

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 324**

51 Int. Cl.:

H02K 1/30 (2006.01)

H02K 7/14 (2006.01)

H02K 9/19 (2006.01)

H02K 11/33 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.01.2017 PCT/NL2017/050034**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.07.2017 WO17126965**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.01.2017 E 17704315 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3406019**

54 Título: **Rueda para un vehículo de carretera**

30 Prioridad:

20.01.2016 NL 2016127

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2021

73 Titular/es:

**E-TRACTION EUROPE B.V. (100.0%)
Watermanstraat 40
7324 AH Apeldoorn, NL**

72 Inventor/es:

**VAN DER WAL, REINHARD PETER y
SEVENTER, TIMOTHY**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 808 324 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 para un vehículo de carretera

5 Campo de la invención

[0001] Una rueda de vehículo de carretera con un motor eléctrico en la rueda, la rueda comprende un llanta y un rotor con imanes permanentes y un estátor con electromagnetos.

10 Antecedentes de la invención

[0002] Se conocen ruedas accionadas por un motor eléctrico. El motor eléctrico puede estar provisto en el vehículo y conduce el eje de la rueda para girar la rueda. Esto requiere que el motor eléctrico se sitúe en el vehículo. Otra posibilidad es situar el motor eléctrico en la misma rueda. También se conocen tales ruedas con un motor eléctrico en la rueda. Por ejemplo, la CN 202006723 divulga un motor de eje con bobinas de estátor que se fijan en un eje hueco. Un soporte de rotación se instala en el lado de carretera del eje y lleva imanes permanentes que se separan de los electromagnetos de manera que se forma un espacio de aire axialmente orientada. El soporte lleva un llanta para recibir un único neumático. En otro ejemplo, la WO 2009/128581 divulga un motor en la rueda donde los imanes permanentes que se fijan al rotor se separan en un espacio de aire radialmente orientada de las bobinas de estátor. Una llanta para montar un único neumático se fija a la parte del lado de la carretera del alojamiento al que se fijan los imanes permanentes. Así, parte del motor eléctrico generalmente se acopla a la llanta de la rueda, la llanta lleva el neumático de la rueda. Otra parte del motor eléctrico en la rueda está generalmente posicionado en el centro de la rueda y constituirá una parte no giratoria de la rueda. La parte no giratoria del motor eléctrico y parte del motor eléctrico acoplado a la llanta son referidos generalmente como estátor y rotor, respectivamente. La interacción entre rotor y estátor es de naturaleza magnética, al menos uno de los electromagnetos que comprenden rotor y estátor. La US 2010/0194180 divulga un soporte de cubo y neumático para vehículos todoterreno, tales como camiones de arrastre grandes para operaciones de minería. En cada rueda de tamaño grande, se coloca un motor de rueda eléctrico que tiene un eje central de rotación que conecta a un engranaje y un alojamiento fijo. El engranaje se soporta por un eje provisto de cojinetes que llevan un soporte de eje con dos soportes del neumático para cada recepción de un neumático

[0003] Su distancia mutua debería ser lo suficientemente pequeña para que el motor eléctrico pueda suministrar energía suficiente y par a la rueda, y preferiblemente tan pequeño como sea posible prácticamente. Por otro lado, su distancia mutua debería ser lo suficientemente grande para poder absorber cargas e impactos mecánicos en la rueda. Además, se requieren grandes corrientes para proporcionar la energía necesaria y par al motor. Esto causa un ascenso de temperatura del motor eléctrico y rueda, y se requiere el enfriamiento para limitar el ascenso de temperatura. Tener un máximo de par disponible para una corriente eléctrica dada es muy ventajoso. Varias soluciones se han propuesto, pero todas son bastante complicadas.

40 Resumen de la invención

[0004] Un objetivo de la invención es proporcionar una rueda para un vehículo de carretera con un motor eléctrico en la rueda que pueda proporcionar un alto par pero toma un espacio relativamente pequeño en comparación con motores eléctricos en la rueda conocidos.

