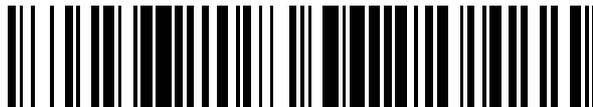


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 935**

51 Int. Cl.:

**B62M 6/45** (2010.01)

**B60L 7/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2012 E 12194760 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.03.2016 EP 2631165**

54 Título: **Bicicleta asistida por potencia**

30 Prioridad:

**27.02.2012 JP 2012039983**

**01.08.2012 JP 2012171094**

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

**18.04.2016**

73 Titular/es:

**HONDA MOTOR CO., LTD. (100.0%)**

**1-1, Minami-Aoyama 2-chome  
Minato-ku, Tokyo 107-8556, JP**

72 Inventor/es:

**HASHIMOTO, MASAYUKI**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 566 935 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**

Bicicleta asistida por potencia

5 La presente invención se refiere a una bicicleta asistida por potencia, y en particular a una bicicleta asistida por potencia donde, al frenar o al circular cuesta abajo, un motor puede funcionar como un generador para llevar a cabo generación de potencia regenerativa.

10 Convencionalmente, en una bicicleta asistida por potencia donde la fuerza de pedaleo por potencia humana es detectada para asistir la fuerza de accionamiento por un motor, se conoce una configuración donde, al frenar o al circular cuesta abajo, un motor opera como un generador para llevar a cabo generación de potencia regenerativa. Una batería es cargada por la potencia eléctrica generada por la generación de potencia regenerativa para ampliar la distancia de recorrido de la bicicleta asistida por potencia con una sola carga.

15 El documento de Patente 1 describe una bicicleta asistida por potencia donde como una condición de ejecución para generación de potencia regenerativa se usa el hecho de que la fuerza de pedaleo sea cero. Además, en la bicicleta asistida por potencia, la magnitud de la cantidad de regeneración se cambia en respuesta a la cantidad de operación de freno, la cantidad de variación de la cantidad de operación de freno y la velocidad del vehículo.

20 [Documento de Patente 1]

Patente japonesa número 3882993

25 A propósito, en la técnica descrita en la Patente japonesa número 3882993, dado que se usa como una condición de ejecución para generación de potencia regenerativa el hecho de que la fuerza de pedaleo sea cero, la generación de potencia regenerativa no se ejecuta cuando se detecta cierta fuerza de pedaleo. Sin embargo, en la marcha real de la bicicleta asistida por potencia, cuando va cuesta abajo o incluso en un terreno llano, circula frecuentemente con una fuerza de pedaleo comparativamente baja. Por lo tanto, la técnica descrita en la Patente japonesa número 3882993 tiene el problema de que la generación de potencia regenerativa no se ejecuta independientemente de un estado de marcha que sea efectivo para la generación de potencia regenerativa.

30 EP-A-0 798 204 describe una bicicleta que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

35 Un objeto de la presente invención es resolver el problema de la técnica convencional descrita anteriormente y proporcionar una bicicleta asistida por potencia donde la generación de potencia regenerativa puede ser ejecutada también en un estado de marcha en el que se aplica una fuerza de pedaleo baja.

[Medios para resolver el problema]

40 Con el fin de lograr el objeto descrito anteriormente, según la presente invención, una bicicleta asistida por potencia (1) que tiene un sensor de fuerza de pedaleo (SE3) que detecta la fuerza de pedaleo introducida a los pedales (13L, 13R) y un motor (17) que asiste la fuerza de accionamiento en respuesta a una salida del sensor de fuerza de pedaleo (SE3), tiene una primera característica que consiste en que el vehículo asistido por potencia incluye una sección de control de motor (16) configurada para controlar el motor (17), y un medio de estimación de pendiente descendente (80) que estima una pendiente descendente de una superficie de la carretera en base a una aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo de la bicicleta asistida por potencia (1), donde la sección de control de motor (16) controla, cuando el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente, el motor (17) de manera que funcione como un generador para llevar a cabo generación de potencia regenerativa, y el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente cuando la aceleración ( $\alpha$ ) excede de un valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ) y la fuerza de pedaleo (Q) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo (SE3) es inferior a un valor umbral de inicio de asistencia (Q1).

45 Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una segunda característica que consiste en que el motor (17) está configurado de tal manera que, también en la marcha a rueda libre durante la que los pedales (13L, 13R) no reciben ninguna entrada, el motor (17) es movido en rotación por la fuerza motriz rotacional que le transmite una rueda motriz (WR), y la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se calcula en base a una salida de un sensor de velocidad rotacional de motor (SE1) que detecta una velocidad de rotación del motor (17).

50 Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una tercera característica que consiste en que la sección de control de motor (16) cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa de modo que la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se pueda fijar independientemente del grado de la pendiente descendente.

55 Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una cuarta característica que consiste en que el medio de estimación de pendiente descendente (80) pone al menos una velocidad de vehículo de límite superior según la aceleración ( $\alpha$ ), y la sección de control de motor (16) cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa

de modo que la velocidad de vehículo de límite superior no pueda ser excedida.

Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una quinta característica que consiste en que la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se calcula en base a una salida de un sensor de velocidad de vehículo (SE2) dispuesto en un eje de una rueda delantera (WF) o una rueda trasera (WR).

Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una sexta característica que consiste en que, cuando un interruptor de freno (SW) para detectar una operación de freno de la bicicleta asistida por potencia está apagado y la aceleración ( $\alpha$ ) excede del valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ), la sección de control de motor (16) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente y ejecuta la generación de potencia regenerativa como generación de potencia regenerativa de pendiente descendente.

Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una séptima característica que consiste en que, cuando el interruptor de freno (SW) está encendido y la velocidad del vehículo (V) excede de un valor umbral de inicio de regeneración de freno (V1), la sección de control de motor (16) ejecuta generación de potencia regenerativa de freno cuya cantidad de generación de potencia es más grande que la de la generación de potencia regenerativa de pendiente descendente.

Además, la bicicleta asistida por potencia tiene una octava característica que consiste en que el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente también en el caso donde un estado en el que la aceleración ( $\alpha$ ) excede de un valor umbral ( $\alpha_3$ ) que es inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ) continúa durante un período de tiempo predeterminado (n) y además la fuerza de pedaleo (Q) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo (SE3) es inferior al valor umbral de inicio de asistencia (Q1).

**[Efectos de la invención]**

Según la primera característica, la bicicleta asistida por potencia incluye la sección de control de motor configurada para controlar el motor y el medio de estimación de pendiente descendente que estima una pendiente descendente de una superficie de la carretera en base a una aceleración de de la bicicleta asistida por potencia. Además, la sección de control de motor controla, cuando el medio de estimación de pendiente descendente estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente, el motor de manera que funcione como un generador para llevar a cabo generación de potencia regenerativa. Además, el medio de estimación de pendiente descendente estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente cuando la aceleración excede del valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente y la fuerza de pedaleo detectada por el sensor de fuerza de pedaleo es inferior al valor umbral de inicio de asistencia. Por lo tanto, a partir de una situación real de marcha de la bicicleta en la que la bicicleta circula frecuentemente mientras que el ciclista acciona los pedales durante la marcha cuesta abajo o en terreno llano en marcha a rueda libre, cuando la fuerza de pedaleo es comparativamente baja, el control de generación de potencia de regeneración puede ser ejecutado. En consecuencia, se puede lograr una mejora de la eficiencia energética.

Según la segunda característica, el motor está configurado de tal manera que, también en marcha a rueda libre durante la que los pedales no reciben ninguna entrada, el motor es movido en rotación por la fuerza motriz rotacional que le transmite la rueda motriz, y la aceleración del cuerpo del vehículo se calcula en base a una salida del sensor de velocidad rotacional de motor que detecta una velocidad de rotación del motor. Por lo tanto, el sensor de velocidad rotacional de motor también sirve como una función del sensor de velocidad de vehículo, y se puede lograr una reducción del número de piezas y una simplificación de la configuración.

Según la tercera característica, la sección de control de motor cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa de modo que la aceleración del cuerpo del vehículo se puede fijar independientemente del grado de la pendiente descendente. Por lo tanto, la aceleración en marcha cuesta abajo se puede fijar independientemente del grado de la pendiente descendente usando la resistencia a la rotación del motor implicada en generación de potencia regenerativa.

