaras anulares **134** pueden ser definidas entre los elementos de estrangulación individuales. En funcionamiento, los elementos de estrangulación **225** sirven para contener la mayor parte del fluido de trabajo que de otra manera escaparía a través del espacio entre el elemento giratorio **122** y el elemento estacionario **110** de la turbina que lo rodea. El canal formado por cada elemento de estrangulación contra la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122** resulta en una constricción a través de la cual debe pasar el fluido de trabajo.

El fluido de trabajo **101** que pasa a través de dicha constricción se somete a un efecto de estrangulación que crea un movimiento de fluido que tiene tanto componentes axiales como radiales, y se acompaña de una reducción en la presión del fluido de trabajo. En la mayoría de los dispositivos de sellado de la técnica anterior, múltiples constricciones son producidas por anillos de estanqueidad en fila, tales como el anillo de sellado **210** ejemplar de la técnica anterior, uno contra el otro en serie para formar conjuntos de anillos de sellado. Esta disposición causa la estrangulación sucesiva del fluido de trabajo **101**, cada uno de los cuales está acompañado por una reducción en la presión del fluido de trabajo.

Sin embargo, cada contracción sucesiva produce sucesivamente menor reducción de la presión. En consecuencia, los múltiples dispositivos de sellado de estrangulación no pueden eliminar completamente la fuga del fluido de trabajo. Por otra porción, el número de elementos de estrangulación que son factibles en un diseño en particular puede estar limitado por factores, tales como la cantidad de espacio axial disponible a lo largo del cual pueden disperse los dientes.

Todos los elementos giratorios de las turbinas funcionan con cierto desplazamiento de amplitud radial, es decir, la vibración. Esto significa que el elemento giratorio está vibrando con una amplitud en cada lado de su eje longitudinal central en un ángulo de fase dado. Los anillos de sellado convencionales no pueden ajustar su posición radial durante la operación. Cualquier contacto entre el elemento giratorio y los elementos de estrangulación del anillo de sellado resulta en niveles elevados de vibración en el anillo de sellado, un daño permanente a los elementos de estrangulación, y posible daño al elemento giratorio. Con el fin de evitar el contacto, los anillos de sellado convencionales deben contar con un espacio libre radial relativamente grande y que tenga una alineación interna correcta, que es muy difícil de lograr.

Uno de los principales problemas con los diseños de sellos actuales es que su eficacia depende del mantenimiento de las alineaciones radiales precisas con el elemento giratorio durante toda la operación de una turbina. Si la alineación radial es desplazada en una pequeña cantidad, pueden producirse contactos ("fricciones") entre los elementos de estrangulación 225 y el elemento giratorio 122, resultando en un daño en los sellos y en la pérdida de eficacia de conversión de energía. La única manera de corregir la pérdida de eficacia es reemplazar los sellos dañados. Sin embargo, los proveedores de energía están operando las turbinas de 7 a 12 años entre las revisiones de reemplazo, lo que significa que las pérdidas de eficiencia podrían ser graves y muy costosas para los proveedores de energía.

Debido a que la máxima eficiencia de sellado se consigue con una separación radial mínima, el mantenimiento preciso de la alineación radial de un anillo de sellado requiere el mantenimiento de una separación radial factible mínima **RC**. Las fricciones desgastarán los elementos de estrangulación, disminuyendo la eficiencia de sellado del anillo de sellado 210 ejemplar de la técnica anterior mediante la creación de un aumento no deseado en **RC**. Una fricción es más probable que ocurra como resultado de condiciones transitorias en el funcionamiento de una turbina, durante las cuales el elemento giratorio 122 puede ser desplazado de su posición normal con respecto al anillo de sellado 210 de la técnica anterior. El desplazamiento a menudo coincide con el inicio o la parada de la turbina, rechazos de carga, o velocidades excesivas. Por lo tanto, es deseable evitar fricciones.

Se han hecho varios intentos para minimizar o eliminar el contacto entre los elementos de estrangulación 225 y elemento giratorio 122 para evitar el desgaste de los elementos de estrangulación y la disminución de la eficiencia de un anillo de sellado. Por ejemplo, la patente US N° 5.599.026 de Sanders, et al., divulga el uso de tiras de fricción en conjunción con los elementos de limitación de un anillo de sellado para evitar el contacto entre los elementos de estrangulación y un elemento giratorio con respecto al cual los elementos de estrangulación forman un sello.

La figura 2 es una vista parcial en sección longitudinal de un dispositivo de sellado de laberinto que tiene tiras de fricción dispuestas alrededor de un elemento giratorio de una turbina. Como se muestra en la figura 2, tiras de fricción 232 comprende tiras de material orientado en paralelo con los elementos de estrangulación 225 del anillo de sellado 210, y que tienen una separación **RCR** con respecto al elemento giratorio 122 que es menor que la separación radial **RC**. Por consiguiente, las tiras de fricción 232 son el primer componente del anillo de sellado 210 para hacer contacto con el elemento giratorio 122 si las condiciones causan que el elemento giratorio 122 sea desplazado de su posición normal con respecto al anillo de sellado 210.

En consecuencia, las tiras de fricción protegen a los elementos de estrangulación 225 y mantienen la separación radial **RC** hasta que se desgastan, y en ese momento las fricciones adicionales desgastarán a los elementos de estrangulación, con un aumento indeseable en la separación radial **RC**.

Otra modificación estructural que puede disminuir la fuga de fluido de trabajo es doblar de forma variable los elementos de estrangulación en forma de dientes que se oponen a la dirección general del flujo de fuga. Tales elementos de limitación en ángulo no son perpendiculares (es decir, en ángulo) con respecto al eje longitudinal central Z del elemento giratorio 122. Esto se refiere a veces como una estructura de "espina de pescado", y ha sido adaptada para su uso en la periferia de una fila de cuchilla o de su banda envolvente, como se ilustra en la patente US N° 3.897.169 de Fowler.

Sin embargo, otra modificación estructural que puede disminuir la fuga de fluido de trabajo es la incorporación de una o más estructuras productoras de vórtice y de cubierta en un anillo de sellado. Un sello de punta de cubierta de vórtice reduce la caída de presión a través de los elementos de estrangulación y reduce la cantidad de vapor que se escapa por delante de ellos, como se ejemplifica en la patente US N° 5.735.667 de Sanders, et al.

### 3.1 Sumario del problema en la técnica anterior

Como se ha indicado anteriormente, se proporciona la separación radial **RC** que separa la superficie exterior del elemento giratorio de una turbina a partir de los bordes más interiores de los elementos de estrangulación más largos de un anillo de sellado convencional para evitar el contacto entre ellos.

El control de las pérdidas por fugas en una turbina representa un importante ahorro económico que se puede lograr por el mantenimiento de la separación radial real de un anillo de sellado en, o cerca de, su valor original, especificado de fábrica, de diseño o de otra manera específica ("separación radial de diseño").

5 El mantenimiento de la separación radial en, o cerca de, la separación radial de diseño requiere reducir al mínimo cualquier aumento de la separación radial resultante de fricciones. En el caso de una turbina de vapor, la eficiencia de los anillos de estanqueidad conocidos depende de manera significativa del mantenimiento de una separación radial estrecha entre sus elementos de estrangulación y el elemento giratorio de la turbina. La separación radial proporciona un espacio en el que el líquido de trabajo se fugue. Con el tiempo, como los elementos de estrangulación se someten a desgaste operativo, la tasa de fuga en la separación radial del espacio aumenta con  
10 una disminución concomitante de la eficiencia de conversión de energía de la turbina. Si se produce una excursión operacional y el elemento giratorio se pone en contacto con los elementos de estrangulación, se dañarán y la tasa de fugas del fluido de trabajo se someterá a un aumento no deseado.

15 Actualmente, la eficiencia de los anillos de sellado conocidos ha alcanzado una meseta indeseable. Hasta ahora, las modificaciones de los anillos de sellado conocidos han entregado sólo mejoras incrementales en la eficiencia de sellado, dichas mejoras soportan solamente pequeñas cantidades de tiempo en relación con la vida operativa de una turbina de vapor. En efecto, los anillos de sellado que emplean una tira de fricción transfieren temporalmente el riesgo y efecto del contacto con el elemento giratorio de los elementos de estrangulación a la tira de fricción. Una vez que la tira de fricción se ha desgastado por los contactos sucesivos con el elemento giratorio, otros contactos implican a los elementos de estrangulación, eliminando completamente la ganancia en la eficiencia proporcionada  
20 por la tira de fricción.

Por consiguiente, hay una necesidad de un anillo de sellado cuya eficacia de sellado no se degrada por su propia operación y cuya eficiencia de sellado es sustancialmente coextendida con la vida operativa de una turbina de vapor.

### 3.0 Sumario de la invención

25 La presente invención proporciona un aparato para el sellado de una turbina contra fugas de un fluido de trabajo tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

### 4.0 Breve descripción de los dibujos

La figura 1A es una vista parcial en sección longitudinal de un dispositivo de sellado de laberinto conocido dispuesto alrededor de un elemento giratorio de una turbina ejemplar.

30 La figura 1B es una vista en sección transversal axial de un dispositivo de sellado de laberinto conocido dispuesto alrededor de un elemento giratorio de una turbina ejemplar.

