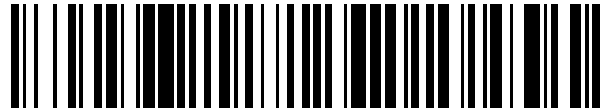


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 405 309**

51 Int. Cl.:

**B62M 6/45**

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.09.2011 E 11181620 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 2436588**

54 Título: **Aparato de control para bicicleta asistida por motor**

30 Prioridad:

**30.09.2010 JP 2010223014**

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

**30.05.2013**

73 Titular/es:

**HONDA MOTOR CO., LTD. (100.0%)  
1-1, Minami-Aoyama 2-chome,  
Minato-ku, Tokyo 107-8556, JP**

72 Inventor/es:

**AOKI, KOJI y  
YOSHINO, TSUTOMU**

74 Agente/Representante:

**UNGRÍA LÓPEZ, Javier**

**ES 2 405 309 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**

Aparato de control para bicicleta asistida por motor

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que es capaz de realizar apropiadamente un proceso de control de asistencia y un proceso de control regenerativo dependiendo del nivel de energía almacenada restante de una batería.

10

**Antecedentes de la invención**

La patente japonesa número 3642364 abajo citada describe que una bicicleta con potencia de asistencia es asistida energizando un motor para generar una fuerza de asistencia dependiendo de un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal, y el motor es controlado para conmutar a un estado regenerativo si un pico detectado del par de pedaleo es menor que un par de pedaleo determinado dependiendo de la velocidad de la bicicleta.

15

**Problemas a resolver con la invención**

Según la tecnología descrita en la patente japonesa número 3642364, si el pico del par de pedaleo aplicado al cigüeñal es menor que un par de pedaleo determinado dependiendo de la velocidad de la bicicleta asistida por motor, entonces el motor conmuta a un estado regenerativo. Sin embargo, no se toma en consideración cómo se lleva a cabo el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo cuando disminuye el nivel de energía almacenada de la batería.

20

25

La presente invención se ha realizado en vista de los problemas de los antecedentes de la invención. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que es capaz de realizar apropiadamente un proceso de control de asistencia y un proceso de control regenerativo dependiendo del nivel de energía almacenada restante de una batería.

30

**Medios para resolver los problemas**

Para lograr los objetos anteriores, según una invención expuesta en la reivindicación 1, se facilita un aparato de control (250) para una bicicleta asistida por motor (10) para detectar un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal (48) con un sensor de fuerza de pedaleo (110), controlar una unidad de motor (28) de la bicicleta asistida por motor (10) en un proceso de control regenerativo para cargar una batería (44) si el valor de par del par de pedaleo detectado es igual o menor que un nivel predeterminado, y controlar la unidad de motor (28) en un proceso de control de asistencia si el valor de par es mayor que el nivel predeterminado, donde el aparato de control (250) conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par que es detectado, incrementa el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería (44) es inferior a un primer nivel, y restaura el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería (44) es más alto que un segundo nivel que es mayor que el primer nivel.

35

40

Según una invención expuesta en la reivindicación 2, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, el aparato de control (250) disminuye el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería (44) es más alto que un tercer nivel que es mayor que el segundo nivel, y restaura el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería (44) es inferior a un cuarto nivel que es mayor que el segundo nivel y menor que el tercer nivel.

45

50

Según una invención expuesta en la reivindicación 3, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 2, el aparato de control (250) guarda un rango de control deseado para el estado de carga de la batería (44), y el primer nivel y el tercer nivel se ponen a niveles respectivos que son diferentes del rango de control deseado por diferencias sustancialmente idénticas.

55

Según una invención expuesta en la reivindicación 4, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 3, el segundo nivel y el cuarto nivel se ponen a niveles sustancialmente intermedios de las diferencias.

60

Según una invención expuesta en la reivindicación 5, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, el aparato de control (250) incluye un detector de información de velocidad de vehículo (66) para detectar un valor de información de velocidad de vehículo que representa una velocidad de la bicicleta asistida por motor (10), y conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par y el valor de información de velocidad de vehículo que son detectados.

65

Según una invención expuesta en la reivindicación 6, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por

motor (10) según la reivindicación 5, el aparato de control (250) opera en un modo de asistencia para realizar el proceso de control de asistencia y un modo regenerativo para realizar el proceso de control regenerativo; el aparato de control (250) incluye medios de decisión para determinar cuál del modo de asistencia y el modo regenerativo se ha de realizar dependiendo del valor de par y el valor de información de velocidad de vehículo que son detectados; y el aparato de control (250) conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, usando el valor de par, el valor de información de velocidad de vehículo, y los medios de decisión.

Según una invención expuesta en la reivindicación 7, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 6, los medios de decisión incluyen medios de decisión de carga baja usados cuando el estado de carga de la batería (44) es inferior al primer nivel, medios de decisión de carga alta usados cuando el estado de carga de la batería (44) es más alto que el tercer nivel, y medios de decisión normales usados cuando el estado de carga de la batería (44) es igual o más alto que el primer nivel y es igual o inferior al tercer nivel; los medios de decisión de carga baja se usan cuando el estado de carga de la batería (44) es inferior al primer nivel, hasta que el estado de carga de la batería (44) es más alto que el segundo nivel, los medios de decisión normales se usan cuando el estado de carga de la batería (44) es más alto que el segundo nivel, los medios de decisión de carga alta se usan cuando el estado de carga de la batería (44) es más alto que el tercer nivel, hasta que el estado de carga de la batería (44) sea inferior al cuarto nivel, y los medios de decisión normales se usan cuando el estado de carga de la batería (44) es inferior al cuarto nivel; los medios de decisión de carga baja se determinan de tal manera que el nivel predeterminado sea más alto que en los medios de decisión normales; y los medios de decisión de carga alta se determinan de tal manera que el nivel predeterminado sea inferior al de los medios de decisión normales.

Según una invención expuesta en la reivindicación 8, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 7, los medios de decisión normales se determinan de tal manera que los medios de decisión normales se seleccionen si el estado de carga de la batería (44) está en un rango más grande que el segundo nivel y menor que el cuarto nivel, el modo regenerativo se lleva a cabo si el valor de par es igual o menor que un primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo es igual o menor que un segundo valor predeterminado, y el modo de asistencia se realiza si el valor de par es mayor que el primer valor predeterminado o el valor de información de velocidad de vehículo es mayor que el segundo valor predeterminado.

Según una invención expuesta en la reivindicación 9, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 7 o 8, los medios de decisión de carga alta se determinan de tal manera que el modo de asistencia se realice en rangos plenos del valor de información de velocidad de vehículo y el valor de par.

Según una invención expuesta en la reivindicación 10, en el aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, los medios de decisión de carga baja se determinan de tal manera que el modo de asistencia se realice solamente cuando el valor de par sea mayor que un tercer valor predeterminado, y el modo regenerativo se realiza cuando el valor de par es igual o menor que el tercer valor predeterminado.

#### **Efectos de la invención**

Según la invención expuesta en la reivindicación 1, si el estado de carga de la batería es inferior al primer nivel, entonces se incrementa el nivel predeterminado (umbral) para la fuerza de pedaleo, a través de la que el aparato de control conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo. El nivel predeterminado no se restablece a no ser que el estado de carga de la batería sea más alto que el segundo nivel que es mayor que el primer nivel. En consecuencia, es probable que se lleve a cabo el proceso de control regenerativo. Cuando el estado de carga de la batería es bajo, es posible conmutar apropiadamente entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una relación de carga regenerativa alta que coincide con el estado de carga baja de la batería.

Según la invención expuesta en la reivindicación 2, si el estado de carga de la batería es más alto que el tercer nivel que es mayor que el segundo nivel, entonces se baja el nivel predeterminado. Si el estado de carga de la batería es inferior al cuarto nivel que es mayor que el segundo nivel y menor que el tercer nivel, entonces se restablece el nivel predeterminado. En consecuencia, es probable que se realice el proceso de control de asistencia (es probable que la batería esté descargada). Cuando el estado de carga de la batería es alto, es posible conmutar apropiadamente entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una relación de asistencia alta que coincide con el estado de carga alta de la batería.

Según la invención expuesta en la reivindicación 3, cuando el primer nivel y el tercer nivel se ponen a niveles respectivos que son diferentes del rango de control deseado por diferencias sustancialmente idénticas, el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia se seleccionan en tiempos similares con respecto a las direcciones en las que el estado de carga de la batería incrementa y disminuye a partir del rango de control deseado, de modo que el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se realizarán sin permitir que el motorista de la bicicleta asistida por motor tenga una sensación extraña acerca del reconocimiento del estado de carga de la batería.

5 Según la invención expuesta en la reivindicación 4, el segundo nivel y el cuarto nivel se ponen a niveles sustancialmente intermedios de las diferencias. Dado que el segundo nivel y el cuarto nivel están en posiciones intermedias entre el rango de control deseado y el primer nivel y el tercer nivel, respectivamente, se reduce la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control normal, y la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia y el proceso de control normal, el nivel de energía almacenada restante de la batería llega al rango de control deseado igualmente desde dichos niveles.

10 Según la invención expuesta en la reivindicación 5, el aparato de control conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par del par de pedaleo detectado y el valor de información de velocidad de vehículo indicativo de la velocidad de la bicicleta asistida por motor, que son detectados. Por lo tanto, el aparato de control conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, tomando también en consideración la velocidad del vehículo.

15 Según la invención expuesta en la reivindicación 6, el aparato de control conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, usando el valor de par, usando los medios de decisión para determinar cuál del modo de asistencia para realizar el proceso de control de asistencia y el modo regenerativo para realizar el proceso de control regenerativo se ha de realizar, dependiendo del valor de par y el valor de información de velocidad de vehículo. Consiguientemente, el aparato de control puede conmutar apropiada y fácilmente entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo.

20 Según la invención expuesta en la reivindicación 7, los medios de decisión incluyen medios de decisión de carga baja correspondientes a un estado de carga baja de la batería, medios de decisión de carga alta correspondientes a un estado de carga alta de la batería, y medios de decisión normales correspondientes a un estado normal de carga de la batería. Los medios de decisión de carga baja tienen un nivel predeterminado determinado de manera que sea más alto que los medios de decisión normales, y los medios de decisión de carga alta tienen un nivel predeterminado determinado de manera que sea inferior a los medios de decisión normales. Por lo tanto, cuando el estado de carga de la batería es más bajo, es más probable que el modo regenerativo se determine como el modo a realizar, haciendo probable que la batería se cargue.

30 Según la invención expuesta en la reivindicación 8, los medios de decisión normales se determinan de tal manera que el modo de asistencia se realice solamente cuando la velocidad del vehículo sea alta y la fuerza de pedaleo sea grande, y el modo regenerativo se realiza en otro caso. Consiguientemente, es altamente posible que el estado de carga de la batería se mantenga en un rango apropiado, y la batería puede no cargarse o puede cargarse menos frecuentemente por un cargador de batería separado.

35 Según la invención expuesta en la reivindicación 9, los medios de decisión de carga alta se determinan de tal manera que el modo de asistencia se realice en rangos plenos del valor de información de velocidad de vehículo y el valor de par. Los medios de decisión de carga alta son así efectivos para impedir que la batería se sobrecargue, y permiten que el motorista de la bicicleta asistida por motor reconozca que la batería está completamente cargada a partir de una sensación de conducción.

40 Según la invención expuesta en la reivindicación 10, dado que los medios de decisión de carga baja se determinan de tal manera que el modo de asistencia se realice solamente cuando el valor de par sea mayor que un tercer valor predeterminado, y el modo regenerativo se realice cuando el valor de par sea igual o menor que el tercer valor predeterminado, los medios de decisión de carga alta son efectivos para impedir que la batería se sobrecargue, y permite que el motorista de la bicicleta asistida por motor reconozca que el estado de carga de la batería es bajo a partir de una sensación de conducción.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierda de una bicicleta asistida por motor (bicicleta asistida).

55 La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través de un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo representado en la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través de un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo representado en la figura 1 donde un elemento hueco de transmisión de par se ha construido como un solo elemento.

60 La figura 4 es una vista en sección transversal fragmentaria tomada a lo largo de la línea IV-IV de la figura 1.

La figura 5 es una vista en perspectiva de una unidad de presentación representada en la figura 1.

65 La figura 6 es un diagrama de bloques que representa la configuración eléctrica de un aparato de control de la bicicleta asistida.

Las figuras 7A a 7C son diagramas que representan mapas de decisión almacenados en una zona de almacenamiento de mapas de decisión de una unidad de almacenamiento, representando la figura 7A un mapa de decisión de carga baja, la figura 7B un mapa de decisión normal, y la figura 7C un mapa de decisión de carga alta.

5 La figura 8 es un diagrama que representa estados cargados de una batería al tiempo en que el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal, y el mapa de decisión de carga alta son seleccionados por un selector de mapa de decisión.

10 Las figuras 9A y 9B son diagramas que representan mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$  almacenados en una zona de almacenamiento de mapa de corrección de valor de integración de la unidad de almacenamiento, representando la figura 9A un mapa de corrección de valor de integración  $-\Delta V$  y la figura 9B un mapa de corrección de valor de integración  $+\Delta V$ .

15 Las figuras 10A y 10B son diagramas que representan mapas de corrección  $\Delta SOC$  almacenados en una zona de almacenamiento de mapas de corrección  $\Delta SOC$  de la unidad de almacenamiento, representando la figura 10A un mapa de corrección  $+\Delta SOC$  y la figura 10B un mapa de corrección  $-\Delta SOC$ .

20 La figura 11 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación de un proceso de control de asistencia y un proceso de control regenerativo que son realizados por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 12 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que son realizados por el aparato de control para la bicicleta asistida.

25 La figura 13 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo son realizados por el aparato de control para la bicicleta asistida.

La figura 14 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que son realizados por el aparato de control para la bicicleta asistida.

30 La figura 15 es un diagrama que representa valores de par T que son detectados por un sensor de fuerza de pedaleo mientras el motorista mueve la bicicleta asistida por pedaleo.

35 La figura 16 es un diagrama de flujo de una secuencia de operación realizada por el aparato de control para parar la bicicleta asistida.

### Modo de llevar a la práctica la invención

40 Un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo y un aparato de control para una bicicleta asistida por motor según una realización preferida de la presente invención se describirán a continuación en detalle con referencia a los dibujos acompañantes.

45 La figura 1 es una vista en alzado lateral izquierda de una bicicleta asistida por motor (bicicleta asistida) 10. La bicicleta asistida 10 incluye mecanismos o componentes que se han dispuesto simétricamente en pares en los lados izquierdo y derecho del cuerpo de la bicicleta. Los del lado izquierdo se indican con números de referencia con el sufijo "L" y los del lado derecho con números de referencia con el sufijo "R". La bicicleta asistida 10 incluye un tubo delantero 12 colocado en una porción delantera del cuerpo de la bicicleta, un bastidor descendente 14 que se extiende hacia atrás y hacia abajo desde el tubo delantero 12, un tubo de asiento 16 que se extiende hacia arriba desde el extremo trasero del bastidor descendente 14, y un bastidor superior 18 que se extiende hacia atrás desde el tubo delantero 12 encima del bastidor descendente 14 y conectado al tubo de asiento 16.

50 Un manillar 22 está conectado al extremo superior de un eje de dirección 20 y tiene una porción sustancialmente intermedia mantenida rotativamente por el tubo delantero 12. Una rueda delantera WF se soporta rotativamente por un par de elementos de horquilla delantera 24L, 24R dispuestos en la porción delantera del cuerpo de la bicicleta y que se extienden desde el extremo delantero del eje de dirección 20. La rueda delantera WF tiene un cubo 26 que incorpora una unidad de motor 28 y una pluralidad de radios 30 unidos a la superficie circunferencial exterior del cubo 26.

55 Un par de chapas 32L, 32R está dispuesto detrás del tubo de asiento 16. Una rueda trasera WR es soportada rotativamente por los extremos traseros de un par de elementos de horquilla trasera 34L, 34R que se extienden hacia atrás de las chapas 32L, 32R. Un par de soportes 36L, 36R están dispuestos debajo del bastidor superior 18 y se extienden hacia atrás y hacia abajo del tubo de asiento 16. Los soportes 36L, 36R están conectados a los respectivos elementos de horquilla trasera 34L, 34R.

60 El bastidor descendente 14 y el tubo de asiento 16 soportan un dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38. Un asiento 40 está montado en el extremo superior de un poste de asiento 42, que está montado en el tubo de asiento

16, para regular la posición vertical del asiento 40. El bastidor superior 18 aloja una batería 44 para energizar la unidad de motor 28. La batería 44 se aloja en el bastidor superior 18 contra extracción de la bicicleta asistida 10. Por lo tanto, la batería 44 puede ser cargada solamente por potencia eléctrica regenerativa generada por la unidad de motor 28. Sin embargo, la batería 44 se puede hacer extraíble de modo que se pueda cargar con un cargador.

Un cigüeñal 48 se extiende transversalmente a través del cuerpo de la bicicleta a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 y un piñón (elemento de accionamiento de rueda trasera) 46. Una manivela 52L con un pedal 50L y una manivela 52R con un pedal 50R están acopladas a los respectivos extremos opuestos del cigüeñal 48. Cuando el motorista acciona los pedales 50L, 50R, se aplica un par de pedaleo (potencia) al cigüeñal 48. El par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 gira el piñón 46. La rotación del piñón 46 es transmitida a través de una cadena 54 a un piñón de rueda trasera 56 en la rueda trasera WR, que gira la rueda trasera WR. El piñón 46, la cadena 54, y el piñón de rueda trasera 56 funcionan como un mecanismo de accionamiento.

Los elementos de horquilla delantera 24L, 24R soportan encima un freno de rueda delantera en voladizo 58 para parar la rotación de la rueda delantera WF. Los soportes 36L, 36R soportan encima un freno de rueda trasera en voladizo 60 para parar la rotación de la rueda trasera WR. El manillar 22 tiene empuñaduras 62L, 62R y palancas de freno 64L, 64R. Cuando la palanca de freno 64R es accionada, se acciona el freno de rueda delantera en voladizo 58. Cuando la palanca de freno 64L es accionada, se acciona el freno de rueda trasera en voladizo 60.

Un sensor de velocidad de vehículo (detector de información de velocidad de vehículo) 66 sirve para detectar la velocidad del vehículo a partir de la velocidad rotacional de la rueda trasera WR (rueda de vehículo). Un velocímetro, no representado, para presentar la velocidad de la bicicleta asistida 10 detectada por el sensor de velocidad de vehículo 66 y una unidad de presentación 68 están montados en una porción superior del manillar 22. Un faro 70 está montado en una porción delantera del manillar 22. El sensor de velocidad de vehículo 66 puede detectar la velocidad del vehículo a partir de la velocidad rotacional de la rueda delantera WF (rueda de vehículo). En tal caso, el sensor de velocidad de vehículo 66 se coloca en una posición donde pueda detectar la velocidad rotacional de la rueda delantera WF.

La figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 representado en la figura 1. El dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 incluye un mecanismo para girar el piñón 46 cuando el motorista mueve los pedales 50L, 50R en una dirección (dirección normal) para mover la bicicleta asistida 10 hacia delante y parar el piñón 46 de modo que no gire cuando el motorista mueva los pedales 50L, 50R en una dirección opuesta a la dirección normal. Específicamente, el dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 incluye una caja 100, un elemento hueco de transmisión de par 102 dispuesto en la caja 100 y montado sobre la superficie circunferencial exterior del cigüeñal 48, medios de embrague unidireccional 104 dispuestos en la caja 100 entre el cigüeñal 48 y un lado (lado inferior en la figura 2) del elemento hueco de transmisión de par 102, un accionador 106 para energizar un motor sin escobillas de la unidad de motor 28, y un controlador 108 para realizar un proceso de control PWM, etc, en el accionador 106.

