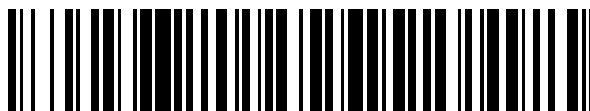


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 160**

51 Int. Cl.:

F01D 5/22

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2009** **E 09787660 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015** **EP 2406465**

54 Título: **Rotor para turbomáquinas con álabes con corona**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.07.2015

73 Titular/es:

GE AVIO S.R.L. (100.0%)
Via I Maggio 99
Rivalta di Torino (Torino), IT

72 Inventor/es:

CALZA, PAOLO;
GRILLO, ROSARIO y
SALVANO, SERGIO

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 542 160 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

Rotor para turbomáquinas con álabes con corona

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un rotor para turbomáquinas con álabes con corona, siendo dicho rotor del tipo que incluye una fila de álabes teniendo cada uno una dirección de movimiento del rotor, un perfil delantero convexo y un perfil trasero cóncavo; un aro exterior incluyendo una pluralidad de sectores, comúnmente denominados coronas, adyacentes uno a otro y cada uno de los cuales está fijado al extremo libre de un álabe respectivo y está separado de cada sector adyacente por un entrehierro; una pluralidad de elementos amortiguadores acoplados al aro exterior para amortiguar las vibraciones de los álabes; donde cada elemento amortiguador está dispuesto radialmente dentro del aro exterior entre los álabes de un par respectivo de álabes adyacentes, tiene una superficie radialmente exterior, que está dispuesta de manera que esté en contacto con ambos sectores fijados a los álabes del par respectivo de álabes, e incluye una tira delantera y una tira trasera que son sustancialmente transversales con respecto a la dirección de movimiento y están fijadas una a otra; estando dispuestas las tiras delantera y trasera de manera que estén en contacto con el sector delantero y, respectivamente, el sector trasero de los dos sectores fijados a los álabes del par respectivo de álabes.

20 Antecedentes de la invención

Un rotor de este tipo se describe, por ejemplo, en US 5.522.705.

Es conocido que, en el uso, los álabes de un rotor del tipo anterior están sometidos a movimiento de vibración generado tanto por las fuerzas de impulso aplicadas a ellos como por cualquier desequilibrio de la fila de álabes, y que las vibraciones de los álabes pueden ser suficientes para producir repetidas colisiones o raspado de cada sector del aro exterior con los sectores adyacentes y que el raspado puede hacer de forma relativamente rápida que dicho aro exterior se desgaste.

30 Descripción de la invención

El objeto de la presente invención es proporcionar un rotor para una turbomáquina con álabes con corona, que reduce o elimina las vibraciones y los inconvenientes asociados descritos anteriormente.

Según la presente invención se facilita un rotor para turbomáquinas con álabes con corona según lo reivindicado en la reivindicación 1 y, preferiblemente, en cualquiera de las reivindicaciones posteriores que dependen directa o indirectamente de la reivindicación 1.

40 Breve descripción de los dibujos

La presente invención se describirá ahora con referencia a los dibujos acompañantes, que ilustran una realización no limitadora de la misma, en los que:

La figura 1 es una vista en planta parcialmente en sección transversal de un desarrollo de plano parcial de una realización preferida del rotor según la presente invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva de la porción de rotor de la figura 1.

La figura 3 es una vista en perspectiva en escala ampliada de un detalle de las figuras 1 y 2.

Y la figura 4 es una vista en planta del detalle de la figura 3.

Mejor modo de llevar a la práctica la invención

En las figuras 1 y 2, con el número 1 se designa en conjunto un rotor de una turbomáquina A. El rotor 1 está montado de manera que gire alrededor de un eje 2 en una dirección D e incluye al menos una fila 3 de álabes 4 coaxiales al eje 2; y al menos un aro exterior 5, que cubre la fila 3 y es coaxial al eje 2. El aro exterior 5 consta de una pluralidad de sectores 6, comúnmente denominados coronas, cada uno de los cuales está separado de cada uno de los sectores adyacentes 6 por medio de un entrehierro relativo 7 y está fijado al extremo libre de un álabe respectivo 4.

