

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 637 991**

51 Int. Cl.:

F01D 5/22 (2006.01)

F01D 25/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2011 PCT/DE2011/002110**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.06.2012 WO12072069**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2011 E 11813768 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2017 EP 2646656**

54 Título: **Medio amortiguador para amortiguar un movimiento de álabe de una turbomáquina**

30 Prioridad:

30.11.2010 DE 102010052965

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

18.10.2017

73 Titular/es:

MTU AERO ENGINES AG (100.0%)

Dachauer Strasse 665

80995 München, DE

72 Inventor/es:

SCHÖNHOF, CARSTEN;

DOPFER, MANFRED;

PERNLEITNER, MARTIN y

SCHÜTTE, WILFRIED

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 637 991 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

Medio amortiguador para amortiguar un movimiento de álabe de una turbomáquina

La invención se refiere a un medio amortiguador para amortiguar un movimiento de álabe de una turbomáquina según la reivindicación 1 y a un procedimiento para producir el medio amortiguador según la reivindicación 10. Las turbomáquinas, especialmente las turbinas de gas o de vapor, presentan un rotor y unos álabes que están repartidos por la periferia del rotor y acoplados con el rotor. Los álabes han de diseñarse de tal manera que durante un funcionamiento de la turbina resistan un gran número de esfuerzos, como por ejemplo fuerzas centrífugas, corrosión erosiva y oscilaciones.

Los esfuerzos de oscilación, a los que se refiere la presente invención, pueden originarse por una combinación del medio que fluye a través de la turbina y de las fuerzas que actúan sobre los álabes. Los esfuerzos de oscilación pueden llevar a más largo plazo a una alteración de la estructura del material de los álabes, que puede terminar en una rotura por fatiga. Así pues, es necesario amortiguar las oscilaciones de los álabes. En el estado actual de la técnica se conocen numerosos medios amortiguadores para oscilaciones de álabes.

En el documento DE 103 40 773, un medio amortiguador para un álabe móvil de una turbina está dispuesto en una escotadura de una plataforma de álabe móvil. El medio amortiguador presenta, en una sección transversal normal al eje, una forma triangular con bordes longitudinales redondeados. Los bordes longitudinales presentan entre las esquinas, en cada caso, una forma abombada simétricamente. Durante un funcionamiento de la turbina, el medio amortiguador se apoya, para amortiguar el movimiento del álabe móvil, en una pared interior de la escotadura y en una superficie de fricción de otra plataforma de álabe móvil.

Una desventaja de los medios amortiguadores que presentan una forma abombada simétricamente utilizados en el estado actual de la técnica consiste en cómo está determinada la zona de contacto de fricción con una superficie de fricción de la turbomáquina debido a la configuración abombada simétricamente del borde longitudinal del medio amortiguador. En caso de una superficie de fricción conformada correspondientemente en la turbomáquina, esto puede hacer que el medio amortiguador se apoye de manera desfavorable en la superficie de fricción de la turbomáquina. Así, la superficie de fricción de la turbomáquina puede estar configurada de tal manera que el medio amortiguador se apoye sólo en una pequeña zona de contacto de fricción en la superficie de fricción de la turbomáquina. Esto hace que el calor de fricción que se produce durante la amortiguación del movimiento del álabe pueda evacuarse sólo a través de la pequeña zona de contacto de fricción, lo que puede causar daños en el medio amortiguador y/o en el componente de fricción correspondiente de la turbomáquina o un desgaste de los mismos.

El objetivo de la presente invención es mejorar la amortiguación de un álabe de turbomáquina.

Para lograr este objetivo, un medio amortiguador según el preámbulo de la reivindicación 1 está perfeccionado mediante sus características identificativas. La reivindicación 6 pone bajo protección una turbomáquina en la que se emplea el medio amortiguador. La reivindicación 10 pone bajo protección un procedimiento para producir el medio amortiguador.

Según la invención, el medio amortiguador presenta al menos una superficie lateral abombada asimétricamente que está prevista para amortiguar un movimiento de álabe de una turbomáquina. En caso de una oscilación del álabe durante el funcionamiento de la turbomáquina, el movimiento de oscilación del álabe es amortiguado mediante una fricción de la superficie lateral del medio amortiguador con la superficie de fricción de la turbomáquina en la zona de contacto de fricción.

