

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 916**

51 Int. Cl.:

B62M 6/45

(2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.02.2012 E 12154707 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014 EP 2505477**

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

30 Prioridad:

31.03.2011 JP 2011081333

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

24.04.2014

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HASHIMOTO, MASAYUKI;
NAMIKI, YOSHIHIRO y
KUROKI, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 456 916 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 de potencia de asistencia para bicicleta asistida por motor

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato de control de potencia de asistencia para una bicicleta asistida por motor.

10 **Antecedentes de la invención**

Se conoce convencionalmente, como se describe en la Publicación de Patente japonesa número Hei 11-79062, la detección de un valor de par de giro aplicado por el ciclista a un cigüeñal provisto de pedales de una bicicleta y que un motor es movido y controlado de manera que genere un par de asistencia dependiendo del valor de par de giro.

15 JP-A-2002 264 882 describe un aparato que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Problema a resolver con la invención

20 Sin embargo, el valor de par de giro detectado es un componente en una dirección de rotación de una fuerza de pedaleo aplicada a los pedales por el ciclista. Por lo tanto, el motor no se mueve y es controlado de manera que genere un par de asistencia dependiendo de la fuerza de pedaleo.

25 Consiguientemente, la presente invención se ha realizado en vista de tales problemas convencionales. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato de control de potencia de asistencia para una bicicleta asistida por motor, que mueve y controla un motor de manera que genere un par de asistencia dependiendo de la fuerza de pedaleo del ciclista.

Medios para resolver el problema

30 Con el fin de lograr los objetos anteriores, según una invención expuesta en la reivindicación 1, se facilita un aparato de control de potencia de asistencia (54) para una bicicleta asistida por motor (10), que detecta un valor de par de giro de un cigüeñal (38) que gira cuando un ciclista acciona los pedales (40L y 40R) por un sensor de par (80), y controla un motor (50) de manera que genere una potencia de asistencia determinada usando el valor de par de giro, donde el aparato de control de potencia de asistencia (54) calcula un ángulo de rotación del cigüeñal (38) cuando un valor de par de giro presente es detectado a partir de un período de tiempo desde un tiempo de detección de una posición máxima del valor de par de giro a un tiempo de detección del valor de par de giro, calcula una fuerza de pedaleo aplicada cuando el ciclista acciona los pedales (40L y 40R) en una dirección vertical a partir del ángulo de rotación calculado del cigüeñal (38) y el valor de par de giro presente detectado, y determina la potencia de asistencia del motor (50) según la fuerza de pedaleo calculada.

40 Un período entre posiciones máximas del valor de par de giro se pone como una mitad de ciclo, se lleva a cabo una actualización con el valor de par de giro en un período de la mitad de ciclo previa como datos de referencia, y se estima una posición máxima del valor de par de giro a partir de un valor de correlación obtenido por correlación normalizada del valor de par de giro detectado en la mitad de ciclo presente usando los datos de referencia.

45 Según una invención expuesta en la reivindicación 2, se facilita el aparato de control de potencia de asistencia (54) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, caracterizado porque la potencia de asistencia del motor (50) se determina según una velocidad de vehículo de la bicicleta asistida por motor (10) y la fuerza de pedaleo.

50 **Efectos de la invención**

55 Según la invención expuesta en la reivindicación 1, se facilita un aparato de control de potencia de asistencia para una bicicleta asistida por motor, que detecta un valor de par de giro de un cigüeñal que gira cuando un ciclista acciona los pedales por un sensor de par, y controla un motor de manera que genere una potencia de asistencia determinada usando el valor de par de giro, donde el aparato de control de potencia de asistencia calcula un ángulo de rotación del cigüeñal cuando un valor de par de giro presente es detectado a partir de un período de tiempo desde un tiempo de detección de una posición máxima del valor de par de giro a un tiempo de detección del valor de par de giro, calcula una fuerza de pedaleo aplicada cuando el ciclista acciona los pedales en una dirección vertical a partir del ángulo de rotación calculado del cigüeñal y el valor de par de giro presente detectado, y determina la potencia de asistencia del motor según la fuerza de pedaleo calculada. Así, la fuerza de pedaleo del ciclista puede ser asistida linealmente, y se puede realizar control de asistencia en línea con la fuerza de pedaleo del ciclista.

65 Un período entre las posiciones máximas del valor de par de giro se pone como una mitad de ciclo, se lleva a cabo una actualización con el valor de par de giro en un período de la mitad de ciclo previa como datos de referencia, y se estima una posición máxima del valor de par de giro a partir de un valor de correlación obtenido por correlación

normalizada del valor de par de giro detectado en la mitad de ciclo presente usando los datos de referencia. Por lo tanto, incluso cuando el ciclista acciona los pedales varias veces continuamente y así se producen continuamente múltiples posiciones máximas, una posición máxima es detectada en base al valor de correlación obtenido por correlación normalizada. Así, es posible generar un par de asistencia apropiado en cada ángulo de rotación del cigüeñal en cada mitad de ciclo, y realizar control de asistencia que no incomoda al ciclista.

Según la invención expuesta en la reivindicación 2, la potencia de asistencia del motor se determina según la velocidad de vehículo de la bicicleta asistida por motor y la fuerza de pedaleo. Por lo tanto, se puede realizar control de asistencia a una relación de asistencia que depende de la velocidad vehicular presente.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista lateral izquierda de una bicicleta asistida por motor.

La figura 2 es una vista lateral izquierda de partes principales de la bicicleta asistida de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de una línea III-III de la figura 2.

La figura 4 es un diagrama que representa la relación de fuerza entre el par de giro aplicado a un cigüeñal y la fuerza de pedaleo aplicada a los pedales por el ciclista.

La figura 5 es un diagrama de tiempo de un valor de par de giro f detectado por un sensor de par de tipo magnetoestrictivo y una fuerza de pedaleo F determinada según el valor de par de giro detectado f .

La figura 6 es un diagrama de flujo que representa operaciones de un controlador.

La figura 7A es un diagrama de tiempo de un valor de par de giro detectado f , y la figura 7B es un diagrama de tiempo de un valor de correlación y obtenido por correlación normalizada usando el valor de par de giro f .

Modo para llevar a la práctica la invención

Un aparato de control de potencia de asistencia para una bicicleta asistida por motor según una realización preferida de la presente invención se describirá en detalle a continuación con referencia a los dibujos acompañantes.

La figura 1 es una vista lateral izquierda de una bicicleta asistida por motor (bicicleta asistida) 10.

La figura 2 es una vista lateral izquierda de partes principales de la bicicleta asistida 10 de la figura 1.

La figura 3 es una vista en sección tomada a lo largo de una línea III-III de la figura 2.

