

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 613 832**

51 Int. Cl.:

B60B 17/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.12.2012** **PCT/EP2012/076082**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.06.2013** **WO2013092659**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.12.2012** **E 12809796 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2016** **EP 2794285**

54 Título: **Disco de rueda para un vehículo ferroviario**

30 Prioridad:

21.12.2011 DE 102011121785

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

26.05.2017

73 Titular/es:

**VOITH PATENT GMBH (100.0%)
St. Pöltener Str. 43
89522 Heidenheim, DE**

72 Inventor/es:

**HOLZAPFEL, MICHAEL;
KAMPS, ANDREAS y
LUBOS, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 613 832 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

Disco de rueda para un vehículo ferroviario

5 La invención se refiere a un disco de rueda para un vehículo ferroviario de acuerdo con el tipo definido más detalladamente en el preámbulo de la reivindicación 1, como el que también se conoce por el documento DE 44 44 077 A1.

10 Los discos de rueda para vehículos ferroviarios se conocen por el estado general de la técnica. Normalmente se componen de un cubo de rueda giratorio alrededor de un eje de giro, así como de una llanta destinada a rodar sobre los carriles. En este caso, el cubo de rueda central y la llanta situada en el perímetro exterior se unen entre sí a través de una así llamada alma. Este alma que se realiza en dirección radial en línea recta o curvada se configura normalmente como disco giratorio. Puede construirse en especial rotacionalmente simétrico y presentar, por consiguiente, en cada sección radial el mismo contorno o un contorno comparable. Aquí por contorno se entiende, en el sentido de la presente invención, la forma de superficie lateral delimitadora del disco de rueda en la sección radial. Por lo tanto, un disco de rueda recto tendría un contorno configurado en línea recta y un disco de rueda curvado tendría un contorno configurado por un arco en forma de S.

15 Así ocurre que especialmente el paso del cubo de rueda al alma y, en especial, en caso de discos de rueda más pequeños, y también o alternativamente el paso entre el alma y la llanta está sujeto a una carga muy elevada. A fin de contrarrestar esta carga elevada, son necesarios grosores de material correspondientes o fases de mecanizado adecuadas para solidificar el material en las zonas críticas. Esto resulta complicado y costoso y el uso de grosores de material elevados aumenta respectivamente el peso del disco de rueda.

20 A fin de contrarrestar esta problemática, por el documento EP 0 794 872 A1 se conoce la posibilidad de homogeneizar las tensiones en el disco de rueda mediante una compleja especificación de construcción para los pasos, de manera que con grosores de material reducidos sea posible lograr un alta resistencia. En este caso, el diseño resulta extraordinariamente complejo y utiliza una función (parábola) de quinto orden para la construcción de los pasos. Por lo tanto la programación resulta complicada, por una parte, en la construcción y, por otra parte, en la fabricación.

25 Por consiguiente, la tarea de la presente invención consiste en proponer un disco de rueda para un vehículo ferroviario que permita una resistencia aún más mejorada y que además se pueda construir y fabricar de forma sencilla y eficaz.

30 Esta tarea se resuelve, según la invención, gracias a un disco de rueda con las características de la reivindicación de patente 1. De las subreivindicaciones dependientes restantes resultan otras configuraciones ventajosas.

35 En el disco de rueda para un vehículo ferroviario según la invención se prevé que al menos uno de los pasos entre el alma y el cubo de rueda y/o entre el alma y la llanta se configure al menos por un lado axial en cada uno de sus planos de sección radiales, de manera que se cumplan las siguientes tres condiciones. El paso se configura básicamente a través de una función tangente. Una función tangente como esta es sencilla, eficaz y permite un paso muy uniforme con una alta resistencia y una muy buena distribución de tensiones en toda la zona del paso. Esta función tangente se convierte por uno de sus extremos de forma tangencialmente continua en el contorno del alma. Por otra parte, la función tangente se convierte por su otro extremo de forma tangencialmente continua en el contorno del cubo de rueda o de la llanta, en función de qué paso configure. Gracias a esta unión tangencialmente continua de la función tangente en el contorno bien del cubo de rueda y/o de la llanta se crea una estructura que puede construirse y programarse para la fabricación de forma muy sencilla y eficaz. Ésta permite, con un empleo de material mínimo gracias a una homogeneización de la distribución de tensiones, una resistencia muy alta del disco de rueda.

