

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 676**

51 Int. Cl.:

F01D 5/30

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2010 E 10785099 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2488725**

54 Título: **Rueda de turbina equipada con una arandela de retención axial que bloquea a las palas con respecto a un disco**

30 Prioridad:

13.10.2009 FR 0957150

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

24.10.2013

73 Titular/es:

**TURBOMECA (100.0%)
64510 Bordes, FR**

72 Inventor/es:

**CHAUVEAU, DAMIEN y
SAHORES, JEAN-LUC**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 426 676 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

Rueda de turbina equipada con una arandela de retención axial que bloquea a las palas con respecto a un disco

5 La invención concierne de modo general a las ruedas de palas en turbinas de gas y de modo más particular a la retención axial de las citadas palas con respecto al eje de la rueda. El ámbito de aplicación de la invención es especialmente el de las turbinas de gas de aeronaves así como el de las turbinas de gas industriales.

10 Una rueda de turbina clásica presenta un eje de rotación y comprende un disco que tiene una periferia y una cara lateral, una pluralidad de palas montadas en el disco, comprendiendo cada una de las palas un pie de pala y un primer gancho que sobresale axialmente, estando el citado primer gancho orientado radialmente y definiendo una primera garganta que se abre radialmente hacia el eje de rotación de la rueda de turbina, comprendiendo el disco una serie de segundos ganchos que sobresalen axialmente desde su cara lateral en el mismo lado que los primeros ganchos, estando cada segundo gancho orientado radialmente y definiendo una segunda garganta que se abre radialmente hacia el eje de rotación de la rueda de turbina, comprendiendo una arandela de retención axial al menos un tope y destinada a estar dispuesta en el interior de las primeras gargantas y en el interior de las segundas gargantas a fin de retener axialmente a las palas con respecto al disco.

15 En las ruedas de turbina conocidas, por ejemplo por la patente FR 2 729 709, un tope de arandela queda bloqueado en rotación entre diferentes partes de la rueda de turbina a fin de asegurar el montaje de la arandela y la retención de las palas del disco.

La invención tiene por objetivo proponer una alternativa a las estructuras de montaje de ruedas de turbina conocidas.

20 Este objetivo se consigue gracias al hecho de que en el tipo de rueda de turbina anteriormente descrito, el tope está destinado a quedar dispuesto entre dos pies de pala adyacentes para limitar los desplazamientos acimutales de la arandela.

25 Se entiende por « pie » el conjunto de la pala dispuesto en la base de la pala que sirve para el montaje de esta última en el disco. Deberá observarse que en lo que sigue, se utilizará indiferentemente el término « rueda » y « rueda de turbina » para designar el mismo objeto. Se comprende por tanto que en posición montada, el desplazamiento acimutal del tope está limitado por dos pies de pala adyacentes. Para hacer esto, el tope puede chocar contra uno u otro de los dos pies de pala. Por consiguiente, se limita el desplazamiento acimutal de la arandela.

30 El tope está dispuesto en un espacio que se extiende entre los dos pies de pala adyacentes de modo que no es necesario ningún mecanizado particular, especialmente para disponer un espacio para alojar al tope. Así pues, es posible montar en la rueda un conjunto de palas que tengan pies idénticos. Además, pudiendo ser las palas todas idénticas, el montaje de la rueda resulta facilitado. En efecto, el operador no presta atención particular a la colocación de una pala que tenga un pie específico enfrente del tope.

35 De esta manera, el desplazamiento acimutal de la arandela es como máximo igual a la longitud acimutal del espacio disponible entre dos pies adyacentes menos la longitud acimutal del tope. En el caso en que el tope se extienda sobre la mayor parte de la longitud acimutal, es útil prever un desplazamiento acimutal máximo no nulo de la arandela, especialmente para facilitar el montaje y para compensar las diferentes dilataciones térmicas. Se observará que las primeras gargantas están definidas entre los primeros ganchos y los pies de pala mientras que las segundas gargantas están definidas entre los segundos ganchos y el disco. La arandela se desplaza acimutalmente en el interior de las primeras y segundas gargantas.

40 Por otra parte, se observará que la disposición del tope entre dos pies de pala permite ventajosamente liberarse de un mecanizado particular del citado tope, en particular para permitir su inserción entre los dos pies de pala. Además, esta disposición entre dos pies de pala permite colocar el tope entre un par cualquiera de pies de pala. Así, no hay posibles varias posiciones acimutales de montaje de la arandela, lo que hace a la arandela polivalente. De esta manera, a diferencia de los dispositivos del estado de la técnica, la rueda de turbina de acuerdo con la presente invención no está limitada a una sola posición de montaje del tope, y por tanto de la arandela, con respecto a la rueda de turbina.