La bicicleta asistida 10 incluye un tubo delantero 12 colocado en una posición delantera del cuerpo de la bicicleta, un bastidor descendente 14 que se extiende hacia atrás y hacia abajo del tubo delantero 12, y un tubo de asiento 16 que se extiende hacia arriba del extremo trasero del bastidor descendente 14. Una horquilla delantera 18 que se extiende hacia abajo está conectada de forma dirigitiva al tubo delantero 12. Una rueda delantera WF es soportada rotativamente por el extremo inferior de la horquilla delantera 18. Se ha colocado un manillar 20 encima del tubo delantero 12.

Una horquilla trasera 22 está dispuesta de manera que se extienda hacia atrás desde el extremo trasero del bastidor descendente 14. Una rueda trasera WR es soportada rotativamente por el extremo trasero de la horquilla trasera 22. Un par de soportes izquierdo y derecho 24 están dispuestos entre la parte superior del tubo de asiento 16 y la parte trasera de la horquilla trasera 22.

El bastidor descendente 14 y la horquilla trasera 22 soportan una unidad de accionamiento de asistencia 26. Un poste de asiento 30 que tiene un asiento 28 en su extremo superior está montado en el tubo de asiento 16 de manera que permita el ajuste de la posición vertical del asiento 28. En una posición trasera del tubo de asiento 16, una batería 32 para suministrar potencia a la unidad de accionamiento de asistencia 26 está montada en un soporte 34 del tubo de asiento 16 de manera que se pueda desmontar.

Un cigüeñal 38 se extiende transversalmente a través del cuerpo de la bicicleta a través de la unidad de accionamiento de asistencia 26 y un piñón (unidad de salida) 36. Una manivela 42L que tiene un pedal 40L y una manivela 42R que tiene un pedal 40R están conectadas a los respectivos extremos opuestos del cigüeñal 38. Cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R, se aplica un par de giro (potencia) al cigüeñal 38. El par de giro aplicado al cigüeñal 38 hace girar el piñón 36. La rotación del piñón 36 es transmitida a través de una cadena 44 a un piñón 46 en el lado de la rueda trasera WR, girando por ello la rueda trasera WR. El piñón 36, la cadena 44, y el piñón 46 funcionan como un mecanismo de accionamiento.

Como se representa en la figura 4, un valor de par de giro f aplicado al cigüeñal 38 es un componente en la dirección de la rotación de una fuerza de pedaleo F cuando el ciclista mueve el pedal 40L, y no es la fuerza de pedaleo F realmente aplicada por el ciclista. El valor de par de giro f y la fuerza de pedaleo F pueden ser expresados por una ecuación relacional: valor de par de giro $f = \text{fuerza de pedaleo } F \times \cos\theta$. Al mover los pedales 40L y 40R, el ciclista acciona los pedales 40L y 40R en una dirección vertical. Por lo tanto, la dirección de la fuerza de pedaleo F es la dirección vertical.

La unidad de accionamiento de asistencia 26 contiene integralmente dentro de su caja (cárter) 48: un motor sin escobillas (motor) 50; un accionador 52 para mover el motor sin escobillas 50; un controlador (dispositivo de control de potencia de asistencia) 54 para realizar control PWM del accionador 52 en base al valor de par de giro f detectado por un sensor de par de tipo magnetoestrictivo (sensor de par) a describir más adelante; un engranaje de accionamiento 58 que gira en engrane con un eje de accionamiento 56 del motor sin escobillas 50; un eje de salida 108 que gira según la rotación del engranaje de accionamiento 58; y un piñón de asistencia 60 que gira integralmente con el eje de salida 108. La cadena 44 está montada en el piñón de asistencia 60. La unidad de accionamiento de asistencia 26 transmite la fuerza de accionamiento del motor sin escobillas 50 al mecanismo de accionamiento.

El controlador 54 calcula la fuerza F con que el ciclista acciona los pedales 40L y 40R en la dirección vertical (fuerza de pedaleo aplicada a los pedales 40L y 40R) a partir del valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80, y realiza control PWM del accionador 52 (realiza control de asistencia) de modo que el motor sin escobillas 50 genere un par de asistencia (potencia de asistencia) determinado por la fuerza de pedaleo F y una relación de asistencia dependiente de la velocidad vehicular de la bicicleta asistida 10. La velocidad vehicular de la bicicleta asistida 10 puede ser obtenida por un sensor de velocidad del vehículo, no representado en los dibujos, que se dispone en la rueda delantera WF, la rueda trasera WR o análogos. A propósito, el controlador 54 también funciona como un contador.

El accionador 52 tiene elementos de conmutación en una pluralidad de fases (tres fases como una fase U, una fase V y una fase W en la presente realización). El controlador 54 realiza control de encendido-apagado de los elementos de conmutación en la fase U, la fase V, y la fase W en una relación de trabajo predeterminada para realizar control PWM del accionador 52. Según el control PWM, el accionador 52 convierte una corriente continua procedente de la batería 32 a potencia de corriente alterna trifásica. Las corrientes alternas trifásicas son suministradas a una bobina de estator en la fase U, una bobina de estator en la fase V, y una bobina de estator en la fase W del motor sin escobillas 50. El eje de accionamiento 56 del motor sin escobillas 50 se hace girar por ello.

El par de asistencia generado por el motor sin escobillas 50 es transmitido al eje de salida 108 mediante el eje de accionamiento 56 y el engranaje de accionamiento 58. El par de asistencia transmitido al eje de salida 108 es transmitido después a la cadena 44 mediante el piñón de asistencia 60. Así, cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R, el valor de par de giro f (fuerza de accionamiento) aplicado al cigüeñal 38 y el par de asistencia generado por el motor sin escobillas 50 son transmitidos al piñón 46 en el lado de la rueda trasera mediante la cadena 44, haciendo girar por ello la rueda trasera WR. A propósito, una polea loca 62 para proporcionar un ángulo de enrollamiento grande de la cadena 44 está dispuesta en una porción trasera del piñón de asistencia 60.

El motor sin escobillas 50 incluye un rotor 66 que tiene un total de ocho imanes permanentes 64 de polos N y polos S que están dispuestos alternativamente circunferencialmente y estatores 70 que tienen devanados de estator 68 en tres fases, es decir, la fase U, la fase V y la fase W para generar un campo magnético rotativo para girar el rotor 66. Los estatores 70 están dispuestos de manera que cubran la parte periférica del rotor 66 y de manera que estén enfrente del rotor 66 en una dirección radial. El eje de accionamiento 56 se facilita como el eje rotacional del rotor 66. Además, dado que los estatores 70 tienen un total de 12 devanados de estator 68, hay cuatro devanados de estator 68 en la fase U, cuatro devanados de estator 68 en la fase V, y cuatro devanados de estator 68 en la fase W. La bobina de estator en la fase U del motor sin escobillas 50 está formada por los cuatro devanados de estator 68 en la fase U. La bobina de estator en la fase V está formada por los cuatro devanados de estator 68 en la fase V. La bobina de estator en la fase W está formada por los cuatro devanados de estator 68 en la fase W.