Cada sector 6 se define por una chapa sustancialmente plana, cuyos bordes laterales se definen por dos superficies circunferenciales planas 8 y 9 que están sustancialmente en un mismo plano y son paralelas una a otra, y por una superficie transversal delantera generalmente convexa 10 (en relación a la dirección D) y por una superficie transversal trasera generalmente cóncava 11 que son complementarias una con respecto a otra. En particular, la superficie transversal delantera 10 de un sector 6 está acoplada a la superficie transversal trasera 11 de un sector

adyacente 6 con la interposición del entrehierro respectivo 7 cuya anchura es sustancialmente constante.

Según una primera realización (no ilustrada) la anchura del entrehierro 7 es variable; preferiblemente, así, la superficie transversal delantera 10 podría entrar en contacto al menos parcialmente con la superficie transversal trasera 11.

Según otra realización alternativa (no ilustrada) las superficies transversales 10 y 11 se pueden elegir de entre un grupo de pares de superficies con diferentes geometrías; además, los entrehierros 7 de un aro exterior 5 pueden ser de anchuras diferentes.

Cada sector 6 también está provisto de una superficie radialmente exterior 12 y una superficie radialmente interior 13 que están sustancialmente a nivel y son sustancialmente paralelas una a otra. En particular, la superficie radialmente interior 13 se divide en una porción delantera 14 y una porción trasera 15 por el extremo libre del álabe relativo 4.

El rotor 1 también incluye una pluralidad de elementos amortiguadores 16, cada uno de los cuales está dispuesto de manera que esté a horcajadas de un par respectivo de sectores 6.

Por razones de sencillez, la descripción siguiente se refiere a un solo par de sectores adyacentes 6, sobre los que va a horcajadas un elemento amortiguador relativo 16; y los términos delantero y trasero se usan, como antes, en relación a la dirección D. Además, según lo ilustrado en la figura 2, en el par de sectores 6 aquí considerado, el sector 6 dispuesto en la parte delantera y los elementos integralmente conectados a él se indican por la letra índice "a", mientras que el sector 6 dispuesto en la parte trasera y los elementos integralmente conectados a él se indican por la letra índice "b".

El elemento amortiguador 16 se define por una chapa sustancialmente plana dispuesta de manera que esté en contacto con la porción trasera 15 de la superficie radialmente interior 13 del sector 6a y con la porción delantera 14 de la superficie radialmente interior 13 del sector 6b. Además, como se describirá más plenamente más adelante en este documento, un extremo delantero del elemento amortiguador 16 está dispuesto sustancialmente de manera que esté en contacto con un perfil trasero cóncavo 17 del álabe 4a que soporta el sector 6a, mientras que un extremo trasero del elemento amortiguador 16 está dispuesto sustancialmente de manera que esté en contacto con un perfil delantero convexo 18 del álabe 4b que soporta el sector 6b.

Según lo ilustrado en la figura 3, cada elemento amortiguador 16 incluye una tira delantera 19 y una tira trasera 20 que son sustancialmente transversales con respecto a la dirección D. En particular, la tira delantera 19 está conectada a una sección intermedia de la tira trasera 20 por medio de dos tiras 21, que se extienden desde respectivos extremos de la tira delantera 19, son sustancialmente paralelas a la dirección D y delimitan, con las tiras delantera 19 y trasera 20, un agujero 22.

La tira delantera 19 tiene una superficie radialmente exterior 23 y está delimitada anteriormente por un borde 24 sustancialmente paralelo al perfil trasero cóncavo 17 del álabe 4a. Dos apéndices 25 sobresalen hacia delante del borde 24 y están curvados hacia dentro en un ángulo recto de manera que definan dos lengüetas radiales 26, dispuestas sustancialmente de manera que estén en contacto con el perfil trasero cóncavo 17 del álabe 4a; mientras que un saliente 27 sobresale radialmente hacia fuera de una porción central de la superficie radialmente exterior 23 en una posición que mira a y está en contacto con la porción trasera 15 del sector 6a.