[0005] Otro objetivo de la invención u objetivo alternativo es proporcionar una rueda con un motor eléctrico en la rueda que pueda proporcionar un alto par pero siga estando dimensionado para permitir que el montaje de neumáticos sea estándar para la aplicación específica, tal como para autobuses o coches.

[0006] Otro objetivo de la invención u objetivo alternativo es proporcionar una rueda de vehículo de carretera con motor eléctrico en la rueda que pueda soportar altas cargas mecánicas.

[0007] Al menos uno de los objetivos anteriores se consigue mediante una rueda de vehículo de carretera con un motor eléctrico en la rueda como se reivindica en la reivindicación 1.

[0008] El rotor de la rueda según la invención no soporta ninguna carga desde la llanta. Por lo tanto, se puede mantener muy pequeño un espacio de aire entre rotor y estátor, lo que es altamente ventajoso para una eficiencia aumentada del motor eléctrico. El rotor sobre el que los imanes permanentes se montan no necesita estar diseñado para fuerza mecánica y puede por lo tanto mantenerse muy fino. El diámetro interno del rotor se puede elegir así mayor en un mismo diámetro externo, el rotor puede así eficazmente estar posicionado adicionalmente desde el eje de rotación, para proporcionar una superficie interna mayor y así un área mayor para interacción magnética entre rotor y estátor para una generación más eficiente de par por el motor eléctrico, aumentando adicionalmente la eficiencia del motor.

65

[0009] En una forma de realización, el llanta se soporta de tal manera que cualquier fuerza ejercida en la llanta surge directamente a través del soporte de la llanta. Cualquier carga en la llanta está directamente canalizada en el soporte de la llanta para evitar que se ejerza ninguna carga en el rotor.

5 [0010] En una forma de realización, la llanta no está en contacto directo con el rotor para disminuir adicionalmente ningún riesgo de fuerzas que se ejerzan en el rotor por influencias externas.

10 [0011] En una forma de realización hay un espacio entre el rotor y la llanta, especialmente el espacio se rellena con un gas, especialmente aire. Con un espacio, especialmente, un espacio de aire entre el rotor y la llanta la llanta se puede deformar debido a fuerzas externas sin que entre en contacto con el rotor.

[0012] En una forma de realización, la parte no giratoria comprende un eje que soporta el soporte de la llanta, especialmente, a través de un soporte.

15 [0013] En una forma de realización, la llanta tiene primeros y segundos extremos a lo largo de un eje de rotación de la rueda, el soporte de la llanta está asociado a los primeros y segundos extremos de la llanta. Ambos extremos de la llanta están soportados en tal configuración, que es eficiente para limitar cualquier deformación de la llanta.

20 [0014] En una forma de realización, el soporte de la llanta comprende primeras y segundas placas asociadas a los primeros y segundos extremos de la llanta, y el rotor está soportado por y provisto entremedias de las primeras y segundas placas. Las placas han demostrado ser un medio eficiente para soportar la llanta y también para proporcionar un soporte para el rotor. Las placas pasan muy eficazmente cualquier carga al eje. Se pueden configurar fácilmente de tal manera que estas no se deformen bajo ninguna carga.

25 [0015] En una forma de realización, el rotor comprende un elemento de retención de imán que se soporta en el soporte de la llanta, el elemento de retención de imán está fabricado a partir de un material que se selecciona para sus propiedades de guía de flujo magnético óptimas. Ya que el material del rotor no necesita ser seleccionado para su fuerza mecánica se puede seleccionar para propiedades de guía de flujo óptimas para aumentar la eficiencia del motor eléctrico.

30 [0016] En una forma de realización, el material de la disposición de retención de imán tiene una relativa permeabilidad magnética de al menos 100, especialmente en el rango de 200 a 8,000, más especialmente en el rango de 1,000 a 8,000.

35 [0017] En una forma de realización, el eje es un eje hueco, que reduce el peso de la rueda y proporciona un espacio para proporcionar instalaciones requeridas para el motor eléctrico.

40 [0018] En una forma de realización, el estátor se soporta en el eje hueco, que proporciona un soporte muy bueno y estable al estátor.

