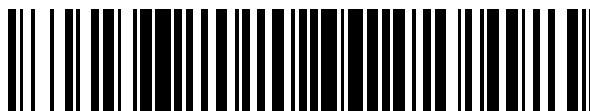


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 518 895**

51 Int. Cl.:

B21D 53/26 (2006.01)

F04F 13/00 (2009.01)

F02B 33/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.10.2011** **E 11778834 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.08.2014** **EP 2635390**

54 Título: **Procedimiento para la fabricación de una rueda celular**

30 Prioridad:

03.11.2010 EP 10189873

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

05.11.2014

73 Titular/es:

**MEC LASERTEC AG (100.0%)
Hauptstrasse 150
5733 Leimbach, CH**

72 Inventor/es:

MERZ, KARL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 518 895 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

Procedimiento para la fabricación de una rueda celular

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una rueda celular de metal, con casquillos dispuestos concéntricamente con respecto a un eje de rotación y con láminas alineadas radialmente con respecto al eje de rotación, dispuestas entre casquillos sucesivos, que están unidas con un borde final con un casquillo, y antes de unir los bordes finales libres con un casquillo subsiguiente, se fijan en su posición angular.

Estado de la técnica

Desde hace algunos años, el procedimiento de reducción del tamaño se encuentra entre los temas principales en la construcción de motores cargados nuevos. Con la reducción del tamaño puede reducirse el consumo de combustible, y con ello las emisiones de gases de escape de un vehículo. En la actualidad, estos objetivos son cada vez más importantes, dado que el alto consumo de energía de los combustibles fósiles contribuye en gran medida a la contaminación del aire y las medidas legislativas cada vez más estrictas fuerzan a los productores de automóviles a la acción. Con reducción de tamaño se entiende la sustitución de un motor de gran volumen por un motor de cilindrada reducida. En este caso ha de mantenerse constante la potencia del motor mediante la carga del motor. El objetivo es alcanzar los mismos valores de rendimiento con los motores de pequeño volumen, que con los motores de aspiración del mismo rendimiento. Los nuevos hallazgos en el campo de la reducción de tamaño han mostrado que particularmente en el caso de los motores de gasolina muy pequeños con una cilindrada de 1 litro o menos, los mejores resultados se pueden lograr con una carga de ondas de presión.

En un cargador de ondas de presión, el rotor está configurado como rueda celular y está encerrado por una carcasa de aire y de gases de escape con un revestimiento común. El desarrollo de los cargadores de ondas de presión modernos para cargar motores pequeños, conduce a ruedas celulares con un diámetro del orden de 100 mm o menos. Para lograr un volumen celular máximo y también para la reducción del peso, se persiguen grosores de pared celular de 0,5 mm o menos. Con las altas temperaturas de entrada de gas de escape de hasta 1000 °C solo pueden utilizarse prácticamente como materiales para la rueda celular aceros y aleaciones resistentes a altas temperaturas. La fabricación de ruedas celulares dimensionalmente estables y de alta precisión con grosor de pared celular reducido, actualmente es casi imposible o conlleva costes adicionales considerables.

Ya se ha propuesto formar las cámaras de una rueda celular a partir de perfiles alineados entre sí, que se solapan parcialmente, en forma de Z. La fabricación de una rueda celular de este tipo va unida no obstante, con un alto gasto de tiempo. A ello se suma, que la alineación entre sí y la fijación en una posición exacta de perfiles Z, casi no puede llevarse a cabo con una precisión suficiente para mantener las tolerancias requeridas.

También se ha propuesto producir una rueda celular a partir de un cuerpo macizo por erosión de las células individuales. Con este procedimiento no es posible sin embargo, lograr grosores de pared celular de menos de 0,5 mm. Otra desventaja esencial del proceso de erosión son los altos costes de material y de procesamiento que van unidos a ello.

En el documento WO 2010/057319 A1 se divulga un procedimiento del tipo nombrado inicialmente. La fijación de las láminas que sobresalen hacia el exterior desde un casquillo en una posición angular predeterminada, se efectúa mediante una herramienta con uñas que pueden introducirse entre las láminas en dirección axial en el lado frontal, que llenan el espacio intermedio entre láminas adyacentes y con ello llevan las láminas a la posición angular predeterminada y las fijan en ésta. Después de deslizar un casquillo subsiguiente, éste se suelda mediante un haz de láser mediante una soldadura ciega con los bordes finales libres de las láminas que se encuentran debajo. A continuación, se dota el casquillo con láminas adicionales, dispuestas unas a continuación de otras, unidas con el casquillo mediante un haz de láser mediante una soldadura en ángulo, y, como se ha descrito anteriormente, se fija en una posición angular predeterminada y se dota de láminas adicionales. Este proceso se repite de acuerdo con la estructura de la rueda celular a fabricar hasta la colocación y unión del casquillo más exterior de terminación.

La fijación de las láminas que sobresalen hacia el exterior desde un casquillo, en una posición angular predeterminada con una herramienta, con la que según el documento WO 2010/057319 A1 se colocan piezas de conexión entre las láminas, tiene la desventaja de que estas piezas de conexión apenas pueden retirarse de los espacios intermedios de las láminas sin dañarse las partes introducidas. La razón es que las temperaturas localmente altas que se producen durante la soldadura, dan lugar a esfuerzos mecánicos y con ello a un atrancamiento de las piezas de conexión y de las láminas.

Descripción de la invención

La invención se basa en la tarea de proporcionar un procedimiento sencillo y económico del tipo mencionado inicialmente, que evite las desventajas del estado de la técnica, que posibilite la fabricación de una rueda celular con

la precisión requerida. Otro objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para producir una rueda celular adecuada para la utilización en un cargador de ondas de presión para cargar motores de combustión interna, en particular para la carga de pequeños motores de gasolina con una cilindrada en el orden de 1 litro o menos. El procedimiento ha de posibilitar particularmente la fabricación económica de ruedas celulares dimensionalmente estables y de alta precisión con un grosor de pared celular de 0,5 mm o menos.

Para la solución de la tarea según la invención, la invención propone un procedimiento según la reivindicación 1.

Los casquillos y las láminas de la rueda celular son preferiblemente de un material de chapa metálico resistente a altas temperaturas, preferiblemente de un grosor de menos de 0,5 mm.

La rueda celular producida con el procedimiento según la invención, se utiliza preferiblemente en un cargador de ondas de presión para la carga de motores de combustión interna, particularmente de motores de gasolina con una cilindrada de 1 litro o menos.

La fabricación de casquillos con láminas que sobresalen radialmente de éste, que están unidas con un casquillo con un borde final, se puede llevar a cabo de diferentes maneras. Los procedimientos preferidos en relación con la presente invención se describen en el documento WO 2010/057319 A1.

La herramienta presenta preferiblemente ranuras longitudinales que parten radialmente de la superficie envolvente interior, en las que se insertan los bordes finales libres de las láminas que presentan un sobredimensionamiento antes de introducir la mezcla de material de moldeo, y el sobredimensionamiento de las láminas que sobresale de la mezcla de material de moldeo endurecida tras la retirada de la herramienta se elimina antes de colocar el siguiente casquillo sobre los bordes finales libres de las láminas. En una realización particularmente preferida, la superficie envolvente interior de la herramienta puede presentar a ambos lados de las ranuras longitudinales elevaciones en forma de protuberancias.

Las láminas se unen con los casquillos preferiblemente por soldadura o soldadura indirecta mediante un haz de láser o de electrones.

El tratamiento térmico se lleva a cabo preferiblemente sólo en la rueda celular terminada, y el material de moldeo base se retira al mismo tiempo de todas las células.

La rueda celular terminada se somete ventajosamente a un tratamiento térmico para la atenuación de tensiones, donde la mezcla de material de moldeo endurecida se retira preferiblemente de las células de la rueda celular después del tratamiento térmico para la atenuación de tensiones.

Como material de moldeo base refractario se puede utilizar por ejemplo una arena para machos, particularmente una arena de cuarzo.

