

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 909 141**

51 Int. Cl.:

F03B 1/02 (2006.01)

F03B 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.08.2017 PCT/EP2017/071225**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.04.2018 WO18068936**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.08.2017 E 17757748 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022 EP 3526466**

54 Título: **Rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo**

30 Prioridad:

12.10.2016 DE 202016105711 U

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

05.05.2022

73 Titular/es:

OSSBERGER GMBH + CO KG (100.0%)

Otto-Rieder-Str. 7

91781 Weißenburg, DE

72 Inventor/es:

WIRTH, DIETER y

OSSBERGER, KARL-FRIEDRICH

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 909 141 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

Rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo

5 1. Campo de la Invención

La presente invención se refiere a un rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo, que puede ser atravesado radialmente desde el exterior hacia el interior y entonces radialmente desde el interior hacia el exterior. Además, la presente invención se refiere a una turbina de paso de flujo con este rodete en forma de rodillo, así como a un dispositivo de fabricación de papel en combinación con la turbina de paso de flujo mencionada anteriormente para la recuperación de energía.

10 2. Antecedentes de la Invención

Las turbinas de paso de flujo y su construcción se conocen desde hace mucho tiempo en el estado de la técnica. Este tipo de turbinas de paso de flujo también se denominan como turbinas de flujo cruzado, turbinas Banki, turbinas Michell o turbinas Ossberger. A diferencia de los otros tipos conocidos de turbinas, como la turbina Francis, la turbina Kaplan o la turbina Pelton, primero es atravesado un rodete en forma de rodillo de la turbina de paso de flujo desde el exterior hacia el interior. Después de que el agua de conducción del rodete en forma de rodillo ha cruzado el interior del rodete, sale del rodete en forma de cilindro nuevamente desde el interior hacia el exterior. De esta manera, el rodete en forma de rodillo gira y se limpia con la ayuda del agua de conducción. En contraste con esto, a los rodetes de otros tipos de turbinas llega el flujo en dirección radial o en dirección axial, pero no son atravesados por el agua de conducción.

Un rodete en forma de rodillo conocido de una turbina de paso de flujo se describe, por ejemplo, en los documentos EP 0 132 801 B1 y EP 0 133 306 B1. El rodete del documento EP 0 133 306 B1 comprende un árbol en el que están dispuestos dos discos frontales dispuestos en los extremos y al menos un disco de conexión que se encuentra axialmente entre ellos. Los discos finales y el al menos un disco de conexión se encuentran en planos radiales del árbol. Los discos frontales y los discos de conexión presentan ranuras, que están configuradas radialmente en el exterior de acuerdo con un perfil de álabe, para el alojamiento de los álabes. Los álabes perfilados del rodete en forma de rodillo se fijan en estas ranuras, de modo que forman un anillo de álabes perfilados en el rodete.

En el pasado se utilizaban rodetes cuyo diámetro D y longitud L cumplían una relación diámetro:longitud $>1:4$. Sin embargo, las experiencias con esta construcción de rodete han demostrado que las dimensiones no se pueden adaptar indefinidamente a nuevos requisitos de uso. Por ejemplo, la deformación del rodete en dirección axial ha demostrado ser crítica cuando debía aumentarse la longitud del rodete en forma de rodillo. Así, por ejemplo, un aumento en la longitud de rodetes conocidos provocó una reducción en la vida útil del rodete en forma de rodillo, ya que la conexión a partir de árbol y anillo de álabes en el rodete no soportó las cargas mecánicas durante una vida útil deseable.

Este tipo de turbinas de paso de flujo se utilizan, por ejemplo, en centrales hidroeléctricas para convertir la energía cinética del agua en energía eléctrica. Como ámbito de aplicación adicional el documento EP 1 238 143 B1 describe el uso de turbinas de paso de flujo para la recuperación de energía en la fabricación de papel. En la fabricación de bandas de papel y cartón se mueven concretamente grandes cantidades de agua en los dispositivos correspondientes, cuya energía cinética se puede aprovechar con la ayuda de una turbina de paso de flujo.

Con respecto a las desventajas descritas anteriormente, es un objetivo de la presente invención proporcionar una construcción mejorada de un rodete en forma de rodillo que proporcione requisitos de geometría mejorados y, por lo tanto, opciones de adaptación mejoradas a nuevas áreas de aplicación.

45 3. Resumen de la Invención

El objetivo anterior se consigue mediante un rodete en forma de rodillo según la reivindicación independiente 1, mediante una turbina de paso de flujo con este rodete en forma de rodillo según la reivindicación dependiente 5. Además, la presente invención divulga un dispositivo de fabricación de papel en combinación con un sistema para la recuperación de energía que utiliza la turbina de paso de flujo según la invención como se define en la reivindicación dependiente 6. Además, la presente invención divulga un procedimiento para fabricar un rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo de acuerdo con la reivindicación independiente 7. Configuraciones ventajosas y perfeccionamientos de la presente invención resultan de la siguiente descripción, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

La presente invención divulga un rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo, que puede ser atravesado radialmente desde el exterior hacia el interior y entonces radialmente desde el interior hacia el exterior. El rodete en forma de rodillo presenta las siguientes características: un árbol con dos discos de extremo dispuestos en los extremos en el árbol y una pluralidad de discos intermedios dispuestos fijamente en el árbol entre los discos de extremo, definiendo los discos de extremo y los discos intermedios planos radiales con respecto al árbol, los discos de extremo e intermedios presentan respectivamente una pluralidad de ranuras dispuestas radialmente en el exterior, en las que hay fijado un álabe perfilado que se extiende en paralelo con respecto al árbol en respectivamente una ranura de al menos dos discos de extremo y varios discos intermedios, de modo que el árbol está rodeado a una distancia radial por un anillo de álabes perfilados, presentando el rodete en forma de rodillo un diámetro exterior D y una longitud L, para los cuales se cumple $0,08 \leq D/L \leq 0,25$.