Según la cuarta característica, el medio de estimación de pendiente descendente pone al menos una velocidad de vehículo de límite superior según la aceleración, y la sección de control de motor cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa de modo que la velocidad de vehículo de límite superior no pueda ser excedida. Por lo tanto, se puede realizar marcha cuesta abajo manteniendo al mismo tiempo la velocidad predeterminada del vehículo independientemente del grado de la pendiente descendente usando la resistencia a la rotación del motor implicado en la generación de potencia regenerativa.

Según la quinta característica, la aceleración del cuerpo del vehículo es detectada en base a la salida del sensor de velocidad de vehículo dispuesto en el eje de la rueda delantera o la rueda trasera. Por lo tanto, la aceleración del cuerpo del vehículo puede ser detectada por una configuración simple.

Según la sexta característica, cuando el interruptor de freno para detectar una operación de freno de la bicicleta

asistida por potencia está apagado y la aceleración excede del valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente, la sección de control de motor estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente y ejecuta la generación de potencia regenerativa como generación de potencia regenerativa de pendiente descendente. Por lo tanto, es posible detectar fácilmente un estado de marcha a rueda libre en una pendiente descendente o análogos y ejecutar una generación de potencia regenerativa apropiada. Además, dado que una aceleración que puede ser captada fácilmente por el ciclista se usa como una condición para generación de potencia regenerativa de pendiente descendente, un tiempo de inicio de generación de potencia regenerativa acorde con la sensación del ciclista se puede obtener fácilmente en comparación con un caso alternativo en el que la velocidad del vehículo, que es propensa a cambiar por la aceleración o la fuerza de pedaleo, se usa como un activador para iniciar la generación de potencia regenerativa.

Según la séptima característica, cuando el interruptor de freno está encendido y la velocidad del vehículo excede del valor umbral de inicio de regeneración de freno, la sección de control de motor ejecuta generación de potencia regenerativa de freno cuya cantidad de generación de potencia es mayor que por la generación de potencia regenerativa de pendiente descendente. Por lo tanto, es posible ejecutar una generación de potencia regenerativa de freno más alta que la generación de potencia regenerativa de pendiente descendente en respuesta a la voluntad de deceleración del ciclista.

Según la octava característica, el medio de estimación de pendiente descendente estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente también en el caso donde un estado en el que la aceleración excede del valor umbral que es inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente continúa durante el período de tiempo predeterminado y además la fuerza de pedaleo detectada por el sensor de fuerza de pedaleo es inferior al valor umbral de inicio de asistencia. Por lo tanto, aunque se detecte una aceleración inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente, si éste es enviado de forma continua, entonces se puede ejecutar una decisión de pendiente descendente

La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierdo de una bicicleta asistida por potencia según una realización de la presente invención.

La figura 2 es una vista en alzado lateral izquierdo que representa una parte esencial de la bicicleta asistida por potencia.

La figura 3 es una vista en alzado lateral derecho que representa parte esencial de la bicicleta asistida por potencia.

La figura 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea A-A de la figura 3.

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa una configuración de una sección de control de motor que ejecuta control de asistencia/regeneración y componentes asociados.

La figura 6 es un diagrama de transición de estado que ilustra una configuración general del control de asistencia/regeneración.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento del control de asistencia/regeneración.

La figura 8 es un gráfico que ilustra un flujo de control de salida pleno de par especificado.

A continuación se describe una realización preferida de la presente invención con detalle con referencia a los dibujos. La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierdo de una bicicleta asistida por potencia 1 según una realización de la presente invención. La figura 2 es una vista en alzado lateral izquierdo que representa una parte esencial de la bicicleta asistida por potencia 1 de la figura 1 y la figura 3 es una vista en alzado lateral derecho de la misma, y la figura 4 es una vista en sección tomada a lo largo de la línea AA de la figura 3.

La bicicleta asistida por potencia 1 incluye un tubo delantero 3 colocado en una porción delantera del cuerpo del vehículo, un bastidor descendente 2 que se extiende hacia atrás y hacia abajo del tubo delantero 3, y un tubo de asiento 6 que se alza desde un extremo trasero del bastidor descendente 2. Una horquilla delantera 5 que se extiende hacia abajo está conectada para la operación de dirección al tubo delantero 3, y una rueda delantera WF se soporta para rotación en un extremo inferior de la horquilla delantera 5. Un manillar 4 está dispuesto en un extremo superior del tubo delantero 3, y un par de palancas de freno izquierda y derecha 44 para las ruedas delantera y trasera están montadas en los extremos opuestos del manillar 4. Un interruptor de freno SW para detectar una operación de frenado está dispuesto en una porción de soporte para cada una de las palancas de freno 44.

Una horquilla trasera 11 que se extiende hacia atrás está dispuesta en un extremo trasero del bastidor descendente 2, y una rueda trasera WR se soporta para rotación en un extremo trasero de la horquilla trasera 11. Además, un par de soportes izquierdo y derecho 10 están dispuestos entre una porción superior del tubo de asiento 6 y una porción trasera de la horquilla trasera 11.

El bastidor descendente 2 y la horquilla trasera 11 soportan una unidad de accionamiento de asistencia 24. En el tubo de asiento 6 se soporta un poste de asiento 8 para poder regular la posición hacia arriba y hacia abajo de un asiento 7. Una batería 9 para suministrar potencia eléctrica a la unidad de accionamiento de asistencia 24 está montada extraíblemente en un soporte 20 del tubo de asiento 6 hacia atrás del tubo de asiento 6.

Un cigüeñal 14 que se extiende en una dirección a lo ancho del vehículo está dispuesto de modo que se extienda a través de la unidad de accionamiento de asistencia 24 y el piñón 15. Una manivela 12L que tiene un pedal 13L y otra manivela 12R que tiene otro pedal 13R están fijadas a los lados opuestos del cigüeñal 14 de tal manera que, si un ciclista acciona los pedales 13L y 13R, entonces se aplica par rotacional al cigüeñal 14. El cigüeñal 14 se soporta para rotación en el lado interior de un elemento tubular hueco 42 a través de un embrague unidireccional 78 (consúltese la figura 4), y el piñón 15 está fijado al lado periférico exterior del elemento hueco 42. La rotación del piñón 15 es transmitida a un piñón 23 en el lado de rueda trasera WR a través de una cadena 22.

La unidad de accionamiento de asistencia 24 incluye, dentro de una caja 26 como su alojamiento, un motor sin escobillas (que a continuación se puede denominar simplemente motor) 17, un activador de accionamiento 25, un controlador 16, un piñón de accionamiento 35, un eje de potencia de salida 33, y un piñón de potencia de salida 27. El activador de accionamiento 25 mueve el motor 17. El controlador 16 lleva a cabo control PWM del activador de accionamiento 25 en base a un valor de salida de un sensor de fuerza de pedaleo descrito a continuación. El piñón de accionamiento 35 engrana y gira con un eje de accionamiento 18 del motor 17, y el eje de potencia de salida 33 gira integralmente con el piñón de accionamiento 35. El piñón de potencia de salida 27 engrana y gira con el eje de potencia de salida 33. El piñón de potencia de salida 27 está fijado al elemento hueco 42 del cigüeñal 14 igual que el piñón 15. El eje de potencia de salida 33 es soportado para rotación por un cojinete 48 fijado a una mitad de cárter izquierda 28 y otro cojinete 49 fijado a una mitad de cárter derecha 29.

Se ha previsto un sensor de velocidad rotacional de motor SE1 para detectar la velocidad de rotación del motor 17 para el eje de accionamiento 18 del motor 17. Mientras tanto, se ha previsto un sensor de velocidad de vehículo SE2 para un eje de la rueda delantera WF, y se ha previsto un sensor de fuerza de pedaleo SE3 para detectar la fuerza de pedaleo ejercida por el ciclista para el cigüeñal 14. El sensor de velocidad rotacional de motor SE1 está configurado a partir de un imán dispuesto en una porción circunferencial exterior del eje de accionamiento 18 del motor 17, y un CI Hall. Mientras tanto, el sensor de fuerza de pedaleo SE3 está configurado a partir de un sensor de par 37 (consúltese la figura 4) del tipo magnetoestrictivo dispuesto en una porción circunferencial exterior del cigüeñal 14. Se ha de indicar que el sensor de velocidad rotacional de motor SE1 se puede facilitar de otro modo para la rueda trasera WR o análogos.

El controlador 16 como una sección de control de motor calcula la fuerza con la que el ciclista acciona los pedales 13L y 13R en la dirección vertical a partir de un valor de par rotacional detectado por el sensor de par 37. Entonces, el controlador 16 PWM controla el activador de accionamiento 25 del motor 17 de modo que se pueda generar el par de asistencia definido por la fuerza de pedaleo y una relación de asistencia correspondiente a la velocidad del vehículo de la bicicleta asistida por potencia 1.