Ventajosamente, el tope sobresale axialmente desde una cara axial de la arandela.

45 Se entiende por « cara axial » de la arandela una cara de la arandela que es perpendicular al eje de rotación de la turbina. En otras palabras, una cara axial de la arandela es una cara sensiblemente paralela a la cara lateral del disco. Preferentemente, en posición montada, el tope sobresale según una dirección axial opuesta a la cara lateral del disco.

Ventajosamente, el tope está dispuesto en una porción anular interior de la arandela.

- Considerando la arandela como una anilla que tiene un borde periférico interior y un borde periférico exterior y una línea geométrica intermedia que se extiende paralelamente entre los bordes periféricos interior y exterior, la porción anular interior de la arandela queda determinada como una porción de la arandela delimitada por el borde periférico interior y la línea intermedia de la arandela, mientras que la porción anular exterior de la arandela queda definida como una porción de la arandela delimitada por el borde periférico exterior y la línea intermedia de la arandela. Se comprende por tanto que el tope se extiende radialmente en una cara axial de la arandela, entre el borde periférico interior y la línea intermedia de la arandela.
- Preferentemente, el tope está destinado a quedar dispuesto entre los primeros ganchos de dos pies de pala adyacentes.
- Así, el tope es apto para cooperar con los citados primeros ganchos de los pies de pala a fin de limitar el desplazamiento acimutal de la arandela. Se comprende por tanto que el espacio acimutal en el cual se extiende el tope está delimitado acimutalmente por los primeros ganchos. Así, los primeros ganchos presentan una zona de choque para el tope.
- Ventajosamente, el tope está destinado a quedar dispuesto radialmente debajo de uno de los segundos ganchos.
- Se comprende por tanto que uno de los segundos ganchos está dispuesto en el espacio acimutal disponible entre dos pies de pala adyacentes. Este segundo gancho y el tope están dispuestos sensiblemente en un mismo radio de rueda. El segundo gancho está radialmente más alejado del eje de rotación de la rueda de turbina que el tope. El segundo gancho está por tanto orientado hacia el tope.
- Preferentemente, la distancia mínima entre el borde periférico exterior de la arandela y el tope es mayor que la profundidad de una de las segundas gargantas.
- Así, si el tope está radialmente debajo de un segundo gancho, se asegura que el borde exterior de la arandela sea apto para estar en contacto con el fondo de la segunda garganta, por ejemplo bajo el efecto de las fuerzas centrífugas durante la rotación de la rueda de turbina, sin que el tope sea susceptible de cooperar con el segundo gancho. Por consiguiente, se evitan tensiones mecánicas radiales sobre el tope que no sirven para la limitación del movimiento acimutal de la arandela. Se mejora así la duración de vida de servicio de la arandela. Además, se limitan igualmente las tensiones mecánicas en flexión en el segundo gancho dispuesto radialmente encima del tope, evitando un contacto tope/segundo gancho. Debido a esto, la cooperación de la arandela es idéntica con cada una de las segundas gargantas del disco, independientemente de la presencia del tope.
- Ventajosamente, el primer gancho de cada una de las palas sobresale radialmente desde el pie de las citadas palas.
- Esta estructura de primer gancho permite fabricar fácilmente primeros ganchos cuyas primeras gargantas estén dispuestas en continuidad acimutal con las segundas gargantas del disco. Así, cuando las palas están montadas en el disco, los primeros ganchos sobresalen axialmente desde el plano definido por la cara lateral del disco.
- Preferentemente, el pie de cada una de las palas está introducido en un alojamiento que se abre en la periferia del disco, estando los alojamientos separados por dientes, sobresaliendo cada segundo gancho desde uno de los dientes.
- A nivel de la periferia del disco, se comprende que los dientes alternan con los pies de pala, y que los primeros ganchos alternan con los segundos ganchos. Así, la garganta circunferencial que recibe a la arandela está constituida por una sucesión alternada de primeras y segundas gargantas. Deberá observarse que la garganta circunferencial no es necesariamente continua y puede presentar intervalos entre las primeras gargantas y las segundas gargantas. Tal estructura de garganta permite repartir uniformemente los esfuerzos de retención de las palas sobre toda la periferia del disco. Esto permite igualmente mantener mejor la arandela y por tanto evitar efectos dinámicos nefastos para la estructura tales como vibraciones.
- Ventajosamente, el tope presenta caras de contacto aptas para realizar un contacto plano con caras de apoyo de los dos pies de pala que limitan el desplazamiento acimutal de la arandela.
- Previendo caras de contacto en el tope y caras de apoyo en los pies, se crea una interfaz entre el tope y los pies que mejora la cooperación entre estos dos elementos. Así, cuando el tope coopera con un pie, el tope difícilmente puede deslizarse y liberarse del bloqueo acimutal realizado por el pie.
- Preferentemente, la arandela presenta una ranura diametralmente opuesta al tope.
- La ranura de la arandela permite facilitar el montaje de esta última en interior de las primeras y segundas gargantas. La posición de la ranura diametralmente opuesta al tope permite mejorar la fiabilidad funcional de la arandela. En efecto, si sobreviniera una rotura de esta última, esta rotura estaría situada muy probablemente a nivel del tope. La arandela rota formaría entonces dos semiarandelas de longitudes sensiblemente equivalentes que no podrían liberarse de los primeros y segundos ganchos. Así, la presencia de un único tope dispuesto en el lado opuesto a la ranura, permite concentrar las tensiones mecánicas experimentadas por la arandela en la proximidad del citado tope