40 Un perfeccionamiento ventajoso del disco de rueda según la invención prevé además que el paso tangencialmente continuo de la función tangente en el contorno del cubo de rueda o de la llanta se lleve a cabo en la zona del punto de inflexión de la función tangente. El ángulo de la función tangente en la zona del punto de inflexión frente a una ordenada, es decir, frente a la dirección radial en el ejemplo del alma recta, puede elegirse libremente con ciertos límites en la construcción de la función tangente. Así, un paso en la zona del punto de inflexión puede adaptarse de un modo comparativamente sencillo a, por ejemplo, un contorno recto con un ángulo preestablecido frente a la dirección axial, de manera que el paso resulte respectivamente armónico, siendo posible minimizar de forma duradera las puntas de tensión en la zona del paso.

45 Según una configuración especialmente propicia del disco de rueda según la invención puede preverse además que el contorno del cubo de rueda o de la llanta se configure a continuación de la función tangente por medio de un arco circular y una línea recta que sigue a dicho arco circular, convirtiéndose el arco circular de forma tangencialmente continua en la línea recta. Esta configuración del contorno del cubo de rueda o de la llanta por medio de un arco circular y una línea recta que sigue a continuación de forma tangencialmente continua resulta especialmente ventajosa en la construcción del disco de rueda. El arco circular permite registrar de forma armónica aproximadamente cualquier ángulo final de la función tangente en la zona del paso al cubo de rueda o la llanta a través del arco circular que sigue de forma tangencialmente continua y conducirlo a una línea recta que sigue a

continuación configurada de forma tangencialmente continua respecto al arco circular. De este modo se crea un paso muy armónico y con pocas tensiones desde la función tangente a la línea recta del cubo de rueda o de la llanta.

5 En otra configuración muy propicia del disco de rueda se prevé además que el paso tangencialmente continuo de la función tangente al arco circular se lleve a cabo en la zona de la curvatura máxima de la función tangente. Matemáticamente es posible determinar con facilidad un punto de la curvatura máxima de la función tangente. Así, el arco circular se puede fijar en este punto o en la zona de este punto de forma tangencialmente continua en la función tangente. De este modo se obtiene otra mejora de la resistencia.

10 Esto es posible especialmente si, según un perfeccionamiento muy ventajoso, el radio del arco circular corresponde a la curvatura máxima de la función tangente. Así se obtiene un paso en el que no se produce ninguna variación del radio de curvatura en la zona del paso de la función tangente al arco circular. Los estudios y los cálculos han demostrado que respecto al desarrollo de la tensión esto resulta ideal, de manera que gracias a esta configuración especial es posible obtener los mejores resultados en relación con la resistencia del paso de la función tangente al contorno del cubo de rueda y/o de la llanta.

15 Como ya se ha mencionado antes, el ángulo de la función tangente en el punto de inflexión frente a la ordenada puede elegirse libremente dentro de ciertos límites. A fin de conseguir las condiciones ideales con respecto a la resistencia mediante el empleo de la función tangente, en este caso resulta ideal un ángulo frente a la ordenada de 35 a 55°, preferiblemente de 40 a 50°, con especial preferencia de aproximadamente 45°. Con la elección de un ángulo dentro de estos intervalos puede conseguirse la mejor resistencia del paso.

20 En un perfeccionamiento ventajoso del disco de rueda según la invención puede preverse además que el contorno del alma a continuación de la función tangente presente un contorno de unión en forma de un arco. Un arco como este, que se convierte de forma tangencialmente continua en la función tangente, resulta especialmente ventajoso en caso de almas curvadas, es decir, en caso de almas que se desarrollan en la sección radial en forma de S.

25 Por el contrario, en una configuración alternativa se prevé que el contorno del alma a continuación de la función tangente presente un contorno exterior en forma de una línea recta, configurándose la línea recta de forma inclinada en un ángulo de menos de 20°, preferiblemente de 0,5 a 15° respecto a la dirección radial. En el caso del alma recta aquí descrita, la dirección radial se desarrolla perpendicular a la dirección axial. Las líneas rectas del contorno de unión no se desarrollan paralelamente a esta dirección radial perpendicular, sino en un ángulo respecto a la misma. En este caso, el ángulo se elige de manera que el alma se estreche partiendo del extremo de la función tangente. El
30 ángulo puede ser preferiblemente de más de 0,5°. Generalmente asciende a menos de 20°, con preferencia a menos de 15°. El ángulo permite el paso ideal a la función tangente. Un ángulo elegido adecuadamente en esta zona permite un paso tangencialmente continuo muy armónico de la función de tangente al contorno del alma, reduciendo así puntas de tensión en la zona del alma, de manera que sea posible aumentar la resistencia con un empleo mínimo de material.

