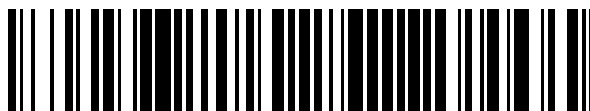


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 277**

51 Int. Cl.:

F04F 13/00 (2009.01)

B21C 37/22 (2006.01)

B21D 53/26 (2006.01)

F02B 33/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2012** **E 12171157 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.08.2017** **EP 2672123**

54 Título: **Rueda celular, en particular para un sobrealimentador por ondas de presión**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.12.2017

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 2 647 277 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 celular, en particular para un sobrealimentador por ondas de presión

5 **Ámbito técnico**

La presente invención se refiere a una rueda celular de metal, con un casquillo exterior ubicado de manera coaxial con respecto a un eje de rotación, un casquillo interior ubicado de manera coaxial con respecto al casquillo exterior, por lo menos un casquillo intermedio dispuesto entre el casquillo exterior y del casquillo interior de manera coaxial a éstos, con laminillas dispuestas entre casquillos consecutivos, orientadas de manera radial con respecto al eje de rotación y ensambladas con casquillos adyacentes, con casquillos de estanqueidad exteriores solapadas sobre el casquillo exterior y ensambladas con el casquillo exterior con un perfil de obturación para una empaquetadura laberíntica, y con un árbol de accionamiento ubicado en el eje de rotación.

15 **Estado de la técnica**

Desde hace algunos años, el procedimiento conocido como *downsizing* figura entre los principales temas en la construcción de nuevos motores sobrealimentados. Con el *downsizing* se puede reducir el consumo de combustible y, por lo tanto, las emisiones de gases de escape de un vehículo. En la actualidad, estos objetivos adquieren una importancia cada vez mayor, ya que el elevado consumo de energía mediante combustibles fósiles contribuye fuertemente a la contaminación del aire y medidas legislativas cada vez más rigurosas obligan a los fabricantes de automóviles a actuar correspondientemente. Bajo el término "*downsizing*" se entiende la sustitución de un motor de gran volumen por un motor de menor cilindrada. Al mismo tiempo, la potencia del motor debe mantenerse elevada mediante la sobrealimentación del motor. El objetivo consiste en alcanzar con motores de pequeño volumen los mismos valores de potencia que con motores de gran volumen y con motores de aspiración de potencia equivalente. Los nuevos conocimientos en el ámbito del *downsizing* han demostrado que en particular en motores de carburador muy pequeños con una cilindrada de 2 litros o menos se pueden obtener los mejores resultados con una sobrealimentación por ondas de presión.

En un sobrealimentador por ondas de presión, el rotor está realizado como rueda celular y está encerrado en una carcasa de aire y gases de escape con una camisa común. El desarrollo de sobrealimentadores por ondas de presión modernos para la sobrealimentación de motores pequeños ha llevado a ruedas celulares con un diámetro en el orden de 100 mm o menos. Para alcanzar un máximo volumen de celda y también para la reducción del peso, se quiere alcanzar espesores de pared celular de 0,4 mm o menos. Con las altas temperaturas de entrada de los gases de escape de aproximadamente 1000 °C, como materiales para la rueda celular prácticamente sólo entran en consideración aleaciones de alta resistencia térmica. La fabricación de ruedas celulares con dimensiones estables y de alta precisión con un reducido espesor de pared celular prácticamente todavía no es posible hoy en día, o bien está asociado con un alto costo adicional.

Ya se ha propuesto formar las cámaras de una rueda celular mediante perfiles en forma de Z yuxtapuestos y parcialmente solapados mutuamente. La fabricación de una rueda celular de este tipo, sin embargo, está asociada con un elevado consumo de tiempo. A esto se añade que la yuxtaposición y fijación con exactitud de posición de perfiles en Z prácticamente no es realizable con una precisión suficiente para cumplir las tolerancias exigidas.

También se ha propuesto fabricar una rueda celular a partir de un cuerpo macizo mediante la erosión de las diferentes celdas. Sin embargo, con este procedimiento sólo es difícilmente posible alcanzar espesores de pared celular de menos de 0,5 mm. Otra desventaja sustancial del procedimiento de erosión son los elevados costes de material y mecanizado asociados con el mismo.

Una rueda celular del tipo mencionado al principio se desvela en el documento WO 2010/057319 A1. En ensayos de funcionamiento bajo condiciones de servicio se ha demostrado que los cambios de temperatura que se presentan en rápida secuencia en el interior de la rueda celular en la zona de las superficies frontales de la rueda celular, con diferencias de temperatura de 200 a 300 °C, resultan en dilataciones y contracciones térmicas periódicas fuertemente fluctuantes de las laminillas en la dirección radial. Debido a esto, las laminillas dispuestas entre casquillos consecutivos y ensambladas con los casquillos se exponen a elevados cambios de carga con una frecuencia de oscilaciones en el orden de magnitud del doble del número de revoluciones de la rueda celular, que con una carga térmica permanente pueden resultar en la formación de grietas cerca de los sitios de unión entre las laminillas y los casquillos en las superficies frontales de la rueda celular y, en consecuencia, en la fractura de partes de las laminillas y el fallo de la rueda celular.

60 **Exposición de la invención**

El objetivo de la presente invención consiste en fabricar una rueda celular del tipo mencionado al principio previniendo la formación de grietas en la zona de unión entre las laminillas y los casquillos, de una manera simple y económica y con la precisión exigida. Un objetivo adicional de la presente invención consiste en crear una rueda celular apropiada para el uso en un sobrealimentador por ondas de presión para la sobrealimentación de motores de

combustión interna, en particular para la sobrealimentación de pequeños motores de carburador con una cilindrada ubicada en el orden de magnitud de 2 litros o menos. En particular, se deben poder fabricar ruedas celulares mecánicamente estables bajo condiciones de servicio con un espesor de pared celular de 0,5 mm o menos, sin tendencia a la formación de grietas en la zona de unión entre las laminillas y los casquillos.

El objetivo planteado se alcanza de acuerdo con la presente invención, debido a que por lo menos el casquillo exterior, el casquillo interior y/o el casquillo intermedio o, en caso de proveerse más de un casquillo intermedio, por lo menos uno de los casquillos intermedios, presentan incisiones que parten de ambas superficies frontales de la rueda celular entre laminillas adyacentes. Las incisiones preferentemente son rotacionalmente simétricas.

El objetivo planteado también se alcanza de acuerdo con la presente invención, debido a que exclusivamente el por lo menos un casquillo intermedio presenta incisiones que parten de ambas superficies frontales de la rueda celular. Por lo tanto, en este caso el casquillo exterior y el casquillo interior están realizados sin incisiones. Preferentemente, a izquierda y derecha de una laminilla existe respectivamente una incisión o, respectivamente, de manera preferente siempre existe una incisión entre dos laminillas adyacentes. A este respecto, las incisiones dispuestas en el casquillo intermedio proveen una banda marginal para la correspondiente laminilla, que con relación al casquillo intermedio y a otras bandas marginales está configurada de manera elásticamente móvil y compensa ventajosamente la deformación de las laminillas causada por las variaciones de temperatura mediante un movimiento de la banda marginal en una dirección sustancialmente radial. Debido a esto se reducen en gran medida las tensiones de flexión alternativa en la laminilla. Las bandas marginales también se pueden denominar como bridas.

Preferentemente, dos incisiones adyacentes forman una banda marginal perteneciente al casquillo correspondiente, en lo que a una misma banda lateral se encuentra asignada respectivamente sólo una laminilla. Una banda marginal de este tipo es elásticamente móvil con relación al casquillo correspondiente y a las bandas marginales adyacentes.

Las incisiones sustancialmente se encuentran distribuidas de manera preferentemente uniforme a lo largo de la circunferencia. También es posible otra distribución de las laminillas.

Preferentemente, entre todas las laminillas adyacentes existen incisiones. Sin embargo, también es posible proveer menos incisiones distribuidas a lo largo de la circunferencia del casquillo. Por ejemplo, se puede proveer una incisión cada segunda o cada tercera laminilla.

Por lo tanto, a través de las incisiones dispuestas entre los sitios de unión de las laminillas adyacentes con el casquillo exterior, interior y/o intermedio, el respectivo casquillo está dividido en bandas marginales, de tal manera que las bandas marginales adyacentes pueden desplazarse unas contra otras en la dirección radial. De esta manera, las laminillas junto con las bandas marginales conectadas a las laminillas pueden dilatarse en dirección radial desde su posición original y contraerse, de tal manera que las dilataciones y contracciones térmicas de las laminillas que se presentan en rápida secuencia en la dirección radial resultan en una menor acumulación y descarga de presión debido a los rápidos cambios de carga en las laminillas en la zona de los sitios de unión con los casquillos exteriores, interiores y/o intermedios, y con esta medida se pueden prevenir daños en el material.

Para prevenir picos de tensión en los extremos de las incisiones y una formación y propagación adicional de un agrietamiento asociada con ello, en los extremos de las incisiones se puede proveer una escotadura en forma de un así denominado "paragrietas". Vista desde arriba de manera perpendicular al eje central, la escotadura puede presentar una sección transversal redonda o elíptica. La extensión de la escotadura preferentemente se ubica en el alcance de 1 a 2 mm.

En una primera forma de realización de la rueda celular de acuerdo con la presente invención, el casquillo interior está montado sobre un casquillo de brida dispuesto de manera coaxial al mismo y unido al árbol de accionamiento, y el casquillo exterior presenta incisiones que parten de ambas superficies frontales de la rueda celular entre laminillas adyacentes. Un borde marginal distanciado de las superficies frontales de la rueda celular de los casquillos de obturación exteriores sobresale por encima de las incisiones por una cierta distancia y los casquillos de obturación exteriores sólo están unidos al casquillo exterior en la zona que sobresale de las incisiones.

Preferentemente, el perfil de obturación de los casquillos de obturación exteriores presenta una superficie de obturación alineada con las superficies frontales de la rueda celular y los casquillos de obturación exteriores forman con el casquillo exterior una ranura anular abierta en las superficies frontales de la rueda celular.

Preferentemente, en esta primera forma de realización también el casquillo interior presenta incisiones entre laminillas adyacentes que parten de las dos superficies frontales de la rueda celular. A este respecto, el casquillo interior está unido al casquillo de brida entre laminillas adyacentes, entre incisiones mutuamente opuestas.