El medio aglutinante es preferiblemente un medio aglutinante orgánico, en el que la reacción de endurecimiento se acelera mediante un catalizador gaseoso o que se endurece por reacción con un agente endurecedor gaseoso. En una realización particularmente preferida del procedimiento según la invención se utiliza como medio aglutinante un sistema de dos componentes con una solución de un polioliol, particularmente de una resina fenólica, como primer componente, y con una solución de un poliisocianato, como un segundo componente, y para el endurecimiento se conduce una amina terciaria gaseosa, particularmente trietilamina, a través de la mezcla de material de moldeo.

El núcleo esencial del procedimiento según la invención, es la utilización de mezclas de arenas para machos que se utilizan en el moldeo por colada de metales para poner a disposición una pared de molde para el metal líquido, para la fijación de láminas adyacentes antes de la unión en su posición angular predeterminada por configuración de una pieza de conexión que puede colocarse entre las láminas y volver a retirarse de manera sencilla.

Las mezclas de materiales de moldeo adecuadas para la utilización con el procedimiento según la invención son esencialmente todas las mezclas de arena para machos.

El material de moldeo base refractario, por ejemplo arena de cuarzo, se presenta preferiblemente en una forma con capacidad de flujo, de modo que puede verterse entre las láminas y compactarse allí. Mediante el medio aglutinante se genera una cohesión firme entre las partículas del material de moldeo base, de manera que la pieza de conexión que se forma obtiene la estabilidad mecánica requerida.

Pueden utilizarse tanto medios aglutinantes orgánicos, como también inorgánicos. Se prefieren en este caso medios aglutinantes cuyo endurecimiento puede llevarse a cabo esencialmente a temperatura ambiente. El endurecimiento se produce en este caso habitualmente por una reacción química, que se produce por ejemplo por que se conduce un gas como catalizador a través de la mezcla de material de moldeo a endurecer, vertida entre las láminas y compactada.

Las mezclas de material de moldeo particularmente preferidas contienen medios aglutinantes orgánicos, en los que la reacción de endurecimiento se acelera mediante un catalizador gaseoso o que se endurecen por reacción con un agente endurecedor gaseoso. Estos procedimientos se denominan en el ámbito de la fundición como procedimientos de "caja fría".

5 Para la utilización como medio aglutinante según la invención, se adecua particularmente un aglutinante de poliuretano, es decir, un sistema de dos componentes con un primer componente consistente en la solución de un polioliol, por ejemplo de una resina fenólica, y con una solución de un poliisocianato como segundo componente. Un sistema de este tipo se conoce por ejemplo del documento US 3,409,579 A. Los dos componentes del aglutinante de poliuretano se llevan a reacción, conduciendo una amina terciaria gaseosa a través de la mezcla de material de moldeo base y el medio aglutinante, tras verter y compactar la mezcla de material de moldeo. En el caso de la reacción de endurecimiento de aglutinantes de poliuretano, se trata de una poliadición, es decir, una reacción sin separación de subproductos, como por ejemplo agua.

15 Al calentar la mezcla de material de moldeo endurecida, los componentes orgánicos del medio aglutinante se descomponen. El material de moldeo base vuelve a tener capacidad de flujo y puede retirarse de las células inclinando simplemente la rueda celular terminada.

20 Preferiblemente la rueda celular terminada se somete a un tratamiento térmico para la atenuación de las tensiones. En este caso ha demostrado ser particularmente ventajoso, cuando la mezcla de material de moldeo endurecida se retira de las células de la rueda celular tras el tratamiento térmico para la atenuación de las tensiones.

25 Como material de moldeo base refractario pueden utilizarse esencialmente los materiales habituales para la fabricación de núcleos en el ámbito de la fundición. Son adecuados por ejemplo arenas de cuarzo o de circón. Otras arenas adecuadas son por ejemplo, olivina, arena de mineral de cromo, vermiculita.

30 También pueden utilizarse materiales de moldeo base artificiales, como por ejemplo esferas huecas de aluminio de silicato o materiales de moldeo base cerámicos en forma de esfera. Estos materiales de moldeo base cerámicos en forma de esfera contienen como minerales por ejemplo, mullita, corindón, cristobalita, en diferentes proporciones. Contienen como proporciones esenciales alúmina y dióxido de silicio. Las composiciones típicas contienen por ejemplo, Al_2O_3 y SiO_2 en proporciones aproximadamente iguales. Además de ello, también pueden presentarse otros componentes, como TiO_2 , Fe_2O_3 . El diámetro de los materiales de moldeo base esféricos, es preferiblemente menor que $1.000 \mu m$, particularmente menor que $600 \mu m$. También son adecuados los materiales de moldeo base refractarios producidos sintéticamente, como por ejemplo mullita. Estos materiales de moldeo base artificiales no tienen un origen natural y también pueden estar sometidos a un procedimiento de moldeo especial, como por ejemplo en la fabricación de microesferas huecas de aluminio de silicato o materiales de moldeo base cerámicos en forma de esfera.

40 Como materiales de moldeo base artificiales refractarios también pueden utilizarse materiales de vidrio. Estos se utilizan particularmente bien como esferas de vidrio o como granulado de vidrio. Como vidrio pueden utilizarse vidrios habituales, donde se prefieren los vidrios que presentan un punto de fusión alto. Son adecuadas por ejemplo perlas de vidrio y/o granulado de vidrio, que se producen a partir de vidrio triturado. También son adecuados los vidrios de borato.

45 El llenado de los espacios intermedios de las láminas con la mezcla de material de moldeo se lleva a cabo preferiblemente con el procedimiento utilizado en el ámbito de la fundición para la fabricación de núcleos. La mezcla de material de moldeo por ejemplo, se puede disparar mediante una máquina disparadora de machos con la ayuda de aire comprimido a los espacios intermedios de las láminas y compactarse mediante una instalación de vibración. La mezcla de material de moldeo disparada y compactada se endurece a continuación por ejemplo mediante un gaseado. Este gaseado se lleva a cabo particularmente a temperatura ambiente. La duración del gaseado se encuentra en este caso en el orden de segundos.

Breve descripción del dibujo

55 Otras ventajas, características y detalles de la invención resultan de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferidos, así como del dibujo, que sirve solo para fines ilustrativos y no ha de entenderse como limitador. El dibujo muestra esquemáticamente en

60 La Fig. 1 una sección longitudinal en el eje de rotación a través de una rueda celular para un cargador de ondas de presión;

La Fig. 2 una sección perpendicular al eje de rotación de la rueda celular de la Fig. 1 según la línea I-I;

65 La Fig. 3 una sección longitudinal a través de un árbol de transmisión con un casquillo de brida para la construcción de la rueda celular de la Fig. 1;

- La Fig. 4 una sección longitudinal a través del árbol de transmisión con casquillo de brida de la Fig. 3 colocado en una placa de alojamiento;
- 5 La Fig. 5 la sección longitudinal de la Fig. 4 con el casquillo interior de la rueda celular de la Fig. 1 dotado de láminas, colocado sobre la cubierta de brida y con una primera herramienta colocada sobre las láminas.
- La Fig. 6 una sección a través de la disposición de la Fig. 5 según la línea II-II;
- 10 La Fig. 7 un detalle ampliado de la Fig. 6 de la disposición llenada con arena para machos de la Fig. 5;
- La Fig. 8 la sección de la Fig. 6 a través de la disposición de la Fig. 5 con el primer casquillo intermedio de la rueda celular de la Fig. 1 dotado de láminas dispuesto sobre las láminas del casquillo interior, y con una segunda herramienta dispuesta sobre las láminas del primer casquillo intermedio;
- 15 La Fig. 9 un detalle ampliado de la Fig. 8 correspondiente a la Fig. 7, de la disposición llenada adicionalmente con arena para machos;
- La Fig. 10 la sección de la Fig. 8 a través de la disposición de la Fig. 5, con el segundo casquillo intermedio de la rueda celular de la Fig. 1 dotado de láminas, dispuesto sobre las láminas del primer casquillo intermedio, y con una segunda herramienta dispuesta sobre las láminas del segundo casquillo intermedio;
- 20 La Fig. 11 un detalle de la Fig. 10 ampliado correspondiente a la Fig. 9, de la disposición llenada adicionalmente con arena para machos;
- 25 La Fig. 12 otro detalle ampliado de la Fig. 11 con otra variante de la herramienta;
- La Fig. 13 un detalle ampliado del entorno de un punto de soldadura al utilizar la variante de la herramienta de la Fig. 12.
- 30

