

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 620 517**

51 Int. Cl.:

F01D 11/02 (2006.01)

F01D 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2014** **E 14185279 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.03.2017** **EP 2860356**

54 Título: **Turbomáquina**

30 Prioridad:

08.10.2013 DE 102013220276

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

28.06.2017

73 Titular/es:

MTU AERO ENGINES AG (100.0%)
Dachauer Strasse 665
80995 München, DE

72 Inventor/es:

RAMM, GÜNTER

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 620 517 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

Turbomáquina

La invención se refiere a una turbomáquina con una junta de obturación de espacio anular según el preámbulo de la reivindicación 1.

- 5 Las turbomáquinas, tales como turbinas de gas estacionarias o motores de avión, están provistas convencionalmente de juntas de obturación de espacio anular entre filas adyacentes de álabes directores y filas de álabes móviles para al menos reducir un intercambio de fluido entre un espacio anular atravesado por una corriente principal y cavidades situadas radialmente interiores y exteriores al espacio anular. Una junta de obturación de espacio anular de este tipo se muestra, por ejemplo, en el documento US 3,730,640 A. Esta junta de obturación de espacio anular conocida tiene una pluralidad de chapas de resorte ranuradas, que se extienden desde un nervio de rotor en la dirección axial de la turbomáquina aguas abajo de una fila de álabes móviles y recubren así una cavidad radialmente interior al espacio anular. Desfavorable en esta junta de obturación de espacio anular es que esta está dispuesta por el lado del rotor, con lo que contribuye al aumento de peso del rotor y afecta así al comportamiento de marcha del rotor.
- 10
- 15 El objeto de la invención es proporcionar una turbomáquina con una junta de obturación de espacio anular alternativa que elimine los inconvenientes antes mencionados.

Este objeto se consigue mediante una turbomáquina con las características de la reivindicación 1.

- Una turbomáquina según la invención, en particular un motor de avión, tiene una junta de obturación de espacio anular para al menos reducir un intercambio de fluido entre un espacio anular atravesado por una corriente principal y al menos una cavidad situada radialmente interior y/o radialmente exterior al espacio anular. La junta de obturación de espacio anular tiene una pluralidad de elementos de resorte en forma de placa, que se extienden según la invención en la dirección axial de la turbomáquina a través de cantos de banda de recubrimiento de la fila de álabes directores en la que están dispuestos, estando orientados en la dirección radial de la turbomáquina y en sus localizaciones respectivas en la dirección de flujo de la corriente principal que atraviesa la fila de álabes directores respectiva, de manera que presentan cierta inclinación con respecto a la dirección axial de la turbomáquina.
- 20
- 25

- Por la disposición de los elementos de resorte en al menos una fila de álabes directores, estos están fijados por el lado del estator y no contribuyen con su propio peso al peso del rotor. La junta de obturación de espacio anular no da lugar a un aumento del peso del rotor y no tiene tampoco que ser tenida en cuenta en el comportamiento de marcha del rotor. Por la orientación de los elementos de resorte en la dirección radial y en la dirección del flujo, por un lado se consigue un alto recubrimiento de la al menos una cavidad. Además, por estar los elementos de resorte en sus respectivas localizaciones orientados en la dirección de la corriente principal o del flujo principal, se evita una perturbación del flujo principal o al menos se minimiza. Por el recubrimiento mejorado se consigue un incremento del grado de eficacia, lo que conduce a un menor consumo de combustible o carburante. Por otro lado, la al menos una junta de obturación de espacio anular, por la orientación inclinada respecto a la dirección axial de sus elementos de resorte puede actuar como dispositivo de protección en caso de un desplazamiento axial relativo del rotor con respecto al estator. Si concretamente, por ejemplo como consecuencia de una activación de la bomba, el rotor se desplaza una cierta magnitud con respecto al estator, a partir de un determinado desplazamiento axial los álabes móviles opuestos a los elementos de resorte pueden tropezar con los elementos de resorte. Los elementos de resorte son deformados elásticamente y los álabes móviles se mantienen sin daños. Puesto que durante el tropiezo no se producen daños, los elementos de resorte pueden seguir siendo conducidos sobre la cavidad como juntas de obturación de espacio anular convencionales, con lo que se mejora aún más el recubrimiento de la cavidad respectiva. En caso de desplazamiento hacia atrás del rotor a su posición de partida axial, los elementos de resorte adoptan de nuevo su forma original. La junta de obturación de espacio anular según la invención tiene por tanto una doble función: en primer lugar, la función de obturación y en segundo lugar, la función de protección.
- 30
- 35
- 40

- 45 Para conseguir una desviación uniforme de la corriente principal en la zona de banda de recubrimiento, así como un recubrimiento uniforme de la al menos una cavidad, es ventajoso que los elementos de resorte, vistos en la dirección periférica de la turbomáquina, estén distanciados uniformemente entre sí a través de la fila de álabes directores.