La figura 2 es una vista parcial en sección longitudinal de un dispositivo de sellado de laberinto conocido, dispuesto alrededor de un elemento giratorio de una turbina ejemplar que utiliza tiras de fricción.

La figura 3 es un dibujo esquemático en perspectiva de un elemento giratorio ejemplar de una máquina, tal como, por ejemplo, una turbina.

35 La figura 4 es un dibujo esquemático en perspectiva del elemento giratorio ejemplar de la figura 3 circunscrito por el anillo de sellado flotante de la presente invención.

La figura 5 es una vista en sección transversal axial del anillo de sellado flotante de la presente invención que muestra una realización ejemplar de un dispositivo de suspensión.

40 La figura 6A es una vista longitudinal en alzado de un resorte de lámina ejemplar que forma un dispositivo de suspensión del anillo de sellado flotante de la presente invención .

La figura 6B es una vista en planta superior de un resorte de lámina ejemplar que forma un dispositivo de suspensión del anillo de sellado flotante de la presente invención .

45 La figura 7 es un dibujo esquemático en perspectiva de una porción semicircular del elemento estacionario de una turbina, que tiene una ranura para la recepción del anillo de sellado flotante de la presente invención.

La figura 8 es un dibujo esquemático en perspectiva de una porción semicircular del elemento estacionario de una turbina, que muestra la disposición de una porción semicircular del anillo de sellado flotante de la presente invención en una ranura para su recepción.

50 La figura 9 es una vista parcial en sección longitudinal del anillo de sellado flotante de la presente invención dispuesto sobre un elemento giratorio de una turbina ejemplar.

### 5.0 Descripción detallada de la invención

Antes de describir la presente invención, debe entenderse que esta invención no se limita a las realizaciones particulares descritas, ya que estas pueden, por supuesto, variar. También se debe entender que la terminología usada en este documento es con el propósito de describir realizaciones particulares solamente, y no se pretende que sea limitativa, ya que el alcance de la presente invención estará limitado únicamente por las reivindicaciones adjuntas.

Como se usa en este documento:

a) el término "separación radial" se define como la distancia entre la superficie exterior del elemento giratorio de una turbina y el borde más interior del elemento de estrangulación más largo de un anillo de sellado;

b) el término "separación radial real" significa la distancia operativa instantánea, momento a momento, entre la superficie exterior del elemento giratorio de una turbina y el borde más interior del elemento de estrangulación más largo de un anillo de sellado;

c) el término "separación radial de diseño", significa un valor que se especifica en la fábrica, de diseño, preferente o especificado de otra manera de la separación radial;

d) el término "acoplado" cuando se refiere a la relación entre un dispositivo de suspensión y un dispositivo de detección significa que el dispositivo de suspensión está en comunicación con y es sensible a las fuerzas o señales generadas, transmitidas o retransmitidas por el dispositivo de detección;

e) el término "acoplado" cuando se refiere a la relación entre un anillo de sellado flotante o un segmento o serie de los mismos y un elemento giratorio significa que el anillo de sellado flotante o un segmento o serie de los mismos sufre un desplazamiento radial sustancialmente concomitante con y sustancialmente en respuesta a un desplazamiento radial del elemento giratorio.

f) Como se usa en el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "una", y "el" incluyen los referentes plurales a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Así, por ejemplo, la referencia a "una tira de fricción" incluye una pluralidad de tales tiras de fricción, y así sucesivamente.

La figura 3 es un dibujo esquemático en perspectiva de un elemento giratorio ejemplar de una turbina. En la figura 3, el elemento giratorio **122**, que tiene una superficie exterior **126** y unas zonas elevadas **130**, **132**, está dispuesto a lo largo del eje central longitudinal **Z**, que es generalmente paralelo a los vectores de flujo del fluido de trabajo, representado por las flechas **101**.

La figura 4 es un dibujo esquemático en perspectiva del elemento giratorio **122** ejemplar de la figura 3 circunscrito por un anillo de sellado flotante **310** de la presente invención. En la figura 4, son visibles el cuerpo (porción de anillo interior) **310B** y el aspecto aguas arriba de la cabeza (parte del anillo exterior) **310H** del anillo de sellado flotante **310**.

La figura 4 muestra un dispositivo de suspensión ejemplar en forma de un resorte de lámina **360S**. El resorte de lámina **360S** es un elemento de un conjunto de uno o más dispositivos de suspensión de ejemplo, en forma de resortes de lámina, circunferencialmente fijados sobre la pared lateral aguas arriba **313** de la cabeza **310H** mediante pernos de retención **364** emparejados de ejemplo que pasan a través de las ranuras de mantenimiento **365** del resorte de suspensión de ejemplo.

La figura 5 es una vista en sección transversal axial del anillo de sellado flotante **310** de la presente invención, que muestra otra vista de un ejemplo de realización de un dispositivo de suspensión en forma de un resorte de lámina **360S**.

En la figura 5, el anillo de sellado flotante ejemplar comprende dos segmentos de sellado de anillo flotante semicirculares de ejemplo, alineados por medio de dispositivos de fijación, tales como, por ejemplo, pasadores o pernos adecuados (que no se muestran en la figura 5) dispuestos en uno o más conjuntos de pares orificios de alineación **340** perforados en posiciones complementarias en las caras opuestas de los segmentos del anillo de sellado. La fijación rígida de los segmentos de anillos de sellado flotantes entre sí asegura que el anillo de sellado flotante resultante se comporte mecánicamente como una unidad continua e ininterrumpida. Un anillo de sellado flotante puede comprender más de dos segmentos de anillo de sellado flotante.

El resorte de lámina **360S** es un elemento de un conjunto de uno o más resortes de lámina, circunferencialmente fijados sobre la cabeza **310H** mediante pernos retenedores **364** emparejados de ejemplo que pasan a través de las ranuras de mantenimiento del resorte de suspensión **365** de ejemplo. Dos de estos resortes de lámina **360S** se muestran montados en la pared lateral aguas arriba **313** de la cabeza **310H** (figura 4).

La figura 6A es una vista longitudinal en alzado de un resorte de lámina ejemplar que forma un dispositivo de suspensión del anillo de sellado flotante de la presente invención. La figura 6B es una vista en planta superior de un

resorte de lámina ejemplar que forma un dispositivo de suspensión del anillo de sellado flotante de la presente invención.

En la figura 6A, el resorte de lámina **360S** se ve que tiene una primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** y una segunda superficie de transmisión de fuerzas **362B** paralela opuesta. La primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** y la segunda superficie de transmisión de fuerza **362B** opuesta en paralelo pueden ser físicas o virtuales. La primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** y la segunda superficie de transmisión de fuerzas **362B** paralela transmiten fuerzas opuestas anti-paralelas generadas por el resorte de lámina **360S** o un dispositivo de suspensión alternativo, como se explica con más detalle a continuación.

En la figura 6A, la primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** y segunda superficie de transmisión de fuerzas **362B** son superficies paralelas sobre aspectos opuestos del resorte de lámina **360S**, que son representativos de un dispositivo de suspensión y es un elemento de un conjunto de dispositivos de suspensión. En consecuencia, debe entenderse que la primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** y la segunda superficie de transmisión de fuerzas **362B** son también representativas de superficies paralelas físicas o virtuales en los aspectos opuestos de un conjunto de dispositivos de suspensión.

Como se indicó anteriormente, el anillo de sellado flotante **310** puede comprender una sola unidad que circunscribe el elemento giratorio **122** o puede comprender una pluralidad de segmentos arqueados, tales como, por ejemplo, cuatro segmentos arqueados, cada uno abarcando 90 grados, de tal manera que cuando los segmentos se unen mecánicamente de extremo a extremo, los segmentos forman un anillo de sellado flotante completo que abarca 360 grados sobre el elemento giratorio **122**.

La figura 7 es un dibujo esquemático en perspectiva de una porción semicircular del elemento estacionario **110** de una turbina, que tiene una ranura **112** para la recepción del anillo de sellado flotante (que no se muestra en la figura 7) de la presente invención. La ranura **112** en el elemento estacionario **110** tiene un resalte aguas arriba **114** y un resalte aguas abajo **115** opuesto. El resalte aguas arriba **114** tiene una superficie lateral aguas arriba **114n** y el resalte aguas abajo **115** tiene una superficie lateral aguas abajo **115n** opuesta.

La figura 8 es un dibujo esquemático en perspectiva de una porción semicircular del elemento estacionario **110** de una turbina, que muestra un segmento semicircular inferior del anillo de sellado flotante **310** de la presente invención en mayor detalle. El anillo de sellado flotante **310** se ve que está dispuesto en la ranura **112**.

En la figura 8, el cuerpo **310B** del anillo de sellado flotante **310** tiene una porción de estrangulación que comprende una pluralidad de elementos de estrangulación **225** ejemplares, tales como, por ejemplo, dientes, dientes afilados, tiras, o tiras de sellado, conocidos en la técnica. Los elementos de estrangulación **225** pueden estar grabados, extrudidos, o unidos o establecidos de otro modo en el cuerpo **310B** y son circunferencialmente coextendidos con el cuerpo **310B**. Las cámaras anulares **134** pueden estar definidas entre los elementos de estrangulación individuales.

