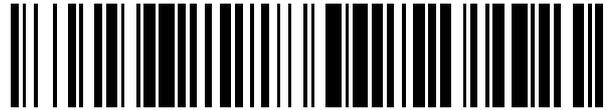


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 709 934**

51 Int. Cl.:

B60B 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.03.2016 PCT/EP2016/054529**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.11.2016 WO16173749**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.03.2016 E 16707478 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2018 EP 3250396**

54 Título: **Rueda maciza para un vehículo ferroviario y procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

30.04.2015 AT 503492015

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

22.04.2019

73 Titular/es:

**SIEMENS AG ÖSTERREICH (100.0%)
Siemensstrasse 90
1210 Wien, AT**

72 Inventor/es:

**DE LA PRIDA CABALLERO, RUBEN;
STINE, GERHARD;
WEITENTHALER, ANDREAS y
WEBER, FRANZ-JOSEF**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 709 934 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 maciza para un vehículo ferroviario y procedimiento para su fabricación

Área técnica

5 La invención hace referencia a una rueda maciza para un vehículo ferroviario, la cual comprende una llanta dispuesta en la circunferencia de la rueda maciza, con una superficie de rodadura, en donde la llanta, mediante una pared frontal y una pared posterior, está unida con un buje dispuesto en el centro de la rueda maciza, que presenta un eje longitudinal, para un árbol de eje montado, así como hace referencia a un procedimiento para fabricar una rueda maciza.

Estado del arte

10 Las ruedas macizas para vehículos ferroviarios ya se conocen desde hace mucho tiempo. Sin embargo, no sólo en el caso de ruedas macizas para vehículos ferroviarios existe el problema de que las emisiones acústicas se consideran no deseadas en el tráfico ferroviario, especialmente en el caso de vehículos ferroviarios que circulan en la ciudad, como tranvías o subterráneos (metros). Además, siempre se pretende mantener lo más reducida posible la masa de las ruedas. Para reducir las emisiones acústicas se conocen absorbedores de sonido que absorben el
15 sonido debido a su masa, pero de ese modo sólo pueden amortiguar el sonido directo y adicionalmente aumentan la masa de la rueda maciza. Otra posibilidad para amortiguar el sonido son ruedas con suspensión elástica de varias piezas, las cuales son muy costosas en cuanto su fabricación.

Algunos ejemplos de ruedas macizas para vehículos ferroviarios se conocen por las solicitudes GB 526 518 A, FR 796 710 A y GB 598 421 A.

20 Objeto de la invención

El objeto de la invención consiste por tanto en superar las desventajas del estado del arte y en sugerir una rueda maciza para un vehículo ferroviario, la cual se caracterice por una rigidez axial y radial particularmente elevada, para reducir la emisión de sonido directo. Además, la invención debe posibilitar una vida útil prolongada y un peso reducido de la rueda maciza.

25 Descripción de la invención

Dicho objeto, para una rueda maciza para un vehículo ferroviario, la cual comprende una llanta dispuesta en la circunferencia de la rueda maciza, con una superficie de rodadura, en donde la llanta, mediante una pared frontal y una pared posterior, está unida con un buje dispuesto en el centro de la rueda maciza, que presenta un eje longitudinal, para un árbol de eje montado, según las características de la reivindicación 1, se soluciona de modo
30 que la rueda maciza conforma una cavidad delimitada por la pared frontal y la pared posterior, donde la pared frontal y pared posterior se convierten una en otra a modo de un arco, debajo de la llanta, y donde la pared frontal presenta primeras aberturas y la pared posterior segundas aberturas, para abrir hacia el exterior la cavidad, a modo de un radio.

35 La cavidad, al menos por debajo de la llanta, está realizada a modo de un arco, es decir, que las superficies internas de la pared frontal y de la pared posterior muestran un desarrollo como el lado interno de las nervaduras de una bóveda. De este modo, al menos por debajo de la llanta, la cavidad no presenta esquinas o bordes, lo cual procura una buena estabilidad, tanto en dirección radial, como también en dirección axial.

De manera correspondiente, también es conveniente que las superficies internas de la pared frontal y de la pared posterior se conviertan una en otra por encima del buje, sin esquinas o bordes.

40 Las aberturas en la pared frontal y posterior reducen el peso de la rueda maciza adicionalmente con respecto a la cavidad, y posibilitan la fabricación, preferentemente el moldeado, de la rueda maciza.

A través de las aberturas en la pared frontal y en la pared posterior, en la pared frontal y en la pared posterior sólo quedan radios que cumplen la función de nervaduras en la bóveda formada por la cavidad. Puesto que los radios según la invención no se tratan de radios en el sentido general, del modo antes mencionado, los radios pueden denominarse también como nervaduras o elementos de unión. Por tanto, puede preverse que respectivamente entre
45 dos primeras aberturas en la pared frontal se conforme un primer radio y respectivamente entre dos segundas aberturas en la pared posterior se conforme un segundo radio, donde los radios presentan su anchura más reducida respectivamente en el tercio central del radio. La anchura de los radios se mide en el plano de la pared frontal, así como de la pared posterior, en la dirección circunferencial de la rueda.

5 Expresado de otro modo, el primer radio presenta una primera disminución que - observado en dirección radial - está dispuesta en el tercio central de las primeras aberturas que conforman el primer radio. Del mismo modo, el segundo radio presenta una disminución que - observado en dirección radial - está dispuesta en el tercio central de las segundas aberturas que conforman el segundo radio. La realización de la anchura más reducida de los radios en el tercio central corresponde a un diseño biónico y provoca una homogeneización de la tensión en los radios. De este modo, un gradiente de tensión muy aumentado localmente se impide en cada lugar del radio, lo cual en conjunto conduce a una concentración de tensión reducida a lo largo de los radios.

Esto puede respaldarse de modo que los radios, desde su anchura más reducida en dirección radial, se ensanchan tanto hacia dentro, como también hacia fuera.

10 Con respecto a las primeras aberturas, por tanto aquellas en la pared frontal, ha resultado conveniente que las primeras aberturas presenten un primer eje de simetría y que estén realizadas esencialmente en forma de elipse, donde el primer eje de simetría intersecta el eje longitudinal. El eje principal de la elipse que corresponde al primer eje de simetría está por tanto orientado de forma radial.

15 La primera abertura, sin embargo, no debe representar una elipse de forma matemáticamente exacta, sino que puede aproximarse a la forma elíptica, en donde la circunferencia de las primeras aberturas se forma a partir de una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial. A través de los radios en cadena se reducen más las concentraciones de tensión y el flujo de fuerza se desvía fácilmente a través de los radios.