Los medios de embrague unidireccional 104 incluyen una estructura para transmitir el par de pedaleo del cigüeñal 48 al elemento hueco de transmisión de par 102 cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección normal y evitar que el par de pedaleo del cigüeñal 48 sea transmitido al elemento hueco de transmisión de par 102 cuando los pedales 50L, 50R sean accionados en la dirección opuesta a la dirección normal. El piñón 46 está conectado al otro lado (lado superior en la figura 2) del elemento hueco de transmisión de par 102. Específicamente, el otro lado del elemento hueco de transmisión de par 102 tiene acanaladuras, estando montado el piñón 46 sobre las acanaladuras.

Cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección normal, el cigüeñal 48 se hace girar, haciendo que los medios de embrague unidireccional 104 giren el elemento hueco de transmisión de par 102. El piñón 46 se gira para impulsar la bicicleta asistida 10 hacia delante. Cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección opuesta a la dirección normal, el cigüeñal 48 se gira, pero se evita que el elemento hueco de transmisión de par 102 gire por los medios de embrague unidireccional 104. Por lo tanto, cuando los pedales 50L, 50R son accionados en la dirección opuesta a la dirección normal, el piñón 46 no gira y por lo tanto la bicicleta asistida 10 no es impulsada hacia delante.

El par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 es detectado por un sensor de fuerza de pedaleo (sensor magnetostrictivo) 110 que está dispuesto de forma relativamente rotativa en el elemento hueco de transmisión de par 102. El sensor de fuerza de pedaleo 110 incluye dos bobinas detectoras 112, 114 y una película magnética 116 dispuesta en una superficie circunferencial exterior del elemento hueco de transmisión de par 102 en relación frontal a las bobinas detectoras 112, 114. El sensor de fuerza de pedaleo 110 convierte un cambio en la inductancia de las bobinas detectoras 112, 114 que es producida por una torsión generada cuando gira el elemento hueco de transmisión de par 102, a un voltaje, y envía el voltaje al controlador 108.

El elemento hueco de transmisión de par 102 incluye un primer elemento hueco 118 que se hace girar por el par de pedaleo aplicado desde el cigüeñal 48 y es soportado por su lado, estando montado el sensor de fuerza de pedaleo 110 en la superficie circunferencial exterior del primer elemento hueco 118, y un segundo elemento hueco 120 montado en el otro lado del primer elemento hueco 118 y conectado al piñón 46 a distancia de la región de montaje.

- 5 El primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en enganche de montaje y apoyo uno con otro en la región de montaje. Dado que el elemento hueco de transmisión de par 102 incluye el primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120, la región de montaje donde se mantienen en enganche de montaje y apoyo uno con otro es capaz de reducir el efecto adverso de la fuerza de una torsión desarrollada por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo al tiempo que se aplica una fuerza de pedaleo grande y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46. En consecuencia, el efecto adverso de la torsión generada en el sensor de fuerza de pedaleo 110 se reduce, aumentando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 10 El primer elemento hueco 118 incluye una primera porción de enganche 122 que engancha el cigüeñal 48 en su lado cerca de los medios de embrague unidireccional 104. El segundo elemento hueco 120 incluye una segunda porción de enganche 124 que engancha el cigüeñal 48 en la región de montaje donde el primer elemento hueco 118 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en enganche de montaje y apoyo uno con otro, y una tercera porción de enganche 126 que engancha el cigüeñal 48 en una región donde el segundo elemento hueco 120 está conectado al piñón 46. Dado que el cigüeñal 48 se soporta en tres posiciones, es decir, por la primera porción de enganche 122, la segunda porción de enganche 124, y la tercera porción de enganche 126, se reduce la torsión desarrollada en el elemento hueco de transmisión de par 102 por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo y la fuerza aplicada de la cadena 54 al piñón 46, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 20 El cigüeñal 48 se soporta rotativamente en la caja 100 por un cojinete (primer cojinete) 128 que está dispuesto hacia fuera de los medios de embrague unidireccional 104. El elemento hueco de transmisión de par 102 y el cigüeñal 48 se soportan rotativamente en la caja 100 por un cojinete (segundo cojinete) 130 que está dispuesto en una posición entre la segunda porción de enganche 124 y la tercera porción de enganche 126. Dado que el cojinete 130 está dispuesto entre la segunda porción de enganche 124 y la tercera porción de enganche 126, la fuerza aplicada al cigüeñal 48 la soporta bien el cojinete 130 a través del segundo elemento hueco 120, dando lugar a un aumento de la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 25 El cigüeñal 48 incluye un borde de tope de empuje 132 contra el que la segunda porción de enganche 124 del segundo elemento hueco 120 se mantiene en contacto a lo largo de una dirección de empuje del cigüeñal 48. En otros términos, la segunda porción de enganche 124 y el borde de tope de empuje 132 impiden que el elemento hueco de transmisión de par 102 se mueva en la dirección de empuje. Por lo tanto, se evita que el elemento hueco de transmisión de par 102 sea desplazado en la dirección de empuje, dando lugar a un aumento de la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 30 El primer elemento hueco 118 también incluye un tercer elemento hueco 134 que soporta en su extremo un elemento exterior de los medios de embrague unidireccional 104 y un cuarto elemento hueco 136 que encaja en el tercer elemento hueco 134 en su otro extremo. El segundo elemento hueco 120 está montado en el cuarto elemento hueco 136 en el lado opuesto de la región donde el cuarto elemento hueco 136 está montado en el tercer elemento hueco 134. El sensor de fuerza de pedaleo 110 está dispuesto alrededor de la superficie circunferencial exterior del cuarto elemento hueco 136. Dado que el primer elemento hueco 118 incluye el tercer elemento hueco 134 y el cuarto elemento hueco 136, la región donde el tercer elemento hueco 134 y el cuarto elemento hueco 136 se mantienen en interenganche uno con otro y la región donde el cuarto elemento hueco 136 y el segundo elemento hueco 120 se mantienen en interenganche uno con otro son capaces de reducir el efecto adverso de la fuerza de la torsión desarrollada por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo al tiempo en que se aplica una fuerza de pedaleo grande y la fuerza aplicada desde la cadena 54 al piñón 46. En consecuencia, se reduce el efecto adverso de la torsión generada en el sensor de fuerza de pedaleo 110, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 35 Como se representa en la figura 3, el elemento hueco de transmisión de par 102 se puede construir como un solo elemento. La figura 3 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II a través del dispositivo de detección de fuerza de pedaleo 38 representado en la figura 1 donde el elemento hueco de transmisión de par 102 se ha construido como un solo elemento. Las partes representadas en la figura 3 que son de estructura idéntica a las representadas en la figura 2 se designan con números de referencia idénticos. En la figura 3, dado que el cigüeñal 48 también se soporta en tres posiciones, es decir, por la primera porción de enganche 122, la segunda porción de enganche 124, y la tercera porción de enganche 126, se reduce la torsión desarrollada en el elemento hueco de transmisión de par 102 por la relación entre la fuerza que tiende a bajar el cigüeñal 48 hacia delante y hacia abajo y la fuerza aplicada de la cadena 54 al piñón 46, incrementando por ello la exactitud de detección del sensor de fuerza de pedaleo 110.
- 40 La figura 4 es una vista en sección transversal fragmentaria tomada a lo largo de la línea IV-IV de la figura 1. La unidad de motor 28 que se incorpora en el cubo 26 está fijada al elemento de horquilla delantera izquierdo 24L por un tornillo axial 150L y una tuerca 152L y al elemento de horquilla delantera derecho 24R por un tornillo axial 150R y una tuerca 152R. Los tornillos axiales 150L, 150R sirven como un eje rotacional de la rueda delantera WF. La unidad de motor 28 incluye un motor sin escobillas 160 dispuesto en un espacio definido por una caja izquierda 156 y una caja derecha 158, y un sensor de polo magnético 162 para detectar un desplazamiento angular del motor sin

escobillas 160. El motor sin escobillas 160 pertenece a la técnica conocida y no se describirá con detalle a continuación. El motor sin escobillas 160 incluye un rotor 166 que tiene imanes permanentes 164 de polos N y S que están dispuestos alternativamente circunferencialmente, y un estator 168 que tiene bobinas de estator en fases U, V, W para generar un campo magnético rotativo para girar el rotor 166. El rotor 166 tiene un eje rotacional que sirve como un eje de accionamiento 170 de la unidad de motor 28. El sensor de polo magnético 162 incluye una serie de imanes 172 rotativos al unísono con el eje rotacional del rotor 166 y un CI Hall 174 para detectar la serie de imanes 172. El CI Hall 174 es mantenido por un alojamiento de CI Hall 176 en relación frontal a la serie de imanes 172. La serie de imanes 172 incluye una pluralidad de imanes dispuestos a lo largo de la dirección circunferencial del motor sin escobillas 160, es decir, tantos imanes como el número de los imanes permanentes 164 del rotor 166. Los imanes de la serie de imanes 172 incluyen imanes de polo N e imanes de polo S que están dispuestos alternativamente. El alojamiento de CI Hall 176 está montado en la caja izquierda 156, y el motor sin escobillas 160 está montado en la caja derecha 158.

El eje de accionamiento 170 de la unidad de motor 28 está conectado a un primer engranaje de accionamiento 178 que se mantiene en engrane de accionamiento con un primer engranaje movido 182 montado en un eje de engranaje 180 que se soporta rotativamente en la caja derecha 158. Por lo tanto, la rotación del primer engranaje de accionamiento 178 es transmitida al primer engranaje movido 182. El eje de engranaje 180 también soporta encima un segundo engranaje de accionamiento 184. Cuando el eje de accionamiento 170 se hace girar, se gira el primer engranaje movido 182, girando el eje de engranaje 180. La rotación del eje de engranaje 180 hace que el segundo engranaje de accionamiento 184 gire. El cubo 26 se soporta rotativamente en la unidad de motor 28 por un cojinete 186 montado en la caja izquierda 156 y un cojinete 188 montado en la caja derecha 158. El cubo 26 puede girar así alrededor de los tornillos axiales 150L, 150R, haciendo que la rueda delantera WF pueda girar.

El cubo 26 incluye una chapa de cubo izquierda 190 y una chapa de cubo derecha 194 fijada a la chapa de cubo izquierda 190 con tornillos 192. El cojinete 186 está dispuesto entre la chapa de cubo izquierda 190 y la caja izquierda 156, y el cojinete 188 está dispuesto entre la chapa de cubo derecha 194 y la caja derecha 158. La chapa de cubo derecha 194 incluye un segundo engranaje movido 196 mantenido en engrane con el segundo engranaje de accionamiento 184. Por lo tanto, la potencia de accionamiento de la unidad de motor 28 es transmitida a través del primer engranaje de accionamiento 178, el primer engranaje movido 182, el segundo engranaje de accionamiento 184, y el segundo engranaje movido 196 al cubo 26, girando el cubo 26. En consecuencia, la rueda delantera WF se hace girar por la potencia de accionamiento de la unidad de motor 28.

El controlador 108 realiza un proceso de control PWM en el accionador 106 para permitir que el motor sin escobillas 160 genere un par de asistencia que se determina por una relación de asistencia dependiendo del par de pedaleo aplicado al cigüeñal 48 y la velocidad de la bicicleta asistida 10. El accionador 106 incluye una pluralidad de elementos de conmutación en una pluralidad de fases (fases U, V, W en la presente realización). El controlador 108 enciende y apaga selectivamente los elementos de conmutación en las fases U, V, W en una relación de trabajo predeterminada para realizar el proceso de control PWM en el accionador 106. Según el proceso de control PWM, el accionador 106 convierte una corriente continua de la batería 44 a corrientes alternas trifásicas, que son suministradas a las bobinas de estator en las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 para girar el eje de accionamiento 170.

Cuando el eje de accionamiento 170 del motor sin escobillas 160 gira en una carretera con pendiente, las bobinas de estator en las fases U, V, W generan corrientes alternas trifásicas. El controlador 108 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 para convertir las corrientes alternas trifásicas a una corriente continua. La corriente continua es suministrada para cargar la batería 44. De esta manera, se regenera y suministra energía eléctrica para cargar la batería 44. El controlador 108 incluye un circuito de reloj y también funciona como un temporizador.

La figura 5 es una vista en perspectiva de la unidad de presentación 68. La unidad de presentación 68 incluye una ranura (unidad de instalación de medio) 202 para instalar en ella una tarjeta de memoria (medio) 200, un botón de expulsión 204 para expulsar mecánicamente la tarjeta de memoria instalada 200 de la ranura 202, y un interruptor de potencia 206. La unidad de presentación 68 también incluye una zona de presentación de asistencia/regeneración 208 para presentar si la bicicleta asistida 10 es asistida actualmente o regenera potencia eléctrica para cargar la batería 44, una zona de presentación de modo 210 para presentar un modo presente, una zona de presentación de memoria 212 para presentar si la tarjeta de memoria 200 está instalada o no, una zona de presentación de faro 214 para presentar si el faro 70 de la bicicleta asistida 10 está energizado o no, y una zona de presentación de nivel de batería 216 para presentar el nivel actual de energía almacenada de la batería 44.

El interruptor de potencia 206 sirve para encender el suministro de potencia de la bicicleta de asistencia 10. La unidad de presentación 68 incluye un elemento fotoemisor, no representado, para iluminar el interruptor de potencia 206 cuando el interruptor de potencia 206 está encendido.

La zona de presentación de asistencia/regeneración 208 sirve para presentar si la bicicleta asistida 10 es asistida actualmente o está regenerando potencia eléctrica para cargar la batería 44, y también para indicar el grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida y la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada. Específicamente, la zona de presentación de asistencia/regeneración 208 incluye una pluralidad de zonas



fotoemisoras 220 (220a, 220b) dispuesta en una serie vertical. Las zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a (tres zonas fotoemisoras) encima de una línea central 218 son zonas para indicar que la bicicleta asistida 10 es asistida actualmente, y las zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b (tres zonas fotoemisoras) debajo de la línea central 218 son zonas para indicar que la bicicleta asistida 10 está actualmente regenerando potencia eléctrica para cargar la batería 44. Las zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a se iluminan selectivamente dependiendo del grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida, y las zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b se iluminan selectivamente dependiendo del grado en el que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada.

Por ejemplo, las tres zonas fotoemisoras de la mitad superior 220a presentan el grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida en tres niveles. Si el grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida (la cantidad de energía eléctrica descargada de la batería 44) está a nivel 1 (más bajo), se ilumina la zona fotoemisora 220a que está más próxima a la línea central 218. Si el grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida está a nivel 3 (más alto), entonces todas las zonas fotoemisoras 220a están iluminadas. Las tres zonas fotoemisoras de la mitad inferior 220b presentan el grado en el que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada (la cantidad de energía eléctrica suministrada para cargar la batería 44) está a nivel 1 (más bajo), entonces se ilumina la zona fotoemisora 220b que está más próxima a la línea central 218. Si el grado en el que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada está a nivel 3 (más alto), entonces se iluminan todas las zonas fotoemisoras 220b. El grado en el que la bicicleta de asistencia 10 es asistida es más alto en proporción a la cantidad de control de un proceso de control de asistencia a realizar en la bicicleta asistida 10, y el grado en el que la batería 44 se carga con energía eléctrica regenerada es más alto en proporción a la cantidad de control de un proceso de control regenerativo a realizar en la bicicleta asistida 10.

La zona de presentación de modo 210 sirve para presentar el modo puesto actualmente. Específicamente, la zona de presentación de modo 210 incluye tres modos "POTENCIA", "AUTO", "ECO" que se indican en la zona de presentación de modo 210, y las zonas fotoemisoras 222 en el lado izquierdo de los modos indicados, cada una para presentar un modo actualmente puesto. Por ejemplo, si se ilumina la zona fotoemisora 222 en el lado izquierdo del modo indicado "POTENCIA", entonces indica que el modo actualmente puesto es el modo "POTENCIA". Si se ilumina la zona fotoemisora 222 en el lado izquierdo del modo indicado "ECO", entonces indica que el modo actualmente puesto es el modo "ECO". La zona de presentación de modo 210 también incluye un interruptor cambiador de modo 224 para cambiar los modos a poner. El motorista de la bicicleta asistida 10 puede cambiar los modos a poner accionando el interruptor cambiador de modo 224. El modo "POTENCIA" es un modo para incrementar la potencia de asistencia. El modo "ECO" es un modo para incrementar la energía eléctrica para cargar la batería 44. El modo "AUTO" es un modo para incrementar automáticamente la potencia de asistencia o incrementar la energía eléctrica para cargar la batería 44 dependiendo de las condiciones de marcha de la bicicleta asistida 10.

La zona de presentación de memoria 212 se ilumina cuando la tarjeta de memoria 200 está instalada en la ranura 202. La zona de presentación de faro 214 se ilumina cuando el faro 70 está energizado. La zona de presentación de nivel de batería 216 sirve para presentar el nivel presente de energía almacenada restante de la batería 44. Las zonas de presentación y las zonas fotoemisoras se iluminan cuando los elementos fotoemisores (por ejemplo, LEDs) o análogos combinados con ellas están energizados. La unidad de presentación 68 incluye los elementos fotoemisores y un accionador (no representado) para energizar los elementos fotoemisores. El accionador es controlado por el controlador 108.

La figura 6 es un diagrama de bloques que representa la configuración eléctrica de un aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10. El aparato de control 250 incluye el sensor de fuerza de pedaleo 110, el sensor de velocidad de vehículo 66, el controlador 108, y una unidad de almacenamiento 252. El controlador 108 incluye un detector de estado de carga 260, un selector de mapa de decisión 262, un determinador de modo 264, un procesador  $\Delta V$  266, un integrador  $\Delta V$  268, un controlador de asistencia 270, un controlador regenerativo 272, un calculador  $\Delta SOC$  274, un corrector de cantidad de control 276, un controlador transitorio de asistencia 278, una sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280, y un detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282. El controlador 108 incluye un ordenador (procesador de información) tal como una CPU o análogos, que ejecuta programas dados para funcionar como el controlador 108. Los programas pueden estar almacenados en la unidad de almacenamiento 252 o en un medio de registro, no representado.

La unidad de almacenamiento 252 incluye al menos una zona de almacenamiento de mapas de decisión 290 que almacena una pluralidad de mapas de decisión (medios de decisión), una zona de almacenamiento de mapas de corrección de valor integrado 292 que almacena mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$ , una zona de almacenamiento de mapas de corrección  $\Delta SOC$  294 que almacena mapas de corrección  $\Delta SOC$ , y una zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  296 que almacena coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo.

El detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente (estado de carga) de la batería 44, es decir, el nivel de energía almacenada restante de la batería 44. La batería 44 está combinada con un sensor de voltaje y un sensor de corriente, no representado. El detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente de la batería 44 en base a

un voltaje a través de la batería 44 que es detectado por el sensor de voltaje y una corriente que circula a través de la batería 44 que es detectada por el sensor de corriente.

El selector de mapa de decisión 262 selecciona un mapa de decisión a usar de los mapas de decisión almacenados en la unidad de almacenamiento 252 en base al SOC detectado por el detector de estado de carga 260. Cada uno de los mapas de decisión almacenados en la unidad de almacenamiento 252 determina si se ha de realizar el modo de asistencia o el modo regenerativo en base al valor de par T de un par de pedaleo y el valor de información de velocidad de vehículo V que indica la velocidad de la bicicleta asistida 10, y que también indica las cantidades de control del modo de asistencia y el modo regenerativo. Cuando el aparato de control 250 está en el modo de asistencia, realiza el proceso de control de asistencia en la bicicleta asistida 10. Cuando el aparato de control 250 está en el modo regenerativo, realiza el proceso de control regenerativo en la bicicleta asistida 10.