En una segunda forma de realización preferente de la rueda celular de acuerdo con la presente invención, el casquillo interior está unido al árbol de accionamiento y el casquillo intermedio o, respectivamente, en caso de dos o más casquillos intermedios, por lo menos uno de los casquillos intermedios presenta incisiones que parten de las dos superficies frontales de la rueda celular entre laminillas adyacentes.

Preferentemente, en esta segunda forma de realización el perfil de obturación de los casquillos de obturación exteriores presenta una superficie de obturación alineada con las superficies frontales de la rueda celular y en el casquillo interior se disponen casquillos de obturación interiores unidos al casquillo interior, con un perfil de obturación con una superficie de obturación alineada con las superficies frontales de la rueda celular para una empaquetadura laberíntica.

Preferentemente, también en la segunda forma de realización los casquillos de obturación sólo están unidos al casquillo exterior o interior, respectivamente, en la zona del extremo alejado de las superficies frontales de la rueda celular, y con los casquillos exteriores o interiores forman una ranura anular abierta en las superficies frontales de la rueda celular.

La superficie de obturación del perfil de obturación y la ranura anular que limita con la superficie de obturación entre el casquillo de obturación y el casquillo exterior o interior, respectivamente, son decisivos para la estanqueidad de una empaquetadura laberíntica entre las superficies frontales de la rueda celular y las superficies de control de las carcassas de gas y de aire que en un sobrealimentador por ondas de presión se encuentran opuestas a las superficies de la rueda celular. Las sondas de presión que actúan periódicamente sobre las superficies frontales de la rueda celular también resultan en elevadas presiones de gas en la zona de las empaquetaduras laberínticas. La ranura anular que el limita con la superficie de obturación del perfil de obturación previene con una reducida descarga de presión local durante la entrada del gas en la ranura anular un escape de gas a través de la hendidura formada entre la superficie de obturación y la superficie de control opuesta a la misma, y, por lo tanto, una pérdida de presión que reduce la potencia del sobrealimentador por ondas de presión.

Para la estabilización de la ranura anular, desde el lado orientado hacia el casquillo exterior o el casquillo interior, respectivamente, de los casquillos de obturación pueden extenderse elementos distanciadores dispuestos de manera distribuida a lo largo de la circunferencia de los casquillos de obturación en la zona de las superficies frontales de la rueda celular. Alternativamente, los elementos distanciadores también pueden estar dispuestos en el lado orientado hacia el casquillo de obturación del casquillo exterior o del casquillo interior, respectivamente, distribuidos a lo largo de la circunferencia del casquillo exterior o del casquillo interior.

La forma de realización previamente descrita de los casquillos de obturación que con los casquillos exteriores o los casquillos interiores forman una ranura anular abierta en las superficies frontales de la rueda celular, debido a sus medidas reducidas también resulta en menores fuerzas centrífugas y por ende a una mayor estabilidad de forma de la rueda celular con una obturación correspondientemente mejorada.

La longitud de las incisiones en el casquillo exterior, el casquillo interior o el casquillo intermedio, o en caso de proveerse más de un casquillo intermedio, en por lo menos uno de los casquillos intermedios, se ubica en el alcance de aproximadamente 10 % a 30 % de la longitud de la rueda celular, es decir, la distancia entre las dos superficies frontales de la rueda celular.

Preferentemente, el casquillo exterior, el casquillo interior, el o los casquillos intermedios, las laminillas y los casquillos de obturación están hechos de chapa metálica con un espesor de menos de 0,5 mm.

En una segunda forma de realización particularmente preferente de la rueda celular de acuerdo con la presente invención, el árbol de accionamiento presenta dos nervios anulares dispuestos de manera coaxial al eje de accionamiento y distanciados entre sí, con una superficie circunferencial como superficies de apoyo para el casquillo interior, y por lo menos uno de los nervios anulares está unida al casquillo interior.

Ventajosamente, el extremo alejado de las superficies frontales de la rueda celular de los casquillos de obturación interiores está unido a uno de los nervios anulares.

Como protección térmica, el casquillo de obturación interior en el lado de gas caliente, es decir, en el lado de la carcasa de gas de escape, puede estar conectado en la superficie frontal de la rueda celular a una tapa. De manera alternativa o adicionalmente, el nervio anular próximo al lado del gas caliente puede estar conectado a una tapa.

Con estas medidas, el árbol de accionamiento puede mantenerse a una temperatura relativamente baja bajo condiciones de funcionamiento de un sobrealimentador por ondas de presión, de tal manera que el juego axial de la rueda celular encerrada entre la carcasa de gas y de aire puede ajustarse en una medida más pequeña para cumplir el juego mínimo de aproximadamente 0,03 a 0,05 mm a lo largo de todo el alcance de velocidad en el estado de funcionamiento en frío.

Para la reducción del peso, el árbol de accionamiento está realizado como un árbol hueco con una parte de extremo de forma tubular, una parte intermedia cónica y una parte de árbol de forma tubular con un alojamiento para una pieza de acoplamiento provista para conectarse a un accionamiento motriz.

Para una reducción de peso adicional, la parte de extremo de forma tubular y la parte intermedia cónica presentan ventajosamente aberturas dispuestas a lo largo de la circunferencia, que también permiten una circulación del aire

con un correspondiente efecto refrigerante.

La pieza de acoplamiento presenta preferentemente un eje de acoplamiento con nervaduras longitudinales que durante la inserción de la pieza de acoplamiento en el alojamiento de la parte de árbol de forma tubular encajan en ranuras longitudinales en el alojamiento.

La rueda celular de acuerdo con la presente invención se emplea preferentemente en un sobrealimentador por ondas de presión para la sobrealimentación de motores de combustión interna, en particular motores de carburador con una cilindrada de preferentemente 2 litros o menos.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas, características y detalles adicionales de la presente invención se derivan de la siguiente descripción de ejemplos de realización preferentes, así como de los dibujos, que se ofrecen únicamente con fines ilustrativos y que de ninguna manera se han de interpretar como limitativos. En los dibujos se muestra de forma esquemática lo siguiente:

- La Fig. 1 muestra una vista sobre la superficie frontal de la rueda celular representada en la Fig. 4 para un sobrealimentador por ondas de presión.
- La Fig. 2 muestra una sección longitudinal a través de la rueda celular montada sobre un casquillo de brida de un árbol de accionamiento de acuerdo con la Fig. 4 a lo largo de la línea I-I de la Fig. 1.
- La Fig. 3 muestra una sección longitudinal a través de la rueda celular montada sobre un casquillo de brida de un árbol de accionamiento de acuerdo con la Fig. 4 a lo largo de la línea II-II de la Fig. 1.
- La Fig. 4 muestra una vista en perspectiva de una primera forma de realización de una rueda celular para un sobrealimentador por ondas de presión.
- La Fig. 5 muestra una zona parcial III de la rueda celular de la Fig. 4 en una representación ampliada.
- La Fig. 6 muestra una zona parcial IV de la sección longitudinal de la rueda celular de la Fig. 3 en una representación ampliada.
- La Fig. 7 muestra una vista en perspectiva de una laminilla de la rueda celular de la Fig. 4.
- La Fig. 8 muestra una zona parcial V de la laminilla de la Fig. 7 en una representación ampliada.
- La Fig. 9 muestra una vista sobre la superficie frontal de la rueda celular representada en la Fig. 15 para un sobrealimentador por ondas de presión.
- La Fig. 10 muestra una sección longitudinal a través de la rueda celular montada sobre el árbol de accionamiento de la Fig. 15 de acuerdo con la línea VI-VI en la Fig. 9.
- La Fig. 11 muestra una sección transversal a través del árbol de accionamiento de acuerdo con la línea VII-VII de la Fig. 10.
- La Fig. 12 muestra una primera zona parcial VIII de la sección longitudinal de la rueda celular de la Fig. 10 en una representación ampliada.
- La Fig. 13 muestra una segunda zona parcial IX de la sección longitudinal de la rueda celular de la Fig. 10 en una representación ampliada.
- La Fig. 14 muestra una tercera zona parcial X de la sección longitudinal de la rueda celular de la Fig. 10 en una representación ampliada.
- La Fig. 15 muestra una vista en perspectiva de una forma de realización adicional de una rueda celular para un sobrealimentador por ondas de presión.
- La Fig. 16 muestra una zona parcial de la rueda celular de la Fig. 15 en una representación ampliada.
- La Fig. 17 muestra una sección ampliada de la vista de la Fig. 9 sobre la superficie frontal de la rueda celular representada en la Fig. 15 para un sobrealimentador por ondas de presión.
- La Fig. 18 muestra una sección ampliada de la Fig. 17 en un primer estado de funcionamiento de la rueda celular.
- La Fig. 19 muestra una sección ampliada de la Fig. 17 en un segundo estado de funcionamiento de la rueda celular.
- La Fig. 20 muestra una vista en perspectiva de un casquillo de obturación exterior de la rueda celular de la Fig. 15.
- La Fig. 21 muestra una sección axial a través del casquillo de obturación exterior de la Fig. 20.
- La Fig. 22 muestra una sección de la vista sobre la superficie frontal del casquillo de obturación exterior de la Fig. 20.
- La Fig. 23 muestra una vista en perspectiva de un primer casquillo de obturación interior (en el lado del gas caliente) de la rueda celular de la Fig. 15.
- La Fig. 24 muestra una sección axial a través del casquillo de obturación interior en el lado del gas caliente de la Fig. 23.
- La Fig. 25 muestra una vista sobre la superficie frontal del casquillo de obturación interior en el lado del gas caliente de la Fig. 24.
- La Fig. 26 muestra una vista en perspectiva de un segundo casquillo de obturación interior (en el lado del gas frío) de la rueda celular de la Fig. 15.
- La Fig. 27 muestra una sección axial a través del casquillo de obturación interior en el lado del gas frío de la Fig. 26.
- La Fig. 28 muestra una vista sobre la superficie frontal del casquillo de obturación interior en el lado del gas frío de la Fig. 27.