En la figura 8, el dispositivo de detección **330** está dispuesto entre los elementos de estrangulación **225**, y se describirá en mayor detalle más adelante. En la figura 8, un orificio de alineación **340** ejemplar (representativo de un conjunto que comprende al menos un orificio de alineación) proporciona una alineación entre los segmentos arqueados, descritos anteriormente, en aquellos casos en los que el anillo de sellado flotante **310** comprende tales segmentos. Por ejemplo, en la figura 8, el anillo de sellado flotante **310** comprende dos segmentos arqueados 180 grados. Un dispositivo de fijación, tal como un perno o pasador, se coloca en el orificio de alineación **340** de ejemplo para unir físicamente un segmento de anillo flotante a otro en la formación de un anillo de sellado completo, sustancialmente rígido. Una ventaja de utilizar un anillo de sellado que está unido mecánicamente es la eliminación de las fugas entre las interfaces del segmento que puedan surgir en los anillos de sellado convencionales.

La separación radial **RC** entre los elementos de estrangulación **225** y la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122** se define como la distancia lineal entre el elemento de estrangulación más largo, tal como, por ejemplo, el elemento de estrangulación **225L** y la superficie exterior **126** (figura 3) del elemento giratorio **122** (figura 3). El anillo de sellado flotante **310** se instala en una separación radial de diseño adecuada para la turbina que se está implementando.

Los elementos de estrangulación **225** de ejemplo no están en contacto con la superficie **126** (figura 3) del elemento giratorio **122** (figura 3), sino que se extienden hacia el interior muy cerca de la misma, para mantener la separación **RC** entre la superficie del elemento giratorio **122** y los elementos de estrangulación **225L** más largos, proporcionando un sellado eficaz contra el flujo de vapor.

En la figura 8, la cabeza **310H** del anillo de sellado flotante **310** tiene una pared lateral aguas arriba **313** y una pared lateral aguas abajo **314**. Por motivos de claridad, el dispositivo de suspensión **360S** del conjunto de dispositivos de suspensión que se muestran en la figura 4 no se muestra en la figura 8. Sin embargo, la flecha de dos puntas **363** muestra los vectores de fuerza anti-paralelos que se transmiten por cualquier elemento del conjunto de dispositivos de suspensión (figura 4) en la superficie lateral aguas arriba **114n** del resalte aguas arriba **114** y la superficie lateral aguas abajo **115n** del resalte aguas abajo **114** de la ranura **112**.

La figura 9 es una vista parcial en sección longitudinal del anillo de sellado flotante **310** de la presente invención

dispuesto sobre un elemento giratorio **122** de una turbina. El dispositivo de sellado flotante **310** puede comprender una pluralidad de tales anillos de obturación flotantes, dispuestos axialmente a lo largo del elemento giratorio **122**.

5 El anillo de sellado flotante **310** circunscribe el elemento giratorio **122**, que ocupa un espacio entre el elemento giratorio **122** y el elemento estacionario **110** de una turbina (que no se muestra en la figura 9), para minimizar las fugas de fluido entre diferentes regiones a través de las cuales pasa el elemento giratorio **122**. Aunque no se ilustra el alcance total y completo de las características del elemento giratorio **122**, se entenderá que el elemento giratorio **122** es una porción de un elemento giratorio completo de una turbina, incluyendo todos los medios para la extracción de energía de rotación de la energía térmica y cinética del fluido de trabajo **101**.

10 Como se muestra en la figura 9, el anillo de sellado flotante **310** tiene una forma en sección transversal generalmente en forma de una "T" invertida, y puede dividirse convenientemente en una porción de anillo radialmente interior ("cuerpo") **310B** y una porción de cabeza ("cabeza") **310H**. Aunque esta forma se puede preferir por la resistencia, la facilidad de instalación, y la retirada, se entenderá por parte de los expertos en la técnica que otras formas pueden ser empleadas igualmente.

15 A diferencia de los anillos de sellado convencionales descritos anteriormente, el anillo de sellado flotante **310** está desprovisto de una cola de milano, como la cola de milano **210D** que aparece en las figuras 1A y 2. La eliminación de la cola de milano del anillo de sellado flotante **310** elimina el medio por el que el desplazamiento radial hacia el interior de un anillo de sellado convencional es detenido cuando está dispuesto en una ranura, como la ranura **112**, permitiendo de ese modo que el anillo de sellado flotante **310** libremente busque una posición radial respecto a la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122**, como se explica más completamente más adelante.

20 Como se muestra en la figura 9, la cabeza **310H** está dispuesta en la ranura **112** del elemento estacionario **110**, de manera que su pared lateral de aguas arriba **313** y su pared lateral aguas abajo **314** opuesta son respectivamente paralelas y se oponen a la superficie lateral aguas arriba **114n** del resalte **114** de la ranura **112** y la superficie lateral aguas abajo **115n** opuesta del resalte **115** opuesto de la ranura **112**.

25 La figura 9 muestra un dispositivo de suspensión **360**, que es representativo de un conjunto de dispositivos de suspensión que comprenden al menos un dispositivo de suspensión ("conjunto de dispositivos de suspensión"). En la figura 9, el conjunto de dispositivos de suspensión **360** se muestra dispuesto entre la superficie lateral aguas arriba **114n** de la ranura **112** y la pared lateral aguas arriba **313** del cuerpo **310B**.

En esta disposición:

30 a) una primera superficie de transmisión de fuerzas **362A** del conjunto de dispositivos de suspensión **360** hace contacto deslizante con la superficie lateral aguas arriba **114n** del resalte **114** de la ranura **112**;

b) una segunda superficie de transmisión de fuerzas **362B** del conjunto de dispositivos de suspensión **360** está unida a la pared lateral aguas arriba **313** de la cabeza **310H**; y,

c) la pared lateral aguas abajo **314** de la cabeza **310H** hace contacto deslizante con la superficie lateral aguas abajo **115n** del resalte **115** de la ranura **112**.

35 A diferencia de los anillos de sellado convencionales descritos anteriormente, en la figura 9, la ranura **112** está desprovista de un resorte orientado radialmente externo, tal como el resorte **113** que aparece en la figura 1A y en la figura 1B.

40 Las anchuras longitudinales en sección transversal de la cabeza **310H** son más estrechas que las anchuras longitudinales en sección transversal de los cuellos **210N** de los anillos de sellado **210** convencionales mostrados en la figura 1A que se fabrican, de manera que el anillo de sellado flotante **310** (o un segmento del mismo) con el dispositivo de suspensión **360** en posición (como se muestra en la figura 9), puede insertarse convenientemente en la ranura **112** (sin la presencia de un resorte **113** que se muestra en la figura 1A) preexistente en los elementos de turbina estacionarios que están adaptados para recibir anillos de sellado convencionales, tales como el anillo de sellado **210** de la técnica anterior ejemplar, mostrado en la figura 1A.

45 En la figura 9, el cuerpo **310B** del anillo de sellado flotante **310** proyecta una porción de estrangulación que comprende una pluralidad de elementos de estrangulación **225** ejemplares, tales como, por ejemplo, dientes, dientes afilados, tiras, o tiras de sellado, conocidos en la técnica. Los elementos de estrangulación **225** pueden estar grabados, extrudidos, o unidos o establecidos de otro modo en el cuerpo **310B** y son circunferencialmente coextendidos con el cuerpo **310B**. Los elementos de estrangulación **225** se extienden radialmente hacia dentro desde el cuerpo **310B** hacia la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122**. Los elementos de estrangulación **225** pueden tener diferentes longitudes, que oscilan entre un elemento de estrangulación más corto, tal como el elemento de estrangulación **225S** y un elemento de estrangulación más largo, tal como el elemento de estrangulación **225L**.

55 La separación radial **RC** entre los elementos de estrangulación más largos **225** y la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122** ha sido definida como la distancia radial lineal entre el elemento de estrangulación más largo,



tal como, por ejemplo, el elemento de estrangulación **225L** y la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122**. Un sólido de revolución anular ("sólido anular de separación") correspondiente a la separación radial puede estar definido por la rotación del segmento de línea radial correspondiente a la distancia **RC** alrededor del eje longitudinal central **Z**.

5 Como se muestra en la figura 9, algunos elementos de estrangulación **225** del anillo de sellado flotante **310** están montados correspondientemente opuestos a las zonas elevadas **130** y **132** de ejemplo en la superficie exterior **126** del elemento giratorio **122** para mejorar la eficacia de sellado del anillo de sellado flotante **310**. Los elementos de estrangulación **225** no están en contacto con la superficie **126** del elemento giratorio **122**, sino que se extienden muy cerca del mismo, para mantener la separación **RC** entre la superficie del elemento giratorio **122** y los elementos de estrangulación **225**, que proporciona un sellado eficaz contra el flujo de vapor.

10 Unas cámaras anulares **134** pueden definirse entre los elementos de estrangulación individuales. En funcionamiento, los elementos de estrangulación **225** sirven para contener la mayor parte del fluido de trabajo que de otra manera escaparía a través del espacio entre el elemento giratorio **122** y la porción estacionaria **110** de la turbina que lo rodea. El canal formado por cada elemento de estrangulación contra una superficie exterior del elemento giratorio **122** resulta en una constricción a través del cual debe pasar el fluido de trabajo.