Basándose en la construcción según la invención del rodete en forma de rodillo, se realizó, por ejemplo, una longitud de un rodete en forma de rodillo que anteriormente no podía proporcionarse de manera operable, con un diámetro perfectamente normal de 600 milímetros para el rodete. Por lo tanto, se pueden implementar preferentemente rodetes de la turbina de paso de flujo con una longitud de aproximadamente 6 metros con un diámetro de 600 milímetros. Con este fin, el rodete se configuró de tal manera que garantizara un funcionamiento a largo plazo y sin fallas debido a sus elementos estructurales que interactúan, como los álabes que se extienden en paralelo con respecto al eje y los discos de extremo e intermedios portantes. A este respecto, es preferible configurar el diámetro exterior D y la longitud L del rodete en forma de rodillo para satisfacer la relación de $0,09 \leq D/L \leq 0,2$, preferentemente $0,095 \leq D/L \leq 0,15$.

Para realizar las proporciones geométricas preferentes del rodete en forma de rodillo, es preferente que los discos de extremo e intermedios estén conectados con los álabes perfilados mediante soldadura. Según una primera alternativa según la invención, los álabes perfilados presentan una sección transversal de álabe en forma de media luna en dirección radial del rodete, que está definida por un lado interior de álabe y un lado exterior de álabe. La sección transversal de álabe tiene preferentemente un grosor máximo d_s del álabe perfilado en el rango de $6 \text{ mm} \leq d_s \leq 18 \text{ mm}$, preferentemente $9 \text{ mm} \leq d_s \leq 14 \text{ mm}$.

Como se mencionó anteriormente, los álabes fijados en los discos intermedios rodean el árbol en forma de un collar, el cual está separado radialmente del árbol. Esta configuración conocida asegura que el agua de conducción del rodete atraviese el rodete primero desde el exterior hacia el interior radialmente, para salir nuevamente radialmente desde el interior hacia el exterior radialmente por el lado opuesto después de atravesar el interior del rodete. Mediante el aumento de grosor preferente del álabe perfilado se rigidizó todo el perfil de álabe a lo largo del árbol. Al mismo tiempo, esto conduce también a que toda la construcción del rodete tenga una configuración más rígida, de manera que se consigue debido a ello preferentemente un aumento en la rigidez torsional del rodete. Además, el mayor grosor de los álabes individuales contribuye a reducir la deformación del rodete en forma de rodillo, como resultado de lo cual se hace posible un funcionamiento fiable del rodete, especialmente en caso de longitudes mayores, preferentemente con una longitud de 6 metros.

Además, la sección transversal de álabe está definida preferentemente por al menos un radio interior R_i y al menos un radio exterior R_A , presentando al mismo tiempo la sección transversal de álabe un ancho secante B_s máximo en el rango de $60 \text{ mm} \leq B_s \leq 140 \text{ mm}$. Dado que la sección transversal de álabe se compone de varios arcos circulares, el término ancho secante se puede explicar de la siguiente manera. Una secante denomina habitualmente la distancia en línea recta entre dos puntos dispuestos en una circunferencia. El ancho secante máximo se refiere a la distancia entre dos puntos que están a una distancia máxima entre sí, que están dispuestos en el borde configurado en forma de arco circular de la sección transversal de álabe.

Según una segunda alternativa de la presente invención, el álabe perfilado está fijado en las ranuras de los dos discos de extremo y varios discos intermedios mediante una unión soldada entre álabe y disco de extremo e intermedio. Para ello hay prevista preferentemente por un lado interior de álabe cóncavo una costura de soldadura que termina en una zona de 5 mm - 20 mm antes de un extremo cerrado de la ranura del disco intermedio. De modo complementario a ello o como alternativa está prevista una costura de soldadura por un lado exterior de álabe convexo, que se extiende por una sección parcial del 10 % - 60 % de una longitud total del lado exterior de álabe convexo. Esta conexión precisa entre álabe y disco intermedio también contribuye preferentemente a que se reduzcan las cargas mecánicas dentro del rodete en forma de rodillo. Dado que el área de esquina de la ranura en el disco intermedio contribuye a una concentración de tensiones mecánicas, la costura de soldadura entre el límite de la ranura y el lado interior de álabe cóncavo no se extiende hasta la zona de extremo de la ranura y de este modo a la zona de la concentración de tensiones mecánicas. Esto permite una cierta movilidad de los bordes de ranura y del lado interior de álabe cóncavo adyacente, que contribuyen a reducir las tensiones mecánicas. Además, preferentemente el lado exterior de álabe convexo precisamente no se suelda en toda su longitud con la pared adyacente de la ranura del disco intermedio. En el marco de las propiedades materiales de álabe y disco intermedio, esta conexión también permite una mayor posibilidad de compensación o posibilidad de relajación de las tensiones mecánicas en comparación con una conexión soldada por toda la longitud de la superficie límite entre lado exterior de álabe convexo y la pared de ranura adyacente.

La presente invención divulga además una turbina de paso de flujo con un rodete en forma de rodillo de acuerdo con las formas de realización preferentes descritas anteriormente.

Además, la presente invención comprende un dispositivo de fabricación de papel en combinación con un sistema de recuperación de energía, que comprende una turbina de paso de flujo en combinación con una de las formas de realización preferentes del rodete en forma de rodillo descrito anteriormente.