La tira trasera 20 tiene una superficie radialmente exterior 28 que está en el mismo plano que la superficie radialmente exterior 23 de la tira delantera 19 y está provista de un saliente 29, que se extiende sustancialmente a lo largo de toda la longitud de la tira trasera 20 y sobresale radialmente hacia fuera de la superficie radialmente exterior 28 en una posición que mira a y está en contacto con la porción delantera 14 del sector 6b. La tira trasera 20 está delimitada posteriormente por un borde 30 sustancialmente paralelo al perfil delantero convexo 18 del álabe 4b e incluye una porción central 31 dispuesta entre las tiras 21 y dos porciones de extremo 32 y 33 que se extienden desde los extremos opuestos de la porción central 31.

La porción central 31 está provista en el centro de un apéndice 34, que sobresale hacia atrás del borde 30 y está curvado hacia dentro en un ángulo recto de manera que defina una lengüeta radial 35, que está dispuesta sustancialmente de manera que esté en contacto con el perfil delantero convexo 18 del álabe 4b.

La porción de extremo 32 incluye una sección inicial 36, que está conectada a la porción central 31, es sustancialmente recta, se extiende a lo largo del perfil delantero convexo 18 del álabe 4b y está provista de un apéndice 37, que se extiende desde un borde de la sección inicial 36 opuesto al borde 30 y curvado en forma de U y en una dirección radialmente hacia fuera con el fin de acoplar lateralmente con el sector 6b que va a horcajadas de la superficie circunferencial plana relativa 8. La porción de extremo 32 también incluye una sección de extremo 38, que se curva en forma de U con el fin de abrazar lateralmente el álabe 4b y termina con una lengüeta 39, que se curva en un ángulo recto en una dirección radialmente hacia dentro y está dispuesta sustancialmente de manera que esté en contacto con el perfil trasero cóncavo 17 del álabe 4b.

La porción de extremo 33 tiene un apéndice terminal 40, que se curva en forma de U y en una dirección radialmente hacia fuera de manera que acople lateralmente con el sector 6b que va a horcadas de la superficie circunferencial plana relativa 9.

En conexión con la descripción anterior se deberá indicar que los amortiguadores 16, según otra realización (no ilustrada), pueden estar provistos de más de un agujero 22, y que, variando ciertos parámetros tales como la forma y/o las dimensiones y/o la posición y/o el número de los agujeros 22, es posible variar el peso y la posición del centro de gravedad G de cada elemento amortiguador 16; mientras que variando otros parámetros, tales como el número, la geometría y el tamaño de los salientes 27 y 29, es posible variar la acción de interferencia entre cada elemento amortiguador 16 y el aro exterior 5. Además, los salientes 27 y 29 facilitan el refuerzo del amortiguador 16 sin incrementar su peso.

Por último, eligiendo cada elemento amortiguador 16 de entre un conjunto de elementos amortiguadores 16 que difieren uno de otro en términos de los valores de uno o más de dichos parámetros, es posible producir un rotor 1, que se comporta sustancialmente exactamente de la misma forma que en el diseño teórico.

El elemento amortiguador 16 se hace por medio de un proceso de moldeo de una hoja metálica plana, hecha preferiblemente de HASTELLOY-X o HAYNES-188, y los salientes 27 y 29 se pueden recubrir con material antidesgaste; alternativamente, el elemento amortiguador 16 se hace de un material antidesgaste.

En el uso, durante la rotación del rotor 1, cada elemento amortiguador 16 es empujado debido a la fuerza centrífuga contra la superficie radialmente interior 13 del aro exterior 5 y la cantidad de fuerza de rozamiento que se genera, siendo igual el número de vueltas, depende del peso y de la geometría de dicho elemento amortiguador 16. En términos generales, el efecto amortiguador de los elementos amortiguadores 16 se puede ajustar variando el peso y la posición del centro de gravedad de dichos elementos amortiguadores 16, cada uno de los cuales se puede elegir, como se ha descrito anteriormente y según los requisitos específicos, de entre una pluralidad de elementos amortiguadores 16 que difieren uno de otro, en particular, en términos de su peso y la posición del centro de gravedad.

Se deberá entender que los elementos amortiguadores 16 no tienen que ir montados en asientos específicos o cámaras en el rotor 1; en cambio, cada elemento amortiguador 16 puede ir insertado radialmente en el aro exterior 5 de un rotor genérico existente 1 con el fin de amortiguar las vibraciones que se generan efectivamente a lo largo de los álabes relativos 4.