en el lado opuesto a la ranura y, por consiguiente, mejorar la fiabilidad funcional de la arandela. Además, estando la ranura dispuesta diametralmente en el lado opuesto al tope, se dispone a la arandela en el interior de las primeras y segundas gargantas actuando sobre la flexibilidad radial de la arandela y disponiendo desde el principio el tope entre dos pies de pala. Se limita, así, desde el montaje, los movimientos acimutales de la arandela.

- 5 Ventajosamente, la arandela presenta la forma general de una anilla que presenta un eje, estando situado el centro de gravedad de la citada arandela en el citado eje.

Una arandela equilibrada presenta la ventaja de no influir en el equilibrio del conjunto rotatorio constituido por el disco y las palas. Así, no es necesario prever un mecanizado particular en la rueda de turbina para compensar un desequilibrio que fuera debido a una repartición de las masas no uniforme. Por consiguiente, es posible montar la arandela en todas las posiciones acimutales posibles sin perturbar la repartición acimutal homogénea de las masas, de modo que el ensamblaje de la rueda de turbina se encuentre facilitado.

10 La presente invención concierne igualmente a una turbomáquina que comprenda una rueda de turbina de acuerdo con la invención.

15 La invención y sus ventajas se comprenderán mejor con la lectura de la descripción detallada hecha seguidamente de un modo de realización dado a título de ejemplo no limitativo. Esta descripción hace referencia a las figuras anejas, en las cuales:

- la figura 1 representa una porción de rueda de turbina de acuerdo con la invención,
- la figura 2, representa el montaje de la arandela de la rueda de turbina de acuerdo con la invención visto según el plano de sección II de la figura 1,
- 20 - la figura 3, representa el montaje de la arandela de la rueda de turbina de acuerdo con la invención visto según el plano de sección III de la figura 1,
- la figura 4 representa la arandela de la figura 1 en su conjunto, y
- la figura 5 representa una turbomáquina de helicóptero equipada con una rueda de turbina de acuerdo con la invención.

25 La figura 1 representa una porción de rueda de turbina 10 de eje de rotación X. La rueda de turbina 10 comprende un disco 12 y una pluralidad de palas 14. El disco 12 presenta en su periferia una pluralidad de dientes 16 espaciados por alojamientos 18. Cada pala 14 de la rueda de turbina 10 está insertada en un alojamiento 18 a nivel de su pie 20. Cada pie 20 de pala 14 presenta un primer gancho 22 que sobresale axialmente (según el eje X). En cada pala 14, el primer gancho 22 está orientado radialmente y forma una primera garganta 24 que se abre radialmente hacia el eje de rotación X de la rueda 10. Obsérvese que por « orientación radial » se entiende « orientado según un radio de la rueda de turbina » mientras que por « orientación axial » se entiende « orientado según el eje de rotación de la turbina ».

30 Cada diente 16 del disco 12 presenta un segundo gancho 26 que sobresale axialmente (según el eje X). En cada diente 16, el segundo gancho 26 está orientado radialmente y define una segunda garganta 28. Los primeros y segundos ganchos 22 y 26 se extienden axialmente desde el plano definido por la cara lateral 12a del disco 12, en el mismo lado. Las primeras gargantas 24 y las segundas gargantas 28 están alineadas acimutalmente. Según la dirección acimutal, los primeros ganchos 22 alternan con los segundos ganchos 26. Por « dirección acimutal » se entiende « orientado según la circunferencia de la rueda de turbina ».

