

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 607 815**

51 Int. Cl.:

B62M 6/65 (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014** **E 14425029 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** **EP 2921397**

54 Título: **Motor de buje de rueda de una bicicleta eléctrica y bicicleta eléctrica que comprende dicho motor de buje de rueda**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.04.2017

73 Titular/es:

ASKOLL EVA S.R.L. (100.0%)
Via Industria, 30
36031 Dueville (VI), IT

72 Inventor/es:

MARIONI, ELIO

74 Agente/Representante:

ARIZTI ACHA, Monica

ES 2 607 815 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).

Motor de buje de rueda de una bicicleta eléctrica y bicicleta eléctrica que comprende dicho motor de buje de rueda

DESCRIPCIÓN

5 **Campo de la aplicación**

La presente invención se refiere a un motor de buje de rueda - es decir, un buje de rueda que comprende internamente un motor eléctrico y medios de reducción asociados - para un vehículo eléctrico, en particular para una bicicleta eléctrica de pedal asistido.

10 La invención también se refiere a una bicicleta eléctrica o pedal asistido por motor que comprende un buje de la rueda.

15 La invención puede encontrar una aplicación útil en el sector tecnológico de la movilidad eléctrica.

Técnica anterior

20 Como es bien sabido, desde hace algunos años, a raíz de una creciente toma de conciencia con respecto a las cuestiones ambientales, se han generalizado los denominados "vehículos de emisión cero" (ZEV). Estos vehículos, de hecho, se caracterizan por el hecho de que liberan prácticamente cero emisiones contaminantes a la atmósfera.

En particular, los vehículos más comunes de emisiones cero son medios de transporte propulsados eléctricamente o vehículos eléctricos.

25 El rasgo característico de los vehículos eléctricos es que tienen un motor eléctrico que utiliza como fuente de energía la energía almacenada en una o más baterías recargables y suministrada por éstas al motor en forma de energía eléctrica.

30 Los vehículos de este tipo, a pesar de que su uso generalizado está limitado en la actualidad por los conocidos problemas de tamaño de la batería y la autonomía, logran una reducción drástica de los costes de operación del usuario, así como las buscadas cero emisiones contaminantes.

35 Teniendo en cuenta todos los vehículos eléctricos, los menos afectados por los inconvenientes asociados con el uso de baterías y por lo tanto su autonomía son las bicicletas ya que se utilizan en distancias cortas, tienen un peso bajo y requieren una pequeña cantidad de energía.

Se enfatiza que en las bicicletas eléctricas generalmente se utiliza un motor eléctrico como una ayuda y no como un sustituto de la acción de pedaleo.

40 Tales bicicletas se conocen más correctamente como "bicicletas eléctricas de pedal asistido (EPAC)", o también "pedelecs", es decir, bicicletas donde la acción de propulsión humana se combina con la de un motor eléctrico. El término "e-bicicleta" también se utiliza comúnmente, aunque es de sentido más amplio ya que incluye también bicicletas en el que el motor funciona de manera independiente de la acción de pedaleo.

45 Una bicicleta de pedal asistido es muy silenciosa, ya que no tiene ninguna emisión contaminante y asegura varias decenas de kilómetros de autonomía con la ayuda del motor, e incluso más de 150 km en el caso de los modelos más sofisticados, en particular los que tienen baterías de litio, donde la distribución del trabajo entre el motor y el ciclista es variable y a menudo pueden ser seleccionada por el ciclista.

50 Hasta ahora, para el consumidor, el principal obstáculo para la adquisición de una bicicleta eléctrica es su precio de compra; Por lo tanto, este es el principal factor que impide la amplia distribución de bicicletas eléctricas y sustancialmente limita el número de usuarios potenciales.

55 Un factor que es también un obstáculo para la difusión de las bicicletas eléctricas es su típica voluminosidad y manejo torpe, debido principalmente a la colocación de los motores y las baterías y, en general, su apariencia, que es algo diferente de la de las bicicletas no motorizadas convencionales.

A la luz de las observaciones anteriores, es por lo tanto importante limitar al mínimo posible el volumen y el grado de complejidad mecánica de la unidad de motor y del sistema de tracción total.

60 Una solución técnica particularmente eficaz a este respecto es la incorporación de la unidad de motor en el interior de uno de los bujes de las ruedas del vehículo, es decir, el diseño de un motor de buje de rueda que evita el uso de un motor externo con una cadena de accionamiento respectiva.

Está claro cómo un diseño de este tipo de construcción da lugar a mayores restricciones de peso y dimensionales en relación con la unidad de motor: tanto el motor eléctrico y cualquier unidad de reducción deben, de hecho, ser completamente alojados dentro de una cubierta de tamaño pequeño.

5 Por otro lado, la reducción de los costes de producción impone limitaciones de un tipo diferente. Si, en efecto, los motores síncronos de imanes permanentes son, sin duda preferibles para las aplicaciones en el sector, debido a su alta densidad de par, en los últimos tiempos su uso ha caído debido al aumento dramático en el coste de las tierras raras, que se utilizan convencionalmente para su producción.

10 Con el fin de mantener los precios competitivos, por lo tanto los fabricantes se han visto obligados a recurrir a soluciones alternativas más pesada y de mayor volumen, como por ejemplo un motor asíncrono o motor síncrono de rotor excitado, en detrimento de la compacidad de la unidad de motor.