35 En un perfeccionamiento muy ventajoso se prevé, independientemente de si el contorno de unión se configura como línea recta o como arco, que la función tangente se configure de modo que el paso tangencialmente continuo al contorno de unión se cierre antes de que en al menos una de las secciones radiales se disponga una zona de unión para un elemento de recepción y/o un elemento de montaje en el alma. La función tangente, así como el paso de la función tangente al contorno de unión del alma se elige en su extensión radial, de manera que éstos se cierran en
40 cualquier caso antes de prever elementos de montaje y/o elementos de recepción, por ejemplo, elementos de recepción para un disco de freno u otros elementos a conectar al disco de rueda. Esto garantiza que estos elementos de montaje y/o elementos de recepción, que perturbarían el desarrollo de la función tangente imaginaria, no se produzcan en su zona. Por consiguiente, la función tangente se adapta en su extensión radial, de modo que el paso armónico creado por la función tangente con las mejores propiedades de resistencia no sea interrumpido por
45 estos "puntos de perturbación". Esto garantiza la mejor resistencia. No obstante es posible prever que en la zona del pie del alma se practique en el material del cubo de rueda una perforación de aceite lubricante para la lubricación del cubo de rueda en un eje. Una perforación de aceite lubricante como esta no debe entenderse como punto de perturbación en el sentido de la presente invención.

50 Otras configuraciones ventajosas del disco de rueda según la invención resultan del ejemplo de realización que se describe a continuación más detalladamente en referencia a las figuras.

Se muestra en la

Figura 1 una vista lateral de un disco de rueda;

Figura 2 una sección radial a través de una mitad de un disco de rueda; y

Figura 3 una configuración según la invención del paso entre el cubo de rueda y el alma.

55 En la representación de la figura 1 puede verse una vista lateral puramente a modo de ejemplo de un disco de rueda 1. Un disco de rueda 1 de este tipo se utiliza como rueda para vehículos ferroviarios. La estructura se representa con mayor detalle en la sección identificada en la figura 1 con II-II que puede verse en la figura 2. En este caso, la estructura representada de la figura 2 debe entenderse de forma puramente esquemática para aclarar los elementos de un disco de rueda. La estructura según la invención se explica más adelante de forma aún más detallada por

medio de la figura 3. En la sección radial de la figura 2 puede verse que el disco de rueda 1 se compone de un cubo de rueda 3 que rodea un eje de giro 2. Este cubo de rueda 3 se une, a través de un componente en forma de disco, que se identifica como alma 4, a una llanta 5 que, al usar el disco de rueda 1, rueda sobre los carriles. Esta estructura, como la que se representa en la figura 2, se conoce en general y es habitual. En el caso de la representación en la figura 2 se trata de una estructura con una así llamada alma recta 4 que se desarrolla perpendicularmente al eje de giro 2 en dirección radial. En lugar de un alma recta 4 de este tipo también sería posible imaginar el empleo, en sí conocido, de un alma en forma de S que se componga de dos arcos curvados opuestos en dirección radial.

En los discos de rueda resulta especialmente crítico el paso entre el cubo de rueda 3 y el alma 4 o entre el alma 4 y la llanta 5. Por este motivo se prevé que al menos uno de estos pasos identificados en la representación de la figura 2 con el número 6 se configure del modo descrito a continuación en el ejemplo de un paso entre el cubo de rueda 3 y el alma 4. Aquí el paso 6 se configura de manera que termine respectivamente en la dirección radial perpendicular al eje de giro 2, que se identifica en la figura 3 con la referencia R, antes de que comience la zona de unión 7, representada ensanchada en la representación de la figura 2, que está prevista para la recepción de elementos de montaje o elementos de recepción para elementos de montaje. Esto se insinúa a modo de ejemplo en la representación de la figura 2 por medio de una perforación 8 que sirve para la recepción de elementos de montaje. Éstos pueden ser, por ejemplo, discos de freno, absorbentes de sonido de rueda o similares.