Las figuras 7A a 7C son diagramas que representan los mapas de decisión almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de decisión 290 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 7A representa un mapa de decisión de carga baja, la figura 7B un mapa de decisión normal, y la figura 7C un mapa de decisión de carga alta. Cada uno de los mapas de decisión tiene un eje horizontal representativo de los valores de par T y un eje vertical representativo de los valores de información de velocidad de vehículo V. La figura 8 es un diagrama que representa los estados de carga de la batería 44 al tiempo en que el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal, y el mapa de decisión de carga alta son seleccionados por el selector de mapa de decisión 262.

El mapa de decisión de carga baja es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga bajo. El mapa de decisión de carga alta es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga alto. El mapa de decisión normal es un mapa de decisión usado cuando el SOC de la batería 44 es de un nivel de carga normal (distinto de un nivel de carga bajo o un nivel de carga alto).

El mapa de decisión de carga baja es un mapa de decisión para realizar un proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una tasa más alta para el proceso de control regenerativo). El mapa de decisión de carga alta es un mapa de decisión para realizar un proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con una tasa más alta para el proceso de control de asistencia). El mapa de decisión normal es un mapa de decisión para realizar un proceso de control normal (un proceso de control para conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo).

Como se representa en la figura 8, el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja si el SOC de la batería 44 es inferior a un primer nivel (por ejemplo, 20%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión normal. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal si el SOC de la batería 44 es más alto que un segundo nivel (por ejemplo, 40%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión de carga baja. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta si el SOC de la batería 44 es más alto que un tercer nivel (por ejemplo, 110%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión normal. El selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal si el SOC de la batería 44 es inferior a un cuarto nivel (por ejemplo, 90%) cuando el mapa de decisión seleccionado es el mapa de decisión de carga alta.

El proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo son realizados de modo que el SOC de la batería 44 permanezca dentro de un rango de control deseado (por ejemplo, entre 60% y 70%). El rango de control deseado se almacena en la unidad de almacenamiento 252. Específicamente, el primer nivel y el tercer nivel se ponen a niveles que son diferentes del rango de control deseado por diferencias idénticas, y el segundo nivel y el cuarto nivel se ponen a niveles esencialmente medios de las diferencias. Por lo tanto, el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia son seleccionados en tiempos similares con respecto a las direcciones en las que el SOC de la batería 44 incrementa y disminuye (20% a 110%) del rango de control deseado, de modo que el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo serán realizados sin permitir que el motorista de la bicicleta asistida 10 tenga una sensación extraña acerca del reconocimiento del SOC de la batería 44. Dado que el segundo nivel y el cuarto nivel están en posiciones intermedias entre el rango de control deseado y el primer nivel y el tercer nivel, respectivamente, la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control regenerativo y el proceso de control normal, y la frecuencia de conmutación entre el proceso de control con más énfasis en el proceso de control de asistencia y el proceso de control normal se reducen, el nivel de energía almacenada restante de la batería 44 llega al rango de control deseado por igual a partir de dichos niveles.

Los mapas de decisión son mapas determinados para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que un nivel predeterminado (umbral) y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado. Específicamente, los mapas de decisión son mapas determinados para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado o el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que un valor de velocidad predeterminado, y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado o el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor

que el valor de velocidad predeterminado. El nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado son diferentes para el mapa de decisión de carga baja, el mapa de decisión normal, y el mapa de decisión de carga alta. El nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja son más altos, y el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga alta son más bajos. Por lo tanto, cuando el SOC de la batería 44 es más bajo, es más probable que se lleve a cabo el modo regenerativo.

Según la presente realización, el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga alta son cero (0). Por lo tanto, el mapa de decisión de carga alta es un mapa determinado para realizar el modo de asistencia en un rango pleno de valores de par T y valores de información de velocidad de vehículo V. El mapa de decisión de carga alta es así efectivo para proteger la batería 44 contra la sobrecarga, y permite que el motorista de la bicicleta asistida 10 reconozca que la batería 44 se ha cargado completamente a partir de una sensación de conducción. Según la presente realización, el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja se pone a un valor de velocidad (por ejemplo, 100 km/h) que no puede ser alcanzado por la bicicleta asistida 10.

El mapa de decisión normal se determina para realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que un primer valor predeterminado, es decir, un nivel predeterminado, y el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor que un segundo valor predeterminado, es decir, un valor de velocidad predeterminado, y realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que el segundo valor predeterminado. Dado que el modo de asistencia se realiza cuando la velocidad del vehículo es alta y la fuerza de pedaleo es grande, y el modo regenerativo se realiza en otro caso, es altamente probable que el SOC de la batería 44 se mantenga dentro de un rango apropiado, y la batería 44 puede no cargarse o puede cargarse menos frecuentemente por un cargador de batería separado.

El mapa de decisión de carga baja se determina para realizar el modo de asistencia si el valor de par T es mayor que un tercer valor predeterminado, es decir, un nivel predeterminado, y realizar el modo regenerativo si el valor de par T es igual o menor que el tercer valor predeterminado. El tercer valor predeterminado es mayor que el primer valor predeterminado. Por lo tanto, el mapa de decisión de carga baja es efectivo para proteger la batería 44 contra la sobrecarga, y permite que el motorista de la bicicleta asistida 10 reconozca que el SOC de la batería 44 es bajo a partir de una sensación de conducción. En la medida en que el valor de velocidad predeterminado para el mapa de decisión de carga baja es un valor de velocidad que no puede ser alcanzado por la bicicleta asistida 10, no hay necesidad de tomar en cuenta el valor de información de velocidad de vehículo V para el mapa de decisión de carga baja.

El selector de mapa de decisión 262 conmuta así selectivamente entre los mapas de decisión dependiendo del SOC de la batería 44 para cambiar por ello el nivel predeterminado y el valor de velocidad predeterminado.

Los mapas de decisión también almacenan cantidades de control (relaciones de trabajo) del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V. Por ejemplo, si el valor de par T es mayor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es mayor que el segundo valor predeterminado en el mapa de decisión normal, entonces el mapa de decisión normal guarda una cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, y si el valor de par T es igual o menor que el primer valor predeterminado y el valor de información de velocidad de vehículo V es igual o menor que el segundo valor predeterminado en el mapa de decisión normal, entonces el mapa de decisión normal guarda una cantidad de control del proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V.

Dado que se selecciona el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo y se determina las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo usando los mapas de decisión donde las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependen del valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo pueden ser seleccionados y las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo pueden ser determinadas de forma apropiada y simple.

Con referencia de nuevo a la figura 6, el determinador de modo 264 determina un modo a realizar a partir del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, usando el valor de par T del par de pedaleo que es detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo (velocidad del vehículo) V de la bicicleta asistida 10 que es detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66. En la presente realización, el sensor de velocidad de vehículo 66 detecta el valor de información de velocidad de vehículo V de la bicicleta asistida 10. Sin embargo, cualquier sensor capaz de detectar información representativa de la velocidad del vehículo puede ser usado en lugar del sensor de velocidad de vehículo 66. Por ejemplo, el sensor de velocidad de vehículo 66 puede ser sustituido por un sensor de velocidad rotacional de cigüeñal (detector de información de velocidad de vehículo) para detectar la velocidad rotacional (valor de información de velocidad de vehículo V) del cigüeñal 48, y la velocidad de la bicicleta asistida 10 se determina a partir de la velocidad rotacional del cigüeñal 48.

5 Si el determinador de modo 264 detecta que el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado después de que el modo determinado haya cambiado del modo de asistencia al modo regenerativo, entonces el determinador de modo 264 determina que se ha de realizar un modo transitorio de asistencia. El modo transitorio de asistencia es un modo especial para realizar temporalmente el proceso de control de asistencia cuando el modo regenerativo se haya de realizar en circunstancias ordinarias.

10 El procesador  $\Delta V$  266 calcula la diferencia  $\Delta V$  (cambio) entre un valor previo de información de velocidad de vehículo V (que es un período dado antes del tiempo presente) detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66 y un valor actual de información de velocidad de vehículo V. Específicamente, el procesador  $\Delta V$  266 calcula la diferencia  $\Delta V$  restando el valor previo de información de velocidad de vehículo V del valor actual de información de velocidad de vehículo V. Si la bicicleta asistida 10 es acelerada, entonces la diferencia  $\Delta V$  es de un valor positivo, y si la bicicleta asistida 10 es decelerada, entonces la diferencia  $\Delta V$  es de un valor negativo.

15 El integrador  $\Delta V$  268 integra diferencias positiva y negativa  $\Delta V$  que han sido calculadas por el procesador  $\Delta V$  266. El integrador  $\Delta V$  268 integra diferencias  $\Delta V$  según sus signos. Específicamente, el integrador  $\Delta V$  268 integra diferencias positivas  $\Delta V$  conjuntamente e integra diferencias negativas  $\Delta V$  conjuntamente, pero no integra diferencias positivas y negativas  $\Delta V$  conjuntamente.

20 Si el determinador de modo 264 determina un modo a realizar como el modo de asistencia, entonces el controlador de asistencia 270 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control de asistencia. Específicamente, el controlador de asistencia 270 adquiere una cantidad de control dependiendo del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo V detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66, a partir del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de  
25 decisión 262, y realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base a la cantidad de control adquirida (relación de trabajo) para realizar por ello el proceso de control de asistencia. Cuando la cantidad de control del proceso de control de asistencia aumenta, entonces la relación de asistencia también aumenta, y cuando la cantidad de control del proceso de control de asistencia disminuye, entonces la relación de asistencia también disminuye. Cuando la relación de asistencia aumenta, la relación de un par de asistencia generado por el motor sin escobillas  
30 160 al par de pedaleo aumenta.

Si el determinador de modo 264 determina un modo a realizar como el modo regenerativo, entonces el controlador regenerativo 272 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control regenerativo. Específicamente, el controlador regenerativo 272 adquiere una cantidad de control dependiendo del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 y el valor de información de velocidad de vehículo V detectado por el sensor de velocidad de vehículo 66, a partir del mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de  
35 decisión 262, y realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base a la cantidad de control adquirida (relación de trabajo) para realizar por ello el proceso de control regenerativo. Cuando la cantidad de control del proceso de control regenerativo aumenta, entonces la cantidad de energía eléctrica suministrada para cargar la batería 44 también aumenta, y cuando la cantidad de control del proceso de control regenerativo disminuye, entonces la cantidad de energía eléctrica regenerada suministrada para cargar la batería 44 también disminuye. Cuando la cantidad de control del proceso de control regenerativo aumenta, una fuerza de frenado regenerativa aumenta proporcionalmente, imponiendo una carga incrementada al motorista que mueve los pedales 50L, 50R.

45 El calculador  $\Delta SOC$  274 calcula la diferencia  $\Delta SOC$  entre el SOC de la batería 44 al tiempo que se activa el suministro de potencia de la bicicleta asistida 10 y el SOC de la batería 44 al tiempo que se desactiva el suministro de potencia de la bicicleta asistida 10 en un ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10. Específicamente, el calculador  $\Delta SOC$  274 calcula la diferencia  $\Delta SOC$  restando el SOC de la batería 44 al tiempo que la bicicleta asistida 10 empieza a usarse (cuando se activa el suministro de potencia) en un ciclo previo desde el SOC de la batería 44 al tiempo que la bicicleta asistida 10 termina de usarse (cuando el suministro de potencia se desactiva) en el ciclo  
50 previo. La diferencia  $\Delta SOC$  es ilustrativa del estado del proceso de control de asistencia (estado asistido) y el estado del proceso de control regenerativo (estado regenerado) en el ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10. En otros términos, la diferencia  $\Delta SOC$  es ilustrativa del estado de descarga de la batería 44 en el proceso de control de asistencia y el estado de carga de la batería 44 en el proceso de control regenerativo. Si la diferencia  $\Delta SOC$  es de un valor positivo, entonces indica que el proceso de control de asistencia se realizó más que el proceso de control regenerativo en el ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10, y si la diferencia  $\Delta SOC$  es de un valor negativo, entonces indica que el proceso de control regenerativo se realiza más que el proceso de control de asistencia en el ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10.

60 El corrector de cantidad de control 276 corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de los valores integrados  $\Delta V$  positivo y negativo. El corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control reducida dependiendo del valor integrado  $\Delta V$  negativo, y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor integrado  $\Delta V$  positivo.

65 Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección de valor integrado  $\Delta V$

dependiendo de los valores integrados  $\Delta V$  positivos y negativos de mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$  almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección de valor integrado 292 de la unidad de almacenamiento 252, y multiplica las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo por los coeficientes de corrección de valor integrado  $\Delta V$  adquiridos, corrigiendo por ello las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo. El controlador de asistencia 270 y el controlador regenerativo 272 realizan el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, respectivamente, según las cantidades de control corregidas.

El corrector de cantidad de control 276 también corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de las diferencias positiva y negativa  $\Delta SOC$  calculadas. El corrector de cantidad de control 276 corrige las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con el fin de mantener el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado (60% a 70%). Si la diferencia  $\Delta SOC$  es positiva, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control incrementada y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control reducida. Si la diferencia  $\Delta SOC$  es negativa, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige la cantidad de control del proceso de control regenerativo a una cantidad de control reducida y corrige la cantidad de control del proceso de control de asistencia a una cantidad de control incrementada.

Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo de las diferencias positiva y negativa  $\Delta SOC$  de mapas de corrección  $\Delta SOC$  almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección  $\Delta SOC$  294 de la unidad de almacenamiento 252, y guarda los coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  adquiridos en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  296 de la unidad de almacenamiento 252. El corrector de cantidad de control 276 multiplica entonces las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo por los coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  adquiridos para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo almacenados en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  296, corrigiendo por ello las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo. El controlador de asistencia 270 y el controlador regenerativo 272 realizan el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, respectivamente, según las cantidades de control corregidas. Los mapas de corrección  $\Delta SOC$  para corregir diferencias positiva y negativa  $\Delta SOC$  incluyen coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo con el fin de mantener el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado (60% a 70%).

Las figuras 9A y 9B son diagramas que representan mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$  almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección de valor integrado 292 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 9A representa un mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta V$  y la figura 9B un mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta V$ . Cada una de las figuras 9A y 9B tiene un eje horizontal representativo de los valores absolutos de valores integrados  $\Delta V$  - (negativos) o valores integrados  $\Delta V$  + (positivos), y un eje vertical representativo de coeficientes de corrección de valor integrado  $\Delta V$ . El mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta V$  es un mapa de corrección que se usa cuando la velocidad de la bicicleta asistida 10 está disminuyendo, y el mapa de corrección de valor integrado  $\Delta V$  es un mapa de corrección que se usa cuando la velocidad de la bicicleta asistida 10 está aumentando.

El mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta V$  se pone de tal manera que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo sea 1,0 hasta que el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta V$  sea mayor que un primer umbral, se reduce gradualmente cuando el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta V$  es mayor que el primer umbral, y es 0,6 cuando el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta V$  es igual o mayor que un tercer umbral. El mapa de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control de asistencia se pone a 1,0 independientemente del valor integrado  $-\Delta V$ .

El mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta V$  se pone de tal manera que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control de asistencia sea 1,0 hasta que el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta V$  sea mayor que un segundo umbral, se incrementa gradualmente cuando el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta V$  es mayor que el segundo umbral, y es 1,4 cuando el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta V$  es igual o mayor que un cuarto umbral. El mapa de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo se pone a 1,0 independientemente del valor integrado  $+\Delta V$ .

Como se ha descrito anteriormente, cuando el valor integrado  $\Delta V$  es negativo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es decelerada), la cantidad de control del proceso de control regenerativo se corrige a una cantidad de control reducida dependiendo del valor absoluto del valor integrado  $\Delta V$  negativo. Por lo tanto, cuando la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduce en gran medida debido al proceso de control regenerativo, la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para evitar la reducción de la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R. Cuando el valor integrado  $\Delta V$  es positivo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es acelerada), la cantidad de control del proceso de control de asistencia se corrige a una cantidad de control incrementada dependiendo del valor

absoluto del valor integrado  $\Delta V$  positivo. Por lo tanto, la bicicleta asistida 10 es controlada en el proceso de control de asistencia para lograr rápidamente una velocidad del vehículo deseada por el motorista de la bicicleta asistida 10. Consiguientemente, es posible reducir las variaciones de la velocidad rotacional del cigüeñal 48 debido a la conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo mientras el cigüeñal 48 está girando, de modo que el motorista tiene una sensación menos extraña.

Las figuras 10A y 10B son diagramas que representan mapas de corrección  $\Delta SOC$  almacenados en la zona de almacenamiento de mapas de corrección  $\Delta SOC$  294 de la unidad de almacenamiento 252. La figura 10A representa un mapa de corrección  $+\Delta SOC$  y la figura 10B un mapa de corrección  $-\Delta SOC$ . Cada una de las figuras 10A y 10B tiene un eje horizontal representativo de los valores absolutos de  $\Delta SOC$  + (positivo) o  $\Delta SOC$  - (negativo), y un eje vertical representativo de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$ . El mapa de corrección  $+\Delta SOC$  es un mapa de corrección que se usa cuando el  $\Delta SOC$  calculado es positivo, y el mapa de corrección  $-\Delta SOC$  es un mapa de corrección que se usa cuando el  $\Delta SOC$  calculado es negativo.

El mapa de corrección  $+\Delta SOC$  se pone de tal manera que el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  sea 1,0 si el valor absoluto del  $+\Delta SOC$  calculado es igual o menor que un valor (valor predeterminado) que es 5% del SOC al tiempo en que se apaga el suministro de potencia en un ciclo previo, y el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  se pone con el fin de aumentar gradualmente la cantidad de control del proceso de control regenerativo y de reducir gradualmente la cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor absoluto del  $+\Delta SOC$  si el valor absoluto del  $+\Delta SOC$  calculado es mayor que el valor que es 5% del SOC al tiempo en que se apaga el suministro de potencia en el ciclo previo. En otros términos, el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo se ponen de manera que correspondan al valor absoluto del  $+\Delta SOC$ .

El mapa de corrección  $-\Delta SOC$  se pone de tal manera que el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  sea 1,0 si el valor absoluto del  $-\Delta SOC$  calculado es igual o menor que un valor (valor predeterminado) que es 5% del SOC al tiempo en que se apaga el suministro de potencia en un ciclo previo, y el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  se pone con el fin de reducir gradualmente la cantidad de control del proceso de control regenerativo y de aumentar gradualmente la cantidad de control del proceso de control de asistencia dependiendo del valor absoluto del  $-\Delta SOC$  si el valor absoluto del  $-\Delta SOC$  calculado es mayor que el valor que es 5% del SOC al tiempo en que se apaga el suministro de potencia en el ciclo previo. En otros términos, el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo se ponen de manera que correspondan al valor absoluto del  $-\Delta SOC$ .

El coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  se limita de manera que no sea mayor que 1,4 y no sea menor que 0,6. Si el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  es 1,4 o 0,6, entonces el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  sigue siendo 1,4 o 0,6 aunque los valores absolutos del  $+\Delta SOC$  y el  $-\Delta SOC$  sean más grandes.