35 En este ejemplo, el primer gancho 22 está situado en la base de fijación de la pala y los segundos ganchos 26 en la base de los dientes 16. Se acuerdo con una variante, el primer gancho 22 podría estar colocado en otra parte del pie, por ejemplo debajo de la plataforma de la pala 14. Los segundos ganchos 26 estarían colocados entonces a nivel de la cabeza de los dientes 16. En otras palabras, la posición radial de los ganchos puede adaptarse.

40 Para retener axialmente a las palas 14 en el disco 12, se dispone una arandela 30 en el interior de las primeras gargantas 24 y en el interior de las segundas gargantas 28. Esta arandela 30 tiene una forma anular alrededor de un eje que está confundido con el eje de rotación X de la turbina. La arandela 30 presenta un único tope 32 dispuesto en una cara axial de la arandela 30, en el lado opuesto a la cara lateral 12a del disco 12. El tope 32 está dispuesto entre dos pies adyacentes 20 de dos palas adyacentes 14. Las extremidades acimutales 32a del tope 32 son aptas para chocar contra los pies 20 que le enmarcan, y de modo más particular con los primeros ganchos 22, a fin de limitar el desplazamiento acimutal de la arandela 30 en el interior de las primeras y segundas gargantas 24 y 28.

45 El tope 32 está igualmente dispuesto radialmente debajo de un segundo gancho 26. Cualesquiera que sean las condiciones mecánicas experimentadas por la arandela 30, el tope 32 no entra en contacto con el segundo gancho 26, ni radialmente, ni acimutalmente. Así, los primeros ganchos 22 son radialmente más largos que los segundos ganchos 26 de modo que los primeros ganchos 22 son aptos para cooperar con el tope 32 mientras que los segundos ganchos 26 dejan al tope 32 (y por tanto a la arandela 30) libre de movimiento acimutal. Por consiguiente,

las primeras gargantas 24 definidas por los primeros ganchos 22 son más profundas que las segundas gargantas 28 definidas por los segundos ganchos 26.

A fin de que el tope 32 no pueda entrar en contacto con los segundos ganchos 26 y que la arandela 30 quede insertada en las segundas gargantas 28, la arandela 30 presenta una porción anular exterior 30a sobre la cual el tope 32 no se extiende. Así, el tope 32 está dispuesto sobre una porción anular interior 30b de la arandela 30. En este ejemplo, la porción anular interior 30b está delimitada y separada de la porción anular exterior 30a por la línea intermedia 30c de la cara axial que soporta al tope 32. Esta línea intermedia 30c es una marca de mecanizado de un chafalán 31a realizado a nivel del borde periférico interior 30d de la cara axial que soporta al tope 32 (véanse las figuras 2 y 4).

La figura 2 representa la introducción de la arandela 30 en una primera garganta 24, vista según el plano de sección II de la figura 1. La figura 3 representa la introducción de la arandela 30 en una segunda garganta 28, vista según el plano de sección III de la figura 1. La profundidad de las segundas gargantas 28 es inferior a la distancia entre el borde periférico exterior 30e de la arandela 30 y el tope 32 de modo que, en la figura 3, el borde periférico exterior 30e de la arandela 30 coopera con el fondo 28c de la segunda garganta 28 mientras que el tope 32 dista radialmente del borde 26a del segundo gancho 26 como mínimo una holgura j_1 . En otras palabras, la holgura j_1 es superior a la deformación radial de la arandela 30 a nivel del tope 32 cuando la rueda de turbina 10 funciona.

Además, el fondo 24c de las primeras gargantas 24 está radialmente más alejado del eje de rotación X de la rueda de turbina 10 que el fondo 28c de las segundas gargantas 28 de modo que el borde periférico exterior 30e de la arandela 30 permanece distante como mínimo una holgura j_2 del fondo 24c de las primeras gargantas 24 mientras que ésta coopera con el fondo 28c de las segundas gargantas 28. En otras palabras, la holgura j_2 es superior a la deformación radial de la arandela 30 entre dos primeros y segundos ganchos 22 y 26. Así, la arandela 30 queda mantenida radialmente únicamente por los segundos ganchos 26 mientras que ésta coopera según la dirección axial con los primeros y segundos ganchos 22 y 26. La arandela 30 coopera igualmente con la cara lateral 12a del disco 12. En otras palabras, la arandela 30 coopera radialmente únicamente con el fondo 28c de las segundas gargantas 28 mientras que ésta coopera axialmente con las caras laterales 24a y 24b de las primeras gargantas 24, con las caras laterales 28a y 28b de las segundas gargantas 28, así como con la cara lateral 12a del disco 12. De esta manera, la arandela 30 coopera radialmente únicamente con los segundos ganchos 26. Esto presenta la ventaja de limitar el desgaste por contacto experimentado por los primeros ganchos 22, especialmente en el fondo de las primeras gargantas 24. Este montaje limita así los riesgos de rotura de los primeros ganchos 22 de pala 14.