45 [0019] En una forma de realización, una disposición de enfriamiento que comprende un espacio de enfriamiento se proporciona entremedias del eje hueco y el estátor, y se guían conductos de enfriamiento para proporcionar un fluido de refrigeración a la disposición de enfriamiento a través del eje hueco.

[0020] En una forma de realización, el eje hueco define un compartimento electrónico que contiene el sistema electrónico para controlar el motor eléctrico y conexiones eléctricas para el sistema electrónico se guían a través del eje hueco, especialmente, el compartimento electrónico está provisto en un espacio rodeado por el estátor.

50 [0021] En una forma de realización, el compartimento de sistema electrónico es un compartimento sellado que, especialmente, reúne estándares IP67 o mayores.

55 [0022] En una forma de realización, el compartimento del sistema electrónico comprende una placa de conector configurada para proporcionar conexiones eléctricas al sistema electrónico y motor eléctrico, y para la disposición de enfriamiento.

[0023] En una forma de realización, la placa de conector comprende un conector para un bus CAN.

60 [0024] En una forma de realización, el estátor, rotor y sistema electrónico cooperan para proporcionar un par máximo a la llanta en un rango de 3,000 Nm a 15,000 Nm, especialmente, en el rango de 6,500 Nm a 11,000 Nm.

65 [0025] En una forma de realización, los electromagnetos comprenden un núcleo paramagnético entre embobinados de bobina.

[0026] En una forma de realización, la llanta está dimensionada y configurada para el montaje de dos neumáticos, especialmente, neumáticos de tamaño estándar.

5 [0027] En una forma de realización, la rueda comprende además un disco de freno conectado rígidamente al rotor, especialmente, a la placa posterior.

[0028] En una forma de realización, el sistema electrónico comprende un bloque de condensador CC que comprende condensadores de lámina de alta tensión.

10 [0029] En una forma de realización, el sistema electrónico comprende módulos IGBT montados sobre una placa de enfriamiento.

[0030] En una forma de realización, los módulos IGBT proporcionan una corriente máxima en el rango de 700 amperios a 1,000 amperios.

15 [0031] En una forma de realización, el sistema electrónico comprende un dispositivo de supervisión para garantizar el cumplimiento de ASIL.

[0032] En una forma de realización, el dispositivo de supervisión asegura el cumplimiento de ASIL C y/o ASIL D.

20 [0033] En una forma de realización, la rueda permite la entrada y salida libre de agua, donde componentes sensibles a la humedad, especialmente, al menos uno de los imanes permanentes y los electromagnetos están recubiertos con un recubrimiento sellado herméticamente, especialmente, un recubrimiento de polvo.

25 Breve descripción de los dibujos

[0034] Características adicionales y ventajas de la invención serán aparentes de la descripción de la invención por vía de formas de realización no limitativas y no exclusivas. Estas formas de realización no deben ser interpretadas como limitación del alcance de protección. El experto en la materia se dará cuenta de que otras formas de realización alternativas y equivalentes se puede concebir y reducir a la práctica sin alejarse del alcance de la presente invención. Formas de realización de la invención se describen con referencia a los dibujos anexos, donde los mismos símbolos de referencia o similares indican las mismas partes correspondientes o similares y donde

La Figura 1 muestra una sección transversal de una rueda según la invención y

La Figura 2 muestra un detalle del rotor con los imanes permanentes.