Los pasos 6 o al menos uno de los pasos 6 indicados en la figura 2 del contorno del disco de rueda 1 se realizan del modo que se explica a continuación en un ejemplo de realización preferido. Éste puede verse en la representación esquemática de la figura 3. En este caso, las distintas secciones no se representan a escala ni de forma matemáticamente exacta. La representación de la figura 3 ha de entenderse de forma esquemática y sirve para facilitar la descripción del contorno. El núcleo del paso 6 lo forma una función tangente identificada en la representación de la figura 3 con la letra T que, en la representación a modo de ejemplo, se desarrolla desde un punto identificado con el número 9 en dirección radial hacia abajo hasta el punto identificado con el número 10. Aquí el punto identificado con el número 10 es, en el mejor de los casos, el punto de inflexión de la función tangente T y se convierte en un arco circular identificado con el número 11 que forma parte del círculo indicado con rayas. A continuación sigue a partir del punto identificado con el número 12 una línea recta 13 que, de un modo en sí conocido, se convierte, por ejemplo a través de un radio, en el límite axial del cubo de rueda 3 perpendicular al mismo. La dirección axial viene definida a su vez por el eje de giro 2 sobre el que se dispone perpendicularmente la dirección radial según la representación de la figura 3 que se identifica con la letra R. La zona del alma 4 en dirección de la llanta 5 aquí no representada sigue después del punto identificado con el número 9 como línea recta 14, presentando esta recta un ángulo ϕ respecto a la dirección R radial o perpendicular. El ángulo ϕ se indica en la representación de la figura 3 entre la línea recta 14 y un eje 15 que funciona paralelamente a la dirección radial R. Éste debe ser en cualquier caso mayor de 0, preferiblemente mayor de 0,5. Normalmente, el ángulo ϕ es menor de 20°. En el ejemplo de realización aquí representado, éste se ha elegido, por ejemplo, en el orden de magnitud de aproximadamente 1,5 a 2°.

En relación con la función tangente T y especialmente en relación con el paso a la función tangente T en la línea recta 14 en el punto 9, así como en el contorno del cubo de rueda 3, que se compone del arco circular 11 y de la línea recta 13, se aplican condiciones determinadas. En principio los pasos son respectivamente tangencialmente continuos. Si ahora aplicamos la ecuación de función para la tangente

$$f(x) = a \tan(bx) + c \quad \text{Ecuación (1)}$$

es posible influir en esta tangente por medio de algunos parámetros. A fin de eliminar los sumandos c, se llevan a cabo las siguientes reflexiones en base a un sistema de coordenadas situado en el punto de inflexión de la función tangente T que, en la representación de la figura 3, corresponde al punto identificado con el número 10. Partiendo de este sistema de coordenadas resulta la función tangente como

$$T: f(x) = a \tan(bx) \quad \text{Ecuación (2)}$$

entendiéndose, por lo tanto, la variable x en dirección del eje de giro 2 como variable axial.

En relación con la línea recta 14 puede aplicarse la siguiente ecuación

$$g(x) = mx + d \quad \text{Ecuación (3)}$$

En virtud de eventuales contornos preestablecidos especialmente por medio de elementos de montaje y/o elementos de recepción que a menudo requieren conexiones normalizadas, resulta una limitación de la función tangente T en la altura radial. Esto conduce a su vez a una limitación de la coordenada x a la que se puede recurrir para calcular una función tangente apropiada. Una segunda posibilidad de elegir la tangente consiste en preestablecer el ángulo γ de la tangente en el punto de inflexión 10 frente a la perpendicular identificada en la representación de la figura 3 con el número 16, en la variante aquí elegida del sistema de coordenadas, es decir, la ordenada de este sistema de coordenadas. Para un paso especialmente fijo con una distribución de tensiones muy uniforme, este ángulo γ puede elegirse en el campo de 35 a 55°, preferiblemente en el campo de entre 40 y 50°.

Para el siguiente ejemplo se ha elegido un ángulo γ de 45°. La $\tan(\gamma)$ adopta en este punto el valor 1, de manera que de la ecuación 2 resulta directamente que

$$a = \frac{1}{b} \quad \text{Ecuación (4)}$$

A través de la distancia preestablecida identificada a continuación como x_1 en dirección x , así como del punto de inicio de la línea recta 14 en dirección radial d resulta, teniendo en cuenta el ángulo φ , la coordenada x x_1 con

$$x_1 = \frac{d}{\frac{\sqrt{\tan(90^\circ - \varphi) - 1}}{\arccos \sqrt{\frac{1}{\tan(90^\circ - \varphi)}}} - \tan(90^\circ - \varphi)} \quad \text{Ecuación (5)}$$

5 así como el factor b con

$$b = \frac{\arccos \sqrt{\frac{1}{\tan(90^\circ - \varphi)}}}{x_1} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Con la elección adecuada del ángulo φ es posible determinar la función tangente T de forma sencilla y eficaz y unirla a la línea recta 14 en el punto de paso definido de forma tangencialmente continua.