15 Las limitaciones mencionadas anteriormente son aún mayores en el caso en que el motor de buje se va a montar en la rueda delantera; en este caso, de hecho, un peso excesivo penaliza de manera inaceptable la capacidad de maniobra del vehículo.

20 Por otra parte, precisamente la incorporación del motor de buje en la rueda delantera es deseable, ya que permite un mayor control de la tracción y el equilibrio óptimo de las masas, con el peso del motor, que contrarresta la del ciclista sentado en el sillín.

25 También se señala cómo la incorporación en el motor de eje de una unidad de reducción de pequeñas dimensiones y relación de transmisión satisfactoria ha demostrado ser difícil. En particular, los motores de buje producidos hasta ahora tienen como mucho un engranaje planetario de reducción con una relación de transmisión que no puede pasar por debajo de un valor de 1:7. Los pares de torsión resultantes para el usuario son del orden de 20-25 N · m, mientras que un par de torsión más elevado permitiría un mejor control de la tracción.

30 El documento de la técnica anterior EP 1 736 347 A1 divulga un motor de buje de rueda para una bicicleta eléctrica según el preámbulo de la reivindicación 1.

35 El problema técnico de la presente invención es el de idear un motor de buje de rueda para una bicicleta eléctrica que tiene características estructurales y funcionales tales como para superar las limitaciones e inconvenientes que afectan hasta ahora los motores de rueda producidos de acuerdo con la técnica anterior, en particular que tienen una configuración que es particularmente compacta y una relación de reducción interna satisfactoria, sin un aumento excesivo de los costes de producción del mismo.

Sumario de la invención

40 El problema técnico antes mencionado se resuelve mediante un motor de buje de rueda para una bicicleta eléctrica según la reivindicación 1.

45 Una persona experta en la materia se dará cuenta inmediatamente cómo la unidad de reducción descrita anteriormente, que comprende las dos etapas de reducción dispuestas una junto a la otra, es capaz de conseguir relaciones de transmisión que son sustancialmente más pequeñas que las de los reductores epicicloidales usados en la técnica, mientras que mantiene una estructura general que es compacta y compatible con el alojamiento en el interior de la cubierta del buje.

50 En particular, la relación de transmisión proporcionada por la unidad de reducción puede ser 1:14 - 1:20, por ejemplo 1:17, mientras que las relaciones de transmisión de los motores de buje de acuerdo con la técnica anterior son a lo sumo iguales a 1:7.

55 Obviamente, los diámetros y el número de dientes de las ruedas y los piñones pueden ser elegidos por el experto en la materia de acuerdo con los requisitos de reducción específicos. En particular, es evidente cómo el primer piñón tiene preferiblemente un diámetro y número de dientes más pequeños que los del primer engranaje, que tiene un diámetro y número de dientes mayor que los del segundo piñón, que a su vez tiene un diámetro y el número de dientes más pequeños que los del segundo engranaje.

60 El segundo engranaje es preferiblemente un engranaje de dentado interior que se asocia directamente con una superficie de soporte de la cubierta del buje.

El elemento intermedio es un eje de balancín, que soporta el árbol excéntrico en el extremo de un primero de sus brazos; en el extremo opuesto del otro brazo puede tener ventajosamente un contrapeso.

El elemento intermedio está preferiblemente limitado en rotación al árbol fijo en al menos una dirección, por ejemplo

por medio de una rueda libre.

La disposición mencionada anteriormente de una rueda libre dispuesta entremedio permite el desacoplamiento del motor en el caso de que la rueda que tiene una velocidad mayor que la impartida al rotor.

5 Por otra parte, dicha forma de construcción, aunque ventajosa desde un primer aspecto, tiene el inconveniente de la prevención de regeneración, que es teóricamente posible cuando el motor eléctrico utilizado es un motor síncrono.

En variantes alternativas que prevén la posibilidad de la regeneración el elemento intermedio está limitado al eje fijo por medio de un embrague de fricción o que se ve limitado de manera rígida en ambos sentidos de rotación.

10 Al menos uno del primer piñón y el primer engranaje de la primera etapa de reducción puede estar hecho ventajosamente, al menos en la región de la superficie de engrane, de material plástico.

15 Esta medida limita los costes de producción sin afectar negativamente a la resistencia mecánica del sistema, ya que los pares relativamente bajos transmitidos por la primera etapa de reducción no requieren el uso de materiales con una alta resistencia mecánica.

Por otro lado, el segundo piñón y el segundo engranaje de la segunda etapa se hacen preferiblemente, al menos en la región de su superficie de engrane, de material metálico, por ejemplo, acero.

20 El primer engranaje puede, en particular, tiene una porción periférica hecha de material plástico comoldeado sobre un casquillo hecho de material metálico, con el fin de proporcionar una comunicación eficaz entre la porción de transmisión hecha de plástico y la parte de transmisión hecha de metal.

25 El primer piñón y el primer engranaje pueden formar un engranaje helicoidal, mientras que el segundo piñón y el segundo engranaje son preferiblemente del tipo de dientes rectos. Por lo tanto, una reducción eficiente en la producción de ruido se consigue sólo en la primera etapa del engranaje de reducción, donde las velocidades angulares en juego son relativamente altas. Debido a la diferenciación de los engranajes es posible proporcionar ventajosamente el par de torsión helicoidal en sólo los engranajes de plástico, evitando los costes mucho mayores del mecanizado de metales.