El activador de accionamiento 25 tiene elementos de conmutación para tres fases de una fase U, una fase V y una fase W. El encendido/apagado del controlador 16 controla los elementos de conmutación con respecto a las fases U, V y W en una relación de trabajo predeterminada para controlar en PWM el activador de accionamiento 25. El activador de accionamiento 25 convierte la potencia eléctrica cc de la batería 9 a potencia ca trifásica por el control PWM y suministra la potencia ca trifásica a bobinas de estator del motor 17 para las fases U, V y W.

El par de asistencia generado por el motor 17 es transmitido al eje de potencia de salida 33 a través del eje de accionamiento 18 y el piñón de accionamiento 35. El par de asistencia transmitido al eje de potencia de salida 33 es transmitido al elemento hueco 42 del cigüeñal 14 a través del piñón de potencia de salida 27. En consecuencia, la fuerza combinada del par rotacional aplicado al cigüeñal 14 por el ciclista y el par de asistencia proporcionado por el motor 17 es transmitida al piñón 23 del lado de rueda trasera a través de la cadena 22.

El motor 17 incluye un rotor 32 que tiene, por ejemplo, ocho imanes permanentes de los polos N y S dispuestos alternativamente en una dirección circunferencial. El motor 17 incluye además, por ejemplo, doce estatores 30 que tienen devanados de estator de tres fases para generar un campo magnético rotativo para girar el rotor 32. El eje de accionamiento 18 está fijado al rotor 32 y gira integralmente con él.

La unidad de accionamiento de asistencia 24 tiene un mecanismo que gira el piñón 15 cuando los pedales 13L y 13R son accionados en una dirección de avance (dirección hacia delante), pero no gira el piñón 15 cuando los pedales 13L y 13R son accionados en la dirección inversa por la acción del embrague unidireccional 78.

El embrague unidireccional 78 está dispuesto entre el cigüeñal 14 y el elemento hueco 42 montado en una circunferencia exterior del cigüeñal 14. El cigüeñal 14 se soporta en su lado de extremo trasero en la figura para rotación en la mitad de cárter derecha 29 del cárter 26 por un cojinete 38. El elemento hueco 42 se soporta en su lado de extremo izquierdo en la figura en la mitad de cárter izquierda 28 del cárter 26 por un cojinete 43. En una

periferia exterior del elemento hueco 42 en el lado de extremo izquierdo se han formado acanaladuras para fijar el piñón 15.

Si los pedales 13L y 13R son accionados en la dirección hacia delante, entonces el cigüeñal 14 gira y el embrague unidireccional 78 se pone en enganche para girar el elemento hueco 42. Por otra parte, si los pedales 13L y 13R son accionados en la dirección opuesta a la dirección hacia delante, entonces, aunque el cigüeñal 14 gire, el embrague unidireccional 78 gira loco y el elemento hueco 42 no gira. Además, si el piñón 15 es movido por la rotación de la rueda trasera WR, entonces, aunque el motor 17 gire, la potencia de la rotación no se transmite a los pedales 13L y 13R.

El sensor de par 37 se soporta en una porción periférica exterior del elemento hueco 42 por un elemento de soporte 36, y una película magnética 41 está dispuesta en el elemento hueco 42. El elemento de soporte 36 se soporta de tal manera que el sensor de par 37 esté enfrente de la película magnética 41 y pueda girar con relación al elemento hueco 42. El sensor de par 37 convierte una variación en inductancia de las bobinas de detección 39 y 40 producida por magnetoestrictivo generado por rotación del elemento hueco 42 a un voltaje y envía el voltaje al controlador 16. El sensor de par 37 detecta un valor de par rotacional a intervalos de tiempo predeterminados.

El sensor de velocidad rotacional de motor SE1 para detectar la velocidad rotacional del motor 17 está configurado a partir de un imán fijado al eje de accionamiento 18 del motor 17, y un CI Hall que detecta un estado de paso del imán. Una cubierta 60 que cubre el motor 17 está montada en el cárter 26 con una pluralidad de pernos 34 dispuestos a lo largo de una circunferencia exterior del motor 17. El eje de accionamiento 18 del motor 17 es soportado para rotación por un cojinete 38 fijado a la cubierta 60 y otro cojinete 50 fijado a la mitad de cárter derecha 29 en posiciones hacia la izquierda y hacia la derecha del rotor 32.

El motor 17 está alojado y dispuesto en un espacio dividido del sensor de par 37 hacia delante y hacia abajo del cigüeñal 14 con respecto al cuerpo del vehículo. El activador de accionamiento 25 y el controlador 16 están fijados a una cara de pared del cárter 26 hacia abajo del sensor de par 37 con respecto al cuerpo del vehículo.

El eje de accionamiento 18 y el eje de potencia de salida 33 del motor 17 están configurados de tal manera que se transmita potencia normalmente entre ellos, y cuando la rueda trasera WR es movida en rotación, también el motor 17 gira. En consecuencia, al frenar, en marcha a rueda libre en una cuesta abajo o una superficie plana de la carretera o en un caso análogo, es posible hacer que el motor 17 opere como un generador realizando generación de potencia regenerativa.

La figura 5 es un diagrama de bloques que representa una configuración de la sección de control de motor que ejecuta control de asistencia/regeneración y elementos asociados. Al controlador (controlador) 16 se introduce información de sensor procedente del sensor de velocidad rotacional de motor SE1 (CI Hall e imán), el sensor de velocidad de vehículo SE2 y el sensor de fuerza de pedaleo SE3 (sensor de par 37) e información procedente del interruptor de freno SW. En base a la información introducida, el controlador 16 mueve el motor 17 como un dispositivo motor para proporcionar par de asistencia y mueve el motor 17 como un dispositivo motor para generar potencia regenerativa de tal manera que pueda ejecutar control para cargar la batería 9 mediante la generación de potencia.

El controlador 16 incluye un medio de estimación de pendiente descendente 80, un medio de decisión de estado 81 y un temporizador 82. El medio de estimación de pendiente descendente 80 tiene una función de estimar, en base a la información del sensor, si la superficie de la carretera en la que circula la bicicleta asistida por potencia 1 tiene o no una pendiente cuesta abajo o el grado de la pendiente si la superficie de la carretera tiene una pendiente cuesta abajo. Además, el medio de decisión de estado 81 tiene la función de decidir un estado de control del motor 17 en base a la información del sensor e información de freno. El temporizador 82 mide varios tipos de tiempo y, por ejemplo, puede adquirir información de tiempo para calcular la velocidad de rotación del motor 17 en base a información de señal de pulso enviada desde el CI Hall que configura el sensor de velocidad rotacional de motor SE1.

La figura 6 es un diagrama de transición de estado que ilustra una configuración general del control de asistencia/regeneración. El estado de control del motor 17, clasificado de forma aproximada, es una región de asistencia A y una región de regeneración B. La región de asistencia A incluye un estado de asistencia A1. El estado de asistencia A1 es un estado de control en el que se realiza asistencia de fuerza de accionamiento según la fuerza de pedaleo.

Mientras tanto, la región de regeneración B incluye un estado de espera B1, un estado de regeneración de freno B2 y un estado de regeneración de pendiente descendente B3. El estado de espera B1 corresponde a un estado en el que no se ejecuta ni asistencia de fuerza de accionamiento ni generación de potencia regenerativa. Mientras tanto, el estado de regeneración de freno B2 corresponde a un estado de control de generación de potencia regenerativa que se ejecuta usándolo como un activador de que el interruptor de freno SW se encienda. Además, el estado de regeneración de pendiente descendente B3 corresponde a un estado de control de generación de potencia regenerativa que se ejecuta en marcha cuesta abajo o en marcha a rueda libre que no implica una operación de

freno.

En primer lugar, cuando se enciende el suministro de potencia a la bicicleta asistida por potencia 1, el estado de control del motor 17 es el estado de espera B1. En este estado de espera B1, si el interruptor de freno SW está apagado y el valor de par de sensor Q detectado por el sensor de fuerza de pedaleo SE3 es igual o más alto que un valor umbral de inicio de asistencia Q1 determinado con anterioridad, el estado de control cambia al estado de asistencia A1 y se inicia el control de asistencia de fuerza de accionamiento. Se ha de indicar que el cambio al estado de asistencia A1 se lleva a cabo en las mismas condiciones en todo el estado incluyendo no solamente el estado de espera B1, sino también el estado de regeneración de freno B2 y el estado de regeneración de pendiente descendente B3, a saber, en la región de regeneración B. Entonces, si, en el estado de asistencia A1, el interruptor de freno SW está encendido o el valor de par de sensor Q es inferior al valor umbral de inicio de asistencia Q1, el estado de control vuelve al estado de espera B1 y se termina el control de asistencia de fuerza de accionamiento.

