

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 921 986**

51 Int. Cl.:

F04D 29/28 (2006.01)

F04D 29/62 (2006.01)

F04D 19/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2015** **PCT/EP2015/001901**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.03.2016** **WO16045797**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2015** **E 15770449 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.04.2022** **EP 3198151**

54 Título: **Rueda de ventilador segmentada**

30 Prioridad:

24.09.2014 DE 102014014287

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

05.09.2022

73 Titular/es:

ZIEHL-ABEGG SE (100.0%)
Heinz-Ziehl-Straße 4
74653 Künzelsau, DE

72 Inventor/es:

LÖRCHER, FRIEDER;
GROSS, ANDREAS;
HOFMANN, GEORG y
ERNEMANN, LOTHAR

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 921 986 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Rueda de ventilador segmentada

5 La invención se refiere a una rueda de ventilador según el preámbulo de la reivindicación 1. Por ruedas de ventilador se entiende, en general, las ruedas de ventilador radiales, las ruedas de ventilador diagonales, las ruedas de ventilador axiales, pero también las ruedas de entrada o salida (estatores) de los ventiladores.

10 Las ruedas de los ventiladores están hechas de diferentes materiales. Por ejemplo, pueden fabricarse en una sola pieza a partir de plásticos reforzados con fibras. Hasta un determinado diámetro exterior, este tipo de producción de ruedas de ventilador ha demostrado ser un éxito. Sin embargo, para los tamaños más grandes, la inversión necesaria en herramientas de moldeo por inyección, así como el precio de la pieza, aumenta tanto debido a los elevados juegos de máquinas para las grandes máquinas de moldeo por inyección, que su aplicación deja de ser rentable. Además, los cilindros de las máquinas de moldeo por inyección no suelen ser capaces de calentar más de 15 kilogramos de plástico reforzado con fibras fundidas a temperaturas suficientemente altas. Por esta razón, también se sabe que se fabrican estas ruedas de ventilador a partir de varias piezas. Por ejemplo, se sabe (documento DE 41 39 293 A) que los segmentos en forma de caja o de U se colocan juntos de manera ajustada al material y a la forma y que se aplica un anillo de cubo y un anillo de cubierta a los lados superior e inferior de estos elementos unidos mediante la unión o la soldadura. Debido al gran número de piezas individuales, la fabricación de estos impulsores es compleja, larga y, en consecuencia, costosa, ya que los segmentos deben colocarse primero juntos y el anillo de la cubierta y el anillo del cubo deben fijarse en otros pasos.

20 También se conocen ruedas de ventilador en las que las palas están unidas de forma desmontable a un cubo con el que la rueda de ventilador se asienta sobre un eje de transmisión (documento DE 10 2009 008 508 A1).

25 También se conocen ruedas de ventilador (WO 20012/131617A1) en las que las palas tienen forma de segmentos huecos. Se colocan juntos y luego se mantienen unidos por medio de una arandela y una tapa, que se fijan en la parte superior e inferior de los segmentos de la pala ensamblados. Estas ruedas de ventilador son difíciles de fabricar y montar. En primer lugar, hay que montar y colocar los segmentos de la pala. Solo entonces se colocan el disco y la tapa en los dos lados de los segmentos de la pala ensamblados y se fijan a ellos.

30 Otras ruedas de ventilador conocidas (US 2003/0235502A) están compuestas por segmentos en forma de bloque. Las partes interiores y exteriores en forma de bloque, que forman anillos cilíndricos exteriores e interiores, se acoplan entre sí con sus superficies de extensión axial. Estas ruedas de ventilador tienen un peso elevado y solo son adecuadas para aplicaciones especiales.

Una rueda de ventilador según el preámbulo de la reivindicación 1 es conocida por el documento DE 25 35 196 A1.

40 La invención se basa en la tarea de diseñar la rueda de ventilador genérica de manera que pueda fabricarse de forma económica y sencilla. Al mismo tiempo, la rueda del ventilador debe tener un peso reducido y ser capaz de soportar grandes cargas, en particular altas velocidades.

Esta tarea se resuelve en la rueda de ventilador genérica según la invención con los rasgos característicos de la reivindicación 1.

45 En la rueda de ventilador según la invención, las áreas de unión se amplían en términos de área por la parte de bloqueo positivo que sobresale y el rebaje asociado, como resultado de lo cual la rueda de ventilador compuesta por los segmentos recibe un alto grado de estabilidad y resistencia. Un diseño que aumenta las áreas de unión difiere de un diseño convencional en que la sección transversal a través de las áreas de unión no tiene aproximadamente la forma de una sección de conexión recta que conecta las dos paredes del anillo en una distancia corta y es aproximadamente perpendicular a las paredes. Si los segmentos se unen mediante adhesivo, el diseño que amplía la zona de unión aumenta el área de unión, lo que conlleva un aumento de la resistencia de la rueda de ventilador. Esto se aplica de la misma manera si los segmentos adyacentes se sueldan en toda su superficie en las zonas de unión. Además, este diseño, que amplía las zonas de unión, forma una conexión positiva adicional entre los segmentos adyacentes, que impide el desplazamiento de los segmentos entre sí transversalmente a la dirección circunferencial. Además, este diseño puede facilitar la unión de los segmentos en el proceso de fabricación, ya que los elementos de guía forman una guía adicional de los segmentos adyacentes entre sí. Las piezas de encaje y los rebajes forman una unión machihembrada que conduce a una conexión segura de los segmentos. Los segmentos adyacentes se unen entre sí de forma axial o radial, o de forma mixta axial y radial, durante el proceso de fabricación, de forma que la parte de ajuste de forma que sobresale entra en el hueco de la respectiva sección de anillo adyacente del segmento adyacente. Con el diseño según la invención, la superficie de unión se amplía considerablemente sin aumentar el espesor de la pared de las secciones del anillo. Como resultado del diseño según la invención, el proceso de fabricación de las ruedas de ventilador según la invención puede ser diseñado de forma muy económica, rápida y precisa.

En la rueda de ventilador según la invención, se utilizan segmentos de una sola pieza que tienen secciones de anillo y palas de ventilador o secciones de palas de ventilador. Las secciones de anillo discurren de forma sustancialmente transversal a las palas del ventilador o a las secciones de las palas del ventilador y se extienden con una componente direccional en la dirección circunferencial de la rueda del ventilador. Los bordes de las secciones de los anillos que se extienden transversalmente a la dirección circunferencial de la rueda del ventilador forman las zonas de unión en la rueda del ventilador unida. Los segmentos adyacentes se unen en las zonas de unión de tal manera que es posible una conexión suficientemente firme entre los segmentos a pesar del bajo espesor de las paredes de las secciones del anillo. En el estado unido, las secciones de anillo de los segmentos forman conjuntamente uno o más anillos. Los anillos pueden ser, en particular, anillos de unión o anillos de cobertura, que conectan las palas entre sí en sus extremos laterales en la dirección circunferencial, o anillos intermedios, que se conectan a las palas en sus zonas intermedias entre sus extremos laterales. El anillo del cubo sirve ventajosamente para conectar la rueda del ventilador a un motor de accionamiento. En los estatores, el anillo de cobertura sirve ventajosamente para fijar el estator a otro dispositivo.

La parte de bloqueo positivo se estrecha hacia su extremo libre. Esto simplifica enormemente la unión de segmentos adyacentes.

En una forma de realización ventajosa, el rebaje está dispuesto en la región entre el lado superior y el lado inferior de la sección del anillo. Ventajosamente, la hendidura y, en consecuencia, también la parte de ajuste de forma, pueden estar previstas aproximadamente en la mitad del espesor de la sección del anillo.

En una variante no reivindicada, el hueco está abierto hacia el lado superior o hacia el lado inferior de la sección del anillo. Este diseño permite un proceso de unión sencillo y sin problemas en la fabricación de la rueda del ventilador. Dado que el rebaje está abierto a un lado de la sección de la llanta, los segmentos adyacentes pueden colocarse muy fácilmente unos contra otros en la dirección axial de la rueda del ventilador durante la fabricación.

En tal caso, el borde de los segmentos del anillo que tiene la parte de bloqueo positivo, así como el rebaje, está ventajosamente escalonado. Estos elementos son muy fáciles de fabricar.

Es ventajoso que el rebaje tenga una profundidad de entre 0,7 y 2,5 veces el espesor de la pared de la sección del anillo.

En una forma de realización preferida, al menos una de las superficies laterales de la pieza de ajuste de forma se apoya en la pared lateral del rebaje. Es ventajoso que ambas superficies laterales de la parte de cierre positivo estén en contacto con las paredes laterales del rebaje. A continuación, los segmentos adyacentes se conectan de forma segura entre sí.

En principio, sin embargo, también es posible que haya un espacio libre entre las superficies laterales y/o la cara final de la pieza de ajuste de forma y las paredes laterales y/o el fondo del rebaje.

La distancia de la pieza de ajuste de forma con respecto a las paredes laterales y/o al fondo del rebaje conduce al espacio libre, en el que, por ejemplo, se puede introducir un adhesivo viscoso. Este adhesivo puede introducirse en el rebaje antes de unir los segmentos.

Según la invención, la transición de al menos una superficie lateral de la pieza de ajuste de forma hacia el borde de la sección del anillo es curva, preferentemente con un radio que es aproximadamente de 0,05 a 0,3 veces el espesor de la pared de la sección del anillo. La transición es ventajosamente biónica, es decir, sin un radio constante. El diseño biónico tiene la ventaja de que la transición puede diseñarse con respecto al flujo de fuerza desde la parte de bloqueo positivo hacia la sección de anillo del segmento respectivo, de tal manera que se evite con seguridad la formación de grietas. De este modo, la transición puede adaptarse de forma óptima a las cargas que se producen durante el uso de la rueda del ventilador.

En una forma de realización ventajosa, las áreas de la sección del anillo entre las paredes laterales del rebaje y la parte superior e inferior de la sección del anillo tienen aproximadamente el mismo espesor.

Sin embargo, la sección del anillo también puede diseñarse de forma que estas zonas entre las paredes laterales del rebaje y los lados superior e inferior de la sección del anillo tengan diferentes espesores. En este caso, la zona que no contribuye, o lo hace muy poco, a la transmisión de la fuerza cuando la rueda del ventilador está en uso puede hacerse más fina que la zona opuesta.

Para conseguir una conexión segura de los segmentos adyacentes sin perjudicar la resistencia de la rueda de ventilador ensamblada a partir de los segmentos, es ventajoso que una superficie lateral de la parte de bloqueo positivo sea mayor que la otra superficie lateral opuesta.

Para aumentar aún más el área que transmite la fuerza cuando los segmentos se unen para formar la rueda del ventilador, el espesor de la pared de la sección del anillo en el área del rebaje es ventajosamente mayor que el espesor de la pared en el área fuera del rebaje.

- 5 Los segmentos tienen al menos aproximadamente el mismo diseño. Preferentemente, todos los segmentos tienen la misma forma, de modo que sólo se requiere un molde de inyección para su fabricación, lo que mantiene los costos de fabricación bajos.

- 10 Las secciones de la tapa, el cubo y el anillo intermedio de los segmentos adyacentes están formadas preferentemente de tal manera que sus bordes, que se encuentran transversalmente a la dirección circunferencial, son esencialmente congruentes entre sí y forman en cada caso zonas de unión por pares, con lo que los segmentos adyacentes quedan planos unos contra otros. Esto garantiza una conexión sencilla pero segura de los segmentos adyacentes.

- 15 Estas zonas de unión pueden situarse en un plano abarcado por el eje de la rueda del ventilador y una radial. Dependiendo de la aplicación y del perfil de requisitos, las zonas de unión de los segmentos adyacentes también pueden diseñarse de forma que encierren un ángulo con el plano respectivo abarcado por el eje de la rueda del ventilador y la radial. El ángulo puede estar entre 0° y aproximadamente 80°.

- 20 Los segmentos adyacentes pueden conectarse entre sí mediante encolado y/o soldadura en las zonas de unión.

- 25 Un diseño particularmente ventajoso de la rueda del ventilador es que los extremos de entrada y salida de las palas están a una distancia de las zonas de unión de la rueda del ventilador. En este caso, sólo los bordes de las secciones del anillo que discurren transversalmente a la dirección circunferencial de la rueda del ventilador sirven como superficies de conexión.

- 30 Sin embargo, también es posible que haya zonas de unión adicionales entre los segmentos adyacentes a través de las palas. En este caso, las palas completas solo se forman uniéndolos. En este caso, las juntas a tope de las secciones de la pala también forman zonas de unión que se proporcionan además de los bordes de las secciones del anillo. De este modo, se puede mejorar la conexión firme entre los segmentos.

Los segmentos son, ventajosamente, piezas moldeadas por inyección que pueden producirse de forma fácil y económica.

- 35 Los termoplásticos se utilizan ventajosamente como material para los segmentos.

Para aumentar la resistencia de los segmentos y, por tanto, de la rueda de ventilador, los termoplásticos contienen ventajosamente piezas de refuerzo, preferentemente fibras de refuerzo.

- 40 Las fibras de refuerzo tienen ventajosamente longitudes de aproximadamente 10 m a más de 15 mm, preferentemente longitudes de aproximadamente 200 m a aproximadamente 10 mm. Dichas fibras de refuerzo pueden incorporarse fácilmente al plástico y garantizar una alta resistencia.

- 45 Los adhesivos adecuados para unir los segmentos son, por ejemplo, adhesivos de 1 o 2 componentes o sistemas de disolventes.

Otra opción de conexión ventajosa es conectar los segmentos entre sí mediante soldadura láser, soldadura por inducción o soldadura con gas caliente.

- 50 Especialmente en el caso de grandes diámetros de la rueda del ventilador, un diseño ventajoso es envolver la rueda del ventilador en al menos un anillo con al menos una banda de refuerzo. Además, mantiene los segmentos firmemente unidos para que la rueda del ventilador pueda utilizarse también a velocidades más altas u otras cargas elevadas.

- 55 La banda de refuerzo puede ser de material termoplástico o termoestable y, ventajosamente, contener piezas de refuerzo, preferentemente fibras de refuerzo.

Las fibras de refuerzo pueden ser ventajosamente fibras de vidrio, carbono, aramida, termoplásticas o naturales.

- 60 La banda de refuerzo puede fijarse fácilmente a la circunferencia de uno o varios anillos de la rueda del ventilador, en particular mediante soldadura o pegado.

Otra forma de realización ventajosa consiste en fijar la banda de refuerzo a la circunferencia de uno o varios anillos de la rueda del ventilador envolviéndola con un termoestable endurecedor.

65

Un diseño particularmente óptimo resulta cuando la banda de refuerzo se enrolla en la rueda del ventilador bajo tensión previa. La rueda de ventilador así obtenida se caracteriza por su gran resistencia. Este tipo de rueda de ventilador puede utilizarse a altas velocidades límite. En una forma de realización ventajosa, la pretensión de la banda de refuerzo está en el intervalo entre aproximadamente 10N y aproximadamente 10kN, preferentemente entre aproximadamente 10 a 100 N por mm² de área de sección transversal de la banda.

Una fijación fiable de la banda de refuerzo en la rueda del ventilador está garantizada si la rueda del ventilador está provista de una ranura circunferencial para recibir la banda de refuerzo en los anillos que deben estar provistos de banda de refuerzo. La banda de refuerzo puede alojarse en esta ranura de manera que no pueda deslizarse de la rueda del ventilador.

La rueda de ventilador según la invención puede ser una rueda de ventilador radial, axial o diagonal, así como una rueda de entrada o de salida (estator).

La invención se explicará con más detalle con referencia a algunas formas de realización mostradas en los dibujos. En ellos:

Fig. 1 muestra en vista en planta axial una rueda de ventilador según la invención, que está formada por varios segmentos.

Fig. 2 muestra una vista ampliada de un segmento para la fabricación de la rueda de ventilador según la Fig. 1.

Fig. 3 muestra una vista superior axial de una segunda forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que está compuesta por varios segmentos.

Fig. 4 muestra una vista inferior de otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que se compone de varios segmentos.

Fig. 5 muestra una vista ampliada de un segmento para fabricar la rueda de ventilador según la Fig. 4.

Fig. 6 y la Fig. 7 muestran cada una de ellas otras formas de realización de segmentos para la fabricación de una rueda de ventilador según la invención.

Fig. 8 a Fig. 10 muestran cada una en representación ampliada diferentes diseños de secciones transversales a través de las áreas de unión de las ruedas de ventilador según la invención, que están diseñadas de una manera que amplía las áreas de unión.

Fig. 11 muestra una variante no inventiva de una zona de unión.

Fig. 12 muestra en vista en perspectiva otra forma de diseño de un segmento para la fabricación de una rueda de ventilador según la invención.

Fig. 13 muestra en sección axial una mitad de otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención.

Fig. 14 muestra en representación ampliada de una sección transversal a través de zonas de unión entre segmentos adyacentes según la invención.

Fig. 15 muestra en representación esquemática del montaje de los segmentos a una rueda de ventilador según la invención.

Fig. 16 muestra en perspectiva otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que se ensambla a partir de 7 segmentos como se muestra en la Fig. 17 y es una rueda de ventilador axial con un anillo de cobertura circunferencial y un anillo intermedio.

Fig. 17 muestra en vista en perspectiva un segmento de una rueda de ventilador según la Fig. 16.

Fig. 18 muestra una vista en perspectiva de otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que está ensamblada a partir de 7 segmentos como se muestra en la Fig. 19 y es una rueda de ventilador axial sin un anillo de cobertura circunferencial.

Fig. 19 muestra en vista en perspectiva un segmento de una rueda de ventilador según la Fig. 18.

Fig. 20 muestra en vista en perspectiva otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que está ensamblada a partir de 11 segmentos según la Fig. 21 y es una rueda guía.

Fig. 21 muestra en vista en perspectiva un segmento de una rueda de ventilador según la Fig. 20.

Fig. 22 muestra, en vista lateral en planta de un recorte en el borde de un segmento de una forma de diseño de una rueda de ventilador según la invención, detalles del diseño del borde del segmento.

Fig. 23 muestra en vista en perspectiva otra forma de realización de una rueda de ventilador según la invención, que está ensamblada a partir de 7 segmentos según la Fig. 24 y es una rueda de ventilador axial con un anillo de cubierta giratorio así como un anillo intermedio, y en la que las palas entre el anillo de cubierta y el anillo intermedio y las palas entre el anillo de cubierta y el anillo intermedio difieren en forma y número.

Fig. 24 muestra en vista en perspectiva un segmento de la rueda del ventilador según la Fig. 23.

Fig. 25 muestra en representación ampliada de una forma de realización de una sección transversal a través de una zona de unión de una rueda de ventilador, que no tiene un diseño que amplíe las superficies de unión,

Fig. 26 en representación ampliada y en sección transversal un diseño alternativo, no inventivo, de la zona de unión de la rueda del ventilador, que está diseñada de manera que se amplían las superficies de unión,

Fig. 27a muestra en representación ampliada una sección transversal a través de una zona de unión de ruedas de ventilador según la invención, que tiene un diseño que amplía las superficies de unión en forma de machihembrado asimétrico,

Fig. 27b muestra una versión ampliada de una sección transversal a través de una zona de unión de ruedas de ventilador según la invención, que tiene un diseño que amplía las superficies de unión en forma de una junta machihembrada asimétrica con un engrosamiento local del espesor de la pared.

A continuación, se describen ruedas de ventilador de plástico, especialmente de gran tamaño y aptas para altas velocidades. Por ruedas de ventilador se entienden aquí los elementos tanto fijos como giratorios de los ventiladores con función de guía de un medio de flujo, que consisten esencialmente en 2 a 40 palas, que están conectadas entre sí en la dirección circunferencial por uno, dos o más anillos. Las ruedas de ventilador pueden ser, por ejemplo, ruedas de ventilador radiales, ruedas de ventilador diagonales, ruedas de ventilador axiales, así como ruedas de pre- o posguía (estatores). Las ruedas del ventilador se ensamblan a partir de segmentos idénticos o al menos similares. Esto elimina la necesidad de costosos moldes de inyección. La producción de las ruedas de los ventiladores es barata. A pesar de que las ruedas del ventilador están compuestas por segmentos individuales, tienen estabilidad dimensional incluso a altas velocidades. Como se explicará en las siguientes formas de realización, los segmentos pueden estar firmemente conectados entre sí de manera que la rueda de ventilador ensamblada pueda soportar altas cargas, por ejemplo, de velocidad.