La presente invención divulga además un procedimiento para producir un rodete en forma de rodillo de una turbina de paso de flujo, siendo el rodete en forma de rodillo un rodete de acuerdo con una de las formas de realización descritas anteriormente y presentando el procedimiento los siguientes pasos: proporcionar un árbol con dos discos de extremo dispuestos de forma fija en los extremos y una pluralidad de discos intermedios dispuestos fijos en el árbol entre los discos de extremo, disponer y fijar varios álabes perfilados que se extienden en paralelo con respecto al árbol en respectivamente una ranura de varios discos intermedios, de modo que el rodete tenga un diámetro exterior D y una

longitud L de acuerdo con $0,08 \leq D/L \leq 0,2$. Según una configuración preferente del procedimiento mencionado anteriormente, el álabe se fija en las ranuras de los discos intermedios mediante soldadura, terminando una costura de soldadura en un lado interior de álabe cóncavo en una

5 zona de 5 mm - 20 mm antes de un extremo cerrado de la ranura. Las ventajas constructivas de este modo de proceder ya se han descrito anteriormente en relación con la configuración constructiva del rodete en forma de rodillo. De acuerdo con otra forma de realización preferente del procedimiento, una costura de soldadura por el lado exterior de álabe convexo se extiende solo por una sección parcial del lado exterior de álabe desde la zona de 1 0% - 60 % de una longitud total del lado exterior de álabe convexo en relación con una sección transversal de álabe.

10 De acuerdo con otra forma de realización preferente de la presente invención, el procedimiento presenta el siguiente paso adicional: proporcionar, preferentemente laminado en frío del álabe perfilado con una sección transversal de álabe en forma de media luna, que está definida por un lado interior de álabe y un lado exterior de álabe, presentando la sección transversal de álabe un grosor máximo d_s del álabe perfilado en el rango de $6 \text{ mm} \leq d_s \leq 18 \text{ mm}$, preferentemente $9 \text{ mm} \leq d_s \leq 14 \text{ mm}$.

4. Breve descripción de los dibujos adjuntos

Las formas de realización preferentes de la presente invención se explican con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Muestran:

20 La figura 1, una representación despiezada de una forma de realización preferente de una turbina de paso de flujo,
 la figura 2, una representación en perspectiva de una forma de realización preferente de un rodete en forma de rodillo de la turbina de paso de flujo,
 25 la figura 3, una representación en perspectiva de una forma de realización preferente del rodete en forma de rodillo durante su montaje,
 la figura 4, una forma de realización preferente de una sección transversal de álabe de un álabe del rodete en forma de rodillo,
 la figura 5, otra forma de realización preferente de una sección transversal de álabe de un álabe del rodete en forma de rodillo,
 30 la figura 6, una representación esquemática de una forma de realización preferente de la disposición del álabe en las ranuras de los discos intermedios y las ranuras de los discos de extremo,
 la figura 7, un diagrama de flujo de una forma de realización preferente de un procedimiento de fabricación del rodete en forma de rodillo.

5. Descripción detallada de las formas de realización preferentes

La Fig. 1 muestra una estructura esquemática de una turbina de paso de flujo 1. Como se puede ver en la representación despiezada, un chorro de agua (no mostrado) es guiado a través de un distribuidor 10 de varias partes hacia un rodete en forma de rodillo 20. El rodete en forma de rodillo 20 es atravesado por el chorro de agua, en cuanto que éste atraviesa en primer lugar radialmente el rodete 20 anular desde el exterior hacia el interior y luego radialmente desde el interior hacia el exterior. A este respecto el chorro de agua hace que el rodete 20 gire, lo que se transmite a un generador (no mostrado) para generar energía eléctrica. Correspondientemente, la turbina de paso de flujo 1 se utiliza para convertir energía cinética de un medio que fluye, como, por ejemplo, agua, en energía eléctrica. Esto es preferente de igual modo en caso de ríos o volúmenes de agua embalsados, así como para la fabricación de papel y cartón. Además, la turbina de paso de flujo 1 se puede usar preferentemente en grandes cantidades de agente refrigerante que fluye.

En este caso, la turbina de paso de flujo 1 utiliza un chorro o flujo de agua desde alturas de caída de 2,5 m a 200 m. A este respecto se usan preferentemente corrientes de agua en el intervalo de 40 l/s a 13000 l/s para la generación de energía.

Para garantizar un movimiento giratorio del rodete en forma de rodillo 20, hay alojado un árbol 22 del rodete 20 en cojinetes de rodillos pendulares 24. Los cojinetes de rodillos pendulares 24 se alojan preferentemente en carcasas de cojinete 26 separadas en los extremos del árbol 22 .

Los rodetes en forma de rodillo conocidos de turbinas de paso de flujo 1 tienen los parámetros geométricos que se enumeran en la siguiente tabla:

Diámetro	Longitud máxima	Número de álabes
300 mm	990 mm	30
400 mm	1500 mm	30
500 mm	1800 mm	30
600 mm	2250 mm	30

Diámetro	Longitud máxima	Número de álabes
800 mm	3000 mm	31
1000 mm	3300 mm	37
1250 mm	3450 mm	37

La longitud máxima L del rodete 20 se determina a partir de la distancia entre los discos de extremo opuestos entre sí del árbol 22.

5 El rodete 20 presenta una pluralidad de discos intermedios 30 fijados en el árbol 22. Esta disposición de los discos intermedios 30 está delimitada respectivamente por sus extremos por un disco de extremo 40. Los discos de extremo 40 y los discos intermedios 30 se fijan sobre el árbol 22 mediante soldadura.

10 Los discos intermedios 30 y los discos de extremo 40 presentan una pluralidad de ranuras 32 configuradas en forma de arco en una zona exterior radial. Las ranuras 32 están dispuestas en dirección circunferencial y separadas uniformemente entre sí. Sirven para alojar y fijar la pluralidad de álabes 50 que rodean el árbol 22 en el rodete 20 a modo de anillo.

15 Los álabes 50 se extienden por la longitud del rodete L excluyendo los extremos del árbol 22 para el alojamiento giratorio. Los álabes 50 están dispuestos respectivamente en una ranura 32 de los discos de extremo e intermedios 30 fijados al árbol 22. De este modo resulta el anillo de álabes perfilados 50, que rodea el árbol 22 a una distancia radial determinada.