20 Para el diseño de las dimensiones de las primeras aberturas es de vital importancia la relación de la anchura más grande de las primeras aberturas con respecto a la longitud más grande de las primeras aberturas. Cuando esa relación se ubica en un rango entre 1:1,5 y 1:2,5; preferentemente entre 1:1,8 y 1:2,2; pueden alcanzarse rigideces elevadas en el caso de una inversión de material especialmente reducida y de un peso reducido de forma correspondiente. De este modo, la longitud más grande se mide en dirección radial o bien en la dirección del primer eje de simetría, y la anchura más grande se mide en dirección circunferencial, o bien de forma normal con respecto al primer eje de simetría.

25 Con respecto a las segundas aberturas, por tanto aquellas en la pared posterior, ha resultado conveniente que las segundas aberturas presenten un segundo eje de simetría y que estén realizadas esencialmente en forma de placas, donde el segundo eje de simetría intersecta el eje longitudinal. De este modo, también las segundas aberturas en forma de placas, así como su diámetro más grande, están orientadas de forma radial. En lugar de la denominación en forma de placas puede utilizarse de forma análoga el término en forma ovalada.

30 A través de la forma de placas de las segundas aberturas, su anchura más grande - observado en dirección radial - no se ubica en el centro entre el punto radialmente más interno y el punto radialmente más externo, sino radialmente por fuera. Esto significa que las segundas aberturas, de forma normal con respecto al segundo eje de simetría, presentan una extensión máxima en un área que está desplazada radialmente en la dirección de la superficie de rodadura, con respecto a un punto central de la segunda abertura.

35 Para reducir más la concentración de tensión a lo largo de los radios, la circunferencia de las segundas aberturas se forma a partir de una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial.

40 Con respecto a la conformación de las segundas aberturas en forma de placas, ha resultado conveniente que la relación entre el radio más interno, con respecto al eje longitudinal, de las segundas aberturas, y el radio más externo, con respecto al eje longitudinal, de las segundas aberturas, se ubique en un rango entre 1:1,4 y 1:1,8, preferentemente entre 1:1,5 y 1:1,7. De este modo se reduce más el gradiente de tensión a lo largo de los segundos radios.

45 También para el diseño constructivo de las segundas aberturas es de vital importancia la relación de la anchura más grande de las segundas aberturas con respecto a la longitud más grande de las segundas aberturas. Si esa relación se ubica en un rango entre 1:1,5 y 1:2,5; preferentemente entre 1:1,8 y 1:2,2; pueden alcanzarse entonces igualmente rigideces elevadas en el caso de una inversión de material especialmente reducida y de un peso reducido de forma correspondiente. De este modo, la longitud más grande se mide en dirección radial o bien en la dirección del segundo eje de simetría, y la anchura más grande se mide en dirección circunferencial, o bien de forma normal con respecto al segundo eje de simetría.

50 En general, por motivo de la distribución uniforme de las fuerzas se prevé que las primeras y las segundas aberturas estén dispuestas distribuidas simétricamente en dirección circunferencial y que se presente un paso angular entre dos primeras aberturas. A través del paso angular constante y de la distribución uniforme alrededor del eje longitudinal se alcanza una rigidez radial homogénea de la rueda maciza, de modo que se evita en alto grado la falta de circularidad en la superficie de rodadura.

ES 2 709 934 T3

Por lo general, también por motivo de la distribución uniforme de las fuerzas, se prevé que la cantidad de las primeras aberturas y la cantidad de las segundas aberturas sea la misma, donde entonces las primeras aberturas pueden estar dispuestas desplazadas con respecto a las segundas aberturas en dirección circunferencial, en particular - por motivos de simetría - alrededor de la mitad del paso angular.

- 5 Para reducir o evitar efectos de resonancia en el caso de modos de vibración de la rueda maciza, principalmente es conveniente que tanto la cantidad de las primeras aberturas, como también la cantidad de las segundas aberturas, correspondan respectivamente a un número primo, preferentemente a 11, 13 ó 17.

10 La cavidad de la rueda maciza, en el mejor de los casos - en el sentido de una fabricación sencilla y de una distribución uniforme de las fuerzas - será un volumen con simetría rotacional que está formado a través de la rotación de una sección transversal rotada alrededor del eje longitudinal.

Por motivos de la estabilidad puede preverse que la sección transversal rotada disminuya desde el buje hacia la superficie de rodadura.

15 El extremo de la sección transversal rotada, orientado hacia la superficie de rodadura, se forma a través de las superficies internas de la pared frontal y de la pared posteriores, así como de la pared frontal y de la pared posterior de los radios restantes, y debe tener la forma de una bóveda. Asimismo, en una variante de realización de la invención se prevé que el extremo de la sección transversal rotada, orientada hacia la superficie de rodadura, esté conformado como una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial.

20 Para poder garantizar la capacidad de carga de la llanta y de la superficie de rodadura dispuesta sobre ésta, a pesar de la conformación de la cavidad, en otra variante de ejecución de la invención se prevé que la diferencia entre un radio de la rueda, de la rueda, en estado nuevo, y un radio más grande de la sección transversal rotada, se ubique entre 60 mm y 70 mm, preferentemente entre 65 mm y 68 mm. Como el radio de la rueda se entiende el radio nominal de la rueda maciza determinado de forma conocida, donde el radio más grande de la sección transversal rotada corresponde a aquel radio que se representa a través del punto de la sección transversal rotada más alejado del eje longitudinal en dirección radial. Expresado de otro modo, el radio más grande corresponde a la distancia del vértice de la bóveda desde el eje longitudinal.

25 Puede preverse que la extensión máxima de la sección transversal rotada, en una dirección de forma normal con respecto al eje longitudinal (por tanto de forma radial) se ubique en un rango de 50% a 60%, preferentemente de 51% a 58%, del radio de la rueda. Expresado de otro modo, la sección transversal rotada posee una longitud (y con ello la cavidad una dimensión radial) que se ubica entre 50% a 60%, preferentemente entre 51% y 58%, del radio de la rueda.

30 A través de una inclinación de la superficie externa de la pared frontal y/o de la pared posterior con un radio que se incrementa (lo cual es igual a una inclinación de las superficies externas de los radios correspondientes con un radio que se incrementa), puede aumentarse aún más la rigidez radial y axial de la rueda maciza.

35 Asimismo, puede preverse que la superficie externa de aquella área anular circular de la pared frontal que presenta las primeras aberturas esté realizada plana y comprenda un primer ángulo de inclinación con la normal del eje longitudinal.