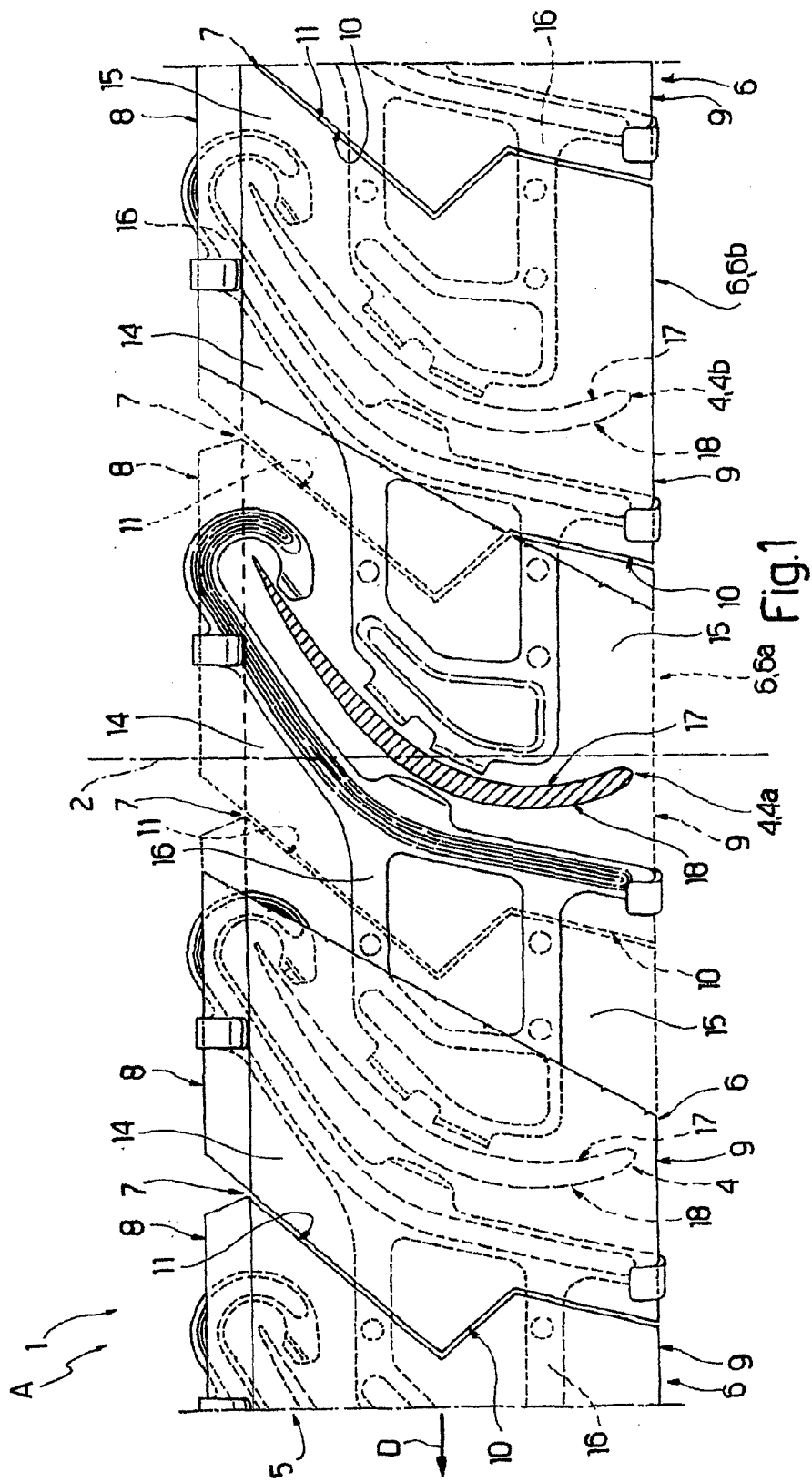
En algunos casos, el elemento amortiguador 16 también puede ir insertado en un rotor 1 de una turbomáquina A que ya ha sido instalada completamente sin la necesidad de operaciones complejas para desmontar/montar dicha turbomáquina A; por ejemplo, los elementos amortiguadores 16 pueden ir insertados entre los álabes 4 de una última etapa de una turbina de gas ya montada en el ala de un avión.