20 La Fig. 6 muestra ranuras 32 y 42 preferentes, estando previstas preferentemente las ranuras 32 en un disco intermedio 30 y las ranuras 42 en un disco de extremo 40. Como puede verse, los álabes perfilados 50, que se muestran aquí sombreados, están configurados en forma de media luna. El área sombreada ilustra la sección transversal de álabe Q_{50} en forma de media luna del álabe 50 en dirección radial del rodete 20. La sección transversal de álabe Q_{50} ilustra la forma de los álabes 50 que se extienden en dirección longitudinal del árbol 22. Como puede verse, el álabe 50 tiene un lado interior de álabe cóncavo 52 y un lado exterior de álabe convexo 54 (véanse las Figs. 4 y 5).

Después de colocar el álabe 50 en las ranuras 32, 42 de la pluralidad de discos intermedios 30 y discos de extremo 40, el álabe 50 se suelda a las superficies adyacentes de la respectiva ranura 32, 42. De manera preferente de acuerdo con la invención las costuras de soldadura S_{52} , S_{54} en el lado interior de álabe cóncavo 52 y el lado exterior de álabe convexo 54 tienen una configuración de diferente longitud. La costura de soldadura S_{52} preferentemente por el lado interior de álabe cóncavo 52 no se extiende hasta el extremo cerrado 34 de la ranura 32. La costura de soldadura S_{52} termina en una zona de 5 mm a 20 mm alejada del extremo de ranura 34. De acuerdo con una forma de realización preferente de la presente invención, la costura de soldadura S_{52} termina 10 mm alejada del extremo de ranura 34 cerrado en la superficie límite entre el lado interior de álabe cóncavo 52 y la pared de la ranura adyacente al mismo.

30 Dado que la costura de soldadura S_{52} por el lado interior de álabe cóncavo 52 transmite la fuerza aplicada por el agua de conducción al árbol 22, resultan en la costura de soldadura S_{52} altas tensiones mecánicas. Para evitar o al menos reducir una concentración de tensión mecánica en el extremo cerrado 34 de la ranura 32, la costura de soldadura S_{52} termina ya a una cierta distancia del extremo de ranura cerrado 34. De esta manera se incrementa la vida útil del rodete 20.

Otra unión soldada entre ranura 32 y álabe 50 se proporciona por el lado exterior de álabe convexo 54. De acuerdo con la invención, una correspondiente costura de soldadura S_{54} se extiende preferentemente por el lado exterior de álabe convexo 54 únicamente por una zona parcial del 10 % al 60 % de una longitud total del lado exterior de álabe convexo 54. La longitud total del lado exterior de álabe convexo 54 está determinada en la sección transversal de álabe Q_{50} por la longitud del lado exterior de álabe convexo 54. Como se ilustra en la Fig. 6, la costura de soldadura S_{54} se extiende preferentemente comenzando por el extremo abierto de la ranura 32 en dirección hacia el extremo cerrado 34 de la ranura 32. La costura de soldadura S_{54} tiene una longitud preferente de 20 mm a 50 mm, preferentemente de $30 \text{ mm} \leq S_{54} \leq 40 \text{ mm}$.

50 Tal como se muestra con la ayuda de las secciones transversales de álabe preferentes Q_{50} de las Figs. 4 y 5, los álabes 50 están configurados con forma de media luna transversalmente con respecto a la dirección longitudinal. La sección transversal de álabe Q_{50} ilustra un grosor d_s del álabe 50. El grosor d_s describe la distancia máxima entre el lado interior de álabe cóncavo 52 y el lado exterior de álabe convexo 54 junto al o en el vértice S_p de la sección transversal de álabe Q_{52} . El álabe 50 presenta preferentemente un grosor de álabe d_s del rango de $6 \text{ mm} \leq d_s \leq 18 \text{ mm}$, preferentemente $9 \text{ mm} \leq d_s \leq 12 \text{ mm}$ y $12 \text{ mm} \leq d_s \leq 16 \text{ mm}$.

De acuerdo con diferentes formas de realización de la presente invención, el álabe 50 tiene un grosor de álabe d_s de 10 mm o de 15 mm

5 De forma también preferente la sección transversal de álabe Q_{50} en forma de media luna está definida por al menos un radio interior R_i y al menos un radio exterior R_A . De acuerdo con la realización preferente en las Figs. 4 y 5, el lado interior de álabe cóncavo 52 está definido únicamente por un radio interior constante R_i . El lado exterior de álabe cóncavo 54 presenta al menos un primer radio R_{A1} y un segundo radio exterior R_{A2} , como muestra la Fig. 5. Preferentemente la sección transversal de álabe está formada aproximadamente a la mitad con diferentes radios exteriores R_{A1} , R_{A2} . Además, los dos radios exteriores R_{A1} , R_{A2} cumplen con una relación de 5:3.

De acuerdo con otra forma de realización preferente de la presente invención, la sección transversal de álabe Q_{50} presenta un ancho secante máximo B_s en el rango de $60 \text{ mm} \leq B_s \leq 140 \text{ mm}$. El ancho secante denota la distancia entre dos puntos que están a una distancia máxima entre sí, que están dispuestos en el borde de la sección transversal de álabe Q_{50} en forma de media luna. Este ancho secante B_s se representa en las figuras 4 y 5.

Los parámetros geométricos anteriores del álabe 50 individualmente o en combinación seleccionada con el árbol 22 y los discos intermedios 30 han dado como resultado un rodete 20 más rígido a la flexión y a la torsión en comparación con el estado de la técnica. Precisamente la geometría de los álabes asegura que puedan realizarse rodetes 20 con un diámetro exterior D y una longitud L en una relación de $0,08 \leq D/L \leq 0,25$. Se cumple además preferentemente $0,09 \leq D/L \leq 0,2$, preferentemente $0,095 \leq D/L \leq 0,15$.

Según una forma de realización preferente de la presente invención, el rodete 20 tiene una longitud de aproximadamente $6000 \text{ mm} \pm 300 \text{ mm}$ con un diámetro de 600 mm y 33 álabes. Los álabes 50 tienen un grosor preferente de 15 mm.