La superficie lateral abombada asimétricamente permite desplazar la zona de contacto de fricción entre la superficie de fricción de la turbomáquina y la superficie lateral del medio amortiguador a una zona más favorable. La zona de contacto de fricción se desplaza preferiblemente de tal manera que se agrande la zona de contacto de fricción entre la superficie lateral del medio amortiguador y la superficie de fricción de turbomáquina. El calor de fricción que se produce durante una amortiguación del movimiento del álabe puede evacuarse a través de la zona de contacto de fricción de mayor tamaño a un componente de fricción de la turbomáquina. De este modo disminuye el peligro de que, durante la amortiguación del movimiento del álabe, el medio amortiguador y/o el componente de fricción resulten dañados o se desgasten debido al calor de fricción.

Otra ventaja de la utilización de una superficie lateral abombada asimétricamente consiste en que, en caso de un desgaste de la superficie lateral del medio amortiguador debido a la fricción y/o al calentamiento, la zona de fricción del medio amortiguador, y por lo tanto la zona de contacto de fricción entre el medio amortiguador y la superficie de fricción de la turbomáquina, aumenta de manera sobreproporcional. Una zona de contacto de fricción mayor permite una evacuación más rápida del calor de fricción, con lo que disminuye el peligro de que el medio amortiguador y/o el componente de fricción de la turbomáquina resulten dañados y/o se desgasten. Además, una ventaja de una superficie lateral abombada asimétricamente consiste en que, en caso de un desgaste condicionado por la fricción, se produce una adaptación de la zona de fricción del medio amortiguador a la superficie de fricción respectiva del componente de fricción de la turbomáquina. De este modo se compensan imprecisiones de fabricación del

componente de fricción. Como resultado de ello disminuye el gasto de fabricación para la producción del componente de fricción de la turbomáquina.

5 En el sentido de la invención, se denomina "abombada" una superficie curvada de manera convexa. En el sentido de la invención, se entiende por una superficie asimétrica una superficie que presenta dos zonas definidas que no pueden convertirse una en otra mediante una reflexión en un eje o plano. Por lo tanto, en el sentido de la invención, se entiende por superficie lateral abombada asimétricamente en particular una superficie lateral curvada de manera convexa que presenta dos secciones de diferente configuración. Las secciones están configuradas de tal manera que no existe ningún plano de reflexión que se extienda perpendicularmente a la superficie lateral y con respecto al cual las secciones separadas por el plano de reflexión tengan simetría especular una en relación con la otra.

10 En el sentido de la invención, se entiende por zona de contacto de fricción una zona en la que, durante un movimiento del álabe, se produce una fricción entre la zona de fricción del medio amortiguador y la superficie de fricción de la turbomáquina.

15 En el sentido de la invención, se entienden por componentes de fricción todos los componentes de una turbomáquina que se hallan en contacto de fricción con el medio amortiguador, para amortiguar una oscilación del álabe. En particular, un componente de fricción puede formar parte de un álabe o puede estar acoplado con un álabe. Así, por ejemplo, una plataforma de álabe, una placa de tapa de un álabe y un medio de posicionamiento para el álabe móvil en la dirección del eje del rotor pueden tratarse en cada caso de un componente de fricción en el sentido de la presente invención. A continuación se describen más detalladamente los componentes de fricción antes mencionados.

20 En una realización preferida, la superficie lateral abombada asimétricamente puede estar configurada de tal manera que pueda girar en escasa medida alrededor de un eje central de amortiguación. A consecuencia de la fricción de la superficie lateral con la superficie de fricción de la turbomáquina, actúa sobre el medio amortiguador una fuerza de fricción que puede provocar un ligero giro del medio amortiguador. La superficie lateral abombada asimétricamente está configurada de tal manera que, en caso de un ligero giro del medio amortiguador, aumente la zona de fricción del medio amortiguador y, por lo tanto, la zona de contacto de fricción entre el medio amortiguador y el componente de fricción de la turbomáquina.

25 La superficie lateral puede presentar al menos dos secciones con radios de curvatura diferentes. En este contexto, al menos una sección que esté radialmente más alejada de un eje de rotor puede presentar un radio de curvatura menor que una sección situada radialmente más cerca del eje de rotor. Cuando la superficie de fricción de la turbomáquina entra en contacto con la sección con el radio de curvatura pequeño antes mencionado de la superficie lateral se mejora la amortiguación de la oscilación del álabe. La mejora de la amortiguación se logra gracias a que la zona de contacto de fricción se forma en una zona de la superficie lateral del medio amortiguador que está alejada del eje de rotor. En este contexto se aplica el que cuanto más alejada del eje de rotor esté la sección de contacto de fricción, tanto mayor será un par de fricción, que amortigua la oscilación del álabe, provocado por la fuerza de fricción que se presenta en la sección de contacto de fricción.