- Para evitar una turbulencia perturbadora del flujo principal por el lado de la banda de recubrimiento durante el flujo, es ventajoso que los elementos de resorte en la dirección radial terminen a ras con respectivamente un lado interior de banda de recubrimiento que limita radialmente el espacio anular.
- 50

Para evitar una turbulencia perturbadora del aire de bloqueo en la cavidad, los elementos de resorte, vistos en la dirección radial, pueden terminar a ras con, respectivamente, un lado exterior de banda de recubrimiento que limita la cavidad.

- En caso de una fijación técnicamente fácil de realizar, los elementos de resorte están insertados con respectivamente un sector de sujeción en una depresión correspondiente de las bandas de recubrimiento. Para la sujeción de los elementos de resorte en las bandas de recubrimiento, estos pueden ser asegurados en las depresiones con unión positiva de material, por ejemplo, por soldadura con o sin aporte, pegado, y similares, para
- 55

que no se caigan.

En un ejemplo de realización, los elementos de resorte terminan con sus sectores operativos sin resquicio con las bandas de recubrimiento. La disposición sin resquicio posibilita un montaje sencillo.

- 5 En un ejemplo de realización alternativo, los elementos de resorte con sus sectores operativos están distanciados de las bandas de recubrimiento, respectivamente, por un resquicio. El resquicio posibilita un mayor recubrimiento, ya que los elementos de resorte pueden doblarse más en la dirección periférica.

10 Preferiblemente está dispuesta, respectivamente, una junta de obturación de espacio anular en los cantos de banda de recubrimiento delanteros y en los cantos de banda de recubrimiento traseros de una fila de álabes directores. Con ello se consigue una obturación óptima de una cavidad en la dirección del flujo de la corriente principal delante y detrás de la fila de álabes directores respectiva. Al mismo tiempo con ello pueden "ser amortiguados"

15 Para evitar con seguridad daños en los álabes móviles de una fila de álabes móviles opuestos a los elementos de resorte es ventajoso que los álabes móviles tengan zonas de roce para que rocen los elementos de resorte. En un ejemplo de realización, estos se encuentran en una zona de transición entre una plataforma interior y una hoja de álabe del álabe móvil respectivo. Las zonas de roce pueden además estar tratadas por separado, por ejemplo estar endurecidas superficialmente.

20 Si la junta de obturación de espacio anular está dispuesta en los álabes directores igualmente por el lado de la banda de recubrimiento exterior, es ventajoso para evitar con seguridad daños de los álabes móviles opuestos respectivos, que estos tengan zonas de roce para que rocen los elementos de resorte, que están realizadas, respectivamente, como salientes radiales de tipo nervio de un canto de plataforma exterior.

Otros ejemplos de realización de la invención ventajosos son el contenido de otras reivindicaciones subordinadas.

A continuación se explica en detalle un ejemplo de realización preferido de la invención con referencia a dibujos esquemáticos muy simplificados. Muestran:

- 25 Figura 1: un corte longitudinal a través de una zona de un ejemplo de realización de una turbomáquina según la invención con juntas de obturación de espacio anular montadas,
- Figura 2: una vista en planta desde arriba de las juntas de obturación de espacio anular radialmente interiores de la figura 1, y
- 30 Figura 3: una representación de detalle de un elemento de resorte de la junta de obturación de espacio anular de la figura 1,
- Figura 4: una representación de detalle de una disposición alternativa de un elemento de resorte de la junta de obturación de espacio anular de la figura 1, y
- Figura 5: un corte longitudinal a través de una zona de un ejemplo de realización alternativo de una turbomáquina según la invención con juntas de obturación de espacio anular montadas.

35 En la figura 1 se muestra un corte longitudinal a través de una zona de un ejemplo de realización de una turbomáquina 1 según la invención. La turbomáquina 1 es por ejemplo una turbina de gas y, en particular, un motor de avión. La turbomáquina 1 tiene un estator que presenta una pluralidad de filas de álabes directores 2 dispuestas una tras otra en la dirección axial de la turbomáquina 1. En el estator está montado un rotor giratorio en torno a un eje axial de la turbomáquina, que visto en la dirección axial tiene una pluralidad de filas de álabes móviles 4

40 dispuestas alternativamente con las filas de álabes directores 2. Las filas de álabes 2, 4 están formadas, respectivamente, por una pluralidad de álabes dispuestos uno junto a otro en la dirección periférica de la turbomáquina, que presentan, respectivamente, una hoja de álabe 8, 10. Las hojas de álabe 8, 10 están dispuestas, respectivamente, en un espacio anular 12 que se extiende aproximadamente en la dirección axial y es atravesado por una corriente principal. En el ejemplo de realización mostrado aquí, el espacio anular 12 es atravesado por el

45 flujo principal de izquierda a derecha.

