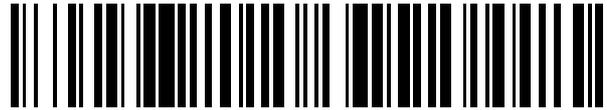


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 650**

51 Int. Cl.:

F01D 5/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.04.2012 E 12164186 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.09.2015 EP 2650475**

54 Título: **Álabe para una turbomáquina, disposición de álabes y turbomáquina**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**PERNLEITNER, MARTIN;
DOPFER, MANFRED y
HÜBNER, NORBERT**

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 552 650 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

Álabe para una turbomáquina, disposición de álabes y turbomáquina

5 (0001) La invención hace referencia a un álabe para una turbomáquina, especialmente el motor de un avión, según el concepto general de la reivindicación 1ª, una disposición de álabes para una turbomáquina y una turbomáquina. El concepto general de la reivindicación 1ª de la patente se manifiesta en el documento US 2010/158696 A1.

10 (0002) Las turbomáquinas como motores de aviones tienen normalmente álabes de rodete con un anillo de refuerzo interior para la limitación de un espacio anular o canal de corriente principal por los que fluye la corriente principal. El anillo de refuerzo interior está dispuesto entre un vástago de álabe y una hoja de álabe, y convencionalmente, sin contorno. La hoja de álabe se extiende fuera del anillo de refuerzo interior y presenta siempre una zona de transición redondeada hacia el anillo de refuerzo interior. Para la influencia de la corriente, los anillos de refuerzo de álabes de rodete y fijos pueden estar provistos también de contornos en forma de elevaciones y ahondamientos. Como, por
15 ejemplo, se muestra en las solicitudes de patentes WO 2010/068391 A2, US 6,669,445 y WO 2011/022111 A2, los contornos pueden extenderse al anillo de refuerzo de los correspondientes álabes contiguos.

20 (0003) Generalmente, se intenta reducir el número de los álabes, especialmente, en rotores que funcionan rápidamente. Mediante lo cual, cada álabe tiene que realizar un trabajo aerodinámico mayor, con lo cual los álabes están sometidos a una carga aerodinámica y estructural-mecánica mayor. Para evitar la rotura de álabes o daños en los álabes, los mismos deben ser estabilizados aisladamente, lo cual generalmente lleva a un modo de construcción masivo en la zona del núcleo de rodete. Desde el punto de vista estructural-mecánico, sin embargo, debería ser pequeño el ángulo de brochado y una diferencia entre el ángulo del anillo de refuerzo interior y el ángulo de brochado debería ser tan pequeña como fuera posible. Desde el punto de vista aerodinámico, deben ser evitados los rebordes o escalones en la zona de los bordes laterales del anillo de refuerzo.
25

(0004) Es objetivo de la invención, crear un álabe para una turbomáquina, especialmente, para un motor de avión, que elimine las desventajas mencionadas previamente, y que se pueda fabricar técnicamente con facilidad. Además, es objetivo de la invención, crear una disposición de álabes para una turbomáquina con álabes altamente resistentes, así como una turbomáquina con un alto grado de efectividad.
30

(0005) Este objetivo se cumple mediante un álabe con las características de la reivindicación 1ª de la patente, mediante una disposición de álabes con las características de la reivindicación 7ª de la patente y mediante una turbomáquina con las características de la reivindicación 8ª de la patente.
35

(0006) Un álabe conforme a la invención para una turbomáquina, especialmente, un motor de avión, tiene un anillo de refuerzo con dos bordes laterales opuestos para limitar un canal de corriente principal, y una hoja de álabe que se extiende hacia fuera del anillo de refuerzo. Conforme a la invención, el álabe tiene al menos dos zonas de transición divididas, al menos, en dos partes (para la estabilización de la hoja de álabe), y una primera parte de la zona de transición envuelve la hoja de álabe por el lado de la raíz y es guiada a un borde lateral, mientras que la otra zona de transición está asignada a un álabe contiguo y una segunda parte de la otra zona de transición está dispuesta como una elevación desplazada en dirección transversal del anillo de refuerzo en la zona del otro borde lateral sobre el anillo de refuerzo, y la elevación se corresponde en su forma con la segunda parte de la zona de transición, que está previsto en el álabe contiguo. La primera parte de la zona de transición envuelve completamente la hoja de álabe por el lado de la raíz, y está dispuesta sobre la superficie del anillo de refuerzo.
40
45