El número de segmentos de los que se compone una rueda de ventilador según la invención corresponde preferentemente al número de palas de la rueda de ventilador. Especialmente en el caso de ruedas de ventilador con un elevado número de palas, un segmento puede contener también dos o más palas, reduciendo así el número de segmentos. Solo se necesita un molde de inyección para todos los segmentos de la rueda del ventilador, especialmente si los segmentos son similares entre sí. Si los segmentos son similares entre sí, normalmente basta con una sola herramienta de moldeo por inyección. Las diferentes características de diseño de los segmentos similares entre sí pueden lograrse entonces mediante insertos intercambiables en el molde de inyección o mediante el mecanizado posterior de algunos segmentos moldeados por inyección o de la rueda de ventilador ensamblada. El diseño de los segmentos y, en particular, de las palas puede ser muy flexible, ya que un molde de inyección para un segmento puede diseñarse con muchas menos restricciones en comparación con un molde de inyección para una rueda completa. Por ejemplo, un molde de inyección para la producción de una rueda de ventilador en un molde completo suele requerir el uso de un complicado mecanismo de deslizamiento para poder desmoldar los canales de las palas, lo que no es necesario en un molde de inyección para la producción de un segmento en las formas de realización ventajosas. Esto también permite que las palas huecas se diseñen de forma sencilla para ahorrar peso.

Los segmentos individuales se unen mediante procedimientos de unión adecuados para formar la rueda de ventilador respectiva. Los procedimientos de unión preferidos son la unión adhesiva, la soldadura por láser, la soldadura por fricción, la soldadura por inducción, la soldadura por gas caliente o la soldadura por ultrasonido. Las zonas de unión entre los segmentos adyacentes pueden elegirse con relativa libertad en función de las tensiones de funcionamiento que cabe esperar al utilizar la rueda de ventilador. La conexión entre los segmentos puede realizarse únicamente mediante los procedimientos de unión descritos. Sin embargo, es ventajoso si también hay una conexión de ajuste de forma entre los segmentos adyacentes, que puede servir tanto para la fuerza adicional y para la orientación durante el proceso de fabricación.

La rueda de ventilador según la Fig. 1 es una rueda de ventilador radial y está compuesta por los segmentos I a VII. La Fig. 2 muestra uno de estos segmentos. Dado que la Fig. 2 solo muestra el segmento en vista de planta, se hace referencia a la Fig. 12 con respecto al diseño espacial del segmento, que muestra un diseño diferente del segmento, pero del que se puede ver el diseño básico tridimensional del segmento. En la forma de realización según la Fig. 1,

todos los segmentos I a VII tienen el mismo diseño para que puedan ser producidos en el mismo molde de inyección.

El segmento tiene una sección de anillo de cubierta 1, que tiene un borde exterior curvo 2 y un borde interior curvo 3 que corre paralelo a él. Ambos extremos de los bordes 2, 3 están conectados entre sí por los bordes 4, 5. Vista en planta axial, el borde 4 se une al borde exterior 2 aproximadamente en ángulo recto. El borde opuesto 5, vista en planta axial, linda con el borde exterior 2 en un ángulo agudo. El borde 5 también linda con el borde interior 3 de la sección del anillo de cubierta 1 en un ángulo obtuso y con el borde 4 en un ángulo agudo. Como muestra la Fig. 12, la sección del anillo de cubierta está curvada en su anchura radial de tal manera que el borde interior radial 3 está a una distancia axial mayor que el borde exterior radial 2 de una sección del anillo del cubo 6. La sección del anillo del cubo 6 también tiene un borde exterior radial 7 y un borde interior radial 8. Ambos bordes 7, 8 están curvados y conectados entre sí en sus extremos por los bordes 9, 10. La sección del anillo del cubo 6 se proyecta radialmente hacia el interior sobre la sección del anillo de cubierta 1. Visto en planta axial, el borde exterior 7 de la sección de anillo de cubo 6 es congruente con el borde exterior 2 de la sección de anillo de cubierta 1. En otras formas de realización de ruedas de ventilador según la invención, en particular ruedas de ventilador diagonales o axiales, el borde exterior 7 de la sección de anillo de cubo 6, vista en planta axial, también puede estar desplazado y/o en ángulo con respecto al borde exterior 2 de la sección de anillo de cubierta 1. Los bordes 9, 10, vistos en la vista en planta axial del segmento, son congruentes con los bordes 4, 5 de la sección del anillo de cobertura 1 en parte de su longitud. Esta característica permite un proceso de unión especialmente sencillo. En otras formas de realización según la invención, tal diseño congruente de los bordes 9, 10 no es posible, por ejemplo, si la pala está fuertemente asegurada o torcida.

Entre la sección de anillo de cubierta 1 y la sección de anillo de cubo 6 se extiende una pala 11, que en el ejemplo de la forma de realización se curva en su longitud y tiene el perfil de un perfil aerodinámico en sección transversal. La pala 11 está conectada con su extremo lateral del anillo de cubierta 91 a la sección del anillo de cubierta 1 y con su extremo lateral del anillo del cubo 96 al anillo del cubo 6. El extremo inferior 12 de la pala 11 se estrecha en un ángulo agudo, mientras que el extremo superior 13 se redondea en un arco cuando se ve desde arriba (Fig. 2).

La pala 11 se extiende con su extremo inferior 12 cerca del borde 5 de la sección del anillo de cobertura 1. Con su extremo de entrada 13, visto en planta axial, la pala 11 se proyecta más allá de la sección del anillo de cubierta 1 y termina a una pequeña distancia del borde 9 de la zona de la sección del anillo del cubo 6 que se proyecta más allá de la sección del anillo de cubierta 1.

La pala 11 también puede tener un diseño de sección transversal diferente y/o una extensión diferente en desviación del ejemplo de realización mostrado. La pala 11 no solo puede estar curvada a lo largo de su longitud, sino que también puede estarlo.

La sección del anillo del cubo 6 tiene al menos una abertura de paso 14 cerca de su borde interior 8. Ventajosamente, está situado aproximadamente a la mitad de la sección del anillo del cubo que sobresale 6 y sirve para el paso de los tornillos de fijación con los que se puede fijar la rueda del ventilador en la posición instalada a un cubo de un motor de accionamiento.

La sección del anillo del cubo 6 puede ser plana. Sin embargo, es igualmente posible, como se muestra por ejemplo en la Fig. 12, que la sección del anillo del cubo 6 esté acodada o doblada en el extremo exterior. En otros diseños según la invención, en particular las ruedas diagonales, la sección del anillo del cubo 6 también puede ser cónica o curvada en toda o parte de su longitud.

En el estado montado de un impulsor (Figura 1), los bordes 4 y 5 de las respectivas secciones del anillo de cubierta y los bordes 9 y 10 de las respectivas secciones del anillo del cubo de los segmentos adyacentes se encuentran juntos. Con respecto a todo el impulsor, los pares de bordes adyacentes 4 y 5 forman áreas de unión 15 (en el lado de la cubierta) y los pares de bordes adyacentes 9 y 10 forman áreas de unión 16 (en el lado del cubo). Para garantizar que los bordes 4 y 5, así como 9 y 10, se junten sin espacios para formar las zonas de unión 15 y 16, respectivamente, las curvaturas de los bordes 4 y 5, así como de los bordes 9 y 10 de los respectivos segmentos adyacentes, deben ser esencialmente idénticas. Las zonas de unión 15 y 16 se extienden transversalmente a la dirección circunferencial. En el ejemplo de realización mostrado de una rueda de ventilador radial, las zonas de unión 15 y 16 también se extienden transversalmente al eje de la rueda de ventilador. Dado que la pala 11 termina a una distancia de estas regiones de unión 15, 16, no se forman rebabas adicionales, bordes y similares en la pala 11 como resultado de la fabricación a partir de segmentos. Las secciones del anillo de cubierta 1 de los segmentos I a VII forman todo el anillo de cubierta 1* en la rueda del ventilador ensamblada, y las secciones del anillo del cubo 6 de los segmentos I a VII forman conjuntamente el anillo del cubo 6*.

La rueda de ventilador, que se muestra en perspectiva en la Fig. 16, es una rueda de ventilador axial con un anillo de cubierta 1*, un anillo de cubo 6* y un anillo intermedio 71* y también está compuesta por los segmentos I a VII. La construcción de los segmentos es en los puntos principales que caracterizan la invención la misma que la de la rueda de ventilador radial según la Fig. 1.

La Fig. 17 muestra uno de los segmentos de la rueda de ventilador axial mostrada en la Fig. 16, en la que todos los segmentos I a VII tienen el mismo diseño, de modo que pueden producirse en el mismo molde de inyección.

5 El segmento I mostrado en la Fig. 17 tiene una sección de anillo de cubierta 1 que tiene un borde curvado 2 situado aguas abajo con respecto a la dirección de flujo principal del ventilador axial y un borde 3 que corre paralelo al mismo y desplazado axialmente aguas arriba. Ambos extremos de los bordes 2, 3 están conectados entre sí por los bordes 4, 5. La sección del anillo del cubo 6 también tiene un borde inferior 7 y un borde superior 8. Ambos bordes 7, 8 están curvados y conectados entre sí en sus extremos por los bordes 9, 10. La sección del anillo del cubo 6 se encuentra radialmente en su totalidad dentro de la sección del anillo de la cubierta 1. La extensión axial del anillo de cubo 6* y del anillo de cubierta 1* es idéntica en la forma de realización mostrada, pero también puede ser diferente en otras formas de realización de ruedas de ventilador axiales, dependiendo de la geometría de las palas.

15 Visto en la dirección radial entre el anillo de cubierta 1* y el anillo de cubo 6*, un anillo intermedio 71* también está presente en la forma de realización mostrada en la Figura 16. Este anillo intermedio contribuye a aumentar la resistencia de la rueda del ventilador montada. En un diseño ventajoso, un anillo intermedio también puede lograr ventajas en el rendimiento del aire, la eficiencia y la acústica del ventilador. Uno o más anillos intermedios 71* pueden estar presentes en todos los tipos de ruedas de ventilador, como los ventiladores radiales, los ventiladores diagonales o las ruedas de avance o de retroceso. Debido al método de producción de segmentos, la forma de realización de anillos intermedios es posible con menos esfuerzo en cuanto a la construcción de herramientas que en el caso de la producción por colada completa.

25 El segmento I representado en la Figura 17 tiene, por tanto, una sección de anillo intermedia 71, que tiene un borde curvado 72 situado aguas abajo con respecto a la dirección de flujo principal del ventilador axial y un borde 73 paralelo a este y desplazado axialmente aguas arriba. Ambos extremos de los bordes 72, 73 están conectados entre sí por los bordes 74, 75.

30 Los bordes 74, 75 de las secciones de anillo intermedias 71 de los respectivos segmentos forman zonas de unión 85 (Fig. 16) en la rueda de ventilador montada, que se extienden transversalmente a la dirección circunferencial de la rueda de ventilador y con las que los segmentos adyacentes I a VII se acoplan entre sí. Dado que la pala 11 termina a una distancia de estas zonas de unión 85, no se forman rebabas adicionales, bordes y similares en la pala 11 como resultado del anillo intermedio 71*. Las secciones del anillo intermedio 71 de los segmentos I a VII forman todo el anillo intermedio 71* cuando se une la rueda del ventilador.

35 Entre la sección de cubierta 1 y la sección de anillo de cubo 6 se extiende una pala 11 que, en el ejemplo de realización de la Figura 16 con segmentos según la Figura 17, está curvada y retorcida en toda su longitud y tiene el perfil de un perfil aerodinámico en sección transversal. Como en la forma de realización anterior, el extremo inferior 12 de la pala 11 se estrecha en un ángulo agudo, mientras que el extremo superior 13, visto en sección transversal a través de la pala 11, está redondeado en un arco, como se muestra en el ejemplo de realización según la Figura 2.

40 La pala 11 de la forma de realización con segmentos según la Fig. 17 se extiende con su extremo inferior 12 cerca del borde 2 de la sección del anillo de cobertura 1. Con su extremo superior 13, la pala 11 se extiende cerca del borde 3 de la sección del anillo de cobertura 1.

45 La pala 11 también puede tener un diseño de sección transversal diferente y/o una extensión diferente en desviación del ejemplo de realización mostrado.

50 La sección del anillo del cubo 6 no tiene ningún dispositivo en el segmento del impulsor I, como se muestra en la Fig. 17, que sirva para fijar el impulsor a un motor. La rueda de ventilador formada por dichos segmentos según la Fig. 16 puede fijarse a un motor mediante prensado, sujeción, pegado, soldadura o similares. Por supuesto, en otras formas de realización de segmentos de rueda de ventilador axial, pueden proporcionarse agujeros o similares que sirvan para sujetar posteriormente la rueda de ventilador a un motor.

55 La sección del anillo del cubo 6, la sección del anillo de cubierta 1 y la sección del anillo intermedio 71 pueden ser cilíndricas, especialmente en el caso de una rueda de ventilador axial. Sin embargo, también es posible, de forma similar al ejemplo de realización mostrado en la Fig. 20 sobre la base del anillo de cubierta 1*, que la sección del anillo del cubo 6 y/o la sección del anillo de cubierta 1 y/o la sección del anillo intermedio 71 sigan un contorno tridimensional más complicado, que puede adaptarse mejor a las condiciones de flujo en particular.

60 La Figura 23 muestra una rueda de ventilador axial según la invención que está hecha de segmentos como se muestra en la Figura 24. En esta forma de realización con anillo de cubo 6*, anillo de cubierta 1* y anillo intermedio 71*, las láminas 111 se extienden entre el anillo de cubierta 1* y el anillo intermedio 71*, que difieren en forma y/o posición y/o número de las láminas 112 que se extienden entre el anillo intermedio 71* y el anillo de cubo 6*. Así, en las formas de realización con un anillo intermedio, el número de palas y la geometría de las mismas pueden

adaptarse mejor a las respectivas condiciones de flujo. Por consiguiente, en las formas de realización con varios anillos intermedios 71*, se puede introducir aún más variabilidad en el diseño de las palas.

El segmento del impulsor del ventilador axial mostrado en la Fig. 24 según la Fig. 23 tiene la sección del anillo de cubierta 1, la sección del anillo intermedio 71 y la sección del anillo del cubo 6, de los cuales están hechos el anillo de cubierta 1*, el anillo intermedio 71* y el anillo del cubo 6*. Este segmento tiene dos palas 111 que conectan la sección del anillo de cubierta 1 con la sección del anillo intermedio 71, y una pala 112 que conecta la sección del anillo intermedio 71 con la sección del anillo del cubo 6.

La forma de realización de una rueda de ventilador axial, que se muestra en perspectiva en la Fig. 18, es una rueda de ventilador axial sin un anillo de cubierta y sin un anillo intermedio y también se compone de segmentos I a VII, que son idénticos entre sí, de los cuales el segmento I se muestra en la Fig. 19. La construcción de los segmentos es similar a la construcción de la forma de realización ya descrita según la Fig. 16. Sin embargo, este ventilador axial no tiene anillo de cubierta, como suele ocurrir con los ventiladores axiales, para ahorrar peso y reducir la resistencia al flujo. Por lo tanto, las únicas zonas de unión que quedan son las zonas de unión 16 del anillo del cubo 6*, que en esta forma de realización deben absorber una carga mayor. El segmento I tiene la sección del anillo del cubo 6 y la pala 11.

La forma de realización según la Fig. 20 con los segmentos según la Fig. 21 es una rueda de ventilador en funcionamiento (estator). Los estatores pueden ser hélices delanteras o traseras en un ventilador. Sin embargo, no hay diferencias significativas en el diseño de los segmentos. En muchas aplicaciones, los estatores son también piezas muy estresadas a las que se sujeta el ventilador con su motor y que se estresan en particular por las oscilaciones y vibraciones del ventilador durante su funcionamiento. El estator según la Fig. 20 se construye a partir de 11 segmentos idénticos I a XI según la Fig. 21 de la manera según la invención. Los bordes 4, 5, 9, 10 de las secciones del anillo de cubierta y del cubo 1, 6, que se extienden principalmente en la dirección axial, tienen un curso más complicado, que tiene bordes y esquinas interiores. El anillo del cubo 6* sigue estando provisto de una brida plana 61* en el lado posterior, que está formada por las secciones de brida 61 de los segmentos I a XI y a la que se puede fijar posteriormente el motor del ventilador. Los agujeros aún no se proporcionan en los segmentos, ya que en el ejemplo de la forma de realización un estator se construye a partir de 11 segmentos, lo que significaría un número demasiado grande de agujeros. En este ejemplo de realización, los agujeros pueden ser perforados en la brida 61* después del montaje.

Especialmente si hay un gran número de palas 11, también es concebible tener más de una pala en un segmento, por ejemplo 2 - 4, lo que resulta en un menor número de segmentos. Sin embargo, el molde de inyección para producir un segmento se vuelve más complicado. Además, si se quiere tener solo segmentos idénticos, el número de palas 11 debe ser divisible por el número de palas por segmento.

En las ruedas de ventilador según la invención puede ser ventajoso, dependiendo de las cargas que se esperan en el funcionamiento, disponer de anillos intermedios adicionales 71* en la dirección circunferencial, además de los anillos de cubierta y de cubo 1*, 6*. Uno o varios de estos anillos adicionales pueden situarse en la zona comprendida entre el anillo de cubierta 1* y el anillo de cubo 6*. Su diseño con bordes en los segmentos y áreas de unión en la rueda ensamblada es equivalente al diseño de la cubierta y el anillo del cubo 1*, 6* según los ejemplos de realización descritos. Los anillos intermedios 71* pueden proporcionar estabilidad adicional, pero también influyen positivamente en el flujo (eficiencia, acústica). Dichos anillos intermedios adicionales 71* pueden realizarse con un esfuerzo comparativamente menor gracias al principio de fabricación de segmentos.

Para la fabricación de una forma de realización ventajosa de una rueda de ventilador según la invención, los segmentos I a VII se disponen primero en forma de estrella (Fig. 15) y luego se empujan juntos aproximadamente de forma radial hacia el interior hasta que los segmentos I a VII se apoyan unos contra otros con sus bordes 4 y 5, 9 y 10, 74 y 75. En las zonas de unión resultantes 15, 16, 85 los segmentos I a VII están firmemente unidos entre sí de la manera descrita, por ejemplo, pegados o soldados. Ventajosamente, durante el proceso de unión o soldadura, se ejerce una alta presión sobre los segmentos I a VII o sobre las zonas de unión 15, 16, 85, de modo que los segmentos adyacentes I a VII se unen firmemente. Las ruedas de ventilador, que tienen más de siete segmentos, también se fabrican de forma similar. Los segmentos pueden fabricarse en sencillos moldes de inyección, lo que permite mantener bajos los costos de fabricación. El material de los segmentos I a VII puede ser cualquiera de los materiales conocidos que se utilizan habitualmente para el moldeado por inyección de ruedas de ventilador. Algunos ejemplos son los termoplásticos reforzados con fibras cortas o largas, como la poliamida (PA6, PA66, PA66/6, PAPA, PPA, PA 4.6, PA 12) o el poliéster (PBT, PET), el polipropileno (PP), el PPS, el PES, el PESU, el PEEK, el ABS, el PC, el ASA. Preferentemente, se utiliza poliamida, polipropileno o poliéster como materiales para los segmentos.

Las fibras de refuerzo adecuadas para estos materiales son, por ejemplo, el vidrio, el carbono, la aramida, los termoplásticos (PET, PA) o las fibras naturales, como el lino, el cáñamo, el sisal, el yute o el coco.

