



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 334 351**

51 Int. Cl.:
F01D 5/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **04740068 .4**

96 Fecha de presentación : **18.06.2004**

97 Número de publicación de la solicitud: **1642005**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.04.2006**

54 Título: **Álabe de turbina.**

30 Prioridad: **09.07.2003 EP 03015496**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
09.03.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
09.03.2010

73 Titular/es: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es: **Borthwick, Donald;
Chen, Shun;
Stüer, Heinrich y
Truckenmüller, Frank**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 334 351 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).

ES 2 334 351 T3

DESCRIPCIÓN

Álabe de turbina.

5 La presente invención hace referencia a un álabe de turbina que presenta una altura de paletas, un extremo del lado del rotor y del lado del estator, un borde de ataque y un borde de salida y un lado de succión (intradós) y un lado de presión (extradós), y que se encuentra conformado para su aplicación relación a una dirección global del flujo, así como una turbomáquina que se encuentra equipada con un álabe de turbina tal.

10 Por ejemplo, en la construcción de turbinas de vapor se utilizan álabes fijos curvados como forma de ejecución de álabes de turbina, especialmente en los casos en que se generan fuertes flujos tridimensionales que muestran marcadas diferencias radiales en la evolución estática de la presión entre el lado del rotor y el lado del estator, que se generan por la desviación en los álabes fijos. En turbinas de vapor, especialmente en turbinas de baja presión con una gran sección transversal de salida del flujo, la relación entre el largo de los álabes y el núcleo del rodete es relativamente grande. El
15 flujo de un medio de flujo en la última etapa de una turbina de baja presión, con una gran sección transversal de salida del flujo, conduce, en el caso de una gran relación entre el largo de los álabes y el núcleo del rodete, a una distribución de la reacción que tiene un efecto negativo en el rendimiento de la turbina de vapor. En este caso, la distribución de reacción es diferente en dirección radial y baja en el núcleo del rodete y alta en la carcasa, lo que se considera desventajoso.

20 En el caso de una turbomáquina térmica, se denomina como grado de reacción isentrópico r a la distribución porcentual de la caída isentrópica de entalpía en álabes móviles, en relación a la caída isentrópica total de entalpía a lo largo de una etapa que consiste en una corona de álabes fijos y una corona de álabes móviles. Como etapa de presión constante pura se denomina una etapa en la que el grado de reacción es $r = 0$ y en la que se genera la mayor
25 caída de entalpía. En el caso de una etapa de sobrepresión clásica el grado de reacción es $r = 0,5$, de manera que la caída de entalpía es igual en los álabes fijos que en los álabes móviles. Reacción fuerte se denomina a un grado de reacción de $r = 0,75$. En la práctica de la construcción de turbinas de vapor se utilizan, mayoritariamente, la etapa clásica de sobrepresión así como la etapa de presión constante. Esta última, por lo general, con un grado de reacción algo diferente a cero.

30 Una reacción baja o incluso negativa en el núcleo del rodete genera fuertes perjuicios y pérdidas en el rendimiento de la turbina durante su servicio. Una reacción baja en la carcasa provoca una alta velocidad de flujo de entrada de los álabes móviles en el área de los extremos. La alta velocidad de flujo de entrada tiene un efecto negativo en el rendimiento, ya que las pérdidas de flujo se comportan en una relación proporcional cuadrática a la velocidad. En este
35 caso sería de ayuda una reducción de la reacción. Además, una reacción menor en la carcasa generaría una disminución de las pérdidas en el intersticio y por ello el rendimiento se mejoraría de manera adicional.

Una reacción más alta en el área del núcleo del rodete disminuye las pérdidas en el intersticio en la corona de álabes fijos y, de esta manera, conduce a un mejor rendimiento.

40 En este caso se utilizan especialmente los álabes fijos curvados para optimizar la distribución de la reacción.

Turbinas con álabes fijos curvados sólo en la dirección perimetral se conocen, por ejemplo, de la DE 37 43 738. Allí se muestran y describen paletas cuya curvatura se encuentra dirigida, a través de la altura de paletas, contra el lado de
45 presión del respectivo álabe fijo adyacente en la dirección perimetral. De este documento también se conocen paletas cuya curvatura se encuentra dirigida, a través de la altura de paletas, contra el lado de succión del respectivo álabe fijo adyacente en la dirección perimetral. Con ello se busca disminuir, de manera efectiva, tanto los gradientes radiales de presión de la capa límite como también aquellos que transcurren en dirección perimetral y, con ello, disminuir las pérdidas aerodinámicas de paletas.

50 La US 4,714,407 revela un álabe de turbina doblado perpendicularmente a la dirección de flujo y en el que se basa el concepto genérico de la reivindicación 1.

55 En la US 3,745,629 se revela un álabe de turbina que se encuentra doblado visto en la dirección de flujo, o que se encuentra doblado múltiples veces.

En la US 2,738,950 se revela un álabe de turbina con forma de zig-zag que no presenta ninguna curvatura vista en la dirección de flujo.