(0007) El álabe conforme a la invención posibilita la formación de disposiciones de álabes con zonas de transición que se extienden entre los álabes contiguos mediante juntas de separación, sin que los rebordes o escalones se formen en los bordes laterales de los anillos de refuerzo. Mediante el traspaso a, al menos, un anillo de refuerzo contiguo, la zona de transición puede conformarse de forma ampliada, y con ello, desde el punto de vista estructural-mecánico, se puede lograr una mayor estabilidad de la correspondiente hoja de álabe. Así se hacen posibles hojas de álabe mayores teniendo una dimensión de anillo de refuerzo inalterada y con un perfil de raíz inalterado. Cada álabe puede ejecutar así un trabajo aerodinámico mayor, mediante lo cual el número de los álabes puede ser reducido en cada serie de álabes. Evitando los rebordes o escalones en la zona de los bordes laterales se evita una entrada en pérdida. Además se crea un pequeño ángulo de brochado y una relación favorable entre el ángulo de brochado y el ángulo del anillo de refuerzo. Los anillos de refuerzo pueden ser anillos de refuerzo interiores o anillos de refuerzo exteriores, los álabes pueden ser álabes de rodete, álabes fijos o segmentos de álabe.
50
55

(0008) Para reforzar óptimamente la hoja de álabe desde el punto de vista aerodinámico, la zona de transición puede ser traspasada, tanto por el lado de la presión como por el lado de la succión, al borde lateral y el anillo de refuerzo puede presentar, al menos, una elevación del lado de la presión, así como al menos una elevación del lado de la succión. Mediante esto, la hoja de álabe puede aproximarse directamente a los bordes laterales, y con ello, la anchura del anillo de refuerzo puede utilizarse completamente. Las distancias mínimas entre los bordes laterales y la hoja de álabe no consisten en el traspaso conforme a la invención de las zonas de transición.
60
65

(0009) Para minimizar la influencia de la zona de transición sobre la corriente entre las respectivas hojas de álabes contiguas, la zona de transición puede convertirse en el anillo de refuerzo tangencialmente. De este modo, la zona de transición se desarrolla sin escalones, lo cual es beneficioso desde el punto de vista estructural-mecánico.

Además, una transición tangencial favorece la fabricación del álabe como pieza de fundición.

(0010) La zona de transición tiene preferiblemente una altura constante por el lado de la raíz de la hoja. Mediante esto, la hoja de álabe pasa por el lado de la presión y por el de la succión a una misma altura en su perfil a modo de superficie de apoyo, mediante lo cual se consigue una corriente de salida que es igual o casi igual en comparación con una hoja de álabe convencional.

(0011) La zona de transición tiene preferiblemente en la hoja de álabe una altura máxima, que disminuye en dirección del anillo de refuerzo. Mediante esto, se puede realizar una transmisión de fuerza favorable en el anillo de refuerzo. Así, también es favorable cuando un radio de la transición no varía su orientación y la zona de transición es redondeada.

(0012) Preferiblemente, la zona de transición tiene una anchura prácticamente constante, mediante lo cual la corriente en la zona de la zona de transición es homogénea.

(0013) Una disposición de álabes preferible para una turbomáquina, especialmente un motor de avión, tiene al menos dos álabes conforme a la invención, y los álabes están dispuestos lateralmente unos junto a otros, y un álabe con una elevación del lado del anillo de refuerzo forma al menos una sección separada de una zona de transición del otro álabe.