En las formas de realización, en las que los segmentos adyacentes se unen mediante soldadura láser, es necesaria una alta transparencia del plástico utilizado para la luz láser empleada. Para ello, el polímero utilizado es un plástico muy transparente para la longitud de onda de la luz láser. Esto puede conseguirse mediante pigmentos de color especiales en el plástico. Además, se utilizan ventajosamente fibras de refuerzo especiales (especialmente fibras de vidrio), que no tienen refracción de la luz o la tienen muy baja en la transición del polímero a la fibra de refuerzo.

Esto es posible gracias al uso de un recubrimiento especial promotor de la adhesión en la superficie de las fibras de vidrio.

Se obtienen excelentes resistencias para los segmentos y, por tanto, para la rueda de ventilador, cuando las fibras de refuerzo en el segmento I a VII moldeado por inyección tienen longitudes de aproximadamente 50 mm a más de 15 mm. Un intervalo preferido está comprendido entre aproximadamente 200 mm y 10 mm.

Si los segmentos I a VII se unen en las zonas de unión 15, 16, 85, se pueden utilizar adhesivos de 1 o 2 partes para ello, como poliuretano, acrílico, metacrilatos o siliconas. Los sistemas de disolventes también pueden utilizarse para la adhesión.

Si los segmentos I a VII se sueldan con láser en las zonas de unión 15, 16, 85, pueden utilizarse ventajosamente para ello láseres de diodo, láseres de CO₂ o láseres de NdYAG.

La conexión de los segmentos I a VII en las zonas de unión 15, 16, 85 también puede realizarse mediante soldadura por fricción, soldadura por vibración o soldadura por ultrasonido.

La unión de los segmentos I a VII en las zonas de unión 15, 16, 85 también puede realizarse mediante soldadura por inducción o soldadura con gas caliente. Por ejemplo, se puede utilizar aire, nitrógeno o CO₂ como gas caliente.

En ambos casos, el plástico se ablanda en la zona de las áreas de unión 15, 16, 85. Bajo la presión con la que se presionan los segmentos I a VII en las zonas de unión 15, 16, 85, se produce una conexión de bloqueo de material de los segmentos vecinos, que conduce a una conexión segura de los segmentos después de que las zonas de unión se hayan enfriado.

Dado que la pala 11 y las secciones de anillo 1, 6, 71 están formadas en una sola pieza entre sí y forman el segmento, es posible una fabricación sencilla, rápida y económica de la rueda de ventilador.

La rueda de ventilador según la Fig. 3 es similar en diseño a la rueda de ventilador según la Fig. 1 y consta de los segmentos I a VII. Las palas 11 de la rueda del ventilador están de nuevo dispuestas de tal manera que las zonas de unión 15, 16 discurren a una distancia de las palas 11. De este modo, se evita la formación de rebabas, aristas o similares en las palas 11, de modo que se puede prescindir del laborioso repaso. Mientras que en la forma de realización según las Fig. 1 y 2 los segmentos I a VII están conectados entre sí exclusivamente por una conexión de material o por una conexión adhesiva con respecto a las cargas que actúan en la dirección circunferencial, en el ejemplo de realización según la Fig. 3 los segmentos I a VII están además conectados entre sí positivamente con respecto a dichas cargas. Esta conexión positiva se realiza en la zona de los bordes 4, 5 de las secciones del anillo de cubierta 1 o de los bordes 9, 10 de las secciones del anillo de cubo 6 de los segmentos I a VII. Las zonas de las secciones del anillo del cubo 6 que se proyectan radialmente hacia el interior más allá de las secciones del anillo de cubierta 1 son del mismo diseño que en la forma de realización según la Fig. 1. El ajuste positivo entre los segmentos adyacentes I a VII es tal que los segmentos no pueden separarse entre sí en la dirección circunferencial. En el estado no pegado o no soldado, los segmentos solo pueden separarse entre sí desplazando los segmentos adyacentes unos contra otros en la dirección axial de la rueda del ventilador.

En el borde 5 de la sección de anillo de cubierta 1, así como en la zona subyacente del borde 10 de la sección de anillo de cubo 6, visto en la dirección axial, se proporciona una abertura 17 aproximadamente en forma de hongo. El borde opuesto 4 de la sección de anillo de cubierta 1, así como la zona subyacente del borde 9 de la sección de anillo de cubo 6, vistos en la dirección axial, están provistos de un saliente en forma de hongo 18 que encaja en la abertura 17 del segmento adyacente. Las aberturas 17 y los salientes 18 están diseñados de forma complementaria, de modo que sus bordes están en contacto entre sí. Debido al diseño en forma de hongo, tanto las aberturas 17 como los salientes 18, vistos en la dirección circunferencial, están provistos cada uno de un rebaje. A diferencia del diseño en forma de hongo, las conexiones de ajuste de forma también pueden tener otras formas de contorno. Solo tienen que estar diseñados de tal manera que los segmentos adyacentes I a VII no puedan separarse entre sí en la dirección circunferencial de la rueda del ventilador.

Las aberturas 17 y los salientes 18 se encuentran en las secciones del anillo de cubierta 1 y en las secciones del anillo del cubo 6, respectivamente. También se pueden proporcionar solo en las secciones del anillo de cubierta o sólo en las secciones del anillo del cubo, dependiendo de dónde se esperen altas cargas en la rueda del ventilador respectiva. También se pueden prever varias aberturas 17 y salientes complementarios 18 en un borde 4, 9 o 5, 10 a

lo largo de su longitud. Las palas 11 están dispuestas en los segmentos I a VII de tal manera que están a una distancia de las aberturas 17 y los salientes 18.

En el sentido de la invención, un saliente 18 es una parte sobresaliente que se ajusta a la forma y una abertura 17 es un rebaje al menos aproximadamente complementario en un borde 4, 9, 74 o 5, 10, 75.

También en esta forma de realización, los segmentos I a VII formados en una sola pieza son idénticos entre sí, de modo que sólo se requiere un único molde de inyección para los segmentos. Los elementos de ajuste de forma 17, 18 proporcionan una guía adicional cuando se unen los segmentos I a VII y también garantizan una estabilidad dimensional adicional cuando la rueda del ventilador se somete a cargas en la dirección circunferencial. Debido a los elementos de bloqueo positivo 17, 18, los segmentos I a VII no se unen en forma de estrella para formar la rueda de ventilador, sino en dirección axial.

Los segmentos adyacentes I a VII no solo están conectados positivamente en las zonas de unión 15, 16, sino también por medio de una conexión adhesiva, una conexión soldada o similar, como se ha descrito con referencia a la forma de realización anterior. Durante el proceso de unión o soldadura, los segmentos adyacentes I a VII se presionan ventajosamente con firmeza uno contra el otro para que la conexión en las zonas de unión 15, 16 sea óptima. Los segmentos adyacentes también pueden estar firmemente conectados entre sí a través de la unión adhesiva o soldada en el área de la conexión de ajuste de forma 17, 18. En otras formas de realización según la invención, también se pueden realizar conexiones de ajuste en la dirección circunferencial de manera equivalente a la forma de realización descrita según la Fig. 3 para ruedas de ventilador axiales, ruedas de ventilador diagonales o estatores. Tales cierres de forma también pueden realizarse en las secciones intermedias del anillo 71. También en estos casos hay restricciones en cuanto al proceso de unión, es decir, los segmentos no pueden juntarse entre sí en la dirección circunferencial.

En el caso de ejemplo, la rueda de ventilador según la Fig. 4 también tiene los segmentos I a VII formados integralmente. También tienen el mismo diseño para que se puedan fabricar con una sola herramienta de moldeo por inyección. De forma similar a la forma de realización según la Fig. 1, los segmentos I a VII están diseñados de tal manera que pueden ser dispuestos en forma de estrella y luego empujados juntos, de modo similar a lo que se muestra en la Fig. 15.

Los segmentos I a VII están diseñados de tal manera que, además de las zonas de unión 15, 16 en el anillo de cubierta 1* y el anillo de cubo 6*, se crean otras zonas de unión 86 (Fig. 4) en la zona de las palas 11. Esto tiene la ventaja de que la zona de unión o soldadura para unir segmentos adyacentes se amplía en comparación con las formas de realización anteriores. Los segmentos I a VII están diseñados de tal manera que las palas completas 11 sólo se forman uniendo segmentos adyacentes.

La Fig. 5 muestra una vista inferior de uno de estos segmentos desde el lado de la sección del anillo del cubo 6. Tiene el borde exterior curvado 7 así como el borde interior curvado 8. El borde 10 que conecta los extremos de los bordes 7, 8 es curvo cuando se ve en la dirección axial. El borde opuesto 9 que conecta los otros extremos de los dos bordes 7, 8 también está curvado a lo largo de su longitud, visto en la dirección axial de la rueda del ventilador, con una curvatura en gran medida idéntica a la del borde 10, de modo que los segmentos idénticos adyacentes pueden unirse sin huecos. Una parte de pala 11a, 11b se extiende en conexión directa con cada uno de los dos bordes 9, 10. Las partes de las palas 11a, 11b se extienden entre la sección del anillo del cubo 6 y la sección del anillo de la cubierta 1 (completamente cubierta por la sección del anillo del cubo 6 en la Fig. 5).

Si los segmentos adyacentes I a VII se colocan juntos con sus bordes 4, 5, 9, 10, las partes de la pala 11a, 11b se apoyan una contra otra con sus bordes 19, 20 y de esta manera forman la pala 11, que en este caso es hueca. Los bordes 19 y 20 de los segmentos adyacentes que se encuentran uno contra el otro cuando el impulsor se une forman un área de unión adicional 86. Por lo demás, la pala 11 tiene el mismo diseño que en las formas de realización según la Fig. 1 o la Fig. 3. La pala 11 también está dispuesta de la misma manera en relación con el anillo de cubierta 1* y el anillo de cubo 6* de la rueda del ventilador como en estos ejemplos de realización.

Cuando los segmentos adyacentes I a VII se unen por medio de una junta adhesiva, el adhesivo no solo se proporciona en las zonas de unión 15, 16 de los anillos, sino también en la zona de unión 86 de las palas 11. Esto da lugar a una zona de unión muy grande, que garantiza una conexión firme entre los segmentos adyacentes I a VII que puede soportar incluso grandes cargas. Si los segmentos adyacentes hasta el VII se conectan entre sí mediante una unión soldada, en esta forma de realización el área de soldadura se incrementa por el área de la región de unión 86 de las palas 11, lo que conduce a un aumento de la capacidad de carga.

Como las palas 11 son huecas, la rueda del ventilador tiene un peso relativamente bajo. Además, las palas huecas 11 tienen la ventaja de que pueden utilizarse para diseñar canales para flujos secundarios dirigidos de forma fluida y sencilla.

Después del proceso de unión, puede haber bordes, rebabas o similares en el área de las regiones de unión 86 de las palas 11, pero estos pueden ser fácilmente eliminados de manera convencional. Los segmentos I a VII tienen el mismo diseño entre sí y tienen una línea central 21 en la vista en planta axial, cuyo curso de curvatura es idéntico al curso de curvatura de los bordes 9, 10 en la vista en planta axial. La anchura del segmento medida en la dirección

5 circunferencial disminuye desde el borde exterior 2, 7 hacia el borde interior 8 de tal manera que el segmento tiene la mayor anchura circunferencial en la zona del borde exterior 2, 7 y la menor en la zona del borde interior 8.

Debido al diseño descrito, los segmentos I a VII pueden ser empujados juntos en forma de estrella, como se muestra esquemáticamente en la Fig. 15, y presionados uno contra otro en la dirección circunferencial, de modo que los

10 segmentos I a VII se apoyan firmemente uno contra otro en las zonas de unión 15, 16, 86. Las trayectorias en las que los segmentos se mueven juntos de manera rotacionalmente simétrica durante el proceso de unión deben ser cuidadosamente seleccionadas en función del curso de las áreas de unión 15, 16, 86 para evitar colisiones no deseadas. En particular, las trayectorias curvas son necesarias en algunas formas de realización.

Como la Fig. 5 muestra el segmento en vista inferior, sólo es visible el borde interior 3 de la sección del anillo de cobertura 1. Los otros bordes 2, 4, 5 de la sección del anillo de cubierta 1, vistos en la vista en planta del segmento, son congruentes en toda su longitud con los bordes 7, 9, 10 de la sección del anillo del cubo 6.

15

La Fig. 6 muestra, en vista en planta de la sección del anillo del cubo 6, un segmento similar en diseño al segmento mostrado en la Fig. 2. La pala 11 está provista en el segmento de tal manera que sus dos extremos de salida y entrada 12, 13 están a una distancia de los bordes 4, 5, 9, 10. Al igual que en la forma de realización según la Fig. 2, la pala 11 se proyecta radialmente por encima del borde interior 3 de la sección del anillo de cobertura 1.

20

A diferencia de la forma de realización según la Fig. 2, la pala 11 es hueca. La pala 11 no es continuamente hueca. El hueco termina en la zona de la sección del anillo de cobertura 1, de modo que esta última no está perforada por el hueco.

25

La formación del hueco de la pala 11 se consigue en el molde de inyección con la ayuda de una corredera de núcleo. Debido a este deslizamiento del núcleo, la pala 11 está abierta en la zona de la sección del anillo del cubo 6. Para evitar el desarrollo de ruido, así como los depósitos de suciedad en el interior del pala 11 cuando la rueda del ventilador está en uso, la pala 11 se cierra ventajosamente con una cubierta o similar después del moldeo por inyección o después del proceso de unión de toda la rueda del ventilador o se rellena con un material, por ejemplo con material espumado. La cubierta puede estar pegada, soldada o unida a la sección del anillo del cubo 6 de otra manera adecuada. Esta pieza de cierre está ventajosamente diseñada de manera que su lado exterior esté enrasado con el lado exterior de la sección del anillo del cubo 1. Para ello, en la pieza moldeada por inyección, en la zona de la cavidad de la sección del anillo del cubo 6, se debe prever un rebaje en el que se pueda introducir la pieza de cierre a ras de la superficie.

30

La Fig. 7 muestra un segmento que es básicamente igual al de la Fig. 6. La diferencia es que en el interior de la pala hueca 11 hay al menos un refuerzo 22. El refuerzo 22 tiene la forma de una banda que se extiende entre las paredes laterales opuestas 23, 24 de la pala 11. El refuerzo 22 se extiende ventajosamente por toda la altura axial de la pala 11. El refuerzo 22 proporciona una resistencia adicional a la pala 11.

40

En el molde de inyección, se proporcionan dos correderas de núcleo para crear el refuerzo en forma de red 22, que son adyacentes entre sí con una pequeña distancia, de modo que la red 22 se forma entre las correderas de núcleo cuando se inyecta el plástico.

45

En los ejemplos de realización según las Fig. 1, 3 y 4, las zonas de unión 15, 16 entre los segmentos I a VII no se encuentran en un radio, visto en la dirección axial de la rueda del ventilador. Con referencia a una radial 60 (Fig. 1, 3 y 4), que pasa por el punto de intersección entre la respectiva línea de separación 15, 16 y el borde circular interior 8 de la rueda de ventilador, las zonas de unión 15, 16 se encuentran en un ángulo α con respecto a esta radial 60. Según el curso de las líneas de separación 15, 16, el ángulo α aumenta en la dirección del borde interior 8 al borde exterior 2.

50

Los segmentos I a VII también pueden formarse de manera que las zonas de unión 15, 16 se sitúen en la radial 60 de manera que el ángulo α sea de 0°.

55

El ángulo α puede ser de hasta aproximadamente 80°, dependiendo del diseño de los segmentos I a VII. Este intervalo angular es independiente de la forma en que los segmentos I a VII están conectados entre sí.

60

La Fig. 25 muestra una forma de diseño no inventiva de las secciones transversales a través de las zonas de unión 15, 16, 85, con la que no se consigue ningún efecto de ampliación de la zona de unión. Muestra, a modo de ejemplo y en forma ampliada, una sección AA dispuesta a través de una zona de unión 15, 16, 85 con los bordes de los segmentos adyacentes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 (véanse las Fig. 1, 3, 16, 18, 20). El recorrido de la zona de unión 15, 16, 85 en sección es esencialmente el de un tramo recto que conecta el interior 30 con el exterior 31 de las secciones

65

del anillo 1, 6, 71 por el camino más corto. La zona de unión 15, 16, 85 o los bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 de los segmentos I y II discurren aproximadamente perpendiculares al lado interior 30 y al lado exterior 31. Esta forma de diseño es la más sencilla para una sección transversal de un área de unión. El diseño del molde asociado para el molde de inyección es sencillo y económico. Un área de unión diseñada de esta manera también hace posible que los segmentos I y II se unan entre sí en una dirección transversal a las secciones del anillo 1, 6, 71, como es necesario, por ejemplo, para la forma de realización según la Figura 3. Sin embargo, en esta forma de realización, la zona de unión 15, 16, 85 tiene un área bastante pequeña para pegar o soldar, y no se produce ningún ajuste de forma adicional en la dirección axial o radial entre los segmentos. Además, no se consigue ninguna orientación adicional durante el proceso de unión.

Con referencia a las Fig. 8 a 11, 14 y 26, se describen a modo de ejemplo posibles diseños de secciones transversales a través de las zonas de unión 15, 16, 85, con los que se puede ampliar considerablemente la zona de unión sin aumentar los espesores de las paredes de los anillos 1*, 6*, 71*, y con los que se puede producir un ajuste positivo, al menos parcial, entre los segmentos adyacentes I a VII con respecto a los desplazamientos en la dirección axial y/o radial (diseños que amplían las zonas de unión). Las Fig. 8-10 y 14 muestran formas de realización según la invención. Cada una de estas figuras muestra, a modo de ejemplo y en representación ampliada, una sección A-A dispuesta a través de una zona de unión 15, 16, 85 con bordes de segmento adyacentes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 (véanse las Fig. 1, 3, 16, 18, 20). En estos ejemplos, se proporcionan diseños que amplían las superficies de unión, que no solo conducen a una ampliación de la superficie de unión/soldadura, sino que también garantizan una mayor estabilidad dimensional de los segmentos unidos. Además, estos diseños especiales de las zonas de unión 15, 16, 85 también proporcionan una guía cuando se unen los segmentos I a VII para formar la rueda de ventilador, lo que facilita el montaje de los segmentos para formar la rueda de ventilador. Como resultado, el proceso de fabricación de ruedas de ventilador según la invención puede hacerse considerablemente más económico, más rápido y más preciso.

En una forma de realización de ejemplo según la Fig. 8, un borde 4, 9, 74 del segmento I tiene un muelle saliente 25 que se extiende al menos parcialmente sobre la longitud (perpendicular al plano de dibujo) del borde 4, 9, 74. Un borde 4, 9, 74 también puede tener varios muelles 25 distribuidos a lo largo de su longitud. El muelle 25 se estrecha hacia su extremo libre y tiene aproximadamente la mitad del espesor de la sección de anillo de anillo 1, 6, 71.

Un borde opuesto 5, 10, 75 de un segmento II está provisto de al menos una ranura correspondiente 26 en la que se encaja el muelle 25 del respectivo segmento adyacente. La ranura 26 está diseñada de forma complementaria a la respectiva lengüeta correspondiente 25 y también está situada aproximadamente en la mitad del espesor de la sección del anillo 1, 6, 71. En la posición de montaje, la lengüeta 25 queda plana contra las paredes laterales y el fondo de la ranura 26. La zona de unión 15, 16, 85 formada por los dos bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 de los segmentos adyacentes respectivamente tiene una superficie muy fina. Se introduce un adhesivo entre los bordes 4, 9, 74 y los bordes 5, 10, 75 en la zona de unión 15, 16, 85.

En el sentido de la invención, una lengüeta 25 es una parte sobresaliente que se ajusta a la forma y una ranura 26 es un rebaje al menos aproximadamente complementario en un borde 4, 9, 74 o 5, 10, 75.