Entonces, si, en el estado de espera B1, el interruptor de freno SW está encendido y la velocidad del vehículo V excede de un valor umbral de inicio de regeneración de freno V1, el estado de control cambia el estado de regeneración de freno B2 y se inicia el control de generación de potencia regenerativa. Incluyendo el encendido del interruptor de freno SW en las condiciones de cambio del estado de espera B1 al estado de regeneración de freno B2, es posible llevar a cabo generación de potencia regenerativa de freno más alta que la generación de potencia de pendiente descendente en respuesta a una voluntad de deceleración del ciclista. Entonces, si, en el estado de regeneración de freno B2, el interruptor de freno SW está apagado o la velocidad del vehículo V es igual o inferior a un valor umbral de terminación de regeneración de freno V2, el estado de control vuelve al estado de espera B1 y se termina el control de generación de potencia regenerativa. Se ha de indicar que los valores umbral V1 y V2 se ponen con el fin de obtener una relación de  $V1 > V2$ .

Además, si, en el estado de espera B1, el interruptor de freno SW está apagado y la aceleración  $\alpha$  excede de un valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ , el estado de control cambia al estado de regeneración de pendiente descendente B3 y se inicia la generación de potencia regenerativa. En otros términos, si el suministro de potencia a la bicicleta asistida por potencia 1 está encendido, entonces si, en el estado en el que el valor de par de sensor Q detectado por el sensor de fuerza de pedaleo SE3 es inferior al valor umbral de inicio de asistencia Q1, el interruptor de freno SW está apagado y la aceleración  $\alpha$  es más alta que el valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ , entonces la sección de control de motor 16 estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente. En respuesta a la estimación, la sección de control de motor 16 ejecuta generación de potencia regenerativa. Esta generación de potencia regenerativa de pendiente descendente se pone como generación de potencia de regeneración en la que la cantidad de generación de potencia y la cantidad de freno de regeneración son pequeñas en comparación con las de la generación de potencia regenerativa de freno.

Además, en la presente realización, como una condición para el cambio del estado de espera B1 al estado de regeneración de pendiente descendente B3, se puede añadir que “transcurre un período de tiempo predeterminado n en un estado en el que el interruptor de freno SW está apagado y la aceleración  $\alpha$  excede de un valor umbral  $\alpha3$  que es igual o inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ ”. Mediante la adición, la condición para cambio del estado de espera B1 al estado de regeneración de pendiente descendente B3 es que “el interruptor de freno SW esté apagado y la aceleración  $\alpha$  sea más alta que el valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ ” o que “el período de tiempo predeterminado n transcurra en un estado en el que el interruptor de freno SW esté apagado y la aceleración  $\alpha$  sea más alta que el valor umbral  $\alpha3$  que es igual o inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ ”.

La decisión en la que se pone el valor umbral  $\alpha3$  y el período de tiempo predeterminado n (por ejemplo, cinco segundos) medido por el temporizador 82 (consúltese la figura 5) tiene la finalidad de elevar la exactitud de una decisión de pendiente descendente. En particular, incluso en un caso donde se detecta una aceleración igual o inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha1$ , es posible llevar a la práctica condicionalmente una decisión de pendiente descendente y se puede evitar que se realice una decisión de pendiente descendente cada vez que el ciclista deje de pedalear durante la marcha en terreno llano o análogos.

Que una decisión de pendiente descendente se lleva a cabo cada vez que el ciclista deja de pedalear durante la marcha en terreno llano o análogos surge de una estructura de la unidad de accionamiento de asistencia 24 según la presente realización. Como se ha descrito anteriormente, la unidad de accionamiento de asistencia 24 está configurada de tal manera que, a través de una acción del embrague unidireccional 78, el piñón 15 gire cuando los pedales 13L y 13R sean accionados en la dirección de avance (dirección hacia delante), pero el piñón 15 no gira cuando los pedales 13L y 13R son accionados en la dirección inversa. Además, cuando el piñón 15 gira por la rotación de la rueda trasera WR, aunque el motor 17 se mueva, la potencia por la rotación del motor 17 no es transmitida a los pedales 13L y 13R permitiendo por ello la generación de potencia regenerativa. Por otra parte, la velocidad del vehículo de la bicicleta asistida por potencia 1 se pone de manera que se calcule en base a la velocidad de rotación del motor 17.

En la unidad de accionamiento de asistencia 24 que tiene la configuración descrita anteriormente, si el ciclista deja

de pedalear durante la marcha en terreno llano o análogos, entonces la asistencia de motor se cambia de forma instantánea de encendido a apagado. Además, dado que hay cierta holgura entre el eje motor y el sistema de accionamiento, surge cierto retardo de tiempo después del eje motor se para hasta que la holgura disminuye por la rotación del sistema de accionamiento y se inicia la corrotación del eje motor. En otros términos, dado que se genera aceleración en el eje motor cuando el eje motor entra en un estado de corrotación a partir de un estado de parada, si la condición para la decisión de pendiente descendente implica solamente decisión de presencia o ausencia de fuerza de pedaleo y aumento de la aceleración, entonces existe la posibilidad de que se pueda hacer una decisión de pendiente descendente a partir de la aceleración.

Por lo tanto, en la presente realización, como una condición para el cambio del estado de espera B1 al estado de regeneración de pendiente descendente B3, se añade que “el período de tiempo predeterminado  $n$  transcurre en el estado en el que el interruptor de freno SW está apagado y la aceleración  $\alpha$  es más alta que el valor umbral  $\alpha_3$ ” de modo que se evite hacer una decisión de pendiente descendente porque el pedaleo se ha parado. Aquí, se pone el valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha_1$  superior al valor umbral  $\alpha_3$ , el valor umbral  $\alpha_3$  se pone a un valor igual o menor que una aceleración que posiblemente puede ser detectada cuando el ciclista deja de pedalear durante la marcha en terreno llano o análogos. En consecuencia, se puede evitar una decisión de pendiente descendente en base a la aceleración instantánea  $\beta$  que surge de la holgura del sistema de accionamiento, y aunque el valor umbral  $\alpha_3$  sea igual o inferior a la aceleración  $\beta$ , si ésta se envía de forma continua, se puede hacer una decisión de pendiente descendente.

Según lo anterior, la unidad de accionamiento de asistencia según la presente realización puede detectar fácilmente un estado de rueda libre en una pendiente descendente o análogos y ejecutar una generación de potencia regenerativa apropiada. Además, como una condición para la generación de potencia regenerativa de pendiente descendente  $s_r$  usa una aceleración que puede ser captada fácilmente por los sentidos del ciclista. Consiguientemente, un tiempo de inicio de generación de potencia regenerativa que satisfaga la sensación del ciclista se puede obtener fácilmente en comparación con un caso alternativo en el que la velocidad del vehículo, que es propensa a cambio por la aceleración o la fuerza de pedaleo, se usa como una condición para iniciar la generación de potencia regenerativa.

Entonces, si, en el estado de regeneración de pendiente descendente B3, el interruptor de freno SW está apagado y la aceleración  $\alpha$  es igual o inferior a un valor umbral de terminación de regeneración de pendiente descendente  $\alpha_2$ , entonces el estado de control vuelve al estado de espera B1 y se termina el control de generación de potencia regenerativa. Se ha de indicar que los valores umbral  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  se ponen con el fin de cumplir la relación de  $\alpha_1 > \alpha_2$ .

Según los parámetros descritos anteriormente, incluso cuando el ciclista mueve los pedales en marcha a rueda libre en una cuesta abajo o terreno llano, si la potencia de pedaleo es inferior al valor umbral de inicio de asistencia Q1, entonces es posible llevar a cabo una decisión de pendiente cuesta abajo en base a la aceleración  $\alpha$  para llevar a cabo generación de potencia regenerativa. En particular, el medio de estimación de pendiente descendente 80 representado en la figura 5 estima, cuando la aceleración  $\alpha$  excede del valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha_1$ , que la superficie de la carretera tiene una pendiente cuesta abajo. Entonces, aunque el valor de par de sensor Q sea enviado porque el ciclista mueve los pedales, si el valor de par de sensor Q es inferior al valor umbral de inicio de asistencia Q1, entonces el medio de estimación de pendiente descendente 80 decide que la superficie de la carretera tiene una pendiente cuesta abajo y ejecuta control de generación de potencia regenerativa.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento del control de asistencia/regeneración. En el paso S1, un proceso de decisión de estado del estado de control es ejecutado por el medio de decisión de estado 81 (consúltese la figura 5). En el paso S2, se decide si el estado de control es o no el estado de espera B1. Si se hace una decisión afirmativa, entonces el procesado avanza al paso S3, en el que se ejecuta una operación aritmética de par de espera. El par de espera se puede poner, por ejemplo, a cero o sustancialmente a cero.