(0014) A través de esto, las zonas de transición se extienden, al menos a modo de secciones, sobre el respectivo anillo de refuerzo contiguo y desembocan en éste. Con otras palabras, las zonas de transición son guiadas con sus radios por una junta de separación entre los álabes contiguos, mediante lo cual, por un lado, las zonas de transición se ensanchan y así se consigue una estabilidad mayor de las hojas de álabe. Por otro lado, los escalones o rebordes se evitan en la zona de las juntas de separación. Además, se crea un menor ángulo de brochado y una relación favorable entre el ángulo de brochado y el ángulo del anillo de refuerzo.

(0015) Una turbomáquina preferible tiene una disposición de álabes conforme a la invención o una multitud de álabes conforme a la invención para la formación, al menos, de una serie de álabes. Una turbomáquina semejante se caracteriza por un alto grado de efectividad, habida cuenta que a causa de la alta capacidad de carga aerodinámica y estructural-mecánica de cada álabe se puede reducir el número de álabes por cada serie de álabes.

(0016) Otros ejemplos de ejecución ventajosos de la invención son objeto de otras reivindicaciones.

(0017) A continuación se detalla un ejemplo de ejecución preferible de la invención en base a representaciones esquemáticas muy simplificadas. Se muestran:

Figura 1 una representación de dos álabes de rodete contiguos de una serie de álabes de rodete en dirección de la corriente, y

Figura 2 una vista superior en corte parcial sobre tres álabes de rodete contiguos de la serie de álabes de rodete.

(0018) En la Figura 1 se muestra un corte de una serie de álabes de rodete (1) de una turbomáquina en dirección de la corriente de una corriente principal. La turbomáquina es, por ejemplo, un motor de avión y la serie de álabes de rodete (1) está dispuesta en el lado de la turbina. La serie de álabes de rodete (1) tiene una multitud de álabes fijos (2', 2'') dispuestos unos junto a otros lateralmente o en dirección del perímetro, que están separados unos de otros mediante una junta de separación (4) cerrada durante el funcionamiento. Los álabes de rodete (2', 2'') (2) son, por ejemplo, piezas de fundición de precisión y tienen respectivamente una raíz (6) para la disposición en un disco de rotor, un cuello o vástago (8), un anillo de refuerzo interior (10), una hoja de álabe (12), así como una zona de transición (14).

(0019) La raíz (6) está conformada como la denominada raíz de espina de pescado. También son posibles aquí otras formas de raíz, como la cola de milano, cabeza de martillo, etc. La raíz en forma de espina de pescado tiene una multitud de salientes axiales y se introducen en ranuras axiales correspondientes de un disco de rotor. El cuello (8) es un elemento de unión entre la raíz (6) y la hoja de álabe (12) y es limitada radialmente hacia el exterior por el anillo de refuerzo interior (10).

(0020) El anillo de refuerzo interior (10) limita un espacio anular por el que circula la corriente principal. Se extiende en dirección axial y tiene dos bordes laterales opuestos (16, 18), de los cuales uno está dispuesto en el lado de la succión y el otro en el lado de la presión. Además, el anillo de refuerzo interior (10) tiene un saliente (20) ascendiente a la corriente o frontal desplazado radialmente hacia dentro o en dirección de la raíz (6), así como un saliente (22) descendiente a la corriente o posterior.

(0021) La hoja de álabe (12) se extiende desde el anillo de refuerzo interior (10) hacia fuera o radialmente hacia el exterior y está dispuesto en el estado montado en el espacio anular. Tiene un perfil similar a una superficie de apoyo con un lado de la succión (24), un lado de la presión (26) opuesto, un borde de corriente de entrada delantero (28) y un borde de corriente de salida trasero (30). Además, la hoja de álabe (12) tiene una raíz de hoja no numerada y una

punta de hoja opuesta no dibujada.