De manera alternativa o adicional puede preverse que la superficie externa de aquella área anular circular de la pared posterior que presenta las segundas aberturas esté realizada igualmente plana y comprenda un segundo ángulo de inclinación con la normal del eje longitudinal.

40 Para regular la posición de la superficie de rodadura con respecto al buje, en una variante de ejecución especialmente preferente de la invención se prevé que los ángulos de inclinación (por consiguiente tanto el primero como también el segundo ángulo de inclinación) se ubiquen en un rango entre 0° y 10°, preferentemente entre 1° y 6°.

45 En el caso de la inclinación, tanto de la superficie externa de la pared frontal, como también de la superficie externa de la pared posterior, ha resultado ventajoso que el primer ángulo de inclinación (aquel de la pared frontal), sea más reducido que el segundo ángulo de inclinación (aquel de la pared posterior).

50 Cuando la pared frontal y la pared posterior no presentan ninguna variación del grosor (por tanto de la distancia entre la superficie interna y la superficie externa) en el área de la cavidad (así como de sus radios) - observado en dirección radial - una inclinación de la superficie externa de la pared frontal y de la pared posterior (así como de sus radios), condiciona entonces también una inclinación de la superficie interna y, con ello, una disminución correspondiente de la sección transversal rotada (así como de la cavidad), radialmente hacia el exterior.

Para mantener reducido el peso de la rueda maciza y mejorar las propiedades tribológicas, puede preverse que la rueda maciza esté realizada de una pieza como pieza moldeada.

5 La fabricación de una pieza moldeada tiene lugar esencialmente en un paso de moldeado posterior a por lo menos un tratamiento térmico, para modificar ventajosamente la estructura de la pieza moldeada. Además, las ruedas macizas de una pieza ofrecen la ventaja de que no se encuentran presentes puntos de unión entre las piezas individuales, las cuales pueden desgastarse. La rueda maciza podría estar fabricada por ejemplo a través de acero de fundición.

Además, algunos materiales de fundición ofrecen la ventaja de poseer un peso específico más reducido que por ejemplo el acero. Puede mencionarse aquí por ejemplo el material ADI.

10 La abreviatura ADI denomina también comúnmente en alemán el así llamado hierro de fundición ferrítico con grafito esferoidal, y en inglés se denomina como Austempered Ductile Iron (ADI) (hierro dúctil austemperizado). El ADI se trata de un hierro de fundición ferrítico austenítico con grafito esferoidal; las propiedades mecánicas del ADI están descritas por ejemplo en la Norma Europea EN 1564. EL ADI es un hierro de fundición con grafito esferoidal tratado isotérmicamente, con poco alabeo. Se caracteriza por una combinación muy conveniente de resistencia y dilatación,
15 así como por un límite de fatiga elevado y por un comportamiento de desgaste conveniente. Con respecto a la rueda maciza, a través de las propiedades tribológicas mejoradas, por tanto, a través del desgaste reducido de la superficie de rodadura y de la llanta, resulta una vida útil aumentada de una rueda maciza según la invención. En ensayos de prueba ya se determinó una duplicación de la vida útil en comparación con las ruedas macizas fabricadas según el estado del arte.

20 Como base para el ADI se utiliza hierro de fundición con grafito esferoidal. Para alcanzar la transformación isotérmica sin formación de perlita o formación de bainita, las masas fundidas determinadas para el ADI usualmente son aleadas con cantidades reducidas de cobre, molibdeno, manganeso y níquel. A causa de la macrohomogeneidad y microhomogeneidad necesarias se plantean exigencias de calidad elevadas para las piezas moldeadas de ADI.

25 La temperatura de la transformación isotérmica influencia la estructura que se produce y, debido a ello, las propiedades mecánicas de las piezas moldeadas. Cuanto más reducida es la temperatura, tanto más elevadas son la dureza y la resistencia resultantes del material (así como tanto más reducida es la proporción de austenita residual).

30 Puesto que la rueda maciza según la invención puede ser una pieza moldeada, la invención comprende también un procedimiento para fabricar una rueda maciza, en donde la rueda maciza se fabrica de una pieza como pieza moldeada.

35 La realización a modo de bóveda de la pared frontal y de la pared posterior por debajo de la llanta, y las primeras y segundas aberturas, desplazadas unas con respecto a otras, en la pared frontal, así como en la pared posterior, otorgan a la llanta una rigidez radial y axial elevada, debido a lo cual resulta una emisión acústica reducida de la rueda maciza.

Breve descripción de las figuras

40 Para continuar con la explicación de la invención en la siguiente parte de la descripción se hace referencia a las figuras, en donde pueden observarse otras realizaciones ventajosas, particularidades y perfeccionamientos de la invención. Las figuras deben entenderse como ejemplos que explican las características de la invención, pero que en ningún caso limitan o incluso reflejan la misma de modo definitivo. Las figuras muestran:

Figura 1: una vista lateral de la superficie frontal (pared frontal) de una rueda maciza según la invención

Figura 2: una vista lateral de la superficie posterior (pared posterior) de una rueda maciza según la invención

Figura 3: una representación en sección de una rueda maciza según la invención, según la línea AA de la figura 1

Figura 4: una representación en sección de una rueda maciza según la invención, según la línea BB de la figura 1

45 Figura 5: una representación en detalle de segundas aberturas en la pared posterior

Figura 6: una representación en detalle de primeras aberturas en la pared frontal

Ejecución de la invención

La figura 1 muestra una vista lateral de una pared frontal 2 de una variante de ejecución de una rueda maciza según la invención para un vehículo ferroviario. La rueda maciza comprende una llanta 1 dispuesta en la circunferencia de la rueda maciza y un buje 4 dispuesto en el centro de la rueda maciza, para la colocación de un árbol de eje montado. El buje 4 presenta un eje longitudinal 5 que corresponde al eje de rotación de la rueda maciza. La llanta 1 y el buje 4, de un lado, están unidos por la pared frontal 2, y del otro lado, por una pared posterior 3 que no puede observarse en esta representación. En el estado montado, la pared posterior 3 corresponde al lado de la rueda maciza orientado hacia el vehículo ferroviario, y la pared frontal 2 corresponde al lado de la rueda maciza apartado del vehículo ferroviario. En la dirección radial, la llanta 1 es limitada por la superficie de rodadura 6 que, en el estado de funcionamiento, rueda sobre el raíl.

Entre la llanta 1 y el buje 4 se forma una cavidad 7 que, como se representa en las figuras 3 y 4, de un lado está delimitada por la pared frontal 2, en particular por sus primeros radios 10 y, del otro, lado por la pared posterior 3, en particular por sus segundos radios 11, como puede observarse en la figura 2. Los primeros radios 10 se originan a través de dos primeras aberturas 8 dispuestas una junto a otra en la pared frontal 2, las cuales atraviesan la pared frontal 2, abriendo hacia el exterior la cavidad 7.