Si se hace una decisión negativa en el paso S2, en otros términos, si el estado de control no es el estado de espera B1, entonces el procesado avanza al paso S7, en el que el estado de control es el estado de asistencia A1. Sin embargo, si se hace una decisión afirmativa, entonces el procesado avanza al paso S8, en el que se ejecuta una operación aritmética de par de asistencia. La operación aritmética de par de asistencia se puede llevar a cabo usando una tabla de datos establecida con anterioridad. El par de asistencia se pone de tal manera que, por ejemplo, aumente en respuesta al aumento de la fuerza de pedaleo.

Por otra parte, si se hace una decisión negativa en el paso S7, entonces el procesado avanza al paso S9, en el que se decide que el estado de control es el estado de regeneración de freno B2. Si se hace una decisión afirmativa, entonces el procesado avanza al paso S10, en el que se ejecuta una operación aritmética de par de regeneración de freno. La operación aritmética de par de regeneración de freno se puede llevar a cabo usando una tabla de datos establecida con anterioridad. El par de regeneración de freno se pone de tal manera que, por ejemplo, aumente en respuesta al aumento de la velocidad del vehículo y además incrementa a medida que aumenta la cantidad de operación de freno.

Por otra parte, si se hace una decisión negativa en el paso S9, entonces el procesado avanza al paso S11, en el que se decide si el estado de control es o no el estado de regeneración de pendiente descendente B3. Si se hace una decisión afirmativa, entonces el procesado avanza al paso S12, en el que se realiza una operación aritmética del par de regeneración de pendiente descendente. La operación aritmética del par de regeneración de pendiente descendente se puede llevar a cabo usando una tabla de datos establecida con anterioridad. El par de regeneración de pendiente descendente se puede poner de tal manera que, por ejemplo, aumente cuando aumente la aceleración o cuando aumente la velocidad de vehículo. Además, el par de regeneración de pendiente descendente se puede determinar de tal manera que la aceleración en una pendiente descendente se pueda fijar o se mantenga una velocidad de vehículo de límite superior establecida en respuesta a la aceleración. Tal control puede ser ejecutado por control de realimentación en base a una salida del sensor de velocidad rotacional de motor SE1 o el sensor de velocidad de vehículo SE2. Además, se puede facilitar una tabla de datos en la que el valor umbral de inicio de asistencia Q1 de la fuerza de pedaleo se incrementa o disminuye en respuesta a la aceleración o la velocidad del vehículo. Se ha de indicar que, si se hace una decisión negativa en el paso S11, entonces se determina que el proceso de decisión de estado no se ha realizado todavía, y el procesado avanza al paso S4.

Con referencia de nuevo al diagrama de flujo, en el paso S4, se decide que el estado de control es el estado de asistencia A1. Si se hace una decisión afirmativa, entonces se ejecuta un proceso limitador de filtro que consiste en aplicar una restricción de valor límite superior del par de asistencia o análogos, para finalizar por ello la serie de controles. Por otra parte, si se hace una decisión negativa en el paso S4, entonces se ejecuta un proceso limitador de filtro que consiste en aplicar restricción de valor de límite superior al par de regeneración, para finalidad por ello la serie de controles. Se ha de indicar que la restricción de valor límite superior al par de asistencia y el par de regeneración se puede poner, por ejemplo, de conformidad con las leyes y normas de los países individuales.

La figura 8 es un gráfico que ilustra un flujo de control de salida de par especificado. Como una técnica para la asistencia de fuerza de accionamiento de la bicicleta asistida por potencia 1, se puede aplicar control de salida pleno de par especificado. ésta es una técnica de control que aplica restricción a la potencia de salida de una unidad de accionamiento de asistencia de modo que, cuando todo el par de asistencia que se haya de enviar originalmente no pueda ser enviado, una porción del par de asistencia que se refiere a la restricción de potencia de salida sea distribuida hacia delante y hacia atrás de modo que la reducción de la carga en el ciclista se pueda ampliar con una característica de salida natural.

En este gráfico, el par de manivela Qc generado por el ciclista que mueve los pedales se indica con una línea continua, y el par de asistencia Qa enviado en respuesta al par de manivela Qc se indica con una línea continua gruesa. El par de manivela Qc se genera de tal forma que su vértice que aparece en el tiempo t1, t3 y t6 sea gradualmente más alto, y también el par de asistencia Qa aumenta consiguientemente.

Sin embargo, en el ejemplo de este gráfico, dado que se facilita el límite de salida Qs para el par de asistencia Qa, el par de asistencia Qa que supere dicho límite de salida Qs no puede ser enviado, y la potencia de salida dentro de un período T1 desde el tiempo t2 al tiempo t4. El control de salida pleno de par especificado distribuye una carga de trabajo W1, que se deberá enviar originalmente dentro de este período de restricción de salida, al par de manivela Qc dentro de un período desde el tiempo t4 al tiempo t5 de manera que se añada al par de manivela Qc para compensar por ello el par de asistencia.

Según este método de control, la carga de trabajo (W1, W2) que excede del límite superior y se corta se puede añadir como par H1, H2 en la dirección del eje de tiempo a lo largo del par de manivela Qc. Por lo tanto, el par de asistencia que ha de ser enviado originalmente puede ser utilizado efectivamente.

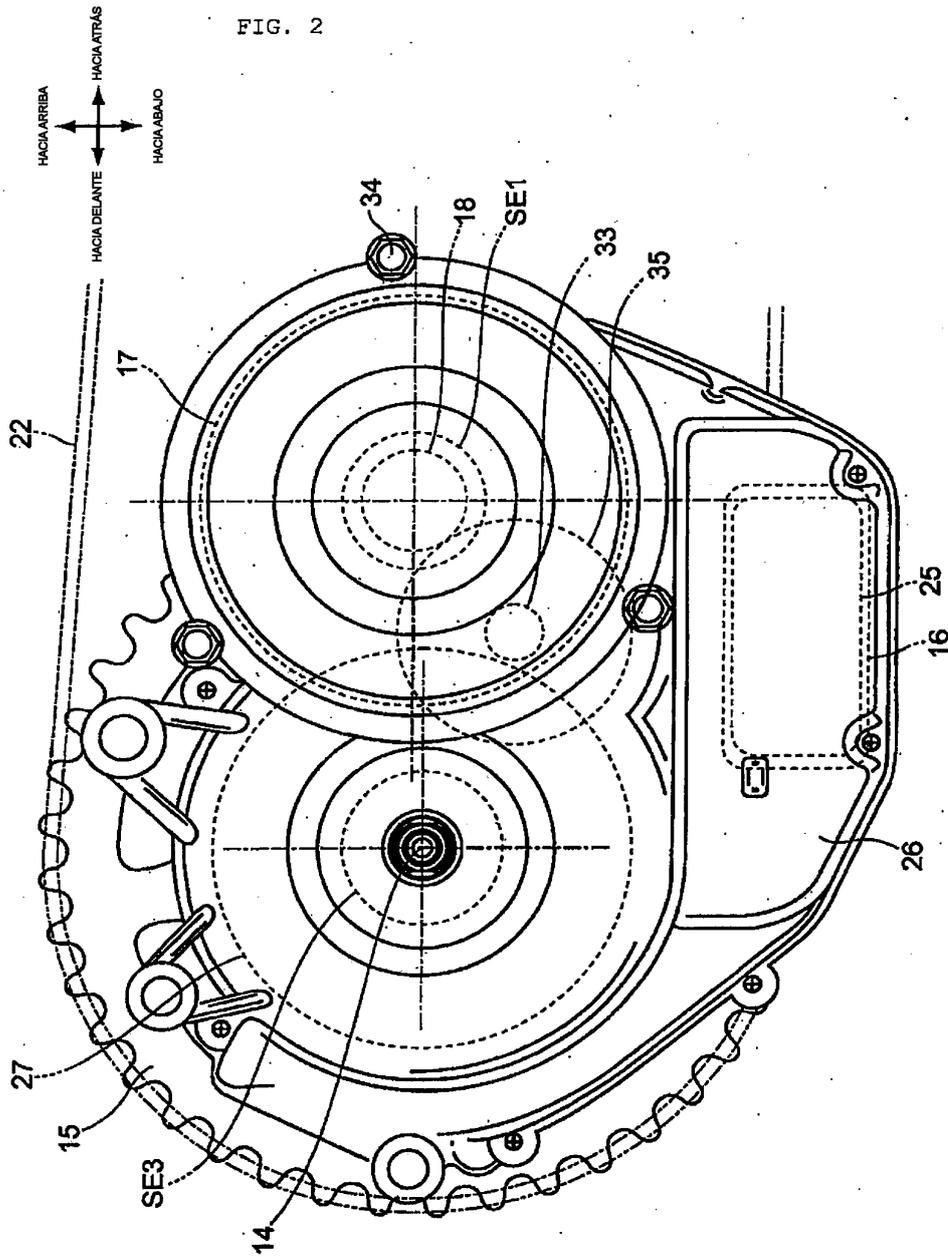
Se ha de indicar que el establecimiento del valor umbral de inicio de asistencia Q1 para la fuerza de pedaleo al que la asistencia de fuerza de accionamiento se ha de iniciar y el establecimiento del valor umbral de inicio de regeneración de freno V1, el valor umbral de terminación de regeneración de freno V2, el valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente  $\alpha 1$  y el valor umbral de terminación de regeneración de pendiente descendente  $\alpha 2$ , etc, no se limitan a los de la realización, sino que se pueden cambiar de varias maneras. La técnica de control para una bicicleta asistida por potencia según la presente invención se puede aplicar a un aparato de asistencia de fuerza de accionamiento que se aplica a varios vehículos como un triciclo.