(0022) La zona de transición (14) sirve para la estabilización de la hoja de álabe (12). La misma envuelve la hoja de álabe (12) por el lado de la raíz completamente. Está conformado prácticamente como un reborde de raíz de la hoja del álabe (12), que con su superficie frontal (superficie del fondo) está unido en una superficie grande con el anillo de refuerzo interior (10). Preferiblemente, la zona de transición se extiende tangencialmente desde la hoja de álabe (12) y pasa tangencialmente al anillo de refuerzo interior (10). Especialmente, tiene una superficie de perímetro exterior (32) cóncava. La zona de transición (14) es redondeada o está provista de radios con orientaciones que se mantienen igual. Tiene una altura máxima constante en la hoja de álabe (12) y desemboca siempre en dirección del anillo de refuerzo interior (10). Preferiblemente, la zona de transición (14) tiene una anchura constante.

(0023) Como se muestra en las Figuras, y especialmente, como están cifrados en la Figura 2, la zona de transición (14'') del álabe (2'') se extiende sobre los anillos de refuerzo interiores (10', 10'') del álabe contiguo (2', 2''). La zona de transición (14'') es guiada, al menos por secciones, a través de juntas de separación (4) a los anillos de refuerzo interiores (10', 10'') contiguos y desemboca en los mismos. Mediante esto, las zonas de transición (14', 14'', 14''') (14) pueden ser ensanchadas sin que los rebordes o escalones surjan en los bordes laterales (16, 18) o en las juntas de separación (4). Entre las zonas de transición (14), los anillos de refuerzo interiores (10) no tienen contorno, ni varían en este ejemplo de ejecución. Naturalmente, pueden conformarse, sin embargo, contornos en forma de elevaciones o ahondamientos entre las zonas de transición (14), que igualmente se extienden sobre varios anillos de refuerzo interiores (10) o van más allá de las juntas de separación (4).

(0024) En el ejemplo de ejecución mostrado, la zona de transición (14'') tiene dos secciones prácticamente separadas y dispuestas en los anillos de refuerzo interiores (10', 10'') contiguos. Por un lado, la zona de transición (14'') es guiada a la zona del borde de corriente de salida (30) sobre el anillo de refuerzo interior (10'') del álabe de rodete (2'') del lado de la presión contiguo. Por otro lado, la zona de transición (14'') es guiada a la zona del lado de la succión (24) aproximadamente en el centro del borde de corriente de entrada (28) y el borde de corriente de salida (30) sobre el anillo de refuerzo interior (10') del álabe (2') del lado de la succión contiguo. Para la realización de esta extensión de las zonas de transición (14) (14', 14'', 14''') que abarca hasta las juntas de separación (4), en este ejemplo de ejecución, hay conformada una elevación (34) en la zona del borde lateral (16) del lado de la succión, que en su forma se corresponde con la sección separada de la zona de transición (14'') del borde de corriente de salida (30), y que está dispuesta en dirección transversal del anillo de refuerzo interior (10'') desplazada respecto a la misma en la zona del borde lateral (16) del lado de la succión. Además, en el borde lateral (18) del lado de la presión hay conformada una elevación (36), que se corresponde en su forma con la sección de la zona de transición (14'') separada en la zona del lado de la succión (24) y que está dispuesta desplazada respecto a la misma en dirección transversal en la zona del borde lateral (18) del lado de la presión. Las secciones (34, 36) separadas están desplazadas respectivamente observado en dirección transversal de los anillos de refuerzo interiores (10) o en dirección del perímetro de la serie de álabes de rodete (1) y están dispuestas en la zona de los respectivos bordes laterales (16, 18) opuestos, formando respectivamente una parte del borde lateral (16, 18). La zona de transición (14'') cerrada en el estado montado, en este ejemplo de ejecución, está formada por una sección de núcleo (38) dispuesta sobre el anillo de refuerzo interior (10'') del álabe (2''), por la elevación (34'') dispuesta sobre el anillo de refuerzo interior (10'') del álabe (2''), y por la elevación (36') dispuesta sobre el anillo de refuerzo interior (10') del álabe (2'). Así, se obtiene para esta serie de álabes de rodete (1), mostrado aquí en el ejemplo, la siguiente sistemática: zona de transición (14) (n) = sección de núcleo (38) (n) + elevación (34) (n+1) + elevación (36) (n-1), con n como número de álabes.