60 En la US 2003/0031 564 se revela una paleta curvada en la dirección de flujo.

Turbinas con álabes fijos curvados en la dirección de flujo y en la dirección perimetral se conocen, por ejemplo, de la DE 42 28 879.

65 Álabes fijos curvados se conocen también de la US-PS 6,099,248.

ES 2 334 351 T3

Es objeto de la presente invención, indicar un álabe de turbina y una turbomáquina en los que se mejore el rendimiento.

5 Conforme a la invención, en el álabe de turbina antes descrito esto se logra con las características distintivas de la reivindicación 1.

La ventaja de la invención es, entre otras cosas, que debido a la afluencia mejorada se mejora la distribución radial de la reacción.

10 En las reivindicaciones secundarias se describen otros diseños ventajosos.

En base a las figuras se describen ejemplos de ejecución de la invención. En las figuras se identifica con la misma referencia a componentes con igual función.

15 Estas muestran

Figura 1 la vista lateral de una etapa final equipada con álabes de turbina de una turbomáquina;

20 Figura 2 una vista de un álabe fijo en la dirección de flujo de un medio de flujo;

Figura 3 una paleta con la representación de una distribución de reacción de acuerdo al estado actual del arte, y conforme al álabe de turbina de acuerdo a la figura 1;

25 Figura 4 una representación esquemática y en perspectiva del álabe de turbina de la figura 1, en un extremo del lado del rotor;

Figura 5 una representación esquemática y en perspectiva del álabe de turbina de la figura 1, en un extremo del lado del estator;

30 Figura 6 una vista en perspectiva de un álabe de turbina.

En la etapa de una turbina de vapor mostrada esquemáticamente en una vista lateral en la figura 1, las paredes que limitan a un canal atravesado 1 son, por una lado, una pared de canal del lado del rotor 3 y, por el otro, una pared de canal del lado del estator 5. La pared del canal del lado del estator 5 pertenece a una carcasa interior 6. Una etapa final se compone de una serie de álabes fijos y una serie de álabes móviles, de los cuales, a los fines de una mayor claridad, en la figura 1 sólo se muestra, respectivamente, un álabe fijo 10 y un álabe móvil 11. Los álabes fijos se encuentran fijados a la carcasa interior 6 de una manera no representada.

40 Los álabes móviles se encuentran fijados al rotor 2 de una manera no representada.

El álabe fijo 10 presenta un extremo del lado del estator 7, un área central 8 y un extremo del lado del rotor 9. Un medio de flujo puede fluir en la dirección de flujo 4 a través del canal 1. La dirección de flujo 4 es, esencialmente, paralela a un eje de rotación 12 del rotor 2. El álabe fijo 10 presenta un borde de ataque 13, formado a lo largo de toda la altura de paletas, y un borde de salida 14. El álabe móvil 11 también presenta un borde de ataque 15 y un borde de salida 16.

50 Como se encuentra representado en la figura 6, la conformación del álabe de turbina 10 es descrita por una curva en forma de álabe de turbina 39. El álabe de turbina 10 es dividido en superficies cilíndricas 40. A los fines de una mayor claridad, en la figura 6 sólo se encuentran representadas seis superficies cilíndricas. La curva en forma de álabe de turbina 39 describe la conformación de manera más precisa, mientras más superficies cilíndricas 40 se formen. Para cada superficie cilíndrica 40 se determina su centro de gravedad másico 41. La curva en forma de álabe de turbina 39 se forma por la unión de los centros de gravedad másicos 41 de un pie del álabe de turbina 42 hacia el extremo del álabe de turbina 43.

55 Como se puede observar en la fig. 1, la curva en forma de álabe de turbina 39 termina, en cada caso, en el extremo del lado del rotor 9 y en el extremo del lado del estator 7 del álabe de turbina 10. En lo sucesivo, las ejecuciones hacen referencia a un álabe de turbina conformado como álabe fijo 10.

60 La curva en forma de álabe de turbina 39 es considerada desde su extremo del lado del rotor 9, y la forma tridimensional de la curva en forma de álabe de turbina 39 es ilustrada por una tangente que se debe entender como derivación matemática de la curva en forma de álabe de turbina 39 en una dirección de curva. La tangente o la derivación matemática es denominada como tangente auxiliar 17 en el extremo del lado del rotor 9 de la curva en forma de álabe de turbina 39. Con otras palabras: La forma tridimensional o la conformación del álabe de turbina 10 en el extremo del lado del rotor 9 es representada por la tangente auxiliar 17.

65 En su extremo del lado del rotor 9, el álabe fijo 10 se encuentra conformado de manera tal que en la dirección de flujo 4 presenta un ángulo de flecha negativa. Naturalmente, la tangente auxiliar 17 también presenta un ángulo de flecha negativa respecto a la dirección de flujo 4.

ES 2 334 351 T3

La conformación del extremo del lado del estator 7 del álabe fijo 10 está representada por una segunda tangente auxiliar 18. En este caso, la curva en forma de álabe de turbina 39 es considerada desde su extremo del lado del estator 7, y la forma tridimensional de la curva en forma de álabe de turbina 39 es ilustrada por una tangente que se debe entender como derivación matemática de la curva en forma de álabe de turbina 39 en una dirección de curva.