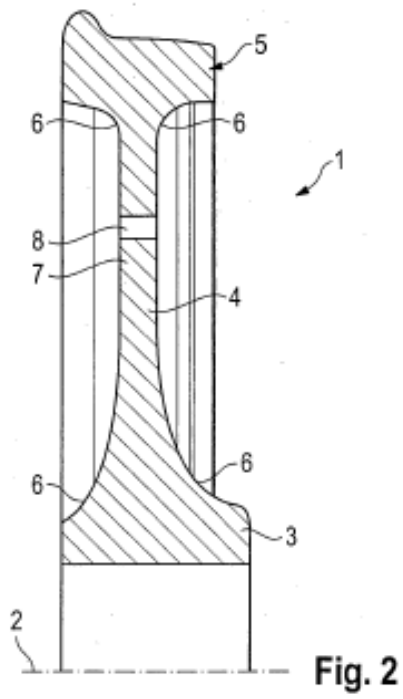
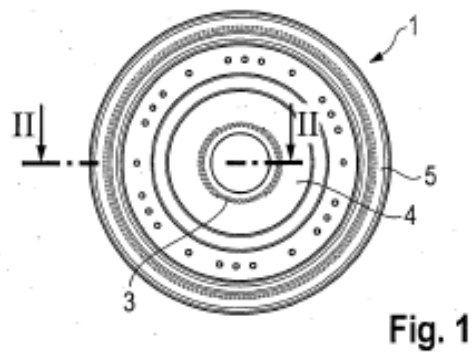
10 Dado que el paso entre la función tangente T y el contorno del cubo de rueda 3 no permite cualquier unión, sino que ésta está limitada en gran medida en virtud de la función de la tangente, en caso de que el contorno sea una línea recta, el arco circular identificado con el número 11 se ajusta, en el mejor de los casos, de forma tangencialmente continua a la función tangente T , convirtiéndose a su vez de forma tangencialmente continua en la línea recta 13 del contorno. En este caso, el círculo, del que el arco circular 11 forma una parte, puede elegirse en principio libremente y convertirse en éste en un punto cualquiera de la función tangente T de forma tangencialmente continua. Sin embargo se ha demostrado que un paso al arco circular 11 en el punto de inflexión 10 de la función tangente T , como aquí se representa, con respecto a la comprensión matemática, resulta especialmente sencillo.

20 Otra posibilidad muy ventajosa consiste en realizar el paso entre la función tangente T y el arco circular 11 de manera que el paso tangencialmente continuo se lleve a cabo en el punto o en la zona alrededor del punto de máxima curvatura de la función tangente T . Este paso en el punto o en la zona alrededor del punto de máxima curvatura resulta especialmente idóneo con respecto a la distribución de tensiones cuando el arco circular 11 presenta como radio exactamente este radio de curvatura máximo de la función tangente T antes determinada. Gracias a que las curvaturas se convierten unas en otras de forma continua, resulta una estructura ideal con respecto a la distribución de tensiones. Esto conduce a una alta resistencia del paso 6 así configurado. Este arco circular 11 puede convertirse de nuevo de forma tangencialmente continua en la línea recta 13 que puede elegirse comparativamente con libertad en relación con su posición y su ángulo en virtud del arco circular 11 situado entre la función tangente T y la línea recta 13, a fin de permitir, por ejemplo, un contorno exterior axial deseado o preestablecido del cubo de rueda 3.

30 La estructura permite, en general, gracias a una armonización de las distribuciones de tensiones, una resistencia muy elevada con un empleo mínimo de material y sin que sean necesarios procedimientos complicados como, por ejemplo, una solidificación del material en la zona del paso. No obstante es posible aumentar aún más la resistencia por medio de estos procedimientos para la solidificación de superficies. En este caso, los procedimientos pueden configurarse tanto mecánicamente (granallado, tamboreado, etc.), como también mediante técnica/química de materiales (templado por cementación, nitrificación, etc.).