(0025) Aunque la invención haga referencia en las Figuras a álabes de rodete (2', 2'', 2''') (2) y especialmente a sus anillos de refuerzo interiores (10), la invención puede estar prevista naturalmente también en anillos de refuerzo exteriores de álabes de rodete (2), así como en anillos de refuerzo interiores y anillos de refuerzo exteriores de álabes fijos o en segmentos de álabes.

(0026) Se manifiestan un álabe para una turbomáquina, especialmente un motor de avión, con un anillo de refuerzo para limitar un canal de corriente principal, que tiene dos bordes laterales opuestos, y con una hoja de álabe, que se extiende hacia fuera del anillo de refuerzo, estando prevista una zona de transición redondeada, que envuelve la hoja de álabe por el lado de la raíz y que está guiada sobre un borde lateral, y una sección de la zona de transición que sobresale del borde lateral está separada y está dispuesta como elevación desplazada en dirección transversal en la zona del otro borde lateral, una disposición de álabes con al menos dos álabes de este tipo, así como una turbomáquina con una multitud de semejantes álabes.

Lista de referencias

(0027)

- 1 Serie de álabes de rodete
- 2, 2', 2'' Álabe de rodete
- 4 Junta de separación
- 6 Raíz
- 8 Cuello
- 10, 10', 10'', 10''' Anillo de refuerzo interior

ES 2 552 650 T3

	12	Hoja de álabe
	14, 14', 14'', 14'''	Zona de transición
	16	Borde lateral
	18	Borde lateral
5	20	Saliente delantero
	22	Saliente trasero
	24	Lado de la succión
	26	Lado de la presión
	28	Borde de corriente de entrada
10	30	Borde de corriente de salida
	32	Superficie de perímetro exterior
	34, 34''	Elevación
	36, 36''	Elevación
	38	Sección de núcleo
15		

REIVINDICACIONES

- 1^a.- Ábabe (2) para una turbomáquina, especialmente un motor de avión, con un anillo de refuerzo (10) para limitar un canal de corriente principal, que tiene dos bordes laterales (16, 18) opuestos, y con una hoja de ábabe (12) que se extiende hacia fuera del anillo de refuerzo (10), y el ábabe (2) comprende al menos dos zonas de transición (14', 14'', 14''') divididas en dos, y la primera parte de una zona de transición (14') envuelve la hoja de ábabe (12) por el lado de la raíz y que está guiada sobre un borde lateral (18), y la otra zona de transición (14'', 14''') está asignada a un ábabe (2', 2'') contiguo y una segunda parte de la otra zona de transición está dispuesta como elevación (34, 36) desplazada en dirección transversal del anillo de refuerzo (10) en la zona del otro borde lateral (16) sobre el anillo de refuerzo (10), y la elevación se corresponde es su forma con la segunda parte de una zona de transición, que está prevista en el ábabe contiguo (2'', 2'''), que se caracteriza por que la primera parte de una zona de transición (14') envuelve totalmente a la hoja de ábabe (12) por el lado de la raíz y está dispuesta sobre la superficie del anillo de refuerzo (10).
- 2^a.- Ábabe según la reivindicación 1^a, en el que la zona de transición (14) es guiada por el lado de la presión y por el lado de la succión sobre los bordes laterales (16, 18) y el anillo de refuerzo (10) tiene al menos una elevación (34) del lado de la succión, así como al menos una elevación (36) del lado de la presión.
- 3^a.- Ábabe según la reivindicación 1^a ó 2^a, en el que la zona de transición (14) se convierte tangencialmente en el anillo de refuerzo (10).
- 4^a.- Ábabe según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la zona de transición (14) tiene una altura constante en el lado de la raíz de la hoja.
- 5^a.- Ábabe según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la zona de transición (14) en la hoja de ábabe (12) tiene un altura máxima y ésta disminuye de forma constante en dirección del anillo de refuerzo (10).
- 6^a.- Ábabe según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la zona de transición (14) tiene una anchura prácticamente constante.
- 7^a.- Disposición de álabes para una turbomáquina, especialmente un motor de avión, con al menos dos álabes (2', 2'', 2''') según una de las reivindicaciones anteriores, en la que los álabes (2', 2'', 2''') están dispuestos lateralmente unos junto a otros y un ábabe (2'') con una elevación (34, 36) forma, al menos, una sección separada de una zona de transición (14', 14''') del otro ábabe (2'', 2''').
- 8^a.- Turbomáquina con una disposición de álabes según la reivindicación 7^a.