La lengüeta 25 y la ranura 26 están formadas de tal manera que las secciones de los anillos 1, 6, 71 de los segmentos I, II se apoyan entre sí, de modo que no se forma ningún hueco en el exterior y el interior de los anillos unidos 1*, 6*, 71*.

En aras de la exhaustividad, debe mencionarse que un intercambio de las características "ranura" y "lengüeta" con respecto a los bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 está igualmente dentro del significado de la invención, que se aplica mutatis mutandis a las formas de realización según las Fig. 9 a 11, 14 y 26.

En la forma de realización según la Fig. 9, el muelle 25 está diseñado de tal manera que tiene una pequeña distancia de las paredes laterales y del fondo de la ranura 26. Esto forma un espacio libre 27 en la zona de unión 15, 16, 85 en el que se puede introducir un adhesivo viscoso 28. En esta forma de realización, la zona de unión 15, 16, 85 tiene una forma bastante voluminosa debido a que el espacio libre 27 está total o parcialmente lleno de adhesivo 28. Este adhesivo puede introducirse en la ranura 26 antes de la unión de los dos segmentos I, II. El tamaño del espacio libre 27, que está presente después de que los segmentos I y II se hayan juntado, está asegurado estructuralmente por un tope 98, es decir, los segmentos I y II se mueven uno hacia el otro hasta que se produce un contacto directo entre los bordes de los segmentos 4, 9, 74 y 5, 10, 75 al menos en la región del tope 98. Alternativamente, es posible introducir el adhesivo en el espacio libre 27 perpendicular al plano de dibujo después de unir los dos segmentos I y II.

En las dos formas de realización descritas según las Fig. 8 y 9, el adhesivo se aplica ventajosamente también en las zonas del tope 98, de modo que los segmentos adyacentes I, II están firmemente unidos entre sí en una amplia zona por el adhesivo correspondiente.

La Fig. 10 muestra una unión machihembrada en la que los segmentos I, II, que están enfrentados con sus bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75, se unen mediante una soldadura más bien lineal en la zona del lado interior 30 o del lado exterior 31 de las secciones del anillo 1, 6, 71. La soldadura está indicada por los cordones de soldadura 29. La unión soldada está prevista en la zona exterior de la ranura 26, de modo que los segmentos I, II se encuentran uno contra otro con sus caras extremas fuera de la ranura 26 en la zona del tope 98. Además, la lengüeta 25 puede pegarse en la ranura 26, como se describe en la Fig. 8 o 9.

En el ejemplo mostrado en la Fig. 11, los bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 de los segmentos I, II están escalonados. Cada uno de los bordes de los segmentos 4, 9, 74 y 5, 10, 75, vistos en sección, consta de una parte de bloqueo positivo saliente 25* y de un rebaje 26* complementario a la parte de bloqueo positivo saliente 25* del segmento adyacente. Los escalones de los dos bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75 están diseñados de forma complementaria entre sí para que los segmentos I, II queden planos uno contra otro en la zona de unión 15, 16, 85.

La zona de unión 15, 16, 85 tiene, vista en sección, una zona lateral delantera 32, 33 que linda perpendicularmente con la cara interior 30 así como con la cara exterior 31 de las secciones de anillo 1, 6, 71, que están conectadas entre sí por una zona de pared 34. Ventajosamente, discurre en un ligero ángulo oblicuo con respecto al lado interior 30 así como al lado exterior 31 de los segmentos I, II. La zona de la pared inclinada 34 facilita la unión de los segmentos adyacentes I, II. Ventajosamente, las transiciones entre las zonas de las caras extremas 32, 33 y la zona de la pared 34 son redondeadas para evitar las grietas. Se aplica un adhesivo a las zonas de las caras extremas 32, 33 y a la zona de la pared 34 para que los dos segmentos I, II se unan de forma fiable en toda su superficie en la zona de unión 15, 16, 85. El diseño escalonado de las zonas de unión 15, 16, 85 se proporciona ventajosamente en toda su longitud.

El diseño escalonado de las zonas de unión 15, 16, 85 también permite un proceso de unión sencillo y sin problemas a la hora de fabricar la rueda del ventilador.

En el ejemplo según la Fig. 26, el efecto de ampliación de las zonas de unión se consigue gracias a que la zona de unión 15, 16, 85, vista en sección transversal, forma ángulos agudos β o β^* con el lado interior 30 o el lado exterior 31 de las secciones de anillo 1, 6, 71, que son claramente inferiores a 90° , ventajosamente entre 70° y 30° . Si la zona de unión 15, 16, 85, vista en sección transversal, discurre en línea recta, β y β^* tienen aproximadamente la misma cantidad. Sin embargo, la zona de unión 15, 16, 85, vista en sección transversal, también puede ser curva, por lo que las cantidades de los dos ángulos β y β^* también pueden diferir significativamente entre sí.

Las formaciones transversales, en particular según las Fig. 8, 11, 25 y 26, son también excelentemente adecuadas para formas de realización en las que los segmentos I, II se unen entre sí mediante una soldadura plana. Con referencia a la Fig. 14, se explica en detalle una forma de realización ventajosa de la junta de lengüeta y ranura similar a la Fig. 8, ya que es particularmente adecuada para las juntas soldadas con soldadura láser, soldadura por fricción, soldadura por vibración, soldadura por gas caliente o soldadura por inducción.

Las secciones de anillo 1, 6, 71 tienen un espesor de pared D que puede estar en el intervalo entre aproximadamente 3 mm y aproximadamente 12 mm. Un intervalo ventajoso está entre aproximadamente 4 mm y aproximadamente 8 mm. Un espesor de pared D particularmente preferido es de aproximadamente 6 mm. La ranura 26 tiene una profundidad t que está en el intervalo de aproximadamente $(0,7 \text{ a } 2,5) \cdot D$. Ventajosamente, la profundidad de la ranura es aproximadamente dos veces el espesor de la pared D.

El muelle 25 se estrecha en su sección transversal hacia su extremo libre 35. Como resultado, el muelle 25 tiene un efecto de autocentrado durante el proceso de unión. Además, este estrechamiento de la sección transversal es ventajoso para la resistencia. Cerca del extremo libre 35, el muelle 25 tiene el espesor d2, mientras que cerca del tope 98 tiene el mayor espesor d1. Las paredes laterales del muelle 25 se apoyan en las paredes laterales de la ranura 26. La cara extrema 35 del muelle 25 tiene una pequeña distancia con el fondo 36 de la ranura 26. Esto garantiza que los dos segmentos I, II puedan unirse de tal manera que los flancos 39 y 40 del muelle 25 queden planos contra la ranura y que no se formen huecos en el lado interior 30 y el lado exterior 31 de los anillos 1*, 6*, 71*.

Debido al estrechamiento de la sección transversal del muelle 25, la sección transversal de las zonas 37, 38 de las secciones de anillo 1, 6, 71 que rodean la ranura 26, vista a partir del extremo libre de la ranura en la zona del tope 98, aumenta continuamente. En la zona del espesor de la sección transversal d2, el muelle 25 solo está ligeramente cargado, mientras que la zona circundante 37, 38 de la ranura del segmento II está muy cargada. Por lo tanto, la zona 37, 38, de correspondiente espesor, puede absorber con seguridad esta carga.

Por el contrario, en la zona de la sección transversal d1, el muelle 25 está muy cargado, por lo que la zona circundante 37, 38 de la ranura del segmento II puede ser correspondientemente débil.

El ángulo de cuña entre los dos flancos 39, 40 del muelle 25 está preferentemente en un intervalo entre aproximadamente $0,5^\circ$ y aproximadamente 8° .

La transición entre los flancos 39, 40 del muelle 25 y el tope 98 está redondeada en el segmento I con el radio R1. Este radio R1 es ventajosamente alrededor de $(0,05 \text{ a } 0,3) \cdot D$. Se puede seleccionar el mismo valor o un valor mínimamente mayor para el radio complementario R1 en el segmento II para evitar de forma fiable una colisión prematura de los segmentos I y II en la zona de R1 durante el proceso de unión. Esto daría lugar a un hueco muy pequeño (no mostrado en la Fig. 14) en la zona de R1.

Sin embargo, es ventajoso diseñar esta transición entre los flancos 39, 40 y el tope 98 biómicamente, es decir, no proporcionar un radio constante en esta zona de transición. Ventajosamente, el curso de la curvatura de la transición está diseñado de tal manera que el radio de curvatura en el tope 98 es pequeño y se hace cada vez mayor en la dirección de los flancos 39, 40. El diseño biónico de la transición tiene la ventaja de que puede diseñarse con respecto al flujo de fuerza desde el muelle 25 hacia la sección de anillo 1, 6, 71 del segmento 1 de tal manera que se evitan las grietas.

La transición de las paredes laterales de la ranura 26 al lado inferior 36 de la ranura 26 está redondeada con el radio R2. Ventajosamente es de $(0,05 \text{ a } 0,3) \cdot D$. Para garantizar de forma óptima el flujo de fuerza, el redondeo en la zona de transición está diseñado de forma biónica especialmente ventajosa, es decir, no se proporciona un radio constante. Como resultado, esta transición redondeada puede adaptarse de forma óptima a las cargas que se producen durante el uso de la rueda del ventilador, de forma que se evite en cualquier caso la formación de grietas. Ventajosamente, la curvatura de la transición está diseñada de tal manera que el radio de curvatura en el fondo 36 de la ranura es pequeño y se hace progresivamente mayor en la dirección de los flancos 39, 40.

En el estado de unión completa, es decir, cuando los segmentos I y II se apoyan mutuamente en el tope 98, existe ventajosamente una tensión previa en la zona de los flancos 39, 40 debido al prensado de los segmentos I y II en el proceso de unión. Esto garantiza que los flancos 39, 40 de la lengüeta 25 y los flancos correspondientes de la ranura 26 queden enfrentados sin juego después de la unión.

Si los segmentos I, II se unen mediante soldadura láser en la zona de unión 15, 16, 85, entonces, en una forma de realización ventajosa, se aplica un líquido absorbente de láser a los bordes 4, 9, 74 y/o 5, 10, 75 antes del proceso de unión. Después de la unión, durante el proceso de soldadura, la luz láser que penetra en el material especialmente utilizado de las secciones del anillo 1, 6, 71, que es transparente a la luz láser utilizada, se convierte en calor en esta zona, haciendo que el material adyacente se funda y se una en una unión de materiales. Dado que el líquido absorbente solo absorbe una parte de la luz láser o se vuelve transparente al láser por el propio proceso de soldadura, la soldadura puede realizarse simultáneamente en la zona de ambos flancos 39 y 40 del muelle 25 con una única fuente de luz láser.

Si la soldadura se realiza simultáneamente con una única fuente de luz láser en la zona de los dos flancos 39 y 40 del muelle 25, puede ser ventajoso que se aplique a cada uno de los dos flancos 39 y 40 un líquido que absorba la luz láser en diferente medida. Un líquido que absorbe menos la luz láser se aplica entonces al flanco 39 que está cerca de la fuente de luz láser, mientras que un líquido que absorbe más la luz láser se aplica al flanco 40 que está más alejado de la fuente de luz láser. De esta manera, se puede establecer un proceso de soldadura más uniforme con respecto a los flancos 39, 40.

Si se lleva a cabo un proceso de soldadura de este tipo, el material utilizado para los segmentos I a VII es ventajosamente un plástico especial que es ampliamente transparente a los láseres utilizados para la soldadura. En una forma de realización ventajosa, los segmentos I - VII no se mecanizan, en particular en la zona de sus bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75, así como en su proximidad inmediata tras el proceso de moldeo por inyección, ya que, de lo contrario, las superficies tendrían propiedades de absorción, reflexión y/o dispersión de la luz láser en un grado excesivo. En los puntos a soldar, esencialmente los bordes 4, 9, 74 y/o 5, 10, 75, se aplica un líquido especial, absorbente de luz láser, de la manera descrita antes del proceso de soldadura. Garantiza que la energía de la luz láser se convierta en calor exactamente en el punto deseado, de modo que el plástico se funda localmente en esta zona. Esta técnica láser permite realizar la soldadura no solo en la superficie exterior del anillo 1*, 6*, 71* en la zona del lado interior 30 y del lado exterior 31, sino también en las zonas interiores de las áreas de unión 15, 16, 85 del material de la rueda del ventilador.

En una forma de realización ventajosa, los segmentos I - VII en la zona del lado interior 31 y/o del lado exterior 30 en la proximidad inmediata de las zonas de unión 15, 16, 85 tienen una superficie especialmente lisa. Esto se puede conseguir, por ejemplo, puliendo las zonas correspondientes del molde de inyección. Como resultado, estas superficies tienen aún menos propiedades de absorción, reflexión y/o dispersión de la luz láser, lo que tiene un efecto ventajoso en el acoplamiento de la luz láser en las zonas de unión 15, 16, 85 durante el proceso de soldadura láser.

La Fig. 27a ilustra un diseño ventajoso de la unión machihembrada entre los segmentos adyacentes I, II, que es similar al ejemplo de diseño según la Fig. 14. La realización según la Fig. 27a es especialmente adecuada para las uniones soldadas por láser entre los dos segmentos I, II. El segmento I tiene como parte de bloqueo positivo el

muelle 25 cuyo flanco 39 orientado hacia el lado superior 30 de la sección de anillo 1, 6, 71 está firmemente soldado a la pared lateral de la ranura 26 de la sección de anillo 1, 6, 71 del segmento II. Este diseño es ventajoso si la soldadura no es posible o sólo es posible con dificultad en el flanco 40 del muelle 25 alejado de la fuente de luz láser, por ejemplo debido a la insuficiente transparencia de la luz láser del plástico utilizado. En consecuencia, en el flanco 40 no se puede conseguir ninguna unión soldada o sólo una unión soldada poco resistente mediante soldadura láser. Por lo tanto, una gran parte o incluso la totalidad de la transmisión de la fuerza tiene lugar a través del flanco 39.

Por esta razón, el flanco 39 tiene una superficie mayor que el flanco opuesto 40. Esto tiene como consecuencia que el muelle 25, a diferencia de los ejemplos de realización según las Fig. 8 a 10 y 14, no tiene una sección transversal simétrica sino asimétrica. Esto da lugar a una transmisión asimétrica de la fuerza entre los dos segmentos I y II. El diseño asimétrico de la sección transversal del muelle 25 hace que las zonas 37, 38 de la sección de anillo 1, 6, 71 del segmento II que se encuentra a ambos lados del muelle 25 sean asimétricas, vistas en sección según la Fig. 27a. Una gran parte o la transmisión completa de la fuerza tiene lugar a través de la zona 37 perteneciente al flanco mayor 39. Por esta razón, esta zona 37 tiene un espesor considerablemente mayor que la zona opuesta 38, que también es considerablemente más corta que la zona 37, medida transversalmente a la dirección del espesor de los segmentos.

El muelle 25 en cooperación con la ranura 26 cumple la función de autocentrar los segmentos I y II cuando se unen para formar la rueda de ventilador. Debido al ángulo de cuña entre los dos flancos 39, 40, la presión de contacto necesaria para la soldadura láser se consigue en la zona del flanco 39 durante la unión. En todos los demás aspectos, las declaraciones hechas con respecto al ejemplo de realización según la Fig. 14 también se aplican a esta forma de realización.

El flanco 39 se une al tope 98 en un ángulo obtuso, mientras que el flanco 40 se une al tope 98' del segmento I o de su sección de borde 1, 6, 71 aproximadamente en un ángulo recto. Debido al diseño asimétrico de la sección transversal del muelle 25, los dos topes 98, 98' están desplazados entre sí transversalmente a la dirección del espesor de los segmentos I, II, como puede verse en la Fig. 27a. Cuando los segmentos I y II se juntan, se mueven uno hacia el otro hasta que entran en contacto en la zona de los topes 98, 98'. En la zona de los topes 98, 98' se puede prever un adhesivo para que los segmentos unidos I, II queden firmemente unidos entre sí, no sólo por soldadura con rayo láser, sino también por una unión adhesiva. Los dos topes 98, 98' se unen cada uno al lado superior 30 o al lado inferior 31 del segmento I en ángulo recto. La ranura 26 como rebaje en el segmento II está diseñada de forma aproximadamente complementaria al muelle 25, de forma que los segmentos I, II ensamblados puedan estar firmemente unidos entre sí. Además, esto garantiza una perfecta transmisión de la fuerza.

Los topes 98, 98' del segmento I forman la zona de unión 15, 16, 85 con los correspondientes contra topes del segmento II.

La Fig. 27b muestra un diseño similar del machihembrado que la Fig. 27a. Esta unión también es especialmente adecuada para las uniones soldadas con láser. Para aumentar la superficie del flanco 39 del muelle 25 que transmite principalmente la fuerza, así como la zona 37 que transmite principalmente la fuerza, el espesor de la pared es mayor en la zona de unión 15, 16, 85 que en la zona exterior a esta zona de unión. Para ello, el lado inferior 31 de la sección de anillo 1, 6, 71 del segmento I está doblado, mientras que el lado superior 30 es plano.

Del mismo modo, el lado inferior 31 de la sección de anillo 1, 6, 71 del segmento II se dobla en la zona de unión, por lo que el espesor de la pared en la zona de unión aumenta. En la zona exterior a la zona de unión, los segmentos I, II tienen el espesor de pared D. Dentro de la zona de unión, el espesor de pared D_{\max} de los segmentos I, II es mayor que el espesor de pared D en la zona exterior a la zona de unión. Ventajosamente, el espesor de la pared D_{\max} está en el intervalo de 1,05 a 1,2 veces el espesor de la pared D.

La zona 38 del segmento II, que solo sirve para centrar y aplicar la presión de contacto durante el proceso de unión, sobresale por el resto de la cara inferior 31.

El diseño descrito de la unión machihembrada permite aumentar la presión de contacto sobre el flanco 39 de la lengüeta 25 durante el proceso de unión, aplicando una presión o fuerza sobre un lado de la cara superior 30 en la zona de unión 15, 16, 85. En este caso, los segmentos I, II se sujetan lejos de la zona de unión 15, 16, 85.

Aparte de eso, esta forma de realización tiene el mismo diseño que el ejemplo de realización según la Fig. 27a. Por lo tanto, las explicaciones relativas a las formas de realización según la Fig. 14 y 27a también se aplican a la forma de realización según la Fig. 27b.

La Fig. 12 muestra una vista en perspectiva de otra forma de realización de un segmento para la fabricación de la rueda del ventilador. La Fig. 12 muestra la estructura básica de los segmentos descritos con anterioridad. El segmento de una pieza tiene la pala 11 que se extiende entre la sección del anillo de cubierta 1 y la sección del anillo del cubo 6. La sección del anillo de cubierta 1 tiene el borde exterior curvado 2 así como el borde interior

curvado 3, visto en planta. En este ejemplo de realización, el borde exterior 2 está provisto de una curva 41 que se extiende a lo largo de la longitud circunferencial de la sección del anillo de cobertura 1.

La sección del anillo de cubierta 1 está curvada hacia arriba a una distancia de la angulación 41 de tal manera que el borde interior 3 está a una distancia axial mayor de la sección del anillo del cubo 6 que el borde exterior 2. La sección del anillo de cubierta 1 tiene los dos bordes 4, 5.

La sección del anillo del cubo 6 tiene el borde exterior curvado 7 y el borde interior curvado 8. En sus dos extremos, los bordes 7, 8 están conectados entre sí por los bordes 9, 10. En la zona del borde exterior 7, la sección del anillo del cubo 6 está ligeramente inclinada en dirección opuesta a la sección del anillo de la cubierta 1. En todos los demás aspectos, la sección del anillo del cubo 6 es plana.