La unidad de accionamiento de asistencia 26 tiene un mecanismo para girar el piñón 36 cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en una dirección para mover la bicicleta asistida 10 hacia delante (dirección normal) y para bloquear el piñón 36 de modo que no gire cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en una dirección opuesta a la dirección normal. Específicamente, como se representa en la figura 3, la unidad de accionamiento de asistencia 26 tiene un elemento hueco (elemento hueco de transmisión de par) 72 montado sobre la periferia del cigüeñal 38, una unidad de soporte 74 dispuesta entre el elemento hueco 72 y la caja 48, una unidad de soporte 76 dispuesta entre el cigüeñal 38 y la caja 48, y un embrague unidireccional 78 dispuesto entre el cigüeñal 38 y el elemento hueco 72. El embrague unidireccional 78 tiene una estructura para transmitir la rotación del cigüeñal 38 al elemento hueco 72 cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en la dirección normal y para evitar que la rotación del cigüeñal 38 sea transmitida al elemento hueco 72 cuando el ciclista mueva los pedales 40L y 40R en la dirección opuesta a la dirección normal. El extremo derecho del elemento hueco 72 tiene acanaladuras, y se ha montado el piñón 36 provisto de acanaladuras.

5 Cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en la dirección normal, el cigüeñal 38 gira, haciendo que el embrague unidireccional 78 haga girar el elemento hueco 72. El piñón 36 se hace girar por ello. Cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en la dirección opuesta a la dirección normal, el cigüeñal 38 se hace girar, pero el embrague unidireccional 78 evita que el elemento hueco 72 gire. Por lo tanto, cuando el ciclista mueve los pedales 40L y 40R en la dirección opuesta a la dirección normal, el piñón 36 no gira.

10 El sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 para detectar el valor de par de giro f aplicado al cigüeñal 38 está dispuesto sobre el cigüeñal 38. Específicamente, el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 se ha colocado en la periferia del elemento hueco 72 por un elemento de soporte 82. Se ha dispuesto una película magnética 84 en el elemento hueco 72. El elemento de soporte 82 soporta el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 de forma relativamente rotativa con respecto al elemento hueco 72 de tal manera que el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 esté enfrente de la película magnética 84. El sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 incluye dos bobinas detectoras 86 y 88. El sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 convierte a voltaje un cambio en la inductancia de las bobinas detectoras 86 y 88, que es producido por magnetoestricción generada cuando el elemento hueco 72 se hace girar, y envía el voltaje al controlador 54. A propósito, cuando los pedales 40L y 40R están siendo movidos en la dirección opuesta a la dirección normal, el elemento hueco 72 no gira, y por lo tanto un valor de par de giro f aplicado al cigüeñal 38 no es detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80. A propósito, el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 detecta un valor de par de giro f en ciclos predeterminados (intervalos de Δt).

20 El eje de accionamiento 56 del motor sin escobillas 50 está provisto de un soporte de imán 92 para retener imanes 90. El soporte de imán 92 gira con la rotación del rotor 66. Tres CIs Hall 94 para detectar los imanes 90 están dispuestos de manera que estén enfrente de los imanes 90 (véase la figura 2). Los tres CIs Hall 94 detectan el ángulo de rotación y la velocidad de rotación del rotor 66. Los CIs Hall 94 son retenidos por un alojamiento de CI Hall 96. El alojamiento de CI Hall 96 está montado en el interior de la caja 48 de la unidad de accionamiento de asistencia 26 con un perno b. Ocho imanes 90 están dispuestos circunferencialmente, e imanes de polo N 90 e imanes de polo S 90 están dispuestos alternativamente. Los imanes 90 y los CIs Hall 94 funcionan como un sensor de polo magnético para detectar el ángulo de rotación del motor sin escobillas 50.

30 El motor sin escobillas 50 y el engranaje de accionamiento 58 están alojados en respectivos espacios divididos uno de otro. Se ha colocado una junta estanca al polvo 98 en la periferia del soporte de imán 92. La junta estanca al polvo 98 evita la entrada de polvo y análogos del espacio que aloja el engranaje de accionamiento 58 al espacio que aloja el motor sin escobillas 50. Una cubierta para proteger el motor sin escobillas 50 está montada en la caja 48 de la unidad de accionamiento de asistencia 26 con un perno B a lo largo del perímetro del motor sin escobillas 50.

35 La caja 48 tiene una chapa divisoria 100 para dividir espacios dentro de la caja 48. El accionador 52, el controlador 54, y el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 están dispuestos dentro de un mismo espacio. El motor sin escobillas 50 se aloja y está dispuesto en un espacio que está en una porción trasera y más baja que el cigüeñal 38 y que está separado del sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80. Además, el accionador 52 y el controlador 54 están dispuestos debajo del sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80.

45 Aunque el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 y el motor sin escobillas 50 están alojados en los respectivos espacios divididos uno de otro, ambos están dispuestos uno cerca de otro. Aunque no se representa en las figuras, el accionador 52 y el controlador 54 están fijados a superficies de pared de la caja 48, es decir, fijados a la superficie de pared izquierda y la superficie de pared derecha una enfrente de otra, respectivamente. El controlador 54 está dispuesto en la superficie de pared de la caja 48 en el lado del sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80.

50 La polea loca 62 es soportada rotativamente por un brazo de soporte 102. Un pivote 104 soporta rotativamente el brazo de soporte 102 de tal manera que el brazo de soporte 102 pueda bascular. El brazo de soporte 102 soportado rotativamente por el pivote 104 es empujado por un muelle de torsión en una dirección en la que la polea loca 62 aplica presión a la cadena 44.

55 Un embrague unidireccional 106 está dispuesto entre el eje de salida 108 del piñón de asistencia 60 y el engranaje de accionamiento 58. Solamente cuando el engranaje de accionamiento 58 está girando en la dirección normal (dirección en la que la bicicleta asistida 10 se mueve hacia delante), el embrague unidireccional 106 transmite la rotación al eje de salida 108. Así, solamente cuando el rotor 66 del motor sin escobillas 50 está girando en la dirección normal, el piñón de asistencia 60 se hace girar, y el par de asistencia generado por el motor sin escobillas 50 es transmitido al piñón 46 en el lado de la rueda trasera WR mediante la cadena 44.