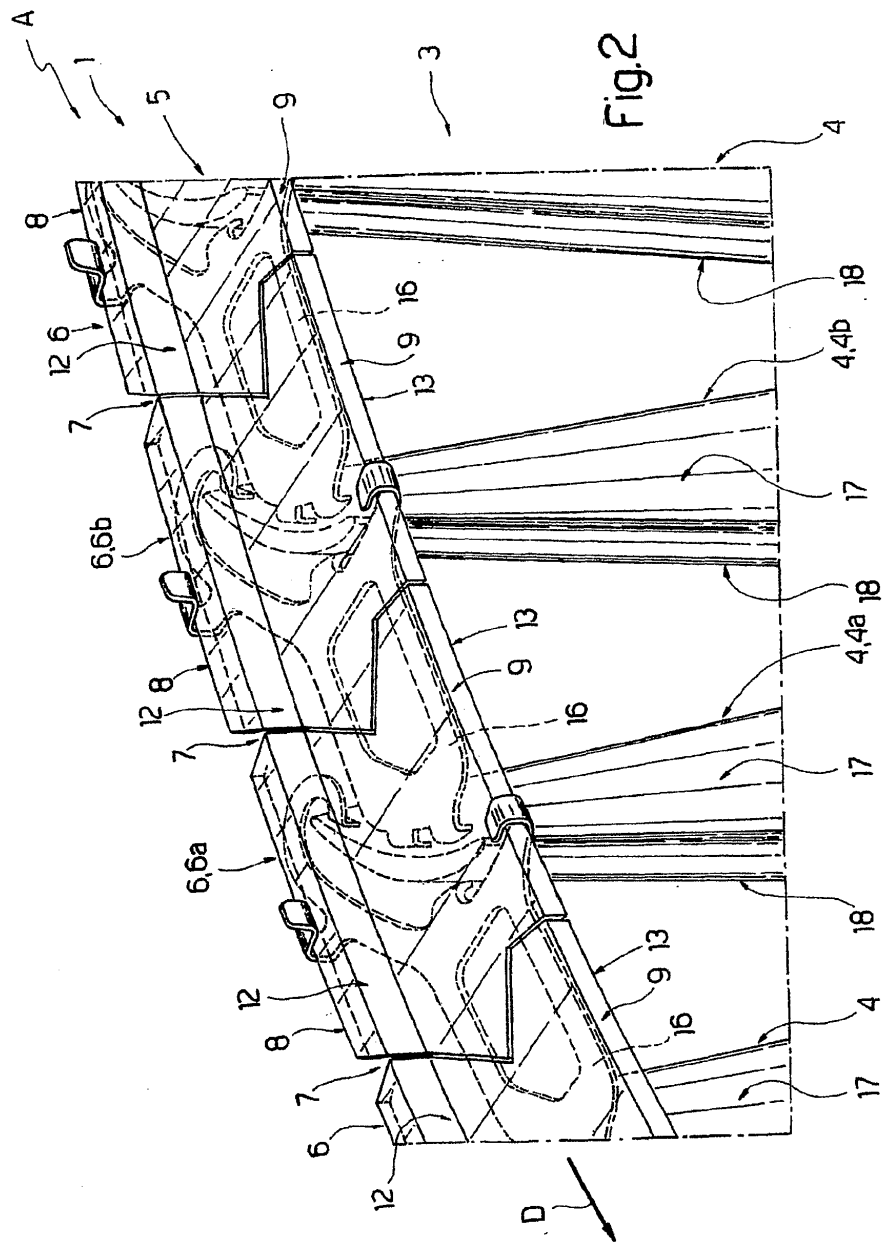
El uso de los elementos amortiguadores 16 es especialmente ventajoso en presencia de una turbomáquina A con reacciones que son diferentes de las inicialmente contempladas en el plano de diseño; de hecho, los elementos amortiguadores 16 son capaces de reducir efectivamente tanto la amplitud de las vibraciones de los álabes 4 como los efectos disipativos relacionados que producen un desgaste significativo, tales como las colisiones entre dos sectores adyacentes 6.

Por último, no todos los elementos amortiguadores 16 de un mismo rotor 1 tienen que ser idénticos, sino que pueden diferir uno de otro y usarse para equilibrar el rotor relativo 1.