Descripción de las formas de realización preferentes

Una rueda celular 10 mostrada en las Fig. 1 y 4 de un sobrealimentador por ondas de presión no representado en los dibujos está formado por un casquillo exterior 12 ubicado de manera concéntrica con respecto al eje de rotación y de la rueda celular 10, un casquillo interior 14 ubicado de manera concéntrica con respecto al casquillo exterior 12 y un casquillo intermedio 18 dispuesta entre el casquillo exterior 12 y el casquillo interior 14 de manera concéntrica con respecto a los mismos. El espacio anular exterior entre el casquillo intermedio 18 y el casquillo exterior 12 y el espacio anular interior entre el casquillo intermedio 18 y el casquillo interior 14 están divididos por laminillas 16 en forma de tiras dispuestas de manera radial al eje de rotación y en una pluralidad de celdas exteriores 20 y una pluralidad de celdas interiores 22. La rueda celular 10, representada a modo de ejemplo con un diámetro D y una longitud L D, por ejemplo, respectivamente 100 mm presenta menos de 60 celdas exteriores 20 y menos de 40 celdas interiores 22. El casquillo exterior 12, el casquillo intermedio 18, el casquillo interior 14 y las laminillas 16 presentan un espesor de pared uniforme de, por ejemplo, 0,4 mm y están hechos de un material metálico de alta resistencia térmica, por ejemplo, Inconel 2.4856. Las piezas mencionadas presentan en la dirección del eje de rotación y una longitud L igual que corresponde a la longitud de la rueda celular 10 y se extienden entre dos superficies frontales 11 perpendiculares al eje de rotación y de la rueda celular 10. En la zona de las dos superficies frontales 11, en el casquillo exterior 12 se disponen casquillos de obturación exteriores circunferenciales 24 con una superficie de obturación 32 alineada con la superficie frontal 11 de la rueda celular 10 de un perfil de obturación 30 de una empaquetadura laberíntica. Las superficies contrarias a las superficies de obturación 32 requeridas para la empaquetadura laberíntica forman las superficies de control de las carcassas de gas de escape y de aire que en un sobrealimentador por ondas de presión se oponen a las superficies frontales 11 de la rueda celular 10.

La rueda celular 10 representada en las Fig. 1 y 4 está conectada de acuerdo con las Fig. 2 y 3 por medio de un casquillo de brida 15 a un árbol de accionamiento 13. El casquillo de brida 15 está orientado de manera concéntrica al árbol de accionamiento 13 y soldado con el mismo. El eje de giro del árbol de accionamiento 13 corresponde al eje de rotación y de la rueda celular 10 montada sobre el casquillo de brida 15.

Como se muestran las Fig. 4 y 5, en el casquillo exterior 12 entre los sitios de unión 17 de laminillas adyacentes 16 con el casquillo exterior 12 se disponen incisiones 26. Estas incisiones 26 se extienden de forma paralela a las laminillas 16 y se extienden a partir de cada superficie frontal 11 de la rueda celular 10 a lo largo de una longitud e de, por ejemplo, 15 mm. Las incisiones 26 terminan en una escotadura de forma circular 28 con un diámetro f de, por ejemplo, 2 mm. Adicionalmente, también el por lo menos un casquillo intermedio 16 podría estar provisto con incisiones correspondientes.

La disposición de los casquillos de obturación exteriores 24 se puede ver en las Fig. 4 y 6. El casquillo de obturación exterior 24 presenta una longitud g de, por ejemplo, 20 mm. En la superficie frontal 11 de la rueda celular 10, el casquillo de obturación exterior 24 trasciende en una brida anular sobresaliente hacia afuera de manera perpendicular al eje de rotación, que forma el perfil de obturación 30 con la superficie de obturación 32 alineada con la superficie frontal 11 de la rueda celular 10 con una anchura h de, por ejemplo, 1,5 mm. El casquillo de obturación exterior 24 se asienta sustancialmente en arrastre de forma sobre el casquillo exterior 12 y sobresale con un borde marginal libre 25 de las escotaduras circulares 28 en los extremos de las incisiones 26 por una medida m de, por ejemplo, 5 mm y está unido por medio de dos costuras de soldadura circunferenciales 34, 36 al casquillo exterior 12.

Como se muestran las Fig. 4 y 5, también en el casquillo interior 14 entre los sitios de unión 17 de laminillas adyacentes 16 con el casquillo interior 14 se disponen incisiones 26. Estas incisiones 26 se extienden de manera paralela a las laminillas 16 y se extienden a partir de cada superficie frontal 11 de la rueda celular 10 a lo largo de una longitud e de, por ejemplo, 15 mm. Las incisiones 26 terminan en una escotadura circular 28 con un diámetro f de, por ejemplo, 2 mm.

Asimismo, en esta forma de realización también se pueden disponer incisiones opcionales 26 en el por lo menos un casquillo intermedio.

Las laminillas 16 normalmente son tiras de forma rectangular con un espesor constante. Debido a que en las mayores tensiones mecánicas y, por lo tanto, una mayor tendencia la formación de agrietamientos se presenta en la proximidad de la zona de unión, las laminillas pueden presentar un engrosamiento de material 19 en la zona de sus bordes marginales (Fig. 7 y 8). La superficie delimitada por los dos bordes longitudinales paralelos de las laminillas 16 puede ser plana o, visto en la dirección del eje longitudinal de las laminillas 16, puede estar abombada hacia uno o ambos lados o provista con una acanaladura para aumentar su estabilidad de forma.

Para la fabricación de la rueda celular 10, el casquillo interior 14, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior y la longitud del casquillo de brida 15, con las laminillas 16 previamente unidas en un borde longitudinal de manera precisa al casquillo interior 14 y que se extienden con el borde longitudinal libre radialmente hacia afuera, se provee desde ambas superficies frontales 11 con las incisiones 26 y en los extremos de las mismas con las escotaduras circulares 28. Después de esto, el casquillo interior 14 mecanizado de esta manera se monta con las laminillas 16 radialmente extendidas hacia afuera en la dirección axial y coaxialmente sobre el casquillo de

brida 15 y se une por soldadura al mismo mediante un rayo láser controlado por NC entre las laminillas 16 en la zona entre las escotaduras mutuamente opuestas 28. La costura de soldadura puede ser continua de escotadura a escotadura o también puede extenderse solamente a lo largo de una longitud de respectivamente 3 mm a 5 mm después de cada escotadura 28. Para lograr una estanqueidad óptima, también se puede aplicar una costura de soldadura que se extiende de manera transversal a las laminillas adyacentes 16 a una corta distancia de, por ejemplo, 2 mm a 3 mm desde cada escotadura 28. Para esto, la costura de soldadura transversal puede complementarse en sus extremos mediante costuras de soldadura longitudinales de, por ejemplo, 3 mm a 5 mm que se extienden paralelamente a las laminillas 16 para formar una costura de soldadura en forma de U.

En una etapa siguiente, el casquillo intermedio 18, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior y la longitud del casquillo interior 14, formados por los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo interior 14, se aplican con las laminillas 16 previamente unidas de manera precisa al casquillo intermedio 18 en un borde longitudinal y que se extienden con el borde longitudinal libre radialmente hacia afuera, de manera exactamente posicionada en la dirección axial y coaxialmente sobre los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo interior 14. A continuación, el casquillo intermedio 18 se suelda por medio de un rayo láser a través de una costura ciega con los bordes de extremos libres de las laminillas 16 subyacentes el casquillo interior 14 formando las celdas interiores 22.

En una etapa siguiente, el casquillo exterior 12, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior y la longitud del casquillo intermedio 18 formado por los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo intermedio 18, se monta en la dirección axial y coaxialmente sobre los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo interior 14. A continuación, el casquillo exterior 12 se suelda mediante una costura ciega con los extremos libres de las laminillas 16 subyacentes del casquillo intermedio 18 formando las celdas exteriores 20.

Ahora el casquillo exterior 12 se provee desde las dos superficies frontales 11 con las incisiones 26 y en el extremo de las mismas con las escotaduras circulares 28.

Después de esto, los casquillos de obturación exteriores 24 se montan sobre el casquillo exterior 12 y se unen al mismo. Para esto, el casquillo de obturación exterior 24, cuyo diámetro interior está adaptado al diámetro exterior del casquillo exterior 12, se monta en la dirección axial y coaxialmente sobre el casquillo exterior 12 y el borde libre que sobresale de las escotaduras circulares 28 en los extremos de las incisiones 26 del casquillo de obturación exterior 24 se une mediante dos costuras de soldadura circunferenciales 34, 36 al casquillo exterior 12.

Los sitios de unión anteriormente descritos preferentemente están realizados como costuras de soldadura producidas por medio de un rayo láser o un haz de electrones, en particular con un rayo láser. Sin embargo, los sitios de unión también pueden estar soldados. El corte de las incisiones 26 y de las escotaduras 28 también se efectúa preferentemente por medio de un rayo láser o un haz de electrones, en particular con un rayo láser.

Una rueda celular 10 mostrada en las Fig. 9 y 15 de un sobrealimentador por ondas de presión no representado en los dibujos está formado por un casquillo exterior 12 ubicado de manera concéntrica con respecto a un eje de rotación y de la rueda celular 10, un casquillo interior 14 ubicado de manera concéntrica con respecto al casquillo exterior 12 y un casquillo intermedio 18 ubicado entre el casquillo exterior 12 y el casquillo interior 14 de manera concéntrica con respecto a los mismos. El espacio anular exterior entre el casquillo intermedio 18 y el casquillo exterior 12 y el espacio anular interior entre el casquillo intermedio 18 y el casquillo interior 14 están subdivididos por laminillas 16 en forma de tiras dispuestas de manera radial con respecto al eje de rotación y formando una pluralidad de celdas exteriores 20 y una pluralidad de celdas interiores 22. La rueda celular 10 representada como ejemplo, con un diámetro D y una longitud L de, por ejemplo, 100 mm, presenta 54 celdas exteriores 20 y 36 celdas interiores 22. El casquillo exterior 12, el casquillo intermedio 18, el casquillo interior 14 y las laminillas 16 presentan un espesor de pared uniforme de, por ejemplo, 0,4 mm y están hechos de un material metálico de alta resistencia térmica, por ejemplo, Inconel 2.4856. Las piezas mencionadas presentan en la dirección del eje de rotación y una longitud igual L que corresponde a la longitud de la rueda celular 10 y se extienden entre dos superficies frontales 11 perpendiculares al eje de rotación y de la rueda celular 10. En la zona de las dos superficies frontales 11 se disponen sobre el casquillo exterior 12 casquillos de obturación exteriores circunferenciales 24 con una superficie de obturación 32 alineados con la superficie frontal 11 de la rueda celular 10, de un perfil de obturación 30 de una empaquetadura laberíntica. Las superficies contrarias a las superficies de obturación 32 requeridas para la empaquetadura laberíntica forman las superficies de control de las carcassas de gas de escape y de aire opuestas a las superficies frontales 11 de la rueda celular 10 en un sobrealimentador por ondas de presión.