30 El motor eléctrico es preferiblemente un motor eléctrico síncrono, el rotor externo comprendiendo un imán permanente moldeado utilizando plastoferrita.

35 Dicho motor, que se hace a un bajo coste debido a un moldeo y operación simples de inyección para el estátor, mientras que nunca ha encontrado una aplicación en el sector específico de la movilidad eléctrica, tiene ventajas obvias relacionadas con los costes en comparación con los motores de tierras raras convencionales.

40 Con el fin de maximizar la eficiencia del motor, el estátor interno puede tener una pluralidad de polos provistos de zapatas polares en forma de material magnético sinterizado, por ejemplo, SMC (compuestos magnéticos blandos).

El problema técnico antes mencionado se resuelve también por una bicicleta eléctrica que comprende al menos un motor de buje de rueda del tipo descrito anteriormente.

45 En vista de la compacidad característica particular del motor de buje que se ha descrito anteriormente, su uso en la rueda delantera de una bicicleta eléctrica de pedal asistido parece ser particularmente ventajoso.

Por otra parte, el mismo motor de buje se puede aplicar a la rueda trasera o a ambas ruedas. En este último caso, es posible prever un motor principal y un motor secundario en una configuración de tipo maestro/esclavo.

50 Otras características y ventajas de la presente invención se desprenderán de la descripción, proporcionada en lo que sigue, de un ejemplo preferente de realización proporcionada a modo de un ejemplo no limitativo con referencia a los dibujos adjuntos.

55 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 muestra una vista lateral de una rueda de bicicleta eléctrica que comprende un motor de buje de acuerdo con la presente invención;

60 la figura 2 muestra una vista frontal, seccionada a lo largo del plano C-C, del motor de buje de acuerdo con la figura 1;

la figura 3 muestra una vista en perspectiva, parcialmente seccionada a lo largo del plano D-D, del motor de buje de acuerdo con la figura 1;

la figura 4 muestra una vista en perspectiva en despiece ordenado del motor de buje de acuerdo con la figura 1.

Descripción detallada

5 Con referencia a las figuras adjuntas, 1 se utiliza para indicar genéricamente un motor de buje de rueda diseñado para ser incorporado en una bicicleta eléctrica, en particular del tipo de pedal asistido.

10 Con referencia a la figura 1 adjunta, este buje del motor 1 se puede incorporar de una manera conocida en una estructura de la rueda 100 de una bicicleta eléctrica, preferiblemente una rueda delantera.

15 El motor de buje 1 comprende un árbol fijo 2, los extremos opuestos roscados del cual están diseñados para estar asociados de forma rígida, de una manera no giratoria, con una porción del cuadro de la bicicleta eléctrica; en particular, en el caso preferido de un motor de buje de la rueda delantera 1 descrita actualmente, dicho árbol fijo 2 está asociado con la horquilla delantera del vehículo.

20 El árbol fijo 2 está cubierto por una cubierta 3 para el buje que es giratoria con respecto a este último y define un cuerpo en forma de caja sustancialmente cilíndrico. Dos bridas laterales 3a provistas de puntos de fijación para los radios de la rueda delantera 100 se extienden hacia fuera más allá de la periferia externa de la cubierta del buje 3.

La cubierta del buje 3 se compone, en particular, de un tambor de metal provisto de una tapa lateral desmontable 30 que permite acceder a los componentes internos del motor de buje. La pared del tambor de metal situada frente a la cubierta lateral 30 está montada giratoriamente, a través de un cojinete dispuesto en el medio, sobre el árbol fijo 2.

25 Un motor eléctrico 4, en el caso de que se trate de un motor eléctrico síncrono de imán permanente, se asocia con el árbol fijo 2 en las formas descritas a continuación. El motor eléctrico 4 se compone de un estátor interno 40 y un rotor externo 41.

30 El estátor interior 40 tiene doce polos definidos por conjuntos de laminaciones radiales 40a alrededor del cual se enrollan los bobinados eléctricos W. Elementos extremos sinterizado hechos de SMC (compuestos magnéticos blandos) y que forman las zapatas de polo 40b están posicionados en el extremo exterior de cada uno de los conjuntos de laminaciones 40a.

35 El estátor interior 40 está bloqueado rígidamente en el árbol fijo 2 por medio de un manguito 42 provisto de un manguito de acoplamiento 42a que en esta realización es de acero y coinectado en el cuerpo de la funda de aluminio y que se dedica a un de manera no giratoria sobre una parte respectiva del árbol fijo 2 provisto de al menos una porción aplanada.

40 El estátor interior 40 es, en particular, bloqueado lateralmente con respecto al volumen interno de la cubierta del buje, en la vecindad de la tapa lateral 30.

45 El manguito 40 sobresale lateralmente desde el cuerpo del buje 3; un cable eléctrico C se extiende desde la parte exterior del manguito y alimenta los bobinados W del motor eléctrico 4. La tapa lateral 30 está montada de forma giratoria, por medio de un cojinete, en la parte superior de una parte de pared definida por el manguito 40.