1: bicicleta asistida por potencia, 9: batería, 13L, 13R: pedal, 14: cigüeñal, 16: controlador (sección de control de motor), 17: motor, 24: unidad de accionamiento de asistencia, 26: cárter, 80: medio de estimación de pendiente descendente, 81: medio de decisión de estado, 82: temporizador, SE1: sensor de velocidad rotacional de motor (CI Hall e imán), SE2: sensor de velocidad de vehículo, SE3: sensor de fuerza de pedaleo (sensor de par 37), SW: interruptor de freno, WF: rueda delantera, WR: rueda trasera, A: región de asistencia, A1: estado de asistencia, B: región de regeneración, B1: estado de espera, B2: estado de regeneración de freno, B3: estado de regeneración de pendiente descendente,  $\alpha 1$ : valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente,  $\alpha 3$ : valor umbral, Q1: valor umbral de inicio de asistencia.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Una bicicleta asistida por potencia (1) que tiene un sensor de fuerza de pedaleo (SE3) que detecta la fuerza de pedaleo introducida a los pedales (13L, 13R) y un motor (17) que asiste la fuerza de accionamiento en respuesta a una salida del sensor de fuerza de pedaleo (SE3), incluyendo:
- una sección de control de motor (16) configurada para controlar el motor (17); y
- 10 un medio de estimación de pendiente descendente (80) que estima una pendiente descendente de una superficie de la carretera en base a una aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo de la bicicleta asistida por potencia (1); donde
- la sección de control de motor (16) controla, cuando el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente, el motor (17) de manera que funcione como un
- 15 generador para llevar a cabo generación de potencia regenerativa, y
- el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente cuando la aceleración ( $\alpha$ ) excede de un valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ) y la fuerza de pedaleo (Q) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo (SE3) es inferior a un
- 20 valor umbral de inicio de asistencia (Q1),
- caracterizada porque**
- el medio de estimación de pendiente descendente (80) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente también en el caso donde un estado en el que la aceleración ( $\alpha$ ) excede de un valor umbral ( $\alpha_3$ ) que
- 25 es inferior al valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ) continúa durante un período de tiempo predeterminado (n) y además la fuerza de pedaleo (Q) detectada por el sensor de fuerza de pedaleo (SE3) es inferior al valor umbral de inicio de asistencia (Q1).
- 30 2. La bicicleta asistida por potencia según la reivindicación 1, donde el motor (17) está configurado de tal manera que, también a la marcha a rueda libre durante la que los pedales (13L, 13R) no reciben ninguna entrada, el motor (17) es movido en rotación por la fuerza motriz rotacional que le transmite una rueda motriz (WR), y la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se calcula en base a una salida de un sensor de velocidad rotacional de motor (SE1) que detecta una velocidad de rotación del motor (17).
- 35 3. La bicicleta asistida por potencia según la reivindicación 1 o 2, donde la sección de control de motor (16) cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa de modo que la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se pueda fijar independientemente del grado de la pendiente descendente.
- 40 4. La bicicleta asistida por potencia según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, donde el medio de estimación de pendiente descendente (80) pone al menos una velocidad de vehículo de límite superior según la aceleración ( $\alpha$ ), y la sección de control de motor (16) cambia la cantidad de regeneración de la generación de potencia regenerativa de modo que la velocidad de vehículo de límite superior no pueda ser excedida.
- 45 5. La bicicleta asistida por potencia según la reivindicación 1, donde la aceleración ( $\alpha$ ) del cuerpo del vehículo se calcula en base a una salida de un sensor de velocidad de vehículo (SE2) dispuesto en un eje de una rueda delantera (WF) o una rueda trasera (WR).
- 50 6. La bicicleta asistida por potencia según la reivindicación 1, donde, cuando un interruptor de freno (SW) para detectar una operación de freno de la bicicleta asistida por potencia está apagado y la aceleración ( $\alpha$ ) excede del valor umbral de inicio de regeneración de pendiente descendente ( $\alpha_1$ ), la sección de control de motor (16) estima que la superficie de la carretera tiene una pendiente descendente y ejecuta la generación de potencia regenerativa como generación de potencia regenerativa de pendiente descendente.
- 55 7. La bicicleta asistida por potencia según la reivindicación 6, donde, cuando el interruptor de freno (SW) está encendido y una velocidad del vehículo (V) excede de un valor umbral de inicio de regeneración de freno (V1), la sección de control de motor (16) ejecuta generación de potencia regenerativa de freno cuya cantidad de generación de potencia es mayor que por la generación de potencia regenerativa de pendiente descendente.