Si el  $\Delta SOC$  es positivo, entonces dado que el proceso de control de asistencia se realizó más que el proceso de control regenerativo en el ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10, las cantidades de control se corrigen a una cantidad de control incrementada del proceso de control regenerativo y una cantidad de control reducida del proceso de control de asistencia por el mapa de corrección  $+\Delta SOC$ , manteniendo por ello el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado. Si el  $\Delta SOC$  es negativo, entonces dado que el proceso de control regenerativo se realizó más que el proceso de control de asistencia en el ciclo previo de uso de la bicicleta asistida 10, las cantidades de control se corrigen a una cantidad de control reducida del proceso de control regenerativo y una cantidad de control incrementada del proceso de control de asistencia por el mapa de corrección  $-\Delta SOC$ , manteniendo por ello el SOC de la batería 44 dentro del rango de control deseado. Si el valor absoluto del  $\Delta SOC$  cae dentro de 5% del SOC al tiempo en que se apaga el suministro de potencia en el ciclo previo, entonces dado que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo no se corrigen, se evita que el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  varíe frecuentemente.

Con referencia de nuevo a la figura 6, el controlador transitorio de asistencia 278 energiza el motor sin escobillas 160 para realizar el proceso de control transitorio de asistencia si el determinador de modo 264 determina un modo transitorio de asistencia como un modo a realizar. El proceso de control transitorio de asistencia es un proceso de control para energizar el motor sin escobillas 160 en una relación de asistencia que es inferior a la relación de asistencia en el proceso de control de asistencia mientras el cigüeñal 48 está girando un número dado de veces (en la presente realización, mientras el cigüeñal 48 está efectuando una revolución). Específicamente, el controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control transitorio de asistencia realizando el proceso de control PWM en el accionador 106 durante un período predeterminado después de que el pico del par de pedaleo es detectado en un ciclo presente, con una cantidad de control que se calcula multiplicando la cantidad de control (relación de trabajo) del proceso de control de asistencia que se realizó cuando el par de pedaleo tenía un pico en el ciclo previo, por un coeficiente transitorio (un coeficiente menor que 1) a describir más tarde. El controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control transitorio de asistencia cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución.

La sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio a usar en el proceso de

control transitorio de asistencia. La sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 reduce un coeficiente transitorio que se pone cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución. Por ejemplo, la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone inicialmente un coeficiente transitorio a 0,8, y luego pone un coeficiente transitorio a 0,3 cuando el cigüeñal 48 efectúa media revolución. El par de asistencia generado por el motor sin escobillas 160 se reduce así por el proceso de control transitorio de asistencia cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución.

El detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 sirve para detectar la velocidad rotacional del cigüeñal 48. El detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 incluye un circuito contador y un calculador de valor de recuento (no representado). El circuito contador incrementa un valor de recuento en cada tiempo dado (por ejemplo, 10 ms). El calculador de valor de recuento calcula valores de recuento proporcionales con media revolución del cigüeñal 48 y una revolución del cigüeñal 48 a partir de la velocidad actual del vehículo. Específicamente, dado que un tiempo requerido para que el cigüeñal 48 efectúe media revolución se conoce por la velocidad actual del vehículo, el calculador de valor de recuento calcula un valor de recuento proporcional con media revolución del cigüeñal 48 y un valor de recuento proporcional con una revolución del cigüeñal 48, a partir de dicho tiempo. El detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 detecta cuándo el cigüeñal 48 efectúa media revolución y cuándo el cigüeñal 48 hace una revolución determinando si el valor de recuento del circuito contador llega o no a los valores de recuento calculados.

La operación en el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo del aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 se describirá a continuación con referencia a las figuras 11 a 14. Cuando el interruptor de potencia 206 se enciende para energizar el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10, el detector de estado de carga 260 detecta el SOC presente de la batería 44 (paso S1 representado en la figura 11), y guarda el SOC de la batería 44 después de la activación en la unidad de almacenamiento 252 (paso S2). En el paso S2, el SOC de la batería 44 que es detectado inicialmente después de la activación se almacena en la unidad de almacenamiento 252, y los SOCs detectados en los ciclos segundo y posteriores después de activación no se almacenan en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC de la batería 44 detectado en el paso S1 es inferior al primer nivel (20%) o no (paso S3). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S3 que el SOC detectado de la batería 44 no es inferior al primer nivel (20%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el segundo nivel (40%) o no (paso S4).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S4 que el SOC detectado de la batería 44 no es mayor que el segundo nivel (40%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal o no (paso S5).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S3 que el SOC detectado de la batería 44 es inferior al primer nivel (20%), o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el primer nivel (20%) e igual o inferior al segundo nivel (40%) y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S5 que el mapa de decisión actualmente seleccionado no es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja (paso S6). Dado que el mapa de decisión de carga baja se selecciona así cuando el SOC de la batería 44 es bajo, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden realizar selectivamente de forma apropiada de manera que concuerden con el SOC bajo de la batería 44.

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S4 que el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el segundo nivel (40%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es inferior al cuarto nivel (90%) o no (paso S7). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S7 que el SOC detectado de la batería 44 no es inferior al cuarto nivel (90%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el tercer nivel (110%) o no (paso S8).

Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S8 que el SOC detectado de la batería 44 no es mayor que el tercer nivel (110%), entonces el selector de mapa de decisión 262 determina si el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal o no (paso S9). Si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S8 que el SOC detectado de la batería 44 es mayor que el tercer nivel, o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el cuarto nivel (90%) e igual o inferior al tercer nivel (110%) y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S9 que el mapa de decisión actualmente seleccionado no es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta (paso S10). Dado que el mapa de decisión de carga alta se selecciona así cuando el SOC de la batería 44 es alto, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden realizar selectivamente de forma apropiada de manera que concuerden con el SOC alto de la batería 44.

Si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el primer nivel e igual o inferior al segundo nivel y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S5 que el mapa de decisión actualmente seleccionado es el mapa de decisión normal, o si el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S7 que el SOC detectado de la batería 44 es inferior al cuarto nivel, o si el SOC de la batería 44 es igual o mayor que el cuarto nivel e igual o inferior al tercer nivel y el selector de mapa de decisión 262 determina en el paso S9 que el mapa de decisión actualmente

seleccionado es el mapa de decisión normal, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal (paso S11).

Como se ha descrito anteriormente, si el SOC de la batería 44 es inferior al primer nivel mientras que el mapa de decisión normal está siendo seleccionado actualmente, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga baja en el paso S6. Posteriormente, si el SOC de la batería 44 es mayor que el segundo nivel que es más alto que el primer nivel, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal en el paso S11. Si el SOC de la batería 44 es mayor que el tercer nivel mientras el mapa de decisión normal está siendo seleccionado actualmente, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión de carga alta en el paso S10. Posteriormente, si el SOC de la batería 44 es inferior al cuarto nivel que es inferior al tercer nivel, entonces el selector de mapa de decisión 262 selecciona el mapa de decisión normal en el paso S11. En la medida en que haya histéresis para conmutación entre los mapas de decisión (en la medida en que el SOC para conmutación del mapa de decisión normal al mapa de decisión de carga baja y el mapa de decisión de carga alta y el SOC para conmutación del mapa de decisión de carga baja y el mapa de decisión de carga alta al mapa de decisión normal sean diferentes uno de otro), es posible evitar la conmutación frecuente entre los mapas de decisión que son seleccionados dependiendo del SOC.

Cuando un mapa de decisión se selecciona en uno de los pasos S6, S10 y S11, el sensor de fuerza de pedaleo 110 detecta el valor de par T del par de pedaleo, y el sensor de velocidad de vehículo 66 detecta el valor de información de velocidad de vehículo V (paso S12). El valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V detectados son almacenados en la unidad de almacenamiento 252. El sensor de fuerza de pedaleo 110 y el sensor de velocidad de vehículo 66 pueden detectar periódicamente el valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V, y el controlador 108 puede adquirir el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V al tiempo del paso S12.

Entonces, el procesador  $\Delta V$  266 calcula la diferencia  $\Delta V$  entre valores de información de velocidad de vehículo V (paso S13). Específicamente, el procesador  $\Delta V$  266 calcula la diferencia  $\Delta V$  entre un valor previo de información de velocidad de vehículo V (que es un período dado antes del tiempo presente) y un valor actual de información de velocidad de vehículo V. La diferencia calculada  $\Delta V$  se almacena en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el integrador  $\Delta V$  268 determina si la diferencia positiva o negativa  $\Delta V$  calculada en el paso S13 se ha invertido o no (paso S14). En otros términos, el integrador  $\Delta V$  268 determina si el signo positivo o negativo de la diferencia previamente calculada  $\Delta V$  y el signo positivo o negativo de la diferencia actualmente calculada  $\Delta V$  se ha invertido o no.

Si el integrador  $\Delta V$  268 determina en el paso S14 que la diferencia positiva o negativa  $\Delta V$  no se ha invertido, entonces el integrador  $\Delta V$  268 integra la diferencia actualmente calculada  $\Delta V$  (paso S15), y el control pasa al paso S21 representado en la figura 12. En otros términos, el integrador  $\Delta V$  268 añade la diferencia actualmente calculada  $\Delta V$  al valor integrado  $\Delta V$  que ya ha sido integrado. El valor integrado nuevamente calculado  $\Delta V$  se almacena en la unidad de almacenamiento 252. Por otra parte, si el integrador  $\Delta V$  268 determina en el paso S14 que la diferencia positiva o negativa  $\Delta V$  se ha invertido, entonces el integrador  $\Delta V$  268 resetea el valor integrado  $\Delta V$  que ya ha sido integrado (paso S16), y el control pasa al paso S21 representado en la figura 12. Si se resetea el valor integrado  $\Delta V$ , entonces la diferencia actualmente calculada  $\Delta V$  sirve como un valor integrado  $\Delta V$ . En el paso S16, se borra el valor integrado  $\Delta V$  almacenado en la unidad de almacenamiento 252, y la diferencia actualmente calculada  $\Delta V$  se guarda como un valor integrado  $\Delta V$  en la unidad de almacenamiento 252.

En el paso S21, el determinador de modo 264 determina un modo a realizar a partir del último mapa de decisión seleccionado por el selector de mapa de decisión 262, usando el valor de par T del par de pedaleo y el valor de información de velocidad de vehículo V, que representa la velocidad de la bicicleta asistida 10, que son detectados en el paso S12. Específicamente, el determinador de modo 264 determina cuál del modo de asistencia y el modo regenerativo se ha de realizar, a partir del último mapa de decisión seleccionado en uno de los pasos S6, S10 y S11.

Por ejemplo, si se selecciona el mapa de decisión de carga baja, entonces el determinador de modo 264 determina que el modo regenerativo se ha de realizar cuando el valor de par detectado T sea igual o menor que el nivel predeterminado (el tercer valor predeterminado), y determina que el modo de asistencia se ha de realizar cuando el valor de par detectado T es mayor que el nivel predeterminado. Si se selecciona el mapa de decisión de carga alta, entonces el determinador de modo 264 determina que el modo de asistencia se ha de realizar cuando el valor de par T sea detectado. Si se selecciona el mapa de decisión normal, entonces el determinador de modo 264 determina que el modo de asistencia se ha de realizar cuando el valor de par detectado T sea mayor que el nivel predeterminado (el primer valor predeterminado) o cuando el valor de información de velocidad de vehículo V sea mayor que el segundo valor predeterminado, y determina que el modo regenerativo se ha de realizar cuando el valor de par detectado T sea igual o inferior al nivel predeterminado (el primer valor predeterminado) y cuando el valor de información de velocidad de vehículo V sea igual o inferior al segundo valor predeterminado.

Si el modo de asistencia se determina como el modo a realizar en el paso S21, entonces el controlador de asistencia 270 pone un tiempo de energización de asistencia para suministrar corrientes eléctricas a las bobinas de estator en



las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 dependiendo del desplazamiento angular del motor sin escobillas 160 que es detectado por el sensor de polo magnético 162 (paso S22). El controlador 108 realiza entonces el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización de asistencia.

5 Entonces, el controlador de asistencia 270 adquiere una relación de trabajo (cantidad de control) del proceso de control de asistencia del último mapa de decisión que se selecciona, usando el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados (paso S23).

10 Entonces, el corrector de cantidad de control 276 adquiere el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia que se guarda en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC 296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S24). Más adelante se describirá una secuencia de operación para almacenar el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC 296.

15 Entonces, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la última diferencia  $\Delta$ V calculada en el paso S13 es mayor que un valor predeterminado (por ejemplo, 1 km/h) o no (paso S25).

20 Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S25 que el valor absoluto de la diferencia  $\Delta$ V es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, de los mapas de corrección de valor integrado  $\Delta$ V, coeficientes de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia en base al valor absoluto del valor integrado  $\Delta$ V actualmente almacenado en la unidad de almacenamiento 252 (el valor integrado  $\Delta$ V calculado y almacenado en el paso S15 representado en la figura 11 o el valor integrado  $\Delta$ V almacenado en el paso S16 representado en la figura 11) (paso S26). Si el valor integrado  $\Delta$ V es negativo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta$ V, un coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia que corresponde al valor absoluto del valor integrado  $\Delta$ V negativo (-) almacenado en la unidad de almacenamiento 252. Si el valor integrado  $\Delta$ V es positivo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta$ V, un coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia que corresponde al valor absoluto del valor integrado  $\Delta$ V positivo (+) almacenado en la unidad de almacenamiento 252.

30 Entonces, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirido en el paso S23, usando el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 y el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S26, y pone la relación de trabajo corregida como la relación de trabajo del proceso de control de asistencia (paso S27), después de lo que el control pasa al paso S29. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23 por el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 y el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S26. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia = la relación de trabajo del proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia.

45 Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S25 que el valor absoluto de la diferencia  $\Delta$ V no es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige y pone la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23, usando el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24 (paso S28), después de lo que el control pasa al paso S29. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo del proceso de control de asistencia adquirida en el paso S23 por el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia que se adquirió en el paso S24. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control de asistencia = la relación de trabajo del proceso de control de asistencia x el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia.

55 Como indica el mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta$ V representado en la figura 9A, cuando el valor integrado  $\Delta$ V es negativo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es decelerada), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia se mantiene a 1,0, la relación de trabajo del proceso de control de asistencia no es corregida por el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V. Por otra parte, como indica el mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta$ V representado en la figura 9B, cuando el valor integrado  $\Delta$ V es positivo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es acelerada), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V para el proceso de control de asistencia es mayor que 1,0 cuando el valor absoluto del valor integrado  $\Delta$ V es mayor que el segundo umbral, la relación de trabajo del proceso de control de asistencia es corregida a una relación de trabajo incrementada. La relación de trabajo incrementada del proceso de control de asistencia incrementa la relación de asistencia, dando lugar a un aumento de la relación del par de asistencia al par de pedaleo.

Si el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta V$  no es mayor que el segundo umbral, entonces la relación de trabajo no se corrige porque si el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta V$  no es mayor que el segundo umbral, es incierto si el motorista de la bicicleta asistida 10 está accionando los pedales 50L, 50R con el fin de acelerar la bicicleta 10 o no, y por lo tanto se evita que la relación de asistencia aumente en contra de la intención del motorista.

5 En el paso S25, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  es mayor que el valor predeterminado. Si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  no es mayor que el valor predeterminado, entonces la relación de trabajo no se corrige en base al coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  porque si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  es igual o menor que el valor predeterminado, la velocidad del vehículo está sujeta a pequeñas variaciones, y la conducibilidad de la bicicleta asistida 10 se reduce si la relación de trabajo se corrige cuando la velocidad del vehículo está sometida a pequeñas variaciones.

15 En el paso S29, el controlador de asistencia 270 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la relación de trabajo puesta. Entonces, el controlador de asistencia 270 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización de asistencia puesto en el paso S22. Según el proceso de control PWM, la potencia eléctrica CC suministrada desde la batería 44 es convertida por el accionador 106 a potencia eléctrica CA trifásica, que es suministrada al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160.

20 Entonces, el controlador de asistencia 270 determina si se detecta o no un pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 (paso S30). Un pico del valor de par T puede ser detectado determinando si el valor de par T detectado en un ciclo presente es menor que el valor de par T detectado en un ciclo previo cuando el valor de par detectado T está aumentando gradualmente. Si el valor de par T detectado en el ciclo presente es menor que el valor de par T detectado en el ciclo previo, entonces el valor de par T detectado en el ciclo previo sirve como su pico.

25 Si el controlador de asistencia 270 determina en el paso S30 que se ha detectado un pico del valor de par T, entonces el controlador de asistencia 270 guarda la relación de trabajo puesta en el pico del par de pedaleo en la unidad de almacenamiento 252 (paso S31). En otros términos, dado que el valor de par T detectado en el ciclo previo tiene su pico, la relación de trabajo puesta en el ciclo previo se guarda en la unidad de almacenamiento 252. Entonces, el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Por otra parte, si el controlador de asistencia 30 270 determina en el paso S30 que no se ha detectado un pico del valor de par T, entonces el control vuelve del paso S30 al paso S1.

35 Si el modo regenerativo se determina como el modo a realizar en el paso S21, entonces el control pasa al paso S41 representado en la figura 13 en el que el determinador de modo 264 determina si se detecta o no un pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110.

40 Si el determinador de modo 264 determina en el paso S41 que no se detecta ningún pico del valor de par T del par de pedaleo, el determinador de modo 264 determina si el modo transitorio de asistencia está siendo realizado o no actualmente (paso S42). Si el determinador de modo 264 determina en el paso S42 que el modo transitorio de asistencia se lleva a cabo actualmente, entonces el control pasa al paso S57 representado en la figura 14. Si el determinador de modo 264 determina en el paso S42 que el modo transitorio de asistencia no se lleva a cabo actualmente, entonces el controlador regenerativo 272 pone un tiempo de energización regenerativa para suministrar corrientes eléctricas a las bobinas de estator en las fases U, V, W del motor sin escobillas 160 dependiendo del desplazamiento angular del motor sin escobillas 160 que es detectado por el sensor de polo magnético 162 (paso S43). El controlador 108 realiza entonces el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización regenerativa.

50 Entonces, el controlador regenerativo 272 adquiere una relación de trabajo del proceso de control regenerativo del último mapa de decisión que se selecciona, usando el último valor de par T y el último valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados (paso S44).

55 Entonces, el corrector de cantidad de control 276 adquiere el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo que se guarda en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S45). Una secuencia de operación para almacenar el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta SOC$  296 se describirá más adelante.

60 Entonces, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la última diferencia  $\Delta V$  calculada en el paso S13 es mayor que un valor predeterminado (por ejemplo, 1 km/h) o no (paso S46).

65 Si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S46 que el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, de los mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$ , coeficientes de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo en base al valor absoluto del valor integrado  $\Delta V$  actualmente almacenado en la unidad de almacenamiento 252 (el valor integrado  $\Delta V$  calculado y almacenado en el paso S15 representado en la figura 11 o el

valor integrado  $\Delta V$  almacenado en el paso S16 representado en la figura 11) (paso S47). Si el valor integrado  $\Delta V$  es negativo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta V$ , un coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo que corresponde al valor absoluto del valor integrado  $\Delta V$  (-) negativo almacenado en la unidad de almacenamiento 252. Si el valor integrado  $\Delta V$  es positivo, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta V$ , un coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo que corresponde al valor absoluto del valor integrado  $\Delta V$  positivo (+) almacenado en la unidad de almacenamiento 252.

Entonces, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44, usando el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 y el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S47, y pone la relación de trabajo corregida como la relación de trabajo del proceso de control regenerativo (paso S48), después de lo que el control pasa al paso S50. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo multiplicando la relación de trabajo del proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 y el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S47. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo = la relación de trabajo del proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo.