30 Una configuración ventajosa de la invención consiste en que el medio amortiguador presenta un cuerpo base que, en una sección transversal normal al eje, está configurado con forma triangular o poligonal. Las superficies laterales del cuerpo base triangular o poligonal pueden presentar en cada caso esquinas del cuerpo base redondeadas. La sección de la superficie lateral abombada asimétricamente que presenta un menor radio de curvatura y está prevista en el extremo de la superficie lateral alejado del eje de rotor puede estar prevista en cada caso adyacente a las esquinas redondeadas.

35 En el medio amortiguador está montado un medio de protección contra la torsión y/o un medio de fijación. El medio de protección contra la torsión impide o limita una torsión del medio amortiguador alrededor de un eje central de amortiguación dentro de una escotadura de la turbomáquina. Durante el funcionamiento de la turbomáquina, el medio amortiguador se mueve en una dirección opuesta al eje de rotor debido a la fuerza centrífuga. Sobre el medio amortiguador actúa una fuerza de giro que hace que el medio amortiguador gire alrededor del eje central de amortiguación hasta que el medio de protección contra la torsión tropieza con una superficie de tope prevista en la turbomáquina. El medio de protección contra la torsión está configurado preferiblemente de tal manera que tropieza con la superficie de tope cuando el medio amortiguador está girado a una posición en la que la sección con el radio de curvatura pequeño anteriormente mencionada se halla en contacto de fricción con la superficie de fricción de la turbomáquina.

40 En caso de un desgaste de la superficie lateral debido a la fricción, cambia la forma del medio amortiguador y, por lo tanto, la posición del centro de gravedad del medio amortiguador. Mediante una configuración constructiva correspondiente de las superficies laterales del medio amortiguador es posible ajustar la posición del centro de gravedad. De este modo puede mejorarse la característica dinámica del medio amortiguador.

45 El medio de fijación sirve para impedir o limitar un movimiento del medio amortiguador, en particular en dirección a un eje de rotor de la turbomáquina. Así pues, el medio de fijación asegura que el medio de fijación no pueda abandonar la escotadura de la turbomáquina.

La turbomáquina puede tratarse de una turbina de gas o de vapor y en particular de un motor aeronáutico. La turbomáquina presenta un rotor, y álabes de estator y álabes móviles repartidos por la periferia del rotor, que están dispuestos unos tras otros en la dirección de flujo del gas. En el rotor están previstas unas ranuras repartidas por la periferia del rotor. Las ranuras se extienden paralelamente a un eje de rotor. El álabe, especialmente un álabe móvil, puede presentar una placa de cubrimiento, una hoja de álabe, una plataforma de álabe y un pie de álabe. Mediante el pie de álabe, el álabe se coloca en la ranura en una posición fija en dirección radial con respecto al eje de rotor. Una fijación del álabe en la dirección axial del rotor puede realizarse mediante una chapa de seguridad prevista en la ranura y/o mediante un medio de posicionamiento previsto por separado en el rotor.

Una oscilación del álabe puede presentarse en relación con el álabe y el rotor y/o entre dos o más álabes. Para amortiguar la oscilación del álabe, el medio amortiguador puede disponerse en distintos puntos en la turbomáquina.

La placa de cubrimiento de un álabe puede presentar una escotadura que defina, al menos parcialmente, una cavidad, especialmente cerrada, y en la que esté dispuesto el medio amortiguador. Así, pueden definir la cavidad las escotaduras de dos placas de cubrimiento de álabes dispuestos adyacentes. El medio amortiguador está dispuesto en la escotadura de tal manera que, durante el funcionamiento de la turbomáquina, el medio amortiguador está respectivamente en contacto de fricción, mediante una superficie lateral, con una superficie de fricción de las escotaduras de una placa de cubrimiento y, con otra superficie lateral, con una superficie de fricción de la escotadura de la otra placa de cubrimiento.

Como alternativa o adicionalmente, un medio amortiguador puede estar dispuesto en una escotadura en un medio de posicionamiento que asegure la posición del álabe en la dirección axial del rotor. En este contexto, el medio amortiguador está dispuesto de tal manera que, con una superficie lateral, está en contacto de fricción con una superficie de fricción del medio de posicionamiento. Además, el medio amortiguador está, en otra superficie lateral, en contacto, especialmente en contacto de fricción, con una superficie de álabe.