Operacionalmente, el anillo de sellado flotante **310** ejemplar sirve para contener la mayor parte del fluido de trabajo que, de otra manera, escaparía a través de los espacios entre el elemento giratorio **122** y la estructura circundante estacionaria **110** de una turbina. Anillos de sellado flotantes **310** adicionales pueden proporcionarse en serie a lo largo del elemento giratorio **122**.

20 El anillo de sellado flotante **310** comprende además por lo menos un conjunto de dispositivos de suspensión, tal como el dispositivo de suspensión **360** ejemplar. El dispositivo de suspensión **360** está acoplado operativamente a un dispositivo de detección **330** mediante la capacidad del anillo de sellado flotante **310** para transmitir mecánicamente fuerzas que impactan en el dispositivo de detección **330**.

25 Operacionalmente, el dispositivo de suspensión **360** genera vectores de fuerza anti-paralelos (representados por la flecha opaca de dos puntas **363**), respectivamente, dirigidos a la superficie lateral aguas arriba **114n** y a la superficie lateral aguas abajo **115n** de la ranura **112**, cuyos vectores de fuerza son sustancialmente paralelos al centro del eje longitudinal **Z** del elemento giratorio **122** y mantienen sustancialmente el anillo de sellado flotante **310** en la separación radial **RC**.

30 El dispositivo de suspensión **360** puede ser cualquier dispositivo(s) que genera fuerzas anti-paralelas (flecha opaca de dos puntas **363**) que directa o indirectamente mantiene la pared lateral aguas abajo **314** en contacto deslizable con la superficie lateral aguas abajo **115n**.

Las fuerzas anti-paralelas pueden, por ejemplo, ser fuerzas físicas, mecánicas, eléctricas, magnéticas, hidráulicas o de fluido en naturaleza. Las fuerzas mecánicas anti-paralelas pueden, por ejemplo, ser ejercidas por un resorte adecuado, tal como, por ejemplo, el resorte de láminas **360S** que se muestra en la figura 4.

35 Las fuerzas anti-paralelas generadas por el dispositivo de suspensión **360** también sirven para mantener el anillo de sellado flotante **310** en una alineación axial respecto al elemento giratorio **122**.

40 Como se muestra esquemáticamente en la figura 9, el dispositivo de suspensión **360** puede transmitir sus fuerzas anti-paralelas a las superficies de transmisión de fuerza paralelas **362A** y **362B**. La superficie de transmisión de fuerza **362A** hace contacto deslizable con la pared lateral aguas arriba **114n** del resalte **114** y la superficie de transmisión de fuerzas **362B** está unida a la pared lateral aguas arriba **313** de la cabeza **310H**.

45 En la figura 9, el dispositivo de detección **330** comprende una o más tiras de proximidad, teniendo cada una la forma general de una "T" vertical cuando está dispuesta radialmente respecto al elemento giratorio **122**, con una longitud expuesta que excede la longitud de un elemento de estrangulación más largo. Cada tira de proximidad se fija al anillo de sellado flotante **310** para colocarse dentro del espacio libre anular sólido. Una tira de proximidad puede, por ejemplo, comprender aleación Stellite®, aleación Nimonic®, carbono o combinaciones de los mismos.

El dispositivo de detección **330** puede proporcionarse como una extensión integral del cuerpo **310B** del anillo de sellado flotante **310** o puede estar unido de manera desmontable como un reemplazo para cualquier elemento de estrangulación **225**.

50 El material de dispositivo de detección **330** se puede elegir para adaptarse a las necesidades particulares de la aplicación. El material del dispositivo de detección **330** debe preferentemente:

- a) tener un bajo coeficiente de fricción; y
- b) demostrar unas características de desgaste superiores; y,
- c) minimizar el daño al elemento giratorio durante casos de contacto.

Ejemplos de posibles materiales que se podrían utilizar para el dispositivo de posicionamiento radial **330** incluyen, sin limitación, aleación Stellite®, aleación Nimonic®, carbono o combinaciones de los mismos. Por ejemplo, el dispositivo de detección **330** comprender una aleación Nimonic® que tiene una superficie más interna que comprende una capa de carbono.

5 El dispositivo de detección **330** está dispuesto respecto al elemento giratorio **122** en una separación de proximidad radial **PRC** que es menor que la separación radial **RC**. En consecuencia **PRC** define un sólido de revolución anular interior ("anillo sólido de proximidad") que está contenido dentro del anillo sólido de separación definido por **RC**. Si el elemento giratorio **122** se entromete en el anillo sólido de proximidad definido por **PRC** y amenaza con invadir el anillo sólido de separación definido por **RC**, su superficie **126** entra en contacto con la superficie más interior del dispositivo de detección **330** y evita cualquier contacto con ningún estrangulador **225**.

10 Tras el contacto con el dispositivo de detección **330**, el componente radial de la fuerza impartida por este contacto se transmite a través del cuerpo **310B** y de la cabeza **310H** del anillo de sellado flotante **310**, superando momentáneamente las fuerzas anti-paralelas **363** ejercidas por el conjunto de dispositivos de suspensión **360** y moviendo de manera deslizante el anillo de sellado flotante **310** con relación a las superficies laterales **114n** y **115n**, a una nueva posición, de tal manera que la separación radial real se mantiene sustancialmente en la separación radial de diseño, sin ningún daño a los elementos de estrangulación **225** como resultado de los cambios transitorios en la posición.

15 Cuando el contacto con el dispositivo de detección de proximidad **330** cesa, el anillo de sellado se establece en una nueva posición radial con respecto al elemento giratorio **122**, en el que elemento giratorio **122** ya no hace contacto con el dispositivo de detección de proximidad **330** o hace contacto que es tan "ligero" que la magnitud de cualquier componente radial de la fuerza de contacto es demasiado baja para mover el anillo de sellado flotante **310**. Por consiguiente, el anillo de sellado flotante **310** se mueve fuera de la trayectoria o se extiende con una fricción "dura".

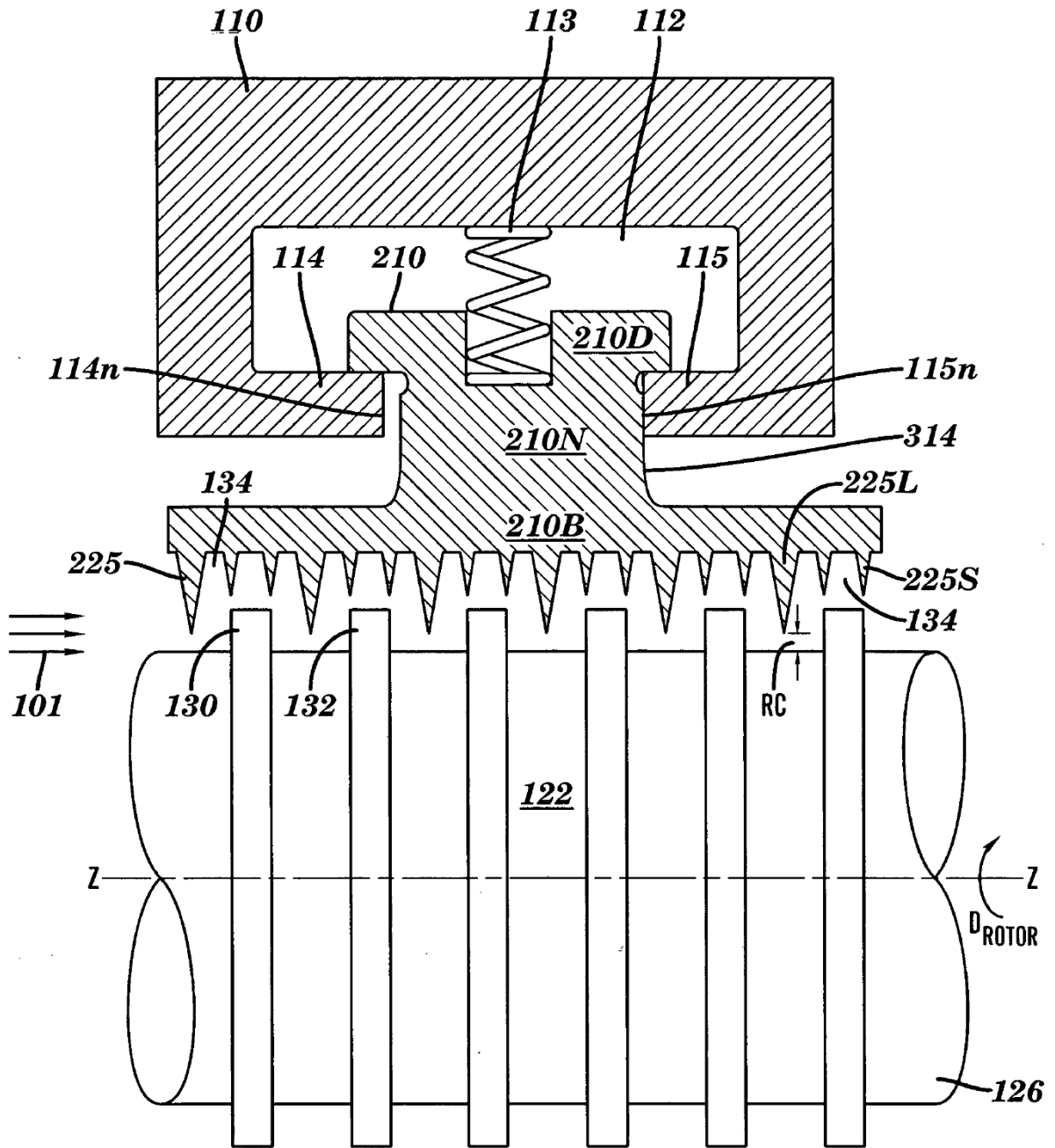
20 Aunque la invención ha sido divulgada en conexión con las realizaciones representadas en el presente documento, será evidente para un experto normal en la técnica que diversas modificaciones y sustituciones pueden hacerse a estas realizaciones sin apartarse en modo alguno del alcance de la invención como se define en las reivindicaciones siguientes.