Descripción de formas de realización preferidas

Una rueda celular 10 mostrada en las Fig. 1 y 2 de un cargador de ondas de presión no mostrado en el dibujo, consiste en un casquillo interior 12 cilíndrico colocado concéntricamente con respecto a un eje de rotación y de la rueda celular 10, un casquillo exterior 14 cilíndrico dispuesto concéntricamente con respecto al casquillo interior 12, y dos casquillos intermedios 18, 20 dispuestos entre el casquillo interior 12 y el casquillo exterior 14 concéntricos con respecto a éstos. El espacio anular interior entre el casquillo interior 12 y el primer casquillo intermedio 18, el espacio anular central entre el primer casquillo intermedio 18 y el segundo casquillo intermedio 20, y el espacio anular exterior entre el segundo casquillo intermedio 20 y el casquillo exterior 14, están divididos por láminas 16 en forma de tiras dispuestas radialmente con respecto al eje de rotación y, en una pluralidad de células interiores 22 y células centrales 24 desplazadas rotativamente frente a éstas, y células exteriores 26 dispuestas desplazadas rotativamente por su parte frente a éstas. La rueda celular 10 representada a modo de ejemplo con un diámetro D y una longitud L de por ejemplo 100 mm, presenta 36 células interiores 22, 54 células centrales 24 y 54 células exteriores 26. El casquillo interior 12, los casquillos intermedios 18, 20, el casquillo exterior 14 y las láminas 16, presentan un grosor de pared unitario de por ejemplo 0,4 mm, y consisten en un material metálico resistente a altas temperaturas, por ejemplo Inconel 2.4856. Las partes nombradas presentan en dirección del eje de rotación y una misma longitud L que se corresponde con la longitud de la rueda celular 10 y se extienden entre dos lados frontales de la rueda celular 10 que son perpendiculares al eje de rotación y.

35

40

45

50

Sobre un árbol de transmisión 30 mostrado en la Fig. 3 para una rueda celular 10 representada en las Fig. 1 y 2, hay un casquillo de brida 32 dispuesto concéntricamente con respecto al árbol de transmisión 30. El eje de rotación del árbol de transmisión 30 se corresponde con el eje de rotación y de una rueda celular 10 dispuesta sobre el árbol de transmisión 30. Mediante las Fig. 4 a 13 se explica a continuación con mayor detalle la construcción paso a paso de la rueda celular 10 mostrada en las Fig. 1 y 2 sobre el casquillo de brida 32 dispuesto en el árbol de transmisión 30.

55

Como se muestra en la Fig. 4, el árbol de transmisión 30 se coloca y se fija de tal manera con el casquillo de brida 32 dispuesto sobre éste en un agujero central 38 de una placa de alojamiento circular 34, que el casquillo de brida 32 está dispuesto con su extremo de una superficie de base 36 del lado del árbol de transmisión, sobre todo el perímetro del lado frontal, y el eje de giro del árbol de transmisión 30 correspondiente al eje de rotación y de la rueda celular 10 se encuentra perpendicular sobre la superficie de base 36.

60

Según las Fig. 5 y 6, el casquillo interior 12, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior y la longitud del casquillo de brida 32, se coloca con las láminas 16, unidas anteriormente en una posición exacta con el casquillo interior 12 con un borde final y con el borde final libre saliente radialmente hacia el exterior, en dirección del eje y hasta entrar en contacto con la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34 concéntricamente sobre

65

el casquillo de brida 32, y se suelda con ésta mediante un haz de láser controlado por distribución numérica.

Una primera herramienta 40 en forma de un cilindro hueco con una superficie envolvente interior cilíndrica 41, cuyo diámetro se corresponde con el diámetro interior del primer casquillo intermedio 18, presenta ranuras longitudinales 42 dispuestas en una posición exacta, que desde la superficie envolvente interior 41 se introducen radialmente en la primera herramienta 40, y que transcurren paralelas a la dirección del eje y. La primera herramienta 40 se coloca y se fija en una posición exacta en la superficie de base 36, mediante un disco anular de centrado 39, cuya superficie perimetral exterior se adapta a un borde anular 37 que sobresale coaxialmente con respecto a la dirección del eje y o un agujero 38 de la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34, y cuyo diámetro interior se corresponde con el diámetro exterior de la primera herramienta 40. Posteriormente el casquillo interior 12, dotado de láminas 16 salientes radialmente hacia el exterior y ya soldado con el casquillo de brida 32, se introduce con el árbol de transmisión 30 en dirección del eje y hasta entrar en contacto con la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34 mediante un medio auxiliar de introducción para las láminas, de manera concéntrica en la primera herramienta 40. Las láminas 16 que presentan un sobredimensionamiento e del casquillo interior 12 se conducen en este caso en las ranuras longitudinales 42 de la primera herramienta 40.

Como se representa en la Fig. 7, se llenan provisionalmente con una mezcla de material de moldeo F las células interiores 22 limitadas por la superficie envolvente interior 41 de la primera herramienta 40 en lugar del primer casquillo intermedio 18 que ha de colocarse en un paso posterior. Tras el sellado se endurece la mezcla de material de moldeo F que llena completamente las células interiores 22.

Una mezcla de material de moldeo adecuada, consiste por ejemplo en un material de moldeo base natural o sintético de un tamaño de grano medio de 0,2- 0,36 mm y un número AFS de 52- 45, por ejemplo arena de cuarzo H32, con un medio aglutinante a base de poliuretano con trimetilamina como catalizador para el proceso de endurecimiento. La mezcla de material de moldeo puede introducirse en las células con una máquina disparadora de machos habitual en el comercio y compactarse con una instalación de vibración.

Tras el endurecimiento de la mezcla de material de moldeo F, se expulsa la rueda celular terminada parcialmente, construida sobre el casquillo de brida 32, junto con el árbol de transmisión 30 en dirección axial y fuera de la primera herramienta 40, y las láminas 16 del casquillo interior 12 que sobresalen con el sobredimensionamiento e de la mezcla de material de moldeo F endurecida, se reducen por ejemplo por lijado, a un tamaño correspondiente al diámetro interior del primer casquillo intermedio 18. Dado que las láminas están ancladas fijamente en la mezcla de material de moldeo endurecida, puede llevarse a cabo la reducción del sobredimensionamiento sin problemas mediante lijado.

El primer casquillo intermedio 18 con las láminas 16 unidas con éste por un lado y salientes radialmente hacia el exterior, se coloca en dirección del eje y en posición exacta sobre los bordes finales libres de las láminas 16 encerradas por la mezcla de material de moldeo F endurecida. A continuación, se suelda el primer casquillo intermedio 18 mediante un haz de láser mediante una soldadura ciega con los bordes finales libres de las láminas 16 que se encuentran por debajo, del casquillo interior 12, formándose las células interiores 22.

Una segunda herramienta 50 en forma de un cilindro hueco con una superficie envolvente interior cilíndrica 51, cuyo diámetro se corresponde con el diámetro interior del segundo casquillo intermedio 20, presenta ranuras longitudinales 52 dispuestas en una posición exacta, que se introducen radialmente desde la superficie envolvente interior 51 en la segunda herramienta 50 y que transcurren paralelas a la dirección del eje y. La segunda herramienta 50 se coloca y se fija en una posición exacta sobre la superficie de base 36 mediante un disco anular de centrado, cuya superficie perimetral exterior está en contacto con un borde anular 37 que sobresale coaxialmente con respecto a la dirección del eje y de la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34, y cuyo diámetro interior se corresponde con el diámetro exterior de la segunda herramienta 50. A continuación, el primer casquillo intermedio 18 dotado de las láminas 16 salientes radialmente hacia el exterior, ya soldado con las láminas 16 del casquillo interior 12, se introduce con el árbol de transmisión 30 en dirección del eje y hasta entrar en contacto con la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34 mediante un medio auxiliar de introducción para las láminas, concéntricamente en la segunda herramienta 50. Las láminas 16 que presentan un sobredimensionamiento e, del primer casquillo intermedio 18, se conducen en este caso por las ranuras longitudinales 52 de la segunda herramienta 50 (Fig. 8).