Las primeras aberturas 8 están realizadas esencialmente en forma de elipse, donde el eje principal de las aberturas 8 está dispuesto respectivamente de forma radial. Entre las dos primeras aberturas 8 se forman primeros radios 10 que poseen su anchura más reducida - observado en dirección radial - un poco dentro del punto central de las aberturas 8.

Trece primeras aberturas 8 están distribuidas de modo uniforme alrededor de la circunferencia de la rueda maciza. A través de la cavidad 7 pueden observarse segundas aberturas 9 que se encuentran en la pared posterior 3, donde entre dos segundas aberturas 9 se encuentra respectivamente un segundo radio 11. Las primeras aberturas 8 están dispuestas desplazadas en dirección circunferencial con respecto a las segundas aberturas 9, de manera que el segundo radio 11 - en el caso de una observación paralelamente con respecto al eje longitudinal 5 - está dispuesto respectivamente en el centro en la primera abertura 8. Esto sucede de modo correspondiente para la disposición de los primeros radios 10, de modo que éstos están dispuestos respectivamente en el centro en la segunda abertura 9, véanse al respecto también las figuras 5 y 6.

En la figura 2 se ilustra una vista lateral de una rueda maciza según la invención, con una vista hacia la pared posterior 3, donde pueden observarse en detalle las segundas aberturas 9. De manera análoga con respecto a las primeras aberturas 8 y a los primeros radios 10, sobre la pared posterior 3 están dispuestas trece segundas aberturas 9 y la misma cantidad de segundos radios 11, los cuales a su vez se forman a través de respectivamente dos segundas aberturas 9 en la pared posterior 3. Esas dos segundas aberturas 9 abren a su vez la cavidad 7, del otro lado, hacia el exterior. Las segundas aberturas 9 están realizadas en forma de placas, donde también sería adecuada la denominación en forma ovalada. En forma de placas significa que esas segundas aberturas 9 son alargadas, donde la circunferencia presenta un extremo longitudinal con una curvatura menor y un extremo longitudinal con una curvatura mayor, y las curvaturas de los dos extremos longitudinales están unidas una con otra mediante líneas menos curvadas (al menos con una curvatura menor que la curvatura mayor de un extremo longitudinal). Adicionalmente, también puede observarse claramente que la superficie de rodadura 6, en el pasaje hacia la pared posterior 3, presenta una pestaña de la rueda 20 como medio auxiliar de seguridad, la cual asegura el guiado y, en esta representación, tapa por tanto la superficie de rodadura 6.

La figura 3 muestra una vista en sección de una variante de ejecución de una rueda maciza según la invención. Esa representación muestra claramente la estructura de la rueda maciza descrita en la introducción: desde el buje 4 dispuesto en el centro, la llanta 1 dispuesta en la circunferencia, de un lado, está unida a través de la pared frontal 2 y, del otro lado, a través de la pared posterior 3. Entre la pared frontal 2, la pared posterior 3, el buje 4 y la llanta 1 está conformada la cavidad 7 que se asemeja a la estructura de una bóveda. Del lado frontal 2, la cavidad 7 se encuentra abierta hacia el exterior, a modo de un radio, mediante las primeras aberturas 8, de las cuales puede observarse una, donde los primeros radios 10 formados por las primeras aberturas 8, de los cuales se observa igualmente uno en sección, establecen la unión entre el buje 4 y la llanta 1. Sobre la pared posterior 3, del mismo modo, se encuentran dispuestas las segundas aberturas 9 y los segundos radios 11, donde nuevamente puede observarse con claridad que los primeros 10 y los segundos radios 11 están desplazados, de manera que una abertura 8, 9; sobre una pared 2, 3; está alineada en el centro con respecto a un radio 11, 10, sobre la otra pared 3, 2. La cavidad 7 se trata de un volumen con simetría rotacional alrededor del eje longitudinal 5, el cual se forma a través de la rotación de una sección transversal rotada 17, alrededor del eje longitudinal 5. La cavidad 7, en dirección radial, posee una dimensión más grande que en dirección axial. El extremo de la sección transversal rotada 17, orientada hacia la superficie de rodadura 6, está realizado como una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial. La sección transversal rotada 17 disminuye desde el buje 4 en dirección de la superficie de rodadura 6. La superficie de rodadura 6 presenta una inclinación de la superficie de rodadura.