El espacio anular 12 está limitado en la dirección radial por bandas de recubrimiento interiores 14 y bandas de recubrimiento exteriores 16 de los álabes directores y por plataformas interiores 18 y plataformas exteriores 20 de los álabes móviles. En particular, el espacio anular 12 está limitado por superficies interiores de banda de recubrimiento 22, 24 y por superficies interiores de plataforma 26, 28.

50 En el ejemplo de realización mostrado aquí, las superficies exteriores de banda de recubrimiento 30, 32 alejadas de las superficies interiores 22, 24, 26, 28, así como las superficies exteriores de plataforma 34, 36 limitan una cavidad interior 38 situada radialmente interior al espacio anular 12 y una cavidad exterior 40 situada radialmente exterior al espacio anular 12.

Para impedir o por lo menos reducir un intercambio de fluido entre la corriente principal en el espacio anular 12 y una corriente de medio de refrigeración, por ejemplo en la cavidad interior 38, la turbomáquina 1, como se indica en la figura 1 con referencia a la fila de álabes directores 2 y a la fila de álabes móviles trasera o de lado aguas abajo 4, presenta una junta de obturación de espacio anular. La junta de obturación de espacio anular tiene al menos una pluralidad de elementos de resorte 42a, 42b que se extienden en la dirección axial de la turbomáquina a través de un canto interior trasero de banda de recubrimiento 48. Los elementos de resorte 42a, 42b están dispuestos radialmente por fuera hacia la plataforma interior 18 y en ejemplo de realización mostrado aquí distanciados por un resquicio axial positivo a de las plataformas interiores 18. Como está esbozado en la figura 5, el resquicio axial a puede también ser negativo por un solapamiento axial de la plataforma interior 18 con los elementos de resorte 42a, 42b.

Como se muestra en la vista en planta desde arriba de la figura 2, los elementos de resorte 42a, 42b tienen una configuración en forma de placa o, respectivamente, un sector operativo en forma de placa 49 y están orientados verticales en la dirección radial de la turbomáquina con respecto a la banda de recubrimiento interior 14 respectiva. En otras palabras, en la vista según la figura 2 se puede reconocer un lado estrecho respectivo de los elementos de resorte 42a, 42b en forma de plataforma, mientras que en las vistas según las figuras 1 y 3 se puede reconocer un lado plano de los elementos de resorte 42a, 42b mayor que el lado estrecho. Están distanciados uniformemente entre sí en la dirección periférica de la fila de álabes directores 2, de manera que entre ellos o sus sectores operativos con forma de placa 49 se forma una pluralidad de canales 50. Vista en la dirección periférica, la fila de álabes directores 2 presenta casi una corona trasera de elementos de resorte. Debido a la orientación vertical de los elementos de resorte 42a, 42b, los canales 50 tienen aquí una mayor extensión en la dirección periférica que los elementos de resorte 42a, 42b. Naturalmente, los elementos de resorte 42a, 42b pueden presentar también una mayor extensión en la dirección periférica que los canales 50.

Como además se puede reconocer en la figura 2, los elementos de resorte 42a, 42b están orientados en la dirección del flujo de la corriente principal que atraviesa la fila de álabes directores 2. La corriente principal está indicada por la flecha 52 y fluye a lo largo de la respectiva banda de recubrimiento interior 14 a través de los canales 50. En este caso, forma una cortina de obturación o película de obturación que recubre la cavidad interior 38, que representa casi una prolongación trasera de la banda de recubrimiento interior 14. Además, por la posición inclinada de los elementos de resorte 42a, 42b en la dirección de la corriente principal o del flujo principal se evita o al menos minimiza una perturbación del flujo principal.

Como se muestra en la figura 3, los elementos de resorte 42a, 42b para la fijación en las bandas de recubrimiento interiores 14 tienen un sector de sujeción 54 central de tipo entallamiento que está insertado en una depresión 56 correspondiente de las bandas de recubrimiento interiores 14. Para la sujeción de los elementos de resorte 42a, 42b en las depresiones 56 estos pueden estar asegurados además con unión positiva de material, por ejemplo por medio de soldadura con y sin aporte, pegado y similares. Está prevista así una zona de fijación 57 preferiblemente en la zona final del sector de sujeción 54. En este ejemplo de realización terminan así con sus sectores operativos 49 sin resquicio con las bandas de recubrimiento interiores 14.