Se observará que a nivel de su periferia exterior 30e, la arandela 30 presenta chaflanes 31b y 31c en sus caras axiales a fin de facilitar su inserción en las primeras y segundas gargantas 24 y 28. La anchura del chaflán 31b realizado en la cara axial que soporta al tope 32 es menor que la anchura del chaflán 31c realizado en la cara axial enfrentada a la cara lateral 12a del disco 12. Por « anchura » del chaflán se entiende la dimensión del chaflán que se extiende radialmente en la parte achaflanada de la arandela.

La figura 4 representa la arandela 30 en perspectiva. La arandela 30 presenta una ranura 34 diametralmente opuesta al tope 32. La ranura 34 está biselada, es decir que ésta se extiende de manera oblicua con respecto a un radio de la arandela 30. Esta ranura biselada 34 permite fácilmente flexionar radialmente la arandela 30 a fin de insertarla en las primeras y segundas gargantas 24 y 28. En particular, la forma biselada de la ranura 34 permite evitar una interacción entre las extremidades de la arandela 30 que delimitan los bordes de la ranura 34 que bloquearía y limitaría la deformación elástica de la arandela 30 durante el montaje. Se observará que cuando la rueda 10 no está en funcionamiento, la arandela 30 queda mantenida en el interior de las primeras y segundas gargantas 24 y 28 por su elasticidad natural mientras que cuando la rueda de turbina 10 está en funcionamiento la arandela 30 queda además mantenida en el interior de las primeras y segundas gargantas 24 y 28 por las fuerzas centrífugas.

Preferentemente, cuando la arandela 30 está montada en la rueda de turbina 10, la ranura 34 queda dispuesta en el interior de una primera o segunda garganta 24 o 28 de modo que un primer o segundo gancho 22 o 26 limitan y/o bloquean los movimientos axiales de las extremidades de la arandela 30 que delimitan la ranura 34. Preferentemente, cuando la arandela está montada en la rueda de turbina 10, la ranura queda dispuesta en el interior de una de las segundas gargantas 28, debajo de uno de los segundos ganchos 26. Ventajosamente, la longitud acimutal del tope 32 es tal que los movimientos acimutales máximos autorizados de la arandela dejan a la ranura 34 insertada en una primera o segunda garganta 24 o 28. En otras palabras, la longitud acimutal del tope 32 es tal que la ranura 34 no se sale de una primera o segunda garganta 24 o 28, incluso cuando el tope 32 choca con uno de los pies 20 que le enmarcan.

A fin de que la arandela 30 quede equilibrada, es decir a fin de que su centro de gravedad G esté situado en el eje de la arandela 30 que está confundido con el eje X de rotación de la rueda de turbina 10, el espesor radial E de la arandela 30 varía a lo largo del contorno de la arandela 30. En efecto, a fin de compensar el exceso de material que representa el tope 32 y el defecto de material que representa la ranura 34, el espesor radial E de la arandela 30 varía continua y progresivamente entre el espesor radial mínimo $E_{mín}$, a nivel del tope 32, y el espesor radial máximo $E_{máx}$, a nivel de la ranura 34. La variación de espesor radial E es realizada esencialmente a nivel de la porción anular interna 30b de la arandela 30. Así, el centro de gravedad G de la arandela 30 está situado en el eje

de la arandela 30, preferentemente en la intersección del plano medio de la arandela 30. Se entiende por « plano medio » de la arandela el plano que pasa por la mitad del espesor axial de la arandela 30. Naturalmente, de acuerdo con una variante, el equilibrio acimutal de la arandela puede ser realizado ajustando la forma de los chaflanes 31a, 31b y 31c. Naturalmente, puede realizarse igualmente la combinación de los dos ajustes (chaflán y espesor radial).

- 5 Por otra parte, es igualmente posible ajustar el equilibrio de la arandela por un mecanizado descentrado en el tope 32. Siendo este último único, este ajuste por mecanizado es por tanto fácil y rápido de realizar. Además, no presentando el tope 32 posición acimutal preferente en el seno de la rueda 10, son posibles operaciones denominadas de selección consistentes en elegir una posición acimutal del tope 32 a fin de mejorar el equilibrio global de la rueda 10.
- 10 La figura 5 representa una turbomáquina de helicóptero 100 equipada con la rueda de turbina 10. Naturalmente, puede estar realizada una segunda rueda de turbina 110 de acuerdo con la invención, pero no necesariamente.