50 Se puede observar que el estátor interno 40 se extiende proyectándose parcialmente desde la base formada por el manguito 42; aquí, en el hueco entre el estátor interno 40 y el árbol fijo 2, se inserta una pieza de soporte giratoria 43, dicha pieza de soporte estando montada sobre cojinetes y provista de una brida, lateral con respecto al estátor interior 40, que soporta el rotor externo 41.

55 Dicho rotor externo 41 comprende un cuerpo principal en forma de copa, el fondo del cual se atornilla sobre la brida anteriormente mencionada de la pieza de soporte giratoria 43 y el borde de la cual rodea la periferia del estátor interno 40. La superficie interior del borde del rotor externo 41, de cara al espacio de aire, es compatible con un anillo magnético 44 que está hecho de plastoferrita inyectada usando técnicas de moldeo termoplástico (moldeo por inyección).

El motor eléctrico 4 está conectado cinemáticamente a la cubierta del buje 3 por medio de una unidad de reducción 5, que comprende una primera etapa de reducción 50 y una segunda etapa de reducción 55.

60 La primera etapa de reducción 50 está formada por el engranaje formado por un primer piñón 51, rígidamente conectado al rotor externo 41, y un primer engranaje 52 con un número de dientes mayor que el del primer piñón 51, a fin de determinar una reducción de la salida de movimiento por el motor eléctrico 4.

El primer piñón 51 es un manguito dentado externamente que es atravesado por el árbol fijo 2, coaxial con el mismo,

y que tiene a un extremo axial de una brida de acoplamiento atornillada sobre la brida opuesta de la pieza de soporte giratoria 43 a través de la parte inferior antes mencionada del rotor externo 41.

5 El segundo engranaje 52 es en lugar de una rueda dentada enchavetada en un árbol excéntrico 53 que a su vez está montado de forma giratoria, por medio de un cojinete de bolas 53a, en un elemento intermedio que consiste en un balancín 54. El balancín 54 es atravesado en un punto intermedio del mismo por el árbol fijo 2 al que está conectado por medio de una rueda libre 58. El balancín 54 soporta el árbol excéntrico 53 en uno de sus extremos, mientras que el extremo opuesto, que está conformado en la forma de una cabeza de martillo 59, realiza la función de un contrapeso.

10 Se puede observar que el primer piñón 51 y el primer engranaje 52 definen un engranaje helicoidal de dientes, en particular, con una inclinación de unos 20 grados. Debido al uso de un engranaje helicoidal de dientes es posible reducir el ruido de la primera etapa de reducción 50 en la que las velocidades angulares son relativamente altas.

15 El primer piñón 51 está hecho de acero; el primer engranaje 52 tiene una parte de la cubierta y dicho dentado hecho de material plástico comoldeado sobre un manguito de metal subyacente para el acoplamiento con el árbol 53. El uso de plástico para las superficies de engrane de la primera etapa de reducción 50 se justifica por el valor relativamente pequeño de los pares de torsión transmitidos en esta etapa.

20 La segunda etapa de reducción 55 está formada por el engranaje formado por un segundo piñón 56 que también está enchavetado en el árbol excéntrico 53 en el lado opuesto del balancín 54 al primer engranaje 52, y un segundo engranaje dentado interior 57 que está conectado rígidamente a la cubierta del buje 3.

25 El segundo engranaje 57 es, en particular, junto con un soporte circular formado en la pared interior de la pared lateral del tambor de metal que define el motor de buje 3.

El segundo engranaje 57 tiene claramente un número de dientes mayor que el del segundo piñón 56 para provocar una reducción adicional del movimiento.

30 El engranaje en este caso tiene dientes rectos y tanto el segundo piñón 56 y el segundo engranaje están hechos de material metálico, preferiblemente de acero. En esta etapa, de hecho, el ruido ya no constituye un problema debido a la relativamente baja velocidad de rotación de los componentes, mientras que el par de torsión elevado requiere que las superficies de engrane tengan una resistencia adecuada.

35 Se puede observar que el motor eléctrico 4, la primera etapa de reducción 50 y la segunda etapa de reducción 55 están dispuestos en sucesión uno junto al otro a lo largo de la longitud axial del árbol fijo, como para ocupar todo el volumen en el interior de la cubierta del buje 3. Como se puede ver claramente en la figura 2, el motor eléctrico 4 ocupa la mitad del volumen cerca de la cubierta lateral 30, mientras que la otra mitad está ocupada por la primera etapa de reducción 50 y por la segunda etapa de reducción 55. El balancín 54 se inserta entre las dos etapas de reducción 50, 55 y lleva, en sus lados opuestos, el primer engranaje 50 y el segundo piñón 56.

45 En términos operativos, el motor eléctrico 4 produce una rotación relativa del estátor externo 41 y el primer piñón 53 asociado a él con respecto al árbol fijo coaxial 2. La rueda libre 58 está diseñada para bloquearse en la dirección de rotación impartida por el motor eléctrico 4 de manera que, durante el movimiento, el balancín 54 está bloqueado con respecto al árbol fijo 2 y el movimiento impartido al primer piñón 51 se transmite por completo al primer engranaje 50, de aquí al segundo piñón 56 y luego a través del segundo engranaje 57 a la cubierta del buje 3.