En la rueda celular 10 representada en la Fig. 9 y 15, el casquillo interior 14 de acuerdo con la Fig. 10 está conectado directamente a un árbol de accionamiento 13. El árbol de accionamiento 13 está realizado como árbol hueco, con dos nervios anulares 38, 40 dispuestos de manera distanciada entre sí, que se extienden radialmente desde una parte de extremo de forma tubular 46. Las superficies de extremo 42, 44 de los nervios anulares 38, 40 están en contacto con el casquillo interior 14 conectado de manera concéntrica con respecto al árbol de accionamiento 13, en donde solamente el nervio anular 38 más alejado del lado de accionamiento del casquillo

interior 14 se encuentra unido, por ejemplo, mediante una costura de soldadura láser circunferencial. El eje de giro del árbol de accionamiento 13 corresponde al eje de rotación y del casquillo interior 14 o, respectivamente, al de la rueda celular 10 montada sobre el árbol de accionamiento 13.

A la parte de extremo tubular 46 del árbol de accionamiento 13 se conecta una parte intermedia cónica 48, que trasciende en una parte de árbol 50 sustancialmente tubular con un alojamiento 52 para una pieza de acoplamiento 54 para ser conectada a un accionamiento motriz. La pieza de acoplamiento 54 presenta un eje de acoplamiento 52 con nervaduras longitudinales 58, que al insertar la pieza de acoplamiento 54 en el alojamiento 52 de la parte de árbol tubular 50 encajan en ranuras longitudinales 60 correspondientes en el alojamiento 52 (Fig. 11).

Como se puede ver en la Fig. 10, en la parte de extremo tubular 46 del eje de accionamiento 13, entre los dos nervios anulares 38, 40 se proveen primeras aberturas 62 distribuidas simétricamente a lo largo de la circunferencia. En la parte intermedia cónica 48 también se proveen segundas aberturas 64 dispuestas de manera simétrica a lo largo de la superficie circunferencial cónica. Las aberturas 62, 64 sirven para la reducción del peso y además permiten una circulación del aire con un correspondiente efecto refrigerante.

Las Fig. 15 y 16 muestran otra forma de realización adicional de la rueda celular 10. La rueda celular 10 puede montarse, por ejemplo, sobre el árbol de accionamiento 13 de acuerdo con la Fig. 2 o de acuerdo con la Fig. 10. Como se muestra en las Fig. 15, 16 y 17, en el casquillo intermedio 18 se disponen incisiones 26 entre los sitios de unión 17 de las laminillas adyacentes 16 con el casquillo intermedio 18. En estas figuras se trata de la forma de realización en la que las incisiones 26 se disponen exclusivamente en el casquillo intermedio 18 y el casquillo exterior 12 y el casquillo interior 14 no presentan incisiones. Sin embargo, la siguiente descripción también se puede aplicar a la forma de realización arriba descrita con las incisiones en el casquillo exterior 12 y/o en el casquillo intermedio 18 y/o en el casquillo interior 14.

Estas incisiones 26 en el casquillo intermedio 18 se extienden paralelamente a las laminillas 16 y se extienden partiendo de cada superficie frontal 11 de la rueda celular 10 o del casquillo intermedio 18, respectivamente, a lo largo de una longitud de, por ejemplo, 15 mm. Las incisiones 26 terminan en una escotadura circular 28 con un diámetro D, por ejemplo, 2 mm.

La función de las incisiones 26 se explica más detalladamente a continuación con referencia a las Fig. 18 y 19 y también a las Fig. 15 y 16. Las Fig. 18 y 19 muestran esquemáticamente una sección vista en la dirección del eje de rotación y. La Fig. 19 representa el estado de las figuras 15 y 16, en el que las laminillas 16 y también partes del casquillo intermedio 18 se han deformado debido a los cambios de temperatura descritos más abajo.

Bajo las condiciones de funcionamiento existentes en un sobrealimentador por ondas de presión, tanto en el lado del gas caliente como también en el lado del gas frío se producen cambios de temperatura en rápida secuencia, que en el interior de la rueda celular 10 en una zona que parte de las superficies frontales 11 y llega hasta una profundidad de aproximadamente 20 mm alcanzan de 200 a 300 °C y que en esta zona producen periódicamente dilataciones y contracciones térmicas fuertemente variables de las laminillas 16 en la dirección radial. Estas dilataciones y contracciones representan una enorme carga para el material y en los ensayos se ha demostrado que en la zona de las laminillas 16 se producen agrietamientos. Las grietas se extienden o bien a lo largo de los sitios de unión 17 o también dentro de la laminilla 16 misma, por lo que se puede producir una fractura en la laminilla 16.

La Fig. 18 muestra un estado de funcionamiento, en el que la rueda celular 10 se encuentra a una temperatura de servicio sustancialmente constante en toda su longitud en la dirección axial. Bajo estas condiciones, por lo tanto, a lo largo de toda la longitud de la rueda celular 10 no se produce ninguna diferencia en la dilatación térmica de las laminillas 16 en la dirección radial.

Las Fig. 15, 16 y 19 muestran un estado de funcionamiento, en el que las laminillas 16 en una zona marginal de la rueda celular 10 que se extiende desde una superficie frontal 11 de la rueda celular 10 hasta una profundidad de aproximadamente 15 a 20 mm presentan una temperatura mayor por 200 a 300 °C que en una zona interior de la rueda celular 10. Bajo estas condiciones, la temperatura más elevada de las laminillas 16 en la zona marginal resulta en una mayor dilatación térmica en comparación con las laminillas en el interior de la rueda celular 10. Mediante las incisiones 26 dispuestas entre los sitios de unión 17 de las laminillas adyacentes 16 con el casquillo intermedio 18, el casquillo intermedio 18 se encuentra dividido en la zona marginal de la rueda celular 10 en bandas marginales 18 a, 18 b, de tal manera que las bandas marginales adyacentes 18 a, 18 b se pueden desplazar unas contra otras en la dirección radial. Debido a esto, cada laminilla 16 a, 16 b puede dilatarse junto con la banda marginal 18 a, 18 b conectada con la misma en dirección radial desde su posición original en el casquillo intermedio 18, sin que debido a los cambios de carga en rápida secuencia causados por la temperatura se produzcan tensiones de tracción en las laminillas 16 mismas y en la zona de sus sitios de unión 17 con los casquillos exterior e interior 12, 14, resultando en daños de material. El estado de funcionamiento mostrado en las Fig. 15, 16 y 19 resulta de los rápidos aumentos de temperatura periódicos en el lado del gas caliente de la rueda celular 10. Debido a la disposición de las incisiones 26, por lo tanto, se permite una deformación de las laminillas 16 en la dirección radial, lo que previene gran medida las tensiones en la zona de las laminillas 16.

Con referencia a la Fig. 16, a continuación se explica nuevamente la compensación de la dilatación condicionada por la temperatura de las laminillas 16. La laminilla 16a se encuentra asignada al casquillo intermedio 18 en una banda marginal 18a formada por dos incisiones 26 provistas a izquierda y derecha de la laminilla 16a. En otras palabras, también se puede decir que por las incisiones 26 se forma una banda marginal 18 a que se extiende desde el cuerpo de base del casquillo intermedio 18. La laminilla 16 a está conectada firmemente a una banda marginal 18 a a través del sitio de unión 17. Con un aumento de la temperatura, la laminilla 16 a se deforma en dirección radial en la zona delantera sobre la banda marginal 18 a y esta deformación puede ser compensada por un movimiento de la banda marginal 18 a en la dirección del eje de rotación y. Es la laminilla 16 a misma no se produce ninguna tensión o solamente una tensión fuertemente reducida.

En lo referente a la laminilla 16 b se pueden repetir las explicaciones que se acaban de ofrecer, en lo que las deformaciones se producen alejándose del eje de rotación y. La laminilla 16 b está conectada a la banda marginal 18 b, por lo que con una deformación de la laminilla 16 b se deforma la banda marginal correspondiente 18 b. La banda marginal 18 b se provee por medio de dos incisiones 26 que se extienden a izquierda y derecha de la laminilla 16 b en el casquillo intermedio 18.

En el lado del gas frío, debido a los rápidos cambios de temperatura se produce un estado de funcionamiento en el que las laminillas 16 en la zona marginal de la rueda celular 10 se encuentran a una temperatura que es alrededor de 200 a 300 °C menor en comparación con las laminillas en el interior de la rueda celular 10. Bajo estas condiciones, la menor temperatura de las laminillas 16 en la zona marginal de la rueda celular 10 resulta en una contracción más fuerte en la dirección radial en comparación con las laminillas en el interior de la rueda celular 10. Cada laminilla 16 a, 16 b se puede contraer así junto con la banda marginal 18 a, 18 b unida a la misma desde su posición original en el casquillo intermedio 18 en la dirección radial, sin que debido a los cambios de carga que se producen en rápida secuencia a causa de la temperatura pueden formarse y descargarse tensiones de presión en rápida secuencia en las laminillas 16 en la zona de sus sitios de unión 17 con los casquillos exteriores e interiores 12, 14 y causar daños en el material.

La disposición de los casquillos de obturación exteriores 24 se puede ver en las Fig. 12, 14 y 15. Los casquillos de obturación exteriores cilíndricos 24 presentan una anchura de, por ejemplo, 20 mm. En ambas superficies frontales 11 de la rueda celular 10, los casquillos de obturación exteriores 24 representados en las Fig. 20 a 22 presentan un perfil de obturación 30 que se extiende radialmente hacia afuera con una superficie de obturación 32 alineada con la superficie frontal 11 de la rueda celular 10, con una anchura d3 de, por ejemplo, 1,5 mm para una empaquetadura laberíntica. El casquillo de obturación exterior 24 se encuentra montado en una zona alejada de la superficie frontal 11 de la rueda celular 10 sustancialmente en arrastre de forma sobre el casquillo exterior 12 y en esta zona se encuentra unido al casquillo exterior 12 a través de una costura de soldadura circunferencial 34. Desde la superficie frontal 11 de la rueda celular 10 hasta la zona de unión con el casquillo exterior 12, el casquillo de obturación exterior 24 con un espesor de pared d1 de, por ejemplo, 0,25 mm presenta una zona de espesor reducido 23 con un espesor d2 de, por ejemplo, 0,13 mm y, por lo tanto, una distancia radial hacia el casquillo exterior 12, de tal manera que desde las superficies frontales 11 de la rueda celular 10 hasta la zona de unión del casquillo de obturación exterior 24 con el casquillo exterior 12 entre el casquillo de obturación 24 y el casquillo exterior 12 se forma una ranura anular 66 abierta en las superficies frontales 11 de la rueda celular 10. Para estabilizar la posición mutua del casquillo de obturación 24 y el casquillo exterior 12, el casquillo de obturación 24 debajo del perfil de obturación 30 presenta talones que se extienden radialmente hacia adentro como distanciadores 68 con una altura d4 de, por ejemplo, 0,13 mm. Por ejemplo, se proveen seis distanciadores 68 distribuidos de manera uniforme a lo largo de la circunferencia del perfil de obturación 30 el casquillo de obturación 24.