Como se representa en la Fig. 9, se llenan provisionalmente con una mezcla de material de moldeo F las células centrales 24 limitadas por la superficie envolvente interior 51 de la segunda herramienta 50, en lugar del segundo casquillo intermedio 20 que ha de colocarse en un paso posterior. Después del sellado se endurece la mezcla de material de moldeo F que llena completamente las células centrales 24.

Tras el endurecimiento de la mezcla de material de moldeo F, se expulsa la rueda celular terminada parcialmente, construida sobre el casquillo de brida 32, junto con el árbol de transmisión 30 en dirección axial y fuera de la segunda herramienta 50, y las láminas 16 del primer casquillo interior 18 que sobresalen con el sobredimensionamiento e de la mezcla de material de moldeo F endurecida, se reducen por ejemplo por lijado a un tamaño correspondiente al diámetro interior del segundo casquillo intermedio 20.

El segundo casquillo intermedio 20 con las láminas 16 unidas con éste por un lado y salientes radialmente hacia el exterior, se coloca en dirección del eje y en posición exacta sobre los bordes finales libres de las láminas 16, de las células centrales 24 del primer casquillo intermedio 18, encerradas por la mezcla de material de moldeo F endurecida. A continuación se suelda el segundo casquillo intermedio 20 mediante un haz de láser mediante una soldadura ciega con los bordes finales libres de las láminas 16 que se encuentran por debajo, del primer casquillo intermedio, formándose las células centrales 24.

Una tercera herramienta 60 en forma de un cilindro hueco con una superficie envolvente interior cilíndrica 61, cuyo diámetro se corresponde con el diámetro interior del casquillo exterior 14, presenta ranuras longitudinales 62 dispuestas en una posición exacta, que se introducen radialmente desde la superficie envolvente interior 61 en la tercera herramienta 60, y que transcurren paralelas a la dirección del eje y. La tercera herramienta 60 se coloca y se fija en una posición exacta sobre la superficie de base 36. La tercera herramienta 60 está en contacto en este caso con el borde anular 37 que sobresale coaxialmente con respecto a la dirección del eje y de la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34. A continuación, el segundo casquillo intermedio 20 dotado de las láminas 16 salientes radialmente hacia el exterior, ya soldado con las láminas 16 del primer casquillo intermedio 18, se introduce con el árbol de transmisión 30 en dirección del eje y hasta entrar en contacto con la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34 mediante un medio auxiliar de introducción para las láminas, concéntricamente en la tercera herramienta 60. Las láminas 16 que presentan un sobredimensionamiento e, del segundo casquillo intermedio 20, se conducen en este caso por las ranuras longitudinales 62 de la tercera herramienta 60 (Fig. 10). La tercera herramienta 60 en contacto con la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34, está centrada en una posición exacta mediante el borde anular 37 periférico, dispuesto concéntrico con respecto a la agujero 38 y saliente de la superficie de base 36 de la placa de alojamiento 34.

Como se representa en la Fig. 11, se llenan provisionalmente con la mezcla de material de moldeo F las células exteriores 26 limitadas por la superficie envolvente interior 61 de la tercera herramienta 60, en lugar del casquillo exterior 14 que ha de colocarse en un paso posterior. Después del sellado se endurece la mezcla de material de moldeo F que llena completamente las células centrales 26.

Tras el endurecimiento de la mezcla de material de moldeo F, se expulsa la rueda celular terminada parcialmente, construida sobre el casquillo de brida 32, junto con el árbol de transmisión 30 en dirección axial y fuera de la tercera herramienta 60, y las láminas 16 del segundo casquillo intermedio 20 que sobresalen con el dimensionamiento e de la mezcla de material de moldeo F endurecida, del segundo casquillo intermedio 20, se reducen por ejemplo por lijado a un tamaño correspondiente al diámetro interior del casquillo exterior 14.

El casquillo exterior 14 se coloca en dirección del eje y sobre los bordes finales libres de las láminas 16 del segundo casquillo 20, encerradas por la mezcla de material de moldeo F endurecida. A continuación, se suelda el casquillo exterior 14 mediante un haz de láser mediante una soldadura ciega, con los bordes finales libres de las láminas 16 que se encuentran debajo, del segundo casquillo intermedio 20, formándose las células exteriores 26.

El árbol de transmisión 30 con la rueda celular 10 terminada, cuyas células 22, 24, 26 aún están llenas con la mezcla de material de moldeo F endurecida, se somete ahora a un tratamiento térmico para la atenuación de tensiones a una temperatura de por ejemplo 550°C durante 3 horas. Durante este tratamiento térmico se produce al mismo tiempo una regeneración térmica del material de moldeo base. En este caso se descompone el medio aglutinante, y el material de moldeo base liberado por el medio aglutinante fluye sin más hacia el exterior de las células 22, 24, 26.

Durante el tratamiento térmico para la atenuación de tensiones, el campo de tensión no homogéneo que se produce al unir los bordes finales de las láminas con el siguiente casquillo, pasa a un estado equilibrado con un campo de tensión homogéneo, de manera que la rueda celular queda libre de distorsión tras la subsiguiente retirada del material de moldeo base de las células, y puede renunciarse por lo tanto a un equilibrado.

En la variante representada en la Fig. 12 de una primera herramienta 40, hay dispuestas en los dos lados de las ranuras longitudinales 42, elevaciones en forma de protuberancias 43 que sobresalen de la superficie envolvente interior 41, que conducen a cavidades formadas correspondientemente en la mezcla de material de moldeo F vertida y endurecida entre las láminas 16. Como se muestra en la Fig. 13, estas cavidades 43 conducen tras la retirada de la primera herramienta 40 y el deslizamiento 40 del primer casquillo intermedio 18 sobre los bordes finales libres de las láminas 16 recortadas en lo que se refiere al sobredimensionamiento e, que sobresalen radialmente del casquillo interior 12, a canales 47 abiertos contra el casquillo intermedio 18 que se apoya, dispuestos a ambos lados de las láminas 16. Si se suelda entonces el primer casquillo intermedio 18 mediante un haz de láser 45 mediante una soldadura ciega 46 con los bordes finales libres de las láminas 16 que se encuentran debajo, del casquillo interior 12, los canales 47 posibilitan una buena presión del casquillo intermedio 18 a través de sujeciones de retención 44 a los bordes finales libres de las láminas 16 y con ello una soldadura óptima. Otra ventaja de los canales 47 puede verse en que puede conducirse un gas inerte utilizado para evitar la oxidación directamente a las zonas de contacto susceptibles a la oxidación, del casquillo intermedio 18 con los bordes finales de las láminas 16.