50 Se señala que, si la rueda 100 gira a una velocidad mayor que la del motor eléctrico 4 - por ejemplo, en el caso de los viajes de descenso - la rueda libre 58 gira loca, desacoplando el eje de balancín 54 desde el árbol fijo 2. En este caso, el movimiento relativo de la rueda 100 con respecto al bastidor no se transmite al rotor externo 41, pero resulta en una rotación en vacío del balancín 54 sobre el árbol fijo 2.

55 Tal realización obviamente no permite la regeneración por el motor eléctrico síncrono 4; formas de realización alternativas pueden prever la eliminación de la rueda libre 58 o su sustitución con un embrague de fricción con el fin de permitir también la operación regenerativa del motor.

60 El motor eléctrico 4, que genera una potencia aproximada de 0,35 kW, produce un par de torsión en su salida de alrededor de $4,1 \text{ N} \cdot \text{m}$. Debido a la relación de transmisión proporcionada por el sistema de doble etapa que se ha descrito anteriormente, que es aproximadamente de 1:17, un par de torsión de alrededor de $50 \text{ N} \cdot \text{m}$ se suministra al usuario. Cabe señalar que este par de torsión es sustancialmente mayor que los pares de torsión transmitidos en los motores de buje con reducción epicicloidal de engranajes conocidos en la técnica, que alcanzan como máximo un par de torsión de $25 \text{ N} \cdot \text{m}$.

Obviamente, la persona experta en la materia, a fin de satisfacer los requisitos específicos que pudieran surgir,

puede realizar numerosas modificaciones y variaciones en el método y el dispositivo descrito anteriormente, todos los cuales por otra parte están contenidos dentro del alcance de protección de la invención, como se define por las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Motor de buje de rueda (1) para una bicicleta eléctrica, que comprende: un árbol fijo (2) que puede estar asociado con un bastidor de una bicicleta eléctrica; una cubierta del buje (3), que es giratoria con respecto a dicho árbol fijo (3), incorporable en una estructura de rueda (100) de dicha bicicleta eléctrica; estando alojado un motor eléctrico (4) dentro de dicha cubierta del buje (3), teniendo dicho motor eléctrico (4) un estátor interno (40) conectado rígidamente al árbol fijo (2) y un rotor externo (41) móvil de forma giratoria con respecto al mismo, y una unidad de reducción (5) que conecta cinemáticamente la rotación de dicho rotor externo (41) a la de dicha cubierta del buje (3); comprendiendo dicha unidad de reducción (5) dos etapas de reducción dispuestas una junto a la otra en la dirección axial dentro de la cubierta del buje (3): comprendiendo una primera etapa de reducción (50) al menos un primer piñón (51), rígidamente conectado al rotor externo (41) y coaxial con el árbol fijo (2) y que engrana con al menos un primer engranaje (52) rígidamente conectado a un árbol excéntrico (53) montado en un elemento intermedio; y una segunda etapa de reducción (55) que comprende al menos un segundo piñón (56) que engrana con un segundo engranaje (57) rígidamente conectado a dicha cubierta del buje (3); **caracterizado porque** dicho elemento intermedio es un balancín (54) que soporta el árbol excéntrico (53) en el extremo de un primer brazo, dicho segundo piñón (56) estando conectado rígidamente a dicho árbol excéntrico (53) en el lado opuesto del balancín (54) con respecto al primer engranaje (52).
2. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 1, en el que dicho elemento intermedio está limitado en rotación al árbol fijo (2) en al menos una dirección.
3. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 2, en el que dicho elemento intermedio está limitado en rotación al árbol fijo (2) por medio de una rueda libre (58).
4. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 2, en el que dicho elemento intermedio está limitado en rotación al árbol fijo (2) por medio de un embrague de fricción.
5. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 2, en el que dicho elemento intermedio está rígidamente limitado en rotación al árbol fijo (2) en ambas direcciones.
6. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 2, en el que dicho balancín tiene un contrapeso (59) en el extremo de un segundo brazo.
7. Motor de buje de rueda (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos uno del primer piñón (51) y el primer engranaje (52) de la primera etapa de reducción (50) está hecho, al menos en la región de la superficie de engrane, de material plástico.
8. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 7, en el que dicho segundo piñón (56) y dicho segundo engranaje (57) están hechos, al menos en la región de su superficie de engrane, de material metálico.
9. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 8, en el que dicho primer engranaje (52) tiene una parte periférica hecha de material plástico comoldeado sobre un manguito de material metálico.
10. Motor de buje de rueda (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el primer piñón (51) y el primer engranaje (52) forman un engranaje helicoidal, siendo el segundo piñón (56) y el segundo engranaje (57) del tipo de dientes rectos.
11. Motor de buje de rueda (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho motor eléctrico (4) es un motor eléctrico síncrono, comprendiendo dicho rotor externo (41) un imán permanente (44) moldeado utilizando plastroferrita.
12. Motor de buje de rueda (1) según la reivindicación 11, en el que dicho estátor interno (40) tiene una pluralidad de polos (40a) provistos de zapatas de polo formadas (40a) de material magnético sinterizado.
13. Motor de buje de rueda (1) según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la relación de transmisión proporcionada por la unidad de reducción (5) oscila entre 1:14 - 1:20.
14. Bicicleta eléctrica que comprende al menos un motor de buje de rueda (1) según una de las reivindicaciones anteriores.