REIVINDICACIONES

1. Rueda de turbina (10) que tiene un eje de rotación (X) y que comprende:
- un disco (12) que tiene una periferia y una cara lateral (12a),
 - 5 - una pluralidad de palas (14) montadas en el disco (12), comprendiendo cada una de las palas (14) un pie (20) de pala (14) y un primer gancho (22) que sobresale axialmente, estando el citado primer gancho (22) orientado radialmente y definiendo una primera garganta (24) que se abre radialmente hacia el eje de rotación (X) de la rueda de turbina (10),
 - 10 - comprendiendo el disco (12) una serie de segundos ganchos (26) que sobresalen axialmente desde su cara lateral (12a) en el mismo lado que los primeros ganchos (22), estando cada segundo gancho (26) orientado radialmente y definiendo una segunda garganta (28) que se abre radialmente hacia el eje de rotación (X) de la rueda de turbina (10),
 - una arandela de retención axial (30) que comprende al menos un tope (32) y dispuesta en el interior de las primeras gargantas (24) y en el interior de las segundas gargantas (28) a fin de retener axialmente a las palas (14) con respecto al disco (12),
 - 15 - estando caracterizada la citada rueda de turbina (10) porque el tope (32) está dispuesto entre dos pies (20) de pala (14) adyacentes de manera que limita los desplazamientos acimutales de la arandela (30).
2. Rueda de turbina (10) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el tope (32) sobresale axialmente desde una cara axial de la arandela (30).
3. Rueda de turbina (10) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizada porque el tope (32) está dispuesto en una porción anular interior (30b) de la arandela (30).
- 20 4. Rueda de turbina de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque el tope (32) está dispuesto entre los primeros ganchos (22) de dos pies (20) de pala (14) adyacentes.
5. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque el tope (32) está dispuesto radialmente debajo de uno de los segundos ganchos (26).
- 25 6. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque la distancia mínima entre el borde periférico exterior (30e) de la arandela (30) y el tope (32) es mayor que la profundidad de una de las segundas gargantas (28).
7. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el primer gancho (22) de cada una de las palas (14) sobresale radialmente desde el pie (20) de las citadas palas (14).
- 30 8. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque el pie (20) de cada una de las palas (14) está insertado en un alojamiento (18) que se abre en la periferia del disco (12), estando los alojamientos (18) separados por dientes (16), sobresaliendo cada segundo gancho (26) desde uno de los dientes (16).
- 35 9. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque el tope (32) presenta caras de contacto aptas para realizar un contacto plano con caras de apoyo de los dos pies (20) de pala (14) que limitan el desplazamiento acimutal de la arandela (30).
10. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la arandela (30) presenta una ranura (34) diametralmente opuesta al tope (32).
- 40 11. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque la arandela (30) presenta la forma general de una anilla que presenta un eje (X), estando situado el centro de gravedad (G) de la citada arandela (30) en el citado eje (X).
12. Rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque la arandela (30) coopera radialmente únicamente con los segundos ganchos (26).
- 45 13. Turbomáquina (100) que comprende una rueda de turbina (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