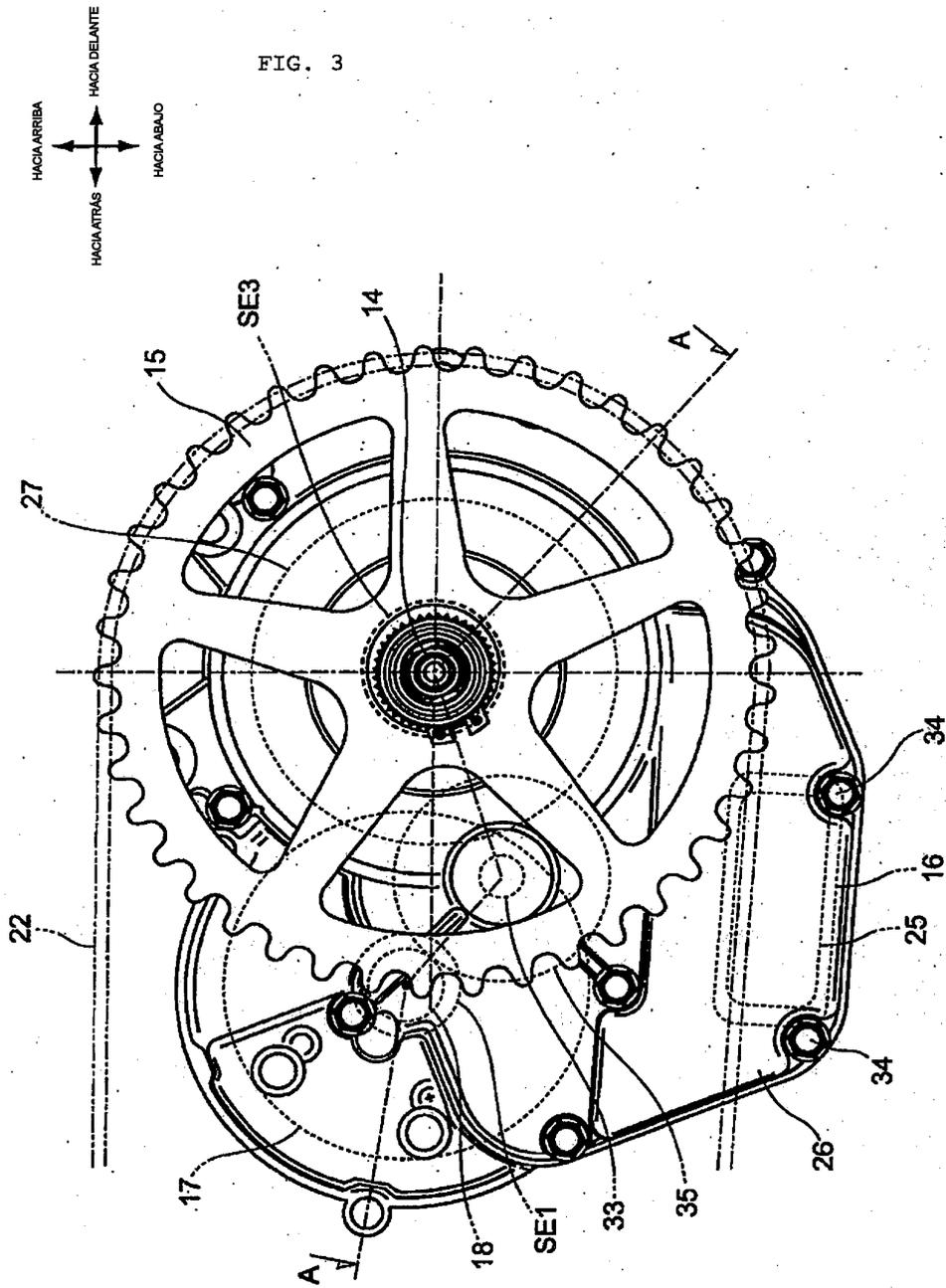


FIG. 4

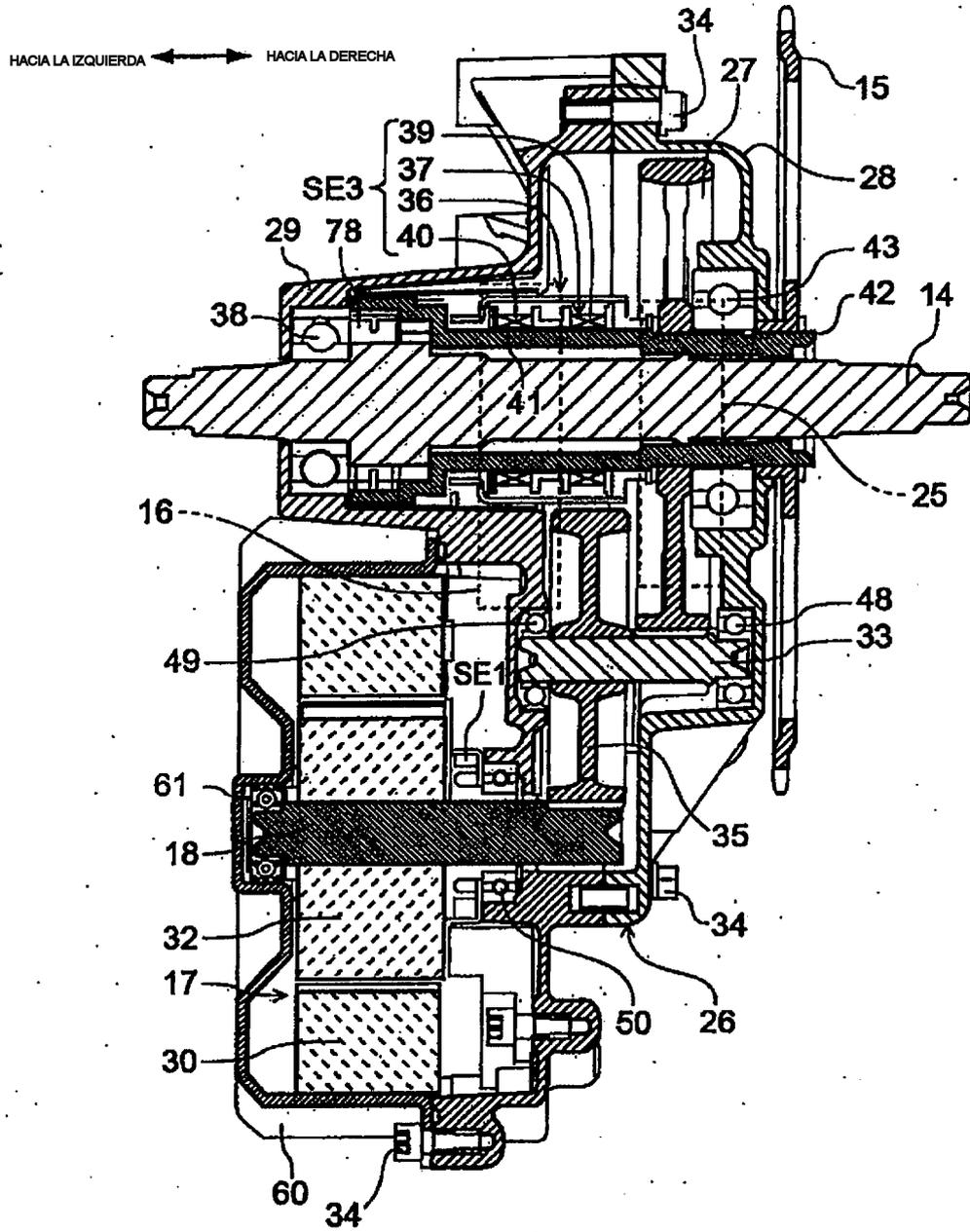


FIG. 5

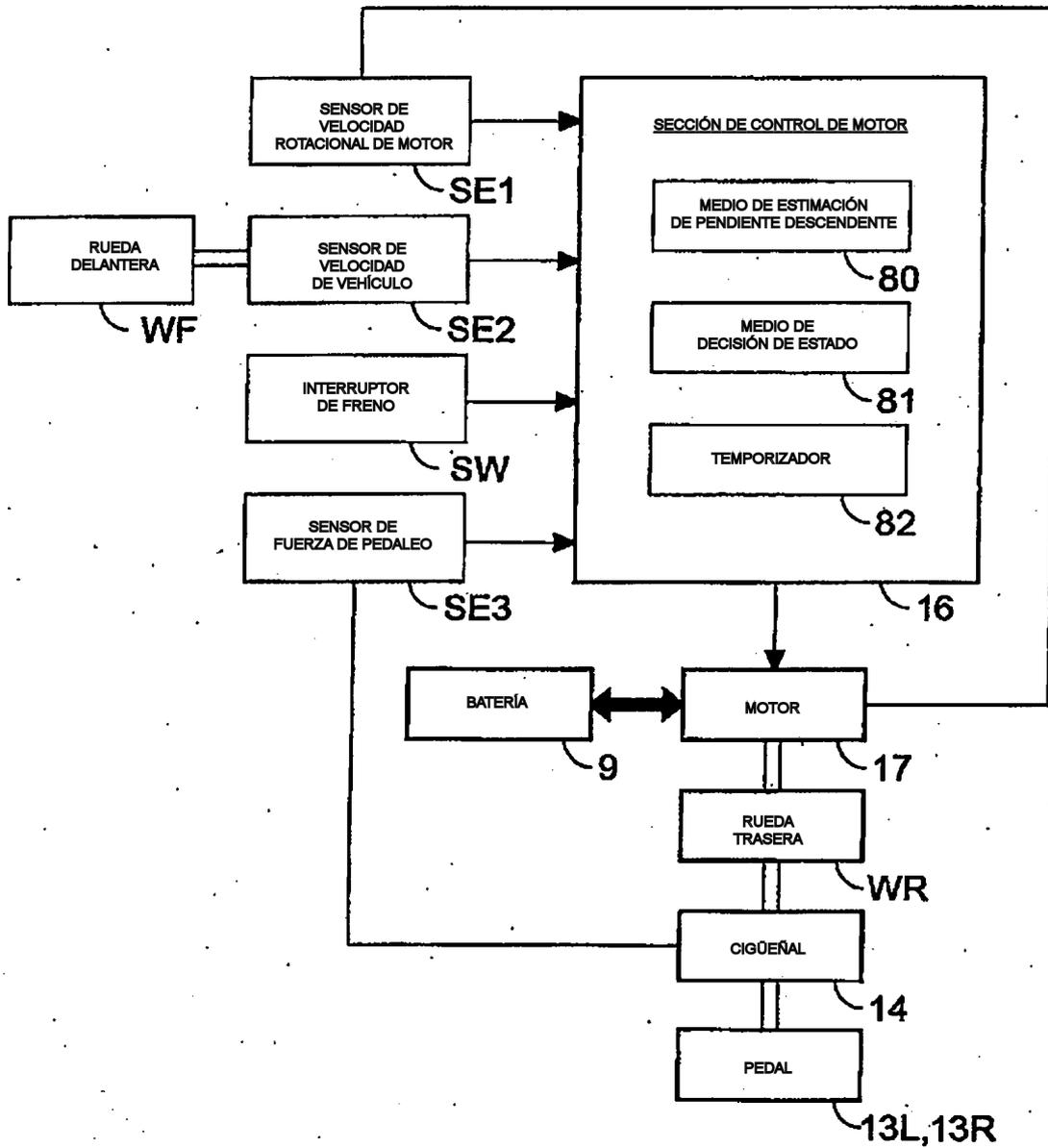