5

En su extremo del lado del estator 7, el álabe fijo 10 se encuentra conformado de manera tal que en la dirección de flujo 4 presenta un ángulo de flecha negativa. Naturalmente, la tangente auxiliar 18 también presenta un ángulo de flecha negativa respecto a la dirección de flujo 4.

10

En el centro, en el área central 8, la conformación del álabe fijo 10 es descrita esencialmente por una tangente auxiliar 65. En este caso, la curva en forma de álabe de turbina 39 es considerada en su área central 8, y la forma tridimensional de la curva en forma de álabe de turbina 39 es ilustrada por una tangente auxiliar 65 que se debe entender como derivación matemática de la curva en forma de álabe de turbina 39 en una dirección de curva. Para ello, toma como punto de partida un punto dispuesto en el área central 8 de la curva en forma de álabe fijo 39, y en ese punto se forma una tangente conformada como tangente auxiliar 65 o como derivación.

15

En su área central 8 el álabe fijo 10 se encuentra conformado de manera tal que en la dirección de flujo 4 presenta un ángulo de flecha positiva. Naturalmente, la tangente auxiliar 65 también presenta un ángulo de flecha positiva respecto a la dirección de flujo 4.

20

En una forma de ejecución alternativa, el área central 8 también puede presentar un ángulo de flecha negativa o ser incluso perpendicular a la dirección de flujo 4.

Flecha negativa y positiva se definen aquí de la siguiente manera:

25

Flecha negativa: la dirección de flujo 4 debe ser girada en un ángulo agudo en una dirección matemática negativa (en el sentido de las agujas del reloj), respecto a la tangente auxiliar 17 o a la tangente auxiliar 18, para lograr que la dirección de flujo 4 coincida con la tangente auxiliar 17 o 18.

30

Flecha positiva: la dirección de flujo 4 debe ser girada en un ángulo agudo en una dirección matemática positiva (en el sentido contrario a las agujas del reloj) respecto a la tangente auxiliar 65 para lograr que la dirección de flujo 4 coincida con la tangente auxiliar 65.

35

La distancia del borde de salida 14 del álabe fijo 10 es constante en el extremo del lado del rotor 9 y en el área central 8, respecto al un borde de ataque 15 del álabe móvil adyacente 11.

En una forma de ejecución alternativa, la distancia del borde de salida 14 del álabe fijo 10 puede ser diferente al borde de salida 15 del álabe móvil adyacente 11.

40

El extremo del lado del rotor 9 y el extremo del lado del estator 7, esencialmente, se encuentran enfrentados en la dirección de flujo 4.

En la figura 2 se representa una vista en la dirección de flujo 4. El álabe fijo 10 se encuentra entre un lado de presión 21 y un lado de succión 22. La línea central mostrada en la figura 2 entre el lado de presión 21 y el lado de succión 22 representa al borde de ataque 13. La dirección de flujo 4 transcurre, esencialmente, de forma perpendicular al plano de proyección. En este caso, el medio de flujo fluye a lo largo de la dirección de flujo 4 y choca primero con el borde de ataque 13 del álabe fijo 10.

45

El extremo del lado del rotor 9 del álabe fijo 10 se encuentra inclinado en dirección al lado de presión 21. También el extremo del lado del estator 7 se encuentra inclinado hacia el lado de presión 21.

50

En el área central 8 del álabe fijo 10, el álabe fijo 10 se encuentra inclinado hacia el lado de succión 22.

En una forma de ejecución alternativa, el área central 8 también puede estar inclinado hacia el lado de presión 21.

55

En otra forma de ejecución alternativa, el área central puede no estar inclinada ni hacia el lado de presión 21 ni hacia el lado de succión 22.

Pero también en un ejemplo de ejecución alternativo del álabe de turbina, el área central puede estar orientada en una dirección radial 34.

60

En el extremo del lado del rotor 9 del álabe fijo 10, el borde de ataque 13 se encuentra posicionado esencialmente delante del borde de salida 14.

En el extremo del lado del estator 7 del álabe fijo 10, el borde de ataque 13 se encuentra posicionado en la dirección de flujo 4, esencialmente delante del borde de salida 14.

65

En el área central, el borde de salida 14 se encuentra desplazado hacia el lado de presión 21 respecto al borde de ataque 13.

ES 2 334 351 T3

El extremo del lado del estator 7 del álabe fijo 10 se encuentra desplazado en dirección radial 34 hacia el lado de presión 21 en relación al extremo del lado del rotor 9.

5 En la figura 4 se puede observar una representación esquemática y en perspectiva del álabe de turbina 10, 11 en el extremo del lado del rotor 9, y sirve para la explicación detallada de las posiciones de la tangente auxiliar 17 así como de los ángulos relacionados α y γ .