60 La figura 5 es un diagrama de tiempo del valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 y la fuerza de pedaleo F determinada según el valor de par de giro detectado f . El número de referencia 150 en la figura 5 denota el valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80. El número de referencia 152 denota la fuerza de pedaleo F calculada a partir del valor de par de giro f . El valor máximo del par de giro llega cuando el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 representado en la figura 4 es 0 grados y 180 grados. Así, suponiendo que un período de accionamiento de los pedales 40L y 40R para un giro de 360 grados es un ciclo, el valor máximo del valor de par de giro f llega en cada mitad de ciclo (cada mitad de giro de los

pedales 40L y 40R). El período de tiempo entre las posiciones máximas, es decir, el tiempo de una mitad de ciclo se representa como T_{pp} . El valor máximo del valor de par de giro f llega cuando el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 representado en la figura 4 es 0 grados y 180 grados. Es decir, el valor máximo f llega cuando el ángulo θ formado entre las manivelas 42L y 42R y la dirección longitudinal de la bicicleta asistida 10 es 0 grados y 180 grados.

5 El controlador 54 detecta una posición máxima a partir del valor de par de giro detectado f . El controlador 54 calcula entonces el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 en un tiempo t_2 a partir de un tiempo T_{pp} entre posiciones máximas previamente detectadas del valor de par de giro f y un tiempo entre un tiempo t_1 de la última posición máxima detectada y el tiempo t_2 del último valor de par de giro detectado f . Específicamente, el controlador 54
10 calcula el ángulo de rotación θ usando una ecuación relacional: ángulo de rotación $\theta = 180 \text{ grados} \times (t_2 - t_1) / T_{pp}$. El controlador 54 calcula entonces la fuerza de pedaleo F en el ángulo de rotación calculado θ a partir del último valor de par de giro detectado f (valor de par de giro f detectado en el tiempo t_2). Específicamente, el controlador 54 calcula la fuerza de pedaleo F en base a una ecuación relacional: fuerza de pedaleo $F = \text{valor de par de giro } f / \cos\theta$.
15 El controlador 54 realiza entonces control PWM del accionador 52 de modo que el motor sin escobillas 50 genere un par de asistencia dependiendo de la fuerza de pedaleo calculada F .

El controlador 54 calcula así la fuerza de pedaleo F con la que el ciclista acciona los pedales 40L y 40R en la dirección vertical a partir del valor de par de giro detectado f , y controla el accionador 52. Por lo tanto, la fuerza de pedaleo del ciclista puede ser asistida linealmente, y se puede realizar control de asistencia en línea con la fuerza de pedaleo F del ciclista.
20

Sin embargo, cuando el ciclista mueve realmente los pedales 40L y 40R, no se puede obtener una forma de onda como la representada en la figura 5 de tal manera que la posición máxima del valor de par de giro f llegue en ciclos fijos, pero la forma de onda puede ser perturbada irregularmente. En tal caso, la posición máxima del valor de par de giro f no puede ser estimada correctamente, y el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 no puede ser obtenido adecuadamente. La presente realización estima la posición máxima correctamente teniendo en consideración también dicho caso. A propósito, los casos donde la posición máxima del valor de par de giro f no llega en ciclos fijos incluyen un caso donde el ciclista invierte los pedales 40L y 40R girando los pedales 40L y 40R en la dirección opuesta sin hacer medio giro de los pedales 40L y 40R, y luego acciona los pedales 40L y 40R de nuevo.
25
30

La operación del controlador 54 se describirá a continuación con referencia a un diagrama de flujo de la figura 6. A propósito, el controlador 54 guarda secuencialmente el valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 en una memoria intermedia (unidad de almacenamiento de datos), no representada en las figuras, en el controlador 54.
35

En primer lugar, el controlador 54 realiza un proceso de detección de la posición máxima del valor de par de giro f en base al valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 (paso S1). El proceso de detección de la posición máxima del valor de par de giro f calcula Δf . Δf puede ser obtenido por una ecuación relacional: $\Delta f = (\text{valor de par de giro } f \text{ detectado actualmente (detectado en este tiempo)} - \text{valor de par de giro } f \text{ detectado la última vez}) / \Delta t$.
40

A continuación, el controlador 54 determina si la posición máxima del valor de par de giro f es detectada (paso S2). Específicamente, el controlador 54 determina que la posición máxima es detectada cuando Δf obtenido en este tiempo es menor que cero y Δf obtenido la última vez es mayor que cero. En este caso, el tiempo en el que el valor de par de giro previo f fue detectado es la posición máxima.
45

Al determinar en el paso S2 que la posición máxima no es detectada, el controlador 54 pasa directamente al paso S5. Al determinar en el paso S2 que la posición máxima es detectada, el controlador 54 determina si un señalizador de no detección de valor de correlación está alto (el señalizador de no detección de valor de correlación está puesto) (paso S3). La unidad de almacenamiento de datos tiene una zona de almacenamiento de señalizador para almacenar alto (1) o bajo (0) del señalizador de no detección de valor de correlación. El controlador 54 determina si el señalizador de no detección de valor de correlación es alto en base a si se almacena alto en la zona de almacenamiento de señalizador. A propósito, un alto (1) se almacena inicialmente como un valor inicial en la zona de almacenamiento de señalizador. Además, los parámetros se ponen de tal manera que $T_{pp} = 0$ y valor de recuento = 0 como valores iniciales.
50
55

Al determinar en el paso S3 que el señalizador de no detección de valor de correlación es bajo, el controlador 54 pasa directamente al paso S5. Al determinar en el paso S3 que el señalizador de no detección de valor de correlación es alto, el controlador 54 actualiza la memoria de una zona de almacenamiento de datos de referencia de la unidad de almacenamiento de datos sustituyendo datos de referencia g almacenados en la zona de almacenamiento de datos de referencia (paso S4). El controlador 54 pasa entonces al paso S5. Los datos de referencia son un conjunto de una pluralidad de valores de par de giro f detectados entre posiciones máximas. Los datos de referencia a sustituir son una pluralidad de valores de par de giro f detectados entre posiciones máximas previas (entre las últimas posiciones máximas). En este caso, se supone que un período entre posiciones máximas es un ciclo.
60
65

Pasando al paso S5, el controlador 54 calcula un valor de correlación γ realizando correlación normalizada del valor de par de giro f detectado por el sensor de par de tipo magnetoestrictivo 80 usando los datos de referencia almacenados en la zona de almacenamiento de datos de referencia de la unidad de almacenamiento de datos. Específicamente, el controlador 54 calcula el valor de correlación γ usando una ecuación relacional indicada en la ecuación 1. $f(t)$ denota el valor de par de giro detectado en el tiempo t . $\gamma(t)$ denota un valor de correlación obtenido del valor de par de giro f en el tiempo t . $g(t)$ denota un valor de par de giro $f(t)$ como datos de referencia detectados en el tiempo t . A propósito, cuando no hay datos de referencia g , el valor de correlación calculado γ es cero.