25

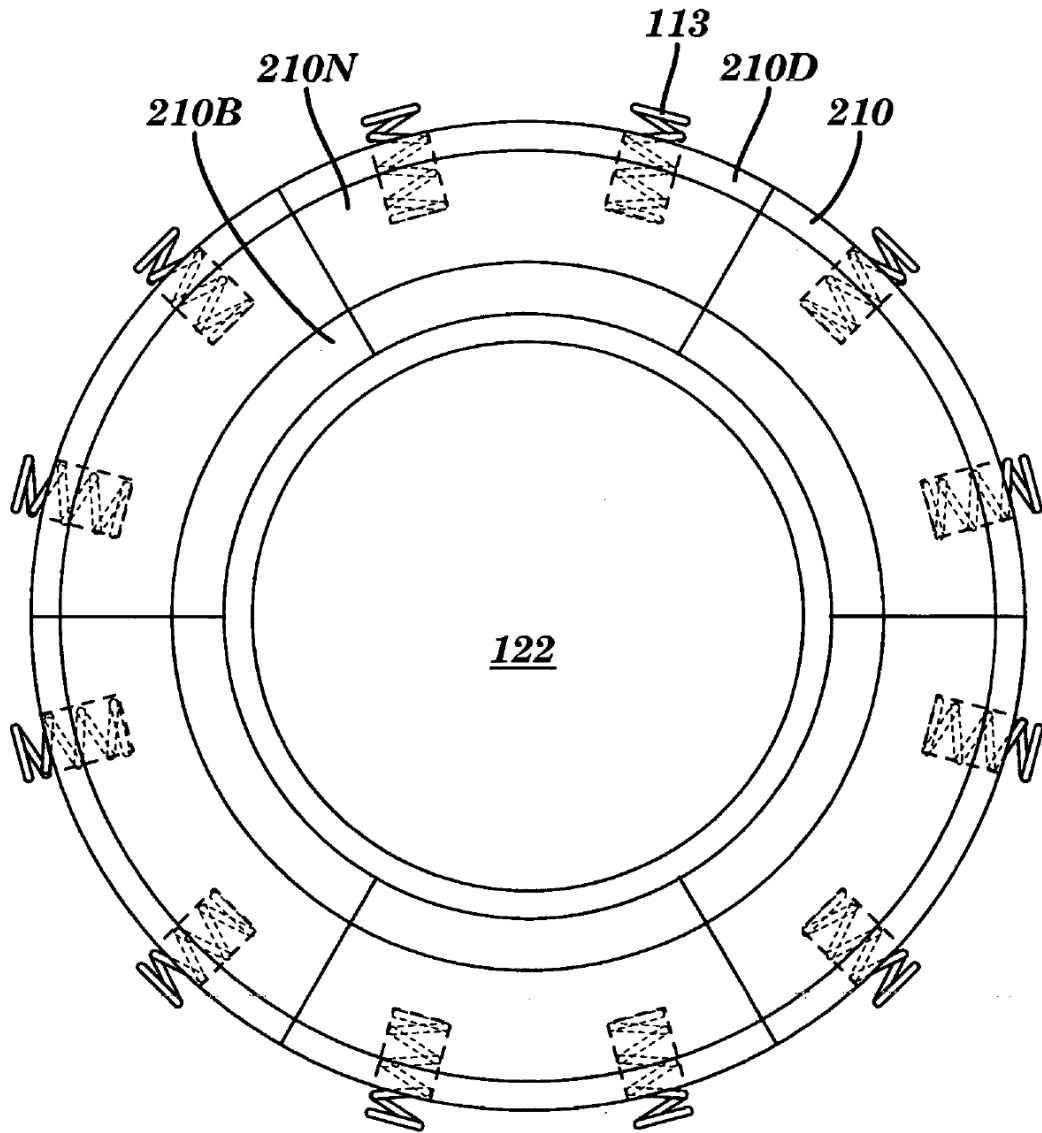
**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para sellar una turbina contra fugas de un fluido de trabajo, que comprende:
  - al menos una ranura (112) en un elemento estacionario (110) de una turbina,
  - al menos un anillo de sellado flotante (310) desplazable radialmente dispuesto coaxialmente en dicha al menos una ranura (112) de un elemento estacionario (110) de la turbina y coaxialmente dispuesto alrededor de un elemento giratorio (122), en el que el anillo de sellado (310) está suspendido del elemento estacionario (110) de la turbina mediante un conjunto de dispositivos de suspensión (360), comprendiendo el anillo de sellado un cuerpo (310b) que tiene elementos de estrangulación (225), una cabeza (310H), y al menos un dispositivo de detección (330) acoplado a al menos un conjunto de dichos dispositivos de suspensión (360) y cuya ranura (112) tiene un resalte aguas arriba (114) y un resalte aguas abajo (115) opuestos, que son coplanares con un eje longitudinal del elemento giratorio (122), en el que el resalte aguas arriba (114) tiene una superficie lateral aguas arriba (114n) y el resalte aguas abajo (115) opuesto tiene una superficie lateral aguas abajo (115n) respecto al elemento giratorio (122) de la turbina,
  - en el que los dispositivos de suspensión (360) están dispuestos entre la superficie lateral aguas arriba (114n) de la ranura (112) del elemento estacionario (110) de la turbina y una pared lateral aguas arriba (313) de la cabeza (310H) del anillo de sellado (310), de tal manera que los dispositivos de suspensión (360) aplican fuerzas a la superficie lateral aguas arriba (114n) y a la superficie lateral aguas abajo (115n), que son anti-paralelas al eje longitudinal del elemento giratorio (122);
  - en el que el anillo de sellado (310) se somete a desplazamientos radiales que se acoplan a desplazamientos radiales del elemento giratorio (122) cada vez que el dispositivo de detección (330) contacta con el elemento giratorio (122), de manera que se mantiene sustancialmente una separación radial de diseño sin dañar el aparato o la turbina, **caracterizado porque** el anillo de sellado (310) se inserta en dicha ranura (112) preexistente en los elementos de turbina estacionarios (110) que están adaptados para recibir anillos de sellado convencionales que tienen una forma en sección transversal en forma de una H.
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que la separación radial de diseño se mantiene sustancialmente sin dañar el aparato o la turbina de manera coextendida con la vida operativa de la turbina.
3. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en el que una sección transversal del al menos un anillo de sellado (310) generalmente tiene la forma de una T invertida, cuando el anillo de sellado (310) está orientado radialmente respecto a un eje longitudinal central (Z) del elemento giratorio (122) de la turbina.
4. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un anillo de sellado radialmente desplazable (310) está desprovisto de una cola de milano.
5. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de dispositivos de suspensión (360) comprende un conjunto de resortes.
6. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en el que el conjunto de dispositivos de suspensión (360) comprende cualquier dispositivo que genere fuerzas opuestas anti-paralelas (363) sustancialmente paralelas a un eje longitudinal (Z) del elemento giratorio (122).
7. El aparato de la reivindicación 6, en el que las fuerzas opuestas anti-paralelas (363) se transmiten, respectivamente, a través de una primera superficie de transmisión de fuerzas (362A) y una segunda superficie de transmisión de fuerzas (362B).
8. El aparato de la reivindicación 7, en el que las fuerzas anti-paralelas (363) directa o indirectamente mantienen una pared lateral aguas abajo (314) de la cabeza (310H) en contacto deslizable con la superficie lateral aguas abajo (115n) del resalte aguas abajo (115).
9. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que las fuerzas opuestas anti-paralelas (363) son fuerzas físicas, mecánicas, eléctricas, magnéticas, gravitatorias, hidráulicas, o de fluidos.
10. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 9, en el que las fuerzas anti-paralelas opuestas (363) suspenden el al menos un anillo de sellado radialmente desplazable (310) o el anillo de sellado flotante (310) en la separación radial de diseño.
11. El aparato de la reivindicación 10, en el que, al contactar el elemento giratorio (122), el dispositivo de detección (330) transmite una componente radial de la fuerza del contacto a través del anillo de sellado flotante (310),