10 A los fines de una mayor claridad, no se ha representado la forma tridimensional del álabe de turbina 10. El álabe de turbina 10 es representado en el extremo del lado del rotor 9 a través de la tangente auxiliar 17.

Si se prolongara la tangente auxiliar 17 en dirección al rotor 2, ésta haría contacto en un punto 44 con el rotor 2. Un primer eje auxiliar 20 corta perpendicularmente al eje de rotación 12 y transcurre a través del punto 44.

15 Un segundo eje auxiliar 23 corta el primer eje auxiliar 20 en el punto 44 y transcurre esencialmente en paralelo a la dirección de flujo 4, que en este ejemplo de ejecución es paralela al eje de rotación 12.

Un tercer eje auxiliar 24 corta al primer eje auxiliar 20 en el punto 44 y transcurre perpendicularmente al primer eje auxiliar 20, y perpendicularmente al segundo eje auxiliar 23.

20 Con el primer eje auxiliar 20 y el segundo eje auxiliar 23 se forma un primer nivel de proyección 45. Con el primer eje auxiliar 20 y el tercer eje auxiliar 24 se forma un segundo nivel de proyección 46.

25 La tangente auxiliar 17 se proyecta sobre el primer nivel de proyección 45 y para ello cada punto de la tangente auxiliar 17 se proyecta sobre el primer nivel de proyección 45 en dirección al tercer eje auxiliar 24.

30 A modo ejemplar, esto se explica con un punto 47 de la tangente auxiliar 17. El punto 47 se proyecta, a lo largo de una dirección paralela al tercer eje auxiliar 24, a lo largo de una primera recta de proyección 48 sobre un primer punto de proyección 49 que se encuentra en el primer nivel de proyección 45. De esta manera, sobre el primer nivel de proyección 45 se proyecta una primera recta de proyección 17'.

35 La primera recta de proyección 17' se encuentra inclinada en un ángulo α en relación al segundo eje auxiliar 23.

En este caso, el ángulo α puede adoptar valores de entre 0° y 90° , el valor del ángulo α se encuentra especialmente entre 50° y 80° .

40 La tangente auxiliar 17 se proyecta también sobre el segundo nivel de proyección 46, y para ello cada punto de la tangente auxiliar 17 se desplaza sobre el segundo nivel de proyección 46 en dirección al segundo eje auxiliar 23 hasta hacer contacto con el mismo.

45 A modo ejemplar, esto se explica con el punto 47 de la tangente auxiliar 17. El punto 47 se proyecta, a lo largo de una dirección paralela al segundo eje auxiliar 23, a lo largo de una segunda recta de proyección 51 sobre un segundo punto de proyección 52 que se encuentra en el segundo nivel de proyección 46. De esta manera, sobre el segundo nivel de proyección 46 se proyecta una segunda recta de proyección 17''.

50 La segunda recta de proyección 17'' se encuentra inclinada en un ángulo γ en relación al primer eje auxiliar 20.

El ángulo γ puede adoptar valores de entre 0° y 90° , el ángulo γ es especialmente de 70° .

55 La superficie terminal del lado del rotor del álabe de turbina 10 se encuentra indicada por un transcurso de trazo discontinuo 54.

60 En la figura 5 se puede observar una representación esquemática y en perspectiva del álabe de turbina 10 en el extremo del lado del estator 7, y sirve para la explicación detallada de las posiciones de la tangente auxiliar 18 así como de los ángulos relacionados β , δ y ξ . A los fines de una mayor claridad, no se ha representado la forma tridimensional del álabe de turbina 10. El álabe de turbina 10 es representado en el extremo del lado del estator 7 a través de la tangente auxiliar 18.

65 En su prolongación en dirección a la carcasa interior 6, la tangente auxiliar 18 haría contacto en un punto 55 con la carcasa interior 6.

Un cuarto eje auxiliar 26 corta perpendicularmente al eje de rotación 12 y transcurre a través del punto 55. Un quinto eje auxiliar 27 corta al cuarto eje auxiliar 26 en el punto 55, y transcurre en paralelo a una superficie de la carcasa interior en el punto 55. Un sexto eje auxiliar 28 corta al cuarto eje auxiliar 26 perpendicularmente en el punto 55, y transcurre perpendicularmente al quinto eje auxiliar 27.

65 Con el cuarto eje auxiliar 26 y el quinto eje auxiliar 27 se forma un tercer nivel de proyección 56. Con el cuarto eje auxiliar 26 y el sexto eje auxiliar 28 se forma un cuarto nivel de proyección 57.

ES 2 334 351 T3

La tangente auxiliar 18 se proyecta sobre el tercer nivel de proyección 56 y para ello cada punto de la tangente auxiliar 18 se desplaza sobre el tercer nivel de proyección 56 en dirección al sexto eje auxiliar 28, hasta hacer contacto con el mismo.

5 A modo ejemplar, esto se explica con un punto 58 de la tangente auxiliar 18. El punto 58 se proyecta, a lo largo de una dirección paralela al sexto eje auxiliar 28, a lo largo de una tercera recta de proyección 59 sobre un tercer punto de proyección 60 que se encuentra en el tercer nivel de proyección 56. De esta manera, sobre el tercer nivel de proyección 56 se proyecta una tercera tangente de proyección 18'.