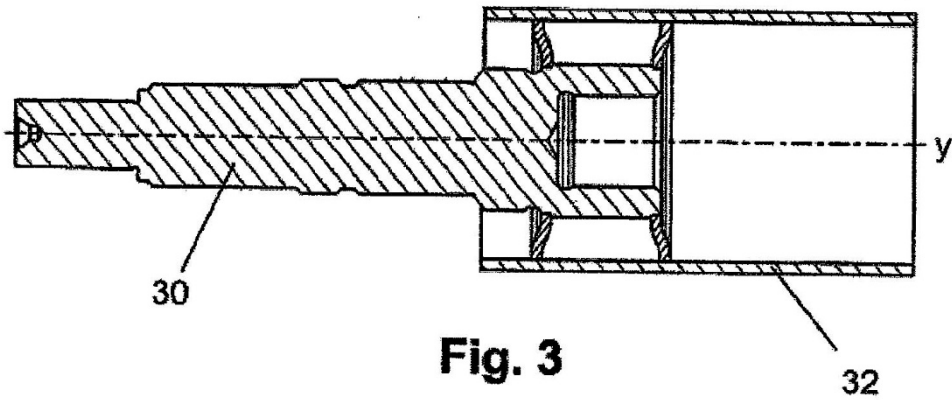
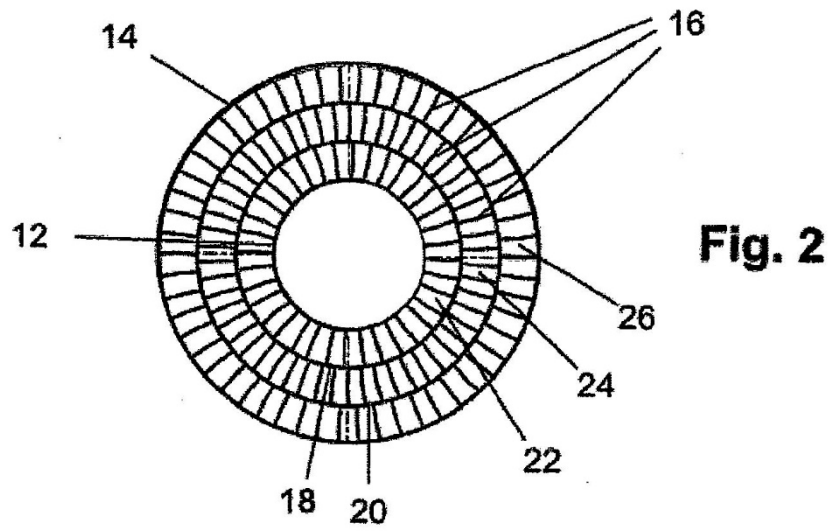
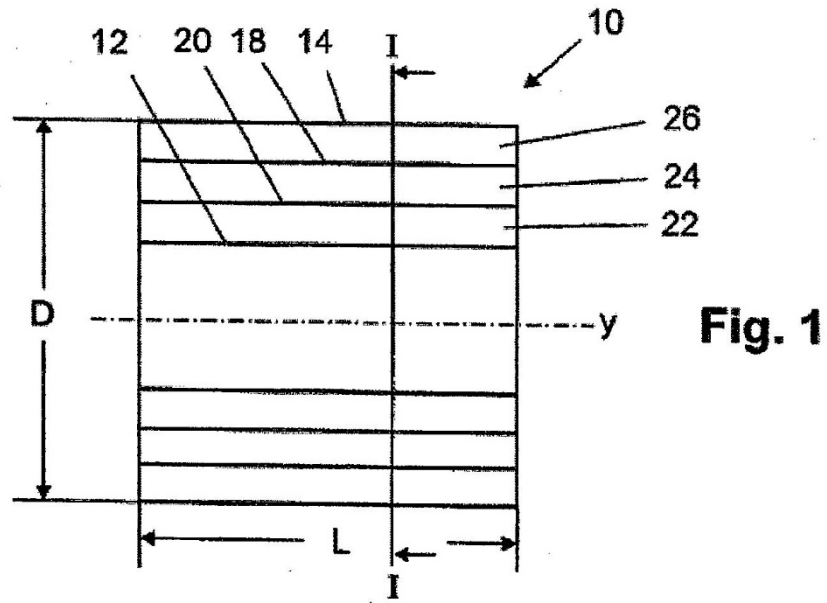
La variante representada en las Fig. 12 y 13 de la primera herramienta 40 puede aplicarse por supuesto también a la segunda y tercera herramienta 50, 60.

Lista de referencias

	10	Rueda celular
	12	Casquillo interior
5	14	Casquillo exterior
	16	Láminas
	18	Primer casquillo intermedio
	20	Segundo casquillo intermedio
	22	Células interiores
10	24	Células centrales
	26	Células exteriores
	30	Árbol de transmisión
	32	Casquillo de brida
	34	Placa de alojamiento
15	36	Superficie de base de 34
	37	Borde anular en 34
	38	Agujero central en 34
	39	Disco anular de centrado
	40	Primera herramienta
20	41	Superficie envolvente interior de 40
	42	Ranuras longitudinales en 40
	43	Elevaciones en forma de protuberancias
	44	Sujeción de retención
	45	Haz de láser
25	46	Soldadura ciega
	47	Canales
	50	Primera herramienta
	51	Superficie envolvente interior de 50
	52	Ranuras longitudinales en 40
30	60	Primera herramienta
	61	Superficie envolvente interior de 60
	62	Ranuras longitudinales en 40
e		Sobredimensionamiento de 16

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de una rueda celular (10) de metal, con casquillos (12, 18, 20, 14) dispuestos concéntricamente con respecto a un eje de rotación (y) y láminas (16) alineadas radialmente con respecto al eje de rotación (y) dispuestas entre casquillos sucesivos, que están unidas con un borde final a un casquillo (12, 18, 20) 5 14), y antes de la unión de los bordes finales libres a un casquillo subsiguiente (18, 20, 14), se fijan en su posición angular, donde
- 10 (a) se coloca una herramienta (40, 50, 60) con una superficie envolvente interior cilíndrica (41, 51, 61), cuyo diámetro se corresponde con el diámetro interior del siguiente casquillo (18, 20, 14), sobre los bordes finales libres de las láminas (16), para la fijación de las láminas (16) en su posición angular,
- (b) una mezcla de material de moldeo (F) de un material de moldeo base refractario y un medio aglutinante que puede endurecerse y desprenderse del material de moldeo base mediante tratamiento térmico, se introduce y se 15 endurece en las células (22, 24, 26) limitadas por la superficie envolvente interior (41, 51, 61) de la herramienta (40, 50, 60) y las láminas (16),
- (c) después de la retirada de la herramienta (40, 50, 60), se coloca el siguiente casquillo (18, 20, 14) sobre los bordes finales libres de las láminas (16) fijadas en su posición angular por la mezcla de material de moldeo (F) endurecida,
- 20 (d) los bordes finales libres de las láminas (16) se unen con el siguiente casquillo (18, 20, 14) por soldadura o soldadura indirecta a las células (22, 24, 26), y
- (e) la mezcla de material de moldeo (F) endurecida es tratada térmicamente y el material de moldeo base se retira de las células (22, 24, 26).
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la herramienta (40, 50, 60) presenta ranuras longitudinales (42, 52, 62) que parten radialmente de la superficie envolvente interior (41, 51, 61), en las que se insertan los bordes finales libres de las láminas (16) que presentan un sobredimensionamiento (e), antes de introducir la mezcla de material de moldeo (F), y por que el sobredimensionamiento (e) de las láminas (16) sobresaliente de la mezcla de material de moldeo (F) endurecida, se elimina tras la retirada de la herramienta (40, 30 50, 60), antes de colocar el siguiente casquillo (18, 20, 14) sobre los bordes finales libres de las láminas (16).
3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la superficie envolvente interior (41, 51, 61) de la herramienta (40, 50, 60) presenta en ambos lados de las ranuras longitudinales (42, 52, 62) elevaciones en forma de protuberancias (43, 53, 63).
- 35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado por que** el tratamiento térmico se lleva a cabo en la rueda celular (10) terminada y el material de moldeo base se retira al mismo tiempo de todas las células (22, 24, 26).
- 40 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** la rueda celular (10) terminada se somete a un tratamiento térmico para la atenuación de tensiones.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado por que** la mezcla de material de moldeo (F) endurecida se retira de las células (22, 24, 26) de la rueda celular (10) tras el tratamiento térmico para la atenuación de 45 tensiones.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** se utiliza como material de moldeo base refractario, una arena para machos, particularmente una arena de cuarzo.
- 50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado por que** el medio aglutinante es un medio aglutinante orgánico, en el que la reacción de endurecimiento es acelerada por un catalizador gaseoso o que se endurece por reacción con un agente endurecedor gaseoso.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, **caracterizado por que** como medio aglutinante se utiliza un sistema de 55 dos componentes con una solución de un polioli, particularmente de una resina fenólica, como primer componente y con una solución de un poliisocianato como segundo componente, y para el endurecimiento se conduce una amina terciaria gaseosa, particularmente trietilamina, a través de la mezcla de material de moldeo (F).
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado por que** las láminas (16) se unen a los 60 casquillos (18, 20, 14) mediante soldadura o soldadura indirecta mediante un haz de láser o de electrones.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** los casquillos (12, 18, 20, 14) y las láminas (16) son de un material de chapa metálico resistente a altas temperaturas, preferiblemente de un grosor inferior a 0,5 mm.
- 65