Para evitar una turbulencia de la capa límite de la corriente principal sobre las bandas de recubrimiento interiores 14, aquí los elementos de resorte 42a, 42b terminan con su sector operativo en forma de placa 49 a ras con las superficies interiores de banda de recubrimiento 22. Del mismo modo, los elementos de resorte 42a, 42b terminan a ras con las superficies exteriores de banda de recubrimiento 30 que dan a la cavidad interior 38. Los elementos de resorte 42a, 42b tienen por tanto una extensión en la dirección radial de la turbomáquina, que es igual a una altura del canto de banda de recubrimiento trasero 48.

Como está bosquejado en la figura 4 con referencia a los elementos de resorte 42a, 42b, todos elementos de resorte 42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62 pueden también con sus sectores operativos en forma de placa 49 estar distanciados, respectivamente, un resquicio axial b de la banda de recubrimiento 14, 16 que los aloja, respectivamente. Una zona de fijación 57 respectiva en las depresiones 56 está prevista preferentemente de forma correspondiente por el lado final de su sector de sujeción 54 de tipo entallamiento. El resquicio b posibilita un mayor recubrimiento, ya que los elementos de resorte 42a, 42b puede doblarse más en la dirección periférica.

Con referencia a la figura 1, los elementos de resorte 42a, 42b cumplen además de su función de obturación, una función de protección en caso de un desplazamiento axial relativo del rotor respecto al estator. Entonces, debido a su acción de resorte, los elementos de resorte 42a, 42b ceden al contactar con las zonas de álabes móviles. De esta manera, el resquicio axial a entre la fila de álabes directores 2 y la fila de álabes móviles 4 puede ser realizado mínimo o los elementos de resorte 42a, 42b pueden extenderse esencialmente en la dirección axial incluso a través de la plataforma interior 18. Un contacto de este tipo puede producirse, por ejemplo, en caso de una activación de la bomba, en el que el rotor es desplazado axialmente una cierta magnitud con respecto al estator. Para proteger las zonas de álabes móviles que en tal caso tropiezan con los elementos de resorte 42a, 42b, los álabes móviles presentan, respectivamente, una zona de roce 58. Esta está dispuesta entre la plataforma interior 18 y la hoja de álabe 10 y por tanto por fuera del perfil aerodinámico del álabe móvil respectivo. La zona de roce 58 puede presentar además una estructura correspondiente y/o un tratamiento superficial de endurecimiento.

Como además se puede reconocer en la figura 1, la junta de obturación de espacio anular según la invención puede

- 5 estar dispuesta igual o alternativamente en la zona de las bandas de recubrimiento exterior 16 de la fila de álabes directores 2. La junta de obturación de espacio anular presenta elementos de resorte en forma de placa traseros 60 correspondientes, que están realizados iguales a los elementos de resorte traseros 42a, 42b y se extienden a través de un canto exterior de banda de recubrimiento exterior 63. Para formar una zona de contacto de gran superficie en caso de un desplazamiento axial relativo del rotor con respecto al estator, como está bosquejado en la plataforma exterior 20 de la fila de álabes móviles trasera 6, están previstas zonas de roce 64 correspondientes. Preferiblemente, las zonas de roce 64 se extienden como salientes radiales desde las superficies exteriores de plataforma 36 y forman así con cantos delanteros de plataforma 66 o cantos traseros de plataforma exterior de los álabes móviles una superficie de roce 68 a ras.
- 10 Además de la disposición radialmente interior y exterior trasera de la junta de obturación de espacio anular según la invención explicada anteriormente, esta puede estar posicionada alternativa o adicionalmente también en cantos interiores delanteros de banda de recubrimiento 70 y cantos exteriores de banda de recubrimiento 72, como se muestra en la figura 1. La geometría y orientación de sus elementos de resorte en forma de placa 44a, 44b, 62 son, como están bosquejadas en la figura 3 para los elementos de resorte delanteros 44a, 44b, correspondientes a los
- 15 elementos de resorte traseros 42a, 42b, 60 en la dirección radial y en la dirección de flujo de una corriente principal sobre las superficies de banda de recubrimiento 22, 30. De forma análoga a las zonas de roce traseras 58, 64, la fila de álabes móviles delantera presenta zonas de roce correspondientes no dibujadas. Además de un recubrimiento interior y exterior delantero de cavidades, el rotor está por tanto también protegido frente a daños en caso de un movimiento axial relativo contrario.
- 20 Se da a conocer una turbomáquina con una junta de obturación de espacio anular para al menos reducir un intercambio de fluido entre un espacio anular atravesado por una corriente principal y al menos una cavidad situada radialmente interior y/o radialmente exterior al espacio anular, en el que la junta de obturación de espacio anular tiene una pluralidad de elementos de resorte en forma de placa, que están orientados en la dirección radial de la turbomáquina y en la dirección del flujo de una corriente principal que atraviesa la fila de álabes directores respectiva
- 25 y con ello además de un recubrimiento mejorado de las cavidades actúa al mismo tiempo como dispositivo de protección para el rotor y/o el estator en caso de un desplazamiento axial relativo respecto al estator.