10 La tangente de proyección 18' se encuentra inclinada en un ángulo ξ en relación al quinto eje auxiliar 27. El ángulo ξ se encuentra entre 0° y 180° . La tangente de proyección 18' también se encuentra inclinada en un ángulo β en relación al eje de rotación 12. El ángulo β puede adoptar esencialmente valores entre 0° y 90° .

15 La tangente auxiliar 18 se proyecta también sobre el cuarto nivel de proyección 57 y para ello cada punto de la tangente auxiliar 18 se desplaza sobre el cuarto nivel de proyección 57 en dirección al quinto eje auxiliar 27 hasta hacer contacto con el mismo.

20 A modo ejemplar, esto se explica con el punto 58 de la tangente auxiliar 18. El punto 58 se proyecta, a lo largo de una dirección paralela al quinto eje auxiliar 27, a lo largo de una cuarta recta de proyección 62 sobre un cuarto punto de proyección 63 que se encuentra en el cuarto nivel de proyección 57. De esta manera, sobre el cuarto nivel de proyección 57 se proyecta una cuarta tangente de proyección 18''.

25 La recta de proyección 18'' se encuentra inclinada en un ángulo δ en relación al sexto eje auxiliar 28. El ángulo δ se encuentra entre 0° y 90° .

30 En la figura 3 se representa en forma de diagrama una distribución de reacción de acuerdo a una altura de paletas. En este caso, el eje X 35 representa la distribución de reacción en unidades arbitrarias. En este caso, el eje Y 36 representa la distancia hacia un núcleo del rodete. La línea de trazo discontinuo 37 muestra el transcurso de la distribución de reacción conforme al estado actual del arte. La línea de trazo continuo 38 muestra el transcurso de la distribución de reacción cuando los álabes fijos se encuentran conformados de acuerdo a la invención aquí representada.

35 Como ya se ha mencionado, es una desventaja si la distribución de reacción es diferente en la dirección radial 34. La línea de trazo discontinuo 37, que representa la distribución de reacción conforme al estado actual del arte, muestra el comportamiento antes mencionado que es considerado desventajoso. De acuerdo a éste, la distribución de reacción desde el núcleo del rodete hacia la carcasa es diferente. La línea de trazo continuo 38 muestra, en relación a la línea de trazo discontinuo 37, una distribución de reacción mejorada.

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Álabes de turbina (10, 11) que presentan una altura de paletas, un extremo del lado del rotor (9) y un extremo del lado del estator (7), un borde de ataque (13) y un borde de salida (14), y un lado de succión (22) y un lado de presión (21), y que se encuentran conformados para su aplicación en relación a una dirección global del flujo (4), con lo que en la dirección de flujo (4) el álabes de turbina (10, 11) posee un ángulo de flecha negativa en su extremo del lado del rotor (9) y en su extremo del lado del estator (7), **caracterizado** porque en una dirección radial (34) en relación a la dirección de flujo (4) el álabes de turbina (10, 11) se encuentra inclinado en dirección al lado de presión (21) en su extremo del lado del rotor (9) y en su extremo del lado del estator (7).

2. Álabes de turbina (10, 11) conforme a la reivindicación 1, **caracterizado** porque el ángulo de flecha negativa del extremo del lado del rotor (9) se convierte en un ángulo de flecha positiva en el área central (8) del álabes de turbina (10, 11), y el ángulo de flecha positiva en el área central (8) se convierte en un ángulo de flecha negativa en el extremo del lado del estator (7).

3. Álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado** porque en un área central (8) del álabes de turbina (10, 11) el álabes de turbina (10, 11) se encuentra inclinado hacia el lado de succión (22).

4. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el borde de ataque (13) y de salida (14) en el extremo del lado del estator (7) se encuentran, esencialmente, uno detrás de otro en la dirección de flujo (4).

5. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el borde de ataque (13) y de salida (14) en el extremo del lado del rotor (9) se encuentran, esencialmente, uno detrás de otro en la dirección de flujo (4).

6. Álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el borde de salida (14) en el área central (8) de la altura de paletas se encuentra desplazado hacia el lado de presión (21), frente al borde de ataque (13) en dirección de flujo.

7. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque el extremo del lado del estator (7) se encuentra desplazado en dirección radial (34) hacia el lado de presión (21), en relación al extremo del lado del rotor (9).

8. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el extremo del lado del rotor (9) y el extremo del lado del estator (7) esencialmente se encuentran enfrentados en la dirección de flujo (4).

9. Álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 8 que se encuentra conformado como (10) álabes fijos.

10. Álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 8 que se encuentra conformado como (11) álabes móviles.

11. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el extremo del lado del rotor (9) presenta una flecha en un ángulo α hacia la dirección de flujo y el ángulo α presenta valores que esencialmente se encuentran entre 50° y 80° .

12. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque el extremo del lado del estator (7) presenta una flecha en un ángulo β hacia una carcasa interior (6) y el ángulo β presenta valores que esencialmente se encuentran entre 0° y 90° .

13. Álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque el extremo del lado del estator (7) se encuentra inclinado en un ángulo γ hacia la dirección radial (34) y el ángulo γ presenta valores que esencialmente se encuentran entre 0° y 90° .

14. Álabes de turbina (10) conforme a la reivindicación 13, **caracterizado** porque el ángulo γ esencialmente asciende a 70° .

15. Álabes de turbina (10) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el extremo del lado del rotor (9) se encuentra inclinado en un ángulo δ hacia la dirección radial (34) y el ángulo δ presenta valores que esencialmente se encuentran entre 0° y 90° .

ES 2 334 351 T3

16. Álabe de turbina (10) conforme a la reivindicación 15, **caracterizado** porque el ángulo δ esencialmente asciende a 75° .

17. Turbomáquina que presenta álabes de turbina (10, 11) conforme a una de las reivindicaciones 1 a 16.

18. Turbomáquina conforme a la reivindicación 17, **caracterizada** porque el borde de salida (14) del álabe fijo (10) presenta, en el extremo del lado del rotor (9) y en el área central (8), una distancia constante hacia el borde de ataque (15) de un álabe móvil adyacente (11).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