Descripción detallada de formas de realización

[0035] Una rueda 10 para un vehículo de carretera, tal como un vehículo, bus o camión, se muestra en la figura 1 y comprende una parte de rotación 100 y una parte estática no giratoria 200. Un motor eléctrico 12 está dispuesto dentro de la rueda para proporcionar un motor eléctrico en la rueda. Dos neumáticos 11 se montan sobre una llanta 120 de la rueda. En otras formas de realización uno o más neumáticos se pueden montar sobre una llanta adecuada de la rueda, que puede ser neumáticos de tamaño estándar para la aplicación destinada de la rueda, tal como para autobuses o coches. Una primera placa (anterior) 121 y una segunda placa (posterior) 122 junto con sus extensiones anulares 121a, 122a proporcionan un soporte de llanta y se unen rígidamente a la llanta. La llanta 120, placas anterior y posterior 121,122, y extensiones anulares 121a, 122a son partes de rotación de la rueda y la llanta se soporta por las placas frontales y traseras y sus extensiones anulares. La llanta 120 tiene primeros y segundos extremos 120.1,120.2 a lo largo de un eje de rotación R de la rueda. La placa primera/anterior 121 se asocia al primer extremo 120.1 de la llanta 120 y la placa segunda/posterior 122 se asocia al segundo extremo 120.2 de la llanta. Cojinetes 13.1,13.2 están previstos entremedias de las placas anterior (primera) y posterior (segunda) del soporte de llanta de la parte de rotación 100 y un eje hueco 220 de la parte estática 200.

[0036] El motor eléctrico comprende un rotor 110 dispuesto en la parte de rotación 100 y un estátor 210 dispuesto en la parte estática 200. Un detalle de estátor y rotor se muestra en la figura 2. El rotor 110 dispone de imanes permanentes 111 en una superficie cilíndrica interna de un elemento de retención de imán 112 y el estátor 210 dispone de electromagnetos que están provistos generalmente de bobinados 211. Un núcleo paramagnético 210a puede estar provisto entre los bobinados. Un espacio de aire 101 está presente entre los imanes permanentes del rotor y los electromagnetos del estátor. Una fase y dirección de corrientes eléctricas a través de los electromagnetos se controla para proporcionar fuerzas entre los electromagnetos del estátor y los imanes permanentes del rotor para inducir la rotación del rotor con respecto al estátor. Tales técnicas se conocen generalmente y no se explicarán adicionalmente en la presente descripción.

[0037] El rotor 110 está configurado para proporcionar un campo magnético fuerte para la interacción con el campo magnético proporcionado por el electroimán. Imanes permanentes fuertes 111 están dispuestos en el elemento de retención de imán 112. El material de los imanes permanentes está seleccionado para sus

propiedades magnéticas fuertes. La altura H1 de los magnéticos permanentes puede por lo tanto ser mantenida menor en comparación con imanes permanentes a partir de un material magnético que tiene propiedades magnéticas menos fuertes. La eficiencia del rotor es posteriormente dependiente de las propiedades de guía de flujo del elemento de retención de imán 112. El elemento 112 no soporta ninguna fuerza ejercida en el llanta, ya que tales fuerzas se canalizan directamente a las placas anteriores y posteriores 121,122 y se proporciona un espacio 120a relleno con aire entremedias del rotor y la llanta. Por lo tanto, el material del elemento de retención de imán 112 no necesita ser seleccionado en su fuerza mecánica pero se puede seleccionar para propiedades de guía de flujo óptimas. Para conseguir buenas propiedades de guía de flujo magnéticas un material con una permeabilidad magnética relativa mayor que 100, especialmente, en el rango de 200 a 8,000, más especialmente, en el rango de 1,000 a 8,000 se selecciona para el elemento de retención de imán 112. Los imanes permanentes 111 se pueden pegar y/o fijar mecánicamente, tal como por pernos apropiados, al elemento de retención de imán 112. La altura H2 del elemento de retención de imán puede por lo tanto también ser seleccionado relativamente pequeño para permitir que el espacio de aire entremedias del rotor y estátor se aleje más del eje rotativo, lo que mejora la eficiencia y la capacidad de suministrar el par. El par proporcionado por el motor eléctrico es entre otros dependiente de la fuerza de los imanes permanentes, las capacidades de guía de flujo magnético del elemento de retención de imán y la longitud circunferencial interna del rotor, del cual la longitud circunferencial interna del rotor juega un papel muy crucial. La longitud circunferencial interna del rotor aumenta al llevarla más hacia afuera ya que depende del diámetro interno del rotor. Por otro lado, el diámetro se restringe por el tamaño de los neumáticos que debería ajustarse en la llanta. Al tener imanes permanentes fuertes 111 y un excelente elemento de retención de imán de guía de flujo 112 se permite hacer el elemento de retención de imán fino y así conseguir un diámetro interno máximo del rotor dentro de un tamaño de llanta dado.