[Ecuación 1]

$$\gamma(t) = \frac{\sum_{\tau} (f(t - \tau) - \bar{f}) \times (g(\tau) - \bar{g})}{\sqrt{\sum (f(t - \tau) - \bar{f})^2} \times \sqrt{\sum (g(\tau) - \bar{g})^2}}$$

A continuación, el controlador 54 realiza un proceso de detección de la posición máxima del valor de correlación γ en base al valor de correlación calculado γ (paso S6). El proceso de detección de la posición máxima del valor de correlación γ calcula $\Delta\gamma$. $\Delta\gamma$ puede ser obtenido por una ecuación relacional: $\Delta\gamma = (\text{valor de correlación presente } \gamma \text{ (calculado en este tiempo)} - \text{valor de correlación } \gamma \text{ calculado la última vez}) / \Delta t$.

A continuación, el controlador 54 determina si la posición máxima del valor de correlación γ es detectada (paso S7). Específicamente, el controlador 54 determina que la posición máxima es detectada cuando $\Delta\gamma$ obtenido en este tiempo es menor que cero, $\Delta\gamma$ obtenido la última vez es mayor que cero, y el valor de correlación γ calculado la última vez es mayor que un valor predeterminado (por ejemplo 0,65). Cuando se determina que la posición máxima es detectada, el tiempo de cálculo del valor de correlación previo γ es la posición máxima. Se estima que la posición máxima del valor de correlación γ es la posición máxima del valor de par de giro f . Este valor de correlación γ no excede de uno. Este valor de correlación $\gamma(t)$ indica un grado de semejanza entre los datos de referencia g (valor de par de giro f en el ciclo previo) y el valor de par de giro f en un tiempo t . Un valor de correlación γ de uno representa un mayor grado de semejanza (concordancia perfecta). Cuanto menor es el valor de correlación γ , menor es el grado de semejanza.

Al determinar en el paso S7 que la posición máxima del valor de correlación γ no es detectada, el controlador 54 determina si un valor de recuento presente c es mayor que cero (paso S8). Al determinar en el paso S8 que el valor de recuento c no es mayor que cero, el controlador 54 vuelve al paso S1. Al determinar en el paso S8 que el valor de recuento c es mayor que cero, el controlador 54 incrementa el valor de recuento c (paso S9). Es decir, el controlador 54 establece lo siguiente: valor de recuento $c = \text{valor de recuento } c + 1$.

A continuación, el controlador 54 determina si el valor de recuento c es mayor que un valor umbral α (paso S10). Al determinar en el paso S10 que el valor de recuento c no es mayor que el valor umbral α , el controlador 54 pasa al paso S16. Al determinar en el paso S10 que el valor de recuento c es mayor que el valor umbral α , el controlador 54 pone alto el señalizador de no detección de valor de correlación (paso S11). A continuación, el controlador 54 pone el valor de recuento c a cero, y pone el tiempo T_{pp} de una mitad de ciclo a cero (paso S12). El controlador 54 pasa entonces al paso S16.

Al determinar en el paso S7 que la posición máxima del valor de correlación γ es detectada, por otra parte, el controlador 54 pone a continuación el señalizador de no detección de valor de correlación a bajo. Específicamente, el controlador 54 guarda un bajo (0) en la zona de almacenamiento de señalizador (paso S13).

A continuación, el controlador 54 actualiza la memoria de la zona de almacenamiento de datos de referencia sustituyendo los datos de referencia g almacenados en la zona de almacenamiento de datos de referencia de la unidad de almacenamiento de datos (paso S14). En el paso S14, el controlador 54 guarda los valores de par de giro f detectados entre las posiciones máximas del valor de correlación γ (entre las últimas posiciones máximas detectadas del valor de par de giro f) como datos de referencia g .

A continuación, el controlador 54 pone el tiempo T_{pp} entre posiciones máximas (una mitad de ciclo) al valor de recuento presente c , y pone el valor de recuento c a uno (paso S15). El controlador 54 pasa entonces al paso S16.

Pasando al paso S16, el controlador 54 determina si el señalizador de no detección de valor de correlación es bajo y T_{pp} es mayor que cero. Al determinar en el paso S16 que el señalizador de no detección de valor de correlación no es bajo o que T_{pp} no es mayor que cero, el controlador 54 vuelve al paso S1.

Por otra parte, al determinar en el paso S16 que el señalizador de no detección de valor de correlación es bajo y que T_{pp} es mayor que cero, el controlador 54 pasa al paso S17, donde el controlador 54 calcula el ángulo de rotación presente θ del cigüeñal 38. Específicamente, el controlador 54 calcula el ángulo de rotación presente θ del cigüeñal