Los bordes 4, 9 están provistos de muelles 25 como ya se ha descrito con referencia a las Fig. 8 - 10 y 14. En consecuencia, los bordes 5, 10 están provistos de las ranuras 26. Los muelles 25 están interrumpidos por rebajes 42, las ranuras 26 también están interrumpidas por zonas 43 complementarias a los rebajes 42. Los rebajes y zonas complementarias 42, 43 están diseñados para facilitar la unión. En el estado unido, los rebajes 42 y las regiones 43 proporcionan un ajuste de forma adicional en la dirección longitudinal de la región de unión 15, 16. Además, los rebajes y las zonas 42, 43 garantizan que los segmentos adyacentes se posicionen correctamente entre sí durante el proceso de unión (efecto de centrado) debido a su forma oblicua.

Visto desde arriba, el segmento tiene la misma forma de contorno que el segmento de la Fig. 2, excepto por el diseño de los bordes 4, 9, 74 y 5, 10, 75. Por lo tanto, en lo que respecta a la disposición de los bordes de la sección de anillo de cubierta 1 y de la sección de anillo de cubo 6, se puede hacer referencia a las explicaciones dadas allí.

La Fig. 22 muestra una sección de un borde de segmento 4, 9, 74 en vista lateral en planta y en vista ampliada. En este ejemplo de realización, los muelles 25 están previstos en el borde 4, 9, 74, por lo que su sección transversal puede ser similar a la descrita con referencia a las Fig. 8 - 10 y 14. A lo largo del borde 4, 9, 74 hay interrupciones 44 entre los muelles 25 a intervalos aproximadamente constantes. En este caso, la ranura (no mostrada) del segmento adyacente puede ser continua, es decir, sin interrupciones. La ventaja técnica que se consigue con estas interrupciones es que la flexibilidad de los muelles 25 es mayor con respecto a pequeños desplazamientos transversales a las secciones del anillo 1, 6, 71, lo que aporta ventajas en el proceso de unión para compensar las tolerancias en la dirección transversal a las secciones del anillo 1, 6, 71. La distancia a entre dos interrupciones 44 en la dirección longitudinal está ventajosamente entre 0,5 veces la profundidad del muelle t y 5 veces t . Al pie de un rebaje entre muelles adyacentes 25, se prevé ventajosamente un redondeo entre dos muelles adyacentes 25, que puede ser un redondeo completo o también puede estar diseñado biómicamente, es decir, con un radio no constante.

Por último, la Fig. 13 muestra una sección axial de una mitad de una rueda de ventilador radial. Está reforzado por tres bandas 54 a 56 que recorren su circunferencia. Las bandas se aplican ventajosamente a la rueda del ventilador bajo tensión. La precarga puede estar en un intervalo entre aproximadamente 10 N y aproximadamente 10 kN, preferiblemente entre aproximadamente 10 y 100 N/mm² de área de sección transversal de la banda.

En el ejemplo de la forma de realización, la rueda del ventilador tiene tres bandas 54 a 56. Dependiendo del tamaño de la rueda del ventilador, también puede haber solo una, dos o más de tres bandas. El número de bandas puede estar entre 1 y 10. Para las bandas 54 a 56 se utilizan preferentemente termoplásticos, como poliamida (PA6, PA66, PA66/6, PAPA, PPA, PA 4.6, PA12), poliéster (PBT, PET), polipropileno (PP), PPS, PES, PESU, PEEK, ABS, PC, ASA y similares. Preferentemente, se utiliza una poliamida, un polipropileno o un poliéster como material para las bandas.

También pueden utilizarse termoestables para las bandas 54 a 56, como la resina epoxi, la resina de urea o la resina fenólica. Preferentemente, se utiliza un sistema de resina epoxi o fenólica como termoestable.

Las bandas 54 a 56 están ventajosamente reforzadas con fibras, independientemente de que estén hechas de un termoplástico o un termoestable. Entre las fibras de refuerzo adecuadas se encuentran las de vidrio, carbono, aramida, termoplásticas (PET, PA) o naturales, como las de lino, cáñamo, sisal, yute o coco.

Las fibras son preferentemente fibras continuas, que son fáciles de producir y baratas. Pueden incorporarse fácilmente a la composición plástica de las bandas 54 a 56.

Las bandas 54 a 56 se extienden alrededor de la circunferencia de la rueda del ventilador y están convenientemente fijadas a ella. Así, las bandas 54 a 56 pueden estar conectadas a la rueda del ventilador mediante soldadura. Para el proceso de soldadura pueden utilizarse láseres de diodo, pero también otros sistemas láser. Si los segmentos están hechos de un material en gran parte transparente al láser, en una forma de realización ventajosa se aplica un líquido absorbente del láser en la región de las bandas 54 a 56 que se van a soldar antes de la soldadura láser. Los ultrasonidos también pueden utilizarse para soldar. También es posible producir una conexión firme entre las bandas y la rueda del ventilador mediante la fricción en la dirección circunferencial.

Como posibilidad adicional para conectar las bandas 54 a 56 a la rueda del ventilador, también se pueden considerar procedimientos de adhesión. Los adhesivos adecuados son los de 1 o 2 componentes, como el poliuretano, el acrílico, los metacrilatos o las siliconas, o los sistemas de disolventes.

La conexión entre las bandas 54 a 56 y la rueda del ventilador también puede hacerse envolviéndolas con un termoestable que se endurezca después de la envoltura. Esto proporciona una conexión fija y segura entre la banda respectiva 54 a 56 y la rueda del ventilador.

En el ejemplo de realización ilustrado, el anillo de cobertura 1* está provisto a lo largo de su borde exterior 2 de una ranura circunferencial 57 en la que se inserta la banda 55. Así, la ranura 57 está presente en el diámetro exterior del anillo de cobertura 1*.

También hay una ranura circunferencial 58 en el diámetro interior del anillo de cubierta 1*, que recibe la banda 54.

El anillo del cubo 6* está provisto de una ranura circunferencial 59 en el diámetro exterior para la banda 56.

Todas las ranuras 57 a 59 están abiertas en la dirección circunferencial de la rueda del ventilador. Esto facilita la introducción de las bandas 54 a 56 en las ranuras 57 a 59. Las ranuras 57 a 59 pueden estar ya previstas durante el moldeo por inyección de los segmentos I a VII. Cada uno de estos segmentos tiene entonces las correspondientes secciones de ranuras anulares en su sección de anillo de cubierta 1 o en la sección de anillo de cubo 6, que forman las ranuras anulares que recorren la circunferencia de la rueda del ventilador cuando los segmentos I a VII se unen.

Las paredes laterales de la ranura guían las bandas 54 a 56 en dirección axial para que no puedan deslizarse de la rueda del ventilador.

Las bandas 54 a 56 pueden enrollarse varias veces alrededor de la circunferencia de la rueda del ventilador. Ventajosamente, las bandas 54 a 56 se enrollan sobre la circunferencia de la rueda del ventilador tan a menudo que las ranuras 57 a 59 se llenan completamente con la banda.

En principio, sin embargo, es suficiente si la banda respectiva 54 a 56 se enrolla solo una vez sobre la circunferencia de la rueda del ventilador, con los dos extremos de la banda superpuestos. Ventajosamente, el solapamiento es de al menos 10 anchos de banda hasta un máximo del 20% de la circunferencia. En tal diseño, es ventajoso si la banda respectiva 54 a 56 tiene una anchura correspondiente a la anchura de la ranura. Las bandas 54 a 56 mantienen los segmentos I a VII firmemente unidos, de modo que incluso bajo altas cargas, por ejemplo a altas velocidades y grandes diámetros de la rueda del ventilador, no hay peligro de que los segmentos se desprendan unos de otros.

Si las ruedas del ventilador están provistas de las descritas bandas sin fin reforzadas con fibra 54 a 56, las ruedas del ventilador pueden funcionar a velocidades límite más altas.

Las bandas también pueden estar provistas de ruedas de ventilador que no están hechas de segmentos como según la invención, sino que están formadas en una sola pieza. También en estas ruedas de ventilador, las bandas 54 a 56, que se enrollan ventajosamente en la rueda de ventilador con pretensión, tienen un efecto beneficioso, en particular en lo que respecta al aumento de la velocidad límite de la rueda de ventilador.

La proporción de fibras en las bandas 54 a 56 puede ser ventajosamente entre el 10 y el 65 por ciento en volumen, preferentemente entre el 25 y el 60 por ciento en peso.

Los impulsores axiales, los impulsores diagonales o los estatores también pueden reforzarse ventajosamente de la manera descrita con bandas 54 a 56 en el anillo de cubierta 1* y/o el anillo de cubo 6* y/o los anillos intermedios 76*.

En el caso de las ruedas de ventilador fabricadas a partir de segmentos, se puede evitar completamente la aparición de líneas de soldadura, ya que estas se producen inevitablemente en el moldeo por inyección de ruedas completas. El moldeo por inyección de segmentos individuales, especialmente de segmentos con una sola pala 11, puede diseñarse sin la aparición de líneas de soldadura. Este punto débil, difícil de controlar, puede así evitarse en las ruedas de ventilador unidas por segmentos. La resistencia de las zonas de unión 15, 16, 85, que se realiza mediante uniones adhesivas o soldadas, se puede conseguir con los elementos descritos de la invención.

Cada uno de los segmentos está diseñado de tal manera que pueden unirse en el proceso de ensamblaje con un movimiento idéntico o similar. En la Fig. 15, los segmentos I a VII se muestran en el estado inicial en la ilustración de la izquierda. Las flechas de movimiento de cada segmento muestran que realizan el mismo movimiento de fusión. Esto hace que el proceso de montaje sea mucho más sencillo y fácil. Sin embargo, este tipo de fusión sólo es posible para los segmentos que no tienen ningún elemento de bloqueo positivo sobresaliente en sus bordes 4, 9, 74; 5, 10, 75 que causan un bloqueo positivo en la dirección circunferencial, como se muestra ejemplarmente en la Fig.

3. En este caso, los segmentos deben estar unidos en la dirección axial debido al saliente 18 y a la abertura 17. En este caso, la dirección común de movimiento de los segmentos puede ser el movimiento axial.

5 La rueda del ventilador se puede seguir mecanizando después del proceso de unión. Esto es importante, por ejemplo, si se requiere una alta concentricidad en determinadas zonas de la rueda del ventilador. Esto es útil, por ejemplo, para las ranuras 57 a 59 (Fig. 13) para las bandas 54 a 56. También es necesario el reajuste, por ejemplo, del diámetro de centrado, así como del diámetro exterior del anillo de cubierta 1* o del anillo de cubo 6*. Las ranuras 57 a 59 también pueden no estar previstas inicialmente en los segmentos I a VII y pueden ser mecanizadas después de la unión de los segmentos.

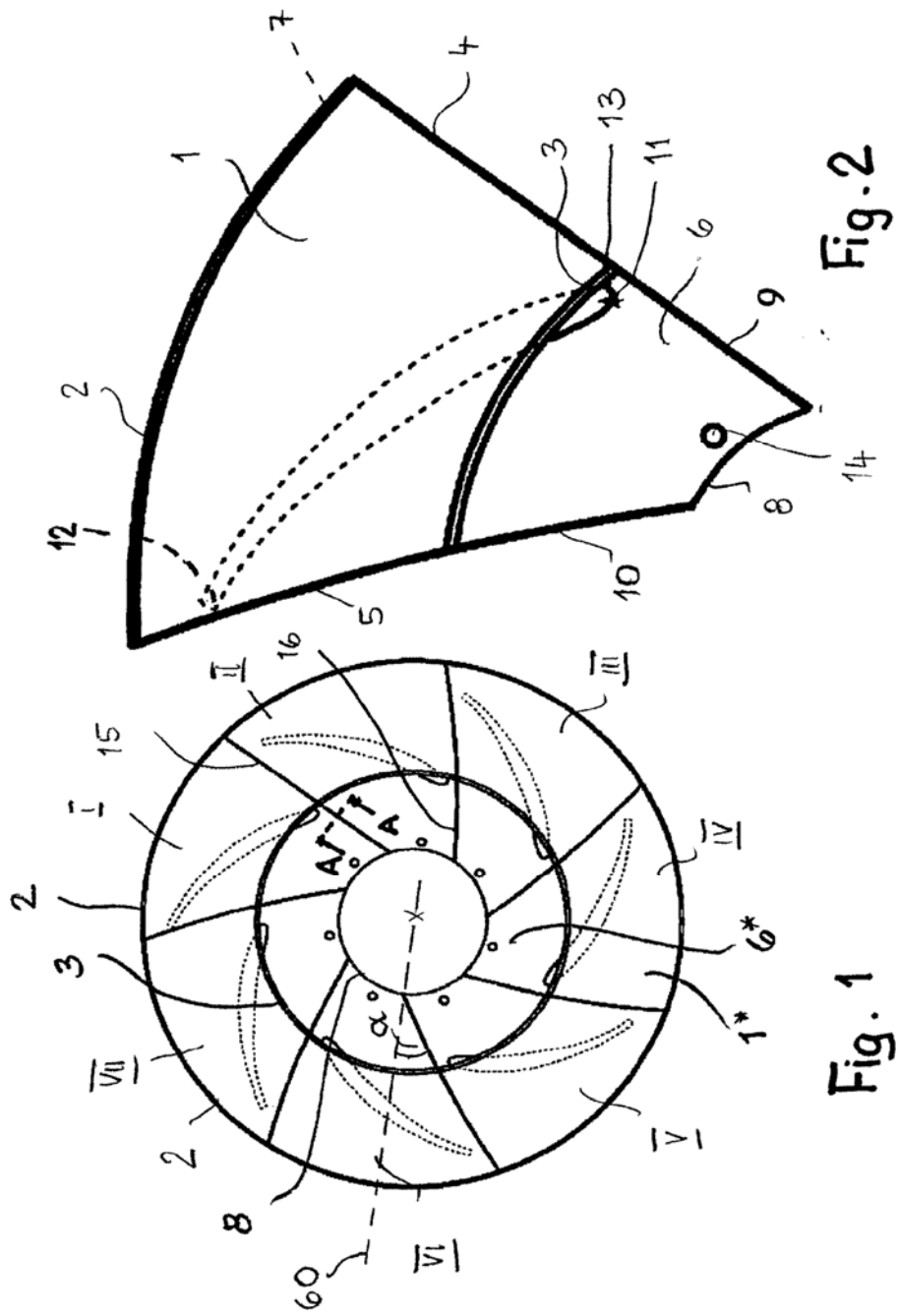
10

REIVINDICACIONES

1. Rueda de ventilador con palas (11) dispuestas distribuidas en la circunferencia y conectadas entre sí en la dirección circunferencial a través de al menos un anillo (1*, 6*, 71*), en donde la rueda de ventilador está formada por al menos tres segmentos (I a VII) formados en una sola pieza, que presentan cada uno al menos una sección de anillo (1, 6, 71) de al menos un anillo (1*, 6*, 71*) y una pala (11) o al menos una sección (11a, 11b) de palas (11) y se unen para formar la rueda del ventilador, en la que al menos la sección o las secciones de anillo (1, 6, 71) están enfrentadas con los bordes (4, 9, 74 y 5, 10, 75) que se encuentran transversalmente con respecto a la dirección circunferencial de la rueda del ventilador y forman regiones de unión (15, 16, 85), en donde al menos un borde (4, 9, 74 y 5, 10, 75) de una sección de anillo (1, 6, 71) de cada segmento (I a VII) con al menos una parte saliente de bloqueo positivo (25, 25*, 18) y al menos un borde (4, 9, 74 y 5, 10, 75) de una sección de anillo (1, 6, 71) de cada segmento (I a VII) está provisto de al menos un rebaje (26, 26*, 17) al menos aproximadamente complementario a la parte de bloqueo positivo (25, 25*, 18),
caracterizada porque la parte de bloqueo positivo (25, 25*, 18) se estrecha en la dirección de su extremo libre, porque la transición de al menos una superficie lateral (39, 40) de la parte de bloqueo positivo (25, 25*, 18) hacia el borde (4, 9, 74 y 5, 10, 75) de la sección de anillo (1, 6, 71) es curva, y porque los bordes (37, 38) que delimitan el rebaje (26, 26*, 17) se estrechan en la dirección de su extremo libre.
2. Rueda de ventilador de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque el rebaje está dispuesto como una ranura (26) en la región comprendida entre el lado superior (30) y el lado inferior (31) de la sección de anillo (1, 6, 71).
3. Rueda de ventilador de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, caracterizada porque el rebaje (26, 26*, 17) tiene una profundidad (t) que está en el intervalo de aproximadamente (0,7 a 2,5) D, en donde (D) es el espesor de la pared de la sección del anillo (1, 6, 71).
4. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque la transición de al menos una superficie lateral (39, 40) de la parte de cierre positivo (25, 25*, 18) hacia el borde (4, 9, 74 y 5, 10, 75) de la sección de anillo (1, 6, 71) tiene lugar con un radio (R1) que es aproximadamente de 0,05 a 0,3 del espesor de la pared (D) de la sección de anillo (1, 6, 71).
5. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizada porque las regiones (37, 38) entre las paredes laterales de un rebaje formado como ranura (26) y los lados superior e inferior (30, 31) de la sección de anillo (1, 6, 71) tienen aproximadamente el mismo o diferente espesor.
6. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque una superficie lateral (39, 40) de una pieza de bloqueo positivo (25) en forma de muelle es mayor que la otra superficie lateral.
7. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque el espesor de la pared (D_{max}) de la sección de anillo (1, 6, 71) en la región del rebaje (26, 26*, 17) es mayor que el espesor de la pared (D) en la región exterior al rebaje.
8. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizada porque la rueda de ventilador tiene al menos un anillo de cubo (6*) que conecta las palas (11) entre sí en la dirección circunferencial en sus extremos (96) del lado del anillo de cubo y al que la rueda de ventilador está conectada con un motor de accionamiento.
9. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque la rueda de ventilador tiene al menos un anillo de cubierta (1*) que une las palas (11) entre sí en la dirección circunferencial en sus extremos (91) del lado del anillo de cubierta, y porque preferentemente el anillo del cubo (6*) y el anillo de cubierta (1*) están dispuestos desplazados uno respecto del otro y las palas (11) se extienden entre el anillo del cubo (6*) y el anillo de cubierta (1*).
10. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la rueda de ventilador presenta al menos un anillo intermedio (71*) que une las palas (11) entre sí en la dirección circunferencial y está fijado a las palas en la región comprendida entre sus extremos laterales (96, 91), teniendo cada uno de los segmentos (I-VII) al menos una sección de anillo intermedio (71).
11. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizada porque los segmentos (I-VII) tienen un diseño al menos aproximadamente idéntico y son ventajosamente piezas moldeadas por inyección.
12. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11,

caracterizada porque los bordes (4, 9, 74; 5, 10, 75) de las secciones de anillo (1, 6, 71) se encuentran sustancialmente congruentes entre sí y forman regiones de unión (15, 16, 85) con las que los segmentos adyacentes (I a VII) se encuentran planos entre sí.

- 5 13. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizada porque los segmentos adyacentes (I a VII) están unidos entre sí mediante unión adhesiva y/o soldadura en las regiones de unión (15, 16, 85).
- 10 14. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, caracterizada porque los extremos de entrada y salida (12, 13) de las palas (11) están separados de las regiones de unión (15, 16).
- 15 15. Rueda de ventilador de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, caracterizada porque la rueda de ventilador está envuelta en al menos un anillo (1*, 6*, 71*) con al menos una banda de refuerzo (54 a 56), que puede consistir en material termoplástico o termoestable y que preferentemente contiene partes de refuerzo, preferentemente fibras de refuerzo cuasi continuas.
- 20 16. Rueda de ventilador de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizada porque la banda de refuerzo (54 a 56) se fija a un anillo (1*, 6*, 71*) de la rueda del ventilador mediante soldadura o pegado.
- 25 17. Rueda de ventilador de acuerdo con la reivindicación 15 o 16, caracterizada porque al menos un anillo (1*, 6*, 71*) de la rueda del ventilador está provisto de al menos una ranura circunferencial (57 a 59) para recibir la banda de refuerzo (54 a 56).