Lista de símbolos de referencia

- | | |
|-------|---|
| 1 | turbomáquina |
| 2 | fila de álabes directores |
| 30 4 | fila de álabes móviles |
| 8 | hojas de álabe |
| 10 | hojas de álabe |
| 12 | espacio anular |
| 14 | banda de recubrimiento interior |
| 35 16 | banda de recubrimiento exterior |
| 18 | plataforma interior |
| 20 | plataforma exterior |
| 22 | superficie interior de banda de recubrimiento |
| 24 | superficie interior de banda de recubrimiento |
| 40 26 | superficie interior de plataforma |
| 28 | superficie interior de plataforma |
| 30 | superficie exterior de banda de recubrimiento |
| 32 | superficie exterior de banda de recubrimiento |
| 34 | superficie exterior de plataforma |
| 45 36 | superficie exterior de plataforma |
| 38 | cavidad interior |
| 40 | cavidad exterior |

	42a, b	elemento de resorte delantero
	48	canto de banda de recubrimiento
	49	sector operativo con forma de placa
	50	canal
5	52	corriente principal sobre superficie interior de banda de recubrimiento
	54	sector de sujeción
	56	depresión
	57	zona de fijación
	58	zona de roce
10	60	elemento de resorte
	62	elemento de resorte
	63	canto de banda de recubrimiento/canto exterior de banda de recubrimiento
	64	zona de roce
	66	canto de plataforma/canto de plataforma exterior
15	68	zona de roce
	70	canto de banda de recubrimiento/canto interior de banda de recubrimiento
	72	canto de banda de recubrimiento/canto exterior de banda de recubrimiento
	a	resquicio axial
	b	resquicio

REIVINDICACIONES

1. Turbomáquina (1), con una junta de obturación de espacio anular para al menos reducir un intercambio de fluido entre un espacio anular (12) atravesado por una corriente principal (52) y al menos una cavidad (38, 40) situada radialmente interior y/o radialmente exterior al espacio anular (12), en la que la junta de obturación de espacio anular tiene una pluralidad de elementos de resorte de tipo placa (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62), caracterizada por que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) se extienden en la dirección axial de la turbomáquina a través de cantos de bandas de recubrimiento (48, 63, 70, 72) de una fila de álabes directores (2) en la que están dispuestos, estando orientados en la dirección radial de la turbomáquina (1) y en sus respectivas localizaciones en la dirección de flujo de la corriente principal (52) que atraviesa la fila de álabes directores (2) respectiva, de manera que presentan una cierta inclinación con respecto a la dirección axial de la turbomáquina (1).
2. Turbomáquina según la reivindicación 1, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) están distanciados uniformemente entre sí en la dirección periférica de la turbomáquina a través de la fila de álabes directores (2).
3. Turbomáquina según la reivindicación 1 o 2, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) terminan en la dirección radial a ras con, respectivamente un lado interior de banda de recubrimiento (22, 24) que limita radialmente el espacio anular (12).
4. Turbomáquina según la reivindicación 1, 2 o 3, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) terminan en la dirección radial a ras con, respectivamente, un lado exterior de banda de recubrimiento (30, 32) que limita la cavidad (38, 40).
5. Turbomáquina según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) están insertados, respectivamente, con un sector de sujeción (54) en una depresión (56) correspondiente de las bandas de recubrimiento (14, 16).
6. Turbomáquina según la reivindicación 5, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) con sus sectores operativos (49) terminan sin resquicio con las bandas de recubrimiento (14, 16).
7. Turbomáquina según la reivindicación 5, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) con sus sectores operativos (49) están distanciados, respectivamente, de las bandas de recubrimiento (14, 16) por un resquicio (b).
8. Turbomáquina según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b, 60, 62) están dispuestos en los cantos delantero y trasero de banda de recubrimiento (48, 63, 70, 72) de una fila de álabes directores (2).
9. Turbomáquina según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los álabes móviles opuestos a los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b) tienen zonas de roce (58) para el roce de los elementos de resorte (42a, 42b, 44a, 44b), que están dispuestas, respectivamente, en una zona de transición entre una plataforma interior (18) y una hoja de álabe (10).
10. Turbomáquina según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los álabes móviles opuestos a los elementos de resorte (60, 62) tienen zonas de roce (64) para el roce de los elementos de resorte (60, 62), que están realizadas, respectivamente, como salientes de tipo nervio radial de un canto de plataforma exterior (66).