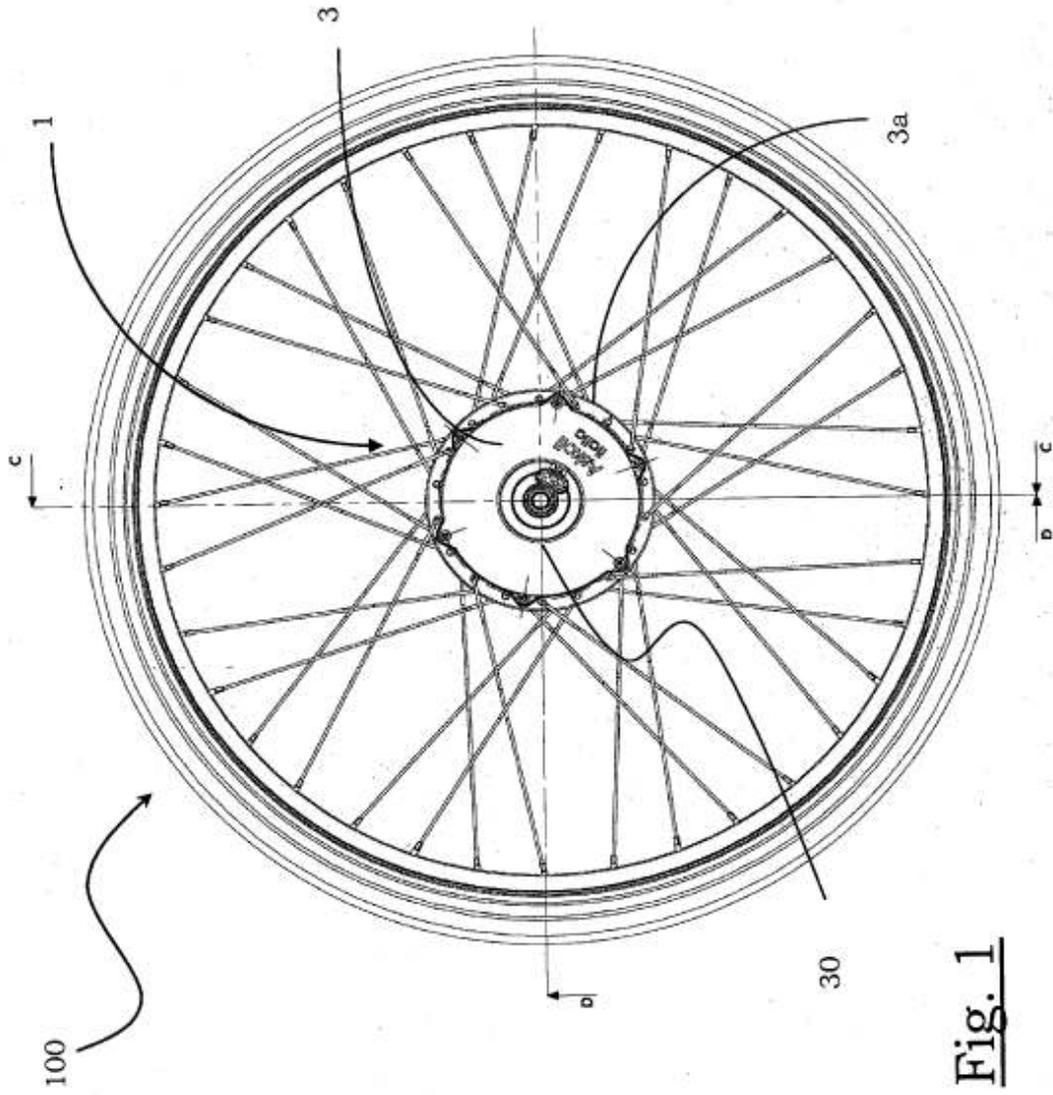
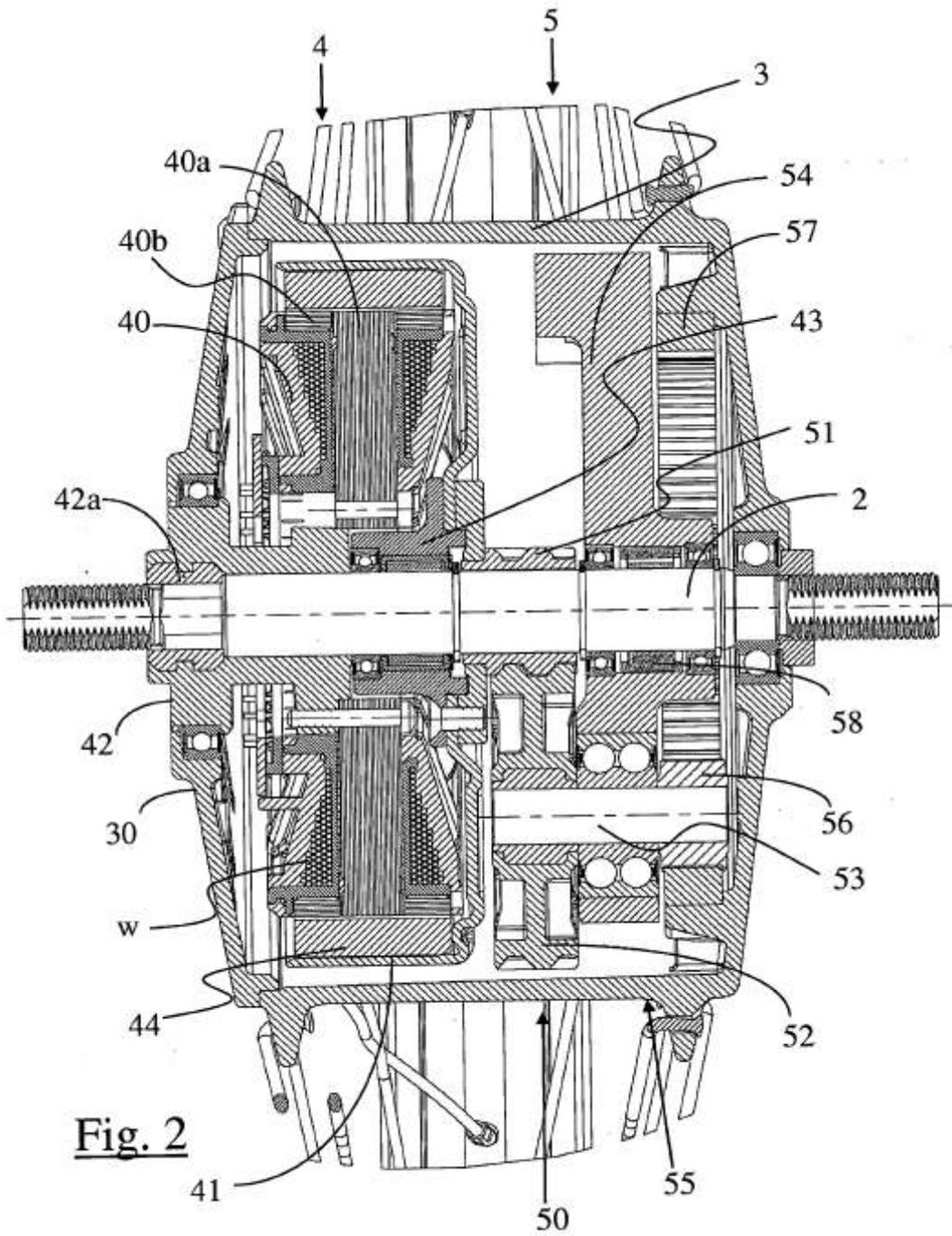