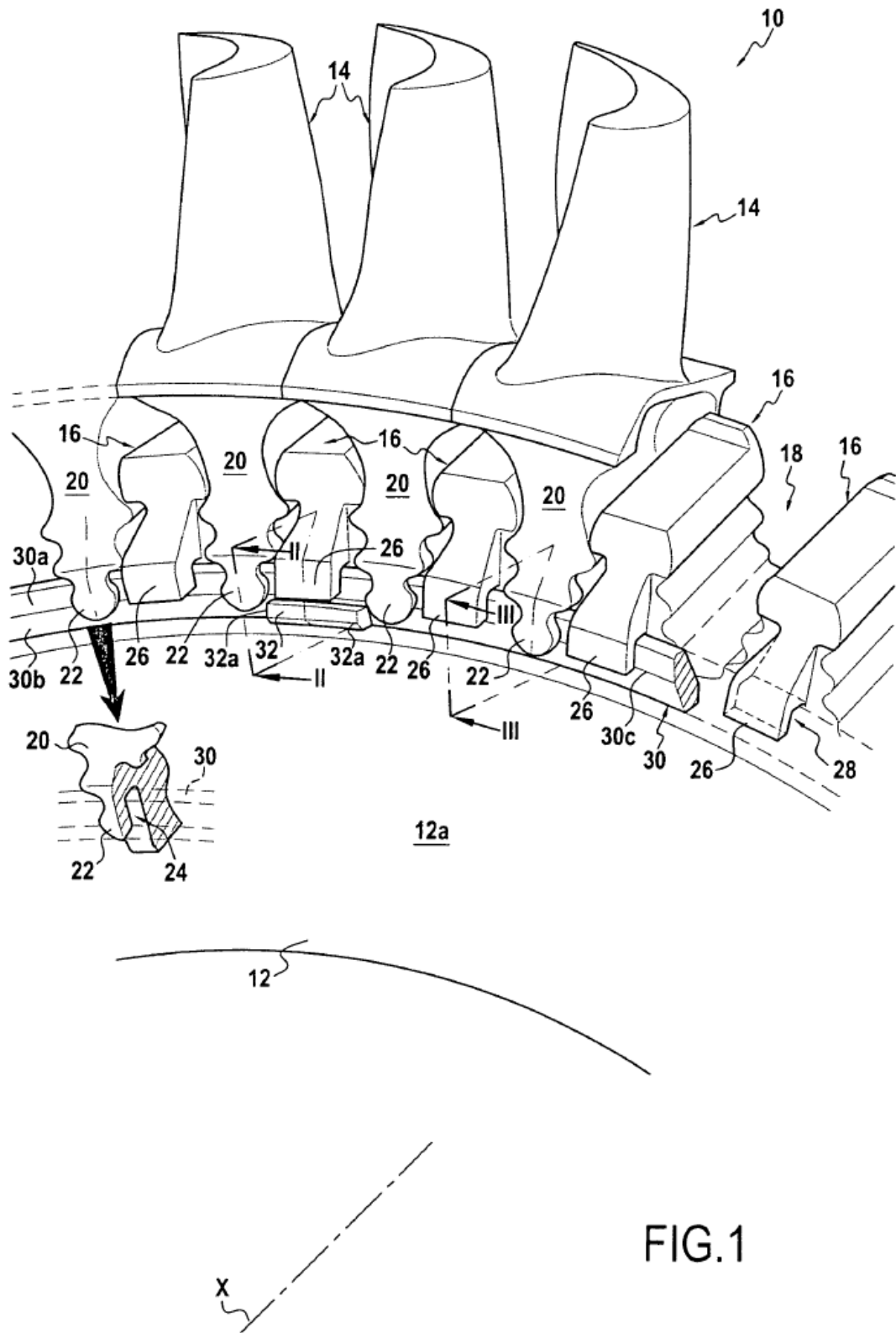


FIG.1

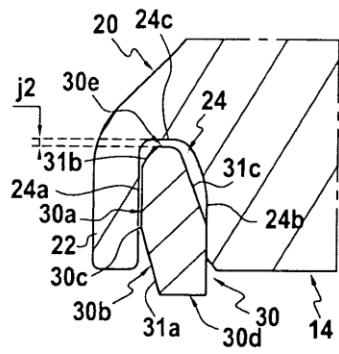


FIG. 2

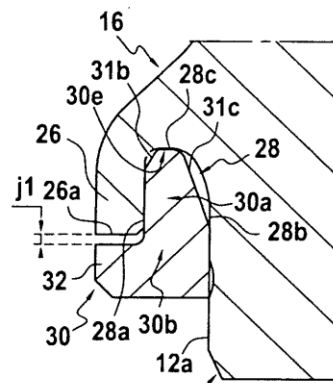