Según otra forma de realización preferente del rodete 20, el rodete 20 tiene un diámetro de 600 mm y una longitud de $3000 \text{ mm} \pm 300 \text{ mm}$ con 30 álabes. El grosor de álabe d_s comprende en esta forma de realización preferente 10 mm

30 Los rodetes con forma de rodillo 20 descritos anteriormente se utilizan preferentemente en turbinas de paso de flujo en combinación con dispositivos para la fabricación de papel y cartón.

La presente invención comprende además un procedimiento para fabricar un rodete en forma de rodillo 20 para turbinas de paso de flujo 1. En el marco de este procedimiento de fabricación se pone a disposición en primer lugar el árbol 22 con dos discos de extremo 40 dispuestos de forma fija por el lado de extremo sobre éste y una pluralidad de discos intermedios 30 dispuestos de forma fija sobre el árbol 22. A continuación se disponen varios álabes 50 de extensión paralela con respecto al árbol 22 respectivamente en una ranura 32 de varios discos intermedios 30. Para fijar los álabes 50 dentro de las ranuras 32 de los discos de extremo, se sueldan los álabes 50 con los bordes de las ranuras 32. De esta forma resulta un rodete en forma de rodillo 20, que tiene un diámetro exterior D y una longitud L con la relación $0,08 \leq D/L \leq 0,2$.

Como ya se explicó anteriormente, el lado interior de álabe cóncavo 52, así como el lado exterior de álabe convexo 54 se sueldan con los bordes de la ranura 32. Precisamente la selección de la longitud de la respectiva costura de soldadura se ocupa de una conexión estable y solicitable entre los álabes 50 y los discos intermedios 30, así como los discos de extremo 40.

Los álabes 50 perfilados mencionados anteriormente se proporcionan preferentemente usando un proceso de laminado en caliente conocido. Estos álabes 50 presentan la sección transversal de álabe Q_{50} en forma de media luna ya descrita arriba.

Listado de referencias

1	Turbina de paso de flujo
10	Distribuidor
20	Rodete
55 22	Árbol
24	Cojinete de rodillos pendular
26	Carcasa de cojinete
30	Disco intermedio
32	Ranura
60 34	Extremo de ranura
40	Disco de extremo
50	Álabe
52	Lado interior de álabe cóncavo
54	Lado exterior de álabe convexo
65 L	Longitud del rodete
D	Diámetro del rodete

ES 2 909 141 T3

	Q ₅₀	Sección transversal de álabe
	S ₅₂	Costura de soldadura en el lado interior de álabe cóncavo
	S ₅₄	Costura de soldadura en el lado exterior de álabe convexo
	d _S	Grosor de álabe
5	S _P	Vértice de la sección transversal de álabe
	R _I	Radio interior en la sección transversal de álabe
	R _{A1} , R _{A2}	Radio exterior en la sección transversal de álabe
	B _S	Anchura secante

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rodete en forma de rodillo (20) de una turbina de paso de flujo (1), el cual puede ser atravesado radialmente desde el exterior hacia el interior y entonces radialmente desde el interior hacia el exterior y que presenta las siguientes características:
- 10 a. un árbol (22) con al menos dos discos de extremo (40) dispuestos en el lado de extremo del árbol (22) y una pluralidad de discos intermedios (30) dispuestos fijos entre los discos de extremo (40) en el árbol (22), definiendo los discos de extremo (40) y los discos intermedios (30) planos radiales con respecto al árbol (22),
- 15 b. los discos de extremo e intermedios (30) presentan respectivamente una pluralidad de ranuras (32) dispuestas radialmente por el exterior, en las cuales hay fijado un álabe perfilado (50) en respectivamente una ranura (32) de dos discos de extremo y varios intermedios (30), de modo que el árbol (22) está rodeado por un anillo de álabes perfilados (50) a una distancia radial, **caracterizado por que**
- 20 c. el álabe perfilado (50) se extiende en paralelo con respecto al árbol (22),
- 25 d. el rodete en forma de rodillo (20) presenta un diámetro exterior D y una longitud L, para los cuales se cumple $0,08 \leq D/L \leq 0,25$ así como que
- e1. el álabe perfilado (50) presenta una sección transversal de álabe (Q_{50}) en forma de media luna en dirección radial del rodete (20), que está definida por un lado interior de álabe (52) y un lado exterior de álabe (54), presentando la sección transversal de álabe (Q_{50}) un grosor máximo (d_s) del álabe perfilado (50) en el rango de $6 \text{ mm} \leq d_s \leq 18 \text{ mm}$, preferentemente $9 \text{ mm} \leq d_s \leq 14 \text{ mm}$, y/o que
- 30 e2. el álabe perfilado (50) está fijado en las ranuras (32) de dos discos de extremo y varios intermedios (30) mediante una unión soldada entre álabe (50) y disco de extremo e intermedio (30), terminando una costura de soldadura (S_{52}) en un lado interior de álabe cóncavo (52) en una zona de 5 mm a 20 mm antes de un extremo cerrado (34) de la ranura (32) y/o extendiéndose una costura de soldadura (S_{54}) por un lado exterior de álabe convexo (54) por una sección parcial de una zona de 10 % - 60 % de una longitud total del lado exterior de álabe convexo (54).
- 35 2. Rodete en forma de rodillo (20) según la reivindicación 1, en el cual el diámetro exterior D y la longitud L están en una relación de $0,09 \leq D/L \leq 0,2$, en particular $0,095 \leq D/L \leq 0,15$ entre sí.
- 40 3. Rodete en forma de rodillo (20) según una de las reivindicaciones anteriores, siempre que se trate de la alternativa con la característica e1, en el cual los discos de extremo e intermedios (30) están unidos por soldadura con los álabes perfilados (50).
- 45 4. Rodete en forma de rodillo (20) según la reivindicación 1 con característica e1, en el que la sección transversal de álabe (Q_{50}) está definida por al menos un radio interior R_i y al menos un radio exterior R_a y presenta un ancho secante máximo B_s en el rango de $60 \text{ mm} \leq B_s \leq 140 \text{ mm}$.
- 50 5. Turbina de paso de flujo (1) con un rodete en forma de rodillo (20) según una de las reivindicaciones anteriores.
- 55 6. Dispositivo de fabricación de papel en combinación con un sistema de recuperación de energía, que presenta una turbina de paso de flujo (1) según la reivindicación 5.
- 60 7. Procedimiento para fabricar un rodete en forma de rodillo (20) de una turbina de paso de flujo (1), siendo el rodete en forma de rodillo (20) un rodete (20) según una de las reivindicaciones 1 a 4 y presentando el procedimiento los siguientes pasos:
- a. proporcionar (S1) un árbol (22) con dos discos de extremo (40) que están dispuestos de forma fija en él por el lado de extremo y una pluralidad de discos intermedios (30) dispuestos de forma fija en el árbol (22) entre los discos de extremo (40),
- 65 b. disponer (S3) y fijar (S4) varios álabes perfilados (50) que se extienden en paralelo con respecto al árbol (22) en respectivamente una ranura (32) de dos discos de extremo y varios intermedios (30), de modo que el rodete (20) tiene un diámetro exterior D y una longitud L de acuerdo con $0,08 \leq D/L \leq 0,2$.
8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el cual se fija el álabe (50) en las ranuras (32) mediante soldadura, terminando una costura de soldadura (S_{52}) por un lado interior de álabe cóncavo (52) en una zona de 5 mm a 20 mm antes de un extremo cerrado (34) de la ranura (32).
9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, en el cual se fija el álabe (50) mediante soldadura en las ranuras (32) extendiéndose una costura de soldadura (S_{54}) por un lado exterior de álabe convexo (54) únicamente por una sección parcial de una zona de 10 % a 60 % de la longitud total del lado exterior de álabe convexo (54) con respecto a una sección transversal de álabe (Q_{50}).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, con el paso adicional:
- proporcionar (S2), preferentemente laminar en caliente, el álabe perfilado (50) con una sección transversal de