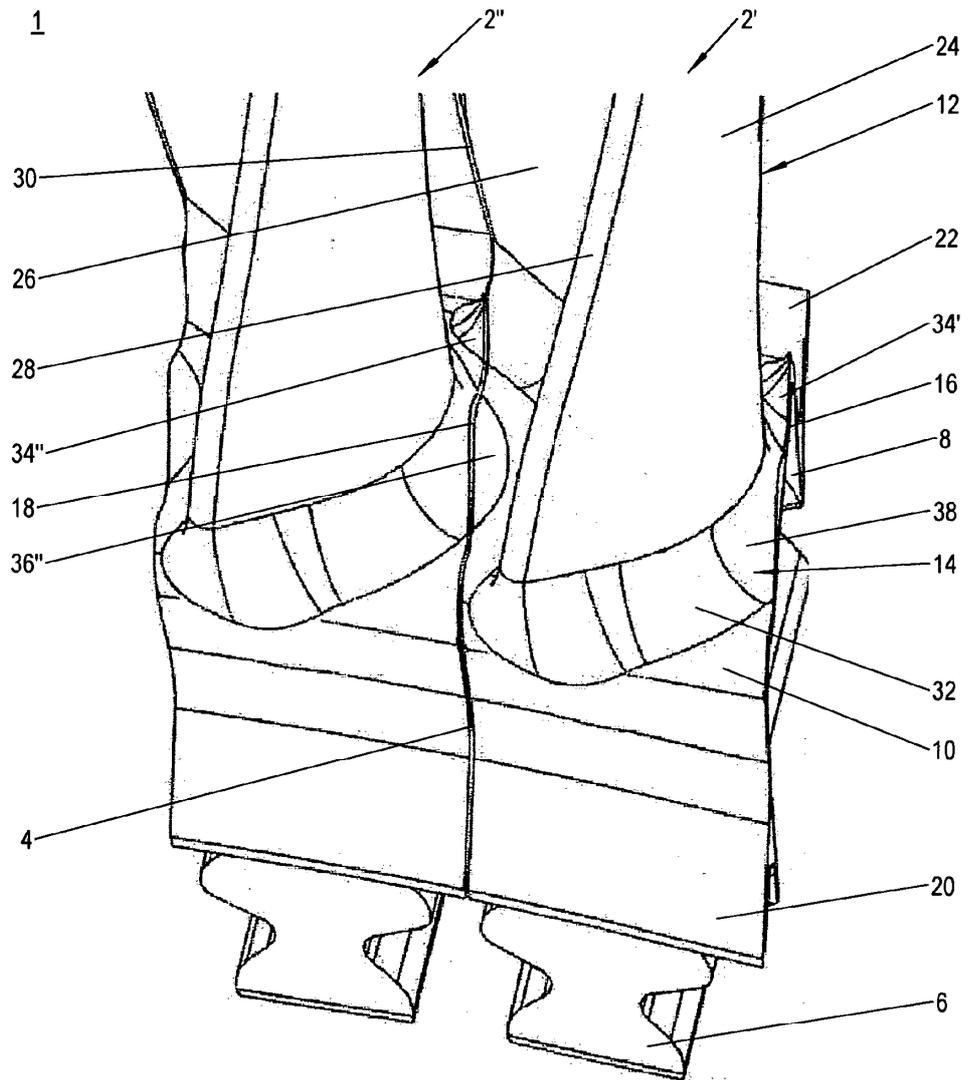


Fig. 1