FIG. 3

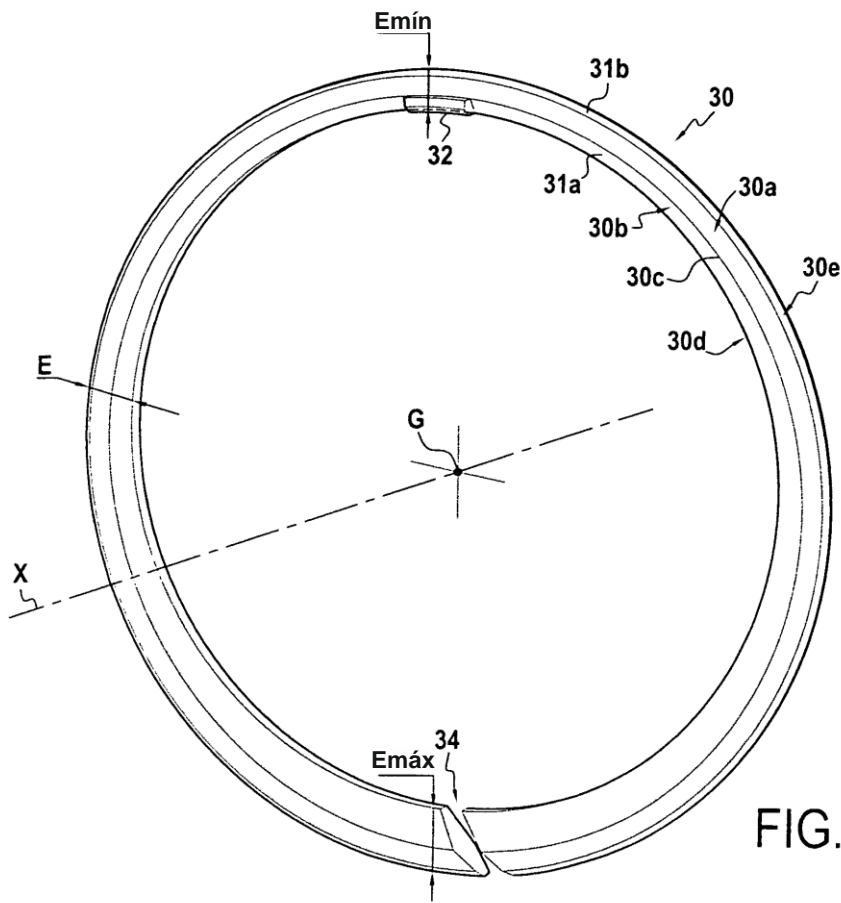


FIG. 4

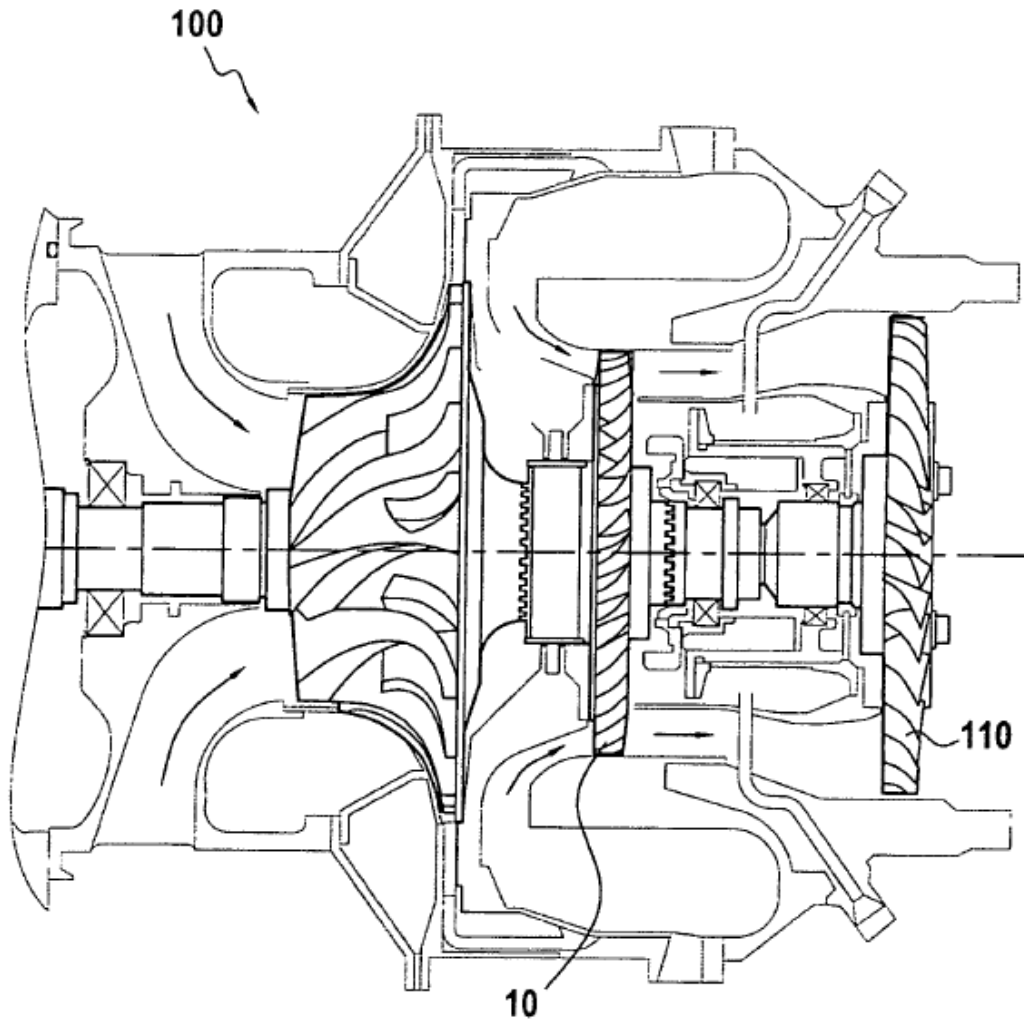


FIG.5