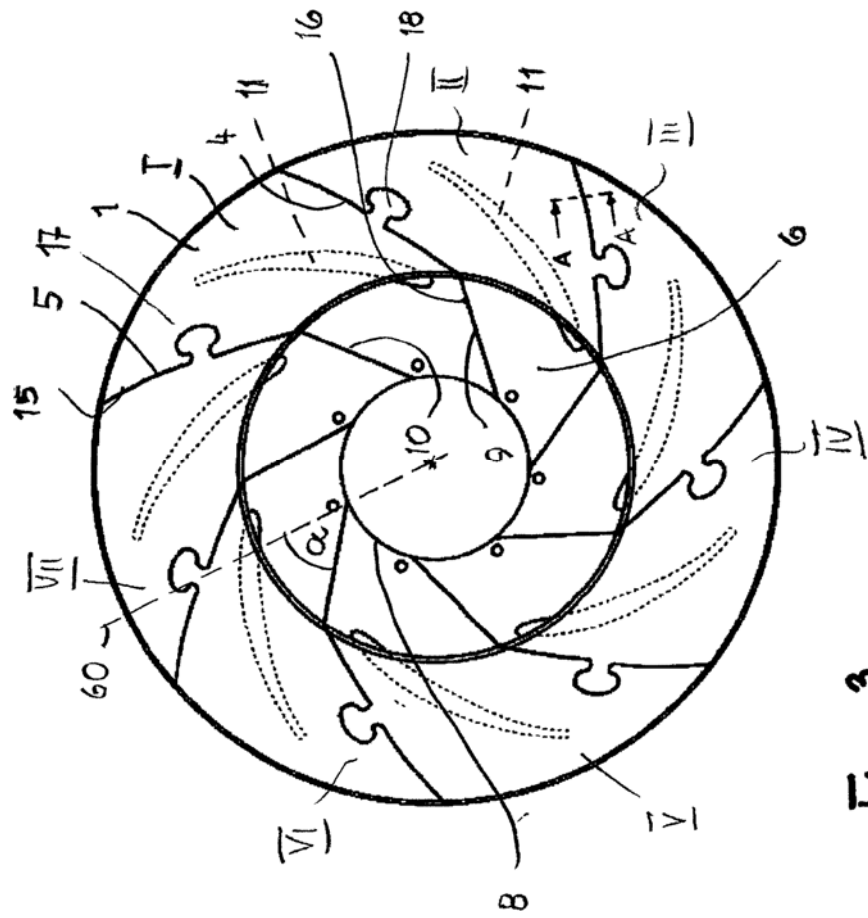


Fig. 3

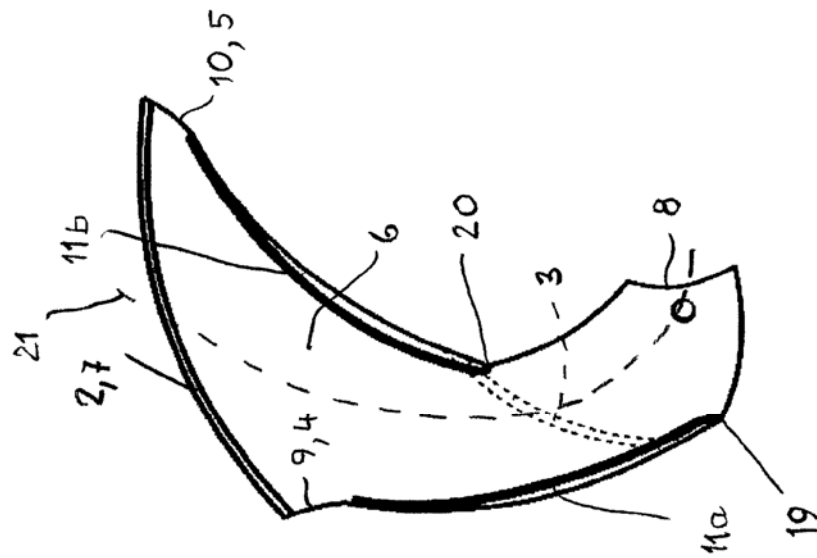


Fig. 5

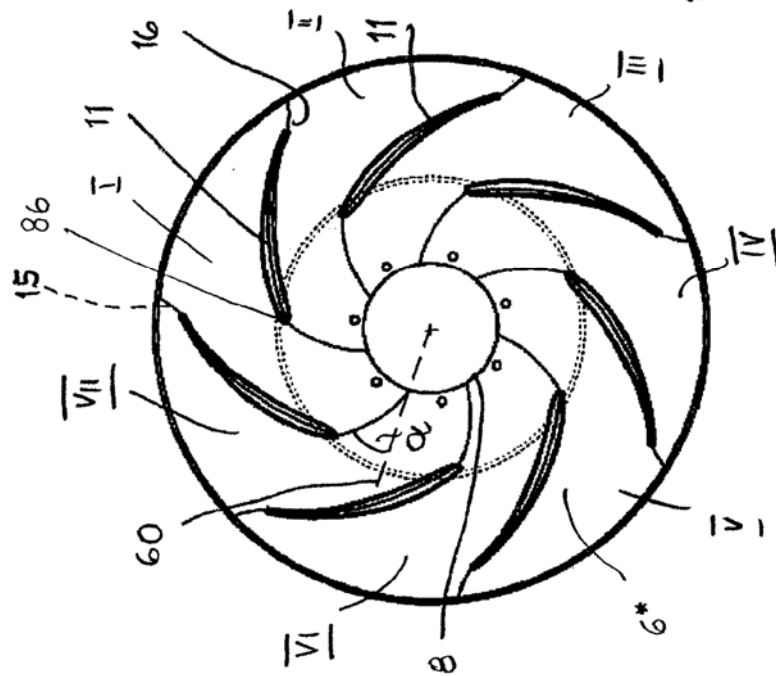


Fig. 4

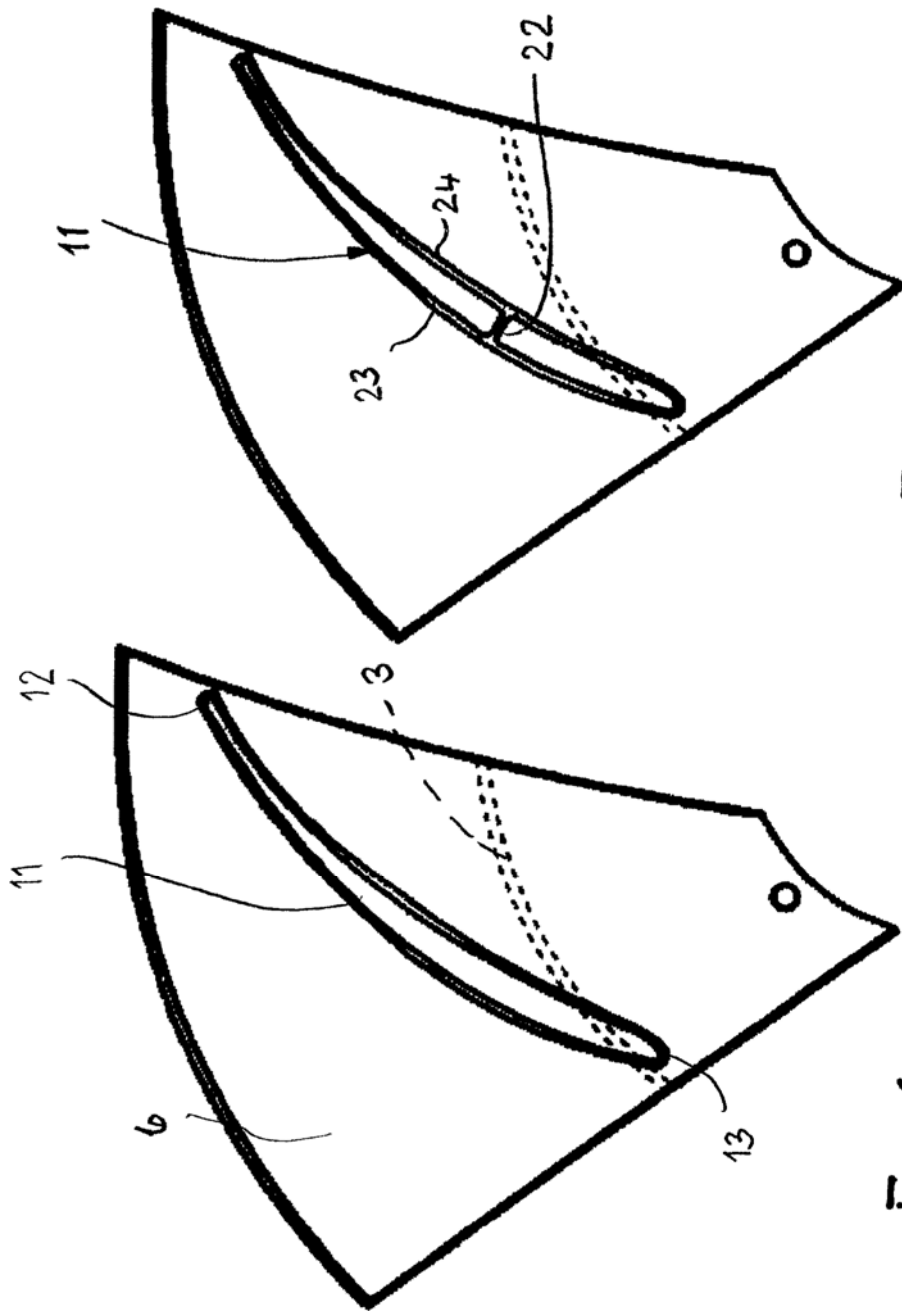


Fig. 7

Fig. 6

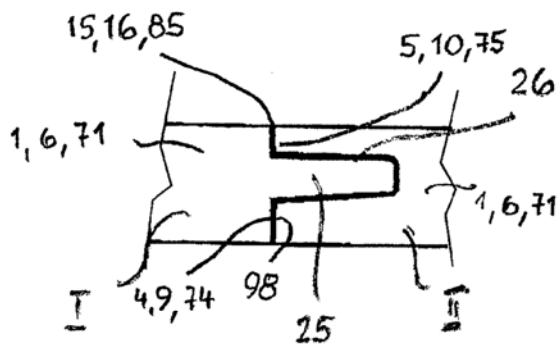


Fig. 8

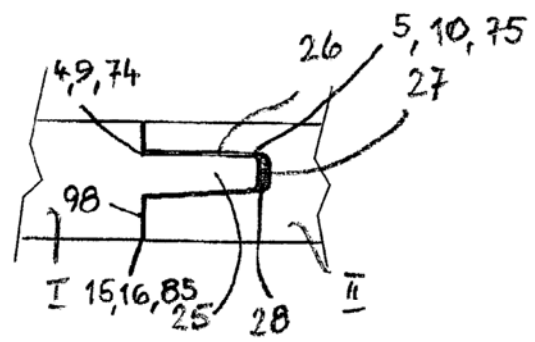


Fig. 9

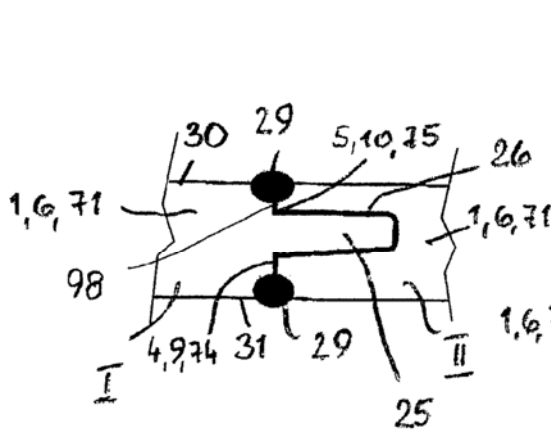


Fig. 10

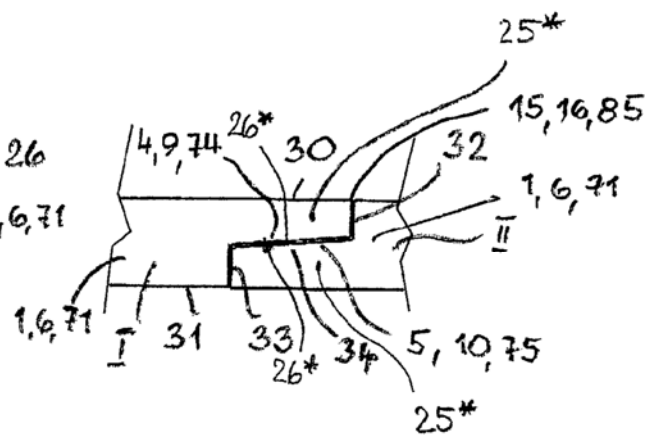


Fig. 11

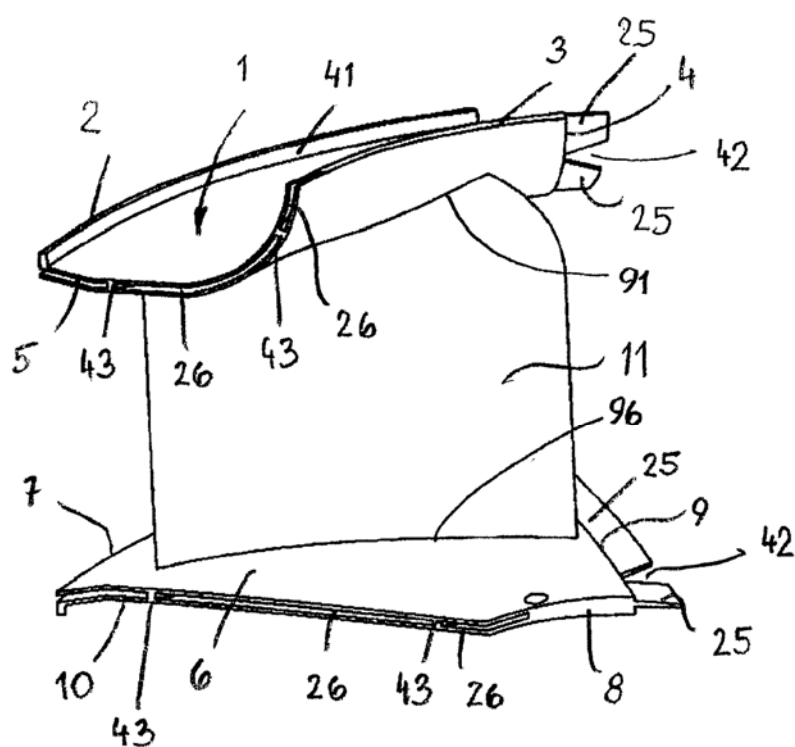


Fig. 12

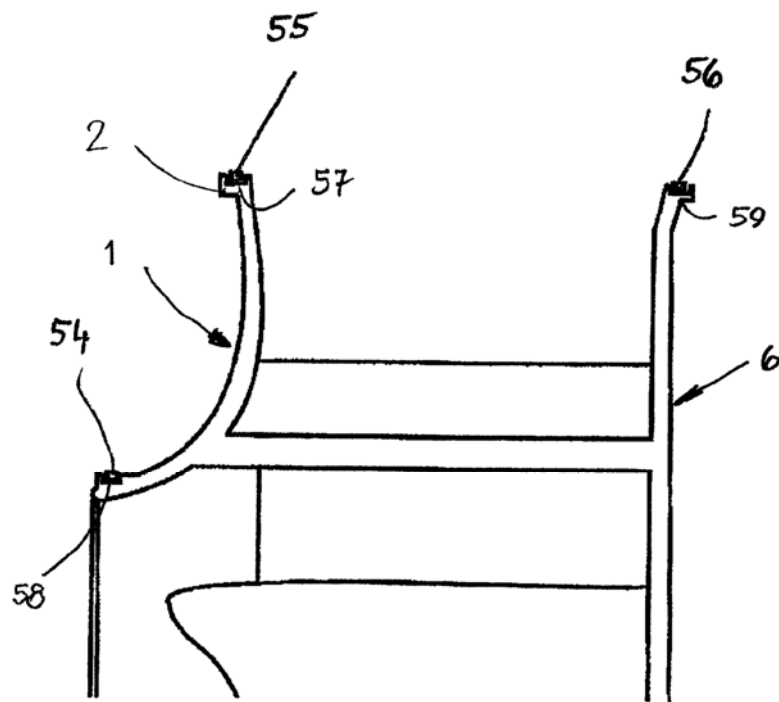
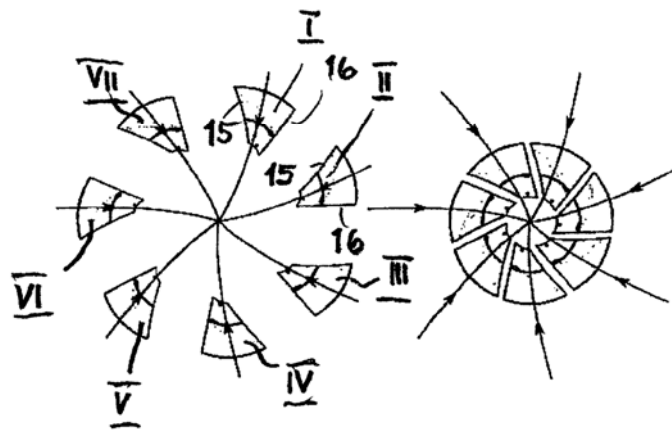
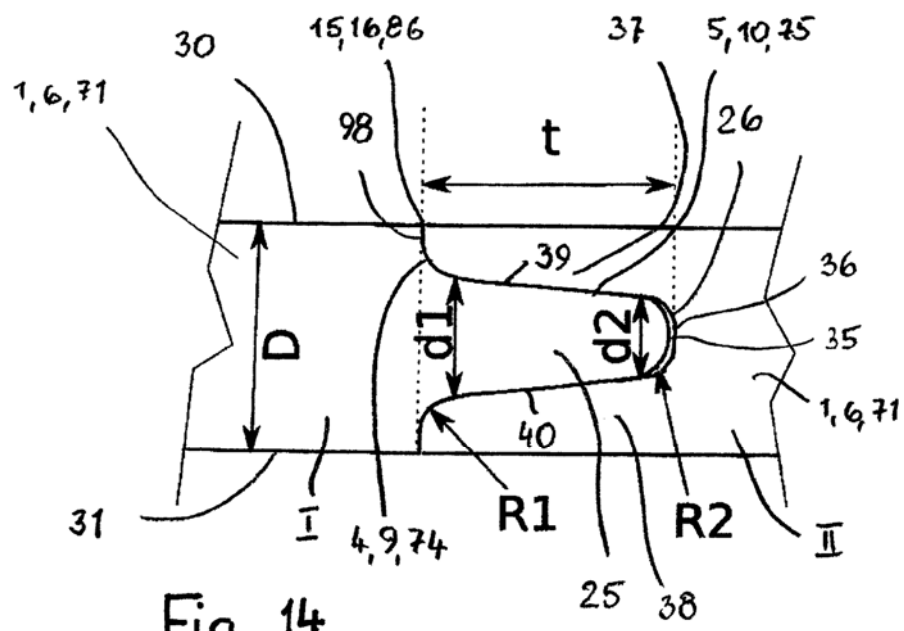