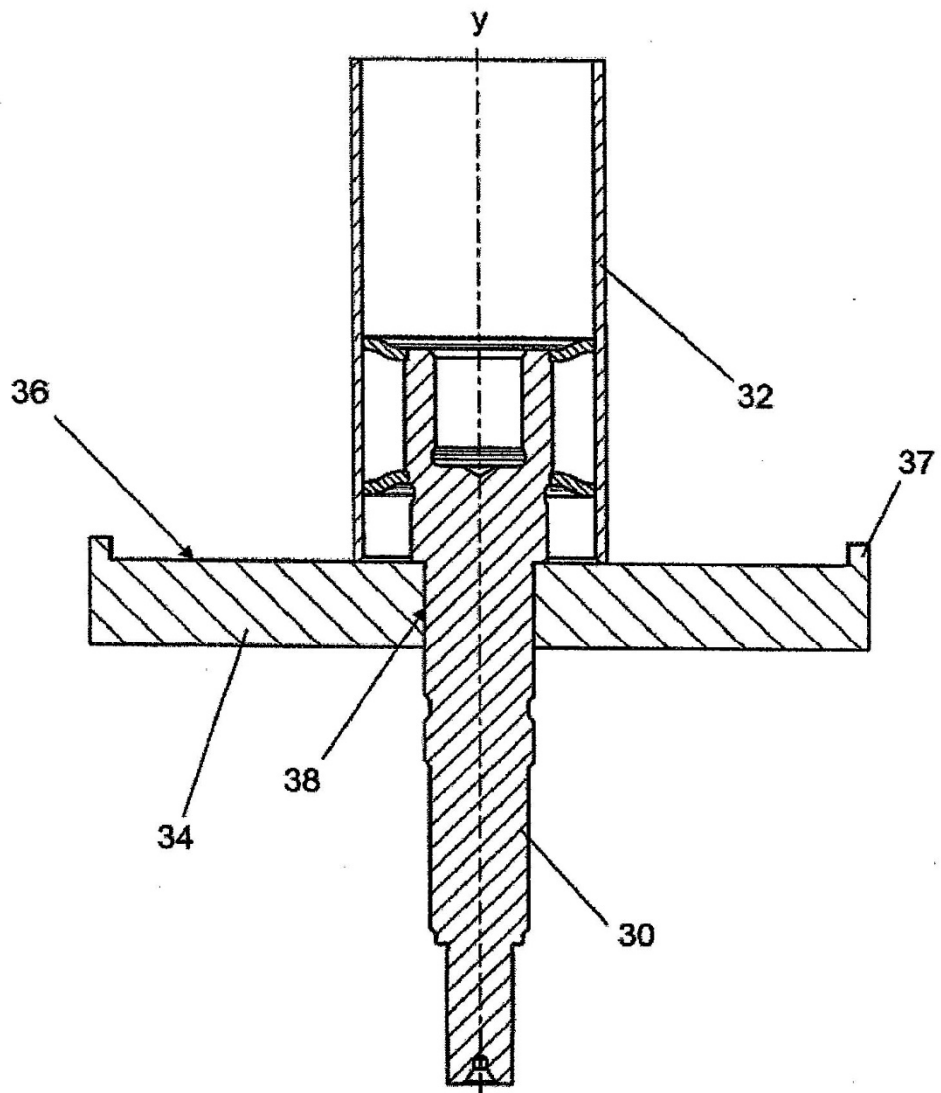


Fig. 4

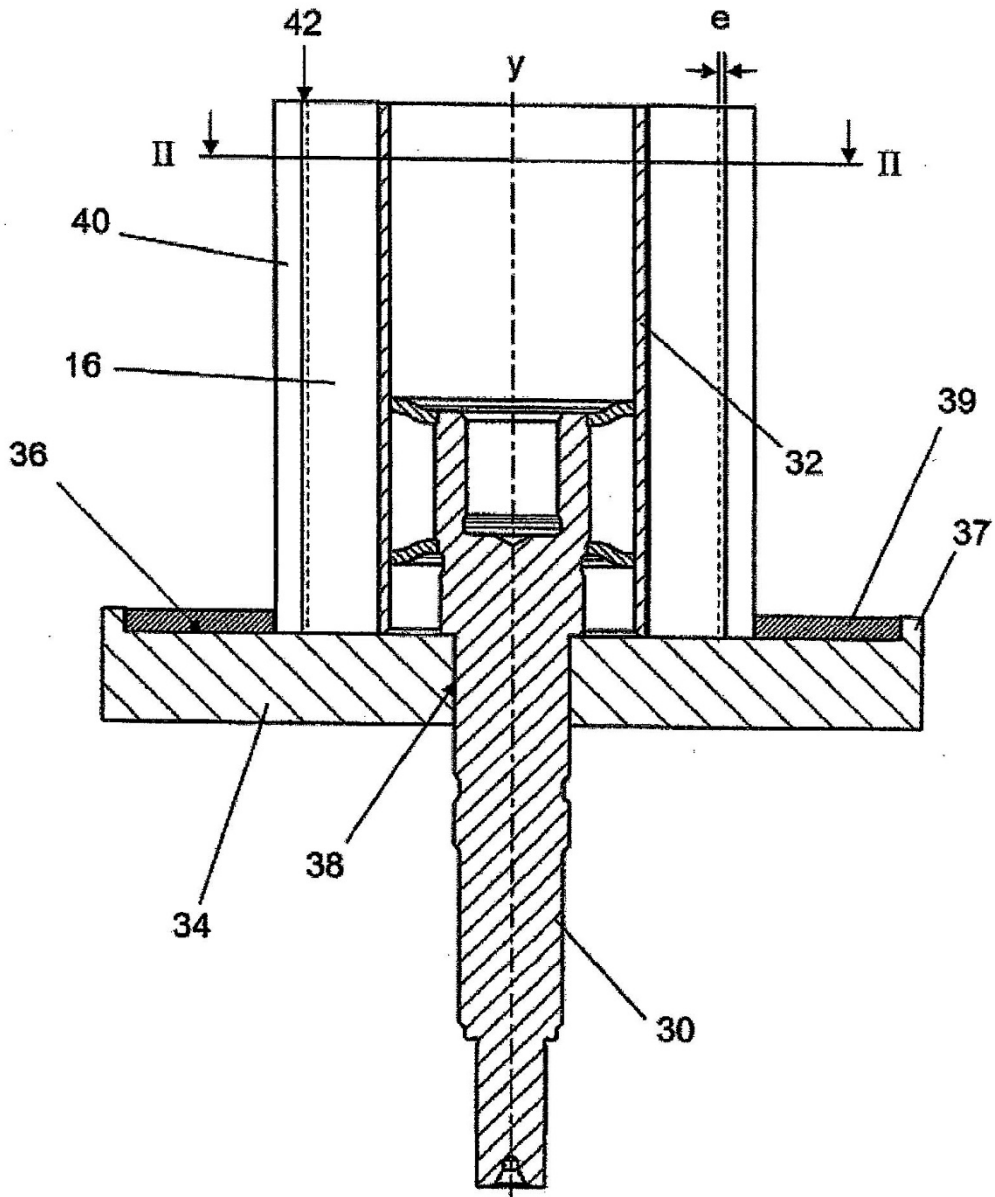


Fig. 5

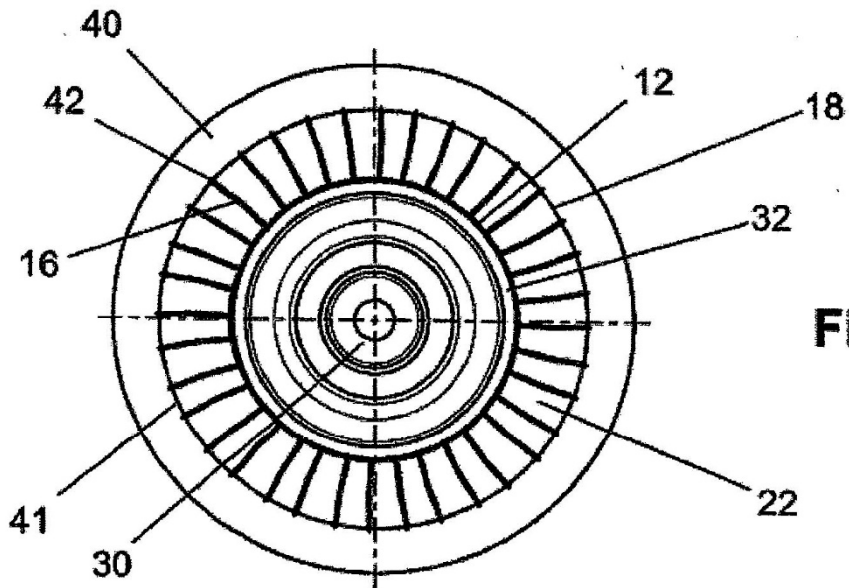


Fig. 6