FIG. 6

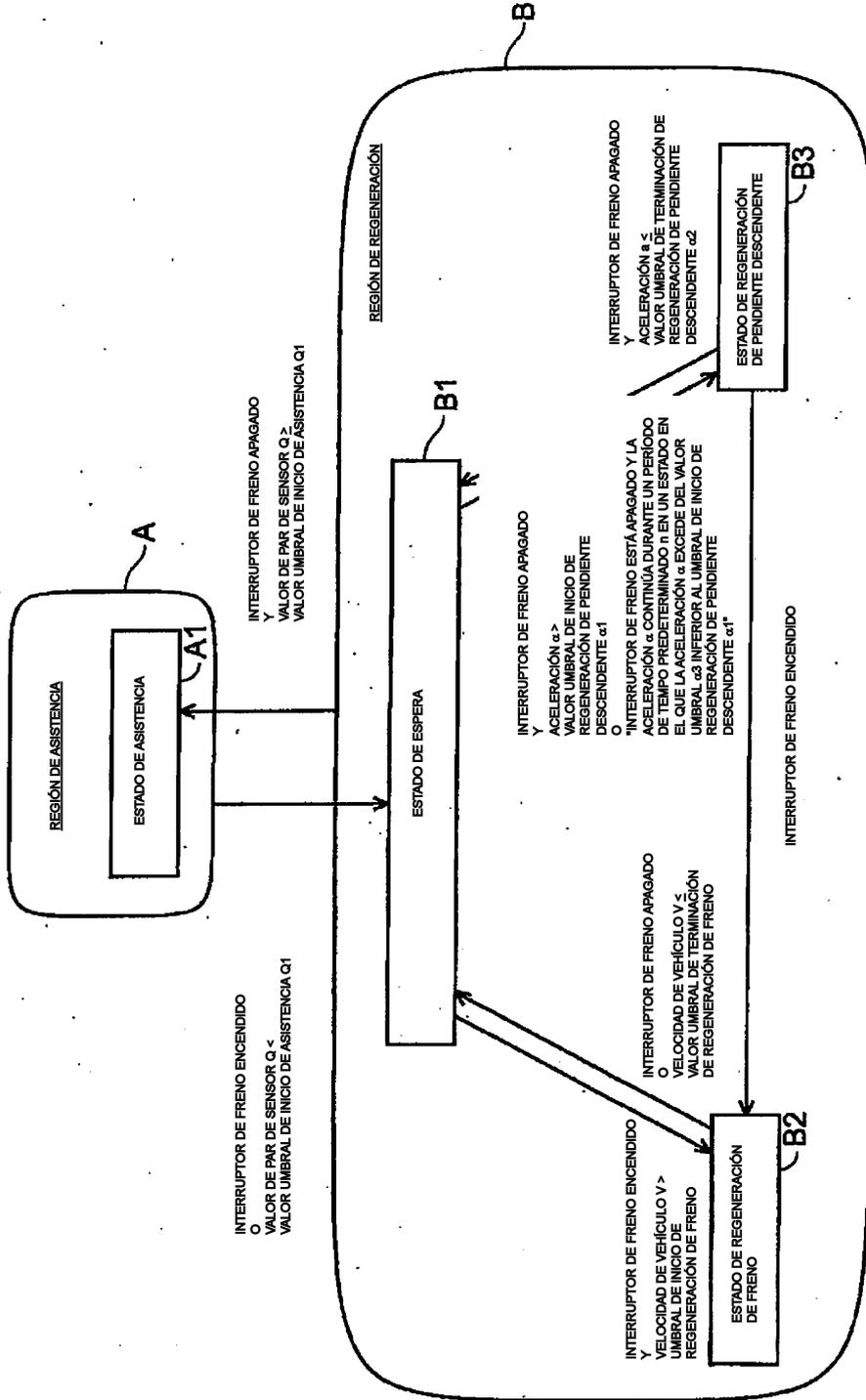


FIG. 7

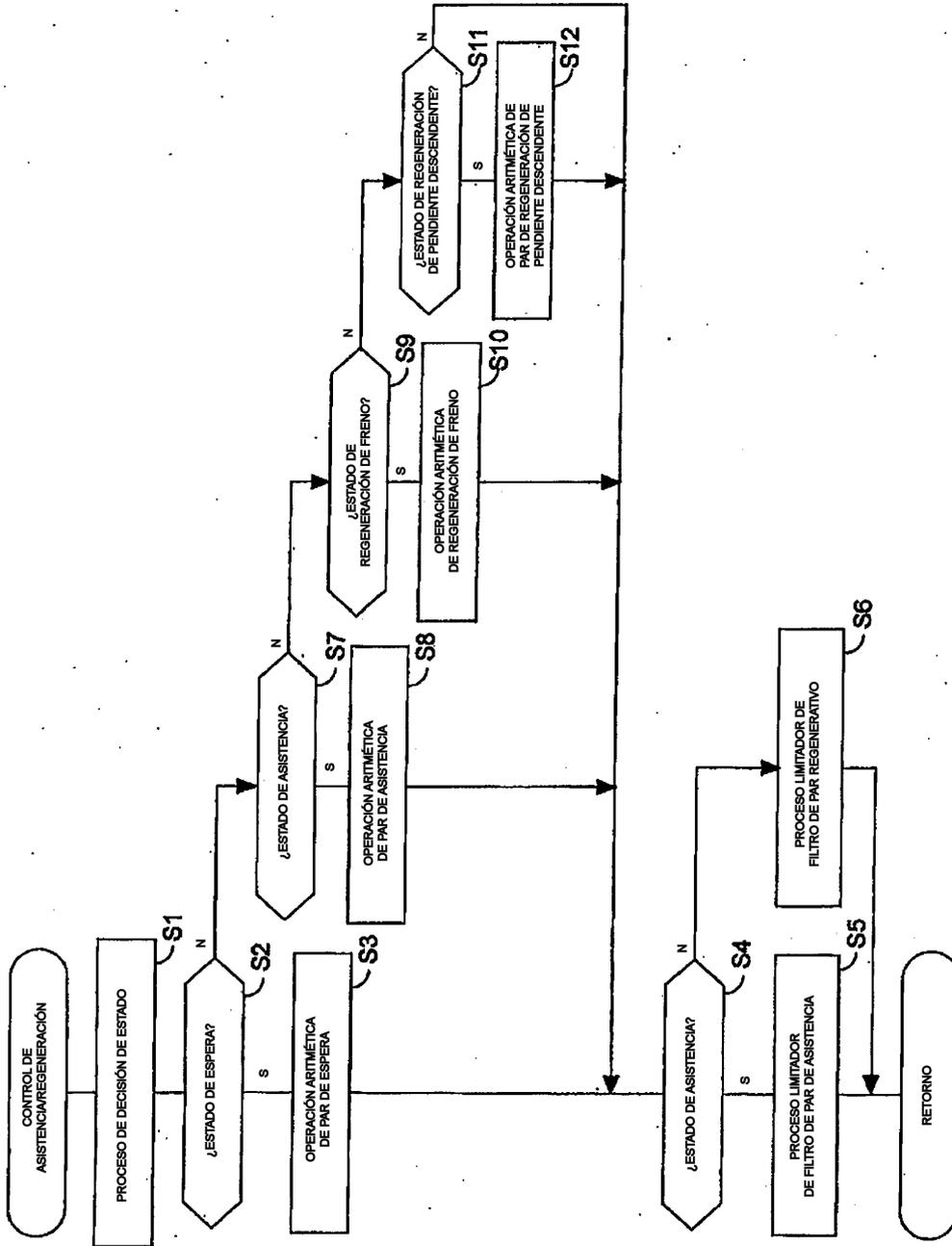


FIG. 8