- 5 38 (ángulo de rotación del cigüeñal 38 al valor de par de giro f detectado en este tiempo) desde el tiempo T_{pp} de la mitad de ciclo previa (última) y el valor de recuento presente c . A condición de que la última posición máxima detectada del valor de correlación γ sea t_1 , y que el tiempo de detección del valor de par de giro f detectado en este tiempo sea t_2 (véase la figura 5), el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 puede ser obtenido a partir de una ecuación relacional: $\theta = 180 \text{ grados} \times (t_2 - t_1) / T_{pp}$. En este caso, $(t_2 - t_1)$ es el valor de recuento presente c .
- 10 A continuación, el controlador 54 estima la fuerza de pedaleo F a partir del valor de par de giro f detectado en este tiempo y el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 (paso S18). La fuerza de pedaleo F puede ser obtenida por una ecuación relacional: fuerza de pedaleo $F = \text{valor de par de giro } f / \cos\theta$.
- 15 A continuación, el controlador 54 mueve el motor sin escobillas 50 realizando control PWM del accionador 52 de modo que el motor sin escobillas 50 genere un par de asistencia determinado por la fuerza de pedaleo obtenida F y la relación de asistencia dependiendo de la velocidad vehicular presente de la bicicleta asistida 10 (paso S19).
- 20 La figura 7A es un diagrama de tiempo del valor de par de giro detectado f . La figura 7B es un diagrama de tiempo del valor de correlación γ resultante de la correlación normalizada usando el valor de par de giro f . A propósito, el valor de recuento c no será mayor que el valor umbral α en los diagramas de tiempo de las figuras 7A y 7B.
- 25 Según las operaciones antes descritas, un valor máximo del valor de par de giro f es detectado en primer lugar en el tiempo t_1 . Sin embargo, dado que los valores de par de giro f sustituidos como datos de referencia g en el paso S4 son valores de par de giro detectados en una parte de un período entre posiciones máximas, el valor de correlación γ y calculado en el paso S5 es un valor bajo. Así, la posición máxima del valor de correlación γ no es detectada en el paso S7.
- 30 Cuando a continuación llega el tiempo t_2 , los valores de par de giro f detectados entre el tiempo t_1 y el tiempo t_2 son sustituidos como datos de referencia g en el paso S4, y se calcula el valor de correlación γ .
- 35 Cuando llega el tiempo t_3 , el tiempo t_3 es detectado como la posición máxima del valor de correlación γ en el paso S7, y los valores de par de giro f detectados entre el tiempo t_2 y el tiempo t_3 son sustituidos como datos de referencia g en el paso S14. Entonces, en el paso S15, el valor de recuento presente c se pone como el tiempo T_{pp} entre posiciones máximas (una mitad de ciclo), y el valor de recuento se pone a uno. En el tiempo t_3 , el valor de recuento c es cero, y así $T_{pp} = 0$. A continuación, el resultado de la determinación en el paso S16 es No, y el proceso vuelve al paso S1. A propósito, entonces, dado que T_{pp} es cero, no se puede calcular un ángulo de rotación θ correcto del cigüeñal 38.
- 40 Por lo tanto, el accionamiento y el control del motor sin escobillas 50 no se tienen que realizar cuando $T_{pp} = 0$. Es decir, las operaciones del paso S17 al paso S19 no tienen que ser realizadas cuando $T_{pp} = 0$.
- 45 Cuando llega el tiempo t_4 , el tiempo t_4 es detectado como la posición máxima del valor de correlación γ en el paso S7, y los valores de par de giro f detectados entre el tiempo t_3 y el tiempo t_4 son sustituidos como datos de referencia g en el paso S14. Entonces, en el paso S15, el valor de recuento presente c se pone como el tiempo T_{pp} entre posiciones máximas (una mitad de ciclo), y el valor de recuento se pone a uno. A continuación, se calcula el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 y la fuerza de pedaleo F en orden en los pasos S17 a S19, y el motor sin escobillas 50 es movido para generar un par de asistencia.
- 50 A continuación, el valor de recuento c se incrementa en el paso S9 hasta el tiempo t_6 cuando llega una posición máxima siguiente del valor de correlación γ . En el paso S17, el ángulo de rotación θ dependiendo del valor de recuento presente c se calcula usando T_{pp} .
- 55 En este caso, la posición máxima del valor de par de giro f es detectada en el tiempo t_5 y el tiempo t_7 antes y después del tiempo t_6 . Sin embargo, dado que la posición máxima es detectada en base al valor de correlación γ , incluso cuando el ciclista acciona los pedales 40L y 40R varias veces continuamente y así tiene lugar continuamente una pluralidad de posiciones máximas, es posible calcular adecuadamente el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38, generar un par de asistencia apropiado, y realizar control de asistencia que no incomoda al ciclista.
- 60 Por otra parte, cuando el tiempo t_5 y el tiempo t_7 se consideran posiciones máximas, un período desde el tiempo t_4 al tiempo t_5 , un período desde el tiempo t_5 al tiempo t_6 , y un período desde el tiempo t_6 al tiempo t_7 se consideran períodos en los que los pedales 40L y 40R efectuaron medio giro. Por lo tanto, no es posible calcular adecuadamente el ángulo de rotación θ del cigüeñal 38 en el período desde el tiempo t_4 al tiempo t_5 , el período desde el tiempo t_5 al tiempo t_6 , y el período desde el tiempo t_6 al tiempo t_7 .
- Así, cuando se obtiene el valor de correlación γ y se estima que la posición máxima del valor de correlación γ es la posición máxima del valor de par de giro f , se puede efectuar control de asistencia que no incomoda al ciclista.
- 65 A propósito, en el diagrama de flujo de la figura 6, cuando se determina en el paso S10 que el valor de recuento c es mayor que el valor umbral α , el señalizador de no detección de valor de correlación se pone alto (paso S11), el valor

de recuento c se pone a cero, y el tiempo T_{pp} de una mitad de ciclo se pone a cero (paso S12). Esto tiene la finalidad de determinar que se ha producido una anomalía y realizar las operaciones representadas en la figura 6 desde el inicio por inicialización cuando la posición máxima del valor de correlación y no es detectada incluso después de un tiempo predeterminado. Así se puede prever un estado anormal.

5 Las realizaciones preferidas de la presente invención se han descrito anteriormente. Sin embargo, el alcance técnico de la presente invención no se limita al alcance descrito en las realizaciones anteriores. Es obvio a los expertos en la técnica que se puede hacer varios cambios y mejoras en las realizaciones. Es evidente por la descripción de las reivindicaciones que las formas resultantes de tales cambios y mejoras quedan cubiertas por el alcance técnico de la presente invención.

10 Los símbolos de referencia entre paréntesis indicados en las reivindicaciones se ofrecen según los símbolos de referencia de los dibujos acompañantes para una fácil comprensión de la presente invención, y la presente invención no deberá ser interpretada como limitada a los elementos denotados por los símbolos de referencia.

15 La presente invención se refiere a proporcionar un aparato de control de potencia de asistencia para una bicicleta asistida por motor que mueve y controla un motor de manera que genere un par de asistencia dependiendo de la fuerza de pedaleo de un ciclista.

20 Un aparato de control de potencia de asistencia 54 para una bicicleta asistida por motor 10, que detecta un valor de par de giro de un cigüeñal 38 girado cuando un ciclista acciona los pedales 40L y 40R por un sensor de par 80, y que controla un motor 50 de manera que genere una potencia de asistencia determinada usando el valor de par de giro, calcula un ángulo de rotación del cigüeñal cuando un valor de par de giro presente es detectado a partir de un período de tiempo desde un tiempo de detección de una posición máxima del valor de par de giro a un tiempo de
25 detección del valor de par de giro, calcula una fuerza de pedaleo aplicada cuando el ciclista acciona los pedales en una dirección vertical a partir del ángulo de rotación calculado del cigüeñal y el valor de par de giro presente detectado, y determina la potencia de asistencia del motor según la fuerza de pedaleo calculada.