REIVINDICACIONES

1. Rotor para turbomáquinas incluyendo una fila (3) de álabes (4) teniendo cada uno una dirección (D) de movimiento del rotor (1), un perfil delantero convexo (18) y un perfil trasero cóncavo (17); un aro exterior (5) incluyendo una pluralidad de sectores (6) adyacentes uno a otro y cada uno de los cuales está fijado al extremo libre de un álabe respectivo (4); una pluralidad de elementos amortiguadores (16) acoplados al aro exterior (5) para amortiguar las vibraciones de los álabes (4); donde cada elemento amortiguador (16) está dispuesto radialmente dentro del aro exterior (5) entre los álabes (4) de un par respectivo de álabes adyacentes (4a, 4b), tiene una superficie radialmente exterior (23, 28), que está dispuesta de manera que esté en contacto con ambos sectores (6a, 6b) fijados a los álabes (4) del par respectivo de álabes (4a, 4b), e incluye una tira delantera (19) y una tira trasera (20) que son sustancialmente transversales con respecto a la dirección (D) de movimiento y están fijadas una a otra; estando dispuestas las tiras delantera y trasera (19, 20) de manera que estén en contacto con el sector delantero (6a) y, respectivamente, el sector trasero (6b) de los dos sectores (6) fijados a los álabes (4) del par respectivo de álabes (4a, 4b); y **caracterizándose** el rotor (1) porque cada elemento amortiguador (16) incluye lengüetas radiales (26, 35, 39) dispuestas sustancialmente de manera que estén en contacto en parte (26) con el perfil trasero cóncavo (17) del álabe delantero (4a), en parte (35) con el perfil delantero convexo (18) del álabe trasero (4b), y en parte (39) con el perfil trasero cóncavo (17) del álabe trasero (4b) del par respectivo de álabes (4a, 4b).
2. Rotor según la reivindicación 1, donde la tira delantera (19) se extiende transversalmente con respecto al álabe delantero (4a) del par respectivo de álabes adyacentes (4a, 4b) y a lo largo del perfil trasero cóncavo (17) del álabe delantero (4a) propiamente dicho.
3. Rotor según la reivindicación 1 o 2, donde la tira trasera (20) se extiende transversalmente con respecto al álabe trasero (4b) del par respectivo de álabes adyacentes (4a, 4b) y abraza parcialmente dicho álabe trasero (4b); extendiéndose la tira trasera (20) en parte a lo largo del perfil delantero convexo (18) y en parte a lo largo del perfil trasero cóncavo (17) del álabe trasero (4b).
4. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada elemento amortiguador (16), a lo largo de su superficie radialmente exterior (23, 28), está provisto de medios de contacto primero y segundo (27, 29), que se adhieren a una porción trasera (15) y, respectivamente, a una porción delantera (14) de superficies radialmente internas (13) de los dos sectores (6a, 6b) fijados a los álabes (4) del par respectivo de álabes (4a, 4b).
5. Rotor según la reivindicación 4, donde los medios de contacto primero y segundo (27, 29) incluyen un primer y, respectivamente, un segundo saliente (27, 29), que sobresalen radialmente hacia fuera de la superficie radialmente exterior (23, 28) del elemento amortiguador (16).
6. Rotor según la reivindicación 4 o 5, donde al menos uno de dichos medios de contacto primero y segundo (27, 29) está recubierto con un material antidesgaste.
7. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada elemento amortiguador (16) incluye medios de acoplamiento (37, 40) para fijarlo aro exterior (5).
8. Rotor según la reivindicación 7, donde los medios de acoplamiento (37, 40) de cada elemento amortiguador (16) enganchan el sector trasero (6b) de los dos sectores (6) fijados a los álabes (4) del par respectivo de álabes (4a, 4b).
9. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada elemento amortiguador (16) incluye una chapa provista de al menos un agujero (22), y un centro de gravedad (G); siendo la posición del centro de gravedad (G) y el peso del elemento amortiguador (16) una función de la forma, de la posición y de las dimensiones de dicho agujero (22); y eligiéndose cada elemento amortiguador (16) de entre una pluralidad de elementos amortiguadores (16) que tienen agujeros (22) que son diferentes uno de otro.
10. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde los elementos amortiguadores (16) difieren uno de otro y se eligen de manera que equilibren dinámicamente dicho rotor (1).
11. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde al menos un elemento amortiguador (16) se hace de un material antidesgaste.
12. Rotor según una de las reivindicaciones anteriores, donde cada sector (6) está separado, al menos parcialmente, de cada sector adyacente (6) por medio de un entrehierro (7).
13. Rotor según la reivindicación 12, donde todos los entrehierros (7) son de la misma anchura.
14. Rotor según la reivindicación 12, donde todos los entrehierros (7) son de anchuras diferentes.