[0038] El rotor con elemento de retención de imán 112 e imanes permanentes 111 y los electromagnetos se pueden recubrir con un recubrimiento sellado herméticamente 300 para protegerlas contra la corrosión. Durante la fabricación se aplica un recubrimiento de polvo sobre estas partes, que se cura posteriormente en la temperatura requerida para producir el recubrimiento sellado herméticamente sobre los imanes.

[0039] La parte estática 200 comprende además un eje hueco 220 que está configurado para llevar el peso de la rueda y parte del vehículo sobre el que la rueda se instala. El eje hueco se puede montar por cualquier medio de montaje adecuado a la suspensión del vehículo o a un bastidor parcial o eje del vehículo. El sistema electrónico 230 para controlar y accionar el motor eléctrico 12 está provisto en un compartimento de sistema electrónico 221 del eje hueco y los cables electrónicos 231 para el sistema electrónico 230 se guían a través del eje hueco 220 desde el vehículo sobre en el que se forma la rueda. El compartimento de sistema electrónico 221 del eje hueco es una parte de diámetro algo mayor del eje hueco 220 en la forma de realización mostrada y está provisto en un espacio rodeado por el estátor 210 para tener conexiones eléctricas cortas a los electromagnetos. El compartimento de sistema electrónico 221 proporciona un alojamiento sellado para el sistema electrónico 230, por ejemplo, que cumple con los estándares IP67. El alojamiento de sistema electrónico sellado puede comprender una placa de conector 222 para proporcionar conexiones para las conexiones eléctricas del sistema electrónico y motor eléctrico, especialmente, para un bus CAN y para el espacio de enfriamiento 240. El sistema electrónico comprende un bloque de condensador de CC que comprende condensadores de lámina de alta tensión y módulos IGBT montados sobre una placa de enfriamiento. Los módulos IGBT proporcionan una corriente máxima en el rango de 700 a 1,000 amperios. El sistema electrónico también puede comprender un módulo de supervisión para garantizar el cumplimiento de ASIL, especialmente, el cumplimiento de ASIL-C o ASIL-D.

[0040] Un soporte 13.1 se proporciona internamente del eje hueco 220 entre el eje hueco y la placa anterior 121 de la parte de rotación 100. Otro soporte 13.2 se proporciona externamente del eje hueco 220 entre el eje hueco y la placa posterior 122 de la parte de rotación. Cualquier carga en los neumáticos y el llanta se canaliza vía las placas anterior y posterior 121, 122 vía los cojinetes 13.1, 13.2 sobre el eje 220. La carga no proporciona ninguna fuerza en el rotor 110 soportada por las placas anterior y posterior, ya que no hay contacto directo entre la llanta 120 y el rotor 110. Un sensor de posición con partes de sensor de posición 235.1, 235.2 se instala en la placa anterior y dentro del eje hueco para sentir una posición de la parte de rotación 100 con respecto a la parte estática 200. Se puede emplear cualquier sensor de posición adecuado.

[0041] Los electromagnetos 210 se montan externamente en el eje hueco 220 con algún espaciado entremedias para permitir que un líquido de enfriamiento esté provisto en este espacio de enfriamiento o laberinto 240. El espacio de enfriamiento 240 puede estar configurado de tal manera que proporcione una capa de enfriamiento continuo o de tal manera que proporcione un número de canales para el líquido de enfriamiento. Los conductos de enfriamiento 241 se proporcionan en el eje hueco en conexión con el espacio de enfriamiento para permitir la circulación de líquido de enfriamiento a través del espacio de enfriamiento 241.

[0042] La Figura 1 muestra además un disco de freno 250 que se conecta rígidamente a la parte de rotación, especialmente, la placa posterior 122 de la parte de rotación. El disco de freno coopera con partes adicionales de una disposición de freno que no se muestra en los dibujos.