Como se muestra en las Fig. 10, 12, 13, 14 y 17, en el casquillo interior 14 se encuentran insertados un primer casquillo de obturación interior 70, representado en las Fig. 23 a 25, y un segundo casquillo de obturación interior 72, representado en las Fig. 26 a 28. El primer casquillo de obturación interior 70 está dispuesta en el lado del gas caliente, mientras que el segundo casquillo de obturación interior 72 se encuentra dispuesto en el lado del gas frío de la rueda celular 10.

En las superficies frontales 11 de la rueda celular 10, los casquillos de obturación interiores 70, 72 presentan un perfil de obturación 74 que se extiende radialmente hacia adentro en forma de una nervadura anular con una superficie de obturación 75 alineada con la superficie frontal 11 de la rueda celular con un espesor de, por ejemplo, 1,5 mm. En una zona que se extiende desde las superficies frontales 11 de la rueda celular 10 hacia dentro del casquillo interior 14 de, por ejemplo, respectivamente 20 mm, los casquillos de obturación interiores 70, 72 presentan una zona de espesor reducido 73 y, por lo tanto, una distancia radial hacia el casquillo interior 14, de tal manera que desde las superficies frontales 11 de la rueda celular 10 entre el casquillo de obturación interior 70, 72 y el casquillo interior 14 se forma una ranura anular 66 abierta en las superficies frontales 11 de la rueda celular 10. Conectados a la ranura anular 66, los casquillos de obturación interiores 70, 72 del casquillo interior 14 se contactan sustancialmente en arrastre de forma, se extienden hasta la nervadura anular respectivamente más cercana 38, 40 en la parte de extremo tubular 46 del árbol de accionamiento 13 y están unidos a la correspondiente ranura anular 38, 40 por medio de una costura de soldadura circunferencial. Las nervaduras alunares 38, 40 en la parte de extremo tubular 46 del árbol de accionamiento 13 están unidas al casquillo interior 14 por medio de una costura de soldadura circunferencial. El perfil de obturación 74 se encuentra soldado en la superficie frontal 11 más alejada del

lado de accionamiento de la rueda celular 10, es decir, en el lado del gas caliente, con una tapa exterior 78 que cierra el casquillo interior 14. Asimismo, la ranura anular 38 más alejada del lado de accionamiento está soldada en la parte de extremo tubular 46 del árbol de accionamiento 13 con una tapa interior 80 que cierra el casquillo interior 14 en el interior de la rueda celular 10. Para estabilizar la posición recíproca del casquillo de obturación interior 70, 72 y el casquillo interior 14, los casquillos de obturación interiores 70, 72 en el lado exterior presentan talones como elementos distanciadores 68 que se extienden radialmente hacia afuera sobre el perfil de obturación 74 hacia el casquillo interior 14. Por ejemplo, se proveen seis distanciadores 68 distribuidos uniformemente a lo largo de la circunferencia del casquillo de obturación interior 70, 72. Los valores anteriormente indicados de las medidas d1, d2, d3 y d4 para los casquillos de obturación exteriores 24 representados en las Fig. 20 a 22 rigen también para los casquillos de obturación interiores 70, 72 representados en las Fig. 23 a 28.

En particular en las Fig. 12, 14 y 17, así como en las Fig. 20 a 28, se puede ver que he para producir la ranura anular 66 abierta en la superficie frontal 11 de la rueda celular 10 entre los casquillos de obturación 24, 70, 72 y el casquillo exterior o interior 12, respectivamente, el diámetro interior de los casquillos de obturación 24, 70, 72 se aumenta mientras que el diámetro exterior permanece igual. Esto se puede lograr mediante un adelgazamiento del material a través de una conformación masiva, en lo que el material desplazado de la zona de la ranura anular sirve para formar el perfil de obturación 30, 74. Para aumentar el tamaño de la anchura de la ranura anular entre los casquillos de obturación exteriores 24 y el casquillo exterior 12, como se puede ver en las Fig. 12 y 14, se disminuye adicionalmente el diámetro exterior del casquillo exterior 12 en la zona de la ranura anular mientras que el diámetro interior permanece igual. A este respecto, el espesor de pared a1 del casquillo exterior 12 es de, por ejemplo, 0,25 mm y el espesor a2 de la zona de espesor reducido 23 es, por ejemplo, de 0,13 mm. En la misma manera, también puede aumentarse la anchura de la ranura anular entre los casquillos de obturación interiores 70, 72 y el casquillo interior 14 mediante la reducción del diámetro interior del casquillo interior 14 mientras se mantiene igual al diámetro exterior, en lo que los valores anteriormente indicados de a1 y a2 para el casquillo exterior 12 también rigen para el casquillo interior 14.

Para la fabricación de la rueda celular 10, el casquillo interior 14 se provee con las laminillas 16 unidas en posición exacta a un borde longitudinal mientras que el otro borde longitudinal libre se extiende radialmente hacia afuera. Después de esto, el casquillo intermedio 18, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior formado por los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo interior 14, así como a la longitud del casquillo interior 14, se montan con las laminillas 16 previamente unidas en posición exacta a un borde longitudinal con el casquillo intermedio 18 y que con el otro borde longitudinal libre se extienden radialmente hacia afuera, en la dirección axial y de manera coaxial y en posición exacta sobre los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo interior 14. El casquillo intermedio 18 se sueldan entonces por medio de una costura ciega con los bordes de extremos libres de las laminillas 16 subyacentes del casquillo interior 14 con formación de las celdas interiores 22. A continuación, el casquillo intermedio 18 se provee desde ambas superficies frontales 11 con las incisiones 26 y en los extremos de las mismas con las escotaduras circulares 28.

En una siguiente etapa, el casquillo exterior 12, cuyo diámetro interior y longitud están adaptados al diámetro exterior formado por los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo intermedio 18, así como a la longitud del casquillo intermedio 18, se montan en la dirección axial y de manera coaxial sobre los bordes longitudinales libres de las laminillas 16 que se extienden radialmente hacia afuera desde el casquillo intermedio 14. Después, el casquillo exterior 12 se suelda por medio de una costura ciega a través de un rayo láser con los bordes de extremos libres de las laminillas 16 subyacentes del casquillo intermedio 18 con formación de las celdas exteriores 20.

En una etapa adicional, los casquillos de obturación exteriores 24, cuyo diámetro interior está adaptado al diámetro exterior del casquillo exterior 12, se montan en la dirección axial y de manera coaxial sobre el casquillo exterior 12 y se unen al mismo. De la misma manera, los casquillos de obturación interiores 70, 72, cuyo diámetro exterior está adaptado al diámetro interior del casquillo interior 14, se montan en la dirección axial y de manera coaxial sobre el casquillo interior 14 y se unen al mismo y también con las nervaduras anulares 38, 40 en la parte de extremo tubular 46 del árbol de accionamiento 13. A continuación se colocan la tapa interior y la tapa exterior 80, 78 y se unen a la ranura anular 38 en la parte de extremo tubular 46 o con la ranura anular 74 en el casquillo de obturación 70 en el lado del gas caliente.

Los sitios de unión anteriormente descritos preferentemente se realizan mediante costuras de soldadura producidas con un rayo láser o un haz de electrones, en particular con un rayo láser. Sin embargo, los sitios de unión también se pueden producir por soldadura indirecta. El corte de las incisiones 26 y de las escotaduras 28 también se efectúa preferentemente por medio de un rayo láser o un haz de electrones, en particular un rayo láser, con lo que se obtiene una anchura de corte mínima de aproximadamente 15 µm.

Lista de caracteres de referencia:

10	Rueda celular	58	Nervaduras longitudinales
11	Superficies frontales	60	Ranuras longitudinales
12	Casquillo exterior	62	Primeras aberturas
13	Árbol de accionamiento	64	Segundas aberturas
14	Casquillo interior	66	Ranura anular
15	Casquillo de brida	68	Topes/distanciadores
16	Laminillas	70	Primer casquillo de obturación interior
17	Sitios de unión 16/12, 16/14	72	Segundo casquillo de obturación interior
18	Casquillo intermedio	73	Zona de espesor reducido
19	Engrosamiento en 16	74	Perfil de obturación
20	Celdas exteriores	75	Superficie de obturación de 74
22	Celdas interiores	76	Escotadura
23	Zona de espesor reducido	77	Borde marginal de 70, 72
24	Casquillo de obturación exterior	78	Tapa exterior
25	Borde marginal de 24	80	Tapa interior
26	Incisiones en 12, 14, 18	y	Eje de rotación
28	Escotadura	a1	Espesor de 12, 14, 18
30	Perfil de obturación	a2	Espesor de 23
32	Superficie de obturación en 30	d1	Espesor de 24, 70, 72
34, 36	Sitios de unión 24/12	d2	Espesor de 73
38, 40	Nervaduras anulares	d3	Espesor de 74
42, 44	Superficies de extremo	d4	Espesor de 68
46	Parte de extremo tubular	e	Espesor de 26
48	Parte intermedia cónica	f	Diámetro de 28
50	Parte de árbol tubular	g	Anchura de 24
52	Alojamiento	h	Anchura de 32
54	Pieza de acoplamiento	m	Exceso de medida de 24
56	Eje de acoplamiento		