- En la figura 4 están marcados los ángulos de inclinación de la pared frontal 2 y de la pared posterior 3. La superficie externa de la pared frontal 2 (así como la superficie externa de los primeros radios 10), en el área de las primeras aberturas 8, presenta un primer ángulo de inclinación 18 de aproximadamente $1-2^\circ$ y está inclinada hacia el interior, hacia la superficie de rodadura 6. La superficie externa de la pared frontal 3 (así como la superficie externa de los segundos radios 11), en el área de las segundas aberturas 9, presenta un segundo ángulo de inclinación 19 de aproximadamente $5-7^\circ$ y está inclinada igualmente hacia el interior, hacia la superficie de rodadura 6. El segundo ángulo de inclinación 19 es más grande que el primer ángulo de inclinación 18. Sin embargo, son posibles también otras variantes, en las cuales los ángulos de inclinación 18, 19 son del mismo tamaño, o sin embargo el primer ángulo de inclinación 18 es más grande que el segundo ángulo de inclinación 19.
- El extremo de la sección transversal rotada 17, orientado hacia la superficie de rodadura 6, el cual está diseñado a modo de una bóveda y, con ello, presenta una curvatura, posee en la pared frontal 2 una curvatura más pronunciada que en la pared posterior 3, donde en conjunto se extiende de forma más plana.
- La posición de la sección transversal rotada 17 en dirección radial está determinada esencialmente a través de la diferencia de un radio de la rueda 18 que puede ser determinado fácilmente por el experto, y por el radio 27 más grande de la sección transversal rotada. El radio más grande 27 se refiere a la distancia entre el eje longitudinal 5 y el punto de la sección transversal rotada 17 más alejado del eje longitudinal 5 en dirección radial, por tanto, expresado de otro modo, el punto más alto del extremo de la sección transversal rotada 17, orientado hacia la superficie de rodadura 6, conformado a modo de una bóveda. En el presente ejemplo de ejecución, esa diferencia asciende a 65 mm.
- El extremo de la sección transversal rotada 17, orientado hacia el buje de la rueda 4, también es redondeado, y en la pared frontal 2 posee en conjunto una curvatura menor que en la pared posterior 3. Entre la pared frontal 2 y la pared posterior 3 se encuentra presente una sección recta que es paralela con respecto al eje longitudinal 5.
- En el área por fuera del buje de la rueda 4, tanto en el lado externo de la pared frontal 2, como también en el lado externo de la pared posterior 3, están proporcionadas hendiduras para la descarga de tensión. Debido a ello, la pared frontal y la pared posterior 2, 3 están desplazadas hacia el interior, por fuera del buje de la rueda 4. Las hendiduras, así como los desplazamientos, comienzan aquí con el mismo radio que la cavidad 7.
- La extensión máxima de la sección transversal rotada 17 en dirección radial, es decir la distancia entre el punto interno radialmente más alejado de la sección transversal rotada 17, donde en este caso dicho punto se sitúa sobre la sección paralela con respecto al eje longitudinal 5, de la sección transversal rotada 17, y el radio más grande 27 de la sección transversal rotada 17, depende del radio de la rueda 28. En este ejemplo de ejecución, la extensión máxima asciende por ejemplo al 57% del radio de la rueda 28.
- En la figura 5 pueden observarse en detalle las segundas aberturas 9 en forma de placas, las cuales respectivamente son simétricas con relación a un eje de simetría 15. Los ejes de simetría 15 intersectan el eje longitudinal 5 en un punto y están desplazados unos con respecto a otros en un paso angular 16. De este modo, entre las segundas aberturas 9, de las cuales en total se encuentran presentes trece partes, resulta el paso angular 16 de $360^\circ/13$, con ello de aproximadamente $27,7^\circ$.
- Las segundas aberturas 9 están dispuestas radialmente con su dirección longitudinal, donde el extremo longitudinal con la curvatura más reducida, el cual conforma un radio más interno 25, se apoya en el interior. Del lado opuesto, por lo tanto en el extremo longitudinal que se sitúa de forma radialmente externa, las segundas aberturas 9 presentan una curvatura más grande que un radio más externo 26. La relación entre el radio más interno 25 y el radio más externo 26 se ubica en este ejemplo de ejecución aproximadamente en 1:1,6.
- La conformación de las segundas aberturas 9 se determina esencialmente a través de su longitud más grande 22 y de la anchura más grande 24, así como de su relación de una con respecto a otra, donde la circunferencia de las segundas aberturas 9 se compone a través de una cadena de radios de círculos unidos unos con otros de forma tangencial. La longitud más grande 22 se mide en dirección radial, así como en dirección del eje de simetría 15, mientras que la anchura más grande 24 se mide en dirección circunferencial, así como de forma normal con respecto al eje de simetría 15. La relación de la anchura más grande 24 con respecto a la longitud más grande 22 se ubica en este ejemplo de ejecución aproximadamente en 1:1,92. La sección con la anchura más grande 24 está desplazada radialmente hacia el exterior con respecto al punto central de las segundas aberturas 9, y se encuentra en el tercio externo.
- Los segundos radios 11 que se conforman entre las aberturas 9, observado de forma radial, poseen su anchura más reducida 13 un poco hacia dentro desde el punto central de las aberturas 9.

ES 2 709 934 T3

5 En la figura 6 se muestran nuevamente en detalle las primeras aberturas 8. Cada primera abertura 8 presenta un primer eje de simetría 14 que se extiende de forma radial. Entre las trece primeras aberturas 8 resulta un paso angular 16 de $360^\circ/13$, con ello aproximadamente de $27,7^\circ$. Entre los primeros ejes de simetría 14 y los segundos ejes de simetría 15, a través del desplazamiento de las aberturas 8, 9 unas con respecto a otras, resulta un ángulo que corresponde a la mitad del paso angular 16, por tanto de aproximadamente $13,85^\circ$.

10 También la forma de las primeras aberturas 8 está determinada a través de su longitud más grande 21 y de su anchura más grande 23, así como de su relación una con respecto a otra. Del mismo modo, la circunferencia de las primeras aberturas 8 está formada por una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial. De manera análoga con respecto a las segundas aberturas 9, también las dimensiones de las primeras aberturas 8 se miden en dirección radial, así como en dirección circunferencial. La relación entre la anchura más grande 23 y la longitud más grande 21, en este ejemplo de ejecución, se ubica aproximadamente en 1:2,1. La sección con la anchura más grande 23 está dispuesta aproximadamente en el centro de las primeras aberturas 8.

15 Los primeros radios 10 que se conforman entre las primeras aberturas 8, observado de forma radial, poseen su anchura más reducida 12 dentro del punto central de las aberturas 8, aproximadamente en el límite entre el tercio interno y el central.

La rueda maciza mostrada en las figuras 1 a 6 se reproduce a escala y posee aquí un diámetro de la rueda de 850 mm.

Lista de referencias:

- 1 Llanta
- 20 2 Pared frontal
- 3 Pared posterior
- 4 Buje
- 5 Eje longitudinal
- 6 Superficie de rodadura
- 25 7 Cavidad
- 8 Primeras aberturas
- 9 Segundas aberturas
- 10 Primeros radios
- 11 Segundos radios
- 30 12 Anchura más reducida de los primeros radios 10
- 13 Anchura más reducida de los segundos radios 11
- 14 Primer eje de simetría de las primeras aberturas 8
- 15 Segundo eje de simetría de las segundas aberturas 9
- 16 Paso angular
- 35 17 Sección transversal rotada
- 18 Primer paso angular
- 19 Segundo ángulo de inclinación