ES 2 909 141 T3

álabe (Q_{50}) en forma de media luna, que está definida por un lado interior de álabe (52) y un lado exterior de álabe (54), presentando la sección transversal de álabe (Q_{50}) un grosor máximo (d_s) del álabe perfilado (50) en el rango de $6 \text{ mm} \leq d_s \leq 18 \text{ mm}$, preferentemente $9 \text{ mm} \leq d_s \leq 14 \text{ mm}$.

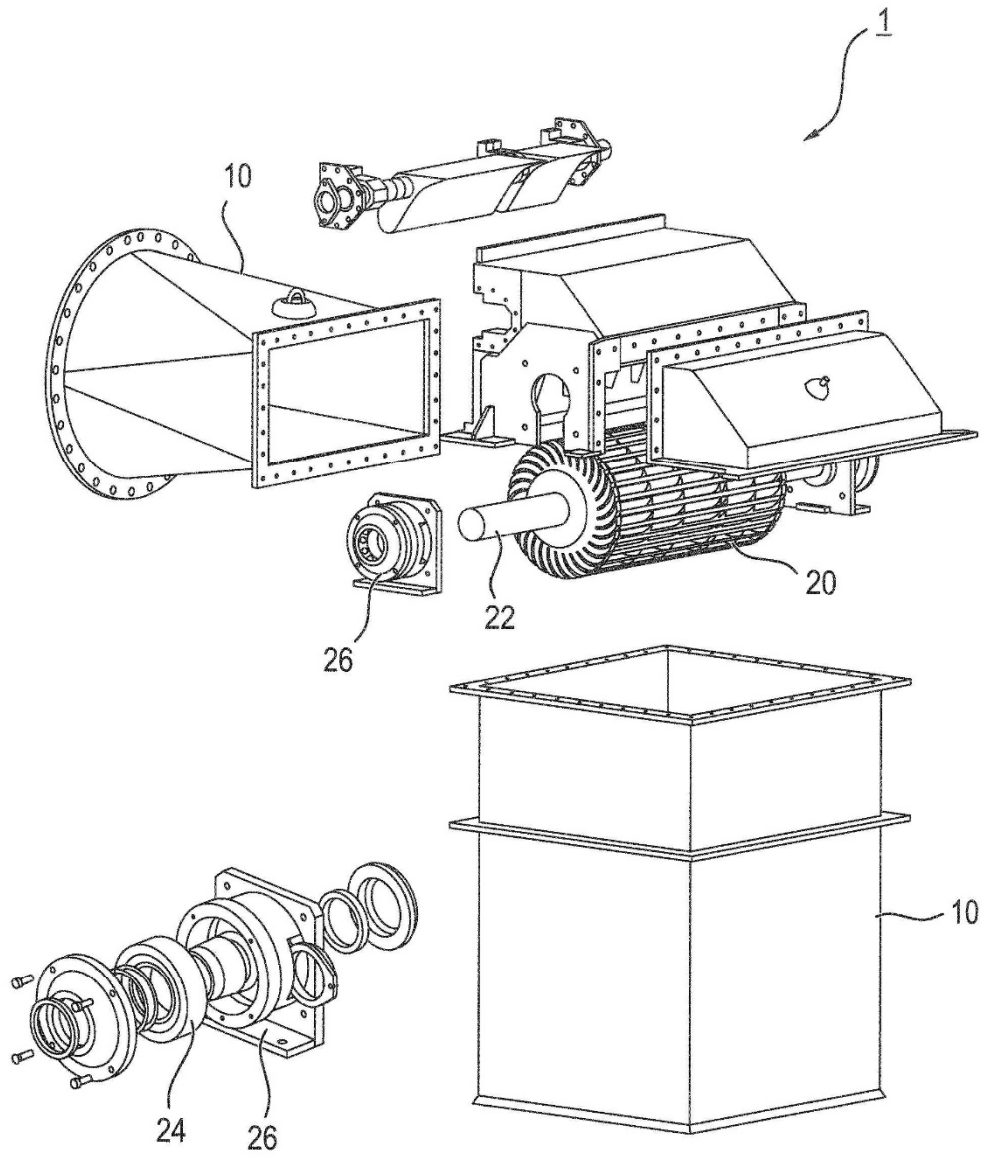


FIG. 1

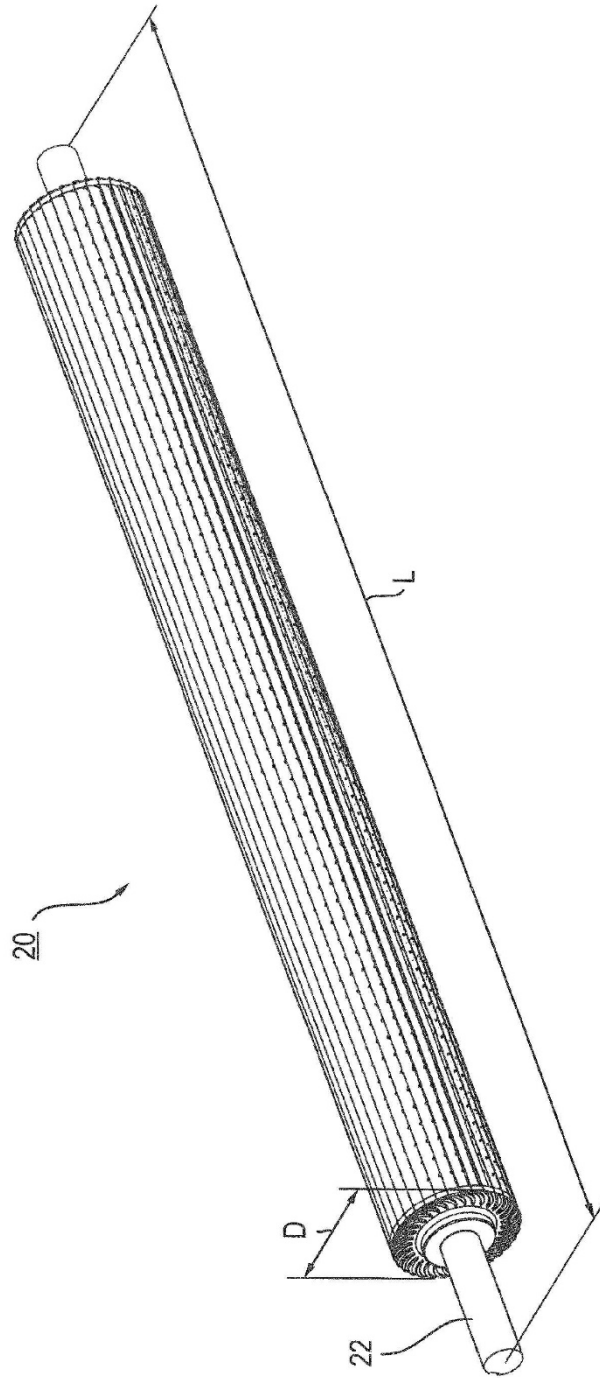


FIG. 2