REIVINDICACIONES

1. Rueda celular de metal, con un casquillo exterior (12) ubicado de manera coaxial a un eje de rotación (y), un casquillo interior (14) ubicado de manera coaxial al casquillo exterior (12), por lo menos un casquillo intermedio (18) ubicado entre el casquillo exterior (12) y el casquillo interior (14) de manera coaxial a los mismos, con laminillas (16) dispuestas entre casquillos consecutivos (12, 18; 18, 14), orientadas sustancialmente de manera radial al eje de rotación (y) y unidas a los casquillos adyacentes (12, 18; 18, 14), con casquillos de obturación exteriores (24) solapados con el casquillo exterior (12) y unidos al casquillo exterior (12) con un perfil de obturación (30) para una empaquetadura laberíntica, y con un árbol de accionamiento (13) ubicado en el eje de rotación (y), **caracterizada**
- por que** por lo menos el casquillo exterior (12), el casquillo interior (14) o el casquillo intermedio (18) o por lo menos uno de los casquillos intermedios (18), respectivamente, presentan incisiones (26) entre laminillas adyacentes (16) que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10), o
- por que** el casquillo exterior (12), el casquillo interior (14) y el casquillo intermedio (18) o por lo menos uno de los casquillos intermedios (18) presentan incisiones (26) entre laminillas adyacentes (16) que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10), o
- por que** exclusivamente el casquillo intermedio (18) o por lo menos uno de los casquillos intermedios (18) presentan incisiones (26) que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10).
2. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** las incisiones (26) terminan en escotaduras (28) y/o por que en cada caso dos incisiones adyacentes (26) forman una banda marginal (18 a, 18 b) perteneciente al respectivo casquillo (12, 14, 18), estando asignada a una única banda marginal en cada caso una sola laminilla (16) y presentando las escotaduras (28) preferentemente una extensión (f) de 1 a 2 mm.
3. Rueda celular de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada por que** el casquillo interior (14) está montado sobre un casquillo de brida (15) dispuesto de manera coaxial al mismo y unida al árbol de accionamiento (13) y el casquillo exterior (12) presenta incisiones (26) entre laminillas adyacentes (16) que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10), sobrepasando un borde marginal (25) de los casquillos de obturación exteriores (24) alejado de las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) las incisiones (26) en una cierta medida (m) y los casquillos de obturación exteriores (24) sólo están unidos a la zona del casquillo exterior (12) en la zona que sobrepasa las incisiones (26).
4. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizada por que** el perfil de obturación (30) de los casquillos de obturación exteriores (24) presenta una superficie de obturación (32) alineada con las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) y los casquillos de obturación (24) forman con el casquillo exterior (12) una ranura anular (66) abierta en las superficies frontales (11) de la rueda celular (10).
5. Rueda celular de acuerdo con las reivindicaciones 3 o 4, **caracterizada por que** el casquillo interior (14) presenta incisiones (26) que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10) entre laminillas adyacentes (16) y el casquillo interior (14) está unido al casquillo de brida (15) entre laminillas adyacentes (16) entre incisiones mutuamente opuestas (26).
6. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada por que** el casquillo interior (14) está unido al árbol de accionamiento (13) y el o los casquillos intermedio(s) (18) presenta/presentan incisiones (26), entre laminillas adyacentes (16), que parten de las dos superficies frontales (11) de la rueda celular (10).
7. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** el perfil de obturación (30) de los casquillos de obturación exteriores (24) presenta una superficie de obturación (32) alineada con las superficies frontales (11) de la rueda celular (10), y en el casquillo interior (14) están dispuestos casquillos de obturación interiores (70, 72) unidos al casquillo interior (14), con un perfil de obturación (74) con una superficie de obturación (75) alineada con las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) para una empaquetadura laberíntica.
8. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizada por que** los casquillos de obturación (24, 70, 72) sólo están unidos al casquillo exterior o el casquillo interior (12, 14) en la zona del extremo alejado de las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) y con los casquillos exteriores o interiores (12, 14) forman una ranura anular (66) abierta en las superficies frontales (11) de la rueda celular (10).
9. Rueda celular de acuerdo con las reivindicaciones 4 u 8, **caracterizada por que** el volumen de la ranura anular (66) se encuentra aumentado por un espesor de pared (d2) de los casquillos de obturación (24, 70, 72) reducido en la zona de la ranura anular (66); o porque el volumen de la ranura anular (66) se encuentra aumentado por un espesor de pared (a2) de los casquillos exterior o interior (12, 14) reducido en la zona de la ranura anular (66).
10. Rueda celular de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 o 9, **caracterizada por que** para la estabilización de la ranura anular (66), desde el lado orientado hacia los casquillos exterior o interior (12, 14) de los casquillos de obturación (24, 70, 72) en la zona de las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) se extienden elementos distanciadores (68) dispuestos de forma distribuida a lo largo de la circunferencia de los casquillos de obturación (24,

70, 72).

- 5 11. Rueda celular de acuerdo con una de las reivindicaciones 8 a 10, **caracterizada por que** para la estabilización de la ranura anular (66), desde el lado orientado hacia el casquillo de obturación (24, 70, 72) de los casquillos exterior o interior (12, 14) en la zona de las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) se extienden elementos distanciadores (68) dispuestos de forma distribuida a lo largo de la circunferencia de los casquillos exterior o interior (12, 14).
- 10 12. Rueda celular de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada por que** la longitud (e) de las incisiones (26) es de un 10 % a un 30 % de la longitud (L) de la rueda celular (10); y/o por que el casquillo exterior (12), el casquillo interior (14), el o los casquillos intermedios (18), las laminillas (16) y los casquillos de obturación (24, 70, 72) están hechos de chapa metálica con un espesor de menos de 0,5 mm.
- 15 13. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizada por que** el árbol de accionamiento (13) presenta dos nervaduras anulares (38, 40) dispuestas de manera coaxial al árbol de accionamiento (13) y distanciadas entre sí, con una superficie circunferencial (42, 44) como superficies de apoyo para el casquillo interior (14), y por lo menos una de las nervaduras anulares (38, 40) está unida al casquillo interior (14).
- 20 14. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizada por que** el extremo alejado de las superficies frontales (11) de la rueda celular (10) de los casquillos de obturación interiores (70, 72) está unido a una de las nervaduras anulares (38, 40) y/o por que un casquillo de obturación interior (70) en una superficie frontal (11) de la rueda celular (10) está unido a una tapa (78) y/o por que una nervadura anular (38) está unida a una tapa (78).
- 25 15. Rueda celular de acuerdo con una de las reivindicaciones 13 o 14, **caracterizada por que** el árbol de accionamiento (13) está realizado con una parte de extremo tubular (46), una parte intermedia cónica (48) y una parte de árbol tubular (50) con un alojamiento (52) para una pieza de acoplamiento (54) que se conecta a un accionamiento motriz.
- 30 16. Rueda celular de acuerdo con la reivindicación 18, **caracterizada por que** la parte de extremo tubular (46) y la parte intermedia cónica (48) presentan aberturas (62, 64) dispuestas de forma simétrica a lo largo de la circunferencia, y/o por que la pieza de acoplamiento (54) presenta un eje de acoplamiento (56) con nervaduras longitudinales (58) que al insertar la pieza de acoplamiento (54) en el alojamiento (52) de la parte de árbol tubular (50) encajan en ranuras longitudinales (60) en el alojamiento (52).
- 35 17. Uso de una rueda celular (10) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores en un sobrealimentador por ondas de presión para sobrealimentar motores de combustión interna, en particular motores Otto.