20 Pestaña de la rueda

21 Longitud más grande de las primeras aberturas 8

22 Longitud más grande de las segundas aberturas 9

23 Anchura más grande de las primeras aberturas 8

5 24 Anchura más grande de las segundas aberturas 9

25 Radio más interno de las segundas aberturas 9

26 Radio más externo de las segundas aberturas 9

27 Radio más grande de la sección transversal rotada 17

28 Radio de la rueda

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Rueda maciza para un vehículo ferroviario, la cual comprende una llanta (1) dispuesta en la circunferencia de la rueda maciza, con una superficie de rodadura (6), en donde la llanta (1), mediante una pared frontal (2) y una pared posterior (3), está unida con un buje (4) dispuesto en el centro de la rueda maciza, que presenta un eje longitudinal (5), para un árbol de eje montado, caracterizada porque la rueda maciza conforma una cavidad (7) delimitada por la pared frontal (2) y la pared posterior (3), donde la pared frontal (2) y la pared posterior (3) se convierten una en otra a modo de un arco, debajo de la llanta (1), y donde la pared frontal (2) presenta primeras aberturas (8) y la pared posterior (3) segundas aberturas (9), para abrir hacia el exterior la cavidad (7), a modo de un radio.
- 10 2. Rueda maciza según la reivindicación 1, caracterizada porque respectivamente entre dos primeras aberturas (8) en la pared frontal (2) se conforma un primer radio (10) y respectivamente entre dos segundas aberturas (9) en la pared posterior (3) se conforma un segundo radio (11), donde los radios (10, 11) presentan su anchura más reducida (12, 13) respectivamente en el tercio central del radio.
- 15 3. Rueda maciza según la reivindicación 2, caracterizada porque los radios (10, 11), desde su anchura más reducida (12, 13), en dirección radial, se ensanchan tanto hacia el interior, como también hacia el exterior.
- 15 4. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque las primeras aberturas (8) presentan un primer eje de simetría (14) y esencialmente están realizadas en forma de elipse, donde el primer eje de simetría (14) intersecta el eje longitudinal (5).
- 20 5. Rueda maciza según la reivindicación 4, caracterizada porque la circunferencia de la primera abertura (8) se forma a partir de una cadena de radios de círculo unidos tangencialmente unos con otros.
- 20 6. Rueda maciza según la reivindicación 4 ó 5, caracterizada porque la relación de la anchura más grande (23) de las primeras aberturas (8) con respecto a la longitud más grande (21) de las primeras aberturas (8) se ubica en un rango entre 1:1,5 y 1:2,5; preferentemente entre 1:1,8 y 1:2,2.
- 25 7. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizada porque las segundas aberturas (9) presentan un segundo eje de simetría (15) y esencialmente están realizadas en forma de placas, donde el segundo eje de simetría (15) intersecta el eje longitudinal (5).
- 30 8. Rueda maciza según la reivindicación 7, caracterizada porque dos segundas aberturas (9), de forma normal con respecto al segundo eje de simetría (15), presentan la anchura más grande (24) en un área que se encuentra desplazada radialmente en dirección de la superficie de rodadura (6), con respecto a un punto central de la segunda abertura (9).
- 30 9. Rueda maciza según la reivindicación 7 u 8, caracterizada porque la circunferencia de la segunda abertura (9) se forma a partir de una cadena de radios de círculo unidos tangencialmente unos con otros.
- 35 10. Rueda maciza según la reivindicación 9, caracterizada porque la relación entre el radio más interno (25), con respecto al eje longitudinal (5), de las segundas aberturas (9), y el radio más externo (26), con respecto al eje longitudinal (5), de las segundas aberturas (8), se ubica en un rango entre :1,4 y 1:1,8, preferentemente entre 1:1,5 y 1:1,7.
- 40 11. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada porque la relación de la anchura más grande (24) de las segundas aberturas (9) con respecto a la longitud más grande (22) de las segundas aberturas (9) se ubica en un rango entre 1:1,5 y 1:2,5; preferentemente entre 1:1,8 y 1:2,2.
- 40 12. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque las primeras (8) y las segundas aberturas (9) están dispuestas distribuidas simétricamente con respecto al eje longitudinal (5), en dirección circunferencial, y se presenta un paso angular (16) entre dos primeras aberturas (8).
- 45 13. Rueda maciza según la reivindicación 12, caracterizada porque la cantidad de las primeras aberturas (8) y la cantidad de las segundas aberturas (9) es la misma.
- 45 14. Rueda maciza según la reivindicación 12 ó 13, caracterizada porque la cantidad de las primeras y las segundas aberturas (8, 9) corresponde respectivamente a un número primo, preferentemente 11, 13 ó 17.
15. Rueda maciza según la reivindicación 13 ó 14, caracterizada porque las primeras aberturas (8) están desplazadas en dirección circunferencial con respecto a las segundas aberturas (9).

16. Rueda maciza según la reivindicación 15, caracterizada porque las primeras aberturas (8) están desplazadas en la mitad del paso angular (16) con respecto a las segundas aberturas (9).
- 5 17. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 16, caracterizada porque la cavidad (7) es un volumen con simetría rotacional que está formado a través de la rotación de una sección transversal rotada (17) alrededor del eje longitudinal (5).
18. Rueda maciza según la reivindicación 17, caracterizada porque la sección transversal rotada (17) disminuye desde el buje (4) hacia la superficie de rodadura (6).
- 10 19. Rueda maciza según la reivindicación 17 ó 18, caracterizada porque el extremo de la sección transversal rotada (17), orientado hacia la superficie de rodadura (6), está conformado como una cadena de radios de círculo unidos unos con otros de forma tangencial.
20. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 17 a 18, caracterizada porque la diferencia entre un radio de la rueda (28) y el radio más grande (27) de la sección transversal rotada (17) se ubica entre 60 mm y 70 mm, preferentemente entre 65 mm y 68 mm.
- 15 21. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 17 a 20, caracterizada porque la extensión máxima de la sección transversal rotada (17) en una dirección de forma normal con respecto al eje longitudinal (5) se ubica en un rango de 50% a 60%, preferentemente de 51% a 58% del radio de la rueda (28).
22. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 21, caracterizada porque la superficie externa de aquella área anular circular de la pared frontal (2) que presenta las primeras aberturas (8), está realizada plana y comprende un primer ángulo de inclinación (18) con la normal del eje longitudinal (5).
- 20 23. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 22, caracterizada porque la superficie externa de aquella área anular circular de la pared posterior (3) que presenta las segundas aberturas (9), está realizada plana y comprende un segundo ángulo de inclinación (19) con la normal del eje longitudinal (5).
24. Rueda maciza según la reivindicación 22 y 23, caracterizada porque los ángulos de inclinación (18, 19) se ubican en un rango de entre 0° y 19°, preferentemente entre 1° y 6°.
- 25 25. Rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 24, caracterizada porque la rueda maciza está realizada de una pieza como pieza moldeada.
26. Rueda maciza según la reivindicación 25, caracterizada porque la misma está fabricada a partir de hierro de fundición ferrítico con grafito esferoidal.
- 30 27. Procedimiento para fabricar una rueda maciza según una de las reivindicaciones 1 a 26, caracterizado porque la rueda maciza se fabrica de una pieza como pieza moldeada.