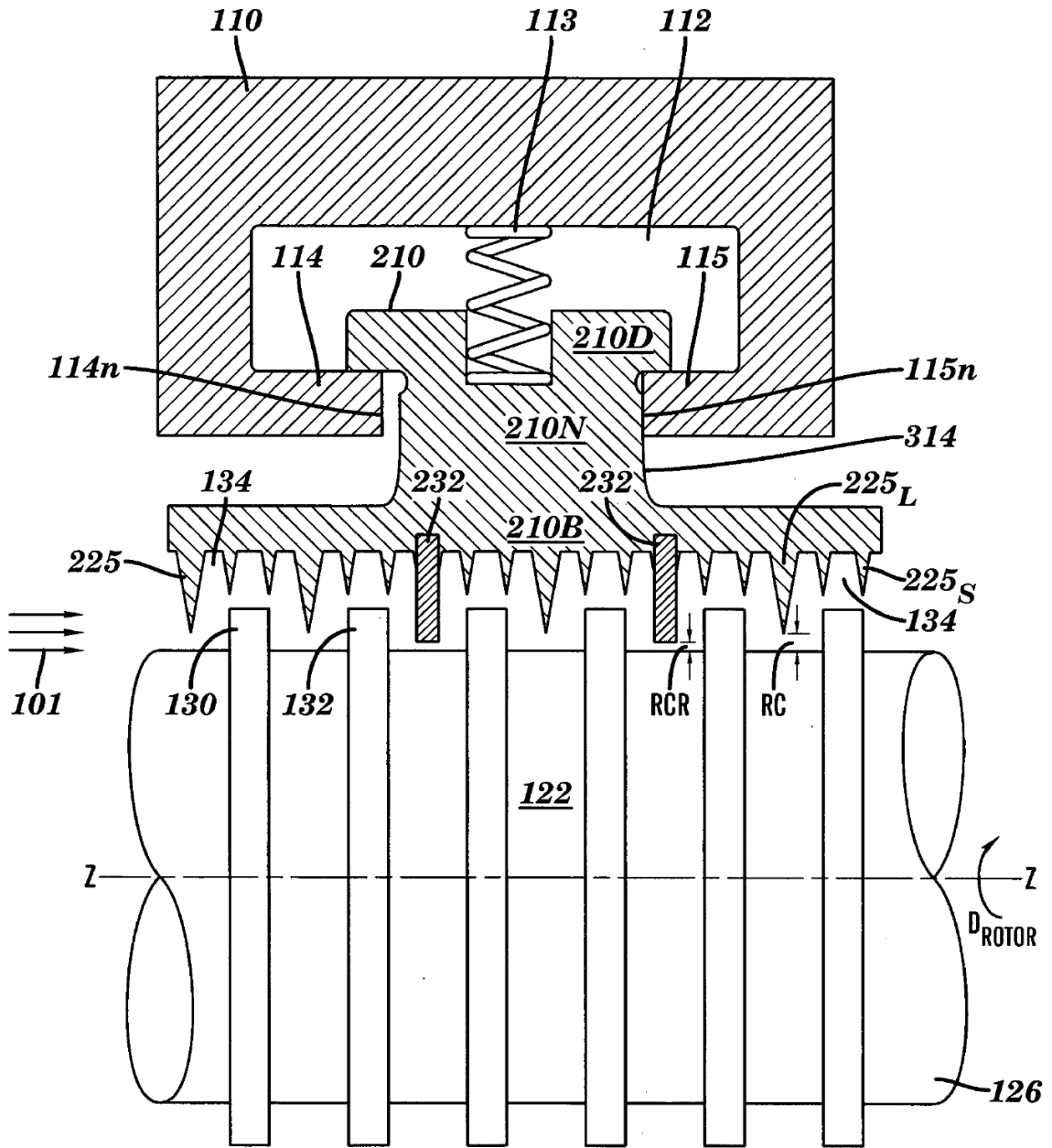
- 5 superando momentáneamente las fuerzas anti-paralelas (363) ejercidas por el conjunto de dispositivos de suspensión (360) y moviendo de manera deslizante el anillo de sellado flotante (310) a una nueva posición, de tal manera que la separación radial entre la superficie exterior del elemento giratorio (122) y la punta de cada uno de los elementos de estrangulación (225) se mantiene sustancialmente en la separación radial de diseño, sin ningún daño a los elementos de estrangulación (225).
12. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de detección (330) comprende una tira de proximidad en la forma general de una "T" vertical cuando está dispuesta radialmente respecto al elemento giratorio (122).
- 10 13. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo de detección (330) comprende un reemplazo amovible de un elemento de estrangulación (225).
- 15 14. El aparato de cualquier reivindicación anterior, en el que el al menos un anillo de sellado (310) comprende al menos dos segmentos de anillo flotantes, estando los segmentos de anillo flotantes fijamente sujetos entre sí, de manera que forman un anillo de sellado flotante (310) mecánicamente unitario y continuo, comprendiendo cada segmento de anillo flotante un segmento del cuerpo (310B) que tiene medios (340) para unirse de forma fija a otro segmento de anillo flotante, y los elementos de estrangulación (225), un segmento de la cabeza (310H), y al menos un dispositivo de detección (330) acoplado a al menos un conjunto de dispositivos de suspensión (360), en el que el conjunto de dispositivos de suspensión (360) suspende cada segmento de anillo de sellado flotante coaxialmente sobre el elemento giratorio (122) de la turbina a una separación radial de diseño y sustancialmente mantiene cada elemento de estrangulación (225) de cada segmento de sellado flotante en la separación radial de diseño sin daño a los elementos de estrangulación (225), cada vez que el dispositivo de detección (330) contacta con el elemento giratorio (122).
- 20