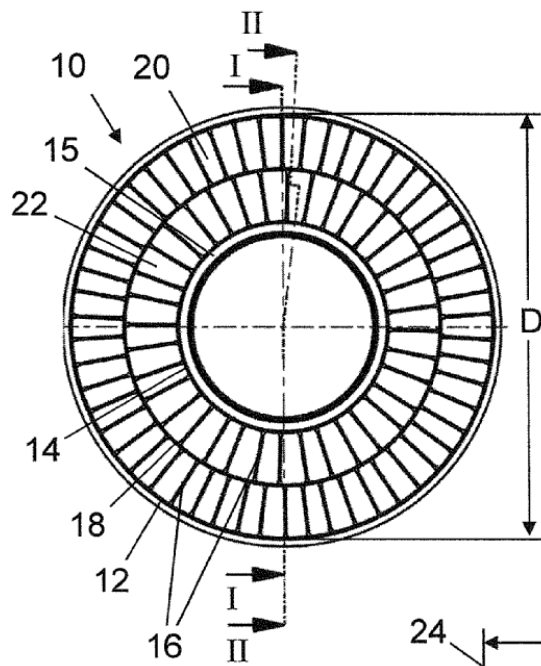


Fig. 1

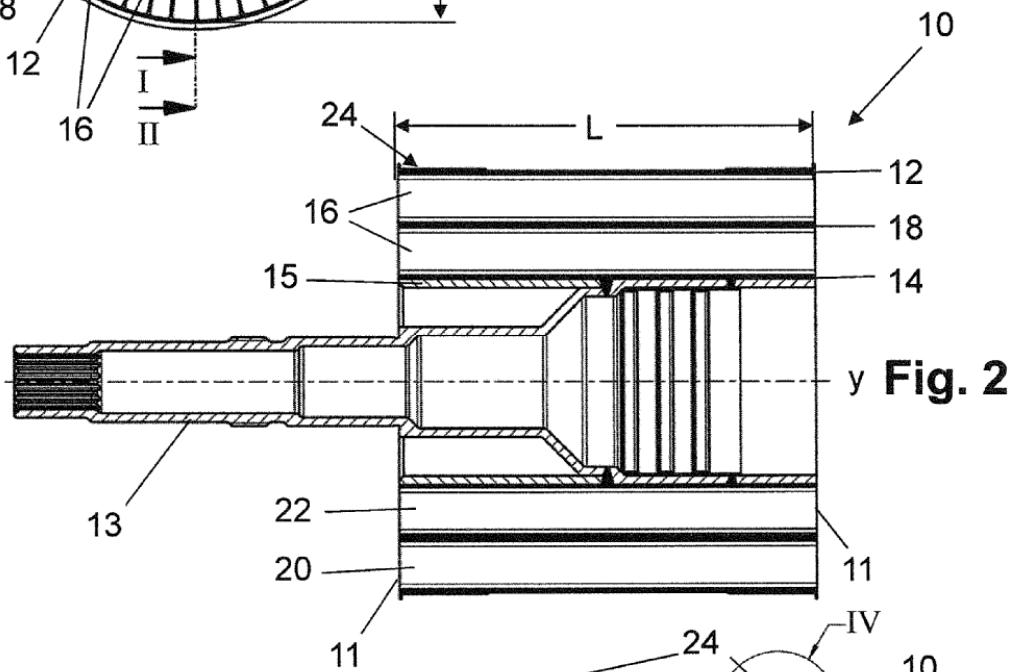


Fig. 2

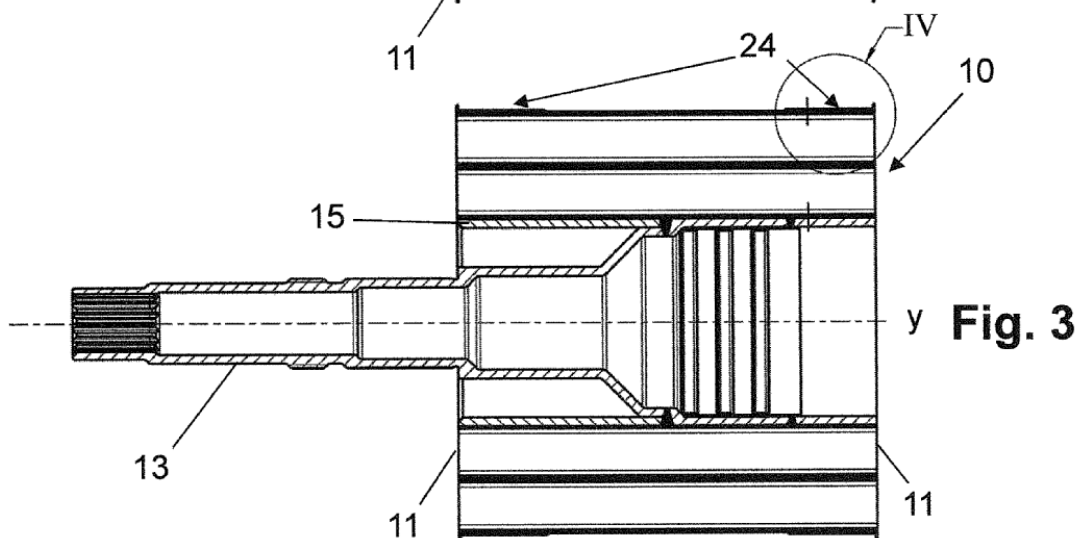


Fig. 3

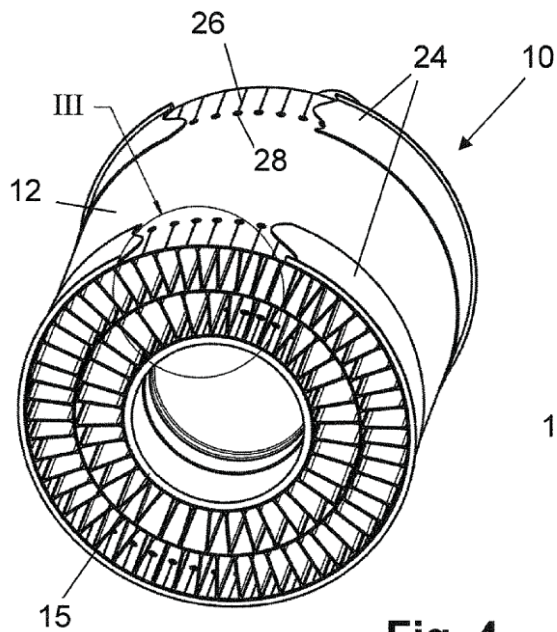


Fig. 4

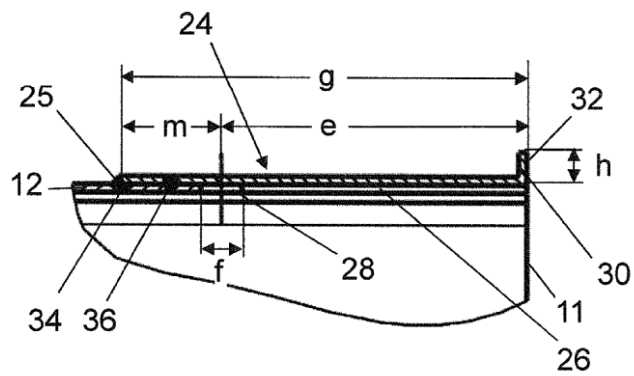


Fig. 6

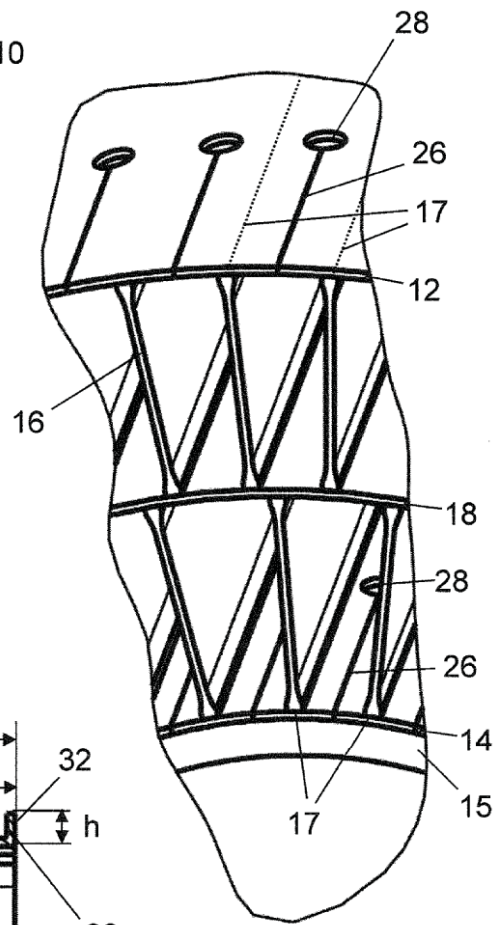


Fig. 5

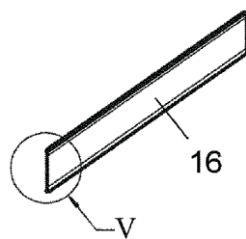


Fig. 7

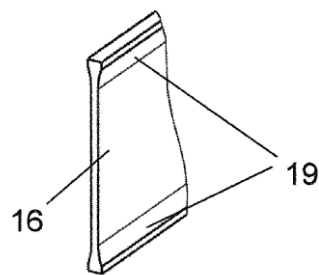


Fig. 8

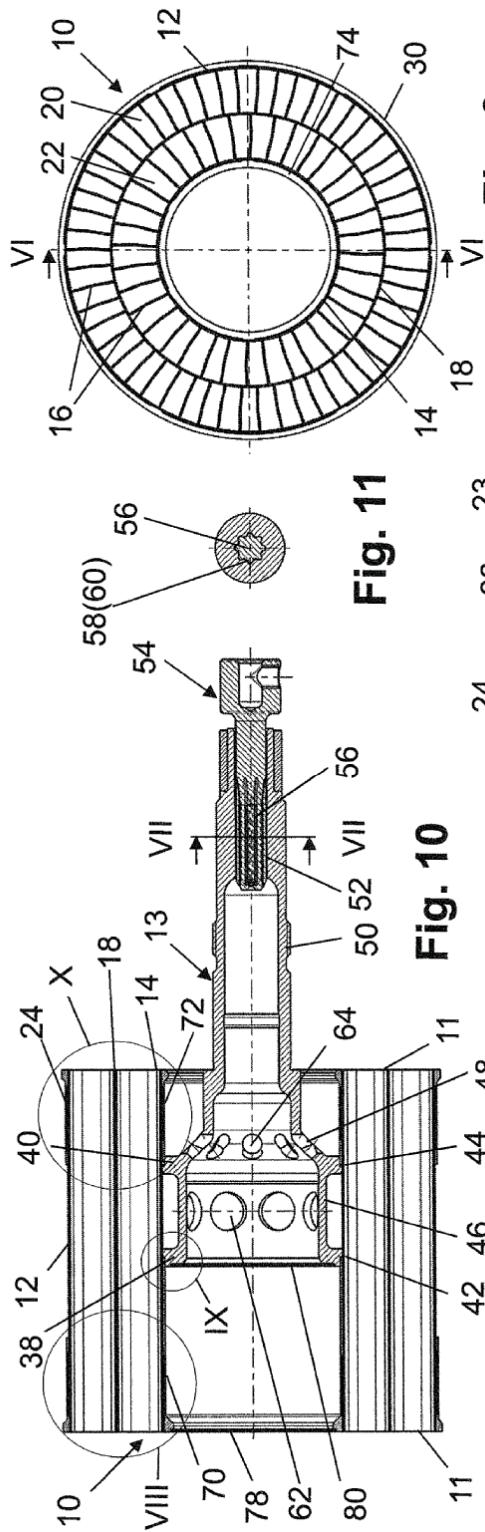


Fig. 9