Por otra parte, si el corrector de cantidad de control 276 determina en el paso S46 que el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  no es mayor que el valor predeterminado, entonces el corrector de cantidad de control 276 corrige y pone la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44, usando el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45 (paso S49), después de lo que el control pasa al paso S50. Específicamente, el corrector de cantidad de control 276 corrige la relación de trabajo del proceso de control regenerativo multiplicando la relación de trabajo del proceso de control regenerativo adquirida en el paso S44 por el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo que se adquirió en el paso S45. Consiguientemente, la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo se expresa por la ecuación: la relación de trabajo corregida del proceso de control regenerativo = la relación de trabajo del proceso de control regenerativo x el coeficiente de corrección  $\Delta SOC$  para el proceso de control regenerativo.

En el paso S46, el corrector de cantidad de control 276 determina si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  es mayor que el valor predeterminado. Si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  no es mayor que el valor predeterminado, entonces la relación de trabajo no se corrige en base al coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  porque si el valor absoluto de la diferencia  $\Delta V$  es igual o menor que el valor predeterminado, la velocidad del vehículo está sometida a pequeñas variaciones, y la conducibilidad de la bicicleta asistida 10 se reduce si la relación de trabajo se corrige cuando la velocidad del vehículo está sometida a pequeñas variaciones.

Como indica el mapa de corrección de valor integrado  $-\Delta V$  representado en la figura 9A, cuando el valor integrado  $\Delta V$  es negativo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es decelerada), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo es menor que 1,0 cuando el valor absoluto del valor integrado  $\Delta V$  es mayor que el primer umbral, la relación de trabajo del proceso de control regenerativo se corrige a una relación de trabajo reducida. Incluso cuando la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R es reducida por una fuerza de frenado regenerativa generada en el proceso de control regenerativo, la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para evitar que la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduzca. Por otra parte, como indica el mapa de corrección de valor integrado  $+\Delta V$  representado en la figura 9B, cuando el valor integrado  $\Delta V$  es positivo (cuando la bicicleta de asistencia 10 es acelerada), dado que el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$  para el proceso de control regenerativo se mantiene a 1,0, la relación de trabajo del proceso de control regenerativo no es corregida por el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta V$ . Si el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta V$  no es mayor que el primer umbral, entonces la relación de trabajo no se corrige porque si el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta V$  no es mayor que el primer umbral, es incierto si la velocidad rotacional de los pedales 50L, 50R se reduce o no, y por lo tanto se evita que se reduzca la cantidad de potencia eléctrica regenerada suministrada para cargar la batería 44.

En el paso S50, el controlador regenerativo 272 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la relación de trabajo puesta. Entonces, el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Entonces, el controlador regenerativo 272 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 en base al tiempo de energización regenerativa puesto en el paso S43. Según el proceso de control PWM, la potencia eléctrica CA trifásica generada por el motor sin escobillas 160 es convertida por el accionador 106 a potencia eléctrica CC, que es suministrada a la batería 44.

Si el modo regenerativo se determina como el modo a realizar y se detecta un pico del valor de par T del par de pedaleo en el paso S41 representado en la figura 13, entonces el control pasa al paso S51 representado en la figura 14 en el que el determinador de modo 264 determina si el proceso de control de asistencia se realizó o no en el

tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo.

Si el determinador de modo 264 determina en el paso S51 que el proceso de control de asistencia no se realizó en el tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, es decir, si el determinador de modo 264 determina que el proceso de control regenerativo o el proceso de control transitorio de asistencia se realizó en el tiempo en que el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, entonces el control vuelve al paso S42 representado en la figura 13. Si el determinador de modo 264 determina que se realizó el proceso de control de asistencia, entonces el control pasa al paso S52 en el que el determinador de modo 264 determina el modo transitorio de asistencia como el modo a realizar. Entonces, la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio de 1,0 o menor (0,8 en la presente realización) (paso S53).

Entonces, el controlador transitorio de asistencia 278 lee la relación de trabajo del proceso de control de asistencia que se realizó cuando el valor de par T tenía su pico en el ciclo previo, de la unidad de almacenamiento 252 (paso S54), y corrige la relación de trabajo leída del proceso de control de asistencia con el coeficiente transitorio puesto en el paso S53 (paso S55). Específicamente, el controlador transitorio de asistencia 278 corrige la relación de trabajo del proceso de control de asistencia multiplicando la relación de trabajo por el coeficiente transitorio puesto.

Entonces, el controlador transitorio de asistencia 278 realiza el proceso de control PWM en el accionador 106 con la relación de trabajo corregida durante un período predeterminado (paso S56), después de lo que el control pasa al paso S57. El controlador transitorio de asistencia 278 puede poner el tiempo de energización transitorio de asistencia y puede realizar el proceso de control PWM en base al tiempo de energización transitorio de asistencia. Según el proceso de control PWM, durante un período predeterminado, el accionador 106 convierte una corriente continua de la batería 44 a corrientes alternas trifásicas, que son suministradas al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160.

En el paso S57, el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 aumenta el valor de recuento. Específicamente, el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 aumenta el valor de recuento en cada tiempo dado. Si el tiempo dado (por ejemplo, 10 ms) no ha transcurrido desde el tiempo en que el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 aumentó el valor de recuento en el ciclo previo, el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 no aumenta el valor de recuento y espera hasta que el tiempo dado haya transcurrido.

Entonces, el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina si el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución o no en base al valor de recuento presente (paso S58). Si el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina en el paso S58 que el tiempo presente no es el tiempo en que el cigüeñal 48 hizo media revolución, entonces el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina si el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 hizo una revolución o no (paso S59). Si el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina en el paso S59 que el tiempo presente no es el tiempo en que el cigüeñal 48 hace una revolución, entonces el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11.

Por otra parte, si el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina en el paso S58 que el tiempo presente es el tiempo en que el cigüeñal 48 ha hecho media revolución, entonces la sección de establecimiento de coeficiente transitorio 280 pone un coeficiente transitorio (0,3 en la presente realización) que es menor que el coeficiente transitorio puesto previamente (paso S60). Entonces, el control vuelve al paso S55. De esta manera, la relación de trabajo leída en el paso S53 se corrige con el coeficiente transitorio puesto nuevamente (0,3) (paso S55), y el proceso de control PWM se lleva a cabo con la relación de trabajo nuevamente corregida durante un período predeterminado (paso S56).

Si el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 determina en el paso S59 que el cigüeñal 48 ha hecho una revolución, entonces el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 resetea el valor de recuento (paso S61), y el determinador de modo 264 cancela el modo transitorio de asistencia (paso S62), después de lo que el control vuelve al paso S1 representado en la figura 11. Si el determinador de modo 264 determina que el modo de asistencia se ha de realizar en el paso S21 representado en la figura 12 durante el modo transitorio de asistencia (si se detecta un valor de par T del par de pedaleo mayor que el nivel predeterminado), el detector de velocidad rotacional del cigüeñal 282 también resetea el valor de recuento, y el determinador de modo 264 también cancela el modo transitorio de asistencia, después de lo que el control vuelve al paso S22 representado en la figura 22.

La figura 15 es un diagrama que representa valores de par T que son detectados por el sensor de fuerza de pedaleo 110 mientras el motorista está moviendo la bicicleta asistida 10 accionando los pedales 50L, 50R. Los valores de par T detectados por el sensor de fuerza de pedaleo 110 son diferentes dependiendo de la posición angular del cigüeñal 48 (posición angular del cigüeñal). La figura 15 tiene un eje horizontal representativo del tiempo y un eje vertical de valores de par T. Como se representa en la figura 15, el par de pedaleo detectado se representa por una forma de onda que incluye un valor de par máximo T cada vez que el cigüeñal 48 realiza media revolución. A efectos ilustrativos, el nivel predeterminado en la figura 15 es un nivel usado cuando el mapa de decisión de carga baja se selecciona como un mapa de decisión.

Cuando el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado, el modo regenerativo se determina como el

modo a realizar. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se lleva a cabo mientras el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado. Cuando el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado, el modo de asistencia se determina como el modo a realizar. Por lo tanto, el proceso de control de asistencia se realiza mientras el valor de par T es mayor que el nivel predeterminado. En el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, la relación de trabajo se determina en base al valor de par T y el valor de información de velocidad de vehículo V que son detectados. La relación de trabajo es corregida en base al coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC y el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V que dependen del estado de la diferencia  $\Delta$ SOC y el estado del valor integrado  $\Delta$ V, y el proceso de control PWM se realiza con la relación de trabajo corregida.

Como se representa en la figura 15, el valor de par detectado T se reduce gradualmente con el tiempo, y el pico del cuarto par de pedaleo es inferior al nivel predeterminado. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se realiza cuando se detecta el pico del cuarto par de pedaleo. Sin embargo, hasta el cuarto par de pedaleo, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se realizan alternativamente de tal manera que el proceso de control regenerativo se realice cerca del valor de par mínimo T y el proceso de control de asistencia se realiza cerca del valor de par máximo T. Si el proceso de control regenerativo se realiza inesperadamente cerca del valor de par máximo T del cuarto par de pedaleo, es decir, si el proceso de control regenerativo se lleva a cabo en un rango completo de valores de par T del valor de par mínimo T al valor de par máximo T, entonces los pedales 50L, 50R se vuelven bruscamente lentos, imponiendo una carga mayor al motorista de la bicicleta asistida 10 y haciendo que el motorista tenga una sensación extraña. Este inconveniente es producido no solamente por el proceso de control regenerativo que se lleva a cabo inesperadamente mientras el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se realizan alternativamente, sino también por el proceso de control regenerativo que se realiza inesperadamente en un rango completo de valores de par T desde el valor de par mínimo T al valor de par máximo T mientras el proceso de control de asistencia se realiza en un rango completo de valores de par T desde el valor de par mínimo T al valor de par máximo T.

Para evitar el inconveniente anterior, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado por vez primera después de que el modo de asistencia haya conmutado al modo regenerativo, entonces el proceso de control transitorio de asistencia, que es un proceso de control de asistencia especial con una relación de asistencia reducida, se realiza mientras el cigüeñal 48 está efectuando un número predeterminado de revoluciones (una revolución en la presente realización). Específicamente, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado por vez primera después de que el modo de asistencia haya conmutado al modo regenerativo, entonces el proceso de control PWM se realiza durante un período predeterminado en el accionador 106 con una relación de trabajo que se calcula multiplicando la cantidad de control (relación de trabajo) del proceso de control de asistencia en el pico del valor de par T detectado en el ciclo previo por un coeficiente transitorio menor que 1 (0,8 en la presente realización). En otros términos, si el pico del valor de par T detectado es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se suministra potencia eléctrica CA al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160 durante un período predeterminado desde la detección del pico del valor de par T. Por lo tanto, la bicicleta asistida 10 es asistida en su marcha durante el período predeterminado.

A continuación, si el cigüeñal 48 efectúa media revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado y el modo de asistencia no se realiza, entonces el proceso de control PWM se lleva a cabo en el accionador 106 con una relación de trabajo que se calcula multiplicando la cantidad de control del proceso de control de asistencia por un coeficiente transitorio que es mucho menor que el coeficiente transitorio anterior (0,3 en la presente realización). En otros términos, cuando el cigüeñal 48 ha efectuado media revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es detectado como igual o menor que el nivel predeterminado, se suministra potencia eléctrica CA al motor sin escobillas 160 para energizar el motor sin escobillas 160 durante un período predeterminado desde el tiempo en que el cigüeñal 48 hizo media revolución.

Cuando el cigüeñal 48 ha hecho una revolución desde el tiempo en que el pico del valor de par T es detectado como igual o menor que el nivel predeterminado, el modo transitorio de asistencia se cancela. Si el valor de par T del par de pedaleo es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se realiza el modo regenerativo.

Una secuencia de operación del aparato de control 250 para parar la bicicleta asistida 10 se describirá a continuación con referencia a un diagrama de flujo representado en la figura 16. Cuando el interruptor de potencia 206 se apaga, el detector de estado de carga 260 guarda el SOC de la batería 44 que se detectó inmediatamente antes de apagarse el interruptor de potencia 206, en la unidad de almacenamiento 252 (paso S71).

Entonces, el calculador  $\Delta$ SOC 274 calcula la diferencia  $\Delta$ SOC entre el SOC de la batería 44, almacenada en la unidad de almacenamiento 252, en el tiempo en que el aparato de control 250 es activado, es decir, en el tiempo en que la bicicleta asistida 10 empieza a usarse (el SOC almacenado en el paso S2 representado en la figura 11), y el SOC de la batería 44 en el tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado, es decir, en el tiempo en que la bicicleta asistida 10 deja de usarse (paso S72). Específicamente, el calculador  $\Delta$ SOC 274 calcula la diferencia  $\Delta$ SOC restando el SOC de la batería 44 en el tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado a partir del SOC de la batería 44 en el tiempo en que el aparato de control 250 es activado. Consecuentemente, la diferencia  $\Delta$ SOC se expresa por la ecuación: la diferencia  $\Delta$ SOC = el SOC de la batería 44 en el tiempo en que el aparato de control 250

es activado - el SOC de la batería 44 en el tiempo en que el aparato de control 250 es inactivado.

Entonces, en base a la diferencia calculada  $\Delta$ SOC, el corrector de cantidad de control 276 adquiere coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC de mapas de corrección  $\Delta$ SOC y los guarda en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC 296 de la unidad de almacenamiento 252 (paso S73). Si la diferencia  $\Delta$ SOC es positiva, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección  $+\Delta$ SOC, el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control regenerativo que corresponden al valor absoluto del  $+\Delta$ SOC calculado, y guarda los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC adquiridos en la unidad de almacenamiento 252. Si la diferencia  $\Delta$ SOC es negativa, entonces el corrector de cantidad de control 276 adquiere, del mapa de corrección  $-\Delta$ SOC, el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia y el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control regenerativo que corresponden al valor absoluto del  $-\Delta$ SOC calculado, y guarda los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC adquiridos en la unidad de almacenamiento 252. La diferencia  $\Delta$ SOC hace posible reconocer el estado asistido y el estado regenerado en un solo evento de uso de la bicicleta asistida 10. Específicamente, si la diferencia  $\Delta$ SOC es positiva, entonces se reconoce que el proceso de control de asistencia se realiza más que el proceso de control regenerativo, y si la diferencia  $\Delta$ SOC es negativa, entonces se reconoce que el proceso de control regenerativo se realiza más que el proceso de control de asistencia.

Entonces, el controlador 108 para el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10 (paso S74). Los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC para el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo que están almacenados en la unidad de almacenamiento 252 se usarán para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo en un evento siguiente de uso de la bicicleta asistida 10.

Como se ha descrito anteriormente, se detecta el par de pedaleo en una posición angular del cigüeñal 48, y el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se realizan selectivamente dependiendo del valor de par T del par de pedaleo, es decir, dependiendo de si el valor de par T es igual o menor que el nivel predeterminado o no. Por lo tanto, el proceso de control regenerativo se realiza más frecuentemente para aumentar la frecuencia a la que se carga la batería 44, haciendo por ello que la batería 44 sea efectiva durante un tiempo más largo.

Dado que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se corrigen usando el coeficiente de corrección de valor integrado  $\Delta$ V dependiendo de un cambio en el valor de información de velocidad de vehículo V que representa la velocidad de la bicicleta asistida 10, se reducen las variaciones en la velocidad rotacional del cigüeñal 48 debidas a la conmutación entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo durante la rotación del cigüeñal 48 haciendo que el motorista de la bicicleta asistida 10 tenga una sensación menos extraña. Específicamente, si la velocidad rotacional del cigüeñal 48 se reduce debido al proceso de control regenerativo, es decir, si el valor absoluto del valor integrado  $-\Delta$ V es mayor que el primer umbral, entonces la cantidad de control del proceso de control regenerativo se reduce para minimizar la reducción de la velocidad rotacional del cigüeñal 48, y si la velocidad rotacional del cigüeñal 48 se incrementa debido al proceso de control de asistencia, es decir, si el valor absoluto del valor integrado  $+\Delta$ V es mayor que el segundo umbral, entonces la cantidad de control del proceso de control de asistencia se incrementa para realizar el proceso de control de asistencia al objeto de lograr rápidamente la velocidad del vehículo que desee el motorista, para minimizar por ello el aumento de la velocidad rotacional del cigüeñal 48.

Si el valor calculado restando el estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 deja de usarse a partir del estado de carga en el tiempo en que la bicicleta asistida 10 empezó a usarse en el ciclo previo es positivo, entonces la cantidad de control del proceso de control regenerativo es controlada a una cantidad de control incrementada usando el mapa de corrección  $+\Delta$ SOC, y si el valor es negativo, entonces la cantidad de control del proceso de control de asistencia es controlada a una cantidad de control incrementada usando el mapa de corrección  $-\Delta$ SOC. Por lo tanto, el estado de carga de la batería 44 se puede poner en un rango aceptable, es decir, el rango de control deseado, lo más rápidamente posible. En la medida en que las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo son corregidas solamente si el valor absoluto del valor calculado restando el estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 deja de usarse del estado de carga al tiempo en que la bicicleta asistida 10 empezó a usarse en el ciclo previo es mayor que el valor predeterminado, el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo se pueden realizar con cantidades de control estables, y se evita que los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC para corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo varíen frecuentemente.

Si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado, entonces se realiza el proceso de control transitorio de asistencia y a continuación conmuta al proceso de control regenerativo. Por lo tanto, se evita que el cigüeñal 48 se haga bruscamente lento, y no se impone ninguna carga bruscamente incrementada al motorista de la bicicleta asistida 10. El proceso de control regenerativo empieza así suavemente a realizarse sin hacer que el motorista tenga una sensación extraña. Específicamente, si el pico del valor de par T detectado por el sensor de fuerza de pedaleo 110 es igual o menor que el nivel predeterminado después de que el modo de asistencia ha conmutado al modo regenerativo, entonces el modo transitorio de asistencia se determina como el modo a realizar. Consiguientemente, aunque el modo regenerativo

deba ser realizado, la bicicleta asistida 10 es asistida con un reducido de relación de asistencia a condición de que el modo transitorio de asistencia se determine como el modo a realizar. Como resultado, el motorista no tiene una sensación extraña en la transición del modo de asistencia al modo regenerativo.

5 Además, dado que un coeficiente transitorio para reducir una relación de asistencia se pone cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución, el proceso de control de asistencia conmuta suavemente al proceso de control regenerativo sin hacer que el motorista tenga una sensación extraña. Dado que hay una pluralidad de mapas de decisión seleccionables dependiendo del SOC de la batería 44, se puede seleccionar fácilmente un modo apropiado a realizar dependiendo del SOC de la batería 44. Los mapas de decisión que corresponden a SOC's más bajos de la  
10 batería 44 están asociados con niveles predeterminados más altos. Por lo tanto, cuando el SOC de la batería 44 es más bajo, es más probable que el modo regenerativo se determine como el modo a realizar, permitiendo que sea más probable que la batería 44 se cargue.

15 La realización anterior puede ser modificada de la siguiente manera.

**(Modificación 1)**

20 En la realización anterior, cuando se inactiva el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10, se calcula una diferencia  $\Delta$ SOC, y se adquiere un coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC correspondiente a la diferencia calculada  $\Delta$ SOC de un mapa de corrección  $\Delta$ SOC y se almacena en la zona de almacenamiento de coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC 296 de la unidad de almacenamiento 252. Sin embargo, cuando se inactiva el aparato de control 250 de la bicicleta asistida 10, se puede calcular una diferencia  $\Delta$ SOC y la diferencia calculada  $\Delta$ SOC puede ser almacenada en la unidad de almacenamiento 252.

25 Según la modificación 1, en el paso S24 representado en la figura 12 y el paso S45 representado en la figura 13, un coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC correspondiente a la diferencia  $\Delta$ SOC almacenada en la unidad de almacenamiento 252 se adquiere de un mapa de corrección  $\Delta$ SOC. El mapa de corrección  $\Delta$ SOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia calculada  $\Delta$ SOC es igual o menor que un valor que es 5% del SOC presente de la batería 44.