Como alternativa o adicionalmente, un medio amortiguador puede estar dispuesto en una escotadura de una plataforma de álabe. La plataforma de álabe está dispuesta entre el pie de álabe y la hoja de álabe. El medio amortiguador está dispuesto en la escotadura de tal manera que, durante el funcionamiento de la turbomáquina, el medio amortiguador está con una superficie lateral en contacto de fricción con una superficie de fricción de la plataforma de álabe, en la que está prevista la escotadura, y con otra superficie lateral en contacto de fricción con una superficie de fricción de una plataforma de álabe adyacente.

El medio amortiguador, que presenta al menos una superficie lateral abombada asimétricamente, puede producirse preferiblemente mediante conformación primaria, conformación y/o mediante un procedimiento de fabricación con arranque de virutas.

De las reivindicaciones subordinadas y del ejemplo de realización se desprenden otras características y ventajas. A este respecto, se muestran:

Figura 1: una representación esquemática de un medio amortiguador en una cavidad según una realización de la invención.

Figura 2: una vista A-A ampliada de una zona de contacto de fricción de la Figura 1 según una realización de la invención.

El medio amortiguador 2 mostrado en la figura 1 presenta, en una sección transversal normal al eje, un cuerpo base 20 en esencia triangular. El cuerpo base triangular 20 presenta una superficie 25 de apoyo y dos superficies laterales 21, 21', que se convierten unas en otras en unos extremos redondeados. Las superficies laterales 21, 21' presentan en cada caso una forma abombada asimétricamente. La forma abombada asimétricamente de las distintas superficies laterales 21, 21' resulta de que las superficies laterales 21, 21' presentan en cada caso tres secciones con radios R1, R2, R3 de curvatura respectivamente diferentes. El medio amortiguador 2 presenta además un medio 24 de protección contra la torsión, que está montado en el cuerpo base 20 y se extiende sobre la superficie 25 de apoyo en dirección radial con respecto a un eje de rotor no representado.

El medio amortiguador 2 está dispuesto en una cavidad definida por dos escotaduras 11 de unos álabes 10, 10' de una turbomáquina 1 dispuestos adyacentes. En una sección transversal normal al eje, la cavidad presenta una sección transversal triangular, estando las distintas paredes de la cavidad configuradas más largas que las superficies laterales 21 o la superficie 25 de apoyo del medio amortiguador 2. Al mismo tiempo, el medio amortiguador 2 está dispuesto en la cavidad de tal manera que esté en contacto con las paredes de la cavidad de los dos álabes 10, 10' independientemente del estado de funcionamiento de la turbomáquina 1.

Ambas superficies laterales 21, 21' del medio amortiguador 2 presentan una primera sección con un primer radio R1 de curvatura, una segunda sección con un segundo radio R2 de curvatura y una tercera sección con un tercer radio R3 de curvatura. Además, en ambas superficies laterales 21, 21', la segunda sección con el segundo radio R2 de curvatura está dispuesta entre la primera y la segunda sección y configurada más larga que la primera y la tercera sección. El tercer radio R3 de curvatura presenta un valor menor que el primer y el segundo radio R1, R2 de curvatura. Además, el primer radio R1 de curvatura presenta un valor menor que el segundo radio R2 de curvatura.