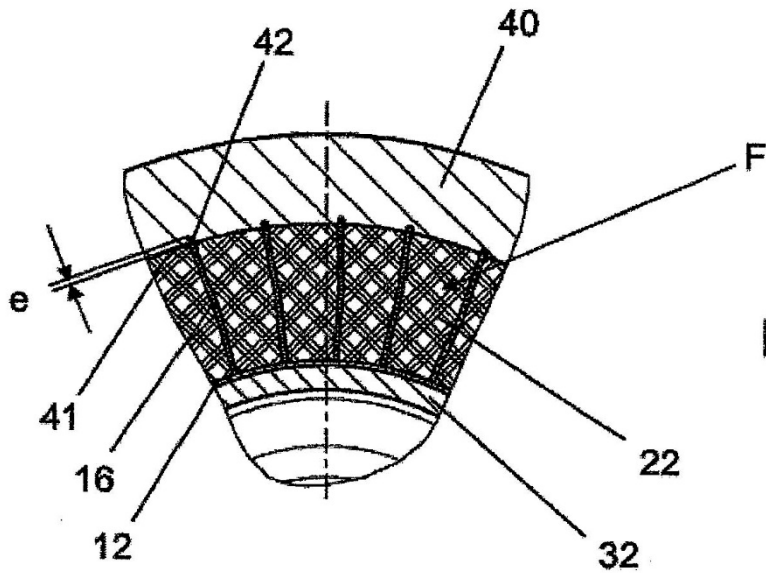


Fig. 7

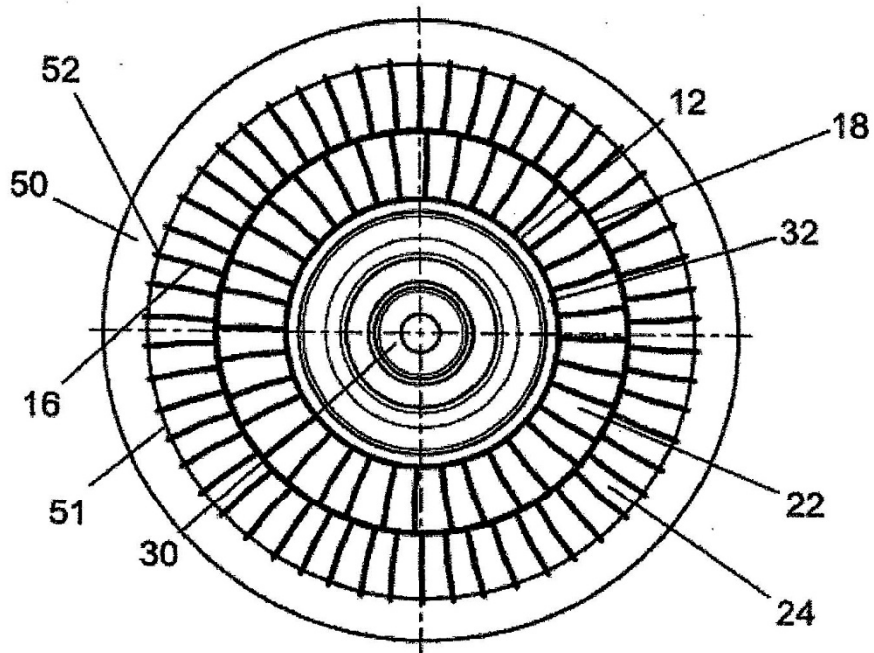


Fig. 8

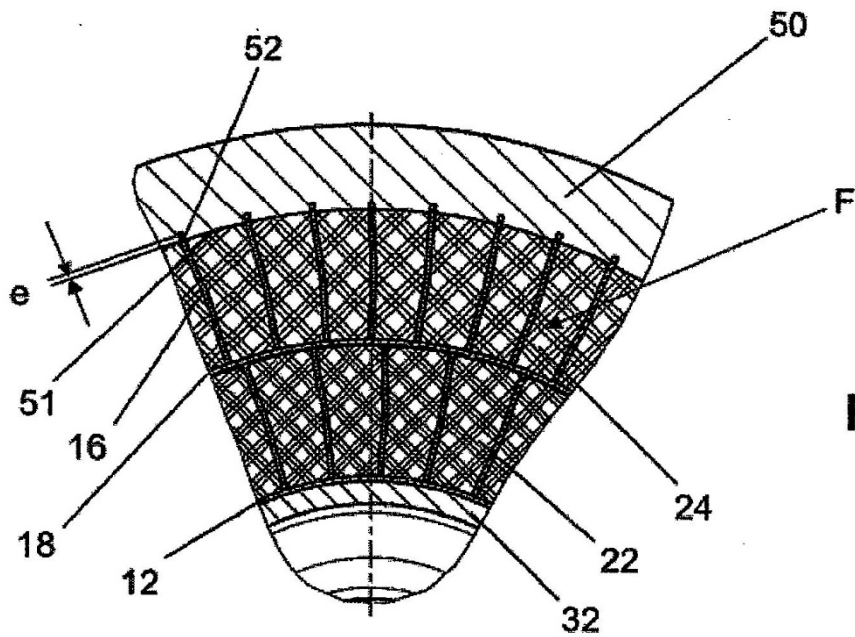


Fig. 9

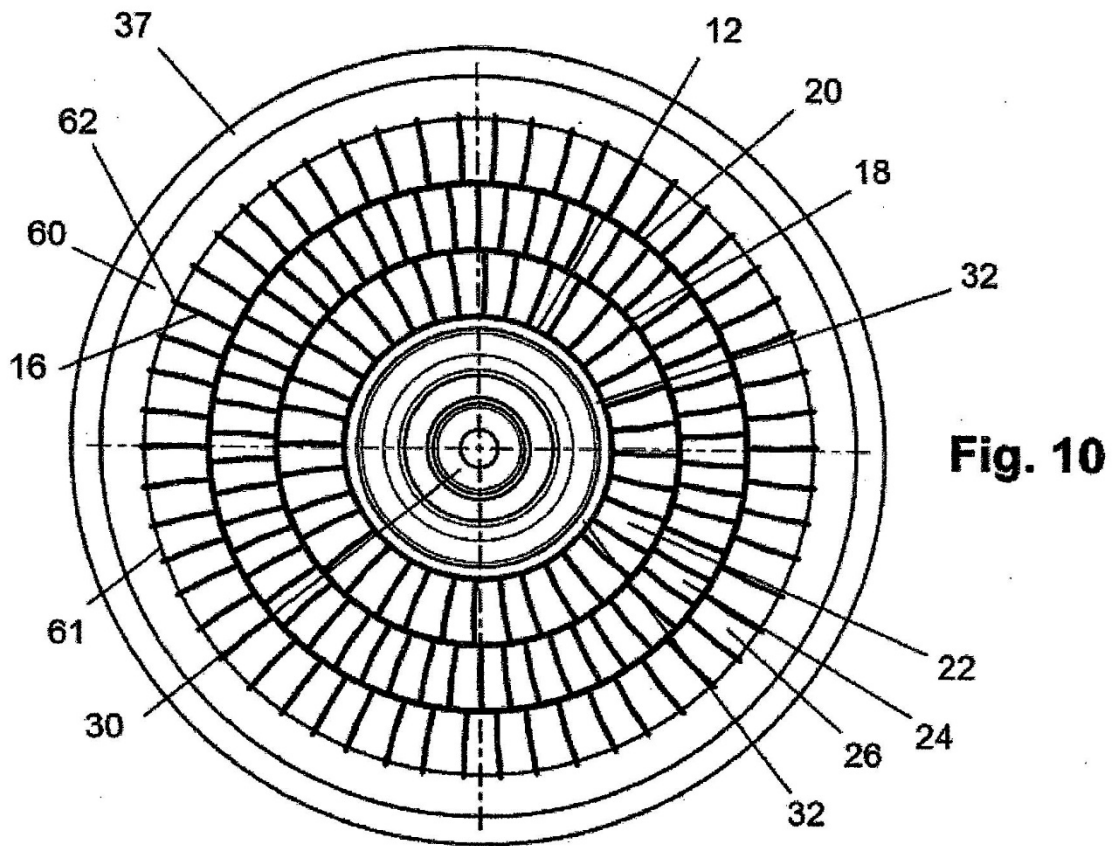