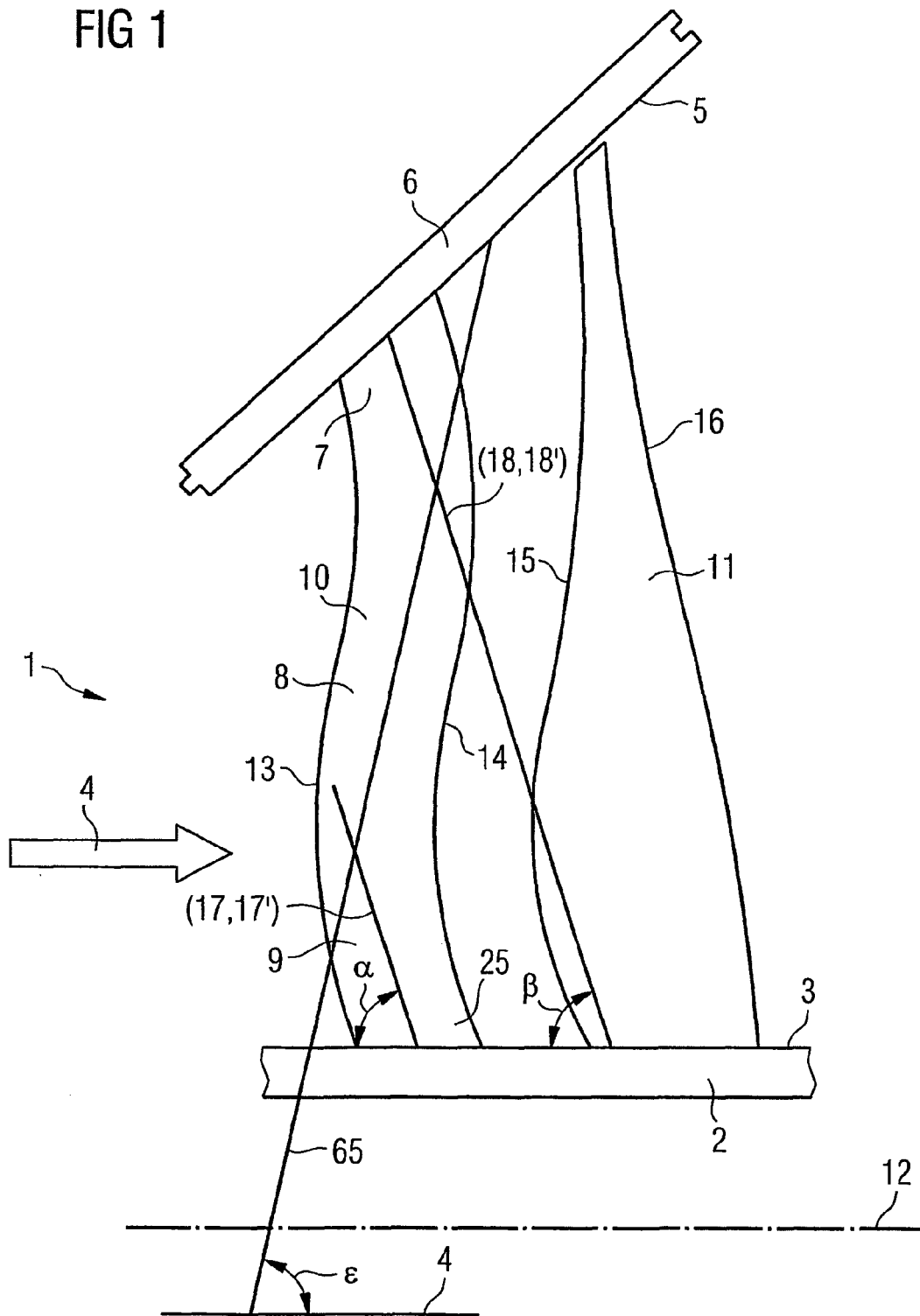


FIG 3

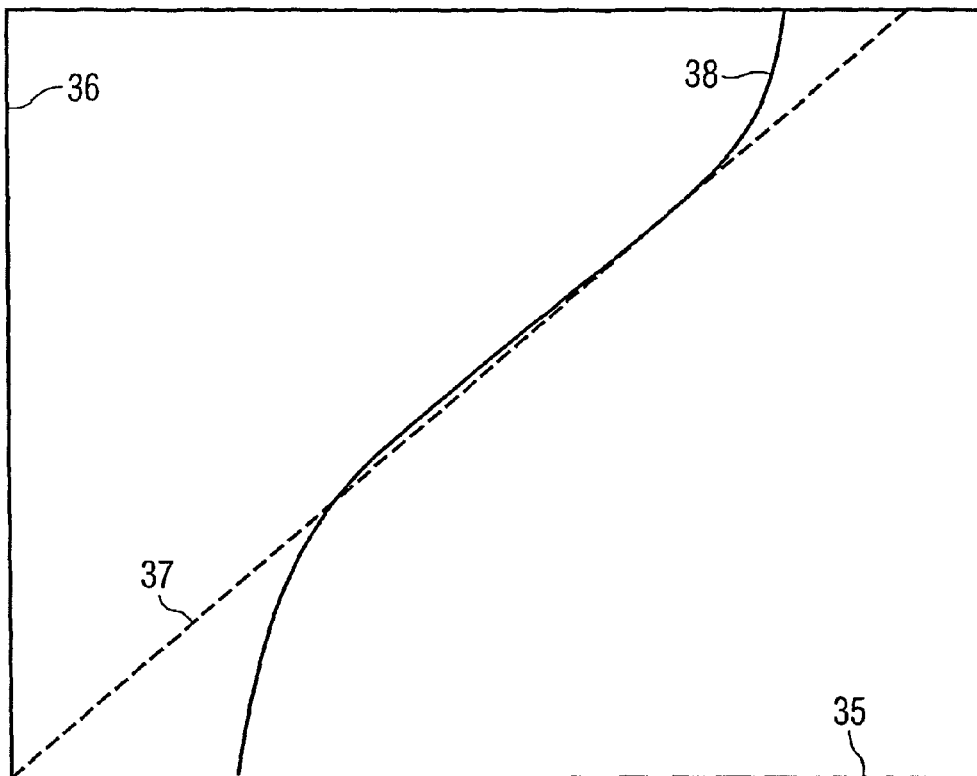


FIG 4