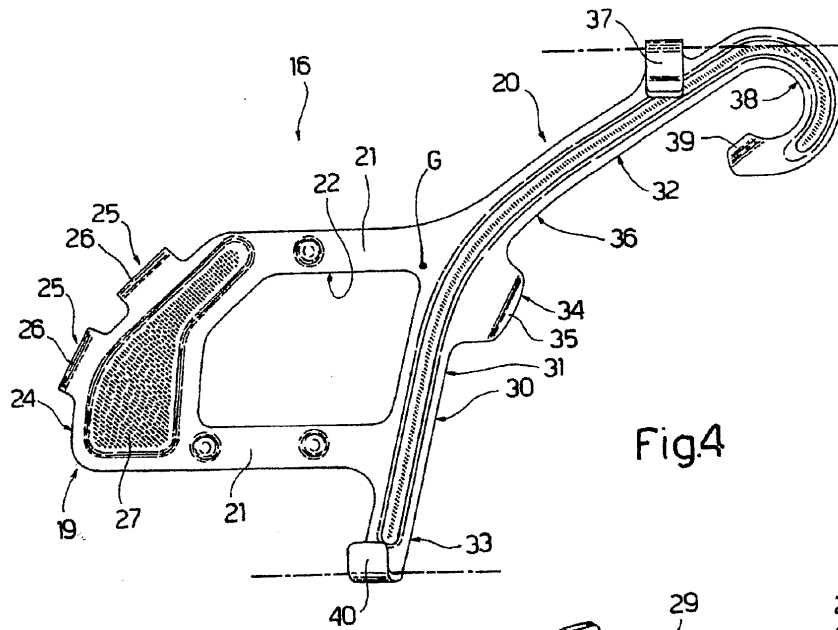


Fig.4

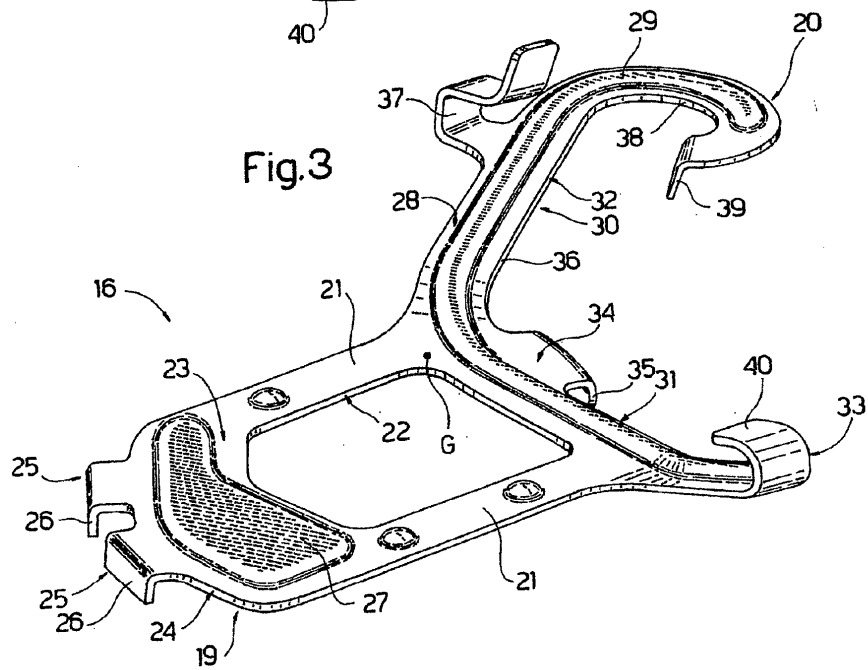


Fig.3