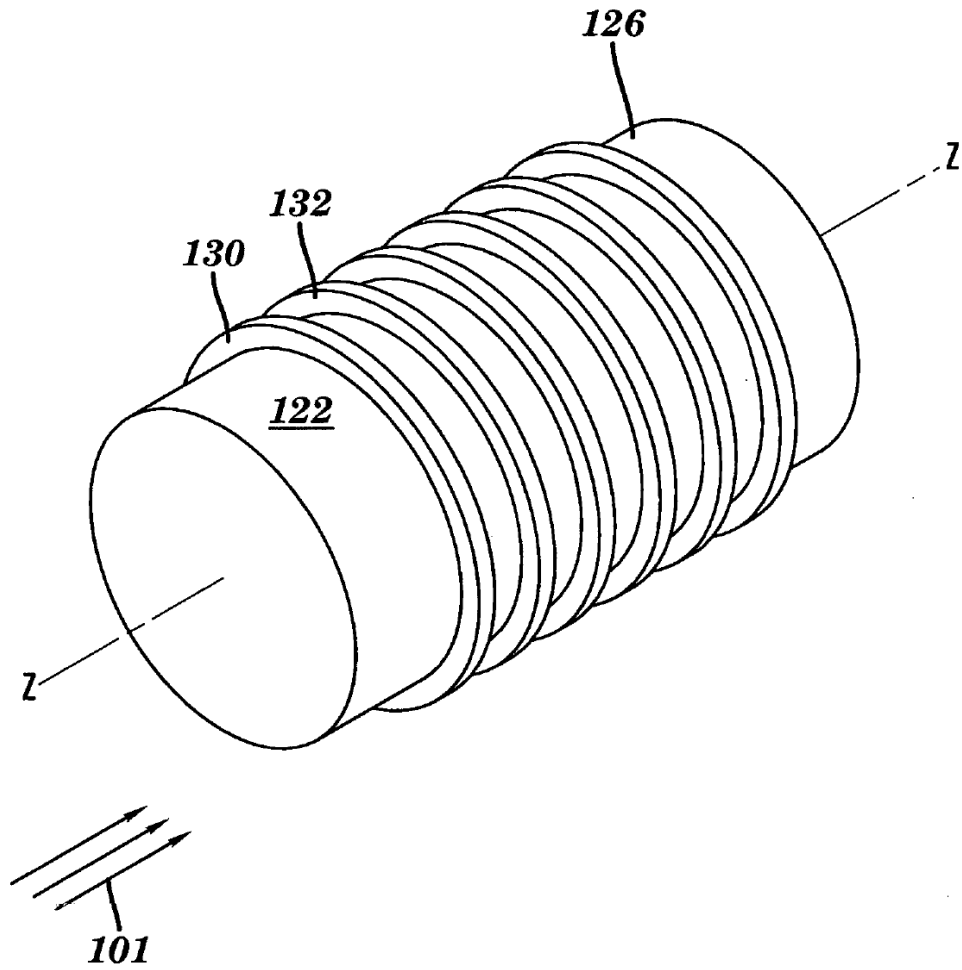
**FIG. 1A**



**FIG. 1B**

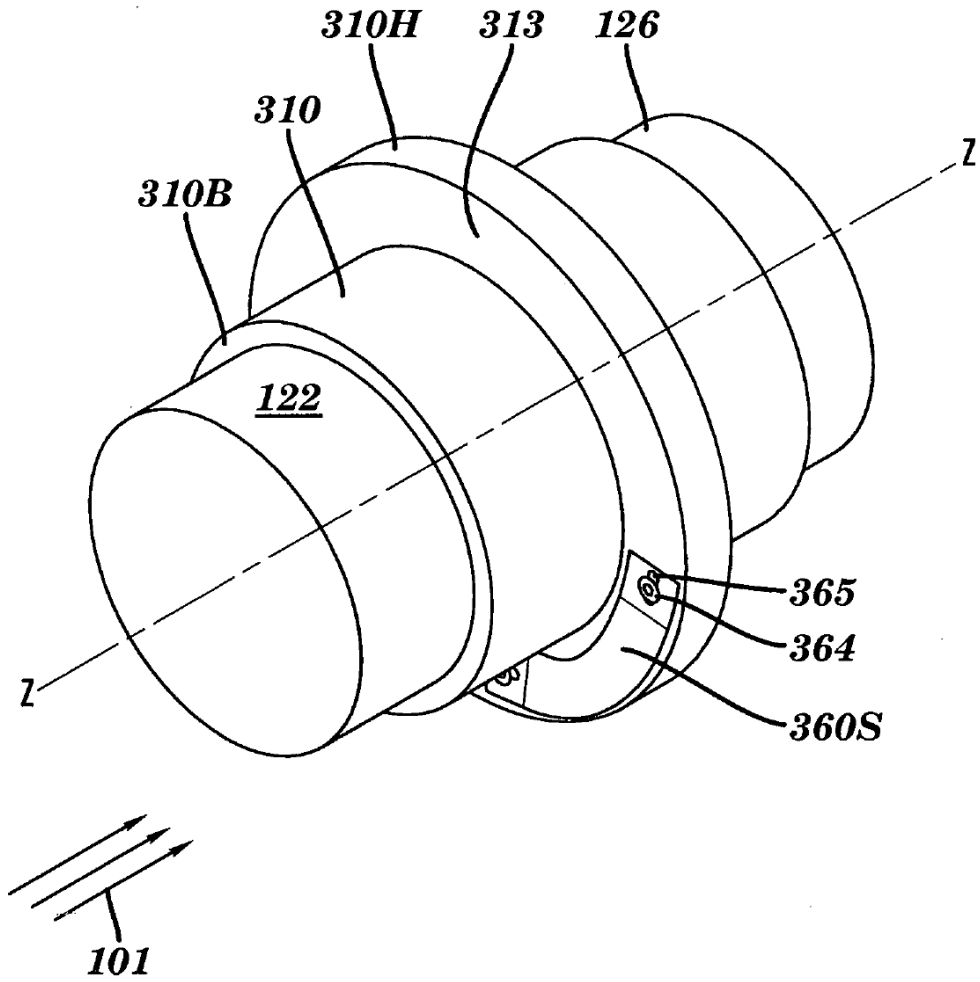


**FIG. 2**

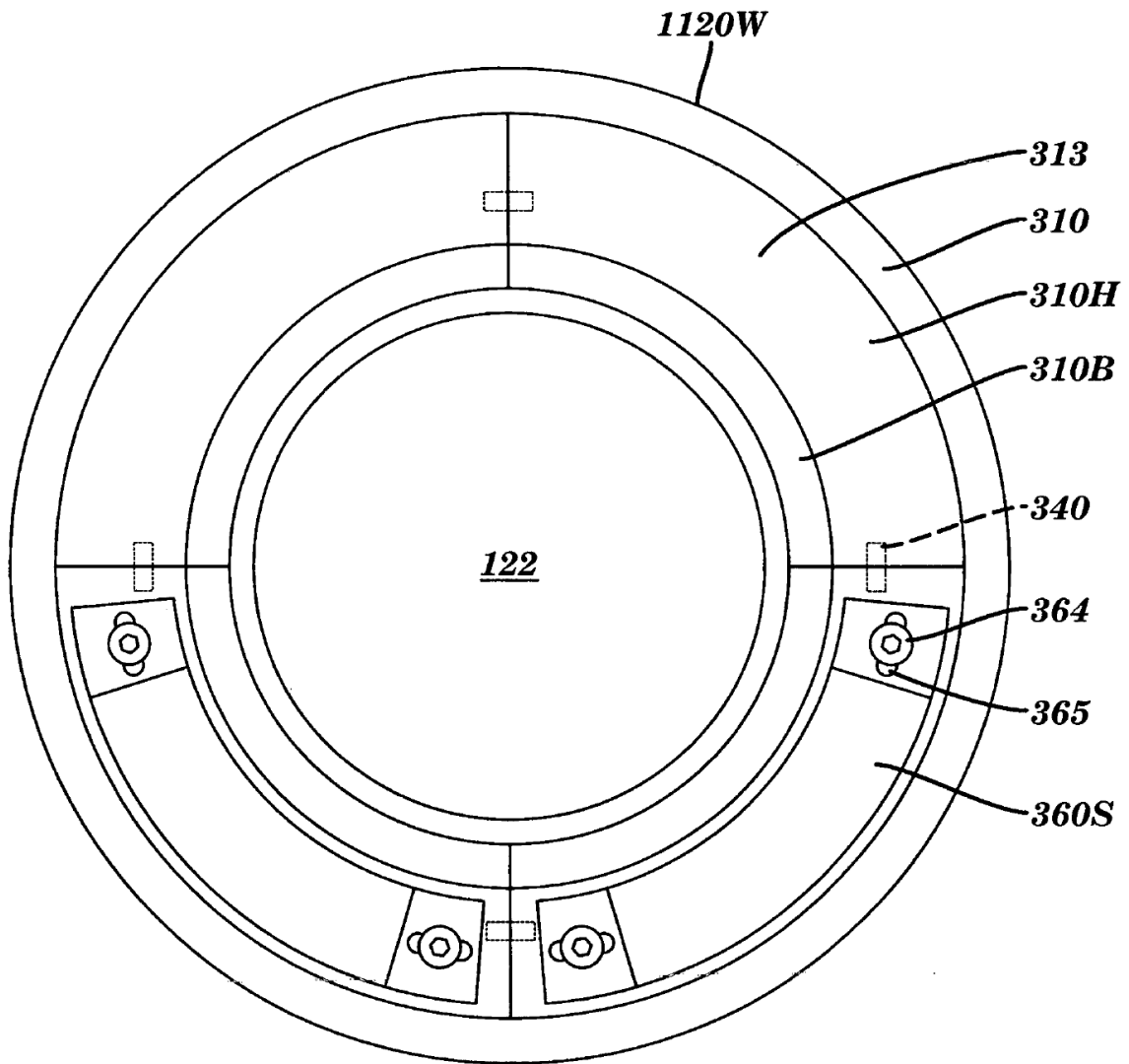


**FIG. 3**

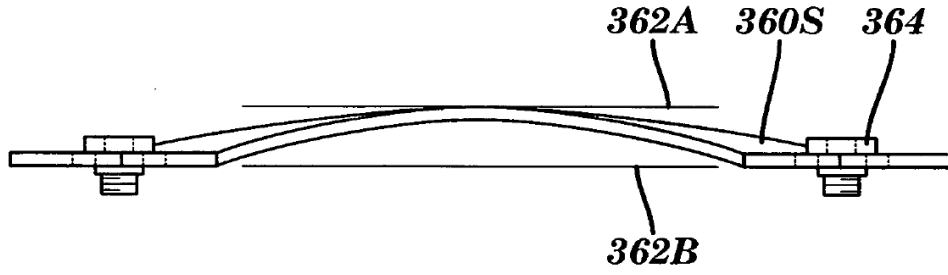