- 5 En la primera superficie lateral 21, la primera sección con el primer radio R1 de curvatura se halla en el extremo de la superficie lateral 21 cercano al eje de rotor, en dirección radial con respecto al eje de rotor. La tercera sección con el tercer radio R3 de curvatura está dispuesta en el extremo de la superficie lateral 21 alejado del eje de rotor, en dirección radial con respecto al eje de rotor, y se halla en contacto de fricción con la pared correspondiente de la cavidad en una zona 22 de contacto de fricción.
- 10 En la segunda superficie lateral 21', la primera sección con el primer radio R1 de curvatura está dispuesta en el extremo de la superficie lateral 21' alejado del eje de rotor, en dirección radial con respecto al eje de rotor. La tercera sección con el tercer radio R3 de curvatura está dispuesta en el extremo de la superficie lateral 21' cercano al eje de rotor, en dirección radial con respecto al eje de rotor, y se halla en contacto de fricción con la pared correspondiente de la cavidad en una zona 22 de contacto de fricción.
- 15 El álabe 10 de la turbomáquina 1 está configurado de tal manera que presenta una escotadura 14 a través de la cual se extiende el medio 24 de protección contra la torsión, en una dirección radial con respecto al eje de rotor. La escotadura 14 está delimitada por las paredes de la escotadura 14 y por una superficie 12 de tope. La superficie 12 de tope está prevista en el álabe 10', que es adyacente al álabe 10 con la escotadura 14. La escotadura 14 está configurada de tal manera que el medio amortiguador 2 no pueda salirse de la cavidad a través de la misma en un estado de reposo de la turbina. En un estado de reposo de la turbomáquina 1, no representado, el medio amortiguador 2 se apoya mediante la superficie 25 de apoyo en la pared correspondiente de la cavidad, y el medio 24 de protección contra la torsión se extiende a través de la escotadura 14 en dirección radial con respecto al eje de rotor.
- 20 Durante el funcionamiento de la turbomáquina 1, el medio amortiguador 2 es movido debido a la fuerza centrífuga en dirección radial, en una dirección opuesta al eje de rotor, hasta que las superficies laterales 21, 21' tropiezan con las paredes de la cavidad. Durante este movimiento en dirección a las paredes de la cavidad se realiza una torsión del medio amortiguador 2 alrededor de un eje de amortiguación.
- 25 El medio amortiguador 2 gira hasta que el medio 24 de protección contra la torsión tropieza con la superficie 12 de apoyo de uno de los álabes 10. Como resultado de ello, las dos superficies laterales 21, 21' del medio amortiguador 2 se hallan respectivamente en contacto de fricción con las paredes de la cavidad en la zona 22 de contacto de fricción. Cuando uno o ambos álabes 10, 10' se mueve o se mueven en dirección radial y/o axial, el movimiento del álabe o de los álabes puede amortiguarse gracias al contacto de fricción del medio amortiguador 2 con las paredes de la cavidad.
- 30 La figura 2 muestra una vista A-A ampliada de la zona 22 de contacto de fricción de la figura 1. Como puede verse en la figura 2, la tercera sección con el radio R3 de curvatura de la primera superficie lateral 21 se halla en contacto de fricción con la pared de la cavidad. La segunda sección de la primera superficie lateral 21 con el radio R2 de curvatura, que es mayor que el radio R3 de curvatura, no se halla en contacto de fricción con la pared de la cavidad.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Medio amortiguador (2) para amortiguar un movimiento de álabe de una turbomáquina (1), presentando el medio amortiguador (2) al menos una superficie lateral (21, 21') que está prevista para amortiguar el movimiento de álabe mediante un contacto de fricción con una superficie de fricción de la turbomáquina (1), en donde la superficie lateral (21, 21') está configurada abombada asimétricamente y caracterizado por un medio (24) de protección contra la torsión.
2. Medio amortiguador (2) según la reivindicación 1, caracterizado por que la superficie lateral (21, 21') presenta al menos dos secciones con radios (R1, R2, R3) de curvatura diferentes.
- 10 3. Medio amortiguador (2) según la reivindicación 2, caracterizado por que una sección de la superficie lateral (21, 21') que está radialmente más alejada de un eje de rotor de la turbomáquina (1) presenta un radio de curvatura menor que una sección de la superficie lateral (21, 21') que está radialmente más cerca del eje de rotor.
4. Medio amortiguador (2) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el medio amortiguador (2) presenta una sección transversal normal al eje triangular o poligonal.
- 15 5. Medio amortiguador (2) según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por un medio de fijación para limitar o impedir un movimiento del medio amortiguador (2), especialmente en dirección a un eje de rotor de la turbomáquina (1).
6. Turbomáquina (1), en particular turbina de gas o de vapor, con un rotor y al menos un álabe (10), en particular un álabe móvil acoplado con el rotor, caracterizada por que la turbomáquina (1) presenta un medio amortiguador (2) según una de las reivindicaciones precedentes.
- 20 7. Turbomáquina (1) según la reivindicación 6, caracterizada por que el álabe (10) presenta una hoja de álabe y, en el extremo de la hoja de álabe alejado del rotor, una placa de cubrimiento, presentando la placa de cubrimiento una escotadura que define, al menos parcialmente, una cavidad, especialmente cerrada, en la que está dispuesto el medio amortiguador (2).
- 25 8. Turbomáquina (1) según la reivindicación 6, caracterizada por que el medio amortiguador (2) está dispuesto, al menos parcialmente, en una cavidad en un medio de posicionamiento para el álabe (10) en dirección axial.
9. Turbomáquina (1) según la reivindicación 6, caracterizada por que el álabe (10) presenta una hoja de álabe y, en el extremo de la hoja de álabe orientado hacia el rotor, una plataforma, presentando la plataforma una escotadura que define, al menos parcialmente, una cavidad, especialmente cerrada, en la que está dispuesto el medio amortiguador (2).
- 30 10. Procedimiento para producir un medio amortiguador (2) según una de las reivindicaciones 1 a 5 precedentes, caracterizado por que al menos una superficie lateral (21, 21') se produce abombada asimétricamente, especialmente se conforma de manera primaria y/o se conforma y/o se procesa con arranque de virutas, y por que el medio amortiguador (2) presenta un medio (24) de protección contra la torsión.