Fig. 10

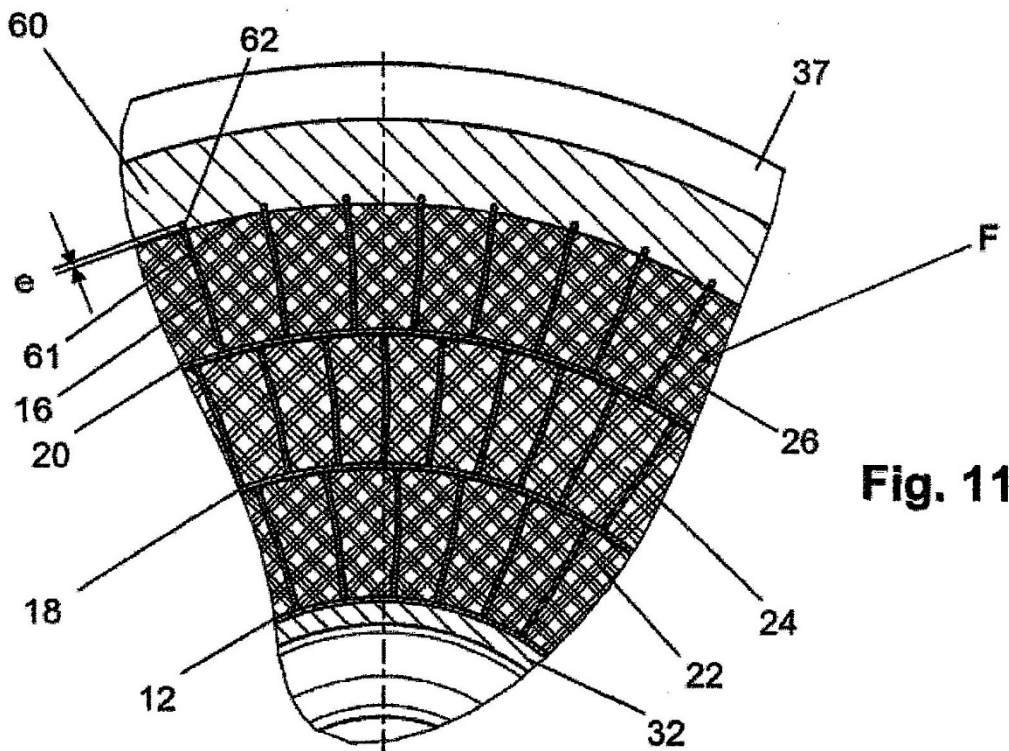


Fig. 11

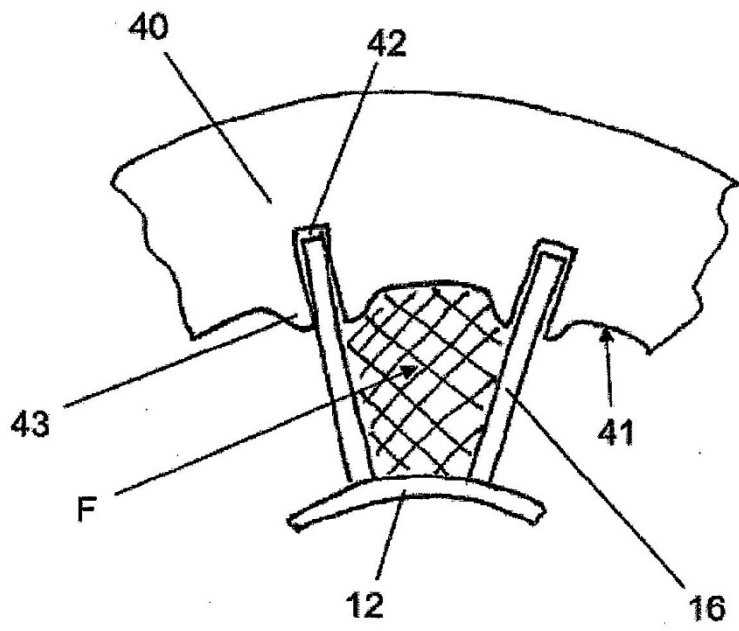


Fig. 12

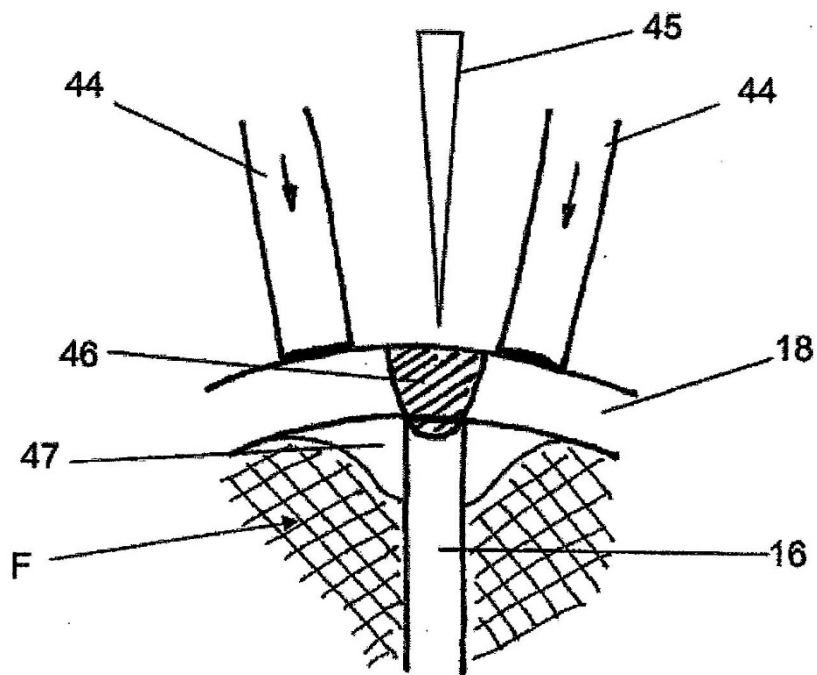


Fig. 13