REIVINDICACIONES

5 1. Un aparato de control de potencia de asistencia (54) para una bicicleta asistida por motor (10) que detecta un valor de par de giro de un cigüeñal (38) que gira cuando un ciclista acciona los pedales (40L y 40R) por un sensor de par (80), y controla un motor (50) de manera que genere una potencia de asistencia determinada usando dicho valor de par de giro,

10 donde dicho aparato de control de potencia de asistencia (54) determina la potencia de asistencia de dicho motor (50) según una fuerza de pedaleo calculada,

caracterizado porque

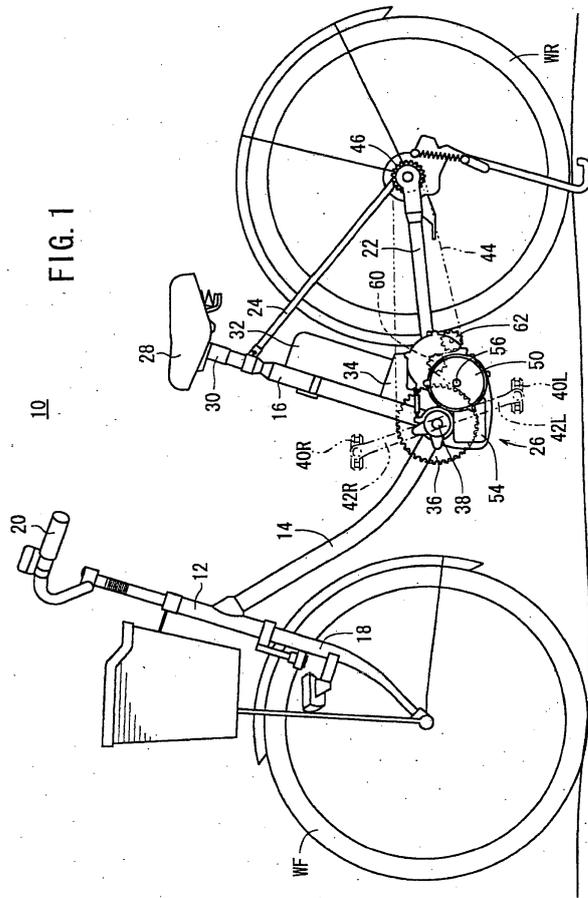
15 dicho aparato de control de potencia de asistencia (54) calcula un ángulo de rotación de dicho cigüeñal (38) cuando un valor de par de giro presente es detectado a partir de un período de tiempo desde un tiempo de detección de una posición máxima de dicho valor de par de giro a un tiempo de detección de dicho valor de par de giro, y

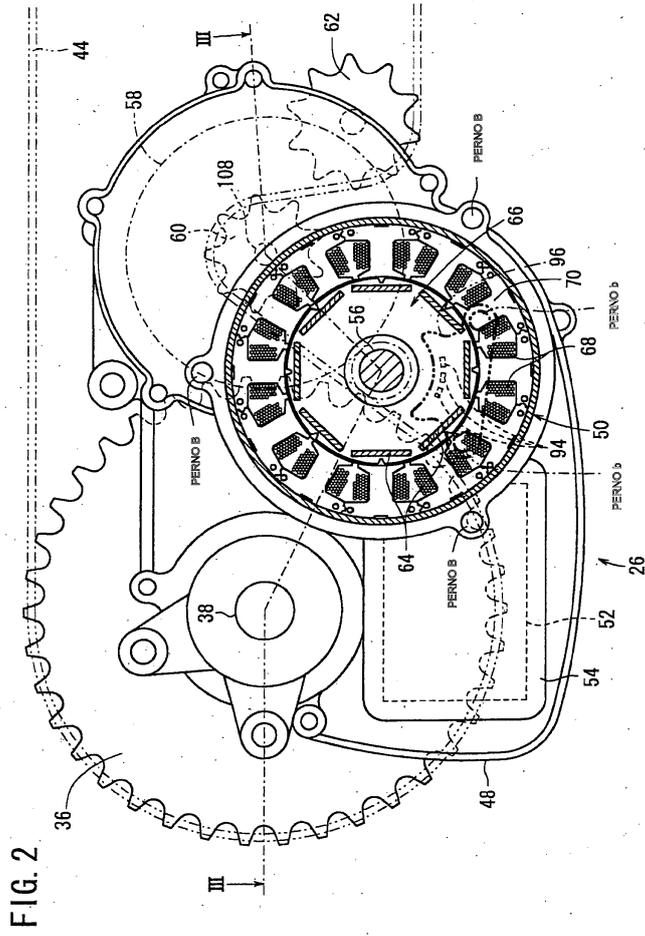
20 dicho aparato de control de potencia de asistencia (54) calcula dicha fuerza de pedaleo aplicada cuando el ciclista acciona dichos pedales (40L y 40R) en una dirección vertical a partir del ángulo de rotación calculado de dicho cigüeñal (38) y el valor de par de giro presente detectado, donde

un período entre posiciones máximas de dicho valor de par de giro se pone como una mitad de ciclo,

25 se lleva a cabo una actualización con dicho valor de par de giro en un período de la mitad de ciclo previa como datos de referencia, y una posición máxima de dicho valor de par de giro es estimada a partir de un valor de correlación obtenido por correlación normalizada de dicho valor de par de giro detectado en la mitad de ciclo presente usando dichos datos de referencia.

30 2. El aparato de control de potencia de asistencia (54) para la bicicleta asistida por motor (10) según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la potencia de asistencia de dicho motor (50) se determina según una velocidad vehicular de dicha bicicleta asistida por motor (10) y dicha fuerza de pedaleo.