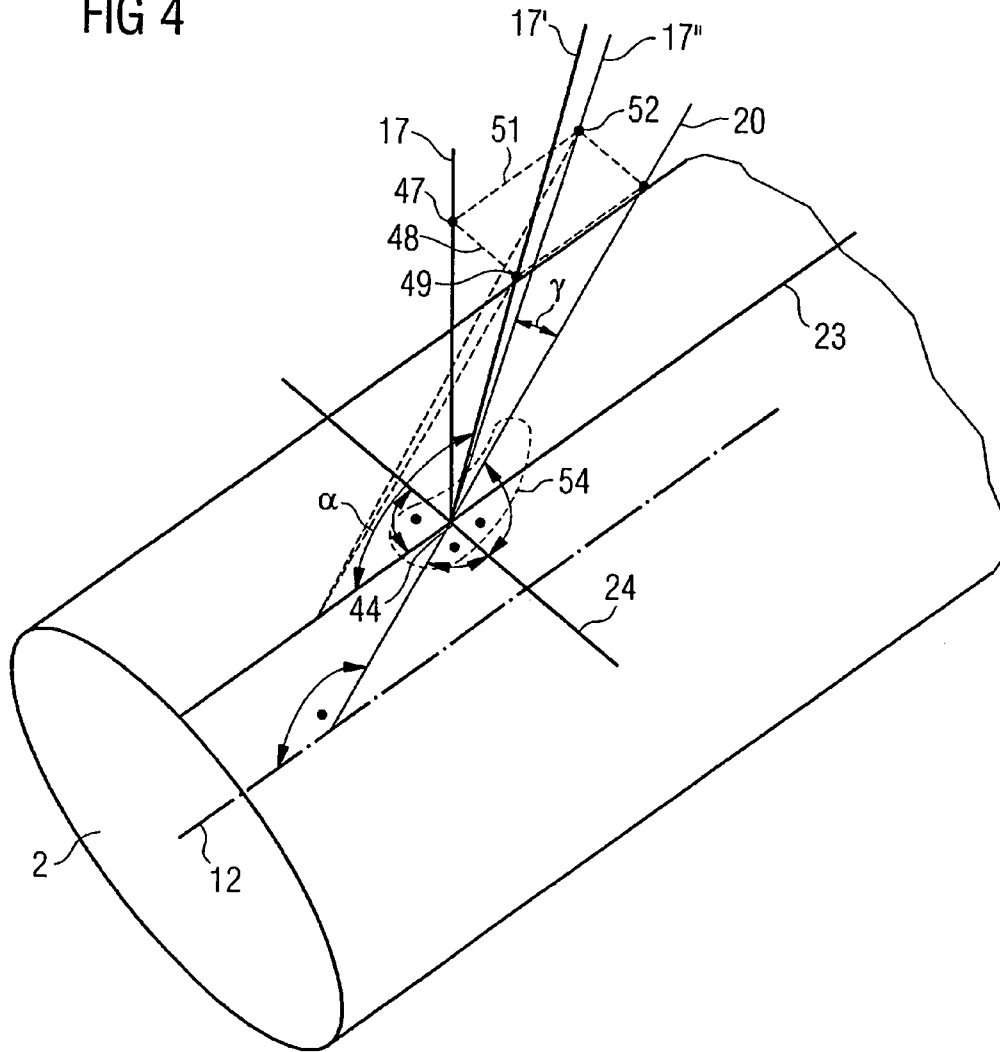


FIG 5

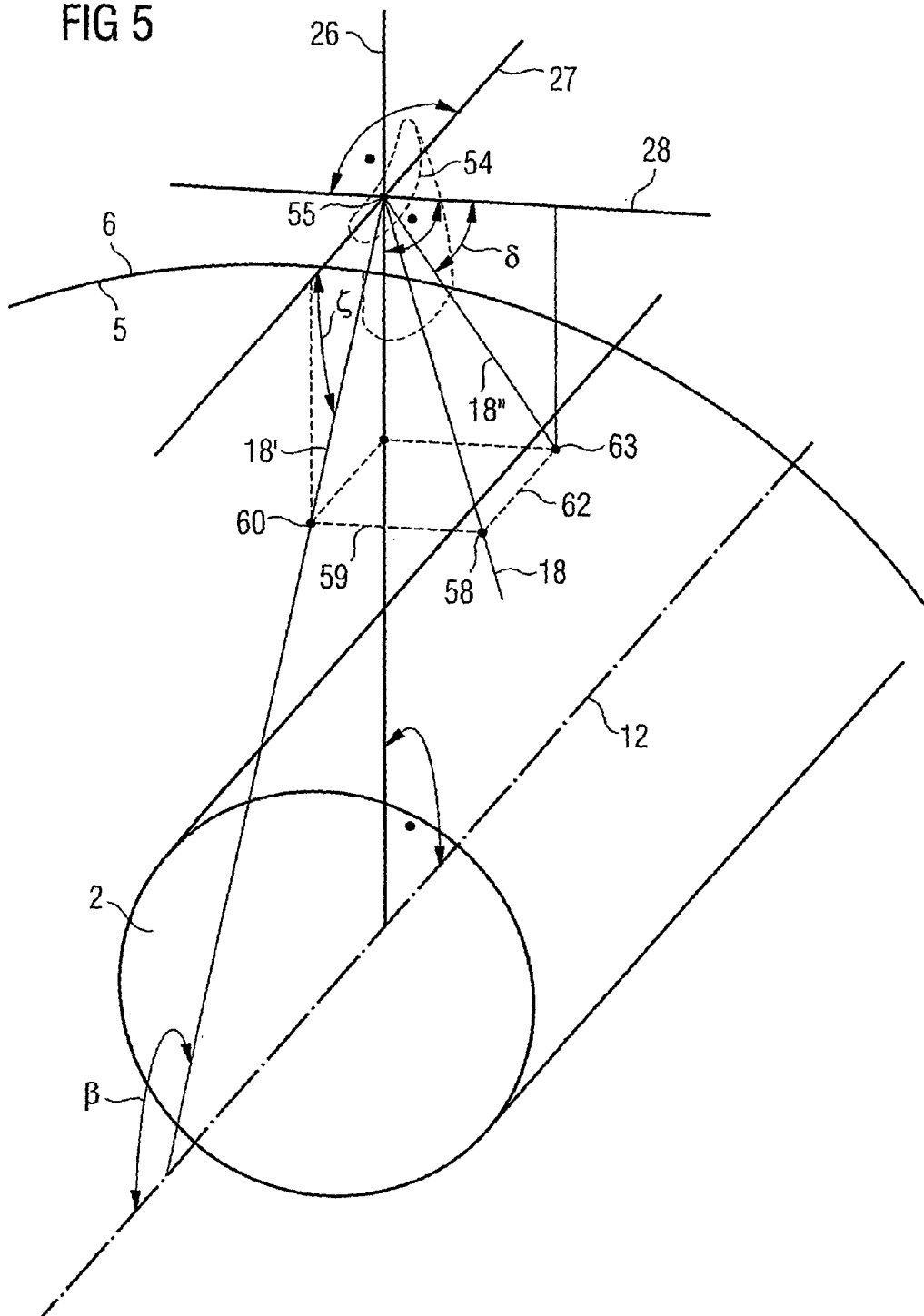


FIG 6