REIVINDICACIONES

1. Rueda de vehículo de carretera (10) con un motor eléctrico en la rueda (12), la rueda comprende
 - un eje de rotación (R);
 - un llanta (120) configurada para montar al menos un neumático (11) en el llanta, donde el llanta (120) tiene primeros y segundos extremos (120.1, 120.2) a lo largo del eje (R);
 - un soporte de llanta (121, 121 a, 122, 122a) configurado para soportar la llanta en una parte de rueda no giratoria (200) de tal manera que se permita la rotación de la llanta con respecto a la parte de rueda no giratoria donde el soporte de llanta comprende primeras y segundas placas (121, 122) asociadas a los primeros y segundos extremos (120.1, 120.2) del llanta (120) de modo que el llanta se soporta por las primeras y segundas placas (121, 122);
 - un estátor (210) del motor eléctrico en la rueda, el estátor comprende electromagnetos (211) y es soportado en la parte de rueda no giratoria y
 - un rotor (110) del motor eléctrico en la rueda, el rotor comprende imanes permanentes (111) y es soportado en el estátor vía al menos un soporte (13.1, 13.2),
 - un espacio de aire (101) que se extiende en la dirección axial entre los electromagnetos (211) y los imanes permanentes (111),
donde,
 - el rotor es soportado por y está provisto entremedias de las primeras y segundas placas (121, 122),
 - la llanta está dimensionada y configurada para el montaje de dos neumáticos,
 - la parte de rueda no giratoria (200) comprende un eje hueco (220) y se han previsto cojinetes (13.1, 13.2) entremedias de las primeras y segundas placas (121, 122) del soporte de llanta (120) y el eje hueco (220), y
 - donde la llanta con cada posición del neumático se extiende axialmente a lo largo del rotor, se soporta de tal manera que cualquier fuerza ejercida en la llanta surge directamente a través del soporte de llanta (121, 121a, 122, 122a) y no está en contacto directo con el rotor (110).
2. Rueda según la reivindicación 1 donde el eje hueco (220) comprende un compartimento de sistema electrónico cilíndrico (221) que está en el lado de carretera con una superficie interna unida al soporte (13.1), el soporte que soporta una mangueta cilíndrica que se extiende axialmente del soporte del llanta.
3. Rueda según la reivindicación 2, el compartimento de sistema electrónico (221) está provisto en un espacio rodeado por el estátor (210) cuyo sistema electrónico (230) para controlar el motor eléctrico (12) y conexiones eléctricas (231) para el sistema electrónico se guían a través del eje hueco al compartimento de sistema electrónico.
4. Rueda según cualquier de las reivindicaciones precedentes, donde hay un espacio (120a) entre el rotor (110) y la llanta (120), el espacio está relleno con un gas, especialmente aire.
5. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el rotor (110) comprende un elemento de retención de imán (112) que se soporta en el soporte de llanta (121, 122), el elemento de retención de imán está fabricado a partir de un material que se selecciona para sus propiedades de guía de flujo magnético óptimas.
6. Rueda según la reivindicación 5, donde el material del elemento de retención de imán (112) tiene una relativa permeabilidad magnética de al menos 100, especialmente, en el rango de 200 a 8,000, más especialmente en el rango de 1,000 a 8,000.
7. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, el estátor (210) es soportado en el eje hueco (220), donde una disposición de enfriamiento con un espacio de enfriamiento (240) está provisto entre el eje hueco (22) y el estátor (210), y se guían conductos de enfriamiento (241) para proporcionar un fluido de refrigeración a la disposición de enfriamiento a través del eje hueco.
8. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde el estátor (210), rotor (110) y sistema electrónico (230) cooperan para proporcionar un par máximo a la llanta (120) en un rango de 3,000 Nm a 15,000 Nm, especialmente, en el rango de 6,500 Nm a 11,000 Nm.
9. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, donde los electromagnetos (230) comprenden un núcleo paramagnético (210a) entre embobinados de bobina (211).
10. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un disco de freno (250) conectado rigidamente al rotor (100), especialmente a la placa posterior (122).
11. Rueda según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que permite el ingreso libre de agua, donde componentes sensibles a la humedad, especialmente, al menos uno de los imanes permanentes y electromagnetos están recubiertos con un recubrimiento sellado herméticamente, especialmente, un recubrimiento de polvo.