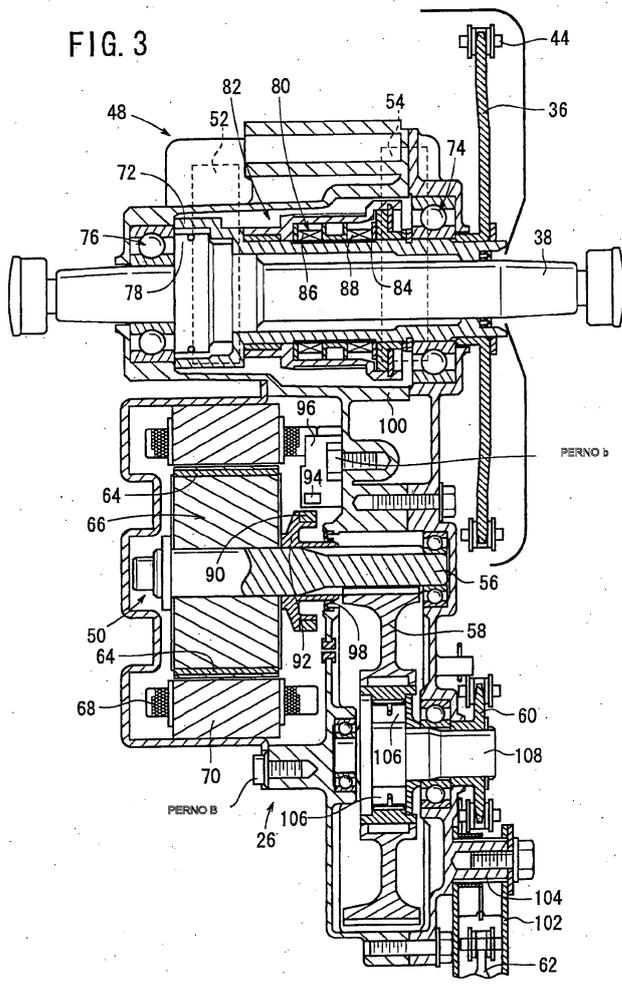


FIG. 4

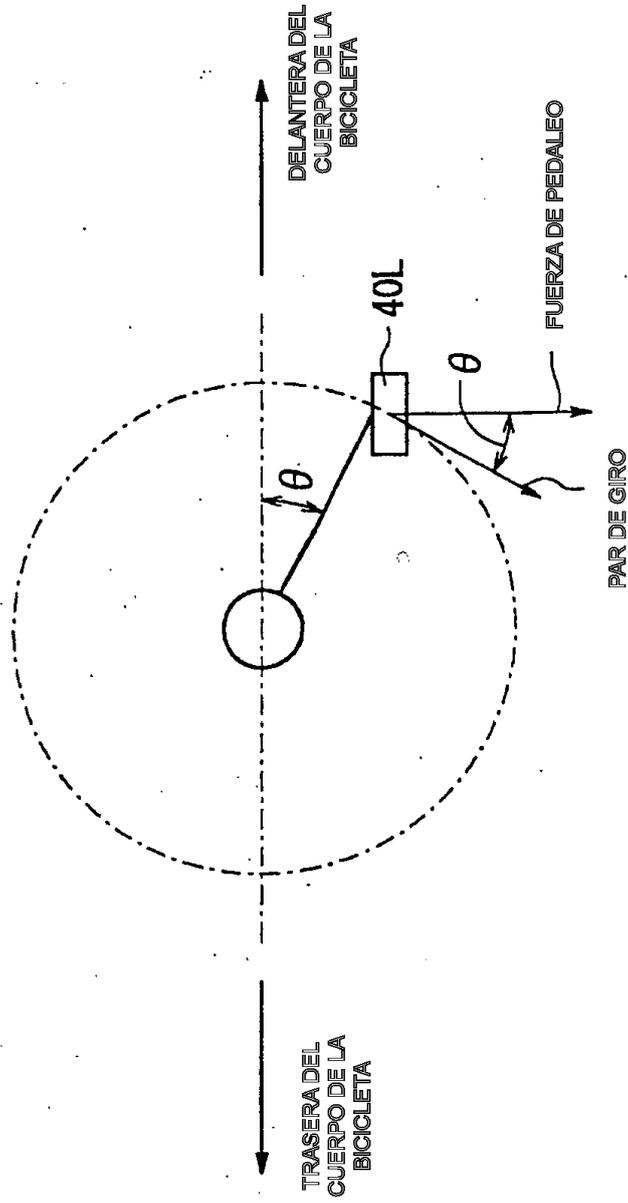


FIG. 5

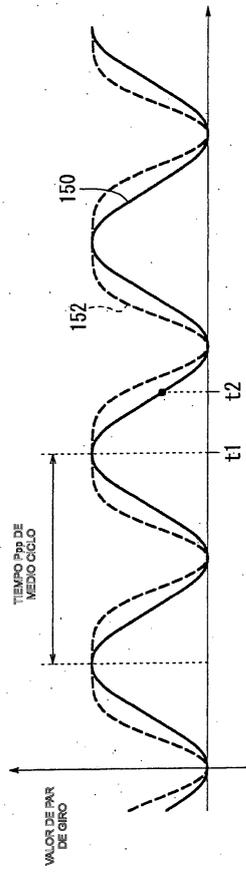


FIG. 6

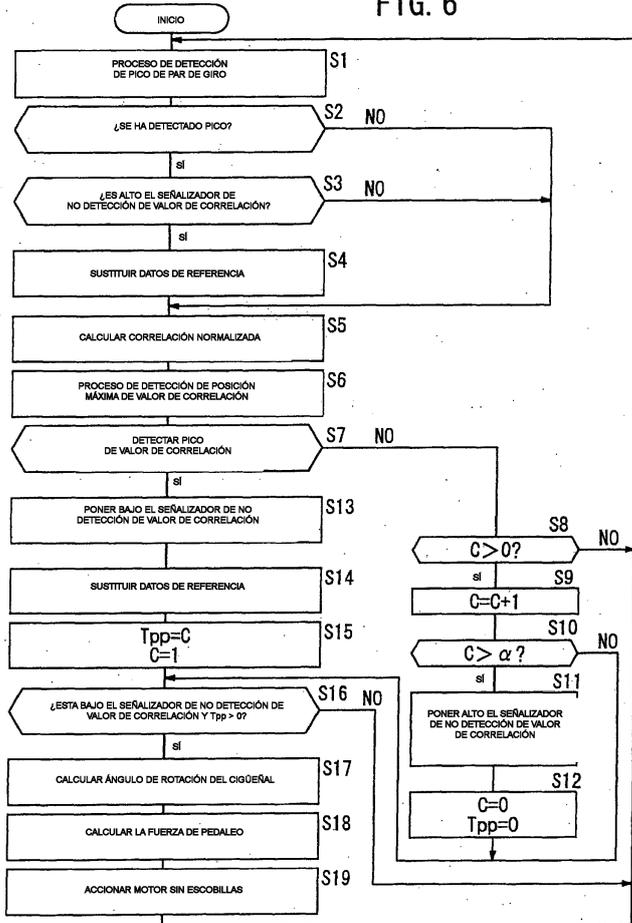


FIG. 7A

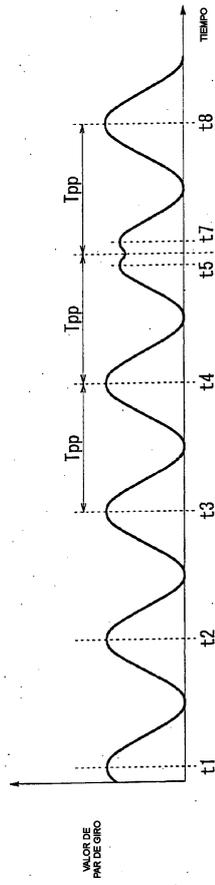


FIG. 7B