FIG 1

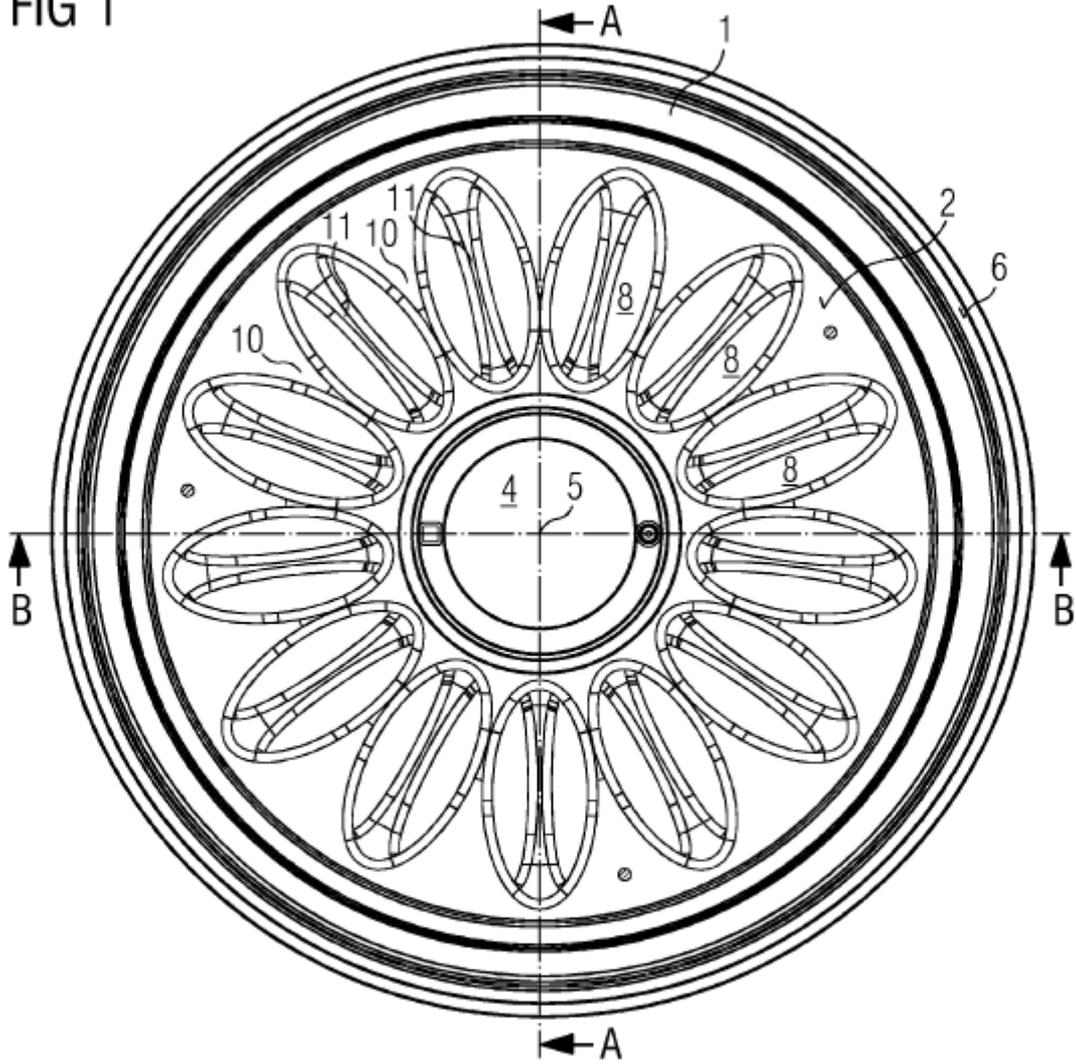


FIG 2

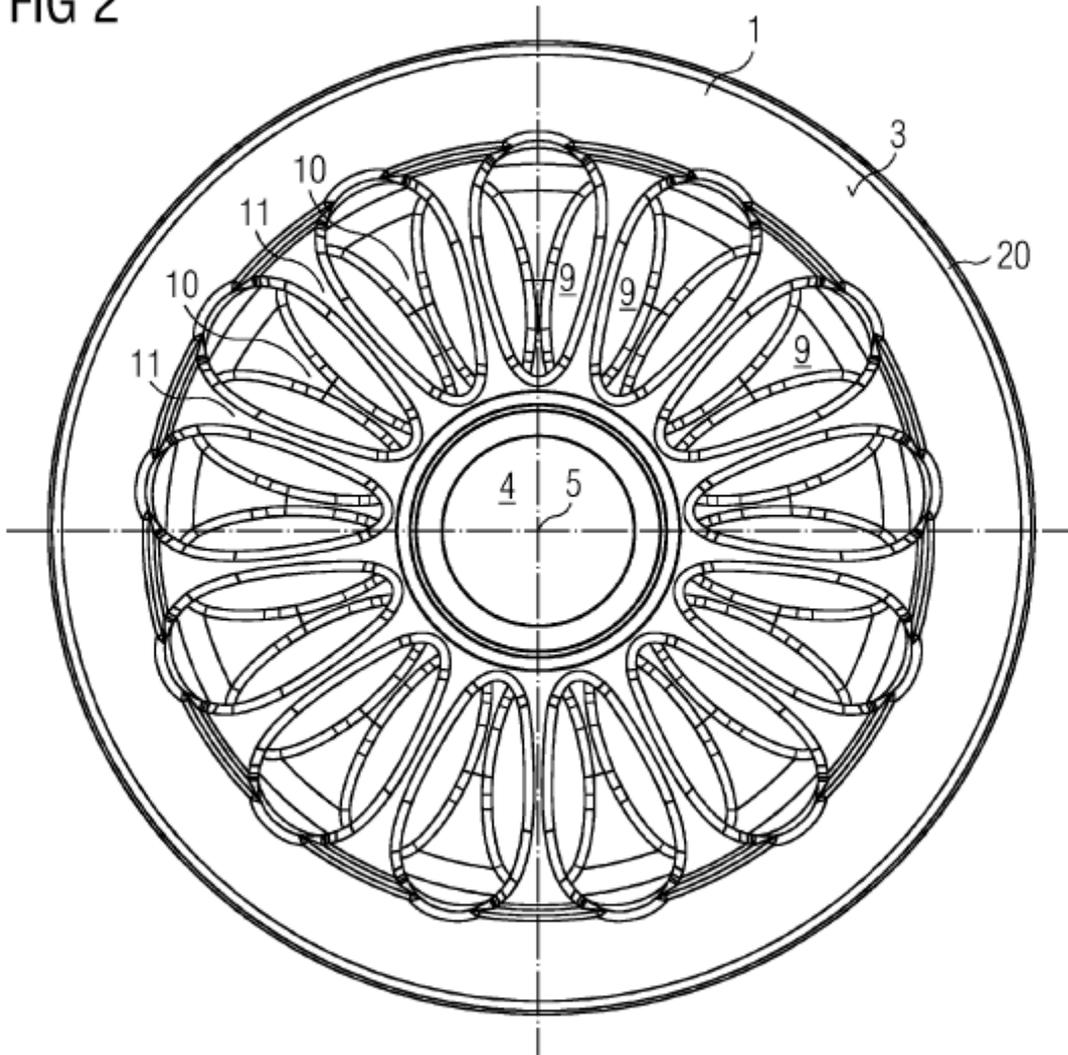


FIG 3

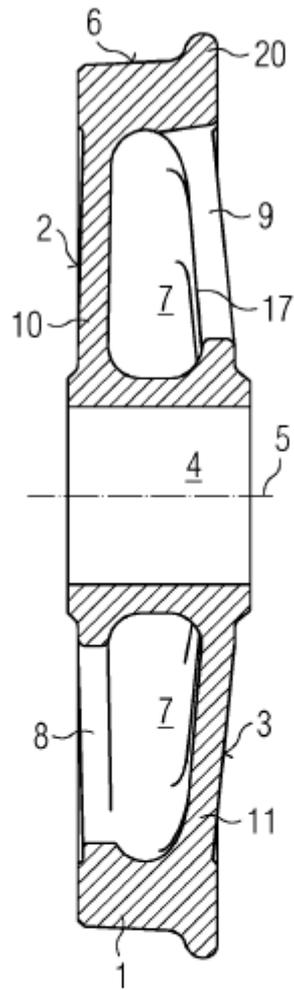