REIVINDICACIONES

1. Disco de rueda (1) para un vehículo ferroviario con
 - 1.1 un cubo de rueda (3) que rodea un eje de giro (2);
 - 1.2 una llanta (5); y
 - 1.3 un alma (4) que une el cubo de rueda (3) a la llanta (5);caracterizado por que
 - 1.4 se configura un paso (6) entre el alma (4) y el cubo de rueda (3) y/o un paso (6) entre el alma (4) y la llanta (5) por al menos una cara axial en cada plano de sección radial, de manera que
 - 1.5 el paso (6) se configure a través de la función tangente (T),
 - 1.6 la función tangente (T) se convierta de forma tangencialmente continua en el contorno del alma (4); y
 - 1.7 la función tangente (T) se convierta de forma tangencialmente continua en el contorno del cubo de rueda (3) o de la llanta (5).
2. Disco de rueda (1) según la reivindicación 1, caracterizado por que el paso tangencialmente continuo de la función tangente (T) en el contorno del cubo de rueda (3) o de la llanta (5) se lleva a cabo en la zona del punto de inflexión (10) de la función tangente (T).
3. Disco de rueda (1) según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que el contorno del cubo de rueda (3) o de la llanta (5) está formado, a continuación de la función tangente (T), por un arco circular (11) y una línea recta (13) que sigue a este arco circular (11), convirtiéndose el arco circular (11) de forma tangencialmente continua en la línea recta (14).
4. Disco de rueda (1) según la reivindicación 3, caracterizado por que el paso tangencialmente continuo de la función tangente (T) en el arco circular (11) se realiza en la zona de máxima curvatura de la función tangente (T).
5. Disco de rueda (1) según la reivindicación 4, caracterizado por que un radio del arco circular (11) corresponde al máximo radio de curvatura de la función de tangente (T).
6. Disco de rueda (1) según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que el ángulo (φ) de la función tangente (T) en el punto de inflexión (10) frente a la ordenada es de 35-55°, preferiblemente de 40-50°, con especial preferencia de 45° aproximadamente.
7. Disco de rueda (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el contorno del alma (4) a continuación de la función tangente (T) presenta un contorno de unión en forma de un arco.
8. Disco de rueda (1) según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que el contorno del alma (4) a continuación de la función tangente (T) presenta un contorno de unión en forma de una línea recta (14), configurándose la línea recta (13) inclinada en un ángulo (φ) de menos de 20°, preferiblemente de 0,5-15°, respecto a la dirección radial (15).
9. Disco de rueda (1) según la reivindicación 7 u 8, caracterizado por que la función tangente (T) se configura de manera que el paso tangencialmente continuo al contorno de unión se cierre antes de disponer en al menos una de las secciones radiales una zona de unión (7) para un elemento de recepción y/o un elemento de montaje en el alma (4).



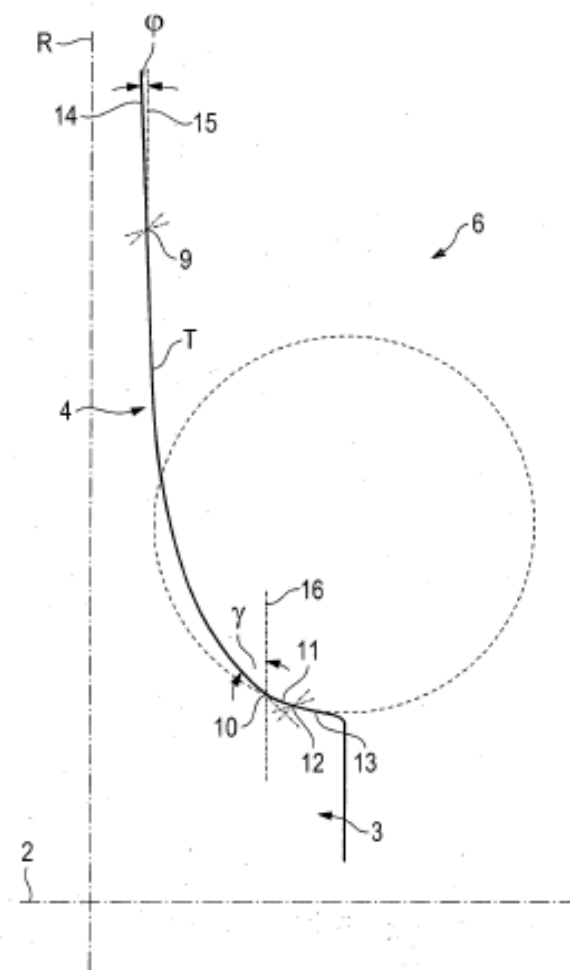


Fig. 3