Fig . 13



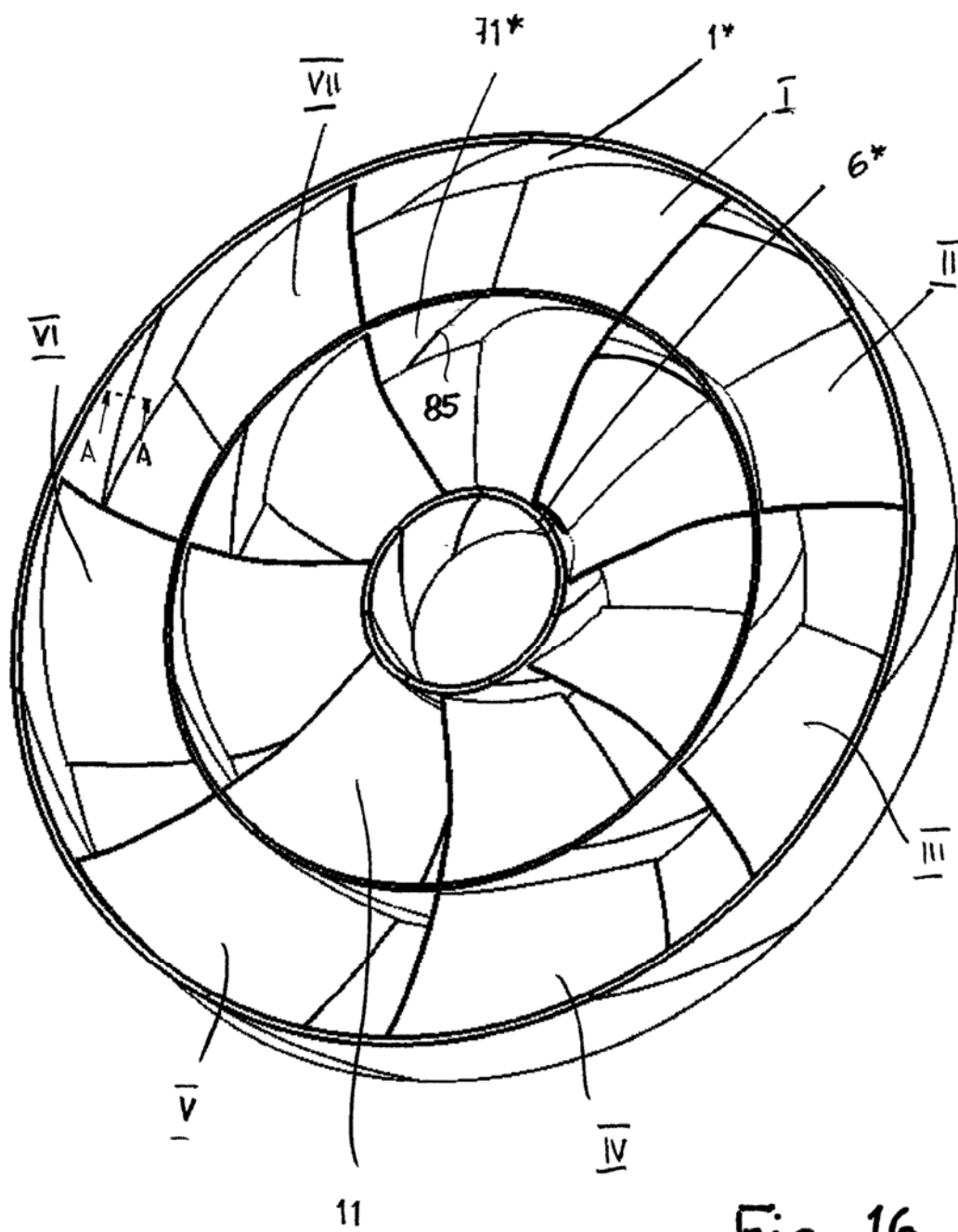


Fig. 16

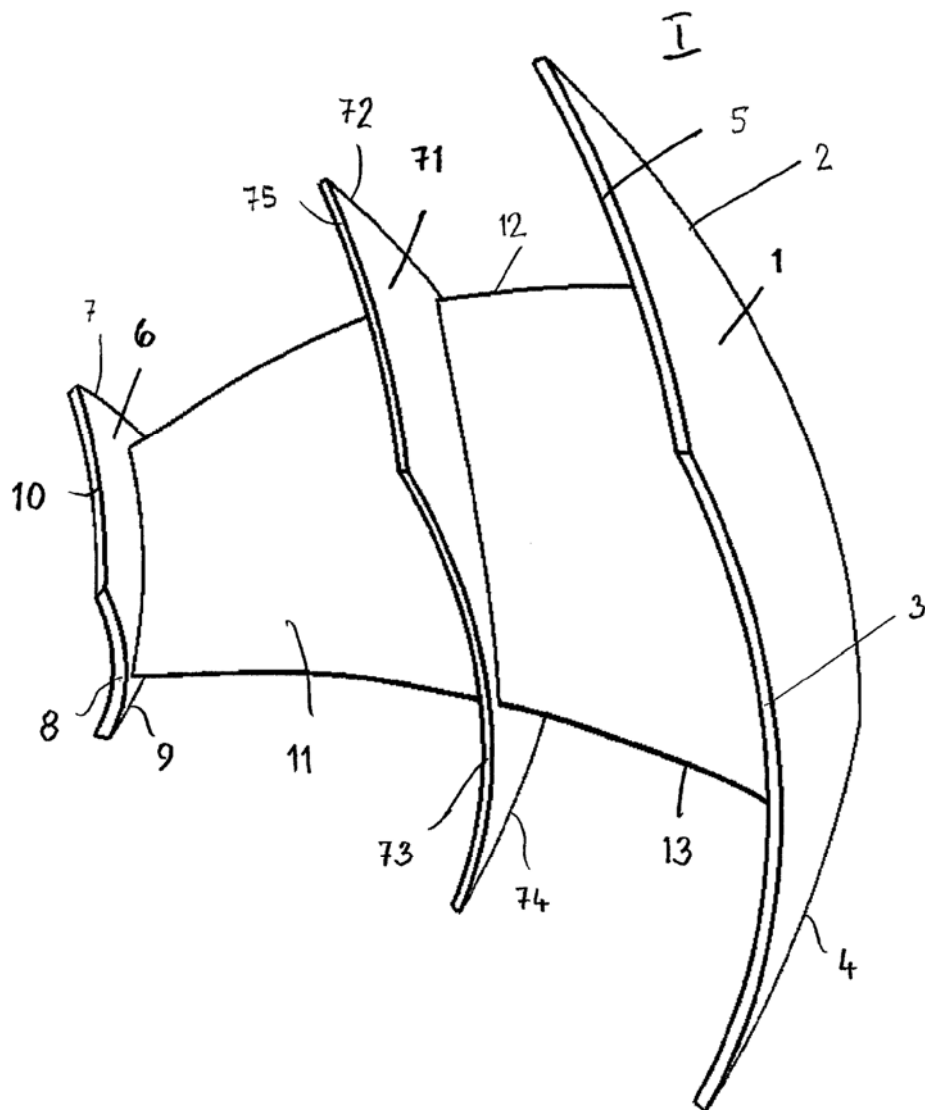


Fig. 17

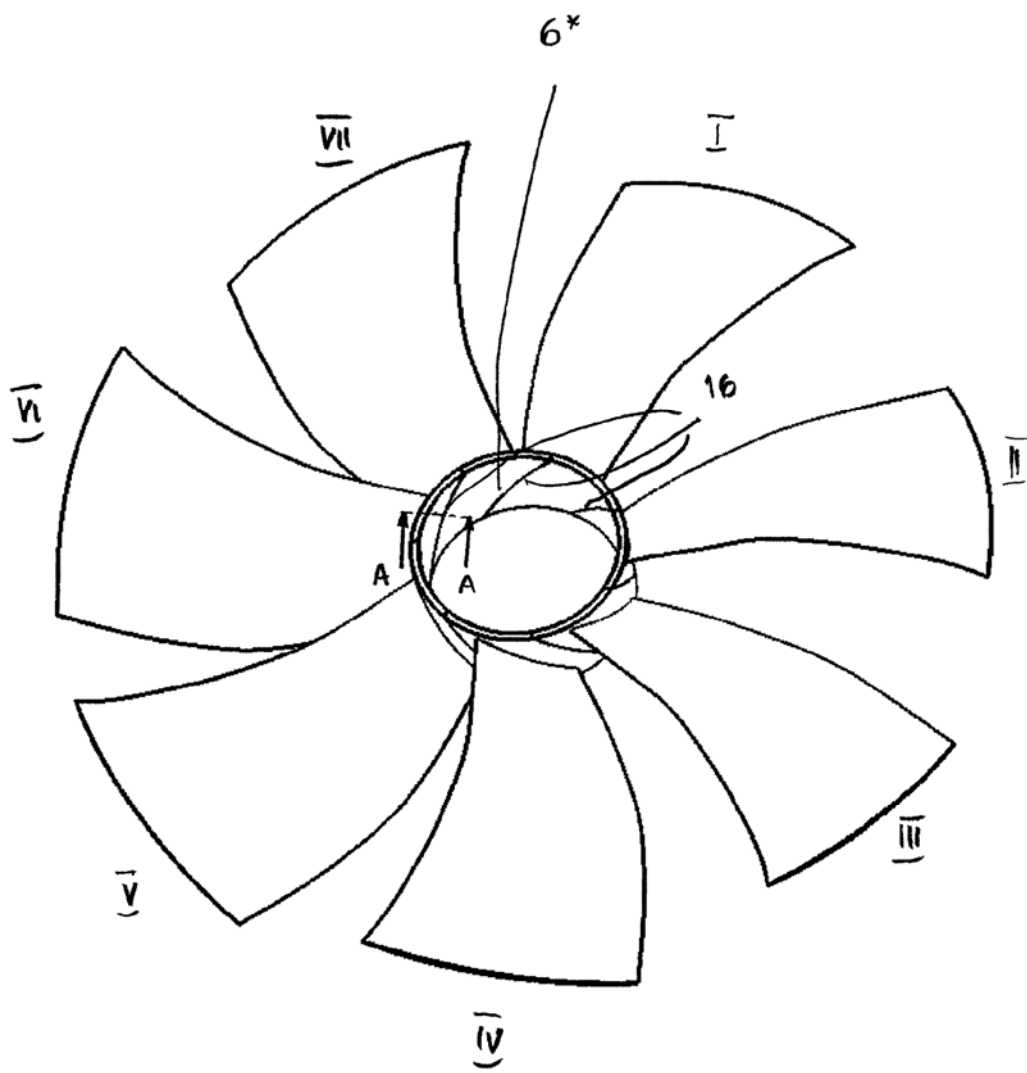


Fig. 18

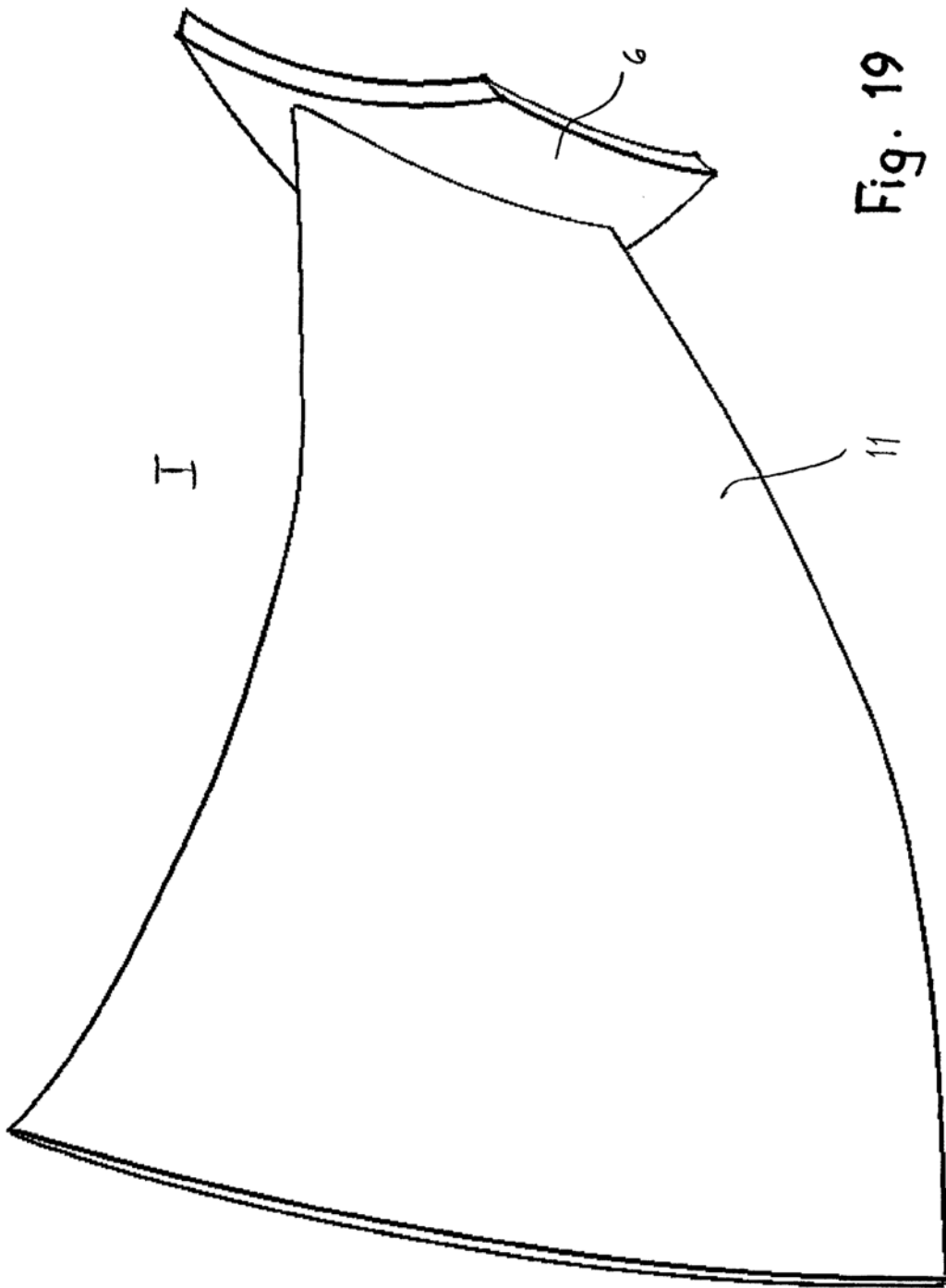


Fig. 19

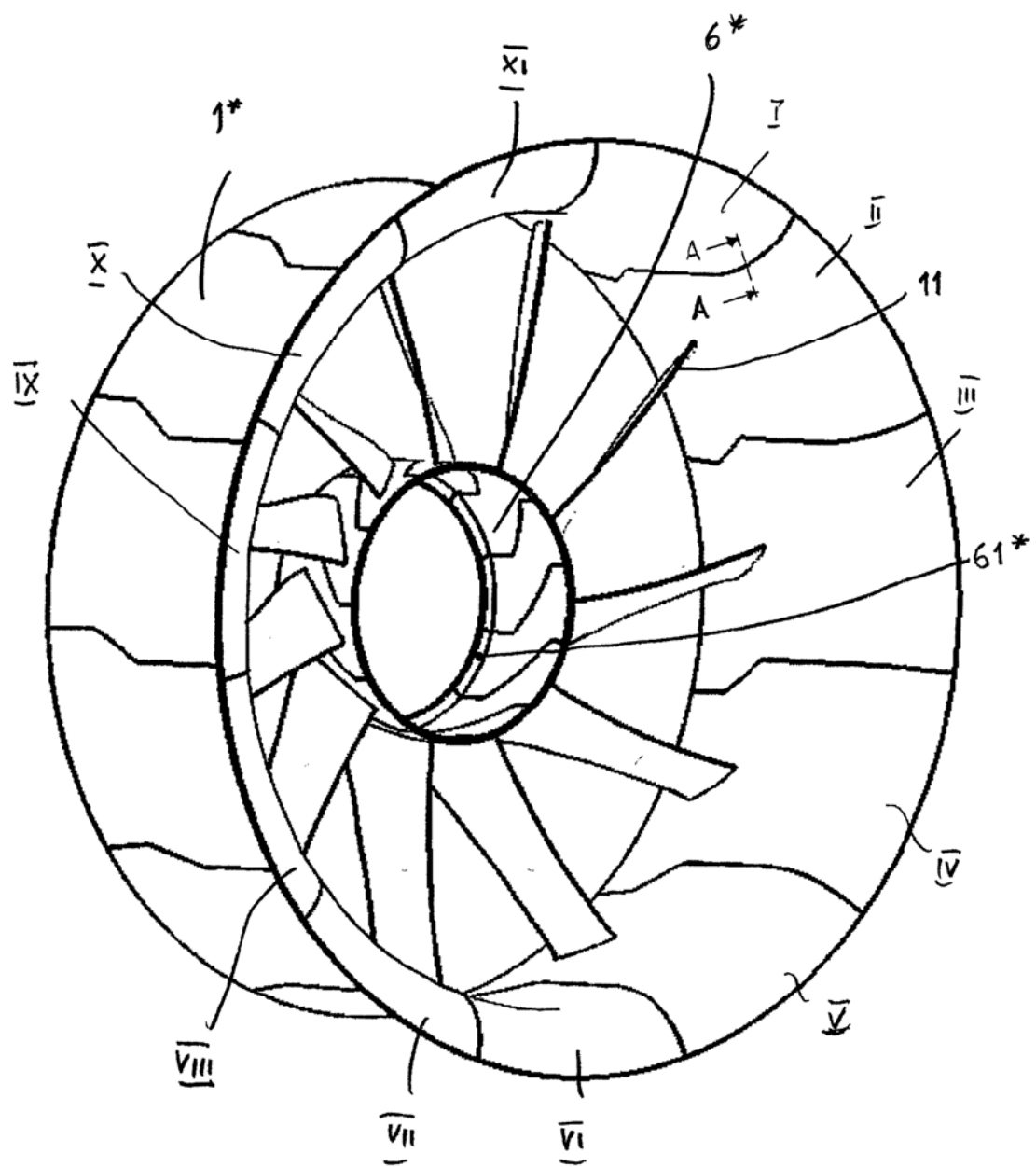


Fig. 20

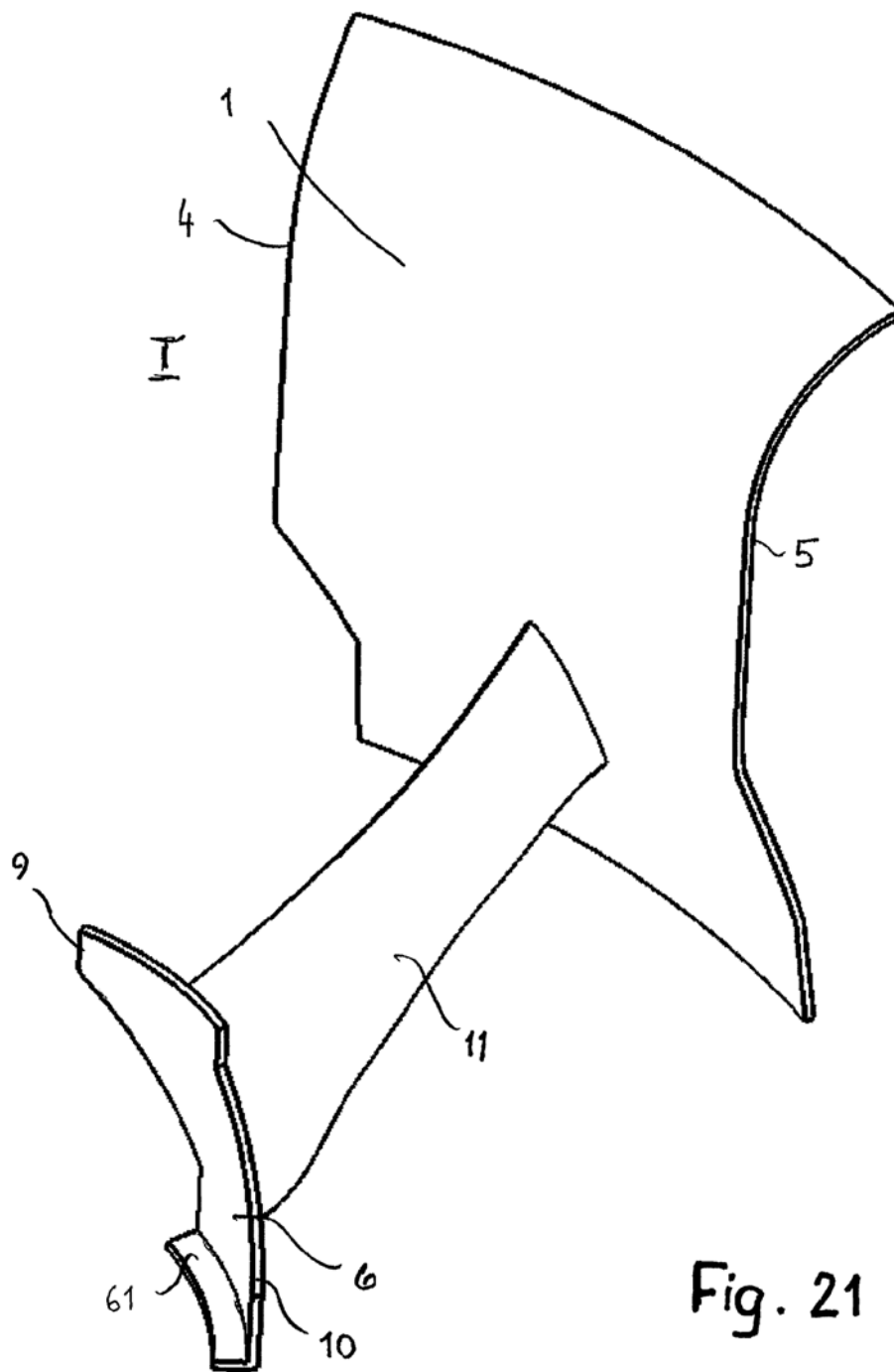


Fig. 21