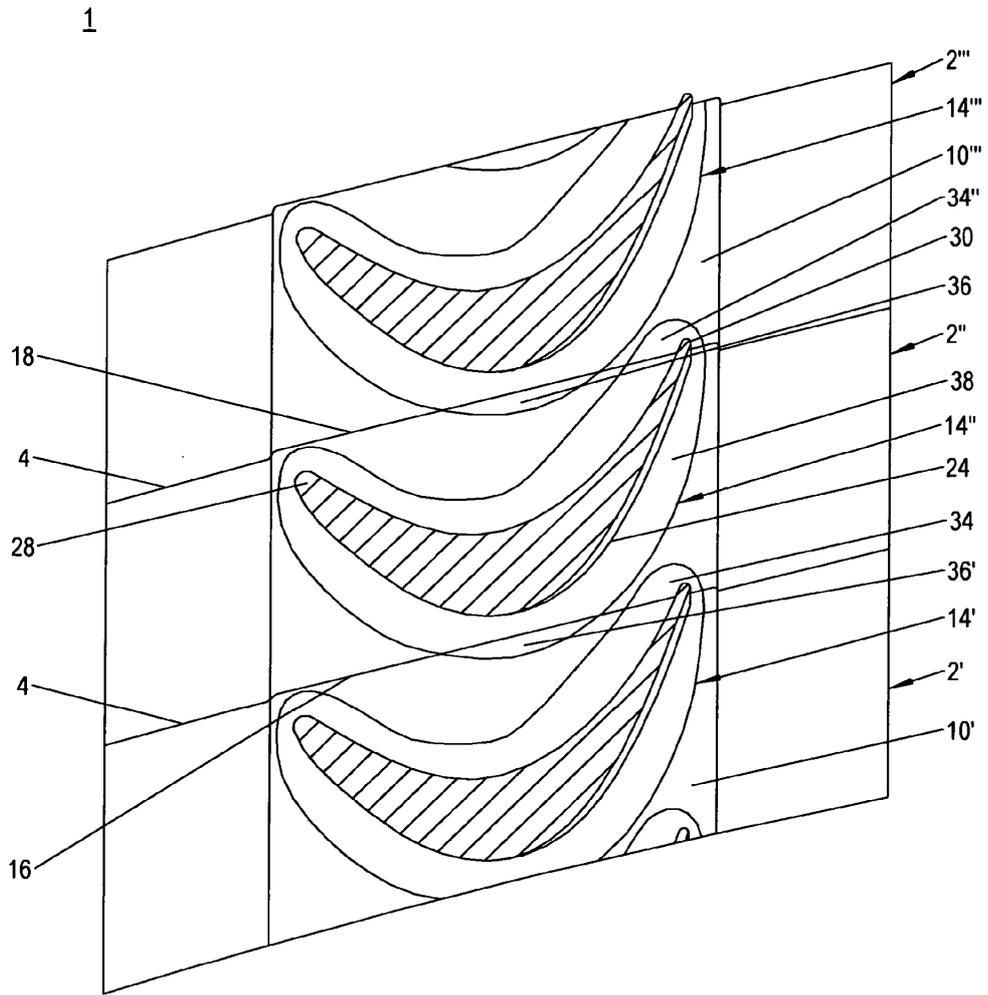


Fig. 2