1

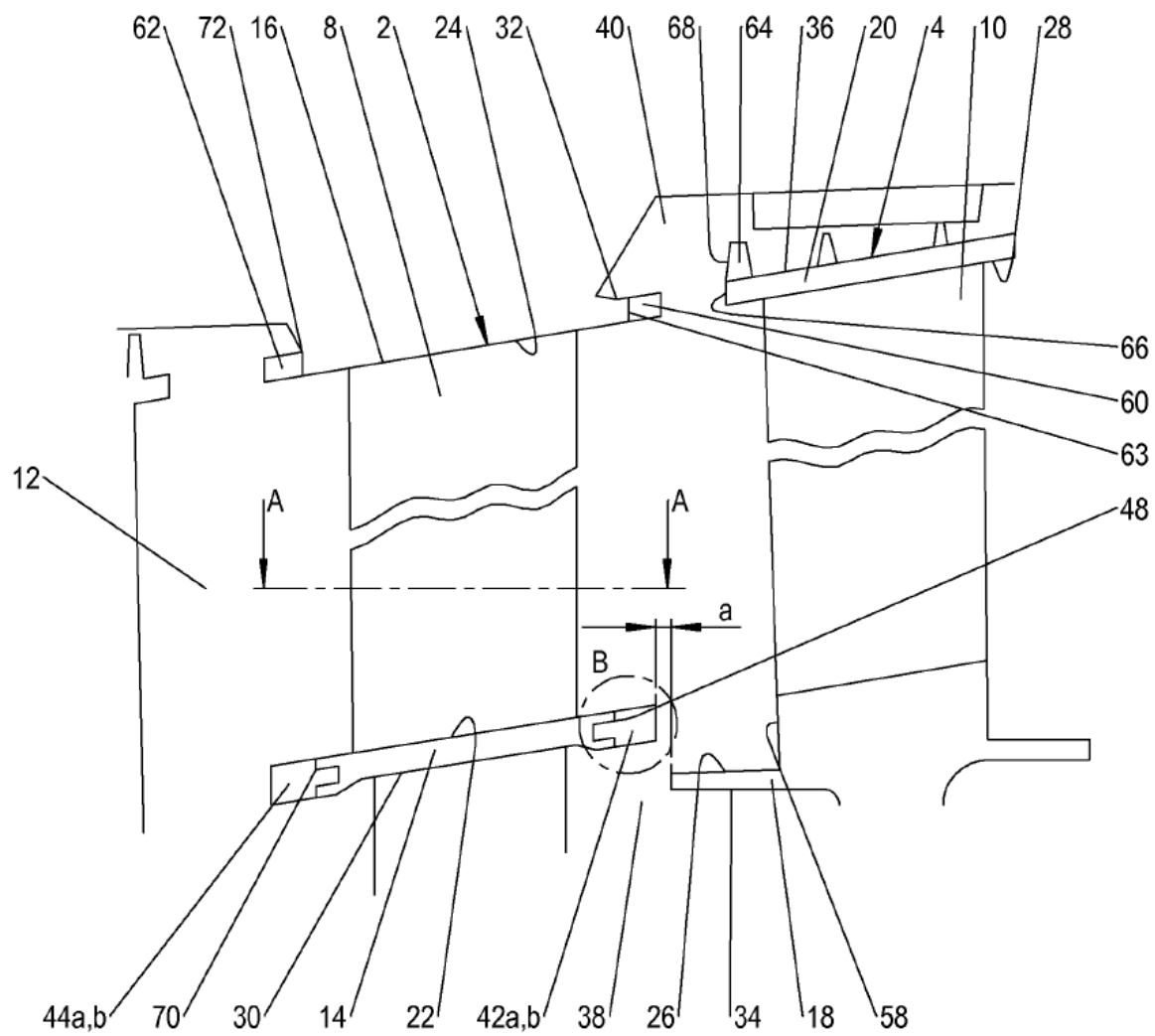