Fig. 1



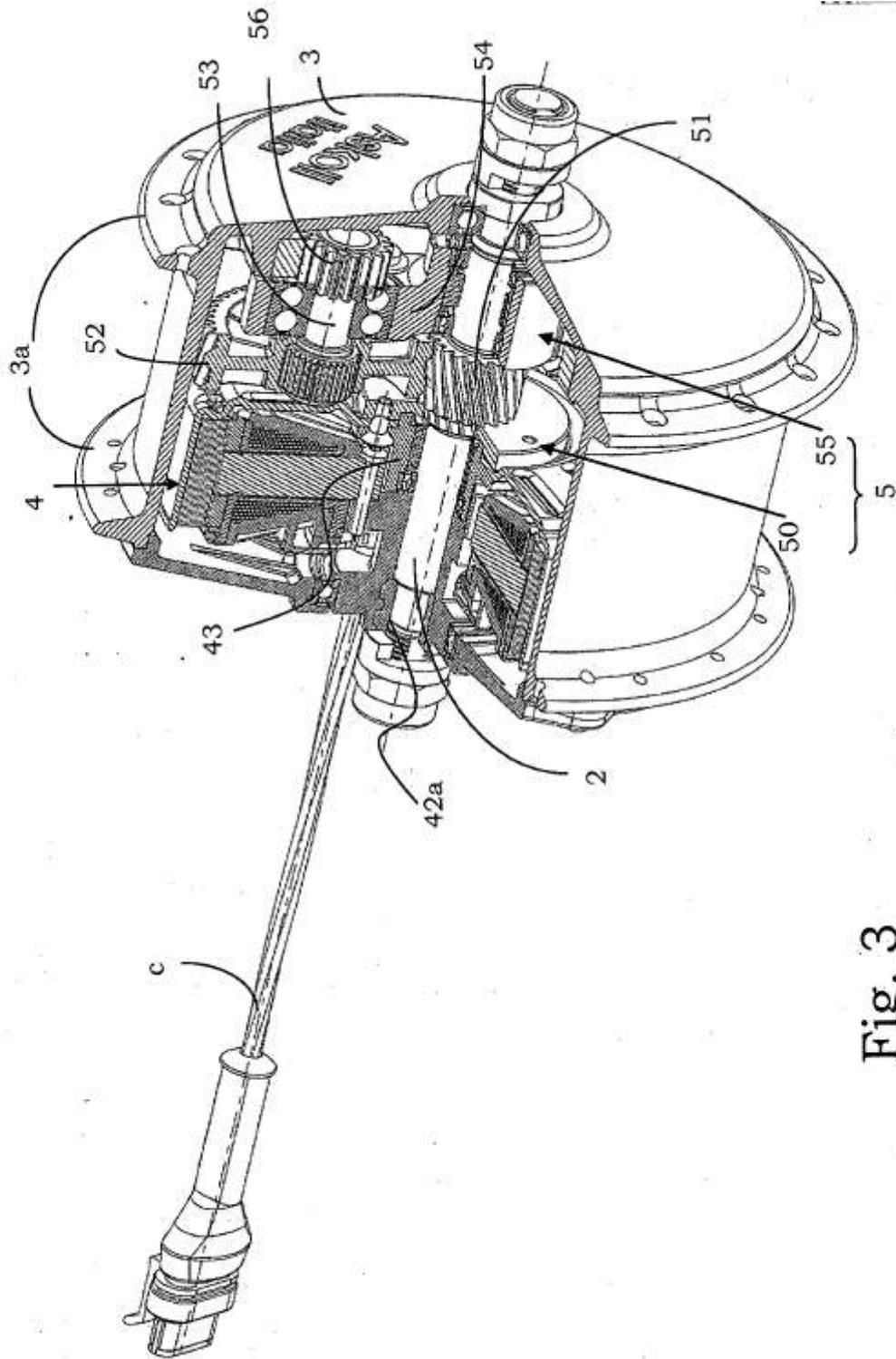