30 El mapa de corrección  $\Delta$ SOC se pone de tal manera que el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia calculada  $\Delta$ SOC es igual o menor que el valor que es 5% del SOC presente de la batería 44 (es decir, el valor predeterminado que varía dependiendo del SOC), y el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC aumenta o disminuye si el valor absoluto de la diferencia calculada  $\Delta$ SOC es mayor que el valor que es 5% del SOC presente de la batería 44. Sin embargo, el mapa de corrección  $\Delta$ SOC se puede poner de tal manera que el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC sea 1,0 si el valor absoluto de la diferencia calculada  $\Delta$ SOC es igual o menor que un valor predeterminado que es constante, y el coeficiente de corrección  $\Delta$ SOC aumenta o disminuye si el valor absoluto de la diferencia calculada  $\Delta$ SOC es mayor que el valor predeterminado que es constante.

**(Modificación 2)**

40 En la realización anterior y la modificación 1, el controlador 108 puede almacenar la diferencia  $\Delta$ SOC o los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC que se guardan en la unidad de almacenamiento 252, en la tarjeta de memoria 200 instalada en la unidad de presentación 68. La tarjeta de memoria 200 que guarda la diferencia  $\Delta$ SOC o los  
45 coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC se puede quitar de la unidad de presentación 68 y se puede instalar en otra bicicleta asistida 10. El aparato de control 250 de la otra bicicleta asistida 10 con la tarjeta de memoria 200 instalada en ella puede corregir las cantidades de control del proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo en base a la diferencia  $\Delta$ SOC o los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC almacenados en la tarjeta de memoria 200.

50 Se puede usar las tarjetas de memoria 200 siguientes que almacenan los datos: una tarjeta de memoria 200 que guarda una diferencia  $\Delta$ SOC o los coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC que se obtienen cuando una bicicleta asistida 10 es usada por un motorista que tiende a usar el modo de asistencia más a menudo, se puede instalar en otra bicicleta asistida 10 donde el SOC de la batería 44 sea bajo, para recuperar rápidamente el SOC de la batería 44. Una tarjeta  
55 de memoria 200 que guarda una diferencia  $\Delta$ SOC o coeficientes de corrección  $\Delta$ SOC que se obtienen cuando una bicicleta asistida 10 es usada por un motorista que tiende a usar el modo regenerativo más a menudo, se puede instalar en otra bicicleta asistida 10 que sea utilizada por una mujer con menos potencia física, para operar la otra bicicleta asistida 10 en un proceso de control de asistencia más intensa.

**(Modificación 3)**

60 En la realización anterior, la modificación 1 y la modificación 2, el proceso de control transitorio de asistencia se realiza mientras el cigüeñal 48 efectúa una revolución. Sin embargo, el proceso de control transitorio de asistencia se realiza mientras el cigüeñal 48 efectúa un número predeterminado de revoluciones (por ejemplo, cinco revoluciones).  
65 En lugar de reducir el coeficiente transitorio cada vez que el cigüeñal 48 efectúa media revolución (0,5 revolución), el coeficiente transitorio se puede reducir cada vez que el cigüeñal 48 efectúe un cierto número de revoluciones, por

ejemplo, una revolución, 1,5 revoluciones, etc.

**(Modificación 4)**

5 En la realización anterior y las modificaciones 1 a 3, se usan los mapas incluyendo los mapas de decisión, los mapas de corrección de valor integrado  $\Delta V$ , los mapas de corrección  $\Delta SOC$ , etc. Sin embargo, se puede usar cálculos más bien que estos mapas. Por ejemplo, se puede determinar un modo de realización por medio de cálculos y las cantidades de control pueden ser calculadas a partir del valor de par T y el valor de información de velocidad de

10 vehículo V.  
Las realizaciones preferidas de la presente invención se han descrito anteriormente. Sin embargo, el alcance técnico de la presente invención no se limita a la descripción de las realizaciones. Es obvio a los expertos en la técnica que se puede hacer varios cambios y mejoras en las realizaciones. Es evidente por la descripción del alcance de las reivindicaciones que dichos cambios y mejoras quedan cubiertos por el alcance técnico de la presente invención. Los

15 números de referencia entre paréntesis indicados en el alcance de las reivindicaciones son según los números de referencia de los dibujos acompañantes para una fácil comprensión de la presente invención, y la presente invención no se deberá interpretar limitada a los elementos denotados por los números de referencia.  
La presente invención se refiere a proporcionar un aparato de control para una bicicleta asistida por motor que es

20 capaz de realizar apropiadamente un proceso de control de asistencia y un proceso de control regenerativo dependiendo del nivel de energía almacenada restante de una batería.  
Un aparato de control 250 para una bicicleta asistida por motor 10 detecta un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal 48 con un sensor de fuerza de pedaleo 110, controla una unidad de motor 28 de la bicicleta asistida por motor 10 en un proceso de control regenerativo para cargar una batería 44 si el valor de par del par de pedaleo detectado es

25 igual o menor que un nivel predeterminado, y controla la unidad de motor 28 en un proceso de control de asistencia si el valor de par es mayor que el nivel predeterminado. El aparato de control 250 conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par detectado, aumenta el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería 44 es inferior a un primer nivel, y restaura el nivel predeterminado si el estado de carga de la batería 44 es más alto que un segundo nivel que es mayor que el primer nivel.  
30



**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato de control (250) para una bicicleta asistida por motor (10) para detectar un par de pedaleo aplicado a un cigüeñal (48) con un sensor de fuerza de pedaleo (110), controlar una unidad de motor (28) de la bicicleta asistida por motor (10) en un proceso de control regenerativo para cargar una batería (44) si el valor de par del par de pedaleo detectado es igual o menor que un nivel predeterminado, y controlar la unidad de motor (28) en un proceso de control de asistencia si dicho valor de par es mayor que dicho nivel predeterminado, donde dicho aparato de control (250) conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par que es detectado, incrementa dicho nivel predeterminado si el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a un primer nivel, y restaura dicho nivel predeterminado si el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que un segundo nivel que es mayor que dicho primer nivel.
2. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, donde dicho aparato de control (250) disminuye dicho nivel predeterminado si el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que un tercer nivel que es mayor que dicho segundo nivel, y restaura dicho nivel predeterminado si el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a un cuarto nivel que es mayor que dicho segundo nivel y menor que dicho tercer nivel.
3. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 2, donde dicho aparato de control (250) guarda un rango de control deseado para el estado de carga de dicha batería (44), y dicho primer nivel y dicho tercer nivel se ponen a niveles respectivos que son diferentes de dicho rango de control deseado por diferencias sustancialmente idénticas.
4. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 3, donde dicho segundo nivel y dicho cuarto nivel se ponen a niveles sustancialmente intermedios de dichas diferencias.
5. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, donde dicho aparato de control (250) incluye un detector de información de velocidad de vehículo (66) para detectar un valor de información de velocidad de vehículo que representa una velocidad del vehículo de dicha bicicleta asistida por motor (10), y conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo dependiendo del valor de par y el valor de información de velocidad de vehículo que son detectados.
6. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 5, donde dicho aparato de control (250) opera en un modo de asistencia para realizar el proceso de control de asistencia y un modo regenerativo para realizar el proceso de control regenerativo;
- dicho aparato de control (250) incluye medios de decisión para determinar cuál del modo de asistencia y el modo regenerativo se ha de realizar dependiendo del valor de par y el valor de información de velocidad de vehículo que son detectados; y
- dicho aparato de control (250) conmuta entre el proceso de control de asistencia y el proceso de control regenerativo, usando dicho valor de par, dicho valor de información de velocidad de vehículo, y dichos medios de decisión.
7. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 6, donde dichos medios de decisión incluyen medios de decisión de carga baja usados cuando el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a dicho primer nivel, medios de decisión de carga alta usados cuando el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que dicho tercer nivel, y medios de decisión normales usados cuando el estado de carga de dicha batería (44) es igual o más alto que dicho primer nivel y es igual o inferior a dicho tercer nivel;
- dichos medios de decisión de carga baja se usan cuando el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a dicho primer nivel, hasta que el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que dicho segundo nivel, dichos medios de decisión normales se usan cuando el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que dicho segundo nivel, dichos medios de decisión de carga alta se usan cuando el estado de carga de dicha batería (44) es más alto que dicho tercer nivel, hasta que el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a dicho cuarto nivel, y dichos medios de decisión normales se usan cuando el estado de carga de dicha batería (44) es inferior a dicho cuarto nivel;
- dichos medios de decisión de carga baja se determinan de tal manera que dicho nivel predeterminado sea más alto que en dichos medios de decisión normales; y
- dichos medios de decisión de carga alta se determinan de tal manera que dicho nivel predeterminado sea inferior a dichos medios de decisión normales.
8. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 7, donde dichos medios de decisión normales se determinan de tal manera que dichos medios de decisión normales se seleccionen si el estado de carga de dicha batería (44) está en un rango más grande que dicho segundo nivel y menor que dicho cuarto nivel, dicho modo regenerativo se realiza si dicho valor de par es igual o menor que un primer valor

predeterminado y dicho valor de información de velocidad de vehículo es igual o menor que un segundo valor predeterminado, y dicho modo de asistencia se realiza si dicho valor de par es mayor que dicho primer valor predeterminado o dicho valor de información de velocidad de vehículo es mayor que dicho segundo valor predeterminado.

- 5
9. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 7 o 8, donde dichos medios de decisión de carga alta se determinan de tal manera que dicho modo de asistencia se realice en rangos plenos de dicho valor de información de velocidad de vehículo y dicho valor de par.
- 10
10. El aparato de control (250) para la bicicleta asistida por motor (10) según cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, donde dichos medios de decisión de carga baja se determinan de tal manera que dicho modo de asistencia se realice solamente cuando dicho valor de par sea mayor que un tercer valor predeterminado, y dicho modo regenerativo se realiza cuando dicho valor de par es igual o menor que dicho tercer valor predeterminado.

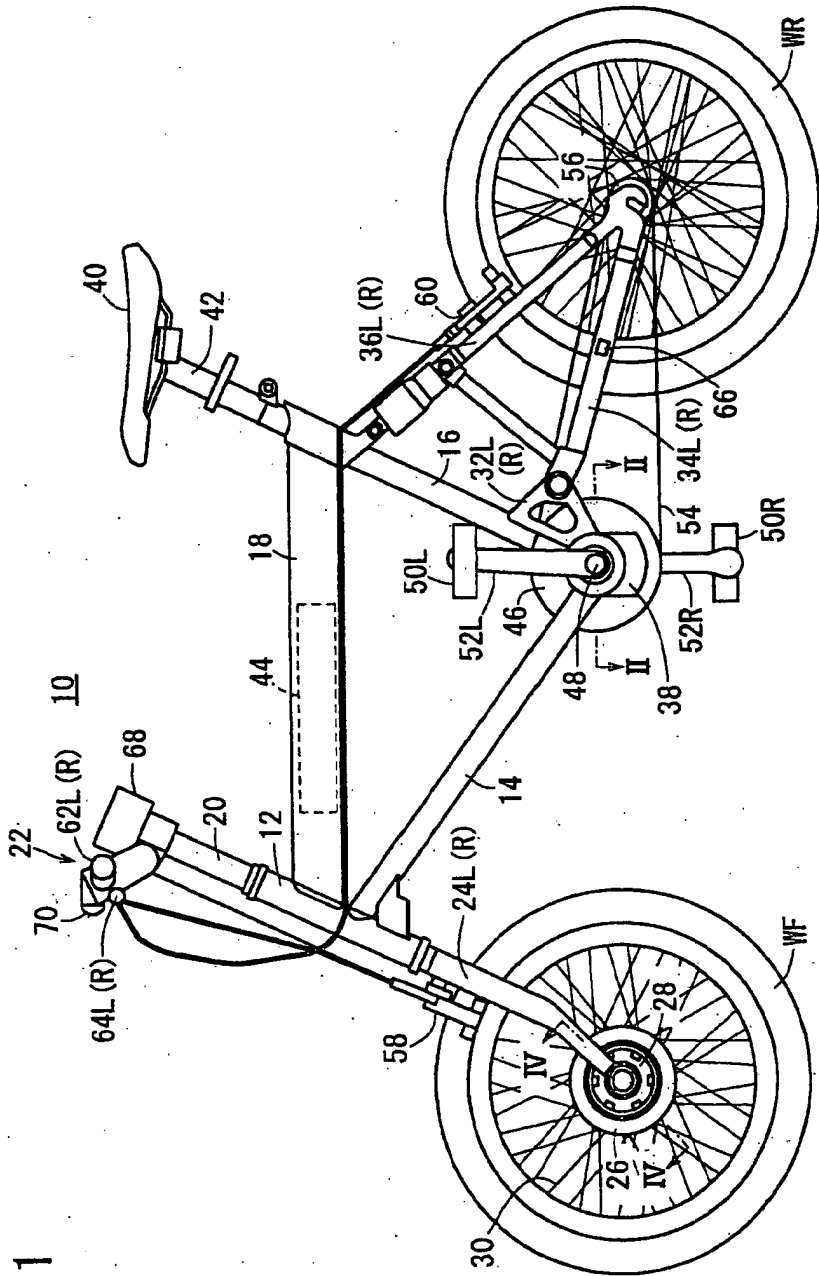


FIG. 1

FIG. 2

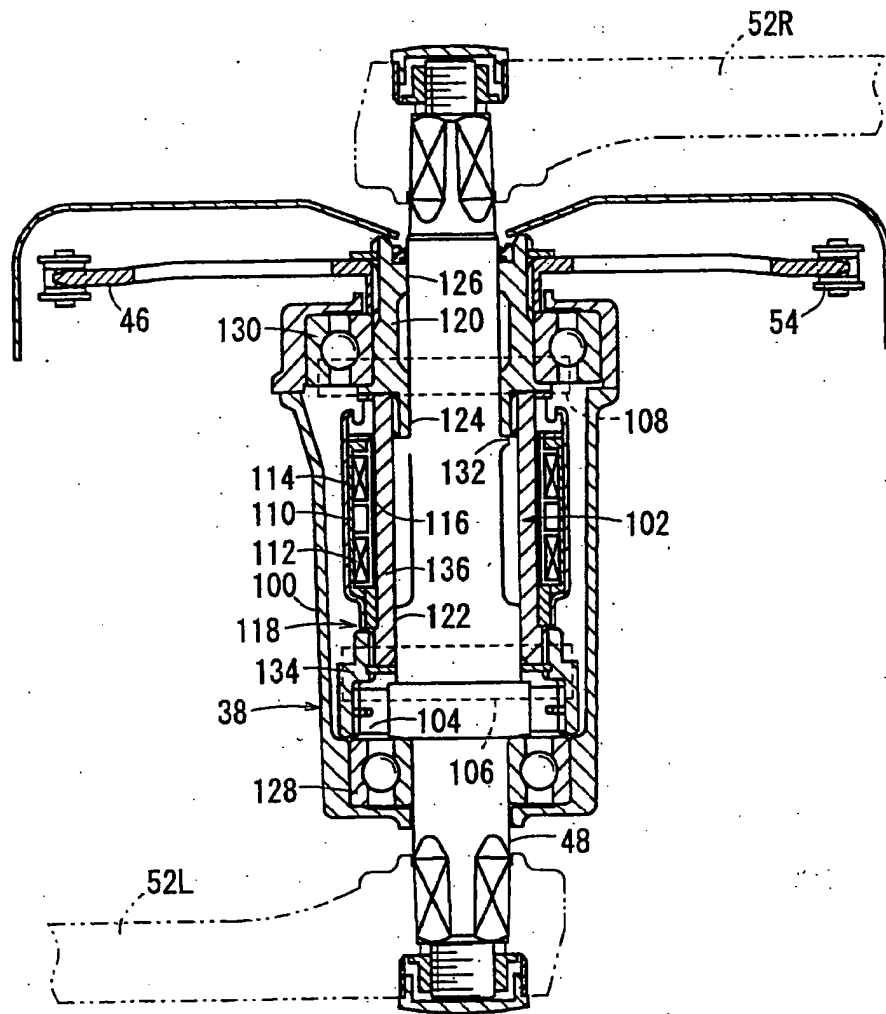


FIG. 3

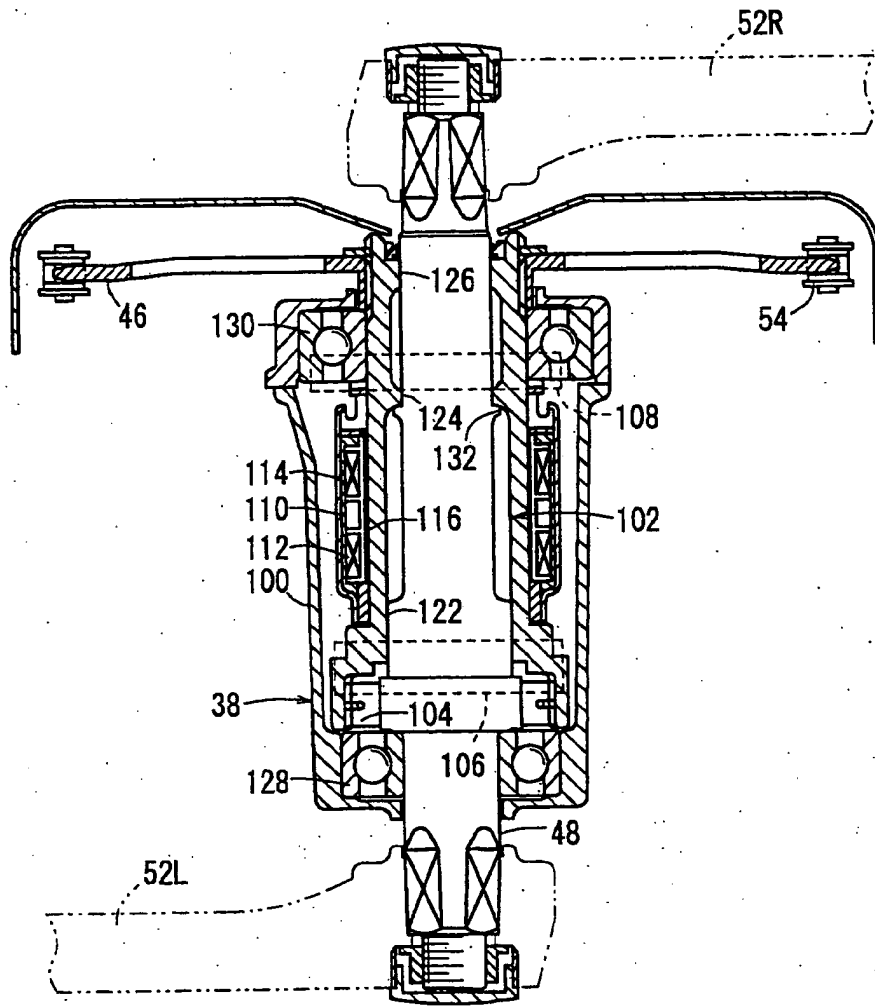
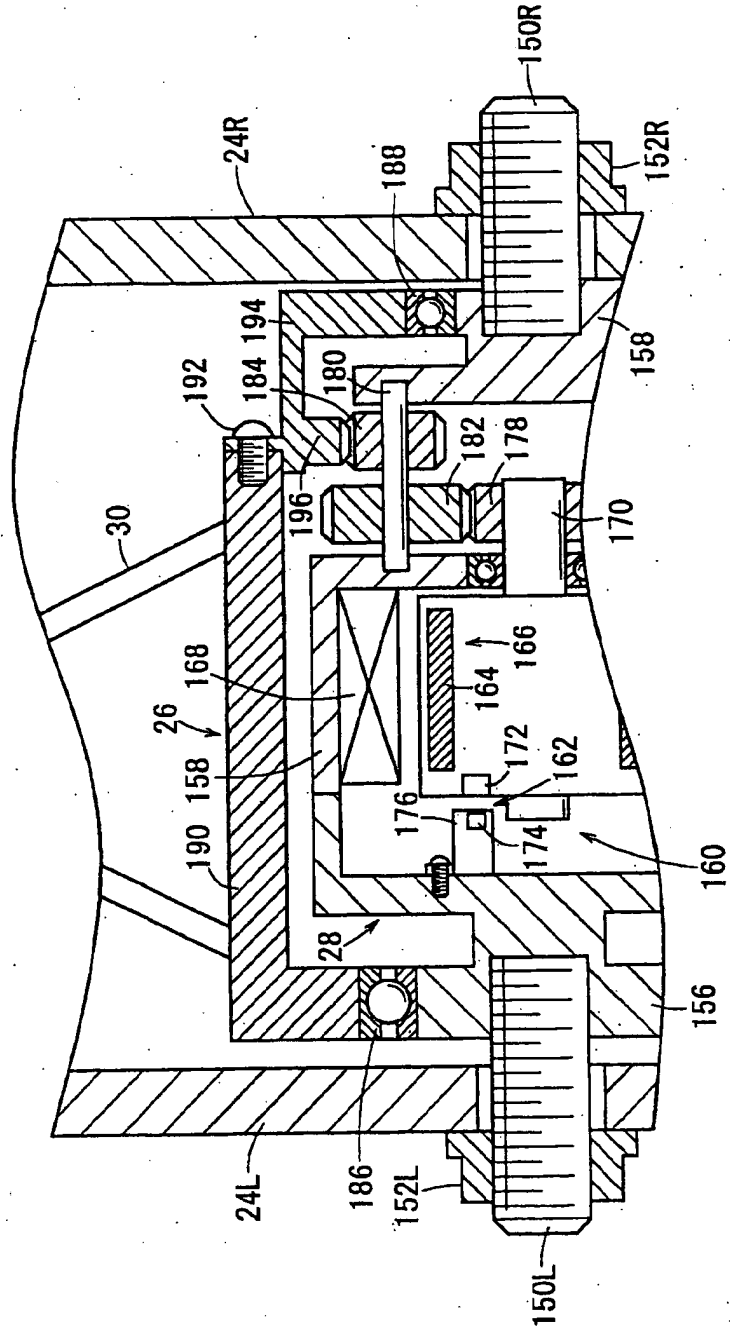