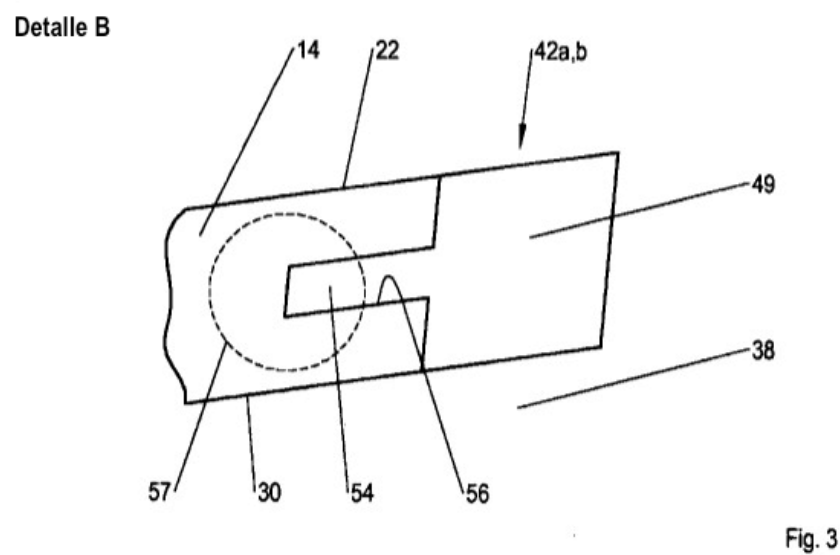
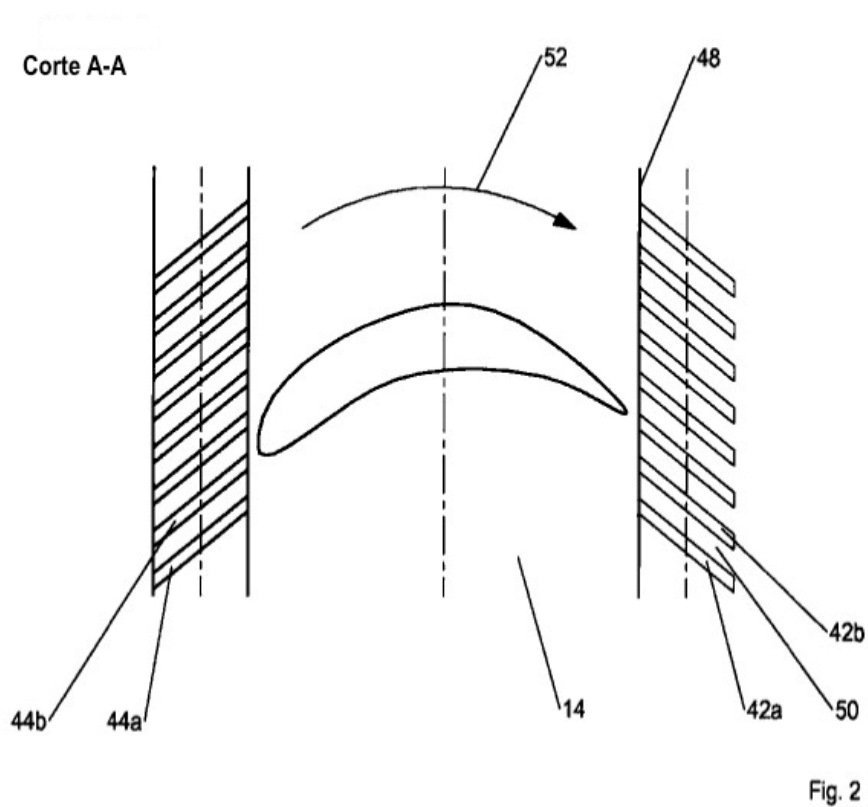