Fig. 3

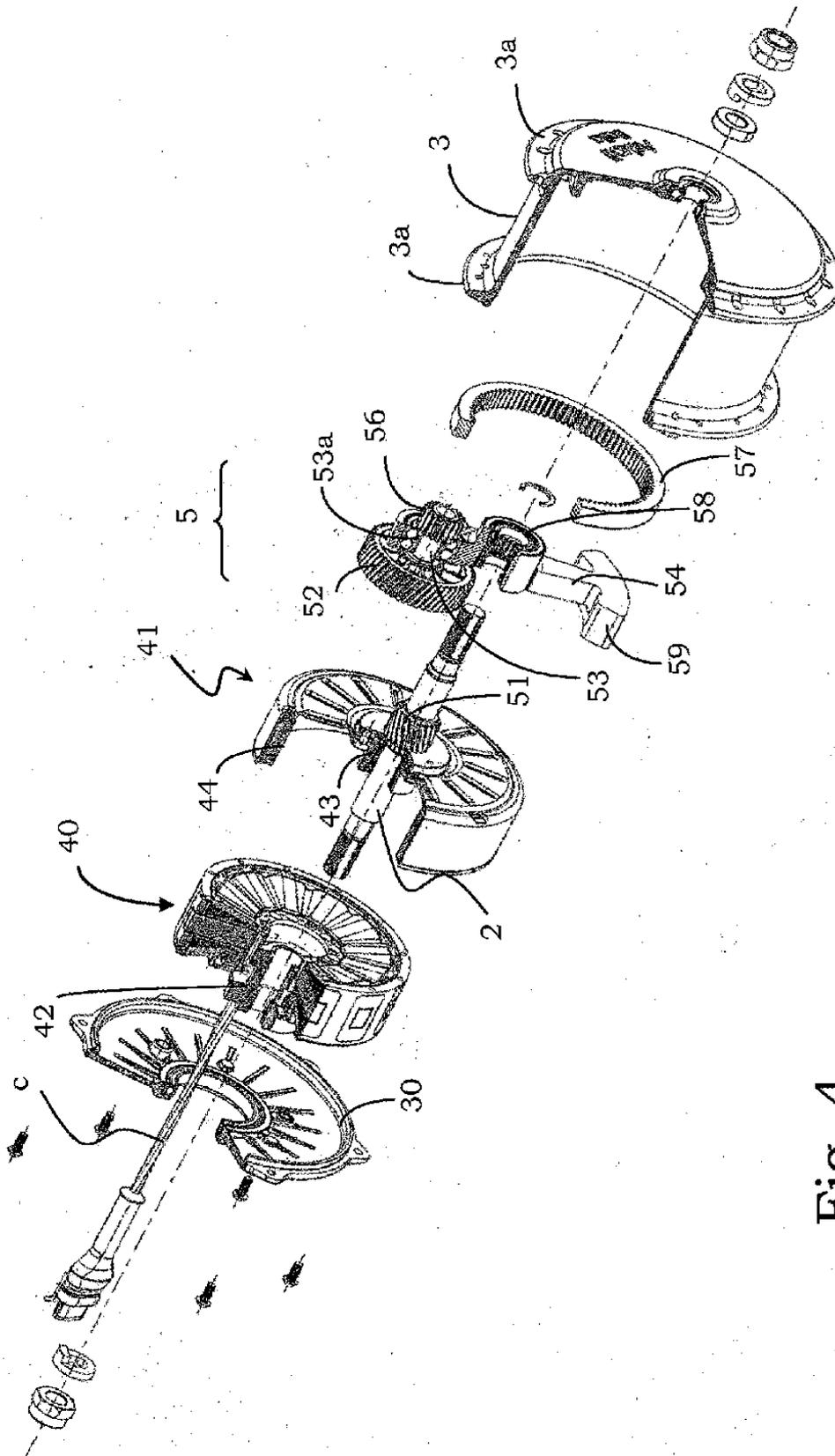


Fig. 4