FIG 4

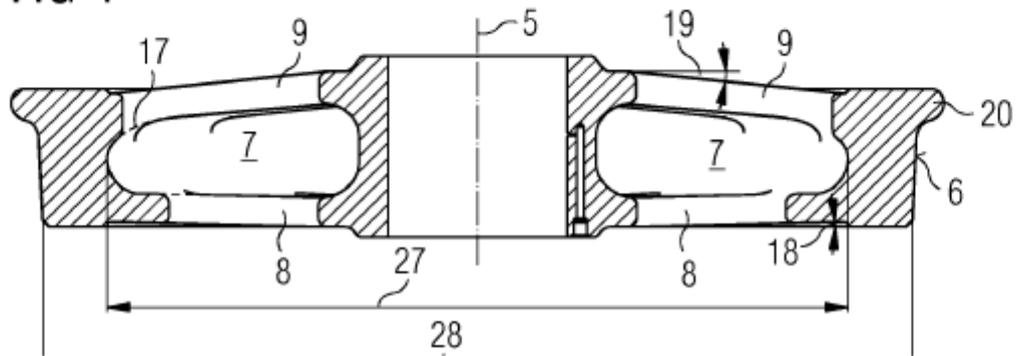


FIG 5

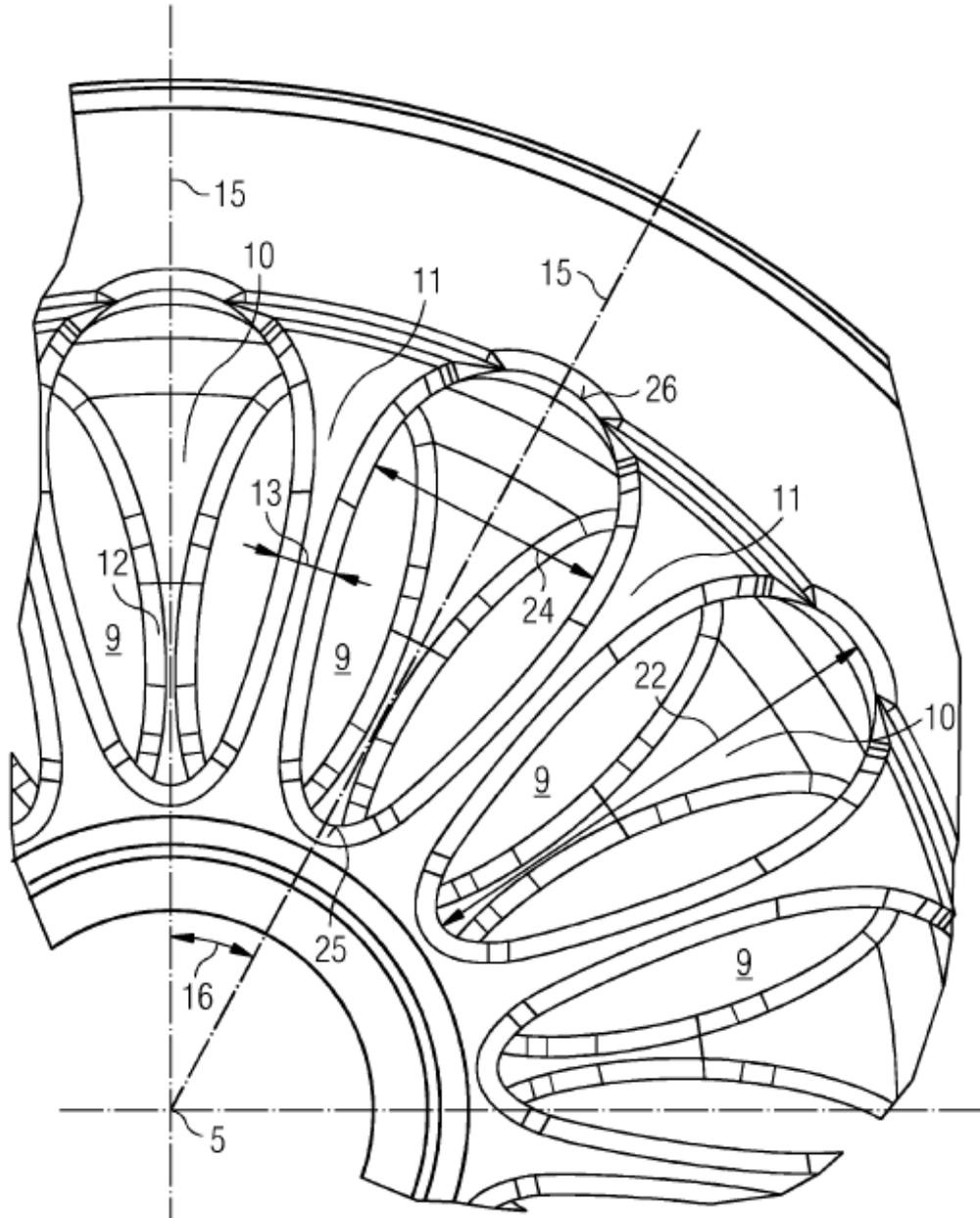


FIG 6