Fig. 1



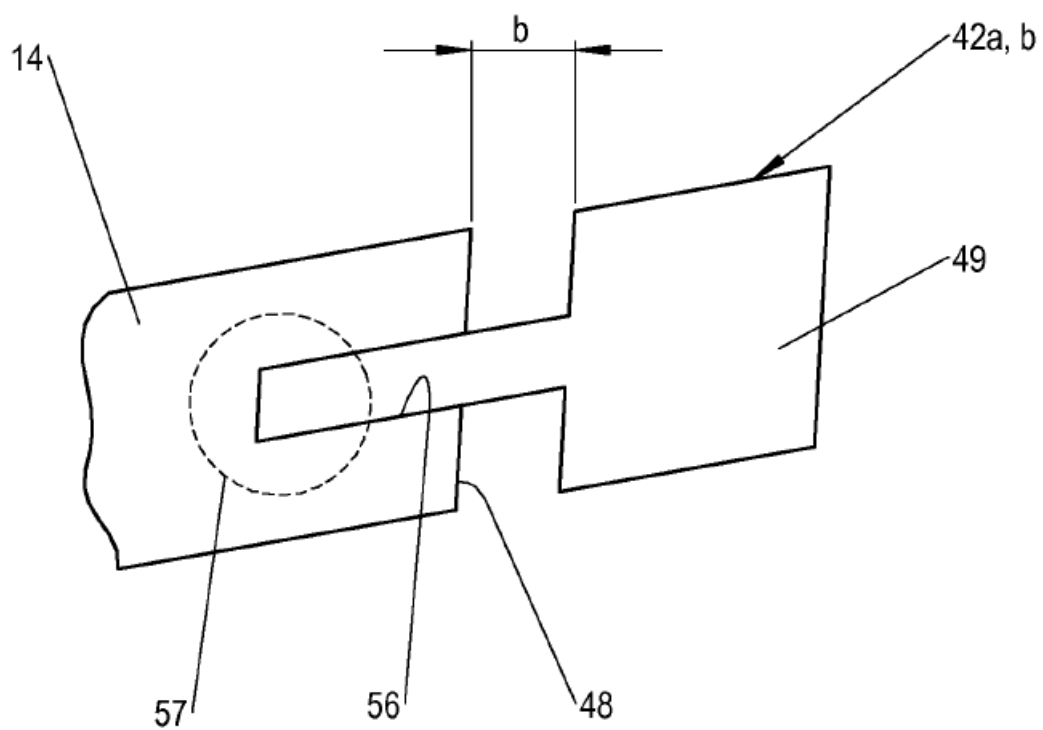


Fig. 4

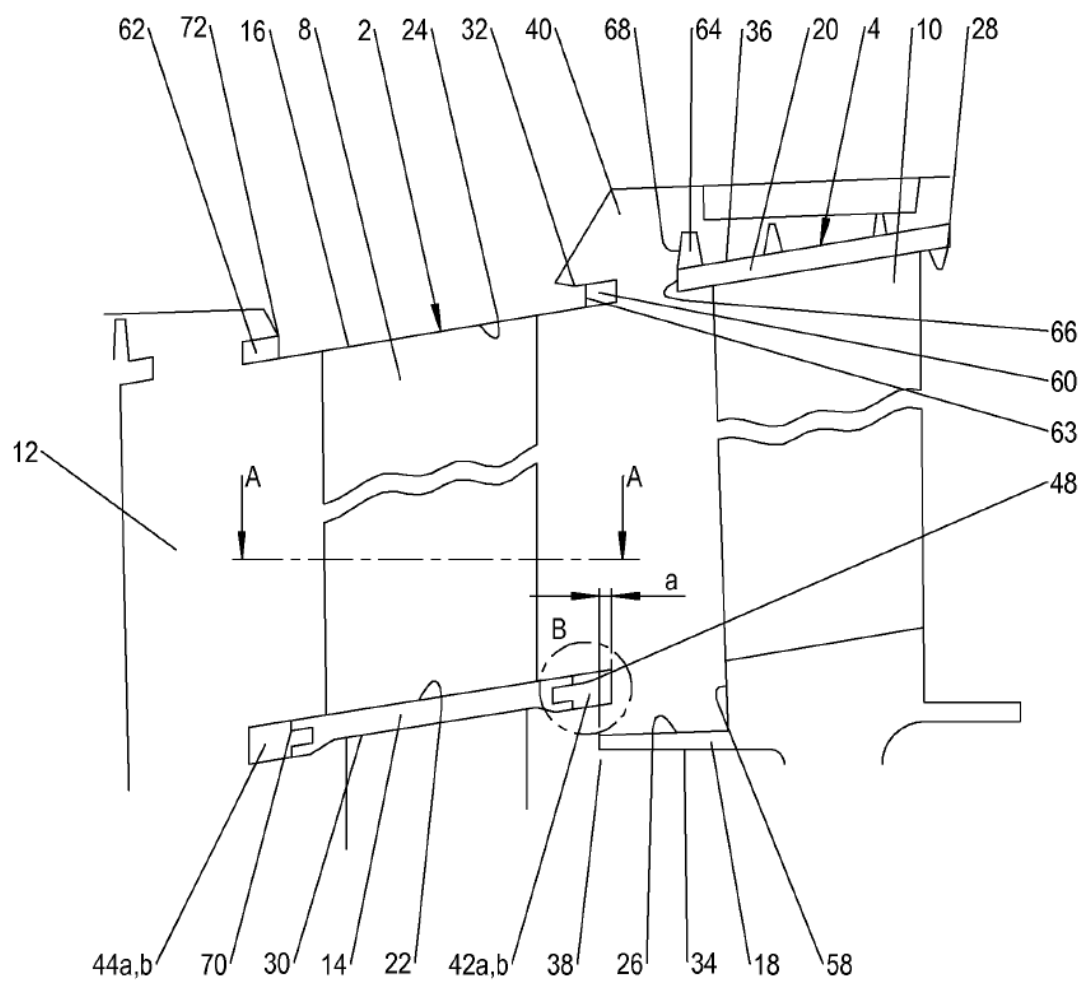


Fig. 5