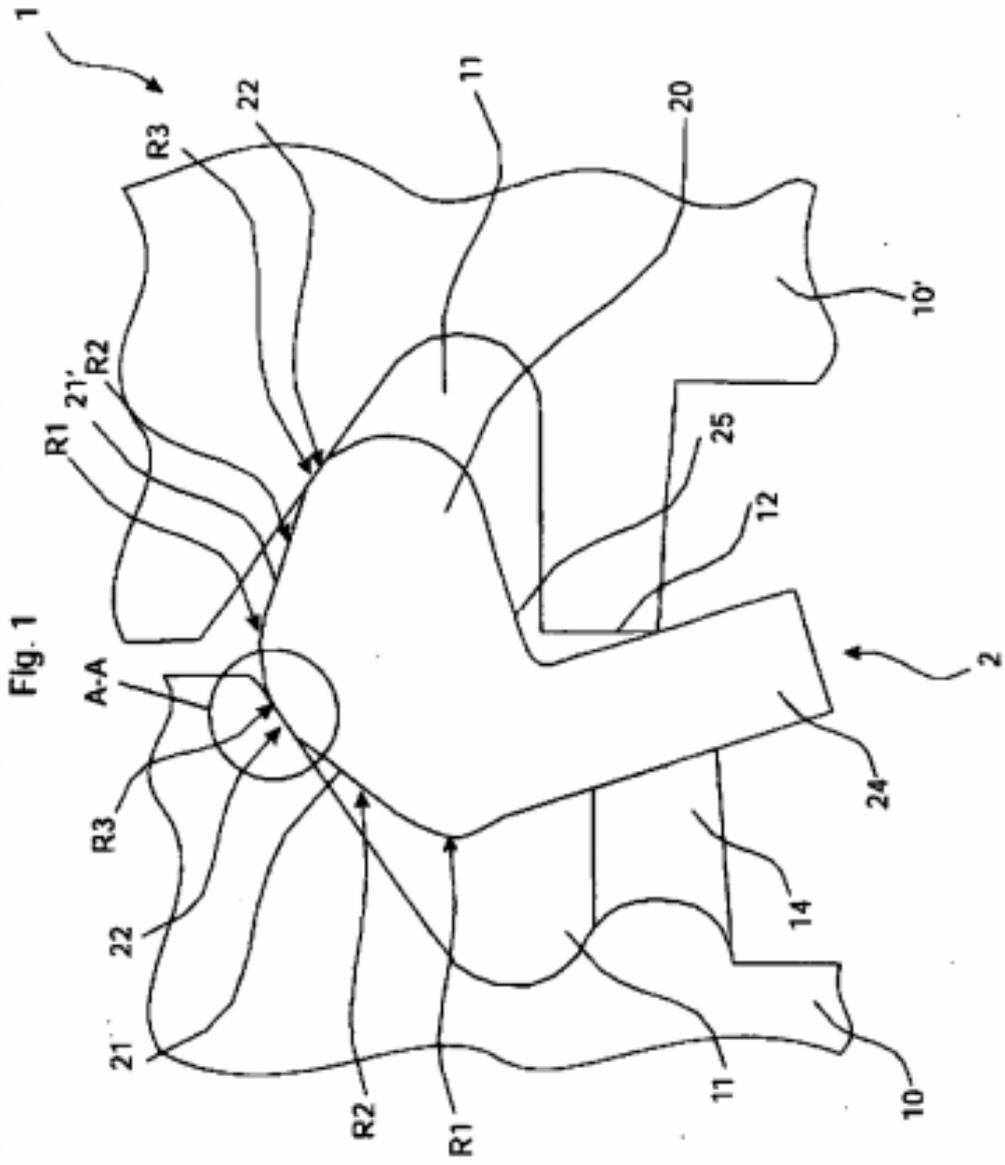


Fig. 2