Fig. 1

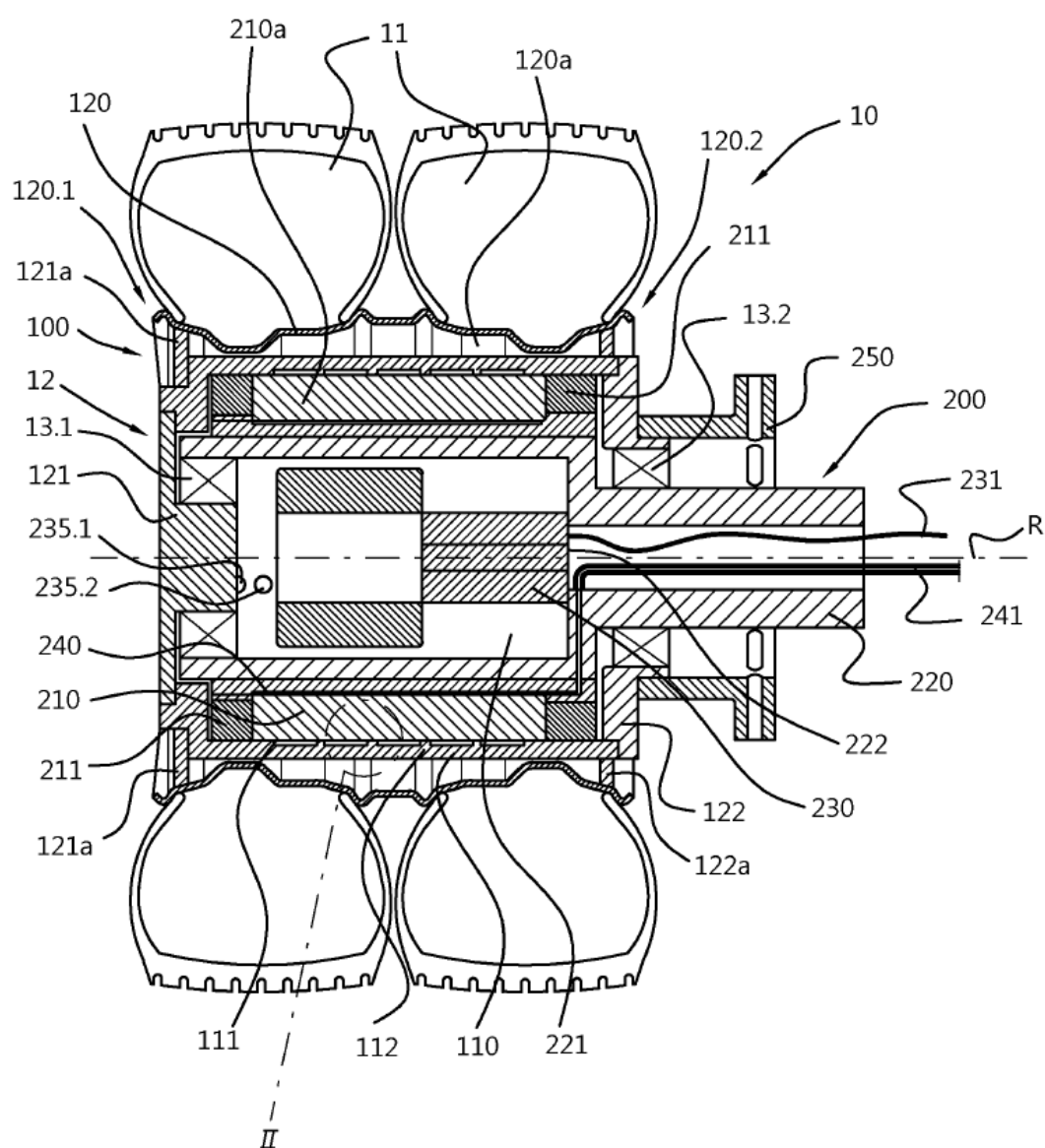


Fig. 2