Fig. 10

Fig. 11

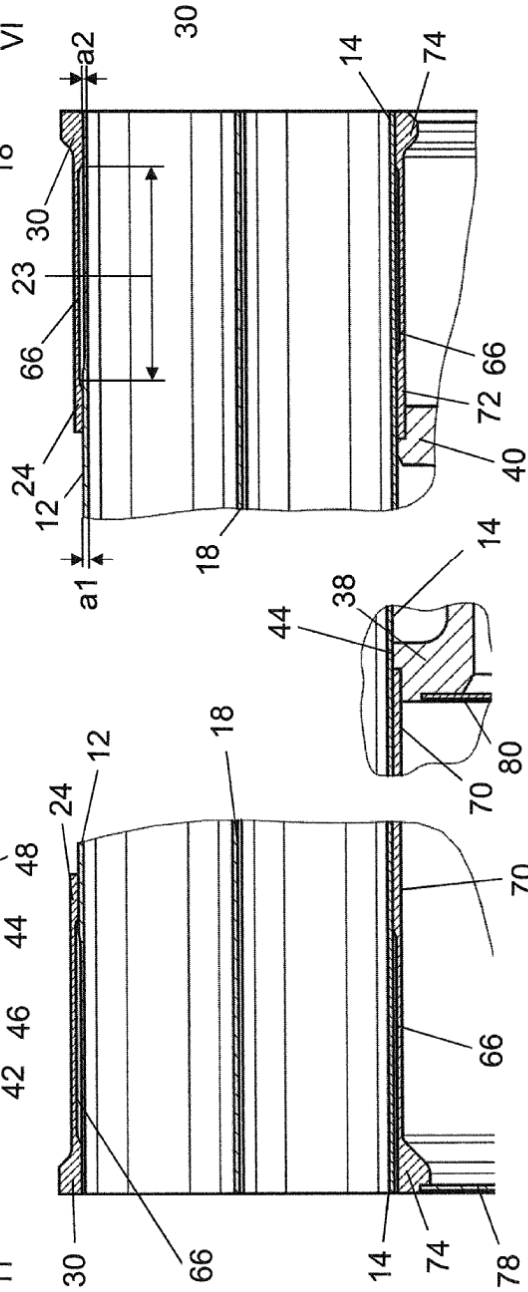


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

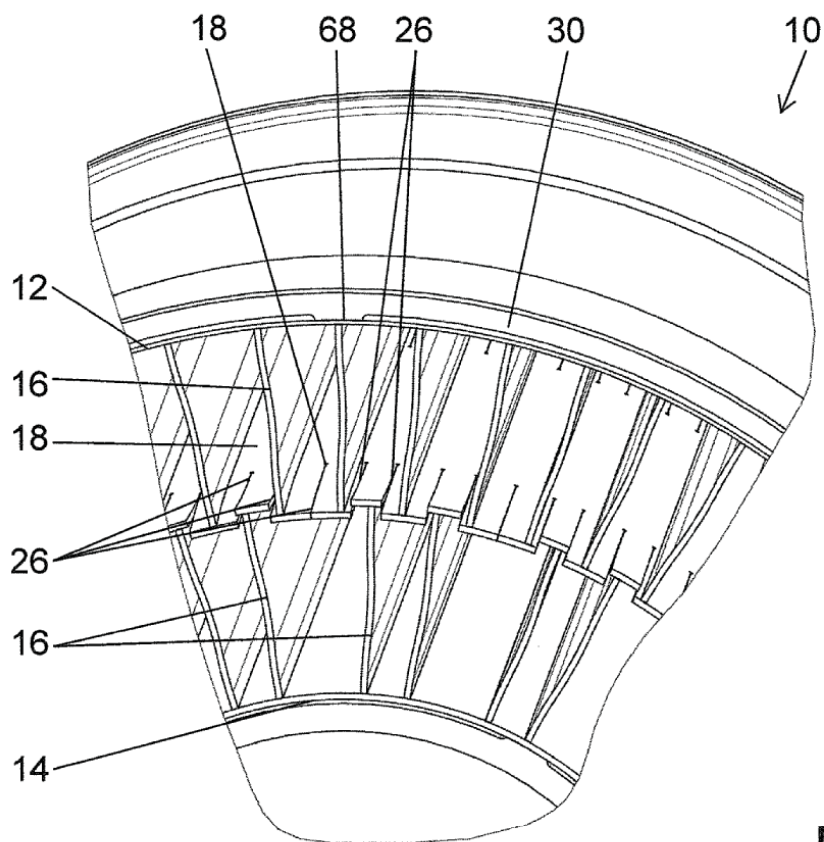


Fig. 15

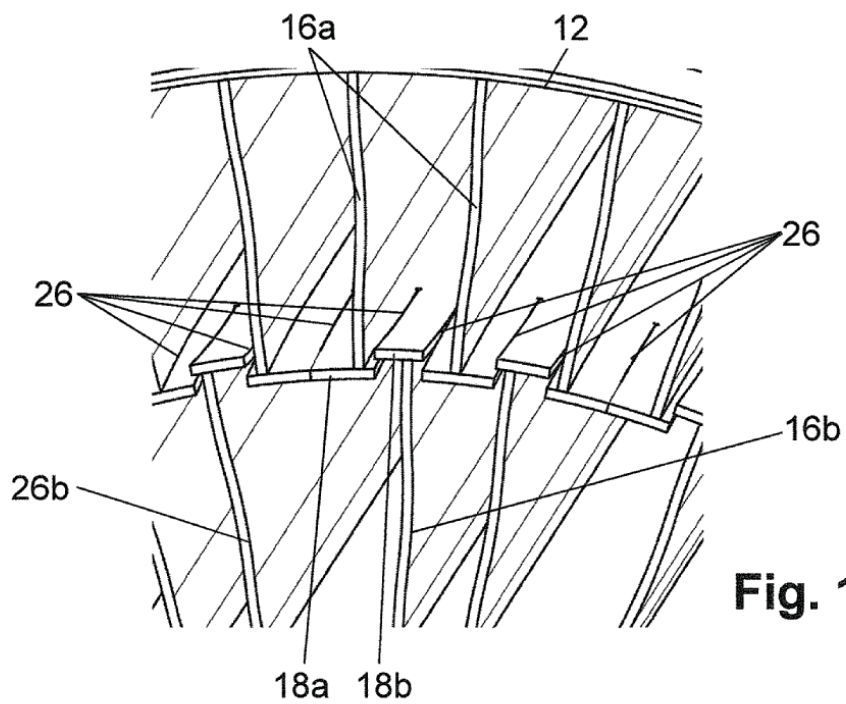


Fig. 16

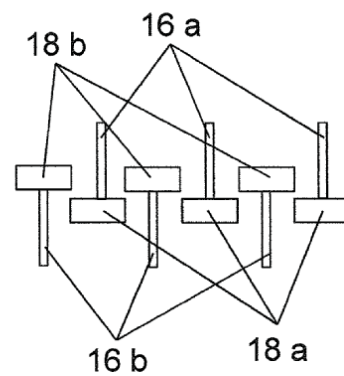
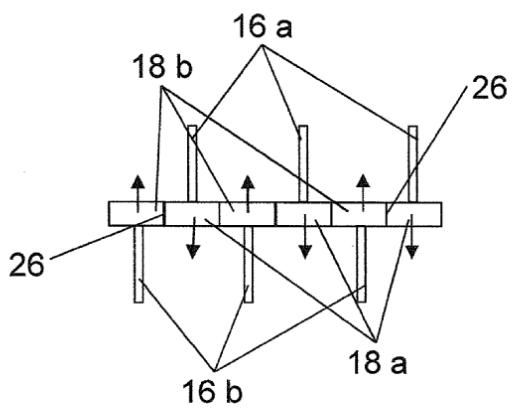
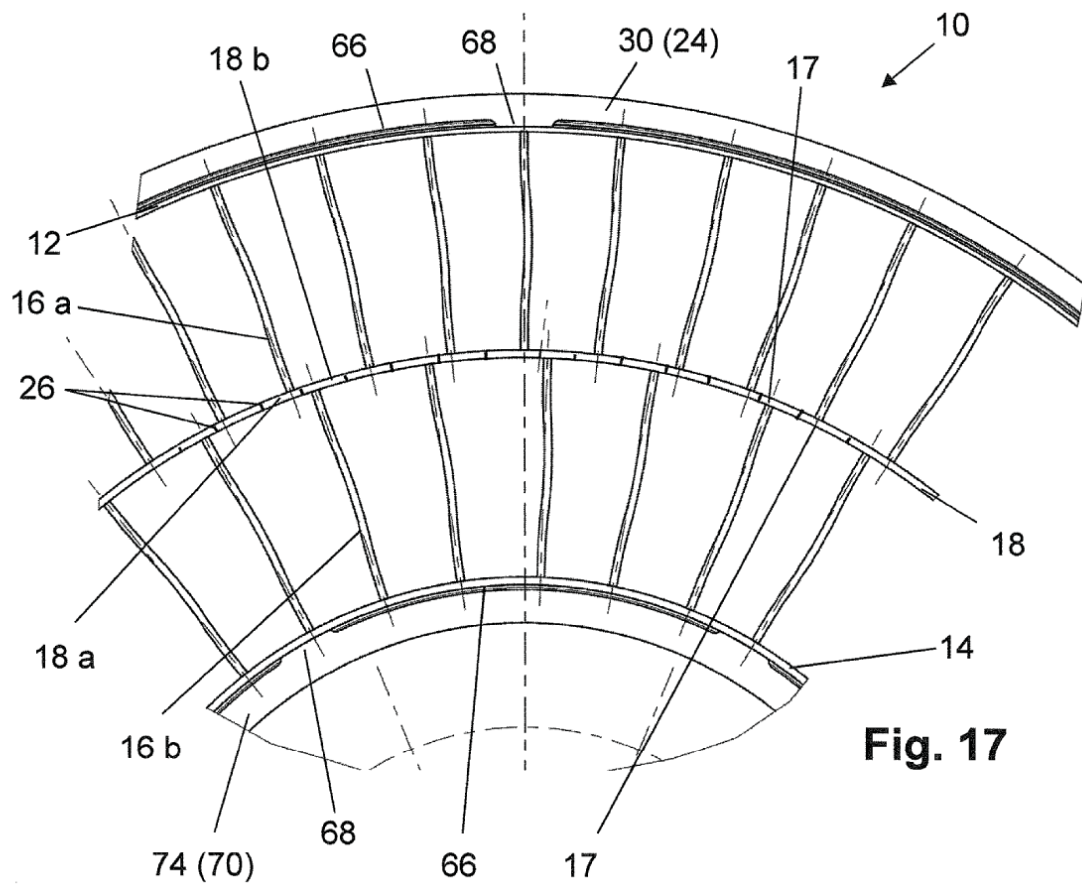


Fig. 20

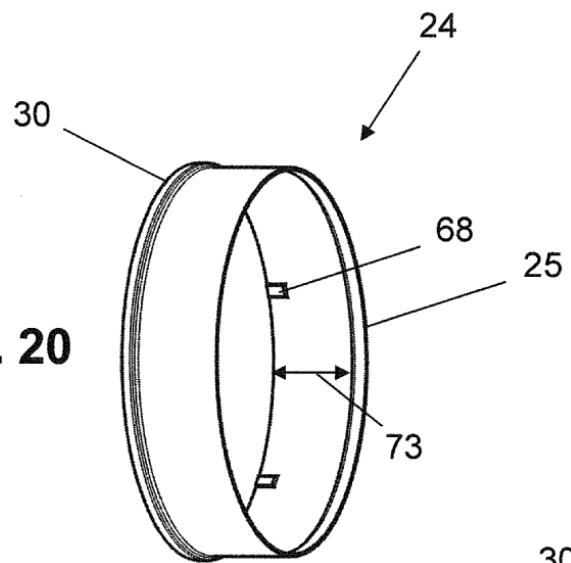


Fig. 22

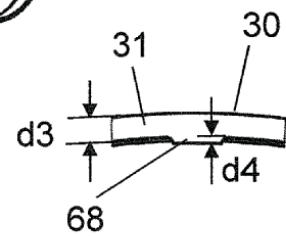


Fig. 21