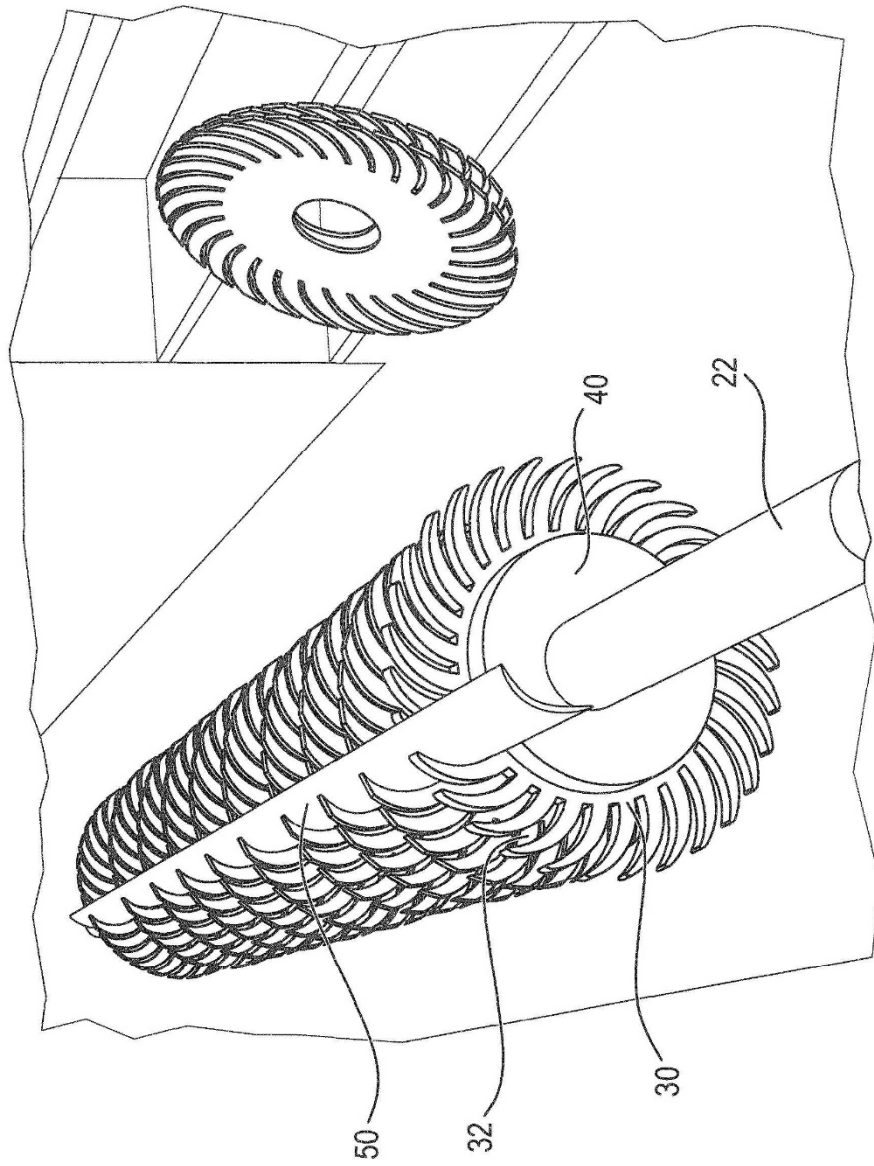


FIG. 3

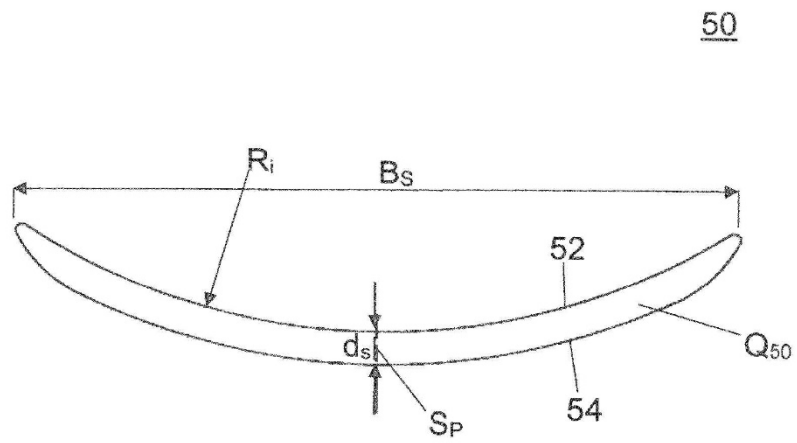


Fig. 4

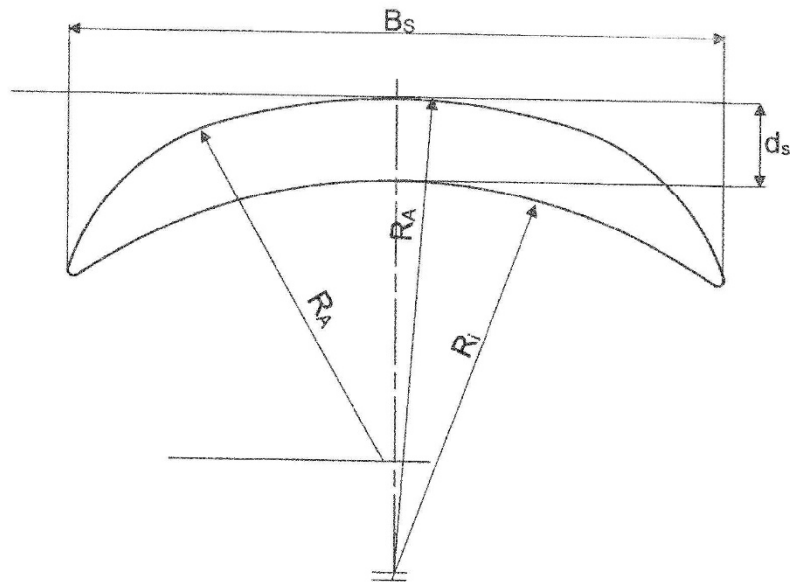


Fig. 5

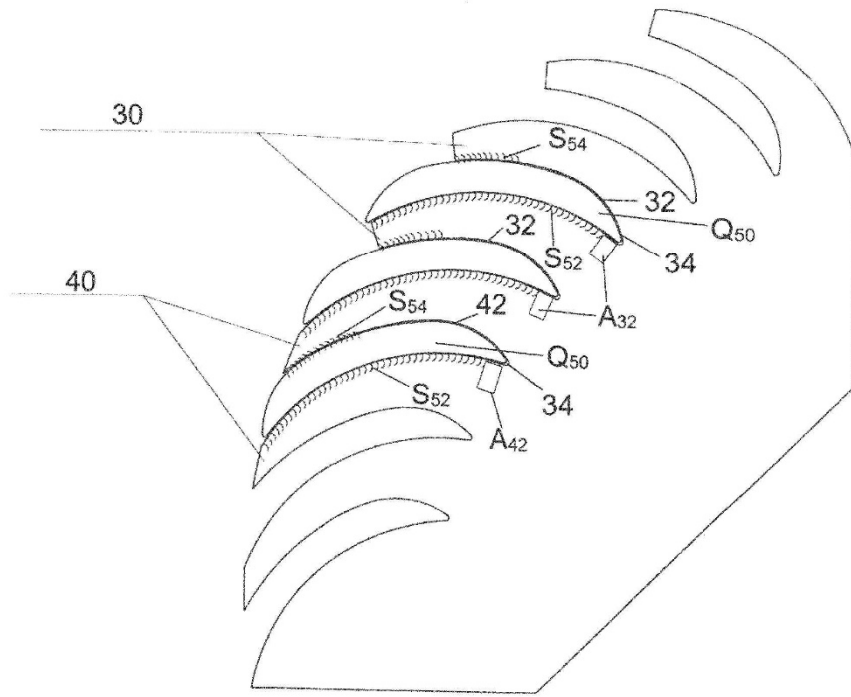


Fig. 6

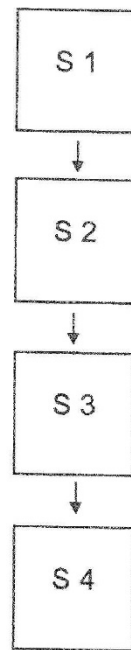


Fig. 7