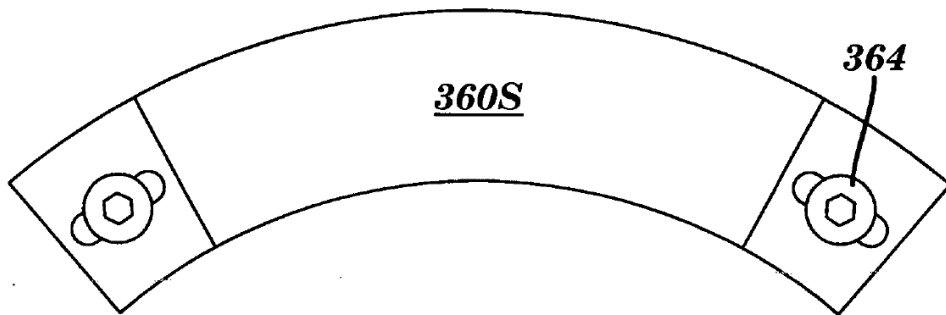
**FIG. 4**



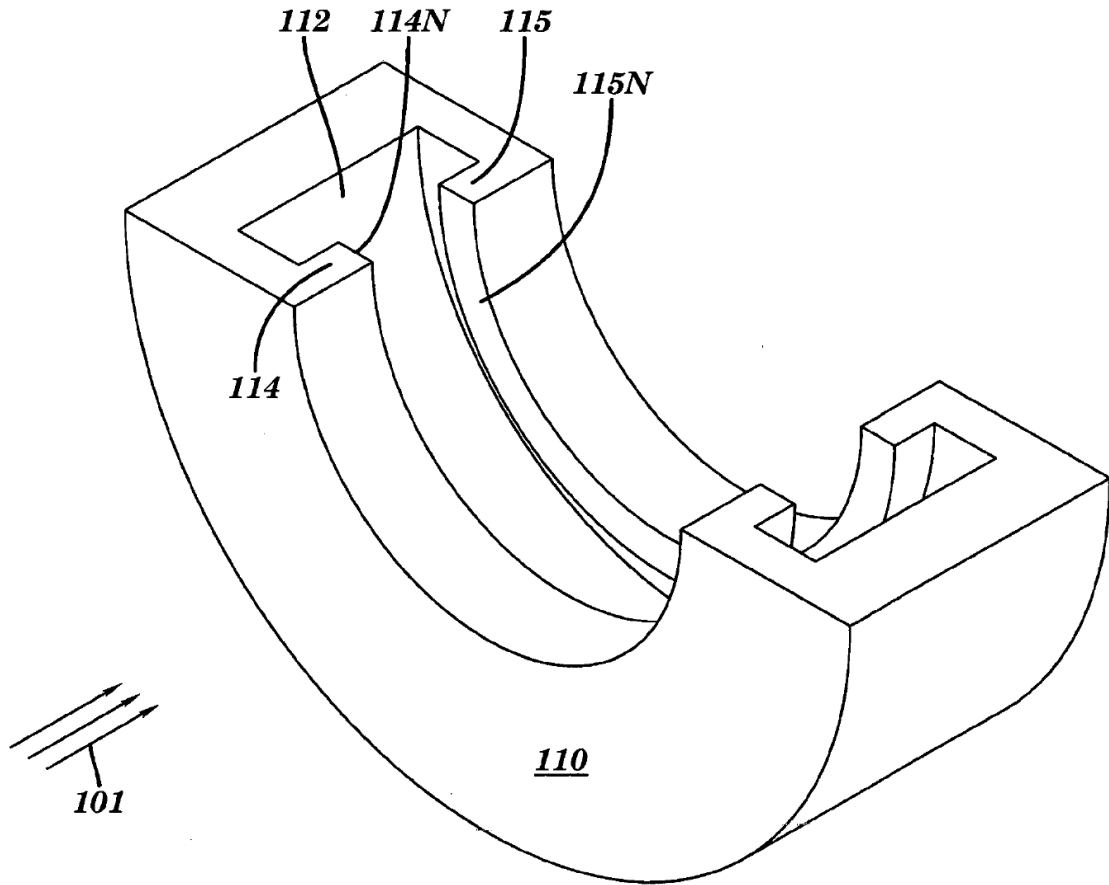
**FIG. 5**



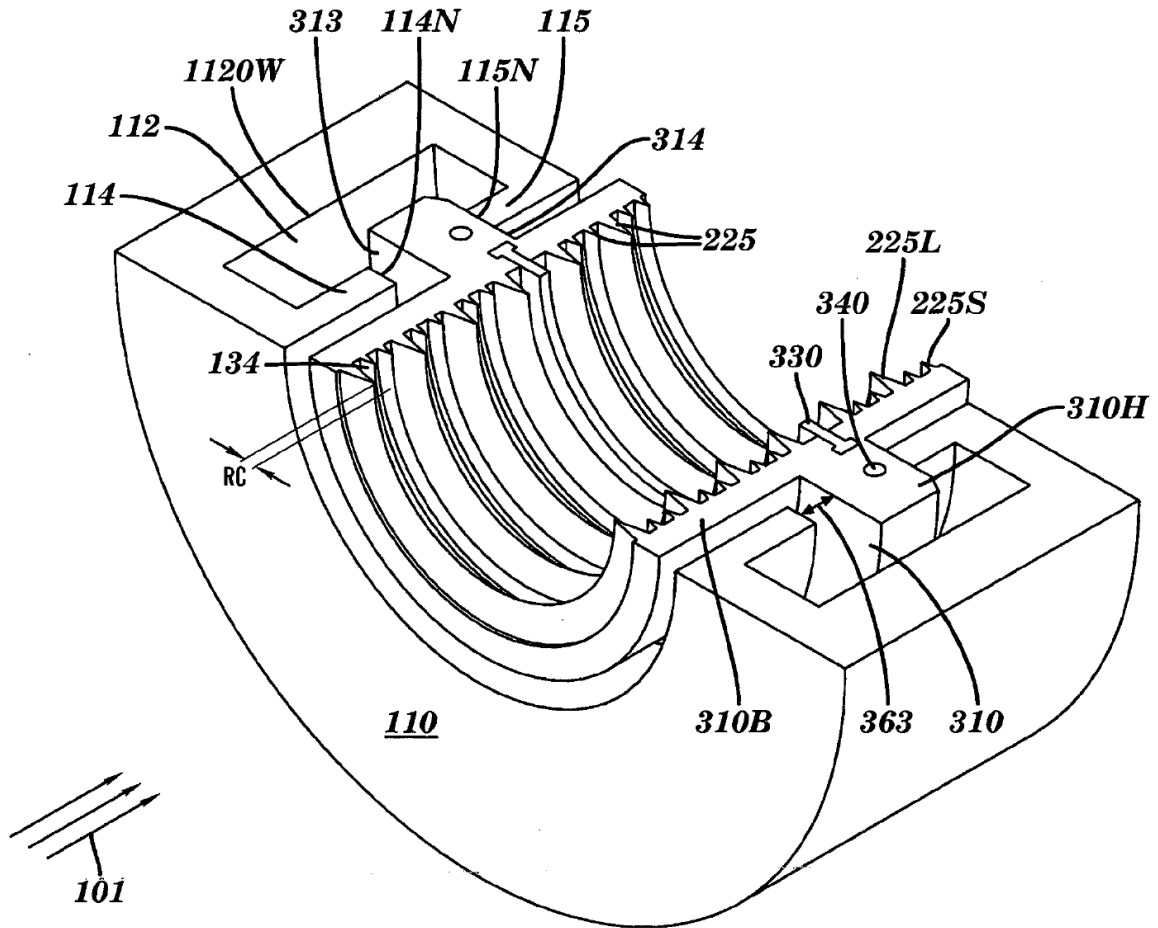
**FIG. 6A**



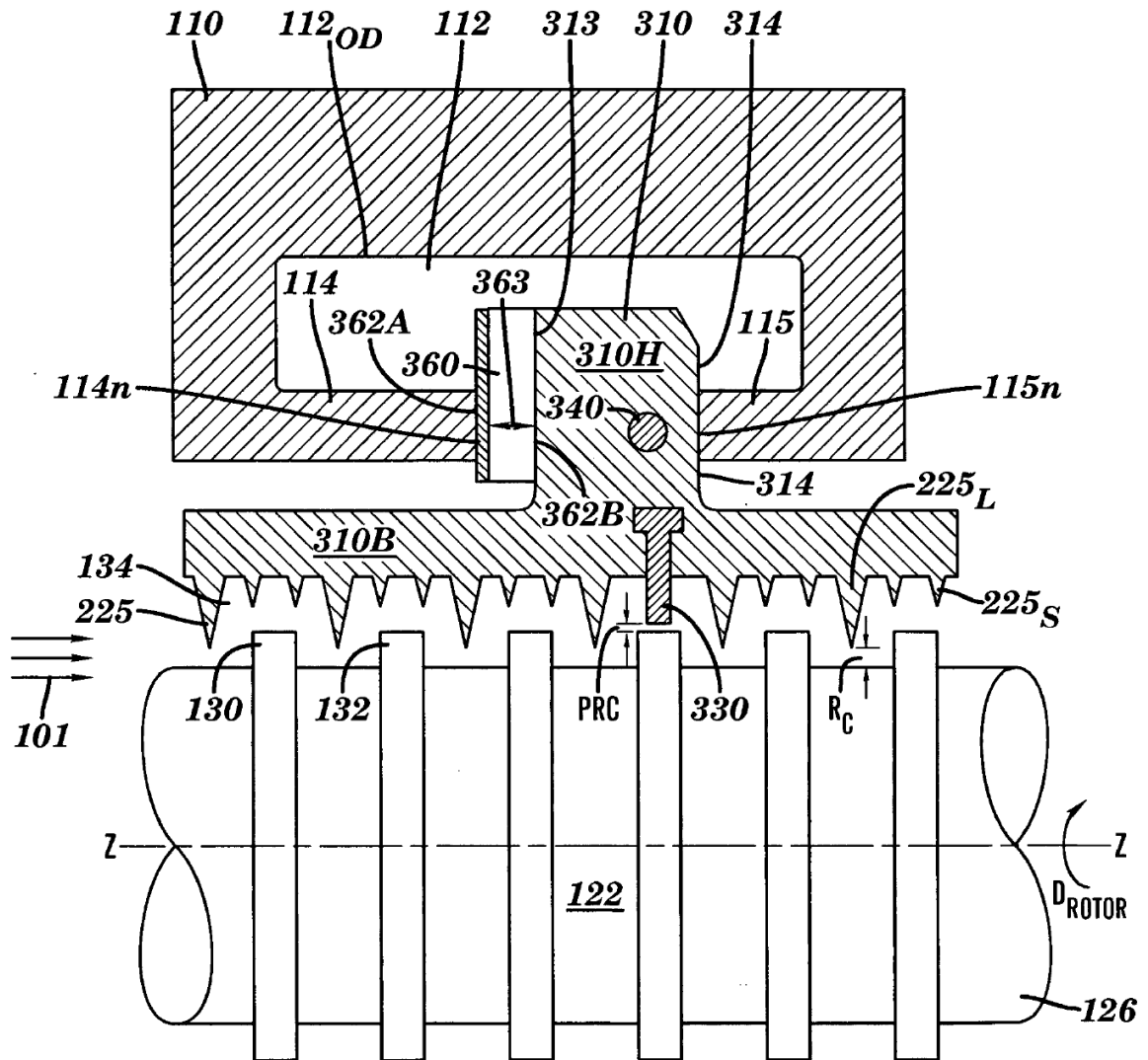
**FIG. 6B**



**FIG. 7**



**FIG. 8**



**FIG. 9**