FIG. 4



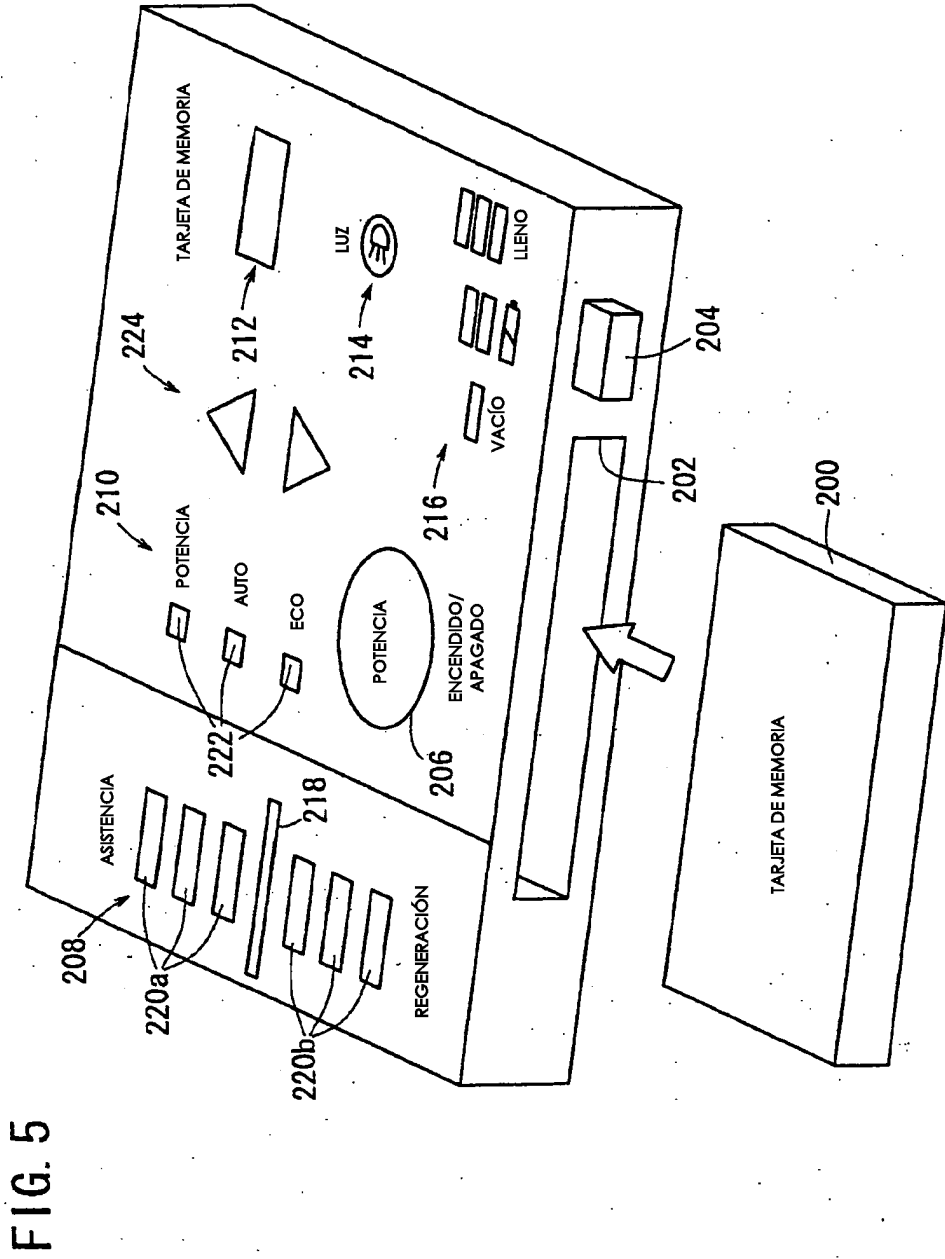


FIG. 5

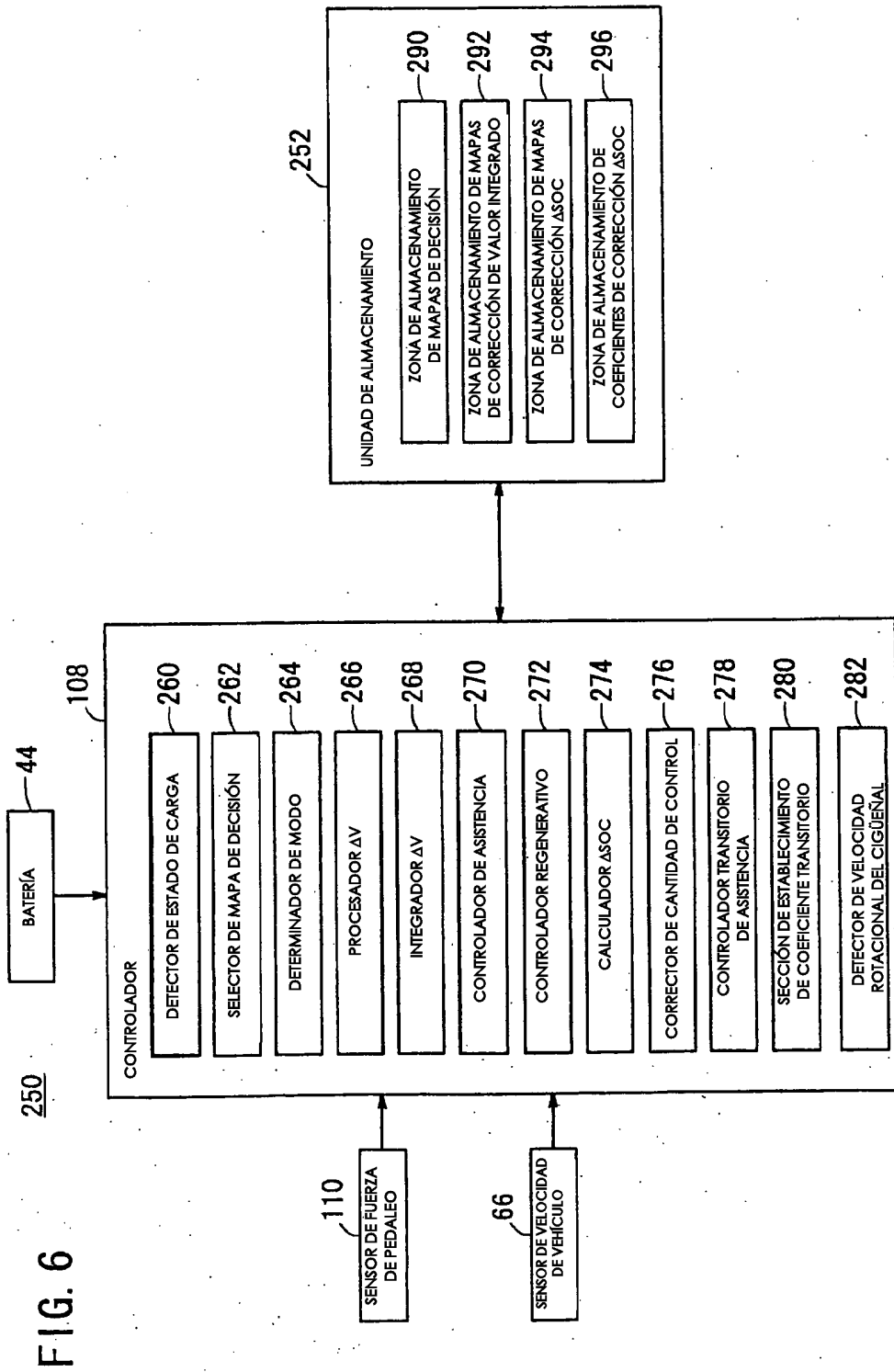


FIG. 6



FIG. 7A

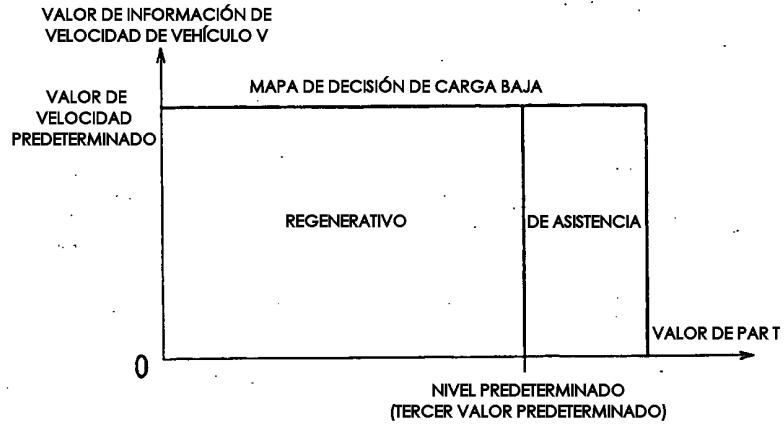


FIG. 7B

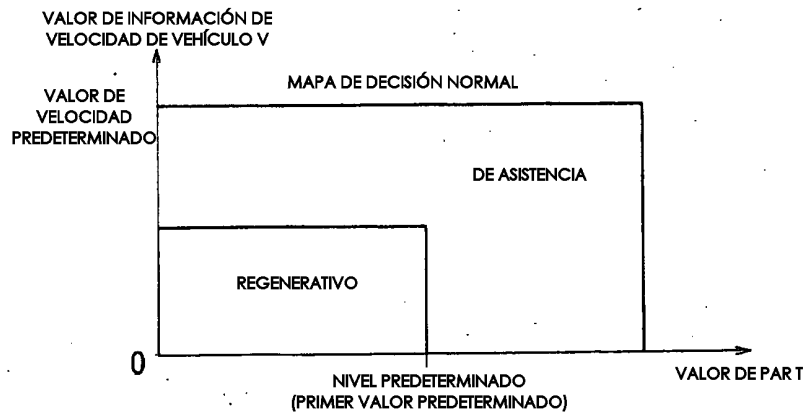


FIG. 7C

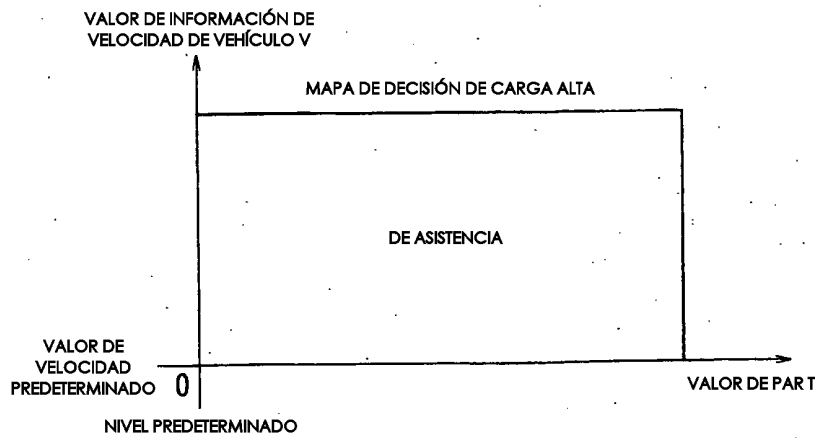


FIG. 8

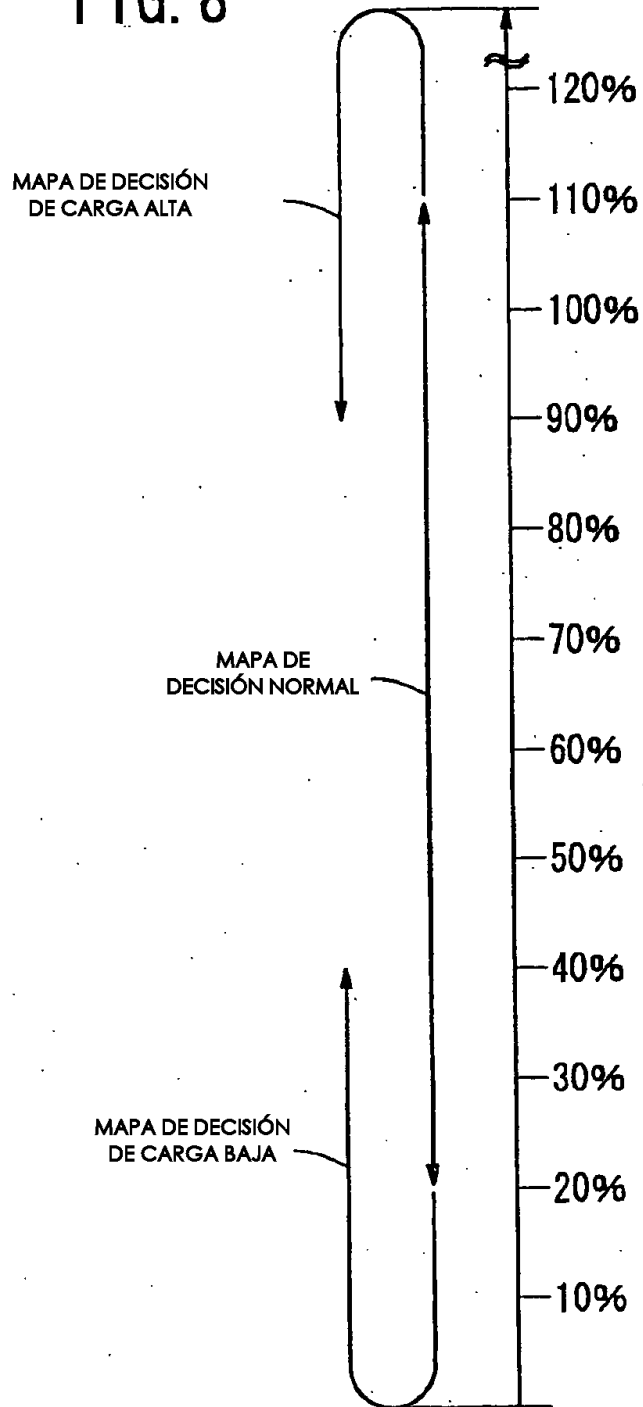


FIG. 9A

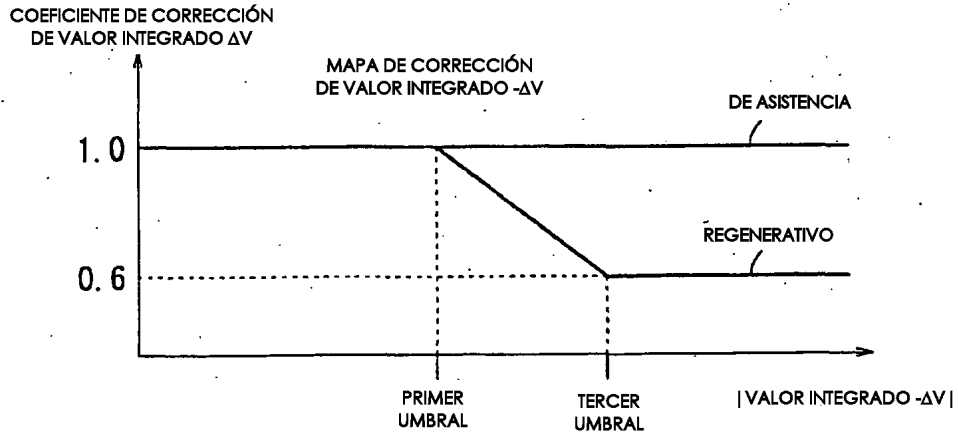


FIG. 9B

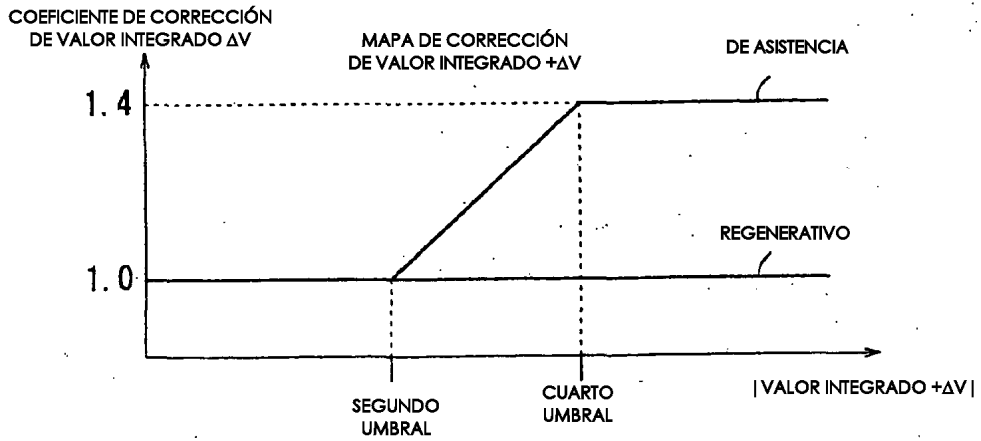


FIG. 10A

MAPA DE CORRECCIÓN  $+\Delta SOC$