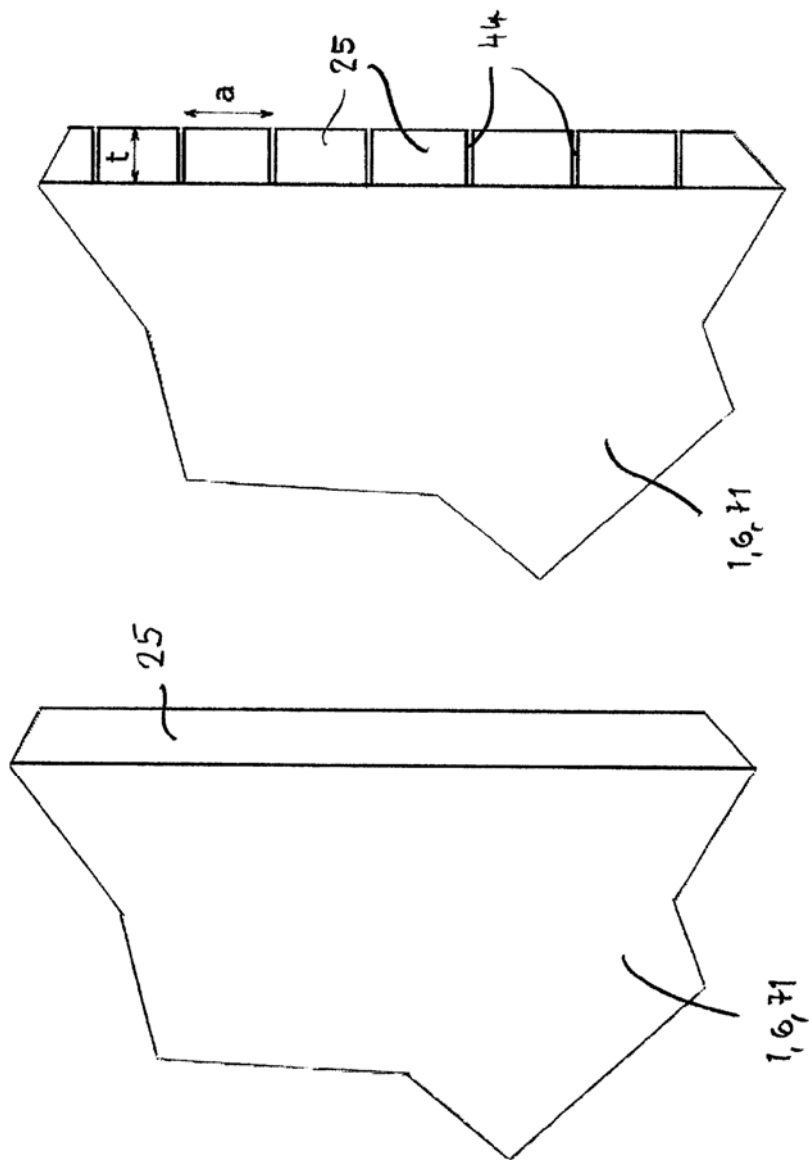


Fig. 22

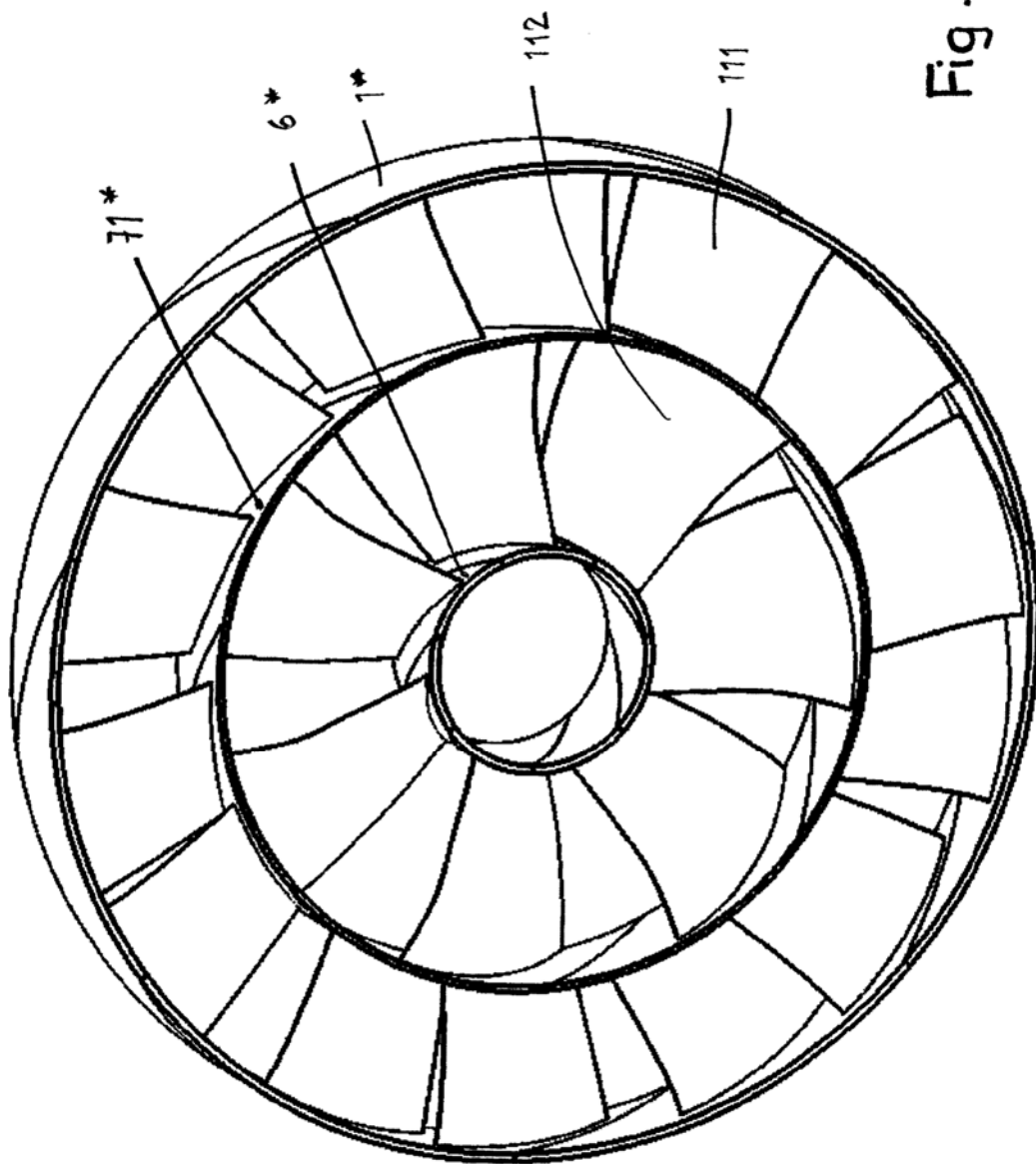


Fig. 23

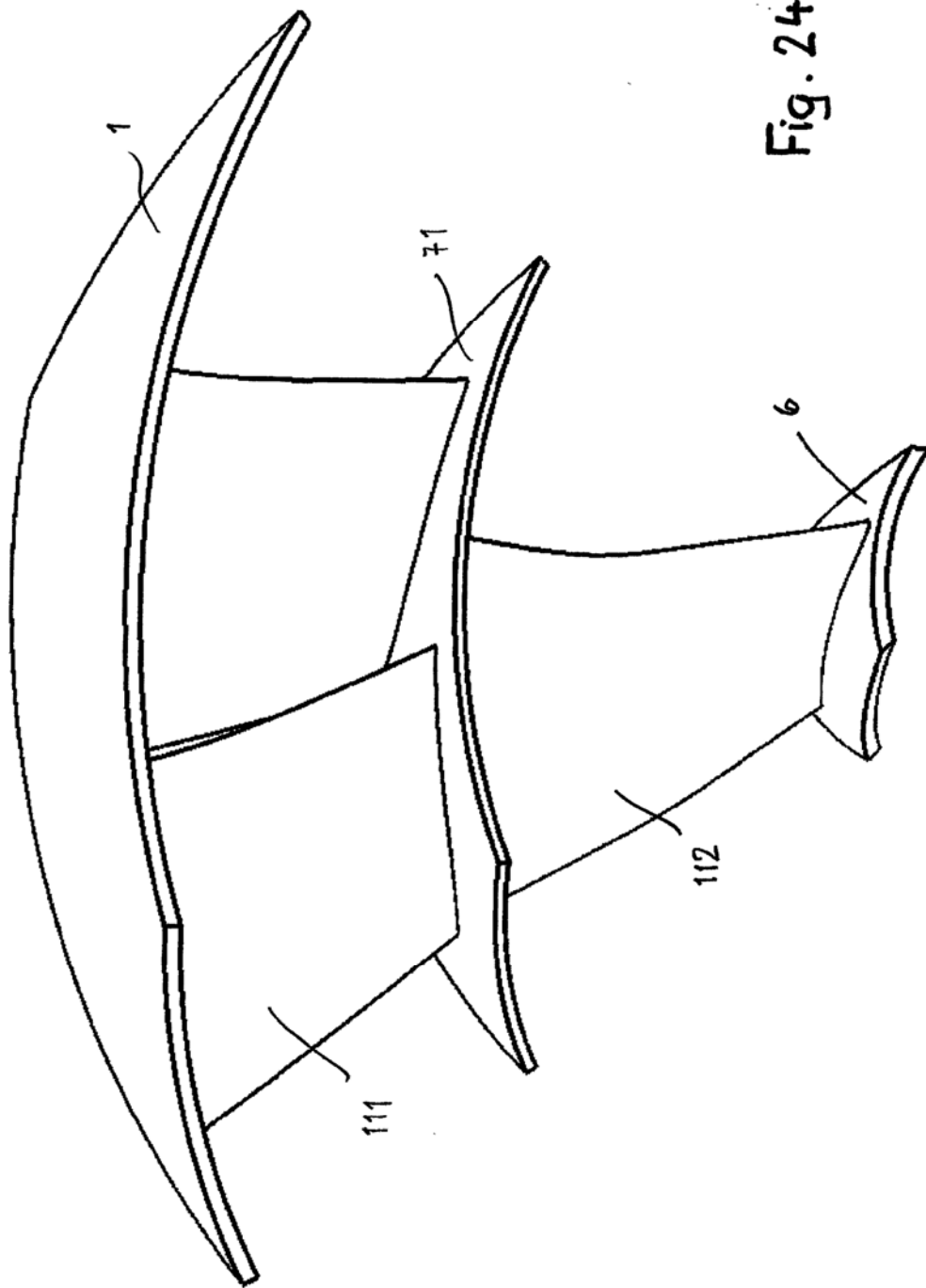


Fig. 24

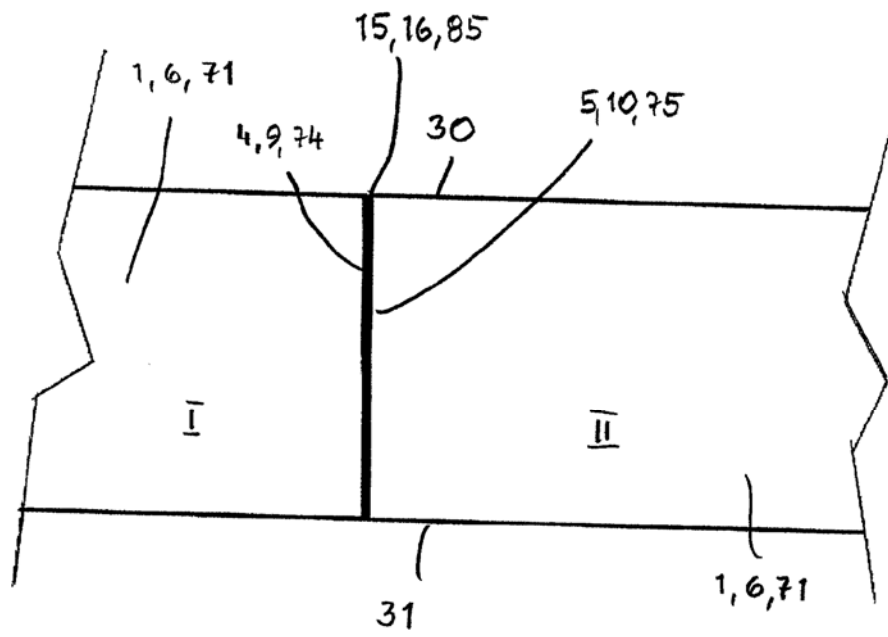


Fig. 25

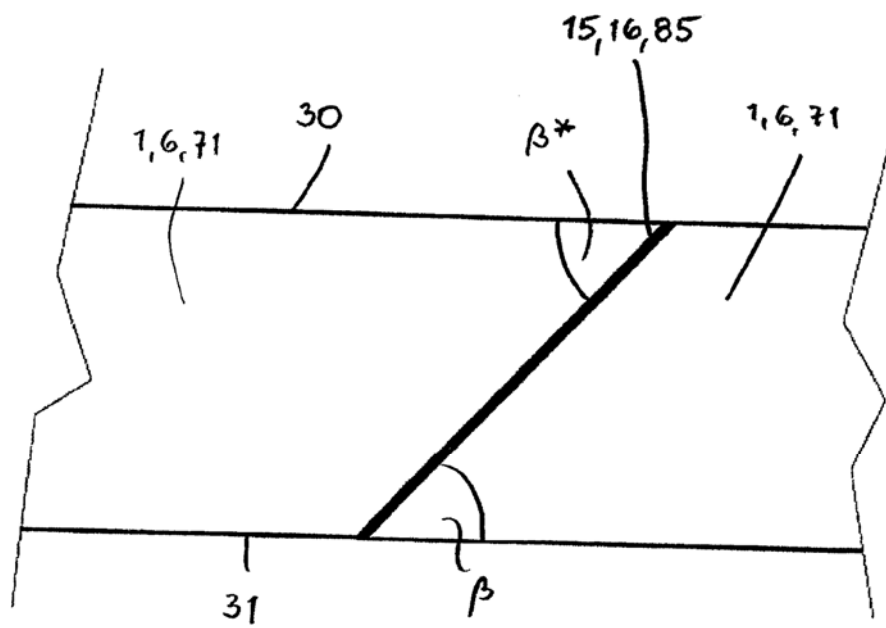


Fig. 26

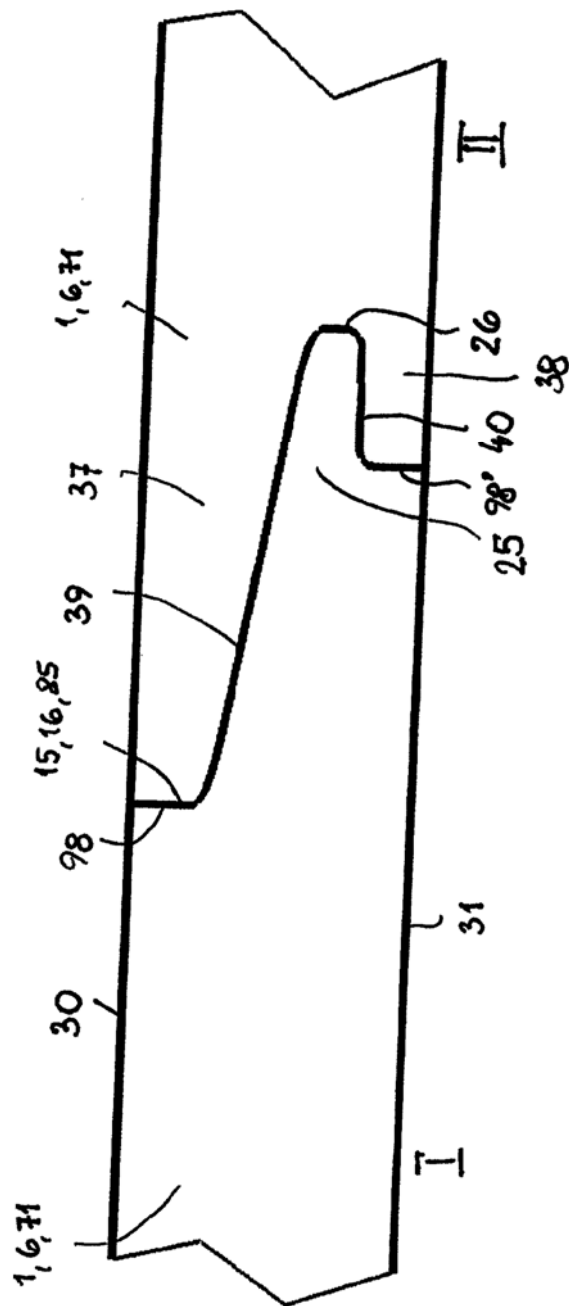


Fig. 27a

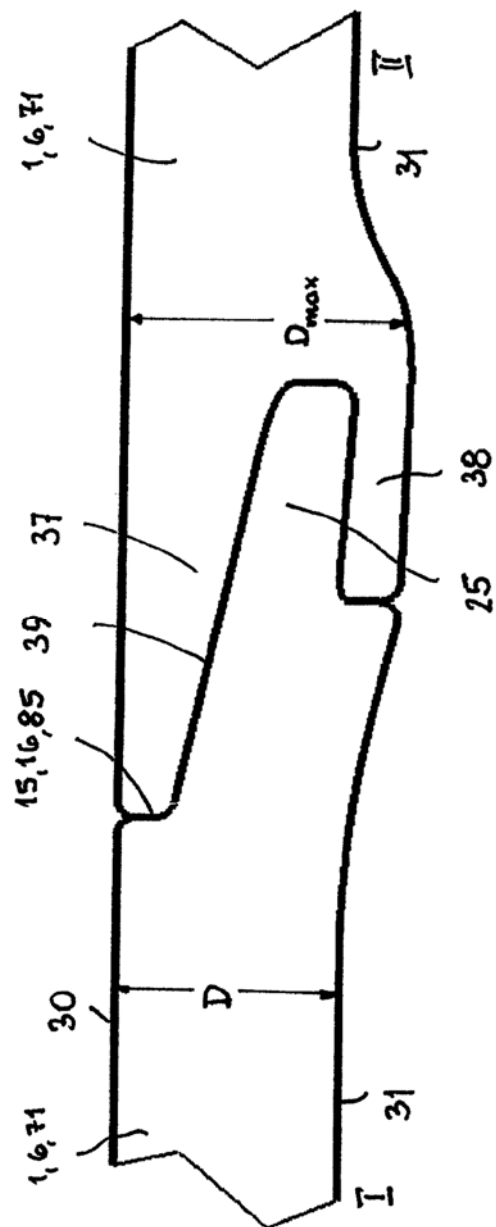


Fig. 27b