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN  $\Delta SOC$

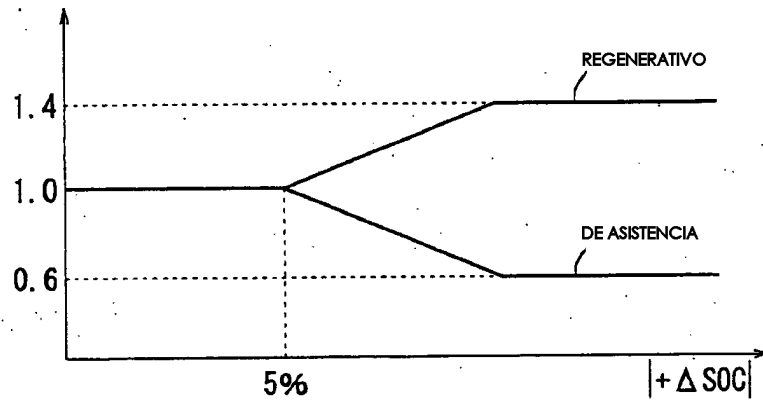


FIG. 10B

COEFICIENTE DE CORRECCIÓN  $\Delta SOC$

MAPA DE CORRECCIÓN  $-\Delta SOC$

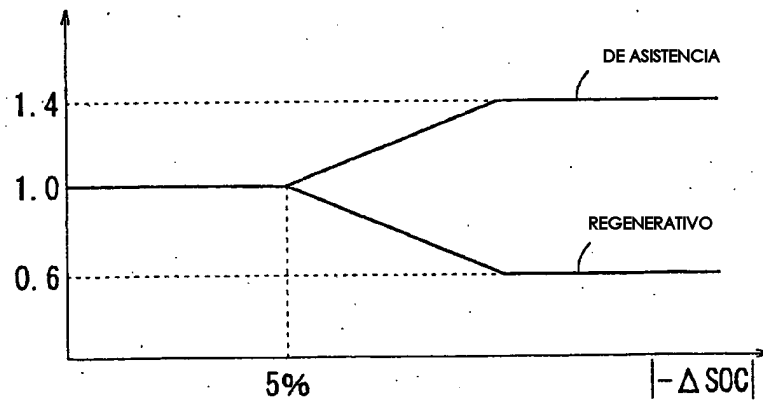


FIG. 11

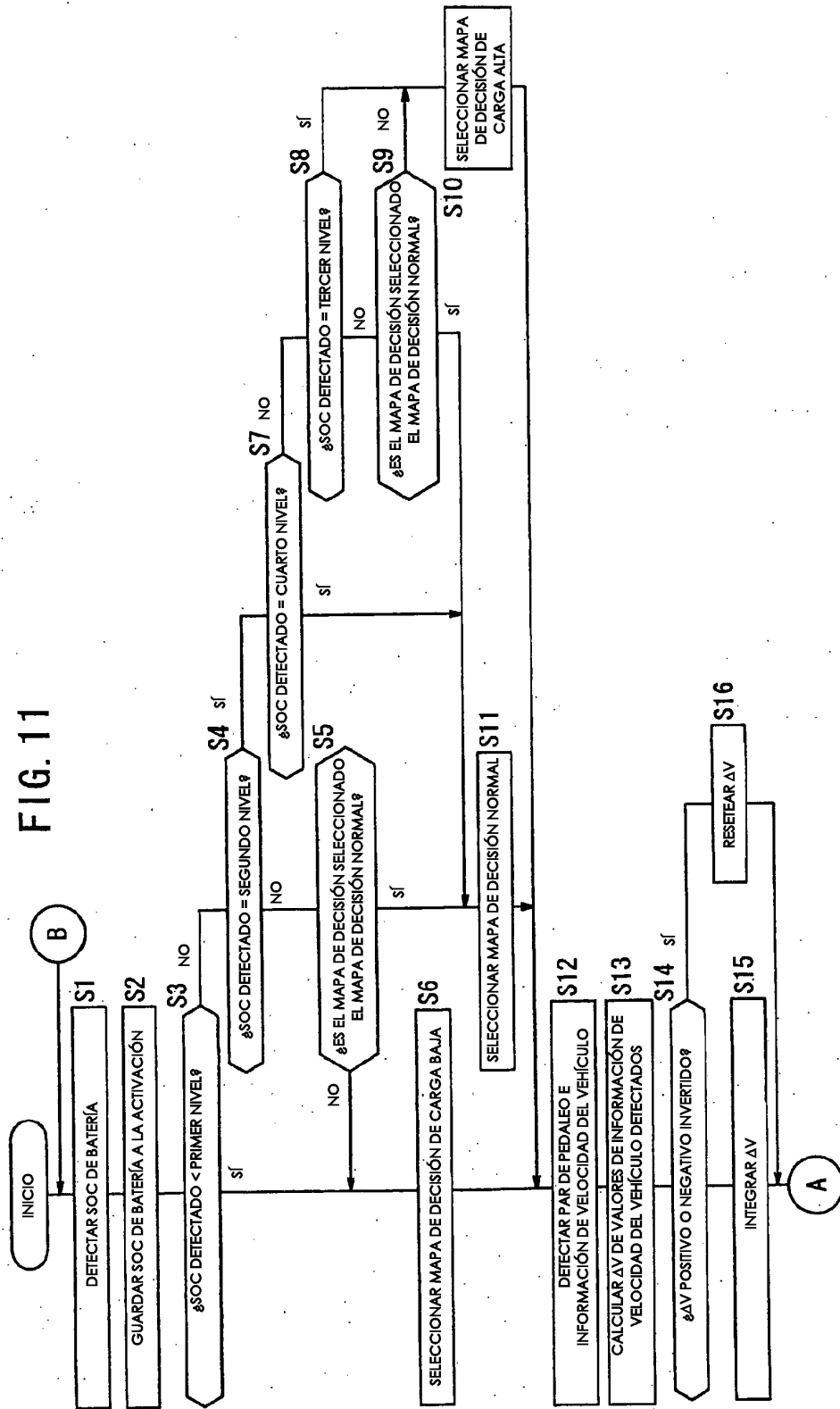


FIG. 12

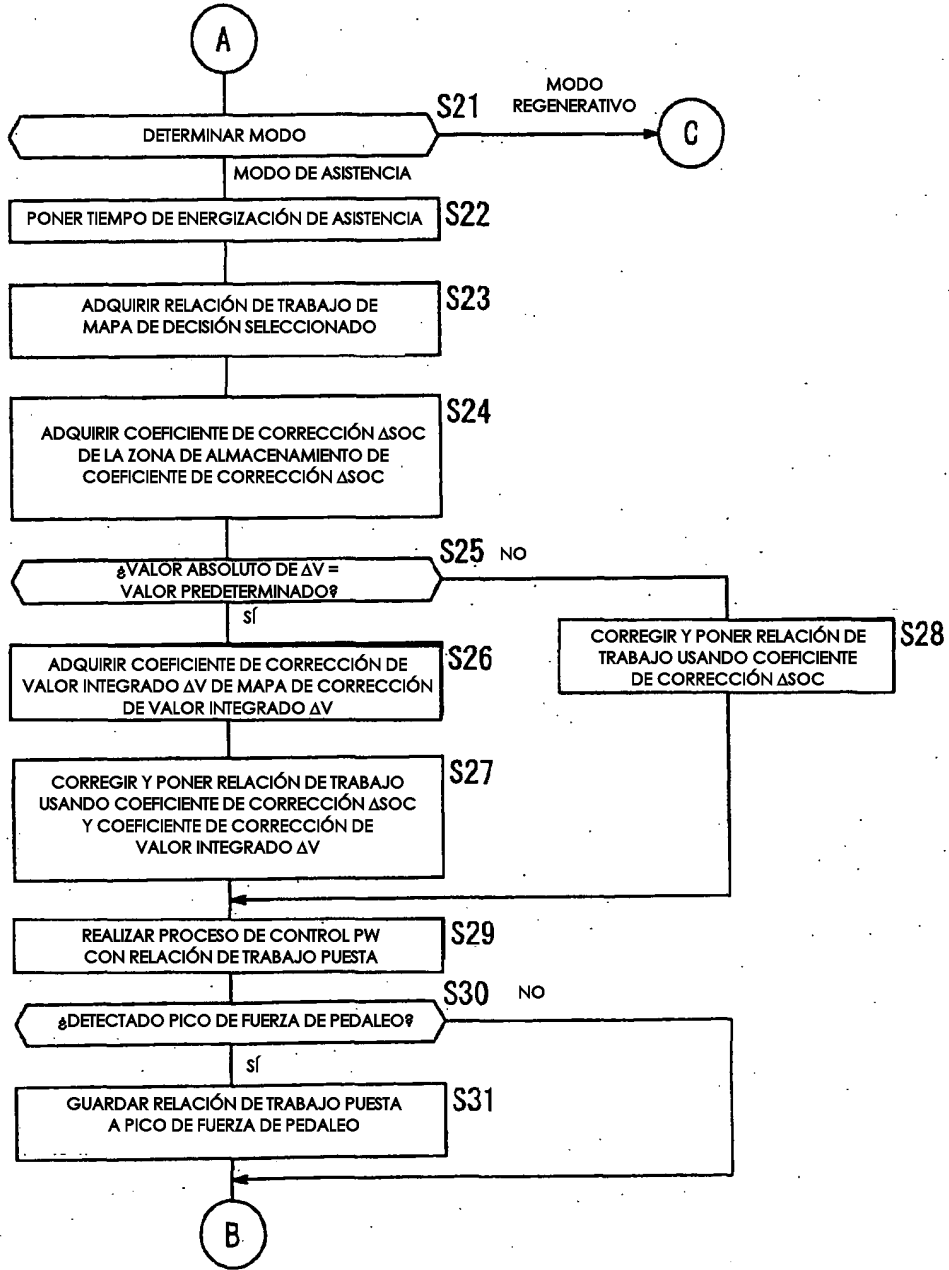


FIG. 13

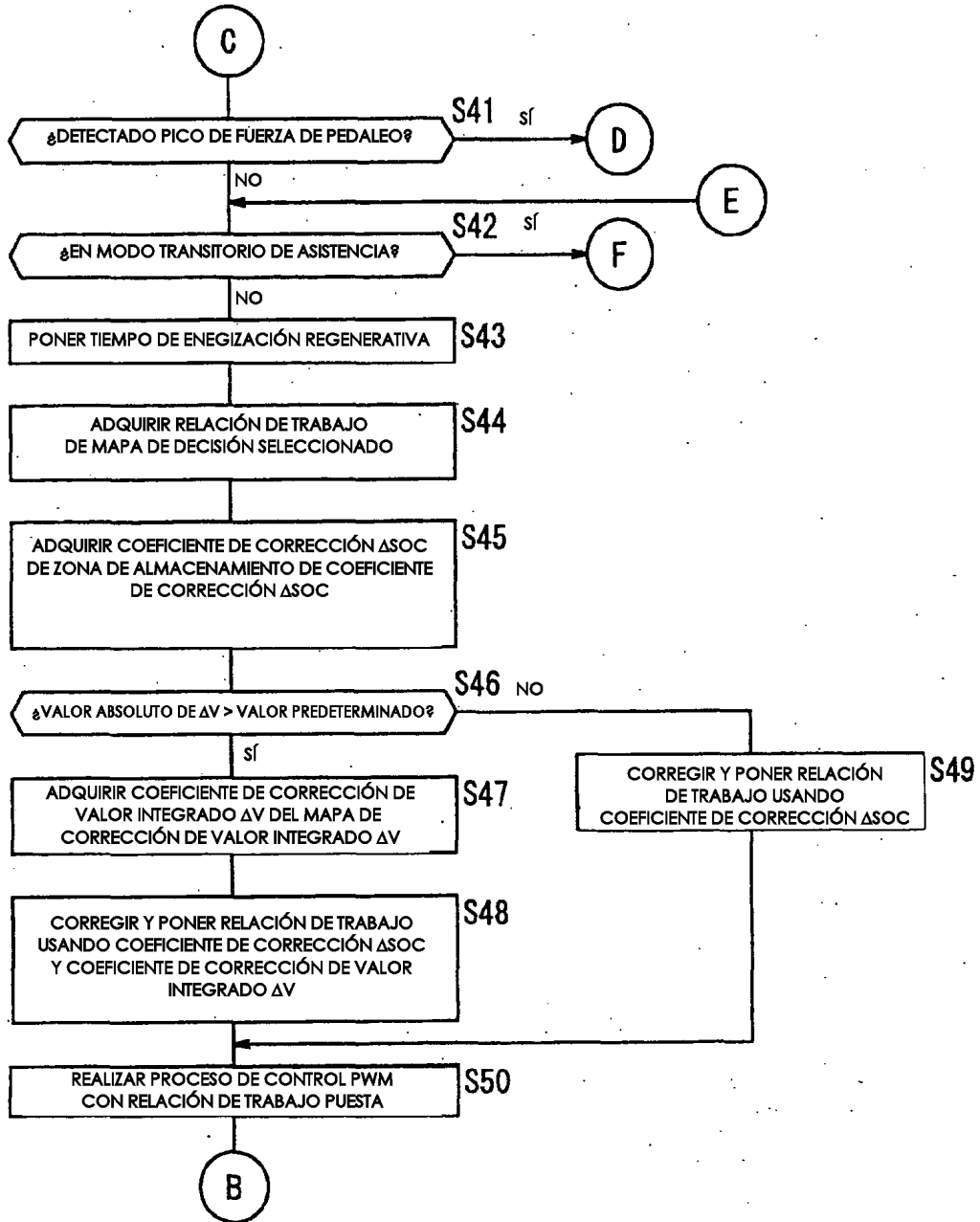


FIG. 14

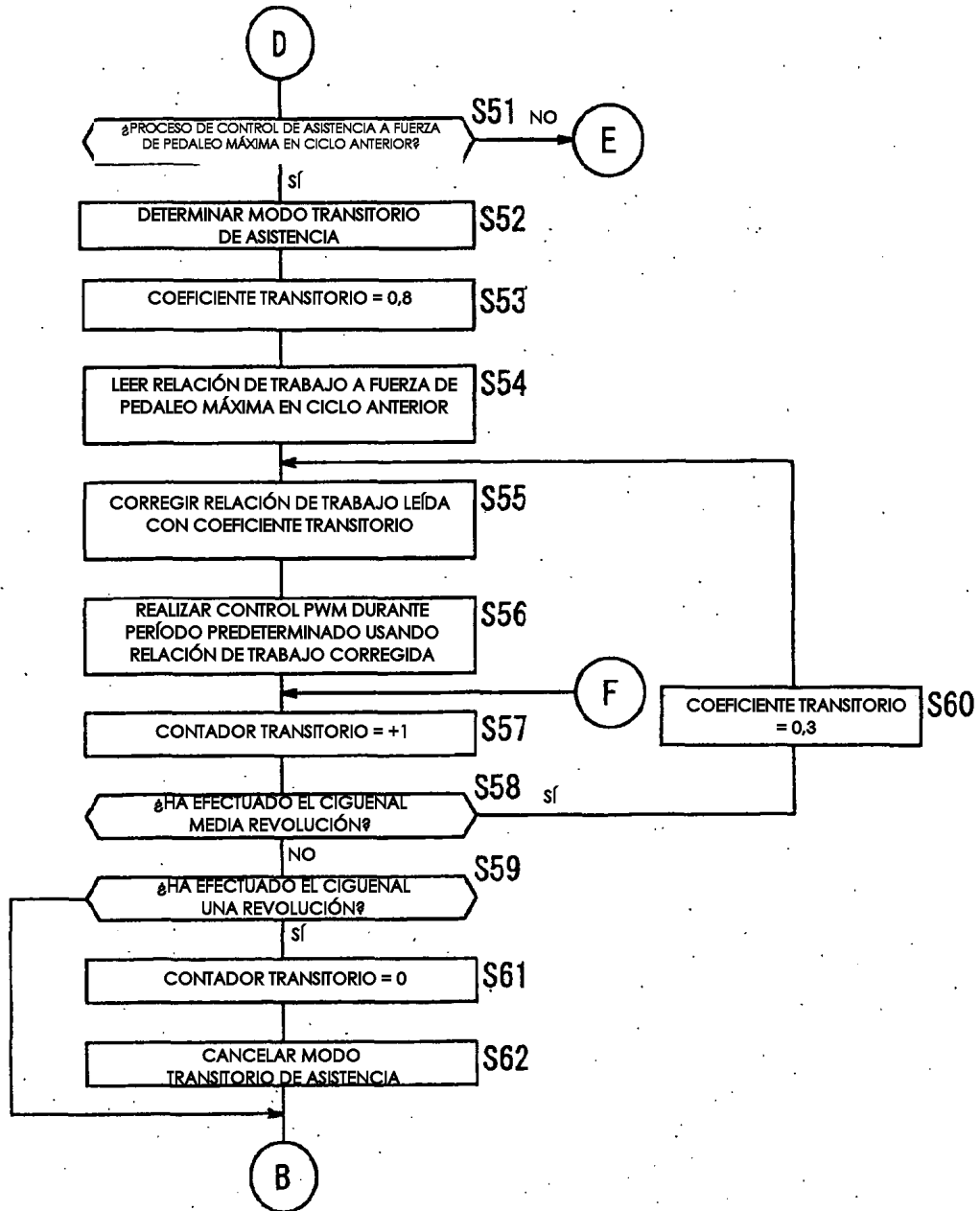




FIG. 15

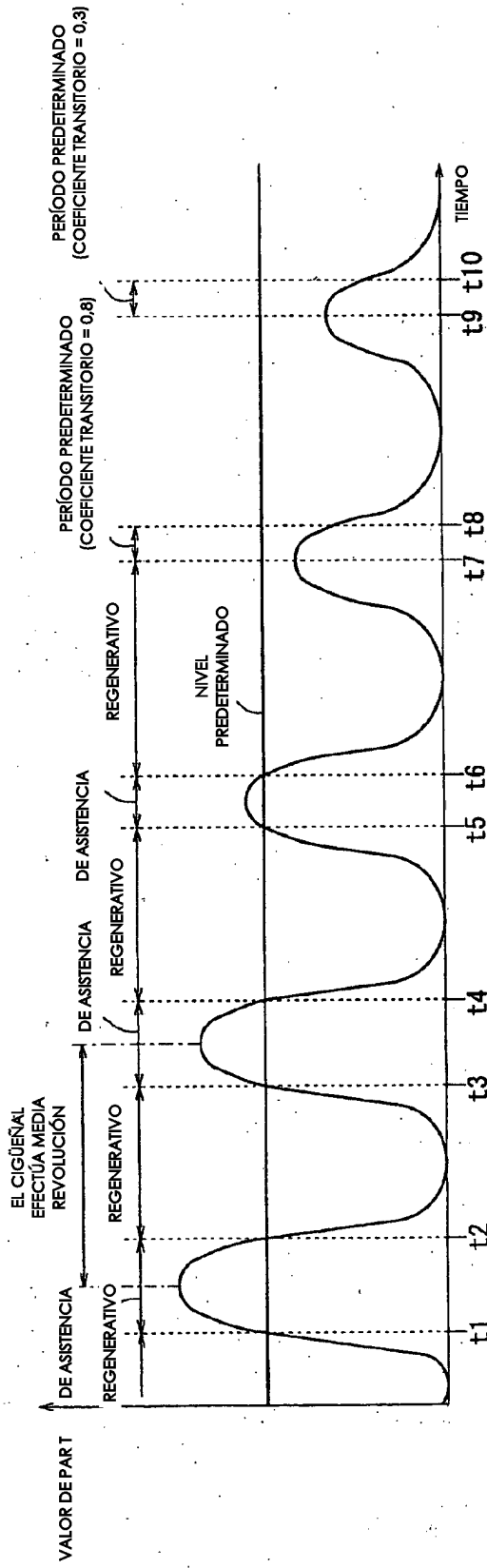


FIG. 16

